

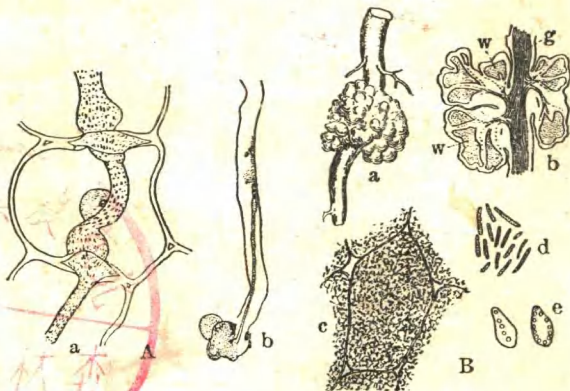
13.72
3.15

自然科學小叢書

養分之攝取與同化物質之利用

大槻虎男著
劉克濟譯

王雲五 周昌壽 主編



商務印書館發行

自然科學小叢書

養分之攝取與同化物質之利用

大槻虎男著
劉克濟譯

王雲五 周昌壽 主編

商務印書館發行

譯者贅言

此書乃日本岩波書店生物學講座中之一冊。原作者大槻虎男現爲日本東京女子高等師範教授。此譯以一九三三年四月十五日所發行者爲底本。譯中植物名詞多據商務印書館之植物學大詞典，化學名詞概本教育部所公布之化學命名原則。然其中多有不得譯名而直書西文者，亦有爲譯者所杜撰者。例如 *Cuscuta chinensis*, Lam. 日名「豆倒」，中文有譯爲「豆寄生」者，譯者嫌其不似植物名，故私譯爲「豆蘂」。又如化學名詞中 *Carbohydrates* 中文譯爲「醣類」，譯者本之，凡多糖類其性質不似糖者，於語尾加一「醣」字，因改譯纖維素 (*cellulose*) 爲「維素醣」，半纖維素 (*Hemicellulose*) 爲「半維素醣」，澱粉 (*Starch*, *Amylum*) 爲「澱粉醣」，糊精 (*Dextrin*) 爲「糊精醣」，*Galactan* 因彼 *galactic* 有乳汁之義，故譯爲「乳質醣」，*Pentosan* 乃 *Pentose* 之多糖類，故譯爲「五碳醣」，*Mannan* 因 *Manna* 而名，*Manna* 產於 *Manna-ash*，乃秦皮之屬，故譯 *Mannan* 爲「秦皮醣」，*Inulin* 初見於 *Inula*，*Inula* 乃木香之屬，故譯 *Inulin* 爲

「木香醣」(Glycogen) 乃動物之澱粉，故譯爲「動物澱粉醣」。蓋欲使讀者見其名而知其類也。又於醣類中除多糖類之外，凡其性質似糖者，特稱之曰糖類，於語尾用「糖」字；醣類中之糖類云者，即指單糖類，二糖類，三糖類，四糖類等而言也。循葡萄糖，蔗糖等之例，譯 Mannose 爲「秦皮糖」，Pentose 爲「五碳糖」，Galactose 爲「乳質糖」，譯爲「乳質糖」者以別於乳糖 (Lactose) 也。此外 Mannit 乃六元醇，故譯爲「秦皮醇」，譯 Quinic acid 爲昆椰酸者，乃譯音也。至若酵素之名稱，西文有變其基質 (Substrate) 之語尾爲 ase 者，例如分解 Amylum 之酵素曰 Amylase，分解脂肪者曰 Lipase 等，因從而譯分解澱粉醣之酵素曰「澱粉酵」，分解脂肪者曰「脂肪酵」，餘此類推。不譯爲「某某酵素」而譯「某某酵」者，爲便於讀寫，故略「素」字。書中所引之西文，英德混用，原著如斯，譯者因之。上述諸點恐致疑誤，故贅之於茲。譯者學淺力薄，錯謬之處或所不免，請讀者明錫教誨，勿哂而置之。

目錄

緒論

第一篇 養分之攝取

第一章 獨立植物之養分攝取

第二章 依附植物之養分攝取

第三章 氣體之攝取

第四章 不可缺及可缺之諸元素

第五章 選擇吸收

第六章 離子之韻顏

第七章 刺戟物質

第八章 石灰植物及嫌石灰植物

目錄

緒論.....一
第一篇 養分之攝取.....七
第一章 獨立植物之養分攝取.....七
第二章 依附植物之養分攝取.....二三
第三章 氣體之攝取.....四一
第四章 不可缺及可缺之諸元素.....四三
第五章 選擇吸收.....五四
第六章 離子之韻顏.....六一
第七章 刺戟物質.....六六
第八章 石灰植物及嫌石灰植物.....七〇

