



普通昆蟲學

鄧植球編

中華書局



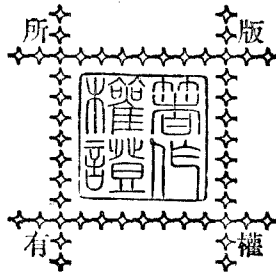
民國二十九年六月印刷
民國二十九年六月發行

大學
用書

普通昆蟲學 (全一册)

實價國幣三元六角

(郵運匯費另加)



編者

鄒鍾琳

發行者

中華書局有限公司
代表人 路錫三

印刷者

上海澳門
美商永寧有限公司

總發行處 昆明

中華書局發行所

分發行處 各埠

中華書局

本書之多半材料，爲愚四年來（自民國二十一年起）在中央大學農學院所授普通昆蟲學之講稿，內容所述僅列大意，旨在供初習昆蟲學者略識其概要，由此得各隨所欲，更進而從一義一門之專攻。

民國二十二年春，中華農學會有農學叢書之輯，囑爲編撰此書，兩年之間，羈於教學及研究工作，因致本書之述，一暴十寒，及至今年八月方克完成，匆匆付梓，其中漏誤，在所不免，深盼海內明達有以教之。

本書初稿，蒙業師秉農山博士，鄒樹文先生，及同學吳福楨先生加以校閱，不勝感激，整理稿底，同事鄭同善及黃其林先生襄助頗多，圖畫攝影概出自舍弟鄒源琳，同事施自芸，同學吳鴻元三先生之手，抄寫稿底，及查考學名，同事郝敏昌、姜蘇民、鄭建楠三先生爲力不少，特誌感謝。

民國二十四年十月 鄒鍾琳識於中央大學農學院
昆蟲研究室

普通昆蟲學

目次

頁數

序言

| | |
|-------------------------------|-------|
| 第一章 昆蟲在動物界內之地位及昆蟲學之意義與範圍..... | 1—11 |
| 第一節 昆蟲在動物界內之地位..... | 1 |
| 第二節 昆蟲學之意義與範圍..... | 7 |
| 第三節 昆蟲與人類之關係..... | 8 |
| 第二章 昆蟲之外部形態及其功用..... | 12—70 |
| 第一節 昆蟲體軀之區分..... | 12 |
| 第二節 頭及頭之副器..... | 13 |
| 一、頭 | |
| 二、頭之副器 1.觸角 2.口器 | |
| 第三節 胸及胸之副器..... | 27 |
| 一、胸 | |
| 二、胸之副器 1.翅及翅脈等 2.脚 3.內胸板 | |
| 第四節 腹及腹之副器..... | 51 |
| 一、腹 | |
| 二、腹之附屬器 1.尾鬚 2.肛門 3.生殖器 | |
| 第五節 昆蟲之皮膚與附屬體..... | 58 |

| | | | | |
|------------|-------------|------------|--------|------------|
| 一、皮膚 | 1. 角質層 | 2. 真皮 | 3. 基底膜 | |
| 二、皮膚之附屬物 | 1. 毛、剛毛、刺 | 2. 鱗片 | 3. 發香片 | 4. 開口於體外之腺 |
| 第六節 | 昆蟲之發聲與發光 | | | 66 |
| 一、昆蟲之發聲器 | | | | |
| 二、昆蟲之發光器 | | | | |
| 第三章 | 昆蟲之內部器官及其生理 | | | 71—145 |
| 第一節 | 消化系 | | | 71 |
| 一、消化系 | | | | |
| 二、消化系之附屬物 | | | | |
| 三、昆蟲消化之生理 | | | | |
| 第二節 | 神經系與感覺器官 | | | 78 |
| 一、神經系 | 1. 前頭神經球 | 2. 交感神經系 | | |
| 二、神經系各部之生理 | 1. 腦 | 2. 食道下位神經球 | | |
| 三、感覺器 | 1. 嗅覺器 | 2. 觸覺器 | 3. 味覺器 | 4. 視覺器 |
| | 5. 聽覺器 | | | |
| 第三節 | 筋肉系 | | | 96 |
| 一、頭筋 | 1. 頸筋 | 2. 口部筋 | | |
| 二、胸筋 | 1. 縱走筋 | 2. 背腹筋 | 3. 側筋 | 4. 足筋 |
| 三、腹筋 | | | | |
| 四、筋肉之收縮與筋力 | | | | |
| 第四節 | 呼吸系 | | | 104 |

| | | | |
|----------------------|-----------|-------------|----------|
| 一、氣門 | 1. 氣門之個數 | 2. 氣門之構造與開閉 | |
| 二、氣管與氣管支 | 1. 氣管 | 2. 氣管支 | |
| 三、昆蟲呼吸系之模式 | I. 有門式 | II. 半門式 | III. 無門式 |
| 四、呼吸器官之變異 | 1. 空氣囊 | 2. 氣管鰓 | 3. 血鰓 |
| 五、昆蟲呼吸之生理 | | | |
| 第五節 循環系 | | | 116 |
| 一、隔膜與胸腔 | 1. 背隔膜 | 2. 腹隔膜 | 3. 翼筋 |
| 二、背管 | 1. 心 | 2. 動脈 | |
| 三、血 | | | |
| 四、血之循環 | | | |
| 第六節 生殖系 | | | 125 |
| 一、生殖器官 | 1. 雄性生殖器 | 2. 雌性生殖器 | |
| 二、性細胞之成熟與性之決定 | 1. 性細胞之成熟 | | |
| | 2. 性之決定 | | |
| 三、昆蟲生殖之種類 | 1. 胎生 | 2. 孤雌生殖 | 3. 幼蟲生殖 |
| | 4. 增胚生殖 | | |
| 第四章 昆蟲卵成蟲之發育與變態及生活循環 | | | 146—182 |
| 第一節 昆蟲之卵期發育 | | | 146 |
| 一、分割與胚盤 | | | |

二、胚帶

三、原腸期

四、羊膜與漿膜

五、胚子之分節與附屬器之發生

六、胚帶發育之兩種型式 1. 表成式 2. 陷入式

七、胚子背部之封閉

八、神經系

九、氣管

十、中胚層

十一、內胚層

十二、胚子之發生期

第二節 成蟲之發育.....157

一、成蟲外形之構成

二、內部器官之發育 1. 消化系 2. 體軀之筋肉

3. 脂肪體 4. 唾液腺與絲腺 5. 呼吸系 6. 真

皮細胞

第三節 昆蟲之變態.....167

一、昆蟲變態之種類 1. 無變態 2. 漸進變態

3. 完全變態 4. 過變態

二、昆蟲各期之狀態 1. 卵 2. 幼蟲 3. 蛹 4. 成

蟲

第四節 昆蟲之生活循環.....181

| | |
|-------------------|-------------------|
| 第五章 昆蟲之分類 | 183—237 |
| 第一節 分類法 | 183 |
| 一、人工分類法 | |
| 二、自然分類法 | |
| 第二節 命名法 | 186 |
| 一、學名 | |
| 二、昆蟲之定名 | 1. 完模式標本 2. 別模式標本 |
| 3. 副模式標本 4. 總模式標本 | |
| 第三節 昆蟲之分目 | 189 |
| 第四節 昆蟲檢查表之種類及用法 | 195 |
| 第五節 昆蟲分目檢查表 | 197 |
| 第六節 昆蟲各目概說 | 207 |
| 第七節 昆蟲各目之進化系統 | 232 |
| 第六章 昆蟲之適應 | 238—249 |
| 第一節 地下生活之適應 | 238 |
| 第二節 空中及地上生活之適應 | 238 |
| 第三節 葉片及木幹中之適應 | 239 |
| 第四節 水棲昆蟲之適應 | 240 |
| 一、行動 | |
| 二、呼吸 | |
| 第五節 昆蟲之適應色 | 243 |
| 一、保護色 | |

| | |
|----------------------|---------|
| 二、警戒色 | |
| 三、模倣色 | |
| 第六節 昆蟲之其他護身本能..... | 248 |
| 一、放臭液 | |
| 二、自割 | |
| 三、擬死 | |
| 第七章 昆蟲之行爲..... | 250—276 |
| 第一節 趨性..... | 253 |
| 一、趨光性 | |
| 二、趨水性 | |
| 三、趨溫性 | |
| 四、趨化性 | |
| 五、趨觸性 | |
| 六、趨地性 | |
| 七、趨流性 | |
| 第二節 習慣與本能..... | 262 |
| 第三節 智力..... | 271 |
| 第八章 昆蟲之生態——有機環境..... | 277—306 |
| 第一節 昆蟲種間之關係..... | 279 |
| 一、競爭 | |
| 二、性之關係 | |
| 三、母性之慈祥 | |

| | | | | |
|------|-----------------|----------|-----------|---------|
| 四、合作 | 1. 食料交換 | 2. 級之來源 | 3. 交通方法 | |
| | 4. 食料之儲藏 | 5. 抵禦 | 6. 年生羣之由來 | |
| 第二節 | 昆蟲與其他動物之關係 | | | 290 |
| 一、 | 昆蟲為其他動物之食料 | | | |
| 二、 | 昆蟲之寄生物 | | | |
| 三、 | 共棲 | | | |
| 四、 | 昆蟲體上所附着之小動物 | | | |
| 第三節 | 昆蟲與植物之關係 | | | 295 |
| 一、 | 植物為昆蟲之庇護 | | | |
| 二、 | 植物為昆蟲之食料 | | | |
| 三、 | 蟲瘿 | | | |
| 四、 | 昆蟲傳遞花粉 | | | |
| 五、 | 分佈種子、菌、細菌及其他致病物 | | | |
| 六、 | 昆蟲之植物敵害 | 1. 偶然的敵害 | 2. 適應的敵害 | |
| 七、 | 共生 | | | |
| 八、 | 昆蟲為植物之守護 | | | |
| 第九章 | 昆蟲之生態——無機環境 | | | 307—356 |
| 第一節 | 化學環境 | | | 307 |
| 一、 | 食物 | | | |
| 二、 | 寄主選擇論 | | | |
| 三、 | 水 | | | |

四、水中酸度與鹼度

第二節 物理環境.....318

一、水之物理性

二、水之其他關係

三、濕度之影響

四、陸生昆蟲之境遇 1. 土壤 2. 光與聲 3. 溫度

4. 冬眠與夏眠 5. 高度經度緯度 6. 風與水流

第三節 昆蟲之交替分散與產地.....341

一、交替

二、分散 1. 分散方法 2. 原產地或散佈中心

3. 動物地理

三、產地

第十章 害蟲之防除.....357—422

第一節 化學防除法.....357

一、胃毒劑 1. 砒毒劑物 2. 氟化物類 3. 蒜藜蘆粉 4. 粉毒餌

二、接觸劑 1. 菸鹼 2. 除蟲菊粉及液 3. 硫磺、石灰硫磺液、硫化物 4. 油類 5. 石油乳劑 6. 肥皂 7. 魚藤

三、燻毒劑 1. 氫氰酸 2. 氰化鈣 3. 二硫化炭

4. 二氧化硫 5. 菸鹼 6. 仲二氯苯 7. 其他燻蒸劑

| | |
|--|-----|
| 四、抗拒劑 1. 波爾多液 2. 木油及柏油 | |
| 第二節 物理的防除法 | 405 |
| 第三節 農田方法之利用 | 406 |
| 一、作物輪種 | |
| 二、作物栽培期之變更 | |
| 三、作物收穫後遺屑之處理 | |
| 四、抗蟲種類之培植 | |
| 第四節 生物學上之驅除 | 410 |
| 一、昆蟲傳染病菌之利用 1. 昆蟲之細菌病 2. 昆蟲之真菌病 3. 昆蟲之原生動物病 | |
| 二、寄生性昆蟲與肉食性昆蟲 | |
| 三、益鳥之保護與家禽之利用 | |
| 四、其他食蟲動物之愛護 | |
| 第五節 法規的防除害蟲法 | 418 |
| 一、防制由外國傳入新害蟲之法規 | |
| 二、防制國內害蟲蔓延之法規 | |
| 三、強制執行某種除蟲法之法規 | |
| 四、防止殺蟲劑攪雜及混用名稱之法規 | |
| 附錄一 本書所用之參考書 | |
| 附錄二 中西名詞對照表 | |

普通昆蟲學

第一章 昆蟲在動物界內之地位 及昆蟲學之意義與範圍

第一節 昆蟲在動物界內之地位

吾人如欲開始研究昆蟲,當先明瞭昆蟲在動物界(Animal Kingdom)之位置,及其與相接近動物之關係,動物界內,自最低之原生動物,至最高之脊椎動物,其間形狀各異,構造互殊;但與人類日常接觸最多者,厥為昆蟲,其約計之種數,有如下表所錄:

第一表 動物界

有脊椎

| 脊椎動物門(Chordata) | 已知種數之約計 |
|-----------------|----------------------|
| 哺乳綱(Mammalia) | 人,貓,馬,蝙蝠,鯨……………3,750 |
| 鳥類(Aves) | 鳥,雞……………13,500 |
| 爬蟲類(Reptillia) | 蛇,龜……………4,000 |
| 兩棲類(Amphibia) | 蛙……………1,750 |
| 魚類(Pisces) | 魚……………13,500 |

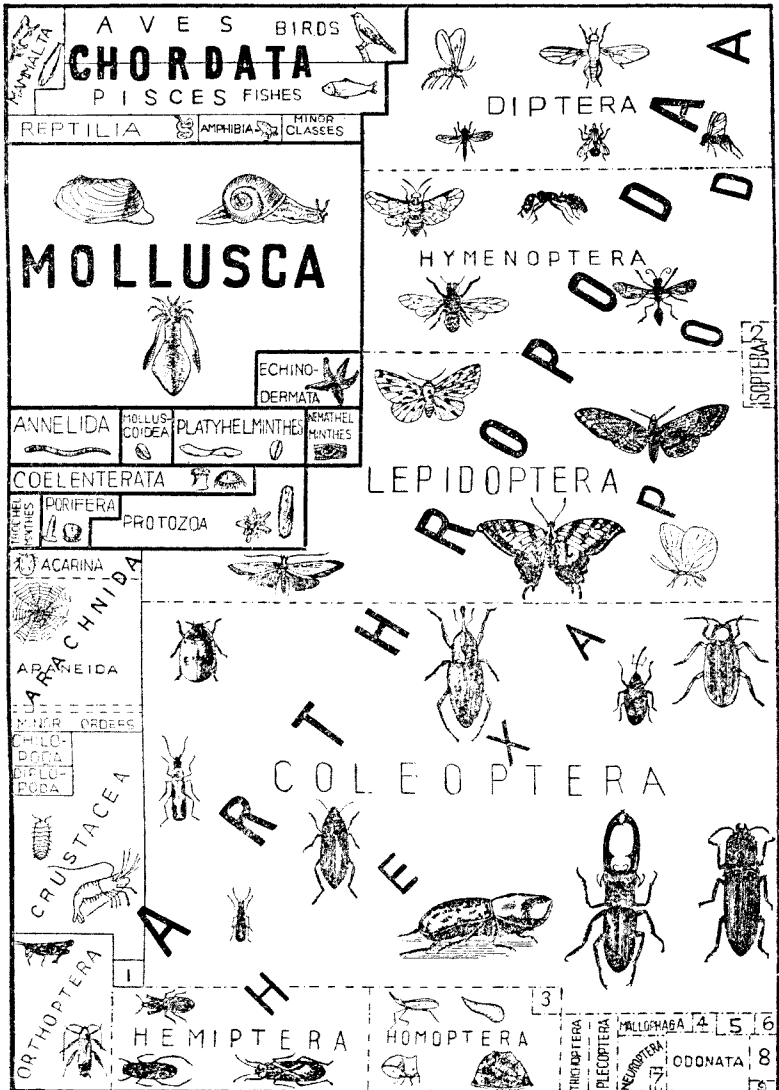
無脊椎

| | |
|-----|-------------------------------|
| 其他綱 | 被囊蟲類(Tunicates) |
| | 玉鉤蟲(Balanoglossus)等……………1,500 |

| | | |
|---------------------------------|-------------|---------|
| 節足動物門 (Arthropoda) | 昆蟲、蜘蛛、蜈蚣、蝦等 | 675,000 |
| 軟體動物門 (Mollusca) | 蝸牛、蚌等 | 80,000 |
| 棘皮動物門 (Echinodermata) | 海膽、海參 | 5,000 |
| 環形動物門 (Annelida or annulata) | 蚯蚓 | 5,000 |
| 擬軟體動物 (Molluscoidea) | 蘇蟲類、腕足類 | 2,500 |
| 扁形動物門 (Plathelminthes) | 肝蛭、扁蟲、條蟲 | 6,500 |
| 圓形動物門 (Nemathelminthes) | 蛔蟲、線蟲 | 3,500 |
| 擔輪類 (Trochelminthes) | 輪蟲 | 1,500 |
| 腔腸動物門 (Coelenterata) | 水母、水螅 | 5,000 |
| 海綿動物門 (Porifera) | 海綿 | 3,000 |
| 原生動物門 (Protozoa) | 變形蟲、草履蟲、瘧蟲等 | 15,000 |
| | 共約計種數 | 840,000 |

由上表觀之，節足動物，在動物界中，為數最多，約佔百分之七十五。茲將動物各門，依其上述約數之多少，圖之如下：

昆蟲既屬於節足動物門中，該門動物之特徵，為體軀分節，左右對稱，附屬器亦均有節，體外覆以幾丁質外骨骼 (Chitinous Oexoskeleton)，神經系位在體之下面，而心臟則居於體之上面。除昆蟲而外，更有蝦、蟹、蜈蚣、千腳蟲、蜘蛛等。在動物界內，除脊椎動物而外，本門動物，最為重要，因其數多，而與人類



第一圖 各綱動物在動物界內所占之數目約每半平方英寸代表30,000種動物。讀時可與第一、第二表相互參照。圖內各名詞

課文可參考第一,第二表內所列之名詞 1=節足動物門內之次要綱,2=微翅目,3=嘴蟲目,4=蜉蝣目,5=革翅目,6=總翅目,7=獸蟲目,燃翅目,蝸蟲目,8=彈尾目,9=衣魚目,(after Metcalf.)

生活,經濟,有密切之關係也,本門又分爲五大綱,各綱名稱與約數表之如下:

第二表 節足動物門內各綱之名稱與約計之種數

已知數之約計

| | | |
|---------------------------|--|---------|
| 昆蟲綱 (Hexapoda or Insecta) | 蝗蟲等 | 625,000 |
| 多足綱 (Chilopoda) | 蜈蚣等 | 1,000 |
| 有爪綱 (Diplopoda) | 櫛蠶等 | 1,000 |
| 蜘蛛綱 (Archnida) | 蜘蛛等 | 27,500 |
| 甲殼綱 (Crustacea) | 水蟲蝦蟹等 | 20,000 |
| 其餘次要之綱 | 如蟹 (King Crab) 結合類 (Symphyla) 及 原尾類 (Myrientomata) | 500 |
| | 共計 | 675,000 |

節足動物數目之多,在動物界內無與倫比,而昆蟲綱內之種數,又爲節足動物內最多者,約佔全綱內百分之九十餘,茲將各綱特徵述之如下:

(一)昆蟲綱

此綱動物,用氣管呼吸,全體分頭,胸,腹三部,頭部有觸角一對,成蟲胸部,有六足四翅。(除雙翅目,衣魚目,跳蟲目,食毛目及半翅目中寄生亞目,與雄介殼蟲外)蝗蟲等屬之。

二.多足綱

此綱動物,亦用氣管呼吸,體形長而扁,性忌日光,全體分頭及胸腹兩部,有觸角一對,單眼數枚,口部有大顎一對,小顎兩對,胸腹部,由多數同形環節相連而成,每環節具一對或二



第二圖 蜈蚣 (Scolopendra) a = 觸角; b = 頭5 = 第一對足; 6-26 = 足 (From 三宅恆方 After Nitsche)

對之足,用以爬行,在蜈蚣之胸腹部第一對足,藏有毒腺,而成毒顎,被其螫者,痛苦不可言狀,是亦禦敵之利器,蜈蚣等屬之。

三.有爪綱

此綱動物,棲息於朽木,或岩石間,頭部有觸角,單眼各一對,口旁有突起物 (Oral papille) 能分泌粘液,攫取

食物,胸腹兩部之界限不明,在腹部側面,生許多分

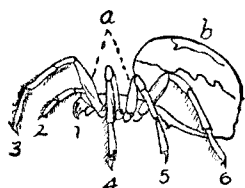


第三圖 栴蠶 (Peripatus capensis) (From 三宅恆方 After Moseley.)

節之短脚,脚之末端,各具爪,栴蠶屬之。

四.蜘蛛綱

此綱動物,均係陸棲,在空氣中呼吸,全體分為頭胸部 (Cephalothorax)、腹部 (Abdomen),複眼、觸角,均缺,普通有足四對,用以步行,腹部具有肺囊 (Pulmonary sac) 以營吸呼作用,蜘蛛,壁蝨,疥

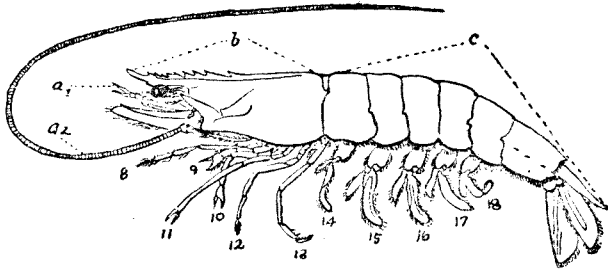


第四圖 一種蜘蛛 (Epeira) a = 頭胸部; b = 腹部; 3-6 = 足; (From 三宅恆方)

蟲等屬之。

五.甲殼綱.

此綱動物,常棲息於水中,用鰓呼吸,外皮甚形堅實,全體分爲頭胸部(Cephalo-thorax)與腹部(Abdomen),無翅,頭部有觸角兩對,胸腹部,至少有腳五對,蝦,蟹,水蚤,等屬之。



第五圖 一種河蝦(Panaeus canaliculatus)

a₁ = 第一觸角; a₂ = 第二觸角; b = 頭胸部;
c = 腹部; 14-18 = 腹部附屬器.)

(From三宅板方 After岸上.)

節足動物各綱之特徵,已如上述,茲更將作簡表以示概要。

第三表 節足動物內各綱之特徵.

| 綱名 | 觸角 | 眼 | 足之對數 | 身體 | 陸生或水棲 |
|-----|----|----------|---------|--------|-------|
| 昆蟲綱 | 一對 | 單眼 複眼 | 三對 | 頭胸腹三部 | 陸生及水棲 |
| 多足綱 | 一對 | 單眼 | 每節一對或二對 | 頭-胸腹兩部 | 陸生 |
| 有爪綱 | 一對 | 單眼 | 二七至四〇對 | 無顯明之節 | 陸生 |
| 甲殼綱 | 二對 | 複眼 | 五對 | 頭胸-腹兩部 | 水棲 |
| 蜘蛛綱 | 無 | 單眼 | 四對 | 頭胸-腹兩部 | 陸生 |

以節足動物門內五綱之相互關係言之，則有爪綱動物，因具環節動物特有之排泄器（每節一對），及昆蟲類之氣管，故得視為環形動物及高等節足動物之中間形體。

甲殼綱用鰓呼吸，是其特異之點，以進化程序論，與昆蟲無直接關係。

蜘蛛綱與其他節足動物絕然不同，惟在甲殼內如化石中之三葉蟲，則與之最相近。

多足綱與昆蟲綱之關係，比較的最為重大，因形態上相同之點甚多，現在一般昆蟲學家，均承認蜈蚣為長跳蟲之先祖，換言之，長跳蟲由蜈蚣進化而來，蓋其觸角之形狀（念珠狀）口器之構造，環節之數目，推而至於足及腳爪，無不相互類似也。

第二節 昆蟲學之意義與範圍

昆蟲學(Entomology)者，專研究關於昆蟲之形態、生理、生態、分類、防除，及其與人類關係之科學，依其研究範圍，分為下列五大類：

一.形態學(Morphology) 本門範圍不限於昆蟲內外部之形態，並更論及昆蟲之發生組織等。

二.分類學(Taxonomy) 本門專論及各種昆蟲之類別、系統，實為研究昆蟲學之基本知識。

三.生理學(Physiology) 本門專論及昆蟲諸器官之作用

及其生活現象。近數年來，關於此項之論文，漸見增多。

四.生態學 (Ecology) 本門專論及昆蟲對於有機環境(動植物)及無機環境(氣候土壤等)，在生活及構造上，所發生一切關係。本門學問，在近年發達頗速。

五.經濟昆蟲學 (Economic Entomology) 本門專論及爲害人類、家畜及田園作物，與一切有經濟價值物品之害蟲，並研究其防除之方法。

第三節 昆蟲與人類之關係

昆蟲在動物界之數目，既如是之多，吾人日常生活，無時不與昆蟲發生關係，或掠奪人類之食料，如螟、蝗之爲害農田作物，或增加人類莫大之利源，如蠶絲、蜜蜂等。茲擇錄其要，述之如下：

一.爲害各種農作物及其他有經濟價值之植物。

昆蟲侵害農作物或吸吮其液汁，或嚙食其莖葉、果、根。其甚者，能使綠野變爲赤地，猖厥於我國北方大豆上之擬尺蠖 (*Ilattia octo* Guen) 爲害豆葉，損失極重。1934年，受其害者，有蘇、皖、冀、魯、豫五省。1927年，飛蝗 (*Locusta migratoria*) 遍患於蘇、魯之間，山東南部，因蝗而致災民有 90,000 人。1926年蘇、浙之水稻螟害爲災，損失約計 1,300,000 元。1929年美國甘蔗受害蟲之損失，值美金 2,304,000 元。世界各國，若將害蟲所致損失之數目，聚而計之，則其總數，使人見而咋舌。

二.傳染人類疾病.

有若干種昆蟲,能傳佈數種病菌,致人類重要之疾病,如數種蚊,能傳佈瘧疾及黃熱病等,自來盛行於吾國貴州省南部之瘴氣,即為由蚊所傳佈之瘧疾,1935年,衛生署派員調查在瘴氣盛行之地人民血內,有瘧原蟲者占50.43%,患惡性瘧者占72.88%,患間日瘧者占13.56%,患三日瘧者居6.78%,1933年,上海公共租界患瘧疾者有294人,1936年秋季,江蘇省各縣惡性瘧疾流行,如皋一縣人民因此病而死者有二萬人以上,由歷史上之記載,1876年巴拿馬運河開鑿,因黃熱病(Yellow-fever)及瘧疾(均由蚊傳染),死工人無算,至1889年,不得已而停工,及後美國政府先遣昆蟲家從事驅除蚊之工作,運河之開掘方得以成功,1930年十二月,遠東熱帶醫學會,在暹京開會,當局報告,暹羅每年平均有五十人死於虎,五萬人死於瘧疾,1858年美國之新屋倫,(New-orleans)地方,有4854人染黃熱病而死,流行於江蘇省北部之黑熱病乃由一種白蛉(Phlebotomus chinensis)所傳佈,1934年衛生署調查所得蘇北淮陰一區患者不下十萬人.

有數種蠅,往來於糞便與各種食物間,其足部能移帶傷寒、痢疾、霍亂等病菌,1932年,上海夏季患霍亂者,有4000人,合計全國有十萬人左右染得此病,1928年,杭州一地,有818人患傷寒而死,有81人患痢疾而損命.

跳蚤之種類頗多,但有二十種左右,能媒介鼠疫,自1913

至 1923 年，印度有二百七十萬九千五百八十一人死於鼠疫。1914 年，東三省鼠疫，死者有 500,000 人。非洲有一種刺刺蠅 (Tse-Tse fly)，能媒介睡眠病之原生動物。1902 至 1905 年，非洲之白角舍省 (Bugosa) 有 30,000 人死於此病。此間不能將昆蟲之能傳佈疾病者，一一舉出。惟吾人須憶自然界內有一部份之昆蟲，能傳染人類危險之疾病。凡昆蟲之間接或直接為害於人類者，統稱之曰害蟲 (Injurious insects)

三. 增加人類之生產

有數種昆蟲，為世界上一部份人類財源之所依，如蠶與蜜蜂等是也。吾國年產生絲，估計為 252,000 擔。1930 年，輸出外國之生絲，約計 119,031,163 兩。山東、遼寧等處所飼之柞蠶產繭數目，全國每年平均有一百萬擔以上。1929 年，美國所產蜂蜜，值美金 16,000,000 元，所產蜂蠟，值美金 2,100,000 元。蜜蜂除產蜜與蠟外，對於農田園圃，能傳佈花粉，使植物結實。據麥格夫氏 (Metcalf) 估計，美國之蘋果、桃、梨、李、苜蓿等三十種經濟植物，因昆蟲之媒介花粉，得以結果，其價值達美金 2,087,833,000 元。春到江南，菜花與紫雲英花，生長遍野，若非有數種黑蜂 (*Bombus* sp.) 及野蜂之往來傳遞花粉，則決不能得多量之種子也。

美國加州 (California) 之無花果，當未發現一種小蜂 (*Blastophagapsen* L.) 為其結果之媒介物時，其味質均劣，遠不如由小亞細亞 (Asia Minor) 運入者。在自然界內，植物藉昆蟲之媒介而得以結實者，稱之曰蟲媒花植物 (Entomophilous plants)。日

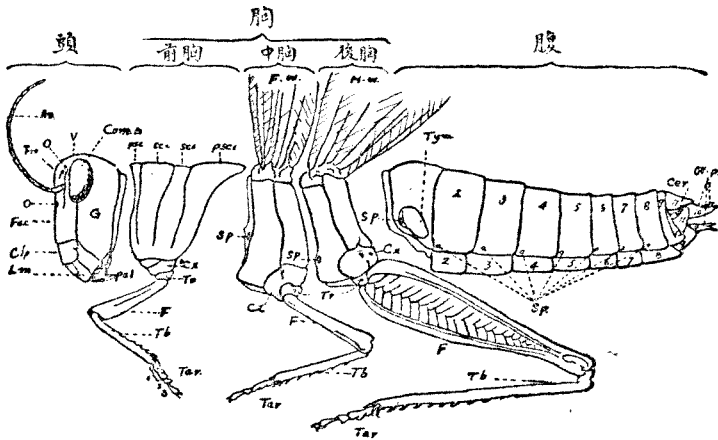
常吾人所稱謂益蟲者(Useful insects),除間接直接增加吾人生產之外,其餘如營寄生性(Parasitic)之小蘗蜂(Chalcid)、姬蜂(Ichneumonid)等,及具肉食性(Predaceous)之瓢蟲(Coccinellid)、食蟲椿象(Redviid)等,均可爲人類消滅多數之害蟲。

人類爲消除害蟲,藉以增加農作物之生產,及人類生活之安全,世界,昆蟲學家不知耗盡幾許精力,設計防除之方法,而國家所用防除害蟲之經費,數可驚人,計1923年美國爲防除塔克散士省(Texas)之黃熱病及傳染黃熱病蚊所費金錢爲1,500,000金元,1923年吾國中央與地方,用以除蝗之經費,亦近五萬餘元,大矣哉!世界上之害蟲問題,其解決之方法,尚須人類不斷之努力也。

第二章 昆蟲之外部形態及其功用*

第一節 昆蟲體軀之區分

昆蟲 (Insect) 全體,由各節 (Segments) 而成,共分頭、胸、腹三部 (第六圖),各部之名稱如下。



第六圖 蝗蟲體軀分節側面形

An=觸角; Cer=尾鬚; Clp=額片; Com. E=複眼;
 Cx=基節; Fac=面; F=腿節; Fro=前頭; F.W.=前翅;
 G=頰; H.W.=後翅; Lm=上唇; O=單眼;
 Ov.p.=產卵器; Psc=前楯板; Sct=楯片; Scl=小楯片;
 Psc1=後楯片; Sp=氣孔; Tar=跗節; Tb=脛節;
 Tr=轉節; (From Metcalf after Hems) Tym=鼓膜。

一、頭 (Head) 頭在胚子時期為六節,當孵化時,六節合成為頭,頭部着生取食與感覺之器官,故其功用為求食、感覺,以及辨別方向。

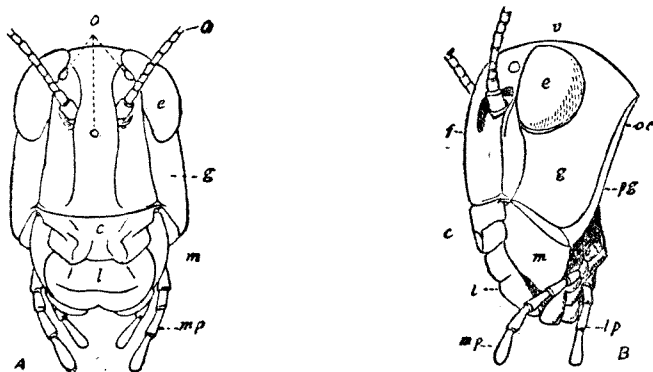
二.胸(Thorax) 胸為昆蟲全體最堅固之部,由三節組成,着生翅兩對(多數成蟲如是),足三對,專為行動之用。

三.腹(Abdomen) 腹部常由十節而成,內藏有消化,循環,生殖等器官,在末端有生殖器,及其他附屬器(如尾鬚 Cerci),腹部之主要功用為生殖。

第二節 頭及頭之副器(Appendages)

一.頭

昆蟲之頭,略形圓或橢圓,為若干外骨骼片(Sclerite)癒合而成,由膜質之頸(Neck)與胸部相接,其相接處呈一圓形之孔,



第七圖 一種蝗蟲 (*Melanoplus differentialis*) 之頭部
A. 正面形, B. 側面形, a = 觸角; c = 上唇基片;
e = 複眼; f = 前頭; g = 頰; L = 上唇; Lp = 下
唇鬚; m = 大顎; mp = 小顎鬚; O = 單眼;
Pg = 後頰; V = 頭頂。(After Folsom).

*關於昆蟲之形態可參閱下列一書。

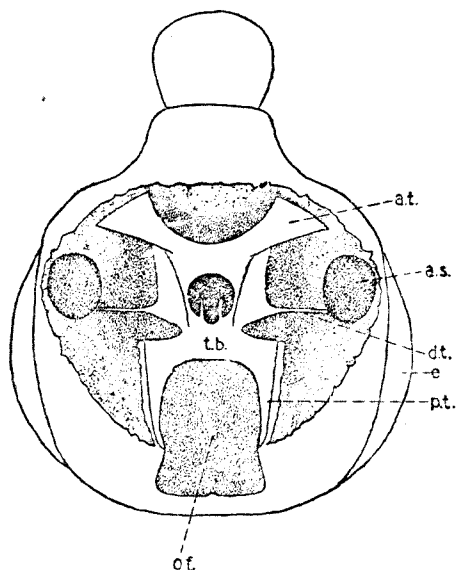
Snodgrass R. E. (1935) Principles of Insect morphology. Mc Graw-Hill Book Co. New York and London.

名曰後頭口 (Posterior foramen), 昆蟲之背管、咽喉、神經系與一對之氣管, 皆由頭部經此口而達胸腹。在頭之下面, 爲咽喉板 (Gular plate), 此板着生下唇 (Labium)。頭之前部, 略形突出而硬固。在大多數之昆蟲, 均可得見兩前片 (Anterior-Sclerites), 其一能活動者, 曰上唇 (Labrum), 在上唇之基部, 有一固定之片, 曰上唇基片 (Clypeus) (第七圖)。

頭之前部, 除此兩片之外, 其餘部分, 稱曰後頭頂 (Epicranium), 後頭頂之後部, 爲後頭 (Occiput), 上部爲頭頂 (Vertex), 前部 (即在上唇基片之上者) 爲前頭 (Fronts)。有數種昆蟲, 在後頭頂之中央, 有一縱行縫線, 稱曰後頭頂縫線 (Epicranum suture)。在此線之前端, 更左右分支, 達兩複眼。在縫線之左右分支, 與上唇基片間, 爲真正之前頭 (Frons)。大多數昆蟲之前頭部, 與其他各部, 不分界限, 或上唇基片與前頭之區別, 亦不甚顯明, 或上唇基片, 分爲二部, 在上者, 曰前基片 (Ante clypeus) 在下者曰後基片 (Post clypeus), 在後頭頂之兩側, 與複眼之下部, 稱曰頰 (Genae)。

頭部之內骨, 稱曰幕狀骨 (Tentorium) 爲三對幾丁質 (Chitine) 小板所成 (第八圖)。因三對板之位置不同, 稱曰前幕狀骨板 (Anterior arms of tentorium)、後幕狀骨板 (Posterior arms of tentorium) 及背幕狀骨板 (Dorsal arms of tentorium)。此等六板之內端, 相互癒合成爲幕狀骨體 (Body of tentorium), 幕狀骨之前板, 與前額片兩側之內折部相接, 後板則止於下唇基節,

內折部之上方,背板着生於觸角之近基部。



第八圖 一種蜚蠊 (*Blatta*) 頭內之幕狀骨
 as= 觸角窩; at, dt, pt= 前, 背, 後幕狀骨; e= 複眼;
 of= 後頭口; tb= 幕狀骨體。(After Imms).

咽喉及腦之連接點,均穿過幕狀骨體之空穴前板(Frontal plate),將上面咽喉空穴與在下面之唾液腺(Salivary ducts)分開。幕狀骨之機能為,1.使頭堅牢;2.為頭部肌肉之附着點;3.為腦及前腸之支持點;4.使口器或關節點強固。

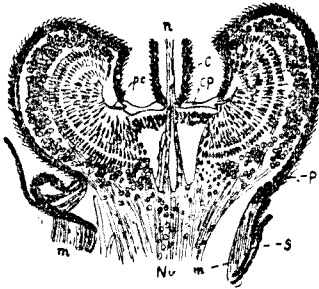
二頭部之副器

頭部之副器,有觸角及口器兩部,分述如下:

(1) 觸角 (Antennae).

昆蟲之觸角,着生於複眼上端之兩側,其數為一對,由數

節至數十節而成,有神經之佈達,在觸角全體各節,或僅在末端數節之表面,有小形之凹點,即為一種感覺器(Sensorium),故觸角為昆蟲之重要感覺器官。



第九圖 一種雄蚊(Chaoborus)觸角基部之縱切示窮斯登氏器官。
S=基節; P=梗節; CP=接合板及突起(Pc); C=棍棒節之基部; Nv=觸角神經; n=入棍棒之神經; m=觸角肌肉。(From Imms after Child).

昆蟲之標準觸角(Typical Antennae)有基節(Scape)、梗節(第二節 Pedicel)及鞭節(Flagellum)三部,基節內部,具有筋肉(第九圖),專司觸角全部活動之用,梗節內充滿一種神經細胞,稱曰窮斯登氏器官(Johnston's organ),此種神經細胞,能司聽機之用,在其他各節(或在特殊之數節)上,着生微小之感覺點,能司嗅或聽之機能。

a. 觸角之種類 昆蟲觸覺之形狀,變異頗多,茲擇其較普通之十種錄之如下:(第十圖)。

1. 絲狀(Filiform) 鞭節各節細長而形圓相連如一絲狀,例如步行蟲。

2. 連珠狀(Moniliform) 鞭節各節之中央膨大呈球形,各節相連形如連珠,例如一種白蟻。

3. 棍棒狀(Clavate) 鞭節至末端數節徐徐肥大呈棍棒狀,例如數多鱗翅目之成蟲。

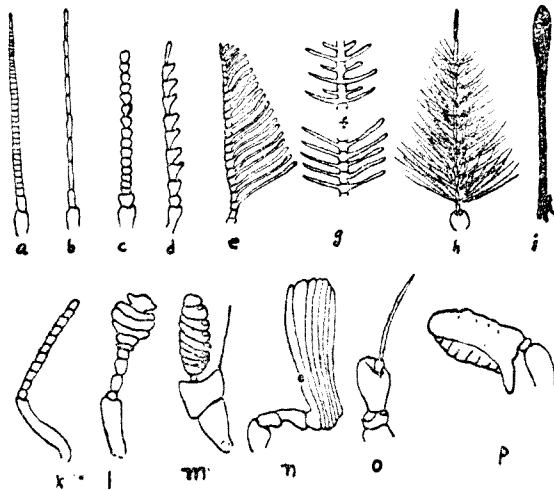
4. 球桿狀(Capitall) 鞭節之末端數節忽而特別膨大呈

4. 球桿狀(Capitall) 鞭節之末端數節忽而特別膨大呈

球桿狀,例如一種甲蟲,

5. 鋸齒狀(Serrate) 鞭節各節之一側伸出呈銳角一如鋸齒,例如叩頭蟲。

6. 梳齒狀(Pectinate) 鞭節各節之一側伸出特長狀如梳之齒,例如鋸鋒。



第十圖 昆蟲觸角之各種形狀

a=鞭狀; b=絲狀(步行蟲); c=連珠狀(白蟻); d=鋸齒狀(叩頭蟲); e,f,g,梳齒狀(e,g為鱗翅目昆蟲, f,為大蚊(Ctenophra)之雄者 h=羽狀(蚊); i=棍棒狀(白粉蝶); K=曲膝狀(蜂); l=球桿狀(Silphidae); m=棍棒狀(Aphaniptera); n=鰓葉狀(金龜子); o=蟬之觸角; P=一種甲蟲(Paussidae)之觸角(After Weber)。

7. 鰓葉狀(Lamellate) 鞭節之末端數節向一側扁平伸出呈葉狀各節,能自由開閉,例如金龜子。

8. 曲膝狀(Elbowed) 觸角之基節略延長,而其餘各節

均曲向一方與基節成一角狀，如屈膝，例如蜜蜂。

6. 羽狀 (Plumose) 鞭節各節之兩側生細長之羽毛，例如雄蚊。

10. 鞭狀 (Setaceous) 鞭節各節漸向末端細小，形如鞭，例如蜚蠊。

昆蟲觸角之形狀，除上述十種外，尚有其他形式，其變異與昆蟲之演化，有密切關係，即同種之昆蟲，雌雄觸角之形狀，往往不相一致，如雌尺蠖蛾之觸角呈絲狀，雄者則為梳齒狀。

b. 觸角之機能。

昆蟲觸角之機能，因昆蟲之種類而不同，蝗蟲類之觸角，主在觸覺，甲蟲、蝶、蛾，則司嗅覺，一種天蠶蛾之雄者，其觸角之嗅覺力特強，若將天蠶蛾之雌者，置於屋內籠中，則在遠方雄蛾，能逐雌蛾之氣味而飛來，雄蚊之羽狀觸角，能司聽機，據曼園氏 (Mayer) 之觀察，知一種雄蚊 (Culex) 之觸角，能聽雌蚊之音，而藉以認識雌蚊之所在地，一種雄圓跳蟲 (跳蟲目) 之觸角，具多數小鈎，於交尾時，用以把持雌蟲，總之觸角之效用，為司感覺、尋覓食物、求交尾、探安危、相互交接等用。

(2) 口器 (Mouth parts).

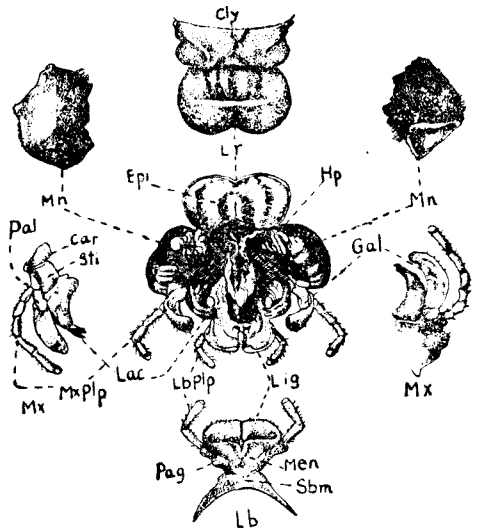
昆蟲口器之主要部分，為上唇 (Labrum)、下唇 (Labium)、大顎 (Mandible)、小顎 (Maxillae) 以及舌 (Hypopharynx)。在較下等之昆蟲，更有側舌 (Aupelinguae)。昆蟲口器之種類頗多，其變異與昆蟲求食之方法，有密切之關係，當吾人設法應用化學

藥品，撲殺害蟲之時，須注意昆蟲口器之形式，然後決定用藥之種類。

昆蟲口器之種類大別為下列六種：

a. 嚼阻口式 (Chewing type). 嚼阻式之口器，組織較為簡單，如普通所見之蝗，

即具此種口器。在上面有上唇一片，上唇之下為一對大顎 (Mandible)，大顎之末端堅硬而為角質，其內緣常呈鋸齒狀。在大顎之下為小顎。小顎由下列各節所組成，在基部者曰基節 (Cardo)，基節之上為蝶鉸節 (Atipes)，在蝶鉸節之上，生有三小片，在內側者，為內葉 (Lacinia)，在外者為外葉 (Galea)，外葉之外為擔鬚節 (Palpifer)，



第十一圖 蝗之嚼阻式口器

Car=基節； Cly=上唇基片； Epi=外舌； Gal=外葉； Hp=內舌； Lb=下唇； Lbplp=下唇鬚； Lig=唇舌； Lr=上唇； Men=下唇基片； Mn=大顎； Mxplp=小顎鬚； Pag=生鬚節； Pal=擔鬚節； Sbm=下唇亞基片。(After Matcalf)

擔鬚節之基部，着生小顎鬚 (Maxillary palpus)。

小顎之下為下唇 (Labium)，下唇之構造，與小顎相似，形如左右相等之兩小顎癒合而成，故其各部，與小顎可彼此相當。

下唇之基部爲亞基片(Submentum),連接於亞基片之前端者,爲基片(Mentum),基片前端兩側,附着生鬚節(Palpiger),並附有一下唇鬚(Labial palpus),在基片前端之中央,着生中舌(Glossa)(內),及側舌(Paraglossa)(外),茲將下唇各節,與小顎各部,彼此相當者,列表如下。

第四表 小顎與下唇各片對照表

| | |
|--------------|----------------|
| 小 顎 Maxillae | 下 唇 Labium |
| 小顎鬚 Palpus | 下唇鬚 Palpus |
| 外 葉 Galea | 側 舌 Paraglossa |
| 內 葉 Lacinia | 中 舌 Glossa |
| 擔鬚節 Palpifer | 生鬚節 Palpiger |
| 蝶鉸節 Stipes | 基 片 Mentum |
| 基 節 Cardo | 亞基片 Submentum |

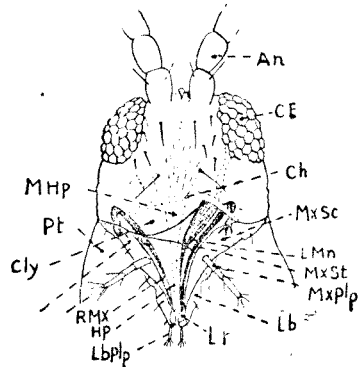
昆蟲具嚼咀式之口器者(第十一圖),其大顎堅硬,能左右開閉,以供破碎食物之用。

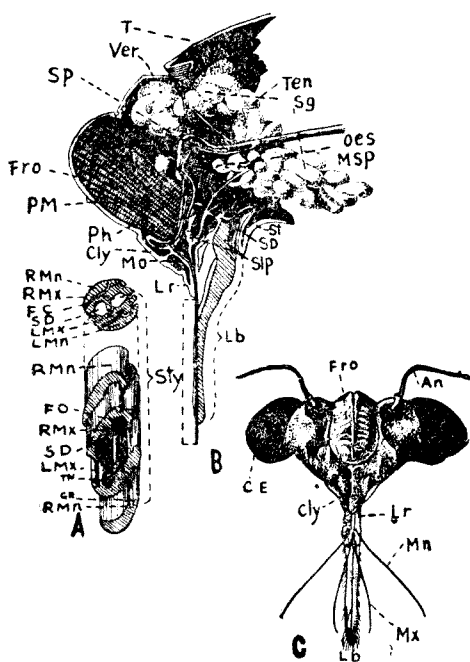
b. 舐吸口式(Rasping-sucking type) 如花蝨(Thrips)(第十

第十二圖

花蝨之舐吸式口器。

An=觸角; CE=複眼; Ch=前頭之角質部; Cly=上唇基片; Hp=內舌; Lb=下唇; Lbplp=下唇鬚; LMn=左大顎; Lr=上唇; MHP=內舌筋; Mxplp=小顎鬚; MxSc=小顎葉片; Mxst=小顎絲; Pt=前胸; RMx=右小顎; (After Metcalf).





第十三圖 一種胡瓜椿象之刺吸口器。

A=示口器橫切面及各部之等度延長。B=一種蝱頭部及口器之縱切面示唾液腺、吸喉及口器開口處之關係。C=一種蝱頭口器之前面形。An=觸角；Ce=複眼；Cly=上唇基片；Fc=食管；Fro=前頭；Gr=陷溝；Lb=下唇；LMn=左大顎；LMx=左小顎；Lr=上唇；Mo=口；Mn=大顎；MSP=唾液唧筒之筋肉；Mx=小顎；Oes=咽喉；Ph=嚙頭；Pm=嚙頭筋；RMn=右大顎；RMx=右小顎；SD=唾液管；Sg=唾液腺；Slp=唾液唧筒；Sp=補充嚙頭；St=前胸腹板；Sty=刺；T=前胸背板；Ten=蓆狀骨；Tn=突起；Ver=頭頂。(After Metcalf)

二圖)右邊大顎,退化不見,左大顎,小顎,舌三部延長,適於撕裂之用,此種口式,一如在嚼咀式與刺吸式之間。

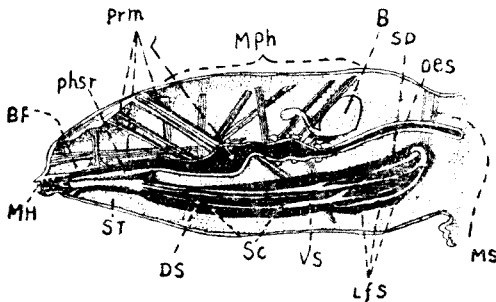
c. 刺吸口式(Piercing-sucking type)本種口器之大顎與小顎,形細長,狀如針,平時均藏於管狀之下唇內,求食時,則伸出於外,先開裂植物或動物之表面,然後吸收養料,有時大顎與小顎之外,更有上唇上咽頭(Labrum-epipharynx)及舌(Hypopharynx)此種口式之變異頗多,分述如下。

(甲)半翅目昆蟲之刺吸口式(第十三圖)。

鬚(Palpus)缺,二大顎與二小顎,生成針狀,

藏於一管內，而小顎兩片癒合成爲一食道與唾液道，如椿象、蚜蟲等。

(乙) 蝨 (Louse) 之刺吸口式 (第十四圖)



第十四圖 人體蝨之刺吸式口器。
 B=腦； DS=背面刺；
 Lis=左邊刺之交叉；
 MH=口內之鬃； Mph=喉頭之伸張筋； Ms=收縮刺之肌肉； Oes=咽喉；
 Phsr=噬頭吸管； Prm=口器之伸張筋； Sc=刺乳； SD=唾液腺； ST=刺管。(After Metcalf)

鬚缺，有針狀體二片，及其他附屬器官，當口器不用時，各部均縮於管狀之咽喉(Pharynx)內，如寄生於人體之蝨等。

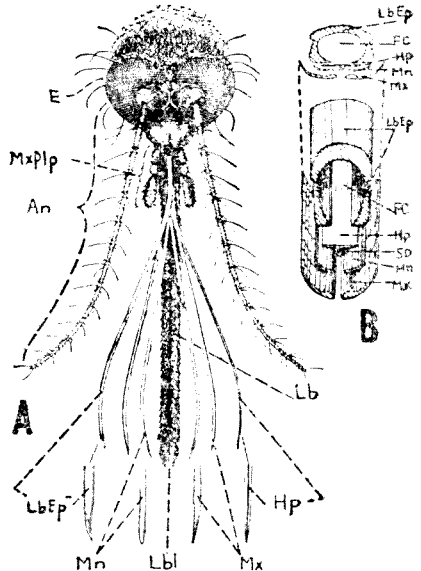
(丙) 蚊之刺吸口式 (第十五圖)

第十五圖 雌蚊之刺吸式口器。

A=雌蚊頭及口之前面形(大小顎均分開，下部爲大小顎末端之放大形)。

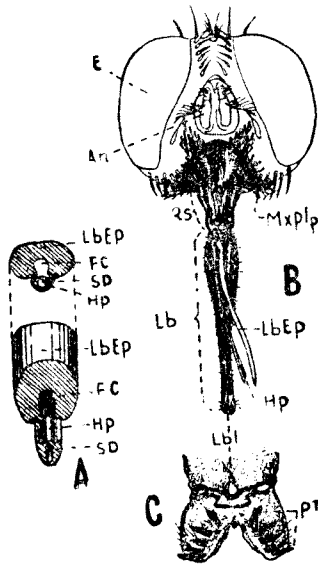
B=雌蚊口器之面及橫切其各部等度之延長。

An=觸角； E=複眼； Fe=食管； Hp=內舌； Lb=下唇； LbEp=上唇噬頭； Lbl=唇瓣； Mn=大顎； Mx=小顎； Mxplp=小顎鬚； SD=唾液管(After Metcalf)



有小顎鬚(Maxillary palpus),大顎,小顎,各二片,上唇上咽頭及舌(Hypopharynx)二片,共六片,均演成針狀體,上唇喉頭與舌四部,相互癒合,成一食道,舌則環成一唾液腺(Salivary duct)如蚊。

(丁)刺蠅(Biting-fly)之刺吸口式(第十六圖)。



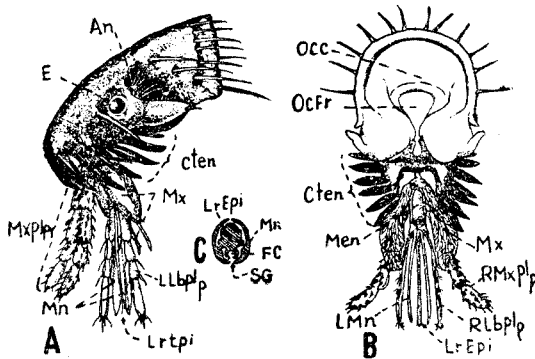
第十六圖 刺蠅之刺吸式口器。

A=口器之橫切形及各部之等度延長,示食管唾液管等;
 B=頭之前面形; C=唇瓣放大圖。 An=觸角; E=複眼;
 Fc=食管; Hp=內舌; Lb=下唇; LbEp=上唇外舌;
 Lbl=唇瓣; Mn=大顎; Mx=小顎; Mxplp=小顎鬚;
 PT=齒; Rs=吻; SD=唾液管。(After Metcalf)

唇瓣(Labella)縮小,而具有銳齒,上唇細而呈角質,上唇,

喉頭與舌癒合而呈一食道。大顎與小顎均缺。小顎鬚存在如吸血蠅與腐蠅。

(戊)跳蚤之刺吸口式(第十七圖)。



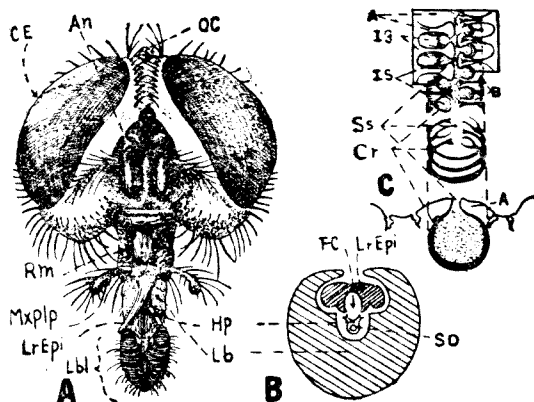
第十七圖 跳蚤之刺吸式口器

A=頭及口器之側面。B=頭及口器之後面。C=大顎及上唇外舌之橫切面。An=觸角；Cten=櫛狀剛毛；E=眼；Fc=食管；LLbplp=左下唇鬚；LrEpi=上唇外片；Men=下唇基節；Mn=大顎；Mx=小顎；Mxplp=小顎鬚；Occ=後頭；OcFr=後頭孔；Rlbplp=右下唇鬚；RMxplp=右小顎鬚；SG=唾液溝。
(After Metcalf)

小顎鬚存在，大顎二片，上唇喉頭一部呈針狀體，能刺入血內，小顎呈三角狀片，下唇着生二分節之附屬器，如下唇鬚，如跳蚤。

d. 啣吸口式(Sponging type)(第十八圖)。

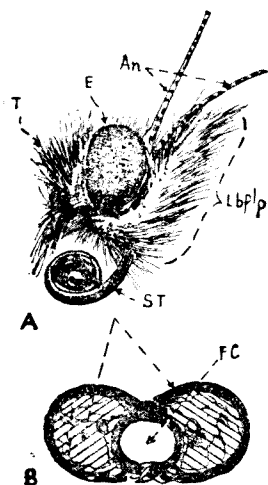
口部具肉狀之吻(Proboscis)，即蠅下唇之末端吻之表面，生有橫行之偽氣管(Pseudotrachae)，大顎與小顎缺乏，小顎鬚存在如家蠅。



第十八圖 家蠅之吸吸式口器

An=觸角; CE=複眼; Cr=假氣管之幾丁質環; Hp=內舌;
 Ig=內分枝槽; Is=內分枝之空處; Lb=下唇; Lbl=唇瓣;
 LrEpi=上唇外舌; Mxplp=小顎鬚; Oc=單眼; Km=吻;
 SD=唾液管; Ss=通入假氣管之孔。(After Metcalf)

e. 插吸式(Siphoning type).(第十九圖).



第十九圖 蝶蛾類之插

吸式口器。

A=頭部側面, B=口器橫切面。

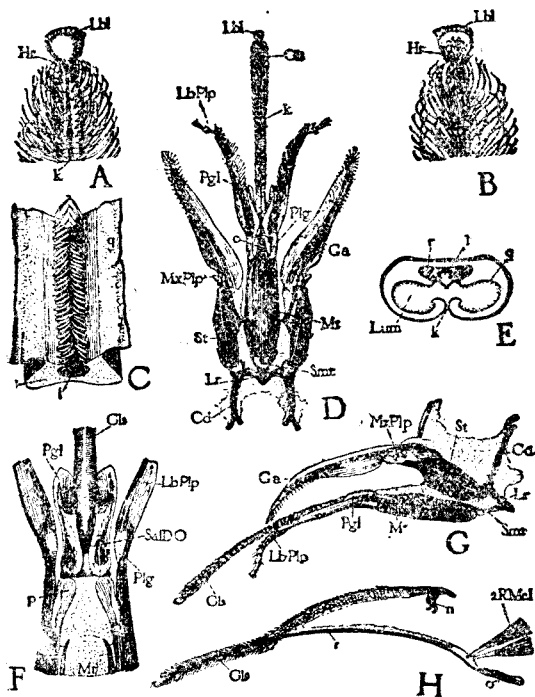
An=觸角; E=複眼; Fc=食道;

ST=吸收管。

(After Comstock)

上唇與大顎均極退化或缺乏,下唇退化,祇存下唇鬚,小顎與小顎外葉 (Galea) 共同延長,癒合而成一長管,不用時,捲成如鐘上之彈條,如蛾蝶。

f. 舐嚼口式 (Chewing-lasping type). (第二十圖).



第二十圖 蜜蜂之舐嚼式口器。

A=舐舌末端部; B=舐舌末端部上面圖; C=中舌之橫切面; D=小顎及下唇之腹面圖; E=中舌橫切面; F=下唇基節之末端; G=吻之側面; H=中舌之側面。Cd=軸節; Ga=外葉; Gls=中舌; Hr=保護毛; K=中舌之腹面溝; LbPp=下唇鬚; Lr=頰片; Mt=下唇基節; MxPip=右小顎鬚; Pgl=側舌; Pgl=捲鬚節; Smt=下唇亞基節; St=蝶鉸節。(After Snodgrass)

上唇與大顎一如咀嚼口式，小顎與下唇延長，成爲一種舐舌。下唇鬚長，小顎鬚頗小，如蜜蜂。

頭之環節 (Segmentation of the head).

昆蟲之類，各學者在胚胎上之研究，證明由六環節癒合而成。口部成於第三第四節之間，前三對神經球癒合而成腦 (Brain or Supraoesophageal ganglion)，後三對神經球，癒合而成食道下位神經球 (Sub-oesophageal ganglion)。此兩大神經球爲幕狀骨所分隔，而由連結線 (Connectives) 彼此互相連接。下表乃示頭環節內神經球上各節之副器及其他附屬之器官。

第五表 昆蟲在胚胎時期頭部六環節內之神經節及其所附之副器。

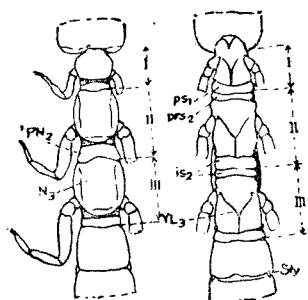
| 環節 (Segment) | 神經節 (Neuromere) | 分節之副器 (appendoyes) |
|------------------------------|-----------------------------|--------------------|
| 1. 眼環節 (Ocular Segment) | 前腦 (Protocerebrum) | 無 |
| 2. 觸角環節 (Antennal Segment) | 中腦 (Deutocerebrum) | 觸角 |
| 3. 附節 (Intercalary Segment) | 腦後 (Tritocerebrum) | 無 |
| 4. 大顎環節 (Mandibular Segment) | 大顎神經球 (Mandibular ganglion) | 大顎 |
| 5. 小顎環節 (Maxillary Segment) | 小顎神經球 (Maxillary ganglion) | 小顎 |
| 6. 下唇環節 (Labial Segment) | 下唇神經球 (Labial Ganglion) | 下唇 |

第三節 胸及胸之副器

(一) 胸

昆蟲之胸，普通由三節組合而成，最前一節，爲前胸 (Pro-

thorax), 次為中胸 (Mesothorax), 最後者為後胸 (Metathorax), 在有刺亞目 (Aculeate Hymenoptera) 中之蜂 (如胡蜂等), 第一腹節與後胸節, 癒合而成為前伸腹節 (Propodeum or median segment), 致真正之第二腹節, 常誤認為第一腹節。



第二十一圖 一種缺跳蟲 (Japyx) 之頭, 胸, 及腹之基部形。 A. 背面。 B. 腹面。 I, II, III... 胸部三節。 is = 中間胸片 (Intersternum) N = 背片; sty = 腹突起; Pn = 後背片; YL = Y 形之縫線; Prs = 前胸片; (After Suodgrass)

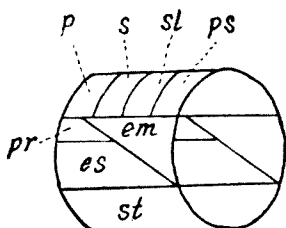
昆蟲在成蟲時期, 前胸, 中胸, 後胸之腹面, 各具脚一對, 翅則僅着生於中後胸之背面, 胸部為昆蟲運動器官集中之所, 其面積之大小, 恆與翅, 足發達之程度, 成正比例。

當幼蟲在胚胎之無足時期 (Opodous), 胸腹兩部各節相似, 及足已生成, 翅將長出時, 胸部漸形膨大, 既生翅後, 則生翅之胸節, 其大小常因生翅胸節內肌肉之多小而異, 肌肉發達者, 翅恆大, 反之則翅恆小。

白蟻目, 蜻蜓目, 毛翅目 (Trichoptera) 及鱗翅目昆蟲, 四翅大小略呈相等, 因此中胸與後胸之大小, 無甚差異, 蜉蝣目及膜翅目昆蟲, 前翅較後翅為小, 而中胸亦較後胸為狹, 有人謂, 胸部之大小, 恆隨翅, 脚發達之程度而轉移。

前胸無翅, 其背部有時特別發達, 如直翅目, 半翅目, 鞘翅目等是, 有時異常退化, 如蜉蝣目, 蜻蜓目, 鱗翅目, 膜翅目等, 在下等之無翅目, 則該部更形縮小。

每一胸節,由上下左右四板片(第二十二圖)結合而成,在



第二十二圖 昆蟲胸部
之主要各片

em=後側片; es=前側片;

P=前楯片; Pr=翅板;

Ps=後楯片; S=楯片;

St=腹板。(After Comstock)

上面者曰背片(Notum or tergum),
在下面者曰胸片(Sternum),在左
右者曰側片(Pleuron),各胸節之各
板片,當命名時,在前胸者,應冠以
前(Pro),在中胸者冠以中(Meso),在
後胸者冠以後(Meta),如背片之在
前胸者,則曰前胸背片(Pro-natum)
在中胸者,則稱中胸背片(Meso-
natum)餘均類此。

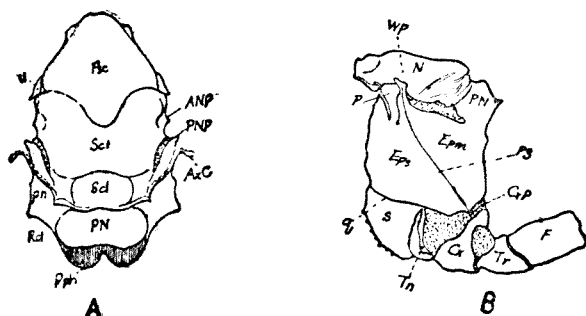
各背片又分前楯片(Pre-scutum)、楯片(Scutum)、小楯片(Scutellum)及後楯片(Post-scutellum),就中以楯片與小楯片較顯明,其餘兩片頗小,有時竟消失無遺。

每一側片,由二片而成,在前者曰前側片(Episternum),在後者曰後側片(Epimeron),前側片,在蜻蜓目昆蟲中,更分為上下兩片。

胸片亦分為四片,即前胸片(Presternum)、胸片(Sternum)、胸副片(Sternellum)、後胸片(Post-sternellum);但許多昆蟲之胸片,常彼此癒合,而可見者祇存二片,為正胸片(Eusternum)及胸副片,大凡昆蟲愈下等,胸片之四部,愈形明顯,而在較高等之昆蟲,胸部各目,往往彼此聯結,不易辨別。

在鱗翅目成蟲,前胸背片之兩側,有一小形突起,稱曰頸

板(Patagia),據恰玩特氏 (Howard) 等證明,此乃屬一種附屬器在鱗翅目與膜翅目,前翅之基底,尚有一對瓦狀片(Tegula),昆蟲在胚胎時期,胸部每節有氣門(Spiracle)一對(一種衣魚與異翅目如是),但在大多數昆蟲之成蟲時期,胸部氣門普通只有二對,前胸之一對則呈消失。



第二十三圖 A.一種大蚊(Crane fly)之中胸片,該片分爲三小片(PSc,Set,ScI),最後部爲後胸背片(PN)

OXC=腋索; ANP=前背翅隆起; PN,Pn=後背片; PNP=後背翅隆起; Pph=後分膈膜; Psc=前楯片; Rd=後背片摺; ScI=小楯片; Set=楯片; U=前胸片之片狀之構造;

B.一種石蠅中胸之左側面。

Cx=基節; Cxp=側肢基隆起(Pleural coxal process); Epm=後側片; Eps=前側片; F=腿節之基部; N=背片; P=前側片之翅板;(Episternal porapterum); PN=後背片; PS=側片縫; q=腹側縫; S=腹片; Tn=副轉節; WP=翅與胸接着處;

(From Imms after Suodgrass).

(二) 胸部之副器

(1) 翅及翅脈(Wing and Veins).

(a) 翅

昆蟲翅之來源,解釋頗多,茲錄重要之兩說於下。

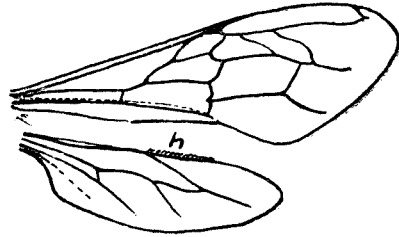
氣管鰓說(Tracheae Gill hypothesis) 一部分昆蟲學家謂昆蟲之翅係由胸部氣管鰓演變而成(許多水生昆蟲在稚蟲時期具有氣管鰓如蜉蝣是),昆蟲翅之所由發育者,必為另一種構造,當時其功用不在飛翔而在呼吸,蓋稚蟲期之翅芽內,含有氣管,極適於水中或潤濕空氣內呼吸之用,就形狀及氣管之分佈情形言,翅在發育未臻完備時,固恰似蜉蝣之氣管鰓,既有特殊關連之筋肉,又能自由活動,以促稚蟲身體之運行;且蜉蝣之氣管鰓,往往愈近胸部而愈增大,終至成為推動體軀之工具,於是鰓之主要功用,在使稚蟲能運行水面,而呼吸作用反居次要矣,惟此說,為另一部分昆蟲學家所不滿。

背板說(Paranatal Hypothesis). 本說謂昆蟲之翅,乃由胸部背片區(Tergal region)向兩側突出而成,此種事已發現於化石內之昆蟲,如(*Stenodictya* 及 *Corydaloides*)之胸部,在現在所見之昆蟲中,如某種白蟻(*Calotermes*),及若干種螳螂、衣魚、半翅目之昆蟲與多數竹節蟲腹部之兩側,仍能檢得此種遺痕,當昆蟲演進之時,此種突出部漸次擴大,以適應昆蟲跳躍時衛體之工具;入後此種突出部,與背片相接處,演化成機械式之連接;同時有氣管之分佈,更後則能獨立運動,此說,較氣管鰓說似近事實。

大多數昆蟲,有翅二對,位於中胸者,曰前翅(Fore-wing)位於後胸者,曰後翅(Hind-wing),凡現在所見之昆蟲,前胸均無翅之着生,在雙翅目(Diptera)中之蠅類,與介殼蟲之雄者,均無後

翅。甲蟲之翅，其第一對硬固，名曰**鞘翅** (Elytra)，能保護胸腹之背部，及其膜質之後翅。椿象類之翅，第一對之基部特厚，而尖端乃為膜質，此種翅名曰**半鞘翅** (Hemelytra)。蝗蟲之前翅，質如皮革，名曰**覆翅** (Tegmina)。在蠅類之後翅，演化成為細小之**平均棍** (Halteres or Balancer)。

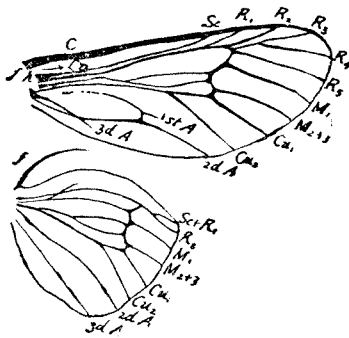
在若干種昆蟲之翅，恆生有各種附屬器，如膜翅目昆蟲，其後翅之前緣，具有一排**翅鈎** (Hamulus)，與前翅後緣之**抱鈎** (Retinaculum) 相互啣接 (第二十四圖)。因此前



第二十四圖 蜜蜂 (Apis) 之翅。
h=翅鈎。(After Comstock)

後兩翅，當飛翔時，能行動一致。多數蛾類，在後翅之基角上，着

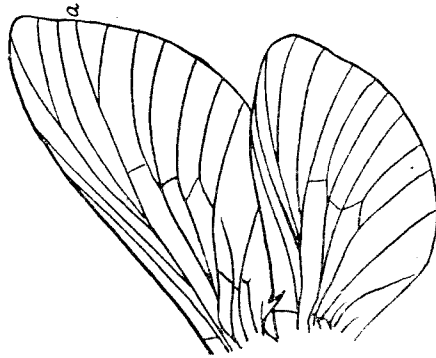
生一本或一束剛毛，稱曰**翅刺** (Frenulum)。此種翅刺，與前翅之**刺鈎** (Frenulum hook) 相接着 (第二十五圖)，亦使前後兩翅，在飛翔時，能一致行動。蝙蝠蛾科 (Hepialidae) 前翅之基部，附有一細長之**翅垂** (Jugum)。此翅垂覆於後翅之上，亦



第二十五圖 一種避債蛾之翅 (Thyridopteryx) 之翅。f=翅刺；fh=刺鈎。(After Comstock)

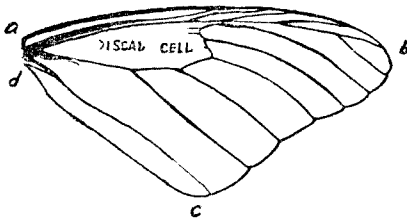
使前後兩翅 (第二十六圖)，在飛翔時可行動一致。

(b)翅之邊緣與角



第二十六圖 一種蝙蝠蛾 (Hepialid) 翅之下面形。a=副脈。
(After Comstock)

昆蟲之翅,在開展時,略呈三角形,因此有三邊之可見。
(第二十七圖)邊之在前者曰前緣(Costal margin),在外者曰外緣(Outer margin),在內者曰內緣 (Inner or anal margin),因三緣之相接而成三角,在外緣之基部曰基角(Humeral angle),在前



第二十七圖 昆蟲之翅示邊及角
a-b, 前緣; b-c, 外緣; c-d, 內緣。
(After Comstock)

緣與外緣之交接點曰翅頂或前角(Apex or anterior angle),在內緣與外緣之交接點為後角 (Anal angle).

(c)翅之脈紋

昆蟲之翅,在幼蟲時期狀如一膜質之囊,中空,着生於中後胸之兩側 (第一三一圖),內有若干縱行之翅氣管,當昆蟲化為成蟲之後,翅之上下兩層相互癒合,除翅氣管

及若干橫紋外,其餘各部均成一薄片,同時翅氣管亦硬固而形成翅上之脈紋,當成蟲初自蛹或成熟之稚蟲化出時,脈內仍有血液之流行,有若干種昆蟲翅之完成,爲時雖久,但翅脈內依然有血之存在。

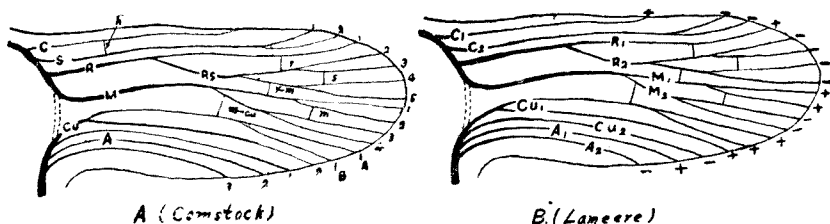
昆蟲翅上之脈紋 (Veins), 其分佈,或相互連接,或彼此並行,此種翅脈分佈之狀況,稱曰脈系 (Venation or Neuration)。昆蟲脈系之變異極多,亦爲分類學上之重要根據,然其命名法,殊不一致,在昔各學者,往往就其研究範圍內之昆蟲翅脈,各立名目,自成一系,惟自美國康,尼二氏 (Comstock-Needham) 之命名制出後,學者採用頗多,茲將現在存在之三種翅脈命名制,簡錄如下。

1. 康尼氏制 (Comstock-Needham system).

兩氏所定之翅脈命名制,現時在昆蟲學上,用之最廣,兩氏根據多種昆蟲蛹及稚蟲時期翅芽內,氣管分佈狀況,而定出一原始翅脈型,即所謂假設脈系 (Hypothetical Venation) 是也(第二十八圖 A),兩氏之意,謂各種昆蟲翅脈之分佈系統,均可由此基本脈系而推求或對照之。

假設脈系之能與一切昆蟲翅狀相互對照之原由,據康尼二氏之主張,謂昆蟲在蛹或稚蟲時期,翅芽內氣管分佈狀態,已建樹將來成蟲時代翅上縱脈之模型,此種縱主脈在初並不分支,惟入後漸起複雜之變異,各脈或行合併,或行相疊,在石蠶,蛇蜻蛉,蚌蟻之稚蟲時期,翅內氣管之分佈狀況,與成

蟲時期之翅脈系統，極為相近，即在大多數不完全變態昆蟲中，稚蟲時期翅芽內氣管之分佈與成蟲之翅脈系，相去亦不甚遠；但在完全變態之昆蟲，翅芽發生於幼蟲之體內，翅脈之發達，在翅氣管發達之前，結果成蟲時期之翅脈，不與翅氣管之分佈相符合，故在不完全變態之昆蟲中，除蜉蝣與蜻蜓而外，大多數之翅脈，可用康尼二氏所定之假設脈系，相互對照。但在完全變態昆蟲中，此假設脈系，頗難以與成蟲之翅脈相比較也。



第二十八圖 康尼氏與拉米氏之翅脈命名制

C=前緣脈； S=亞前緣脈； R=徑脈； M=中脈； Cu=肘脈；
A=臀脈； h=基橫脈； Y=徑橫脈； S=通橫脈； r-m=徑中橫脈；
m=中橫脈； m-cu=中肘橫脈。(From Wordle)

胸部之氣管分佈於翅芽內者，有二大支在前者為前緣徑支 (Anterior Costo-radial trunk)，在後者為肘臀支 (Posterior Cubitoanal trunk)。在石蠶、蜉蝣之稚蟲翅芽內，此二支氣管之基部，相互聯接，而成一總幹，稱曰翅氣管幹 (Alar trunk)。由此而分出若干之翅氣管，介乎前緣徑支與後肘臀支之間，又有一中間支，即中部氣管 (Median trachea)。

依康尼二氏之系統,昆蟲翅上之脈有(1)前緣脈(Costa)(C)爲一不分支之脈,位於翅之前緣。(2)亞前緣脈(Subcosta)(S),位於前緣脈之後,有時分支,但通常不分支。(3)徑脈(Radius)(R),具有五個分支,其第二分支稱爲徑脈幹(Radial Sector)(Rs)。(4)中脈(Media)(M),通常有四個分支。(5)肘脈(Cubitus)(Cu),爲一分叉之脈。此脈原分爲二支 cu_1, cu_2 ,但在第一分支(cu_1),可再分出若干分支,惟通常此分支在後端又分爲二支 cu_{1a}, cu_{1b} ,據Lameere、Tanaka、Imms、Tillyard 諸氏之研究,證明肘脈之第二分支(cu_2),康尼二氏在膜翅目、毛翅目、鱗翅目中誤作爲第一臀脈(1st.A)也。(6)第一臀脈(First anal)(A),有人稱之爲第二肘脈(Second cubitus)(cu_2),或後肘脈(Postcubitus)。(7)第二臀脈(Second anal)(A_2),分支極多,有人稱之曰第一尾脈(First Vanval Vein)。(8)第三臀脈(Third anal)(A_3)分支亦甚多,有時稱曰第二尾脈(Second Vanval Vein)。

各主脈分支之命名法,均可用數目字表明之。如中脈(M)有四分支,則可寫成 M_1, M_2, M_3, M_4 。在中文,則稱第一中脈,第二中脈,第三中脈,第四中脈。脈與脈並行時,其間區域,稱曰脈域(Intraveinal region)。

脈之分支,交叉相成之室,曰脈室(Cell)。若室之四周,均有脈圍者,此室曰閉室(Closed cell)。如室之一面開者,曰開室(Open cell)。鱗翅目之成蟲,有時前翅徑脈之分支,交叉成爲一閉室,此種閉室,稱曰副室(Accessory cell)。

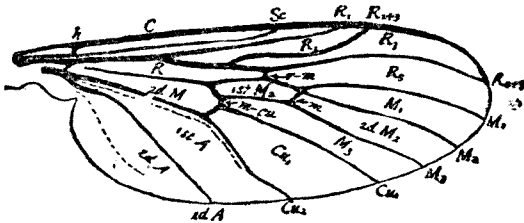
脈之縱行者，稱曰縱脈(Longitudinal Vein)，橫行者，曰橫脈(Cross Vein)較爲固定之基本橫脈，有下列六支。

1. 基橫脈(h)(The humeral cross-Vein, C-Sc)
2. 徑橫脈(v)(The radial cross-Vein, R_1-R_2)
3. 通橫脈(s)(The Sectorial cross-Vein, $R_{2+3}-R_{4+5}$ or R_3-R_4)
4. 徑中橫脈(v-m)(The radio-medial cross-Vein, $R_{4+5}-M_{1+2}$)
5. 中橫脈(m)(The medial cross-Vein, M_2-M_3)
6. 中肘橫脈(m-cw)(The medio-cubital cross-Vein, m-cu)

昆蟲翅脈之分佈，其差異頗多，然與假設脈系相較，其變異最易見者，有二種：(甲)較假設之脈系爲減少。(乙)較假設之脈系爲增多。

(甲)較假設之脈系爲減少。

多數昆蟲之翅脈，恆較假設之脈系爲少，此或因昆蟲之

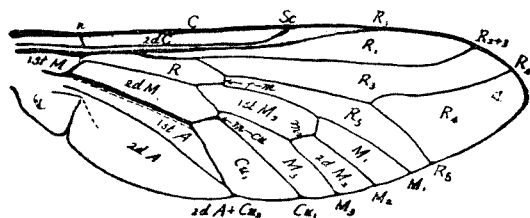


第二十九圖 一種偽虻(Rhyphus)之翅脈。(After Comstock)

演進，致一部分之翅脈，竟呈消失，或在原有脈紋之地，僅存細弱之脈痕，隱約而不能辨，通常脈之減少方法，常由鄰近脈紋之相互合併(Coalescence)合併之方法，或全部互相聯結(二脈

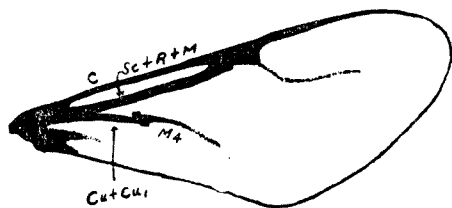
合爲一脈，或三四脈成爲一脈)而僅存單獨一支，或祇基部合併，至末端仍分爲若干支。當翅上之基本脈，由若干格而併成爲一支時，其命名之法，可將所合併之脈名，盡行註出，如在雙翅目之偽虻 (Rhyphus) (第二十九圖)，徑脈祇爲三支，學者往往誤認爲 R_1, R_2, R_3 ，但事實上，此種偽虻翅脈上之 R_4 與 R_5 已合併爲一支，故徑脈之第一分支，仍存在爲 R_1 ，第二分支由 R_2 與 R_3 結合而成，應註爲 R_{2+3} ，第三支含有 R_4 與 R_5 ，故須註爲 R_{4+5} 。

在牛虻 (Tabanus) 之翅脈 (第三十圖)，其第二肘脈 (cu_2) 與



第三十圖 一種牛虻 (Tabanus) 之翅 (After Comstock.)

第二臀脈 (2d.A)，在末端相互合併。此合併部即名 $2dA + cu_2$ 。翅脈結合之數目，多少無定，其多者，往往由四、五支，合爲一支，因此其命名不免引長 (第三十一圖)。

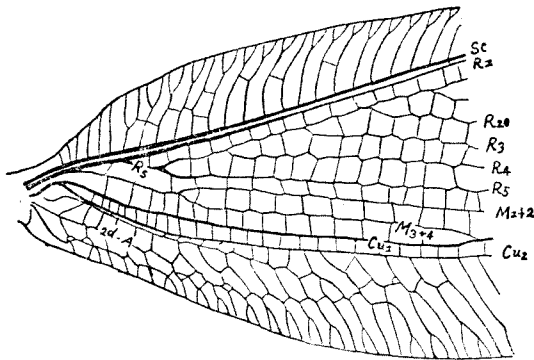


第三十一圖 一種膜翅目昆蟲 (Semaeodogaster barticensis 之前翅) (After Comstock)

(2) 較假設之脈爲增多

許多昆蟲之翅脈，較假設之脈爲多，增多之方法，或在主脈之分支上增加，此所加添之脈，稱曰副脈(Accessory Vein)，或在主脈之分支間，發生次縱脈(Secondary longitudinal Vein)，此種增添之縱脈，稱曰添脈(Intercalry veins)。副脈在脈翅目中之昆蟲，頗爲發達，如一種廣翅蜻蛉(Cosmylus)之前翅(第三十二圖)在徑脈幹(Radia sector)上，着生多數之分支，此種最初之分支，可名曰 R_1, R_2, R_3, R_4, R_5 ，但其他分支，皆爲次發達之副脈。副脈普通有二種，如下所錄：

(甲) 邊緣副脈(Marginal accessory Veins)。



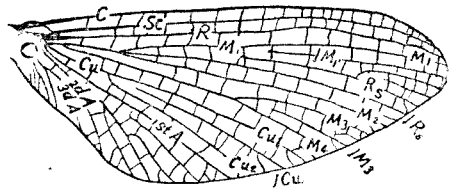
第三十二圖 一種廣翅蜻蛉 (*Cosmylus hyalinatus*) 前翅之基部 (After Comstock)

此種副脈，由邊緣生出，短而分叉，在一種廣翅蜻蛉翅上見之，其數恆無一定。即在同一成蟲，左右兩翅之邊緣副脈，亦恆不相一致。

(乙) 固定副脈(Definitive accessory Veins).

此種副脈,與邊緣副脈之不同點,在其分佈之地位,較為固定,一如原有之主脈然。如副脈發生,呈有規則之排列者,則命名時,可根據所附生副脈之脈名,而附以次序之數字,如第二徑脈(R_2),附生有副脈三支者,即可名為 R_{2a} , R_{2b} , R_{2c} 。

添脈(Intercalary Vein),為一種次發達之縱脈(Secondarily developed longitudinal Veins),並非主脈之分支。此脈之生在一種皺翅(Corrugated wing)上者,形如厚摺(Thickened fold)。其分佈地位,常行於兩縱脈之間,與其相接者,僅為橫脈。在蜉蝣目(Ephemera)之翅上(第三十三圖),此種添脈頗多,驟然視之,頗難察出,標註添脈,常用 I 字,如蜉蝣翅上,在第一肘脈(cu_1)與第二肘脈(cu_2)之間,有一添脈。此脈即名曰肘添脈(Icu_1)。在蜉蝣翅上,除此添脈外,尚有 IM_1 , IR_2 , IM_3 三添脈。



第三十三圖 蜉蝣前翅圖
(After Comstock)

通常翅之“前緣徑脈”(Costal-radial group),恆較“後肘臂脈”(cubits-anal group)為粗而堅。考昆蟲翅上堅硬度之增進,約有下列三種:(1)在脈與脈間有網狀而又規則之隆起,梯而亞德氏(Tillyard)稱之曰網脈(Archedictyon),(2)翅面上有成列之縱行摺疊,形者扇面,位於隆起部分之縱脈,稱為凸脈(Con-

vex veins), 位於低凹部分之脈稱為凹脈 (Concave Veins), 大多翅上之摺紋, 起自邊緣而向內進行, 故在摺翅上脈之分叉亦多發現於翅之基部, 因此有多數縱脈之發生, (3) 在縱行脈之間, 具有橫脈。

原始昆蟲之翅脈, 為數較多, 故翅脈之演化, 為趨向數目的減少, 在善飛昆蟲之翅上, 僅具有極少數之脈紋, 除翅之前緣有少數強固之脈, 以增強其翅外, 其餘部分概為膜質。

II. 拉米氏系統 (Lameere system) 拉米氏對於翅脈之命名, 非若康尼二氏之根據稚蟲期氣管分佈情形, 拉氏謂, 原始昆蟲翅上, 每脈皆有二個分叉, 前者稱為凸脈, 後者稱為凹脈, 在原始昆蟲翅上之脈型, 氏云有六支分叉脈, 在前者之若干脈, 稱曰“前前緣徑中脈” (Anterior Costalradial-median group), 在後者, 稱曰“後肘第一第二腎脈” (Posterior cubital-first anal-second anal group), 茲將拉氏翅脈之命名法與康尼二氏之系統, 對照比較如下。

| <u>康尼</u> 二氏系統 | <u>拉米氏</u> 系統 |
|----------------|---------------|
| Costa | Costal 1 |
| Subcosta | Costal 2 |
| Radius | Radial 1 |
| Radial sector | Radial 2 |
| Midea | Median 1 |
| 未查出 | Median 2 |

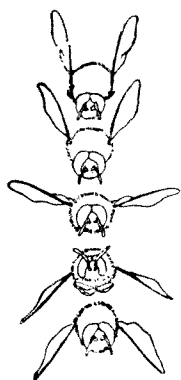
| | | |
|-------------|---------|---|
| Cubitus | Cubital | 1 |
| First anal | Cubital | 2 |
| Second anal | Anal | 1 |
| Third anal | Anal | 2 |

III. 梯而亞德氏系統 (Tillyard System) 梯氏系統, 本人僅應用於蜻蜓目、蜉蝣目及膜翅目昆蟲之翅上。據梯氏假定, 一個原始的翅上, 僅具有一個凸脈 (R_1), 及許多凹脈, 其間又着生許多網狀橫脈, 稱之曰網脈。以後其餘各凸脈之發生, 均起自翅之外緣, 漸次延伸而達基部。至其如何形成, 梯氏概未提及, 僅言氣管在翅脈形成之後始行伸入, 因此不免為其他研究昆蟲翅脈之學者如尼氏 (Needham) 所懷疑也。

d. 翅之飛翔與翅筋。

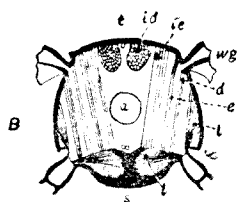
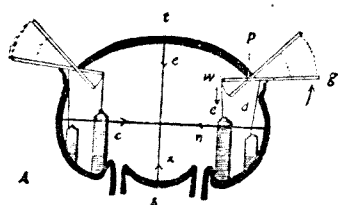
翅因翅筋之伸縮, 能使翅上下運動; 惟翅之前緣部強而具多數脈紋, 內緣則為膜質, 故當翅下壓時, 翅膜因空氣之阻力, 則呈上向; 翅上舉時, 翅膜則又被空氣下壓, 故翅在飛翔時, 翅之後部 (膜質部) 常受空氣之阻力, 而造成推動昆蟲之前進。如昆蟲翅之上下運動加劇, 則翅膜因空氣阻力, 所成之傾斜角益大, 其結果, 翅後方之抵抗力亦增加, 而蟲體愈見向前速進。昆蟲之翅愈小, 其顫動力愈速。平日常見之白粉蝶 (*Pieris rapae*), 每秒鐘翅之振動約九回, 蜻蜓約二十八回, 天蛾 (*Sphingid*) 約七十二回, 蜜蜂約一百九十回, 家蠅約三百三十回。翅之振動數既不等, 則其飛翔之遲速, 亦彼此各殊。

翅之基部，突入胸腔內，與司翅動之筋肉相接如(第三十



第三十四圖 雄蜂飛
翔時翅之位置。
(From Snodgrass
after Stellwaag)

五圖)所示。若以翅作為平面，而與胸壁交叉於 P 點，若 C 筋肉收縮，則翅上舉，如 d 筋肉收縮，則使翅下降。兩筋肉之伸縮，使翅上下振動，其理與槓桿相同。司翅動之筋肉，除此兩筋肉外，更有一支筋肉，間接有關於翅之飛翔者，如(第三十五圖 B)所示之 ie 筋肉，若行收縮，能使背腹兩片接近，翅則呈上舉。若 id 筋肉收縮，則可使胸之背片向上曲屈，翅則因而下降。此種筋肉運動之結果，造成翅上下運動之簡單飛翔。



第三十五圖 A.昆蟲翅肌之動作。B.昆蟲之翅肌。

As=消化道； Cn=使胸部收縮及翅下垂之肌肉； d=翅之下掣筋； c=翅之上舉筋； ex=使胸部膨大翅上舉之肌肉； id=間接下掣筋； ie=間接上舉筋； l=足筋； p=樞軸； s=腹板； t=背板； Wg=翅； (From Folsom after Graber).

昆蟲飛翔動作繁複時，尙有其他相連之筋肉，如蜻蜓，每翅有九條筋相連接內中五條司翅下降，三條司翅上舉，一條司翅向內收縮。

昆蟲飛翔時，方向之轉換，則由腹部行之，一如船之用舵。

但在甲蟲，則以鞘翅爲司方向之工具，在蠅則用平均棍云。

(e) 翅之功用。

翅之功用爲： a, 使昆蟲能得食物。 b, 可自由飛翔，避免天敵。 c, 可尋覓配偶及產卵。 d, 在適宜處所營巢藉避敵害。

二. 足

昆蟲不論在成蟲或幼蟲時期，大多在胸部下面各節，着生胸足各一對。在前胸者，曰**前足** (Fore leg)。在中胸者，曰**中足** (Mid leg)。在後胸者，曰**後足** (Hind leg)。

1. 足之部分與名稱。

各足通常有下列五部 (第三十六圖)：

(1) **基節** (Coxa) (2) **轉節** (Trochanter) (3) **腿節** (Femur) (4) **脛節** (Tibia) (5) **跗節** (Tarsus)。

(1) **基節** 基節爲足之第一節，普通呈圓形、長方形，或圓錐形。有多數之昆蟲，其基節分爲兩部，其一爲**基節**，其他部爲**亞基節** (Subcoxa)，又稱**副後側板** (Melon)，在石蠶科 (Phryganeidae) *Neuromia* 屬之基節即呈是狀。在下等昆蟲中，如衣魚目之石跳蟲 (*Machilis*)，其中足及後足之基節，有**尾毛** (Styli) 一枚。而在腹部之第二及第九節，亦各具基毛一對。一般昆蟲學家，常認此種腹部之基毛，乃爲腹足之遺跡云。

(2) **轉節** 基節之後，爲轉節。該節短而小，普通祇有一節。呈三角形，或四方形，能迴轉自如。在寄生蜂之轉節，常分爲二

部，稱爲第一及第二轉節。

(3) 腿節 腿節較基轉兩節，長而大，普通祇有一節，並恆着生長毛。

(4) 脛節 脛節通常細而長，恆具長毛，其末端，着生若干脛距 (Spur)。

(5) 跗節 跗節爲足之最後一部，其節數因昆蟲之種類而異，普通有五節，即稱第一、第二跗節等 (First tarsal joint, Second tarsal joint, etc)。在最後跗節之末端，着生爪 (Claw) 一對，兩爪之間，生一對褥盤 (Pulvillus)，褥盤間更有一爪間體 (Empodium)。

2. 足之種類。

足之形狀，因昆蟲之種類，與使用之狀況而不同，大概分爲下列數種：

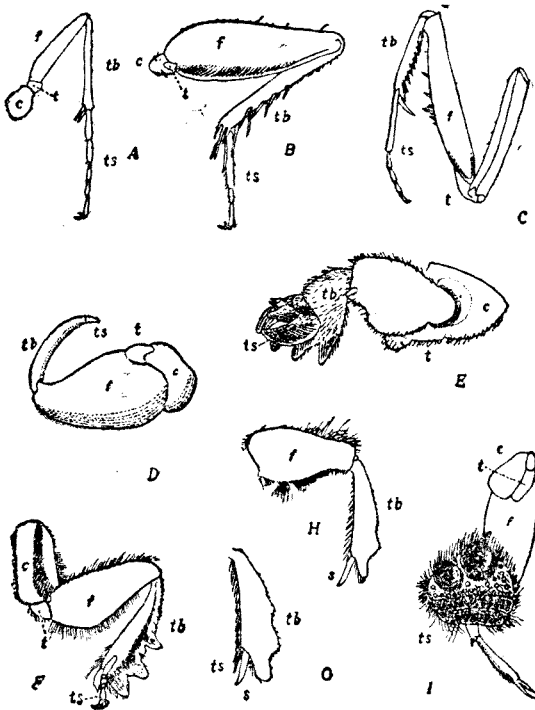
(1) 步行足 (Walking leg) 步行足細而長，腿節與脛節之筋肉甚發達，兩節之長度，亦幾相等，如甲蟲中之斑蝥 (Tiger beetle)、步行蟲 (Ground beetle) 等是。

(2) 跳躍足 (Leaping leg) 後足之腿節膨大而具強力之筋肉，適於跳躍，如蝗蟲、蟋蟀等是。

(3) 捕獲足 (Grasping leg) 後足細長，前足腿節與脛節之內側，具有利刺，用以捕捉其他昆蟲之用，如螳螂、食蟲椿象等是。

(4) 游泳足 (Swimming type) 脛節與跗節，形呈扁平，而

一側着生長毛，以爲撓水之用，如水棲之松藻蟲、龍蟲等是。



第三十六圖 昆蟲足之演異

A=斑螫 (*Cicindela sexguttata*); B=金鈴 (*Nemobius vittatus*) 之後足; C=螳螂 (*Stagmomantis Carolina*) 之左前足; D=田鼈 (*Pelocoris femoratus*) 之右前足; E=螻蛄 (*Gryllotalpa borealis*) 之右前足; F=金龜子 (*Canthon laevis*) 之右前足; G=金龜子 (*Phanaeus carifex*) 之前脛節及所附之距; H=金龜子 (*Phanaeus cornifex*) 雄者之前脛節; I=龍蟲 (*Dytiscus fosciventris*) 雄者之右前足; C=基節; f=腿節; S=距; t=轉節; ts=跗節 (After Folsom)

(5)開掘足(Digging type.) 前足之腿、脛兩節，特別發達，能掘土造穴，而跗節之邊緣，形呈銳利之鈍，適於切斷草根，如

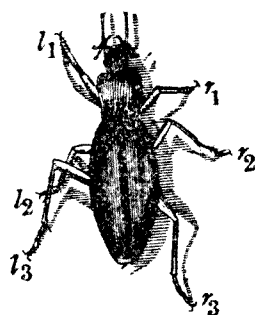
螻蛄等是。

3. 足之運用

昆蟲之足，在形態上既有種種變異，在運用上，自亦有不同。

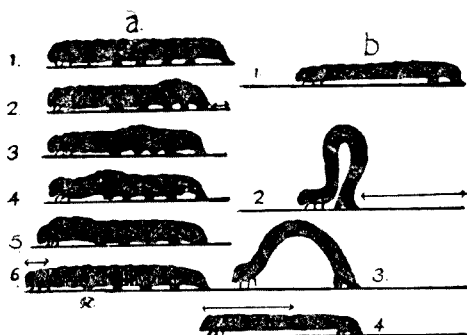
(1) 步行 (Walking)

步行之昆蟲，如步行蟲，六足之長短，相差無幾，適於步行。第莫氏 (Demoor) 云，昆蟲行動時，乃左側之前後兩足，與右側之中足，成爲一聯組。右側之前後兩足，與左側之中足，聯成一組。在行動進行時，設左側之聯組足，向前進行，則右側之聯組足，鼎立成三角形，以支持體軀，如第三十七圖所示。



第三十七圖 一種步行蟲 (Calabus) 之步行圖。
 l_1, r_2, l_3 = 向前方開始步行之足 r_1, l_2, r_3 = 步行暫息之足。 (From 三字恆方 after Graber)

鱗翅目之幼蟲，當行動時，常先由第一對足走動，然後其餘各對，依次向前運動 (第三十八圖)。



第三十八圖 a 一種鱗翅目幼蟲蠕動之進行狀態。 b 一種尺蠖蛾幼蟲之行動狀態。 (After Weber)

胸足外，腹部祇有腹足一對，因胸腹足相隔太遠，致其行走時，體呈屈曲之狀，造橋蟲之名，因此而得 (第三十八圖 b)。

(2) 跳躍 (Leaping)

跳躍之昆蟲，如蝗，其後足腿節，特別肥厚，

在膨大部內，有強大之伸筋，脛節末端，着生堅距，當跳躍時，腿節與脛節先共同屈折，脛節末端末之距，刺着於地上，及後伸筋收縮，使脛節伸張，由是脛腿兩節同時成爲一直線，身體因是而向前跳躍。

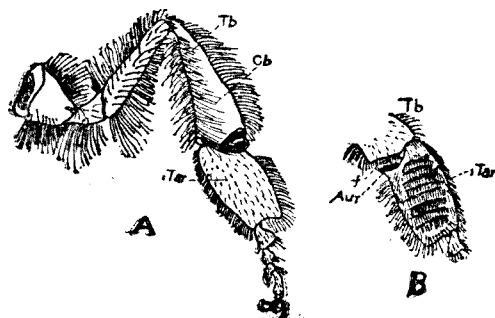
(3) 攀登 (Climbing).

蟬與天牛，在跗節末端生有利爪，藉以攀登樹幹。家蠅之跗節，末端生有褥盤 (Pulvillus) 能分泌粘液，因此蠅可垂行於平滑之物面上。

(4) 游泳 (Swimming).

足之各節，生成扁形，且在一邊生有長毛，利於水中之游泳。

昆蟲足之運動，除上述四種外，更有工蜂前足，在第一跗節之基部，生有觸角清潔器 (Antenna cleaner)，用以整理觸角



第三十九圖 A. 工蜂左後足之外面示粉筐之形狀。 B. 脛節末端及第一跗節之內面。 f=櫛； Aur=耳狀構造； Tar=跗節第一節； Tb=脛節； Cb=粉筐。

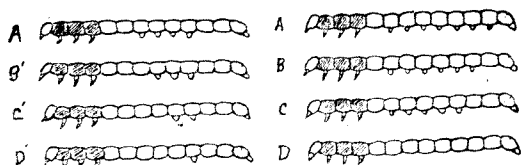
(After Snodgrass)

之用。在後足第一跗節之內方，具有粉刷 (Pollen-brush)，能掃刷身體各部所附着之花粉，運至脛節外方之粉筐 (Pollen basket) 內 (第三十九圖)，該處復生細毛，藉以防止花之墜落。一種下美夜蛾 (Catacala) 之

雄者，在脛節生有多數叢毛，能發香氣，用以引誘雌蛾。龍蝨 (Dytiscus) 之雄者，前足之跗節，變為盤狀之吸盤，(如第三十六圖 I) 在交尾時，藉以吸着雌體。

(4) 幼蟲之足

多數幼蟲，具有胸足，胸足之末端，祇生一爪，在鱗翅目幼蟲之腹部，有腹足數對，其末端有輪狀排列之曲鈎 (Crochets)。在葉蜂類中之幼蟲，有足 (胸足與腹足) 自四對至十一對 (第四十圖)。鱗翅目幼蟲之足數，自四對至八對不等，幼蟲之營靜止生活者，足往往退化，如天牛科及象鼻蟲科之幼蟲，其足極



第四十圖 膜翅中之鋸蜂類與鱗翅目中蛾類幼蟲之比較。

A-D. 鋸蜂類。 A'-D' 鱗翅目中蛾類幼蟲。

A. 二十二腳 (Diprion)。 B. 二十腳 (Nematus)。

C. 十八腳 (Hylotoma)。 D. 八腳 (Lyda)。

A' 十六腳 (多數蛾類幼蟲)。 B' 十四腳 (Euclidia)。

C' 十二腳 (Tometra)。 D' 八腳 (尺蠖類)。

(After 三宅恆方)。

不發達，膜翅目中，除鋸蜂科，樹蜂科與有錐亞目 (Terebrantia) 外，均完全無足。介殼蟲，在成蟲時期，雌者無足，在甲蟲中，有數種金龜子幼蟲，雖具有柔弱之胸足，但其行動，全賴於背面之剛毛。

(三) 內胸板 (Endothorax) (第四十一, 四十二圖)。

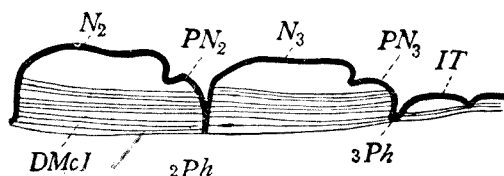
內胸板乃為胸部之背側 (二片)、腹四片，內折而成，以其所在地之位置而言，有背部內胸板 (Endotergite or phragma)，側

部內胸板 (Endopleurites or Lateralapodemes) 及腹部內胸板 (Endosternites or apophyses).

