

Kodak Gray Scale

- A 1 2 3 4 5 6 M 8 9 10 11 12 13 14 15 B 17 18 19



© Kodak, 2007 TM: Kodak



inches 1 2 3 4 5 6 7 8
cm 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19

Kodak Color Control Patches

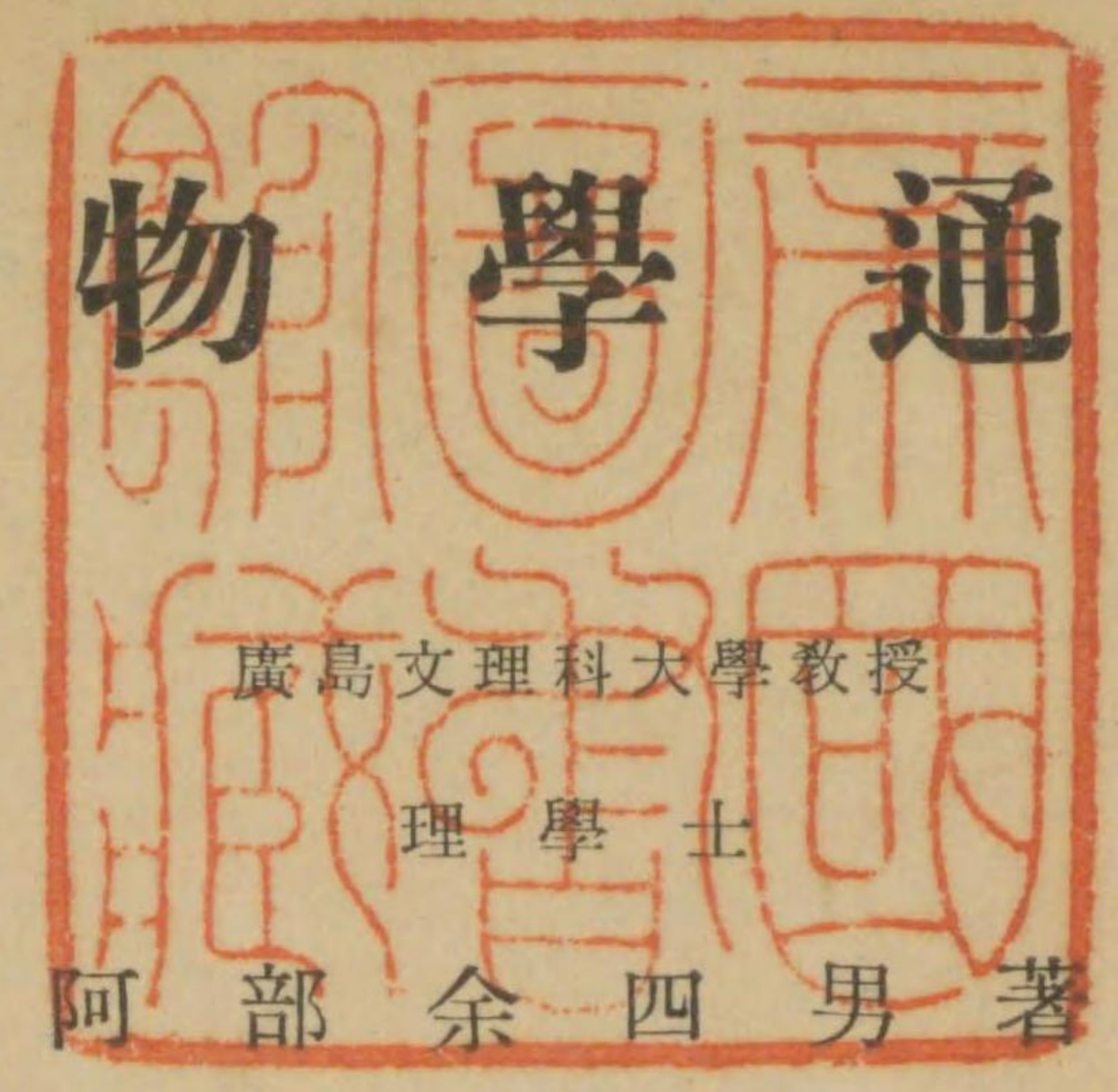


© Kodak, 2007 TM: Kodak

680
70

680
70

動物學通論



東京・大阪
三省堂發行



680
70

Kroon



680-70

序

動物界の現象を一方から見れば動物學各論が生れ、一方から見れば動物學通論が生れる。動物學通論の領域も實に廣いのである。動物學通論の主眼は諸動物に現れる諸種の現象に就いて夫々、其の共通點をつかんで、動物の生命現象の諸相ひいては生命の本質に觸れていかうとする所にあるといへやう。限られたる紙數で全般的に述べようとすれば自ら淺くなるを免れないし局部的に深く入らうとすれば却々全般に互りては述べきれぬのは止むを得ぬ次第である。

本書は動物學通論と言つても、教科書でなくて参考書のつもりであるから、或る部分は委しくて或る部分は簡單である。其の範圍も細胞學、遺傳學、生理學、習性學(行動學)、ホルモン學說、動物界の色彩、動物地理學、動物界の過去と言つた様な部門で、言はゞ「成長した動物界の通論」と言ふ様なものである。發生學にも觸れて居らんわけではないが、發生生理學を込めた意味の動物發生學の世界は優に本書の一二冊分の分量を占むべきものと考へたので此の邊に割愛の線を引いた次第である。

680
70

本書の大部分は小生が動物學通論其の他の時の講話の内容を骨子として書き上げたものであるが、第三章及び第五章には愛甥、東北大學出身の理學士阿部襄君の補助を得たこと多大である。茲に同君及び同君の恩師畑井教授其の他に多大の感謝の意を表す。挿圖には日本の學者の研究論文からもつと取り入れたかつたのであるが、一々御許しを得るに暇がかゝり相に思へたので先づ、廣島の若手の方々のを少し挿入して見た。宜しかつたら今後はもつと廣く國內の諸研究を紹介して見たいと思ふ。

昭和十年五月

水清き廣島に於て鮎の解禁を待ちつゝ

編 著 者 談

凡 例

1. 日本語の學術用語は一回丈はゴジツクにし、之に當る外國語はゴジツクにしないのを原則とした。但し日本譯を併用しない學術語は原語を一回丈ゴジツクにした。又學術語を題目の様に用ゐた場合にはその日本語も原語も共にゴジツクにした箇所もある。
2. 外國語の字體は固有的な獨逸語のみイタリツクにし、英語又は英獨共用の綴りの語は立體とした。そして索引式に大文字で書きはじめてある（固有名詞でない場合でも）。
3. 歐文の論文では動物の學名は他の語とまぎれない様にイタリツクで印刷する例が多いけれども、本書では和名に添へて學名を用ゐて居るので、まぎれる心配がないから立體にした。學名の末尾に大文字で書きはじめてある語は命名者の姓である。
4. 本書に出る動物の種又は類の名は下は原生動物から上は人間にいたるまで多數であるが、索引には一つも出さぬことにした。一々拾つて並べるの煩に堪たへないし且つ通論であるから許して貰へやうと思つたのである。化石動物の著名なもの丈は餘程索引に出さうかとも思つたのであるが、「動物界の過去」の章全體を採られても大して時間もかゝらぬと思つて出さなかつた。
5. 原研究者の人名索引は改版の時機を待つて附けやうかと思ふ。

680
70

目 次

第一章 細胞學.....	1
第一節 細胞研究の指針.....	1
第二節 細胞學説の歴史.....	5
第三節 細胞膜と原形質膜.....	11
第四節 細胞質.....	14
第五節 細胞器官.....	17
第六節 中心體.....	23
第七節 核.....	24
第八節 細胞分裂.....	27
第九節 生殖細胞の成熟分裂.....	38
第十節 細胞學各論の序.....	51
第二章 實驗遺傳學.....	67
第一節 メンデルの法則.....	67
第二節 偏性遺傳と「入れ換り」.....	75
第三節 優性の不完全・集積因子説.....	80
第四節 細胞質遺傳.....	83
第五節 血族結婚の利害.....	85
第六節 人爲的變化の遺傳.....	86
第三章 動物生理學.....	88
第一節 神經系統.....	89

680
70

第二節 循環系..... 102
第三節 心臓の生理..... 106
第四節 呼吸作用..... 109
第五節 動物の栄養..... 116
第六節 排泄作用..... 127
第七節 運動の生理..... 134

第四章 内分泌學説..... 145

第一節 内分泌腺とホルモン..... 145
第二節 脳下垂體..... 146
第三節 松果腺..... 151
第四節 甲状腺..... 153
第五節 副甲状腺(上皮小體)..... 156
第六節 胸腺..... 157
第七節 副腎..... 159
第八節 睪臓のランゲルハンス氏細胞島..... 163
第九節 生殖巣の思春腺..... 164

第五章 動物の習性(行動)..... 165

第一節 動物の習性..... 165
第二節 習性研究上の注意..... 165
第三節 習性分析..... 167
第四節 自然觀察..... 178
第五節 動物の智能に関する研究..... 183

第六章 動物界の色彩..... 188

第一節 色彩の生因..... 188
第二節 色素細胞..... 191
第三節 動物色素の化學..... 194
第四節 腔腸動物の色彩..... 198
第五節 扁形動物の色彩..... 200
第六節 環形動物の色彩..... 201
第七節 棘皮動物の色彩..... 202
第八節 被囊類(海鞘類)の色彩..... 203
第九節 軟體動物の色彩..... 203
第十節 「たこ」や「いか」の變色..... 205
第十一節 甲殻類の色彩..... 207
第十二節 「もえび」の變色..... 208
第十三節 昆蟲の色彩..... 209
第十四節 魚類の色彩..... 210
第十五節 魚の變色..... 213
第十六節 兩棲類の色彩..... 215
第十七節 兩棲類の變色..... 217
第十八節 爬蟲類の色彩..... 218
第十九節 爬蟲類の變色..... 221
第二十節 鳥の色彩..... 222
第二十一節 哺乳類の色彩..... 225
第二十二節 白色の毛..... 228
第二十三節 所謂毛の白變に就いて..... 230

680
70

第二十四節 毛衣の斑紋に就いて..... 232
第二十五節 保護色に就いて..... 233

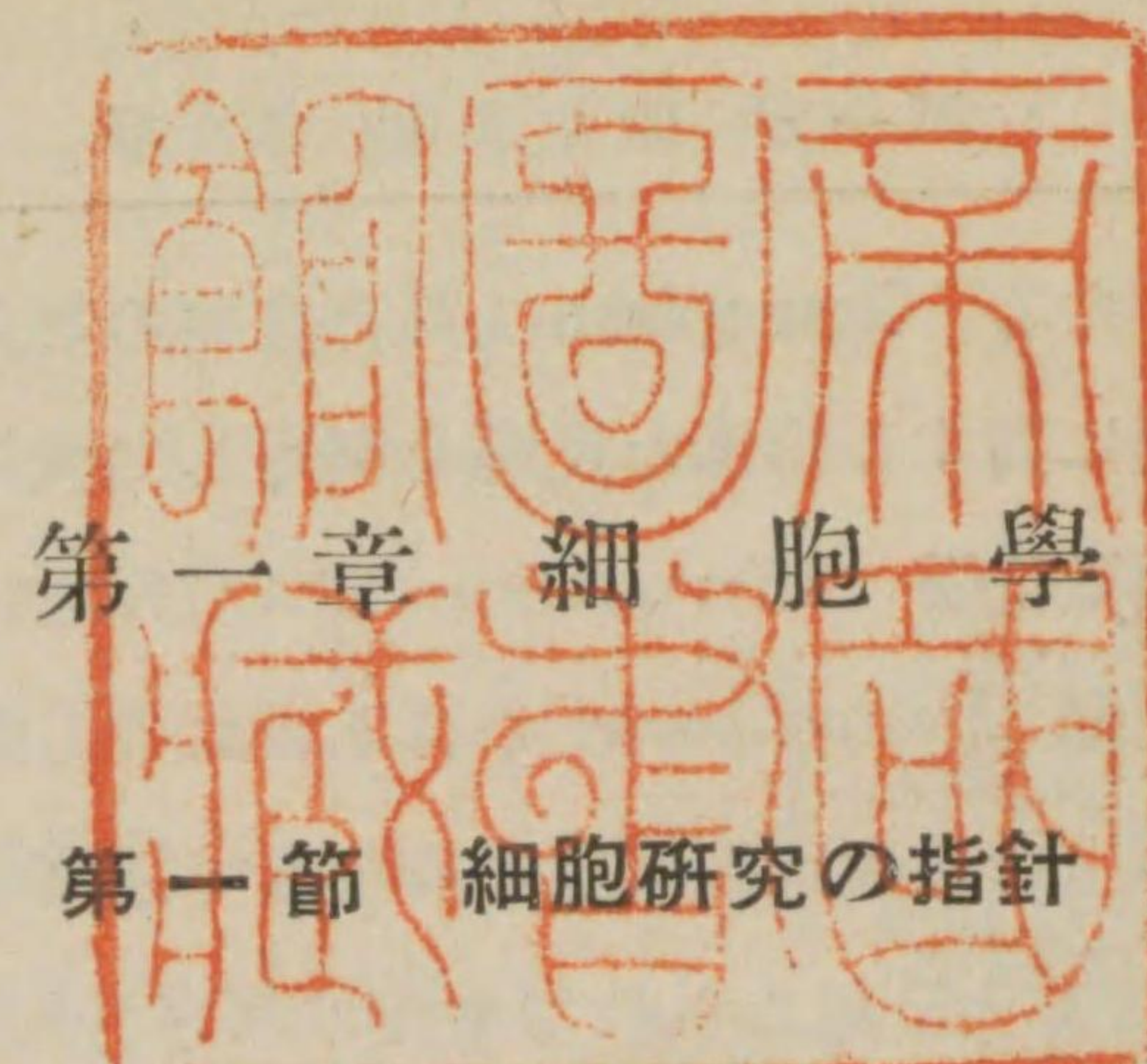
第七章 動物地理學..... 235

第一節 大陸移動説..... 235
第二節 南 界..... 237
第三節 新 界..... 239
第四節 北 界..... 241
第五節 動物地理學上から觀た日本帝國..... 250

第八章 化石學より見た動物界の進化..... 256

第一節 地球の歴史と動物の歴史，地殻と海の形成される迄..... 256
第二節 化 石..... 257
第三節 地史の時代別と動物の變遷..... 259

術語(邦語)索引..... 1-7
術語(歐語)索引..... 1-9

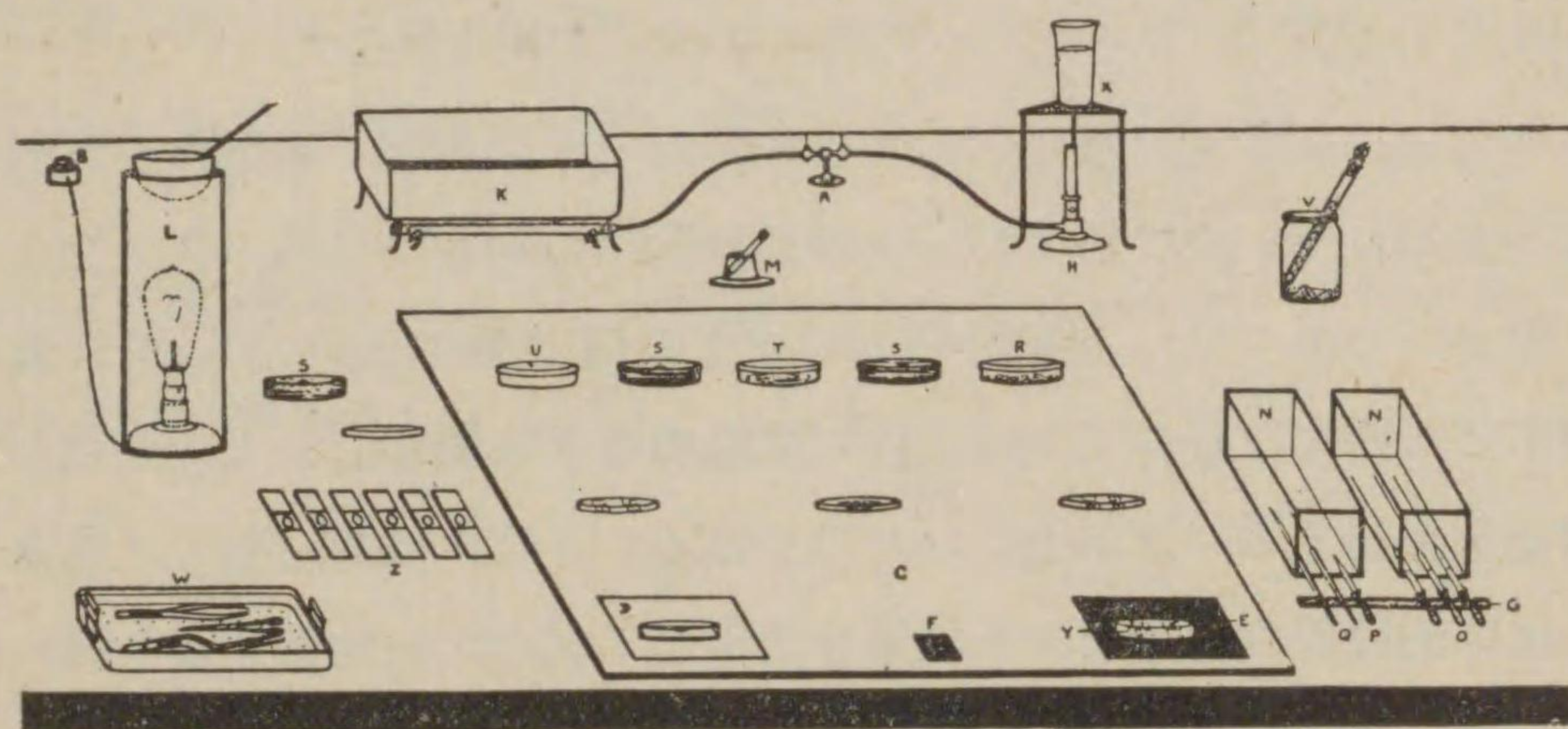


發生學や遺傳學に結びつけて細胞を研究する人にとっては細胞分裂の時の現象即ち核分裂の際の複雑にしてしかも整然たる現象が興味を引くのは當然のことであるし，又比較的はつきり目につくので，一時細胞學の中心問題は核分裂即ち染色體の研究と思はれる様になつた傾がある。染色體の研究が遺傳學や雌雄性の決定問題に光明を與へた程度は實に輝かしいものである。併し時は動くし，人はあふれる程も居る世の中のことであるから主として染色體を研究するのをば核學と呼んで細胞學の領域は外にも廣いことを唱へる人が澤山出て來た。

其の研究法の如きも，理想としては生きたまゝの細胞の構造なり反應なり變化なりを知りたいのであるが，一般に細胞内の物質は自然のまゝでは甚だ無色に近いのであつて，光線屈折力の可なり違ふ物でないとは見分け難いので，舊來は細胞をなるべく生時に近い状態のまゝに固定した上で染色して微細な構造を觀察することが主だつたのである。それには固定薬も，色素も，色々の化學的性質の物を用ゐた結果を比較して見ないと全貌を知り難いのであつて，例へばアルコールや昇汞で固定して居た頃はミトコンドリア Mitochondria とかゴルヂ體 Golgi apparatus の様なものは存在を知られなかつた。つまりアルコール等では之れが溶解し去るからである。又同一固定をやつた切片でもマロリーの染色法をやると纖維がよく目立つとか，エオシンでは鹽基性の顆粒がよく染まるとか大變な相違があるのである。細胞質に就いても酸性なエオシンで染めて居た時代には鹽基性な海綿質 Spongioplasm のみが知られたが，鹽基性なブルー ポリクローム Blue polychrome で染め

680
70

て見ると酸性蛋白質なる Granoplasm の存在することが解つて來たのである。斯く色々な試薬に對する特殊な反應を利用して微細な物質の化學的性質を判定する學問を**顯微化學 Microchemie** といひ、之れを細胞學、組織學に應用したのを**組織化學 Histochemie** と言ふ。此の方面にもまだまだ發展の見込がある。細胞の生命を奪はぬ程度に染色して觀察する方法即ち**生體染色 Vital staining** の方法も大分用ゐられて來たけれども、之れは何分生命を奪はぬと言ふ條件が必要な爲めに染まり方の方が二の次になる傾がある。併し之れにも今日では用ゐられる試薬が多くなつて、鹽基性の物としては、メチレンブルー Methylene blue, 中性赤 Neutral red, トルイディンブルー Toluidin blue, ニルブルーサルファート Nilblue sulphate などが用ゐられ、ミトコンドリアの生體染色薬としてはジャーヌス グリーン Janus green B が用ゐられる。鹽基性生體染色劑は主として本來細胞にあつた顆粒を染め出すのである。酸性の生體染色劑としてはトリパンブルー Trypan-blue, リシウムカーミン

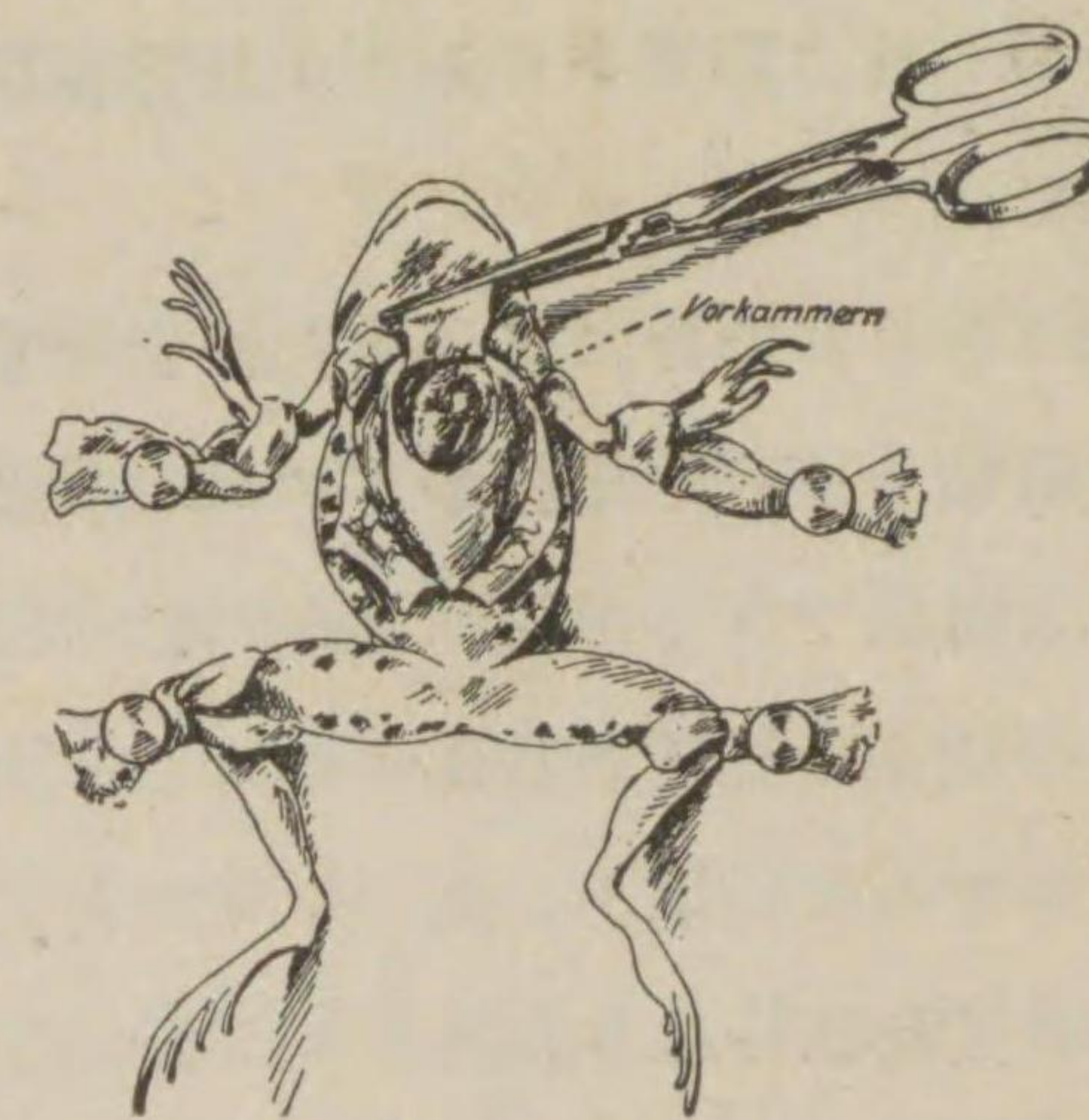


第一圖 組織培養法の準備(其一)。(Strangeways氏圖)

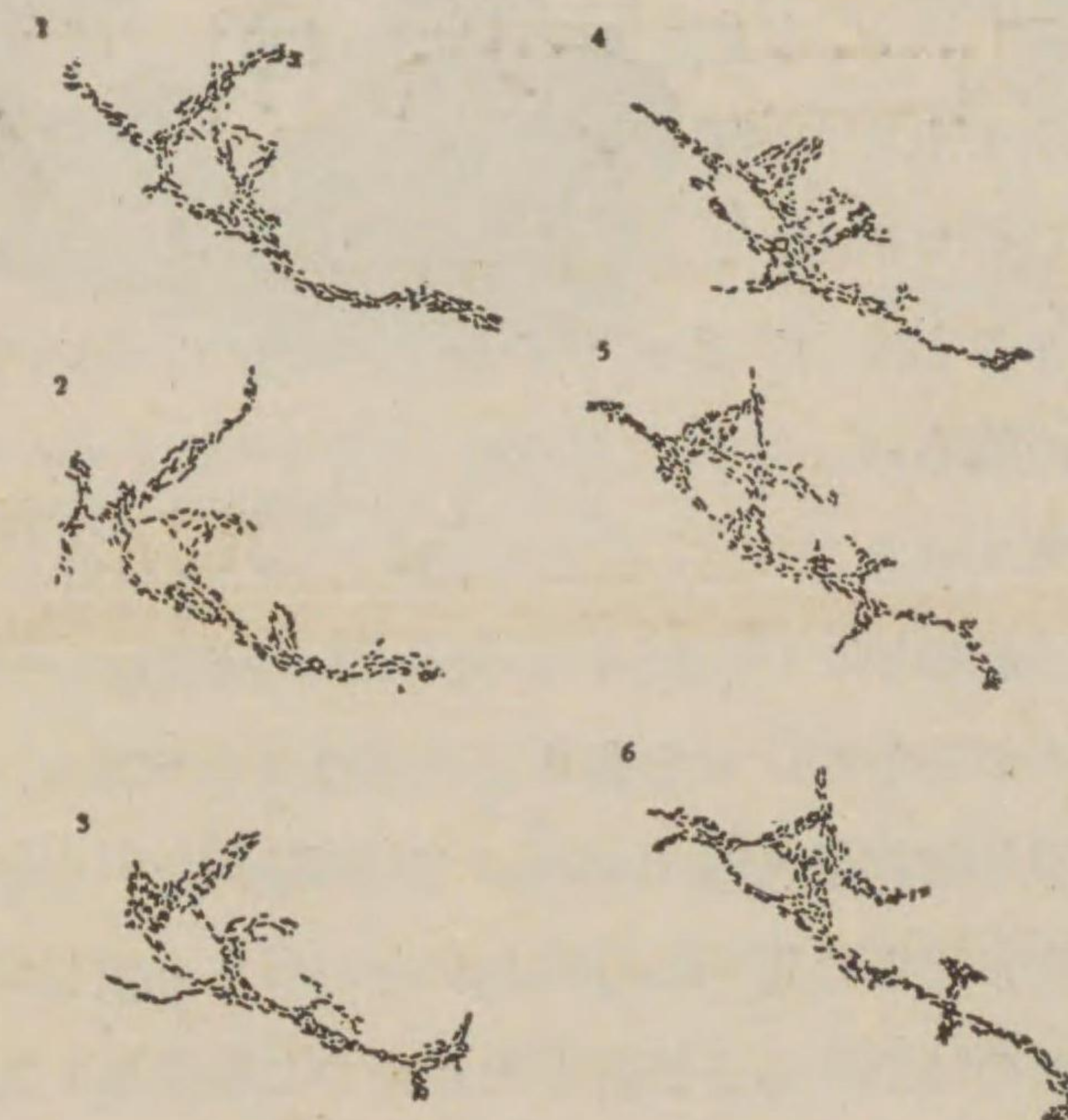
Lithium-carmin, ピロールブルー Pyrrol-blue などを用ゐるが、此の方は鹽基性色素より永く作用させぬと染まり難いし又之れを脊椎動物に應用したミュレンドルフの結論などによれば、酸性生體染色劑は細胞質内の小隙に集りて自體が顆粒状に塊り、自然の細胞にはなかつた所の顆粒を生ぜしめて、前からあつた物の様に誤認せしめるといつて居る。併し最近蘚蟲に應用した人な

どは破碎胃中のキチン質の齒などがよく染まつたと言つて居る。

米國(エール)のハリソン Harrison によつて創められ、ベルリンのフィッシャー Fischer の所などでも盛んにやつて居る方法即ち**組織培養 Tissue culture** の方法も生きた細胞の研究法として必要な方法であるが、之れは中凹のスライドの上で色々な培養液例へば血漿だとか、組織をすりつぶした液とかリンゲル氏液とかの中に、生きた細胞の群、即ち組織の一片を生かしたまゝ其の運動や變化や、分裂、成長などの有様を研究するのである。近來ではなほ、バーバー Barber によつて考案され、カイト Kite やチェンバース Chambers や其の他によつて改良された



第二圖 組織培養法の準備(其二)
(麻醉した蛙の生きた組織を取らんとする準備)。
(Erdmann女史圖)



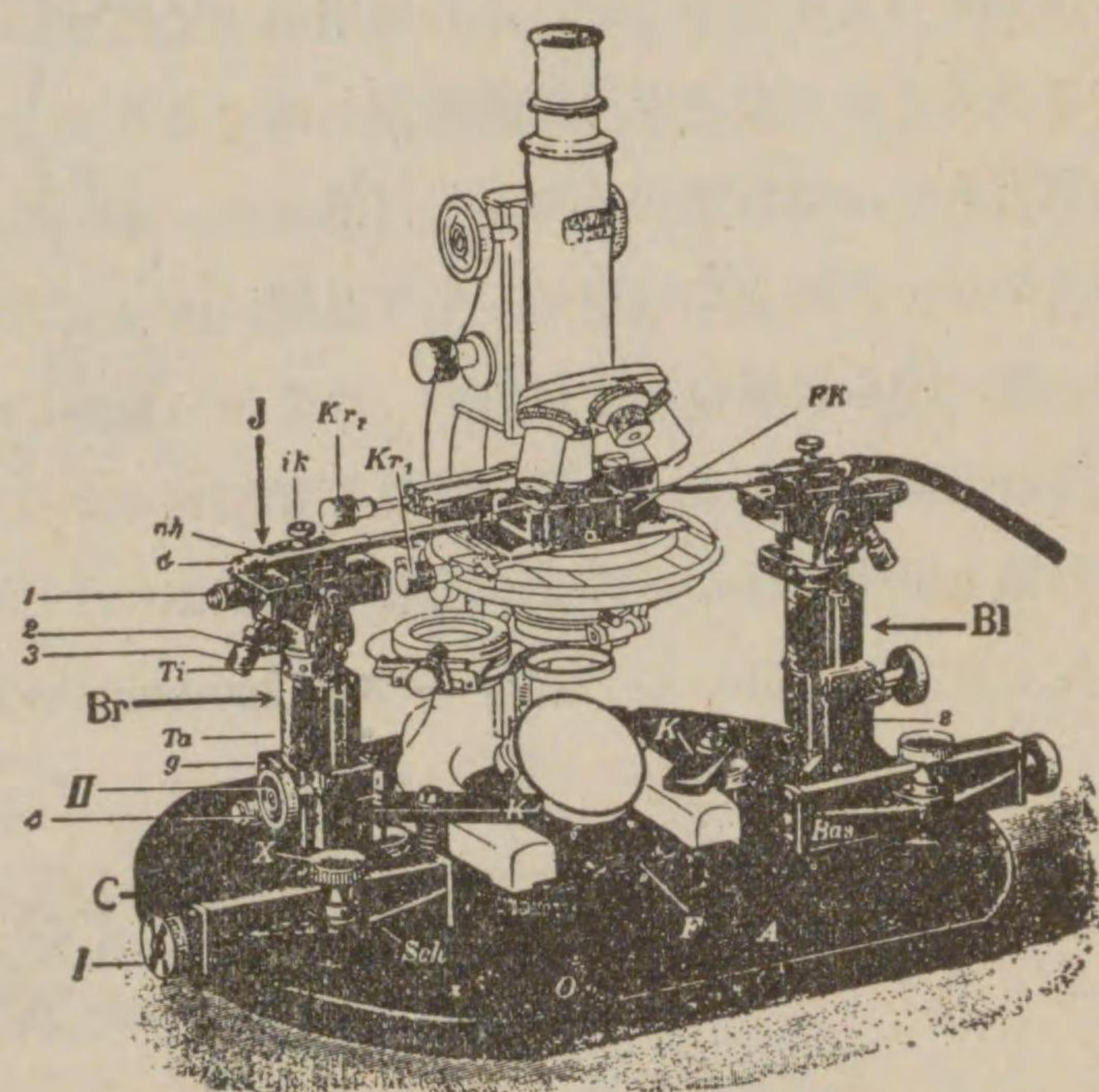
第三圖 ウツラの8日半胚兒の表皮の黑色細胞の培養中の變形運動
(十時十分から十一時まで十分間毎に見たるもの)。(川村智治郎氏圖)

顯微鏡下手術機 Micromanipulator を用ゐて、細胞の核や細胞質の一部を切り取つて其の影響を見るとき其の他色々の實驗を細胞に加へる研究も行はれて來た。

なほ終りにあたつて一言したいと思ふのは、以前は**組織學 Histology**と言ふと組織を研究し**細胞學 Cytology**と言ふと細胞を研究する様にいはれて居たのは當然であるが、少し深く考へて見ると組織 Tissue と言ふものが畢竟同一種の細胞の集團を言ふ

のに外ならない以上は組織學の對稱はやはり細胞なのであつて、腦にはどんな細胞と何んな細胞とが有るか、胃にはどんな細胞とどんな細胞とがあるかと言ふ様なことは勿論調べるのであるけれども、細胞の種類を上げ上すべりに研究しなければ組織學でないといふことはないで、各種の細胞に就いて精しく研究すべき

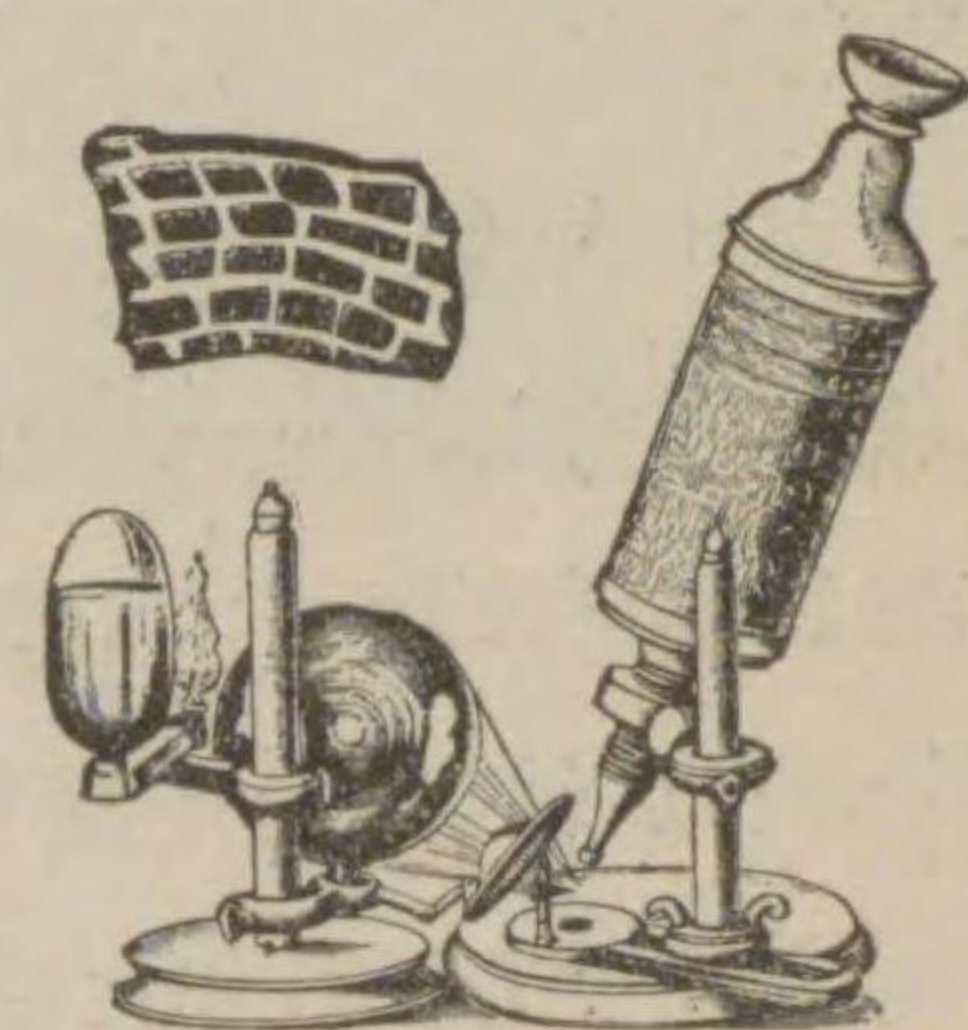
なのであるから、組織學といふ代りに **Special Cytology** 即ち**細胞學各論**と言ふ名を用ゐる人のあるのは有意義なことと思ふのである。之れに對していへば舊來の細胞學は**細胞學汎論 General Cytology**といつても宜しい。染色體を論じた細胞學なら**核學 Karyology**といつても宜しいであらう。本章に細胞學と題したのは之れ等を皆含んだ意味での細胞學である。



第四圖 ツアイス製（ヤンゼーペテルフ、氏式）顯微鏡下手術機。

第二節 細胞學說の歴史

茲には動物の細胞に就いての考への變遷を述べるのが眼目であるけれども、細胞は植物に就いて一步先んじて研究せられたのであるから、先づ植物の細胞に就いての考への變遷を一通り述べて之れと比較をとりつゝ動物の細胞に移りゆかうと思ふ。勿論顯微鏡の發明された後のことであるが、1665年に英人ロバート フック(Robert Hooke)がコルクや「にはとこ」の髓其の他を顯微鏡で觀察した所が小空室の集合によつて出來て居ることを發見して、此の小室を **Cellula**(細胞)と名づけた。次いでマルピギー(Marcello Malpighi)は1675年及び1679年に纖維狀組織的細胞と柔組織的細胞とあることを識別し、グリー (Nehemias Grew 1682年)は柔組織をビールの泡に譬へた。1830年に著されたメイエン Meyen の植物解剖學には「植物細胞は單細胞藻や細菌の様に一箇で一個體をなすもある一方に多數が塊つて複雑な構造の植物體をもなすが、此の場合でも各細胞は夫々獨立した完全體で、自身を養ひ攝取した原榮養物を諸物質、諸形成物に變化させると述べて居る。1831年にロバートブラウン Robert Brown は單子葉植物及び雙子葉植物の細胞に核を見出し、ミルベル Mirbel (1831, 1832)も「ぜにごけ」の細胞に核を見出し、1832年にデュモター Dumortier は絲狀藻 Conferva で細胞分裂を觀察し、1835年にはフーゴフォンモール Hugo von Mohl は絲狀藻で細胞分裂を一層深く觀察した。1838年にシュライデン Schleiden は植物發生學“Phytogenesis”を著して核が細胞の生ずるの關係あるべきを論じたのは宜しいが、新細胞が古い細胞内に生ずるに當つては基本物質中に先づ小核が生じ次いで核が生じ、基本物質の外表からは胞狀に膜が剝離して細胞が出來ると述べた。1839年にはヨハネス ミュラー Johannes



第五圖 フックの用ゐた式の顯微鏡とそれによつて見出されたコルクの細胞組織。

Müller の弟子でシュライデンと同時にベルリンで勉強したテオドール シュワ
ン Theodor Schwann が「動物と植物とに於ける構造及び成長の一致に就いて
の顯微鏡的研究」を發表して動物體でも同じ様に細胞が生活の土臺であり、之
れの變化、變形によつて諸種の組織や器官が出来るものなることを證せんと
したので之れを動物細胞學説の基石と做す人が多いが、惜しいことにシュワ
ンは舊い植物學者の様に細胞を細胞膜によつて造られた小室と做し細胞膜に重
きを置いて居たので、今日の細胞學説とは可なり異つたものたるを免れない
のである。むしろプルキンエ Purkinje が1837年に氏等の所謂“Granules”
即ち核を有し特殊な膜を有しない“Granules”を植物細胞と同じ生理的意義
の物と做したことが慧眼だつたとも思はれるのである。植物細胞との比
較こそ論じなかつたが、ミルネエドワーズ Milne Edwards (1823)やダトロ
へ Dutrochet (1824) が諸動物組織に見た“Molecules”も細胞のことだつた
に相違ないし、ハーラー Haller も1757に筋纖維に細胞に相當する構造を認め
て居る。更に遡つて1675年に顯微鏡の發明者リウエンフーク Leeuwenhoek
が「つりがねむし」を發見したことや氏の弟子ルドキヒ フォン ハム Ludowig
von Ham が1677年に精蟲を發見して之れを胎兒發生の主要者と考へたこと
なども、1845年にシーボルト Siebold が原生動物を自在生活をなす一細胞だと
做したことに思ひ合せれば細胞發見の歴史に無關係とは言へぬであらう。

併し以上の様に動植物の體が仕切りのある細胞群の集合體であると言ふこ
との發見されたのよりももつと重大なことは細胞内の微妙なる生活物質即ち
今日の所謂原形質 Protoplasm の發見並びに研究である。「1835年に佛人ジュ
ヤルダン Dujardin は有孔蟲や下等な多細胞動物の生活物質を研究して之れをサ
ルコード Sarcodite と名づけ、其の定義として「生きたゼリーで、粘つて透明
で、水には溶けないで、球狀塊となつて、解剖針にくつゝくので粘液の様に引
つぱり出すことの出来るもの」であると述べて居る。1839年にプルキンエは動
物の胚の體では細胞即ち氏の所謂“Granule”の名の代りに“Protoplasm”
なる名を用ひ「核を含む Protoplasm」が即ち細胞だと稱して居る。1840年に

フーゴフォンモールは植物の細胞でも細胞壁に沿ひて粘性の層を含む間のみ
細胞は生活現象を示すものなることを發見し、1846年には此の粘質物即ち古
い植物學者が“Gum”とか“Mucus”とか名づけて居つたものに **Protoplasm**
なる名をつけた。1855年にはレマック Remak はプルキンエが細胞の別名と
して用ひた Protoplasm なる語をモールと同じ意
味に改めて動物界にも適用し遂に1863年にマ
クス シュルツエ Max Schultze は細胞を定義して「核
を含めるプロトプラスム Protoplasm の塊」とい
ひ、すべての生物に於てプロトプラスムは大體同
様なものですべての生活現象の行はれる場所であ
ることを認めさせるに到つた。それで1868年にト
マース ハックスレイ Thomas Huxley もプロト
プラスムを「**生命の物質的基礎**」と稱して宣傳する
までになつたのである。但しプルキンエ、モール、
シュルツエ及びハックスレイの Protoplasm は核と
對立させた意味に用ひて居るのであるから今日言
ふ所の細胞質 Cytoplasm の別名なのである。之れを生命の物質的基礎と考
へたのは今日から見れば少し足りない所があつたのである。

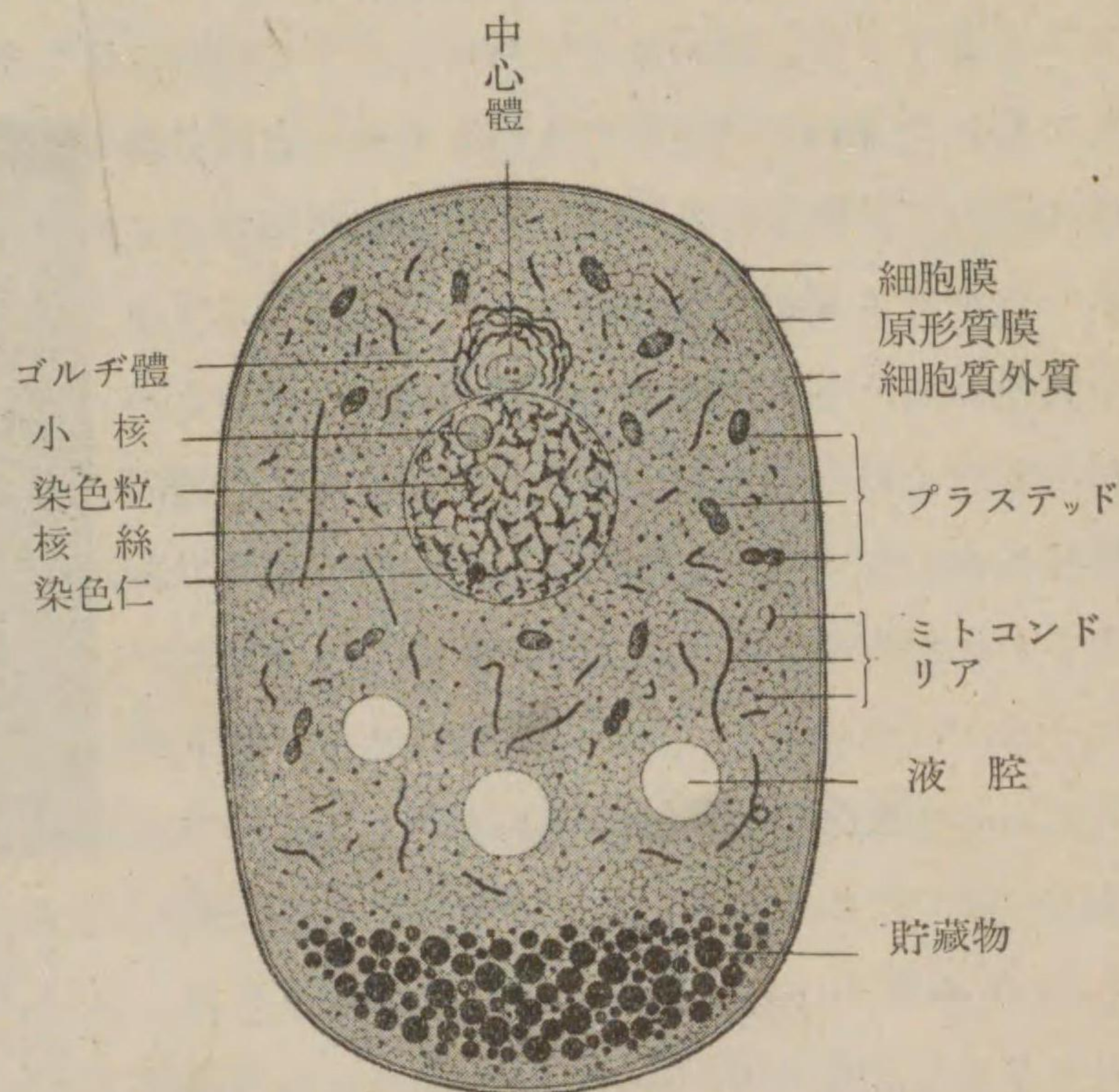
今日では實驗的研究の結果、核こそ生命の物質的基礎中の主要なもので、
核を失へる細胞は失へる部分を再生する能力がなくて死ぬるもので核を有す
る細胞のみ再生力を有するし、又メンデルイズムの研究の進展するに伴つて遺
傳物質の含まれるのは主としては核内の染色體であると言ふ結論になつて來
たので、生命の物質的基礎をプロトプラスムと呼ぶといふならばプロトプラ
スムは當然核をも包含した意味に用ひるべきであるといふ風になつて來たの
で、モールやシュルツエのプロトプラスムと呼んだ物をば細胞質 Cytoplasm
と名づけ之れと核 Nucleus とを合せてプロトプラスム Protoplasm 即ち原
形質と呼ぶ學者が年々殖えて來たのである。



第六圖 南瓜の毛の生き
た細胞の圖。
A, B, C—Gは細胞質の諸
相を示す。
(Heidenhain氏より)

はじめ細胞の主要部と考へられた所の細胞膜 Cell membrane なるものは植物細胞に於ても細胞質からの被造物なることがわかつたし、動物細胞では特殊の細胞膜といふべきものがない例が甚だ多いことがわかつた。又一方に

細胞内には他にも色々な物が含まれて居る場合がわかつて来たので、細胞内容物の分類が却々むづかしくなつて来たのである。左表は其の分類表の一例であるが、之れより他の見地からの分け方も勿論あり得るのである。



- I 細胞の主要構成物 Protoplast 第七圖 細胞の構造(模式圖)。(Wilson氏より)
1. 細胞質 Cytoplasm
 2. 核 Nucleus
 3. 中心體 Centrosome
 4. 細胞器官 Cytological constituents
(ミトコンドリア, ゴルヂ體, クロミディア, 葉緑體などのプラステッド)

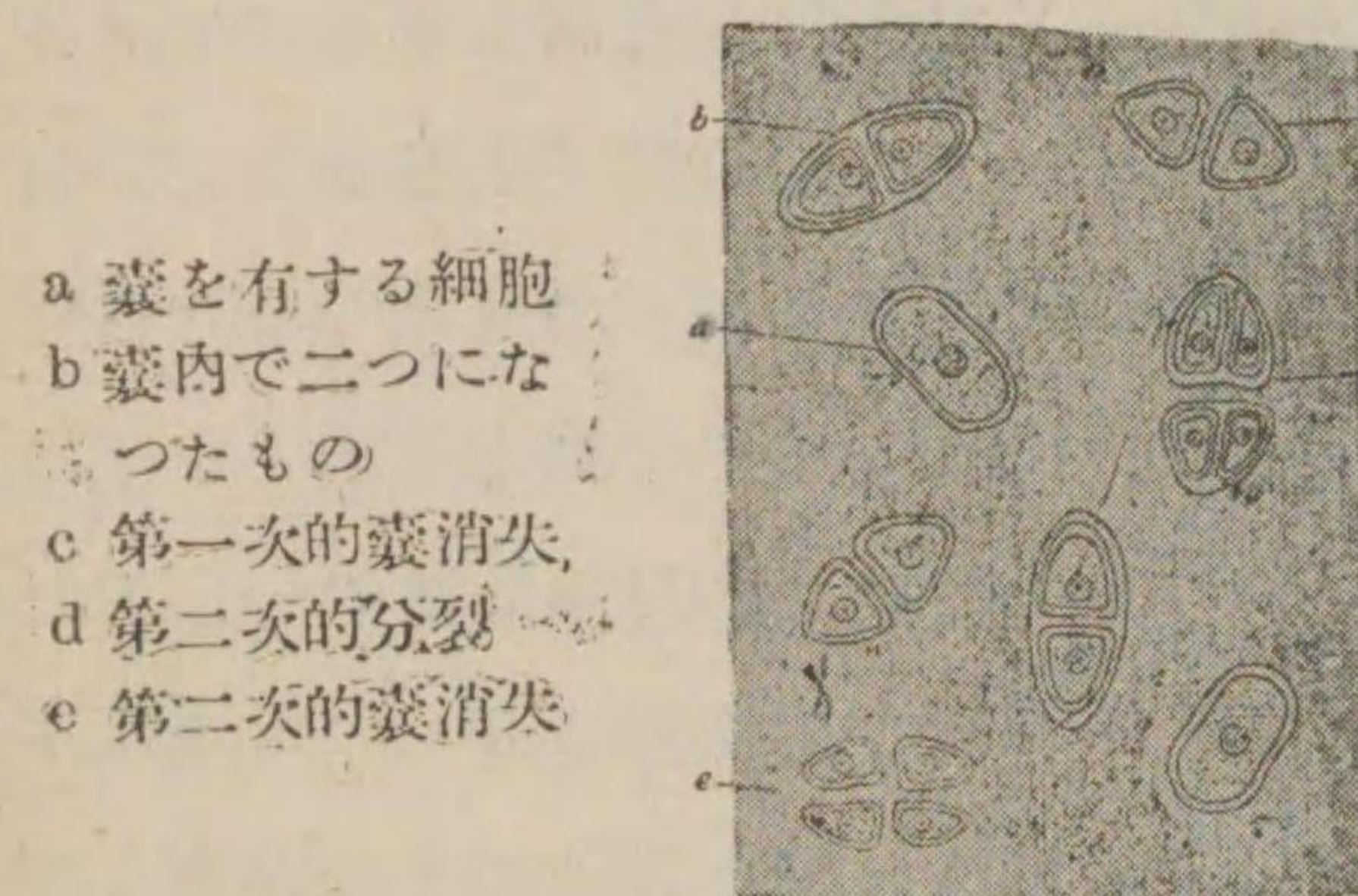
- II 細胞の副構成物
1. 細胞膜 Cell membrane
 2. 細胞内貯藏物 Cell inclusion (色素, 脂肪, 澱粉等)。
- 終りに細胞間の仕切りに就いての學説の變遷を一言して置きたいと思ふ

が、各細胞をそれぞれ一箇の生物と做すべきもので多細胞の生物の體は細胞王國であるとの考への盛んになつた一方に既に1859年にドバリ De Bary は變形菌が其の生活史中に核は澤山あるが細胞と細胞との仕切りがなく一續きの細胞質が一個體をなすことを認めて之れを **Plasmodium** と名づけた。ヘッケル Ernst Haeckel も1872年に石灰海綿の外胚葉が核の散在する一連の(仕切りなき)細胞質より成ることを見て之れを **Syncytium** (多核質) と名づけた。1885年にセヂュキク Sedgwick は鉤蟲 *Peripatus capensis* の發生を研究して、かゝる細胞間の仕切りのない多核質な胚葉より分化する組織にはやはり細胞の仕切りが出来ないことを見た。



第八圖 シビレエイの胚兒に於て多核質の間柔織から軟骨に變りゆく途中。(Stüdnicka 氏圖)

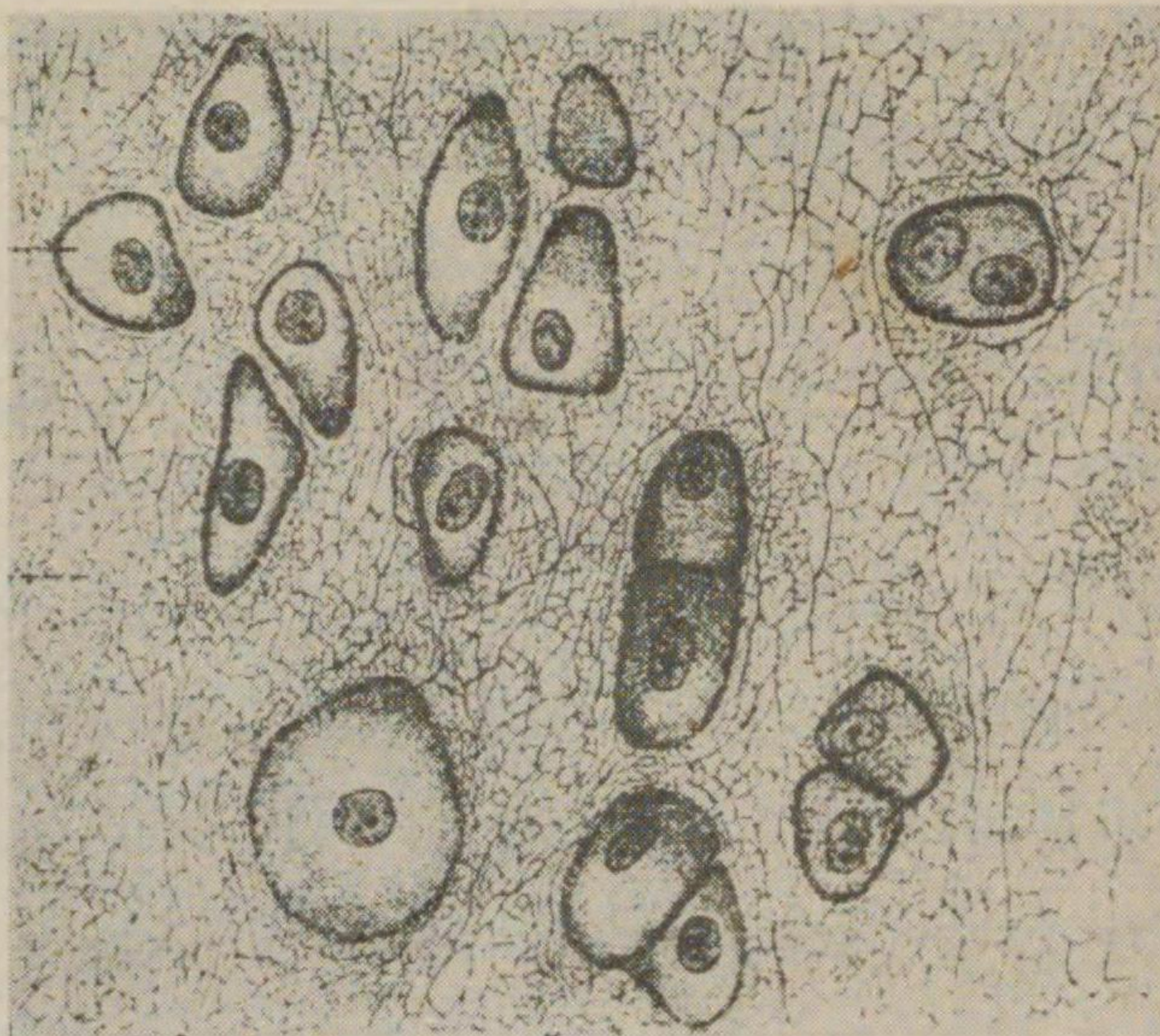
1893年にキトマン Whitman は環形動物の或る種類では腎口は細胞の集合によつて成るが、或る種類では細胞間の仕切りのない原形質塊で出来て居る。併し細胞の仕切りがあらうとなからうと腎口は腎口たるにちがひはないのだから各細胞を個體と考へ、生物體を細胞の群體と考へるのは必しも正しくないと言ふに到り、1895年にセヂュキクも同様の意見を發表して間柔織や神経が一連なることを述べ、遂にデレージ Delage (1896年) 及びラッベ Labbe (1897) は細胞的仕切りのない多核質 Syncytium が本來の原型であつ



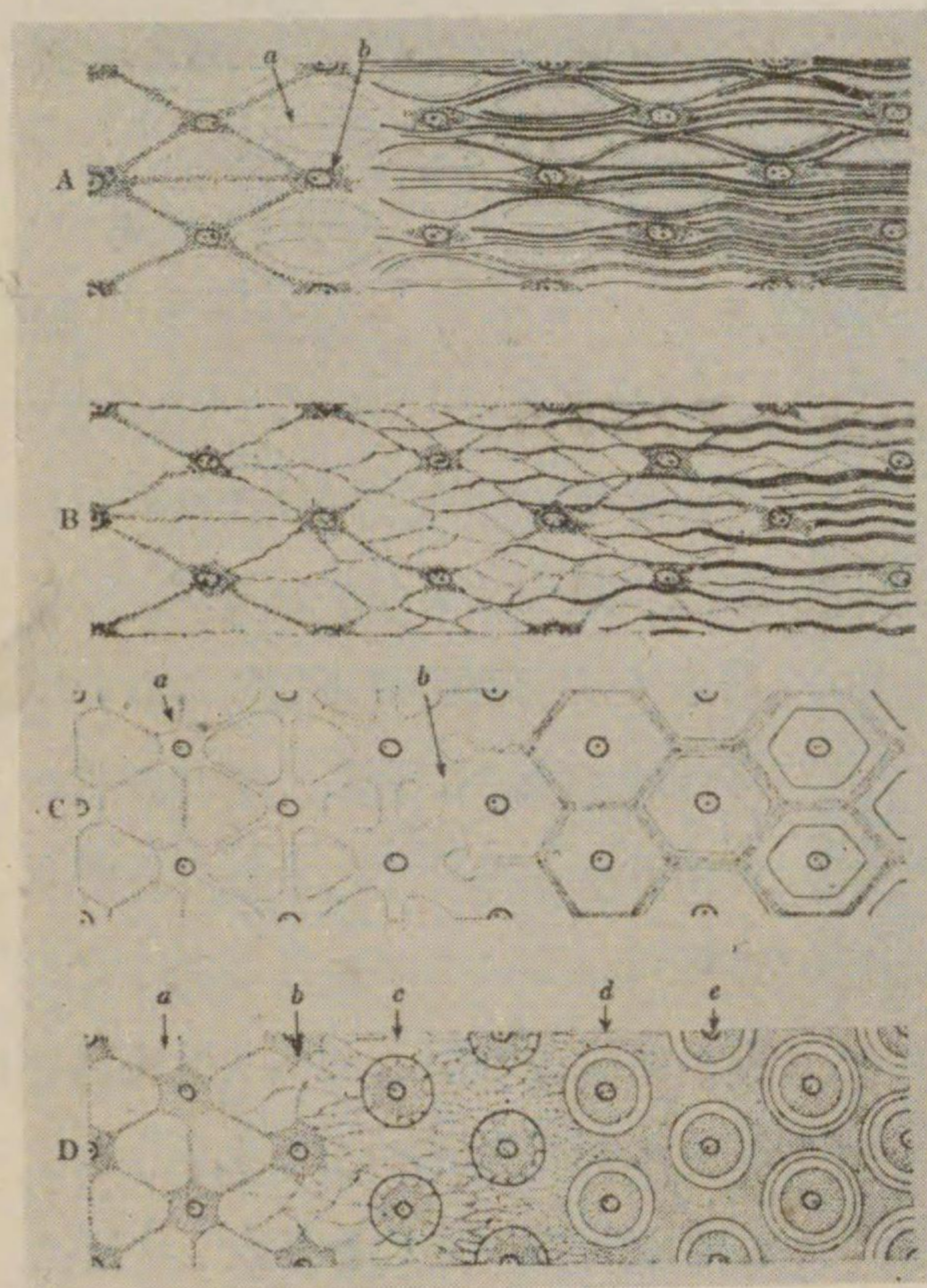
第九圖 出来上つた所謂軟骨細胞(ヒヤリン軟骨の場合)。

て、細胞の仕切りの出来たのは系統發生上に於ても個體發生上に於ても二次的の姿であると唱へるに到つたのである。

併し細胞の仕切りはなくても核は澤山有るので之れを如何に考ふべきかといふ大問題があるわけだが、ザックス Sachs は 1892年に著大な多核質なる「うみかうがひ」Caulerpa 等を研究して細胞の仕切りのあるなしに係ら



第十圖 出来上つた所謂軟骨細胞 (纖維狀軟骨の場合)。



第十一圖 多核質から所謂軟骨細胞の如きものの出来る諸形式。(Stüdnicka氏圖)

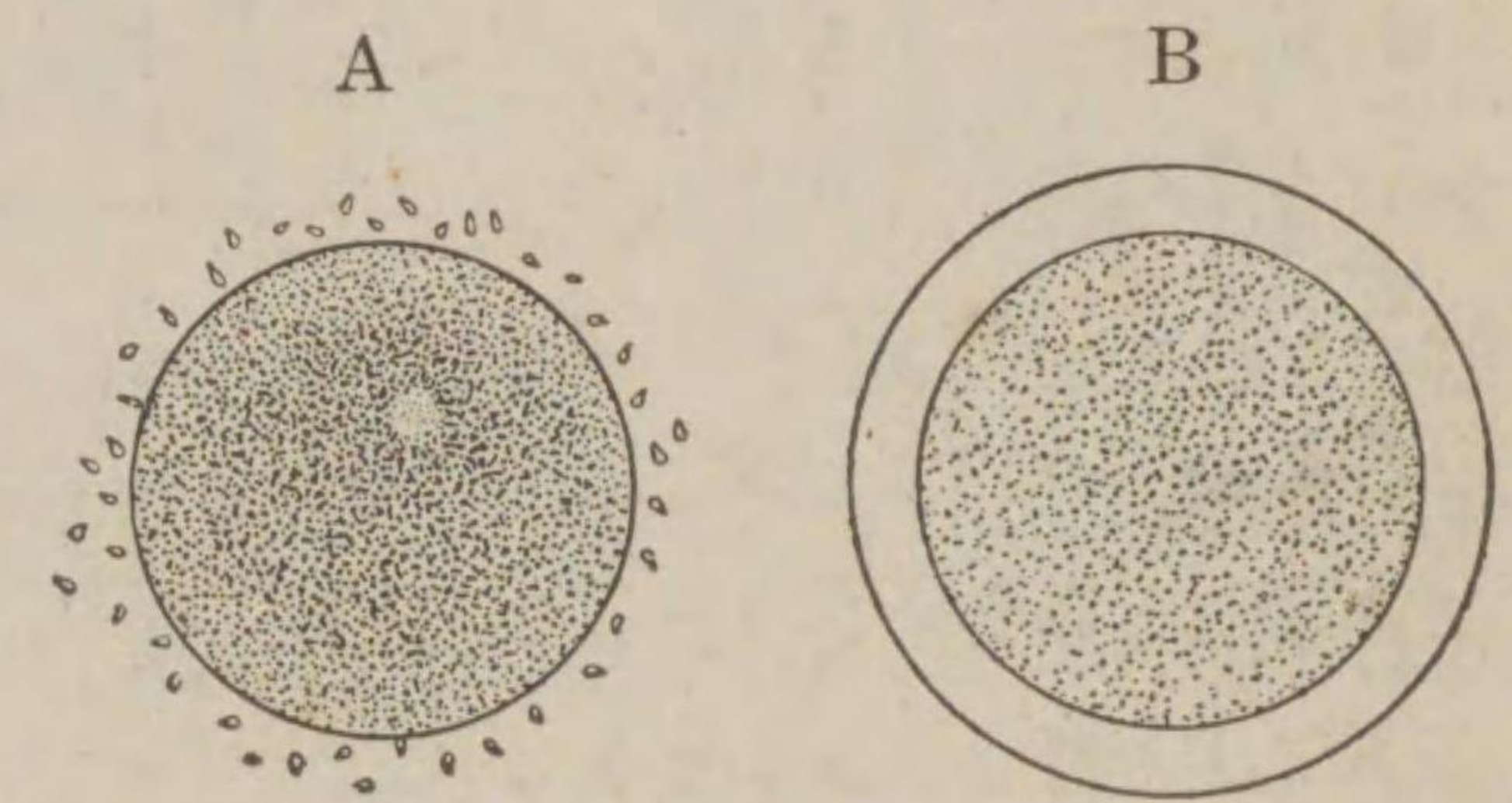
ず、一の核の支配下にある細胞質の分量をば一箇の**エネルギー** **Energid** と呼んだ。此の考へによると即ち一核の細胞は一エネルギーで多核質は核の數丈のエネルギーの集合體であるわけだから細胞間の仕切りの有無の如きは重大問題でなく、根本思想としてはやはり核を含む原形質の一小塊が一單位で生物體は多くのエネルギーの王國と言ふことになるのである。

今日此の説にもあきたらずして、生物の一個體を一單位と做して細胞の仕切りの有ることの如きには重きを置かずして**非細胞組織學**

Non-cellular histology を唱へる一派{Rohde(1908, 1914, 1917, 1923), Stüdnicka (1897—1934)} の肉迫が却々盛んなことはたしかである。成る程、軟骨の所謂軟骨細胞なるものの外廓は二次的に多核質の核の周圍なる内質 Entoplasm を圍んで外質 Ectoplasm の一部から出来たもので、所謂細胞間の基質 Matrix=Ground substance も Ectoplasm の續きから由來するのであつて分泌物丈ではないことは確かであるし、Entoplasm と核丈が所謂細胞的外觀を呈する例は「やつめうなぎ」等の皮膚腺にも例があるし、多核質の所々に空隙が出来て所謂細胞の境になることもあることも又確かである。併し大體から言へば受精卵の細胞分裂によつて多細胞になつて成長して來る以上は多核質こそむしる細胞分裂の不完全な例外的な例であらうし、たとへまた多核質の例が多くあるとしても核の支配力を無視し得ない以上は形式上仕切りがあるとか無いとかいふことはむしろ末の問題で根本思想としては今でも矢張り核を含む細胞質の一小塊が多細胞生物體の土臺で、一種の單位であることは争はれないと思ふのである。

第三節 細胞膜と原形質膜

細胞膜と言ふ時には、植物の細胞膜程顯著ではなくとも、兎に角細胞質とは異つた性質の膜でなくては言へないので、動物細胞には細胞膜の明かな例はあまり多くないのである。が原生動物の最外表をなす**圍皮** Pellicle は細胞質の分泌物であるから細胞膜といつても良い。「ざうりむし」や「らっぱむし」、「つりがねむし」の圍皮は針でも一寸破り難い程固い。卵にも此の Pellicle に相當する**卵膜** Chorion の

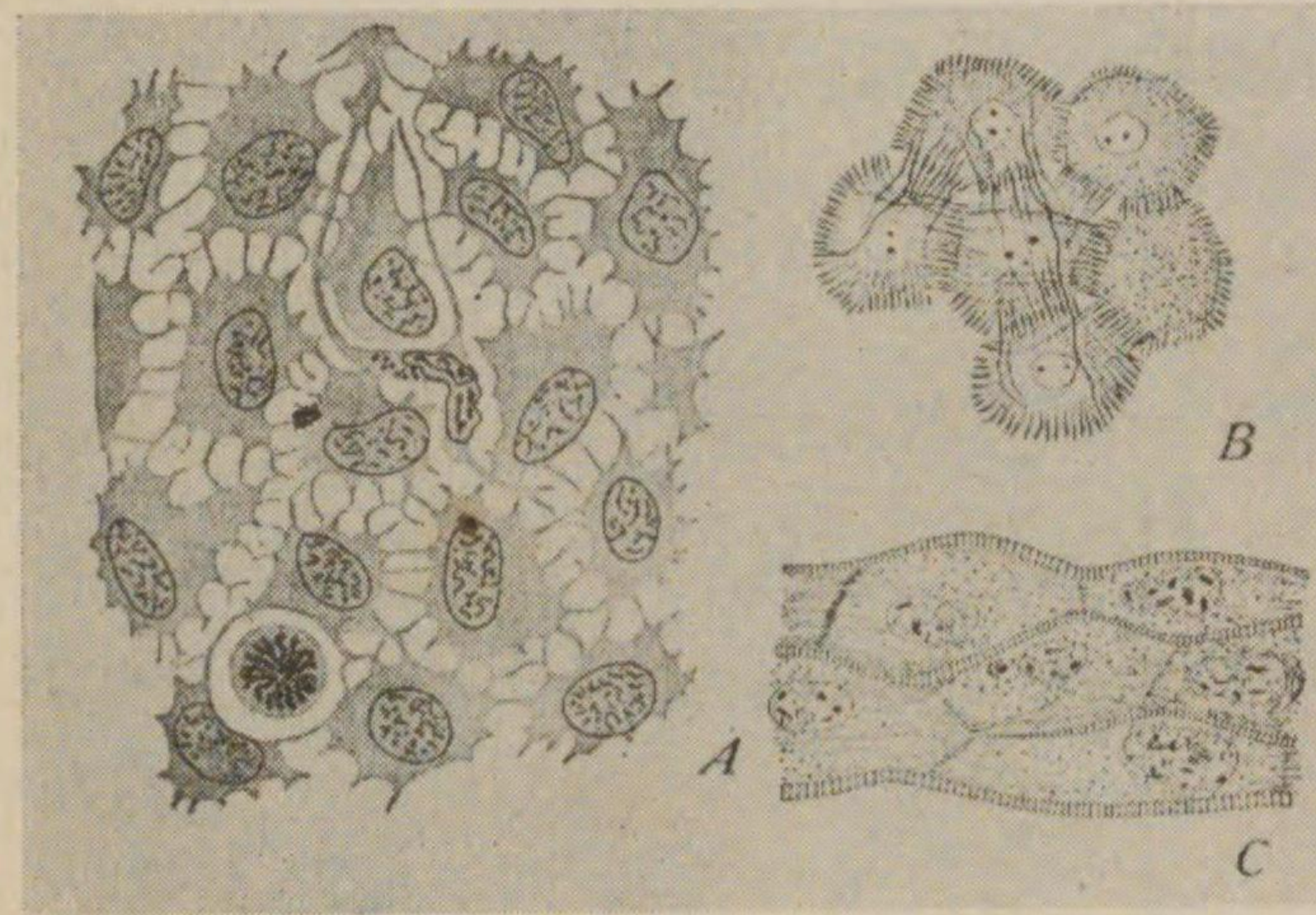


第十二圖 ウニの卵。A精蟲の入る直前。B精蟲が入つて卵に受精膜(最外の黒線)が原形質膜からはなれし圖。(Loeb氏圖)

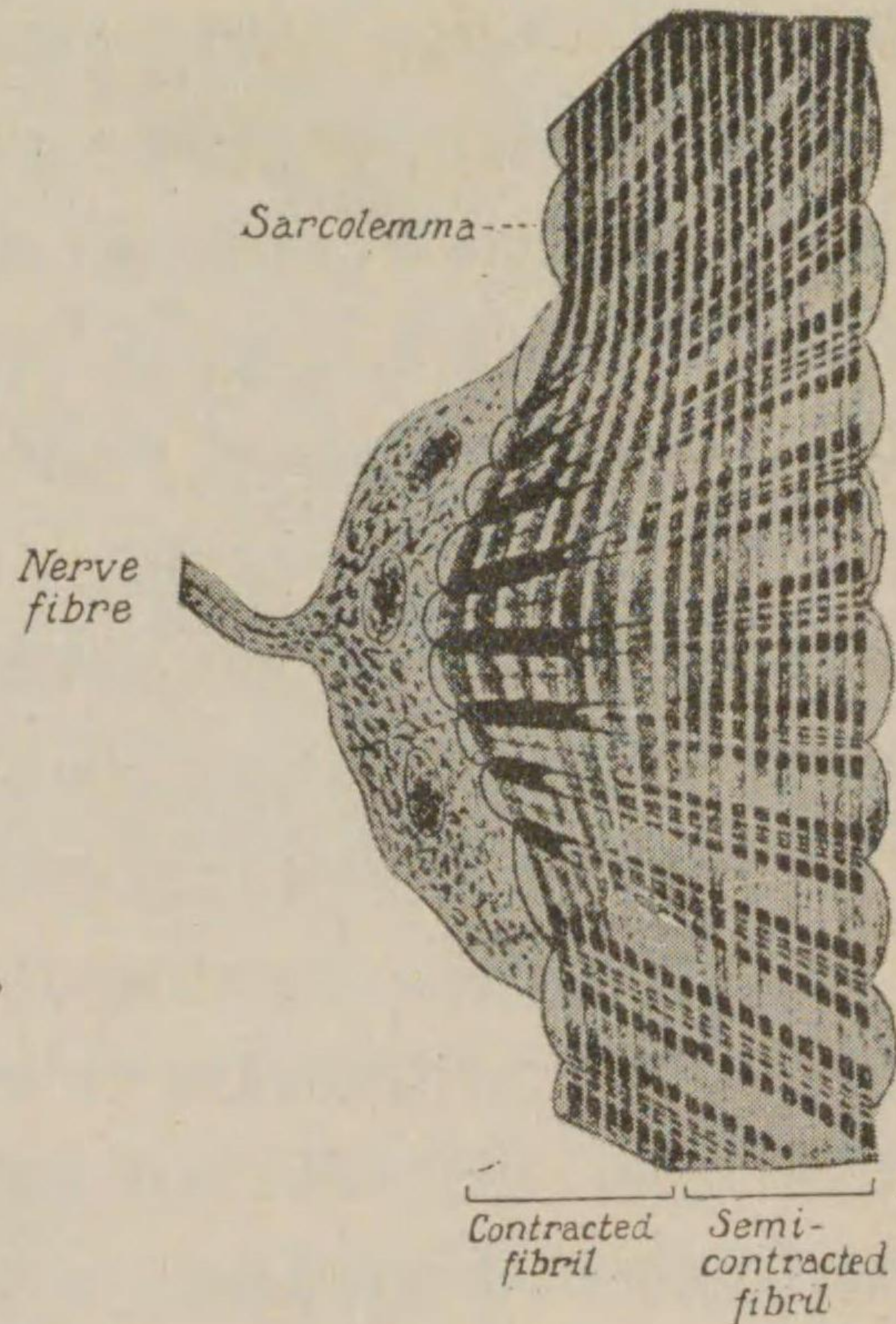
680
70

有る例が多い。「うに」の卵などの受精した際に出来る**受精膜**なるものは此の卵膜と原形質膜との隔離によつて生ずるのである。併し組織をなす動物細胞で細胞膜の明かに認められて居るのは僅かに脂肪細胞と筋細胞(筋繊維)とである。筋繊維の場合には細胞膜を**筋皮 Sarclemma** といひ筋の細胞質から生ずるものだが、二次的に結締組織性の筋鞘の枝と合して顯著になるのである。

又植物組織の細胞では細胞膜を通して多数の細い**細胞質橋 Plasma-bridge**が細胞間を連絡して居るといふが動物細胞では表皮細胞間のみ細胞質橋は見られ、之れとても、植物の場合の様に細胞膜を貫いて居るのではなくて、細胞間に空隙が出来て空隙間の細胞質の残りが細胞質橋と稱せらるゝ例もあり、又は細胞間を充す物質に二次的に線状構造の生じた場合もある。何故斯んな相違があるかといふことに就いては細胞分裂の際の細胞間の仕切りの出来方が植物體と動物體とで異なるからであつて、即ち植物體の細胞では細胞膜の土臺なる細胞板 Cell-plate は各



第十四圖 動物細胞間の所謂プラズマブリッジ
A オカキモリの蝌蚪の鰓の上覆 (Flemming氏圖)。B Nasal polypus の粘膜上覆 (Rio-Hortega氏圖)。C 人の傷細胞 (Ide氏圖)

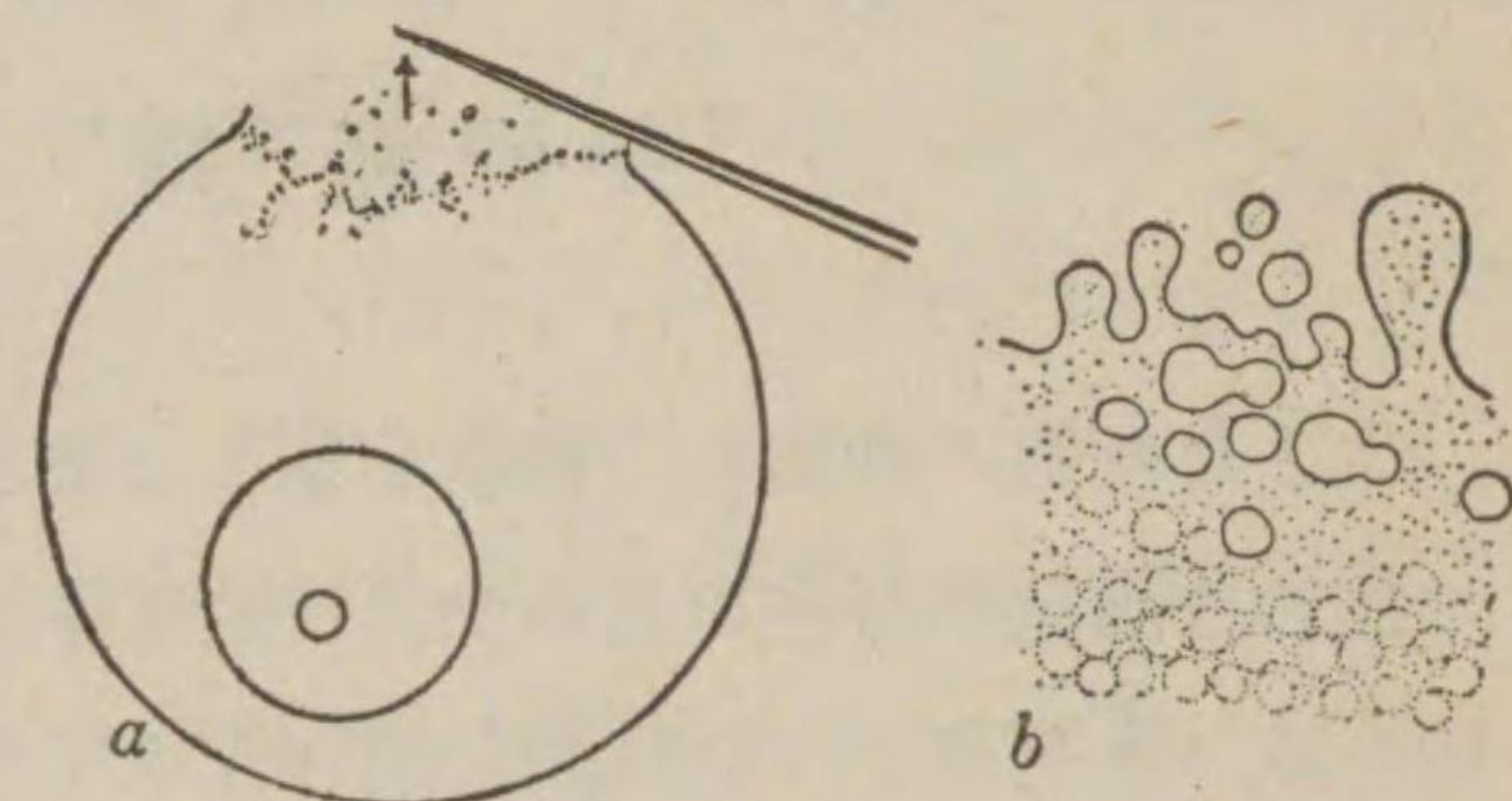


第十三圖 神經纖維(Nerve fibre)と連絡せる筋纖維即ち筋肉細胞の變形物。Sarclemma が即ち細胞膜也。(Jordan氏圖)

り、又は細胞間を充す物質に二次的に線状構造の生じた場合もある。何故斯んな相違があるかといふことに就いては細胞分裂の際の細胞間の仕切りの出来方が植物體と動物體とで異なるからであつて、即ち植物體の細胞では細胞膜の土臺なる細胞板 Cell-plate は各

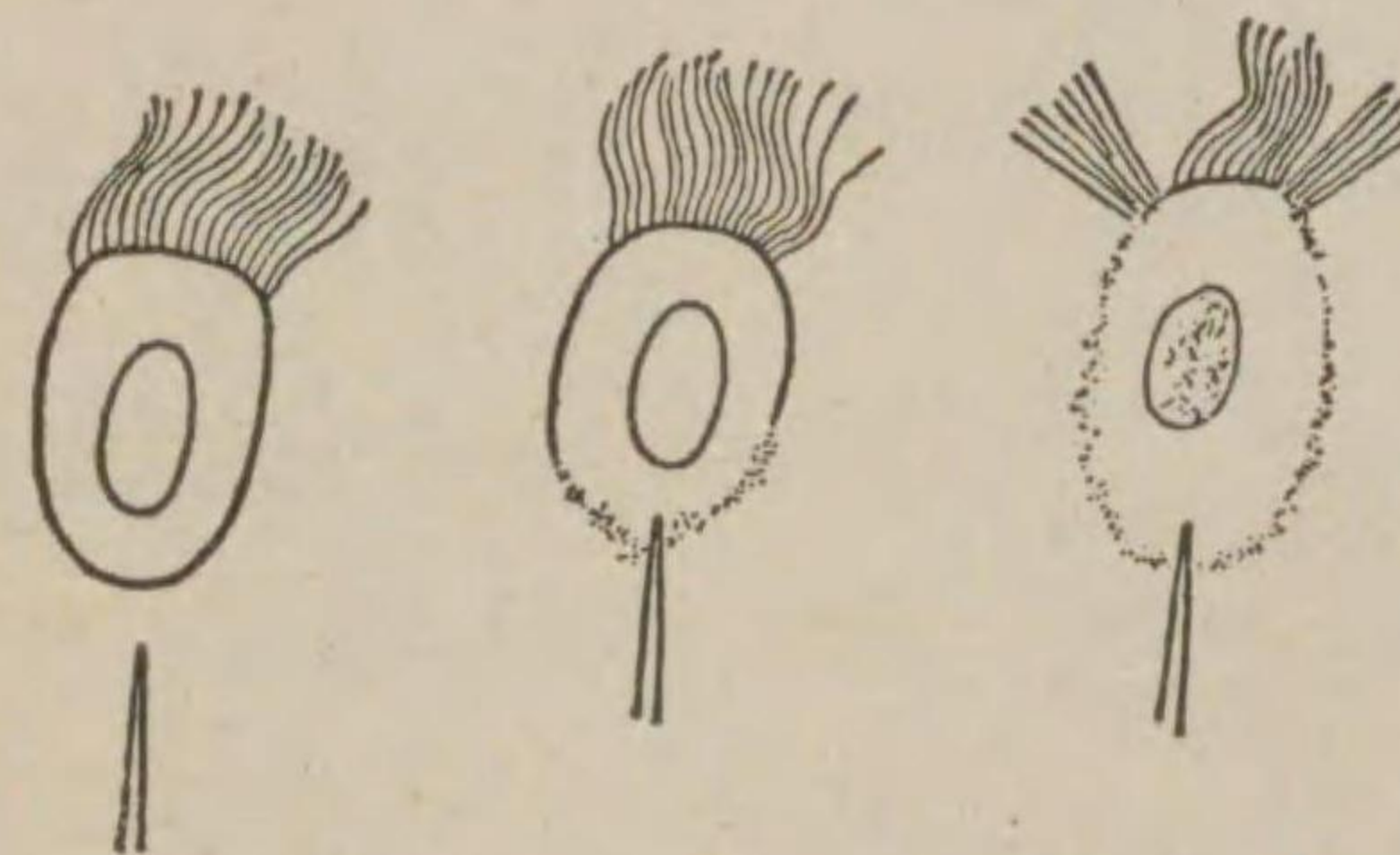
紡錘絲に生じた結節が癒合して出来るのであるからどうしても結節間にすきま即ち細胞質の絲が残りますわけであるが、動物體の細胞の分割は細胞板の形成によらずに、瓢箪状にくびれてつひにくびり切れるからである。

細胞膜は無い場合でも有る場合でも細胞質の表層が原形質膜 (Protoplasmic surface film) をなして居ることは共通である。原形質膜は原形質のやゝ固くなつた薄い層であるが、之れは内部の原形質を保護し且つ或る物質をば通し、或る物質をば通さぬ所謂半透性を有するもので細胞の生活上に缺くべからざるものである。「ひとで」の未受精卵を卵巢から取り出して顕微鏡下手術機で卵膜を除去しても卵にはなほ多少固い原形質膜が有つて卵の形は保たれるが此の膜を破ると内容は水中に流れ出して仕舞ふ。



第十五圖 ヒトデの細胞質皮層を破れる爲めに内部も壊れゆくを示す圖。b は壊れゆく有様を一層擴大して示せる圖。(Chambers氏圖)

「うに」の卵巢の纖毛細胞は前同様の手術機で一つ一つに分離することが出来るが、其の原形質膜の一部を破れば、其の破れが全表面に波及してゆき、纖毛の生えた部に波及すると纖毛は運動を中止してはなれ落ちて仕舞ひ細胞質も海中に流れ出す。赤血球の原形質膜は血液を振つた丈でも破れて中のヘモグロビンが結晶する。之れで見ても原形質膜が保護作用に役立つて居ることは明かである。次に半透性に就いて一言すれば無機鹽類や砂糖や有機酸の鹽類は細胞膜をば通るが原形質膜を通過することが困難なればこそ**原形質隔離 Plasmolysis** を起すのである。1895年にエルンスト オーバートン Ernst Overton は



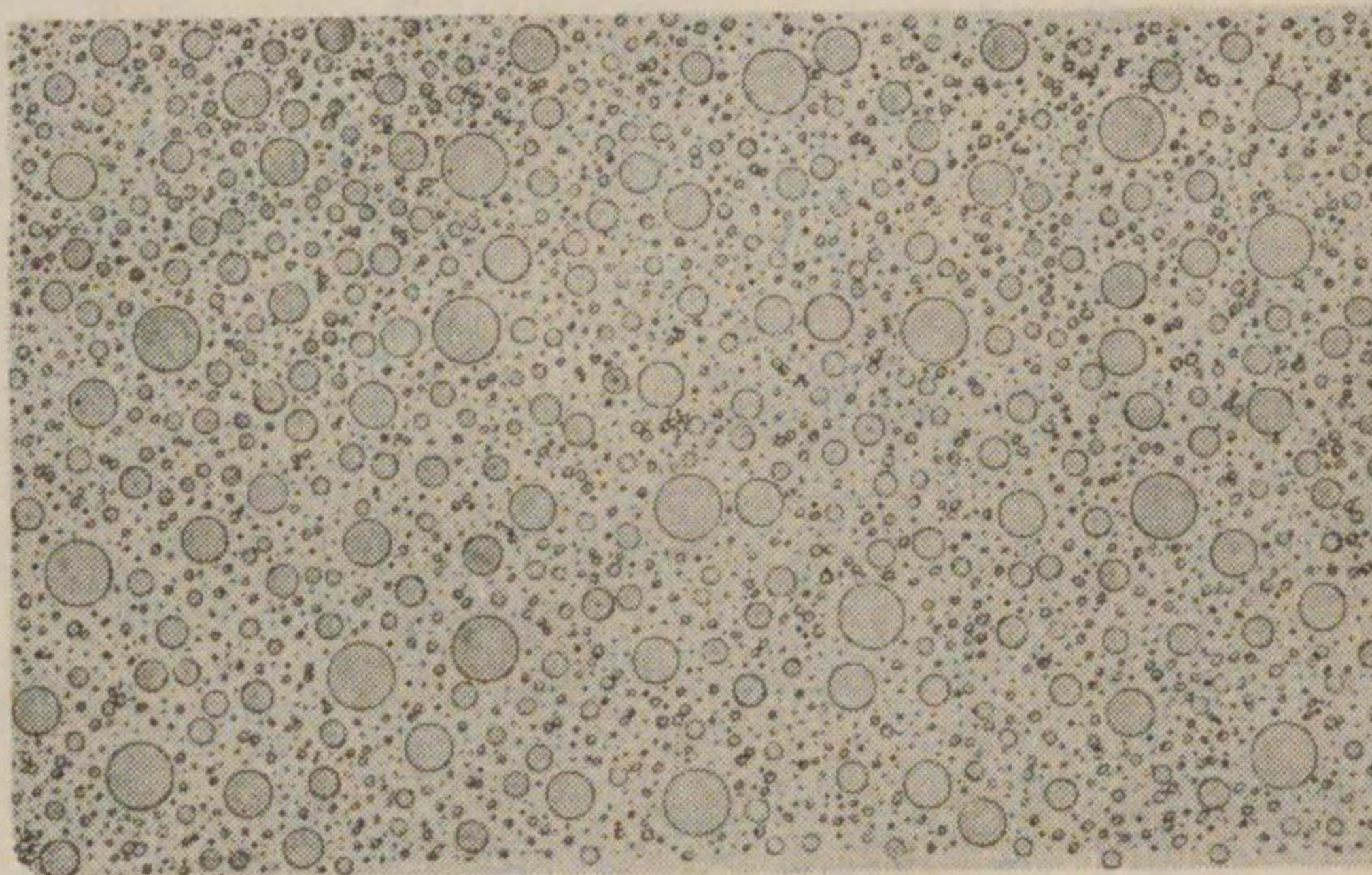
第十六圖 ウニの卵巢の纖毛細胞が原形質膜の破壊によつて死滅するを示す。(Chambers氏圖)

1895年にエルンスト オーバートン Ernst Overton は

脂肪に溶ける様な物質が容易に原形質膜を透過して細胞内に入ることを確かめ、アルコールやクロロフォルムやエーテルなどで神経細胞が麻醉し易いのは神経細胞には脂肪化合物が多いので之れにアルコールやクロロフォルムが貯へられる爲めであると言ふ。アニリン色素が細胞内に入つて細胞染色に適するの之れがアルコールとか脂肪化合物を溶かす有機液にのみ溶けるからである。アニリン色素を硫酸で処理すると生きた細胞には入り得なくなるが、硫酸は水には溶けるがアルコールやエーテルには溶けないからであると言ふ。

第四節 細胞 質

生きた細胞の細胞質の構造を観ると無色で半透明である。有色な場合は其の色は色素粒の存在の爲めか又は液腔中に含まるゝ色によるのである(但し赤血球の血色素又は細胞内に萬べんなく分布して居るものと認められて居る)。半透明さの程度は散在する顆粒や繊維や空胞の数によつて違ふのであつて透明な透明質 Hyaloplasm が地をなして居ることは確かである。アメーバも往々顆粒のない透明質の虚足を伸すことがあるし、又「うに」の卵を遠心機にかけて10分もゆすぶると4つの帯に識別される様になる。一は色素の半月状狭帯で卵の一端を占め、他端には油滴が帽状の帯をなす。色素帯の次はミトコンドリアや其の他の顆粒の廣帯で、油滴と此の顆粒帯との間に透明な透明質の帯が配列するのである。此の透明質には暗視野の限外顕微鏡で見ても顆粒は見えない。コロイドである以上は透明質も異質的である筈で微小粒は含まれて居るのであると思ふが限



第十七圖 ウニの卵の細胞質のミクロソームやマクロソームを示す(些か模式化せる)。(Wilson 氏より)

外顕微鏡でも認め得ない以上は其の粒は 6μ 以下のもので即ちアミクロン Amicron である。暗視野でない顕微鏡で顆粒として見えるのは 25μ 以上の大きさの者丈で之れをミクロン Micron と呼ぶ。之れ以下 6μ まで、即ち暗視野顕微鏡で粒として認め得る粒をばサブミクロン Submicron と言ふ。細胞質内に於けるサブミクロン及びミクロンとしては 0.1μ 乃至 0.3μ 位のミクロソーム Microsome は廣く認められて居る。之れは小さいが光線の屈折率が高いので光つて認められるのである。棘皮動物の卵などによくあるマクロソーム Macrosome (一名 Alveolar sphere) は 1μ 乃至 2μ の不規則形のもので、大きいから目につき相なものだが光線屈折率が透明質に近い爲めに其の周圍にミクロソームが配列して居る時にはじめて知り得ることが多い。中性赤で染めると薔薇色に染まる。

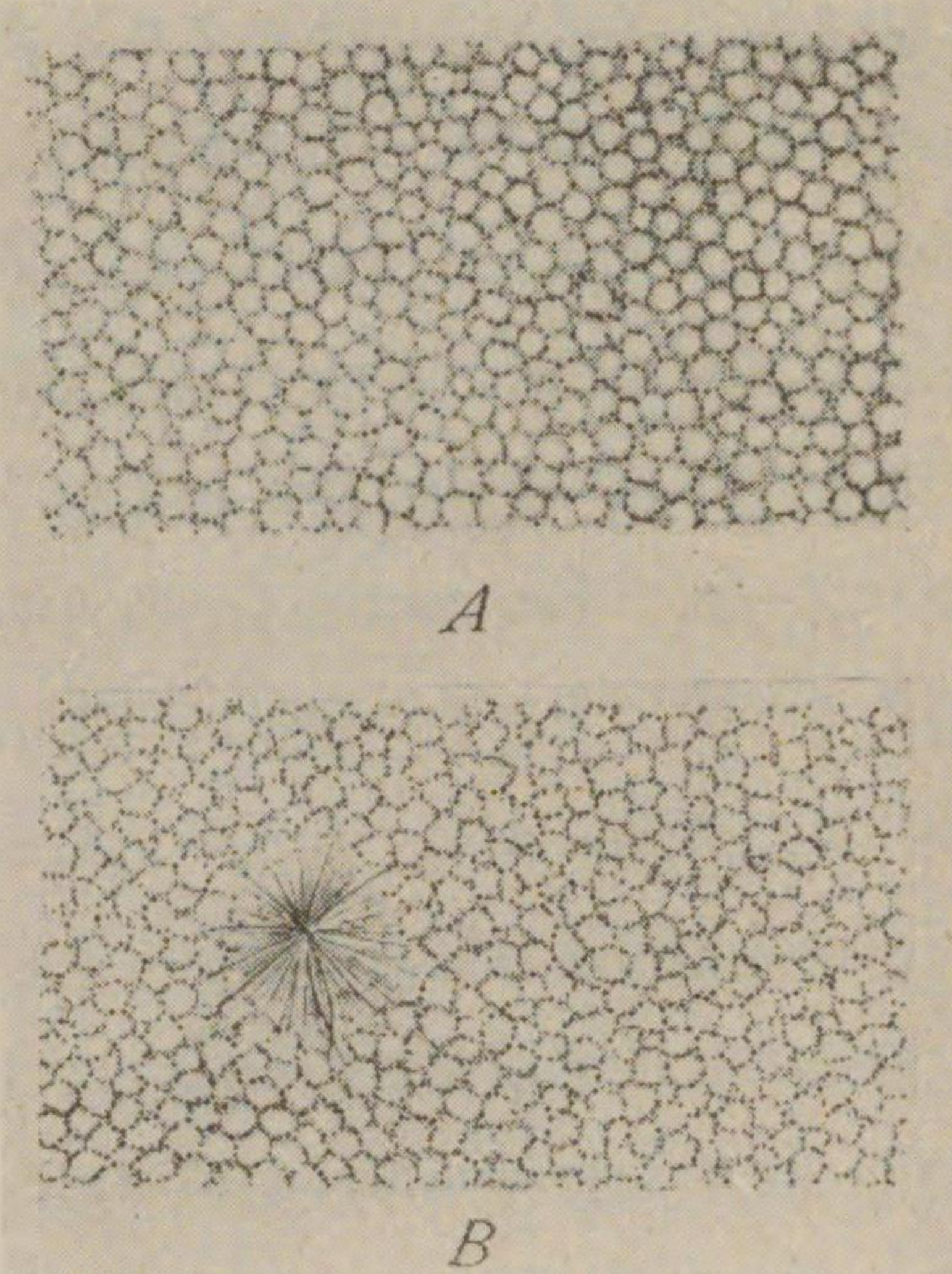
細胞質に流動現象があることは Cyclosis といつて、原生動物や植物細胞では 1864 年以來知られて居つた。多細胞動物の細胞では此の不斷の流動は遙かに不顯著ではあるけれども、チェンバースは膝細胞、神経細胞、上覆細胞で見居るしコンクリン Concklin が見た「えびや」の卵の受精後に起る大流動などは有名なものである。

次に細胞質の濃厚さに就いて一言すれば、之れは動物の種類によつても異ひ、例へば環形動物の卵の細胞質は甚だ流動的で、「うに」の卵のは可なり濃厚である。蛙や「えび」の神経細胞のは可なり濃厚だが、膝細胞のは流れ出でやすいといふ風である。併し同じ細胞内でも殆んど一般的に外側の方がやゝ濃厚で内部はやゝ軟いものである。それで濃厚な外側を外質 Cortex と言ふ。原生動物では外質は可なりに厚い。「うに」の卵にニッケルの球を入れて電磁力でニッケルの球を引つばらせて見ると、此の球が、内部に在る場合には自由に動くが表面近くに來ると留る。外質に此の玉を入れて電磁力で引くと小距離を運動させることは出来るけれども磁力を除くと元の位置にかへる程なのである。又内部の細胞質が流液状に近いことは中に出来る腔胞が丸いことでもかるわし原形質膜や外質が破れた時に流れ出す内部の細胞質が球状に塊るこ

とでもわかる。植物の細胞では分子運動といはれる**ブラウン氏運動**が暗視野顯微鏡で見られたが、動物細胞では少なくとも上覆細胞では幾回も試みられたが之れは認められなかつた。

固定したプレパラートによつて細胞質を研究した從來の説としては細胞質の構造は

- (一)海綿狀構造説をフロンマン Fromman, シュミッツ Schmitz, レイデッヒ Leydig 諸氏は唱へ、
 - (二)絲及び絲間物質説をフレーミング Flemming は唱へ、
 - (三)顆粒説をアルトマン Altmann は唱へ
 - (四)泡窩説をビュチュリー Bütschli やラウバー Raüber は唱へた。
- 併し細胞質はプラスチン Plastin,



第十八圖 ヒトデの卵の細胞質の構造。A 生時。B 固定せるもの(星狀のものは精蟲によつてもたらされし星絲也)。(Wilson 氏より)

グロブリン Globuline, アルブモーゼ Albumose, アルブミン Albumine などの諸蛋白質を主成分とするコロイド(膠狀體)であるが、コロイドはハーディ Hardy の研究結果によると、諸固定液で凝固させると、比較的硬い部分と比較的軟い部分とが分離するが、兩部の配列する有様は、原膠狀體の濃度によつてもちがひ、又膠狀體の化學成分によつてもちがひ、又固定液の性質によつても違ふのであつて、例へばコロイドの濃度が淡い時は比較的硬い部は顆粒狀になるし、濃度が高い時は、網狀をなすか泡狀をなすかである。又例へばゼラチンの膠狀溶液を昇汞で固定すると泡狀をなし、ゼラチンをホルマリンで固定するか又はアルブミンを昇汞で固定すると網狀を示すのであつた。

此の結果から、上述の細胞質の構造に就いての諸説を考へて見ると生時には皆透明質にミクロソームやマクロソームが混じて異質的なコロイドをなし

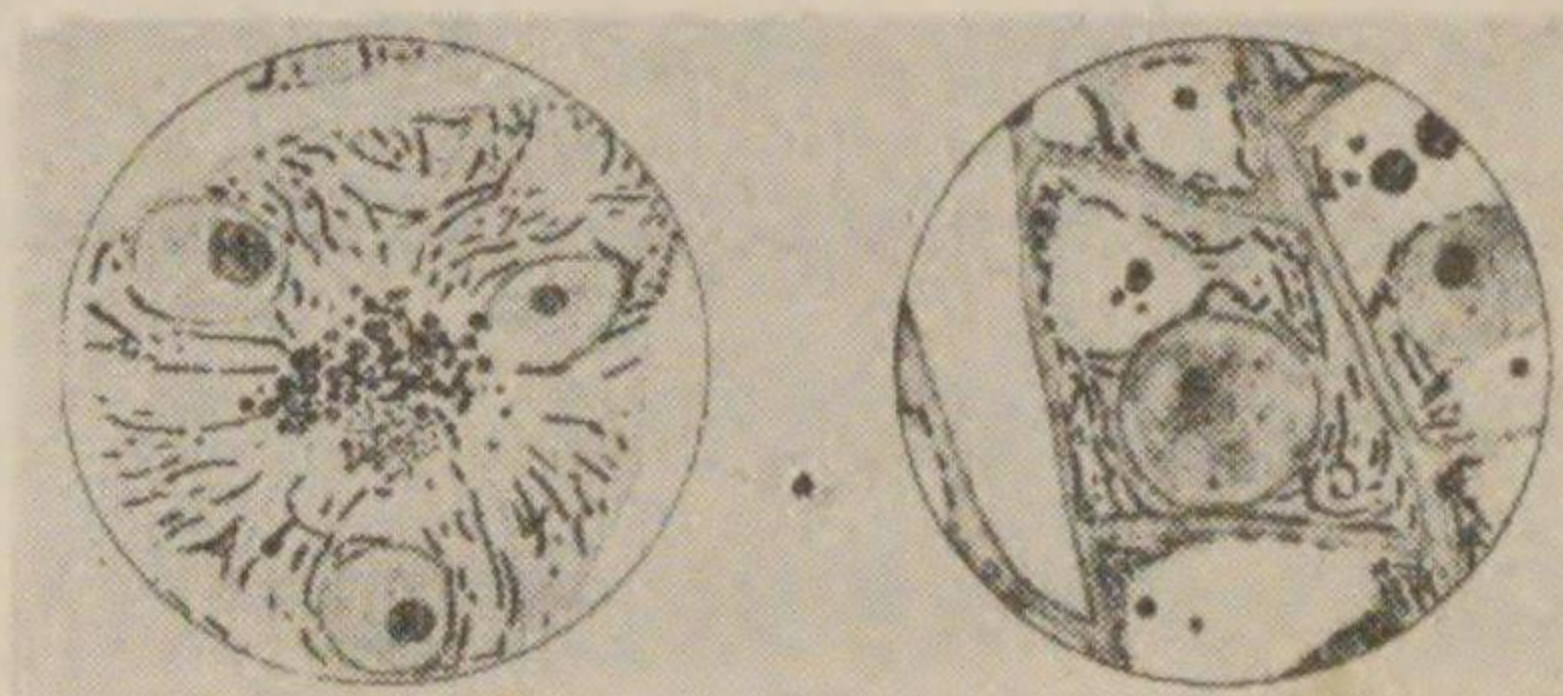
て居るのだが固定の時の事情如何によつて上述の四説に分れる様になつたのであらうかとも考へられるのである。

第五節 細胞 器 官

之れはミトコンドリア Mitochondria, ゴルヂ體 Golgi apparatus, クロミディア Chromidia の様な近來各種の細胞に一般的に存在することを認められて來た物を指すのであつて、色素粒やグリコーゲンの様に一部の細胞丈に限られた貯藏物でなくて、多くの細胞に見られる以上はやはり細胞其のものの生活に重大な役目を有するものではあるまいかと思はれ**細胞器官**とも稱せられ又細胞器官と言ふ語をもつと廣義に用ゐる人に從へば細胞器官の一種となるわけである。

(ア) ミトコンドリア

ミトコンドリア Mitochondria と言ふ名は 1898 年にベンダ Benda が命名したのであるが、今日此の名に包含されるべきものと做されて居るもので嘗つて別の名で發表されたものが既に 1880 年以前から今日までに 50 以上もある。例へば**コンドリオソーム** Chondriosome とか**プラストコント** Plastocont とか其の他 50 位の名のものが今日は皆ミトコンドリアの一種と做



