

68

R. 5
395
794.36

國立中央大學

科學季刊

NATIONAL CENTRAL UNIVERSITY
SCIENCE QUARTERLY

第一卷 VOL. I

第一期 NO. I

中華民國三十三年四月出版

CHUNGKING, CHINA

APRIL, 1944

國立中央圖書館

NATIONAL CENTRAL LIBRARY

CHINA
南京圖書館藏

國立中央大學科學季刊

第一卷 第一期 目錄

- 血清與膽固醇之抗凝力之儀.....蔡翹軒(4)
李瑞軒
- 大腦之功用.....歐陽蕪(15)
- 中國遷移蝶之變型現象及其在國內之分佈區域.....鄒鍾琳(25)
- 德國羊毛長之比較.....孫守斌(45)
- 甲型兩種蚊越冬情形之觀察.....黃山林(53)
- 在五度空間中正規直線面上截該面之軌跡.....蔡齊三(64)
- 立體固架之簡解.....鍾自宏(75)
- 羽形蠟氏藻形態之初步研究.....李浩然(85)
- 重慶氣候下宿根棉之研究.....植卓舜(105)
- 林木初開根付之觀察.....吳一忠(117)

南京圖書館藏

632424

血清與膽固醇之抗溶血機構

蔡 翹 李瑞軒

血液中之主要細胞為紅血球，紅血球之主要成份為血紅素，血紅素由間質(Stroma)之支持而團集於血球內，更由薄膜包裹於表面，由是形成血球之個體。表膜或間質有一破裂或溶解，血紅素即隨之四散，此時血球解體，乃不復有個體之表現矣。此種現象名為溶血作用(Hemolysis)。凡化學物質及物理情況之能直接或間接使血球表膜或間質破裂或溶解者，皆可引起溶血作用。此種化學物質凡數十百種，即在正常生理狀況之下，血漿中亦有多種溶血物質之存在，如膽鹽，脂酸，蛋磷脂等。然血球從未因而解體者，實賴血漿中有抗溶血物質以對抗之故也。血漿抗溶血之機構，前人早有研究，惜至今仍未獲一致之結論耳。作者從新詳探此問題，前後將近三載，藉悉其複雜性遠超吾人意料之外，今仍在繼續努力之中。至於過去所得結果，除一部分已草成英文發表者外，今更綜合之，聯繫之，作一簡略而有系統之報告，以供國人之參攷，并求專家之批評。

一 血漿抗溶血與膽固醇抗溶血之關係

血漿有阻遏溶血素作用之功能，早為熟知之事實(Bayer, 1907; Clarke And Evans, 1920; Ponder, 1924; Sen and Mitra, 1927; Williams, 1932; Bequaert, 1937; Others)。作者從新檢討此事實，結果發見除石竹素(Saponin)，狄吉同寧(Digitonin)，粗膽鹽，牛胆酸鈉(Sodium taurocholate)，蛋磷脂(Lecithin)肥皂，硬脂酸，棕欖脂酸等單純的溶血素，其作用可被血漿阻止外，犬組織之五十度乙醇提質，人類及動物之寄生蟲(如Filaria immitis, Ascaris, 及tonia)提質，各種細菌懸液(Streptococcus hemolyticus, Staphylococcus aureus, B. anthrax, B. Subtilis, B. tetanus, and V. cholerae)以及溶血性血清(Hemolytic Serum, 亦稱為自然溶血素，如正常犬血清之溶解兔血球)，其溶血作用皆可於試管中為血漿所阻遏。

Ransom (1901) 及 Stocks (1919) 兩氏曾表示血清之抗溶血作用由其所含的膽固醇(Cholesterol)，但因未能提供確切之證據，致不為當時學者所採納。Bayer (1907) 氏論及血清阻遏胆鹽之溶血作用，指出白蛋白及球蛋白之重要。V. Liebermann (1907) 觀察肥皂之溶血作用，指出其可為血清白蛋白所禁止。Ponder (1924--34) 研究此問題最

為長久，彼對於血清之抵抗石竹昔溶血，亦主張為血清蛋白質之功能。但血清含有胆固醇，胆固醇有抗溶血作用 (Phisalix, 1897; Ransom, 1901; 1907; Hausmann, 1905; Myerstein, 1909; Lumiere and Grange, 1981; Cohen and Shwachman, 1927; Berliner and Schoenheimer, 1938; Hewitt and Todd, 1939; Others)，皆為吾人所習知之事實，照理，血清之抗溶血作用必與胆固醇有密切之關係。前人所以未加特別注意者，其中必有原因在焉。又 Levin (1935) 曾報告蛋磷脂在淡溶液時呈抗溶血作用。蛋磷脂亦為血漿中之正常分子，故其為血漿中抗溶血素之一，亦屬大有可能。總之，關於血漿抗溶血素之本性一問題，前人研究雖已不少，然意見紛紜，莫衷一是，殊有從新檢討之必要。作者於三年前曾將此問題作一有系統之研究，詳細結果已在中國生理學雜誌發表 (Tsai and Lee, 1941)，茲僅述其梗概，以免重覆。

吾人以石竹昔及犬血為材料。血漿中大部分抗溶血素可由高濃度之乙醇提出，五十五至六十度之乙醇則提出溶血性物質。以九十六度之乙醇提取業經烘乾（在攝氏六十度下）之血漿，提出物再用醋酮及醚處理之。由此所得之提液，於蒸發乾後，溶解於生理鹽水而試驗其抗溶血力量。試驗之法為鑒定其阻止石竹昔溶解犬血球之強度。犬血球係先經生理鹽水洗滌三次，再加磷酸鹽緩衝之生理鹽水，使成百分之五十懸液。每一溶血系統為 5ml，內含血球百分之一及不等量之石竹昔及血漿提質。混合後置於 37°C，水浴血半小時，然後離心旋轉之，乃以比色方法檢定上層液體之血色度，以示紅血球解體之多寡。

由第一表之數字觀之，不淨之乙醇提質，其抗溶血力量僅及原來血漿百分之三、五，已製淨者可得百分之三十二。血漿一經烘乾，即有一部分不溶解，其抗溶血力量亦隨之低降，但此改變并不影響可為乙醇所提出之抗溶血素。據許多實驗之結果，可由乙醇

第一表 血漿及其乙醇提質之抗溶血力量

	阻遏 5ml, 0.004% 石竹昔 溶血作用所需之血漿量 以mg乾血漿計算	抗溶血力量 以百分數計算
新鮮血漿	9.4	100
乾血漿	3.5	75
未製純之乙醇提質 (乾血漿)	18.0	35
純淨之乙醇提質 (新鮮血漿)	19.8	31.0
已純製之乙醇提質 (乾血漿)	20.0	31.8

提出的抗溶血素約佔原來血漿抗溶血力量百分之四十左右。此種可為乙醇提出之抗溶血素，經多番的化學鑑定，已確知其為胆固醇及類似物質。

市場上之胆固醇，因其溶解於水之程度極低，故非用妥善的方法，不能顯示其抗溶血力量之強烈。前人之所以不能重視胆固醇之抗溶血作用者，此或為主要原因之一。吾人之方法為先將胆固醇於96%乙醇中，再加水混合之，可得一相當穩定之膠性懸液，乃煮沸之以去乙醇。此種懸液之抗石竹荳力量極強，且可經數日而其效不稍減。

至於試驗血漿蛋白質之是否具有抗溶血功能，方法更為重要；方法不良，頗易引起錯誤。作者採用 Hewitt (1937) 氏之硫酸鐵沉澱法以製備血漿球蛋白及白蛋白。血漿須先行淡化，愈淡化愈佳。經過硫酸鐵多次沉澱後，滲透分析之，然後於低溫下吹乾。球蛋白能吸附胆固醇，須用淡化之血漿，大量之沉澱劑，及經多次之沉澱，始能將胆固醇完全去清。純淨之球蛋白祇有微弱之抗溶血作用。據作者之估計，祇佔血漿之全抗溶血力量百分之十至十五。前人曾有以為血漿蛋白質具極強之抗溶血功效者，或即因吸附於其表面之胆固醇未完全去淨所致。纖維蛋白及白蛋白二者與胆固醇吸附較鬆，經硫酸鐵三四次之沉澱後，即可提淨。此類蛋白質毫無抗溶血作用，有時且可增強石竹荳之溶血力量。

血漿蛋白質之抗溶血機構，與胆固醇完全不同，蓋蛋白質一經變性，其抗溶血功能即消失無遺。例如乙醇及醚可提出胆固醇，但血漿經此種溶劑措置後，其蛋白質抗溶血功效即完全消滅，即在低溫度亦然。例如以乙醇或醚在零度下十度沉澱血漿蛋白質，後者雖仍可溶解於水，然其抗溶血功能已不復表現矣。

蛋磷脂亦為血液成分之一，其本身具有溶血性，但與石竹荳及自然溶血性血清混合時，則呈抗溶血作用；同時若再有胆固醇之存在，且可增強後者之抗溶血功能。此點容于下段詳論之。

Ponder (1934) 曾報告各種糖質有阻遏石竹荳及明礬溶血之功用。Townsend 及 Pijoan (1937) 指示尿素 (Urea)，靛青 (Indican) 及石碳酸 (Phenol) 亦有禁止石竹荳溶血之作用。此數種物質既為身體之正常成分，吾人殊有加以檢討之必要。惟據作者研究之結果，此種物質之抗溶血力量不但極低，且其所需之有效濃度亦遠超生理範圍之外，恐非正常血漿之抗溶血因素也。

由前述之事實觀之，血漿之抗溶血作用，其主要物質必為胆固醇，次為蛋磷脂及球蛋白。關於胆固醇之重要性，本實驗室尚備有其他種種材料以作證明。吳襄及蔡朝 (1931) 曾設計測定常人及病人血漿之抗溶血效力，乃知其與血漿胆固醇之濃度發生密切之關係；凡胆固醇濃度高者，抗溶血效力亦大。例如懷孕第三個月之後，血漿胆固醇開始增高，抗溶血力量亦隨之加強。其他如腎炎，糖尿病，肝硬化等，血漿胆固醇高者，抗溶血效力亦強。慢性瘧疾，黑熱病，副貧血等，血漿胆固醇低者，抗溶血功能亦弱。經統計方法處理所得之材料，發見此兩種因子之相關係數常在 0.7 以上，其有密切之關係，

自屬無疑矣。徐豐彥及楊浪明(1941)兩氏研究各種動物之抗溶血強度與其血漿之游離膽固醇及蛋白質之關係，結果亦證明膽固醇為最重要之抗溶血因素；血漿蛋白質之濃度則似與抗溶血強度無關。易見龍及孟憲章(1941)又查出家兔注射病菌或病菌產物後，血漿膽固醇及抗溶血力量同時增加；球蛋白之含量雖呈上升之勢，然遠不及膽固醇之顯著。概括言之，上引之三種研究，其方法及目的各有異同，然皆證明血漿抗溶血力量之強弱，與膽固醇濃度之高低發生直接關係。作者以膽固醇為血漿中之主要抗溶血素，因此而獲得更豐富之佐證焉。

二 膽固醇及蛋磷脂之互相加強抗溶血作用

膽固醇既為血漿抗溶血之主要因素，而其作用又可由蛋磷脂增強之。蛋磷脂之增強膽固醇作用，前人尚未注意及之。作者於進行很多實驗後始發見此一事實 (Lee and Tsai, 1942a) 今報告之以獻讀者。實驗方法與前述大略相同，惟對膽固醇及蛋磷脂之抗溶血功效，係用定量鑑定法。每一溶血系統為 3ml.，內含 0.05mg. 的膽固醇或蛋磷脂，0.05ml. 的 50% 血球懸液，及不等量的石竹昔，欲測定膽固醇或蛋磷脂之抗溶血功效，須先測量石竹昔之溶血力量。在 3ml. 系統中溶解百分之五十之血球所需的石竹昔，名為石竹昔單位，以若干 y (千分之一毫克，以後仿此) 代表之。另在一溶血系統中含有 0.05 的固醇或蛋磷脂，此時溶解百分之五十之血球所需的石竹昔必行增加。此二數之差即為膽固醇或蛋磷脂對於石竹昔之阻遏力量；亦可以數表示之。第一圖之曲線甲為石竹昔本身之溶血曲線，吾人可以察見其溶解 50% 血球所需之分量為 91.5 y 曲線乙代表溶血系統中含有膽固醇者，此時溶解 50% 血球需要 108.5 y 之石竹昔，可知在此 3ml. 系統中 0.05mg. 的膽固醇能抵消 12 y 石竹昔之溶血作用也。測量蛋磷脂之抗溶血效力與此同。

蛋磷脂為極易氧化而不穩定之物質。其本身為一種溶血素，其溶血之強度隨暴露於空氣之久暫而異。普通言之，製備已久者較新製者為強。若與石竹昔混合，其溶血性則將與後者互相抵消而竟現抗溶血作用。此種反作用之強弱，亦與製備之年齡及氧化程度有關。此可由第二表中之結果示之。表中負號數字係表示溶血強度。

第 二 表

製備來源	實驗日期	溶血 50% 所需之蛋磷脂	被阻遏之石竹昔
1. 商品 (E. Merck)	1941年1月10日	1920 y	5 y
2. 同上	1941年3月6日	1820	5
3. 同上	1941年7月4日	820	0
4. 自製 (1941年7月14日)	1941年7月16日	750	(-)9

蛋磷脂本為溶血素，惟當其與某另一種溶血素遭遇時，即表現抗溶血作用。此種作用頗弱，且在一定的濃度範圍內，始能發見；超出此範圍之外則顯示其原來之溶血性。茲因篇幅所限，此點不擬詳加論述。

蛋磷脂若與膽固醇同時存在於溶血系統中，則有相互增強抗溶血之作用。此可以第三表數字證明之。

第三表

單用膽固醇		單用蛋磷脂		膽固醇與蛋磷脂所共阻遏的石竹荪分量		增加被阻遏之石竹荪分量
3ml.中之分量	所阻遏之石竹荪	3ml.中之分量	所阻遏之石竹荪	算得數	求得數	y
mg	y	mg	y	y	y	
0.05	12	0.05	5	17	101	84
0.05	12	0.20	33	45	287	242
0.05	12	0.50	83	95	317	222

由上表觀之，蛋磷脂可增強膽固醇之抗溶血效力三倍至十倍。此種現象顯隨蛋磷脂之增加而益著，惟至一定限度後，蛋磷脂之增加反使加強之程度變弱，迨其濃度極高時，加強作用即不復見矣。

膽固醇為一種忌水 (Hydrophobic) 物質，蛋磷脂則為一種嗜水 (Hydrophilic) 物質，前者在液體中之膠性狀態，普通可由後者穩定之。蛋磷脂既有增強膽固醇之抗溶血作用，此種作用是否由於前者之穩定動作 (Stabilizing action)，殊有研究之價值。根據作者實驗之結果，此種揣測並不成立。茲舉吾人所作實驗以作參考。按膽固醇之抵抗石竹荪作用，若令其在室溫進行，頗為迂緩，吾人乃利用此一現象，設計下述實驗。將石竹荪，膽固醇，蛋磷脂三者同時混合，在室溫經80分鐘後，加進血球。另取一管，如上同時加入此三種物質，惟混合後置於同溫中僅歷10分鐘，即加血球。兩管之阻遏石竹荪力量相差甚多。倘若將膽固醇及蛋磷脂先行混合，置於溫水中70分鐘後，再加石竹荪，過十分鐘後，從而定其抗溶血度，則此種差變極微；實際上，此三者同時混合而保溫80分鐘者，其抗溶血力量反稍形衰弱。茲以第四表為例。

第四表

所用之溶血及抗血物質	保溫時間以分鐘計	抗溶血效力，以被阻遏之石竹荪分量表示之
		y
(1) 單有石竹荪		0
(2) 石竹荪+膽固醇	10	12
(3) 石竹荪+膽固醇+蛋磷脂	10	125
(4) 蛋磷脂+膽固醇	70, 然後加石竹荪, 再保溫10分鐘	102
(5) 石竹荪+膽固醇+蛋磷脂	80	165

由此可知蛋磷脂之增強胆固醇之抗溶血作用，並非由其物理之穩定力，亦非由其直接之互相作用，蓋必藉溶血素之存在，兩者抗溶血之互相增強始能表現也。

蛋磷脂不但有抵抗石竹苔之功能，對於組製胆鹽及狄吉同寧亦具有同樣阻遏之效用，且可增強胆固醇對此數種物質之抗溶血作用。蛋磷脂對於橄欖脂酸，牛胆酸鈉及膠胆酸鈉 (Sodium glycocholate) 三種溶血素，不惟無對抗作用，反增強之。倘在此類溶血系統中有胆固醇之存在，則蛋磷脂增強溶血作用即形削弱，可見其對胆固醇仍有增強抗溶血之功能也。

作者研究所用的粗胆鹽係根據 Mathews 氏課本 (1980) 所述之方法而自製者，其中含有牛胆酸及膠胆酸，自屬無可懷疑。但蛋磷脂既能阻止粗胆鹽之溶血作用，而對於純製之兩種胆鹽則反映同樣功效，故吾人假定前者必含有他種溶血素，不然，此種衝突之結果，將無法解釋矣。

很多動物之血清可以溶解另一種動物之血球，因此種血清含有溶血素故也。此種溶血素係與生俱來，非由後天獲得，故常名之為自然溶血素 (Natural hemolysin)，亦即正常之溶血性血清。正常的犬血清或人血清能溶解洗過的兔血球，可視為自然溶血素之一例。胆固醇及蛋磷脂是否對自然溶血素亦具有禁錮作用，作者曾作精細之研究，容於下段詳述之，此處所可奉告者，即兩者對於犬血清之溶解兔血球皆有壓抑作用，惟兩者之間並無互相增強之反應耳。

三 胆固醇及蛋磷脂抗溶血作用之機構

吾人既知胆固醇及蛋磷脂具有抗溶血作用，惟其機構如何，自為吾人所應進一步探討之問題。惜此問題極端複雜，作者雖曾設計研究，然至今仍未能得到圓滿之結論耳。依理推測，其阻遏溶血作用之途徑，若非保護細胞或細胞膜，以免溶血素之侵入，即係直接與溶血素起作用，使其失去溶血之功效。關於第一種假定，目下尚乏足以證明之資料，作者亦曾設計若干實驗，竟得一結論，其結果可作差別之解釋，不能視為確切之證據。至於第二點，吾人已有若干事實可作如斯解釋矣。

徐豐彥及楊浪明 (1941) 在其所發表各種動物血漿之抗溶血作用之論文中，曾報告石竹苔之被阻遏，隨血漿之分量而增加，但與血球之多寡無涉。血漿之主要抗溶血素為胆固醇，故胆固醇直接與石竹苔起作用，自屬可能。若將胆固醇或蛋磷脂與溶血素先行混合，幾時後再加入血球，在未加入細胞之前，抗溶血素與溶血素已起作用，而其反應且隨溫度之升高而增強。作者對溫度之影響曾作有系統之研究 (Lee and Tsai, 1942)，爰特簡述如下。

胆固醇及蛋磷脂既與溶血素能起直接反應，然此種反應究為物理的，抑為化學的變化，吾人可用溫度之影響以測知之。此點前人尚未研究及之。作者係將抗溶血素與溶血

素先行混合，保持於各種不同之溫度中，經一定時間後，再冷至室溫，加進血球，依法測定血球之溶解度，並計算被阻遏之溶血素分量。溫度商數用下列方程式計算之。

$$Q_{10} = \frac{\text{在 } t_2 \text{ 時被阻遏之溶血素}}{\text{在 } t_1 \text{ 時被阻遏之溶血素}} \quad t_2 > t_1 \quad 10^\circ\text{C.}$$

膽固醇之阻遏石竹昔及狄吉同寧可因溫度之升高而增強，溫度之商數約在 2.2 至 4.0 間。吾人試一檢閱第二圖，即見在 20°C. 時，膽固醇祇能阻遏少量之石竹昔，雖經長久之時間，亦無再行增高之徵象。倘膽固醇與蛋磷脂同時存在，其阻遏石竹昔之溫度商數則變為 0.71—0.89，且在 20°C. 時，此種阻遏作用仍可繼續進行（第三圖）。

膽固醇阻遏粗胆鹽溶血之作用亦可為增高溫度所促進，惟其溫度商數僅為 1.1 耳。同時若有蛋磷脂之存在，則雖在室溫中，抗溶血作用仍可繼續進行。總而言之，蛋磷脂之增強膽固醇作用，受溫度之影響極微，或竟全無。此不但與胆固醇之作用如此，與各種溶血素亦然。茲為篇幅所限，不能將所得數字全部製成圖表，以獻讀者，殊為抱歉。

膽固醇阻遏自然溶血素（犬血清溶解兔血球）之力量，亦因溫度之增高而加強，惟溫度商數極低，同時加入蛋磷脂亦然，惟後者單獨與自然溶血素之作用則不受溫度所影響。溫度對於膽固醇之禁止橄欖脂酸，牛胆酸鈉及膠胆酸鈉等之溶血作用，皆不能引起顯著之變化。

普通化學之反應常因溫度之升高而加速，故 Q_{10} 常在 2 至 4 間；物理之反應受溫度之影響不大，普通 Q_{10} 鮮有超過 2 者，有時反現負性的改變。由溫度之影響以判斷反應之性質，吾人無妨想像膽固醇與石竹昔及狄吉同寧之對抗作用為一種化學之中和或聯合。實際上，吾人早知膽固醇與狄吉同寧結合後，生出一種化合物，英文名為 Cholestanol digonide，現時測量游離膽固醇之方法，多有利用此種反應而使其沉澱者，誠以此種化合物之產生已為牢不可破的事實也。石竹昔與膽固醇是否互相合併而發生沉澱，在早雖有提及之者（Windaus, 1909），惟始終未能證明。然照本文所述之溫度影響，及石竹昔與狄吉同寧結構之近似，膽固醇與石竹昔之聯合而造成一無溶血性之化合物，殊屬十分可能也。

膽固醇與其他溶血素之作用，或不受溫度所影響，有之亦較微弱，其溫度商數有小于一。就此事實推斷，此等物質之互相作用必屬於物理性或物理化學合偶性無疑。

蛋磷脂與各種溶血素之反應，均不受溫度所影響，故亦必屬於物理性之作用。至于蛋磷脂之增強膽固醇作用，尚有值得注意之一點者，即前者有促進之作用是也。例如在室溫中，膽固醇之對抗石竹昔，狄吉同寧及粗胆鹽，和當迂緩，但一加進少許蛋磷脂之後，則反應之速率大為加快（可由第三圖見之）；在低溫如此，在高溫亦然，惟後者不若前者之顯著耳。從此一點推想，蛋磷脂之加強膽固醇之功能，誠即為一種促進之作

用而已。

四 胆固醇及蛋磷脂阻遏自然溶血素之分析

自然溶血素之溶血作用，係兩大組因子會合作用所形成。自從 Bordet 氏創立此說以後，至今學者仍信仰不渝。此兩組因子為何？即溶細胞感體 (Sensitizer or amboceptor) 及溶細胞補體 (Complement) 是也。感體及補體之化學性質雖尚未明，然皆具有幾種物理特性，則為吾人所稔知者。例如補體可因熱至 56°C . 半小時而完全毀滅。感體則可因與細胞接觸而附着之，又可因更高的溫度而破壞之。本文非專論其相互作用者，自不便詳予序述。但胆固醇及蛋磷脂既有阻止自然溶血素之作用，再進一步的研究，自當以阻遏之焦點是否為感體，抑為補體。作者以此為研究對象，曾進行數種實驗 (Lee and Tsai, 1941) 結果發見胆固醇及蛋磷脂均有阻遏補體之作用，且此種阻遏作用大概為一種物理性之對抗，而非化學之反應，此可從下述一實驗闡明之。

將一定量之胆固醇 (0.05mg) 與一均份量之犬血清混合後，兩者皆失去其原有的作用，即胆固醇之阻遏溶血及犬血清之溶解兔血球完全均衡，此時加進兔血球，不致有解體現象。倘再加入血清于此混合液中，此新加血清之溶血力量十足表現，絲毫不受原有的血清及胆固醇所影響，蓋後兩者早已完全抵消而無餘力遺留也。但若將均衡之胆固醇及血清系統熱至 52°C . 15分鐘，以破壞其中之補體，然後再加入新血清，則此新加入的血清之溶血力量即遭受減抑 (見第五表)。此何以故？吾人之解釋為胆固醇具有抗補體作用，當其與補體聯合，不但使補體失其作用，其自身亦不能再阻遏其他補體矣。然補體經熱毀壞之後，胆固醇又重新釋放，恢復其原來的功能，此時又能阻遏新加入之溶血素焉。

第 五 表

實 驗 方 法

	實 驗 方 法	被阻遏之新加血清，以 $\%L$ 計
1. 胆固醇 } 混合後 新鮮血清 }	置於 37°C . 半小時，冷卻至室溫，20分鐘後，再入新鮮血清	0
2. 胆固醇 } 混合後 新鮮血清 }	置於 37°C . 半小時，然後熱之至 52°C . 一刻鐘，冷卻至室溫，五分鐘後，再加新鮮血清	42
3. 胆固醇 } 分 開 新鮮血清 }	置於 37°C . 半小時，然後熱之至 52°C . 一刻鐘，冷卻至室溫，一刻鐘後，混合之，再加新鮮血清	43

以同法試驗蛋磷脂，結果亦然。由此觀之，胆固醇及蛋磷脂之抗補體作用既呈返復性 (Reversibility)，故吾人推知其必為物理性之對抗也。

胆固醇對於感體並不發生任何作用，蛋磷脂則稍能增強之。關於後一點，可由第六表之資料證明之。

第六表

	保溫時間 (在24°C.)	被阻遏的新鮮 血清以L計
1. 蛋磷脂 } 混合之 熱過血清 } 新鮮血清 }	120 分鐘	35
2. 蛋磷脂 } 混合之 新鮮血清 }	118分鐘, 再 加熱過血清	40
3. 蛋磷脂 } 混合之 熱過血清 }	118分鐘, 再 加新鮮血清	20

表中指明蛋磷脂與熱過血清中之感體發生反應，使其阻遏新鮮血清之效力減弱；此亦可作為加強血清中感體之解釋。表中1及2兩項所示之結果，相差極微，所以然者，蓋蛋磷脂對於補體之阻遏有較強之趨勢故也。換言之，當新鮮血清存在時，蛋磷脂寧捨其對於感體之加強作用而取其對於補體之阻遏作用也。

熱過之犬血清尚有一種阻遏其自己補體之特性，此可以下一實驗證明之。如將熱過之血清與新鮮血清相混合，經過相當時間後，新鮮血清之溶血效力即呈顯著的減弱。作者以為此種現象或為膽固醇及蛋磷脂作用之恢復所致，蓋新鮮血清中大部分之膽固醇及蛋磷脂或與補體結合，活動極少；然若用熱將補體除去，則此類物質復可恢復其原來之抗補體作用。依此臆說，熱過血清之產生抗補體作用，不過為其膽固醇及蛋磷脂活動之恢復而已。

作者在第三段中，根據溫度影響之結果而推測膽固醇及蛋磷脂阻遏自然溶血素之機構係屬於物理性的，本段所報告之事實，更證明此說之正確，蓋其阻遏補體具有返復性也。

五 膽固醇對於免疫溶血性血清之作用

正常之兔血清並不能溶解犬血球，但若將洗滌過的犬血球注射於兔體，若干時後，兔血清即可溶解犬血球。此種由人工造成的溶血性血清，名為免疫血清 (Immune serum)，以與自然溶血素區別。膽固醇對於各種前述的溶血素皆有阻遏之功能，但對免疫的溶血素是否亦具有同樣之效用，殊值得吾人之檢討。據作者研究之結果 (Lee and Tsai, 1942d)，免疫血清之性質極為複雜，與膽固醇之反應亦不一致，其中原因正逐條用實驗方法分析中；此時祇能將初步所觀察者作一簡略之報告。

吾人實驗的方法，第一步為產生免疫血清。此可由注射洗過的犬血球至兔體得之。由靜脈或腹腔分次注射3-5ml. 50%犬血球懸液於兔，每兩次注射之間約隔五至七天。經

第一次注射後五天，兔血清即有溶解犬血球之機能。注射之次數愈多，溶血之力量愈強。在此實驗中，注射之次數，由一次至三次不等；末次注射後二天至十二天，即取兔血清而製備血清，以試犬血球。並加分量不等的膽固醇於各試管中，以視其是否能禁止兔血清之溶解犬血球。

吾人之結果可總結之如下：由腹腔注射之六隻兔子中，五隻的血清，其溶血作用均可為膽固醇所阻遏，其餘一隻不僅不受阻遏，且反為增強。受靜脈注射之十個兔子，其血清之溶血機能完全不為膽固醇所禁錮；其中有三個，其血清之溶血作用反因膽固醇而增強。此種不一致之結果，並非由於實驗技術之錯誤或缺點，蓋作者於每一步驟中無不留意控制可能之錯誤也。所得資料既信其極為可靠，然則，吾人將何以解釋此參差不一律之結果耶？吾人此刻既未獲充分之材料，自無從建議美滿之學說。然假定為研究之先導，取捨須賴事實之證明，故此時祇能提供意見，是否正確，尚須待來日之實驗決定之。

由腹腔注射後所得之兔血清，其溶血可由膽固醇阻遏之，此無需解釋，蓋其機構，吾人可假定其與自然溶血素之被膽固醇所對抗同。至於由靜注射所得者，膽固醇即失其反抗之效，吾人可假定在此種兔血清中，其補體性質必極特殊，恐不能為膽固醇所對抗，有時反因後者而加強其溶血作用。另一解說為此種血清含有另一種新生的補體或其他的物質，能中和膽固醇。此外尚可假定此種血清中有特別感體之存在，此種感體須與特殊的補體起作用，始能溶血，而膽固醇對於此特殊的感體及補體皆無作用。上述幾種可能的特殊物質或情況，必須於犬血球進入兔循環後始能產生。由腹腔注射之犬血球，其中能引起此物質之成分，必不被吸收，或在未吸收前已被破壞，故不能發生同樣之現象。

六 血清抗自然溶血素之機構

血清有抗自然溶血素之功能，惟此種功能是否由於膽固醇及蛋磷脲之作用，前人尚無定論。血清為一種極複雜的溶血及抗溶血系統，前數段所報告之結果及所分析之理論，是否可全部應用於溶血及抗溶血之血清，吾人斷不能魯莽從事。作者對於兔血清之阻遏犬血清溶解兔血球之機構，曾作各實驗以分析之 (Lee and Trai, 1942c)，今特簡單報告於下。

犬血清由外頸靜脈抽出的血預備得來，兔血清及血球則由頸動脈放出的血而來。犬血清溶解兔血球之力量，可因兔血清之存在而減低，此表示有阻遏犬血清之功能。惟兔血清之分量加多時，此種作用並不比例增強；反之，通常且為減弱，有時更可增大犬血清之溶血功用。倘兔血清之濃度再行提高，抗溶血之趨勢又復表現。反覆實驗之結果，每次均可觀察此種現象。此可以第四圖曲線乙代表之。若以固胆醇為抗溶血素，則無此

現象，蓋其阻遏犬血清之功效，每隨濃度之增高而加強也（第四圖曲線丙）。若以熱過的兔血清代替膽固醇，結果亦然（第四圖丁）。經作者分析之結果，知道犬血清之中有感體，兔血球受感（Sensitized）後，即可為其本身血清之補體所溶解。此外，兔血清尚含有抗感體（Anti-sensitizer）及抗溶血素（抗補體，即膽固醇蛋磷脂等）。此數種因子之相互作用，乃造成所觀察之複雜現象。

兔血球經熱過之犬血清處理以後，用生理鹽水洗去犬血清，此時若加入兔血清於兔血球懸液，後者即起溶解。經此措置之兔血球名為受感細胞（Sensitized cell）。感受細胞竟可為其本身之血清所溶解。若將兔血清，犬血清及受感兔血球三者相混合，於是吾人所見者乃溶血作用之增強，而非抗溶血之現象矣（第四圖曲線戊）。

對於未曾受感之兔血球，兔血清則具有保護作用者，蓋當時犬血清及兔血清中之補體均受血清阻遏因子（膽固醇蛋磷脂等）之影響，因而減低其溶血效力也。惟當三者混合後，兔血球逐漸為犬血清所感動，受感至某種程度，兔血清之補體即可發生溶血之效能，故其分量之加多，可增強溶血之作用。至於分量過多時又反呈保護之徵象者，因兔血清抗感體之因子又發生效力故也。

第 七 表

	1	2	3	4	5	6	7
用為感動的熱過犬血清	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
用為抗感體的兔血清	0	0.01	0.02	0.05	0.1	0.5	1.0
受感後的血球溶解度	11	12	5	5	2	0	0

將熱過的犬血清與不等量的兔血清混合，然後加進0.03ml, 50%兔血球懸液，再加生理鹽水至1.5ml，置於37°C.的水浴皿中半小時，洗滌之，再加0.2ml.兔血清及1.8ml.生理鹽水於各管中，即得第七表中之結果。受感時如兔血清極多，則受感不成功，結果兔血球不能被兔血清所溶解。此證明溶血清含有抗感體。此種抗感體過多時，兔血球即不致受感，故此時雖有補體之存在，對於溶血作用亦無能為力也。

總結言之，兔血清阻遏犬血清之溶解兔血球須依兩種機構：其一為抗感體作用，使犬血清不能感動兔血球，其一為抗補體作用，使犬兔血清中之補體失去作用。抗補體為，膽固醇，蛋磷脂，及類似之物質。抗感體之化學性質尚未明瞭，吾人祇知其不為攝氏五十餘度之熱所破壞而已。兔血清之抗感體作用極弱，故其有大量不可。

結 論

血清具有抗溶血功能，早為前人所發見；作者從而研究此種功能之本性，結果乃知其為膽固醇，蛋磷脂及球蛋白所形成。在此三種物質中，膽固醇佔最重要的地位，蓋其

抗溶血之力量極強，且對所研究的各種簡單溶血素及溶血性血清（免疫血清例外）皆有阻遏之機能。蛋磷脂祇能對抗一部分簡單之溶血素，且其作用亦弱，有時更可轉現溶血作用，故不若胆固醇之重要。惟因有增強胆固醇之抗溶血作用，所以在正常生理情況之下，其抗溶血之功能，或亦不可忽視。球蛋白雖亦為血漿中抗溶血素之一，然就本實驗室各種實驗結果觀之，其濃度之高低既與抗溶血效力無密切之關係，故其為次要物質，似屬無疑。

胆固醇及蛋磷脂之抗溶血機構，吾人曾加以研究探討。根據本文所述之各項實驗，作者相信其作用大部分係與溶血素直接發生關係；惟是否亦有保護血球表膜以避免溶血素侵入之可能，吾人尚無可靠之資料足以證明之。胆固醇對於各種簡單的溶血素之作用本性，大概隨溶血素之性質而異。照作者研究溫度影響之結果，有的必為化學之結合，如對於石竹苔及狄吉同寧是；有的必為物理性或理化合併性之連繫，如其對抗粗胆鹽，牛胆酸鈉，橄欖脂酸等是。蛋磷脂之反抗各種溶血素，其作用在室溫中即極迅速，故不受高溫度所影響。由此推測，其作用亦必關於物理性的。尤有趣者，胆固醇之抗溶血作用可因蛋磷脂而促進，故後者之存在，可使前者抗石竹苔及抗狄吉同寧之作用受溫度之影響較微。此有何意義？作者仍未明瞭。

以上所述之溶血素均係指單純的化學物質之具有溶血作用者，至於自然溶血素，如犬血清之溶解兔血球，胆固醇及蛋磷脂亦賦有阻遏之機能。其阻遏之機構全賴其與犬血清中補體作物理性之連合，惟補體經熱毀壞後，胆固醇及蛋磷脂復可重新活躍，與未經阻胆固醇的補體起作用而禁錮之。由此觀之，吾人對於熱過血清能發生抗補體之作用，可以胆固醇及蛋磷脂之返復反應作一新解釋矣。自然溶血素之溶血作用端賴感體及補體對細胞順序之攻擊；在兩種因素如缺其一，則溶血不能成功。今胆固醇及蛋磷脂雖對感體無何作用，然彼既能與補體連合而使之失效，故仍有阻遏自然溶血素溶血之功也。

血清之阻遏單純的化學溶血素，既歸功於胆固醇及其類似物質之作用，然其阻遏自然溶血素，如犬血清之溶解兔血球，則除其抗補體作用外，吾人今更發見有其他因素之存在，此即抗感體是也。抗感體之作用與胆固醇及蛋磷脂無關，惟究為何種物質，作者正在研究中，惟已知者為其不被熱（55°C.）所毀壞而已。抗感體之存在，無異使血球之安全添加一層保障；動物生理防患之周密，可謂無微不至矣！總之，動物體內原有各種溶血素，如脂酸及胆鹽等；外界的溶血素，如由細菌及寄生蟲等所產生者，更有時時侵入之可能。假設身體缺乏抗溶血素之存在，其危險性當可不言而喻矣。惟其有各種抗溶血素，即使溶血素大量侵入身體，或產生於體內，荷生理之機構極為健全，則紅血球仍可生存無礙，不受絲毫影響。由此觀之，抗溶血素之重要，實無待贅述矣。

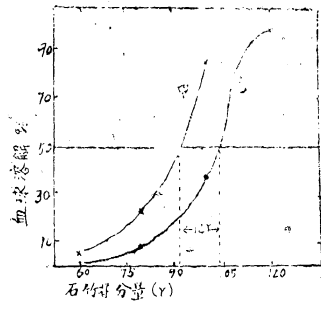
免疫溶血性的血清，其溶血之機構較為複雜；由靜脈注射抗體原（Antigen）而得之免疫血清，其溶血作用並不能為胆固醇所阻遏。後者抗溶血作用之普遍性，至是得一限制矣。究竟免疫血清何以居於例外，此時尚難予以透澈之解釋，但詳加考慮，諒亦

不出下列諸因：(一)免疫血清含有一種抗膽固醇物質，可使後者失其抗溶血之功效；(二)免疫血清之補體，與正常者有異，不能與膽固醇連合而失效；(三)免疫血清之感體具有特殊的性質，能與已被膽固醇所阻遏之補體合併而仍可發生溶血之效。此三者究以何者為是，尙有待吾人之探討。今後如有所獲，當再舉之以與讀者商榷。

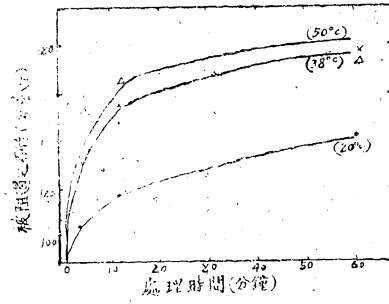
文 獻

- Bayer, G. (1907) *Biochem. Z.*, 5, 368
- Berliner, F. and Schoenheimer (1938) *J. Biol. Chem.*, 124, 525.
- Bogaert, R. (1937) *J. Physiol.*, 90, 68p.
- Clarké, H. M. and Evans, F. A. (1920) *Johns Hopk. Hosp. Bull.*, 31, 354.
- Cohen, B. and Shwachman, H. (1937) *J. Bact.*, 33, 67.
- Hausmann, W. (1905) *Beitr. Chem. Physiol. Path.*, 6, 567.
- Hewitt, L. F. (1937) *Biochem. J.*, 21, 216.
- Hewitt, L. F. and Todd, E. W. (1939) *J. Path. Bact.*, 49, 45.
- Hsu, F. Y. and Yang, L. H. (1941) *Chinese J. Physiol.*, 16, 189.
- Lee, J. S. and Tsai, C. (1941) *Proc. Chinese Physiol. Soc. Chengtu Branch*, No. 2, p. 1.
- Lee, J. S. and Tsai, C. (1942a) *Quart. J. Exp. Physiol.* in press
(1942b) *Ibid.*, in press
(1942c) *Proc. Chinese Physiol. Soc. Chengtu Branch*, 1, 44.
(1942d) *Ibid.*, 1, 49.
- Bevin, B. S. (1935) *O. R. Soc. Biol., Paris*, 119, 80.
- V. Liebermann, I. (1907) *Biochem. Z.*, 4, 25.
- Lumiere, A. and Grange, R. H. (1931) *C. R. Soc. Biol. Paris*, 107, 157.
- Phisalix, C. (1897) *Compt. rend.*, 125, 1053.
- Mathews, A. P. (1930) *Physiological Chemistry*, 5th edit, p. 643.
- Myerstein, W. (1909) *Arch. exp. Path. Pharmac.*, 60, 385.
- Ponder, E. (1924) *Proc. Roy. Soc. B.*, 95, 42.