(1) 背部內胸板.

此板鄰接在二背片 (Tergites) 之間,乃由二背片向內橫折而成,其效用亦為附着胸部縱走背筋.在有翅之昆蟲,此板更為顯著.

背部內胸板之發生,視後背片 (Post-notum) 之存在與否而異.若後背板缺乏,而背部內胸板發達者,則稱曰前背部內胸板 (Prephragma).若後背板與內胸板均存在者,則稱曰後背部內胸板 (Postphragma).平常昆蟲所具之內胸板,其第一內胸板,位在前中兩胸背片之間,第二內胸板,位於中後兩胸背片之間,第三內胸板,位在後胸背片與第一腹節之間.如第四十一圖所示.

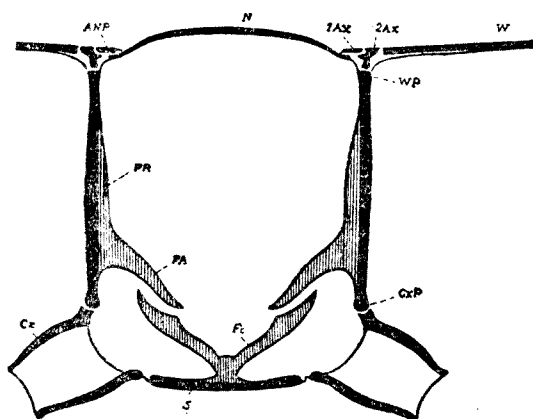


第四十一圖 一種石蠅 (Alloperla) 中後胸及腹之基部縱切形。
D.M.cl = 背縱行筋肉； IT = 第一腹節之背片； N₂ = 中背片；
N₃ = 後背片； PN₂, PN₃ = 中, 後胸之後背片； 2Ph, 3Ph = 分
隔板 (Phragma). (From Imms after Snodgrass)

(2) 側內胸板.

此板為兩胸側片間,內折而生,許多有翅昆蟲,在胸內部兩側,各具一側突起 (Pleural ridge). 此突起之上方,為翅之終

點,下方與胸足基節突起相連,該節常着生向內突出之側枝 (Pleural arm)各一,昆蟲中,側內胸板發達者,如蜻蜓目,據勃來西氏 (Berlese) 云,此部有五對。



第四十二圖 一個昆蟲具翅節之橫斷形。

ANP=前背片之翅突起; 1AX, 2AX,=第一及第二腋片;
CX=基節; CXP=胸側之基節突起; FC=叉形板; N=背片;
PA=側枝; PR=側突起; S=腹片; W=翅; WP
=側翅突起。(From Imms After Snodgrass).

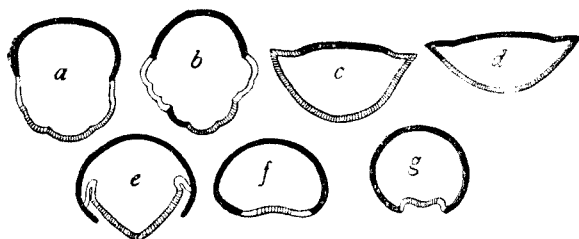
(3) 腹部內胸板

此板生成叉形 (Furcal), 在蜻蜓目, 此板則為一對, 許多直翅目昆蟲, 在此叉形之腹內胸板後, 更具一單獨之剛毛狀小板 (Apodeme or spina).

第四節 腹及腹之副器

(一) 腹

昆蟲腹部,由各環節相接而成,內藏消化,生殖,呼吸等器官,每環節由三片而成(第四十三圖),在上者曰背板(Tergum)

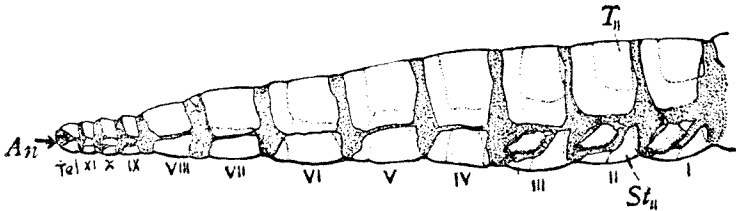


第四十三圖 六種昆蟲腹部之橫斷,示背板,側膜,腹板三部分之演異,全黑線爲背板;空白線爲側膜;淺紋線爲腹板。
a=腹部上、側、下三片之概形; b=蠹斯類; c=甲蟲類;
d=椿象類; e=蜂類; f=家蠅類; g=蜻蜓類。(After Weber).

在下者曰腹板(Sternum),在兩側者曰側膜(Pleural membrane),各環節由節間膜(Interssegmental membrane)相互連接,側膜具彈性,能助上下兩板運動,使昆蟲行呼吸作用,蝗蟲類之節間膜,在平時收縮,至產卵時,則能伸張,佐腹部深入土中,產生卵塊。

腹部自第一節至第八節,每節在近側膜處,具有氣孔(Spiracle)一對,以司呼吸之用,昆蟲體軀,所具氣孔之數目,至無一定,多數昆蟲,在胎胚時期,有氣孔十一對(胸部三對腹部八對);但至成蟲時期,常僅存前胸節與腹部八節之九對,其餘胸部二對,則呈消失,氣孔對數之多少,亦因種類而異,如下表

所示。



第四十四圖 一種原尾類昆蟲(*Essentomon germanicum*)腹部之側面形。T=背板；St=腹板；有黑點處為膜質；1—XI=腹節；Tel=尾節；An=肛門。(From Weber after Prell)。

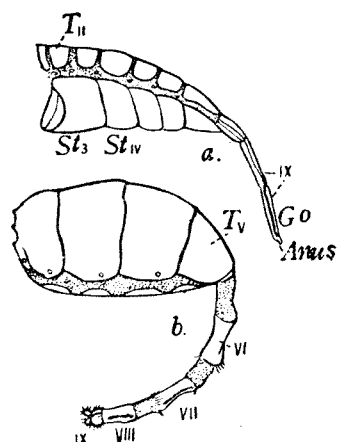
第四表 九類昆蟲之氣孔數

| 昆 蟲 名 稱 | 胸部氣孔數 | 腹部氣孔數 | 總 數 |
|--|-------|-------|-----|
| 一種衣魚(<i>Campodea</i>) | 3 | 0 | 3 |
| 缺跳蟲(<i>Japyx</i>) | 4 | 7 | 11 |
| 石跳蟲(<i>Machilis</i>) | 2 | 7 | 9 |
| 衣魚(<i>Lepisma</i>) | 2 | 8 | 10 |
| 蝻蟥, 蝗類(<i>Blattidae, Acridiidae</i>) | 2 | 8 | 10 |
| 蜻蜓目(<i>Odonata</i>) | 2 | 8 | 10 |
| 異翅目(<i>Heteroptera</i>) | 3 | 7 | 10 |
| 鱗翅目(<i>Lepidoptera</i>) | 2 | 7 | 9 |
| 雙翅目(<i>Diptera</i>) | 2 | 7 | 9 |

昆蟲腹節之數目,差異頗多,在原始昆蟲,則為十一節,至較高等之種類,如蜂與蠅,則演化縮而為五至六節,在膜翅目中之青蜂,僅存三四節,此種演化,大半由於腹基部,與胸之關係,及腹部末端生殖器之不同,如膜翅目之胡蜂,第一腹節,附

着於胸部，稱曰前伸腹節。在蜜蜂與黃蜂 (Bee and wasps) 第一

腹節，演成爲腹柄 (Petiole)，使腹部末端之刺，能向各方活動。在樹癭科 (Cynipidae) 之第二、三腹節之背板，占腹部之大半，其餘各節，均退化而不顯明。



第四十五圖 二種昆蟲腹部之末端。 a=天牛 (*Cerambyx cerdo*) 腹部之末端。

(From Weber after Berleses)

b=家蠅 (*Musca domestica*) 之腹部。(From Weber after Hewitt)

T=背板； Go=生殖管開口處； St=腹板； Anus=肛門。

在膜翅目青蜂科 (*Chysididae*) 中之許多昆蟲，與鞘翅目中之天牛等，其腹部末端各節，縮成如望遠鏡筒，能任意伸縮，以便產卵於樹木組織內 (第四十五圖 b)。

昆蟲幼蟲時期之腹節，普通爲九至十節。在鱗翅目之幼蟲，其第九、十兩節，常癒合而成爲一節。

(二) 腹部之副器

昆蟲在胚胎時期，腹部各節，具有一對副器，一如胸部之足、頭部之口器；但至成蟲時期，則大多均行消滅。鱗翅目、蠍蟲目 (*Mecoptera*) 及膜翅目內鋸蜂科 (*Tenthredinidae*) 之幼蟲，腹部尙留有偽足 (*Pro-legs* or *false legs*) 若干對。在衣魚目 (*Thysanura*) 之成蟲時期，腹部尙具六對之副器，稱之曰尖節毛 (*Style*)。彈尾目 (*Collembola*) 在胚胎時期，腹部亦具有成對之腹趾 (*Abdominal limbs*)。至孵化後，其第一

腹節之腹趾,演成腹管(Ventral tube),而第四節之腹趾,則成爲跳躍器(Furcula)(第一四八圖).茲將腹部之副器,在成蟲時期可見者,錄之如下:

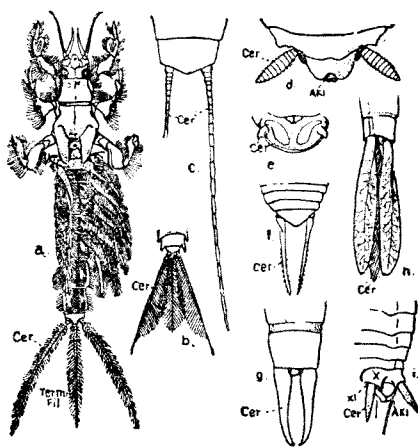
1. 尾鬚(Cerci)(第四十六圖).

昆蟲在腹部之第十一節,常具有尾鬚一對,其形狀,大小各以昆蟲而異.在衣魚目(T-hysanura)及蜉蝣目(Ephemerida)之尾鬚,則長而有節.在蜉蝣與蟋蟀頗短.在蝗類則演化成一小片.在革翅目(Dermaptera)呈一鉗(Forceps)形.在豆娘(Zygopterid dragon-fly)之稚蟲,則演成爲鰓.尾鬚之功用,在衣魚目則司感觸(Tactile),在蜉蝣與蟋蟀則司嗅覺(Olfactory),而雄蝗之尾鬚,在交尾時,藉以握持雌者之用.

2. 肛門(Anus).

肛門開口於腹部之末端,位在生殖孔之上部,亦爲腹部之副器.

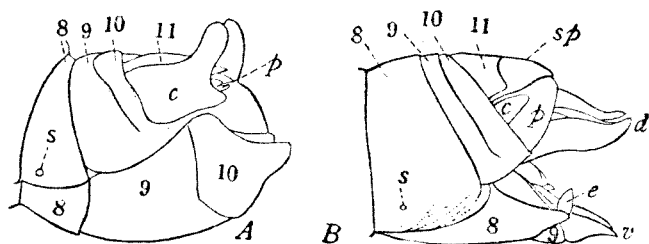
3. 生殖器(Genitalia).



第四十六圖 昆蟲尾鬚之形式。
a, b. 二種蜉蝣稚蟲(a=Hexagenia bilineata, b=Chirotenetes siccus). c. 積翅蟲(Chloroperla plecoptera). d. 蜉蝣(Blatta). e. 白蟻(Maststermis). f. 鞘翅目內之蠅虻。g. 蠅虻。h. 豆娘之稚蟲(Agrion). i. 蝗。
AKI=假瓣; TermFil=端絲(Terminal filament). (After Weber).

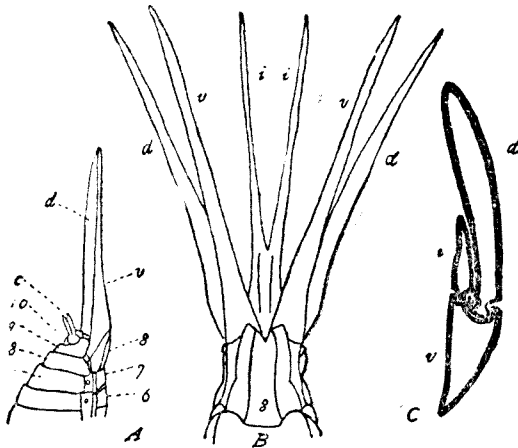
昆蟲之雌者，在腹部第八、九節，與雄者之第九節，各具生殖器。

a. 雌生殖器 (第四十七、四十八、四十九、五十圖) 雌生殖器，在外部可見者，為由陰片(Gonapophysis)三對，合成之產卵器(Ovipositor)，此三對陰片，以其位置之不同，稱之曰上瓣、下瓣及內瓣。兩內瓣更合成一中空之管。當雌者產卵時，卵即由此管而出體外。昆蟲之具真正產卵器者，如櫻尾目、直翅目、蜻蜓目、半翅目、膜翅目等。此等產卵器，均由腹部第八、九節所演成。內具上瓣(Dorsal valves)一對，由腹部第九節之陰瓣而成。下瓣(Ventral valves)一對，由腹部第八節之陰瓣而成。內瓣(Inner valves)一對，由腹部第九節之內陰瓣而成。



第四十七圖 一種蚱蜢(*Melanoplus differentialis*)腹部之末端。數目字示背板及腹板之節數。A, 雄。B, 雌。C=尾鬚; d=上瓣; e=導卵器; P=尾鬚下板; S=氣孔; Sp=肛門上片; V=下瓣。(After F. Isom).

產卵器之形狀，差異頗甚。蠶斯之產卵器，形扁而長。許多



第四十八圖 一種蠡斯之產卵器。

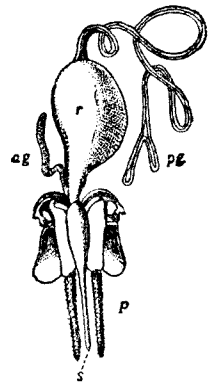
A=側面； B=腹面； C=橫切面； c=尾鬚；
d=上瓣； i=內瓣； v=下瓣； 數目字表示
腹部節數。(From Folsom after Kolbe & Dewitz)

齒。當蜂刺入時，此種與毒腺相連之刺，即存留於皮膚內，致吾人之劇痛。

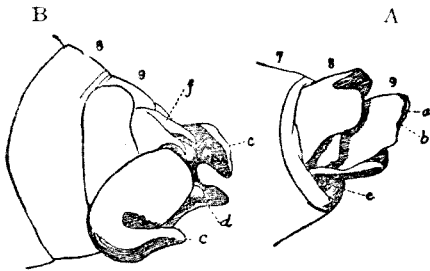
生殖器在甲蟲、蛾、蝶、蠅等，極為簡單，祇為一孔，開口於排泄孔(Cloaca)。天牛與瘿蠅(Cecidomyia)，腹部末端數節之功用，與產卵器相同。而瘿蠅在平常時，腹部末端數節，縮於腹內，當產卵時，各節可以伸出。

b. 雄生殖器 雄生殖器之主要部，為交尾器，乃由兩內片所演成，在外更圍有一對至二對之外片。在腹部之第九節，

膜翅目中蜂類之產卵管，則演化而成開裂植物，及刺敵之用。在蜜蜂類(Apis)則上二片演成爲鬚(Palpi)，內片癒合而成一鞘，下二片化成為刺(Darts)，在刺之近末端，附具十個鋸



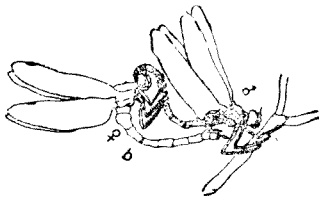
第四十九圖 蜜蜂腹部末端之刺及其毒囊。 ag=附屬腺； p=鬚； pg=毒腺(內藏蟻酸)； r=儲毒囊； s=刺。
(From Folsom after Kroepelin).



第五十圖 一種蛾(*Samia cecropia*)之生殖器。A, 雄。B, 雌。a=肛門; c=握持器; d=輸卵管之開口處; b=陰莖; 數目字示腹部節數。(After Folsom)

具有攥握器(Claspers)以及交接器(Copulatory organs)

昆蟲之生殖器, 普通均開口於肛門之下面, 惟在蜻蜓, 則極為特別。雄者之射精管, 開孔於腹部第九節, 而交尾器在第二節。當交尾時, 腹部先向前彎曲, 使精液移至腹部第二節, 同時尾部末端之附屬器, 更鉗持雌者之頭部, 故其交尾式樣, 與他昆蟲絕



第五十一圖 一種蜻蜓(*Aeschna cyanea*)之交尾。(From Weber after Hose)

不相同也 (第五十一圖)

第五節 昆蟲之皮膚與附屬體

(一) 皮膚(Integument). (第五十二圖).

昆蟲全體, 被圍一種幾丁質(Chitin)之皮膚, 質頗硬固。用以保護內部各器官, 故又稱曰外骨骼(Exoskeleton), 皮膚恆向外凸出, 生成毛(Hair), 刺(Setal)及鱗片(Scale)等; 並向內陷突, 成各種之腺體(Glands)。昆蟲之皮膚, 可分角質層(Cuticular layer), 真皮(Epidermis), 基底膜(Basement membrane)三部。

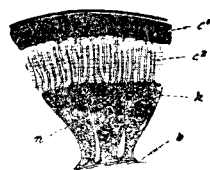
1. 角質層 此層為昆蟲皮膚之最外層,其主要成分,為幾丁質 (Chitin) 或稱幾丁層,乃由真皮細胞所分泌,其化學方程式,大概為 $(C_{32}H_{54}N_4O_2)_x$, 乃為一種 Nitrogenous polysaccharide, 不溶解於水,酒精,稀酸及濃或淡之鹼液,如在濃厚之礦酸 (Mineral acid) 中,能分解成 Glucosamine Salt (或稱 Chitose) 糖 (或即 Galactose) 與某種脂肪酸,如用濃氫

氧化鉀或氫氧化鈉之液,同時又在高溫下,可使幾丁質變為一種類似植物鹼 (Alkaloid) 之 Chitosin 及醋酸次亞氯化鉀 (Potassium hypochloride) 及次亞氯化鈉 (Sodium hypochloride) 亦能使幾丁質溶解或氧化,在哺乳動物消化道內之酵素,不能消化幾丁質;但昆蟲消化道之酵素,對於幾丁質有消化之能力,在土壤中,幾丁質可被一種細菌 *Bacillus chitovorvus* 所破壞,故昆蟲之死體,在土中難能隨處覓得也,幾丁層,在昆蟲體上之厚薄,因其種類而異,普通在幼蟲頗薄,在成蟲較厚,由形態上之觀察,此層可分為二層。

a. 外層 (Outer layer) 此層組織堅密而一致,無孔道之存在,又稱第一角質層 (Primary cuticular).

b. 內層 (Inner layer) 此層較厚而貫以多數之小孔道,并與真皮之分泌物相通,又稱第二角質層 (Secondary cuticula).

以上二層之來源,均由真皮細胞 (Hypodermis cell) 之分



第五十二圖 一種甲蟲 (*Chrysobothris*) 體皮之切面。b=基底膜; c1=初級角質層; c2=次級角質層; h=真皮細胞, n=細胞核。
(From Folsom after Tower)

泌液，硬固而成，外層則先行硬固。

2. 真皮 真皮在外皮下，呈一系列連接細胞，其形呈扁平，有時作圓柱狀，內常含色素，又稱真皮細胞。幼蟲之真皮細胞，其生機力極大，至成蟲時期，則呈退化。

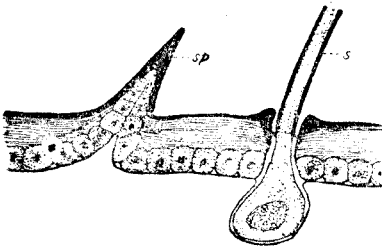
3. 基底膜 此膜位於真皮層之下，質薄而不易觀察。

二. 皮膚之附屬物

皮膚之附屬物，或露於外，或隱於內，茲分述如下。

1. 毛、剛毛、刺 (Hairs, Setae, Spine) (第五十三圖)。

昆蟲皮膚上所附着之毛、剛毛，乃由每個真皮細胞演化



第五十三圖 刺 Spine 與剛毛 Setae
之區別。 SP=刺； S=剛毛；
(After Comstock)

而成。刺則由若干個真皮細胞外突所致，穿過角質層之孔道而達於外，其形狀或呈單株，或分叉，變異頗多，其功用，則因着生地位之不同而異。在體軀上者，則恆司觸覺 (Tactile)，蛾類觸角上之毛，能

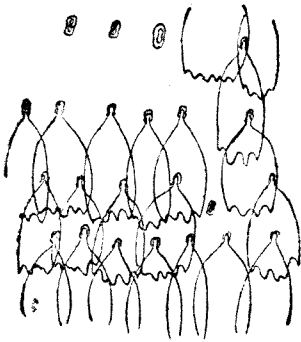
司嗅覺 (Olfactory)。雄蚊觸角所生之毛，能司聽覺 (Auditory)，而燈蛾科之幼蟲 (Arctiidae) 在過冬時，其體毛或能禦外界溫度之驟然下降。

若毛及剛毛與分泌腺相連者，則當昆蟲遇敵時，此種毛能分泌一種異臭，藉以退敵。蠅類足部褥盤 (Pulvillus) 之腺毛 (Glandula hair) 能時分泌一種液體，使蠅可直行於平滑之物面。

蜜蜂體軀上之分叉毛,用以附着花粉,昆蟲體軀上毛之排列狀況,稱之曰體毛排列法(Chaetotaxy).

2. 鱗片(第五十四圖).

凡鱗翅目昆蟲,成蟲之軀體均被以鱗片;多數之毛翅目(Trichoptera),衣魚目,彈尾目及甲蟲中之火腿蟲科與象鼻蟲科(Dermestidae, Curculionidae)亦有鱗片之附着,鱗片之形狀雖多,但均為扁平而中空,在基部有一柄(Pedicel)用以附着於皮膚上者.



第五十四圖 一種鳳蝶 (Papilio) 鱗片之排列。(After Folsom)

鱗片表面,常具各種斑紋及色素,其生在蝶類翅上者,各片排列成行,相互覆疊,極有規則.

鱗片與體毛相等,亦由真皮細胞演化而成,初時尚有原生質(Protoplasm)之存在,入後漸形消失,而成一乾硬之鱗片,其效用,則因昆蟲之種類而不同,屬於衣魚目與彈尾目內之昆蟲,生活於乾處,體皮極薄,鱗片之功用,在減少體內水分之蒸發,鱗翅目昆蟲體軀上之鱗片,其主要功用,在裝置顏色與色斑,以及其他機械上之保護.

3. 發香片(Androconia)(第五十五圖).



第五十五圖 蝴蝶之發香片
A, 一種白粉蝶. B, 一種小灰蝶. (After Folsom)

多種蝴蝶之雄者，在前翅之表面，生有特殊形狀之鱗片。湯姆史氏(M. B. Thomas)云，此種鱗片，下連腺細胞(Glanular cell)，能分泌一種液體，透及相接之鱗片，因蒸發而生一種特殊臭味，藉以引誘雌蝶。此種發香鱗片，除發現於雄蝶外，其他各種蛾類，與毛翅目之Mystacides翅上亦具之。

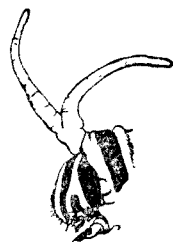
4. 開口於體外之腺。

昆蟲體內許多之腺，由表皮細胞演化而成，其種類如下。

a. 防禦腺(Repellent gland)。

有數種昆蟲之體軀上，生有一種腺，遇危急時，能將腺內之液，發放於外，生出一種惡臭，藉以保護其生命。甲蟲中如一種步行蟲(Pheropsophus jessoensis)，當遇敵追逼時，由肛門腺(Anal gland)，放出一縷臭烟。此腺在腹部，起自第二環節，止於最後腺環節。臭烟在體內為液體，但一出體外，與空氣接觸，即成氣體，并帶酸與腐蝕性(Corrosive)，吾人皮膚肌觸之，則染暗

紅色。椿象忽遇外敵襲擊之時，由基節腺(Coral gland)放散一種異臭，此腺位在中胸之中央，而開口於後足之基節間，故稱基節腺。芫菁科(Meloidol)與瓢蟲(Coccinellidae)一遇外敵，即縮其體，并在腿節基部之小孔內，排出一種黃色液體，此液體即其血液，亦為禦敵之用。鳳蝶科幼蟲(Papillis)，如受驚擾，則由前胸背面，伸出y形之臭角(Osme-

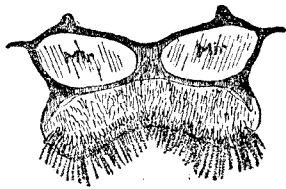


第五十六圖 一種鳳蝶(Papillis polyxenes)之臭角。

terium) (第五十六圖), 并揮發一種不愉快之臭氣。天社蛾幼蟲之臭角, 位在腹部末端之背面。

b. 蠟腺 (Wax gland) (第五十七圖)。

在蜂羣中, 工蜂腹部, 第二——五節之下面, 各具蠟腺一對, 腺作平圓形, 由真皮細胞演化而成, 其表面覆以平滑之蠟板 (Wax plate), 蠟分泌物原來為液體, 由幾丁質之蠟板小孔



第五十七圖 工蜂腹部第五節腹板之背面, Mir 為蠟腺下之蠟板。
(After Sodgrass)

中滴出於外, 後即硬固而成蠟粒, 工蜂採之, 先集於前足, 然後移至口部, 以供築巢之用。

蚜蟲之隸於 *Schizoneura* 屬者, 在體軀之蠟腺內 (由腺真皮細胞 *Glandula hypodermal cells* 所縮成) 分

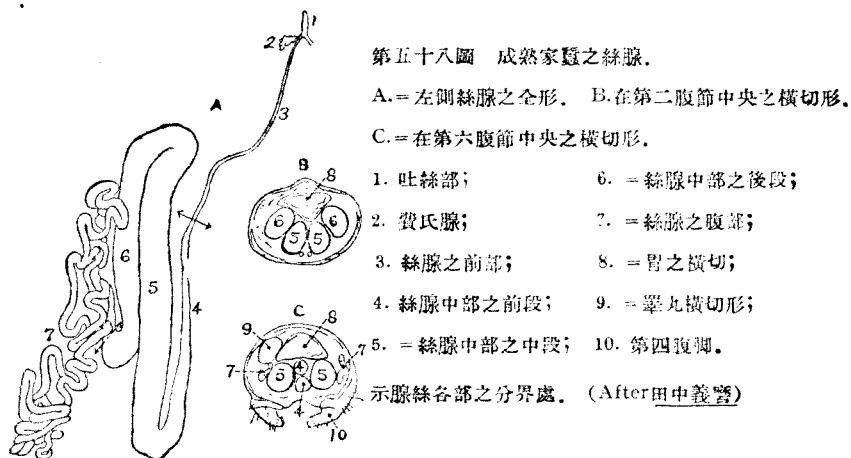
泌一種蠟質, 狀如羊毛, 故此種蚜蟲又稱之曰羊毛蚜蟲 (*Wolly aphid*)。

介殼蟲之蠟質, 由皮孔中滲出於體外時, 即融成一片, 蓋於蟲體之背面, 而蟲所脫下之皮, 則附積於此蠟蓋之下, 此種蠟腺亦為真皮細胞膨大而成。吾國四川、廣西省人民, 將一種稱為白蠟蟲者 (*Ericerus pela*), 用人工接種於女貞樹上, 使其繁殖, 所產之蠟, 曰蟲白蠟, 可用以製燭。

a. 絲腺 (Silk gland) (第五十八圖)。

在鱗翅目、績翅目 (*Trichoptera*) 及數種膜翅目之幼蟲, 各具絲腺一對, 用以築繭之用, 鱗翅目幼蟲之絲腺為圓筒形, 位

在幼蟲體之左右,其長度不一.在家蠶絲腺之長度較體長五倍左右,在一種天蠶(*Telea polyphemus*),其絲腺較體長七倍.



第五十八圖 成熟家蠶之絲腺.

A. = 左側絲腺之全形. B. 在第二腹節中央之橫切形.

C. = 在第六腹節中央之橫切形.

- | | |
|---------------|---------------|
| 1. 吐絲部; | 6. = 絲腺中部之後段; |
| 2. 費氏腺; | 7. = 絲腺之腹節; |
| 3. 絲腺之前部; | 8. = 胃之橫切; |
| 4. 絲腺中部之前段; | 9. = 卵巢橫切形; |
| 5. = 絲腺中部之中段; | 10. 第四腹脚. |

示腺絲各部之分界處. (After 田中義賢)

家蠶絲腺,在體內曲折二重.其最膨脹處,曰貯絲部(Silk reservoir).向前則愈細.近口處,則兩支合而為一.由中舌演成之吐絲孔(Spinneret)達於外.

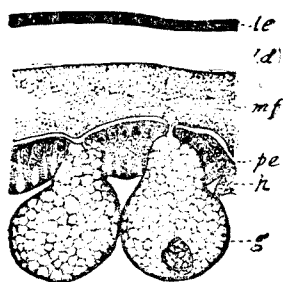
吐絲孔之組織有兩部:即(1)壓絲部(Thread press), (2)引導管(Directing tube).壓絲部將兩支絲液合而為一,當絲液一遇空氣,立即硬化.在絲內約有百分之五十為真正絲質,其餘為原生質與膠質,蠟,色素,脂肪以及樹脂(Resin).如將絲腺作一橫切面,可見其表皮細胞附有直而明顯之內層(Intima)與基底膜.此種細胞,形大而具有分支之核.

在胚胎時期,幼蟲之絲腺乃咽喉(Pharynx)內陷(Inagination)而成,可相當於唾液腺,故腺之幾丁質內層(Intirna)

在幼蟲每次脫皮時，亦隨之而脫皮一次。

絲腺在草蜻蛉、蚊蜻蛉 (*Chrysopa myrmeleon*)、瓢蟲科 (*Coccinellidae*)、金花蟲科 (*Chrysomelidae*)、食蚜蠅科 (*Syrphidae*) 均開口於直腸 (*Rectum*)，與鱗翅目幼蟲之絲腺開口於口部者迥然不同。

d. 脫皮腺 (*Exuvial gland*) (第五十九圖)。



第五十九圖 一種金花蟲 (*Leptinotarsa decimlineata*) 幼蟲之脫皮腺。

le = 幼蟲之表皮細胞；ld = 幼蟲之真皮細胞；mf = 蛻皮液；h = 真皮下細胞；g = 蛻皮腺。

(From Comstock after Tower)

e. 蜜腺。

蚜蟲之蜜管 (*Honey tube*, *Cornicle*) 能分泌一種帶甜味之液汁。在昔林納氏 (*Linne*) 曾認謂此種液汁，乃一種味甜之蜜，後開培氏 (*Kyber*) 與惠脫來齊氏 (*Witlaczil*) 則謂蚜蟲由蜜管內所分泌者，乃一種蠟質，近世生物學家多以後說為是。據

在家蠶及其他鱗翅目幼蟲之皮膚下，生有一種脫皮腺，亦為真皮細胞所演成。當幼蟲行將脫皮之前，此腺膨大特甚，分泌一種液汁，能使舊皮容易脫落。此腺在家蠶，每胸節各具二對，第一至第七腹節各有一對，第八腹節有二對，共十五對。此種脫皮腺除此鱗翅目之幼蟲外，甲蟲及鋸蜂 (*Tenthredinidae*) 之幼蟲亦有之。

勃琴氏 (Bürgen) 之報告云, 蟻類追隨蚜蟲後之現象, 並非得此蜜管內之分泌物, 乃為採集蚜蟲尾端肛門部所排出之蚜糞。

第六節 昆蟲之發聲與發光

(一) 昆蟲之發聲器。

在昆蟲界中, 有數種具有發音器者, 其構造有時在雌雄兩性相同, 有時各異, 發音之目的, 不外追求異性, 及各個體間之互通聲氣, 發音之方法, 約有下列數種:

1. 以身體之一部, 與外界物體相刮擦。
2. 以身體之二部彼此抵觸。
3. 以翅振動。
4. 藉筋肉之動作, 使身體之一種膜狀構造, 振動而發音。

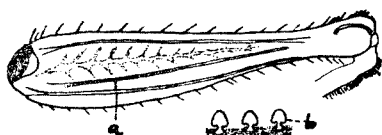
1. 以身體之一部與外界物體相刮擦所發之音。

鞘翅目中番死蟲科 (Ptinidae) 之 Anobuine 屬昆蟲, 居朽木中, 以額之下部, 在其棲息處之木上, 剝啄成聲, 有一屬白蟻 (Termes) 中之兵蟻階級, 用頭部在其居處之地面, 不斷碰擊, 有時因兵蟻數衆, 可成巨聲。

2. 以身體之兩部分, 彼此抵觸而發音。

此類發音之昆蟲, 以直翅目鞘翅目, 及半翅目為最著, 直翅目如蝗蟲科, 螽斯科及蟋蟀科之雄蟲, 往往具有發音器, 蝗蟲科之發音, 或以後翅前緣之上面, 與前翅之下面相磨擦, 或

在後足腿節上，具有一排刺狀構造，與前翅相擦成聲（第六十圖）。螽斯科及蟋蟀科，係由翅上之特化部分相互磨擦而發聲（第六十一圖）。



第六十圖 一種蝗(Ocridiid)後足之腿節

a 成排之刺狀構造；

b 三個刺狀突起之放大。

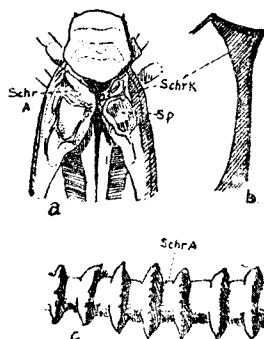
(After Imms).

之。甲蟲因表示各種情感而發聲，例如一種鉞形蟲(*Chiasognathus*)因憤怒、鬥爭、恐懼皆足發聲。金龜子等科之幼蟲，在足部或口器中，亦具有發音器。

半翅目昆蟲之發音器，通常雌雄同樣發達，惟一種水蟲(*Corixa*)例外。蓋以其雌雄性之發音器，較為簡單也。

少數鱗翅目昆蟲，亦可發音。據漢甫森氏(Hampson)謂虎蛾科(*Agaristidae*)中之一種昆蟲，雄者前翅之前緣脈下有一摺疊部分，該處之翅，特別擴大。當飛翔時，足部附節上之刺，與摺疊部分，磨擦發聲。

鞘翅目昆蟲，發音器之變異較多，但其主要之構造，不外一鋸齒部(*File*)與一堅硬之磨擦器(*Scraper*)磨擦成聲。此種器官，在鞘翅目中除少數種類外，雌雄皆具有



第六十一圖 螽斯之發音器

a, 一種螽斯(*Locusta viridissima*)背部之背面觀。

SchrA = 鋸齒部; SchrK = 磨擦部

SP = 振蕩區。

b, 在別一種螽斯(*Locusta caudata*)磨擦部之放大形。

c, 鋸齒部之放大形。

(After Weber).

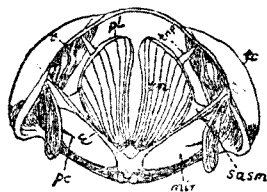
膜翅目中之蟻，亦恆具有發音器，在背中部之表皮上，其構造雖因種類而有差異，但其主要部分亦為鋸齒部與磨擦器。

3. 由翅振動所發之聲

許多昆蟲，當飛翔時，因翅之振動而發音。家蠅所發出者為 F 調，每秒鐘翅之振動數為三百三十五次。蜂所發出者為 A 調，每秒鐘之振動數為四四〇次。馬萊氏 (Marey) 曾創一法，以證明蠅翅，每秒鐘之振動數確為三百三十五次。法將蠅體固定，使翅之尖端與旋轉之圓筒相觸，於是翅之上下，在圓筒上留有痕跡。一秒鐘後取下，檢查其振動數確為上述之數。

4. 筋肉之動作使膜狀構造震動而發生之音

在同翅目蟬科中之發音器即屬此類，惟其構造較為繁複，祇雄蟲具有之。蟬之發音器，包括腹部基部之一對鼓膜，鼓膜上附有筋肉，使之振動。另有一對鏡狀板，可將所發之音加以改變。蟬之發音器，有露於體外者，有為板狀構造而隱閉者，其變異則依種類而異。有一種蟬 (*Cicada plebeia*) 之發音器，其構造較為完備。最外有一對板狀構造，此板為後胸腹板之一部向後延長而成，每一板狀構造之內具有兩腔，其一較大，位



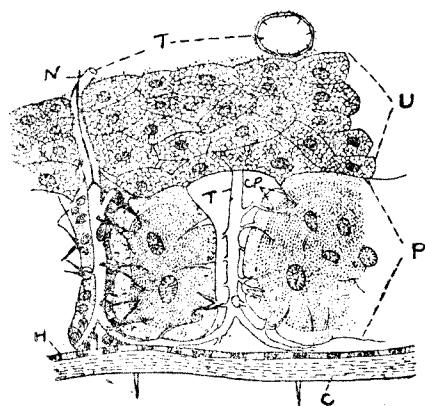
第六十二圖 一種蟬 (*Cryptotympana holsti*) 之發音器。

t = 鼓膜; tm = 發音筋; w = 翼狀板; mir = 鏡膜 (mirror);
pc = 聽感突起; Sasm = 支持膜; tnp = 腱突起 (Tendon Process); p1 = 腱盤 (Tendon plate); tc = 背瓣 (After Kato)

於腹面,其一較小,位於側面,腔壁爲三個膜質部分所構造,即鼓膜(Timbol)、摺膜(Folded membrane)、與鏡膜(Mirror)是也。此數部間,有一空氣室,由第三對氣孔與外界相通,因筋肉之伸張與收縮,使鼓膜得以振動而發聲。

昆蟲發音,除上述數種外,尚有若干種昆蟲(如屬於雙翅目中數種昆蟲),其發音之方法,尚不甚明瞭。在鞘翅目及膜翅目昆蟲中,亦有此種情形。據藍多氏 Landais 之意見,此種聲音,係由氣管所附之一排板狀構造,或舌狀摺疊體震動而成。據藍氏謂,如將一種金蠅(Calliphora)之頭部移去,仍可發聲;惟如用膠汁,將氣門塗塞,即無聲息。羅安氏(Lowna)發現在金蠅翅之基部,有一鼓膜室與氣孔相連;體內空氣,由胸部氣孔擠出時,鼓膜賴以震動而發聲,此時如以指部,夾持蟲體,其震動可以感覺。

(二) 昆蟲之發光器(第六十三圖)



第六十三圖 一種螢Photinus 之發光器。

- | | |
|-----------|------------|
| C = 角質層; | CP = 小氣管支; |
| H = 真皮細胞; | P = 發光層; |
| U = 反射層; | T = 氣管。 |

(From Imms after Williams)

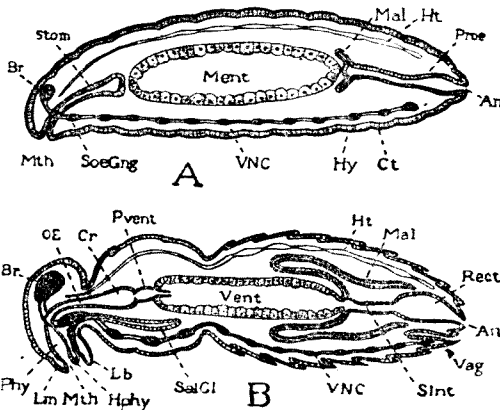
昆蟲之發光，有因發光細菌之存在，或吞食發光細菌而然；但亦有本身具有發光之構造者，如鞘翅目中之螢是。螢之發光器，位於腹部腹面之尖端，其主要構造，可分兩層，外為發光層，內為反射層，各層皆有氣管及神經分佈。發光層之細胞透明，與較大之氣管支相連接。反射層細胞內，含有許多結晶體，呈乳狀，可以凝結光線，使不內逸。發光器之起源，各學者意見，殊不一致。有謂由於真皮下細胞所形成，有謂由於脂肪所形成。而發光之由來，乃為發光層內之發光質(Luciferin)經一種氧化酵素（或稱發光素 Luciferose）之活動而成。

第三章 昆蟲之內部器官及其生理

第一節 消化系 (Digestive System)

(一) 消化系 (第六十四圖六十五圖)

昆蟲消化器之簡繁與長短,各因種類而異,衣魚目,彈尾目之消化器極爲單簡,祇作一縱行之管,各種幼蟲,與直翅目



第六十四圖 昆蟲內部主要器官之排列及消化道之成就。

A. 昆蟲在胚胎時期之切面示外胚層在前端向內陷突而成口與原口陷(Stom),在後端內陷成肛門(An),及原腸陷(proc),內胚層成中腸。

B. 爲昆蟲消化道完全成就後之切面。

An=肛門; Br=腦; Cr=嗉囊; ct=角質層;
Hphy=舌; Ht=心; Hy=真皮; Lb=下唇;
Mal=麥氏管; Ment=中腸; oe=咽喉;
proc=原腸陷; pvent=前胃; Rect=直腸;
Salgl=唾液腺; Sint=小腸; SoeGng=食道下位神經球;
Stom=原口陷; vag=陰道; Vent=胃;
vnc=腹神經節 (From Snodgrass).

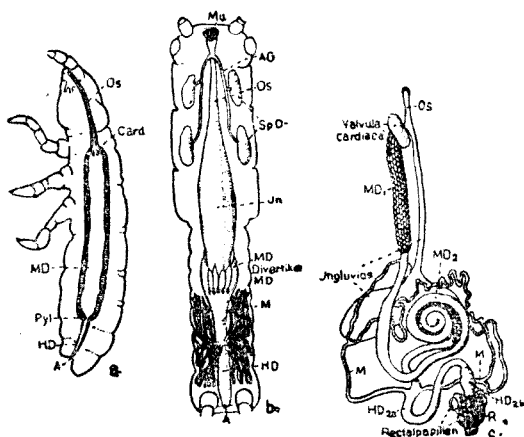
成蟲之消化器,亦呈一直管狀,其長度與體長相等,同翅目之消化器,則彎轉曲屈,其長度較體長數倍。大體言之,在吸收液汁之昆蟲,其消化器,較食植物之固體者爲長。

在胚胎時期,昆蟲之消化器,祇有三節,即前腸(Fore intestine or stomodaeum),中腸(Mid-intestine or mesenteron),後腸(Hind

intestine or proctodaeum). 前後兩腸,均為外胚葉(Ectoderm)內陷而成,中腸則為內胚葉生成,連接前後兩腸,以構造消化器之基礎.在下等之昆蟲,如衣魚目與彈尾目之消化器,祇有此三部,但至較高等之昆蟲,則各部之變異頗多,然大體不出下列數部.

1. 前腸 (Fore-intestine)

前腸分口腔(Oral cavity),咽頭(Pharynx),食道(Oesophagus),嗉囊(Crop),前胃(Proventricular)或稱砂囊(Gizzard).



第六十五圖 三種昆蟲之消化系。

a. 一種彈尾目昆蟲 (*Anurida maritima*) 之直行腸. 側面切形. 前腸後腸為黑色線, 中腸為有條紋線. (After Handschin)
b. 一種石蠅 (*Perla maxima*) 之消化道, 腸之四圍形. (After Imhoff).

c. 一種金蠅 (*Calliphora*) 腸之放大形. (After Lowne)
A = 肛門; Ag = 唾液腺出管; Card = 嗉口瓣; (= Valvula cardiaca of C)

Hd = 後腸; Jn = 食料儲藏處 (= Jngluvis of C); M = 麥氏管; MD = 中腸; Mu = 口; Os = 食道; Pyl = 幽門瓣; R = 直腸; Md_{1,2} = 中腸;

HD_{2a, 2b} = 後腸; Rectal papillen = 直腸突起.

(From Weber).

a. 口腔 口腔自上下兩層起至咽頭止.

b. 咽頭 位於口腔之後, 用以接受食物, 在咀嚼口式之昆蟲, 不甚顯著, 在吸收口式之昆蟲, 極為發達. 并附有強大之肌肉, 用以助口器吸收液汁之用.

c. **食道** 其長短不一,因昆蟲之種類而異,四壁有縱行之摺紋。

d. **嚙囊** 嚙囊乃食道後之漲大部,形狀不一;惟其作用,則均為貯藏食物之所,在直翅目中之昆蟲,嚙囊延長幾占前腸之大部,而吸收口式之昆蟲,在嚙囊之旁,更生有一種吸胃 (Sucking stomach)。

e. **前胃或稱砂囊** 在咀嚼口式之昆蟲如蜻蜓目、白蟻目、鞘翅目與若干種之膜翅目,極為發達,在雙翅目與蜜蜂,則呈退化,前胃內壁具有幾丁質之齒,或稱曰突起,與環紋及縱行筋肉,用以壓送食物至胃及寬鬆砂囊之用。

2. **中腸** 中腸或稱胃 (Stomach) 其形狀或如囊形或作管狀,在直翅目、鞘翅目等,昆蟲之中腸,表面着生數個盲管 (Entric or Gastric caeca),許多昆蟲之中腸與前腸相接之處,有噴口瓣 (Cardiac or Oesophageol valve) 以阻食物逆進之用。

3. **後腸** 後腸起自麥氏管着生之處,止於肛門,普通一般昆蟲之後腸,可大別為三大部,即小腸 (或稱迴腸 Ileum)、大腸 (Colon)、與直腸 (Rectum)。小腸在龍蝨頗長,在直翅目、半翅目則較短,鱗翅目與若干種鞘翅目之大腸旁,生有盲腸 (Caecum),直腸內壁,筋肉豐富,并有直腸腺 (Rectal gland),在後腸與中腸相界處,有幽門瓣 (Pyloric valve)。

(二) 消化器之附屬物

1. 唾液腺 (Salivary gland)

唾液腺，開口於大顎（跳蚤）口腔內，及舌之基部（雙翅目），數目為一對。其短者，祇及頭部，長者可達胸部或腹部。在草食性昆蟲之唾液，其作用或如高等動物能將澱粉化為糖，或阻止植物汁之凝固。在肉食性昆蟲，則有化蛋白質作用，專以水蟲為食之龍蝨（*Dytiscus*）幼蟲，其唾液含有毒性，能麻醉被捕之昆蟲。蚊之唾液腺，每支有三分瓣，中瓣之形狀，與其他二瓣不同。其作用，在分泌一種毒液，由咽喉而達於外，能使蚊吸血時，阻血之凝固。唾液腺，因其開口地位之不同，又有種種名稱。開口於下唇者，曰下唇腺（Labial gland）；於上唇者曰上唇腺（Labral gland）；於咽喉者曰咽喉腺。在多數食肉性甲蟲之幼蟲及營體外寄生之膜翅目，唾液腺則形缺乏。在口中分泌一種富於蛋白質分解酵素（Protease），與食物相遇則行加水分解，再入消化道內。在金蠅之直腸內，能分泌同樣之蛋白質分解液，故蛋白質類之食物與之相遇，即行溶化而入消化道內。

2. 麥氏管 (Malpighian tube or Uriary tube)

麥氏管開口於中腸，與後腸相接處。其數目，則因昆蟲之種類而異。在蜻蛉目有二十五對以上，直翅目內之昆蟲，有一百八十對左右。鞘翅目、鱗翅目等昆蟲，普通有四至六對。一般昆蟲，在胚胎時期，此管祇有四對。麥氏管之功用，一如脊椎動物之腎。在其分泌物中，含有尿酸（Uric acid）等，但在麥氏管四壁之細胞內，并無尿酸之存在，故管中尿酸之由來，或先為一

種液體，而由體軀各部排入管中，同時管之下半段，能將含尿素液體內之水分吸出，因此在管之下半段，有尿酸之結晶體，故麥氏管之功用，或能自血中吸收含有酸性尿酸鉀或鈉（Sodium or Potassium acid urate）之液體，此種液體，將流入直腸時，內中之水分與鹽基（如碳酸鈉或鉀）重被吸收，致排入直腸內者，祇為較乾之純尿酸銨（Ammonium urate）。

昆蟲麥氏管之生理，大體如上所述，但亦因種類而有差異。在雙翅目，麥氏管全部存有固體之尿酸，在革翅目、直翅目、脈翅目以及多數甲蟲，管中祇存一種液體，在直腸中能將此種液體內之水分重行吸收，多數蠅類之幼蟲，在管之上段具有碳酸性（Carbonate）固體之存在。

（三）昆蟲消化之生理。

昆蟲所得之食物，在消化道內須經各種酵素之作用，方能成為可吸收及不可吸收之組織，其間所經各步化學及物理上之反應為之消化。食物自進口腔後，如昆蟲之具咀嚼口式者，即被大顎切碎，同時與咽頭所分泌之中性或鹼性唾液相遇，使澱粉轉化成為葡萄糖（Glucose）。如昆蟲具有嚙囊者，則此作用，由嚙囊行之，其已變成之葡萄糖，或直接由嚙囊之壁而吸收，但普通一般昆蟲之胃，為吸收液體之部，砂囊之功用，現今已知者，能推進食物至胃部，食物既至胃（或稱中腸），則與胃液相和，成為脂酸、甘油、葡萄糖（Fatty acid, glycerine, glucose）等。胃液之作用，能使凝蛋白（Albuminoid）或澱粉物

(Starchy substances) 分解,有時使脂肪 (Fats) 分解為脂酸與甘油,此種生理化學之過程,可用下式示之。

1. 澱粉 + 鹼性唾液 → 澱粉 + 葡萄糖 (由腸壁吸收)。
2. 澱粉 + 胰蛋白酵素 (Trypsin 中腸分泌) → 葡萄糖 (由中腸之壁吸收)。

3. 脂肪 + 胰蛋白酵素 → 脂酸與甘油 (由中腸之壁吸收)

由上述之消化程序中,知昆蟲之前腸或口腔 (具有唾液腺者) 可使食物起初步之消化,中腸則為消化之主要體。大多數昆蟲,在消化道內,已經消化之食物,由中腸壁細胞吸收而入血中。後腸之功用,在使前腸與胃已經消化之渣滓,與麥氏管內之分泌物輸出體外,昆蟲之專食木質纖維者 (如白蟻等),在消化道內有微生物 (原生動物) 之存在,食物經此種微生物之襄助,方可得以消化。因此腸內已經消化之養料,須至後腸方可吸收,在食物中之水分,或由嚙囊或由後腸而吸收,食物經消化後所產生之銹基酸 (Amino-acid) 及葡萄糖溶解體,入血液後,為體軀各種組織新陳代謝之處。

昆蟲消化之程序並不一致,在雙翅目昆蟲,中腸之前部為吸收食物內水分之用,其餘之中腸,則司消化,椿象類之中腸前部擴大呈假嚙囊,其餘部分甚細,名曰小腸,其所食之物,在入消化區域之前,內中水分與單糖等,大多已經除去,故其所得之液汁,較為濃厚。

昆蟲腸內之化學反應,在平常並不極酸或極鹼,大概在

P H 值 60—70 之間,昆蟲之食草者中腸液較呈鹼性;但食肉性昆蟲中之腸液,則呈酸性.嗉囊內之液汁呈酸性之原由,或因由碳水化合物所產生之乳酸,或其他有機酸之存在;但在金蠅(Blow fly) 腸內,呈酸性之原由,或因由磷酸類(Acid phosphates)之存在.平常昆蟲在休息時期腸內氫離子(Hydrogen ion) 之反應,大概呈酸性,但在取食時,因食物之關係,腸之某區域內,則呈鹼性.

昆蟲消化道內之酵素已有報告者有下列各種.

- a. 化蛋白酵素(Proteolytic enzymes),如 胜酵素(Peptidase)、胰酵素(Tryptase)、膠元酵素(Collagenose)
- b. 化脂酵素(Lipolytic enzymes) 如 脂酵素(Lipase).
- c. 化澱粉酵素(Amyolytic enzymes),如 澱粉酵素(Amylase)、麥芽糖酵素(Maltase)、乳糖酵素(Lactase)、轉化酵素(Invertase).

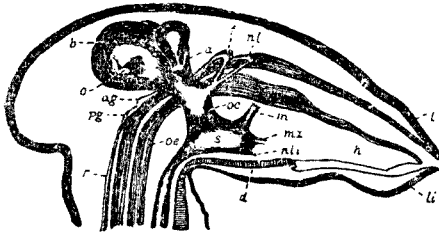
胜酵素存在於昆蟲中腸之內層細胞內,胰蛋白酵素一如哺乳動物之胰蛋白酵素(Trypsin);但其功用較廣.膠元酵素,能與結締組織起作用,惟祇在金蠅消化道內見之.澱粉酵素及轉化酵素,存在於昆蟲之唾液腺及中腸細胞內.酵素自中腸或唾液腺細胞內,穿入腸腔或腺道(Lumen)內之方法,或由於母細胞(即原來之酵素細胞)之分碎,(如蜜蜂 *Apis mellifica*),或由於腸腺壁細胞邊緣部之分離(如蚜蟲 *Aphis fabae*).前者稱曰完全分離法(Holocrinia),後者名曰不完全分離法(Merocrinia).

金、銀、汞、鉛、銅、鋅等之鹽類入昆蟲消化道後，能阻止各種酵素之活動，砒、氟化物亦有相同之作用。

第二節 神經系與感覺器官

(Nervous system and Sense organs)

(一) 神經系(第六十六、六十七、六十八圖)。



第六十六圖 蟬頭部之神經系。

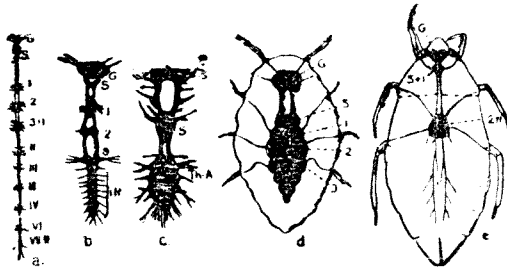
a=觸角神經； ag=交感神經系之前側神經球；
b=腦； d=唾液腺；
f=前神經球； h=內舌； L=上唇；
Li=下唇； m=大顎神經；
mx=小顎神經； nl=行入上唇之神經；
nli=行入下唇之神經； o=視神經；
Oc=咽喉神經纖維；
Oe=咽喉；
Pg=交感神經系之後側神經球；
r=交感神經系之迷走神經；
s=食道下位神經球。

(After Hofer, From Folsom),

昆蟲之神經系，有二大部，一在頭部，一在體軀各節腹面之中央。在原始昆蟲及昆蟲之胚胎時期，體軀各節腹面之中央，均有神經球(Ganglion)一個(原為二個)，及神經纖維(Commissure)一對。在許多較高等昆蟲之成蟲時期，體軀各節之神經球，往往相互連接，而神經纖維有時亦縮成一束(Cord)。

例如田鼈之胸腹神經球，集成為一混合神經球(第六十七圖)。

而腹部各節之神經球，均集中於腹之前端。蝗類之神經束(Nerve cord)在胸部為雙數，在腹部則成單。其他昆蟲神經系



第六十七圖 五種昆蟲神經系之概形。

- a. 蠓蝦(Forficula) (After Imms)。
- b. 蜻蛉幼蟲(Myrmeleona) (After Doflein)。
- c. 蜉蝣(Prosopistoma punctipons) (After Vayssiere)。
- d. 介殼蟲(Aspidiatius) (After Berlese)。
- e. 田鱉(Belostoma) (After Severin)。

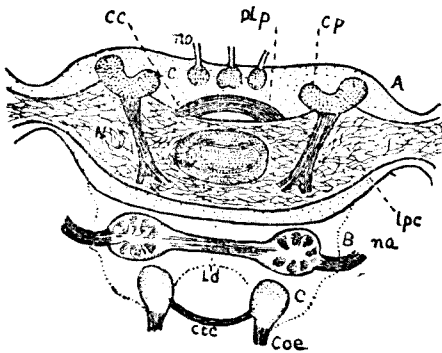
G = 腦； S = 食道下位神經球；

1, 2, 3 = 胸神經球；

I, II..... = 腹神經球；

ThA = 胸腹混合神經球。

(From Weber)



第六十八圖 示三對神經節癒合而成之腦。

- A = 前腦； B = 中腦；
 - C = 後腦；
 - C = 皮層 (Cortical layer)；
 - CC = 中央神經 (Central body)；
 - Coe = 食道連結線；
 - Cp = 菌狀體 (Mushroom body)；
 - Cte = 後食道連結線；
 - Ld = 中腦之背葉；
 - Lpc = 前腦葉；
 - N = 粒狀體 (Neurospongium)；
 - Na = 觸角神經；
 - No = 單眼神經；
 - Plp = 後, 背, 連結神經。
- (After Imms).

之演化,各因其種類而殊,其主要部份有如下列所述:

I. 前頭神經球(Cephalic ganglion)

前頭神經球由腦(Brain or Supraoesophageal ganglion)及
食道下位神經球(Suboesophageal ganglion)所組成。

a. 腦 昆蟲之腦,由下列三神經節(Neuromeres)癒合而成(第六十八圖)。

1. 前腦(Protocerebrum)視神經一對由此分出。

2. 中腦(Deutocerebrum)分支入觸角。

3. 後腦(Tritocerebrum)分佈於無翅亞綱(Apterygota)

昆蟲所具之一對退化附屬器(第二對觸角痕跡)。

b. 食道下位神經球。

食道下位神經球與腦,其間由一對咽喉神經纖維(Oesophageal commissures)相連接,其本體由下列五神經球所組成。

1. 大顎神經球(Mandibular)分支達大顎。

2. 舌上神經球(Superlingual)分支達舌上祇在彈尾目(Collembola)昆蟲上發見之。

3. 小顎神經球(Maxillary)分支達小顎。

4. 下唇神經球(Labial)分支達下唇。

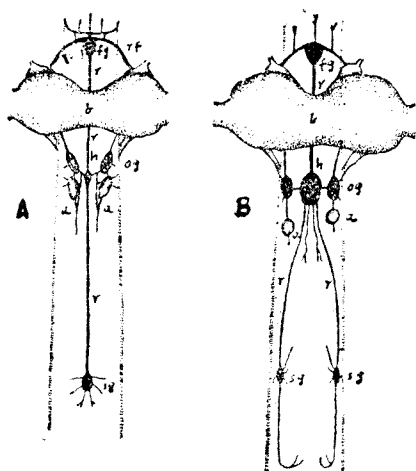
2. 交感神經系(Sympathetic system)

交感神經又稱內臟神經系(Visceral nervous system)或稱胃腸神經系(Stomagastric system)位在食道之背面。

a. 胃交感神經系(Oesophageal sympathetic or Stomatogas-

tric nervous system)

此神經系與腦相接,分佈於前腸、中腸、心臟及其他部分。位在前腸之背部及兩側,以其形狀可分兩式(第六十九圖)。



第六十九圖 二種交感神經系型。

A. 具有逆走神經及胃神經球各一個。

B. 具有逆走神經及胃神經球一對,圖中之點線為前腸。

a, a = 咽喉側線; b = 腦; fg = 前額神經球; h = 下腦神經球; og = 食道神經球(右) r = 逆走神經; rf = 前額神經球之基部。

(After Imms)

1. 甲式 昆蟲具本式之胃交感神經系者,在蜉蟻較為顯著。內含三角形之前額神經球(Frontal ganglion),該球位於食道之背面。其前端着生前額神經(Frontal nerve),與一對之側神經(Lateral root)。在後端則附生逆走神經(Recurrent nerve)一支,縱行於食道背面之中央穿過腦之下面,而止於胃神經球(Stomachic ganglion)。

胃神經球更分支達前腸

與中腸,在腦之後更有一對食道神經球(Oesophageal or Pharyngeal ganglion)位於食道之背部,與咽喉側線(Corpora alladta)相接近,後者常認為後食道神經球(Posterior oesophageal ganglion)(第六十九圖A)

2. 乙式 昆蟲之具本式胃交感神經系者,以跳躍類之

直翅目爲顯著,其不同點在逆走神經有兩分支,在末端有一胃神經節(第六十九圖B).

b. 腹交感神經系(Ventral sympathetic nerve system)

腹交感神經之各節有一對橫行神經及一縱行神經,橫行神經與腹神經束(Ventral nerve cord)相接,而其支達於各節之氣孔.

昆蟲之神經球在胸部者,本有三個,在腹部者自十至十一個不等,但其差異頗多,各球往往相互癒合,因此其數目爲之減少.

昆蟲之腦簡繁不同,如蝗與蜂之腦在組織上差異頗甚維來斯氏(Viallances)謂昆蟲腦部組織之演異,與下列所述之事實有關.

1. 求食之方法.
2. 特殊感覺器官發達之程度.
3. 智慧能力(Psychic faculties)之完全與否.

在嚼咀口式之昆蟲(如直翅目,鞘翅目),其食道寬度,形如圓筒,故前食道神經聯束延長,而後食道之聯束則形獨立,後腦形大,與中腦分離,在吸收口式之昆蟲(如半翅目雙翅目膜翅目),食道祇用以運輸液汁,故體積頗狹,其四周之神經,則相互集中在一處,而前食道神經聯束亦極縮短.

此外如昆蟲之眼發達者,則視神經葉(Optic lobe)亦大,反之視覺器退化者,則視神經葉亦小,或竟消失.

關於智慧方面，則與腦部**菌形體** (Mushroom bodies) 之發達關係頗切。在虻科 (Tabanidae) 與蜻蜓目之菌形體，頗單簡，呈單葉狀，而在一種蝗類與蜉蝣 (Melanoplus pariplaneta) 則呈雙葉狀，但進至高等之膜翅目，則更形複雜，而其體積亦為之增大，此亦因蜂類之知慧力，遠過於蝗與蜻蜓也。

(二) 神經系各部之生理

昆蟲神經系各部之生理如下。

1. 腦 腦為感覺器 (眼與觸角) 之主要部，接受外界傳來之感應，而傳至**司動刺激** (Moto Stimuli)，使體軀上某部發生一種所需要之動作。若割去或損毀腦之一部或全部，則昆蟲之口器各部與翅足，均失去原有筋肉上連絡之動作 (Co-ordination of muscular action)，如將腦之一半毀損，昆蟲則作環形之行動，如將二面之腦，均行破壞，則此種**不等稱** (Asymmetry) 現象之行走即行消失。若腦被損毀，而**食道下位神經節**完善者，則此蟲仍能生活近月，無腦之昆蟲，當食物接近鬚之下面時，仍能取食，但無搜尋食物之能力。

2. 食道下位神經球

食道下位神經球，與全體之行動，亦具有連絡之機能 (Co-ordination function)，但其主要功用，乃節制口部之各種運動。

3. 胸腹部之神經束

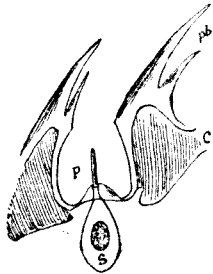
胸部之神經球，乃節制胸部各節附屬器官之運用。

腹部各節之神經球,各具一司動之中心 (Motor center), 與腦無甚關係,故昆蟲去頭之後,仍能走、飛與呼吸,其生活長者,能延至數日之久,交感神經乃節制消化、食物、嚥下之動作,與胃腸神經 (Stomagastric nerve) 相聯絡,司消化時關於內臟各種之動作,背部之交感神經,乃節制背部心臟與唾液腺之動作,腹部之交感神經,與司氣孔開閉之筋肉有關。

(三) 感覺器 (Sense organs)

昆蟲之感覺器大別之分爲嗅覺器 (Olfactory organ)、觸覺器 (Tactile organ)、味覺器 (Gastatory organ)、視覺器 (Optic organ) 及聽覺器 (Auditory Organ)。

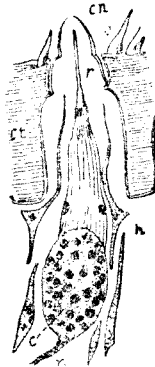
1. 嗅覺器 (Olfactory organ) (第七十、七十一、七十五圖)。



第七十圖 一種虻 (Tabanus) 觸角上嗅覺器之剖面

c = 角質層; p = 嗅覺器;
pb = 保護毛; s = 感覺細胞。

(From Folsom after Hanser)



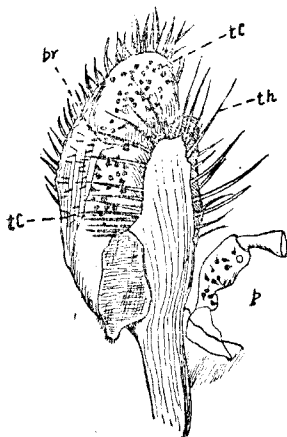
第七十一圖 一種胡蜂 (Vespa) 觸角上嗅覺器之縱剖面

C = 嗅細胞; Cn = 嗅覺體;
Ct = 角質層; h = 真空細胞;
n = 神經; r = 桿狀構造。

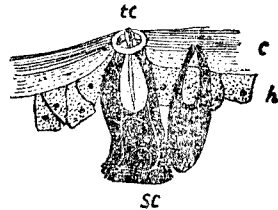
(from Folsom after Hanser)

昆蟲嗅覺之主要處所在觸角，若將家蠅之觸角，用蠟塗之，則不能羣集於肉上，如將家蠶雄者之觸角除去，則不能尋得雌者之所在地，蟋蟀之尾鬚，亦司嗅覺之用。

2. 觸覺器 (Tactile organ) (第七十二, 七十三圖)。



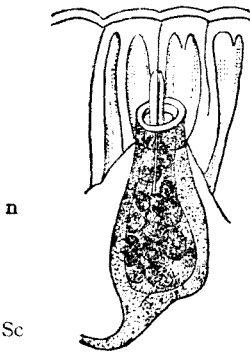
第七十二圖 一種胡蜂 (*Vespa vulgaris*)
左小顎之下面形。
p = 小顎齒； pr = 保護毛；
tc = 味覺孔； th = 感覺毛。
(From Folsom after Will)



第七十三圖 昆蟲味覺器官之縱剖面。
c = 角質層； h = 真皮細胞；
sc = 感覺細胞； tc = 味覺孔。
(From Folsom after Will)

昆蟲之觸覺器，大多集於觸角、小顎、下唇與尾鬚之表面，為一種感覺毛 (Sensillia trichoda) 或感覺剛毛 (Sensillia chaetica)，乃由真皮細胞 (Hypodermic cell) 演化而成，其基部與神經末梢相接，寄居於深穴之昆蟲，視覺雖極為退化，但其觸覺頗銳，並有銳利之感覺觸毛。

3. 味覺器 (Gastatory organ) (第七十四, 七十六, 七十七圖)。

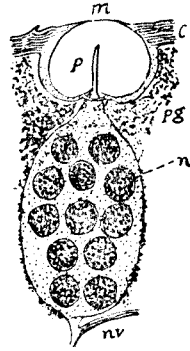


第七十四圖 一種彈蜂 (*Bombus*) 小顎上之味覺孔。

Sc = 感覺細胞。

n = 神經。

(From Folsom after Will)



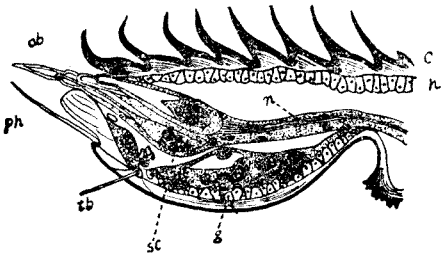
第七十五圖 一種蚋 (Colop tenus) 觸角上嗅覺器之剖面。

c = 角質層; m = 膜;

n = 感覺細胞核; nv = 神經;

p = 孔; ps = 色素。

(From Folsom after Hanser)



第七十六圖 一種胡蜂 (*Vespa vulgaris*) 舌之縱剖面。

c = 角質層; g = 腺細胞;

h = 真皮細胞; n = 神經;

ob = 味覺毛; ph = 保護毛;

Sc = 感覺細胞; tb = 感覺毛。

(From Folsom after Will)



第七十七圖 蜜蜂 (*Apis mellifera*) 之舌。

P = 保護毛;

s = 末端唇瓣;

t = 味覺毛。

(From Folsom after Will)

味覺器位於昆蟲之口部,普通均集於內舌 (Hypopharynx),外舌(Epipharynx)與小顎鬚,蜜蜂之味覺器,在舌部(Tongue)

gue)者,爲一種短刺(Setae).黃蜂(Wasp)之小顎(Maxillae)上,有着生多數之窪(Pits),每窪之基部,突生一小錐(Cone).在咀嚼口式昆蟲之口部,亦有相同味覺器之存在.蛻蝶(Nymphalid)與數種肉蠅,嘗味之器官,位在足之跗節上.

4. 視覺器 (Optic organ)

昆蟲之視覺器,由頭部所具之單眼與複眼司之,普通一般昆蟲,均具此二種之眼;但有若干種,則祇有單眼或複眼,或兩者竟全然消失,單眼鮮能察見物像,而昆蟲在幼蟲時期,多無複眼之存在.幼蟲之常寄居於暗黑處者,其視覺器亦不甚發達.在白蟻與其他終年穴居之昆蟲,其視覺發達之程度不一,有數種竟全部消失.獸蟲目(Anoplura)與無翅型(Sterile caste)之白蟻,以及若干種之工蟻,其視覺均歸退化.視覺器

之種類如下:

A. 單眼 (Ocelli or Simple Eye)

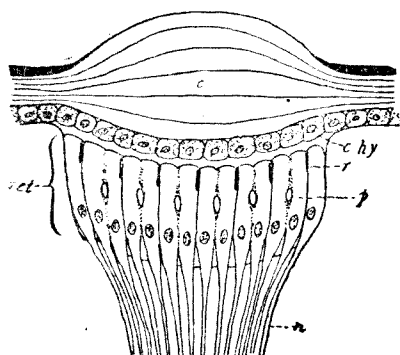
單眼分兩種

甲.背單眼 (Dorsal or primary Ocelli). 成蟲稚蟲(Nymph)幼蟲有之.

乙.側單眼(Lateral ocelli)

幼蟲有之.

背單眼,普通有三個,根



第七十八圖 昆蟲單眼之構造。
C=角膜； C.hy=角質真皮細胞；
ret=網膜； n=單眼神經；
p=色素細胞； r=感杆。
(After Comstock)

列成三角形,毛翅目(Trichoptera)之背單眼,位在前頭(Front),而在較高等之昆蟲,則背單眼位在頭頂部(Vertex).其內部之組織有如下部所述(第七十八圖):

1. 角顎(Cornea) 爲單眼外之一層,角質而呈透明,有時此部增厚,類似一圓體,又稱曰晶體(Lens).

2. 角膜層(Corneagen layer) 此層直接與真皮(Hypodermis)相接,爲無色透明之細胞,用以濕潤晶體之用.在若干種昆蟲,此層細胞呈長形,羣集而成桿狀體,或稱玻璃體(Vitreous body).

3. 網膜(Retina) 網膜含有視細胞(Visual cells),此種細胞之基部,與單眼神經(Ocellar nerve)末梢相接.視細胞,常由二三個或無數細胞相互羣聚,每羣稱曰網膜,圍於網膜之中軸者,爲液體之感杆(Rhabdom).

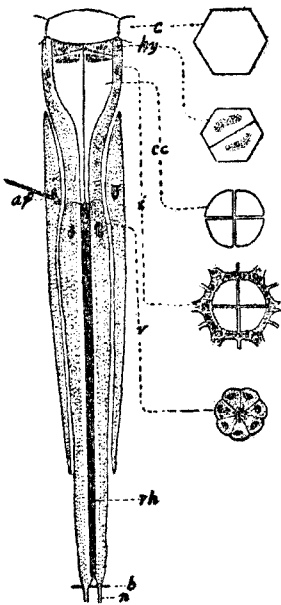
4. 色素細胞(Pigment cell) 有數種昆蟲,在各網膜間,附生有着色之細胞,而此種色素有時或存留于視細胞內,具色素深之單眼,在晶體之邊緣,與視細胞之末端,圍以一色層之眼色圈(Iris).

側單眼 側單眼,僅發見於幼蟲頭之兩側,其數目自一至七以上不等,即在同種之昆蟲,亦有差次,其組織或似背單眼,或僅呈少數之感覺細胞.

b. 複眼(Compound eye)(第七十九).

昆蟲之複眼,又稱集眼(Faced eye).因其表面,有許多之

小眼面 (Facet), 故名,此與單眼表面之祇具一個小眼面者,不同,若將複眼縱行切開,則可見複眼由多數小眼 (Ommatidia) 相集而成,在每個小眼之表面,有一個小眼面,昆蟲複眼



第七十九圖 石跳蟲 (Machilis) 複眼上之一小眼縱切形。

c = 角膜; hy = 真皮細胞;
cc = 圓錐晶體; ap = 色素細胞;
rh = 感杆; x = 神經。

(After Comstock)

表面之小眼面數目與大小,因昆蟲之種類而異,某種工蟻 (*Ponea punctatissima*) 之複眼,祇具一個小眼面,家蠅 (*Musca*) 之複眼,有小眼面 4000 個左右,在若干種鱗翅目的昆蟲有 12000 至 17000 個,在蜻蜓有 10,000 至 28000 個以上,小眼面之形狀,普通為六角形,但有時有少數之小眼面,相接不甚密切,至其形狀,略呈圓形。

複眼表面之小眼面,其大小並不一致,雄虻 (*Tabanus*) 複眼,前部之小眼面較大,但與後部較小之小眼面,無顯明之經界,鞘翅目中之豉蟲 (*Gyrinus*),及一部份之天牛 (*Cerambycidae*) 與某種蜉蝣 (*Chloeon*) 複眼

分離成為二部,驟然視之,一如具有二對複眼者。

小眼在各種昆蟲,雖變異頗多,但均由一種普通式演化而出,每個小眼內之組織,有下列各部 (第七十九圖)。

1. 角膜 (Cornea) 角膜透明,即為小眼表面之小眼面,恆

作扁菱形(Biconvex).當昆蟲每次行脫皮時,角膜亦行脫皮.

2. **角膜層** (Corneogen layer) 爲角膜下之真皮細胞.其數恆二,但有時頗難察見,有時竟完全失去.

3. **圓錐晶體** (Crystalline cone cells) 位在角膜層或角膜之下,由四細胞所組成.

4. **第一色素細胞** (Primary iris cells) 爲環列於圓錐晶體細胞與圓錐晶體層之一種着色細胞.

5. **網膜柱** (Retinula) 在小眼之基部爲網膜柱,恆含七個着色之視覺細胞,視覺細胞之中央爲感杆,其末端與視神經末梢相接.

6. **第二色素細胞** (Secondary iris cells) 此種細胞形長,環列於第一色素細胞及網膜柱之外,使各小眼彼此分隔.

複眼之種類 昆蟲之複眼,因小眼圓錐晶體性質與存在點又分爲下列四種(第八十圖):

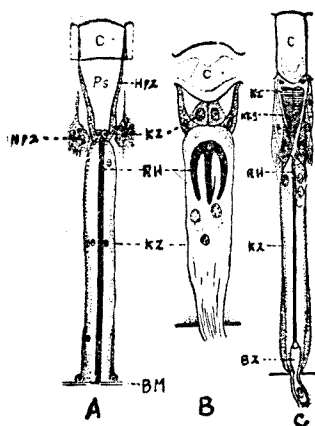
甲.真圓錐眼(Eucone eyes)

此種複眼之每個小眼,各具一真正之圓錐晶體.該體硬,能使光線屈折.

昆蟲具此種形式之複眼者,如衣魚目(Thysanura)、直翅目、蜻蜓目、蜉蝣目、毛翅目(Trichoptera)、鱗翅目與膜翅目等.

乙.假圓錐眼(Pseudocone eyes)

此種複眼之小眼內,無真正之圓錐晶體.在四個圓錐細胞(Cone cells)內,充滿一種半透明液體,反射力弱,在雙翅目



第八十圖 三種複眼之一個小眼縱切形。
A.假圓錐眼一種蠅 (Synecches) (After Dietrich)

B.無圓錐眼,一種食蟲椿象 (Redavius) (After Kulm)

C.真圓錐眼,一種斑蝥 (Cicindela) (After Friederichs.)

HPZ = 主要色素細胞;

KZ = 結晶細胞;

KKg = 圓錐晶體;

NPz = 副色素細胞;

PS = 假圓錐;

RH = 感杆;

BZ = 神經細胞;

BM = 底膜。

(From Weber)

之某種蠅 (Brachycera, Cyclorrhapha), 具此種型式之眼。

丙.無圓錐眼 (Acone eyes)

此種複眼之每個小眼,並無圓錐體,祇具有長而透明之圓錐細胞。昆蟲如革翅目 (Dermaptera)、半翅目、雙翅目中之 Nematocera、與鞘翅目中之瓢蟲科 (Coccinellidae)、象鼻蟲科 (Curculionidae)、埋葬蟲科 (Silphidae)、閻魔蟲科 (Histeridae) 均為此式之眼。

丁.外圓錐眼 (Exocone eyes)

此種眼小眼之圓錐體,被一內陷之小眼面所代。甲蟲如火腿蟲科 (Dermestidae)、叩頭蟲科 (Elateridae) 及 Byrrhidae 則具此式。

昆蟲之視覺器差異頗多,或同種而具相異之視覺器官,或同樣之視覺器官,而發現於不同種之昆蟲。多數彈尾目 (Collembola) 與鱗翅目幼蟲之側單眼每個相等於複眼之單獨小眼。故此種昆蟲所具之單眼,一如幾個複眼上之小眼,亦

可稱為退化之複眼。在形態上之觀察，小眼內，多數大小之網膜上面，祇發一個水晶體。在複眼則每個網膜上各附生一隔離之水晶體。由此比較，則兩種視覺器官或同自一本原而演進也。

C. 昆蟲視覺之生理

昆蟲之眼部（單眼或複眼），可就其生理及構造之不同，分為兩部。1. 分眼部（Dioptric portion），2. 感光部（Percipient portion）。單眼之分眼部，包括角質之水晶體，及玻狀液。感光部，包括網膜細胞及感杆。複眼之分眼部，具有角質之小眼面（Corneal facets）及圓錐晶體（Crystalline cones）。感光部具有網膜細胞及感杆。

單眼之視能

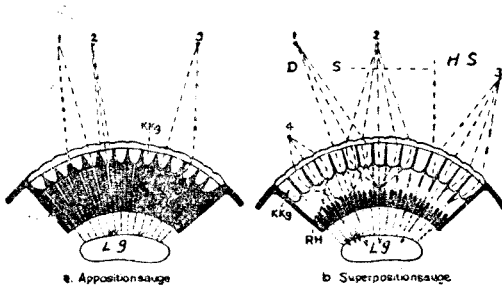
昆蟲之單眼，具有雙凸之水晶體。分眼部，無自由伸縮能力，所感受者，為一粗略而倒立之影像，故僅能用以視察較近之物體。據柏那多氏（Plateau）之實驗，證明蠋（鱗翅目幼蟲）之單眼，僅能察視一二公分範圍以內之物體。蜘蛛單眼，構造雖較完備，亦僅稍足辨別外界物體之形狀。福利而氏（Forel）及魯布克氏（Lubbock）謂，具社會性之膜翅目昆蟲，於身處黑暗環境時，始利用單眼。根據上述種種，吾人所可斷言者，即單眼之功用，僅足辨別明暗，且僅於察視極近物體時，始能得一粗略之倒立影像。

複眼之視能

關於複眼之視察物像，先有密勒氏 (Müller) 所倡之段影學說 (Mosaic Theory)；後復經愛司勒 (Exner) 等氏之修改，遂成爲解釋複眼生理較妥善之學說。昆蟲複眼，爲許多透明之小眼所組成，彼此平行排列，每一小眼之四壁，俱敷有黑色素，藉以隔絕各小眼間所受之光線，使彼此不相干擾；故各方面斜射而來之光線，悉爲小眼管壁之黑色素吸收無餘，每一小眼所能感受者，僅爲一點之平行光線，每點平行光線，均能傳帶一部分物體之影像。故積各小眼中各點之平行光線，卽足構成一完全之段影圖形 (Mosaic picture) 以映射於網膜上。

昆蟲對於所見影像之是否清晰，與小眼之數目、形狀及小眼外綠色素之分佈，與多寡，俱有關係。通常由較小較多之小眼，而得之影像，恆比由較少較大之小眼所得者爲清晰。小眼外綠色素之多寡，與分佈狀況，對於各小眼間所感光線之是否互相隔絕極有關係。複眼因無伸張配量之能力，以適合於所視物體之遠近；故所見及之範圍，亦僅在數尺距離以內。當視察距離較近之物體時，則需用較多之小眼，始克窺其全豹，故所得影像較遠視時爲清晰。專司夜視之複眼，其圓錐晶體之尖端概與感杆相接(第八十六圖)。

同時該體之周圍生有色素，故斜射之光線被其吸收，因此僅由水晶體尖端所透過之光線，始能達至感杆。如此構成之影像，稱爲正影 (Apposition image)。在夜視眼中，亦有圓錐晶體，不直接與感杆相連，其間爲一種透明之組織所間隔者。



第八十一圖 正影眼與疊影眼對於光線射入時之情形。

1——4 = 光源；

a = 正影眼； b = 疊影眼；

KKg = 圓錐晶體； Lg = 視神經葉。 RH = 感杆；

HS = 明處，該處色素較左邊暗處之色素稍為向後移長，
DS = 暗處，該處色素均移集於前端。

(After Weber).

此種小眼往往較長，其色素可前後移動，以適合外來之光線。當夜間光量微弱時，色素向前移動使圓錐晶體之尖端（即後端）呈透明狀，如此則隣近晶體所感受之斜射光線，可以由尖端透過，重複傳

至相隣小眼之感杆，因此每一感杆上所感者，除一點之平行光線外，更有同點之斜光線，由相隣小眼之圓錐晶體曲折傳入，此種影像，因係重疊各個光點而成，故名疊影(Superposition image)(第八十一圖)。當光線較強時，色素能向後移動，并包被於水晶體之尖端，使斜射光線無從侵入，藉以減少光量；但對於影像之清晰，毫無妨礙。意克司納氏(Exner)將預置於黑暗及光亮處之兩種昆蟲眼部，製成切片，觀察其色素，確有移動觀象，能成疊影之複眼，其唯一優點，即能適合於各種強度之光線，并能於黑暗中，觀察物體，而不減其清晰。

夜間飛翔之昆蟲，其複眼，往往具有一種反光的設備，稱之為反光層(Tapetum)，即在網膜細胞中，具有特殊之色素(Erythropsin, Zanthopsin)。同時在各網膜細胞之間隙，填以縱

行而充滿空氣之氣管，一般人認為複眼中已經感受之微弱光線，經氣管之反射作用，使之重入網膜細胞內，以增大其強度。

昆蟲中之複眼，有生成兩部者，其上部具有較大之小眼面，可以感受強度不同之光線，惟僅足窺探外界物體之動作，而不能得一清晰之影像，下部具有較小之小眼面，所感受之影像，非常明晰，足資鑑別棲息時之是否安全，又小眼面之大形者，可供夜視之用，小眼面之小者，為日間所必需。

根據近年各學者實驗之結果，昆蟲實有辨別光波，及顏色之能力，弗來許氏 (Von Frich) 云，蜜蜂能記憶與食物相聯結之顏色，冠英氏 (Külm) 云，因蜜蜂不能感應 650μ 長之光波，故不能見紅色，惟對於紫外線下 313μ 之光波亦能感覺。

5. 聽覺器 (Auditory organs).

許多昆蟲之雄者，既能發音，則雌者常備有聽覺器，藉起一種感應，雄蚊之觸角，有司聽覺之機能，曼袁氏 (Mayer) 將雄蚊置於顯微鏡下，同時在旁振擊音叉，則可見雄蚊觸角毛，所感之振動，是與音叉所發出之振蕩成正比例，蝗蟲類之第一

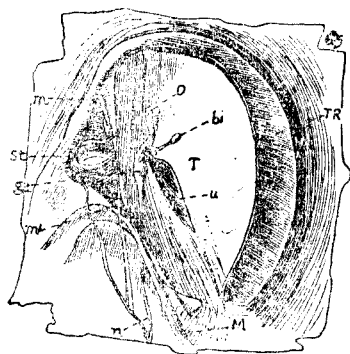


第八十二圖 蝗蟲在除去翅後之側面形。

t = 鼓膜。

(After Comstock)

腹節兩旁，有一鼓膜 (Tympanic membrane) (第八十二圖)，可以接受外界之聲浪，鼓膜薄，能振動，膜之內部 (第八十三圖) 有二小突起，及一



第八十三圖 一種蝗蟲第一腹節兩側鼓膜之內形。

T=鼓膜；TR=鼓膜四周之邊緣；

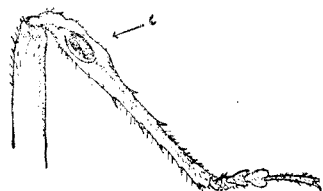
bi=水囊；o,u=角狀突起；

ga=莫來氏(Müller)器官；

n=聽神經；st=氣孔；

M=鼓膜之張筋。

(After Graber from Imms).



第八十四圖 螞蟥之前足。

t=鼓膜。

(After Comstock).

水囊 (Vesicle)。當鼓膜感受外界音波時，則起一種振動，此種振動由二小突起遞傳水囊內之液，而播及聽覺神經纖維，因此聲音得達於腦部。

螞蟥科 (Tettigonidae)、蟻、白蟻

與石蠹科 (Perlididae) 之聽覺器，位

在前足之脛節 (第八十四圖)。人蝨 (Pediculidae) 之聽覺器，在腿節，而在若干種之鞘翅目昆蟲則在跗節

第三節 肌肉系 (Muscular system)

昆蟲之肌肉，在胚胎時，為中胚層所生成，或無色或作灰色，其與翅相附者，常作橘棕色。昆蟲之肌肉，與脊椎動物肌肉相異之點，在昆蟲之筋纖維，不論屬於自制，或不自制者，(Voluntary and involuntary) 均有顯明之筋橫紋 (Cross striated) 與

環節動物(Annelida)之筋肉相較,則昆蟲之筋肉,不與體壁層相附着,而成爲一體皮筋肉管(Derms-muscular tube).

昆蟲之筋肉,能自制者,大都一端着生於比較堅牢之骨骼部,稱曰筋原部(Origin),別一端,則附着於能移動之器官,稱曰筋挿部(Insertion).有若干處之筋肉,則一端附着於體壁內陷之幾丁質腱(Tendon)如口部大顎筋肉之着生,即此例也.



第八十五圖 昆蟲筋肉之組織

A. 蜜蜂筋纖維之外形.

Sarl = 筋鞘;

Sar = 筋質;

Nu = 核;

Fbl = 筋條之內形;

B. 金龜子足筋纖維;

ZZ = 終橫隔(Telophragma);

C. 筋肉組織之示圖.

E = 終後區;

Fbl = 筋條;

H = 中間區;

J = 明帶;

M = 中橫際(Mesophragma);

N = 副帶;

Q = 暗帶;

Z = 終橫隔.

(After Snodgrass)

昆蟲筋肉既有顯明之筋紋(第八十五圖),而每一筋纖維,爲多數富有彈力性之縱行筋條(Sarcostyles or fibrillae)所成,每筋條具相交之明(Isotropic)、暗(Anisotropic)兩部,在明部之中間具一橫隔,稱曰克羅斯氏膜(Krouses membrane),各筋條相延接於此處,在兩克羅斯膜之中間,稱曰筋小節(Sarcomere),每一筋纖維之外,均圍以柔軟之筋鞘(Sarcolemma)。

昆蟲體軀上之筋纖維,有下列四大類。

1. 在無翅綱內之昆蟲,及其他昆蟲在幼蟲時期,筋條之四周圍以一層具有核之筋質(Sarcoplasm)。

2. 在甲蟲與其他昆蟲之足筋腹筋,筋條頗多;惟四周之筋質大爲減少。

3. 在膜翅目與雙翅目之成蟲,其筋肉呈圓筒形,筋條位在筋質之中央。

4. 蜜蜂及其他昆蟲之間接翅筋,具有粗大之筋纖維,且能彼此分離,惟筋鞘常缺,核則或在筋纖維之表面,或在中間,此種筋肉,附有氣管頗多。

昆蟲體內筋肉之分佈,在無翅亞綱(Apterygota)與下等之有翅亞綱(Pterygota)昆蟲,及其他昆蟲之幼蟲時期,演化較少,其數目則因種類而異,如鱗翅目之幼蟲,約具筋肉 2000 條左右,大多數昆蟲,胸翅發達者,其相連接筋肉之數目,亦爲之增多。

筋肉在昆蟲體內之分佈,大多左右相等,命名之方法,或

根據於各筋肉之功用,或指示某筋肉之筋原及筋插兩部之地位。

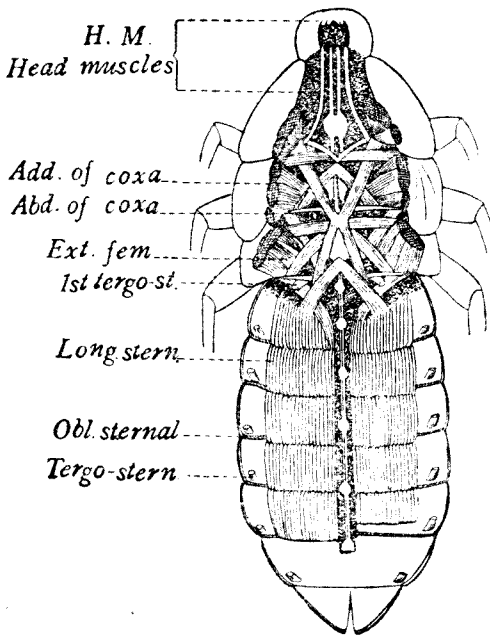
以下所舉之例,乃一種直翅目昆蟲 (Gryllus) 體內之主要筋肉。

一、頭筋 (Cephalic muscle).

頭筋之主要筋肉如下。

1. 頸筋 (Cervical muscle).

頸筋起於前胸與頸 (Cervicum) 而着生於幕狀骨,與後頭頂專司頭之運動,如舉頸筋,司頭上抬;下掣筋,司頭下移;轉頸



第八十六圖 蚱蟻腹壁所附着之筋肉。

H. M. = 頭筋;

Add. of coxa = 基節內轉筋;

Abd. of coxa = 基節外轉筋;

Ext. fem = 腿節伸筋 (Extensor);

1st. tergo-st = 第一背腹筋;

Long. stern = 縱行腹筋;

Obl. Stenal = 側腹筋;

Tergo-stern = 背腹筋;

中央之縱行白線為神經束。

(After Miall and Denny, from

Imms)

筋使頭可左右移轉等動作。

2. 口部筋 司口部各種之動作。

a. 上唇舉筋 (Levators of labrum)

起自前頭之中部而插入於上唇之基部爲舉上唇之用。

b. 上唇下掣筋 (Depressors of labrum)

起自頭髻(Head capsule), 止於上唇基部兩側之舉筋附着處司上唇下移之用。

c. 大顎內轉筋 (Adductor or flexor of mandible)

起自頭之上後兩部, 止於大顎基部內角之腱上, 體大, 爲舉轉大顎之用。

d. 大顎外轉筋 (Abductor or extensor of mandible)

起自後頭頂(Epicranium)之上側面, 而止於大顎外角之腱上, 爲外轉大顎之用。

e. 小顎內轉筋 (Adductor of maxilla)

起自幕狀骨中板之下面, 止於小顎之軸節(Cardo)與蝶鉸節(Stipe)之基部。

f. 小顎外轉筋 (Abductor of maxilla)

起自頭髻之後部, 而止於軸節。

口部之主要筋肉, 如上述六種外, 尚有下列諸筋。

g. 外葉內轉筋 (Adductor of galea)

起自蝶鉸節之基部, 而止於外葉(Galea)基部之內角。

h. 內葉之內轉筋 (Adductor of lacinia)

起自外葉內轉筋之附近，而着生於內葉基部之內角。

i. 下唇鬚之伸屈筋 (Flexor and extensor of the palpus)

共起自蝶鉸節，而各止於下唇鬚之內外兩角。

j. 下唇內轉筋。

此對筋肉，起自幕狀骨，而止於基片 (Mentum) 之外角。

k. 下唇外轉筋

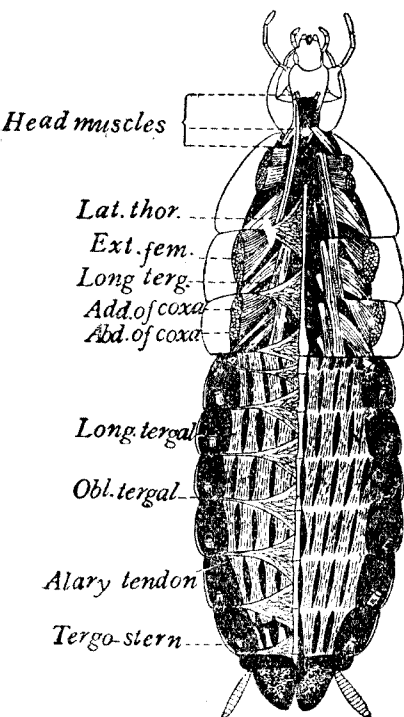
此對筋肉，共起自亞基片 (Submentum) 而止於基片之前緣。

l. 側舌之內轉筋 (Adductor of the paraglossae)

起自前基片 (Prementum) 而止於側舌之基部與兩側。

m. 中舌之內轉筋 (Adductor of the glossa)

此筋起端與上筋同，惟中



第八十七圖 蜉蝣背壁之筋肉。

所注部位之名稱與第八十八圖相同。
(After Miall and Denny from Imms).

止於中舌之基部。

n. 觸角筋

觸角筋有前伸、前屈、與下掣諸筋 (Extensor, Flexor, Depressor)，共起自幕狀骨而各止於觸角第一節基部之外、內、下

三面。

二 胸筋 (Thoracic muscle)

胸部筋肉有三種。

1. 縱走筋 (Longitudinal muscle)

此筋分背板縱走筋 (Tergal muscle)、腹板縱走筋 (Sternal muscle)。

2. 背腹筋 (Dorsal-Ventral muscle)

此種筋肉分以下二筋。

a. 背腹筋 (Tergo-Sternal muscles)

起自背片而止於腹片。

d. 背肢筋 (Noto-pedal muscles) 起自背片 (Tergum) 而止於足之基部, 可司足之運動。

3. 側筋 (Pleural muscles)

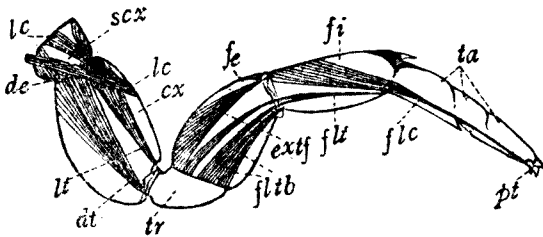
此筋共有四小組, 即側肢筋 (Pleuro-pedal)、背側筋 (Noto-pleural)、腹側筋 (Sterno-pleural)、腹肢筋 (Sterno-pedal) 司足部基節與腿節之運動, 及背片 (Tergum) 之隆起或下掣, 使所附屬之翅, 得上下移動。

4. 足筋 (Leg-Muscles) (第八十八圖)

足筋除背肢筋與一部之側筋能司足全部運動外, 更在各節尚有其他伸縮筋司各節之運動。

a. 基節筋

有短壯之筋肉三條, 即前屈筋 (Flexor)、外轉筋 (Abductor)



第八十八圖 一種衣魚(Thermobia)足筋之分佈。

Cx=基節；

de=迴轉節之下掣筋；

extf=脛節之伸筋；

fe=腿節；

flc=爪之屈筋； flt=跗節之屈筋；

fltb=脛節之屈筋；

Lc=基節之舉筋；

Lt=迴轉之舉筋；

Pt=前附節； scx=亞基節； ta=跗節； fi=脛節。

(From Imms after Ewing)

內轉筋 (Adductor)

b. 腿節筋

有腿節伸屈筋 (Extensor and Flexor)

c. 脛節筋

有脛節伸屈筋、前屈筋、起自脛節上部、通過各跗節、而終於爪之上緣。

三 腹筋 (Abdominal muscles)

腹筋分縱走筋 (Longitudinal muscles)、背腹筋 (Dorso-Ventral muscle)、側筋 (Pleural muscle)。

a. **縱走筋** 分**背部縱走筋**(Tergal muscles)、**腹部縱走筋**(Sternal muscles),起自背板或腹板而各附着於後面之環節,司腹部各節之運動,若背腹兩筋同時收縮,則腹部各節,如望遠鏡之內縮,若祇腹筋收縮,則腹部下彎,背筋收縮,使腹部上舉。

b. **背腹筋** 起自各節之背板,而着生於腹板,此種肌肉與側肌肉,共同司昆蟲呼吸之動作。

c. **側筋** 側筋有**腹側筋**(Sterno-pleural muscle)與**背側筋**(Noto-pleural muscle),前者起自腹板(Sternum)而止於側板或氣孔,後者則起自背板而附着於側板。

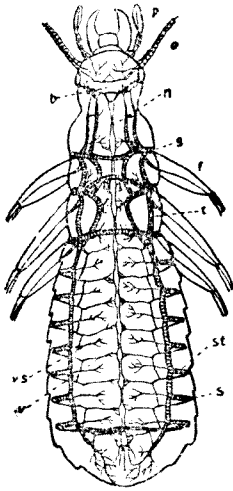
腹部肌肉,除以上所述外,尚有特殊之肌肉,為司外陰部與尾鬚之運動。

四 肌肉之收縮與筋力

昆蟲肌肉之伸縮力,與其體重,恆呈反比例,其力量殊足驚人聽聞,據柏刺度氏(Plateau)之試驗,知凡體小之昆蟲,能曳動較其體軀重五倍之物量,并知昆蟲體軀愈小,其曳動力亦愈大,如步行蟲能曳動較自己體重一七·四倍之重量,埋葬蟲為二四·四倍,蜜蜂(*Apis mellifica*)二〇·二倍,以之比人,則祇為·八六倍,而在馬祇為·五至·八三倍。

第四節 呼吸系(Respiratory system第八十九、九十圖)

大多昆蟲之呼吸,由體內之**氣管**(Tracheae)行之,氣管行



第八十九圖 昆蟲氣管之分佈。

a=觸角； l=腦； f=足；
n=神經索； t=管； s=氣孔；
st=氣管分枝； t=主要氣管幹； v=腹面分枝。

(From Folsom after Kolbe).

佈於體內，更分支達於附屬器官。最細之分支，曰氣管支(Tracheoles)大多氣管開口於胸腹各節之兩側，其開口處曰氣門(Spiracle or Stigma)。昆蟲行呼吸時，外界空氣即由氣門而入於體內之氣管，多數生活於水中之昆蟲稚蟲，或幼蟲，其氣門皆行封閉，以鰓(Gills)呼吸。有若干種陸生昆蟲之氣門，亦呈封閉，或竟消失，其呼吸則由皮膚行之。

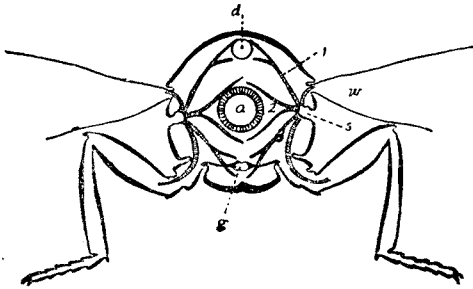
呼吸系，在昆蟲發生時之觀察，則導原於胚子之外層，外層向內陷進(Invagination)而成氣管。

向外突摺，則成呼吸鰓。在組織上，氣管與鰓均有角質層、真皮層、基底膜三層，與體壁之組織相同也。

一 氣門 (Stigma, Spiracle)

氣門為昆蟲體內氣管之口，普通位在胸腹之側膜上；但實際上，氣門着生之地位，差異頗多。在腹部之氣門，大多數在每節背腹兩板間之側膜上，惟在每節之或前或後，則因與每節所發生之關係而異。

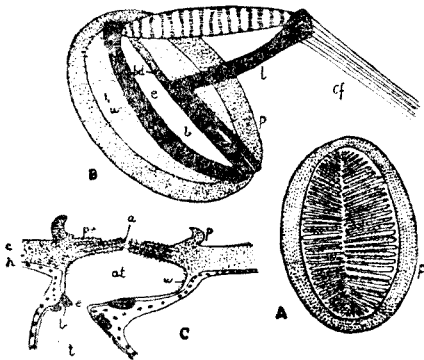
1. 氣門之個數



第九十圖 昆蟲胸部橫剖面。
 a=消化道； d=背血管； s=神經球；
 f=氣孔； w=翅； l=背氣管分枝；
 2=內臟氣管分枝； 3=腹面氣管分枝。
 (After Folsom)

一種金花蟲 (Leptinotarsa) 當胚胎時期,有氣門十二對,即在三胸節之兩側,各一對。前九腹節,各一對。但一般昆蟲之胚胎時期:氣門之在前胸與第九腹節者,常呈缺乏。在成蟲時期具氣門最多者為

一種缺跳蟲 (Japyx solifugus) 有十一對,而普通一般昆蟲之氣門恆為十對 (二對在胸部八對在腹部)。在獸蝨目 (Anoplura) 有七對 (胸一對腹六對),總翅目 (Thysanoptera) 之昆蟲有三至四對 (胸一對或二對腹二對),在半翅目中之介殼蟲科 (Coccidae) 則祇存二對,在直翅目有十對 (胸二對



第九十一圖 一種天蛾科 (Sphingidae) 幼蟲之氣孔。
 A.氣孔之側面形示閉瓣上之緣毛突起。
 B.除去閉瓣後之氣孔內面形。
 C.氣孔切面形。
 a=氣孔隙 (Spiracular aperture);
 at=腔; t=半月弓; o=角質部;
 cf=司氣孔開閉之彈筋;
 c=入氣管處; l=真皮;
 i=閉門桿; 1=瓣板;
 p=閉瓣上緣之毛突起;
 w=腔壁; t=氣管。
 (After Imms)

腹八對), 鱗翅目有九對(胸二對腹七對)。

2. 氣門之構造與開閉。(第九十一圖)

氣門外面之四周, 圍以**圈板**(Peritreme)內有**腔**(Atrium)並**閉鎖器**(Closing apparatus)。閉鎖器, 與若干條筋肉相連接。近氣門處, 有**滑門腺**(Peristigmatic glands), 常分泌一種液體, 或其他分泌物, 以保護氣門各部之着濕。

氣門之構造, 變異極多, 即同在一蟲體者, 在胸腹兩部亦有差異。克倫權氏(Krancher 1881)曾根據氣門之有無閉瓣(Lips), 分二大類, 曰**有瓣類**與**無瓣類**。而在有閉瓣之氣門類下, 仍有極多之變異。

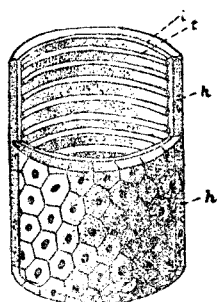
氣門之開閉, 由於**氣門瓣**(Valve)及所連接之筋肉營之。在雙翅目幼蟲氣門之閉, 由於環紋筋之收縮。但在鞘翅目鱗翅目與其他昆蟲之氣門開閉, 尙有其他較複雜之組織。在**鍬形蟲**(Stoge-Beetle)之氣門, 有一**半月弓**(Crescentic bow)環於氣管之半面, 而在氣管其他之半面環以**閉門桿**(Lever), 與**閉門帶**(Band)。此三幾丁質片, 相互延接, 呈一圈狀, 環於氣管之周圍, 別由一**閉門筋**(Closing muscle)連接閉門桿與帶。當筋肉收縮時, 則閉門桿, 向閉門帶之一端下傾, 使閉門弓, 向桿與帶曳引, 致氣管閉合。如筋肉弛緩, 則氣管因彈力性而開放。

二 氣管與氣管支 (Trachea and Tracheoles)

1. 氣管

氣管爲富彈力性之管, 滿充空氣, 作銀白色。在胚胎時, 爲

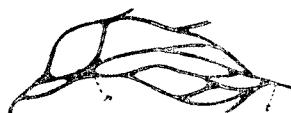
外胚葉，向內積折而成，管之最內層，爲幾丁質之**內膜**(Intima)，此層，直接與體壁之角質層相連接，內膜之內側，環以連續之螺旋絲(Taenidium)，管之外層，具有多角形細胞組成之扁平皮膜(Pavement epithelium)，螺旋絲之功用，在使氣管擴張，俾空氣得以內達。(第九十二圖)



第九十二圖 昆蟲氣管之構造。

h=氣管之真皮細胞； i=內層；
t=螺旋絲。

(After Folsom)



第九十三圖 一種毒蛾(Porthetria dispar)絲腺上氣管小枝之網狀構造。

h=氣管周圍膜 t=氣管小分枝。

(From Folsom after Wistinghansen)

2. 氣管支

氣管之分支，細弱柔軟，稱曰**氣管支**(Tracheoles)。各氣管支之末端，成毛細管狀，相互延接，呈爲網狀，內部並不貯藏空氣，祇充以一種液質。氣管支具(1)**氣管周圍膜**(Peritracheal membrane)，此膜廣佈於管基部之間，形如網狀。(2)**幾丁質之內膜**而無螺旋絲。(3)**過渡細胞**(Transition cell)。氣管支由此種細胞，得與氣管相接。

氣管支爲昆蟲呼吸時重要之器官,因所吸入之空氣,藉此而得佈達於昆蟲體內各部也。

在鱗翅目與積翅目昆蟲,氣管支穿入唾液腺細胞內,並深入神經球及筋肉纖維間,又在消化系,麥氏管及生殖系處,均能發現氣管支之分佈。

三 昆蟲呼吸系之模式 (Types of Respiratory system)

昆蟲呼吸系,在形態上,有三種模式。

I. 有門式 (Holopneustic type)

此式較爲原始 (Primitive), 所具氣門,均開口,着生於中後兩胸節,及腹部之第一至八節,大多數昆蟲及膜翅目之有刺類 aculeate,鞘翅目中之偽螢 (Lycinal) 幼蟲時期,均具此式。

II. 半門式 (Hemipneustic type).

此式由有門式演化而成,其特徵在有若干對氣門,均行封閉,昆蟲之幼蟲時期,大多具此模式,因氣門分佈之不同,尚有下列各名稱。

1. 環狀氣門式 (Peripneustic).