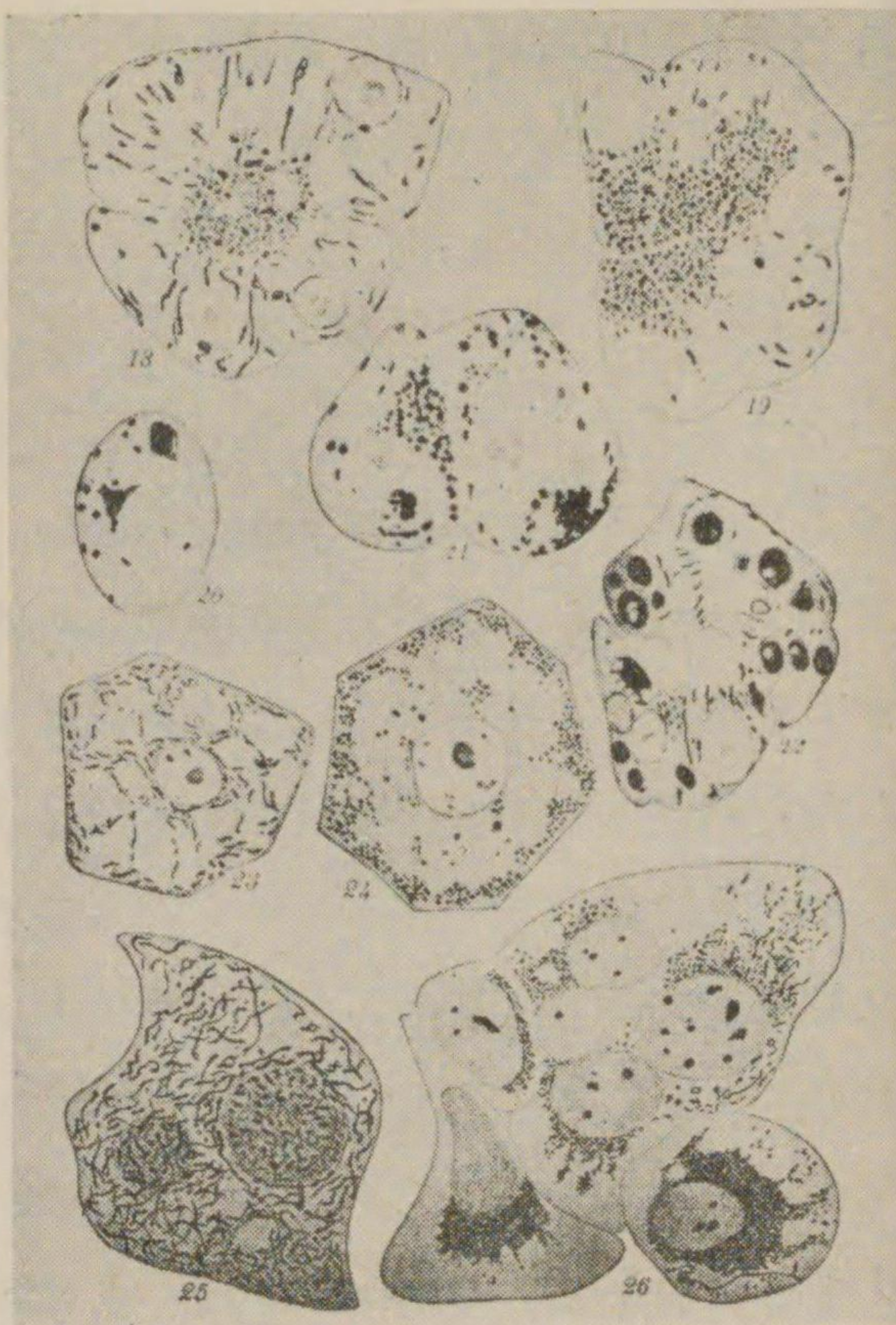
第十九圖 動植物細胞のミトコンドリアの比較。左. エンドウマメ, 右. 脾臓の脾細胞。(Regaud 氏圖)

されるといふわけである。つまり動物の種類や細胞の種類や又形が違ふのなどに往々別々な名をつけたから斯んなことになつたので、言ひかへればそれ程各種の細胞に廣く認められたと言ふわけである。下は原生動物から上は人間の細胞にまで認められて居るし(植物でも菌類藻類から顯花植物に至るまでに認められて居る), 形を言へば棒狀のもあり、絲狀のもあり、網狀のもあり、顆粒狀のもありと言ふ次第である。それでは一體何をかミトコンドリア

と言ふのかといふことになるが、次の様な性質を有するものを言ふのである。

(一)生きた細胞ではジャーヌスグリーン B (Janus green B) の 50 萬倍の溶液に對して特殊の着色反應を示すもので、即ち最初は青がかれる緑の色を呈し、次いで還元されて紅色になり終りに褪色して無色になる。(二)光線屈折率はむしろ低いけれども、よく見れば生きたまゝの細胞中でも(染めずとも)見えるものである。(三)アルコールや醋酸などには甚だ溶けやすいので之等で固定した場合には失はれて居る。(四)ホルマリンやオスミウム酸などでは固定せられ、酸性フクシン(赤)や鐵明礬ヘマトキシリン(黒)等で染まる。形は膵細胞や神經細胞などでは長く、肝細胞では丸に近いし、又成長によつ

て長くなり、之れが場合によつて又切れて短い棒状になつたり球状になつたりする例も見られて居る。唯千切れても直徑は同じ位なのがミトコンドリアの一特徴でつまり中部も末も太さに變りはないのである(此の性質はミトコンドリアが半液状なるとリポイド性物質なるとに因るのであらう)。細胞の何の邊にミトコンドリアが集る傾向があるかと言ふと、分泌の方向の一定な細胞ではほゞ一定であると言はれる。例へば膵液を分泌する膵細胞では分泌原物質(チモゼングラニール)は小膵管に近き細胞尖に集り、ミトコンドリア



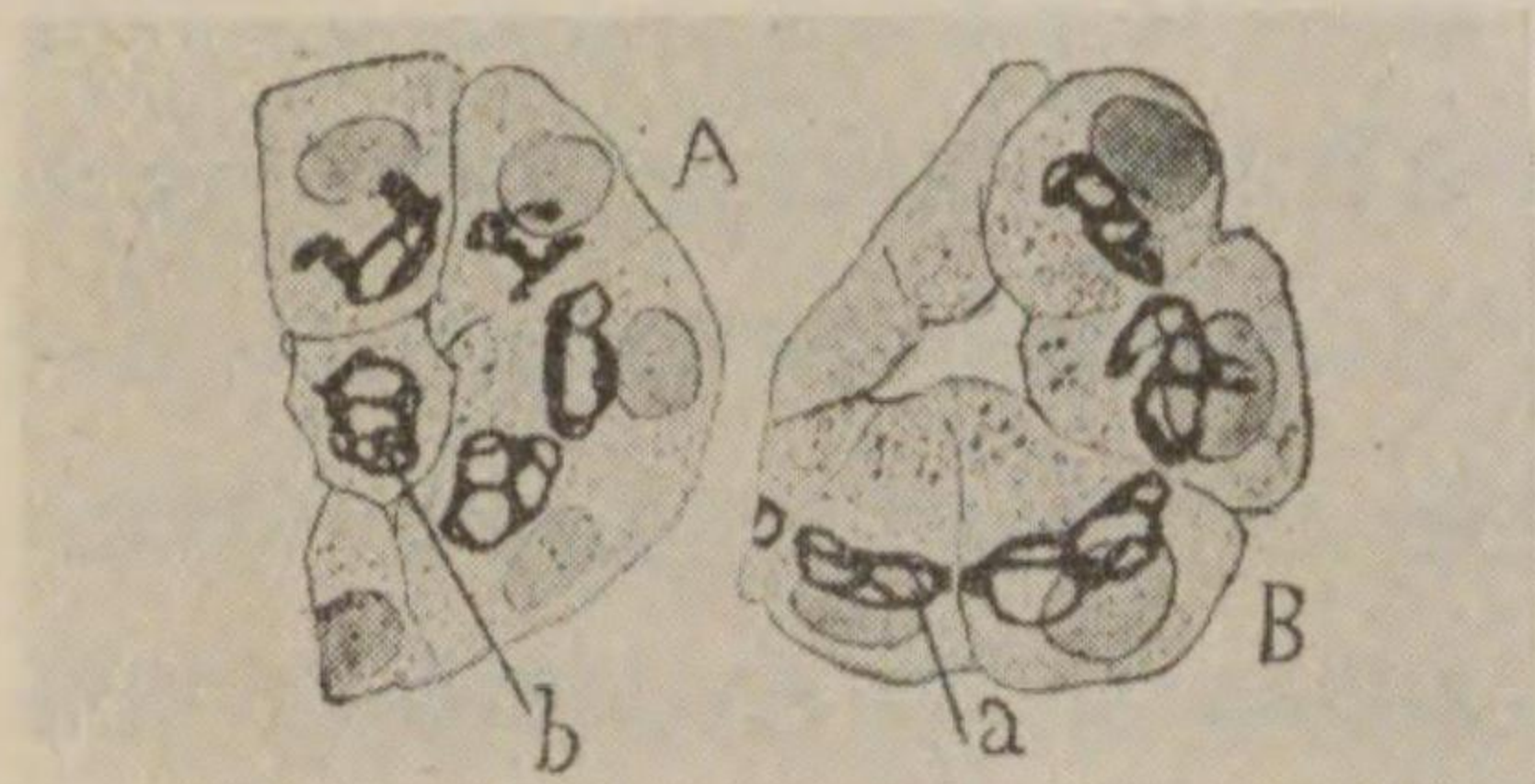
第二十圖 18—22はモルモットの膵細胞のミトコンドリアが磷酸の毒作用で變るを示す。(18が正常形他は毒せられたもの)。(Scott 氏圖) 23は家兎の肝臓の正常なミトコンドリア、24は同上が硫酸に害せられし形、(Grynfeldt 及び Lafont 氏圖) 25—26は45歳の女人の乳癌の諸細胞に於けるミトコンドリア。(Favre & Regaüd 氏圖)

は反對の細胞底即ち核より奥、血管に近い方に多く集る。腎臓の上覆でも然りで、腸の粘膜の上覆細胞などではミトコンドリアが核をさしはさんで其の上下兩方に有るが、是は腸上覆は二重の作用即ち消化物を吸収する作用と、又反對に粘液を分泌し出す作用とを有する爲めで、つまり各作用に對して言へばミトコンドリアは夫々物質の流れてゆく基部の方にあるのではあるまいかと言ふ。又甲状腺の腺細胞ではミトコンドリアは血管に近い方になくて反對の極に近く集つて居るが分泌物が、血液に入る内分泌腺ではこんな例が多いのであらう。

ミトコンドリアの役目に關しては、はつきりとは説が一定して居らるのであるから諸説を擧げて見るが、形がバクテリアに似て居ると言ふので細胞中に共棲して居るバクテリアではあるまいか、共棲バクテリアとしての作用を細胞に及ぼして居るのではあるまいかと言ふ説が 1890 年にアルトマン Altmann に唱へられたが今でも其の派があつてウォーリン Wallin, ポーテール Portier と言ふ様な熱心な支持者も居る。併しコードリー Cowdry (1923) やニコルソン Nickolson はバクテリアも共棲し、ミトコンドリアも有る細胞に就いて、兩者の間には大なるギャップがあるので同一物ではあり得ないと言ふ。一派の學者は細胞の變化を述べてゆくと、筋細胞の筋小纖維とか神經細胞の神經小纖維、白血球の顆粒とか、色素細胞の色素とか、腺の分泌物とか、80種ばかりの後成質 Metaplasm がミトコンドリアから變成すると言つても居るが、之れにも夫々反對の報告もあつて、どの一つの場合も未だ定説とまでは言ひ得ないがバクテリア説とは兩立しないわけである。キングスビューリー Kingsbury (1912) 一派の學者は原形質の呼吸作用にたづさはるものであると唱へる。つまり還元物質なのであつて、ジャーヌスグリーン B を還元することは前に述べたが、ホルマリンやオスミウム酸や重クロム酸などで固定されると言ふのも畢竟此の性質によるのであるが、呼吸作用と言ふのも畢竟酸化還元的作用であるからと言ふのである。之れも併し定説と言ふわけでもない。又レガウ Regaüd (1909) 一派の學者は選擇小粒 Eclectosome

としての役目をなすものであつて、即ちリポイドがミトコンドリアの形をとつて細胞質内の諸物質から或る物質丈を選択して變成物をつくり出すのだと言ふ。つまり免疫血清學の方で言ふ所のエールリヒの側鎖 Side-chain に比較すべきものだと言ふのである。終りにミトコンドリアを遺傳物質 Idioplasm として役立つものと做す人もあるが之れは、はじめ精母細胞で認められたからと言ふ外に根據は明かでない。ダーウィンが後天形質遺傳の原物質と想像したパンゼン Pangen といふ風なものとは考へ難い様に思はれる。何故と言へばミトコンドリアは動物の種類によつて形が一定と言ふ様なものではなくて、むしろ種類は異つても作用の似た細胞同士で似て居るからである。

(イ) ゴルヂ體

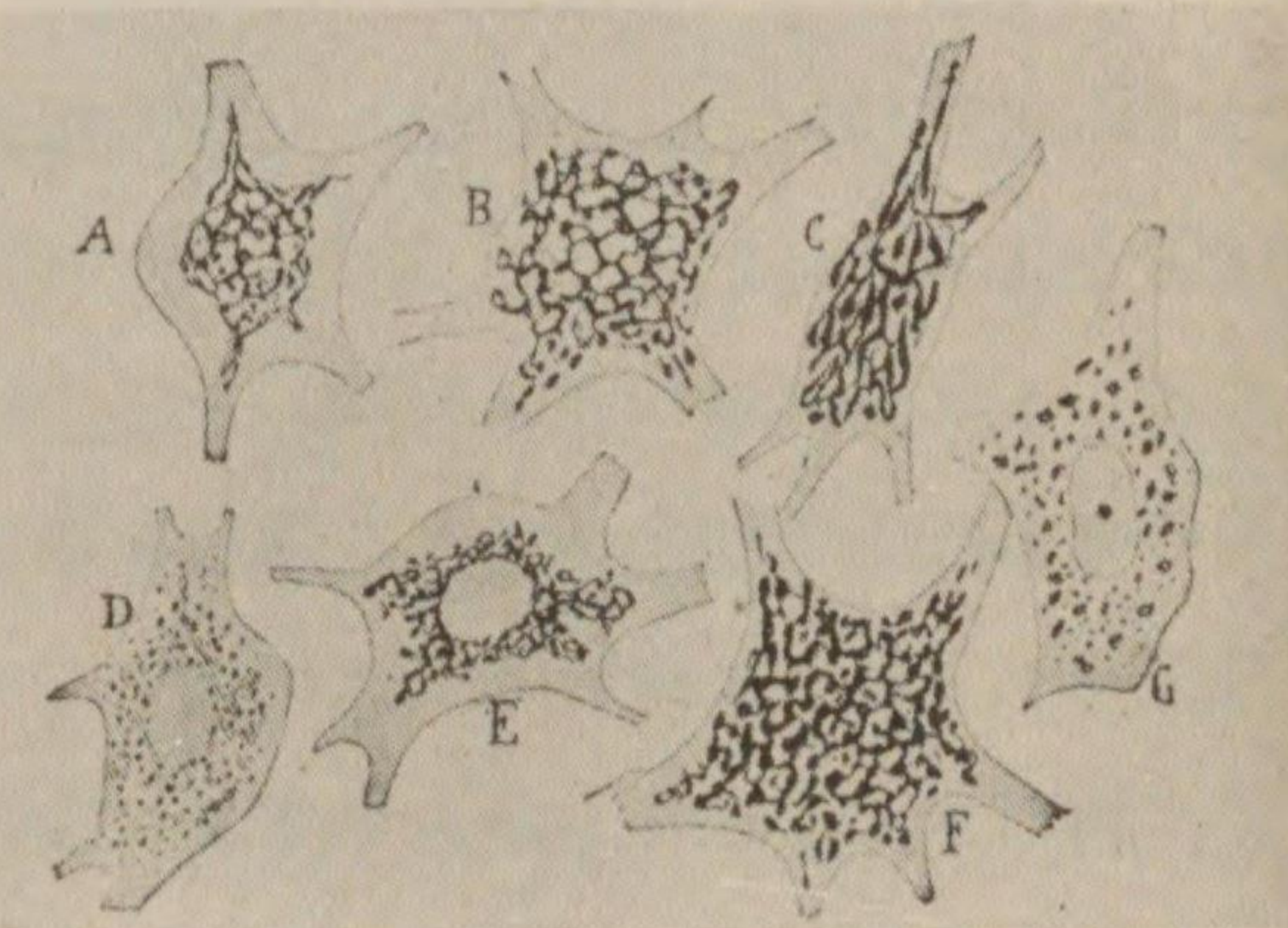


第二十一圖 家兎の顎下腺の分泌細胞に於けるゴルヂ體 (多くは a の如く核と輸管の枝との間にあり)。(Cajal 氏圖)

銀でも固定される。アルコールで固定すると溶けて失せて居る。一般的に言へば核の附近にある網狀構造物で大きさも核位あることが多い。

之れも今日では多細胞動物の細胞にはずるぶん廣く見られたもので、卵や胚兒の細胞には一般的に認められ、殊に腺細胞、唾液細胞、

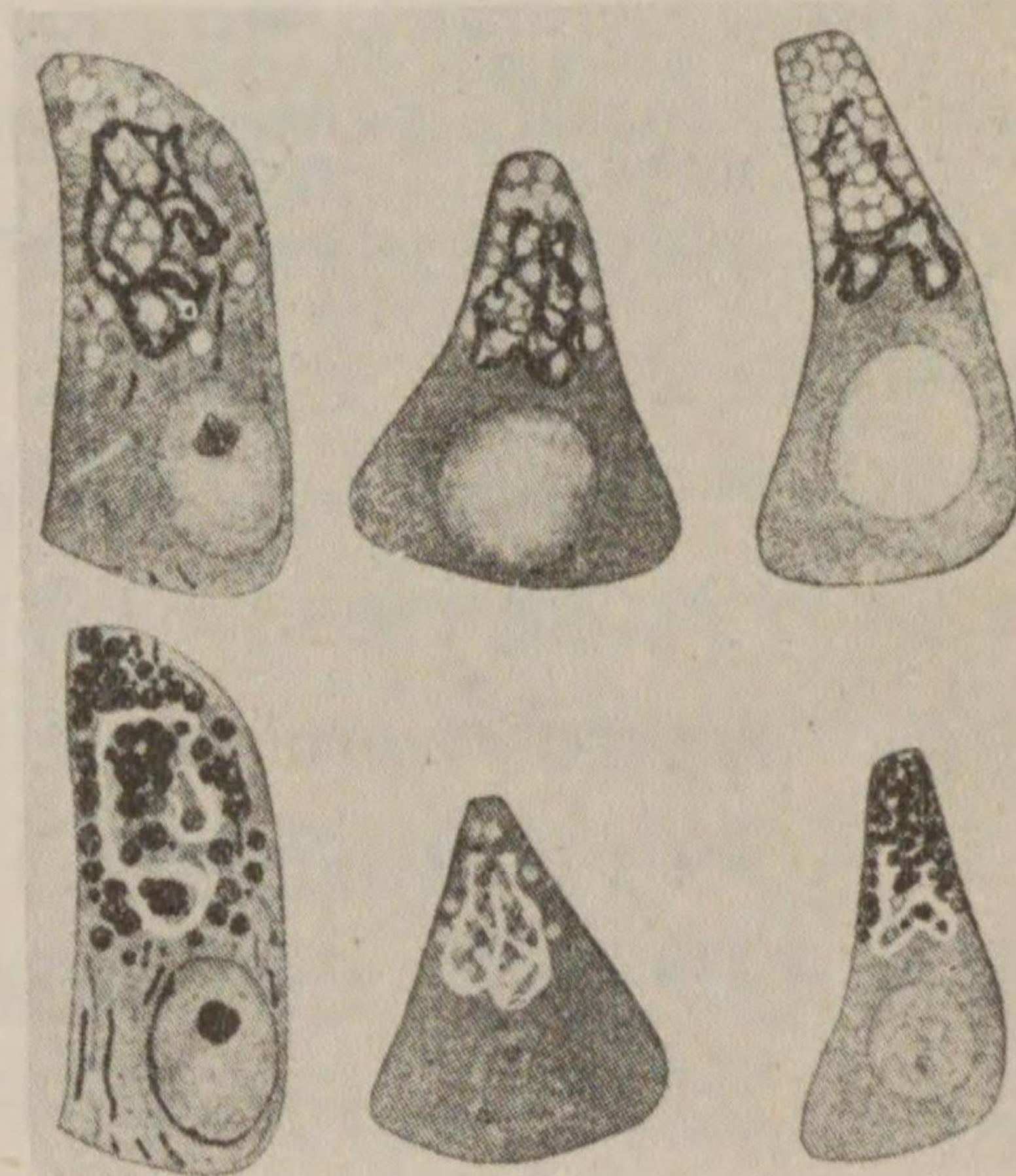
Dictyosomes とも言ふ。之れは 1898 年にイタリアの神經學者ゴルヂ Golgi がはじめて、神經細胞に見出したもので、定義としては生體染色では染まらず、又不染色の生きた細胞では殆んど見えないものであるが、オスミウム酸で永く處理して固定した細胞では黒くなつて現れる。硝酸ウラニウム、硝酸



第二十二圖 家兎の運動神經細胞に於けるゴルヂ體の諸形。(Cajal 氏圖)

腸の上覆細胞、神經細胞などでよく見られて居る。精母細胞の分裂の際などにゴルヂ體も二等分して兩細胞に分れて入ることの見られる例(多足類、昆蟲類)もある。細胞内の何の邊に位するかと言ふと腺細胞では核と分泌小管との間に當つて核の近くにあるのが普通である。即ちミトコンドリアとは反對である。甲状腺や腸の粘膜上覆細胞では之れが核のまはりに沿ひて移動することも認められて居る。

此のゴルヂ體の本質や役目に就いてはミトコンドリア以上に疑問の多いもので、ゴルヂが之れを發見(1898)した翌年ホルムグレン Holmgren (1899) や Nelis(1899) 其の他の人が丁度ゴルヂ體に位置や形のよく似た管系を諸細胞に認めたので、カヤル Cajal (1908) は兩者を併せてゴルヂホルムグレン管系と命名することを唱へた。併しカヤルも 1912 年にはゴルヂ體は二部よりなり、一は中空な管系だが、一つは内容をなす顆粒で顆粒の量や分布は細胞質の生理状態によつて異なると稱して居る。近來でも



第二十三圖 モルモットの腺細胞に於けるゴルヂ體。(Cowdry 氏圖)。上列オスミウム酸で固定せられて黒く現れしもの、下列同上を漂白して鐵ヘマトキシリンで染めしもの。

を述べて居る。管系であるとすれば植物細胞の液腔に相當するもので作用も同様であらうとも考へられる。リリー Lillie R. S. は之れを細胞質が電氣を吸収する面積を多くする装置であると言ふ。併し之れを單なる管系と做さない人例へばナッソフ Nasonov (1923) は分泌細胞では之れは分泌粒の生成に密接な關係があると言ふ。ラウラ ナーム Laura Nahm (1933) はゴルヂ體を現出させる固定液は不飽和の脂肪酸で、ゴルヂ體は細胞の生時から有る

680
70

場合もあるが、固定などの途中に形成されることもあると言つて居る。「みづ」の卵巣内の卵細胞や或昆虫の生殖細胞等ではゴルヂ體が一所に塊らずに蹄鐵狀又は球狀をなして分散して居る。

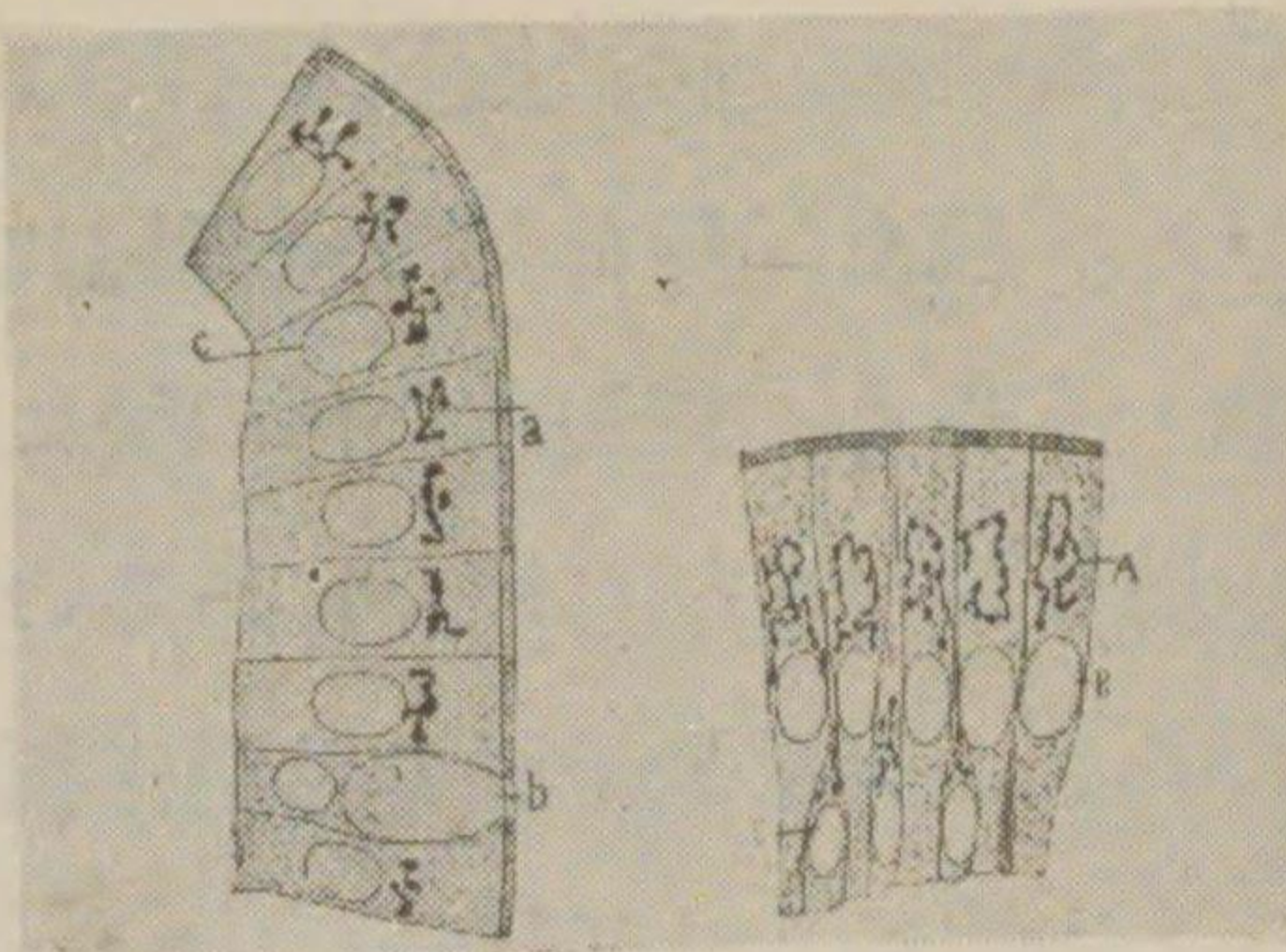
(ウ) クロミディア

クロミディア Chromidia とは核外に散在する染色粒 Chromatin, 換言すれば核外にありながら核中のクロマチンと同様な染色反應を示す物質を言ふのであつて形の如何は問はぬと言ふことになつて居る。原生動物やバクテリア中には一定の核が無くてクロミディアが散在して居るものが有る。此の場合には**散在核**(Diffuse nucleüs)とも言ふ。

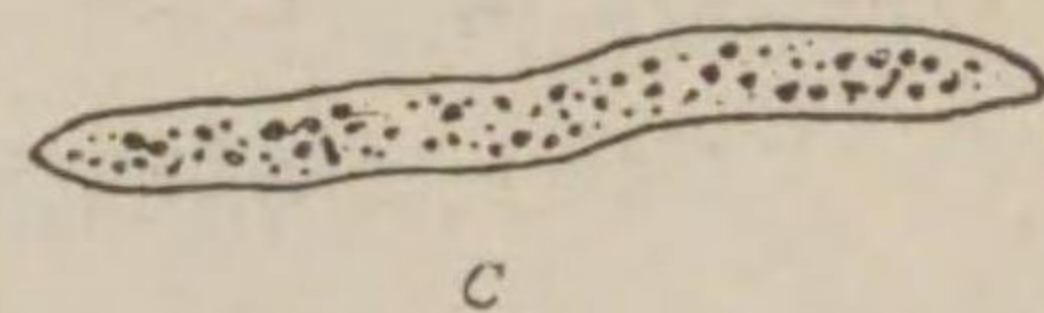
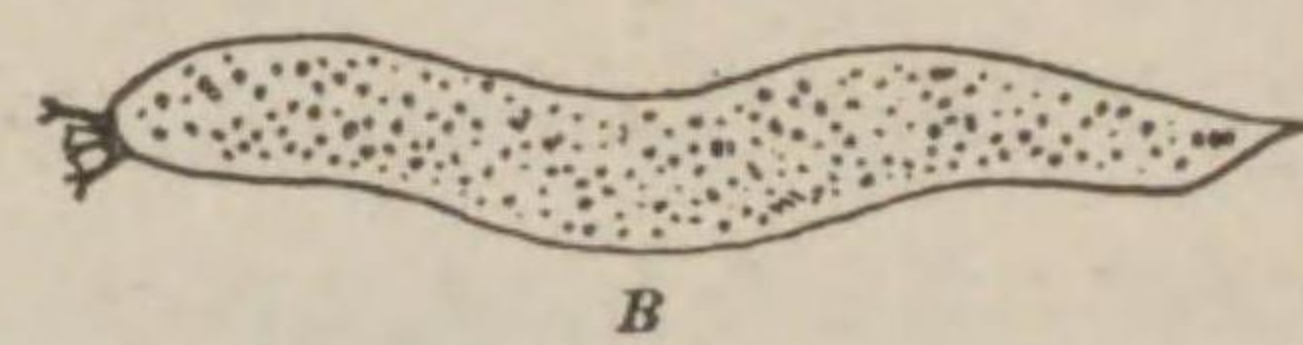
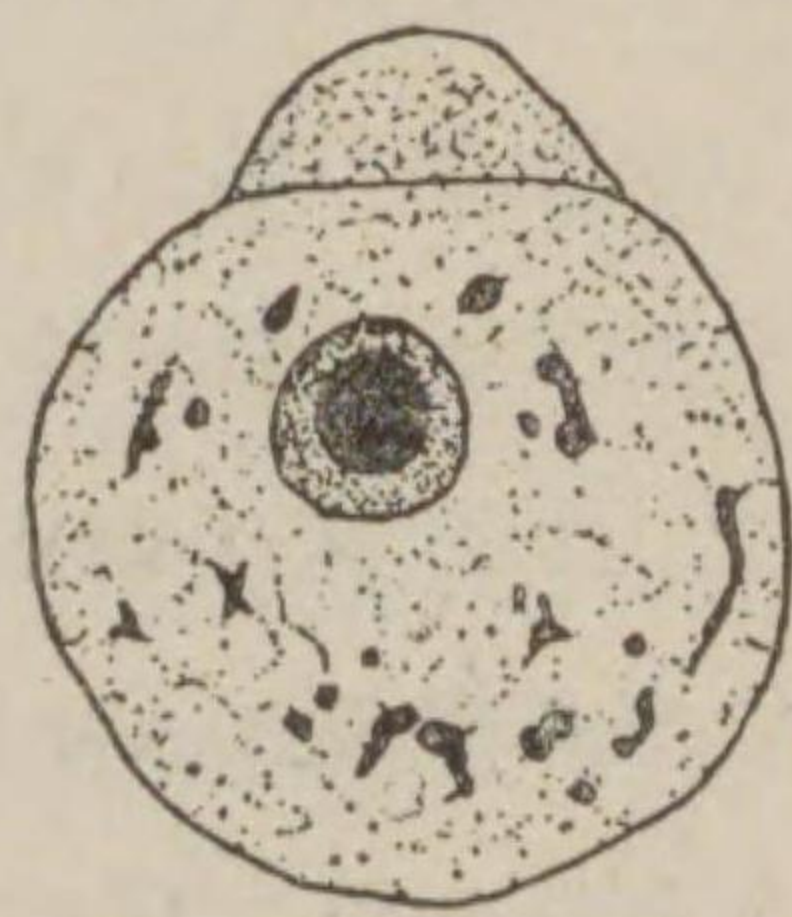
ミトコンドリアは酸性色素に染まるが、クロミディアはクロマチンと同様鹽基性色素に染まる。も一つミトコンドリアと異なる點はアルコールで固定しても何で固定しても溶け失せないことである。**クロミオー**

ル Chromiole, **核外染色粒** Extra-nuclear chromatin, **ニッスル體** Nissl body 等の名で發表された物が今では皆クロミディアの中に算へられて居る。微生物のクロミディア

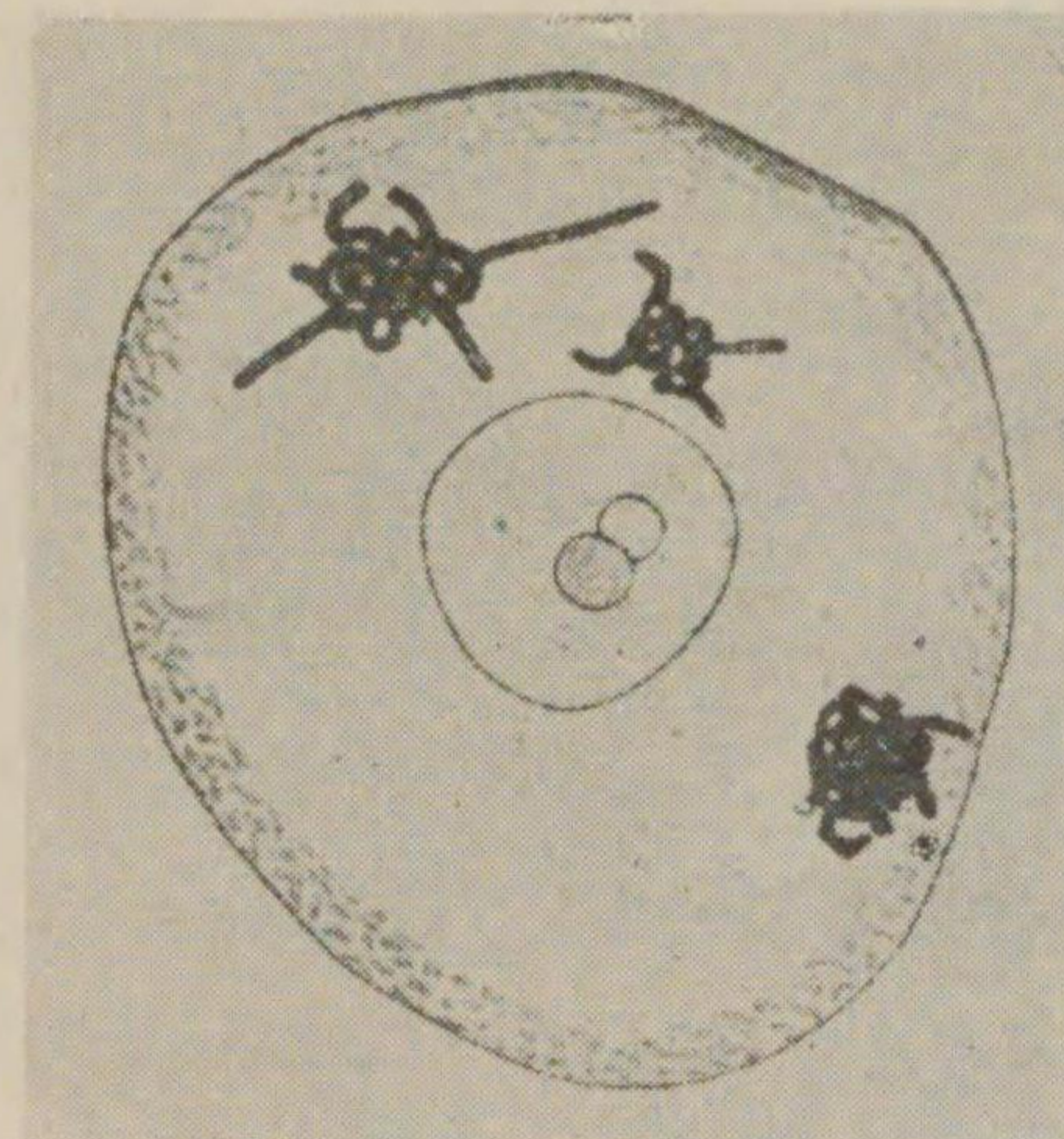
に就いては 1909 年にドーベル Dobell の發表があり、細胞質内に諸形をなして散在することが多いが、之れは核が破れて中の染色粒が散つた場合もあり又染色粒の一部が核外に出て散つた場合もありと言ふ。多細胞動物のクロミディアに就いてはゴールドシュミット Goldschmidt (1904, 1910) の蛔蟲の研究



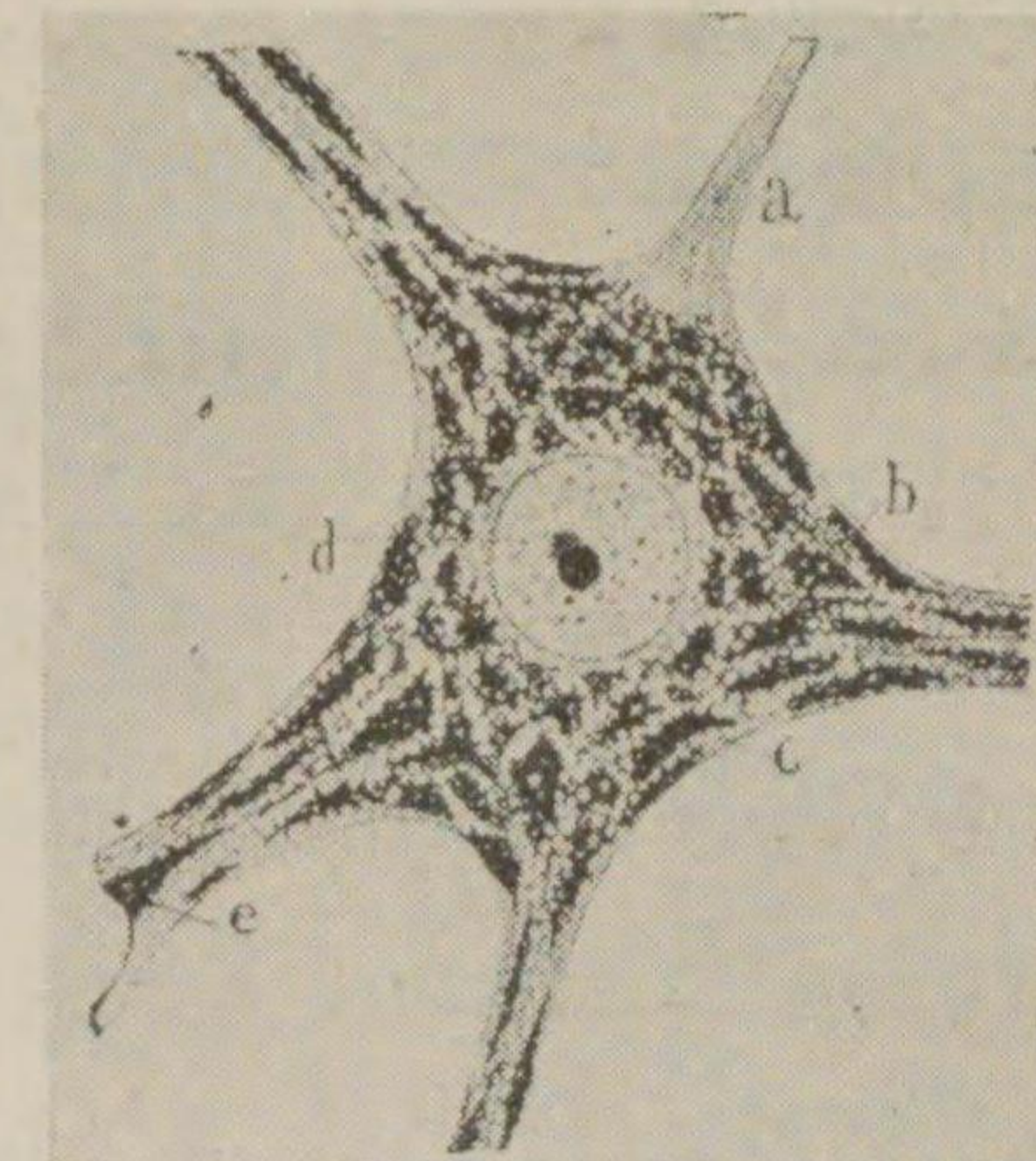
第二十四圖 左、「ミミズ」の腸上覆細胞のゴルヂ體、右、モルモット初生兒の上覆のゴルヂ體。



第二十五圖 微生物のクロミディア。(Dobell 氏圖)
A. *Stenophora jüli* (原蟲類)
B. *Siedleckia nematoides* (原蟲類)
C. *Bacillus flexilis*(細菌)



第二十六圖 馬の蛔蟲の神経細胞のクロミディア。(Goldschmidt 氏圖)



第二十七圖 家兎の脊髄の運動神経細胞のクロミディア。a 神経纖維、b クロミディア塊(Nissl body)、c 細胞質、d 核、e は神経が二分する所。(Raüber氏より)

が先頭であつた。神経細胞では糸を結んだ様な形をして Nissl body と呼ばれ、腺細胞では糸状で **Basal filament** と呼ばれた。多細胞動物の場合にもクロミディアは核内の染色粒の一部が核外に出たものと做す人が多いが、其の出る徑路を發表した論文も少なくない(例へば中原 1917 年、昆虫で)。クロミディアの役目に關しては、神経細胞に於けるニッスル體と精神能率との關係を見出さうと努力した人も多いが未だ定説をきかぬ。色素粒がクロミディアから變成すると言ふ論文も少なくない。

第六節 中心 體

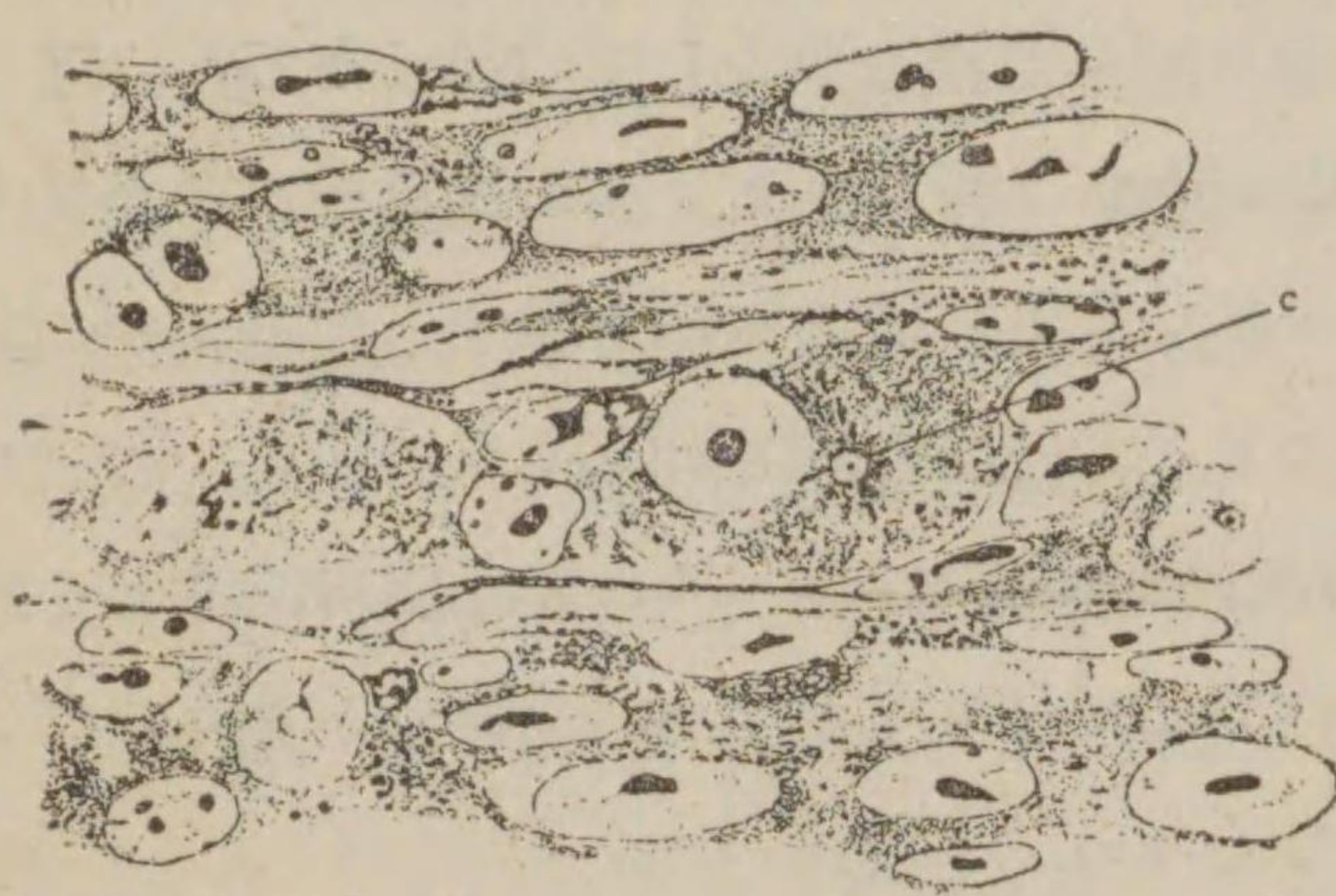
中心體 Centrosome (Flemming, 1891) 又は **中心粒** Centriole (Boveri, 1895) は光線屈折力の強い小粒で1箇の事もあるが、又よく2箇に分れて居る事もある。此の小粒を圍んで明るい細胞質の區域あり、更に之れを圍んで暗い輪が見える。**中心輪** Centrosphere と言ふ。此の輪はベネーデンが 1876 年に二胚蟲の卵で發見し 1883 年には馬の蛔蟲の細胞に就いても發見したものである。此の輪を基點として放射せる糸状體があり**星絲** Aster と名づけられる。中心體と言ふ語は中心粒と同じ意味に用ゐる人もあり、又ドンキャスト

680
70

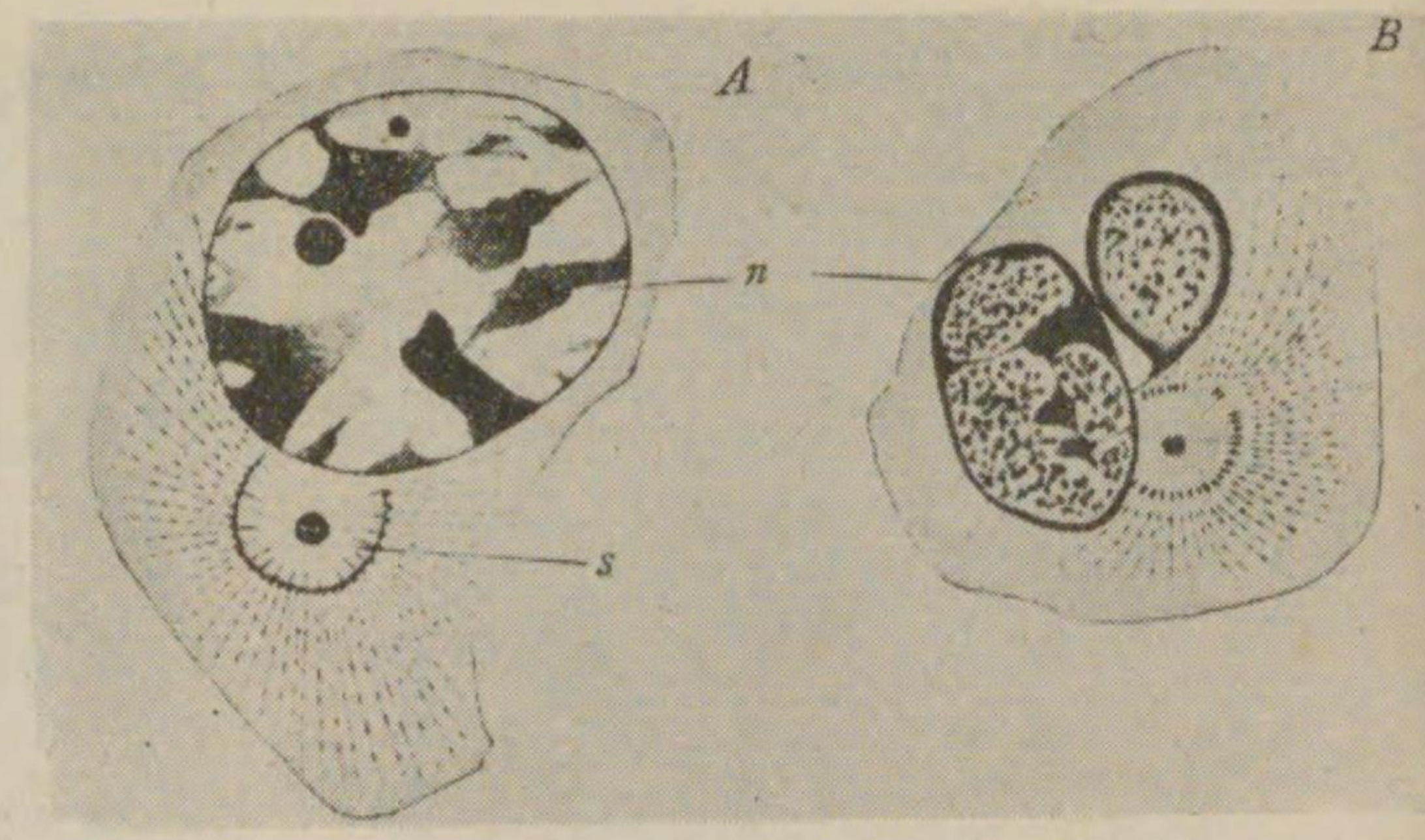
— Doncaster などは中心粒と中心輪とを合せたものを中心體と呼んで居る。

中心體は細胞分裂の際に重大な役目をするもので即ち細胞分裂に先立つて先づ中心體が二分し、各中心體が星絲を従へつ

相隔離しゆきて細胞の兩極に對立し、核内に出來た染色體を二群に引き分ける中心點及び引く絲になるもので、かの紡錘絲 Spindle fibers は星絲から變成するのである。そして動物細胞の分裂の際には（卵の場合を除く）一般的に見られるのであるが、分裂時でなくても何時でも見られるのは白血球、上覆細胞等である。精母細胞でも常に見られ、精蟲の尾の中軸索は中心體を基點として伸びてゆく。精蟲の中節の一部は確かに中心體である。鞭毛蟲類の鞭毛の基部に存在する Blephaloplast も中心體と同じ物と做す人もある。動物の細胞でも核の分裂が進んで來ると中心粒が泡狀に化して見えなくなる場合が可なり多いが、其の變化の委しい事は核の分裂の時にゆづる。



第二十九圖 Cウツラ胚兒の黑色細胞の中心體。(川村智治郎氏圖) (H₂O₂ で漂白して後ヘマトキシリンで染めたもの)

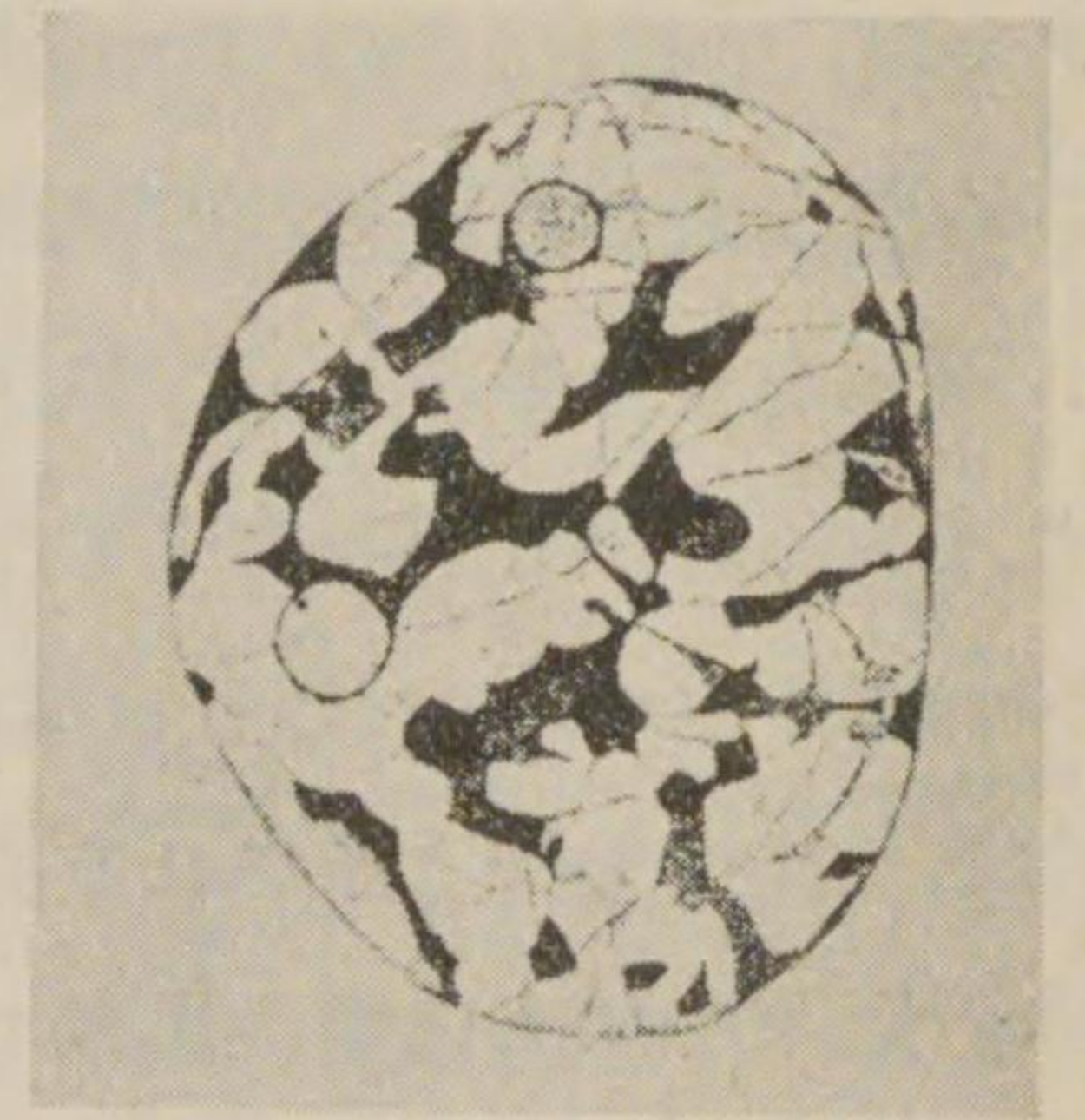


第二十八圖 オカキモリの白血球。(Heidenhain氏圖) n 核, s 中心體の sphere と星絲。A は單核のもの, B は二葉の核を有するもの。

第七節 核

普通には各細胞の中央近くに1箇ある光線屈折力の強い物體で染めない細

胞でも見えるものである。一細胞に二核有る例は肝細胞や脂肪細胞などに見られ、又多核の細胞は骨髓、脾臓などの巨大細胞に見る。多核質 Syncytium とも言ふ。併し一般の正常な（病的でない）細胞では一核である。それは一家に主人が1人、一校に校長が1人と云ふのと同じ位の意味で、核こそ細胞の主腦なのである。核を除去された細胞には失はれた部分を再生する力なく、反對に核と其の周りに少しの細胞質とが有れば細胞の資格があるので失はれた部分をも再生する。又遺傳の物質も主としては核内にあると思はれるのである。だから多核質などはすでに、一細胞と言はんよりは多細胞の初期と言ふべきである。核の形は卵とか神経細胞とか立方形の上覆細胞などでは丸に近いが、筋纖維とか、結締組織とか毛



第三十圖 オカキモリの腸上覆(胚の)細胞の核。(Heidenhain氏圖)

の皮質の細胞とか言ふ様な細長い細胞ではやはり狭長になり、又白血球の核などは數葉が細い部分でつながれた様な不規則形のものもある。

併し構造の要素はほぼ一定なもので、即ち核膜(Nuclear membrane)によつて細胞質と仕切られて内に核條 (Network of threads) と言ふ網狀の絲があり其の網の目を核液 Nuclear sap が充たし、又小核(仁) Nucleolus と呼ばれる球が一箇又は數箇あるのが普通である。も少し委しく言へば核膜は神経細胞や卵細胞では最も顯著であるが、殆んど存在を認め難い細胞もある。普通核膜は鹽基性色素で染まるものだが、厚い場合には外側に酸性色素に染まる層を認めることもある。核の分裂の途中で核膜は消失し核分裂の終期に再び生ずる。核條は核絲 Linin を基本物質とし、其の表面を被ひて染色粒 Chromatin が附着し、ことに網の絲の結び目の邊に染色粒は塊をなす傾向がある。染色粒はメチルグリーンやヘマトキシリン其の他の鹽基性色素に濃く染まる性質を有するもので核分裂がすむに伴ひ、もつとよく染まる所の一定數の染色體 Chromosome に變化するものである。核絲其のものは酸性色

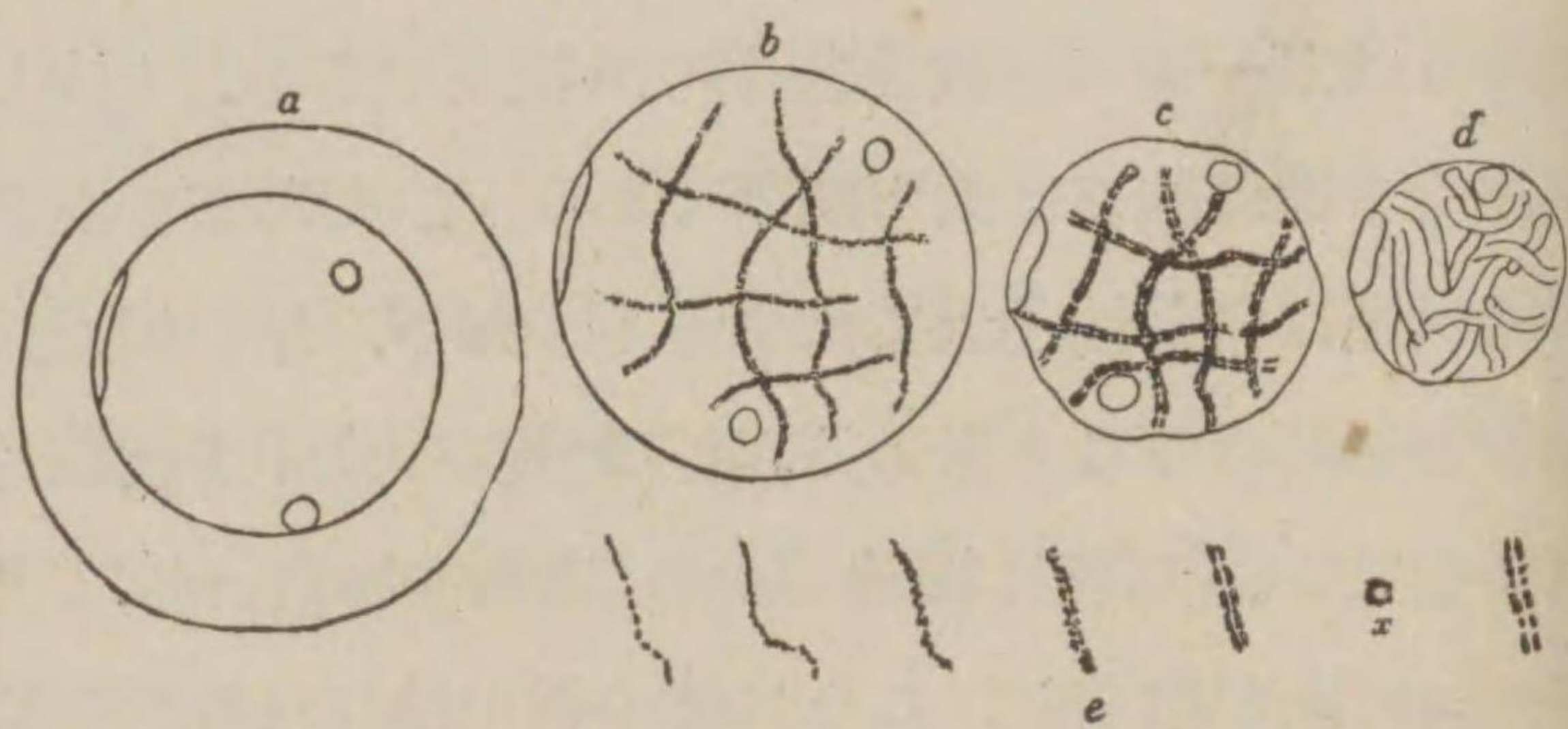
680
70

素でうすく染まるものであるが染色粒に被はれて目立たぬのである。

小核(仁) Nucleolus と云ふのは静止核(分裂時でない時の)には一般に有るものだが之れに二種を識別し得ることがある。一は本當の小核即ち **Plasmosome** とも言はれるもので、酸性の色素に染まり易く、化學成分はプラスチン **Plastin** 又はピレニン **Paranuclein=Pyrenin** より成る。之れは榮養物の貯藏物と言ふ人と老廢物の貯藏所と言ふ人とある、どちらにしても核の新陳代謝に關係あるものらしく、原生動物では榮養の善惡によつて消長があると言はれて居る。核分裂の途中で消失するものである。も一種の小核は**染色仁 Chromatin nucleolus** とも言はれ **Karyosome** とも呼ばれるもので、染色粒の著しく集つた塊と做されるもので、1 箇あるのが普通だが數箇あることもある。近來では染色體の出來てゆく姿を追求して見ると性染色體が此の染色仁から變成することのわかつた例が多いのである。

染色粒の化學成分は 10 パーセントの磷を含む核酸 **Nucleinic acid** で、それに磷を缺くアルブミン **Albumin** が加つて居るのである。眞の小核や核絲が酸性色素に染まるのは核酸が少なくてアルブミンが多いからであり、核酸も多いがアルブミンも加つて居る染色粒は鹽基性色素に染まるけれども、染色體となるともつと濃く鹽基性色素に染まるのはアルブミンがはなれて、核酸丈が染色體に残るからであらうと言ふ。

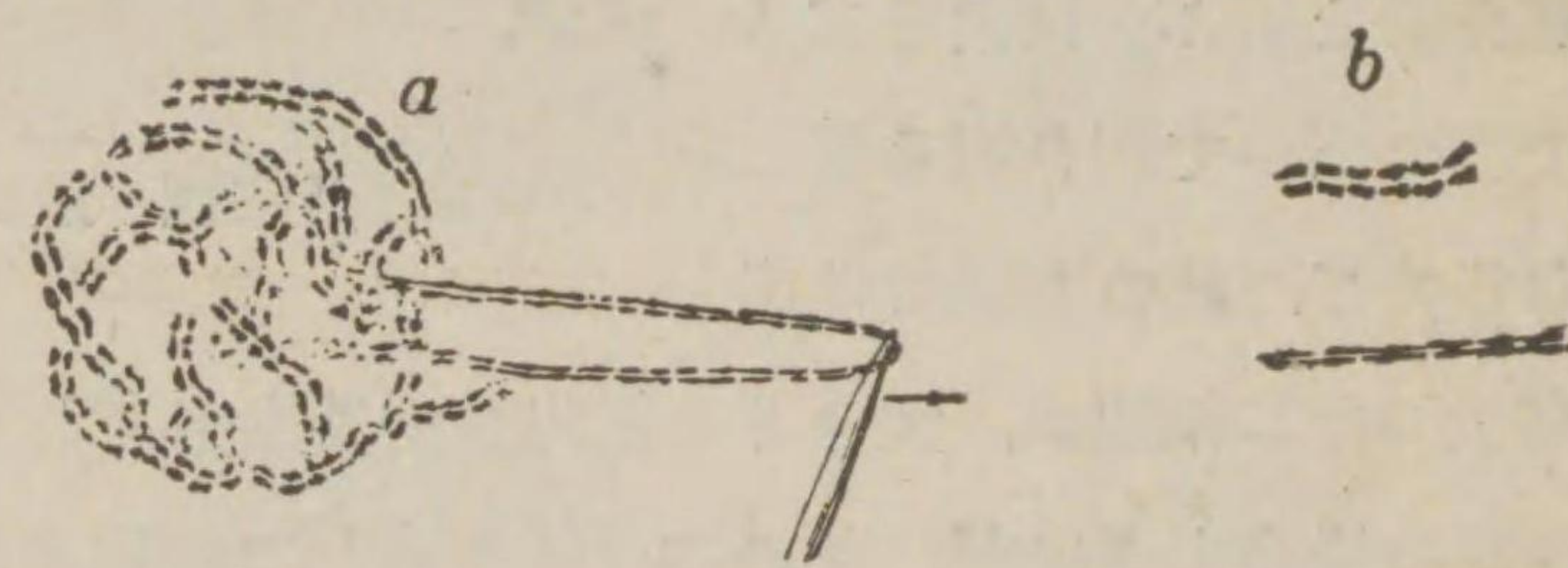
以上は固定した核で見える構造であるが、生きた細胞の核を見ると、分裂時の核では染色體は見える (1873 年にシュナイダー **Schneider** が既に之れを見て居る)が、静止時の核では、薄い核膜と 1 箇



第三十一圖 a バッタの類 (*Dissosteira*) の生きた精母細胞, b-c は之に損傷を加へると核内に染色紐様のものの現れることを示す。e はその絲狀物の一層の擴大, d は絲狀物を端より見たる圖。
(Chambers 氏圖)

又は數箇の小核が識別出来る丈で、内部には何の構造も見えぬ。暗視野顯微鏡で見ても同様である。併し凝固させる藥品例へば醋酸の蒸氣とか、エーテルの蒸氣をかけると忽ちにして核條が現れる (フォルマリンの蒸氣では等質的になる傾あり)。バッタの生きた精母細胞でもやはり小核以外には内部に何の構造も見られぬが一旦核膜を破ると核條の代りに染色體狀の顆粒に富んだ絲が千切れ千切れになつて現れて来る。之れは自然の核分裂の際に染色體の現れて来る頃に核膜が消

失する事と思ひ合せると面白い事である。此の絲は針に引つけて引っぱり出すことも出来るし、はなせば元の位置にもど



第三十二圖 a 第三十一圖と同じ材料の絲狀物を針で引つぱつた圖, b は絲の一層擴大せるもの。
(Chambers 氏圖)

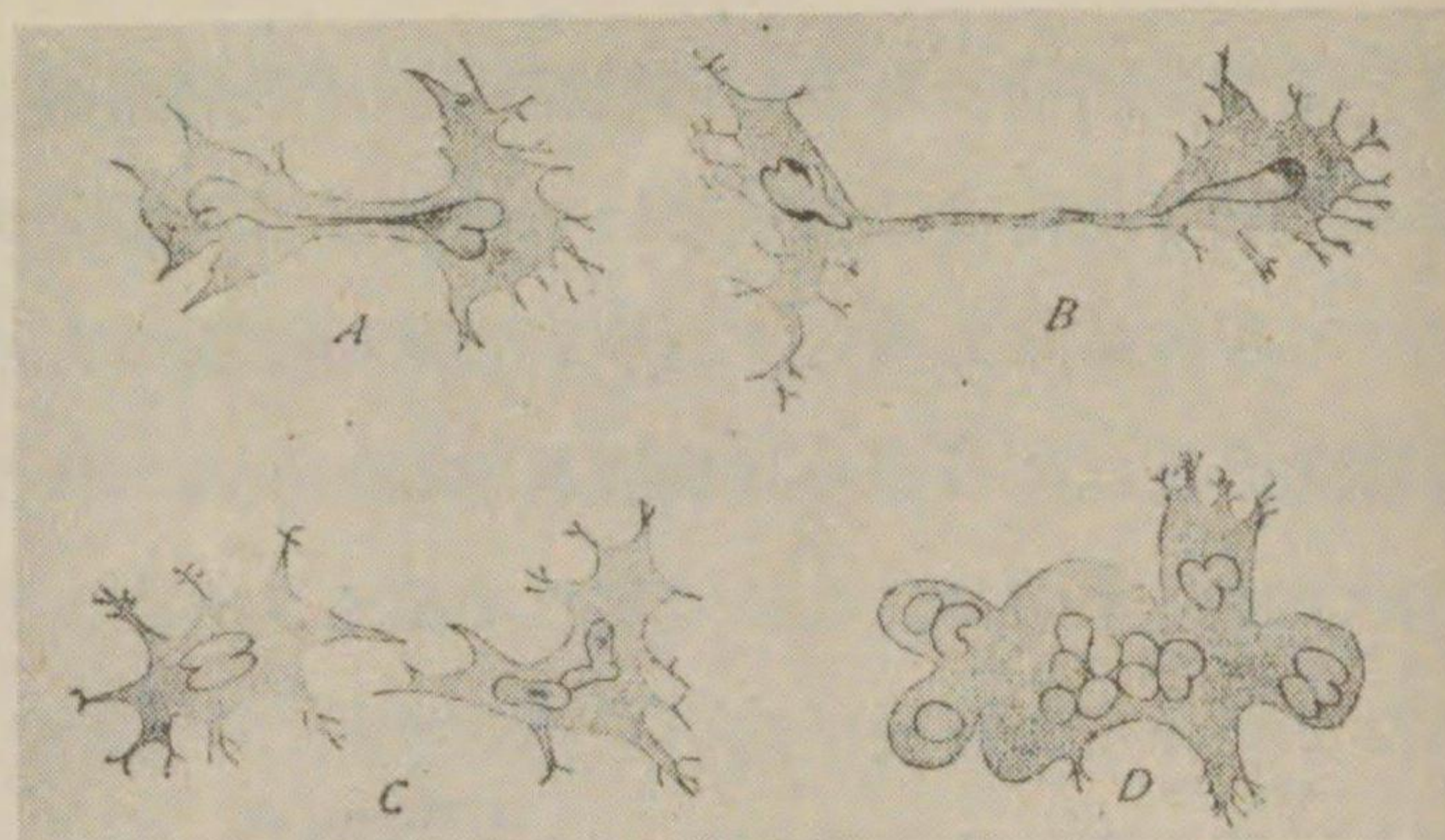
第八節 細胞 分 裂

腦の神經細胞の數などは生れ立ちの頃と大人とで大して變りがないと言はれて居る所であるが、赤ん坊の腦より大人の腦の方が大きいことは明かなことで、此の場合などは各細胞の大きさの増すことによつても可なり大きくなり得る一證である。兩棲類の様に總じて細胞の大きな動物もあり、軟體動物の様に細胞の小さな動物もある。斯く動物の大きさは必ずしも細胞の數によるとは言へない。併し同じ類の動物の同じ組織に於ては細胞の大きさには大抵一定限度があるのであるから、動物の成長には細胞の數の増加が主要なる原因をなすことは確かである。細胞の數の増えるのは即ち細胞分裂によるのであるが、此の細胞分裂が、却々手の込んだ一定の方式に従つて行はれるもので、核内の物質までも二等分せられる様な仕掛けになつて居ることは正に細胞の驚異とも言ふべき事で、之れを思へば一片の髮膚と雖粗末には出來な

680
70

いことを感ずるのである。

細胞分裂には **直接分裂** Direct division 一名 **無絲分裂** Amitosis と **間接分裂** Indirect division 一名 **有絲分裂** Mitosis とあつて、**直接分裂**と言ふ方は餅を二人で引つぱつて引き切る様になるので、此の方法では出



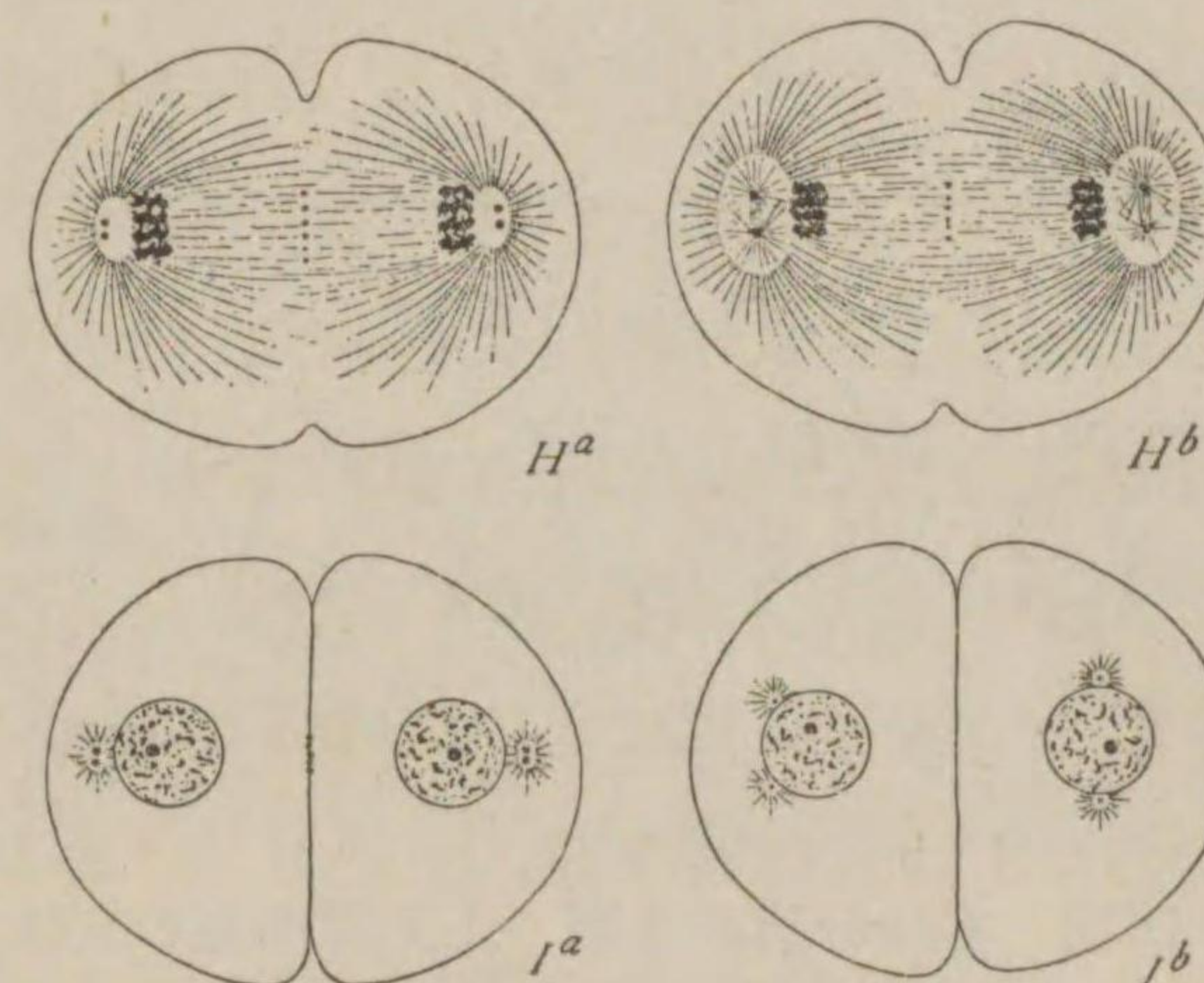
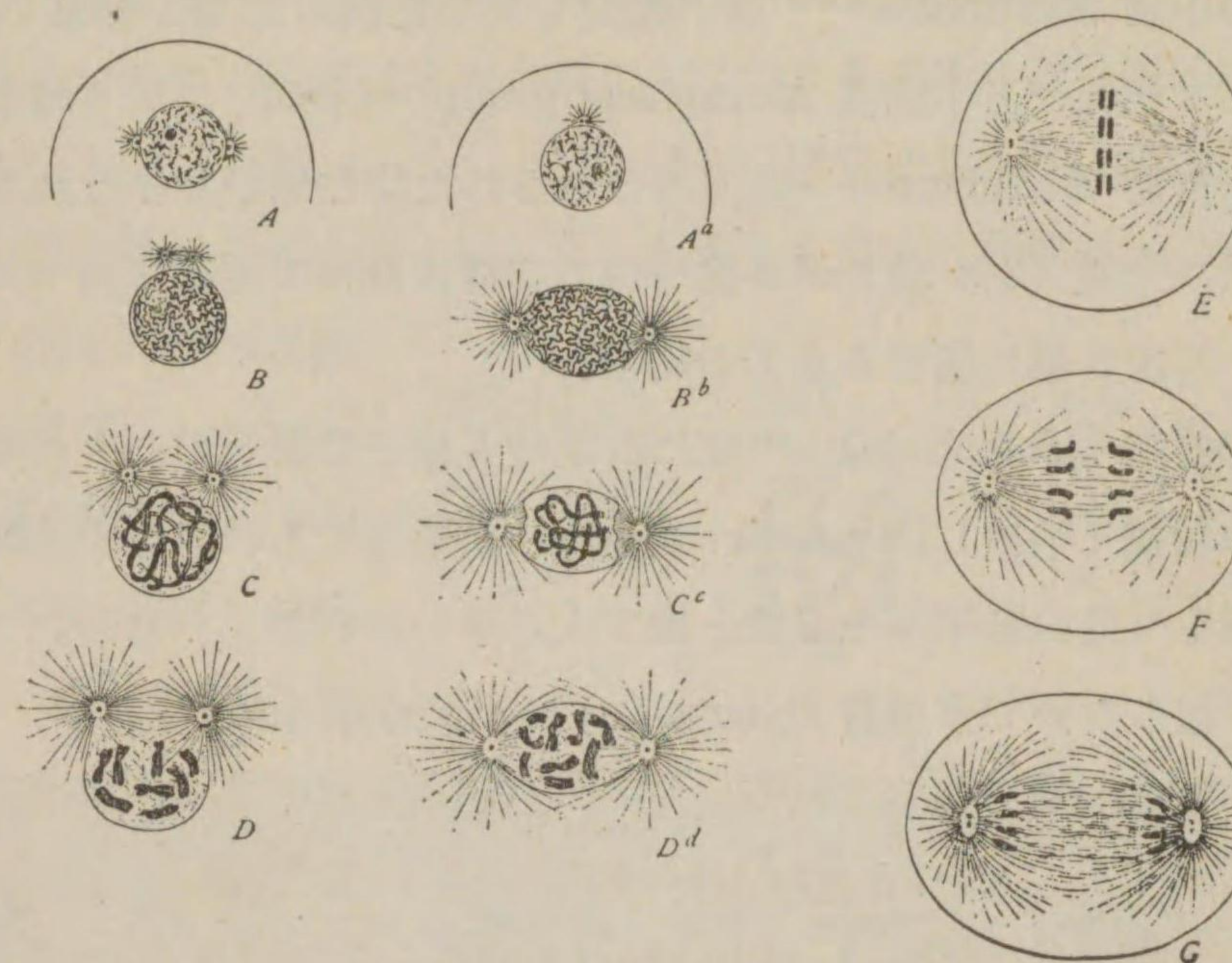
第三十三圖 蛙の白血球の直接分裂圖。
(Arnold 氏圖)

來上つた二細胞が、大きさも核内の物質も必ずしも等分といふ様に正確にはゆかぬ場合も多いが、此の方法は老衰した細胞とか癌の様な病的な細胞とか分泌物となつて細胞の内容がやがて破れてゆく腺の細胞又は白血球やアメーバなどにのみ見る所で、一般の正常な體細胞では有絲分裂が行はれ、此の方法では核内の物質までも奇麗に二等分せられるのである。

有絲分裂を述べるには **核分裂** Karyokinesis と **細胞質分裂** Cytokinesis とに分けて述べるのが便利であるが、核分裂の方が先に行はれる。核分裂がはじまると **核動像** Karyokinetic figure が現れるが、核動像を二大別して **非染色像** Achromatic figure と **染色像** Chromatic figure とにする。非染色像の主なものは **紡錘** Spindle で、多細胞動物の體細胞では常に紡錘の兩極に中心體あり星絲あり。かゝる非染色像を **兩星型的** amphiastral と言ふ。高等植物の場合や或種の動物の卵の成熟分裂の時や多くの微生物では兩星が見えないので **無星型的** anastral と言ふ。染色像は即ち染色粒 Chromatin が染色紐 spireme となり更に之れが染色體 Chromosome となりて紡錘の赤道板面に並列し、各染色體が二等分した上で二群に分れゆき、兩極の處に集りて二新核となるのである。此の變化を少し委しく述べる爲めに先づ有絲分裂を左の四期に大別する。

(一)前期 Prophase——核動像が現れてより、縦にわれ目の見える染色體

第一圖版



有絲分裂模式圖 (途中はやゝ異なれど同じ結果になる二型を示す)。A, B, C, D は E, F, G を経て H', I' につづき A', B', C', D' は E, F, G を経て H'', I'' につづく。
(Wilson 氏より)

A—D, (A'—D') 前期
E 中期
F—G 後期
H'—I' (H''—I'') 終期

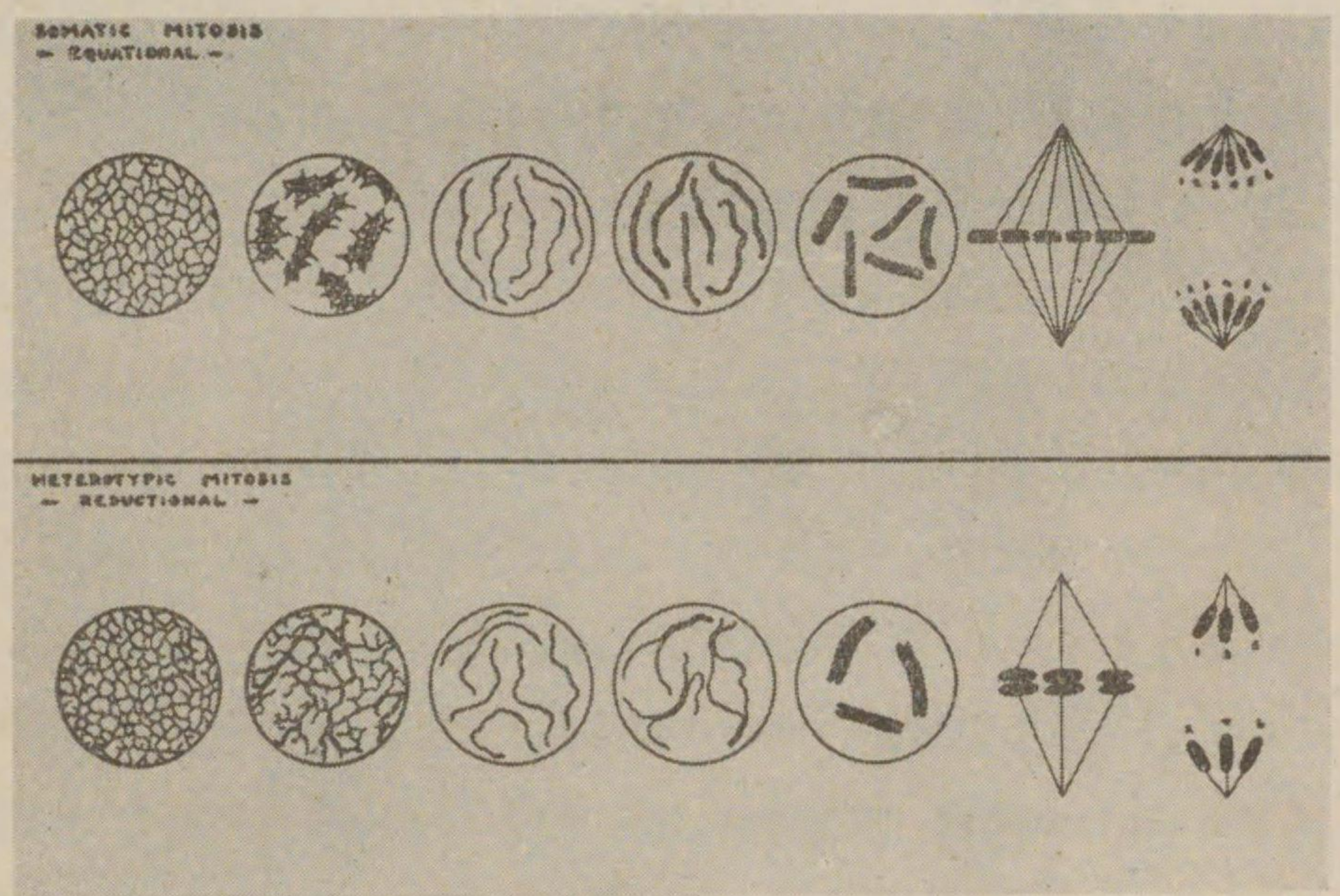
680
70

が出来るまで。核膜や小核は消える。

(二)中期 Metaphase—各二縦裂した染色體の全群が紡錘の赤道板上に並んで核板一名中期像 Metaphase group を形成して居る時期。

(三)後期 Anaphase—各二等分せられた染色體が相はなれて、つまり染色體の全群 (2n 箇) が n 箇づつの二群に分れて兩極に向つて、引き分けられてゆき極に達するまでの時期。

(四)終期 (Telophase)—極に群集せる染色體群を中心として静止時の状態の新核 (娘核) Daughter nucleüs が形成せられるまでの時期。細胞質分裂をも此の終期の一現象と做す人が多いが核が二つに分れても細胞質分裂が起らないで多核質 Syncytium が出来る事もある。

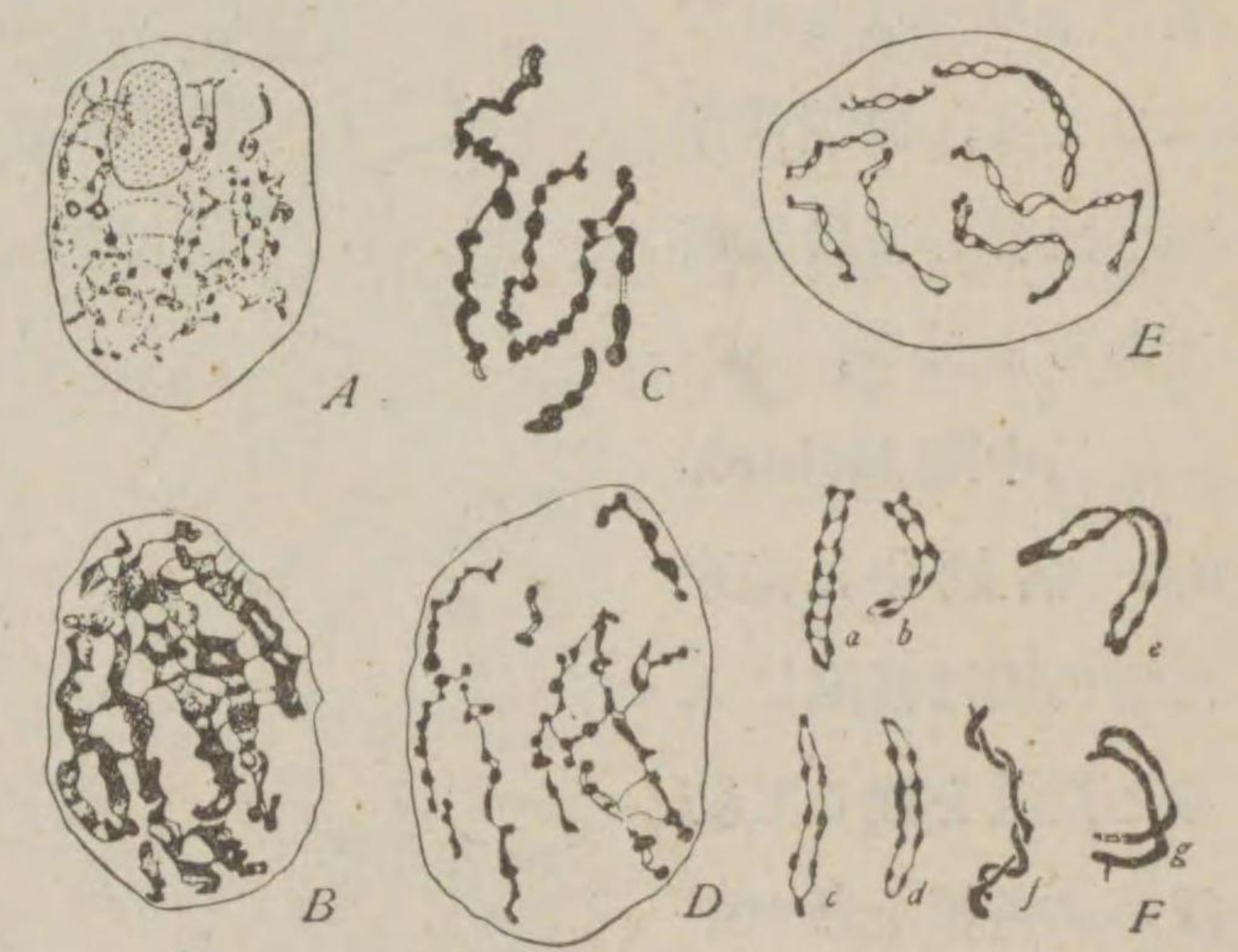


第三十四圖 有絲分裂模式圖 上列體細胞の有絲分裂, 下列は生殖細胞の異型有絲分裂。

メットカーフ Metcalf (1932) は五期に分けて、前期に相當する時期に Mesophase を當て、其の前に Prophase を設けて居るが、之れは静止核の時期をさして居るので、核動像が現れて以來を四期に分け、Mesophase は染色體の時期 Metaphase は染色體の時期として居る。茲ではメットカーフによらず、前述の慣例に従つて以下各期に分けてやゝ細説する。

(一)前期 Prophase—前期の初期に起る主要な變化は核條が染色紐 Spireme と稱する紐になることである。染色紐は染色體程濃くは染まらずして染色體よりは細くて長い紐のこんがらかつた様なものである。此の染色紐の出來方は動物の種類によつて一様でなく、大體二通りに區別せられる(一)は核内の核條が若干づつ寄り集つて來て所々にふくれた塊りを造り、各塊ははじめ網状に見えるが、次第に微密な塊

となつて染色粒塊 Chromatin block 一名原染色體 Prochromosome を形成する。之れは昔考へられて居つた様に直接に染色體となるのではなくて、不規則にとぐるをまいた絲となり、次いで解けて一連の染色紐となる。此の方は「るもり」をはじめ生物界に殆んど一般的に見られる形式である。



第三十五圖 第一種型の染色紐形成 (Naia marina の根の先端の細胞)。(Müller 氏圖)

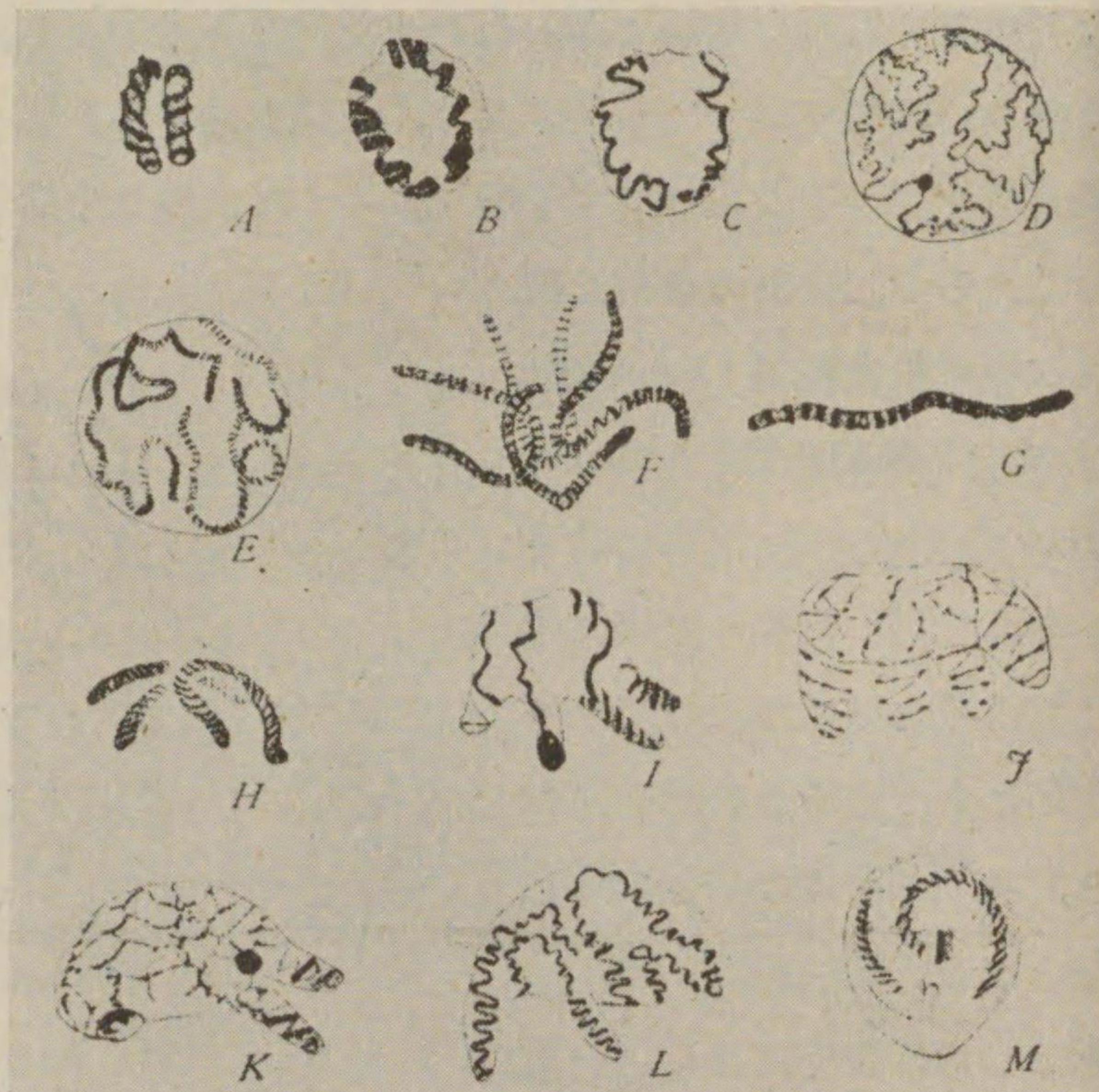
(二)は「おかるもり」の蝌蚪の上覆細胞や馬の蛔蟲などで見られた所で即ち網状だつた核條がそのまま徐々に變形して染色紐の形に近づいて來るもので、即ち網が次第により細いこんがらかつた螺旋状の絲の様になり、之れが解けて染色紐となる。此の染色紐は馬の蛔蟲の精原細胞などでは、昔考へられて居つた様に全長が一本になつて居り後に染色體の數に千切れるが、多くの例では馬の蛔蟲の卵割の際の様に各染色紐の末端がはじめから見える。(一)によつても(二)によつても結果は等しく染色紐となるのである。染色紐時代にすでに縦に二つに裂けて見える。やがて染色紐は短縮し肥厚し、千切れて染色體になる。染色體が出来るときには核膜は消失するのが普通であるが、例外的にずっと後まで残る動物もある。染色紐や染色體に結節状の Chromomere が見られて居る例も少なくない(あかえい、昆蟲の若干など)。一派の人は染色紐の縦に

680
70

割れるのは結節部にはじまり、次いで結節間の細い部分に及ぶと言ふし、或人々は縦割は細い部分にはじまつて、結節部に及ぶと言ふ。又一派の人々は此の染色體が結節的構造をなして居るのはつまり各染色體も遺傳上單一なものではなくて、諸遺傳單位の集合して居る證であると言ふ。

(二)中期 Metaphase—前期中に出来た染色體は後期に入ると位置を變じて紡錘の赤道板上に一平面に並んで所謂核板 Equatorial plate を形成する。核板上

の全染色體を中期像 Metaphase group と言ふ。染色體と紡錘との關係は「おかもり」の蝌蚪の上覆細胞の場合の様に紡錘を周んで、つまり外側に環狀に並ぶ例と、多くの動物の場合の様に紡錘を横ぎつて、つまり紡錘の内部にも並ぶ例とが知られて居る。染色體の頃に既に縦の割れ目が見える位であるから、各染色體にははじめから縦の割れ目はついて居るので、核板上の各染色體は幽かに縦に二分して見える。そして各染色體の各半が一又は數紡錘絲によつて、紡錘と連絡して居る。紡錘絲 Spindle fiber の或ものは斯く、染色體と極とを結んで居るので之れを牽引絲 Traction fiber と言ひ又或紡錘絲は染色體に附着せず紡錘の兩極を結んで居る之れを支持絲 Supporting fiber と言ふ。



第三十六圖 染色體形成の第二種型式圖(馬の蝨蟲の例)。(Vejdousky 氏圖)

染色體の形や大きさは同一細胞内の者同士でも一様でないが、一方から言ふと、細胞内にどう言ふ形のどう言ふ大きさの染色體が幾箇あるかと言ふこ



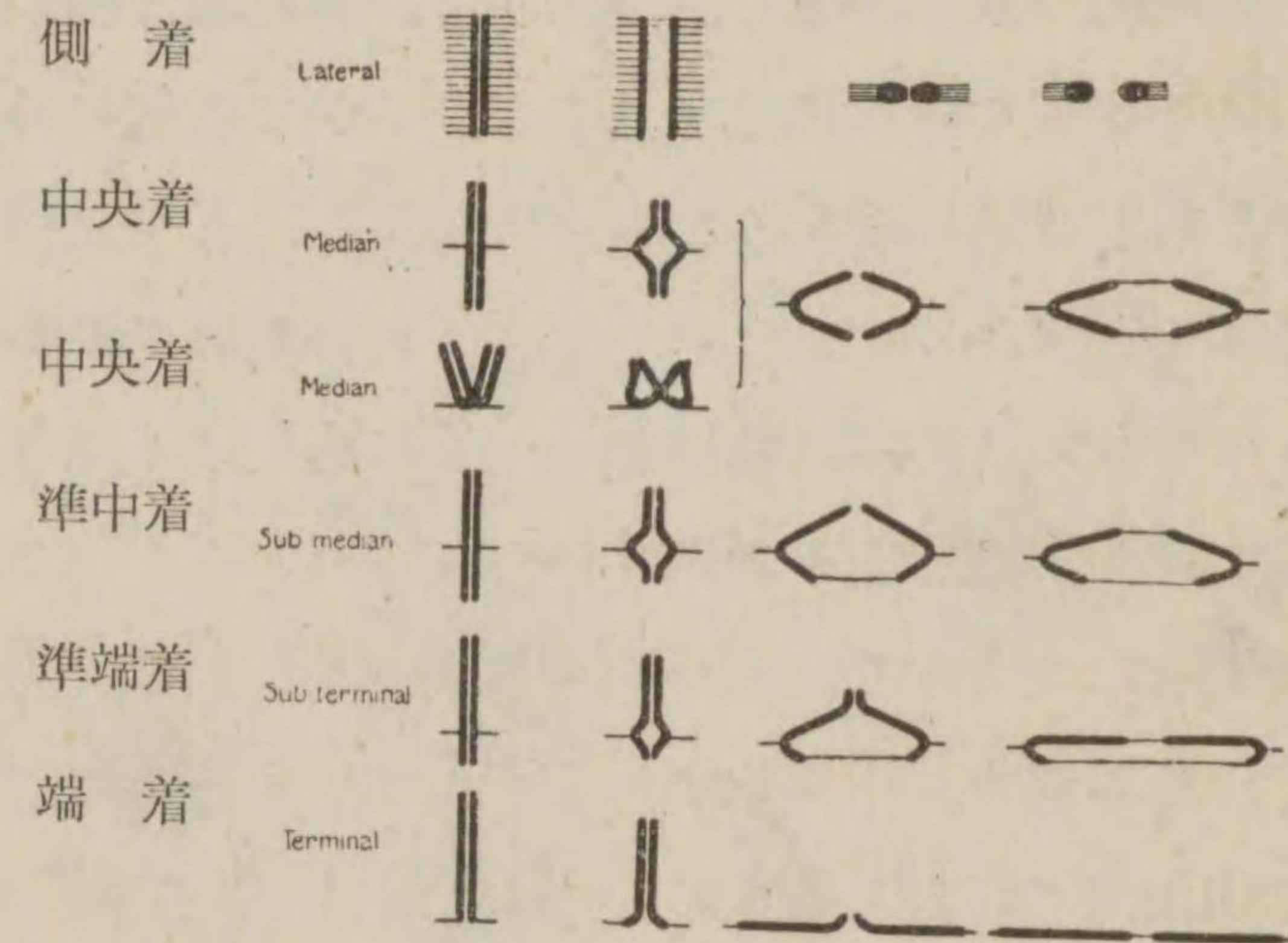
第三十七圖 リウキウキモリの精原細胞の核板(2n=24)を一極より見たる圖。(佐藤井岐雄氏圖)

とが知れば其の細胞は何動物のものであるか解かると言ふ程、染色體の數は生物の種類によつてどの細胞に於ても一定なものである(成熟した生殖細胞では半數だが)。體細胞の有絲分裂の際に見られる

染色體の三大主形は次の様であると言ひ得る。(一)棒狀又は直絲狀。(二)V字形又は鉤形。(三)橢圓形又は球形。

次に之等各形の染色體と牽引絲との關係を一言すれば、三大別することが出来る。(一)は端着 telomitic と言つて、染色體の一端が附着點たるもの。

(二)は非端着 atelomitic と言つて、染色體の末端でない部分に絲の附着點があるものである。(三)には又色々な例が含まれるわけで例へば、長さの中央が附着點なら中央着 median といひ、中央の近く



第三十八圖 染色體に於ける紡錘絲の附着點と染色體の後期運動との關係。(Wilson 氏より)

をやゝはなれて附着點があるなら準中着 submedian 中央へよりも末端の方にやゝ近い部に附着點があれば準端着 subterminal と言ふ。(三)は側着 lateral と言つて球形又は橢圓形の染色體の全側面が絲の附着點となれる場合を言ふ。

680
70

(三)後期 Anaphase——中期が比較的休止的で永いのと反對に後期は急速に變化の進行する時期で、即ち中期では、核板に(一平面上に)配列した 2n 箇の染色體は既に各が縦に等分して 4n 箇をなして居るわけだが、後期に入ると共に南の組の 2n 箇と北の組の 2n 箇との二群に分れて各組が夫々の極の方に引っぱり分けられてゆくのである。各染色體の兩半は、牽引絲の附着點が眞先きにはなれ、次第に其れに近い部が相はなれ、一番遠い部が一番おかれて相はなれる。斯く引かれて結局紡錘の兩極に密接に相集ることになる。時には極の中心體の輪の中にさへ位置するにいたる例もある。

(四)終期 Telophase—終期は斯く集り群れる染色體群を中心として静止状態の娘核が形成せられる時期であるが、其の娘核の出來上の形式は三大別することが出来る。(一)は直翅目の精原細胞や「うに」の卵割や諸動物の胚時代の細胞に見られる形式で、各染色體が夫々 1 箇の染色胞 Chromosomal vesicle 一名核胞 Karyomere に變化する。各核胞は核の雛型の様なもので、外壁の内に不規則な絲狀構造が見える。やがて核胞の外壁は互にくつゝいて核膜となり内部は破れ擴まりて核條となる。之れでは核膜はでこぼこして不規則な輪廓をなすわけであるが、やがて丸い輪廓になる。中には不規則な輪廓のままの例もある。(二)は動植物界の諸細胞に廣く見られる所で、先づ各染色體から突起が出來て、不規則