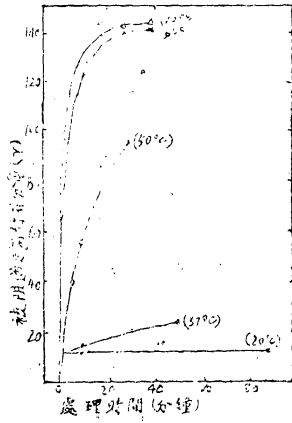
- Ponder, E. (1925) *Ibid.*, 98, 484.
- Ponder, E. (1932) *Ibid.*, 110, I.
- Ponder, E. (1934) *The mammalian red cell and the properties of hemolytic systems, protoplasmic monograph*, Berlin.
- Ransom, F. (1901) *Discn. med. Wschr.*, 27, 194.
- Sen, K. C. and Mitra, N. N. (1927) *J. Ind. Chem. Sec.*, 6, 155.
- Stocks, P. (1919-1920) *J. Path. & Bact.*, 23, 1.
- Townsend, S. R. and Pijan, M. (1937) *Proc. Soc. Exp. Biol., N. Y.*, 37, 236.
- Tsai, C. and Lee, J. S. (1941) *Chinese J. Physiol.*, 16, 165.
- Williams, J. W. (1932) *Proc. Soc. Exp. Biol., N. Y.*, 29, 918.
- Winfous, A. (1909) *Ber. dtsh. chem. Ges.*, 42, 238.
- Wu, C. H. and Tsai, C. (1941) *Chinese J. Physiol.*, 16, 179.
- Yi, C. L. and Meng, H. C. (1941) *Ibid.*, 16, 199.



第一圖 表示膽固醇阻遏石竹并溶血作用之定電流法

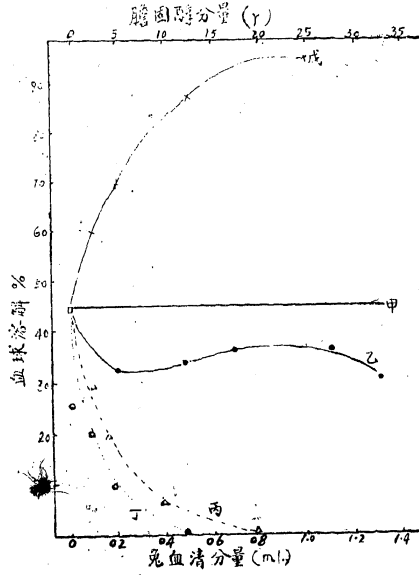


第二圖 膽固醇與磷脂併阻遏石竹溶血作用與溫度之關係



第三圖 膽固醇阻遏石竹并溶血作用與溫度之關係

蔡 翹 著
李 瑞 軒



第四圖 兔血清與犬血清對兔血球之反應

大 腦 之 功 用

歐 陽 喬

吾人身體各部皆能行使特殊之功用，如耳目之于視聽，手足之于運動是也。凡此皆非無自而然，必有發縱指示之者。希臘波立博思 (Polybos) 謂腦為神經中樞，當為思想之中央器官。後來意大利解剖學家華羅利 (Varolius) 亦主張動物之精神當在腦質之內。然皆出臆斷，未能證明。至十九世紀初奧人戈爾 (Franz Josef Gall) 精研大腦之功用，廣觀衆流，勤事解剖；察其人一生平行事，準以頭顱及大腦之特徵，參榭異同，比類相附，積久而得其際通，釐爲定則，著骨相學 (Phrenology) 一書，倡大腦功能定位之說。不獨與宗教相背馳，亦爲當時學者所反對。哥爾疵 (Goltz) 至謂大腦之功能爲全體而非局部活動；蓋爾時神經學之研究對不甚發達，故學者不免各執己見。今則吾人已知各種不同之生理功用必有各種不同之解剖構造爲之基礎焉。

戈爾分大腦全部爲三十餘區而各司不同之功用，其說至今尙未能完全證實，則以身體之功用至繁，而研究之方法猶未能盡善也。然自戈爾以來百餘年間，學術進步，經驗日增，已足使吾人深信戈爾功能定位說之不誤。一八六三年法人布羅卡 (Broca) 解剖啞人之屍體，見其大腦左半球下額回 (inferior frontal gyrus) 之後極退化，斷其與生前所患之不語症 (motor aphasia) 有關。蓋發聲器官雖存，無神經中樞爲之指揮，仍不能用，遂定下額回後部爲語言動作中心。後來學者之研究證明此說，因稱大腦下額回與製作語言有關之部曰布羅卡區域。並證明語言動作中心偏於左腦半球。蓋凡患不語症者其左腦半球退化者多，而右腦半球退化者則較少；且右腦半球退化，左腦半球可代替其譯詞，反之則否，因是大腦兩半球功用上之輕重問題以起。此不僅人類爲然，猿猴亦然。瑞典洪慎 (Henschen) 教授論之甚詳。就大腦皮層之構造言，布羅卡區域 (Broca's area) 爲寡粒狀細胞區域 (Regio dysgranularis m. hi) 地當布羅德曼 (Brodmann) 之 44, 45 兩區或愛科樂磨 (Economo) 之 FCBM, FCDOP 及 FD 之一部或吾人之 56, 57 等區，尤以吾人之 56 區 (當布羅德曼之 44 區或愛科樂磨之 FCBM + FCDOP) 爲要。其第五層不甚顯，且 3 層內細胞特大，Va 層細胞亦大，顯不及 3 者之甚。故與動作皮層 (motor cortex) 相近似。至瓦恩多福 (Nissl v. Mayendorff) 直謂 3 之大細胞爲語言細胞 (Economosche sprachzellen) 則似過甚，愛科樂磨已加辯駁矣。據後來病理觀察與 Riegele 及 Strassburger 之解剖研究，則布羅卡區域應較原定者爲大，或者吾人之 41 區亦須併入焉。一九一

八年試嶺下中額回 (Middle frontal gyrus) 後端所定之寫字中心，猶未完全被人承認。一八九六年格納森 (Grasser) 于雙壓之左腦半球中額回假主手語中心焉。

一八七四年德人威尼克 (Wernicke) 于患感覺不語症 (Sensory aphasia) 者之屍體中見大腦左半球上臥回 (Superior temporal gyrus) 之後部退化，因定此處為語言聽覺中心。此說久經證實。患感覺不語症者，能聞語言之聲音而不能了解其意義。此病與不語症之關係極密。患不語症者，同時亦多患感覺不語症，蓋不能了解語言之意義，即無從學習語言；人雖與之言，亦無從答覆，所謂啞症 (deaf-mute) 也。此其病不在發音機構之不全，而在語言感覺中心之損毀。英人 Critchley 於一九三八年發現頂回 (Parietolobe) 啞症，而德人 Hoitz 則謂邊上回 (gyrus supramarginalis) 與聽覺無甚關係，但上臥回與語言聽覺之關係則不能否認。語言聽覺為較高之感覺。患感覺不語症者雖不能了解語言之意義，猶可聞其聲音，是未全啞也。偏全聾者上臥回內 (Gyrus

Supratemporalis profundus) 之黑氏橫回 (gyri transversi of Heschl) 完全退化，患感覺不語症者不必全聾，而全聾者必不能了解語言，是知黑氏橫回為原始聽覺中心 (primary auditory center) 語言必須由此傳至上臥回之後部始能發生感覺，而威尼克區蓋功用較高之聽覺中心也。聲音有高低之分，其與大腦聽覺區域之關係，至今猶未確定。自 Helmholtz 倡其鳴論 (Resonance Theory) 馮維爾 (Pfeifer) 推演其說，謂音階在大腦聽覺皮層中為梯形投射 (Tonscala)。而柏倫施泰 (Bornstein) 反對之，主張同心投射 (Concentric projection)。自解剖學言之，則貝茲 (Betz) 一八八一年巴黎遺臥回之構造不詳，佛雷黑齊希 (Flechsig) 於十九世紀之末，用髓鞘發生法 (myelogenesis) 發現黑氏橫回構造之特點，西班牙人卡哈 (Cajal) 且以為在聽覺區域中，發現聽覺細胞。一九〇五年英人 Campbell 曾於上臥回 (Superior temporal lobe) 分聽覺區域 (auditory sensory area) 及聽心覺區域 (auditory psychic area)。而布羅德曼於同處分 41, 42 及 22 三區，其 41 與 42 兩區，在人類特別發達，當 Campbell 之聽覺區域，(即原始聽覺中心)，其 22 區當 Campbell 之聽心覺區域 (即語言聽覺中心)。Campbell 謂聽覺區域皮層之第三層 (Ⅲ) 中有大錐形細胞 (large pyramidal cells) 為聽覺皮層之特點。而吾人自愛科樂磨之研究，知黑氏第一橫回之皮層中ⅢⅤ兩層無大細胞，其第二橫回後部之第Ⅲ層中間或有之，故 Campbell 之觀察雖不能謂為完全不正確，然不能以之代表聽覺皮層之構造。以其僅能表示黑氏第二橫回之後半，則其解釋之誤也。且吾人曾詳細研究臥回，用極精密方法重造模型 (reconstruction)，於黑氏橫回之前，當上臥回 (gyrus supratemporalis) 之 t7 區，首次發現粒狀皮層 (Granular cortex)，其ⅢⅤ兩層中無大細胞。若是則吾人之 t7 區當為原始聽覺區域之一部 (略見德國 Journal für Psychologie und Neurologie 第四十六卷第二期第一九一葉詳細報告尚未發表)，而聽覺區域亦不果於黑氏橫回。且如吾人及愛科樂磨之所見，黑氏第二橫回亦不盡為粒狀皮層。惟愛科樂磨所定之粒狀皮層 (TC 及 TD) 兩區，如島在水中不相連繫，或為錯謬。且據

灌漑用區節發生法，貝克 (Beck) 用髓鞘纖維構造 (Myeloarchitecture) 法，均見第二橫回中之有髓鞘投射纖維較第一橫回中者為少，與吾人用細胞構造 (Cytoarchitecture) 法所得之結果適相符合。故可賴斯特 (Kleist) 以黑氏第一橫回全部及第二橫回之前半為聲音之投射區域 (Projection area)，凡音節 (syllable) 高低 (Pitch) 聲響 (noise) 等刺激，首先得至此處，發生初級感覺 (primary sensation)，然後由此傳至語言聽覺中心，發生知覺 (perception)，始能了解所謂語言之內容。波立亞克 (Poljak) 用次生退化 (Secondary degeneration) 法，於猴腦中亦見所有聽覺投射纖維盡入黑氏橫回。是黑氏橫回之為聽覺中心，已無疑義。Kornmüller 用生物電流傳導 (bioelectrical conduction) 法顯見聲音對於電波 (Fluctuation) 之影響。最近吾人見威尼克氏語言聽覺區域之第三層中，細胞形態有特異之處。Max de Crinis 亦於黑氏橫回第三層中發現新特種細胞 (Spezialzellen) 是為雙極細胞，其兩樹狀枝 (dendrites) 與皮層表面平行，解剖學及生理學上至關重要。若去黑氏橫回地位之前後，及其範圍之大小，則吾人與 Economo 以及 Marinresco, Goldstein, Beck, Pfeifer, Kakeshita 諸人所見者亦各不同，蓋個別差異甚大也。威尼克區域亦然。且臥回在功用上亦有左右軒輊之分，左半球者為主，而右半球者次要。此於黑氏橫回與威尼克區內細胞及髓鞘纖維構造 (Cyt. Myeloarchitecture) 區域發達之程度，在左右兩半球，往往不同一點可以見之，而左半球者恆較優。

一八七四年德人赫威特 (Hitzig) 用電刺激大腦中前回 (precentral gyrus) 而對邊肢發生動作，因知大腦動作區域之在中前回，而肢體動作之投射在對邊之大腦，是為大腦動作中心 (motor center) 地位之嚮火。其後設令吞 (Sherrington) 格魯巴 (Grunbaum) 與浮格特夫婦 (C.u.O. Vogt) 用猴猴作試驗，證明赫氏之說，且擴而充之，知全身各部之動作在大腦皮層中之投射 (Somatotopical projection)，自頂至踵，上下互倒。頭居身體之最上部，而足在大腦皮層中之投射區域，則在中前回之下端。反之是居身體之下極，而投射於中前回之上邊 (Margo Superior)。且在大腦半球內側面之副中央回 (gyrus paracentralis) 焉。最近富爾敦 (Fulton) 與巴倫 (Dusser de Barenne) 輩更發現身體各部之動作，在同邊大腦半球內，亦有投射中心 (ipsilateral projection center)，是身體各部皆有雙重神經供應也。由浮格特所作極精詳之研究，可知中前回大細胞區域 (area praecentralis gigantopyramidalis) 與額回顆粒細胞區域 (area frontalis agranularis) 之刺激閾 (Reizschwelle) 高下不同。有貝氏大錐形細胞 (Betz cells) 者其刺激閾低，為原始動作中心。富爾敦謂之動作區域 (motor area)。無貝氏大細胞者刺激閾較高，為次級動作中心 (Secondary motor center) 富爾敦謂之動作前區域 (Premotor area)。而顆粒細胞區域 (area dysgranularis) 亦可受電流刺激而使身體發生細巧之動作，惟刺激閾特高，是為第三級動作中心 (tertiary motor center) 此三者中分區至多，且各有專司。以電刺激之，可以預言其所發生之動作而不至大誤。貓犬之大腦，有十字溝 (Sulcus Cruciatua)，而不能與猿長類大腦之中央溝 (Sulcus centralis) 相比。

Langworthy 見貓腦之動作區域可受電流之刺激者散佈於十字溝之前後及其下端，而不集中於一處。但斯密士 (W.K. Smith) 於美洲黑熊之大腦中，發現動作區域之定位，當十字溝之前，動作投射上下顛倒而有定序，與靈長類同，則其十字溝亦可與中央溝相比擬；是能在食肉類中所佔系統發生上之地位，應較貓犬為高，Otfried Foerster 並於對患腦病者施行手術時，用電流刺激大腦中前回皮層，其所得之結果與用動物實驗所得者相符，遂證實浮格特之預測。且此類生理研究在病理解剖學上已獲充分之證明。一九一一年 Marinesco 於患半身不遂或偏癱病 (Hemiplegia) 者，發現其對邊大腦半球中前回皮層中之貝氏大細胞退化。即錐體通道之投射纖維，亦行退化。Campbell 且見手或足殘廢之人，其對邊大腦之動作皮層僅呈局部退化，是亦足以證明大腦中動作區域對於身體手足各部在生理上職有專司。據 Kornmüller 之研究，知動作區域所發生之生物電流，波動 (Oscillation) 最速震幅亦最大而在各刺激點 (Foci) 波動雖同震幅之大小不一。就解剖學言，則 Betz 最初 (1878) 發現大腦中前回皮層中有大細胞。其後 Brodmann, Clarke, Lewis, Campbell, Vogt 與 Economo 諸人先後悉心研究知此區無固定之第 IV 層，僅有少數粒狀細胞散佈於 III V 兩層之間，而貝氏大細胞區域 (area gigantopyramidis) 範圍之廣袤，個人差異極大。副中央回 (Lobulus paracentrals) 內亦有貝氏大細胞，細胞之頂枝直上向皮層表面，而其軸索 (axons) 則向下入大腦髓部，故貝氏細胞為錐體通道 (Pyramidal tract = Tractus corticospinalis) 之發端。Lewis 與 Clarke 量貝氏細胞之直徑，最大可至八分之一公釐 (約 120 μ)。且大腦額回皮層內大細胞區域，無粒細胞區域，及寡粒細胞區域，皆可分亞區 (Subareae) 若干與功能定位平行詳見中國生理學雜誌第八卷第二期及中央研究院心理學研究所專刊第七號，內所發表之拙著，茲不贅述。而中前回皮層中之大細胞，自上至下，除手之動作中心外，逐漸減小。最大之貝氏細胞，在大腦半球外側之上面，當吾人所分之 42e 亞區。由此向下，向內，不僅大細胞容積減小，(42g 例外) 即其數目亦漸少。而愛科藥磨謂無粒皮層內中等錐形細胞容積雖不若貝氏細胞之大，染色反應則與之相同，故亦為動作皮層之特徵。且大腦半球外側皮層自中央溝向前，大錐形細胞減少，以至於絕跡，而粒狀細胞則逐漸增加，自散佈於 III V 兩層錐形細胞間之少數粒狀細胞，經寡粒細胞區域以至多粒細胞區域 (area granularis)，而皮層對於電刺激之動作反應，亦僅限於中前回之大細胞區域與無粒細胞區域，及額回之寡粒細胞區域。且刺激閾自後向前以次增高，至多粒細胞區域，不復有動作反應矣。則是前腦皮層中粒狀細胞層 (第 IV 層 Lamina granularis) 之發達與否，與刺激閾之高低適成反比，而 Kornmüller 于此數區域內所得之生物電流亦截然不同，豈非解剖構造為生理功用之物質基礎之證明乎。抑尤有進者，彼立亞克用次生退化 (Secondary degeneration) 法，毀丘腦之腹外側細胞巢 (Nucleus ventrolateralis thalami) 後發現退化投射纖維直至大腦中前回大細胞區域，是蓋傳肌肉運動感覺之通道，為本受系統 (Proprioceptive system) 之一部。巴倫用馬前子麻醉中前回後以電刺激之亦得手足運動之感覺，

與此相符。Chr. Jakob 與 O. Vogt 皆曾主張中前回非專司動作之區域，于此獲得明證。而 Dejerine 于脊髓中發現同邊錐體通道，(Faisceau pyramidal homolateral) 當後角之頸部與外側錐體通道 (Tractus Corticospinalis Lateralis) 相混，豈非身體動作同邊投射之物質基礎乎。富爾敦及其門人現方致力於內臟動作在大腦皮層中之投射，成績已有可觀。

Hoff 與 Green 用鹽竊醉狗與鷓鴣，以電刺激大腦皮層大細胞區域及無粒細胞區域，則血壓加高，心跳加速，瞳孔張大。Sager 與 Askenasy 以電刺激狗之動作區域 (Gyrus Sigmoidæus Anterioris) 亦見呼吸反應。將來之發現，當有使內臟動作之大腦投射中心大白之一日矣。

Bxner 首于患半身痺痛 (Hemianaesthesia) 者發現其大腦皮層之退化，限于中後回 (Gyrus Postcentralis)，身體感覺 (Somatic Sensibility) 在大腦皮層中之定位，予以確定。Munk 用動物實驗亦定感覺區域在中央溝 (Sulcus centralis) 之後，地域頗寬。其後設令在格令堡及浮格特用猿猴所作生理實驗，與克勞塞 (Fedor Krause) 蓋所作病理觀察，皆證明上說之非妄，且確定身體感覺依感應電流刺激點所在地之殊，而投射於身體上不同之部份。故中後回皮層可分為若干感覺焦點 (Sensible foci) 每點與身體一固定部位相應合，是身體各部在大腦感覺區域 (Sensory area) 之投射 (Somatotopic Projection) 其詳盡之狀與其上下顛倒，一與中前回之動作區域相同。其後巴倫與密爾希 (Milch) 於猴腦中後回亦得先後發現頭部胸部及四肢之投射區域，其生理反應區別顯然，因分此區為三亞區，上下頂垂。Foerster 更用電流刺激未經麻醉之人腦。而據被試者之口頭報告，知感覺焦點之投射，自大腦半球內側面副中央回之後部，繞大腦半球之上角向下以至中後回之下部；其功能之定位，則自膀胱直腸生殖器等以至口腔咽喉，完全證明浮格特用猴類實驗之結果。中後回受局部損傷，則身體上局部失感覺，而動作無變動。以言解剖學之證據，則 Meynert 一八六八年已知大腦中此處之多粒皮層為感覺區域。貝施一八七八年首將感覺區域與動作區域分離，而 Flechsig 發現此二區與視覺及聽覺區域之髓鞘發生 (Myelinisation) 皆甚早。Campbell 見身體感覺皮層之第 IV 層甚厚，其中粒狀細胞甚多。Brodmann 首見感覺皮層與動作皮層分界處構造上區別顯明如毫髮，且分中後回為三區，前後並列，皆與中央溝 (Sulcus Rolandi) 平行。其中以第一區之第 IV 層特厚，顆粒細胞特多。(惟其最下部近頂回總蓋 (Operculum Parietalis) 處，皮層構造殊異，別為一區 (Area 43)，與浮格特之 68 區相當。) 愛科樂磨至稱為粒狀皮層 (Coniocortex)。而此處之生物電流震波少而短，蓋為粒狀細胞之所產生，與動作區域內貝氏大細胞所產生之高頻震波固不侔矣。據吾人所見，則中後回中惟有中央溝後壁之中部，粒狀細胞最密，而 III V 兩層中無大錐形細胞，是為超粒細胞區域 (Area Supragranularis)，與浮格特之 69 區相當，應為原始感覺投射區域。顧其上下兩端粒狀細胞皆較少，故此區亦可分成三亞區，巴倫及密爾希之生理觀察頗與相符。至其前面之 67 區與其後面之 70 及 71 兩區 (當 Brodmann 之第二及第三兩區) 第 III 與第 V 層中皆有大細胞，其功用應與司原

始身體感覺皆不同。愛科樂磨謂之為副感覺皮層 (Cortex Parasensorius)，或司配合作用 (Einstellungs-bewegungen)。而依 Monakow 之推測，似粗粒細胞區域為接觸感覺區域，而其餘各區則司空間感覺，故前者受損傷，皮膚感覺失常，後者受損傷則深部感覺 (Tiefempfindungen) 失常。而觸覺麻木病 (Tastagnosie) 生焉。尤可注意者，感覺與運動在大腦中樞之投射，皆為上下顛倒。據波立亞與漢淮澀先後用不同之方法研究之結果，知運動纖維離大腦向下與感覺纖維向上入大腦時，皆在內囊 (Capsula interna) 與冠狀輻射 (Corona radiata) 之間旋轉一百八十度。其狀如扇，柄近內囊，射線橫向中央溝，秩序井然，絕不凌亂。故頭顱部在大腦皮層中居下部，而足趾部居上部。

一八六八年 Meynert 首次發現人腦枕回距離溝 (Sulcus calcarinus) 附近之皮層呈特殊分層構造。一八九一年 Henschen 於患一目失明 (Hemianopsia) 者之腦中，見視覺輻射 (Radiatio optica) 之退化纖維直至枕回，同時枕回皮層亦呈退化，因斷定枕回為大腦視覺中心。雖 Monakow 及 Dejerine 反對此說而無數神經學家與眼科學家 (Munk, Bolton, Leonowa, Holmes, Brouwer, Berger, Minkowski, Chasan, Poljak) 用貓狗猿猴所作之實驗及從病理解剖所得之結果，均與洪慎之說相符。Wilbrand (1907) 與 Henschen (1908) 各發現中央視覺之投射區域在枕極，而外周視覺之投射區域則在距離溝內橫紋區 (Area striata) 之前端。後經 Lenz, Holmes, Brouwer, Pfeifer, Poljak 輩之研究，此說已顛覆不破。Foerster 並用電流刺激有知覺病人大腦枕回內距離溝之上下兩層。就其所得之感覺觀之，亦足資證明，且知洪慎所主張視野在橫紋區上下顛倒投射之說不誤。現時討論之要問題如下(一)中央視覺與外周視覺在大腦視覺區域中所佔地位之大小。(二)兩眼視網膜中兩同四分弧 (homonymous Quadrants) 在大腦視覺區域中如何投射。(三)視野之投射是否限於四分弧或較四分弧為詳。茲依次述之如下(一)最初洪慎主張中央視覺在大腦中之投射如小島。其後 Holmes, Pfeifer 與 Brouwer 作病理觀察，皆見其甚大。即 Munk, Brouwer, Van Heuven, Biemond 及 Poljak 輩所作之動物實驗，亦皆證明後說。吾人所作細胞構造之研究，對此問題雖不能直接判斷。亦傾向 Brouwer 輩之主張。(詳見拙著『人腦橫紋區細胞構造之研究』載中央大學科學研究錄第二卷第一號)。(二)關於視野四分弧在大腦之投射，至今意見已趨一致。依 Henschen, Brouwer 及 Poljak 之研究，確知視網膜在大腦視覺區域有完全之投射兩眼視網膜中兩外周同四分弧之上半，佔大腦橫紋區前部之上半，故與視野中兩外周同四分弧之下半相當。反之兩眼視網膜中兩外周同四分弧之下半，佔大腦橫紋區前部之下半，與視野中兩外周同四分弧之上半相當。兩視網膜中司中央視覺之視斑 (Maculae) 投射於枕極橫紋區。兩同四分弧之上半，居橫紋區之上半，其下部則居橫紋區之下半，與外周視覺之投射同。兩眼視網膜中，司單眼視覺之年投射於對邊距離溝內橫紋區之最前部，形如新月，兩角向後。Henschen, Kleist, Vollmann, Minkowski 及 Schroeder 等以視覺通道內兩眼兩同四分弧之投射纖維來自同邊者，不交叉，來自對邊者交叉，而

大腦橫紋區之第一層分三亞層，故主張其在此視覺區域內分層投射。但 Barany 反對之論，又與不交叉之纖維，皆止于 W_c 而 W_a 為總合作用，即 Brouwer, Poljak 最近作實驗之結果，亦傾向後說。吾人於『人腦橫紋區細胞構造之亞區』文中曾詳論之，茲不贅述。至於（三）視野之投射是否專限於四分弧或超四分弧以上，至今爭論未決。洪慎

首先主張視野或視網膜在大腦視覺區內為點對點之投射，(Point-to-point projection) 即視網膜任何一點，在大腦橫紋區有固定之地位 (Localization) 也。近來 Brouwer 及其徒堅主四分弧投射，而 Poljak 則根據其實驗結果贊成洪慎之說，吾人亦然。(詳下) 即 Kornmüller 亦依吾人所見解剖事實之暗示，用生物電流傳導法，于兔腦橫紋區內發現亞區。雖電波步而短其型相同 (Synchronism)，而各亞區內所生電波之震幅，固有大小之殊，固知其構造及功用必非完全一致矣。H Lashley 初師 Goltz 之故說，極力反對大腦功能之定論，其後用白鼠實驗之結果，亦將其大腦視覺區域分為若干亞區。(圖說見 Lashley, 1934 八月在美國比較神經學雜誌所發表一文中)。與 Rose, Beck, Kleist 及吾人之主張大同而異，是無異 Lashley 推翻其前此之主張而自附於功能定位之說也。而吾人之所見，更從生理與心理實驗多得一證據矣。就解剖方面言，則 Meynert (1868) 最初發現雞距溝內粒狀皮層之二分其間有獨立細胞 (Solitary cells) 存在。其後 Bolton,

Brodmann, Mott, Elliot Smith, Campbell 及愛科樂帶先後決定此區在枕回皮層內所佔地區之大小，名之曰橫紋區，且公認其為視覺區域焉。其特徵在其皮層極薄細胞極小而緻密；在單位空間內其數目在全腦中為最多。Economo 謂之粒狀皮層。猴腦發現橫紋區中司外視覺之纖維，其髓鞘發生較司中央視覺者為早。Beck 與 Elliot Smith 各用纖維切片於橫紋區內發現構造上之差異。其後 Beck 用細胞構造法於猴腦內發現亞區，吾人且根據解剖學上之事實，深信中央視覺在此區內之投射，佔枕極全部，而視網膜各部份在視覺區之投射，應較四分弧投射為詳，將來當能證明點對點之說之可恃也。此外尚有一點可注意者，則前人多以為橫紋區在枕回腦距溝之上下兩層，平均分佈。而洪慎及吾人皆曾見此區在雞距溝下層多而上層少，此與病理解剖觀察極有關係。此處僅能指明其重要而不能詳論。又 Déjerine 1893 于角回 (Gyrus angularis) 皮層內發現語言視覺中心，或稱讀書中心，今亦多為學者所承認矣。

嗅時常為化學感覺 (Chemical Senses)，而關係極密。舊時病理觀察所得結果各殊，定位亦不一致。Campbell 以味覺位於島回 (Insula Reilii)。Cajal 與 Marinesco 謂以嗅覺與味覺位於海馬 (Gyrus hippocampi)，而 Marcus 則以鈎回 (Uncus) 及海馬峽 (Isthmus gyri hippocampi) 前之部為嗅覺中心，海馬峽後與帶後區域 (Regio retrosplenialis) 相連之部為味覺中心。其內學者如 Bechterew, Kleist 及 Börnstein 輩更堅主以味覺位於頂蓋 (Parietal operculum) 內之中央下區 (Area Subcentralis)。居前後兩中央下溝 (Sulci Subcentrales Anterioris et Posterioris) 之間，當浮洛特與吾人之第 68 區及 Brodman 之第 43 區，且與舌之感覺及動作區域，咀嚼區域鄰近與面部之感覺及動作區域重合，其皮層中

第IV層寬而多粒狀細胞，其第III及Va層中有較大之錐形細胞。但 Economo 以海馬回及海馬，(Hippocampus) 為味覺中心。海馬回之腳前區 (Praesubiculum) 僅有粒狀細胞層，當司味之感覺。而海馬之腳區 (Subiculum) 與牛角區 (Cornu Ammonis) 齒狀束 (Fascia dentata) 大約為與味覺有關之傳出中心 (Efferent Center) 或司反應動作，或司分泌作用，未可知也。腳區與牛角區皮層均僅有錐形細胞層，為傳出中心，似無疑問。至齒狀束雖大多數為粒狀細胞，而以其過粗且缺乏感覺皮層其他重要特徵如神經末梢叢 (Nervenendplexus) 之類，故 Economo 以為非粒狀皮層 (Conicocortex)；即其所賦司自亦非味之感覺作用而為味之傳出中心也。據近來 Allen (1941) 之研究，似海馬及杏仁形諸區與味覺無關。反之 Rose 根據前人之說認牛角為嗅覺區域，Kleist 則以齒狀束為嗅之知覺中心 (Vegetative Geruchsperception)，牛角為嗅之反應中心 (Vegetative Geruchsreaktion) 而鈎回為嗅之認識中心 (Geruchserkennen)。按鈎回之構造，為分裂皮層 (Schizocortex)，分層不如完整皮層 (Homocortex) 之完全，其與海馬之構造，判然不同。Rose 於內嗅區域 (Regio entorhinalis) 中發現亞區極多，合之海馬各部凡 23 區，且與低級嗅覺中心有纖維聯絡 (如外嗅回 Gyrus olfactorius lateralis) 之外嗅紋 Stria olfactoria lateralis (即至鈎回。) 因謂嗅腦 (Rhinocephalon) 在人類及猴類小嗅動物 (Microsmatic animals) 較狗兔等大嗅動物 (Macrosmatic animals) 實為發達。且人類此處之構造有為他種大嗅動物所無而人類所特有者，如牛角區內H除錐形細胞紡錘細胞外，尚有叉形細胞。夫構造不同，功用斯異。則是人類之內嗅區域或至少其中為人類所特有之部之所賦司，當為與低等哺乳動物完全不同之嗅覺作用，或至少為完全不同之部份嗅覺作用。即司他種與嗅覺完全無關之作用。亦未可知也。而從病理觀察與實驗研究所得結論亦至不同。Wallenberg 以為島回專司嗅覺，Economo 與 Koskinas 則謂除鈎回之外前島回 (Anterior Insula) 及帶後區域亦為嗅覺中心。Rose 亦以前島回為嗅覺中心。華氏之結論根據其用嗅貓所作之神經纖維解剖。而愛羅諸氏則根據大腦皮層之細胞構造 (Cytoarchitecture)。羅氏以為前島回與嗅覺有關者，當為無粒皮層 (Regio insularis agranularis)，以其構造有與普通所承認之嗅覺皮層相似之處，為各種動物所同有。且在大嗅動物腦中，此種皮層特別發達，而在小嗅動物則否。但吾人於人腦前島回之無粒皮層 ai7 及寡粒皮層 ai6 與 ai8 中發現叉形細胞。其地適當島回與臥回相接處，與外嗅回及梨形前區 (Area Praepyriformis) 極近。且在紅猩猩腦中 (Orang-utan) 適當杏仁核 (Nucleus amygdalae) 之前，是其與嗅覺皮層之關係至密，或營較高之部份嗅覺作用也。尤有進者，牛角區之 H2 內亦有叉形細胞，與島前回者相同。(見拙著叉形細胞之比較研究，載德國細胞研究與顯微解剖雜誌。) 依同形同功之說，則牛角之 H2 或司嗅之部份作用。但據吾人之比較研究，知牛角及前島回之叉形細胞，在低等猴類，數尚寥寥，在人類及人猿乃特多。故知此種細胞為系統發生史上較新出現而較進化之特徵。人類非大嗅動物，而牛角之面積甚大，且有火嗅動物所無之細胞，則其所司或非嗅覺而為味覺，如 Economo 之所主張，或司嗅味兩種

作用如 Cajal與Marinisco之所主張未可知也。或與嗅味皆無關係，亦未可知也。且牛角分區甚多，(自H1至H5)各區所司之功用未必盡同。牛角患病時，H1H3H4H5 諸區皆退化，獨H2內細胞依然無恙，故稱索美扇(Sommer sector)或抵抗扇(Spielmeyers Resistenzsektor)。至其究竟如何，以證據過少，未能斷定。

關於迷津中心(Cerebral center of labyrinth)，現今各家所主張極不一致。Kleist根據偽額部運動失調症(Pseudo-frontal ataxia)，以為額極(frontal pole)與迷津有關，而O. Foerster於腦病開刀時，用電激刺有知覺之病人之大腦頂回，當O. Vogt之第87區處，而得昏眩之感覺，因主張迷津中心應在頂回。Spiegel根據動物實驗，以之位於額回。吾人研究大腦皮層之細胞構造時，見額極屬於Subregio frontopolaris densogranularis (mihi)之49.50.51 諸區，第IV層內多粒狀細胞，而第III及第VI兩層中有較大之錐形細胞，或者適於吾人身體之感覺與動作之調合。故假定其與身體平衡有關。惟尚待大腦皮層病理構造(Pathrarchitecture)之證實耳。

至於聯想(Assiation)在大腦皮層內之投射中心問題，至今猶未能決定。聯想為大腦較高之功用，應有主司之中心，殆無疑問。Flechsig據髓鞘發生(Myelogenesis)之先後，斷定大腦皮層各部功用之高低。功用最低之部，如感覺動作視聽嗅味諸中心，髓鞘發生最早，為初生區域(Primary fields)，而前腦(Stirnhirn)中央之部與頂回中央之部，髓鞘發生最遲，因斷定此二區為聯想中心。O. Vogt極力反對此說，而C. V. E. Hornum則附和之。最近Max de Crinis研究神經細胞之樹枝發生(dendrogenesis)，亦見此二區之錐形細胞樹枝(dendrites)，發達最遲，故亦自對於Flechsig，主張前後聯想中心(association center)之存在。平心論之，各家持見皆不免於狹窄證據亦嫌不足。若意最單純之感覺與動作，或可由大腦皮層內某固定區域司之。若夫複雜之功用，須同由大腦若干中心聯合調節(Coordination)始可運行而有濟。分工不厭求詳，合作亦不求盡善。Herrick亦主張大腦皮層內定位之功能(localized functions)與總合之功能(integrative functions)當並行而不悖。觀於大腦皮層內聯絡通道之多，則於吾人身體各部功能之進行，與人格之保持，思過半矣。

中國遷移蝗之變型現象及其在 國內之分佈區域

鄒 鐘 琳

引 言

自蘇聯 Uvarov 氏，在北高加索考察遷移蝗 (*Locusta migratoria* L.) 之生活史情形，發現以前昆蟲學家，所記載之兩種蝗 *Locusta migratoria*, *Locusta danica* 在形態、顏色、習性，雖彼此有異，但事實上仍為同種。氏於 1921 年，倡立「蝗蟲變型學說」(Phase theory of Locust) 後復經 Johnston (1926), Zolotarevskii (1929), Johnston and Maxwell-Darling (1931) 以及 Faure (1932) 諸氏之實驗，證明尤氏所倡之學說，頗為確切。自 1921 年以後，昆蟲學界之動物學家，如 Ward (1930), Imms (1931), Allee (1931) 等氏，於所考察之，所引徵蝗蟲變型現象，以多型性蝗 (Polymorphic locust) 之變異情形在種類中，呈多型性。經昆蟲學家研究者，除 *L. migratoria* L. 外，尚有 *Locustana pardalina* Wals. (南洲), *Neomedetera septemfasciata* (非洲), *Schistocera gregaria* (Forsk.), *Dociostaurus maroccanus* (Thoms) 等蝗，而遷移蝗 (*L. migratoria* L.) 在中國，關於形態與習性之變異情形，尚乏人研究。

關於尤氏所倡蝗蟲變型學說之要義謂「遷移蝗之發生，恆呈不定期之猖獗現象，前人（於 1921 年以前）對於該種蝗之形態，共倡謂單形性 (Monomorphic locust) 但由變型學說上觀之，則為多型性，其變異在初期之體色，及蝗體前胸背片 (pronotum) 之形狀與前翅之長短，更為顯著，凡屬聚生型之蝗，體色頗為固定，具有一定黑色與橘色或黃色或橘黃色之混合之斑紋，在蝗期之前翅較長，而前胸背片之兩側，較為緊縮，散生型在初期體色之變異頗多，但從不現聚生型之黑色與橘色斑紋，同蝗之前翅較短，前胸背片隆起，兩型之形態上之分別，頗為明顯，如與蝗之個體（多）聚生時，則與蝗體之色斑、形態、介於聚生型與散生之間。」

關於蝗蟲變型現象內，各型所用之專門名詞如下：

1. 散生型 (Phase solitaria) 謂蝗是散生生活者，

2. 聚生型 (Phase gregaria) 蝻蝗呈聚生生活者，
 3. 轉變型 (Phase transiens) 蝻蝗之習性與形態呈轉變型者。

1929年 Zolotarevsky 氏，將轉變型更分為下列兩型：

- a. 轉聚型 (Congregans) 由散生型變向聚生型之形式，
 b. 轉散型 (Dissocians) 由聚生型變向散生型之形式。

遷移蝗在中國之產地，歷年繁殖極呈週期性之猖獗，即平靜若干年後，大發生一、二年，後復歸常態，其在南京附近者，歷年發生多少不一，在猖獗之年，蝗羣常自江蘇北平飛來，（大多在洪澤湖灘地）停落於京郊荒山坡麓或蘆葦地，致當年或翌年夏秋發生有大羣跳蟲與飛蝗，惟發生一、二代後，（夏季或秋季）又復呈平靜，此種狀況，由來已久，故在南京舉行本題試驗，在環境上頗為適宜。

本試驗舉行地，在南京中央大學農學院之農場，野外調查及觀察地點，多在南京郊外之八卦洲、江心洲，及其他西南各地者，文內大部份之試驗工作，均在1935年舉行，而實地之調查，有多年之繼續，本文原有照片八張，彩色圖十二張，遷移蝗兩型在國內分佈圖一張，皆因現時印刷不便，故均缺。

試驗方法與材料

本文內試驗所用之材料，一部份為1934年聚生型蝗所產之過多卵，保存於實驗室土內，至1935年四月中旬，蟬化後，即分別飼育於以下五種飼育籠內，別一部份材料，乃當年（1935）初夏在田野間採得，（散生型與聚生型均有）飼育籠之式樣與大小如下：

- 第一種 圓形，鐵紗籠，直徑六寸，高一尺五寸（市尺），共用五十個。
 第二種 長方形鐵紗籠，邊闊一尺五寸，高二尺，共用十個。
 第三種 長方形鐵紗籠，邊闊二尺，高四尺，共用五個。

除上述三種飼育籠外，更有溫室一間（8' x 12'），及大銅紗圍（10' x 20'）一間，專以供形成散生型蝻蝗試驗之用。

籠內所飼蝻蝗之食物，有玉米幼苗，小麥苗，及其他禾本科雜草，或先種於地上，然後將飼育籠置上，或在各飼育籠內，每日分別飼二次，當蝗產卵時，飼育籠內，每日撒水少許，使土面不致過硬，在產卵蝗之籠內，每日掘土檢視，所得之卵，按日分別放於扁平玻璃皿內，皿底先放濕潤之吸水紙，藉以保持蝗卵孵化時所需之水濕，蟬化後，即放於飼育籠內飼養。

