

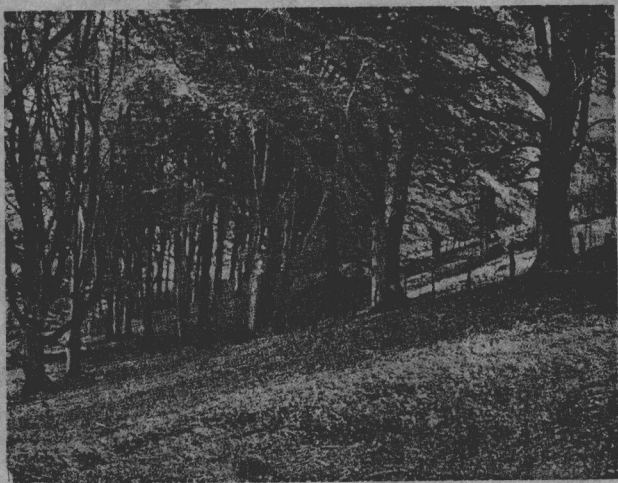
自然科學小叢書

植物地理學

G. S. Boulger 著

王善佺 譯

王雲五 周昌壽 主編



商務印書館發行

自然科學小叢書

植 物 地 理 學

G. S. Boulger 著

王 善 侖 譯

王雲五 周昌壽 主編

商 務 印 書 館 發 行

原序

今欲在一小書範圍之內討論一如植物地理之廣大題目，其事之難顯而易見，固勿庸請求讀者承認其篇幅之有限也。

在此種性質之書中欲自行創作既不可能，亦非完全合意，吾望篇末之簡明書史可被接受以代替余感佩他人之另外聲明也。

但余欲藉此機會以申謝其慷慨助余而借以圖畫者，故得勃銳英爵士 (Sir David Prain, F. R. S.) 之允許，本書之第二、第八及第十一插圖乃從克物博物館 (Kew Museum) 之圖書臨摩焉。吳德赫博士 (Dr. T. W. Woodhead) 及李林植物學會 (Linnean Society) 理事會許用本書之第三圖，赫柏森教授 (Professor Herbertson) 及安羅德先生 (Mr. Edward Arnold) 許用第五圖，英國植物委員會 (British Vegetation Committee) 及譚士雷先生 (Mr. A. G. Tansley)

許用第十二至十六圖，又萊勃芝(Leipzig)之克爾及邁爾兩先生(Messrs. Quelle and Meyer)許用第一、四、六、七及九等圖，而第十圖乃從格雷布列爾教授(Professor Graebner)之植物地理一書(Phanzengeographie)中臨摩者。

鮑爾傑謹識

目次

諸論	一
第一卷 植物界之進化	九
第一章 往昔水陸之分配	九
第二章 往昔之氣候	一四
第三章 植物生命起源之時間及地點	一七
第四章 往昔之植物	一九
第五章 現代被子植物之沿革	二九
第二卷 植物分配之因子	四一
第一章 氣候環境及對於氣候環境之感應	四一

第二章	土壤	六八
第三章	有機環境	八二
第四章	散佈及移居	九三
第五章	地文的因子	一〇四
第六章	屏障物	一〇九
第七章	海島植物	一一六
第八章	植物之橋梁	一二一
第九章	山嶽植物	一二八
第十章	水生植物	一三五
第二卷	植物區域	一四一
第一章	北帶	一四一
第二章	熱帶	一五一

第三章	南帶	一六八
第四卷	植物環象學或地形學	一八三
書史		一九七

植物地理學

緒論

舉凡人類藝術上所承認之名著，無論爲繪畫、爲雕刻，幾無一不非人類形體之表象。其實大多數之天然風景，則專賴植物生活之景色，以增其嫵媚。例如松林之茂，野花之妍，溪畔垂柳，庭前綠茵，以及熱帶棕櫚，赤道叢林，種種景色，各饒其趣，其崇大豔麗，唯有高峯積雪，或海天色彩，差足與之抗衡耳。

畫家之藝術及許多近代旅行記，足使足不出戶者得知一地方之植物，固與他處有絕大之區別。即無大知識之麥可來 (Macaulay) 學童，亦知北極冰凍之處，無植物存在，北帶不甚冰凍之隰原，僅有矮小植物。又知非洲沙漠中之肥沃地，有櫟實樹，北美西部有高大之球果樹木，澳大利亞有橡

皮樹，鬱溼空氣中之高大樹木，其樹枝上生有繩狀攀藤植物及蘭草。瑞士之阿爾卑斯山（*Alps*）業經公認為歐洲之運動場。多數不明植物地理為何物者，於登山之際，亦必注意山谷中之野生及栽培樹木，及其逐漸隱沒之狀況，例如樅樹、橡樹、栗樹及胡桃樹而生，極為顯明，達於終年積雪之最上層時，僅見石上有少數石耳生長而已。

一般人對於宇宙植物，有一種渺茫認識，以為植物分配，隨緯度及高度而異，由此推論，必將以為植物之分配狀況，大有賴於氣候。實則只須加以深切考慮，即足以察知此種論調，並非絕對完全之真理。何以言之？假使此說果確，則對於遠隔之區域，如其具以相同氣候，應有相同之植物，但事實上吾人所見者，并不相同，僅有若干相似之處，足稱其代表而已。

凡有暖室設備之花園，或熟悉吾人之大植物園者，均必承認栽培植物，可以分為若干種類，如耐寒、半耐寒、溫室、及爐窖植物等。植物學家所謂之同種植物，對於熱力，至少對於霜凍之避免，必有同樣之關係。又水分之有無，對於栽培成敗，亦與熱力有同等之重要性。

凡習地理學者，必知植物對於人類事業，異常重要。例如在稠密之森林，以及不毛之沙漠區域，

或未經排水之溼地，人口必稀。文明初期所賴於其近鄰者尤甚。在已經開拓之土地上，始有作物生長。在熱帶森林搜集之野生香料，以及田間剩餘之農產，均為國際貿易之基礎。一地方有無飼畜牧場，造船森林，以及適於栽培食用葯用或其他用途之作物之土地，可以決定該處人口事業之盛衰。如任意摧殘可供富源之野種，必將致其地商業於失敗；如能保存之，則可使其地經濟進展。如由外國輸入風土適合之植物而栽培之，亦可使向來人口稀少之區域，得到相當之繁榮。

至於現代植物學研究，其主要目的，乃在其為生物學，並不問其經濟上之關係也。對於植物結構上之考慮，大都以其與生物之機能有關，即着眼於其生理方面。或與他種植物比較其大小，以為研究進化之線索。一植物之生命，有兩種變數決定之，一為由其父母遺傳之性質，一為環境對於此遺傳性所生之影響。氣候與土壤，雖為重要因子，但環境所包括者，尚不僅此。植物必需一定量之熱，始能發芽開花，或成長種子，且需在土壤中有定量之水分，以及少許之溶解鹽類，以供給其根之吸收。其健康之發育，將受日光與風之影響，但其生存亦受其他動植物之限制也。在種子將發芽之際，在幼苗時期或其後較為健壯之時期，如有他種植物佔據其周圍之土壤，或其懸葉之遮蔭，亦可

以危其生命。至於普通無效用甚或對於根部有害之物質，如有某種細菌生存於土中，以發生相當之醱酵作用，則亦可以變為有用也。又如種子受精，或有賴於昆蟲之傳遞花粉，而其種子之散佈至於競爭稀少之地點，亦賴雀鳥之攜帶，或纏絡於經過其地動物之毛中也。

再者，在任何地中任何植物之存在，并不全賴該地對於該種植物之適宜也。氣候及土壤雖或適宜，未被植物佔據之處雖或甚多，而其一切必要之有機環境雖已應有盡有，但無論為種子為孢子或生長之植物，該種必須設法以達到該地也。無論其原產地之遠近，該種必須由原產地輸入。否則必須於吾人所發見之該地，重新發生也。

植物生理學同樣考慮影響植物之外界原因，及植物本身在作用上及結構上對於此種原因所發生之反應。故植物地理學亦同樣討論影響於植物分配之原因及其結果。此種研究似前曾提過，對於藝術家、旅行家、科學家、地學家、商業家之注意實業原料來源者，園藝家以及植物學家，均有相當之裨益。但從科學研究部分上作想，則其重要乃為生物學的，蓋此種學問為較普通之生物分配科學之一部分，而管理植物分配之定律，亦稍稍可以用於動物也。此種普通原理乃對於習科學

者有絕大之興趣。蓋以彼科學家眼光視之，一種或數種植物達到一個區域之方法，較之該種之能達到該區域更爲重要，而較之該種植物之如何可以經濟的利用尤遠爲重要也。如認植物地理爲自然歷史之一部分，則彼科學家幾可忽略人工專心所造成植物分配上之變遷。如輸入農業植物於新地，及割撥大段區域以供穀類作物、牧草作物、棉花及其他纖維作物生長之類。但對於人類及其他動物之無心的散佈作用，則必須加以考慮也。

現時地球上水陸之支配，對於陸地植物及海藻所佔據之面積，以及現時溫度雨量等等，固均有深切之影響。但若稍具地質學知識，則吾人當可了解此種水陸之支配，并非永久相同也。任何關於植物之現代分佈之敘述，因此種分佈必隨現代地理情形而轉移，故此種敘述僅可認爲暫時的真確。又此種地理情形及其生物的結果，亦非永久相同，且非一成不變也。今日之天然植物或同類植物羣，僅屬今日的，且吾人決不可忽略其以前情形之影響，及水陸支配之變遷。分配上所得之證據雖屬片斷的，但吾人現時生存之植物，可與以往各地質時代之植物互相連貫。蓋現時之分佈，乃由往昔植物經過各種環境的變遷而成，而或者此種變遷，亦如吾人所見植物本身變遷之深遠

也。

在十九世紀中葉以後，由多數有學問之科學的旅行家之工作，已完全將地球上植物分爲若干氣候的區域。爰將各種植物因其分佈概況而爲之分類。且在天演論影響之下，一般公認以爲鄰近之天然植物，乃由各種植物之彼此移居而相連續。且彼此之區分則賴有特殊的或屬於本土的種類。此種土種乃由以前生成之種類變化而成也。此一部之題目爲名植物地理學 (Floristic Geography)。吾人應注意其所討論者大半爲各種植物在大區域之分佈概況。

至於現代，則一般植物學家之觀點，乃集中於各植物羣（僅以生理的需要而相結合，而普通并無系統的相關），對於其產地或其所在地之土壤排水等等現象之同時發生的關係。此種對於植物家庭加以研究之學問，名爲環象學 (ecology)，而關於各羣植物按其產地之不同而表現特殊景象或觀象的性態者，則名爲環象地形學 (ecological topography)。此種學問討論植物全體，而不必注意其各個之種類。且雖關切於本地氣候環境之影響，如由於傾斜位置排水等之影響，但其研究之範圍屬於植物生理者，較其屬於地理者爲多。

設吾人以植物地理學一名詞表示地球上植物生命分佈之科學，則可分爲四段而處理之。吾人將首先略述一般所謂植物界之進化，及其在往昔地質時代之分佈概況。次則吾人將寫明關於分佈之因子，如氣候土壤其他動植物之影響，植物對於此種影響之反應，關於散佈作用及其工具，關於移居之障礙，及如何勝過障礙之法。第三世界上之植物區域，亦將略爲述及之，而終於主要環象的植物羣的討論，當然假定讀者已略具植物學及地理學之根柢。但本書篇幅既屬狹小，故不能將此廣大題目加以完全之處理也。本書僅可認爲植物地理學之入門，但著者希望不久出一較爲完備之著作，而將此學之各部分，詳細加以檢討焉。至於本書則決意的詳於分佈原因之討論，而略於其結果。



第一卷 植物界之進化

第一章 往昔水陸之分配

吾人之大地約爲不規則之圓體，其面積估計爲 196,940,000 平方英里，其中約 142,000,000 平方英里現爲海，而有 55,000,000 平方英里之陸地。故前者約佔 71.7%，而後者 28.3% 或約爲 5:2。設吾人取地圖一視，或更妙一觀地球儀，則知地球上而現時水陸之分配甚不均勻。其實在赤道以北之地積，較其在赤道之南者多出十三倍。卽此一點對於植物分配已有深遠之影響，蓋顯而易見也。從植物生命上着想，此大部分海洋之面積，幾專爲藻類所代表 (diatoms and algae)，而聚居鹽水中之顯花植物，如大葉藻 (kelp) 者，則甚寡也。

現時地球上水陸之安排情形，驟視之雖甚覺不規則，但易見球上有一北冰洋，爲幾乎連環

不斷之陸地所包圍，由此沿子午線則有三對之大陸繼續南伸，至南而逐漸狹小。同樣在南極大陸之周圍，有一帶之海洋，向北伸展，成爲三個海洋，愈北愈變狹小，其中二洋則會合於北極。故地球上水陸之排列，乃如一對互鉤之齒輪，各有三齒。吾人并知地球上之水陸區域，彼此甚爲直徑線之反對的。北冰洋與南極大陸相對，歐洲及非洲與南太平洋及北太平洋相對，北美洲與南印度洋相對，而澳洲與北大西洋相對。此種關於分配上顯著之事實，與地球表面形狀之源起之一有興趣的臆說，頗相符合，而該臆說之後半部分，乃一美國著者顧臨 (W. Lowthian Green) 所創也。

天文學上有許多事實，特別以分光鏡觀察天上物體之光之結果，足以輔助所謂星雲說，以解釋太陽系之地球及其他星體之共同起源。照此臆說，則太陽系乃由一星雲之逐漸冷卻及凝結而成。此種星雲乃或爲白熱之氣，或爲一羣之隕石所成。此種隕石時常互相撞擊，遂成氣體狀態。二說相較，以後說較爲近似。此種星雲向其中心凝結之際，可以拋出或遺留逐層之環圈。各個環圈之物質重量爲累進的，而以分裂作用凝結成爲行星，地球其一也。以同樣的推論，則每個星環之破裂，可將其所成行星之溫度提高而氣化之。而此種氣體亦排列成殼層，於向中心凝結之際，其內層密度

較外層爲高。顧臨先生之四面稜體學說，則爲地球照如上所述發源之時，其形象約爲圓形，蓋圓體乃一種之幾何形式，能以最小的面積配合最大的容積。而於其冷卻且緊縮之際，乃成一以最大面積配合最小容積之幾何形式。卽所謂四面稜體是也。四面稜體爲四個相等而相似之三角形所環繞，而此種學說以地球之四個海洋與四面稜體之四面相符，北極圈之地及三對之大陸與其邊相符，至於北冰洋所代表之一面，則有南極大陸以代表其相對之立體角。其實此圓體之地球曾被假設爲曾經過一種四面稜體之殘缺而致畸形，其四邊或四面略爲低陷，遂成海底。今若以地球之形式與一種介乎圓體與四面稜體之形體，卽幾何學上所謂六面的四面稜體者相較，則尤覺與此種學說相符。所謂六面的四面稜體者，卽一四面稜體，在其四邊之上，各有一具六個三角面之矮稜錐體是也。

現時水陸之分配與此臆說之條件，深相符合，但尤要者則最初之分配，應證明與此說相合也。現時之地面可以其岩石及岩石中所含有化石之殘餘，證明其在某一時期中，曾先後藏在海水之下。但或者大多數之沈澱岩石之成因爲淺水的，而非如吾人現時海底之淵深也。以此可知諸大陸

雖受地球擺動之影響，而使其某一地方，時而陸沈，時而出現，以致時常變更其形體。但就大體而言，仍能保持其個性，而現時之海洋或自始即爲地殼上槽形之窪地也。此種關於至少吾人大陸之骨幹爲陸，及海洋深處爲水，各具永久性之信仰，亦無異承認現時分離之大陸原爲連貫的，因受重大變化而始分離，且現雖連貫之大陸，亦可受重大變化將來至於分離也。故有頗多之證據，足以證明在瑞典挪威及蘇格蘭高原與唐立格耳 (Donegal) 之間，滿洲大陸及薩哈林 (Saghalien) 與日本之間，又在南美洲之西南部與其臨近諸島之間；在往昔曾有陸地之伸展，然亦有少許證據，證明往昔存在之陸地，難認爲現時大陸之伸展者。是以有甚多之地質學的證據，以證明上述之瑞典挪威區域，與北美洲及格林蘭 (Greenland) 在甚古之地質時代，曾互相連續成一大陸，其名爲阿克梯斯 (Arctis)。而在其後期至少由煤層時期 (coal measure period) 以後，至地質學家所謂之二疊紀 (permian)，則有巴西、阿根廷、及福爾克蘭羣島 (Falkland Islands)，與非洲康塞爾熱帶之南部 (Tropic of Cancer)、麥達格司卡 (Madagascar)、南印度、澳大利亞、及達斯曼利亞 (Tasmania)，亦結成另一大陸，名爲剛德旺那蘭 (Gondwanaland)。此兩古大陸，在地殼縮皺中之硬

性，或能使其間之較爲沈澱之岩石成摺疊狀，而產生其褶曲山脈之系統，以爲吾人現時大陸之樞軸。雖剛德王那蘭似以大西洋及印度洋之沈陷而分裂，但其後南美洲與澳大利亞之間，或由南極大陸以使兩者之南部有相連之可能性，頗足以解釋現時動植物分配上的若干困難也。

又如英倫諸島與歐洲大陸，東向及西南向之連合，不過水陸分配上之一小小變遷，僅包括海洋與陸地之相對的高低之微差，則必於較上述各種變遷更爲新近之時期中曾經實現也。

雖吾人現存植物種屬甚至科別之大部分，從地質學上着想，乃近代之產物，而其發源似與古昔水陸之分配無關。但吾人仍能追溯古昔水陸分配對於植物界各大類之發源及散佈之影響。吾人固知欲爲肯定之論斷，殊不易也。

第二章 往昔之氣候

氣候一名詞在英文爲 *climate*，原指太陽離地平線之高度，或日光線對於地面所成之角度而言。地球自轉之主軸卽其南北極之連貫線，偏出 $23\frac{1}{2}^{\circ}$ 。以向其繞日軌道之平面。其平面爲黃道。地軸與黃道成 $66\frac{1}{2}^{\circ}$ 之角度。因此傾斜之結果，使太陽一年有兩次直射赤道之上。赤道者，兩極中途之環圈也。太陽直射赤道之時期，一在春分，一在秋分，其時日照之圈，或分別晝夜之大圈，將經過兩極，於是晝夜之長相等，卽各處日夜各十二小時是也。在他季時，晝夜之長，惟在赤道爲相等。故赤道又名晝夜平分線。而晝夜之不平等，則隨緯度而增加。是故至兩極處，則幾爲六個月之夜，及六個月之晝。不特晝夜之區別，因地軸傾斜之關係，隨緯度而增加。且太陽之高度，或太陽在日中與地平線所成之角度，亦以同一原因，愈近兩極而愈減少，僅在赤道 90° 以內，太陽時常爲直射的，僅在兩極 $23\frac{1}{2}^{\circ}$ 以內，太陽時常繼續的二十四小時或以上在地平線之上或下。是故地軸之傾斜，造成一年中

在各不同時期晝夜長短之區別，而結果使地面上任何緯帶之處，在一年中之任何時期，所受之熱力及日光，呈季節上之差異。且附帶的此種所受於太陽之熱力上之差異，實水分蒸發速率之所大賴，而結果則降水量或雨量亦受大影響。

設地軸之傾斜自古迄今相同或幾相同，而赤道與兩極在地球上亦仍佔同一位置，則在各極之周圍，必常有一寒區，而在兩極之中間，必有一大熱區。此赤道之極熱，對於適宜於溫和氣候之植物，在海平線上欲由北半球移向南半球，或由南半球移向北半球，均成嚴重之障礙。但須注意者，吾人離海平線而高升時，則無論在地球上任何地點，雖晝夜之長短仍屬相同，但溫度或空氣之感熱，其大部出於大地射熱，則將逐漸低降。在今日除在火山區域有遲緩冷卻之鎔岩，或在溫泉之附近以外，吾人可不必考慮地心熱力對於氣溫之貢獻，但可完全委諸於太陽所發生直接或反射的熱力。

但在植物界歷史較早之部分爲吾人稍知者，則或非如此也。故在最古之著名化石植物中，在煤層下之岩石中所含有者，無論在世界上任何地點所徵集之材料，均呈甚大之一致。具見當時有

一世界普通的或幾世界普通的氣候，或由當時地球之有效而未發射之原始的熱力之所致也。

此下石炭紀之植物，以其在南半球極度的而普通的嚴寒之證據而追溯之，此種寒冷氣候似曾向北方推移，而產生植物上顯著之變遷，而該種植物亦向北推廣。是故可見南方冷地之代表，與較早熱期植物之後裔混於一處。

又在地質學上所謂較爲近代之時期，在侏羅紀之植物，又曾一度恢復其一致情形。其顯著之概況幾與在下石炭紀者相似。再者，在人類正將出世之先，有證據足以證明北半球有嚴寒氣候之存在，其範圍遠在北極圈以南，而經過一長久雖或有間斷之時期。是故植物或被迫而南遷，但冷氣退後始復又有北歸者。

是故吾人不能假設往昔水陸之分配，或往昔之氣候，與現代相同也。

第三章 植物生命起源之時間及地點

吾人對於植物生命起源之時期所知者甚少或無。在最古或爲沈澱性之岩石中，有加拿大之花崗石系 (laurentian)，其中含有石墨層或礦質炭素，雖無一切之有機組織，但或可爲植物所成。在較爲近代而仍屬古荒之岩層中，則有寒武系 (cambrian)，其上有波紋動物足跡，及結晶之層，使吾人聯想及玻璃窗上之霜樹，而被誤指爲海藻者。在其後之下志留里亞 (ordovician) 及上志留里亞 (silurian) 系中，可見較爲明顯之藻類遺跡，其中有體積頗大而組織較爲進化者，指示在海水中植物與陸地植物同於泥盆紀 (devonian) 始行出現。其一長久之進化史，乃湮沒於前代之變成岩中也。吾人所以知最古之化石植物，且凡較泥盆紀爲古之植物，均係藻類者，蓋因吾人已知在該最古時期之沈澱岩，僅限於海洋水中之淤積也。

但吾人又從結構上得有甚多之證據，足以指示此種植物乃植物界歷史上最初進化者。或謂

動物生命起源於海濱之淺海水中，故或者植物生命之起源約與動物界同時，或稍爲提前也。

吾人對於植物生命起源之地點，與對於時間然，亦無確定之知識。布方 (Buffon) 之明見，以爲地球之冷卻當從兩極起。故或者生命之起源當在北極，而陸續的成羣向南移動云。蓋當時尙不知生命起源之時間，遠在水陸分配與現代甚爲不同之古代，且生命之本身亦爲接踵而至之各類生物所代表。此類古代生物與現代生物甚爲不同，卽或種類相同，至少其數目的比例亦與現代不一也。不特吾人無有徹底理由以反對南極之未始不可爲生命起源及散布之中心，且生命或者甚似發源於鬱熱之赤道區域。自在此區域中現代生物最爲繁茂之一點視之，似較發源於較爲寒冷之兩極附近之說爲妥也。但吾人毫不知地球最初冷卻與其上最初發見生物之時間上的關係。

第四章 往昔之植物

吾人所得之證據雖屬碎片而不全，但現時關於植物之進化史，確知其爲連續的。吾人誠不能於化石植物中追尋由藻類至蘚苔植物，或由蘚苔植物至羊齒植物之過程，其實吾人對於古生代藻類之存在，甚罕有證據也。吾人可假設藻類在石炭紀溫暖而溼潤地面上之植物中，曾爲一重要分子。但在該期中他種同樣細嫩之植物結構，均尙能有良好之保存，惟獨藻類則罕有代表也。至於具維管束之植物，則由泥盆紀以至現代，有一明顯而連續之世系。在泥盆紀岩石中，羊齒植物之各主要羣類，如木賊，羊齒，與石松，及一棵子植物之原始羣高特木 (cordaites) 雖已出現於地球，而在該期中又有鎔和各類性狀之公同羣類存在之證據。以此可知其爲祖先之種類也。在世系較後之岩石中，有他種之裸子植物出現，隨後在白堊紀有被子植物之發生。在此種植物中雖有退化之事實，並不足以爲普通進化之矛盾也。故施高德 (Scott) 有言，古代植物記載之大旨，乃一有秩序的

優勝科之連續上進史，各個科曾於結構上及範圍上達到最大限度，其後乃陸續湮沒而不彰，且讓其他科在新環境之下，以執植物界之牛耳。在各科沒落之際，其各個分子，或實際經過結構上之縮減，而貶入草本，或水中之生活；或其科中高大之支裔完全被排擠，而僅其窮乏之親屬，仍能逃避其他上進種族之競爭，而保持其固有之地位焉。

布郎利亞特 (Brongniart) 在一八四九年，曾妥將植物界各優勝種類陸續上進之概況，表列於下：

(一) 隱花植物朝代

- 1. 石炭紀
- 2. 二疊紀

(二) 裸子植物朝代

- 3. 三疊紀
- 4. 侏羅紀包括威爾頓 (Wealden) 時期

(三) 被子植物朝代

- 5. 白堊紀
- 6. 第三紀

泥盆時代之植物，乃世界最古之植物，大部出於北美洲之敘述，與覆於其上之下石炭紀植物，無甚大之差別，其中不特無疑的包括木賊類，如古節木（*archaeocalamites*），石松類，如鱗木族（*lepidodendron*），及真正之羊齒植物，如古代羊齒（*archaeopteris*），但另有三四種甚饒興趣之共同種類。

在北冰洋之熊島（*Bear Island*）上之泥盆系岩石中，有一種植物之發見，其名爲 *pseudobornia*。乃一種高大植物，具有節之莖，如節木（*calamites*）然。但其葉多分歧，且形似羊齒，輪生莖上，每輪約有四葉。在他處之同樣岩石或石炭紀較爲近代之岩層中，吾人有較爲著名之楔葉木屬（*sphenophyllum*），乃羊齒植物中一特類之模範植物也。此乃弱嫩或攀緣之植物，具有節之莖，長節間，及寬而作楔形之葉，通常六葉輪生，有時葉分裂成片，各片視之，如真葉然，其果實通常爲一球果，形似節木（*calamites*）而無疑的楔葉類與木賊類似屬同宗。至於 *pseudobornia* 則不特證實世系之共有，且明示諸羊齒均有一關係密切之起源也。

石松一類較爲孤立，現時雖分爲石松屬（*lycopodium*），僅具一種孢子，及具二種孢子者如

卷柏 (*aeselinella*) 及水韭 (*isöetes*) 之屬。但在古生代之岩石中所發見者，則均似後者，爲異子的也。

在泥盆紀岩石中，其他具形似羊齒葉之植物見於記載者，有平脈羊齒 (*neuropteris*) 及大羽羊齒 (*alethopteris*) 等。但據近代研究，則此類之葉不特與粗大之木相連，前以爲屬於松柏類者，今乃知其似蘇鐵類，且亦着生真種子及花粉，形似蘇鐵。現時將此種植物另歸一類，名爲羊齒種子植物 (*pteridospermeae*)。但吾人與其認此種屬於羊齒類，勿寧以爲屬於裸子植物也。

最後吾人在泥盆岩石中發現一種之葉，屬於高特木 (*cordataeae*)。此種乃高大之樹，有時高百呎，上部有分枝，着生單式葉，長三尺而闊五寸。就其葉與木視之，似今日南半球之闊葉猴迷杉 (*araucariaceae*)。但有一平圓之木髓，如胡桃者然。此類植物有雄性的葇荑花序 (*catkins*)，小蕊直立，上着花葯四至六，具有苞葉以保護之，及一羣之較少數胚珠，與羊齒種子植物 (*pteridospermeae*) 及蘇鐵類 (*cycaadeae*) 者頗相似。此類特出植物，無疑的與松柏類及上述之二類頗有關係，而其在今日最親密之代表，則爲特奇孤立之中國公孫樹 (*ginkgobiloba* L.)。

煤層時期之廣佈而茂盛之植物，於普通性狀上似與其在泥盆紀者無甚區別。蓋整個之煤層由高特木之葉所成，而鱗木族 (*Lepidodendron*) 者，石松類高大之植物也。其最相近現存之代表，或即弱小之水韭 (*isoetes*)，乃煤層時期化石植物中最著名之一族也。其姻婭則爲封印木 (*Sigillaris*)，及木賊類之偉大節木 (*Calamites*)。至於現世所承認者，則一般所謂之羊齒葉，乃屬於羊齒種子植物 (*Pteridospermeae*)。同時在英國之煤層時期化石中，吾人得有真正羊齒植物之標本，其孢子囊不具菌環，而其中軸（或其葉柄之維管束軸）之橫切面形式爲明顯的H字形。吾人對於此種包括瓶爾小草科 (*Ophioglossaceae*)、薇科 (*Osmundaceae*) 及觀音座蓮科 (*Marattiaceae*) 等科，公同性狀之種類名之爲原始羊齒 (*Primo-flores*)。吾人雖有證據足以證明多數所謂屬於羊齒之孢子囊，實乃羊齒種子植物之小孢子囊或花葯。但真正觀音座蓮科之羊齒植物之具甚多分歧之羊齒葉，及在其柄之基部有托葉，莖之組織複雜，而其孢子囊聯生成爲子囊體 (*Sporangia*) 者，亦可於吾人之煤層植物中有相當之貢獻。

石松一類雖有偉大如樹之代表，其莖部有再度生長以增加其直徑之能力。此種生長法曾經

認爲顯花植物獨具之特性也。但其中亦有爲草本細小如其現代代表者。其中如 *miadnesia*，雖形體甚小，而其生殖系之進化乃表現甚大之進步，而產生眞種子，至其他之性狀則極似卷柏也。

眞正之松柏類及蘇鐵類，在歐洲石炭岩石中，可有化石植物之代表，如 *ullmannia*, *noëg-gerathia*，原始樹 (*pterophyllum*)，至於三疊紀之 *walchia*，則無疑的具松柏性也。

古代之植物，雖或其多數之初先種子植物，如今日之公孫樹及蘇鐵，可保留其祖先之水生遺物，其孔管中有螺旋式盤繞成圈形之精子，但顯非全屬於隱花植物也。

第二大類之維管束植物，雖常名爲中生代 (*mesozoiic*) 植物，但其起源與吾人曾經提及之隱花植物朝代相覆蓋，或相連貫。其與古生代不同者，則爲各種類間相互之比例。且其特徵爲較早發現之種類中有品種上之增加，及形態上之進步，但亦有退化者。其起源及分佈之中心，似較古生代植物爲易於追溯，乃明顯屬南方的。此時吾人始獲得地面上分爲若干明確生物的區域之證據。

雖北美洲之大部分，歐洲中部及亞洲中部，在石炭時代之下半年期，明顯的爲低溼而被森林之區域所佔據，暫歇的沈沒於海底之下，但有地層學的及古代植物學的證據，足以證明在康塞爾熱

帶以南曾有一絕大大陸之形成。而此區域繼續存在直至銳梯 (rhætic) 或稍較後之時代，下石炭紀或程莖植物 ('culm' Flora) 或似可稱爲泥盆石炭紀之植物中，發現甚多之鱗木族，南北皆然。以此，吾人得有當時世界植物特別一致之證據。但自石炭紀之末葉起，非洲在北熱帶之南部之區域，似與馬達加斯加及印度聯合成一廣大而隆起之大陸。而在中部及南部之大湖沿區域中，可見至少有一萬八千尺之加魯地層 (Karoo beds) 之排置。此期之初葉，似有極度之冰結，而此種情形在相同時期，於巴西、阿根廷、福爾克蘭羣島、達斯曼利亞、維多利亞 (Victoria)、新南威爾斯 (New South Wales) 及崑斯蘭，亦曾尋出。此則有諸大基礎的漂礫岩層以爲之代表。其在各大陸之名稱，則爲狄外卡礫石 (Dwyka conglomerate)，達爾卻 (Telchir) 層，及柏卻斯澤地層 (Bacchus marsh beds)。而在諸層之上，則有甚厚之地層，其中缺乏海成層，但含有植物之殘餘，及其他關於陸地及淡水情形之象徵。至於此種地層之大約時期，可以二疊石炭紀 (permo-carboniferous) 一名詞以表示之。而此諸地層之系統名稱，則爲剛德旺那系 (Gondwana system)，以其由印度南部之發展而來也。而其所指示之全部大陸，則名爲剛德旺那蘭 (Gondwana-land)。此系之植物

並無節木之存在，而在印度亦缺乏封印木 (sigillaria) 及鱗木族 (lepidodendron)。前者似明顯的爲 Phyllothea 及總木賊 (schizoneura) 所代替。總木賊者，羊齒門蘆木類之一科也。但有楔葉羊齒 (sphenopteris) 及節木羊齒 (pecopteris) 之存在。此兩種或屬於羊齒種子植物 (pteridosperms) 又有較爲明顯的屬於蘇鐵的原始樹 (pterophyllum) 而尤有豐富之舌形羊齒 (glossopteris) 及大羽羊齒 (gangamopteris)。舌形羊齒爲全部植物之代表名稱，具一種地下莖，名爲 vertebraria。着生長矛頭形或橢圓形之葉，具主脈、錯合之旁脈、及細小之鱗片葉與孢子囊及孢子葉相連合。至於大羽羊齒 (gangamopteris) 與舌形羊齒之區別，似大致以其缺乏主脈之故。此之所謂孢子囊或卽小孢子囊，或蘇鐵植物之花葯，亦未可知。是故此兩種豐富之屬類，可以證明其或屬於爲中生代特徵之蘇鐵類，或屬於其前驅之羊齒種子植物。現雖無真正蘇鐵，或吾人現有松柏類之各科，在石炭紀岩石之明顯證據，但植物普通性狀之變遷，在此南大陸似較在北大陸爲早，而向北推移以至於中國及帕蒙 (Perm)。在次生或中主代岩石中，石松、木賊、及觀音座蓮科一類之羊齒植物，頗佔次要位置。薇科 (osmundaceae) 及與裏白屬 (gleichenia) 相近之植