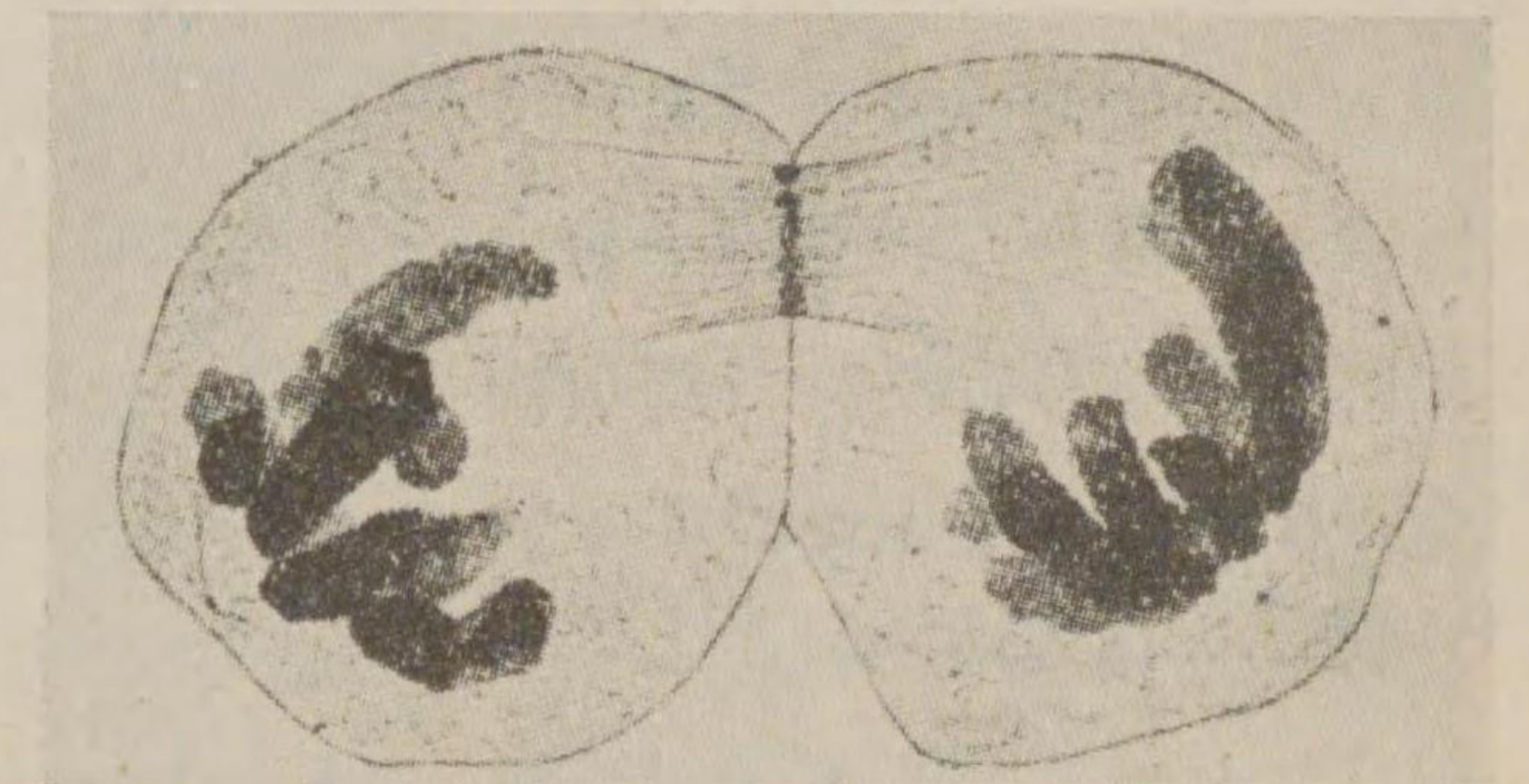
な網狀につながり、次いで各染色體内に小空胞が澤山出來て空胞の擴大の結果、染色體は細い絲に分れて核内一様に細い核條の網になる。此の場合には核膜は何處から出來るかと言ふに、ヘルトキヒ O.Hertwig などは細



第三十九圖 娘核復成の第二種型式圖 Vicia faba の例。(Sharp氏圖)

胞質から出來ると言ふので核膜のことを内細胞膜とさへ呼んだ。併し近來の研究家は染色體の胞化の現象を土臺として空胞の外壁がくつゝいて核膜をなすと言ふ人が多い。(三)は馬の蛔蟲(第三十六圖)や直翅目の生殖細胞などで染色體が Chromonema と言ふ螺旋狀に巻いた絲からなると唱へる多數の學者から見れば極めて合理的な形式で、即ち緻密に巻いて居つた螺旋絲がほごれて核一杯にひろがつて不規則な網(核條)になると言ふのである。但しシャープ Sharp 等は此の螺旋絲なるものは染色體内に胞化の起る其の起り方によつて胞化しないで残つた染色體部が斯く見えるのだと言つて居るが、さうだとすれば第一、第二の型式と根本的な違ひではなくなるわけである。なほ前に前期に現れる染色紐に縦裂が見えると述べたが、之れに關して終期の染色體に既に縦に割れ目があると言ふ人も少なくないが、シャープや桑田氏は之れは終期の胞化の場合を見あやまつたもので、前期の染色紐は最初は單一なので二次的に二縦に割れると言ふ。此の方が賛成者が多い。小核も終期の核に再び現れる。

なほ終期の一現象としてハイデンハイン Heidenhain (1899) が終期像 Telokinesis と呼んだ現象に就いて一言する。之れは終期の末葉即ち細胞質分裂の直後に起る所の核動像の移行の事である。其の一は紡錘が多少人

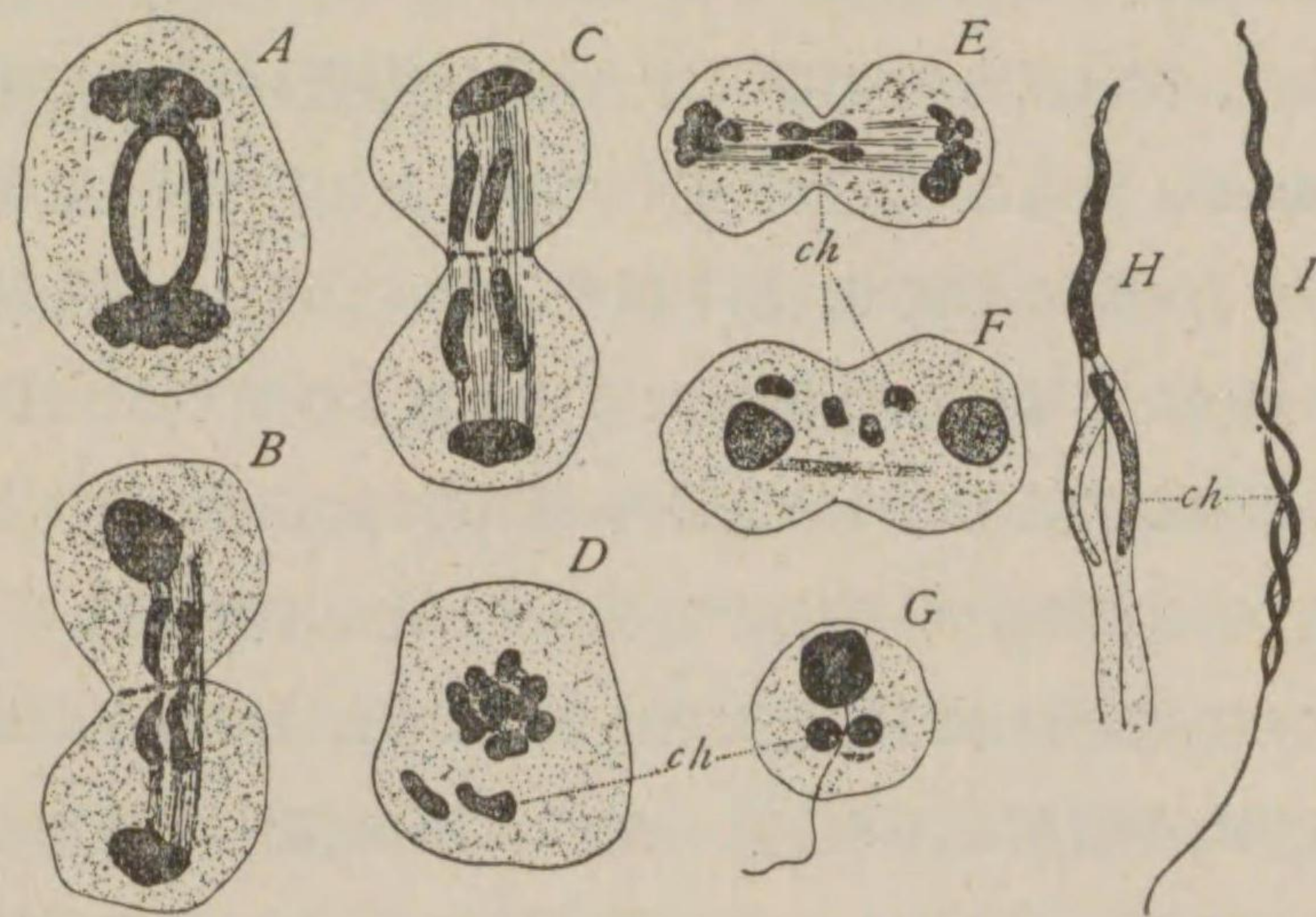


第四十圖 終期像。直翅目の一種の精原細胞の例。(Wilson 氏より)

形に曲るに伴ひ、中心體も 90 度程位置を更へて、兩極にあるべき中心體が可なり相接近することである。其の二は中心體丈の運動で即ち中心粒が二分して各 90 度引つ越して今まで北極にあつたものとするとな度は東西の極に位することである。又時に分裂した二中心粒が相距れざるまゝに 180 度引つ越して相手の娘細胞の方の極(言はば南の極)に位するにいたることもある。

680
70

ミトコンドリア分裂、ゴルヂ體分裂



第四十一圖 *Centrurus* (サソリ類一種) の精蟲形成の際のミトコンドリアの分裂圖。(Wilson 氏より) ch ミトコンドリア。

染色體群が引き分けられて
兩極に達したと思ふとミトコ
ンドリアが紡錘に集つて來て
ほぼ二等分せられた位平等に
二群に引き分けられて兩娘細
胞に入るのをミトコンドリア
分裂Chondriokinesisと言ひ、
同様にして、ゴルヂ體が紡錘
中に集つて來て二等分せられ
る程平等に二群に分れて兩娘
細胞に入る現象をゴルヂ體分
裂 Dictyokinesisと言ふ。



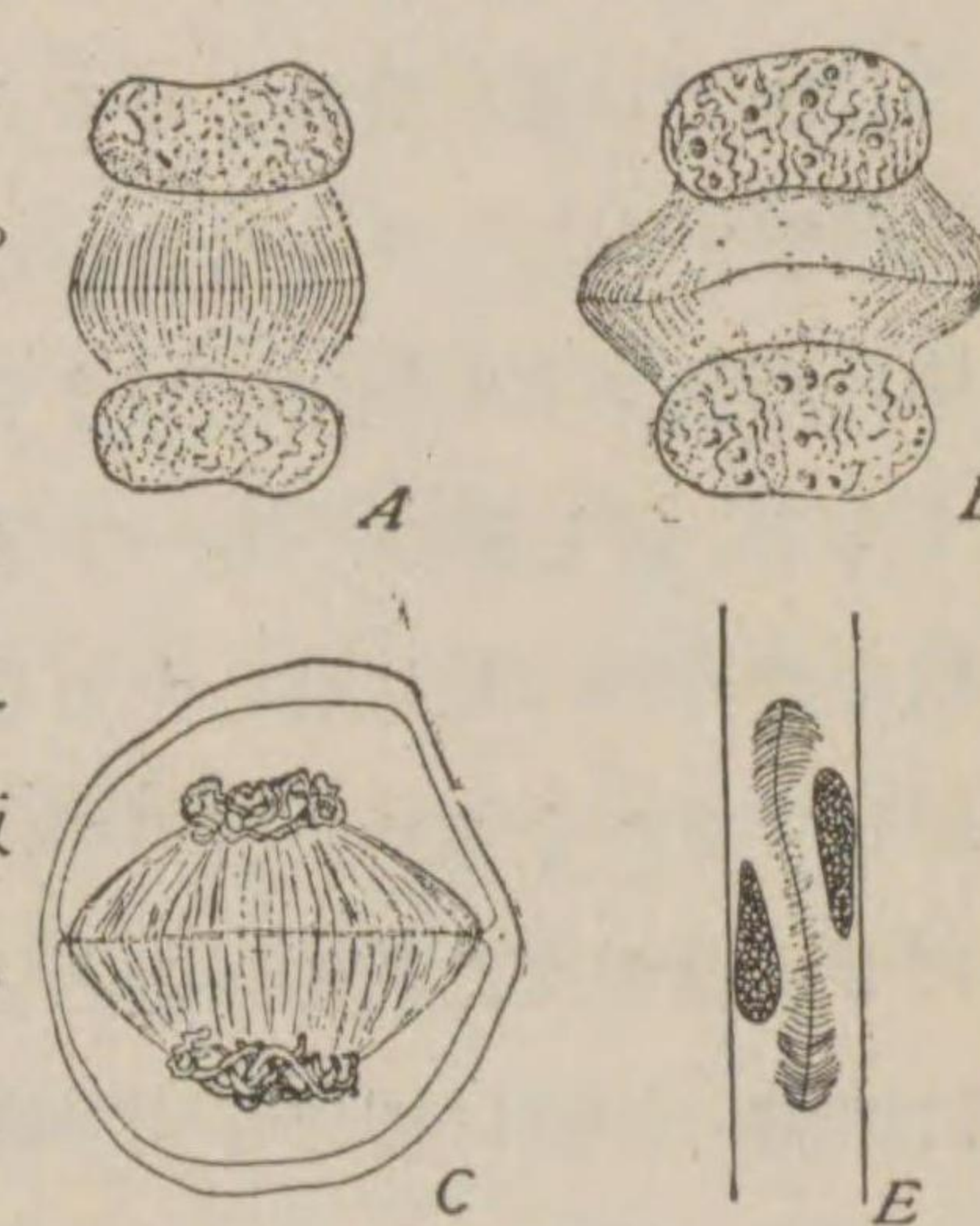
第四十二圖 半翅目昆蟲のゴルヂ體分裂の圖。(Bowen 氏圖) G, ゴルヂ體, chr 染色體, n 核。

細胞質分裂

核やミトコンドリアやゴルヂ體などの分裂に次で細胞質も二等分して細胞

と細胞との間の仕切りが出来ることを細胞質分裂 (Cytokinesis=Cleavage) と言ふ。生物界全體を見渡して言へば此の細胞質分裂に二つの型式がある。(一)は縊り切れによる分裂法で (二)は細胞板 Cell plate の形成による分裂法である。

縊り切れ式は兩星型の有絲分裂をなすものの殆んど總てに行はれるのみならず、無星型の場合の内でも動物の卵などでは之れをやるのである。又植物でも花粉の出来る時に此の分裂法がある。其の分裂の仕方は先づ核分裂の後期に今まで球形だつた細胞が紡錘の長軸の方向に長くなる。之れを核動伸長 Karyokinetic elongation と言ふ。此の伸長は終期に於て絶頂に達し、やがて紡錘の赤道面の末梢部に當つて長軸と直角の方向に溝が生じ、此の溝が深くなつて細胞の全幅に及んで、細胞が2箇に縊り分けられるのである。此の溝の生ずる原因は細胞の表面張力が極の方へ低くなり、赤道部位で高くなる爲めである。そして赤道部で表面張力の高くなる原動力は星絲にあるのであらうと稱せられるが、併し卵細胞の様に無星型の場合にも此の溝は生ずることを忘れるわけにはゆかない。若し紡錘が正中線上になくて、一方に偏して居る時は紡錘に近い方から溝が生じはじめる。此の溝が紡錘まで達すると赤道板面に當り紡錘絲に肥厚した粒が生ずる。此の粒の群を中體 Midbody と言ふ。動物の中體は不顯著で痕跡的と言ふべき面影のものであるが、それでも雙翅目の昆蟲や兩棲類等の生殖細胞では、細胞分裂が完成し、紡錘が全く消失した後までもよく染まる小體として残る。之れを紡錘殘痕 Spindle remnant 又は Mitosome と言ふ。(第四十圖)。(二)の細胞板の形成による分裂法は無星型の多くの場合即ち高等植物で主として見られる所で、1875年にストラスブルガー Strasburger によつてはじめて見られたが、今では隨分廣く確められたのであ



第四十三圖 植物細胞に於ける細胞板の形成。(Wilson 氏より)

る。此の方法では、終期の初葉即ち核の再構成の行はれるに先だつて、紡錘の赤道面に當つて各紡錘絲の肥厚によつて顆粒群が生ずる。同時に紡錘が周邊に向つて擴大して赤道面に當つて細胞の周邊まで完全に到達し、紡錘は丁度ビール樽みた様に太くなる。之れを **Phragmoplast** と云ふ。紡錘内部にも更に紡錘絲が殖え、各絲の赤道面に皆顆粒が生ずるので、此の各顆粒が互に癒合して赤道面を横ぎる板が生ずる。之れを **細胞板 Cell-plate** と云ふ。動物細胞の場合の **Midbody** の著しく題著になつた様な性質のものである。やがて細胞板は割れて二枚の板になり、兩板の間に細胞膜の中葉 **Middle lamella** が分泌せられる。此の中葉がつまり新細胞膜の中心となるのである。此の場合には紡錘絲の粒と粒との間にどうしても細胞質が残るので **原形質橋 Plasma-bridge** が兩細胞間に残るわけなのであるし、動物細胞の場合の様に縊り分けられる場合には紡錘殘痕が確かに残る場合でなければ原形質橋も認められなくなると言ふ次第である。

第九節 生殖細胞の成熟分裂

上に述べた有絲分裂に於ては分裂毎に $2n$ 箇の各染色體が二分して $4n$ になつた上で二群に分れるのであるから各娘核には、やはり前と同様に $2n$ 箇の染色體が有ることになるわけで、此の分裂法を繰り返す間は何の細胞でも染色體数は $2n$ 箇で、つまり體のどの部分の細胞でも染色體数は一定なわけである。併し翻つて考へて見るに此の $2n$ なる染色體は發育のはじめ、即ち受精の際に卵の核に有つた n 箇と精蟲の核に有つた n 箇とが受精卵の核中に同居して $2n$ となつたもので、それ以後の分裂によつて生じた細胞の核には常に $2n$ 箇が保たれて居ると言ふわけなのである。即ち成熟した生殖細胞の核には體の細胞に於ける染色體の半數丈きり入つて居なくなるからこそ、雌雄兩生殖細胞の合體、即ち受精によつて出来る子の體細胞には再び、親の體細胞と同じ丈の染色體を含むことになつて、染色體数は同じ種類の生物では

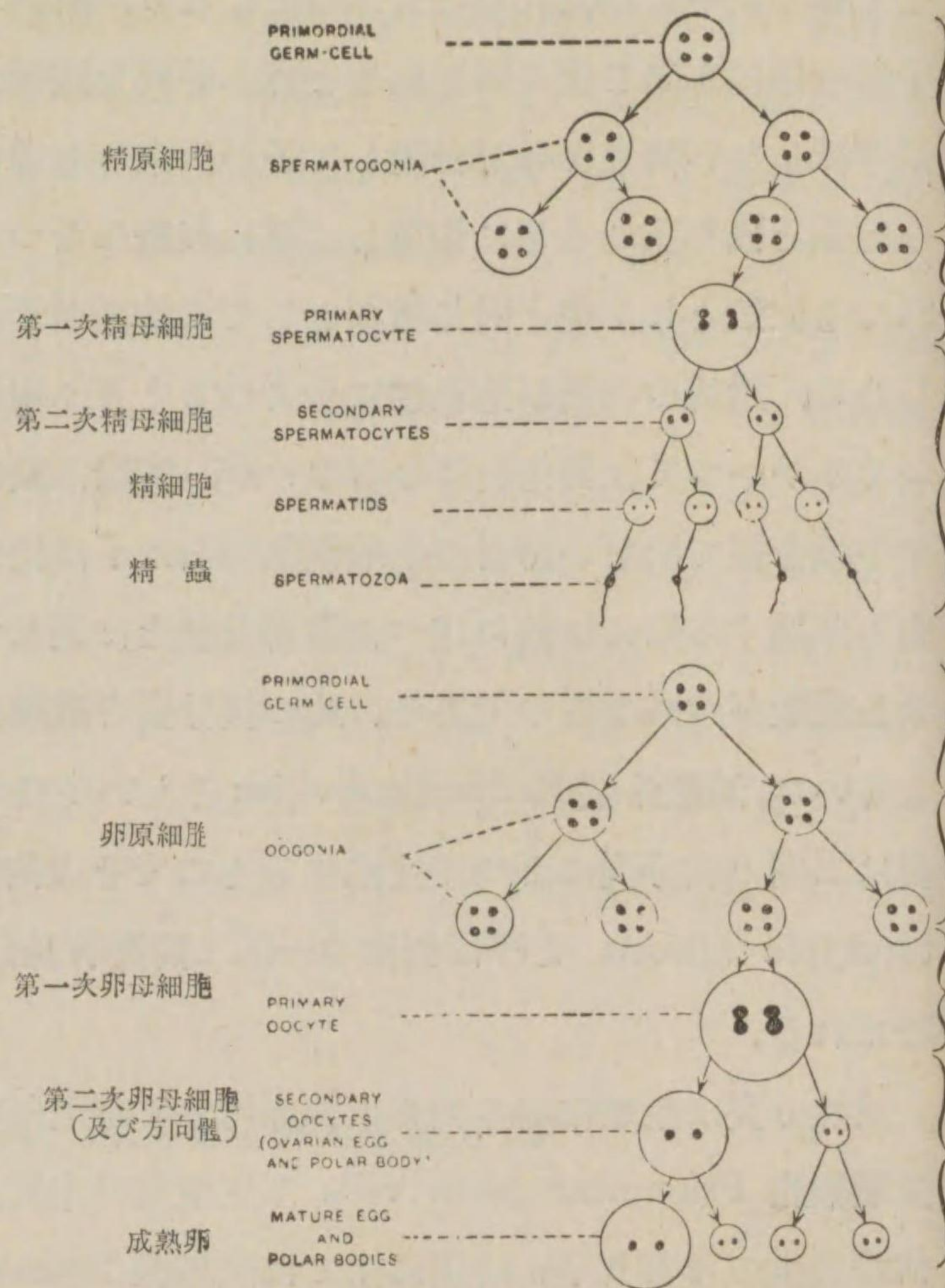
子も孫も同一に保たれると言ふことになり、一方に種類としての體の特徴も、子にも孫にも同じ様に保たれると言ふ神祕な關係が起るので、若し染色體数が半減しない精蟲と卵が合體して子が出来たものならば、染色體数は子一孫一曾孫と代を重ねる毎に倍加して遂に無數になつてしまふであらうのに、それでも依然として親と同じ種類としての特徴が子孫に維持されて居るものとしたら、遺傳の物質が染色體に含まれると言ふ現代の細胞遺傳學の學説はひつくりかへつて仕舞はねばならないが、實際は誠に微妙にも、未だ染色體数の半減を経て居ない幼者の生殖細胞からは子は出来ないのであつて、生殖細胞の成熟する際には前に述べた有絲分裂とは異なつた有絲分裂が行はれて、染色體数が半減するのである。此の核分裂を **成熟分裂 Maturation division** ともいひ、**減數分裂 Redüction division** ともいひ又 **Meiosis** とも言ふ。成熟分裂は二回の核分裂によつて完成するものでその内の一回は **異型有絲分裂 Heterotypic mitosis** と呼ばれ他の一回は **同型有絲分裂 Homotypic mitosis** と呼ばれる。

成熟分裂は生殖細胞の發育上の如何なる時期に行はれるかと言ふに、**始原生殖細胞 Primordial germ cells** は生殖巢の未だ出来ないずつと前、つまり個體發生の可なり早い時期にすでに體細胞 **Somatic cells** とは識別されるもので、之れが生殖巢の出来ると共に生殖巢内に集り、生殖細胞は此の始原生殖細胞から出来るものだとの説も大分盛んであるけれども、一方に所謂始原生殖細胞は、なる程可なり早くから生ずるが、之れは眞の生殖細胞にならずに退化するもので眞の生殖細胞は生殖巢の上覆から生ずるのだと言ふ説も再び頭をもたげて來たから、此の點は後に述べることにして、兎に角生殖巢内にある生殖細胞中の最も若い形式のものは、雄では **精原細胞 Spermatogonia** で、雌なら **卵原細胞 Oogonia** である。之等は何回も普通の有絲分裂をやつて増殖するので、彼等の染色體数はやはり $2n$ 即ち **倍數 diploid** である。が結局彼等も分裂を休止し、成長して雄では **第一次精母細胞 Primary spermatocyte**、雌なら **第一次卵母細胞 Primnary oocyte** となる。これから以後は精蟲と卵とで

外形的な發育がだんだん異つて来るから先づ精母細胞に就いて述べるが、染色體の行動に於ては要點は同じことである。

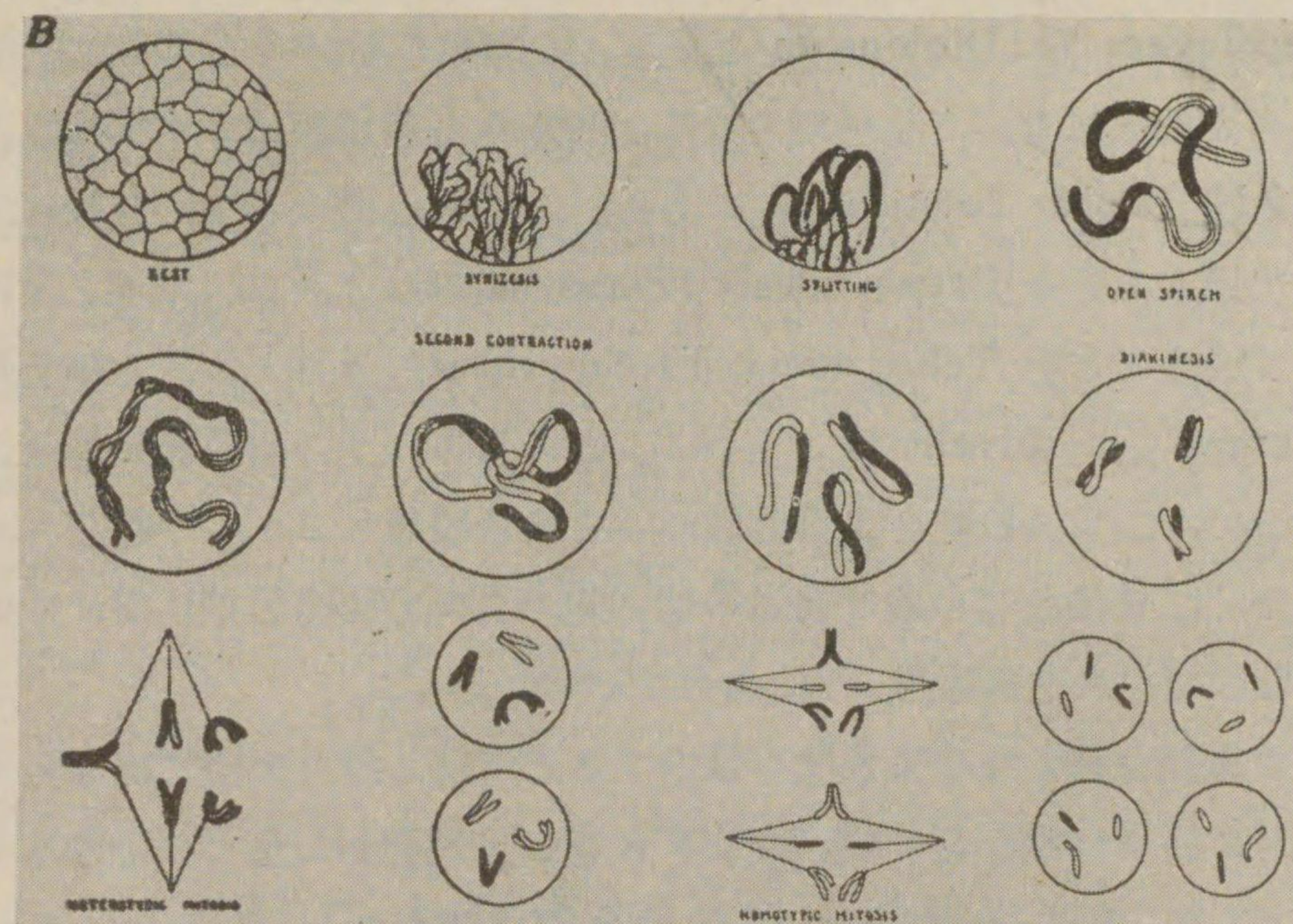
扱各第一次精母細胞は分裂して2箇の**第二次精母細胞** Secondary spermatocyte となり、各第二次精母細胞は二分して2箇の**精細胞** Spermatid となり、各精細胞は變形して1箇づつの**精蟲** Spermatozoa となる。即ち1箇の第一次精母細胞は2回の分裂をくりかへして結局4箇の精蟲となるのであるが、今日知られて居る所では、最も普通な型としては第一次精母細胞から第二次精母細胞になる時の分裂

が異型有絲分裂であつて、第二次精細胞から精細胞になる時の分裂が同型有絲分裂である。第一次精母細胞の分裂が何故に異型分裂と稱せられるのか、何處が普通の體細胞の有絲分裂と異なるかと言ふと、動物の種類によつて、細かい點には勿論相違があるけれども、大同の點は驚く程よく一致して居る。それでその大同の點を述べて見ると、先づ前期に入つて染色紐は**細い染色絲** (Leptonema) となり、其れが縦に二分して**重複絲** (Zygonema) になり、やがてすべての絲が肥厚し、短縮して **Pachynema** となり、之れは花束みたいに



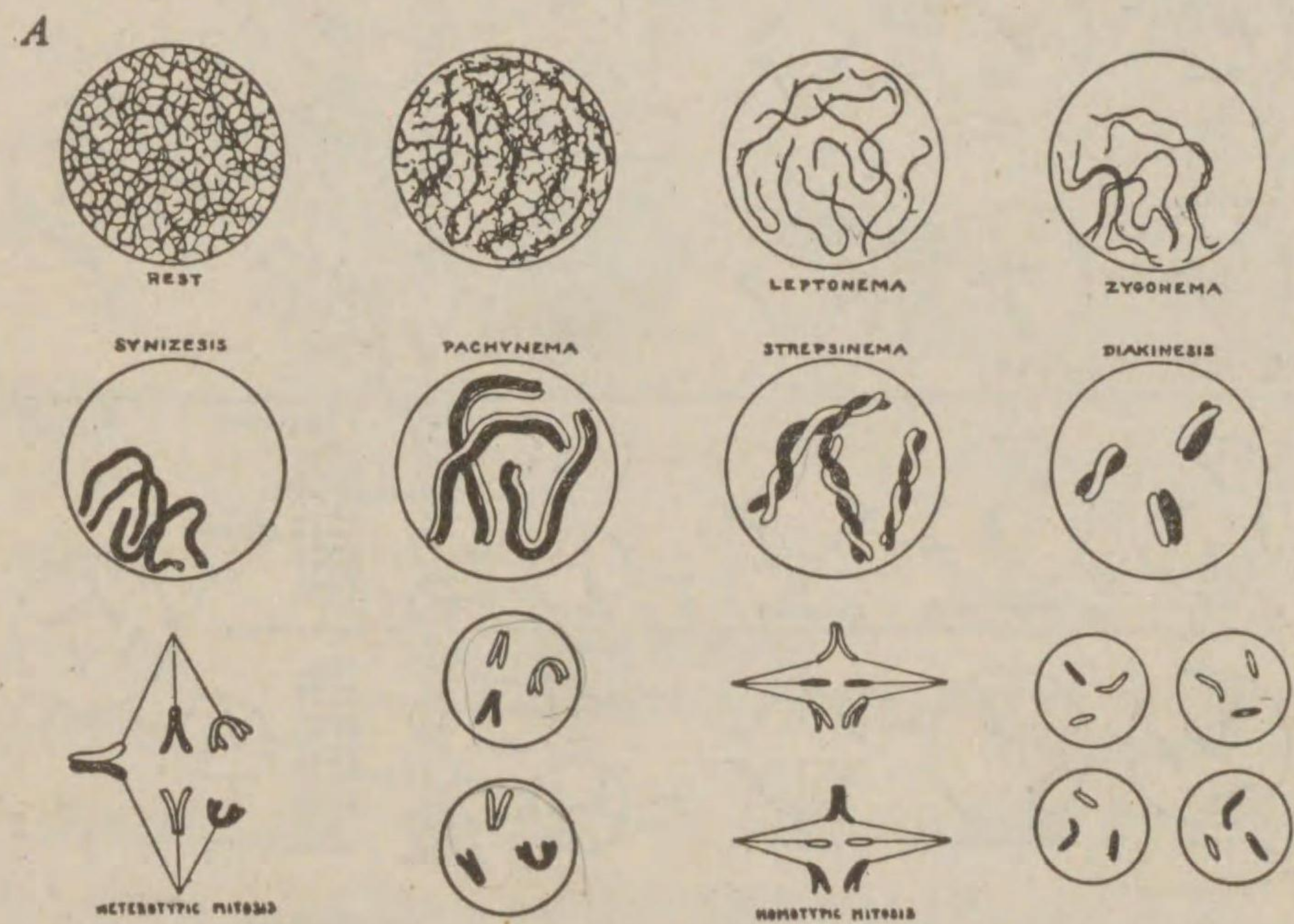
第四十四圖 生殖細胞の成熟分裂の行はれる順序を示す圖。
上段雄性生殖細胞
下段雌性生殖細胞

ぐるを巻いて核の一極に凝集する。此の凝集現象を **Synizesis** と言ふ。Syna-



第四十五圖 減數分裂模式圖 (第一型式)。

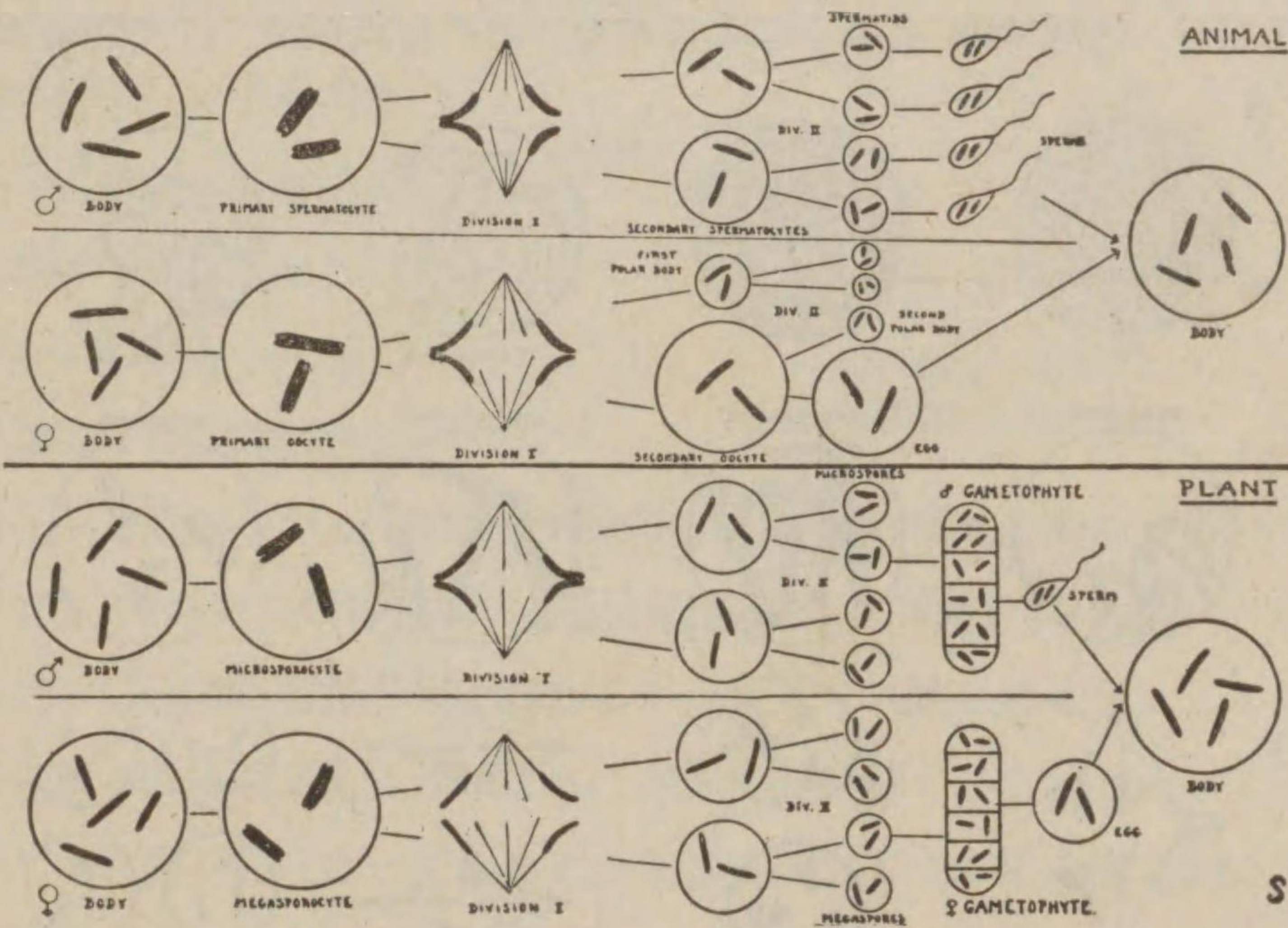
psis と稱する人もあるが Synapsis と言ふ語は他にも用ゐるので混亂をさける爲めには Synizesis と言ふことにする。此の凝集が終つて染色紐が再び



第四十六圖 減數分裂模式圖 (第二型式)。

廣がつて来るのを見ると、各糸が二重で、撚れ合つて抱き合つて居るので之れを **Strepsinema** 又は **Diplonema** と言ふ。其の糸は $2n$ の半分の數に千切れて居り、各が短太になつて染色體となる。だから各染色體は2本が抱き合つた**二重染色體** Double chromosome である。二重染色體の各半が長軸に沿つて抱合して居ることを **Parasyndesis** (Parasynapsis) と言ひ、末端と末端とで喰付いて居ることを **Telosyndesis** (Telosynapsis) と言ふ。二重染色體のことを **Gemini** とも **Bivalents** とも言ふ。かく2本づつの染色體が抱き合つて現れるので、二重染色體を1箇と數へると染色體數は $2n$ の半數即ち n 箇である。かく二重染色體の數は普通の體細胞の有絲分裂の前期に現れる染色體の半數なので之れを **擬減數** Pseudo-reduction と言ふ。

體細胞の有絲分裂の際の染色體を觀察すると、同じ様な形同じ様な大きさの染色體が2箇づつあるもので、つまり n 種の染色體が2箇づつで即ち $2n$ 箇有るのである。即ち n 箇は卵から他の n 箇は精蟲から入つて合計 $2n$ になつて居るのであるが、各二重染色體は卵から由來したのと、精蟲から由來したのと、同じ様な形、同じ様な大きさの、いはば對等(homologous)な染色體

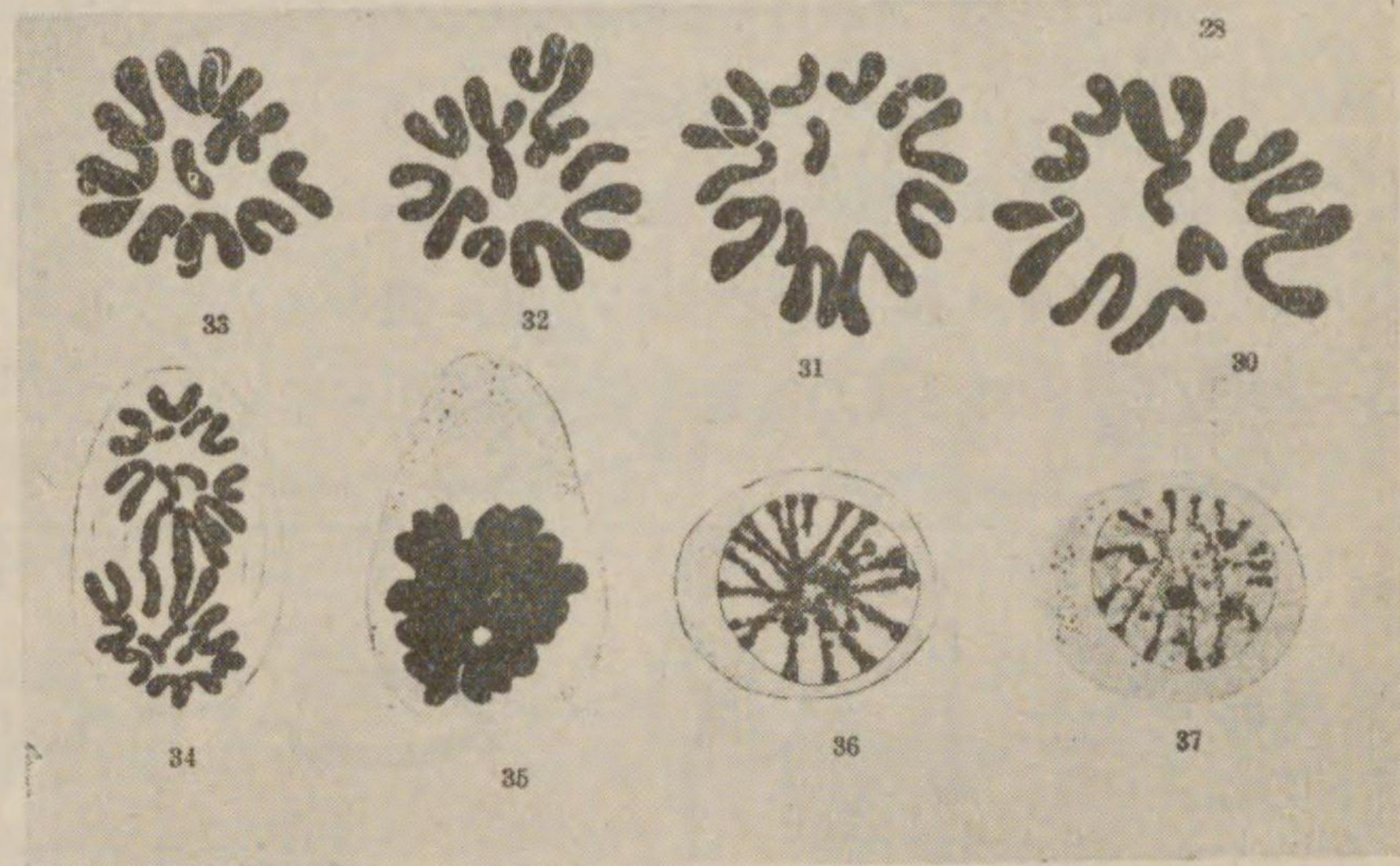


第四十七圖 染色體數循環の模式圖。上段動物 下段植物

同士が抱き合つて現れるものなることは、對等染色體同士がやゝ異なる近似種間の雜種に於ける成熟分裂の際にもわかるのである。即ち精蟲から由來した染色體を A, B, C, D, ... とし卵から由來した之れに對等する染色體を夫々 a, b, c, d, ... とするならば二重染色體は夫々 Aa, Bb, Cc, Dd, ... なのである。

ところで前期の終り頃に A も a も B も b ... も夫々二つに縊れるので、中期に入つて各二重染色體が核板上に並んで居る所を見ると各二重染色體は互に直角をなす二平面によつて4つに割れて見えるのである。其の4つの各を **Chromatid** といひ、4つの Chromatids を合せて(即ち各二重染色體を)**四分子** Tetrad と稱する。四分子は成熟分裂中の第1回目の分裂(異型分裂)即ち第一次精母細胞即ち $\frac{A|a}{A'|a'}$ の分裂の際に A—A' と a—a' との2つに分れ第2回目の分裂(同型分裂)即ち第二次精母細胞の分裂の時に A と A' とはなれ a と a' とも相離れて、各四分子中の1つづつが各精細胞に分配されるのである。

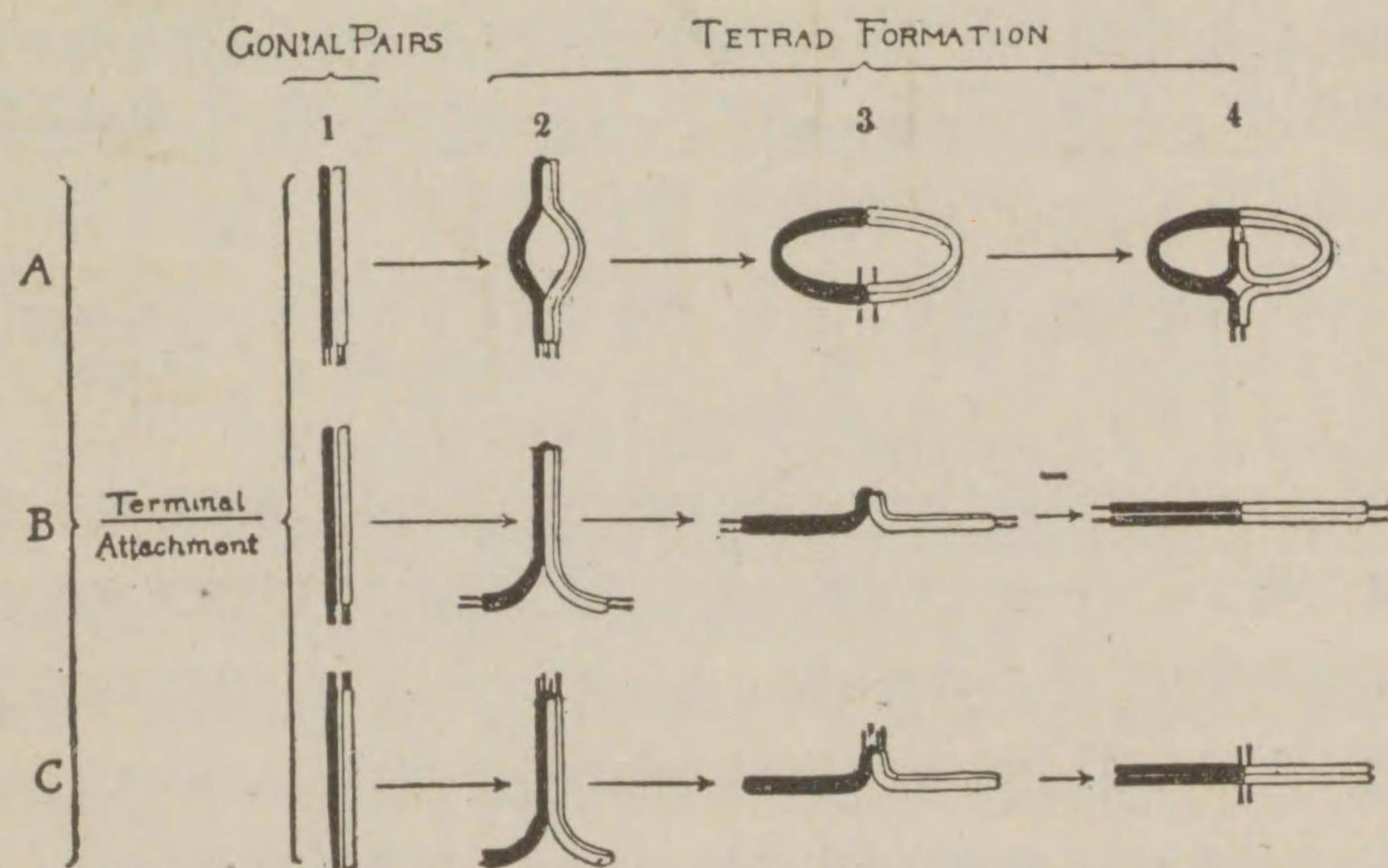
唯舊來は同型分裂の際に A—A' が A と A' とに分れ a—a' が a と a' とに分れる分け目は A—A' 間、a—a' 間の割れ目に於て分離するのが一般的であると言はれたのであるが、此



第四十八圖 30—33リウキウキモリの第二次精母細胞の核板(半減したる染色群)極より見たる圖。34 同上細胞の後期側面圖。35—37第二次精母細胞が精細胞に變り行く際の核内變化。(佐藤井岐雄氏圖)

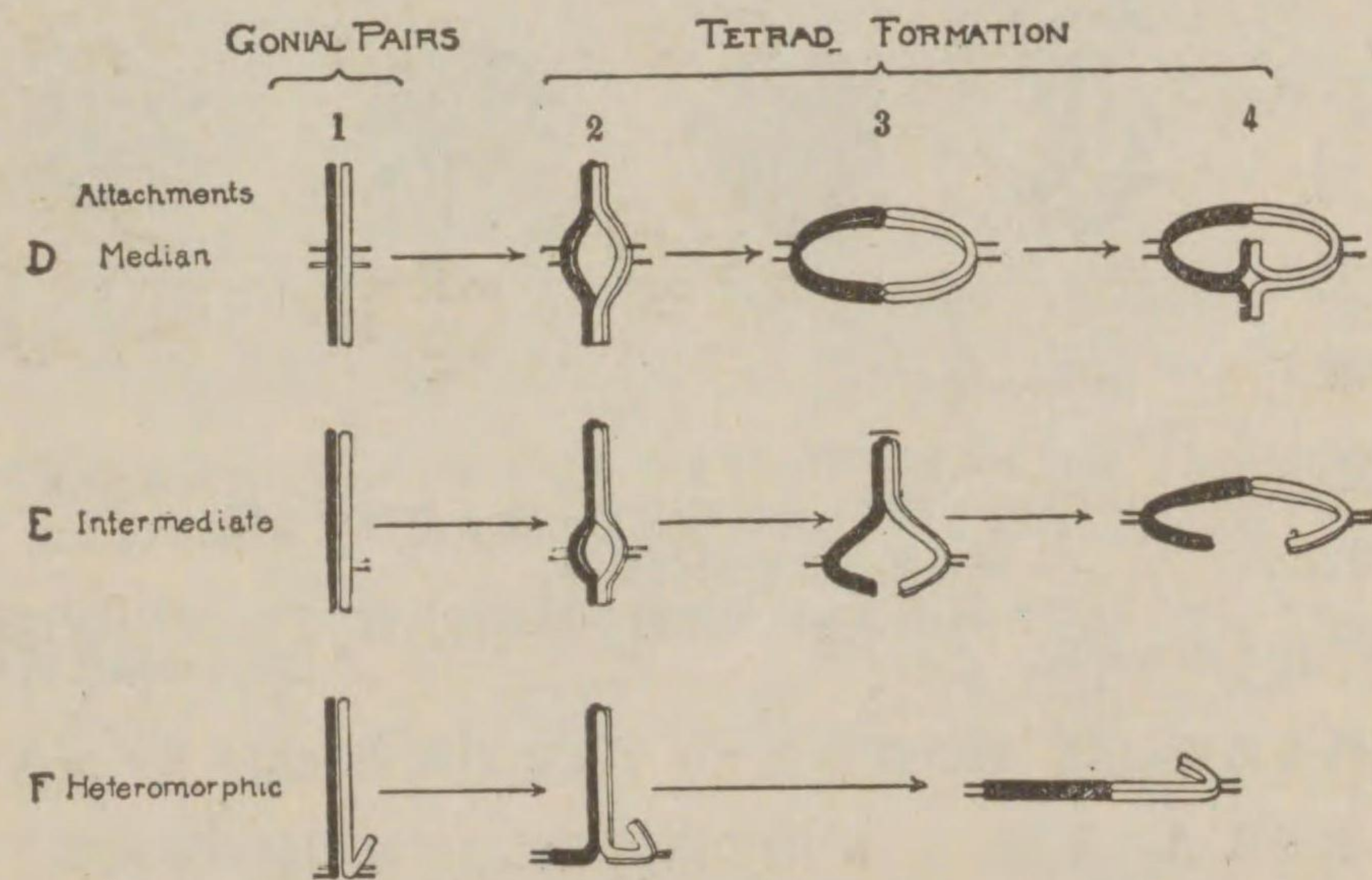
の點には例外もあるので、例へばアガール Agar が肺魚レピドサイレで研究した場合などでは A—A' 間、a—a' 間の所謂割れ目は牽引絲の附着點となるのであつて、A—A' も a—a' も共に縦に二分するもの、即ち A—A', A—A'

と言ふ風に割れるのである。斯かる例は他にも少なくないであらうといはれる様になつた。



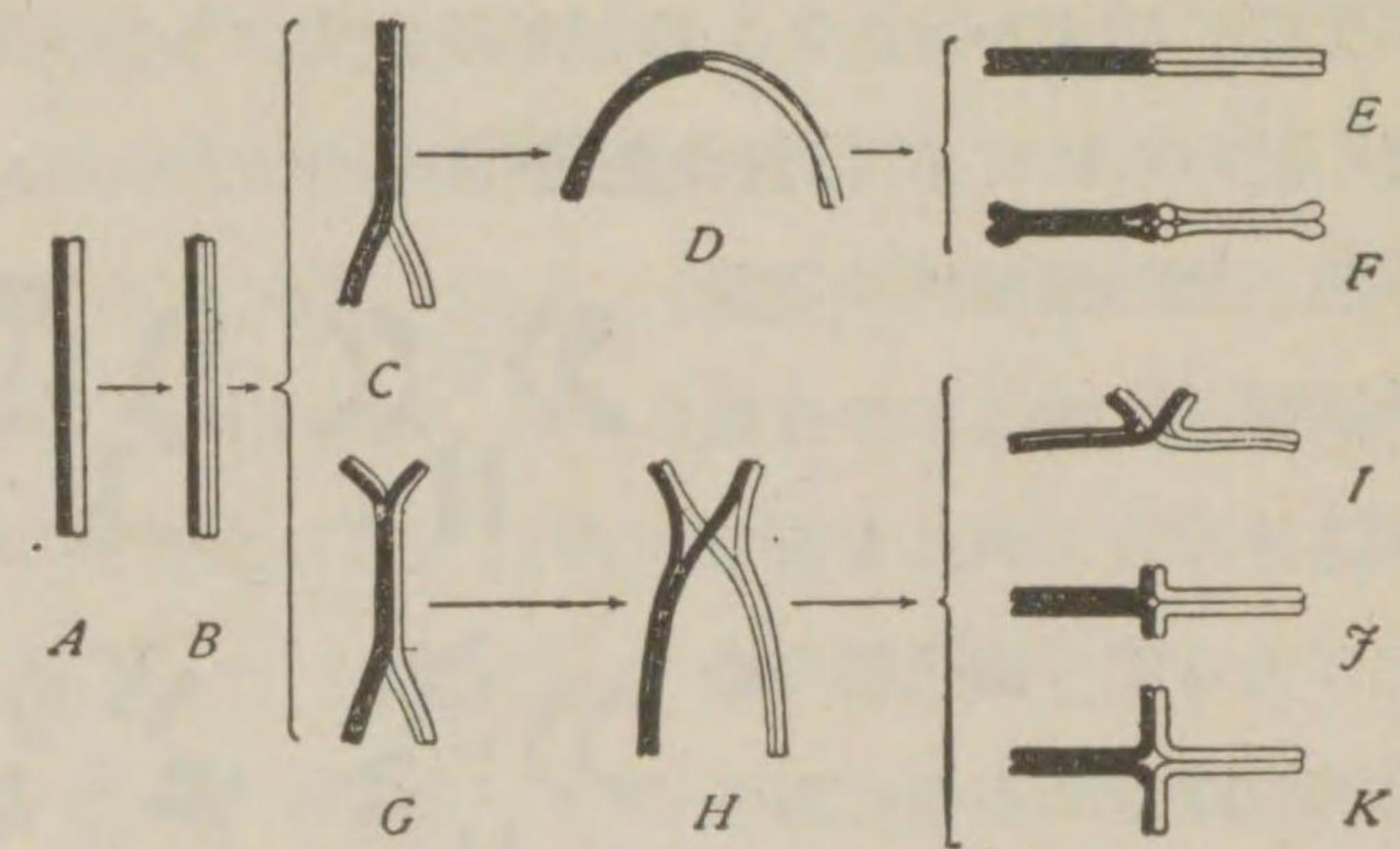
第四十九圖 端着性染色體の四分子形成模式圖。(Wilson 氏圖)

兎に角、斯くして第一次精母細胞(又は第一次卵母細胞)の中期に核板に並ぶ染色體は對等染色體同士が抱き合つて一つかゝりな様になつて居るので 2n 箇の染色體數なら n 箇になつて並び、2n 箇の各が二分した上で二群に分れるのではなくて、抱き合つた對等染色體同士が手をはなして二群に分れゆく



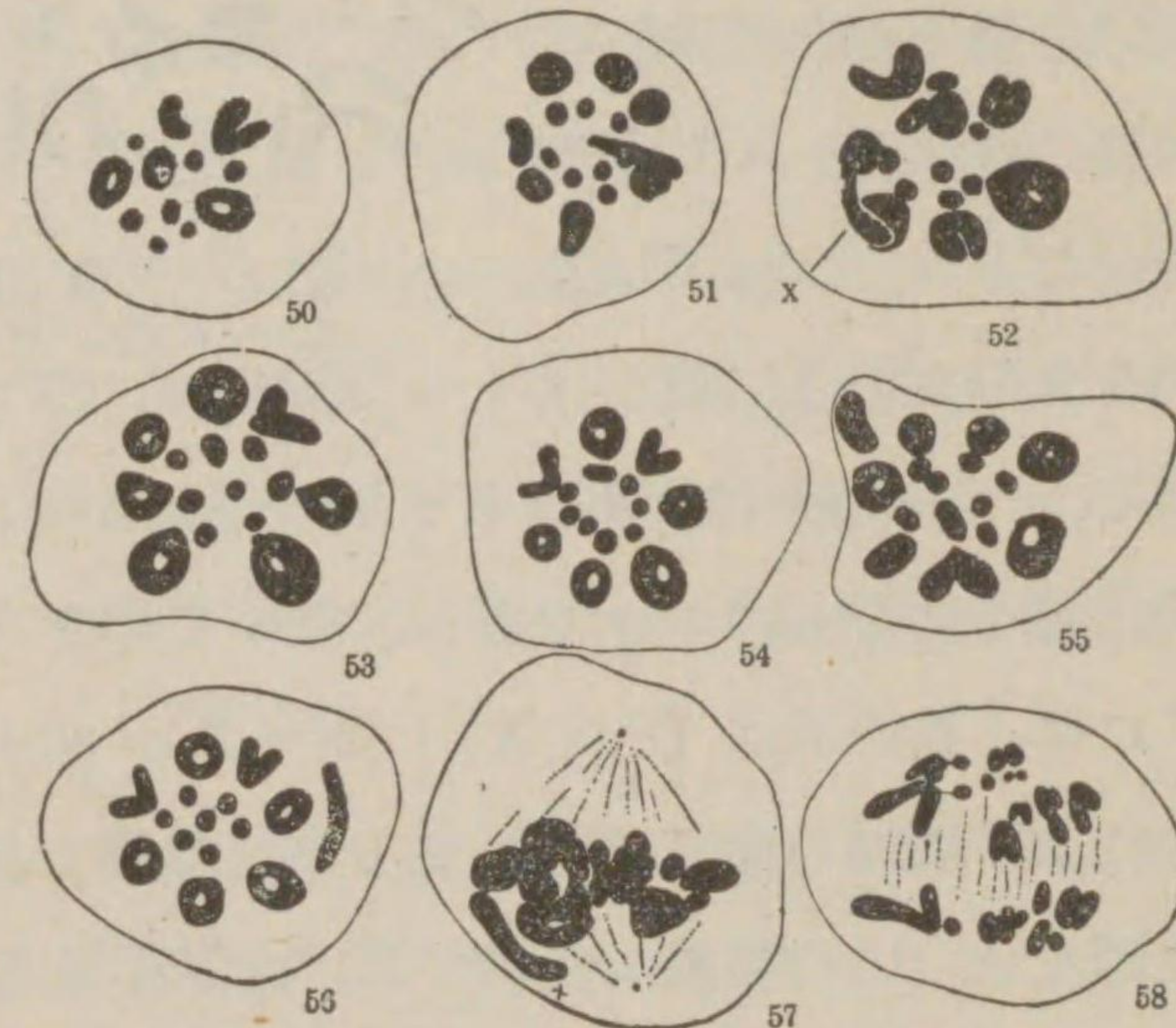
第五十圖 非端着性染色體の四分子形成模式圖。(Wilson 氏圖)

のであるから、各娘核には 2n 即ち倍數の代りに n 即ち原數 haploid になるわけである。若し成熟分裂前の生殖細胞に於ける倍數の染色體が 2n の代りに 2n (= A, a, B, b, ...) + X なる場合には異型分裂の核板には n (= Aa, Bb, ...) + X となつて現



第五十一圖 棒狀四分子形成の模式圖。(Wilson 氏圖)

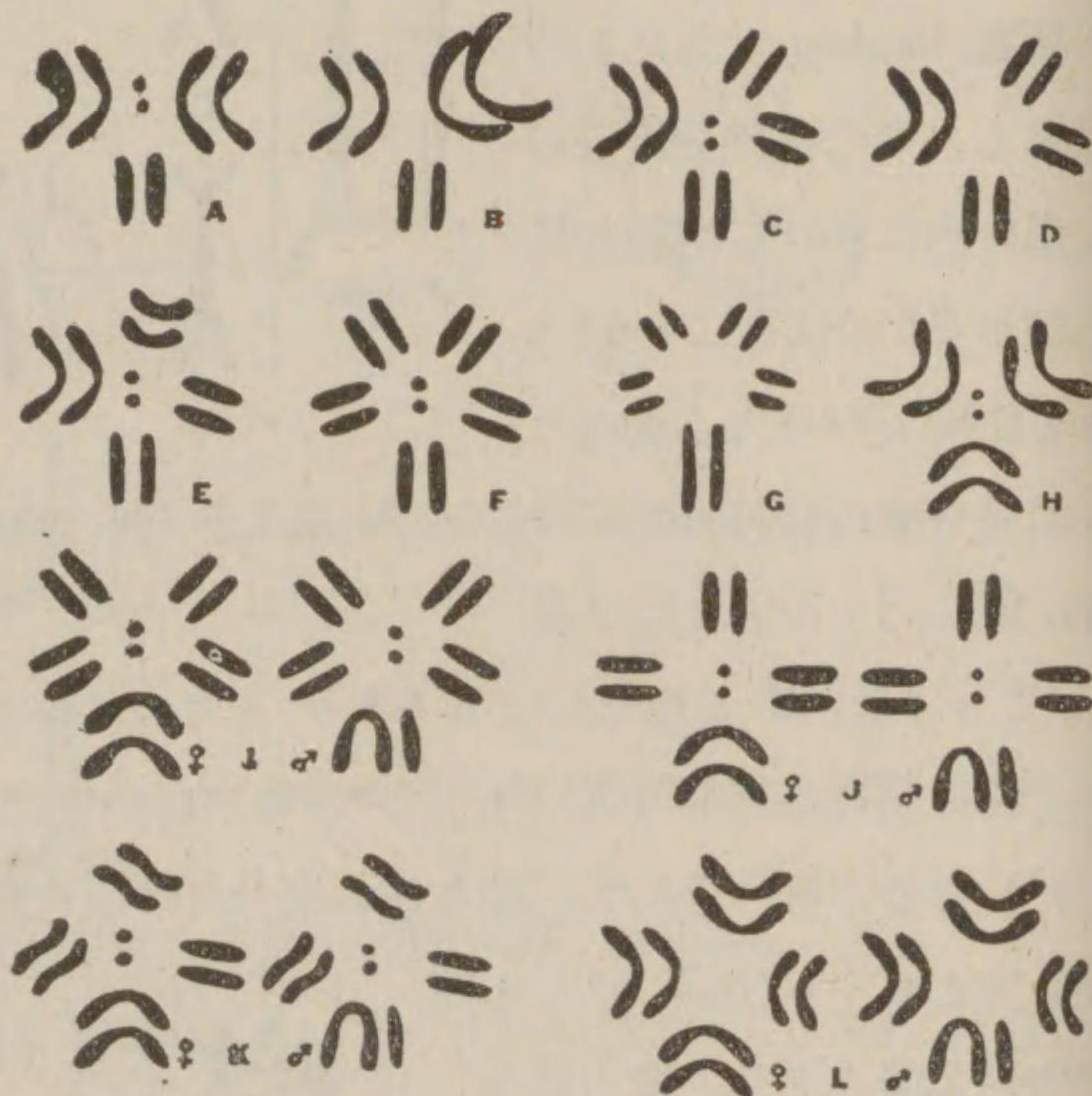
れ、2n + X + Y なる場合には n + X Y となつて現れ、之れに次ぐ同型分裂に於て前の場合なら n + X と n + o との二群に分れ、後の場合なら n + X と n + Y との二群に分れる。即ち前の場合には染色體に於て n + X なる精細胞が 2 箇と n + o (即ち n) なる精細胞が 2 箇と生じ、後の場合には n + X なる精細胞 2 箇と n + Y なる精細胞が 2 箇と生ずるわけである。前の場合の X 染色體は異型分裂の際、抱き合つて二重染色體を構成する相手(即ち對等染色體)のない染色體だと言ふので不對染色體 (Heterochromosome) とも稱せられ、後の場合には X と Y とが抱き合つて二重染色體をなすとは言へ、他の n 箇の染色體の各半の場合と異つて X と Y の形や大きさが違ふので異常染色體 (Idi chromosome) とか副染色體 (Accessory chromosome) と言ひふ名もある(不對染色體も此の名の下に包括せられる)が、其の後、此の X 染色體と



第五十二圖 キリギリスの第一次精母細胞の染色體。(晴山省吾氏圖) 50. 前期の終り, 51-56 中期, 52 及び 56 圖に X 染色體を見よ。57 中期側面圖, 58 後期側面圖。

かY染色体とかは、子の雌雄性を決定する重大な役目を持つものだとの説が
廣く認められて来て、**性染色体(Sex chromosome)**と言ふ名で呼ばれる様にな

つた。此の雌雄性決定説
の根據は實驗遺傳學(偏
性遺傳)の方面にも有る
のであるが、染色体の數
學的根據もあるのであつ
て、例へば「だいこくねず
み」では倍數の染色体は
42 箇であるが之れをよく
見ると雄では $40+X+Y$
($=42$)で、したがつて
成熟分裂を経た精細胞や
精蟲には $20+X$ 染色体
を含むものと $20+Y$ 染色
体を含むものと二種が出



第五十三圖 蠅々に於ける倍數染色体諸型
A—H 雌, I—L は雌(♀)と雄(♂)雄は
XY 雌は XX なることを示す。(Morgan氏圖)

來る。一方に雌では $40+X+X$ であるから、成熟分裂を経た卵は皆 $20+X$
染色体を含むもののみである。それで卵が $20+X$ 染色体を含む精蟲で受胎
すれば、其の子は $(20+X)+(20+X)=40+X+X$ の染色体を含むわけで、
之れは丁度雌の體の細胞に見る染色体數であるし、若し卵が $20+Y$ なる染
色体を含む方の精蟲で受胎すれば、子の染色体は $(20+X)+(20+Y)=40+$
 $X+Y$ になるわけで、之れが丁度雄に見る染色体數である。即ち子の雌雄性は
 X を含む精蟲で受胎するか Y を含む精蟲で受胎するかによつて定まると言
ふのである。又「けら」(昆蟲直翅目)などでは雄の倍數の染色が $23=22+X$ で
あるから成熟分裂を経た精細胞や精蟲には $11+X$ のものと $11+0=11$ のもの
と二通りあり、雌では $24=22+X+X$ であるから成熟した卵は $11+X$ 染色体
のもの丈である。それで X を含む精蟲で受胎して出來た子は $(11+X)+(11$

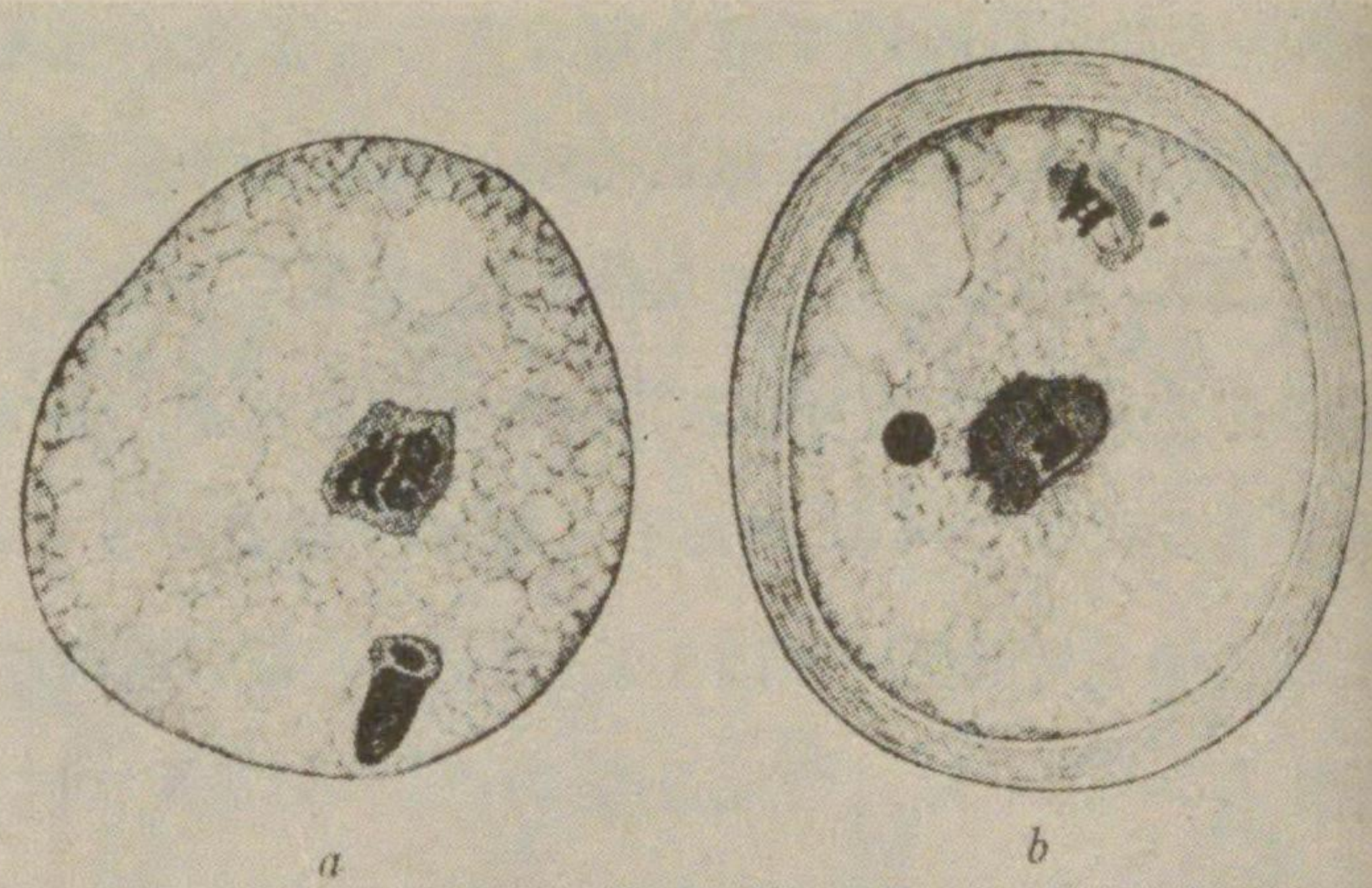
$+X)=22+X+X$ で即ち雌になり、 X を含まぬ精蟲で受胎すれば $(11+X)$
 $+11=22+X$, で即ち雄になる。即ち性染色体に關して言へば雄鼠は XY で
雌は XX , 雄の「けら」は XO で雌は XX である。反對に鳥や蝶や蛾では染色
體の方から言へば、精蟲は一種丈であるが、卵に二種あつて、どちらの卵が受
精するかによつて出來た子の雌雄性が定まるものと考へられる。例へば雞で
は雄の染色体は $74=72+X+X$ であるから精蟲は $36+X$ 染色体を含むが、
雌は $73=72+X$ であるから卵には $36+X$ のものと 36 丈のものと二通り出
來る。 $36+X$ の卵が受精して出來る子は $(36+X)+(36+X)=72+X+X$ 染
色体を含んで雄になるが、 X を含まぬ卵が受精すれば $72+X$ 即ち雌が産ま
れるといふわけである。即ち雞では牡が XX で牝が XO である。性染色体
に對して言へば他の染色体は**普通染色体** (Auxosome=Autosome)と言ふ。

終りに **Heteropiconosis** と稱せられる現象に就いて一言するが、之れは性染
色体は精原細胞に於てもすでに他の普通染色体と行動が別で識別が出来る現
象を言ふのである(例へば特別の染色仁から出來てゆくとか言ふ様に)。

話が一寸横路に入つたが、元に戻つて、前述の異型分裂即ち第一次精母細
胞の分裂は後期に入つて間もなく、同型分裂が行はれる場合が澤山有つて、
つまり第二次精母細胞の時期は極めて短いのである。兎に角此の2回の分裂
がすめば染色体は原數になるので此の2回の分裂を合せて成熟分裂とか減數
分裂とか言ふのである。

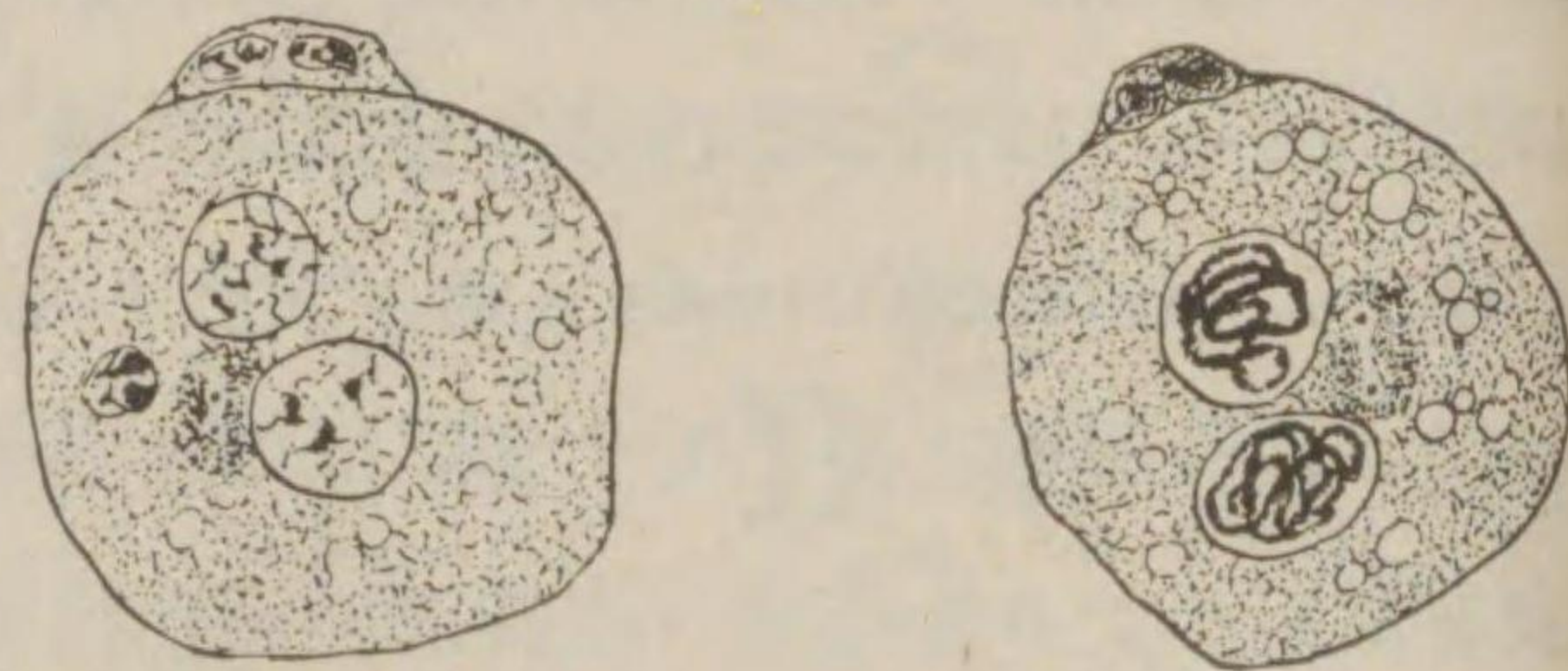
卵の場合には第一次卵母細胞は第1回の分裂によつて微小な**第一次方向體**
(Primary polar body) と**第二次卵母細胞** (2^{ndary} oocyte) となり、第二次
卵母細胞の分裂によつて小さな第二次方向體 (2^{ndary} polar body) と成熟卵
(Ovum) となる。第一次方向體も分裂して2箇の**第二次方向體**となる。つ
まり1箇の第一次卵母細胞から1箇の**成熟卵**と3箇の方向體とが出來るので
ある。染色体數の研究は雄の生殖細胞で研究された場合が多くて卵に就いて
の研究が割合に少ないのは、卵では成熟分裂の好機會を捕へ易くないからで
ある。何故かと言ふに、蛙などで見ても、第一次卵母細胞になるのは蝌蚪の時

代に行はれるが、其の後、異型分裂の行はれるのは抱接(交尾)と前後してはじめて行はれるのであり、「うに」などでは精蟲が卵中に入った後に卵の成熟分裂は行はれる。家兎では交尾後8時間後に第一次方向體出で即ち異型分裂をなし、10時間後に卵



第五十四圖 馬の蛔蟲の卵が精蟲が入つて後にはじめて方向體を出すを示す。(bに受精膜及び方向體の分裂體を見よ)。

巢から排出され、卵に入った精蟲の核(雄性原核 Male pronucleus)が卵の核(雌性原核 Female pronucleus)に近づく頃にはじめて第二次方向體が出て同型分裂が終ると言ふ様なわけだからである。本當はもつと卵に就いても實際に研究して見ないといけないのである。



第五十五圖 馬の蛔蟲の卵が精蟲進入後に方向體を出す圖の追加。(Walker氏圖) Aでは雌雄原核未だ静止期にあり、第一方向體すでに出で第二方向體未だ中心體の左に見ゆ。B雌雄原核が初期活動に入りし時期。

主な脊椎動物の染色體數

學名	和名	倍数	原數	性染色體	著者
<i>Oryzias latipes</i>	メダカ	48spg	24	24	Iriki, '32
<i>Pungitius tymensis</i>	エゾトミヨ	42spg	21	21	Makino, '34
<i>Bufo bufo japonicus</i>	ヒキガヘル	22spg	11	10+x prob. ♂xx	Iriki, '29

<i>Rana rugosa</i>	ツチガヘル				Iriki, '28
<i>R. nigromaculata</i>	トノサマガヘル	26spg	13	13	xx ♂ or xy
<i>R. temporaria</i>	エゾアカガヘル				
<i>R. limnocharis</i>	ヌマガヘル				
<i>Megalobatrachus japonicus</i>	ハンザキ	64spg	32	32	Iriki, '31
<i>Diemyctylus pyrrhogaster</i>	キモリ	24spg	12	12	Iriki, '32 Sato, '32
<i>Elaphe climacophora</i>	アヲダイシヨウ	36spg	18	18	♂zz
<i>E. quadrivirgata</i>	シマヘビ				
<i>Natrix tigrina</i>	ヤマカガシ	40spg	20	20	♂zz Nakamura '28
<i>Gekko japonicus</i>	ヤモリ	38spg	19	19	♂zz Nakamura '31
<i>Eumeces latiscutatus</i>	トカゲ	26spg	13	13	♂zz Nakamura '31
<i>Columba livia domestica</i>	ハト	62spg 61♀	31	31	♂xx ♀xo Oguma, '27
<i>Gallus domesticus</i>	ニハトリ	74spg	37	36+x	♂xx Suzuki, '30
<i>Macropus ualabatus</i>	カンガルー	12spg	6	5+x 5+y	♂xy Agar, '23
<i>Cavia cobaya</i>	テンジクネズミ	65spg	33	32+x 32	♂xo Mols, '28
<i>Rattus norvegicus</i>	ダイコクネズミ	42spg	21	20+x 20+y	♂xy Painter, '28
<i>Mus rattus</i>	クマネズミ	42spg	21	20+x 20+y	♂xy Minouchi, '28 Oguma, '28
<i>Brytolagus cuniculus</i>	家兎	44 _{oog} spg	22	21+x 21+y	♂xy Painter, '26
<i>Ovis aries</i>	羊	60spg	30		♂xy Krallinger, '31 Sokolov, '30
<i>Capra hircus</i>	山羊	60spg	30		♂xy Shiwago, '31 Krallinger, '31
<i>Equus caballus</i>	馬	60spg	30	29+x 29+y	♂xy Painter, '24
<i>Sus scrofa</i>	豚	40spg	20		Hance, '27
"	"	38spg	19		Krallinger, '31

<i>Bos taurus</i>	牛	60spg	30	30	♂xy	Krallinger, '27, '31
<i>Canis familiaris</i>	犬	78 ^{spg} oog	39	38+x 38+y	♂xy	Minouchi, '28
<i>Vulpes fulvus</i>	赤 狐	42spg	21		♂xy	Wodsedalek, '31
<i>Nyctereutes viverrinus</i>	貉	42spg	21	21+x 21+y	♂xy	Minouchi, '29
<i>Felis domestica</i>	猫	35spg 36oog	18	17+x 17	♂xo	Winiwarter & Sainmont '09 Winiwarter, '14, '19
"	"	38 ^{spg} oog	19	18+x 18+y	♂xy	Minouchi, '28 Minouchi & Ohta '32
<i>Rhesus macacus</i>	猿ノ一種	48spg	24	23+x 23+y	♂xy	Painter '24
<i>Homo sapiens</i>	人	47spg	24	23 23+x	♂xo	Winiwarter, '12 Oguma & Kihara, '22
"	"	48spg	24	23+x 23+y	♂xy	Painter, '22 Evans & Swezy, '30, Shiwago & Andres, '32

備考 spg 精原細胞, oog 卵原細胞, 1st cyte 第一次精母細胞, 2nd cyte 第二次精母細胞

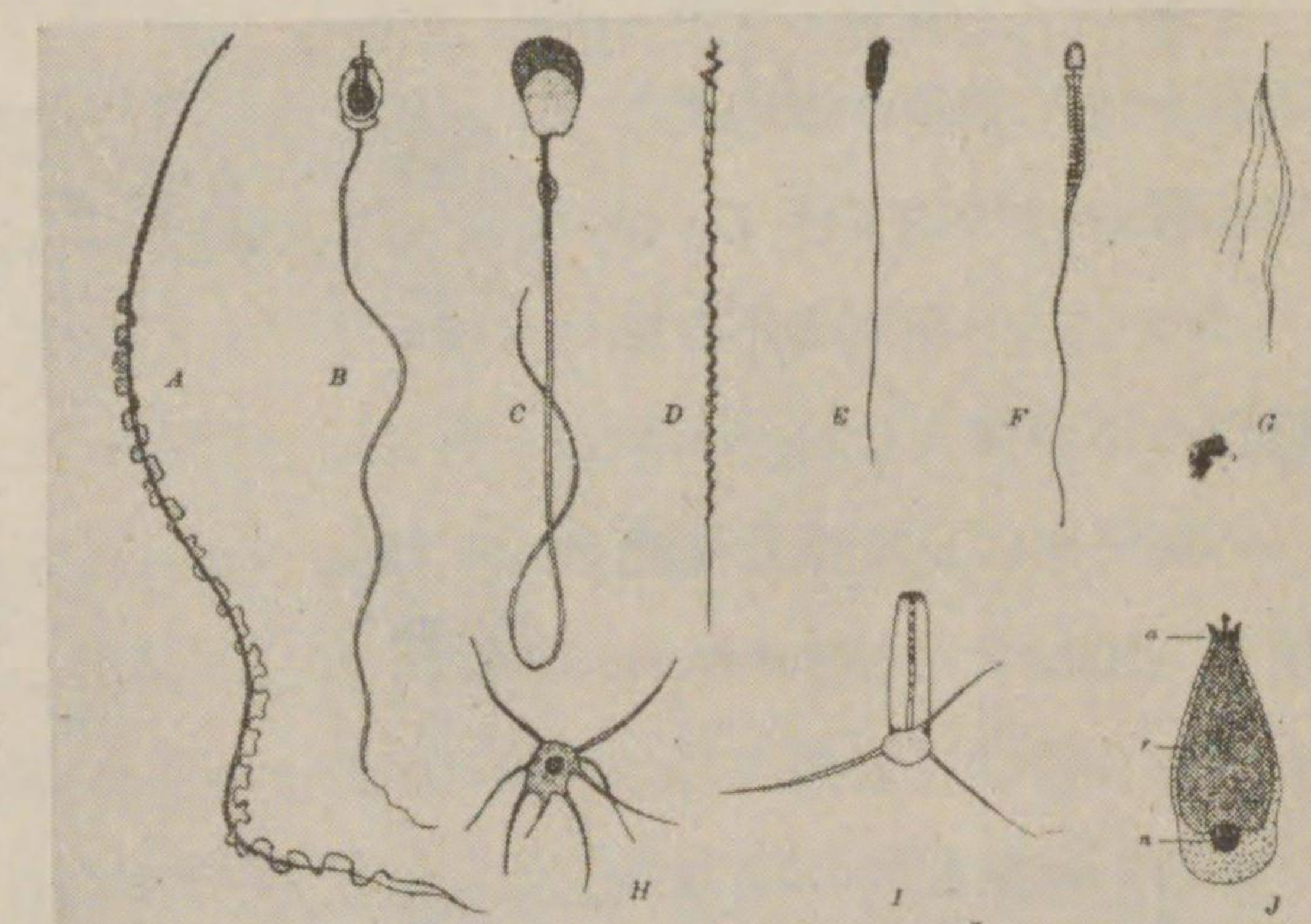
「につかうさんせうを」屬 (*Hynobiüs*) の染色體は不思議に精原細胞の倍數染色體きり見られて居ないので上表に入れなかつたが、多くの種類では牧野佐二郎氏の研究でも佐藤岐雄氏の研究でも精原細胞では 56 といふ結果を得て居るが、例外なのは牧野氏の研究せる「えぞさんせうを」の 40, 「とおほくさんせうを」の 58, 佐藤氏の調べた京都府産の「ひださんせうを」の 60 (牧野氏が岐阜縣産の同種で調べた所では 56) である。樺太や千島の *Salam andrella* では 62 (牧野) である。

第十節 細胞學各論の序

(ア) 精蟲と精巢

先づ模式的な精蟲 Spermatozoa の構造を見ると、頭部 (Head), 中節 (Middle piece), 及び尾 (Tail) の三部を識別することが出来る。頭部の形は動物の種類によつて随分違ふもので、人の精蟲では橢圓盤状で厚さ 1—2 ミクロンで幅は 2—3 ミクロン、豚や蝙蝠類のもまあ橢圓形であるが、鼠、蝶、蠟、鱈、甲蟲、「けら」などは錐の様に先が尖つて細長く、蛙のなどは長筒状である。鳥類では栓抜き螺旋をゆるやかにした様なのが多く、「たにし」等のはもつと栓抜き

的である。此の頭部は主として核から成るのであるが、此の核は何處も彼處も平等に染まる位染色粒の緻密になつた核である。多分薄い細胞質の鞘で被はれて居るものであらうけれども、それは殆んど見えない例が多い。但し頭の先端に**アクロソーム** Acrosome 一名**先端小體** Apical body と稱する染色しない部分を有する例が屢有るが、此の場合には頭部にも核以外の要素が明かに見えるわけである。之れは中心粒を圍む中心輪 (Sphere=Archoplasm=Idiozome) の變成物である例もあり、又鱗翅目の場



第五十六圖 動物の精蟲のさまざま。A. キモリ, B. ゴカイ, C. モルモット, D. 鳥 (Phyllosp-neüste) E. テフザメ, F. ヒナカハホリ, G. 渦蟲 (Castrada) H. カクレガニ, I. Homarus (エビ類) J. 馬の蛔蟲, a apical body, n 核, r, 屈折體。

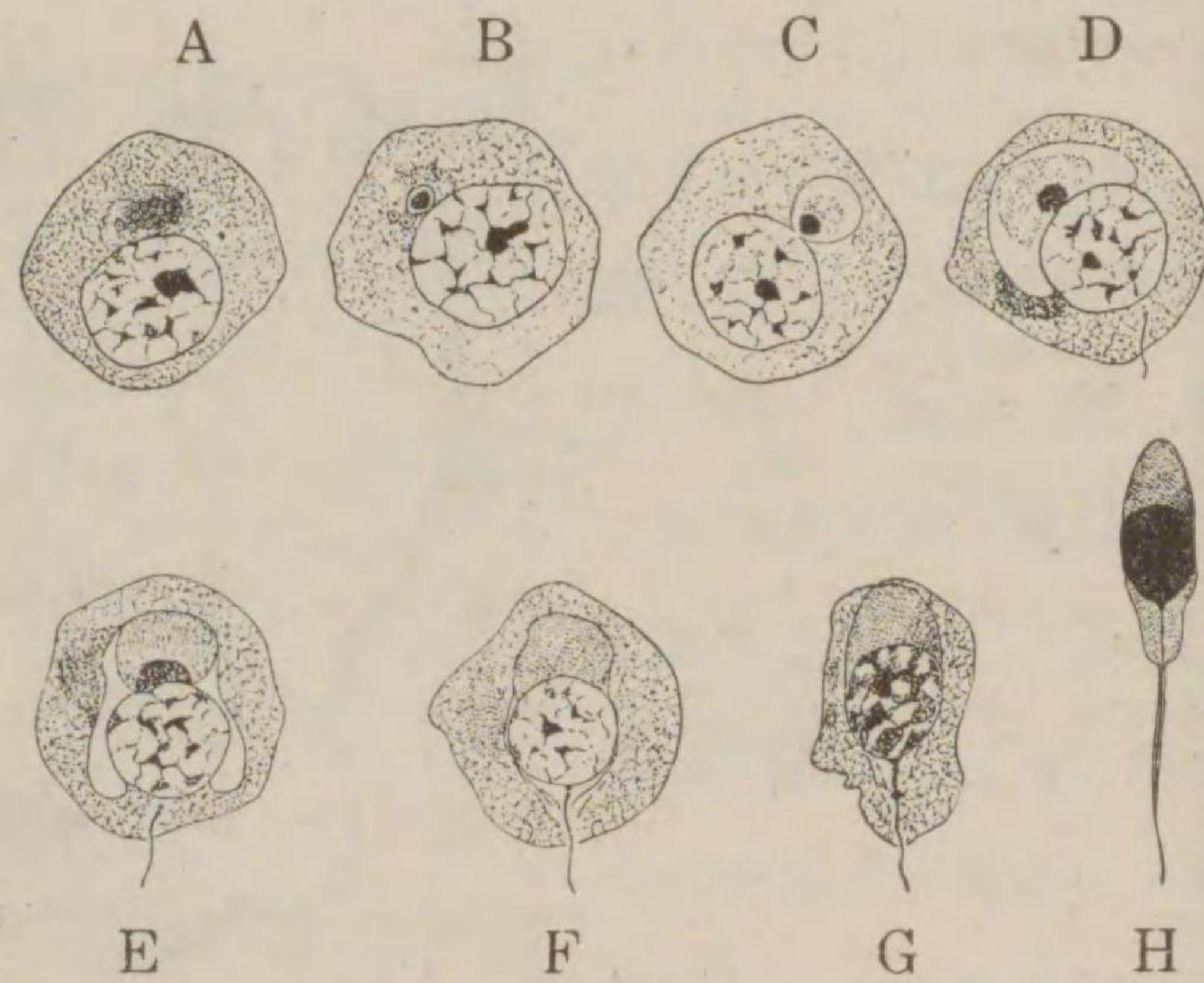
合ではゴルヂ體の變成物だと稱せられる。恐らく先端小體は卵に孔をあける道具であらうと言ふ。

頭部に次いで中節がある。之れは一般に短い圓筒狀で、尾の中軸をなす所の軸索 Axial filament の基部を含む。此の軸索は頭と接續する部分に於てふくれて基部結節 End knob をなす。此の結節は受精卵が第1回の卵割をなす際の中心體となるもので、恐らくやはり精母細胞の中心體の變成したものと做される。中節と尾との境は明瞭な例もあるが、次第に移行して居る例も有る。尾は鞭毛の様に運動する長い絲で、之れを動かして精蟲は前進する。尾の中軸をなすものは軸索で、

之れを包んで薄い細胞質の鞘が有る。「ひきがへる」や「おかゝもり」等では此の細胞質の鞘が擴大して、トリパノソーマに見る様な振動膜 Undulatory membrane をなして居る。

蟹類や蛔蟲などの精蟲では核も普通の核とあまり變らず、外形も圓錐狀(蛔蟲)、風車狀(蟹)などで一般の精蟲と大分異なつて居る。

如何なる徑路を踏んで斯んな變化が結果するかと言ふと、先づ核に就いて言へば、若い精細胞にあつては、染色粒が核膜に密接して塊り、中央は明るく見える程染色粒が少いで、此の頃の核は暗色の環の様に見える。此の核が幅が狭くなつて橢圓形となり、細長橢圓形となり、細くなるにしたがつて中心の明るい部分はつぶれて精蟲に見る様な核となるのである。此の變化の際、軟體動物では核物質の一

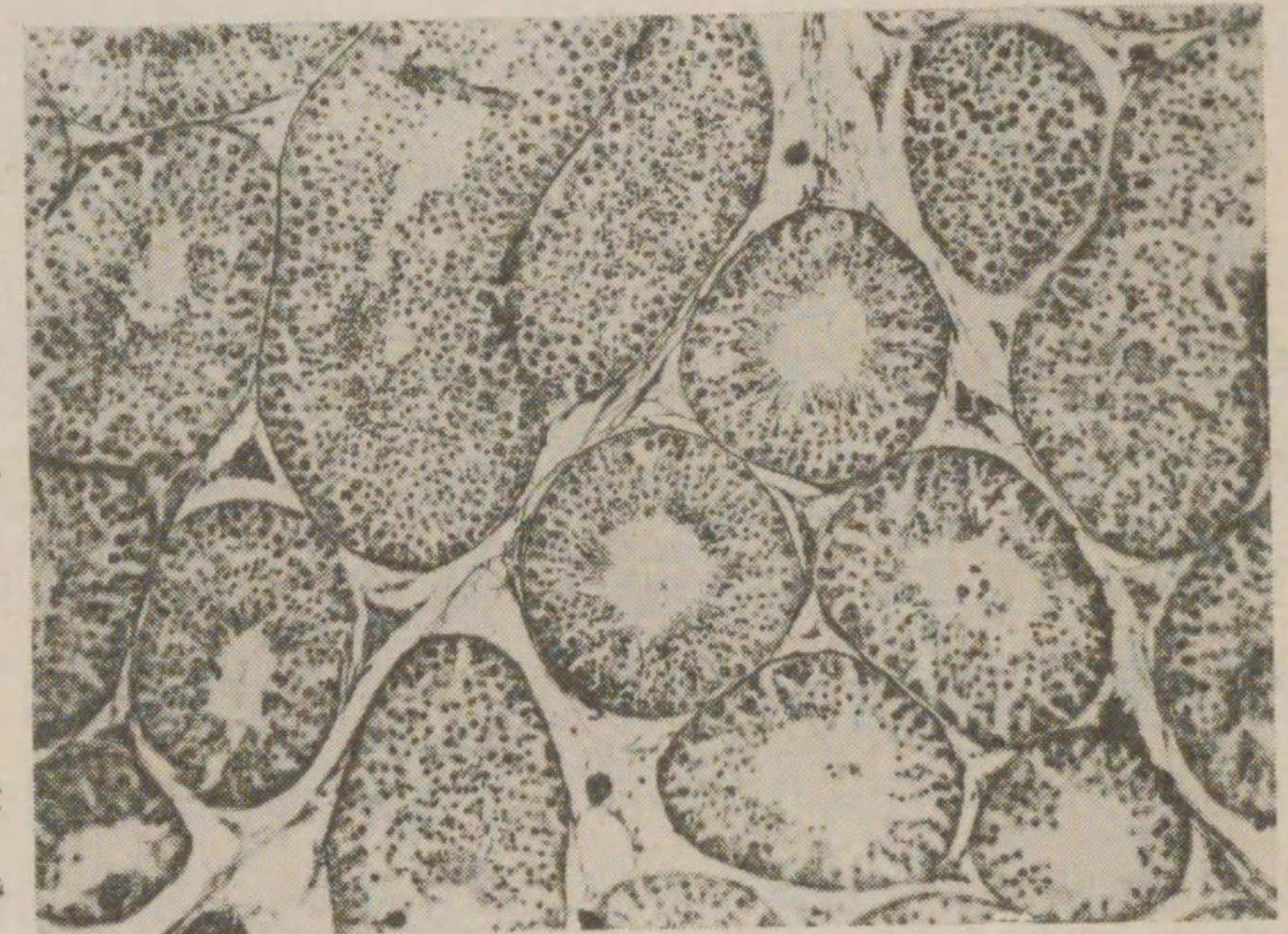


第五十七圖 脊椎動物の精蟲形成模式圖。(Walker 氏圖) A. 精細胞, B. Acrosome になるべき顆粒がやゝ合して大きくなる, D. 中心體の近くより軸索が生じはじむ, G. Acrosome 完成に近く、軸索が可なり長くなれり, H. Acrosome も完成、軸索に沿ひて細胞質も流れ下りて尾も完成、中節も明瞭となれり。

部が核から逃げ出して oligopyrene な精蟲の出来る場合もあり、鱗翅類では核内の物質が全く逃げ出して apyrene な精蟲の出来る病的な例も知られて居る。斯かる病的な核の精蟲は受精の役には立たない。頭の先端の先端小體の由來に就いては異説が多いが、メーベス Meves は之れは中心體の近くに起るものでボベリー Boveri の所謂 Archoplasm 即ち中心輪に相當するものと考へた。此の説によるとはじめは中心體の近く、即ち核の後端にあるのだが、尾が伸び出す頃に次第に前方に移行して、頭の先端に位置を占める様になると言ふ。ガテンビー Gatenby (1917) は鱗翅類では、ゴルヂ體が4又は5の Acroblast に變り、之れが癒合して先端小體になると報告して居る。

核が斯んな變化をしてゆく間に細胞全體も長くなり、又中心體から軸索が出て來て細胞外に突出する。即ちはじめ軸索は露出して居るのであるが、次第に細胞質も之れに沿つて流れ下りて尾の鞘をつくる。軸索が長くなるにつれて中心體も細胞の表面近くから移行して核の後端に接觸する様になる。中節は中心體と軸索の基部とを含むが、蝠蝠、蛾、蠅などではミトコンドリアが軸索の基部を螺旋狀に巻く様になる。斯るを Macromitosome と言ふ。又外にミトコンドリアの小粒 Micromitosome が軸索の鞘に散布する例は多い。

哺乳類の睪丸に於ては精巢を包む皮膜も複雑になるが、精巢の最主部を占めるのは多數の細精管 Seminiferous tubules であつて、精蟲の形成は此の管内で行はれるのである。即ち精原細胞も精母細胞も精細胞も精蟲も皆此の細精管内に見られるのである。一つの細精管



第五十八圖 サルの細精管群の横断面、斜断面圖。(著者原圖)

の横断面を見ると外壁として、結締組織と上覆細胞層との間には常に見られる基底膜 (Basement membrane) あり、所々に此の基底膜に一端をくつ付けて、他端はずつと管内に伸び出て居る細胞がある。此の細胞には精蟲が澤山頭をつき込んで居るので1871年にエッブナー Ebner は、精蟲が此の細胞から生ずるものと考えて精蟲母細胞 (Spermatoblast) と名づけたのであつた。併し氏も後に其の誤りなることを知つて 1888 年には之れを**セルトリー氏細胞 Sertoli's Cells** と改稱した。けだし此の細胞をはじめ記載して居るのがセルトリー氏 (1865年) だつたからである。此の細胞は作用の方から言ふと精蟲に榮養分を與へて生命を保たして置く細胞であることは疑ひのない所で、**精蟲養育細胞 (Sperm nutritive cell)** の名も無脊椎動物ではギルソン

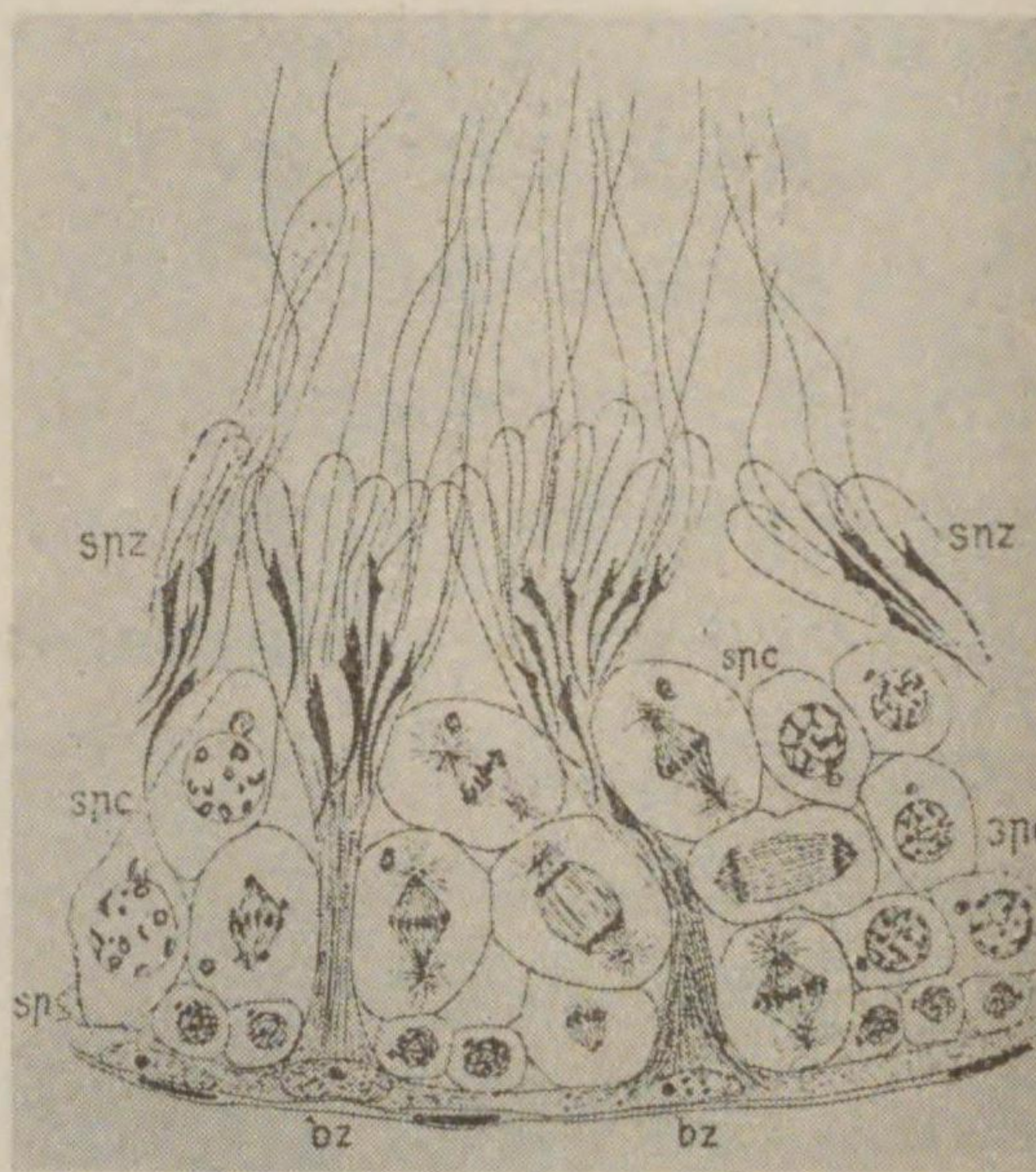
Gilson によつて 1884—1887年 に、脊椎動物に於てはペテル Peter によつて、1899 年に與へられて居る。

即ち精蟲は精細胞から精蟲になる途中に化學趨向 Chemotaxis によつて此のセルトリー氏細胞内に頭を突き込んで、之れから榮養を受けつゝ受精の戦に出陣する日を待機して居るのである。

精蟲が核のない細胞質の塊に頭を突き込んで榮養を受けて居る例を無脊椎動物では往々見るが此の細胞質塊を

Cytophore と言ひ、蝶では特に**ベルソン氏細胞 Verson's cell** とも言ふ。一

つのセルトリー細胞と其の隣りのセルトリー氏細胞との間に諸發育過程の雄性生殖細胞が數列をなして居るのであつて、其の列中、基底膜に最も近く位するのが精原細胞それから第一、第二次の精母細胞、精細胞といふ順にだんだん内側に重なつて並んで居るのを見る。



第五十九圖 鼠の一細精管の横断面圖の一部。(Lenhossek氏圖)
bz セルトリー氏細胞, spg 精原細胞, spc 精母細胞, spz 精蟲 (若き)。

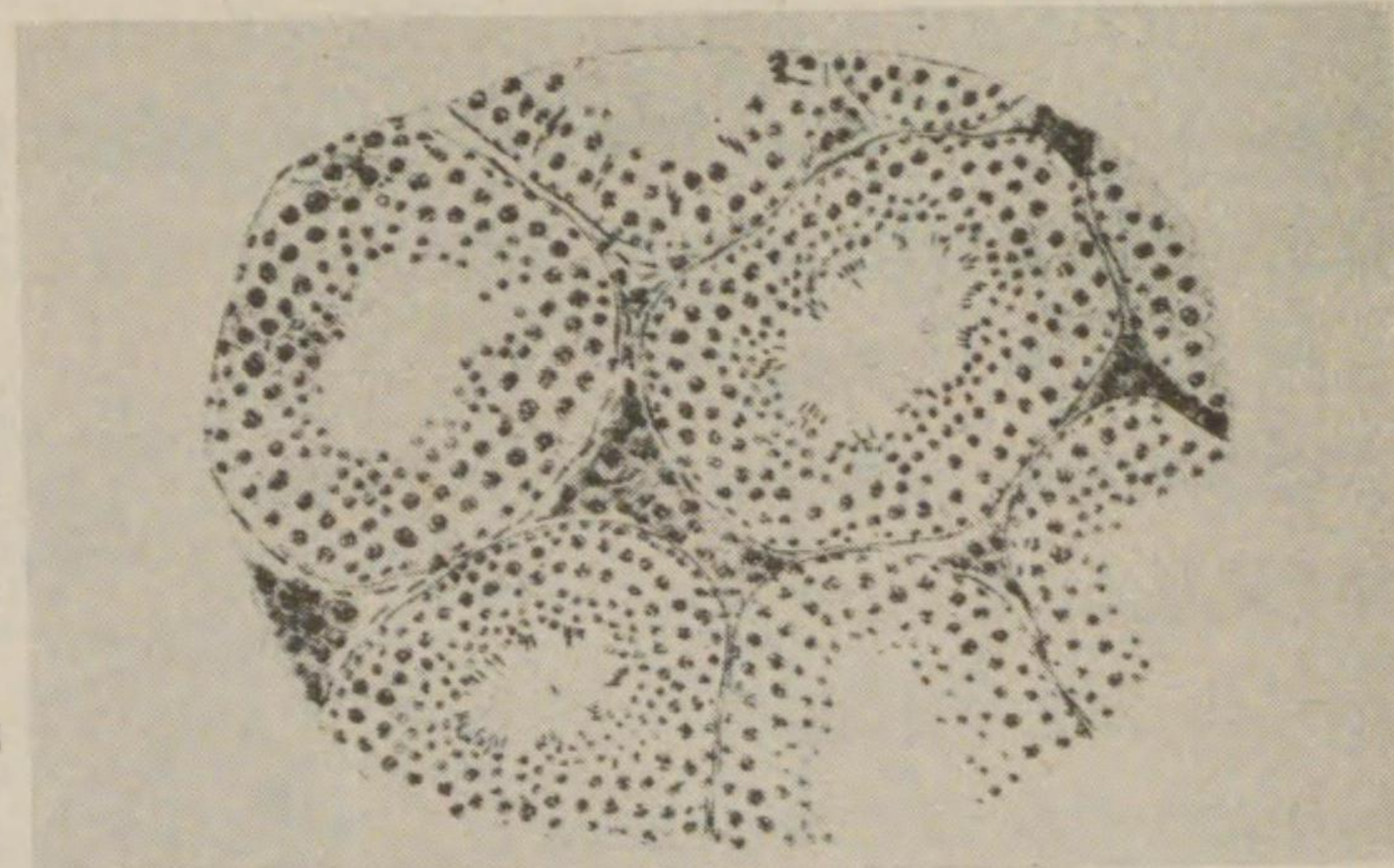
斯る細精管が澤山集つて居るが、其の管と管との間を埋めて結締組織があるが、此の結締組織の細胞に混じて**間細胞 Interstitial cells** 又は**レイディヒ氏細胞 Leydig's cells** といはれる細胞の群がある。此の細胞は纖維化した結締組織の細胞とは違