遷移蝗在試驗及調查中所發現之顏色

根據在田野調查及試驗籠內之觀察，遷移蝗之體色分為下列兩大類：

甲、聚生型色

凡蝻繁殖極多，聚生成羣，常行遷移，在體軀上發現本類之體色。

A. 蝻期各齡之顏色

- 第一齡 初孵化之蝻為淡黃色，入後體色漸黃，大羣之蝻，在第一齡之末期略成黑色。
- 第二齡 第二齡末期之蝻，頭為赤棕色，前胸背片之中央，生有黑斑，兩側為赤棕色，腹部各節亦然。
- 第三齡 第三齡末期之蝻，體色與第二齡相同，在前胸背片之前緣，常現呈白色，翅芽為黑色，腹部各節為灰色。
- 第四齡 第四齡末期之蝻，頭部呈棕色或赤棕色，頭頂微黑，複眼後之兩條黃色斜線，較第三齡時更為顯明，前胸背片之中央部（背面）為黑色，中央縱線呈棕色，前緣常呈白色，其後緣為黃色，兩側為棕色或赤棕色，翅芽呈黑色，腹部呈灰黑色，六足節呈棕色或赤棕色。
- 第五齡 第五齡末期之蝻，大致與第四齡相同，惟翅芽更形發達。

B. 蝗之顏色

由聚生型化成之蝗，全體呈灰棕色，前胸背片之兩側，有二條縱行黑色斑紋，前翅密小生小深棕色點，後翅基部呈黃色，後足脛節呈淡黃色。

乙、散生型色

散生型之蝗蝻為數較少，並孤獨生活於雜草玉米田或蘆葦灘內，體軀上之顏色，頗不一定。

A. 蝻之顏色

散生型蝻各個散居，絕無數十個羣聚一處，亦不遷移，生活於玉米、高粱、或雜草叢內，體色變異極多，有青、綠、黃、象牙黃、淡灰色、深灰色、棕灰色、黃棕色、深灰棕色等，此等顏色，全體分佈一致，在頭部與胸部所具之赤棕色，亦消失無餘，前胸背片中央之黑色斑，亦不存在。

B. 蝗之顏色

由綠色、青色蝻所化成之蝗，其頭、前胸背片、中後胸側片及後腿節，均為綠色，有時頭及前胸背片，兩側之二條縱行黑紋，微有存在，前翅與後翅之色，與聚生型蝗相同，前中兩足各節，為淡灰棕色，脛節為黃色或淡紅色，由灰色及棕灰色蝻所化成之蝗，全體概作深灰色，無其他色斑之相雜。

丙、轉變型色

蝻之顏色，介乎散生型與聚生型之間。

遷移蟻體軀測量部份之解釋

關於測蟻體若干部之長短。過去。曾以形體之差異，Zolotar-Vsky 氏(1929)用下列之字母，代表體軀上若干部份之長度。1934年萬國蟻類會議，決定用其他字母，以代表蟻體上應測之部份，惟本國試驗，於1935年開始，當時已採用前測測蟻體，對於1934年所定之新制，未及採用。

A = 前翅之長，在前翅基部Sc及R脈間之陷處至翅之末端。

W = 前翅之最闊處，在前翅介於後腿節末端處與翅末端之中間部最寬。

F = 後腿節之長。

H = 前胸背片之高度。

M = 前胸背片收縮度。(即前胸背片兩側向內之收縮度)。

T = 頭部前面寬度。(稍在大顎之上)

$\frac{A}{W}$ = 前翅長與翅寬之比。

$\frac{A}{F}$ = 前翅長與後腿節長之比。

$\frac{M}{T}$ = 前胸背片收縮度與頭部前面寬度之比。

$\frac{H}{T}$ = 前胸背片高與頭寬度之比。

Havrov 氏(1918)曾將此等測量之結果，聚生型之前胸背片平或下陷而不隆起，前翅較長，後腿節較短，凡此諸點均與散生型蟻不同，Favre 氏(1932)曾將此等測量之結果，與 *Colletes hirticornis nigra-orioides* 兩型之體軀測量之結果與尤氏(1918)所定之散生型蟻之測量結果，H/F 散生型為大，而 A/W 之數值則較小。

中國遷移蟻體上之測定

根據上列體軀上各規定部份1935, 1936兩年，在南京八卦洲，及江心洲，採集蟻之各型，加以測定，所得結果如下：(單位為 $\frac{1}{64}$ 英寸)

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
	1935年夏蝗聚生型體大多為灰棕色其後一代即趨變散生型 (量100對)	1935年夏蝗聚生型體不密之聚生型體有綠色及棕色其後一代即為散生型 (量90對)	1936年秋蝗近散生型體多綠色各個散生不成羣 (共量150對 7/10-21/10)	1936年秋蝗近散生型綠色但尚有羣聚狀況 (共量150對 7/10-21/10)	1936年綠色大型散生型秋蝗之量度 (共量30對 8/8-15/8)
A	♂ 97.4498 ♀ 114.8036	113.2351 125.7100	108.77 127.57	102.40 123.18	119.40 136.57
W	♂ 17.2595 ♀ 20.1818	20.4017 22.0317	18.78 21.53	18.81 21.49	20.50 23.50
F	♂ 51.0063 ♀ 58.4464	56.0067 60.8300	56.19 65.01	54.65 63.64	59.67 70.64
H	♂ 17.9810 ♀ 22.4732	20.1686 22.7900	19.69 23.72	19.02 23.47	20.50 25.50
M	♂ 12.7232 ♀ 15.8571	14.2517 16.3517	13.90 16.88	13.39 16.77	15.40 18.65
T	♂ 15.2785 ♀ 17.2871	17.1383 19.5483	16.08 20.01	15.14 18.98	17.15 21.60
M/T	♂ 0.8314 ♀ 0.9173	0.8315 0.8371	0.8335 0.8644	0.8844 0.8840	0.8980 0.8031
H/T	♂ 1.1763 ♀ 1.2999	1.1767 1.1658	1.2245 1.1854	1.2563 1.2366	1.1053 1.1806
A/F	♂ 1.9105 ♀ 1.9642	2.0227 2.0649	1.9357 1.9623	1.8737 1.9356	2.1418 1.9333
A/w	♂ 5.4870 ♀ 5.6284	5.5527 5.7059	5.7917 5.9252	5.4139 5.7320	5.8241 5.8115

由上列所測得之數值，可知遷移蝗體軀上若干部大小，長短之變異如下所示：

1. 不論為聚生型與散生型。雌蝗較雄蝗為大，同時散生型蝗，較聚生型蝗為大。
2. 在體軀所測得之各部中，(a) 前翅長與翅闊(A-W)，有正相關，即翅愈長，中部愈闊，(b) 前翅長與後腿節之長(A-F)有正相關，即翅愈長，後腿節亦等度長，1935年測得其相關係數為0.7453±0.0173 (c) 前胸背片之高與其兩側之收縮度(H-M)亦正相關，即前胸背片隆起愈高，兩側愈寬，1935年測得其相關係數為0.8887±0.0015 (d) 前胸背片與頭之寬度(H-T)亦略呈正相關，(e) 翅長與前胸背片高(A-H)無甚關係。

3. 各蠅羣內蠅體之大小差異頗甚，此種差異，因各羣體生活環境之不同所致，在1935年調查，同為散生型蠅，體軀各部大小之相差，極為顯著。

試驗結果與討論

(一) 由散生型轉變至聚生型。

A. 散生型之來源與性狀

本試驗所用材料，乃1935年五月，採自南京城外江心洲，此等蠅均為單獨生活，常居留於禾本科雜草及玉米、高粱等田內，或常停息於土面，行動不活潑，無遷移現象，其前胸背片，隆起頗高，體軀顏色變異極多，計有青、綠、黃、象牙黃、淡灰、深灰、棕灰、黃棕、深棕灰等，全體斑紋極少，由實地考察之所得，蠅體色之不同，與其生活環境之顏色，有密切關係，凡在玉米、高粱及其他綠草中者，體均綠色，其生活於麥田中至四月末麥成熟時，蠅體多呈灰色或暗灰色，由綠色蠅化而成之蠅，頭胸背及後腿節均為綠色，但由灰色或暗灰色蠅所化而成之蠅，仍作灰色及暗灰色，全體亦無其他色斑之相雜。

B. 試驗方法與結果

由田野採得之散生型蠅，(第三齡)飼育於紗籠內，(1936年六月)所化而成之蠅，均為散生型，產卵後所孵出之蠅，以300個(第三代之散生型)飼養於第二種籠內，定期各齡體色之變化，如下表所示：

試驗結果 (1)

齡期	體色	油綠色	海沫綠	棕色	酪黃色	象牙黃	深橄欖	淡灰	深灰	近聚生	聚生
		綠色	綠色				色	色	色	型色	型色
第一齡							300				
第二齡							17		10	20	
第三齡	6				1	5		7		18	
第四齡	2	1	1	1		1			6	17	
第五齡	4										26
蠅	2										24

本文記載蠅蠅所用顏色標準均根據 Robert Ridgway: "Colorstandards and color Nomenclature" 一書所載之色度及名稱如油綠色 (Oil green), 海沫綠 (Sea foam green), 木棕色 (Wood buff), 酪黃色 (Cream buff), 象牙黃色 (Ivory yellow)

、深橄欖色 (Deep olive buff) , 淡灰橄欖色 (Light grayish olive) 等 , 此外更增加近聚生型色 (Reduced gregaria color) , 聚生型色 (Gregaria color) 。

由上表所錄 , 第五齡蛹與蝗所占各型之百分數如下 :

蛹(第五齡)	散生型	13.34%	蝗	散生型	7.67%
	轉變型	0%		轉變型	0%
	聚生型	86.66%		聚生型	92.33%

由上列試驗所得之蝗各部之量度如下 :

性別	測量 蝗數	M	T	H	F	A	W	M/T	H/T	A/F	A/w
♀	16	15.00	17.47	20.50	57.44	112.31	19.97	.8586	1.173	1.955	5.624
♂	12	13.00	14.92	17.75	51.63	98.08	17.75	.8715	1.1879	1.8999	4.526

2. 用來源相同之蛹35個 , 飼育於第三種籠內 , 其體色之變異如下 :

試驗結果 (2)

齡數	體色	油綠色	海沫綠色	木棕色	酪黃色	象牙黃色	深橄欖色	淡灰橄欖色	深灰橄欖色	近聚生型色	聚生型色
第一齡								35			
第二齡							28				
第三齡								24			4
第四齡							20	2			
第五齡							14	3		2	1
蝗				13					3		5

蛹(第五齡)	散生型	70.0%	蝗	散生型	61.90%
	轉變型	25.0%		轉變型	14.29%
	聚生型	5.0%		聚生型	13.81%

由上列試驗所得蝗各部之量度如下 :

性別	測量 蝗數	M	T	H	F	A	W	M/T	H/T	A/F	A/w
♀	10	15.95	18.75	22.85	62.25	117.95	20.00	.8507	1.219	1.895	5.8975
♂	11	13.27	15.41	18.64	53.96	99.50	18.09	.8614	1.209	1.8445	4.999

3. 用來源相同之蠅300個，在溫室內飼育於第二種籠中，其體色之度異如下：

試驗結果(3)

齡數	體色	油綠色	海沫綠色	木棕色	階黃色	象牙黃色	深橄欖色	淡灰橄欖色	深灰橄欖色	近聚生型色	聚生型色
第一齡								300			
第二齡							1	38			200
第三齡								2		2	180
第四齡										6	139
第五齡									4		110
總				3					3		101

蠅 (第五齡) 散生型 0% 轉變型 3.5% 聚生型 96.5%
 蠅 散生型 2.8% 轉變型 2.8% 聚生型 94.4%

由上列試驗所得之蠅各部之量度如下：

性別	測量蠅數	M	T	H	F	A	W	M/T	H/T	A/F	A/W
♀	51	15.30	17.94	21.21	56.23	111.73	19.51	.8530	1.182	1.987	5.727
♂	56	12.96	15.29	18.15	50.47	97.04	17.63	.8475	1.187	1.923	5.506

討論：根據上列三種試驗結果：

1. 多數散生型蠅，生活於狹小飼育籠內，體軀上顏色，能於一代中，轉變趨聚生型。

2. 如飼養籠之體積稍大，蛹數較少，則散生型蠅，體色之轉變成聚生型者較少。(試驗結果2)但蛹期時，外界溫度增高，(在溫室內舉行，試驗結果3)蠅之活動更甚，散生型轉變成聚生型之百分率亦增多。

3. 兩型在體軀各部量度上之差異如下：

(a) 體形大小各部呈相等之差異，如由試驗2所得之散生型，體積較大，因此各部之量度亦較由試驗1,3所得聚生型蠅之各部為大。

(b) H/T，及A/F兩數值在散生型較聚生型為大。

(二) 由聚生型轉變至散生型

A. 聚生型之來源與性狀

本試驗所用材料，於1934年九月，採自南京郊外八卦洲，捕獲頗密，體色均呈聚生

型，此種蝗產下之卵，保存於實驗室內，至1935年春孵化後，即舉行下列之試驗：

B. 試驗方法與結果

在實驗室內孵出之聚生型聚，以230個飼養於銅紗園內，各齡體色之變異如下：

試驗結果(4)

齡數	體色油綠色	海沫綠色	木棕色	酪黃色	象牙黃色	深橄欖色	淡灰橄欖色	深灰橄欖色	近聚生型色	聚生型色
第一齡							230			
第二齡						52				
第三齡			37						2	
第四齡	2		19						1	
第五齡	8		4					1		
蝗	6		1					3	3	

散生型 92.3% 散生型 53.8%
 轉變型 7.7% 蝗 轉變型 46.2%
 聚生型 0% 聚生型 0%

由上列所得之蝗體軀各部之量度如下

性別	測量蝗數	M	T	H	F	A	W	M/T	H/T	A/F	A/W
♀	6	17.25	19.17	24.50	66.58	123.75	20.83	.9000	1.278	1.859	5.940
♂	7	14.42	15.92	19.58	57.08	104.50	18.67	.9058	1.230	1.831	5.593

次用相同之蛹 800 個，飼養於溫室內之一房間內(8'×10')，蛹體顏色之變異如下：

試驗結果(5)

齡數	體色油綠色	海沫綠色	木棕色	酪黃色	象牙黃色	深橄欖色	淡灰橄欖色	深灰橄欖色	近聚生型色	聚生型色
第一齡							300			
第二齡	1		5			11		2	2	200
第三齡	29		6	6		3		1	44	15
第四齡	52	6	6		1			1	23	14

第五齡	54	3	1			3	16	17	3
蟪	46	2	2			4	8	11	25

散生型 59.8% 散生型 58.1%
 (第五齡) 轉變型 37.1% 蟪 轉變型 15.1%
 聚生型 3.1% 聚生型 26.8%

由上列試驗所得之蟪各部之量度如下：

性別	測量 蟪數	M	T	H	F	A	W	M/T	H/T	A/F	A/w
♀	42	16.26	18.71	22.55	61.05	122.09	20.58	0.8690	1.205	2.000	5.932
♂	53	13.22	15.35	18.58	52.85	103.22	13.20	0.8617	1.210	1.953	5.670

討論：根據上列試驗結果1.聚生型蟪於一代內，能因生活環境之寬廣而向散生型演變，2.溫度增高，蟪生活環境雖仍寬廣，但可促進聚生型百分數之增多，3.由試驗4.5.所得之蟪，在體軀上量度之差異頗為凌亂，此乃為時太短，體軀上無顯著之差異也。

(三)聚生型蟪在狹小飼養籠內生長之結果

聚生型蟪之來源與試驗方法

再用相同之蟪300個，飼養於第二種籠內，各齡體色之變異如下：

試驗結果(6)

齡數	體色 油綠色	油綠色 油綠色	木棕色 酪黃色	象牙 黃色	深橄欖 黃色	淡灰 橄欖色	深灰 橄欖色	近聚 生型色	聚生 型色
第一齡									300
第二齡							1	4	250
第三齡							3	3	150
第四齡	1					2	1	2	100
第五齡	1						2	2	58
蟪	1				3		2		55

散生型 1.5% 散生型 1.6%
 (第五齡) 轉變型 6.3% 蟪 轉變型 8.2%
 聚生型 92.2% 聚生型 90.2%

由上列試驗所得之蝗，體軀各部之量度如下：

性別	測量 蝗數	M	T	H	F	A	W	M/T	H/T	A/F	A/w
♀	24	16.19	19.18	22.35	60.46	118.47	20.56	.8405	1.166	1.960	5.754
♂	24	13.52	16.00	19.04	53.88	103.17	18.38	.8451	1.190	1.915	5.615

(四)散生型蝗在寬大飼養籠內生長之結果

散生型蝗之來源與試驗方法

由散生型蝗(1935年六月採得)所產之卵，化為蛹後，取300個，飼養於溫室內一單獨之房間中(8'×10')各齡體色之變異如下：

試驗結果(7)

齡數	體色	油綠色	海沫綠色	木棕色	酪黃色	象牙黃色	深橄欖色	淡灰橄欖色	深灰橄欖色	近聚生型色	聚生型色
第一齡								200			
第二齡	3			2	15	2		200			
第三齡	19			16	14		3	100			14
第四齡	32	3		14	5	3		4	10	7	8
第五齡	30			3	2	10		8		23	5
總	27	1		6	12				4	3	28

散生型	55.5%	散生型	56.8%
轉變型	38.3%	轉變型	8.6%
聚生型	6.2%	聚生型	34.6%

本試驗籠之生活環境，雖頗寬大，但因種植玉米之面積，祇佔全室面積之一半。蝗在第三、四齡時，常羣聚於玉米葉上，同時溫室內溫度頗高，蝗常跳動，并往來於室內。

由上列試驗所得之蝗，體軀各部之量度如下：

性別	測量 蝗數	M	T	H	F	A	W	M/T	A/T	A/F	A/w
♀	59	15.97	18.53	22.46	61.08	115.38	20.34	.8614	1.212	1.889	5.673
♂	51	13.34	15.45	19.04	53.24	101.99	17.59	.8636	1.232	1.916	5.799

(五)兩型雜交後飼養之結果

散生型蝗與聚生型蝗，彼此互交，是否能影響其後代體形顏色之變異，根據本試

第三齡									20
第四齡	2					1	3		10
第五齡	2					2	1		9
蝗	2					2			6

散生型 14.3% 散生型 20.0%
 轉變型 21.4% 轉變型 20.0%
 聚生型 64.3% 聚生型 60.0%

以上試驗內，皆自第二、三齡起，即趨向聚生型而轉變，至第四、五齡時更為顯明

散生型蝗與聚生型蝗產卵數之考查

在南京歷年之調查，散生型蝗，體軀較聚生型為大，兩型雌蝗之產卵數，差異頗為顯著。計算雌蝗產卵之方法，用第一種飼養籠，每籠飼養甫經羽化之蝗一對，每日飼以新鮮禾本科草，約十日後，每隔三、四日，發掘籠下之土，檢視雌蝗所產之卵數，此種工作，直至蝗死為止，所得結果如下：

聚生型蝗產卵記載表1935夏蝗

號數	每卵塊卵數	總卵塊數	總卵數	平均數	標準差		
1	53366	5856	5	263	52.6 ± 9.63		
2	6251	473656	6	252	60.4 ± 9.81		
3	594821	585250	496126	9	424	47.1 ± 14.22	
4	533	1645	512430	38	8	310	38.8 ± 11.26
5	575260	543555	462643	9	423	47.5 ± 11.04	
			總計	36			
			平均	77			

每卵塊卵數=46.6±10.98

散生型蝗產卵記載表 1935 夏蟥

號數	每卵塊卵數	總卵塊數	總卵數	平均數	標準差
1	46 69 75 40 49 50 57 46 40	9	470	52.2	± 11.87
2	58 64 70 48 54 39 53 41	8	447	55.9	± 9.06
3	48 46 60 42 42 65 56 57 55 58 46 41 54 31 46 46 42	17	835	49.1	± 8.67
4	50 50 52 29 50 52 32 44 32 42	10	433	43.3	± 9.12
5	75 79 75 65 68 64 39 50 29	9	544	60.4	± 17.38
6	57 61 59 61 16 69 46 57 44 58 56	11	614	55.8	± 7.66
7	52 49 16 16 56 48 42 32	8	373	46.6	± 7.01
8	48 38 36 11 53 13	6	259	43.2	± 6.37
9	69 57 6 56 64 67 67 65 58 45 37	11	618	58.9	± 9.95
10	46 40 51 46 44 32 33 29	8	311	38.9	± 8.06
11	64 65 65 65 64	5	313	62.6	± 2.30
12	85 34 76 68 63 70 49 38	8	538	67.3	± 16.25
13	89 40 28 23 35 60 34 68 48 64 48 56 54	12	860	71.7	± 18.58
		總計	= 122	6645	
		平均	= 9.4	511	

每卵塊卵數 = 54.4 ± 11.13

南京郊外遷移蝗變型之情形

自1929—1936年，南京郊外如江心洲，八卦洲以及其他荒山受自江蘇北部遷落之蝗羣，共有一次（1929, 1932, 1933,）1933年，大羣秋蝗停落於上述兩洲之後，即產卵於蘆灘及草地上，至1934年初夏，兩洲蘆灘地，曾發生大羣之夏蟥，至六月下旬，此項蟥羣即發現寄生菌（*Empusa grylli*），蟥之死亡率極大，因此化成之夏蝗為數極少，致當年所發生之秋蟥，羣體極疏，大多散生於草叢及玉米、大豆田內，體色大多呈綠色，

總數	5	22	136	150	238	41	39
聚生型所占之百分數	40	32.13	51.47	9.3	0	0	0

由上表記錄，該羣散漫之蟪，因羣體不密，漸趨向散生型而轉變，至1936年夏，該羣蟪全是散生型。

1936年五月下旬，在八卦洲蘆灘上，又發現一羣聚生型之蟪，當地居民，放鴨啄食，因此所成夏蟪，為數無多，是年秋間所化成之秋蟪即不復成羣亦不遠地遷飛，至1937年六月十五日，在該地調查於雜草內所得之夏蟪，散生型占93.9%，轉變型占6.1%，

在南京郊外，曾調查蟪羣之密度，至何種程度，蟪之體色與羽性始見聚生型，1937年六月十二日，在江心洲，一小河之兩岸發現小羣之蟪，其密度每一平方米內，有第四、五齡之蟪15—31個，就中各型所占之百分數如下：

	散生型	轉變型	聚生型
1. 各型個數	14	15	171
2. 各型所占百分數	7%	7.5%	85.5%

在田野觀察如蟪羣密度較此數為高，則大多均為聚生型；如較上錄密度為低，則蟪漸趨變為散生型。

積多年實地之調查，遷移蟪在南京郊外發生情形，頗為顯明，當蘇北或皖東，蝗患猖獗之年，南京郊外，當年（大多在秋季）常遭受蝗羣降落之患，明年初夏，即在聚生型蟪之發生，此類蟪羣之發生，視上年秋季蟪遺卵之多少而定，聚生型蟪，在五六月時，恆染寄生菌之寄生，至其棲息密度，大為減少，因此在秋季，往往不復再有大面積聚生型蟪羣之發生，或蝗患竟告平靜，原來自蘇北蔓延所及之蟪，其能連續二三年，在八卦洲，江心洲發生聚生型之蟪或蝗者，為數極少，但散生型之蟪與蝗，每年夏秋，在南京郊外，荒山坡上或蘆葦灘內，均可採得，體為綠色，蟪行動遲鈍，棲居於草葉下，前胸背片隆起頗高，蝗體頗大（參攷前節密度內）頭前胸背片及中後胸背片，均呈綠色，平時隨飛隨停，絕不羣聚，作遷移之飛翔。

散生型蟪之產卵率，較聚生型為高（參攷前節記載）在南京郊外情形，由散生型蟪，因繁殖密度增高而演成聚生型者，尚未發現，平常蟪羣至疏散時，生活在草下或玉米、大豆田內之蟪，常遭受麻雀、蛙及其池鳥類之吞食，就中被麻雀吞食者為數更多。

南京每年四月下旬至六月為梅雨季節，空中相對濕度，常達飽和狀態，即在八、九兩月，相對濕度，亦屬頗高，此種高濕度，極適於蟪為寄生菌之繁殖，麻雀為中國揚子江流域，最普遍之鳥，遷移蟪在此種氣候及天敵條件限制之下，其繁殖密度，當無由增加，此為南京附近，遷移蟪之由聚生型而演變成散生型之主要原因，同時散生型蟪之繁殖數，因天敵年呈減少趨向，無法增多而復成聚生型。

遷移蝗各型在國內之分佈

關於遷移蝗在中國之分佈作者(1935)前曾圖示概要，其原產地為江蘇之北，山東之南，安徽之東，其間如洪澤湖，微山湖等之灘地，與夫其他低濕之草澤以及濱海之蘆葦地，如遇天氣亢旱，有大羣蝗蟲之產生，當年蝗之分布地，北可達北平，秦皇島等地，南可及杭州灣，西可抵河南之中部。

1935年，黃其林氏，在陝西武功，採得遷移蝗之散生型，(頭，前胸背片及中胸之側片及後腿節均綠色)，1936年十月下旬，作者在重慶沙坪壩以及1938年蔣堯氏於西康之雅屬亦採得本種蝗之散生型，1938年彭遠詩氏在西康之太寧，亦採得綠色之散生型蝗，惟體形頗小，前胸背片亦頗隆起，1939年七月黃兆生氏在理番之羊角登採得散生型之蝗，頭前胸背片及後腿節均呈綠色，體長46mm，前胸背片隆起，1941年秋，作者在西康省寧屬之富林，農場等地，於荒草地上，採得散生型之蝗與跳，蝗為綠色，雌雄體積之大小相差頗大，前胸背片，遠不如武功散生型蝗之高，茲將在武功，富林及南京三處所得各型蝗之量度錄之如下：

1. 武功散生型蝗 (♀棕色)	2. 富林散生型蝗 (綠色)	3. 在南京試得之聚生型蝗 (即上述試驗6之結果)
A = 138.00	A = ♀ 125.00 ♂ 90.00	A = ♀ 118.47 ♂ 103.17
w = 24.00	w = ♀ 22.00 ♂ 16.00	w = ♀ 20.56 ♂ 18.38
F = 66.00	F = ♀ 62.00 ♂ 47.00	F = ♀ 60.49 ♂ 53.88
H = 26.00	H = ♀ 24.00 ♂ 16.00	H = ♀ 22.85 ♂ 19.04
M = 18.00	M = ♀ 19.00 ♂ 14.00	M = ♀ 16.19 ♂ 13.52
T = 18.	T = ♀ 20.00 ♂ 14.00	T = ♀ 19.18 ♂ 16.00

陝西本非發生蝗患之地，但亦可由河南中部所生之蝗羣而延蔓，民國二十年秋，豫中之蝗，(夏蝗由魯南遷至河南，繼續繁殖，秋蝗再向豫中西飛達陝西之武功，寶雞一帶)遷入陝境，曾一度發生聚生型之蝗羣，至今已十餘年，尙未有同樣之蝗羣入陝，在武功一帶，散生型蝗，則年年可以採得，在中國西南部如四川、西康、雲南、貴州、亦從未有飛蝗成災之記載。證之歷年在重慶、富林、農場及雅屬等地，所採得之散生型遷移蝗，非但為數極少，抑且寄生菌亦頗猖獗。(昆虫寄生菌在中國西南部之發生較揚子江下游為盛)根據上列各地之調查結果。

遷移蝗各型在中國分佈之區域如下：

- a. 聚生型蝗常發生區域 江蘇之北，山東之南，安徽之東。
- b. 聚生型蝗一時發現區域 江蘇之南(南京、鎮江等處)河南(東、北、中部)安徽(北、中部)河北(東、南、中部)山西(南部)陝西(南部)
- c. 永遠散生型區域 四川、西康、貴州、湖北、陝西。

總 結

1. 遷移蝗 (*L. migratoria* L.) 在中國之體色、習性、極不穩定，能因羣體之大小，疏密而起變異，即羣體密而大時，則在一代之內，可由散生型而演成聚生型在相反之試驗中，聚生型蝗如羣體疏散，而孤獨生活於草叢或玉米蘆葦地內者，則可於短少期內，演變為散生型。
2. 遷移蝗在體型之變異。(如前胸背片之隆起度，翅與後腿節之長度等)較為遲鈍，所需時間較長，遠不如體色及習性變異之迅速，凡散生型之蛹，生長於草叢下者，則將來化成之蝗，體為綠色，(頭、前胸背片、中後胸側片、及後腿節作綠色)其生活於土面或成熟麥田內者，蛹與蝗均呈灰棕色，灰色。
3. 溫度增高可增加聚生型蛹，蝗演成之百分數，換言之，即同數之蛹在野外飼養其未齡之蛹，呈聚生型之百分數，遠不如在溫室內飼養所成之多。
4. 散生型蝗與聚生型蝗雜交後，其後代之顏色，習性，及體形，仍隨環境之不同而異，並無遺傳之影響。
5. 散生型蝗之體積，較聚生型為大，同時兩型之雌者較雄者為大，散生型雌蝗，較聚生型雌蝗產卵為多。
6. 南京郊外之山坡或蘆葦荒地，每當蘇北皖東蝗虫猖獗之年，常遭遷移蝗之停落，此種聚生型蝗，能於明年夏秋，繼續發生聚生型雌與蝗，但不久因染寄生菌(*B. grylli*)之寄生致其羣體漸趨疏散，而使蝗變成散生型，在南京郊外，散生型之蝗，其棲息密度，從不能再行增加而演變至聚生型，平時散生型蝗與蛹在南京城外之荒野，均可採得，而聚生型，必俟蘇北遷來後，始能發生。
7. 遷移蝗各型，在中國之分佈如下：
 - (a) 聚生型蝗常發生區域：江蘇之北，山東之南，安徽之東。
 - (b) 聚生型蝗一時發現區域：江蘇之南(南京鎮江等處)河南(東、北、中部)安徽(北、中部)河北(東、南、中部)山西(南部)陝西(南部)。
 - (c) 永遠散生型區域：四川、西康、貴州、湖北、陝西。

參 攷 書 報

1. Faure I. C.
1932 The Phases of Locusts in South Africa.
Brit. Ent. Research Vol. xxII pt. 3. pp. 293-405
2. Uivarov B. P.
1928 Locust and Grasshoppers (London)
Chap. 10 pp. 144-168
3. The 4th, 5th, International Locust Control
4. 鄒鍾琳
中國飛蝗之分佈與氣候地理之關係及發生地之環境
中央農業實驗所研究報告第八號

提 要

Resume

Observations on the hibernation of the mosquitoes (*Culex fatigans* Wied, and *Anopheles hyrcanus* var. *sinensis* Wied) in the vicinity of Chungking.

C. L. Hwang.

1. *Culex fatigans* Wied and *Anopheles hyrcanus* var. *sinensis* Wied are the two most common species of mosquitoes to be found in the vicinity of Chungking. The former passed winter in the larval pupal and adult stage, while the latter only in the adult stage. The larval and pupal stages of *Culex fatigans* were both developed in the winter season.

2. It was found that *Culex fatigans* had no true hibernation, but only a temporary dormancy due to the low temperature of the winter in Chungking. A drop of temperature to 5°C would induce *Culex fatigans* to the inactive stage.

3. The males of the *Culex fatigans* died after the middle of January.

4. Only 3 or 4 adults was to each cubic meter after a careful observation of the population of the *Culex fatigans* in the laboratory room.

5. The pupal stage of *C. fatigans* can endure the low temperature

-1°C which is very rare in Chungking. The over winter female began to lay its egg rafts at 8th March.

6. The over winter adults of *Anopheles hyrcanus* var *sinensis* became active again in 12th March.

7. The over winter female of *C. fatigans* began to take the first blood meal in March 23th (mean daily temperature 16.5°C) and *Anopheles hyrcanus* var. *sinensis* in March 24th (mean daily temperature 20.3°C)

中德雲杉生長之比較

郝景盛

引言

我國現存森林面積甚小，其構成森林之主要樹種，為雲杉，原始森林未經人工管理，究竟此種天然林相所產木材若干？木材年產量多少？現在之林相有無缺點？如有缺點，此缺點安在？所產生之木材是否合乎現代工業之需要？凡此問題皆待吾人研究，筆者有見於國內林界同仁對此方面尚未注意，故先述所見，以就正於方家。

本文所依據之材料，關於中國方面者為筆者去年參加中華自然科學社所組織之西北科學考察團時，由陝西洮河流域所得之方葉杉，關於德國雲杉材料乃筆者在德國普魯士林局工作時所得。

一、洮河南岸方葉杉之林相述要

方葉杉為雲杉之一種，學名為 *Larix Wilsonii* Mast 據筆者研究國產雲杉計二十種（見拙著中國裸子植物誌），其分佈之主要地方為雲南之西北山地，西康山地，四川西北部松潘理番一帶，甘肅白龍江上游山地，洮河南岸山地，寧夏之賀蘭山，陝西南部之秦嶺（主要者為太白山），東三省之長白山及興安嶺等處。種與種之間區別甚微，然我國所產各種雲杉多為合直幹枝，木材潔白輕軟，為製紙漿之最上等原料。

方葉杉為我國西部之主要雲杉，故以之與海雲杉 *Picea excelsa* Link 比較，頗為吾人注意。

1. 被研究之方葉杉林所在地

由卓尼沿洮河西上，河之南岸，綿延數十里皆為方葉杉構成之森林，森林面積相當廣大，但林木幼小，超過百歲之樹木，實為罕見。本文所研究之雲杉林在打子多之東，打子多之南，沿洮河及沿中軍溝兩岸一帶。

2. 方葉杉林相記實

除少數幼小之樺木外，幾乎為純林，可分三級如左：

等級	每公頃株數	所佔之百分數
第一級	六	二
第二級	二〇〇	八〇
第三級	五〇	一八

第一級之林木年齡約為一百二十五歲，胸高徑粗約五二公分，第二級平均年齡為八十五歲，第三級約為五十五歲，全林封閉程度為0,3—0,4。林中灌木為：

Betula 灌木中之最主要者，由林邊望之，葉為淺綠色。

Salix 次於樺木之一種灌木。

Sorbus 已着雪白色之漿果，不普遍。

Berberis 二者皆已着紅色之果實。

Viburnum

Contoneaster 未着果實

方葉杉園林中灌木之生長，穿枝性特為翳然，去地表四至五公尺處無側枝，樹幹亭亭直立，頗為美觀。

林內多年生草本植物為數無多，主要者為：

Rubia 着生黑色果實。

Aster 開藍色花。

Aconitum 纏繞於他種灌木之上，藍花，頗為美麗。

Osmunda 此種羊齒表示出林地健康。

林內土壤厚度約二尺深，被雜草與樹葉遮蓋程度佔百分之八十。裸露之處甚少，壤為酸性土。

二、洮河南岸方葉杉與德國雲杉單株生長之比較

1. 高度生長之比較(參看第一圖)

德國雲杉平常分甲乙丙丁戊五種，甲種為生長最好者，乙種次之，丙種又次之，丁種以下更壞。本文只取德國雲杉甲種與丙種作比較，其餘從略，國產方葉杉亦具有顯著之優良性質，如幹直枝少，木材潔白等，但高度生長上較德國雲杉太差，二十五歲之方葉杉高度僅達二，六公尺，同齡之德國雲杉則平均高達九，一公尺，五十五年之方葉杉僅高十二公尺，德國雲杉在五十五年時已達二十三，一公尺，相差約為百分之五十。八十五歲之方葉杉高一七，五公尺，德國雲杉則高為三〇，七公尺，方葉杉至一百十五歲時高二三，二公尺，德國雲杉在一百十五歲時在甲種高三五，四公尺，在丙種高二七，五公尺。此種年齡與高度之關係，如用數目字表出之，則所佔篇幅太多，故從略，讀者可納味第一圖，即可推知年齡與高度之關係。

一般看來方葉杉之加高生長太慢，其主要原因並非由於甘肅氣候寒冷，或雨量太少等，實乃天然林株距太遠，林相之密度太稀。方葉杉林立地極好，因株距離，樹冠遂四散平伸，不問天空高長，枝葉繁茂，樹頭過大，則枝太粗，幹材內部有枝痕存在。

2. 徑粗生長之比較(參看第二圖)

以胸高徑粗之橫斷面為標準，不帶樹皮，只計其木材部分，方葉杉生長極好，在三十年時不及德國雲杉丙種，但在四十五年則可超過德國雲杉丙種，七十歲左右時約與德國雲杉甲種並駕齊驅，七十五歲後以後則超過雲杉甲種。此種徑粗面積之驚人增長速度，並不稀奇，乃理之自然，因方葉杉冠大枝多葉茂，所製造之炭水化合物特多，陽光可充分享受，但在幼小時期，根小，冠容有限，製造炭水化合物(即木材)之力量微小，如兩歲以下每公頃植三萬株樹與每公頃植一株樹，間別株數之生長量常相類似，即每公頃三萬株者不顯小，只栽植一株者亦不見大，方葉杉為天然林，幼年時株數不密(由高度與年齡之關係上推知之)，乃為事實，如第二圖所示，極為明顯。

年 齡	方 葉 杉	雲 杉 甲	雲 杉 丙
二五	一九	五七	二三
三五	四五	一二六	五三
四五	一五八	三三八	九八
七五	六六〇	六五二	二九五
一一五	一六三三	一四一九	六九六

左表皆以平方公分計，由高度生長與橫斷面積看，我國方葉杉生長極為良好，駕平德國雲杉甲之上。據吾人書本上所得之知識，德國林木之生長量若以同樣大小之面積為單位，其木材產量比美國大四倍，比其鄰邦如芬蘭、法國、波蘭等六二倍有奇。國產方葉杉如經營合理頗可與德國雲杉媲美，甚或有超過之希望。

3. 材積生長之比較(參看第三圖)

本節內論材積生長，仍以單株作比較，材積單立以立方公分計，至小數點之後四位為止，四捨五入，則在第二圖之曲線上不易表明。方葉杉幼年生長極為緩慢，在六十歲之前尚不及德國雲杉丙種，嗣後則逐漸加速，在七十五歲時已超過雲杉丙種。百歲之方葉枝每株可有一立方公尺之良好木材，在一百三十五年時，其木材容積已超過一，五立方公尺，在年齡與材積生長之曲線上，毫無新進之詞，故方葉枝輪伐間之決定，尚有待於來日之研討，本文中不能確定。德國雲杉甲種生長優良非方葉枝所能期及，如將方葉枝與德國雲杉甲乙丙種比較，單株以同一大小之木材容積計，則所需之年限有如左表：

雲杉種類	能生產之木材容積	所需之年歲
方葉杉	〇，五立方公尺	八八
德國雲杉丙	〇，五	〇〇

德國雲杉甲	〇,五	六五
方葉杉	一,〇〇	一一二
雲杉丙	一,〇〇	一三〇以上
雲杉甲	一,〇〇	八二

三、洮河南岸方葉與德國雲杉全林生長之比較(參看第四圖)

單株林木生長之好壞非林業經營之目的，造林工作之主要任務，在同一大小之地皮上，用最少之人工，最少之金錢，逐年產生在量最多在質最好之木材，方葉杉全林之生長量，以幼年密度不夠緊密，故增長極為緩慢，一百二十五年之方葉杉其木材之產量，每公頃僅一百二十立方公尺而已，德國四十年之雲杉丙種即可得此同樣之木材產量，在雲杉甲種只需要二十八年。由第四圖看來，我國方葉杉之天然林，至不合理，極待整理，方葉杉單株生長甚好，因幼年太疏稀，株數大小合計，每公頃僅二百五十六株，而德國雲杉二十五年時每公頃在四千株以上，故洮河方葉杉與德國雲杉相較，同樣面積，其一百二十五年中所產之木材約等於德國雲杉甲二十八年中所產者，等於德國雲杉丙四十年中所生產者。換言之，德國二十八年之雲杉林，其木積產量與洮河一百二十五年之方葉杉林木材產量相等，即方葉杉全長九十七年，不僅此也，且木材在質的方面，因枝多而幹為，木材內含枝葉特多，減少木材在工業上之價值，與德國雲杉亭亭直立；幹直不曲者相較，則有天淵之別矣。

四、結 論

中國方葉杉為國產重要雲杉之一，其單株之生長，因幼年密度太疏，故加高生長上太落後(如第一圖)，但在量之生長上，並不示弱，如徑之加粗與木材容積逐年之加增，皆可與德國雲杉比美(如第二圖及第三圖)。只因未經人工管理，全林之木材產量太小(如第四圖)。以國家之立場看，中國之木材損失太大，且木材在質的一方面多枝節疤痕存在，減少工業上的價值。

根據吾人研究之結果，可在此作一簡單之斷語，中國天然雲杉林極不合理，不僅木材生產太小，且質亦太壞，若施以適當之人工管理，不獨產量大為增加，且在木質方面還可供現代工業之需要。謂西北氣候乾冷，林木生長緩慢者，乃理想推測之言，與事實絕不符合。中國木材年損失(同樣面積產量小即等於損失)為數至巨，其損失之最大餘現存森林所生產之木材若干倍！中國現存之天然林非合理經營之結果，其所產木材不能充分供給建國中各種輕工業之需要(如木材汽油廠，造紙廠，軟片製造廠，兵工廠火藥

部，人造絲廠，軍用器材廠，木材化學廠，木材乾餾廠等），是則吾人不可不注意者也。

最後本文內所附圖之墨綫，乃施自耘君代畫，在此謝謝。

民國三十一年三月二十一日於中央大學

文 獻

Vergleichende Studien über den Zuwachs der chinesischen und deutschen Fichte

Von K. S. Hao

Dr. der Naturwissenschaften (Berlin)

Dr. der Forstwissenschaft (Eberswalde)

Unter Zuwachs versteht man die durch das jährliche Dicken und Längenwachstum der Bäume bekommende Zunahme der Höhe und Stärke und die dadurch erzeugte Vermehrung der Holzmasse eines Baumes oder eines Bestandes in einem bestimmten Zeitraume. An dem Einzelstamme ist daher erstlich der Höhenzuwachs, dann der Längenzuwachs, ferner der Stärkerder Durchmesserzuwachs und die damit gegebene Ausdehnung des Flächenzuwachses und endlich die Zunahme an Holzmasse als Massenzuwachs des ganzen Stammes zu unterscheiden; hingegen an einem Bestande ist hauptsächlich die Vergrößerung der gesamten Stammgrundfläche und des Holzmassenzuwachses.

