

萬有文庫

第二集七種

王雲五主編

農藝化學汎論

後藤格次著

周建侯譯

武漢大學

圖書館藏

商務印書館發行

大館

6
11

萬有文庫

第二集七百種

總編者

王雲五

商務印書館發行



農藝化學汎論

後藤格次著

周建侯譯

自然科學小叢書

譯者弁言

本書爲日本農藝化學界新進之士後藤格次博士所原著，經余隨譯隨改用吾國材料，易以吾人之口氣，已非復本來面目矣。或者不免有喧賓奪主之譏，但原著之骨幹，不過如此，存其精華，去其糟粕，添鹽加味，以適合吾國之讀者，諒亦能邀一部人士所許可也。

何謂農藝化學。此疑問，在不解科學而又習知吾人之祖先無化學知識亦能經營農業至四千年之久者，發之毫不足怪。但號稱習農藝化學者亦往往偏於化學，或拘於農藝，而不解農藝化學之所謂。致使教育當局疑爲與普通化學相同，或認爲可與農藝不分，遂有併合農學院農藝化學系於他學院化學系或逕行取銷之擬議。釋此癆結，或亦吾人之義務乎。

農業之目的，在經濟的栽培植物，飼養動物以增加生產。從自然經濟之見地言，對於人類社會，實有莫大之任務。從國民經濟言，對於一國之產業，又居重要之地位。在達此目的之過程中，有能離開化學者乎。英人巴爾肯赫德 (Birkenhead) 有言曰，百年後之農業，耕作將歸於消滅。動植生產

物，將由化學合成物以代之。果如所預言，則代農學而興起者，唯有化學。農藝化學位置之重要，任務之遠大，又可知矣。

本書之出，意在明農藝化學之地位與任務，但其原著頗有未備，余擬於其前加添生物之起原，農業之發生，農學之成立，農藝化學之發達等五章，庶幾農藝化學如何有益於農業，如何有助於農學始可明瞭。催稿甚急，只好俟諸改版之日。今依後藤氏原定如土壤，肥料，微生物，農產製造，醱酵，纖維，農產物利用，營養，畜產，水產等，凡在農藝化學之領域內者，已略述梗概。關於斯學之重要事項，及將來之發展傾向，亦稍述其一己之主張。余又易之以警提我國人，似欲學農藝化學者可藉此入門，已習農藝化學者可閱此備忘，不習農藝化學者讀此亦可了解斯學對於人類社會及一國產業有重大任務，不至別生疑慮也。

本書文字，確實匆忙下筆，諸多未妥，尚乞讀者原諒。

民國二十七年一月周建侯識

目次

第一章	緒論	一
第二章	土壤	一一
第三章	肥料	三二
第四章	土壤微生物	五四
第五章	農產製造	七七
第六章	醱酵	九四
第七章	纖維	一一七
第八章	利用價值之增進	一三〇
第九章	營養	一四二
第十章	家畜飼養及畜產製造	一七〇

第十一章	水產	一八〇
第十二章	基礎研究及結論	一八三

農藝化學汎論

第一章 緒論

農業始於人類遊牧時代之末期，其歷史甚久，然學理的農業之經營，尚不過百餘年間事。蓋因學理的農業，完全為農藝化學之賜，而農藝化學之歷史僅如是歲月故也。

一切產業之中農業之地位特殊，以其為真正產業也。他如工業不過使物質變更形質而成為吾人生活上必要之物，非能直接生產其物。雖近來哈巴爾(Haber)式淡氣固定工業，將空中無限存在之淡氣作成礮精，近於直接生產，但所生產之礮精，在目前尚不能認為人生直接必要之物。分解海中無限存在之水以為輕氣養氣者，其情形亦復相似。又如鑛業亦止於發掘地中埋藏之財貨。埋藏之資源盡，其發掘即隨之而盡。唯以比較的廣為分布之氧化礮土(Alumina)製出金屬鋁，稍可稱為生產的事業而已。農業則不然，驅遣家畜，利用植物，以生產人生所必要之衣食住材料，無

不如意。實爲吾人生活之根本大業，古稱農爲立國之本，置諸工商之上者良有以也。

農業之所以爲真正生產業者，以斯業所驅使之植物能利用太陽之光熱也。夫地球上存在之物質，其量不變，而其熱能 (Energy) 之量，則時時刻刻，變化不已。當地球之自灼熱時代次第放熱於空間而失其熱能也，植物已不斷受太陽光線之熱能以變爲化學的熱能而將地球上生命之平衡，努力向有利方面導引。在此努力之間，動物始萌芽，人類則從動物之間出者。人類發現之歷史，不過近在五萬年乃至二十五萬年前。植物之活動，則遠自四千萬年乃至一億六千萬年前也。今日人類之文明文化，洵燦爛矣，但一想像當初如無植物之努力，則萬事皆空，成何景象。地球尚不過如今日之荒涼月世界，焉有所謂人類。又焉有所謂文明文化。世人但知人類爲造成今日光明世界之功勞者，不知植物捕捉宇宙熱能 (Cosmic energy) 於地球上而使地球熱能增加，地球始不至成爲荒涼世界，其功真不可沒。植物之利用太陽光熱，強求之於工業方面，惟水力電氣，可云稍稍類似。因水力電氣，在現代工業界中，有支持動力之功。不過與支持全人類全動物之植物相比較，則失其偉大而渺乎小矣。農業者利用此植物以維持人類生活之產業也，其價值之偉大，又何待言哉。