氣門列於體之兩側,在前胸與腹部者爲開,在生翅之胸節者則閉,具此式之氣門者,如脈翅目,蠍蟲目 (Mecoptera), 鱗翅目,膜翅目等之幼蟲。

2. 兩端氣門式 (Amphipneustic)

此式僅前胸與腹部末節之氣門爲開口,如雙翅目中之幼蟲。

3. 前氣門式 (Propneustic)

僅前胸氣門開口,蚊科(Culicidae)之蛹具之。

4. 後氣門式 (Metapneustic)

僅腹部最後一對之氣門開口,蚊科大蚊科(Tipulidae)之幼蟲屬之。

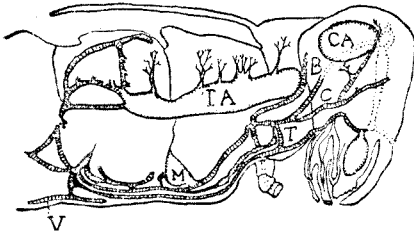
III. 無門式 (Apneustic type)

此式氣門或封閉,或消失,呼吸由體皮之滲透(Osmosis)作用行之,如彈尾目及寄生蜂之幼蟲(體內寄生者)等是。

四 呼吸器官之變異

昆蟲因所居之環境不同,而呼吸器官遂有種種之變異。

1. 空氣囊 (Air sac) (第九十四圖)。



第九十四圖 一種蝗蟲(*Dissostera carolina*)在頭胸部之氣囊。

TA=胸氣囊; CA=背氣囊; M=後胸氣囊; T=胸前氣管; C=中前氣管; B=上前氣管; V=下行氣管。

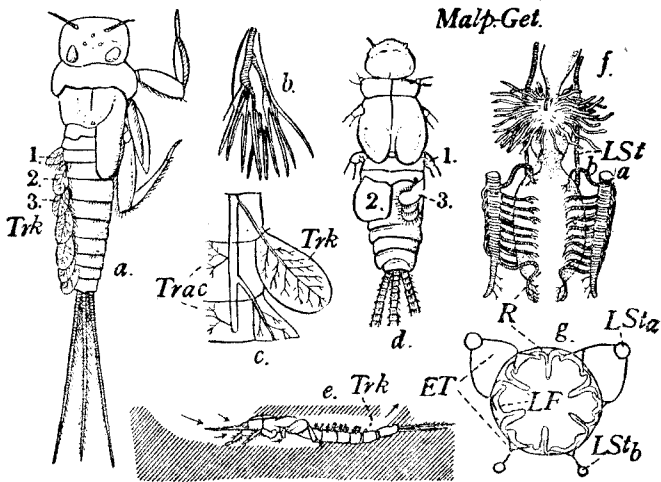
(From Uvarov after Vival).

習於飛翔之昆蟲,其氣管在體之各部,往往膨脹而成空氣囊。氣囊之組織頗柔軟,無螺旋絲。某種蝗蟲(*Melanoplus*)之胸部,有大氣囊一對,腹部更有五對,皆由氣管擴大所成。而筋肉間,更有多數之小氣泡之分佈。在家蠅

(*Musca*)與蜜蜂(*Apis*)、彈蜂(*Bombus*)體內,均有極多之氣囊。

氣囊在昆蟲體內,能稍增體積,當飛翔時,可減低體之比

重 (Specific gravity). 故氣囊發達之昆蟲, 飛翔則較速, 飛翔速,



第九十五圖 數種氣管鰓形(Trk).

a—c蜉蝣之稚蟲。

f—g蜻蜓之稚蟲。

a. *Heptagicauda longicauda*, 背面形, 左邊有翼狀之氣管鰓, 右邊之氣管鰓已除去。

b. *Leptophlebia fusca* 鰓之脂狀分枝。

c. 兩個氣管鰓之氣管分佈。

d. *Tricorytus Z* 在背面形, 右邊第二鰓已除去。

e. *Ephemera vulgata* 之稚蟲, 潛居於穴內形, 示由氣管鰓所生之水流方向。

f. *Aeschna* 稚蟲之後腸一段, 和氣管之分佈。(After Oustalet).

g. *Austrogomphus* 稚蟲直腸橫切面。(After Tillyards)

ET=司出氣管; R=直腸;

Trk=鰓,

Trac=氣管支; Malp—Gef=麥氏管;

LST=直行氣管; LF=直腸壁上之長摺, 在此摺內有直行氣管之分枝。a, b, d after Vayssiere; c after Palmen; e, after Sule And Zavil (From Weber)

則翅筋之運用愈甚,因此呼吸之速度亦增加,而氣囊與氣管內常蓄有多量之空氣,以供體軀各部之用。

2. 氣管鰓 (Tracheal gill)

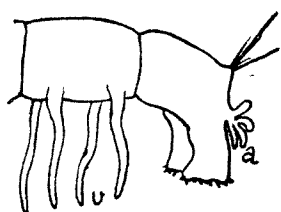
水棲昆蟲之幼蟲、稚蟲或蛹,攝取空氣時,以鰓代氣管。鰓形扁平,或作線狀,中空,為體皮外折而成,內密佈氣管與氣管支。普通着生於腹之兩側及末端。在胸頭部者,頗少。蜉蝣稚蟲之氣管鰓,或作線形,或作扁平形,常附生於腹側之前七節。而積翅目中積翅蟲科昆蟲之胸部,亦具成對之氣管鰓。豆娘稚蟲之氣管鰓,在腹部末端,呈三片葉狀之副器。數種鞘翅目中之昆蟲,如豉蟲 (*Gyrinus*) 在稚蟲時代,亦具氣管鰓。鰓之外膜極薄,密佈多數氣管,水中氧氣,由此薄膜,得透達氣管內。

蜉蝣之稚蟲,在水中時,恆藉鰓之鼓蕩,使蟲能在各處移動。

蜻蜓稚蟲之鰓,位在直腸內 (第九十五圖),故稱直腸鰓 (Rectal gill)。此種直腸 (Rectum) 具有多數之摺皺 (Papillae), 內密佈氣管之分支。當肛門開張,則水流入直腸內。氣管分支,藉以攝取水中氧氣。稍定片刻,水復壓出於外,而同時蟲體因此而向前推進。此種呼吸,又稱直腸呼吸 (Rectal respiration)。

3. 血鰓 (Blood gills) (第九十六圖)

血鰓普通作管形,無氣管之分佈,因鰓內常充滿血液故名。血鰓亦為攝取水中養氣之工具。在毛翅目 (*Trichoptera*) 幼



第九十六圖 一種 孑 (Chironomus) 幼蟲腹部下面之血鰓(v)
(After Imms)

蟲之尾端,有指狀之血鰓,四至六個,雙翅目之搖蚊 (Chironomus) 血鰓頗為發達,就中有若干種之搖蚊,其末尾第二節,具腹血鰓二對,在尾端更有一堆短而分支(四支)之尾血鰓。衣魚目 (Thysanura) 之腹囊

(Eversible sacs), 有人云,為血鰓之變形。

五 昆蟲呼吸之生理

昆蟲呼吸之生理不單獨為外界氧之穿入體內各組織細胞,並與血液中所運流之脂肪、單糖、氨基酸,均相互聯結,發生熱能(Heat-energy)供昆蟲之活動,其他如體內二氧化碳之排泄,亦為呼吸中重要之工作,依昆蟲之生活狀況,呼吸有下列二種:

a. 無空氣呼吸(Anaerobic respiration), 有若干種昆蟲能在無氧之環境下生存頗久,此時大概呈不活動狀態,體內之廢物,如乳酸等,則積聚於血中,因此血之酸度驟形增高,新陳代謝雖仍繼續進行,惟極為微弱,體內熱力之供給,則藉於各組織內動物澱粉(Glycogen)之分解,生活於哺乳動物界內牛蠅(Gastrophilid flies)之幼蟲,由是式呼吸而生活,有人解釋此種幼蟲久在無氧境內,體中積有一種缺氧物質,當一入有氧境內,吸氧之速度有時驟形增高,在完全

變態昆蟲之蛹期，吸氧速度先呈遲緩後呈增速（在成蟲器官形成時），血酸度之反應，亦隨之而增加，二氧化碳之排出則呈低落，此或為蛹之初期呈無空氣呼吸，體內亦暫時積有缺氧物質而後增速吸氧也。普通幼蟲，在成熟時期，體內積聚多量之動物澱粉，至幼蟲孵化為成蟲，後此種動物澱粉均被用罄，故動物澱粉為無空氣呼吸動物體內熱能之原料。關於寄生蜂或寄生蠅幼蟲，體內氧之來源，有人解釋，由寄生血液中瀰散而來。寄主因具有氣管，故血中所含之氧較寄生蜂幼蟲內所含者為多，因此寄主血液內之氧（高壓）由瀰散作用，而達於寄生蜂幼蟲之體內（氧之壓力較低）此種呼吸又稱**皮膚呼吸**（Cutaneous respiration）。在許多無翅亞綱中之昆蟲，其呼吸亦由體皮行之。

b. **大氣呼吸**（Aerobic respiration），生活於大氣內之昆蟲，呼吸由氣孔及氣管行之，呼吸之動作，由於腹部之伸縮。當司腹部伸縮之肌肉收縮時，則背腹兩片（Tergum and Sternum）隨之而縮，當弛緩時，則背腹片因彈力而恢復其原狀。腹部之一伸一縮，空氣得由氣門出入蟲體。

空氣由氣門而入氣管，當吸氣之後，氣門即封閉片刻，然後將氣呼出。惟行呼出收縮之最先結果，為壓迫貯藏於氣管內之空氣，深入於各分支，及後氣門開放，使氣管內所留之二氧化碳（ CO_2 ）得以外達。空氣由氣門而入氣管，更由氣管支端之瀰散作用而達於各組織間，氣管支端為半滲透性，因毛細

管之作用能吸凝着(Absorb)組織液(Tissue fluids)。當昆蟲活動時,組織液內可產生乳酸及其他物質,同時組織液之滲透壓,亦因而增高,氣管支內之液汁,將被吸凝,因此空氣得向活動之組織處而深達於氣管支內。在昆蟲胚胎時期,此種組織液(內中含有溶解之空氣)充滿於新成之氣管系內,當氣管系漸形發達,大幹氣管部之角質(Cuticula)對於液體不能滲透,而一部分氣管內之空間(Space)亦爲之而增大,由是氣管內組織所受之壓力亦因而減少,因此液體得以長留於氣管內,其餘之液體則被氣管末端所吸凝。故幼蟲雖在卵內,體內,氣管中已呈充滿空氣也。

昆蟲呼吸運動之反應(Reflex),並不集中於一處。在胸腹部神經束之每一神經球,乃爲每節呼吸之中心,呼吸交替之速率,因昆蟲生活之時期,及溫度之高低而異。在雙翅目蛹之呼吸率最低,在成蟲則較幼蟲爲高。溫度降至攝氏 45° 以下,則呼吸率漸形低落。皮許里氏(Bütschli)云,蜚蠊在溫度 $32^{\circ}(c)$ 時所呼出之二氧化碳,較在 $3^{\circ}(c)$ 時,多十七倍。筋肉之運動,亦與呼吸有深切之關係。紐百得氏(Newport)觀察一種彈蜂(*Bombus terrestris*)於暴動情形之下,每小時當溫度 $60^{\circ}F$ 時,所呼出之二氧化碳,較在靜止情形時,多二十七倍(溫度爲 $59^{\circ}F$ 相差極微)。

關於二氧化碳排出於體外之方法,最近研究結果,大半由氣管而外出,由體皮薄弱處而瀰散於外者,占25%,有人以

爲麥氏管與脂肪體 (Fat-body) 內之碳酸鈣 (Calcium carbonate), 乃由血液內之二氧化碳中和而產生。昆蟲體內二氧化碳排出之量, 較所吸入之氧量爲少。此兩種氣, 在昆蟲體內瀰散之速度, 大概與兩氣密度之平方根成比例。

水生昆蟲之氣門, 均行閉塞, 其攝取水中空氣之方法, 或由薄膜之鰓。若無鰓者, 則由體壁行之。當昆蟲在水中時, 氣管內所含空氣之氧氣量, 較在水中者略低, 而所含之二氧化碳, 較與體相接之水中者稍高, 或竟相等。因此水中所溶解之氧, 得透入蟲之體壁, 而入氣管。水中之氧, 既入氣管後, 則由體之行動, 與氣體之瀰散作用, 達至氣管支, 再傳入組織內之原生質 (Protoplasm) 與血中。

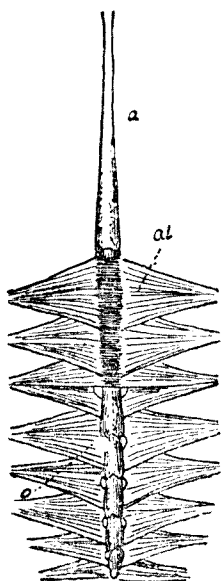
惠靈格林氏 (Wallengren) 云, 蜻蜓稚蟲體內之二氧化碳, 大多由鰓與體皮而達於外, 入氣管者, 祇一小部耳。

第五節 循環系 (Circulatory system)

昆蟲之循環系, 除背管 (Dorsal Vessel) 外, 並無其他一定血管。所有血液, 先循行於體腔各部, 後復流入於背管。故背管一如脊椎動物之心臟, 亦爲昆蟲血液鼓動之器官。昆蟲循環系之主要部如下:

一 隔膜與血腔 (Diaphragms and sinuses 第一〇一圖)

昆蟲若具完全之隔膜者, 則其體腔由二片筋纖維之隔板, 分爲三血腔 (Sinuses)。



第九十七圖 一種鋸形蟲 (Lucanus) 之背血管; a=動脈; al=翼筋; c=穿口。

(From Folsom after Straus Dürckheim)

1. 背隔膜 (Dorsal diaphragm)

背隔膜為主要之隔板,位在消化道之上方,穿過腹腔而成一背血腔(Dorsal or pericardial sinus),背血腔位在腹部背部(Terga)之下面,內藏心臟。

2. 腹隔膜 (Ventral diaphragm)

腹隔膜位在腹神經球之上方,穿過腹腔而成腹血腔(Ventral or perineural sinus),在背腹兩血腔之間,具一巨大之腸血腔(Visceral sinus),內藏主要之內臟器官。

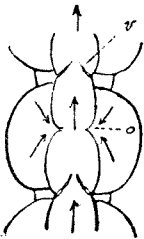
3. 翼筋 (Alary muscle) (第九十七圖 al)

翼筋起自背片,如扇形之分佈於背隔膜之表面,其功用能助心臟之搏動,在彈尾目、雙翅目之幼蟲及獸蠱目 (Anoplura) 之翼筋,着生於心壁上 (Walls of heart),此種肌肉之數目不等,視心室之多少而定。

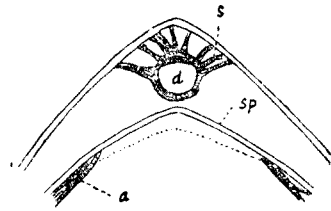
二 背管 (Dorsal Vessel)

背管位在體皮之下,消化道之上,乃一極輕之縱行管,管

之後部常封閉,而開口於前端,全體分爲兩部: 1. 心 (Heart) 或稱鼓動器 (Pumping organ) 2. 動脈 (Aorta) 或稱導管 (Conducting Vessel).



第九十八圖 一種蜻蜓 (Ephit-heca) 稚蟲心臟之一部, C=瓣口; v=瓣, 箭頭示血液運行之途徑。
(Fom Folsom after Koebe)



第九十九圖 一種蚱蜢 (Oedipod) 圖心腔之橫切面。
a=臍腔; d=背血管; s=瓣筋;
sp=隔膜。(Fr. om Folsom after Graber)

1. 心(第九十八九,十九圖)

心在背血腔 (Pericardiol sinus) 內,質極柔軟,在幼蟲時期,祇爲一單管,在成蟲則有若干心室 (Chamber),每心室之兩瓣有瓣口 (Ostium),在原始昆蟲之心,在每胸節,各具一心室,在腹部除末節外,各節亦具心室一個,但一般昆蟲腹部之節數,互有增減,因此在腹部之心室,亦多少不一,蜚蠊 (Periplaneta) 之心室,有十三個,在一種衣魚 (Japyx) 則有十個,家蠅 (Musca) 祇有三個,而有數種昆蟲,其心室祇存一個。

心室之組織,爲一單層之細胞,內具有大形之核,此層細胞,在內外兩面,圍以柔軟之膜,當血自側瓣口流入心內後,因心壁之向前收縮,使血前行,瓣口之一端,生有心瓣 (Auricular

valve), 其功用乃為阻止血液之倒流。

2. 動脈 (Aorta)

心之前端部為動脈,與心連接處,有動脈瓣 (Aortic Valves). 動脈較細,行經胸部,而達於腦.在普通一般昆蟲,動脈行至近頭部時,分為二支,稱曰前動脈 (Cephalic arteries), 每支更分為多數之分支 (第一〇〇圖)。

鼓蕩血液,除背管而外,尚有其他副鼓動器. (Accessory pulsatory organs). 此鼓動器官,作囊狀形,分佈於體之各部.能單獨鼓動心臟.白羅吉氏 (Brocher 1919) 觀察豉蟲 (Dytiscus) 之胸部副鼓動器,位在中後胸背片之下面,在一種天蛾 (Protoparce) 之中胸背部鼓動器,頗為發達.直接與動脈之分幹相接.在半翅目之足部,有特殊之鼓動器.鱗翅目與一種蜚蠊觸角之基部,具有一種所謂鼓動泡 (Pulsatile Vesicle)。

三 血

昆蟲之血,循流於體腔之內,并深入及於各副器 (Appendages) 及翅脈之孔道。

血內大多為血漿 (Plasma), 在血漿內,有無數無色而具變形蟲式之兩種血球,即變形細胞,與染色白血球 (Amoebocytes and Chromophil leucocytes). 此外又有各種溶化物,脂肪球,脂肪細胞,筋肉殘屑等.有時更有細菌及動物寄生物等之發現.變形細胞,體積頗小,具核者直徑約 6—30 μ . 靜止時呈針狀,或冠狀.活動時作變形蟲狀,用蒞胺 (Anilin) 染之不易着

色。染色白血球形圓而微扁，不論在靜止或活動時，有短形僞足之發生。核大，用蕃胺染之，着色極為顯著。依其功用，可分為下列五型：

(a) **分泌染色體** (Secreting chromophils). 其特徵，在細胞之一端，生有頂塊 (Terminal mass)，及少數僞足。在全部染色體之數目中，占 $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{2}$ 。細胞上之頂塊，內含有能溶解細胞及其他物之酵素，并能脫入血漿中，故其信分泌染色體，有分泌功用。

(b) **傳遞染色體** (Transporting chromophils). 其特徵在體之外圍，附着多數小脂肪泡，其功用或能移帶脂肪，在全部血球中約占三分之一。

(c) **食球染色體** (Phagocytic chromophils). 其特徵，在細胞內，充滿微小組織之殘屑，其形小者一如傳遞染色體。大者，形圓而扁，多見於幼蟲脫皮之後。

(d) **腸球體** (Splanchnocytes). 在染色體中，其形最小，染色亦較其他各型為深。細胞內不含有被吞之食物。在外面亦不附着脂肪球，其功用或為彌補腸管內層，及皮層上層皮細胞之消耗。

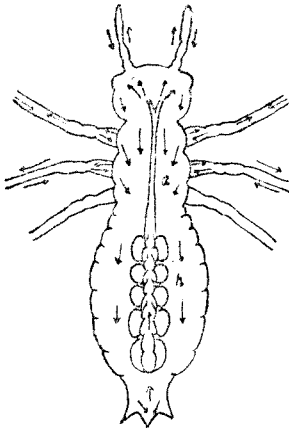
(e) **退化白血球** (Degenerating leucocytes). 多見於初化成之成蟲血內。此種白血球，或由衰老之白血球乾縮而成，細胞內之核，成破散形，細胞質染色後作塊狀。

以上所云各種血細胞，並不均流行於血中，在事實上，大

多數黏着於與血腔相接觸之組織表面，在背管之兩側，亦有積聚（即為食球器官 Phagocytic organs）。大概言之，血細胞之功用不一，或能消毀侵入之細胞，或能彌補皮膚上之傷口，包圍血液中之異體及寄生蟲物，使與血球不相接觸，或能使體內各器官間之結締組織膜結合傳遞腸內之脂肪，而入各組織中，清潔血液，掃除血所積之筋肉殘屑。血漿內水分約占75%，微呈酸性反應，含有二種溶解體，即(a)久存組織、(b)暫留組織。在久存組織內有(1)凝結素 (Coagulin)、(2)纖維原 (Fibrinogen)、(3)酵素、(4)色素。凝結素為核蛋白 (Nucleoprotein) 能助血液之凝結；有人云或由血中變形細胞所產生，其功用一如哺乳動物血中之凝血酵素 (Thrombin)。纖維原，在血漿中呈溶解之蛋白質狀，當血液與空氣接觸時，纖維原與凝結素相合而成不溶解體之纖維體 (Fibrin)，能使傷口得以凝結。酵素在血液中之功用，此時尚少報告。色素在昆蟲血液中，其型不一；屬於非淡色素類者，有蘿蔔紅質 (Carotins)，及蘿蔔紅質化合物 (Carotinoids)，具有此種色素之血液，昆蟲則呈黃、橘紅色，其來源，由於昆蟲所食植物中之蘿蔔紅質，或由於被食昆蟲之血（此種昆蟲血中，有蘿蔔紅質）。如一種馬鈴薯甲蟲 (Leptinotarsa) 血內之深紅色，則來自馬鈴薯葉。同時有一種食蟲椿象 (Perillus bioculatus)，以上述之甲蟲為食，因此血中呈黃紅色。昆蟲之呈綠色者，則由於所食之葉綠素。此種昆蟲血內之葉綠素，或為 Chlorophyll- α 、Chlorophyll- β 、Xanthophyll

(葉黃色)三種色素所合成,黑色及棕色則由於血中酪氨酸(Tyrosine)與二氧化苯阿拉林(Dioxyphenylalanine)發生相互作用而成之**黑蛋白**(Melanin)所形成,酪氨酸與二氧化苯阿拉林,原皆無色,其發生作用,係賴於昆蟲血中之兩種酵素,即酪氨酸酵素(Tyrosinase)及獨怕氧化酵素(Dopaoxidase),有人在昆蟲血中發現**脂肪色**(Lipochromes),而**蘿蔔紅質蛋白**(Carotinalbumens),在許多古翅類(Palaeopteroid)及積翅類(Plecopteroid)昆蟲之血液中,能現粉紅、紫、綠色。

昆蟲血液中之**血色素**(Hoemoglobin)雖少,但在一部分蛺蝶(Vanessa)翅部表皮上之紅、黃色均由此而變成,在搖蚊



第一〇〇圖 一種蜻蜓
(Ephemerella) 稚蟲血液運行之途徑。a=肺脈; h=心臟。
(From Folsom after Calbe).

(Chironomus)幼蟲之血內,亦有血色素之存在,故其體作紅色,含銅質之色素即**血藍素**(Haemocyanin),在昆蟲血中亦曾發現。

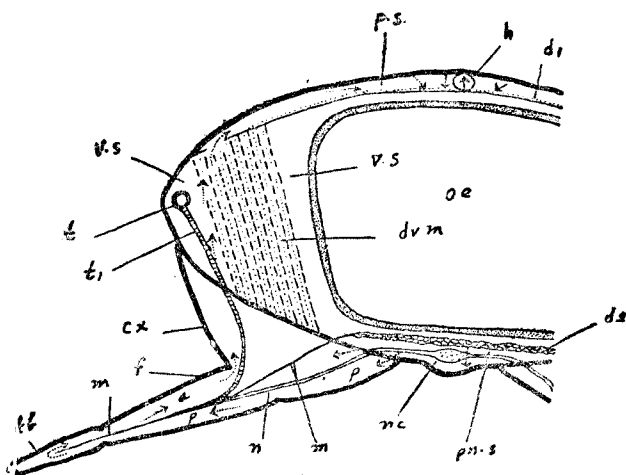
血全部之主要功用,在將消化所得之養料運輸至體軀各部,并傳遞水分,無機鹽類,有機食料,廢棄物質及二氧化碳。

有若干種昆蟲,一遇外敵則伴作死狀,並在足部腿脛節間,或在體

*氧化後之生成物爲 Melanine

之其他關節處,將血射出,此種血往往具毒性,或苛性(Caustic)及其他性質,其目的在逐走敵害,在鞘翅目之地胆(Melöe)、擬螢(Cantharis)與半翅目,直翅目中之昆蟲,均有是種本能,多數之蚜蟲(Aphids)能從蜜管(Cornicle)內,將血排出。

四 血之循環 (Circulation of the blood)



第一〇一圖 一種蜚蠊(Periplaneta)胸部之橫切,示隔膜與血腔及血行之路徑,黑線箭頭示血向頭部流行之方向,點線箭頭示血之橫流。

h=背管; d=背隔膜; p. s.=背血腔; oe=食道;
v.s.=腸血腔; dvm=背腹肌肉; t=側氣管;
tt=足氣管; dz=腹隔膜 pn.s.=圍神經血腔(Perineural sinus); nc=神經索; n=行入足之神經;
d=背隔膜,在足內之空穴由肌肉或隔膜(m)分爲前血腔(a)及後血腔(b)
神經之在足部腿節及回轉者則與隔膜相黏着。
CX=基節; tt=脛節與跗節。

(From Imms after Brocker)

昆蟲循環系中心爲主要之鼓動器，心因受附着筋肉之引動，致心行一種有**循序之收縮**(Rhythmical contraction)。心有若干心室，室之鼓動，自後而前，相互連續，起伏如作浪形。當心室擴大時，則背血腔內之血自瓣口而進，同時**心瓣**(Ventricular valve)則行封閉。當心縮時(Systole)，此瓣則開，而血得流入前室，同時瓣口則行封閉，如此可阻血之還流於背血腔(第一〇〇、一〇一圖)。

血在背血管內，前行及於頭之觸角窩，更回流至體之兩側，穿過腹血腔轉入背血腔，然後經瓣孔而復歸背管。白羅吉氏(Brocher)云，**背鼓動器**(Dorsal pulsatory organs)司血在足、翅脈、及胸筋間之循行。氏認爲天蛾(Protoparce convolvuli)之**中胸背鼓動器**(Mesotergal pulsatile organs)對於射血功用，較心更爲重要。

血之循環，除由鼓動器外，背隔膜之上下運動，亦可助血流歸至背血腔內。

昆蟲因呼吸而筋肉收縮，同時亦能助血液之循環。蜻蜓、蜉蝣、甲蟲及鱗翅目內之昆蟲，當成蟲初化成時，翅尙未乾，血液能隨氣管而及於翅，及翅乾後，該部之血即停止流通。

血液循環之速率，因昆蟲之種類而異。家蠶幼蟲，在平常溫度中，每一分鐘血流行46—48次；在蛾期爲36—40次。溫度降至8°—10°C時，則血之流行每分鐘自30—40次，降至6或8次。

昆蟲在幼蟲時期,各齡(Instar)血流之速率亦有差異,下表爲一種天蛾(*Sphinx ligustri*)幼蟲各齡血流之速率。

| | |
|--------|-----------------|
| 第一次脫皮前 | 82—83 (每分鐘血行次數) |
| 第二次脫皮前 | 89 |
| 第三次脫皮前 | 63 |
| 第四次脫皮前 | 43 |
| 第五次脫皮前 | 39 |
| 蛹 | 22 |
| 冬眠時 | 10—12 (幾停止) |

第六節 生殖系 (Reproductive system)

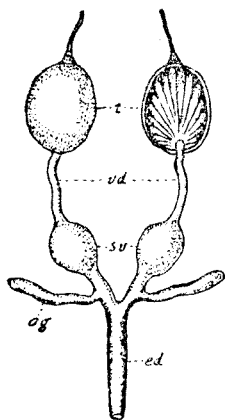
昆蟲爲雌雄異體之動物,生殖系之主要部分,在雄爲一對**睪丸**(Testis)及一對**輸精管**(Seminal ducts),在雌爲一對**卵巢**(Ovaries)及一對**輸卵管**(Oviducts),原始昆蟲(蜉蝣目亦然)之輸卵管與輸精管各分別開口;但在其他較高等之昆蟲,則左右兩管,共入於**交尾腔**(Vagina在雌)或**射精管內**(Ejaculatory duct在雄),雌性之交尾腔,普通開口於腹部第八節**腹片**(Sternite)之後,而雄性射精管之開口處,大部在第九節之腹片上。

凡雄者之睪丸輸精管,及雌者之卵巢,輸卵管,附屬腺等,恆稱爲**正生殖器官**(Primary reproductive organ),而雄之陰莖,雌之產卵管,則爲**次生殖器官**(Secondary reproductive organ)。

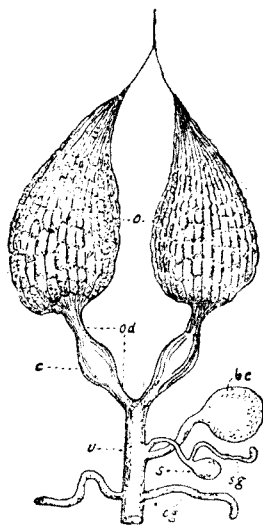
又凡體內雌雄性之不同更有稱之曰正性特徵(Primary sexual character),而蟲體因雌雄性之不同致在外有體形大小之差,醜美之別,色彩之有無等,凡此皆稱次性特徵(Secondary sexual character).

一 生殖器官 (第一〇二,一〇三圖)

昆蟲之雌雄性生殖器官,其部分彼此可以相互對照,如下表所示:



第一〇二圖 昆蟲之雄性器官; t =睪丸;
 ed =射精管;
 sv =貯精管; og =睪丸;
 vd =輸精管.
 (After Comstock).



第一〇三圖 昆蟲之雌性器官.
 c =卵巢; od =輸卵管; s =卵管;
 v =交尾腔; s =受精囊; bc =交尾囊;
 sg =受精囊腺; og =附屬腺.
 (After Comstock)

第五表 昆蟲雌雄性生殖器官各部對照表

| 雄 | 雌 |
|------------------------------------|-------------------------|
| 睪丸 (Testis) | 卵巢 (Ovaries) |
| 輸精管(Seminal ducts Vasa deferentia) | 輸卵管(Oviducts) |
| 射精管(Ejaculatory duct) | 交尾腔(Vagina) |
| 貯精管(Seminal vesicle) | 受精囊(Seminal receptacle) |
| 附屬腺(Accessory gland) | 附屬腺(Accessory gland) |
| 交尾器(Genitalia) | 產卵器(Ovipositor) |

1. 雄性生殖器

雄性生殖器之主要部,分爲睪丸、輸精管 (Vas deferens or Seminal ducts)、交尾器或稱陰莖 (Penis)。

a. 睪丸

在無翅亞綱昆蟲之睪丸,其形狀與大小,酷似卵巢,但在大多數昆蟲,睪丸往往較卵巢爲小,其位置或在消化道之兩側上面,或在後面,而有時竟在消化道之腹面,每個睪丸,略形橢圓,內含若干睪丸小胞(Follicles or lobes),睪丸小胞在一種衣魚(Lepisma),有三或四對,在一種人蝨(Pediculus)有二葉,在無翅亞綱昆蟲,則呈一簡單之囊,各睪丸小胞,圍以一層皮膜(Epithelium),此膜與基底膜相接,內藏生殖細胞及其他變形物,生殖細胞在小胞內,其成熟之程度不等,因此小胞可分爲下列四域(第一〇四圖)。

甲 生殖室 (Germarium)

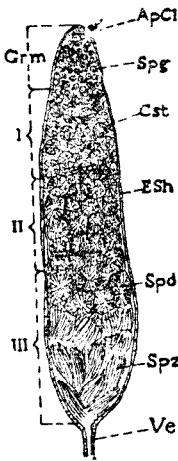
在小胞之頂端,含有原生殖細胞(Primary germ cells)或

精原細胞 (Spermatogonia).

乙 生長域 (Zone of growth)

在生殖室之下為生長域精原細胞,在此域內,體積增大,發達而成第一及第二精母細胞 (First and second spermatocytes).

丙 分裂與減數分裂域 (Zone of division and reduction)



第二精母細胞在此域內行分裂而成精子細胞 (Spermatids).

丁 變換域 (Zone of transformation)

在此域內,精子細胞,變成精子 (Spermatozoa)

b. 輸精管

輸精管長而成對,一

第一〇四圖 一個睪丸小胞之縱切。
Apcl=頂端細胞; Cst=精胞 (Sperm Cyst);
Esh=支膜鞘; Grm=生殖室; spg=精原
細胞; Spd=精子; Spz=成熟之雄精;
Ve=輸精管; I=生長域; II=成熟域;
III=變換域。 (After Snodgrass)

端與睪丸相接,在胚子發育時,為中胚葉 (Mesoderm) 所生成,大多數昆蟲之輸精管,恆膨大成為貯精囊

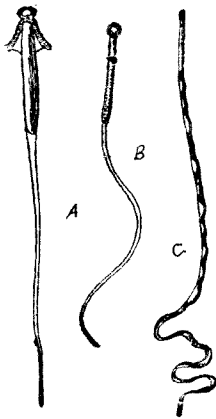
(Vesicular seminalis), 精子儲於此處,其後端則兩管相連接,成一短而富於筋肉之射精管 (Ejaculatory duct).

c. 交尾器 (Genitalia)

射精管之末端，其突出於體外者，稱曰交尾器，又云陰莖，為體壁向外積折 (Evagination) 而成。駭浦 (Sharp) 與 謀律 (Muir) 兩氏云，甲蟲目之交尾器，由腹部第九與第十節腹片 (Sterna) 間之膜質部，向外突出所成 (作管狀)。

b. 附屬腺 (Accessory glands)

附屬腺之形狀，或如管形，或作囊狀，着生於近射精管處。附屬腺所分泌之液，常與精子混合，在甲蟲中之食蟲類 (Adephaga) 昆蟲，具有附屬腺一對，而在多食類 (Polyphaga) 之甲蟲，則具一至二對。在直翅目之附屬腺，發達異常，分支頗多。而在蜚蠊 (Periplaneta) 則呈菌狀。在無翅亞綱之昆蟲，與雙翅目中之家蠅、虻 (Tabanus) 則附屬腺缺乏。



第一〇五圖 昆蟲之雄精。
A. 蚱蜢。 B. 蜚蠊。 C. 金龜子。
(From Metcalf after Bütschli & Ballowitz).

e. 雄精 (第一〇五圖)。

雄精體小，由生殖細胞漸次成熟而變成，其形狀則千差萬別，但皆細長，全體分頭部 (Head)、頸部 (Neck)、尾部 (Tail)。頭部大多為染色體 (Chromatin) 所組成，前端具穿孔體 (Perforatorium)。當媾精時，籍以穿入卵內部之用，頸與尾部較小，為中心體變化而成。

昆蟲如蟋蟀、螽蟴、蜻蜓目(Odonata),與若干種鱗翅目內昆蟲之雄精,先包藏於一囊狀之精球(Spermatophore)內,然後再傳入於雌體。在蟋蟀之精球,較為複雜,長約4糧左右,此為吾人在秋間飼養蟋蟀時所常見者。

2. 雄性生殖器

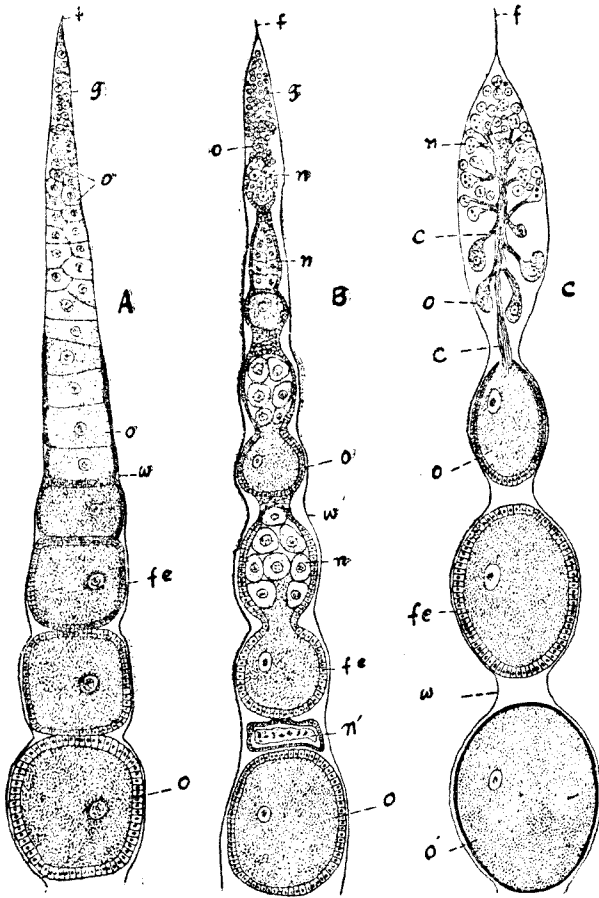
a. 卵巢

卵巢成對而較碩大,位在消化道之兩側。每一卵巢,集合多數小卵巢(Ovarioles),各小卵巢,均開口於下方之輸卵管。每一卵巢內所含之小卵巢,其數不等,在衣魚目(Thysanura)各側有五—七個,開口於長形之輸卵管內。鱗翅目之小卵巢,常為四個,而某種蚜蟲則祇有一個,在一種金蠅(Calliphora)與一種牛蠅(Hypadenma),有一百個以上,數種蟻有二百以上,某種白蟻有二千四百個以上,在搖蚊(Chironomus)與若干種之小蘆蜂(Braconidae)小卵巢則呈缺乏。昆蟲之小卵巢,呈一長管,基端由胞膜延長所成之絲狀體與體壁相接,各管內所藏之卵,首尾相接,但其成熟程度,先後不同,因此全管可分為下列三部:

甲. 端絲部(Terminal filament)

端絲為腹膜層(Peritoneal layer)引長而成,一卵巢內,各小卵巢之端絲相互連接,而成一總端絲,將卵巢附着於體壁之脂肪或背隔膜上。

乙. 生殖室(Germarium)



第一〇六圖 三種昆蟲小卵集型。

A, 無營養型; B, 交互型; C, 端室型;
 f=端絲部; fe=生殖室; c=卵細胞;
 c=成熟卵細胞, 外圍以卵殼; n=營養細胞;
 n'=同上; iw=小卵巢壁; fe=小胞膜
 (Follicular epithelium); C=卵細胞與營養細胞之連索 (Cord). (After Imms).

生殖室在端絲部之下，爲小卵巢之頂端部，內藏一羣生殖原細胞 (Primordial germ cells)。在許多昆蟲，此處并有營養細胞之存在。

丙. 卵黃室 (Vitellarium)

在生殖室之下，爲卵黃室，內藏珠形及橢圓形之營養細胞，與卵子細胞。

卵黃室壁之表皮層，常向內生長，一若將每卵細胞 (Oocyte) 包成一囊 (Sac)，卵之外皮膜 (Chorion)，即由囊內之細胞分泌而成，有時囊內之分泌物，爲營養卵子細胞之用。

小卵巢因營養細胞之位置與存在與否，分爲下列三種 (第一〇六圖)。

1. 無營養型 (Panoistic type).

無營養細胞，如直翅目、白蟻目、蜻蜓目、無翅目屬之。

2. 交互型 (Polytrophic type).

有營養細胞，其位置在各卵子細胞之上部，如鱗翅目、雙翅目、膜翅目、并草食性之鞘翅目。

3. 端室型 (Acrotrophic type)

所有營養細胞，均積集於頂端，而各卵有一細管與營養細胞相通，藉以傳達養料，如鞘翅目中之多食類 (Polyphaga)，與半翅目等昆蟲屬之。

b. 輸卵管 (Oviduct).

輸卵管爲一對細長之管，一端與卵巢相接，爲中胚葉所

形成。有數種昆蟲，輸卵管之一部，膨大而成卵萼 (Egg Calyx)，用以暫時貯藏卵子之用。

左右兩輸卵管，至末端，則合集於一稍大之短管，此管在後部，與交尾腔 (Vagina) 或稱交尾囊 (Bursa Copulatrix) 相接。交尾腔在昆蟲胚子發育時，為外胚葉內折而成。在營胎生之昆蟲 (如 *Glossina*, *Melophagus* 等) 其交尾腔膨大而成子宮 (Uterus)，為發育幼蟲之用。

c. 貯精囊 (Spermatheca or Receptaculum seminis)

此部之形狀不一，或作囊狀，或呈盲管。常由一管開口於交尾腔之背壁，為交尾時受雄精之所。許多昆蟲，雌雄交尾，祇有一次，而雌卵之成熟，為時頗漸。因此雄精均集於貯精囊處，以待卵成熟後之媾精 (Fertilization)。貯精囊之數目，在一種偽步行蟲 (*Blaps*) 及某種蝶蠅 (*Phlebotomus*) 等，祇為一個。在蚊 (*Culex*)、虻 (*Tabanidae*) 有三個。

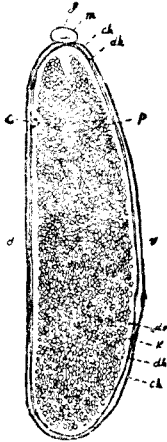
d. 附屬腺 (Accessory or Colleterial glands).

一般昆蟲，具附屬腺一對，或兩對。開口於交尾囊之末端，專分泌一種液汁，使卵黏着於植物上，或使各卵，可相互黏結。直翅目昆蟲之附屬腺，極為發達，能分泌一種物質，而成卵囊 (Ootheca)，如蜚蠊之卵塊外殼即是。搖蚊之附屬腺能分泌黏膜狀物，入水之後，即成膠質帶，而卵即藏於此膠質帶內。

e. 交尾腔 (Bursa copulatrix)

交尾腔為外胚葉內折而成之小管，當交尾時，接受雄蟲

外陰部之處。



第一〇七圖 家蠅卵 (Musca) 受精時之縱剖面形。

Ch=外皮膜 d=背面 v=腹面 dt=卵質膜 dc=卵質 f=精孔上之膠狀蓋 K=外層原形質 J=雌雄兩性之原核 y=極體。(From Imms after Henking and Blochmann)

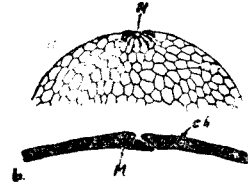
f. 卵。

卵成熟後，即經輸卵管而產出於外。當甫經產下時，內部尚無何種變化，故依然為一單細胞。卵之各主要部如下（第一〇七圖）：

1. 外皮膜或即稱卵殼 (Chorion or Egg shell)，在卵之最外層，為保護之用。

2. 精孔 (Micropile)，精孔頗小，在卵之前端。雌雄交配後，雄精由此孔穿入卵之內部而媾精（第一〇八圖）。

3. 卵黃膜 (Vitelline membrane)，在外皮膜內之一層薄



第一〇八圖 一種天

蛾卵之精孔。

f=卵之前端

l=精孔部放大形；

ch=外皮膜；

M=精孔。(After Weber)

膜,卵黃膜包圍以下數部。

4. 細胞質(Cytoplasm), 乃卵之生活質,爲透明水狀之細胞汁。

5. 卵黃(Yolk), 爲卵內無生命之營養料,散佈於原生汁液內,與鳥類卵黃之集成塊狀者不同。

6. 核(Nucleus), 核中含有仁(Chromatin), 仁內更含有定數之染色體(Chromosomes), 染色體附有遺傳之特徵。

7. 極體(Polar body), 乃在卵子成熟時所分出,常附着於內膜之外面。

卵外皮膜在營寄生生活之膜翅目昆蟲,極薄而柔軟,在各種營胎生之昆蟲,則外皮膜均見退化,家蠶卵之外皮膜,在攝氏45°度時,能溶解於百分之三之氫氧化鉀(KOH)內。

卵外殼之表面,常具各種斑紋,或呈六角,或具條紋,或作刻點,卵之形狀變異極多,直翅目之卵,大多作圓柱形,而微彎曲,鱗翅目之卵恆作半球形,寄生蜂之卵,附以一梗(Pedical)其形狀可於第一四二圖見之,卵之大小,亦因昆蟲之種類而異,有數種肉眼得能察見,而其小者如一種蚋(*Dasyneura leguminicola*)之卵,長·300m.m,闊祇·075m.m。

卵產下時,常附着一種膠質,因此可黏於物上,如植物之葉,枝,獸體之毛,以及昆蟲之體軀上,恆有昆蟲卵之着生。

每一母蟲產卵之數目,多少不一,水稻三化螟之雌蛾,能產卵90—150個左右,后蜂在產卵期內,每日能產2000或3000個

卵在白蟻之后蟻產卵率更高,每分鐘能產60個卵(在產卵期內)。

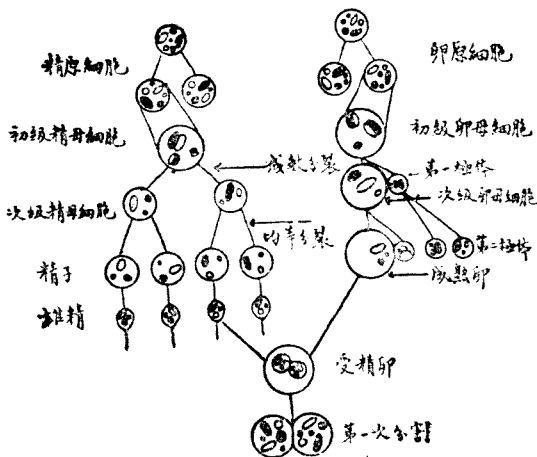
二 性細胞之成熟與性之決定

1. 性細胞之成熟 (第一〇九圖)。

動物性細胞成熟之各階段,均發生於生殖腺內,直接形成配合子(Gametes),即為雄精與卵。雄精之最初時期,為精原細胞(Spermatogonia)。精原細胞,經滋長時期後,體積增大,名之曰初級精母細胞,(Primary spermatocyte),及行減數分裂(初級精母細胞內,原有之染色體,劃為兩部,分裂而成之甲乙兩細胞,各具其半數,例如原有三十六染色體者,則甲乙兩細胞,各具十八個染色體,此種現象,稱為減數分裂,後所成之兩細胞,稱為次級精母細胞 (Secondary spermatocyte)。每一次級

精母細胞,經均等分裂而成二個精子 (Spermatids)。最後加以形態上之改變,遂成雄精 (Spermatozoa)。

卵原細胞(Oögonia)滋長後,稱為初級卵母細胞 (Primary oocyte)

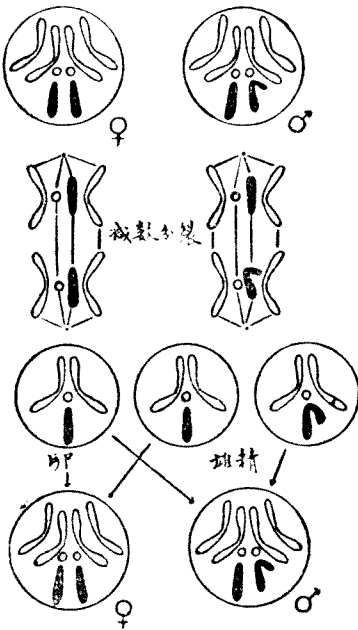


第一〇九圖 動物卵細胞精細胞成熟之程序。 (From Sinnott and Dunn after Shull)

經減數分裂而成之兩個子細胞,其一較大,名曰次級卵母細胞 (Secondary oocyte). 其一較小,謂之第一極體 (First polar body). 經均等分裂以後第一極體,形成兩個第二極體 (Second polar body). 由次級卵母細胞,形成一個成熟卵,及一個極體,極體無受精之可能,終就消滅.

2. 性之決定

昆蟲為雌雄異體,大多由雌雄媾精發育而成,有若干種昆蟲,其性具特殊之現象,下列三種之性決定方法,為日常所見者.



a. 性染色體 (Sex or X Chromosome)

昆蟲性之決定,由於染色體 (Chromosomes) 數目,與形狀之不同者可以一種果蠅 (*Drosophila melanogaster*) 為例. 在雌果蠅染色體之數目為四對,每對二個,四對內有二對較大而彎曲,一對小而形圓,一對直而作棒狀,此對染色體,在第一一〇圖上以黑色表示之. 除最後一對外,其餘三對之染色體,在雌雄兩性相同. 一對直而作棒狀之染色體,在雌體即名曰

第一一〇圖 一種果蠅 (*Drosophila melanogaster*) 在性遺傳中染色體之關係.

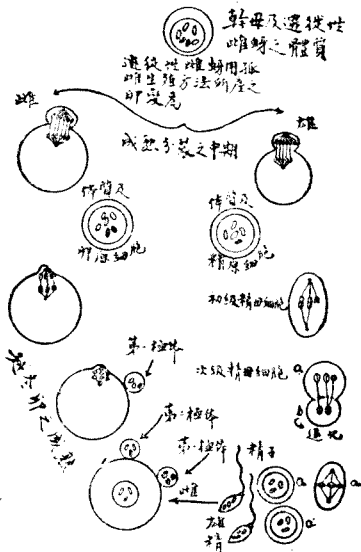
(From Newman after Bobcock and Clausen).

X 染色體。在雄體此 X 染色體，祇有一個，其餘一個，作鉤形，名曰 Y 染色體。在雌蠅有染色體 X X，而雄蠅有染色體 X Y。當卵經減數分裂之後，染色體祇存一個 X，而雄精經減數分裂後，染色體之數目，亦僅存一個 (X 或 Y)。由雌雄兩性配合之後，其染色體之數目，若為 X Y 者，即成雄性，若為 X X 者，即為雌性。

b. 蚜蟲之性循環 (第一一圖) .

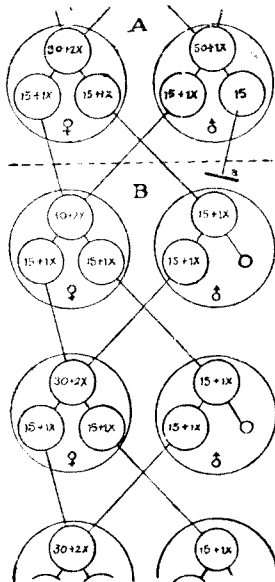
蚜蟲性之循環，曾經 慕根 (Morgan) 與 馮培爾 (Von Baehr) 兩氏詳為研究。蚜蟲之卵受精者，將來孵化為雌，不受精之卵，

(形較小) 孵化為雄。但蚜蟲在每年適宜之氣候下，能由孤雌生殖而生雌雄兩性，在孵化雄蟲之小卵，當極體 (Polar body) 分出時，將卵內之 X 染色體 (X-Chromosom)，從極體而帶出，因此卵內所遺留下之染色體，為 $2n + X$ (五個)。此種卵將來孵化為雄蚜蟲。由孤雌生殖所產之大卵，當分出一個極體時，並不將 X 染色體分出，因此大卵中，有染色體之數目為 $2n + XX$ (六個)，將來孵化為雌



第一一圖 蚜蟲在孤雌生殖中染色體之循環 (After Walter)

蚜蟲,蚜蟲雄精成熟之時,初級精母細胞 (Primary spermatocyte) 祇分出一個次級精母細胞 (Secondary spermatocytes) 因次級精母細胞內,祇含 X 染色體,故分至成熟精子 (Spermatid) 時,祇有二個雄精 (普通一般昆蟲,初級精母細胞,分二個次級精母細胞者,則成熟之精子有四個),在過冬雄性之卵,均經成熟分裂 (Maturation division), 卵內之染色體已減少,而成半數 (Haploid) 而過冬,雌卵內之染色體,未經減少,仍為雙數 (Diploid), 因此將來雌雄性卵所孵出之雌雄蚜蟲,交配以後,卵之受精者為雌,未受精者為雄。



第一一二圖 示雄蜂由未受精卵所形成,雌蜂由受精卵所形成。

(After Snodgrass)

c. 蜜蜂性之決定 (第一一二圖)

蜜蜂有三種性格,即雌蜂,雄蜂,工蜂,達善從氏 (Dizerzon) 云,蜜蜂卵之受精者,將來為雌,未受精者為雄。

當蜜蜂雄精,在第一成熟分裂時,不行減數分裂,若各蜂卵內,有染色體為 $15 + X$, 與雄精配合後,即成雌蜂 (后蜂或工蜂) $(15 + X) + (15 + X) = 30 + XX$, 不受精之卵,在卵內祇有一半之染色體數目,將來孵化為雄 ($15 + X$), 故

蜜蜂之雄蜂，乃爲一種孤雌生殖 (Parthenogenesis) 而來。

三 昆蟲生殖之種類

大多數昆蟲，均爲有性生殖 (Sexual reproduction)，即由雌雄兩成蟲，交尾後，雌蟲始將受精之卵子，產出體外，故又稱曰卵生 (Oviparous)，惟有許多昆蟲之生殖方法，與普通一般昆蟲之卵生，迥然不同者，茲分述如下。

1. 胎生 (Viviparity) (第一一三圖)



第一一三圖

a=一種雌蚜蟲 (Aphis pomi) 之產卵狀 (After Snodgrass).

b=別一種雌蚜蟲 (Aphis scabiosae) 孤雌生殖。 (From Weber after Buckton).

胎生者，母蟲並不產卵，即直接產生幼蟲，或稚蟲 (Nymph)。其原因在卵於母蟲體內時，卵內之胚胎即行發育，孵化成爲幼蟲後，始由

母蟲產出體外。此種事實，在蚜蟲與雙翅目之蠅類爲多。在直翅目、革翅目、鱗翅目、鞘翅目亦偶然能見。在雙翅目中如多數麻蠅 (Tachinidae)，雌蠅腹內之卵，在未產出母體之前，已行孵化，或產卵時已化爲幼蟲。在寄生蠅 (Glotsina) 與蛹生類 (Pupipara) 之蠅 (如狗蠅)，大多數之卵，在母蟲體內，孵化幼蟲，在子宮內發育，及產出體後，不久即化爲蛹。

2. 孤雌生殖 (Parthenogenesis)

凡卵未經受精而孵化者，稱曰孤雌生殖，此種生殖方法，大多數昆蟲中，當屬罕見，但在若干種昆蟲，則爲常事，并與正

當之生殖方法及與有性生殖法,相互交替,而成生命之循環,茲將三種孤雌生殖之方法,述之如下。

a. 散見的孤雌生殖 (Sporadic parthenogenesis)

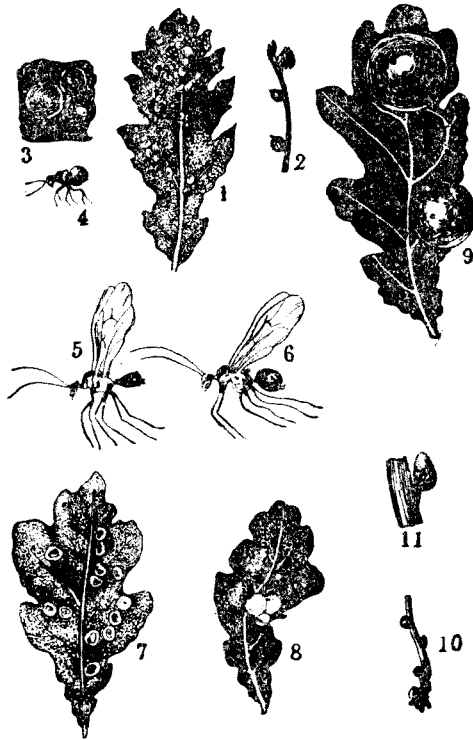
有少數母蟲,雖常有雄蟲之遇,但能偶行孤雌生殖;惟其正當之生殖方法,均由受精而成,此種實例,在鱗翅目中者,較其他昆蟲為多,如家蠶以及某種毒蛾 (*Lymantria dispar*)、枯葉蛾 (*Lasiocampa quercus*) 等,不論為雌為雄,偶由未經受精之卵發生而化成。

b. 永久的孤雌生殖 (Constant parthenogenesis)

許多昆蟲之孤雌生殖,成一種永久之現象,並為一種正當之生殖方法,膜翅目之雄蜂,由未受精之卵發生而成;卵之受精者,發生而成雌蜂,此種現象,在蜂類與半翅目中之昆蟲,為常見之事,許多鋸蜂科 (*Tenthredinidae*) 中之昆蟲,在一羣中,往往或全為雄或全為雌,或由未受精之卵發生為雄與雌兩種,同翅目中之粉蝨科 (*Aleyrodidae*),雌蟲之未經受精者,所產之卵,常為雄蟲,但有一種粉蝨, (*Aleyrodes vaporariorum*) 未受精之雌蟲中,有一類祇能產雄蟲,別一類祇能產雌蟲,而在受精之雌者,則方能產雌雄兩性。

c. 循環孤雌生殖 (Cyclic parthenogenesis)

此種生殖,在行一次,或數次無性世代 (*Agamic generations*) 後再行一次有性世代,膜翅目中之沒食子蜂科 (*Cynipidae*), 與半翅目之蚜蟲科 (*Aphididae*), 均作是狀,沒食子蜂



第一一四圖 數種沒食子蜂(Cynips)內之蟲瘿。

1= *Biorhiza renum* 之秋季蟲瘿，沿葉背之葉脈作羣集之排列，此種蟲瘿之形狀為腎形，細小而有突起，色淡綠。

2, 3= *Biorhiza renum* 之處女生殖之蟲瘿形小，而帶紅色，在五月間成熟(法國記錄)。

4= *Biorhiza renum* 作處女生殖之母蟲，體長 1.5m. m. 無翅，觸角由十三節組成。

5, 6= 有翅型並有雌雄體之成蟲，體長 4m. m. 雄者之觸角為十五節，雌者僅有十四節，此時名曰 *Trigonaspis crustalis*

7= *Neuroterus fumipennis* 之秋季蟲瘿，生於橡樹葉上，呈扁豆狀，略具小窪，色帶白。

8= *Spathogaster tricolor* 之蟲瘿，表面堅韌而覆細毛。

9= *Dryophanta scutellaris* 之蟲瘿，生於橡樹之葉背部，穴如櫻桃，每于七月間發見，色黃帶有紅色，此種蟲瘿于十月成熟，變為棕色，至翌年一二月孵成沒食子蜂(Cynip)色

黑，體長 4 mm. 足部脛節爲黑色，腿節之下部爲紅棕色，並多叢毛，觸角十三節，此爲行處女生殖之母蟲。

10-11= 此爲紫色蟲瘻，發見於四月，卽由 *Cynip* 作處女生殖而成。至五月間孵化成雌雄兩種成蟲，體長 2.5m. m. 身黑，足之脛節作黃色，此時名曰 *Spathogaster taschenbergi*,

(From Hennequy after Adler)

之兩世代。不但其形狀各異，卽所成之蟲瘻 (Galls) 亦彼此不同。春季世代之雌者，產生夏季世代之雌雄蟲。(第一一四圖)

在蚜蟲之孤雌生殖與胎生，有一定之循環。在秋末時節，有性體始發現。受精之雌者，卽產卵過冬。此種過冬之卵至明年春、夏兩季發生無性之循環 (Asexual cycle)。

3. 幼蟲生殖 (Paedogenesis) (第一一五圖)



第一一五圖 一種瘻蠅 *Miastor* 之幼蟲生殖。

(From Folsom after Pagenstecher)

少數之昆蟲，在未成熟時代，能由孤雌生殖方法而生幼

蟲，或蛹，稱之曰幼蟲生殖。韋極

南氏 (Wagner 1862) 在一種瘻蠅

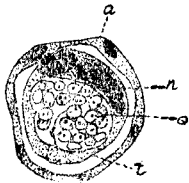
(*Miastor*) 之生活史內，首先發現此種生殖，在雌蠅之腹部內，祇有卵四五個，卵之體積頗大，幾充滿腹腔，每一個卵，在腹內卽孵化成一透明之幼蟲。此種幼蟲體內，更產生幼蟲七至三十個。新生之幼蟲，以母體內之組織爲食，及食料消耗殆盡，卽破母體而外出，仍由同樣之方法，生產後代之幼蟲。如此繼續若干世代後，幼蟲始化成爲蛹，由蛹更化爲雌、雄蠅，飛出於寄生植物之外，及行交尾後，再行幼蟲生殖之循環。

某種搖蚊 (*Chironomus*) 之蛹，在化成之後，有時偶能產生

未受精之卵；但此種卵，一如平常受精之卵，可以孵化幼蟲。

4. 增胚生殖 (Polyembryony 第一一六圖)

在數種膜翅目中之寄生蜂，有增胚生殖之現象，即由一卵中，發生二個以上之胚子。此種事實，在小蜂科 (Chalcidae) 及



第一一六圖 一種蜂 (Ageniaspis fuscicollis) 之增胚生殖。

a=外膜 (=胚胎 (=營養羊膜) z=核
(From Imms after Marchal)

卵蜂科 (Proctotrypidae) 中常見之。昆蟲家，如馬厓爾氏 (Marchal 1904)，薛爾凡

思屈氏 (Silvestri)，在一種小蜂 (Ageniaspis (Encyrtus) fuscicollis) 之發生，曾

一度研究萊培氏 (Leiby) 在一種寄生蜂 (Copidosoma testoceipes) 之生活上，亦

深加觀察。此種寄生蜂，產卵於一種鱗

翅目之幼蟲 (或卵) 內。當寄主之卵孵化後，寄生蜂所產之卵開始發育，每一寄生蜂卵分裂成若干胚子塊 (Embryonic mass)，外圍一層營養革膜 (Trophamnion)。此膜為養育胚子塊之用。在外更包以一層外膜 (Advantitious sheath)。此層細胞，乃由寄主體內分泌而成。及後此胚子塊，繼續分裂，自數十至一百個以上之獨立胚子 (Embryo)。在全羣之胚子內，有一部份，或發達至中途即行消滅；但其餘則均能發育而成幼蟲，更孵化為蛹，再化為雌蜂 (卵之受精者) 及雄蜂 (卵未受精者)。據萊培氏 研究結果，此種小蜂在寄主體內，產生一卵之後將來能發生 163 至 191 個之小蜂。萊培氏 研究卵蜂內之一種小蜂 (Platygaster hiemalis) 之發育狀況，當雌蜂在寄主 (為

美國小麥上之黑輿蠅(Hessian fly)體內產卵之後,有一部份卵之發育,一如平常之卵,祇化一幼蟲;同時其他一部份卵每個能發育為二胚子。

由增胚生殖所得之後代,其雌雄性之決定由於卵之受精與否。受精之卵化為雌蜂,未受精者則成為雄。如在同一寄生體內寄生一個以上之卵,則將來所發生之後代雌雄均有。蓋特氏(Giard)曾在一個鱗翅目幼蟲(Plusia)體內,發現有3000個小寄生蜂(Litomastrix)之孵出,內中雌雄均有,決非由一單獨之卵化成也。

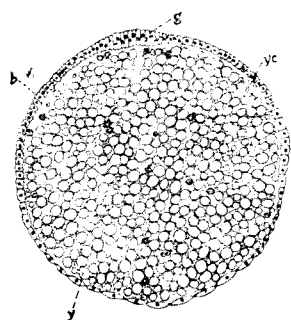
第四章 昆蟲卵成蟲之發育與變態 及生活循環

凡昆蟲之營完全變態者，則生命之每一循環，有卵、幼蟲、蛹、成蟲四時期，卵為胚胎時期，幼蟲為生長時期，蛹為休息時期，成蟲為成熟及生育時期，各期之概要，將於本章述之。

第一節 昆蟲之卵期發育

昆蟲之卵有前後兩極(Poles)，當在小卵巢(ovarioles)時，卵之前極向前(昆蟲頭之一端)，其背腹前後之方向，大多與將來所發育胚子之方向相同，卵內含有物，可分為兩大部，即原形質(Protoplasm)與卵黃(Deutoplasm or Yolk)，原形質為卵之本質，外圍一層原形質外層(Periplasm)，卵黃部在原形質之內，含有球狀之脂肪點(Fat)

(第一〇七圖)。



第一一七圖 一種金花蟲
(*Clytralaeviuscula*) 卵在中央
部之橫切。

b=胚盤； g=胚帶；

yc=卵黃細胞。

(From Folsom after Lécaillon)

卵在未受精時，核(Nucleus)之位置，常在卵黃之中央，及卵漸次成熟時，核則向原形質膜移動，並行分裂，同時將極體(Polar-body)分出於外。

卵受精之後，則雌雄兩核相互配合，稱曰配合核(Zygote nu-

cleus), 並重行向內移動, 開始分裂, 經下列各部之變化, 而孵化為幼蟲。

一 分割與胚盤 (Clevage and Blastoderm)

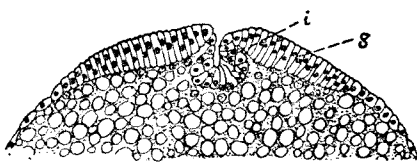
卵之雌雄核, 既接合後, 即起分裂現象, 由一而二, 而四, 而八, 分成許多分割核 (Clevage nuclei), 此種分割核, 及後散佈於卵之四周, 與細胞質外層, 相合而成一細胞層, 圍繞於卵黃之外面, 稱曰胚盤 (Blastoderm) (第一一七圖)。

二 胚帶 (Germ band)

入後胚盤在腹面一部之細胞, 漸形增厚, 即稱曰胚帶。胚帶之擴大程度, 與卵內卵黃多少有關, 卵黃如多, 則胚帶祇在胚盤之腹面, 占一小部, 卵黃少者 (如雙翅昆蟲是), 則胚帶廣佈于胚盤之腹面, 而其左右兩端, 幾相連接於卵之背方。

三 原腸期 (Gastrulation)

胚帶入後, 在中央作縱行之內陷, 如第一一八圖所示在陷口之兩側, 成左右兩側板 (Lateral plate), 同時由內陷所成之孔道, 稱曰中溝 (Median groove)。兩側板入後彼此向內生長, 互相連接, 並將內陷部包圍於內, 因此成一縱管。



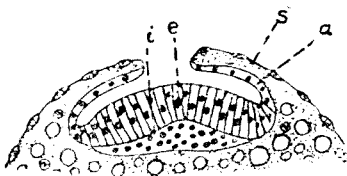
第一一八圖 一種金花蟲 (Clytra) 卵在原腸時期之胚帶橫切形。
g = 胚帶; i = 內層。

(From Folsom after Lécaillon)

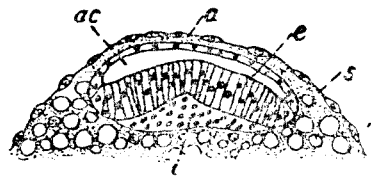
長, 互相連接, 並將內陷部包圍於內, 因此成一縱管。此時內陷部即有兩層之發生, 在外者曰外層, 或稱外胚葉 (Ectoderm)。在內者為內層, 此層又分成中

胚葉(Mesoderm)與內胚葉(Endoderm),當胚子發達成此內外兩層時,則稱曰原腸期,此期為昆蟲卵發生上之重要時期,因此期之變異極多也。

四 羊膜與漿膜 (Amnion and Serosa) (第一一九,一二〇圖)。



第一一九圖 一種金花蟲(clytra)之胚層及羊膜褶之橫切面。
a=羊膜; e=外胚葉; i=內層;
s=漿膜; (After Folsom)

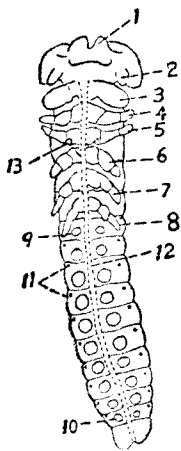


第一二〇圖 一種金花蟲(clytra)之胚層及胚膜之橫切面。
a=羊膜; ac=羊膜腔; e=外胚葉;
i=內層; s=漿膜。
(From Folsom after Lécaillon)

當胚盤內陷後,左右兩側板彼此向內生長相遇,即有二層之生成,在外者為漿膜層(Serosa),在內者為羊膜層(Amnion),羊膜層與胚帶之邊緣相接,漿膜層則被於卵黃之表面,以保護內部胚子之發育。

五 胚子之分節與附屬器之發生 (Segmentation and Appendages)

胚帶之腹面細胞入後漸現橫溝或節,即為將來昆蟲之體節,卵發育至此時,可稱為胚子(Embryo),此種分節,始自胚帶之前端,而向後蔓延,分節之胚帶,入後在前端向內陷折,成為原口陷(Stomodaeum),由原口陷處,將來再發生口,咽喉與



第一二一圖 家蠶之胚子
 1=上唇； 2-5= 頭部之附屬器； 6-8=足； 9,10=第一,第二腹附屬器；11=氣孔, 12=神經溝； 13= 下唇上之絲腺孔。
 (From Imms after Toyama)

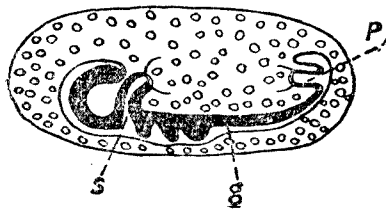
種附屬器,在口之上者,有上唇,額片,口之後方,發生大顎,小顎,下唇,在彈尾目與衣魚目(Thysanura and collembora)之胚子,除此三對外,更有上舌芽(Superlingual)一對。

胚子在胸節部,有三對胸足,在腹部各節,則大多數

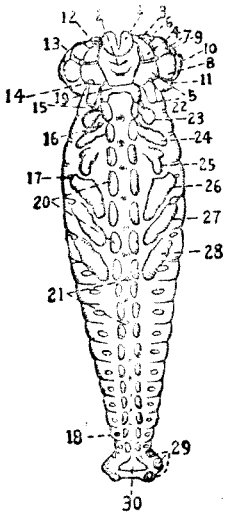
昆蟲,均有附屬器一對,此乃昆蟲在胚胎時期,呈祖先多足綱動物之型式,此種腹附屬器,或至胚子成熟後,漸漸消失,或至

前腸,同時在胚帶後端,亦向內陷折 (Invagination),而成原肛門陷 (Proctodaeum) (第一二二圖)。由此將來演生後腸,此後胚帶之前端兩側,漸漸膨大,即成一對前腦葉(Procephalic lobes),入後附生兩眼,在前腦葉之後,即為觸角芽。更後有一對退化之附屬器,此器在甲殼綱(crustacea)中,即成為第二觸角,在昆蟲綱,僅現形于胚子時期,至成蟲後,則退化而消失。

原口陷入後,在四周發生各



第一二二圖 一種膜翅目昆蟲卵之縱切面。
 s=原口陷； p=肛門陷； g=胚帶。
 (From Folsom after Graber)



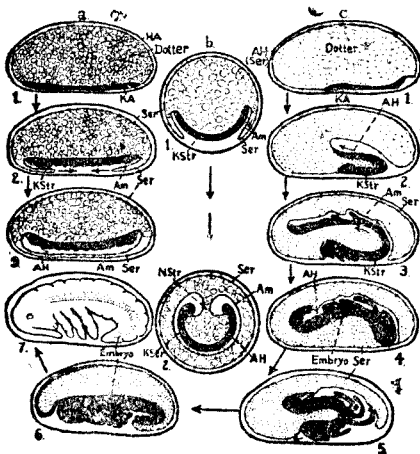
第一二三圖 一種金花蟲(Leptinotera)之胚子。

1=上唇; 2=原口陷; 3-5=腦節; 6-8=視神經節; 9-11=視神經葉節; 12-16=幕狀骨內陷處; 17,18=第一,第二氣孔; 19=後腦連鎖(Tritocerebrum commissure); 20=神經節; 21=神經索之基原; 22=觸角; 23=大顎; 24=小顎; 25=下唇; 26-28=足; 29=麥氏管之跡痕; 30=原肛門陷。

(From Imms after Wheeler)

化成幼蟲時,變為偽足(Proleg)及尾鬚(如鱗翅目與鋸蜂科幼蟲)與生殖器之外部(如直翅目膜翅目)。

凡上述胚子之頭胸,腹之各種附屬器,均由外胚葉向外



第一二四圖 胚帶形成之模式(側切與直切)

a=由表成式發育之胚帶(1-3)
b=胚帶向內侵入形;
c=由陷入式發育之胚帶(1-7);
AH=羊膜卵; Am=羊膜;
HA=胚膜初步之雛形;
KA=胚之雛形;
Kstr=胚帶;
Nstr=臍帶;
Sey=漿膜;

(After Weber)

折摺而成。

六 胚帶發育之兩種型式（第一二四圖）

胚子發育，形式極多，但察其變異，可分為兩大類，即胚帶是否陷入卵黃內，或祇橫浮於卵黃之表面，前者稱曰**陷入式**，後者稱**表成式**。

1. 表成式 (Overgrown type)

本式胚帶發生之進行，如上所述，其發生較為單簡，具此式者，如雙翅目、膜翅目之昆蟲胚帶，在發生進行時，並不變移方向，始終維持原來地位，因兩側板之連接，生有羊膜與漿膜兩層。

2. 陷入式 (Invagination type)

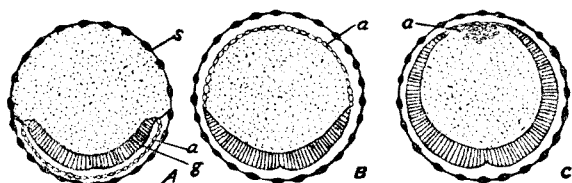
本式胚帶發生進行時，較為複雜，衣魚、蜻蜓，大多數半翅目，及直翅目之胚帶發生，即呈此式，在一種衣魚 (*Lepisma*) 當胚帶現出時，即陷入卵黃部內，其陷口常開，該口稱曰**羊膜孔** (Amniotic pore)，入後胚子重行翻轉，浮於卵黃之表面，蜻蜓之胚帶，初成於卵黃之腹面，當胚子發育進行時，胚帶屈曲轉移，使胚子之地位，與原來所在地，適成相反，胚子遲留於此種狀態之下若干時間後，仍回復轉入原來地位，此種胚子之轉移，稱曰**胚盤轉移** (Blastokinesis)。

七 胚子背部之封閉 (Dorsal closure)

胚帶先成於卵之腹面，及後胚帶漸形擴大，而向上蔓延，其兩側相會於卵之背面，即發生將來昆蟲之背壁，胚帶背部

封閉之方法,除此而外更有其他現象.

八 神經系 (Nervous system)



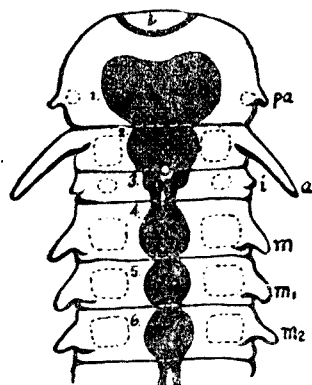
第一二五圖 一種金花蟲 (*Leptimatarsa*) 胚子之橫切面,示背壁之形成.

a=羊膜; g=胚帶; s=漿膜.

(From Folsom after: Wheeler)

胚子在生成原腸期後,同時胚帶則發生神經細胞(第

一二七圖),故昆蟲之神經,亦為外胚葉而成.入後神經細胞,生長而成二條神經束,更分段收縮,而成神經節(Neuromeres).神經節之數目,與胚帶之節數相同.每一神經節,具一對原神經球(Primitive ganglia).各原神經球,由成對之神經束連接之.神經束入後或仍作二支,或合併而為一條.



第一二六圖 昆蟲胚子時在論理上頭部之節數中央黑色為六個原神經球. 1—6=體腔囊.(Coelom sac由點線繪之); a=觸角 i=間副器(Interalary appendage); l=上唇; m=大顎; m1=小顎; m2=下唇; pa=前觸角(Pre-antenna)

(After Imms)

胚子前端之神經球,入

後亦相互癒合而成一複神經球之腦，與食道下位神經球（第一二六圖）。

在咽頭(Oesophagus)之前者有三對神經節：

(1)前腦 (Protocerebrum) 着生一對複眼、

(2)中腦 (Deutocerebrum) 或稱觸角神經節 (Antennal neuromere)

(3)後腦 (Tritocerebrum)着生一對退化附屬器之一節，在咽喉之後者至多有四對神經節。

(1)大顎神經節(Mandibular)

(2)舌神經節(Superlingual)現今祇在彈尾目(Collembola)發見之。

(3)小顎神經節 (Maxillary)

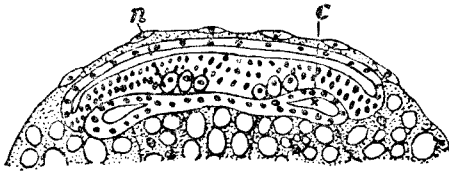
(4)下唇神經節 (Labial)

在上述之神經球後，即為三對胸神經球及十對或十一對腹神經球（參觀第六十七圖 a）。胚子前三對之神經球，常癒合而成為腦，其次之四對（大多數為三對，但在彈尾目為四對），常聯結而成食道下神經球。在胸腹部之原神經球，亦往往相互癒合而成為一個或數個複神經球。

九 氣管 (Tracheae)

氣管為外胚葉內折而成，由各節內折所成之氣管相連而成側總氣管，由此更分出多數之氣管支。

十 中胚層 (Mesoderm)

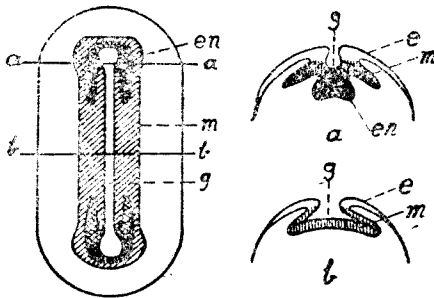


第一二七圖 一種金花蟲
(Clytra) 胚帶之橫切面。
c=體腔；n=神經原細胞。
(From Folsom after Lécaillon)

中胚層爲胚帶在原腸時期之內層所生。中胚層列成二行縱帶。此帶入後亦如外胚層之分節，卽爲**中胚層節** (Mesoblastic somites)，而不久生成一對**體腔囊** (Coelom sac)。胚帶當發育完全後，除**前頭與最後腹節** (Protocerebral and last abdominal segments) 外，其餘在胚帶各節，均有一體腔囊。此種體腔囊，在直翅目頗大，在鞘翅目、鱗翅目則極小，在家蠅科 (Muscidae) 則完全消失，在蜜蜂則體節 (Somite) 兩側之各體腔囊，相互連接，而成一對之縱行管。由體腔囊發生肌肉、脂肪體、背管、血球、卵巢、睪丸，但生殖器之**交尾腔** (Somite) 與**射精管** (Ejaculatorg duct) 之內膜，爲外胚層所成。

十一 內胚層 (Endoderm) (第一二八圖)

內層在前後兩端，生出一堆細胞 (Mass of cells) 引成**原腸** (Mesenteron)，將來中腸，卽由此而成。當發生之時，在前陷口及後陷口之附近處之前後兩細胞塊，發達成 U 式。在 U 式細胞堆之左右兩支，均增加延長，彼此相連，而成一管，卽將來之胃。及後，前陷口與原腸間之界區，及後陷口與原腸間之界區消失後，一完全之消化道，始告成功。因此前腸與後腸由**外胚層**而生，中腸則由**內胚層**而成。



第一二八圖 一種金花蟲 (Clytra) 胚子時內胚葉之形成 右兩圖係橫切面與左圖橫線所示之位置相當。

e=外胚葉； en=內胚葉； g=消化溝； m=中胚葉。

(After Imms)

十二 胚子之發生

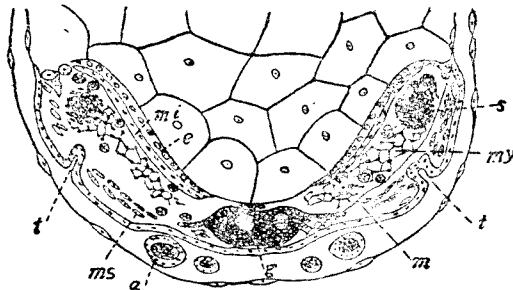
期

胚子在卵內之發生期，因昆蟲之種類而異。海度氏 (Heider) 觀察牙蟲 (Hydrophilus) 卵內胚子之發生，共需十一日。內分三期如下：

第一期 (Ist phase)

第一日 胚盤完成。

第二日 胚帶分節，羊膜褶 (Amniotic folds)、前腦葉 (Procephalic lobes) 與中板 (Middle plate) 完成。



第一二九圖 一種金花蟲 (Clytra) 胚子晚期腹部之橫切面。 a=附器； e=中腸之表皮細胞； g=神經球； m=麥氏管； mi=中腸之肌肉層； ms=肌肉； s=性器管； t=氣管凹陷。

(From Folsom after Lécaillon)

第三日 神經溝 (Neural groove) 與觸角芽出現,羊膜褶封閉。

第二期 (2nd phase)

第四日 口部及體上之附屬器,原口陷,原肛門陷及氣管內折 (Tracheal invagination) 均開始顯出。

第五日 各附屬器延長,氣管內折口成爲氣門。

第七日 神經溝延長,羊膜、漿膜破裂,胚胎顯露。

在此期中,胚子之內胚層,由中胚層分出,中腸開始形成,中胚層分節及形成體腔,卵黃有分割現象。

第三期 (3rd phase)

第七日之末 背管出現。

第八日 背管發育完成。

第九日 眼生色素。

第十日 眼之色素漸深,主要氣管得能察見。

第十一日 胚子着色頗深,能在卵殼內活動。

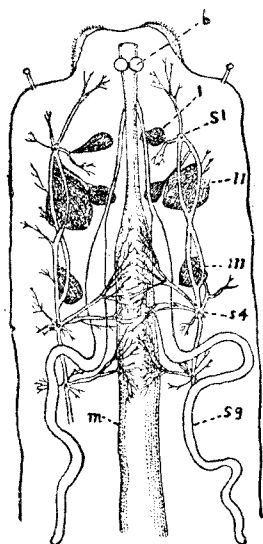
第十二日 幼蟲完成。

家蠅與肉蠅卵內之胚子成熟,祇須二十四小時,吾國二化性家蠶,夏季卵用攝氏二十五度催青者,約經十日,可化爲蠶,胎生之蚜蟲卵,約經過十八日,始可孵化,昆蟲孵化期之長短,除因種類之不同外,溫度之關係頗大,故昆蟲在夏季所產之卵,其孵化期,恆較在春秋兩期者爲短。

第二節 成蟲之發育 (The Development of imago)

昆蟲發育之最後階段，謂之成蟲。不完全變態之昆蟲，當發育時，體內及體外，均經過明顯而有循序之改變，此吾人甚易察覺。完全變態之昆蟲，自幼蟲以至成蟲，須經過蟄伏之蛹期，其形態之變更，亦至繁複。爰分爲（一）成蟲外形之構成，（二）成蟲內部組織之發育兩端敘述之。

一 成蟲外型之構成



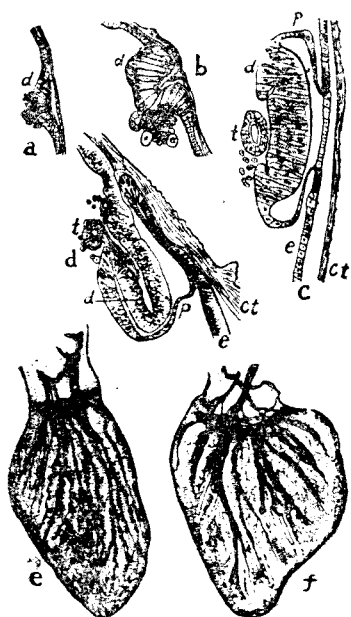
第一三〇圖 白粉蝶 (*Pieris*)
成熟幼蟲體內之成蟲芽。
b=腦； m=中腸； s=前胸氣孔；
14=第一腹節氣孔；
5g=絲腺； I=前胸成蟲芽，
II, III=前後翅之成蟲芽。
(From Folsom).

成蟲之體軀與附屬器，在幼蟲時期，已具雛形，至蛹期，始大告完備。形成成蟲組織之原料，爲一種形成細胞 (Formative cell)，即所謂成蟲芽 (Imaginal bud) (第一三〇圖)，亦稱成蟲盤 (Imaginal disc) 或曰組織細胞 (Histoblast)。此種細胞，係由真皮細胞 (Hypodermis) 摺疊或增厚而成，專事構成成蟲組織之用。成蟲芽內部，常積疏散之細胞，此種細胞之來源，各學者解釋不一。有謂由於中胚層形成者，有謂由於外胚層形成者，成蟲芽之顯現，往往開始於幼

蟲時期,但如高等之雙翅目昆蟲,在胚之晚期,身體各部,如頭之附屬器,及翅與生殖器等外,均已有成蟲芽之分佈,其發育情形,爲最初真皮細胞膨脹,即形成一囊狀之構造 (Hypodermal pocket),囊口狹小或竟封閉,即爲成蟲芽,其四週之隙,稱爲圍肢腔 (Peripodial cavity),外壁稱爲圍肢膜 (Peripodial membrane),圍肢膜與真皮相接連 (第一三〇圖。),成蟲芽發

達之結果,使圍肢膜逐漸稀薄,最後圍肢腔之進口開張,成蟲芽得以伸出體外。

瘧蚊屬 (*Anopheles*) 幼蟲之成蟲芽,比較單簡,行將構成成蟲頭部附屬器之成蟲芽,即預伏於幼蟲頭部附屬器之基部,故成蟲之頭部,早包被於幼蟲頭部之內,成蟲芽之最大者,爲觸角及口器,最顯著者爲上唇,小顎鬚及下唇,胸部每節之背腹兩面,各具有胚芽一對,背角之成蟲芽,形成蛹期之呼吸角 (Respiratory horn),翅及平均棍腹面之成蟲芽,形成爲足,腹部末端之背面,具有一對成蟲



第一三一圖 一種白粉蝶 (*Pieris*) 翅芽發育之經過。

a-d=翅芽之切面;
e,f=前後翅之表面; d=翅芽;
e=真皮細胞; f=圍肢膜;
t=氣管。

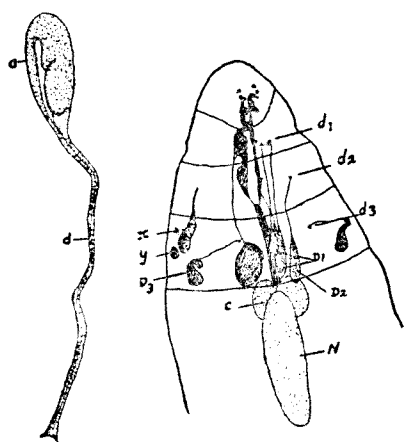
(From Comstock after Mercer)

芽,用以構成蛹期之尾板(Caudal lamellae),據韋斯曼氏(Weismann 1864—66)、柯瓦而斯開氏(Kowalevsky 1887)、馮侶氏(von Rees 1888)、彼來得氏(Pratt 1900)、文乃氏(Vaney 1902)等之研究,謂雙翅目昆蟲之成蟲芽,隨進化之程度而漸趨繁雜,在圓痕蠅類(Cyclorrhapha)之成蟲芽,深凹體內,蓋以圍肢膜變形,呈極端彎曲之帶狀,故與真皮已不相連接。

頭部成蟲芽之發育,與大腦神經球之位置,有連帶關係,據曼爾(Maill)與海門得(Hammond)兩氏之研究,一種搖蚊(Chironomus)幼蟲之大腦,位於前胸,故形成成蟲頭部之腦芽,

必向後延長,逕趨大腦之位置,迨蛹期既屆,成蟲之頭部遂向外突出。

據韋斯曼、馮侶二氏之研究,金蠅(Calliphora)在胚之晚期,已預將頭部縮至適宜之部位,以故幼蟲期之頭部,為吾人目力所能見者,僅甚小之突起而已,此縮入之部分,稱曰幼蟲期之咽喉,而真正之口部,開口於咽喉之後端,另有前芽(Cephalic bud)一

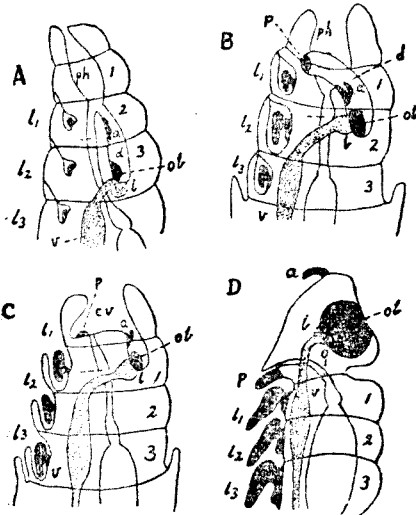


第一三二圖 一種蠅(Chortophila brasicae)幼蟲之成蟲芽,示絲狀梗(Flamentous pedicels)與真皮相接形。
D1-D3=足之成蟲芽; d1-d3=表皮感覺器官;(幼蟲足之遺痕) t=翅之成蟲芽; y=平均棍之成蟲芽; c=腦; N=腹神經中心: ×36 左為一個前足之成蟲芽D及其絲狀梗p×75。
(After Keilin, from Imms).

對,自咽喉生出,延伸而至大腦(此時大腦位於後胸),將來之眼觸角,均由此而形成,當蛹期時,大腦及前芽俱移向前胸,同時芽口與咽喉相接處,漸形擴大,終至互相癒合為一單純之囊,稱為**前囊**(Cephalic vesicle),最後更形翻轉,成為一成蟲狀之頭(Imaginal head).

關於成蟲胸部,真皮細胞之形成,完全基於胚芽細胞之急劇分裂,各部分之胚芽細胞,漸次擴生,而代幼蟲之真皮細胞,

入後更互相聯絡而成一整個之細胞層,腹部之真皮細胞,係由腹部之胚芽所形成,此種胚芽,在腹部之最前八節中,每節各具四個,其與胸部胚芽之不同處,即僅加厚而不陷入,成蟲之生殖器,係由腹部,逆數第二三兩節腹面之胚芽所構成。



第一三三圖 家蠅幼蟲時期成蟲芽之發育。

A=幼蟲; B-D=蛹; 1-3=胸節;
 L1-13=足之成蟲芽; ph=咽頭;
 o=食道; b=腦; cv=前囊 v=腹神經中心; d=咽頭育囊。(Diverticulum of pharynx) m=口; a=觸角芽;
 oi=視芽(Optic bud); p=吻管基。

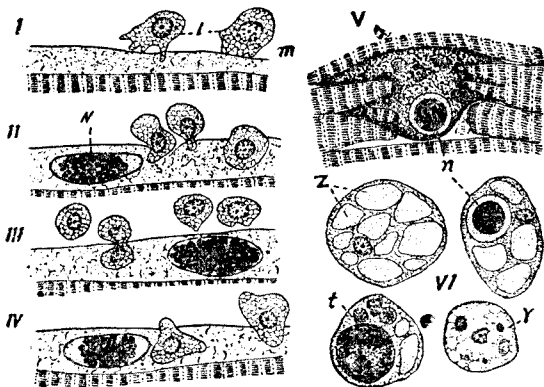
(From Imms after Kowaleosky).

其他各目昆蟲,外部形態之發育,與雙翅目昆蟲相仿;所不同者,即胚芽並不深深凹入。

無形成前囊之繁複現象,無構成蛹期呼吸角及尾板(Caudal lamella 瘡蚊屬有之)之胚芽。

二 內部器官之發育 (第一三四)。

自幼蟲變為成蟲,因生活方法之不同,幼蟲體內各器官,失其機能,必須重新組織,以化成蟲,吾人每以為,蛹期及幼蟲之晚期,在外形似為靜止時期;但自生理學上觀之,固一極度活動時期也。內部器官之變化,不僅因昆蟲之不相同類而異,即在同一個體內,各器官改變之程度亦殊不一致。例如背血管,中央神經系統,及生殖器官之變化,則甚少。反之幼蟲期之



第一三四圖 金蠅 (Calliphora)

體內肌肉之食球作用現象。

I-IV, 食球細胞漸向肌肉侵移狀況。

V, 一個食球細胞侵入肌肉形, 肌肉內之核已被食球細胞消化。 VI, 粒狀體之異形。

l=食球細胞; m=筋鞘; N=肌肉內之核; n=食球細胞內之核; z=筋片段; t=其他被食球細胞侵吞之組織; r=食球細胞將侵吞組織完全消化後之狀況。

(From Imms after C. Pérez).