Die hier von mir mitgeteilten Bestände von Fichte, *Picea wilsonii* Masters, sind in einem Teile der Provinz Kansu, also längs des Flusses Tao-ho, und zwar ungefähr 70 Kilometer westlich von der dem Ausländer ziemlich berühmten Stadt Minchow, beschränkt worden.

Der Bestand von chinesischen Fichten befindet sich sowohl an den östlichen Abhängen als auch an den nördlichen Abhängen des Gebirges in der Umgebung von dem Dorf, Da-tze-do und zwar zu einer Höhe von 3500 m. Die für den Wald wichtigsten meteorologischen Faktoren sind unbestreitbar die Niederschläge und die Temperatur. Eine genaue Darstellung der durch das ganze Jahr hindurch in diesem Gebiete beobachteten klimatischen Verhältnisse liegt leider heutzutage noch nicht vor. Nach meiner Beobachtung, kann man darüber sagen, dass die starken Sommerniederschläge hier für

die Entwicklung des Florentinischen sehr günstig zu sein sein scheinen. Die Wälder bestehen hauptsächlich aus *Picea wilsonii*, darunter kommen die anderen Baum-Arten bisweilen noch vor, wie z. B. *Betula japonica*, *Salix kokonoricæ* usw. Hier und dort kann man auch die roten Früchte tragenden Sträucher, nämlich, *Berberis*, *Viburnum*, *Cotoneaster*, *Sorbus* und so weiter unter den beherrschenden Waldbäumen häufig antreffen. Der Boden ist hier sehr feucht und daher fast überall von den niedrigen Kräutern bedeckt, davon vor allem die Gattungen *Rubia*, *Aster* und *Aconitum* anzutreffen sind.

Nach meiner Schätzung sollen die Standörter von *Picea wilsonii* ungefähr gleich wie die II oder III Bonität der in Deutschland wachsenden Fichte, *Picea excelsa*, entsprechend betrachtet werden. Die Fäume des Fichtenwaldes von *Picea wilsonii* habe ich nach dem Durchmesser der Stämme in 3 Klassen eingeteilt und zwar:

	Stammzahl je Hektar	Alter	Durchmesser ohne Rinde in cm.	%
Kl. I	6	125	52	2
Kl. II	200	85	33	80
Kl. III	50	55	16	18

Durch das Sektionsverfahren der Holzkunde sind die Stammanalysen der ältesten Fäumen mit Mühsamkeit genau bearbeitet worden. In den beigelegten Abbildungen zeigt sich nacheinander das Zuwachsresultat.

In der Abbildung 1 zeigt sich die Abhängigkeit des Höhenzuwachses von dem Alter des einzelnen Baumes. Der Höhenzuwachs wird nach Metern berechnet. In der Abbildung 2 wird sich die Abhängigkeit des Flächenzuwachses der Einzelstämme in Quadrat-Zentimetern herausgestellt. Die chinesische *Picea wilsonii* ist in dem Jungenjahre nicht so schnell gewachsen wie die deutsche *Picea excelsa*, aber sie übertrifft die die dritten Bonität gehörte deutsche Fichte von 40 Jahre, und sogar um 75 Jahre im Alter wächst sie noch eilender als die der ersten Bonität gehörende deutsche Fichte.

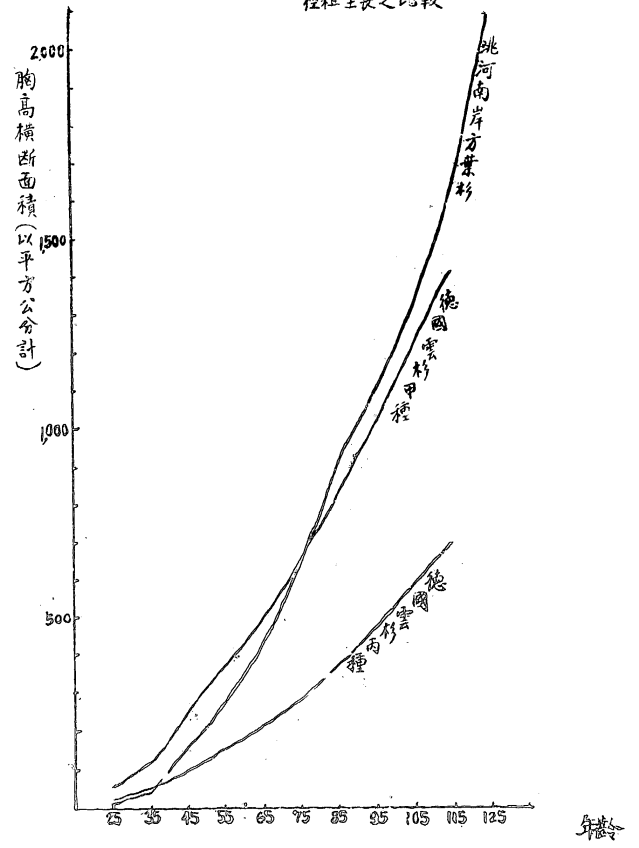
Der vergleichende Holzmassenzuwachs der Einzelstämme von *Picea wilsonii* und *Picea excelsa* sehen wir in der dritten Abbildung. Nach Kubikzentimetern wird das Holzmass ausgerechnet. *Picea wilsonii* wächst sich bevor 70 Jahre

noch langsamer als die deutsche Fichte (III Bonität), dann viel schneller, aber sie kann niemals mit der besten deutschen Fichte (I Bonität) im Gefolge h. gleiten.

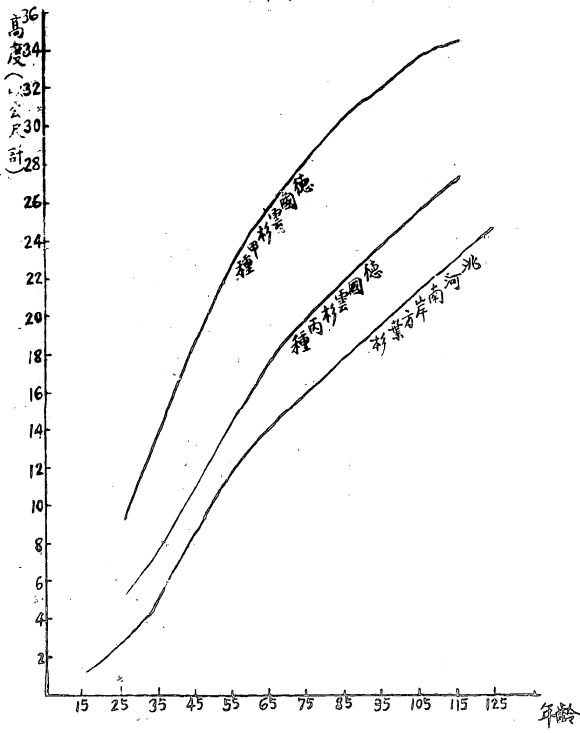
Der Gesamtholzmassenzuwachs des ganzen Bestandes von der chinesischen Fichte und von der deutschen Fichte wird, nach Festmetern je Hektar in der vierten Figur abgebildet. Der Ertrag von *Picea Wilsonii* ist deutlich viel geringer als der Vorrat von *Picea excelsa*.

Zum Schluss meiner vergleichenden Studien über den Zuwachs der *Picea Wilsonii* und *Picea excelsa* kann ich hier mit Sicherheit darüber betonen, dass der Standort in Süd-West-Kansu für Fichtenwälder sehr günstig zu wachsen ist, dass leider die Stämme des Urwaldes von Fichte nicht eng zusammengeklängt waren und dass dadurch eine ungeheure Menge von Holzmasse für China verloren geht.

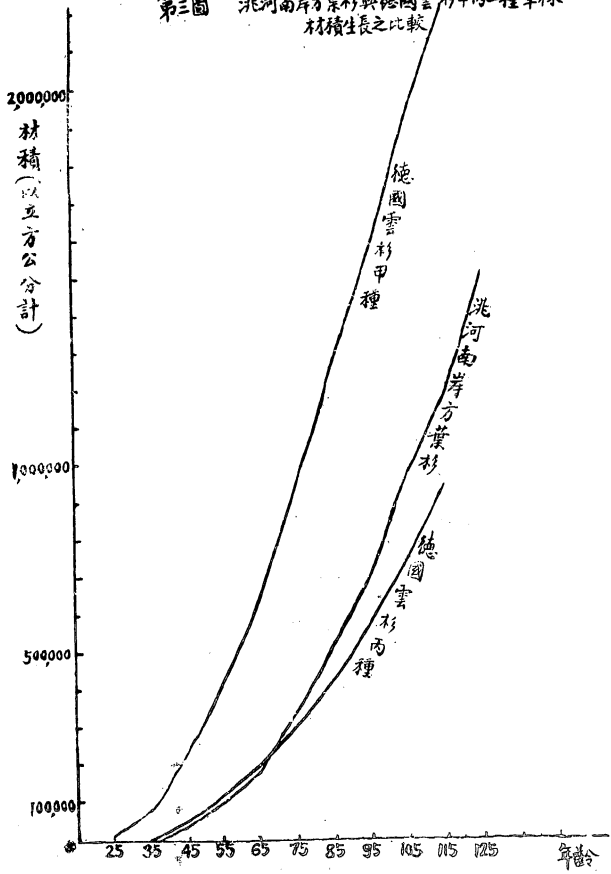
第二圖 洮河南岸方葉杉與德國雲杉甲丙二種單株
徑粗生長之比較



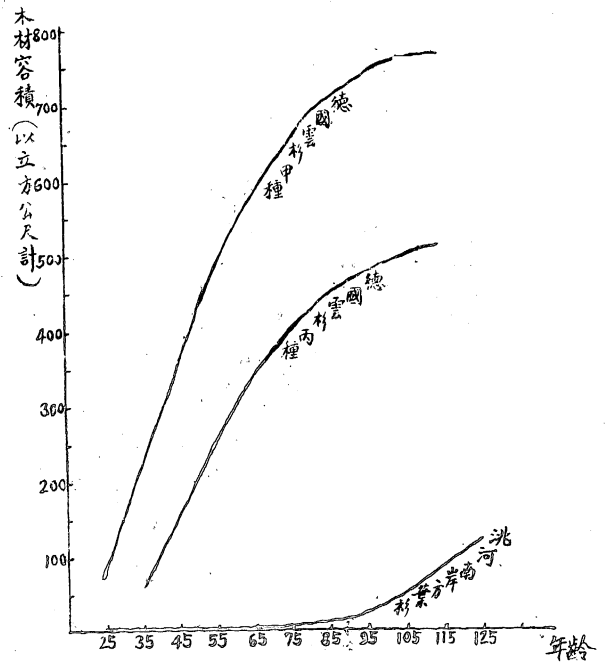
第一圖 洮河南岸方葉杉與德國雲杉甲丙二種
單株高度生長之比較



第三圖 洮河南岸方葉杉與德國雲杉甲丙二種單株材積生長之比較



第四圖 洮河南岸方葉杉與德國雲杉甲丙二種全林材積生長之比較



中德雲杉生長之比較 郝景成著

重慶兩種蚊 (*Culex fatigans* Wied; *Anopheles hyrcanus*Var. *sinensis* Wied.) 越冬情形之觀察*

黃其林

摩雷蚊一種 (以下簡稱摩雷蚊) *Culex fatigans* Wied. 與中華瘧蚊 *Anopheles hyrcanus* var. *sinensis* Wied. 爲重慶兩種最普通之蚊，其在重慶之越冬情形前此尚無記載。本文所述各點，係最近在冬季中觀察所得，計自三十年十二月十六日開始觀察，至三十一年二月二十八日結束，歷時凡七十五日。

觀察方法，概分兩項，一爲成虫活動情形與溫度之關係，一爲幼虫在冬季中之發育情形，第一項主要在室內行之，間佐以室外觀察，在室內觀察時係利用成虫在近黃昏時之一種活動性，於每日下午五時後在本校昆蟲研究室之玻璃上，用指形毒管搜捕成虫，分別記載其雌雄數目，第二項觀察地點主要爲室外之水缸、稻田，及池塘，並以一部分幼虫在室內飼育。

於此應加以申述者計有四點：(一)每日下午五時後在玻璃上獲蚊最多之時間，直接與蚊之活動有關，間接與當時光之明暗程度有密切關係，例如在觀察初開始時以下午五時所獲之蚊數爲最多，此後以日長漸長，每日獲蚊最多之時間遂逐漸延遲，(二)爲便於記載計，每日所獲之蚊均係用毒管殺死，因此室內之蚊數，日漸減少，故自二月八日以後，逐日所獲蚊數之多寡，雖因溫度不同而有差異，但其數目已遠不如觀察開始時之多，因此，作者會同時檢視另一室內蚊之活動情形而不加以捕捉，僅供對照之用，(三)關於成虫活動之各種溫度，均係逐日在下午五時之室內記錄較同時間之室外溫度稍高，(四)本文內所指之冬季爲十二月及次年之一二兩月。

* 本文係於三十一年春季完成至三十三年始行付印著者曾於三十二年春季起在重慶繼續作 *Culex fatigans* 及 *Anopheles hyrcanus* var. *Sinensis* 之各種觀察直至本文付印時此項觀察尚未竣事原擬將本年記錄中之越冬部分與本文合併刊印准以本刊第一期排印在即不及久待該項結果將來當另行刊佈藉資補充——著者——

1. 低溫對於庫雷蚊活動力之影響

庫雷蚊成虫在越冬時之活動程度，隨時能因溫度不同而發生差異，其對於低溫度變化之感應極為靈敏，由第一表知其於 5°C 時，遂暫時靜伏，但如溫度復升至 6°C 以上時又復重行活動。

第一表

日 期	溫度(下午五時)	蚊 數
11. 11.	5°C	0
11. 12.	6°C	1
11. 13.	5°C	0
11. 14.	4°C	0
11. 15.	5°C	0
11. 16.	6.2°C	2

2. 庫雷蚊對於溫度升降感應之靈敏度

庫雷蚊對於溫度升降感應之靈敏，並非只限於低溫，通常如連續兩日間下午五時之溫度相差在 2°C 時，蚊之活動情形即有顯著差異，(第二表)惟當溫度溯於最低活動度時， 1°C 之差即能促其活動，或致其靜伏。(第一表)

第二表

日 期	溫 度	蚊 數	溫 度 差	蚊 數 差
X 11. 26.	15°C	15	4°C	11
X 11. 27.	11°C	4		
I. 10.	10.7°C	9	2.9°C	7
I. 11.	7.8°C	2		
I. 24.	12.5°C	9	2°C	5
I. 25.	14.5°C	14		
II. 5.	11°C	5	2°C	2
II. 6.	13°C	8		

11. 10.	8°C	2	3°C	2
11. 11.	5°C	0		
11. 12.	6°C	1	1°C	1
11. 13.	5°C	0		
11. 15.	5°C	0	1.2°C	1
11. 16.	6.2°C	1		

3. 越冬庫雷蚊之性比率

根據第三表，僅十二月十六日(溫度11.5°C)雄蚊數目超過雌蚊，此外逐日所獲之雌蚊數均超過雄蚊數倍。至一月十六日起雄蚊完全絕跡，惟雌蚊在冬季之死亡顯然非由低溫所致，蓋自一月十五日起，逐日之室內溫度，多數均較11.5°C為高，僅少數在10°C左右，直至二月十日溫度始降至8°C。

第三表

日期	溫度	♂	♀	日期	溫度	♂	♀
XII.16.	11.5°C	6	4	I.5.	10.2°C	2	12
XII.26.	15°C	5	10	I.6.	11°C	1	18
XI.27.	11°C	0	4	I.7.	11°C	0	17
XII.30.	9°C	1	3	I.10.	10.7°C	1	8
XI.31.	11°C	2	16	I.13.	9°C	0	7
I.4.	10°C	0	10	I.15.	11.5°C	1	15

4. 庫雷蚊在室內之密度

昆蟲研究室房屋之容積為186.7立方公尺，此次於七十五日中計在室內獲蚊713枚，故平均每立方公尺容積中所有之越冬蚊數在3枚與4枚之間。

5. 重慶冬季溫度與庫雷蚊活動之關係

依據五日平均溫度，重慶自十二月二十八日至二月十四日(1891—1916年之登載)之平均溫度均在10°C以下，此六十日均列為冬季，根據第四表除三十年十二月之絕對最低

溫度為 5.7°C 外，重慶冬季中之絕對最低溫度均在 4.5°C 以下，最低時可至 -1.7°C ，本年二月間亦曾一度降至 -1°C 。庫雷蚊當 5°C 時即不能活動故在重慶地方，庫雷蚊於冬季中必經極一靜伏而不活動之時期，惟其所經時間之久暫將不固定，完全為溫度所左右。

第四表

年 份	重慶冬季各月中之絕對最低溫度		
	一 月	二 月	十 二 月
1891—1916	-1.1°C	-1.7°C	-1.7°C
1934	—	—	3.5°C
1935	2.2°C	3.9°C	0.3°C
1936	-0.9°C	2.1°C	0.9°C
1937	1.9°C	2.1°C	3.9°C
1940	—	—	2.7°C
1941	4.5°C	1.8°C	5.7°C
1942	2°C	-1°C	—

6. 越冬時庫雷蚊之幼虫及蛹

在重慶冬季氣候下，庫雷蚊所有各齡期之幼虫，蛹，及羽化之成虫均可發見，據此可以斷定庫雷蚊幼虫，雖在冬季仍能繼續發育。本年二月間室外溫度曾一度降至 -1°C ，但此種低溫並不能致蛹於死，此後溫度稍形增高(2.5°C)時，蛹復繼續活動，越冬後所產之卵*，最早於三月八日開始發見。(第五表)

第五表 (室外一儲水缸中之觀察記載)

日 期	室 外 溫 度		庫 雷 蚊 之 各 時 期
	平 均	最 低	
1.7.	9.7°C	6.8°C	幼虫(第二齡至第三齡最多，第四齡最少) 蛹及新羽化之成虫

* 根據三十二年冬季觀察在十二月及一月間仍能繼續產卵詳情容續佈

I.17.	10.1°C	8.5°C	幼虫(第二齡至第四齡 及 新羽化之成虫)
I.26.	11.9°C	6.6°C	幼虫(第四齡)
II.2.	15.2°C	10.9°C	蛹及 少數之第四齡幼虫
II.7.	10.5°C	6°C	蛹及 新羽化之成虫
II.12.	3.8°C	2.7°C	蛹及 新羽化之成虫
III.8.	13.7°C	12°C	卵及 羽化之成虫

7. 冬季之中華瘧蚊幼虫及蛹期

根據第六表，冬季在稻田內最後發見者（三十年十二月二十日）俱為中華瘧蚊之蛹期，此後田野間即無復幼虫及蛹之蹤跡。試再檢視室內飼育之第四齡幼虫，亦均於十二月十九日起至十二月二十八日止次第化蛹，除十二月二十日所採得之蛹，確知其於十二月二十四日羽化成虫外，其餘在室內化成之蛹均以環境不適，中途死去，故無從知其羽化日期，惟在十二月十七日採得之第四齡幼虫一枚，直至三十一年二月十五日尚未死去，亦未化蛹，當時室外溫度曾一度降至 -1°C，但並未因此致死，僅行動極不活潑，棲息於瓶之底面，（溫度較高時瘧蚊虫均浮於水面上）設加以攪擾時始稍稍游動，但未達水面，又復下沉，按此種延遲化蛹現象當係由於飼育時食料缺乏所致，據此則中華瘧蚊之幼虫及蛹期，僅佔越冬期三分之一，即在十二月底以前可以發現，十二月以後即次第羽化。（三十一年十二月十九日曾於水稻田發現成熟之幼虫二枚）

第 六 表

採集日期	採集地點	溫 度		採得時之發育期	在室內之變化期
		最低	平均		
XII.10.	水稻田	11.1°C	12.4°C	老熟幼虫	XII.17.化蛹
XII.17.	水稻田	6.8°C	11.3°C	老熟幼虫	XII.28.化蛹
XII.20.	水稻田	8.7°C	11.1°C	蛹	XII.24羽化

8. 冬季之中華瘧蚊成虫

自三十一年十二月十日起至三十一年一月二十四日止，在室內或室外逐日均有中華瘧蚊之成虫發見，惟數目甚少，每日鮮有超過二枚者，自一月二十五日起至三月十一日止即停止活動，不復發現，至三月十二日(20°C)始復見於室中之蚊帳內，故中華瘧蚊在重慶大部分以成虫期越冬。

9. 庫雷蚊及中華瘧蚊越冬後開始食血之日期

據本年在重慶之觀察，越冬後之庫雷蚊自三月二十三日開始食血，當晚九時之溫度為17°C，全日之平均溫度為16.5°C。中華瘧蚊開始食血之日期為三月二十四日，當晚九時之溫度為20.8°C，全日之平均溫度為20.3°C。檢視民國二十四、二十六、二十九、三十年及本年一、二、三月間重慶之氣象記載，冬季(十二月至次年二月)每日之平均溫度，從無達到或超過16.5°C者，晚九時之溫度亦從無達到或超過17°C者。在此六年之記錄中最早達到此項溫度者為三月三日(民國二十六年)最遲者為四月二日(民國二十五年)故在重慶，庫雷蚊開始食血之日期，最早在三月三日，最遲在四月二日，相差可至一月之久，(瘧蚊較庫雷蚊為遲)。

總 結

1. 在重慶瘧蚊 *Anopheles hyrcanus* var. *Sinensis* Wied. 大部分以成虫期越冬；庫雷蚊 *Culex fatigans* Wied. 除以成虫期越冬外，其幼虫及蛹期在冬季且能繼續發育。
2. 庫雷蚊成虫在冬季為活動或靜止，完全為溫度所決定，當溫度降至5°C時即暫行靜狀，其對溫度升降之反應極為靈敏，如連續兩日間下午五時之溫度相差在攝氏表二度以上時，其活動情形即有顯著之差異。
3. 庫雷蚊之雄蚊自一月十六日起悉數死亡。
4. 庫雷蚊越冬時在室內之密度，約每一立方公尺其蚊三枚或四枚。
5. 庫雷蚊之蛹期能在室外忍受-1°C之低溫而不致死。
6. 庫雷蚊越冬後所產之卵於三月八日開始發見。
7. 越冬後之中華瘧蚊成虫於三月十二日開始活動(20°C)。
8. 越冬後之庫雷蚊自三月二十三日開始食血，中華瘧蚊自三月二十四日開始食血。

在五度空間中正規直線面上最截面之軌跡

蔡介福

摘要

最截面之名稱係作者杜撰，乃指切割直線面上最多數個接續母線 (Consecutive generating lines) 之平面而言。在五度空間之正規直線面上通過某一定點之最截面僅有一個。當此切割點沿直線面上某一曲線而移動時，最截面所生成之軌跡，即為本文所欲討論者。

在五度空間中正規直線面上之最截面通常僅能切割四個接續母線。若對於每一母線上有若干點存在，使通過此等點之最截面，均能切割五個接續母線，則其必要且充分之條件為不變量方程式

$$\sum_{i=1}^5 \theta_i^2 \theta_4 \left(\sum_{i=1}^5 \theta_{10} \theta_{10} \right)^2 \equiv 0$$

為正規直線面方程式之係數所能適合。此時切割點必為擬扭節點 (pseudo-flecnode points) 之一個 (參3)。

當最截面之切割點沿某一母線而變動時，最截面之軌跡為下列方程組

$$\begin{aligned}
 (B) \quad & X_1 = u, & X_2 &= v\lambda, \\
 & X_3 = v, & X_4 &= v\lambda, \quad (u, v, w) \neq (0, 0, 0). \\
 & X_5 = w, & X_6 &= w\lambda,
 \end{aligned}$$

所代表之三次變宗 (Cubic Variety) V_3^3 (參4)。

當自變數連續變化時，(B)式所代表之三次變宗之包封跡 (envelope) 可分兩部。其一為正規直線面 R_{yz} 本身，其二亦為一直線面，其母線乃通過擬扭節點而與通過此點之擬幾近曲線 (pseudo-asymptotic Curve) 相切之直線。做三度空間中直線面之例。吾人名此切線為擬扭節切線 (pseudo-flecnode tangent)，而稱此等切線所組成之直線面為擬扭節直線面 (pseudo-flecnode ruled surface, (參5)。

(B)式所代表之三次變宗之包封跡，除上述兩部份而外，尚有其他部份，其充要條件仍為(A)式(參5)。

當截割點沿直線面上某曲線移動，而欲截截面有一包封跡時。其充要條件為所沿之曲線係擬幾近曲線 (§5)。此乃擬幾近曲線之一種幾何性質，亦可作為五度空間中正規直線面上擬幾近曲線之幾何的定義。

射影微分幾何學中，有若干名詞，尚無中譯。作者妄以己意譯成中文名稱。茲為便利讀者計，將本文所用中文名稱，附列於後(以本文中先後為序)。旁註西文。閱讀時或不致發生名詞上之誤會也。

- 正規直線面 (Regular ruled surface)
- 接續母線 (Consecutive generating line)
- 不變量 (Invariant)
- 協量 (Covariant)
- (1) 擬扭節點 (hseudo-flecnode point)
- 擬扭節曲線 (hseudo-flecnode curve)
- 擬扭節切線 (hseudo-flecnode tangent)
- 扭節曲線 (flcnode curve)
- (2) 變宗 (Varieties)
- 三次變宗 (Cubic variety)
- 包封跡 (envelopes)
- 擬幾近曲線 (pseudo-asymptotic curve)
- 自由度 (degrees of freedom)
- 變換 (Transformations)
- 單純系 (Simplex)
- 準則單純系 (simplex of reference)
- 場坐標 (Local coordinates)
- 么點 (unit point)
- 葛拉斯曼氏線坐標(或簡稱葛氏線坐標) (Grassmann's line coordinates)
- 半標準 (semi-conical)
- 協變數 (Cogradient Variables)
- 第二種超性二次錐 (hyper-quadratic cone of second species)
- 頂線 (Vertex line)
- 半協量 Semi-covariant)
- 三度切空間 (tangent 3-space)
- 把 (bundle)
- 隣接 (neighboring)
- 特徵線 (Characteristics)

導曲線 (directrix)
 親近點 (Characteristic point)
 舒展曲面 (developable surface)
 逆退稜 (edge of regression)

- (1) 按 Flecnode point 之意，為表明此點既為扭曲點 (Inflexion) 且為節點 (node)。故本文中譯為扭節點。因此而生擬扭節點，擬扭節曲線等名稱。
- (2) 又 Variety 一字，華文中亦無相當之譯名。以其含有某族 (或某類) 元素變跡之意。而類與族已在池種譯名——如曲線族 (family of curves) 等——用過。故此處擬用變宗，或宗變跡稱之。因前者僅須二字。故遂決定用變宗為譯名。是否有當。尚望海內 大雅，有以教之。

在五度空間中直線面上最面之軌跡

1. 導言 在五度空間中，平面之自由度 (degree of freedom) 為 5，而平面與直線能相交之條件數為 2。因之與四個定直線相交之平面，其自由度為 $5 - 2 \times 4 = 1$ 。此四個定直線可視為直線面上四個母線。故就極限情形論之，截割直線面於四個接續母線之平面——最截面——其自由度為 1。因平面上係數均為一次式，故通過母線上某一定點之最截面，僅有一個。當此點沿直線面上某一曲線而移動時，最截面所生成之軌跡，即本文所欲討論者。惟以正軌直線面 (Regular ruled surface) 為限。

依照司托夫 (Stouffer) 氏之結果 (1) 五度空間中代表正軌直線面之微分方程組為

$$(1.1) \begin{cases} Y''' + 3P_{11}Y'' + 3P_{12}Z'' + 3Q_{11}Y' + 3Q_{12}Z' + R_{11}Y + R_{12}Z = 0, \\ Z''' + 3P_{21}Y'' + 3P_{22}Z'' + 3Q_{21}Y' + 3Q_{22}Z' + R_{21}Y + R_{22}Z = 0. \end{cases}$$

本文依此式為討論之根據。其他 不變量 (Invariant) 協量 (Co-variant) 等皆從之。惟下式所代表之曲線

$$C_2 = (U_{12}Z^2 + (U_{11} - U_{22})YZ + U_{21}Y^2)$$

在司氏之論文中稱為 C_2 曲線。本文中特稱之為擬扭節曲線 (pseudo-flecnodal Curve)，因其相似於三度空間中之扭節曲線 (flecnodal Curve) 也。

(1) Invariants of linear differential equations with applications to ruled surface in five-dimensional space (Proceedings of the London Mathematical Society)

Society 2nd series Vol. 11, 1913)。

2. 級數展開式

若對於應變數 Y 及 Z 施以適當之變換 (Transformations)。則五度空間中代表正規直線面之微分方程組 (1.1)，可化爲

$$Y''' + 3P_{12}Z'' + 3Q_{11}Y' + 3Q_{12}Y' + R_{11}Y + R_{12}Z = 0,$$

$$(2.1) \quad Z''' + 3Q_{21}Y'' + 3Q_{21}Y' + 3Q_{22}Z' + R_{21}Y + R_{22}Z = 0.$$

由於正規直線面之特徵，行列式

$$| Y'' Z'' Y' Z' YZ | \neq 0.$$

因之吾人可以 Y, Z, Y', Z', Y'', Z'' 等六點所組成之單純系 (Simplex) 爲場坐標 (Local Coordinates) 之準則單純系 (Simplex of reference)，並選取適宜之么點 (Unit point)，使凡

$$X_1 Y + X_2 Z + X_3 Y' + X_4 Z' + X_5 Y'' + X_6 Z''$$

一類之點坐標，即爲 $(X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6)$ 。

設 Y 與 Z 爲 C_y 及 C_z 上之對應點。依照三度空間中之情形，此二點之場坐標，可用微分及代入法，以求得其各爲

$$Y_1 = 1 - \frac{1}{3!} r_{11} \Delta t^3 + \frac{1}{4!} (3p_{12}r_{21} - r_{11}^2) \Delta t^4 + \dots,$$

$$Y_2 = -\frac{1}{3!} r_{12} \Delta t^3 + \frac{1}{4!} (3p_{12}r_{22} - r_{12}^2) \Delta t^4 + \dots,$$

$$Y_3 = \Delta t - \frac{1}{3!} 3q_{11} \Delta t^3 + \frac{1}{4!} (-3q'_{11} - r_{11} + 9p_{12}q_{21}) \Delta t^4 + \dots,$$

$$Y_4 = -\frac{1}{3!} 3q_{12} \Delta t^3 + \frac{1}{4!} (-3q'_{12} - r_{12} + 9p_{12}q_{22}) \Delta t^4 + \dots,$$

$$Y_5 = \frac{1}{2} \Delta t^2 + \frac{1}{4!} (-3q_{11} + 9p_{12}p_{21}) \Delta t^4 + \dots,$$

$$Y_6 = -\frac{1}{3!} 3p_{12} \Delta t^3 + \frac{1}{4!} (-3q_{12} - 3p'_{12}) \Delta t^4 + \dots,$$

及

$$Z_1 = -\frac{1}{3!} r_{21} \Delta t^3 + \frac{1}{4!} (3p_{21}r_{12} - r_{21}^2) \Delta t^4 + \dots,$$

$$Z_2 = 1 - \frac{1}{3!} r_{22} \Delta t^3 + \frac{1}{4!} (3p_{21}r_{12} - r_{22}^2) \Delta t^4 + \dots,$$

$$z_3 = -\frac{1}{3!} 3q_{21} \Delta t^3 + \frac{1}{4!} (-3q'_{21} - r_{21} + 9p_{21}q_{11}) \Delta t^4 + \dots,$$

$$z_4 = -\frac{1}{3!} 3q_{22} \Delta t^3 + \frac{1}{4!} (-3q'_{22} - r_{22} + 9p_{21}q_{12}) \Delta t^4 + \dots,$$

$$z_5 = -\frac{1}{3!} 3p_{21} \Delta t^3 + \frac{1}{4!} (-3p'_{21} - 3q_{21}) \Delta t^4 + \dots,$$

$$z_6 = \frac{1}{2} \Delta t^2 + \frac{1}{4!} (-3q_{22} + 9p_{12}p_{21}) \Delta t^4 + \dots,$$

由上列各式立得隣接於母線 (generating line) lyz 之母線 lyz 之葛拉斯曼氏線坐標 (Grassmann's line Coordinates) 為

$$w_{12} = y_1z_2 - z_1y_2 = 1 + \dots,$$

$$w_{13} = y_1z_3 - z_1y_3 = -\frac{1}{3!} 3q_{21} \Delta t^3 + \frac{1}{4!} (-3q'_{21} + 3r_{21} + 9p_{21}q_{11}) \Delta t^4 + \dots,$$

$$w_{14} = y_1z_4 - z_1y_4 = \Delta t - \frac{1}{3!} 3q_{22} \Delta t^3 + \frac{1}{4!} (-3q'_{22} - 4r_{11} - r_{22} + 9p_{21}q_{12}) \Delta t^4 + \dots,$$

$$w_{15} = y_1z_5 - z_1y_5 = -\frac{1}{3!} 3p_{21} \Delta t^3 + \frac{1}{4!} (-3p'_{21} - 3q_{21}) \Delta t^4 + \dots,$$

$$w_{16} = y_1z_6 - z_1y_6 = \frac{1}{2} \Delta t^2 + \frac{1}{4!} (-3q_{22} + 9p_{12}p_{21}) \Delta t^4 + \dots,$$

$$w_{23} = y_2z_3 - z_2y_3 = -\Delta t - \frac{1}{3!} (-3q_{11}) \Delta t^3 + \frac{1}{4!} (3q'_{11} + r_{11} + 4r_{22} - 9p_{12}q_{21}) \Delta t^4 + \dots,$$

$$w_{24} = y_2z_4 - z_2y_4 = -\frac{1}{3!} (-3q_{12}) \Delta t^3 + \frac{1}{4!} (3q'_{12} - 3r_{12} + 9p_{12}q_{22}) \Delta t^4 + \dots,$$

$$(2.2) \quad w_{25} = y_2z_5 - z_2y_5 = -\frac{1}{2} \Delta t^2 + \frac{1}{4!} (q_{11} - 9p_{12}p_{21}) \Delta t^4 + \dots,$$

$$w_{26} = y_2z_6 - z_2y_6 = -\frac{1}{3!} (-3p_{12}) \Delta t^3 + \frac{1}{4!} (-3p'_{12} - 3q_{12}) \Delta t^4 + \dots,$$

$$w_{34} = y_3z_4 - z_3y_4 = \Delta t^2 + \frac{1}{4!} (-12q_{11} - 12q_{22}) \Delta t^4 + \dots,$$

$$\begin{aligned}
 w_{35} = y_3 z_5 - z_3 y_5 &= +\frac{1}{4!} (-12p_{21}) \Delta t^4 + \dots, \\
 w_{36} = y_3 z_6 - z_3 y_6 &= -\frac{1}{3!} 3 \Delta t^3 + \frac{1}{4!} O_0 \Delta t^4 + \dots, \\
 w_{45} = y_4 z_5 - z_4 y_5 &= -\frac{1}{3!} 3 \Delta t^3 + \frac{1}{4!} O_0 \Delta t^4 + \dots, \\
 w_{46} = y_4 z_6 - z_4 y_6 &= +\frac{1}{4!} 12p_{12} \Delta t^4 + \dots, \\
 w_{56} = y_5 z_6 - z_5 y_6 &= +\frac{1}{4!} 6 \Delta t^4 + \dots.
 \end{aligned}$$

8. 截割四個接續母線 (Consecutive generating lines) 之平面方程式。——最截面。
命方程組

$$(P) \quad \begin{cases} A = a_i x_i = 0, \\ B = b_i x_i = 0, \\ C = c_i x_i = 0, \end{cases} \quad \begin{matrix} i = 1, 2, \dots, 6, \\ A, B, C \text{ 爲線獨立,} \end{matrix} \quad (1)$$

代表五度空間中某一平面P。更命

$\omega_{12}, \omega_{13}, \omega_{14}, \omega_{15}, \omega_{16}, \omega_{23}, \omega_{24}, \omega_{25}, \omega_{26}, \omega_{34}, \omega_{35}, \omega_{36}, \omega_{45}, \omega_{46}, \omega_{56}$
代表某一直線之葛拉斯曼氏線坐標。則平面與此直線相截割之充要條件爲

$$\begin{aligned}
 (a_i b_j - b_i a_j) \omega_{ij} &= 0, \\
 (3.1) \quad (a_i c_j - c_i a_j) \omega_{ij} &= 0, \quad (i, j = 1, 2, 3, 4, 5, \quad j < i). \\
 (b_i c_j - c_i b_j) \omega_{ij} &= 0,
 \end{aligned}$$

(3.1)式中有二式爲獨立，吾人在應用時任取其二可矣。

欲平面P截割某正規直線面(2.1)之四個接續母線祇須以(2.2)中之線坐標 ω_{ij} 代(3.1)式使其含有 Δt^3 及較低各項(包括常數項)之係數爲零可矣。實施代換，並命

$$K_{ij} = (a_j b_i - a_i b_j) \quad K'_{ij} = (a_j c_i - a_i c_j)$$

即得

(1)本文中借用張量(Tensor)記號，如 a_{ij} 係代表 $\sum_{i=1}^6 a_i x_i$ 其餘依此類推。

$$\begin{aligned}
 (a_j b_j - b_j a_j) \omega_{ij} &= K_{12} + (K_{14} - K_{23}) \Delta t + \frac{1}{2!} (K_{16} - K_{25} + 2K_{34}) \Delta t^2 \\
 &+ \frac{1}{3!} [() K_{12} + 3q_{21} K_{13} + 3q_{22} K_{14} + 3p_{21} K_{15} - \\
 &3q_{11} K_{23} - 3q_{12} K_{24} - 3p_{12} K_{26} - 3K_{36} + 3K_{45}) \\
 &\Delta t^3 + \dots, \\
 (3.2) \quad (a_j c_j - c_j a_j) \omega_{ij} &= K'_{12} + (K'_{14} - K'_{23}) \Delta t + \frac{1}{2!} (K'_{16} - K'_{25} + 2K'_{34}) \Delta t^2 \\
 &+ \frac{1}{3!} [() K'_{12} + 3q_{21} K'_{13} + 3q_{22} K'_{14} + 3p_{21} K'_{15} - \\
 &3q_{11} K'_{23} - 3q_{12} K'_{24} - 3p_{12} K'_{26} - 3K'_{36} + 8K'_{45}) \\
 &\Delta t^3 + \dots,
 \end{aligned}$$

因而有

$$\begin{aligned}
 a_1 &= \lambda, \quad a_2 = -1, \quad b_1 = b_2 = c_1 = c_2 = 0, \\
 K_{14} - K_{23} &= 0, \quad K'_{14} - K'_{23} = 0, \\
 K_{16} - K_{25} + 2K_{34} &= 0, \quad K'_{16} - K'_{25} + 2K'_{34} = 0, \\
 q_{21} K_{13} + q_{22} K_{14} + q_{21} K_{15} - q_{11} K_{23} - q_{12} K_{24} - p_{12} K_{26} - K_{36} + K_{45} &= 0, \\
 q_{21} K'_{13} + q_{22} K'_{14} + p_{21} K'_{15} - q_{11} K'_{23} - q_{12} K'_{24} - p_{12} K'_{26} - K'_{36} + K'_{45} &= 0,
 \end{aligned}$$