物，以及馬來之馬通蕨屬 (*matonia*) 與雙羽羊齒 (*dipteris*) 頗形重要。但水龍骨科 (*polypodiaceae*)、舌葉石 (*batiera*) 及銀杏 (*ginkgo*) 之本身，自三疊紀 (*triassic times*) 之始，已幾在全球均有代表。而現時銀杏之區域，乃甚狹小。真正之松柏類，特別與闊葉之猴迷杉 (*araucariaceae*) 及貝殼杉 (*agathis*) 相近之種類；現時為完全屬於南半球產者，而當時則頗為豐富也。

但在侏羅紀時期，三植物中似有一為蘇鐵。蘇鐵植物 (*cycadophyta*) 現時僅有一科，即蘇鐵科 (*cycadaceae*)，僅包括九屬，及約一百種，全為南方植物。在當時乃一駁雜而優勝之植物羣，實幾如今日之雙子葉植物然。故如奇異之蘇鐵羊齒 (*bennetitites*) 着旁生之花，具螺旋式之苞葉，輪生之複羽狀花絲葉，有甚多之花葯，及有柄之胚珠，長成為無胚乳之雙子葉種子，在印度之上剛德旺那系中出現。至於其在歐洲及北美洲有衆多之代表，亦可為在二疊石炭紀結冰以後，在下次生代 (下中生代) 時期 (*lower secondary times*) 世界植物之性態，又曾趨於整齊一致之證據也。其他之蘇鐵植物既如是衆多，而有全世界之分佈，故可稱為蘇鐵時代 (*age of cycads*) 亦幾如三疊紀及侏羅紀之可稱為裸子植物時代 (*age of gymnosperms*)。布朗里利氏之第三朝代即

被子植物朝代 (reign of angiosperms) 在吾人之威爾頓 (Wealden) 期，或下及中前綠砂期 (lower and middle neocomian) 之地層沈澱以後，始現端倪，乃忽然降臨而有極速之進展焉。且在本期以前，亦無植物帶或植物區之明徵也。

故由古生代之末葉以至於中生代之際，植物之巨大的變遷；在動物生命及地層世系變遷之前也。

現時一般公認種子植物之最可能祖先，當在蘇鐵植物之親鄰中求之，如早中生代蘇鐵羊齒之類。如然，則雙子葉植物之結構較近於蘇鐵，當較單子葉植物為早也。其實有甚多之解剖學上的證據，足以證明單子葉為雙子葉祖先之一早旁枝。但究屬誰先誰後，甚罕地層學上之證據也。

第五章 現代被子植物之沿革

被子植物 (angiospermia) 或着生果實之種子植物 (spermatophytes) 以數目論，則包括十萬種以上，以大小論，則有澳大利亞之巨橡皮樹。又其所佔之面積之廣大，形態之駁雜，及對於不同環境適應性之豐富，誠爲今日植物之優勝種族也。就地質學上論之，被子植物在吾人最初獲得其生存之證據後，隨即達到優勝地位，殊屬奇特。

在美國之中部，有一極厚大之地層，大體爲淡水的及湖成層，其所佔時代由侏羅紀 (Jurassic) 以至上新則 (Pliocene)，其所佔面積則由長島 (Long Island) 至亞拉巴馬州 (Alabama)，而由墨西哥邊界至猶康 (Yukon)。在此地層之下，有一系統，名爲波它馬克地層 (Potomac formation)。其中所含褐炭，陸續產生數羣最饒興趣之植物，惜吾人大體須倚賴片碎的化石植物葉之外形，及其脈絡，以鑑定其類緣。在約近七百種中，幾有半數歸入雙子葉植物，但其葉之性狀，似又明示有單

子葉植物之存在。最下地層含有雙子葉植物之時代，明顯的爲前綠砂期（neocomian, lower greensand），而在葡萄牙及英國同樣地層之化石植物葉，亦有明白屬於雙子葉類之敘述。在波它馬克地層之較上部分，在上白堊紀地層（upper cretaceous beds），或屬於後綠砂期（cenomanian, upper greensand）。雙子葉植物已獲得顯著之優勢，其數目佔各種中百分之八十，而包有如下列諸屬：柳屬（salix）、楊屬（populus）、槲屬（quercus）、胡桃屬（juglans）、楊梅屬（myrica）、木蘭屬（magnolia）、鬱金香樹屬（liriodendron）、無花果屬（ficus）、薩沙富拉斯屬（sassafras）、桉樹屬（eucalyptus）、槭樹屬（acer）、冬青屬（ilex）、雲實屬（caesalpinia）、彎葉樹屬（baubinia, colutea）、土當歸屬（aralia）及椴木屬（andromela）。此種植物，多屬落葉喬木，明示其屬於一溫帶氣候，而且多屬於美洲的。具見美洲植物之聯合，似較歐洲者爲大也。至於合瓣花類（gamopetalae）甚少，而菊科（compositae）則無。後綠砂期之植物，在格林蘭（Greenland）亦有記載，包括三十種羊齒、八種蘇鐵、二十七種松柏類及九十七種雙子葉植物，亦表示其屬於溫暖氣候。故吾人可稱此種植物乃由北半球之北緯三十度而向外推廣，而推考其起源，及傳佈之中心點。

亦或在此區域中也。

在薩克森里 (Saxony) 有八種山茂櫟科 (proteaceae) 出於此時代地層之記載，而在波希米亞 (Bohemia) 則除木棉科 (bombaceae) 柿樹科 (ebenaceae) 含羞草屬 (mimosae) 及其他之外，有十八種之五加科植物 (araliaceae) 表示有一半熱帶之植物，曾在歐洲中部，如今日澳大利亞之植物然。在此期中，稍有緯帶區分之表示。

那銳米系 (Laramie series) 之煤層，於將近美洲白堊紀之末葉，產生約二百五十種。其中包括棕櫚，無花果樹、橡樹、白楊、篠懸木及多種之木蘭，除銀杏及桉樹屬 (eucalyptus) 外，土當歸屬 (aralia)、漆樹屬 (rhus) 及稀樅屬 (sequoia) 各有三種。由此可見在當時美洲及歐洲之植物，或亦有頗多之區別。

至於在里昔 (Liege) 附近格林頓 (Gelinden) 之歐洲之最下始新系 (eocene) 地層中，及在法國之其他地方，吾人見有橡樹、栗樹、桂樹、土當歸、番石榴樹、竹及椶櫚樹等植物，頗與日本南部之植物相似，在英國南部之吳耳魏其 (Woolwich) 及瑞丁 (Reading) 地層中有篠懸木、桂樹、無花

果樹、洋槐、及落葉柏 (*taxodium*)，指示一半熱帶氣候，而無疑的呈美洲之風格。但其中亦有現時澳大利亞之 *Grevillea* 一屬，在上覆之倫敦黏土層中，所含有漂流植物之殘餘，則呈較爲熱帶之性狀。其中包括稀樅屬 (*sequoia*)、銀杏屬 (*Ginkgo*)、羅漢松屬 (*podocarpus*)、橡樹、蘇合香屬 (*liquidambar*)、柿樹屬 (*diospyros*)、月桂樹屬 (*laurus*)、桉樹屬 (*eucalyptus*)、櫻欄樹及 *nipa* 之果實。與現時恆河 (the Ganges) 水中所漂下之植物頗相似。又如在愛倫海灣 (Alum Bay) 及博里毛斯 (Bournemouth) 之白格夏特系 (Bagshot series) 之管狀黏土中，則尤爲屬於熱帶的。其中有山扁豆屬 (*cassia*)、雲實屬 (*caesalpinia*)、桉樹屬及 *dryandra*、櫻欄、番荔枝、及一種仙人掌。

在美洲此種植物之所以能固守，與在歐洲之所以消滅，可以下述之事實解釋之。蓋在美洲之巨大次生岩石所成之褶曲山，爲南北行的，故於不良之較冷氣候來臨時，并無相當之障礙，而在歐洲則東西行之大山，與地中海均屬第三紀之產物，而或者薩哈拉 (Sahara) 沙漠均成爲不能超越之障礙也。因有如柿樹屬 (*diospyros*) 及番荔枝屬等植物之滅絕，故吾人現存之歐洲具大果實

之植物，較之美洲者，殊爲缺乏。換言之，即吾人所在區域之現代植物具大果實者，較往昔第三紀時代爲少也。

在格林耐耳蘭 (Grinnell Land)，在北緯八十一度有十一種松柏類、一種榆樹、一莢蒾屬 (viburnum) 一種荷花及其他種植物之記載，頗似在其南二十五度之現時氣候下之植物。而在笛斯口島 (Disco Island 北緯七十度)，則又有公孫樹屬 (即銀杏屬) 篠懸木屬 (platanus) 及稀樅屬 (sequoia) 或曰此種在北極緯帶之溫帶氣候植物，屬於始新期 (eocene period)，約與歐洲中部之熱帶情形同時，而其後向南移動，成爲後區之溫帶中新期 (miocene) 植物。

在下中新期 (lower eocene) 時代，現存區域之隔離，又可以澳大利亞爲例證。該洲當時有一特別植物，頗富於山茂榿科 (protaceae)、桃金娘科 (myrtaceae) 及茛荑花科 (amentaceae) 而與該區現存植物之關係，較之在他洲者爲密切。

在韓蒲縣盆地 (Hampshire basin) 之漸新期 (oligocene) 包括松柏類之 arthrotaxis 現僅限於達斯曼利亞 (Tasmania) 及鳳尾草類之裏白屬 (gleichenia) 與海金沙屬 (lygodium)。

暗示一種較博里毛斯始新期地層 (Pournemouth eocene beds) 爲寒冷之氣候。又在普魯士東部有一種松樹，名爲 *Pinus succinifera*，所見之琥珀或化石樹脂中，保存精美之豐富植物殘餘，亦屬於此期。此種包括數種橡樹、栗樹、接骨木及冬青。

植物史上代表最完善之一時代，爲上中新期。此期植物在瑞士有九百餘種之記載。而其中有五百種，出於鄰近康司登士湖 (Lake Constance) 之一地，名爲依林澗 (Eningen)。在此種植物中，落葉木之比例，特爲增加。而棕櫚及其他熱帶植物，則較爲減少。雖有十一種棕櫚，歐洲所記載之最末蘇鐵植物，一種鳳梨 (*bromelia*)、一種蕺荷 (*zingiber*)、數種海金沙 (*lygodium*) 及其他多種羊齒，山茂櫟科，一種美洲鬱金香樹屬，至少一百三十種豆科。而單子葉植物佔其全部六分之一，但有九十四種之 *cupressineae*，及九十種具莖莖花序之植物 *amentaceae*。純然表示溫暖之情形。長青橡樹、無花果、及桂樹，特別豐富。而從進化上着想，則完全不見合瓣花區 (*gamopetalae*) 之諸科，如桔梗科 (*campanulaceae*)、唇形科 (*labiatae*)、茄科 (*solanaceae*) 及櫻草科 (*primulaceae*)，殊饒興趣。至於菊科，及其他組織最高之植物，亦少有代表也。

在上新期 (Pliocene) 時代，吾人得有一種冷卻，如今日歐洲情形之證據。在本期較早地層，在法國中部有一長青橡樹，一種月桂樹，名爲 *Laurus canariensis webb and bert*，及其他現時生長限於金絲雀島 (Canary Islands) 之各種，日本榧屬 (*Japanese jorreja*) 及一種竹，表示與中新期植物相親，而或者在凡爾達婁 (Val d'Arno) 之地層之褐炭中者亦然。其中有特奇之美洲植物屬，如蘇合香 (*liquidambar*)、黃楊屬 (*buxus, persae, carya*) 及柿屬 (*diosperos*) 以及衆多之橡樹與松樹，荷蘭之貼幾倫 (*tegelen*) 之上新期，較後地層中化石植物，表示與現時佔據英倫三島之德國式植物頗相近，但亦包括葡萄 (*vitis vinifera L.*) 及楓楊屬之 *Pterocarya caucasica* C. A. Mey. 現其生長限於高加索。又有木蘭，指示爲日本之來源，及印度支那式之荷花 (*euryle*)，此種植物似乎未能向西北推廣也。

喀羅默森林地層 (Cromer forestbed) 爲吾人所得英國植物在冰期 (glacial epoch) 入於寒冷之前之末後證據，其中所出植物殘餘，表示一溫和而潮潤之氣候，與今日之英倫之氣候相似，并無北冰洋或歐洲南部之種類。但包括松 (*pinus sylvestris L.*)、杉 (*picea excelsa link*) 及

菱 (trapa)。

在剛德旺那蘭 (Gondwanaland) 之舌形羊齒植物，讓位於中生代蘇鐵植物及猴迷杉屬之際，似有珊瑚石灰岩及其他海成層，堆積於較廣之古地中海，或帖塞斯 (Tethys)。其廣袤由德薩 (Texas) 至蘇格蘭、嚴利色 (Yenisei)、依拉瓦底 (Irawadi)、埃及及爪哇。在此種侏羅紀之沈積物之後，在大部同一之沈積區域，向東南延長至莫銳河 (Murray river) 於白堊紀時期，被子植物急速勝過裸子植物時，復有其他之沈積物。或曰此種優勢，乃為同時進化之高等吸蜜及食花粉之昆蟲，如鱗翅目 (Lepidoptera) 及膜翅目 (Hymenoptera) 所促成。剛德旺那蘭似在侏羅時期，以北印度洋之沈落而分解，乃由大地之震動，或隨後復有笛坎 (Deccan) 大塊玄武岩之噴出。同樣大規模地層之陷落，如在西地中海、南大西洋、及西太平洋者，則亦可發生於較後之時期，即第三紀是也。此種現象及始新期與漸新期連同侏羅紀及白堊紀之岩石，在較為初先之地殼中，摺縐成爲吾人大陸之大褶曲山軸之事實，使吾人難想在中新期以前，任何之陸地支配，與今日有甚相似之處。但在新期 (Pliocene) 之末葉，吾人可知海洋、大陸、及植物主要種類之分佈，與現時之比例，甚爲

相似。

及冰期之寒冷來到時，似曾將喜熱或熱帶植物，向南驅逐，而繼以溫帶寒帶及極帶之植物。

『吾人可假設現時在北緯六十度下生存之生物，在上新期乃生存於較北之極圈 (polar circle) 下，在北緯六十六度至六十七度之間。設吾人現視地球之地面，則見在極圈之下，幾有一連續之陸地，由歐洲西部經西伯利亞以至美洲東部。而此極周陸地之連續性，以及在一較適宜氣候下互相移徙之自由，可以解釋在冰期之前，新舊兩大陸溫帶所產之生物，與半北極帶所產者之假設的一致情形』。(節錄達爾文種源論第三三三頁 Darwin, Origin of Species, P. 333)

故在馬來半島之羊齒類，如馬通蕨屬 (*matonia*) 及雙羽羊齒 (*dipteris*) 乃較白堊紀爲早植物之殘存者。而鱗木族與薩沙富拉斯屬 (*sassafras*) 之在中國及美國南部，亦屬白堊紀之子遺。且 *ramondia* 及薯蕷屬之 *dioscorea pyrenaica* bnb 代表熱帶之苦苣苔科 (*gesneraceae*) 及在派源里斯 (*Pyrenees*) 之薯蕷科，而桃金娘科之 *myrtus commulifolia* L. 月桂樹 (*laurus*

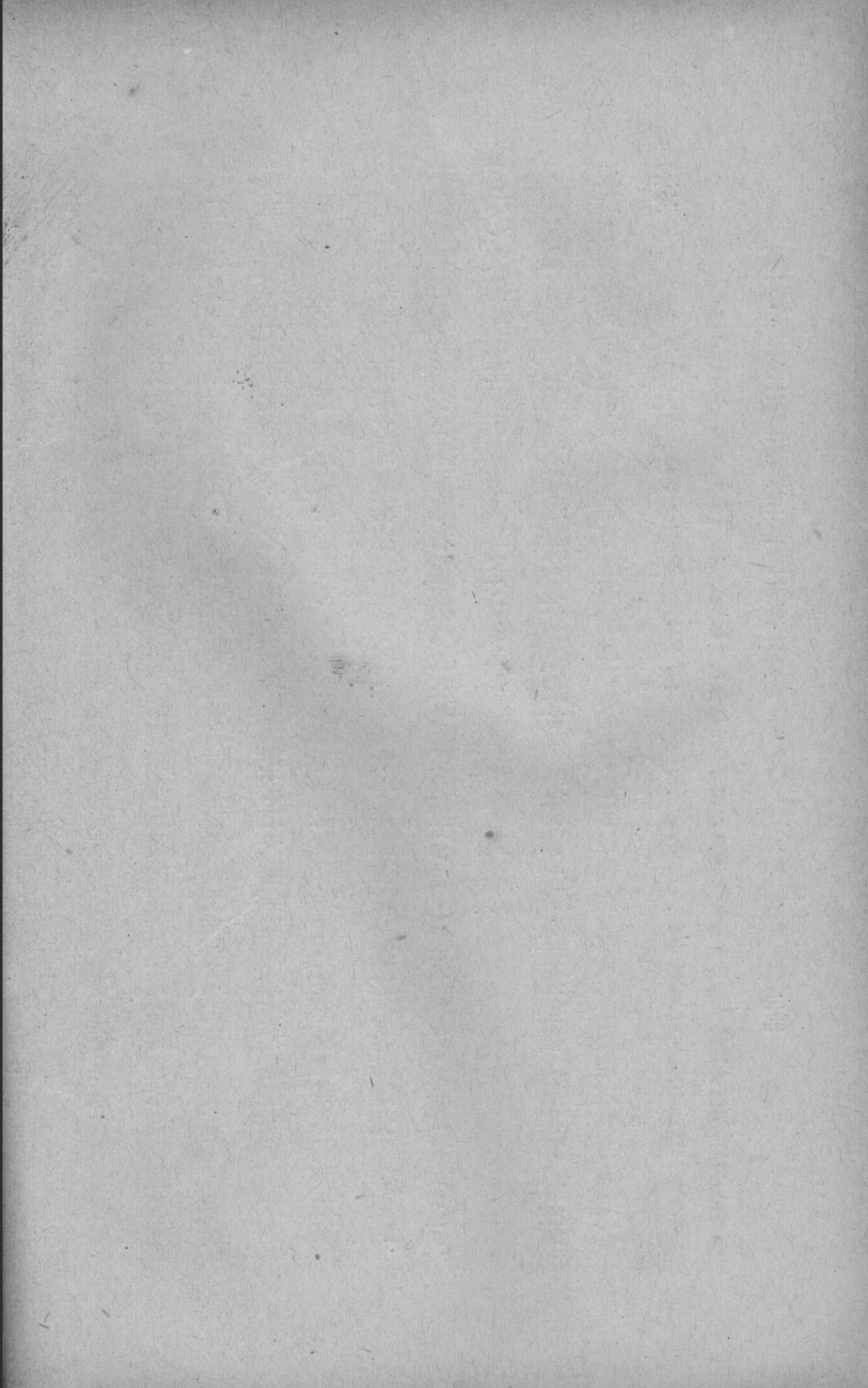
nobilis L.) 無花果 (*Ficus carica*) 與椰樹屬之 *chamaerops humilis* L. 之在地中海區域，從冰期以前之時起，均屬各該科植物之惟一生存者。上述植物當時有多數之植物屬，在歐洲甚為繁榮，而現時仍在亞洲東部及美洲東北部生長。

「在冰期已被毀滅，因先有阿爾卑斯山以阻其西南移徙，而後又有地中海之天塹。至於在美洲東部及亞洲，則山脈之趨勢為南北向，故無有障礙以阻止植物之向南遷徙至於溫和區域，而得保存也。」（節錄華雷士海島生命第二版第一二三頁 A. R. Wallace, *Island Life*, ed, ii P. 123）

北方植物可以上升至屬於子午線之山脈，如美洲哥底勒拉山脈 (*American Cordilleras*)、卡麥茸山脈 (*Camerons*)、或馬來新 (*Malaysian*) 山脈，而經過熱帶以降至南半球。而此種遷徙，可以遠在冰期以前發動。如此，則瑞典、挪威之植物，似可以達到各緯帶之處。或由一鏈之半南極的羣島，以至於達斯曼利亞 (*Tasmania*) 及紐錫蘭 (*New Zealand*)。其他紐錫蘭植物之重要分子，似又曾從紐姑利亞 (*New Guinea*) 通過一中新期之陸地聯絡，而達該處。

在冰期情形逐漸退落之後，植物之遷徙可假設爲相反方向的。故有各種理由，以相信瑞典、挪威全部、英倫三島及加拿大均曾經過冰河時代。而現時各該區之生存植物，必爲在冰期後歸還遷徙之結果也。因此寒冷延長之冰期間，夾有較爲溫和時期之證據，故有引以爲冰期後有互換的氣候，至少在歐洲之西北部有降雨之海島氣候時代，與乾燥之大陸氣候時代，更相輪換。在前時代則有澤地蘚苔之堆積而成泥炭，在後時代則松林可出現於乾燥澤地之上。在此溫和海島氣候之下，以有由赤道緯度而來之溫暖海流之便利，此所謂之太平洋植物，爲一羣之植物，其祖先爲非洲的，不能抵抗溫帶內地冬日之嚴寒者，似曾由卡麥茸或愛提拉 (Atlas) 經葡萄牙或不列顛里 (Brittany) 之海岸，而至愛爾蘭、康阿耳 (Cornwall) 或挪威之西南海岸。

是故各地植物種類之能達到其現時分佈之狀況者，獨從一長久往還遷徙之過程而來。其發源時期，明屬於白堊紀。其後隨時有加有減。且多數之種性，或品種性狀，復感受熱帶之熱力，冰期之寒冷，過量之雨水，或亢旱之氣候，而發生變化焉。



第二卷 植物分配之因子

第一章 氣候環境及對於氣候環境之感應

今欲將決定或影響植物分配（註一）之因子，加以分類，及爲論理次序之排列，殊屬困難。但無疑的氣候乃一特出之情形。氣候之定義，或以爲天氣之平均情況，或以爲空氣的物理情形，而常論爲專包括溫度、水分、及空氣之流動。但氣象學家在普通實施上，則包括日光之濃度，及其他性狀。吾人開章明義即須注意者，則爲在自然之下，構成氣候各個因子，及其他物理情形，如位置及土壤、溫度、或水分等，均有密切之相關，而不易分析其個別之作用也。

（註一）『現時生物分配，至少有六個重大因子，均應注意。爰成對分述於下：（一）該區域之物理特徵，及其中生物結構上之特點；（二）原種（普通不確定）之原產中心地，及各種傳佈之方法；（三）該區中氣候上之物理的變

遷，地層之震動等，及其所引起其中生物生存競爭上之變遷。吾人尙可引用一數學上之詞句，而稱生物之分配，乃上述六個因子之作用，其中有相依而變化的，而其他有獨立變化的。』(節錄唐生教授之萬國地理學第八十六頁 Professor J. A. Thomson in The International Geography, P. 86)

在估量此種因子對於植物生命之作用，特別關於植物分配之時，所須注意者，不特各種生理的需要及生長或力之感應，頗有區別，而須分別敘述之。且任何植物生命，乃由無限數目之現象所構成。各種現象亦有其個別需要及限度。如關於生長之最低最適及最高之日光強度、溫度、或水分之類。

一 日光

日光大體依賴緯度，由赤道以至北極，日光光線之斜度，隨緯度而增加，而光之濃度隨緯度而減少。至於晝長及日照期間，亦有比例之增加。是以在兩極區域，日光在天中幾劃成一完全之周圍，其光從各方面輪流落於植物之上，惟其角度則甚爲低下。此種之光，名爲環極光 (circumpolar light)。在一緯帶限度之內，光之變遷雖較熱力或水分爲小，但可以被樹木或其他植物之遮蔭，而

大爲減少。此種遮蔭或爲全年的，如在熱帶區域中之常綠森林，或僅限於夏天，如在溫帶之落葉森林然。同時在此種狀態之下，日光之穿過上懸的樹葉，如經濾過然，已不成其爲完全之白光，乃包括各種折射性之光，而一部之光線則被吸收。是以日光經過任何深度之水中時，一部分之光爲反光，一部分被吸去，而全被折射。是故植物在水中之地位，與被遮蔭者頗相似。光之長短雖隨季節而轉移，但其濃度則隨高山上之稀薄空氣而增加。至於空氣中水分之存在，無論其爲不可見的，或凝結之雲霧，亦有變更日光之效力。

深海之中，對於細菌生活，未必太形黑暗，而在岩穴之中，亦尙可致霉菌之發育，但綠葉植物之需要日光以造成葉綠素及促進其作用者，則不存在於此種黑暗之場所。在光量稀少之時，植物可明顯的生出一種結構，特爲適於收斂少數光線，使集中於葉綠質體之用。是以生長岩穴中一種蘚苔，名爲 *schizostega* 之絲狀體中之圓形而透明之細胞，以及在稠密熱帶森林中多數之樹葉上外皮細胞突出而成之絨毛，均得以如此解釋之。

日光太少，普通對於芽及旁枝殊形危殆，故如在稠密森林遮蓋之下，樹木下部之枝，常被殺卻。

在此種稀弱日照之下，通常無花芽之成長，或代以閉花 (chistogene flower)，如夏日紫羅蘭葉下之花然，含苞而不能開。

濃度適中之光，對於葉面之擴張，甚為有益，而於下列各項，均屬必要：(一) 葉綠素及其他色素之製成；(二) 光化作用 (photolysis) 卽在造成乙醛 (formaldehyde) 以前二氧化碳之分解作用；(三) 植物之動作；(四) 硝酸鹽之同化。黃色及橘紅色光對於葉綠素之製造，最為有效。而於光化作用，則光帶之紅色之一端，最為適宜。但硝酸鹽之同化，則以光帶中之紫色為最適宜。在自由游泳之藻類中，有向光而游動者，亦有避光者。多數之根，背光而屈曲，或為負向日性的。然多數之枝與根相反，為向日性的，卽向光而彎曲是也。在散光之下，靠近葉面之葉綠質體，與葉面平行而排列，故其葉色較為暗綠。而在日光直射之下，其排列與葉面成直角，而葉色較淡。其前之動作，名為向外轉動 (epistrophe)，後者為向內轉動 (apostrophe)。

日光無論強弱，而尤以紫光能制止莖幹之伸長，故高山植物之矮生及叢生習性，無疑的與此種情形有關，此種植物，可謂為喜日植物 (sun plants)。特別適於晴天及露大之強烈直射日光之

下生長。同時此種植物常轉動其葉，使其邊緣向日，以圖多少避免日光之直射。此種植物通常具無色之表皮細胞，其葉綠素乃藏於發育良好之柵狀組織或下皮之內。喜日植物之又一特點，爲其無數之花，具各種濃厚之色彩。故如石蓮華者，一喜日之叢生植物也。如生長於陰處，則其主幹延長，而生長較小之葉。至於喜陰植物，則其葉綠素通常在葉外皮細胞之內，而開花亦較少。但在同種植物之結構上，按照環境之不同，此種矛盾情形，均可發見。

甚強之日光，特如紫光，可以分解葉綠素而使其變爲黃色或褐色。而實際上足以致原形質之死亡，故可以殺多數之細菌及海藻。但光線缺乏，則可以使植物變白 (etiolation)，使節間纖長，葉面細小，而葉綠素爲淺黃色之依梯哦林 (etioline) 所代替。

在晴朗北方緯度之下，長時間之日照，雖角度甚低，亦可以促進發育之速度。是以在北方大麥之經過生活史，由發芽至於成熟，較在南方者爲速。

土地之傾斜及其位置，或傾斜土地所向指南針之點，對於決定日光照射植物之時間及其角度，有一重要之作用。是以所謂多數北極之植物種，僅在思彼支波根 (Spitzbergen) 之懸岩上，得

承受充分之光力，以成熟其種子。至於一般樹木，則其向日方面，着葉最早。

二 熱力

熱力對於植物之分佈，較日光之影響尤大。地球上熱力之分佈，大抵隨緯度，大地與海洋之區分，及高度而定。地軸向黃道平面之傾斜，產生晝夜長短之差別，遂成季節之區分，而將地面分為緯帶。是以熱帶 (torrid zone) 之範圍，在赤道兩旁二十三度半以內。寒帶 (frigid zone) 包括由兩極二十三度半以內。而南北兩溫帶 (temperate zone) 則各佔據熱帶之一與北極或南極圈之間之四十三度。此種算數式的地帶，按其所受日照之比例，雖可以限制各區，但絕不能為同一氣候或溫度之區域之疆界。在吾人天空上部所受之太陽光線中，或僅有過半數達到地球之地面。蓋經過空氣而被吸收之日光，一大部分含蓄於空中塵埃中，而水分凝結於其上以成雲。空氣之本身，對於太陽之直射光線，幾屬透明。是以在周圍空氣降至水之冰點以下時，日光可使爬山之人起炮。太陽直射熱力之大部，為其所照射之葉所吸收。惟其比例不如溫度計上之黑球。且應留意者，則多數

植物在日照之下生活，而吾人之溫度記載，則大部分爲陰處所置之儀器之記錄。氣溫之高低，以空中水分所吸收地面反射熱力之分量而定。而此反射熱力之分量，又隨陸面及水面而不同。陸地反射日照之熱力，較水面爲多。至於水之比熱較高，遂使其潛熱較大，是以海水或其他之水區，較陸地之增熱爲慢，而保持其熱較長。蓋其傳熱於空氣，較慢也。是以在夏日可以低減普通氣溫，而在冬日又可增加氣溫。以是在其附近產生一平均或海洋之氣候，其冬夏變異 (hiberno-aestival variation) 或冬季與夏季溫度之變遷甚少，故與在大陸內地之大陸氣候恰相反。

亨波兒特 (Humboldt) 在一八一五年倡議追尋地球上之等溫線 (isotherms)，或連貫同一溫度各處之線，是爲科學的植物地理學之初步。此種等溫線不能與緯度平行線平行之範圍，可以測度水陸支配對於熱力之緯度分佈所發生之變遷。每年平均溫度華氏八十二度之等溫線，大略與赤道相符。但每月等溫線之位置，則隨季節而不同。換言之，即隨太陽之明顯的向北或向南之路徑而異。由在春分及秋分直射在赤道上以至其直射在各熱帶（冬及夏），所謂平均溫度，可爲絕對不同，或甚爲相似之溫度之平均。是以從植物生命着想，則最大熱度及最大寒度等溫線之

追溯，殊關重要。普通多用最熱及最冷之月份爲根據（七月及一月）。故名爲同暑線（isotheres），及同寒線（isochirms）。在南溫帶有一連貫之海洋帶，其等溫線幾乎平行。在北半球則普通在夏日經過大陸之時，其等溫線向北極偏斜，而在冬日經過海洋之時，則向其相反方向偏斜。海洋水流帶有在赤道變熱或極帶冷卻大體積之水，可以變更等溫線之地位。

空中所含水氣之大部分在其下部，高地有較乾之空氣，其射熱之力較低地爲大，是以其氣溫較低。每高三百英尺溫度約降華氏一度。至於各種土壤之反射熱力，及其保持熱力之數量，亦有區別。蓋其顏色有暗有淺，而其所含水分及空隙，亦各有不同也。乾燥土壤如沙土，其空隙間所含空氣甚多，而其傳熱較潮溼而組織緊密之土壤如黏土爲慢。故結果其本身較熱，而其上能保持一較高之氣溫。

植物對於熱力之需要，不特隨種類而異，且其生長各期所需要之熱力，亦有所不同。對於生長各期，及對於植物之生存，均有三要點，或三種程度之溫度：最低或較下之緊要溫度，或較下之零點，最宜及最高或較上之緊要溫度，或較上之零點。在地球上無論何處之溫度，均有其適宜之植物。在

牙古次喀 (Yakutsk) 之溫度爲攝氏負六十二度 (華氏負七十一度以下)，有二百種植物生存，而其中有一部分能在孕花期間蟄伏。種子及其他植物部分之含水量甚少者，能抵抗嚴酷而延長之寒冷。蓋寒冷之破壞作用，似明顯的或由於造成細胞之冰結，以致組織之破裂，或因其能致植物之乾旱也。草本多年生植物，賴其藏地性 (geophytic habit) 以躲避地面之低下溫度，即其地上部分死去，僅餘地下部分，或深埋之結構，以資繁殖是也。

至於一年生植物，蟄伏於其種子時代，實際上僅於其發育期之二至六個月間，感受溫度之影響。冬寒對於多年生植物之一大危機，似爲在寒冷禁止根部作用之際，復有過量之蒸發。

但不特方硅藻 (diatoms) 可以抵抗溫泉水中超過攝氏八十度 (華氏百七十六度) 之溫度，而生長於岩石中之石耳，在沙漠夏季晴天之下，可以抵抗攝氏六十度至七十度之氣溫。且顯花植物中，如石南屬之 *rhododendron javanicum* benn. 可繁榮於火山噴火口之熱氣中。而其他在印度之植物，於遮陰溫度達到攝氏五十度 (華氏百二十二度)，亦能繁生。則其本身必已熱至攝氏六十度或七十度也。種子發芽之最低溫度，由攝氏一度以下，例如紫苜蓿 (*medicago sativa*)