第九章	根之侵蝕作用·····	七五
第十章	遊離氮素之攝取及其同化·····	八一
第二篇	同化物質之利用·····	一〇一
第一章	物質之貯藏·····	一〇一
第二章	貯藏物質之生成·····	一二〇
第三章	酵素·····	一三三
第四章	發芽時貯藏物質之變化·····	一三七
第五章	其他貯藏器官中之物質變化·····	一六二
第六章	休眠時貯藏物質之變化·····	一六五

養分之攝取與同化物質之利用

緒論

生物體內生命現象存焉，是爲生物之特質。然爲維持生命現象計，則不能不需要「能」(Energy)。「能」者乃分解「構成生物體之物質」而生者也。故生命現象無已，則物質之消耗亦將不絕。苟僅有消耗而無增補，則「能」之來源必將消耗淨盡，而此生物亦必將因之而死。故爲生存計，不得不由生物體外攝取物質，以補其體內物質之消耗。加之，方生物發育之初，其體內物質之增加，一般皆與形態之發達相伴而行。故於補足消費物質之外，必多攝取體外之物質而後可。一切植物於發育之始，僅一微細之細胞而已；以此微細之細胞，發育而成完整之植物，其增加之大，可想而知。苟不假定植物有「無中生有」之能力，則不得不承認此種增加乃由於攝取體外之物質而成者。

徵諸實際，植物適正攝取外界之諸種物質焉。

攝取之處，高等植物普通皆限於一定之器官；即攝取「水」與「無機養分」之根，及攝取「碳酐」（二氧化碳 Carbonic anhydride）之葉是也。然在體制簡單之下等植物，則無此等根與葉之分化。僅以一「葉狀體」（Thallus）營一切之生活作用。故物質之攝取，亦由此葉狀體而行。某種海藻之根和葉，乃假根假葉；原非攝取物質之特別器官也。此等問題，郡場教授於「植物之組織及其機能」一書中，已經明述，故不贅敘。

物質之在生物體外者，先入於攝取器官之外側細胞中；當此之時，必先通過該細胞之細胞膜（Cell wall），然後通過原形質膜（Plasmic membrane）。故細胞膜及原形質膜之性質，於吸收上有重大之關係。然細胞膜之構造較粗，易於通過，問題尙爲簡單；唯原形質膜之構造極其精微，故其通過亦頗複雜。坂本教授於「原形質」一書中，關於通過原形質之機作，曾詳論及，於此項亦不多述。

其次，物質之被吸收攝取者，在原形質內，轉化而爲細胞之實質。換而言之，即被同化。當同化之

際，因物質不同，固多少有差，然物質之變性（即化學變化），則必生焉。體內所存之同化物質爲何，依化學分析植物體之結果，其「量」與「質」因植物之種類而異；不能詳述，爲得其簡單之概觀計，僅示二三之分析結果於下（第一表）。吾人依此二三之分析結果，可知參與生理作用者，爲何等物質，因而何等物質必被吸收，其所以爲必需之程度如何，亦將大體可料矣。

第一表

	葉（菲）	塊莖（馬鈴薯）	根（甜菜）	果實（小麥）	原形實體（黏菌）
水	九〇・八	七五・四	八七・七	一三・六	七五・〇
含氮有機物	八・三	二・三	一・一	八・四	二・一
有氮有機物	六・二	二・二	一・四	七・二	二・〇
無氮有機物	二・一	一・九	一・一	一・二	一・四
無機物（灰之成分）	〇・八	〇・九	〇・九	一・八	四・〇

如果實者，因在休眠狀態之下，故水分較少。其餘則大半爲水，水之次爲有機物，無機物則居其最小部分。植物體內如葉與根等，乃生活作用特別旺盛之處，因而物質之轉變亦特別激急，故其數

量實難確定；表中數字，僅示其大體之關係而已。

多量之水，次量之有機物，少量之無機物，此三者之構成材料，依上所述，知植物必以某種形式而攝取之。關於水分之攝取，繆繆教授已有論述（植物與水分），故於此書祇述水以外之物質攝取而已焉（第一篇）。