真皮細胞,消化系,筋肉系及唾液腺,則與成蟲截然不同,是由蛹而至成蟲,經一極大之改造,考昆蟲器官及組織之改造,必須經過兩種步驟,即始為幼蟲器官之解散與破壞(Histolysis),繼為成蟲器官與組織之組成(Histogenesis),成蟲內部器官之形成,基於各部成蟲芽之增多,此種成蟲芽細胞,與形成成蟲附屬器者不同,蓋僅賴伸張與特化,以建設成蟲之器官與組織,非若構成附屬器者之成摺疊狀態,昆蟲由幼蟲期而至蛹,成蟲,內部組織之破壞,在生理上之解釋頗多,可夫爾斯克氏(Kowalesky)(1887)根據麥許納柯夫氏(Metschnikoff)之“白血球,可以毀壞兩棲類尾部筋肉”之研究,深信家蠅科中,各器官之侵蝕與分解,當以白血球之力為多,馮侶氏(Von Rees 1888)深以此說為然,此後繼起研究昆蟲體內之食球作用(P-hagocytosis)者,尙有其他學者,吾人設一檢視蛹期中昆蟲之血液,例如在一種金蠅(Calliphora),見有無數之粒狀球體“Granular spheres”(= Köruchenkugelu)其直徑約為20—35 μ ,此即食球細胞,因飽餐昆蟲組織,致擴張而呈球狀,關於昆蟲由蛹而化成蟲,內部組織起分解現象時,尙有一字曰 Körnchenkugelu,最初此字之應用,只限於一種食球細胞,其內部充滿被蝕之筋肉者,但現在已為一般研究昆蟲內部變態者所習用,此種 Körnchenkugelu 之存在,乃為顯示食球細胞活動之現象,而證明幼蟲細胞之確被毀滅也,但一部分學者,如恩格來斯氏(Anglas 1900)與白萊西氏(Berlese 1900—01)等對於食球細胞

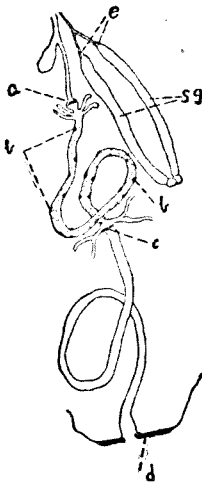
解釋，持論又復不同。恩格來斯氏謂，侵蝕細胞，分泌一種酵素 (Enzyme)，藉使組織溶解，此等現象，名曰 Lyocytosis。白萊西氏研究各種昆蟲體內組織之破壞現象，謂侵蝕細胞，在被侵入之片段組織內，雖極活潑，但無消蝕之能力，充其量，不過將構成蟲組織之材料，運至身體適宜之部位，以供建築之用而已。

勃推倫氏 (Bataillen 1893) 認組織破壞，係由於窒息之結果，呼吸能力之降低，與夫二氧化碳之增多，均足以促成之也。

亨乃紀氏 (Henneguy) 等，認侵蝕細胞學說之涵義過狹，另主張一種退化學說 (Theory of degeneration)。蓋幼蟲組織，當侵蝕細胞未侵入以前，其本身早有一種化學的分解，以肇其端。開洛克氏 (Kellogg) 研究雙翅目中一種大蚊 (Holorusia)，得體內並無侵蝕現象，因信組織之分解，與侵蝕細胞，截然無關。但在另一種蚋 (Blepharocera) 之幼蟲上，見得侵蝕現象又極顯著。文難氏 (Vaney 1902) 謂 Simulium 與 Chironomus 兩屬之雙翅目昆蟲體內，無侵蝕現象。此外經多人之研究，鱗翅目與鞘翅目昆蟲，亦均鮮有侵蝕之現象。

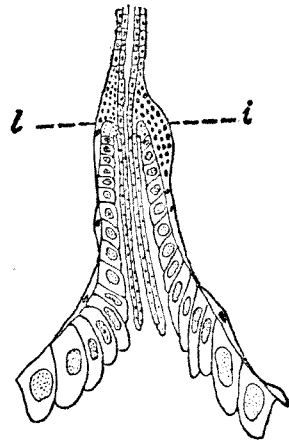
潘萊齊氏 (Pérez) 研究蟻與家蠅之結果，對於侵蝕細胞之重要，曾獲得強有力之證據。就中尤以家蠅科中之侵蝕細胞，為最顯著。渠認為侵蝕現象，為使組織破壞之唯一方法，所謂退化學說，在渠殊不置信。潘氏之結論，得布効柯夫氏 Po-yarkoff (1910) 研究之結果，為之張目，遂益臻鞏固。布氏之研究

材料，爲一種甲蟲 (*Galerucella*)，其結果與他人迥不相同。蓋渠發現在鞘翅目昆蟲中，侵蝕現象，非常明顯，且爲內部變態中，破壞幼蟲組織之唯一方法，凡此皆爲他人所否認者，概括言之，凡組織破壞極端劇烈時，侵蝕現象必極端顯著，亦即必有侵蝕細胞存在也。但組織破壞之不假手於侵蝕細胞者，吾人亦不能斷其必無。關於此種問題，前人之研究材料，多限於雙翅目，雙翅目在昆蟲界，較爲高等，且爲侵蝕現象最顯著之昆蟲，設此後能於下等之完全變態昆蟲中，從事於此種問題之研究，其結果，對於本題當不無裨益。蓋下等之完全變態昆蟲，



第一三五圖 家蠅幼蟲消化道及唾液腺 (sg) 上之成蟲芽；
a=前腸成蟲芽； b=中腸成蟲芽；
c=後腸成蟲芽； d=直腸成蟲芽；
e=唾液腺成蟲芽。

(From Imms after Kowalevsky)



第一三六圖 一種蟻 (*Formica rufa*) 在前腸與中腸相交處之縱切形。

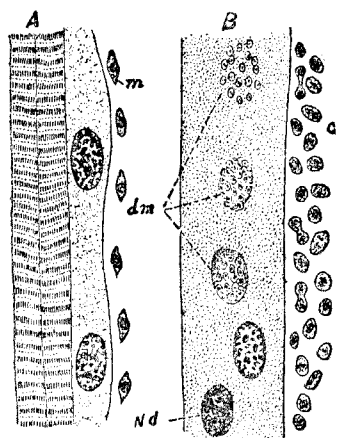
i=前腸之環形成蟲芽。

(From Imms after C. Pérez)

其侵蝕現象，自較雙翅目為少也。以下當述各器官組織之破壞與建設。關於此等現象，吾人甚難概括一切，作一適當之通論。蓋各學者，對於同一現象，往往有相異之解釋。茲以雙翅目為例，作下列之簡述。

1. 消化系統（第一三五，一三六圖）

多數昆蟲，當消化道發生變化時，侵蝕現象，並非必需。蓋舊有消化道之表皮脫去後，即以消化管為尾閘，無須求助於侵蝕細胞為之溶解。在噴門瓣（Cardiac Valve）內之一羣細胞，成一環形胚芽，用以形成成蟲之前腸。在馬氏管之着生處，有同樣之環形胚芽，以構成成蟲期之後腸。關於中腸之締造，則



第一三七圖 一種金蠅(*Calliphora*) 筋肉之變態。

A=幼蟲時期； m=筋組織細胞，
B=變態之開始； c=筋組織細胞
之分裂； dm=幼蟲核之多分裂，
Nd=退化核。

(From Imms after C. Pérez)

由於表皮細胞基部間一部分細胞之急劇分裂而成。

麥氏管 (Malpighian tube) 家蠅科幼蟲之麥氏管，可以直接變為成蟲期之麥氏管。特就其組成之細胞，加以改造而已。膜翅目昆蟲之麥氏管，須完全經過改變，始能適用。在鞘翅目之 (*Galerucella*)，有一種小形之代替細胞，專以

組成成蟲之麥氏管，而幼蟲期之麥氏管，則為侵蝕細胞所消蝕。

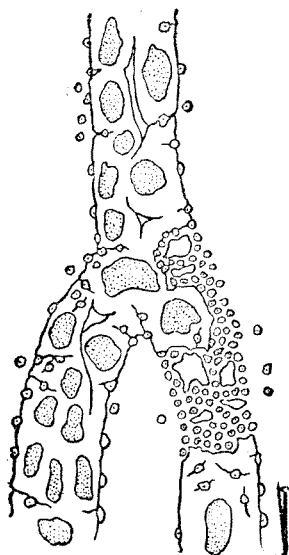
2. 體軀之肌肉(Somatic Muscle) (第一三七)

幼蟲肌肉之消失，匪特因各種昆蟲而不同，即在同一個體中，不同之肌肉，亦有相異之變化，例如一種金蠅 (*Calliphora*) 所有幼蟲期之肌肉，均為侵蝕細胞所毀滅，成蟲期特化之肌肉，如足、生殖器及腹部之橫列真皮下肌肉 (Transverse sub-hypodermal Muscle)，則由成蟲芽之間葉 (Mesenchyme) 構成之，此外有一部分腹部肌肉，只須經極微之變化，即足以

應成蟲之需要，其他如翅筋等，則藉肌原細胞(Myoblast)之力而重行締造。

3. 脂肪體(Fat-body)

白萊西氏謂，幼蟲時期之脂肪細胞，與營養細胞(Trophocytes)相同，其功用可以使蛋白質之儲量增多以供建設成蟲組織之用，據潘萊齊氏(Pérez)之觀察一種金蠅 (*Calliphora*)之結果，在蛹期時，有一部分營養細胞，為侵蝕細胞所破壞，其餘至成蟲期，始被侵蝕，雄



第一三八圖 一種蠅 (*Formica rufa*) 幼蟲時期絲脈之解散 (Histolysis) 狀況。
(From Imms after C. Pérez)

蟻脂肪體之被毀滅，較甚於雌蟻，許多昆蟲，其成蟲期之脂肪體，係由幼蟲之脂肪體，直接變來，但潘氏謂在金蠅幼蟲時期之脂肪體，乃由真皮細胞之成蟲芽細胞所形成。

4. 唾液腺與絲腺 (Salivary gland and silk gland (第一三八圖))。

幼蟲期之唾液腺與絲腺，常全部為侵蝕細胞所破壞，另由舊唾液腺與管交界處之環狀成蟲芽，形成成蟲之唾液腺。普也柯夫氏 (Poyarkoff) 謂一種金花蟲 (Galerucella) 之唾液腺，為小顎基部之凹陷而成。

5. 呼吸系 (Tracheal system)

關於呼吸器官變化之程度，各昆蟲間，殊不一致，如金蠅幼蟲之氣管，為侵蝕細胞破壞後，其主要氣管支上之一部分細胞，復分裂而為成蟲之氣管。

6. 真皮細胞 (Hypodermis)

關於真皮細胞之形成，前已述及，茲不贅，幼蟲真皮細胞層，完全為侵蝕細胞所消滅。

第三節 昆蟲之變態 (Metamorphosis)

昆蟲由卵孵化後，發育至成蟲為止，其間因發育而經過之各種變化，稱曰變態 (Metamorphosis)。

一 昆蟲變態之種類

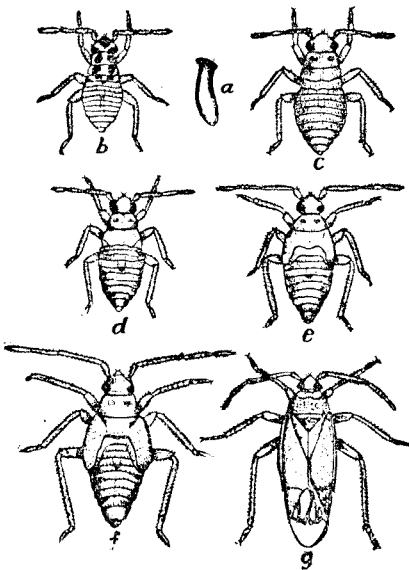
昆蟲變態之種類，有下述四種。

1. 無變態 (Ametabola or without metamorphosis)

昆蟲之較下等者,如衣魚目,彈尾目(Thysanura and Collembola)等,幼蟲形態,一如成蟲,故自幼蟲化至成蟲期,形態上無所變更,故稱無變態。

2. 漸進變態 (Gradual metamorphosis) (第一三九圖)

蝗蟲,椿象等之稚蟲,自卵孵化後,經若干次之脫皮,即化為成蟲,稚蟲形狀,除翅與性器官不發育外,其餘均與成蟲相似,稚蟲與成蟲間,無蛹期之存在,此種變態,又稱直接或不完全變態 (Direct or incomplete metamorphosis)。



第一三九圖 一種椿象 (*Plesiocoris rugicollis*) 之變態。

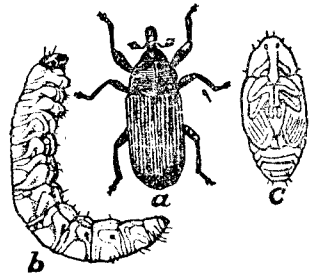
a=卵; b=f=稚蟲之各齡; g=成蟲
(From Imms after Petheridge and Husain)

漸進變態昆蟲之幼蟲,在陸生者稱稚蟲 (Nymph),水生者,康姆斯篤氏(Comstock)稱曰 Zaid。

3. 完全變態 (Complete Metamorphosis or Holometabola) (第一四〇圖)

甲蟲,蠅,蝶等,自卵孵化後,發育至成蟲為止,其間經幼蟲(Larvae),蛹(Pupae)而至成蟲(Adult),各期之形狀,彼此完全不同,

此種變態，稱曰**完全變態**。完全變態之蛹，大多為不活動。幼蟲時期之普通名稱，因昆蟲之種類而稍異。如在鱗翅目稱曰**蠶、蛭、青蟲** (Caterpillar) 等。在鞘翅目之**金龜子**，稱曰**蛴螬** (Grub)。在雙翅目之**蠅類**，稱曰**蛆** (Maggot)。蚊類之幼蟲，稱曰**孑孓** (Wiggle)。

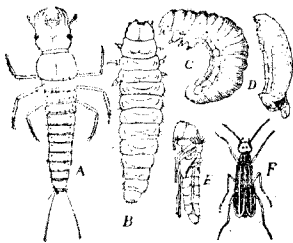


第一四〇圖 一種象鼻蟲 (Trichoboris trinotata) 之變態。
a=成蟲； b=幼蟲； c=蛹。
(From Imms after Chittenden)

4. 過變態 (Hyper Metamorphosis)

(第一四一圖)。

普通完全變態之昆蟲，有卵、幼蟲、蛹、成蟲四期。但有數種昆蟲營過變態者，有二次之幼蟲時期。第一次之幼蟲期，為**衣魚型** (Compodeiform)，第二次之幼蟲，為**蠕蟲型** (Eruciform)。由蠕蟲型之幼蟲，再化為蛹，更變為成蟲。營此種變態者，有下列各種昆蟲。



第一四一圖 一種地膽 (Epicauta) 之過變態。
A=第一期幼蟲 B=第二期步行蟲式之幼蟲 C=第二期幼蟲之末後形狀；
D=被圍幼蟲 (Coarctate larva) E=蛹； F=成蟲 (A, B, C, D, F, 為 Epicauta vittata, E 為 E. cinerea.)

(After Rilsy)

- 脈翅目 擬蠶螂科
- 鞘翅目 地膽科
- 撚翅目 (Strepsiptera) 全部
- 膜翅目 寄生蜂類
- 同翅目 介殼蟲科之雄者。

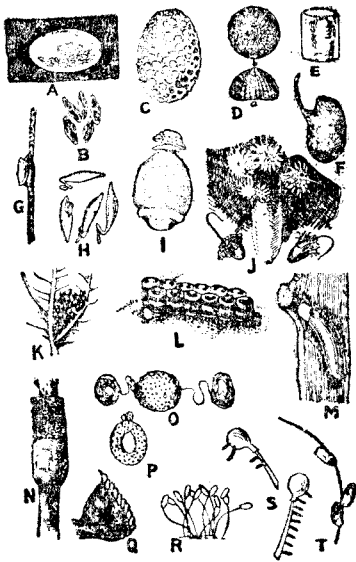
二 昆蟲各期之狀態 (以完全變態之昆蟲為例)。

1. 卵

關於昆蟲卵之組織,前章已略論及,昆蟲卵之大小,色澤,形狀,各因昆蟲之種類而殊,茲略述如下。

a. 卵之外形 (第一四二圖)。

昆蟲之卵,形狀每各相異,我人如欲認識昆蟲之卵,並由



第一四二圖 昆蟲卵之形狀,斑紋,與排列之概況。

A=日本甲蟲(一種金龜子)卵; B=蹣效卵; C=一種細蛾(*Lithocolletes fragilifera*)之卵; D=行軍蟲之卵; a,側面形; b,頂端形; E=美國南部級椿象之卵; F=牙蟲(*Hydrous*)之卵; G=步行蟲(*Chlenius tricolor*)之卵; 在一種植物莖上之泥巢內; H=爲害蘋果子小蜂之卵; I=石蠶(*Perlaimarginata*)之卵; J=鷄蟲之卵; K=胡瓜椿象之卵; L=一種椿象之卵; M=樹蟋蟀之卵; N=天蔞蟲(*Tent caterpillar*)之卵,在樹幹上相聚圍成一團; O=蜉蝣(*Heptagluia intergunctata*)之卵,卵左右兩端物能黏着於水中植物上; P=石蠶(*Phryganea interrupta*)之卵塊; Q=一種蠶蠟之卵,產於葉緣上; R=蜉蝣之卵; S=石刁柏甲蟲之卵; T=在牛毛上一種紅蟲之卵。(From Metcalf's *Fundamentals of Insect life.*)

卵而知昆蟲,則須注意卵之大小,形狀,色澤,產地;此外如卵在物上是否黏着,抑或散置;其與接觸之處,是否爲卵端,或爲卵側,如卵而產生於動物之組織內者,則產卵處之痕跡如何;卵之產生,是否分散,或常有完好之羣集(如卵塊),各個相列之間距;卵面光滑,抑有鱗毛,或膠質,關於卵面之刻紋,肉眼往

往不易得見，須借助於顯微鏡，此種刻紋，種類頗多，或突或陷，或有規則，或凌亂無章，均因昆蟲之種類而不同。

b. 卵之保護與孵化

卵不能活動，故對於自然界一切危險，除天然逃免外，無其他方法。許多蛾類之卵塊 (Egg mass)，表面覆以鱗片與毛，致下面之卵，無意外之危險。薔薇上有一種象鼻蟲，母蟲在葉面產卵之後（每一次產一粒），更將葉片捲包，將來孵化之後，幼蟲可生長於此葉包內。南京櫻桃、桃、杏樹上，有一種象鼻蟲，成蟲在晚春化成，四月中旬，為產卵時期；母蟲先用口部，在葉面裂開一穴，然後產一卵於穴內，更行至葉柄部，將葉之基部嚼斷，由是藏蟲卵之葉，下落於地，將來孵化後之幼蟲，即在葉內嚙食，成爲一種潛葉蟲。

2. 幼蟲 Larvæ

a. 幼蟲之型式

關於昆蟲胚子之分節現象，先起自前端，更蔓延及於後部。多數昆蟲，胚子之發育，在腹部環節，尙未明顯時，頭胸兩部，各節之附屬器已發現。白萊西氏 (Berlese) 根據各種昆蟲之發育狀況，將胚子在全部之發育期內，分爲下列三個時期（第一四三圖）。

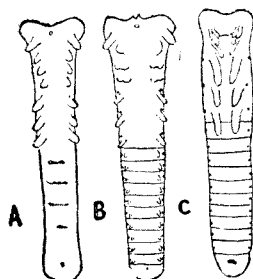
1. 原肢期 (Protopod phase)

胚子在此時，內外均不發達，在頭胸部處，着生不發達之肢。體節發育不完全，腹部節數不明，而無附屬器 (Appendages)。

消化系與神經系,呈退化狀態,氣管之內折不發達。

2. 多肢期(Polypod phase.)

由原肢期發達而入多肢期,此時期胚子之腹部分節,並有附屬器,氣管內折亦成,消化,神經及循環器之發育,亦漸見完備。



第一四三圖 自萊西氏所云昆蟲在胚胎時期之三個時期。A=原肢期； B=多肢期； C=貧肢期。(From Imms after Berlese).

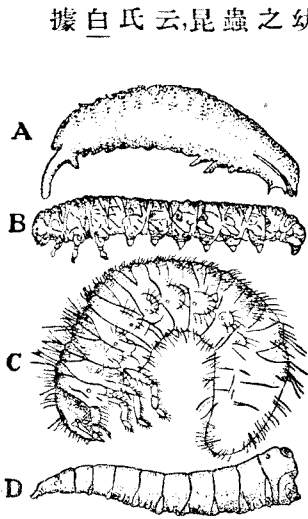
3. 貧肢期(Oligopod phase)

由多肢體而入貧肢期,胚子之發育更爲進步,胸部附屬器增長,口部與基本氣管,發育完成,腹之附屬器,亦消失不見。

幼蟲孵化時,胚子在卵內呈原肢期之狀態者,如衣魚(*Lepisma*)、樹蟋蟀(*Oecanthus*)、螳螂(*Mantis*)、蠹蜥(*Xiphidium*)。胚子腹部環節之形成頗遲,其他在鞘翅目中昆蟲之胚子,腹部之分節現象,與其他各部同時進行。

胚子之發育,在原肢期後,即爲多肢期,此或爲不完全變態,及一部分完全變態昆蟲胚子進行時必經之時期,在完全變態類內,較高等之昆蟲,當胚子發育進行時,腹部附屬器之發現,不甚顯著,此種現象,如雙翅目、蜜蜂極爲普通,在鞘翅目之金花蟲(*Donacia*)及龍蝨(*Dytiscous*)等,胚子第一二三節之附屬器,則單獨發育,依伊姆斯氏(Imms)云,以胚子腹部附屬器之不發達觀之,則用多肢期之名,以形容本期,似不甚確切,貧

肢期，爲鞘翅目，及多數較下等之膜翅目。昆蟲胚子，發育末後之時期，如在雙翅目與較高等之膜翅目中，昆蟲胚子發育，亦有許多種類，作此狀況。



第一四四圖 昆蟲之幼蟲型式。 A=原肢真卷型幼蟲 (After James); B=多肢蠕蟲型幼蟲 (After Miles); C=貧肢蟬蟴型幼蟲; C=貧肢無肢型幼蟲。(From Wordle)

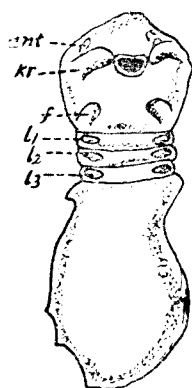
據白氏云，昆蟲之幼蟲，將自卵內化出時，成熟胚子之形狀，至不一律。凡不完全變態昆蟲之胚子，發育經此三個時期，而化爲稚蟲。但昆蟲之屬於完全變態類者，則幼蟲由卵孵化出時，所屬之時期，常較稚蟲爲早，或胚子發育至多肢期，即行孵化，或在原肢期或在貧肢期，差異頗甚。

幼蟲因形態之不同，分爲下列各式（第一四四圖）。

甲、原肢式幼蟲。(Protopod larva).

本式幼蟲，體之內外各器官均發達不全，頭胸兩部着生極退化之附屬器，腹部或不分節，或分節而不顯明。體內之消化，循環，與神經系，均極退化。

亦無氣管之存在，在衣魚 (Compodea)，及直翅目中，之 Xiphidium，及螳螂 (Mantis)。幼蟲自卵內孵出時，即呈是形。在多數營寄生性之膜翅目昆蟲，卵孵化時，幼蟲之形式，較原



第一四五圖 一種寄生
 蠕(Platygaster herriclsii)之幼
 蟲。(寄生於瘰蠅之消化
 道內者)。ant=觸角；
 L1,L2,L3,=胸足 Kr=爪
 突起；f=葉狀突起。(From
 Kellogg after Kulagin).

肢式幼蟲更爲進步，頭胸部分節，
 有退化之胸肢，及腹部後端尾形
 延長體（第一四五圖，本式幼蟲
 又稱**真卷形幼蟲**(Eucoiliform lar-
 va)。

乙、多肢式幼蟲(Polypod larva)

本式幼蟲腹部分節，各節附
 生一對退化之肢，氣管陷亦存在，
 體內之消化，神經及循環系大多
 完備，蛾蝶，鋸蜂及若干種寄生性
 膜翅目昆蟲之幼蟲，均呈是式，本
 式之舊稱爲**蠕蟲式幼蟲**(Eruci-
 form larva)。

丙、貧肢式幼蟲(Oligopod larva)

本式幼蟲，性極活潑，腹肢已成重行消失，胸足發達，口
 器完全，氣管系頗顯明，鞘翅目與脈翅目內之幼蟲多呈是
 狀，本式又稱**衣魚式幼蟲**(Compodeiform larva)。

較貧肢式幼蟲更進步者爲生活於土中之**鱗蟻式幼
 蟲**(Scorbaeiform larva)。在甲蟲中，其幼蟲生活於樹木幹
 內者亦呈是式，其特徵爲胸極短，腹部肥大而重，行動不甚
 活潑，更進步之貧肢式幼蟲乃爲**無肢幼蟲**(Apodous larva)。
 如雙翅目高等之蠅類及膜翅目，與象鼻蟲之幼蟲均呈是

式。幼蟲之頭部呈極度之退化，胸足消失，或祇存留三對感覺突起，在鱗翅目中有若干類昆蟲（如 *Phyllocuistis*, *Eriocrania*）其幼蟲行潛葉生活者，體軀亦為無肢，有人云或由多肢式幼蟲轉變而成藉以適應環境也。

b. 幼蟲脫皮與發育 (Ecdysis and growth)

幼蟲為昆蟲之生長及發育時期，其體軀藉脫皮而增大。舊皮因脫皮液（脫皮腺分泌）而與新皮分離，當幼蟲脫皮時，在近頭胸之舊皮，首先裂開，同時幼蟲不斷的伸縮其體軀，使舊皮向後脫落，入後幼蟲之新體，完全由舊皮中脫出，昆蟲之體皮為含氮質 (Nitrogenous substance) 之幾丁質，故昆蟲家之昆蟲之脫皮為排除體軀上不純粹之氮化物，幼蟲自卵孵化後，至行第一次脫皮為止，其間稱為第一齡 (1st Instar)。自第一次脫皮之後至第二次脫皮為止，其間稱為第二齡 (2nd Instar)。幼蟲末次脫皮之後，在完全變態之昆蟲即變為蛹 (Pupæ)，在漸變態昆蟲之稚蟲，行末次脫皮後，即化為成蟲 (Imago, Adult)。

在完全變態之昆蟲中，有若干種之幼蟲，當生長成熟之後，即不食不動，預備化蛹，此時之幼蟲稱曰前蛹 (Prepupa)。前蛹期之長短不一，因昆蟲之種類而異，長江下游為害棉花之地蠶 (*Agrotis C-nigrum*) 在每年五月中下旬生長成熟，即蟄居於土中成為前蛹，至九月中旬始行脫皮化蛹。

幼蟲時期，脫皮之數目，因昆蟲之種類而不同，下列一表，

以示大概。

| | |
|---------|-----------|
| 彈尾目 | 1次。 |
| 蜉蝣目 | 23次普通5—6次 |
| 雙翅目與脈翅目 | 普通2次 |
| 鱗翅目 | 3—9次普通4次 |
| 直翅目 | 普通4次 |

伯加氏(Perkord)云一種燈蛾(*Isiaisabella*)當冬眠時,如饑寒交迫,能致多次之脫皮,藉以阻止生長。若干種之甲蟲,當食料缺乏時,亦呈是狀。在同種昆蟲內,幼蟲時期之脫皮次數,往往因遺傳或環境上之變異,而不一致。如家蠶之脫皮次數,普通為四次,但有一類家蠶,祇脫皮三次,稱曰三眠蠶。更有一種脫皮五次,稱曰五眠蠶。而此種脫皮三次五次者,成為遺傳上之特徵。如以三眠蠶與四眠蠶(普通種)相交,則第一代之後裔,三眠蠶為顯性。

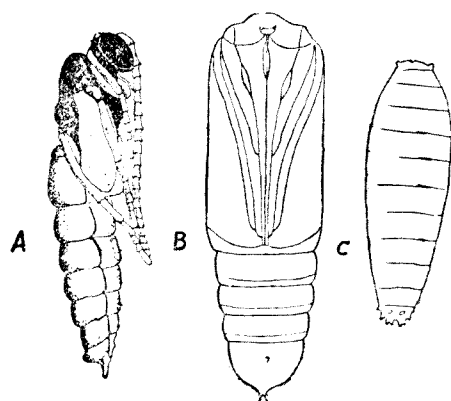
幼蟲經一次脫皮後,體軀則增長,增重一次,鱗翅目幼蟲在每次脫皮之後,體軀各節較脫皮前增長1.4倍。席白林氏(H. Przibran)考查一種螳螂(*Sphodromantis viridis*)在稚蟲時,每次脫皮後其體重較前期增重2倍,但其體軀長度之增加為1.26或 $\sqrt[3]{2}$ 倍,氏云此種生長指數(為2),在其他節足動物中亦可得見。博登海氏(F. S. Bodenheimer)在各目昆蟲中作同樣之考查,氏云有許多昆蟲在每次脫皮後,體重較脫皮前增加2倍或2倍以上,但在直翅目,蜻蜓目及象鼻蟲中,稚

蟲在每次脫皮之後，其體重、體長不現顯著之增加者，氏稱此種脫皮為一種潛伏分裂(Latent division)，氏在各類昆蟲中，所得幼蟲或稚蟲在每次脫皮後之生長指數，有92%在增長方面為1.265倍，在重量之增加為2.005倍，此種結果，與席白林氏所試得者相近。屈凡爾得氏(Trouvelot)云，某種天蠶蛾(Telapolyphemus)之成熟幼蟲，其重量較初自卵中孵化出時，增重4.140倍，紐博得氏(Newport)云，某種蜂(Anthophoraretusa)之成熟幼蟲，較初自卵內孵化出時，重1.020倍。

萊納得氏(Lyonnet)云一種木蠹蛾(Cossus cossus)之幼蟲期為三年，其增重為92000倍。紐博得氏云某種天蛾(Sphinx ligustri)之成熟幼蟲較初孵化時，增重9.976倍，在家蠶幼蟲(Bombyx mori)其增重為9100—10500倍。

3. 蛹 (第一四六圖)

凡昆蟲營完全變態者，當幼蟲老熟後，即化為蛹，蛹期不



第一四六圖 三種蛹之形狀。A=裸蛹(膜翅目之姬蜂科)之側面形。B=被膜(鱗翅目之夜蛾科)之腹面形。C=圍蛹(雙翅目中蠅科)之背面形。(After Imms)

食不動,在外形上,完全爲靜止期(Resting stage),昆蟲在蛹期,體軀內多數器官,重行變更,造成在成蟲時期所需之各種新器官。

I 蛹之種類

蛹因形態之不同,有下列三類。

a. 裸蛹(Pupa libera, Exarate pupa)

蛹之翅與足,不與體軀癒合,如鞘翅目、膜翅目等之蛹是。

b. 被蛹(Oblect pupa)

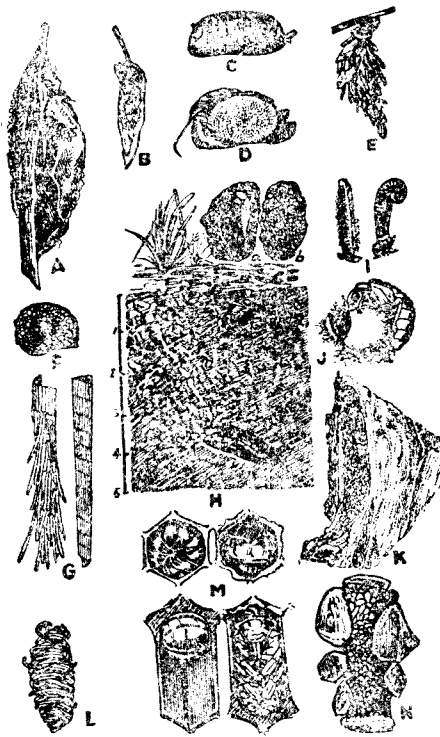
幼蟲在最後一次脫皮後,因分泌脫皮液之關係,將翅與足,固着於體軀之外面,如鱗翅目等之蛹是。

c. 圍蛹(Coarctate pupa)

幼蟲最後一次,所脫下之皮,並不分離,幼蟲,即成爲蛹之圍蓋,此層圍蓋,稱曰蛹囊(Puparium)。如雙翅目之蛹是。

蛹除上述三種形狀外,如蚊類之蛹,極爲活動,能在水中屈曲上下,在脈翅目(Neuroptera)中,有數屬之昆蟲如 *Chrysopa*, *Hemerobius*, *Raphidia*, 在蛹期亦能行動。木蠹蟲(*Cossidæ*)之蛹,在腹部各節,有向後生長之刺,蛹體藉此,得上下行動,寄生於南京附近臭椿樹上之一種夜蛾(*Eligma norcicus* Cram), 幼蟲結繭於樹皮部,蛹化成之後,偶遇驚擾,即動其腹部,刺刺作聲以示警戒(聲由腹部末端,與繭內面相磨擦而出)。

II. 蛹之保護與羽化(第一四七圖)



第一四七圖 昆蟲蛹期之保護概況。A=一種天蠶蛾(*Ecr-opia* moth)之繭。B=一種華果捲葉蟲 *Ancyclus nebeculana* 幼蟲捲葉而食,蛹即化成於內。C=食蚜虻 (*Tropidia quadrata*) 之蛹囊幼蟲末次之舊皮即為蛹之保護物。D=一種苜蓿象鼻蟲之繭,一半被苜蓿所圍。E=負囊物 F=石蠶 (*Helicopsyche borealis*) 幼蟲吐絲和水中砂礫築成螺殼形之囊。G=石蠶 (*Phryganea ves-tita*) 之幼蟲與蛹期之囊。H=為害煙草天蛾幼蟲在土中化之蛹狀。I=二種負囊蛾幼蟲之囊,左囊形如雪茄煙右囊類似手槍形,囊底有外露之幼蟲頭、胸及腹部。J=美國加州所產野獅之繭,成蟲初由繭內化出形。K=萃果樹圓頭蠶幼蟲之繭。L=檀香山甘蔗蚜蟲之繭。M=蜜蜂之幼蟲與蛹;左為幼蟲之側形與頂端形,右為蛹之側形與頂端形。N=一種石蠶 (*Neophyla concinnus*) 之蛹囊。(From Metcalf).

大多數之蛹,因缺乏移動力,故當幼蟲行將化蛹時,現其種種本能,如結繭、營巢等,有人意度,此可使蛹期安然過渡,化蛹之處所,有下列數種。

1. 化蛹於土中 如許多鱗翅目、鞘翅目之蛹。
2. 結繭 如蛾類、蜂類之蛹。
3. 化蛹於枯葉及樹皮裂隙中 如多數鱗翅目之蛹。

老熟之蛹,在胸背中央之蛹衣,先縱行裂開,而成蟲漸漸化出,如蛹化於繭內者,成蟲即破繭而出,家蠶之蛹在繭內化

成蛾後，分泌一種液汁，使繭之一端軟化，而蛾即於此端外出。鱗翅目之成蟲，當由蛹化成蟲後，即停止於附近之植物上，片刻，待四翅完全開張，此時成蟲之肛門，排出一種蛹期所積之排泄物，稱曰**蛹便**(Meconium)。

4. 成蟲

完全長成之昆蟲，稱曰**成蟲**。**成蟲**時期，為昆蟲之生育時期。多數成蟲，一經化成之後，在一二日間，即行交配產卵，但在家蠅，則成蟲化成之後，再經二三日，始能交尾。寄生於柳樹幹內，有二種天牛，*Megopissinica white* 及 *Trirachys Orientalis*, Hop, 成蟲化成之後，經冬、春兩季，至明年中夏，始能穿出樹皮，而行交配與產卵等工作。成蟲生活時間之長短，因種類而異，大多數之蜉蝣化成之後，生存一日，即行死亡，而白蟻之女王，能延綿至拾五年，蜜蜂女王之生命，亦有五年之久，家蠅則有一月左右。

昆蟲一生各期之概況，有如下表所示。

第六表： 昆蟲一生之各期。

| | 靜止期 | | 發育期 | | | | | | | 變化時期 | | 繁殖時期 | |
|---------------------|--------------|----|--|----|------|----|------|----|------|--------------|---|-----------------------|----|
| | 不食不動 無害無益 | | 1. 昆蟲在此期常呈活動 2. 昆蟲在此期常呈求食 3. 許多昆蟲在此期或為害或有益 | | | | | | | 不食不動 無害無益 | | 活動，常求 食與為害 或有益。 | |
| 無變態 (如衣魚 彈尾蟲) | 卵 | 孵化 | 未成熟蟲 | 脫皮 | 未成熟蟲 | 脫皮 | 未成熟蟲 | 脫皮 | 未成熟蟲 | 脫皮 | | | 成蟲 |
| 漸變態 (如蝗、蟬) | 卵 | 孵化 | 稚蟲 | 脫皮 | 稚蟲 | 脫皮 | 未成熟蟲 | 脫皮 | 稚蟲 | 脫皮 | | | 成蟲 |
| 完全變態 (如甲蟲、蛾) | 卵 | 孵化 | 幼蟲 | 脫皮 | 幼蟲 | 脫皮 | 幼蟲 | 脫皮 | 幼蟲 | 脫皮 | 蛹 | 脫皮 | 成蟲 |

第四節 昆蟲之生活循環

生活循環(Life Cycle or Life History)一字,嚴格言之,指昆蟲自卵受精後起,經幼蟲、蛹而至成蟲死爲止,但在事實上,昆蟲之壽命,頗難預知,因雌蟲腹內之卵,何時受精,更難推測,故有人計算,昆蟲生活循環之時期,自成蟲性慾成熟之後,至卵產下爲止,其間之日數,亦加入在內,故生活循環一字之全意,包含三個時期,即:

1. 自卵受精後起,至孵化爲止,此時期稱曰**胚胎期**(Embryonic period)
2. 幼蟲由卵孵化後至成蟲之性成熟爲止,此時期稱曰**前熟期**(Prematuration Period).
3. 自性成熟後,至死爲止,此時期稱**成熟期**(Maturation period).

昆蟲在一年內之生活循環,不僅一次,其數目,至不一律,在一季內,或壹年內,昆蟲生活循環之總數,稱曰**季或年的生活循環**(Seasonal life cycles or Annual life cycle),在大多數蚜蟲之生活循環上,每年在秋末,祇見一次過冬卵,春間所出之幹母,在高溫之夏秋間,由無性生殖而繁殖,爲卵期之發現,故蚜蟲之生活循環,嚴格言之,每年祇有一次,通常吾人稱昆蟲之**化或代**(Generation or brood)者,亦指昆蟲之生長,由**卵而幼蟲、蛹、成蟲**(如爲完全變態者,)經此四步變化,完成其一生

之謂。昆蟲在一年內營一個生活循環者，稱爲**一化**(One brood or generation)。營二個生活循環者稱爲**二化**(Two broods or generations)。昆蟲在一年之內經過化數之多少，或爲遺傳之特性，或因氣候之不同而異。前者如桑白蠶(*Rondotia mencia-na mori*)之具一化性者(Monovoltine)，過冬之卵，(在揚子江下游，產生過冬時，爲七月下旬)，雖四周之溫度頗高，(平均溫度在88°F左右)但終不孵化。後者如爲害水稻之**三化螟蟲**，在揚子江下游，一年之內，有三化；在日本北部，全年溫度較低，祇有二化；在台灣則溫度較高，一年內有四五化；在印度終年可得其幼蟲，幾無化數之可分，此皆因一地之氣候而異。

陶蓀氏(Dawson)在美國研究一種天蠶蛾(*Telea polyphemus*)。該種蛾在美國北部，如明理蘇達省(Minnesota)全年祇有一化(全年平均溫度頗低)。但在南部諸省，有二化以上。氏用此種天蠶蛾，在不同環境下(溫濕度之變異)，試驗之，能使適生於美國北部之一化者，可在一季內，發生多化；同時生活於南方之二化以上之天蠶蛾，亦可使之發生一化。在陶氏全部試驗材料中，大多數雖可如是變異，但內中有一部分，在任何試驗中，不受影響，其發生仍保持原來之狀態。因此種天蠶蛾，在遺傳上，有**一化性**(Univoltine)及**二化性**(Bivoltine)兩純系在內也。

第五章 昆蟲之分類

昆蟲分類者，將大地上千差萬異之昆蟲，根據其形態之不同，相互之關係 (Relationship) 分門別類 (Classify) 以成有一統系之排列，使學者可按步追求，尋得各蟲科學上之名稱，與各種、屬、科目間相互之關係。

第一節 分類法*

檢別昆蟲之方法有兩種：(一) 人爲分類法；(二) 自然分類法。

一、人爲分類法 (Artificial system of Classification)

此法常根據昆蟲所處之環境或體軀上一部份之形態，將昆蟲分爲若干類，如龍蟲、蚊蟲、松藻蟲、蚋 (幼蟲) 等均生活於水中，則稱曰水棲類 (Hydrocores)。步行蟲、斑蝥、蟻等均生活於陸地，則稱曰陸棲類 (Geocores)。金龜子、步行蟲之跗節有五節，即稱曰五節類 (Pentomera)。金花蟲、天牛等之跗節有四節，即稱曰四節類 (Tetramera)。依昆蟲所居地之不同與跗節之數目而分類者，在研究上，有時似稱便利，但昆蟲間相互之關係，並未述及，因同爲水棲類內，有具吸收口而變態不完全之半翅目昆蟲及具咀嚼口，變態完全之鞘翅目，彼此相去

*關於昆蟲分類原理可參閱下文。

Gordon Floyd Ferris. The principles of systematic Entomology. 1928 Stanford university Publications, Biological series, Vol. V, No. 3.

甚遠，未可合而統論也。

二、自然分類法(Natural system of Classification)

此法根據昆蟲之形態、生理、發生及分佈等各方面之異同而類別之。如此可知昆蟲間彼此相關之統系，各種昆蟲之祖原不同環境各殊。因此在形態上，發現差異之現象，我人即依據其形態之異同，及器官之類似，從而分門別類。因此系統上之關係益見明顯。

現代昆蟲分類學者，均採用自然分類法。此法為瑞士 (Sweden) 自然科學家林納氏 (Linné 1707—1778) 所借設，故亦稱曰林納氏分類法 (Linnean system of Classification)。依此法大別動物界為數門 (Phylum)，門下設綱 (Class)，綱下設目 (Order)，目下設科 (Family)，科下設屬 (Genus)，屬下有種 (Species)。種本為昆蟲分類上之單位，但種內又因各小羣彼此微有差異，為容易識別起見，更有副種 (Subspecies)、雜種 (Variety)、變種 (Race) 等名稱。如蜜蜂在世界上有 Carrioran、埃及蜂 Egyptian、及 意大利黃金蜂 (Golden Italian)、德國黑蜂 (Black German) 等變種 (Race)，但皆屬於 *Apis mellifica* 一種之下。而蜜蜂 (*Apis*) 屬不僅限於歐洲，在中國有土產蜜蜂，印度產之土蜜蜂為 (*A. indica*) 考此三種之來源，極為密接，而 *Apis* 一字，稱為屬名，(Generic name)，不論為中國土產蜜蜂、德國黑蜂、印度土蜜蜂，皆屬於 *Apis* (羅馬語蜜蜂意) 之下。

再蜜蜂與彈蜂 (*Bombus*) 等屬，共隸於蜜蜂科 (*Apidæ*)，而

此科與胡蜂科 (Vespidæ)、細腰蜂科 (Crabronidæ)、小蜂科 (Chalcidæ)、蟻科 (Formicidæ) 等, 共隸於膜翅目 (Hymenoptera), 膜翅目之昆蟲, 多具膜質之翅二對, 腹部第一環節, 與後胸相癒合, 而成所謂前伸膜節 (Propodeum), 變態完全, 膜翅目, 與具翅一對之雙翅目 (Diptera), 具鞘翅之鞘翅目 (Coleoptera), 具半翅之半翅目 (Hemiptera) 等, 均屬於昆蟲綱 (Class Insecta), 昆蟲綱之特徵, 爲體分頭、胸、腹, 三節, 有胸足三對, 與多足、蛛蜘蛛綱一見即能區別, 然多足、蛛蜘蛛、甲殼及昆蟲四綱, 皆有分節之肢, 稱曰節足動物門 (Phylum Arthropoda), 而節足動物門, 與環節動物門 (Phylum Annelida), 軟體動物門 (Phylum Mollusca) 等, 均無脊索 (Notochord) 稱曰無脊索動物 (Achordata), 魚類、鳥類、哺乳類等, 均有脊索, 稱曰脊索動物 (Chordata), 無脊索動物與脊索動物, 合稱曰動物界 (Animal Kingdom)

茲以家蠅爲例, 表示其在動物界內之地位如下:

| | |
|---------|----------------------------------|
| 動物界 | (Animal Kingdom) |
| 無脊索動物亞界 | (Subkingdom Achordata) |
| 節足動物門 | (Phylum Arthropoda) |
| 昆蟲綱 | (Class Insecta) |
| 雙翅目 | (Order Diptera) |
| 家蠅科 | (Family Muscidæ) |
| 家蠅屬 | (Genus Musca) |
| 家蠅種 | (Species- Musca domestic Linné.) |

總目、亞目、總科、亞科，

昆蟲種類繁多，有時在上述各級內，有再分之必要。如門與綱之間，設亞門 (Sub Phylum)，在其共通特徵 (Characteristics) 之相近各目，則設首目 (Superorder)，同一目中，如有顯明之二類以上，則設亞目 (Suborder)，由此而下，在科有首科 (Superfamily)、亞科 (Sub-family)，在科之下，常有族 (Tribe) 與羣 (Group) 之設。

種 (Species) 爲分類上之單位，種間當不能雜交，在達爾文氏之進化論有云：“一屬中之數種，因彼此相似，可認爲由共同之先祖，先進而來，由此再推及科、目、綱間所存留之共同點，更由較遠之先祖進化而來，更推而上，現在各動物，均由同一之祖先進化而演成，此祖先，即單細胞之原生動物也。”

第二節 命名法 (Method of naming)

昆蟲之名有二，一爲俗名 (Vernacular name)，一爲科學名 (Scientific name)。俗名依地域、國語、人種之不同而異，如同爲蜚蠊，我國北方曰竈馬，蘇、浙稱謂蟑螂，在外國有大坂蟲 (日本)、Cockroach (英)、Rochchäfer (德) 等名稱。科學名，則通用於萬國，命名之法，依照林納氏所倡之二字並用之雙命名制 (Binominal system of nomenclature)。

一、學名

學名由三部而成，(一)屬名、(二)種名、(三)命名者名。

屬名常爲希臘語名詞,其首字應作大寫 (Capital letter) 如 Chilo, Sphex.

種名 (Specific name) 如爲形容字時,須與屬名相符合,一般均用小寫,如水稻上之二點浮塵子爲 *Nephotettix biouctatus* Fabs.

命名者名 (Authority name) 即命名者之姓名,一般學者,恆將該字縮成一二字,如家蠅 *Musca domestica* L. 末後之 L 即 Linne 氏之縮寫.

凡書綱、目、科及屬名之第一字,均須用大寫,首科名之尾字爲 oidea. 科名之尾字爲 idæ, 亞科名之尾字爲 inæ, 族名之尾字爲 ini.

新種發現時之命名,則須確定此蟲隸於何屬,若屬中尙無此種之發現,即將新種之特徵,舉要記述,並附圖說明等,於有價值之雜誌上發表之,如一新種,同時有二三學者研究而發表,則該蟲之學名,應根據出版較早之雜誌,其刊行日期,即爲新種之發表日,此爲分類界上定名之優先權 (Priority). 依上法所定之學名,不能輕於更改,如前人所發表之新種,後人覺有懷疑,加以研究,亦定出一學名,即謂之同定 (Determination),此前後兩學名,稱曰同物異名 (Synonym). 又若有新種,前人如誤冠以屬名,及後學者,發現其誤謬後,而加以更正,當用更正之學名時,同時可將舊時之屬名,記於括弧內,如 *Ageniaspis* (*Copidosoma*) *touncatellus*.

二.昆蟲之定名

昆蟲之定名,或與原標本(Original specimen)相對照,或參考原記述(Original description),二者中,必選其一,如用原標本對照者,更爲妥善,當新種或新屬發表時,學者恆將多數同種之標本,依次陳列,同時并與同道者相互交換,其結果可產出多數標本,茲舉主要標本之種類說明如下:

1. 完模式標本(Holotype).

記載新種所用之唯一標本,一般均以雄者爲完模式標本,因其特徵較爲顯著也.

2. 別模式標本(Allotype)

記載新種時與完模式同記載之標本,惟在完模式標本爲雄者,而別模式標本則用雌者.

3. 副模式標本(Paratype).

新種記載時,其特別之部分,例如觸角之長短,色澤,感覺孔數目等,須用標本比較研究,故除完模式標本外,學者更選所謂第一副標本,第二副標本等數種.

4. 總模式標本(Cotype).

內分第一,第二等數種,當完模式標本未選定之前,在多數標本記載時,當冠以名稱,此名稱,依據使用特徵數多寡,輕重之不同,冠以第一,第二之名稱.

以上四種標本,當陳列時,須黏赤,青,綠,黃等之着色紙條,以示區別.

第三節 昆蟲之分目

昆蟲綱 (Insecta or Hexopoda), 自 1758 年 林奈氏 首創分類系統以來, 其間幾經遞嬗, 茲略錄其梗概如下。

1758 年 林奈氏 (Linné) 分昆蟲綱爲七目, 卽無翅目 (Aptera)、脈翅目 (Neuroptera)、半翅目 (Hemiptera)、鞘翅目 (Coleoptera)、鱗翅目 (Lepidoptera)、雙翅目 (Diptera) 及膜翅目 (Hymenoptera)。目名後部之 “ ptera ”, 意卽爲翅, 其前所冠之 A-, Neur-, 以及 Hemi 等字樣, 係用以表示翅之特質者, 林奈氏 所創之七目中, 至少有四目, 仍爲今日分類學家所採用。他如在 林氏 之無翅目中, 包括有原始之彈尾蟲, 及寄生性之蝨與跳蚤二者, 此二類昆蟲雖皆無翅, 但其血統關係, 相差甚遠, 不能相提並論也。又在 林氏 所定之脈翅目中, 亦復羅列有血統懸殊各不相侔之昆蟲, 此已經後人修改, 不復再用於今日矣。

1885 年 布拉耳氏 (Brauer) 將昆蟲綱分爲十七目, 蓋曩 林奈氏 所創之脈翅目, 布氏 又復分之爲若干目, 計有合翅目 (Synaptera)、革翅目 (Dermaptera)、蜉蝣目 (Ephemera)、蜻蛉目 (Odonata)、楨翅目 (Plecoptera)、直翅目 (Orthoptera)、嚙蟲目 (Cerrodentia)、總翅目 (Thysanoptera)、有吻目 (Rhynchota)、脈翅目 (Neuroptera)、蠍蟲目 (Panorpatæ)、毛翅目 (Trichoptera)、鱗翅目 (Lepidoptera)、雙翅目 (Diptera)、微翅目 (Siphonaptera)、鞘翅目 (Colesptera)、及膜翅目 (Hymenoptera)。 布氏 分類之根據, 不

僅在翅之有無更參酌口器、馬氏管(Malpighian tubes)及變態(Metamorphosis)。此十七目中之昆蟲，凡原始而無翅者，總屬於一亞綱，稱為無翅亞綱(Apterygogenea)，其餘有翅昆蟲，總屬於有翅亞綱(Pterygogenea)。自革翅目至有吻目，布氏稱之為同型的昆蟲(Homomorphous insects)，自脈翅目至膜翅目，稱為不同型的昆蟲(Heteromorphous insects)。布氏之昆蟲分類系統，除在字面上，命名微嫌不能一致外，但確足為後世分類學家奠立基礎。

1895年駭浦氏(David Sharp)將昆蟲綱，增至二十一目。蓋布氏之合翅目、嚙蟲目及直翅目，皆復經駭氏分析也。此二十一目，復分屬於四亞綱中，各亞綱分別之根據，為(一)昆蟲之無翅者，其情形是否為原始的無翅抑為後得的無翅，(二)昆蟲之有翅者，其翅是否發育於稚蟲之體外抑發育於蛹之體內。

1904年希浦來氏(A. E. Shipley)就駭浦氏之分類法，將各目名稱後統易以Ptera字，以示一致，茲將二氏之昆蟲分目命名制列表如下：

| <u>駭浦氏</u> | | <u>希浦來氏</u> |
|----------------------------|-----|----------------|
| Sub-class I. Apterygota | | 原始無翅亞綱 |
| 1. Collembola | 彈尾目 | 1. Apterata |
| 2. Thysenura | 纓尾目 | 2. Apontoptera |
| Sub-class II. Aneptenygota | | 後得無翅亞綱 |

- | | | |
|-----------------|-----|----------------|
| 3. Mallopleaga | 食毛目 | 3. Lipoptera |
| 4. Snoplura | 蝨目 | 4. Ellipoptera |
| 5. Siphonaptera | 蚤目 | 5. Aphaniptera |

Sub-class III. Exopterygota 外翅亞綱

- | | | |
|------------------|------|-------------------|
| 6. Orithoptera | 直翅目 | 6. Orthoptera |
| 7. Perlidæ | 襍翅目 | 7. Plecoptera |
| 8. Psocidæ | 嚙蟲目 | 8. Psocoptera |
| 9. Termitidæ | 白蟻目 | 9. Isoptera |
| 10. Embiidæ | 足絲蟻目 | 10. Embioptera |
| 11. Ephemeridæ | 蜉蝣目 | 11. Ephemeroptera |
| 12. Odonata | 蜻蜓目 | 12. Paranouptera |
| 13. Thysanoptera | 縷翅目 | 13. Thysanoptera |
| 14. Hemiptera | 半翅目 | 14. Hemiptera |

Sub-class IV. Endopterygota 內翅亞綱

- | | | |
|------------------|-----|------------------|
| 15. Neuroptera | 脈翅目 | 15. Neuroptera |
| 16. Trichoptera | 毛翅目 | 16. Trichoptera |
| 17. Lepidoptera | 鱗翅目 | 17. Lepidoptera |
| 18. Coleoptera | 鞘翅目 | 18. Coleoptera |
| 19. Strepsiptera | 撚翅目 | 19. Strepsiptera |
| 20. Diptera | 雙翅目 | 20. Diptera |
| 21. Hymenoptera | 膜翅目 | 21. Hymenoptera |

1904年波里愛氏(Börner)沿用希浦列氏之命名制,但以

布拉耳氏之 Corrodentia 代替 Psocoptera 及 Mallophaga, 且 波氏只分昆蟲爲二亞綱,即有翅亞綱(Pterygota)與無翅亞綱(Apterygota).

1908年亨得立施氏(Handlirsch)將化石昆蟲,亦置於分類系統列此與以前各學者之分法完全不同,氏主張昆蟲不但爲節足動物門中之一綱,應表以四綱,如(1)有翅綱(UPTerygogenca),包括所有有翅及翅已退化的昆蟲,(2)彈尾綱(Collembola),(3)長跳蟲綱(Campodeoidea),(4)纓尾綱(Thysanura).自(2)以至(4)三綱,包括所有原始而無翅之昆蟲.在有翅綱中,復分爲十一亞綱內,計有二十八目.其餘三綱中,計含有六目.

1915年布魯士與密倫德二氏(Brues and Melander)沿用亨氏分類系統,加入最近發現之純翅目 Foraptera 及原尾目 Protura 二目,復將直翅總目(Orthopteroid)中之(Grylloblattidae)科,升爲一目.至1932年,氏又將分類系統,稍加修改,刊爲專書曰“昆蟲之分類”(Classification of Insects),凡昆蟲中重要各科,書中均有羅列(此書出版處 Museum of Comparative Zoology, Cambridge, Massachusetts, U. S. A).

亨氏分類法,立意過深.在昆蟲界上除少數之守舊作者採用外,大多數現代昆蟲學者均不樂用.近年美國克倫登氏(Crampton)對於昆蟲各目之系統與分類,有特殊之建樹,氏分昆蟲綱爲二亞綱,即無翅亞綱與有翅亞綱,二者之不同點如下.

1. 口器或縮於頭之凹陷內,或竟消失,或不呈咀嚼式。

口器不縮於頭之凹陷內,而呈咀嚼式。

2. 腹部之腹面或着生突起 (Styli), 退化足或腹管。

無翅亞綱。

腹部之腹面無突起,退化足,或腹管。

有翅亞綱。

3. 腹部有一對以上之突起。

無翅亞綱。

腹部有突起,至多一對,普通均缺。

有翅亞綱。

上表中所云之突起乃着生於腹部若干腹片之後緣,如一跳蟲(Machilis)及數種蜈蚣中,後足近基節處之附屬器,不能與全部之退化足相對照也,表上所云之退化足,乃足之真正退化者,但是否可與鱗翅目幼蟲之腹足對照,此時尚不能決定,腹管着生於第一腹節之中央線上,其形式大而呈管狀,或極形退化,乃為第一腹節下各退化足之遺跡。

克氏將有翅亞綱內又分為二類,即古翅類(Paleopterygota)、今翅類(Neopterygota)。此二類昆蟲均導原於太古綱翅目(Palæodictyoptera),據克氏云,古翅類之導原於太古綱翅目者,其間經過原蜉蝣目(Protephemeroptera)及原蜻蜓目(Protodouata)之中間型,今翅類則直接來自太古綱翅目,其間祇經過與Synormogoge(此期為Handlirsch氏所記述)相近之型。

今翅類中又分為三系即漸進變態系(Pourometabola,直翅總目昆蟲),不完全變態系(Parametabola,半翅總目昆

蟲)。完全變態系(Holometabola, 內包括 Sharp、Shipley 兩氏所云之內翅類(Endopterygotan)中各目之昆蟲),此三系更分成各總目。

克氏之分類法,包羅古代及現在之昆蟲範圍極廣,雖為多數昆蟲學者所稱道,但化石內之證據,現在知者甚為寥寥,則氏之分類法尙不足搖動 Bromer-Sharp-Shipley 諸氏之分類系統也。

各目昆蟲中,有若干目,為數極多,有數目,與人類發生密切之關係,各目內種數之估計,及其重要之特徵,如下表所示。

第七表 昆蟲綱中各目之約數

| 口器型式 | 目名 | 例如 無變態,無翅,下等昆蟲 | 已知數 之約計 | 昆蟲體軀 上之翅數 |
|-----------------|--------------------|-------------------|------------|-----------------|
| 稚蟲及成蟲均 為咀嚼口式 | 纓尾目(Thysanura) | 衣魚石蠹..... | 300 | } 無翅 |
| | 彈尾目(Collembola) | 彈尾蟲..... | 1200 | |
| | 直翅目(Orthoptera) | 蚱蜢,蟋蟀,蝗,..... | 18000 | } 四翅 (無翅者極少) |
| | 革翅目(Dermaptera) | 蠨螋,..... | 900 | |
| | 蜉蝣目(Ephemeroptera) | 蜉蝣,..... | 8.0 | |
| | 蜻蛉目(Odonata) | 蜻蜓,豆娘,..... | 5000 | |
| | 楛翅目(Plecoptera) | 石蠅..... | 2000 | |
| | 等翅目(Isoptera) | 白蟻..... | 2000 | |
| | 鱗蟲目(Corroudentia) | 書蠹樹皮蟲..... | 750 | } 四翅或無翅 |
| | 鳥蟲目(Mallophaga) | 鳥蟲..... | 2100 | |
| 稚蟲及成蟲 係舐吸口式 | 總翅目(Thysanoptera) | 花蟲..... | 600 | } 四翅或無翅 |
| | 同翅目(Homoptera) | 蚜蟲,介殼蟲,蟬,浮塵子..... | 25000 | |
| 稚蟲及成蟲均 為刺吸口式 | 半翅目(Hemiptera) | 椿象,牀蝨..... | 301,000 | |
| | 獸蟲目(Anoplura) | 豬蟲,牛蟲..... | 150 | } 無翅 |

| | | | | |
|--------------------------------|---|-------------------|---------------------|----------|
| 幼蟲及成蟲均 為咀嚼口式 | } | 鞘翅目(Coleoptera) | 甲蟲,象鼻蟲.....250,000 | } 四翅偶或無翅 |
| | | 摵翅目(Strepsiptera) | 摵翅蟲..... 150 | |
| | | 脈翅目(Neuroptera) | 好獅,蟻獅..... 2500 | |
| | | 蜎蟲目(Mecoptera) | 舉尾蟲..... 15 | |
| | | 毛翅目(Trichoptera) | 毛石蠶,流石蠶等..... 2000 | |
| 幼蟲為咀嚼口式 成蟲為吸收口式 | } | 鱗翅目(Lepidoptera) | 弄蝶,蝶,蛾,..... 120000 | } 四翅或無翅 |
| 幼蟲口器為咀嚼或 已呈退化,成蟲為 咀嚼或紙吸式 | | 膜翅目(Hymenoptera) | 蜂,蟻,鋸蜂..... 86000 | |
| 幼蟲口器為咀嚼 成蟲為刺吸式 | } | 微翅目(Siphonoptera) | 跳蚤,.....400 | } 無翅 |
| 幼蟲口器為咀嚼或 已呈退化,成蟲為 刺吸或紙吸式 | | 雙翅目(Diptera) | 蠅,蚊,蚋.....75000 | |
| 23目(註). | | | 625,000種 | |

(註) 此外尚有原尾目(Protura)、純翅目(Zoraptera)、紡脚目(Embioptera)因種類極少,故未列於上表(After Metcalf).

第四節 昆蟲檢查表之種類及其用法

關於昆蟲檢查表之排列方法,茲舉兩式,以直翅目為例,分列如下.

第一種

A. 後足粗長,適於跳躍.

B. 觸角長,鞭狀(除螻蛄),跗節三節,或四節,聽器官在前足脛節上,雌產卵管長(螻蛄除外).

C. 跗節四節,產卵管扁,劍狀..... 螽蟴科

CC. 跗節三節(螻蛄除外),產卵管針狀..... 蟋蟀科

BB. 觸角短,跗節三節,聽器官在腹部第一節,產卵管短,

- 其各部分開.....蝗蟲科
- AA. 後足與前足,中足,相等,不適用於跳躍,聽器官不發達,
- B. 體長,頭部不為前胸遮蔽,前胸節長,足細長,尾鬚分節,
或不分節,爬行甚緩.
- C. 前足簡單,鬚不分節.....竹節蟲科
- CC. 前足適於捕捉,尾鬚分節.....螳螂科
- BB. 體卵圓形,扁,頭完全為前胸遮蔽,前胸橢狀,足扁,尾
鬚分節,爬行甚速.....蜚蠊科

吾人先根據上表 A 條所列之特徵,審視標本,是否相合,如後足確係粗長,即順序查至 A 條下之 B 條,如觸角確為鞭狀,跗節為三至四節,聽器官在前足脛節上,產卵管長,則順序查至 B 條下之 C 條,如跗節確為四節,產卵管扁而呈劍狀,則此蟲即屬螞蟓科,反之,如 C 條所述特徵,與標本不符,即跗節僅三節,產卵管針狀,則檢視與 C 條並列之 CC 條,知其屬蟋蟀科.總之,此種檢索表之用法,即自 A 條查起,如 A 條不合用,即查與 A 條對立之 AA 條,如 B 條不合用,即查與 B 條對立之 BB 條,餘類推.

第二種

設將上表,改變排列方法,即得第二種檢查表.

1. (6) 後足粗長,適用於跳躍.
2. (4) 觸角長,鞭狀,跗節三節,或四節,聽器官在前足脛節上,雌產卵管長.

3. (5) 跗節四節, 產卵管扁, 劍狀, 蠶蜥科
4. (2) 觸角短, 跗節三節, 聽器官在腹部第一節, 產卵管短, 其各部分開, 蝗蟲科
5. (3) 跗節三節, 產卵管針狀, 蟋蟀科
6. (1) 後足與前足, 中足相等, 不適用於跳躍, 聽器官不發達.
7. (10) 體長, 頭部不為前胸遮蔽, 前胸節長, 足細長, 尾鬚分節, 或不分節, 爬行甚緩.
8. (9) 前足簡單, 尾鬚不分節, 竹節蟲科
9. (8) 前足適於捕獲, 尾鬚分節, 螳螂科
10. (7) 體卵圓形, 頭部完全為前胸遮蔽, 前胸橢形, 足扁, 尾毛分節, 爬行甚速, 蜉蝣科
- 在此種檢索表中, 每條相反條之號數, 緊誌於該條號數字之後, 例如第一條後之(6)字, 即表示第一條不合用時, 改查第六條; 如所查各條, 並無不合, 即順序查下, 例如第一條可用, 即查第二條, 餘類推.

第五節 昆蟲分目檢查表

根據昆蟲各目形狀之異同, 舉其特徵列成一表, 稱曰昆蟲分目檢查表(Key or table)使學者可按步檢查, 尋出昆蟲所屬目之名稱, 下表乃錄自康姆斯篤克氏所著之“昆蟲進階”(Comstock: An Introduction to Entomology P. 215—219)一書.

第八表 昆蟲分目檢查表 (本表可用於成蟲, 蛹及幼

蟲.)

A. 有翅

B. 有翅一對

C. 翅爲角質、革質或薄皮狀(Parchment like).

D. 口爲吸收式,翅爲革質而短,或其前端呈膜質.....半翅目
(Hemiptera)

DD. 口爲咀嚼式,大小顎均明顯

E. 翅爲角質,但無脈紋,後足不適於跳躍.....鞘翅目
(Coleoptera)EE. 翅爲薄皮狀,具有網狀之脈紋,後足適於跳躍.....直翅目
(Orthoptera)

CC. 翅爲膜質

D. 腹端具有尾絲,口器不發達.

E. 無平均棍.....蜉蝣目(Ephemerae)

EE. 有平均棍(介殼蟲科Coccidae之雄蟲).....同翅目
(Homoptera)DD. 腹端無尾絲,後翅變爲平均棍,口器適於吸收.....雙翅目
(Diptera)

BB. 有翅二對

C. 前後翅之組織不相同.

D. 前翅退化而呈細棍棒狀之附屬器,後翅呈扇形而具輻射狀
之脈紋,蟲形小.....捻翅目(或寄生目)(Strepsiptera)DD. 前翅之基部,爲革質,頂端爲膜質,兩翅常交互相疊,口爲吸
收式.....半翅目(Hemiptera)

DDD. 前翅之結構相同.

- E. 前翅爲角質,或革質,而無脈紋之翅鞘,……鞘翅目(Coleoptera)
- F. 腹端之尾鬚變成能動之鈹子,……疊翅目(Dermaptera)
- FF. 腹端無剪形之鈹子,……鞘翅目(Coleoptera)
- EE. 前翅爲革質或薄皮形翅脈成網狀
- F. 後翅不相互摺疊,口爲吸收式。
- G. 口吻由於頭之前端生出,……半翅目(Hemiptera)
- GG. 口吻由於頭之後端下方生出,……同翅目(Homoptera)
- FF. 後翅縱行摺疊口爲咀嚼式……直翅目(Orthoptera)
- CC. 前後翅均爲膜質
- D. 跗節之最後一節膨脹,或呈蹄狀,無爪,……總翅目(Thysanoptera)
- DD. 跗節之最後一節不膨脹,或不呈蹄狀。
- E. 前後翅之大部或全部,附着鱗片,口器爲吸收式……鱗翅目(Lepidoptera)
- EE. 前後翅無附着物透明,或稍具鱗毛。
- F. 口器由於頭之後端下方生出,成管狀,有節,管內藏有大
小顎,……同翅目(Homoptera)
- FF. 口器位於頭前端之下方,大小顎不呈剛毛狀
- G. 翅脈呈網狀,橫脈與其他脈均多。
- H. 跗節之節數在五節以下
- I. 觸角不明顯,呈鑽子狀,細而短。
- J. 前後翅之長短幾相等,跗節三節,……蜻蜓目(Odonata)
- JJ. 後翅形小或竟缺,跗節四節,……蜉蝣目(Ephemera)

- II. 觸角恆明顯呈剛毛狀,絲狀,棍棒狀,球桿狀或櫛齒狀。
- J. 跗節二節或三節。
- K. 後翅較前翅為小…………… 嚙蟲目 (Corrodentia)
- KK. 後翅較前翅為寬或與前翅相等…………… 楨翅目 (Plecoptera)
- JJ. 跗節四節,前後翅大小相等…………… 白蟻目 (Isoptera)
- HH. 跗節五節
- I. 腹端有多節之尾鬚壹對 (有數種蜉蝣如此)。
…………… 蜉蝣目 (Ephemera)
- II. 腹端無多節之尾鬚
- J. 頭部延長而成闊吻…………… 蝸蟲目 (Mecoptera)
- JJ. 頭部不延長而成闊吻…………… 脈翅目 (Neuroptera)
- GG. 翅支脈頗多,橫脈則較少,或翅脈全缺。
- H. 每翅之脈紋,隨翅中央之褐色線而延長…………… 紡錘目 (Embiidina)
- HH. 翅之中央無褐色線。
- I. 跗節二節或三節。
- J. 後翅較前翅略小。
- K. 蟲體長在三釐(mm)以下,有尾鬚…………… 純翅目 (Zoraptera)
- KK. 蟲體頗大尾鬚缺…………… 嚙蟲目 (Corrodentia)
- JJ. 後翅與前翅等大或較大 (如數種石蠅) (Stone fly),…………… 楨翅目 (Plecoptera)
- II. 跗節四節,或五節。

J. 腹端有多節之尾鬚一對 (數種蜉蝣).....蜉蝣目 (Ephemeroidea)

JJ. 腹端無多節之尾鬚

K. 前胸爲角質,前翅較後翅爲大,光滑或生有細毛,後翅之脈紋頗少,或竟付缺如,大顎極爲發達,顎鬚頗小,.....膜翅目 (Hymenoptera)

KK. 前胸爲膜質或薄皮質,後翅與前翅等大,或較大;平時常縱行摺疊,具有支脈頗多,前翅光滑,或略附細毛,大顎不明顯,顎鬚長,成蟲形似蛾類,.....毛翅目 (Trichoptera)

AA. 無翅,先有翅者,翅亦頗退化而不顯著。

B. 頭與足極明顯,且能行動。

C. 水棲昆蟲。

D. 口器適於吸收

E. 稚蟲能游泳.....半翅目 (Hemiptera)

EE. 幼蟲寄生於海綿上(Sisyridæ).....脈翅目 (Neuroptera)

DD. 口器適於咀嚼

E. 幼蟲之形或如蠅,常居於輕薄之囊中,或形如衣魚,吐絲作網,以捕捉食物 (石蠶Caddiesworm),.....毛翅目 (Trichoptera)

EE. 幼蟲不作網,亦無囊。

F. 稚蟲與成蟲相似,稍長大之稚蟲,即現有翅痕。(在極小時無)

G. 稚蟲之下唇延長特甚,向前突出,並能自由伸縮,其頂

- 端有銳利之鈎。……………蜻蜓目 (Odonata)
- GG. 稚蟲或幼蟲之下唇,不能向前伸出
- H. 幼蟲胸部之腹面,具有絲狀之氣管鰓。……………襍翅目 (Plecoptera)
- HH. 稚蟲腹部第一至第七節生有氣管鰓。……………蜉蝣目 (Ephemera)
- FF. 幼蟲與成蟲不相似,在外無翅痕之得見。
- G. 幼蟲之腹部有數節,具有腹足。……………鱗翅目 (Lepidoptera)
- GG. 幼蟲腹部之末節,僅生腹足,或全缺。
- H. 幼蟲之腹部各節或數節,具有側絲 (Lateral filaments) (Sialida)……………脈翅目 (Neuroptera)
- 鞘翅目中之 Haliplidae and Gyrinidae 亦然。……………鞘翅目 (Coleoptera)
- HH. 幼蟲腹部無側絲之存在。……………鞘翅目 (Coleoptera)
- CC. 陸生昆蟲。
- D. 外部寄生。
- E. 爲害蜜蜂者 (Braula)。……………雙翅目 (Diptera)
- EE. 爲害鳥類或哺乳類者。
- F. 體極扁狹 Compressed (跳蚤)。……………微翅目 (Siphonoptera)
- FF. 體軀並不扁狹。
- G. 口器適於咀嚼 (鳥蝨)。……………鳥蝨目 (Molophilaga)
- GG. 口器呈針狀,適於吸收。
- H. 觸角藏於凹窩內,不能從上面察見。(Pupipara)……………雙翅目 (Diptera)
- HH. 觸角突出,可從上面察見。

- I. 跗節有爪一個,與脛節上之刺狀突起,能相互開合. 獸跗目(Anoplura)
- II. 跗節有爪二個.
- DD. 不營寄生生活.
- E. 口器因頰部(Genae)之向前發達,致被陷進,除其尖端外露外,餘均隱沒不能見.
- F. 腹節十節或十一節(Compodæ and Japygidæ). 纓尾目(Thysanura)
- FF. 腹節在六節以下. 彈尾目(Collembola)
- EE. 口器適於咀嚼,或其大顎狀如鏈刀,便於捕捉食物.
- F. 幼蟲腹部具有腹足.
- G. 腹足之頂端具有多數之細鈎(蠅). 鱗翅目(Lepidoptera)
- GG. 腹足之頂端無細鈎.
- H. 頭之兩側各具單眼一對(鋸蜂之幼蟲). 膜翅目(Hymenoptera)
- HH. 頭之兩側各具有許多之單眼. 蠋蟲目(Mecoptera)
- FF. 幼蟲腹部無腹足.
- G. 體軀被覆鱗片(Machilidæ and lepismatidæ). 纓尾目(Thysanura)
- GG. 體無鱗片.
- H. 觸角長而顯著.
- I. 腹端有一對能活動之尾鈇. 革翅目(Dermaptera)
- II. 腹端無尾鈇之存在.

J, 腹之基部極窄狹 (蟻)。膜翅目 (Hymenoptera)

JJ. 腹之基部不窄狹。

K. 頭部突出呈一闊吻……………蝟蟲目 (Mecoptera)

KK. 頭部並不突出呈闊吻

L. 蟲體微小, 形如蝨, 前胸極小, 尾鬚缺。 (書
蝨等)……………嚙蟲目 (Corrodentia)

LL. 蟲之體形不一, 但不如蝨, 前胸不甚小
有尾鬚。

M. 後足之腿節發達, 適於跳躍 (如無翅
之蚱蜢及蟋蟀等)。……………直翅目
(Orthoptera)

MM. 後足腿節不發達, 不適跳躍。

N. 前胸較後胸長, 前足適於捕捉食物。
……………直翅目 (Orthoptera)

NN. 前胸不甚長。

O. 有尾鬚觸角在十五節以上。

P. 尾鬚在三節以上。

Q. 體扁呈橢圓形 (蜉蝣)。……
直翅目 (Orthoptera)

QQ. 體長。

R. 頭部極大 (白蟻)。……白
蟻目 (Isoptera)

RR. 頭部不甚大。

PP. 尾鬚短有一節至三節 (擬
蟋蟀科 (Grylloblattidæ)。

- Q. 體與足均細長(竹節蟲 Walkstick)……直翅目(Orthoptera)
- QQ. 體長,短無定,體如長者,足並不細長。
- R. 體長附節之第一節膨大。
 紡脚目(Embiidae)
- RR. 前足之附節並不膨大。
- S. 蟲體小,長約三稜以下,
 觸角九節,……純翅目(Zoraptera)
- SS. 蟲體大,觸角常在九節以上(白蟻),……白蟻目(Jsoptera)
- OO. 尾鬚缺,觸角常有十一節左右。
 鞘翅目(Coleoptera)
- HH. 觸角短而不顯著,幼蟲如蠋形。
- I. 體呈圓筒狀如蠋形,……蠋蟲目(Mecoptera)
- II. 體形不如蠋。
- J. 大顎呈鏈刀狀,每顎之中央,有溝狀之凹陷,小顎即覆蓋於溝道之上,如是大小顎,相合而成管狀,適於裂刺,及吸收之用。(如蟻獅 Ant lion, 蚜獅 Aphis lion)……脈翅目(Neuroptera)
- JJ. 口器並不如蟻獅形。
- K. 駝鈴(Raphidia)之幼蟲,……脈翅目(Neuroptera)
- KK. 甲蟲之幼蟲,……鞘翅目(Coleoptera)

E E E. 口器適於紙吸,大顎不呈鋸刀狀。

F. 體軀附有蜡粉(Mealy buh, Orthezia) 或蜡質叢毛,或蜡片……
半翅目(Hemiptera)

F F. 體軀大多附有微小之鱗片,或為長而密之毛,如有口
吻則呈卷鬚狀,藏於頭下。(蛾類)……………鱗翅目
(Lepidoptera)

FFF. 體軀赤裸,或被有較硬之毛。

G. 前胸不甚發達,由上面觀之,不甚顯著,或竟不能見。……
雙翅目(Diptera)

G G. 前胸頗發達。

H. 跗節之末節膨大呈囊狀,或蹄狀,普通無爪,口吻呈
三角形,但無節。

H H. 跗節之末節並不膨大,生有一個,或二個之爪,口
吻細長而有節。

I. 口吻由頭部之前端生出。……………半翅目(Hemiptera)

II. 口吻由頭部之背後部生出。……………同翅目(Homoptera)

B B. 頭與足或不顯著,或不能行動。

C. 體軀無足,但能蠕行,頭部或明顯,或不可見,此為若干目昆蟲中
之幼蟲時期,及蚊科與搖蚊科之蛹,不能用木表檢別。

C C. 體軀不能活動亦不能蠕行。

D. 體形小,普通常呈介殼形,蟲癭狀,或如蟻蟻形而身被蠟質,蠟
質之形狀不一,或為粉末狀,叢毛狀,片狀或為一整塊之蠟層,
其下面即為昆蟲。(Coccidæ 介殼蟲)……………半翅目(Hemiptera)

D D. 蛹,(如為完全變態之昆蟲,則為不活動時期。)如能活動

者，亦不能取食。

E. 被蛹，（即蛹之足與翅，被包而不能動者）幼蟲結繭，或蛹

赤裸。.....鱗翅目 (Lepidoptera)

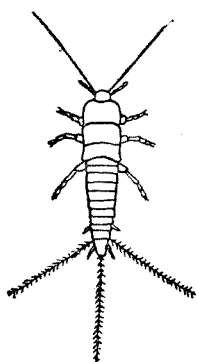
E E. 圍蛹（即蛹之表面圍有一層極硬之幼蟲皮）.....雙翅目 (Diptera)

E E E. 露蛹，（即蛹之翅與足均外露）幼蟲結繭，或不結繭，

除鱗翅目與雙翅目昆蟲外，其他各目昆蟲之蛹具完全變態者，均屬此式。

第六節 昆蟲各目概說

第一目 纓尾目（或衣魚目）(Thysanura)



第一四八圖 一種衣魚 (Lepisma) 之背面形。(After Butter, from Brues).

“成蟲無翅，口適於咀嚼，腹部有十或十一節。觸角長，節數頗多，腹部之末端有尾鬚一對，頗長，有時此種尾鬚有三根在中央者曰中央絲 (Median Caudal filament)，腹部之下面有時具有退化之腹足，無變態，為原始昆蟲。”

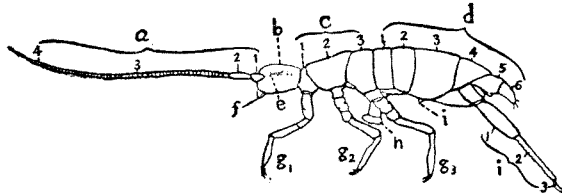
本目中常見之昆蟲為衣魚 (*Lepisma saccharinum* L.)、石跳蟲 (*Machilis*) 等。

衣魚體呈紡錘形，銀白色，行動敏捷，生活於書堆，衣箱內，凡衣服及書籍上，曾用澱粉者，常受其害。此種昆蟲，在日間隱伏於暗處，晚上則始外出，有數種具有複眼，但其他種，則複

眼退化或竟殘缺，石跳蟲行動頗為活潑，生長於磚石樹根之隱處，如遇驚擾，即行跳躍。

第二目 彈尾目 (Collembola)

“成蟲無翅，口器陷於頭內而適於咀嚼，麥氏管缺，氣管



不甚發達，腹部節數不過六節，第一腹節之下面，具有腹管 (Ventrol tube)

第一四九圖 一種彈尾目內之昆蟲 (Tomocerus)。a=觸角； b=頭； c=胸； d=腹； e=眼； f=口部； g=足； h=腹管； i=保護器； j=彈躍器。(After 木下)。

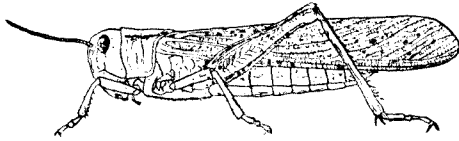
其末端有一對可以伸出之囊 (Eversible sacs)，能使

昆蟲行走於光滑之物面上，第四腹節，常具一叉形之彈躍器 (Spring organ)，第三腹節具有一對短形之保護器 (Catch)，當彈躍器摺在腹下時，則以長器執住之，觸角節數頗少，無變態，為原始之昆蟲。”

本目昆蟲，棲息之地，大多在多濕之磚石下，及將爛之莖葉堆內，在蘚苔及濕地生長之植物上，亦有得見，有數種在冬季之雪上，亦能發現其蹤跡，在溪河之水面或河灘旁，本目昆蟲極為普通。

第三目 直翅目 (Orthoptera)

“本目昆蟲，大多具翅二對，前翅稍厚，而成半角質，具有明顯之脈紋，稱曰覆翅 (Tegmina)，後翅為膜質，當靜止時，後翅



第一五〇圖 飛蝗 (*Locusta migratoria*)
之側面形(From Uvarov after Platnikov).

縱摺成扇狀，隱藏於前翅之下，有多種，其翅退化，或竟缺乏，口器適於咀嚼，變態為漸進(Gradual)，稚蟲(Nymph)為

陸生。”

本目昆蟲，為蝗、螽、蟋蟀等，其後足大多長而善於跳躍，有數類，如螽、蟋蟀等之雄者，其前翅上有發音器，兩翅左右摩擦作聲，有數種雄性蝗類，則用後足之裏面，與前翅之外緣相擦，亦能發生低聲，聽器則不論在雌雄蟲上均有，直翅目中之昆蟲，口器均適於咀嚼，大多以植物為食，有數種則食其他小動物，變態漸進，稚蟲行五次脫皮後，即化為成蟲，大多數棲息於植物上，或隱伏於地面，有少數種類，則鑽營於土中，即在山頂水涯，亦有數種直翅目昆蟲之分佈。

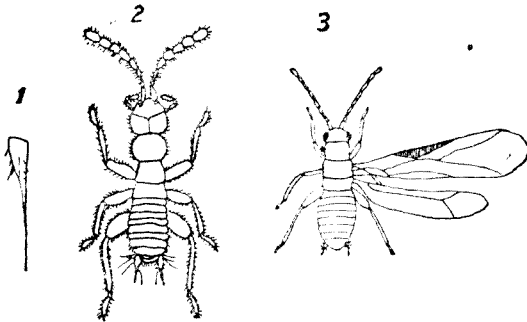
本目昆蟲之具有四翅者，其前翅狹而較厚，作革狀，後翅薄，作三角形，顏色鮮明，具脈紋頗多，靜止時，縱摺於腹部背面，觸角顯明，足長，腹部在末端有尾鬚一對，大多數之種類，並有一長產卵管，直翅目之昆蟲，在吾國稱為最大之害蟲者，莫如飛蝗(*Locusta migratoria*)，分佈於蘇、皖、豫、魯、冀等省，時為農田之大害，蟋蟀種類頗多，惟普通社會上，用以娛樂之一種，為(*Grylodes berthellus saussure*)，秋來鬥草，幾遍全國，本種之成蟲時期，後翅普通均見退化，惟有時，亦能得見後翅發達而能飛翔

之型。

第四目 純翅目* (Zoraptera)

本目昆蟲，爲近年意大利昆蟲家薛爾凡斯屈氏 (Silvestor 1913) 所發現，

種類頗少，現時則有一屬 (Zorotypus) 隸於純翅科 (Zorotypidae)。該種體積頗小，成蟲或有翅，或無翅，常棲息於木幹之皮下，而在白蟻巢穴之附近，



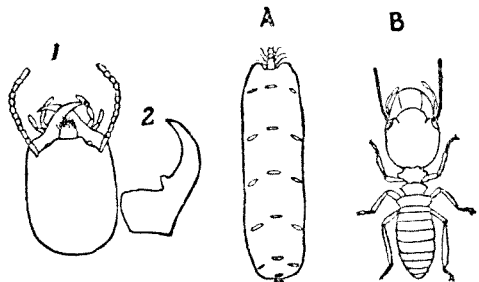
第一五一圖 純翅目中的一種昆蟲 (Zorotypus)。1. 尾鬚；2. 無翅成蟲；3. 有翅成蟲。(After Karny, Silvestri, Caudell, from Brues).

常可採得本種標本，本目昆蟲在中國此時尙少報告。

第五目 白蟻目

(Isoptera)

“本目昆蟲，爲羣居性，一如蟻，每羣中有若干級，成蟲之腹部，與胸部相接處頗廣，其末端有尾鬚一對，口器爲咀嚼式，變態簡單，全羣



第一五二圖 白蟻 A. 白蟻巢內之後蟻；B. 職蟻之形狀。1. 職蟻頭放大形；2. 職蟻之大顎。(From Brues).

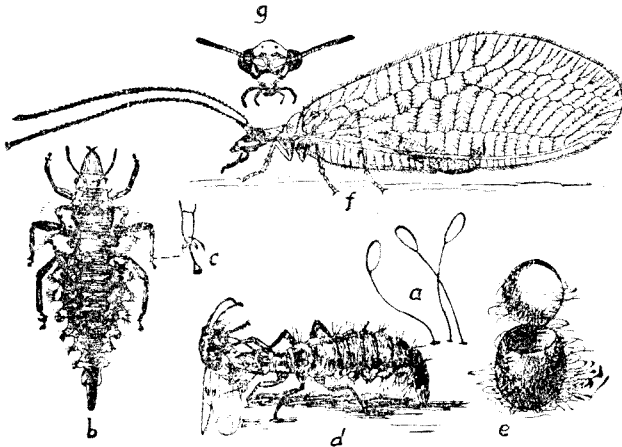
* 近有人將此目分成爲一亞目屬於 Psocoptera 下。

內之后與王,任繁殖之責,在胸部有大小相等之四翅,脈紋明顯,不飛時,四翅平蓋於體之背面,每年行**配偶飛**(Pairing flight)後,翅即行脫落,職蟻,兵蟻不能生殖,亦不生翅,體軀軟,而常作暗色。”

平日吾人於朽木中,常發現為數極多之昆蟲,以其形狀,習性與蟻相似,故即名曰白蟻(White ants),白蟻雖與蟻相似,但稍加注意,亦自不難判別,白蟻屬漸進變態昆蟲,蟻屬完全變態昆蟲,白蟻之胸腹相接處,頗為寬闊;蟻之胸腹相接處,收縮而呈柄狀,白蟻雖亦營社會性生活,但其分工之情形,與蟻有別,白蟻羣中,每一階級,皆具有雌雄兩種個體,蟻羣中,雌性居重要地位,育兒,保護營巢等工作,皆雌性任之,雄蟻除與后蟻交尾外,不事工作,白蟻羣中之各階級,為(1)主要生殖級(First reproductive caste),翅發達,常於配偶飛後而脫落,有成熟之生殖器官,(2)次要生殖級(Secondary reproductive caste),具有翅芽,有成熟之性器官,但身體呈稚蟲形式,(3)職工階級(Worker caste),(4)保衛階級(Soldier caste),以上二者皆終生無翅,亦無眼,有畏光性,生殖器官不發達,白蟻具咀嚼式口器,以木材為主要食料;在熱帶地方,往往構成高至十餘呎之蟻巢。

第六目 脈翅目(Neuroptera)

“本目昆蟲之翅為膜質,共有二對,脈紋呈網狀,口器為咀嚼式,在幼蟲時期,大顎之內側中央,具一縱形之陷溝,故當



第一五三圖 蟬一生之各期。 a=卵； b=成長之幼蟲； c=幼蟲足末端之放大； d=幼蟲捕食一木蟲狀； e=蛹； f=成蟲； g=成蟲頭部之正面觀。
(From Wellhouse after Marlatt, U. S. D. A.)

幼蟲捕食其他昆蟲時，大顎與小顎相黏合，而成一吸管，以吸收所捕獲昆蟲之血汁。頭部具有較長之觸角，尾鬚缺乏，足之跗節有五節。幼蟲

為肉食類(Carnivorons)，其生活於水中者，腹部各節，具有氣管鰓(Tracheal gills)。”

本目中之昆蟲，大多為益蟲，其幼蟲之生活於水中者，供魚類之食料。棲息於陸上者，捕捉蚜蟲、蟻及其他較小之昆蟲。蟬獅(Aphislion)產卵於蚜蟲發生之處，卵着生於絲之一端，幼蟲孵化後，即以蚜蟲為食。蟻獅(Ant-lion)幼蟲，築陷穴於土面（在沙質地為多），蟻與其他小昆蟲，如不注意，落入穴中，即被捕食。

第七目 蜉蝣目(Ephemeraida.)

“本目昆蟲，翅有二對，極軟薄，呈三角形，口為咀嚼式，但已見退化，或竟缺乏。觸角長，腹部之末端具有二或三根多節

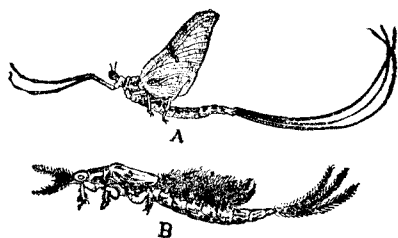


第一五四圖 一種蜉蝣 (Myrmeleon) 在陷阱內之狀況 (From Weber after Doflein Verändert).

之尾鬚變態漸進，幼蟲時期，經多次之脫皮（其多者脫皮至二十餘次），成蟲化成後，飛至陸上時，再須脫皮一次，幼蟲生活於水中之時期頗長，自一年至二、三年不等，其腹部之末端，具有二或三根之尾鬚，兩側着生七對之氣管鰓。

足之末端，各生一爪。”

本目昆蟲之成蟲時期，為時極短，生存祇數小時，或數日即死，所謂蜉蝣早生暮死是也。蜉蝣 (May fly) 在成蟲時期，慕光性極強，溪河旁之路燈下，在夏季，常能得見大羣之飛舞，幼蟲為魚類之主要食料。



第一五五圖 (Ephemera varia) 蜉蝣之稚蟲與成蟲，A. 成蟲；B. 稚蟲。(From Comstock after Needham).

第八目 蜻蜓目 (Odonata)

“成蟲口器為咀嚼口式，翅有二對，脈作網狀，在翅前緣 (Front margin) 有粗橫脈及一微陷 (Notch)，在前翅前緣之尖端，具有一黑點 (Stigma)，觸角極小，複眼大，腹部長而細，雄蟲之交尾器，在腹部第二節之下面，與射精管 (Vasa deferre-



第一五六圖 一種蜻蜓 (Anax) 稚蟲，示其下唇伸出時之情形 (After Wellhause)

ntia)之口,相互分開,變態漸進,稚蟲生活於水中,其口部具有較長之下唇,用以捕捉其他昆蟲之用,平時則縮於頭之下面,或呈假面具狀(Mask),蓋於頭之面部,脫皮之次數頗多,在十至十五次左右。”

本目之成蟲,均善於飛翔,往來於池塘四周,捕捉其他昆蟲,有益於人類不淺,稚蟲生活於水中,捕食水中昆蟲,同時亦為魚之良好食料,大多數一年僅有一化,但有數種,則須數年始能完成一化者,本目昆蟲,分為二亞目。

蜻蜓亞目(Anisoptera)

如蜻蜓 Dragoflies

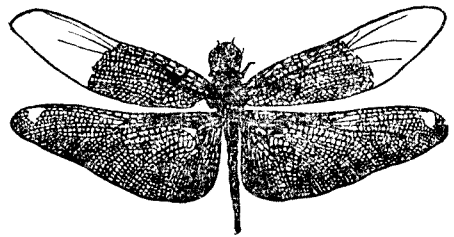
1. 後翅之基部寬闊,成蟲善於飛翔,當靜止時,翅則平伸於體之兩側,

2. 複眼並不突出於頭之兩側。

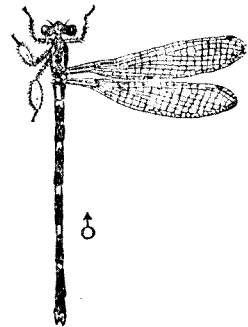
3. 卵產生於水中,或黏着於水生植物上。

4. 稚蟲用直腸內之氣管鰓呼吸。

豆娘亞目(Zygoptera)如豆娘 Damsel flies.



第一五七圖 一種蜻蜓, *Rhyothemis fuliginosa* Selys. 揚子江下游極為普通。(原圖)。



第一五八圖 一種常見之白足豆娘(*Coper marginipes*)左邊兩翅及右邊之中後兩足已除去。(After 小熊)

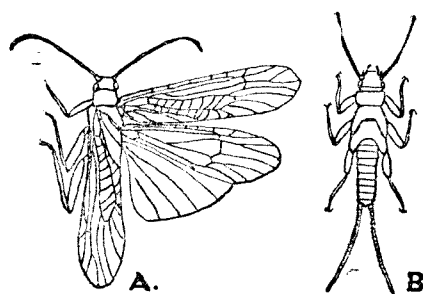
1. 前後二對翅之形狀,大小相同,成蟲不善於飛翔,當靜止時,四翅覆於腹之上面。

2. 複眼外突,但基部則呈縮小。

3. 卵產生於水生植物之莖中。

4. 稚蟲用腹部末端之葉狀氣管鰓呼吸。

第九目 襁翅目(Plecoptera)



第一五九圖 石蠶之成蟲與稚蟲。

A. 成蟲(Isopteryx).

B. 稚蟲(Perla). (After Brues).

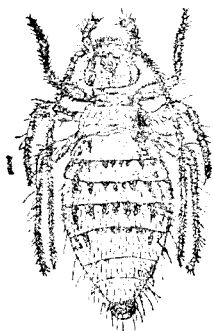
“本目昆蟲,頭部具有較長之觸角,腹部末端之尾鬚,較蜉蝣為短,翅二對,脈呈網狀,後翅較前翅寬而闊,當成蟲靜止時,四翅覆蓋於腹部上面,口器為退化之咀嚼式,變態漸進,稚蟲大多生長於流水內,以藻類植物及其他

小形之動植物為食,其胸部着生呼吸鰓,足之末端,有爪二個,凡此,均與蜉蝣之稚蟲時代相異。”

本目昆蟲之成蟲時期,常於溪河旁之石上,草間,可以採得,普通稱曰石蠶(Stone fly)。

第十目 嚙蟲目(Carrodentia)

“蟲成體小,或具翅二對,或無翅,翅脈頗少,前翅較小,成蟲靜止時,四翅斜蓋於腹面,口器為咀嚼式,小顎上,具有奇形之突出物,前胸頗小,足之跗節有二或三節,尾鬚缺乏,變態極



X22

第一六〇圖 一種茶柱蟲。
(*Atropos pulsatoria*) 生活於乾標
本及紙堆間。(After 岡本)。

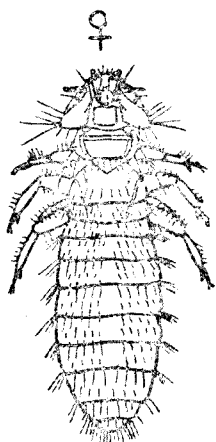
簡單。”

當吾人啓視陳舊之標本匣，或檢視廢紙書堆時，常見有一種小而棕色之昆蟲，往來奔馳，即屬於本目內之一種嚙蟲，其寄居於舊書堆者，有人稱之曰書蝨 (Book lice)，發生於樹皮上者，即名曰樹皮蝨 (Bark lice)。

第十一目 鳥蝨目 (Mallophaga)

“成蟲行動活潑，體小而扁平，無翅，頭部之前緣形圓，大而扁，觸角短小，眼退化，跗節有一或二節，末端具有爪一或二個，前胸明顯，全體生毛，口器為咀嚼式，下唇與小顎鬚，有時缺乏，尾鬚無，變態漸進，或為無變態。”

本目昆蟲，大多數寄生於鳥類，一小部份生活於獸類之毛內，其寄生於家禽野鳥者，稱曰鳥蝨 (Bird lice)，雞體之鳥蝨，現已知者有四十種左右，雌蟲之卵，粘着於羽毛上，成蟲與稚蟲，嚙食羽毛，皮



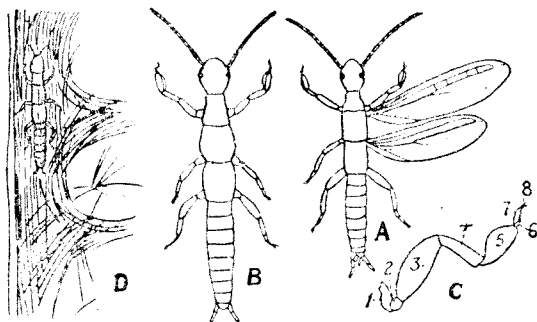
第一六一圖
一種普通之雞蝨。
(*Eomenacanthus biseriatus*)
(After 內田)。

屑及傷痕處之乾血等爲生，

第十二目 紡脚目(Embiidina or Embioptera).

“本目內之昆蟲，小而柔弱，體長而（上下）扁(Depressed)，其有翅者，具翅二對，前後翅之形狀，及構造甚相似，翅形長而狹，質頗柔軟，當棲息時，摺在身體背面，翅脈極少，口器適於咀嚼，尾鬚有二，各具二節，變態在漸進與完全變態之間。”

本目內之昆蟲，爲數極少，熱帶各地，產之較多。

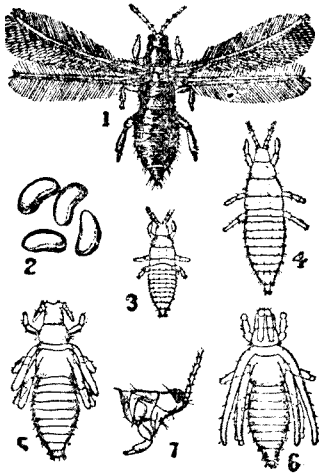


第一六二圖 一種屬於紡脚目內之昆蟲。
(*Oligotoina saundersi*) 爲臺灣、印度之普通種。

A. 雄蟲（有翅）； B. 雌蟲（無翅）；
C. 成蟲之前足； D. 成蟲在巢中生活狀態；
1=基節； 2=轉節； 3=腿節； 4=脛節；
5-7=跗節； 8=爪； (After 江崎).

第十三目 總翅目(Thysanoptera)

“本目昆蟲，大多爲草食類，體細長或具四翅，或翅消失，翅邊緣着生長毛，脈極少，口器呈不對稱式，或具小顎二片，大顎一片，跗節之末端，呈泡形(Bladder)，尾鬚缺乏，變態漸進。”



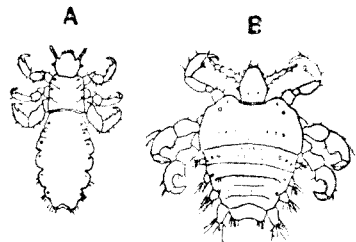
第一六三圖 一種梨花蟲 (*Tani-othrips inconsequens*) 之各期形狀。
 1=成蟲； 2=卵； 3=第一齡時之稚蟲； 4=成熟之稚蟲； 5=前蛹 (*Pse-pupa*)； 6=蛹； 7=前成頭部之側面觀。
 (From Innus after Foster and Jones).

“本目昆蟲，寄生於哺乳動物之體外，體小而扁平，無翅。口器為刺吸式 (Piercing-sucking)，頭部狹小，前端呈尖形，眼缺，或退化，胸部各節，相互癒合，跗節末端，有鈎狀之爪，變態極簡單。”

獸蟲寄生在各種家畜及野生獸類之體外，吸收寄主之血為食，并能傳染若干種病，其寄生於人體上者，有二種，一在

在春秋佳日，吾人如檢視花內，常有極小之昆蟲，東西往來，即為屬於本目中的一種花蟲 (Thrips)，有若干種為害果、蔬、花及其他田野間之作物，卵產生於植物之組織內，常由孤雌生殖而繁殖，稚蟲時期，脫皮四五次，在末後二次脫皮後，不食不活動，此種狀態，頗近完全變態昆蟲之蛹。

第十四目 獸蟲目 (Anoplura)

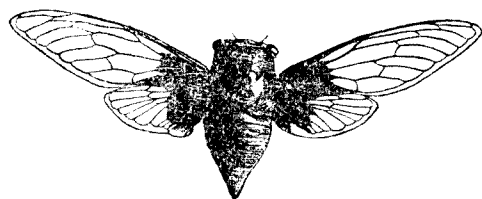


第一六四圖 A. 人蟲； B. 蟹蟲。 (From Brues).

體上,或髮上,稱曰頭蝨或體蝨(Body louse or head louse),其他一種寄生於人體陰部附近,因其體如蟹,故可稱蟹蝨 (Crab louse),前者能傳染傷寒等病,獸蝨之卵,黏着於寄主之體毛上,在英文稱之(Nites).

第十五目 同翅目(Homoptera)

“本目中之昆蟲,大多不甚大,具有膜質之翅二對,後翅



第一六五圖 一種普通夏蟬(*Cryptotympana santoshoni*) (原圖)。

較前翅略寬闊,當成蟲靜止時,四翅傾斜於體上,呈屋頂狀,口器為吸收式口吻(Beak),由頭下面之後部生出,除介殼蟲之雄者,為完全變

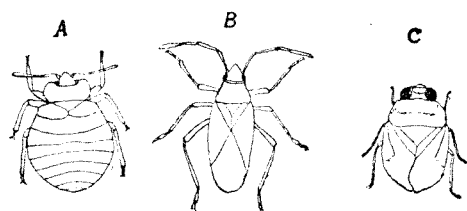
態外,其餘均為漸進變態。”

屬於本目中之昆蟲,有蟬(*Cicada*),浮塵子(*Leaf hopper*),蚜蟲(*Aphis*),介殼蟲(*Scale insects*),樹蝨(*Tree hoppers*),有大多數種類,為害植物,致農田,作物,果,蔬極大之損失,除蟬及數種白蠟蟲外,其餘種類,體均細小,介殼蟲,在本目中,頗為奇特,雄蟲有翅一對,變態完全,雌蟲之體軀,不分節,眼,翅,足均缺乏,本目中之昆蟲,均用管狀之口器,吸收植物組織內之液汁,有若干種不但為害農作物,且傳佈數種植物之病害,如一種棉浮塵子(*Chlorita biguttula*),即能傳染棉之縮葉病(*Cytosis*),在中國重要害蟲內,如棉蚜蟲(*Aphis gossypii*),水稻飛蝨(*Sogota furc-*

ifera), 橘上之介殼蟲(*Icerya seychellrum*), 桃、李、葡萄上之浮塵子等, 均爲本目內之昆蟲。

第十六目 半翅目(Hemiptera)

“本目昆蟲, 具有四翅, 前翅近基半部爲角質, 其他半部爲膜質, 後翅爲全膜質。成蟲當靜止時, 四翅平覆於體上。觸角有五節左右。口器爲刺吸式。變態爲漸進。”



第一六六圖 三種半翅目內之昆蟲。
A. 噴蟲(*Cimex*). B. 有緣椿象(*Anasa*)之一種。
C. 眼水蟲(*Ochterus*)之一種。
(From Brues).

本目內之昆蟲, 通常稱曰椿象(*Bugs*),

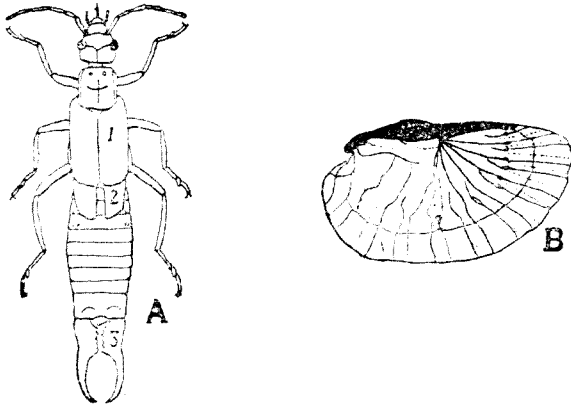
成蟲在胸之下面兩側, 具有臭腺(*Scent gland*), 如遇驚擾, 即能放射臭液於外。有人解釋半翅目昆蟲之臭腺, 爲退敵之用。除寄生於植物外, 尚有吸收大動物血液之種類, 有若干種以捕捉其他昆蟲爲食。如稻椿象(*Podops lurida*), 荔枝椿象(*Tessa ar-toma pipillosa*)等, 均爲本目中之重要害蟲。前者爲中國產稻區之害蟲, 後者爲害廣東福建之荔枝, 損失頗大。

第十七目 蠱翅目(Dermaptera)

“成蟲有翅二對, 前翅角質, 較腹爲短, 後翅爲膜質, 甚發達。其脈紋呈放射狀, 當靜止時, 後翅縱橫相摺, 隱藏於前翅之下。口器適於咀嚼, 尾端所具一對之尾鬚形似鉗, 變態漸進。”

本目昆蟲, 常棲於溪河旁之磚石下, 慕光性強, 夏間在燈

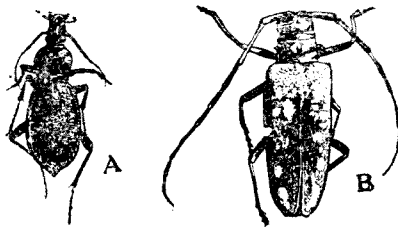
下,常能得見,如蠓虻(Ear wig).



第一六七圖 A. 一種蠓虻之背面形。
 1=前翅; 2=後翅; 3=尾鬚。(After 素木)
 B. 蠓虻之後翅 (After Brues)

第十八目 鞘翅目(Coleoptera)

“成蟲全體爲角質(Heavily chitinized),前翅甚厚,無脈紋,名曰鞘翅(Elytra),平時兩翅相摺,在背面成一直線,後翅爲



第一六八圖 兩種常見之甲蟲。
 A. 步行蟲(Carabus sp).
 B. 天牛(Batocera lineolata).
 (原圖.)

膜質,脈紋亦少,不飛時,摺疊於前翅之下,口器爲咀嚼式,單眼退化,觸角大多爲十一節,前胸節極明顯,中,後胸,驟視之,一如與腹相癒合者,變態完全。”

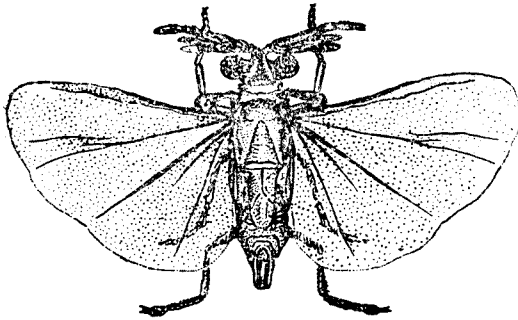
凡甲蟲及象鼻蟲,均屬

於本目內，幼蟲爲蠕蟲形，但有數種，如衣魚狀，具胸足三對，腹部或生足一對，或全缺，在胸之背面，無額圈(Adfrontal area)（鱗翅目幼蟲有之）。蛹之附屬器官（觸角，足等）均行外露。幼蟲結繭者極少，甲蟲種類極多，或食植物，或爲肉食，其營寄生生活者亦有之。甲蟲中有一類，其前頭向前引長，一如象鼻，或稱之曰喙(Snout)。象鼻蟲(Snout beetle)之名，卽由此而得。象鼻蟲，前頭之引長部，長短不一，因種類而殊，其長者，超過體長數倍，在喙之中部，生有觸角，故該部，並非爲口器，乃爲頭蓋板(Epicranium)之一部，大顎與小顎等頗小，均着生於喙之末端。有許多具有長喙之象鼻蟲，能在植物組織上或果實、種子上，鑽一深孔，然後產卵於孔內。

甲蟲之幼蟲，或捷行於地面，捕捉其他昆蟲爲食，或在地下，如蠕蟲(Grubs)等是。或生活於木中，如鑽木蟲(Wood Borer)。本目中之昆蟲，不論在幼蟲或成蟲時期，大多爲害植物，在極少數之種類，如地膽(Beister beetles)等，於成蟲時期，爲害豆類等植物，但其幼蟲，則生活於地下，以蝗卵爲食。多數瓢蟲及步行蟲之幼蟲，均食其他昆蟲。此種有益之甲蟲，襄助人類消滅無數害蟲。甲蟲之爲害植物者，如金龜子幼蟲(White grub)、金針蟲(Wire worm)、蘋果象鼻蟲(Apple curculis)、米象(Rice weevils)、穀甲蟲(Grain beetles)等。

第十九目 撚翅目(Strepsiptera)

“成蟲體小，寄生於其他昆蟲之體內，雄者具有柄狀之



第一六九圖 一種攔翅目昆蟲
(*Muirizenos dicranotropidis*)之雄者。
(From Metcalf).

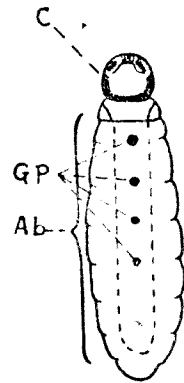
halothora),足,翅,眼或觸角,均形缺乏.在腹部各節,有數對生殖孔(Genitol pores),爲受精及幼蟲化出之處,變化爲過變態(Hypermorphosis).

本目昆蟲,現所知者頗少,大多寄生於野蜜蜂,胡蜂(Wasps)及少數之浮塵子體上.