L.) 攝氏一·八度例如亞麻；二度例如多數高山植物；以至攝氏十六度以上例如可可樹 (*Theobroma cacao* L.)。小麥在攝氏五度以下或三十七度以上，均不發芽。但 *Vegetable marrow* 則可發芽於攝氏四十二度。多數十字花科 (*cruciferae*) 之根，稍在冰點以上，即能吸收水分。但菸根於攝氏十二度以下，則不能吸收水分。檜屬 (*Juniperus*) 於攝氏零度以下十度，曾有呼吸作用之發覺，而在攝氏零度以下四十度，有光合作用。至於北極藻類，於冬日水溫在攝氏零度以下一度，產生其生殖器官。而多數在水溫僅微高於攝氏零度時，即完全長成。水中植物較地上植物不甚受溫度極端變遷或變遷太速之影響。是以其必要之最低及最高溫度，亦較為接近。在溫帶或寒帶之處，吾人察得低溫於花之產生有益，較高之氣溫，則利於枝之發育。

吾人雖知溫度僅在最低點以上，或最高點以下，對於植物或其各種現象有明切之影響，但不能遽謂在此種限度以外，植物即不復再受其他之影響也。吾人至少當承認考慮春季日光之影響，關於多年生植物在前季所吸收之熱力，及關於土壤之熱力及其水分等等。設吾人略為考慮園藝家之方法，則當思彼園藝家者，不特節制在各季中植物熱力之供給，且亦節制日光水分及地下熱

力之供給。

植物接受熱力時間之長短，在驚奇的廣大範圍以內，似無關重要也。例如小麥在印度，種後三個月可收，在巴勒斯坦 (Palestine) 爲種後五月，在西西里 (Sicily) 爲六個月，在歐洲中部九個月，在約克縣 (Yorkshire) 需十一個月，而在蘇格蘭則在十三個月以內也。同時有用溫度使植物能有生活之期間長短，亦對於植物之觀相上，有顯著之影響。在北極緯度及高山緯度，罕有一年生之種。因在其生活史中，有用溫度存在之時間太短也。至吾人之早花多年生草本，則依靠其前秋所貯蓄之食物與熱力，以資生活。而赤道區域之稠密常綠植物，又與季節變遷之幾完全不存在有關。蓋全年均有熱力及水分之供給，是以植物生長無休息期。

但種類分佈之限度，似由其所受寒熱之極端決定之，而不在其每年平均溫度也。其因缺乏充分熱力，如多數之一年生植物，不能向兩極推廣者，名爲喜熱植物 (philotherms)。至於因氣候太冷而受限制者，如多數之常綠植物，則名爲畏寒植物 (frigo-fuges)。在海洋氣候之下，因罕霜凍之虞，故在其中的畏寒植物，較能爲向兩極傳佈。至喜熱植物在大陸區域之擴展較易，常能以其種子

或地下莖時期，渡過其不良氣候之極端。

今欲求知多數之植物外部性狀或形式，與熱力之明確關係，殊屬不易。適在雪線下之木本植物之匍匐性 (*espalier habit*)，如柳樹赤楊及檜樹然。又如厚肉之葉，緊貼地上作玫瑰花式，似均屬熱力經濟之適應性。至於 *etelvass* 或其他多數芽上被以稠密之毛，及北極植物與高山植物，其死葉常不落者，均為不傳熱之保護物。所以防甚速之冰凍或冰解，及太盛之蒸發也。

在植物之內部，同樣情形似亦可以決定下列各項：

(一) 脂肪之分泌而非澱粉或樹脂；

(二) 在鄰近雪線之草中及密蔭之植物中，紅色或紫色花青素 (*anthocyan*) 之發生，以代替葉綠素而將光線變成熱力；

(三) 木質之造成，如在高山之矮生灌木，或其他之乾燥結構，如在蘚苔石耳所有者，較之多液結構為能抗寒。

一般平素誤稱之風馴，不過輸入外地與本地氣候相同之種類而已。故欲風馴一種類，而其地

之氣候與該種之原產地不同，則殊難有成也。其似可成功者，則爲闊葉樹木之輸入於一稍較溫暖之區域時，其生長可以較原產地爲速而健全。

三 空中水分

在缺水之處，無活潑生命之可能。水之對於發芽爲必要，其本身爲一重要食料，爲各種礦質食料之溶解物，又爲植物全部關於食料與食物吸收及運輸之工具。細胞若非飽含水分，則其原形質生理的機能將受裁制。故全個細胞必須在飽含水分而至於膨脹狀態之下，始有正常之活動。是以氣孔之張開，乃所以蒸發水分，於水分供給缺乏之時，亦不能行使其工作。

但有若干隱花植物，如石耳、蘚苔、及卷柏之類，及若干高等植物之部分，在幾完全乾燥狀態之下，仍能保持其暫時停頓之生機。

在植物地理學上，水之重要，有時較熱力爲大。蓋以其分配情形較爲不軌則也。水之存在有兩種狀態，或爲不可見之空中水氣，或沈澱而成露霧雨雪，流動或不流動之水，或藏於土中之水。空氣

中所含不可見水氣之數量，隨溫度而增加。但空中水分情形於植物之生命最有關者，為其飽和之缺乏，或在任何時間與地點，空中水分未能達到飽和程度之數量，即所謂溼度是也。溼度可以節制植物蒸發量，或喪失水分之數量。

潮溼空氣與植物之同一結構之關係，如微弱之日照然。多數喜陰植物 (*dryads or sciophytes*) 及沈於水中之水生植物，其境遇極相似，有長節間，較小較薄而較為透明之葉，其中柵狀組織，維管束組織，或機械組織均甚少，但有甚大的細胞空間。喜日植物 (*oreads or heliophytes*) 不然，既能適應乾燥之空氣，遂能適於有限制之蒸發作用，其生長較為緊密，具厚葉，通常直立，而其中細胞空間較小。

植物所吸取水分之大部分，無疑的非取於不可見之空中水氣，但從沈澱之水分取出，尤以進入土中之雨水為甚。是故地球上植物之多數主要特色，賴乎雨量之地理分佈。緊靠赤道之附近，吾人有常降雨帶 (*zone of constant precipitation*)。該處有甚大之雨量，幾平均分配於一年之中，而吾人遂有亞美森 (*Amazon*) 及康哥盆地 (*Congo basin*) 之赤道常綠森林帶。在術語上名為

熱雨森林 (hot rain forest or selva)。在印度之大部，更遠印度 (Further Indian) 及墨西哥之海岸，有一厚大週期的雨或季雨 (monsoon rain)；其來也限於一年之一部分，而產生較稀之季雨森林 (monsoon forest)。至於在巴西東部之高地，英屬東非洲及澳大利亞北部，吾人有一較低雨量及生長較低之熱刺森林 (hot thorn forest or caatinga)，其中有甚多之落葉樹。

在熱帶緯度雨量較為稀少而不連續之區域，如蘇丹南部 (southern Sudan)，柔笛西亞 (Rhodesia)，澳大利亞之東中部，凡里蘇那 (Venezuela)，及巴西南部。吾人有空曠園圃式的高草區域，名為無樹草原 (savanna)。在同樣緯度夏雨稀少之處，如在蘇丹北部，梭馬里蘭 (Somali-land)，柏卻亞那蘭 (Bechuanaland)，及澳大利亞中部，吾人有矮林地帶 (scrublands)。特富於有刺產膠之樹，及似皂角樹 (acacias) 之灌木。至於在實際上無雨區域而有長年之高氣壓及沿熱帶線空氣之流出，如在薩哈拉 (Sahara)，亞拉伯 (Arabia)，塔耳 (Thar)，澳大利亞中西部，卡那哈里 (Kalahari) 及亞大略馬 (Atacama)。而在季雨區域中心之環山高原，如在戈壁 (Gobi)，依蘭 (Iran)，橫貫加士濱 (Transcaspian) 區域，及北美洲之大盆地，吾人有沙漠 (deserts)，其中植物

全限於水泉附近之草地。

又在溫帶，吾人有多草之草原 (steppes)，如在阿根廷、新南威爾斯西部、波斯北部、西伯利亞西南部、及美國西部、與加拿大之草原區域。其有冬雪之處，吾人有一細小之夏季雨水，及三種之森林。在較暖之溫帶，由約三十度至四十五度之間，吾人有常綠森林。但其在西部區域者，如地中海、海峽殖民地 (Cape Colony)、西南部、及澳大利亞東南部，有冬季雨水。而其植物之特徵則爲細小而乾燥之葉，如橄欖之葉是。至於在東部區域，如中國、日本、美國東部、烏拉圭 (Uruguay)、及澳大利亞東南部，有夏季雨水。其影響則見於山茶 (garnelia) 與木蘭 (magnolia) 之厚大之葉。在冷溫帶，在歐洲西部四十五度與六十度之間，及在西伯利亞東南部，與加拿大東南部四十五度與五十度之間，其夏日溫暖而潮潤，吾人見有混合森林及闊葉之落葉樹，而其北部則繼以常綠針葉之松柏類地帶。

由此觀之，則距離海洋之遠近，拔海之高度，有效載水風之方向，以及山嶽之存在，足以使其水分之沈降，均可誘起雨量之重大變更，而影響於植物之分佈與性狀。再者，降雨之季節，亦最爲重要。

也。故如地中海之乾熱夏季，產生草原較森林爲多，而有一種適宜於蒸發經濟化之植物。至於澳大利亞東部之夏季雨水，則生產一種較爲繁茂之樹木。

在一大氣候區域中，產地或位置之較小區別，則大體由其土壤中所含水分決定之。是以在英國，赤楊與柳樹生長於未能排水之地，榆樹繁殖於厚重黏土之中，橡樹喜生於壤土，以其不甚停滯也。至於山毛櫸則需要一溫暖而排水優良之土壤，在空中土中或其他植物生長之場所中，水分之多少，對於植物結構上或形狀上之變遷之顯著，無其他外緣影響，差堪與倫比，乃無足奇異者。但此非水分量多少之問題，乃對於植物有效水分之數量問題也。鹽水或酸性土水，如在多數之停滯澤地中者，則不能爲多數植物所利用。且在溫度低於某一定度數時，根部亦不能吸收水分。

除水中植物吾人將另行討論外，其他關於需水適應性之植物，有兩種：（一）爲生於水分充足而供給不缺乏之處之植物，必須有排除多餘水分之設備，故名爲溼地植物（*hygrophytes*）；（二）其生長於水分供給缺乏之處，則促進一種結構之發達，足以增加水分之吸收而減少水分之蒸發，此種植物名爲乾地植物（*xerophytes*）。植物之性狀中等，并無特殊變態以適應過量水分

或亢旱者，名爲中等植物 (mesophytes)。其中吾人可分出一種植物，如吾人之落葉闊葉喬木，及灌木。在冬日乾冷氣候之下，發生芽鱗，及栓質外皮，皆屬旱地植物之性狀，而在夏日則具薄葉如溼地植物然。此種植物名爲一年一榮枯之植物 (tropophytes)。溼地植物可有一發育不良之根部，具長而普通攀緣之莖，大而稀薄之葉，氣孔甚多而有時具長而尖之滴頭 (drip-tips)，及其他之滴水之水孔，無刺無毛或皮上之臘層，或多液之組織。此類植物，有豐富之亞美森森林 (Amazon forests) 以代表之。

至於乾地植物，則可有長而多之根，球莖 (corns)、鱗莖、塊莖，或其他多肉之地下莖。在海峽殖民地之植物中，甚爲普通。且具一矮生的習性，有時生成爲稠密而作靠墊狀之體塊，如福爾克蘭羣島之樹脂澤地之植物然。或有不具分枝而作桶形之莖，如一種木棉 (baobabs)，及若干仙人掌 (cacti)。或具分枝而多肉之莖，如 *colletia*，仙人掌屬 *opuntia*，及 *phyllocactus*。或分枝甚多而作鞭狀幾無葉之種類，如吾人之普通帚黍 (common broom)。此種植物普通發生芒刺，爲非洲護謨樹屬 (*acacia*) 與大戟屬 (*euphorbia*)，及美洲之仙人掌科之奇特性狀。此種植物通常分泌

樹脂、樹膠、及精油。樹脂乃松柏科之特性，樹膠乃護謨樹之特性，精油乃產於地中海區域附近之唇形科 (Labiatae) 及桃金娘科 (Myrtaceae)。其中包括澳大利亞之桉樹 (Eucalypti)。此種植物之葉，通常不落，且厚而有一厚臘層，氣孔甚少，而陷於葉面之下。其中有大而多液，如非洲蘆薈 (African aloes) 及美洲之龍舌蘭 (American agaves) 或較小如石蓮華 (Sempervivum) 之多肉而作玫瑰花式之葉，與其他之景天科 (Crassulaceae) 及多數濱海植物，具一厚而藏水之內皮。其葉或乾燥而強硬，如橄欖，常綠橡樹山茂櫟科之葉，及松柏科之針狀葉，或具內捲之邊緣，如石南屬之常綠灌木及沙坵上之草。或組織柔嫩，但在烈日之下能自動閉合之葉，如含羞草屬 (Mimosa) 及酢漿草屬 (Oxalis) 之複葉。乾地植物之花，有時為甚多之膜狀苞葉所保護，如山茂櫟科及海峽殖民地之長生花 (everlasting flower) 而其全面常密被之茸毛，或似膚屑狀之鱗片。乾地植物不特為沙漠或半沙漠地帶或草原之特徵，但亦發見於多孔之砂土或石灰土，鹹水之海濱，酸性之澤地，及副北極帶與高山地帶之冷土中。

植物按其溫度及水分之需要，可分為下列五類：

(一) 高溫植物 (hydromegathermic plants) 其最冷月之平均氣溫，在攝氏十六度以上（約等於華氏六十度），園藝家名之為暖爐植物。現時其生產地，大部為屬於赤道的，但在早先地質時代，其分佈遠較現時為廣。

(二) 乾地植物 (xerophilous plants) 其氣候無有一月有十二日之雨水，其中包括園圃之多液植物 (succulent plants)。

(三) 中溫植物 (mesothermic plants) 其最冷月之平均氣溫在攝氏十六度以下，但常在水之冰點以上，并須至少在某一時期有充分之水分。此乃副熱帶及暖溫帶之所謂溫室植物，其生存需要對於霜之保護，在第三紀此種植物在北極圈以內，曾有代表。

(四) 微溫植物 (microthermic plants) 適宜於長期之霜凍，在一年之中所需之熱力雨水或雪水甚少，且有一因寒冷所致之休息時期，此吾人氣候中之耐寒植物也。

(五) 低溫植物 (hekiotothermic plants) 其每月平均氣溫無超過攝氏十度者（華氏五十度者）。此種高山植物，能在樹木生長限度以外生活，常被長期之積雪所遮蓋，故能忍耐北極緯

度之長夜。但在常無雪降之英國冬日，則需要對於完全日照及冷旱之保護。

四 風

多數植物甚易從其附近之空氣中，吸取其所需要氧氣之全部。水中空氣瀰漫之迂緩，尤以在不動水中爲甚，頗與水生植物貯藏空氣之大空間及孔道有關。而多數在泥污中生長之植物，乃發生特別之氣胞組織 (aerenchyma)，或分泌空氣之組織，大部爲木栓性質，由薄膜細胞所成者，而有時且發生特別之呼吸根或氣胞體 (pneumatophores)；其外被以此種之氣胞組織，如泥灘之扁柏 (*taxodium distichum* rich) 之膝根 (knees)，其特例也。

風卽空氣之運動，對於植物生活及分配上有甚大之直接或間接的影響。風乃波浪動作之原因，而於其方向堅定不變時，乃海洋水流之原因。風可以大變，在此種水流中，及其所攜帶之植物中，以及空氣水分與雨水之熱力的支配。風乃由氣壓之差異而成。而吾人承認七種不軌則以風爲特徵之氣候地帶，乃有賴於熱帶溼熱而上升之空氣，以及其低氣壓之存在。而其側面在緯度約二十

三度至二十五度之間，復輔以兩高壓地帶。除亞洲季風之有較大之局部參差外，此種氣候地帶，可列舉如下。

(一) 赤帶無風帶，變風，與恆常之降水量，在航海上名爲赤道無風帶 (doldrums)，有酷熱而多雷之潮溼空氣，而甚少季節上之變異，其範圍在赤道以北三度至十一度。

(二) 及 (三) 南北居間風或貿易風帶 (trade wind belts)：所以稱貿易風者，乃由於十六世紀之西班牙人及葡萄牙人，利用東北風以航至西印度羣島也。此區之範圍，包括赤道南北之三度與三十五度間，而其特徵爲恆久在北半球之東北風及東風，與在南半球之東南風及東風。又因風常由較冷緯度吹向較熱緯度，而不能急速攜取水分以維持飽和量，故其空氣乾而雨量少。

(四) 及 (五) 南北高氣壓帶，包括康塞爾 (Cancer) 與喀浦瑞康 (Capricorn) 之無風帶及變風 (variable)，或所謂馬緯度 (horse-latitudes) 者，大約從各熱帶吹向兩極，而有甚熱而乾燥之空氣與強大之風。

(六) 及 (七) 較高之南北緯度，或反對貿易風 (anti-trades)：在北部則有西方變風或西

南風，在南部則有猛西風 (brave west winds)，西北及西在南緯四十度與五十度之間，與貿易風同一整齊而較強，在此帶中主要雨水與空氣之大旋渦，名爲旋風 (cyclones) 者相關連。此種旋風大抵發見於冬季。

此種風帶之位置，隨季節而轉變。赤道低壓帶常約在太陽直射之下，而其結果在北方夏天則向北擺動，而在南方夏天則向南擺動；輪換的北向及南向以代替熱帶之高壓帶。是以地面上各處爲此赤道雨帶在其每年運動所經過者，均有一雨季。而一年之他季則爲一乾季。至於鄰近赤道之處，無論此低壓風向北或向南移動時，均須經過，是以可見有兩雨季及兩乾季。

時令風，或季風一名詞，原用於大規模之半年的反向循環之風。其來源乃由於亞洲陸地之巨大集中也。在冬季由十月至二月之間，亞洲中部之大陸氣溫甚爲低降，而氣壓比較的提高，於是東北風和冬季時令風吹過喜馬拉亞山而下，而成一乾燥季節，惟板哥海灣 (Bay of Bengal) 之西南部除外。在五月則情形相反，亞洲中部始有高氣溫及低氣溫之流行，此在印度所謂之季風，乃從西南經亞拉伯海而來，於是在格池西部 (western Ghats) 有大量之雨降，名爲入霧 (the bur-

ting of the monsoon) 在恆河流域，此風自東南沿喜馬拉亞之山麓而吹動，而使潮溼季風直吹至八月爲止。此種風影響於印度洋北半部之海流，及亞洲全部、波里奧 (Borneo)、澳大利亞西北部、及馬達加斯加等處之氣候。同樣之小規模的情形，則發見於落磯山之大盆地 (The Great basin of the Rocky Mountains)，非洲北部、澳大利亞、及西班牙半島。

是故風既可以攜帶海洋勢力以達於內地，如在歐洲西部然，且亦可攜帶大陸勢力以入於海洋，如亞洲之遠東然。

被風之沙之漂流，尤以海濱及熱帶之旱區中之風沙，產生沙坵及沙漠之特殊情形，及其特殊之植物，致於氣流因遇山脈而向上之偏斜，則致其風向斜面上水氣之沈降，而可確切的提高各處之氣溫，使較無風處之同等地平面者爲高。在安第斯山東邊與澳大利亞之高雨量，及印度半島 (Indian Peninsula)，乃爲前者之例。至於在溫暖高山山谷中，受一風或每日上升風之影響者，則爲後者之例。

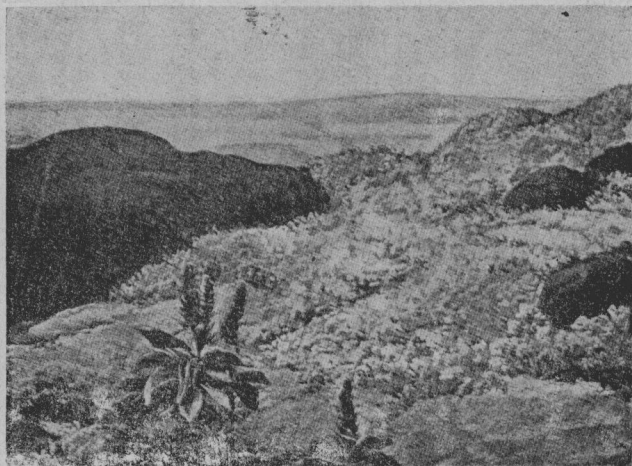
風之速度，隨地面高度而比例增加，不特可以變更樹木之形式，且對於限制其於高處之分佈，

亦有顯著之影響。其對於植物生活之影響，一方面爲直接的或機械的，另一方面爲間接的或生理的。後者之影響較爲重要。樹木之傾斜或彎曲，向風方面因互相鞭擊而殺其枝，以及因旁枝被殺卻而成一奇特之一半邊枝狀態，似均由於機械的原因。但風之乾燥作用，使土壤乾燥，促進蒸發作用，而亦使植物乾燥，似爲風對於植物最要之作用。且若土壤性冷，則其爲害尤烈。蓋如此，則根部吸水甚緩，無以彌補蒸發之損失也。此種情形或爲多數北極與高山灌木之具矮生 (nanism) 及壓實的或果樹架式性狀，以及在同樣地位之草本植物具靠枕式生長之主要原因。又如芽鱗、毛着及死葉或其局部之保留。例如多數之沙漠草類，於葉面枯萎後，仍能保持其葉鞘，皆所以防止因乾風而致之過量蒸發也。

是以生長於露地之植物，爲平坦草地及低溼地中所生者，與吾人多數之高樹，常依賴風力以傳遞其花粉於雌花之上。而此種風媒 (anemophilous) 花，於葉發生以前之早期成熟，乃對於此種目的之著名適應性也。例如克耳古倫島白菜 (Kerguelen Island cabbage, (*Pringlea antiscorbutica* R. Br.)) 乃十字花科之一風媒植物，生產於海島之裸露岩石上。其處無有飛蟲之存

在，尤堪注目。蓋十字花科中之植物，多自交或蟲媒植物也（第一圖）。

是故生長於裸露地方之植物，則依賴風力以傳播其種子。在草原植物中，則吾人乃見整個植物可被風連根拔起而滾轉。在高樹中則吾人多有翼果及具翼之種子。至於羽狀冠毛或叢毛，則同見於蒲公英或平原之薊草，見於柳樹（無論其為矮生或高山的），且見於着生植物如熱帶森林之一種鳳梨科着生植物（*tillandsia*）。最小之種子為若干着生的蘭草種子，其種子輕浮，在一森林中遇微



第一圖 克耳古倫島(Kerguelen Island)之島瞰，在前方者為克耳古倫白菜 (*Pringlea*)，此圖由格雷布列耳所著之植物地理學 *graebner's "pflanzengeographie"* 中選印。

風卽能飄起。故大風向一定方向吹動之際，其於大陸與海島間種子之傳遞上，必有重要關係。且吾人有證據足以證明小而輕之果實與種子，無論其是否具翼片或羽毛，曾被一次之風吹出二十英里之遙。至於石松及羊齒之細小孢子，當尤易於被風傳播也。是以海島植物如在上升 (Ascension) 島者，多屬羊齒植物。而在克拉加都 (Krakatau) 島被火山鎔岩三年之後，所尋出之羊齒植物，不下十一種。

第二章 土壤

植物生長之營養的中間物，或爲他種生物之身體，如寄生物然，或爲水，又或爲土壤。此種營養中間物之情形，名爲營養基 (edaphic) 出於 *ἐδαφος*，基礎之意。但土壤之科學，現常稱爲田地學 (agronomy) 出於 *ἀγρος*，田地之意。土壤之物理情形，化學成分，及其中所居之生物，對於植物生活及其分佈，均有深切之重要關係也。惟關於頭兩種性質之相對的重要，則一般意見，尙未能一致耳。

土壤之成因 土壤大部爲無機的或礦質的來源，但亦有多少成分爲有機的，前者乃岩石分解之結果也。吾人事實上及運用上，以土壤爲地面之部分，達到相當分解的程度，能使植物之根穿入其中也。其分等則由普通較爲疏鬆之表土 (surface soil)，其中普通包含由各繼續世系之動物植物腐化而成之有機物，經過較爲緊密且較爲專屬無機的心土 (subsoil)，而下至於堅牢之岩

石 (solid rock)。岩石、心土、及土壤之分解，大部爲風化作用 (weathering) 之結果。如雨水之滲漏，霜凍，及表面溫度之變遷是。但植物之根，及穿穴之動物，特如蚯蚓之類，從土壤方面着想，則對於風化之工作，均關重要。土壤可以如此就其原位，由下層岩石之風化而成，則名本地的 (local)，或靜成的 (sedentary)，或亦可爲動成土 (transported)，由其發源地點運輸而來，例如黃土及吹來之砂丘 (靜積層 eluvium)，冰期之漂礫黏土，及砂礫 (洪積層的 fluvial)，以及湖澤或河牀之磚土與砂礫 (沖積層 alluvium)。

土壤物理學 土壤之物理性狀與其化學性狀之不同者，大體爲其深度、組織。包括其土地之大小、與孔間、密度、黏性、含水量、毛細管作用、滲透性、及溫度。設土層頗淺，樹木之根可以穿過，而於接觸較緊而含養分較少之心土時，則其營養上頗受限制。且淺土亦易受旱患，是以其特徵爲乾地植物。較老或古生代地層因其抵抗風化之力較大，故較新近地質時代所產生之土壤爲淺。

土壤中土粒之大小，變異甚大，其較大之土粒，名爲砂礫 (tones)。但一種土壤之密度、孔隙、及黏性，并不僅賴其土粒之細密也。設土粒之大小均屬一致，則無論其大小何如，其空間之容積固無

異也。但同樣大小之土粒之排列，可鬆可緊，而其間之空間，亦可多可少。又若較小土粒，混含於較大土粒之中，則其空隙當更爲無定的減小也。在一克之土壤中，直徑一毫米土粒之數目，曾經估計約爲七百粒。此數之大小，與土粒直徑之第三乘方爲相反之變異。是以直徑0.1毫米之土粒，每克中有七十萬粒。此種土粒平面之總面積，隨其直徑爲相反的變異。一一英寸之球體，僅有八半英寸徑球體平面面積之半數，惟其體積則相等。此平面面積之範圍，殊關重要，因其可決定土粒溶解之速率，土粒外膜吸水之數量，及土壤之含水量。一立方英尺之輕壤土，曾約估爲有一英畝之平面面積，黏土較多，而砂土較少。

就普通論之，土粒愈細，而結果其平面總面積愈大，則其土壤愈肥。普通黏土每英兩含有土粒四十萬兆。適於馬鈴薯栽培之土壤，有二十五萬兆至三十五萬兆。玉蜀黍土壤，約爲二十八萬兆。而洋葱土壤，三十五萬兆至四十五萬兆。土粒空間爲空氣或水所佔據，是以土壤之空氣成分，及水分成分之變異，必爲相反的。在土壤中發生之多數生理作用，依賴空氣之存在。氧氣爲種子之發芽，根之呼吸作用，及空氣中之游離氮素或由腐植土，廐糞或其他之有機物，硝酸鹽之細菌所必需。氮素

自亦爲後述作用之工作者所必需。爲求普通植物之營養健全起見，約土粒空隙之半數，須爲空氣所佔據。而植物常受水分太過之痛苦，尤以盆栽植物爲甚。

土壤水分或土中分水之總量，大體隨雨量而轉移。但土壤之組織，可以決定其含水量，土面之傾斜可以影響於其流盡之速率；而空氣中水分可以節制其蒸發量。土壤中之水分之存在，有三種情形。（一）自由水在組織粗鬆土壤中向下滲漏，是以佔滿空隙而有礙於根之呼吸作用。而除澤地植物外，對於多數植物均爲有害。排水之目的，即所以排出此種自由水。

（二）毛細管水乃附着於土粒之水，特別在土粒細小之土壤中成一外膜，其厚度足以因毛細管作用，或表面張力作用，徐徐上升，或在土壤較爲乾燥時，可向任何方面移動，此乃對於植物根毛有用水分之主要部分。

（三）吸溼水乃附着於土粒成爲較薄之膜之水，是以不以表面張力而移動，而不能爲根毛之用，而其水分需以沸點上之溫度始能驅出。

滲透性或自由水經過土壤，特如粗粒土壤之敏捷情形，與毛細管作用之大小成反比例。土壤

之含蓄力及其保持水分之能力，大部依賴其毛細管作用。而吾人知此作用，又隨土粒之大小為轉移，實際上即指黏土和腐植質存在之比例也。

一切因子對於任何地域植物性狀之影響，未有如水平線之變遷之大者。所謂水平線者，乃土壤中毛細管水上升之平線也。

植物之接受硝酸鹽，尤以鉀鹽，磷酸鈣，硫酸鹽，大部之石灰，氯化鈉（食鹽），及鐵之化合物，大半或為其所需之碳酸鐵，以及其他用處較少之礦質物，如碳酸鈣，及矽酸鈣等等，在土壤中均為稀薄之溶液。

但其濃密有一限制，超過此限度之外時，植物之根，即不能吸收。此限度罕有超過百分之五者。換言之，土壤所含之水中鹽質物成分達百分之五以上時，在生理上即為乾燥也。

土壤溫度乃一極關重要之因子，土溫依賴太陽熱光線之長短，及其投射方向之角度，比熱、顏色、孔隙、密度、與土壤之水分，植物被蓋之存在，以及其他之原因，太陽光線之熱力，與其投射方向角度之餘弦，成正比例。是以其熱力隨緯度而減少，且受傾斜或位置之影響。砂之比熱為 0.2，水之比

熱爲一，而泥炭之比熱爲0.9，故砂之增熱較泥炭爲易，但暗色土壤晝間之吸熱較易，而夜間其射熱亦較速。疏鬆土壤增熱較易，但因射熱而消耗其熱力，亦同樣較速。至於土壤及岩石之傳熱力，似隨其密度而轉移。水之比熱頗大，換言之，即需大量之熱力，以增高其溫度。是以土壤中水分太多時，則其土變冷。但又以水分能傳熱，而保持其熱力，是以秋季潮溼土壤較乾燥土壤爲溫暖。草類或其他植物之被蓋，可以遮蔽土壤，使不受日光，而防制射熱。是以受此種被蓋之土壤，其平均溫度低降，而不甚感受極端之溫度。

粗粒而排水良好之土壤，保持水分甚少，故其比熱甚低，而在春季易於溫暖，故名爲早溫土壤，恰與細粒而含水量高之土壤相反。

土壤化學 土壤之主要成分爲砂、黏土、碳酸鈣、及腐植質。砂大部包括粗鬆而不溶解之石英粒，普通爲氧化鐵之染色。砂之本身成一輕土，及對於耕犁之阻力甚少，但太不能含蓄，故不肥沃。黏土爲水合鋁矽酸鹽，普通爲鐵所染色，其綠色藍色或黑色，乃由於矽酸鹽、碳酸鹽，或硫化物。黃色或褐色乃由於氫氧化物。其土粒之直徑，不超過五百分之一釐米（五千分之一英寸），而有

巨大之含水量。且若於潮溼之時變成泥土，或捏實後，則不透水而太厚重。蓋其黏性強，對於耕犁及根之活動，均有阻力也。少許之酸或某種鹽類，如酸性碳酸鈣有凝結黏土土粒之能力，而此種情形名爲團粒狀態，甚易碎裂，此種粉碎情形於黏土如在休閒地上者輪替的受冰凍或溶化之作用時，可以發生。黏土與砂土之混合物，名爲壤土。砂與黏土之本身，均不成爲植物之食料。

碳酸鈣普通在岩石中爲石灰石，或似土之白堊，而在其他之岩石中之成分較少。從機械上着想，石灰使土壤之色澤較淺，較爲通透而疏鬆，但其最要之作用，似爲土酸之中和。此種酸性乃植物腐化之結果也。黏土或砂土含石灰由百分之五至百分之二十者，名爲泥灰土。

腐植質乃一黑色或暗褐色含碳質的及氮質之物質，由土中動植物之腐化而成。在雨量高而地下層不透水，尤以石灰不存在時，土壤變酸而浸水，則腐植質之造成，達到最大限度，其結果即爲泥炭。腐植質能吸收熱力，使土壤組織疏鬆，且能吸收而保持水分。

某種土壤中尚有一種原質，必須論及者，以其對於植物有顯著之影響也。此種物質，即是海鹽。植物之能吸收鹽水者甚少，而其具此種能力者，必其本身具乾地植物之性狀，土壤水中所含之鹽，

實際上足以致土壤之生理的乾燥。是以在鹽地生長之植物，即所謂鹽生植物(halophytes)者，乃乾地植物之一類。不良之鹽地情形，通常使鹽生植物之種類及數目，均行缺乏。鹽生植物之主要科中，有紅樹科(rhizophoraceae)，為熱帶沿海之紅樹(mangrove trees 第二圖)及藜科(chenopodiaceae)，如濱藜屬及藜菜。鹽生植物最奇特之外表性狀，為縮小、加厚、多液、光華，而常具白霜之葉，如黃色角狀鴛粟(yellow horned-poppy)，海甘藍(sea-kale)，及海冬青(sea-holly)。此外則有少數具木性，如紅樹之植物。吾人察其內部形態，則見細胞間之空處頗小，葉綠素甚少，而富於細胞液。多