解此方程組可得平面P之方程式為

$$\begin{aligned}
 (3.3) \quad \lambda (x_1 - p_{21} x_4 - q_{11} x_5 + q_{21} x_6) - x_2 + p_{12} x_3 + q_{12} x_5 - q_{22} x_6 &= 0, \\
 \lambda (x_5 - 2p_{21} x_6) - x_4 + 2p_{12} x_5 &= 0, \\
 \lambda x_5 - x_6 &= 0.
 \end{aligned}$$

吾人稱此平面為直線面之最截面。以此平面之係數代λ (3.2) 式中可得

$$\begin{aligned}
 (a_j b_j - b_j a_j) \omega_{ij} &= \frac{3}{4!} [(r_{21} - q_{21} - 2p_{21} q_{22} - p_{21} q_{11} + 2p_{12} p_{21}^2) \lambda^3 + (-q_{11} + \\
 &q_{22} + r_{11} - r_{22} + 2p_{21} p_{12} - 2p_{12} p_{21} - p_{21} q_{12} + p_{12} q_{21}) \\
 &\lambda - (r_{12} - q_{12} - 2p_{12} q_{11} - p_{12} q_{22} + 2p_{12}^2 p_{21})] \Delta t^4 + \dots, \\
 (a_j c_j - c_j a_j) \omega_{ij} &= \frac{3}{4!} [(q_{21} - p_{21}) \lambda^2 + (q_{11} r_{22}) \lambda - (q_{12} - p_{12}^2)] \Delta t^4 + \dots, \\
 (b_j c_j - c_j b_j) \omega_{ij} &= 0 \cdot \Delta t^4 + \dots,
 \end{aligned}$$

若有一最截面能截割直線面之五個接續母線，則其必要且充分之條件，為有λ存在能適合於下列二個方程式

$$\begin{aligned} & (r_{21} - q'_{21} - 2p_{21}q_{22} - p_{21}q_{11} + 2p_{12}p_{21}^2) \lambda^2 + (-q'_{11} + q'_{22} + r_{11} - r_{22} + \\ & 2p_{21}p'_{12} - 2p_{12}p'_{21} - p_{21}q_{12} + p_{12}q_{21}) \lambda - (r_{12} - q'_{12} - 2p_{12}p_{11} - \\ & p_{12}q_{22} + 2p_{21}^2 p_{21}) = 0, \\ & (q_{21} - p'_{21} \lambda^2 + (q_{11} - q_{22}') \lambda - (q_{12} - p'_{12}) = 0. \end{aligned}$$

若不變量 $\theta_4 \neq 0$ 則直線面上之曲線 C_u 有不同之二枝。以此二枝為過線 C_y 及 C_z 。則微分方程組 (2.1) 可不變其形式，而添入新關係 $p'_{12} = q_{12}$, $p'_{21} = q_{21}$ 。由司托夫 (Stouffer) 氏之結果，並利用變數代換及交換 yz 二變數之位置，可得

$$\sqrt{\theta_4} hK = 0, \quad (h/K = \lambda).$$

因 $\theta_4 \neq 0$ ，故惟有 $h=0$ 或 $K=0$ 為可能之公解。故上述聯立方程組有公解之充要條件為

$$4\theta_8^2 \theta_4 - (\rho_{10} + \theta_{10})^2 = 0,$$

因之得

定理 3.1 若 $\theta_{10} \theta_4 \neq 0$ ，且當 $t=t_1$ 時，適合於下列關係式

$$4\theta_8^2 \theta_4 - (\rho_{10} + \theta_{10})^2 = 0,$$

$$\theta_8^2 + (\rho_{10} + \theta_{10})^2 \neq 0,$$

則在與 $t=t_1$ 對應之母線上有一點存在，使通過此點之 ∞^8 個平面中，有一個平面切割五個接續母線。此點必為曲線 C_u 與母線 lyz 二交點之一。若 $t=t_1$ 時有

$$\theta_8 = \rho_{10} + \theta_{10} = 0$$

$$4\theta_8^2 \theta_4 - (\rho_{10} + \theta_{10})^2 = 0$$

則 C_u 與 lyz (對應於 t_1) 之二個交點均適合於上述特性。

定理 3.2 若正規直線面微分方程組之係數 $\rho_{ij}, q_{ij}, r_{ij} (i, j=1, 2)$ 適合於關係式

$$\theta_{10} \theta_4 \neq 0,$$

$$\theta_8^2 + (\rho_{10} + \theta_{10})^2 \neq 0,$$

$$4\theta_8^2 - (g_{10} + \theta_{10})^2 = 0,$$

則有 ∞^1 個平面存在，每一平面能截割直線面之五個接續母線，而其截割點之軌跡為曲線Cu之一枝(僅為一枝)。若第二關係式變為

$$\theta_8 = (g_{10} + \theta_{10}) = 0,$$

則曲線Cu之二枝均為截割點之軌跡。

4. 最截面(3.3)之軌跡

取半標準微分方程組 (System of differential equations in semi-canonical form)

$$(4.0) \quad \begin{aligned} y''' + 3q_{11}y' + 3q_{12}z' + 3r_{11}y + 3r_{12}z &= 0, \\ z''' + 3q_{21}y' + 3q_{22}z' + 3r_{21}y + 3r_{22}z &= 0, \end{aligned} \quad (p_{ij} = 0),$$

為討論之對象。則最截面(3.3)之方程式變為

$$\begin{aligned} \lambda(X_1 - q_{11}X_5 - q_{21}X_6) - (X_2 - q_{12}X_5 - q_{22}X_6) &= 0, \\ \lambda X_3 - X_4 &= 0, \\ \lambda X_5 - X_6 &= 0. \end{aligned}$$

上列方程式以 $(yz_1z_1y_1z_1z_1)$ 為準則單純系 (Simplex of reference)。

在司氏之論文中，已知下列二式

$$P = y_1 + p_{11}y + p_{12}z, \quad \sigma = z_1 + p_{21}y + p_{22}z,$$

在變換應變數時各為 y 及 z 之拐變數 (Cogradient Variables)。茲再命

$$\begin{aligned} \varphi &= p_{11} + 2p_{11}p_1 + 2p_{12}z_1 + q_{11}p + q_{12}z, \\ \psi &= z_1 + 2p_{21}y_1 + 2p_{22}z_1 + q_{21}y + q_{22}z, \end{aligned}$$

可證 φ 及 ψ 亦各為 y 及 z 之拐變數。在本節所用之微分方程組中，則因 $p_{ij} = 0$ 故

$$P = y_1, \quad Q = z_1, \quad \varphi = y_1 + q_{11}y + q_{12}z, \quad \psi = z_1 + q_{21}y + q_{22}z.$$

因

$$yz_1p_1\sigma\varphi\psi = yz_1z_1y_1z_1z_1 \neq 0,$$

故可選擇 $y, z, p, \sigma, \varphi, \psi$ 為場坐標之準則單純系。而將最切面方程式(3.3)化為

$$(4.1) \quad \begin{aligned} \lambda X_1 - X_2 &= 0, \\ \lambda X_3 - X_4 &= 0, \\ \lambda X_5 - X_6 &= 0. \end{aligned}$$

消去 λ 則得

$$(4.2) \quad \begin{aligned} X_3X_6 - X_4X_5 &= 0, \\ X_1X_6 - X_2X_5 &= 0, \\ X_1X_4 - X_2X_3 &= 0. \end{aligned}$$

此乃三個第二類超性二次錐 (hyper-quadric cone of the second species)，其頂線

(Vertex line) 各為 $lyz, lP\sigma, l\varphi\varphi$ 。對於應變數之變換皆為半不變直線 (Semi-Govariant lines)。當最截面之截割點，沿 lyz 移動時，所生之軌跡必為 (4.2) 中三個錐之公共部份。

(4.2) 中首兩式之相交部份可分為二種，其一為直線面 Ryz 沿母線 lyz 之三度切空間 (tangent 3-Space)。其方程式為

$$X_5 = X_6 = 0。$$

其二為一個三次變宗 (Cubic Variety) V_3^3 ，其參變數方程式為

$$(4.3) \quad \begin{aligned} X_1 &= u, \\ X_2 &= u\lambda, \\ X_3 &= v, \quad (u, v, w) \neq (0, 0, 0), \\ X_4 &= v\lambda, \\ X_5 &= w, \\ X_6 &= w\lambda, \end{aligned}$$

因 $X_5 = X_6 = 0$ 並不適合於 (4.2) 之第三式，故僅有 (4.3) 為所求之軌跡，而得

定理 4.1 當最截面與直線面之截割點沿某一母線而移動時，所得之軌跡為由 (4.3) 式所表示之三次變宗 V_3^3 。此軌跡為下列超性二次錐把 (bundle of hyper-quadric cones)

$$A(X_1X_4 - X_2X_3) + b(X_1X_6 - X_2X_5) + C(X_3X_6 - X_4X_5)$$

之公共部分。

上述三次變宗 (4.3) 之幾何構成法甚易知之，茲述其大要如下：

於 $ly, z, lP\sigma, l\varphi\varphi$ 三直線上作一射影性關係而取 $y, y+z, z; P, P+\sigma; \sigma, \varphi, \varphi+\varphi, \varphi$ 為三組對應之基點。於是此三直線上之三個對應點，必呈

$$y + \lambda z, \quad P + \lambda \sigma, \quad \varphi + \lambda \varphi$$

之形。通過此三個對應點作一平面，則其方程式顯然即為 (4.1) 所代表之最截面。因而知此類平面之軌跡即為所求者矣。

5. 包封跡 (Cenvelopes)

仍取微分方程組 (4.0) 為討論之對象。則有

$$\begin{aligned} P &= y_1, & \sigma &= z_1, \\ \varphi &= y_{11} + q_{11}y + q_{12}z, & \psi &= z_{11} + q_{21}y + q_{22}z \end{aligned}$$

$$\varphi_1 = -2p_{11}y_1 - 2q_{12}z_1 + (q'_{11} - r_{11})y + (q'_{12} - r_{12})z$$

$$\psi_1 = -2q_{21}y_1 - 2q_{22}z_1 + (q'_{21} - r_{21})y + (q'_{22} - r_{22})z$$

設 Lyz 及 $L\bar{y}\bar{z}$ 為隣接之兩個母線，其對應之參變數各為 t 及 $t+\delta t$ 。今設某點對於兩個場坐標系 $yzp\sigma\varphi\psi$ 及 $(\bar{X}_1, \bar{X}_2, \bar{X}_3, \bar{X}_4, \bar{X}_5, \bar{X}_6)$ 之坐標名為 $(X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6)$ 及 $(\bar{X}_1, \bar{X}_2, \bar{X}_3, \bar{X}_4, \bar{X}_5, \bar{X}_6)$ 。則有

$$K(X_1y + X_2z + X_3p + X_4\sigma + X_5\varphi + X_6\psi) = X_1\bar{y} + X_2\bar{z} + X_3\bar{\varphi} + X_4\bar{\sigma} + X_5\bar{\varphi} + X_6\bar{\psi}$$

式中

$$+ X_6\bar{\psi} \quad \bar{Y} = y(t + \delta t), \dots, \bar{Z} = z(t + \delta t) \text{ etc.}$$

略去 δt 之高次部份不計，則有

$$\begin{aligned} & k(X_1y + X_2z + X_3p + X_4\sigma + X_5\varphi + X_6\psi) \\ & = \left\{ X_1 + [-q_{11}X_3 - q_{21}X_4 + (q'_{11} - r_{11})X_5 + (q'_{21} - r_{21})X_6] \right\} y + \left\{ X_2 + \right. \\ & \quad \left. [-q_{12}X_3 - q_{22}X_4 + (q'_{12} - r_{12})X_5 + (q'_{22} - r_{22})X_6] \delta t \right\} z + \left\{ X_3 + [X_1 - \right. \\ & \quad \left. 2q_{11}X_5 - 2q_{21}X_6] \delta t \right\} p + \left\{ X_4 + [X_2 - 2q_{12}X_5 - 2q_{22}X_6] \delta t \right\} \sigma \\ & \quad + \left\{ X_5 + X_3\delta t \right\} \varphi + \left\{ X_6 + X_4\delta t \right\} \psi. \end{aligned}$$

吾人可選取 $(X_1 \dots X_6)$ 而命 $k=1$ 則上述二個隣接坐標系之變換公式，可以下式表示之：

$$\begin{aligned} X_1 &= X_1 + \{ -q_{11}X_3 - q_{21}X_4 + (q'_{11} - r_{11})X_5 + (q'_{21} - r_{21})X_6 \} \delta t, \\ X_2 &= X_2 + \{ -q_{12}X_3 - q_{22}X_4 + (q'_{12} - r_{12})X_5 + (q'_{22} - r_{22})X_6 \} \delta t, \\ X_3 &= X_3 + \{ X_1 - 2q_{11}X_5 - 2q_{21}X_6 \} \delta t, \\ X_4 &= X_4 + \{ X_2 - 2q_{12}X_5 - 2q_{22}X_6 \} \delta t, \\ X_5 &= X_5 + X_3\delta t, \\ X_6 &= X_6 + X_4\delta t. \end{aligned}$$

設隣接於 (4.8) 之三次變宗，對於坐標系

之方程式為

$$\begin{aligned} X_1 &= u, & X_2 &= u\lambda, & X_3 &= v, \\ X_4 &= v\lambda, & X_5 &= w, & X_6 &= w\lambda, \end{aligned}$$

則其對於坐標系 $yzp\sigma\varphi\psi$ 之方程式為

$$\begin{aligned} X_1 &= u + \{ -q_{11}v - q_{21}v\lambda + (q'_{11} - r_{11})w + (q'_{21} - r_{21})w\lambda \} \delta t, \\ X_2 &= u\lambda + \{ -q_{12}v - q_{22}v\lambda + (q'_{12} - r_{12})w + (q'_{22} - r_{22})w\lambda \} \delta t, \\ X_3 &= v + \{ u - 2q_{11}w - 2q_{21}w\lambda \} \delta t, \\ X_4 &= v\lambda + \{ u\lambda - 2q_{12}w - 2q_{22}w\lambda \} \delta t, \end{aligned}$$

$$X_5 = w + v\delta t,$$

$$X_6 = w\lambda + v\lambda\delta t.$$

代入 (4.2) 式中約去 δt 後，再命 $\delta t \rightarrow 0$ 則有

$$w^2 \{ (q'_{21} - r_{21})\lambda^2 + (q'_{11} - q'_{22} - r_{11} + r_{22})\lambda - (q'_{12} - r_{12}) \} - vw$$

$$\{ q_{21}\lambda^2 + (q_{11} - q_{22})\lambda - q_{12} \} = 0,$$

$$w^2 \{ q_{21}\lambda^2 + (q_{11} - q_{22})\lambda - q_{12} \} = 0,$$

$$v^2 \{ q_{21}\lambda^2 + (q_{11} - q_{22})\lambda - q_{12} \} - vw \{ (q'_{21} - r_{21})\lambda^2 + (q'_{11} - q'_{22} - r_{11} + r_{22})\lambda - (q'_{12} - r_{12}) \} - 2vw \{ q_{21}\lambda^2 + (q_{11} - q_{22})\lambda - q_{12} \} = 0.$$

故得特徵線 (Characteristics) 之方程式為

$$(A) \quad v = w = 0,$$

$$(B) \quad w = 0, \quad q_{21}\lambda^2 + (q_{11} - q_{22})\lambda - q_{12} = 0.$$

在第一種情形中，特徵線為

$$X_3 = X_4 = X_5 = X_6 = 0.$$

此即 lyz 之方程式也。在第二種情形中，特徵線為

$$\lambda iX_1 - X_2 = 0, \quad \lambda iX_3 - X_4 = 0, \quad X_5 = X_6 = 0.$$

λi 為方程式 $q_{21}\lambda^2 + (q_{11} - q_{22})\lambda - q_{12} = 0$ 之二根。

此乃經過 Cu 與 lyz 之交點而切於擬幾近曲線 (pseudo-asymptotic curve) 之直線。在三度空間中，曲線 Cu 特稱為扭節點曲線 (flecnode curve)，而與 (B) 對應之直線，為扭節點切線 (flecnode tangents)。茲做其義，稱曲線 Cu 為擬扭節點曲線 (pseudo-flecnode curve)，而稱 (B) 擬扭節點切線 (pseudo-flecnode tangents)。至擬扭節點切線所組之曲面亦稱為擬扭節曲面 (pseudo-flecnode ruled surface)。

定理 5.1 (4.3) 式所代表之三次變宗之包封跡為直線面本身，及其擬扭節直線面。

欲 (4.3) 式所代表之三次變宗之包封跡，除 Ryz 及其擬扭節曲面外，尚有其他部份。則其充要條件，為能求得一函數 $\lambda(t)$ ，同時適合於

$$q_{21}\lambda^2 + (q_{11} - q_{22})\lambda - q_{12} = 0,$$

$$(q'_{21} - r_{21})\lambda^2 + (q'_{11} - q'_{22} - r_{11} + r_{22})\lambda - (q'_{12} - r_{12}) = 0.$$

若 $\theta_{10} \theta_{41} \neq 0$ ，則由 §3 知上述條件復等於

$$\theta_{10}^2 \theta_{41} - (\theta_{10} + \theta_{41})^2 = 0.$$

由定理 3.1 可得

定理 5.2 欲 (4.3) 式所代表之三次變宗，除直線面本身及其擬扭節直線面而外，尚有其他包封跡。其充要條件為通過擬扭節點曲線某一枝(祇須一枝)上各點之最截面，均被割直線面於互個接續母線。

在五度空間中，含有一參變數之平面族未必有包封跡。吾人茲欲於正規直線面上，求得一曲線，便沿此曲線之最截面，有一包封跡。

取此曲線為導曲線 C_y ，而取最普遍微分方程組

$$(1.1) \quad \begin{aligned} y^{111} + 3p_{11}y^{11} + 3p_{12}z^{11} + 3q_{11}y^1 + 3q_{12}z^1 + r_{11}y + r_{12}z &= 0, \\ z^{111} + 3p_{21}y^{11} + 3p_{22}z^{11} + 3q_{21}y^1 + 3q_{22}z^1 + r_{21}y + r_{22}z &= 0, \end{aligned}$$

為討論之對象。則依照 §2 及 §3 之方法可得通過 P_y 點之最截面方程式為

$$(5.1) \quad \begin{aligned} X_1 - p_{12}X_3 - (q_{12} - 2p_{12}p_{21})X_5 &= 0, \\ X_4 - 2p_{12}X_5 &= 0, \\ X_6 &= 0, \end{aligned}$$

其準則場坐標系為 $yz^1z^1y^{11}z^{11}$ 。

依據上列微分方程組 (1.1) 兩個隣接場坐標系間之變換為

$$\begin{aligned} X_1 &= X_1 + (r_{11}X_5 + r_{21}X_6)\delta t, & X_4 &= X_4 + (3q_{12}X_5 + 3q_{22}X_6 - X_2)\delta t, \\ X_2 &= X_2 + (r_{12}X_5 + r_{22}X_6)\delta t, & X_5 &= X_5 + (3p_{11}X_5 + 3p_{21}X_6 - X_3)\delta t, \\ X_3 &= X_3 + (3q_{11}X_5 + 3q_{21}X_6 - X_1)\delta t, & X_6 &= X_6 + (3p_{12} + 3p_{22}X_6 - X_4)\delta t. \end{aligned}$$

欲兩個隣接之最截面有一親近點 (Characteristic point)，其必要且充分之條件為下列方程組

$$\begin{aligned} p_{21}X_1 + (q_{12} - p'_{12} - 2p_{21}p_{11})X_3 + (r_{12} - q'_{12} - 3p_{21}q_{11} - 3p_{11}q_{12} - 2p_{12}p'_{11}) \\ - 2p'_{12}p_{11} + 6p_{12}p_{11}^2)X_5 = 0, \\ X_2 - 2p_{12}X_3 + (2p'_{12} - 3q_{12} + 6p_{11}p_{12})X_5 = 0, \\ X_4 - 3p_{12}X_5 = 0, \end{aligned}$$

與 (5.1) 有不全為零之公解。此即謂

P_{12}	0	$q_{12} - p'_{12}$	$-2p_{12}p_{21}$	0	$r_{12} - q'_{12}$	$-3p_{12}q_{11}$	$-3p_{12}q_{12}$	$-2p_{12}p'_{11}$	$-2p'_{12}p_{11} + 6p_{12}p_{11}^2$	0
0	1	$-2p_{12}$	0	0	$2p'_{12}$	$-3q_{12} + 6p_{11}p_{12}$	0	0	0	0
0	0	0	1	0	$-3p_{12}$	0	0	0	0	0
0	1	$-p_{12}$	0	0	$-p_{12} + 2p_{12}p_{21}$	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	$-2p_{12}$	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

$= -p_{12}^3 = 0$

也。但 $p_{12} = 0$, 係 C_y 為擬幾近曲線之充要條件。故得

定理 5.3 正規直線面上之曲線為擬幾近曲線之充要條件：乃沿此曲線之最截面：有一包封曲線。

若 $q_{12} \neq 0$, 而 $p_{12} = 0$ 。則上述之方程即為 P_y 點。故得

系：若擬幾近曲線並不同時為擬扭節曲線，則沿此曲線之最截面之包封曲線，即為此曲線本身。

若

$$p_{12} = q_{12} = 0,$$

則擬幾近曲線 C_y 同時亦為擬扭節曲線 C_x 。此時二個隣接最截面之親近點為 C_y 切線 L 之任何點。其逆定理亦真。

故有

定理 5.4 若正規直線面上擬扭節曲線之一枝，同時亦為擬幾近曲線。則沿此曲線之最截面，有一包封曲面。此曲面為一發展曲面 (developable surface)，即以此枝為扭節曲線之其近退稜 (edge of regression)。

立體固架之通解

陳百屏

關於立體固架 (Space rigid framework) 之有效解法，去歲中央大學朱成先生曾作有價值之研究。作者因鑒于採用向量與複向量 (Vector and dyadics)，當屬簡顯可法，乃致力於通解 (General Solution) 之探討，惟謬誤之處，尚有待於方家指正焉。作者謹識。 卅一年三月沙坪壩中大。

甲 緒論

§1 全篇提要

一立體固架問題，恆可由多元一次向量方程式聯解之。

其有效解法，係每次視一固節 (rigid joint) 為鉸聯或槽聯 (Connected with hinges or Slots) 求各樑或樑系之分配複因子 (distribution dyadic factor)，按照基本固架解之。再根據遞解近似法原理 (iteration method) 求其精密合用之結果。

§2 定義

凡材料一致，斷面均勻，且斷面重心在一直線上者之樑，謂之直樑 (簡稱樑)。嗣後凡云樑端相交或受反應力等等，悉指在此重心聯接線上而言，故無偏心力距發生。

若諸樑之端，交于一點，其移動與轉動完全相同者，此點謂之固節。連接兩固節之樑謂之連接樑。又樑系云者，乃構成固架之一部分樑與固節之謂。

凡由樑組成之靜定或靜不定穩定平衡立體構架，其諸樑相接處，悉在樑端，且係固節者，曰立體固架 (簡稱固架)。其他構架情形，可置勿論。

§3 樑端與固節之支維情形

一樑端 (或一固節，以下仿此) 之受外物支持情形，可分為下列五種：

[A] 固定 故 (i) 此處不能移動，而能發生反應力，

(ii) 此處不能轉動，而能發生反應力距。

[B] 自由 故 (iii) 此處能完全移動，而不能發生反應力，

(iv) 此處能完全轉動，而不能發生反應力距。

[C] 鉸聯 係用鉸釘聯接于固定物上者，故適合前述 (i)，(iv) 情形。

[D] 槽聯 係在不同方向三槽內滑動者，故適合前述 (ii)，(iii) 情形。此種支持情

形，鮮有實際上用之者，僅于解同架問題時借助之耳。

[E] 彈性支持 其他在彈性限度內之一切支持情形屬之，見 §10 [D] 款。

§4 側傾

一同架之某固節，移動甚小，可以略去，不致影響各樑之應力與變形者，曰無側傾 (No Sidesway)。反之若有影響，則曰此固節有側傾。

一固節有無側傾，可以下法決定之：

[A] 此固節係鉸聯者，無側傾。

[B] 此固節處，除去任一連接樑外，至少有三樑不在一平面內，且其他端幾無移動者，無側傾。

[C] 全部同架與外力系統，皆對稱于某平面，則與該平面垂直之方向，不能發生側傾。

[D] 其他情形，在通常狀況下，皆有側傾。

§5 一般規律

為明晰與便利計，可採用下述之規律：

[A] 記號法 (i) 以 A, B, ... 代表無向量 (Scalar)，a, b, ... 代表向量。

(ii) 以 $\phi, \psi, \lambda, \dots$ 代表有度 (dimensional) 複向量， $\phi, \psi, \lambda, \dots$ 代表無度複因子。

(iii) 以標數 p, q, ... 代表樑名，標數 1, 2, ... 代表樑端或固節名，標數 i, j, k 代表樑主軸方向。

(iv) 以指標 (I), (II), ... 代表同效 (equivalent) 之意。

(V) 向量或複向量中之“-”，“+”，“。”代表向量之加，較與點積。關於其運算方法，請閱該項書籍。

[B] 節點規範 (joint convention) 方程式內之樑端反應力與力距，概以此樑于該端處所受者為準，此與常用之樑規範有別。

[C] 力，力距，移動，轉動皆係向量 (故可以 f, m, d, a 表之) 力，力距與移動，原係向量。又樑各處之轉動極小，故亦為向量。力距與轉動二向量之方向 (Sense)，皆用右手法則決定之。

[D] 樑之三主軸單位向量 i, j, k 設一樑之扭軸與斷面重心處慣距主軸方向之單位向量，依次為 i, j, k, 且成右手系統 (right hand system)。

任一向量，均可沿此三軸分解為三個分量，如

$$f = iF_i + jF_j + kF_k$$

此處 $F_i = i \cdot f$, $F_j = j \cdot f$, $F_k = k \cdot f$ 等等

[E] 其他假設 (i) 可用累加原理

(ii) 外力系統，均作用于各固節處 (見 §10 [B] 款)

(iii)沿樑長方向之拉力或壓力無副作用(見§10[I]款)

(iv)樑各處之移動與轉動皆甚小,不致影響樑之長度及方向。

乙 基本固架

§6 一樑情形

設一空間之樑,其長為L,兩端所受之力與力距為 f_1, f_2, m_1, m_2 , 兩端之移動與轉動為 d_1, d_2, a_1, a_2 , 試求其關係式(圖一)。

先將各向量沿三主軸分解之,如 $f_1 = iF_{1i} + jF_{1j} + kF_{1k}$ 等等

由平衡條件得 $F_{2i} = -F_{1i}, F_{2j} = -F_{1j}, F_{2k} = F_{1k}, M_{2i} = -M_{1i}$,

$M_{2j} = -M_{1j} - F_{1k}L, M_{2k} = -M_{1k} + F_{1j}L$, 以向量之式表之,為

$$f_2 = -f_1 \tag{1}$$

$$m_2 = -m_1 + (kj - jk) \cdot f_1 L \tag{2}$$

同法,由材料力學求出兩端之轉動移動,以向量之式表之:

$$(a_1 - a_2)_{i1} = \left(\frac{-ki}{2I_k} + \frac{jk}{2I_j} \right) \cdot f_1 L + \left(\frac{CE}{GI} ii + \frac{ji}{I_j} + \frac{kk}{I_k} \right) \cdot m_1 \tag{3}$$

$$[d_1 - d_2 - (kj - jk) \cdot a_2 L] \frac{E}{I_2} = \left(\frac{ii}{AI^2} + \frac{jj}{3I_j} + \frac{kk}{3I_k} \right) \cdot f_1 L + \left(\frac{ki}{2I_j} - \frac{jk}{2I_k} \right) \cdot m_1 \tag{4}$$

此處 L 為樑長, A 為斷面積, E, G 為拉壓與剪力彈性模數,

I_j, I_k 為斷面對於三主軸之慣距,

C 為僅與斷面形狀有關之扭轉常數,

其餘 ii, jk, kj, jk 悉為複向量。

如此三向量 i (自1端至2端), j, k 之方向不加更易,而 (1) (2) 各式內模數 1, 2 互易, jk 互易, 所得之關係式亦成立。

§7 樑, 固節, 與樑系之鉸聯

[A] 一端鉸聯他端固定之樑 如圖一之樑, (1) 端鉸聯, $d_1 = 0$, 有力距 m_1 作用其上; (2) 端固定, $a_2 = 0, d_2 = 0$; 代入前式得

$$f_1 = -1.5(kj - jk) \cdot m_1 / L = -f_2 \tag{5}$$

及 $m_1 = \phi \cdot a_1, m_2 = N \cdot m_1 \tag{6), (7)$

此處 $\phi = (GI_j ii / C + 4kI_j / j + 4kI_k / k) / L,$ $\tag{8}$

$$N = -ii + 0.5jj + 0.5kk. \tag{9}$$

可釋為此樑之力距複向量與引帶 (Carry over) 複因子。

(例一) 求一圓錐樑一端鉸聯他端固定時之力距複向量。

$C=1, I_1/2=I_2=I_3=I_4=I, G=0.4E, I$ 代入(8)式得

$$\Phi = (0.2ii + jj + kk)4EI/L$$

(例二) 求兩端鉸聯之樑之同效力距複向量。

設圖一之樑，(1)(2)兩端皆係鉸聯， $d_1=d_2=0$ ，(1)端處有外加力距 m_1 ，(2)端處無反應力距 $m_2=0$ ，代入(1)——(4)式，得：

$$m_1 = \Phi' \cdot a_1 \quad \text{但 } \Phi' = (I_j jj + I_k kk)3E/L \quad (8')$$

$$f_1 = -(kj-jk) \circ m_1 / L = -f_2, \quad a_1 = -N \cdot a_1 \quad (5'), (11)$$

[B]—固節之鉸聯 設一固架(圖二)，僅含一鉸聯固節(1)，諸樑 p, \dots, t 他端皆屬固定(否則公式(12)內之 Φ ，改用其同效值)，一力距 m_1 作用于此固節上，試求各樑之情形。

令此固節之轉動為 a_1 ，各樑之力距複向量為 Φ_p, \dots, Φ_t ，其在該處所受之力距為 m_{1p}, \dots, m_{1t} ，由(6)式，

$m_{1p} = \Phi_p \cdot a_1, \dots, m_{1t} = \Phi_t \cdot a_1$ 相加， $m_1 = \sum m_{1p} = (\sum \Phi_1) \circ a_1$ ，此處 Φ_1 為固節(1)處諸 Φ 之和，其逆為 $(\sum \Phi_1)^{-1}$ ， $\therefore a_1 = (\sum \Phi_1)^{-1} \circ m_1$ (12)

代入 $m_{1p} \dots$ 諸式，並令 $\phi_{1p} = \Phi_p \circ (\sum \Phi_1)^{-1}, \dots, \phi_{1t} = \Phi_t \circ (\sum \Phi_1)^{-1}$ ，(13)

可稱為固節(1)處諸樑之力距分配複因子(此等複因子之和必為一恆等單位複因子

$\sum = xx + yy + zz$ ， x, y, z 為任意互垂直三單位向量)，得

$$m_{1p} = \phi_{1p} \circ m_1, \dots, m_{1t} = \phi_{1t} \circ m_1$$

(例三) 設圖二諸樑皆為4吋圓鋼， $m_1 = 1000y + 1000z$ ， x, y, z 為如同所示之標準互垂直三單位向量，試解之。

解：由圖得 $ip = 0.8x + 0.6z, \quad iq = x, \quad it = y,$

$$jp = 0.6x - 0.8z, \quad jq = y, \quad jt = x,$$

$$kp = y, \quad kq = z, \quad kt = z.$$

由(10)式得 $\Phi_p = (0.2ipip + jpjp + kpkp)4EI/25 = \frac{1}{25} [in. 2/ft.$

$$= [0.078xx - 0.061(xz + zx) + 0.114zz + 0.160yy]EI$$

$$\Phi_q = [0.040xx + 0.200yy + 0.200zz]EI$$

$$\Phi_t = [0.030yy + 0.400xx + 0.40zz]EI$$

相加 $\sum \Phi_1 = [0.518xx - 0.061(xz + zx) + 0.714zz + 0.440yy]EI$

$$(\sum \Phi_1)^{-1} = [1.95xx + 17(xz + zx) + 1.41zz + 2.27yy]/EI$$

由(13)式， $\phi_{1p} = 0.142xx - 0.074xz - 0.101yx + 0.152zz + 0.864yy$

$$\phi_{1q} = 0.078xx + 0.007xy + 0.084zx + 0.283zz + 0.454yy$$

$$\phi_{1t} = 0.780xx + 0.067xz + 0.067zx + 0.565zz + 0.182yy$$

其和為 $xx + yy + zz = \sum$ ，覆驗無訛。

將 m_1 依(14)或分配之得

再由(5)式，得

$$\begin{aligned}
m_{1p} &= -74x + 384y + 152z & f_{1p} &= 13x + 10y - 17z \\
m_{1q} &= 7x + 454y + 283z & f_{1q} &= 21y - 34z \\
m_{1r} &= 67x + 182y + 565z & f_{1t} &= 85x - 10z
\end{aligned}$$

故鉸聯處支持應力為 $f_1 = \sum f_{1p} = 98x + 31y - 61z$

由(12)式得該處之轉動， $a_1 = (170x + 2270y + 1410z)/EI$ 弧度。

由公式(5)，(7)，得各樑他端之情形如：

$$f_{4q} = -21y + 34z, \quad m_{4q} = -7x + 227y + 141z \text{ 等等。}$$

[O] 樑系之鉸聯 設一樑系包含若干之任意支持之固節(圖三)，或一端彈性支持之樑。今使(1)端鉸聯，一力距 m_{1r} 作如于上，使該處發生轉動 a_1 ，若其關係或為

$$m_{1r} = \psi'_{1r} \cdot a_1$$

則 ψ'_{1r} 可稱為此樑系在 r 樑(1)端處之同效力距複向量。

(例四) 設圖三之樑系，僅含一鉸聯固節(2)，則(證明從略)：

$$\psi_{1r} = [N_1 \cdot \Omega + \Phi_r^{-1}]^{-1},$$

及

$$a_2 = -\Omega \cdot m_{1r}$$

此處

$$\Omega = (\Phi_p + \dots + \Phi_q + \Phi_r)^{-1} \cdot N_r$$

其 $\Phi_p, \dots, \Phi_q, \Phi_r, \Phi_r$ 及 N_r 係自(8)(8'),(9)式算出者。

§8 樑，固節，與樑系之槽聯

[A] 兩端槽聯之樑(圖四)

以 $a_1 = a_2 = 0$ 代入(1)-(4)各式並令

$$\psi = (AL^2ii + 12I_kjj + 12I_jkk)E/L^3 \quad (\text{力複向量}), \quad (18)$$

$$\text{與} \quad \Lambda = \psi^{-1} = \left(\frac{ii}{AL^2} + \frac{jj}{12I_k} + \frac{kk}{12I_j} \right) \frac{L^3}{E} \quad (\text{移動複向量}), \quad (19)$$

$$\text{得} \quad m_1 = 0.5(kj - jk) \cdot f_1 L = m_2 \quad (20)$$

$$f_1 = \psi \cdot (d_1 - d_2) = -f_2, \quad (d_2 - d_2) = \Lambda \cdot f_1 \quad (21), (22)$$

在實際情形 AL^2 恆較 $12I_j, 12I_k$ 大至數百倍以上，故在無側傾時，可用 ψ 之略式，

$$\psi' = AEii/L \quad (18')$$

$$\text{以此值代入(21)(20)式得} \quad m_1 = m_2 = 0 \quad (20')$$

而在有側傾情形，可用 Λ 之略式：

$$\Lambda' = (jj/I_k + kk/I_j) \cdot L^3 / (12E) \quad (19')$$

(例五a) 如(1)端槽聯，有 f_1 作用于上，(2)端固定，則 d_2 亦為零，故得

$$f_1 = \psi \cdot d_1, \quad d_1 = \Lambda \cdot f_1 \quad (21'), (22')$$

(例五b) 如(1)端槽聯，有 f_1 作用于上，(2)端鉸聯，則 $a_1 = 0, m_2 = 0, d_2 = 0$ 代

入(1)-(4)各式得

$$f_1 = \Psi // \cdot d_1, d_1 = \Lambda \cdot f_1, \text{但 } \Psi // = (\Lambda //)^{-1} = (\Lambda L^2 ii + 3J_k jj + 2I_j kk) EA / L^3 \quad (18'')$$

[B] 固節之精聯 設圖二之固架，僅含一精聯固節(1)，而非精聯，一外力 f_1 作用其上，試求各樑 p, q, …… t 之情形。

令此固節之移動為 d_1 ，各樑之力複向量為 Ψ_p, \dots, Ψ_t ，其於該固節處所受之力為 $f_{1p}, f_{1q}, \dots, f_{1t}$ ，由(21')式，

$$f_{1p} = \Psi_p \cdot d_1, \dots, f_{1t} = \Psi_t \cdot d_1, \text{亦得 } d_1 = (\sum \Psi_i)^{-1} \cdot f_1$$

$$\text{與 } \S 7[B] \text{ 同理，令 } \Psi_{1p} = \Psi_p \cdot (\sum \Psi_i)^{-1}, \dots, \Psi_{1t} = \Psi_t \cdot (\sum \Psi_i)^{-1} \quad (23)$$

可稱為(1)處諸樑之力分配複因子，其和亦為 \mathcal{E} ，故得

$$f_{1p} = \Psi_{1p} f_1, \dots, f_{1t} = \Psi_{1t} f_1 \quad (24)$$

(例六) 設圖二之固節(1)為精聯，有外力 $f_1 = -98x - 31y + 61z$ 作用其上，欲解之。

解：由 § 4[B] 款，知此固節無側傾，由(18')式

$$\Psi'_p = i\rho ip EA / 25 = [.0256xx + .0192(xz + zx) + .0144zz] EA \# / l^2$$

又相加 $\Psi'_q = -.05xx EA, \Psi'_t = .10yy EA$

$$\sum \Psi_i = [.0756xx + .0192(xz + zx) + .0144zz + .10yy] EA$$

$$(\sum \Psi_i)^{-1} = [20xx - 26.17(xz + zx) + 105zz + 10yy] / EA$$

$$\Psi_{1p} = zz + 1.33xz, \Psi_{1q} = xx - 1.33xz, \Psi_{1t} = yy$$

相加得 $xx + yy + zz = \mathcal{E}$ ，覆驗無訛。

將 f_1 依(24)式分配之得

$$f_{1p} = 81x + 61z, f_{1q} = -179x, f_{1t} = -31y$$

由(20')式，諸樑各端皆無反應力距，故無側傾時固節(1)處之支持反應力距為零，又諸樑他端之應力為 $f_{4q} = -f_{1q} = 179x$ 等等。

[C] 一樑系之精聯 設圖三之樑系包含若干樑與若干任意支持之固節，令設 r 樑(1)端係精聯，一力 f_{1r} 作用其上，使發生移動 d_1 ，若其關係式為 $f_{1r} = \Psi'_{1r} \cdot d_1$ ，則 Ψ'_{1r} 可稱為此樑系在 r 樑(1)端處之同效力複向量。

(例七) 設圖三之樑系，僅含一精聯固節(2)，而非鉸聯，現略其詳：

$$\Psi'_{1r} [(\Psi_p + \dots + \Psi_q)^{-1} + \Lambda r]^{-1} \\ d_2 = (\Psi_p + \dots + \Psi_q)^{-1} \cdot f_{1r}$$

丙 通 解

§9 通解之可能

一穩定平衡固架，恆屬可解。

何則，設此固架有 n 個固節，與 r 個樑，外力系統如…… $f_c, m_c, ……$ 等等作用于固節……, (c), ……, (n)上。

因每樑兩端(1), (2)處有四未知數 $f_{1p}, f_{2p}, m_{1p}, m_{2p}$ ，及各固節處有兩未知數 a_c, d_c ，即共有 $4r+2n$ 個未知數。