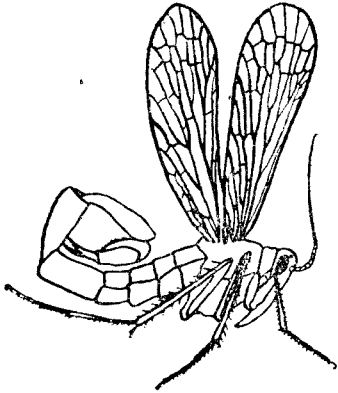
第二十目 蜎蟲目 (Mecoptera)

“成蟲之頭,小顎,上唇均延長而成吻狀(較兩眼間之濶度長二三倍).在吻之末端,爲咀嚼口器.翅有二對,狹而長,具橫脈頗多.幼蟲爲蠕蟲形,有僞足八對,而無曲鉤(Crochets),有數種無僞足.蛹期之翅與體,不相黏連.”

眼(Stalked eye),口器爲退化的咀嚼口式.翅有二對,前翅退化,呈棍棒狀,後翅呈三角形,摺疊如扇,而無橫脈.雌者一生,均生活於其他昆蟲體內,形如蠕蟲.頭,胸兩部癒合而成頭胸(Cep-



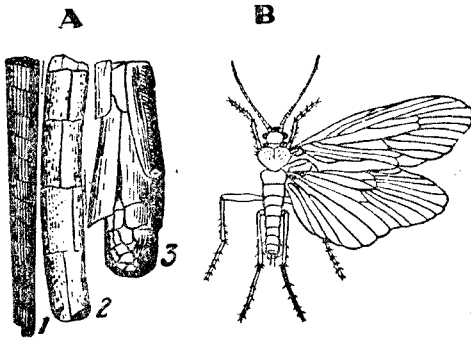
第一七〇圖 一種攔翅目昆蟲(*Xenos vesparum*)之雌成蟲。(From Metcalf after von Siebold).



第一七一圖 一種蝎蟲
蠅之側面形。口部延長各
吻，腹部末端膨大而上彎。
(After Z. P. Metcalf).

蝎蟲目名稱之由來，因本目
內有數種昆蟲（如 *Panorpa*）之
雄者，在腹部末端，特別膨大，而向
上彎起，頗類蝎蟲（*Scorpion*）之刺
故名。本目內種類不多，有數種蝎
蟲蠅（*Scorpion flies.*）以其他昆蟲
為食，成蟲常以前足倒懸於植物
上，而用中足或後足之跗節，捕捉
其他昆蟲。

第二十一目 毛翅目 (*Trichoptera*)



第一七二圖 毛翅目內之昆蟲

A. 幼蟲所築管形之巢。

1. *Phryganea* 幼蟲之巢 (Needham).
2. *Neuronia* 幼蟲之巢 (Llogd)
3. *Glyptotetius* 幼蟲之巢 (Llogd)

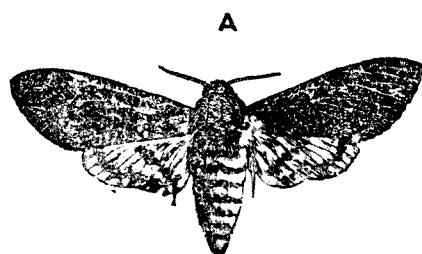
B. 成蟲，左邊兩翅已除去 (Metcalf)
(From Needham, Metcalf)

“本目昆蟲，在成
蟲時期，頗似蛾類，平時
飛翔於溪河兩旁，翅為
膜質，有二對，具有絲狀
之長毛。口部除觸鬚 (*Polpi*)
發達外，其餘各部
均見退化。觸角長鞭狀，
足長，跗節五節，腿節生
刺，變態完全。幼蟲與蛹，
均為水生。用着生腹部
之鰓呼吸。幼蟲具胸足

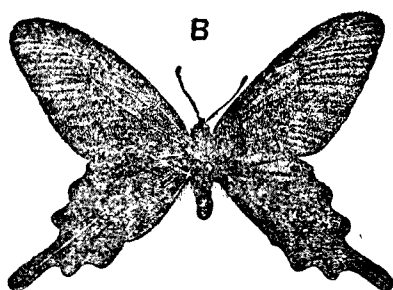
三對,腹足一對(在腹部之末端)。”

成蟲形似蛾,口器退化,大多種類,不取食物,產卵於水或水下磚石之下面,各部相聯或作帶形,或相聚成塊,藏於膠質物內,幼蟲在水中,吐絲黏合石屑,砂礫,或葉片螺殼等,築成管狀之巢,行動之時,頭胸兩部,則伸出管口,負巢往來於水底,其食料為水草,及水生之小形昆蟲,有數種,生活於急流中者,則能結成小網,藉取水中食物,

第二十二目 鱗翅目(Lepidoptera)



“成蟲之體形,大小不一,口為吸收口式,翅與全體,覆以鱗片,前後翅闊而為膜狀,前翅較後翅為大,橫脈極少,變態完全,幼蟲為蠶形,蛹為被蛹,化於繭內。”

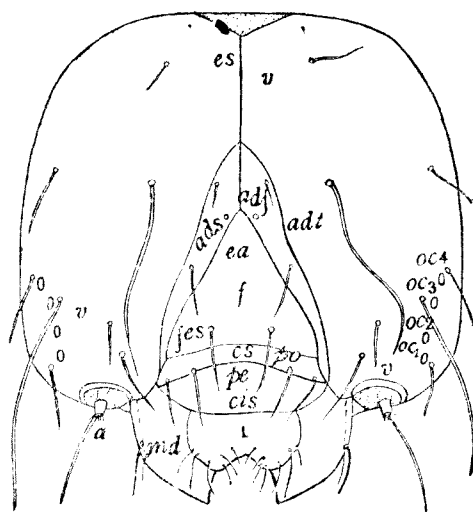


本目內有弄蝶(Skipperers),蝶(Butterflies),蛾(Moths)等,種類極多,一部分為害經濟植物,成蟲全體着生鱗片(Scales),鱗片之形狀不一,各片之基部,生有柄形(Pedicle),裝製於翅膜表面杯狀之凹窩內,本目內,較高等之種類,

第一七三圖 A. 天蛾一種 (Acherontia styxerathis). (原圖)

B. 鳳蝶一種 Papilio alcinous klug (原圖).

體軀上鱗片之排列，頗爲齊整，各片相接，一如蓋屋之瓦。但在較下等蛾類之體上，則鱗片排列，凌亂無章。鱗片之功用，爲堅固膜質狀之翅，便於迅速之飛翔，并能保護體軀，及附着或反射各種顏色。鱗翅目昆蟲之翅，闊而呈三角形，前翅較長，在論理上，不適用於捷飛之用。成蟲之口器極爲演進(Specialized)，呈插收式(Siphoning type)。當口器不用時，則捲起如鐘錶之彈條，藏於頭之下面。有若干種蛾，在成蟲時期，並不取食，并此管狀之口，亦呈消失。蛾蝶之食物，均爲液體，如花蜜等等是。蛾蝶成蟲吻管之長短，有時與花之種類有關係，其長者，過體之數倍。在非洲有一種蛾，吻管之長，竟達十英寸左右，生物學家，曾推測被此種長吻蛾所惠臨之花，其花冠深度，亦在十英寸左右。有少數之蛾吻管(Proboscis)末端生有硬刺，能刺破熟果之皮。美國有一種爲害棉葉之蟲，在晚夏時，蛾常四處飛翔，其飛入果園或葡萄園內者，則恆以吻管，刺入果中，致果面起一種刺點。此不過爲少見之事實，普通蛾蝶，均不爲害，惟在幼蟲時期，有許多種類，致農田極大之損失。鱗翅目之幼蟲，普通稱曰蠶(Caterpillar)，口器爲咀嚼式，觸角小，頭之兩側，各生單眼數個(自2—6個)。成熟之幼蟲，在頭部之頭蓋線(Epiranial suture)外，生有額圈(Adfrontal area)此爲其他各目幼蟲之所無。大多數之鱗翅幼蟲，能吐絲結繭，吐絲孔在近下唇之尖端。幼蟲之體軀爲圓形，除頭之外，有十三節，胸部有胸足三對，腹部有偽足二對至五對，其末端有鈎，蛹之翅與足，緊貼於體上，

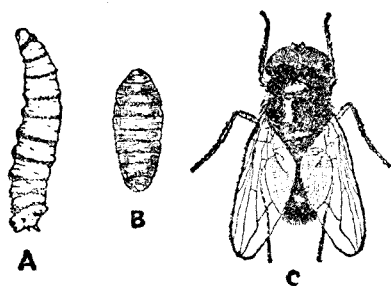


第一七四圖 一個行軍蟲頭之前面觀。
 a=觸角； adf=額片； adt=額線； cis=上唇基片與上唇間之線； cs=上唇基片線； ea=頭蓋支(epicranial arm)； es=頭蓋幹； f=前頭； fes=前頭與上唇基片間之線； L=上唇； md=大顎； oc₁至oc₄=單眼； pe與po=上唇基片； V=頭頂。
 (From Metcalf after Ripley).

常有繭之保護,其爲害農田者,爲數頗多,如稻上之螟蟲,棉花之捲葉蟲,紅鈴蟲,玉蜀黍莖之鑽心蟲等。

第二十三目 雙翅目 (Diptera)

“本目昆蟲,形小,體皮呈薄幾丁質,具翅一對,膜質而透明,脈紋頗少,後翅演化而成棍棒狀之小體,稱之曰平均棍 (Halter 或 Balancer),口器適於舐吸,變態完全。”



第一七五圖 蠅之一種
(*Phormia regina*) A. 幼蟲;
B. 蛹; C. 成蟲;
(After Folsom).

平日常見之蠅、蚊、蚋等，均爲本目中之昆蟲，成蟲時期之平均棍，有人信爲能司體之平衡，及轉移方向，有類脊椎動物頭顱骨內之半規管 (Semicircular Canals)。有若干種蠅，前翅雖已消失，惟棍棒狀之後翅，則仍存在，故平均棍，乃爲本目之重要特徵，成蟲之頭、胸、腹三節

頗爲明顯，頭部略呈半圓形，由極細之頸，與胸部相接，中胸發達，其餘前後兩胸，均見退化，(因此祇有前翅發達) 腹部爲橢圓形，在外可見者，有4—9節，雌雄之生殖器官，平時均收縮於內，不易察見，成蟲之口器，變異極多，可大別爲二大類(1)刺吸口式，(2)舐吸口式。蠅能舐取固體之食物，而有若干種，竟能刺裂植物，而吸收其液汁，有一部分，仰食於花粉及花蜜，有許多種類，則舐食液體狀之有機物，有若干種，爲肉食性，專捕捉其他昆蟲，尙有一大羣，其雌者吸收溫血動物之血，有許多種類，成蟲期爲時極短，竟終生而不食，雙翅目昆蟲，爲完全變態，幼蟲稱之曰蛆 (Maggot)，無足，多半無顯明之頭，(在蚊類之幼蟲，生活水中，頭部顯著，口爲咀嚼式，) 在體之尖端，具有能伸縮之一小節，或稱之曰頭節，該處着生一對退化之口鉤，藉以嚙取食物，在腹部之末節尾端，有氣孔一對，有時在體之前

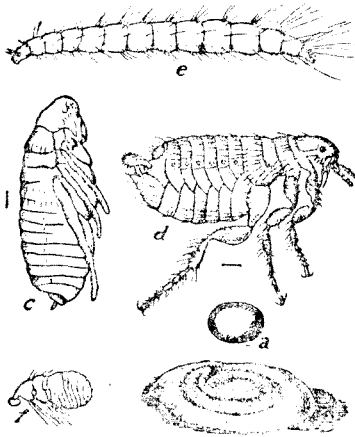
端,更具其他一對氣孔,蛆之生長地,大多爲腐敗之動植物、水泥及植物,昆蟲,與其他動物之內部,有極少數,能食植物之內部組織,而致田園之損失,如蜜柑實蠅 (*Dacus tsuneonis*) 是。本目中有一大部分之種類,能傳染人類與家畜之疾病,有數種則在幼蟲時,寄生於動物之體內,而至成蟲時期,則更吸取其血液,有若干種,營寄生性生活,雙翅目蛹之翅包 (Wing pads), 祇有一對,與體不相粘合,在較高等之蠅類,幼蟲末次脫下之皮,仍包圍體上,其質變硬而堅,稱之曰蛹殼 (Puparium), 蛹即化成於中,成蟲時期,大多數爲卵生,但有少數蠅類,如屬於犬蠅科 (*Hippoboscidae*) 內之犬蠅,及屬於家蠅科 (*Muscidae*) 內之刺刺蠅 (Tse-Tse fly) 則爲胎生,此外更有數種瘿蠅,則營幼蟲生殖。

瘧蚊 (*Anopheles*) 傳佈瘧疾,若干種蠅,能傳染傷寒,痢疾等病,生於華中及蘇北一帶之白蛉子 (*Phlebotomus chinensis*) 能傳染黑熱病,本目中能災害農田者爲數不多。

第二十四目 微翅目 (*Siphonaptera*)

“體小而扁,無翅,善跳,體外被刺,成蟲時期,寄生於溫血動物體外,複眼小,或無複眼,觸角短,藏於凹陷內,無頸,口器爲刺吸式,有鬚兩對,胸節明顯,足之基節長而大,後足適於跳躍,跗節五節,完全變態,幼蟲細而長,圓柱形,無眼及足,頭部發達,口器爲咀嚼式,體軀主要各節,皆具氣孔,蛹無翅包,外被有繭。”

此目昆蟲之種數甚少,與他目昆蟲,不相接近,悉數寄生



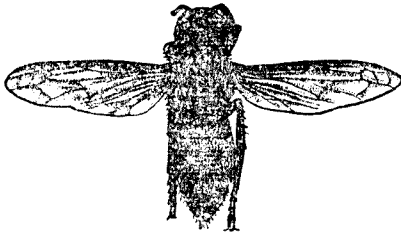
第一七六圖 一種犬跳蚤
(*Ctenocephalus canis*)之生活史。
a=卵； b=幼蟲在繭內形；
c=蛹； d=成蟲； e=幼蟲
(爲 *Ceratophyllus fasciatus*)
f=成蟲之觸角； a, b, c, d
f From Bishopp. e, After Howard.
(From Innus.)

於溫血脊索動物體外體軀表面，堅硬光滑，被有剛毛，有時排列如梳狀，口器適於刺吸，下唇分爲兩部，大顎及上唇，上咽喉爲刺吸之主要部分，小顎爲廣闊之三角片，並不用以刺入寄主皮膚，卵期不附着於寄主體上，而生存於地板裂隙內或寄主之巢穴中，幼蟲略似蛆，除頭部外，有十二節，胸腹各節，皆有氣孔及長毛，行動極爲活潑，以已死之動物或植物質爲食，蛹體扁，無翅，包被有繭，寄生於人體上之跳蚤爲 *Pulex irritans*，

同時亦能寄生於家畜體上。 *Xenopsylla cheopis*，寄生於鼠，亦能傳及人體，埃及、印度等地極多，其他在各國通商城市，亦有發現，爲傳染鼠疫之重要跳蚤。

第二十五目 膜翅目(Hymenoptera)

“膜翅目昆蟲，有膜質之翅二對，脈較少，後翅較小，與前翅相互鈎連，口器爲咀嚼式，或咀舐式，腹部前端細狹，其第一節與後胸節相癒合，雌蟲具有刺或產卵管，變態完全，幼蟲形如蠶，有時無足，頭部明顯，主要體節上，各有氣孔一對，僞足恆



第一七七圖 馬蜂
(*Vespa mandarina*)
(分佈於中國朝鮮日本)
(原圖)。

在五對以上,惟無曲鉤及額圈(Adfrontal area),蛹之附屬器,不粘在體軀上,外被有繭,有營社會性生活者。”

吾人最常見之蜜蜂、胡蜂及蟻,皆屬此目,膜翅目昆蟲種類既多,習性亦至不一致,有營自由生活者,有營寄

生生活者,有就植物組織做成蟲瘿者,分類學家,往往將此目列為較高等之昆蟲,以其具有智慧,為其他昆蟲所不及也。膜翅目中,有一種特殊現象,即成蟲於產卵時,為其後裔預儲食物,或俟其孵化後,盡飼育之責,凡此皆其他昆蟲所不及,亦即為社會性生活之基礎,膜翅目中,如蜂及蟻具有營社會性之生活史,其社會組織,與白蟻迥異,白蟻社會中,每一階級,皆具雌雄兩種個體,在膜翅目中,舉凡育兒、營巢、抗敵等工作,皆雌性任之,雄性除交尾外,無工作能力。本目昆蟲之發育,須經完全變態,幼蟲形狀殊不一律,例如鋸蜂幼蟲,具有真足及偽足,恰似鱗翅目中之幼蟲,蜜蜂及蟻之幼蟲,概皆無足,吾人如為欲辨別鋸蜂與鱗翅目幼蟲之不同點,則可參考下列二種特徵。

鋸蜂幼蟲

1. 具有真足與偽足,偽足

鱗翅目幼蟲

1. 具有真足與偽足,偽足

數目自六對至八對,末端無曲鈎。

2. 頭無額圈,單眼最多一對。

數目不過五對,末端有曲鈎。

2. 頭有額圈,單眼不止一對。

在本目中,有數種幼蟲之足,完全退化,驟然視之,易與雙翅目之蛆相混,但以其具有頭與口器,且在主要體節上,各具氣孔一對,自亦不難判別,幼蟲無觸角,單眼或有(一對)或無,蛹之足與翅包,不粘於體軀上,其形狀有似鞘翅目之蛹,觸角較頭部為長,大顎顯明,小顎及下唇甚長,複眼清晰,體外被有絲質之繭,有數種,其生活史中,以孤雌生殖與有性生殖,交替行之,而呈世代交替現象,有數種,由增胚生殖而繁殖。

第七節 昆蟲之進化系統

昆蟲進化系統之根據有三:(1)發生學上之事實,(2)形態上之事實,(3)生活循環(Life History)上之證明。

1. 發生學上之事實

當昆蟲卵發生之初期,頭部呈六環節,此六環節,至胚子孵化為幼蟲或稚蟲時,即癒合而成為一頭,胚子之腹部,呈十一環節,各節並附生一對原始附屬肢,此即暗示昆蟲腹部各節,本有附屬器一對者,翅在發生中,並不呈何現象,由此可知,昆蟲本不生翅。

(2) 形態上之事實

形態上之演異最顯著者，爲口器之差異，如直翅目、蟋蟀之咀嚼口器，半翅目椿象之吸收口器，其形狀雖彼此各異，但均由同一部分之變形而成，總翅目具半咀嚼、半吸收口式，卽示此蟲在咀嚼與吸收口兩者之間，惟僅以口器之構造如何，難能完全決定進化之程度，因鞘翅目具咀嚼口，半翅目具吸收口，而吾人不能卽云半翅目較鞘翅目爲進化也。

(3) 生活循環上之證明

由昆蟲生活循環之演異，吾人亦可尋出各目間進化之狀況，以變態而論，則半翅目爲不完全變態，鞘翅目爲完全變態，若根據幼蟲之形狀，後者較前者之進化程度爲高，則半翅目較鞘翅目爲古，但又與形態上之事實相矛盾，惟一般解釋昆蟲進化之系統，均重視由生活循環內所得之證蹟。

昆蟲之進化，並不依一直線而進行，由同一祖先（幹部）所出之種類，其進行大多數爲斜行，因此由幹部起，所分出之小支，錯綜一如樹枝，故昆蟲各目進化之高低，可以樹枝狀而表示之，卽稱曰昆蟲進化之系統樹。

一、衣魚目及彈尾目

此兩目均無翅，且並未示具翅之痕蹟，可認爲原始型之昆蟲，二目中，以衣魚目爲假想的原始昆蟲，口器爲咀嚼式，腹環節並未減少，種數極少，有退化消滅之傾向，由此點觀之，衣魚目當爲原始的最古昆蟲，在彈尾目頭部，具陷入之口器，腹環節數亦減少，僅呈五六節，腹部具吸盤，根據此種事實，彈尾

目較衣魚目爲新,而在進化上更升一級。

二、疊翅目、直翅目、等翅目及嚙蟲目。

此四目中,形態上共同之點頗多,如口器皆爲咀嚼口式,下唇常爲完全不癒合,第十腹環節有附屬,變態不完全四目中,疊翅目之生殖導管,由中胚葉而成,此點可認爲最原始之證據,直翅目及嚙蟲目之後翅,均生皺摺而重疊,此點較其他目之進化程度爲高。

由形態上之觀察,疊翅目尾端之尾鬚,演化成爲鈇,於此點,當視爲與直翅目及等翅目之祖先相同,此類昆蟲,特別如白蟻,在今日尙能生存於世界上者,因其具有營社會生活之習性。

三、總翅目及半翅目。

總翅目在進化系統上,可視作積翅目與半翅目,相連絡之階梯,總翅目之口器,大顎呈針狀,小顎不呈針狀,而具有鬚,故視爲與半翅目,同一祖先而出,半翅目之口器,小顎爲針狀,鬚完全退化,由此點示以極顯著之進化,半翅目與總翅目,微有連絡外,與其他各目,全不相關,其口器大小兩顎,不但呈針狀,而下唇亦延長相癒合而爲吻管,習性差異殊甚,有數種吸收植物之汁液,有數種吸收動物之血液,更有數種,前翅肥厚,呈爲半翅鞘,而有他種,後翅變爲平均棍,變態亦不相同,一般雖爲不完全變態,但如介殼蟲之雄者,爲過度變態,在歷史上,本目與總翅目發生之時期雖同,而入後遂成分歧之進化。

四、蜉蝣目 蜻蜓目及 襁翅目

此三目幼蟲雖均爲水棲而成蟲之形態及習性大異。三目中，可認爲蜉蝣目爲最古，因其生殖導管，永成一對，此點與衣魚目相類似；惟因其幼蟲與成蟲之形態及習性相異，故可證明蜉蝣目與衣魚目，分途演化，爲時極遠。

五、脈翅目與 鞘翅目

鞘翅目之幼蟲爲衣魚型（如步行蟲），及經衣魚型後之蠕蟲型（過渡期），與完全蠕蟲型（如莖菁）。脈翅目之幼蟲單獨示原始的腹環節，在鞘翅目，則腹環節數減退，前翅肥厚，呈爲鞘翅，二目共具原始之口器，且前胸部獨立，不與他胸節相癒合，由此以觀，二目之進化程度，均不甚低，并由同一祖先而出，但根據岩石層內所發現脈翅目之化石，脈翅目較鞘翅目爲早，因此可證明脈翅目較鞘翅目在進化上爲古。

六、毛翅目與 鱗翅目

現在鱗翅目中，最下等之小翅蛾科（Micropterygidae），爲毛翅目與鱗翅目最接近者，該科幼蟲，具有顯明之大顎，其成蟲之下唇，有內葉，此點與毛翅目之石蠶科（Phryganeidae）相同，毛翅目之蛹體，各節能活動，鱗翅目蛹，雖不能全動，但體末端之二三節，亦能微動，而小翅蛾之蛹，則介乎此兩者之間。

兩目之幼蟲，均爲蠕蟲型，在毛翅目爲水棲，而鱗翅目爲陸生，更以脈系觀之，小翅蛾與蝙蝠蛾（Hepialidae）前後兩翅相異，此不但如毛翅目，且具有如毛翅目長形之翅垂，此點兩

者相共，由上數點，可證明鱗翅目與毛翅目出自同一祖先，并前者在後者營水棲生活之前，即行分出，更由化石昆蟲視之，毛翅目較鱗翅目爲早，由此更可知後者爲前者所分出也，在化石內所得之毛翅目標本，似爲一種舉尾蟲，則鱗翅目與毛翅目之連絡階梯，似爲舉尾蟲。

七、膜翅目與雙翅目

此兩目爲昆蟲中進化最顯著者，就口器而論，膜翅目較爲原始，如大顎殆與直翅目爲異，而在本目中，所見之吸收口器，不過由原始的咀嚼型，徐徐進化而來。

膜翅目之一大特徵，如前伸腹節之存在，即第一腹環節，與後胸環節相癒合，其次第二腹環節之狹隘，亦爲他昆蟲所未見。

膜翅目之幼蟲，其形狀頗多，或如鱗翅目之有腹腳，或如雙翅目蠅幼蟲之無腳，由此點觀之，不得不爲後者進化之階梯，但一般蠅幼蟲之無肢，實由進化時行淘汰之結果爲多，故亦不能全憑此而斷定。

雙翅目之特徵，後翅呈平均棍，如較下等之大蚊科，以至家蠅其間演化頗爲顯著，以口器而論，家蠅科之上下唇，呈吻管，觸角在家蠅，不如其他蠅之呈絲狀，其第三節發達異常。

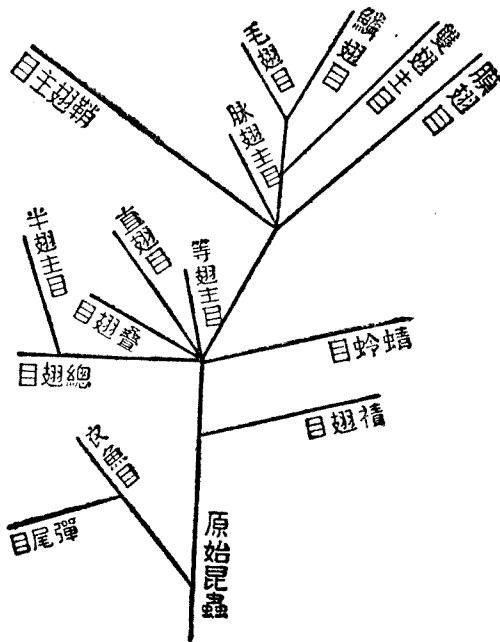
惟關於此兩目之化石，現尙未發現，故此時頗難斷定，此兩目孰先孰後，但以大蚊科翅之脈系觀之，則酷似石蠶科（毛翅目）及舉尾蟲（蠅蟲目），因此可知雙翅、毛翅、蠅蟲三目，

皆自同一祖先分出。

再考膜翅目之祖先如何，則因膜翅目原有大顎之存在，與形態發生習性等，似為古脈翅目類之分歧。又鱗翅目之幼蟲，與膜翅目葉蜂首科之幼蟲，同具腹腳，且口器之構成，殆皆相同，此乃由於適應之結果而生，並非示類緣之相近也。

茲將上述之昆蟲系統圖示如下：

第一七八圖 昆蟲各目系統圖



(After 進士 織平)

第六章 昆蟲之適應

昆蟲能綿延其生命至今日之原因,皆在能適應其相接觸之環境適應之結果,不但在生理,習性上有所變異,而在形態方面亦具顯著之表現。

第一節 地下生活之適應

屬於直翅目之螻蛄,在地下穿掘隧道,因此其前足特別肥厚,利於開掘土壤。蟬之稚蟲(Nymph),其前足亦發達為開



第一七八圖 一種斑蝥之幼蟲 (*Cicindela japonensis*)
h=腹部背面之反鉤。(After 木下.)

土之用。斑蝥(*Cicindelidae*)之幼蟲,營巢於地上,巢呈管狀,口部光滑,幼蟲常守於巢底,以待陷落之食餌,幼蟲體軀屈曲,在第五腹節之背面生有鉤一對(第一七八圖),用以鉤持巢壁,如是與陷落之動物,相掙扎時,不致被其拖出巢外。許多習於地下生活之昆蟲,如蜉蝣、蠅、螽及多數甲蟲,其體軀各節之後部,恆較前部為闊,體之背面,常向外凸,腹稍平坦,此種體形,皆為適於地下生活,而便於

前進也。

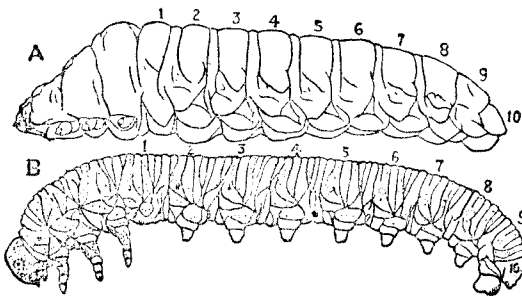
第二節 空中及地上生活之適應

適於空中生活之昆蟲，氣管之分支，密佈於體之各部，一般有翅二對，視覺器官，極為發達，蜻蜓常飛翔於空中，複眼極銳，勤勞之工蜂，與具遷移性之蝗，當遠飛之時，體內之氣囊，膨大特甚，凡此皆為適宜空中之生活所致。

生活於地上數種步行蟲，其後翅因久不用，竟完全消失，有數種生活於污濕地之偽步行蟲，左右兩前翅在正中線，相互癒合而不能開展。

第三節 葉片及木幹中之適生

植物之葉片雖薄，但有一部分之鱗翅目，鞘翅目，膜翅目，雙翅目中昆蟲，其幼蟲時期，生活於葉之組織內，葉片扁平，因稱潛葉蟲(Leaf mining insect) (第一七九圖 A)，在形態上



第一七九圖 二種鋸蜂之幼蟲。
A. 潛葉之鋸蜂(*Metallus rubi*)幼蟲。
B. 尋常食葉之鋸蜂(*Hylotomasp*)幼蟲。
(From Needham after Yuasa).

之演化頗甚，如體扁平，其前端闊而外皮硬固，呈幾丁質，前胸沿腹面兩板，堅作角質，頭向前突，口着生於頭之前端，具有剪形之大顎，頭之後部，縮接於廣闊之前

胸部，該處內部，筋肉發達，體各節之中部外突，一如鋸齒狀，兩

側之行動器,及行動毛,均甚發達,凡此皆為適於扁平葉內生活之演化,以此與生活於葉面之幼蟲相較,迥然不同。

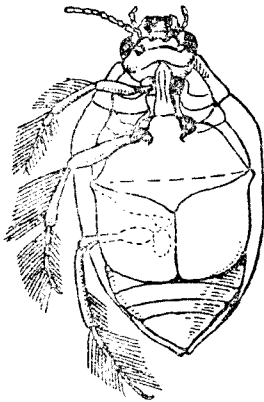
成長於木幹內之昆蟲,最普通者如天牛幼蟲,體亦略呈扁平,前胸之腹背兩板處,呈角質狀,足雖退化,惟在胸腹上下兩面,表皮硬固,並生有粗紋,藉以在幹內行動。

第四節 水棲昆蟲之適應

主要之水棲昆蟲,如襁翅目、蜉蝣目、蜻蜓目、毛翅目,其他如半翅目、雙翅目、鞘翅目內,亦均有水棲種類,昆蟲之由陸生而變至水棲,乃由漸次適應而致,非突然所成,如大蚊(Tipulid)之幼蟲,現今尚有一部分,生活於較乾燥之土中者,而其他一部,則生活於潤濕之地,大多數則適生於水旁浸濕之土內,由此更演為完全水棲,此種由陸趨水之漸次遷移現象,在其他水棲昆蟲亦然,昆蟲既適應於水棲之後,在形態上有顯著之變化。

一、行動(Locomotion)

水棲之牙蟲(Hydrophilus)及其他甲蟲等,體作紡錘形如船,背腹兩面光滑,鞘翅下皆有背空氣室,中後兩對足之各節,寬而薄,跗節着生長毛(第一八〇圖),後足着生之位置近於全體重量之中心點,此種形態之變異,皆為適於水中生活者,且牙蟲運用其槳狀之足,彼此交替,一如陸生昆蟲之行走,龍虱(Cybister)在水中游泳之法,較牙蟲更為巧妙,各足行動,



第一八〇圖 一種小頭水甲蟲(*Halipplus weinkei*)之腹面形。右半邊之足均已除去。足之腿節與跗節着生長毛爲水生甲蟲所特有(From Weber after Beyer)。

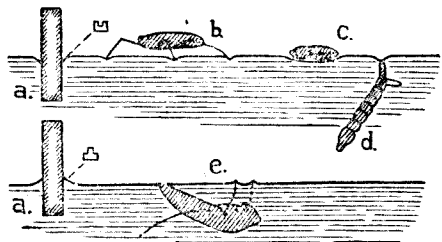
常懸於水面。

水馬(*Gerris*)之體軀與足，密生不着水之叢毛，而體又輕，因此水面之張力(Tension)，能浮載此種體輕之昆蟲，使其能自由行走於水面，豉蟲(*Gyrinus*)之能環行於水面，亦同此理(第一八一圖)。

水棲昆蟲之足，既演化而適於游泳，出水之後，

均同時前後，因此在水中，能呈一直線而進行。

蚊幼蟲在水中，屈曲其腹部，爲浮游之工具。蜻蜓之稚蟲，當直腸內水射出時，使蟲向前游泳。水棲之昆蟲，因體軀常有帶有多量之空氣，故其體恆較水爲輕，致使上浮頗易，下沈反須用力。蚊之幼蟲，恆較水爲重，但一經化爲蛹，則較水爲輕故



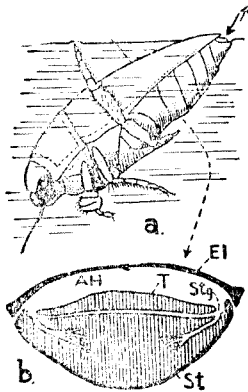
第一八一圖 水之表面張力與若干種水生昆蟲。

- a. a. = 一物浸入水中後與水面所成之二種面(凹凸面)。
 - b. = 昆蟲行走於水面上之形(足與水不黏合)。
 - c. = 在水面上之豉蟲(*Gyriniden*)。(腹面與水不黏合足則與水相黏)
 - d. = 蚊幼蟲倒懸於水面上形。
 - e. = 水面在 a' 之應用。一種松藻蟲(*Notonesta*)在水面呼吸時之位置。足與氣孔周圍與水相黏。
- (After Weber)

則拙於陸走，惟其飛翔力，則不稍減退。龍蝨、牙蟲、鼓蟲等，當夏夜時，恆向燈飛撲，同時藉以分佈其種類，故在時乾時濕之塘內，夏秋之間，如有積水，常能發見此種甲蟲，均由他處飛來，並非永遠生存於此種地內也。

二、呼吸(Respiration)

水棲昆蟲之氣門，或作有門式(Holopneustic)，或爲無門式(Apneustic)。具前式之氣門者，昆蟲恆出水面，貯藏多量之



第一八二圖 a. 一種龍蝨(*Dytiscus marginalis*)在水面呼吸時之位置。 b. 在腹部橫切形，示氣孔被鞘翅所蓋覆狀；AH=空氣室；St=腹板；Stg=氣孔；El=鞘翅。(After Weber)。

空氣，供在水中呼吸之需。松藻蟲(*Notonecta*)，體之四周圍以一銀白色之空氣層，鼓蟲腹部之末端，負以一空氣泡，一種龍蝨(*Dytiscus*)及牙蟲之鞘翅與腹間，有一藏空氣室(第一八二圖)，氣門即開口於此。紅娘華(*Nepa*)腹部尾端，具一呼吸管，此管與腹部末端之氣孔相通。蚊之幼蟲，常倒懸於水面，由腹部末節演化而成之呼吸管，吸取空氣，化蛹之後，呼吸器則

移至胸部之背面。鼠尾蛆(*Eristalis*)之尾，長過體七倍，尾內藏有兩氣管，而在尾之末端，具一氣門。因此蛆雖生活於泥中，而其尾之末端則能在空中呼吸空氣。一種大蚊(*Bittacmorpha*

clavipes) 幼蟲之腹部,亦具一長尾,其功用與鼠尾蛆之尾相同,水棲昆蟲而具無門式之氣門者,則其呼吸,或用體皮,或用鰓,藉以吸收水中之空氣。

昆蟲之水棲,與昆蟲各目之演化系統,無甚關係,一部分之昆蟲,生活於水中,因為適應環境起見,致其體軀上,有多少之演異,同時仍遺存陸生式之組織,故水生昆蟲之種類,散見於各目,並不在進化系統上,別成一單位也。

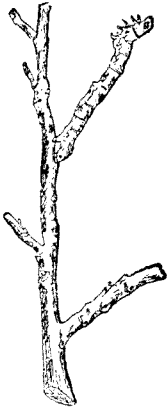
第五節 昆蟲之適應色

昆蟲不論在幼蟲或成蟲時期,均着有色彩,此種色彩,在昆蟲生命之安全上有莫大之關係,茲分述如次。

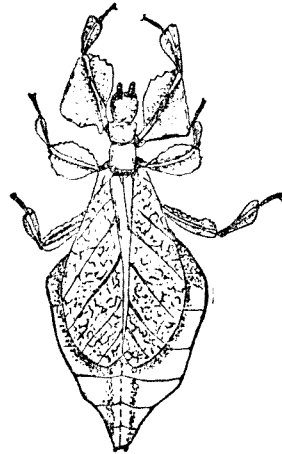
一、保護色(Protecting Colouration)

昆蟲體軀之色斑,往往與背景相似,印度之木葉蝶(Kalima inachis)兩翅之顏色,上面頗鮮明,在下面之色斑,一如葉紋,當蝶靜止於樹枝上時,兩翅縱合,一如枯葉,後翅之基部,狀如葉柄,翅面之暗色條紋,類似葉脈,其黑色斑點,宛如樹葉受病之斑,而此種蝶,平日極少在綠草內休息,大都靜止於枯葉之樹枝上,鳥類遇之,極難辨別。

生活於熱帶之若干種竹節蟲,體之形狀,或如樹枝,或狀綠葉(第一八三圖),或似枯葉,摹仿畢肖,使鳥類見之,真偽幾不能辨,在江、浙兩省之桑樹上,有一種尺蠖(Hemerophila atrineata),幼蟲之皮色,與桑枝相同,當其靜止時,斜依於枝間,



第一八四圖
尺蠖休息在枝上形(From
進士維平 After Kellogg).



第一八三圖 生於印度洋中島
上之一種竹節蟲(*Phyllium crurifolium*),全體酷似一葉。
(From Innus).

一如桑枝(第一八四圖),其蛾之體色,亦與桑幹外皮相同。

數種天蛾(*Sphinx*)之幼蟲,體作綠色,各節具有橫紋,當寄居於殘缺之綠葉時,一時難能辨其蟲之所在地,且此種幼蟲,在夏季體之顏色,一如寄主之綠葉,秋霜降後,葉漸枯凋,而蟲體亦漸次現棕色之斑紋,酷似葉之着有枯斑然。長江下游有一種土蝗(*Trilophidia annulata*),體色酷似泥土,常停息於路旁,而極少寄居於綠色植物上,別一種之綠色土蝗(*Gonista* sp.)體長而色綠,停止於茅草莖上,一時亦難尋覓其蹤跡。

昆蟲具保護色之現象,隨處可見,因有保護色,而昆蟲之本能,亦遂而變異,如木葉蝶之常靜止於着枯葉之枝,尺蠖蛾

好伏居於同色之樹皮上,此種現象,有人以天然淘汰之理論,解釋木葉蝶好停止於枯葉枝之本能,而天蛾幼蟲之綠色,則由食物中葉綠素之關係所致,光亦能影響於保護色,保爾登氏(Poulton)云,四周光線之有效色,能直接影響於行將化蛹之幼蟲,昆蟲之具保護色,祇能使其生命上,有一部分之安全,因有許多昆蟲,雖有良好之保護色,仍不能免去鳥類之捕食,蓋下等動物之視覺,較人類倍為銳利也。

二、警戒色(Warning Colouration)

警戒色乃與保護色相反之色,同時又與四周環境,顯然不同,如半翅目之長椿象(*Lygaeus, Mergantia*)、鞘翅目中之瓢蟲、金花蟲,以及螢科,膜翅目中之胡蜂科、蟻蜂科(*Mutillidae*)與其他多數之鱗翅目幼蟲及蝶類等,在體軀上有特殊之斑色、警戒色與昆蟲體軀上之惡臭、毒刺及其他危險性物,恆相連一起,使鳥類等見之,即生戒心,賴以免於危險,學者對於昆蟲警戒色之解釋頗多,由實驗之結果,知具警戒色之昆蟲,可避免一種鳥之加害者,同時不能逃避他種鳥之啄食。

馬薛爾氏(Marshall)在南非洲見一種螳螂,能捕食各種蝶類,惟對於一種蝶(*Acraea*),則不加害,因此蝶不但具有惡味,且有不利用於螳螂,惟一遇食蟲虻(*Asilidae*),則終被其捕食,此種食蟲虻之食料,有甲蟲、蜻蜓及具翅之膜翅目昆蟲。

具警戒色之昆蟲,雖常有毒刺、毒毛、惡臭等之保護器具,但有時仍不能安全其生命,如半翅目之昆蟲,具有臭腺而常

爲若干種食蟲鳥所啄食，一種步行蟲 (*Harpalus caliginosus*) 體雖備有刺激液，亦爲烏鴉 (*Crow*)、貓頭鷹 (*Catbird*) 與知更雀 (*Robin*) 等之食料，燈蛾之幼蟲雖具叢毛，膜翅目之昆蟲雖有毒刺，然仍不能免鳥類之捕食，此種現象，我人祇可以天演淘汰之理論而解釋之。

三、模倣色* (*Mimic Colouration*)

許多無防禦器之昆蟲，其體軀之色斑一如具毒螫或惡臭之種類，藉以減少外敵襲擊之危險，我人平時常見之一種花虻 (*Eristalis cerealis*) 翅體之色斑，模倣蜜蜂，在長江下游，有一種胡蜂 (*Polites hebraeus*) 被一種爲害桑樹之虎天牛 (*Xylotrechus chinensis*) 及一種透翅蛾 (*Paranthrene regalis*) 所模倣，其體軀與翅之斑色，酷似胡蜂，當胡蜂被人捕得之時，必顫動胸腹，藉以施用其毒刺，而虎天牛與透翅蛾被人捕得時，雖無毒刺，亦現此種相同之動作。

培特氏 (*Bats*) 在南美發現一種粉蝶 (*Pieridae*) 模倣一種蛺蝶之事實，頗饒興味，此種蛺蝶 (*Heliconidae*) 在南美種類極多，翅呈赤黃褐色等斑紋，甚爲鮮豔，當飛翔或靜止時，展開其翅，一見卽能辨其顏色，實爲此蝶之警戒色，以其體軀，具有惡臭與苦味之液，爲鳥類所不食；當地有一種粉蝶，從而模倣之，不但其顏色形式畢肖，卽飛翔亦極酷似，因此得以避免外

* 關於昆蟲之模倣現象可參閱下列一文。

Carpenter, G. D. H. and Ford, E. B. *Mimicry* 1933 Methuen & Co. London.

敵之襲擊。

外萊斯氏 (Wallace) 在印度與馬來島發現斑蝶 (Danais) 被其他蝶模倣，屈理門氏 (Trimen)，發現斑蝶中有三種 (Danais) 被鳳尾蝶 (Papilis) 之雌者所模倣。

昆蟲體色之模倣，據外萊斯氏 (Wallace.) 之解釋，有如下錄。

1. 模倣之種類，與模本相遇於同一地處。
2. 模倣者，大概無防禦器。
3. 模倣者之個數，恆不甚多。
4. 模倣者，與其相近之大羣完全不同。
5. 模倣祇限於外部可見之形色，從不及於內部之形態。

昆蟲斑色之模倣，自來解釋者頗多，或云天然淘汰，或云由於遺傳，或云起於突變 (Mutation)；而並不由微渺之變異 (Variation) 所逐漸形成，亦非由於自然淘汰，在事實上，究由何種原因，此時尚少科學上之試驗與證明，故仍不能決定。楷奔探與福特爾氏 (Carpenter and Ford) 近年 (1933) 流覽關於動物擬態之各種論文，作下列之結論。

1. 模倣種類與模本 (Model) 均發現於同一區域并能隨模本之地理上的變種 (Geographical races) 而分佈。
2. 模倣種類與模本之相似，不能以其共同生活環境上之影響而解釋之。
3. 一種模倣之成功，須先有模本之存在，模本若形消失，

模仿種類則呈複雜之變異，有如多形式 (Polymorphic form) 之不模仿種 (多形式不模仿種，雖有一對對性因基 (Allelomorphic genes) 之控制，但在體軀上仍現各種形色)。

第六節 昆蟲之其他護身本能

昆蟲爲保全其生命起見，消極的賦有各種本能，藉以逃避或恐嚇外敵。

一、放臭液

若干種步行蟲當遇敵追近時，由肛門放惡臭，使敵昏迷，而步行蟲乘隙出走，鳳蝶科 (Papilionidae) 幼蟲，遇敵時，頭所藏之臭角 (Osmeteria) 突然外出，使敵見而生畏，同時發生一異臭，椿象遇敵襲擊時，胸部腹面兩側之臭管內，射出一種臭液，藉以自衛。

二、自割 (Autotomy)

自割云者，昆蟲犧牲自身之一部，而免去危險也，如雙翅目中之大蚊科 (Tipulidae)，幼蟲時期，大多生活於多濕之處，故成蟲亦常徘徊於水旁，交尾產卵，同時往往被蛙及魚類之襲擊，惟大蚊在成蟲時期，六足極長，不論在靜止抑飛翔時，如遇外敵，常先得其足；但大蚊之足，各節相連，極弱，故當被外敵獲得時極易脫落，而其體軀得以安全。

三、擬死 (Death mimicry)

許多昆蟲,當外敵來襲時,體與六足,均行捲縮,以裝死樣,此種現象,在甲蟲及椿象中,為常見之事實,許多象鼻蟲,當其在植物上活動時,一遇驚擾,即自縮其足,墜落於地,為害馬尾松之松毛蟲(*Dendrolimus punctata*),當幼蟲時期,亦有此習性,惟此種護身之本能,不幸為人類利用,祇稍擊動松枝,使幼蟲受驚下落,藉以殺滅此種害蟲.

第七章 昆蟲之行爲⁽¹⁾

宇宙內,生物生命之解釋,學者往往各執一見,生理學家云生命乃一種新陳代謝(Metabolism);生態學家云,生命含對於刺激之反應(Response to stimuli),實則生物之生命,爲活物所具之特徵,易感受環境上之刺激,平日吾人均知水性濕,糖味甜,故原生質(Protoplasm)亦能感受一種外界之變異,因而內部亦隨之而起變化,吾人所稱之生命現象,窮究其理,因構成之原生質之分子(Molecula),既複雜而又不穩定,易於變異,若受外界刺激,易起反應,此所謂刺激者,乃爲外界之更變,或爲內部器官生理狀況之變異,致使機體亦起變化也。

外部之刺激,如光、熱、濕(Humidity)、聲、氣味(Odor)、壓力,此種物理的化學環境,一有變化立致生物起一種反應,至主要內部刺激之要素,有如下列數種:

1. 遺傳
2. 經驗與記憶
3. 習慣
4. 饑餓、飽足
5. 體軀內廢物之堆積
6. 病痛或其他病狀

¹=本章材料大多錄自 Metcalf 氏所著,“Fundamentals of insect life”
寫就後,蒙中央大學心理系教授潘水叔博士校閱,不勝感激。

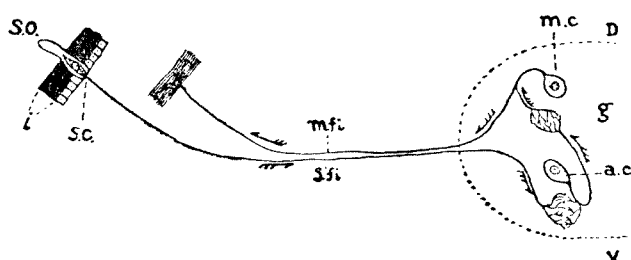
7. 倦勞
8. 各種腺體活動之變異
9. 對父母或兒女之反應
10. 性慾之反應
11. 脫化上之轉移

生物因刺激而起變化,此或由受內部生理過程(Process)不可見之改變,或屬於可見之反應,如身體之旋轉,行動時之停止,此種反應(或行爲),或為有意識的,或為無意識的,但兩者均能因遺傳之影響,與自身之經驗而有改變。

動物之有意識的活動,稱曰智力(Intelligence),或理智(Reason),無意識的(Unconscious)行爲,稱曰趨性(Tropism),本能或習慣(Habits)。

大多數昆蟲之行爲(Behavior)雖為一簡單之動作,亦由其體軀上之組織而產生,因昆蟲體皮之下,具有一種感覺細胞,能接受外來之刺激,因受刺激而引起一種衝動(Impulse),更延感覺細胞之纖維,而傳至肌肉或腺,使之發生一種動作(Action)。

感覺細胞之纖維,可不直接達至肌肉,而先與運動神經細胞(Motor cell)相接,更由後者之細胞,達至肌肉,此外更可有分支之聯絡神經細胞(Association or adjustor cells),連接於感覺細胞之內端(Efferent),與運動細胞之外端(Afferent)(第一八五圖)。



第一八五圖 示昆蟲神經系之反應過程。右邊點線半圈 g 代表神經索上神經球之半面。
 D=背面； V=腹面； Mfi=側神經上之運動神經纖維； S.fi=側神經上之感覺神經纖維； b=體皮；
 S.o.=感覺器； S.c.=感覺細胞； m=肌肉； a.c.=聯絡神經細胞； m.c.=司動神經細胞。箭頭示感覺器受刺激後一種衝動進行之路境。(After Imms)

因神經纖維之相互連接，致使若干個感覺細胞能在同時刺激一肌肉，（或一腺體）或一單獨之感覺細胞，能傳遞其衝動至若干條肌肉或腺體，或兼至二者，而發生一種複雜之反應。

經行於一切神經之衝動之性質，吾人均認為彼此相同，惟因傳遞之神經不同，能使機體發生甚不相同之響應，視神經所傳遞之衝動，產生光之感覺，聽神經所傳者，則產生聲之感覺。由此觀之，神經衝動(Nerve impulse)傳遞所經之途徑(Course)，對於器官之影響，極為重要。同時中間之聯絡神經細胞(Association cell)，能供給衝動進行時各種不同之路徑，如衝動由甲路而行，則發生一種行為，其經乙路者，則發生別一種

行爲。總上所述，神經系統，爲一種機構，其工作爲傳遞內外之刺激，而發生動作，一切昆蟲之行爲，皆由此種基本原則而產生。

第一節 趨性 (Tropism)

凡動物，因外來刺激，所起無意識的反應(Unconscious reaction)趨向或避開刺激之來源者，稱之曰趨性，但趨性之解釋頗多一說“動物行動之方向，乃由外來之刺激所決定，而無意識(Volition)之存在。”比也士氏(Peorse)則云“動物之趨性，有如動物體軀一部分之反射(Reflex).”

動物受外來刺激之後，其反應(Reaction)往往不卽有正確之表現，初則猶豫無定，入後則止於一稍安之境，此爲吾人平時常見之現象，亦卽初步趨性之表示。

昆蟲爲對稱式之動物，具有成對之感覺器官，如眼、耳、觸角，當受均等之刺激時，昆蟲則靜止而不現何種反應，若體軀之一側(左或右)所受刺激，較他側爲輕，則受較輕刺激一側之筋肉，活動較甚，卒使該側與他側處於均等之位置，然後已，此種現象，學者或認爲一種機械的與無意識的動作之反應，或云“外來光之刺激，可直接影響於昆蟲筋肉之緊張性(Tension).”

平時吾人常見昆蟲受兩側不等刺激之後，其結果不論對於昆蟲爲益爲害，總發生一種固定之回轉(Stereotyped tur-

ning).除非同時有力量更大之刺激,能改變或抵消之。

由昆蟲解剖上之觀察,昆蟲之中樞神經系,深藏於幾丁質體皮之內,但此中樞(Center),能接受皮外如來自觸角、眼、鬚(Palpi)、尾刺(Cerci)、觸毛等之感覺印象(Sensory Impressions),及來自體內,如飢餓、痛、筋肉奮張及腺體活動等之感覺,故昆蟲之感覺,均須經過內部之神筋系統,在昆蟲體之外面,具有多種之感覺器,因此能辨別各種刺激,而發生不同之趨性。

史納屈斯氏(Snodgrass)云“由神經傳遞之印象,對於吾人之環境從不有真正之報告,祇為一種幻象,致使吾人處於一種虛幻之世界,意識(Consciousness)本身雖屬真確,但對於吾人之環境則不能傳遞真正之消息,由平日吾人所見之光,決不能猜度自然界之光輝(Lumiosity),為一以太媒介(Either Meduim)之振動,所聽之聲,殊異於空中之大氣波動(Atmsosphere wave),熱與分子運動(Molecular motion),亦似無性質上之相關,其他吾人所受物質環境之感覺,均類於是,然動物對於環境之辨別,除此之外,又無任何其他之指示也。

在極下等之生命細胞內,無特殊之原生質,以接受各種印象,亦不能因各種之刺激,而起不同之衝動,即遇有不同之刺激時,其感應或均相似,例如食物之嗅味、光線、或聲浪之衝動,以及身體與實物之接觸等,凡諸刺激,在下等動物遇之,其感覺或均為一律,蓋以其體軀無特殊之感覺器官,以傳遞或辨別此種不同之刺激也。

高等動物之神經系具各種末梢器官（耳、目、味蕾（Tast bud）等），因此不但能辨別各種之刺激，抑且能察覺各種刺激強度之不同，如動物祇具簡單之組織，或器官則對於環境之接觸，祇能發生少數之反應，比也士氏云“水中之草履蟲，雖遇數百種之刺激，但其感應之方法，不外少數幾種，如游動之時向前，或後，左右旋轉，以及進行時之忽焉停止。若此種同樣之刺激，為高等動物遇之，則必發生較複雜之行動，蓋以其複雜之神經系，能傳遞各種音信，至神經中樞，而發生選擇之反應也。若動物能察覺本體之生理情形，何時而痛，何時生活安適，均能一一詳悉，並同時能將此種生理情形，與其所發生之某種行為，相互聯繫，則日後再發生同樣之刺激時，動物能追想往事，然後選擇一相當之反應（Response）而赴之。

以上所舉兩種行為，一屬下等動物（如草履蟲），一屬高等動物，繁簡之相去極遠，大多數昆蟲行為之地位，即介乎此二者之間。

昆蟲之主要趨性有下列八種：

1. 趨光性(Phototropism) 對於光之反應。
2. 趨水性(Hydrotropism) 對於濕度之反應。
3. 趨溫性(Therematropism) 對於溫度之反應。
4. 趨化性(Chemotropism) 對於化學物質之反應，如味與嗅。
5. 趨地性(Geotropism) 對於地心力 (Gravity) 之反應。

6. 接觸性 (Thigmotropism) 對於接觸與壓力之反應。

7. 趨流性 (Rheotropism) 對於水流氣流之反應。

8. 趨聲性 (Phonotropism) 對於聲音之反應。

以上所用名稱,指示昆蟲在此境遇,對於所感受之刺激,最覺舒適,惟其情形亦至不一律,有若干種昆蟲,好在強烈光下活動而其他,則一遇強光,即行趨避。昆蟲之趨性行動,有人名之曰強制行動 (Forced movement), 因此種動作,不含有意識之意味在內,乃純出之於自動 (Automatic), 此有類寒暑表之水銀,一遇溫暖隨之而升,亦如潮流之因月球而起漲落。

昆蟲受刺激之後,如向刺激發生點而進行者,即稱曰**正趨性** (Positive tropism), 如背刺激發生點而迴避者,曰**負趨性** (Negative tropism), 在無論何種刺激之下,必有一適度 (Optimum intensity) 之存在,而昆蟲在此適度之下最為安適。

復次,凡刺激自發生點起,其刺激之強度 (Intensity) 愈遠愈減,故趨與背,非為絕對之現象,乃為比較之名詞,如昆蟲對於若干熱度而趨,或對於若干明度而避,皆指比較而言,如此解釋非謂絕對的趨熱,或背光也,寒冬生火爐暖可愛,但趨之太近,反覺不適,餅餌過甜,食者不喜,過與不及,皆屬非宜,適可而止,乃得其所,昆蟲趨性亦類於是,蝶類對於日光為正趨性,但在夜間燈下絕少蝶之蹤跡,蛾類則反是,對於日光為背光性,而對於燈光,則多數蛾類趨之不能自已,學者解釋蝶類趨日光之理由,乃因多數蝶類適合於強度之光 (如日光), 對

於微弱之燈光,不能引其注意,而大多數蛾類好活動於朦朧日光之下,但不能耐受強度之日光,因此夏夜孤燈,飛蛾羣聚,此爲吾人常見之事實。

昆蟲對於刺激之反應,雖有類同之現象,但因其本身之感覺(Feeling),生理之狀況,已得之經驗與夫其他刺激之影響等,不免有多少之變更,美國有一種爲害蘋果之蠹蛾(Codling moth),幼蟲在初孵化時,趨光而背暗,因此幼蟲甫經出卵,即向枝頭爬行,後幼蟲漸長,生理亦變,由趨光性而爲背光性,此時幼蟲如遇蘋果,即行潛入果心,深入暗境,及幼蟲成熟,即離開果部,預備化蛹,此時幼蟲又迴避強光(背光性),尋覓緊密接觸處所即**正趨觸性**(Positive thigomatropism),故樹皮下,常爲良好化蛹之地,蛹既化成,生理上又起變化,由正趨性而變爲**負趨觸性**(Negative thigomatropism),由負趨光性而轉成正趨光性,故蛾化成後,即破繭而出,惟蛾之習性,好活動於弱光之下,故日間則棲息於蔭處,至黃昏時,開始飛舞與交配,同種昆蟲因生活時期上之不同,對於趨性有若是之差異,茲將昆蟲之主要趨性,概述如下。

一 趨光性(Phototropism)

昆蟲正趨光之現象,吾人可於夏夜燈下見之,凡燈光照及之區內,昆蟲往往向燈撲聚,惟有各種現象,可以窺得者,如有數種昆蟲,飛至光區之中間,即行停止;有數種飛入燈內,觸火而死;有數種,常繞燈作環形之飛舞,反趨光性之昆蟲,於磚

石下甲蟲之行爲可見其大概。吾人如將磚石反轉，恆見黑色甲蟲，倉皇趨避，棲息於板隙內之蚌蟻，如忽有強光射入，即東奔西走覓處隱藏。

吮人血之蚊，吾人常覺在夏夜活動；但有若干種，出現於黃昏之時；有數種，竟在日間擾人，雖同爲蚊類，趨光程度，差異頗甚，黑蠅 (Black flies) 在日光下，方吮人血，厩蠅 (Stable flies) 與馬蠅 (Horse flies) 亦於日間活動。

美國有一研究蘋果蠹蛾者，曾將蛾飼養於試驗室內之籠中，同時使室內之溫度，與夏季在果園內所記錄者相近，並備有新鮮之蘋果與葉，使雌蛾可得而產卵，但結果蛾之產卵絕少，考其原因，在雌蛾所居之處，除合宜之溫濕度外，更須有夏季薄暮時之光，如是則飼育籠內，雖無蘋果與葉之置備，雌蛾亦能產生多量之受精卵，由此蘋果蠹蛾在相當光度刺激之下，產卵之感應最宜，黑暗與光明皆非所適。

在光帶上 (Spectrum) 觀之，具波長 (Wave length) 較短之紫與藍色，比之具波長較長之紅色感引昆蟲之力爲大，故多數之昆蟲，常爲藍、黃、綠光所吸引，而尚有若干種之昆蟲，竟不能辨別紅色，我人不能見之紫外光線 (Ultra violet rays)，有數種昆蟲亦能察覺，而被其吸引。

二 趨水性 (Hydrotropism)

許多蜻蜓，好飛舞於水面，停息於池畔，吾人推想此種現象，由於蜻蜓之正趨水性 (Positive Hydrotropism)，反之，營巢於

階砌間之蟻，一遇水淹，恆作遷避。惠羅氏(Wheeler)，曾將被捕之水棲甲蟲（如 *Halipilus*, *Hydroporus*）釋放於近池岸，則此種甲蟲，均向水而行，氏云：此亦由正趨水性所致。許多蠅類，在相當濕度之下，始能產卵，昆蟲對於濕度之感覺，實為決定許多種類，在地理上分佈之要素。

三 趨溫性(Thermotropism)

昆蟲每在合宜溫度之下，始行飛翔。美國有一種為害農田之椿象(*Chinch bug*)，當土溫高過 110°F 時，均避熱於植物莖葉間，俟溫度低落，再行爬出，此種遷移，均在夏季日中溫度最高時行之，至午後七時，溫度平落，始行停止。在南美有一種寄生蠅(*Dermatobia hominis*)，雌蟲產卵於蚊體，當蚊吮人血時，寄生蠅之幼蟲，為人之體溫所吸引，即脫離蚊體，遷入人之皮膚，而營其寄生生活，昆蟲之產卵與溫度有密切之關係，其詳情可見下章內所述。

四 趨化性(Chemotropism)

趨化性者，昆蟲適合於一種化學產生物上之現象。如植物含有生糖汁、芥子油 (*Glucoside*, *mustardoil*) 者，白菜之白粉蝶幼蟲(*Pieris rapae*)一律取食。屈來格氏 (*Tragardh*)，將此種油，塗於平日白粉蝶幼蟲迴避之植物上，此時幼蟲遇之，亦即取食。郝萊脫氏 (*Howlett*) 曾試驗將 *Scatal* 液加於物上，使其氣味，一如敗肉能引麻蠅 (*Sarcophagid fly*) 之產卵，若在布片上浸以甘松酸 (*Valerianic acid*)，其氣味如同發酵腐蠅嗅之亦

產卵於上。

麥克羅克氏 (Mc Culloch) 曾用玉蜀黍油塗於棉絮上, 可使玉蜀黍穗蟲 (Corn ear worm) 之雌蛾產卵, 平時此種蛾之卵, 約有百分之六十, 產於綠色玉蜀黍花柱上, 在氏試驗下之蛾, 因一時爲化學之氣味而引誘, 真偽莫辨, 卽行產卵, 但孵化之幼蟲均不能得相當之食料而死, 同巢之蟻, 彼此親善, 但一遇異巢者, 卽行仇視, 此種現象有人視爲蟻之智力, 或亦由趨化性所驅使, 有人察見曾有一蟻, 受同巢蟻之仇視, 同時更見本羣之蟻, 有染有別羣后蟻之氣味, 亦能深入別蟻巢內, 彼此視爲同羣, 昆蟲對於化學物品之好惡, 各有不同, 吾人如將木油 (Creosate) 傾在地上, 成爲一線, 其蒸發之氣味, 能逐走一種椿象 (Chinch bug), 但有一種蟻似嗜此味, 恆徘徊在木油之旁, 平日我人以各種發酵混合物常作蛾與蠅之食餌 (Baits), 就中又以酒精與矯基鹽 (Esters) 類, 爲最有效力之引誘物, 其引誘力之強度, 則視乎其揮發之程度矣。

五 趨觸性 (Thigmotropism)

許多昆蟲, 不喜與物接觸, 或被物壓着, 此種現象, 可稱曰離去性, 或負趨觸性 (Negative thigmotropism), 但臭蟲 (Bed bug) 與蜱蟻等, 好棲息於狹隙內, 使其體軀與周圍緊接, 平時吾人, 當反移磚石, 及脫落樹皮時, 常見多數昆蟲潛留其間, 瓢蟲在過冬之前, 常遷移屋角及樹皮下, 彼此聚合成堆, 此亦含有趨觸性的反應 (Thigmotropic response) 在內, 利用趨觸性以驅除

害蟲，當以秋季樹幹之束草法最見成效，若干種之桑樹、果樹害蟲，與夫爲害長江南北馬尾松之松毛蟲，常採用此法，以驅除也。

六 趨地性(Geotropism)

多數食葉之蠶(Caterpillar)，當被逐走之時，如遇樹幹，即爬登而上。此非由於蠶之能認識樹爲食物之來源，因如遇路旁郵筒、電桿、木、牆壁等，亦即爬登，更有一現象，有多數昆蟲，當被吾人置於直立之鉛筆上時，恆向上爬行，俟蟲行將及頂，然後倒置鉛筆，則蟲更迴轉而上行，凡此均爲背地性之現象(Negative geotropism)，食葉之甲蟲與其他多數成熟之幼蟲，在化蛹之前，須鑽入土中，預備化蛹，此乃爲正趨地性之表示，蟬之稚蟲，當初孵化時，爲正趨地性，惟在末次脫皮之後，及行將化蟬之前，則反地心吸力而出土面。

七 趨流性(Rheotropism)

萊宏氏(E. P. Lyon)曾作魚之轉移方向試驗，頗著稱道，雖不與昆蟲有直接之關係，但亦表示動物趨流性之概要，氏試驗之結果，表示在流動一致之水流中，魚轉移方向(Orientation)之主要原因，乃爲一視覺之反射(Optice reflex)，即動物之一種追隨其視野(Field of vision)之趨勢，水向下流，引魚下趨，所見環境，乃若上移，魚因欲水底所見之視野，駐定而不變，故反逆流而行，魚在流動之水中，所見水底現象，乃爲一活動之向上流(Upstream)；由是魚因欲追隨此活動之水底，同趨一

向，故亦逆流而上。

此種行爲，一如兒童在進行之火車中，因欲車站之某物，相與並列，乃向後而步，如置魚於一箱中，更附有一圓筒，如圓筒旋轉，則有一視野隨之而移動，如魚見一與水流並行而動之視野，魚即順流而行，以追逐此視野，且可使之較水流爲速，如置魚於緊塞之水瓶中，當將瓶逆水流而移動時，魚即向瓶在水下流一端游動，如將瓶順水流而移動時，則魚轉向上流之一端游動，反之盲目之魚，除與箱邊、水底，或固定之植物相觸外，在流水中並不轉移方向，由此而觀，促成水中魚類轉移方向之原因，並非流水之壓力，乃由環境中固定物得來之視覺或觸覺，魚類如此，昆蟲對於水流之反應，謂之出於同一情形，實非不可。

克賴敢氏(Krecker)云靜止之蜉蝣，在氣流(Air current)刺激之下，非至六足力乏，不能固定時，終不變其原來之方向，蜉蝣如遇側來或向後之氣流，則必與之面向；惟對於行經體軀背面之氣流，則無可反應，故克氏結論云：“蜉蝣科之昆蟲，所表示面對風向之反應，並非出於風向之感覺，乃被風鼓動而成；故對於微風吹蕩之時，蜉蝣並不移其體而正對風向，祇於附着器上之筋肉，益增緊張，起一種反應耳。”

第二節 習慣與本能(Habit and Instinct)

昆蟲因刺激而生反應（如遇觸而跳，逃避敵害等），其

結果,使昆蟲入於較安適之境遇,亦即爲之適應,此或半由自然淘汰之結果,因行爲不適應之昆蟲,其後代即不能生存,惟昆蟲之行爲,在生活期間,亦可因經驗而成爲完善,有如一種刺激,時時遇之,則不但產生平時常現之影響,並能引起其他與刺激同時並存事實之印象(Image),如是,則生物之反應,將被此種聯合之現象而多數更變,如反應之結果,屬安適,或愉快者,則易傾向於重複,反之,如爲痛苦,或有害之結果,則傾向於避免,因此活動與遏制之習慣,乃由是而養成。

比也士氏云:“常反復之動作,即易變成習慣之原由,在能省時間,少注意,並省勞力。”由此觀之,習慣者,乃爲個體發生(Ontogenetic)的,并由各個體在生活期間所習得者,此種行爲,因學習而來,故常反復,致成反射性之動作。

反之,本能爲遺傳的或爲種的習慣(Racial habit),在動物之演化(Phylogeny)過程中,本能行爲,乃於一時養成,再由生殖質(Germplasm)而遞傳於後代之每一個體。

本能亦爲反射的動作(Reflex acts),或多數相應反射(Co-ordinated reflex)之結合,其與智力的行爲(Intelligent behavior)及習慣,可由下列之各種特徵區別之。

1. 在一種(Species)內,所有各個,均表現同一之特殊狀態(Characteristic manner),

2. 當表現時,可不學而成完美之技巧,即在第一次初試時,其成功一如已經十次百次者。

3. 每一動作均有目的,對於同種均為有利者.

4. 動物對於自己之動作,全無知覺,對於動作之目的,亦無所知.

5. 在繁複本能之表現中,每一單位動作之表現,必遵照一固定不變之程序,若在動作連鎖之開端,有一適宜之刺激,則本能之動作,即可開始進行,在連鎖動作內,每一繼續之步驟(Successing step),須先有一過去步驟之推動,然後別一本能,可前向進行,至完畢方止,有時一本能開始進行之後,雖其末尾之動作,已事過境遷,無所用處,亦必一一演出,以竟此本能全部連鎖之動作.

6. 如動物一生之所遇,均甚適當,則本能之進行,即表示十分完善.

本能除動作複雜外,與趨性無甚分別,有多數之本能,若吾人之知識充足,殆皆可分析而成為組合之趨性(Compon-ent tropism). 關於昆蟲本能之實例,最確切者,為百克姆氏(Peckhams)之觀察,其大要如下.

美國有若干種髓甲蜂(Pompilus), 捕捉蜘蛛,以飼幼蟲,雌蜂捕得蜘蛛時,先刺而使之麻醉,再移於植物枝叉之間,然後蜂更飛落地面,掘孔作窠,百氏曾有一次將麻醉之蜘蛛取去,而代一健全者,髓甲蜂在掘成窠後,更飛回植物上,尋覓此麻醉之蜘蛛,不意竟發現一生動者在徘徊片刻,終不敢近,雖幾經搜索,亦無效果,蜂乃縱然飛去,別捕一蜘蛛而刺之,仍置

於原處,更在土面,別掘窠孔,其第一次所築成之窠孔,竟捨而不用。

由此可知此種鼈甲蜂聯結之慣例,一經中途破壞,致使全部之程序,必自始而復演,當鼈甲蜂察覺麻醉之蜘蛛,已換一健全者時,不將此捕而刺之,須在別地再獵,然後循其常例,使其麻木,更掘土作窠,此爲一種連鎖相依之程序,不能稍爲凌亂,故鼈甲蜂捨棄新窠之原故,因在鼈甲蜂之本能環上(Instinctive cycle),掘窠之工作,終隨從於刺蜘蛛之後也。

上述鼈甲蜂獵蜘蛛各步之動作,彼此聯結,故取去其第一次之麻醉蜘蛛後,使其不得不重演全部之程序,此可示鼈甲蜂之動作不能改變其常例,以應付變異之境遇,鼈甲蜂之神經,對於各種刺激與經驗,似甚和諧,而每種之刺激與經驗,當動作時,必由前激後,依次推動,而成一固完程序之動作。

平日吾人常見同種幼蟲所結之繭,其形式彼此相似,此種結繭之技術,既非前代所教,又非學自父母,幼蟲之生平,祇此一次耳。

亨斯登氏(Hingston)曾引一種結圓網蜘蛛(*Araneus nauticus*)之事實,氏察見其尋常結網之動作環(Nest building cycle),如下所述。

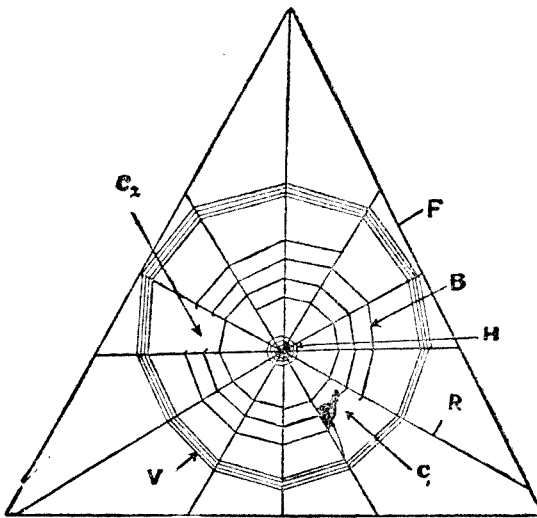
1. 先在草莖或樹枝間,做一粗絲架,而成一三角區。
2. 再在三角區內,結約十二根之散射絲(Radii),或稱爲網內之輻(Spoke)。

3. 再在近網之中心,做若干個絲圈,一如車輪之軸。

4. 在圓網之中心與周線 (Circumference) 間,做三或四圈之絲樑 (Bridge), 以便此後吐絲時,在幅間爬行,自開始結粗絲架起,至此時止,所吐之絲,多乾燥而不黏,因此蜘蛛可暢行無阻。

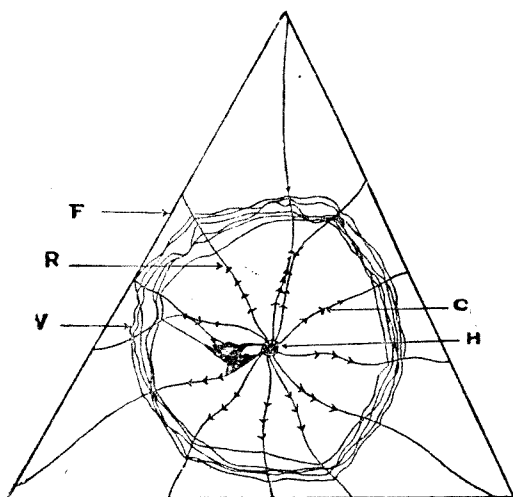
5. 具有黏力之絲 (Viscid thread), 預備捕捉蠅類之用,故蜘蛛更在延網周圍,開始抽絲,依連各幅,漸次及於中心。

6. 網既結成,蜘蛛即坐鎮中心,靜候陷網之昆蟲,作為食料。



第一八六圖 蜘蛛 (*Araneus nauticus*) 當結網時,其絲樑雖已被人破壞但蜘蛛仍繼續前進。B=絲樑; R=放射絲; V=黏圍絲; S=旋絲; C=絲之切斷處; F=絲架; H=網心。 (From Metcalf after Hingston)

在此固定程序中,亨氏倭蜘蛛已開始結黏圍絲 (Viscid Spiral thread) 後,先斷其一樑,再斷其二, (第一八六圖) 然後再斷其兩幅中所有之樑,在兩幅之間,樑既破壞,故蜘蛛每環網一圈,自幅至中心時,上下爬行,至感困難,但終



第一八七圖 同第一八六圖。網內絲樑盡行切斷之後，蜘蛛不能重新建樑但仍努力設法完成其巢。

(From Metcalf after Hingston).

不重做一樑，考其所費之時間，與所感之困難，倍多於重築新樑也。此後亨氏更將各輻間所有之樑，盡行切斷（第一八七圖），致輻絲弛弱無力，使蜘蛛大感迷離與困難；蓋蜘蛛結網之步驟，因每次必由周圍而及中心，行經各輻，同時體之末端，抽出黏絲，須使附着

之處，無絲毫之紛亂，則蜘蛛之結網，始不入於迷境。在亨氏試驗之下，吾人意料，蜘蛛在此境遇，非重做絲樑即捨去其破碎之網，但蜘蛛為本能所驅使，仍繼續抽其黏絲，前進無已。在事實上論，蜘蛛之網，具一種建築原理，左右均等，現用人工逐步破壞，網絲紊亂，而蜘蛛之工作仍繼續無已，漸次圍繞，及於網心，而後安然坐鎮中心，尚祈可捕捉投網之餌，不知其四周所圍，均屬無用之網也。

乾絲與黏絲之區別，云係由於蜘蛛分泌一種黏汁，使絲性黏，故當網樑被斷之後，蜘蛛在生理上，並非無築樑材料，以

補充之，祇以蜘蛛結網之程序，結樑在先，然後隨以旋絲(Spiral thread 即黏絲)本能如此，無可凌亂也。

佛白來氏(Fabre)曾作一種松蛾(Pine processionary moth)幼蟲之試驗，蛾之幼蟲，當外出覓食時，必成羣相隨，遠離巢穴，每幼蟲各吐一絲，以備歸巢之導線，全羣之幼蟲，列在後者，祇盲從前導而行，佛氏曾將一羣之幼蟲列成圈式，使繞一直徑一尺寬之花瓶而周行，如是首尾相接，而列在再後之一個幼蟲，不久反行在領導之前，前後相隨，致成連接之圓圈，有如貓遇興時，繞桌脚而追逐其自身之尾然。

平常蛾幼蟲外出覓食時，至傍晚，必尋道歸巢，佛氏云，經渠試驗，幼蟲繞瓶而行，晝夜不息，計自一月三十日初午起，繼續至二月六日，幼蟲因爲本能所驅使，致作一星期之無意識旅行，如此現象，祇能以無智慧、無思想、無覺悟等以解釋之，爲何而行，將去何處，均茫然也。

麥克開根(Mc Cracker)女士曾作一蠶蛾之試驗，闡明本能上之機械性及無意識之狀況頗多，後史納屈斯氏(Snodgrass)將女士之試驗，簡述如下。

雌蠶蛾當產卵時，腹部末端，(或稱爲產卵管)必左右扭動，卵產出時，橫列成行，藉黏腺之分泌物，黏着於紙上，未曾交配之雌蛾，產卵狀況，與已行性交者相同，惟其產卵期，延長六天至十天左右。

麥女士之試驗，將此兩種雌蛾(已交配與未交配)之

頭切去（在蠶蛾無所謂痛苦），無頭之蛾，不能自動產卵，惟如在腹部，輕輕壓迫，卵即能源源產出於外，故無頭之蛾，經人爲之刺激，其產卵一如平常之蛾，且腹內全部之卵，均能產出，產卵後之生活期，又一如健全蛾，不但如是，無頭之雌蛾，更能與雄蛾交配而產受精卵，麥女士又做進一步之試驗，將雌蛾之胸部，完全切去，結果亦不影響其產卵之工作，惟胸部一經切去，六足盡失，因此體軀行動，不免有生阻礙，去胸之腹部，若用物觸之，不但即能產卵，並卵產下之後，排列整齊，一如平常，若將單獨之蛾腹，反轉置之（背在下腹向上），方向既變，卵即無由產出，若使產卵器（Ovipositor）末端之感覺毛，與物接觸，則又可產卵，考產卵器末端之毛，感覺銳敏，略加刺激，卵即擠出，此種局部接觸之反射（Local Contact reflex），可左右卵之流出，亦爲有趣味之觀察，平時此種反射，須產卵管，觸着物面，然後可安置產下之卵，此時之動作，竟無異於自然。

考雌蛾之頭、胸部，切去之後，單獨之腹部，若加適當之刺激，亦能產卵，其原因在管理特種產卵反射（Specific egg-laying-reflex）之神經中心，位於腹部也。

麥女士又將雌蛾腹部之連鎖神經球（Ganglion），在交接之處，設法切開，使各節不相連接，因此腹之各節，不能作其平常產卵之扭動，而腹部末端之產卵管，亦呈不活動狀態，如此現象昆蟲不管一自動機，其全部之動作，散在全體之神經球中心（Ganglion center），故頭胸雖去，產卵依然進行也。

本能之分類頗多，有人分爲：

a. 連續的(Continuous) 如控制求食之動作，及其他一切行動，與未遇敵而作逃避等之行爲。

b. 週期的(Periodic) 如指導預備過冬，遷移及在產卵前之營巢、交配，或結繭等。

別一種之分類爲：

a. 利己的(Agoistic) 關於各個動物發生本體之需要，如求食、避敵、自衛、爭鬥、遊玩、鑽地、鑽葉(Leaf Mining)或沒水等。

b. 利人的(Altruistic) 關於同種間之繁殖，如求愛、性交、營巢、安置卵與保護幼蟲等。

許多下等動物，自卵孵化後，其動作頗爲熟練，一如在胚胎時有充分之預備，如此狀況，不啻生而知之，動物之所以能生存大地，種類之所以綿延而不絕，均基於此，復次，昆蟲之種族的經驗(Racial experience)，不但外觀如此，抑且深印於同種各個之生殖質(Germ plasm)內，因此外界某種刺激之來，身體各部，應付自如，但所不幸者，一旦大禍臨頭終無所用其能，佛白來氏曾寫述一種胡蜂(Wasp)當拖一被捕蚱蜢入巢時，全賴於觸角靈敏之感覺，但一旦觸角被切，雖有足及其他器官之助，然胡蜂竟無法拖引此蚱蜢，以入巢穴。

蜻蜓專捕其他昆蟲爲食，此爲一種尋常生物求生之本能；但飢餓之蜻蜓，如遇自身腹尖，即開口而大嚼，貪饕之蟻，遇食便嚙，有時腹部已被切斷，而口仍繼續食物者，史納屈斯氏

云此種機械之反射(Mechanical reflex)與本能,不但保持其種族之生存,抑且使之繁殖而增多。

第三節 智力(Intelligence)

具本能之動物,有時亦現有智力之動作,如一旦遭遇非常之變,亦能稍稍變異其行爲,別創新境,以應付其偶然之相遇。麥得夫爾得氏(Mary Murtfeldt)曾觀察一種胡蜂(Polistes rubiginosus)齧嚼舊木之纖維,爲營巢之材料,有兩年,氏曾發現此種胡蜂,利用葡萄枝頭之懸袋,爲築巢之材料,其結果予蜂有莫大之經濟,惟此種智能,未嘗徧及於他種之胡蜂,更進而研究胡蜂類中,對於營巢地點之選擇,蜂房之排列,食料(Prey)種類之選擇,運輸食料入巢之方法,以及封閉巢口之狀況,其變異亦極多,吾人經驗所得,有若干種胡蜂,祇草草爬砂,蓋覆巢口,有數種能選擇適當之小石,細心置於巢口,有數種不僅使入口處之土面,極爲平滑,並能散佈萎枯之松針,以混亂敵目,更奇巧者,有一種土蜂(Ammophila)用口器,從附近運一種小石子,置於入口處,然後將土覆蓋於上,再用腹端,使填塞處,堅滑一如隣土,凡此行動之結構,不論其簡單至如何程度,但物理的或筋肉的記憶(如非心理的記憶),在動物之行爲上,已開始占重要之位置,琴寧氏(Jennings)謂原生動物之行爲,亦有變異,頗少作機械式之活動,氏恆見此種原生動物,在水中嘗試各種之反應與游行,遇有不適之境,即行迴避,故

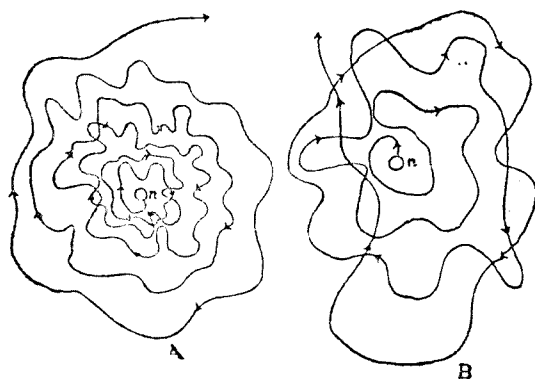
琴氏云“若由此種動作再行演進，則在無論何種機會，均可使之發展。”由此而觀，動物界中，即如單細胞之原生動物，已具有智能之萌芽。根據上述現象，吾人可下一簡單之解釋：凡一定之反應(Response)常隨適合之刺激(Corresponding Stimulation)而產生者，乃謂之趨性，或謂本能之行爲(Instinctive behavior)。能選取對於刺激之某一感應，而捨棄其他者，謂之智力，或云理智(Reason)；故智力者，乃爲由經驗或學習而進步之一種能力(Ability)，因行爲之反復而能改進，因覺有益而能變異其行爲，並能在幾種可能道路之間，選擇其所適。凡諸現象，與動物終生所具不變之反應，稱之爲趨性與本能之行爲者，乃絕不相同。趨性與本能均爲自動，或無意識，或絕難更改之動作，習慣雖亦導源於意志(Voluntary)及有意識之動作，但亦已成爲自動(Automatic)與無意識，惟真正具有智慧之動作，乃必包含對於動作自身之意識，或自覺，故動物對於一種動作，如無自覺，則亦無從學習、選擇、比較與改進。若動物之於動作，欲有進步，則第一須其神經系，能保持由一種刺激所得之印象，至相當之久，致能影響於同一刺激。在下次所引起之動作，其他一種重要之進步，則係由適應細胞(Adjustor cell)，當原來刺激不存在時，仍能產生同樣之動作。

惠羅氏頗信蟻有記憶力，但祇能因感覺之刺激(Sensory stimulation)而喚起記憶之影象(Memory image)終不能自由而產生之。

昆蟲對於所遇刺激,能否選擇,雖經學者探討,但至今仍屬疑問,即其一生所具之趨性,與智力(有意識或無意識之行為),吾人亦極難從而明別,因此兩者,均藉於相同之組織,而共出於神經系上之基本反射作用(Reflex action)也。

昆蟲之智力程度在行為上表露者,可參考下列事實。

昆蟲中蜜蜂(Bee),胡蜂有固定之巢穴,雖飛至遠距離外,仍能尋道歸來,據落巴得氏(Robaud)云,蜂類尋道歸巢之能力,全賴知覺之記憶,如嗅(Olfactory)或視(Visual)或筋肉之記憶(Muscular Memory),蜂在離巢之前,必能徘徊於巢口,認識地



第一八八圖 示一種蜂(Chlorion ichneumonum)當由巢(n)飛出時,須環巢飛翔片刻始行飛去,藉以認識蜂巢附近之標記則還巢時不致迷途。A.圖所示蜂之動作較B更為精密。(From Peckhams)

勢上之標記(第一八八圖),如當蜂已遠離巢穴,吾人設法變更其標記,如將巢口附近之樹葉、石子等移去,則蜂或難尋得其舊巢。

如在蜂未行探識方向之前(蜂飛出前,必先認識

巢之位置),將巢內未成熟之蟲,移出巢口,則蜂亦不能尋巢歸來,根據此種事實,洛氏深信動物缺乏歸巢本能(Homing

iustinct).

史密氏(F. Smith)曾記載一種胡蜂捕蠅之事實,極饒興味,氏云:有一種胡蜂,常潛捕牛糞堆上之蠅,惟蠅之飛翔較為靈敏,致蜂往往不能如願而得,因此想及糞堆中之死蜂,蠅遇之而毫不驚惶,由是蜂佯作死狀,俟蠅行近身傍,即捕而食之.若如史氏之觀察為確切者,則蜂之動作,必預為籌謀,人為之解釋如是,究屬如何,此時尚難斷定.

熱帶有一種蟻(Oecophylla 屬)其行動,深含有心理的過程(Mental Process).此種蟻能用絲,在樹上將若干葉片,縫合而成為一大巢,但吐絲而縫合葉片者,為蟻之幼蟲(此種絲,幼蟲本用為結繭之用).



第一八九圖 一種熱帶蟻(Oecophylla Smaragdina)在葉片間築巢之情形。(From Wheeler After Doflein)

在蟻將縫葉之前,有若干蟻相互追隨,相列成行,初巡行於各葉之上,入後葉漸被其圍結,蟻在此時,則排列於一處,(第一八九

圖)撮合樹葉,俟兩葉片行將合時,別蟻則從巢內,將其幼蟲運出,並放於二葉片相遇處,此時蟻再壓其口部,使幼蟲即行吐絲,由是兩葉片依次被絲縫合.

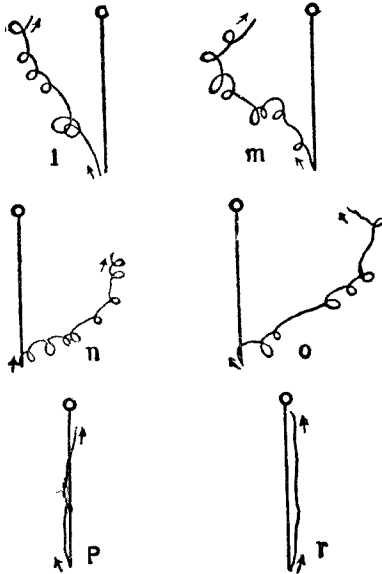
百克姆氏(Peckhams)觀察一種鼈甲蜂(Pompilus scelestus),拖引一大蜘蛛入巢,在將近巢時,鼈甲蜂忽將蜘蛛放下,巡視巢穴,似覺蜘蛛過大,未可入內,蜂更徘徊於蜘蛛之旁,宛如考

量,然後再返入巢,將巢擴大.蜘蛛始得拖入,此似表現因具有智慧之能力(Intelligent ability),而能作此比較之考慮也.

同巢之蟻,同羣之蜂,彼此交通方法,常含有多少智力,此乃盡人知之.關於昆蟲之動作,含有智力之意味者,自來研究頗多.最近德國佛來虛氏(Von Fresh)訓練蜜蜂之食料,與某種顏色或氣味,發生相互之聯絡,使蜜蜂時時羣聚於與食物聯絡之特種色板上,及後雖將食物移去,則蜜蜂仍向此色板

飛集.

昆蟲具有複眼一對,但將一眼使之失明,則昆蟲向可見之一側而行,遂成一種繞圈行動(Circus Movements).蜜尼克氏(Minnich)察得蜜蜂經學習後,復能沿近直線而向發光處進行(第一九〇圖).在昆蟲文獻中,常遇此種記載證明昆蟲之具有智力(尤以蟻,蜜蜂,胡蜂爲然)此種行爲,是否爲本能,抑爲智力,此時雖莫能決定,但昆蟲之行爲,亦足以使人驚奇矣.關於昆蟲之行爲,其概要如上所述,茲錄賴萊氏(C. V.



第一九〇圖 蜜蜂經學習後之結果. l 及 m 將右眼塗黑時飛行之情形. n 及 o 將左眼塗黑時飛行之情形. p 及 r 蜜蜂經學習後雖左眼塗黑亦能向光線作直線飛行. 圖中圓圈代表光線.

(From Metcalf. After Minnich)

Riley) 對於本題之討論,作本章之結束.

“氏云昆蟲雖不作有聲之談話,但如探求食物,報告同羣,遣派工蟻,外出運輸食物,皆藉一種傳話之狀態而交通,又能預備種菌之苗牀,用自身之分泌物,而作為肥料,播以特種之孢子,收穫之後,分惠同羣,又能預備冬糧保護其能出產食料之昆蟲(蚜蟲),如吾人之養乳牛然;并能採運此種昆蟲之卵,加以愛護,使安然度冬,至明春孵化,又能為全羣而服務.因保護巢穴與蟻后(Queen),而犧牲其性命;更能捕捉奴隸,使之心悅順服,即在同羣之內,彼此同心合作,組織井然,有患共赴,凡此實可使人類驚歎也.”

第八章 昆蟲之生態——有機的環境

研究昆蟲生態之目的,在了解昆蟲與環境所發生之關係,考大地上,昆蟲之種類繁多,習性各殊,彼此生聚而成爲一極大之生活羣聚(Biotic or Living Community),在此羣聚內之昆蟲,或彼此相依共命,或敵視相殺,或生聚於田園之內,或寄居於山巔水涯,凡諸現象皆有生態之意味。

昆蟲生態學之範圍頗廣,其相關之科學亦多,算學、物理、化學、氣象、生物,以及其他農業上之各項科學,均隨時隨地,有所關及,故研究昆蟲生態學,不啻各種基本科學之應用。

昆蟲生態學可分爲二大類:(1)羣聚生態學(Synecology), (2)各個生態學(Autoecology)。

羣聚生態學 專論及整個環境內因子(Factors)之聚合,動植物羣聚(Communities of Animals and plants)之活動,及彼此生理上之關係。

各個生態學 專論及生命中之一個單位,如昆蟲之求食,尋巢,避敵,求配等,別言之,關於每個生物因環境上之刺激,而發生之生理的反應,均歸本項內討論。

生態學,有人解釋謂“研究關於生物,由環境因子所發生刺激之反應(Reaction)。”薛爾福特氏(Shelford)云“生態學乃普通生理學之一分支,專論及生物全體之生命過程,及與環境之關係,此與專論生物體軀上,一器官之特殊生理,顯

然不同。”

據上諸說，則各個生態學，爲生物間種 (Species) 的生理而羣聚生態學，爲生物整個羣聚 (Communities) 之生理。解釋雖爲如是，但在事實上，亦頗難申說，因生態學之研究，爲最近生物學上之一新趨向，而號稱爲生態學者，對於所論生態學中各點，亦多出入之處，故本書所述，對於微細與疑問之點，暫不提及，祇舉其重要部分而已應用於昆蟲者言之。

對於生態學，尙有一端，須記取者，即吾人着手研究時，對於生物，不可脫離其環境而研究，因各種生物之所以能在今日繼續生存於各地者，均歷經滄桑之變，而留此殘種，故一動一靜，均有因果在內。

比也士氏云“大地上，每種昆蟲，對於由環境與體內所發生之刺激因子 (Stimulating factors)，其反應各各不同，不然，大地上之昆蟲種類，將彼此相似。”

考昆蟲能生存在一地之原因，或由於昆蟲本身對於生存地之一切，均可調和；或昆蟲在該地生存已久，其體軀與生活，均適應於該地情形，反之如一地之昆蟲，在生活上不能適合於所居之環境，則其種類，或歸消滅，或被迫而遷移離境，吾人知各地之氣候、地形、與動植物之分佈，各不相同，因此所適生之昆蟲亦異，故在分類學上所引用之產地 (Habitat) 一字，普通立意，乃示昆蟲所生存之局部環境，但生態學家，對於昆蟲產地之觀念，並非爲地域 (Space) 之意，乃爲一幕狀況之表

現(乃一地物理化學生物勢力之總集合),故各地所生聚之動植物即成爲生活的環境,而自然界內之其他無機因子(Non-living factors)總稱曰**物理化學的環境**(Physicochemical environment),由字意上觀之,兩者似成二界,但論其性質,則彼此又極難分離。

甲、**生活的環境**(Biotic or Living Environment)。

自然界內之生物,不論大小,其生命環上,均彼此相依,茲將關於昆蟲與生活環境之關係,簡述如下。

第一節 昆蟲種間之關係

昆蟲生殖繁多,各種之個數至難伸數,其間互相之關係,撮要如下。

一 競爭(Competition)。

昆蟲因求生活於大地,同種與異種間,常發生種種競爭。據許多昆蟲學家之觀察,異種間之競爭,不如同種內所發生者爲重要,因前者食料不同,巢穴各殊,其他如呼吸之方法,適應光線之強度等,皆不相類似,彼此間,既少接觸之機會,則競爭亦無從而起(肉食類之昆蟲例外),我人平日所見昆蟲中,自相競爭最甚者,莫如若干種兇悍之種類,如蚜獅(Aphis lion)、馬蠅之幼蟲、盜蠅與甲蟲等,或弱肉強食,或自相殘殺,此亦爲肉食類(Carnivorous)昆蟲,常見之事實,但不恆見於草食類(Phytophagous)之昆蟲,雄性之螻蛄,往往殘食其幼蟲,雌殺

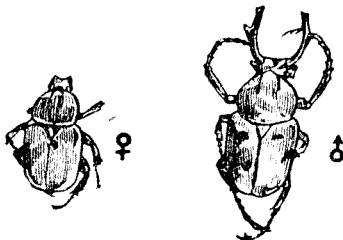
雄者，在蟋蟀、螳螂中，為常見之事。蜜蜂羣在近冬季時，職蜂須將雄蜂(Drones)逐出巢外，此實為饒有興味之競爭。

昆蟲因求食料之充足而競爭者，此現象在肉食性與寄生性(Parasitic)昆蟲為多。草食性之昆蟲，因食料較為豐富，故不多見。惟因其生殖率高，分佈力弱，但無能力消滅其勁敵，故每當繁殖至擁擠時，橫遭天敵之吞食，其個數又驟形衰減，此現象在蠍、蚜蟲、椿象、與介殼蟲等常見之。

二 性之關係——交尾求媚

性的本能，亦為昆蟲一生主要之意趣。雌雄和諧，然後可以產生後代；故兩性間之合作、互助、或獨居，均與增進雌雄性之意趣有關。昆蟲中，除白蟻等，為終生雌雄同居外；其餘大多數之昆蟲，兩性同居，祇限於交配之際，為時頗短，但其勁敵之多，一如終生雌雄同居之種類。

昆蟲之雌雄性，亦可由其體軀大小上辨別之。白蟻之后蟻，其體軀較王蟻肥大百倍以上；但許多甲蟲，雄者反較雌者為大，在雄者常具特殊之器官，為爭占雌者而常起戰鬥。南京附近有一種金龜子(Dicranocephalus adamsi) (第一九一圖)，雄者頭之兩側，延長如角，前足附節各節較長，末端具有鋒利之爪，此種器官，皆為占雌時之爭鬥器。其他昆



第一九一圖 一種金龜子
(*Dicranocephalus adamsi*) 雌雄
性外形之差異。(原圖)

蟲，類於此者，爲數頗多。

有數種蜻蜓、蝴蝶，與甲蟲，雌雄斑色各不相同，如是則彼此追求，便於交尾。此種解釋，乃根據楷奔探氏 (Carpenter) 觀察一種菲洲蝴蝶之擬態 (Mimicry) 而來，該種蝴蝶之斑色，向被他種蝴蝶所模倣，致其雄者，不能辨別其雌蝶，而雌蝶之擬模別種者，常誤受他種雄蝶之求媚。

在蛾類，則常用其氣味，爲兩性間之引誘。直翅目中之昆蟲（如蚱蜢）則用後足與前翅邊緣磨擦，所發出之聲作爲雌雄求愛之媒介。雙翅目（蠅類）之雌者當飛舞時營營作聲，雄者聞之，即追隨其後，鞘翅目中之螢 (Firefly)，雄者腹部六、七兩節，具有發光器，故夏夜溪邊，點光閃閃，爲螢求配之市場。

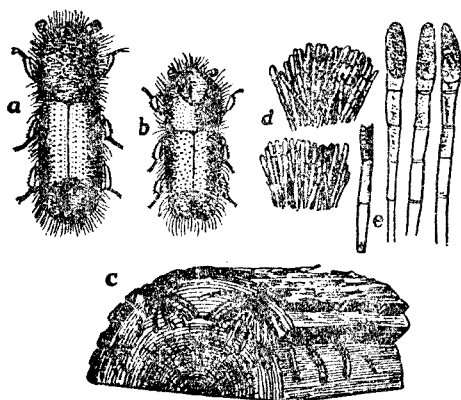
據楷奔探氏云有某種舞蠅 (Empidid) 當性交之時，雌雄共飛舞於水面，在雄者足上，常帶有石蠅 (Stone fly) 或蜉蝣等食物，飛近雌體，由是雌雄相伴，即停息於植物上而交配，同時雌蟲，即取雄蟲足上所帶之昆蟲而食，此種因求配，而賄送食物，亦生物中饒有趣味之現象。鬬蟋蟀 (Grylloides berthellus) 之雄者，平日遇敵奮身作戰，惟當追求雌性交配之時，則動作溫柔，鳴聲和媚，及達目的之後，又復昂首巡行，雄姿畢露。

三 母性之慈祥

母蟲常設法保護其所產之卵，一若祈其後代，得能繁榮滋生。蜣螂 (Tumble beetle) 先產卵於糞內，更團糞成球，再將此

有卵之糞球，葬入土中，將來幼蟲孵化出後，即仰食於糞球之內。多數黃蜂(Wasps)捕捉蠅、蜘蛛、蠋等，先刺而使之麻醉，再各別載入巢中，然後產卵於其上，再後封閉其巢穴將來孵化之幼蟲，即藉此種麻醉之蠅、蜘蛛等，以食以長。由生理上言之，蠅與蜘蛛等，一經蜂刺，體即染有毒液，知覺頓失，新陳代謝減低，因此其體軀可保存若干星期，而不腐敗。故蜂幼蟲孵化後，仍可得新鮮之食料。

以上所舉之例，為昆蟲之前代，在一時預備充分之食物，作為幼蟲終生之飼料，更進一步之演進，則為前代昆蟲，漸次預備食料，以飼育其後代。有一種小蠹蟲(*Xyleborus celsus*)在



第一九二圖 一種小蠹蟲(*Xyleborus celsus*)。a. 雌蟲；b. 雄蟲；c. 鑽營於一種胡桃木之木質部隧道；d與e，小蠹在木質部隧道內所培養之菌。(From Metcalf after Hubbard)

所寄生之硬木幹內，嚼成無數隧道，并培養一種菌類，雌蟲常咬落所生出之菌，作成小塞，填於每一幼蟲之穴口，作為幼蟲之食料；如被食盡，雌蟲再事補充（第一九二圖）。

有一種黃蜂，先捕捉較小之蜘蛛及蠋，

入穴中，以飼幼蟲，及後蜂之幼蟲漸長，雌蜂即飼以較大之蜘蛛，自此而往，至穴內幼蟲，完全長大，不再繼續供給食料時，始

將穴口封閉,使幼蟲化蛹。有人發見此種雌蜂,能辨別卵之雌雄,雌卵將來發生大形之雌蜂,故母蜂所築之室較大,并儲以多量之食料,雄卵將來發生小形之雄蜂,其室較小,所儲食料亦少。

四 合作

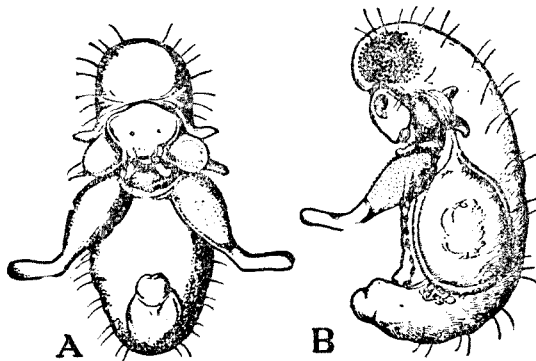
關於昆蟲競爭之現象,在同種類內,最為劇烈,但有許多營社會生活之昆蟲(Social insects),同種之內,不但無相互之競爭,抑且彼此互助,分工合作,實為其他動物所鮮見,此種昆蟲,普通恆千萬個同居一巢,而成一羣,稱曰羣聚(Community)。惠羅氏深信昆蟲之社會生活,乃由於幼蟲依賴成蟲養育之結果,因此關係,故成蟲之壽命,不得不因之延長,此為其他昆蟲中所不見,在營社會生活的昆蟲,全羣內之后(Queen)與王,任繁殖之責,其他一切工作,均由無性之職工(Worker)任之。在無性者中,其職務亦不相同,或任兵以禦外敵,或任看護,以飼幼蟲,或為劫客,以得糧食,或任守衛,以防盜竊之入巢,各司其職,不相凌亂,此種不同之職守,稱之曰級(Cast)。凡昆蟲營社會生活愈進步,全羣內各個之結合愈形密切,因各級內之昆蟲,在體軀之組織上,不能自行獨立生活,故必須各級相依,吾人日常所見營社會生活之昆蟲,有白蟻,黃蜂,蟻,蜜蜂,其生活常狀,古今來從事研究者頗多,茲擇要述之如下。

1. 食料交換(Trophallaxis).