第二圖 哥瓦(Goa)附近之紅樹澤地，表示支柱根及早成之萌芽。

數植物平常不屬於鹽生者，於生長於鹽土之時，則亦發生此種趨向之變遷。例如荷 (*lotus*) 中之海濱品種，如 *lotus corniculatus* L. 及 *crassifolius* pers. 其他植物對於此種特點，與相近非海濱種類，亦有所不同者。例如胡蘿蔔屬之 *daucus gummifer* lam 與 *D. Carota* L. (胡蘿蔔)，*convolvulus soldanella* 及捕蟲瞿麥屬之 *silene amoena* huds 等，有區別。但若鹽生植物一旦被移栽，則亦可以生長於普通土壤。例如石刁柏生長於園圃栽培之下，則其野生植物中所含之曹達量，幾完全為加里鹽所代替。鹽生種類常發見於內地鹽泉之附近。

土壤之生物學 腐植質由已死植物組織之造成，乃土壤生物作用上之一重要例證，具見土壤并非如向來所設想之為單純化學的而無生氣之物質也。需氧細菌或需要游離氧氣以營其生活作用之微生物，可以分解植物組織中之碳水化合物，如纖維素及木質及其氮素成分，而使成霉，或柔和腐植質 (*mild humus*) 如樹林中之葉霉，或柳樹空株中所見之暗色粉末，此種物質為中性或鹼性的反應，其中包括氮，但甚少腐植酸。至於泥炭澤沼中之酸性腐植質，則為不需氧細菌作用之結果。此種細菌生活於水分浸透之土壤中，而不需游離氧素。但在石灰質或其他鹼質豐富之處，

則可成一柔和或鹼性之泥炭，如英國澤沼之黑土然。此種鹼性實為鹼泥炭澤沼地 (fens) 之特徵，而與酸性澤沼地 (moor lands) 有所區別也。

蚯蚓不特吞食而消化大量之植物物質，及土壤中之礦質成分，而其結果排泄物之增加，成爲土壤中之細脆腐植質，且其鑽洞之結果，足以使空氣進入表土之中。在多數細菌之生活史中，此點殊關重要。此種微生物在表土稍爲向下之處，即難於發見。其中有分佈廣博之 *azotobacter chroococcum*，可以氧化有機之碳水化合物，以獲得其固定 (fixing) 氮素之力。所謂固定氮素者，乃將游離之空氣中氮素，結成一化合物也。他種細菌如 *nitroso-bacteria* 及 *nitro-bacteria*，則可分別將土壤中之氮化合物，變成亞硝酸鹽，而將亞硝酸鹽變爲硝酸鹽，以供高等植物根部之利用。

在黑暗樹林之腐植質中，或在砂質野草地；或缺乏硝酸鹽之土壤中，吾人多數森林樹木，無論其爲如山毛榉之闊葉樹，或如松柏之針葉樹之根，以及生長於其遮蔭下之黃色腐生物，如水晶蘭屬 (*monotropa*) 及鳥巢蘭 (*bird's-nest orchis*)，及一種英國常綠灌木 *heath*，或其他之旱地植物之根，均被以一層之菌絲。此種所謂之菌根 (*mycorrhizae*)，乃屬於各種之菌，常以代替植物之

根毛，而或穿過或不穿過其所包被之根之表皮。此種菌根之存在，不特可以證其對於植物之有益，且某種菌屬及其他植物之所以難於栽培者，似亦以缺乏相當菌根之故。此種菌根，似可助植物以利用腐植質中之碳質物，而或者至少在若干情形之下，亦可以固定空氣中之氮素。一種松名爲 *pinus montana duroi*，既有菌根，又有根瘤，故一般以其不特可以固定游離氮素，且對於檜之生長亦屬有益。蓋在菊特蘭 (Jutland)，此兩種頗有連合也。

植物對於土壤之感應 植物對於土壤情形之普通感應，爲環象學之主要題目，而將於後章論之。但吾人於此處需注意者，則以有若干情形，確切的與吾人現所考慮之若干因子，頗有關係也。是以砂之疏鬆不含蓄的性狀，乃反射於沙坵草類及薹屬之深根，長而分歧之地下莖，及向內捲之葉。如 *ammophila arenaria* link, *elymus arenarius* L. 及 *carex arenaria* L. 皆屬標準乾地植物。但特分爲砂地植物 (*psammophytes*)，或喜砂 (*psammophilous*) 植物。若干普通生長於砂地之種類，乃由於其畏石灰 (*caliphobe*) 或避石灰 (*calcifuge*) 性狀。其中有西班牙之栗屬 (*castanea sativa* mill) 叢生松 (*pinus maritima* lam) 指頂花 (*digitalis purpurea* L.) 帚

黍 (*sarothamnus scoparius* wim.) 金雀花，長綠灌木，茅膏菜，及蕨。從砂質之不溶解，及生理上無用之性狀着想，此種植物雖可稱為砂居的 (*silicicolous*)，但其正面誘惑力，必為其物理性狀，而非化學成分。

石灰在末後所舉之例中，雖為一反誘惑力，或一種抗拒力，但少許石灰對於各種顯花植物，均屬必要。有若干種類繁榮於富於碳酸鈣之土壤。例如 *anthyllis vulneraria*，及蘭屬之 *ophrys muscifera* huds. 其他植物在一處之生長，限於石灰土壤者，在他處則亦可畏石灰，或無須石灰。至於須要石灰之植物，亦不限於喜乾燥地方者。例如四手沙參屬之 *phyteuma orbiculare* L.，乃於石灰存在之處，繁榮於最乾燥或最低溼之地位。吾人於此，可見生存競爭，似佔重要位置。蓋兩種甚相親近之種類，常對於土壤化學成分之需要，大有區別。但此種區別不於兩種同在一處，而發生競爭時，則不明顯也。故西洋蒼草 (*achillea millefolium* L.) 似對於石灰供給之多少，無甚關係，而 *A. Moschata* Jacq. 在石灰之土壤中，可單獨或與 *A. Millefolium* 同時生長，但不能有 *A. atrata* L. 之存在。至於 *A. atrata* 單獨生長，或與 *A. Millefolium* 同時生長，均無關係。但如有

A. Moschata 之存在，則不能生長於砂之土壤中。換言之，A. Moschata 較 A. atrota 爲不甚喜石灰也。

無疑的石灰對於決定各處植物之成分之重要，乃因其中和土壤酸性之能力，或因其中和結果，而可影響於某種土壤細菌或菌根之生長也。

土壤中普通一種無生氣之物質，對於植物形式之作用，可於堇菜屬之 *Viola calaminaria* leg. 得一特出之例證。此乃生長於愛那霞白耳 (*Aix-la-Chapelle*) 之鋅礦附近之 *V. lutea* buds 之一特別的變形，而後者之灰分中，出鋅之成分頗多。

土壤情形徐緩之變遷 一地之土壤情形，即無氣候或地平之地質上的變遷，亦可經過一周之極端變遷。是故一池之包含有水底植物，如輪藻 *chara* 及狐尾藻 *myriophyllum* 者，可變成滿長之所謂之林里層 (*limnaea formation*)，其中植物如兩棲之毛茛屬 (*batrachian ranunculi*)，萍蓬草 (*nuphar*)，及眼子菜屬 (*potamogeton*)，皆生根於污泥之底，而葉浮於水面。此種植物又可爲其他葦葭之屬所排擠，如荳 (*scirpus lacustris* L.)，及兼 (*phragmites*)，或爲半水生之

澤沼植物，如澤沼豆 (*menyanthes trifoliata* L.)、開花之燈心草 (*butomus umbellatus* L.)、水蘚 (*acorus calamus* L.) 及鳶尾屬 (*iris pseudacorus* L.) 等。再後者又可讓位於藁屬，而繼之以草地草，或讓位於水蘚 (*sphagnum*)。而其後繼以長青矮灌木 (*ling*)、赤楊及松。是以被水之地，可以變為松林。當然其中之水平線，較前甚為低降。但此種松林，亦可變成澤沼。又若流水之溝澮為沙坵，為吹倒之樹，或為堤壩所阻隔。此時流水變為靜水，則其地可為水蘚 (*sphagnum*) 所佔據，而有多之樹木坑於水下。且水平線既經再行提高，則森林將變為溼地，或竟成湖沼。

或曰輪換的植物種類，向以為由於冰期後之輪換的乾氣候與溼氣候所造成者，其真正之解釋，或在於上述之變遷程序。而此種變遷，固全離氣候而獨立也。

第三章 有機環境

無機的（氣候及土壤）情形，及適應於此情形之植物，均不穩定。時常之輕微變遷，與偶或之劇烈變動，乃天然之秩序。是以植物與其無機環境間，及一種植物與他種植物間之平衡，常被擾動而有賴乎重行整理也。即或其周圍之環境，可以暫時安定，但同種或異種之植物，仍互相競爭水分、食料及日光。在每一地上植物之生長，不特視其氣候土壤之宜否而定，且隨其地是否被先佔，其周圍之植物根是否吸取其水分，或其上懸之葉是否足以遮蔭其日光等情為轉移。

植物在一起生長者（共生團體 *symbionts*）之互相依賴，頗有程度上大小之區別。此種結合之利益，或有完全屬一方面者，如多數之寄生物着生物及腐生物是。或有彼此受益者，又或各種植物僅在一起生長，而為同等條件的競爭。完全之寄生物，如兔絲子（*dodders*）及絞草（*broom-rapes*）之類，明顯的對於其寄主（*host plants*）并無任何之利益也。此種植物可以無須製造葉

綠素，甚至其葉亦可廢除。但普通須產生特多之種子，以防其不能達到一相當發芽地點之危險。其所能寄生之寄主數目，亦有區別。但無疑的其分佈之情形，將隨寄主之分佈爲轉移也。故如半寄生物 (facultative parasites) 中屬元參科之牛小麥草 (cow-wheat) (melampyrum) 之分佈，則頗類是。

在着生植物中，如藻類石耳蘚類之生於溫帶中樹木上者，及在熱帶樹木上之蘭草、菖蒲 (aroids)、bromeliads 及椒等，對於寄主，無生理上之接合。故對於寄主種類之選擇上，不甚受限制。但此種着生情形，產生顯著之結構上的性狀。故有綠色之氣根，有時被以一根被 (velamen)，或吸水組織，如 *dischidia* 之盛水杯形附屬葉 (pitchers) 及鹿角羊齒 (*platycerium alceorne desv.*) 之收集腐植質之袋葉 (pocket-leaves) 又如熱帶森林之奇特繩狀攀緣植物 (*lianes*)，對於其所着生之植物，亦有同樣之關係。此種攀緣植物，屬於若干不同之科，如 *ampelidaceae* 夾竹桃科 (*apocynaceae*)、蘿藦科 (*asclepiadaceae*)、紫葳科 (*bignoniaceae*)、薯蕷科 (*dioscoreaceae*) 等，皆具遮蔭植物之長節間長柄而常作心臟形之葉，其與真正着生植物不同之點，則爲生根於地下。

褐色之腐生顯花植物，無論其爲雙子葉植物的，如水晶蘭屬 (*monotropa*)，或單子葉的，如 *neottia*，具縮小之根葉及維管束，生於樹木之死葉中。但對其樹木，則無益無損，且亦不甚依賴。但堪注意者，則爲 *Monotropa Hypopitys* L. 生於松柏類之下則多毛，而生於闊葉樹之下則爲光滑，殊不可解，且饒興趣。

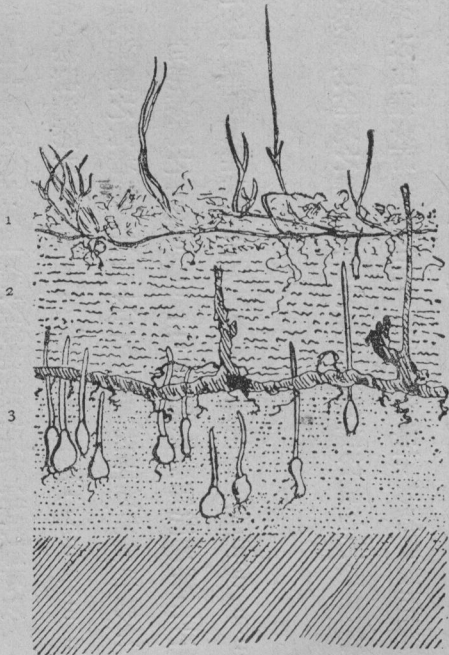
共生性 正常營養之植物，具正常根部及綠葉，而同在一處生長者，自應有同樣之氣候及土壤之需要，故名爲共生植物 (*commensals*) (會餐的侶伴) 而無疑的在此種相似植物中，或爲同種或親切之種類中，將有最劇烈之生理上的競爭。此種所謂之社交植物 (*social plants*)，如歐洲北部及美洲之松樹，矮生常綠灌木，草地草等，罕有僅包括一種者。但其中常有一種，特別佔優勢。此種植物多數爲多年生的，其繁殖多以其長而細的地下莖或匍匐莖，如款冬 (*tussilago farfara* L.) 紫堯科之 *butter-bur* (*petasites hybridus* Gärt.) 蚤綴屬之 *marram-grass* (*ammophila arenaria* Link) 其中多數植物能耐遮蔭，如車葉草 (*asperula odorata* L.) 及多數之羊齒，而他如山毛櫸之類，則有以其遮蔭而抑制他種之能力。

至於生存競爭之劇烈，而致所產生鉅量之孢子種子以及幼苗之毀滅，吾人固難過甚其辭。然必須注意者，則以有其他之連合或共生性質，不能認爲競爭也。在鹽地上之稀疏或空曠之植物，及瘠沙或酸澤沼地上少數種類之散生植物，能生長於此種情形之下者，其距離甚遠，亦不能認爲有相互之競爭。反之，兩種植物同在一起，如松林中一莖之蘚，更爲彼此有益。此蘚可以防止土壤之乾燥，以利松之生長，而同時又受松樹遮蔭之利益。此種連合，名爲互成的（*complementary*）。其他則有各種生長於土壤中不同深度之處者，而於不同之季節中長出土面。此種季節上互成的連合之普通例證，爲在一沙土中有白茅屬之 *holcus mollis* L.，生長於接近地面上之處，而其下則有蕨（*pteris aquilina*）之地下莖。而更在其下之深處，有野玉簪花（*endymion non-scriptum*）之鱗莖（第三圖）。

新地 競爭之起點，可於新成空地之陸續被佔之際見之。海濱沈積物無論爲沙質的或黏質的，河口之泥岸，廢棄之河床，爲冰山推移而集成之丘地，山邊時常滑下之岩屑，或石卵堆（*scree*s），新近冷卻之岩漿，或堆積之凝灰石（*tuff*），或火山之灰，經過森林火或草地火之空地，草地之被清

理或剝削以供柴草或栽培用者，或廢棄之舊址，皆新地之例也，佔據此種地上植物之性質，一部分視其初來者之機會，一部分視其所據各種之散佈及繁殖方法，一部分視土壤情形，而最後又隨競爭作用而轉移。無疑的初來之植物，乃為某種鄰居種類。

世代繼承 在海邊偶然為海水氾濫而飽含鹽分之沖積層地上之藻類，將繼以各種之鹽生植物，如 *salicornia*, *salsola*, *crab-weeds* (*obione*, *portulacoides*, *moquin*) 及其他之藜科



第三圖 垂直帶或互成的社會，1. 白毛茅 (*holcus*)，2. 蕨，3. 吊鐘花，吳德赫博士 Dr. T. W. Woodhead 原圖。

(chenopodiaceae) 爲鬆散之分佈，可以阻止污泥，而產生小丘 (touradons)。其上可長 *limonium*, *statice* 車前屬 (*plantago*) 等。在此處或風積沙丘之處，鹽生性較少之種類可以成立。蚤綴 (*marra m grass*) (*ammophila*) 可以固定吹來之沙。於是如海鼠李 (*hippophae rhamnoides* L.) 中之矮小種類，可於沙丘蔽風處發生。且此種平沙地，可爲松或狹葉灌木所佔據。

在疏鬆多石排水太過之山地石卵堆，有生長於其間之石耳及蘚，而繼以乾地草類，如 *shelp's fescue* (*festuca ovina* L.)。繼此而生者，又有深根及高長之多年生種類，如薄荷屬之 *marjoram* (*origanum*), *ononis* 杜松 (*juniper*)，蘋果屬之 *rowan* 及山毛櫸。

同樣的藻類及石耳，開始鎔岩表面之分解，而繼以蘚類（此種岩石普通爲多孔的）及乾地植物。下章吾人將論及一距離大陸之一火山海島，名爲克拉加都 (Krakatau) 者之奇特的植物移居情形。

在墾闢之矮林鬆土地上，有石藥 (*cladonia rangiferina*) 及土馬騾 (*polytrichum*) 之生長。而於 *calluna*, *ericacinerea* L. 與蕨類復得其立足地之前，繼以 *radiola* 之散生植物。在其

後則赤楊與松苗均可移居。但在以火清除之地上，有某種種類特別適宜於達到第一位置。如瓢箪蕨 *Funaria hygrometrica* Sibth.，菊科之 *Senecio sylvaticus* L.，白楊 (*Populus tremula* L.)，柳蘭 (*Epilobium angustifolium* L.)。最後之種，在美國名為火草 (*fire-weed*)，而在丹麥名為 *ildmarks*。

在此世代繼承之中，吾人可見三個時期：一為初期，種類甚少而植物之分佈稀疏；二為中期，種類之數目達到最大限度；三為末期，因生存競爭結果，種類之數目減少，而有少數種類佔優勢，植物之分佈稠密。在初期中開路之植物，以其活動力或生產與傳佈種子之能力，及近水樓臺之關係，得為先鋒。故如具小孢子之藻類、石耳及真菌、普通先來、其後繼以具冠毛之菊科，如 *Senecio*，具小孢子草類、及莠草、或道旁植物 (*ruderal plants*)，其特徵均為種子生產之豐盛。一年生及二年生之植物，大致首先發生。而在中期則常以多年生植物為主。風播 (*anemochoric*) 之樹木，如赤楊、白楊、及松、普通或在具漿果之鳥播植物之先。而灌木明確的較喬木之長成爲速。需光樹木之生長常在耐陰種類之先。樹木壽命之延長，其遮蔭對於矮生種類之危殆影響，及其種子發芽力之能保持長

久之時期，均足以造成樹木一類在世代繼承末期之優勢。

動物環境 動物對於植物分佈之影響，大致有兩方面。蓋有多種植物依賴昆蟲，而甚至特種昆蟲以行其受粉作用。再者孢子及種子之傳佈，又依賴雀鳥或其他之動物之攜帶。

在各處之多數草本植物，固屬蟲媒的 (entomophilous)。但可注意者，則在樹木之中，大半在熱帶及較暖之溫帶區域，吾人乃有具美色香味分泌蜜汁之花之種類，此皆蟲媒植物之特徵也。至於較冷緯度區域之大多數樹木，則具莖莖花序，或為松柏類，有盛開下垂而綠色之花，突出之小蕊，羽狀之柱頭，與豐富之花粉，為明顯的風媒 (anemophilous) 植物之特徵。且可注意者，則在多數當風之小海島上，甚少或無飛蟲之存在，而各種植物在他處為蟲媒者，於此亦為風媒。其中最奇特之例，為十字花科之克耳古倫島白菜 (pringlea antiscorbutica R. 第一圖)，僅限於其所得名之島。有愛德華親王 (prince Edward) 及麥克唐納 (Macdonald) 諸種。

至於絲蘭 (Yucca filamentosa L.) 之絕對的依賴一粘蛾 (pronuba yuccasella) 以受粉，或如附子屬 (aconitum) 之依賴 bombus，乃屬特例。至如嘩尼拉蘭 (Vanilla orchid) 之受同樣

的限制，則對於新地之栽培大受影響，而須人工受粉始能繁殖。

關於動物對於植物分佈之關係，將於下章論及之。

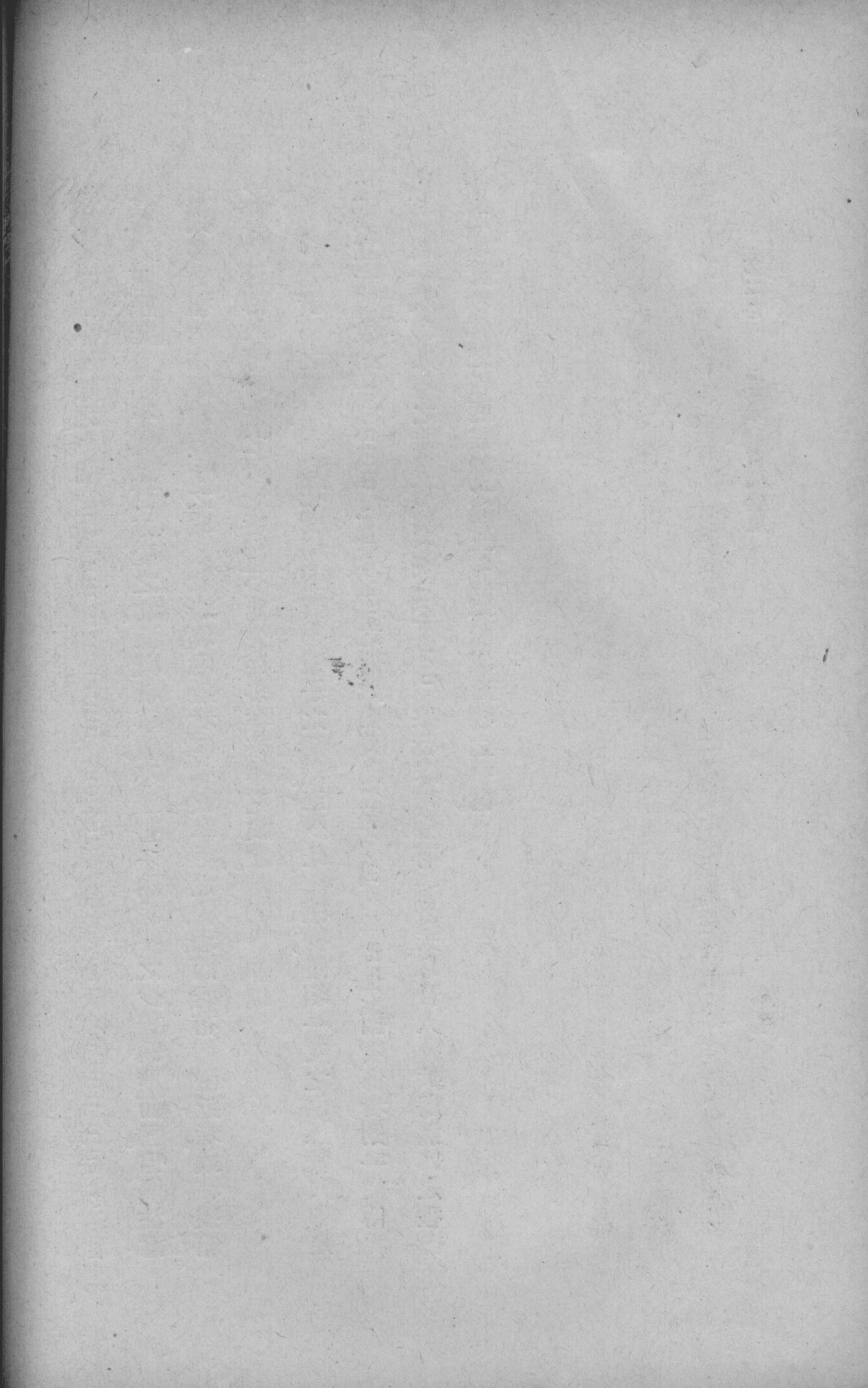
人類對於植物之影響 人類對於植物分佈上影響之深遠，或無與倫比。故如森林之清除，無論為農業或為木材，除草之注意，排水，耕作，施石灰，施肥，及動物之輸入於各處，歷來均能改變自然種類上之平衡，而甚至氣候亦受改變。或謂英國平均每年氣溫或因排水之故而增高華氏二度。而此溫度之增加，自然與空中溫度之大為減低，同時發生。

因人工專心輸入新種之故，吾人在英國有大面積之地，為松及落葉松所被蓋。在普魯士則有廣大田畝之美洲馬鈴薯。在歐洲或有數百萬人，大體依賴同樣之美洲玉蜀黍，以供其食料。而在美洲及澳洲，有廣大面積之地畝，為舊大陸之小麥水稻等種類所佔據。

至於人類無意的輸種之影響，則有更為特異者。一般傳說一種俄國菊科植物，名為 *xanthium spinosum* L. 者，乃於一八二八年，由哥薩克馬之鬃及尾毛，傳入瓦拉齊亞 (*Wallachia*)。同樣的此種由牛羊之身，傳入匈牙利及巴威 (*Bavaria*)；而達非洲南部。對於羊毛甚有妨害，而必須

以嚴峻之法律鏟除之。乳薊 (*silybum marianum gaertn.*) 及薊 (*cynara cardunculus L.*) 曾傳佈於阿根廷無樹平原數百方哩之地。而此種事實，不過甚多例證中之少數例證而已。但須注意者，則多數植物在壓船石中之輸入於船塢附近者，因外國羊毛之梳理，而達布廠附近者，或在裝箱之草中，而傳入博覽會之原址者，并不能生存多年，亦不克成立。

多數廣佈之草種，爲自花受粉，而具小種子之種類。至少此種植物，僅須一度之偶然輸入，即足以成立一種。故如 *lepidium draba L.* 之傳入山列島 (*Isle of Thanet*) 而廣佈者，則一般傳說以爲於一八〇九年之娃爾巧員 (*Walcheren*) 旅行隊內中，有一農夫，以吾人病兵所攜回之被褥中之填充物作肥料，而該種之種子，乃藏於填充物之中也。



第四章 散佈及移居

植物之後裔設能遠徙而與其父本隔離，以有佔據新地域之機會，且可避免其父本對於根部或遮蔭之競爭作用，則必於其種有益也。植物對於離其原產中心地之活動能力，名爲可動性(mobility)。此可動性一部分隨孢子種子或所產其他之分離部分之數目爲轉移，一方面依賴其特殊之散佈之機關及組織而定。有時整個植物可以由此地移至他地，但較普通之遷徙方法爲一種之發育器官，如分離之鱗莖瓣塊莖分枝。而最爲普通者，爲一種之生殖結構，如一種移動之孢子果實或種子之類。

舊大陸中部之 wind-witches 或 steppe-witches 及美洲之 tumble-weeds 諸種草，有時其全株以其着生成熟果實之莖之乾燥而彎曲，致其主根被拔出於鬆土之外。故其植物在風前滾轉如球然，而多數植科纏結成一大團。故如此在平坦草原之上，行動甚遠，其種子在途中可擲落於

果樹之外，或有時此種果實於接觸水分時始行開裂。

在山巖上之 *sempervivum* 之小分枝，可與主幹分離而滾下，或由此巖吹至彼巖，而於其停留之處生根。小燕蔬 (*lesser celandine*) (*rannunculus ficaria*) 之塊莖，可為小河之雨水洗去。而若干仙人掌之小圓枝之具鉤狀葉芒者，可附着於經過之動物，如有芒刺之核殼然，而如此可於生根之前，運至他處。

hydrocharis morsus-ranae L. 大都生長於不流之水中，但其冬芽可與其水中之細枝分離而浮起於水面，以發生新株於稍遠之處。*water-soldier* (*stratiotes aloides* L.) 狸藻屬 (*bladder-worts*) (*utricularia*)，眼子菜屬 (*pond-weed*) (*potamogeton*) 等，亦以同樣方法繁殖。塊莖鱗莖及地下莖在地下之遷移，如在君影草 (*jilly-of-the-valley*) 者，普通甚慢，但有時亦可以平根之縮短而促進其移動。但紫堇科之 *butter-bur* (*petasites hybridus* Gärt.) 在一季之中，其地下莖之長度，可達一米又半。草莓賴其匍匐莖以急速分佈於地面，亦為植物遷移之一熟悉之例證。

孢子果實及種子傳佈之適應性，爲吾人現時便利起見，或可分爲四種適應法，大體依賴其傳佈之媒介，而不必依其傳佈組織之結構的性狀。蓋因在各類中，吾人可見有多種之結構，以行同樣之功能也。此四類可分爲：一、投擲果實植物 (ballochores)；二、水佈植物 (hydrochores)；三、風佈植物 (anemochores)；及四、動物佈植物 (zoochores)。

多數真菌蘚類、石松、及羊齒之細小孢子、多種蘭草之種子，尤以其具着生性者，以及多數寄生物腐生物體重之極輕，足以利便其散佈，無論其爲由於推進的機械風或水。譬如 *Goodyera repens* Ait. 之種子，僅重二百萬分之一克。

投擲果實植物 在隱花植物中，灰菰乾燥時之開裂，與蘚蒴在風中飄盪之時，蘚孢子由蘚齒之間散出，其作用與帚黍及金雀花乾蒴之破裂，以及風之振動作用以擺動乾莖而振動石竹之果實，使其種子由裂齒處落下，或使鸚蒴粟中之種子由其孔隙間漏出者，頗相似。心皮組織之乾燥而致分裂，如在多數石竹科 (Caryophyllaceae)、櫻草科 (Primulaceae)、小鳥草 (delphinium)、堇菜屬 (Viola) 等，或爲最簡單之投擲果實。其較爲複雜者，則有多數豆科之莢，及大戟科 (Euphor-

blaceae) 中如 *hura* 護謨樹 (*hevea*), *mercurialis* 蓖麻屬 (*ricinus*) 等短果之果瓣，於乾燥時以其中斜線之收縮，產生螺旋式之紐轉力，而常將種子拋於遠處。乾燥果柄之伸力或彈躍及吸溼作用，如其致羊齒之孢子囊破裂者，可以幫助散佈作用。如多數之菊科洋繡球及跳躍有芒之草。例如 *centaurea*，有一直聳強硬而具伸力之果柄，為一公共子房座，其乾燥之時，可使其基部之無數小蒴彈落，且具乾燥而吸溼之苞鱗片，其裏面甚為光滑，而每一小蒴具毬形之冠毛，在乾燥空氣中振動作用，可將鬆散之小蒴，振落於光滑彎曲之開展苞葉上。而冠毛之作用，如毬上之羽毛然。可以決定小蒴墮落之方向。在洋繡球中之向上彎曲，或背其蒴果五瓣上之芒之主軸而彎曲，似亦大體屬吸溼性的。而烏麥屬之 *avena sterilis* L. 之乾燥，具芒之外穎之特奇振動，與交錯動作，亦必如是。至於胡瓜科之 *ecballium elaterium* A. rich 及鳳仙花科之 *impatiens*，則其果實中之一部分組織，含水液太多，以致膨脹，乃使其蒴果之破裂而脫離其柄，或使各瓣分裂而將其中所含之種子拋出於外，亦屬同樣奇特。故如外來種類之 *impatiens* 及酢漿草 (*oxalis*) (其中種皮之一膨脹分裂而捲出) 之急速的分佈，可以證明此種散佈的機械，對於植物的價值。

水佈植物 景天屬之 *sedum acre* L. 之蒴瓣，在乾燥氣候之時，閉而不開，但若有一滴之雨水落入其果上盆形之空穴中，則其果開裂，而其細小種子，隨徐流之水以達於峭岩之面上。但植物對於水力傳佈，有兩大適應性：（一）爲種子外面有禁錮空氣之結構，如蓮（*castalia*），其氣含在子殼與種皮之間，而在椰子，則其氣在中果皮之纖維中。（二）爲能抗海水之能力，有人曾見一具漿果之石刁柏，在海上漂浮八十五日，而其種子乃經年餘，仍能不沈於海水中。至熱帶種子，則亦有漂過大西洋而發芽於歐洲西海岸（註一）者。

（註一）故如一種熱帶野生植物名 *ipomoea grandiflora* 之種子，於一八八八年被人採集而置於海水中一年，乃於一八九一年在克魯博博物館中發芽。而 *entada* 之種子，由西印度漂至愛朔爾士（Azores），經三千英里之海程，亦能發芽。

椰子 (*cocos nucifera* L.) 瑞日里 (*Seychelles*) 之雙椰子 (*Iodoicea schellarium* labill.) 及 *nipa fruticans* thunb. 之臘質外果皮纖維質，與含空氣之中果皮，及稠密而不透水之內果皮，無疑的對於水播之適應上，最爲有效。最後所述之種，爲三種中之最小者，在鹹水之裂岸頗爲普

通，常浮於恆河之板哥耳海灣之水中數十百哩，而不喪失其發芽力。如其化石親屬 *nipadites*，在中新期之熱帶英領海上然。*Iodoicea* 在印度洋於未發見其生長之前，名為“*coco-de-mer*”，（海椰子）。至於椰子，則於熱帶之海濱，幾於普及世界。

風佈植物 風播植物之一重要適應性，為其體重之極輕，故或幾為全株，或為一叢之果，如在 *trifolium subterraneum* L. 及親近種類，及在亞洲海岸之藍綠色草名 *spinifex squarrosus* L. 或為單獨之果，如在草原繖形科 *umbeliferae* 或 *bladder senna* (*colutea arborescens* L.) 之膨脹之莢，皆體輕者也。豆科之莢，通常具多數種子，有時僅具一種子，於是豆莢亦可變輕。

果實及種子上具各種不同之羽翼羽毛或下落傘者，殊為奇特。此種羽狀物，為多數樹木及攀緣而達當風場所之植物之特徵。且可注意者，則此羽翼常具一螺旋式之撚曲，而種子通常為離心的。故從樹上落下之際，整個結構滾動如螺絲推進然，遂易於平行攜帶。而微風一起，即可以吹離其母本之遮蔭，以至於他處。又可注意者，則多數不相屬之科之植物，均有此種風佈結構。此種情形，各種傳佈法之適應性中均有之。