つて核も丸くて大きく、細胞の輪廓もはつきりして居つて大きさも兩棲類では直徑 50μ 位、鳥や哺乳類でも 10μ — 25μ もあるし、内容もミトコンドリアや結晶等を含むもので

分泌物を出す腺細胞と思はれるものであるが、さて分泌物を導く管は無いのであつて、其の分泌物は結締組織内を通つて居る血管の中に注が

れる外にないので、所謂内分泌腺の一と思はれるものであ

る。これは脊椎動物の精巢には廣く一般的に認められるものであるが、老動物では之れが退縮してゆく、否、之れが退縮すると動物は老衰するのであるとさへ言はれる位である。レントゲン線やラヂウムに對しても生殖細胞よりは抵抗力が強く、したがつて之等の線に當ると精蟲形成は止み、細精管は退縮



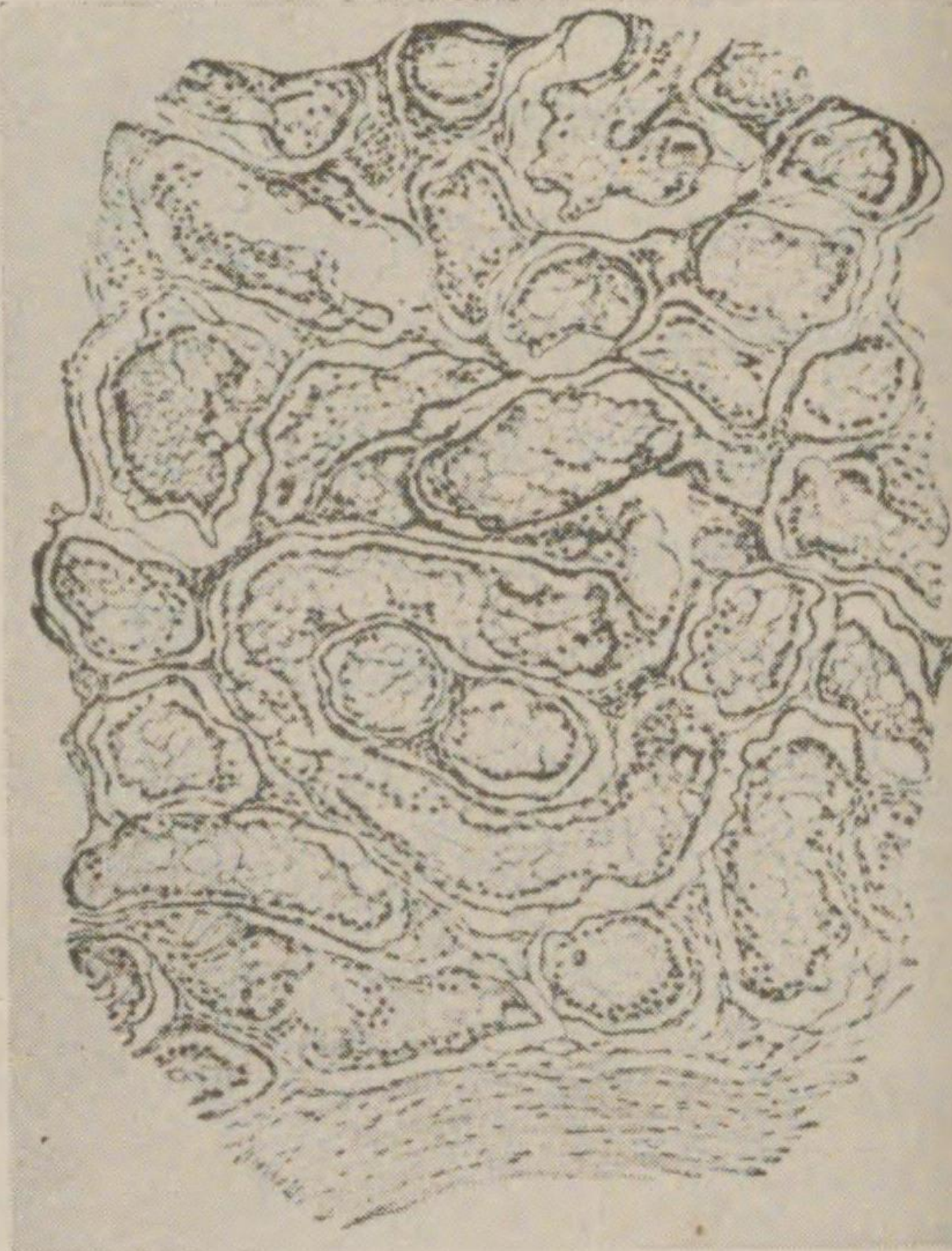
第六十圖 成長せる家兎の細精管の間にある間組織。(Boüin & Ancel 氏圖)



第六十一圖 他方の精巢を除去したる後輸精管を繫結したる家兎 (手術後一ヶ月) の精巢には精蟲形成止み、間組織が著しく發達せるを見る。(Boüin & Ancel 氏圖)

するが、レイディヒ氏細胞は却つて増殖する。そして第二次雌雄特質の發達は害せられないのである。精巢を切り取つて腹腔に植ゑつけた時にも精蟲形成は止むが間細胞群は衰へず、又性的特質も害せられないのである。スタイナッハ Steinach の若返り法といは

れる輸精管緊縛の結果なども同様の現象を精巢内に見るのであるのでスタイナッハは此の間細胞群を第二次性的特質の發達に大影響を與へるホルモン Hormone を出す内分泌腺であるとして男性の**思春腺 (Pubertäts drüse)**と名づけたのであつた。之れに對してハームス Harms (1922)等は此のホルモンの未成物質 Psecretion は細精管の上覆細胞から出るのであるが、それが此の間細胞に貯藏せられて、此處で完成したホルモンとなつて血管内に入るのであるといふし、シャンピー Champy (1922)

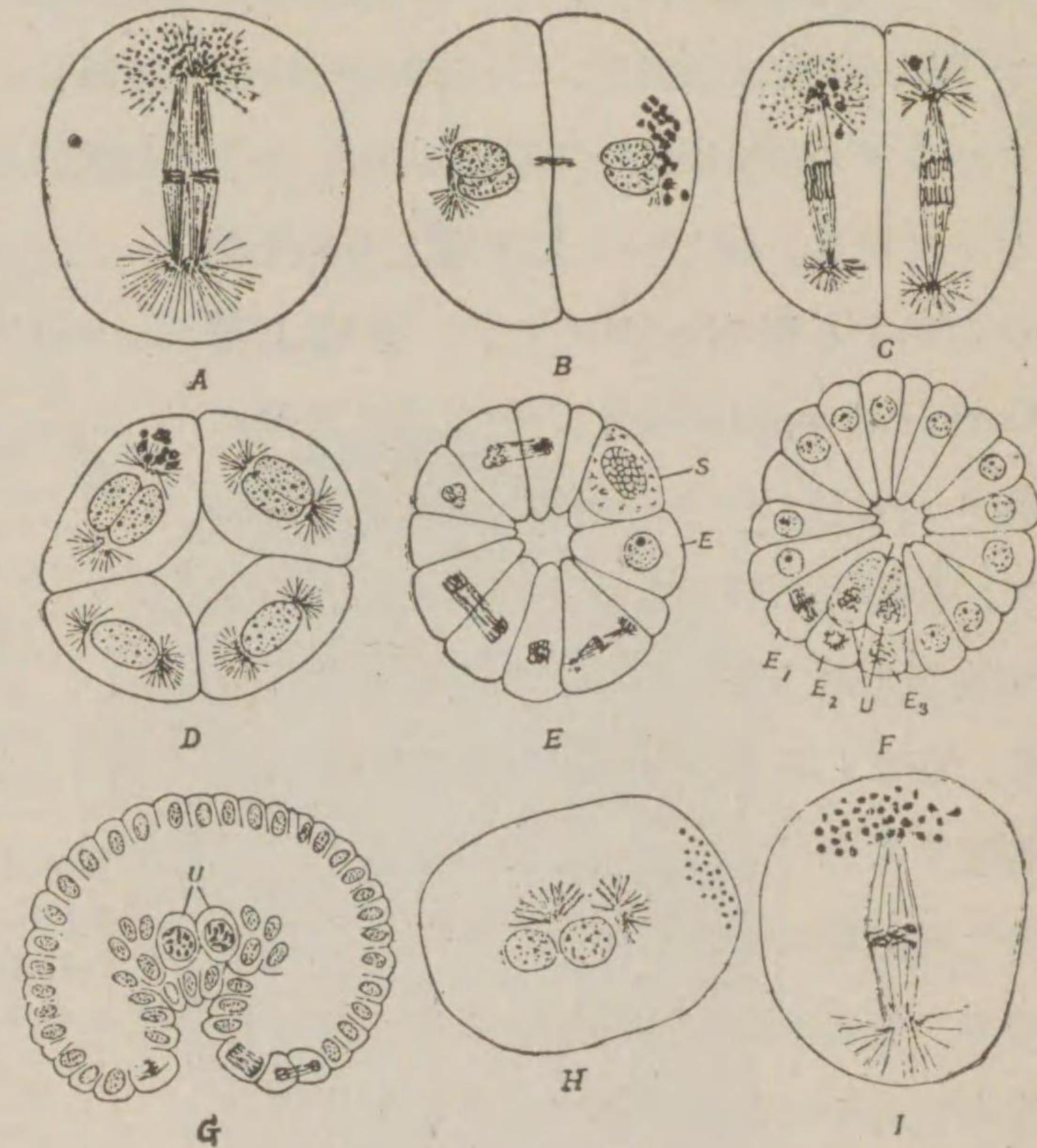


第六十二圖 レントゲン線を精巢に當て、精蟲になるべき細胞が殆んど死滅し間組織のみ生き残れるを示す。(Tandler & Gross 氏圖)

やワルカー Walker (1924)等は第二次性的特質を支配するホルモンは精巢上覆(生殖細胞層の續きの上覆)から分泌されるものだと言ふ様な異説もないではないが、ブーアン Bouin やアンセル Ancel をはじめスタイナッハと同じ考への人が多いのである。レイディヒ氏細胞の由來に就いてはワルフ氏管 Wolffian duct の上覆から變成せるものとの説も有つたが、今日では殆んどこぞつて結締組織と同じく、胚時代の間充織 Mesenchym から變成するものとの考へである。

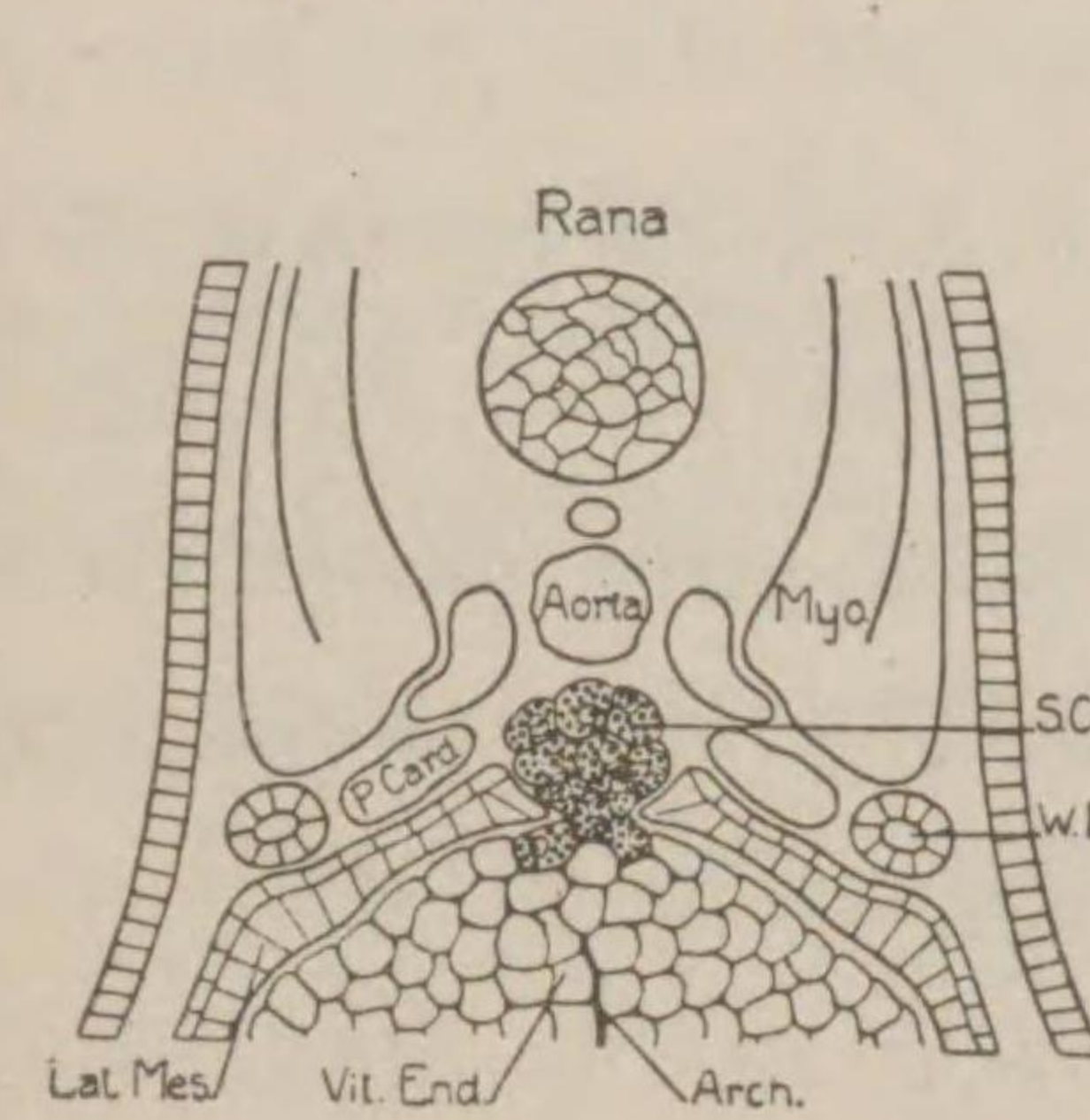
序であるから生殖細胞の由來に關する二派の説を一寸述べて置くが、前章にも一寸述べた様に内胚葉起源の**始原生殖細胞 Primordial germ cells**が發

育の可なり初期に、大きくて體細胞とは識別せられる。始原生殖細胞の一部のものは後に非生殖細胞に變ることはあるけれども、兎に角生殖細胞はすべて始原生殖細胞の分裂したものからのみ生ずるものであつて、生殖巢内には二次的に移入するのであつて、體細胞群から生殖細胞にはならぬといふ觀察は、ワイズマン派の**胚種質連綿説 The Theory of Germinal Continuity**, 後天質遺傳の否定説などと合致する爲めも

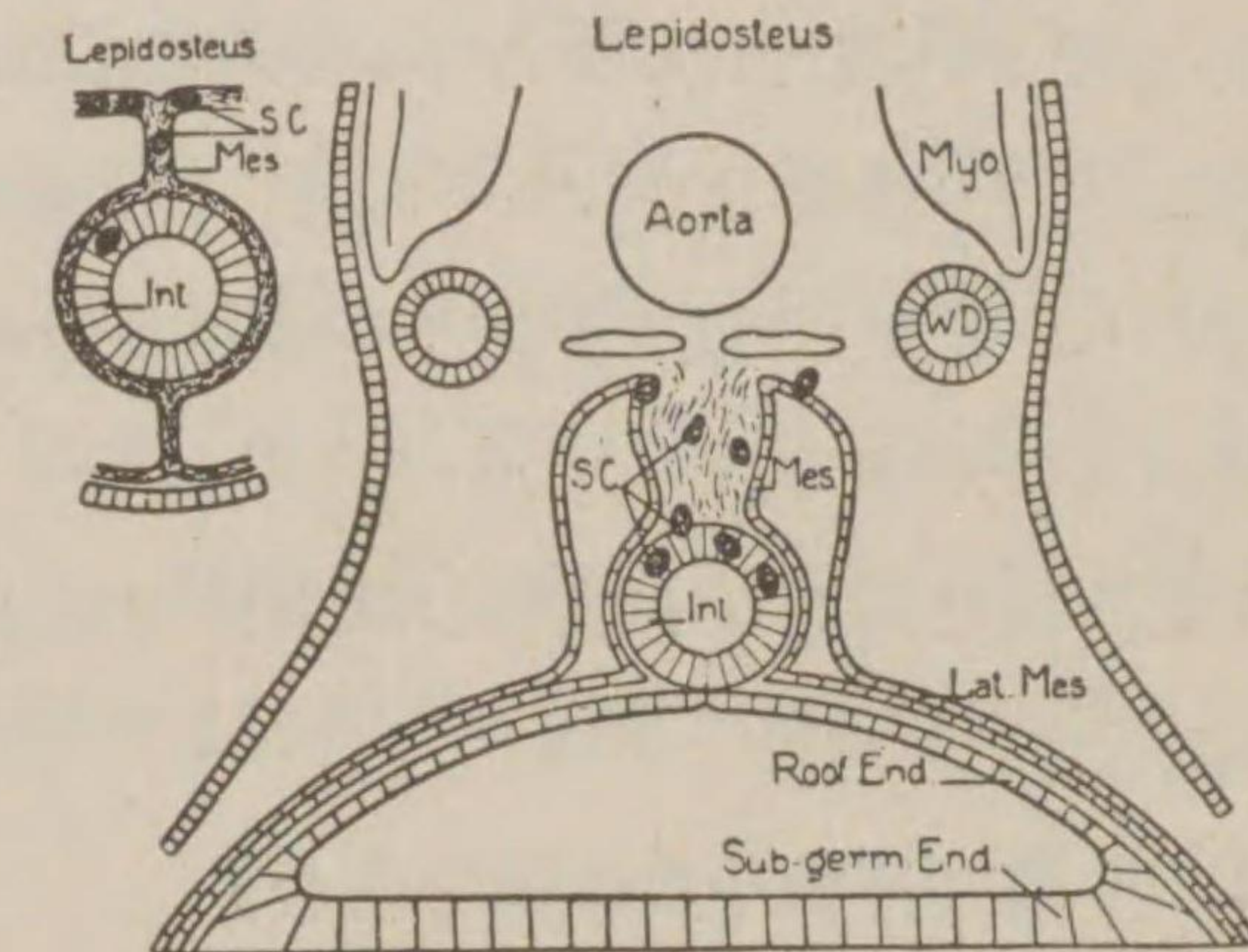


第六十三圖 楯脚甲殻類(ケンミジンコ類)の始原生殖細胞(Primordial germ cells)が生殖巢などの出来るずっと前にすでに分化する例を示す。Uが始原生殖細胞でS(顆粒を含む細胞)より起る。

ありて却々有力になつて、可なり多くの動物で報告された所である。ナッスバ



第六十四圖 蛙の始原生殖細胞(SC)が内胚葉より起るを示す。



第六十五圖 レビドステウス魚の始原生殖細胞(SC)が内胚より起り中胚葉に入るを示す。

ウムNüssbaum(1880), アレン Allen(1907), キング嬢(1908), ルバシューキン Rübaskin (1912), スキフト Swift (1915), ジョルダン Jordan (1916), スキングル Swingle (1921, 1926) などの研究は皆此の説に賛成する結果となつて居る。併し一方に生殖上覆起原説

を主唱する學者も少くない。生殖上覆 Germinal epithelium といふのは腹膜の

続きとも言ふべき中胚葉起原の膜であつて、生殖巢の壁をなす上覆である。生殖細胞が生殖上覆起原であると唱へる人々も、必ずしも所謂始原生殖細胞の存在を

否定するわけではないので、唯之れは眞の生殖細胞にはならず退化してしまふので、眞の生殖細胞は別に生殖上覆の細胞中の若干が他よりよく成長して出来るも

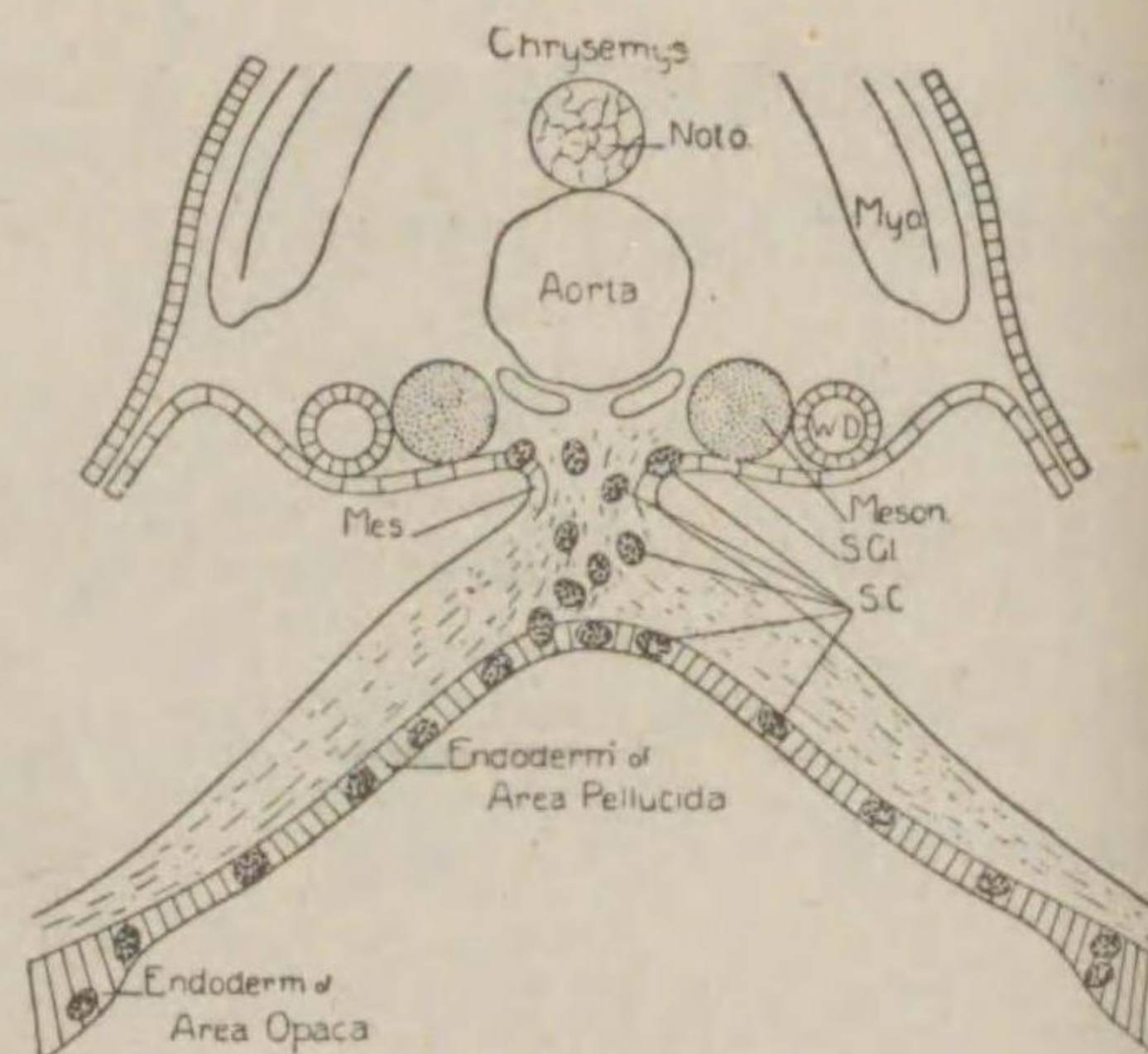
ので、個體發生上そんなに早く體細胞と對立的存在をなすものと認むべき根據は認められないと言ふのである。ワールダイヤー Waldeyer(1870), ガテンビー Gatenby(1915,

蛙や「ひきがへる」で), シムキンス Simkins (1923, 二十日鼠で), ハーギット Hargitt (1926, 「みもり」と鼠で) などの研究は却々

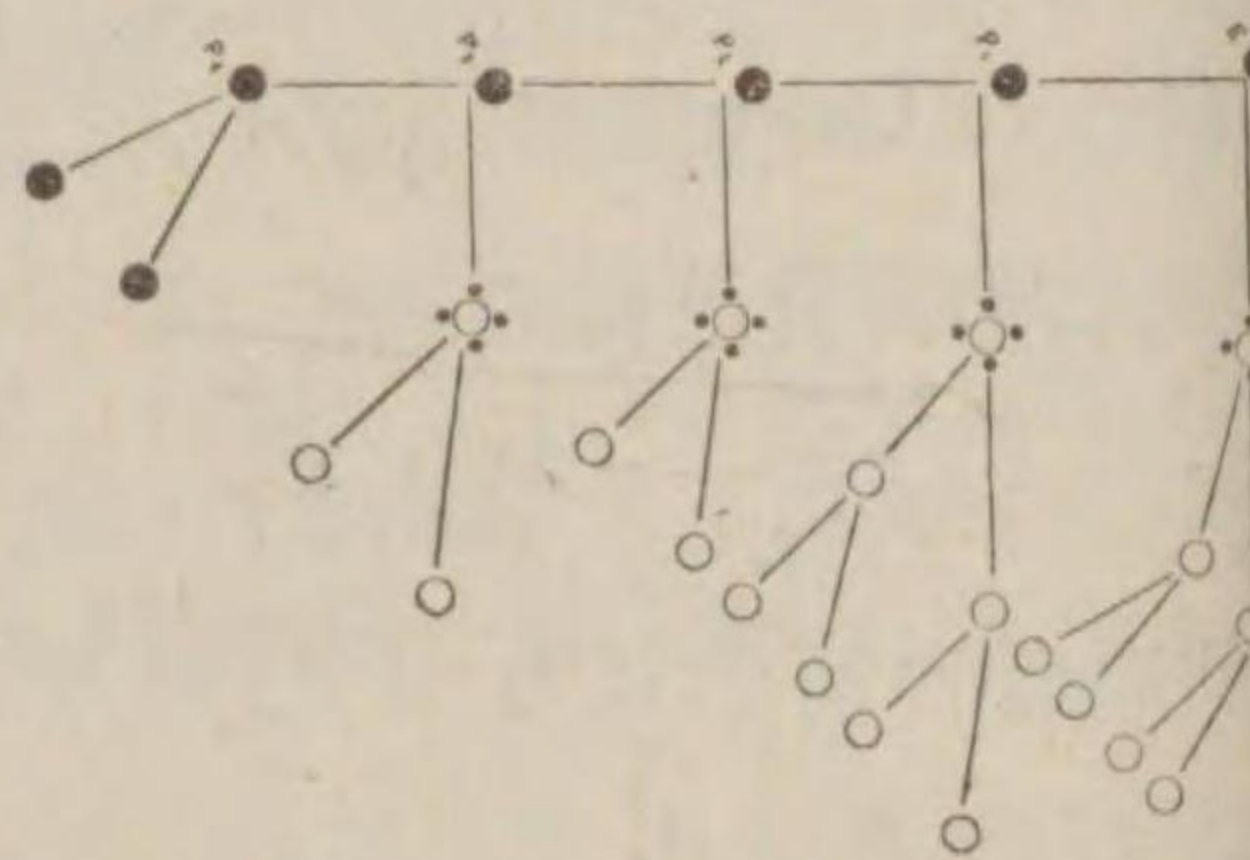
根強いものがある。

人類の様な高等な哺乳類の睪丸になると精巢を包む膜も却々複雑で外から數へると

- 1, 皮膚 (汗腺や皮脂腺を含む)
- 2, ダルトス膜 Tunica Dartos
- 3, 睪丸擧筋膜 Fascia cremastica

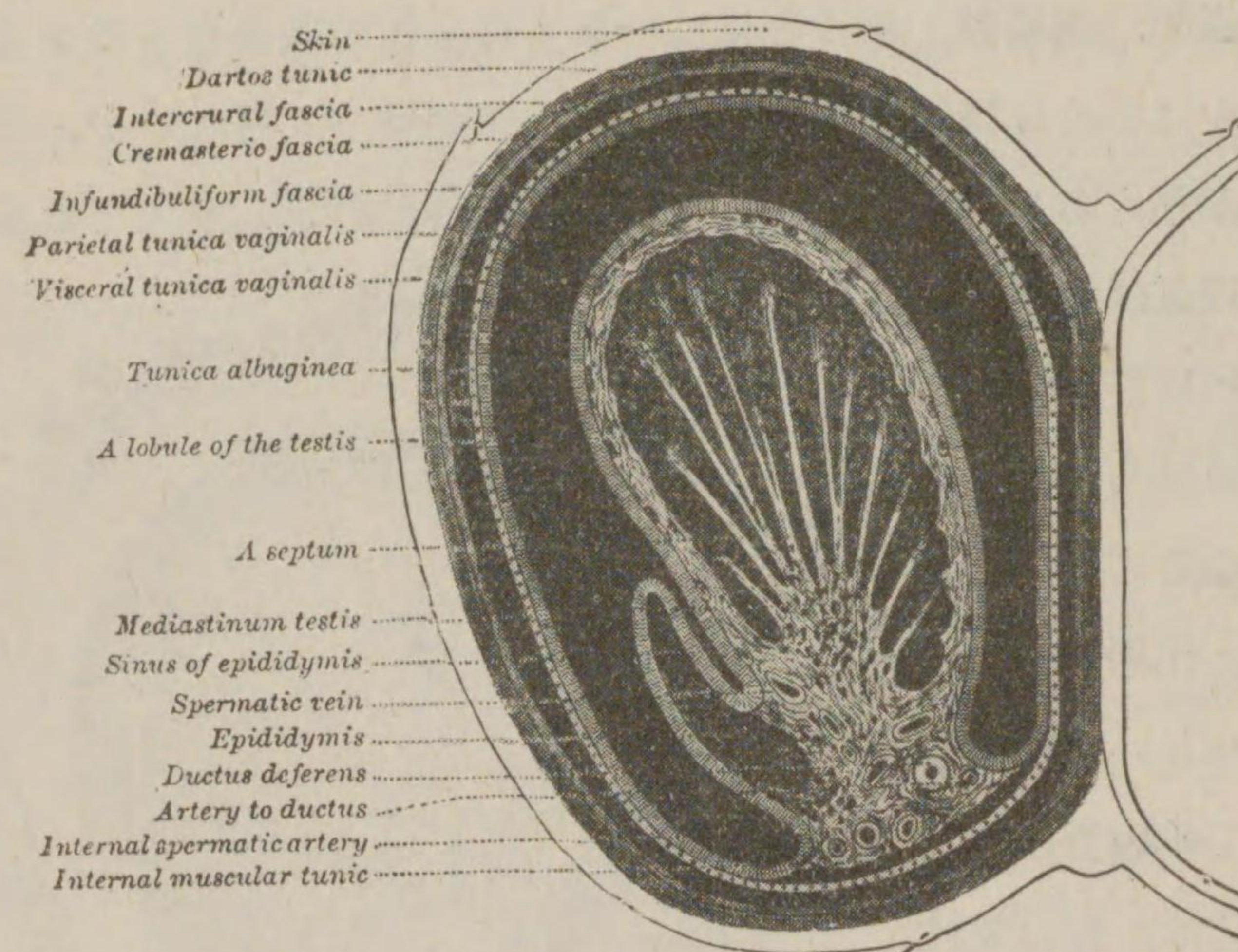


第六十六圖 龜の一種(Chrysemys)の始原生殖細胞(SC)が内胚葉より起り中胚葉(Meson)に至るを示す。



第六十七圖 馬の蛔蟲に於て始原生殖細胞より生殖細胞以外の細胞群も生ずるが生殖細胞(黒)は始原生殖細胞のみより生ずるとの説の圖解。(Boveri氏より)

- 4, 漏斗筋膜 Fascia infundibuliformes
- 5, 外精巢上覆 Tunica vaginalis communis
- 6, 内精巢上覆 Tunica vaginalis propria (腹膜の續きの上覆)
- 7, 白纖維膜 Tunica albuginea
- 8, 脈管膜 Tunica vasculosa



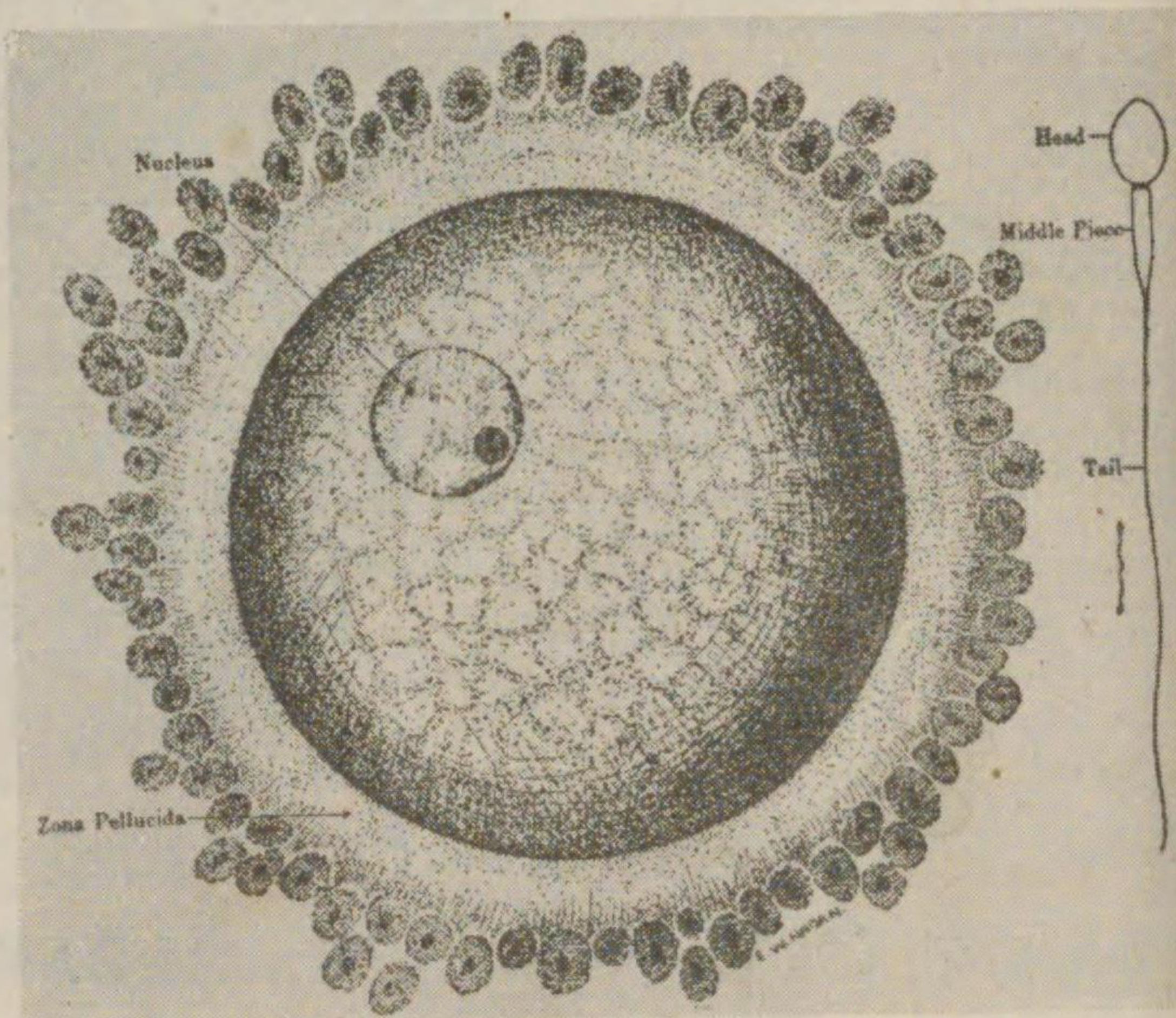
第六十八圖 人の睪丸の縦斷面圖。(Delepine 氏圖)

終りに曲りくねつた細精管は一旦直走する直細精管となり Rete tertis となつて精巢を出で原腎 Mesocephros の變形たる副睪丸 Epididymys の若干本の曲りくねれる管に續き、それが遂に一本の輸精管 Vas deferens となることは哺乳類、鳥類、爬蟲類に見る所である。輸精管は原腎輸管たりしワルフ氏管の變成物である。兩棲類、肺魚、軟骨魚類では副睪丸に相當する原腎が腎臓なので、細精管は腎臓に入り、精蟲は尿と共にワルフ氏管(Wolfian duct)を通つて外に出る。硬骨魚類では輸精管は精巢が伸びて外通したものに外ならない。

(イ) 卵 と 卵 巢

卵の構造に就いても未だ異説の多い點が澤山有る。成熟した鳥の卵では核を**胚胞 Germ vesicle** ともいひ、小核を**胚斑 Macula germinativa** などともいふ。爬蟲類、兩棲類、魚の卵には一核中に小核が數多有るのを見る。卵も卵原細胞のはじめは精原細胞とそんなに大きさが變つて居ないが、だんだん**卵黃(Yolk)**が殖えるに従つて大きくなり、體中の細胞の内、最大となるのが普通である。卵黃は作用の方面から言へば貯藏物質で、將來の子の爲めに養分となるものなることは明かであるが、化學成分は一樣にも言へない。が、まあ大體に於て細胞質中にまじれる脂肪性、蛋白質性などの可なり大きな顆粒の混合物を總稱して居ると言ふべきであらう。或場合には、染色粒と似た様な色素反應を示すこと

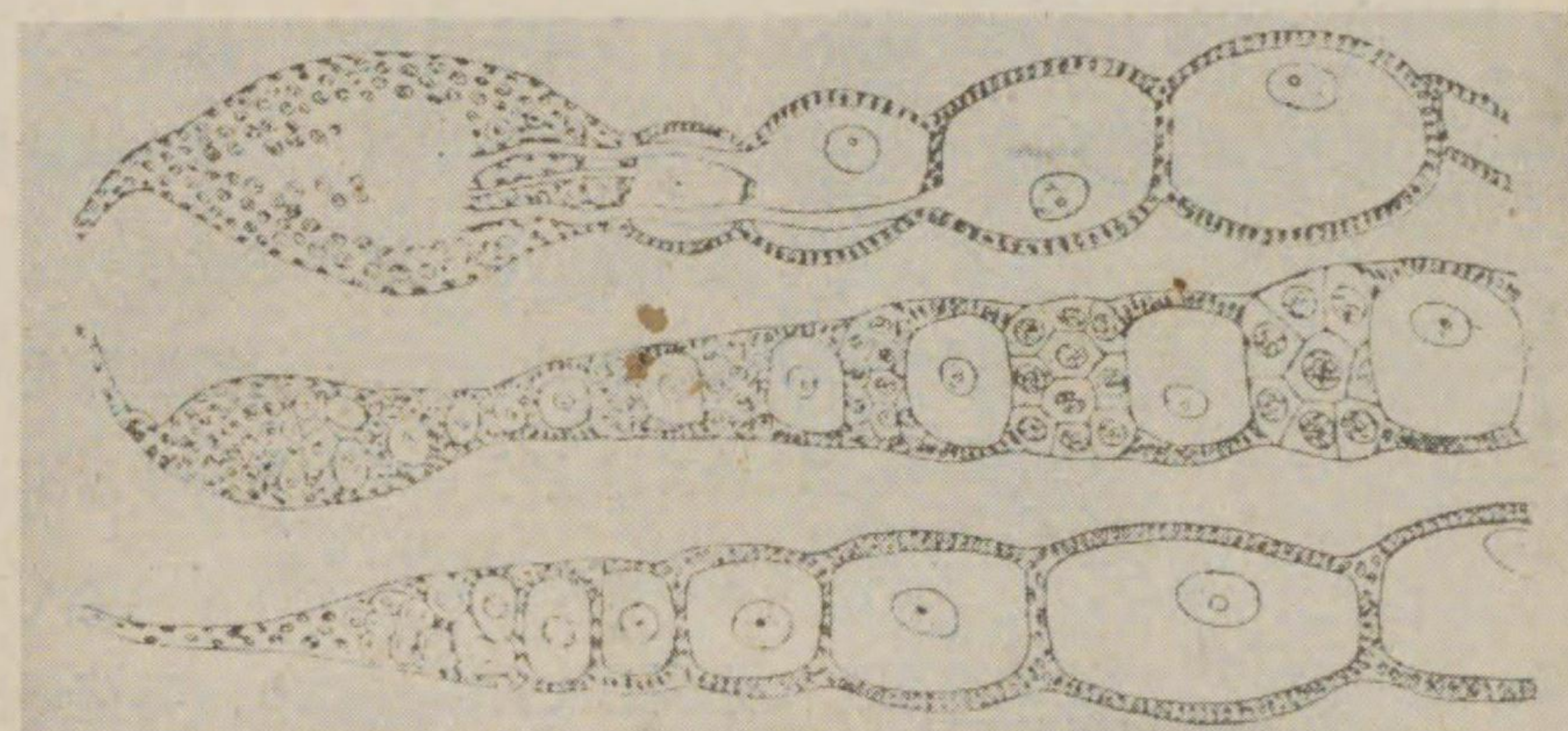
もあるが、酸性色素に染まる場合の方が多い。卵黃の由來に就いては、シヤクセル Schaxel が「くらげ」や棘皮動物の幼生や海鞘等で見たと先づ染色粒が核から細胞質中に出で、之れが卵黃の元基になると言ふ。ヘルトウヰヒも此の説であるが、ファンデアストリヒト Van der Strichtは之れは染色粒ではなくて寧ろミトコンドリアによつて作られるものと言ふ。卵黃間に散在して**卵黃核 Yolk nucleüs** の見られる例も少くないが、之れの性質や由



第六十九圖 人の卵と精蟲(精蟲の小さな方が卵と同擴大率也)。卵 Nucleüs 核。Zona pellucida 透明膜。精蟲 Head 頭。Middle pies 中節。Tail 尾。

來に就いては又異説紛々であつて、ガテンビーは膜翅目(昆蟲の)に就いて、此の卵黃核は卵の核から外に出た染色粒の塊りであると言ふし、又卵を取り巻く**卵胞細胞群 Follicle cells**の核が侵入して出来るものと言ふ人もある。卵胞細胞群が、成育しゆく卵の榮養細胞となつて、はじめは卵原細胞よりも大きかつた卵胞細胞がだんだん小さくなり、之れに伴つて、卵は大きくなるもので、つまり卵の成育に要する物質は卵胞細胞から供給せられたものと言はれる例は澤山ある。此の榮養細胞と卵との關係の有様は昆蟲丈に就いて見ても大別して三種とすることが出来る。(一)甲蟲類や膜翅目

來に就いては又異説紛々であつて、ガテンビーは膜翅目(昆蟲の)に就いて、此の卵黃核は卵の核から外に出た染色粒の塊りであると言ふし、又卵を取り巻く**卵胞細胞群 Follicle cells**の核が侵入して出来るものと言ふ人もある。卵胞細胞群が、成育しゆく卵の榮養細胞となつて、はじめは卵原細胞よりも大きかつた卵胞細胞がだんだん小さくなり、之れに伴つて、卵は大きくなるもので、つまり卵の成育に要する物質は卵胞細胞から供給せられたものと言はれる例は澤山ある。此の榮養細胞と卵との關係の有様は昆蟲丈に就いて見ても大別して三種とすることが出来る。(一)甲蟲類や膜翅目



第七十圖 昆蟲の卵巢管の三形式。(Korschelt & Heider 氏圖)

上 直翅目型(榮養室なし)
中 甲蟲、膜翅目型(榮養室と卵と交互にあり)
下 半翅目型(端に一大榮養室あり、細管によつて各卵を養ふ)。

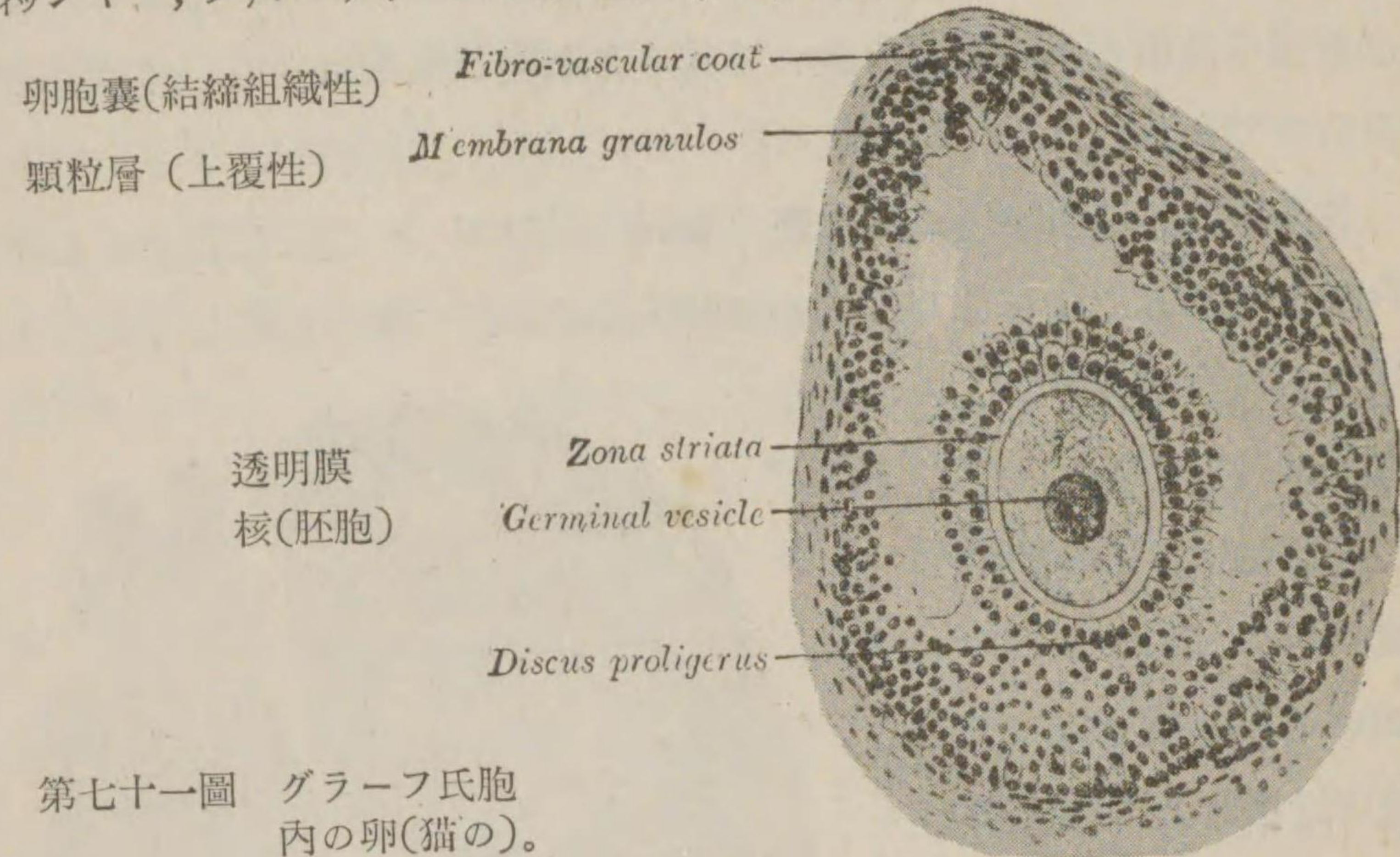
では**榮養細胞群**と卵とが交互に配列して居り、(二)半翅目では卵巢各枝の末端に一大**榮養室 Nutritive chamber**があつて、之れと卵とは小管によつて連絡して居り、榮養室から卵に物質を送り込む、(三)直翅目では榮養室なく、單純な卵胞細胞群が各卵を取り圍んで居る。みみずや扁形動物などの**複合卵 Compound egg**では卵巢から出る卵細胞自身には卵黃がなく、他の腺から出る**卵黃細胞 Yolk cells**が數箇加つて、1箇の殻に包まれて、卵細胞と卵黃細胞とから成る複合卵として産み出される。それでみみずの卵巢内の卵には卵黃の代りにミトコンドリアやゴルヂ體が見られるのである。

卵内に於ける原形質と卵黃との分布の有様から卵を分類すると、三大別があつて、(一)**等黃卵 Isolecithal egg**では細胞質と卵黃とが細胞全體にまじり合つて平等に分布して居るもので、哺乳類(單孔數以外の)、頭索類、棘皮動

物等に見る所、(二)端黄卵 Telolecithal egg では核を圍んだ細胞質が一極に偏り、他極に卵黄が偏るもので、核の偏る方を動物極 Animal pole、卵黄の偏る方を植物極 Vegetative pole と稱する。鳥、爬蟲類、魚類などの卵はその例で、兩棲類の卵はやはり之れに入れられてもやゝ等黄卵に近い方である。(三)中黄卵 Centrolecithal egg と言ふのは卵黄が卵の中心部に集り、原形質が外表に近き部を占めるもので昆虫をはじめ節足動物に見る所である。受精した卵が發育の爲めに細胞分裂をやる有様を見ると、細胞質の多い所は分裂が順調にすゝむが卵黄丈では分裂が殆んど出来ぬし、多少細胞質が混じて居れば分裂は出来るがおくれるので此の點から上述の三種の卵は夫々(一)全割卵 Holoblastic egg、(二)不全割卵 Meloblastic egg、(三)表割卵とも言ひ得ることになるのである。但し中間者に於てはどうしても他にはみ出してゆくようになる場合も出て来る。例へば兩棲類の卵などは不全割ではなくて全割の部に入るが動物極の方で細胞が盛んに分裂して細かになり、卵黄の多い方はのろくて、發育が受け身になるのである。

次に卵の表面を包む膜に就いて一言するが、「うに」等で受精膜の出来るのは原形質膜の外に細胞質の分泌した細胞膜に相當する、卵膜 Chorion がある爲めだと前に述べたが、鳥の卵では卵黄を包む卵黄膜 Vitelline membrane まででは卵巢内の卵にもあるのであるから、卵黄膜が細胞膜に準ずべきもので、其の外の卵白 Albumin や卵殻は輸卵管壁から分泌されたものであるから細胞膜とは比較にならぬ。爬蟲類や軟骨魚でも之れに準ずべきで兩棲類の卵の塞天質に相當するものである。哺乳類の卵巢から排卵された卵を観ると、最外に放射冠 Corona radiata と言ふ不規則な突起あり、其の内に透明膜 Zona pellucida = Zona radiata = Zona striata と言ふ膜が見える(第六十九圖)。其の内に又極めてうすい Vitelline membrane がある。放射冠と言ふのは核を有する卵胞細胞の殘骸群で之れは細胞膜でないことは明かである。次の透明膜と言ふのは固定した卵では放射條線が見えると言ふので放射帶ともいはれるが、生きた卵に於ては寧ろ同心圓的な條線が見えるのであるが、此の膜は卵

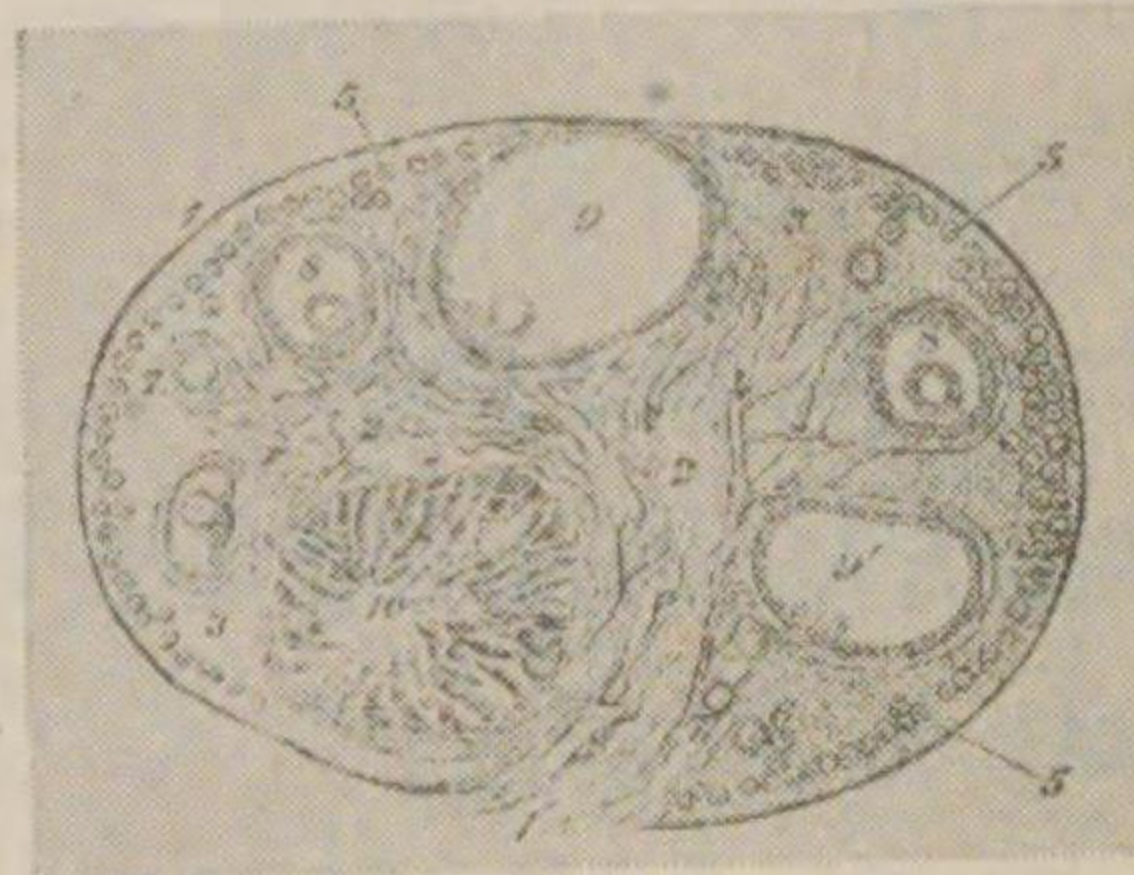
巢内のグラフ氏卵胞内の卵にも明かに見えるもので、ベネーデンやトーアの言ふ様に之れが細胞質の分泌したものなら之れが細胞膜に相當し、其の下の Vitelline membrane が原形質膜に當るといつて宜しい。併しフレミングやフィッシャー、ファンデアストリヒト等の言ふ様に透明帯を卵胞細胞の分



第七十一圖 グラフ氏卵胞内の卵(猫の)。

泌したものとすると、細胞膜と言ふには一寸難色も生ずる次第なのであるが恐らく、卵胞細胞から分泌された要素と卵細胞から分泌された要素と兩要素が加つて出来たものではないかと思はれるので、兎に角細胞膜といつてよい要素も有ることは争はれない様である。

卵巢の構造——卵巢の外表をなすものは腹膜の續きなる生殖上覆 Germinal epithelium で卵巢上覆とも言はれる。腹膜のよりは丈の高い柱狀細胞からなる上覆である。(精巢の Tunica vaginalis propria に相當するわけである)。之れの内側に、も一層精巢にあつた様な白膜 Tunica albuginea を識別する人も有るが、之れは結締組織の層で卵巢内に蔓延して居る結締組織なる Stroma (基質)との境は不明瞭である。此の基



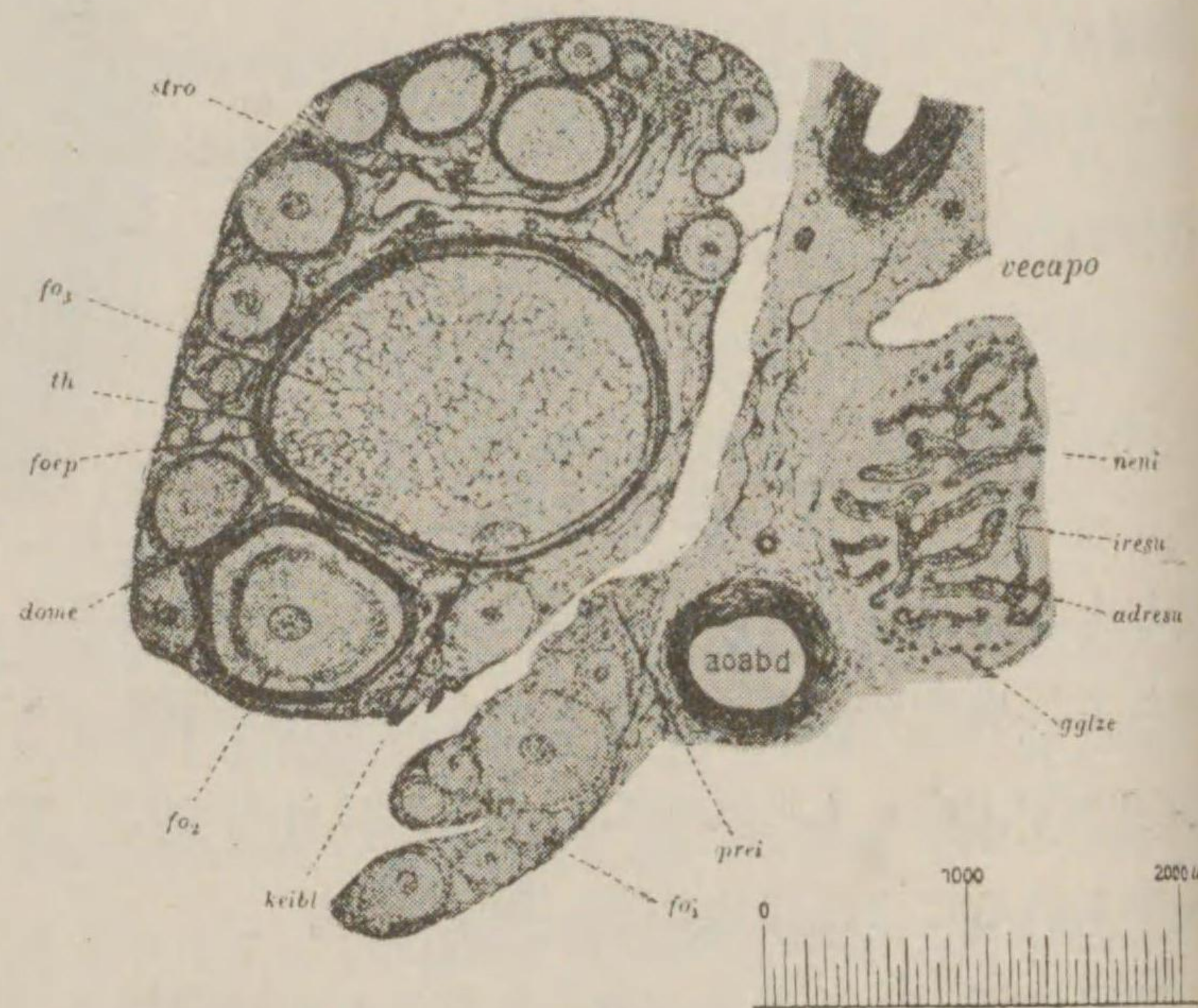
第七十二圖 哺乳類の卵巢の断面圖 (Schrön 氏圖)
1. 外膜, 2. 中央部の結締組織性基質, 3. 外部の基質, 4. 血管, 5. 卵胞群, 6—8 諸發育程度の卵胞, 9. 殆ど成熟せる卵胞, 9' 卵がすでに脱出せる卵胞, 10. 黄體。

質中に埋まつて卵胞 Egg follicle が澤山有るわけであるが、此の卵胞の發育を辿つて見ると、卵原細胞を含む卵巢上覆の枝がストローマ中に伸びて来てフリーゲル氏管 Pflüeger's tube 一名卵巢管 Ovarian tube となる。此のフリーゲル氏管が千切れて數箇の卵胞巢 Ovarian nests となる。各卵胞巢は數箇の卵胞の集合體で、次いで其の各卵胞が夫々に分離して個々の卵胞となるのである。

各卵胞は結締組織性の卵胞囊 Theca folliculi と、之れに包まれた卵胞細胞 Follicle Cells とから成り、卵胞細胞群に圍まれて卵が鎮座して居ると言ふ次第である。卵胞囊は

二層に識別せられ、全く結締組織性の外卵胞囊 Theca folliculi externa と、やゝ上覆的構造に近似した内卵胞囊 (Theca folliculi interna) とであつて、上覆なる卵胞細胞層との境には例によつて無核の基底膜(硝子膜)が生じて居る。卵胞細胞は顆粒膜 Membrana granulosa と稱せられ、

卵を圍む細胞の列數は一定ではない。哺乳類では斯る卵胞をグラーフ氏胞 Graafian follicle と言ひ、胞が大きくなるにつれて卵胞細胞間に空隙が出来、こゝに卵胞液がたまる。此の空隙は成熟に近い卵の卵胞では随分大きくなる。家兎のグラーフ氏胞内には卵の占めるべき位置に卵がなくて無核の等質的な物を認める場合が往々ある。此の物質はアニリンブルーでよく染ま



第七十三圖 ハトの卵巢の断面圖。prei 卵原細胞群, fo 1-3 卵胞(發育中の諸期), th 卵胞囊, foep 顆粒層, dome 卵黄膜, keibl 胚胞, Aoabd 腹大動脈, vecapo 下大靜脈幹, neni 副腎, iresu, adresu, gglze 交感神經節細胞(クローム嗜好性細胞)。

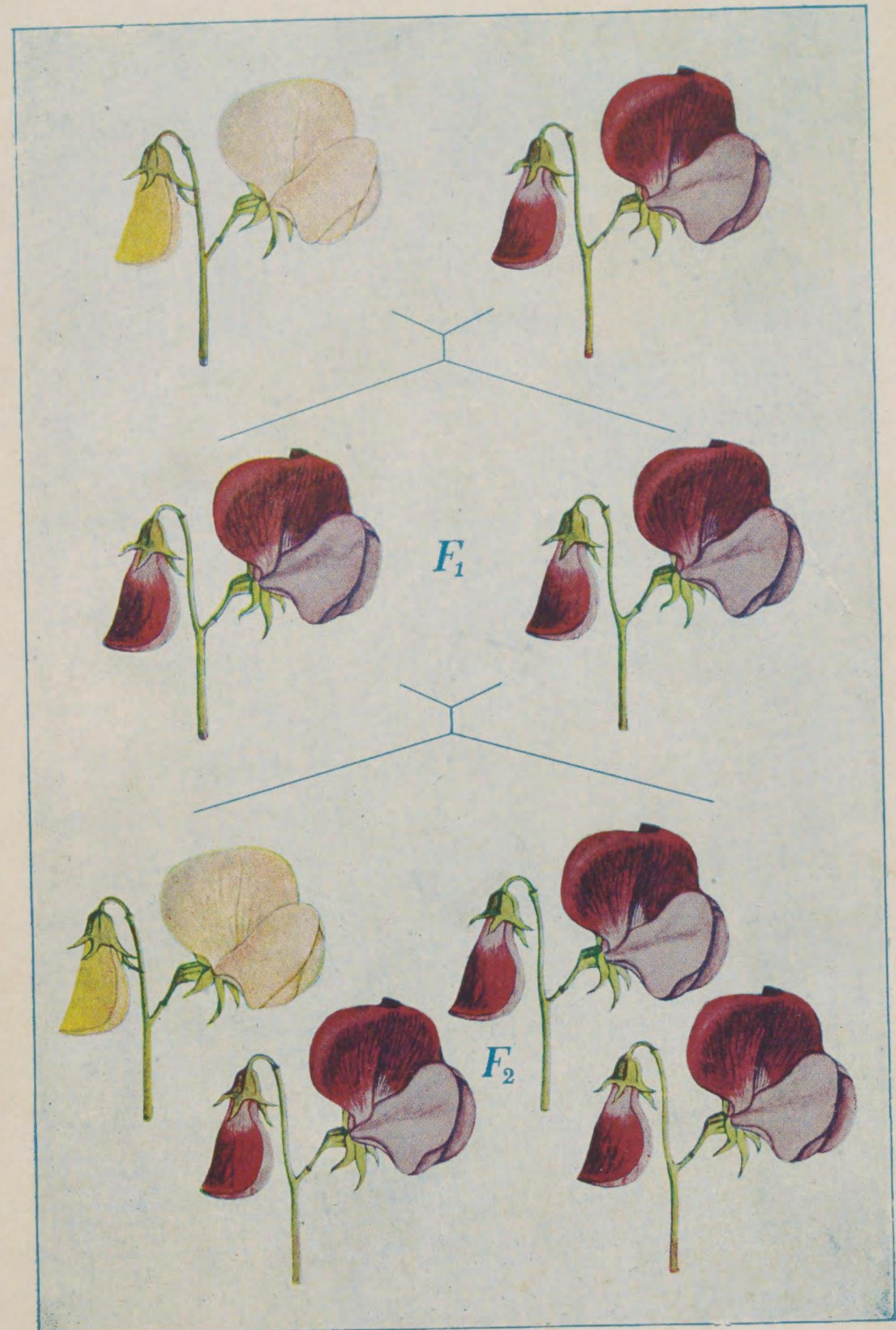
る點は卵の透明帯に似て居る。之れを Body of Call and Exner と呼ぶが此の物の本性に就いては卵胞細胞の退化した物と做す人と内分泌腺と做す人とある。卵胞液の前身と做す人もあるが之れはどうかと思ふ。

卵が排卵(卵巢から排出されること)せられる數日前から卵を包む顆粒細胞に變化が起り、即ち細胞質が擴大するので、核と核との距離は遠くなり、遂には細胞と細胞とが細胞質の枝によつて僅かに連結せられるに過ぎないことになり、次いで此處から、外側の顆粒細胞群と切れてグラーフ氏胞を離れる。此の時、卵に附いてゆく卵胞細胞が即ち放射冠をなすのである。卵がグラーフ氏胞から排出されると、胞内に残つた細胞はふくれて家では直徑 30μ 乃至 35μ となり(哺乳類によつては 60μ になる例さへある)、核も大きく丸くなり、中性脂肪は増加し、ミトコンドリアは今まで絲狀だつたのが粒状になる。斯く變形した細胞を黃細胞 Lutein cell と言ひ、斯くなれるグラーフ氏胞を黃體 Corpora lutea と言ふ。尤も黃細胞になるのは顆粒細胞のみではなくて、内卵胞囊の細胞も黃細胞に變形するとの報告もあるので、委しく言へば、黃細胞には、顆粒黃細胞 Granulosa lutein cell と卵胞囊黃細胞 Theca lutein cell と二種あると言ふわけになる。妊娠が持續する間は黃體はますます發育し、子が流産すれば黃體は退化する。否黃體が破れた場合は子は流産するとも言はれて居る所で、つまり黃體は胎兒を子宮壁にくつつけて置くに必要なホルモンを出す内分泌腺だと言ふ説がある。

兩棲類の様に卵が Retinacula で卵胞細胞群と連結されて居る單純な場合には此のレティナクラに前同様の細胞變化が起つて卵が卵胞と離れて排出される。

卵巢の間細胞群に就いて一言すれば、之れは哺乳類では可なり廣く認められて居るものであるが、ストローマの中にある上覆細胞状でリポイド顆粒を澤山含む細胞であつて、やはり精巢の間細胞と同様、二次性的特質の發達を支配するホルモンを分泌するものと考へられて居る。即ち女性の思春腺だと言ふのであるが、此の細胞群の由來に關しては、ブーアン Bouin やキン

グスビューリー Kingsbury (1914) は内卵胞囊の細胞から變成すると言ひ、ラ
スムッセン Rasmussen (1918) などは生殖上覆から由來したものとさへ唱へ
て居るが、結締組織なるストローマと同じ起原から變成したものと云ふ人が
多いのである。



エンドウの花色の遺傳

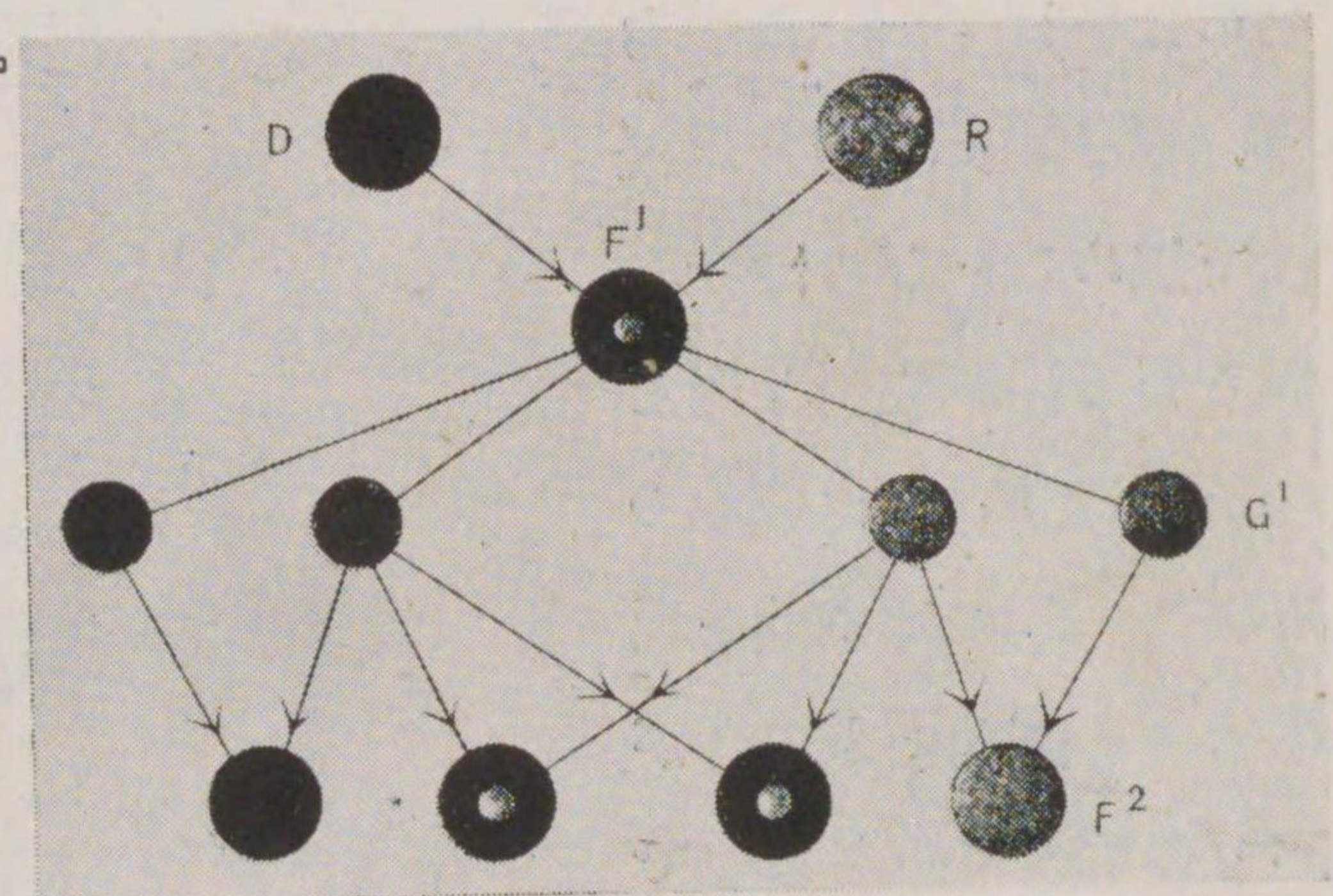
第二章 實驗遺傳學

第一節 メンデルの法則

遺傳の研究が今日の様に進歩した土臺となつたものは 1868 年にメンデル (Johan Gregor Mendel) の豌豆に就いて實驗した報告である。但し此の報告は其の後 30 年以上も學界の注目する所とならなかつたが、1900 年にコーレンス Correns 及びツェルマック Tschermak の兩研究家によつて學界に紹介せられ、諸研究者が之れを手引として色々遺傳の實驗をして見ると、メンデルの法則が却々よく當てはまることがわかつて來たと言ふ次第である。勿論今日ではメンデルの見出した遺傳現象の外にも色々な現象が知られて來たのであるが、細胞學的現象からの支持などは、メンデルの想像だもしなかつた程度に達して居るので、今日でも**メンデルイズム**と言ふと實驗遺傳學の別名と考へる人もある位である。それで先づメンデルの見出した二大法則から述べて其の後の變遷を一言することにする。

メンデルの第一法則といはれるものは**分離の法則 Law of Segregation**である。遺傳學の方では生殖細胞のことを**游接子 Gamete**、生殖細胞の受精の結果として出來た個體のことを**接合子 Zygote**とも稱するが、第一法則は即ち各單位形質の遺傳に關して言へ

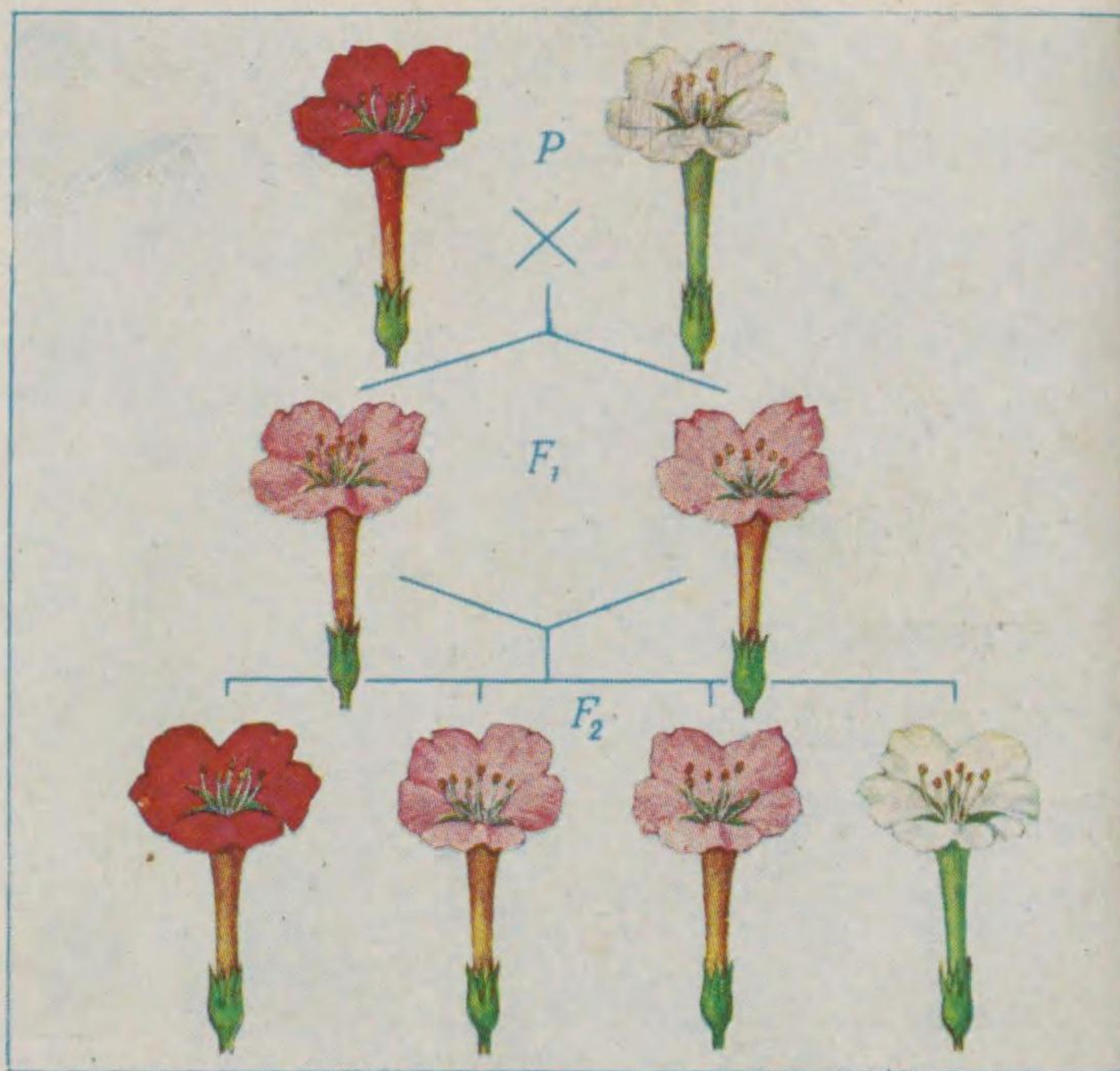
ば、接合子では父から傳へられた**遺傳物質 (Gene)**と母から傳へられた遺傳



第七十四圖 メンデルの分離の法則を説明する模式圖、D優性、R劣性、F¹第一代雜種、F²第二代雜種、G¹F¹の生殖細胞。

物質とは同居して居るが、それは融合してしまふのではなくて、同居にすぎないのであつて、游接子の成熟するに際して分離し、手を分ちて別々の游接子に入るのであつて、言ひかへれば、各游接子にはどちらか一方の遺傳物質のみが入つて居ると言ふのである。一例を以つて言へば豌豆の純粹な赤花の品種と純粹な白花の品種とを交配すると、**第一代雜種**即ち F_1 では赤花が**優性**なので皆赤花の豌豆であるけれども、白花の遺傳物質も潜在して居つて、 F_1 個體の生殖細胞には赤花の遺傳物質を含むものと白花の遺傳物質を含むものが半々の數に分離する證據には、これらの F_1 同士をかけあはせて出来る**第二代雜種**(F_2)には純粹な赤花のもの 1, F_1 の赤花の者と同様に雜種的な赤花の者が 2, 白花の者が 1 の割合に生ずるのである。外觀上からは純粹な赤花者と雜種的な赤花者とは豌豆では區別がつかぬので、赤花の者 3 に對して白花の者 1 即ち優性：劣性が 3:1 の割合に生ずるのである。メンデルのやつた豌豆の遺傳の場合には、莖の高さに於ては 6 呎の性質が優性で 1 呎のものが劣性、種子の胚乳の色は黄色なのが優性で、青いのが劣性、種皮の青いのは優性で白いのが劣性、種子の丸い性質は優性で皺めるのが劣性で、即ち皆優性が完全な例だつたので F_1 には優性のみ現れ、 F_2 には優性を現すものと劣性のものとが 3:1 の割合に生じたのであつたが、優性の完全でない場合には、もつと此

の分離の法則が明瞭にわかるのである。例へば「おしろいばな」では赤花の品



第七十五圖 オシロイバナの遺傳 (Correns による) P 元親, F_1 第一代雜種, F_2 第二代雜種。

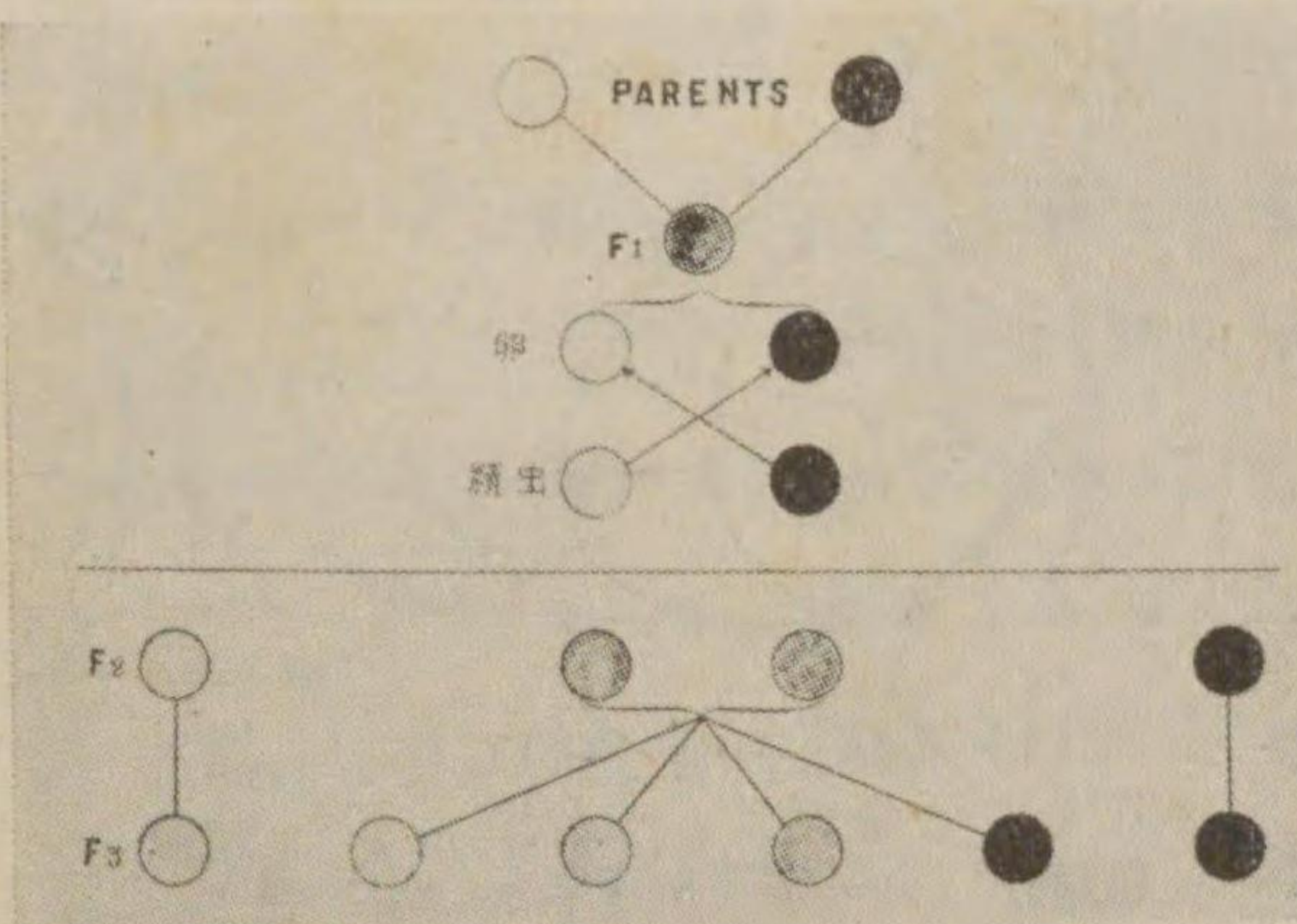
種と白花の品種とを交配すると F_1 は桃色の花のもののみであるが、之等同士を交配した F_2 では赤花のもの 1, 桃色の花のもの 2, 白花のもの 1 の割合に生ずるのである。 F_1 に出来る生殖細胞には、赤花の遺傳物質を含むものと白花の遺傳物質を含むものが半數づつあるとすると、組み合わせの方式に従つて丁度上の様な結果が出て来ることになるのである。

アンダルシヤンといはれる青暗色の雞なども、黒と白との第一代雜種であつて第二代雜種には黒 1, 青暗色 2, 白 1 の割合に生れるのである。之れを圖解して見ると次の様になるのである。



第七十六圖 白と黒との雜種としてアンダルシヤン雞の生ずることを示す。(Morgan 氏圖)

ベートソン Bateson は一方が顯れば一方が潜伏する**優性形質** Dominant character と**劣性形質** Recessive character との一對を**對等形質** Allomorph と名づけた。單位形質 Unit character と言つてもつまりは同じことになる。優性の完全な場合には兩親共から優性形質の遺傳物質を享けて居る者と、片親からのみ優性に相

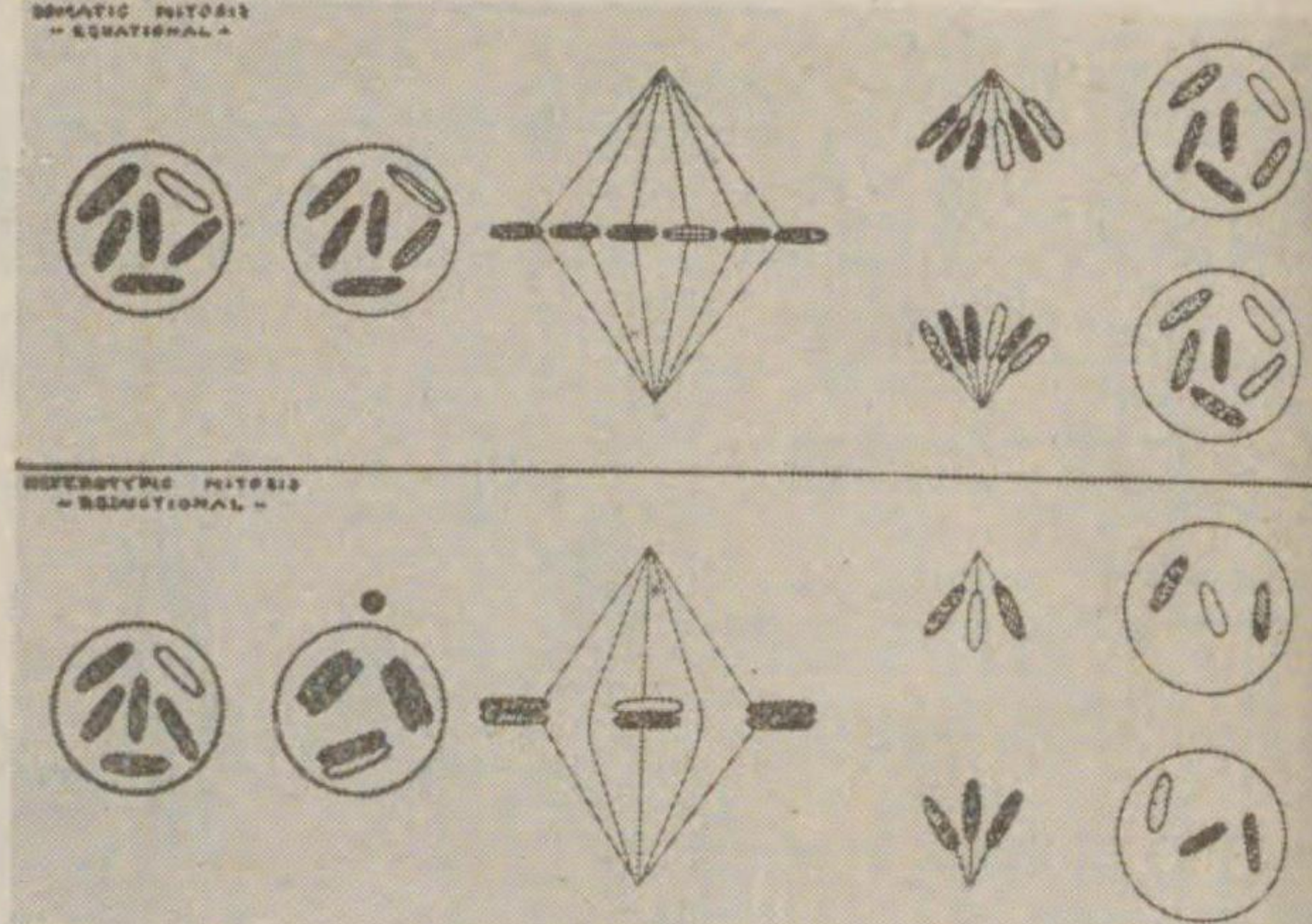


第七十七圖 第七十六圖の説明圖式。

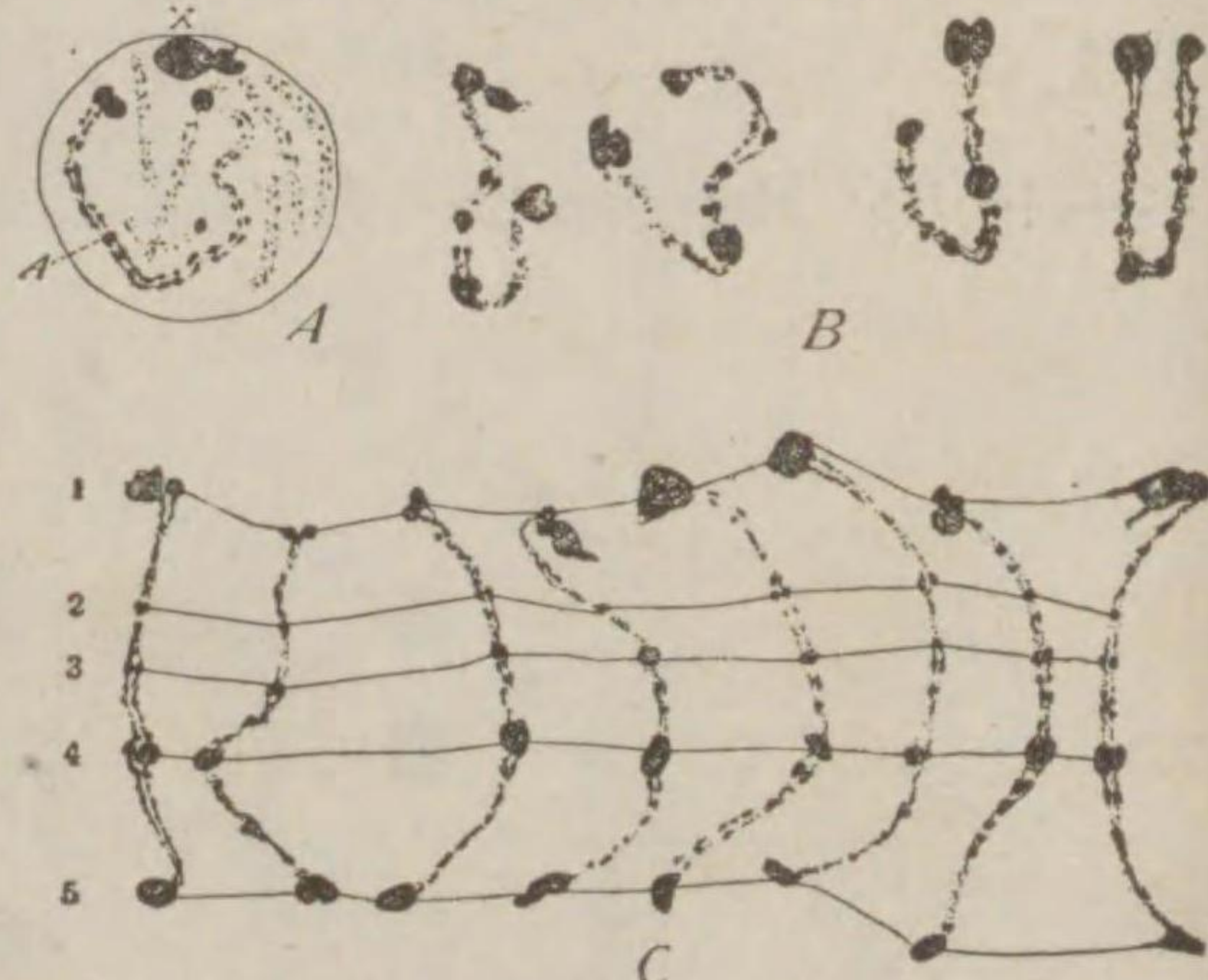
當する遺傳物質を享け、片親からは劣性に相當する遺傳物質を享けて居る者とは、外觀上は見分けがつかぬので、此の際には両者は遺傳物質的構造即ち**原型 Genotype** は異なるが外見上の形質即ち**顯型 Phenotype** は同一なりと稱する。一つの對等形質に於て兩方の親から同じ遺傳物質を傳へられて居る個體を**等齊接合子 Homozygote** といひ、相異なる因子を傳へられて居る、いはば不純な雜種的な個體をば**不等齊接合子 Heterozygote** と言ふ。分離の現象は不等齊接合子の子に於て目に立つわけである。又遺傳物質と言ふ代りに**因子 Factor** とか**遺傳素 Gene** とか言ふ語も用ゐられる。

メンデルは遺傳の實驗の上からのみ分離の法則の存在を覺つたのであるが、其後、細胞學が進歩してみると、丁度之れを裏書する様に、接合子では細胞内の染色体は對等の染色体が2箇づつ、即ちn種の染色体が2組入つて居るのである

が、生殖細胞の成熟する際に減數分裂が行はれて、對等の染色体が夫々手を別ちて別々の生殖細胞に入るので、成熟した生殖細胞にはn種の染色体1組だけを含むこととなり、斯る成熟した生殖細胞2箇が合體して接合子が出来るので、接合子の染色体は再び2nとなり、即ち對等の染色体が、父からのと母からのと合計2箇づつ同居するものであることがわかつて來た。それで遺傳物質が此の染色



第七十八圖 上段體細胞の有絲分裂に於ける染色体の分配。下段異型分裂によつて成熟生殖細胞の染色体が半減することを示す。

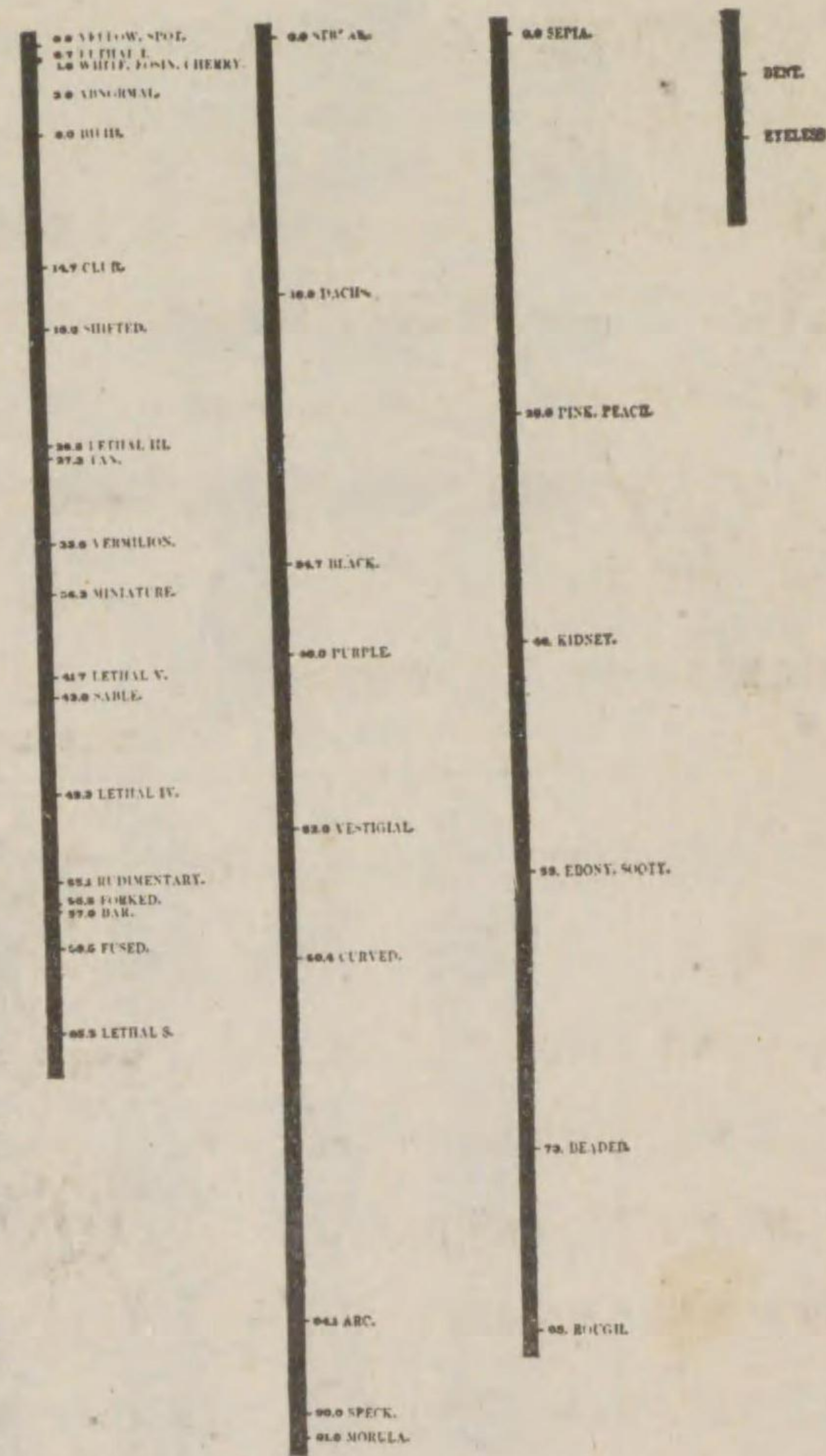


第七十九圖 一染色体も複合的構造なることを示す。A圖のXは性染色体。(Wenrich 氏圖)

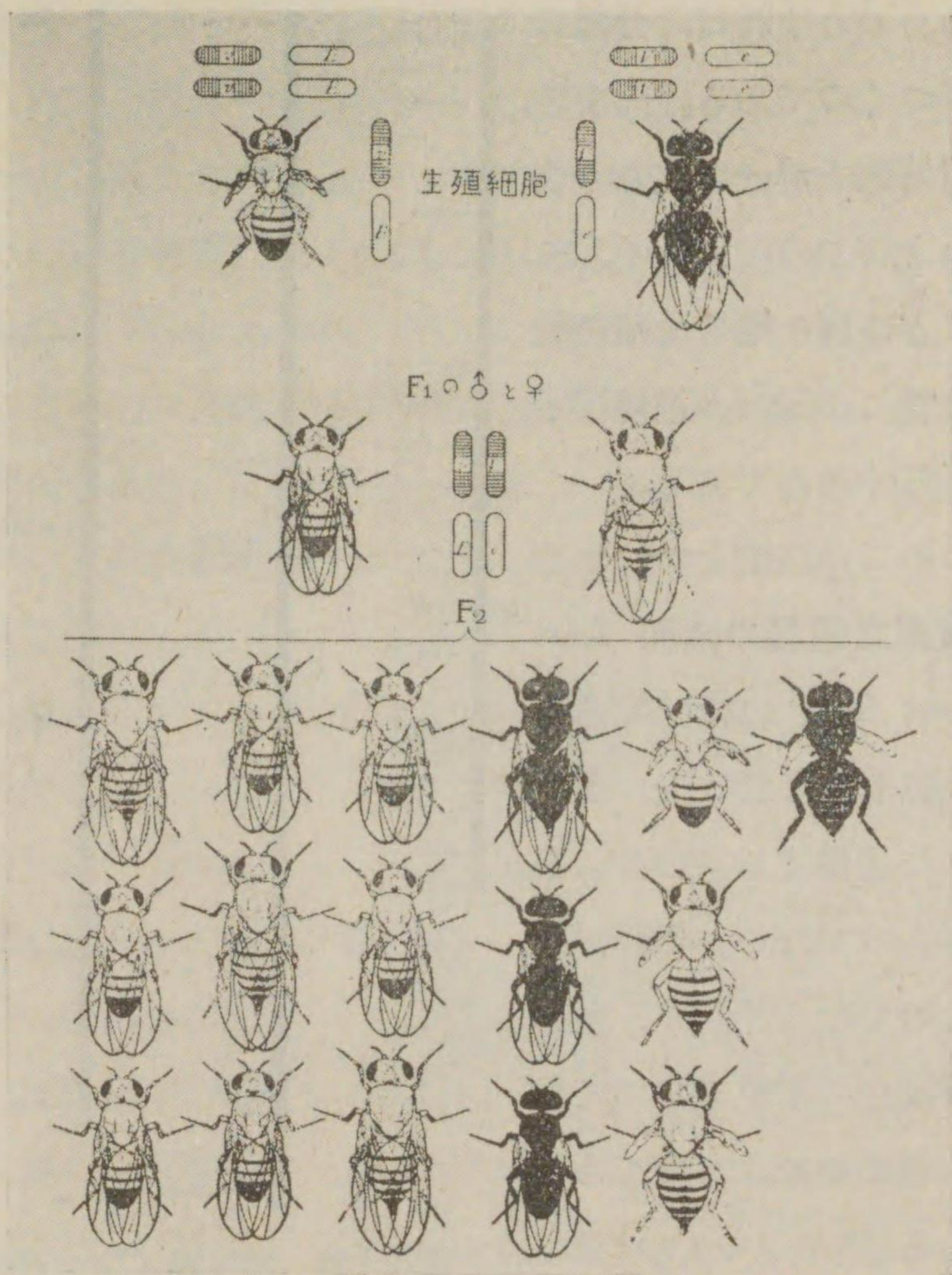
體に含まれるものとすれば、分離の法則の説明がつくのである。元より、一染色体に遺傳因子が一つ丈きり含まれて居らぬと言ふのではなく、モルガン教授などは**猩々蠅**の生殖細胞の4箇の染色体に3500の遺傳因子を想定して居るぐらゐである。

メンデルの第二の法則といはれるのは**單位形質獨立遺傳の法則 Law of Independent Inheritance** なるものであつて、各單位形質は夫々獨立に、個々別々に遺傳するもので、必ずしも相伴ふものでない。個體が遺傳上の單位なのではなくして、各單位形質が夫々獨立の單位であつて個體は其の寄木細工の如きものであると言ふのである。例を以つていへば、**猩々蠅**の一方の親は翅の長い性質と體が黒檀色な性質とを持つて居り、

他の親は翅が痕跡的で體が灰色なる場合には、どちらが父、どちらが母である場合でも第一代雜種は皆長翅で灰色なのである。それはつまり長翅は痕跡翅に對して優性で、灰色は黒檀色に對して優性だからであつて、即ち各單位形質が夫々獨立に遺傳した結果、優性だけが現れるのであつて、翅の長さや體色とは必ずしも相伴つて遺傳するものではないことを示すものである。F₁ 同士の子たる F₂ になると同様の理に従つて、長翅にして灰色の者 9、長翅にして黒檀色の者 3、痕跡翅にして灰色な者 3、痕跡翅にして黒檀色の者 1 の割合に生ずるのである。之れを圖解すれば次の様になる。



第八十圖 **猩々蠅 (Drosophila)** の四染色(原數)の各に諸遺傳因子の含まれる有様を實驗遺傳學上より判定せる圖。(Morgan 氏圖)



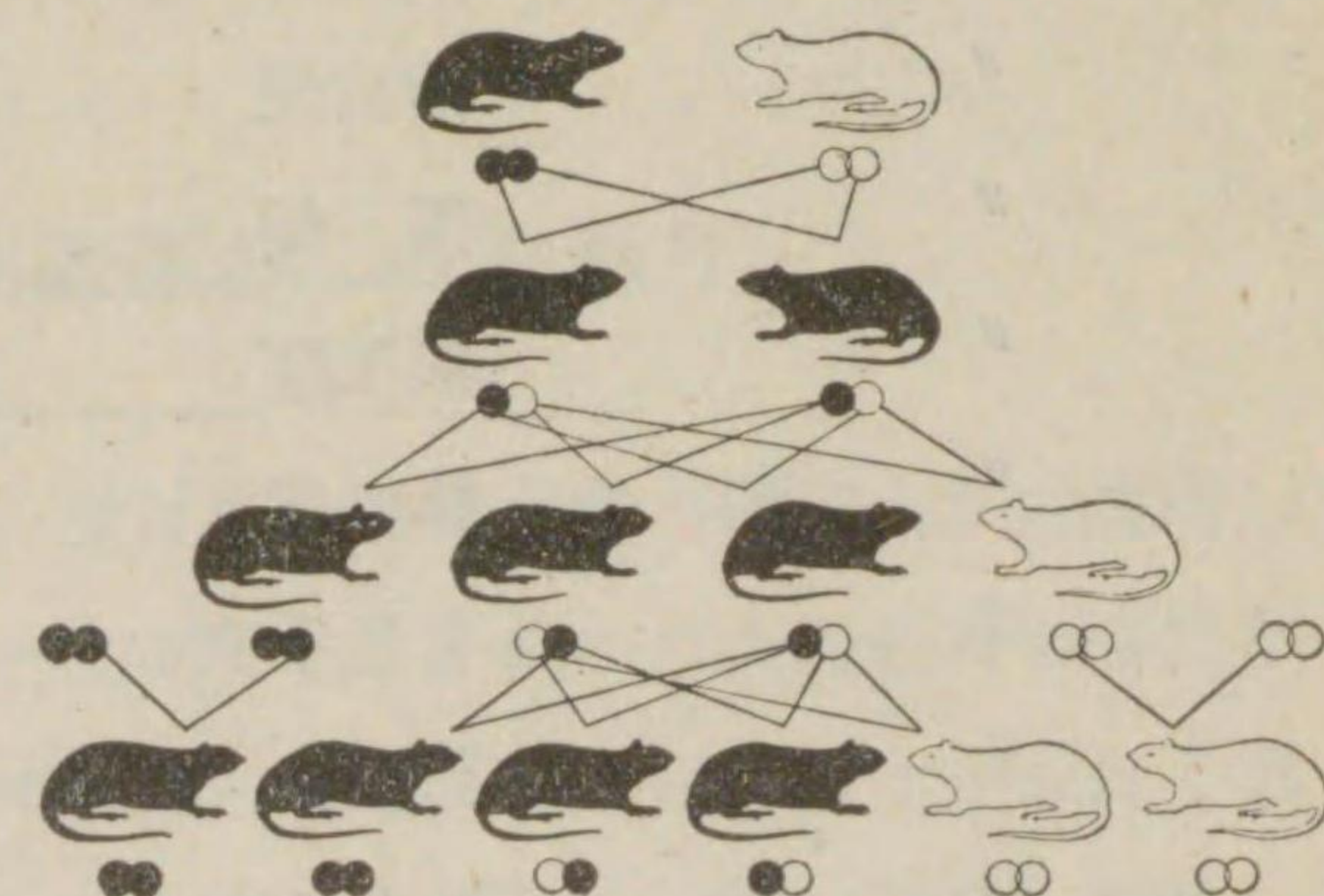
第八十一圖 猩々蠅の二つの對等形質の獨立遺傳の法則の圖解。(Morgan 氏圖)