物質之被攝取者，必被同化於體內；同化之物質，毫無變化，即被利用於呼吸或植物體之構成者有之；蓄於貯藏器官之內，逾休眠期，至發芽之日，而後被利用者亦有之。本書將此「同化物質之利用」與貯藏、發芽相提並論而述焉（第二篇）。

一微小之種子，墮地發芽；一面由地中攝某種物質，一而漸進而為大形之植物體；亦即由未有生命之物質，行而造成生物也。此種現象，人皆訝之；特於文化未開之時，往古之人無不皆然。然關於此事，施行科學之實驗者，其最初之人，蓋比利時之 J. B. Van Helmont (1577-1644) 也。彼以二〇〇磅之乾燥土壤，盛於巨大之器中，灌以雨水，植五磅重之弱柳於其內，使生長焉。僅時時注之以水，而未嘗與以他物。柳漸長，逾五歲，遂得重一六九磅之柳。然後取器中之土壤，復使之乾，計其重

量較初時僅減二溫司（英兩）。彼據此，遂謂此一六九磅許之木材與皮及根等之植物體，乃由水而成者。此說竟為研究之出發點，實驗重重，雖於睡眠朦朧之中，漸知除水之外，尚有硝酸鹽等之無機物亦為植物之所必需。一面因化學進步，植物體之化學組成遂被闡明；知其乾燥物質，乃由於大部分之有機物及小部分之無機物而成者。此等有機物（含碳化合物）及無機物，其組成元素，絕非僅由一水而可造者。其後，謂此等物質乃由土中為根所吸收者，無機物固無問題，即有機物亦為腐植質（Humus）而被根所吸收。此種思想亦曾暫行一時，即 J. J. Bergholius (1839) 等之所謂腐植土說（Humustheorie）是也。然其他方面，T. Sausure, J. Senebier 等以實驗之方法，證明碳酸同化之事實，（註1）化學泰斗之 J. Liebig (1840) 又從而確證之，倡導之；至斯，腐植土說之誤，遂漸為一般所知矣。其結果，如吾人現在之所見，無機物則先成水溶液然後為根所吸收；有機物之原料，乃由葉所吸收之碳酐而成者也。所謂同化生成之高等植物之養分攝取，其大體之輪廓，於此始漸被理解而無謬矣。

高等綠色植物之榮養既已正確理解，同時微生物之榮養亦被闡明。其中綠色之微生物與上

述同。然非綠色植物，特如菌類，之營養方法，則與上述迥異。因其不能同化碳酸，故必將有機物與無機物共同吸收以爲碳源；因綠色植物具有製造有機物之能力，故菌類得間接由綠色植物取其一部之營養。此吾人之所以稱菌類等之非綠色植物爲「依附（營養）植物」（dependent plants; heterotrophe Pflanzen）者也。與此相對，如綠色植物之能同化碳酸者，稱曰「獨立（營養）植物」（independent plants; autotrophe Pflanzen）。

（註一）譯者註：碳酸同化云者，蓋和空中之碳酸同化及水中之碳酸攝取而言歟。植物之少數如藻類等亦於水中攝取碳酸。參看第一篇第三章。

第一篇 養分之攝取

第一章 獨立植物之養分攝取

高等植物一般多生根於土中，而取其必要之養分。土壤中含有種種之無機物，此種種之無機物乃由岩石之風化或生物體之分解而生者也。此等物質何者為根所吸收，何者為根所利用，苟焚燒植物體，取其灰而分析之，則可知矣。今就數種植物將 E. WOLF 氏之分析結果示之如第二表（數字為全灰量之百分率。）

第二表

	K ₂ O	Na ₂ O	CaO	MgO	Fe ₂ O ₃	P ₂ O ₅	SO ₃	SiO ₂	Cl
<i>Ranunculus lanuginosus</i> (陸生)	三·八	〇·七	一四·二	三·八	〇·九	二·七	一四·〇	二·二	一七·七

<i>Vaccinium Myrtillus</i> (同上)	二六・一	一・八	二七・六	三・五	二・九	九・六	五・二	六・六	二・四
<i>Chara foetida</i> (淡水生)	〇・八五	〇・四四	九・五五	〇・九	〇・〇七	〇・五四	〇・四二	一・三三	〇・一六
<i>Nuphar luteum</i> (同上)	五・八	一・九	三・五五	六・五五	〇・三一	九・三三	二・九	一・〇四	六・九
<i>Fucus vesiculosus</i> (海生)	五・三三	二四・五五	九・九	七・六	〇・三三	一・零	二六・六	一・壹	一五・二四
<i>Laminaria digitata</i> (同上)	三三・四〇	二四・〇九	二一・六	七・四四	〇・六二	二・零	三三・六	一・零	一七・三