由(1)-(4)式可知每樑可書四方程式，且在各固節處有兩平衡方程式，

$$\sum_p f_{cp} = f_c, \quad \sum_p m_{cp} = m_c,$$

亦共有 $4r+2n$ 個方程式，此等方程式皆係一次獨立，故屬可解(證明從略)。

但因複向量等之點積，不適合于交換律，其聯解之結果，自不能以簡單之行列式表之，惟僅能一一消去其未知數而解之耳。其有效解法見§10。

設外力系統不作用于固節處，此種證明，仍能成立，因可先求此外力系統之同效系統作用於固節處也。次例示直接聯解向量方程式之法。

(例八) 設圖五之固架內，(2)為自由固節， r 及 s 樑均為4吋圓鋼，其長皆為 L ，有力距 m_{1r} 作用于鉸聯固節(1)處，試解之。

解：此題之已知數為 m_{1r} ，及 $f_2=0, m_2=0, d_1=d_3=0, a_3=0$ ；此題之未知數為 $f_{1r}, f_{2r}, f_{2s}, f_{3s}, m_{2r}, m_{2s}, m_{3s}, a_1, a_2, d_2$ 共10個。

就 r 樑言有， $f_{2r} = -f_{1r}, m_{2r} = -m_{1r} + (xz - zx) \cdot f_{1r}L$ (a), (b)

$$(a_1 - a_2) EI/L = (zx - xz) \cdot f_{1r}L/2 + (5yy/4 + xx + zz) \cdot m_{1r} \quad (c)$$

$$[-d_2 - (xz - zx) \cdot a_2 L_1] EI/L^2 = (xx + zz) \cdot f_{1r}L/3 + (xz - zx) \cdot m_{1r}L/2 \quad (d)$$

就 s 樑言有， $f_{3s} = -f_{2s}, m_{3s} = -m_{2s} + (zy - yz) \cdot f_{2s}L$ (e), (f)

$$a_2 EI/L = (yz - zy) \cdot f_{2s}L/2 + (5xx/4 + yy + zz) \cdot m_{2s} \quad (g)$$

$$d_2 EI/L^2 = (yy + zz) \cdot f_{2s}L/3 + (zy - yz) \cdot m_{2s} / 2 \quad (h)$$

就固節(2)言有， $f_{2r} + f_{2s} = f_2 = 0, m_{2r} + m_{2s} = m_2 = 0$ (i), (j)

共10個方程式，足以解10個未知數。

以(g), (h)代入(b)式得 $f_{2s}, m_{2s}, f_{1s}, m_{1s}$ 之關係式。由(a)與(i), (b)與(j)得 $f_{2s} = f_{1r}, m_{2s} = m_{1r} - (xz - zx) \cdot f_{1r}L$ ，代入該關係式且就 f_{1r} 解之，得

$$f_{1r} = -f_{2r} = f_{2s} = -f_{3s} \\ = [(212x - 6zy)/23 - (9xz - 3yz)/7] \cdot m_{1r}/L \quad (k)$$

代入 m_{2s} 式及(g)式求出 a_2 ，再代入(c), (h)式求得

$$a_1 = [(60xx + 42xy + 42yx + 195yy)/92 + 2zz/7] \cdot m_{1r}L/EI \quad (l)$$

$$m_{1s} = -m_{2r} = [(2xx + 6xy + 23yy)/23 - 2zz/7] \cdot m_{1r} \quad (m)$$

及 $d_1 = (19zy + 14zx) \cdot m_{1r}L^2 / (46EI)$ 等等 (n)

§10 有效解法之步驟

聯解向量方程式之困難，既如上述，則另求固架問題之有效解法，實屬必要，今略述其步驟如下：

[A] 規定一組或多組標準互垂直三單位向量 x, y, z ，次求各樑之 i, j, k 及其與 x, y, z 之換算式。

[B] 如某樑上之外力，不作用于固節上者，則先求其作用于兩固節處之同效系統（請參閱拙著 *The Substitution of two forces and two Couples for the Complicated load*……載中央大學航工季刊創刊號）。

[C] 辨別各固節有無側傾（見§4）。

[D] 計算諸樑或樑系之複向量及各固節諸樑之分配複因子。如某樑端或固節係彈性支持者，則設法求其同效複向量。

[E] 每次視一固節為鉸聯或槽聯（原為鉸聯者不得視為槽聯，反之亦然，但原為自由固節者，需至少二次視為鉸聯及一次視為槽聯），該處諸連接樑（已視為樑系者除外）他端之固節悉視為固定；此時得一基本固架，將該處未平衡之力距或力，依複因子分配之（見例九及例十）。

在實際之複雜固架情形，包含若干自由固節。故于計算時，先視某自由固節(C)為鉸聯（然後再視為槽聯），其相鄰自由固節亦為鉸聯（然後再視為槽聯），其他固節皆視為固定，形成若干樑系，用(15)式求同效力距複向量（然後再用(25)式求同效力複向量）。次求分配複因子，將此固節(c)之未平衡力距分配之，（然後再分配未平衡力）。其例甚長，因篇幅關係從略。

如各相鄰固節中，仍有連接樑存在者，則可用簡化法，見§10[F]款。

[F] 根據基本固架公式，計算諸樑他端固節處應力情形，及此固節處之支持反應力與力距。——此步驟謂之引帶。

[G] 改變引帶結果之符號，自該處之未平衡外力系統減去，又得未平衡力與力距。

[H] 依前法繼續行之，至所用之精確度為止，累加即得所求之結果。

此種計算，在無側傾固節情形，頗易收斂，且僅能發生未平衡力，而不致發生未平衡力距。而在有側傾固節情形，收斂較緩；必要時需用比例法求之，一如平面固架解法所常用者然。

[I] 如顧及沿樑方向拉壓力之副作用，則公式(3),(4)內之常係數 $1, 1/2, 1/3$ 等等皆係 $F_j L^2 / EI_j, F_k L^2 / EI_k$ 之函數，故必需校正之，其詳從略。

[J] 特殊解法

採用向量與複向量後，亦可用下列之特殊解法（其詳情從略）：

(i) 簡化法……先拆出一樑，一樑系或數樑系解之，然後再校正之

(ii) 用Maxwell's, 功能原理, 互逆原理等等。

(iii) 其他

(例九) 設例三之固節(1)為自由固節, 試解之(外加力距 = $1000y + 1000z$)。

解: 此題若干步驟已載例三與例六內。

先視此固節為鉸聯依例三解之, 得分配與引帶之結果。

因(1)處係自由固節, 原無外力, 故得未平衡力

$$f_1 = -98x - 31y + 61z$$

次設(1)為鉸聯, 依例六解之, 得其結果, 此時已無未平衡力與力距, 故共得

$$f_{1q} = -f_{4q} = -179x + 21y - 84z,$$

$$m_{1q} = 7x + 454y + 289z, \quad m_{4q} = -7z + 227y + 141z \text{ 等等。}$$

(例十) 設圖二圖五合成一固架如圖六所示, (1), (2)皆係自由固節, 各樑皆係4吋圓鋼, 全一力等于 $400(z-y)$, 作用于p樑之中點, 試求,

(i) q樑兩端之應力情形,

(ii) 兩固節之移動,

(iii) 固節(2)處各樑所受之反應力距。

解: 先求此力之同效系統為

$$f_1 = f_4 = 200z - 200y, \quad m_1 = -m_4 = 1000(y+z).$$

由圖及圖4可知固節(1)無側傾, 而固節(2)有側傾。

先設固節(1)為鉸聯, 求樑系r, s于該處之同效複向量 ϕ_{1r}^1 , 此可由例八(1)式或他法得之(見20):

$$\phi_{1r}^1 = [.090xx + .020(xy + yx) + .028yy + .175zz] / EI$$

與例三求出之 ϕ_p, ϕ_q, ϕ_t 相加, 求出其和之逆複向量為:

$$(\Sigma \phi_1)^{-1} = [1.66xx + .07(xy + yx) + .12(xz + zx) + 2.14yy + 1.13zz] / EI$$

次求力距分配複因子如前, 如

$$\phi_{1q} = .066xx + .003xy + .004xz + .014yx + .428yy + .227zz + .023zx \text{ 等將}$$

m_1 分配之得

由(5)式及例八(k)式得

$$m_{1p} = -56x + 453y + 122z$$

$$f_{1p} = 12x + 8y - 16z$$

$$m_{1q} = 7x + 428y + 227z$$

$$f_{1q} = 17y - 32z$$

$$m_{1r} = -26x + 59y + 198z$$

$$f_{1r} = -13x - 4y - 2z$$

$$m_{1t} = 75x + 71y + 453z$$

$$f_{1t} = 68x - 11z$$

故鉸聯(1)處之支持應力為 $67x + 21y - 61z$

但固節(1)實係自由固節, 且有外力 $200(z-y)$, 相減得未平衡力

$$f_1 = -67x + 221y + 261z$$

此時因固節(1)無側傾，雖有移動，亦不致影響固節(2)甚大，故可視固節(1)為慣聯，按例六之複因子，分配于 p, q, t 三樑，得

$$f_{1p} = 347x + 261z, \quad f_{1q} = -414x, \quad f_{1t} = -221y$$

此時已無未平衡力與力距，相加得 q 樑兩端之情形：

$$f_{1p} = -f_{1q} = -414x + 17y - 82z$$

$$m_{1q} = 7x + 428y + 227z, \quad m_{4q} = N_q \cdot m_{1q} = -7x + 214y + 114yz$$

若不用等效外力系統而恢復原有情形，則：

$$f_{1q} = -414x + 217y - 232z, \quad f_{4q} = 414x + 183y - 168z$$

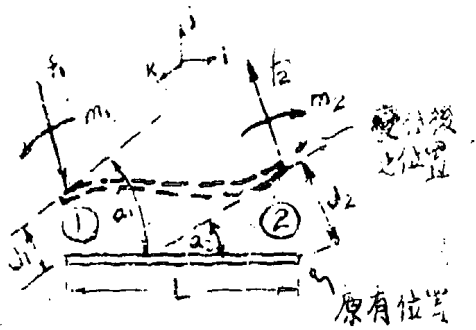
$$m_{1q} = 7x - 572y - 773z, \quad m_{4q} = -7x + 1218y + 1114z$$

又 $d_1 = (\sum \Psi_1)^{-1} \cdot f_1 = (-8300x - 2040y + 29200z) / EA$ 呎

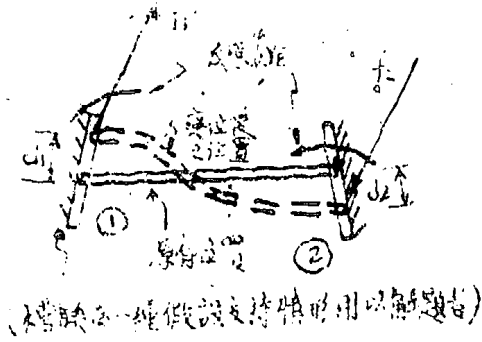
由例八(n)及(m)式， $d_2 = 6600z / EI$ 呎 (約為 d_1 之30倍)

$$m_{2s} = -m_{2r} = 18x + 59y - 57z$$

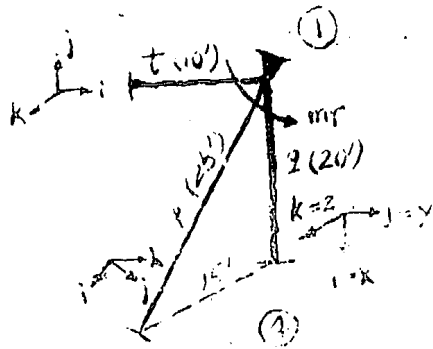
(完)



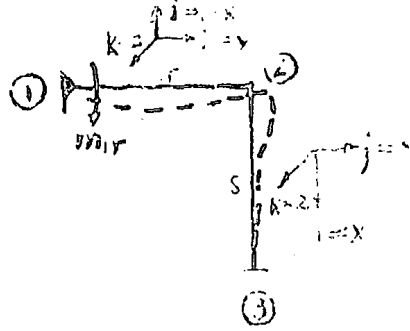
(圖一) 一標情形



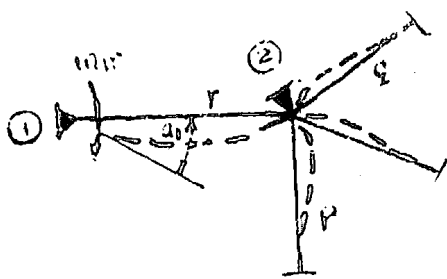
(圖四) 兩端對外槽梁之標



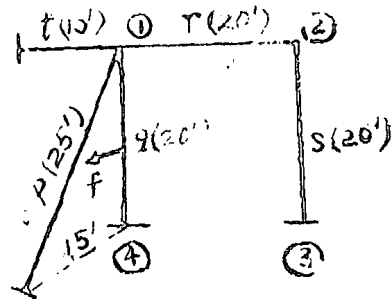
(圖二) 對外靈聯之固節



(圖五) 例題八



(圖三) 一標系之對外靈聯



(圖六) 例題十

「立體固架之通解」

附圖 陳百屏著

羽形蠟氏藻形態之初步研究

A Preliminary Study of the Morphology
Draparnaldia Plumosa (Vauch.) Ag.

朱浩然

一、概論

蠟氏藻屬(1) (*Draparnaldia*) 係綠藻綱 (*Chlorophyceae*) 有毛藻科 (*Chaetophoraceae*) 中之一屬，由 Boré 氏於 1808 年定名；其取義係紀念法國藻類學家 *Draparnald* 而起茲按原意譯為蠟氏藻屬。

本屬植物之發見既甚早，其分佈又極廣；惟其種則不甚多，據 A. Engler 所著「自然植物之科」(*Die natürlichen Pflanzen Familien*) 之補篇 (*Nachtraege*) 所載 (1911)，不過十一種，其在歐美等洲發現者有團聚蠟氏藻 (*D. glomerata*, Ag.) 別氏蠟氏藻 (*D. Billingsii*, Wood) 扁帶蠟氏藻 (*D. platyzonata*)；毛形蠟氏藻 (*D. comosa* Kuetz.) 及羽形蠟氏藻 (*D. plumosa* Ag.) 等多種；在國內之被發現者，有羽形蠟氏藻及其變種—中國羽形蠟氏藻 (*D. plumosa* Ag. var. *sinensis* Li) (2) 等。本文所研究者，為羽形蠟氏藻。

本篇所研究之材料係於 1941 年十二月下旬在重慶小龍坎發現，該處係為市街後面小道旁之稻田，其處之水深為 250m；田甚小，面積不過半畝，呈新月形，蓋為山地之梯田；田中水深僅半尺，惟因泥中積水甚多，故能經常保持此淺水狀態達三、四月而無多大變動，使此種藻類在此數個月時期中，能經常繁榮。

田之面積既小，但繁生此種藻之範圍更狹，僅在半月形之右角周圍不過三平方市尺；惟一特徵，即在此一窪靜水之小區域中，幾全為此種藻類所繁殖；他種藻類如水綿 (*Spirogyra*)，接線藻 (*Zygnema*) 等，雖亦在此同一田中繁殖，但其間似有一鴻溝分隔，各不混和，此奇異之現象，其原因何在則因研究時間之短促不克推出之。至四月初旬，被農夫翻田播秧，此良好之研究材料，就從此消失，殊可惜也。

註：(1) 有人將 *Draparnaldia* 及 *Chorospermum* 兩屬，合為 *Draparnaudia* 屬，據 Engler；自然植物之科補篇

(2) 本種與上種之差別極微，是否能確定，現尚為一疑問。

二、採集及培養

材料之第一次發現，係在十二月廿八日，時該植物已在畦田中發育繁盛多時，故該植物之究在何時發現，不能確知。初次採集之目的，僅在備植物形態班實驗觀察之用，所產之材料，係靜置於臨窗之玻璃缸中；乃第二日發現向光處玻璃缸中之水面，有無數綠色之微點密集，因取一滴在顯微鏡下觀察之，乃知係無數卵形具四鞭毛之動孢子 (Zoospores) 綠色，閱數小時後再取材料視察之，則已盡為細長之橢圓形細胞，蓋其動孢子均正進行其萌發作用矣，越一夜更視之，則大多數已萌發成為 4-6 細胞之線狀體 (Filaments) 其上端各有一毛體 (Chaete or hair) 矣；於是引起著者之好奇心，欲思一窮其究竟，即略作部署，於三十一年一月二日開始，即着手作是項材料之研究，每隔一、三日，即至原材料繁殖處，採取少許之標本，計自開始採集日起，至植物被農夫破壞日止，共八十五日，採集共 65 次，平均為 1.5 日採集一次，採集時間，頗不一致，茲根據記錄，列表如下：

採集時間	月份		
	一 月	二 月	三 月
上午八時前	12	10	6
上午十二時前	3	2	3
下午二時前	3	1	1
下午六時前	2	3	3
下午十時前	8	5	3
合 計	28次	21次	16次

表1. 採集次數及時間表

每次收集之材料，除少數次數外，均為量甚少，僅裝於直徑 2cm. 高 6cm. 之玻璃管中半管；採集後之材料，均置於窗口；培養液分二類(1)田中原有之水；(2)克氏溶液 (Knops solution)；惟二者培養之結果，均不能維持該植物之長久生存；尤以前者為甚，大約經一星期或十日（或甚至僅四、五日）即發生腐敗現象，終至全部死亡；在後

者之情形中，亦至多多維持其生活二、三日，其原因何在，按著者個人之推測，大約不外五點，即(1)水質發生變化如 pH 之改變；(2)生活環境之不合宜，如日光之不充足，空氣之不調和，氣候之不適宜，溫度之差別等；(3)營養之不足；(4)腐敗細菌之繁殖；(5)及自然之死亡(乃由於其在生殖作用之已完成)。惟最後一點，頗有缺陷，蓋其發生之動孢子，萌發至相當階段後，亦歸於死亡也。所幸其動孢子之形成作用 (Formation of Zoospores)，及其萌發 (Germination) 之初步經過，均能在此短促之培養期中獲得結果，并留若干保存之材料，供以後之繼續研究，實一幸事。

三、保存及製片

本項植物標本之保存，著者曾就各種保存劑 (Preserve agents) 加以試用；即 (1) 曲氏溶液 (Transeau Solution)，(2) 4% 福爾莫林溶液 (Formalin Solution)，(3) 福爾莫林及甘油混合劑 (Formalin-glycerine Mixture) 其結果以後者稍佳，植物體被浸其中，不起收斂作用；此種溶液之配合法如下：

4% 福爾莫林.....90c.c.

10% 甘油.....10c.c.

動孢子，及其萌發後所成之絲體，及一部分之原葉體 (Thallus)，曾行製片；尤以前兩種之材料，不易保存，故祇能製片保留之。製片時之固定劑 (Fixing agents)，亦曾用多種作試驗，即 (1) 佛氏弱性溶液 (Flemmings' Weak Solution)，(2) 鉻醋酸液 (Chromo-acetic acid fluid)，(3) 鮑氏液 (Bowins' fluid)，(4) 氯化汞液 (Mercuric chloride fluid) 等等。其結果證明 (2)，(4) 兩種固定液，如略加熱後對於動孢子之固定，極為良好，蓋固定後之材料，染色後不但分色良好，且其鞭毛之現出，亦極清楚也。至原葉體之固定，以氯化汞之酒精溶液 (Alcoholic solution of Mercuric chloride) 為最好，蓋此種溶液，一方面能以極快之速率，穿過原葉體外包被之膠質而滲入細胞中，使其固定；另一方面又不破壞植物體之組織；固定之期間，分上午八時，中午十二時，下午六時，及夜間十一時，洗濯均求徹底；染色大多用海氏蘇木色素 (Heidenhain's Haematoxylin) 及達氏蘇木色素 (De-la-field's Haematoxylin) 兩種；且大多為單一染色 (Simple Stain) 雖少數曾用逆對染色 (Counter Stains)，但後者之效果，並不比前者為佳。脫水後之透明劑 (Clearing agent)，曾用三種不同之材料，即：(1) 樟油 (Eucalyptus oil)；(2) 樟油二甲苯 (Xylol)，(3) 二甲苯。其結果證明第二種特佳良好，第一及第三缺點均有，茲列表如下：

透明劑	按油	按油→二甲苯	二甲苯
透明時間	3-5小時	3時→10分鐘	10分鐘
透明度	內部組織仍略現糊模不清	甚好	甚好
蒸發度	蒸發極慢	甚快	極快
收縮度	內部組織不發生收縮，即有亦輕微	略有收縮現象，但不顯著	內容物現極大之收縮現象

表2. 羽形扁氏藻在三種透明劑中之效果比較表

四、植物體之組織

A. 主軸 (Main Axis)——本種植物之原葉體，呈淡綠色，常以其末端之支持細胞 (Holdfast) 固着於水中殘餘之稻稈、葉、或其他水生植物之莖葉上；其上端游離於淺水中，但不浮出水面；且不作游離生活 (Free-floating life)，如其體之一部分因受外力而與本體分離後，即沉至水底，不久即腐解而喪失其生命；植物體之外部，被有黏滑之膠質 (Mucilage)，尤以其分枝所成之簇 (Fascicles) 為最發達；如將其原葉體舉出水面，則其枝簇 (Fascicles of Ramuli) 即黏連成一膠質團塊。

原葉體之長短，頗有出入，據個人測量200條原葉體之結果(分枝除外)得如下表：

長 度	數 量	百分比 %
0.5cm.	28	14.0%
0.5 cm.—1.0 cm.	60	30.0%
1.0 cm.—1.5 cm.	52	26.0%
1.5 cm.—2.0 cm.	30	15.0%
2.0 cm.—2.5 cm.	15	7.5%
2.5 cm.—3.0 cm.	12	6.0%
3.0cm.—3.5cm.	3	1.5%
總 計	200	100.0%

表3. 200 條羽形扁氏藻原葉體之長度比較表

就上表所示，其中占百分比最多者，為0.5-1.0 cm，長之原葉體，次為1.0-1.5 cm之原葉體；再次為1.5-2.0 cm，之原葉體；再次為1.5-2.0 cm，之原葉體，達3.0 cm，者僅為最少數。惟表中之長度，毛體並不在內。

原葉體之構造：頗為複雜。大概言之，可分主軸及枝簇兩部；前者為植物體之主幹，後者為其枝葉；就功能方面言之，後者實比前者為重要。

主軸上之細胞，除短細胞外，大概為圓柱形，惟中部稍膨大，故如準確言之，當為水泥桶形 (Barre' shape)；上下兩細胞之相連處略現凹陷。此蓋由於其細胞之形狀使然。此等細胞之直徑相差尚小，但其長度之差極大；如就其相差極大之細胞言之，則可歸納為二類 (1) 長細胞 (Long cells)，(2) 短細胞 (Short cells) 長細胞之長，其平均數為直徑之3-4倍，但甚者可達直徑之8-9倍；短細胞之長，其平均數為直徑之2倍，但極短者，僅為直徑之1.5倍。下表為著者就多條原葉體主軸上之1000個細胞，經測最後所得之結果：

長 度	直 徑	數 量	長闊之比 (約數)	所占百分比
54.7 μ — 67.5 μ	32.8 μ — 40.0 μ	33	1 $\frac{1}{2}$: 1	3.8%
73.0 μ — 91.2 μ	32.8 μ — 54.7 μ	48	2 : 1	4.8%
95.0 μ — 105.8 μ	32.8 μ — 54.7 μ	26	2 $\frac{1}{2}$: 1	2.6%
109.5 μ — 124.0 μ	36.5 μ — 65.7 μ	69	2 $\frac{1}{2}$: 1	6.9%
129.5 μ — 136.8 μ	36.5 μ — 65.7 μ	48	3 : 1	4.8%
146.0 μ — 164.2 μ	32.8 μ — 73.0 μ	96	3 : 1	9.6%
167.9 μ — 182.5 μ	54.7 μ — 84.0 μ	89	3 : 1	8.9%
191.6 μ — 213.5 μ	36.5 μ — 91.2 μ	132	3 $\frac{1}{2}$: 1	13.2%
219.0 μ — 237.5 μ	40.0 μ — 96.7 μ	68	3 $\frac{1}{2}$: 1	6.8%
230.0 μ — 255.5 μ	41.9 μ — 102.2 μ	139	3 $\frac{1}{2}$: 1	13.9%
261.6 μ — 273.8 μ	40.1 μ — 87.6 μ	76	4 $\frac{1}{2}$: 1	7.6%
279.1 μ — 301.1 μ	65.7 μ — 91.2 μ	42	4 : 1	4.2%
310.0 μ — 323.5 μ	38.8 μ — 91.2 μ	58	5 $\frac{1}{2}$: 1	5.8%

319.1 μ —874.0 μ	51.1 μ —105.8 μ	38	$4\frac{1}{2}:1$	3.8%
375.0 μ —383.2 μ	51.1 μ —82.7 μ	20	$5\frac{1}{2}:1$	2.0%
410.0 μ —419.7 μ	54.7 μ —82.1 μ	18	$5\frac{1}{2}:1$	1.8%

表4. 1000個主軸細胞之測量，示其長闊之比較表

上表僅係就主軸細胞大小之比，至其排列而言，其大小細胞之間，殊無一定之序次；有時接連四五個，均為大細胞，或為小細胞，有時則互相參雜；惟就一般言之，則主軸下部之細胞較細長，上部者較寬，至頂端部則近於圓形。

B. 支持細胞 (Holdfast)——本屬植物體之特徵，為其下方無匍匐系 (Prostrate System)，其末端僅為一個支持細胞；此細胞之原始，係自動孢子之前端，附於營養基上之部分；據著者個人所製之微物標本觀之，知此細胞在動孢子萌發作用之第一次分裂 (First division) 後，甚至有在分裂之前，即有此部形成之現象，(詳見後97—98頁)；支持細胞係主軸上之一個細胞，其全體又可分為上下兩部，其上部為細長之圓桶形體，下部則擴展而成一盤狀部 (Disc Portion)，盤狀部之邊緣，頗不規則，此處之壁頗厚，其與營養基 (Substratum) 相接之處，更有分泌之膠質體 (P.I.k-R)

支持細胞之內容物，極為貧乏，在幼年期中，尚有微量之細胞質與一個細胞核可見，惟均限於細胞之上方；澱粉核在幼年期中，亦有一二個可見；葉綠體幾近於無，即有其色素亦極薄弱；故在顯微鏡下觀察之，幾全為無色；至支持細胞之下方，其內容物是不完全缺乏，抑係充塞以他種無色物質，則甚難斷定；惟就觀察所得，以理論推之，其中定有液體物質之存在。

此種支持細胞雖係一柔弱之細胞，惟與營養基之關係言，則其吸着力殊為強大；此可以下列兩點證實之：(1) 生活於自然環境中之原葉體，均藉此柔弱之細胞吸附於營養基上；(2) 如以鑷子等物夾取原葉體，往往其上方之部分與母體折斷分離，而其下方之支持細胞，仍吸着於營養基上。

C. 分枝 (Branches)——本種植物之原葉體，其主軸上每隔3-6個細胞，常發生分枝；其分枝着生之方法，粗看似係附着於主軸下兩細胞交界處之節 (Segment) 上，但如仔細觀察之，則知其係着生於節下方之細胞之上側面；此處之主軸細胞壁，現一下凹之陷部 (Depression)，分枝基部之基細胞 (Basal cell)，即以其下方之長圓形部分，鑲嵌於此凹陷部中，此種柔弱之附着狀態，雖其間之關係極薄弱，但在事實上，此等分枝頗不易與其主軸分離；此中之物理作用何在，頗難解釋之。

係著者所得之標本言之，本種植物之分枝，可以分為四種，其組織各不相同；此四種分枝，個人為欲將其區別起見，特定其名為(1) 雙叉分枝 (Dichotomous branches)；

2)長側枝(Long lateral branches)；(3)壯健側枝(Stout lateral branches)；(4)簡單分枝(Simple branches)；茲將此四種分枝之組成，分述如下：

1. 雙叉分枝——此種分枝，比較少見；如有發見，每出現於主軸之頂端；此主軸往往比一般者為短；其着生之方法，與上述之一般分枝着生有別；其形成係由於主軸之頂端細胞(Apical cell)經縱裂分而為二；然後此兩個子細胞(Daughter cells)各進行反復之橫裂，以各形成一絲體(Filament)；此種分枝，其上細胞之構造及組合，與主軸上之細胞，無甚差別，僅其內容物較多，感受蘇木色素之力較強，及細胞之長度與直徑之比為大耳。著者為區別起見，特名前者之主軸為初級主軸(Primary axis)，而名此類雙叉分枝所成之主軸，為次級主軸(Secondary axis)。在此等主軸上，再發生第三類之壯健側枝，及其第四類之簡單分枝。(P.I.I.A)

2. 長側枝——此類分枝，比第一種之雙叉分枝為多而易見，其枝極長，與主軸成垂直狀態；其基部或在主軸之鄰近區域中，極少再有分枝；此類之枝，常相對而生於初級及次級主軸細胞之兩側；其基部之細胞多為水泥桶形，有略為膨大之中央部。此種分枝之另一特徵，為其側面所發生之第三類及第四類之分枝；此等分枝，不着生於其軸之基部細胞，而在其上之第四、五個或甚至經十二、三個細胞後，方發生分枝；且二者發生分枝之方法有別；前者之分枝，多為單出，後者多為三出，生於其頂部之三點；

(P.I.I.B)

3. 壯健側枝——此種之枝，為原葉體上最常見之普通分枝，着生於初級主軸，次級主軸，及長側枝之側面；其全體之分枝極多，密集而成簇(Fascicle)；簇成卵圓形而上部尖細；簇之基部細胞，係附着於主軸細胞之上側面；此處之分枝，有單出而成單簇者，有自主軸之兩側各出一簇者，更有自主軸細胞之周圍出三枝或四枝者；惟就一般言之，如為一出，二出者，其側枝所成之簇，均甚強健；三出以上者，除一簇強健外，其餘多柔弱而為第四類之簡單分枝。一個壯健之側枝，其基部為一個近於圓球形或長圓形之細胞，此細胞之上方為一連串十餘個逐漸細長細胞所組成之軸；其側面常發生一小枝(Blanchelet)，其上更可發小枝；至其軸——可名之為枝軸(Branchial axis)或稱枝桿(Rachis)——上之第二個細胞，其上方側面，又可反復發生小枝一束，或左右各出小枝；第三、第四個細胞亦然；甚至此組成分枝軸之八、九個或十二、三個細胞，除頂部之一二個細胞外，均能發生小枝，各小枝又能反復發生小枝，最後組成一樹狀之簇(Dendroid fascicle)。(P.I.I.C)，名為枝簇(Fascicle of Ramuli)。

4. 簡單分枝——此種分枝，亦着生於初級主軸，次級主軸及長側枝之側面，有單獨從主軸之側面發生，有與壯健側枝環生於主軸等之側面，而以後者尤為常見。此種之分枝較短小，其分枝軸僅由7-9個細胞所組成。(至多亦不過12-13個細胞)，其上亦可發生小枝，惟組織簡單，決不密集成簇。此類分枝，依著者之理想推測之，或係第三類壯健側枝尚未發育完全之分枝系(Branchial System)或係受其旁而壯健側枝壓迫之影響，未

克充分發育所致；蓋此種情形，在高等植物中，每屢見不鮮也。(Pl. I. D)

上述第三及第四兩類之分枝系(Branching system)，其最後之小枝，通常由6-8個細胞所組成，但亦有僅由3-4個細胞所組成者，此等最後小枝之頂端，往往逐漸狹細，形成一長形之多細胞毛(Multicellular hair or chaete)，此毛之長短頗不一致，有短於小枝者，有等於簇長者，更有長於此者。毛之下方稍寬大，上方則逐漸尖細；毛之內容物，在其基部之一個細胞中，尚有微量之原生質存在，惟細胞核則付缺乏；至上部之各細胞中，全無原生質之存在，已完全為死細胞矣。

五、細胞之構造

A. 原生質(Protoplasm)——細胞中之原生質，除前述之支持細胞及毛體外，其餘之原葉體上各細胞，大多含有之；惟就一般言之，初級主軸細胞中之原生質，不如次級主軸細胞中為多；後者又不如分枝細胞內之豐富；細胞核一個，居於細胞之中央但亦多有側向者；核之周圍，往往有一圈被稱謂之細胞質(Cytoplasm)，後者又往往分散為放射狀，通連至外部與外部細胞質相連繫。染色後往往着色甚深，我人可藉此種特性，與澱粉核(Pyrenoids)區分出之。

B. 葉綠體(chloroplast)——原葉體上之各細胞，除支持細胞及毛體之細胞外，其餘之各細胞內，各有一塊葉綠體，此葉綠體係居於細胞內之邊緣部，因此名為邊緣葉綠體(Parietal chloroplast)。葉綠體之大小及形狀，常隨原葉體之各部之細胞而異，然自其整個言之，其葉綠體均係環帶形，其上有大小不同之孔眼，如一網狀，此種形式之葉綠體，其形性實介於波髮藻屬(Ulothrix)，及有枝藻屬(Cladophora)之間。如就其身體各部之葉綠體言之，則可分為下列數種，(1)主軸之細胞——此類細胞中之葉綠體，又因細胞之年齡而異其形狀：其一，初級主軸之細胞，其葉綠體為狹長而不完全之環帶形，居於整個細胞中央區之赤道圈內，葉綠體之上下邊緣，有出入甚深之凹凸部，其中尤以凸起部為甚，一如山谷之起伏，在其中鑲嵌若干個澱粉核此種之葉綠體，其綠色極淡，生活時在顯微鏡下視之，幾近無色，即以染色手續處理後，亦往往因着色不深而不易觀察，葉綠體之兩端，各為一巨大之空隙，大約係空泡(Vacuoles)，惟因未曾測定，故不克推斷之。其二，次級主軸及長側枝上之軸細胞，其中之葉綠體亦為環帶形，惟其上下之邊緣之突出部發達，有時更由此發生橫突，且互相連繫而成網眼狀，此種葉綠體之邊緣部，往往伸展至細胞之上下兩極，染色後，着色亦較深。(2)分枝上之細胞——分枝上之細胞(指第三類之壯健側枝及第四類之簡單分枝，及兩者所發生之小枝上之細胞)——其內之葉綠體極為發達，幾充塞於整個之細胞內，但其葉綠體之形狀亦每隨細胞之地位，形狀及年齡而有差別；就著者觀察所得，在枝簇基部之細胞中，其葉綠體為不完全之環帶形，頗似波髮藻細胞之葉綠體，惟較大，幾充塞於整個之細胞中，

色甚深；其次，在分枝軸上部之細胞中，其葉綠體多作圓桶形，具大而不規則之網眼，其構造又與有枝藻細胞內之葉綠體相似，其三，小枝上之細胞，其葉綠體作環形網眼小，色較前更綠。(Pl. II. s-y)

C.澱粉核——除支持細胞及毛體內無此外，其餘之各細胞內均有之，惟其數量及其大小，則殊無一定；最少者為2-3個，多者達5-6個；澱粉核之外形，常有變異，以蘇木色素處理後，常成一黑色之圓塊且現稜角，其外圍有一圈未着色之白色環，有時其中央部分，分裂成為若干不規則小塊，但其外方仍被不着色之白色環，澱粉核之此種特性，我人可由此與細胞核區別之，又澱粉核在細胞分裂中，似未曾消失，不過此時之感受藥劑之效力，不及平時耳。

茲就本種藻類植物體之內容物，列一比較表如下：

區別部 細胞種類	細胞之形狀	細胞之大小(平均)		葉綠體 之形 態	細胞核	澱粉核	功能
		長 度	直徑(闊)				
支持 細胞	上端為圓桶形，下部擴大為盤狀體且有分泌物	170 — 310 μ	91 — 130 μ	無，即有亦為碎塊之微小葉綠體，無色	不清楚	似有其仍在	支持植 物體
初級及 次級主 軸細胞	長圓柱形至 水泥桶形	140 — 300 μ	40 — 80 μ	有，作環形，兩端有鋸齒狀突起，或交叉作網形，色淡	不清楚	有，但對蘇木色素之感應力甚弱	支持分 枝
壯健分 枝之基 部細胞	圓球形至圓 桶形	146 — 182 μ	78 — 127 μ	環形，有鋸齒狀突起，其分枝有時交叉而成網狀	明顯，其放射細胞質	有數個，其色白	1.為植物體上進行光合作 用之主要場所
壯健分 枝之中 段上各 細胞	圓柱形	118 — 146 μ	40 — 55 μ	環帶形，有時交叉作網狀，色深	同上	同上	2.為形成細胞如子，停止孢子等之場所
小枝上 各細胞	圓柱形至 長圓柱形	73 — 109 μ	54 — 87 μ	環形，有時交叉作網狀，色極深	同上	同上	
小枝頂 部之細 胞	長圓柱形而 上端略成純 尖頭狀	75 — 200 μ	36.5 — 44 μ	環形，有時交叉作網狀，色深	同上	同上	
毛狀體 上之細 胞	截頭或尖頭之 圓錐形其上端 延伸成毛狀	無一定之長短		下部之細胞中，略有葉綠體痕跡，上部完全消失	無細胞核	無澱粉核	功能不明

表5.羽形鮑氏藻體各部細胞形態之比較表

六、生殖作用

本屬植物之生殖作用，最重要者為動孢子之形成 (Formation of Zoospores)；動孢子有兩種：(1) 大動孢子 (Macrozoospores)，小動孢子 (Microzoospores)；前者體積大，具四條鞭毛，能直接發育成為新植物體；後者體積較小，亦具四條鞭毛，除能萌發成為新植物體外，又能兩兩相接合以成接合孢子 (Zygospores)；更有能轉入休止孢子 (Resting spores) 者，此兩種動孢子，在著者研究之材料中，均有發現，且曾見其直接萌發為新線狀體，惟接合作用，雖有類似現象之發見，然尚不能確定之，至休止孢子之形成，則始終未見及之，茲分述其生殖情形如下。

A. 發生動孢子之時間——本種植物，如欲促其動孢子之發生，頗為簡易，惟欲觀察其動孢子萌發，則較為困難。關於動孢子之發生，在本文之採集及培養一節中，已早提及，即將採集後之標本，靜置於窗口之玻璃缸中後，至第二日即能見得其動孢子。就個人65次採集試驗之結果，其初次發生動孢子之時間，約為7小時，最高潮為16—17小時，下降期為32小時，消失期為63—64小時，(約為二日半)其全部經過，可列表如下：

時間 採集時間	發生程度			
	少量發生	發生至最高潮	逐漸減少 (下降期)	消失期
上午八時前	4—6小時	10—22小時	24—48小時	72小時後
上午十二時前	4—6小時	12—16小時	22—48小時	65小時後
下午二時前	2—4小時	16—20小時	22—38小時	60小時後
下午六時前	12—18小時	18—24小時	26—36小時	62小時後
下午十時前	8—12小時	12—18小時	24—30小時	58小時後
平均時間	7小時	16小時	32小時	63,6小時後

表6. 羽形蠟氏藻發生動孢子之時間表

B. 植物體發生動孢子之部分——發生動孢子之細胞，在原葉體頗有一定之限制，即在初級主軸除頂部之枝簇外，及次級主軸上之任何細胞(包括原葉體末端之支持細胞在內)，其原生質決無發生動孢子之可能，此外，小枝頂端之毛體，其內容物極極空虛，自亦無形成動孢子之能，第二類長側枝之枝軸細胞，在著者之標本中，亦未見有發生動孢子之痕跡，蓋上述各類之細胞，不但其葉綠體不發達，即原生質亦頗貧乏；其生活力既低，自無能力以產生殖細胞，因此，植物體上能發生動孢子之細胞，通常祇限於第三類短側枝及其小枝上之各細胞(除毛體外)及第四類之簡單分枝上之各個細胞，發生

動孢子範圍雖較狹，但此兩部為植物體之主要且最發達之部分，故事實上其產生動孢子之多，已非普通可能計算者。

C. 動孢子發生之經過——發生動孢子部分之各細胞，其中除少數細胞之內容物，早行發生變化或變化較遲外；其大多數之營養細胞，約在同一時間內，其內容物發生變化而成動孢子；此時之母細胞，在外表上殊無重大之變化發生；其內容物則先經分裂為2—4個小塊，但亦有不經分裂者，然後再經間轉而成動孢子；發生動孢子之經過時間甚短，前後不過數分鐘，故研究殊不易；此外著者因無石蠟 (Paraffin) 故，不能作進一步研究動孢子形成作用中核之變化尤其是染色體 (Chromosomes) 之變化，頗為可惜。澱粉核在動孢子之形成作用中，并未消失，但亦不隨細胞之分裂而分裂；且其分佈於動孢子中之數量，亦不均勻，故形成後之動孢子，其體內之澱粉核數，頗有差別，少者僅一個，多者達四個；依著者個人之推測，前者大約係母細胞內容物已經分裂後所成之動孢子，而後者則係未經分裂之內容物所成之動孢子；由事實觀之，後者之體積甚大，其體中之物質，幾全為澱粉核所占有。(Pl. II. E—H₂)

在動孢子之形成作用中，著者發現多數母細胞之內容物，並非在此種作用中完全用罄，而係餘留相當量之內容物於細胞內，此等餘留物質，有時為量甚少，有時則甚多，竟有占母細胞內全體積者；此等殘餘之物質在理當全無用途，然如在良好之環境中，如有充足之營養物質供給時，是否能重行發生新原生質，以補充之，或竟恢復原來之狀態且更能發生動孢子，一如克氏有鬚藻 (Pithophora Ceva, Wittr.) 之情形者，因無充分之時間及設備作研究，故不能確定其結果也。

D. 動孢子之逸出——動孢子成熟後，母細胞之側壁上即發生一小孔；孔之形成，大致係此部之壁發生膠化 (Gelatinization) 後溶化於水中所致，惟就孔之直徑言之，決不能由此使動孢子逸出；其逸出之法，或謂係由動孢子外部無縫，其體能變化作一種變形蟲狀 (Amoeboid form)，由小孔內逸出者，逸出後方恢復其原有之形狀；惟就著者個人多次觀察所得，實未見有上述之現象；惟在數次觀察中，發現其將逸之動孢子，並未在逸出時變形，而係以其前端直接自孔中逸出，一似強行擠壓而出者，而此孔壁似具彈性，在動孢子逸出時，可略為放大者。(Pl. II. F.)