L を長翅の因子, l を痕跡翅の因子, G を灰色の因子, g を黒檀色の因子と

LG 長 ₁	LG 長 ₂	LG 長 ₃	LG 長 ₄
LG 灰 ₁	IG 灰 ₅	Lg 灰 ₇	lg 灰 ₉
IG 長 ₂	IG 短 ₁	IG 長 ₃	IG 短 ₄
LG 灰 ₂	IG 灰 ₁	Lg 灰 ₈	lg 灰 ₃
Lg 長 ₃	Lg 長 ₄	Lg 長 ₅	Lg 長 ₆
LG 灰 ₃	IG 灰 ₆	Lg 黒 ₁	lg 黒 ₃
lg 長 ₄	lg 短 ₂	lg 長 ₅	lg 短 ₆
LG 灰 ₄	IG 灰 ₂	Lg 黒 ₂	lg 黒 ₄

すれば, 第一代雜種の接合子の構造は LiGg であるから, 其の生殖細胞は LG, lG, Lg, lg の四通り出来る。故に F₂ は長・灰 9, 長・黒 3, 短・灰 3, 短・黒 1。

上の例は二つの單位形質即ち二對の對等形質の獨立遺傳の例であつたが三對以上の對等形質の場合でも同様であつて, 何對でも第一代雜種では優性な形質のみあらはれるけれども, 第二代雜種(F₂)にはどんな形質の子がどんな割合に生ずるかは組み合わせの法式によつて知ることが出来るのである。即ち



第八十二圖 ダイコクネズミの遺傳に際し黒が優性, 白が劣性なることを示す。(Qüenot 氏による)

對等形質の數	F ₂ に現れる個體の種類	各種の個體の數の割合
1	2	3 : 1
2	4	9 : 3 : 3 : 1
3	8	27 : 9 : 9 : 9 : 3 : 3 : 3 : 1
⋮	⋮	⋮
n	2 ⁿ	(3 : 1) ⁿ

である。メンデル以後に此の獨立遺傳の法則にも併し例外があることが知られて來たことは後に改めて述べる。

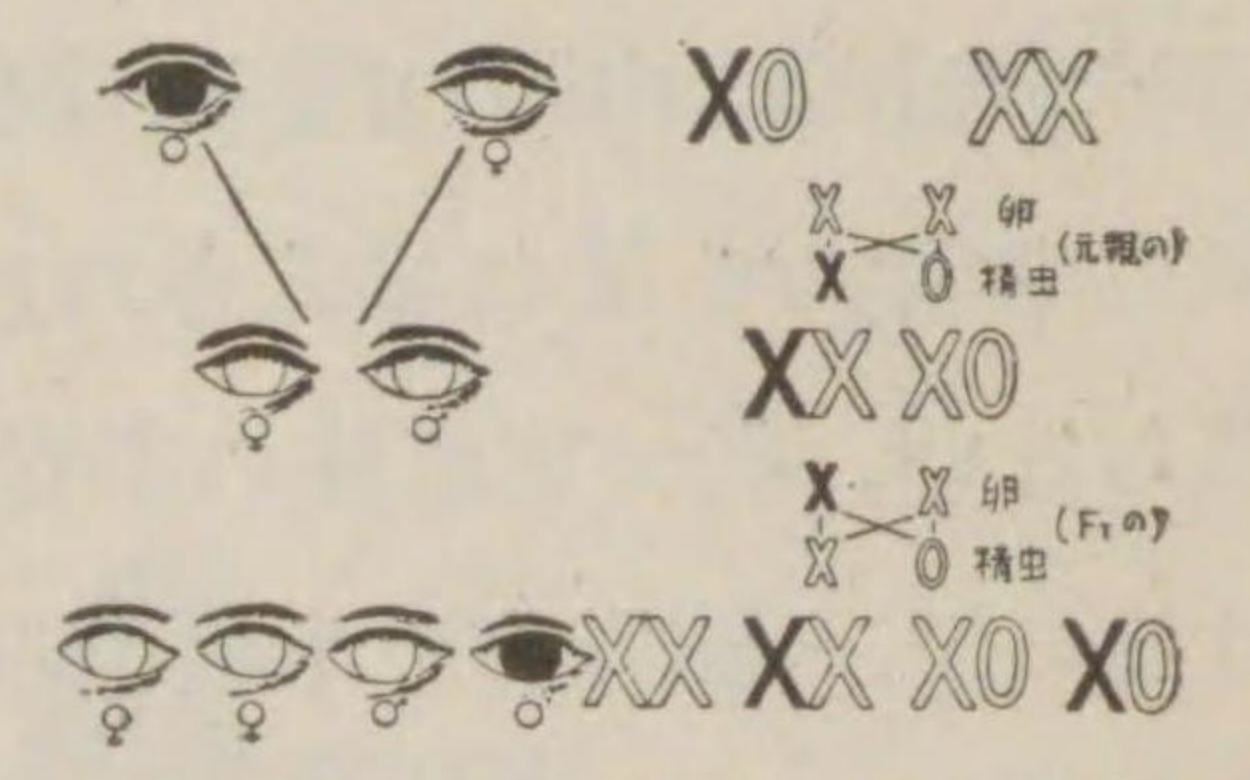
動物界に於ける, 優性の完全な又はやゝ完全に近い例を少し表示すれば

種類	優性	劣性
人	短身	長身
"	短指	普通指
"	多指	普通指
"	茶目	青目
"	普通唇	兔唇
"	ハプスブルグ型唇	普通
"	音楽の才なし	音楽の才あり
"	縮毛	直毛

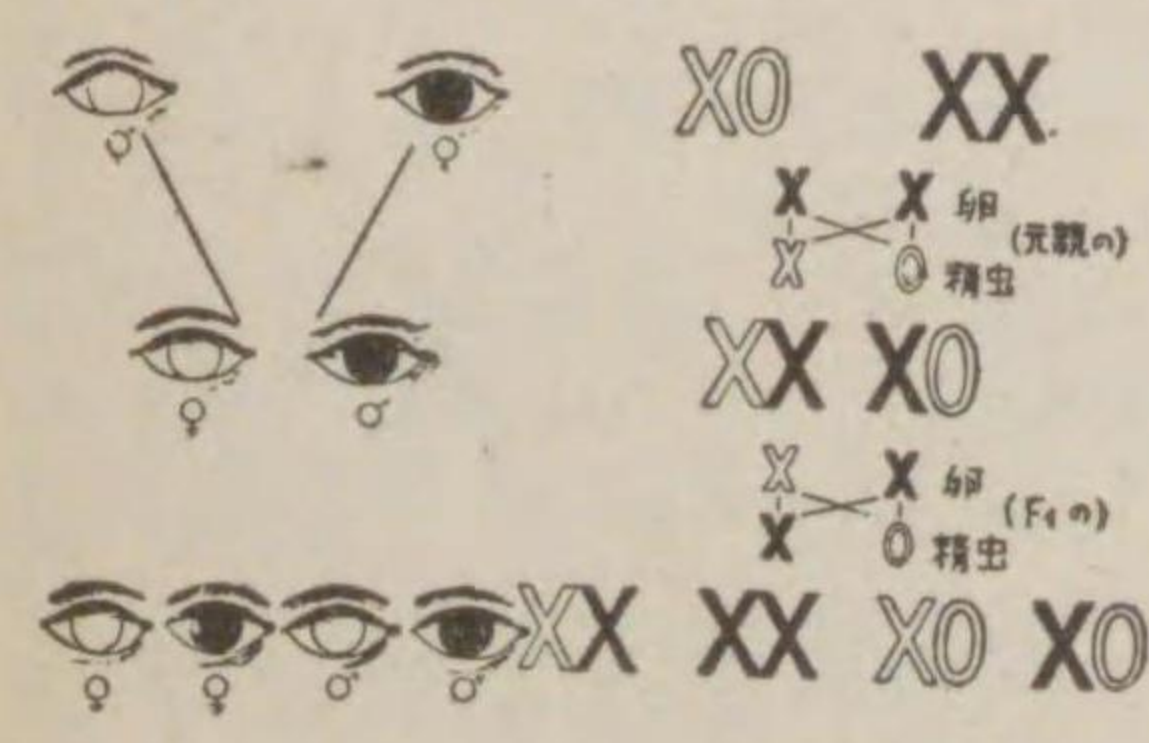
"	前白髮	普通
"	黒髮	赤髮
"	無毛症	普通
"	鱗皮症	普通
兎	有色毛衣	白色毛衣
"	野生色	黒色
鼠	野生色	黒
"	黒	白
海猪	有色毛衣	白色毛衣
"	短毛	長毛
牛	無角	有角
馬	葦毛	鹿毛や栗毛
犬	短毛	長毛
"	彎曲脚	正常脚
狐	赤	黒
雞	荳冠	單冠
"	薔薇冠	單冠
"	多卵性	少卵性
金翅鳥	有冠	平頭
金魚	普通目	出目
蠶	黒	白
"	條入り	條ナシ
"	黄繭	白繭
猩々蠅	長翅	痕跡翅
"	體色灰色	體色煤色
蝸牛	一黒條	三黒條

第二節 偏性遺傳と「入れ換り」

單位形質獨立遺傳の法則の除外例の様な場合も染色体の研究上から説明し得る様になつたのはメンデル以後の一進歩である。例へば人の色盲の素質などは、父からは娘に丈傳つて男の子には傳らない。男では片親丈から此の素質が傳れば色盲が發現するのであるから、若し男の子にも傳はるものなら母系に少しも色盲の素質がなくとも、父が色盲なら男の子も半数位は色盲になり相なものだが、父から男子には決して傳らない。女では色盲は兩方の親から其の素質を享けないと發現しないから、父丈から色盲の素質が傳つた場合には娘自身は色盲にならぬけれども、其の素質を不等齊接合子的に含んで居る證據には、其の娘の生んだ男の子の半数位は色盲になるのである。若し母が色盲ならばそれは母は兩方の親から色盲の素質を傳へられた場合であるから、即ち等齊接合子的な色盲で、其の生殖細胞にはすべて之れを含むから、其の母から産れる男の子は全部色盲であるし、娘にも潜在的に傳はるのである。扱色盲の素質が母からは男の子にも女の子にも傳り得るが、父からは娘にのみ傳つて男の子には傳らぬと言ふ事はどうして起るのであらうかと言ふと、色盲の遺傳物質は常にX染色体にのみ含まれて居るものとすると説明がつくのである。何うしてかと言ふに、細胞學の章に述べた様に人の性染色体は女ではXXで男ではXY(一派の人によればXO)である。したがつて卵にはすべてXを含むけれども、減數分裂の結果、精蟲にはXを含むものと、Y(又はO)を含むものと兩方あるわけで、Y(又はO)を含む精蟲即ちXを含まぬ精蟲で受胎した子供の性染色



第八十三圖 父のみが色盲なる際の遺傳形式。(Morgan 氏より)



第八十四圖 母のみが色盲なる際の遺傳形式。(Morgan 氏より)

體は XY (又は XO)となりて男となり、X を含む精蟲で受胎した個體は XX 性染色體を含むことになるわけで、之れが即ち女である。従つて父の X にのみ含まれる色盲の素質は X を父から享けない男の子には傳はる筈がなく、女の子にのみ精蟲内の X 染色體に擔はれて傳はるわけなのである。血友病の遺傳も此の形式である。

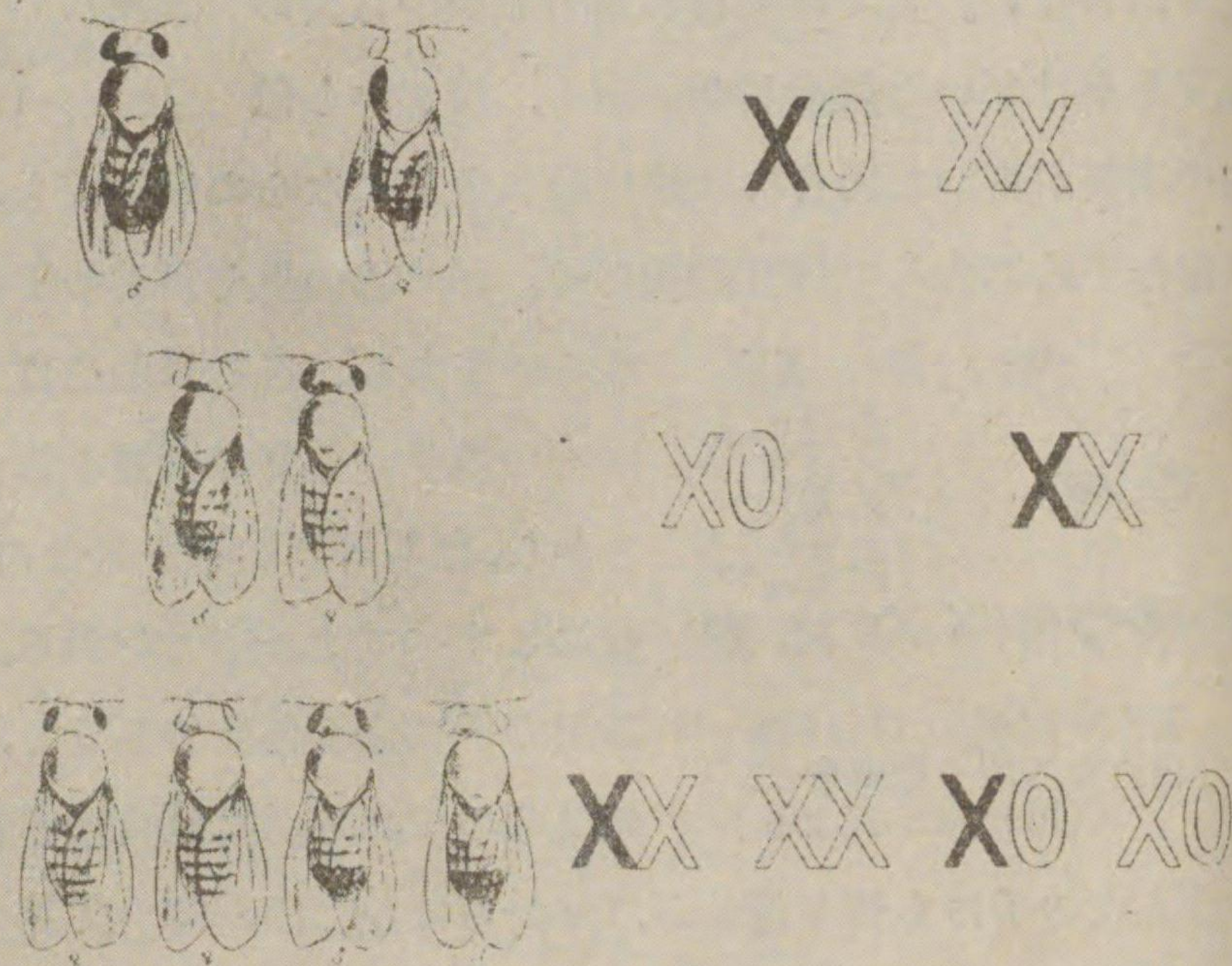
猩々蠅 (Drosophila) に於ても一體から言ふと赤眼が優性で白眼が劣性なのであるが、白眼の雌と赤眼の雄とを交配した場合に限つて、雄の赤眼は X にのみ入つて Y には入らないので F₁ の雌 (XX) にのみ傳つて雄 (XY) には傳らない。従つて赤眼の素質は F₁ の不等齊接合子の雌からのみ F₂ に傳はるので、即ち卵の半數のみが赤眼の素質を含むので、F₂ に於いても雌の半數、雄の半數

のみが赤眼で他は白眼である。

即ち赤眼と白眼とはメンデルの 3:1 の比の代りに 1:1 なの

であるが、此の例も赤眼の因子は X 染色體にのみ含まれるもの

とすると容易に説明し得るのである。何となれば、此の例では母は白眼であるから (XX であるけれども) どちらの X にも赤眼の素質は含まれないし、雄は赤眼であるけれども XY であつて、Y には赤眼の因子は含まれないのであるから、Y を含む精蟲で受精された場合にのみ



第八十五圖 猩々蠅の目の色の偏性遺傳を示す圖。雄は XO とあるけれども O は此の際は Y が持つ眼の因子を含まぬことを示すだけで雄の染色體的構造は XY なのである。(Morgan 氏圖)

ば、此の例では母は白眼であるから (XX であるけれども) どちらの X にも赤眼の素質は含まれないし、雄は赤眼であるけれども XY であつて、Y には赤眼の因子は含まれないのであるから、Y を含む精蟲で受精された場合にのみ

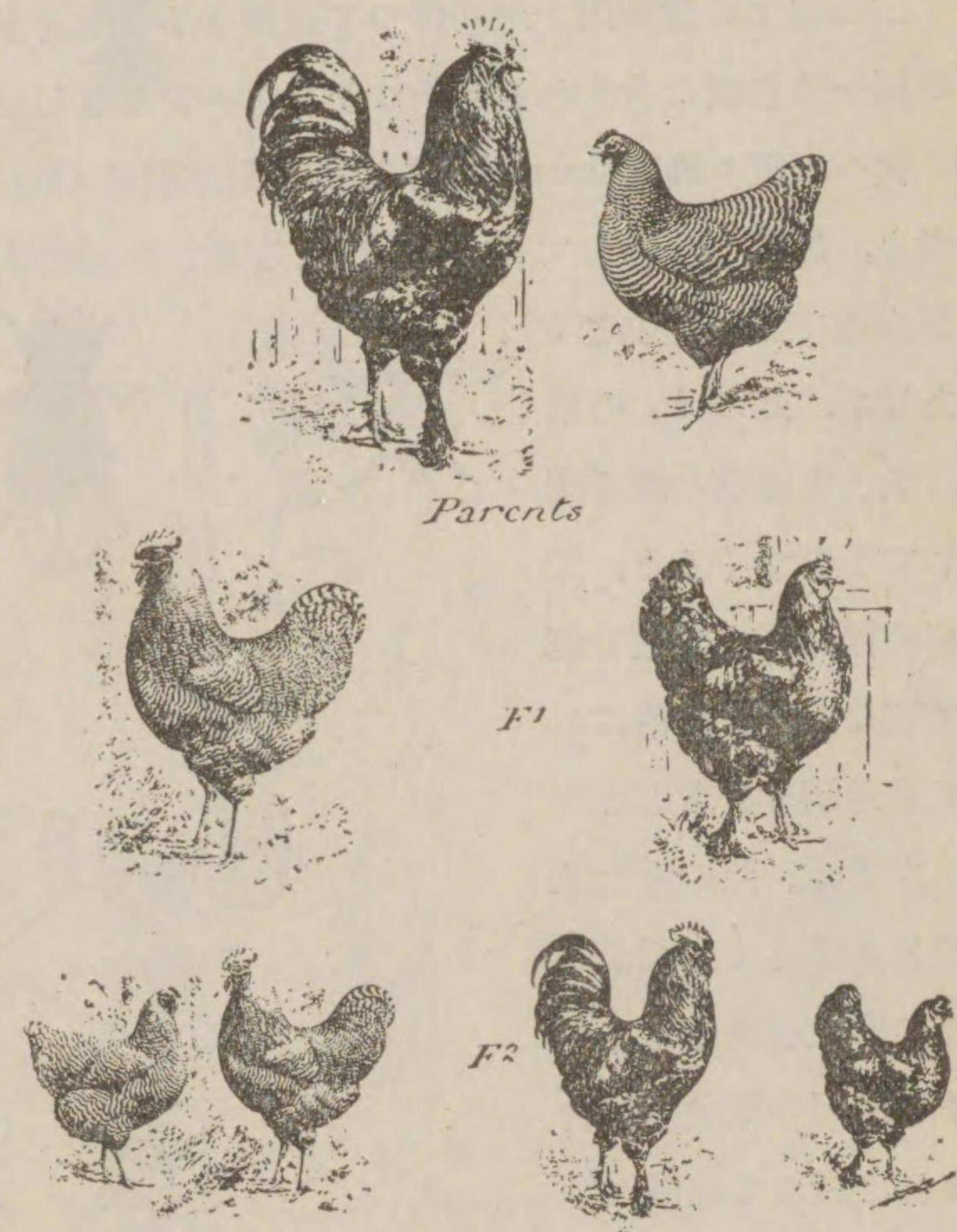
産れる F₁ の雄には赤眼因子は傳らず、X を含む精蟲によつて F₁ の雌にのみ傳はるので、F₁ 同士の交配による F₂ では赤眼の素質は F₁ の雌からのみ卵の半數を通して傳はるわけで、赤眼と白眼とが 1:1 になるのである。猩々蠅では斯る雌雄性の決定によつて支配される偏性遺傳 Sex-linked inheritance が 50 例も知られて居る。雞や蛾では性染色體の方から言ふと、卵に二種あつて、どちらの卵が受胎するかによつて子の雌雄性が決定せられるのであつて、此の場合には雄の性染色體は ZZ で雌のは ZW であるといはれるが、雌からは Z を含む卵によつて F₁ の雄にのみ傳はり、したがつて F₂ にはやはり優性と劣性とが 1:1

の割合に生ずるのである。其の一例としてプリマウスロク

の波斑性はラングシヤンの黒に對して優性なのであるが、プリマウス色の雌と黒いラングシヤンの雄とを交配した場合に限つて、F₁ は雄はプリマウス色で雌は黒、F₂ では雌も雄も半數づつプリマウス色とラングシヤン (黒) 色なのである。

以上は遺傳物質が性染色體に含まれる場合には其の遺傳は性の決定と相關聯して來る事とを述べたのであるが、一體に遺傳因子が同一の染色體に含まれる諸形質は相伴つて

たのであるが、一體に遺傳因子が同一の染色體に含まれる諸形質は相伴つて



第八十六圖 雞の偏性遺傳の一例 (本文参照)。(Morgan 氏圖)

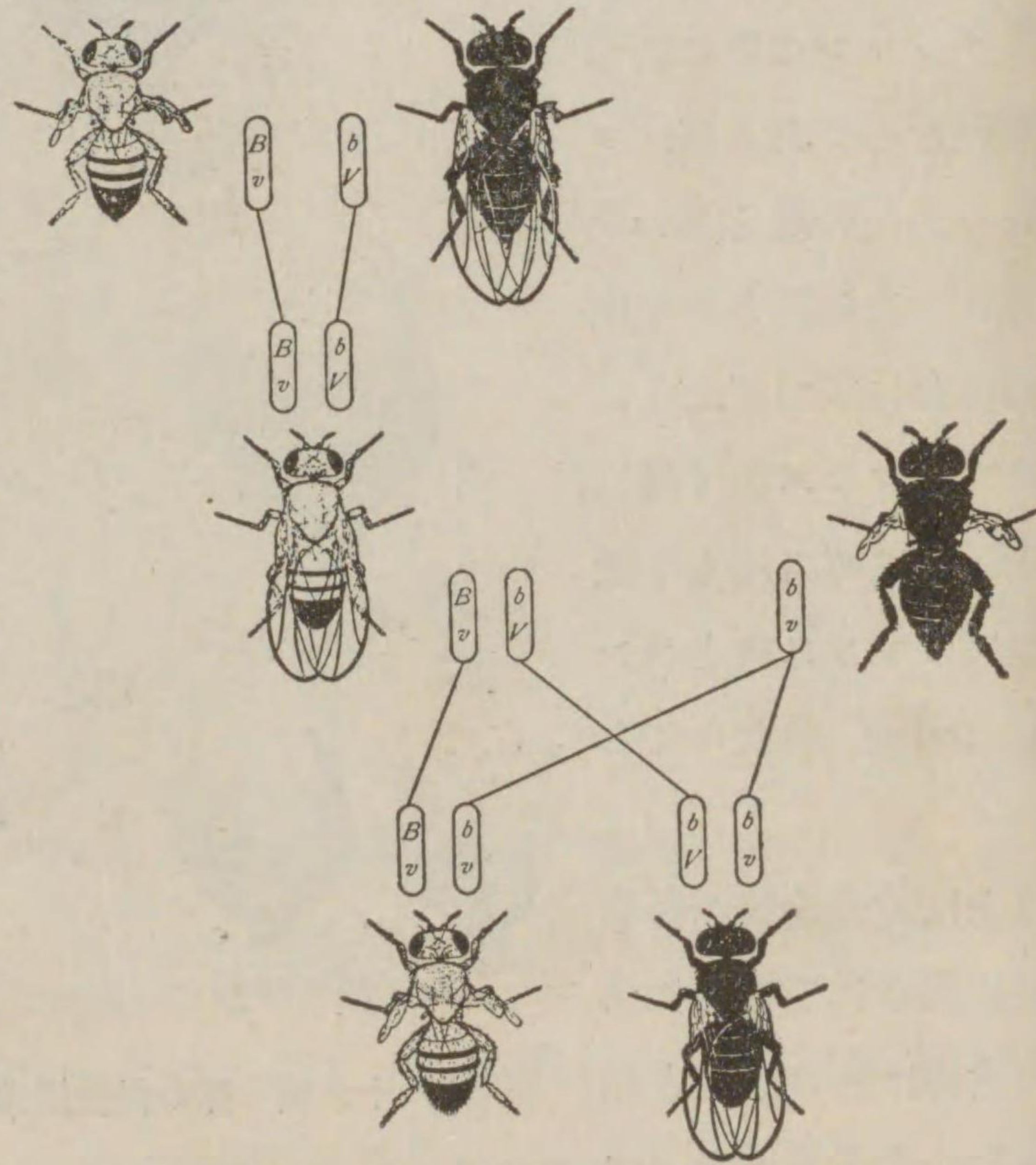
遺傳する機会が多いわけで、形質の相關といふことがちつともないと言ふことは言へないのである。例へばス・トピーには花の色の赤いのもあれば紫のものもあり、花粉の長形なのもあれば圓形なのもあるが、長形花粉性は紫花性と、圓形花粉性は赤花性と結合しやすいもので、長形花粉にして紫花のものは圓形花粉にして紫花のものの 12 倍も有るし、圓形花粉にして赤花のものは長形花粉にして赤花のものの 3 倍以上有ると言ふ。

即ちメンデルの單位形質獨立遺傳の法則には補正を要することになつて來たわけである。

二つ以上の遺傳因子が相伴つて遺傳することを **リンケージ Linkage** と言ひ同一染色體に含まれる因子はリンケージをなしやすいわけである。

例へば猩々蠅 (*Drosophila*) に於て野生體色 (B) と痕跡翅 (v) とを有する者と、黑色 (b) にして普通翅 (V) なる者とを交配すればその第一代雜種は皆野生色で普通翅の者であるが、此の F₁ の雄に黑色痕跡翅の雌を配して子をつくると、元祖の様に野生體色で痕跡翅なる者と黑色にして普通翅なる者とのみが生ずる。此の場合は體色を決定する因子と翅の形狀を決定する因子とが同一染色體に含まれて居つて、兩因子が別の染色體に含まれることにならなかつた

(即ち兩因子がリンケ



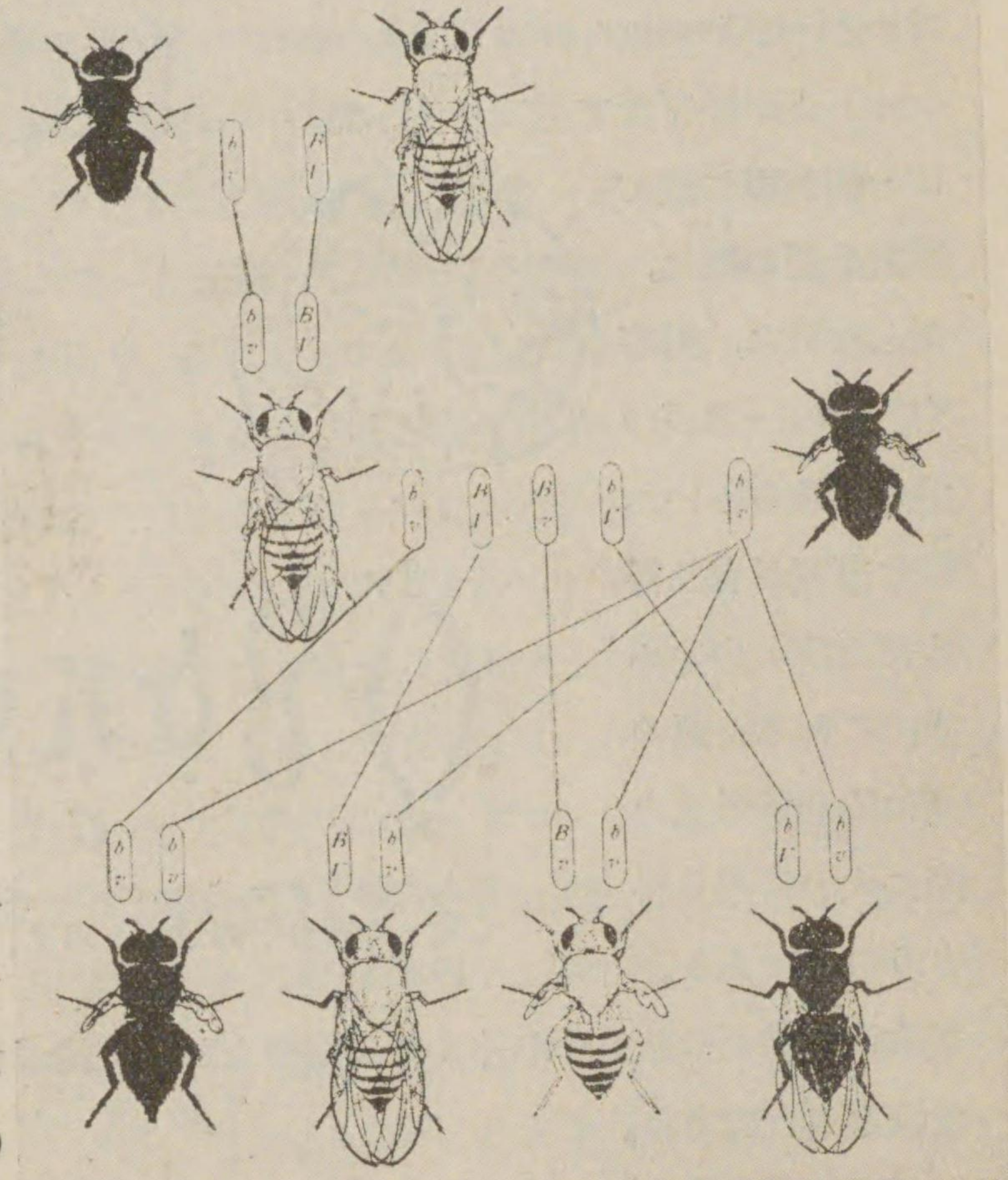
第八十七圖 猩々蠅に於けるリンケージの一例 (本文参照)。(Morgan 氏圖)

ージをなして居つた) とすると立派に説明し得ること圖の示す通りである。即ち一方の元祖の染色體は Bv の構造であり他方の元祖のは bV と言ふ構造だつたわけであるが、F₁ の生殖細胞に於ても其の染色體は元のまゝ Bv なる者と bV なるものと丈で BV とか bv とかいふ組み合わせの染色體が生じなかつたとすると、上述の様な結果が當然生ずるわけなのである。

所が之れと反對な結果が生ずる例も知られて居るのである。例へば黒くて (b) 痕跡的翅 (v) な猩々蠅と野生色 (B) で普通翅 (V) な者とを交配する

と第一代雜種は一方の親から vb, 他方の親から BV なる遺傳質をうけて、優性丈が発現して皆野生色、普通翅の者のみが生ずることは勿論だが、此の F₁ の雌に黑色、痕跡翅な雄 (bv) を配して子をつくると圖に示した様に、黒くて短翅な者 (bv+ bv) と野生色で普通翅な者 (BV+ bv) との外に野生色にして痕跡翅な者 (Bv+ bv) と、黑色にして普通翅な者 (bV+ bv) とが出来るのであつた。

後の二者はどうして出來たのであらうかと考へると、F₁ の雌と交配した雄は兩形質共劣性であるから、其の染色體的構造は bv+ bv 以外にあり得ないので、従つて精蟲は皆 bv だつたのである。さうすれば即ち F₁ の雌が元親から享けた染色體的構



第八十八圖 猩々蠅に於けるクロッシングオーバーの一例 (本文参照)。(Morgan 氏圖)

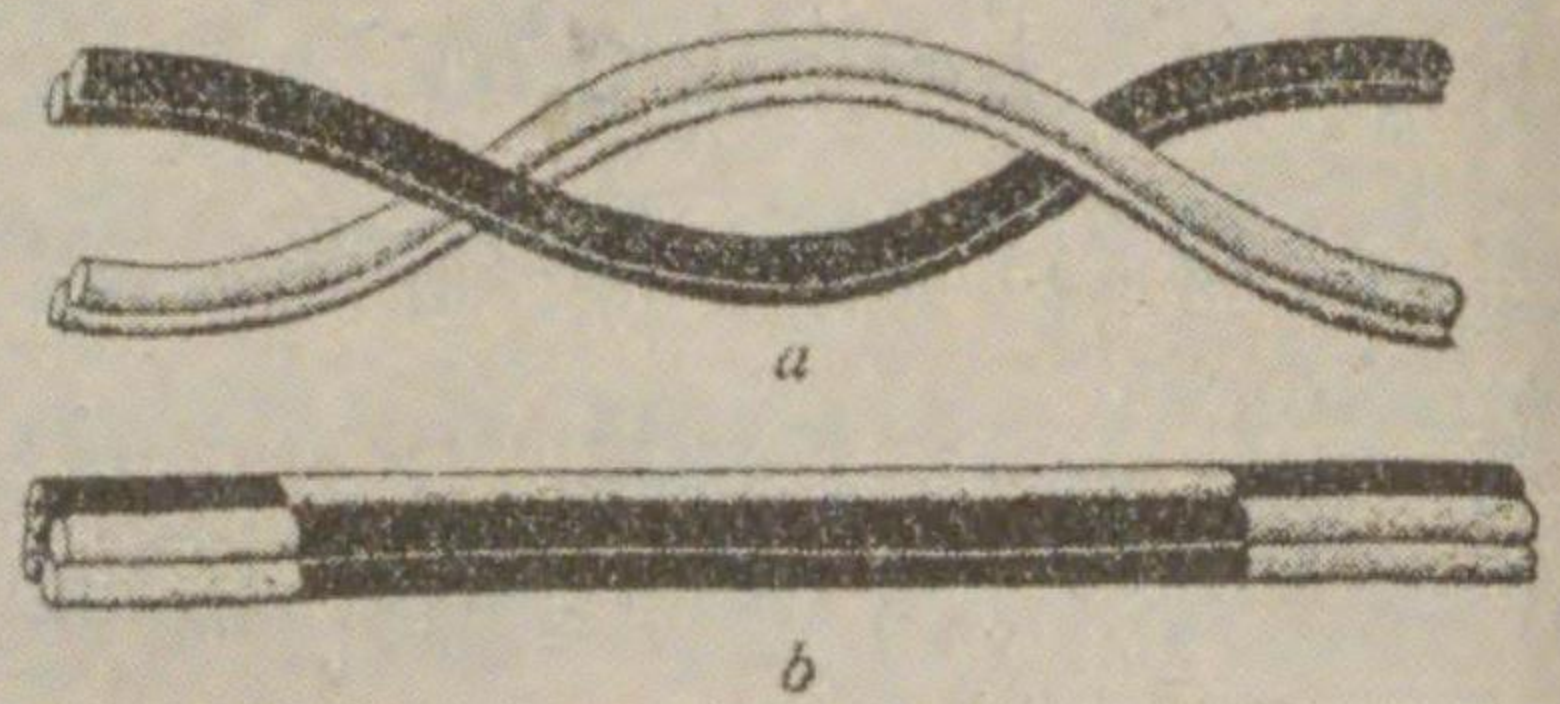
造は $bv+BV$ であつたにも係らず、 F_1 の出す卵には bv, BV の外に Bv, bv なる組み合わせの染色体が新に出来たものといはざるを得ないのである。いひかへれば生殖細胞の成熟の際に、對等する染色体 bv と BV との一部づつが入れ換つて圖の如くにして bV, Bv なる構造の染色体が出来たものと言はざるを得ないのであつて、斯くの如き現象を**入れ換り**とか**クロッシングオーバー**(Crossing over 又は Cross-over) とか呼びなすのである。然ら

ば一體實際に於て減數分裂の際に、斯んな風に、對等染色体の一部づつが入れ換るといふ様な事實が有り得るだらうかといふと、これまた圖の様に四分子形成の際に大いに起り得さうなのである。

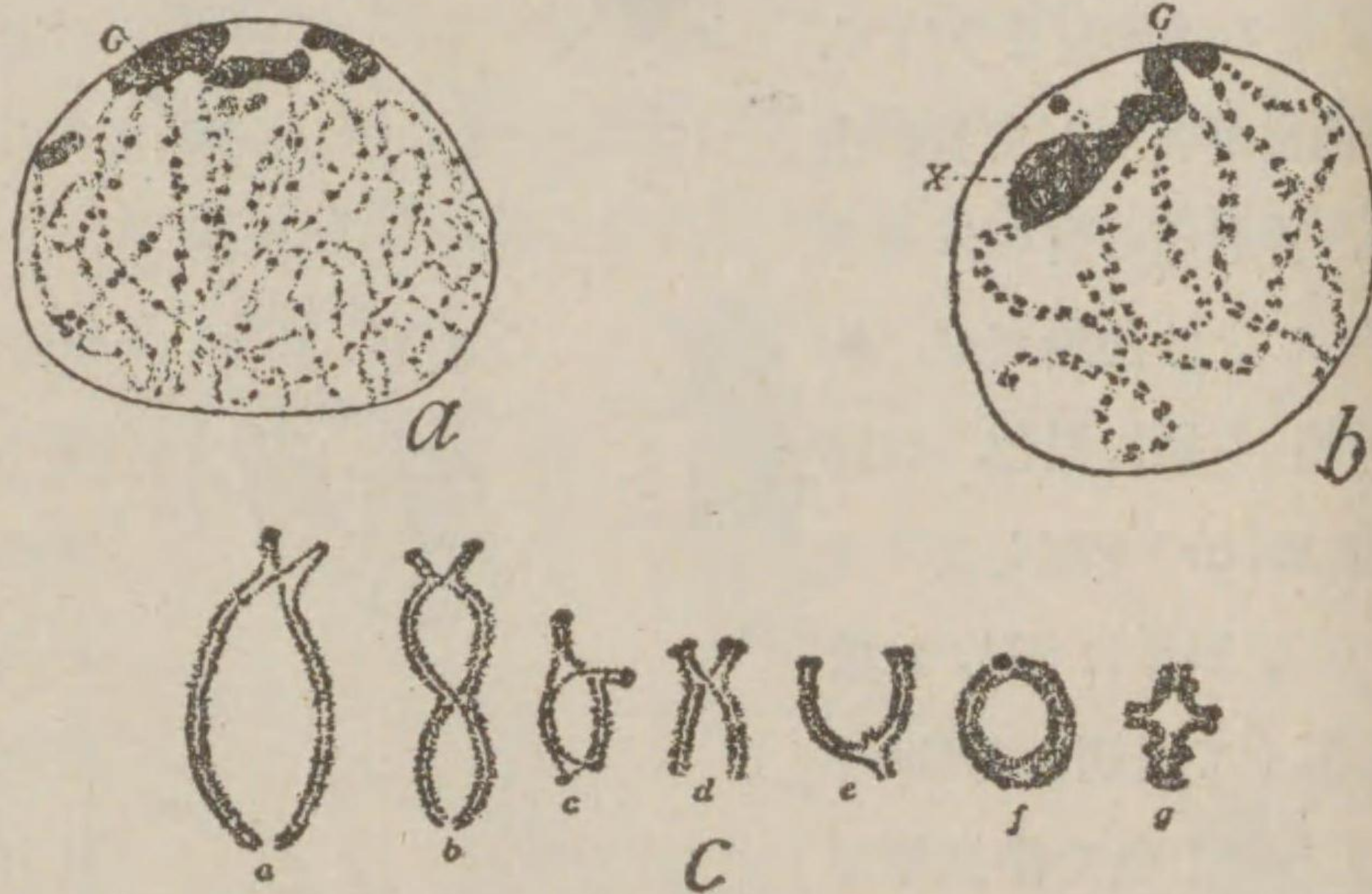
實驗遺傳學上の結論がかくまで細胞學上から支持の材料を有することは誠に愉快なことである。

第三節 優性の不完全・集積因子説

メンデルの見出した場合の様に優性が完全な例は、それほど一般的なものとは言ひ難く、「おしろいばな」の花色の遺傳の場合とか、黒と白との雞を交



第八十九圖 染色体にクロッシングオーバーの起こる可能性を説明する模式圖。(Morgan 氏圖)



第九十圖 クロッシングオーバーが實際に起るらしく見へる四分子形成法を示す。C の a—g が諸四分子形成。(wenrich 氏圖)

配した F_1 は皆青暗色のアンダルシヤンになり、此のアンダルシヤン同士を交配せる F_2 には黒1, アンダルシヤン色 2, 白1に分離すると言ふ風に中間的な者の生ずる場合もあることは前に述べた。又所謂單位形質といふものがメンデルの考へた程單純なものではなくして、所謂單位形質も數多の遺傳因子の作用によつて生ずる場合もあることは、一寸毛の色とか花の色とかを考へて見ても明かである。凡そ色の發現するには少なくとも(一)色原物質と(二)之れを酸化して色として發現せしめる**酸化酵素**とがあるのであるし、其の他にも要件の必要な場合もあるので、一口に白といつても、白にも種々あることは、次の様な遺傳の實驗の結果明かである。

例へば孰れも有色な雞に對しては劣性な白いシルキー品種と白いドルキング品種とを交配すると、其の第一代雜種(F_1)は皆有色な者のみが生じ、此の F_1 同士の交配によつて生ずる F_2 は、有色な者 9 に對して白色な者が 7 の割合に生ずるのであつた。此の結果から見ると丁度二對の因子がたづさはつて居る場合としての分離の法則にあてはまつて居るのである。即ち一方の白品種には色因子(P)は有るが之れに作用して色を發現すべき因子(R)を缺き、他方の白品種には R は有るが P がなかつた場合の交配として説明し得るのである。何故といへば p を以つて P 因子を缺ける記號とし、r を以つて R 因子を缺ける記號とすれば、一方の元親の因子的構造は $PPrr$ であるから、其の生殖細胞は皆 Pr であるし、他方の元親の因子的構造は $ppRR$ であるから、其の生殖細胞は皆 pR である。 Pr と pR との組み合わせによつて生ずる F_1 の因子構造は、皆 $Pp Rr$ で不等齊接合子的ではあるが、P と R とが出合つたのであるから、即ち色原因子と之れに作用して色を發現せしめる因子とが出合つたのであるから有色になるわけである。ところで此の F_1 は $Pp Rr$ といふ不等齊接合子であるから、其の生殖細胞

PR PR 色	Pr PR 色	pR PR 色	pr PR 色
PR Pr 色	Pr Pr 白	pR Pr 色	pr Pr 白
PR pR 色	Pr pR 色	pR pR 白	pr pR 白
PR pr 色	Pr pr 白	pR pr 白	pr pr 白

造は、皆 $Pp Rr$ で不等齊接合子的ではあるが、P と R とが出合つたのであるから、即ち色原因子と之れに作用して色を發現せしめる因子とが出合つたのであるから有色になるわけである。ところで此の F_1 は $Pp Rr$ といふ不等齊接合子であるから、其の生殖細胞

には PR, Pr, pR, pr と四種が同數づつ生ずるわけで、 F_1 を交配すれば此の四種の生殖細胞のどれか二つづつが合一するわけであるので、かくて出来る F_2 としては左の圖式の様にして有色者 9 に對して白色者が 7 の割合に生ずるわけで、實驗の結果と一致するのである。又ケノー(Quenot)の研究した麩の場合などになると、黒は白に對して優性で鼠色は黒に對しても優性で白に對しても優性であるが、黒と白とを交配すると鼠色の子が産れることもあつた。此の場合は三對の因子のたづさはる場合として説明されるもので、P, B, G の三因子が集れば鼠色となり、P と B のみ集れば黒となるが、白には B や G はあつても P (即ち色原因子) を缺くための白も有り得るので、たまたま B と G とを含む白と、黒 (P と B のみを含む) とが交配された場合には P は黒の生殖細胞から、B, G は白の生殖細胞から入つて、P も B も G も共に含む接合子を生ずるわけで、之れが即ち鼠色になるわけである。即ち白にも色々な潜在性を含む白が有ることがわかるのである。

斯く毛の色とか羽の色とか花の色とか、昔は單位形質と考へられたものにも、數多の遺傳因子がたづさはつて居るといふ説を**集積因子 Multiple factors**の説と稱するが、此の考へと優性の不完全即ち因子の差は何等かの程度の差を顯型に反映するといふ考へとを合せると、メンデルの法則の立場から最も解釋の困難な問題とされた融合遺傳の現象も説明の見込が立つのである。

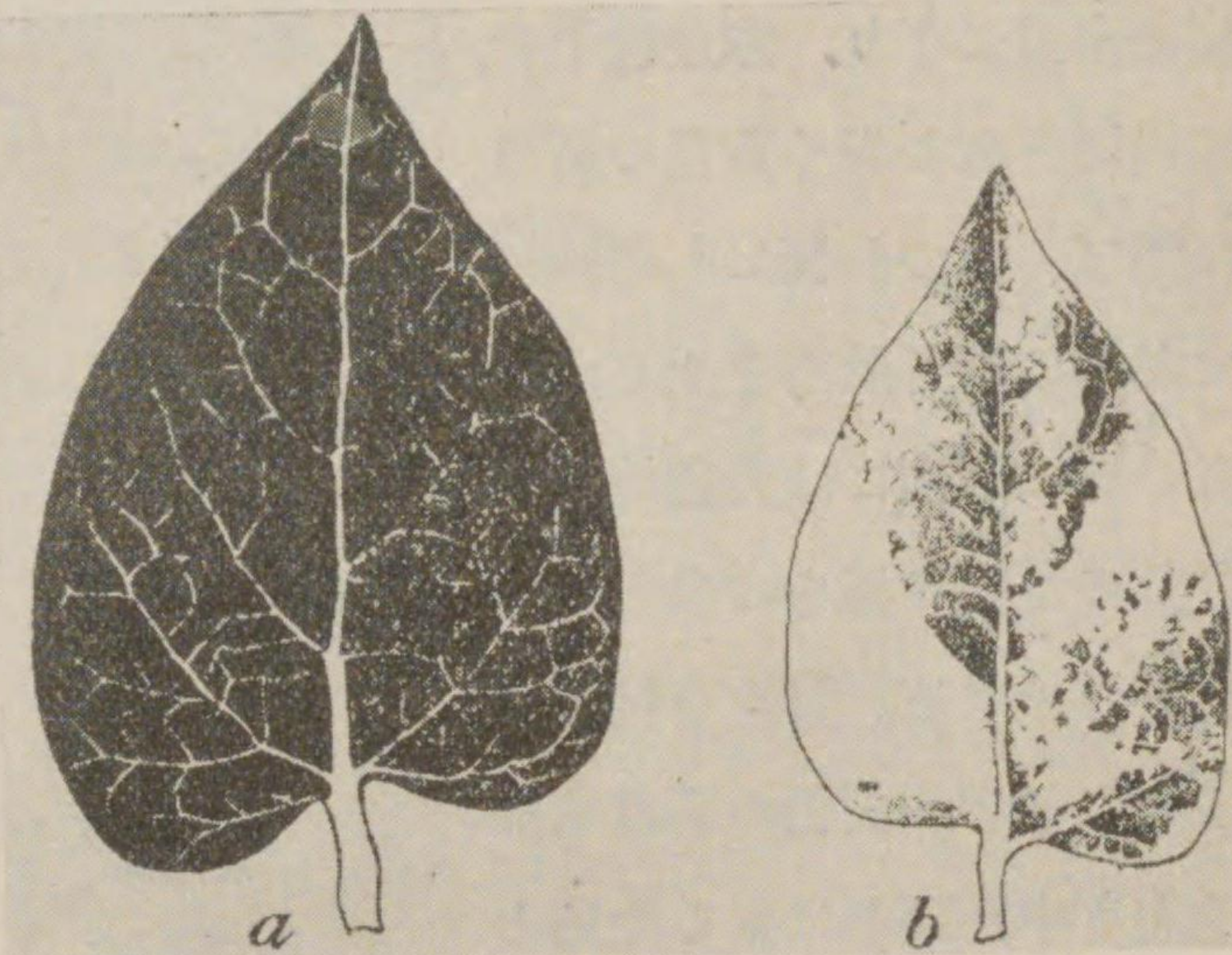
融合遺傳といふのは或對等形質に於て相違せる兩親の間の子が、其の形質に於て兩親の中間的な形狀を示し、子孫にいたつても色々な中間程度の形狀を示して、はつきり原の二型に分離しない現象を言ふので、例へば家兎の耳の長さや體の大きさの遺傳、鳩の尾羽の數の遺傳などは其の著しい例とされて居るが、其の形質にたづさはる因子の數が多ければ多い程、因子の組み合わせによつての**因子差 Factor-difference** は種々雜多に出来るわけで、優性が完全でない以上は種々の中間程度の者も生ずるわけである。

第四節 細胞質遺傳 Cytoplasmic Inheritance

遺傳物質が主として核内の染色體に含まれるものであることは、細胞學上の現象と實驗遺傳學上の結果とを照し合せて異論がなくなつた所であるが、併し之れは、細胞の他の部分には遺傳物質が含まれぬといふ證明にはならぬわけである。實際卵の細胞質内に含まるゝ遺傳物質が子の體の細胞質に傳つて子に發現する場合も多少は知られて居るのである。

例へば「おしろいばな」の一品種 (*Mirabilis jalapa allomaculata*) には白斑の枝や葉もあるが、全く白い枝や葉も有り、全く青い枝や葉も有る。コーレンスの研究によると全く青い枝に咲いた花の卵を同様な枝に咲いた花の花粉で受精させると青い枝や葉の子丈が生じ、全く白い枝に咲いた花同士の交配によつて生じた子は、

全く白い枝葉であるが、青い枝の花を母とし白い枝の花を父とした場合には F_1 はすべて母と同様に青い枝の者であるし、反對に白い枝の花を母とし青い枝の花を父とすると、 F_1 はやはり母と同様に白い枝の子丈が生ずる。即ち常に母によつて



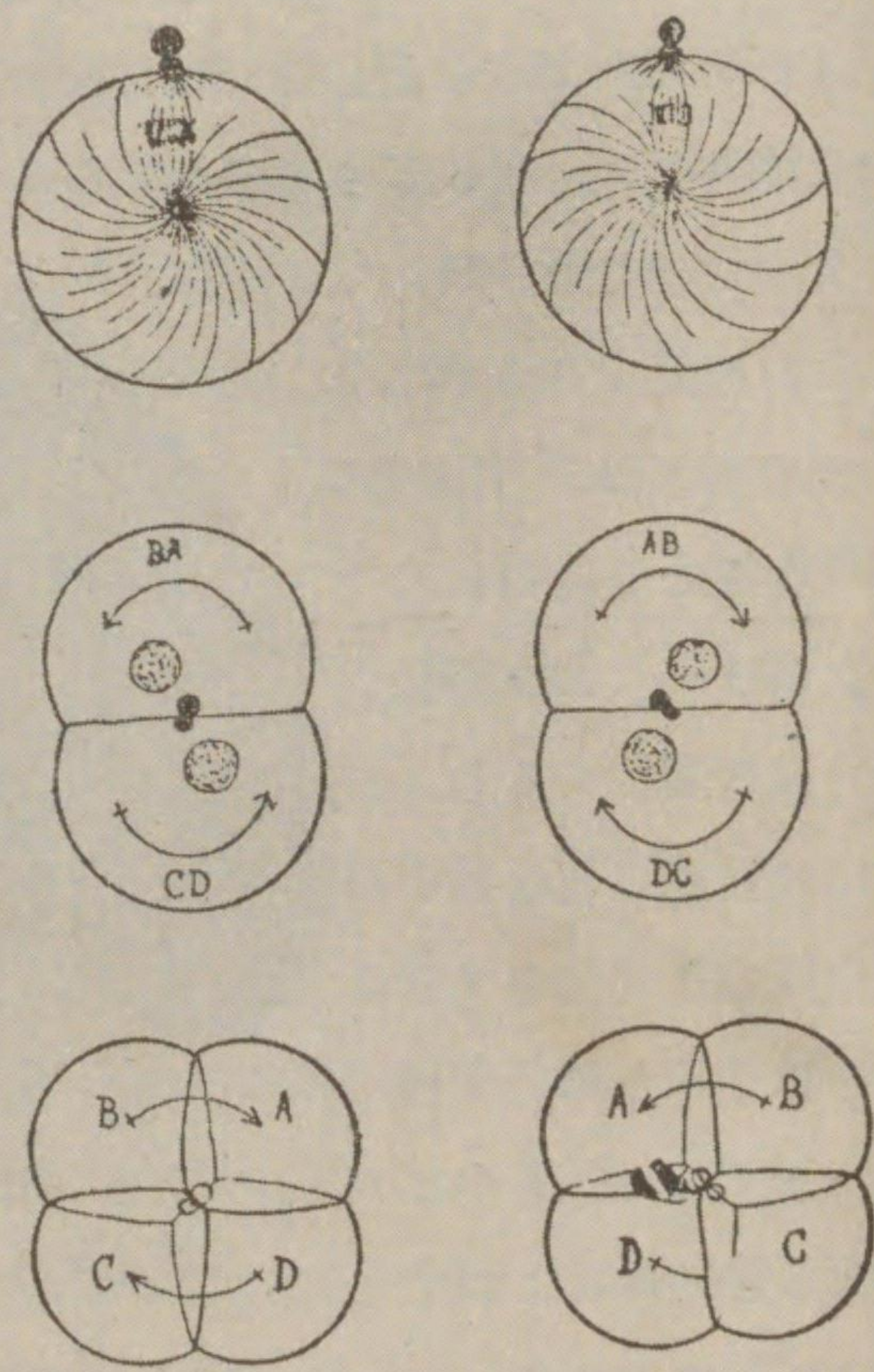
第九十一圖 オシロイバナの (a) 綠葉と (b) 白斑の葉 (本文参照)。 (Baur 氏による)

支配されるのである。若し此の場合の遺傳物質が核内の染色體に含まれるものならば、孰れを父とし孰れを母とした場合も同様な結果が生じなければならぬ筈であるのに、然らずして常に卵によつて決定されるのであるから、卵の細胞質にある物質 (此の場合には葉綠體の遺傳であるから Plastid) による

遺傳に相違ないのである。母系遺傳 Maternal Inheritance と言ふ語もあるけれども、此の語は可なり種々の意味に用ゐる得るわけで、例へば處女生殖の場合とか、母から息子に丈傳はる偏性遺傳の場合とかの染色體遺傳を含んだ意味にも用ゐられるから、細胞質遺傳と言つた方が宜しいであらう。バウル Baur は金魚草の苗の成長點を諸藥品溶液に漬けたり、藥品溶液に全體を漬けたまゝ遠心機でふり廻したりした處が、其の 68% に於て、F₂ に細胞質突然變化 (Plasma Mutation) が現れ、しかもそれは上述の「おしろいばな」の場合と同様に核と關係なく細胞質遺傳をやることを確めた。

動物の方で一例をとると「えぼや」 Styela の發育を研究したコンクリン

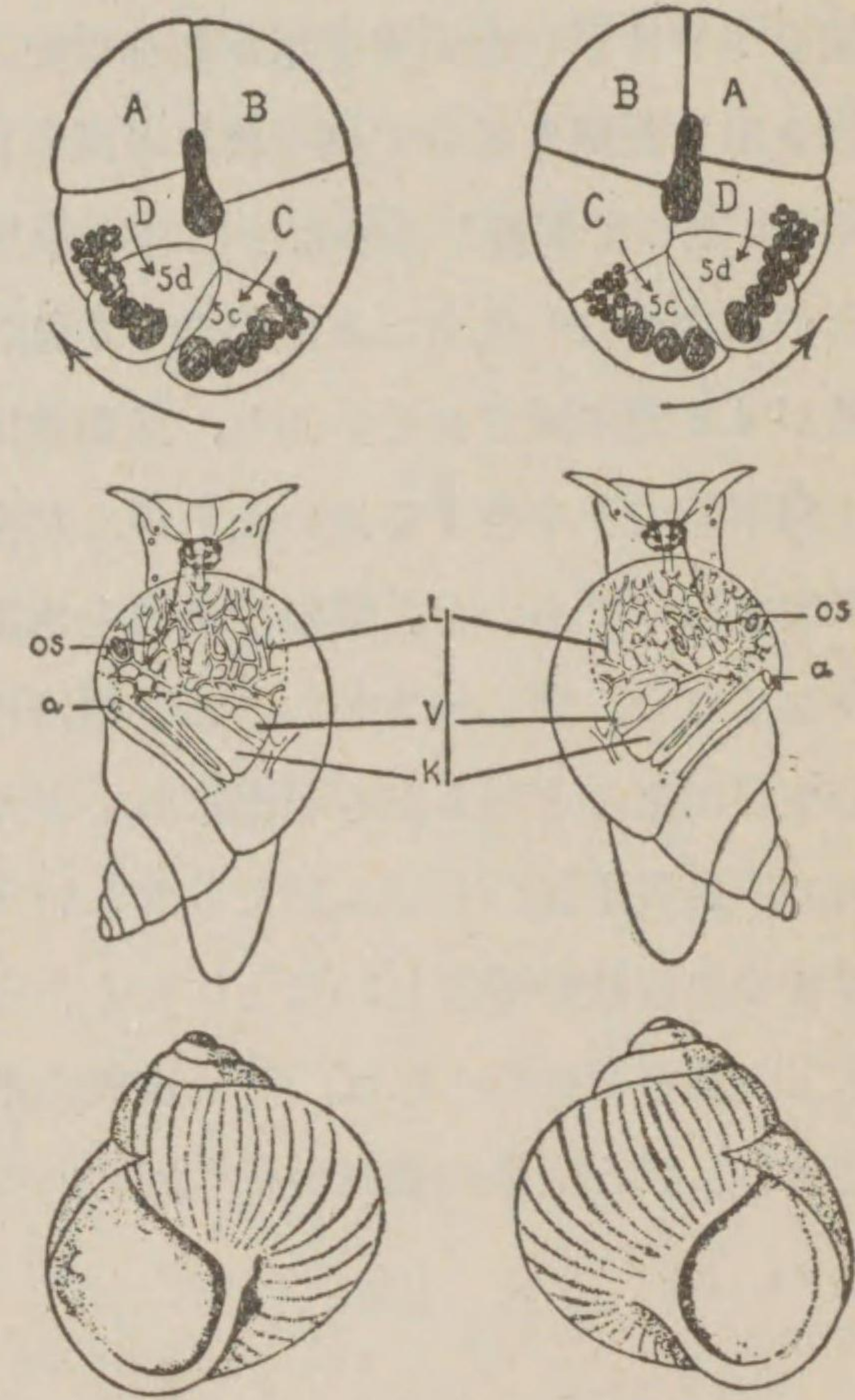
Conklin は「えぼや」の卵は受精すると間もなく細胞質に大流動が起つて、黄色の物質は卵の後側を赤道に下り、赤道直下で卵の後側を取り巻く黄色の新月形に延び、卵の前側にも同様にして灰色の新月状部を生じ、又兩者の間の下極には青色塊が現れ、其の反對の極をば無色の細胞質が占領する。發育を後まで進つてみると、黄色の新月状部は筋肉と中胚葉となる細胞となり、灰色の部は神経系及び脊索を生ずる細胞に、青色塊は内胚葉の細胞に、そして無色の部は外胚葉の細胞になるのであつて、即ち「受精時の卵に於ては體極性とか、體の相稱とか卵割



第九十二圖 マヒマヒの未分裂卵の細胞質及び初期割球に於て既に將來の右巻き左巻きの差を決定すべき相異あることを示す。(Conklin 氏圖)

の形式とか、將來の器官の位置とか割合とかいふ様な初期發生的な要素は卵の細胞質に於てすでに豫知されるもので、精蟲に影響されるのは發生後期的分化に於てのみである。要約すれば卵の細胞質が發育の大體の形式を定め、精蟲と卵との核は細目のみを附與するものである。」と言ふ。

蝸牛其の他の右巻き左巻きなども常に卵の細胞質に於て其の相違を示されて居るものであつて、即ち母次第であつて精蟲に影響されないから、やはり核外の細胞質に遺傳物質があるものと稱せられる一例である。併し卵も卵巢内で成長するものであつて、其の成長は核の支配の下に行はれるといふべきであるから、詮じつめて見れば核遺傳といつても細胞質遺傳といつても同じ所に歸するのかも知れないが、打ち見たる所では、細胞質遺傳といふ例も確かに有るのである。



第九十三圖 第九十二圖の差が結局貝殻の右巻き左巻きを生ぜることを示す。(Conklin 氏圖)

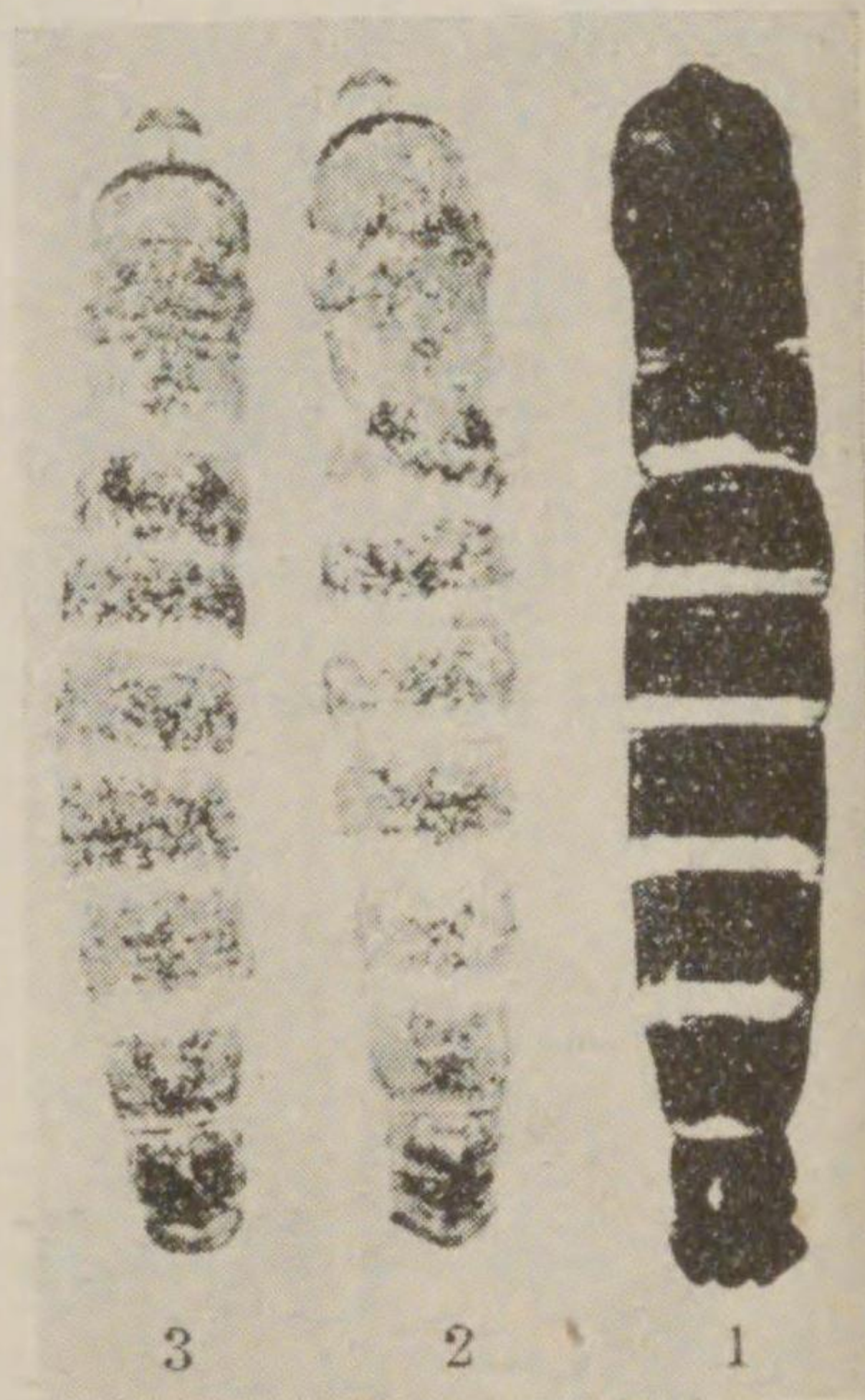
第五節 血族結婚の利害

惡質者の血族結婚の不可なることは言ふまでもないことである。何となれば惡質の因子が兩親から子に集る機会が多いからである。斯ういふ場合は別としても一般的に血族結婚は生活力の強さを害し雜婚は生活力を強くすると云ふ様に信ずる人が多いが、今まで實驗報告せられた所ではどちらとも言へ

ない様な點もある。例へばヘレン キング Helen King が「だいこくねずみ」を 25 代飼つて 3408 回に産れた 25492 頭に就いて調べた所では普通では 1 産 6.7 仔なのに近親結婚では 7.5 仔平均であつた。又猩々蠅を 59 代兄妹結婚をつゞけさせたが害を認めなかつたと言ふ報告もある。併し又血族結婚の害を示した例もあつて例へばワイズマン Weismann が「だいこくねずみ」を 8 年に互つて飼養した時にははじめの 10 代では 1 産の平均頭数が 6.1 仔だつたのに次の 10 代では 1 産平均 5.6 頭に減じ更に次の 9 代では一産の平均仔数が 4.2 頭に減じたといふし、又蜀黍では近親交配を續けると活力の乏しい生殖不能の子を生ずるにいたるが、左様に衰へた二系統を交配すると元氣を恢復するのであつた。雑婚が活力を恢復する傾向のあることは報告が他にも少なくない。併し一方から言ふと雑婚の子孫には分離も起りやすくして良質の子丈が出来ると言ふ安心が出来ぬので犬などではみだりな雑婚は非常に忌む所で、良質を保つと言ふ點だけからいへば良質者の血族結婚が宜しいことになる。併し生活力の點と合せ考へれば、互に血統の正しい近親ならざる兩系の混血が最も宜しいのであらう。

第六節 人為的變化の遺傳

上に述べた遺傳學はたとへ人工的に交配はさせるにしても交配に用ゐられる對手は共に自然的な形質の者であつた。ところが輓近では、X 光線とかラヂウムとか諸藥品とか異常な物理的環境とかの影響を成長中の個體なり生殖細胞なりに與へて、其の子孫に及ぼす影響を調べること、つまり遺傳因子に變化を生



圖第九十四圖 人為的に作出したる蠶の新斑紋、1 黒縞蠶(支那種には以前から有る斑紋) 2.3 霜降蠶(黒縞蠶に X 線を放射したるもの次代に現れ、其後一新系統となつたもの)。(田中義麿氏圖)

ぜしめんとする研究が却々盛んになつて來た。X 線で生殖細胞に影響を與へて遺傳因子に突然變化を生ぜしめた一番乗りとも言ふべきは、1927 年にベルリンの萬國遺傳學會でミュラー Muller が猩々蠅に就いての報告であつたが、其の後は此の種の研究が獨、米、日其の他各國の遺傳の尖端的研究の中心となつて來た傾向がある。日本でも田中義麿氏が黒縞蠶に X 線を放射したら次代に霜降蠶が生じそれが遺傳して一新系統が生じた例をもあるし、植物に於ては故市島吉太郎氏の研究結果も著しいものがあつた。

諸法則を基礎として、考察をすゝめる必要があると思ふ。

第三章 動物生理學

動物生理學 (Animal Physiology)

生理學 (Physiology) と言ふ字は、 $\phi\acute{\upsilon}\sigma\iota\varsigma$ と $\lambda\acute{o}\gamma\omicron\varsigma$ とを合せて出きた字である。それで生理學 (Physiology) と言ふ字義は、生物體の機能に關する綜合的學問である。此の生理學は目的に依つて、**特殊生理學** (Special physiology) と **一般生理學** (General physiology) と **比較生理學** (Comparative physiology) とに分類されて居る。以下に述べやうとして居るのは、比較生理學的立場から見た生理學であるが、先づ比較生理學の目的を擧げてみると、

1. 生物體の諸種の作用を研究し、其の根本的な特質を正確に充分に理解すること。
2. 動物は、同一の基本的法則に、眞に左右せられて居るか否かを知る爲に、異なる状態の動物に就いて、如上の作用を比較する。
3. 如上の作用の一般的なものから特殊化された複雑なものへ進化する過程を追跡する。
4. 異なる動物群に適用される類似現象を知り、進んで動物群間に如何なる關係が存在し得るやに就いて或る概念を得ること。
5. 個體經濟に就いて、諸部及び諸作用の相互關係並びに總體性を明かにすること。

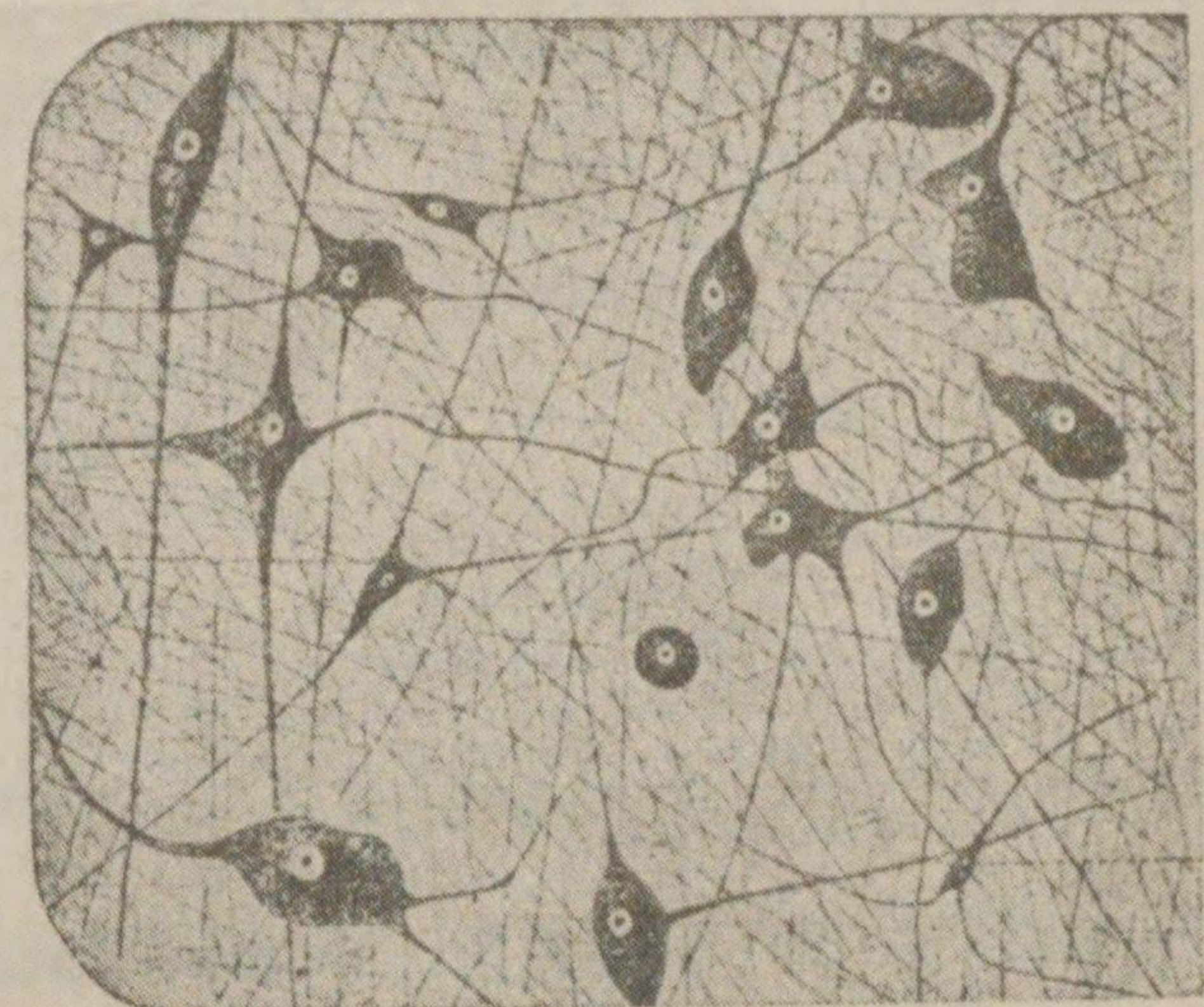
フェルワルン氏 Verworn に依ると、此の目的は生命現象の正確なる原因を決定する爲に、生活作用とは何ぞやを發見するにある。吾人が生命現象に對する場合には、**生氣說的** (vitalistic) 見解を持するか、或は、**機械論的** (mechanistic) 見解を持するかは、人々の素質によりて決定せられるであらうが、何れの見解を持するにせよ、物質の構造、エネルギー、物理、化學的

第一節 神經系統 (The Nervous System)

普通、神經系と言はれて居るものは、實際は**感受器官** (Receptor) と、**調節器官** (Adjuster) との複合物である。又生物體の基本的、生理的特性中で、**興奮性** (Irritability) と、**傳導性** (Conductivity) とは、最も重要なものであるとも言へる。多くの動物では、生命現象、榮養、血液循環等、總ての生體の機能は、**神經系統** が在つて調節されて居るものである。進化の方面から見ても、特に進化の程度が顯著に解るものは**神經系統** である。假に、蚯蚓の腸と人間の腸とを比較してみても果して何方が進化して居るかは、言ひ易くない。然し**神經系** を見る時、人間の方が遙かによく發達して居ることが判然とわかる。或る**神經系** が、他のものよりも進化して居るとは、其の傳導、感受が、他のものよりも速いことであると言つてもよいと思はれる。

1) 神經系統の發達

アメーバ、ざうりむし等、
 下等動物には、まだまだ**神經系** と言ひ得る分化は認められない。唯筋肉の様な線條があつて、此れが**感受性** を有するものらしく見えるが、此の線條には、**感受中樞** らしいものがあると言ふ人も居るが、判然たることは未だ分つて居ない。
 此の様な組立を**神經筋肉系**



第九十五圖 イソギンチャクの網狀**神經系**。(Hertwig 氏圖) a 神經細胞

(Neuromuscular system) と言ふ。

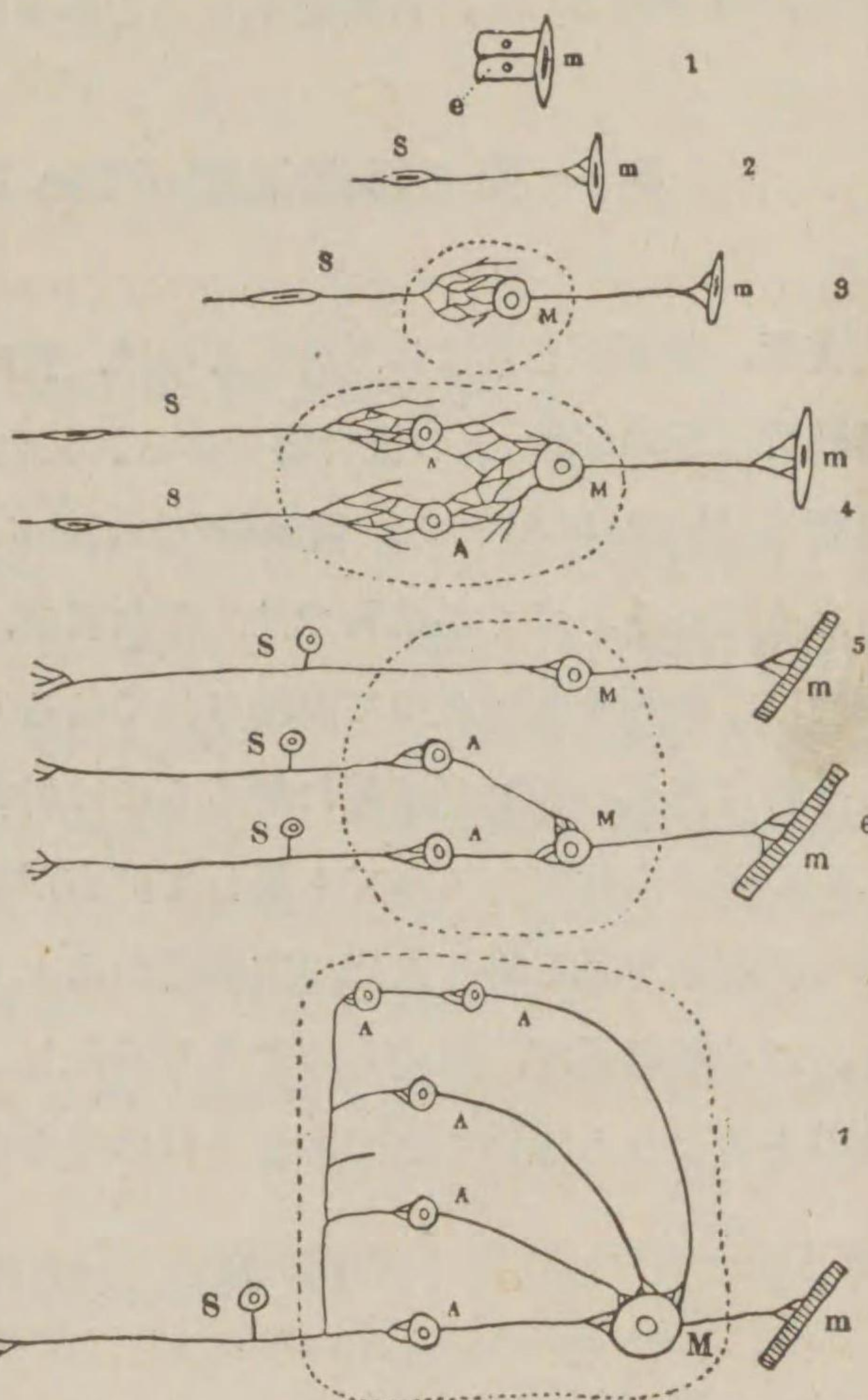
腔腸動物になると眞の神経系が現れる。即ち神経細胞(Nerve cell)が枝を出して、所謂神経網(Nerve net)を作つて居る。此の網は、隣りのものとは原形質で連つて居るので單に接觸して居るのではない。それで此の一部に刺戟が來ると、全體に刺戟が擴散してゆく。

以上からもつと進化すると、**神経纖維(Nerve fibre)**が出來、隣りのものと、膜を隔てて接近して居る。之れを**近接神経系(Synaptic nerve system)**と言ふ。之れは刺戟を一方にのみ傳導する。神経網から、近接神経(Synaptic nerve)の移り變りにあるものは、珊瑚類(Anthozoa)である。即ち、全體としては、網状をなして居るが、反應方向

が一定して居るのである。高等動物になると、此の神経網は少なくなり、特殊部位、即ち血管膜とか腸の凹所などにのみ見られる。

2) 神経原説 (Neuron Theory). 其の他

總ての高等動物の神経系は、**神経原(Neuron)**と呼ばれる所の單位から、組



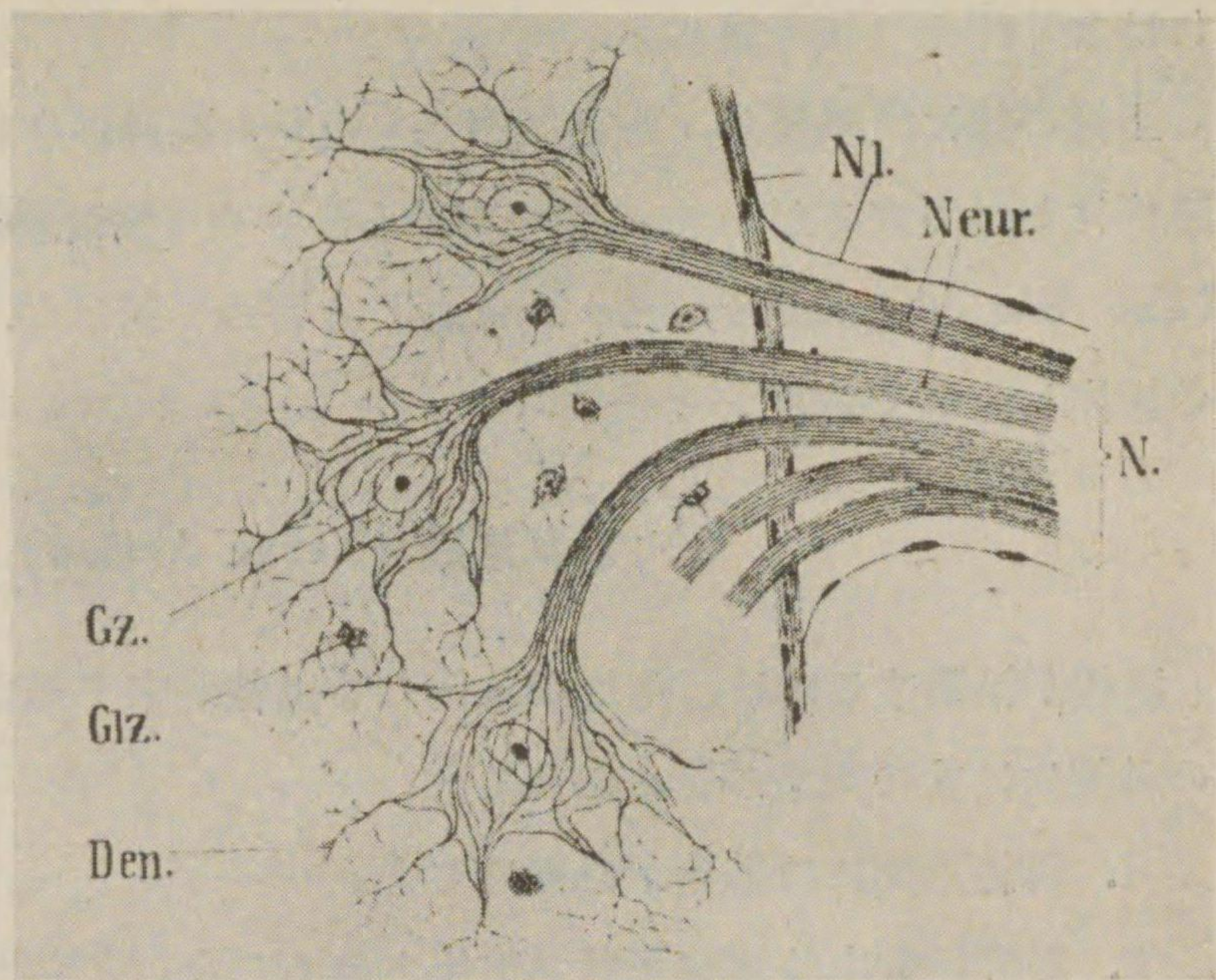
第九十六圖 諸發達程度の神経系。(Adrian氏圖) 1. 海綿, 2. イソギンチャク, 3. ミミズ(最單純型), 4. ミミズ, 5. 脊椎動物中最單純な反射弧, 6. 普通の脊椎動物の型, 7. 一層高等な、連絡神経系よりなる中心の加はれるもの。A 連絡神経系, m 筋肉, M 運動神経, S 感覺神経, e 上覆細胞

成されると言はれて居るが、是れはゴルヂ氏(Golgi, 1882-1885)の創始した説である。神経原とは一つの神経細胞と、夫から出た種々の突起(神経纖維)とを合せて稱して居る。此所には、説の詳細な論述は略するが、結局、**神経原説**とは、**神経系は神経原から出來て居り、**神経原

を研究すると**神経系**の作用も分ると言ふのが主眼をなして居る。

動物が高等になると、**神経系**の分化は完全になり、**感受器官、調節器官、泌動器官(Effector)**の三つに分けられる様になる。感受器官には、**感覺器官(Sense organ)**があり、通常五感と言はれて居るが、人では今では、二十感以上も發見されて居る。將來はもつと多くなるかも知れないが、動物、殊に下等動物の**感覺**に就いては、單に、人間を基準とした想像しか出來ないことを常に知つて置かなければならない。

感覺器官は、其の數可なりに多いが、多くの**感覺器官**には夫々、特殊刺戟に對する**反應**の分化が出來て居り、其の部分には、如何なる刺戟が來ても、或る一定の刺戟に感ずるだけである。例へば、**視神経**を電氣で刺戟した場合は光としてのみ**感受**する。此の様なメカニズムを**刺戟閾(Threshold of stimulation)**と言ふ。又或る**感覺器官**に刺戟を**感受**させるに要する最小限度の値を**辨別閾(Threshold value)**と言ふ。此の値は種々の**感覺器官**の生理研究



第九十七圖 無脊椎動物の神経節の一部の模式圖(Plate氏圖)。Nl. 神経鞘, Neur. 神経纖維, N. 神経, Gz. 神経細胞, GIZ. 神経膠細胞, Den. 樹状突起。

にはよく用ゐられて居る。

上述の様に、刺戟が、たとひ熱でも光でも視神経を刺戟すると、必ず光の感覚になつて來るが、此の様な現象をまとめて**特殊神経エネルギーの法則** (The law of specific nerve energy) と言つて居るが、ミュラー氏 (Müller) の提出した名である。

3) 神経活動 (Nerve Action)

神経が活動する時は、それが如何なる刺戟が來て興奮させたに係らず、其の神経には次の現象が認められる。

1. 神経活動には酸素が必要なこと。
2. 神経活動中は炭酸瓦斯が放出されること。
3. 神経活動の結果として神経細胞の構造に變化を來すこと。
4. 神経活動中、熱を放出すること。
5. 神経活動中、電氣變化 (Electrical change) が起ること。

以上のうち、1. 2. 3. は、或る動物を材料にして、定量的に夫々量られて居る。しかし 4. の熱のことは一番判明して居ない。今假りに神経が一分間に、0.00165 mgrs. の CO_2 を放出するならば、夫れ丈で、0.0042 gram calory の熱を出す筈で、 0.0042°C だけ熱が上るわけである。然し、Hiel 氏が一度の六萬分の一まで計れる寒暖計で之れを計つたが、一寸も感じなかつたと言ふ。

4) 神経傳導速度

神経が刺戟された時、其の興奮は傳導してゆくことは勿論であるが、此の傳導速度はどの位であるか。ミュラー氏 (J. Müller) はそれは數では現し得ないと言つたが、其の6年後、1850年にヘルムホルツ氏 (Helmholtz) は、傳導速度を測る方法を考へ、其の結果、速度は割合に遅いものであることが判つた。次に1秒間に傳はる其の距離を米突で現すと、

電氣	46400000000米
光	30000000000 "
音	330 "
神経	
みづくらげ (Aurelia)	0.012—0.015 "
どぶがひ (Anodonta)	0.40 "
あめふらし (Aplysia)	0.40 "
たこ (Octopus)	0.80 "
かぶとがに (Limulus)	2.62—3.25 "
へび	14.0 "
かへる (坐骨神経) (14°C)	28.0 "
人	65—70.0 "
まうせんごけ	0.00013 "
むしとりすみれ	0.0035 "
ねむりさう	0.0200 "

しかし刺戟が前から後に傳はる場合と、後から前に傳はる場合と比べると、其の傳導速度は前者の方が速い。例へばむかで (*Scolopendra morsitane*) では、前から後に傳はる場合は1秒間に2.50米、後から前に傳はる場合は1.40米である。又傳導速度は、神経細胞の種類に依つて違ふ。又一般に活潑に運動する動物と、不活潑に運動する動物と比べてみると、其の傳導速度は前者の方が速い様であるが、しかしそれは確定的なことではなく、傳導速度と動物の生活様式との間には、あまり一様な關係がない。

5) 傳導方法に関する問題

神経纖維は普通一本ではなく、何百本も集つて居る。そして弱い刺戟の時は、何百本の中、或る少數のものだけ反應する。しかし或る強さの刺戟を加へると、夫よりも大きな刺戟を加へた場合と、何ら神経の反應に差違は起ら

なくなる。即ち神経纖維は**悉無律** (All-or-nothing law) に従つて反應する。しかし、神経が麻酔された場合は如何かといふ問題がある。此の場合に就いては二説ある。即ち、フェッフルン氏 (Verworn) の**減衰傳導説** (Dekrement Theorie) と、加藤元一氏の**不減衰傳導説** (Theory of decrementless conduction) とである。次に兩説の要點だけを述べることにする。

I) 減衰傳導説

- i) 興奮の強度は麻酔部位に於て傳導に連れて減衰す。
- ii) 傳導速度も麻酔部位に於て傳導に連れて漸減す。
- iii) 神経麻酔部位は悉無律に従はず。

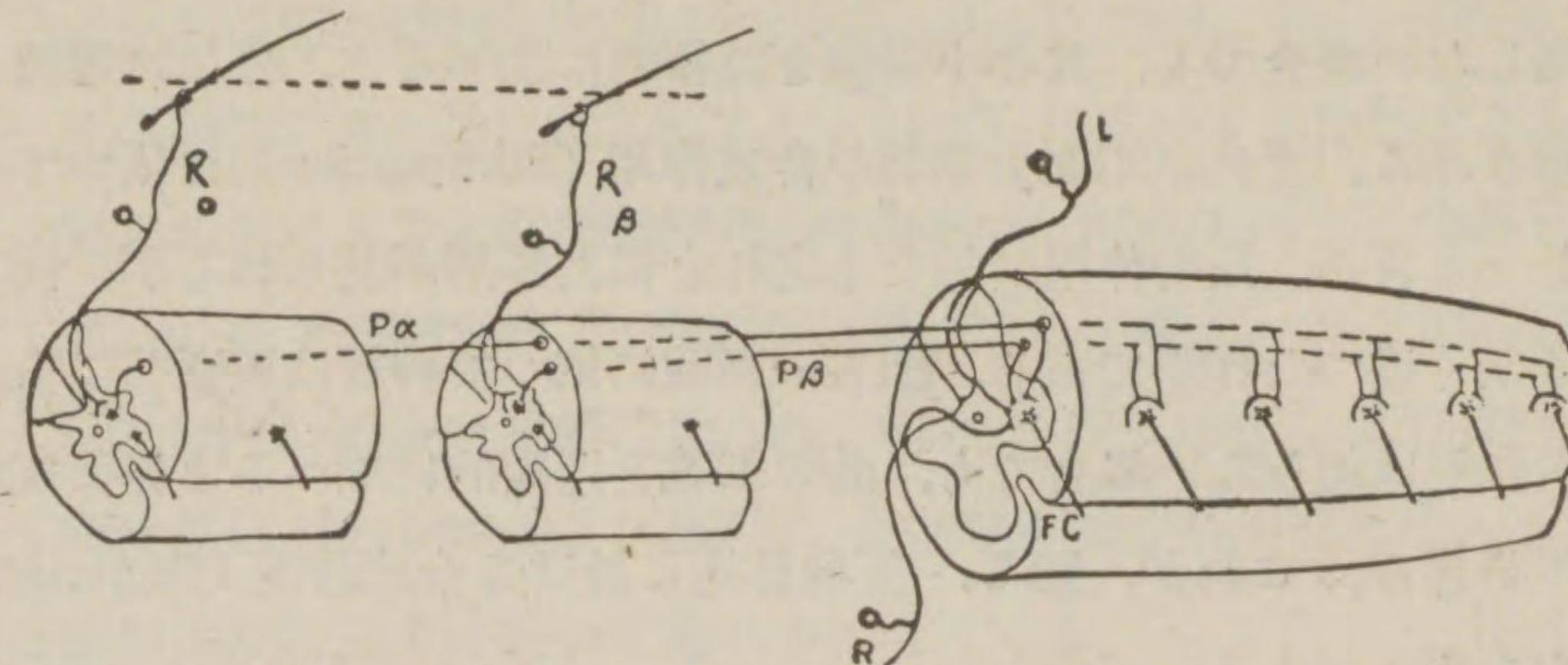
II) 不減衰傳導説

- i) 興奮の強度は、麻酔部位に於て小となれど漸減することなし。即ち *Dekrement* を受けず。
- ii) 傳導速度は麻酔部位に於て減少すれども、傳導に連れて漸減することなし。
- iii) 神経麻酔部位も亦悉無律に従ふ。

ちなみに麻酔の際の現象をはなれて加藤元一氏等の不減衰説と言ふのは音波などの減衰するのに對比して言ふのであつて、つまり神経纖維では次々と刺戟の進むにつれて其の刺戟で化學變化も起つて、エネルギーの補給が行はれる爲めに、傳導力も漸減しないと言ふのである。

6) 反射作用 (Reflex)

脊椎動物の脊髓 (Spinal cord) や、無脊椎動物の神経系の作用を分析してゆくと、其の最も單純なしかし完全な神経作用たる**反射作用** (Reflex) が見られる。これは、**感受細胞** (Receptor cell) が、刺戟を受けた時、之れに連る神経が興奮し、興奮は中枢神経に傳り、そこから又運動神経の方に外部に向つて進み、そして筋肉とか腺細胞とかの活動を促す。此の傳導作用が共通になつてゐる神経構造を、**反射弧** (Reflex arc) と言ふ。



第九十八圖 犬が搔く反射運動に關係する脊髓神経の反射弧。(Sherrington 氏圖) L. 左足よりの求心神経徑路, R. 右足よりの求心神経徑路, Ra. Rβ. 左側諸體部の毛よりの求心神経徑路, FC. 臀部の屬筋に刺戟を傳へる運動神経, Pa. Pβ. 髓脊内神経徑路。

此の反射作用の徑路は單純なものから複雑なものに進化して居るが、大體次の場合がある。

1. 單一感覺細胞が單一筋肉纖維の運動を生ずる場合。
2. 二ヶ或は其れ以上の感覺纖維 (Sensory fibre) が、單一筋肉纖維の運動を起す場合。
3. 單一感覺纖維が、多くの通路の中、其の一を選択してこゝを通り、一筋肉を運動させる場合。

7) 末梢神経と反射弧とに於ける傳導の比較

末梢神経 (Peripheral nerve) に於ての刺戟傳導と、反射弧 (Reflex arc) に於ての傳導に關する諸現象に就いて、次に簡単に述べたいと思ふ。此の兩者の傳導は、次の様な點で相違して居る。即ち、

1. 反射弧に於ける傳導速度は末梢神経に於けるよりも遅い。
2. 運動神経の興奮が消失するまではかなり時間がかゝるが、反射弧に於ては、唯神経原が充分に同化し、長く連つて居れば、殆んど一時に作用が終止する。
3. 刺戟の合成作用。筋肉を運動させる神経に、小さな刺戟を加へても反

應しない場合でも、其の小刺戟を連続的に加へると、終には筋肉を収縮させる。之れは不充分刺戟の**合成作用** (Summation) に依つて作用したと言ふ。反射作用に於ても之れと似た作用が見られるが、前者とは全く違つた作用である。即ち一刺戟に依つて神経は興奮しても、反射作用は起らない場合でも、此の刺戟を連続的に加へると終に反射作用が起る。これが、即ち、反射作用に於ける合成作用 (Summation) である。

4. 非可逆性 (Irreversibility)。神経纖維に於ては、刺戟の傳導は兩方向に進む。しかし反射弧に於ては**近接部** (Synapse) が在つて、唯一方にしか傳導させない。是れは兩神経原の枝が接觸して居る面に、**近接部膜** (Synaptic membrane) があつて、此の膜は或る種のイオンを唯一方にしか通さない性質があるに起因すると考へられて居る。
5. 疲労 (Fatigue)。神経幹 (nerve trunk) は僅かしか、疲労しないが、反射運動では是と反對に、疲労が著しい。これは、近接部 (Synapse) が、早く疲労し、爲に傳導の減少を起すものらしい。
6. 辨別閾の變化性 (Variability of threshold value)。運動神経や、感覺神経 (Sensory nerve) では、辨別閾はあまり大きな變化をしないと思はれて居る。そして**求心神経** (Afferent nerve) や**遠心神経** (Efferent nerve) では、悉無律が見られる。しかるに反射運動に於ては、此の辨別閾は前者よりも大きな變化性を示す。
7. 増補作用と、抑制作用 (Reinforcement and Inhibition)。反射弧の傳導にのみ見られ末梢神経の場合には見られない二作用がある。即ち、**増補作用** (Reinforcement) と**抑制作用** (Inhibition) とである。増補作用とは、或る反射作用が起る時に、之れに聯合した別の弧も刺戟されて、全體の活動性が増加する様にする補助増加の作用である。此の作用の起る理由は、外部からの刺戟が多くの部分に感受し、夫々の傳導路が集合し、中樞神経の或る部分に達する爲であるらしい。之れと反對

の作用が即ち抑制作用 (Reflex inhibition) である。即ち一刺戟が、他の或る刺戟が來た爲に遮られるか、妨げられるかする作用である。此の抑制作用は通常**末梢抑制作用** (Peripheral inhibition) と、**中樞抑制作用** (Central inhibition) との二つに區別されて居る。此の前者の例は、「ざりがに」の缺の運動に見られ、後者は、呼吸運動の反射調節、腸等の蠕動運動 (Peristalsis) の調節や、骨格筋の相互抑制調節等に見られる。次に腦の化學的成分に就いて述べることにする。

8) 腦髓の化學的組成

腦髓 (Brain) には、種々の化學物質が含まれて居るが、其の作用は、今日でも未だわからぬものが非常に多い。一例として生後 210 日目の白鼠の腦髓 (Encephalon) を分析すると次の様な物質が出てくる。即ち乾燥した腦 100 瓦の中には、

コレストゾル (Cholestosol).....	6.8%
蛋白質 (Protein).....	48.5%
リポイド (Lipoid) {	
Phosphatides.....	22.0%
Cerebrosides	8.4%
Sulphatides	4.5%
有機エキス (Organic extractives).....	} 7.8%
無機エキス (Inorganic extractives)	

以上の含有物質は、夫々成長程度で違ひ、特に Cerebrosides は生後 20 日目位からでないとい現れない。次に水分の含有量に就いて言ふと生後 210 日目の白鼠の腦には量にして 78% ある。しかし水分含有量は年齢に依り違ふもので、

生後、	1日	10日	20日	40日	100日	210日	1年
	88%	87.5%	82.5%	79.7%	78.4%	78.1%	約76%

それで、水分は重要な役をすること、又年をとるに連れ減少してゆくことがわかる。つまり若い腦細胞中には水分多く、此の水分が減少することは、

腦の作用が衰へることである。水量の變化と、リポイドの變化とを比較してみると、

リポイドは						
生後、	1日	10日	20日	40日	100日	210日
	88.0%	87.5%	87.4%	86.1%	86.3%	86.0%

となり其の變化は水の様に激しくはない。

此の腦の水分の量を變化させることは、自然状態では不可能で人工的には、僅かに變化させ得る程度である。例へば白鼠を、12 哩及至 15 哩走らせると 0.04% の水が加はり、多産のものは 0.10% だけ増す。澱粉だけで三週間養つたものに完全な食物を與へると、回復急で通常のものより 0.25% の水が増加する。之れと反對に、去勢すると、0.02% の水が減少し、又リポイドを取ると 0.21% だけ減少する。

以上で見ると一定時の腦中の水分は殆ど一定して居り、年齢に依つてのみ、非常に違つてくる。そこで畑井先生によれば動物の年齢は、日數を以て基準としないで、腦の含水量を以て現す化學的年齡を用ゐることも合理的と思はれる。

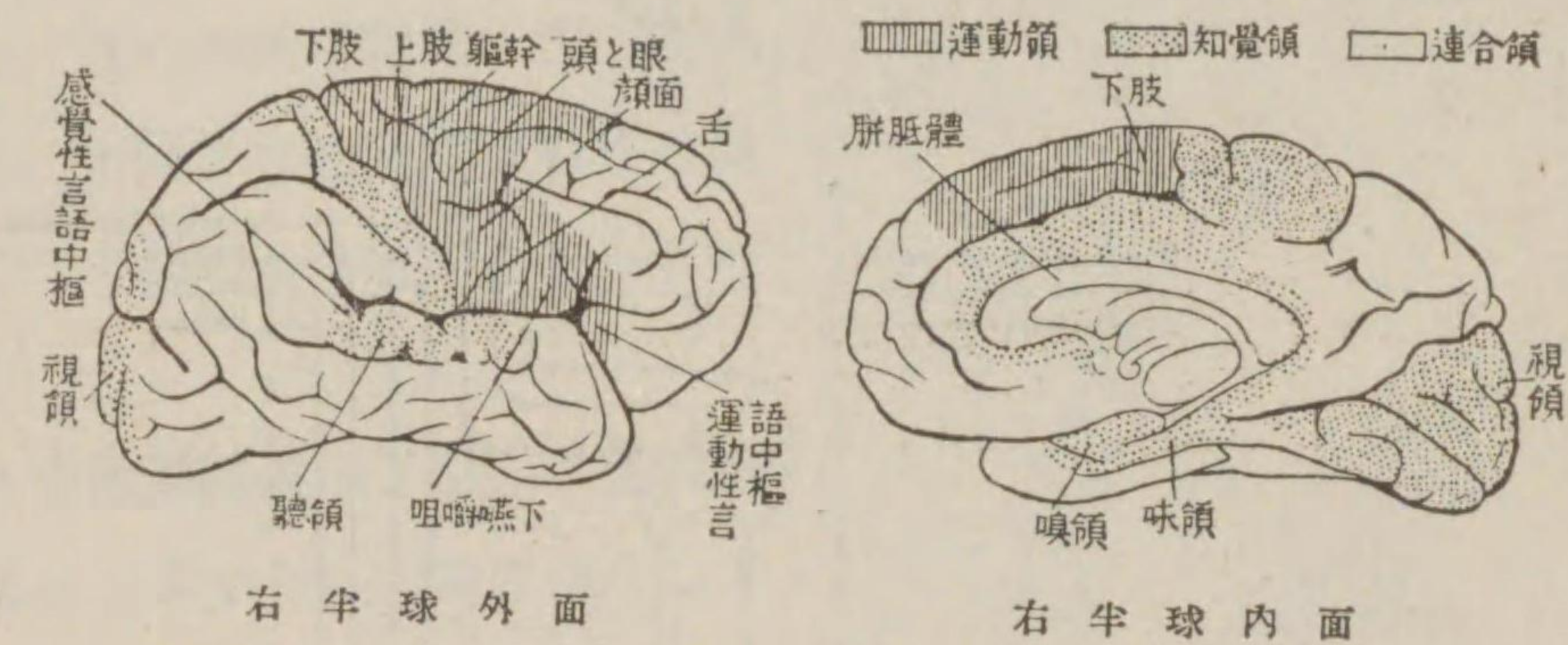
9) 死と老衰 (Death and Senescence)

腦髓の化學組成に附隨して、一寸、死と老衰 (Senescence) のことを述べてみる。まづ老衰とは、どうしても、細胞の分化と關係して居る。白鼠は、生れて 10 日後位までは、神經細胞にリポイドは現れて居らぬが、其の後、リポイドが現れてくると、水分の量は減つてくる。又脂肪や蛋白質が加はると、又水分の量は減少する。即ち神經細胞が分化することは、水分が減じ蛋白質が増すことで、従つて膠狀質 (Colloidal substance) が増し、非膠狀質 (Non-colloidal substance) が少なくなる。此の膠狀質が増すと、新陳代謝物の量が少なくなり、即ち、老衰が見られる。神經細胞と他の體細胞等と比べると、其の分化は神經細胞の方が速く、従つて老衰も早い。

水母に榮養物を多く與へると、體は小さくなり、生れたばかりのものに近づき、神經細胞も膠狀質のものが少なくなる。此の様に下等な動物では膠狀質と非膠狀質とは可逆的に變化する。プラナリアに蚯蚓を與へるとよく發達すると同時に早く老衰する。しかし、かうなると、プラナリアは、體の下方の膠狀質の多い部分を落し、頭の方だけ残る。即ち老衰部を捨て去つて、新しく生活を始めるのである。人が斷食に依り若返ると言ふことも、多少、上の様な眞理があるのかも知れない。