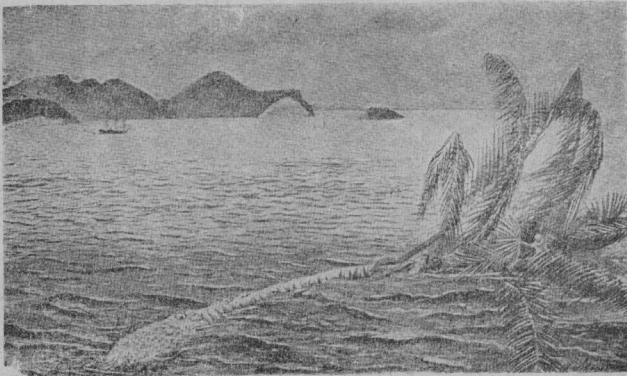
最正常之傳佈適應性，每次僅能將植物爲短距離之攜帶，可於薊類見之。蓋薊有一比較重而飽滿之種粒，爲一獨子之果，甚易與其一環之冠毛分離。故通常於離其母本數碼之處，卽行落地。吾人同時亦宜注意海流之作用，帶土之浮水及颶風。蓋此種勢力，亦與散佈有關也。

動物佈植物 動物佈植物之適應性，大抵分爲兩類。一爲具芒刺之核殼 (burrs) 或鉤狀結構，可纏繞於經過動物之毛中。一爲多液性 (succulence)，通常并有美麗之顏色，以吸引雀鳥。水生植物中，無有具芒刺之核殼者，或植物體高在四英尺以上者，亦無之。此種植物固明確的不能接近有毛之動物也。吾人普通之路旁之水楊梅屬之 *Geum urbanum* L. 之鉤狀物，乃生於其花柱上，作鉤環狀。及在非洲南部之抱執植物 (*harpagophytum procumbens* DC.)，具十二個以上之兇惡之叉，上有倒鉤，一般以爲可以致獅之命者，不過在各種不同而複雜機械中之兩種而已。

食種子之雀鳥有筋胃，是以其所吞食之種子，大半毀滅。但食果食之種類，則囫圇的吞食種子。而種皮則可保護種子，使不受胃液之作用。而動物亦可同樣的吞食種子，而其排出體外時，並無損傷。如鹿子吞食野生蘋果，及蝗蟲之輸入草種於新地是。尤可異者，則動物嘗有以誤會而將種子傳

佈者，如蟻之攜帶牛小麥草 (*melampyrum*) 入其細緻之蟻穴中，而以其爲繭。且鳥類亦常攜帶如蓖麻屬之形似甲蟲之種子於遠處。

偶然的傳佈 此種普通的傳佈方法，平常僅能造成短距離之移居。但亦有較少之傳佈情形，似上述之有限制者。卽如甚大之橡實，亦可爲白嘴鴉攜至遠處。而莫路加士 (*Moluccas*) 之大鴿，可吞食整個之肉豆蔻。而如此由此島攜至彼島。移居之雀鳥，可經過廣漠之地面，卽從北美洲至波耳木達 (*Bermuda*)，或歐洲及非洲以至麥堆那 (*Madeira*)。而有時或攜帶種子於其膝袋之中，或在附着足上之小泥丸中。淡水魚吞食種子，而此種種子又可爲



第四圖 棕櫚樹之漂浮於空闊海上，爲散佈果實種子或動物之一方法，由格氏之植物地理學講義中選印 (From Graebner's "Lehrbuch der Pflanzengeographie")。

食魚之鳥所傳佈。整個的植物，甚至大樹亦常爲河水所沖下，而可漂泊於海洋之上。而使樹上可着生成熟而未裂之果。而或者又有着生植物，附於其上，或含種子之土壤，附於其根上（第四圖）。在此種情形之下，及在冰山，其上均有大量之土。故無需果實或種子上之特別結構，以利便其散佈也。

新土成立 一次特別的輸種，未始不可使一種成立於一新地。但須留意者，則單純的移居，未必即能成立一種也。不特氣候土壤必須適宜，且新來者，又必與已經佔據該地之種，相互競爭，以圖立足。此種在新地之成立，名爲新土成立（*ecesis*）。

植物之不以人力而達到一地者，名爲本地種（*indigenous*）。但植物之僅限於一地者，名一地種（*endemic*）。此種種類，或爲其現在地之所產，或其原來分佈之區域較大，而現在有限之區域中，僅爲其殘存者。

外種 除人工栽培有心輸入以爲食糧木材纖維藥物或其他用途之種外，在無心輸入之外種中，按其成立之程度可分爲若干等級。臨時之輸入，在墜艙石中攜入者，在包裝用草中者，或在外國進口之羊毛或乾草中者，或由園圃中逃出者，但均不能立足，故名爲偶然輸入種（*casuals*）。當

然此種植物有多數可以一再重復的輸入。栽培地上之草，有多數爲古昔所輸入者，但以不能超過其栽培之限度且或者以其對於氣候之不定的適應，而表示其爲外處之來源。此種植物，名爲僑民植物 (colonists)，故如吾人之罌粟，萬壽菊 (chrysanthemum vegetum L.)，風呂草 (ranunculus arvensis L.) 等種之以其豐盛種子產量著者，均屬此類。大婆婆納 (Veronica buxbaumii tenore) 在英國於一八二九年，始有記載，亦可認爲一僑民植物。至於其他，則有明確的逃避栽培而至今成立者，或以服習風土如本地植物之能自由野生者，則名爲歸化植物 (denizens)。此種植物在英國則有白屈菜 (chelidonium majus L.)，myrrhis odorata L. 及美洲鳳仙花科之 *impatiens biflora walt*，於一八二二年爲色瑞 (Surrey) 所最先記載。elodea canadensis nichx 約爲一八四二年之記載。claytonia perfoliata donn 其記載之期稍較早。galinsvga parviflora cav 明確的約在一八五〇年，逃避克魯植物園 (Kew Garden) 而溝漿屬之 *mimulus langsdorffii donn* 亦然。

克拉加都 (Krakatau) 各種植物分佈不同因子之比較的重要，可於克拉加都火山島，於一

八八三年爆發而荒廢後，植物之重行生長，得一饒有興趣之例證。此島離他島，有十二至二十三英里之遙。有強大之季風，從相反之方向吹來。而海流之方向，爲不定的。在三年之中，有多數風佈之藻類，方硅藻，及細菌，成立於山邊之浮石及鎔岩灰中。而羊齒及其輕飄之孢子，則爲較大植物之最優勝者，超過一切海水傳佈之海濱植物。十年之後，則各種草類，莎草科，蘭科，增入風佈植物之中，而佔有全體顯花植物百分之十六至三十。而羊齒則有十六種之記載。至於顯花植物則百分之三十九爲海水傳佈之種類，在海濱上，有大堆浮起之樹莖及枝，與竹之發見。其中有着生生活之寄生真菌者。而其中又有真正馬來海濱植物之多數果實。此種植物由匍匐之 *ipomoea pes-caprae* sur 與 *vigna lutea* A. gray, 以及翻筋斗草 (*spinifex squarrosus* L.) 以椰子 (*pandanus*) *barringtonia*, 及高大帶藤之 *casuarina*, 均被蓋該島，由海濱至於山坡。而其林木之生長，在多數地方殊爲稠密。五種無花果之存在，乃由於食果之鴿之所攜帶。蓋此鴿於吞食果實三小時以內，或將一切種子排出，但每小時可飛行五十英里。

第五章 地文的因子

地文對於植物之影響，無疑的大體以其能影響於熱力、日光、雨水、及排水之關係。但此種影響，殊為明顯，而須單獨加以注意也。靜的或較為永久之地文的或地形的因子，有高度、傾斜、曝露、及平面。地文學上動的勢力，如岩石之風化、風雨之沖刷、表面上之沈澱，亦可以明確的造成產地上土壤情形之重要變遷。

高度 高度普通由海平線測量之，影響於土壤及空氣之溫度，故以此亦可影響於空氣之含水而未飽和之成分，即降雨量及雲量。一重要之間接影響，為雪能被地之期間。植物之分佈有相當之地帶或高度帶，乃植物地理學上最初科學的觀察也。熱帶區域之高山，在各級海拔之下，有連續的高度帶或氣候帶及其植物，與在赤道及兩極間之水平線地帶相似。故山麓有稠密溼熱之兩森林。其上有較為空曠之森林，由常綠樹木一變為落葉闊葉樹木。又其上則有松柏類、矮生高山灌木、

蘚類、石耳。而最末爲終年之積雪，雪線在赤道地帶爲海拔一萬八千英尺至一萬六千英尺。在暖溫帶則逐漸降爲海拔一萬四千乃至一萬英尺。在溫帶及副北極帶，降至八千至四千英尺。北極圈雪線爲二千英尺，而在兩極地帶則降至海平線。故此種地帶之實際高度，逐漸向兩極而低減，至較高高度之山，則開始其山麓有屬於該高度之平原之植物。

在赤道高山之上，可認有下列九種之高度帶。

(一) 棕櫚及香蕉帶（海拔至一九〇〇英尺），等於赤道地平線帶。

(二) 樹形羊齒及無花果帶（一九〇〇至三八〇〇英尺），等於熱帶，有衆多之胡椒，*aroids*，及蘭。在南太平洋諸島，則無花果爲具喬木性之蕁麻科所代替，而在安第斯山一帶，則特多金雞納樹。

(三) 番石榴及月桂帶（三八〇〇至五七〇〇英尺），等於副熱帶，有木蘭、山茶、石南科 (*Ericaceae*)，常綠橡樹，及其他光滑厚葉之常綠植物與皂角樹。

(四) 常綠喬木帶（五七〇〇至九五〇〇英尺），等於暖溫帶，有多數美麗之豆科，及桃金

孃科 (myrtaceae) 等。

(五) 落葉喬木帶 (七六〇〇至九五〇〇英尺)，等於冷溫帶，但在熱帶之間，僅有高原之處有代表。

(六) 松柏帶 (九五〇〇至一一五〇〇英尺)，等於副北極帶。

(七) 高山灌木或石南帶 (一一五〇〇至一三三〇〇英尺)，等於北極圈帶，在南美洲有 *Betaria*，以代替石南，而在喜馬拉亞山有矮生柳樹、杜松、及醋栗。

(八) 高山草本植物帶 (一一三〇〇英尺至雪線)，等於兩極帶，其植物之分佈稀疏，多半為矮生線狀大花之多年生植物。

(九) 蘚類及石耳帶 (在雪線以上)，有多數因子足以防礙此帶植物分佈之整齊程度，如在田烈里菲 (Teneriffe) 山峯周圍，海洋之調劑影響，如在巴西海濱山脈，安第斯山東部，西格次山 (Chats) 之西斜面，及喜馬拉亞山南部等處。一方面當載雨之風獨多，且斜面之陡度，於分佈上亦頗有影響。

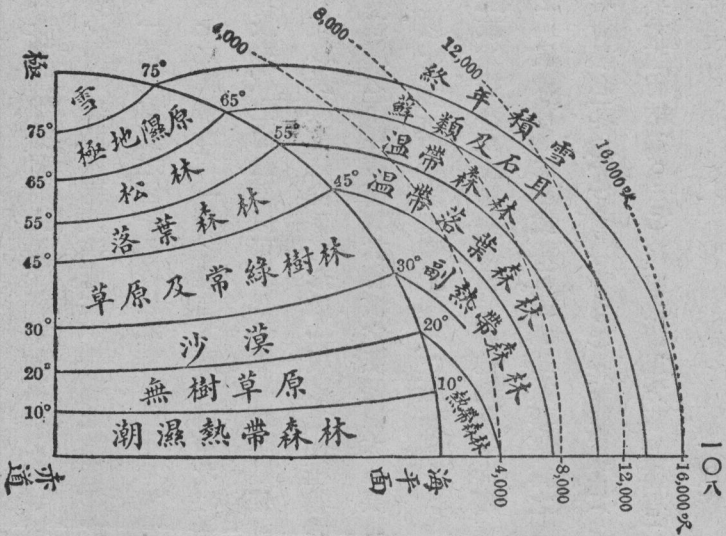
雲 在空氣飽含水分之一山上之雲帶，每日時上時下而變動其地位，對於植物有顯著之影響。其上層有夜雨，而晝間有日光。其下層則晝間有雨及遮蔭，在熱帶中，此為竹帶之特徵。

山脈之方向 山脈之方向為一甚關重要之因子，不特以其對於風雨有相當之影響，且以其能供給一移居之可能途徑也。氣候上之緯帶，既為一種植物自其產地向南北移動之最大障礙，而大體東西行之山脈，如喜馬拉亞山及中歐之山脈，固似可以界限植物，而罕能使其互相混合也。但大體向南趨行之山脈，如美洲、非洲、東部及澳洲之山脈，可形成一橋樑，而使植物於其上，得以通過各種不同之氣候地帶。蓋能於各別高度之下生存，而與其習慣之氣候無大差異也。故如 *Tagus* 原為北溫帶之產物，曾以此經過赤道，以繁衍其種類於美洲及澳洲之極南部。

斜面 斜面或平面之傾斜度，或為排水及土壤中腐植質與他種物質沖刷速度之主要關鍵。曝露 曝露或位置，如斜面之向風或背風，向日或背日，或更為重要。曝露之間接的影響，如其與雨水之關係，殊難漠視。譬如默哈背黑息瓦 (*Mahabaleshwar*) 在西格次山 (*Western Ghats*) 之當風方面，年有雨量二百四十英寸，而浦納 (*Poona*) 在山之背風方面，乃僅有二十四英寸。又位

置對於日照期間之
長短，及日照與蒸發
量及土溫之影響，亦
有明確之狀態。

平面 平面大
體視地面之平坦與
否，為一次要之因子。
圓邱或地面稍有不
整齊之處，可以小規
模的供給若干矮生
種類之遮蔭。



第五圖 緯度及高度之植物帶，赫柏森著生理學大綱 (Herbertson's
Outlines of Physiology)特許翻印。

第六章 屏障物

多種植物所產生種子之數目甚鉅，若不阻止，則任何一種均可於數年之內，蓋被全球之地面。例如毒禽草 (*henbane*) 每年約產種子一萬粒，以此估計，則可於五年以內，被蓋地球。至於菸草種子之平均數目，則又較前者多出三十六倍。但植物種子及幼苗，不特冒多種之危險，而致其夭折。且地面之被預估，可以限制其發芽之機會。而其發芽力，亦僅能維持於短期。再者各種之活動力，或傳佈之便利，亦大有區別。

植物界之主要部分，在地球上各區域中，均有生長。惟蘇鐵一類，在今日則限於南半球。有數種較大之植物科，如菊科、豆科、莎草科，及禾本科，亦均見於各處。但其分佈之比例，大有區別。豆科植物，隨寒冷之增加而減少。菊科隨寒冷及水分之增加而減少。而禾本科隨氣候乾燥之增加而減少。有少數之植物屬，如白珠樹屬 (*senecio*)、懸鉤子屬 (*rubus*)、車前屬 (*plantago*)、酢漿草屬 (*oxalis*)、

爲大同的，各處均有其代表。而白珠樹屬 (*Benecio*) 尤爲著名，蓋以其所屬之千種植物，幾對於各種可能之氣候或產地情形，均有相當之適應也。其中有半水生的，有各種荒地（道旁）或林地之莠草，似長春藤之攀緣植物，多液而幾無葉之種類，或灌木，或具甚大葉之樹木。雖有數種水生種類，及栽培地或荒地之草本莠草，其分佈亦甚爲寬廣，但罕有能幾於大同者。薺草 (*capsella bursa-pastoris med. pflan*) 約爲大同的，車前屬之 *Plantago maritima L.* 發見於歐洲之海岸，於海峽殖民地 (Cape Colony) 及美洲之極南部，且多數愛司蘭種類，亦發見於福爾克蘭羣島 (Folkland Islands)。

自其他視之，則多數種類之分佈，甚受限制。或僅有一狹小之分佈區域。故海島種類及山岳植物常如是。此種事實，足以指示此種植物之進化，或未嘗離其原產地。其所以然者，或由於其不動性。而一旦移植，則又常不拒絕在他處之生長。其實大地在任何地方，並不產生最適於每一特別區域之種類。蓋因輸入之植物，如水芹及車軸草屬之和蘭翹搖 (*trifolium repens L.*) 之在紐錫蘭 (New Zealand)，常能排斥本地種。

物理的障礙 多數種類之分佈及其侵略新區域之能力，實際上爲屏障物所限制。此種屏障物可爲完全的或局部的，永久的或暫時的，物理的或生物的。物理的障礙物之中，吾人可分爲氣候及土壤之差異。一帶海之伸長，而爲水生植物一段陸地之伸展，寬廣之河流，沙漠，山脈，植物之叢集，凡其作用之僅屬物理者，如大量不流水之保存，或濃蔭之產生皆是也。此種物理的障礙，多數有永久的性質。

氣候 無疑的區分植物之因子，無有強於氣候者。所謂氣候之意義，大體指氣溫及水分，關於數量上及季節的支配上之區別而言。氣候既有平面的及垂直的限制，而各種類又罕有風馴或適應與其原產地不同之氣候之能力，故可謂每種有一向兩極及向赤道或南北之限度。實際上各自成一等溫線，且有一較低及一較高之垂直的限度。是故東西向之移居，較之南北向移居之路程爲廣闊（除非有其他之重大障礙從中干涉）。且因並無理由以假設兩極及赤道之有巨大變遷，故甚易見地球上之植物，必常分爲三大緯帶或古昔植物，卽北帶熱帶，及南帶是也。

北帶植物現時之特徵，爲其生長於純粹森林中之針葉松柏類，及着生莖莖花序之落葉的

(*amenitiferae*)，及多種之草本植物。熱帶植物之特徵，爲稠密之混合森林，多數爲常綠的，有似喬木之多瓣羣 (*polypetalae*)。尤以豆科，楝科 (*meliaceae*)，及番荔枝科 (*anonaceae*) 爲著。且有巨大之單子葉植物。包括棕櫚，露兜樹科 (*pandanicaceae*)，芭蕉羣 (*scitamineae*)，與竹，以及多稔之攀緣植物，及着生植物。南帶植物現時分裂成爲距離甚遠之特別熱帶的南美洲、南非洲、澳洲及紐錫蘭。而從 *Rubiaceae* 及 *Proteaceae* (山茂榿科) 之存在觀之，則亦表現若干原有之聯絡。

土壤 土壤之差異，可以解釋各種類在其分佈區域內之不連續性，如瑞士無喜石灰指頂花之存在。又如特關重要之水分一節，則各產地甚易隨時發生變遷。蓋在沙土之下，可以發生一似鐵石地層，而防礙其自然之排水。或水道局部的爲水蘚之生長所壅塞，而將附近之區域浸透或湮沒。是以土壤之障礙，不常爲永久的。而自一地觀之，則暫時之乾旱，或可容許乾地植物之展佈於向來太形潮溼之地。或暫時之湮沒，可以完全的致某種於滅亡。

海 即窄狹之海峽，對於大種之植物，亦曾爲不可勝過之障礙。因此種植物平常之移動，乃爲陸續之短距離的。雖有多數種子能抗海水之作用，但亦有不能抵抗者。風及雀鳥之作用，亦常錯其

方向，或難以攜帶特別之種類。

距離 距離之影響，至少成爲一暫時之障礙物。蓋一鍊之羣島，如距離不甚遠，則可爲移動之雀鳥及風佈或水佈種子之暫時的着陸地點。但海洋無間斷之廣闊伸展，則成爲移居上之主要障礙。例如一般估計以爲侵略新地之種類中，有百分之七十五至九十，來至附近之區域。海島之植物（當於下章詳論之），卽或離大陸最遠者，亦多半爲最鄰近大陸之土種。但大陸種類能達到海島上之比例甚小，且大半爲小而輕種子，或有多肉果實，足以引誘雀鳥，或爲海濱植物，足以抵抗海水之作用。故海實際上可謂爲一種障礙物，其大小以其闊幅而定。譬如在舊大陸及新大陸之熱帶中，無有一種或甚至一屬之棕櫚，堪稱共同的。但海幫助海藻之分佈，而在兩海洋區域間，陸地之距離愈遠，則其藻之種類愈難得共同。甚至長而闊之河如鄂比河（Obi River），亦可以區分植物。

山脈 山嶽之高，超乎上述任何之垂直地帶者，將阻礙屬於較下地帶植物之移徙。而被雪之山，當然或更屬較爲完全之屏障物。高溫植物（macrotherms）之經過此種障礙，將極感困難。此種山嶽屏障之方向，最關重要。在歐亞（Eurasia）之山脈，爲東西之趨向。其結果之一，則爲第三紀植

物，爲冰期寒冷之增加，而向南被驅逐。但大都寧向東逃避，而不向南，遂致滅亡。現存於地中海之植物中者，僅有一種棕櫚，一月桂，一番石榴，及一無花果。至在美洲則山之屏障爲南北向，故較暖之第三紀植物，如木蘭、鬱金香、蘇合香、檉櫟及落葉柏之屬，可以自由向南遷移。且能於氣候再行改善之後，返其故鄉。

沙漠 大段之沙漠中，除甚少之肥沃地外，均極缺乏水之供給。故除乾地植物外，對於一切植物，成爲有效之屏障，其理甚明。薩哈拉沙漠(Sahara)爲蘇丹與地中海間植物之一甚完全之屏障。但此處包括緯帶上多少之差異，且有一段爲愛堤拉之高山所經過。

植物 設有一大區之澤沼地，而其上又爲其特種植物所被蓋，則雖可以環境之比較細微的變遷而排除其水，但對於乾地植物之進展，成一有效之屏障。同樣的一森林中之稠密的遮蔭，完全與其預先佔據一點無關，亦將阻止喜日(ombrophobe)種類之侵略。但若此森林之中間，雜有空曠之地段，則亦可以通過也。

生物的屏障 在所謂生物的屏障中，吾人可計入者，如土地之被先佔，尤以稠密之生長，如草

地上之蔓草，及赤道之鬱溼之森林爲著。如缺乏相當之寄主種類，足以限制寄生物之分佈。如前述之授粉昆蟲之不存在，又如嚴重病菌之存在，皆是也。此種普通對於移居，不過爲局部的或暫時屏障物。

最後所述之生物的屏障物中，可以落葉松，腐瘤病病原菌 (*dasyctypha calycina feckl*) 爲例，此菌單獨發生於落葉松之山鄉。但在吾人之潮溼平原中，此樹之抵抗力較爲弱，於是此病遂成流行病。

第七章 海島植物

關於證解植物地理之原理之事實，蓋無有較海島植物所供給之事實爲尤要者。

島嶼可分爲甚爲清楚之兩類。其於地質之成因結構及其本土之動植物，均呈廣大之區別，蓋其可爲大陸的，又或爲海洋的。前者與其所脫離之大陸，距離甚近，其地質結構頗不一致，一半爲成層岩，一半爲火成岩。而其植物，大致與其大陸者相同。大陸島嶼又可分爲兩亞種，一爲近代的，一爲遠古的。近代的大陸島，如英倫三島 (British Isles)、波里歐 (Borneo)、爪哇 (Java)、日本、或菲律賓濱，乃在陸沈之高原上，罕有在海平線一百拓以下者。至於遠古之大陸島，如馬達加斯加、大安梯爾 (Greater Antilles)、西里比斯 (Celebes) 及紐錫蘭，普通與大陸相隔以水，其深在千拓以上，且頗富於屬該島本土之特別種或屬。

但海洋島普通離大陸甚遠，爲火山的，或珊瑚的成因及結構，四周環海，其上之植物種數頗少，

而其屬於該島本土植物之百分數頗大。此種屬於一島植物之存在，可以證實地理上之隔離，爲產生新種之一重要因子。設屬一島之植物，僅爲種而不爲屬，則該島之起源，及蓋被其上之植物之時期，似或不甚遠古。但若其地位爲屬，如瑞且里 (Seychelles) 之雙椰子 (Iodoicea)，則其時期當較爲遠古。且此種種類，亦非完全孤立也。Iodoicea 與 *Borassus* 爲相近之屬。而後者乃非洲及印度大陸區域本土生長之棕櫚也。最爲孤立之種類，或爲 *Lactoris fernandeziana Phil.* 此種與其屬，爲覺安佛蘭德 (Juan Fernandez) 之一種之本土種與屬，又爲一獨立目之惟一代表。在覺安佛蘭德之其他植物，大概有一清楚之智利風度。而諸海洋島之土種，均表現若干之大陸關係。至其非土種之種類，則當然又與他處共同。但此則未必常爲最近之地點，亦未必即現時海流或盛行風之所自來之處也。在格拉派哥斯羣島 (Galapagos archipelago) 中，幾乎每一島，均有其本土之種。其較近於南美洲之諸島，則其植物與大陸之種類，較爲親近。而在他島之間之島嶼，則產生具中間性狀之種類。至於一島上，如有與較遠地域相親切之種類，足以指示其植物之移居，可在較古之第三紀。當時之風向，海流，大陸之輪廓，或其間海島之存在，可與現時者不同也。格拉派哥斯植物，固全屬美

洲的，但克耳古倫島 (Kerguelen Land) 則雖距非洲較近，而其植物乃與南美洲、福依基亞 (Fue-
sia) 之植物較親。而紐錫蘭之九三五種種子植物中，有六七七種為本土的，二二二種與澳洲植物
相親，而一一種與美洲植物相親。最後之例，足以證實一島上植物之來源，為多方面的，而非一方
面的。甚至英倫三島之植物，雖大體屬於德國或歐洲中部的，但有高山種類，頗與瑞典、挪威之植物
相接近，而至少有一種 ericaulon septingulare with，源出於美洲。

大陸島之植物，雖起始即為大陸之種類，但海洋島開始並無植物之存在，乃徐徐為傳佈方法
最良之植物所佔據。低生之珊瑚島，大部為海水攜帶之海濱植物所充滿。但火山海島，如克拉加都，
將同時於其高處接受風攜及鳥攜之種類。海洋島之依賴偶然的或意外的方法以輸入種類，對於
其植物有顯著之影響。此種島嶼普通富於羊齒蘚苔及其他隱花植物，蓋其極小之孢子便於風佈
也。至如其大而重種子之植物，則整個種族常不存在。不特其種類之數目，較同等之大陸區域為少，
且種對屬之比例亦小。多數之屬，為有唯一代表的 monotypic，即僅有一種也。故其屬對科之比
例亦小。此植物之貧乏狀態，足以減殺其生存競爭之劇烈程度。是以遠古種類，或一般所謂之生存

化石植物，可以殘存於海島之上。若在他處，則早已滅亡矣。

海島本土種或屬，能代表大陸種屬，與之相似，但不完全相同時，或者在島上之產生，似由大陸種屬之變化而來。而此種變化之程度，無論為種為屬，可以供給若干關於起源時期上之證據。

在熱帶及副熱帶之海島中，海洋氣候之影響，可以木質的灌木的及常綠種類之盛行見之。而在較高之緯帶，則草本多年生植物佔優勢，一年生植物較為稀罕。而整個植物因生存競爭較少之故，或不甚受壓迫以適應其環境，故一年生莠草，及他種輸入之植物，常易於成立，且可以犧牲本土或較早之植物而展佈。故如和蘭翹搖 (*trifolium repens* L.) 可以與較為甚大之紐錫蘭麻 (*New Zealand flax*) (*Phormium tenax forst*) 競爭，在莫利第欲斯 (*Mauritius*) 所輸入之七〇五種中，有二六九種，多能毀滅本土植物。而在聖赫里那 (*St. Helena*) 輸入之植物之消滅本土植物，較山羊之食草，尤有甚焉。

溫暖區域中，島嶼上之山巔，並不似大陸地上之山巔，有高山植物。島山頂上之特徵，大抵為羊齒之豐富，而其他之種類，不過為較低區域之種類，僅加以縮小而已。其所以然者，乃由無冰期進退

下之北方種類之漲落情形。蓋此種情形，大都僅能影響於大陸也。

海島植物之特徵，無論屬大陸的或海洋的，爲較少飛蟲以傳遞花粉，且附帶的缺乏豔麗之花，此蓋由於高風盛行之故也。在此種或其他之性狀中，大陸島與海洋島之區別，如海洋氣候與大陸氣候之區別然，似非種類之不同，乃程度上區別而已。鄰近大陸之火山島上，植物着生之花，以與在大陸上者較，其區別可不必較他種隔離之水成岩區域，或即吾人所謂大洲者之植物，與本大陸植物之區別爲大。其實本土種對於全部植物之比例，有相當之等差。故吾人所謂之調和的與不調和的分佈，亦互相爲等差。前者表示大羣之發達情形，其中多數種類之特徵，大體爲大陸的而後者表示系統之殘缺，及多種有唯一代表之種類，乃偶然的輸入之結果，與整部之移居，固有所不同也。

此種原理有若干證解，將於以後若干海島植物之敘述中論及之。

第八章 植物之橋樑

植物地理學者對於植物分佈上，時發生困難不決之問題，尤以關於海島植物之意見，殊難一致。故如達爾文與瓦雷士諸人，則相信大陸與海洋之永久性，至少其大體經過大部之地質時期；而決然經過新近之地質時期，無甚變遷。是以對於長距離偶然的運輸方法，頗為注意。蓋彼等不信古昔之陸地，可成現時之深海。故指出若干種子能久耐海水，風能傳佈種子之距離，鳥之遠距離飛行，及樹幹浮於水上或冰筏上以運輸之可能。且彼等相信，有多數海島，始終不與大陸相連也。

但有多數之動物學家，及不少之地質學家，則以為大地曾經甚大之平面的變遷，結果使陸變海，而海變陸。即在第三紀，亦曾有之。此類學者相信多數之火山島，及現時遠離之海島，曾經與大洲相連。而其上之植物，大體由普通之移居而來。換言之，即為短距離的，而非長距離之遷徙也。

現時爭執之問題，大部為地質學的，而絕非簡單的也。有固執以為真正之海洋島，乃屬珊瑚的，

或火山的，而並無普通之水成岩者。且指出（一）此種岩石可完全被火山之噴出物隱蔽，而（二）設如非洲之大陸曾經陸沈，則僅有少數山峯，雖非全部亦必大半為火山的，或能殘露於水外。雖有若干著者，毫不遲疑，以假定大陸之鉅大的伸展。但其他學者，則又滿意於「橋樑」之擬說。此種橋樑可為狹小如峽狀，甚或為一鍊之羣島。如在郁加潭（Yucatan）與阿利洛哥（Orinoco）間之安梯爾羣島（Antillean Foothold）。

愛提蘭梯斯（Atlantis）地質學學者，仍有維持原見，以為中新期或以降，在非洲西北部與愛爾蘭之間，有大陸鉅大伸展之存在。其名為愛提蘭梯斯。金絲雀島（Canaries），麥堆拉（Madeira），愛朔爾士（Azores）之月桂，雖現時為屬於一地風土之種，但為其植物之一種地中海性狀，而甚至極能引起歐洲第三紀化石植物之回想。金絲雀島之大戟屬（*enphorbias*），指示其植物與非洲植物之有關連。但 *Parsea* 及令法屬（*clethra*），雖亦屬中新期的，現顯著的為屬於美洲的。故有人建議，以為此諸島，曾以陸地與美洲及歐洲互相連接。但以在冰期以前之分離，遂使中新期之植物，得以保存。惟結構上之性狀，稍有變遷耳。

此種建議，似非必要，蓋此種植物，雖有多數之羊齒及常綠植物，與頗多之（註一）本土種。但明白為海洋的，且大都與歐洲植物相親近。其中主要喬木或灌木，以葡萄牙桂樹 (*prunus lusitanica* L.)，番石榴，莢蒾屬之 *Viburnum tinus* L.，myrica faya ait.，接骨木，杜松，及金絲雀島月桂 (*laurus canariensis webb and bert*) 等，均着生漿果，為雀鳥所喜食者。而麥堆拉之雀鳥，均屬歐洲的。故如有某屬植物之殘存於中新期之後者，亦殘存於美洲。則非中新期之植物為美洲的，乃美洲之植物為中新期的也。同樣的美洲東北部之植物，與日本之植物，有密切之姻親，均有其奇特之木蘭科 (*magnoliaceae*)，但并不能即以此假設此兩區域間之植物，有直接東西向之移居也。較為近似之說，則為一種在北方之中新期前之植物，曾沿各子午線向南遷移。而在途中發生變化，現成為各別的，而且代表的植物。

(註一) 在金絲雀島九七七種被子植物中有四二二種，在麥堆拉六四八種中之一〇三種，及在愛朔爾士四七八種中之四〇種，均為屬於一區域的。

北大西洋之橋樑 第三紀植物之分散，使吾人感覺前時在拉不拉多 (*Labrado*)、林格蘭

(Greenland)、愛司蘭 (Iceland)、發羅斯 (Faroes)、蘇格蘭、及瑞典、挪威間，有陸地聯絡之證據之興趣。如早第三紀（始新期或漸新期）之廣大玄武岩流是。此種橋樑，似為森林所被蓋，有若干樹木之葉，包括檫櫨、落葉柏、車前、黃樟、NYSSA、木蘭之屬，為相連之褐炭及凝灰岩床所保存。