動孢子逸出後，整個之枝簇 (Fascicles of ramuli) 上之細胞，都變中空，此時之小枝，極易受外力之影響而折斷，往往祇留少數之基部細胞，仍附着於主幹細胞之上側方；此時細胞間之關節 (Articulation)，頗為明顯。(Pl. II. G.)

E. 動孢子之形態——逸出後之動孢子，就其形態言之，五花八門，頗不一致，有為長圓形者，有為扁圓形者，有為梨形者，有為球形者，有其稜角者；惟有若干點構造，則頗為一致，即(1)體之前端，有一圓錐形之突出部，稱為喙 (Peak)，其前端並不甚尖，長約及體長之 $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{5}$ ，無色；其形狀頗似團聚有枝藻 (Cladophora glomerata)

動孢子前端之吻部，其作用如何，頗不明瞭。(2)鞭毛四條，着生於吻部之前端，極強健，長可及體長之2-3倍，故其激動力極強，在水中游泳時，其速率極大，(3)伸縮胞(Contractil vacuoles)兩個，居於體之前端，此兩胞係作交互收縮，其時間約為15秒鐘。(4)眼點(Eyepot of stigma)一個，紅棕色，細長而略彎，成斜點形，居於體之中部稍前方之側面，有感光作用。(5)細胞核一枚居細胞之中央。(6)葉綠體一塊環形，居於細胞之後方，其上部有裂片，裂片之邊緣部，有時互相重疊，故其形態殊難決定。(7)澱粉核一個或數個，其位置頗不一定，周圍有一白色環，中央部着色甚深。(Pt. II.H.)

動孢子之大小，就其極大及極小者比較之，其相差幾及一倍，著者個人曾就500個動孢子，加以精密之測量，得其最小之長為27.3 μ ，其直徑為23.7 μ ，最大者之長達73.0 μ ，直徑為54.7 μ ，如以此兩極差之標準言之，大動孢子及小動孢子兩名詞，實可應用；但在另一方面言之，此兩極差之間，實有無數階段之存在，茲即以個人所測量之500個動孢子言，其中之各階段，可如下表中所示：

長 度	直 徑 (最大直徑)	數 量	百分比%
27.3 μ —32.8 μ	23.7 μ —36.5 μ	25	5.0%
34.6 μ —36.5 μ	51.9 μ —36.5 μ	148	29.6%
38.3 μ —40.1 μ	36.5 μ —41.9 μ	56	11.2%
41.9 μ —43.8 μ	35.5 μ —45.6 μ	15	3.0%
45.6 μ —47.4 μ	56.3 μ —40.1 μ	18	3.6%
49.2 μ —51.1 μ	25.5 μ —41.9 μ	32	6.4%
52.9 μ —56.5 μ	23.7 μ —51.8 μ	142	28.4%
58.4 μ —62.0 μ	32.8 μ —47.4 μ	43	8.5%
63.8 μ —65.7 μ	32.8 μ —38.5 μ	7	1.4%
67.5 μ —69.3 μ	32.8 μ —54.7 μ	11	2.2%
73.0 μ 以上	28.3 μ 以上	8	0.6%

表7. 羽形綱氏藻動孢子大小差別階段表

由上表言之，大動胞子與小動胞子之界限，殊難確定；惟如必欲分之，則表上之第一，二，三行可定其小動胞子，因三者之總和達45.8%而將表上之第六，七，八行，可定其為大動胞子，此三者之總和達43.4%如以此為標準，雖有相差，但其差數尚不大。

F. 小動胞子之接合—此現象曾在若干製就之微物片中發現，但因種種事證不全，故不敢確信，接合胞子亦有發現，但其內容物之變化如何不能確知故亦祇能存疑就若者所製之玻片標本中觀察所得，行接合作用之細胞，未必為小動胞子，或係真實之配子 (Gametes)，其詳情祇能俟諸異日研究，方能確定也。

七、植物體之萌發

A. 萌發之初步——動胞子逸出母細胞後立即以其頂端之鞭毛在水中作激烈之運動而前進其速率之大，在藻類之動胞子中，亦可屈指佔前數位，通常其運動之方向，係為一種趨屈光性 (Phototropism)，此種情形，著者曾作試驗即以培養之玻璃缸之向光一面之原先羣集此等動胞子者，將其方向轉換，缸之直徑為 15cm 如此經 15分鐘後，在向光之一方，已發現綠色，25分鐘後，向光之一方，幾全為綠色，背光之一方，取吸管吸水驗之，已無動胞子之蹤跡矣；由此推之，其每分鐘之速率當為 0.6—1.0 μ / cm，如以 60 除之，則每秒之速率當為 100—167 μ ，如以體長計算之則每秒之速率當為其體長之 2—5 倍左右或竟超過之蓋其在水中進行，未必為直線也。惟其運動時期甚短，通常僅有十數分鐘，過後即以先端着於向光處之營養基上，旋即脫去其前端之鞭毛，入於一種休止狀態 (Resting condition)，其先端似有一種膠質物體，用以黏附於營養基上；在此休止期中，體外並不發生較厚之包裹物質以保護之，此蓋因其休止期甚短，無庸有特殊之防禦物也。休止期極短數分鐘；不久即開始萌發。

萌發之初步，為細胞體形之變形，由原為梨形之細胞，成為一長圓形或橄欖形之細胞，中部稍膨大；體內之核居於中央，澱粉核於此時不甚顯著。

B. 細胞之延長——萌發之第二部為細胞之延長 (Elongation of cells)，此時細胞之上下兩極，均發生顯著之變化，而尤以下部為甚，其上端之頂部，逐漸形成無色之鈍尖頭，此處即係毛體之原始；下部之末端，發生突起之管狀，其中亦無色，此即係支持細胞吸着部分之原始，整個之細胞，在此時已發生分化矣。茲就一百個萌發細胞測量之結果，立表闡明如下：

標本數	發芽體之長	發芽體之寬	頂端毛體之長(無色部)	占全長之比	末端突出部之長(無色部)	占全長之比
8	17.00 μ	5.10 μ	1.70 μ	1/10	2.72 μ	1/6
12	17.00 μ	5.10 μ	1.56 μ	1/12	3.40 μ	1/5

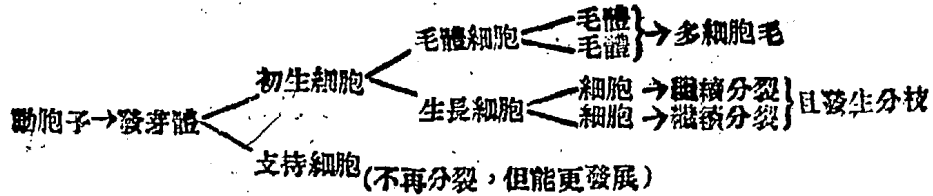
9	17.00 μ	6.80 μ	0.85 μ	1/20	3.40 μ	1/5
12	17.85 μ	6.46 μ	0.85 μ	1/21	2.04 μ	1/8.5
16	18.70 μ	6.40 μ	0.85 μ	1/22	3.06 μ	1/5.5
10	18.70 μ	6.80 μ	0.85 μ	1/22	2.55 μ	1/7
12	19.55 μ	6.80 μ	0.85 μ	1/23	3.40 μ	1/6
8	20.40 μ	6.95 μ	0.85 μ	1/24	3.74 μ	1/6
6	20.40 μ	6.95 μ	1.70 μ	1/12	5.95 μ	1/5.5
7	23.80 μ	6.80 μ	1.70 μ	1/14	4.25 μ	1/5.8

表8. 羽形蕨葉芽體萌發時之毛體及根體之發育度

由上表所示知發芽體 (Germling) 在萌發初期時，其支持部部分已占全長之 $\frac{1}{5}$ — $\frac{1}{7}$ ，而毛體則僅為一痕跡耳。

C. 細胞之分裂與分化——發芽體之延長，達至一定限度時，(其最長度測得為32 μ ，最長度 16 μ ，平均數為 25 μ) 即發生分裂作用成爲一出兩細胞所組成之發芽體，此時期可名之爲二細胞期 (Two-celled stage)，關於其分裂時之核變化 (Nuclear change)，因未作細胞學研究，未克明瞭。此二細胞期之兩個細胞，亦即爲植物體分化之初步；其上部之一個細胞，作圓錐形，除其頂部外，其內容物極濃厚；此細胞係將來原葉體之原始，故可名之初生細胞 (Initial cell)，下部之一個細胞，作梨形，其末端延伸爲管狀，其內容物偏於上方之膨大部，至下方則已成爲半透明之部分；此細胞以後不再分裂僅將其突出部更形發達；此細胞即可名之爲支持細胞 (Holdfast)。

D. 絲體 (Filaments) 之形成——二細胞期過後，不久其上部之初生細胞，即行分裂爲二，下方之支持細胞之管狀部更行發展其末端逐漸膨大而成假根體 (Rhizoid-like body)；上部之兩個細胞中，其上面一個細胞之頂端，即延伸成爲毛體，惟毛尚不長。再進；中央一個細胞又行分裂，成爲一個由四細胞所成之絲狀體其上部之一個細胞延伸更甚，此時之毛體，已完全明顯矣，其內容亦漸稀薄此細胞亦能分裂，而成多細胞毛 (Multi-cellular hairs)；下方之支持細胞，於此時即發育完全，此後即發生變化，亦不甚大。更進，此四細胞中段之兩細胞，又行分裂(單獨或同時)，形成五細胞或六，七細胞之絲體，其上部之毛體，亦延伸至於極度，茲將絲體之形成經過，作一圖解如下：



由上面之圖解示之，當知發芽體上最重要之部分，係初生細胞，原葉體之各部分除末端之支持細胞外，均係由此初生細胞所發生，下列各表係著者就測量由二細胞期至六細胞所成絲體之結果，其全部共為 500 個絲體

絲體細胞	絲體之長	絲體之寬	初生細胞之長	支持細胞之長	數量
2	20.80 - 27.75 μ μ	4.64 - 6.98 μ μ	9.28 - 10.15 μ μ	7.60 - 16.82 μ μ	11
2	23.20 - 26.70 μ μ	5.80 - 9.28 μ μ	10.15 - 13.92 μ μ	10.73 - 15.95 μ μ	67
2	29.00 - 31.90 μ μ	5.80 - 10.15 μ μ	15.05 - 15.08 μ μ	13.86 - 18.35 μ μ	69
2	34.80 - 37.70 μ μ	7.25 - 10.62 μ μ	15.75 - 19.72 μ μ	17.98 - 18.85 μ μ	5
平均	28.09 μ	7.34 μ	13.47 μ	15.49 μ	總數152

表9 羽形綱藻類發芽體萌發時之長度表一(二個細胞)

絲體細胞數	絲體之總長	毛體之長	中間細胞之長	支持細胞之長	總數
3	43.50 - 45.40 μ μ	11.60 - 17.40 μ μ	11.60 - 14.50 μ μ	14.50 - 15.95 μ μ	11
3	49.30 - 50.75 μ μ	14.50 - 20.30 μ μ	8.70 - 15.95 μ μ	17.40 - 23.20 μ μ	16
3	55.38 - 63.80 μ μ	20.58 - 26.10 μ μ	12.18 - 20.30 μ μ	14.50 - 25.45 μ μ	16
平均	51.51 μ	18.43 μ	13.87 μ	18.50 μ	43

表10 羽形綱藻類發芽體萌發之長度表二(三個細胞)

絲體細胞數	絲體之總長	毛 體		中間細胞		支持細胞之長	總數
		數	長	數	長		
4	10.60 - 49.80 μ μ	1	4.60 - 20.30 μ μ	2	14.50 - 23.20 μ μ	11.60 - 20.30 μ μ	21
4	52.20 - 58.00 μ μ	1	14.50 - 20.30 μ μ	2	14.50 - 26.10 μ μ	14.59 - 26.10 μ μ	44
4	63.80 - 66.70 μ μ	1	11.60 - 23.20 μ μ	2	23.20 - 31.90 μ μ	14.50 - 23.20 μ μ	19
4	72.50 - 81.20 μ μ	1	14.50 - 23.20 μ μ	2	26.10 - 40.10 μ μ	17.40 - 34.80 μ μ	17
4	101.50 - 104.40 μ μ	2	26.10 - 60.90 μ μ	1	17.40 - 34.80 μ μ	26.10 - 40.60 μ μ	6
平均	67.02 μ		21.32 μ		25.28 μ	22.89 μ	17

表11 羽形蠅氏藻發芽體萌發之長度表三(四個細胞)

絲體細胞數	總絲體之總長	毛 體		中間細胞		支持細胞之長	總數
		數	長	數	長		
5	55.10 - 69.60 μ μ	2	5.80 - 37.70 μ μ	2	17.40 - 33.35 μ μ	11.60 - 23.20 μ μ	27
5	72.50 - 87.00 μ μ	2	14.50 - 63.80 μ μ	2	23.20 - 40.60 μ μ	14.50 - 26.20 μ μ	48
5	92.80 - 98.60 μ μ	2	20.30 - 55.10 μ μ	2	23.20 - 34.80 μ μ	17.40 - 37.70 μ μ	18
5	101.50 - 124.70 μ μ	2	43.50 - 81.20 μ μ	2	23.20 - 34.80 μ μ	20.30 - 29.00 μ μ	21
平均	87.72 μ		40.24 μ		28.34 μ	30.48 μ	114

表12 羽形蠅氏藻發芽體萌發之長度表四(五個細胞)

絲體細胞數	絲體之總長	毛 體		中間部細胞		支持細胞之長	總數
		數	長	數	長		
6	75.40 - 87.00 μ μ	2	14.50 - 14.50 μ μ	3	49.30 - 49.30 μ μ	11.60 - 23.20 μ μ	12
6	95.70 - 98.60 μ μ	2	23.20 - 58.00 μ μ	3	29.60 - 46.40 μ μ	17.40 - 26.10 μ μ	18
6	101.50 - 116.00 μ μ	2	31.90 - 63.80 μ μ	3	29.00 - 52.20 μ μ	17.40 - 23.20 μ μ	25
6	121.80 - 168.2 μ μ	2	72.50 - 104.40 μ μ	3	26.10 - 58.00 μ μ	20.30 - 26.10 μ μ	29
平均	103.05 μ		47.85 μ		42.46 μ	32.64 μ	84

表13 羽形蠅氏藻發芽體萌發之長度表五(六個細胞)

我人如根據上列五表所示，可得一綜合表如下：

絲體之細胞數	絲體之平均長度	毛體之平均長度	中間部細胞之平均長度	支持細胞之平均長度
2	28.09 μ	—	—	15.49 μ
3	51.51 μ	48.43 μ	18.87 μ	18.50 μ
4	67.02 μ	21.92 μ	25.23 μ	22.89 μ
5	87.72 μ	40.24 μ	28.34 μ	30.48 μ
6	108.05 μ	47.85 μ	42.46 μ	32.64 μ
增長率(約數)	4倍	3倍	4倍	2倍

表14 羽形類藻類發芽體萌發之長度增長綜合表

由此可知絲體上增長最盛者為中間部細胞，次為毛體，支持細胞之增長率最低。

八、提 要

本文之要點，可歸納為下列八點：

1. 植物體之構造，在有毛藻目中，已達最高度；其原葉體分主軸及分枝兩部，後者又分為四種不同之形式，即雙叉分枝，長側枝，壯健側枝，及簡單分枝；第三種之壯健側枝，最為發達，常由多數小枝形成枝簇。
2. 葉綠體之大小，隨植物體各部而有差別，但其基本形狀為環形而有網孔。
3. 植物體之形性，有若干點頗與波髮藻屬相似，即(1)四鞭毛之動孢子，(2)環帶形之葉綠體，(3)一個細胞核及多數澱粉核，(4)構造簡單之支持細胞；
4. 動孢子有大小兩種，其相差幾及一倍；但兩者間尚有大小各種之中間型；動孢子各具四鞭毛；出母細胞後，經短時期之游泳，即直接萌發成絲體。
5. 小動孢子有無接合作用不能完全確定；
6. 發芽體在萌發之初期時，其上下兩極，即現分化現象，毛體及支持細胞之結構已約略可辨。
7. 絲體之增長，以中間部之細胞為最，次為毛體，最後為支持細胞。
8. 植物體之生長，由絲體之發育觀之，當為中間細胞生長(intercalary growth)；頂端生長(Apical growth)是否可能，為一疑問。

九、參考材料

本文之主要參考書，有下列各種：

1. Fritsch, F. E.: The Structure and Reproduction of the Algae, Vol. I, pp. 248-257, 1935.
2. Hanzen, T. E. The Ulthricaceae and chaetophoraceae of the U. S. A. pp. 217-224, 1903.
3. Ferguson, T. M. On the Mitotic Division of *Draparnaldia glomerata*, Ann. of Botany, Vol. XLVI No. CLXXXIXY, pp. 703-709, 1932.
4. Liang Ching li: Contributions to our knowledge of the Freshwater Algae of Eastern Szechwan, Bulletin of the Fan Memorial Institute of Biology, (Botany) Vol. VI, No. 3 Sep. 1935, p. 128
5. Oltmanns, F. Morphologie und Biologie der Algen, I. Band, S. 294-297, 1922.
6. Smith: Freshwater Algae of U. S. A pp. 395-396, 1933.
7. West, G. S. A Treatise on the British Freshwater Algae, pp. 186-187; 1927.

圖板註解

圖板 I. 羽形蠟氏藻之四種分枝

- A. 雙叉分枝 $\times 120$
- B. 長側枝 $\times 120$
- C. 壯健側枝所成之枝簇 $\times 120$
- D. 簡單分枝 $\times 120$

圖板 II. 動孢子之形成，逸出，及萌發及原基絲上各細胞之構造

- E. 動孢子在分枝中之形成 $\times 1200$
- F. 動孢子之逸出 $\times 360$
- G. 動孢子散出後，折斷分枝之餘留部分 $\times 600$
- H. 一個動孢子 $\times 1250$
- I-R. 動孢子之萌發步驟：I—發芽體之延長；I—N 二細胞期；O—R 三至六細胞期。I—K $\times 128$ ；L—N $\times 1250$ ；O—R $\times 1200$
- S—Y. 葉絲體之構造。S 主軸上細胞 $\times 480$ ；T—V 枝簇基部細胞 $\times 800$ ；W—Y 小枝上之細胞； $\times 1600$
- Z. 示別植物體之支持細胞 $\times 1200$

西文摘要 (Summary)

A PRELIMINARY STUDY ON THE MORPHOLOGY
OF DRAPARNALDIA PLUMOSA (Vauch.) Ag.

By HAO-JAN CHU.

I. Introduction.

This alga was found in an irrigated field near Shau-Lung Ken (小龍坎) in Dec. 28, 1941. For 85 days the writer devoted himself to the study of his collections in order to find out the full life history of the alga. Unfortunately, the material was dug up by farmer on April, 8, 1942. Various methods have been employed to cultivate the algae, yet no good result has been obtained. Only a few processes have proved successful.

II. Method of research.

The materials collected from the field were cultivated in a glass jar. Usually the zoospores appeared first in 7-8 hours on the average; attained a higher attitude after 16 hours; and then decreased after about 32 hours. Various fixatives, as Flemming's weaker solution, chromoacetic acid, and Bouin's fluid, were tried. Heidenheim and De lafield haematoxylin were used as the staining agents. Eucalyptus oil was used first and xylol afterwards before mounting.

III. The Plant body.

The thallus is composed of many cylindrical cells, which are always slightly swollen at the middle of the cell body. The branches or ramuli are attached to the upper side wall of the main axial cells; they are single or opposite or even three in a whorl. The writer has found four kinds of branches in his specimens. They are: (1) Dichotomous branches, which are bifurcate branches from the top of the main axis; (2) Long branches, which are opposite branches, generally perpendicular to the main axis; they give rise to their branchlets on the upper part of the rachis; and these branchlets are generally trifurcate or bifurcate; (3) Stout lateral branches; These are generally in opposite or whorled arrangement; the basal

cell is generally rounded which give rise to the first branchlet on the upper side of the cell; and the second ones or pair of branchlets give rise from the next cell, etc.; (4) Simple branches. They generally arise single on the node of the segment, and with only a few branchlets. The utmost branchlets are composed of about 6-8 cells; In general, but not always, they bear a long multicellular hair or chaete, which is sometimes attenuated a several times as long as the branchlet.

IV. The Structure of the cells.

Every cell of the thallus, except the holdfast or the hairs, has a central nucleus, a parietal chloroplast, and 2-5 pyrenoids. The nucleus is suspended by cytoplasmic threads; the pyrenoids are generally surrounded by a white area when treated by haematoxylin. Chloroplasts are of different types. In the axial cell, they are of the band shaped, deeply toothed on the upper and lower margins; they occupy in the equatorial zone of the cell. In the cell of ramulus the chloroplasts are more or less cylindrical form and much perforated.

V. Reproduction.

Zoospores with 4 cilia are of two kinds: macrozoospores and microzoospores. The average of the former is about 60-70 μ in length and 45-55 μ in diameter; while of the latter, the average length is only 27-40 μ and 24-36 μ in diameter. But there are several grades between these two. No fusion has been observed by the writer.

The zoospores, after escape from the mother cell, swim rapidly in the surrounding medium about ten minutes. After that they come to rest; and immediately they germinate. In germination, the rhizoid portion appears first before the division of the germings. Then each germling is divided into two cells; one is the initial cell and the other holdfast. The next process of development is due to the continuous division of the initial cell, which is first divided into two cells. The upper one becomes the hair; the lower one or the middle cell of the filament continues to divide to form 4, 5, 6, and more cells. Unfortunately, the writer has not been able to work out the second step of the development of the filament. Therefore, no further conclusion can be drawn.

PLATE I

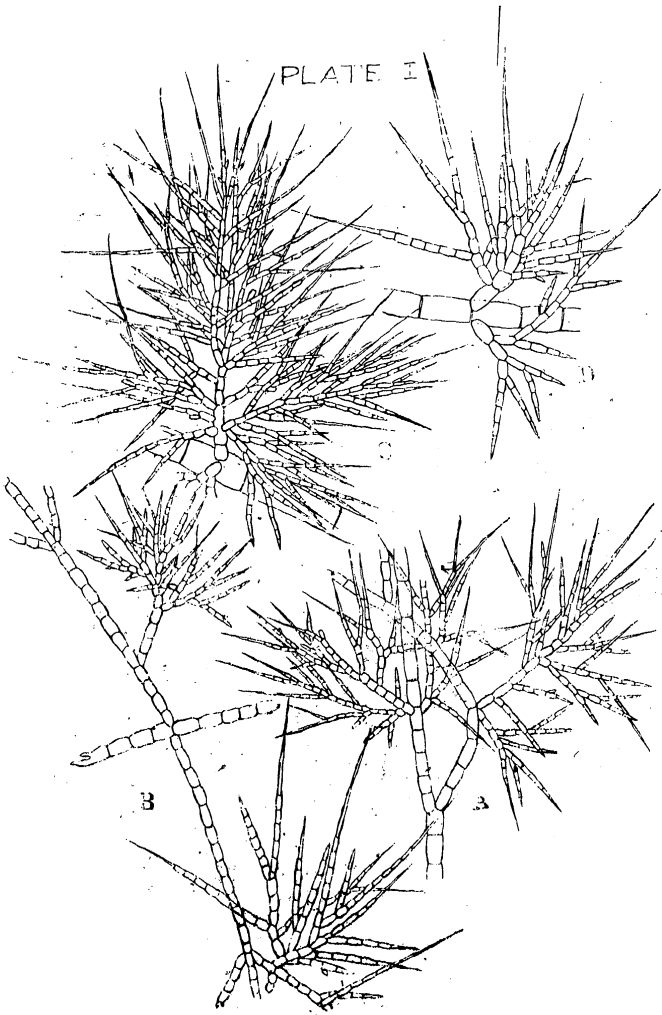
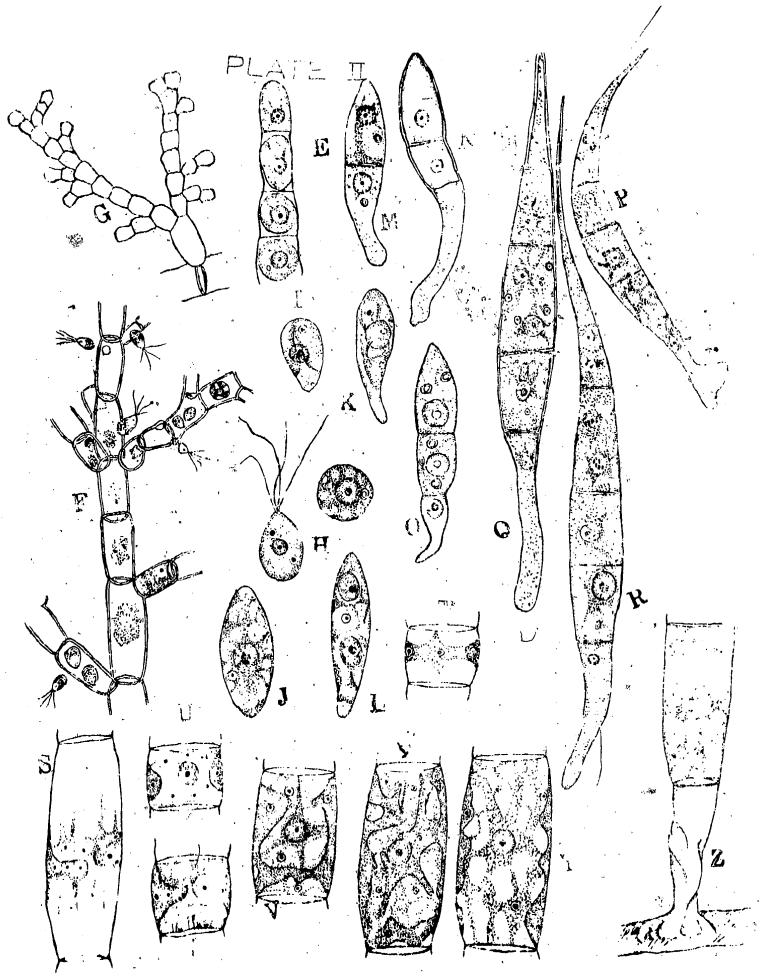


PLATE II



重慶氣候下宿根棉之研究

(一) 修剪與裏草對於美棉越冬率之影響

趙 倫 森

(農學院棉作研究室)

引 言

凡論及植棉與環境者，莫不視溫度與雨量為主要因子，以川省而論，秋季陰雨延綿，全年雨量之分布頗不平均；而冬季溫煦，少殺霜積雪；前者使川省爛鈴僵花之發生，以及生長後期病虫害之烈，成為普遍現象，為限制川省棉產分布主要因子之一；後者使多年生棉或宿根棉之培育，賦有極大之可能性，中央大學農學院自遷渝以後，即着重於爛鈴及宿根棉之研究；後者於三年來均着重於普遍之觀察，至二十九年冬季始用田畝規劃，分析結果，冀得一較近實際之初步結果，為今後進而與川省各場合作試驗之參考。

宿根棉最初研究之動機，在於切合實際需要；蓋在重慶氣候下植棉，初期苦於地蠶之為害，後期又病於秋雨之為災，加以病虫害之烈，灌溉之困難等，使重要材料之保存，發生甚大困難，因此冀以宿根棉方式，以保全品種，遂成為自然之要求。本文之目的，即在利用人工處理，冀能增加棉作越冬性能；此在繁殖農田言，是否有推行之價值，固須權衡人工經濟之得失，始可作最後之決定，惟對於重要研究及育種材料之保存，容或有可資利用之處。

宿根棉與環境之關係甚大，尤其與冬季溫度最不容忽視，因此一年之結果，未盡足憑，尚有待諸來年之證實；他於宿根棉形態，生理，產量，品質，病虫害等之報道，亦尚有待諸將來。

前 人 之 研 究

關於多年生棉之記載，據 Watt (1937, P.186) 謂過去旅行家，如馬可波羅 (Marco Polo)，Terry (1615)，均有記載，因此認為過去多年生棉之栽培或較一年生者更為普

遍。Terry 後約百伍拾年有 Dr. Hove (1787)，關於多年生棉曾一再加以申述；但對於一年生棉之栽培方法，則盛加讚揚，稱之為植棉之「新法」；足證棉作由多年生進於一年生，乃由於栽培方法日趨集約之結果。

由多年生棉種進於一年生之栽培棉種，海島棉為最好之例證，Foaden (1904) 記載海島棉之歷史，認為初引入美國海島棉之性狀與今日栽培者迥異，其後因夏季之短縮，冬季之嚴寒，人為之選擇，以及栽培方法之改變，使多年生轉為一年生。因此在氣候適合之情況下，亦不難使一年生之海島棉回復為多年生，如我雲南之木棉，經馮澤芳 (1940) 之攷查認為聯核種為巴西棉，(G. brasiliense) 離核種為埃及棉 (G. Pervuvianum)，均海島棉之親近血統，據近人 Harland (1938) 之分類，均已併入海島棉類。

Watt (1907, P. 178) 記載與陸地棉 (G. hirsutum) 有直接血統關係之 G. punctatum 栽培之三品種 N' Dargua, Mokha, N' Guine 均為多年生可連收三年至拾年，每年之枝幹均須加以修剪，其產量則以第二三年較豐，Henry (1902-03) 謂上列三品種在法屬西非洲之栽培期有三種：一為冬播，行之於九月與小米夾栽，一為夏播，在河岸之旁枯水期中行之 (此殆為一年生棉，蓋洪水期必將淹沒也) 另一種為灌溉播棉 (irrigated Cotton)

巴西棉在原產地可生長達十年達二十年之久，據 Gabriel Soare de Souza 居巴西十餘年 (1570-85) 之觀察，謂普通均有七八年之壽命，其棉籽與棉絨重量之比約為 3:1 (即依分約為 25%) 據 Capt. Page 言每株可產籽棉四磅之多云。

Todd (1923) 亦常論及巴西之植棉情形謂在巴西草棉木棉均有栽培，後者名 Creoulo 諾 (或 Maranhao 棉) 第二三年之產量均甚高 (或謂其生產力能維持至十年至二十年之久者) 纖維之品質甚佳，耐旱力強，對蟲害有抵抗力，鈴大，姿態緻密，不倒伏，惟產量遜於草棉。

多年生棉在印度亦有零星之栽培，如在 Nouth gujarat, D'harwar 每植於神廟之旁，俗以其纖維紡織供祭祀之用，但其經濟價值殊小，Todd (1923) 於敘述印度棉作改進狀況時，謂不列顛植棉協會 (British Cotton Growing Association) 在印度頗注意於木棉之改進工作，曾與印度政府合作，年各費二千金磅在 Behar 專作木棉試驗，結果全部失敗，他處亦然，因易罹蟲害故也。

多年生棉在我國亦經新近零星發現如雲南，西康，廣東，廣西，均有木棉之生成與栽培，雲南并特設有木棉試驗場與木棉推廣委員會，據馮澤芳等 (1940) 之敘述，謂雲南木棉南、北、西、三部均有生成，南部多離核種，北部如巧家縣一帶多聯核種，南方對木棉之風土尤合，在開遠肥地生成之三年生木棉每株每年兩季採收可達二市斤之多，其纖維長度，為國內現栽之中美棉種所望塵莫及，他如燃曲度，細度，均臻上乘，惟絨色暗晦，但與洗染無礙。

綜觀以上諸家所述，多年生棉似已成陳迹，其地位漸由一年生草棉取而代之，但在

若干地域之價值，仍未可一律抹殺，Watt(1907 P.322)認為不管地域若何，一年生棉之栽培較多年生者為可取，但二者之間常有一過渡時期，為由木棉進於草棉所必經；因至今日止，在棉屬內尚未發現一棉種，其原始即為一年生性也。

關於修剪足以提高多年生棉之產量學者意見幾相一致；Pire Labat (Nov. Voy' 1724), (Watt, 1907; P.259) 敘述關於葡萄狀棉 (*G. Vitifolium*) 在 Guadeloupe 之栽培法，謂每二三年須砍伐一次，可以增進其產量與品質，其纖維之色澤，細柔、長度均臻上乘。

Hove(1787; Watt 1907, P.94) 於印度 Gazerat 研究棉作，謂該地於二年生之紅花種印度棉 (*G. arboreum*, Var *Sanguinea*, Watt) 之修剪行二次，第一次在高約三尺時，修去約一尺，第二次剪修剪則在收穫以後。

作者(1940)於雲南開遠縣觀察附近木棉之修剪法有二種，均屬可取，一為砍去全株，祇留根盤，至翌年抽出新枝，由根盤四散射出，致全株成球形，以此法用之於二十餘株三年生之木棉，曾得有每株每季(木棉每年可收花兩次)，收花一市斤以上之記錄，另一為祇修去枯棉，留其主幹，為一般農事試驗所採用。

王培祺(1940)在重慶曾以亞洲棉用修剪與不修剪二種處理越冬結果開花期均較翌年春季播者早約一月，修剪之宿根棉開花曲線呈雙頂，掉落及病蟲害均較播種者為烈，品質與產量之變化，均較由種子繁殖者為大。

裹草法保護以越冬，用於果樹及觀賞灌木者已屢見不鮮惟在棉作方面尙少報道，據馮準傳氏報告在南京曾用裹土法以冀保持根部溫度，以增加棉株越冬能力，結果失敗，因受處理者之下部各芽，均無法發出，而據馮氏之觀察，越冬棉在距地五寸以下各芽，最有成活之望。

裹草除足以保持棉根之溫度外，其另一作用可與蓋土 (Soil mulch) 同；蓋土之功用，一方面可以調節土溫，另一方面可以減少土壤水分之流失。Shaw (1926) 在美國加亞福里亞州蓋塗有瀝青之紙片於馬鈴薯，大豆及蘆粟等作物上，測定覆蓋能減少土面六寸內水分之流失。Stewart 等(1926)在夏威夷用厚紙覆蓋於栽有甘藍及菠蘿田上，覆蓋者之土壤水分顯較未覆蓋者為高，土壤覆蓋又可減低土壤中之碳氮比(C.N.ratio) (Moore & Beaumont, 1934) 及增加有效鉀質 (Wander & Gourley 1938)；因此用土壤覆蓋以增加甘藍番茄，甜玉米，辣椒，黃瓜，(Edmond, 1929) 以及其他各種蔬菜 (Thompson, 1931) 之產量，均已經有力之證實。

蓋草對於一年生之中美棉之影響；曾經蕭輔等(1940)加以研究，氏等據在廣西三年試驗之結果，中美棉之蓋草者均較不蓋草者為優，平均產量高出25%，他如蓋草能增加含蕾數目，及減低脫落率，對於中美棉均有顯著之功效，惟對於纖維品質則無大影響。

材料與方法

本文所用之材料為中大脫字棉五行，十行，高級種子區棉株，於二十九年十二月二日開始處理，至五日完畢，處理計分（一）修剪，修剪法有三種：1.不修剪，2.離根五寸處截斷，3.修旁枝留頂。（二）裹艸 分：A.裹艸，裹於莖下部近土面處，B.不裹艸；用裂區試驗設計，以三種修剪法為主區，裹艸為副區，每副區三行，每行行長15市尺，行距2市尺，每行以留廿株為原則，每二副區為一主區，三主區為一完全重複，全試驗共重複八次，計共二十四主區四十八副區，一四四行；各主區以及各副區在主區內之排列，均屬隨機排定，茲將其田間佈置示如圖一：

1	B	I	A	A	III	B	B	II	A	A	I	B	A	III	B	B	II	A	5
2	A	I	B	B	II	A	A	III	B	A	I	B	A	II	B	B	III	A	6
3	A	III	B	B	II	A	B	I	A	A	III	B	A	II	B	B	I	A	7
4	A	II	B	A	I	B	B	III	A	B	III	A	B	I	A	A	II	B	8

圖一：脫字棉宿根試驗田間種植圖

I.不修剪， II.離根五寸截去， III.修旁枝留頂。

A.裹艸， B.不裹艸。

處理後逐行記載其棉株數，並分析其有無差異，俾便用互變量分析法 (Analysis of co-variance) 以校正其翌年成活株數。

民國卅年四月三日開始檢查成活株數，以後每隔十天檢查一次，並用懸牌法註明其成活時期，俾知其成活之遲早，並為作進一步研究時之根據，五月十六日施人糞尿一次，五月二十日，六月四日，分別噴草水治蚜；至六月二日停止檢查，其未成活者均行拔去；其未經 II 法修剪（離根五寸截去）而成活者，再全部留莖部二三芽，截去上部，並行中耕一次，隨即於缺株處補點綠豆。

結果及分析

I.成活株數 自四月三日迄六月二日兩個月內共檢查七次，計共活250株，佔總處理株數2469株內10.04%；此成活之250株內，不修剪者107株，佔其原處理884株內之

12.93%；離根五寸修者成活60株，佔其原處理834株內之7.13%；修旁枝留頂者成活83株，佔其原處理827株內之10.03%。若以衰艸與不衰艸而論，則此成活之250株中，衰艸者97株，佔其原處理1139株中之8.51%，未衰艸者153株，佔其原處理1350株中之11.33%。各處理在各區組中之原處理株數(左上角數字)及成活株數(右下角數字)見表一：

表一 脫字棉宿根試驗各處理之原有棉株數及成活株數

區組	I		II		III		區組總株數
	A	B	A	B	A	B	
1	60 1	55 0	64 3	67 11	57 2	65 6	368 23
2	63 10	65 14	60 7	58 6	56 4	45 3	347 44
3	48 4	58 2	48 3	65 1	50 1	58 6	327 17
4	46 12	58 19	46 2	49 8	52 11	59 18	310 65
5	49 12	58 15	48 2	69 9	52 10	65 10	341 58
6	81 0	50 0	26 0	42 1	39 0	38 0	229 1
7	33 3	55 8	44 0	55 4	38 1	59 1	284 17
8	33 2	63 5	44 5	49 8	49 2	45 8	283 25
處理總數	886 44	462 63	380 22	454 39	393 31	434 52	2489 250

茲應用變量分析法，分別分析各處理在各區組中原有株數及成活株數之變異，二者之結果見表二表三；

表二 各處理在各區組中原有株數之變量分析表

變異來源	自由度	平方和	平均方和	F	
				觀察值	計算值 $\frac{5\%}{1\%}$
區組	7	2823.15	381.87	10.07	$\frac{2.85}{4.46}$
主區處理	2	0.97	0.49		
誤差(a)	14	461.86	32.95		

主區總和	23	2735.43			
副區處理	1	927.52	927.52	19.23	$\frac{4.32}{80.2}$
主副區連因	2	96.52	48.26	1.00	$\frac{3.41}{5.78}$
誤差 (b)	21	1012.46	48.21		
副區總和	47	4821.93			

表三 各處理在各區組中成活株數之變異分析表

變異來源	自由度	平方和	平均方和	F	
				觀察值	計算值 $\frac{5\%}{1\%}$
區組	7	571.25	82.04	3.29	$\frac{2.85}{4.46}$
主區處理	2	63.04	31.52	1.89	$\frac{3.74}{6.51}$
誤差 (a)	14	343.63	24.54		
主區總和	23	901.92	43.12		
副區處理	1	65.34	65.34	11.07	$\frac{4.32}{8.02}$
副區連因	2	0.79	0.40		
誤差 (b)	21	123.87	5.90		
副區總和	47	1181.92	25.15		