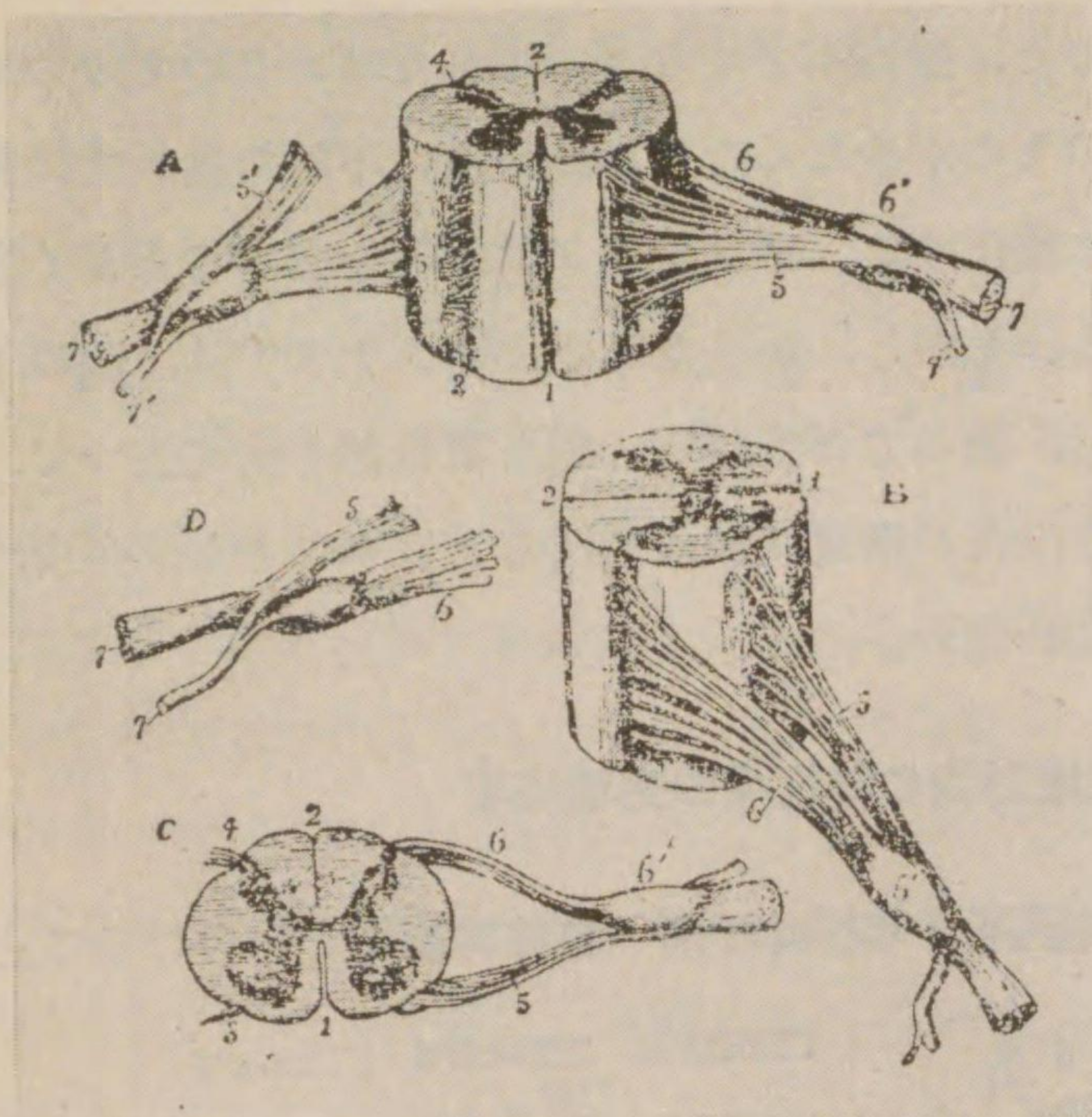
10) 脊椎動物の神經系の生理概要

脊椎動物の神經系は中樞神經系と末梢神經系と自律神經系とに分けること



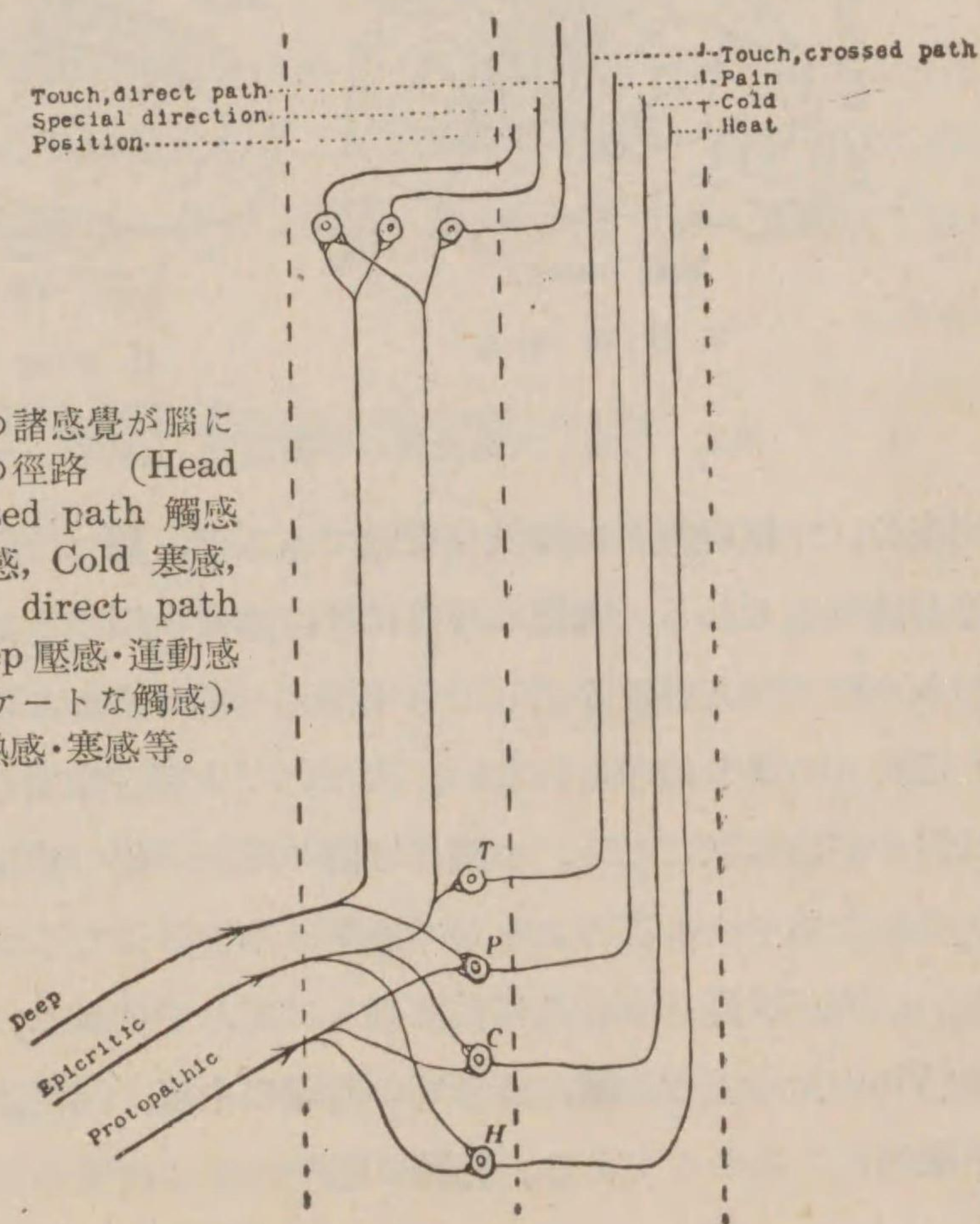
第九十九圖 大脳皮質の中樞領域。(加藤元一氏圖)

が出来た。中樞神經系は腦及び脊髄であるが、腦には大脳、中脳、小脳、延髄等が識別せられる。大脳の皮質には諸感覺中樞や意識運動の中樞がある。併し魚や蛙では大脳を除去しても手術さへ巧くやれば死なないのみならず、運動も攝餌もあまり妨げられない。犬などで大脳を除去された者は三年も生きては居るが白痴状になる。小脳には體の平衡を保つ中樞があるから、之を除去された鳩や犬はよろよろして運動は不恰好になるが、直ちに死ぬわけではない。所が延髄を除去されれば直ちに死んで仕舞ふ。それは延髄には呼吸中樞 (Vital knot) や心臓、血管等の循環の中樞、消化液、汗、涙、などの分泌中樞等があるからである。脊髄は體や四肢の皮膚の知覺を腦に傳へ、又腦



第百圖 頸部の脊髓。A. 前面(腹面)より見たるもの、B. 右側より見たるもの、C. 上面より見たるもの、D. 神経根と神経節(下面より見たるもの)。1. 前縦裂、2. 後縦裂、3. 前側溝、4. 後側溝、5. 前根、6. 後根、6'. 神経節、7. 前枝、7'. 後枝。

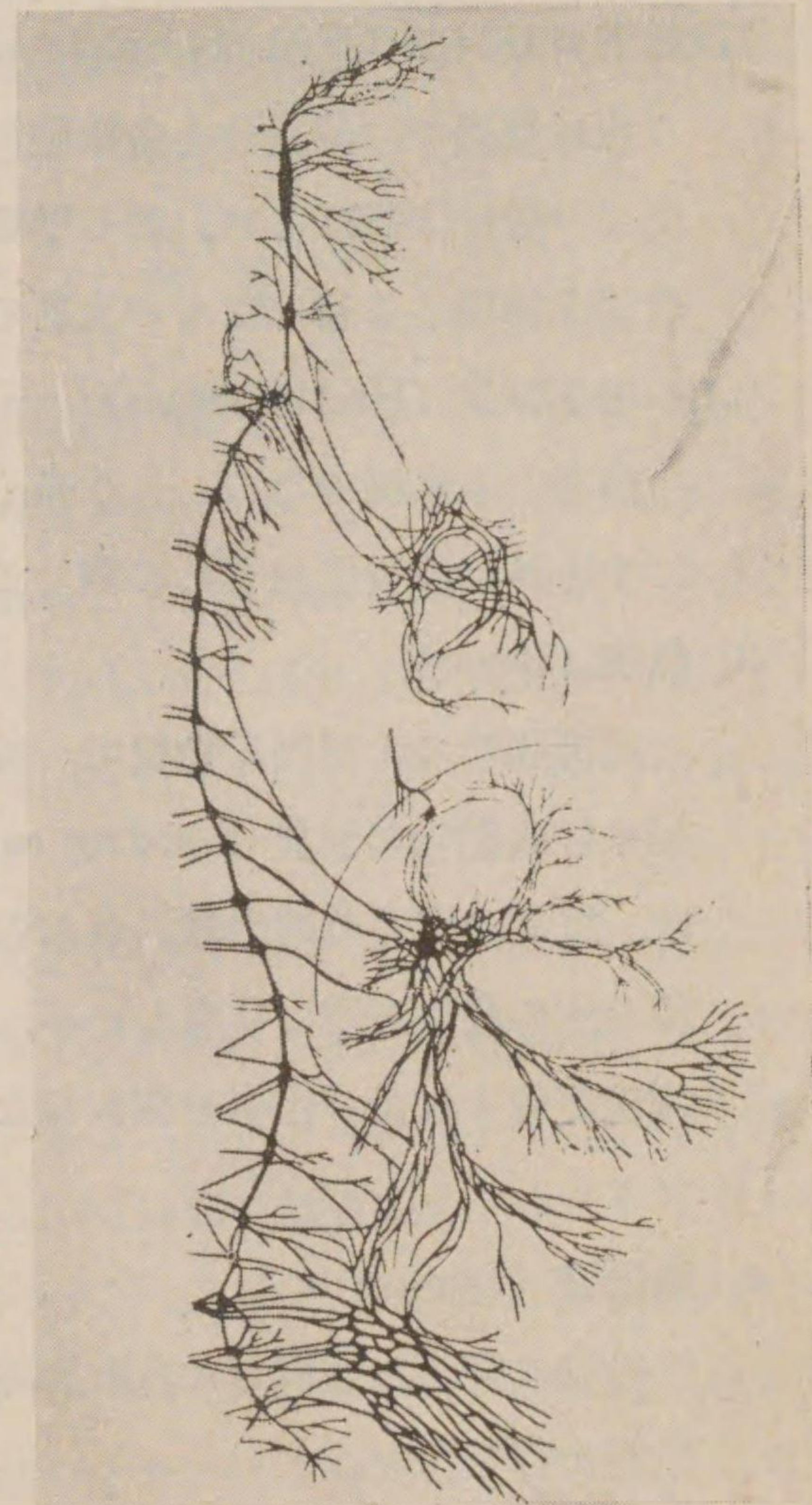
第百一圖 皮膚よりの諸感覚が脳に傳達せられる脊髓内の徑路 (Head氏圖)。Touch, crossed path 觸感(交叉徑路), Pain 痛感, Cold 寒感, Heat 熱感, Touch, direct path 觸感(直達徑路), Deep 壓感・運動感等, Epicritic (デリケートな觸感), Protopathic 痛感・熱感・寒感等。



から體や四肢への意識運動を支配する神経の通路として役立つのみならず、諸反射運動の中樞もある(排尿、脱糞、勃起、射精、分娩などの)。

末梢神経に屬する脳神経や脊髓神経は傳導を司る神経纖維の束であるが、末梢器官に受けた刺戟を中樞に傳達するのを**求心神経**と言ひ、中樞から運動器官に刺戟を傳達するのを**遠心神経**と言ふ。嗅神経、視神経、聽神経、諸知覚神経などは求心神経纖維のみよりなるが、三叉神経、舌咽神経、迷走神経等は求心、遠心兩種の纖維を含む。他の脳神経は先づ(顔面神経に含まるゝ鼓索神経を除けば)遠心神経纖維のみより成る。脊髓神経も**前根**は遠心神経纖維、**後根**は求心神経纖維よりなるものではあるが、兩根が合一して再び**腹枝**と**背枝**とに分れた後は腹枝も背枝も求心、遠心兩種の纖維を含むものである。末端になれば勿論兩種の纖維が分れて終ること言ふまでもないが。

次に**自律神経系**と言ふのは**植物性神経系**とも稱せられ末端は主として内臓や血管などの平滑筋の層即ち不隨意筋に分布するものであつて、自律神経系自體に神経細胞があつて或る程度まで自律的に活動する神経系である。従來は**交感神経系**とも稱せられたが、**副交感神経系**と兩方の分子が有つて、兩神経の作用は多くは正反對である。交感神経は瞳孔を擴大するが、副交感神経は瞳孔を小さくするし、心臓の交感神経は心臓の鼓動を促すが、副交感神経を刺戟す



第百二圖 人の自律神経系。

ると鼓動が抑制せられる。胃腸では反對に副交感神経が運動を促し交感神経が抑壓する。兩者の調和がとれてはじめて中庸を維持して居るのである。

第二節 循環系 (The Transport System)

體の種々の細胞が生活してゆく爲には、夫々常に酸素をとり、營養物質を攝らなければならない。此の目的を果す爲に體の各部にそれ等を運ぶ循環物質 (Circulating media) が必要である。循環物質は、動物に依り違ふが、之れを、大別すると次の四様のものになる。

1. ヒドロリンフ (Hydrolymph)

水様液體で、營養分を各細胞に送り、排泄物を運び去るが、酸素給與は一般には行はない。併し呼吸蛋白 (Respiratory protein) を含み、酸素を給與する特殊なものもある。

2. ヘモリンフ (Haemolymph)

前者より水様でなく、より多く蛋白質を含有する。此の蛋白は營養にする外に呼吸蛋白として働くこともある。

3. 血液 (Blood)

高等動物の主要循環物質で、最も複雑且つ發達したものである。海綿や腔腸動物の胃腔 (Gastric cavities) に見られる水と血液との間には、組成や構造の進化階梯がある。血液の低級のものでは簡単な、稀薄な水の様な液體にすぎないが、高級のものになると、種々形の違ふ細胞が含まれた、化學組成複雑な中間物質が有る組織とも見られる様になる。

4. 淋巴液 (Lymph)

毛細血管から透析した血液誘導液で、白血球を含み、蛋白質や他の營養物質を含む。

1) 血液の機能

血液の機能に就いて簡単に述べると、

1. 體の各部に必要な物質を運ぶ。
2. 生活細胞の部分から老廢物を運び去る。
3. ホルモン等、内分泌物質を運ぶ。(即ち體の各部に均齊を保たせ、或は體の各部の代謝作用を統制する)。
4. 白血球があつて、微細生物が體を侵害するのを防ぐ。
5. 血管が破れた時、血液の流失を最少限度にする。
6. 種々の鹽類を含有する液體を體の組織に給與し、體細胞を生理學的平衡のとれた環境に置く様にする。

2) 血液と酸素

血液の機能の中主要な一機能は酸素輸送の作用である。此の酸素輸送をするものは、クロコクルオリン (Chlorocruorin)、ヘモグロビン (Haemoglobin)、ヘモシアニン (Haemocyanin) 等である。以下簡単に説明すると、

クロコクルオリンは、緑の色素で、1838年に、初めて環形動物中に發見されたもので、其の後も多くの環形動物中に發見された。此れは酸化物と、環元物との兩形をなして存在する。

ヘモグロビンは、蛋白質のグロビン (Globin) とヘマチン (Haematin, $C_{32}H_{32}N_4FeO_4$) との化合物で、ヘマチン中の鐵イオンが酸素と結合し、オキシヘモグロビン (Oxyhaemoglobin) になり、之れは又環元されて、容易にヘモグロビンになる。此の際ヘモグロビンは酸素に結合する力よりも、CO に結合する力の方が強く、300倍も強く作用する。ヘモグロビンの分布は廣く、なまこ、うに、みみずや又軟體動物では、ひらまきがひ (Planorbis) や或る種の二枚貝等に見られ、高等動物では殆ど總てに之れが見られる。

ヘモシアニンは軟體動物や甲殻類中の青味がかつた血液中に見られる。又

昆蟲にも見られる。此の色素は銅を含有する爲に青いのである。はじめ 1816 年にエルマン氏 Erman が軟體動物中に発見した。

3) 體腔液と海水との關係

現今の陸上動物も、其の祖先は海産のものであつたと言ふ點から考へると、海水と諸動物の體腔液(Body fluid)との關係を調べることは、重要な興味ある問題である。それで次に其の大略を述べたいと思ふ。

i) 分子濃度 (Molecular concentration) と滲透壓 (Osmotic pressure)

種々の動物の體腔液 (Body fluid) の研究は、多くの學者によつてなされて居る。今其れ等動物の血液の滲透壓を見、一方又海水の滲透壓を見ると、此の兩者間に或る因果關係があるらしい事が直ぐわかる。先づ海水はずつと昔は其の濃度が、今よりはかなり薄かつた。しかし岸の鹽類が川や浪で洗はれ溶かされてゆくに連れ、海水の濃度は、次第次第に高まつてゆくのである。それで早い時代に海から陸に來た動物は、其の當時の海と同じ様な血液滲透壓を持つて居り、後の時代に陸に移つた動物は、後になるほど其の血液の鹽分濃度 (Salts concentration) も高いことになる。

例へば淡水産軟體動物は淡水魚よりも其の體腔液の凍結點(Freezing point)が高い(つまり體腔液の鹽分濃度が低い)。之れは淡水産軟體動物は淡水魚よりも早い時代に海水から淡水へと移住して來たか、或は、其の軟體動物が周囲の鹽分濃度と異なる鹽分濃度の體腔液を持てる様になつたのか、其の何方かに依るわけである。爬蟲類は淡水産蚯蚓よりも其の鹽分濃度が僅かに高い。又、淡水魚、哺乳類、兩棲類、鳥類の夫々の鹽分濃度は皆非常に近似して居る。此のことは、夫々の祖先が、殆ど同時代に、海水を去つたことを考へさせる。そして、哺乳類や鳥類は、其の海を去つた頃の祖先と同様の鹽分濃度を保つ様に代々つとめて來たことが明かである。淡水魚や兩棲類の鹽分濃度は、鳥類や哺乳類の夫れよりもかなりまちまちな、廣い範圍の値を持つて居る。其の理由は、前兩者は大部分、連続的に水中に住んで居た爲と思はれる。

海産無脊椎動物の血液や體腔液は海水の(現今の)鹽分濃度と同等或は僅かに高い濃度を持つて居る。以上を逆に見ると、動物の血液、體腔液の鹽分濃度を測れば、それらの祖先が何時代頃、海を去つたかゞわかるわけである。

ii) 海と生物の體温との關係

動物の體温の基準になるものは其の血液の温度である。血液は熱を放散し又生活組織部から熱を得て居るが、冷血動物の體温は、周囲の温度と殆ど等しく、周囲の温度の變化に連れ同様に變化して居る。

しかし、温血動物になると、體温は多少の變化はあつても、殆ど不變的で、周囲の温度が變化しても、體内の物理化學的な作用を一定に保つ必要から、其の體温をも一定に保つ様になつて居る。此の恆温調節作用は、最初は非常に未熟練で役に立たず、極端な變化の下では破滅してしまふものであつたに違ひない。今の温血動物でも完全とはとても言ひ難い。ごく高等なものになると、調節器はごく敏感でよほど良く働く。此の調節作用が進化するに際しては、其の動物の祖先が慣れて居た温度、即ち最初海中で一番便宜であつた温度を體内に留め様と努めたことは事實であらう。そこで、哺乳類でも鳥類でも其の體温は各の祖先が、移つた頃の海水の温度と同様であらうと考へてもよいと思ふ。又特に面白いのは、温血動物の一日中の温度變化と、海水の温度の變化との類似してることである。即ち温血動物の體温は午後二時から六時頃までが最高で、それから次第に冷たくなり、最下は午前二時から同六時頃である。此の兩者の差はあまり大きくなり、先づ 1°C 位である。此の様な温度の變化は海水でも見られる。

iii) 體腔液と海水との pH の關係

昔から血液は中性か或は弱アルカリ性であると言はれて來た。近頃は水素イオン濃度を詳しく測定する方法が知られて居る。先づ、或る液中に H イオンと OH イオンとが同數在れば、此の液は酸性であると同時にアルカリ性である。例へば、純粹な水の中には、 22°C — 23°C に於ては、H イオンも OH イオンも、各 10^{-7} Normal ^(規定) だけ含まれて居る。Sørensen 氏は水素イオン濃度

を現す場合に、普通 1×10^{-n} 規定と言ふ代りに、10 の指數を正數とし、之れを水素イオン指數と名付け pH で現した。即ち、

$$\text{pH} = -\log 10h = \log_{10} \frac{1}{[H^+]}$$

(h=水素數, $[H^+]$ =水素イオン濃度),

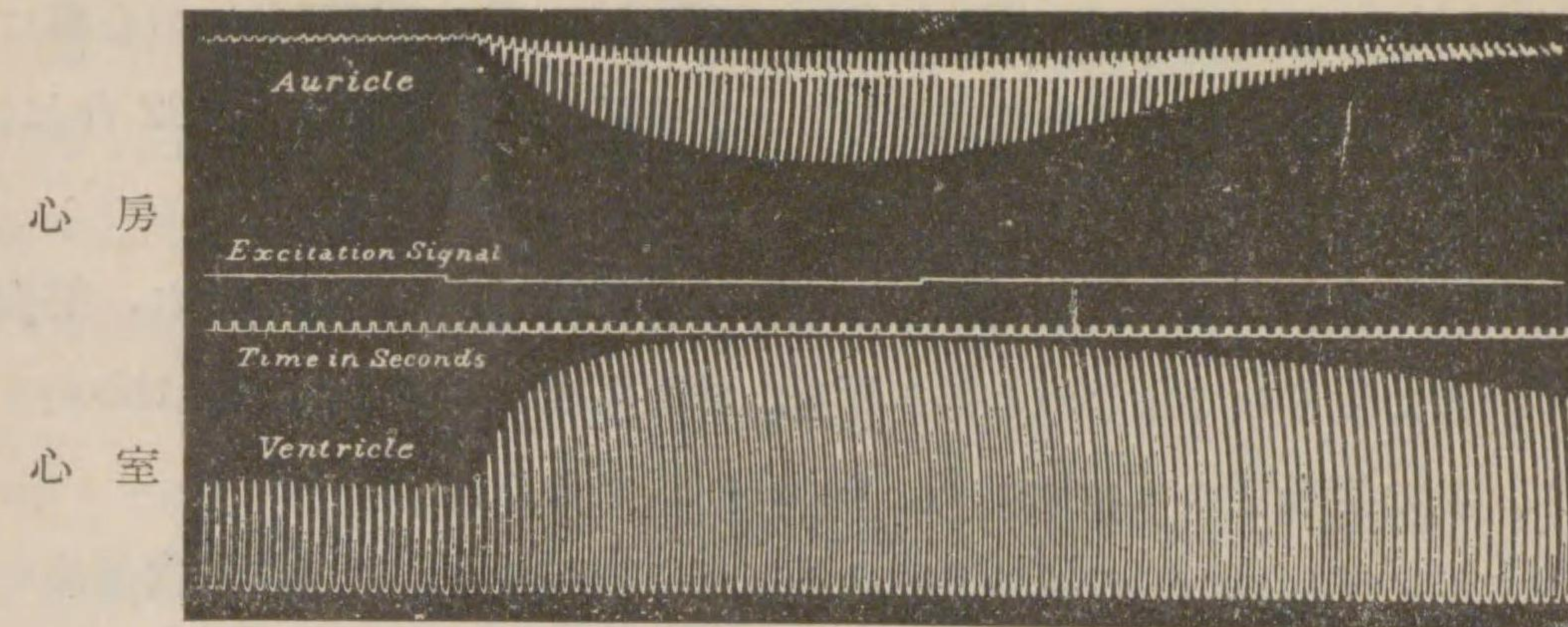
次に動物の體腔液の pH を擧げてみると、

ひとで	7.76
なまこ	7.67
あめふらし	7.23
ほたてがひ	6.50
たこ	7.54
甲蟲	6.2—7.2(食肉者の方草食者より高%也)
かめ	7.64
人	7.40—7.49
海水	8.0—8.2

又體腔液は比較的安定な滲透壓を有し、又金屬イオンの比も一定で、一定のアルカリ度を有する。即ち體腔液は、所謂平衡物質 (Buffer substance) を含む。以上から、體腔液は海水と類似の液體であることがわかる。

第三節 心臓の生理

血液等、體腔液の循環は心臓の運動に依つて行はれるが、此の心臓は、環形動物にはじめて見られる。環形動物では、心臓の數は種に依り相違して居る。心臓鼓動(Pulsation)の數は、「かぶらみみず」(Perichaeta)では1分間に20回位で、血行は1秒に12耗位である。又此の蚯蚓を麻酔させると、鼓動數は1分間に9—16回位に衰へ、血管の上にアドレナリンを滴下すると鼓動數が少くなる。それで、「みみず」の心臓鼓動は神経と關聯して居ることがわかる。又「みみず」の心臓には増進神経 (Accelerator) と制止神経 (Inhibitor) とがあ



第百三圖 ヒキガヘルの心臓の鼓動に及ぼす交感神経刺戟の影響。(Gaster 氏圖)(心房心室とも刺戟を加へるやすぐ鼓動ははげしくなるを見よ)

るとカールソン氏 (Carlson), ロジャー氏 (Rodger) 等が言つて居る。しかし、神経節を刺戟する時に、同時に筋肉をも刺戟するので、判然とした血行の變化はわからない。

次に問題になるのは、血管夫れ自身に律動的收縮 (Rhythmic contraction) をする機能があるか否かである。まづ、「みみず」では血管の一部が收縮して血液が流れるが此の時は一節ずつ流れるのではなく、五六節も先にまで流れてゆく。人の腸の血管が脹れるのは、先づ或る部分が脹れると、次の部分がよほど長く脹れる。それで、丁度之れは、「みみず」の血管などに似て居る。茲に若し血行が背神経節 (Dorsal ganglion) の調節を受けて居るとすれば、血管が脹れるのも環節的 (Segmental) になされなければならない筈である。しかし上述の様に、環節的にならぬから、血行を調節するのは食道上神経節 (Supraoesophageal ganglion) であると思はれる。

軟體動物になると、心臓はもう心房 (Auricle) と心室 (Ventricle) とに分れて居る。そして、心臓に血液があれば、鼓動し、なければ鼓動しない。又心臓内の壓力が強い程よく鼓動する。そこで、此の心臓鼓動には、神経調節 (Nervous control) があるか否かは重大な問題になる。

先に Dogiel 氏, Carlson 氏等に依ると、心房のところに調節神経が在ると言ふことになつて居たが、其の後の多くの實驗者は、皆調節神経節の存在を否

定した。しかし、1931年に岡氏(Kōzō Oka)は「ほたてがひ」の心臓に就いて実験し、明かに神経調節があることを証明した。次いで、1932年には、鈴木專治氏が組織學的に調節神経節のあることを証明した。

此の様に心臓の律動的鼓動が、心臓壁の神経節に依つて調節され、筋肉自身の収縮に依るのではないと言ふ説を、**神経原説**(Neurogenetic theory)と言ふ。此の提唱者は Carlson 氏, Garreg 氏である。

上の説に反し、心臓の律動運動は神経には関係なく、數種の筋肉纖維の性質に依り起されると言ふ説がある。之れが即ち**筋肉原説**(Myogenic theory)である。

1) 心臓活動と温度との關係

高等動物に於ては、心臓鼓動は殆ど恆溫下に行はれて居る。しかし兩棲類、爬蟲類、魚類又は總ての無脊椎動物に於ては、周囲の温度變化に連れ其の體温も變化する。そこで冷血動物の心臓活動が温度の變化に如何に順應してゆかかを研究するのも必要なことである。

實驗結果に依れば、總ての動物の心臓は他の作用と同じく、温度の變化に依り、其の回数や強さの變化を生ずる。そして温度の變化と心臓鼓動數との間には一定の關係がある。此の關係は**温度係數**(Temperature coefficient)として Q_{10} で現されて居る。 Q_{10} とは次の様なものである。

$$Q_{10} = \left(\frac{K_1}{K_0} \right)^{\frac{10}{T_1 - T_0}}$$

こゝに K_1 = 高温 T_1 度 (攝氏) に於ける鼓動數、

K_0 = 低温 T_0 度に於ける鼓動數。

例へば、「みず」では (2.5°C—27.5°C) 間では $Q_{10} = 2.173$, 「ごかい」では (3.2°C—18.5°C), $Q_{10} = 2.525$, 「かへる」(Rana esculenta, 心室) では (13°C—24°C), $Q_{10} = 2.8$, 人間 (熱病の時) では (37°C—42°C), $Q_{10} = 2.2$ の筈である。

2) 心臓筋肉 (Heart muscle)

心臓筋肉 (Heart muscle) は、他の筋肉と違つて律動運動をなし、他の筋肉は他から刺戟が來た時だけ動く。今、此の心臓筋肉と他の筋肉との性質の比較を試みようと思ふ。心臓筋も、蛙ではよく研究されて居るので、他の動物の筋肉と比較する基準として蛙の例をとり、次に表示してみる。

蛙の筋肉の諸性質 (15°C に於て)

筋肉の種類 諸條件	平滑筋(胃) (Plain muscle)	心臓筋(心房及び心室) (Cardiac muscle)	骨格筋(横紋筋ノ一) (Skelet muscle)
自動運動	自然的律動あり, 1—3(一分に)	自然的律動あり, 10—20(一分に)	なし,
傳導度	5—20m. m. (一秒に)	100 m. m. (一秒に)	400m. m. (一秒に)
反射時間 (Refractory period)	収縮には見られず。但し傳導に際しては、刺戟後は害される。	収縮及び傳導兩方によく現れる。傳導期間中特に甚だしい。	ごく短く、収縮が完全に行はれぬうちに終つてしまふ。
有效刺戟の合成 (Summation)	よく現はる。	現れず。	よく現はる。
刺戟の強さと、反應との關係。	刺戟の度強くなると共に反應も著しくなる。そして強直(Tetanus)が起る。	悉無律に従ふ。	刺戟の度強くなると共に、反應も著しくなる。そして、強直(Tetanus)が起る。
クロナキシー *(Chronaxie)	1—3 秒	0.005 秒	0.0003 秒

* **クロナキシー** (Chronaxie) とは筋肉に弱い電流を與へた時に、長い時間で反應を示すものであるが、此の電流の最小限度の強さの二倍の強さの電流を作用させた時に、筋肉が反應するまでに要する時間を以て現したものである。實際的には、 $\frac{1}{1000}$ 秒を σ で現して居る。例へば蛙の心臓筋のクロナキシーは、 5σ だと言ふ。

第四節 呼吸作用 (Respiration)

呼吸作用 (Respiration) とは、動物と、其の棲む外界 (Environment) との間に絶えず瓦斯交換を行ふ作用である。即ち、先づ酸素を取入れ、そして種々の瓦斯と共に炭酸瓦斯を放出する作用である。此の作用を普通二つに分けて (1) 外呼吸 (External respiration) 即ち、動物と其の棲む媒質 (Medium) との間の瓦斯交換と、(2) 内呼吸 (Internal respiration) 即ち、動物の細胞と其の外界 (細胞の直接の Environment) との間の瓦斯交換とにして居る。此の兩作用は、動物が下等になるに連れ區別も出来なくなり、原生動物 (Protozoa) とか下等の後生動物 (Metazoa) とかになると全く一致してしまふ。

1) 呼吸器官 (Organs of Respiration)

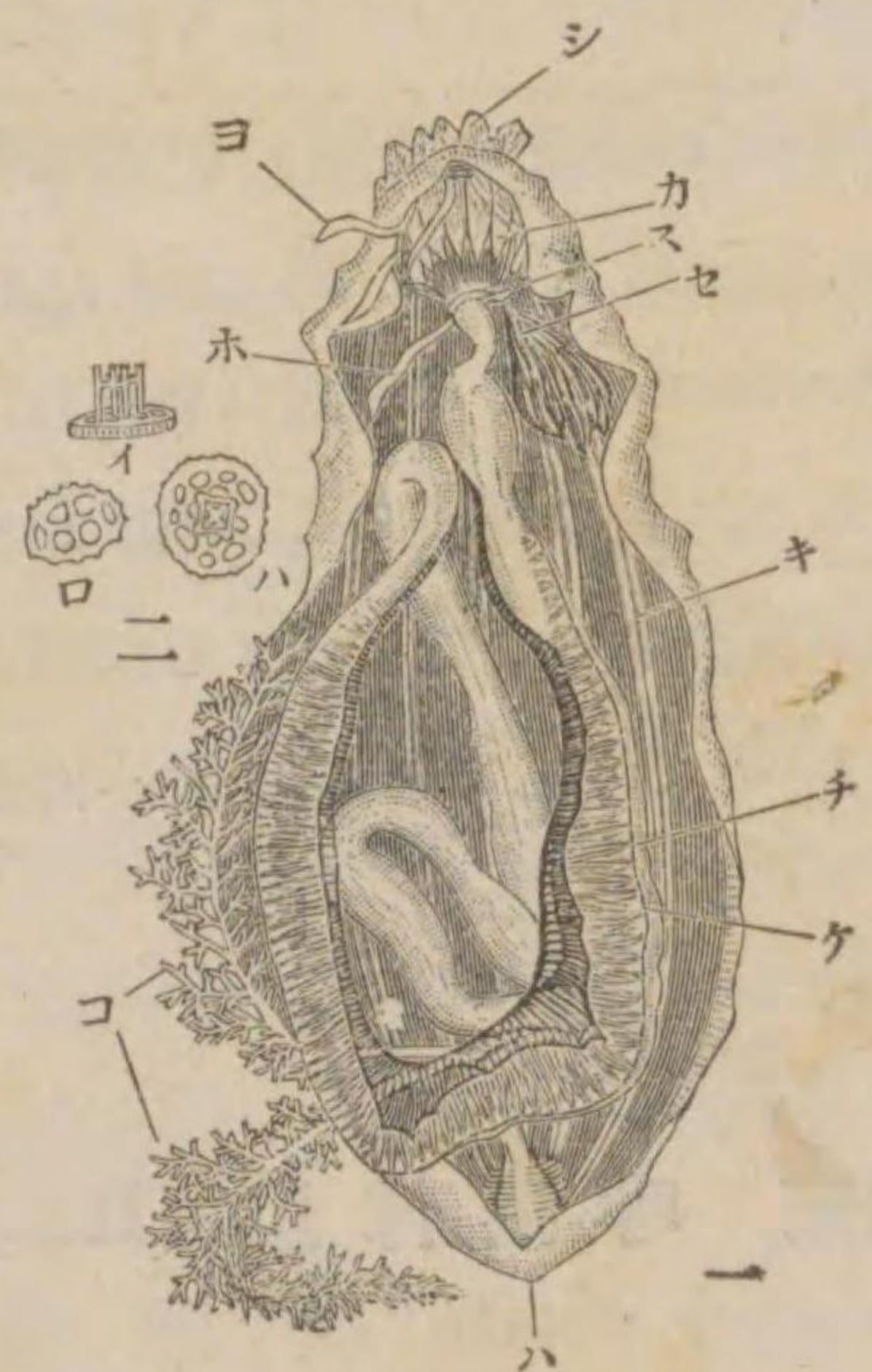
呼吸作用を見る前に呼吸器官に就いて調べてみると、それは、動物に依り構造も部分も随分違つて居る。然し基礎的にはどんな呼吸器官も動物の體表面が内部或は外部に伸長し、體腔液 (Body fluid) 或は血液が其處に来て居て、瓦斯交換をするに都合よく出きたものである。或る多數のものでは呼吸系と血管系とが一所に此の機能をなす。昆蟲に於ては呼吸作用は、氣管及び循環系に依つてなされて居る。

此の場合は體の至る處に分枝して生る一定の空氣通路を通して、體組織細胞に酸素を給與する。

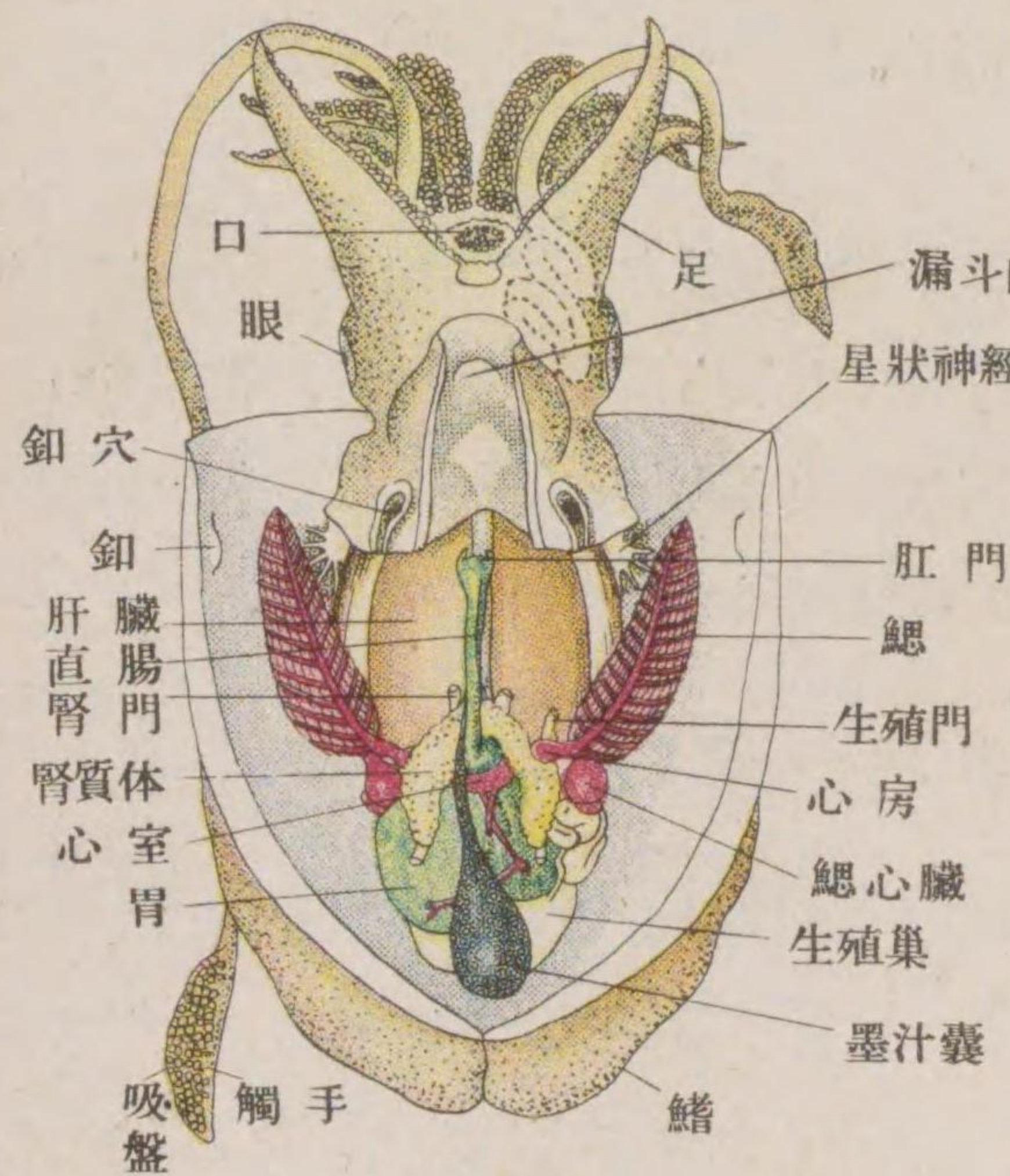
呼吸器官の構造は次の様に分類される。

1. 一般體表 (General body surface)

原生動物、腔腸動物、蠕形動物に見られる。



第百四圖 1. ナマコの解剖圖
カ 石灰質
キ 筋肋
ケ 血管
コ 呼吸樹
シ 觸手
ス 水管
セ 生殖器
チ 腸
ハ 排泄孔
ホ ポーリ氏胞
ヨ 貯水胞
2. 骨片
イ 側面
ロ、ハ 正面



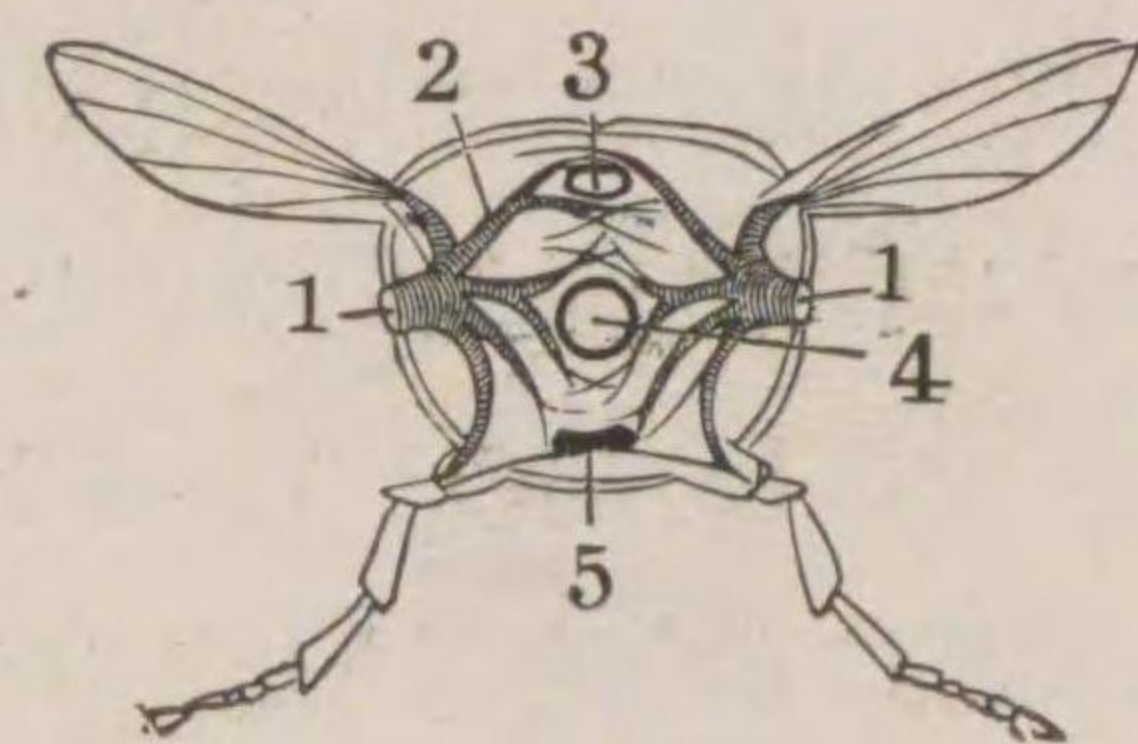
第百五圖 イカの解剖圖。

2. 呼吸突起 (Respiratory papillae)

體腔 (Coelom) から手指状の管をなして突出したもので、體腔液に充され、海水に取圍まれて居る。「ひとで」類に見出される。

3. 呼吸樹 (Respiratory tree)

管状の多分枝した、消化管



第百六圖 昆蟲體の横断面。
1. 氣門, 2. 氣管, 3. 心臓, 4. 消化管, 5. 神経系,

(Alimentary canal) よりの突出で「なまこ」類に見られる。此の細管は間歇的に海水に充

れ、排泄腔に口を開く。

4. 鰓 (Gills)

絲状或は盤状の附屬器官 (Appendages) で、其處に血管が来て居り、周圍の水と單に薄い膜で境されて居る。其れで、血液は、水中の酸素を吸着し、排氣は放散される様になつて居る。鰓の在る部分は、動物に依り異り、習性に適する様な位置にある。

5. 氣管 (Tracheae)

呼吸系をなす空氣輸送管 (Air-conveying tubule) を言ふ。昆蟲、多足類に見られる。眞正昆蟲に於ては、氣管は分枝し網目状に接合した細管で、體の全部に渡り、一定部分が、氣囊 (air-sac) となつて擴大して居る。其の外部開口 (即ち、氣孔 Stigma 又は氣門 Spiracle)



第百七圖 肺。

cle) は體側に位し、稀に瓣が附いて居る。

6. 肺 (Lungs)

肺は單純なものもあるが、大部分は非常に複雑な囊狀構造で、動物に依り種々進化が見られて居る。其の何れに於ても最も重要な部分は、吸入された空氣と、血管が網目狀に來て居る濕潤な粘膜と直接に接觸し、空氣中の酸素と血液中の炭酸瓦斯其の他とを交換する様に出來た氣囊部である。

2) 呼吸作用の調節

體表が酸素に充分觸れて居る場合は、呼吸運動をする必要がないので、其の例は兩棲類の胎兒や幼生に見られる。酸素の必要が増してくると、呼吸表面も増加し、其の爲に、水と體表との接觸面も増すことになる。之れと稍、似た適應は赤血球にも見られる。即ち、大きさや生活、習性が酸素を最も僅かしか要さないものでは、最も大きな赤血球 (Erythrocytes) を持つて居る。つまり、酸素を攝る表面が最小である。生活様式に依つて、酸素をよけいに必要とするものでは、小さな血球を持つて居る。つまり酸素を吸着する表面積が大きくなるのである。

3) 有氣呼吸と無氣呼吸

酸素の攝取法に依り、動物は、二大別されて居る。即ち、

1. 有氣生物 (Aerobic organisms)……遊離酸素の在る所にのみ生活し、成長して居る動物。
2. 無氣生物 (Anaerobic organisms)……遊離酸素の無い所に棲み得る動物。

此の遊離酸素の存在の下にのみ呼吸する作用を有氣呼吸 (Aerobic respiration) と言ひ、遊離酸素のない所で呼吸する作用を無氣呼吸 (Anaerobic respiration) と言ふ。冷血動物の中では、無氣生活 (Anoxybiosis) は多くの場合見られて居るが、温血動物に於ては其の明かな例が見られては居ない。

無氣呼吸の例を次に擧げてみると、Bourge 氏が蛔蟲類 (Ascaris) を、猫と鰻 (Pike) とから取つて實驗した例がある。先づ生理食鹽水 (Normal saline solution) を煮沸し、酸素を除き、更に焦性沒食子酸の様な強力還元劑で酸素を除いてから曹達を入れ、其の中に此の寄生蟲を入れて置いたが、4日乃至6日間生きて居た。そして、其の間蛔蟲 (Ascaris) は活潑な運動をし、組織中の物質を分解して出來た CO_2 を多量に出したのである。又酸素を其の寄生蟲に與へても利用することは出來なかつたと言ふ。

如上の際の過程に就き Weinland 氏が研究し、其の結果次のことが分つた。即ち寄生蟲が炭水化物を異化 (Catabolise) し、其の結果 CO_2 と、脂肪酸 (Valerianic acid, Caproic acid) とが放出されたのである。又 Weinland 氏は蟲の乾燥物質中の約 $\frac{1}{3}$ は肝糖 (Glycogen) であると言ふ事實から、グリコーゲンが分解される原物質であると主張して居る。

4) 呼吸量の比較

普通状態に於て、動物はどの程度の酸素を必要とし、どれだけ CO_2 を放出するかを次に表示してみる。通常、此の O_2 , CO_2 の量を現すには、體重を珪に換算した場合、1珪につき1時間に入出する瓦斯の量を珪で現す。此の際必ず溫度を記入することである。

種名	體重	CO_2	O_2	$\frac{\text{CO}_2}{\text{O}_2}$	溫度
コロゾウム (Collozoum)		0.1113	1.06	16°C
おびくらげ (Cestus Veneris)		0.0037	0.79	16°C
ひる (Hirudo)		0.0312	0.0328	0.69	13.5°C
いがひ (Mytilus)		0.0165	0.0174	0.84	16°C
たこ (Octopus vulgaris)		0.0630	0.0745	0.86	15.5°C

てながえび (Palaemon)	0.179	0.201	0.83	19°C
うなぎ	18.47	21.45	0.86	10°C
こひ	48.10	61.40	0.78	18°C
ます	129.30	149.76	0.86	13°C

上表の $\frac{CO_2}{O_2}$ を通常、呼吸係數 (Respiratory quotient) と言ひ、R. Q. で現して居る。此の R. Q. は、動物の食物に依つて變化するもので、此の點から、R. Q. は體内の營養物質代謝の性質上に、重要な意味を有するものと言はれて居る。犬の R. Q. は食物により次の様に變化する。

パン (R.Q.=0.93), 肉類 (R.Q.=0.74), 脂肪 (R.Q.=0.69)

5) 呼吸作用と温度との關係

下等動物の呼吸作用は温度に依り非常に變化される。Vernon 氏の研究によると、次表の様な結果になつて居る。次表中温度欄の下の數字は、體重を珓になほした場合、1 珓につき 1 時間に吸入した O_2 の量をデシミリ瓦で現したものである。

種名	10°C	12°C	16°C	20°C	22°C	24°C	Q_{10}
おびくらげ (Cestus veneris)	17	23	37.5	53.5	63	74	2.79
うりくらげ (Beroe ovata)	29	42	72	106	126	147	3.18
サルパ (Salpa pinnota)	53	72	116	169	199	231	2.86
あめふらしノー (Thethys laporina)	131	140	165	207	236	276	1.70
たこ (Octopus vulgaris)	915	1000	1240	1630	1936	2315	1.94
揚子魚ノー (Serranus scriba)	1075	1235	1660	2160	2440	2770	1.97

上表を見ると、 O_2 の吸入量は温度の上昇に連れ明かに増加して居る。そして、殆ど總ての動物の呼吸温度係數 (Q_{10}) は、化學反應速度の場合と同様に考へられ、Van't Hoff Law に従つて居る。又 Vernon 氏は、動物の組織がより高等に分化して居れば居る程、呼吸作用は温度の影響を受け難くなると言つて居る。

次にホール氏 (F. G. Hall) の龜 (Chrysemys marginata) に就いての研究に依ると温度上昇に連れ O_2 吸入量が増加すると共に R. Q. の數も増加する。次に Hall 氏の表を示せば、(體重一珓、一時間につき)

温度	O_2 (立方糎)	CO_2 (立方糎)	R. Q.
4.0°C	17.00	7.60	4.49
8.0°C	18.30	9.50	5.20
18.0°C	29.60	16.90	5.70
20.0°C	61.50	39.20	6.50
25.0°C	48.00	32.10	6.90

(表中 25.0°C では、 O_2 , CO_2 の量が前よりも減少して居るが、是れは高熱の爲に呼吸作用が極度から降つたものである。)

6) 呼吸作用と水素イオンとの關係

或る多くの動物に於ては、呼吸運動の調節は、血液内の水素イオン濃度に關係して居ることが知られて居る。此の點に就いてのメカニズムは略し、次に唯注目すべき事實を、列挙してみる。

水素イオン濃度は、細胞が O_2 を利用し、 CO_2 を放出する能力に或る作用を及ぼす。此の例として、コーン氏 (Cohn) は、海星や「うに」の精蟲は、僅かにアルカリ性の海水中では非常に活潑であるが、若し中性、酸性となると、次第に運動が遅くなる。此の精蟲の運動は、 O_2 消費を伴ひ、少くも O_2 消費量をまし、 CO_2 放出量を増す。又液中の O_2 が減少したことは、即ち精蟲が長く生活したことになる。そこで、生活細胞の水素イオン濃度と、其の細

胞の酸素消費量との間には、非常に直接の関係がある様に見える。

他の例は、ロエブ氏(Loeb)の「くだうみひどら」(Tubularia)の一種の再生に就いての研究であるが、此の動物の再生は、アルカリの存在に依つて促進され、酸の存在に依り遅延される。これに依ると、再生作用の促進や遅延は、つまり細胞の酸素使用の増減に起因すると思はれる。

血液内の水素イオン濃度は、細胞の瓦斯交換を最良の速度且つ最善の方法で行はしめる様な、適度な濃度になつて居る筈である。然し、細胞が酸素消費の調節をするメカニズムに就いては、未だ疑問の點ばかりで、判然しない。たゞ、水素イオン濃度が僅かでも變化すると、細胞膜の酸素透過度が變化することは明白なことだが、或は、細胞膜の滲透壓の變化に原因せず、何か他の細胞中の物質が直接影響され、その爲に、酸素の滲透量に變化を來すのかもしれない。

第五節 動物の榮養

榮養研究は、哺乳動物ではかなり充分に行はれて居るが、下等動物に就いてはあまり行はれて居ない。まづ一般に榮養の目的は、何かと言へば、第一に生きた機械(Vital machine)を運轉するエネルギーを生じさせる爲に體熱を保留する物質を、第二に消費された蛋白質の更新に必要な物質を、第三に成長に必要な物質を夫々給與することである。

1) 體の化學的構造

榮養物質を述べる前に、まづ其れを必要とする體の化學的構造を知ることが大切である。然し、下等動物に就いては殆ど知られて居ない。大抵生物體は少くも70%乃至は80%は水分である。その他、蛋白質、脂肪、炭水化物、灰分(鹽類)や、此れ等の誘導物(Extractives)等からなつて居る。其中でも重要なものは蛋白質(つまりアミノ酸(Amino acid))である。エミール

フィッシャー氏(Emiel Fisher)が、Amino acidを蛋白質(Protein)から誘導したのは、未だ數十年前に過ぎない。次にアミノ酸の中、主なものを擧げてみる。

液名 Amino acids	血清 Serum albumin	角質* Keratin	海綿素 Spongine	ゴルゴニン Gorgonin	胸腺 Thymus Histone
グリココール (Glycocoll)	0.	2.6	13.9	—	0.5
アラニン (Alanine)	2.7	1.8	?	—	3.5
アミノ・バレリアン酸 (Aminovalerianic acid)	—	0.5	?	—	—
ロイシン (Leucine)	20.48	8.0	7.5	+	11.8
グルタミン酸 (Glutaminic acid)	7.7	2.3	18.1	—	0.5
アスパラギン (Asparagin)	3.12	1.1	4.7	—	0.0
セーリン (Serine)	0.6	0.4	—	—	—
シスチン (Cystine)	2.53	—	—	—	11.9
リシン (Lysine)	—	—	3—4	1.5	15.52
アルギニン (Arginine)	—	—	5—6	2.2	—
Diamino-trioxi- -dodekan acid	—	—	—	—	—
フェニールアラニン (Phenyl alanine)	3.08	0.0	?	—	—
チロシン (Tyrosine)	2.10	3.6	0.0	2.5	—
α プロリン (α -Proline)	1.04	3.5	6.3	—	—
(Oxy- α Proline)	—	—	—	—	—

トリプトファン (Tryptophan)	+	-	-	+	2.34
ヒスチジン (Histidine)	1.2	-	-	-	0.74

欄内の数字は瓦パーセントで現したもの、

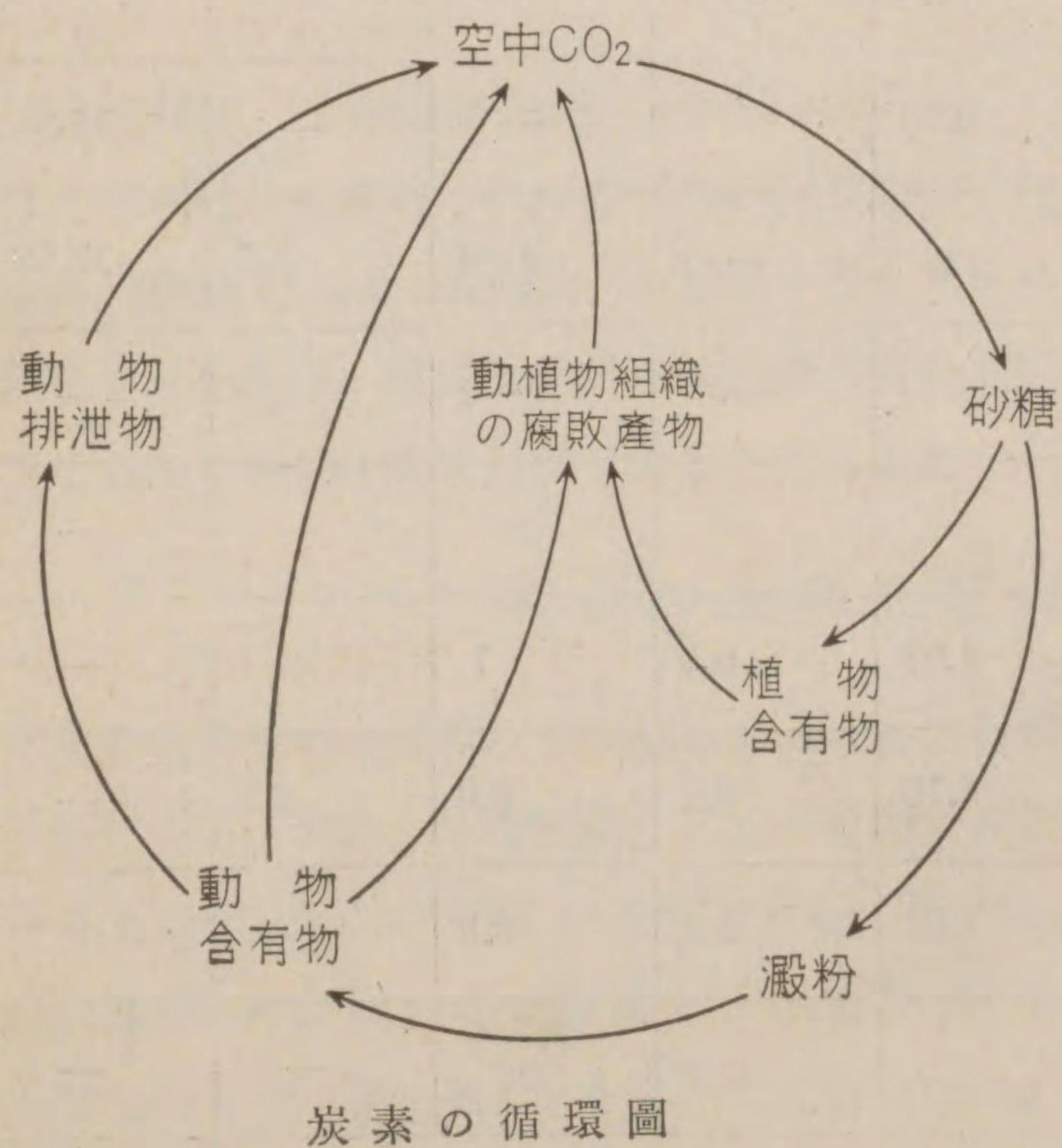
* 鷺鳥の羽毛中の角質。

上表によつて見ると、之等のアミノ酸は體の部分に依り相違し、又動物の種に依り違ふ。それで動物は各食物を違へなければならぬ。

2) 食物 (Foods)

食物の中、重なる元素は、炭素 (C)、酸素 (O)、窒素 (N) である。其の中でも、炭素は最も多量に使用される。炭素の循環圖を次に書いて見る。

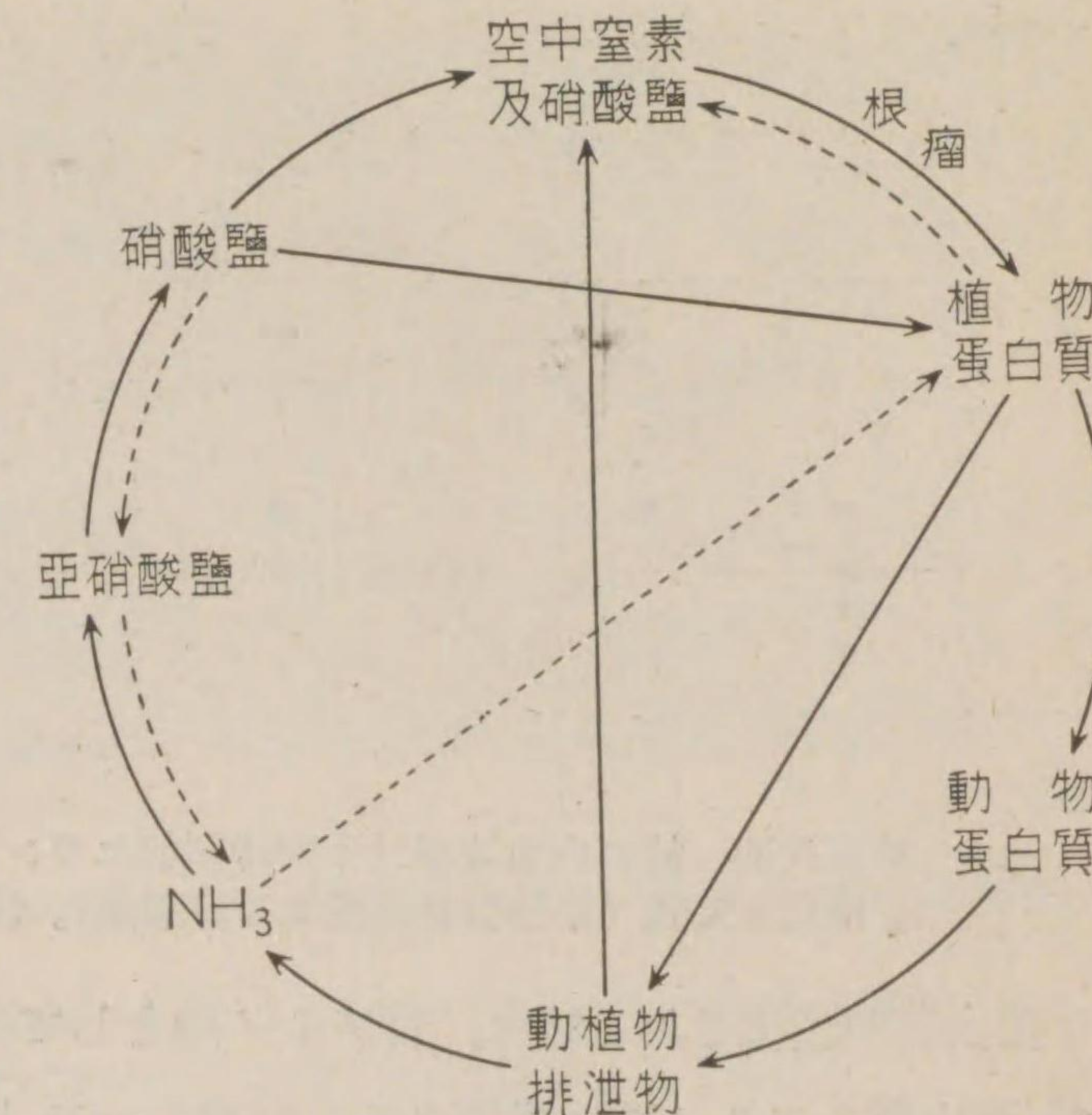
酸素循環は周知のことで、單純であるから之れは略し、次に窒素循環圖を書いてみる。即ち、圖の様に、動物窒素の源は他動物の蛋白質から分解されたアミノ酸である。瓦斯狀の窒素は攝られぬことになつて居る。空中の窒素は左圖の様に循環し、根瘤バクテリアのある根で植物に攝取される。動物でも、全く窒素をとらずに、炭水化物だけで生き居るものもあるが、その時は、其の動物の寄生蟲が宿主に窒素を與へるのだと言はれて居る。



は左圖の様に循環し、根瘤バクテリアのある根で植物に攝取される。動物でも、全く窒素をとらずに、炭水化物だけで生き居るものもあるが、その時は、其の動物の寄生蟲が宿主に窒素を與へるのだと言はれて居る。

哺乳動物や鳥類の體温は一定して居るが、此の温血動物が此の世に現れたのは、植物に種子を生

じ、其れを動物が食する様になつた爲であるとのことである。以上の循環形式を見ると、循環は單に動植物間に行はれて居るばかりでなく、廣く宇宙間に行はれて居ることがわかる。しかれば、體內では如何に循環するかを次々に述べてみよう。



3) 消化作用 (Digestion)

食物を消化する部分は、

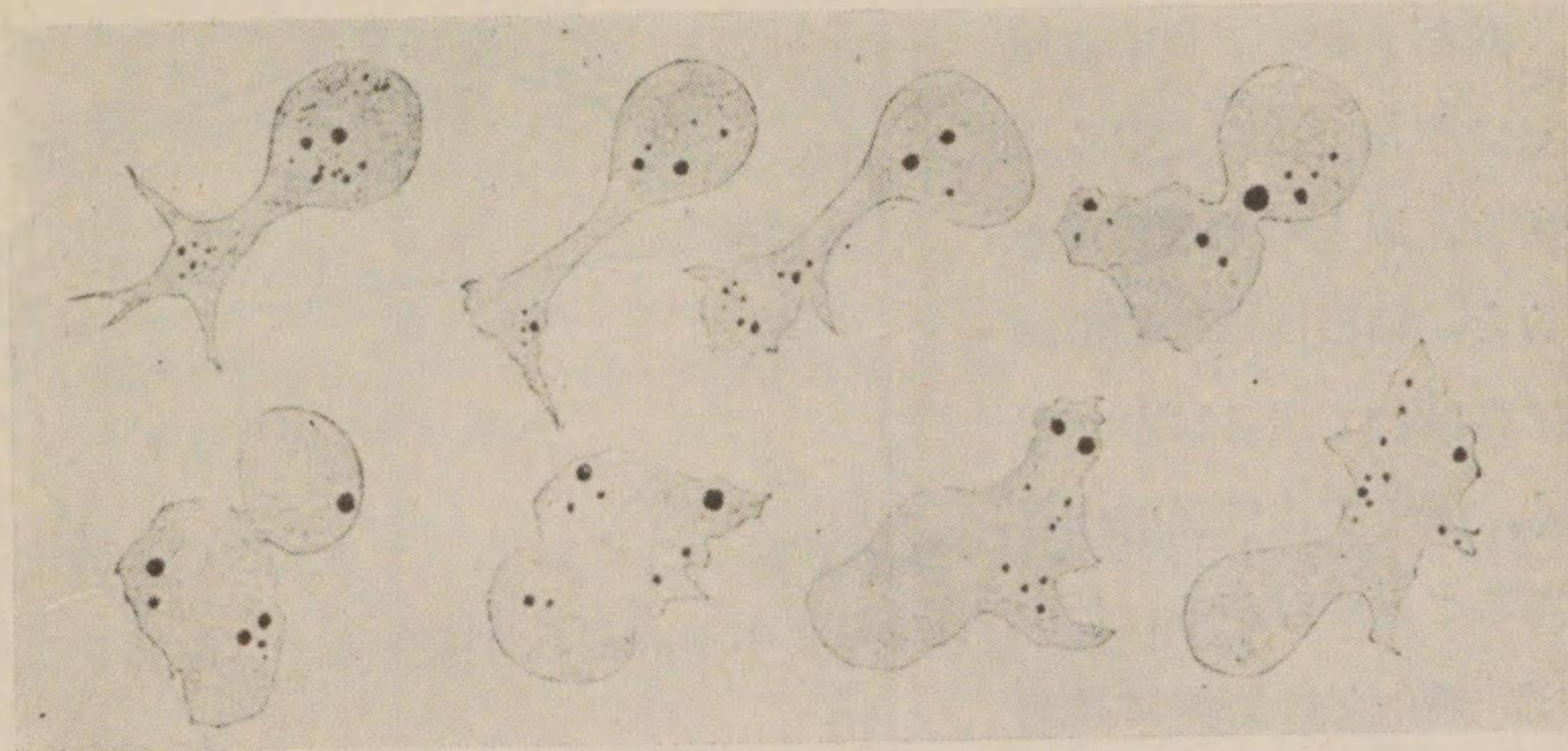
動物に依り種々に違つて居る。海綿(Sponge)では鞭毛室(Flagellated chamber)中で直ぐに體細胞中に營養分を吸収するが、他の動物では夫々一定の違つた部分で食物を消化する。どの動物にしても食物は固形のものが多いが、之れを直接に體內に吸収することは出来ない。それで、何らかの方法で夫等を細分しなければならぬ。それには消化器官の有無に係らず次の二法がある。

即ち、細胞内消化 (Intracellular digestion)

細胞外消化 (Extracellular digestion)

細胞内消化は下等動物に主に行はれるが、人間でも喰細胞作用 (Phagocytosis) が見られる。しかし、高等動物の喰細胞作用と下等動物のそれと違ふ點は、前者では體から離れて自由に獨立生活をして喰細胞の作用をなす點である。

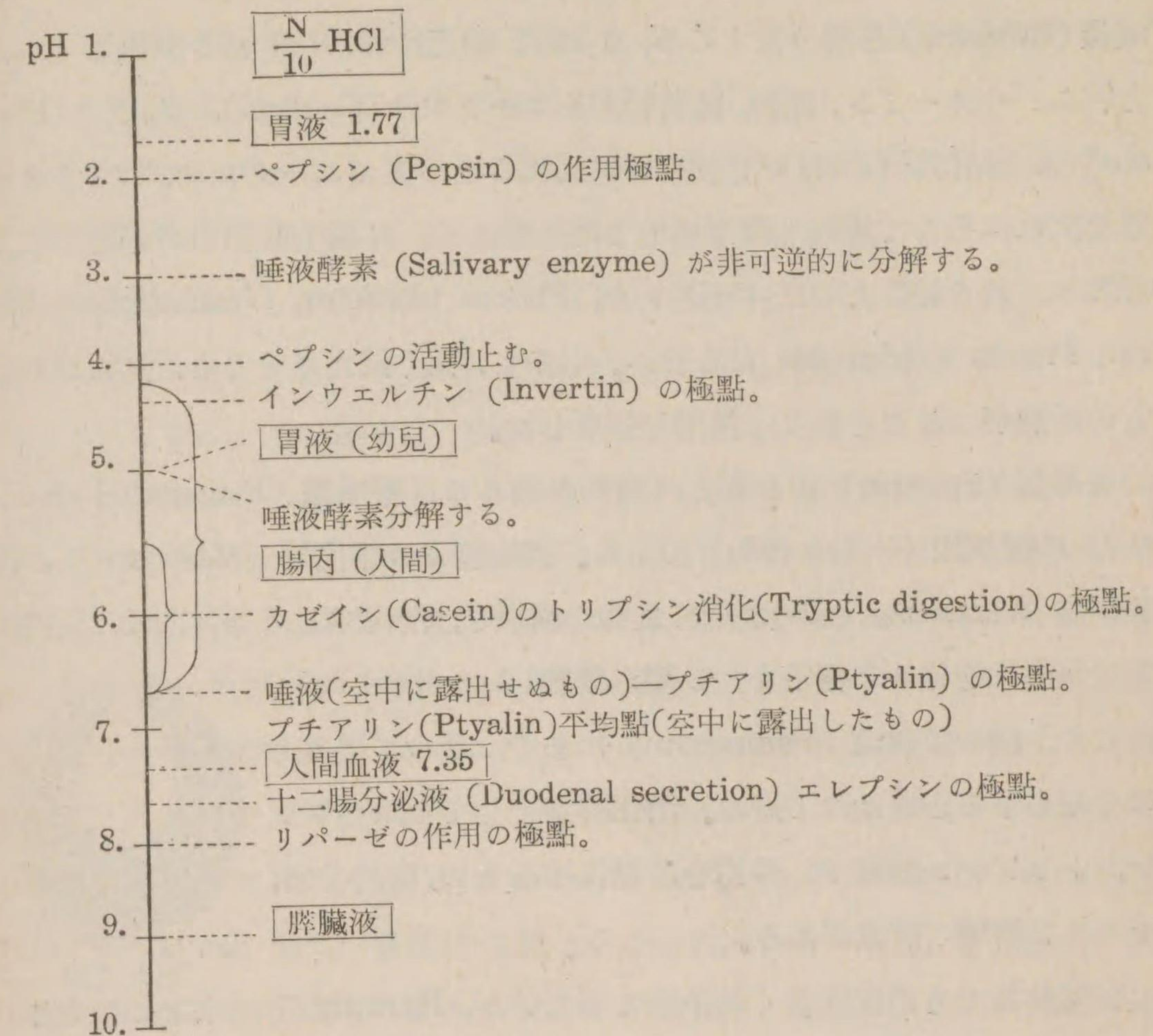
細胞外消化と言つても、終には細胞膜を通過し得る液體になすことで、細胞内消化と同じ原理で行はれる。



第百八圖 蛙の白血球が二十四時間前にリンパ腔に注射せられた墨を捕食せる圖(十分毎に寫生せる變形圖)。(Raubert-Kopsh より)

蛋白質が消化される時は、皆アミノ酸として吸収されることは前に述べたが、蛋白質をアミノ酸に変化させる酵素の一は、腸中の**エレプシン** (Erepsin) である。この発見者は Cohnheim 氏で、氏がこの発見をする際は夜間だけ研究して居たとのことである。此のエレプシンの様に、分解媒質になる化学的成成分を**消化酵素** (Digestive enzyme) と言ふ。高等動物の消化作用は皆斯る消化酵素の作用に依るのであるが、消化される物質の異なるに従つてこの酵素の種類も違ふ。此の點から考へるとアメーバ等にも種々の消化酵素がある筈である。

そこで、消化酵素も動物の進化に連れ、其れ相當の進化をするらしい。此のことは後に簡単に述べるが、どの酵素にしてもその活動性は温度や pH などに依り制限される。例へば、水母などでは水母が海水と同じ pH を有する場合に最もよく活動する。人間では、口中には**プチアリン** (Ptyalin) あり特に、胃には酸性の**ペプシン** (Pepsin)、腸にはアルカリ性の時に働く酵素**トリプシン** (膵)、**リパーゼ** (肝)、**エンテロキナーゼ** 等がある。人間に限らず、一つの體中に酸性の部分とアルカリ性の部分とがあるのは、單に酵素の作用に便な爲にそう分れて居るのかどうかは未決問題である。次に、pH と消化作用との關係を圖示すれば下の様である。



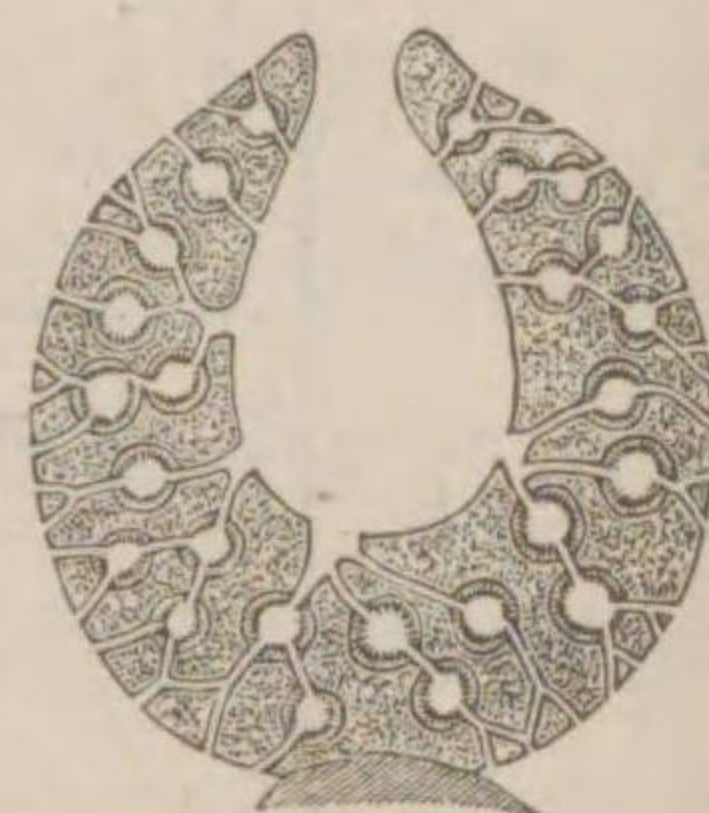
4) 攝食 (Food Capture)

原生動物の消化に関する研究は多くなされて居るが、未だ決定的な結果を得て居ない。先づ食物を攝ると次第に其の原形はなくなるが、如何にして消化するかはよくわからず、或る種の酸で食物を溶すとも言はれて居る。そしてアメーバ等の體内の消化酵素は蛋白を消化するが、脂肪をば消化せぬらしいキチン (Chichin) やセルローズ (Cellulose) は消化されぬ。

食物になるものとならぬものとの選擇が原生動物に出来るかどうかは、種々疑問がある。「ざうりむし」(Paramoecium) では、まだよくわからないが、「らつぱむし」(Stentor) に就いては Schaeffer 氏 (1909年) が研究して居る。氏に依れば、「らつぱむし」に暫く食物を與へぬと、多量の食物を攝る様になり、

滴蟲 (Infusoria) を與へたところ、1 時間 40 分内に 120 個の滴蟲をとつたと言ふ。今カーミン、澱粉、硫黄粉末をユーグレナ (Euglena)、ファクス (Phacus) と一緒に「らつばむし」の口に入れると、先づユーグレナ、ファクスをとり入れ、そして嫌なものは纖毛で外に出した。又原生動物中でも好嫌の差があり、最も好むものはユーグレナ、Phacus trigueter, Trachelmonas hispid, Phacus longicaudus だと言ふ。しかし、極く飢えさせると、食物と他物との區別がつかなくなり、何でも攝取した。

海綿類 (Sponges) になると、食物を攝るのは鞭毛室 (Flagellated chamber) の襟細胞 (Collar cells) である。襟細胞には中間層 (Mesoderm) の彷徨細胞 (Wandering cells) が來て食物を攝取し、消化するとも言はれ、又襟細胞自身食物を攝ると鞭毛を失ひ變形細胞 (Amoeboid cells) になり、體の柔組織 (Parenchym) にまで、潛つて栄養分の分配もすると言はれて居る。消化酵素としては、ペプシン、トリプシン酵素や、澱粉を砂糖にするもの、脂肪分解、ゼラチン溶解の酵素がある。



第百九圖
海綿の鞭毛室

腔腸動物でも消化はよくわかつて居ないが、Hertwig 氏に依ると、「いそぎんちやく」では、腔腸中の消化絲 (Mesenterial filaments) に腺細胞があつて、此處から消化液を分泌し、食物を消化すると言つて居る。酵素としてはトリプシン様の酵素 (Tryptic-ferment) が有るが、これは分泌液として働くのではなく、細胞内でのみ働らしい。そして消化は、細胞内消化で、細胞外消化は見られない。消化絲 (Mesenterial filament) で消化する際に、特に遊離酵素 (Free enzyme) がなくて、唯そこに接觸した食物を消化吸収する様な消化法を、接觸消化 (Contact digestion) と言つて居る。

プラナリア (Planaria) 等になると、腸があるから、こゝに食物をとる。アーノルド氏 (Arnold) に依ると、プラナリアには、中性脂肪 (Neutral fat) を脂肪酸とグリセリンとに分解する酵素 (Lipolytic enzyme) があると言ふ。夫れで、プラナリアでは、高等動物に於ける様に複雑な消化をする。即ち、

初めに分泌物を以て、脂肪を吸収し得るものにし、脂肪が全部吸収されると眞の細胞内消化が始まる。食物の選擇も見られる。

節足類 (Arthropoda) になると、消化器官も發達し、消化酵素も種類が多くなる。下等の方の「みぢんこ」(Daphnia) では、中腸 (midgut) は殆ど同様の構造になつては居るが、作用上は三部に區別される。即ち、最初の $\frac{1}{3}$ の部分では消化物の吸収をし、中の $\frac{1}{3}$ の部分では消化し、残の $\frac{1}{3}$ の部分では排泄の作用をする。此の動物は、脂肪をよく消化する。高等な方の蜂類になると、嚙囊 (Crop) には酵素が見られて居ないが大腸にはカタラーゼ (Catalase) 胃にはペロキシダーゼ (Peroxides \rightarrow O_2 & H_2O)、アミラーゼ (Amylase 即ち、澱粉 \rightarrow 麦芽糖)、イヌラーゼ (Inulase 即ち、Inulin \rightarrow Levulose)、ラクターゼ (Lactase 即ち、乳糖 \rightarrow ガラクトーゼと葡萄糖)、インウェルターゼ (Invertase 即ち、Sucrose \rightarrow Dextrose と Levulose)、リパーゼ (Lipase 即ち、脂油 \rightarrow 脂肪酸とグリセリン)、ペプシン (Pepsin 即ち、蛋白質 \rightarrow Proteoses, Peptones, Peptides)、トリプシン (Trypsin 即ち、蛋白質 \rightarrow Proteoses, Peptones, Peptides, Amino acids)、レンニン (Rennin 即ち、乳汁中のカゼイノーゲン \rightarrow カゼイン) があるが、エムルジン (Emulsin 即ち、グルコサイド \rightarrow 葡萄糖) は見られない。食物を攝る運動等は種々複雑であるし、食物も種に依り違つて居る。勿論食物選擇はある。

軟體動物 (Mollusca) の攝食運動は夫々違ひ、興味あるものであるが、同じ腹足類でも、植物食のものや動物食のもの、或は兩様のもの等種々ある。消化器官や酵素も、それらの食物に依つて相違するわけである。消化器官としては、胃、腸等の外に、棒狀結石 (Crystalline style) がある。こゝには、Amylolytic enzyme 即ち澱粉を消化する酵素が多量にある。「かさがひ」(Patella) には、ペプシン、レンニン、リパーゼ、アミラーゼ、マルターゼ (Maltase 即ち、Maltose \rightarrow Dextrose)、インウェルターゼ、グリコゲナーゼ (Glycogenase 即ち、胚糖 \rightarrow Maltose と Dextrose)、纖維酵素 (Fibrin ferment) がある。「ほたてがひ」(Pecten) には、種々の酵素の他、其の棒狀結石 (Crystlline style) 中

に血漿を凝固させる酵素もある。

高等動物になると消化器も完全になり、酵素の数も増してくる。攝食運動も種々であるが、普通目につき易いものであるから一切略すことにする。

5) 体内の消化物質

次に前述の様に攝食し、消化された物質は、体内に吸収された後どうなるかが、問題になる。まづ体内の糖類に就いて要點だけを述べると、

1. 筋肉或は體細胞の仕事に必要なエネルギーを給與する。
2. 恆溫動物に於ては體溫を一定に維持するに必要な熱を、糖分の燃焼に依つて放出する。砂糖 1 瓦は約 4 カロリーの熱を生じる。茲に筋肉が伸縮して放出する熱のエネルギーは、筋肉が運動を完了するに要したエネルギーよりも遙かに大きい。
3. 砂糖が最初にエネルギーに変化して、蛋白質のエネルギーは貯へて置く様になる。
4. 砂糖が、消費エネルギー以上に多量にある時は、葡萄糖として貯藏されるか或は脂肪と結合して居るかする。

若し糖分だけがエネルギーになるものとすれば、呼吸係数は $R. Q.=1.$ になる。

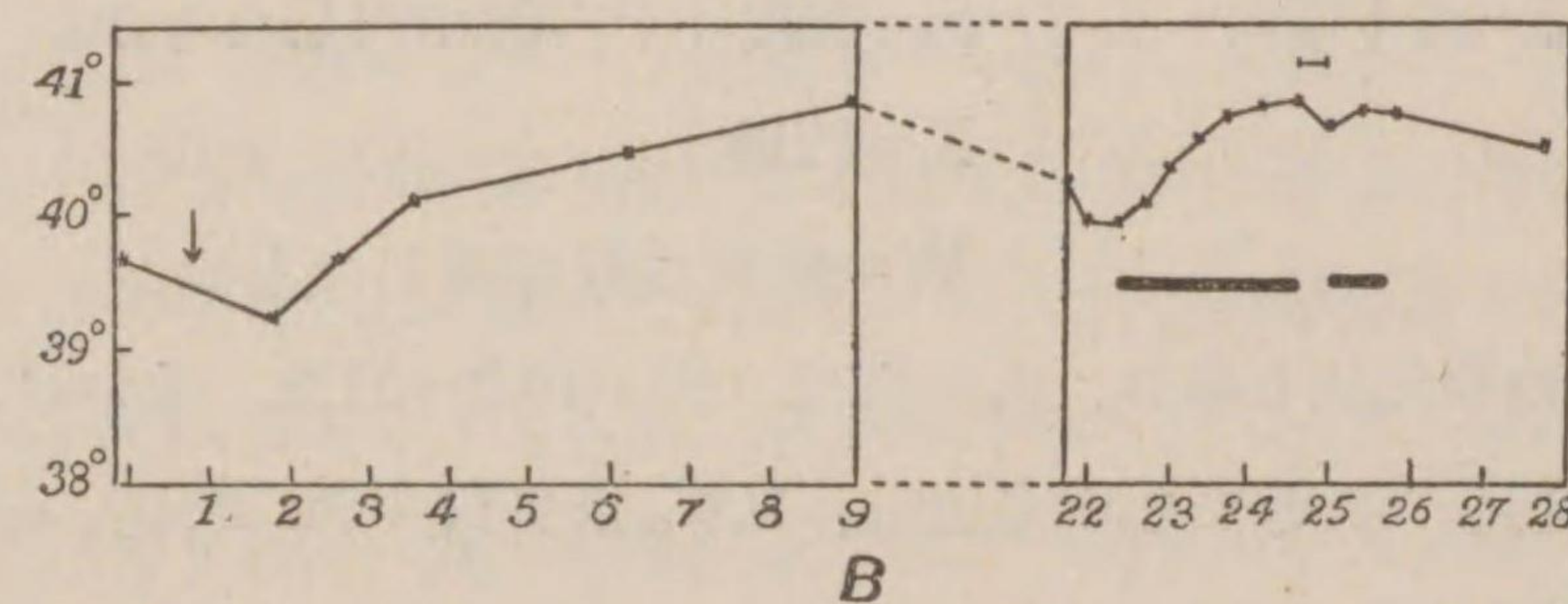
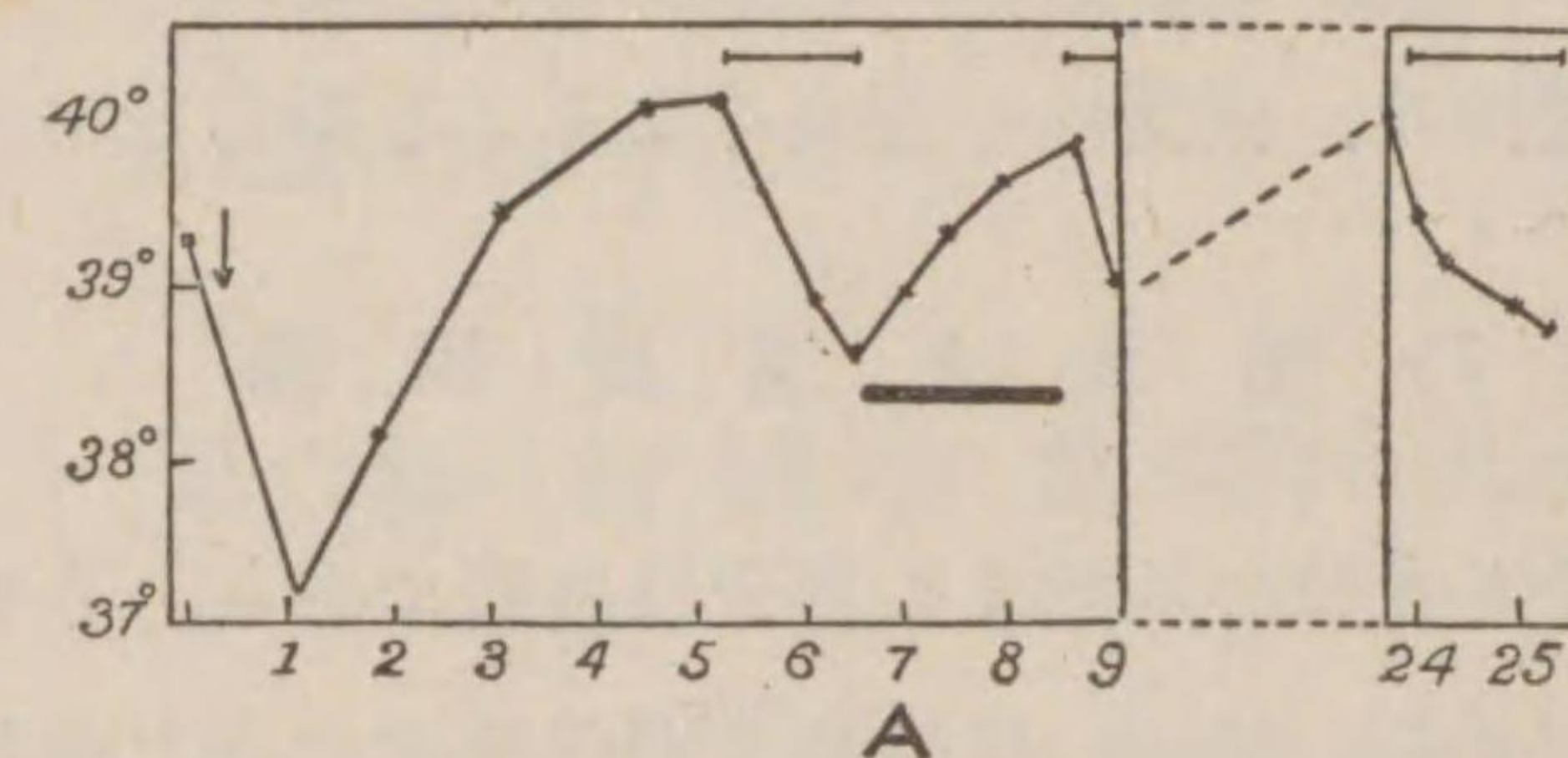
脂肪や炭水化物の食物が体内に入れば、夫々特殊の部分に貯藏されるが、若し糖分が缺乏し、筋肉運動及び體溫保持等のエネルギーに不足を來す様な場合は、脂肪が砂糖同様に酸化して、炭水化物と水分とに分解する。又或る場合には、兩者に分解する前に砂糖になる。脂肪 1 瓦は、約 9 カロリーの熱を生じる。

6) 動物の體溫

食物に依つて得られた熱エネルギーを、いかに調節して使ふかに依つて動物は二つに區別される。即ち、冷血動物即ち變溫動物 (Poikilothermoüs ani-

mals) と溫血動物即ち恆溫動物 (Homoiothermoüs animals) の二つである。

變溫動物に於ては、水棲のものは特に、外界の溫度が或る溫度から他の溫度に変化すると、體溫も極く短時間で變化する。「みづ」では 2 分間で新しい溫度と等しくなり、殻の重さ 2 封度のばかがひ (Clam) では、30 分から 45 分位で新しい溫度に變化する。此の變溫に要する時間の差は、溫度の調節作用の相違に依るものではなく、體の量に依るものであると考へられて居る。こゝに注意すべきことは、體溫が、外界の溫度の變化に連れて變化したとしても、夫れは外界の溫度と完全に同一なのではなく、體溫の方が外界よりも、



第百十圖 家兎の熱中樞(大腦の線狀體の近くにあり)を溫め又は冷却することによつて體溫が變化するを示す。(Barboür氏圖)(垂直線上の數字は體溫, 水平線上の數字は時間を表す)
 A. 中樞を溫めたり冷したりする用意の爲めに管をさし込むと負傷の爲めに體溫が先づ昇る。その時上方の細い線で示す時間、管中に溫湯を入れると體溫は降る。その時、下の太い線で示した時間に管中に冷水をおき代へると體溫は上昇する。再び溫湯を入れかへると體溫は降下するを示す。
 B. 負傷の爲めの高熱は翌日即ち 22 時間もすれば平常にかへるが、その時、冷水を管に通せば(下の太い線の時間)、體溫再び昇る。上の細い線はやはり溫湯を通したので體溫が一寸降れるを示す。

多くは幾分 (1°C 内外) 高くなることである。

恆溫動物では、酸化作用殊に筋肉の活動によるグリコーゲンの變化に依つて熱が生じ (142 頁参照)、常に一定の體溫を持つ様になつて居る。此の熱發生の中心になるものは、神経系統、特に大脳であると言ふ學者が居る。しかし恆溫動物でも體溫は多少變化するし、哺乳動物の生れたばかりの仔は變溫的である。勿論冷血動物の様に外界と同溫度になることは、ないらしい。又溫度調節者たる腦が、麻酔等とか病氣とかで犯されると、動物は多少變溫的 (poikilothermic) になる。一般に、動物が最も活動する時、體溫が高くなるらしく、人も晝夜の働を逆にすると、體溫も普通人と逆になると言はれて居る。又夜活動する鳥の體溫は、夜間に一番高くなるとも報告されて居る。

7) 體表と溫度調節

體のうち、熱を最も多量に放散する部分は皮膚である。そして熱放散の量と體表面積とは比例する。Meeh 氏は此の關係を次の式で現して居る。

$$S = K\sqrt{W^2} \quad S = \text{面積 (平方糎で現したもの)}$$

$$K = \text{恆數}$$

$$W = \text{體重 (斤で現したもの)}$$

此の K は動物に依り違ひ、人=12.3、犬=10.3-11.2、兎=12.0-12.9、猫=9.9、白鼠=11.4 等になつて居る。又デュボア氏 (Du Bois) 等は上式を改めて、人に於ては、

$$A = W^{\frac{1}{2}} \times H^{\frac{1}{2}} \times 167.2 \quad A = \text{面積 (平方糎)}$$

$$W = \text{體重 (斤)}$$

$$H = \text{身長 (糎)}$$

の式が適當だと言つて居る。現今、人の式としては、 $A = W^{0.425} \times H^{0.725} \times 71.84$ の式が用ひられて居る。Meeh 氏に依ると、通常の人には 1 平方米の體表は 1 時間に 34.7 カロリーの熱を放散すると言ふことである。

人の體表面積は約 1.5 平方米であるから一日には 1 千 2 百カロリーの熱

を體表から(汗は別として)失ふわけである。そして皮膚から放散する熱量は體全體の放散熱量の約 73% で、其の外には呼氣(11%)、汗(14%)、小便大便(2%)によつて失はれる。

以上の様な割合で、體表は熱を放散する故に、これを調節しなければならぬ。次に簡単に體溫調節法を附加すると、

1. 脈管運動神経 (Vasomotor nerve) の働きにより皮膚を流れる血液の量を調節し、従つて皮膚の冷却を調節する。
2. 發汗神経 (Sweat secreting nerve) に依り、發汗作用を調節する。
3. 呼吸中樞 (Respiratory center) に依り、調節する。
4. 血液内の含水量が加減せられる。

第六節 排泄作用 (Excretion)

排泄作用 (Excretion) とは、體から老廢物を分離し、排泄する作用である。老廢物は、動物に依り、又同動物でも時により異なるが、これは食物の相違、體内の新陳代謝作用の相違等に原因するものである。老廢物とは、食物と共に、或は食物として攝取した物質の中で、體の原形質に依つて吸収、同化のされぬものである。其の他、無益有害なもの、或は CO₂、尿酸等の細胞破壊産物、通常新陳代謝の結果、或は體内の病氣の結果、形成された有毒性物質等を總稱して老廢物と言つて居る。

排泄部分は動物に依り違ふ。下等動物では、老廢物は體表からのみ排泄される。高等なもので、排泄器官を有するものは、其の排泄器は所謂排泄作用以外の作用もして居る。例へば、體の水分の調節や 滲透壓の調節をして居る。此の爲には、體液中から鹽分を適度に取り除いたり、體内の過分の水を析出したりして、此の兩者相俟つて達成されるわけである。排泄器官の根本的的目的は、體の含水量の調節と、體膜を通して水分を迅速に擴散させることである。此の擴散作用に依つて、水中の酸素を含有した溶解物質を新鮮に循環

させるのである。

1) 各動物に於ける排泄作用

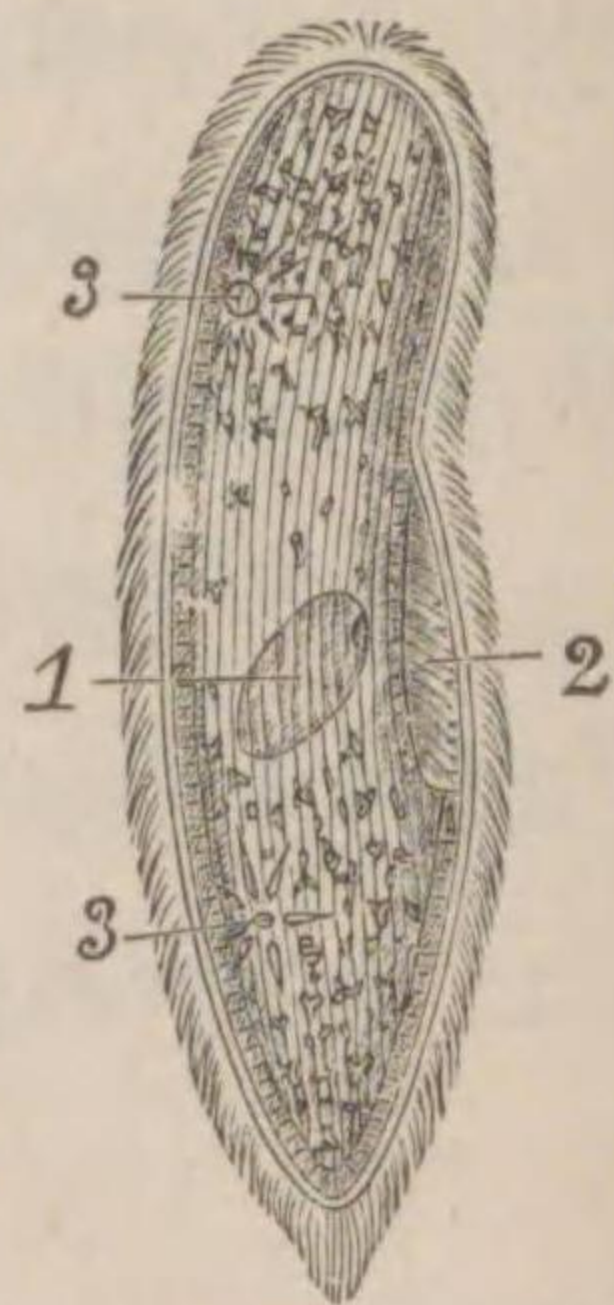
7. 原生動物では棲所、習性に依り排泄作用も違ふ。体内寄生或は海産の原生動物は一般に排泄器官を有して居ないが、海産の一部のものや淡水産のものは**收縮胞**(Contractil vacuole)を持つて居り、之れを律動的に伸縮させて排泄作用を行つて居る。例へば、「ざうりむし」の一種 (*Paramoecium aurelia*) は、

27°C の時、體と同量の水分を收縮胞から排泄するに 27 分 46 秒かゝる。ステロニキア (*Stylonichia*) は、24°C の時 20 分 28 秒で、又ユープロテス (*Euplotes patella*) は 25°C の時、14 分 16 秒で、夫々體と同量の水を排泄する。排泄量、つまり、收縮胞の運動は温度に依り違ふ。排泄液に就いて、Benedict 氏の測つたところによると、*Paramoecium caudatum* では、排泄液 1 立に就き、4—5 ミリグラムの尿酸 (Uric acid) を含んで居る。

後生動物になると、細胞数が増すので、排泄器官も種々に分化してくる。しかし排泄器官は、多くの場合皆、體腔上覆 (Coelomic epithelium) の特殊化したものである。

8. 海綿動物や、腔腸動物では、未だ排泄器の特殊化は見られない。唯、腔腸動物の高等のものでは、或る構造のものが排泄機能を持つて居る。然し、多くの場合は體表から排泄する。排泄液中には、尿酸や尿等は見られないが、アンモニアは在ると Cott 氏が言つて居る。石灰海綿の一種 *Grantia* や磯海綿 (*Reniera*) の一種では、**細胞内排泄** (Intracellular excretion) をする。

3. *Alcyonium* では、中膠 (Mesogloea) の細胞は食細胞の様な性質をもつて居るが、これが丸くなり、偽足を失つて、暫時組織内に残つて居る。此の部分は、作用の衰へた細胞の部分である。Pratt 氏は之れを見て、局所的な貯



第百十一圖

「ザウリムシ」の一種
1. 核, 2. 細胞口,
3. 收縮胞。

藏排泄作用 (Storage excretion) の原形的なものだと言つて居る。

4. 水母類の *Hydromedusae* や *Discomedusae* では、眞の排泄器官が現れる。*Hydromedusae* では、觸手の元の縁膜下に排泄孔がある。此の排泄孔は、胃腔 (Gastric cavity) に續いて居る。「かつをのえぼし」 (*Physalia*) 等では、所謂觸手は、榮養體の胃腔 (Gastric cavity) と連つて居るが、此の觸手が排泄器の役をするらしい。

7. 棘皮動物 (Echinoderms) になると、「うに」 (*Echinus*) とか、「なまこ」 (*Holothuria*) 等に、少量の尿素 (Urea) が見出される。此の量は「うに」では、體腔液 100 c.c. 中 2—4 ミリグラム位、「なまこ」では、100 c.c. 中 1 ミリグラム位しかない。排泄作用は主に**擴散作用** (Diffusion) に依つて行はれるが、呼吸突起 (Respiratory papillae) (例、海星)、口鰓 (Oral branchiae) (例、海膽) や呼吸樹 (Respiratory tree) (例、なまこ) の部分でも行はれる。又細胞内排泄、貯藏排泄も見られる。

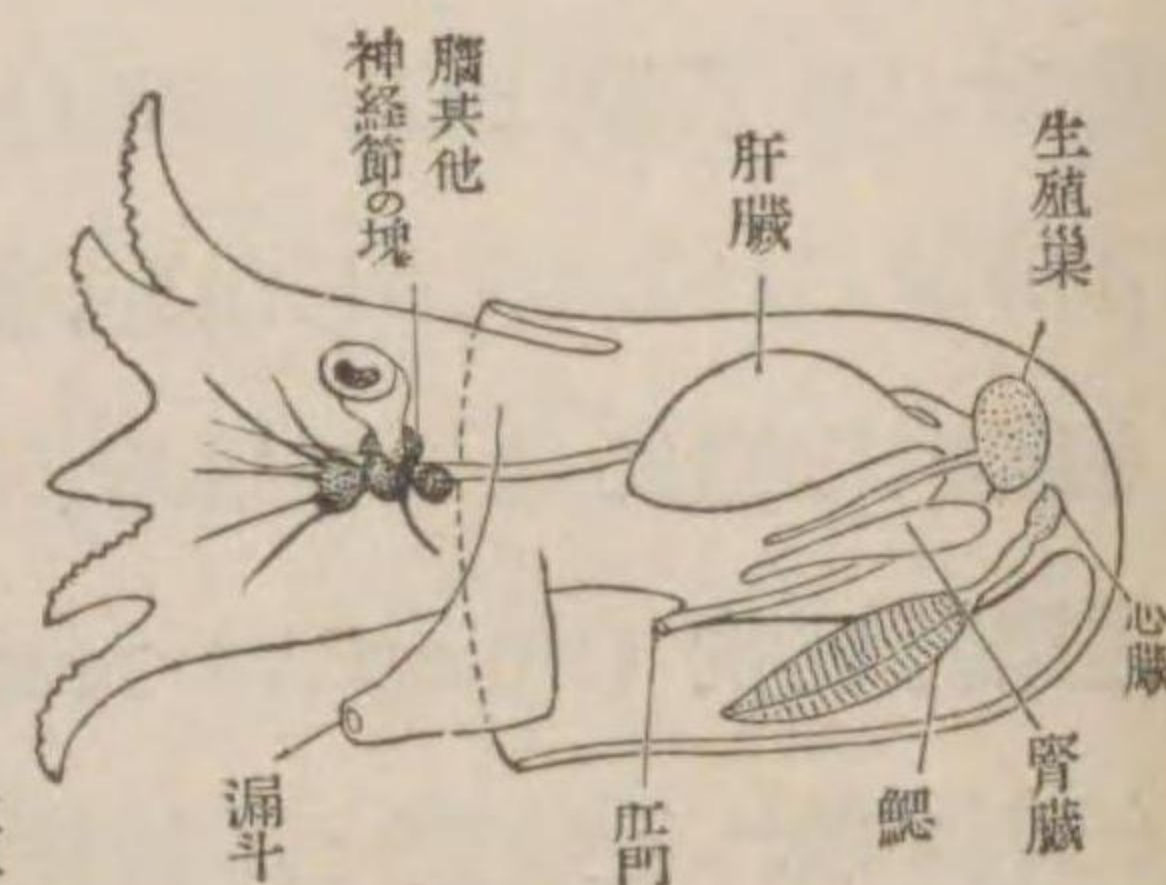
6. 環形動物 (Annelida) では、大部分のものは、排泄器官を有する。扁形動物 (Plathelminthes) の渦蟲類 (*Turbellaria*)、圓形動物 (Nematoda) や環形動物の多毛類 (*Polychaeta*) や貧毛類 (*Oligochaeta*) 等の僅少のものでは排泄器官が見られない。しかし、排泄器官を有する者では、排泄の外に鹽分調節作用も出来る様になつて居る。之れは排泄作用に次いで、こゝを通過する物質の**選擇再吸収** (Selective resorption) が行はれるのである。従つて最後に體から排泄される物質と、排泄系 (Excretory system) の管の最初に見られる物質とは、組成も濃度も全く相違して居る。「みづ」等の高等なものでは、液状老廢物を排泄する他に、水を再吸収するものも、液體が管を通過する間に又或程度の老廢物を交へて出すものもある。