惠羅氏頗信昆蟲社會生活之最初誘因,由於母蟲撫育

一般生活不能獨立之幼蟲而起，幼蟲發育遲遲，致使成蟲之壽命亦因而延長，藉以完成其保護與飼育之責。在供給食料方面，最初則前代在一時預儲多量之食物，以供日後幼蟲之生長。此種習性，入後漸次演異，變為成蟲，漸次為幼蟲，預備食物，由此更演進而為食料交換之現象 (Trophallaxis)。食料交換者，在同種內或異期 (Different stage) 或異種間，各個昆蟲，彼此交換食物之謂。凡營社會生活之昆蟲，其職工當飼養幼蟲之時，恆舐吸幼蟲所分泌之唾液。某種黃蜂之工蜂，恆輕咬巢內幼蟲之頭，再加擠壓，使其唾液因受刺激而流出，然後從而舐吸。有時此種工蜂，將所移帶食料內之液汁，盡行吸乾，使此種乾食物，能刺激幼蟲分泌唾液，由是蜂再行舐吸。

非洲有一種蟻之幼蟲 (第一九三圖)，體上具有特別



第一九三圖 一種非洲蟻 (*Pachysima latifrons*) 之幼蟲注意其胸腹間之滲頭。(From-Wheeler)

之突起 (Papillae) 稱曰滲頭 (Exudatopia)。由此常分泌一種脂肪，為大多數職蟻所吸食。因此關係職蟻平時築巢，故意擴大其容積，以備儲多量之食料，而飼此種

多數具滲頭之幼蟲，如是職蟻亦可多得脂肪。蟻羣中之職蟻，

對於后蟻與幼蟻之服勞狀況，種類頗多，如舐吮與愛護其幼蟲，見敵侵而抵禦，遇不適而遷巢等，有人曾謂此種行為乃由母性的關係，惟惠羅氏云，凡諸現象，皆為昆蟲口慾上之需要云。

食料交換之現象，在成蟲與其子女(Brood)之間，頗為發達，據惠羅氏之研究，此種現象發現頗多，如職蟻之與其幼蟲，蟻巢內寄居之昆蟲（如甲蟲、蠅、蚜蟲、衣魚等）與其共生之蟻均相依終生，彼此為命，有如吾人體軀各器官之相互為用。

2. 級 (Cast) 之來源

大多數營社會生活之昆蟲，如白蟻、蜂等，一羣之內，分工合作，因此同屬於一種內之昆蟲，有等級之別，考等級之來源，至有興味，當一雌者築巢時，同時亦有其他雌蟲（或即其子女）附之而築巢產卵，兩巢相合，即成為一複巢 (Compound nest)，在此複巢內之昆蟲，較老之雌者，專任產卵之責；稍幼者，則任搬運食糧，及築巢材料，最幼者，則留於巢內，任飼幼蟲之責，由此演化，而成分工合作之現象，數種雌蟻及雌彈蜂 (Bumble bee)，當初行性交之後，禁居於新巢內，在第一期幼蟲化為成蟲之前，雌蟲絕不進食，因此第一期幼蟲因缺乏營養，故在成蟲時期之生殖器官，發育不全，致不能交尾與產卵，即偶有所產，亦終屬不受精者，將來發達而為雄蟲 (Drones)。此類蟻、蜂，在生理上，雖性器官退化，而屬無性，但仍保留其原來母性的本能，仍飼育其他后蟻所產生之幼蟲，有人意度，蟻巢內

無性職蟻 (Sterile worker) 之變成,亦與上情相同。巢內職蟻常擴拓其所飼育之幼蟲數目,致原來貯藏之食糧,不足分配於全羣,因此將來一部分之幼蟻,不能得充分之養料,致發育而為無性之職蟻,蟻與彈蜂羣內職工級 (Worker cast) 之成就,或由於此。

同巢內,各級之生活,既不相同,在生理上,當有顯著之差別,因此更影響其體軀上之構造,故兵蟻與工蟻之形狀迥然相異,看護蟻與運輸蟻不同,雄蜂者,乃由未經受精之卵,孵化而成,在若干種蜜蜂中,雄蜂之染色體數目,僅等於雌蜂 (工蜂與后蜂) 體內之半數,當每年中夏,羣花怒放,蜂之食料增多,因此幼蟲所得之營養,亦較豐富,由是性器官成熟之雌雄蜂,因而產生,新蜂羣即由此而分出。

關於昆蟲各級形體上演異之原因,尚不得而知,吾人此時,祇知有若干種之解釋耳,在黃蜂,彈蜂與蜜蜂巢內之職蜂級,均生有翅,其體較后蜂為小,在蟻與白蟻羣內之職蟻,則全為無翅,但雌、雄蟻則具有二種形式,在平時亦不生翅,至性交時期,則始生長翅,能飛翔於外,此種飛翔,稱之曰婚飛,在蟻及蜂羣內,既分有級,則各級在體軀上所表現特殊之形式而供其專任之工作,如白蟻之兵蟻,大顎頗為發達,似專為戰爭而用者,大頭蟻 (Nasute) 之頭部,甚為奇特,當蟻巢被敵侵犯時,大頭蟻,能分泌一種膠汁,黏結敵蟻之足,與大顎,在蜜蜂之職蜂,其腹部下面,第四至第七節,具有分泌蠟質之腺,後足上,具

有採集花粉之粉框,此皆爲雌雄蜂所不具,更進之演異,在蜜蜂與白蟻中之后,自身不能築巢,覓食,撫幼,自衛,而成爲一專產卵之機器,由此以觀,吾人可以推論工蜂在蜂羣內之地位,最爲重要,能左右蜜蜂全羣之生命,並能用特殊飼料,育養幼蟲,使之發達而成后蜂。

3. 交通之方法

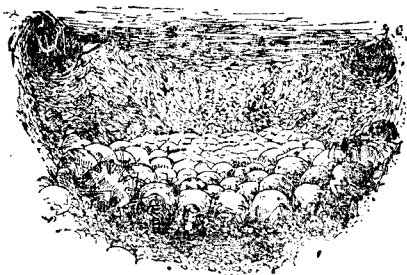
在營社會生活之昆蟲,全羣內,轉遞消息之方法,至爲巧妙,蟻用觸角相接,而彼此傳遞消息,某種甲蟲(*Passalus*)藉發音以聚合全羣,羣飛之蜜蜂(*Swarmling bees*)當進巢時,在背面之香腺(*Dorsal scent gland*)發出一種氣味,此吾人亦能感覺者,雖巢之工蜂,在野外發現蜜源及花粉後,必回巢旋轉於蜂羣內,此種行動,有人稱曰蜂之跳舞,乃爲報告其他工蜂,已尋到蜜源與花粉也。

4. 食料之儲藏

社會生活之昆蟲,在每羣內,昆蟲之個數既多,而所居之地又狹,因此對於食料之儲藏,培養,及分配於全羣之方法,均爲一種重要問題,在蜜蜂羣內之職蜂,當春夏之季,飛舞於花間,採集花蜜,先與唾液相和,暫藏於蜜囊(稱爲嗉囊 *Crop*)。還巢之後,更重行吐入巢穴內,再振翅作風,使巢穴內之水分蒸發,然後再將各穴加封,以便巢內食料缺乏時之用,有一種蟻名曰農蟻者,能採集種子,並先去其殼,然後藏於巢之乾處,有時更將所藏種子之胚芽咬去,以免種子萌發,致不利於其

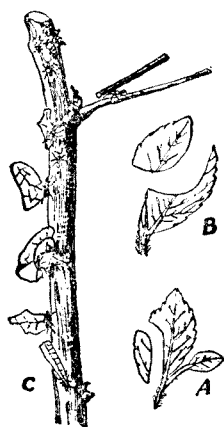
儲藏室。

麥柯克氏(Mc Cook)在墨西哥觀察一種蜜蟻(*Myrmecocystus hortideorum*) (第一九四圖) 雖不能築巢,以儲食料,但有極奇巧之方法,以藏糧食。在蜜蟻羣內,有所謂儲蜜蟻(Repletes)者,常倒息於黑暗蟻室之頂上,腹膨大而透明,狀如水晶葡萄,內滿儲蜜汁。麥柯克氏觀察腹內蜜



第一九四圖 一個蜜蟻巢內,蜜蟻(*Myrmecocystus hortideorum*)之倒懸形,當食料豐富時,蜜蟻能盡量吞食儲藏於腹內,並不消化,俟巢內其他蟻需食時,復行吐出,以作食料。(From Metcalf, After Mc Cook)

汁之由來,先由駢蜂在夜間外出,採集某種橡樹上蟲瘿(Oak Gall)所分泌之糖汁,返巢以後,更轉吐入儲蜜蟻之口,日積月累,儲蜜蟻之嗉囊因此形成膨大。此種消化器內之蜜汁,遇全羣食料缺乏時,則分讓於各蟻。南美有一種切葉蟻(Leaf cutting ant) (第一九五圖) 在土中掘多數小隧道,更將掘起之泥,堆於土面,築成墩形,各隧道彼此相通,並有口通外。全巢各蟻,常外出工作,四五分鐘,嚙斷



第一九五圖 一種切葉蟻(*Attadiscigera*)在Cuphea植物莖上工作狀況。A, B, 切葉蟻在四五分鐘內嚙切葉之結果; C, 切葉蟻運輸葉之碎片形。(From Folsom after Möller).

汁之由來,先由駢蜂在夜間外出,採集某種橡樹上蟲瘿(Oak Gall)所分泌之糖汁,返巢以後,更轉吐入儲蜜蟻之口,日積月累,儲蜜蟻之嗉囊因此形成膨大。此種消化器內之蜜汁,遇全羣食料缺乏時,則分讓於各蟻。南美有一種切葉蟻(Leaf cutting ant) (第一九五圖) 在土中掘多數小隧道,更將掘起之泥,堆於土面,築成墩形,各隧道彼此相通,並有口通外。全巢各蟻,常外出工作,四五分鐘,嚙斷

咖啡、柑橘等葉，更切成人狀小片，運入巢內，再加以咀嚼，使葉軟爛如醬，更培養一種菌類於上，將來發生之菌絲，即為蟻之食料，故切葉蟻之隧道，不啻為菌之培養床，更饒有趣味者，當其處女王外出築新巢時，其口中常帶菌種以備將來新巢可培養食料。在南美地方，如遇此種蟻(*Atta cephalots*)發生多時，柑橘、咖啡、檬果(Mango)之葉，幾均被切去，為害極大。除上述之蟻外，尚有數種白蟻，亦切取木葉，及葉累積於巢中空處，灌以排屑物，使之發酵，然後培養一種菌類於上，以供全羣之食料。

5. 抵禦

抵禦外敵，為營社會生活昆蟲不可少之任務，築堡壘而利守衛，用刺與顎以作戰，發惡臭而退敵，在白蟻中有所謂兵蟻階級者，其職責專為守衛窠穴，因其好戰而喜掠奪敵巢，相延成為抵禦之本能。

6. 離羣之來源

營社會生活之昆蟲，平時后蟲在全羣內，祇有一個，如一旦有第二后之產生，則新舊兩后互相讎視，因此內中必有一個離羣，重立新巢，生活於溫帶內之彈蜂，與黃蜂，其新受精之后蜂，在本年秋末，躲藏於密處過冬，至明年春暖，再行重建新羣，而原有之老后蜂及其職蜂，在每年冬季，均歸死亡，故此種蜂羣，每年必更新一次，惟在蜜蜂與多數之蟻類，全羣生命，能繼續延長，毋須每年建立新巢，此亦由於后蟻與后蜂之壽命，能綿延若干年，或其已經離巢之幼后(Daughter gween)能重

歸老巢內，代舊后而率領全羣。

第二節 昆蟲與其他動物間之關係

昆蟲之數目既多，日常相處，其生活頗為複雜，或本身供其他動物之食料，或殘食其他動物，或彼此相依為命，其概要於本節內述之。

一 昆蟲為其他動物之食料

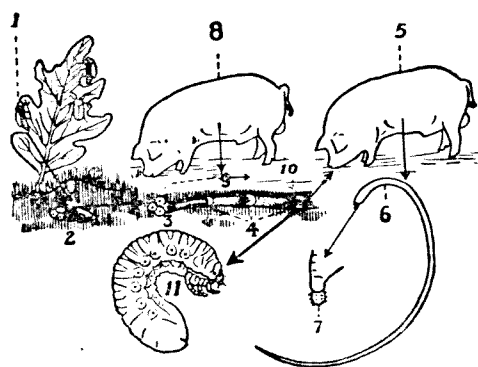
昆蟲自身，作為其他動物之食料者，為例頗多，非洲之食蟻獸，能尋蟻類為食，鳥類中所稱為益鳥者，以其能啄食害蟲故也，蜉蝣稚蟲及若干種水棲昆蟲，為魚類重要之天然食料。生活於揚子江下游水田旁之蛙，其食料以昆蟲為多，（在 *Rana limochoris* 之食料中有 82%，*Rana nigromaculata* 有 74% 為昆蟲）內中以膜翅目、鞘翅目、同翅目、與雙翅目為最富豐，達百分之六十以上，餘如直翅目、鱗翅目、半翅目亦佔百分之十以上。

二 昆蟲之寄生物

昆蟲能食多種之食物，惟同時亦能為其他動物所寄生。昆蟲之專營寄生生活者稱之曰寄生性昆蟲，其種類多半屬於雙翅目、與膜翅目。在姬蜂（*Ichneumonidae*）內，有許多種雌蜂，用其鋒利之產卵管，在若干種鱗翅目幼蟲體內產卵，將來孵出之幼蟲，即在寄主（Host）體內生長，至化為成蟲後，始行外出，此種寄生，稱曰體內寄生（*Endoparasitic*），生活於土內之

金龜子幼蟲在中國中部常被一種土蜂 (*Tiphia popillivora*) 之寄生,其幼蟲附着於寄主之體外,故又稱曰體外寄生(Ectoparasitic),體外寄生性較爲簡單,由此發達而爲體內寄生性,有人意度,昆蟲之寄生生活,乃導源於單簡之肉食狀態(Predatism).

昆蟲除直接被其他昆蟲寄生而外,又常爲其他寄生性動物之過渡地,如金龜子幼蟲所傳佈之刺頭蟲 (*Gigantorhynchus hirudinaceus*) (第一九六圖) 對於牧豬事業,關係頗大,刺頭蟲所產之卵,由猪之糞便內排出,散落土面,如被鱗蟻(金



第一九六圖 一種刺頭蟲之生活史,成蟲之卵自猪糞內排出後,能傳入鱗蟻腸內如成蟲食葉被猪吞入後,即發育而爲成蟲。(From Z. P. Metcalf)

1. 甲蟲的卵
2. 甲蟲成蟲產卵
3. 甲蟲的卵
4. 鱗蟻
5. 未感染的猪
6. 成長的刺頭蟲
7. 頭部的鈎
8. 已感染的猪
9. 刺頭蟲的卵
10. 幼蟲
11. 鱗蟻

龜子之幼蟲)吞入胃內,卵即孵化而爲幼蟲,如猪在放牧時,偶食染有刺頭蟲幼蟲之鱗蟻,亦能傳得此種刺頭蟲,刺頭蟲之幼蟲,一入猪胃內後,即生長而爲成蟲,更產卵而由猪之糞便內排出,如此循環,生生不絕,中國放牧之猪,染有此種寄生蟲者頗多,在南京調查,猪之染有刺頭蟲之寄生者,約在

百分之五十以上，寄生於犬體上之跳蚤 (Fleas) 與犬腸內條蟲之關係，頗類於上述現象，犬如誤吞患有條蟲幼蟲之跳蚤，腸胃內即能染得犬條蟲 (*Dipylidium caninum*)。考其生活循環，頗為周折，犬條蟲之卵，由犬之糞內排出，如被跳蚤幼蟲食後，將來跳蚤之幼蟲化為成蟲，再被其他犬誤吞入胃，犬即染有犬條蟲。

楷奔探氏 (Carpenter) 曾記載一種蛭之生命循環，蛭之一生，多半生活於水螺 (Water snail) 體內，由水螺傳至水中之甲蟲，如池旁之蛙，吞食此種甲蟲，體內即能傳染此種寄生蛭，由蛭之生活史觀之，蛙為其終局寄主，此種寄生蛭之卵，更由蛙糞內排出，先轉入螺體，再作同樣之生活循環，蝗類、螳螂及若干種鱗翅目幼蟲之腹內，常發現一種線蟲之寄生，其屬名為 *Gordius* (俗稱鉄線蟲) 者，成熟之成蟲，出寄主體外而產卵，如被其他蝗蟲、螳螂等食之，則又重演其生命之循環。蚊 (*Aedes vexans*) 之麥氏管內，恆居一種犬體內血絲蟲之幼蟲 (*Dirofilaria immitis*, 第一九七圖) 在蜜蜂胸部之氣管內，面積雖至狹小，然中間有一種壁蝨 (Mites) 之寄居，產卵繁殖，常充塞氣管，致蜂發生飛翔無力之外特



第一九七圖 一種蚊 (*Aedes vexans*) 之麥氏管內藏有犬血絲蟲之幼蟲三條 (After Matheson)

島病 (Isle-of-wight-disease)。家蠶所生之微粒病，其病原物為一

種原生動物 (*Nosema bombycis*)。家蠶化成蛾後，此種病原物，

能傳入蠶卵，由卵而傳入幼蟲期時，因此檢查蠶卵病毒，爲製造蠶種中之一大工作。

三 共棲

共棲之意義，爲兩種或多種之動物，相互聯合，或彼此互有利益，或僅一種受利，而其他不受害。安史利氏(Ainslie)發現一種果蠅(*Drosophila sigmoides*)共生於吹泡蟲所吐之泡吐內，在美國塔克散士省(Texas)有某種蟻巢內，寄居一種寄生小蠅(*Metopinasp.*)，據惠羅氏觀察結果，當職蟻運送其他昆蟲以飼巢內幼蟲時，此種寄生蠅之幼蟲，能爬及蟻幼蟲之體上並環於頸部，以便竊取幼蟲所得之食料，幸其所需，爲數甚微，無損於蟻幼蟲之生長，若是現象，亦稱爲共棲，更饒有味者，蟻幼蟲發育成熟後，即吐絲築繭，同時並將蠅之幼蟲，包圍在內，惟蠅幼蟲，則居於繭之後端而化蛹，如是則當巢內職蟻，自外撕裂繭之前端，而助新化成之職蟻出繭時，並不傷及繭後端之蠅蛹，職蟻出繭之後，蠅蛹則安然留於室繭內，同時巢內職蟻，當舉行清潔巢穴工作時，對於空繭內寄居之蠅蛹，仍不加顧及，因而蠅蛹得安然化爲成蟲，飛出於外。

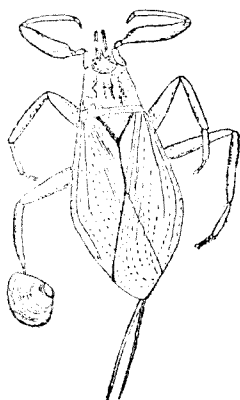
總上現象，則蟻巢內之寄居動物，與蟻所發生之關係，正如惠羅氏所稱一種社會的寄生性(Social parasitism)，更有一種蟻，稱曰亞馬森蟻(Amazon, *polyergus rufescens*)者，蟻后不能獨自創立蟻羣(Colony)，其所屬之職蟻，大顎彎而尖銳，利於戰爭，但不適於建築巢穴，及移帶幼蟻之用，故此種蟻之生活，

全賴於他蟻之撫養。當后蟻婚飛(Nuptial fly)之後，若不能覓得其他蟻窠，不久即歸死滅，如幸而得別一種蟻(Formica fusca)穴，即侵入其巢，并殺滅其原來巢內之后蟻，同時全巢內之職蟻，對此新侵入之后蟻，亦均服從，爲之輸運食料，並撫育其後代，其款待之情形，一如對於原有之后蟻然，入後外來后蟻，所產之幼蟲，發育成爲成蟲，往來巢內，無所事事，終日仰食於其被侵佔之奴隸職蟻。亞馬森蟻之羣聚，日久漸形發達，致蟻奴供不應求，即發生劫奪鄰巢蟻奴之舉，此時兵蟻排隊成行，向鄰近 Formica fusca 蟻巢侵伐，稍與其職蟻交戰，即劫奪其巢內之幼蟲與蛹，移之歸來，付托蟻奴撫養，及發育而爲成蟲後，即飼育亞馬森之后蟻及其所產之幼蟲，并代爲築巢，服勞。如此年復一年，繼續不絕，故在此種蟻羣內，一后蟻統治之下，永遠有二羣不同種蟻之存在。

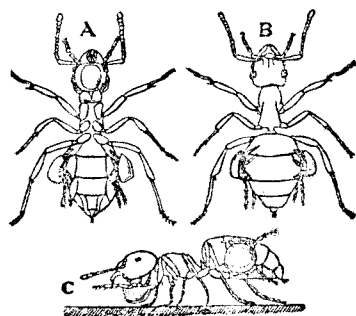
四 昆蟲體上所附着之小動物

昆蟲不但能傳帶病菌，或其他植物種子，在社會生活之昆蟲，當遷巢時，則移帶其幼蟲所需之食料，及巢內奴隸，生活於地上之步行蟲，及由樹幹內化出之天牛，與鍬形蟲，在頭胸部之下面，恆着生多數之壁蝨。楷奔探氏云，水中紅娘華(Nepa)當飛出水面時，其足上恆附有一種小蚌(如一九八圖)。水棲甲蟲之鞘翅上，常附有一種小蝸牛(Snails)，蠅能傳遞一種偽蝎(False-scorpions)，克來可氏(Krecker)曾觀察水內某種石蠶(Caddice worms)，能傳佈一種無柄之淡水海綿，而最使吾

人有興味者，莫如一種壁蝨(Mite)之休眠時期(Hypopus)(第一九九圖)能適應於昆蟲與其他小動物之移帶，當環境不



第一九八圖 一種紅娘華(*Nepa cinerea*)足上所附帶之小蚌(*Sphaerium*), (After Carpenter).



第一九九圖 一種工蟻 (*Lasius mixtus*) 附着有三個壁蝨 (*Antennophorus pubescens*) 呈均等之現象。A, 腹面形; B, 背面形; C, 側面形。 (From Wheeler, After Tanet)

適宜時，壁蝨即轉變而成休眠體，足與口器，變為無用，以體軀下面之小吸盤，附着於昆蟲，及其他活動之動物體上，壁蝨藉此，能遷移至遠距離外，及遇環境適宜，再行生長，附着於蟻體之一種壁蝨(*Antennophorus pubescens*)，因便於蟻之傳遞，及平均蟻載重起見，壁蝨附着在蟻體之形式，終成左右對稱，如蟻體祇有一個壁蝨附着時，則此壁蝨附屬於蟻之下顎，如為兩個時，則附於頭或腹之兩側，如為三個時，則一個在蟻頭之下，其餘二個，附於腹之左右。

第三節 昆蟲與植物之關係

吾人如考查地球之歷史則知昆蟲與顯花植物之起源，於同一時期，此即證明兩者之發達，各相並行，故一地之植物誌 (Flora) 愈複雜，則該地之昆蟲誌 (Founa) 亦隨之而繁複，兩者之關係略述如下。

一 植物爲昆蟲之庇護

不論陸生或水棲之昆蟲，恆以植物爲棲息、躲避、築巢、藏卵、化蛹之所。在北美有一種瓶子草 (Sarracenia)，葉作杯狀，下儲有水，能誘捕昆蟲。海白特氏 (Hubbard) 發現有一種蛾 (Exyra ridingsii Riley) 之幼蟲，在此種杯狀葉之基部，嚙一小孔，使葉內儲水流出，因此捕蟲之葉，一變而爲此種幼蟲藏匿之所。氏又發現一種蜂 (Isodontia (sphex) philadelphica St. Farg) 用草與其他植物纖維，築成一巢，飄浮於瓶子草葉內儲水之表面，藉以飼育其幼蟲。

二 植物爲昆蟲之食料

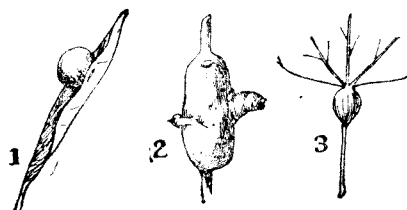
昆蟲之食料，以植物爲多，其害及經濟植物者，常致人類莫大之損失。侵食植物之方法，有下數種。

1. 咀嚼植物之葉片、莖、幹、樹皮及果實等。
2. 吸吮植物之液汁。
3. 鑽孔或洞穿植物之果實、莖、幹、枝葉等。
4. 侵食植物根部，或地下莖。

三 蟲癭 (Insect galls), (第二〇〇圖)。

昆蟲能致蟲癭之種類頗多，麻櫟樹葉上之蟲癭，幾乎全

爲膜翅目中沒食子蜂科 (Cynipidae) 所致,其他雙翅目之癭蠅科 (Cecidomyiidae),半翅目之蚜蟲科 (Aphididae) 與木蝨科



第二〇〇圖 三種蟲癭

1. 柳樹葉部之蟲癭, (*Pontontania pomum*). 2. 柳樹莖上之蟲癭 (*Rhabdophaga batatus*). 3. 白楊葉柄上之蟲癭 (*Ectoedemia populella*). (Cornell, Rural School leaflet Vol. 18, No. 3)

(*Psyllidae*)皆能致蟲癭,此外如鋸蜂科 (*Tenthredinidae*)與雙翅目中之果實蠅科 (*Trypetidae*)及一二種之甲蟲,與數種蛾之幼蟲,亦能營蟲癭生活,在植物則根、莖、芽、葉、葉脈、花、種子等部均能發生蟲癭,而其形式極多。

蚜蟲類中,有數種能在同種寄主之不同部分,發生二種蟲癭,或在二種不同之寄主植物上,作有規則之遷移,在日本之檉樹上,有一種蚜蟲 (*Watabuna moriokenris*)以卵在檉樹之幹部越冬,早春蚜蟲之幹母 (Stem-Mother) 化成之後,即移入檉之嫩葉內,吸收液汁,在其吸收部分之表面,漸呈袋狀之突起,同時幹母即入袋內,其後袋之下面,幾完全封閉,僅留極小之裂口,寄居於袋內之幹母,俟充分生長後,即產小蚜蟲數十頭,此種小蚜蟲,當生長成熟時,即生有翅,從袋下面之裂口而外出,此等有翅胎生之雌蚜蟲,或稱曰春移住蟲,遷移至小竹之莖葉部,在該處復產數頭小蚜蟲,此種小蚜蟲,更移入竹之根部,而寄生於根鬚上,成爲無翅胎生之雌蟲,繁殖至秋間,更產有翅之兩性蚜蟲,即所謂秋移住蟲,再從小竹飛回檉幹,在

粗皮部產生小而無翅無吻之雌蟲及雄蟲，雌雄交配後，雌蟲僅在樺幹之粗皮下，產一個越冬卵。此種蚜蟲，冬夏兩季之寄主，全然相異。初夏晚秋，有翅蚜蟲遷移於兩種寄主之間，在此情形，樺為冬寄主，或稱主要寄主，而小竹為夏寄主，或稱中間寄主。

蟲瘿全為植物之組織，但致蟲瘿之昆蟲，不能左右將來發生蟲瘿之形式。更有許多蟲瘿並不害及植物者。據莫立特氏 (Molliard) 云，蟲瘿之組織內，富於蛋白質 (Protein)，實為昆蟲最重要之養料。蟲瘿之成，至為單簡。先由雌蟲產卵於植物表皮上（或入形成層 Cambium 及其他部分），及卵化為幼蟲後，四圍植物之組織，因受一種刺激，致生長特速，將蟲包圍，即成為蟲瘿，於是幼蟲食息瘿內，至化為成蟲後，始行外出。

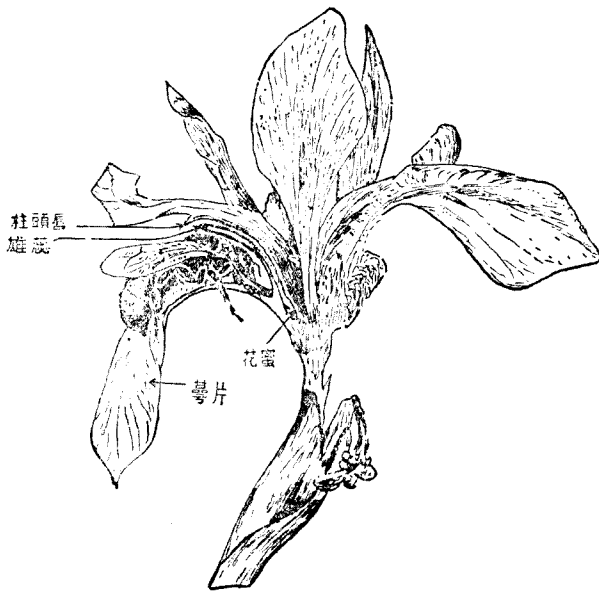
據柯生氏 (A. Cosens) 之觀察，蟲瘿最內一層細胞，為營養細胞 (Nutritive cells)。在沒食子蜂幼蟲之口部，有一種唾液腺，分泌一種酵素，使澱粉轉變為糖。故幼蟲在蟲瘿內，蠶食營養細胞層之後，該層內糖與澱粉之比率，較之外層，大為減少。植物由此刺激，因此該部細胞之繁殖特別增進。

四 昆蟲傳遞花粉

蟲媒花植物，全賴於昆蟲傳佈花粉，始得結實，此為一種常見之現象。但一般之誤解，以為花為引誘蟲之尋訪，特生一種蜜汁，以供其食料，或昆蟲之體軀，演成特殊之形式，以便於傳佈花粉。實則此兩者，在形體上之演進，乃各因所適，彼此無

所牽引。蟲媒花之開閉恆有定時，如是則湊合昆蟲在最活動時間內，以傳佈其花粉。在風媒花則日夜開放，從無閉合時期。而開花時間，又常在早春此時昆蟲尚未達最多之時，昆蟲與植物相互之關係，自來昆蟲學家與植物學家記載甚多，茲略述如下。

一種彈蜂，在鳶尾花 (*Iris versicolor*) 上，採花粉之現象，(第二〇一圖) 至饒有味。此種花之萼片 (共三片)，平垂



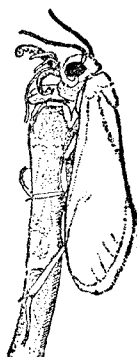
第二〇一圖 鳶尾花，由彈蜂傳佈花粉圖。
(From Metcalf After Folsom).

如台，蜂常停息於此，同時花蜜深藏於花底，由外入內之採蜜道，又甚側狹，故彈蜂欲採蜜時，必緊擠而進，致其背部與雄蕊相觸，因此花粉粒，即黏着於蜂胸背部之毛

上。此種染有花粉之蜂，如飛進他花時，則其背所染之花粉，先被下垂之柱頭面 (Stigma-surface) 括去，由此而成花粉之傳佈。

在自花受精之花，其構造既不合於蜂之出入，雌柱頭又不能與蟲體相遇，而受花粉，如將此兩種花相互比較，在形態上之相去頗遠。

其次有一種線針草(*Yucca filamentosa*)與一種小蛾(*Yucca-moth, Pronuba yuccasella*)之關係，亦極生趣。草須藉此種小



第二〇二圖 一種小蛾(♀)用其小顎與觸鬚在雄蕊上收集花粉，預備飛至雌蕊上傳送花粉。(From Folsom).

蛾而結實，同時小蛾之幼蟲，獨藉線針草為生，如彼此不能相遇，則草不能結子，蛾之幼蟲，亦將無食以死。此種小蛾體軀之構造，頗適合於線針草之產卵，及花粉之傳佈。蛾體小而色白，具有銳利之產卵器。小顎鬚上生有美麗之觸毛(Tentacle)，當晚間，線針草開放之時，即可見此種蛾飛舞於羣花之間，用其前足、小顎鬚及觸毛，收括花粉，相集成為一球，藏於胸際，然

後縱然飛至其他花上，此時蛾先在花之雌蕊上產卵，然後爬及柱頭之頂，將所帶之花粉球(第二〇二圖)納於柱頭管內(Stigmatic tube)，線針草之花，因此即行受精而結實。此種小蛾之卵，將來化為幼蟲後，即以線針草之種子為食，惟其食量甚微，故線針草之莢內，仍存留大部分健全之種子，更有味者，小蛾並不取食，其飛舞於花間，全為採集花粉。此種共生現

象,亦云巧妙。

許多植物之花,常受昆蟲之惠顧者,恆具有甘蜜氣味,芳香及着生美麗顏色之部分,花形小者,則聚生成羣,如是則香色易露,或其外形演進,便於昆蟲之傳遞花粉,或其開放之季節與時日,均與特殊昆蟲之活動期有關係,凡此現象,是否因昆蟲爲適合植物而演進,抑植物因昆蟲而變異,其關係此時莫由而知。

昆蟲因適應採蜜及花粉,其口部演成吸收及舐吸式,在體軀上之演異,如頭部狹側,觸角倒轉而細,體堅實,體毛分叉,足生粉櫛(Pollen comb)及粉筐(Pollen basket),凡此,皆爲利於移帶花粉之用,在習性上,如蜜蜂好連戀於一種花上,彈蜂及其他蜂類,尋訪花時,恆由此及彼,不相凌亂,如是可達傳佈花粉之最大效力。

五 分佈種子、菌、細菌及其他致病物。

植物藉昆蟲分佈者尙少,有一種農蟻,具有分散及儲藏種子之本能,又羅白登斯氏(Robertson)深信 *Sanguinaria canadensis* 之種子,兩側所生之附屬器,常被蟻所利用,作爲一種持柄,倫特斯窮氏(Lundstrom)云,一種玄參科內植物(*Melampyrum*)種子之大小,形狀與氣味,頗似一種蟻之蛹,因此常被該種蟻,移入巢內,但並不用爲食料,昆蟲因體軀具有毛刺,故常攜帶各種下等植物及菌類之孢子與細菌等,即在其體內,亦常存留多種之下等植物,桃、棕腐病之孢子,常由蜜蜂、胡蜂

等而傳佈。苹果之火疫病，其致病之細菌，由蜜蜂及蠅等而傳染。人間有若干種重要之病，如痢疾、傷寒等，大多由昆蟲而傳佈。

六 昆蟲之植物敵害

昆蟲之植物敵害，可分為：

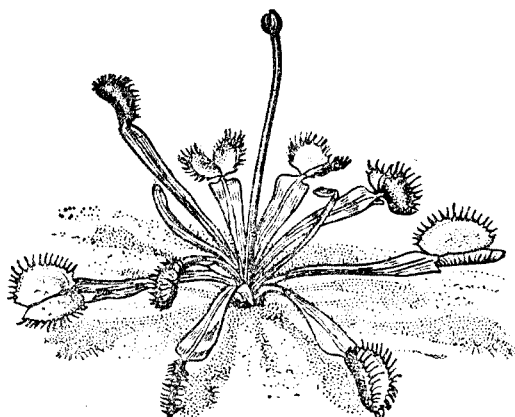
1. 偶然的敵害

如麻櫟及馬利筋屬(Asclepias)植物之花及芽，生有一種黏汁，昆蟲觸之，往往黏着而死。具叢毛之豈葉與莢，昆蟲遇之，亦常被繞而不能脫逃。

2. 適應的敵害(Adapted enemies).

a. 食蟲植物(Insectivorous plants) (第二〇二圖)

食蟲植物，在形態上具有各種之演異，藉以捕捉來訪之



第二〇三圖 一種捕蠅草(Dionaea muscipula). (From Brown)

昆蟲，被捕之昆蟲，或俟其死而吸收其體液，或竟在生活時從而消化之。美國加羅立乃省(Carolina)之低濕地，生長一種捕蠅草(Dionaea muscipula)，其葉尖之中肋(Midrib)生有兩裂片(Lobes)能時開合。

片之邊緣，生有利刺，每片內有微細之感覺毛三根，如昆蟲觸之，兩片驟合，同時葉更分泌一種消化液，與被捕之昆蟲相接觸，由是捕蠅草可以吸收其體內之氮類食料（Nitrogenous food），約二十四至二十八小時後，葉乃重行放開。在美國東部，有一種捕蟲植物，稱曰茅膏菜（*Drosera* sp.），其葉盛生一種特殊之毛，並分泌黏液，如昆蟲偶然觸及其一部分之毛，則鄰近之黏毛，漸形湊合，被捕之昆蟲，約十五分鐘即死，其屍體即被消化，約一日至七日後，黏毛重行直立。此種植物之來源，與他種植物迥殊，亦能生長於極瘠之土壤，其根系與生葉綠素之組織，均呈單簡。茅膏草（*Drosera lunata*）在中國亦甚普通。蚊之幼蟲，生活水中，近數年來，有人發現水中之藻（*Chara* 及 *Phyllotria*）能阻蚊之產卵，及其幼蟲之發育。麥次蓀氏（Matheson 1931）在美國察得水中之狸藻（*Utricularia* sp.）能消滅多數孑孓。

b. 寄生植物

在植物界內，有一小部分，寄生於昆蟲體上者，此種植物，均屬下等種類，茲分二類，述之如下。

甲、細菌（Bacteria）

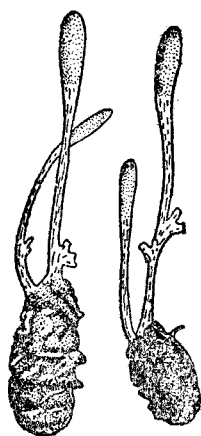
細菌之寄生於昆蟲者頗多，如家蠶之軟化病（*Bacillus sotto*）常為育蠶者重大之損失。蜂在幼蟲時期，有一種卒倒病，如遇發生，傳染至速，全羣幼蟲之生命，均在危險之中（參考第十章第四節）。

乙.真菌 (Fungi)

昆蟲之被菌類寄生者如蠅、蚜蟲、蚱蜢及鱗翅目幼蟲等，在藻狀菌(Phycomycetes)內之 Entomophthorales 菌，多半寄生於昆蟲體上。

揚子下游之蝗類常被 *Empusa grylli*, Fr.之寄生，得此病

者，抱草稈而死，普通稱爲“弔死瘟” *Cordyceps* 菌，在中國，廣寄生於鱗翅目幼蟲、蛹，(在土下者)，與蜂、吹泡蟲、椿象(*Pentatomidae*)甲蟲、蟻及蟬之稚蟲，市場藥鋪內，所售之冬蟲夏草(謂四川產云)乃爲一種 *Cordyceps sinensis* 菌，寄生於地下生活之土蠶，家蠶所患之白殭病，爲一種絲狀菌(*Botrytis bassiana* Bals)之寄生，此種除寄生



第二〇四圖 寄生於蟬稚蟲時期之 *Cordyceps sobolifera*。(錄自鄧叔羣氏文)

於家蠶而外，其他如桑白蠶、桑尺蠖、野蠶等，均可傳染。

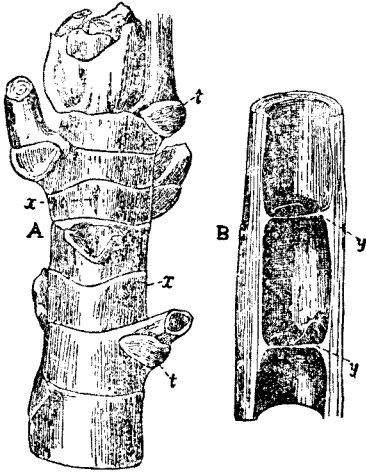
七 共生

昆蟲之共生現象，前曾略述一二，此間所舉者，爲兩種昆蟲之共生，致使農作物受莫大之害，北美玉蜀黍上，有一種蚜蟲，其生活，與蟻發生密切之關係，蚜蟲在每年十月至十一月，羣聚於玉蜀黍或雜草根節，由有性生殖而產生過冬卵，至十

二月間，此種蚜蟲卵，即被蟻運至蟻巢內以過冬。至早春三月間，蟻巢內之蚜蟲卵，開始孵化，同時蟻將初化出之蚜蟲，又運至雜草根節部，藉以覓得食物。至五月間，蟻更將其運至玉蜀黍之根部，因此在每年六月間，玉蜀黍之基葉，備受蚜蟲之害。八月時，蟻又將基葉上之蚜蟲，運至玉蜀黍根部。九月至十一月，天氣漸冷，蚜蟲在根部，由有性生殖而產生越冬卵，每年如此複演。因蟻好食蚜蟲所分泌之蜜汁，故保護蚜蟲，極為周密，蟻本身雖不為害玉蜀黍，但助蚜蟲之發生，至為顯明。昆蟲如蠅、甲蟲、蜚蠊之消化系統內，或脂肪體內，常有若干種細菌及菌類之寄生，不但無害，且能助寄主之消化力。有數種昆蟲，體內寄生菌之孢子，能由母體而傳及於卵，由是此種共生之生物，能得安然傳及其後代。

八 昆蟲為植物之守護

蟻與其他昆蟲，因愛好植物蜜腺所分泌之蜜汁，當其尋食之際，常逐走其他為害葉部之昆蟲，有時遇食葉之大動物，亦設法起而抵抗。熱帶有若干種植物，如 *Myrmecodia*, *Cecropia*, *Acacia*，具有瘤狀之膨大部，專為蟻留宿之所，巴西原產之一種蟻巢樹（*Cecropia*）莖孔，在每一莖節上，具既軟且薄之點，（第二〇五圖）因此蟻易於鑽入莖內，在 *Cecropia* (*Acacia* 植物亦如是) 之葉，或葉柄上，產生一種富於滋養之食物，供作蟻之食料，蟻雖為愛護其食物，而逐走其他來集之昆蟲及動物，因此植物得受其保護之益，惜乎同時為若干種能分泌蜜



第二〇五圖 一種蟻巢樹
(*Cecropia adenopus*) A. 莖尖端之葉已行切去；*t*=葉柄部之膨大部；*x*=節上之軟點；*x*=節上軟點被蟻(*Azteca muelleri*)穿成小孔。 B. 蟻巢樹莖一部之縱切，示莖中空各節之隔(*y*)為蟻所成。
(From Wheller after Schimper)

汁昆蟲(如蚜蟲介殼蟲粉蝨等)亦受蟻之保護，致植物受莫大之害。惠羅氏曾述及在英屬其安乃(British Guiana)有一種植物曰 *Tachigalia paniculata*，常為一種小甲蟲(Cucujidae)，所盤居，專咬葉柄內層富於蛋白質之細胞。同時更有一種粉蝨(Mealy bug)，由此種甲蟲所嚙成之孔而入葉柄內部，吸收葉柄內層之液汁。在葉柄內甲蟲之成蟲與幼蟲均知由粉蝨體上，可得一種蜜汁，故祇用其觸角稍擊粉蝨之背部，蜜汁則

可源源而出。

在自然界內吾人深信生物不能獨立而生存，其生命環上所發生關係之動植物，種類不啻數十百種，為敵為友，演出生活上種種現象。而昆蟲在生物界內，與其他動植物之關係，可稱為最複雜者矣。

第九章 昆蟲之生態——無機環境

昆蟲之無機的環境內含有化學之環境，與物理的環境，昆蟲與化學的環境 (Chemical environment) 所發生之關係，爲 1. 食物之需求，2. 呼吸時所需之氣體，3. 水與濕氣，4. 其他關於化學的產生物等，昆蟲與物理環境 (Physical environment) 所發生之關係，爲 1. 關於停動，避匿物，巢穴地，及其他相接觸之媒介物，2. 光及可察見物，3. 熱，4. 地引力 (Gravity)，5. 聲，6. 風及水流。

以上各種因子，與昆蟲發生關係時，並非各各獨立，在自然界內，均相互混合，故昆蟲所受刺激之來源，亦至爲複雜，再一年四季，寒暖不同，一日之間，晝夜互異，因而以上各種因子，又隨季候與日夜而不同。

第一節 化學環境

昆蟲在生活上與化學環境之相接觸者，至爲密切，如求食，排泄，呼吸，與夫其他於關於化學上之媒介物，均可左右昆蟲之生活，茲擇其要，述之如下。

一 食物

昆蟲在地球上之分佈，常隨其食料分佈之廣狹而定，如一地關於某種昆蟲之食物，忽形缺乏，則該種昆蟲亦將絕跡於是境，此種現象在完全變態之昆蟲，更爲顯著，因其成蟲與

幼蟲時代之食物或不相同也。

老昆蟲在發育時期,每日之生活,多半消費於求食與消化兩項,而其求食之時間,常與食料出現之時期,有一密切之關係,如某種昆蟲,所尋訪之花,開放於夜間者,該種昆蟲演成爲夜出性 (Nocturnal),如其食料,須於日間得者,則昆蟲亦在白日光下活動,生活於其他動物體上之昆蟲,如其寄主行動,極爲活潑,則所寄生之昆蟲,亦必具有相當之追逐能力英國生態學家,伊爾登氏 (Elton) 云,肉食性昆蟲 (Carnivorous insects) 因須追逐食物,故其散佈區域,較諸草食類者爲廣,

昆蟲之食物,或爲植物之莖、葉、果實,或仰食於動物體之內外,或在地下食植物之根、莖,凡此不但與其天敵之多少有關,即與本身之分佈、繁殖、顏色、大小出沒期,以及其他各種生活,均有密切之關係,故食物之於昆蟲較其他因子尤爲重要。

1. 昆蟲食性之類別.

根據昆蟲食物之狀態,分爲下列十三類:

1. 兼食類 (Pantophagous) 兼食植物及動物者.
2. 草食類 (Phytophagous) 專食植物類者.
3. 單食類 (Monophagous) 寄生於特種之動植物上者.
4. 寡食類 (Oligophagous) 在一定之若干種植物上求食者.
5. 多食類 (Polyphagous) 能寄生在多種植物上者.
6. 肉食類 (Sarcophagous) 專食肉類者.

7. 食蟲類(Harpactophagus) 捕食其他昆蟲者。
8. 寄生類 (Entomophagus) 寄生在別種昆蟲者。
9. 腐食類 (Saprophagus) 寄生於腐敗物上者。
10. 食屍類(Necrophagous) 食動物屍體者。
11. 糞食類(Coprophagus) 食動物之糞便者。
12. 食菌類(Mycetophagus)食菌類者。
13. 微生物食類 (Microphagus) 食細菌、酵母等者。

蟻與蜂蠅能食各種之有機物，一種金龜子 (Popilla japonica) 之寄主植物，有百餘種，此種食性，可稱曰**多食類**，蝗蟲與白粉蝶幼蟲，專食植物，故曰**草食類**，步行蟲與斑蝥，往來地面，捕食其他昆蟲，稱之曰**肉食類**，培養果蠅 (Drosophila) 之時，必飼以發酵之果類，因果蠅之所食，多半為腐敗果肉上之酵母 (Yeast)，許多蠅類，恆產卵於排泄物內，吾人試檢查其幼蟲，則消化道內，滿貯細菌及酵母細胞等，此種昆蟲之食性，稱之曰**微生物食類**，在雙翅目中，有一菌蠅科 (Mycetophilidae) 仰食於菌類，故又稱曰菌蠅 (Fungurflies)，某種菌蠅 (Sciara) 之幼蟲，以木質纖維為食，其消化道內，除木質纖維而外，更有其他菌絲之可見，朋半求氏 (Baumberger)，將此種幼蟲，飼養於已發黴之麥麩汁洋菜膏 (Braneagar) 內，幼蟲極嗜食，由此可知，木質，僅為此種蠅幼蟲，所好食之菌類生長地耳，此種昆蟲，可稱之曰**食菌類**，潛木之木蠹蟲均以隧道內所長之菌類為食，且每一種菌與每種木蠹蟲，成永遠之連結彼此不相雜亂，有時

木蠹蟲之寄主植物雖已變更，但木蠹蟲所食固有之菌，仍未變異，許多吸血之昆蟲，在中腸之各細胞間，有微生物之存在，因此能吸清潔之血，但在蚊與跳蚤之幼蟲腸內，絕無此種微生物之存在，則成不能吸血。昆蟲食物之不同，此間不能一一羅列，有若干種昆蟲，其食物無論如何豐富，祇限於少數種類之植物或動物，此種食性稱曰寡食類，如棉花之捲葉蟲 (*Sylepta derogata*) 除為害棉花而外，祇能寄生於梧桐、秋葵、木槿數種植物。昆蟲之屬於單食類者，其寄主植物種類極少，或祇有一種，如三化螟之專仰食於水稻，不能稍為變移。多食類之昆蟲，其寄主食物幾無限止，如多數之白蟻及介殼蟲。大概言之，多食性與寡食性之昆蟲，其生命之維持，較易於單食類之種類。

2. 食物之選擇

昆蟲選擇食物，有下列之各種方法。

1. 藉嗅力者 (Smell) 最為普通。
2. 藉味力者 (Taste) 如蝶、黑蠅、肉蠅等。
3. 藉視力者 (Vision) 如蜻蜓、蜜蜂等。

昆蟲之藉嗅味而擇食物者，為一種趨化性 (Chemotropism) 之現象。果蠅好於發酵果上產卵，與求食者，因果蠅對於果發酵後，所生之某種淡酒精及醋酸，為正趨化性。碳酸銨 (Ammonium Carbonate) 之氣味，有如糞肥，家蠅一被刺激即逐嗅而來產卵。克羅氏 (Selma Crow) 試驗數種金蠅科 (Callipho-

ridae)之昆蟲,對於感味力之強度,氏得一種金蠅 (*Calliphora Vomitoria*),藉其足部跗節之感味器官,能嘗出極淡之蔗糖液 (Saccharose) (濃度在 $\frac{1}{12,800}$ M 與 $\frac{1}{3200}$ M 之間) 人類遇之絕不能辨別其滋味。

3. 食物與昆蟲之生長及雌雄性比率

幼蟲期之長短,與食物之種類,及多少,亦有顯著之關係,家蠅幼蟲,在攝氏 21° 度時,生長於馬糞內者約 14-20 日,即可化蛹,同時飼以香蕉者,則須 27 日,昆蟲在同溫之下,生長之速度,濕度而外,直接由於食物之不同。

食物內養分之多少,能影響於昆蟲生活史之長短,木質內之養分較少,故鑽木之幼蟲,須經長久之時日,始能化蛹,某種天牛幼蟲,須七年始能成熟,而化蛹,樹內皮 (Inner bark) 之養料,較木質部為豐富,故生活於樹皮部之幼蟲,如桃木蠹蟲 (*Peach tree borars*) 蘋果之扁頭蠹蟲,其成熟日期,則較生活於木質部者為短。

同為一種棉象鼻蟲,但其生長於苞內者,所化出之成蟲,體積恆小,母蟲產卵之後,不久即死,同時生活於成熟棉果內之幼蟲,因養料充足,其所占時期,約較生長於苞內者長七倍,而孵化出之成蟲體積極大。

蚜蟲當寄主物植物枯乾時,即發現多數之有翅型,或具有遷移性之雌蚜蟲,格利葵氏 (Gregory) 試驗一種豌豆蝨 (*Macrosiphum pisi*) 由孤雌生殖而成之雌蟲,當飢餓時期,則

能引起有翅之母蟲，產生有翅之後裔。

營養之豐饒，有關於昆蟲雌雄性之比例，平日吾人飼養蛾蝶之幼蟲，其雌雄比率，在大羣之統計，恆各占半數，但如將幼蟲久經飢餓，其中一部分，或因不耐飢餓而死，其餘孵化之成蟲，雄者較雌者為多，賴萊氏云(C. V. Riley)幼蟲之雌者，其生長期較雄者為長，在飢餓之時，雌者因生長尚未成熟，先行死亡。

4. 食物與昆蟲之壽命

食物能影響於昆蟲之壽命，大多數之昆蟲，雌者恆較雄者為長，棉象鼻蟲，在過冬之後，如再食物，則能活二十五日，其不食者，活至十日即死，蜜蜂羣內之后蜂，食一種極富養料之食物，故其生命，能延長至十五年左右，吳達斯代克氏(J. E. Wodsedalek)曾將一種甲蟲(Trogoderma torsale 此蟲能生活於久飢之下)，放於小玻管內，並不飼以食料，試驗其壽命之長短，幼蟲自放入玻管後，因備受飢餓，體軀漸形縮小，故成長之幼蟲，其體積，與初自卵內孵出者相等，但其生命，仍能綿延繼續，此蟲之耐飢力，因幼蟲之幼老而有長短，氏試驗之結果，有如下列所示：

| <u>幼蟲之大小</u> | <u>耐飢日期</u> |
|--------------|-------------|
| 新孵化之幼蟲(無食) | 四月 |
| 四分之一大時 | 十五月 |
| 二分之一大時 | 三年 |

四分之三大時

四年

完全成長者

四年至五年

若將因飢餓而縮小之幼蟲，重行飼以食料，則幼蟲亦能再為生長，如更行飢餓，則蟲之體軀，又復瘦小，如此試驗，氏將幼蟲三次養大至最大之體積，三次飢餓至最小之形狀。

食草類之昆蟲，在一地恆專食一種植物，若一旦此種植物，因環境之變遷，死之殆盡，則所附生之昆蟲，亦將隨之而同盡，故多食性與寡食性之昆蟲，其生命之安全，較之單食類者倍勝多矣，不但此也，昆蟲專食一種植物者，如氣候及其他環境的因子適宜，則繁殖極多，常為寄主之大害，如中國稻區之三化螟蟲，即是此例。

植物與昆蟲之關係如此，寄主之與寄生蜂亦然，寄生蜂之寄主，若僅限於一種昆蟲，當寄主死亡殆盡之時，則寄生蜂亦將不得食物而歸於絕滅，故一地生長不絕之寄生蜂，其寄主若屬一種者，則其寄主之個數必多，否則必有若干種之寄主，供其寄生，在肉食類昆蟲內，亦有此現象，因其所捕食之昆蟲，種類極多，故即有少數種類，忽形絕跡，亦無所影響於肉食昆蟲之生命。

二 寄主選擇論(The Host Selection Theory)

本論為美國霍丕根氏(Hopkins)所導倡，是否能通用於世界各地，尚少確切之試驗，故此時尚不得而知，惟在美國，曾應用於若干種之螟蛾(Moth borer)及木蠹蟲，頗為滿意，在經

濟昆蟲學上，吾人如欲解釋一種新害蟲之來源，本論頗可試用，其要義爲：‘每種昆蟲，恆有數種寄主植物（寡食性者），在母蟲時期好在此數種寄主植物上產卵，如其繼續繁殖之代數愈多，則其所好植物之種類，愈形集中，若吾人設法，勉強使其生活於一種新植物上，則其後代之生活於新寄主上者，死亡必多，經此淘汰，其殘留之成蟲，或能適應於此種新寄主。由此吾人可以推想，如有一母蟲，在若干種不同植物上產卵，則其後代，將成爲顯明之數系，始而昆蟲因寄主植物不同之影響，祇現出一種生理上之差異（生物的變種(Biological races)，繼則各演成爲顯明之種(Species)，在昔共出一母者，而今則彼此竟不能相交(Interbreeding)。’

三 水

昆蟲之祖先，雖爲陸生，但密而氏 (Miall) 云，大地上，至少有百餘類(Groups)之昆蟲，由陸生而遷入水棲，此種水棲之昆蟲，又能適應於水界之各種環境，如溫泉、寒雪、靜水、急流、淡水、鹹湖，其他如水之雜有礦質及石油，與水流之道經動植物死體等者，亦莫不有昆蟲之寄居，即同在一池一湖之內，因其深淺之不同，致所停留之昆蟲，亦各有異，如有數種幼蟲，常生活於水深一萬英尺之處，福爾孫氏 (Folsom) 云，淡水內，一如土內與空中，亦富於多種昆蟲之聚生，但與陸地相較，則相差頗遠，大約在二十五與一之比以上，且水棲昆蟲，多屬肉食類(Predators)，對於求食之演異頗少，其環境又甚穩固，故其種類

與數目之多寡，變異亦少，茲將關於水內數種重要之因子，與昆蟲有關係者，略述如下。

1. 水內氧(O)與二氧化碳(CO₂)量之變異。

氧與二氧化碳之成分在大氣中約略一定，在水中則變異頗甚，因此所適生之動物亦不相一致。

2. 水中鹽度 (Salinity) 之狀況。

生活於水中之生物，常與若干種化學品，發生生命上極密切之關係，如蝦(Crayfish)與其他數種具殼之節足動物，以水中之碳酸鹽(Carbonate)為生活上之必需品，但有若干種動物，如水內忽雜有外來之化學品，立能使其受害，有數種昆蟲，不論在淡水或鹹水內，均可生活，有若干種則祇能適生於某種鹽度之下，莫來氏(Murray)云，海洋水內之鹽度，約為3%₂，就中食鹽含量，約為三分之二，在溪河之淡水內，鹽度不出1%，水中所含者，大多數為碳酸鹽類，海洋面積，遼闊無涯，然絕少昆蟲之寄居，即偶有發現，均散生於沿海岸等處。

四 水中之酸度或鹼度(Acidity and Alkalinity)

水中酸度或鹼度之高下，可由水中氫離子(Hydrogen ions H⁺)與氫氧離子(Hydroxyle ions OH⁻)二者之多少之比率而檢得之，所謂水中之呈酸性或鹼性者，其要義略述如下。

如吾人將鹽酸與水混合之後，能成一種稀淡之酸液，此因鹽酸內，所含之HCl分子，解離(Dissocite)而成為二個帶電部，即氫離子(H⁺)（附有陽電），及氯離子(Cl⁻)（附有陰

電)。



在溶液內，酸性之強弱，係依溶液內氫離子之濃度而定。

純潔之水 (HOH)，一經解離後，成爲相等量之氫離子，(H⁺) (附有陽電) 及氫氧離子 (OH⁻) (附有陰電)，乃成所謂中性液 (Neutral solution)。在純潔水中之氫離子濃度，已知爲 0.0000001 或 $\frac{1}{10,000,000}$ 其 PH 值爲 $\text{PH} = \log \frac{1}{[\text{H}^+]} = \log$

$$\frac{1}{10^7} = \log \frac{1}{.0000001} = \log \frac{1}{10000000} = \log 10000000 = 7, \text{故 } 7 \text{ 在}$$

PH 價值表上，爲中和點，平常所稱之標準溶液 (Normal solution)，在每一立 (liter) 之溶液中，含有 1.008 克 (grams) 之氫離子，故在理想上之純潔水，經解離後，每一立 (liter) 內，約含 $\frac{1}{100000}$ 克之氫離子。在一般水溶液內，所生之氫與氫氧離子之濃度，恆呈常數，其程式爲 $[\text{H}^+][\text{OH}^-] = \text{KW}^{(1)}$ 即 { (氫離子之濃度) × (氫氧離子之濃度) } = 恆數。或純潔之水，爲 $1 \times 10^{-7} \times 1 \times 10^{-7} = 1 \times 10^{-14}$ 。故在天然水中，若加微量之酸或鹼，則水中離子之濃度立即變異。

沙侖蓀氏 (Sørensen) 爲便利起見，以氫離子對數之負值，(以 10 爲對數之基) 代表溶液中氫離子之濃度，而以 PH 爲符號，代表是值。在任何溶液中，所含氫離子之濃度，如下式所示。

(1) 水分解時之常數 (Constant for Water)。

$$\text{PH} = \log_{10} \frac{1}{[\text{H}^+]} \quad \text{或} \quad \text{PH} = -\log_{10} [\text{H}^+]$$

因在一定溫度時，一定濃度之電解質，在溶液內所生之離子量，常為一定，故在 PH 表上，知氫離子濃度之值後，其氫氧離子濃度之值，亦能求得。設有一溶液，其氫子濃度為 0.1 或 10—1 規定度 (Normal)，則該溶液，在 PH 表上之 PH 值，為 1.0，同時其氫氧離子為 1×10^{13} 規定度。如一溶液為 PH 13 其意義，即該液內之氫離子濃度為 1×10^{-13} 規定度，同時其氫氧離子為 1×10^{-1} ，或為 0.1 規定度。

此種制度，現時用之頗廣，以示溶液中酸鹼之強弱，PH7 既為中性液，凡溶液之在 PH7 上者，則為鹼性，在 PH7 下者，則為酸性。

平常吾人對於某溶液內有多少酸之存在，乃謂酸度之量的因素 (Quantity factor)，關於溶液內氫離子之濃度，乃為強度之因素 (Intensity factor)。後者為 PH 制度上所採用，因大多數溶液之生理的性質 (Physiological properties)，賴於氫離子或氫氧離子之濃度如何而定。近時關於 PH 值之需用頗廣，凡研究水棲昆蟲或陸生昆蟲體內之生理，均須借助此法，以闡發昆蟲一部分之生理。

在一般水棲動物生活之水中，其質略呈酸性（即在 PH7 之下）。普通溪湖內淡水 PH 之值，在 6.5 至 8.5 之間，洋內之水，則略呈鹼性 (Alkaline)，其 PH 值在 8.1 與 8.2 之間。水中氫離子之濃度 (Hydrogen ion Concentration)，如稍有變異，則水

棲動物即能感覺，吾人知生活於水中之各種動物，各有其適宜之酸度，與鹼度，故水中 PH 值之變異，乃為左右溪、池、湖及洋（在近岸）內動物誌（Founa）之重要因子。不但如是，水棲動物發育之速度，亦因水中 PH 值之不同而異。蓀納白氏（Senior-white 1926）云，在錫蘭淡水內之 PH 值，自 5.4 至 9.2，而在當地有蚊幼蟲生活之水中，其 PH 值，為 5.8—8.6。史丹克內氏（Stiekney 1922）試得蜻蛉（*Libellula pulchella*）幼蟲對於水中 PH 之高下（雖高至 PH 1），感應頗少。

水與水棲昆蟲之發生，固有密切之關係，在陸生昆蟲，亦與之相依為命，因昆蟲體內，含有多量之原形質，含有相當之水，備昆蟲體內各種之需要。

第二節 物理的環境

昆蟲生活於大地，環其四周者，或為水、為土、為動植物，環境既不一致，生活狀態，差異頗甚，許多昆蟲之生活，兼及水陸兩界，或幼蟲為水棲，成蟲則為陸生，或卵與幼蟲在水，蛹則化成於陸，即在一化之內，各期生活之處所，又常不相一律，此與一般高等動物之生活，絕然不同。

因環境之各具特殊情形，故生活其間之昆蟲，足、口器、體軀形式、呼吸器之構造等，各有相當之演異，有時其感覺器官，亦因而不同，即在同一環境之下，其習性行動，千差萬異，吾人試觀生活於空氣內之昆蟲，其行動至不一律，或爬行於土面，

或巢居於深穴或棲宿於動植物之表面，其動或跳或飛，至無常軌，由空及土，土壤之差別更甚，由陸及水，水之種類亦多，其他如動植物組織內，昆蟲之生活，更呈複雜之變異，大體言之，空氣之密度 (Density) 較低，但所含氧氫頗多，故寄居於空氣內之昆蟲，生活最易，活動亦最甚，其在水中者，次之，更次在土中，而生活最遲鈍者，莫如鑽營於動植物組織內之昆蟲，在天敵方面觀之，則生活於土面以上之昆蟲，所受天敵襲擊之機會較多，由生命循環上之觀察，則生活於土下，或動植物組織內之昆蟲，占時較長，有人云，此或因少受日光之刺激所致。

一 水之物理性

生活於水中之昆蟲，對於溪流之緩急，水底、水面、海濱、湖邊之狀況，水面下壓力之大小，光線之強弱，須能適應，然後方可生息其中，曼爾氏 (Mail) 云，水面之張力 (Tension)，與水棲昆蟲之生命及行爲，有密切之關係，如有數種昆蟲（如水馬等）能捷行於水面，有數種蚊之幼蟲，則倒懸於水面之下（第一八一圖），其他如水生之甲蟲、椿象、蛆 (Maggots) 等，具有呼吸空氣之器官，能在水中浮沉上下，水中之水草，供大多數水棲昆蟲駐足與產卵之所，如遇外敵，則又以此爲屏蔽。

薛爾福氏 云，河底之形狀，與水流之狀況，乃爲決定該處所生存昆蟲之主要因素，淡水內之昆蟲誌，大多視乎當地之地形，與雨量如何而定，一地雨量之多少，及地形之傾斜度，可左右河流之緩急，及流水之容量，由此更影響於水中所含氧

之多少,再及於適生其間之昆蟲,溪河頃斜之方向,因日光關係,能左右附生之植物,河底之頃斜度,與水中氧、溫度,均有關係,而河底之狀況,則能影響於水中昆蟲之數目。

二 水之其他關係

土中水溫之高下,能影響土中寄居之昆蟲,同時生活於土面之昆蟲,如稻蝨、菜蚜蟲等,一經暴雨,死亡枕藉,白蟻則須生長於潤濕之土中。

土中之毛細管水(Capillary water),能封閉土粒間之空隙,雨水過多,土中之吸引水(Gravitational water)因而增高,常淹死土中生活之昆蟲,故一區域內,若加灌溉,恆影響該處土下之昆蟲,在法國之葡萄根部,患有一種根蝨,驅治法中,有土面淹水,可除其害。

有若干種陸生昆蟲,能掙扎於水面下數日之久而仍無生命之危險,美洲玉蜀黍稈內之螟蟲(幼蟲)經水四十八日後,仍能生活如常,在長江下游,為害水稻之黑椿象,及象鼻蟲,一遇驚擾,能避入水面之下,三至四小時左右,若干種蟻,亦能沉沒水下,但為時極短不過數分鐘耳,適生於高濕下之昆蟲,同時不能久留於乾地,如數種牛虻之幼蟲,一旦移入乾處,數日即死,其他如蚊、蚋(Midge),及數種甲蟲之幼蟲,與鼠尾蛆(Rat-tailed maggots)等,祇能生活於水中,或多水之土內,故如一地實行排水,可使許多習於濕生之昆蟲,驟形減少,有若干種昆蟲,則祇能適生於半濕土中,薛爾福氏曾觀察一種斑蝥

之產卵，與土壤之濕度有關，如土壤過乾，或太濕，斑蝥極少惠臨。

盛生於北美小麥上之一種黑與蠅(Hession fly)在乾燥氣候之下，不易化爲成蟲，柏克氏(Parke)云，黑與蠅之幼蟲，在蛹衣(Puparia)內時，若一經雨水之浸潤，則大部份均化爲蛹，再十日左右，即孵化爲蠅，故在黑與蠅發生地，如晚夏遇雨，既可佐蠅之孵化，同時又可助長麥之萌發與生長，因此新化出之黑與蠅，可得新長之麥苗而產卵。

三 濕度(Humidity)之影響

大氣中之比較濕度(Reative humidity)與昆蟲之生命，發生極密切之關係，惟在自然界內，昆蟲感受濕度之時，與溫度混合一起，彼此不能分離，此點將於下段溫度內討論之，由試驗之結果，吾人生活於溫度 68°F 及比較濕度 80%，或溫度 79°F ，比較濕度 10% 內，均覺身心舒泰，解百孟氏(Chapman)云，一種米象好，在高濕度之穀內產卵，而不能生長於濕度 10% 以下之穀物內，一種穀壁蝨(Grain mite)在濕度 13% 之麵粉中，發育頗速，但濕度降至 12.4% 時，則其生長變遲，若濕度更低至 12.4% 以下，則穀壁蝨生活至二星期左右，即行死亡，果蠅(Drosophila)與其他一種蠅(Lucilia)之適宜濕度，爲 100%。如濕度漸減，則蠅之死亡率漸增。

一種麵粉甲蟲，本適生於相當濕度之下，若一旦飼以極乾之麥麩，雖一時因特殊之新陳代謝，能保持體內一定之濕

度,但其體重漸減,日後終歸死亡。海特里氏 (Headlee) 查得一種豆象,在 90% 之比較濕度下,發育最速,故平常豆內之濕度愈高,則生活於豆內之豆象,其幼蟲時期愈形短縮。

有數種鑽木甲蟲之幼蟲,原來之生活史,為一年至二年。但如遇木材製成器具之後,濕度與養料驟然改變,致使生活其間之幼蟲,雖綿延至十五—二十年之久,發育仍不能成熟。海特里氏 又查得一種綠椿象之發育速度,在各級比較濕度下,如 37, 50, 70, 80, 100%, 無甚差異。氏云,此或由植物組織內之液汁,有對消乾空氣之效力。解百孟氏 云,植物組織內之稀淡液汁,可單獨維持昆蟲體內所需之水濕,雖生活於沙漠下之昆蟲,亦可不藉空中之濕氣而生存,惟植物液汁,若極濃厚,昆蟲吸之,不但不能解渴,反能使昆蟲組織內之水分,向外透出 (因滲透作用)。氏云,因寄主植物內液汁之滲透濃度 (Osmotic Concentrations) 變異,致使若干種具吸收口式之寄居昆蟲起季候上之遷移 (如春季在某種植物上,至夏季則遷移至別種植物)。

薛爾福氏 云,空氣之蒸發力 (Evaporating power) 能使水化為氣,或由氣復凝結為水,變化極速,但生活其間之昆蟲,與其他動物,其感受力,亦極為敏銳。在自然界內,空曠之草野 (Prairies) 其蒸發力,較森林為甚,近地面之蒸發力,遠不如高層之大。弗爾登氏 (Fulton) 試得在蒸發低之天氣下,用平日洗衣之肥皂,殺一種椿象,極有效力,但在晴天,或乾燥天氣下施

之，則無甚效果，故大氣內之蒸發速度，間接與施用肥皂液，驅除一種椿象之效果，有連結之關係。

有人云，大氣內濕度之低落，或空中蒸發力之增高，可使昆蟲體液漸次乾燥，但體液過濃，有害其生理上之健康，反之環境內之濕度增高，或空中之蒸發力低落，可使昆蟲之體液太稀，致適合於若干種寄生菌（寄生於昆蟲體上者）之活動，長江下游之五六月，雨水頗多，空中溫度頗高，寄生於蝗類體上之一種菌（*Empusa grylli*），極為普遍，同時在較乾燥之華北，鮮見此種現象。

憶姆斯氏（Imms）云，各種昆蟲體內膠質物（Colloids）中之蓄水量（Water-binding Capacity）各有不同，致使組織內，吸水量之比率，亦因而異，因此對於外界濕度之感受，亦各有不同。

海夫來氏（Hefley），試得煙草上有一種天蛾幼蟲（Horn-worm），在溫度 27°C 與濕度 0° 時，所有之蛹，均可變蛾，而在此種濕度之下，天蛾幼蟲之寄生蠅，發育不能完全，故同時天蛾幼蟲又可避免此種敵害。

四 陸生昆蟲之境遇

陸生昆蟲之環境，關於土壤、空氣者如：

1. 常年生活於地下者 如蟻與白蟻巢內之后蟻。
2. 交替的寄居於土內者 如金龜子、切根蟲，日間靜伏土下，夜間則行外出。

3. 暫時寄居於土內者 如各種天蛾幼蟲(Sphengidae)及許多種鱗翅目昆蟲,當幼蟲化蛹之前,必移入土中化蛹。

4. 穴居生活之昆蟲.

5. 地面生活之昆蟲 如各種之步行蟲及蟋蟀等.

6. 附生於動植物體之表面者.

7. 生活於動植物體之內部者.

8. 空中生活之昆蟲.

以上所云各種昆蟲之生活狀況,雖彼此不同,但均隸屬於陸地生活類內,就中營寄生生活者,其所接觸之環境,較為一致,食料充足,溫濕度高而少變化,極少天敵之侵害,又無光線之刺激,因此昆蟲體軀上之呼吸,行動等器官,均有顯著之演進(Specialization),但其感覺器官,則大為退化,比也士氏云“穴居之昆蟲,亦有是現象,穴內除食料感有困難外,其餘如溫濕度與光之變異極少,氧氣亦能供其生活,惟因其終生暗居,故感光器官退化,其甚者,則成爲盲蟲,惟其他感覺器官,則極爲發達。”

地下生活之昆蟲,終年處於黑暗之境,行動不便,土內之密生菌類,與地引水(Gravitational water)又常破壞其巢穴淹窒其生命,惟其四周之溫度,差異頗少,濕度合宜,無過乾之虞,比較言之,土壤爲昆蟲最適宜之棲息所,總上所云,陸地生活之昆蟲,與水棲昆蟲相較,其環境複雜多矣。

1. 土壤

土之物理組織，直接間接，與土中生活之昆蟲，有關係。如土粒細者，貯水量較粗者為多，粗土粒蒸發量較細者為甚，土質之鬆堅，亦以水而轉移，故土中貯水之狀況，不獨影響於生長之植物亦關係於土內生活之昆蟲。

試觀湖灘江岸，一經浪浸，土即潤濕而堅實，但略經日晒，蒸發頗速，砂灘表面，又呈乾燥，頃刻之間，乾濕之差極大，因此生活其間之昆蟲極少，惟在離湖較遠之地，土之乾濕，無甚差異，由是鞘翅目中之斑蝥(Tiger beetle)生焉。蟻與若干種蛾，及甲蟲之幼蟲，適生於疏鬆之土壤中，福爾生氏(Folsom)云，“在極鬆之土壤內，許多地下生活之昆蟲，常巢穴於植物根部之下。”多數蝗類，好在堅實之土壤產卵。比也士氏云：在壤土、腐植質、砂土、石礫等地，各適生特有之昆蟲。麥克洛(Mc Culloch)與海是(Hays)兩氏，察得在夏季表土之溫度，較深土為高，在冬季，則土面較土下為冷，土內溫度，既隨季節而高下，則生活於土內之昆蟲，亦常因而遷移。美國康省(Kansas)有一種金龜子之幼蟲，值秋以後，土面溫度漸降，幼蟲亦向土下遷移，至明春四月，土面溫度增高，幼蟲復向上爬行。

土壤之乾濕，與土內昆蟲之縱行分佈，有密切之關係，久旱不雨，土乾生裂，則蟻之鑽土愈深，昆蟲在土內縱行之分佈，除數種常停留在一處外，大多數則因季候或隨時日而上下。

生活於地面之昆蟲，與地面植物之生長羣落，又有密切之關係，據比也士氏云，地面如生長植物，則地面之溫濕度，與

光之變異，差次較少，而植物之枯枝、敗葉，年年堆積土面，如是供各種昆蟲產卵、棲息之良好機會，在不毛之地，則所生活之昆蟲，每日恆隨光及溫濕度之變異而出沒。

生活於砂地之昆蟲，對於強光高熱及乾燥之環境，具有抵抗之器官與習性，如體壁堅厚，足長，能使體軀舉起，不與高熱之砂面相接，或能深入砂下，或可爬出砂面，暫時避著於植物陰下，或夜出晝伏，或當溫度最高之時，及最乾之季候，而行夏眠。解百門氏曾記載砂坵內，一種黃蜂，在砂地鑽孔狀況，夏日當空，砂地劇熱，故蜂在砂面掘孔片刻，即行飛入較冷之空氣中，使體軀溫度復元之後，再落砂面，繼續掘孔，此種時起時落之現象，全為避免砂面之高熱，吾人從旁觀之，深覺其倍嘗辛苦。

2. 光與聲

大多數昆蟲，以植物為生活，而光為造成綠色植物養料之主要動力，故光亦為生物生命之基礎，大凡昆蟲由視覺上所起之一切行為，均類於光之存在，考各種昆蟲，在生活上，各有其適宜之光度（Optimum intensities），凡適於低光度（Low light intensities）下者，稱之曰夜出類（Nocturnal），適於中級光度下者，稱曰黃昏活動類（Crepuscular），在強光下出現者，稱曰日出類（Diurnal），以上所稱光度之低、中、高三級，均為人類之假定，在事實上，並無絕對之黑暗，故吾人稱昆蟲為背光性（Negative phototropism）者，在事實上，該種昆蟲，對光線之趨或竟

爲正趨光性,否則至少能被極低度之光芒所吸引。

昆蟲之習性,與光照之總量,有密切之關係。美國紐約州之玉蜀黍上,有一種象鼻蟲(Bill bug),每日內有二大期之活動,在每期活動後,即有一靜止時期,此時象鼻蟲,均棲息於葉陰之下,在夏秋季之晴天,其活動時期,平均自上午六時至九時,下午四時至八時,其餘時間,爲之不活動時期,此種甲蟲出沒之現象,可示其對於光之強度或溫度有一定之反應也。蚜蟲在春夏季內,由無性生殖而繁殖,及將近冬時,則產生真正之雌雄蚜蟲,台維生(Davidson)與麥柯維(Marcovitch)兩氏報告,若將每日之光照時期縮短,則蚜蟲在一年內,雖在夏季,亦可產生雌雄性之蚜蟲,或將每日之光照時間,設法延長,則可使蚜蟲之有性生殖時期短縮,而延長其無性生殖時期。

與光連及之問題,爲顏色,皮克來得氏(Beclard)在各色玻璃盅下飼養一種肉蠅(*Musca carnivora*)之幼蟲,結果在紫或藍色下之幼蟲,發育最大,在綠色者最小,在各色下生長大小之次序,爲紫、藍、紅、黃、白、綠,在紫下之幼蟲,較在綠下者,大四分之三。由此現象,綠色似能阻肉蠅幼蟲之生長,羅斯氏(Lutz)云,吾人不能察見之紫外光線,有若干種昆蟲,亦能見之。馮弗來許氏(Von Fretch)試得蜜蜂,能辨別多種顏色。

天時陰晴(不計溫度)與昆蟲之活動,亦有關係,棉象鼻蟲,在雲天,則不甚活潑,多數昆蟲,在夜間,不論溫度之高低,均入睡眠狀態,在日間,如忽遇陰雲蔽日,昆蟲亦常暫入睡境。

有一種蛺蝶(Vanessa)在日間濃雲蔽日之時,恆尋覓隱處,暫作小睡,惟日光一經放射,蛺蝶即行醒覺,更有若干種昆蟲,在日間爲獨居生活,在夜來則行羣聚,其他昆蟲之睡眠,或作有程序之日出夜眠現象;或祇靜止片刻,轉瞬又行飛舞,此種演異,因昆蟲之種類而不同。

聲與昆蟲,似無甚關係,弗爾登氏(Fulton)云,蟋蟀與螽斯之雌者,藉前足脛節之聽器(Tympana),以聽雄者所發之音,如將該部斷去,或損破其聽器,雌者即失其感聲之能力,皮得氏(Peter)曾述及一種蛾之雄者,當飛翔時,發出一種爆發聲,雌蛾聞之,振翅而應,蟬之雄者,能作高鳴,但雌蟬體上,無一定之耳,故有人相信雌蟬對於雄蟬所發之高聲,絕不能聞,羅士氏(Lutz)云,昆蟲之發聲,有類吾人午夜深睡,鼾聲呼呼,絕無意義之存在,凡此均爲一種解釋,究竟昆蟲,爲何而鳴,人類尙不能知其原因,或吾人此時,對於昆蟲體軀上,何部可以聽聲,尙未詳爲闡發,因昆蟲體軀各部,有許多微小之感覺器,具有感聲功用也,密納克氏(Minich)曾試驗一種蛺蝶幼蟲之感聲現象,氏得健全之幼蟲,能感受樂器,音叉,銅盆所發之音,氏又將幼蟲體之前端,或上舉,或側置,或斷其頭,或去體之一半,此種殘體,對於感聲狀況,一如健全之幼蟲,據氏所云,蛺蝶幼蟲之感聲器官,似在體軀表面之小毛,因如將幼蟲置於下風,或用麵粉塗體,或浸幼蟲於水,使體毛全濕,或將體毛盡去,幼蟲即不能感聲,氏云蛺蝶幼蟲之感聲,乃爲一種物理的現象。

3. 溫度 (Temperature)

昆蟲能在極廣汎之溫度內，維持其生命，許多昆蟲，如入溫度 120°F 或 48°C 以上，瞬息即死，但有少數種類，能耐受更高之熱力。福爾生氏 (Folsom) 曾在溫度 69°C (161°F) 之溫泉內，採得一種水蛇之幼蟲。白羅氏 (Brues) 報告，美國 之溫泉內，(溫度 49°C 或 121°F) 發見 蚋 (Chironomid) 之幼蟲頗多。昆蟲對於溫度之耐受程度，各因種類而異，即同屬於一種下之卵、幼蟲、蛹、成蟲之耐熱力，又各不同。在自然界內，濕氣之高下，季節之情形，以及昆蟲體內，因食物之質與量所起之生理狀況等，在在能影響於空中之溫度，與昆蟲之感溫力。

普通一般昆蟲之有效溫度 (Effective temperature)，其寬限約有 30°F ，或 40°F 度左右，在此範圍之內，昆蟲在任何度數，或能完畢其一生之發育。比也士氏，試得一種棉象鼻蟲，在合宜濕度之內，其發生上之有效溫度，自 56°F 至 109°F 。百克氏 (Parker) 試得 美國 一種淡翅蚱蟻之有效溫度，自 68° — 110°F (20° — 43.3°C)，別一種蚱蟻之卵，在比較濕度 80% 之下，其發育之適宜溫度，為 70°F (22°C)。

在有效溫度界內，更有一狹小之界度，稱曰適宜溫度 (Optimum temperature)。一種昆蟲，在其適宜溫度界內，新陳代謝與發育最速，而其生長多為良好。薛爾福得氏 試得 蘋果蠶蛾 (Codling Moth) 幼蟲之適宜溫度，在高濕度時，為 20° — 28°C ，家蠶 發育之適宜溫度，在 20° — 30°C 之間。

在有效溫度界之上下兩端，各有一溫度界，昆蟲在此界內，行動不活潑，食物停止，昏眠即行開始，此界稱曰昏眠界 (Zone of Coma)。在有效溫度界，及昏眠界，分離點之溫度，稱曰“**臨界點**” (Critical point)，或曰昆蟲之“**發育開始**” (Threshold of development)，有人曾稱曰“**發育零度**” (Development of zero.)

百克氏觀察美國一種淡翅蚱蜢，在田野活動之溫度，為 60°F (15.5°C) 左右，但在實驗室內，此種蚱蜢，放於溫度 100°F (37.70°C) 以上，行動仍極活潑。

昆蟲在最高有效溫度 (Modimum effective temperature) (棉象鼻蟲之最高有效溫度為 109°F) 之上，或起夏眠 (Aestivation) 現象，在最低有效溫度 (棉象鼻蟲之最低有效溫度為 56°F) 之下，或即冬眠 (Hebernation)。在冬眠或夏眠兩界外之溫度，稱曰昆蟲之最高最低溫度 (Maximum and Minimum temperature)。昆蟲在此兩界內，瞬息即死。比也士氏，曾將棉象鼻蟲，試放在比較溫度 14%，溫度 140°F 內，為時約五分鐘，其死亡率為 40%，若放入比較濕度 15%，溫度 162°F 中，約二分鐘，全數死滅。百克氏曾將一種淡翅蚱蜢，放在溫度 122° 至 136°F 下 (50° — 57.7°C) 內，不久即死，同時淡翅蚱蜢，能耐受之最低溫度為 20°F ，當溫度降至 7°F 時，則完全死滅，故淡翅蚱蜢之最低溫度，為 17° — 19°F ，(-7.3° 至 -8°C)。在此溫度下，其生命，祇能掙扎數小時，越冬之蠶卵，在零度下 20°C 內，約一日半即

死,在零度下 30°C ,十分鐘即死,蓋蠶卵內之越冬胚子,經凍冰之後,組織爲之破裂也。

山得生氏 (Sanderson) 云,一種綠椿象之最低有效溫度,爲 1.5°C (34.7°F),而普通一般昆蟲之最低有效溫度,在 5.6°C (42°F)左右,一般昆蟲,對於低溫之耐受力,較在高溫爲強許多,昆蟲,在冬眠期內,雖經冰點之寒度,若春來溫度,漸次上升,則復蘇頗易,並無傷其生理,所不幸者,昆蟲在過冬時內,先經一度之嚴寒,稍隔數日,又遇第二次之低溫,此種斷續低溫之降臨,極易引起過冬昆蟲之死亡,旦文博得氏 (Davenport 1903) 云,昆蟲在高溫度下,體軀上原形質(Protoplasm)內之蛋白質,或因而凝固,低溫有損害昆蟲之原因,在體液內之水分,起結冰現象。

比也士氏 云,普通一般昆蟲之適宜溫度,常與最高有效溫度,鄰接頗近(離最低溫度遠),在此界度之內,溫度愈高,昆蟲之新陳代謝現象,及發育步驟愈速,但其壽命亦漸次減短,生命循環(Life cycle)因而增速,結果使該種昆蟲之化數,亦爲之加多,蜜蜂之工蜂,在過冬時,能活六、七月;但在勞動之夏季,其壽命僅五、六週耳。

昆蟲之發育與溫度,既有上述之關係,則吾人可設法將一種昆蟲,在發育期內,所經有效溫度之時日,詳爲記載,則可推測該種昆蟲,在何時能發現何期,應用此法時,第一須先試驗,決定昆蟲之上下臨界點(Upper and lower critical point)溫

度,再昆蟲在此臨界點外之溫度內發育上,是否確有增速,抑或延遲之現象,昆蟲各期之發育,均有一定之有效溫度(在臨界點以下之溫度,均不可加入計算,因此點下之溫度,與昆蟲發育不生影響也)積昆蟲一生各期(如卵,幼蟲,蛹),在發生上,所需要之溫度單位,而得昆蟲一世紀發育上全部之有效溫度,計算總有效溫度(或稱恆溫(Temperature of constant)數目之方法,則以每日之平均溫度,乘昆蟲發育時所需要之日數,在精確試驗之下,則此種有效溫度,差誤極少.在野外,則因濕度,光與其他因子之影響,致其出入頗多.

亨探與恆斯兩氏(Hunter and Hinds 1905)計算棉象鼻蟲之發育溫度有如下錄.

| 蟲 之 時 期 | 觀察之總蟲數 | 各期之平均日期(日) | 平均有效溫度(F°) | 總有效溫度F° |
|----------------------|--------|------------|------------|---------|
| 卵 | 616 | 4.0 | 34.0 | 136.0 |
| 幼 蟲 | 313 | 9.8 | 32.0 | 315.0 |
| 蛹 | 530 | 5.5 | 33.2 | 182.0 |
| 發 育 總 數 (各 期 總 數) | 1,459 | 19.3 | 32.9 | 634.0 |
| 發育全期之觀察 | 887 | 19.6 | 32.2 | 632.0 |

大氣內如熱或光,忽形變更,其刺激昆蟲,較之熱光一致,或漸次變遷者為甚,百克氏曾將一種蚱蜢卵及稚蟲,先暴露於低溫(32° F)下,更移入一固定之高溫內(76°—98° F),其發育現象,較諸常放在高溫內者為速.

柯克氏(Cook)云,一種切根蟲在第一齡時,若使生活於

交替之冷熱度下，其發育狀況，較諸常置於高溫內者為速，由此觀之，普通一般昆蟲，因感受空中溫度變異之刺激，致其活動情形，與為害狀況，較之永生活於單純或固定之氣候下者，倍重且甚，各地之氣候，歷年恆有差次，其結果或可消滅大多數之害蟲，或能助增數種昆蟲之繁殖，釀成一地、一國之大害。如 1934 年 中國 長江 下游之夏季，暴熱而旱，致使一種油葫蘆 (*Gryllus sinensis*)、水稻三化螟蟲，及飛蝨與棉金鋼鑽蟲，繁殖極多，吾國飛蝗 (*Locusta migratoria*) 之發生，又與當地氣候有密切之關係。此種昆蟲發生，多少呈週期性之現象，在溫帶內所遇頗多，因溫帶內氣候，歷年常有差次，研究一地氣候之變異與昆蟲發生之多少亦為近數年內，經濟昆蟲學上一極大服務之園地。

4. 冬眠與夏眠

中國 各地之溫度，在九月以後，漸次下落，一年中，昆蟲之活動狀況，亦由仲秋以後，漸見減退，華北、華中 及 揚子江 下游，在冬季，除於日光下，偶能見極少數之蠅類外，其餘昆蟲大多入冬眠期內，溫度為昆蟲冬眠 (Hibernation) 及夏眠 (Aestivation) 期之始末，昏睡期 (Dormancy) 之長短，及過冬後昆蟲死亡率高低等之重要因子，美國 之蘋果蠹蛾，其幼蟲一入溫度 50°F (11°C) 境內，即能使其開始昏睡。一種棉象鼻蟲，冬眠開始之平均溫度，為 55°F 。

昆蟲之冬眠，除溫度而外，濕度亦極重要，馬鈴薯上，有一

種甲蟲,如遇天氣過乾,即起昏眠,數種蚱蟻及蘋果蠹蛾之幼蟲與馬鈴薯甲蟲,當預備過冬之時,體軀之重量,減少三分之一。托瓦氏(Tower)研究一種馬鈴薯甲蟲之過冬狀況,知該種甲蟲,在冬眠之初,消化系內,幾全空虛,所有排泄物,由麥氏管(Malpighian tube)而排出於外。羅旁得氏(Rouband)深信昆蟲之過冬,由於體內排泄物(尿酸 Urate)堆積過多,而造成之一種毒素(Auto intoxication)所致。有數種昆蟲,如遇食物與氧缺少時,亦能引起其昏眠,關於昆蟲冬眠之解釋頗多,此間可勿再為詳論。

昆蟲冬眠時期,或為卵,為幼蟲,蛹,成蟲,各因其種類而異。惟大多數之昆蟲,冬眠時期,均為一律,如飛蝗以卵過冬,棉紅鈴蟲,全以幼蟲越年,家蠶在冬季均為卵期。

昆蟲在冬眠時期,不食不動,呼吸與排泄及其他新陳代謝現象,亦大為減低,體軀上一切消耗,全賴於體內預儲之脂肪體。

昆蟲之昏睡由食料缺乏,溫度下落而致者固多(如水稻上之三化螟蟲,在印度如遇水稻收穫,即行昏睡),但有多數種類,在一年內之昏睡時期,恆呈一定之循序(Rhythmical),具此性者,昆蟲在冬眠之時,氣候仍為溫暖,食物亦極豐富,如分佈於中國中北兩部及長江下游之一種帶枯葉蛾(Malacosoma neustrie testaces),為害梅,桃李等樹。母蛾在每年六,七月間,即產過冬之卵,至翌年三,四月內,始得孵化,在梨與蘋果樹

上之一種簫管天社蛾(*Phalera flavescens*)幼蟲在十月入土化蛹,過冬,至明年八月中旬,始得化蛾,天社蛾之一種(*Phalera fuscenscens*)每年十月中旬,即行化蛹過冬,至翌年八月羽化(蛹在地下)。

有數種昆蟲,一遇低溫,即靜止少動,似入蟄伏狀態,但如遇溫暖,即易活動,中國中部,雖冬季嚴寒,蚊蠅等類,偶遇天氣溫和之時,即能見有飛出,惟一遇寒冷,又復入冬眠狀態,同時有數種昆蟲,一經深入昏眠期內,非得充分之積溫,不能復蘇,關於昆蟲由冬眠期內復蘇之溫度,亦至不一律,美國黃瓜上之條紋甲蟲,及蘋果蠹蛾之復蘇溫度,為 55°F ,在棉象鼻蟲,為 65°F ,某種椿象為 70°F 。

有若干種昆蟲,非經冬季一度之低溫,不能開始發育,一種北極之蚊,其卵須經一度冰凍後,始能孵化,具一化性之家蠶,在中國中部,母蛾於六月中旬產生越冬卵,至明年四月下旬,始能孵化,其越冬期有十個月左右,但在母蛾產卵後之第二日(四十八小時左右),將此種越冬卵移入低溫 $38^{\circ}-42^{\circ}\text{F}$ 之冷室中,為時二十至八十日,藉以縮短其越冬時期,再入高溫下,即可孵化,因此一化性之家蠶於當年可化二次,昆蟲如以卵過冬者,卵內胚子之發育程度至不一律,有數種至明春溫暖之後胚子始得發育,有數種卵,在當年秋季,胚子已發達而成幼蟲型,然後再行過冬,中國飛蝗之過冬卵,在當年胚子,已具礎型,至明年春暖,此種過冬之胚子即行繼續發育,經

反轉時期(Revolution)再化為蛹。

涂蘇特氏 (Townsend) 曾試驗蘋果蠹蛾之過冬幼蟲,如浸以水,則能使之復蘇。米斯氏 (Meese) 云,有一種蜘蛛之過冬卵,如遇空中濕度高時,則能孵化而成蜘蛛。白理登倍克氏 (Breitenbecker) 云,當土壤溫度,在 58° — 60° F (14° — 16° C) 時,若土面略加水濕,即能使冬眠之馬鈴薯、甲蟲復蘇,如溫度稍低,則雖加以水,亦無效果。凡諸現象,薛爾福特氏解釋云,水之功用,在使昆蟲體內之一種酵素(Enzyme)活動,或使原形質內,產生一種濃度適當之氫離子(Hydrogen ion),或使昆蟲體內之廢物(尿酸 Urate)加速分出。昆蟲之過冬卵又可用化學藥品之刺激使其孵化,如一化性家蠶之越年卵,自產出後經十至十四小時,用鹽酸(溫度在 115° F, 比重為 1.075) 浸五至八分鐘左右,再移入高溫,則能孵化。

昆蟲當過冬之時,常千百個,聚居一處,可使溫度略高。蜜蜂過冬之時,全羣之蜂,相互團聚,內部溫度,較四周常高 20° — 30° 度左右。美國之棕尾蛾 (Brown-tail moth) 幼蟲,當過冬之時,常數百條,相聚一處,有人觀察一棕尾蛾幼蟲之過冬巢內,有幼蟲 300—400 條過冬之時,經 24° F 左右之溫度,其死亡率為 72—100%; 但同時在一較大之過冬巢內(同地),發見其幼蟲之死亡率,為 57%。

溫度不但為昆蟲冬眠、夏眠之一重要因子,亦為決定動物分佈上之一大要素。長白山上之昆蟲誌,並不為北緯度所

限,能隨等溫線(Isothermal lines),沿山頂而向南分佈,生長於亞熱區之昆蟲,可隨溫暖之江河流域,向北遷移,惟難能及於山嶺較高之寒區。

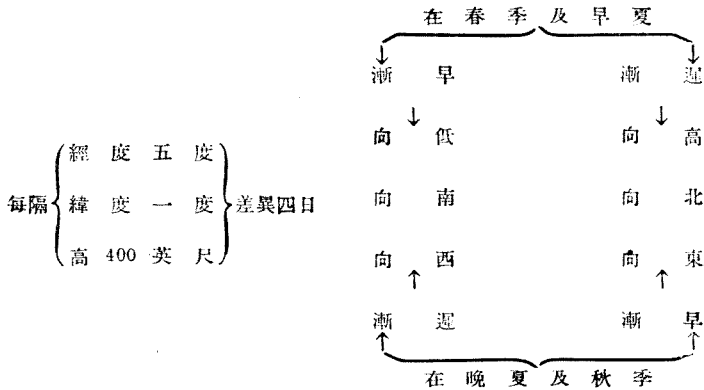
發生於南方之昆蟲,如向北遷移,成功與否,大概視乎冬季之最低溫度(Minimum temperature),能否耐受,而並不全賴於每年內之總有效溫度(Sum of effective temperature)。寒地養蜂,如冬季溫度,降至 3°C 時,經五十分鐘左右即死,棕尾蛾(Brown tail moth)之過冬幼蟲,如遇溫度,低落至 $-29^{\circ}-49^{\circ}\text{C}$ 時(-29°F ,或更下),則行死滅,昆蟲生活於兩極(Polar region)之能否成功,視乎夏季之積溫,能否供給該蟲全部之發育與生殖,昆蟲之向南分佈,要視乎一年內最熱季之平均溫度。

5. 高度(Altitude)、經度(Latitude)、緯度(Longitude)之關係。

動物之物理的環境,因地勢之高下,與經、緯度之不同,差異頗甚,吾人在攀登高山,由麓而頂,長途旅行,自南及北,所遇氣候上之差異,極易覺察,大概言之,愈高,愈北,則溫度愈見低減,格特氏(Gadow)云,約計自赤道向南北兩極,每差緯度一度;或離海面,每高300—365英尺,則全年之平均溫度,減低一度。(F)有人云,海拔愈高,氣壓愈低,大約每高1000英尺,相差一英寸(每平方英寸之氣壓為 $\frac{1}{2}$ 磅)。

霍布金氏(Hopkin)根據北美,及墨西哥北部之動植物,

在一年內生長及活動狀況，與地形之高低，及經緯度之關係，著有霍氏生物氣候律(Hopkins, "Bivchimatic law")，即氣候在美洲，向南、北、東、西、高、低進行之通常速率為：



霍氏所定之差數，乃根據美洲氣候而言，中國氣候據柯柏(Koeppé)及班葛斯(Bangs)兩氏云，溫度由南而北之進行速率，超過美國東方兩倍，故按霍氏之說，在美國春季向北進行之通常速率，每一緯度，差異四日，在中國，其速率則約二又二分之一日。

關於霍氏律之計算法舉如下列。

生活於甘藍菜及油菜等上之白粉蝶(*Pieris rapae* L)在南京以蛹過冬，每年成蟲出現之時期，在三月下旬，現為計算方便起見，假定每年白粉蝶成蟲，出現時期，在南京為三月二十七日，根據霍氏律以推算此蟲，在香港、北平、重慶、上海等處之出現期。

| 地 名 | 經 度 | 緯 度 | 高度(公尺) | 高度(英尺) |
|-----|---------|--------|--------|----------|
| 南 京 | 118°47' | 32°03' | 67.9m | 222. 7ft |
| 香 港 | 114°10' | 22°18' | 31.4m | 102. 9ft |
| 北 平 | 116°28' | 39°54' | 37.5m | 123.03ft |
| 重 慶 | 106°33' | 29°33' | 230.1m | 754. 6ft |
| 上 海 | 121°26' | 31°12' | 7.0m | 22. 9ft |

1 英 尺 = 3048 Cm

1 公 尺 = 39.37 In

白粉蝶在香港出現日期之推算

| 香港與南京之經緯度及高度 | | 相 差 | 計 算 | 照我國氣候計算 |
|--------------------------------------|----------|---------|-------------------------|--|
| 香港經度 | 114°10' | 4°37' | 4.61 ÷ 5 × 4 = 3.68日 | 在我國溫度由南而北之進行速率為2.5日故9.78 × 2.5 = 24.45日 3.68 + 24.45 + 1.16 = 29.29日(早) 即二月十六日 |
| 南京經度 | 118°47' | | | |
| 香港緯度 | 22°18' | 9°47' | 9.78 × 4 = 39.12日 | |
| 南京緯度 | 32°05' | | | |
| 香港高度 | 102. 9ft | 119.8ft | 119.8 ÷ 400 × 4 = 1.16日 | |
| 南京高度 | 222. 7ft | | | |
| 3.68 + 39.12 + 1.16 = 43.96 = 44日(早) | | | | |
| 即二月十一日 | | | | |

白粉蝶在北平出現日期之推算

| 北平與南京之經緯度及高度 | | 相 差 | 計 算 | 照我國氣候計算 |
|--------------------------|----------|--------|----------------------|---|
| 北平經度 | 116°28' | 2°19' | 2.31 ÷ 5 × 4 = 1.84日 | 7.81 × 2.5 = 19.52日 19.52 - (1.84 + 1) = 16.68日(遲) 即四月十二日 |
| 南京經度 | 118°47' | | | |
| 北平緯度 | 39°54' | 7°49' | 7.81 × 4 = 31.24日 | |
| 南京緯度 | 32°05' | | | |
| 北平高度 | 123.03ft | 99.07' | 99.1 ÷ 400 × 4 = 1日 | |
| 南京高度 | 222. 7ft | | | |
| 31.24 - (-1.84) = 28日(遲) | | | | |
| 即四月二十四日 | | | | |

白粉蝶在重慶出現日期之推算

| 重慶與南京之經緯度及高度 | | 相 差 | 計 算 | 照我國氣候計算 |
|--------------------------|-----------|----------|------------------------|---------------------|
| 重慶經度 | 106°33' | 12°14' | 12.23 ÷ 5 × 4 = 9.76日 | 2.5 × 2.5 = 6.25 |
| 南京經度 | 118°47' | | | 9.76 + 6.25 - 5.3 = |
| 重慶緯度 | 29°33' | 2°30' | 2.5 × 4 = 10日 | 10.7日(早) |
| 南京緯度 | 32°05' | | | 即三月十三日 |
| 重慶高度 | 754. 6ft, | 531.9ft, | 537.9 ÷ 400 × 4 = 5.3日 | |
| 南京高度 | 222. 7ft, | | | |
| 9.76 + 10 - 5.3 = 14日(早) | | | | |
| 即三月十三日 | | | | |

白粉蝶在上海出現日期之推算

| 上海與南京之經緯度及高度 | | 相 差 | 計 算 | 照我國氣候計算 |
|------------------------|-----------|---------|----------------------|----------------------|
| 上海經度 | 121°26' | 2°39' | 2.65 ÷ 5 × 4 = 2.12日 | .8 × 2.5 = 2日 |
| 南京經度 | 118°47' | | | 2 + 2 - 2.12 = 2日(早) |
| 上海緯度 | 31°12' | 51' | 8 × 4 = 3.2日 | 即三月二十五日 |
| 南京緯度 | 32°03' | | | |
| 上海高度 | 22. 9ft, | 199.8ft | 199.8 ÷ 400 × 4 = 2日 | |
| 南京高度 | 222. 7ft, | | | |
| 3.2 + 2 - 2.12 = 3日(早) | | | | |
| 即三月二十四日 | | | | |

6. 風與水流

空氣流動,水流往來,先影響於大氣內之溫度、雨量、蒸發;繼關係於昆蟲在空中水面分佈之狀況,風之速率,與蒸發之速度,成正比例,薛爾福特氏云,有數種昆蟲迴避,對風方向之

原因,在免蒸發量之增加,許多鱗翅目之幼蟲,當甫經由卵化出時,體輕而具叢毛,吐絲下垂,乘風飄揚,吹運至數里之外,素木得一氏,在台灣觀察水稻上之三化螟幼蟲,當初由卵孵出時,將被風吹送至五英里外,極勿散蛾(Gypsy-moth)之幼蟲,初自卵化出後,能被風吹至 20—30 英里之遠,蚊在暴風之下則伏居於近地,如遇惠風和暢,則能隨之而遠送於數里外,長江下游之秋末,數種具翅之蚜蟲,飛舞空中,常因風而分佈至極廣之面積,此外風能散佈各種氣味,有助昆蟲之尋覓食物,追逐交配,及免避天敵等。

第三節 昆蟲之交替分散與產地

一、交替(Succession)

吾人試旅原野,或登臨山水,目之所見,或為淺草叢林,或為阡陌相接,由植物生態學方面觀之,今日所見某區域內之一草一木,大多非曩者之種類;自古及今,經多變遷,種類之間,續相交替,入後而成現時一幕植物,或稱之曰沒後期(Climax stage),昆蟲亦然,今日在各地所成穩定之昆蟲誌(Founa)多自曠昔種類,由環境變遷,先後交替之結果,考交替之程序中,先為幼稚時期(Young stage),繼為發達時期(Developmental stage),再為成熟時期(Maturity),此種現象有類昆蟲本身之發育,由卵而幼蟲,而蛹而成蟲。

自然界,並非終古不變,在地質上與地文上(Physiographi-

cal), 恆有更異,棲息其間之生物,因環境有殊,致其生活亦隨之而改變,如環境之變遷,其來也遲,則生物體軀上之構造,生理,行爲等,得以從容適應,否則大部份將歸絕滅。

昆蟲對於適應環境之能力,不但種各異殊,即同一種內,差別頗甚,當環境變遷之時,凡無法應付之昆蟲,或歸淘汰,或不得已而遷地,同時其他種類,具有不同之體質,能生活於此新環境下者,經年繁殖,個數增多,此種後起之昆蟲,為一新時代下,適生之種類,自然界內,氣候與地質之變遷,時相而來,因此每更一新環境,即有一羣與以前不常見之種類,適應而繁殖於此新產地,此種沒後適生於一產地之種類,即稱之曰沒後之羣落(Climax formation),此種沒後成就之昆蟲,若非地質,地文或生物上,發生重要之變化,使其產地之環境,忽形改變,否則能永久生存,故昆蟲交替之現象愈晚,其生存於大地上之基礎,愈形固定。

薛爾福特氏云“自然界內,重大之物理的變遷,為氣候之變異,如大旱,雨量過多,水期後氣候之驟變,以及風雨之侵蝕,洪水之泛濫,土地之升落,而天敵之過多,亦能影響於一地昆蟲之交替,氏又謂,生物對於環境所發生之影響,乃為昆蟲交替現象中,最重要原因之一,此種事實,吾人可觀自然界內,生物之生長,年年春起冬伏,久經歲月,對於一地之環境,漸次為之更變,致其後代往往不能繼續生活於舊地,同時有其他適生是境之種類,即取而代之,其第二期適生之種類,生活若

干時後，又造成別一新環境（如食料之化學質變移溫度增加等），致為第三期種類適生之所。此種現象一如前期適生之昆蟲，永為未來之種類，倡造環境，如此先後相替，造成一羣沒後之種類，滄海桑田，地質上之變更，使地面上之動植物，亦續一變化，前滅後繼，致先後交替之昆蟲，在形體上，具有整齊之演化（Evolution），同時適生之種類，藉其新演成之器官，或習性，繁殖於一新境地內，由古生物上之觀察，生物能久存於一個地質年代（Geological age），以上者為數殊少，大多數隨環境之改變（指地質年代之改變）而消滅。

生態學家，如欲觀察一地動物之交替現象，則可在環境上有顯著變化之地，如開礦區域，水平面改變之處，（由於排水或淹沒者）新漲成之河灘，海灘，或作物，曾經改變之農業區（其變化或屬物理的，化學的或為生物的），窮其精力，將前代之遺跡，及此後歷年之變遷，續一查考，藉以研究各期動物之交替現象，否則當某種昆蟲，或植物病菌，由別處傳入一新境之後，詳察其隨年進展之狀況，究呈若何現象，亦為研究斯題之別一途境，其所得結果，必甚豐富。

英格萊斯氏⁽¹⁾ (Ingles 1934) 曾在森林中，考查若干種樹幹內昆蟲之交替現象，氏云在樅 (*Abies concolor*)，赤楊 (*Alnus rhombifolia*)，黃松 (*Pinus ponderosa*)，杉 (*Libocedrus decurrena*)，槭

(1) Ingles, L. G. 1934, The succession of Insects in tree trunks as shown by the Collections from the Various stage of decay. *Jour. of Ent. and Zoology*. Vol. 25. no. 4.