南美洲與非洲間之橋樑，當二疊石炭紀之地帶，名為剛德旺那蘭者，由巴西東部向南伸展，至福爾克蘭羣島，而明顯的向東至古衣里亞 (Guinea) 及海峽殖民地之北部，以至於狄坎 (Dacca) 及澳大利亞之際，曾被假設因侏羅紀印度洋區域之陸沈而中止其伸展，而在白堊紀又因南大西洋之侵佔而變狹小。且有一橋樑之存在，自亞美森 (Amazon) 河口及那蒲拉塔 (La Plata) 之間，向東伸展，其名為赫倫拱 (Arch-Helenis)。一般相信此橋樑直存至始新期。此種第三紀陸地之連貫，或一鍊之羣島，尤以在萊塔爾 (Natal) 與馬達加斯加經瑞且里以至於印度間之同樣的連貫，足以解釋熱帶植物大部分之分佈情形。

南極與澳大利亞間之連貫線，在古昔時代，南極大陸或有較大之伸展，及其與其他南部大陸間，有連貫陸地之存在，成為分佈上之有趣問題。南極大陸似為連貫的，其面積約大於歐洲二倍。

但現時完全冰結，而無有植物生活之存在。故對於生物學家，無甚興趣。環於南極大陸之海，普通頗深，但朝三個南方大陸之方向，則微有較淺之處。然而南非洲植物與澳洲植物，僅有普通的關係，如由山茂櫟科是。而美洲與澳洲之植物，則較為親切。山茂櫟一科從地質學上言之，或為甚早之一科被子植物，在智利及南美洲，有代表，在南非洲頗為豐富，在紐錫蘭及紐加里頓利亞（New Caledonia）有之，而在澳洲有多數種類，限於該洲之東半部或西半部。唐菖蒲（*Gladiolus*）與 *crassula* 等屬，指示南美洲與南非洲微有關連，但或者自侏羅紀起始。伯塔哥利亞（Patagonia）與南非洲，即無直接關係，惟伯塔哥利亞及阿根廷，似於白堊紀時代，由南喬治亞（South Georgia）與安提阿克梯卡（Antarctica）相連。而此南大陸似同時又與達斯曼利亞（Tasmania）及澳大利亞相連。至於安提阿克梯卡與紐錫蘭之相連貫，則似屬於另一時期。但若讓多數植物，由溫暖之南美洲，移居於澳亞（Australasia），則此種時期，在南冰洋緯度下之溫度，必較現時暖甚而後可。

安第斯（Andes）之植物，雖包括如毛茛（*rannunculus*）之屬，可認為源出於瑞典、挪威。但有多數特別獨立之種類，其範圍頗堪注意。環花屬（*Fuchsia*），元參科之 *calceolaria*，由墨西哥傳至紐

錫蘭山毛櫸一屬，在北溫帶之歐洲、日本及北美，有少數種之代表，而不再見於熱帶者。乃於凡耳底非亞（Valdivia）、南美洲、達斯曼利亞、澳大利亞及紐錫蘭等處，成一亞屬，名 Nothofagus。而橡樹在喜馬拉亞山及美國，迄今變異甚多者，僅傳至南半球之爪哇，Gunnera，Acocena，及美麗之 Drimys，為其他之安第斯之植物屬之傳至紐錫蘭者。而最末之植物，並達到達斯曼利亞。其實紐錫蘭之植物屬中，有八分之一或以上，與南美洲共同。雖有三分之一之植物，為本土的，且有多數北方植物，如毛茛，柳葉菜屬（epilobium），及威靈仙屬（Veronica）等。紐錫蘭另有多數與澳大利亞共同之植物屬。而按樹 encalyptus，melaetca，grivilla，hakea 及葉狀之皂角樹（acacias）之不存，殊屬特異。

羅浮島（Norfolk Island）之植物，似紐錫蘭者。但紐加里登利亞（New Caledonia）之植物，則甚較為豐富。蓋以承受由派浦亞（Papua），所羅門羣島（Solomon Islands），及紐西不利底斯（New Hebrides）傳來之多數印度、馬來種類也。是以澳洲北部之植物，亦有一派派浦亞之元素在。其代表有野芭蕉、椒、橘、山竹果樹、蕊香、着生之蘭、及棕櫚。而後者甚至在紐錫蘭亦有 rhopalostylis

以爲之代表。脫銳斯海峽 (Torres Strait) 卽現時亦不過一淺而狹之分隔，似有證據以證明，由菲基羣島 (Fiji Islands)，且經過紐西不利底斯及紐加里登利亞，以至於紐錫蘭，大致有一連貫之麥蘭里新 (Melanesian) 地帶。但其外之地，或邁克羅里新鍊 (Micronesian Chain)，由菲律賓濱經比盧 (Pelew)，加羅林 (Caroline)，馬歇耳 (Marshall)，葉利時 (Ellice)，塞莫安 (Samoan)，及顧克 (Cook) 諸島，以至塔西狄 (Tahiti) 及奧士喘耳羣島 (Austral Islands)，則似爲普通海外之海流，風及鳥類傳佈之植物所充塞。

第九章 山嶽植物

雖在矮小之山上，其高度之直接的及間接的影響，不易覺察。但於上高山之際，尤以在熱帶之高山，則氣候之陸續的高度帶，及其植物，乃甚為顯著。故有人嘗誤將全世界此種地帶之界限，區分太細，而完全以氣候之低降，解釋高度帶之區分焉。茲將植物於陸續上升至較高之區域時，其環境上之變遷，約略復述於下：

(一) 斜而增加排水力，而造成日照時期與遮蔭時期之顯著的相反。

(二) 在高山氣溫並不甚寒冷之處，雨量隨高度而增加，結果溼度亦隨之提高。

(三) 氣溫低降之速率，約平均每三百英尺降下華氏一度；直至達到雪線為止，其上之雪，永久不完全溶解。此雪線之高度，於接近兩極之處，在北海岬 (North Cape) 約為海拔二千英尺，在挪威南部約為四千英尺，在阿爾卑士山為八千英尺，而在喜馬拉亞山為一萬八千英尺。

(四) 風力隨高度而加強。

(五) 空氣於高處較爲稀薄，結果射熱較大，在第二項所述寒冷高度之上。此種情形足以使空氣乾燥，無雲之存在，而雨量大爲減少。

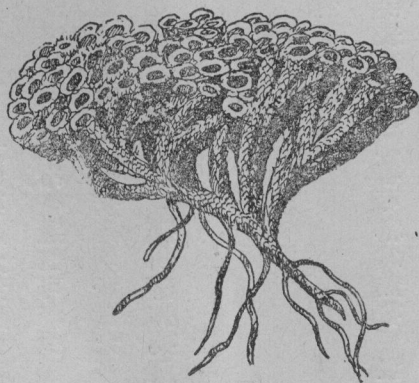
(六) 日光隨高度而加強。

(七) 土壤隨高度而逐漸較冷。

植物形態對於此種情形之響應如下：

(一) 普通強壯而深長根部之發育，及多年生之習性。

(二) 木質植物之盛行，或爲喬木，或爲灌木，節間縮短，分枝較多，而生長矮小，較爲平行的或匍匐之方向（第六圖）。此種具線狀莖之靠墊植物，如紐錫蘭之植物羊（*rauholia*）及 *azorella*，及在南美洲之多數他種植物，在當風的副高山



第六圖 *Merope* 爲較高安第斯山 *higher Andes* 之一種菊科植物，由格氏植物地理學講義中選印。

的高原，甚爲特殊。

(三) 葉普通較小，常綠，厚，而其邊緣常向內捲，具少數下陷之氣孔及大氣腔。此種硬膜性狀，足以保護植物，使不受凍，而無疑的足以減少蒸發。蓋潮溼空氣及寒冷，普通既可漸少蒸發，又可以減少食物之吸收。同時大氣腔於氣溫上升時，可以促進蒸發。而常綠性狀則可於日光及氣溫足用之時，隨時有光合作用。葉之縮小，爲高山草類之特徵。具直根之草木植物，例如蒲公英及多種薊草，常作玫瑰花式之習性，其葉密貼地上。

(四) 花多，特大，而其色較濃。

(五) 整個之表面上具蓬鬆之毛，如在 *edelweiss* 然。

如單從溫度論之，則在熱帶區域內之高山，明白的表現四種地帶，可稱爲熱帶，暖溫帶，其平均氣溫爲華氏六十至七十度，而絕不在冰點之下，寒溫帶，其溫度有時在冰點之下，及寒帶，其溫度普通在冰點之下。

亨波爾特 (Humboldt)，根據布魯桑勒 (Broussonnet)，在提勒汝菲 (Teneriffe) 之觀察，及

其個人所登臨之青波瑞索 (Chimborazo) 乃推論較爲詳細之區分 (見本卷第五章) 列舉九種地帶之平均每年氣溫，而與由赤道至兩極之緯帶互相比較。此種計劃，自然不能完全與事實相符，惟有幾松地帶，可以明見，幾乎垂直的陸續安於其上，可察喜馬拉亞雜誌所載呼克耳爵士 (Sir Joseph Hooker) 之下文而知之。

『由塞滿熱帶植物之深谷，以至於高山上之稀薄犛牛草地，似乎不過轉瞬之一步。但細視之，則可分爲五個地帶：一、棕櫚及甘蕉，二、橡及月桂，三、松，四、蕊香及草，五、巖石及雪。由銳堂 (Tong) 地床，其中生長有棕櫚盤松與甘蕉，以至於山上之永久冰結，不過直上七哩耳。』

著者在安第斯山 (Andes) 之東斜面，亦有同樣的經驗。

今欲爲一普通較爲準確之區分，根據水分及溫度與植物對於此種情形之反應，則大致可根據辛蒲耳 (Shimper) 之區分如下：

(1) 高山區域

上部較乾，沙漠至雪線。
下部草地，有細雨。

樹木之上層限度。

(二) 中山區域——潮溼，寒冷，與較高緯帶之低地情形相似。

(三) 下層區域——較爲潮溼，但不較平原爲特冷，與潮溼之低地情形相似。

兩下層區域生長林木，較之在其下之平原尤多。雲帶之分佈，在高山草地之上，而風對樹木有妨礙。在雲帶之上，乾冷之空氣及土壤產生乾地植物之情形，此種情形在高山之上，恰在雪線以下，頗爲盛行。

明顯的山麓在較高而非赤道之緯帶者，將不表現熱帶植物之較下地帶。但有各種本地情形，亦足以改變其性狀。故如提勒汝菲 (Teneriffe) 之一孤立火山峯，其周圍環一海洋之調劑影響，則與大陸之山如阿爾卑斯者不同，而派原理斯山 (Pyrenees) 或喜馬拉亞山蜿蜒東西向，故其山麓對於植物之關係，與南北向之山脈如美洲之哥底勒拉山 (Cordilleras) 者，迥然不同。是故喜馬拉亞山將亞洲中部之乾地植物，與印度、馬來之喜溼植物分開。而在新大陸各緯度之植物，由阿拉斯加 (Alaska) 以至福基亞 (Fuegia) 則一般以爲均有可辨別之美洲性能。例如 becharia 一屬，在美

洲由北美至智利乃代表舊大陸之蕊香者。同時蕊香在歐洲由賴蒲蘭 (Lapland) 至直布羅陀 (Gibraltar) 則爲矮生種類所代表。但歐洲則無之，而在喜馬拉亞山及其東之雲南，甚爲豐富。而利用一間斷的山嶽產地之南向伸展，以出現於蘇門達拿 (Sumatra) 而爲 *rhododendron malayanum* jack 甚至遠在澳大利亞山脈之白倫敦克耳山 (Mount Bellendenker) 在海拔五千英尺之上，有 *R. Lochae* F. V. M. 之生長。

山嶽可與海島相較，以其孤立超出於附近植物之上也。凡山脈在海拔五千英尺以上，而在北緯五十五度與南緯五十度之間者，如海島然，均富於屬於一區域之植物之種與屬。此點可以安第斯山之多數本土之植物屬證明之。其中多有每屬僅包括一種或僅有少數種者。在此種孤立之植物中，如以一種代表一屬之西番蓮科的 *guthriea capensis* bolus 及多數屬於一區域的菊科及石南科，在海峽殖民地之雪山 (Schneeberg) 而基里曼加羅 (Kilimanjaro) 及愛比西林高原 (Abyssinian highland) 之植物，又一例證也。若謂在山嶽植物中，此種鉅大之本土的因子，乃由於山嶽所呈現各種場所之不同之故，則其解釋殊覺不甚充分。蓋如在海島上然，其孤立情形，及

其附帶的競爭之比較的缺乏，似足以促進新種之產生。

愛司蘭、瑞典、挪威、及堪察加 (Kamtschatka) 之副北極的山脈，並不產生同樣豐富之本土種。但除此種豐富之本土的山嶽植物外，吾人有證據（見前），尤以在北半球者，足以證明有一種植物，原產於兩極之緯度，其時較現時為暖。因冰期嚴寒之前進，被驅而向南或向東。及氣候改良之後，又稍為反其原產地。由此吾人又得一奇異之結果，蓋有數種之櫻草屬 (primula)、馬矢蒿屬 (pedicularis) 及 oxytropis，現時僅於阿爾卑斯山之南部斜面見之（見第一卷第五章）。

第十章 水生植物

雖在鹹水之海灣中，有海藻與海濱種子植物，混於一處。但水生植物之主要實際區別，爲鹹水與淡水之別，亦即種子植物與海藻之大約區別也。另一首要之區別，則有生根植物 (benthos) 與游動植物 (plankton) 之分。在本身生長於水中之植物，與生長於溼地之草本顯花植物之間，有各種程度不同之經過。故水生之顯花植物，從廣義言之，亦未始不可爲陸地植物之一分子。種子植物之水中種數不多，且大多屬於少數而分明之科羣。在雙子葉植物中，吾人有睡蓮科 (nymphaeaceae) 及毛茛羣 (ranales) 之兩棲毛茛 (batrachian ranunculi) 薔薇羣 (rosales) 之 podostemaceae 牻牛兒羣 (geraniales) 之水馬齒科 (callitrichaceae) 紅樹及桃金娘羣 (myrtiflorae) 之芰屬 (trapa) 及鴨薹 (villarsica) 與 menyanthes 在龍膽科 (gentianaceae) 及在管花羣之 tubiflorae 狸藻屬 (utricularia)。在單子葉植物中，吾人有海濱植物，如露兒樹羣 (pandanales)

之香蒲 (*typha*)、及黑三稜屬 (*sparganium*)、佛焰花羣 (*spathiflorae*) 中之浮萍科 (*lemnaceae*) 及一幾完全爲水生羣之沼生羣 (*helobieae*)。其中包括 *naiadaceae* 眼子菜科 (*potamogetonaceae*)、澤瀉科 (*aliemaceae*) 等科。此種各不同之種類，有多數之陸地親屬，較各該水生種類之互相關係，尤爲親近。然有多數平行或代表之性狀，爲明顯的水生之適應性。由此可知，在此不同之植物羣中，水生習性之產生爲獨立的。雖有多數種子植物在水中發育，且不少自由漂浮之無根種類，且有多數在水中成熟其果實者，但開花及授粉，幾常在水上或水面。故花粉及授粉之情形，普通指示此種水中植物，爲陸地植物之變態的後裔。吾人誠不能專指一種顯花植物爲原始水生的。同時又有數羣植物如 *naiadaceae* 金魚藻科 (*ceratophyllaceae*) 及 *podostemaceae* 其整羣呈極端之變態，而使其分類的地位，殊可懷疑，足以指示其水生之祖先，甚爲遠古。水之比熱及潛伏熱力殊高，故其溫度之變遷，較空氣爲甚緩。是以水生植物不受溫度變遷而限制其生長，或在同一溫度帶內地盤之擴充，被阻止之困難。其結果幾乎一切之水生植物，全爲多年生的，而均表現一種發育之生長，及無性繁殖之普通趨勢。亦與有性生殖相反。在熱帶水中，此種發育的生長，終年進行，並無

停頓。至於在溫帶水面結冰，足以致死亡之危險，造成各種蟄伏之方式，如冬芽脫離而沈於水底之類。

水之折光，使水生植物雖在中庸深度之下者，具遮蔭植物之性狀。如長節間，表皮葉綠素，及柵狀組織之缺乏。水之浮力，使機械組織之木質，非為必要。而蒸發作用之不存在，與食物吸收之能經過全部不加臘層之表面，遂使維管束組織大為減少。甚至生根於泥水中之植物，似亦不過賴其根單為着土之用。巨大細胞間空處之普通的存在，雖可供植物之浮起，而助其吸取空氣之用。但無疑的其巨大用途，乃與氣體的食物要素之貯藏有關也。圓形似革之浮葉，及分歧多或如長帶形之沈葉，常發見於一株之上。足以減少對於流水之阻力至最小限度，乃熟習之外部變態，常發見於多數植物，而其他種性狀，則無相互之關係也。

水生種子植物之地理的分佈，較平常之陸地植物廣甚。尤以東西向之分佈，較為廣遠。多數之英國種類之分佈範圍，經過北緯帶，在奇特之熱帶植物 (*podostemaceae*) 科中。此科乃一似蘚苔之雙子葉植物，適宜於急水中之生活。而其植物學的地位甚難確立者，有 *podostemon* 及 *tristi-*

cha 一屬，其分佈由巴西至馬達加斯加及南非洲，而前者亦發見於北美洲。

隱花植物之形體，雖不如顯花植物之明顯，但供給有若干淡水植物之有興趣之種類。故如在潛水生根類 (benthos) 中，吾人有車軸藻 (characeae)，在石灰泥中，極爲豐富。蘚類如 *fontinalis* 及 *hypnum* 在流水及靜水中，均有之。又有吾人沼澤中之水韭 (*isoetes*)，具直聳而似燈心草之葉。在自由游動類 (pluston) 中，有苔類 (hepaticae)，如浮苔 (*riccia*) 及水生羊齒 (*hydropteridae*)，如滿江紅屬 (*azolla*) 及槐葉蘋 (*salvinia*) 與品藻屬 (*lemna*)、狸藻屬 (*utricularia*)、貉藻屬 (*aldrovanda*) 等，共生一處。綠藻 (*chlorophyceae*) 之體構，甚爲簡單，而其分佈極爲普遍，包括多數生根種類，及其他自由游動之種類。吾人澤沼海灣及海中之游動植物，或浮游微生物，關於植物方面，大都包括此藻之顯微的代表，及方硅藻。此種普通世界之簡單有機體，在淡水鹹水及鹽水中，均有之。乃完全沈潛於水中，而其主要生殖器官，爲自由游泳具顫毛之游走子及精子，殊堪注意。蓋此種性狀指示元始之藻類爲水生的，且現時大體爲陸生之蘚苔植物，與羊齒植物之配偶體之能產生具顫毛之精子，亦同樣指示此植物界兩大植物之祖先爲水生的。

至於海水植物，則吾人見其幾完全爲藻類。海水之顯花植物，僅有二十七種。其最著者爲大葉藻屬 (*Zostera*)。此種古先之單子葉植物之能完全適應水中生活，蓋非其他植物之所能及。此種植物在海濱微有傾斜之泥土中，產生一稠密之網狀地下莖，着生長狹之帶形葉，及一扁平之肉穗花。其上之花葯於水中開裂，排出長筒形之花粉，爲水送至線狀而同樣潛水之柱頭。

除方硅藻外，藻類之見於淡水及鹹水而爲浮游微生物者，可分爲三大類。其中有綠藻 (*Chlorophyceae*)，大部爲淡水的，至於紅藻 (*Florideae*) (譯者按現稱 *rhodophyceae*)，及較大而似革之褐藻 (*melanophyceae*) (譯者按現稱 *phacophyceae*)，則幾完全爲海水的。

海水植物不似陸地植物之有地理的區別，但祖特 (*Drude*) 曾分爲三大領土，等於大陸之北帶、熱帶、及南帶。北帶延至北緯約四十一度，爲昆布屬 (*Laminaria*)，褐藻類之 *alaria*，及馬尾藻 (*fucus*)。在北冰洋海中昆布屬之長度達六十五至八十英尺。褐藻類之 *alaria*，供給吾人以若干可食之種類，而馬尾藻則在吾人各海濱，均稱熟習。熱帶領土包括地中海在內，爲 *sargassum* 及紅藻之區域。而南帶領土爲巨大海草 (*macrocytis*) 及 *durivillaea* 之區域。

深淺之分佈 深度對於藻類之分佈，如高度對於山嶽植物然。日光之於深海，亦如溫度之於高山。一上海岸帶(upper littoral zone)可延至落潮之水標，一下海岸帶(lower littoral zone)可延至六十至九十英尺(十至十五拓)。在此帶以下，則幾無日光之存在，而同時較大之藻類亦不見。

第三卷 植物區域

第一章 北帶

地球之表面如吾人所見者，單從光之投射及熱力着想，可分爲三大地帶，即北帶、熱帶、及南帶是也。水陸吸收光與熱力之區別，及大地之障礙，而變更海流之路程，均足以阻止此諸地帶，使其與緯度之線，不能完全符合。陸地之面積甚爲不均等。北帶包括環繞北冰洋而幾完全連貫大地帶之大部分。但南帶則僅包括南美洲、非洲之窄狹南部，澳大利亞之半部，紐錫蘭及現時不毛之南極大陸，或安梯亞克梯加 (Antarica)。

整個北帶最著之特點，爲其純粹針葉之松柏森林。着生莖莖花序，與其他之落葉雙子葉植物，及多數草本種類。仍大體就溫度言之，吾人可將北帶首先分爲三副帶，即北極帶、北溫帶、與南溫帶

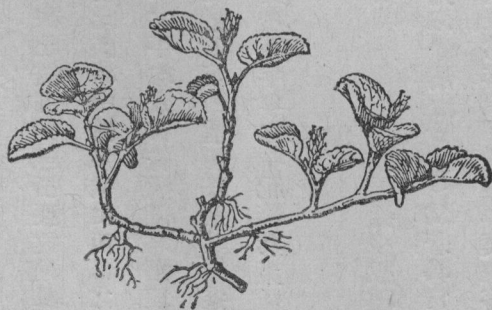
是。其中北極副帶包括一大致純一的植物區域，其範圍南至在拿布拉多耳 (Labrador) 之北緯五十二度。但在歐洲其北界乃在北極圈之北，南界爲樹木之北部限度。

北極區域

北極區域之特徵，爲其冬季長而嚴寒，天氣晴朗，雨量極少，而有強大之乾風，以吹去殘雪。且夏季甚短，日之高度甚低，氣候頗涼，但多霧。是以植物生長之全期，擠至六星期或八星期之間。一年生之植物既不存，而多數盛行之多年生植物，亦不能成熟種子。大而低下之區域，爲蘚類及石耳所被蓋。前者盛長於花崗岩所成之瘠薄砂地，以構成乾隲原 (dry tundra) 至蘚類則或能或不能保持較多之水分，以成濕隲原 (wet tundra)。有三因子連合抑制生長：一爲生長期中之繼續的日照，二爲低溫，三爲土壤之寒冷，尤關重要。是以此區域中之八百種植物，大都爲矮生的，及乾地性的。其中之多數植物，如虎耳草屬 (saxifragas) 及罌粟屬之 *papaver nudicaule* L. 呈靠枕狀之性能。如椴木屬之 *andromeda tetragona* L. 或巖梅屬之 *diapensia lapponica* L. 則有革狀而具表皮之葉。或如 *saxifraga oppositifolia* L. 之多液，或 *dryas octopetala* L. 峯蘇方 *loiseleuria procumbens* desf 與柳屬之 *salix lanata* L. 之多毛，或如柳屬之 *salix*

reticulata L. 之被以厚臘，或如茅香 (*hierochloa alpina roem and schul*) 之葉捲起。普通具多數而較大之花，但有香氣者少。其他之標準種類，則有石蕊 (*cladonia rangiferina*)、鹿蘚、石耳、各種之土馬騮 (*polytrichum*)、巖高蘭 (*empetrum nigrum L.*)、毛蕘 (*rannunculus*)、白馬菅 (*carex*, *pyrola*)、畫眉菅 (*eriphorum*) 及禾本科之 *poa*。至於有多數代表之科，則為莎草科 (*cyperaceae*)、禾本科 (*gramineae*)、石竹科 (*caryophyllaceae*)、十字花科 (*cruciferae*) 及菊科 (*compositae*)。

北極區域之種中，有七分之五，發見於瑞典、挪威之山中。而此植物名為瑞典、挪威植物。因為冰期之寒冷所驅逐，南遷至於大陸之高山，甚至經過熱帶。故各種緯帶之處，均有其代表，而常稱為北極高山植物。但熱帶之高山植物，甚罕屬於北帶種類者。



第七圖 矮生北極柳 *Salix polaris* (自然大)，由格氏植物地理學講義中選印。

冷冬之北帶 北溫副帶亦名冷冬之北帶，或夏季森林區。其範圍由樹木之極北限度起，在亞洲至約北緯五十度（西伯利亞之南界）。在歐洲至歐俄東加拍斯安（eastern Carpathians）巴爾幹（Balkans），阿爾卑斯，及派源里斯（Pyrenees）。至於在北美洲，則包括亞拉斯加南部，英屬科命比亞，加拿大之大部，及美國之東北部中部與西北部。在此區域中，雖氣候由西部之海洋氣候而變為東部之大陸氣候，但并無真正之乾季。而土壤因雨水之平均分佈，普通恆為潮潤。生長期由三個月至七個月，以七月為生長最高度。夏季并不甚乾，以使植物焦燥，惟冬日則其冷遂限制植物之生長。而闊葉種子植物之樹木，大多為一年一榮枯的。蓋其於下半年之中，脫落其葉，發生木栓質，而減少蒸發量，故成為夏綠森林。

此副帶可分為歐洲——西伯利亞區，及北美洲森林區。其特點為純粹或包括少數種類之樹木。就大體言之，較冷之北部，或較高之地域，為松柏類所佔據，尤以松屬（*pinus*）為著，具常綠乾地植物之葉，而其下草莽之生長甚少。南部較溫和，或較低下之區域，為落葉而着生莖莖花序之雙子葉植物所佔據，如橡、山毛櫸、栗、及楓之類是。但最北部之松柏類，如落葉松之類，則為落葉喬木。闊葉

之赤楊之範圍，無論高度及緯度，均較松柏類爲廣。而在沙土及煤土之處，及在南方，亦以松柏類爲特徵。落葉森林之下所生之矮林，包括榛樹、山楂子及冬青，有少數之木質攀緣植物，如長春籐及金銀花，但無真正之攀緣植物，或着生的顯花植物。絕非喬木性之鳳尾草，間或生長於樹上。而多數之石斗蘚藻，亦如是。又有草類及多數春季開花之草本多年生植物，如吾人之櫻草、野風信子，及木本之秋牡丹等。

在此副帶之中，有數處大塊之地，爲矮生常綠灌木所佔據。而其中有少數之種，如 *calluna vulgaris*, *salix*, 石南 *ericaceae*, *vaccinium* 頗佔優勢。天然之草原，大半包括多年生之淺根草類，皆於冬季死去。但在較濕之地，亦包括有薑屬 (*sedum*) 及他科植物之種屬，以及赤楊澤地，亦爲歐洲——西伯利亞區之特徵。在堪察加之似公園之區域，花土當歸屬 (*heracleum*)，臭蒿 (*angelica*)，及其他之草本繖形科植物，生長甚爲高大。

美國之植物，可分析爲本土的，歐洲的，及亞洲的，三大部分。其分佈大半爲屬於子午線的歐洲之分子，固以在東部爲最多，而其自亞洲來者，亦以在接近亞洲之方面爲較多。且有數屬之日本植

物，尤以木蘭科爲著，在東部諸省有其代表。亞洲東北部之高山，似乎曾經躲過冰期，而成爲向美洲及向歐洲分佈之中心。

中國——日本區 日本之大部及中國之東北部之有一平均分配之雨水者，或可歸納於此副帶之中。但其森林曾被毀滅，而此地域之大部分之性狀，又爲灌溉所變遷。是以僅在高山之上，有野生植物之存在。在最饒興趣之土種中，有松柏科之杉屬 (*cryptomeria*)，及特奇古老而現時孤立之裸子植物公孫樹 (*ginkgo biloba* L.)。

但中國——日本區之大部，有一時令風雨之氣候，春季多雨，而其植物之區分，殊爲顯著而奇特，與大草原區域，迥然有別。其分佈繼續西向，至於喜馬拉亞山之東部，而與前所述之美國東部植物，呈有興趣之關連。其中無 *cistus*，僅有一種之阿魏屬 (*ferula*)，紫雲英屬 (*astragalus*) 之種類較少，爲三十五種。有兩種漆樹科之 *pistacia* 屬之植物，及四種之令法屬 (*clethra*)。但自他方面觀之，在絲克衣門 (*Sikkim*) 有多數代表之植物屬中，則有一百三十四種藜香，一百二十九種之越橘屬 (*pidicularis*)，七十七種之櫻草屬 (*primula*)，七十六種之紫堇 (*corydalis*)，六十六種之

槲屬 (*quercus*) 及五十八種之虎耳草 (*saxifraga*)。其最顯著之山茶科 (*camelliaceae*) 有七十
一種之代表，槭樹屬 (*acer*) 代表有四十一種，葡萄屬 (*vitis*) 有三十五種，及木蘭有代表三十三種。
其中包括一種之鬱金香樹屬 (*liriodendron*)。其種類之豐富，及有不少之性狀，可與地中海區域
相比較。

炎熱夏季之北帶 南溫副帶以便於與南帶相區別起見，故稱爲炎熱夏季之北帶，可以包括
在舊大陸之北大西洋之羣島，愛朔爾士 (*Azores*)、金絲雀島 (*Canaries*)、麥堆那 (*Madeira*)、地中
海、非洲北部、里凡坦 (*Levantine*)、大草原、及加里福利亞區域。其氣候較在其北之副帶，變遷較大。
雖無真實之冬季，但在夏日，則草類焦乾。大多數植物爲乾地的，針葉之松柏類，常綠之喬木，與灌木，
通常爲硬膜葉的 (*sclerophyllous*)，具堅硬革狀之葉。而在最乾燥之區域，則多液之植物，爲其特
徵。

愛朔爾士、麥堆拿及金絲雀島，均爲火山的，且富於土種，成爲三個不同之羣島。惟其植物，則總
稱爲大西洋的。石南屬之 *erica arborea* L.，諸種之月桂樹，及羊齒之豐富，爲諸羣島之共同特徵。

愛朔爾士羣島之植物，於總數四百七十八種中，有四十種爲土種。其大部之植物，爲歐洲及地中海的。麥堆拿之六百七十八種中，有一百零三種爲土種。但其野生植物，大都爲栽培所毀滅，其所保存者，爲第三紀種類之 *Clethra arborea* L. (法令屬)，多液之 *Sideroxylon*，及與非洲有關連之 *Dracaena draco* L. 金絲雀羣島土種之成分較多（九百七十七種中有土種四百二十二種），最爲屬於非洲的。其較低下之地，有各種之椴實樹 (*tamarisk*) 及大戟屬 (*Euphorbia*)。其各種之名稱，均殿以 *canariensis* 字樣，尤足表顯此種關係。在此之上，卽由一千六百英尺或二千六百英尺以上至四千英尺之間，爲常綠之樟科帶，金絲雀島月桂 (*Laurus canariensis* Webb. and Bert.) *Persea indica* Spreng. 及 *Ocotea foetens* Benth. and Hook. 以及 *Myrica faya* Ait. 由此以上，至約六千英尺之間，爲松柏類及常綠灌木帶。而在其上又有 *Spartocytisus hubigenus* Webb. and Bert. L. 等。多數具香味之唇形科 (*Labiatae*) 及 *Chamaerops humilis* L. 乃地中海兩邊之野生植物。椴實樹雖生長於意大利，然屬於薩哈拉沙漠之肥沃地。敘利亞 (*Syria*) 之沙漠區域，及巴那斯坦 (*Palestine*) 有少數之檉柳 (*Tamarisks*) 及有刺之皂角樹 (*Acacias*) 爲下述

區域之過渡。

大草原及亞洲中部區之範圍，由但流布河 (Danube) 至上阿木耳 (Upper Amoor)，而由卑爾加河 (Volga) 至波斯灣及喜馬拉亞山。在此廣大區域之中，通常一年之內，有三個正規繼承之明顯季節。一常有雪之嚴冬，繼以一短春，及一無雨之夏。其植物自然為標準的、乾地的、具鱗莖、芒刺、或稠密被蓋之毛。鹽地甚多，其上有特殊之鹽地植物，尤以藜科 (Chenopodiaceae) 為著。例如似灌木之 (*Haloxylon ammodendron bunge*) 紫雲英屬 (*Astragalus*) 及大黃屬 (*Rheum*) 與阿魏屬 (*Ferula*) 兩屬，亦有代表 (第八圖)。此種當風之陰地及高原，殊不適於任何樹木之生長。



第八圖 大黃屬之 (*Rheum nobile hook. fil.*)，出於斯克依蒙 (Sikkim) 之草原，生長於愛丁堡植物園 (Edinburgh botanical garden) 之圖。

北美洲之草原區域，自多方面觀之，爲一相似之區域，乃一無樹之平原。有一極端之氣候，春季短，多雨，而夏季乾燥。盛行之西風，將其全部水分凝集於落磯山之上，而由其雨量所造成之河流，又流於深峽之中。是以對於灌溉方面，毫無利用。此區在其北部爲一真正之草原，其植物於夏季焦燥，在其西南有鹽或鹹之沙漠。其上有 *artemisia tridentata nutte* 及 *larrea mexicana noric*，以至於有刺皂角樹 (*prosopis*) 之叢林 (*mezquit*)，與其他之有刺灌木，成爲一種所謂 *chaparral* 之叢林，頗與地中海之 *maquis* 相似。龍舌蘭 (*agave*)、*yucca* 及仙人掌，多生於由愛於松羅 (*Arizona*)、德薩 (*Texas*)，以至墨西哥，頗足以表示溫暖氣候，前時向北之推移。而後者 (墨西哥) 之高原區域，在五千米以上，實不過爲此區南向的推廣。