排泄器の構造は略すとして、排泄液を運搬するものは、排泄器 (Nephridia) の纖毛 (Cilia) 或は鞭毛 (Flagella) 等である。蛭では、内部の環状筋の收縮に依つて、流を生じさせて居る。排泄器官内を通過する液體の量は非常に差がある。輪蟲 (*Rotifera*) の一種では、體と同じ重量の液體を流出さ

せるに、2,3 分しかかゝらない。しかし、環形動物では比較にならぬ程遅く、排泄器 (Nephridia) 中の全液體を一度排泄するには少くも三日を要する。

又環形動物には、**腎管 (Nephridial tubes)** の外に、溶解した老廢物を取り、半液状或は、固形状の物質に作り上げる構造がある。是を**排泄胞 (Excretophore)** と言ふ。排泄胞の特徴は、1. 體腔上覆細胞から起生すること、2. 體腔液 (Coelomic fluid) 中の循環物質から、包圍物質を作り上げること、3. 遅かれ早かれ、體腔 (Coelom) 中に放棄されること等である。排泄胞が血管の内に作られるか外に作られて居るかに依り、**血管内排泄胞 (Intravasal excretophore)** と **血管外排泄胞 (Extravasal excretophore)** とに區別されて居る。排泄胞細胞中に見出される物質の化學的成分は、腎細胞 (Nephridial cells) 中に見られるものと同様である。黄色の粒子は、多くは、**グアニン (Guanin)** であるが、腎形のもの (kidney-shaped-bodies) や膜状包含物は **キチン (Chitin)** である。

軟體動物 (Mollusca) では、その殆ど總てのものに立派な排泄器官がある。其の構造は、環形動物の腎臟 (Nephridia) と極く似て居る。構造は體腔 (Coelom) に腎口 (Nephrostome) を以つて開き、體表の一部で排泄孔 (Nephridipore) として開く。排泄器の管の一部は、腺状細胞からなり、其處は粒子と結石 (Concretion) とに充されて居る。軟體動物の高等なものでは、腎臟 (Nephridia) は體の一部に偏り、環形動物の様に、體に廣く分布して居らぬ。それは、一方、血管系がよく發達して居るので、血液が早く循環して居る爲である。又體腔上覆 (Coelomic epithelium) は、心囊 (Pericardium) に並び、分化して、**心囊腺 (Pericardial gland)** になつて居る。此所から排泄されるものは、確かに酸である。此の様な腺は腹足類 (Gastropoda)、瓣鳃類 (Lamellibanchia)、頭足類 (Cephalopoda) の心耳 (Auricle) の表面又は心囊 (Pericardium) の分枝中に見られる。そして此處には血液が



第一百十二圖 「タコ」の腎臟。

多量に来て居て、高等動物の腎臟 (Kidney) のマルピギー氏小體 (Malpighian corpuscle) に似たものである。

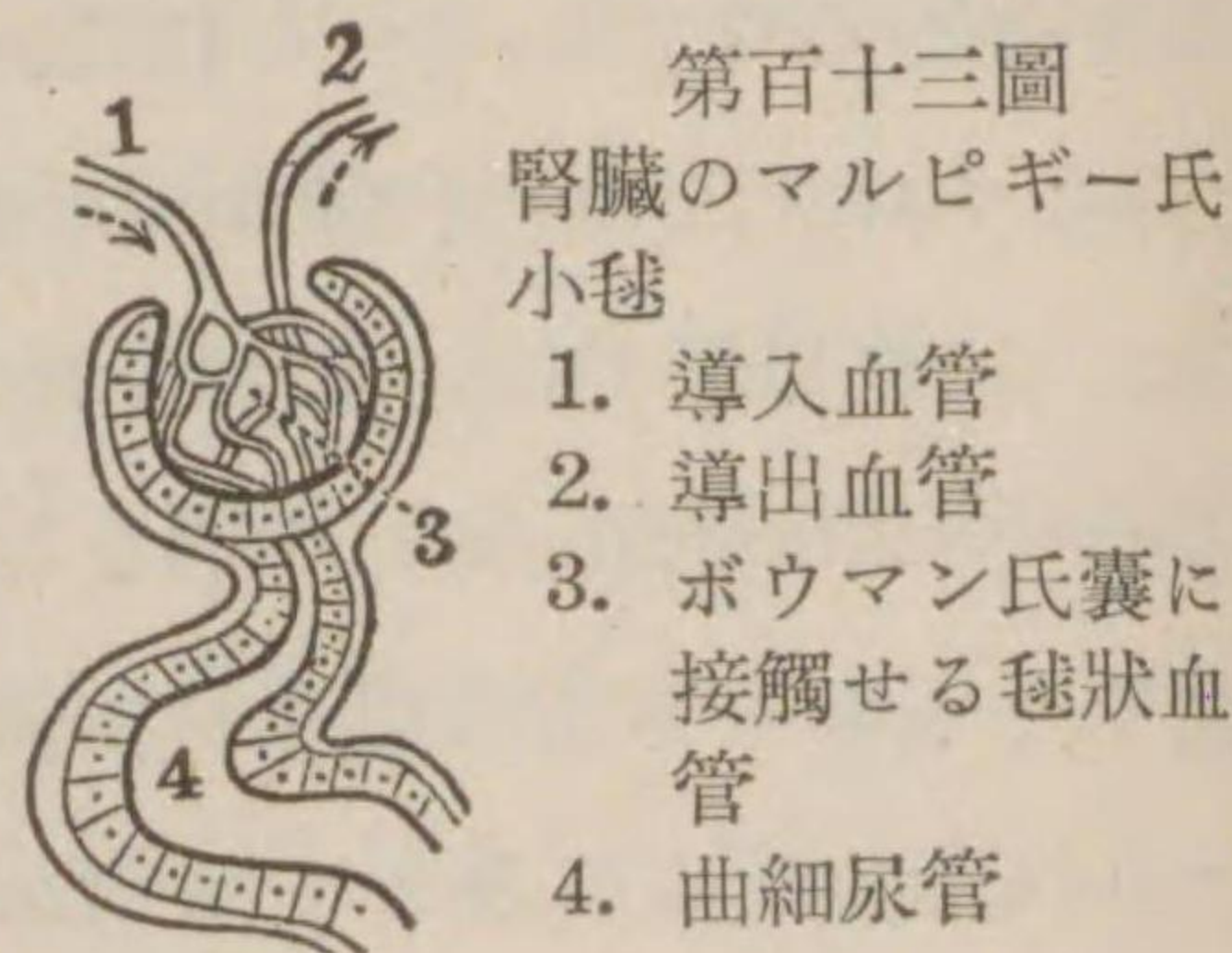
腎臟 (Nephridia) の細管内では、體液から種々の老廢物を攝る他、血液に、水分を送ることも考へられる。中の液中には尿酸 (Uric acid) や其の鹽類が有る。時には、石灰 (Lime) や磷酸 (Phosphoric acid) の見られることもある。二枚貝類では、此の磷酸が腎臟 (Nephridia) の上覆の下に貯積され、腎石 (Kidney stone) の形をして居る場合もあるが、大きさは直徑 3—4 耗に達するものもある。以上の無機鹽類の外に、**クレアチン (Creatin)**、**クレアチニン (Creatinin)**、**タウリン (Taurine)** 又は或る種の鐵の鹽類 (Ferric salts) も、見られる。

以上の腎臟 (Nephridia) の外に、別の排泄法もある。例へば、心囊腺 (Pericardial gland) の分泌物が腎管 (Nephridial tube) に依つて運び去られる。此の中の成分は、**クサンチン (Xanthin)** と、**ハイボクサンチン (Hypoxanthin)** である。又體の柔組織細胞 (Mesenchym cells) も排泄をし、尿酸 (uric acid)、馬尿酸 (Hippuric acid) を出す。又食細胞 (Phagocytic cells) もあり、趨化運動 (Chemotaxis) に依り、運動して老廢物の貯へられて居る細胞に来て之れを包食し、鰓 (Gills) の上覆細胞や、觸鬚 (Palps) 等の表面に運搬し去る。此の種の細胞内排泄は、二枚貝、「さゞえ」、「よめがかさ」等の前鰓類 (Prosobranchia)、頭足類 (Cephalopoda) に特に見られる。有肺類 (Pulmonata) では、細胞内排泄は見られないが、結締組織 (Connective tissue) 中に石灰 (Lime) を沈澱させることはある。

甲殻類 (Crustacea) 以上の動物は、排泄法も複雑であるが、多く知られて居るので、こゝでは、略することにする。唯、附加したいことは、多くの昆蟲では、脂肪體 (Fat bodies) 中に、尿酸を貯藏して居ることがある。時には、昆蟲の成蟲の脂肪體の殆ど全部に皆老廢物が貯り、脂肪細胞 (Fat cells) が結石 (Concrements) で一杯になつて居ることがある。

2) 腎臓作用の説 (Theories of Kidney Actions)

腎臓の小毬 (Glomerulus) の作用は如何にして起るかに就いては、ボウマン氏 Bowman (1842) 以來、數多の研究があるが、最近一般に信じられて居るのは、小毬 (Glomerulus) は、濾過器の役をするもので、血管からボウマン氏囊 (Capsule) に液體が、通過するのは、濾過作用 (Filtration) であるといふ説になつて居る。此の濾過作用の過程は次の様である。



第百十三圖
腎臓のマルピギー氏
小毬
1. 導入血管
2. 導出血管
3. ボウマン氏囊に
接觸せる毬狀血
管
4. 曲細尿管

1. 膜の兩側の液體の壓力の相違。他の條件が同じである時は、小毬 (Glomerulus) に依り排泄される水分の量は、膜の兩側の壓力の差により變化する。
2. 膜の性質。膜は、個體により滲透度 (Permeability) が違ひ、又同じ動物でも時に依り異なる。此の滲透度の差異は、膜の分子配列の變化に依るものであるらしく、分子間間隙或は、小孔を通じて濾過が行はれるのである。此の膜の滲透度を變化させるものは、酸素の缺乏、液の水素イオン濃度の變化、血液の Na/Ca 平衡の變化、血液内の他の物質の濃度の變化等である。
3. 濾過される液の性質。血液の組成が膜の性質に影響するが、此の他に、別の方面から血液の組成が腎臓の作用に影響することがある。即ち、血漿 (Blood plasma) の蛋白質は、血漿内の他の成分と離れて濾過してゆくことがない様にする。此の分離を妨げる力は、人により測定値が違ふが、水銀柱で 20—34 托の壓力である。そして此の壓力は、濾過作用を生じさせる壓力よりも大でなければならぬ。

3) 有閾物質 (Threshold Bodies)

Cushny 氏の言ふところに依れば、「或る物質が血漿内に或る一定の濃度以上生じた時にのみ、排泄作用が起る」。此の限界を、閾價 (Threshold value) と言ふ。又或る物質は、血漿内に存する物質の絶対量 (Absolute amount) に比例して排泄される。今腎臓内に濃厚に或る物質が次第に排泄されるとすると、其の排泄される順序はどうなるであらうか。それは最初に排泄されるものは多量の水分である。其の次は尿素等と言ふ様に次の様な順になる。

1. 尿素 (Urea)
2. 異物 (Foreign bodies)
3. 硫化物
4. 磷酸類 (Phosphates)
5. アンモニア (Ammonia)
6. 加里 (Potassium)
7. 尿鹽 (Urates)
8. 鹽化物 (Chloride)
9. ナトリウム (Sodium)
10. デキストローゼ (Dextrose)。

以上の中、1. 2. 3. 4. 5. は血液中よりも尿 (Urine) 中に、よけい濃密に、入つて居る。これらの排泄 (elimination) は、血漿内に存する其の物質の絶対量に直接比例して居る。即ち、之れは、無閾物質 (Non-threshold bodies) である。次に 6. 7. は、8. の鹽化物 (Chloride) よりも閾價が高いが、尿素よりは低い。最後の 8. 9. 10. は、其の排泄作用が血漿内の絶対量に直接比例はしない。そして血漿内の一定の閾價よりも低い場合は尿 (urine) 中に排泄されない。此の 8. 9. 10. の物質を、有閾物質 (Threshold bodies) と言ふ。

水液が濾過されて、腎臓の細管を流れて行くと、其の管の壁をなして居る腺細胞は、流れて來た水の一部を吸収し、そして吸収した水を血流中に歸してやる。斯くして體に貯藏される水分の量は、種々の條件 (Factors) に左右されるが、小毬 (Glomerulus) から濾過される全水量の 50% から 99% に達するらしい。濾過器から吸収されるものには、尿中の固形物質もある。又食鹽 (Sodium chloride) や、臭化ナトリウム (Sodium bromide)、砂糖、アミノ酸、又その他の食物等は、自由に吸収される。カリウム (K, Potassium) は、吸収が、少し遅い。硫化物は皆無ではないが、吸収は極く遅い。これらの有閾物質 (Threshold bodies) は、一定の比率だけ、吸収されるが、此の比率は、血漿内の平均値 (Normal value) に依つて決定される。

第七節 運動の生理 (Physiology of Movement)

生物の諸作用の中、運動は最も目立つもので、興味深い、こゝでは生物全體としての運動即ち習性の様なことは略し、部分としての運動に就いてのみ述べる。體細胞は、各動物の運動に適應して、種々の組織を作り、種々の能力を作つて居る。運動を分類するには、その一法として、組織に依り分類するのがある。夫れに依れば、1. 流動運動 (Streaming movements) 2. 變形運動 (Amoeboid movements), 3. 纖毛運動 (Ciliary movements), 4. 筋肉運動 (Müscular movements) の四つに大別される。

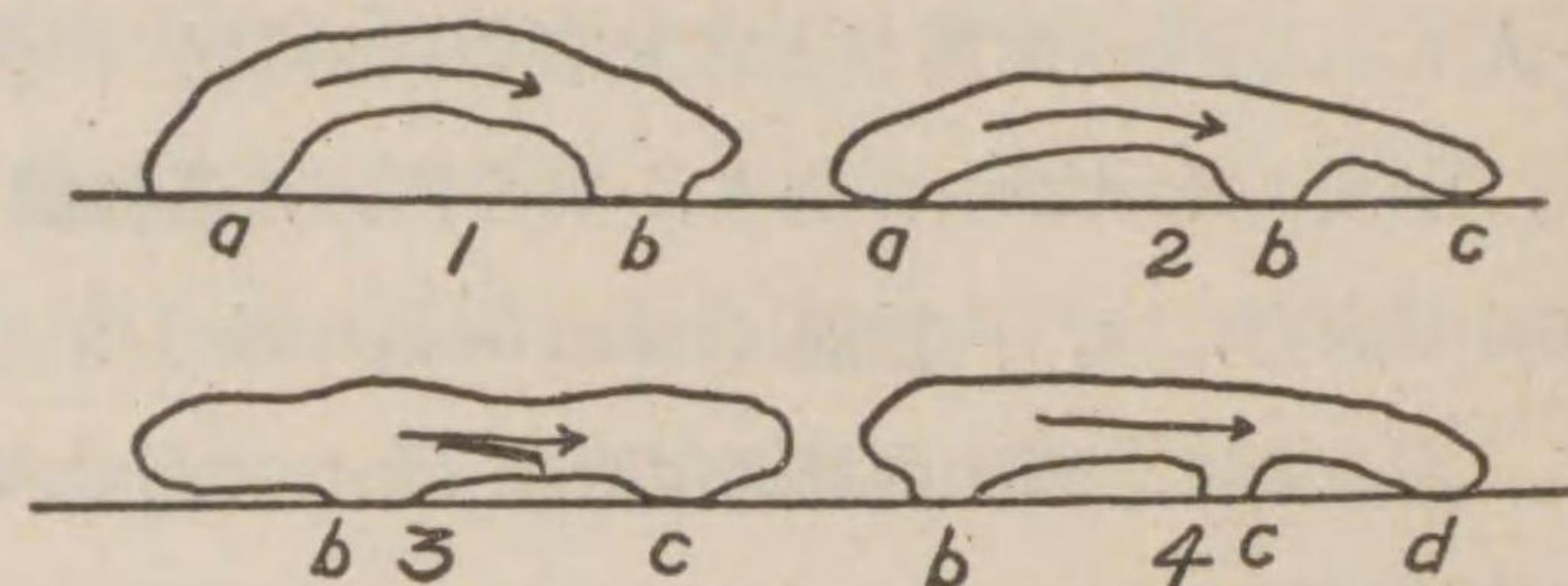
1) 流動運動 (Streaming movements)

生活原形質は、始終或は、少くも或る場合には、流動運動 (Streaming movements) をなして居る。植物では紫露草 (*Tradescantia*) の雄蕊の毛の細胞で、活潑な原形質の運動が見られる。動物では、根足類 (*Rhizopoda*) や他の原生動物や、白血球、又或る種の卵細胞、色素細胞、後生動物の腸内面の上覆細胞等に此の原形質流動運動が見られる。

此の運動は如何にして起るかは學者に依り又場合に依り種々異なる様である。説にも數説あるが、夫れ等の説明は特殊的で多くの場合を説明するには不十分である。つまり流動運動の基本的な原因は未だ知られて居ない。唯、こゝに注目すべき事實がある。夫れは、Gaidükov 氏のバリス (*Vallis neria*) に就いての實驗である。即ち、之れの細胞の流動運動は時々止るが、其の時は原形質内粒子のブラウン氏運動 (Brownian movement) も中止する。之れは原形質がゾル (Sol) からゲル (Gel) の状態に變化したことを示すもので、即ち、流動形質には、膠質變化 (Colloidal changes) が、事實あることがわかる。此の事實は、流動運動の一般的説明を求める上に、或る指針を與へるものと思はれる。

2) 變形運動 (Amoeboid movements)

變形細胞 (Amoeboid cells) の運動に就いては、Berthold 氏 (1886) 時代から説明を試みられて居る。先づ、アメーバ (*Amoeba*) の構造を見ると、周知の様に原形質は外質 (Ectoplasm) と内質 (Endoplasm) とに分れて居る。外質 (Ectoplasm) は、透明で粒子なく、割合に堅く、原形質の



第百十四圖 アメーバ (*Amoeba proteus*) の運動。(Schaeffer 氏圖)

流動は見られない。之れは膠質 (Colloid) のゲル状 (Gel state) に似て居る。内質 (Endoplasm) は明かに液状で、流動運動が見られる。しかし兩原形質間には、判然としきりがあるのではなく、次第に移り變つて居るのである。此の兩層の運動に就いて種々研究されて居るが、未だ判然した説明は出来て居ない。しかし、事實として、原形質外層は直接水に觸れこの表面膜が運動に重要で、表面張力膜をなして居る。そして外質が新しく、早く形成されて居る部分が最高の張力を示して居る。

3) 纖毛運動 (Ciliary movements)

纖毛 (Cilia) 又は鞭毛 (Flagella) は、動物界に廣く分布して居り、線蟲類 (*Nematoda*)、節足動物 (*Arthropoda*) (これらも、幼生の時は、纖毛を生じるものもあるが)、以外のものには、多くは、體の何處かに纖毛が生じて居る。纖毛を體全體の運動に用ゐるのは、下等動物中水棲のもの或は腸内液を泳ぐもの等に多い。高等動物になると、環節器 (Segmental organs)、腸の内面、咽喉部等に見られ、液體を運ぶ作用をして居る。纖毛は、又同じ動物でも時代に依り有無があり、又形も、役目も全く變化するものもある。

i) 纖毛運動のメカニズム

纖毛運動のメカニズム (Mechanism) に関しては多くの研究者が居るが、佐口榮氏 (1917年) の研究も大いに有名である。まづ、纖毛は、原形質内質 (Endoplasm) から生じ、外質 (Ectoplasm) や硝子膜 (Cuticle) を通して外界に突出して居る。纖毛の構造は人に依り同質 (homogenous) でないと言ふ人も居るが、同質だと言ふ佐口氏の説が信憑される。纖毛 (Cilia) には、小根 (Rootlet) があり、其の内方に基粒體 (Basal corpuscle) がある。又其の内方には、内粒體 (Inner corpuscle) があり、纖毛は尚ほ内方に伸びて、其の端は、細胞内神経運動器 (Intracellular neuromotor apparatus) と連結して居る。

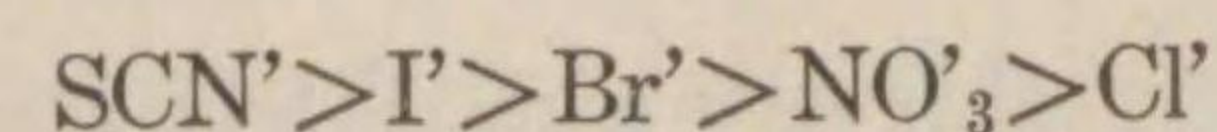
運動のことになると、纖毛自身には能動力 (Motive force) なく、基粒體 (Basal granules) の活動力に依つて始めて運動するらしい。佐口氏に依れば、纖毛と小根 (Rootlet) の末端とは直接に或は接合點をなして、結合して居るが、此の接合點が即ち、基粒體 (Basal granules) であるとのことである。此の基粒體は筋肉の様に収縮し、其の爲、纖毛は起立する様になる。次に起立した纖毛が回復するのは、纖毛の弾性或は収縮物質 (Contractile substances) の反動作用に依るのである。纖毛の波状運動を起す時は、刺戟が一箇又は數箇の基粒體 (Basal granules) から直接に行く場合もあるが、又神経運動器 (Neuromotor apparatus) から傳導されて行くのもある。もつと複雑な纖毛運動は、唯、以上の運動の組合せとして考へられる。

ii) 纖毛運動とイオンとの關係

纖毛運動の生理實驗をする場合は、一般に、「ほたて貝」(Pecten), 「いがひ」(Mytilus) 等の鰓を小さく切り取つて、夫れでいろいろ實驗する。かうして纖毛運動と種々のイオンとの關係を見ると次の様である。まづ、液中に一つの金屬イオンしかない時は、纖毛運動は極害される。二つのイオンがあると、害はあるが、少くなり、三つのイオンがある時は、害がなくなる。「いがひ」(Mytilus edulis) の鰓の切片は、三つのイオンのある液中では 72 時間も生きて居るが、四つのイオン (例へば, Na⁺, Ca⁺, Mg⁺, K⁺) がある液中では、殆

ど海水中と同様に長く生存する。

R. S. Lillie 氏 (1906) の研究に依ると「いがひ」の纖毛の活動性 (Ciliary action) は次の順々で、害される。即ち、



Gray 氏に依ると、平衡液 (Buffer solution) 中では、纖毛運動は、一價の陽イオンに直接影響される。即ち、同じ水素イオン濃度の液中では、Li⁺ が有る時、纖毛運動が最も遅く、K⁺ の有る時、最も速い。イオンの順は、遅くする方から書くと、Li⁺ < Na⁺ < NH₄⁺ < K⁺

○水素イオン濃度と、纖毛運動との關係に就いては、やはり Gray 氏が研究して居る。即ち、「いがひ」(Mytilus) の纖毛のある細胞に就いては、金屬酸 (Mineral acids) は、入り方が極く遅く、醋酸 (Acetic acid), 酪酸 (Butyric acid) は、入り方が速い。之れに關し氏の言ふところに依ると「纖毛運動は、弱酸中にある時と、濃酸中にある時と比べると、弱酸中にある方が、運動をよく制止する。此の理由は、強酸は弱酸よりも、纖毛細胞内に滲入するのが遅いからである。回復させる場合には強アルカリに入れた時よりも弱アルカリの中に入れた方が、早い」。酸が影響して纖毛運動が次第に止る様になることは事實だが、之れは運動の早さが減るのであつて、振幅が小さくなるのではない。又纖毛が靜止する部分は、纖毛がはねかへつて行つたその點である。此の事からして、纖毛が位置のエネルギー (Potential energy) を持つて居て、運動するのではない事がわかる。Cuhn 氏に依れば、精蟲の運動が酸中で止るのは、エネルギーが消失した爲に止つたのではなく、化學エネルギー (Chemical energy) が、位置のエネルギー (Potential energy) に移轉するのが止つたからである。此のエネルギー移轉の中止したものでも、酸を取り去れば再び現れてくる。纖毛運動が酸の爲に全然中止することは化學エネルギーが、もはや位置のエネルギーに移轉する作用が回復されないことを示すものである。なほ野村七録博士一派の研究も面白い。

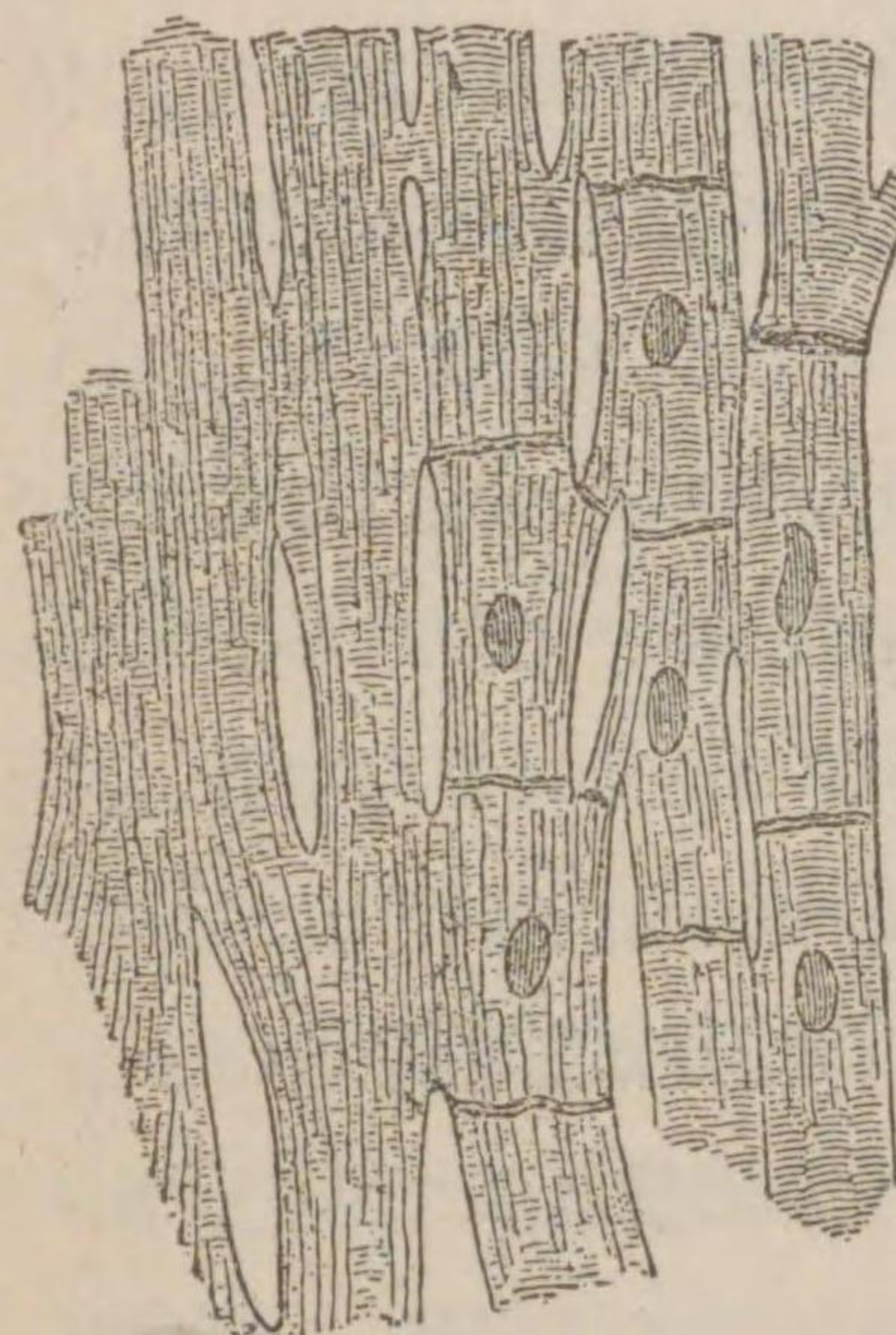
4) 筋肉運動 (Muscular Movement)

高等動物になると、繊毛運動は體の小部分にのみ留められ、全身運動は、筋肉の收縮運動に依つて行はれる様になる。高等動物の筋肉には種々あるが之を三つに分けて居る。即ち、

- (1) 平滑筋 (Smooth muscle).....横紋なし、核は中央に位す。不随意筋。
- (2) 心臓筋 (Cardiac muscle).....横紋あれど核は中央にあり。多核質(Syncytium) の形をなすことあり。
- (3) 横紋筋 (Striated muscle).....横紋あり核は甚だ偏りて不顯著になる。

随意筋、骨格筋 (Skeletal muscle) をなす。

上の分類法は、總ての動物界の運動筋を分類するには、稍、不適當であるが、一般に普通の筋肉に就いては



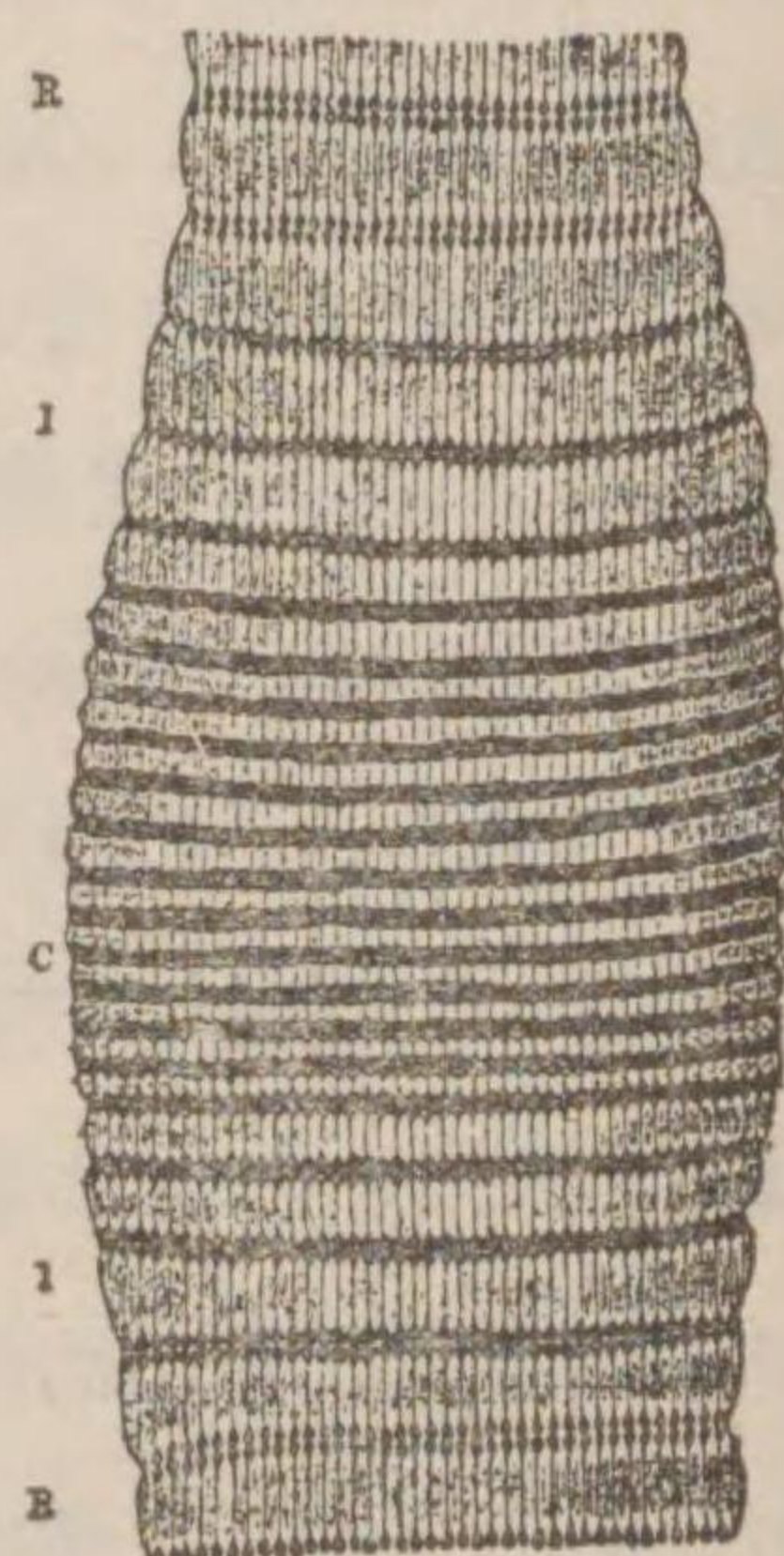
第百十五圖 心臓の筋肉(一部廓大)。

昔から上の様に分けられて居る。

運動を起す細胞の一つに、色素細胞 (Pigment cell) がある。此の運動は平滑筋の運動に比較さるべきものであるが、もつと原始的である。しかし、色素細胞の主目的は運動ではなく、勿論、強光線を防ぐにある。

筋肉の作用は、構造が違

ふ様に、夫々、筋肉に依り相違する。即ち横紋筋 (Striated muscle) は通常は非常に速く收縮するが、刺戟が來た時にのみ運動を起す。心臓筋は自動的に收縮すると考へる人も居るが、然し、恐らくは神經中樞(Nervous center) から刺戟が來て、それに依り活動するのであるらしい。平滑筋は前者よりも、



第百十六圖 横紋筋 (ゲンゴロウ Dytiscus)。 C. 收縮せる所 R. 收縮せざる所 I. 中間の状態

分化が劣つて居る爲、自動運動が、もつと續行出来る様である。

i) 收縮原 (Contractile element) の分布

收縮に適する構造には、種々の進化過程が見られる。原生動物等でも原形質が收縮纖維状になつて居るものがある。海綿動物(Porifera) には、筋肉とは言ひ難いが、稍、收縮する上覆細胞がある。海綿動物の (Stylotella) の排水口 (Oscula) にも、此の種の細胞がある。ヒドラ (Hydra) には、神經筋上覆細胞 (Neuromusculo-epithelial cells) がある。又平滑筋の様な筋肉もある。水母 (Medusa) には、幽かに長軸的に紋のある筋肉がある。蚯蚓には、稍、纖維状の長軸的に紋のある筋肉がある。軟體動物になると、心臓横紋筋 (Cardiac striated muscle) を始め、他の下等な筋肉がある。甲殻類 (Crustacea) や昆蟲類 (Insecta) では、横紋筋、無紋筋 (Non-striated muscle) があり、或昆蟲の横紋筋は極めて複雑な構造をなして居る。高等動物になると横紋筋の方が多くなるが、内臓の筋肉は平滑筋の類である。

次には主に高等動物の筋肉に就いて、筋肉の一般的性質を列挙したいと思ふ。

ii) 伸延性 (Extensibility) と弾性 (Elasticity)

筋肉には伸延性 (Extensibility) と弾性 (Elasticity) とがある。伸延性はゴム等の延性と違ひ、其の伸延曲線が、略、拋物線状をなす。即ち、筋肉纖維に重しを下げると筋肉は延長するが、其の延長し方は、重量の増加とは算術級數的比をなさぬ。即ち、死んだ物質、即ち、ゴムや金屬とは明かに伸延性が違ふ。弾性は筋肉の状態に依り大差がある。

iii) 緊張性 (Tonicity)

生物體内の筋肉には普通は何時も僅かに張力が働いて居る。即ち、筋肉の休止状態の時でも、幽かに伸長させられて居る。此の故に筋肉を體から切り離して實驗する場合でも、筋肉の両端がゆるんで居る時よりも少し強く張られた方が活動性がよい。此の筋肉纖維のかうした性質は、神經に起因すると考へられて居るが、之れを、筋肉の緊張性 (Tonicity) と言ふ。

iv) 筋肉収縮の潜伏期 (Latent period)

筋肉は刺戟を加へられると収縮 (Contraction) を起す。此の収縮の諸性質を實驗的に測定するには、**キモグラフ記録** (Kimographic record) をする。此のキモグラフの回轉は、極く早くさせて居る。此の記録を見ると、筋肉に刺戟を加へてから収縮運動を起すまでには、或時間がかかる。此の刺戟を加へてから、収縮を起すまでの時間を**潜伏期** (Latent period) と言ふ。

v) 段階収縮 (Staircase contraction)

骨骼筋 (Skeletal muscle)、心臓筋 (Cardiac muscle) をよく休ましてから、短時間置きに、數回同じ程度の刺戟を加へると、其の度に連続的な収縮が起り、規則正しく、順々に或極限まで進む。之を**段階収縮** (Staircase contraction) と言ふ。

vi) 収縮作用の總加性 (Summation of Contraction)

筋肉に、時間を置いて連続的刺戟を加へた場合は、(1) 筋肉の種類に依り、(2) 刺戟が、筋肉に加へられる早さに依り、(3) 温度、實驗前の筋肉の状態等、外界の状況により、各違つた反應が起る。

一刺戟が加へられ、筋肉が、収縮し又伸延した後に、第二の刺戟を加へると、第二の収縮が起り、之は正常の収縮をなす。しかし、第一刺戟で収縮し、夫が、元に復らぬうちに第二の刺戟を加へると、其の時、直ぐに第二の収縮を起す。(此の際の第二収縮運動にも、収縮潜伏期 (Latent period) は現れる。) 以上の結果、第二に現れた収縮は、第一収縮と第二収縮とが加はるので、通常収縮よりも大きな収縮になる。かくして第三、第四と、連続的に前の収縮作用が完了しないうちに刺戟してゆくと、或限度まで収縮してゆく。この様に、一収縮に他の収縮が、加はる現象を、収縮作用の總加性 (Summation of Contraction) と言ふ。

若し第一刺戟で収縮しようとして居る潜伏期 (Latent period) に、第二刺戟を加へると、何ら總加性 (Summation) が起らぬ。そこで、此の潜伏期 (Latent period) にある筋肉を、**反射相** (Relectory phase) にあると言ふ。

vii) 強直作用 (Tetanus)

筋肉の収縮には總加性 (Summation) を見るが、此の際、刺戟を加へる速さを次第に増してゆくと、増すに連れ回復作用は次第に小になり、終には収縮したまゝ回復の伸長をしなくなる。此の様に長く續く、極度の収縮を**強直** (Tetanus) の状態にあると言ふ。此の強直 (Tetanus) を生じさせる時間の速さは、動物に依り、筋肉の種類に依り、又筋肉の状態に依り違ふのは勿論である。例へば、龜の平滑筋では、1秒に、2、3回の刺戟で強直 (Tetanus) を起す。兎では、1秒に10回、蛙は1秒に15回乃至20回、人間では、1秒に50回、鳥では1秒に、70回乃至80回の刺戟で始めて強直を起す。昆蟲になると、1秒300回乃至340回も、刺戟しないと、強直が起らない。

viii) 筋肉収縮と温度との關係

筋肉の収縮運動は、温度に依つて、種々影響される。0°C 或は、其の附近の温度では、筋肉の興奮性 (Irritability) は減じ、潜伏期 (Latent period) も収縮期間も、弛緩期間 (Relaxtion) も長くなる。之れと反對に、温度が、上れば (28°C 位になると)、興奮性が増し、潜伏期、収縮期間 (Period of contraction)、弛緩期間 (Period of relaxation) が、短くなる。そして、26°—30°C 間は、筋肉は最も活動的になる。又これより温度が上ると、活動性は急激に減じ、42°C—45° 位になると、筋肉は収縮したまゝ固くなる。これを**熱強直** (Heat rigor) と言ふ。以上の温度と活動性との關係は動物に依り、又筋肉の種類に依り異なる。

ix) 筋肉に於ける悉無説 (All-or-none Theory)

骨骼筋 (Skeletal muscle) は、収縮する際、各纖維別々に収縮し、近くの纖維との間には、何ら直接影響を及ぼさない。平滑筋や心臓筋では、刺戟は、一筋纖維から他の纖維に傳播する。そこで、これ等筋肉では、その一點に刺戟を加へると、筋全體に傳播する。

Bowditch 氏は蛙の心臓筋に就き、悉無原理 (All-or-nothing Principle) を

たてた。即ち、

「感應電流で刺戟した場合、其の刺戟の強さに依り、筋肉繊維は収縮するか或は収縮しないかである。そして収縮する限りは、刺戟の強さに係らず、最大の収縮をなす」。

K. Lucas 氏は、有紋筋 (Striated muscle) にも此の法則が見られることを、發表して居る。

x) 筋肉の疲勞 (Müscular fatigüe)

横紋筋 (Striated müscle) に長い間、繰返し刺戟を與へると(収縮運動が、完結し、再び伸延した後に、刺戟を加へる場合)、筋肉は収縮幅 (Amplitude of contraction) が小さくなり、収縮期が長びき、潜伏期 (Latent period) も長びき、又収縮弛緩の相 (phase) が長びく。そして終には、刺戟が如何に強くとも、もはや収縮をしなくなる。此の現象を**筋肉の疲勞 (Müscular fatigüe)**と言ふ。此の疲勞 (Fatigüe) は切り離れた筋肉の場合と体内にある筋肉の場合とを比べると、切り離れた方が、遙かに早く疲勞する。此の理由は、体内では循環作用に依り、筋肉運動の結果生じた有毒老廢物が運び去られるからである。有毒老廢物とは乳酸 (Lactic acid)、水酸化酪酸 (B-hydroxy-butyric acid)、酸性磷酸加里 (Potassium dihydrogen phosphate, KH_2PO_4)、炭酸瓦斯等である。

xi) 筋肉の熱放出 (Heat production of müscle)

筋肉が収縮する時は、熱を放出する。此の熱放出のメカニズムを、大體次に述べて見る。

a. 刺戟を加へると、

初の筋肉は、肝糖 (Glycogen) や、葡萄糖磷酸エステル (Hexose phosphate) を含む。が、

b. 潜伏期 (Latent period) には、

葡萄糖磷酸エステル (Hexose phosphate) が分解して、酪酸 (Lactic acid) と磷酸 (Phosphoric acid) とになる。

c. 収縮期、或は、疲勞状態では、

化學エネルギー (或は、位置のエネルギー) は、機械的位置エネルギー (Mechanical potential energy) に次いで、動力的エネルギー (Kinetic energy) になる。(これは恐らく、膠質内面相に生じる。) 繊維の弾性變じ、張力は無氣的 (Anaerobically) に誘導された酸の量に比例して發展する。酪酸 1 瓦=熱 400 カロリー。回復相が来るまで酸が蓄積する。

d. 弛緩、回復相 (Relaxation and recovery phase) には、

(回復作用とは以前の物理化學的狀態に回復することである。)

1. 有氣状態に於ては、

弛緩 (Relaxation) 早く、次いで、回復する。酪酸が筋纖維から出る。(これは、滲透作用に依り、Sodium lactate として血液に出る場合と、酸化作用に依り、hexose phosphate と、Glycogen とにより、再構成される場合とある。)

回復過程では、収縮の時と同量或は、稍、多量に熱が吸収される。酪酸 1 瓦が、元通りになるには、500 カロリーの熱が吸収される。

2. 無氣状態に於ては、

弛緩遅れ、回復せず。酪酸は Hexose phosphate と可逆反應をなさずに破壊する。

以上の過程により放出される熱量は筋肉繊維の長さに比例し、筋肉の量に依るのではなく、表面積に依る函数である。

蛙の縫匠筋 (Sartorius) 又は半膜筋 (semi membraneous) の強直 (Tetanus) に於ては、筋肉の長さ 1 厘のものは、1 瓦の張力が 1 秒働くと、筋肉は、 15×10^{-6} カロリーの熱を放出する。回復作用の時は、 25×10^{-6} カロリーの熱を要する。

xii) 紅色筋、白色筋

筋肉には、其の中の色素の多少に依り、紅いものと、白いものとある。下等動物では、心臓以外の殆ど總ての筋肉は色素なく、哺乳動物では、殆ど、全筋肉は、色素を有する。此の兩筋肉の生理上の差は、

1. 白色筋繊維は興奮性強く、高度の收縮性がある。
2. 紅色筋は、興奮性前者よりも弱く、強直收縮が前者より大で、收縮期が長い。

第四章 内分泌學說

第一節 内分泌腺とホルモン

神経系統の重大な機能に就ては第二章に述べたが、なほ神経系統の外にも諸器官の作用を刺戟したり諸器官の間の作用を調節したりする化學的調節、體液的調節ともいふべきものもあることは可なり廣く諸動物に於て知られて來た。一方に又諸脊椎動物に於て作用不明の器官とされて居つた管の無い分泌腺即ち分泌物が出るとすれば血管内に流れ入るより外に路のない所謂無管腺は、之を除去したり移植したりすると著しい影響を諸體部に引き起すと言ふ様なことも解つて來たので、夫れ等の無管腺に**内分泌腺**と言ふ名をつける様になり其の分泌物こそ化學的調節をなす物であると言ふことになつて一括して、之を**ホルモン** Hormone と命名する様になつた。ホルモンとは「刺戟し喚びさますもの」と言ふ意味の言葉なので**刺戟素**と譯して居る人もある。内分泌腺にも種々あり従つてホルモンにも諸種あること勿論でそれぞれ作用も違ふし名も異ふと言ふ次第である。

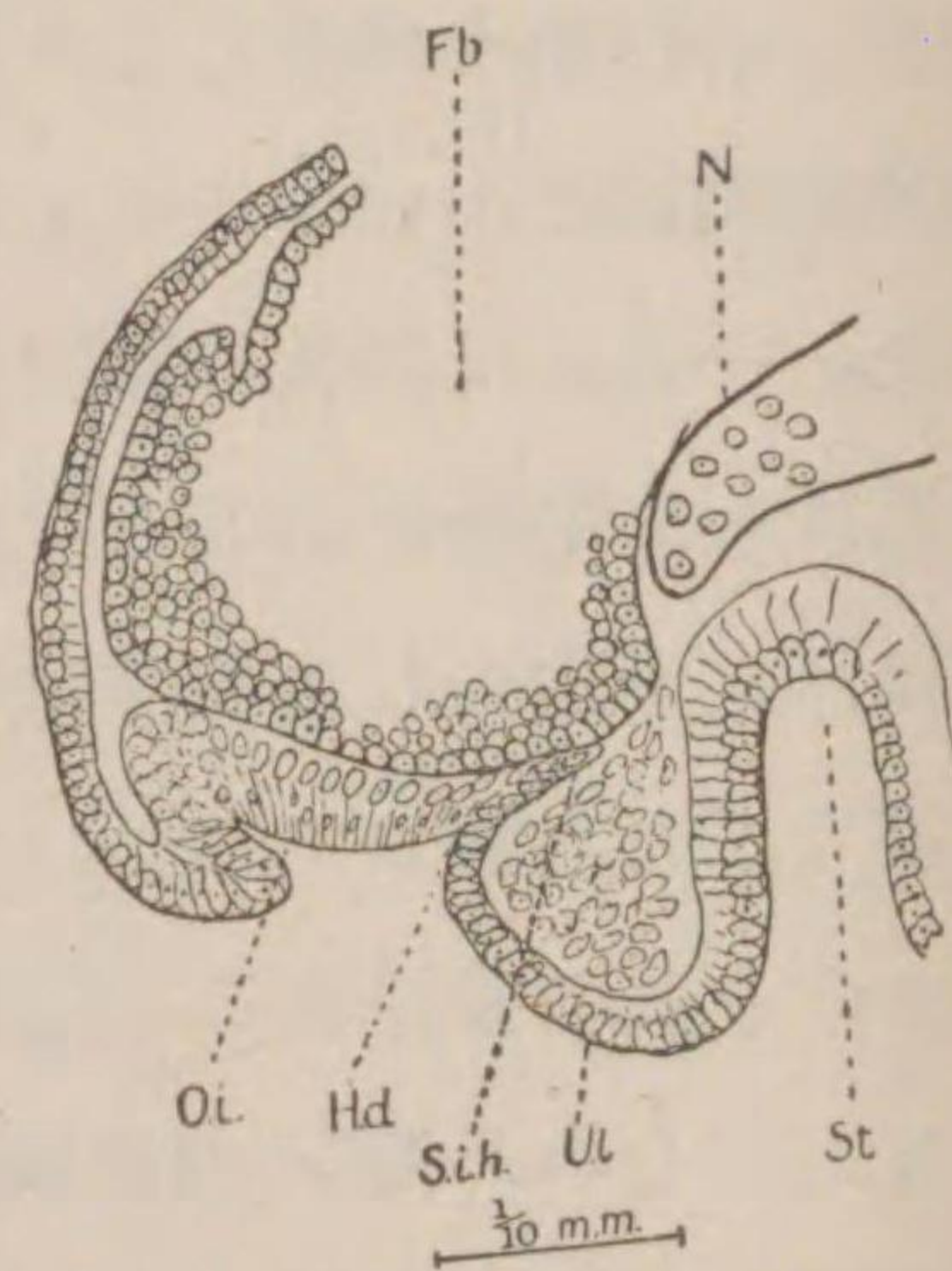
肉眼的に認められる内分泌腺の知られて居るのは脊椎動物丈であるが、無脊椎動物にもホルモ的な分泌物を出す細胞はあると思はれる場合も可なり廣くなつて來た。脊椎動物の内分泌腺の重なるものは

1. 腦下垂體(Pituitary body=Hypophysis cerebri)
2. 松果腺(Pineal gland=Epiphysis)
3. 甲狀腺(Thyroid gland)
4. 副甲狀腺(上皮小體)(Parathyroid=Epithelial body)
5. 胸腺(Thymüs)
6. 副腎(Supraneral body)

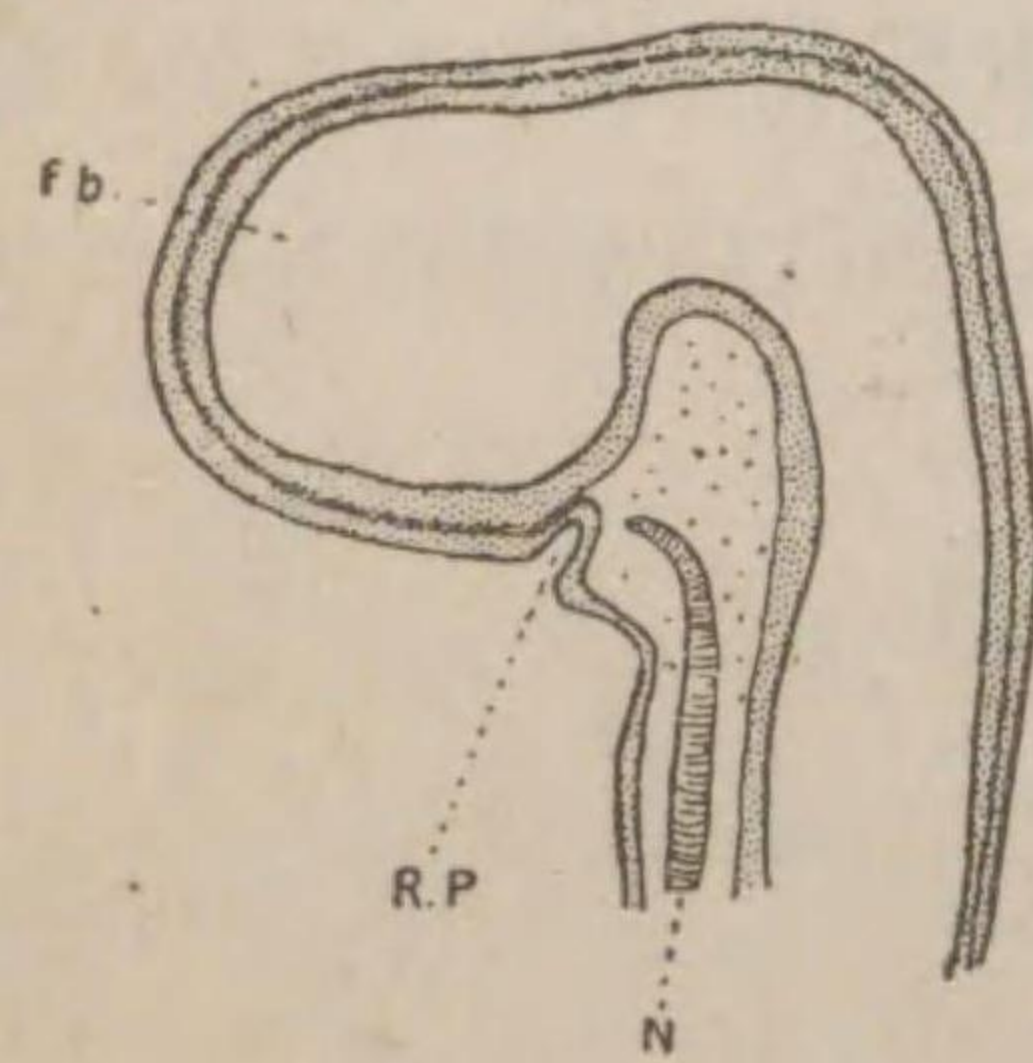
- 7. 膵臓のランゲルハンス氏細胞島(Langerhans's cell island)
- 8. 生殖巣の間組織(Interstitial cells)

第二節 脳下垂體

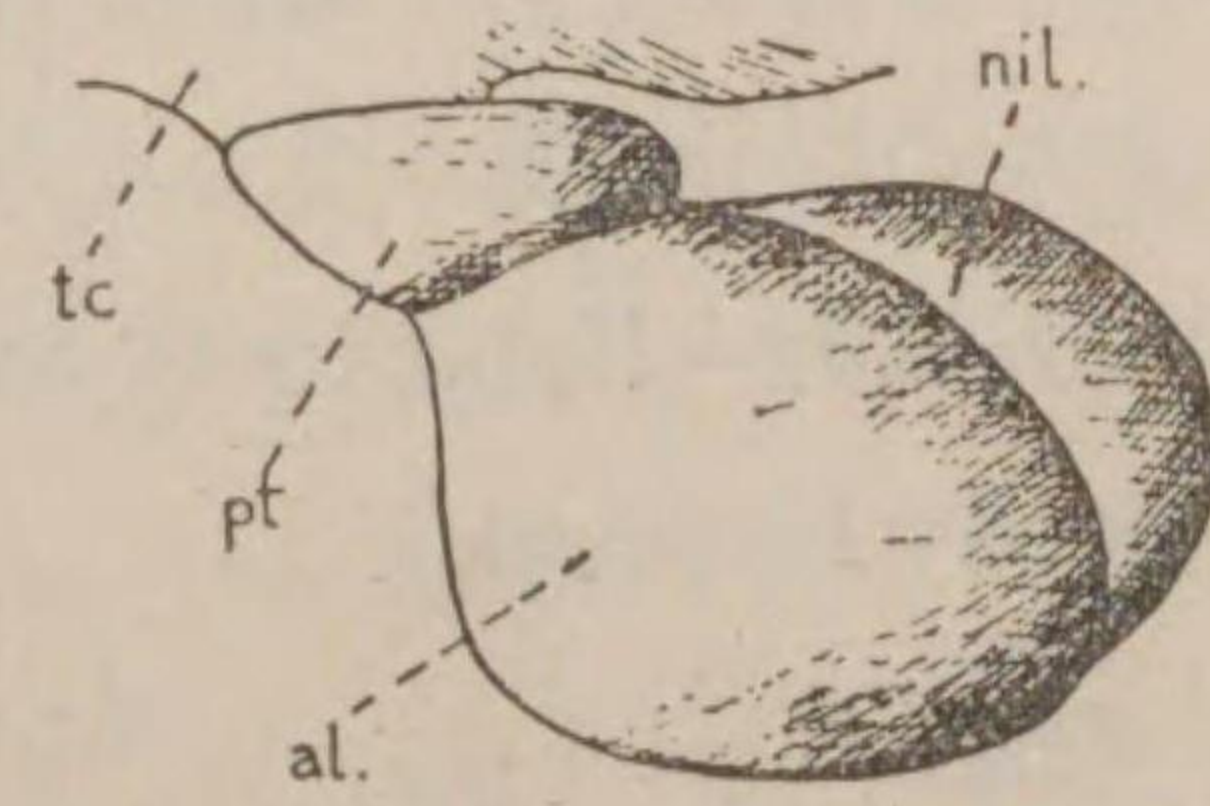
脳下垂體は大脳の下面に附着しては居るけれども發生は脳と別なのであつて、八目鰻で言ふと嗅窩 (Olfactory invagination) と口道との中間の部に脳下垂體溝が起り、其の凹みがだんだん前脳と脊索との間を押し分けて深く入り込み、其の壁の肥厚した部が脳下垂體となつて前脳に附着するのであつて、前述の凹みの名残りは脳下垂體內腔及び其の通管となつて嗅窩 (Olfactory pit) に開通して居る。多鱈魚(總鱈魚)でも口蓋に脳下垂體內腔の通管孔を有する。つまり脳下垂體の分泌物は内腔から外に出るのが原型であつたらしいのであるが、他の脊椎動物では外通孔はなくなつて分泌腺は細胞から直接に血管に送り出されるに到つたのである。併し發生を見ると一般の脊椎動物でもラトケ氏ポケット Rathke's pocket と言ふ表皮の陥入部が



第百十七圖 ヤツメウナギの仔の頭端縦断面 (de Beer 氏圖)。Fb. 前脳, N. 脊索, oi. 嗅窩, Hd. 脳下垂體溝, Sih. 脳下垂體になる細胞塊, Ul. 原唇, St. 口道。



第百十八圖 猫の胎兒の頭端縦断面 (de Beer 氏圖)。Fb. 前脳, N. 脊索, R. p. ラトケ氏ポケット。

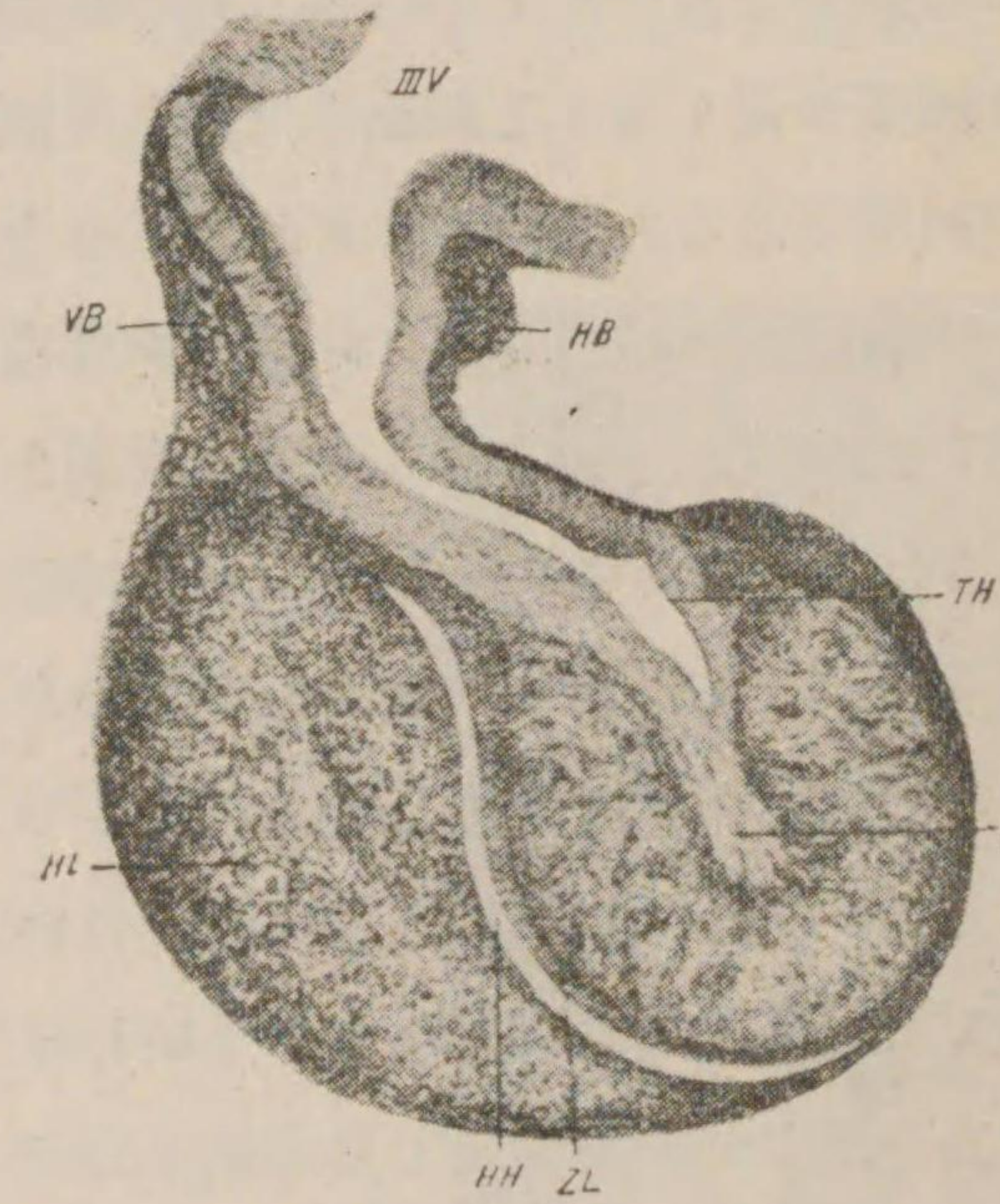


第百十九圖 猫の脳下垂體側面圖 (de Beer 氏圖)。al. 前葉, nil. 中後葉, pt. 管狀部, tc. 漏斗。

ら脳下垂體が出来るので成體でも脳下垂體內腔の名残は認められる例が多いのである。以下哺乳類、鳥類、爬蟲類、兩棲類、硬骨魚類、軟骨魚類などに分けて述

べて見やう。

(イ) 哺乳類では底蝴蝶骨にある鞍状の凹み即ちトルコ鞍に保護されて第三脳室の下方突起である所の漏斗と連つて居る。漏斗を圍んで襟の様な管狀部 (Pars tuberalis) あり、之に續いて後下方に前葉 (Pars anterior) あり、これは椀状をなして、上後方に中後葉 (Pars neuro-intermedia) を抱いて居る。縦断面で見るとこの中後葉には實は後葉 (Pars nervosa) と中葉 (Pars intermedia) との二部を識別することが出来るのである。前葉と中葉との間に脳下垂體內腔 (Hypophysial cavity) がある。第三脳室の續きなる漏斗管腔 (Infundibular cavity) は猫では後葉の内にまで侵入し居り、牛では漏斗内で終つて居る。前葉は厚くして緻密で前方は管狀部に接する。中葉は薄くて常に後葉と密着し、動物によつては後葉内に突起を出して居る。



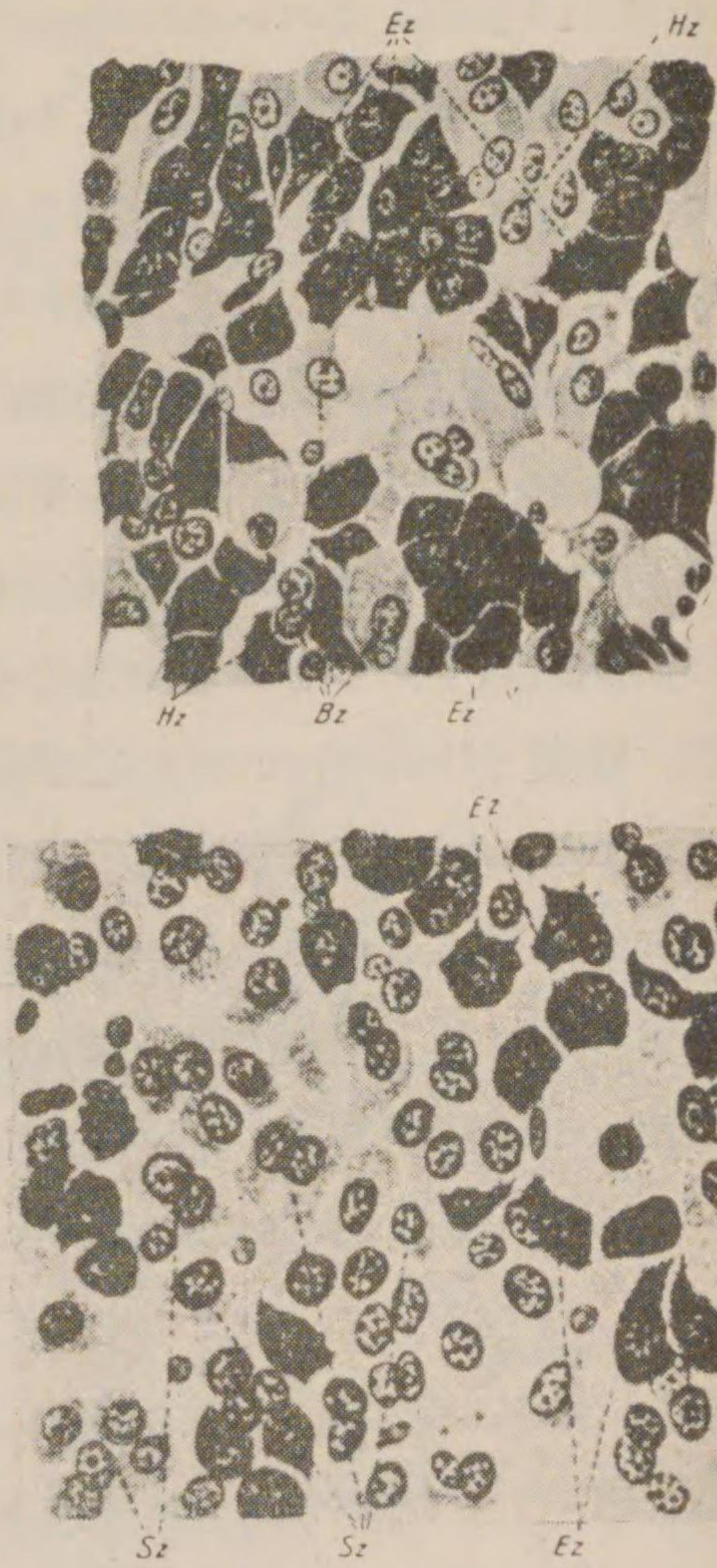
第百二十圖 猫の脳下垂體縦断面圖。III V. 第三脳室, HB, VB. 管狀部, HL. 前葉, HH. 脳下垂體內腔, ZL. 中葉, N. 後葉, TH. 漏斗腔。

前葉の細胞も一種丈ではないが、Romanovsky 氏染色法によると鮮紅色になる所のエオシンで赤く染まる顆粒を有する細胞が特に目立つ。此の細胞が分泌物を出すことは確實で蛋白質を多量に含んで居る顆粒を毛細管に出しかけて居るのも認められる。此の外に鹽基性色素に染まる細胞もありて青藍色に染まつて顆粒なく、細胞の大きさも小さい。透明に近いので時に核丈が目立つこともある。牛では此の青く染まる細胞の塊つて居る部が一定であるが、家兎では兩種細胞の中間的な細胞も認められるので、前述の赤く染まる細胞が分泌作用を終ると青く染まる細胞になるものと考へられて居る。猫や牛では

中間的な細胞が認められないので此の點がわからない。

中葉は鹽基性色素に染まる細胞のみより成り立つて居るが、併し此の細胞は前葉の青く染まる細胞とは染色反應が同様ではない。中葉にコロイドを含む胞状物(Cyst)があつて、後葉を通過して腦液に注ぎ込まれると言ふ説があるが、de Beer が猫(14疋)で調べた時には1老猫に胞状物1箇を見たのみであり、牛(4頭)には1箇も認められなかつたと言ふ。中葉には殆んど血管がないので衰退的な所産物が起りやすいわけであるから此の胞状物も其の結果ではあるまいかとも思はれる。牛や豚の中葉からは腦下垂體內腔に向つて **Wulzen 氏錐體**と言ふ突起が出て居り、これには血管もありエオシンで赤く染まる細胞もある。

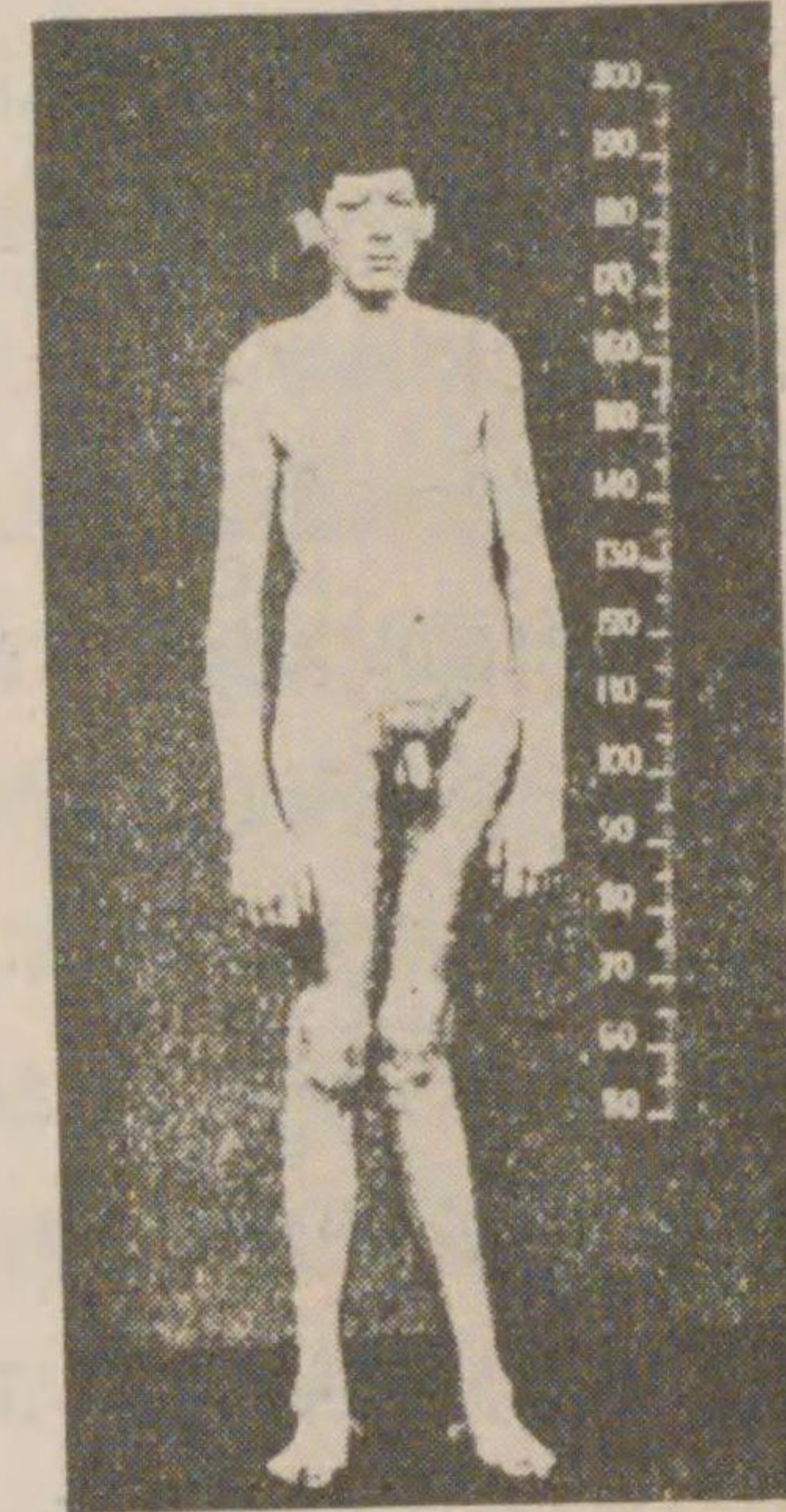
後葉は神經膠纖維及び Ependyma cells より成り、中葉よりは血管に富むが、分泌細胞らしいものは認められないに係らず、エキストラクトを造つて見ると中葉のエキスよりも効果が大きい。中葉との境の邊にはことに血管が多いので恐らく此の血管にホルモンが入るのだらうと言ふ。管状部は多くの血管を含むこと、細胞が結締組織の網の目に團塊をなして居ることが目立つ。細胞はすべて鹽基性色素で染まるもの。胞囊も認められるが、これは細胞團塊の退化によつて生じたものであら



第二百一十一圖 鼠の腦下垂體前葉の斷面圖(Biedl 氏)。Bz. 鹽基性で(青く)染まる細胞、Hz は Bz の染まりのわるい細胞と做すべし、Ez. エオシンで(赤く)染まる細胞、Sz は妊娠した者に於て Hz の變形したものと做さるるもの。

うと思はれるが、此の胞囊には凝固せるに近い液や細胞の殘骸や泡状の空隙がある。此の泡状空隙を甲狀腺の臙胞内の空隙と比較して分泌作用ありと考へる人(Woodcock 氏)もある。

腦下垂體の分泌物は**ピチュイトリン**(Pituitrin)と稱せられ前葉を食鹽水でエキストラクトした液は乳汁の分泌を促すと稱せられる。なほ、腦下垂體が重大な内分泌腺である證據には幼犬で之を除去すると生き残るものでは脂肪がたまり、乳齒が永續し、生殖器の發育が遅れ、無欲白痴狀の犬となる。成長した犬の腦下垂體を除去すれば體に脂肪がたまり、精蟲形成もさまたげられ、多尿、甲狀腺肥大、新陳代謝作用の低下を來す。各葉の影響を分析して言へば前葉を除くと新陳代謝が衰へて發育悪く、生殖機能妨げられて脂肪がたまる。多尿になるのは中葉を除られた影響で、即ち心臓の機能に影響しひいて血液から尿が多く析出されるのであるといふ。



第二百一十二圖 巨人病患者。(Leri 氏より)

反對に腦下垂體の分泌が多すぎると成長中の者では**巨人病 Gigantism**になりて顔も體も四肢も長くなつて8尺3寸等と言ふ人が出來たりするし、成長後に此の病になれば**四肢肥大症 Acromegaly**といつて大きなせむし狀になる。

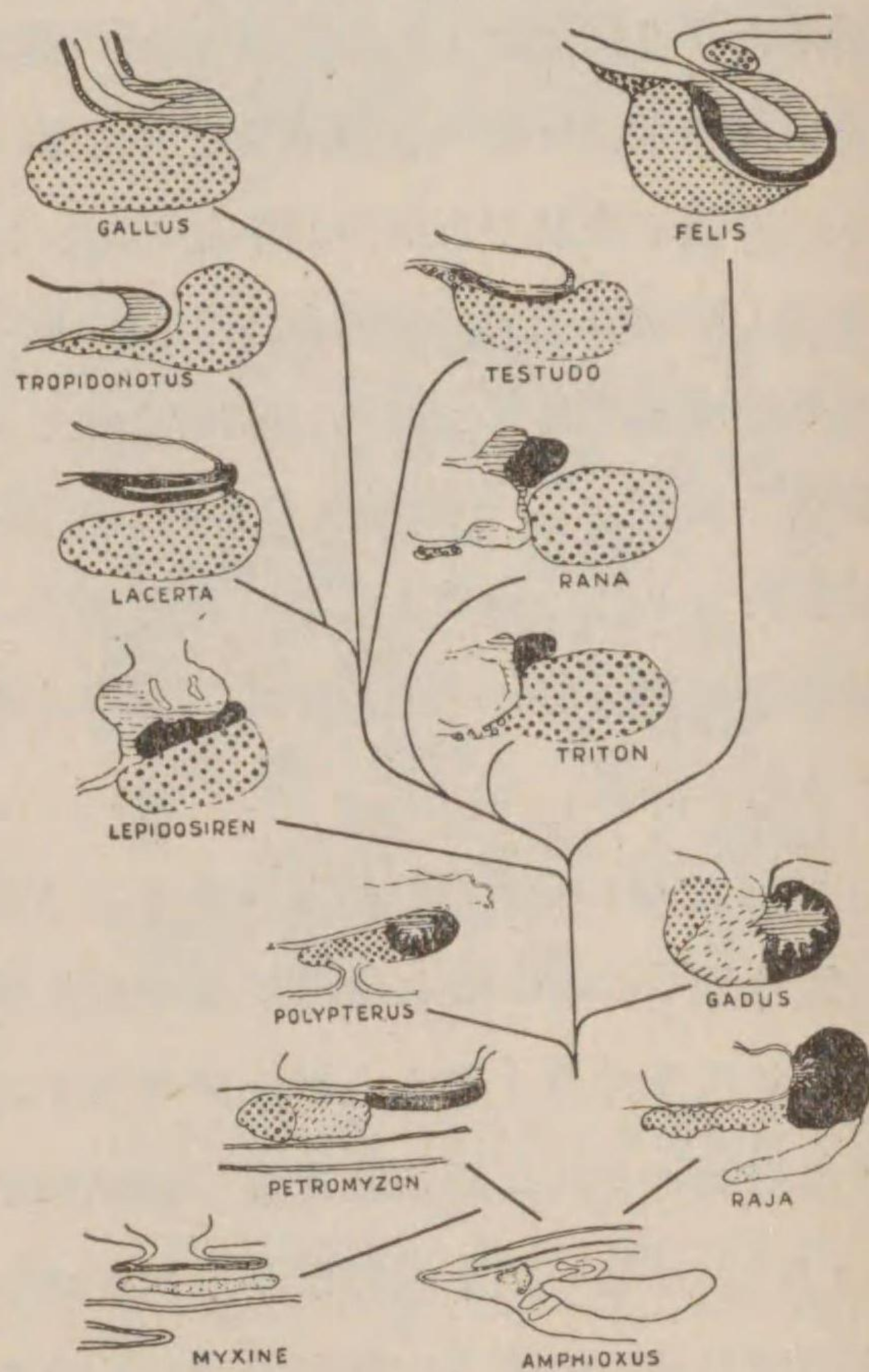
(ロ) 鳥類の腦下垂體がラトケ氏ポケットから變成することは大體哺乳類と同様だが、中葉は成熟者ではなくなり、内腔もなくなる。前葉がエオシンに染まる細胞と鹽基性色素に染まる細胞とより成る點は哺乳類と同様。管状部は薄くて四列位の細胞より成るにすぎぬ。

(ハ) 爬蟲類の腦下垂體には中葉もあり、内腔もあるが、管状部は鳥に於けるよりも小で、龜では中葉に續く。蛇では管状部がないし、蜥蜴類では管状部なき種類もあり有る種類もある。前葉に於ける兩種細胞間の差が大でない爲めに同種細胞の機能上の異期たるにすぎないのかと思はしめる。

(二) 兩棲類では前葉が一番後方に位置し中葉厚く後葉は小さい。管状部は「ゐもり」類では僅かに前葉に續くが、蛙類では前葉とも續いて居らず左と右とも相はなれて居る。腦下垂體の組織學的構造は大體哺乳類と同様だが、發生上ラトケ氏ポケットは生じないで、口板(Oral plate)から外胚葉細胞の塊が生じて之れが伸びて腦下垂體となる(硬骨魚でも同じ様にして生ずる)。

(ホ) 硬骨魚の腦下垂體の特色は各部が外觀上は葉に分れて居ないこと及び前葉と中後葉との間に中間部(Ubergangsteil)の有ることである。中間部の細胞にはエオシンで染まるのと鹽基で染まるのと兩方あるが、併し前葉とは明かに識別されるもので、硬骨魚と八目鰻類とに特有のものである。發生上ラトケ氏ポケットの生じないことは兩棲類と共通で、殊に肺魚の腦下垂體などは構造も兩棲類のに似て中間部もない。アフリカの總鰭魚にのみはラトケ氏ポケットの名残と做さるゝ外通孔が口蓋を貫いて居ることは前に述べた。

(へ) 軟骨魚類の腦下垂體は大きくて三部に分れ、前葉は細くて長く、前方は視神經交叉にまで達して居る。中後葉は血管囊にはさまれて其の下位にあり、其の外に腹葉(Ventral lobe)といふ部が中後葉から腹側前方に出て居る。腹葉は「えい」類では遊在して居るが、「さめ」類では



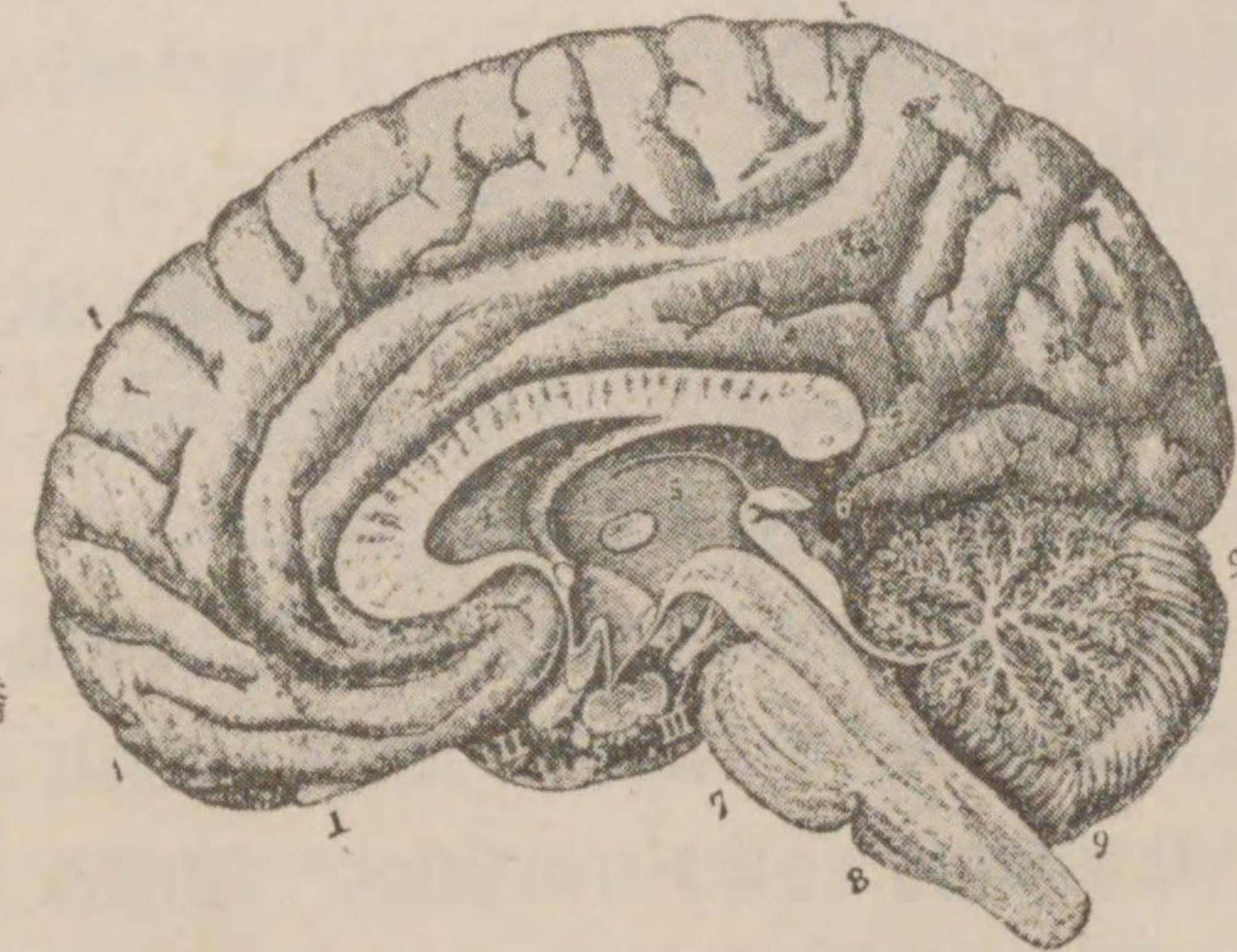
第二百二十三圖 脊椎動物の腦下垂體の比較 (de Beer 氏圖)。Amphioxus ナメクジウラ, Myxine メクラウナギ, Petromyzon ヤツメウナギ, Raja エイ, Gadus タラ, Polypterus 多鰭魚, Lepidosiren 肺魚の一, Triton キモリ, Rana カヘル, Lacerta コモチカナヘビ, Tropidonotus ヤマカガシ, Testudo 陸龜, Gallus ニハトリ, Felis 猫。

内に包み込まれて居る。組織學的にいへば、後葉は極く貧弱で、中葉の組織が可なり多くて血管に富むことも一つの特色である。前葉内の内腔の一側に血管多くて他側には血管が無いが、血管に面した細胞はエオシンで染まり他側の細胞が鹽基色素に染まることも面白い。他の點では兩種の細胞とも、よく互に似て居るので同種異相にすぎないのではないかと言われる。腹葉は鹽基性色素に染まる細胞の外に妙に大きな細胞(20μ—30μ位の)も有り之れの機能は未だ不明である。

(ト) 圓口類の腦下垂體は腦と腦下垂體囊との間の薄い實質を指して言はれる。前葉の次の中間部が最も大きい。後葉は漏斗の床のやゝ厚くなれるものに過ぎず、中葉は之れに沿へる細い帯である。腦下垂體內腔に相當する部は前葉、中葉の腹面に沿へる囊をなし、其の細くなれる末は頭頂の正中線上に開通する。「めくらうなぎ」では漏斗と腦下垂體とは結締組織で隔てられて居る。

第三節 松 果 腺

松果腺(Pineal gland)は間腦から上方に出た突起として生じたものであるから位置から言つても腦下垂體と反對と言ふわけであるが、面白いことには其のホルモンの作用も腦下垂體のと反對だとも言ふべきもので、つまり互に對蹠的に働いて體の生理の平衡を保たしめて居るとも言ふべきものである。



第二百二十四圖 人の腦の縦断面圖。

- 1. 大腦の廻轉
- 4. 第五腦室
- 5. 第三腦室
- 5' 腦下垂體
- 6. 松果腺
- 7. フロロリー橋
- 8. 延 髓
- 9. 小 腦

- I. 嗅神經
- II. 視神經
- III. 動眼神經

即ち松果腺の作用は生殖器の發育を抑制して早熟を防いで居ると思はれるもので、之を除去すると雞では肉冠や睪丸の發育が早くなり、雌に於ては卵巢や輸卵管の發育が早められる。人に於ても此の腺に腫物が生じて腺の實質が傷害せられた例では七歳で陰毛も生へ陰莖も大人のの様に大きくなつたとか心理的にも早熟したと言ふ様な報告がある。發生上からいふと此の腺に相當するものは上生體 Epiphysis といつて脊椎動物一般に有るのであるが、夫れが内分泌腺らしい形式をとつて居るのは鳥類と哺乳類と丈である。夫れ以下の動物の上生體は松果腺とは言はぬのである。にも係らず蝌蚪に鳥獸の松果腺のエキストラクトを食せしめておくと變態がおくれて大きな蝌蚪(即ち大きな子供)が出来る。

松果腺は哺乳類では四疊體の上、小脳と大脳との間に在る松果狀の塊りで重さは

	松果腺の量	腦の量
人	0.22gr	1300gr
犬	0.08	85.2
豕	0.04	140.0
家兎	0.01	8.4
鼠	0.002	1.86

そして一般に幼兒に於て比較的大きく、青春以後は退化してゆく。人では7歳頃が頂上で以後は次第に退化の途をたどる。

松果腺の構造を見ると結締組織の袋に包まれて居るが、此の結締組織の枝は内部に進入して小葉に分け各小葉内に3種の細胞がある。

(1)神經細胞, (2)神經膠細胞, (3)松果腺細胞 (Pineal cells)

神經細胞は極く僅少で、模式的な神經細胞は100回に1回見る位にすぎぬ。神經膠細胞は模式的のもの多く即ち膠纖維に貫かれて多突起となれるものが網をなして居る。松果腺細胞は主部を占める細胞で、膠纖維に圍まれ、細胞内に顆粒あり、其の顆粒の性質及び核條の性質によつて更に分類すると(1)主

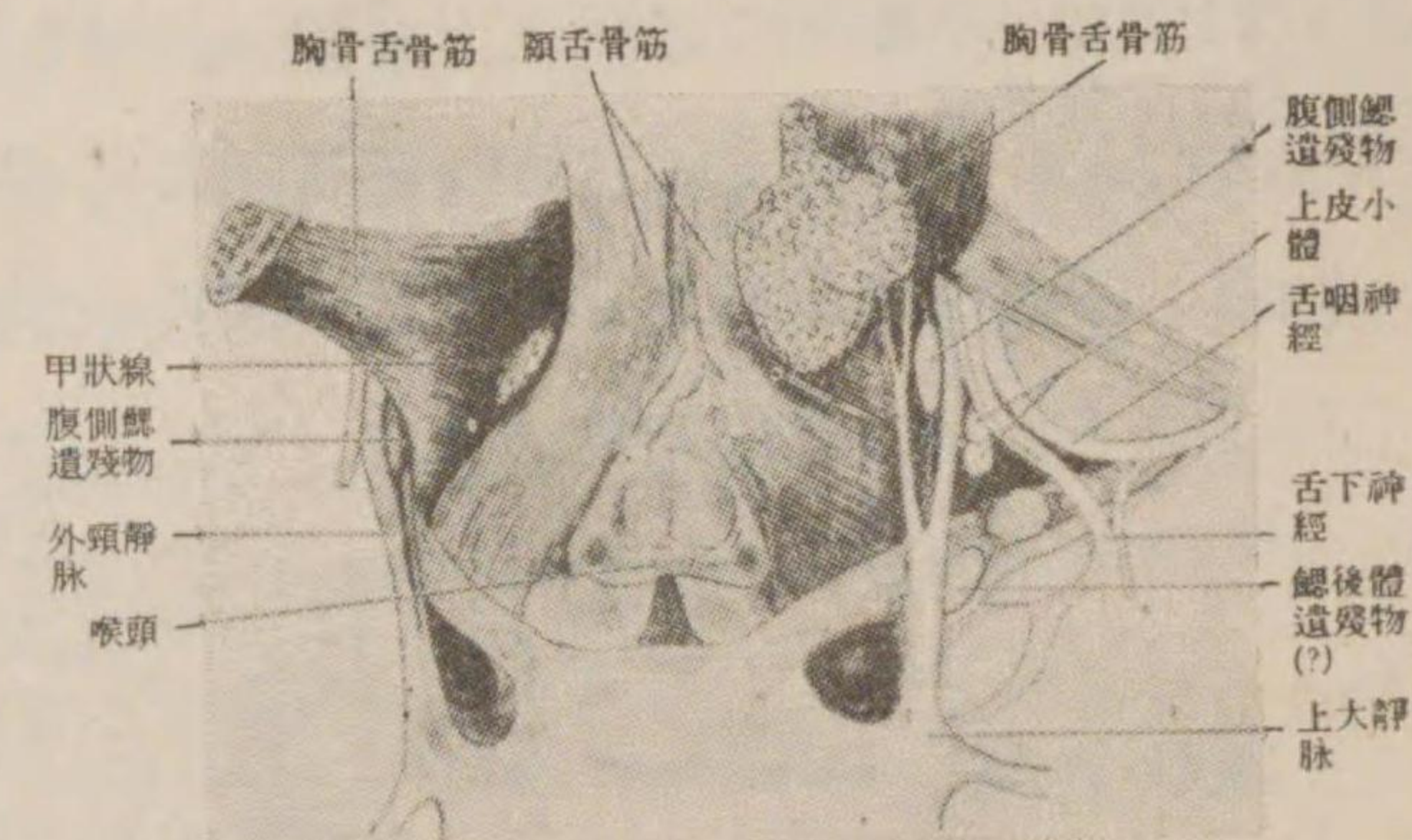
細胞(Chief cells, "Hauptzelle"), (2)好酸性細胞(Acidophile cells), (3)好鹽基性細胞(Basophile cells), (4)リポイド細胞(Lipoid cells)となる。主細胞は卵形の大きな細胞で顆粒なく、明るく見え、核はかなり大。好酸性細胞は小形で酸に染まる微細な顆粒あり、好鹽基性細胞は小形だが、顆粒は大きくて鹽基性色素に染まる。リポイド細胞のリポイド顆粒は大きくてオスミウムで黒染し、ズーダンIIIで赤く染まる。デソガス氏 Desogus は鳥の松果腺では卵巢の活動期にはリポイド顆粒が非常に多く、活動期がすぎるとリポイド顆粒が殆んどなくなり、腦下垂體では其の反對であつたと言ふ。

退化の進んだ松果腺には結石狀物質を見ること多く人では腦砂(Hirnsand = Acervulus)と言ふ桑果狀結石を見ることがある。

第四節 甲 狀 腺

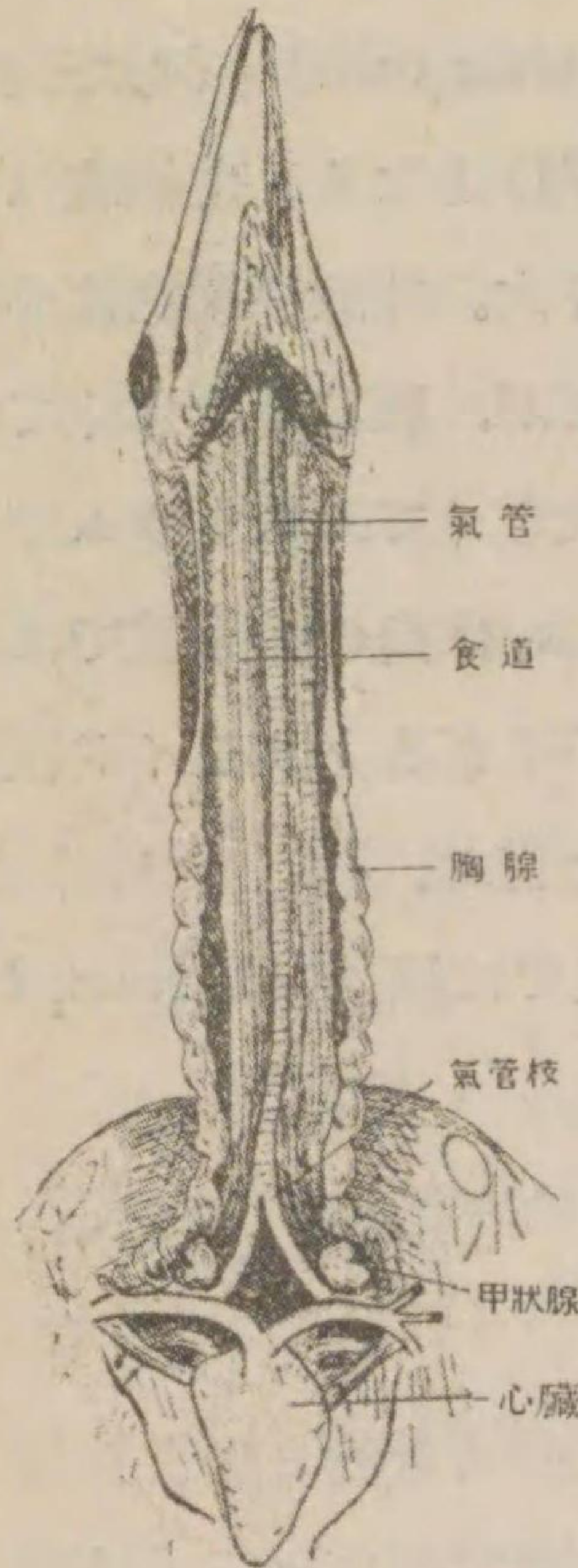
甲狀腺(Thyroid gland)は桃色で蛙では舌骨に接して胸骨舌骨筋と頤舌骨筋との間にあり(左右一對の卵圓形物)。「るもり」では胸骨舌骨筋と頤舌骨筋とに被はれ外頸靜脈に接せる

桃色の卵圓形體 (1.5耗×1耗)。「とかげ」では心囊上に接して一對あるが、蛇や龜では1箇丈である。硬骨魚では左右の鰓弧が合一する部分の腹面に位し鰓動脈の前端を圍む。軟骨魚では大動脈の前端、



第二百五圖 蛙の甲狀腺其他。(Biedl 氏圖, 竹屋氏より)

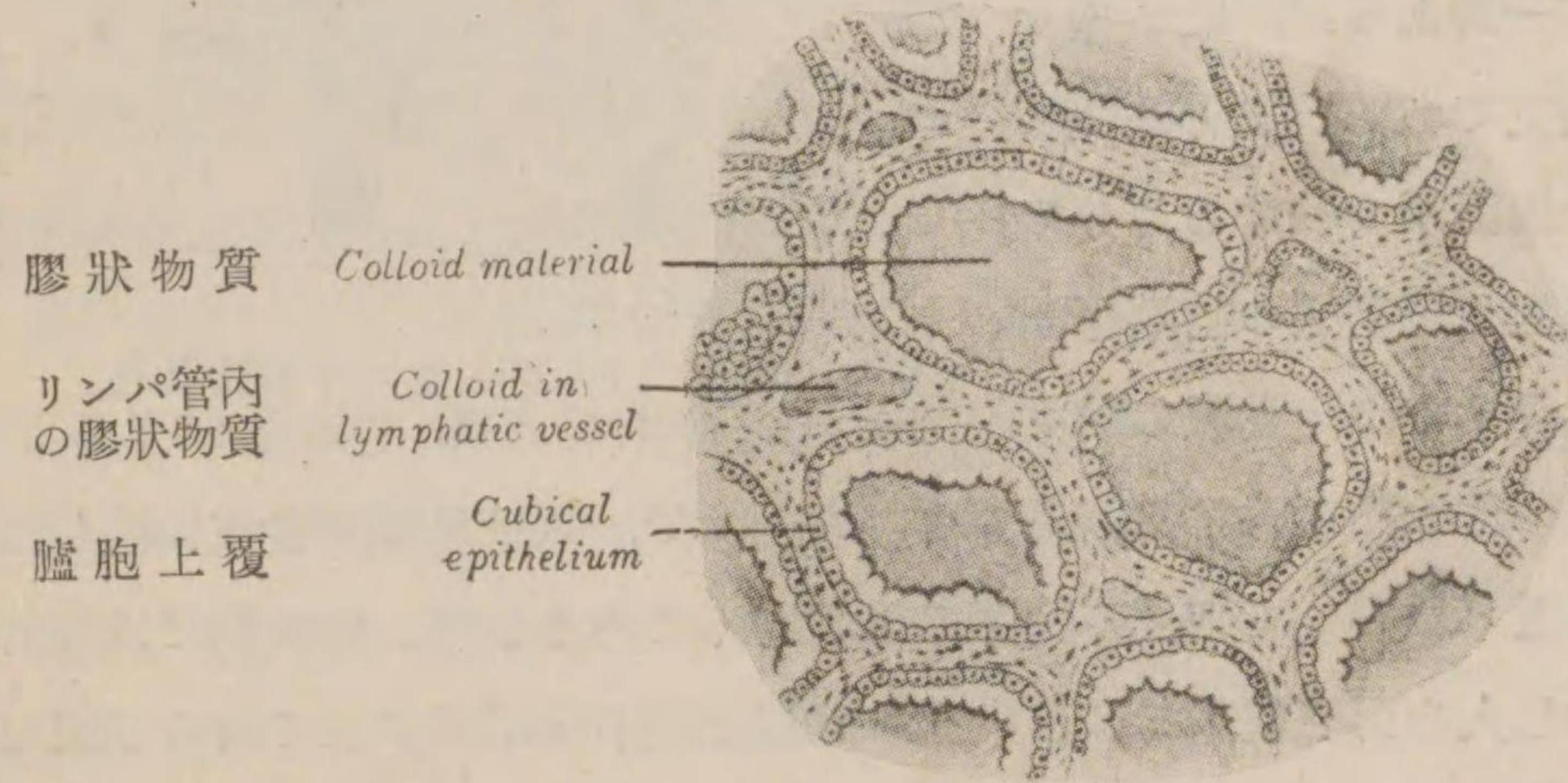
鰓動脈の分岐點に位する。鳥では左右一對で、氣管又は氣管枝に接し頸部の血管の近くに沿ひて細長く胸腺の後端近くにある小體。哺乳類では氣管の側面に位し人や馬や家兎では、中央の峽部で左右葉が繋がれて居るが鼠では峽部は結締組織で出来て居り、他の哺乳類では左右分離して居る。發生上は消化管前端近くの壁の腹側部から起生するものである。



第二百二十六圖 幼鴿の
甲状腺、胸腺其他。
(Wiedersheim 氏圖)

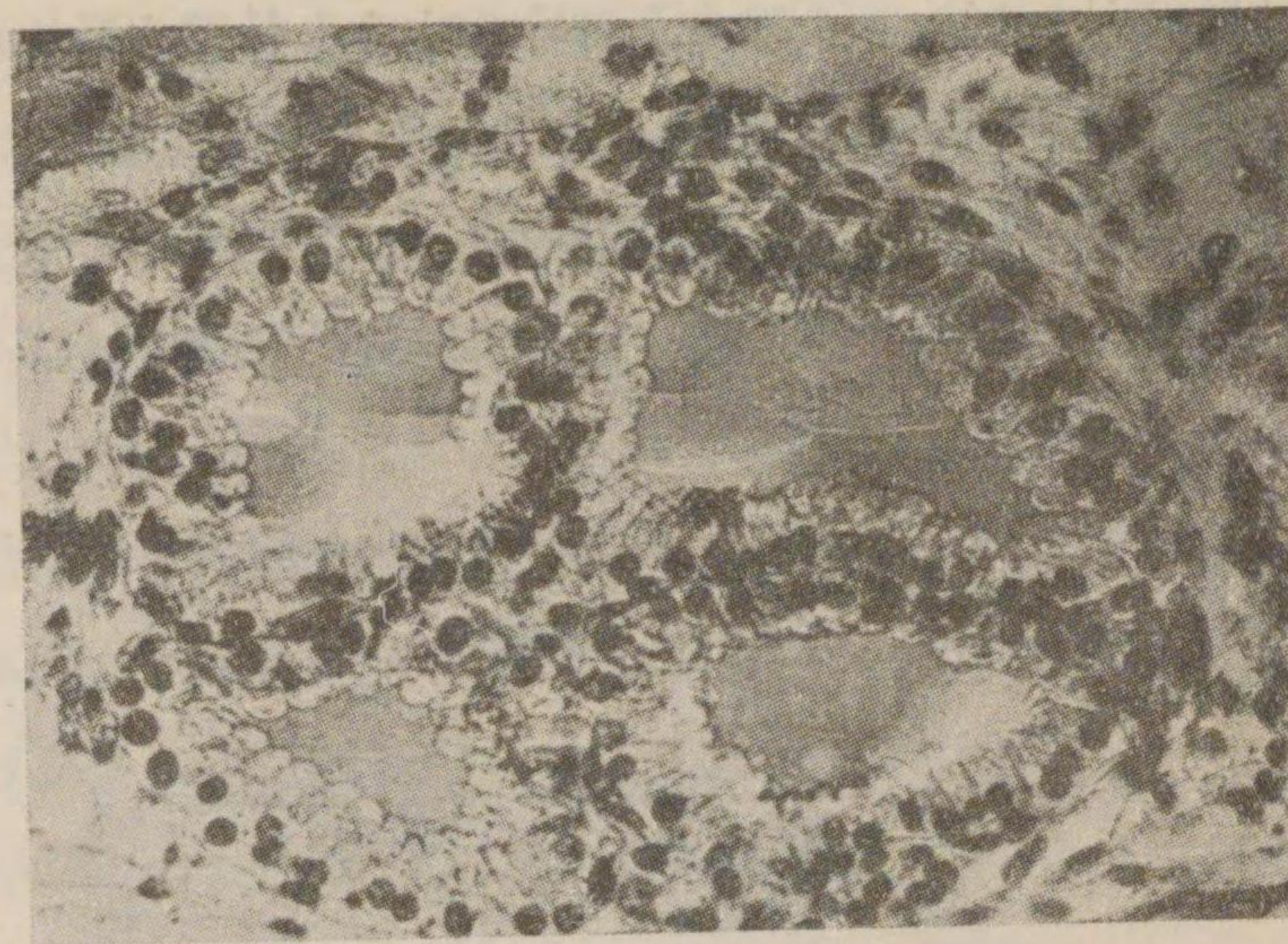
ち主細胞といふ方はミトコンドリアや顆粒や空胞の形態的變化に富むことか

組織學的構造は基本的には何の動物のも似た形式のもので、上覆細胞の臚胞(Follicle)を主體とし、之れを結締組織の薄膜が包んで構成せる所の小葉が、澤山集つて出来て居るもので、甲状腺全體の表面を包む結締組織から内部に派出した枝が即ち小葉間の結締組織をなすわけである。臚胞は單層の柱狀乃至立方狀上覆細胞の壁を有するもので、其の内腔には膠狀の分泌物が入つて居り、胞の大小は却々不同である。臚胞の上覆に二種の細胞ありとする人もある。其の一は主細胞(Hauptzelle)といはれる透明的で染色力が弱いもので臚胞内腔に向つた部分に光線屈折力の強い大小不同の顆粒を有する。此の顆粒は脂肪性のものである。大部分の細胞は之れであるが、も一つ膠狀細胞(Kolloidzelle)と稱せられる細胞の方は染色力が強い。併し多くの學者は此の二種の細胞は實は同種異相のものにすぎないと做して居る。即ち主細胞といふ方はミトコンドリアや顆粒や空胞の形態的變化に富むことか



第二百二十七圖 羊の甲状腺断面圖。
(Gray-Lewis 氏より)

らして分泌作用の旺盛な時期のものであり、膠狀細胞の方はミトコンドリアも顆粒も分泌物の形成を語る様な形態的變化を認めないから静止時期にあるものと考へられるのである。



第二百二十八圖 「ヒキガヘル」の蝌蚪の甲状腺断面圖。
(4 臚胞を見よ) (森田眞一氏圖)

臚胞内にはコロイドと稱せられる分泌物が入つて居り、好酸性

で殊にエオシンによく染まり、アルコールやエーテル、稀薄な酸には溶けず、醋酸や強アルカリで膨張する。此のコロイドは沃度を含む蛋白質で Jodthyreoglobulin (Baumann 氏), Jodthyrin(Oswald 氏), Thyroxin $C_{11}H_{10}O_3NJ_3$