(*Acer macrophyllum*), 橡(*Quercus kellegii*) 等之樹幹內, 昆蟲生活現象狀況, 有五個時期, 各期之顯著種類, 及樹幹內部狀況, 如下所述.

第一期 爲已死及將死之樹幹, 內有多量之發酵液, 此期最顯著之昆蟲爲樹皮下生活之種類.

第二期 新死之樹, 惟樹皮已形疏鬆, 水分充足, 由是天牛幼蟲及白蟻適生於幹內.

第三期 樹皮已脫落, 但樹幹尚直立, 此時生活之昆蟲, 爲吉丁蟲, 白蟻等.

第四期 樹幹被天牛幼蟲, 吉丁蟲等, 交相侵伐之後, 組織破壞殆盡, 水分充足, 而富於有機物, 並有菌類之寄生, 此時昆蟲有食菌甲蟲之幼蟲, 叩頭蟲幼蟲及鍬形蟲等.

第五期 樹幹之內部, 多半積以蛀屑, 如境地乾燥, 卽有蟻之寄居, 如多水濕, 則有蝸牛及菌食類之昆蟲.

此種樹幹內昆蟲生活之交替現象, 頗爲明顯, 第二期之昆蟲, 必俟第一期昆蟲, 將幹內環境改變之後, 方得適生, 各期相依, 至樹幹銷毀爲止.

解百孟氏曾於枯死之樹幹, 堆積之穀物, 以及動物死體內 (被寄生蟲殺死者), 觀察其昆蟲生活交替之現象. 氏云以上各環境, 除非有最初種類(*Pioneer species*) 侵蝕其間, 從而開始其交替之程序, 否則此種環境之自然變遷頗遲, 極難有完成之日.

在自然界內，一部分之動物，不知耗去若干時期，嘗試其新境地內之生活，欲樹立基礎，由此發揚而光大，如有若干種，能幸而立足其間，則後日之生長、繁殖、變移頗多，同時起較進一步之競爭現象。比也士氏云，在新境地內，少數開始種類之競爭，概受環境上化學、物理因子之影響，及後時過境遷，此種不適宜之因子，亦為之轉變，同時動物本身之生機因子(Biotic factor)日見活躍，二者消長，愈久而愈明顯，故在無論何產地，動物交替之進行，將及沒後之種類時，其他各種類，漸形減少，致使能生存於一地原有之種類，寥寥無幾。

二、 分散(Dispersal)

1. 分散方法。

昆蟲既能適生於一新環境下，則其後日繁殖之子孫，將藉其活潑之本能，為覓食、求配、營巢、產卵、避敵及逃免不良之環境等，蔓延於四方，其分散之方法如下：

A. 由於非生物之媒介物。

1. 藉浮木、流水，或各種植物部分，從水流、潮汐、洋流、波浪等而傳佈者。
2. 由於週期性發生之洪水及雨後之水流。
3. 由風之吹送（昆蟲自身或昆蟲寄居之部分）。
4. 由於地土冰雪之瀉溜及腐蝕。

B. 由於動物之活動而散佈者

1. 寄生於動物體之內外而分佈者。

2. 黏着於其他動物之體者(如鳥獸及昆蟲之體上)。
 3. 由於築巢材料或動物食料者。
 4. 其他關於昆蟲間一切不經意之分佈。
- C.**由於人類之活動。
- a. 由於船、火車、飛機、汽車、土壤及其他媒介物,如一切工作上所用之器具及機器等。
 1. 穀類種子、果蔬及一切粗製之食品等。
 2. 木材及其他木製器具。
 3. 衣服棉、毛及其他植物纖維。
 4. 包裝物及動物之睡具。
 5. 土石及其他建築用品。
 6. 藥物、煙草各種標木等。
 7. 圃內之苗溫室植物及其他贈送之花草及生活之植物。
 8. 肥料廢物內。
 - b. 由於故意之分佈者。
 1. 寄生蜂、蠅或肉食動物之引進。
 2. 普通之益蟲,如蠶、蜜蜂及專為傳花粉之昆蟲。
 3. 因試驗用,及其他科學上之研究者。
- D.**由於昆蟲自身之活動力,因昆蟲生活上之需要,及環境之變異,致昆蟲起一種遷移(Migrate)現象,遷移之方法,如下:

1. 飛翔.
2. 爬、躍等.
3. 游行於水.

總覽上述昆蟲散佈之方法,大多數非出於昆蟲之自然,故若非昆蟲在原產地,具有極大之適應力,或能抵抗外界之變遷者,則一入新境地,多半盡歸死滅,更有一種現象,昆蟲在新境下,當繁殖尚不多時,若遽然分散,其結果必歸失敗,此為昆蟲學家從別地引進寄生蜂或寄生蠅從事繁殖時,常遇之事實.

在自然界內,有數種昆蟲,能由無性生殖而繁殖者,則其後代,雖為數不多,亦能安然蔓延各地,或如寄生蜂等,當雌蟲離別寄主之前,巧遇雄蟲得而交配,或如飛蝗,千萬羣集,遷飛頗遠,停落於異地,如氣候合宜,亦得繁殖而增多,縱觀各種昆蟲之分散情形,不論其為遠為近,屬日、屬年,均有下列四種現象.

1. 各種昆蟲在分佈區域內,各有其分散之中心.
2. 各種昆蟲,各利用其不同分散之方法.
3. 各種昆蟲,當分散時,對於所遇障礙 (Barriers) 之影響,各不相同.
4. 各種昆蟲生活於新區域內之能力,彼此亦不相似.

2. 原產地或散佈中心

昆蟲自狹小面積,蔓延於廣大區域,驟然視之,有如一盤

散砂,漫無中心,但稍加考查,在其分散之路徑上,均各有其原產地(Original home)或稱曰散佈中心(Center of Dispersol)之存在,考昆蟲之原產地,不僅限於一處,由若干處分散而出者頗多,在散佈區域之內,環境之情形,差異頗多,有人以爲昆蟲生活最適宜之區域,或即爲該種昆蟲之分散中心,由此蔓延於各處,愛突姆氏(Adams 1909)根據古生物上之分佈狀況,對於搜查動物之分散中心,有下列數種原則。

1. 在動物體形之變異最大,而種數最多處。
2. 在某種動物之祖先,或相似之種類發現處。
3. 在某種動物散佈線上之連接及輻合(Convergence)處。
4. 根據昆蟲在散佈線上變異之程序,而尋其分佈之中心。
5. 根據動物,在季候上出現之時期,如某種昆蟲,在一年內出現極早者,即示該種之原產區,屬於北方的,或爲高區的;如在一年內出現時期較遲者,則其原產地爲南方或屬低區。
6. 在昆蟲聯聚(Association)之交替進行線上,已達沒後羣落(Clima formation)時期之區域。
7. 在某種昆蟲之個數最多,最顯著之區域。
8. 對於某一產地之環境關係極微,而其習性與食物變異最大之區域。

昆蟲如對於一種環境,生活適合者,則其後代,繁殖極速,

其後裔，將散佈於各地，世界之面積遼闊，環境互殊，故在昆蟲中，祇有極少數種類，能適生於無論何地，在分類學上，所稱曰萬國共有之種類 (Cosmopolitan species) 者雖云能遍生於地球各洲，但終不能由陸地兼及水界，或由地面生活，而深入土中。

3. 動物地理

昆蟲在大地上之分佈，即稱曰昆蟲之分佈 (Distribution of Insects)，在某一區域，或某一時代內，所聚生之各種昆蟲，稱曰某地或某時之昆蟲誌。動物地理 (Zoogeography) 者，乃根據動物在世界上，分佈之狀況，而加以一種解釋之科學。惟大地面積廣闊，動物之種類（更以昆蟲為甚）繁多，數十年來，雖經動物學家之觀察、試驗及解釋，但對於動物在地球上之分佈狀況，知者仍少，故此門科學，有待人類努力者，為時無限。

惠來斯氏 (Wallace 1876) 根據動物在大地上分佈之狀況，將全世界分為六大區域，即：

1. 舊北區 (Palearctic) 含歐洲及亞洲溫帶之大部，中國之長江流域，以上在此區域內。

2. 新北區 (Neoarctic region) 含格林來，北美洲及墨西哥等地。

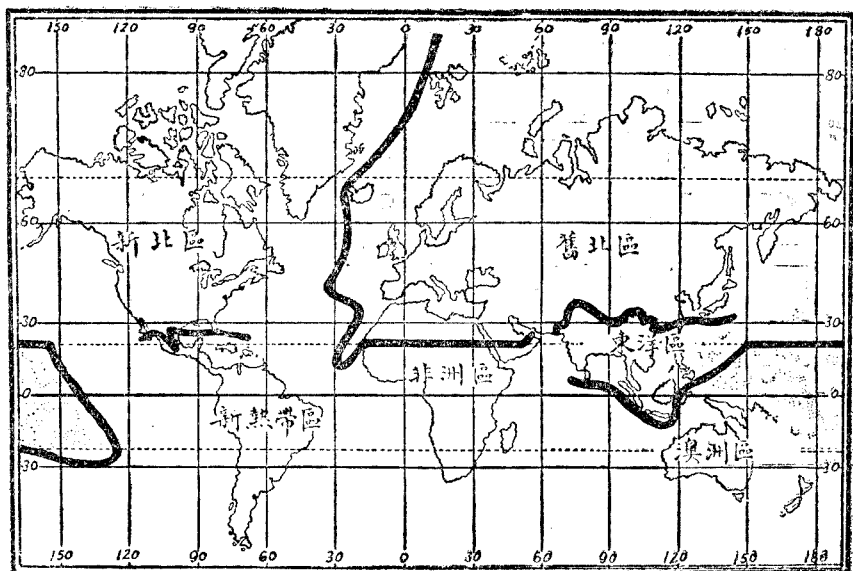
3. 東洋區 (Oriental region) 含印度，錫蘭，台灣，琉球，馬來羣島之西部及中國之南部，如廣東，福建等地。

4. 非洲區 (Ethiopian region) 內含撒哈拉沙漠以南之

非洲,以及馬達加斯加島(Madagascar) 亞刺比也之南部等地。

5. 新熱帶區(Neotropical region) 內含南美、中美、西印度及墨西哥沿岸等地。

6. 澳洲區(Australian region) 含澳洲、新西蘭(New-Zealand) 馬來半島之東部,及薄倫西亞(Polynesia)等地。



第二〇六圖 動物分佈之區域
(From Folsom after Slater and Wallace)

上錄之六區,各有特產及特多之昆蟲,而各區之間,有少數種類,彼此均有發現,茲將各區之特徵,略示如下:

舊北區 多步行蟲科。

新北區 多蝶、蛾及甲蟲,並有特異之種類。

非洲區 盛產步行蟲科內有七十五屬殊為奇特,此外金龜子科以及蝶類中之小灰蝶科(Lycaenidae)亦極豐富。

東洋區 多美麗之蝶類,如斑蝶科(Danidae),鳳蝶科(Papilionidae),在甲蟲中如吉丁蟲,鍬形蟲科亦極多。

澳洲區 多美麗之吉丁蟲科(該科中有四十七屬產於本區,內中有二十屬極為特殊)

新熱帶區 多蝶類及天牛科內之甲蟲。

昆蟲在地理之分佈上,最重要者,為溫度,次為水,而各地之其他環境,有時亦占重要位置,大概言之,分佈廣遠之種類,或能在一單純之環境(Monotonous environment)內,蔓延無阻,或能遍生於各種產地(Habitats),反之,分佈不廣者,祇能在一種特殊區域內繁殖,此處不能將多種昆蟲,在世界上之分佈狀況,詳細舉出,第選一二為例,發生於中國蘋果樹上之一種枯葉蛾(Odonestic pruni, L.)亦分佈於日本及歐洲,為東洋區與舊北區共有之種類,一種蛺蝶(Pyrameis Cardui, L.)遍生中國各部,並東及於日本,南佈於印度,北播於英倫三島,在美洲亦有發現,其分佈區域,幾及全球,可稱為萬國共有之種,此種蛺蝶,在南京,每年出現最多之時,為五月至六月,十月至十二月,以成蟲過冬,春暖初來(三月),此蝶即行外出,飛翔力極強大,在英國此蝶常掠過北不列顛及愛列許(Moth British and Irish)荒山之頂,每年五六月間,恆自地中海區域,向北遷移,雌蝶產卵於紫菀科等植物上,孵出之幼蟲,經夏及秋,於八九月

間化蛹,更變爲第二化之蝶,惟在遷移地化成之蝶,不能耐受歐洲北部及東北部之冬季氣候,故均不幸而淘汰,由此事實,可知此種蛺蝶,藉其強大之飛翔力,每年雖能向北遷移於數千方里之外,但其後代,終不能繼續其生命於較冷之區,祇能跼跡於溫暖帶內,年作三四化之生活。

三 產地(Habitats)

在本書第五章內,曾述及關於昆蟲分類之大意,昆蟲在分類上之單位爲種(Species),由種而上,有屬,科,目等階級,其在生態學上之單位,爲同羣(Mores, Shelford 1912),同羣在生態學上之地位,有如種之在分類上的應用,茲將動物生態之分類名字,簡述如下。

1. 同羣(More) 爲生活於同產地之一羣動物,其生命循環,繁殖時期,及對於環境內如物理因子之反應等,彼此均見和協,同羣常單獨由一種昆蟲(或動物)所組成,若由數種合成者,則各種之固有特性,均不顯示。
2. 羣合(Consocias) 爲一羣之同羣,在羣合內,常具有一二較顯著之同羣,其主要形狀,均彼此調和。
3. 層聚(Strata) 爲一羣之羣合,縱聚於等一之界度內。
4. 聯聚(Assoiation) 爲一羣之層聚,均佈於一區域內者。
5. 羣落(Formation) 爲一羣之聯聚,羣系內之層聚,各不相同,在二羣系內之種數,恆不甚多,且彼此頗少往來。
6. 部(Province) 爲一羣之羣落,分佈於一廣大之區域

內者。

7,界(Realm) 爲一羣之部,相合而成,在地球上,組成極大之分佈區域。

茲將以上各名字,與昆蟲分類上所用之各階級,錄之如下。

| 分 類 上 之 階 級 | 生 態 學 上 之 階 級 |
|-------------|----------------------------|
| 種(Species) | 同 羣(Mores) |
| 屬(Genus) | 羣 合(Consocium) |
| 科(Family) | 層 聚(Strata) |
| 目(Order) | 聯 聚(Associaton or Society) |
| 綱(Class) | 羣 落(Formation) |
| 門(Phylum) | 部 (Province) |
| 界(Kingdom) | 界 (Realm) |

以下之分類,乃由比也士氏書中簡縮而成,

Realm I.陸生動物(Terrestrial Animals).

Province A. 地下動物(Subterranean animals).

Formation 1. 土中動物(Animal living in soil).

內包括生活於各種土壤內之各聯聚,以及分佈在土面上下各層聚之動物。

Formation 2. 洞穴動物(Cave Animals).

內包括暫留及永住於洞穴內之聯聚,及飛翔於空中,攀登於牆壁,及游泳於水面之各層聚動物。

Province B. 地面動物(Animals above the surface of the soil)

Formation 1. **地上動物**(Surface Animals).

內包括生活於乾濕地及砂石面之聯聚動物。

Formation 2. **與陸生植物關係之動物** (Animals Associated with terrestrial plants).

內包括生活於各種森林、灌木、草本（或生活於植物內部之蠹蟲）各層聚之動物。

Formation 3. **空中動物**(Aerial Animals)

內包括輕浮、飛翔於空中各聯聚之動物。

Realm II. **淡水動物**(Fresh-water Animals).

Province A. **流水動物**(Animals of flowing water).

Formation 1. **急流動物**(Animals of rapidly flowing water).

內包括生活於瀑布、泉水各聯聚，以及游滑於水面，游泳於水內，棲息於水中之植物，及沒入於河底內各層聚之動物。

Formation 2. **緩流動物**(Animals of slowly flowing water).

內包括生活於溪河內之聯聚，以及浮滑於水面，游泳於水中，棲息於水中植物，及沒入於河底內各層聚之動物。

Province B. **靜水動物**(Animals of standing water).

(爲湖、池、沼、潭等。)

Formation 1. **沿岸動物**(Littoral Animals).

內包括生活於海濱、沙灘、鹹湖、河、江、無草及有草之河底、濕地、沼池之聯聚，以及停留於海濱附近之水面與水下各層聚之動物。

Formation 2. **外湖動物**(Limnetic Animals).

內包括生活於水上層之外湖動物及光度所達之底層之外湖動物之聯聚，以及游泳於水面及水中各層聚之動物。

Province C. **流水性洞穴內動物**(Aquatic Cave Animals of flowing water).

Province D. **靜水性洞穴內動物**(Aquatic cave animals of standing water).

Province E. **地下水動物**(Animals of ground water).

Realm III. **海產動物**(Marine Animals).

Province A. **沿海動物**(Littoral Animals)

Formation 1. **海濱動物**(Animals of bord beaches).

內包括生活於石壁、巖濱、木樁、埠頭及船底各聯羣，與夫在海潮帶上、中、下及潛生於海灘水內各層聚之動物。

Formation 2. **海灘動物**(Animals of shifting beaches).

內包括生活於黏土、沙、泥灘、河口、沼地之聯羣，及浸水線、浸潮帶、泥灘等地各層聚之動物。

Province B. **外洋動物**(Animals of open ocean).

內包括生活於海水各級深度之動物,如在 500 英尺下, 500—3500 英尺內,及 3500 英尺以下之聯羣,以及營潛生生活及數種海內無柄動物 (Sessile Animals)之層聚。

Province C. **海底動物**(Bottom Animals)

Formation 1. **陸架的海底動物**(Animals on Continental shelves).

內包括生活於由陸上沉沒於海中雜物,及有孔蟲石灰質遺體上之聯羣,動物與營潛生生活與海中無柄動物之層聚。

Formation 2. **深海底動物**(Abyssal Bottom Animals).

內包括生活於海底之有孔蟲石灰質之遺體,砂質遺體或紅黏土上之聯羣動物,以及營潛生生活與海中無柄動物之層聚。

第十章 害蟲之防除⁽¹⁾

昆蟲中有一部份之種類,直接,間接,擾害人類之生命及經濟,此即稱之爲害蟲防除害蟲,不但爲昆蟲學上一大事業,亦爲農業與衛生上重大之任務,惟吾人設法實施防治害蟲之時,對於一個害蟲問題之生物學上現象,及其在自然界內,爲各種環境因子所限止之原因等,應特別注意,因由此種研究之結果,可開發一種害蟲之根本解決方法,次則對於害蟲之如何設法消滅,或減輕其爲害之程度,亦爲今日中國社會上急切之工作,而不容稍爲遲緩者也。

防除害蟲之方法大別爲五類,如(一)化學藥品之應用,(二)物理的防除,(三)農田方法之利用,(四)生物學上之驅除,(五)除蟲法規之採用與施行,各類要義將於本章內述之。

第一節 化學防除法(Chemical control)

化學藥品之用以消滅害蟲者,普通稱之曰殺蟲劑(Insecticide)。

其種類頗多,但堪稱爲一種良好之殺蟲劑者,則對於下列各條件之適合愈多愈好。

1. 黏着力,彌散力及混合力均極強

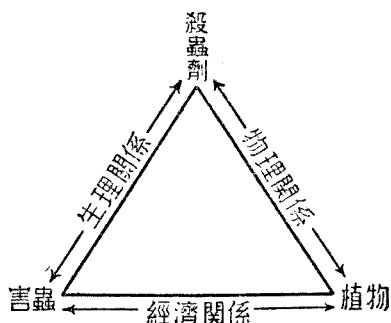
(1) 關於本章內所用之度量參考本書末後所附之中外度量衡簡要對照表。

2. 價廉易於購買,并便於運輸,且屬國貨者。
3. 殺蟲力強,在任何氣候下不起變化。
4. 貯藏時不自然爆炸及自起化學作用,致其毒力稍減。
5. 能毒殺較多種類之昆蟲,但無傷於高等動植物者。
6. 能與他種化學藥品混合,而不變其毒力,并能在一年中之任何時期可以應用。
7. 一種藥品可兼用於胃毒劑及接觸劑。

當吾人在試用一種殺蟲劑,以殺某種害蟲之前,須先審察害蟲之口器如何,生活習性如何,所害植物之組織如何,及施藥時之天氣狀況等,均須詳加考查,然後決定殺蟲劑之種類,分量,及施用之時期,次數與施用後之如何計算其結果(如作試驗用者)等,由此種考慮,寫成詳細計劃,然後按步舉行,庶不致凌亂無秩。

施用殺蟲劑以殺害蟲,其關係有三方面,如下圖所示。

殺蟲劑與害蟲間之關係,為一生理問題,如某種毒劑,殺除害蟲之原因何在,昆蟲由何而中毒等,殺蟲劑施用於植物上後,是否能黏着及迷散於莖葉,或其毒力滲入植物組織,起一種枯焦現象(Burning),此種



第二〇七圖 殺蟲劑與植物及害蟲之關係(原圖)。

關係,物理方面爲多,害蟲爲害植物,輕重不一,被害植物之經濟價值,亦各不同,吾人若用殺蟲劑而除害蟲,在施用之前後,當詳計所用殺蟲劑之經費,及所獲得之收穫,二者盈虧如何,若施用一種殺蟲劑後,其收穫得不償失,則所用之殺蟲劑,效力雖大,爲經濟起見,祇得別換方法。

殺蟲劑內大別爲三類:一、**胃毒劑**(Stomach poison),二、**接觸劑**(Contact poison),三、**燻蒸劑**(Fumigante),此三種之應用略述如下

一 胃毒劑(Stomach poison)

胃毒劑多散佈於植物上,以殺具咀嚼口式之昆蟲,有時亦能用於數種昆蟲之具舐吸口式者,本劑應用之時或以一種藥劑混合於昆蟲所好食之物內,做成毒餌,使其食之中毒,或將一種藥劑散佈於植物上,使昆蟲蠶食植物時,服毒而死。

屬於胃毒劑內之殺蟲劑以砒類爲多,如砒酸鉛(Lead arsenate)、砒酸鈣(Calcium arsenate)、砒酸鋅(Zinc arsenate)、巴黎綠(Paris green),其他如氟化鈉(Sodium fluorids)及蒜藜蘆(Hellebore)亦爲殺數種昆蟲之良好胃毒劑。

1. 砒毒劑物(Arsenicals).

砒毒劑內如砒酸鉛、砒酸鈣等具有極大之殺蟲力,大多數具咀嚼口式之昆蟲,在藥劑可及之範圍內(在樹皮下及葉組織內之昆蟲,本劑則不見效),應用本劑除之,效驗極大,在化學上極純淨之砒(As)本無毒力,但一經氧化(砒在高

溫下與空氣或潮濕接觸極易氧化)則有毒性,因此凡砒之化合物,多少有毒,故砒化物,在殺蟲劑上致毒之價值,關於氧化砒之存在及多少與否(愈多愈好)亦為一重要之根據。

砒毒劑,入昆蟲消化系後,一部份與胃液相混,被腸壁吸收,致昆蟲起中毒現象,尚有一部份,則無所變化,由昆蟲糞內,排出體外。

酸性砒酸鉛(Pb H As O_4)所含之氧化砒(約有五氧化砒 As_2O_5 33%)較鹽基性砒酸鉛($\text{Pb}_4(\text{Pb OH})(\text{As O}_4)_3\cdot\text{H}_2\text{O}$), (約有五氧化砒 23%)為多,因此前者之殺蟲力,較後者既速而大,同時鹽基性砒酸鉛,性極穩固,不易與昆蟲之胃液起變化(酸性砒酸鉛一入昆蟲消化系內,大部與胃液起變化。)大部之砒質,能隨糞便內,排出體外,致其毒力極微,故砒化合物內之氧化砒,入昆蟲消化系後,其溶解力之高低,亦為決定一種砒毒劑,在殺蟲價值上之重要根據。

砒毒劑不論混水施用,或以粉狀散佈,但與水相接觸後,內中有一部份之砒酸,能溶解於水,此種可溶於水中之砒,稱之曰可溶性砒(Water soluble arsenate),能滲入植物之組織,使植物起焦枯現象;其甚者,竟葉落芽萎,在粗製之砒化合物殺蟲劑內,如砒酸鉛,砒酸鈣等,內中所含之可溶性砒,由 2—15% 不等,此種分量,已足傷及植物之組織,按美國殺蟲劑之檢驗法規,定砒酸鉛內之可溶性砒酸,不得超過 0.75%,但在事實上,各工廠所出之砒酸鉛,內中所含之可溶性砒,

較此標準數更低，大多在 0.09—0.65% 之間，此種微量之游離砒酸(Free arsenic)無傷於植物之組織；故稱爲一種良好之砒毒劑者，內須含多量之氧化砒，同時又須不能溶解於水，但爲昆蟲食後，一遇胃液，能立即溶化。

植物受砒毒劑害之其他原因爲：(1)砒毒劑內之氧化砒(AS_2O_3 或 AS_2O_5)未能與鹽基密切混合，因此在應用之時，一經加水稀釋，氧化砒則分解而出。(2)藥劑噴射於植物葉面後，因與空氣相接觸，氧化砒仍漸起分解現象。(3)藥劑中有不純潔之雜質。

製造砒化合物殺蟲劑之基本氧化砒，有二種，爲三氧化砒(AS_2O_3)與五氧化砒(AS_2O_5)。此二種氧化砒與其他鹽基(氧化鉛、氧化鋅、氧化鈣、氧化鎂等)相化合，產生各種亞砒酸鹽(Arsenite)及砒酸鹽(Arsenate)，而砒酸鹽又因所含氧化金屬(Metallic oxide)與氧化砒(Arsenic oxide)成分多少之比率，產生下列三式之化合物(如與鈉相含則有下列化合物)。

1. 偏砒酸鹽(Metarsenate) Na_2O, AS_2O_5 , (或 $NaASO_3$) 內有五氧化砒 78.77%。
2. 焦砒酸鹽(Pyroarsenate) $2Na_2O, AS_2O_5$, (或 $Na_4AS_2O_7$) 內有五氧化砒 64.97%。
3. 正砒酸鹽(Orthoarsenate) $3Na_2O, AS_2O_5$, (或 Na_3ASO_4) 內有五氧化砒 55.29%。

胃毒劑內所用之砒酸鹽(Arsenate)乃屬於正砒酸鹽類

內,同時焦砒酸鹽與正砒酸鹽內之一部份鈉,恆為氫所代,如下列三式。

1. Monosodium Orthoarsenate $\text{Na H}_2 \text{ASO}_4$, 內有五氧化砒 70.12 %.

2. Disodium Orthoarsenate $\text{Na}_2 \text{HASO}_4$, 內有五氧化砒 61.82 %.

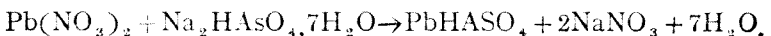
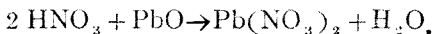
3. Trisodium Orthoarsenate, $\text{Na}_3 \text{ASO}_4$, 內有五氧化砒 55.29 %.

市場所出售之砒酸鈉(Sodiumarsenate)為(Disodium orthoarsenate).

a. 砒酸鉛(Lead arsenate, $\text{Pb}_3(\text{ASO}_4)_2$).

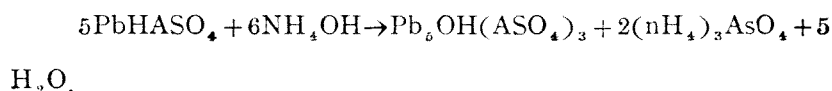
砒酸鉛在近時應用頗廣,分為二類,即酸性砒酸鉛(Acid lead arsenate Pb HASO_4)與鹽基性砒酸鉛(Basic or triplumbic lead arsenate, $\text{Pb}_4(\text{PbOH}(\text{ASO}_4)_3, \text{H}_2\text{O})$).酸性砒酸鉛之名稱頗多,如 Dilead orthoarsenate, Natural lead arsenate, Bibasic lead arsenate, lead hydrogen arsenate, Diplumbic arsenate.

酸性砒酸鉛在工廠內預備之方法,即用砒酸鹽類($\text{H}_3 \text{AsO}_4$)與氧化鉛(PbO)相混和再加少量之硝酸,即得(Mc Ind-oo: U. S. D. A. Bull. 1147).



由此法所成之酸性砒酸鉛,內含氧化砒有 31—33 %.

鹽基性砒酸鉛之預備法頗多，惟亦可由酸性砒酸鉛與氫氧化氨(Ammonium hydroxide NH_4OH)相合而成（如Smith氏預備法）。



如此預備之鹽基性砒酸鉛內所含之氧化砒(As_2O_3)為23.2%，氧化鉛為75%。

酸性砒酸鉛，今日用之極廣，其殺蟲力速，質輕能久凝於水中，噴射植物上後，其黏着力強，但易損及幼嫩之植物，現今市場出售之砒酸鉛，多半屬於是種，所含之砒較多，其性質頗為穩定，故可與其他化學物相混合，而不起沉澱。

鹽基性砒酸鉛，體重而呈粒狀，與水相混，極易沉下，且含砒較少，性質極穩定，噴射於植物上，雖無傷及組織之虞，但為昆蟲吞後，亦不易與胃液發生變化，大多由糞內排出，因此其殺蟲力，較之酸性砒酸鉛為弱，故在市場上，此類砒劑出售頗少，但有時在天氣過濕之區，而所噴射之植物，又為極嫩之枝葉，或為果蔬等，由是鹽基性砒酸鉛，可代酸性砒酸鉛（因在多濕之氣候下易分解致傷及植物）而施用，惟所用分量須多。

酸性砒酸鉛，在晴和天氣，可用以治核果樹及其他蔬菜上之害蟲。

砒酸鉛在市場上，有糊狀及粉狀兩種，前者含水50%，致

其容積頗大，運輸不便，故人常用粉狀，砒酸鉛可與菸鹼，機油乳劑，波爾多液相混用，但不能與石灰硫磺液，硫化鉀，鈉(Sodium or Potassium sulphide)，或平時洗衣之肥皂，相合而用，其理由如下。

1. 如與溶解之金屬鹽類相混合，能生出游離之砒酸。

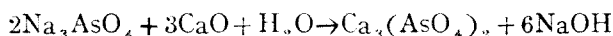
2. 如與皂肥，或肥皂所成之乳劑相混合，則液中有游離鹼，因而能產生鉛肥皂及砒酸鈉或砒酸鉀。

3. 若與石灰硫磺液相混合，如無多量之石灰存在於液中時，則內中之鉛鹽類，即起分解，而成硫化鉛及硫化砒酸鈣(Calcium sulpharsenate) 同時有砒酸之分出，故其結果，不但可溶解之砒增加，而液中之硫磺及多硫化物之總量，亦為之減少。

如吾人用糊狀之酸性砒酸鉛噴射果樹（蘋果、櫻桃、梨、李等）或其他行道樹，可以藥三磅，加水五十加侖，如為粉狀者，則可用藥半磅，加水五十加侖。

b. 砒酸鈣(Calcium arsenate. 或稱 arsenate of lime $\text{Ca}_3(\text{AsO}_4)_2$).

砒酸鈣，色白，粉狀，質輕而性不穩固，遇水則易分解，普通製造之時，可用生石灰（純粹者）五十五磅，少加以水，俟其溶化，同時以砒酸鈉一百磅，溶解於熱水中，然後與石灰相混和，并加攪擾，使石灰完全和化，再行過濾，使乾即成，其化學上之變化如下。



砒酸鈣內含氧化鈉15%，市場內出售之砒酸鈣（有糊狀、粉狀兩種）含砒量極多（有五氧化砒自42—48%），惜其可溶性砒有0.75%，因其含砒量多，故殺蟲力強，用時或以粉狀噴於植物上（在美國加州殺瓢蟲之藥量為一份砒酸鈣加四至八份風化石灰粉），或充水噴射亦可（ $\frac{1}{2}$ 盎司砒酸鈣加水一加侖），如欲以此藥，用於軟嫩之植物上，則須與等量之新鮮石灰，或一半倍之風化石灰相合，施用藉以中和其游離砒酸或其他已溶解之酸，否則易於傷害植物，核果中如蘋果、梨等則不可用此劑以噴射。

砒酸鈣可與菸鹼石灰硫黃液波爾多液合用，但不可與肥皂相混合而噴射，因可使藥內之砒酸分解而出致傷植物也。

c. 巴黎綠 (Paris green, $3\text{CuO} \cdot \text{As}_2\text{O}_3 \cdot \text{Cu}(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_2$).

巴黎綠在化學上之名稱為醋酸基代砒化銅 (Aceto-arsenite of copper) 內含砒頗多（有五氧化砒58.55%以上），內中可溶解性之砒，有2—3%，此外更有氧化銅31.39%、醋酸10.06%，在胃毒劑殺蟲藥內，此藥應用最早，殺蟲力強，但易傷植物（因可溶性砒多），故不能用於核果，及其他植物如豆類、蕃茄等，因此種植物組織柔軟，對於此藥受害頗甚。

巴黎綠遇水之後，黏力頗弱，且極易沉澱，故近時均以砒酸鉛及砒酸鈣代之。

此藥可與波爾多液相配用,但不可與石灰硫磺液、肥皂,或其他硫化物相混合。

平常均用此藥以製毒餌,成效頗大,有時用以殺具有堅固體皮之昆蟲,用時可以 $\frac{1}{2}$ 磅之巴黎綠,與一磅石灰及五十加侖之水相和。

d. 白砒(White arsenic or arsenic trioxide or arsenious oxide As_2O_3).

此藥為製造其他各種砒類殺蟲劑之基本藥,色白,粉狀,殺蟲力強,而價最廉,惜全部之砒,均能溶解於水,故僅能用以製毒餌,當溶解於水中時,所成之砒酸,如與鹽類相遇,能產生各種鹽類,如巴黎綠及砒化鹼(Arsenite of soda)。

2. 氟化物類

a. 氟化鈉(Sodium Fluoride, Na F).

氟化鈉除用以殺咀嚼口式之昆蟲外,能兼作接觸劑,因此藥入昆蟲之氣管後,即能使之中毒,近時用以治家禽、家畜體外之寄生蟲,及室內之蜚蠊等,頗有效果,但不能噴射於植物上,市場所出售者,為粉狀,或已與其他化學物相混合而成液體,因其劇毒,用時切不可與吾人之食物相接近,否則易生危險。

b. 氟矽酸鹽類(Fluosilicate).

近數年內,昆蟲學家,採用氟矽酸鈉(Fluosilicte of Sodium, Na_2SiF_6) 及氟矽酸鈣(Ca_2SiF_6) 等以殺咀嚼口式之昆蟲,頗

具效果。

3. 蒜藜蘆粉(Hellebore).

蒜藜蘆屬於百合科，爲植物中有殺蟲效力之藥，其根乾後，磨碎成粉，即可散佈於植物上以殺害蟲。

蒜藜蘆普通有二種爲白蒜藜蘆(*Veratrum album*)及美洲產蒜藜蘆(*Veratrum viridis*)，當此種植物新鮮時，毒性頗強，對於昆蟲發生劇毒，但不害及高等動物，雖其價格頗貴，惟以其有強大之毒力，故對於成熟之果品，及葉用之蔬菜等，用之頗廣，以代砒類殺蟲劑，可使食果蔬者免中砒毒之慮（果蔬上噴砒後，吾人如不小心洗之，常中砒毒）。儲藏此藥之器具，必極緊密（因易發揮）用時可與其他殺菌劑（接觸劑亦可）相混合，如用粉末散佈者，則可與麵粉或石灰相混合，或用此粉一或二磅，加水一加侖即可噴射。

4. 毒餌(Poison baits).

有數種生活於室內、土下、地面之昆蟲，或在噴射能力不能達到之處，則可用毒餌以誘其食，使害蟲中毒而死，毒餌內之混合物有三，即毒藥、載藥物及昆蟲所好食之物，其配合方法，錄之如下。

a. 殺蝗蝻、切根蟲、行軍蟲、油葫蘆等之毒餌。

本類毒餌內，所用之砒，性均猛烈，而極易溶解，如白砒、巴黎綠、亞砒酸鈉等，皆爲常用之毒藥，砒酸鉛因毒性較弱，故不宜採用，有人曾用氟化鈉以殺蝗蝻與蠶蛾頗有效果。

所用之載毒物，普通為麥麩，其他如硬木之鋸屑、米糠、穀類粉末、黃花菜(Alfalfa)之莖葉屑末、新鮮馬糞或報紙細屑等，亦均可借用。飴糖為毒餌中，誘昆蟲來食之物，有時更放入其他芳香物，如橘汁、檸檬汁、醋酸五炭矯基(Amylacetate)鹽、西瓜汁及蘋果汁等，茲舉一配合式如下。

| | |
|---------------------|-------|
| 麥 麩 | 25 磅 |
| 白 砒 或 巴 黎 綠 | 1 磅 |
| 飴 糖 | 2 夸 脫 |
| 水 (將 毒 餌 拌 濕 為 度) | 3 加 侖 |

製法，先秤出麥麩，然後加入一定分量之白砒，拌和均勻，再徐徐加入飴糖液及水（先將一部之水，與飴糖相混），再上下拌攪，使全部潤濕，即成。毒餌用時，可散佈在地面，約六市畝，用五至十磅。如用以殺蝗蝻者，則散放時間，須在清晨。切根蟲、行軍蟲及螻蛄等，均在夜間活動，故散放毒餌之時，須在黃昏時行之。

d. 殺蟻之毒餌

育蠶之家，或住宅之內，常有數種蟻之擾攘，可用下列毒餌殺之。

| | |
|---------|------------------|
| 糖 | 1 磅 |
| 水 | 1 品 特 |
| 亞 砒 酸 鈉 | 125 克 冷(Grains). |
| 蜜 | 1 茶 匙. |

製法,先將糖水與亞砒酸鈉煮之,使完全溶和,然後將蜜加下即成,毒餌殺蟻之時,在蜜汁內所用之毒量宜少,如是職蟻食後,不立即死,使其將毒物運入巢內,以飼幼蟲與后蟻,如所加之毒量太多,蟻能察覺而不食。

c. 殺蠅蛾類之毒餌

用福爾美林 (Formalin) 一茶匙,加一品特之充水牛乳 (水與牛乳對半),即可用以除蠅,如用以驅除果蔬上之蠅,則可用砒酸鈉,砒酸鉀,砒酸鉛等,混和於飴糖液內,噴射於果蔬上,近數年來,對於若干種蛾類 (其幼蟲為害作物果蔬者),亦用毒餌誘殺,惟須加一種芳香物如果汁,醋酸五炭矯基 (Amyl acetate),乙烷醇 (Ethyl alcohol) 等。

二 接觸劑 (Contact poison)

接觸劑,宜施用於吸收口式之昆蟲,所用之藥,屬於有機物者,有菸鹼,除蟲菊,魚藤 (Deris),苦木 (Quassic) 等;屬於苛性之無機物者,有石灰硫磺液,硫磺粉,肥皂等;屬於油類者,有礦物油,植物油等,當吾人噴射一種接觸劑時,須十分周詳,務使所欲殺之蟲,均觸着藥劑,決不能如施用胃毒劑之噴射於害蟲大發生前,以作為一種保護性質。

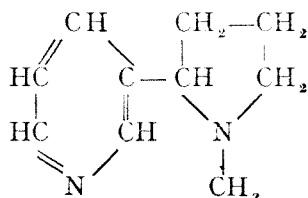
接觸劑內,所用之藥,種類頗多,而大多數之藥,性極猛烈,同時亦可傷及植物,故用時須留意,務使毒劑施用之後,在分量上,時間上,可以達殺蟲之目的,而不害及植物。

接觸劑殺蟲之原因,在 (一) 封閉昆蟲之氣孔,使其不能

呼吸而窒死,或塗黏於卵外,使幼蟲不得化出。(二)腐蝕昆蟲體上一部份之組織。(三)藥侵入昆蟲之體皮內,肛門內,或氣管內,使組織中之原生質凝固。第一毒象爲噴射油類後之結果,第二毒象爲噴射石灰硫磺液後之結果,第三毒象,爲施用二氯化汞(Mercury dichloride),煤膠油(Coal-tar oils)及高等之脂肪酸後所常見。

(1) 菸鹼(Nicotine $C_{10}H_{14}N_2$).

菸鹼爲煙草中之一種植物鹼(爲 β -n-methyl pyrrolidine),化學上之構造爲:



純粹者,作黃色之油體,可溶於水、酒精,及乙醚(Ether)中,沸點爲 247°C . 揮發性強,故須藏於緊密之器內。菸鹼如欲自製,則可以煙草之莖葉,用水煮或浸,所得浸出液,如含有菸鹼有 0.05% 者,即有殺蟲效力。惟煙莖葉內,所含菸鹼之多少,頗難預測(因菸草之種類,及其產地不同而異),在工廠內,預備菸鹼時,先將菸鹼由煙草中蒸出,然後再與硫酸相混合,而成一種硫酸鹽(爲 Pyridine-methyle-pyrrolidine sulphate),在市場所出售之一種“黑葉四十號”(Black leaf 40, 美國出品)即由此法製成,內含菸鹼重量 40%,殺蟲效力極大。菸鹼除與硫酸

相合，成硫酸菸鹼(Nicotine sulphate)外，純粹之菸鹼，亦有出售。後者較前者為活動，殺蟲力速，但易於揮發，故用之頗少。平日施用時，在一加侖硫酸菸鹼（有40%菸鹼）或純粹菸鹼內，可加800—1000加侖之水，或用一二茶匙之菸鹼與一加侖之水和，以殺蚜蟲、浮塵子及其他軟體昆蟲。

菸鹼液，在噴射之時，常加少許肥皂液，藉以增加其瀰散力，而殺蟲力亦更強大（每一加侖之菸鹼液內加肥皂一立方英寸），但菸鹼與砒劑混用時，則不能再加肥皂。菸鹼亦可與乳劑相混用，其瀰散力亦因而增加。

菸鹼或硫酸菸鹼，常與風化石灰、硫磺粉及其他輕細之粉末，混合一起，成為粉狀體，使其揮發面積，為之增加。惟二者應用之環境不同，在乾熱氣候之下，則用純粹菸鹼所配合之粉；由硫酸菸鹼配合之粉，則宜用於較濕之天氣下，如在雨後或清晨，植物上着水頗多，此時噴散菸鹼粉末亦無所害。

菸鹼粉自製頗易，成本較廉，且新製成者，殺蟲力大，其製法如下。

用硫磺粉，或風化石灰，或其他輕細之粉、灰末等，傾入一可密閉之桶內，然後再加入相當分量之40%硫酸菸鹼，或40%純粹菸鹼液，更放入十至十五個大如雞蛋之石子（四面須平滑），再將桶上之門關閉，然後緩緩轉桶，為時約十分鐘左右，使粉與菸鹼，混合均勻，所做成之菸鹼粉，如不即用者，則須藏於緊密之器，及乾冷之處，否則極易揮發（因粉與菸鹼

相混和後其揮發力更形增加極易化氣)。關於所用粉末之分量,及菸鹼液之多少,所做成粉末內,含菸鹼之百分數等,可參考下列所示算法。

菸鹼或硫酸菸鹼(40%) $1\frac{1}{4}$ 磅,加粉 $48\frac{3}{4}$ 磅 = 1% 菸鹼粉,菸鹼或硫酸菸鹼(40%) $2\frac{1}{2}$ 磅,加粉 $47\frac{1}{2}$ 磅, = 2% 菸鹼粉,菸鹼或硫酸菸鹼(40%) $3\frac{3}{4}$ 磅加粉 $46\frac{1}{4}$ 磅, = 3% 菸鹼粉,菸鹼或硫酸菸鹼 $6\frac{1}{4}$ 磅,加粉 $43\frac{3}{4}$ 磅 = 5% 菸鹼粉。

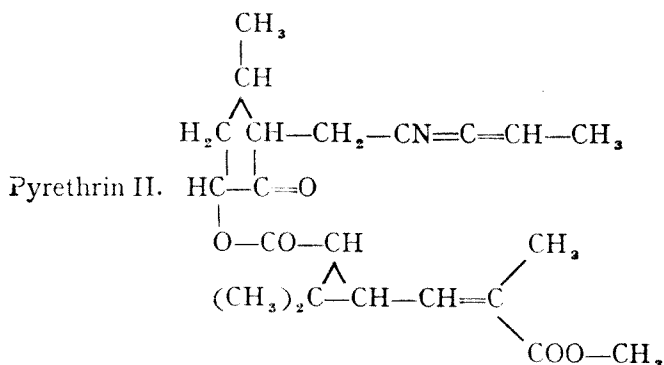
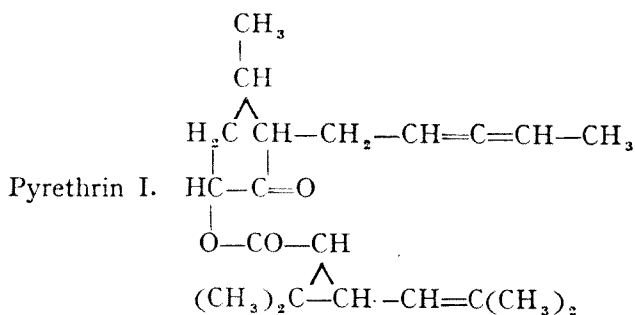
在製造上列粉末之時,桶內所裝石灰及菸鹼之量,不可太多,其體積大概不能過全桶三分之一左右,當菸鹼液與風化石灰相混合後,有一部分之菸鹼,分解而發出一種極強之菸(NH_3)氣味。

當蚜蟲及浮塵子等,體着氨鹼液後(由呼吸系穿入組織內),神經上,即起一種麻醉現象;同時其心臟之跳動,先呈增速而後漸次遲緩,葉弗氏(Shafer)云,昆蟲在菸鹼蒸氣下,死亡原因,在其吸收氧氣之機能,漸次減少。

(2) 除蟲菊粉及其浸出液(Pyrethrum powder and extracts).

除蟲菊粉及其浸出液,均由除蟲菊製造,殺蟲力強(因具有一種揮發油),可除多數昆蟲,而無傷及動植物,故近年社會應用,日益增廣,考現時各地栽培之除蟲菊,用以製殺蟲劑者,有三種,即 *Chrysanthemum cinerariaefolium* (開白花,最普通), *C. roseum*, *C. Marshallii*. 現時中國各地所種之除蟲菊,均為開白花者。

除蟲菊能殺蟲之原因,在具有一種除蟲菊精(Pyrethrin),該精爲黃色之油狀,不溶於水,而溶於以太,可羅芳,酒精,石油等液內,其化學之構造有二種,即



除蟲菊精,在除蟲菊之各部,以花爲最多,葉莖較少,在花部者,大多在花之子房部,而未開及正開之花,含量更多,有人報告,爲老熟之種子,殺蟲力最大,別一報告,則云未開放之花,殺蟲力最強,據日本山本博士之報告,風乾之花內含除蟲菊精0.8—1.5%,惟因花之部位及成熟程度之不同,而除蟲菊精

之成分亦因有異。

除蟲菊精殺蟲力強，若昆蟲吞入胃內，則起嘔吐，中毒而死；若與昆蟲之皮膚接觸，則由氣管穿入體內，使筋肉神經中毒，麻醉而死，村川氏云除蟲菊粉中含除蟲菊精0.2%已足殺滅昆蟲而有餘。

除蟲菊精，對於光、熱、潮濕、氧化等作用，極易感受，因此其毒力消失亦易，如遇高溫，則易起分解作用，而揮發力更形增加（製成之後如即應用則殺蟲力極強），如在濕處，則起加水分解作用，均可減少其殺蟲力。

普通貯藏半年之花，除蟲菊精，減去20%，如一年者可減30%至40%不等，但將除蟲菊，用石油二氯化烯等，製成之汁，藏於緊密之鐵桶，或棕色玻璃瓶內，在溫度26°C至34°C下，可貯藏一年之久，用除蟲菊乾花，製成之粉，或其粉末與草木灰、硫磺粉等相混合（一份除蟲菊粉加十份草木灰），可以殺蠅、椿象、葉蜂之幼蟲、切根蟲、夜盜蟲等，此法在十餘年前，風行一時，現時則大多以除蟲菊花及其他部用石油、酒精、乙醚(Ether)可羅芳、三氯化乙烯(Ethylene trichloride)、醋酮(Acetone)等，將除蟲菊精油浸出，製成一種液體，并可與其他藥品相混合，故在市場上，所出售之名目極多，據阿薄得氏(Abbott)云，用除蟲菊所配成之殺蟲劑，現今有二千種左右，可殺各種室內害蟲，如蚊、蠅、臭蟲、蟻等，以及家畜家禽體上之外部寄生蟲，用除蟲菊與石油肥皂配製合劑之公式頗多，茲錄一式

如下。

除蟲菊粉一磅，石油三加侖，肥皂八至十二盎斯，水（純潔）六夸脫。

製法先將除蟲菊粉傾入石油中密閉二晝夜，次將肥皂溶化於水中（加熱），然後將二液混合一起，使溫度在 70°C 左右，搗成乳劑，即成原液，如用以殺蚜蟲者，則一倍原液中，加水五十倍。

(3) 硫磺石灰硫磺液硫化物

硫磺、石灰硫磺液及硫化物等，在接觸劑中，用之頗廣，以驅除紅蜘蛛、介殼蟲、蚜蟲及其他軟體昆蟲，其配合方法，及殺蟲之原理述之如下。

(a) 硫磺粉

硫磺粉，對於鷄蝨及紅蜘蛛等，用之奏效頗大，并可與其他殺蟲劑，如砒酸鉛等混用，下式之配合，可施用於桃樹、蘋果、梨上以殺紅蜘蛛等。

| | |
|-----|------|
| 硫磺粉 | 80 磅 |
| 熟石灰 | 10 磅 |
| 砒酸鉛 | 10 磅 |

硫磺粉具有揮發性對於鷄蝨等中毒更甚。

(b) 硫磺粉與其他藥品之混合式

甲、硫磺肥皂液，用以殺紅蜘蛛者。

| | |
|-----|------|
| 硫磺粉 | 10 磅 |
|-----|------|

| | |
|----|-------|
| 肥皂 | 2 磅 |
| 水 | 50 加侖 |

乙、美國紐求色省(New Jersey)之配合法(乾用以殺植物病菌)

| | |
|-------------------------|------|
| 硫磺粉 | 8 磅 |
| 熟石灰 | 4 磅 |
| 乾酪酸鈣(Calcium Caseinate) | 8 盎斯 |

配合成後,取出原劑十二磅半,再加五十加侖之水,可在夏季噴射於蘋果及桃樹上,以殺病菌。

丙、自沸石灰硫磺液

| | |
|-----------|-------|
| 硫磺粉 | 8 磅 |
| 生石灰(品質須好) | 8 磅 |
| 水 | 50 加侖 |

當生石灰遇水行分解之時,即將硫磺粉加入,攪拌均勻,在夏季可用此劑,噴射於核果樹上,以除菌害,對於介殼蟲在美國曾試用,於聖納散介殼蟲(San José scale)亦可試用。

丁、膠質硫磺(Colloidal sulfur).

將硫磺氣,通入肥皂水中,或入一種膠水內,或將硫化氫(H_2S)氣通入二氧化硫(SO_2)液內,用時,可與砒酸鉛相混合,以除蘋果蠹蛾,捲葉蟲及癬病等。

(c) 硫化物

甲、沸製石灰硫磺液

1. 自製濃汁石灰硫磺液

| | |
|-----------|-------|
| 生石灰（品質須好） | 50 磅 |
| 硫磺（粉狀） | 100 磅 |
| 水 | 50 加侖 |

將上配合量煮沸四十五分鐘至一小時，再加水，使液之濃度，在波美氏浮秤(Baumé (Bé))上為五度。

2. 商販石灰硫磺液

由市場上購得之石灰硫磺液，用時可加水，使淡至波美氏浮秤上為五度，（大約用一份石灰硫磺液，加水七份至八份）作為冬季除介殼蟲之用，商販之石灰硫磺液，其品質稱為良好者，在美波氏浮秤上應為 32° — 33° （比重 1.283—1.25）液內含多硫化鈣 (Calcium polysulphide) 30—32%，抱硫硫酸鈣 (Calcium thiosulphate) 1.5—2.5%。

乙、乾硫磺混合物

1. 乾石灰硫磺

乾石灰硫磺粉（去水即成），為近數年內在市場所出售者，內含多硫化鈣較石灰硫磺液為多（多二倍），游離硫磺有 8—14%，便於運輸移帶；但用時需量較多，施用之時，可以乾石灰硫磺十五磅，加水五十加侖，在冬季可除介殼蟲。

2. 硫化鈉混合物 (Sodium sulfide Compound)

用乾硫化物十二磅半，加水五十加侖，在冬季除介殼蟲。

3. 四硫化鋇 (Barium Tetrasulfide)

用四硫化鋇十五磅左右,加水五十加侖,在冬季除介殼蟲。

丙、硫化鉀(Potassium sulfide).

用硫化鉀一盎斯,溶解於二加侖水中,可噴射紅蜘蛛。

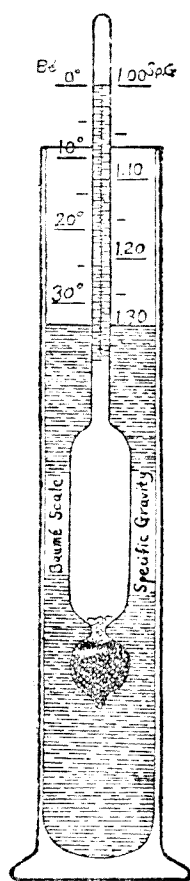
硫磺與石灰,本不溶解於水,但一經沸煮以後,則二者相合而產生各種鹽類,內中有數種,可以溶解,有數種則起沉澱,故石灰硫磺液內,含有下列之化合物。

1. 五硫化鈣(Calcium pentasulfide Ca S_5)
2. 四硫化鈣(Calcium tetrasulfide Ca S_4)
3. 抱硫硫酸鈣(Calcium thiosulfate CaS_2O_3)
4. 亞硫酸鈣(Calcium Sulfide Ca SO_3)

以上 1—3 能溶解於水而亞硫酸鈣則不易溶解,常與石灰內之雜質如鐵、鎂等混合,沉澱於底,此為吾人自製石灰硫磺液時,所常遇者(市場出售之石灰硫磺液,此種沉澱物已濾去,)。五硫化鈣、四硫化鈣、抱硫硫酸鈣(內五硫化鈣與四硫化鈣,合稱為多硫化鈣 Calcium polysulfides),其信具有腐蝕性,為石灰硫磺液內殺蟲之要素,同時使液現紅色者也。

石灰硫磺,初製成時,液內所含之氫氧化鈣極多,入後此種鈣,復與液內之五硫化鈣,相合而分出,此為石灰硫磺液,放置數日後,有紅色或黃色之結晶體,沉澱於底之現象。

自製石灰硫磺液之配合方法頗多,但下錄一方法,較為適當。



第二〇八圖
用浮秤量石灰硫磺液圖。浮秤上所記為市上出售之石灰硫磺液濃度。(After Metcalf).

| | |
|-----------|-------|
| 石灰 (須極純粹) | 50 磅 |
| 上等硫磺粉 | 100 磅 |
| 潔水 | 50 加侖 |

吾人自製之時,如需用量頗少,則可照上述比率而減少之,其製法如下。

先用十七加侖之水 (由 50 加侖內取出),溶化石灰,俟其完全化成乳狀,再將和水之硫磺粉傾入 (硫磺粉先用水拌和,成糊狀),攪拌均勻,然後將其餘之水傾入,沸煮四十五分鐘至一小時左右即成。在煮沸之時,水分蒸發頗多,故須隨時加水,使保存原來之水平面,如此製成之原液,即可貯藏於密閉之桶內。

測量石灰硫磺液之濃度,可用浮秤 (Hydrometer),凡液愈輕,浮稱愈見下沉;液愈重,浮秤浮起愈高。在浮秤之桿上,刻有二行之標準度數。

- (1) 為比重度數 (Specific gravity) 當水在 70°C 度時,其比重度數上為 1. (即其開始之度數)
- (2) 波美度數 (Baumé (Bé) Scale) 當水在 70°C 度時,波美度數為 0 (即其開始之度數)。

波美在英文上簡寫為Bé,用浮秤以量石灰硫磺液之方法如圖(第二〇八圖)所示。

自製石灰硫磺液,及市場購來者,均須加水稀釋,但其原液之濃度,差次不一,市場出售者,其濃度大多在波美度上為33°(Bé),如在冬季用時(噴射於果樹上),則可用原液一份,加水七或八份,若在夏季噴射,則其比率為1份原液,加水四十九份,下表乃示五十加侖之稀薄石灰硫磺液,所需用之原液分量。

第九表 濃度石灰硫磺液加水表

| 浮 秤 度 數 | | 冬季時噴射於果樹上以防治介殼蟲或梨樹上之壁蟲 (稀液為 5° Bé左右) | | 夏季時噴射於蘋果梨櫻桃樹之葉上 (稀液稍較 1° Bé 為低) | |
|------------------|-------|---|------------------------|------------------------------------|------------------------|
| 波 美 氏 記 度(Bé) | 比 重 | 用以下所錄若干份之水與一份石灰硫磺液相和 | 用以下若干加侖之石灰硫磺液充成五十加侖之稀液 | 用以下所錄若干份之水與一份石灰硫磺液相和 | 用以下若干加侖之石灰硫磺液充成五十加侖之稀液 |
| 36 | 1.330 | 8 1/10 | 5 1/2 | 56 1/7 | 7/8 |
| 35 | 1.318 | 7 7/10 | 5 3/4 | 54 | 7/8 |
| 34 | 1.306 | 7 1/3 | 6 | 52 | 1 |
| 33 | 1.295 | 7 | 6 1/4 | 49 | 1 |
| 32 | 1.283 | 6 7/10 | 6 1/2 | 45 | 1 1/8 |
| 31 | 1.272 | 6 2/5 | 6 3/4 | 43 1/2 | 1 1/8 |
| 30 | 1.261 | 6 1/7 | 7 | 41 | 1 1/4 |
| 29 | 1.250 | 5 9/10 | 7 1/4 | 39 | 1 1/4 |
| 28 | 1.239 | 5 2/3 | 7 1/2 | 37 | 1 3/8 |
| 27 | 1.229 | 5 1/4 | 8 | 35 2/5 | 1 3/8 |
| 26 | 1.218 | 4 9/10 | 8 1/2 | 32 1/3 | 1 1/2 |
| 25 | 1.208 | 4 7/10 | 8 3/4 | 29 | 1 5/8 |
| 24 | 1.198 | 4 2/5 | 9 1/4 | 25 2/3 | 1 7/8 |
| 23 | 1.188 | 4 1/8 | 9 3/4 | 24 | 2 |
| 22 | 1.178 | 3 4/5 | 10 1/2 | 22 1/2 | 2 1/8 |

| | | | | | |
|-----|-------|--------|--------|--------|-------|
| 2 1 | 1.169 | 3 1/2 | 11 1/4 | 21 1/4 | 2 1/4 |
| 2 0 | 1.160 | 3 1/6 | 12 | 19 | 2 1/2 |
| 1 9 | 1.151 | 3 | 12 3/4 | 18 | 2 5/8 |
| 1 8 | 1.142 | 2 7/10 | 13 3/4 | 17 | 2 3/4 |
| 1 7 | 1.133 | 2 1/2 | 14 1/2 | 15 2/3 | 3 |
| 1 6 | 1.124 | 2 1/4 | 15 1/2 | 14 1/3 | 3 1/4 |
| 5 | 1.036 | 0 | 50 | 4 | 10 |
| 1 | 1.007 | 太 弱 | 太 弱 | 0 | 5.0 |

上表祇示用量之大概數目，石灰硫磺液在貯藏中，其濃度時有變異，故用時，在按照上表所錄分量沖稀之前，須先用浮秤，量其濃度，如用以在冬季噴射樹上之稀液，在波美度上，為 5° 度左右，或其比重為1.035，若用在夏季噴射者，則稀液在波美度上，為10左右，或其比重為1.005左右。

在市場所出售之溶解硫化物(Soluble sulfide)及一種商業名稱曰“B. T. S.”者，即為硫化鈉(Sodium sulfide)及硫化鋇(Barium sulfide)，其殺蟲力，一如乾石灰硫磺液粉，惟硫化鋇不可與砒酸鉛混用。

石灰硫磺液噴射後，因氧化作用，將硫磺分出，凝結於葉面，致傷及植物，其化學變化為 $\text{CaS}_5 + 3\text{O} \rightarrow \text{CaS}_2\text{O}_3 + 3\text{S}$ 。以上二作用，在野外發生頗速，惟抱亞硫酸鈣之氧化現象，則頗遲緩。

石灰硫磺液，毒殺蚜蟲，介殼蟲，及其軟體昆蟲之原因，為

1. 與氧之化合力極大，能將蟲體內之氧吸出，蚜蟲與介殼蟲，為需氧較多之昆蟲，故其中毒後，不久即死。
2. 石灰硫磺液，噴射於葉面，起一種化學作用，而成抱硫

硫酸鈣,及游離硫黃,前者對於介殼蟲中毒極甚。

3. 石灰硫磺液,有還原力,故介殼蟲之蓋上,或其四周之新蠟,常被軟化或竟溶化。
4. 介殼蟲在幼蟲時期,一遇石灰硫磺液之揮發氣味,極易中毒。

施用石灰硫磺液時,不可與肥皂或肥皂油乳劑,互相混合。

(4) 油類

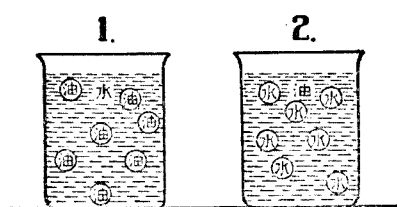
油類之用為殺蟲劑者,種類頗多,其主要者,有礦油,植物油(胡麻子,豆油等),動物油(魚油),礦油之殺蟲力較強,應用頗廣,可分為二類,(一)輕質油(Light oil)沸點為 150° — 550° F,如汽油(Gasoline),石油及數種柴油。(二)重質油(Heavy oil),沸點為 550° F。以上二種,普通均稱曰機械油及粗油。

用油殺昆蟲,有時並不將油沖稀,即用原油施用,如驅治蚊之幼蟲(滴油入水即可),及家畜體外之寄生蟲,或在無關重要之植物上,殺除害蟲,均可直接施用原油。

油類對於植物,為害頗甚,故平常用油殺蟲之時,須先調製,或為乳劑(Emulsion),而後施用。配製乳劑方法,為{(肥皂+熱水)+石油}+攪動,別有一種方法,曰冷配法者,在此處則不加詳述,但由此法所配成之乳劑,可再加波爾多液(Bordeaux Mixture)乾酪酸鈣,膠質,粘土等,以增加乳劑之黏力,及殺蟲力。

肥皂液與石油類,相混合而成乳劑狀態,乃為膠質系統 (Colloid system) 內之一種現象,在乳劑內有兩種型,(一)為“油包水”式(Water-in oil type),(二)為“水包油”式(Oil-in water type) (圖二〇九),此二式乳劑型之決定點,在二種

液體(水與油)相混和後,何種成為散亂相(Disperse phase)何種成為散亂媒 (Dispersion Medium). 鈉或鉀肥皂,能溶化於水,故鈉肥皂液,與油相混合後,加以攪動,即成“水包油”



第二〇九圖 二種乳劑型

1. 水包油式,

2. 油包水式(Abter Holmes).

式之乳劑,此種乳劑內,油為散亂相,水為連接相(Continuous phase). 鈣肥皂不溶解於水,而能溶解於油,故鈣肥皂液(鈣肥皂溶化於油中)與水相混合後,即成“油包水”式之乳劑. 此種乳劑型內,水為散亂相,油為連接相,由此觀之乳劑之不同,在“乳劑固定物”(Emulsion Stabilizers)之能溶解於何種液體內(水或油)而異.

在乳劑內,散亂相所占之面積,無一定比率,畢克林氏(Pickering)云,在一種“水包油”式之乳劑內,水因成乳劑物(Emulsifying agent)之關係,能使99%之油,散亂於1%之水液中.

“成乳劑物”除肥皂類外(鉀肥皂較鈉肥皂為佳),許多膠類,均可用以製乳劑.

在接觸劑內，石油與熱肥皂液相混合，乃為一種“水包油”式之乳劑，即在油點之四周，圍以一薄層之肥皂液，使油點永遠懸游，彼此不能結合。

配合乳劑之時，如兩液之溫度愈高，及兩液之粘度(Viscosity)愈強，則乳劑之成就愈易，同時配合之時，須加攪擾，使兩液得以雜亂。

平日常用之殺蟲乳劑，為機械油乳劑(Lubricating-oil emulsion)、粗油乳劑(Crude-oil emulsion)、蒸溜油乳劑(Distillate-oil emulsion)及石油乳劑(Kerosene emulsion)。

a. 機械油乳劑

本種乳劑，用以除介殼蟲，及其他落葉樹、行道樹上之害蟲，下為一適當之配合方式。

輕質機械油⁽¹⁾ 1 加侖

水 1 夸脫

鉀魚油肥皂或鉀植物油肥皂(Potash fish-oil soap or Potash Vegetable oil soap.) 1—2磅⁽²⁾

製法將水、肥皂、油三者，放入鍋內，加熱後，然後用噴射器（將噴射頭(Nozzle)上之螺旋板除去，往復抽射，使液內所受之壓力，在75—250磅左右，如是約數分鐘即成，（乳劑在熱時

(1) 所謂良好之輕質機械油如下。

溫度在110°C時，四小時內其揮發力(Volatility)不超過2%。

比重在溫度20°C時為0.87—0.93。

(2) 用肥皂之分量視水之硬度而定。

抽射有用)此種所製成之液稱曰原乳劑(Stock emulsion),平常如製大量原乳劑時,宜用蒸氣煮之,煮此乳劑之鍋,切不可即用曾煮過石灰硫磺液者,而儲藏之桶,亦宜避免曾用過石灰硫磺液之器具。

在此種乳劑內,常雜以(當液加熱抽射時)波爾多液、乾酪酸鈣及其他膠質物等。

b. 蒸溜油乳劑

用以下殺果樹上花蝨(Thrips),其原乳劑之配合方式如下。

| | |
|------------------|-------|
| 沸水 | 12 加侖 |
| 魚油肥皂 | 30 磅 |
| 低級蒸溜油(30°—34°Be) | 20 加侖 |

製法,將沸水傾入一桶內,再加肥皂,俟其完全溶化,即將油加入,同時擾攪數分鐘,然後再用噴射器,抽射,使液內所受壓力,在 175 磅左右,製成之後,可儲在清潔之桶內。

c. 混合油(Miscible oils).

在市場出售之混合油,種類頗多,均用以除介殼蟲,及其他軟體昆蟲者,混合油內,大多和以植物油,或礦物油與植物油之混合物,或魚油與肥皂相混合一起,加水之後,即成乳液。市場出售之混合油(由美國製造者),當應用時,可以油一份,加水十五至四十份(沖稀時加水之分量可照各公司所指示之數量),在冬季可用以除介殼蟲。

自製混合油之配合方式,可參照下列分量.

| | 以重量計 | 以容積計(Volume) |
|----------------|-------|--------------|
| 機械油 | 90 % | 91 % |
| 木油肥皂(Cresosap) | 10 %. | 9 %. |

(木油肥皂由鉀魚油肥皂(Potash fish-oil soap)五份(以容積計)溶解於四份之 Cresylic acid 中或木油(Cresol)內(二物相混合時如以重量計其比率為 $5 \frac{1}{2} - 4 \frac{1}{2}$)。此種肥皂中無鹼質而含有水分 30 %。此處切不可用鹼肥皂(Soda soap)或弱鉀性肥皂以代鉀魚肥皂)。

(5) 石油乳劑

石油乳劑在昔用之頗廣,後發現能傷害植物,故近時常用別種乳劑代之,其配合之方法如下.

| | |
|------|-----------------|
| 軟水 | 1 加侖 |
| 洗衣肥皂 | $\frac{1}{2}$ 磅 |
| 石油 | 2 加侖 |

製法,先用肥皂溶解於水,使沸,然後加入石油(加石油時將火移去),再用噴射器抽射十分鐘左右,同時可加相當之水,使成稀液.

(6) 肥皂

肥皂溶解於水後,亦為一種良好之接觸劑,普通所用之殺蟲肥皂,為鉀魚肥皂(Potash fish-oil soap),而洗衣用之肥皂(為鈉肥皂 Sodium Soap)多用為粘着劑及瀰散劑(與其

他藥劑相混合,使藥液內之黏結力,及彌散力增加),吾人如欲噴射軟體昆蟲(如蚜蟲等)時,則可用半磅之魚油肥皂,或鯨魚油肥皂,與一或二加侖水相混合,如在冬季噴射介殼蟲者,則在每一加侖熱水內,加肥皂二磅(近時在冬季噴射介殼蟲多用石灰硫磺液矣)。

有數種植物油肥皂(如豆油肥皂),殺蟲效力頗大,肥皂之主要功用,在今日專為預備乳劑及加入菸鹼液內,增加其彌散力,單獨用為殺蟲者尙少。

用油類殺蟲之原因,在油類能由昆蟲體軀兩側之氣孔,透入氣管內部,或直接在氣孔之表面,凝結薄層之油,使昆蟲不能呼吸而窒息,惟同時油類散佈於植物之莖葉上後,偶一不慎,易使葉落或起枯焦。

油類之揮發力(Volatility)、粘度(Viscosity)及密度(Density)之高下,與殺蟲力之大小,有密切之關係,油之粘度,密度愈高,殺蟲力愈大;揮發力愈大,殺蟲力愈小。

石油性較活動,彌散力強,揮發力大,與昆蟲體體接觸後,能由氣孔而穿入氣管;但稍俟片刻,油質發揮殆盡,由是已觸石油而昏迷之昆蟲,常未及死,又重行復蘇,機械油,揮發力小,粘度極大,散佈於昆蟲體之後,其彌散程度,遠不如石油之速,但一經染着,能久留蟲體,其殺蟲效力,倍勝於石油,故油類愈精練,殺蟲之效力愈小(松脂油 Pine oil 不然)。

植物中油毒之原因有二:(一)在化學方面,使葉綠素消

失,原形質死去,幼果(如橘子)或行脫落,或其成熟期延長。

(二) 在物理方面爲:

1. 外面之隔絕(External insulation) 在葉莖果之外面,圍以一層薄油,阻止其蒸發,及植物之呼吸。
2. 內部之隔絕(Internal insulation) 內部各細胞,被油層包圍,其害頗大。

以上兩種現象,所產生之中毒結果,或植物之着油部分,起枯焦之斑點,或果葉脫落,或莖葉之綠色漸退,果之成熟期延遲,植物中油毒之輕重與遲速,多半視乎油之種類(輕質油中毒少,重質油中毒多),溫度之高低(高溫中毒速),及植物之種類而不同。橘類之葉,如着有一點之油,能向四周散佈,揮發之面積因而增加,不久即乾,故中毒較輕,如同質之油,在杏、牽牛花葉上,則恆存留於葉脈之間,揮發極遲,致傷及其組織。

(7) 魚藤¹⁾

魚藤隸於豆科,其屬名爲 *Derris*, 乃一種蔓生之灌木,本爲野生,近年因其根部,具有一種毒素,可以殺蟲,故南洋方面,有大規模之人工栽植,吾國雲南、廣東、福建等省,野生頗多。

魚藤之種類頗多,惟其根用以殺蟲者有二種,即 *Derris elliptica*, *Derris uliginosa* 此二種,廣東均有野生。

(1) 本段材料多半錄自鄭乃濤先生所著“魚藤及其經濟價值”一文,載中華農學會報第一三三期(民國二十四年二月)。

魚藤根部,具有毒素,早爲粵中魚民所知,用以毒魚之用(與揚子江下游,魚人用巴豆毒魚,同一普通。),馬來土人,除以毒魚而外,更作箭頭之毒膠,而首先用以殺蟲者,則爲星加坡之華僑(以除蔬菜害蟲),自此而後,引起世界各科學家之注意。

魚藤之根部,具有一種毒素,中井猛之助氏,名之曰羅丹農(Rotenone),爲一無色無臭之六角板狀,或針狀結晶體,其化學上之構造爲 $C_{23}H_{22}O_6$ 。不溶於水,而溶解於多種有機溶液中,如醋酮(Acetone)。魚藤根部,通常含毒素之分量,自0—20%不等,各因植物而異。

羅丹農之本質,頗爲固定,惟遇水鉀,或置於潮濕空氣之下,則能漸次分解,故用肥皂配成之乳劑,不可久藏,約二日後,則毒素盡行分解。李解生氏(Richardson 1932)報告,羅丹農之毒力,遠勝於煙鹼,與蟲體相接觸(用爲接觸劑,殺蟲力倍強於胃毒劑),能使昆蟲之神經中毒,而起麻醉。但各種昆蟲,對於魚藤中毒之現象,彼此不相一致,如蚜蟲,較鱗翅目幼蟲,中毒爲重,如用.00029%濃度之毒素,則能殺魚而有餘,解納氏(China)用.0001%之濃度,在十五至三十分鐘內,所試驗之魚均死。

用魚藤殺蟲,現已有下列三種之配合。

a. 用爲粉狀

用羅丹農,與其他粉末,調和後,散佈於植物上(羅丹

農之用量祇占 1—2 %)，可殺各種軟體昆蟲。

b. 用液噴射

用羅丹農，溶於醋酮(Acetone)內(純粹羅丹農 4 公分，醋酮 100 釐)再將原液一份，沖以二萬份之水，攪勻後，則可噴射各種軟體昆蟲，如遇甲蟲等，則可增加其濃度。

c. 用爲乳劑

用魚藤根搗爛，取其白汁，加入已溶化之肥皂液(用一份汁可配肥皂液一萬五千至二萬份)，再加入相當之石油，用力攪勻，使成乳狀，即可噴射蚜蟲、樹虱、鞘翅目及鱗翅目之幼蟲、花蚜等。魚藤除用作爲殺植物上之害蟲外，家畜體上之外部寄生蟲，亦能驅除。

三 燻毒劑(Fumigants)

用化學毒品之氣體，以殺害蟲，稱之曰燻蒸(Fumigation)。所用之化學毒品，謂之燻毒劑。舉行燻蒸處所，祇限於可以緊閉之處，如溫室、儲藏室或其他器具及野外之天幕(Tent)。被燻之昆蟲，其口器，不論吸收口式，或咀嚼口式，均能驅除。如家室、麵粉、穀物、船房、溫室、野外果樹、土壤及園藝上之苗木等，若有害蟲發生，遇其他殺蟲劑，防治無效之時，則可採用燻蒸法治之。

燻蒸植物上之害蟲時，須謹慎舉行，否則易受毒氣之害。普通被燻之物，又宜十分乾燥，如含水濕較多，則一經毒氣之燻，恆受傷害，因現時，用以殺蟲之燻蒸劑，大多同時亦能傷及

植物，兩全者極少，經濟昆蟲學家，每稱為一種良好之燻蒸劑者，對於下列所錄之各條件，適合愈多愈佳。

1. 對於昆蟲能發生劇毒。
2. 對於植物或動物致毒極少。
3. 價廉並易於處理。
4. 不易化為液體。
5. 不溶於水瀾散力強大。
6. 易於察覺（由嗅而得）并對於食物無害。
7. 滲透力強，不易着火及爆炸。
8. 對於金屬，不易起腐蝕作用。

燻蒸劑內所用之藥品，有氰化鈉，鉀，鈣，二硫化炭，克羅劈克林(Chloropicrine)，硫磺，菸鹼及仲二氯苯(Paradichloobenzene)等，每種之用法，將於別節詳述之。

用化學藥品燻蒸之時，所發生氣體之密度 (Density = $\frac{M(\text{mass of body})}{V(\text{volume of body})}$) 與空氣之密度，愈接近，則某種毒氣之分散愈易，如氫氰酸氣(HCN)之密度，為.9345，與空氣密度極近（空氣之密度為1.0），二硫化炭(CS₂)之密度為2.679，克羅劈克林(CCL₃NO₂)之密度為5.677，均高出空氣之密度數倍，故氫氰酸氣，在空氣中之分散力，較二硫化炭，克羅劈克林為易，由精確之計算，知氫氰酸氣，在空氣中之分散速率，較二硫化炭增速在1.71倍左右（由下式所得 $\frac{t_1}{t_2} = \sqrt{\frac{M_1}{M_2}} = \sqrt{\frac{27.02}{76.13}} = \frac{5.1019}{8.7251} = 1.71$ ）。

當燻蒸之時，所稱謂某種毒氣之滲透力(Penetration)者，乃合某種毒氣，自身之分散力，及物體對於某種毒氣之吸收狀況而言。某種化學品之沸點愈高，則透入力愈強，但其分散力愈弱，其揮發力愈遲鈍，而毒力亦愈強。

海爾得氏(Halt)曾用數種毒氣，試驗燻蒸蚌蟻，其結果云，一種具有揮發性之有機化合物，其揮發力，隨其沸點之升高而增加，但升至某度數時，此後如沸點再行上升，則毒力反行降落。有機化合物之沸點，在 225° — 250°C 間者，其揮發力極微，同時亦無殺蟲之效果。

用化學藥品，燻蒸害蟲，舉行之時，宜注意下列各點。

- (1) 不論用何種化學藥品，燻蒸之時，關於所燻之處所，如溫室、房屋、箱櫥等，若有縫隙，須用紙條(可利用報紙)和漿糊，周密封閉，不使稍有罅隙，不然雖有一極小之孔穴，能減低燻蒸時殺蟲之效力。
- (2) 具有植物之溫室，當燻蒸之時，最適宜之溫度，在 55° — 68°F 之間，如無植物之溫室，則溫度在 70°F 時燻之，見效最大，而燻時，最好在無風之時行之。
- (3) 燻蒸活植物時，最好於夜間行之，如在日間施行，則易使植物中毒。
- (4) 如在溫室內燻蒸，宜防溫度之驟然降落，因空中濕氣能凝結於植物之枝葉上，吸收一部分之毒氣，致使植物中毒而枯萎。

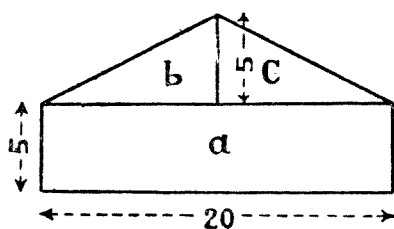
(5) 燻蒸時間，視燻室內，有無植物之存在而異，如無活植物，則燻之時間，可延長六至十二小時，即再為遲久，亦無所害，如燻活植物者，則燻之時間，及用藥之分量，須極慎重，燻時通常不過一小時。

(6) 施行燻蒸之人，對於燻蒸手續，及安全方法等，須一一熟識。

(7) 房屋在未行燻蒸以前，須先設法預備一通空氣之處，以備於燻蒸後，為流通空氣之用。

(8) 所用燻蒸劑之分量，須與燻室之面積成比例，平時舉行燻蒸之時，第一步工作，在決定燻室內容積之多少，對於計算燻室內容積之大意如下。

如欲計算一溫室內之立方體積（如下圖），先將溫室之長方形 a，及三角形 b，與 c 之平方尺算出，然後乘以溫室之長。



第二一〇圖

一溫室在舉行燻蒸時對於室內立方體積，所須量之部位。

(From U. S. D. A. Formes Bull1362).

例如：

$$a = 5 \times 20 = 100 \text{ 平方尺}$$

$$b = 5 \times 10 \div 2 = 25 \text{ 平方尺}$$

$$c = 5 \times 10 \div 2 = 25 \text{ 平方尺}$$

$$a + b + c = 150 \text{ 平方尺}$$

$$150 \times 100 (\text{室之長}) = 15000$$

立方尺 …… 即溫室內之立方體積。

(關於燻室所放之橙桌及燻缸等之體積,在算時可不必計及。)

(9)燻室之體積,既已測定,如用氰化鈉燻蒸者,則可按照體積在 100 立方英尺內,所用之水,硫酸氰化鈉之分量(參考氰化氫條下),而計算其應用之藥量。

(10)茲將六種,燻蒸劑之殺蟲力,用量,滲透力等表之如下:

第十表 數種燻蒸劑毒力之比較

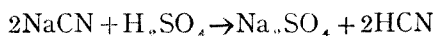
| 燻 蒸 劑 | 在1000立方英尺內所用之藥量 | 殺蟲力 | 比 重 | 滲透力 | 係與火之關係 | 對於植物之影響 | 須注意點 | 應用處所 |
|---|---------------------|-----|-------|-----|--------------|----------|------------------------|---------------------|
| 氰 氫 酸 氫 (除儲藏室及倉庫內害蟲) | 用十二盎司之氰化鈉(80%) | 極強 | .9483 | 微 | 無 | 能傷植物 | 物能染毒 濕潤之食 | 粉廠內害蟲 殺室內及麵 |
| 氰 氫 酸 氫 (除溫室內害蟲) | 用1/4 盎司之氰化鈉(內氫含48%) | 強 | .9483 | 微 | 無 | 用時須留意 | 植物不呼吸 時行之(夜 間燻蒸) | 殺溫室 內害蟲 |
| 二 硫 化 炭 (CS ₂) | 10磅 | 強 | 2.63 | 頗佳 | 極易燃燒 | 能傷植物 | 時當心 燻蒸種子 | 殺儲藏室內 之害蟲 木蟲等 |
| 四 氯 化 炭 (CCl ₄) | 40磅 | 極弱 | 5.31 | 頗佳 | 無 | 能傷植物 | 時當心 燻蒸種子 | 易生火 患用之 |
| (菸 鹼 40%) (在溫室內用) | 1/4 盎司 (液體) | 佳 | | 微 | 無 | 無植 傷物 | 無 | 除溫室 蚜蟲 |
| 二 氧 化 硫 (SO ₂) (燃燒硫黃 即得) | 4 磅 (硫黃) | 強 | 1.433 | 頗佳 | 須器燒硫黃 堅固之 | 能傷植物 | 有損使食物 白及發芽生 作用力毒 | 應 不 用 甚 處 多 |

1. 氫氰酸(Hydrocyanic acid HCN)

氫氰酸爲無色液體，易於發散，氣味有似苦杏仁，嗅之刺鼻，其氣體較空氣爲輕，比重爲 0.9483，擴散力強，（因較空氣爲輕故氣大多上浮）易溶化於水，與金屬（如銅、金、銀等）相接觸，能使之失光，但經拂拭，則復原狀，無燃性，亦無炸性，對於家室之牆壁，及家具等，無漂白作用，毒性猛烈，用以燻蒸室內，倉庫，溫室，麵粉倉庫等處之害蟲，效力極大，故近時用者日廣。

氫氰酸氣，有劇毒，動物遇之，神經中樞與呼吸器官，均能中毒，瞬息即死，如用量過多，或燻時太久，則植物亦能受害；故在施行燻蒸之時，須極慎審從事，否則易生危險。

氫氰酸氣乃由氰化鈉(NaCN)與硫酸(加水)相混合後所發出，其化學作用如下。



氰化鉀(KCN)與氰化鈉，均可用以發生氫氰酸氣，惟後者因含氰(CN)較多，故近時多用氰化鈉。二者所含 CN 素成分之多少其計算如下。 Na=23(原子重)，K=39，CN=26。

$$\text{NaCN} = 23 + 26 = 49; \frac{\text{CN}}{\text{NaCN}} = \frac{26}{49} = 53\%(\text{CN}).$$

$$\text{KCN} = 39 + 26 = 65; \frac{\text{CN}}{\text{KCN}} = \frac{26}{65} = 40\%(\text{CN}).$$

氰化鈉，在市場上有一種呈雞蛋狀者，乃爲美國出品，常用以燻蒸之用。

在平常空氣壓力之下，氫氰酸氣，不易透入穀袋、衣包或麵粉袋，及棉花包內，故在大規模燻蒸之時，燻蒸器最好使之成半真空，俾其氣可深入包內。

應用氫氰酸氣，以燻蒸各種害蟲，其方法有下列四種。

- (1) 用乾氰化鈣(Calcium Cyanide) 或其他氰化物。
- (2) 將氫氰酸氣，溶解於液體內（平時儲藏於鐵桶內）燻蒸時，即用此種液體，使之蒸發，所用分量大約一磅液體，可燻 3000 立方英尺大之容積。
- (3) 在燻室內，用缸或其他磁鉢等，裝硫酸與氰化鈉，使之發生氫氰酸氣。
- (4) 在特製之室內，以硫酸與氰化鈉或氰化鉀相混合，使發生氫氰酸氣，更由一管（與發氣之室，或發氣之機器相接者），將此氣導入別一燻室，以燻害蟲。

以上四種方法，內一二兩種近時用者漸少，第三法之概要述之如下：

- (1) 不論用氰化鈉或氰化鉀，質須上選，所用之硫酸，亦須品質優良，比重為 1.83。
- (2) 計算燻室體積之大小，而決定所用之藥量，因昆蟲種類之不同，所用之藥量，亦各有異，如用以燻蒸房屋，而室內無活植物存在者，則每 100 立方英尺之體積，須用下列所示之藥量。

水

3 液盎斯

硫酸（比重1.83） $1 \frac{1}{2}$ 液盎斯

氰化鈉（極純粹98%） 1 盎斯

如所燻之溫室內，有極柔弱之植物，則藥量須為之減輕，如所燻之昆蟲，其抵抗力極強大，則藥量更應為之增加，下列所示之方式，在溫室內放有活植物時可燻蒸之。

水 $\frac{1}{2}$ 液盎司

硫酸（比重 1.83） $\frac{1}{4}$ 液盎司

氰化鈉（98%） $\frac{1}{8}$ 盎司

- (3) 將燻室之罅隙裂孔，及與外間通氣之處，均以報紙條（闊約二三寸左右）用漿糊密封，務使燻室密閉，室內如有食物，或盆景花草等，須先搬出以免中毒。
- (4) 在燻室內，置若干磁缸或鉢（燻室體積若極小者，則一個鉢已足，若大須用數個）用以盛硫酸與氰化鈉者，磁缸之大小，至少能盛三至四加侖之液體（不宜過小，否則液體溢出，損及地板）為度，缸宜以舊報紙數張墊之，以免缸內液體，偶有濺出，致爛及地板，每一缸內，所放之氰化鈉量，至多不可過五磅。
- (5) 將所需用量之硫酸，徐徐傾入水內（如用數缸燻者，則須將硫酸與水，按量分配於各缸內），再秤出一定量之氰化鈉，并按量分別用紙包之，放於各缸之側，俟

燻室內，各事皆已妥善，然後將盛氰化鈉之紙袋（所用之紙宜薄）放入缸內，即屏氣奔出，同時將門從速關閉，并用紙條和漿糊緊密封之。

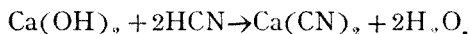
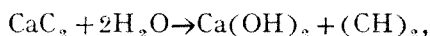
(6) 如燻室為二三層之樓，則施行燻時，須先自高起漸及下層。

(7) 燻蒸約五六小時後，即可將窗口及房門開放，令空氣流通二三小時，至房內無氰酸味後，方可入室，整理物件。

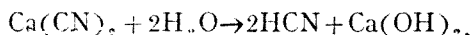
(8) 燻完後之餘液，宜埋入土中，或傾入溝內。

2. 氰化鈣 (Calcium Cyanide $\text{Ca}(\text{CN})_2$)

氰化鈣在近數年來，始在市場上出售，種類頗多，內中有一種含氰化物 (Cyanide) 為 40—50%，較氰化鈉及氰化鉀所含之氰化物為低，化氣頗遲，平常一磅之氰化鈣內，祇有半磅可化為氣體，別有一種，含氰化鈣有 88% 者，內中百分之九十，能化為氣體，其製法在美國則用炭化鈣 (Calcium Carbide)，化學之過程如下。



氰化鈣如為粉狀者，則暴露於空氣下，化氣極速，故用此藥，燻蒸之時，毋須加入酸類，能自然發生氫氰酸氣，惟化氣之時，與空中之濕度，極有關係，如空中比較濕度在 35% 時，則化氣極速，其化學作用如下：



用氰化鈣驅除橘樹上之介殼蟲時，可先以帳幕，將橘樹覆蓋，然後用氰化鈣之粉末，散佈於帳幕之內即成。如用以燻蒸家室、溫室及麵粉廠等，則將定量之氰化鈣粉，散於地上，或在地上舖以報紙，藥粉即散在報紙上，使其徐徐揮發。田園內如遇有掘土之貧齒類動物時，可將此粉散入洞內，即能達驅除之目的。

氰化鈣之用量，須視處理之狀況，燻室之情形，及藥品之種類而異。如用有氰化鈣88%之粉末，則在室內，或麵粉廠內燻蒸時，每1000立方英尺之體積，可用 $\frac{3}{4}$ 盎斯已足。如燻蒸溫室，其最低用量為 $\frac{1}{8}$ 盎斯，同時須注意植物，勿使之中毒，而起枯萎現象。如所用之藥粉內，有氰化鈣48%者，則在每1000立方英尺之體積內，所用藥粉，宜雙倍於上述之分量。

3. 二硫化炭 (CS_2)

在市場上出售之二硫化炭，為一種無色而有氣味之液體，易於蒸發，其氣較空氣為重；故當燻蒸之時，可用器皿，裝二硫化炭液，放於被燻物之上面，使其氣自上而下。此種氣體，與物相遇，無退色作用，但易於燃燒與爆烈，故施用時，應特別留意，不但在施用藥液之處，不能發火，即引火之物，亦應移去，以免危險。惟其殺蟲力大，如以燻蒸種子時，其氣能透入深處，故為一種良好之燻蒸劑。在溫度70°F以上，用以燻蒸各種活動之昆蟲，無不立即致死，平常除用此藥以殺積穀害蟲外，並可

兼除室內土下及穴居之害蟲，惟植物在生長時期內，則不能施用此藥，如人類吸入此氣，亦能起頭眩惡心等之中毒現象，若吸之過多，亦可致死。

施用此氣燻蒸時，應將燻箱或燻室中，所有之裂隙，盡行密封，使不漏氣，燻時之適宜溫度，為 75° — 90° F，如溫度在 60° F 以下，則毒力不甚顯著，施用藥量，每 100 立方英尺之空間內，用二硫化炭一磅。

二硫化炭液，可直接與種子混和，但恐影響其發芽，故用時最好將二硫化炭液，用棉絮浸濕，置入種子箱內，使之自行蒸發，密燻 36—60 小時，見效頗多。

4. 二氧化硫 (SO_2)

此種氣體，亦可供殺蟲之用，但其效力，遠不如二硫化炭之大。當吾人燃燒硫磺時，即有此種氣體之發生，燻蒸時之用量，每 1000 立方尺之體積，須用 2—6 磅硫磺，但用量之多寡，又須視所燻害蟲及物品之種類而異。二氧化硫氣，雖無爆烈性，但可侵蝕金屬，及使布帛上之顏色退落，其氣較空氣為重，比重為 1.433，因此氣對於種子發芽力之影響頗大，故不宜施用於生活之植物。

近時二氧化硫，已有液體出售，普通裝於鐵罐內，故在大規模燻蒸時，頗為便利。

5. 菸鹼 ($\text{C}_{10}\text{H}_{14}\text{N}_2$)

菸鹼 (Nicotine) 多用以燻殺溫室中之害蟲，通常所用者

多為游離之菸鹼 (Free nicotine). 用時,可將菸鹼塗於熱汽管外,或盛於淺形之盤內,然後加熱,使其揮發,他如燃燒煙草莖,亦可使尼古丁蒸發,施用菸鹼燻蒸時,溫度約在 50° — 70° F 之間,同時決不能在烈日下行之。

6. 仲二氯苯 (Paradichlobenzene $C_6H_4Cl_2$)

在市場上,所售之仲二氯苯,為一種白色之結晶體,可以用燻殺生活於土壤內之害蟲,因其氣體較空氣重五倍,故應用時,其氣侵入土下,極為迅速,有時亦可以用燻殺室內害蟲,但被燻之物,往往染有氣味,其氣無燃燒性,亦不使金屬或布帛變色。

用此藥防治桃樹上之鑽心蟲 (Peach tree borer) 效果頗大,法將此藥少許,圍於樹幹基部之四周 (離樹幹約二英寸左右),所用藥量之多寡,則視樹幹基部直徑之大小而定,生長三年之樹,每株用量 $\frac{1}{2}$ 英兩,生長三年至六年之樹,用量為 $\frac{3}{4}$ 英兩,較老之樹,用 1 至 $\frac{1}{2}$ 英兩,藥既敷散之後,再用土少許,將藥蓋好,此法宜候蟲在桃樹內方可應用,本藥應用之時,其效力與溫度有密切之關係,如在深秋,土中溫度太低 (60° F 以下) 則不宜施行 (效力甚小),若土中溫度高,至 70° F 以上,則此藥施放之後,在土中徐徐揮發,其氣深入土之裂隙,并及蟲之蛀孔內,殺蟲效力,方始顯著,幼小之樹,如用此藥,往往反蒙其害。

7. 其他燻蒸劑 (a) 四氯化炭 (CCl_4) 為一種較重之氣

體,比重爲 1.583,亦可供燻殺昆蟲之用,此氣無燃燒性,故雖置近火焰,亦無危險。(b) 美國農部伯克氏 (Back) 用氧化乙烯 (Ethylene oxide, C_2H_4O) 與固體之二氧化碳混和,以燻蒸穀類害蟲,用二氧化碳之意義,在先加速昆蟲之活動力,使燻蒸之時,效能可以加大,施用時,可將氧化乙烯液,傾入二氧化碳內,再加攪拌,更一并傾入穀類內,所用份量,每 1000 英斗 (Bushels) 之穀類,用氧化乙烯三磅,二氧化碳 30 磅,此法非常安全,因其氣體無燃燒性,無害於人,在冬季之溫度下,尤便於施用,且燻過之穀類,並無藥劑之氣味,但不能用以燻蒸種子。(c) 有人用二氯化乙烯 (Ethylene dichloride $C_2H_4Cl_2$) 三份 (體積),與四氯化炭一份 (體積),相混和,可得一種氣體,無燃燒力,滲透力強,無漂白性,亦不害及人類,此種燻蒸劑之施用方法,與二硫化炭相同,如用以燻殺積穀害蟲,每 1000 立方英方之體積,用量爲 12—14 磅,燻蒸時間爲 24 小時,燻蒸劑如上述數種而外,如克羅劈克林 (Chloropicrine)、硝基苯 (Nitrobenzene)、氯 (Chlorine) 及乙基醋酸鹽 (Ethyl acetate) 之混合物等,亦可用爲害蟲之燻蒸劑,就中有數種,尚在試驗時期,故此處不再詳述。

四 抗拒劑

在殺蟲藥劑中,有數種其毒性並不劇烈,但施用之後,因有強烈之氣味,能使昆蟲遠遁,致動植物賴以保護者,此謂之抗拒劑 (Repellents),抗拒劑對於任何昆蟲,俱可使用,當多數

殺蟲劑,不能適用之時,可藉此劑以減少一種作物上之害蟲。

1. 波爾多液 (Bordeaux mixture) 此劑雖為一種殺菌劑,但對於昆蟲之抗拒力亦甚強 (如對於葉跳蟲,浮塵子等)。如在液中,再加以砒酸鉛,則功效尤大。不但可以防治病菌,且可驅除害蟲,其殺蟲力實具有胃毒劑及接觸劑二者之長。

波爾多液之配製,有各種之強度,以適合不同之用途,其強度往往用數目字表明之,如 3—5—50, 或 2—4—50 等,第一數字表示硫酸銅 (Copper sulfate) 之磅數,第二數字表示石灰之磅數,第三數字為水之加侖數,通常所用之公式,為 3—5—50,其配法如下:

| | 施於田間之用量 | 施於園藝上之用量 |
|------|---------|----------|
| 冷水 | 50 加侖 | 3 加侖 |
| 熟石灰 | 5 加侖 | 5 盎司 |
| 純硫酸銅 | 3 加侖 | 3 盎司 |

如施用於咀嚼口器之昆蟲,可再加下列毒劑。

| | | |
|-----|-------|--------|
| 砒酸鉛 | 1—2 磅 | 1—2 盎司 |
|-----|-------|--------|

如用生石灰以代熟石灰亦可 (每三磅生石灰加水五十加侖或每一盎司生石灰中,加水一加侖),但風化石灰,則不可應用,混和波爾多液之器具,可用木桶,磁桶或玻璃缸等。混和之方法,先用少量之水,將石灰溶解,及稀釋後,傾入硫酸銅溶液內 (硫酸銅已用水溶解),并極力攪拌,如在液中,須加砒酸鉛者,則可取少許之波爾多液,與砒酸鉛融和,再與所

餘之水量，一併加入液中即成。如在園藝上用，而規模較小者，可由市場上購買製成之波爾多液，但其效力，遠不及新製者耳。

如在大規模應用時，宜將石灰及硫酸銅之混合原液配就，妥為保存。如察覺此種原液，經儲藏之後，其水分有所蒸發時，則須隨時加水補充。硫酸銅原液之配法，可將一磅之硫酸銅，溶於一加侖之水內。石灰原液之製法，先將石灰化熟稀釋之，然後加水沖稀，使每加侖之石灰水內，含石灰 $1\frac{2}{3}$ 磅。此兩種原液，應於事前配就，至施用時，再行混和。此種原液，用時須先用水沖稀，法將噴射筒內，先貯冷水少許，如須用 3—5—50 式之波耳多液者，則在每 50 加侖水內，應加石灰水原液三加侖（內含有石灰五磅），用噴霧器極力攪擾，繼加三加侖之硫酸銅原液（內含有硫酸銅三磅），再用噴霧器混攪數分鐘。施用波耳多液時，應注意之條件如下：(1) 勿使金屬物與波耳多液接觸，(2) 所用石灰宜極純潔，(3) 兩原液中，應以任何一種與全部所用之水量，先行混和，(4) 用冷水，(5) 兩液混和後，應充分攪擾，(6) 混和後數小時內，即行噴射。

如一次噴射後，所餘之溶液，須隔日再行施用者，則於每五十加侖之餘液內，加糖 2—3 盎司，並加攪擾，如是可保存一日至兩日之久。

2. 木油及柏油 (Creosote oil and Coal tar)

此種藥劑及其化成劑 (Derivatives) 如萘 (Naphthalene)，石

炭酸(Corbolic acid)等,於昆蟲(如衣蛾、甲蟲及若干種蠅類)之抗拒力頗強,有時用此藥塗於木料上,可免白蟻或其他害蟲之侵害。

其他抗拒劑,如用強烈之肥皂液與木油(Creosote oil)或與石炭酸混和,可以抗拒若干種鑽木或鑽樹幹內之害蟲,即平常極細之塵埃或草木灰等,亦可抗拒食葉之昆蟲(菜葉上數種甲蟲,及鱗翅目之幼蟲等)。油類中,如石油、魚油、柏油、松油、香草油、檸檬油等,或單獨施用,或與其他藥品合用,可以保護動物之體軀,或植物種子,使昆蟲不能為害。明礬(Alum)粉、樟腦(Camphor)及松節油(Turpentine)亦具有此種功效。抗拒劑如與陷殺昆蟲之器具,或陷穽等同時合用,則可達殺蟲之效力,但所用之藥品,必時常易以新鮮者,否則效力亦必為之減少。

第二節 物理的防除法

在本節所述防除昆蟲之方法,範圍頗廣,茲撮取數端述之。有許多昆蟲如水稻上之三化螟蟲(*Schaenobius incertellus*)及為害桑樹葉部之桑白蠶(*Rondotia menciiana*)等,雌蛾產卵之時,由數十粒至百餘粒,相聚成塊,用手採之,見效頗大。行軍蟲之幼蟲,飛蝗之蛹,相聚成羣,行動之時,全羣頗為一致,防除之時,可掘溝陷捕,或阻其蔓延。

房屋內之窗戶,裝以紗窗,亦為阻止蚊蠅之飛入,田野間

之苗床，常用薄布覆蓋，藉以防阻害蟲之染入，樹木遇有害蟲，常以黏紙環繞於樹幹上，以阻隔由地面緣木而上之害蟲，凡諸設計，無非為阻隔害蟲之蔓延，此外如灌水浸沒田地，以淹斃土中生活之害蟲；或排水通溝，使積水不生，以除蚊及牛蠅之幼蟲，見效均大。

至於利用機械除蟲，如夏季通用之捕蠅器，夜間所點之誘蛾燈，殺蟲效力均極顯著。

應用低溫或高熱，以除害蟲，在倉庫麵粉廠內，可以採用，普通一般昆蟲，在溫度 60° — 40° F 間，則呈不活動狀態，而有數種，在此種低溫之下，如為時太久，竟因而凍死，但有許多昆蟲，在冬眠期內，能耐受低溫，自 -20° 至 -30° F 間，在事實上，外界溫度，降落至 40° F 時，各物已不受昆蟲之為害，低溫殺蟲之效力，雖遠不如高溫，但穀類衣物等，在溫度零度之下，已可避免昆蟲之侵害，如家具、衣物、穀類，患有蟲害之後，使先受低溫，繼再入高熱，更轉回冷境，如此忽暖忽冷，殺蟲之效力，遠勝於不變之低溫。

用高熱殺蟲，極為普通，溫度在 140° — 150° F 之時，昆蟲即不能生活，倉庫害蟲，在溫度 125° — 130° F 內，三小時即死，在夏季烈日之下，穀類衣食等，曝曬數日，殺蟲之效力極大，在都市之間許多麵粉廠等，如裝有熱氣管者，可使溫度升至 125° — 150° F，如此可將全廠內之害蟲，消滅盡絕。

第三節 農田方法之利用

在自然界內，害蟲之寄主植物，不僅限於田園之作物，路旁田邊之雜草，亦所好食，如水稻之飛蟲(Delphax furcifer)，除爲害水稻而外，凡鄰近之禾木科植物，皆能寄生。棉花上一種捲葉蟲(Syleptera derodata)又能爲害梧桐、秋葵，同時一種作物上，又不止受一種害蟲之侵害，如水稻害蟲，在中國有二十五種以上，棉害蟲，亦有三十餘種左右，而同種作物內，各品系，對於一種害蟲之抵抗力，往往不相一致，凡此種種之現象，吾人均可設法利用，藉以解決一個害蟲問題，其概要述之如下：

一 作物輪種

作物輪種之要義，在變更害蟲之寄主植物，使一時失其原來之食料，受饑而死，如以豆類與蔬菜輪種，則爲害蔬菜上之猿葉蟲必少，同時因輪種別種作物，致其耕種方法，爲之變異，使一部份之害蟲，因而消滅，如上海鄉間棉花與水稻，常輪年交種，生活於棉田內之切根蟲，金龜子幼蟲一經水淹（種水稻時田地必灌水）即行死滅，在實行輪種以除某種害蟲時，應注意者，爲輪種之作物，應確能避免爲害前種作物之害蟲，同時其收穫價值，宜與前種相若。

二 作物栽培期之變更

害蟲之發生期，在一種固定之氣候下，恆有一定之時日；但作物栽培期，在可能範圍內，可隨人而遲早，故早種或遲種，均可避免害蟲之爲害期，此在蔬菜園藝方面用之，見效極大，如蘿蔔，播種稍遲，可避免蚜蟲之害，蘇省通、海一帶之玉蜀黍，

如行早播,可免地蠶之害。應用此法,以除害蟲,固極易實行,惟對於所欲避免害蟲之生活史,及作物之生活狀況,宜先詳細考查,而後方可確定某種作物遲種或早播之日期。

三 作物收穫後遺屑之處理

在作物收穫之後,恆有枯枝敗葉,遺留田間,常爲害蟲過冬之所,當行收集燬滅。如在患螟之年,水稻收割後,稻根內,藏有過冬三化螟蟲之幼蟲,如能在冬季,將此種遺根盡行掘燬,則來年必少三化螟蟲之發生。

四 抗蟲種類(Resistant Varieties)之培植

不論動植物,在同一種之各品系(Strains)中,抵抗蟲害之力,彼此不同。如美洲葡萄根,不受一種根蝨之害,歐洲果園內,即用美洲之葡萄根,與歐洲品種相接,根蝨之害,由是而免。宛爾氏(Worral 1923)稱美國高原棉,少葉跳蟲之害,若海島棉,與埃及棉,則常被災甚重。潘彼得氏(Paintey 1928)報告,蜀黍對於椿象之反應,各有不同,被害者如矮黃種(Dwarf yellow milo),抵抗者,如更省橘種(Kansas orange Sorgo)。此種現象,近時發現頗多。

植物抗蟲之原因,在今日育種學家,昆蟲家學家,植物生理學家,均在孜孜探求時代,此後進展,當爲無限,下列所錄各點,與植物之抗蟲力,有密切之關係。

1. 關於植物生長性者: 如根之深淺,或成熟之遲早。

+ 本段材料大多摘錄沈嘉謨先生在美國康乃爾大學研究論文。

2. 關於植物形態性者：如葉之韌力，茸毛之疏密，木質細胞與組織細胞(Sclerhnceyma Cell)之存在與否，苞葉之伸長與緊包等。

3. 關於植物生理性者：如 PH 價值之高下，復原力之遲速，分蘗力之強弱，及含水組織之繁殖等。

育成抗蟲品種之目的有三：(1)育成對於某種蟲害能抵抗(Immunity)之種類，(2)為選出能強忍(Susceptibility)害蟲之品系，(3)選出一種植物之生長成熟期可避免(Avoidance)某種害蟲之為害期，所稱為一種品系，具有抗蟲力者，為全部或大部份，不受某種害蟲侵伐之謂，如植物而曾經患有蟲害，但生長自若，或一部分受傷，同時能促長他部之發育，於生產量上，無所影響，品系之呈若是現象者，謂能忍受蟲害之品系，若品種對於某種害蟲，既無抵抗力，又不能強忍，則設法使其生長期之提早及延遲，藉以避免害蟲之為害。

舉行抗蟲育種工作之程序，大體與平常育種相同，惟工作地點，及搜集之材料，宜於多蟲區域，或在某種害蟲分佈區域內之原產地，使所試驗之品系，得能遍受某種蟲害之侵害，如是所得之結果，較為確切而顯著。

用育種方法，以得抗蟲品系，現時已有報告者，如美國麥斯登氏(Marston, 1929, 1930, 1931, 1932)云，具有抵抗螟之 Amargo 玉蜀黍，與密西根本地種交配後，能得有抗蟲之品系，柏克氏(Parker 1931)稱玉蜀黍，對於一種椿象之被害程度，差異頗多，

甚輕者爲零，重者爲 33 %。玉蜀黍中，有一品系，曰 Milo，被害甚重。其他數品系如 Feterita, Kafir, Sargo 則抵抗性頗強。氏曾用兩抵抗蟲害不同之品系，設法雜交，而觀其結果，如以 Kabir (抵抗) × Milo (被害) 能產生一種具有抵抗性之新品系。又以 Milo × Hegari (抵抗)，其結果亦然。由此實驗，可知一種植物之能抵抗一種害蟲，乃爲遺傳性。類此結果，爲數頗多。

品系之抵抗蟲害，非爲一單簡之因子，具有複雜性，如在一地之抵抗品種，遷移至別地後，則被害頗重，此爲常有之事。一種 Kanred 小麥，在美國康散斯省 (Kansas) 之中部，慘遭麥蠅之害，而在同一地之別種小麥，稱曰 Illini Chief Sel. No. 2234 15 者則否，同時在該省之東南部，則後者亦同樣被害，但有別一種小麥，名曰 Kawvale 者，在上述二處，均顯抵蠅性云。

因抗蟲性爲數因子湊合而致，非單獨之原因，故在行雜交之第二代 (F_2) 以下，栽培之個數宜多，俾可在大羣中廣爲選擇。

利用農田方法，以除害蟲，除上述四項以外，其他如冬耕之應用，樹木之整枝，播種之深淺等，若吾人設法善爲利用，均可減少若干種害蟲之爲害也。

第四節 生物學上之驅除

昆蟲生活在自然界內，有許多之天然敵害，可以限止其繁殖。此種天然敵害，昆蟲家設法利用之，藉以消滅其有關係

之害蟲,其概要述之如下.