加里福利亞區域，在落磯山之西，其冬夏溫度之差異甚小，而在夏日雨量甚少，甚與地中海區域相似。其北部而在較高之處，有偉大之松柏類。檉榿爲世界上最高大之種類，*pseudotsuga douglasiae carr.* 及各種之松，使吾人回想里斑命 (*Lebanon*) 及愛提拉士 (*Atlas*) 之柏樹，及高加索 與愛立坡 (*Aleppo*) 之松樹。至於常綠之闊葉樹，及玉黍蜀、小麥、菊、葡萄、橄欖，與其他果樹之栽培，足

以維持此兩區域之平行。

在北半球有一小區域，名爲溫帶及副熱帶之雨森林，與本帶其他區域之情形，殊爲相反。此區域在日本南部，有其代表之植物。但除在廟宇森林以外，則因栽培而毀滅。其中大半包括各種高大之常綠橡樹，混合生長在一處。但又有樟腦及其他常綠樟科 (Lauraceae)、山茶科 (Camelliaceae) 等，木本攀緣植物，少數之着生的蘭草、鳳尾草、及寄生的槲寄生科 (Loranthaceae) 而成爲多數熱帶的印度馬來科，如棟科 (Meliaceae)、野牡丹科 (Melastomaceae)、秋海棠科 (Begoniaceae) 及胡椒科 (Piperaceae) 等之北方的限度。

副熱帶雨森林不過熱帶雨森林在熱帶以外之另一推廣，如在墨西哥北部之低地。露易西安那 (Louisiana) 及福落里達 (Florida) 是。此處之常綠橡樹，又佔優勢，其上懸有着生灰色的 *Tillandsia usneoides* L.，*Quercus virginiana* Mill. 及其他種類。又有攀緣之 aroids，無花果、木蘭、*Sabal-palms*，多數矮生但木本之攀藤植物甚少。在澤沼之地，橡樹讓位於 *Taxodium distichum* Rich. 而在沙土地帶，讓位於 *Pinus palustris* L. 及其他種植物。

第二章 熱帶

水氣變更熱力分佈，如上述之奇特之一例，可於世界上熱帶沙漠區域，與緯度不甚相懸殊之兩森林地帶之相反現象而得之。固然有數大沙漠區域，向極方推廣之範圍，遠超過熱帶線以外。但無疑的皆在一種緯度以內，其每年熱力之供給，足以應付各種之植物生活。其中植物之性狀，則以其水分供給之最低量決定之。

薩哈拉區域 世界上最大沙漠之薩哈拉區域 (Sahara region) 其植物之代表，吾人已於金絲雀羣島 (Canary Islands) 見之。其範圍橫跨非洲，在北緯度二十與三十五之間，經亞拉伯、波斯南部，及伯露琪斯坦 (Baluchistan) 至於新狄 (Sind)，適當通行無阻之西北貿易風。而其疏鬆之土壤，或為砂，或為礫，常吹成沙丘。其植物固屬稀疏而矮小，但并非不存在。而在有稀小春雨之處，則淺根之一年生植物如 *malcomia*, *roemeria* 及紫雲英屬 (*astragalus*) 之各種。而含生草

(*anastica hierochuntica* L.) 與特屬於沙漠之番杏科 (*aizoaceae*) 中之一種盛水植物, 名 *mesembryanthemum crystallinum* L. 者, 可以發生。其中有數種, 雖屬喜水的, 但必須依其根部之平伸至極遠之處, 始能生存。如一年生之古魯聖篤草 (*citrullus colocynthis schrad*) 之類。是其他之植物, 則明顯為乾地的植物, 大都為深根之灌木, 依賴沙漠中肥沃地之地下水之上升, 以營養生長。即一種梭, 實名戰捷木 (*phoenix dactylifera* L.) 者之家鄉也。此種乾地植物中, 有多刺之皂角樹, 如 *acacia seyal del.* 駱駝刺 (*alhagi*) 蒺藜科 (*zygophyllaceae*) 如 *nitaria* 屬 (*zizyphus pina-christi willd*) 似帚黍之 *genista raelam forsk* 白花菜科之 *caparris spinosa* 有臘質之被蓋, 濱藜屬之 *atriplex halimus* L. 有小胞毛之被, 形似仙人掌之大戟屬, 旋花屬 (*convolvulus*) 之直聳的灌木, 與匍匐之種類, 葉向內捲之草類, 如行儀芝 (*gynodon dactylon pers.*), *ornithogalum* 青蔥屬 (*allium*) *urinea* 等屬之種類, 多肉之 *stapelias* 具惡臭而為蠅所喜獵之花, 及多數有芳香似醇精之油樹膠樹脂之種類, 如各種之 *ferula*, 出膠之皂角樹, 出香料之 *boswellia* 及 *balsamodendron*。其分佈由本區向南, 以至於蘇馬利蘭 (*Somaliland*),

及亞拉伯南部，而成爲所謂之樹脂樹區域。

亞洲中部沙漠 此沙漠經過敘利亞 (Syria)、米索波達米亞 (Mesopotamia) 之部分，幾與完全在赤道之外而有極端之氣候之亞洲中部大沙漠相連貫。此沙漠包括加斯賓 (Caspian) 及天山脈之間之平原，與西藏之沙漠高原、塔瑞門 (Tarim)、鐘加利亞 (Dzungaria) 及戈壁 (Gobi) 藜科之 *haloxylon*，多種之紫雲英屬 (*astragalus*)，灰綠色之艾屬 (*artemisia*)，被沙漠特有之無阻大風所吹動。又如檉柳屬 (*tamarix*) 與 *reaumuria* 諸屬之灌木，有刺之植物如 *alhagi came-* *lorum fisch*，藁耳屬之 *xanthium spinosum* L.，*eryngium campestre* L.，青蔥屬之鱗莖種，及鐘加利亞之山慈姑屬 (*tulipa*)，各種之大黃屬 (*rheum*)，及在西藏之矮生的 *hippophae* 與錐子筵屬 (*potentilla*)，造成此區之稀少植物。至於在沙漠中肥沃地上，則有熟悉種類之有興趣的集合，如白楊、槐樹、榆樹、柳樹、覆盆子等。

北美洲沙漠 在北美洲亦有沙漠情形，其範圍遠在熱帶線以外。一方面在雨水爲哥底勒拉山脈 (Cordilleran ranges) 所阻止，而與勒瓦達 (Nevada)、猶塔 (Utah)、愛於松羅西部，及加里

福利亞南部之中央盆地相隔絕。而一方面在一最易漏水之土壤，將所有一切之雨水排去，如南德可塔 (South Dakota) 及勒布拉斯加 (Nebraska) 之壤地是。在其南甚為較高之墨西哥高原，雖冬日有少許之雪，但夏雨極少。蓋以高度之乾燥影響，遂造成一種與其北方相似之情形及植物，如在薩哈拉然。由二月至四月，有一短期生長之雨植物。但較為長久之植物，則為標準乾地的。縮小之葉面，多毛與刺等性狀，與在舊大陸之沙漠同一顯著。其中吾人亦憶及濱藜屬 (*atriplex*)，枸杞屬 (*Lycium*)，艾屬 (*artemisia*) 等之諸種。 *sarcobatus vermiculatus* 松菜屬 (*suada*) 及其他之藜科，車前屬 (*plantago*)，紫苑花 (*aster*) 及其他之菊科，有刺之 *prosopis*，獨行菜屬之 *lepidium intermedium* *A. gray*，金英花屬 (*eschscholtzia*)，南瓜屬 (*cucurbita*) 及南美洲之 *loasaceae* 一科植物之向北推廣，均為本區之特徵。但此區域之所以最為著名者，則以有仙人掌，龍舌蘭，及絲蘭屬 (*yuccas*) 之生長也。仙人掌屬 (*opuntia*) 及仙人掌科之 *cerens* 屬，向北推廣， *echinocactus* 則較為向南。絲蘭屬 (*yucca*) 實屬於高地，至於龍舌蘭及 *fourcroya*，似木之百合科之 *dasyli- rion beaucarnea* 與夫各種之景天屬 (*sedum*) 及 *echeveria*，則大體為屬於墨西哥的。觀夫一

方面仙人掌具筒狀多肉之莖，而葉爲刺，及此區中之龍舌蘭具拒馬式尖形多肉之葉，另一方面非洲之大戟及蘆薈。此兩方面外形及組織上之奇特的相同，實爲所謂代表者之純正的例證。此之所謂代表，乃單指適應性之相似而言，非謂一種植物在另一地方有一相親之種類，以爲之代表也。蓋此種代表，有血統上之關係，源出於一宗，而因隔離後始發生變異也。

在美洲、印度、馬來及美洲三大潮潤熱帶之子午線，或大陸之區分間，吾人未能發見有任何之血統之相關，足以指示其爲近時代之遷徙，如北帶之區分者。故如棕櫚之屬，雖在本帶之三大區分均有之，但新舊兩大陸并無同屬之棕櫚，而甚少同屬之蘭也。

此帶之任何部分，均無因寒冷而生長受制之虞。但對於降水量，則有兩大情形：（一）爲赤道雨森林之幾完全爲多年的雨水，而在日光直在頭上之兩季中，雨量較重。（二）爲三個月或以上之乾季之存在，產生熱刺森林及無樹草原，爲明晰的乾地植物。後者之情形，以在赤道非洲之東部，澳洲西部，凡里蘇那（Venezuela）及巴西西南部爲著。其特徵爲高長之草，疏散之樹木。有爲落葉樹者，亦有樹身腫大似桶狀者。仙人掌或大戟之種，甚多而大。又有皂角樹，及少許之攀藤植物，或着生

植物。

熱帶雨森林 在熱帶雨森林區，如吾人所見之赤道，非洲之西部、錫蘭南部、印度南部、馬來半島、澳洲北部及亞美森流域 (Amazon valley)，植物界之種類極爲豐富。而生長與精力均稱茂暢。一大部之種類爲木本的，而造成森林之樹木種類甚多，罕有成羣生長者。是以無特別優盛之種，大都具直聳之莖，高五十呎至百呎或以上。其分枝及常綠之葉，向外伸展，成爲稠密之蔭蔽。不分枝之樹，羊齒，及單子葉植物，如棕櫚竹，車前之屬，頗爲繁多。他種之莖，則有粗大直下之支柱根，如 *eriodendron* 然。而整個之熱帶森林，爲木本之攀緣或攀藤植物所交織，如無花果屬 (*Ficus*)，田螺虎屬 (*Bauhinia*)，紫葳屬 (*Bignonia*)，*Pavonia*，及海金沙屬 (*Lygodium*) 是也。着生之 *aroids* 及蘭，滿被樹枝。而其他寄生生物亦多，其葉常作革狀而光滑，又常尖縮作滴頭狀，而在陰處常作綠色。尤以在其下面爲然。花與果常着生於主幹，由潛伏芽發生而成。地上常被以鳳尾草，尤以野苔蘗屬 (*Hymenophyllum*) 及卷柏爲多。但普通無青草地之存在。

下列各科大致限於本帶，本帶估計約佔地球陸地五分之一，且亦有顯花植物五分之一。計爲

番荔枝科 (anonaceae) 防己科 (menispermaceae) bixaceae 金絲桃科 (guttiferae) 赤木綿科 (bombaceae) malpighiaceae 苦木科 (simarubae) 橄欖科 (bursaraceae) 棟科 (meliaceae) 雲實科 (caesalpinieae) 西番蓮科 (passifloraceae) 柿樹科 (ebenaceae) 苦苣苔科 (gesneraceae) artocarpeae pandanaceae 蕺荷科 (zingiberaceae) 及 marantaceae dipterocarpaceae 及豬籠草科 (nepenthaceae) 之生長限於印度季雨區域 pandanaceae 限於舊大陸而 cinchonaeae, lecythideae, marcgraviaceae 及 cycclanthaceae 限於南美洲。

紅樹澤地 熱帶潮潤區域之一奇異特點，爲沿海濱之處，有紅樹澤地之存在。有少數種類之樹木，大抵屬於 rhizophora, avicennia 及 sonneratia，生長於鹽質有潮水之泥灘，爲由其主幹旁伸之飛行支柱根，及由其枝下垂之柱根所支持。此種植物，亦有上升之氣根，如露易西安那 (Louisiana) 之落葉柏之膝根 (knees) 然。其種子常爲早熟的，或胎生的，於未脫離之果實中，卽已發芽，而卽刻長成一長幼根，而於落下之時，以其幼根固定其幹部於泥中。既生長於鹽水之處，故紅樹爲特別乾地性的。其葉似革，而有甚厚臘層，在舊大陸及新大陸熱帶之沙土海濱之處，紅樹澤地

普通爲具遠伸地下莖之 *ipomoea pes-caprae* roth 所代替。在較爲深入之內地，而其潮水之鹽性較淡之處，吾人在東方有 *nipa* 區域，大部包括無莖之棕櫚之 *nipa fruticans* thunb. 而約近海潮水平線之處，常有一種森林，其中具浮果之 *barringtonia speciosa* L. fil. 爲一優勝之種。

熱帶森林之本身，按其雨量之多寡，可分爲四級。一、高雨森林，二、季雨森林，三、低草原森林，四、低刺森林。

高雨森林每年需有七十二英寸以上之雨量，其樹木高過一百英尺，爲常綠的。而明確喜水之種類，雖定期謝落其葉，但此種週期，完全與氣候及季節無關。而有時在同一樹上各枝之落葉期，亦有不同。但有若干種類，在一區域之中者，其全部植物可於同日之內開花。支柱之根，頗爲普通。又有厚莖之攀藤植物，其中有棕櫚及其他上述之種類。而着生植物不特包括鳳尾草，石松，及草本植物，且有木本之種類。

季雨森林有由六十至七十二英寸，或較多之雨量。但有一確定之乾季，其樹木之高度較低，爲

一年一榮枯的，其中多數爲明確的落葉喬木，而着生植物中，不包括木本植物。

低草原森林普通有三十六至六十英寸之每年降雨量，但其雨量之多寡，一部分視土壤情形而定。蓋其土壤必須爲含水力高的也。其樹木之高度不過六十五英尺，罕常綠者。而其性狀爲明確乾地植物的，其中有具盛水之莖，如桶狀者。非洲土人普通錫以 *Baobab* 之名。因其生長之空曠，此種森林中之矮林不豐，但其土壤可使特別屬於草原情形之高草生長。而其樹木可同時着生草本攀藤植物及着生植物。

低刺森林有若干著者，亦用巴西語，稱爲 *Caatinga*。其雨量更少，而其土壤之含水力亦弱。故更較爲屬於乾地植物的。其樹木與矮林普通均爲多刺的。而普通又無任何着生植物之存在。

非洲 古老長久疑實未經攪動而孤立之非洲大陸，不特其所有之植物殊爲奇特，即其植物中所無之分子，亦殊覺奇特也。瑞典、挪威之種類，固未能超地中海以達愛提拉山 (*Atlas Mountain*)，然歐洲中新期之種類，似未曾達到之。非洲并無木蘭科，亦無楸樹，無蕁香 (*Vaccinaceae*)，*pomaceae*，或櫟屬 (*quercus*)，其所有之竹蘭及 *aroids* 之屬，較熱帶區域之他處爲少。而雖有二

種之棕櫚 (*Phoenix dactylifera* L. 及 *elaeis guineensis jacq*) 以其經濟之產物著名，而 *borassene* 爲明確非洲的植物。然此類植物代表之數目，亦不如在熱帶亞洲或熱帶美洲之衆多也。自東之侵略，假設沿馬斯卡雲橋樑 (*Mascarene Bridge*) 而來，則較自北而來者爲有效。而在非洲東部，則有印度之 *gloriosa* 棕櫚之攀藤植物 (*calamus*) 而或者 *Phoenix* 以爲之代表。

此洲植物之一種特著之事實，爲其中有多數種類之分佈範圍，無論爲緯度的或高度的均屬廣大。至少有五分之一之熱帶種類，爲東方及西方所公有的。而 *Zantedeschia aethiopica spreng* 之範圍，由海岬城 (*Capo Town*) 以至於尼羅河之第一瀑布，則其分佈之廣，與動物中之河馬相若。

在非洲東部有一大區域，爲草原森林所佔據。其中有稀疏之大戟屬 (*euphorbia*) 及蘆薈 (*aloe*)，有多數之草本種類，又爲刺森林所佔據。其中有多數之皂角樹 (*acacias*) 及 *albizzias*，有少數之草本種，但有多數纖長之攀緣種，及少數之着生植物，如 *peperomia* 及 *angroecum* 之類。在本大陸之西，在含水力較高之土壤上，吾人有龍哥 (*Loango*) 之無樹草原，有高長之草

andropogon 及 *cymbopogon* 均高十英尺。有少數之矮生灌木，如各種之番荔枝 (*anoxa*)，棕櫚，如 *borassus tabellifer* L. 與 *elaeis*，以及盛水之大喬木 *adansonia digitata*。由此往南，至於加拉哈里區域 (*Kalahari region*) 之石礫沙漠，橫亘熱帶之南部，其處無棕櫚之存在，但有皂角樹及數種具鱗莖之種，在疏鬆之沙土中，有特奇之葫蘆類灌木，其名爲 *acanthosicyos horrida* *welw.*，其葉味苦，而其飄香。又有更爲奇特之 *welwitschia mirabilis hook. fl.* 乃一種孤立裸子植物之殘存者。

馬達加斯加 馬達加斯加與大陸相隔，其水之深，幾達千拓以上，爲一古老之大陸島。此熱帶島每年有七個月之雨水，大體爲雨林所被蓋。有樹羊齒，攀藤植物，竹，及着生之蘭。其高上花岡岩之內地，生長草原植物。而向南之部分，較多乾燥，其植物較爲多刺。其植物之種數，在四千種以上。其中四分之三，包括 *chlaenaceae* 之一小科，爲本土的。其中菊科及常綠灌木，指示其植物之普通非州的性狀。而竹及捕蟲植物，豬籠草屬 (*nepenthes*)，可與印度季雨區域之植物相連。

有花岡岩之瑞且里 (*Seychelles*) 或於第三紀時代與馬達加斯加分離。其植物亦有甚多之

本土的分子其最著者則爲奇特之雙椰子 (*Iodoicea sechellarum* Labill.)

印度馬來區 印度馬來區或印度季雨區，有紅樹澤地，及無花果屬之奇特種類，包括具柱根之榕樹 (*Ficus indica* L.)，具滴頭之 *F. religiosa* L. 印度橡皮樹 (*F. elastica* Roxb.) 及其他之多種植物，造成吾人在爪哇、錫蘭及馬來諸省之標準的雨林。但本區其他之多數地域，則有較爲不甚持續之潮溼季雨林。故如在爪哇東部，其土壤之含水量弱，而產生一種純粹之“djati”或麻栗 (*tectona grandis* L. fil.) 森林。此外又有甚多之着生蘭蓋及其他之芭蕉羣 (*scitamineae*) 與竹，多種之荷花，攀緣之棕櫚 (*calamus*)，豬籠草屬 (*nepenthes*) 及 *diptocarpaceae* 爲其特徵。

在此區之西北，海拔五千英尺以上之處，則繼以一般所謂之蕊香區域。在較爲低下之較爲溼潤森林中，此種巨大木本植物之生長，爲着生的。但較爲更高之區域，則又讓位於松柏類，如 *picea morinda* Link. 及 *cedrus deodara* Loud. 其生長之範圍，達於樹木之上而限度。故在爪哇同樣高度之處，無花果樹屬之森林，亦讓位於橡樹。而橡樹之後，又繼以羅漢松屬 (*podocarps*) 及

camelliaceae 直至九千英尺爲止。其上則喬木讓位於灌木的 Vacciniaceae 如 thibaudia 及木本常綠植物之 gnaphalium。

由本區向東推廣，則有蘇鉄 (cycas) 之存在，且在日本亦有之。有各種之荳蔻 (myristica)，檀香木 (santalum)，及棕櫚，如 rhopalostylis 及 kenitopsis 之類。其能聯絡亞洲大陸東南部，與熱帶澳洲、紐加里頓利亞 (New Caledonia)、菲基羣島 (Fiji Islands)，甚至覺安福蘭德 (Juan Fernandez) 及檀香山之植物，殊饒 (註一) 興趣也。

(註一) 檀香屬 *santalum* 之本身中，*S. album* L. 爲印度的，*S. lanceolatum* R. Br., *S. obtusifolium* R. Br., 及 *S. ovatum* R. Br. 爲澳洲的，*S. austrocaledonicum* Viell. 屬於紐加里頓利亞，*S. Hornii* Seem. 及 *S. Yasi* Seem. 爲菲基羣島的，*S. pyrularium* A. Gray 及 *S. freycinetianum* Gaudich. 爲檀香山的，後者亦生長於馬克沙 (Marquesas) 及社會 (Society) 羣島，而其相親之 *S. fernandezianum* Phil. 在覺安福蘭德明顯的有一殘存之樹，以爲之代表。

熱帶美洲 無論在非洲或在亞洲，均不如熱帶美洲土種之豐富，或熱帶情形發展之大。在本帶之北邊，吾人有墨西哥南部及美洲中部，幾爲長年之雨。有具常綠葉之高樹，樹形羊齒，及多數真

正雨森林攀藤植物與着生植物。在攀藤植物中，有 *desmoneus* 以代替亞洲之 *calamus*。在多數之土種蘭中，有暎呢拉屬 (*vanillas*)，而牛尾菜屬 (*smilax*) 則有多種之代表，着生的 *aroids* 中之 *anthurium*, *monstera* 及 *philodendron* 與 *bromeliaceae* 其中有波羅蜜 (*ananas sativus schult*) 爲美洲所特有。而後者有數種爲着生的，而他種爲土生的。 *heliconias* 代表印度之芭蕉羣 (*sciamineae*) 而 *carludovica* 其葉可編製巴拿馬帽，與其他 *cyclanthaceae* 代表螺旋松。而多數豆科植物，如蘇木 (*haematoxylon campechianum L.*) 與棟科 (*cedrelaceae*)，如桃花心木 (*swietenia mahagoni jacq*) 均爲甚高之喬木。後者使吾人迴想三里哥耳 (*Senegal*) 及古依里亞 (*Guinea*) 之非洲兩森林。

西印度羣島 (*West Indies*) 不過爲此種植物之海島的推廣，其與印度植物不同之點，如波立尼西亞 (*Polynesia*) 島之種類然，大抵以其羊齒及蘭草之較爲豐富。

哥龍比亞 (*Colombia*) 與凡里蘇那 (*Venezuela*) 之海濱，以及孤安那 (*Guiana*) 之森林，可以聯絡美洲中部之雨森林，與大段之亞美森區域。而此聯成之區域，可稱爲海里亞 (*Hylaea*)。此

區展覽世界上最多之棕櫚種類 (Lecythis-
dae) 爲 myrtaceae 之一副科, 包括高大之
bertholletia excelsa humb and bonp. 及
metastomaceae, 胡椒科 (Piperaceae) 及
Generaceae, 玉蕊花, 秋海棠, 均爲其希奇之特
徵。marcgraviaceae 特別適宜於蜂雀之
授粉。及多種出乳汁之大戟科。其中護謨屬
(hevea) 最爲主要, 乃爲此區所特有。在此區
中, 各種之雨森林的現象, 有標準的表現。

在風中所含水分, 被凡里蘇那、孤安那諸
山、及巴西東南部之色拉多馬 (Serra do
Mar) 奪取之處, 吾人有無樹草原。在凡里蘇



第九圖 在巴西之着生蘭草 (cattleya), 由格氏植物地理學講義中選印。

那名為 Icanos 而在巴西名為 Campos。在此處吾人有特著乾溼季節之交替，樹木甚少，但有少數之皂角樹、番荔枝及仙人掌、桶狀之“Barigudos” (Cavanillesia arborea schum)，代表頗為親近之非洲的“baobabs”。而在輕鬆之土壤上，則草原變為刺森林。如在巴西亞 (Bahia) 及色亞拉 (Ceara) 是。往西南則有幾純粹為 araucaria brasiliiana A. rich 之生長而“algarob”或含羞草屬 (mimosae) 之森林，延及於巴拉圭 (paraguay)。

安丁區域 (andine region) 在水分充足之安第斯山之東斜面，或芒潭那 (Montana) 區，有護謨樹屬 (hevea) 與 carlundovica, melastomaceae 及棕櫚，其範圍延及海拔三千英尺以上。其處 cinchonas 初生，而其後有無樹而多草之西拉 (Sierra) 東部，或蓬那 (Puna)。其範圍由一萬英尺以至於雪線。其處有多數仙人掌，矮生之菊科，有刺之 colletia，及多毛之 Loasaceae。祕魯之西拉之西部，更為濯濯，由葉庫亞多 (Ecuador) 之南邊起，經過各級之度數，而至於絕對之沙漠。

第三章 南帶

南溫帶之大陸，從地質學上言之，曾經長時間之遠分離，可認為一窮巷。其南端被阻止，在公共之少數植物鏈環中，吾人可舉山茂櫟科 (proteaceae) 及松柏科之 *callitris*，及羅漢松屬 *podocarpus*。

南非洲 南非洲區域，由卡那哈里區 (Kalahari region) 向東推廣，以至於橘河 (Orange River) 之南佔據一串之大乾燥高原及陡坡。其植物種類之特奇，乃大抵由於雨水支配之不平均。此區并無大而稠密之森林，無攀緣植物，而喬木與灌木均不茂盛。其植物大部為乾地的，燥原灌木 (*acacia horrida willd*) 逐處有之。在其西部，溼冬及乾夏，造成一種標準的硬膜葉之林地。其中山茂櫟科之銀樹 (*leucadendron argenteum R. Br.*) 可取以為標準。在其東部，乾冬與一溼熱之夏，產生草原情形。森林之生長，乃限於“*koofta*”，或河谷之中。在西部之中層及上層乾燥高原，

(分別爲三千英尺以上，及二千英尺以上)，產生小灌木式的菊科，如 *stoebe rhinocerotis* L. 而在八月中，則中層有數星期成爲茂盛之綠色，而爲菊科 (Iliaceae) mesembryanthemum 等之花所被蓋。最南及最下之一層，一般所謂之灌木場所，或爲全世界該樣植物種類最豐富之區域。其最特出之植物中，有似仙人掌之大戟屬 (*stapelias*)，鳶尾屬 (*irises*)，唐菖蒲 (*gladiolus*)，鳶尾科之 *ixia*，荷花，及其他鱗莖植物，不下於四百種之 mesembryanthemum 景天科 (*crassulaceae*) 如 *crassula*，石蓮華屬 (*cotyledon*)，及 *kalanchoe*，具塊莖之 *pelargoniums*，酢漿草屬 (*oxalis*)。常綠植物如麥薺菊屬 (*helichrysum*)，及其他多種菊科，土生之蘭草，如 *diosa*，及多種之蘆薈。但在愛爾蘭然，吾人有茂盛之植物。而其種類頗少，故在此處種類雖多，未必即暗示茂盛也。

此種植物向北之推廣，殊饒興趣，有各種南非洲之種類，見於赤道的基里馬加羅 (Kilimanjaro) 之副高山帶。有一山茂樅 (*protea*)，及他種植物，見於愛比西林高原 (Abyssinian highlands)。而此種植物，有多數亦見於西部之加默絨 (Kameruns)。遠隔之火山島聖赫倫那 (St.

Helena) 之植物，與非洲之相關連，可於下述諸種植物之存在見之。蓋其中有五十種之本土顯花植物，及二十六種之羊齒。前者之中有四十種爲屬於本土的，十七種屬於本土之植物屬。而羊齒之中，有十種爲該島所特有，且有天竺葵屬 (*pelargonium*) 及 *mesembryanthemum* 之存在。但東印度公司之山羊，及其所輸入之植物，幾將此種本土植物滅盡。天竺葵屬 (*pelargonium*) 亦推廣至於歐洲南部，及小亞細亞。各種之山躑躅 (*erica*)，山梗菜屬 (*lobelia*)，唐菖蒲 (*gladiolus*)，及他屬之植物，其與海岬種類之關係，較其相互間之關係尤爲密切。如 *sibthorpia*, *ulex*, *genista* 等，傳佈至於愛提拉 (Atlas)，哀伯里半島 (Iberian Peninsula) 之西。於是至於不列顛里 (Britany) 及英倫羣島之西。因其易受霜凍之虞，故不能遠離大陸之海島西部海岸之氣候而向東推廣。此種植物按其區域之所在，有各種名稱。如亞摩里堅的 (Armorican)、澳洲的、魯西坦的 (Lusitanian)、愛伯里的 (Iberian)、及大西洋的植物。

與南非洲同樣有關連者，爲上升島 (Ascension) (南緯七度)、崔士潭達空哈 (Tristan d'Acunha) (南緯三十七度)、安門士特日 (Amsterdam) (南緯三十八度) 及聖保羅 (St.