(Kendall 氏) などの名で呼ばれ甲状腺の分泌物と做されるものである。が、其の形成徑路や排出徑路に就いては見解が未だ一定して居らぬ。たゞし腔内に赤血球を含む例も知られ、又動脈蕾(Arterienknospe)を認めた例さへあるので血液内に分泌物が入るものなることは疑ひがない。



第二百二十九圖 成長に及ばず甲状腺の影響を示す。
(Eiselsburg 氏圖)

左. 生後四ヶ月の普通者
右. 生後四ヶ月(但し生後二十一日目に甲状腺を除きし者)

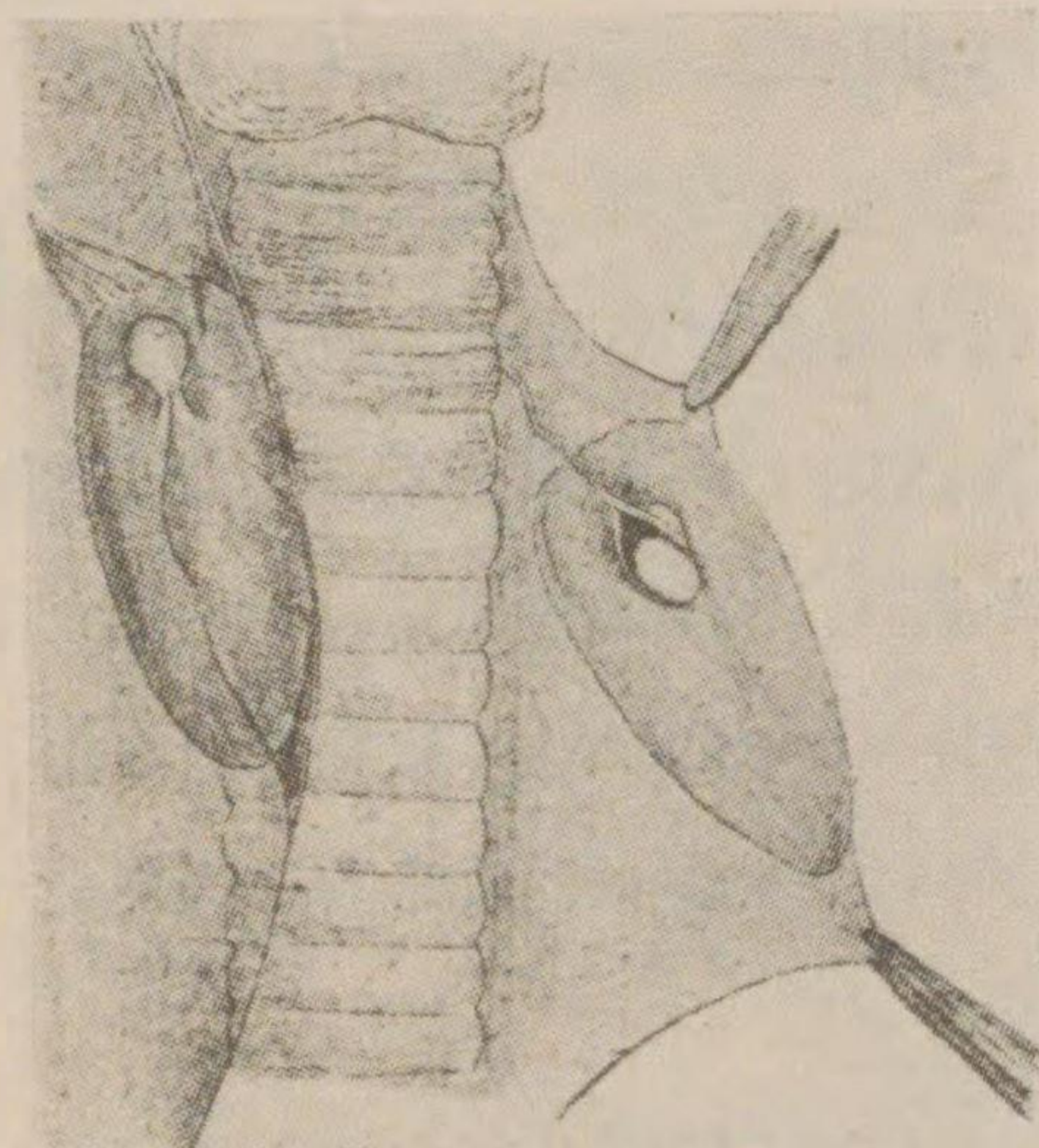
甲状腺の内分泌が過大になると人ではバセドウ氏病 Basedow's disease (一名 Grave 氏病又は甲状腺肥大症)となり、心臓の鼓動烈げしくなり、神經過敏になり夏の暑さに堪へ難く、又眼玉が突出する。之れは甲状腺の一部を除去するか、X線で一部の細胞を照殺する

と癒る。反対に此の腺を全部除去すると骨盤や脊柱の發育が妨げられ、殊に手足の骨の長さは普通の $\frac{1}{3}$ 位にきりならず、太くなる。又粘液浮腫 (Myxedema) といつて真皮に粘液がたまる。又生殖器の發育も害せられ、鼻も高くなり、體温の調節も悪くなる。精神的發達も妨げられ白痴になる。草食動物では殊にそれが烈しい。

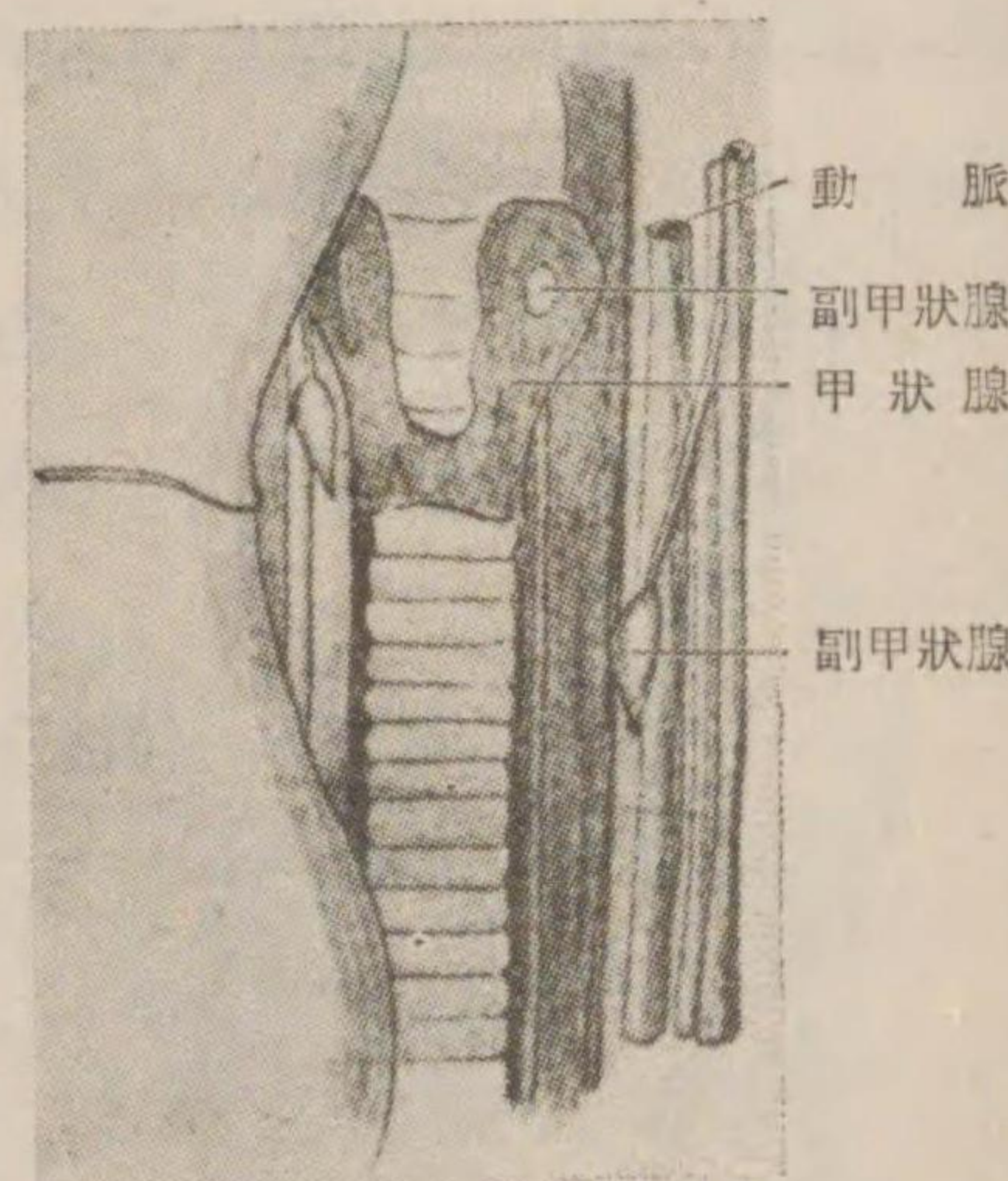
甲状腺のエキストラクト(甲状腺劑)を内服するか注射すると新陳代謝作用がよくなって白髪が10日位で脱け30日もすると黒い髪が生へて來た例もある。女子に適用する若返り法は此れが捷徑であるといふ。脾臓に甲状腺を植えつけたら子供の成長が著しくよくなったといふ報告もある。

第五節 副甲状腺(上皮小體)

副甲状腺 (Parathyroid) 一名上皮小體 (Epithelial body) は二對の小體で甲状腺の近くに在るが、其の委しい位置は動物の種類で違ひ、例へば、犬、狐



第三百十圖 犬の副甲状腺(Biedl 氏圖)。
(白い小さな二つがそれ)



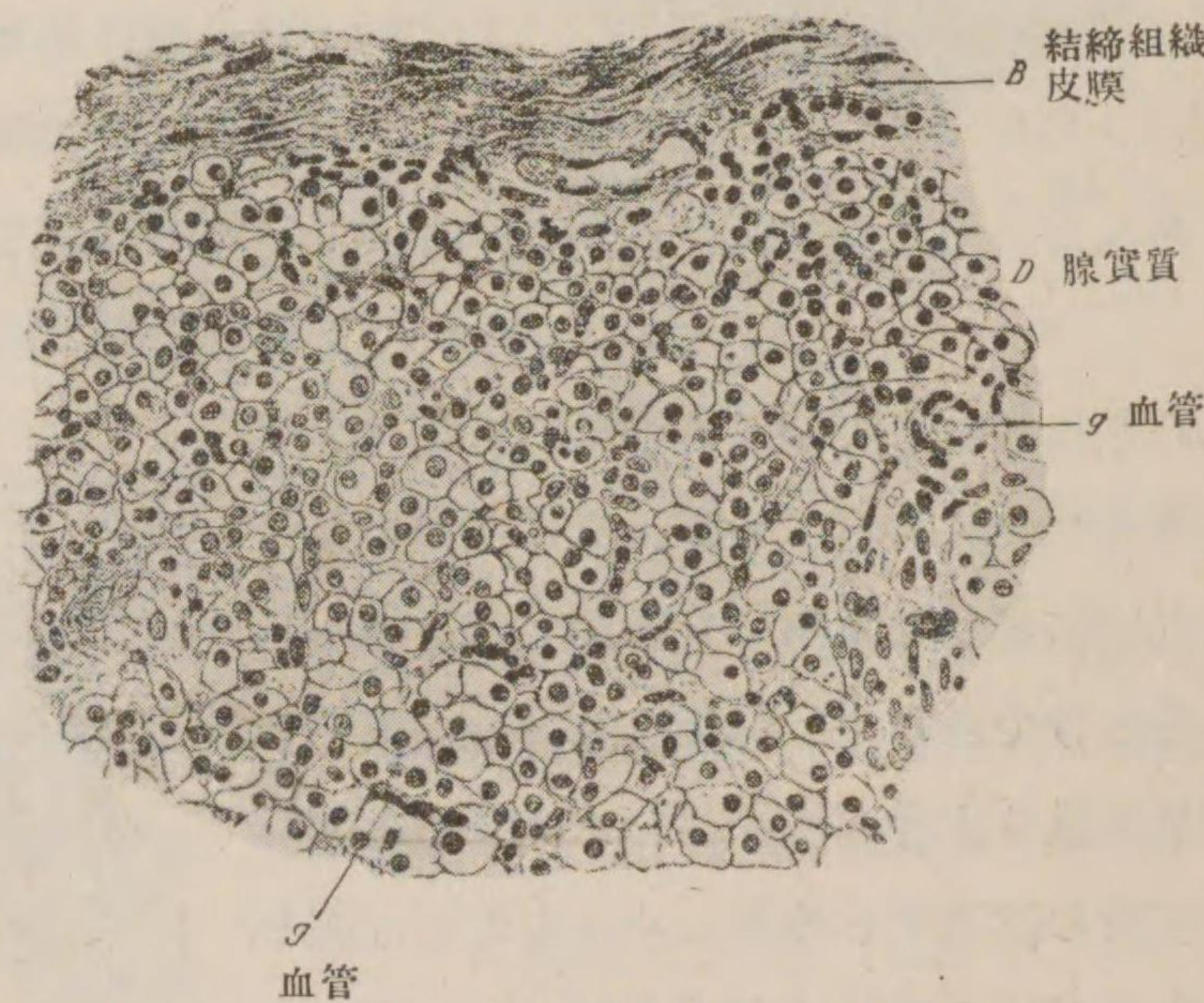
第三百十一圖 家兎の副甲状腺。
(Biedl 氏圖)

其の他の食肉類や馬などでは甲状腺背面の上端近くの上被膜内又は甲状腺内部に位置して居るし、反芻類では1對(III)は胸腺の上端近くにありて甲状腺から1,2粒はなれて居り、1對(IV)は甲状腺に接して居る。家兎では1對(III)は甲状腺より1粒も下方にあり1對(IV)は甲状腺内にある。猿では甲状腺の

外側面にあたつて被膜外にある。

一時、食肉動物では甲状腺を除去すると死し、草食動物では之れを除去しても死なぬと言はれた時代があつたが、それは實は副甲状腺の位置による問題なのに氣がつかなくつたのであつて、甲状腺を取る時副甲状腺も知らず知らず全部取り去られる時には死ぬのであつて、即ち副甲状腺を全部取り去ると烈しい痙攣 (Tetanie) が起つて7時間乃至72時間内に死ぬのである。副甲状腺のホルモンは、カルシウムの代謝に重要な關係を有するもので一部を摘出して後3日も経つと血液中のカルシウムが4パーセント以下になることさへあつた。

上皮小體の組織學的構造は表面を結締組織の膜が包み、其の枝は内部に派出して網をつくり、それによつて腺の實質たる上覆細胞の塊りが細胞索に分けら



第三百十二圖 副甲状腺の組織

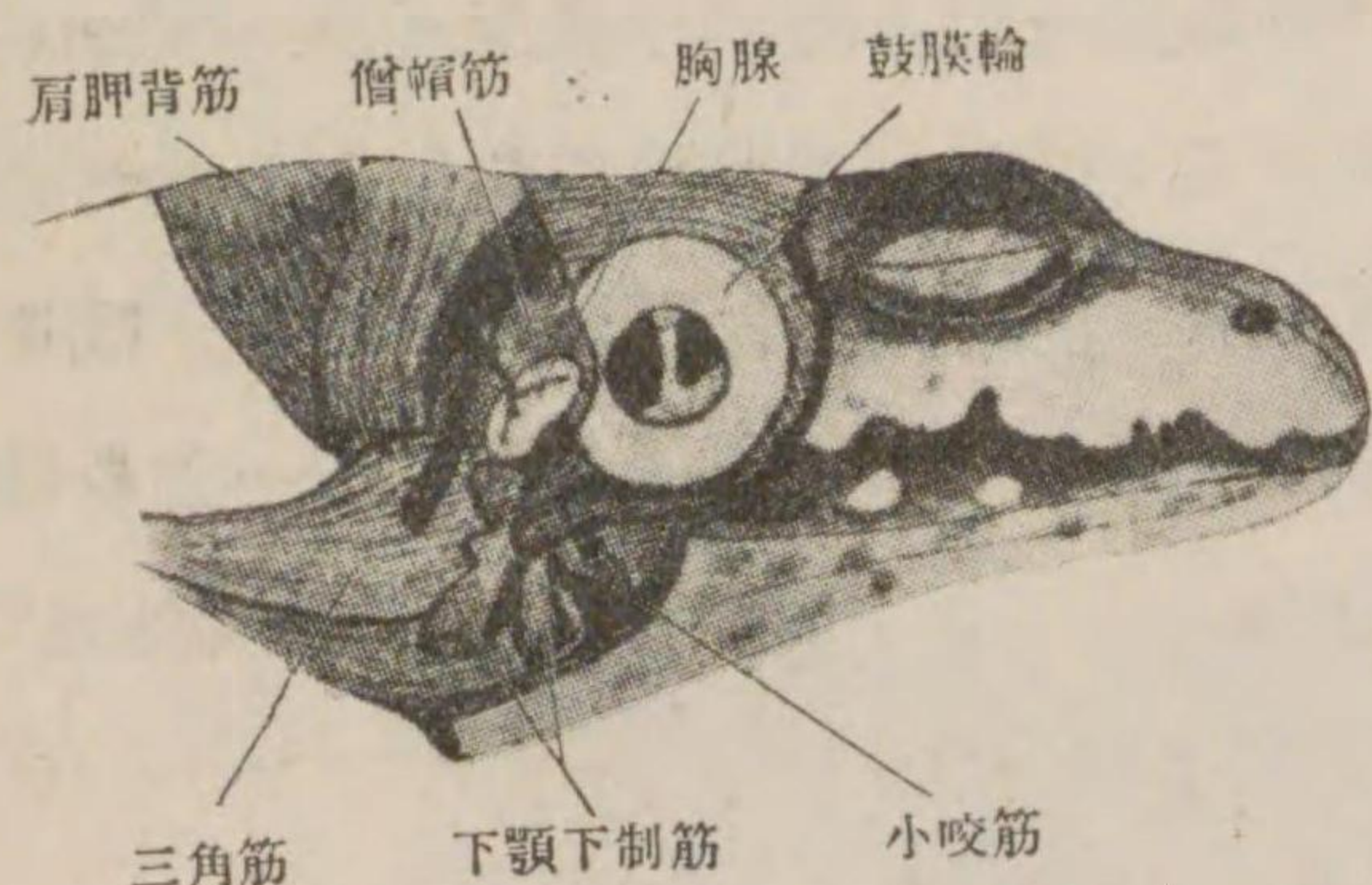
れて居る。上覆細胞には二種あつて一は主細胞 (Hauptzelle 一名 chromophobe Zelle) と言はれ大部分を占めるもの、他は好色素性細胞 chromophil Zelle と言はれる大形の、酸性色素によく染まる細胞で數は少なく、1箇又は2,3箇づつが主細胞間に散在する。此の二種の細胞もやはり同種異相にすぎないと言ふ人もある。兩細胞共ミトコンドリアもゴルヂ體も、脂肪粒も、グリコーゲンも含まる。グリコーゲンは主細胞に殊とに多い。

第六節 胸 腺

胸腺 (Thymüs) は上皮小體と同様第三、第四の鰓囊から起生するもので所

謂鰓性器官の一である。上皮小體は背側に出で、胸腺は腹側に伸びたのである。

胸腺の位置は蛙では鼓膜の後下部に接する位置に在る卵圓形のもので、蛇や鳥では甲狀腺の傍を後端としてずっと前方まで伸びて居り、人では心臓の少し上にあり、豚では頸部に、牛では一は胸部正中線上に一は頸部に2箇の長葉をなす。犬、猫、家兎、鼠などでは胸部に在る。



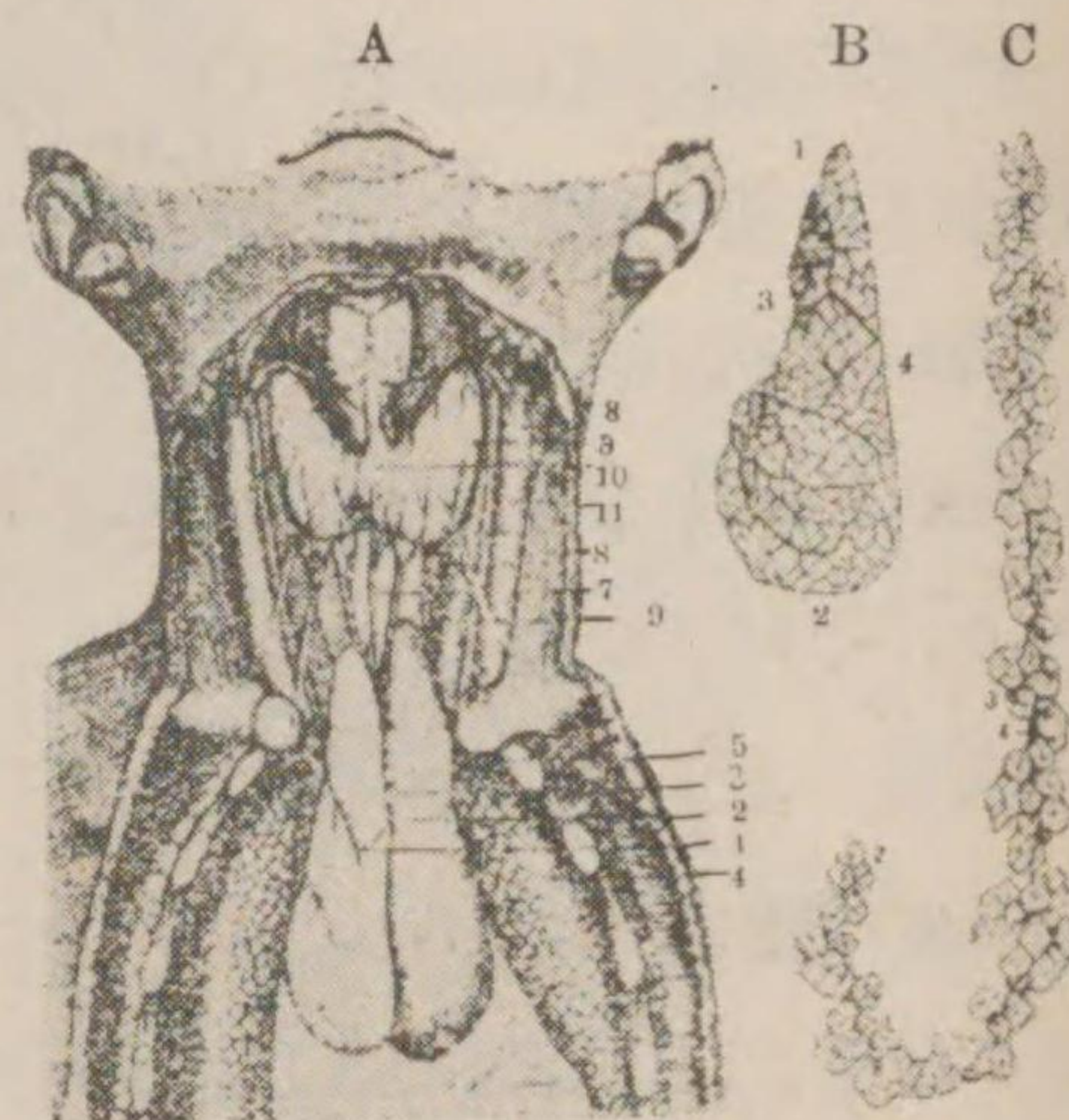
第百三十三圖 蛙の胸腺其他。(Gaupp 氏圖)

れ以後は退化してゆくものなることは大抵の脊椎動物に共通である。其の點から見ると幼時に必要なホルモンを出す腺と考へられるわけであるが、胸腺を除去した實驗の結果を見ると骨の化骨がおくれること即ち石灰質の沈著するのおくれることは確かであるが、生殖器の發育は妨げられた例もあり、却つて精蟲形成の促進せられた例もある。

胸腺のエキストラクトが色素に影響を及ぼすことは諸報告あり、例へば金魚の仔に之れを食はすと黒色が早く退化して早く美しい色になるし(寺尾氏)、蝌蚪に食はすと色素が縮んで白つぽくなる。

胸腺の組織學的構造を一言すると、表面を被ふ結締組織は多くの枝を内部に出して、それによつて胸腺を多數の小葉に仕切る。各小葉は二部に識別さ

幼時に最も顯著な内分泌腺で、青春期頃までは次第に増量するが、そ



第百三十四圖 小兒(人)の胸腺其他。(Schafer 氏圖)

- A 全形
- B 右葉
- C 小葉
- 1 右葉
- 2 左葉
- 3 正中溝
- 4 肺
- 5 内乳腺靜脈
- 6 甲狀腺
- 7 下甲狀靜脈
- 8 中同
- 9 總頸靜脈
- 10 内頸靜脈
- 11 神經
- 1 尖端
- 2 基部
- 3 外縁
- 4 内縁
- 3 の小葉は
- 4 の結締組織
- にて連絡さ
- る

れ(1)は周邊の濃く染色する部で皮質 Cortex といひ、(2)は内部の淡く染色する部で髓質 Medulla といふ。皮質も髓質も星狀の網狀細胞 Reticulum cells によつて成る網狀組織 Reticulum をなし、網の目の内に胸腺小細胞 Small thymus cell, 好酸性細胞 Eosinophile cell, プラズマ細胞 Plasm cell, 大形淋巴球 Large lymphocyte, 赤血球などがある。小細胞は淋巴球の小形のものだと言ふ人(Hammer)と別種であると言ふ人(Schridde)と、上覆性起原の細胞だと言ふ人(Maurer)と色々ある。髓部では網の目粗く皮質では網の目が細かい。なほ髓部には Hassal 氏小體と言ふ物もある。之はほぼ圓形で、同心圓輪的に配列せる細胞より成るが、之れの本質に就いては異論多く、或は網狀細胞群の變形したものといひ、或は胸腺原基の殘留物ともいひ、或は血管内膜より生ずるものとも言ふ。

第七節 副

腎

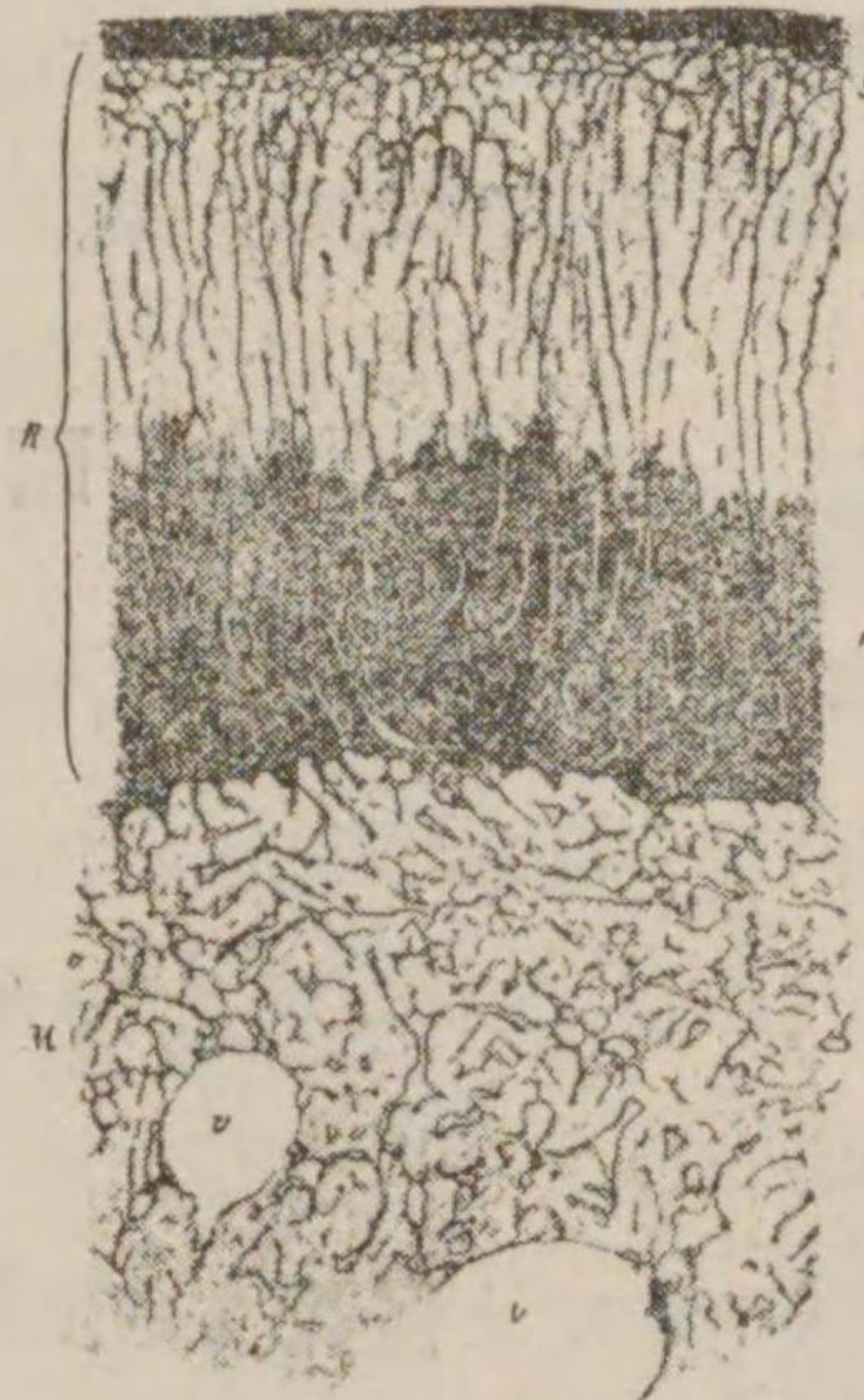
先づ人の副腎に就いて述べるが、左右各腎臟の上に1箇づ有る黄褐色の物で、腎臟と共通の脂肪囊に包まれて居る。胎生1ヶ月頃は腎臟よりも著しく大いが六ヶ月頃には腎臟の1/2, 初生兒では1/3, 成人では腎臟の1/8位となる。

副腎は皮質 Cortex と髓質 Medulla とより成るが、兩者は組織的に異なるばかりでなく、發生上の起原も別々なのであつて、皮質は中胚葉より起生するが、髓質は外胚葉より起生する。即ち皮質は體長6耗の胎兒では下大靜脈の内側、大動脈の下に認め得られ8,9耗の胎兒では腹腔上覆から分離した直徑1耗の細胞塊となり、だんだん結締組織に包まれて一器官の形をなし14耗の胎兒では細胞索も形成せられる。此の頃に髓質は外胚葉起生の交感神經の腹部神經叢内に生じはじめ、はじめは神經叢と組織學的に差異を認め得ないが、だんだん細胞質が少なくて濃く染まる核を有する細胞として識別される様になり、之れを Sympathogonia といふ。16耗の胎兒では4乃至6箇の Sympathogonia より成る細胞群が神經纖維と共に副腎皮質細胞群の頭及び

中部の結締組織膜を貫いて内部に侵入し皮質の細胞索間に位置するにいたり、19 耗の胎児では皮質の尾部からも侵入し 27 耗の胎児ではクローム嗜好細胞 Chromaffine cells (*phäochrome Zelle*) の性状を呈しはじめるが此の侵入せる外胚葉細胞群の一部は中心部に集りて髓質を形成する。此の細胞がクローム嗜好性となりクローム反応を呈するのは胎生 4 ヶ月頃からであるが、其の後も此の種の細胞の侵入、變化は續行して皮質中にも索状又は球状をなせるクローム嗜好細胞の存在が認められる。此の進行は春期發動期以後にはじめて止む。

かくて出来上つた副腎の組織學的構造は哺乳類では大體に於ては人と同様

で、表面を包む結締組織性被膜から内方に枝が出て、血管や神経は此の枝に沿うて内部に侵入して居るが、此のうすい結締組織の枝が皮質と髓質との境で再び合して膜をなして居る種類もある。皮質には結締組織に仕切られて皮質細胞あり、(1) 外層では圓形の細胞群をなし、(2) 深部では平行した索状に配列し、(3) 最深部では網状に配列して居る (其の網の目は即ち血管であ



K 被膜
M 髓質
R 皮質
g 球状層
f 索状層
r 網状層
V 中心静脈

第百三十五圖 人の副腎の組織。

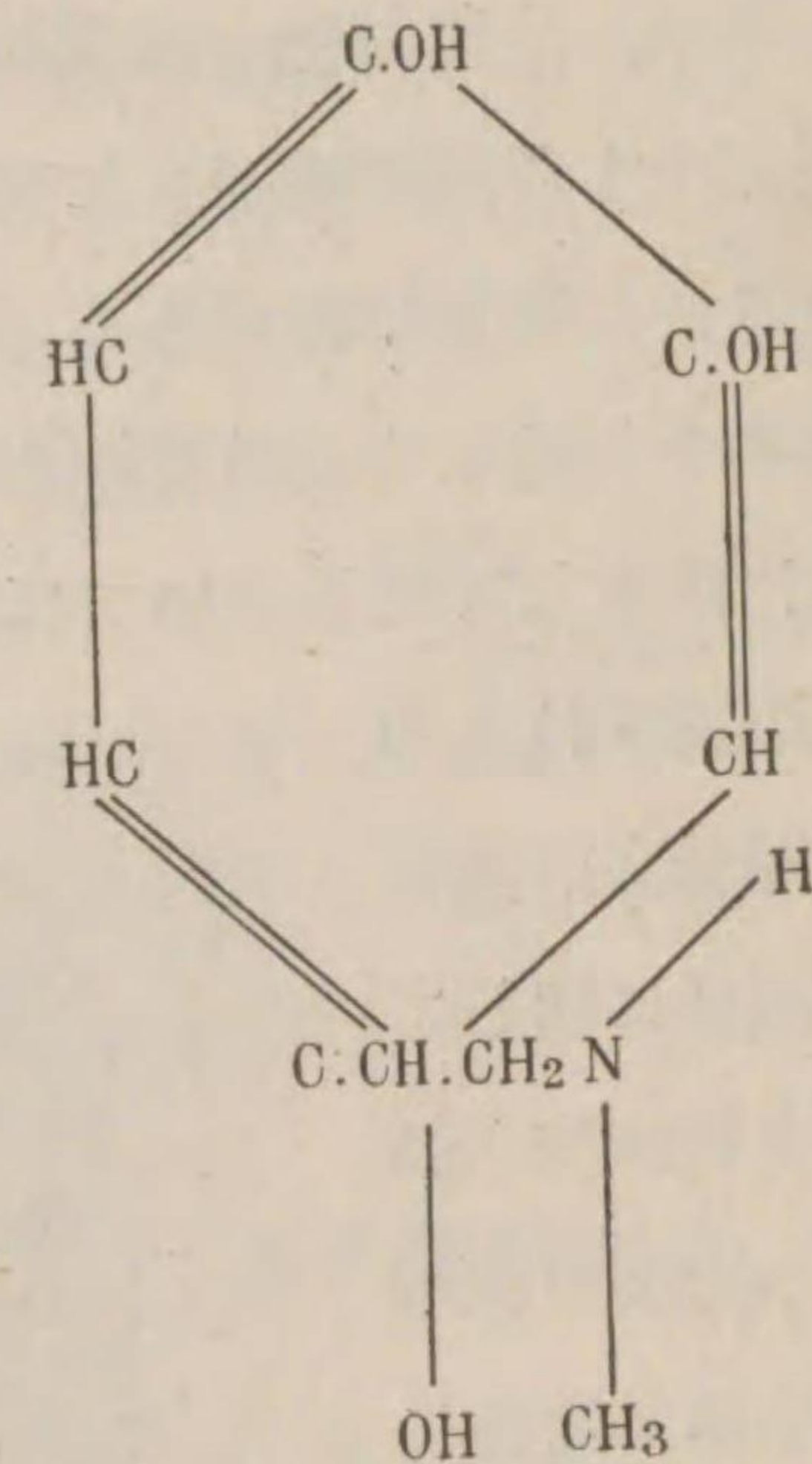
る)。それで(1)を球状層 *Zona glomerulosa*, (2)を索状層 *Zona fasciculata*, (3)を網状層 *Zona reticularis* といふ。皮質細胞にはリポイド顆粒が最も目立つ。此の顆粒を皮質顆粒 *Rindenkörner* といひオスミウムで黒くなり、ズーダンIIIで赤く染まる $1\mu-3\mu$ の小球である。外にゴルヂ體やミトコンドリアも含まれて居る。網状層の細胞にはなほ *Corpūs siderophiles* といふ微細粒もあり、橙黄色の色素もある。

髓質は軟かい組織で、細胞が網状又は塊状をなして配列しその隙間は血管であるが、血管は皮質によりも多い。髓質細胞にはリポイド粒より微細な、

そして光線屈折率が弱くて、アルコールには溶けるが、エーテルや醋酸等には溶けず、鐵の鹽類では緑に染まり、クローム鹽類には赤褐色に染まる (之をクローム反應と言ふのである)顆粒が有る。それで此の細胞をクローム嗜好細胞 (*chromaffine Zelle* (Kohn) 一名 *phäochrome Zelle* (Poll) と言ふ。此のクロームに赤褐色に染まる微粒が副腎の最も主なホルモン即ちアドレナリン Adrenalin の前身と考へられて居るもので分泌後は細胞にクローム反應も微粒もなくなり同時に附近の血管内にクロームで染まる分泌物が認められると言ふ次第である。

扱副腎のホルモン中最も主なものといはれるアドレナリンは二酸化フェニールメチルアミノエタノールで今日では化學的に合成もされる所の物

で、其の化學構造式は右の如しと言ふ所まで行つて居るので、即ちホルモンの内で最も化學的性質の明かになつた例である。



前述の様にアドレナリンを分泌するクローム嗜好細胞は交感神経と同起原であるが、其の作用も交感神経を刺戟するものと認められるのであつて、交感神経の分布せる器官に影響を與へる。例へば心臓の鼓動や脈搏を強くし、血圧を高くし、筋肉を強からしめ其他皮膚、眼球、泌尿生殖器、消化器等にも影響を及ぼすと考へられる。

兎に角副腎を取り去れば死ぬ(皮質丈を取つても死ぬ)。そして其のエキストラクトを注射した丈では助からぬのであるが、副腎を他部にでもよいから植えつければ助かる。人にアヂソン氏病 Addison's disease と言つて全身衰弱し、貧血し、皮膚に暗色の斑が現れて死ぬ病氣の屍では常に副腎に病變あ

りといふ。

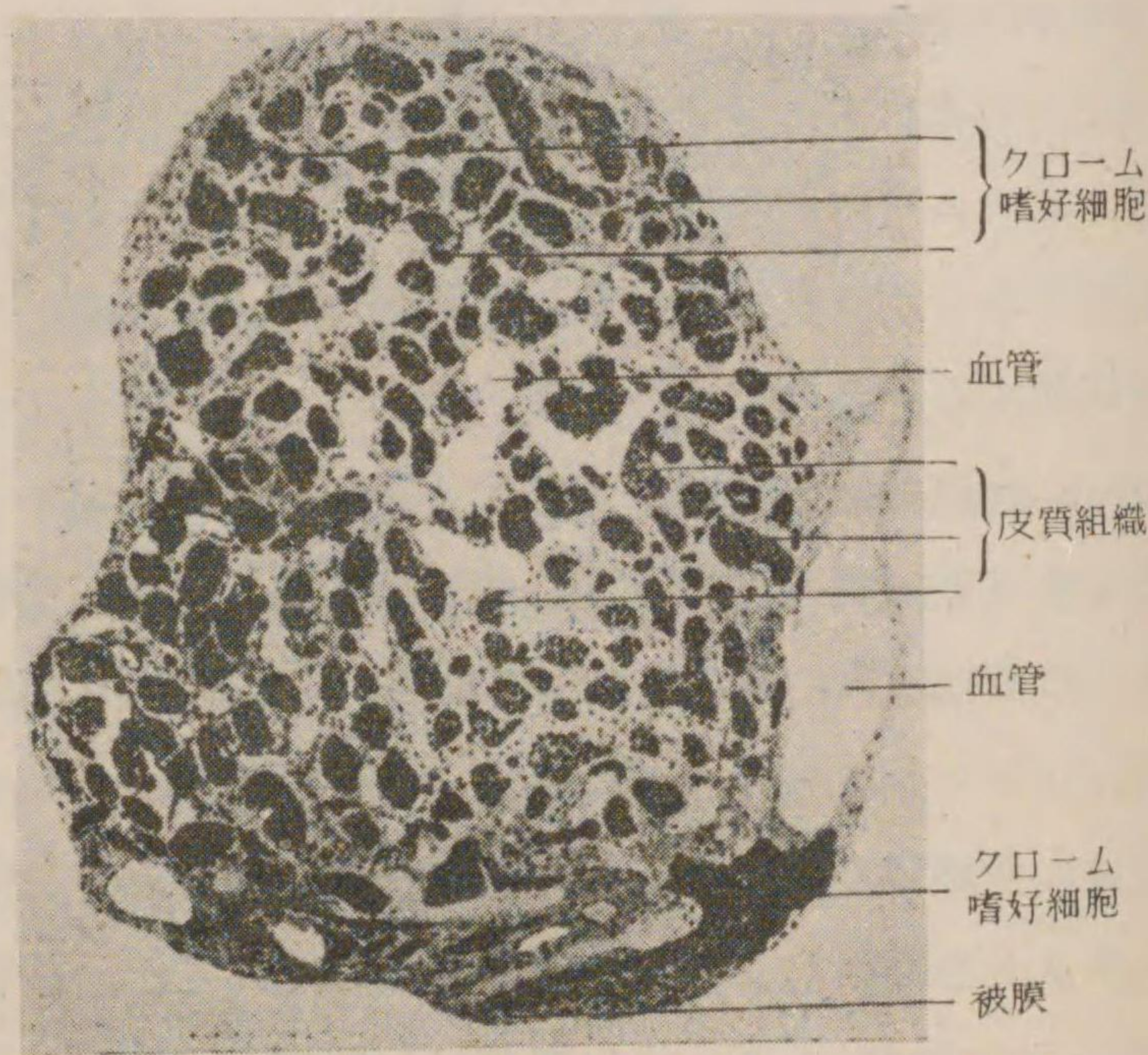
副腎皮質のホルモンに就ては殆んど不明であるが、コリン Cholin に富むこと丈は確かで、恐らくはアドレナリンと反対に血圧を低くしコレステリンの代謝や解毒作用、生殖器などに影響を及ぼすものならんと稱せられる。

家兎では右の副腎は下大静脈に密接して居るが左のは腎臓から1耗以上も隔つて下大静脈と腎静脈との間に位し且つ其の髄質は大動脈の腹面にある副神経節 Paraganglion と連絡して居るが、之れも髄質の起生を考へれば不思議でもない。

鳥類では副腎の位置はやはりまあ腎臓の上とか下大静脈の側とか生殖巢の近くにあるが、皮質細胞と髄質細胞(クローム嗜好細胞)との配列の有様が哺乳類と別でつまり兩組織が互に交錯して居る。即ち皮質細胞が網をなして居るその網の目に髄質細胞がある。前者を**主索**、後者を**中間索**といふが、つまり、外胎葉から侵入せる髄質細胞が中心部に集つて髄質を形成するに至らずして途中に滞在して居るといつて様な形式である。

爬虫類の副腎は生殖巢と下大静脈との間に位置し腎静脈に接して居るが、皮質細胞と髄質細胞との配列の有様は「わに」や龜では鳥に似て居るが蛇やトカゲ類では皮質細胞間に在るクローム嗜好性細胞は少量で、大部分は皮質細胞群の背側に偏在して居る。

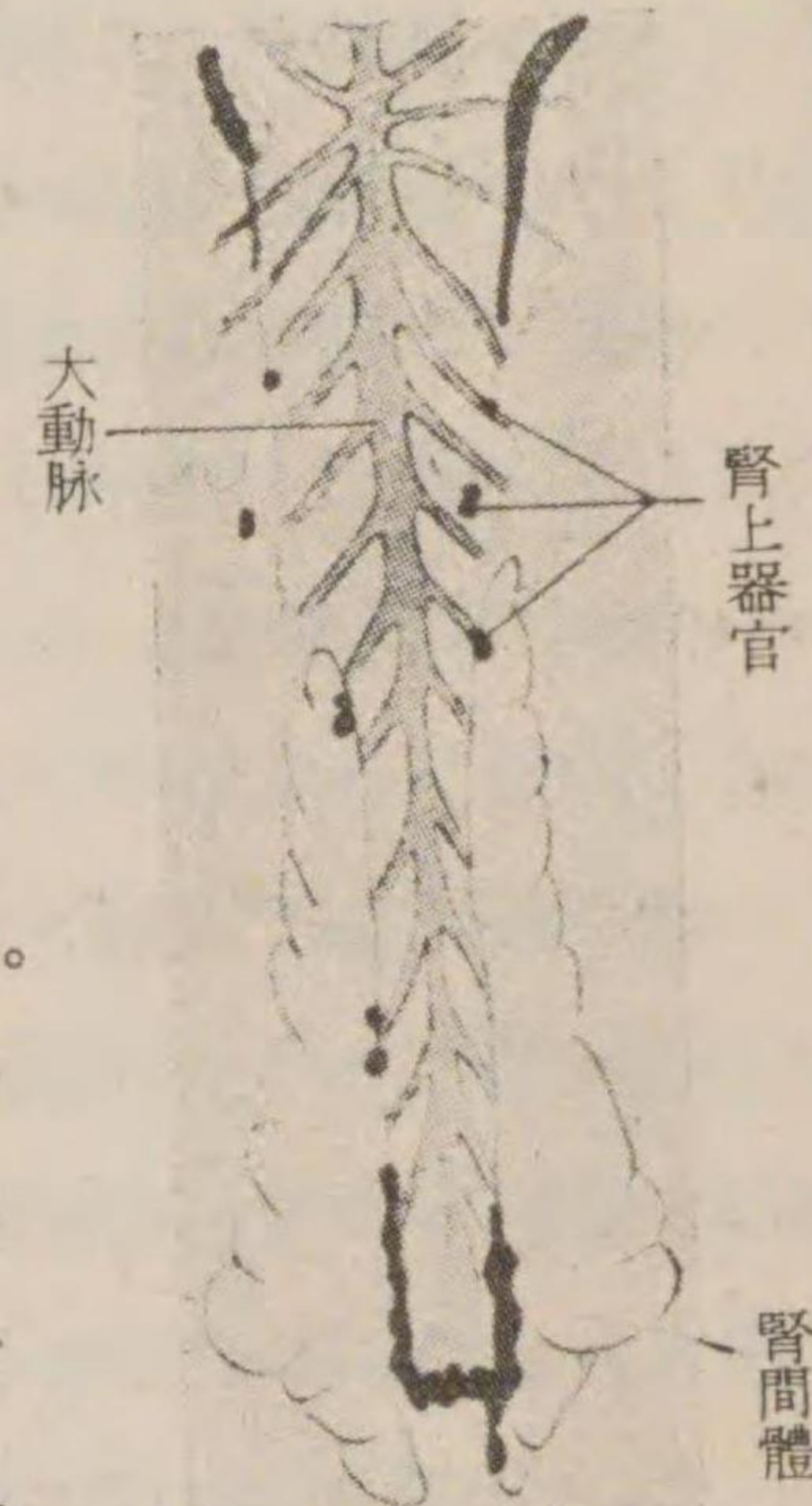
兩棲類では副腎は黄



第三百三十六圖 蛇の副腎断面圖。(Poll 氏圖)

色で、無尾類では腎臓の内側、腹側面に附着し、有尾類では殆んど腎の全長に互つて、其の内側、腹側面に列島状に點在する。無尾類では副腎の實質は主としてリポイド粒を含む皮質細胞で、クローム性細胞は縁や終末部に小群をなし又はばらばらに散在するのみだが、有尾類では魚類に似て先頭部の副腎にクローム性細胞多く、種類によつては、獨立した塊となりて下大静脈に接するものもある。

魚類や圓口類では副腎の皮質に當る部分と髄質に相當する部分とが各獨立の塊となりて分在して居る。皮質に相當する部は副腎群の後端近くを占めて**間腎體** (Interrenal organ = *Interrenalkörper*) とも稱せられ、髄質に相當する細胞群は腎臓の背側、上側及びもつと上の方にまでに互つて點在し、**腎上器官** Suprarenal organ とも稱せられる。腎上器官の細胞は即ちクローム嗜好性細胞なのであつて、商品のアドレナリンは鮫類の腎上器官からも取る。肺魚や「めくらうなぎ」には腎上器官は有るが、間腎體なく、「なめくぢうを」には兩方共認められて居ない。



第三百三十七圖 鮫の副腎。(Vincent 氏圖, 竹屋氏より)

第八節 膵臓のランゲルハンス氏細胞島

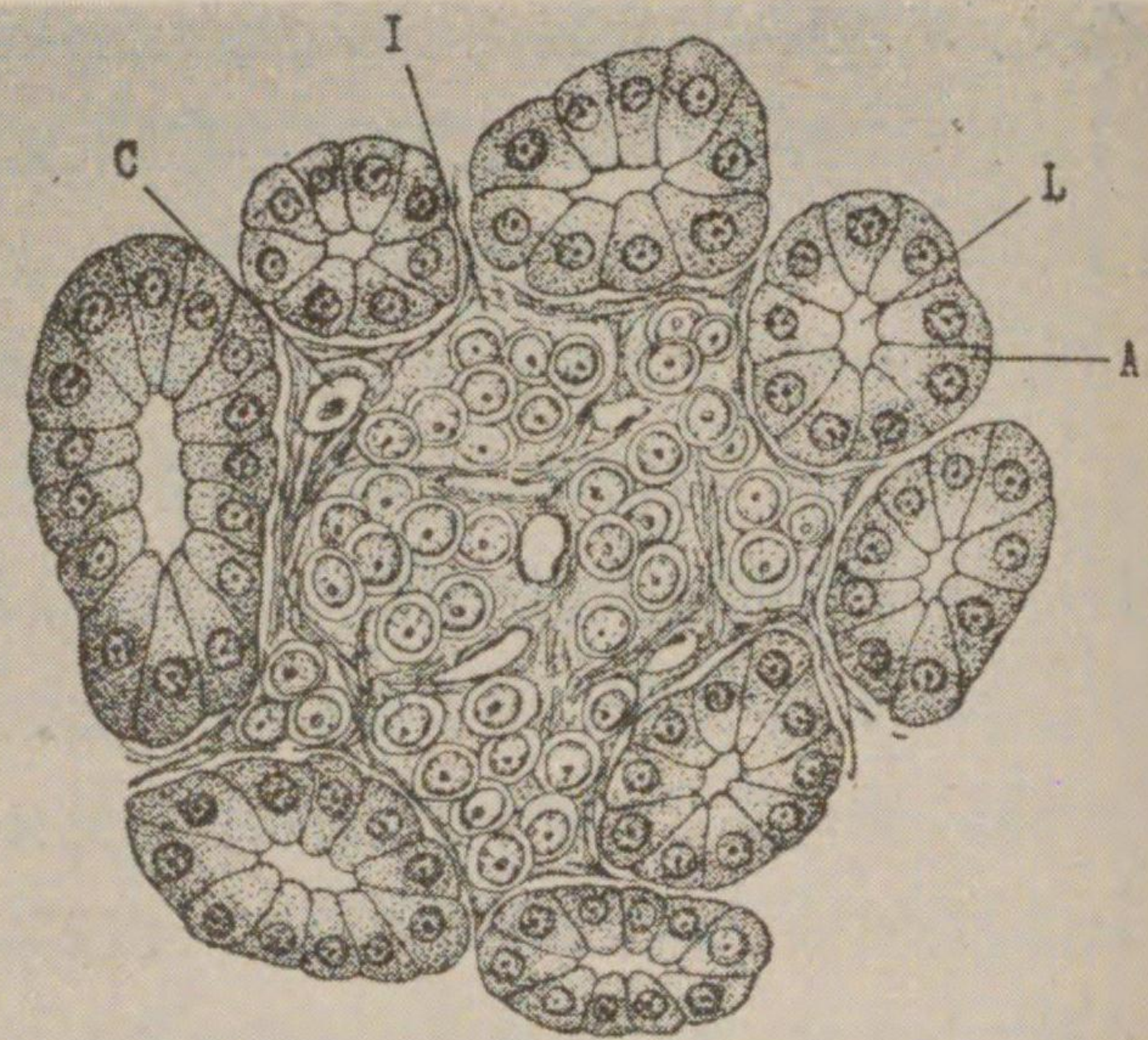
膵臓の膵細胞(Acinous cells)群が膵液を分泌するものなることは周知の事であるが、かゝる膵細胞の群團に圍まれて輸膵管と連絡のない細胞群が有つて所謂**ランゲルハンス氏細胞島** (Cell islands of Langerhans) をなすことも永く知られて居つた所である。此の細胞島の細胞も發生上、十二指腸上覆から膵細胞群と同様に起生するものなることは明かであるが、併しZymogen granule を含む膵細胞との中間型の細胞は認められない程異つて居るものであつて**島細胞** (Islet cells) と呼ばれて居る。島細胞には膵液の前身と做されるチモーゼン顆粒はなく其の代りに**特殊顆粒** Specific granule が有る。此の

特殊顆粒はゲンチアン紫 Genti-an violet で堇色に染まるものでチモーゼン顆粒がよく固定されるピクリン酸の飽和液や1%のクロム酸では固定されないものであるが、50%—70%のアルコールや10%の硝酸とホルマリンとで固定されるものと、重クロム酸と昇汞とで固定されるものと二種が知られ夫々別々の細胞に含まれるので、島細胞にも二種有るといふことにされて居る。A細胞といふ方はアルコールで固定される顆粒を含み細胞も核も大きなもので毛細脈の近くに塊まるもの、B細胞といふ方は重クロム酸と昇汞とで固定される顆粒を含むものでA細胞より小形で核も小さくて染色粒に富む。数はこの方が多い。

斯かる島細胞から成り立つランゲンハンス氏細胞島が**インシュリン** Insulin といふホルモンを出し、これは含水炭素の新陳代謝を調節して居るものと信じられて居るのであるが、其の信じられるにいたつた歴史を一言すると、糖尿病 Diabetes mellitūs 患者では此の細胞島に病變が起つて居るといふことは1900年に Opie がはじめて認めた所であつたが、同氏は1910年に288患者の屍を調べたら86.5%の患者に於て此所に病的變化あり、13.5%には變化を認めなかつたといふ。今日では此の細胞島のエキストラクトをインシュリンと稱して糖尿病の薬として賣るに到つた(よくきくと言ふ)。

第九節 生殖巢の思春腺

生殖巢のホルモンを出す部即ち思春腺に就ては細胞學の章の生殖細胞の部に詳説してあるから其の部を見られたし。



第百三十八圖 人の膵臓の一部 (Gray 氏より)。
A. 膵細胞, C. 毛細脈, I. ランゲルハンス氏細胞島, L. 輸尿管の末枝。

第五章 動物の習性(行動)

第一節 動物の習性(Animal Behaviour)

緒言

生物を見る場合、吾々は種々の方面から是を研究することが出来る。其のうち、生きたもの全體としての運動や自然との關係を研究するのが、動物習性學である。動物の生態學 (Ecology) とは、其の日常生活 (Home life) を研究する學問で、**習性** (Behaviour) と言ふ語は、も少し廣い意味に用ひられて居る。例へば筋肉は收縮の習性 (Behaviour) を有する等言ふ場合にも用ひられる。

然し此の種の學問は、重要なものだけに係らず未だ進歩して居らず、學問としての體系も一定して居ない。これは習性學の範圍が廣く、豫備的智識を非常に必要として居るほか、説明が主觀的に傾き易く客觀化することが困難であつた爲と思はれる。以下は主に實驗的方面から大略を述べたいと思ふ。

第二節 習性研究上の注意

1) 習性の説明に對する態度

動物の習性を研究する態度は、研究者の意見や環境等に依り、自然と二つに別れて居る。即ち生氣論者 (Vitalist) と機械論者 (Mechanist) の二つである。生氣論者に依ると生物體は一つの機體 (Machine) に、或る未知の不可知の因子を含むものであると信じられて居る。此の因子を**生氣**即ち**エンテレキ** (Entelechy 又は "Elan vitale,") と言つて居る。機械論者に依ると、動物

の習性は複雑ではあつても、皆、物理化學的現象の複合されたもので、一種の複雑な機械であると信じられて居る。後者によれば現今では生命現象は或る程度までしか説明出きないが、物理化學がもつと進歩すれば、終には、人間の複雑極まる精神現象も物理化學的作用の組合せに過ぎないことがわかるだらうと信じられて居るのである。しかし以上兩説に分れては居ても動物の生活は主的存在であり説明は追従的附加物である故に、實際の習性を正確に觀察することに主きを置くことが必要である。

2) 習性觀察上の注意

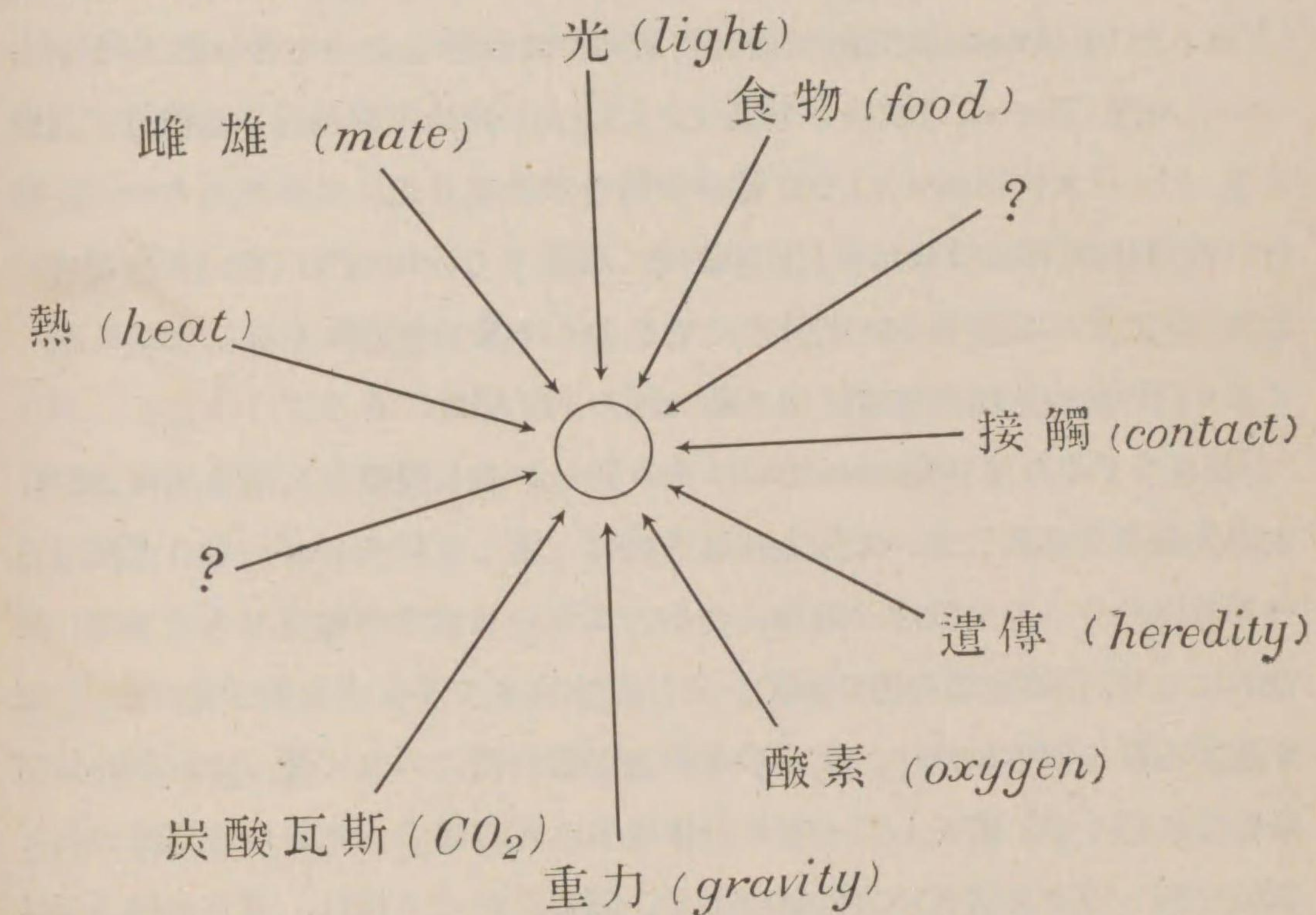
動物の習性を觀察する際には其の種名を確める事、又形態類似のものでも、是を觀察せずに類推するのは、絶対に止す事が必要である。又同種同個體であつても時節に依り又一日中でも時に依り動物の運動には或る程度の顯著な相違があるから、此の點に注意を要する。従つて動物の習性を觀察した時は、其の時間、其の時の外圍の状態、又其の時までに動物の経過した状態を記録して置く事も大切である。又一見例外と思はれる習性の過誤(Error)にも特に注意を要する。一般には過誤にも充分の意味があり、かへつて習性の分析、説明に暗示を與へることがある。

次に動物の行動を説明する場合は、自分自身は今觀察されて居る動物ではなく、感覺器官も又感受の程度も恐らく随分に相違して居ると言ふことを念頭に置かなければならない。又動物の智能、本能にも形態と同様に進化、適應があつて、痕跡的(Rudimentary)のものや殘存的(Vestigial)の習性もあり得ることも考へなければならぬ。ロイドモルガン氏(Lloyd Morgan)の**吝嗇の法則**として注意する所に依ると、「動物行動が心理學上から高級低級、種々の程度に解釋し得らるゝ場合には成る可く、低級としての解釋を採用するがよろしい」(川村多實二氏譯)。

第三節 習性分析(Behaviour Analysis)

各動物の習性は一見、複雑であるが、之を分析して行き、各動物に共通な習性の因子にまで導く様に努めるのが**習性分析**(Behaviour analysis)である。之はロエブ氏(J. J. Loeb)に始る研究である。

先づ動物の習性を決定する因子(Factors)を考へて見ると、内部因子と外部因子と兩方あるわけで、習性決定に作用して居る因子を略圖式に示せば第百三十九圖の様になる。



第百三十九圖

以上の内部及び外部の作用力に對して動物は其の強さに依り種々に習性を變化すると考へられる。次に、習性分析の因子を列挙し説明することにする。

1) 趨光運動(Phototropism)

動物の行動上、光は非常に重要な作用を及ぼして居る。動物を同じ環境に置いて唯光線のみを強弱に變化させると、動物は之に向つて運動するか或は退くかする。此の光源の方に向つて運動する性質を趨光性(Phototropic nature)が陽性(positive)であると言ひ、此の運動を陽性趨光運動(Positive phototropism)と言ふ。光源に遠ざかる場合は陰性趨光運動(Negative phototropism)と言ふ。

アメーバ(Amoeba)は通常水中の暗い所に棲んで居るが、暗所で攝食して居るところに急に日光を通すと攝食運動を止す。又運動中に日光を與へると光源を避けて暗い方に運動してゆく。即ちアメーバは陰性趨光運動を示す。「ざうりむし」(Paramoecium)は普通可視線では反應しないと云はれて居るが、ヘルテル氏(Hertel, 1904)に依ると、280 $\mu\mu$ 波長の紫外線には陰性に反應する。ラ・パムシ(Stentor)では體の無色のものは日光には反應しないが、體色の青いもの(Blue Stentor)では陰性に反應する。「みどりむし」(Euglena)をコップに入れると明るい窓の方に集まることは誰でも経験することである。ヒドラ(Hydra)も明るい方に集まる。即ち共に陽性である。

「かぎのてくらげ」(Gonionema)は光に對しかなり複雑な反應をする。通常、太陽光線下で自然に泳いで居る時は方向は一定して居ないが、若し光線をさへぎると一分か五分位泳ぐのを止める。又強い日光を直射させると非常に活動的になり、初は光源の方に泳ぐ。そして水面までくると運動を中止し、光線を避ける様に底方に泳ぐ。又此の水母を多數水槽に入れて置くと、初めは明るい方に行くが、暫くして一様に分散する。此の場合、水をかき廻すかして刺戟を與へると又明るい方に集り出す。即ち、此の水母は、通常光線下では陽性趨光性を示すが、生理的條件で性質が變化する。

プラナリア(Planaria alpina)の趨光性に就いては多數の人が研究して居るがケーラー氏(Kaeler, 1932)は、生理學的に詳しく研究して居る。氏によると通常光線では陰性に反應するが紫外線にも感ずる。

「みみず」に就いても多くの研究者が居るが、野村益太郎教授の研究は有名

である。氏が1926年に「しまみみず」(Allolobophora foetida(Sav.))の趨光運動に就て發表したところに依ると、此の蚯蚓は通常室内光線下では陰性に運動する。そして水平光線下では光の強さを變化させると、之に對して進む力も變化し光の強さの平方根に比例する。次に腦を除去した蚯蚓に就いて實驗すると、腦がある場合と反對に陽性に反應する。従つて腦は、陰性趨光性を起すと同時に前進運動を司るが、腹神経節は陽性趨光性と前進、後退運動とを司ることになる。又或化學藥品に依つて、趨光運動は變化する。即ち鹽酸(HCl)、青酸加里(KCN)、ストリキニン(Strychnine)等の溶液に浸した蚯蚓では、腹神経節の陽性趨光性の強さは弱められ、鹽酸、青酸加里、硫酸ストリキニン(Strychnine sulphate)に依り、腦の陰性趨光性も弱められる。そこで腦、腹神経節の兩作用の合成の結果次の様になる。

- I. ストリキニン...陰性趨光性を阻害し弱める。
- II. 青酸加里、硫酸ストリキニン...陰性趨光性を加速度的に弱める。
- III. 鹽酸...初は、陰性趨光性を弱めるが、次には夫れを強める。
- IV. 硝酸ストリキニン(Strychnine nitrate)...陰性趨光性を強める。

又趨光性の季節的變化に就ては(1)50°—80° Fでは温度が上昇するに連れ、腹神経節の陽性趨光性が弱くなる傾向がある。しかし、腦の陰性趨光性は61° F位までは温度の上昇に連れ次第に性向が強められるが、それ以上に昇ると力が弱められる。(2)又同一温度下でも季節に依り、趨光性は違ふ。そして陰陽兩趨光性とも一、二月には最も弱く、七月には最も強い。(3)陽性趨光性と陰性趨光性との度の差は冬に最も少く春に最も大きい。(4)後退運動(腹神経節の)は70° F以下では六月から九月までの間は特に明白である(野村益太郎教授並びに大淵眞龍氏, 1928)。此の他にも研究があるが、以上の蚯蚓の研究は他の動物の趨光性を研究する場合にも充分参考にしなければならない重要なことである。

貝類になると趨光運動は複雑になつて来るが研究も種々ある。室内分散光線下では、「あまがひ」、「たまきび」等は陰性に運動するが、「うみにな」は直射

日光下では陰性に運動し、室内分散光線下では陽性に運動する。そして暗室内では**彷徨運動**(Random movement)をする(N. Abe, 1933)。此の陰陽両性彷徨運動になる限界は貝に依り夫々違ふものである故に、此の限界に就いても注意を要する。

昆蟲類が、夜灯に集るのは陽性趨光性に依るもので周知のことである。昆蟲等に體軸に直角に左右から強弱二様の光をあてると昆蟲は體軸を曲げる。此の際、體軸を廻轉させる角度の正切は二光源 I_1 , I_2 の比の對數に正比例する。即ち

$$\log \frac{I_2}{I_1} = K \tan \alpha.$$

この K は動物に依り一定した恆數である。

又動物體に對する光の影響には「**ブンゼンロスコウの法則**」も適用されることが知られて居る。即ち、光の影響 E は光の強度 I 及び光の作用時間 t に正比例し、光の全的影響は光の強度と作用時間との積に依つて定まる。

$$\text{即ち} \quad E = K \cdot I \cdot t.$$

若し此の際作用時間を一定にすれば、光の刺戟 E は光の強度 I の對數に比例する。即ち

$$E = K \cdot t \cdot \log I.$$

これらの實驗は Hecht 氏や, Crozier 氏等に依つて盛に行はれて居る。

甲蟲の一種 (*Dineutes assimilis* Aube) の目の作用に就いての研究に依ると、陽性趨光性を有する昆蟲の目では左目は右から左に行くに作用を及ぼし、右目は其の反對である。Retina の下半分は前進運動に作用を及ぼし、上半分は後退運動に作用をする (L. B. Clark, 1933.)。

2) 趨流運動(Rheotropism)

水棲動物を適度の水流のあるところに置くと、或る動物は水上に向つて運動し、又或動物は下流に向つて運動する。此の様な性質を**趨流性**(Rheotropic nature)と言ひ、水源の方に進むのを**陽性趨流性**、下流の方に進むのを

陰性趨流性と言つて居る。

趨流運動の研究は趨光運動の研究程よくは行はれて居ない。下等動物に就いての研究は中でも少く、プラナリア (*Planaria lugubis*) は趨流性強く、陽性に反應する (Kaeler, 1932)。

貝類は一般に趨流性を有し、「かもがひ」、「あをがひ」、「うみにな」等は陽性である (N. Abe, 1931, 33)。しかし多く研究されて居るのは魚類である。魚は大抵皆陽性趨流性を有する。又静水の場合でも、其の外で白紙に黒の條をつけた紙を一方向に移動させると魚は移動と反對方向に泳いでゆく。此の實驗は初はリオン氏(Lyon)が行つたもので、夫以前は趨流運動は魚の體を摩擦してゆく水の感覺に依つて運動が起されるものと思はれて居た。しかし其の運動は目の網膜に映ずる視神経の方からの刺戟で行はれることがわかつたのである。此の現象は大きい魚よりも幼若の魚の方によく現れる。そして若し魚の目を無くするか、暗室で實驗するかすると魚は斯る運動をしない。

昆蟲は風のあるところでは體軸を風向と同一にし風上に向ふ。之を**趨氣運動**(Anemotropism)と言ふが趨流運動の一種である。

3) 趨化運動(Chemotropism)

化學物質が濃淡に擴散して居る中では動物は其の濃度の低い方から高い方に向つて運動することもあり、濃い方から淡い方に向つて運動することもある。此の様に化學物質に依つて起される運動を趨化運動(Chemotropism)と言ひ、濃度のより高い方にと進むのを陽性、より低い方にと進むのを陰性と言ふ。

此の現象は單細胞動物に多く見られて居る。アメーバ (*Amoeba*) は水の一吋した化學的變化にもよく反應し、メチレンブルー (Methylene blue), NaCl, NaCO₃, KNO₃, KOH, CH₃COOH, HCl や葡萄糖等には陰性に反應する。又蒸溜水や滴下水(Tap water)からも逃げ、其の上自分の棲んで居た水と違ふ水からも逃げる。

「ざうりむし」(Paramoeciūm)では, NaCl ($\frac{1}{20} - \frac{1}{10}\%$), KOH ($\frac{1}{250}\%$), CuSO_4 ($\frac{1}{800}\%$), NaOH ($\frac{1}{500}\%$), H_2SO_4 ($\frac{1}{800}\%$), HCl ($\frac{1}{800}\%$), アルコール(1%)等には陰性に反応する。その他, 人間の味覚にも感じない程薄い液にも反応する。又「ざうりむし」は, 炭酸瓦斯のあるところ集る。此の他, 種々の鞭毛蟲にも同様な反応が見られる。植物の「ぜにごけ」の精蟲が卵の方に進むのは, 卵から分泌される林檎酸に依る陽性趨化運動の結果だと言はれて居る。

趨化運動と言ふ語は, 又敵を逃れるのを陰性, 食物に向ふのを陽性と言ふ様にも適用される。例へば, 濱に捨てられた比目魚の肉に多くの「ばい貝」が集つて居ることはよく目に付くことであるが, これも陽性趨化運動であると言はれて居る。一ヶ月程硝子鉢に「いぼにし」を飼つて置き, それに「ひげながもえび」を白布の袋に入れて下げると, 貝は忽ち袋の方に集つてきた。之も明かに陽性趨化運動に依るものである。香に依つて集つたりする昆蟲の場合も趨化運動と言はれる。ライリ氏(Riley)は樗蠶の蛾を幾つか孵化させ, 其の中の雌を一匹取つて籠に入れて下げて置いた。そして一匹の雄の腹に目標の絹糸を結び付け, 一哩半離れた所に持つて行つて放したところ翌朝此の雄は籠の雌の方に來たと言ふ。之は嗅覺に依る趨化運動の結果だと言はれて居る。婚期に芳香を放つ哺乳動物の例も同様に考へられる。

4) 趨地運動(Geotropism)

植物の根が地に向ひ, 莖は地に反對に上に伸びることは周知のことで, 此の性質を趨地性(Geotropic nature)と言ふ。動物に於ても此の性質が廣く見られて居る。例へば平板上に貝を載せ静止させ, 之を水中で傾斜させると, 或る角度までなると貝は上方に, 或は下方に匍匐し始める。此の際重力に反して上方に進む運動を陰性趨地運動と言ひ, 重力の方に下つて行くのを陽性趨地運動と言ふ。

原生動物にも此の習性が見られて居る。多くの「ざうりむし」(Paramoeciūm)

を試験管に入れ, 口を密閉して垂直に置くと, 皆上方に集る。之は陰性趨地運動の結果であると言ふが之には種々の議論がある。少し高等になると, あまり議論なく趨地性が見られる。腔腸動物になると, 其の習性の大部分が趨地性で左右されて居るものさへある。「いそぎんちやく」の一種(Sagartia)では上方にと運動し, 體軸を重力と反對に眞直に保たせて居る(Torrey, 1904)。

軟體動物になると, 此の性質などもよく見られる。「かもがひ」は通常岩上では殆ど下向に静止して居るが, 之を水中の垂直面に吸着させると, 貝は下向にしても直ぐに上方に匍匐し, 水面を越えると又向を下にして休止する。之れと同じ屬の「あをがひ」では下方に進む(N. Abe, 1932)。

趨地性の起因に關する研究は近年盛に行はれて居る。蝸牛(Helix lactea)に就いては, H. Hoagland & W. J. Crozier(1931), 「なめくぢ」に就いては, Crozier & Federighi(1924-25), 蟹の一種類(Uca pugnax)に就いては, B. Kropp & W. J. Crozier(1928)氏等が研究し, 次の結果を得て居る。即ち, 板上に動物をのせ, 次第に板を傾斜させてゆくと, 動物は體軸を變化さしてゆく。此の板の傾斜角を α , 動物の夫に應じて變へた體軸の角度を θ とすれば,

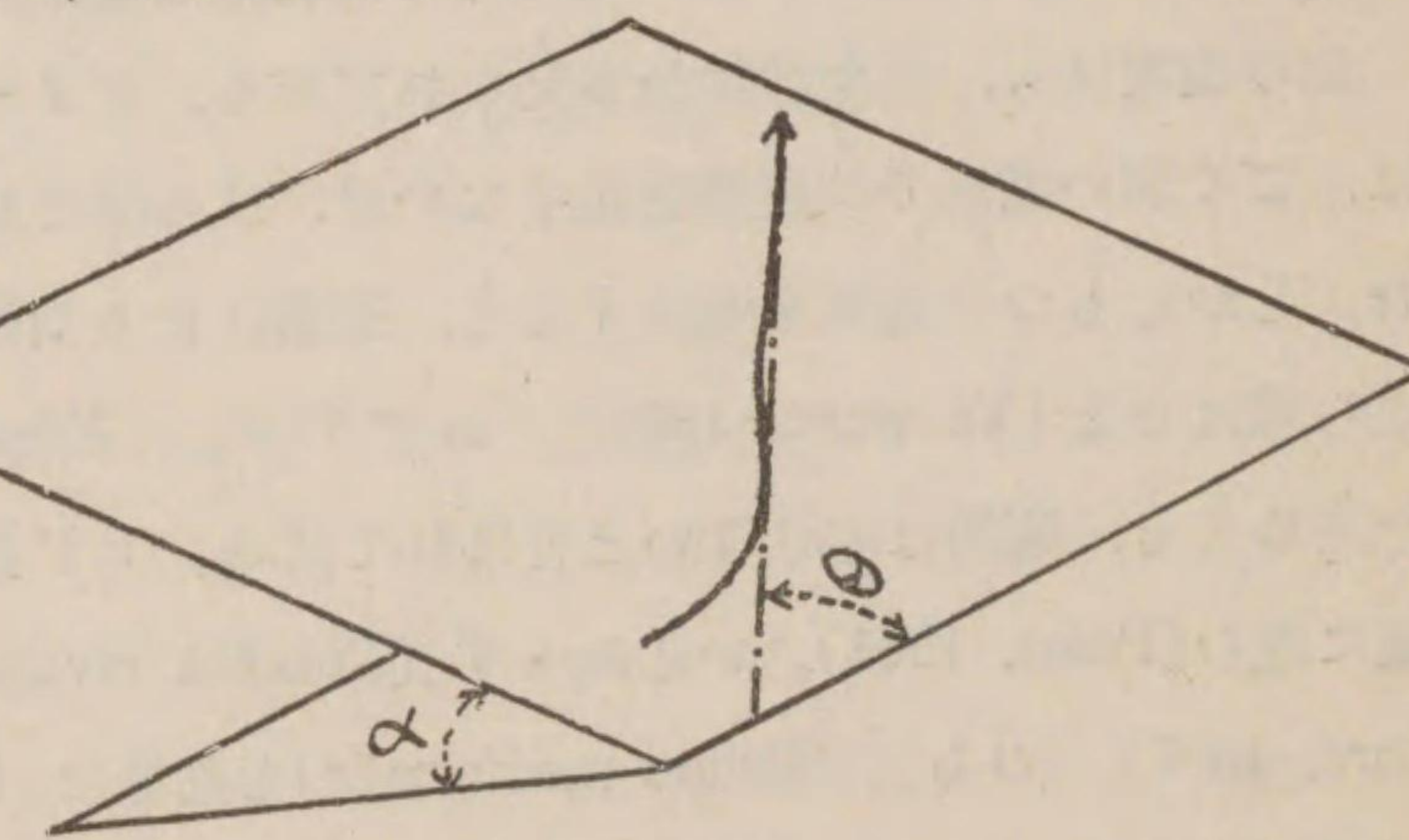
$$\sec \theta / \tan \alpha = \text{Const.}$$

なる關係がある。「なめくぢ」の一種(Agris limax)に就いては,

$$\sin \theta = \frac{K''}{\sin \alpha}$$

なる關係が知られて居る(Ernst Wolf, 1927)。

昆蟲になると, 甲蟲の一種(Tetrapes tetraphthalmus)に就いては, W. g. Crozier & T. J. B. Stier(1929)



第四百十圖

枯葉蛾の一種 malacosoma americana の幼蟲の趨地運動を示す。初, 幼蟲の體は水平にして置き板を α 角だけ傾斜させると幼蟲は矢印の方向に匍匐する。此の角を θ とする。(W. g. Crozier & T. J. Stier より, 1928)

が研究して居る。

鼠に就いては詳しい研究が、續々に行はれて居るが、Crozier & G. Pincus 氏等に依ると、趨地性は陽性で、 $\theta = K \log(\sin \alpha)$ の式を出して居る。又鼠の背に W 瓦の重しを付加すると、次の様になる。

$$\text{即ち} \quad \theta = K(\log \sin \alpha + \log W \sin \alpha)$$

モルモット (Guinea pig) に就いても殆ど同様の結果が得られて居る (M. Upton, 1931)。

以上の種々の研究はみな、體軸を變へてゆく運動は「筋肉張力説」(Muscle tension theory) の部類には入ることを證明して居る。之等の實驗は種々の動物で、簡単に出来る興味あるものと思ふ。

5) 趨電運動(Galvanotropism)

水槽内に動物を入れ、此の水槽の両端から或る強さの電流を通ずると、動物に依り陽極の方に進んだり陰極の方に進んだりする。

此の様な運動を趨電運動(Galvanotropism or Electrotropism)と言ひ、陽極に進む方を陽性、陰極の方に進む方を陰性と言ふ。

此の趨電性も、原生動物から見られて居る。アメーバ (Amoeba proteus) は、ごく弱い電流では運動を起さないが、或る強さになると陰極に向つて進む。しかしもつと電流を強くすると、運動は止り尙強くすると今度は陽極に進む様になる (Verworn, 1889)。「みどりむし」(Euglena viridis) では、電圧を高めても、運動は起さないと云はれて居る。ヒドラ (Hydra) になると陽極に進む (Pearl, 1901)。「いとみづ」(Tubifex rivulorum) は陰極に (Davenport, 1897)、「ひる」(Hirudo medicinalis) も陰極に (Blasius und Schweizer, 1893) 進む。「ものあらがひ」(Limnaea) は陰極に進む (Davenport, 1897)。又蚪は陽極に進む (Loeb, 1913)。

又趨電運動と體長との關係等に就いては、近年シェーミンツキイ氏等 (Fe. Scheminzky und Fr. Scheminzky, 1924—1931) が盛に研究して居る。實

験に際して通した電流の強さに就いては、彼等は電流密度を出して論じて居る。即ち、兩極間の水を横斷した面 1 平方を流れる電流を、マイクロアンペア (μA) で現し、之を電流密度として居る。氏等に依ると「くもひとで」の一種 (Ophiura albida) は陽極に進むが、體長と電流密度との關係は、

體長(耗)	電流密度(μA)
1.0—1.9	94.1
3.0—3.9	70.6
4.0—4.9	40.8
5.0—5.9	31.2
6.0—6.9	24.2

となり、即ち趨電運動を起させるに要する電流は體長が長くなるにつれ、次第に少くなる。「いとまきひとで」の一種 (Asterina gibbosa) や、「にちりんひとで」の一種 (Solaster papposus) は陰性であるが、やはり體長が長い程、少い電流で運動を起す。えびの類でも殆ど同様である。魚類では趨電性は大抵陽性である。此の魚類でも、體長が長い程少い電流で趨電運動を起して居る。「かじか」の一種 (Cottus gobio) では、

體長	電流密度(μA)
60—64	1.26
65—69	1.28
70—74	1.18
75—80	1.03
87	0.89

位で趨電運動を起す。

「なまづ」(Parasilurus asotus) では、溫度 6°C 位では、電流密度 0.30 μA から 1.0 μA 位で趨電運動を起す。しかし「なまづ」では、陽極に向ふものと、兩極の直角の方に行くものとある。又、陽極に頭を向ける様にして電流を通すと、感電する程電流を強めても、運動を起さないものが多いが、陰極に頭を向けて

置いた時に電流を通すと、陽極に頭を向けた場合よりも、弱い電流で殆ど皆運動を起す(N. Abe, 1934)。少くも「なまづ」に於ては兩極に進むものゝ外に、左右、夫と直角の方向に行くものが多い。他の動物に就ても水槽を充分廣くして實驗し、兩極に直角の方向に行く性質も注意してみる必要がある。又陽極に頭を向けた場合(下降電流刺戟, descending)と陰極に頭を向けた場合(上昇電流刺戟, ascending)とでは、能動電流に明かに強さの差を生ずることにも注意を要する。

自然界に於ては、趨電運動の様な場合がないと昔は考へられて居たが、實際は地電流の變化は動物の習性にも或程度の影響を及ぼして居る。又地電流も地震などの時はよほど高くなるから、趨電運動も自然界では絶無と言ふことは決して出来ない。

6) 其の他の趨向運動

以上の趨向運動の他、尙種々のものが知られて居る。

I) 趨温運動(Thermotropism)

温度に對する趨向運動を趨温運動といふ。此の性質も原生動物から見られて居る。例へば、「ざうりむし」(Paramoecium)は、其の水槽の兩端が、19°Cの時は一様に分布するが、一方が26°Cで他方が38°Cの時は、26°Cの方に集る。又一方が10°Cで他方が25°Cの場合は、25°Cの方に集る(Mendelssohn, 1902)。プラナリア(Planaria)では、一方が32°Cで他方が22°Cの場合は、幾度も運動した後32°Cの方に行く(Mast, 1903)。蚊が室内に入つたり、人に飛んでくるのは、陽性趨温性に依るのだとも言はれて居る。趨温性は又魚類などにも見られる。

II) 趨音運動(Tonotropism)

音響に對して、音源の方に進んだり退いたりする運動を趨音運動(Tonotropism)と言ふ。「うまづらはぎ」の入つて居る水槽の一端を打つと、振動源の方に集つてくることはよく見ることである。即ち陽性の趨音運動が現れ

る。これは手を打つて鯉を呼ぶ場合とは、根本に於て違ふもので、鯉が集つてくるのは、音と食物との聯想作用に依るものである。

III) 趨固性(Stereotropism)

これは何か固定したものに體の一部を接し様とし、或は離れ様とする趨向運動を言ふ。貝をさかしまに轉がすと、起き直るがこれを普通、修正反應(Righting reaction)と言つて居るが、之は趨固性(Stereotropic nature)に依ると思はれて居る。例へば、「ひとで」、「うに」、「くましばん」などをひつくりかへすと、間もなく(二時間もかゝるものもあるが)起きなほる。之は管足(Tube feet)の方が、固形物に接し様とする陽性趨固性に依つて行はれるのである。又、「なめくじ」や「みみず」を箱に入れると、隅を通る様にする。之は趨固性に依るものである。陰性趨固運動を起すものは、浮游生物等に見られる。鯰にも陽性趨固性が見られる。「しろねずみ」に就いても諸學者が研究して居る。

此の趨固運動と類似した趨向運動に、趨隅運動(Thigmotropism)と言ふものがある。即ち、隅に沿うて居ようとする性質である。しかし通常はStereotropismとThigmotropismと一致する場合が多い。

IV) 趨濕運動(Hygrotropism), 趨水運動(Hydrotropism)

湿度の多い方とか又は少い方に運動する性質を趨濕性(Hygrotropic nature)と言ひ、「みみず」等に見られる。又水棲昆蟲の中には室内に置くと、池のある方に眞直に進んでゆくものがあると言はれて居るが、此の性質を趨水性(Hydrotropic nature)と言ふ。

趨向運動として普通に知られて居るものは大體、以上の様なものである。この他詳しく分析を進めて居るものもある。又新しい趨向運動も勿論あり得るものであるから、この點にも注意をして置く方がよい。

又趨向運動を詳しく分けてトロピズム tropism とタクシス taxis とに使ひわける人も居る。その場合は tropism とは、體の一部を固定したまゝ體を曲げることで、植物の根は Geo-tropism を有すると言へるが、Geo-taxis

とは言へないわけである。taxisとは體全體が運動することで、昆蟲が灯に飛んでくるのはPhoto-taxisである。然し両者は區別がつかぬことがあるので、今は一般に單にtropismの語だけを使つて居る人が多い。

第四節 自然觀察

動物の習性を知るには、自然の住所に於て親しく觀察することが最も重要である。細心に根氣よく觀察することである。こゝでは動物の習性の大略すら述べられないから、貝の習性の一部を記してたゞ態度を知つてもらふことにしたい。

1) かもがひの習性觀察

夏頃、海岸の岩を見るとカモガヒが澤山集つてるのが普通に目につく。此の貝の習性をどの點から觀察して行くか、次に考へたいと思ふ。

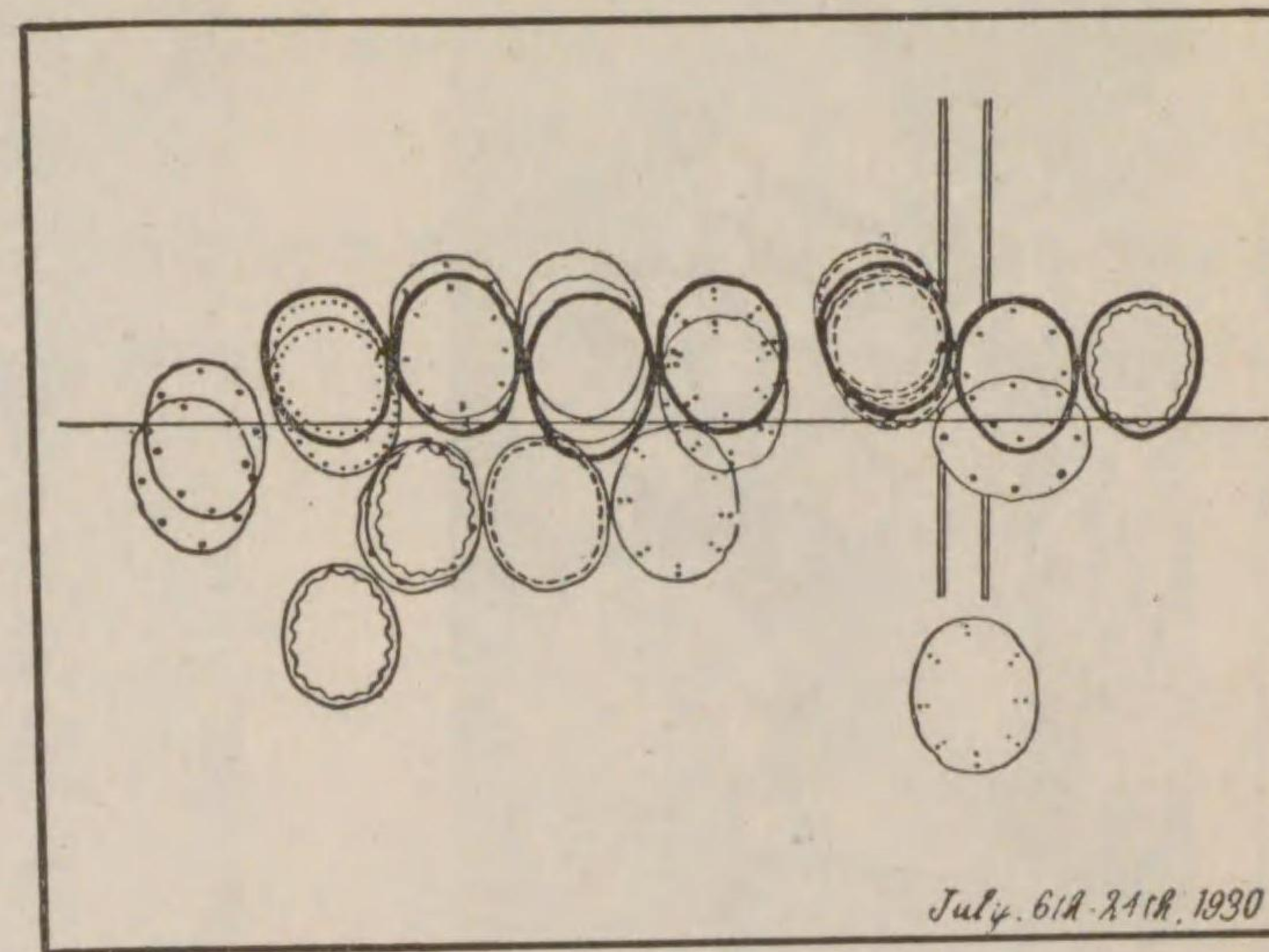
I) 住所

最初に貝が群を作つて居る場所を調べてみると、其の岩は殆ど垂直面に近い程急に傾斜して居る。日光との關係を見ると、あまり直射日光が當らないところで、波浪との關係を見ると、一番よく激浪を受ける様なところになつて居る。潮の干満と比べるとこの群のある所は必ず満潮線の少し上になつて居る。

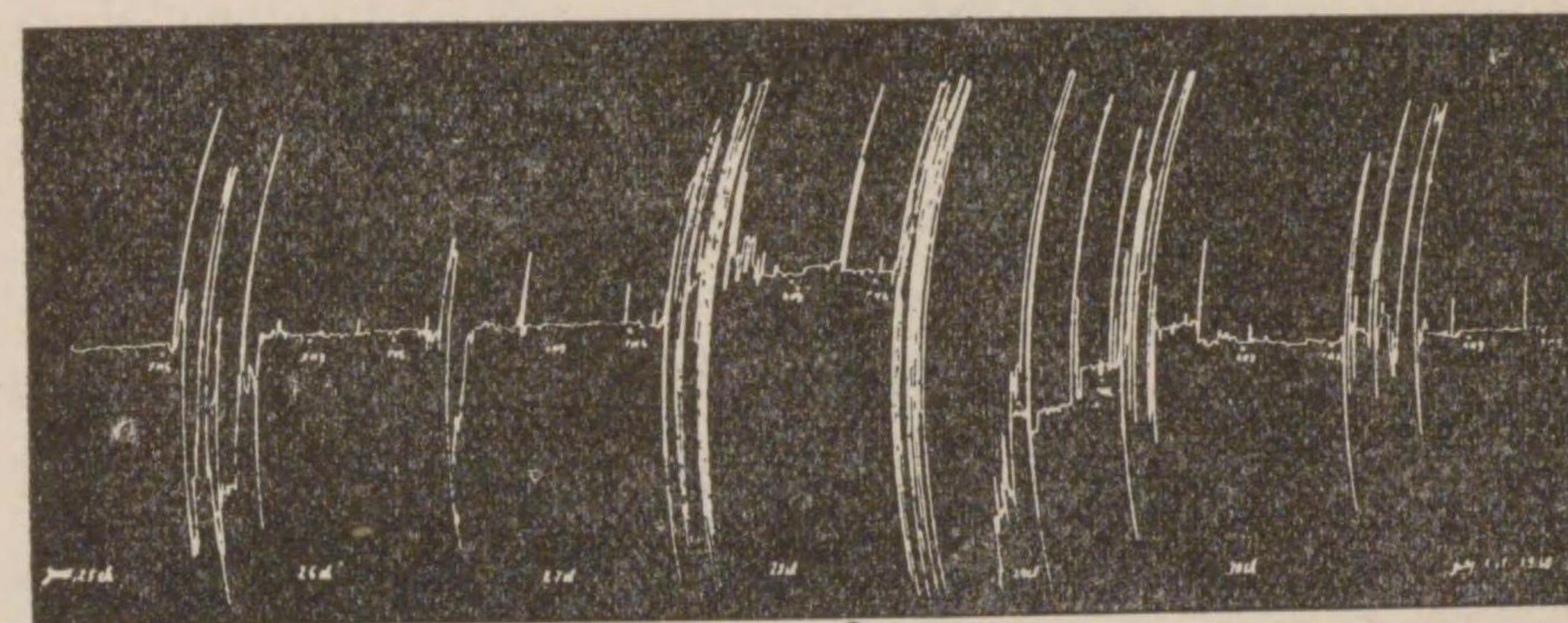
II) 運動時期

「かもがひ」は一見運動をしない程、ぢつと一定の岩に着いて居る。此の運動を見る爲に貝の背には白や赤のエナメルで番號を書き、毎日運動を確かめようとした。又一週間程島に宿つて夜中一時間毎に磯に出ては貝を觀察した。そして「かもがひ」は、満潮頃のしかも浪しぶきが岩にかゝる頃、しかも、夕暮近い頃に運動することがわかつた。しかし1米突も岩の上を匍匐しながら、岩上の絲藻や硅藻(Diatoms)等を攝食しても、又元の群のところにもどつてくる。

此の家にもどる性質を歸家性(Homing habit)と言ひ、此の家をHomeと言つて居る。此の家も、何時も貝がこゝに居る爲か、岩(石英粗面岩だつたが)に磨りへらした丸い跡をつける。此れを痕生(Scar)と言ふ。



第百四十一圖 カモガヒを水槽に飼つて置くと水面の近くに集る。(阿部襄氏圖)



第百四十二圖 カモガヒの運動をキモグラフに描けるもの。(同氏圖)

III) 群團の構成

「かもがひ」の特に興味をひく點は群を作ることである。そこで次には群としての習性を調べたいと思ふ。先づ群中の貝は殆ど皆頭端を下に向けて居る。此の群は夏期は、ずっと續けて作られるが、初秋になり海が荒れ出す頃から群を解き始める。そして貝は次第に上に移り、「家」の高さより二米突も高所に行くものもある。しかし十二月に入り雪が降り始める頃になると、貝は再び下方に降り始め、終に家の高さより一米餘も下に移るものもある。しかし春も来て氣温最低 13°C 位に昇つた頃、貝は再び群を作り始め五月初めには完成される。此の新しい群は去年の家と同じものもあるが、全く新しいと



第百四十三圖 「カモガヒ」の夏季の群團(八月十日)。(阿部襄氏圖)



第百四十四圖 カモガヒの上述の群團が秋にはなくなる圖。(九月二十五日)(同氏圖)

ここに作られるものもある。中には元の家よりも六米も離れた岩に家を作るものさへある。

IV) 考察

以上のことから考へ及されることは何であらうか。即ち「かもがひ」の群は毎年作り變へられること、又群の構成や分散は気温の變化と、波浪の荒さにも関連して居ることがわかる。事實、温度が下つても波浪が強く起らなければ、群の分散は起らない。又貝が下向になつてることや、垂直面に住むことは、此の貝に趨地性 (Geotropic nature) があることを暗示する。又浪のある時に運動することは、強い趨流性 (Rheotropic nature) があることを暗示する。又群を作る因子は何かと分析的に研究するのの一の研究發展である。以上の習性の因子を確める爲に室内で習性分析を行ふのも一手段であると思ふ。

2) うみになの習性

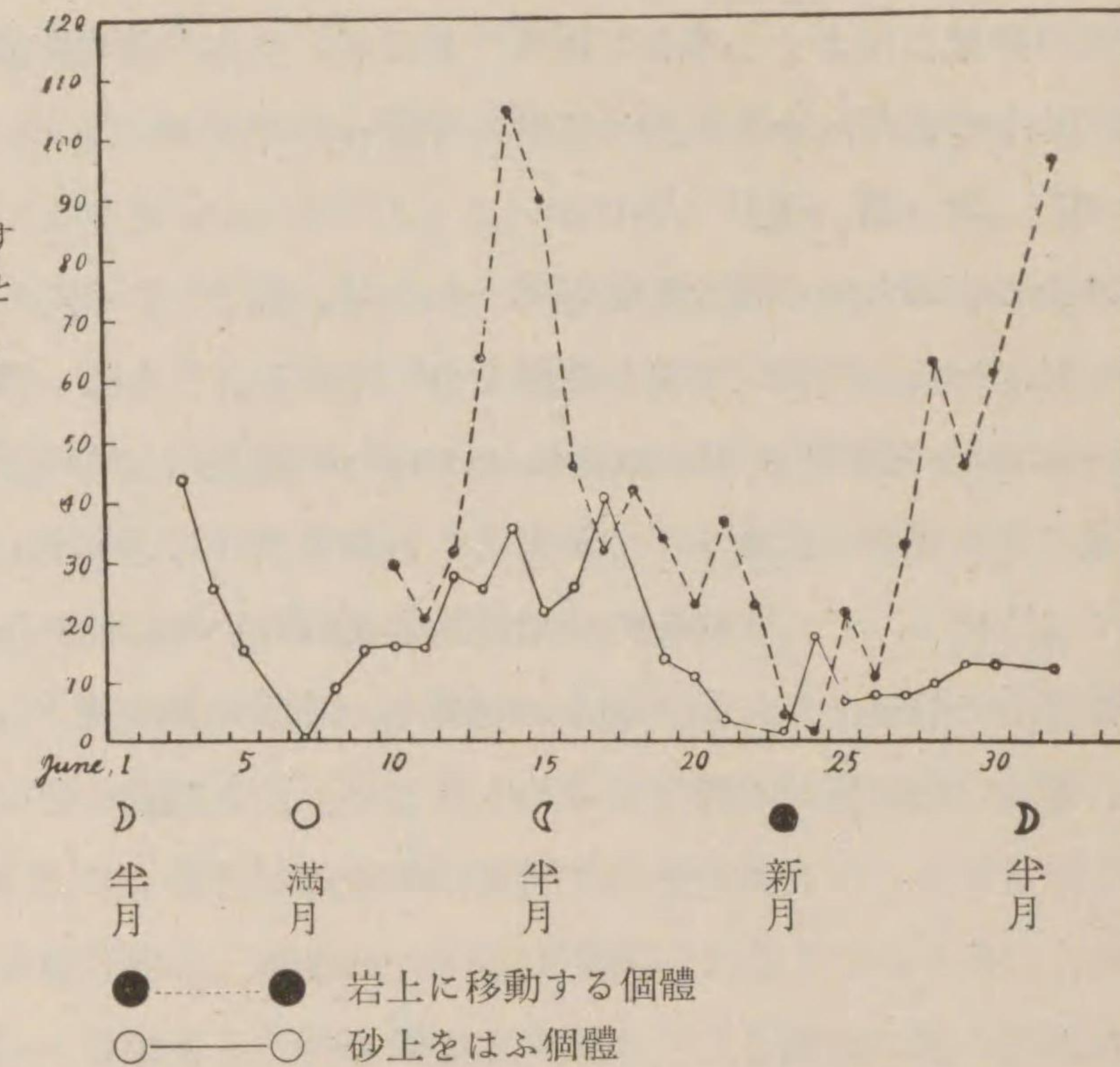
「うみにな」(Batillaria multiformis)は細長い巻貝で、よく砂濱や岩上などに見受けることがある。此の貝の様子を見て居ると特に注意を引くことは、潮がひくと砂の上に出てくるが、日に依り數に多少があること、又匍匐する

方向が、日によりまるで反對のことがあること等である。

1) 「うみにな」の運動

そこで貝の運動を正確に觀察する必要が起る。それには先づ枠を作る。此の枠は、長さ1米の棒二本に、20 糎毎に穴をあけ、そこに紐を通して繩梯子の

第百四十五圖
ウミニナの運動する個體數と月齡との關係を示す圖。
(阿部襄氏圖)



様な枠を作り、之れを砂上にあて、其の各しきり内の貝の數や匍匐方向を測かるのである。(此の様な枠 (frame) を地面又は海底にあて其の中の動物の種類や數を調べ、數式を出して居る派の人も居る。此の様な學問を海洋社會學 (Marine sociology) と言ひ近來盛になりつゝある)。

こうして少くも1ヶ月位は觀察を續ける必要がある。其の結果「うみにな」が運動する時期は干潮になり砂地が露出してから半時間位の間で、其の間に貝は砂上に珪藻等を食して居る。そして間もなく砂中にもぐる。しかし日が暑くさす日は砂の中に頭端だけをつつこんで休むこともある。それで貝の運動する時期は毎日干潮の時間の遅れるに連れ、次第に遅れてゆくわけである。しかし夜間は運動しないらしい。又匍匐する時は大抵は日光に背を向けて陰

の方に進む。

II) 匍匐する貝の数の變化

匍匐する貝の数は測定の結果満月と新月との時は最も少く、上弦、下弦の半月の時は最も多い。これは何故か未だ解らないが、面白い事實である。又干潮の砂地にはよく小流れが出来て居るが、そんな流れには1米平方で600匹近くもの貝が、上流に向つて進んで居るのを見る。

III) 考察

以上の事から次の様なことが考へられる。即ち「うみにな」の運動は潮の干満や月、日光と直接に、密接な關係を持つて居る。そして、趨光性(Phototropic nature)や趨流性(Rheotropic nature)が強いことが暗示される。

貝の趨光運動の實驗をしてみると、直射日光下では陰性に、室内分散光線下では陽性に、そして暗室内では彷徨運動(Random movement)をする。又彷徨運動の際は、初に殆ど體を一廻轉し、彷徨運動の廻り方は皆右廻であつた。これは此の貝が右巻であるのと合せ考へると面白い。そこで貝の運動方向を決定するのは光線であり、暗室中で一廻轉するのは光を探す様な結果になる。

なほ此の種の研究としては鈴木專治學士の「あまがひ」(Nerita japonica)に就いての面白い觀察がある。

3) 歩行法(Mechanism of Locomotion)

動物の歩行法に就いては可なりに研究されて居るが、まだ新しい研究の一つになつて居る。哺乳動物や鳥類や爬蟲類等の足跡を組織的に研究することは面白いことと思ふ。又多足類や昆蟲類では煤煙で黒くした紙の上を匍匐させて、其の性質を比較したり、温度の上下に依つて速度や歩幅が如何に變化するか等も多少研究されて居る。しかし之れらは尙今後の問題として残されるものである。

貝類に就いてはかなりよく研究されて居るが、一通り述べることにする。

方法は硝子板上を匍匐させて(趨光性や趨地性を應用して匍匐を促す)、裏面から足面の波の進行の様子を見るのである。Vlis 氏(1907)に依ると、腹足類(Gastropoda)の匍匐法は次の様に二大別される。

1. 直行型(Direct type)... 足面の筋肉波の進む方向が貝の進む方向と同じ場合。

2. 逆行型(Retrograde type)... 筋肉波の進む方向が動物と反對の場合。

又各匍匐型の下に亞型(subtype)として、次の種々が置かれてある。即ち、足面の筋肉波が一行になつて進む場合を、一行運動(Monotaxic movement)と言ひ、左右二列に別れて相互に波が進む場合を、二列運動(Ditaxic movement)と言ふ。同様に三列運動(Tritaxic movement)があり、四列運動(Tetrtaxic movement)まで知られて居る。次に實例をあげると、

かもがひ：直行二列運動(Direct ditaxic movement)

うみにな：逆行一行運動(Retrograde monotaxic movement)

又匍匐に際し貝殻の運動を見ると、「たまきび」の様に上下波状に運動する場合や、「いばにし」の様に大波状中に小波状を交へること、又「うみにな」の様に休止した直線運動に、律動的に階段的飛跳のあるものもある。

第五節 動物の智能に関する研究

動物の自然の習性を觀察して居ると、本能の不思議さに驚かされる。しかし本能に就いてはこゝでは述べる暇がない。唯本能と區別し得られる智能と稱し得べき能力に就て少し述べてみたい。動物の智能に就ての實驗は、今のところ殆ど聯想作用の形成の程度を見ることに止められて居る。高等動物になると、もはや動物心理學(Animal psychology)の範圍には入るから、之れは略すことにする。

1) 「みみず」の習得能力