一 昆蟲傳染病之利用

昆蟲在適宜氣候之下,常被若干種病傳染而死,其病原物有細菌(Bacteria)、真菌(Fungi)及原生動物(Protozoa)三大類.

1. 昆蟲之細菌病

昆蟲常患之細菌病,其病原物為一種**血毒症**(Septicaemia)之細菌,該種細菌,寄居在昆蟲體上,無一定之處所,被染及之昆蟲,口味減退,活動力漸弱,體軀無伸縮力,口部與肛門,時有排泄物,死後體縮而呈暗黑色,內部組織化成液體,如以此種液體,在顯微鏡下檢查,則可見無數之細菌,血毒症在蜜蜂幼蟲(歐洲卒倒病為 *Bacillus pluton*,美洲卒倒病為 *Bacillus larvae*),及夜蛾幼蟲(如 *Bacillus nocturam*)上,發現極為普通.

昆蟲對於各種細菌,其抵抗力,各有不同,曼丹納各夫氏(Metchnikoff)曾用數十種細菌,接種於一種蠟蛾(*Galleria mellonella*)幼蟲之體上,得有下列之結果.

a. 對於以下細菌能完全抵抗.

肺病菌、白喉菌、破傷風菌等.

b. 對於以下細菌抵抗力較弱.

鷄霍亂菌、亞細亞霍亂菌(Asiatic cholera)、傷寒菌、癩疽菌.

c. 對於以下細菌染病極易.

死物寄生菌,如 *Bacillus Coli Communis*, *B. pyocyaneus*, *B. prodigious*, *B. Subtilis*, *B. proteus*.

由曼氏試驗之結果,知昆蟲對於死物寄生性之細菌,傳染頗易,但對於爲害高等動物之細菌,抵抗極強。

昆蟲抵抗細菌力之強弱,與細菌在昆蟲體內致毒力之高下,其原因是否由於體內食球作用 (Phagocytosis) 之活動力如何,抑由於昆蟲體內,物理的化學變異所致,此時尙少確切之報告,惟因昆蟲與細菌之種類不同,致昆蟲對於細菌所發生之抵抗力,及致病狀況,亦各有異,此乃爲顯明之事實。

應用細菌以殺昆蟲,在 1191 年,淡海里氏 (D. Herelle) 曾發現墨西哥蝗 (*Schistocerca pallens*) 受一種細菌 (*Coccobacillus acridiorum*) 傳染以後,死亡極多,氏以該種細菌,經繼續接種後,其末後所得之細菌,如注射於健全之蝗體,三小時內,即行病死,此種由人工培養而得之細菌,可遠移至別地,以殺蝗蟲,惜乎此種試驗,在實驗室內,效果可見,實地施行,則成功極難,因此種細菌,在自然界內之能成否在寄主體上發育成功,其關係因子,頗爲複雜,最重要者,爲空中溫濕度稍有變化,細菌之活動即受影響。

2. 昆蟲之真菌病

在真菌中 (Fungi), 有一部份,能寄生於昆蟲體上,其寄生之方法,有下列三種。

a. 有數種真菌,祇寄生於昆蟲體軀之表面,並不損及體

內組織,或發生毒素,使體內各器官中毒。

- b. 有數種真菌,能腐裂昆蟲體外之幾丁質層,而損其體內組織。
- c. 有數種真菌,其菌絲體,能深入體內,阻塞氣管,昆蟲因而窒息,如 *Botrytis* 及 *Cordyceps* 等菌之生活狀況。

真菌中之接合菌類(*Zygomycetes*)大多營死物寄生,惟內中有 *Mucorales* 及 *Entomophthorales* 二族,能寄生於昆蟲體上。秋間多濕之時,家蠅與花蠅常被一種 *Empusa muscae* 菌寄生,有人云此種菌,乃為別一種死物寄生菌(*Mucor racemosus*)之生物學上的變種(*Biological race*)。

在較高等之囊子菌(*Ascomycetes*)中有數族如 *Hypocreales*, *Sphaeriales*, *Erysiphales* 均能寄生於昆蟲,而 *Cordyceps* 一屬,寄生於昆蟲者,更為普通。

利用菌類,以殺昆蟲,昆蟲學家,數度試驗,但成功極少;蓋因其相關之因子極多,人工能力有所不達也。

3. 昆蟲之原生動物病

關於原生動物,寄生於昆蟲體內,發生重要之疾病者,莫如家蠶之微粒子病(*Pebrine*)。其致病物為一種原生動物 *Nosema bombycis*。家蠶傳染本病之途徑,有二,即:

- a. 病蠶之糞(內含原生物之孢子)着在桑葉上,被健蠶食之,即能得病。
- b. 蠶卵內,已有原生動物之休眠體,俟家蠶孵化後,即被

傳染。

在蜜蜂上，亦有一種致病之原生動物 (*Nosema apis*)，其生活史與家蠶體上者相似。

利用昆蟲體內之致病原生動物，以除害蟲，至今尚無具有科學價值之報告。

二 寄生性昆蟲與肉食性昆蟲

近年以來，昆蟲學家，常利用昆蟲自相殘殺之現象，以達驅除害蟲之目的，所謂昆蟲中之相互殘殺者，即有許多昆蟲，其生活之一部或全部，寄生於其他昆蟲；或弱蟲強食，以飽其腹；前者稱曰寄生類，後者稱曰肉食類。

營寄生性之昆蟲，大多數種類，屬於膜翅目 (*Hymenoptera*) 內，該目中，如卵蜂科 (*Proctotrypidae*) 及小蜂科 (*Chalcididae*) 內之寄生蜂，體軀頗小，多半寄生於寄主之卵內。

寄生蜂之屬於姬蜂科 (*Ichneumonidae*) 及小繭蜂科 (*Bracconidae*) 者，體軀較大，寄生於較大寄主之幼蟲時期，屬於青蜂科 (*Chrysididae*) 內之寄生蜂，則營巢於黃蜂 (*Wasp*) 或若干種野生蜜蜂上，此外尚有若干種營寄生性之蜜蜂，其幼蟲時期，寄生於其他野生及飼養之蜜蜂上，在雙翅目內之寄生蠅科 (*Tachinidae*)，大多寄生於鱗翅目之幼蟲，及直翅目昆蟲，在雙翅目內其他之科，如 *Bombyiidae*, *Nemestrinidae*, *Pipunculidae*, *Acraceridae*, *Conopidae*, *Anthomyiidae*, *Sarcophagidae*, *Muscidae*, *Braulidae* 等，內中亦有若干種營寄生生活。

肉食性之昆蟲，如鞘翅目中之步行蟲(*Corabidae*)、隱翅蟲(*Staphylinidae*)、瓢蟲(*Coccinellidae*)及膜翅目中之黃蜂(*Vespidae*)皆為極顯著之肉食種類。

揚子江下游之水稻三化螟蟲(*Schaenobius incertellus*)，在卵期有二種卵寄生蜂，其一種複眼作赤色者(*Trichogramma minutum*)，在螟蟲第三化卵期時其寄生率常增至40—60%以上，桑白蠶(*Rondotia menciaana*)卵期之卵寄生蜂(*Telenomus* sp.)對於寄主之寄生率，在浙江為83.83%，其消除寄主之功效頗大，故在一地之害蟲，如發現有效之寄生性或肉食性昆蟲時，當設法保護，使其個數增多，如一種害蟲傳佈及於新區域內，發生極多，為害殊甚，若吾人對於該蟲在原產地之為害情形，及被寄生性或肉食性昆蟲抑制之實況，詳悉無餘，如是則可將該種害蟲在原產地所有之寄生性或肉食性昆蟲，用人工方法，引入新區域內，設法培養，使其繁殖，然後散放在外，藉以殘殺寄主，此種工作，近數年來，昆蟲家嘗試頗多，成功者不少，失敗者亦屬常事。

美國栽橘之地患有一種介殼蟲(*Icerya purchosi*) (由澳洲傳至美國)，損失極重，後柯培爾(*Koebele*)教授在澳洲發現一種瓢蟲(*Vedalia Cardinalis*)，為該種介殼蟲之大敵，此種瓢蟲，即被引入美國之加州，五年之間，橘樹上之介殼蟲，被食幾盡，橘業頓有起色。

意大利之桑樹上，患有一種介殼蟲(*Diaspis pentagona*)

爲害殊甚，但由日本及美洲引入一種小蜂 (*Prospaltella berlesei*) 之後，該蟲之患，卽不復聞，一種小繭蜂 (*Aphelimes moli*) 自傳入澳洲及新西蘭 (*New Zealand*) 後，盛生於該地之蠟毛蚜蟲 (*Eriosoma langiera*) 卽被消滅過半。

美國因棕毛蛾及蘋果蠹蛾 (*Gipsy moth*) 之爲害，曾派人赴歐洲，採集兩種蛾之寄生蜂，傳至美國之麻省 (*Mossachusetts*) 大事培養，惜乎至今無甚效果。

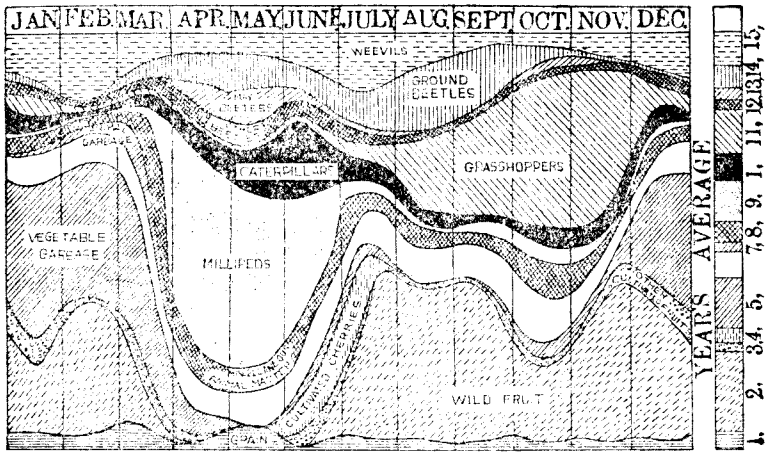
用人工遷移寄生性蜂或肉食性昆蟲內，其所關係之因子，頗爲複雜，茲錄其概要如下。

1. 所預定遷引之寄生昆蟲，在本地能消滅其寄主者。
2. 其繁殖力，能遠過於寄主 (如寄生昆蟲之化數較多，或有單性生殖，或爲增胚生殖等。)
3. 寄生昆蟲之寄主須專一。
4. 能適應新氣候，并具有遷移性，或其分佈力遠勝於寄主者。
5. 寄生昆蟲并無天然敵害，或其他寄生昆蟲之競爭。

三 益鳥之保護與家禽之利用

有許多鳥類，其食物多半爲昆蟲，尤以春夏營巢之時，鳥類之捕蟲數目更多，啄木鳥則全年尋蟲爲生，常食穀物之鳥類，其捕蟲數目，亦屬不少，保護益鳥，不但禁止逐獵，或其他方法之捕捉，卽關於益鳥之天然敵害，亦須設法代爲驅除，在冬季時，又須注意益鳥在野外之食料，及其營巢處所，俾其得有

良好之食宿,在春季可安然繁殖,如是一地益鳥之數目,可得而增加。



第二一一圖 北美掠鳥(Starling)在一年內之食物種類。

- 1=穀類; 2=野生果類; 3=栽培果類; 4=栽培之櫻桃; 5=蔬菜屑物; 7=動物類屑物; 8=一切動物質; 9=千足蟲; 10=鱗翅目幼蟲; 11=蛭; 12=其他甲蟲; 13=金龜子; 14=步行蟲; 15=象鼻蟲。

(From Wardle after B. Kalmboch and Gabrielson).

利用家禽捕食害蟲,功效頗大當年所收穫之棉花,於初冬晒時,常有多量之過冬紅鈴蟲幼蟲,向外爬出,驅鷄啄之,既可除蟲,又可飼鷄,鴨喜食蝗蟲,江蘇歷次患蝗之年,在近水之區,恆利用鴨羣,捕食跳蝻,成效極大。

四 其他食蟲動物之愛護

有若干種哺乳動物,如鼯鼠,能捕食金龜子幼蟲,及其他

生活於土中之昆蟲，蝙蝠夜出，殺蚊及小蛾等極多，蛙類之食料，幾全屬昆蟲，而內中害蟲占60%以上。

此外如蜘蛛、蜥蜴及若干種蛇，均能捕殺昆蟲，數種游泳於近水面之魚，能捕食蚊之幼蟲，魚之屬 *Gambusia* 內者，有若干種已證明確能捕食孑孓，而其中一種曰 *Gambusia affinis* 者，因驅除蚊類之幼蟲，致遍傳於全世界各地。

第五節 法規的防除害蟲法(Lagislation for Insect Control)

昆蟲在相同之環境下，能由自然之分佈力，或藉人為之交通，蔓延四佈，如日本產之一種金龜子(*Papilio japonicum*)在1916年由日本傳入美國之紐極散省(New Jersey)，為美國各種植物上之大害。1929年，日本水稻上之三化螟蟲，由包裝器具之稻草程內，傳及檀香山，中國桑樹上之桑白蠶，原來之發生區域，祇限於太湖沿岸，現時已遍及全國之栽桑區，害蟲由一國傳至別國，或由一省傳至別省，此種事實為例極多。

採用法規防治害蟲，其動機甚早，為害法國葡萄根部之根蝨(*Phylloxera*)。有人云，在1860年，由美傳入，1881年，歐洲各國，均舉代表，聚會於法國，討論限止被根蝨為害之葡萄根，運輸至其他各地，此實為應用法規除蟲之先聲，此後各國均先後實行植物病蟲害之防疫(Quarantine)，與檢驗(Inspection)。

植物防疫者，乃由一國之中央政府，或省政府，公佈一種

法律,以禁阻國外或在國內之某省區域,具有某種害蟲(法律上指明者)植物之彼此運輸,如是可免國外之新害蟲,不得傳入,國內已發現之害蟲,亦無由蔓延。

我國自民國二十三年,在上海商品檢驗局,開始籌備國際間之植物病蟲害檢驗,民國二十四年四月二十日始克實行。

總計現時各國對於害蟲之防疫及檢驗,其工作有四大類:(1)防制由外國傳入新害蟲之法規,(2)防制國內害蟲蔓延之法規,(3)強制執行某種除蟲法之法規,(4)防止殺蟲劑攪雜及混用名稱之法規。

一 防制由外國傳入新害蟲之法規

此為一種國際間,合作防止害蟲傳播之組織,各國均由中央政府辦理,如在美國,由植物病蟲害防治處(Plant Quarantine and Control Administration)主持,在英國,由農漁部管轄,在日本則由農林部主管,國際間,植物輸出運入之檢查地點,多在國際間之通商口岸,在美國為紐約、紐華克(Newark)、波斯頓、西雅圖、舊金山、開來克西哥(Calxico)及坦克舍斯(Texas)等處,在日本,為大阪、長崎、門司、函館、小樽、名古屋、下關、鹿兒島、東京、神戶及其他口岸。

國辦植物病蟲害檢查之職責,有如下錄數項。

1. 在各口岸,執行國家對於植物病蟲害,所公佈之各種檢疫法律。

2. 對於國外運入之植物, (由旅客、郵局、貨物內運入, 并已經運出國之許可者) 有藏匿害蟲之嫌疑者, 加以一種檢查, 或處理。
3. 於必要時, 對於國外輸入之植物, 或植物種子等, 加以一種消毒。
4. 對於國內輸出植物之檢查, 與發給檢查證書。

二 防制國內害蟲蔓延之法規

防制國內害蟲蔓延之法規, 或由中央政府執行, 或由省政府處理, 其意義在不使發生於一地或一省之害蟲, 能散佈至別區域內, 如美國、加拿大及澳洲, 在國內有若干省, 或若干區, 往往頒佈一種法律, 以禁止或檢查由鄰境或別省 (有某種蟲害發生之地) 染有某種害蟲植物之輸入, 如此種輸入之植物, 有當地檢驗處之證明書, 證明確無害蟲之存在者, 亦得以入境。

國內植物病蟲檢驗之職責, 與對國外者大體相同, 惟其法律之範圍, 祇限於一省或一地。

應用法規防止害蟲之傳佈, 費用極為浩大, 其防止害蟲傳佈之效力, 究屬如何, 此時尚未敢斷言, 國際間之檢驗, 在理論上, 尙少批評, 國內之檢查, 在事實上, 見效尙少, 因多數害蟲, 能藉飛翔力, 而遠佈四方, 此爲人力所不及也。

三 強制執行某種除蟲法之法規

田園如發生劇烈之害蟲時, 則政府當局, 可頒佈防除之

方法,及一種法規,使某區某省內之人民,一體遵行,此固於個人之工作及生產,一時或有影響,但將來社會全體,受益極大,民國十七年,江蘇省爲驅除水稻螟蟲,曾於崑山縣內,頒佈法規數條,掘燬全縣稻田內之稻根,當時曾強制執行,見效頗大,美國之麻省(Massachusetts)曾用法規,驅除極百散蛾(Gipsy moth)及棕毛蛾,該省境內,無論何人之田園,如發現以上二種害蟲時,執業者,在政府規定除盡日期之前,須將個人田園內之二種害蟲,完全除絕,如在規定日期內,尙未實行除蟲,則附近市政府,可派人強制代爲驅除,一切費用,則由該執業者之產業上抽稅,如執業者,對於應出之除蟲費用,抗不交付,則政府可強制徵收,此種法規,施行之時,該州爭執頗多,但至今已實行多年矣。

四 防止殺蟲劑攙雜及混用名稱之法規

此類法規或稱殺蟲劑律(Insecticide law),其用意爲防禁商人或工廠,製造不合理之殺蟲劑,致施用者,非但不見殺蟲之效,且損及植物,在美國農部當局,曾公佈若干條法規,以管理各省間,所輸出或運入殺蟲劑內之化學成分、毒力,及說明等,平時在市場出售之殺蟲劑,規定須有一簡要之說明,表示內中所含之砒量,及可溶性砒之百分數(美國殺蟲劑律,對於砒酸鉛內,所含之可溶性砒不得過 0.75%),或殺蟲劑之成分,與名稱,及內中餘屑之百分數,亦須一一書明,如出售之殺蟲劑,毒力不甚顯著;或殺蟲劑,施行以後,傷及植物,如遇以

上兩種事實,則施用藥品者,均可按照法律規定而起交涉,

完

附錄一 本書所用之參考書

- Brues, C. T. 1932. Classification of Insects.
- Carpenter, G. H. 1928. Biology of Insects.
- Chapman, R. N. 1931. Animal of Ecology.
- Comstock, J. H. 1918. The Wing of Insects.
- Comstock, J. H. 1925. An Introduction to Entomology.
- Folsom, J. W. (Revised by Wardle, R. A.) 1934. Entomology with special reference to its biological and economic aspects.
- Henneguy, L. F. 1904. Les Insects.
- Imms, A. D. 1931. Recent advances in Entomology.
- Imms, A. D. 1934. A general textbook of Entomology.
- Jardine, N. K. The dictionary of Entomology.
- Matheson, R. 1932. Medical Entomology.
- Metcalf, Z. P. and Metcalf, C. L. 1928. A Key to the principal orders and families of Insects.
- Metcalf, C. L. and Flint. W. P. 1932. Fundamentals of Insects life.
- Newman, H. H. 1925. Outlines of general Zoology.
- Pears, A. S. 1926. Animal Ecology.
- Sinnott, E. W. and Dunn, L.C. 1932. Principles of genetics.

- Smith, J. B. 1906. Explanation of terms used in Entomology.
- Suodgross, R. E. 1925. Anatomy and physiology of the honeybee.
- Walter, H. E. 1928. Genetics.
- Wordle, R. A. and Buckle, P. 1923. The principles of Insects control.
- Wardle, R. A. 1929. The problems of applied Entomology.
1929. The principle of applied Zoology.
1936. General Entomology.
- Waber, H. 1933. Lehrbuch der Entomologie.
- Wellhouse, W. H. 1926. How Insects live.
- Wheeler, W. M. 1913. Ants.
- 田中義麿 蠶體解剖學講義
- 梅谷與七郎 蠶種學
- 進士織平 昆蟲學講義上卷
- 三宅恆方 昆蟲學泛論上下卷
- 加藤正世 蟬之研究
- 石田昌人 昆蟲學術語辭典
- 內田清之助等 日本昆蟲圖鑑

其他國內外短篇昆蟲論文

名 詞 對 照 表

(一) 西 中 對 照

| | 頁數 | | 頁數 |
|--|-----|---|-----|
| A | | | |
| Abdominal limbs 腹趾..... | 54 | Aeschna | 111 |
| Abdomen 腹 | 5 | Aestivation 夏眠..... | 330 |
| Abductor of mandible 大顎外轉筋100 | | Afferent 外端 | 251 |
| Abductor of maxilla 小顎外轉筋...100 | | Agaristidae 虎蛾科..... | 67 |
| Abyssal bottom animals 深海底動物 | 355 | Ageniaspis (Eucyrtus) fuscicallis 一種小蜂 | 144 |
| Accessory cell 副室 | 36 | Agoistic 利己的 | 270 |
| Accessory gland 附屬腺 | 127 | Agrion 豆娘 | 55 |
| Accessory pulstory organ 副鼓動器119 | | Air current 氣流..... | 262 |
| Accessory vein 副脈 | 39 | Air sac 空氣囊 | 110 |
| Acetone 醋酮..... | 374 | Alar trunk 翅氣管幹 | 35 |
| Aceto-arsenite of copper 巴黎綠 (見 Paris green)..... | 365 | Alary muscle 翼筋 | 117 |
| Acherontia styxerathis 一種天蛾...225 | | Albuminoid 蛋白 | 75 |
| Achordata 無脊索動物 | 185 | Aleyrodidae 粉蟲科 | 141 |
| Acone eye 無圓錐眼..... | 91 | Alfalfa 黃花草 | 368 |
| Acraea..... | 245 | Alkaloid 植物鹼 | 59 |
| Acraeceridae | 414 | Allelomarpic genes 對性因基 | 248 |
| Aerotrophic type 端室型 | 132 | Alloperla 一種石蠅 | 50 |
| Action 動作 | 251 | Allotype 別模式標本 | 188 |
| Aculeate 膜翅目內之有刺亞目 | 28 | Altitude 高度 | 337 |
| Adductor of galea 外葉內轉筋 | 100 | Altruistic 利人的..... | 270 |
| Adductor of glossa 中舌內轉筋 | 101 | Alum 明礬 | 405 |
| Adductor of lacinia 內葉內轉筋 | 100 | Amargo 一種玉蜀黍 | 409 |
| Adductor of mandible 大顎內轉筋100 | | Amazon polyergus rufescens 亞馬 森蟻 | 293 |
| Adductor of maxilla 小顎內轉筋...100 | | Ametabola (-ous) 無變態 | 168 |
| Adductor of paraglossa 側舌內轉筋101 | | Amino-acid 氨基酸..... | 76 |
| Adephaga 食虫類 | 129 | Ammonium hydroxide 氫氧化銨...310 | |
| Adfrontal area 額窗 | 222 | Ammophila 一種土蜂 | 271 |
| Adjustor cell 適應細胞 | 251 | Amnion 羊膜 | 148 |
| Adopted enemies 適應敵害 | 302 | Amniotic fold 羊膜摺..... | 155 |
| Adult 成蟲 | 168 | Amniotic pore 羊膜孔 | 151 |
| Adventitious sheath 外膜 | 144 | Amoebocytes 變形細胞..... | 119 |
| Aedes vexans 一種蚊 | 292 | Amphibia 兩棲類 | 1 |
| Aerial animal 空中動物 | 354 | Amphipneustic type 兩端氣門式...109 | |
| Aerobic respiration 大氣呼吸 | 114 | Amyl acetate 醋酐五炭糖基 | 368 |
| | | Amylase 澱粉酵素 | 77 |

- Amylolytic enzymes 化澱粉酵素... 77
 Anaerobic respiration 無空氣呼吸... 113
 Anal angle 後角 33
 Anal gland 肛門腺 62
 Anapterygota 後得無翅亞綱..... 190
 Anax 一種蜻蜓..... 213
 Androconia 發香片..... 61
 Anilin 苯胺 119
 Animal kingdom 動物界 1
 Animals living in Soil 土中動物 ... 353
 Animals above the surface of the soil 地面動物..... 353
 Animals associated with terrestrial plants 與陸生植物關係之動物 354
 Animals on continental shelves 陸架的海底動物 355
 Animals of following water 流水動物 354
 Animals of ground water 地下水動物 355
 Animals of hard beaches 海濱動物 355
 Animals of open ocean 外洋動物... 356
 Animals of rapidly following water 急流動物 354
 Animals of shifting animals 海灘動物 355
 Animals of slowly following water 緩流動物 354
 Animals of standing water 靜水動物 354
 Anisoptera 蜻蜓亞目 214
 Anisotropic 暗 98
 Annelida 環節動物 97
 Annulata 環形動物門 2
 Annual life cycle 年生活循環 181
 Anobium 66
 Anopheles 瘧蚊 229
 Anopheles 瘧蚊屬 158
 Anoplura 獸蟻目 817
 Ante clypeus 前基片 14
 Antenna (-ae) 觸角 15
 Antenna cleaner 觸角清潔器 48
 Antennophorus pubescens 一種壁蝨 295
 Anterior arms of tentorium 前蘇狀骨 14
 Anterior cortatradial trunk 前緣徑支 35
 Anterior sclerites 前片 14
 Anthomyiidae 414
 Anthophora relusa 一種蜂 178
 Ant-lion 螻獅 212
 Anurida maritima 一種彈尾目昆蟲 72
 Anus 肛門..... 55
 Aorta 動脈 118
 Aortic valves 動脈瓣 119
 Apex (Anterior angle) 前角..... 33
 Aphelimes moli 一種小螞蟥 416
 Aphididae 蚜蟲科 141
 Aphis 蚜蟲 123
 Aphis gossypii 棉蚜蟲 219
 Aphis lion 蚜獅 212
 Aphis pomi 一種蚜蟲 140
 Aphis scabiosae 一種蚜蟲 140
 Apis 蜜蜂 57
 Apis mellifera 蜜蜂 77
 Apneustic type 無門式 110
 Apodeme 小板 51
 Apodous larva 無肢幼蟲 174
 Apophyses 腹部內膈板 50
 Appendages 副器, 附屬器 13
 Apple curculis 蘋果象鼻虫 222
 Apposition image 正影 93
 Apterygota 無翅亞綱 80
 Aquatic cave animals of standing water 靜水性洞穴內動物 355
 Arachnida 蜘蛛綱 4
 Araneus mautics 一種結圓網之蜘蛛 265
 Archidictyon 網脈 40
 Arctiidae 燈蛾科 60
 Arsenate 砒酸鹽 361
 Arsenate of lime 砒酸鈣 (見 Calcium arsenate) 364
 Arsenicfes 砒毒劑物 359
 Arsenic oxide 氧化砒 361
 Arsenic trioxide 白砒 (見 White arsenic) 366

Arsenious oxide 白砒 (見 White arsenic)366
 Arsenite 亞砷酸鹽361
 Arsenite of soda 砒化鈉366
 Arthropoda 節足動物 2
 Artificial system of classification
 人爲分類法183
 Asclepias 馬利筋植物302
 Ascomycetes 囊子菌431
 Asexual cycle 無性循環143
 Asiatic cholera 亞細亞霍亂菌411
 Asilidae 食虻虻245
 Aspidiotus 介殼蟲 79
 Association 聯繫251
 Association cell 聯絡神經細胞252
 Asymmetry 不等稱 83
 Atipes 蝶紋節 19
 Atmosphere wave 大氣波動254
 Atrium 腔107
 Atropis pulsatoria 一種茶柱蟲216
 Atta cephalats 一種蟻289
 Atta discigera 一種切葉蟻288
 Auditory 聽覺 60
 Auditory organ 聽覺器 84
 Auricular valve 心瓣119
 Australian region 澳洲區350
 Austrogomphus111
 Authority name 命名者名187
 Autoecology 各個生態學277
 Automatie 自動256
 Autotomy 自割248
 Avoidance 避免409

B

Bacillus chitnoverus 一種細菌 59
 Bacillus coli communis412
 Bacillus larvae 美洲卒倒病411
 Bacillus nostuarum411
 Bacillus pluton 歐洲卒倒病411
 Bacillus prodigious412
 Bacillus proteus412
 Bacillus pyocyaneus412
 Bacillus sotto 軟化病303

Bacillus subtilis412
 Bacteria 細菌303
 Balancer 平均棍227
 Balanoglossus 玉鈎蟲 1
 Barium sulfide 硫化鋇373
 Barium tetrasulfide 四硫化鋇377
 Bark lice 樹皮蟲216
 Barriers 障礙347
 Basement membrane 基底膜 58
 Basic lead arsenate 鹽基性砷酸鉛362
 Batocera lineolata 一種天牛221
 Baume 波美377
 Beister beetles 地胆222
 Belostoma 田鼈 79
 Biconvex 扁菱形 90
 Bill bug 象鼻蟲327
 Binomial system of nomenclature
 雙命名制186
 Biological race 生物上之變種314
 Biorhiza renum142
 Biotic community 有機羣聚277
 Biotic or living environment 生活
 的環境279
 Biotic factor 生機因子345
 Bird lice 鳥蝨216
 Biting fly 刺蠅 23
 Bitta comorpha clavipes 一種大蚊243
 Bivoltine 二化性182
 Black flies 黑蠅257
 Black german 德國黑蜂184
 Black-leaf 40 黑葉四十號370
 Blaps 一種偽步行蟲133
 Blastoderm 胚盤147
 Blasto Kinesis 胚盤轉移151
 Blastophagn pesenes, L 一種小蜂 10
 Blatta 一種蜚蠊 15
 Blepharocera 一種蚋163
 Blood-gills 血鰓112
 Body louse or head louse 頭蝨或體
 蝨219
 Body of tentorium 幕狀骨體 14
 Bombus terrestris 一種彈蜂115
 Bombyiidae414

- Bombyx mori 家蠶.....177
 Book lice 書蟲.....216
 Bordeaux mixture 波爾多液.....382
 Botyitis 一種菌名.....413
 Botrytis bassiana, Balk.....304
 Bottom animals 海底動物.....356
 Boume 波美浮秤.....377
 Brachycera.....91
 Braconide 小蘗蜂.....130
 Brain 腦.....80
 Brane agar... 麥麩汁洋菜膏.....209
 Braulidae 蜜蜂蠟蚋科.....414
 Bridge 絲樑.....266
 Brood 代,化.....181
 Brown-tail moth 棕尾蛾.....336
 Bugs 椿象.....220
 Bumble bee 彈蜂.....285
 Burning 枯焦.....358
 Bursa copulatrix 交尾囊.....133
 Butter fly 蝶.....225
 Byrrhidae 甲蟲中之一科.....91
- C**
- Caddice worm 一種石蠶.....294
 Caecum 盲腸.....73
 Calcium arsenate 砒酸鈣.....359
 Calcium carbide 炭化鈣.....398
 Calcium casenate 乾酪酸鈣.....376
 Calcium cyanide 氰化鈣.....396
 Calcium pentasulfide 五硫化鈣...378
 Calcium polysulfide 多硫化鈣.....377
 Calcium sulpharsenate 硫化砒酸鈣364
 Calcium sulfide 亞硫化鈣.....378
 Calcium tetrasulfide 四硫化鈣.....378
 Caloium thiosulphate 抱硫硫酸鈣...378
 Calliphora vomitora 金蠅.....69
 Caloterms 某種白蟻.....31
 Cambium 形成層.....298
 Camphor 樟腦.....405
 Cantharis 撮螋.....123
 Canthon laevis 金龜子.....46
 Capillary water 毛細管水.....320
 Capitata 球桿狀.....16
 Carabus 一種步行蟲.....221
 Cardiac valve 噴口瓣.....73
 Carnivorous 肉食類.....212
 Carrodentia 嚙虫目.....215
 Cast 級.....283
 Catacala 一種下美夜蛾.....48
 Cat bird 貓頭鷹.....246
 Caterpillar 蠶.....169
 Caudal lamellae 尾板.....59
 Caustic 苛性.....123
 Cave animals 洞穴動物.....353
 Cecidomyia 癭蠅.....57
 Cecidomyiidae 癭蠅科.....297
 Cecropia.....305
 Cell 脈室.....36
 Center 中樞.....254
 Center of dispersal 散佈中心.....348
 Cephalic arteries 前動脈.....119
 Cephalic bud 前芽.....159
 Cephalic ganglion 前頭神經節.....80
 Cephalic muscle 頭筋.....99
 Cephalic vesicle 前囊.....160
 Cephalothorax 頭胸部.....5
 Cerambycidae 天牛.....89
 Cerci 尾鬚.....14
 Cervical muscle 頸筋.....99
 Cervicum 頸.....99
 Chaetotaxy 體毛排列法.....61
 Chalcid 小蜂.....11
 Chalcididae 小蜂科.....144
 Chaoborus 一種雄蚊.....16
 Chara.....303
 Characteristic manner 特殊狀態...263
 Chemical control 化學防除法.....357
 Chemical environment 化學環境...307
 Chemotropism 趨化性.....255
 Chewing-lapsing type 舐嚙口式...26
 Chewing type 咀嚼式.....19
 Chiasognathus 一種鉞形蟲.....67
 Chilopoda 多足綱.....4
 Chince bug 一種椿象.....259
 Chironomid 搖蚊幼.....329

| | | | |
|---|-----|--|-----|
| Chironomus 搖蚊 | 113 | Clypeus 上唇基片 | 14 |
| Chirotentes siccus | 55 | Cloaca 排泄孔 | 57 |
| Chitine 幾丁質 | 14 | Coagulin 凝結素 | 121 |
| Chitinous exoskeleton 幾丁質外骨骼 | 2 | Coalescence | 37 |
| Chlorine 氯 | 402 | Coal-tar 柏油 | 404 |
| Chlorion ichnenmoneum 一種蜂 | 273 | Coal-tar oil 煤膠油 | 370 |
| Chlorita biguttula 棉浮塵子 | 219 | Coarctate pupa 圍蛹 | 178 |
| Chloroparla 績翅蟲 | 55 | Coccidae 介殼蟲 | 106 |
| Chlorophyll-a 葉綠素甲 | 121 | Coccinellid 瓢蟲 | 11 |
| Chloropicrine 克羅嘮克林 | 391 | Coccinellidae 瓢蟲科 | 62 |
| Chordata 脊索動物門 | 1 | Coccobacillus acridiorum 一種細菌 | 412 |
| Chorin 外皮膚 | 132 | Cockroach | 186 |
| Chortophila brassicae 一種蠅 | 159 | Coelenterata 腔腸動物 | 2 |
| Chromaphil leucocytes 染色白血球 | 119 | Coelom sac 體腔囊 | 154 |
| Chromatin 染色質 | 129 | Codling moth 蘋果蠹蛾 | 257 |
| Chromosomes 染色體 | 135 | Coleoptera 鞘翅目 | 185 |
| Chrysanthemum cinerariaefolium 一種除蟲菊 | 372 | Collagenose 膠元醣素 | 77 |
| Chrysanthemum marshallii 一種 除蟲菊 | 372 | Collembola 彈尾目 | 54 |
| Chrysanthemum roseum 一種除蟲 菊 | 372 | Colleterial gland 附屬腺 | 133 |
| Chysididae 青蜂科 | 414 | Colloid 膠質物 | 323 |
| Chrysobothris 一種甲蟲 | 59 | Colloidal sulfur 膠質硫黃 | 376 |
| Chrysopa 草蜻蛉 | 65 | Colloid system 膠質系統 | 383 |
| Cicada 蟬 | 219 | Colon 大腸 | 73 |
| Cicada plebieia 一種蟬 | 68 | Colony 蟻羣 | 293 |
| Cicindela japonensis 一種斑螫 | 238 | Commissure 神經纖維 | 78 |
| Cicindela sexguttata 斑螫 | 238 | Communities 羣聚 | 278 |
| Circulatory system 循環系統 | 116 | Communities of animals 動物羣聚 | 277 |
| Circumference 周線 | 266 | Complete metamorphosis 完全變態 | 168 |
| Circus movement 繞圈行動 | 275 | Compodeiform larvae 衣魚型幼蟲 | 169 |
| Claspers 攫握器 | 58 | Component tropism 組合之趨性 | 264 |
| Classify 類別 | 183 | Compound eye 複眼 | 88 |
| Class insecta 昆蟲綱 | 185 | Compound nest 複巢 | 279 |
| Clavate 棍棒狀 | 16 | Concave Vein 凹脈 | 41 |
| Clavage 分割 | 147 | Conducting vessel 導管 | 118 |
| Cleavage nucleus 分割核 | 147 | Cone 小錐 | 87 |
| Climbing 攀登 | 48 | Connectives 連結線 | 27 |
| Climax formation 沒後之羣落 | 342 | Conopidae | 414 |
| Climax stage 沒後期 | 341 | Consciousness 意識 | 254 |
| Closing apparatus 閉鎖器 | 107 | Consocias 羣合 | 352 |
| Closed cell 閉室 | 36 | Constant parthenogenesis 永久的 孤雌生殖 | 141 |
| | | Contact poison 接觸劑 | 359 |
| | | Continue phase 連接相 | 383 |

- Continuous 連續的270
 Convergence 複合348
 Convex vein 凸脈 41
 Copera marginipes 白足豆娘214
 Copidosoma 一種寄生蜂144
 Coral gland 基節腺 62
 Cord 索 78
 Cordo 基節 19
 Cordyceps 一種寄生菌304
 Cordyceps sinensis304
 Cordyceps sobilifera304
 Corneagen layer 角膜層 88
 Cornicle 蜜管123
 Corpora allata 咽喉側線 81
 Corixa 一種水蟲 67
 Cossidae 木蠹蟲科178
 Coordinated reflex 相應之反射263
 Co-ordination function 連絡之機能 83
 Co-ordination of muscula action
 筋肉上連絡之動作 83
 Coprophagous 糞食類309
 Cornca 角膜 88
 Corresponding stimulation 適合之
 刺激272
 Corrodenita 蝕蟲目200
 Corrosive 腐蝕性 62
 Corrugated wing 皺翅 40
 Cosmopositan species 萬國共有之種 349
 Cosmylus 廣翅蜻蛉 39
 Costa 前緣脈 36
 Costal-radial group 前緣 40
 Costal margin 前緣徑脈 33
 Cotype 模式標本188
 Course 途徑252
 Coxaa 基節 44
 Crab louse 蟹蝨219
 Crabronidae 細腰蜂科185
 Crane fly 一種大蚊 30
 Creosote 木油260
 Crepsucular 夜飛326
 Cresoap 木油肥皂386
 Critical point 臨界點330
 Crochets 曲鈞 49
 Crop 嗉囊 72
 Cross striated 橫紋 96
 Cross vein 橫脈 37
 Crow 烏246
 Crude-oil emulsion 粗油乳劑384
 Cryptotympana 4
 Cryptotympana santoshones 一種
 夏蟬219
 Crystalline cone Cells 圓錐晶體 ... 90
 Ctenocephalus canis 大跳蚤230
 Cubitus 肘脈 36
 Cubits-anal group 後肘臂脈 40
 Cucujidae 一種小甲蟲306
 Culex 蚊 18
 Culicidae 蚊科110
 Cuphea288
 Curculionidae 象鼻蟲科 61
 Cutaneous respiration 皮膚呼吸 ...114
 Cuticular layer 角質層 58
 Cybister 龍蝨240
 Cyclic parthenogenesis 循環孤雌生
 殖141
 Cyclorrhapha 91
 Cynip 沒食子蜂142
 Cynipidae 沒食子蜂科 54
 Cytoplasm 細胞質136
 Cytosis 縮葉病219
- D**
- Dacus tsuneonis 蜜柑實蠅229
 Damsel flies 豆娘214
 Danais 斑蝶247
 Darts 刺219
 Dasyneura leguminicola 一種蚋 ...135
 Daughter queen 幼后289
 Death mimicry 擬死248
 Definitive accessory vein 固定副脈 40
 Degenerating leucocytes 退化白血
 球120
 Delphax furcifer 水稻飛蝨319
 Dendrolimus sp 松毛蟲249
 Density 密度391

- Depressors of labrum 上唇下擊筋...100
 Derivatives 化成劑.....404
 Dermaptera 蠶翅目 55
 Dermestidae 火腿蟲科 61
 Derrao muscular tube 體皮肌肉管... 97
 Derris 魚藤369
 Derris elliptica 魚藤388
 Derris uliginosa 魚藤.....388
 Determination 固定187
 Deautocerebrum 中腦 80
 Diaphragms and Sinuses 隔膜與血
 腔116
 Development of Zero 發育零度 ...330
 Developmental stage 發達時期.....341
 Diaspis pentagona 一種介壳蟲.....415
 Dieranocephalus adamsi 一種金龜
 子280
 Different stage 異期284
 Digestive system 消化系 71
 Digging type 開掘足 46
 Dionoea muscipula 捕蠅草302
 Dioptric portion 分眼部 92
 Dioxypyhenylalanine 二氧化苯阿拉
 林122
 Diploid 雙數139
 Diplopoda 有爪綱 4
 Diptera 雙翅目 31
 Dipylidium caninum 犬條蟲292
 Directin tube 引導管 64
 Dirofilaria immitis 一種犬體內血絲
 蟲292
 Dispersal 分散.....345
 Disperse phase 散亂相383
 Dispersion medium 散亂媒383
 Dissosteia carolina 一種蝗蟲.....110
 Distillate-oil emulsion 蒸餾油乳劑384
 Distribution of insect 昆蟲之分佈...349
 Diurnal 日出類326
 Donacia 金花蟲172
 Dopa-oxidore 獨伯氧化酵素122
 Dormancy 昏睡333
 Dorsal arms of tentorium 背幕狀
 骨 14
 Dorsal closure 胚子背部之封閉.....151
 Dorsal diaphragm 背隔膜.....117
 Dorsal ocelli 背單眼..... 87
 Dorsal or pericardial Sinus 背血腔117
 Dorsal scent gland 背內之香腺 ...287
 Dorsal valve 上瓣 56
 Dorsal ventral muscles 背腹筋 ...102
 Dorsal vessel 背管116
 Dragonflies 蜻蜓214
 Drones 雄蜂280
 Drosera 茅膏菜303
 Drosophila melanogaster 一種果蠅293
 Dryophanta scutellaris142
 Dytiscus 龍蝨 49
 Dytiscus fasciventris 龍蝨 46
 Dytiscus margmalis 一種龍蝨242
- ### E
- Earswig 蠶螞221
 Ecdysis 脫皮175
 Echinodermata 棘皮動物門 2
 Ecology 生態學 8
 Economic entomology 經濟昆蟲學 8
 Ectoderm 外胚葉 72
 Ectodemia populella 白楊葉柄上
 之蟲瘻297
 Ectoparasitic 外寄生291
 Effective temperature 有效溫度...329
 Efferent 內端.....251
 Egg calyx 卵萼.....133
 Egg mass 卵塊.....171
 Ether medium 以太媒介254
 Ejaculatory duct 射精管內125
 Elateridae 叩頭蟲科 91
 Elbowed 曲膝狀 17
 Eligma norcicus 一種夜蛾.....178
 Elytra 鞘翅 32
 Embiidina 紡脚目217
 Embryo 胚胎144
 Embryonic mass 胚子塊144
 Embryonic period 胚胎期181
 Empidid 舞蠅.....281
 Empodium 爪間體48

- Empusa grylli, Fr. 一種菌寄生在蝗
 蟲者 304
 Empusa muscae 一種菌寄生於蚱者 304
 Emulsifying agent 成乳劑物 383
 Emulsion 乳劑 382
 Emulsion stabilizer 乳劑固定物 383
 Endoderm 內胚葉 148
 Endoparasitic 內寄生 290
 Endopleurite 側部內胸板 50
 Endopterygota 內翅亞綱 194
 Endosternite 腹部內胸板 50
 Endothergite 背部內胸板 49
 Endothorax 內胸板 49
 Entomology 昆蟲學 7
 Entomophilous plant 蟲媒花植物 10
 Entomophogous 寄生類 309
 Entomophthorales 一類菌寄生於昆
 蟲者 304
 Entric caeca 盲管 73
 Enzyme 酵素 163
 Eomenacanthus biseratam 一種音
 通之雜蟲 216
 Ephemera vulgata 111
 Ephemera vria 蜉蝣 213
 Ephemerida 蜉蝣目 40
 Ephemeridae 蜉蝣 40
 Ephetheca 一種蜻蜓 118
 Epicauta 一種地膽 169
 Epicranial arm 頭蓋支 222
 Epicranium 後頭頂 14
 Epicranium suture 後頭頂縫線 14
 Epidermis 真皮 58
 Epimera (Epimeron) 後側片 19
 Episternum 前側舌 29
 Epithelium 皮膜 127
 Ericerus pela 白蠟虫 63
 Eriosoma langiea 蠟毛蚜蟲 416
 Eristalis 鼠尾蛆 242
 Eruciform 鱗蟲型 169
 Erysiphales 413
 Erythropisin 94
 Ether 乙醚 374
 Ethiopian region 非洲區 349
 Ethyl acetate 乙基醋酸鹽 369
 Ethyl alcohol 乙醇 369
 Ethyl oxide 氧化乙烷 402
 Ethyl trichloride 三氯化乙烷 374
 Eucoiliform larva 真卷形幼蟲 174
 Eucone eyes 真圓錐眼 90
 Eusternum 正胸片 29
 Evaporating power 322
 Eversible sacs 腹囊 113
 Evolution 演化 343
 Exoskeleton 外骨骼 58
 Exorate pupa 裸蛹 178
 Exocone eyes 外圓錐眼 91
 External insulation 外面之隔絕 388
 Exudatoria 滲頭 284
 Exuvial gland 脫皮腺 65
 Exyra ridingsii Riley 一種蛾 296
- ### F
- Faced eye 集眼 88
 Facet 小眼面 89
 False scorpions 一種偽蝎 294
 Family 科 184
 Fat 脂肪 76
 Fat body 脂肪體 116
 Fauna 昆蟲或動物誌 318
 Feeling 感覺 257
 Femur, (Femora) 腿節 44
 Feterita 玉蜀黍品系名 410
 Fibringen 纖維原 121
 Field of vision 視野 261
 File 鋸齒部 67
 Filiform 絲狀 16
 Fire fly 螢 281
 First anal 第一腎脈 36
 First reproductive cante 主要生殖
 級 211
 First tarsal joint 第一跗節 45
 First Vaunal Vein 第一尾脈 36
 Flagellum 鞭節 16
 Fleas 跳蚤 292
 Flexor and extensor of labial pal-
 pus 下唇鬚之伸屈筋 102

| | |
|--------------------------------|-----|
| Flora 植物誌..... | 269 |
| Fluosilicate 氟矽酸鹽類..... | 366 |
| Fluosilicat Sodium 氟矽酸鈉..... | 366 |
| Folded membrane 摺膜..... | 69 |
| Follicles 小胞..... | 127 |
| Follicular epithelium 小胞膜..... | 131 |
| Forficula 螻蛄..... | 79 |
| Formalin 福爾莫林..... | 369 |
| Formica rufa 一種蟻..... | 294 |
| Forced movement 強制行動..... | 256 |
| Forceps 鉗..... | 55 |
| Fore leg 前足..... | 44 |
| Fore-intestine 前腸..... | 71 |
| Fore-wing 前翅..... | 31 |
| Formation 羣落..... | 352 |
| Formative cell 形成細胞..... | 157 |
| Formicidae 蟻科..... | 185 |
| Free arsenic 游離砷酸..... | 361 |
| Frenulum 翅刺..... | 32 |
| Frenulum hook 叉狀翅刺..... | 32 |
| Fresh-water animal 淡水動物..... | 354 |
| Frons=Front 前頭..... | 14 |
| Frontal ganglion 前額神經節..... | 81 |
| Frontal nerve 前額神經..... | 81 |
| Front margin 前緣..... | 213 |
| Frontal plate 前板..... | 15 |
| Fumigante 煙蒸劑..... | 359 |
| Fungus (Fungi) 菌..... | 304 |
| Fungus flies 菌蠅..... | 309 |
| Furcal 叉形..... | 51 |
| Furcula 跳躍器..... | 55 |

G

| | |
|-------------------------------|-----|
| Galea 外葉..... | 19 |
| Galerucella 一種甲蟲(金花虫)..... | 164 |
| Gall 蟲瘻..... | 143 |
| Galleria meilonella 一種蠶蛾..... | 411 |
| Gambusia 鰱魚..... | 418 |
| Gambusia affinis..... | 418 |
| Gamets 配合子..... | 136 |
| Ganglion (Ganglia) 神經球..... | 78 |
| Ganglion center 神經球中心..... | 269 |
| Gastatory organ 味覺器..... | 84 |

| | |
|---|-----|
| Gastrophillid flies 牛蠅..... | 382 |
| Gastric coeca 盲管..... | 73 |
| Gastrulation 原腸期..... | 113 |
| Gena (Genae) 頰..... | 14 |
| Generation 化,代..... | 181 |
| Generic name 屬名..... | 184 |
| Genitalia 交尾器,生殖器..... | 55 |
| Genital pore 生殖孔..... | 223 |
| Genus 屬..... | 184 |
| Geocores 陸棲類..... | 183 |
| Geographical races 地理上的變種..... | 247 |
| Geological age 地質年代..... | 343 |
| Geotropism 趨地性..... | 255 |
| Germarium 生殖室..... | 127 |
| Germ band 胚帶..... | 147 |
| Gerris 水馬..... | 241 |
| Gigantorhynchus hirudineus 刺頭蟲..... | 291 |
| Gills 鰓..... | 106 |
| Gipsy moth 萍果蠶蛾..... | 416 |
| Glands 腺..... | 58 |
| Glandular cell 腺細胞..... | 62 |
| Glandular hair 腺毛..... | 60 |
| Glandular hypodermal cells 腺真 皮細胞..... | 62 |
| Glossa 中舌..... | 20 |
| Glossina..... | 133 |
| Glucose 葡萄糖..... | 75 |
| Glucoside 芥子油..... | 259 |
| Glycerine 甘油..... | 76 |
| Glycogen 動物澱粉..... | 113 |
| Glyptotaelius 毛翅目內之昆蟲..... | 224 |
| Golden Itarh 意大利黃金蜂..... | 184 |
| Gonista Sp. 一種綠色土蝗..... | 244 |
| Gonopophysis 陰片..... | 56 |
| Gordius 一種線蟲..... | 292 |
| Gradual metamorphosis 漸變態..... | 168 |
| Grain 克冷..... | 368 |
| Grain beetle 穀甲蟲..... | 222 |
| Grain mite 穀壁蟲..... | 320 |
| Granular spheres 粒狀球體..... | 162 |
| Grasping leg..... | 45 |
| Gravitational water 地引水..... | 324 |
| Gravity 地引力..... | 255 |

| | |
|---|-----|
| Ground beetle 步行蟲 | 45 |
| Group 類 | 186 |
| Grub 蠕蟲 | 169 |
| Grylloblattidae 擬蟋蟀科 | 192 |
| Gryllops berthellus Saussur 鬮蟋 蟻 | 209 |
| Grylotalpa borealis 螻蛄 | 46 |
| Gryllus | 99 |
| Gryllus sinensis 一種油葫蘆 | 333 |
| Gular plate 咽喉板 | 14 |
| Gustatory organ 味覺器 | 85 |
| Gypsy-moth 極百散蛾 | 341 |
| Gyrinid 鼓蟲 | 241 |
| Gyrinus 鼓蟲 | 89 |

H

| | |
|-----------------------------------|-----|
| Habitats 產地 | 351 |
| Habits 習, 習性 | 251 |
| Haemocyanin 血藍素 | 122 |
| Haemoglobin 血色素 | 122 |
| Hair 毛 | 58 |
| Halipus | 259 |
| Halipus wehnkei 一種小頭水甲蟲 | 241 |
| Halter 平均棍 | 32 |
| Hamulae 翅鈎 | 32 |
| Haploid 半數 | 139 |
| Harpalus caliginosus 一種步行蟲 | 246 |
| Harpactophagous 食蟲類 | 309 |
| Head 頭 | 12 |
| Heavy oil 重質油 | 382 |
| Heat-energy 熱能 | 113 |
| Heliconidae 蛺蝶科 | 246 |
| Hellebore 蒜薹蘆 | 359 |
| Hemerobius | 178 |
| Hemerophila atrioeata 一種尺蠖 | 243 |
| Hemelytra 半鞘翅 | 32 |
| Hemipneustic type 半門式 | 109 |
| Hemiptera 半翅目 | 185 |
| Hepialidae 蠅蝠蛾科 | 32 |
| Heptagenia interpunctata 蜉蝣 | 170 |
| Heptagicanda longicanda | 111 |
| Hession fly 黑輿蠅 | 321 |
| Heteroptera 異翅目 | 190 |

| | |
|----------------------------------|-----|
| Hexagenia bilineata | 55 |
| Hexapoda 六足綱 | 4 |
| Hibernation 冬眠 | 330 |
| Hind intestine 後腸 | 72 |
| Hind leg 後足 | 44 |
| Hind wing 後翅 | 31 |
| Histeridae 闊魔蟲科 | 91 |
| Histoblast 組織細胞 | 157 |
| Histogenesis 組織之織成 | 162 |
| Histolysis 組織破壞 | 162 |
| Hoemoglobin 血色素 | 122 |
| Hoemocyanin 血藍素 | 122 |
| Holocriny 完全分離法 | 77 |
| Holometabola 完全變態 | 168 |
| Holopneustic type 有門式 | 109 |
| Holorusia 一種大蚊 | 163 |
| Holotype 完模式標本 | 188 |
| Homing instinct 歸巢之本能 | 274 |
| Homomorphy insects 同型的昆蟲 | 190 |
| Honey tube 蜜管 | 65 |
| Horn-worm 一種天蛾幼蟲 | 323 |
| Horse fly 馬蠅 | 258 |
| Host 寄主 | 290 |
| Humeral angle 基角 | 33 |
| Humidity 溼度 | 250 |
| Hydrocores 水棲類 | 182 |
| Hydrocyanic acid 氫氰酸 | 395 |
| Hydrogen ion 氫離子 | 77 |
| Hydrometer 浮秤 | 379 |
| Hydrophilus 牙蟲 | 155 |
| Hydrotropism 趨水性 | 255 |
| Hylotoma Sp. 一種鋸蜂 | 239 |
| Hymenoptera 膜翅目 | 185 |
| Hypermetamorphosis 過變態 | 169 |
| Hypocreales | 413 |
| Hypodermic cell 真皮細胞 | 59 |
| Hypopharynx 舌 | 18 |
| Hypopus 休眠時期 | 295 |
| Hypothetical Venation 假設脈系 | 34 |

I

| | |
|---------------------------------|-----|
| Icerya seychellarum 橘上介殼蟲 | 220 |
| Icerya purchosi 一種介殼蟲 | 415 |

Ichneumonidae 姬蜂科 11
 Ileum 迴腸 73
 Illini chief Sel, No. 223415 小麥名 410
 Image 印象 263
 Imaginal bud 成蟲芽 157
 Imaginal disc 成蟲盤 157
 Imaginal head 成蟲狀之頭 160
 Imago 成蟲 175
 Impulse 衝動 251
 Inagination 內陷 64
 Incomplete metamorphosis 不完全變態 168
 Injurious insect 害蟲 10
 Inner or anal margin 內緣 33
 Inner bark 樹內皮 311
 Inner layer 內層 59
 Inner valves 內瓣 56
 Insect 昆蟲 12
 Insect galls 蟲癭 296
 Insecticide law 殺蟲劑律 421
 Inertion 筋插部 97
 Inspection 檢驗 418
 Instar 齡 125
 Instinct 本能 262
 Instinctive cycle 本能環 266
 Integument 體皮 58
 Intelligent ability 具智力之能力 275
 Intelligent behavior 智力的行爲 263
 Intelligence 智力 251
 Interbreeding 雜交 314
 Intercalary appendage 間副器 152
 Intercalary veins 添脈 39
 Internal insulation 內部之隔絕 388
 Intersegmental membrane 節間膜 52
 Intervertebral region 脈域 36
 Intima 內層 64
 Invagination 向內陷折 105
 Invagination type 陷入式 149
 Invertase 轉化酵素 77
 Iris 眼光圈 88
 Iris versicolor 鳶尾花 299
 Isaiasabella 一種燈蛾 176
 Isle of wight-disease 外特島病 292

Isodentia philadelphia St. Farg
 一種胡蜂 296
 Isoptera 白蟻目 210
 Isopteryx 一種石蠶 215
 Isothermal lines 等溫線 337
 Isotropic 明 98

J

Japyx 一種跳蟲 118
 Japyx solifugus 一種跳蟲 106
 Johnston's organ 窮斯登氏器官 16
 Jugum 翅垂 32

K

Kafir 玉蜀黍品系名 410
 Kallima inachis 木葉蝶 243
 Kansas orange sorgo 更省橘種 408
 Kawvale 小麥名 410
 Kerosene emulsion 石油乳劑 384
 King crab 蟹 4
 Krauses membrane 克羅斯氏膜 98

L

Labellum (Labella) 唇瓣 23
 Labial gland 下唇腺 74
 Labial palpus 下唇鬚 20
 Labium 下唇 14
 Labral gland 上唇腺 74
 Labrum 上唇 14
 Labrum-epipharynx 上唇上咽頭 21
 Lacinia 內葉 19
 Lactase 乳糖酵素 77
 Lamellate 鱗葉狀 17
 Larva 幼蟲 168
 Lasiocampa quercus 枯葉蛾 141
 Lasius mixtus 一種工蟻 205
 Latent division 潛伏分裂 177
 Lateral apodemes 側部內胸板 50
 Lateral ocelli 側單眼 87
 Lateral plate 側板 147
 Lateral root 側神經 81
 Latitude 經度 337
 Lead arsenate 砒酸鉛 359

- Leaf cutting ant 切葉蟻239
 Leaf Hopper 浮塵子219
 Leaf mining 鑽葉270
 Leaping leg 跳躍足45
 Leg-muscle 足筋102
 Lens 晶體88
 Lepidoptera 鱗翅目225
 Lepisma 衣魚127
 Lepisma sackrina 一種衣魚207
 Leptimatarsa 一種金花蟲106
 Leptinotarsa decimlineata 一種金花蟲65
 Leptophlebia fusca111
 Leucocytes 白血球119
 Levators of labrum 上唇舉筋100
 Libellula pulchella 蜻蛉318
 Life cycle 生活循環181
 Life history 生活循環181
 Light oil 輕質油382
 Limnetic animals 外湖動物355
 Linnean system of classification
 林納氏分類法184
 Lipase 脂酵素77
 Lipochromes 脂肪色122
 Lipolytic enzymes 化脂酵素77
 Lithocolletes fragilella 一種細蛾318
 Litomastrix 小寄生蜂146
 Littoral animals 沿岸動物354
 Living community 有機羣聚277
 Lobes 小胞127
 Local contact reflex 局部接觸之反射269
 Locomotion 行動240
 Locusta migratoria 飛蝗8
 Longitudinal vein 縱脈37
 Longitudinal muscle 縱走筋肉102
 Louse 蝨22
 Lubricating-oil emulsion 機械油
 乳劑384
 Lucanus 鍬形蟲117
 Luciferase 發光質70
 Luciferin 發光素70
 Lucilia 一種蠅321
 Lumen 腔, 道77
 Luminescence 光輝254
 Lygaeus murgantia 長椿象245
 Lymantria dispar 一種毒蛾141
- ### M
- Machilis 石跳蟲44
 Macrosiphum pisi 一種豌豆蝨311
 Maggots 蛆228
 Malacosoma neustrie testaces 一種帶枯葉蛾334
 Mallophaga 鳥蝨目216
 Malpighian tube 馬氏管74
 Maltase 麥芽糖酵素77
 Mammalia 哺乳綱1
 Mandible 大顎18
 Mango 檬果289
 Mantis 螳螂172
 Marginal accessorio vein 邊緣副脈39
 Marine animals 海產動物355
 Mask 假面具狀214
 Mastotermis 白蟻55
 Maxillae 小顎18
 Maxillary palpus 小顎鬚19
 Mechanical reflex 機械之反射271
 Meconium 蛹便180
 Mecoptera 蠋蟲目54
 Media 中脈36
 Median caudal filament 中央絲207
 Median groove 中溝147
 Median segment 中伸腹節28
 Median trachea 中部氣管35
 Megopis white 一種天牛180
 Melampyrum 一種玄參科內植物301
 Melanin 黑色素122
 Melanoplus differentialis 一種蝗蟲110
 Meloidae 地膽科62
 Melon 側板44
 Melophagus133
 Memory image 記憶之影象272
 Mental process 心理的過程274
 Mentum 下唇基片20
 Merocring 不完全分離法77
 Mesenchyme 間葉166

- Mesenteron 原腸..... 77
 Mesoblastic somites 中胚層節..... 154
 Mesoderm 中胚葉..... 128
 Meso-natum 中胸背片..... 29
 Mesophragma 中橫隔..... 97
 Mesotergal pulsatile organ 胸背鼓
 動器..... 124
 Mesothorax 中胸..... 28
 Metabolism 新陳代謝..... 250
 Metallus rubi 潛葉之銅蜂..... 239
 Metapneustic type 後氣門式..... 110
 Metathorax 後胸..... 28
 Method of naming 命名法..... 186
 Metopina Sp. 一種寄生小蠅..... 293
 Miastor 一種瘦蠅..... 143
 Microphagous 微生物食類..... 309
 Micropile 精孔..... 134
 Micropterygidae 小翅蛾科..... 235
 Middle plate 中板..... 155
 Midge 蚋..... 320
 Mid-intestine 中腸..... 71
 Mid-leg 中足..... 44
 Migrate 遷移..... 346
 Milo 玉蜀黍品系名..... 400
 Mimic colouration 模倣色..... 246
 Mimicry 擬態..... 281
 Minimum temperature 最低溫度..... 337
 Mirror 鏡膜..... 69
 Miscible oil 混合油..... 385
 Mites 一種壁蝨..... 292
 Model 模本..... 247
 Molecular motion 分子運動..... 254
 Mollusca 軟體動物門..... 2
 Molluscoidea 擬軟體動物..... 2
 Moniliform 連珠狀..... 16
 Monophagous 單食類..... 308
 Monotonous environment 單純環
 境..... 351
 Mores 種..... 352
 Morphology 形態學..... 7
 Mosaic picture 段影圖..... 93
 Mosaic theory 段影學說..... 93
 Moth 蛾..... 225
 Moth borer 螟蛾..... 313
 Moto stimuli 司動刺激..... 83
 Motor cell 動神經細胞..... 251
 Motor-center 司動中心..... 84
 Mouth part 口器..... 18
 Mucorales..... 413
 Mucor racemosus 一種死物寄生菌..... 413
 Muirixenos dicranotropidis 一種
 燃翅目昆蟲..... 223
 Musca 家蠅屬..... 89
 Musca carnivora 一種肉蠅..... 327
 Musca domestic 家蠅種..... 54
 Muscidae 家蠅科..... 154
 Muscular memory 肌肉之記憶..... 273
 Muscular system 肌肉系..... 96
 Mushroom body 菌形體..... 79
 Mutation 突變..... 247
 Mutillidae 蟻蜂科..... 245
 Mycetophagous 食菌類..... 309
 Mycetophilidae 菌蠅科..... 309
 Mymecocystus hortideorum 一種
 蜜蟻.....
 Myoblast 肌原細胞..... 288
 Myrientomata 原尾類..... 4
 Myrmecodia..... 305
 Myrmeleon 一種螻蛄..... 79
 Mystacides..... 62
- N**
- Naphthalene 萘..... 404
 Nasute 大頭型蟻..... 286
 Natural system of classification
 自然分類法..... 184
 Neck 頸..... 129
 Necrophagous 食屍類..... 309
 Negative phototropism 背光性..... 326
 Negative thigmotropism 負趨觸
 性..... 257
 Negative tropism 負趨性..... 256
 Nematocera..... 91
 Nemestrinidae..... 414
 Nemobius vittalus 金鈴子..... 46
 Neophylax concinnus 一種石蠶..... 179

- Neopterygota 今翅類.....193
 Neotropical region 新熱帶.....350
 Nepa cinerea 一種紅娘華.....295
 Nervous system 神經系.....78
 Nest building cycle 結網之動作環.....265
 Neural groove 神經溝.....156
 Neuration, Venation 脈系.....34
 Neuromere 神經節.....27
 Neuronium 毛翅目之昆蟲.....44
 Neuroptera 脈翅目.....178
 Neuroterus fumipennis.....142
 Nicotine 菸鹼.....370
 Nicotine sulphate 菸鹼.....371
 Nitrobenzene 硝基苯.....402
 Nitrogenous food 淡類食料.....303
 Nocturnal 夜出性.....308
 Non-living factors 無機因子.....279
 Nosema 一種原生動物.....292
 Nosema apis 一種致病之原生動物.....414
 Notch 微陷.....213
 Notochord 脊索.....185
 Notonecta 一種松藻蟲.....241
 Noto-pedal muscle 背肢筋.....102
 Noto-pleural muscle 背側筋.....102
 Notum or tergum 背片.....29
 Nozzle 噴射頭.....384
 Nucleoprotein 核蛋白.....121
 Nucleus 核.....185
 Nuptial fly 婚飛.....294
 Nutritive cells 營養細胞.....298
 Nymph 稚蟲.....87
 Nymphalid 蚊蝶.....87
- O**
- Oak gall 橡樹上之蟲瘿.....288
 Oblect pupa 被蛹.....178
 Ocellar nerve 單眼神經.....88
 Ocellus (Ocelli) 單眼.....87
 Occiput 後頭.....14
 Odonata 蜻蝶目.....53
 Odonestic pruni, L. 一種枯葉蛾.....351
 Odor 氣味.....250
 Oecanthus 樹蟋蟀.....172
 Oecophylla.....274
 Oecophylla smaragdina 一種蟻.....274
 Oedipoda 一種蚱蜢.....118
 Oesophageal commissure 咽喉神經纖維.....80
 Oesophageal sympathetic system 胃交感神經系.....80
 Oesophageal valve 噴口瓣.....73
 Oesophagus 食道.....72
 Oil-in water type 水包油式.....383
 Olfactory 嗅覺.....55
 Olfactory organ 嗅覺器.....84
 Oligophagous 寡食類.....308
 Oligopod larva 貧肢型幼蟲.....174
 Oligopod phase 貧肢期.....172
 Ommatidium (ommatidia) 小眼.....89
 Ontogenetic 個體的發生.....263
 Oogonia 卵原細胞.....136
 Ootheca 卵囊.....133
 Open cell 開室.....36
 Optic lobes 視神經葉.....82
 Optic organ 視覺器.....84
 Optic reflex 視覺之反射.....261
 Optimum intensity 適度.....256
 Optimum temperature 適溫.....329
 Oral cavity 口腔.....72
 Oral papillae 突起物(有爪綱).....5
 Oriental region 東洋區.....349
 Orientation 轉移方向.....261
 Origin 筋原部.....97
 Original description 原記述.....188
 Original home 原產.....348
 Original specimen 原標本.....188
 Orthoptera 直翅目.....189
 Osmeterium 臭角.....62
 Osmosis 滲透.....119
 Osmotic concentration 滲透濃度.....322
 Osmylus hyalinatus 一種廣翅蜻蟻.....39
 Ostia (um) 瓣口.....118
 Outer layer 外層.....59
 Outer margin 外緣.....33
 Ovaries 卵巢.....125
 Ovarioles 小卵巢.....130

Overgrown type 表成式.....151
 Oviducts 輸卵管.....125
 Oviparous 卵生.....140
 Ovipositor 產卵器.....56

P

Pachysima latifrons 一種非洲蟻...284
 Paedogenesis 幼蟲生殖.....143
 Pairing flight 配偶飛.....211
 Palaeodictyoptera 太古網翅目.....193
 Palaeopteroidea 古翅類.....122
 Paleopterygota 古翅類.....193
 Palpus (Palpi) 鬚.....21
 Palpifer 擔鬚節.....20
 Panaeus caniculatus 一種河蝦.....6
 Panoistic type 無營養型.....132
 Pantophagous 雜食類.....308
 Papilio 鳳尾蝶.....61
 Papilio alcinous Klug 鳳蝶一種...225
 Papilio japonicum 一種金龜子.....418
 Papilionidae 鳳蝶科.....248
 Papillae 突起.....112
 Paradichlorobenzene 仲二氯苯.....391
 Paraglossa 側舌.....20
 Parametatola 不完全變態.....193
 Paranotal hypothesis 背板說.....31
 Paranthrene regalis 一種透翅蛾...246
 Parasitic 寄生性.....11
 Paris green 巴黎綠.....359
 Paratype 副模式標本.....188
 Parthenogenesis 孤雌生殖.....140
 Passalus 一種甲蟲.....287
 Patagia 頸板.....30
 Pavement epithelium 扁平皮膜...108
 Peach tree borers 桃實蟲.....311
 Pebrine 蠶之微粒子病.....413
 Pectinate 梳齒狀.....17
 Pedicel 柄.....16
 Pedicellidae 人蝨科.....96
 Pelocoris femoratus 田鼈.....46
 Penetration 滲透力.....392
 Pentamera 五節類.....183
 Pentatomidae 椿象科.....304

Percipient portion 感光部.....92
 Perforatorium 穿孔體.....129
 Peri-neural sinus 圍神經血腔.....117
 Periodic 週期的.....270
 Peripatus capensis 柞蠶.....5
 Periplaneta 蜚蠊.....118
 Periplasm 外層原形質.....146
 Peripneustic type 環狀氣門式.....109
 Peripodial cavity 圍肢腔.....158
 Peripodial membrane 圍肢膜.....158
 Peristigmatic glands 滑門腺.....107
 Peritoneal layer 腹膜層.....130
 Peritracheal membrane 氣管周圍
 膜.....108
 Peritreme 圍板.....107
 Perla immarginata 石蠶.....170
 Perla maxima 一種石蠶.....72
 Perlidae 石蠶科.....96
 Petiole 腹柄.....54
 Phagocytosis 食球作用.....162
 Phagocytic chromophyllis 食球染色
 體.....120
 Phagocytic organs 食球器管.....121
 Phalera fusciceps 天社蛾之一種...335
 Phanaeus cornifex 金龜子.....46
 Pharynx 咽頭.....22
 Pheropsophus jessoensis 一種步行
 蟲.....62
 Phlebotomus papataci 白蛉子...9
 Phonotropism 趨聲性.....256
 Photinus 一種螢.....69
 Phototropism 趨光性.....255
 Phragma 分隔膜.....50
 Phryganea 毛翅目內之昆蟲.....224
 Phryganea interrupta 石蠶.....170
 Phryganea vestita 石蠶.....179
 Phryganeidae 石蠶科.....44, 235
 Phycomycetes 藻狀菌.....304
 Phyllium crurifolium 一種竹節蟲...244
 Phylloxera 根蝨.....418
 Phylogeny 動物之演化.....263
 Phylum 門.....184
 Physical environment 物理環境...307

- Physicochemical environment 物
理化學的因子279
- Physiographical 地文上341
- Phytophagous 草食類279
- Piercing-sucking type 刺吸式 21
- Pieridae 粉蝶科246
- Pieris 一種粉蝶157
- Pieris rapae 白菜白粉蝶 42
- Pigment cell 色素細胞 88
- Pine oil 松脂油387
- Pine processionary moth 一種松蛾268
- Pioneer species 最初種類344
- Pit 窪 87
- Pipunculidae414
- Pisces 魚類 1
- Plant quarantine and control ad-
ministration 植物病蟲害防治法 ...419
- Plasma 血漿119
- Platygaster heemales 一種小蜂 ...144
- Platyhelminthes 扁蟲動物門 2
- Plecoptera 蜉蝣目122
- Pleural arm 側枝 51
- Pleural membrane 側膜 52
- Pleural muscle 側筋102
- Pleural ridge 側突起 50
- Pleuron 側片 29
- Plumose 羽狀 18
- Plusia145
- Polar body 極體135
- Podops lurida 稻椿象220
- Poison baits 毒餌367
- Polaeartic 古北區349
- Poles 兩極146
- Polistes hebraeus 一種胡蜂246
- Polistes rubiginosus 一種胡蜂271
- Pollen basket 粉筐 48
- Pollen brush 粉刷 48
- Pollen comb 粉櫛301
- Polyembryony 增胚生殖144
- Polymorphic form 多形式248
- Polyphaga 多食類129
- Polypod larva 多肢型幼蟲174
- Polypod phase 多肢期172
- Polytrophic type 交互型132
- Pompilus scelestus 一種黴甲蜂 ...274
- Ponea punctatissima 一種工蟻 ... 89
- Pontantania pomum 柳樹葉部之蟲
癭297
- Popillia japonica 一種金龜子309
- Porifera 海綿動物門 2
- Porthetria dispar 一種毒蛾108
- Positive thigomatropism 正趨觸
性257
- Positive tropism 正趨性256
- posterior arms of tentorium 後幕
狀骨 14
- Posterior foramen 後頭口 14
- Posterior oesophageal ganglion 後
食道神經節 81
- Post-nothum 背片後部 50
- Post phragma 後背部內胸板 50
- Post sternellum 後胸片 29
- Post-scutellum 後盾片 29
- Potash fish-oil soap 鯉魚肥皂384
- Potassium hypochloride 次亞氯
化鉀 59
- Potassium sulfide 硫化鉀364
- Prairies 草野322
- Pre-antenna 前觸角152
- Predaceous 肉食類 11
- Predatism 肉食狀態291
- Prematuration 前熟期181
- Pre-pupa 前蛹175
- Prephragma 前背部內胸片 50
- Pre-scutum 前盾片 29
- Presternum 前胸片 29
- Primary cuticula 第一角質層 59
- Primary germ cell 原生殖細胞127
- Primary iris cell 第一色素細胞 90
- Primary oocyte 初級卵母細胞136
- Primary reproductive organ 正生
殖器官125
- Primary sexual character 正性特徵126
- Primary spermatocyte 精母細胞136
- Primitive 原始109
- Primitive ganglia 原神經球152

| | | | |
|----------------------------------|-----|--|----------|
| Priority 優先權 | 187 | Pyrethrin 除蟲菊精 | 373 |
| Proboscis 吻管 | 24 | Pyrethrum powder 除蟲菊粉 | 372 |
| Procephalic lobes 前腦葉 | 149 | Pyridine-methyle-pyrrolidine sulphate | 370 |
| Process 過程 | 251 | Pyroassenate 焦砒酸鹽 | 361 |
| Proctodaeum 肛門陷 | 72 | Q | |
| Proctotrypidae 胡蜂科 | 144 | Quarantine 防疫 | 418 |
| Proleg 低足 | 54 | Quassia 苦瓜 | 369 |
| Pronotum 前胸背片 | 29 | Queen 后 | 283 |
| Pronota yuccasella 尤加蛾 | 300 | R | |
| Propneustic type 前氣門式 | 110 | Race 變種 | 184 |
| Propodeum 前伸腹節 | 28 | Racial experience 種族經驗 | 270 |
| Prospaltella berlesei 一種小蜂 | 416 | Racial habit 種的習慣 | 263 |
| Protephemeroptera 原蜉蝣目 | 193 | Radial cross-vein 徑橫脈 | 37 |
| Protein 蛋白質 | 298 | Radial sector 徑幹脈 | 36 |
| Protecting colouration 保護色 | 243 | Radio-medial cross-vein 徑中橫脈 | 37 |
| Proteolytic enzymes 化蛋白酵素 | 77 | Radius 徑脈 | 36 |
| Prothorax 前胸 | 28 | Raphidia 駝蜻 | 178, 205 |
| Protocerebrum 前腦 | 27 | Rasping-sucking type 舐吸口式 | 20 |
| Protodonata 原蜻蜓目 | 193 | Rat-tailed maggot 鼠尾蛆 | 320 |
| Protoparce convolvuli | 124 | Reaction 反應 | 253 |
| Protoplasm 原形質 | 61 | Realm 界 | 353 |
| Protopod phase 原肢期 | 171 | Reason 理智 | 251 |
| Protozoa 原生動物門 | 2 | Receptaculum seminis 貯精囊 | 133 |
| Protura 原尾目 | 192 | Rectal gill 直腸鰓 | 112 |
| Proventriculus 前胃 | 72 | Rectal gland 直腸腺 | 73 |
| Province 部 | 352 | Rectal respiration 直腸呼吸 | 112 |
| Pseudocone eyes 假圓錐眼 | 90 | Rectum 直腸 | 65 |
| Pseudotracheae 偽氣管 | 24 | Recurent nerve 逆走神經 | 81 |
| Psychic faculties 智慧能力 | 82 | Reduviid 食蟲椿象 | 11 |
| Psyllidae 木蟲科 | 297 | Reduvius 一種食蟲椿象 | 91 |
| Pterygota 有翅亞目 | 98 | Reflex 反射 | 115 |
| Ptinidae 番死蟲科 | 66 | Reflex acts 反射的動作 | 263 |
| Pulex irritans 跳蚤 | 230 | Relationship 關係 | 183 |
| Pulmonary sac 肺囊 | 5 | Relative humidity 比較溼度 | 321 |
| Pulsatile vesicle 鼓動泡 | 119 | Repellents 抗拒劑 | 402 |
| Pulvillusi 褥盤 | 45 | Repellent gland 防禦腺 | 62 |
| Pumping organ 鼓動器 | 118 | Repletes 儲蜜蟻 | 238 |
| Pupa 蛹 | 168 | Reproductive system 生殖系 | 125 |
| Pupa libera 裸蛹 | 178 | Reptillia 爬蟲類 | 1 |
| Pupariumia 蛹殼 | 178 | Resin 樹脂 | 64 |
| Pupipara 蛹生類 | 140 | | |
| Pyloric valve 幽門瓣 | 73 | | |
| Pyrameis cardui, L. 一種蚊蠅 | 351 | | |

| | |
|---|-----|
| Resistant varieties 抗蟲種類..... | 408 |
| Respiration 呼吸 | 242 |
| Respiratory horn 呼吸角 | 158 |
| Respiratory system 呼吸系 | 104 |
| Response to stimuli 對於刺激之反應 | 250 |
| Resting stage 靜止期 | 178 |
| Retina (Rete) 網膜 | 88 |
| Retinaculum 抱鈎 | 32 |
| Retinula 網膜柱 | 90 |
| Revolution 反轉時期 | 336 |
| Rhabdom 感杆 | 88 |
| Rhabdophaga batatus. 楊柳莖上 之蟲瘿 | 297 |
| Rheotropism 趨流性 | 256 |
| Rhyphus 一種偽蚊 | 37 |
| Rhythemis fuliginosa Selys 一種 蜻蜓 | 214 |
| Rhythmical 有循序的 | 334 |
| Rhythmical contraction 循序之收 縮 | 124 |
| Rice weeviles 米象 | 222 |
| Robin 知更雀 | 246 |
| Rondotia menciaana, Moore 桑白蠶 | 182 |
| Rotenone 羅丹農 | 389 |

S

| | |
|-----------------------------|-----|
| Saccharose 蔗糖液 | 311 |
| Salivary gland 唾液腺 | 15 |
| Samia cecropia 一種蛾 | 58 |
| Sandfly fever 白蛉熱 | |
| San jose scale 聖納散介殼蟲 | 376 |
| Sarcophagidae | 414 |
| Sarcophagous 肉食類 | 308 |
| Sarcolemma 筋鞘 | 98 |
| Sarcomere 筋小節 | 98 |
| Sarcoplasm 筋質 | 98 |
| Sarcostyle 縱行筋條 | 98 |
| Sarzo 玉蜀黍品系名 | 410 |
| Scale 鱗片 | 58 |
| Scale insects 介殼蟲 | 219 |
| Scape (antennae) 基節 | 16 |
| Scarbaeiform larva 蛭蟻式幼蟲 .. | 174 |
| Scent gland 臭腺 | 220 |

| | |
|--|-----|
| Schaenobius incertellus 三化螟蟲... | 405 |
| Schistocerea pallens 墨西哥蝗 | 412 |
| Schizoneura | 63 |
| Sciara 一種菌蠅 | 309 |
| Scientific name 學名 | 186 |
| Sclerenchyma cell 粗織細胞 | 409 |
| Scelopendra sp 蜈蚣 | 5 |
| Scorpion flies 蝎蟲蠅 | 224 |
| Scorpion 蝎蟲 | 224 |
| Scraper 摩擦器 | 67 |
| Scutellum 小楯片 | 29 |
| Scutum 楯片 | 29 |
| Seasonal life cycle 季生活循環 | 181 |
| Second anal 第二臀脈 | 36 |
| Second cubitus 第二肘脈 | 36 |
| Second vena 第二尾脈 | 36 |
| Secondary cuticular 第二角質層 .. | 59 |
| Secondarily developed longitudinal veins 次發達之縱脈 | 40 |
| Secondary iris cell 第二色素細胞 .. | 90 |
| Secondary longitudinal vein 次縱 橫脈 | 39 |
| Secondary oocyte 次級母細胞 | 137 |
| Secondary reproductive caste 次 要生殖級 | 211 |
| Secondary reproductive organ 次 生殖器官 | 125 |
| Secondary sexual character 次性 特徵 | 126 |
| Secondary spermatocyte 次級精母 細胞 | 136 |
| Second polar body 第二極體 | 137 |
| Secreting chromophils 分泌染色體 | 120 |
| Sectorial cross-vein 通橫脈 | 37 |
| Segment 節 | 12 |
| Segmentation 分節 | 148 |
| Segmentation of the head 頭之環節 | 27 |
| Semaedogaster barticensis 一種 膜翅目昆蟲 | 38 |
| Semicircular canals 半規管 | 228 |
| Seminal ducts 輸精管 | 125 |
| Sense organs 感覺器 | 78 |
| Sensillia chaetica 感覺剛毛 | 85 |

| | | | |
|--|-----|---|--------|
| Sensillia trichoda 感覺毛 | 85 | Spermatheca 貯精囊 | 133 |
| Sensorium 感覺器 | 16 | Spermatids 精子細胞 | 128 |
| Sensory impression 感覺印象 | 254 | Spermatogonis 精原細胞 | 128 |
| Sensory stimulation 感覺之刺激 | 272 | Spermatophore 精球 | 130 |
| Septicoemia 血毒症 | 411 | Sphaeriales 孢子菌內族名 | 413 |
| Serosa 漿膜 | 148 | Sphaerium 小蚌 | 295 |
| Serrote 鋸齒狀 | 17 | Sphengidae 天蛾科 | 42 |
| Sessile animals 無柄動物 | 356 | Sphinx | 244 |
| Setae 刺 | 58 | Sphinx legustri 一種天蛾 | 125 |
| Setaceous 鞭狀 | 18 | Spine 刺 | 60 |
| Sexual reproduction 有性生殖 | 140 | Spinneret 吐絲孔 | 64 |
| Silk gland 絲腺 | 63 | Spiracle 氣門 | 30 |
| Silk reservoir 貯絲部 | 64 | Spiracular aperture 氣孔隙 | 106 |
| Silphidae 埋葬蟲科 | 17 | Splanchnocytes 腸球體 | 120 |
| Simple eye 單眼 | 87 | Spoke 輻 | 265 |
| Simulium | 163 | Sponging type 啜吸口式 | 24 |
| Siphoning type 插吸口式 | 25 | Sporadic parthenogenesis 散見孤雌 生殖 | 141 |
| Siphonoptera 微翅目 | 189 | Spring organ 彈躍器 | 208 |
| Skipper 弄蝶 | 225 | Stable flies 腐蠅 | 258 |
| Smell 嗅力 | 310 | Stagmomantis carolina 螳螂 | 46 |
| Snails 小蝸牛 | 294 | Stalked eye 柄狀之眼 | 223 |
| Snout 喙 | 222 | Staphylinidae 隱翅目 | 415 |
| Snout beetle 象鼻蟲 | 222 | Starchy substance 澱粉質 | 76 |
| Social insects 營社會生活之昆蟲 | 283 | Starling 北美椋鳥 | 417 |
| Social parasitism 社會的寄生性 | 293 | Stem-mother 幹母 | 297 |
| Soda soap 鹼肥皂 | 386 | Stereotyped turning 固定之回轉 | 253 |
| Sodium fluorid 氟化鈉 | 359 | Sterile caste 無變型 | 87 |
| Sodium hypochloride 次亞氯化鈉 | 59 | Sterile worker 無性職蟻 | 286 |
| Sodium sulphide 硫化鉀 | 364 | Sternal muscle 腹板縱行筋 | 102 |
| Sodium sulfide compound 硫化鈉 混合物 | 377 | Sternellum 胸副片 | 29 |
| Sogota furcifera 水稻花螽 | 219 | Sterno-pedal muscle 腹肢筋 | 102 |
| Soldier caste 保衛階級 | 211 | Sterno-pleural muscle 腹側筋 | 102 |
| Soluble sulfide 溶解硫化物 | 381 | Sternum-a 胸片, 腹板 | 29, 52 |
| Somatic musculd 體軀之筋肉 | 166 | Stigma 氣門 | 105 |
| Space 地域 | 278 | Stigma-surface 柱頭面 | 299 |
| Spathogaster tricolor | 142 | Stigmatic tube 柱頭管 | 360 |
| Specialization 演進 | 324 | Stimulating factors 刺激因子 | 278 |
| Species 種 | 184 | Stipes 蝶紋節 | 20 |
| Specific gravity 比重度數 | 111 | Stock emulsion 原乳劑 | 385 |
| Specific egglaying reflex 特種產卵 反射 | 269 | Stoge beetle 鍬形蟲 | 107 |
| Spectrum 光帶 | 258 | Stomach 胃 | 73 |
| | | Stomachic ganglion 胃神經球 | 81 |

- Stomach poison 胃毒劑.....359
 Stomodaeum 前胃.....71, 148
 Stomogastric nerve 胃腸神經..... 84
 Stomogastric system 胃腸神經系... 80
 Stone fly 石蠅.....200
 Strains 品系.....403
 Strata 層聚.....352
 Strepsiptera 擦翅目.....169
 Style 尖節毛..... 54
 Styli 突起..... 44
 Subcosta 亞前緣脈..... 36
 Subfamily 亞科.....186
 Submentum 亞基片..... 20
 Subesophageal ganglion 食道下
 位神經節..... 27
 Suborder 亞目.....186
 Subphylum 亞門.....186
 Subspecies 副種.....184
 Subterranean animals 地下動物...353
 Succeding step 繼續之步驟.....264
 Succession 交替.....341
 Sucking stomach 吸胃..... 73
 Sum of effective temperature 總
 有效溫度.....337
 Super family 首科.....186
 Superlingnat 上舌芽..... 80
 Super order 首目.....186
 Superposition image 疊影..... 94
 Supraesophageal ganglion 腦... 27
 Susceptibility 強忍.....409
 Swarming bees 蜜蜂.....287
 Swimming type 游泳足..... 45
 Symleptera derogota 一種棉花捲葉蟲310
 Sympathetic system 交感神經系... 80
 Symphyla 結合類..... 4
 Syneches 一種蠅..... 91
 Synonym 異名.....187
 Syrphidae 食蚜蠅科..... 65
- T**
- Tabanus 一種牛虻..... 38
 Tachgalia paniculata.....306
 Tachinidae 寄生蠅科.....140
 Tactile 觸覺..... 55
 Tactile organ 觸覺器..... 84
 Taenidium-ia 螺旋絲.....108
 Tapetum 反光層..... 94
 Tarsusi 跗節..... 44
 Taste 味.....310
 Taxonomy 分類學..... 7
 Tegmina 覆翅..... 32
 Tegula 瓦狀板..... 30
 Telea polyphemus 一種天蠶蛾..... 64
 Telenomus sp. 一種卵寄生蜂.....415
 Temperature 溫度.....329
 Temperature of constant 恆溫...332
 Tendon 幾丁質腱..... 97
 Tension 張力.....241
 Tentacle 觸毛.....300
 Tent caterpillar 天幕蟲.....170
 Tenthredinidae 鋸蜂科..... 54
 Tentorium 幕狀骨..... 14
 Terebrantia 有錐亞目..... 49
 Tergal muscle 背板縱走筋.....102
 Tergites 背片..... 50
 Tergum 背片..... 52
 Terms 白蟻.....66
 Terminal filament 端絲..... 55
 Terrestrial animals 陸生動物.....353
 Tessaratoma pipillosa 荔枝椿象...220
 Testis 睪丸.....125
 Tetramera 四節類.....183
 Tettigonidae 螞蟻科..... 96
 Theory of degeneration 退化學說...163
 Thermobia.....103
 Thermotropism 趨溫性.....255
 Thickened fold 原摺..... 40
 Thigmotropic response 趨觸性的
 反應.....260
 Thigmotropism 接觸性.....256
 Third anal 第三臀脈..... 36
 Thoracic muscle 胸部筋肉.....102
 Thorax 胸..... 13
 Thread press 壓絲部..... 64
 Threshold of development 發育開
 始點.....330

- Thrips 花蟲 20
 Thrombin 凝血酵素 121
 Thyridopteryx 一種避債蛾 32
 Thysanoptera 總翅目 106
 Thysanura 纓尾目 54, 194
 Tibiae 脛節 44
 Tiger beetle 斑蝥 45
 Timbol 鼓膜 69
 Tiphia popilliavora 一種土蜂 291
 Tipulid 大蚊 240
 Tipulidae 大蚊科 110
 Trachea 氣管 104
 Tracheal gills 氣管鰓 112
 Tracheal gill hypothesis 氣管鰓說 31
 Tracheal invagination 氣管內折 156
 Tracheoles 氣管支 105
 Transition cell 過度細胞 108
 Transporting chromophilis 傳遞
 染色體 120
 Transverse subhypodermal muscle
 橫列之真皮下肌肉 166
 Tree-hopper 樹蟲 219
 Trichobaris brinotota 一種象鼻蟲 169
 Trichogramma minutum 一種卵寄
 生蜂 415
 Trichoptera 毛翅目 28
 Trigonaspis crustalis 142
 Trilophidia annulata 一種土蠅 244
 Trirachys orientalis Hop. 一種天牛 180
 Tritocerebrum 後腦 27
 Tritocerebrum commissure 後腦
 連鎖 150
 Trochanter 轉節 42
 Trochelminthes 撻輪類 2
 Trogoderma torsale 一種甲類 312
 Trophamion 營養革膜 144
 Trophallaxis 食料交換 283
 Tropidia quadrata 食蚜虻 179
 Tropism 趨性 251
 Trypetidae 果實蠅科 297
 Trypsin 胰蛋白酶 76
 Tryptase 胰酵素 77
 Tse-Tse fly 刺刺蠅 10, 229
 Tumble beetle 鏡螂 281
 Turpentine 松節油 405
 Tympana 聽器 328
 Tympanic membrane 鼓膜 95
 Types of respiratory system 呼吸
 系之型式 109
 Typical antennae 標準觸角 16
- ### U
- Ultra violet rays 紫外光線 258
 Unconscious 無意識的 251
 Unconscious reaction 無意識的反應 253
 Univoltine 一化性 182
 Upper and lower critical point 上
 下臨界點 331
 Urate 尿酸 336
 Uric acid 尿酸 74
 Urinary tube 麥氏管 74
 Useful insects 益蟲 11
 Utricularia 狸藻 303
- ### V
- Vagina 交尾器 125
 Valerianic acid 松酸 259
 Valve 氣孔瓣 107
 Vanesa 一種蛺蝶 122
 Variation 變異 247
 Variety 雜種 184
 Vas deferens 輸精管 127
 Vedalia cardinalis 一種瓢蟲 415
 Venation 翅脈 34
 Ventral diaphragm 腹隔膜 117
 Ventral nerve cord 腹神經束 82
 Ventral sympathetic nerve system
 腹交感神經系 82
 Ventral tube 腹管 55
 Ventral valve 下瓣 56
 Ventricular valve 心瓣 124
 Veratrum album 蒜蓼蘆 367
 Veratrum viridis 美洲產蒜蓼蘆 367
 Vernacular name 俗名 186
 Vertex 頭頂 14
 Vesicle 水囊 96

Vespa 一種胡蜂 84
 Vespa mandarina 馬蜂.....231
 Vespa vulgaris 一種胡蜂 84
 Vespidae 胡蜂科.....185
 Visceral nervus system 內臟神經系 80
 Visceral sinus 腸血腔.....117
 Viscid spiral thread 粘黏團絲266
 Viscid thread 具有黏力之絲266
 Viscosity 粘度.....384
 Vision 視310
 Visual 視273
 Visual cell 視細胞 88
 Vitellarium 卵黃室.....132
 Vitelline membrane 卵黃膜134
 Vitreous body 玻璃體 88
 Viviparity 胎生140
 Volatility 揮發力.....384
 Volition 無意識253
 Voluntary 意識 96

W

Walking leg 步行足 45
 Warning colouration 警戒色245
 Wasp 黃蜂 54
 Watabuna moriokansis 一種野蟲297
 Water-binding capacity 含水量...323
 Water-in oil type 油包水式383
 Water snail 水螺.....292
 Water soluble arsenate 可溶性砒...360
 Wave length 波長258
 Wax gland 蠟腺..... 63
 White ants 白蟻.....211
 White arsenic 白砒366
 White grub 金龜子幼蟲.....222
 Wiggle 子叉.....169
 Wing pad 翅包229
 Wire worm 金針蟲222
 Wolly aphid 羊毛蚜蟲 63

Wood borer 鑽木蟲.....222
 Worker 職工.....283
 Worker caste 職工階級211

X

Xanthophyll 葉黃色121
 X-chromosome X染色體137
 Xenopsylla cheopis 一種跳蚤230
 Xenos vesparum 一種獵翅目昆蟲...223
 Xiphidium 蠹斯172
 Xyleporus celsus 一種小蠹蟲282
 Xylotrechus chinensis 一種害桑樹之
 虎天牛246

Y

Yeast 酵母309
 Yellow-fever 黃熱病 9
 Yolk 卵黃.....135
 Young stage 幼稚時期341
 Yucca moth 一種小蛾300
 Yucca filamentosa 一種錢針草.....300

Z

Zinc arsenat 砒酸鋅359
 Zone of coma 昏眼界330
 Zone of division and reduction 分
 裂與減數分裂域128
 Zone of growth 生長域128
 Zone of transformation 變換域 ...128
 Zoogeography 動物地理349
 Zoraptera 純翅目200
 Zorotyous 純翅目中之一種昆蟲.....210
 Zygomycetes.....413
 Zygoptera 豆娘亞目214
 Zygopterid dragon-fly 豆娘..... 55
 Zygote nucleus 配合核146

(完)