植物中有含特殊之元素者，然於灰中其量較多，且較為普遍者，則為上表中之九種，即鉀、鈉、鈣、鎂、鐵、硫、磷、矽、氮是也。此諸元素，化為有機或無機之化合物，而存於細胞中；對於生理作用，各有某種之相當關係。然其中有非植物之所必需者，僅為存於根之附近，偶被吸入者耳。此等非必需之元素，與彼缺之則植物不得正常發育之必需元素，其間不能不加以區別。證明此種區別之實驗，則有「水耕法」(Wasserkultur)焉。水耕法者，先播種於濾紙之上，使之發芽，待其根長數寸之時，更浸之於具有一定組成之水溶液中。苟水溶液中含有一切之必需元素，則種子必得其正常之發育而終其一生。苟缺其一，則種子亦必不得其正常之發育，半途夭亡而不得善終焉。Knop氏曾試此法

而得下記之組成水溶液。然氯化鉀一項，雖缺亦無大害。

Knop 氏液

附 Crone 氏液

MgSO_4	〇・二五克	KNO_3	一 克
KH_2PO_4	〇・二五克	CaSO_4	〇・五克
$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$	一・〇〇克	MgSO_4	〇・五克
KCl	〇・一二克	$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$	〇・二五克
FeCl_3	少許	$\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2$	〇・二五克
H_2O	一〇〇〇克		

此液中所含之 Mg , S , Ca , N , P , K , Cl , Fe 等無機物，不得用其元素之自身。蓋元素自身有害於植物體，即無害，至少亦難利用。必用其水溶性之化合物而後可。故爲此目的而造之水溶液，亦因之而有多種，Sacks 氏液 (Sacksche Lösung)，Crone 氏液 (Cronesche Lösung)，Prianischnikow 氏液 (Prianischniowsche Lösung) 等是也。近來美國學者更試作種種之水溶液

焉。W. E. Tottigham 氏將磷酸鉀 (KH_2PO_4)、硝酸鉀 (KNO_3)、硝酸鈣 ($\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$)、硫酸鎂 (MgSO_4) 等四種鹽類，加以種種配合而得八四種之溶液。盡此八四種，皆驗之以小麥而檢其最善者。勿論凡此八四種之液中，皆加以數滴之鐵液（磷酸鐵液）。其結果以 0.00049 mol 硝酸鉀， 0.0131 mol 磷酸鉀， 0.0144 mol 硝酸鈣， 0.0145 mol 硫酸鎂所組成之液為最適宜；比之 Knop 氏液，其乾燥量增加 11% 。J. W. Shive (1915) B. E. Livingston 及 W. E. Tottigham 氏等之所謂「三鹽培養液」(three salt nutrient solution)，幾經實驗，其結果比之 Knop 氏液，增加 $27-61\%$ 時或更多之乾燥量焉。實驗材料為小麥及蕎麥，其所用之溶液如次：

J. W. Shive

0.0144 mol	磷酸鉀	KH_2PO_4
0.00511 mol	硝酸鈣	$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$
0.0100 mol	硫酸鎂	MgSO_4

Livingston and W. E. Pottingham

0.000二六 mol

磷酸鈣

$\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$

0.00二八 mol

硝酸鉀

KNO_3

0.000五〇 mol

硫酸鎂

MgSO_4

於上記之諸液，如鉀源之供給於某一液中爲硝酸鹽，於他一液中則爲磷酸鹽；其他元素亦如斯。要之各元素於水中，解離而爲離子(ion) (如 K^+ , Mg^{++} , ..., PO_4^{--} , NO_3^- , SO_4^{--} , ...) 以供利用，故既已成水溶性，則無論爲何種化合物，其效果則一也。

然因混合之結果，培養液所呈之反應，於根之吸收作用，進而於植物之長養大有影響。Pottingham 及 E. J. Rankin 兩氏(1922)謂小麥之根於 pH4.7 之時其發育已呈貧弱，加以苛性鉀至 pH7.5 之時，則其發育極爲良好。R. W. Hixon 氏(1920)謂於 pH6.0 之時，根之發育最善；於 pH7.7 之時，則小麥全體之發育最善。B. M. Duggar(1920)氏則謂於 pH6.4 之時其全體之發育爲最適宜。總之對於小麥大體以中性爲佳。然因植物之種類不同，故其適當之「氫離子濃度」