Paul) (南緯三十九度) 稀疏之植物，其中前三者以南非洲之鼠李科的 *phylica* 互相聯結。而後三者以草類之 *spartina arundinaceae carmich* 互相連合。惟上升島與雀士潭達空哈有緯度三十度之相隔，而與聖保羅及安門士特旦兩小岩石，有經度九十度之隔離。

澳大利亞 澳洲北部固屬熱帶的，有夏季雨水，而實際為印度季雨區域之推廣。但在南緯十九度與二十九度之間，有一副熱帶的貿易風的沙漠區域，橫亘於南北之間。在達斯曼利亞一年四季均有雨水，而在維多利亞 (Victoria) 似雷特耳南部 (southern Natal) 之河谷之羊齒溝中，吾人有一溫帶雨森林，有加利屬 (*Eucalypti*) 昆角樹 (*accacias*) 及常綠之山毛櫸屬之 *fagus cunninghamii hook*，其上懸有一種攀緣之草，名為 *tetrarrhena juncea* R. Br. 且尤富於羊齒植物。同世界通有之蕨屬 (*pteris aquilina* L.) 喜水之野苔屬之 *hymenophyllum tunbridgense* Sm. 裏白屬 (*gleichenia*) 及 *davallia* 在一起者，有木本之 *dicksonia antarctica labill* 及八字杉羅屬之 *alsophila australis* R. Br. 澳洲東部東南部及西南都之森林，大都為一空曠之草原式。惟有多數之有加利屬為標準的硬膜葉的，具一幽暗之海綠色。而佔森林中樹

木四分之二，爲特別的高巨喬木（第十圖）。此種森林逐漸變成矮生叢林，有灌木枝條或皂角樹之矮林，有 *protads* 及 *Grevillea*, *hakea* 及 *banksia* 之屬，復有木麻黃 *casuarina*, *epacrids*,



第十圖 澳洲西部之桉樹(*Eucalyptus*)森林由格氏植物地理學講義中選印。

bursera 及其他植物。至於 *xanthorrhoea* 及 *kingia* 則與蘇鐵生於內地草原之邊地（第十一圖）。此種區域在雨季之中則有多數之百合及其他鱗莖，與土生蘭以爲點綴。而此區依次變爲沙草原 (*spinifex desert*) 及最乾燥區域中之鹽沙漠。

澳洲特殊似葉形之皂角樹，有加利的 (*Eucalyptus*) 及加耶布的 (*Melaleuca*)，不見於紐錫蘭及紐加里頓利亞 (*New Caledonia*)，殊爲異事。

在南美洲，在波利維亞 (*Bolivia*) 及阿根廷北部熱帶森林區域之南，及在智利北部之



第十一圖 澳洲西部之草樹 (*Xanthorrhoea*)，蘇鐵，及羊齒，由坎提 (*W. Saville Kent*) 之一照片仿印。

愛達卡馬 (Atacama) 吾人有一與澳洲東部相同之區域。在海洋與海濱山脈之間，有一水分充足之區。而在海濱山脈之其他一邊，則有草原與沙漠之伸展。但此山脈距美洲西岸較距澳洲東岸為近。

在特別熱帶之安丁植物 (andine flora) 中，有半數之屬及五分之四之種，為本土的，而至少有四分之一之種屬於菊科，僅 *baccharis* 一屬，已有二百五十種之代表。restiaceae, mutisiaceae 之代表，可以指示其與非洲有若干遙遠之關連。至於特屬於安丁植物之金蓮花屬 (*tropeolium*) 一屬，可認為足以代表其相親之非洲的天竺葵屬 (*pelargonium* lousaceae) 及 *larrea* 向北推廣至於墨西哥區域。fushia oenothera 及天芥菜屬 (*heliotropium*) 亦為在祕魯或更往北發育良好之植物屬。至於 *calceolaria*, fushia, gunnera 及 *acena* 則推廣至紐錫蘭，屬於 *Protead* 之 *Embothrium* 則推廣至於澳洲。Drinys 至紐錫蘭及達斯曼利亞，而 *Fitzroya* 至達斯曼利亞，*Libocedrus* 之範圍，為由加里福利亞至紐錫蘭及紐加里頓利亞。

智利 在智利之北部及中部，大半之地域為海拔九千至一萬八千英尺。此處為 *escallonia*

之家鄉，而 *calceolaria* 在祕魯之哥底勒拉 (Cordillera) 之東部，頗爲豐富。而在較爲低下之區域，其氣候似地中海，惟乾燥之期較長，則多刺之灌木佔優勢。另有若干熱帶種類之生長，如西番蓮屬 (*passiflora*) *peperomia*, *oncidium* 及 *tillandsia*。

無樹大平原區 智利區域之南，有凡爾底維亞 (Valdivia) 之雨森林，在安地斯山脈之東，吾人有無樹大平原之各種情形。其中包括阿根廷之大部，烏拉圭 (Uruguay)，巴拉圭 (Paraguay) 及伯達哥利亞 (Patagonia)。此區就大體言之，爲一乾旱區域，大雷雨及夜露，爲降水之主要方式。故樹木少有野生者。但在其西北草類不繁盛之處，則深根之灌木植物佔優勢。此種有刺灌木之草原，在土語名爲“chanar”或“espinal”區，其源出於 *gouriea decorticans* Gill. 土名“chanar”爲一種之豆科灌木，及一種皂角樹 (*Prosopis alba* Gris) 土名“espinillo。”至於 *aspidosperma quebracho schlecht* 及各種之仙人掌，亦爲本區所特有。更南在安地斯山之麓，則爲阿根廷之“Las Salinas”。其處之植物，幾完全限於少數木本而多汁之岡羊栖菜科 (*salsolaceae*)。在此之東，爲真正之無樹大平原，爲一標準之草原，如美國中西部之大大草原然。一種適中之雨量，

在全年之分配頗爲平均，而足以使植物生長期間，空氣潮潤。雖不適於樹木，但對於草類，則爲理想的氣候。但輸入之乳薊 *silybum marianum* Gärt 及薊 *cynara cardunculus* L. 則於甚多平方英里地面之上，將草類驅除，而成爲不能穿透之深林。

約在南緯四十度之處，在伯達哥利亞之北邊，其處幾長吹之風來自西北，而爲安地斯山所乾燥。於是草原停止，而草類爲硬而乾之種類，如羽茅屬 (*stipa*) 及米茅屬 (*melica*) 所代表，而西北方面之有刺灌木，乃推廣至於東岸。

在安第斯山之其他一邊，爲南極的森林區域，其雨水爲西北風所攜帶，而支配於全年之各季。且其氣候較歐洲北部或在阿爾卑斯山者爲溫和。故有多數之常綠植物，惟其生長於冬日停頓，在其北方包括齊婁 *chiloe* 之島，其森林含有樟科 (*lauraceae*)，桃金娘科 (*myrtaceae*)，木犀科 (*oleaceae*)，甚至有竹及攀藤植物，不過不如在熱帶者之多耳。在其南在福依基亞 (*Fuegia*) 一年一榮枯之森林中，有常綠之山毛榉屬之 *fagus betuloides mirb*，繼以夏綠之 *F. antarctica* forst (寄生之 *myzodendron* 生長於兩者之上)，而與 *drimys winteri* forst 小葉屬之

berberis ilicifolia forst 及屬於石南科 *ericaceae* 之 *pernettya* 在一起生長。而其地又被以苔蘚及羊齒，如裏白屬之 *gleichenia acutifolia* 及苔蘚屬之 *hymenophyllum pectinatum* gay. 之類。

在提拉德福依哥 (Tierra del Fuego) 一千八百至三千英尺之高處，凡爾底維亞六千五百英尺，及愛康加古亞 (Aconagua) 一萬英尺之處，有此種標準的南極種類之存在。如莓繫屬之 *poa tabellata* hook. fil. 及茅香屬之 *hierochloë redolens* R. Br. 以及 *pernettya, acarena, azorella* 諸屬，足以指示此種植物，或曾被一南極冰州所驅逐，向北及向高處生長。

麥哲倫海峽 (Straits of magellan) 附近之低地，如在當風之福爾克蘭羣島 (Falkland Islands) 則森林讓位於煤土之澤沼。其中有燈心草，毛茛，紅莓苔子草，及莓繫屬之 *poa tabellata* hook. fil. 最後者推廣及於喬基亞南部 (south Georgia)。在福爾克蘭羣島之其他特有種類之中，有 *azorella glebaria* A. gray 一種，作枕墊式之傘形花科植物，巖高蘭屬之 *empetrum rubrum* vahl. 及矮生之 *myrtus nummularia* poir. 同屬於福依基亞植物之南部無樹區域。

者，爲孤立之克爾古倫島 (Kerguelen) (南緯四十九度，東經七十度) 及馬銳央 (Marion) 島 (南緯四十七度，東經四十度) 其互相聯絡之植物，爲奇特的土種的風媒的十字花科之 *Pringlea antiscorbutica* R. Br. (第一圖) 叢生之福依基亞的 (*Azorella Selago hook. fil.*) 及作枕墊式之 *ascena adscendens vahl.* 其分佈之範圍，爲由智利至紐錫蘭、麥克誇里島 (*Macquarie Island*) (南緯五十五度，東經一百七十度) 有一無樹之植物，其貧乏狀況，幾與喬基亞南部者相同。僅有十六種之顯花植物，亦產生 *azorella selago*。惟就大體言之，其植物較近於紐錫蘭之南部，以及阿克蘭羣島 (*Auckland Isles*) (南緯五十度，東經一百七十度) 與堪伯爾島 (*Campbell Island*) (南緯五十度，東經一百七十度) 而藉美麗本土的日光蘭 (*chrysobactron rossii hook. fil.*) 以互相聯絡焉。但此諸島，有若干低山生長之矮生常綠樹木，包括各種之草本威靈仙屬 (*Veronica*) 廣佈的屬於番石榴科之 *metrosideros* 及 *dracophyllum*。其推廣向北，至於紐加里頓利亞，雖有怒號於南緯四十度之永存西北風，及其所產生之南極海流，但吾人難認爲各種植物之散佈，經過此甚多之經度地帶，完全由於今日之普通的或正常的方法也。故就克耳古倫蘭

(Kerguelen Land) 褐炭中所含之樹莖觀之，似足以指示在往昔曾經過一度之溫和氣候。當時植物可由南美洲甚至由南極大陸移徙至紐錫蘭。

紐錫蘭 植物之能如紐錫蘭植物之饒有地理關係上之興趣者，殊少。此羣島爲明晰的大陸島，爲澳亞曲線之一部分，由各種由太古代至於更新期之岩石所造成。其島之南部之一大部分，由太古代之片岩所佔據。而島之北部，有大部分爲近世之浮岩，及其他之火山岩所被蓋。有低下之沙岸，而山脈之高，遠在一約三千英尺之雪線以上。有冰山，有沸泉，故各種之土壤情形，幾全有之。島之長伸，經過十三度之緯度（南緯三十四度至四十七度）。但甚狹，而有一明顯的海島氣候。惟雨量不高，普通又無嚴霜之存在，結果其植物大部爲木本的，及常綠的，中溫的，畏寒的，而喜水的。使吾人追想智利南部之溫暖雨森林。一年生之種類，及具鱗莖之植物甚少，在乾燥地方有一矮林之生長，大抵包括各種之 *Coprosma*，而使吾人追想歐洲南部之深林 *maquis*，而副高山之乾地植物，如草本的威靈仙屬 (*Veronicas*)，及多毛之山錢花 (*Celmisia*)，甚爲奇特。但較爲普通的，甚至在司徒瓦島 (*Stewart Island*) 之極南端，乃爲森林。各種大小不同之羊齒，頗爲豐富，共有一百三十八種。由

木本的桫欏屬 (*Cyathea* 及 *Dicksonia*) 以至嫩小之苔蘚屬 (*Hymenophyllum*) 均有之。而後者亦有二十種，又有甚多之着生植物及攀藤植物，如 *Rubus* 亦甚多，如在智利然。平葉之松柏類 (*Libocedrus*、羅漢松屬 *Podocarpus* 等) 與派普亞 (*Papua*) 之 *Agathis* 大抵屬於北方，山毛櫸屬於南方，但後者在司徒瓦島上則無之。

紐錫蘭植物雖約含有顯花植物一千四百而種之數目不多，但至少有三分之二為屬於本土的，其餘三分之一之中，大多數與澳洲者相同，指示此兩處之植物，有一公共而遠隔之起源。惟其具果上之冠毛者，如 *Olearia* 及 *Senecio*，似可於較為近代之時期中，直接發源於澳洲。在其他方面觀之，則有百分之九十之森林植物，稱為與米蘭西亞 (*Melansia*) 有關連。此種之關係，可於 *Agathis* 一屬及 *Nikau* 之分佈，得一有興趣之表證。後者為棕櫚 (*Rhopalostylis sapida* Wendl. and Drude) 之在極南者。在島北，常生長於 *Kauri* (*Agathis australis* Salisb.) 之遮蔭之下，亦向東推廣，約四百英里，至克塞門羣島 (*Catham Island*)，木本屬於百合科之 *Cordylines*，雖大體為印度、馬來的，在南美洲亦有代表。但紐錫蘭亞麻 (*Phormium tenax* Forst.) 之分佈範圍，僅限於阿克

蘭及克塞門羣島。其屬之另一種，則見於羅浮島 (Norfolk Island)。在紐錫蘭無蘇鐵之存在，可以加重此處植物對於澳洲爲獨立的而無直接關連之觀念。更有興趣者，則爲此處植物與福依基亞有相當之關係。可於 *acaena adscendens* vahl. 及酢漿草屬之 *oxalis magellanica* forst 見之。且在福爾克蘭羣島上，植物之八十四屬中，至少有五十六屬見於紐錫蘭也。但因菊科植物之大發達（有二百二十一種，約佔全體植物七分之一），及 *gunnera*, *fuchsia*, *calceolaria*, 及 *drimys* 諸屬之存在，則此種植物與稱爲有福依基亞之性狀，無寧謂其爲凡爾底維亞的，或南安丁區域的也。此種證據，似與白聖始新期南極橋樑之學說（葉林博士 Dr. Von Jhering 所謂之亞其羅地斯 “Archinotis”）深相符合。其橋樑之伸展，由智利至紐錫蘭、紐加里頓利亞及派普亞，至於副南極的，或福依基亞東部之低地種類，則可於較後之時間，由一鍊之羣島，向東展佈焉。



第四卷 植物環象學或地形學

氣候情形爲植物區域之所大賴者，在前述之三大區域中，大體上固屬一致，但土壤情形，則於甚爲較小之區域內，發生變異。故在植物分佈上，較爲細小，或地形學的研究，則吾人大都依賴此種土壤情形，以爲較小區域之界說。換言之，在產生此種較小區域之植物之因子中，土壤之影響，最爲有效，或爲主要之因子。但同時吾人不應忘記者，則氣候與土壤二種因子，乃連合以產生植物也。故如在不列顛西部，羊齒植物之較爲豐盛，乃由於空氣之溼度，而非因土壤之具任何特性也。

環象學爲產地或環境之研究，及其居留者之適應上所表現之性態，而產地明確的爲加於生物身上之各種外緣勢力之總和也。

在吾人爲廣泛的植物地理學研究之際，吾人時常僅討論在各種區域中，植物種類之存在與否。故一希罕之植物，與一極普通的植物，常爲同等的看待。但對於此種地形學上之研究，吾人寧注

意於個體之多寡。是以盛行或優勝之種類，對於一地之風景上，足以供給一種觀相或面相者，乃有討論之價值。至於希罕之種類，則被忽略焉。故有時植物環象學，亦被稱為植物生態學。但無疑的在此種生態上研究之際，吾人固不能將環境之研究，與植物適應性之研究，完全分開也。各種環境作用之正確的方式，如鹽石灰，或腐植質等項，為生理學家的問題。由各種不同之情形而發生之形式上外面之變遷，為吾人所曾經提及者，對於地理學家頗覺重要，因其能影響於風景之性質也。其實在植物形式之研究，為吾人常稱為適應性者，與植物總括的觀象學之間，並無根本之區別也。

環象的分類 一般關於因產地之不同而鑄成植物環象的形式上或分類上之名詞，殊覺無必要的太多。有多數之此類名詞，曾經論及。但於此處，可作一概論。惟須聲明者，則此諸名詞并不能包括全部之植物，且其相互間之界限，亦難確分也。

水生植物 (Hydrophytes) 可分為小體游動植物 (plankton)，大體游動植物 (planton) 及生根植物 (benthos)。小體游動植物為顯微的植物，大都包括矽藻及綠藻。大體游動植物為較大之植物，包括被子植物，如水龍屬 *Hydrocharis* 之屬。每一小分類，又可再分為淡水的或海水的

植物。例如在生根植物之中，吾人有附着於岩石之藻類之 *neroid* 系統，有如 *zostera* 一類植物，生根於鹽水鬆土中之 *euhalid* 系統，及同樣在淡水中之 *limnaea* 系統，包括車軸藻及荷花等類植物。水生植物（見第二卷第十章）有甚大之活動力，尤以其無性繁殖法為著。

半水生植物 (*helophytes*, *semi-hydrophytes*) 或澤地植物，包括兩個顯著系統，一為蘆葦澤地，一為灌木澤地。前者（第十二圖）之特徵，為高長之單子葉植物，如蘆屬 (*phragmites*)，香蒲屬 (*typha*)，及澤瀉屬 (*alisma*)，常具匍匐之地下莖，強韌之



第十二圖 空曠蘆葦澤地之植物會社莞屬之 *scirpus lacustris* 及 *castalia alba*，由巴里士女士 (Miss. M. Pallis) 之一照片仿印。

莖，但分枝甚少，而葉在頂上。後者包括在北方極普通之赤楊澤地，在美國南部之落葉柏澤地，及在印度馬來區域之 *nipa fructicans* 叢林。

溼地植物 (*hygrophytes*) 爲常綠的，或副常綠的植物，生於溼地之上，而常在潮溼空氣之中，如造成熱帶雨森林之大多數植物然。淺根及葉之有滴頭，爲其特點。而吾人或亦可將遮蔭植物 (*sciophytes*)，歸於其中。遮蔭植物之葉薄，兩面均有氣孔，而表皮上有葉綠素。中等植物 (*mesophytes*) 原用以指植物對於水分之吸取，無專門之組織，而繁殖於既不特溼，又不特乾之處者。〔其中或以草地植物 (*po-ophytes*) 爲最標準的例證。〕但現時乃用以指示較爲喜溼之種類，而多數植物原稱爲中等植物者，今則改稱一年一榮枯之植物 (*topophytes*)。同時甚至於硬膜葉的冬青及金樅，亦稱中等植物。或者吾人之英國橡樹 (*hornbeam*)，榛樹，及在黏土或壤土上之 *hornbeam* 森林，可認爲中等植物的。但此各種之樹木，乃一年一榮枯之植物也。此名詞之鑄成，乃所以指溫帶之大多植物，具薄而脫落之葉。而在一季有急速之蒸發作用，在另一季則有木栓質之樹皮，及厚芽鱗，以抗旱焉。

乾地植物 (xerophytes) 乾地植物爲適於生理上有效水分供給有限之植物，其大多數之熟習結構，如深根厚膜，或樹皮擴大，或作槽狀之莖，革狀或多肉之葉，具少數下陷之氣孔，皆爲各種之適應性，以制止蒸發，或貯藏水分。其所感受之乾旱，或大抵由於氣候，或大抵由於土壤。因前者主要因子之關係，而產生之植物，吾人有硬膜葉的，或革狀直聳葉的，南非洲及澳洲大部之植物，地中海之“Maquis”（叢林），加里福利亞南部之“Chaparral”（矮刺森林），熱帶非洲東部之無樹草原，凡里蘇那之“Ilanos”（草原），巴西之“Campos”（草原），錫蘭內地之乾“Pantanas”（常綠矮林），多數乾暖區域之“Caatinga”（刺森林），及全球上多數之大草原及沙漠區域。沙漠中之土壤，并不一定爲沙土，惟普通含水力頗弱，但在雨量減少至最低限度之處，土壤情形，僅關次要。乾地植物之直接由土壤所造成者，又可分爲乾土壤的，或僅爲生理上乾燥的。岩石植物 (lithophytes) 如藻石耳及蘚苔之類，生長於陡峻光露之岩石面上，預備土壤以供顯花的罅穴植物 (chasmophytes) 如虎耳草，或 *sempervivum* 之生長。而石居植物 (chomophytes) 如景天屬 (*sedum*) 之屬，則於高山石堆及沿海之巨礫床上，均有之。在砂地植物 (psammophytes) 中，吾人

可分爲幾完全光露漂流之白沙丘草 (*marra-m-grass*) 較爲灰色之沙丘之矮柳及海鼠李 (*hipopophaë*) 內地沙丘之常綠矮灌木及世界上較爲甚大部分之松柏類森林。至於 *asplenium ru-tamuraria* L. 之厚羊齒葉, *helianthemum chamaecistus* mill. 之小而似革之葉, 多毛之 *Viburnum lantata* L. 足以指示生長於石灰土壤之植物 (*calcicole*) 爲明確的乾地植物。

能生長於溼地之乾地植物, 可分爲三個顯著環象的小分類。因其土壤對於此種植物, 爲生理上的乾燥也。

此三小類, 一爲澤地乾地植物 (*bog-xerophytes* or *drylophytes*) 大抵生長於酸性腐植質之上, 如水蠟樹屬 *sphagnum*, *myrica-gale* L., *eriphorum*, *calluna* 及捕蟲植物之毛氈苔屬 *drosera* 等。二爲大部之高山植物 (*psychrophytes*) 生長於常冷之土壤中, 其根部對於水分之吸收極感困難。三爲鹽地植物 (*halophytes*) 至於此種植物之特性, 如矮生及叢生之習慣, 常綠似革而多毛之葉, 或作筒狀, 或緊壓或向內捲之葉, 與高山上大而鮮明之花, 以及長深多肉之根部組織, 及在多數鹽生植物面上之海綠色之霜, 均曾論及之。

設土壤中石灰之存在與否，爲一主要因子，則吾人可承認一畏石灰類 (calcifuge class)，包括特出之乾地植物，如帚黍，及一中等植物，如指頂花，以別於前述之喜石灰類 (calcicole class)。除上所述之外，又包括 man-see 及其他土生之蘭草。

植物會社 (plant association) 在研究植物之際，有便利而常明顯之單位，爲植物會社，乃一地方或一羣之植物具一固定之種的成分，而有一固定的產地。其種的成分，或爲一個社會的優勝種，或爲數個特出種。前者稱爲純粹會社，後者稱爲混合會社。



第十三圖 橡樹赤楊之常綠灌木會社，赤楊，梨屬之 (*pyrus aria*)，山毛櫸，常綠灌木，及蕨，由曼罕 (S. Mangham) 之一照片仿印。

故如吾人之常綠灌木叢林中，幾完全包括 *calluna*，可為純粹會社之良例。至於在多數矮林會社之中，常有二三種之植物，為同等的顯著（第十三圖）為求參考之便利起見，植物會社之命名，乃於優勝種之屬名之語幹後，加 *-etum* 之語尾。且將該種之種名，書於其後，用主物格。故如一松林，可名為 *pinetum sylvestris*，一橡林可名為 *quercetum sessiliflorae*。

植物社會 (*plant-societies*) 在一會社之中，一非優勝種之小集羣，其產非由於產地之可見的區別，但明顯的由於該種之好羣居的性狀，如一地下莖之伸展，及由一母本之自行播種者，名為植物社會。故在一 *callunetum* 或常綠矮林，大體包含 *calluna erica* L. 之中，可有若干小塊或社會之 *erica tetralix* L.

植物系統 (*plant-formation*) 在同樣產地上之一羣植會社，實際上為在一區域中寄居同一土壤之各種社會，造成一植物系統。例如在一區域中之沙丘系統中，可有 *cariceta arenariae* 及 *ammophila arundinaceae*。換言之，即其兩個會社之中，或 *carex arenaria* L. 佔優勢，或 *ammophila arundinacea* host. 佔優勢。一植物系統之命名，為用主物格，於主要會社名稱之

後，加以 *ion* 之語尾。設一沙丘，稱爲一 *arenarian*。則一特別沙丘，可爲 *arenarion caricis-arenariae*。世界上同樣系統之總稱，名爲同盟 *federation*。

植物協會 (*Synsids*) 植物之依賴他種植物者，如攀藤植物，着生植物，腐生植物，及寄生植物，雖不能爲優勝種，但於一會社中，可成爲一特色之分子。此種植物社會，可名爲植物協會。

植物帶 (*zonation*) 在一植物系統範圍之內，因在產地內逐處有進步的變遷，常足以造成一特著之植物集羣，或各帶之植物會社。例如追跡一鹽澤之系統，由海邊移向於內地，則將陸續的表現一 *salicornietum herbaceae* | *atriplicetum* | *cahiletum* 及一 *trifictum juncei*，乃爲各種之會社。其中 *salicornia*, *atriplex*, *cahilea*, 及 *trifictum junceum* L. 爲優勝者。同樣的平行的植物帶，可於河邊及塘邊見之 (第十四圖)。在森林樹林及叢生矮林中，吾人可追尋垂直的植物帶，或陸續的植物層。故吾人可有地面層，大都爲有細胞的隱花植物所佔據。在地面兩英寸之間，有田地層，大體包括草類及草本植物。在地面三十六英寸之間，有灌木層，及喬木層。前所述 *endymion*, *pteris* 及 *holcus* 之季節的補充的社會，可認爲一種垂直的植物帶。

熱帶系統 氣候影響之強猛，實足造成特出之變異，以區別三四緯度區域中之植物會社及系統。但在大多數區域中，林地草地沙漠及海岸之代表，均有之。熱帶雨林之中，頗難查出任何一種之特別優勝。而其特徵為吾人所見者，則為種類之繁富。尤以高大常綠樹木為著。有光滑草狀之葉，木本之攀藤植物，及着生植物。在一年一榮枯的季雨森林之範圍以內，則有局部區別之表現。如在雲帶之竹林，印度之礪砂森林 (Sal forest) 其中蘇羅樹 *shorea robusta*，在透水之砂土上佔優勢。及英格森林 (Eng



第十四圖 常綠灌木之會社，為松 (*pinus sylvestris*) 所侵入，常綠灌木及金雀花，眼子菜屬 (*potamogeton*) 及水蘚 (*sphagnum*) 之池，周圍環以燈心草，由曼罕氏之一照片仿印。

forest) 在名 "laterite" 之鐵銹色壤土中，有 *dipterocarpus tuberculatus roxb.* 之繁生。在傾斜海岸之後面，與普通仍稱爲 *ipomoea pes-caprae* 在一起者，可爲玉蘂屬 (*barringtonia*) 之叢林。或特別在潮水之中，有澤地乾地植物的紅樹，具支柱根及氣根。或在舊大陸有 *pipa* 及露兜樹科 *pandanus*，或在較乾燥之海岸有 *spinifex squarrosus L.*

暖溫帶系統 在副熱帶及暖溫帶之中溫植物中，最可注意之系統，爲曾經提及之各種硬膜葉的會社。在波爾多蘭地 (*Lands of Bordeaux*) 之叢林中，*erica* 佔優勝。在西班牙有棒狀之 *retama*，或在 "jarales" 則爲 *cistus*。至於在較高高原之上，則有 "tomillares" 或散塊之 "tomillo" (*typhus*)。在加里福利亞之 "Chapparal" (有刺灌木叢林) 中，*prosopis* 佔優勢。而 *prosopis* 有時在智利之 "espinal" (有刺灌木之草原) 中，佔優勢。至於在澳洲則有 "scrub" (矮叢林) "mallee" (有加利屬 *Eucalyptus*) "Brigalow" (*Acacia harpophylla F. V. M.*) 或其他 "mulga" 之種類，則各在其本土佔優勢。大多數乾地植物之會社，爲空曠的 (open) 或稀疏的。而常綠之橡樹森林，及地中海區域之 *cedrus atlantica manetti* 則爲緊密的 (close)。

冷溫帶系統 植物系統

區域研究之精密，蓋無有過於在較冷溫帶之歐洲及北美洲者。在研究所得有興趣之諸點中，爲石灰及酸性腐植質（第十五圖），對於林地之關係。其中如橡樹赤楊及常綠灌木，則爲缺乏石灰而有酸性腐植質壤土之特徵（第十五圖）。而山毛櫸樹林及短期生長之牧草，則可以識別白堊之砂阜（第十六圖）。



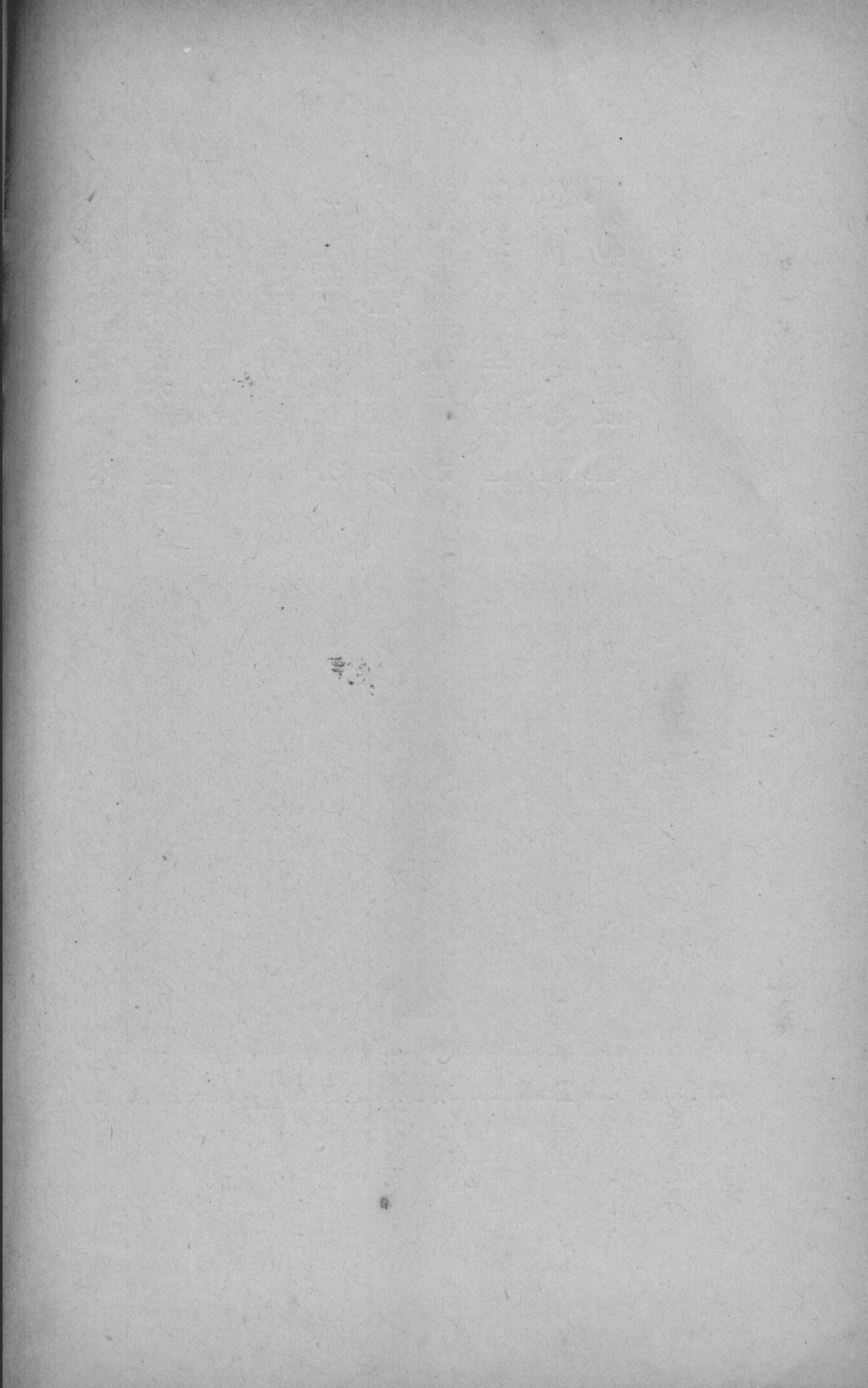
第十五圖 砂質壤土上之乾橡樹林有橡樹及白毛茅屬之 (*helcus mollis*)，由亞當森(R. S. Adamson)之一照片仿印

在寒帶或北極帶，樹木縮小成爲矮生灌木，而主要之系統乃爲隕原之各種。

無論吾人研究大區域植物間之地理的關係，或分析小區域植物最細微地形的細節，吾人均遭逢無量之氣候、地質、土壤、生理、散佈、進化及結構上的變化等等問題。須用苦功以觀察及試驗，而後得解決也。



第十六圖 石灰質土壤上山毛櫸樹林之內部，由曼罕氏之一照片仿印



書史

Bibliography

Baker, J. G. *Elementary Lessons in Botanical Geography*. Lovell Reeve & Co.,
1875. 110pp. 8vo.

Bower, F. O. *The Origin of a Land Flora*. Macmillan & Co., 1905. 727pp. 8vo.

Clements, F. E. *Plant Physiology and Ecology*. A. Constable & Co., 1907. 315
pp. 8vo.

Clements, F. E. *Research Methods in Ecology*. Lincoln, Nebraska, 1905. 334
pp. 8vo.

Darwin, Charles. *The Origin of Species*. John Murray, 6th edition, 1872. 458pp.
8vo.

De Candolle, Alphonse. Géographie Botanique Raisonnée, Paris, 1855. 2vols. 1366pp. 8vo.

Drude, Oscar. Manuel de Géographie Botanique, translated by Dr. G. Poirault. Paris, 1897. 552pp. 8vo.

Engler, A. Versuch einer Entwicklungsgeschichte der Pflanzenwelt. Leipzig, 1879-82. Two parts, 588pp. 8vo.

Engler, A. and Drude, O. Vegetation der Erde. Leipzig, 1896-1911, 13vols. 8vo.

Ernst, Alfred. New Flora of Krakatau, translated by Prof. A. C. Seward. Cambridge, 1909. 74pp. 8vo.

Gadow, Hans. Geographical Distribution of Animals, in Darwin and Modern Science. Cambridge, 1909. pp. 319-336.

Graebner, Paul. Pflanzengeographie. Leipzig, 1909. 163pp. 8vo.

- Graebner, Paul. Lehrbuch der Pflanzengeographie Leipzig, 1910. 303pp. 8vo.
- Green, W. Lowthian. Vestiges of the Molten Globe. London, 1875. Part 1. 8vo.
- Grisebach, A. H. R. La Végétation du Globe, translated by Dr. P. Tchihatcheff
Paris, 1875-8 2vols, 1670pp. 8vo.
- Guppy, H. B. Studies in Seeds and Fruits Williams & Norgate, 1912, 528pp. 8vo.
- Hall, A. D. The Soil. John Murray, 2nd edition. 1908. 311pp. 8vo.
- Hemsley, W. B. Report on Insular Floras. London. 1885. 73pp. 4to.
- Herbertson, A. J. Outlines of Physiography. Edward Arnold, 1901. 2nd edition,
1907. 312pp. 8vo.
- Hooker, Sir J. D. Botany of the Antarctic Voyage. London, 1844-60. 6vols. 4to.
- Hooker, Sir J. D. Origin and Distribution of Arctic Plants. Linnæan Society's
Transactions, vol. XXIII (1860) 97pp. 4to.

Hooker, Sir. J. D. Lecture on Insular Floras. London, 1867. 36pp. 8vo.

Lydekker, R. Zoological Distribution, in Encyclopaedia Britannica, edition XI.

vol. XXVIII.

Moss, C. E. The Fundamental Units of Vegetation. Cambridge, 1910.

Reid, Clement, The Origin of the British Flora. Dulan & Co., London, 1899.
191pp. 8vo.

Reid, Clement. Palaeobotany: Tertiary, in Encyclopaedia, Britannica, edition
XI. vol. XXI.

Schimper, A. F. W. Pflanzengeographie auf Physiologischer Grundlage. Jena,
1898. translated by Prof. W. R. Fisher, as plant Geography upon a physiological
Basis. Oxford, 1903-4. 839pp. 8vo.

Scott, D. H. Studies in Fossil Botany, A. & C. Black, and edition, 1908-9. 676

pp. 8vo.

Scott, D. H. The Palaeontological Record: Plants, in Darwin and Modern Science. Cambridge, 1909. pp. 200-222.

Scott, D. H. Palaeobotany: Palaeozoic, in Encyclopaedia Britannica, edition XI. vol. XXI.

Scott, D. H. The Evolution of Plants. Williams & Norgate, 1911. 256pp. 8vo.

Seward, A. C. Fossil Plants. Cambridge 1898-1910. 2vols 1076pp. 8vo.

Seward, A. C. Palaeobotany: Mesozoic, in Encyclopaedia Britannica edition XI. Vol, XXI.

Seward, A. C. Links with the Past in the Plant world. Cambridge, 1911.

Suess, W. *Urs Atlas* Analtz der Erde. Leipzig, 1885-8. 3vols. translated by Dr. H.

Sollas as the Face of the Earth. Oxford, 1904-8. 3vols. 8vo,

Tansley, A. G. Types of British Vegetation. Cambridge, 1911. 416pp. 8vo.

Thiselton-Dyer Sir W. T. Distribution of Vegetable Life, in Encyclopaedia

Britannica edition IX. vol. VII, 1877. pp. 286-290 4to.

Thiselton-Dyer, Sir W. T. Plants: Distribution, in Encyclopaedia Britannica, edition XI. vol. XXI.

Thiselton-Dyer, Sir W. T. Geographical Distribution of Plants in Darwin and Modern Science. Cambridge, 1909. pp, 298-318.

Wallace, A. R. Island Life. Macmillan & Co, 2nd edition, 1895. 563pp. 8vo.

Wallace, A. R. The World of Life. Chapman & Hall, 1910. 408pp. 8vo.

Ward, R. Dec. Handbook of Climatology. 1903.

Warming, J. E. B. Ecology of Plants Oxford, 1909. edited by P. Croom and

I. B. Balfour. 422pp. 8vo.