觀表二三之結果，可見主區處理(即三種修剪法)均不能認為有顯著之差別，而副區處理(即葉神與不葉神)在原處理株數及成活株數均有顯著之不同，此種成活株之不同，由於處理之真正差別，併由於原處理株數不一之影響所致須以互變異分析法(Analysis of Co-variance)測定之。茲以原處理株數視為獨立變員 (Independent variable, x)，成活株數為非獨立變員 (Dependent variable, y)，求得二者之乘積和 (xy)，暨迴歸係數 (Regression coefficient) 如表四。

表四 處理株數(x)與成活株數(y)之互變量分析表

變異來源	自由度	(X ²)	XY	(Y ²)	r b	(XY) ² / (X ²)
主區總和	23	2785.48	785.46	991.92		
副區處理	1	927.52	246.17	65.34	0.2651	65.3152
主副區連因	2	96.52	-4.35	+0.79		
誤差(b)	21	1012.46	60.18	123.87	0.0594	3.5771
副區總和	47	4821.98	1037.46	1181.92		

由表四之結果觀之，副區誤差之迴歸係數為0.0594，此值足以顯示原處理株數之多少與成活株數之多少有無關係，換言之，即足以指示原處理株數之不同，是否足以影響成活株數之結果。欲達此目的，當更須以成活株數之差異平方和（即y²）分析為二部分，一部由於迴歸（due to regression），另一部由於迴歸之偏差（due to deviation of regression），其結果見表五。

表五 成活株數差異方和分析表

變異來源	自由度	平方和	平均方和
迴歸	1	3.58	3.58
迴歸之偏差	20	120.29	6.02
總數	21	123.87	

由表五可見迴歸之平均方和尙不及迴歸偏差平均方和之大，則迴歸係數 0.0594 不能認為顯著，因此對成活株數之結果可毋庸以原處理株數加以糾正。

綜上各資料分析之結果觀之，二種修剪（即離根五寸處截去及修剪枝留頂）不及不修剪之佳；但此種差異應用統計分析之結果並不能認為顯著；裹脚之結果則顯然不及不裹脚之佳，修剪與裹脚二者之間，雖略有負的互應，但極微不足道。

II. 成活速率 根據七期檢查之結果，各處理各期之成活株數如表六。

表六 各期成活株數表

處	日	期	四月	四月	四月	五月	五月	五月	六月	總計
			三日	十二日	廿三日	三十一日	十二日	廿三日	二日	
不修剪		裹紳	21	2	4	3	1	8	2	44
		不裹紳	41	3	8	2	2	8	1	65
修剪 旁枝頂		裹紳	18	3	2	1	0	5	1	30
		不裹紳	29	4	8	1	3	3	4	52
離根 五寸		裹紳	6	3	5	0	2	4	0	20
		不裹紳	24	6	2	2	1	4	0	39
總計			142	21	29	9	9	32	8	250

將表六各期成活數目化為總成活數之百分數，繪圖如後：(圖二、三、四、)

觀圖二、三、四，可見各處理之成活棉株百分率，在四月三日以前者，約佔其總成活數之百分之五十左右，以後各期之成活數，則略有多少之不同；似與該期內之累積溫度有關，其積溫較高者，成活棉株亦較多(最後一期除外)，茲將民國卅年四月三日至六月二日間每十日之積溫升降情形示於圖五，以資與圖二、三、四相比較。

初期成活株數與總成活株數之相關，經以48個區計算出其相關係數為0.961±0.024，足見第一期(即四月三日以前)之成活株數與其總成活株數間有極顯著之相關，換言之，凡在四月初檢查之成活率高者，其總成活率亦極高，因此憑四月初之檢查結果，預計其成活希望之大小，殆無不確，此點於實際應用上，頗值重視，蓋如憑四月初之檢查可以預計宿根棉成活希望之大小，可不致延誤春播時期，如在四月初檢查，其成活率低者，其後之成活希望亦小，不妨犁去，起種草棉或其他夏季作物，猶本爲宜也。

討 論

本題選用材料爲中大脫字棉種子區，所以選用美棉者，蓋憑過去之觀察，在重慶氣候下中棉天然越冬力恆較美棉強(作者，1941)，因此，以人工處理以增加越冬力，在美棉較中棉之反應更爲敏銳。以本年情形而論，本試驗用之脫字棉宿根區計共2489株，成活2.0株，祇約及百分之十，而未經修剪及裹紳置於天然情形下越冬者462株內成活68株，亦祇不過百分之18.6而在鄰田中棉(長豐棉種子區)宿根區二十四區檢查之結果，

平均達 $81.6 \pm 9.55\%$

三種修剪法及修剪與裹艸所組成之六種處理中，對於成活棉株雖略有出入，但不能認為有顯著之差別，惟裹艸者顯然不及未裹艸者之結果為佳，此點殊出意料之外，惟有數點堪資解釋者：即（一）廿九年冬季氣候溫煦，無殺霜嚴雪，十二月至四月之平均溫度達 13.0°C ，最低溫度亦有 2.7°C ，不足以致棉之死命，因此裹艸之功用無從發揮，而其缺點則反予棉以不利。（二）裹艸之另一功效，原期在保持土壤水分，希望與土壤覆蓋有同一功效，但因廿九年冬季乾燥，自十二月至四月總降雨量不過 147.7mm 包裹所用之稻草，暴露於上表，若非時得水分之潤澤，則其乾燥之速較土壤水分蒸發尤甚，因此在乾燥期中，裹艸并不能防水分之蒸發，甚且有使土而更易趨於乾燥情形，致與原意完全相反，此雖未從土壤水分分析加以證明，惟觀察裹艸棉株根部反較未裹者乾涸情形，可見一斑。（三）裹艸易致病菌蟲害之發生，則裹艸常為病菌潛伏之場所，如裹艸者未及越冬，即為根部病蟲所害，蟲害以地蠶，病害以根腐病為甚。（四）裹艸確可抑制下部嫩芽之發生，一如馬軍傳至南京用壅土法所得之結果然；在五月初旬去艸以後，至第六次檢查時，即見不少新芽從被裹艸部分發出，足見被裹艸處嫩芽之發生，似有被抑制之現象；此由於機械之關係，抑生理之影響，在在尚無從證明。

綜上所述，在重慶用裹艸法以提高棉株越冬力是否值得採用，尚需待以後證實，惟即在應用時，亦自應注意者：即：（一）裹艸宜於霜雪開始以前，霜雪停止以後，應立即去艸，裹艸時期愈短愈妙，祇須能渡過極嚴寒之霜雪期為原則。（二）如冬季過於乾燥時，春季宜及早灌水，俾促宿根棉之生機。（三）春霜停止後，即宜解艸，並須燒燬艸株，以方強菌之潛伏與傳播，去艸後並立即中耕鬆土，以促下部新芽之發生。

關於宿根棉病蟲害之烈，曾有不少報道，惟本試驗材料之結果，則不如理想之烈，初春僅有一度因蚜害影響甚大，但經兩次菸草水噴射後，生長尚佳，惟實際保護行之未經噴射者，被害甚烈。足見宿根棉之病蟲害問題，若經適當之防治，未嘗不能解決，尤以菸草水或油乳劑治蚜，價廉效偉，過去在野棉應用上，成績極佳，因此專以病蟲害而論，尚不足為反對宿根棉培育之理由。

川省境內宿根棉培育希望之大小，因地而異，本校於二十七、二十八兩年曾函川省各農場棉場共同觀察，惜乏完善之記載，未可據以遽下結論，惟宿根棉培育之希望與價值因地而異，則殆可斷言，今後如能在西南全省境內，採取統一而有系統之觀察與記載，必可得宿根棉分布情形之一斑，據以推論宿根棉進行之價值與可能，實為今日值得研究問題之一。

結 論

（1）本文目的在研究應用修剪與裹草方法，是否可以增加美棉在重慶氣候下之越冬

能力，所用材料為中大脫字棉種子區；廿九年十二月初開始處理，至卅年四月至六月檢查結果。

(2) 各種修剪法及修剪與裹草之互應，對於增加美棉之越冬率，並無顯著之功效，惟裹草者顯然不及未裹草者之佳；此由於該年冬季溫度和煦，雨量太少，以及蟲菌之潛伏等可以說明之。

(3) 各處理之成活速率，有間隔升降之現象，除最末一次外，似與各該期之累積溫度有關，各處理成活之共同特性，即在第一次檢查(四月初)成活數恆佔其總成活數50%左右，且該期成活株數與總成活株數有極高之相關($r=0.904 \pm .042$)

(4) 用裹草法以增加棉之越冬率是否值得採用，尚須在各地經各年試驗以後，始可決言取捨，惟採用時尚有數點值得改進，即裹草期以愈新愈佳，乾旱時春季宜早灌水，燒燬裹草並鬆土等。

(5) 病蟲害之烈，雖予宿根棉以重打擊，然防治得宜，不足以限制宿根棉之培育。

(6) 宿根棉在我國西南各省，冬無殺霜積雪，而夏秋多雨不利一年生草棉生長地點，均有培育之可能；其價值與希望如何，宜聯合各試驗場綜合觀察以決定之。

誌 謝

本文承周承鎰師長校閱統計分析部分，馮澤芳師長校閱全文，俞啓傑先生指示過去宿根棉之生長情形，作者對以上各位之盛意，特表謝忱，中央水工試驗所及省立重慶大學合設之氣象台惠示本地之氣象記載，作者在此特誌謝意。

參 考 文 獻

- Edmond, J. B.
1929, "Mulch paper for vegetable crops tested," Michigan Agr. Exp. Sta. quart. Bull. 11:3): 115-117
- Foaden, G. F.
1904, Bulletin No. 62, Bureau of plant industry, U. S. D., A. Harland, S. C.,
1938, Genetics of Cotton, Chap. 1., London
- Heary, M. Yves.
1902, French West Africa in L'agri. prat des pays chauds. II.
Hove, A. P.

- 1787, "Perennial and annual cultivation of red and yellow flowered cotton in Gujarat."
- Mason, W. J. & Penmont, A. B.
1934 "The relation of carbon-nitrogen ratio of a mulch to the accumulation of nitrates in soil." Jour. Amer. Soc. Agron. 26 (3) : 252.
- Shaw, C. F.
1926. "The effect of a paper mulch on soil temperature." Hilgardia 1 : 15 : 341-64.
- Stewart, C. R., etc
1926, "Some effects of mulching paper on Hawaiian soil," Soil Sci. 22 : 1 : 25-38.
- Terry, R. W.
1615. "Voy. to East India in 1615."
- Thompson, H. C.
1931, "Results of paper mulch experiments with vegetable crops." Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 28 : 305-308.
- Todd, J. A.
1923, "The world cotton crops." A & C Black, Ltd. London.
- Wander, I. W. & Gourley, J. H.
1938, "Available Potassium in orchard soils as affected by a heavy straw mulch," Jour. Amer. Soc. Agron. 30(5) : 488-46.
- Wang, S. P. (王培祺)
1940, "A Study of ratooning cotton." (Unpublished).
- Watt, G.
1907, "The wild and cultivated cotton plants of the world", Longmans, Green & Co. London.
- 馮澤芳, 奚元齡, 陳仁
1940 關於雲南木棉之幾種研究(提要) 農報五卷 : 十三 十四期
- 趙倫華
1940 再論木棉 重慶大公報八月六日
- 趙倫華
1941 國立中央大學農學院二十九年度棉作事業簡報(未發表)

圖 二 (a)

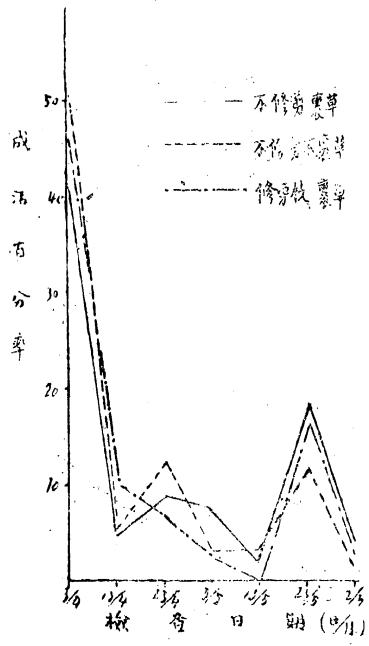
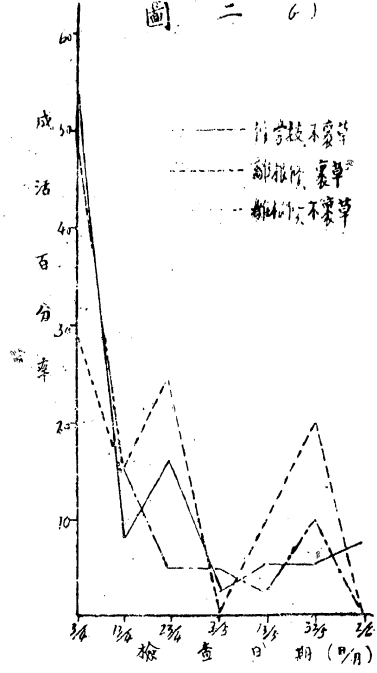
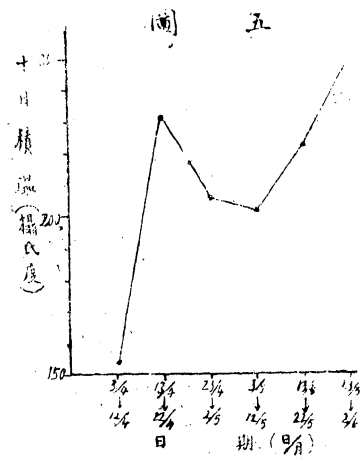
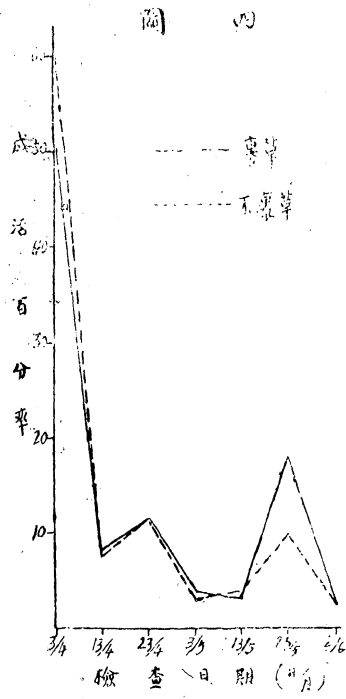
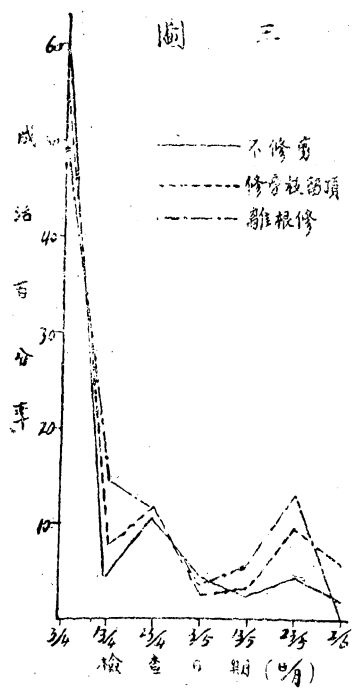


圖 二 (b)





重慶氣候下宿根棉之研究

趙倫英著

林木初期根性之觀察

斯 焯

引 言

Weaver 氏 (1920) 謂各種植物的根性是與其地上部 (Aerial part) 一樣，各有各的特性。雖然能因環境的不同，有大大的改變；但仍多少保有各別的特性，植物的根性乃植物本身遺傳性格與環境二者共同的產物 (Weaver and Kramer 1932)。據 Toumey 氏 (1929) 書內記載謂在林木幼年期，因土壤水分多少所引起的幼根形式 (Form) 與習性 (Habit) 之變化較小，林木年齡愈大，所引起的變化愈大。同時林木初期根 (Initial root) 有可成型性 (Plastic) 與無成型性 (Non-plastic) 之分，林木初期根性之成型性大者，比較可以適應不同的環境。故研究林木之根性，在實際造林上，可知何種境地 (Site)，需用何種根性樹種，移植之次數；並且可從根之位置，發展及競爭上，推知植物之演進現象 (Phenomena of Succession) (Weaver 1919)。

關於植物根性之研究，在歐美已有悠久之歷史，對於林木之根性，亦有徹底之研究。印度有 Duncan 氏 (1935) 對於灌木之根性，做過研究，而我國至今還少有人注意及此，今能藉本校林場苗圃內之林木，作初期根性之研究，或有相當價值，且希望因此能引起農林學界，植物學界之注意與興趣，使能對我國之天然森林，廣大草原及大而積的沙漠，作一徹底的地下社會 (Subterranean Layers) 之研究。

Toumey 氏 (1929) 分初期根 (Initial root) 為三種：(1) 主根甚長，沒有明顯發達之側根 (Species With Long Initial Taproots and Without Prominent Laterals) (2) 主根不發達側根發達，Species With Short Initial Taproots and Prominent Laterals) (3) 主根及側根皆發達 Species With Long Initial Taproots and Prominent Laterals) 今依此分類而說明林木根之特性。

氣候與土壤

重慶氣候溫暖多雨，霜雪稀少，為亞熱帶氣候，平均年溫度 (最近三年平均之結果) 為 18.1°C ，月平均溫度以5至9月為高。最高在8月為 29.2°C 。最低在1月為 8.8°C 。年雨量有 1097.7 mm 。大半之雨降於4月至6月，冬季雨量最少，最多之月在6月有 182.7 mm 。最低雨量在1月只有 17.8 mm 。故植物生長期，並且無枯萎期 (Wiltng period)；甚宜

農業，而林場苗圃所在地，距城不過15公里，氣候方面無顯殊之變化。因在近郊，人口稀少，按小氣候學原理，溫度較低而已。

土壤方面：苗圃土壤為粉沙壤土 (Silt Loam)，表面淡棕色，疏鬆，在10公分或15公分以下土壤為紅棕色，比較密實，此因耕耘不及所致，土壤肥沃，排水良好，又如氣候適宜，故甚適宜農業。

方 法

所用方法與 Weaver (1915) 所用者略異，因限於設備，只能用鋤頭掘根外，無其他器具可以利用。為了不使根受損害及保持其原來位置計，常賴兩手輕輕除去在根附近之土，因此耗費時間甚多。

於掘一株樹之根時，先隨便掘取其比較正常者之根，視其根生長之大概情形，然後選擇數株掘出其根，掘時非常留心，使根不受損害，同時保持原來位置，有時先於一株樹木之一側掘一溝，視其垂直分佈情形，於另一株，則除去其表面之土，視其水平面根之發展情形，同時趁工人起苗時，又細細觀察根之形態，生態變化而作比較之研究。

描 寫

共觀察林木十五種，皆為一年生者，亦有同時觀察其二年生苗木之根生長情形，其他尚未研究之林木留存苗圃者尚多，待今年生長期過後，再研究其根性，描寫根性時，初期主根 (Initial Taproots) 簡稱主根，初期側根 (Initial Laterals) 分稱第二列根 (Second order roots)，第三根列 (Third order roots)，及第四列根 (Fourth order roots) 等。又量其根之直徑時，皆以距地面10cm 處為標準。側根直徑以距主根10cm 處為標準。莖之直徑亦以離地面10cm 處計之。

描寫一樹之根性時，並附其圖，使更明瞭其生長情形，但因印刷困難，略去數張，僅留數張可以代表之門。

(1) 銀杏 (*Ginkgo biloba* Linn)

大喬木，為建築及箱蓋製作良材，此種樹散見於附近山坡上。

根性：主根與側根皆發達，皮層 (Cortex) 紅棕色，有細紋，莖 (Shoot) 長11.5cm，直徑約3mm，主根長27cm，直徑為3mm，主根從基部至尖端，尖削甚快。第二列根短而粗，第三列根是粗而更短，距地面4 m，以下至根端，皆有側根向各方向分佈。

吸收層在3cm. 至21cm.

生長愈強者則側根愈發達。

(2) 楓楊 (*Pterocarya Stenoptera* DC)

喬木，多生長於溪旁，河灣及低濕之處。

根性：主根與側根皆發達，比較言之，以側根更爲發達。其長常超過主根，主根從地面下起，即有側根向各方向斜向分佈，主根後又分爲數根，深達32cm。第二列根大多數細長，向各各方斜向伸展，當遇到不同種類之樹種時，則轉而向下生長。最大之第二列根其直徑在距主根10cm處爲1cm，第三列根多，亦是細長，第四列根亦有。

皮層堅厚，淡黃有明顯之皮孔，其髓部 (Stele) 白色。

莖長12cm，直徑1.2cm，主根直徑爲1.5cm。

(3) 板栗 (*Castanea mollissima*, Bl)

落葉喬木，果實爲名貴食品，木材亦建築良材。

根性：主根與側根皆發達，是可成型性 (Plastic)。

生長比較不十分佳者，則具有發達之主根，生長良佳者，則不但側根發達，主根亦分枝，主根在距地面1cm以下，皆有側根之分佈，各斜向下，第二列根細長，第三列根細而短，第四列根亦有，第二列根從基部至頂端漸漸尖小，莖長43.6cm直徑6mm，主根深達40cm。側根長者，超過主根。

吸收帶在1cm至40cm。

(4) 香樟 (*Cinnamomum Camphora*, Nees and Ehem.)

常綠喬木，主要用途爲製造樟腦油及樟腦，爲我國主要之經濟林木。

根性：主根與側根皆發達，因爲株距甚密，故名株互相貫穿 (Interpenetration)，使掘根時發生困難，不能將全部之根掘出，此現象且依照 Nicol (1935) 氏報告與 Kaserer (1911) 氏之研究結果相反。Kaserer 氏謂同種樹之根不互相貫穿。今連二年生移植後之香樟，在株距密時，亦仍有貫穿現象。

主根之直徑爲1cm。深達32cm。於距頂不遠處分枝。第二列根不顧他株根之發展，向各方伸展，其水平距離達70cm。第三列根細而長，結果往往相異樹之根成一根網 (mat)。

皮層堅厚，黃褐色，其上附有條形未脫落之表皮 (Epidermis)。其髓部光白色。

莖長47cm。直徑爲1cm。

吸收層在1cm。至30cm。

二年生之香樟，經移植後，其側根亦並不顯然發達。

(5) 合歡 (*Albizia julibrissin*, Durazz.)

落葉喬木，爲豆科植物。

根性：主根側根皆發達。主根長67cm直徑爲1.2cm。皮層淡黃色，有明顯之皮孔。第二列根細而長，呈放射狀，向四周分佈，或上或下，從主根基部起至主根尖，皆有側根分佈。側根之根長者，達64cm。側根之最大者，其直徑爲8mm。第三列根細而

短；亦有長者。第四列根少。

根上有根瘤(Nodules)。

各株雖株距相當密；沒有明顯之貫穿現象。

莖長178cm.直徑1.4cm.。

吸收層在67cm.內。

(6) 皂莢(*Gleditsia Sinensis*, Lam.)

落葉喬木，主根及側根皆發達，皮層黃色，附有條形未脫落之表皮(Epidermis)，主根長82cm.。直徑有7m.m.。距地面7cm.起至根尖，皆有側根之分佈。第二列根細而長，漸漸尖小，基部與頂端相差無幾，長者達35cm.處。第三列根粗而短，上仍被有黑色之表皮(Epidermis)。第二列根長者，往往超過主根。

吸收層在7cm.至30cm.

強壯者，則側根發達，比較稍差者，則側根減少。

(7) 圓冠(*Erythrophloeum Fordii* Oliv.)

常綠小喬木，主根與側根皆發達，皮層淡黃色，主根長39cm.。第三列根細而短。莖長18cm.直徑為2m.m.。

吸收層在2cm.至30cm.

(8) 洋槐(*Robinia Pseudoacacia* Linn.)

落葉喬木，外來樹種，散見重慶各處。

根性：是可成型性(Plastic)，沒有一定的形式，不過愈強壯者，則側根愈發達。

如圖 Ia：苗床寬1.8m.每項內有5株。因為水分競爭太烈之故，凡主根分枝，側根發達者，則因易吸收水分，生長強壯，另一株有明顯之主根，側根亦發達，生長比較稍差。其他三株因側根不發達，水分不易取得，故死亡。

圖 Ib 中洋槐 B 株其第二列根靠近地面，向各方平展，唯近 A 株時，則斜向下；深至地面 12.5cm. 處後復分側根向下伸展，最深者達 75.5cm. 第三列根長而少；第四列根則短。數量亦少。皮層薄，帶紅棕色，有明顯之皮孔。髓部白色，根上生有根瘤(Nodules)。

吸收層在3cm.至120cm.

於圖Ia中洋槐A為有比較明顯之主根者，側根亦發達。主根下伸達65cm.深。側根之分佈如樹B株。

圖Ib表示二樹之第二列根水平分佈狀況。

(9) 油桐(*Aleurites Fordii*, Hemsl.)

小喬木，為我國之主要經濟樹種。

根性：是可成性；主根與側根皆發達，強壯者，則其主根分枝甚多；且為便於取得水分，養分，主根亦能向各方向彎曲，亦能轉向上方，以便利於取養分水分之吸取

。主根長30cm。直徑約2cm。根似圓錐形，基部大，向前尖小初烈，後又逐漸變向而尖小。
。第二列根長而細，斜向伸展，第三列根及第四列根亦細而長，各株之間，互不貫穿，
側根最長者為55cm。直徑不及4m.m.。莖長1.12m.。直徑1.5cm.

吸收層在1cm.至30cm.。(見圖2)。

(10)馬甲子 (*Paliurus ramosissimus* Polr.)

主根及側根皆發達，在密植之苗圃內，則各株之根互相貫穿，皮層黃棕色，平滑，
主根有36cm.長，直徑0.5m.m.，垂直下伸。第二列根向各方斜展，可達43cm.之距離。
最大第二列根之直徑是2m.m.。第二列根皆細長，頂端不尖。第三列根細而短，但亦有
細而長者。第四列根亦有。

吸收層在34cm.內。

莖長52cm.。直徑為6m.m.。

(11)茶 (*Camellia thea*, Link)

有經濟價值之灌木。

主根與側根皆發達，皮層紅棕色。堅實，有縱紋。側根較淡。髓部白色，堅實。主
根深達22cm.。以中部較大，上生許多第二列根。最大之第二列根其直徑為3m.m.。小
者不及1m.m.。其上有許多第三列根，組成根網 (mat)，第四列根亦有。其在3m.m.左
右。

莖長45cm.。直徑4m.m.。

(12)檸檬桉 (*Eucalyptus citriodora*, Hook.)

外來樹種，原產澳洲，常綠喬木，莖之基部有特別肥大處，如環狀。

根性：主根與第二列根發達，第三列根，則不發達，主根呈圓錐形，皮層棕黃色，
有輕微片裂，垂直向下伸展，長為53cm.，直徑是1cm.，第二列根平展，長超過主根，
距離地面，即有第二列根之生長，第三列根甚少，各株間之根易分開。

莖長85cm.，直徑是4mm.，地上部 (Aerial part) 生長高大，枝葉繁盛，根之比例
不及莖之比例，二者相差甚大，(見圖3)。

(13)藍桉 (*Eucalyptus globulus*, Labill.)

外來樹種，原產澳洲，常綠喬木。

根性，皮層黃棕色，平滑，主根不發達。側根比較發達，主根於3cm.處分枝，斜向
下伸展，深度可達22cm.，於地面下即有第二列根之分佈，其中有一第二列根，平展長
達90cm.。根之基部與根端大小相似，第三列根短，第四列根少，各株之根互相避。
(見圖4)

(14)泡桐 (*Paulownia Fargesii*, French.)

落葉喬木，生長甚速，根之皮層棕褐色，有縱紋，髓部之色淡紅。

根性：俱有非常發達之側根，主根不長；側根從主根上呈放射狀，向各方向分佈。

最深者達25cm.，主根基部又分成許多側根。第二列根粗短，最大者直徑2.6cm.。當穿入比較堅密之土 (Compact Soil) 時，根呈扁平狀。若為新生根，則為白根，多汁，第二列根上又有許多第三列根及第四列根，往往組成根網 (Fibrous mat)

葉長4.02m. 直徑4.3cm.。

吸收層在1cm.至45cm.處。(見圖5)

(15) 梓樹 (*Catalpa ovata*, Don)

落葉喬木，主根及側根皆發達。根上有小突起，據沈其益師長視察結果謂根內很多澱粉粒。根愈粗壯者，則小突起愈多，主根長48cm.，深為46cm.，直徑約2cm.，呈扁圓形。自主根基部至根尖，皆有根側向四方斜向伸展。第二列根最長者，達50cm.

葉長109cm.，直徑為1.2cm.。

吸收層在1cm.至46cm.。

結 論

(1) 所觀察之林木樹種，共15種。其中有三種即洋槐、藍桉與樟欏桉，為外來樹種。洋槐已能自己繁殖，惟樹形彎曲，但已可算能適應環境了，藍桉與樟欏桉既產澳洲，為乾燥林【*Trockenwald*】【*Xerodrymum*】之主要分子(羅興秋1937)。樟欏桉在重慶初時生長佳，數年後，往往死去，至今似乎還不能自己繁殖。

(2) 因為不同樹種，在苗床內密度不同，有的株距密，有的株距疏，因此不能就其生長之高低，大小而比較其生長之快慢 (Pavlychenko, 1937)。但有特別顯殊者，如泡桐生長最快，一年生者，其株距，頂距在30cm.左右，其葉高可達4.92m.。次之為洋槐。

(3) 所視察之根性，側根皆發達。根毛亦發達，除樟欏桉外，餘皆與其地上部成比例之發達，故屬中性 (Mesophyte) 植物 (McDougall, 1927)。

(4) 各樹種之吸收層，皆達其根所及之深度。此因側根皆均勻分佈之故：大多林木從主根基部至根端，皆有側根之分佈。此除與林木本身習性有關外，與土壤排水之良好，亦有關係。因粉沙壤土之構結 (Soil Structure) 良好。空氣流通，排水適當之故。

(5) 植物之形態生態成型性 (Morphoecologic Plasticity) 大者，比較適於生存競爭 (Braun-Blanquet-Fuller and Conard 1933)。在這次觀察中知道如油桐，洋槐，香樟，板栗，楊柳，合歡及馬甲子等適應性大，生存競爭力大且分佈區域廣者，其根之形態生態成型性 (Morphoecologic Plasticity) 亦大。

因水分與溫度為環境 (Environment) 之最重要因子 (Raunkiaef 1933)。水分與溫度二者連合之關係可決定各植物之生長區域。因此植物為適應水份之需要而起之構造變化最為顯殊。且根為大多數植物吸收水分最重要之器管，故根之各種變化，成型性之大

小影夠水分之吸收。且氣候因子如溫度等，其變化以靠近地面附近最為激烈。因故可說推測知根之形態生態可成型性之大小，而尤其是初期根性，為決定該植物適應環境能力，分佈區域大小之最要因子。而地上部之形態生態可成型性還屬次要。

(6) 檸檬桉之地上部非常發達，與不成型性之根部比較，相差遠甚。尤其是第三列根及根毛不發達。因此根之吸收能力不能與地上部之快長習性互相平衡。且重慶無乾旱季，亦無寒冬，檸檬桉具有不成型性之根性，故不能適應，易於苗木生長數年後，即死去。

(7) 泡桐生長甚快，其根向四周呈放射狀分佈，面積之大小與樹冠之大小相似。

(8) Nicol 氏譯 K isarev 氏 (1911) 觀察結果，知同種樹種之根不互相貫穿。今觀察知香樟及馬褂子之初期根在株距密時互相貫穿。故可謂同種樹種之根有不互相貫穿，亦有互相貫穿，視其種樹種本身之根性而定。

(9) 移植之主要目的，是使苗木增加側根及根毛，減少主根之長度，以增加造林時樹木之成活率（郝景盛 1940）。但今觀察結果，知除檸檬桉外，所有樹種側根及根毛皆發達，若在重慶附近造林，用此等苗木時，可以不必移植，以節省人工，時間及經費。同理若於氣候土壤與此相似之其他區域造林，用此等苗木時，亦可不必移植。

最後我謝澗林場苗圃負責人陳應時先生給予我工作上許多方便及施自松先生替我畫圖謝師長沈其益教授替我校閱一遍，及師長丁驥教授替我修改。更十分感激導師郝景盛教授給我種種鼓勵與指導，使我能有勇氣完成此一試驗。

參 考 文 獻

- Braun-Blanquet, J., 1932: *Plant Sociology*: P13.
- Duncan, W. H., 1935: Root systems of woody plants of old fields of Indiana, *Ecology*, 16: 554-567.
- Kasrerer, H., 1911: Beobachtungen über die Bewurzelung der Kulturpflanzen bei Keimung und bei Mischsaat, *Z. Landw. Versuchs.* in Oesterreich, 14: 1022, Quoted by Nicol, 1935.
- McClugall 1927, *Plant Ecology*: P200.
- Nicol, H., 1935: Mixed cropping in Primitive agriculture, *Empire J. Exp. Agr.*, 3: 189-195.
- Pavlychenko, T. K., 1937: Quantitative study of the entire root systems of weeds and crop plants under field conditions, *J. Ecology*, 18: 62-79.

- Raunkiaer C., 1933: The Life Forms of Plants and Statistical Plant Geography: p.9.
- Toumey, J. W., 1920: Initial root habit, in American trees and its bearing on regeneration. International Congress Part Sci. Ithaca, N. Y., 1926, Proc. 1: 713-723. G. Banta Pub. Co., Menasha, Wis.
- Toumey, J. W. and Kristian, C. F., 1937: Foundations of Silviculture. P137-145.
- Weaver, J. E., 1915: A study of the root systems of Prairie Plants of southeastern Washington. I. Plant World, 18: 227-248.
- Weaver, J. E., 1919: The ecological relations of roots of Old field of Indiana. Ecology, 16: 554-567.
- Weaver, J. E., 1920: Root development in the grass land formation. Carnegie Inst. Wash. Pub. 292.
- Weaver J. E., and J. Kramer, 1932: Root system of *Quercus macrocarpa* in relation to the invasion of Prairie. Bot. Gaz, 94: 51-85.
- 郝景盛, 1910: 造林學講義: P. 95-99.
- 董夷秋, 1937: 植物地理學: P. 115-116.

INITIAL ROOT HABIT OF WOODY PLANTS

By W. Sch.

Initial root habit of fifteen species of woody plants has been investigated. All of them except *Bu albus citriflora* are merophytes. They have prominent initial taproots and well-developed branches with abundant root hairs. The underground parts are proportional to the aerial parts, i. e. the more vigorous the shoot; the more developed the root systems.

Paulownia Fargesii, with short initial taproots and very prominent lateral roots, grows most rapidly 4.93 meter in height per year. So its rate of growth is the highest among plants investigated.

Three species, *Robinia pseudoacacia*, *Eucalyptus globulus* and *Eucalyptus citriflora* are exotic plants. Only *E. citriflora* can not produce flowers

and fruits, and die cut at juvenile stage. *E. citriodora* with few non-plastic roots which forms the Eucalyptus Forests in Xerodryum cannot adapt to the environment which has no dry season and cold winter.

The initial roots which distribute just below the soil surface where the temperature variation is very extreme, are affected greater by the climatic influence than the aerial part. Roots are the main organ of absorption of water which in relation to temperature is the most important factor determining the environment. It is here suggested that the morphologic plasticity of initial roots might be the determining factor to adaptation of life under different environment.

Karzer (1911) observed that there was little or no interpenetration of the plants' roots of the same species when grew together. But it is found that *Cinnamomum camphora* and *Paliurus ramosissimus* have a marked interpenetration of roots of the same species in seedling stage of dense stand.

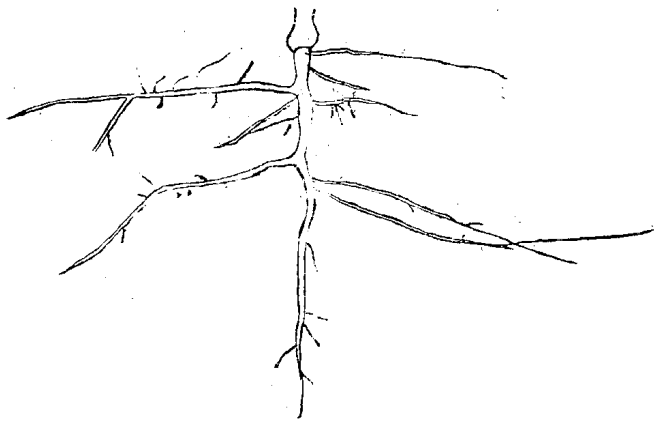


图 3 寧檬桉根之分佈

10 cm

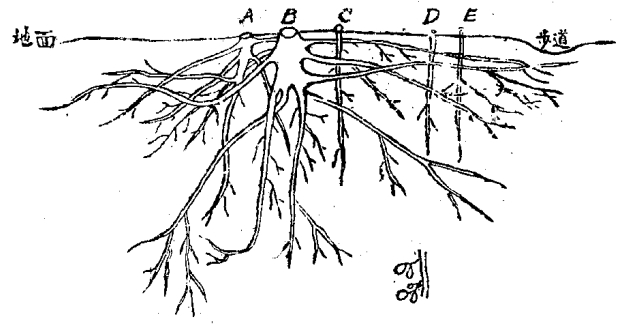


图 1a 洋槐根之垂直分佈

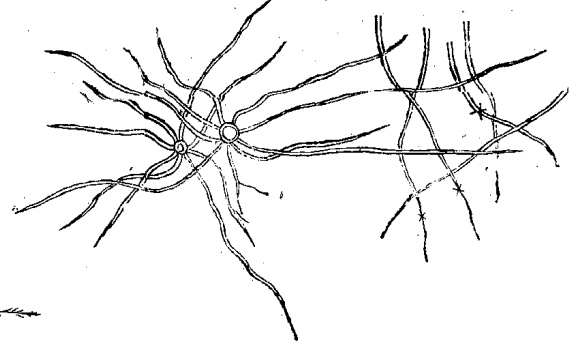
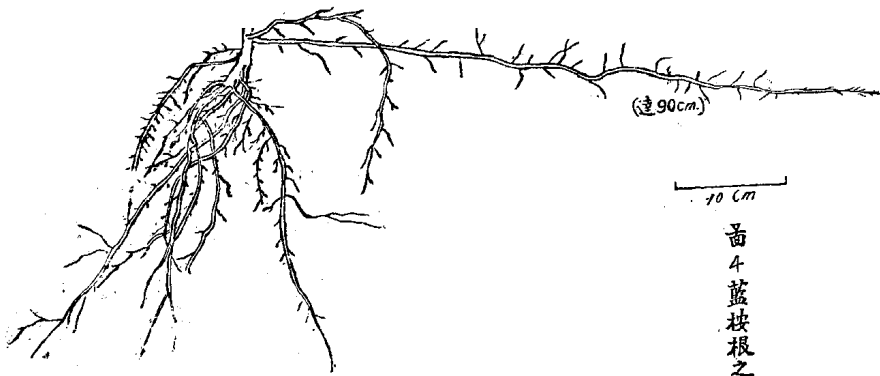


图 1.6. 洋槐根之平面分佈

有X記號者為外來洋槐之根



10 cm

图 4 藍桉根之分佈

國立中央大學科學季刊徵稿簡則

- 一、本刊爲國立中央大學科學季刊編輯委員會所主編。
- 二、本刊內容以關於理工農醫各門科學之研究論文爲限。
- 三、本刊以中文爲主，得附西文摘要。
- 四、本刊對於校內外稿件，一律歡迎。
- 五、本刊對於來稿，遇必要時，得商請作者修改。
- 六、稿中如有圖表公式，務請繪繪清晰，以便製版。
- 七、來稿字數以二萬字爲限。
- 八、來稿請署眞姓名及詳細地址。
- 九、來稿經決定登載後，即奉贈稿酬，每千字暫定百元，可能時，贈送單行本若干份。
- 十、凡本刊登載之稿件，其版權均爲本刊所有。
- 十一、來稿請寄中央大學出版組轉本刊編輯委員會。

科學季刊 第一卷 第一期

中華民國三十三年四月出版

編輯者

國立中央大學
科學季刊編輯委員會

發行者

國立中央大學出版組

總經售

文化生活出版社
重慶民國路三十一號

印刷者

軍事委員會政治部印刷所
重慶磁器口斧頭岩五號

每冊定價 元