太陽之光熱量甚大，而植物對於太陽光熱之利用率，則甚小，據查尼香 (Cianician) 氏一八五七——一九二二年之計算，熱帶地方一日之日射時間作爲六時間，其每一方公里之平面，所受太陽之熱能與一日完全燃燒一千噸煤炭所得之熱量相等。沙哈拉沙漠一日所受之太陽熱能等於十六億噸煤炭燃燒生成之熱量。在此莫大太陽熱能之中，植物不過吸收一小部分，通常爲百分之一乃至百分之二分五，但植物吸收此小部分之熱能而一年間生成之植物總量，如燃燒之，可得與一百八十億噸煤炭完全燃燒後生成之熱量相等之熱量云。

植物利用來於地表之太陽熱能固甚少矣。而以其利用者，直接供人類之用，更不過一小部分。以百分之一視之可也。如植物能將太陽之光熱全部利用，似地球必較現今程度更加寒冷。惟其因植物對太陽光熱之利用率少，是以農業能進出於光熱量大之熱帶。自十九世紀末葉以至二十世紀初期歐洲諸國競相獲取熱帶地方之領土者其原因亦在此。昔德皇威廉第二有言曰，「德意志之將來發展在於海。」但海之彼岸而無草木鳥獸滋生繁茂之熱帶，其海亦將歸於無用。不幸歐戰之結果，德意志竟將海外殖民地全數放棄。此爲德國最大之苦痛。數年前德意志曾將其舊領東斐

洲流行之睡眠病治療劑（拜耳二零五）合成，當時主張謂此種熱帶病之征服者，應有要求返還熱帶殖民地之資格。而聯合國方面對此主張未能輕輕承允者，其認熱帶地經營極為重要之心，昭然若揭矣。

不獨食料品問題已也，此外尚有燃料問題。地球上之所有行動，皆向熱能之消費方向，亦即熱量（Entropy）之增加方向，為吾人所早知者。消費熱能之最大者為工業，其煙突林立，足以表示工業之隆盛者，亦即表示熱能消費之劇烈。凡埋藏於地球內之煤油煤炭，如照現今之比率開採，不數百年即當竭絕。彼時水力風力潮力之利用，固應較今日發達，得以彌補幾分，然謂能全補現今煤炭煤油之缺乏，則屬不可。據阿爾烈紐斯（Svante Arrhenius）氏之計算，謂今之地球溫度，較因太陽輻射之加溫與因自己放熱之冷卻，相差之溫度，尤能維持攝氏三十度之高溫者，全因大氣中存有在萬分之三之二氧化碳氣，吸收赤外線而不令其放散於宇宙之中，吾人縱將現存地中之煤炭煤油燃燒罄盡，而因此燃燒以生產之二氧化碳氣，除被海水吸收及分解岩石所消耗者外，尚優足以數倍大氣中之二氧化碳氣含量。彼時地球之平均溫度，當更高於今之溫度數度，而同時植物亦

應比現今多數倍之成長。吾人之棲居地球，反較今日爲愉快云。阿爾烈紐斯氏之言，乃認定爲現今煤油煤炭泉源之太古茂盛植生，不僅使地球溫度增高，且使大氣中猶存有未被分解爲養氣與炭素之二氧化碳氣。凡爲此等植物所分解固定之二氧化碳氣，使大氣中之含量減下至一萬分之三，而現出今之平衡狀態者，吾人尙可再將此等植物燒盡而增高大氣中之二氧化碳氣含量。二氧化碳氣實循環無盡者也。

自阿爾烈紐斯氏之宇宙發展論 (Das Werden der Welten) 給吾人以此種樂觀說後，二十年間原子物理學非常進步。而阿氏研求太陽之偉大輻射原因謂其源在錒 (Radium) 者，在今日亦得單以原子遷移之理而說明之矣。愛丁頓 (Eddington) 氏亦有計算之言曰，若吾人能使氫原子製成氦，則自水一克所含之氫當得二十萬基羅瓦特時之熱能。而太陽今日之輻射欲維持十億年，只須其中存在之氫，有百分之十能變化爲氦即足。但阿斯頓 (Aston) 氏曰，吾人若能如愛丁頓氏之說，將其熱之給源實現於今之地球，其結果至爲可慮。以如此原子之破壞，其力必及於周圍之物體，地球難保不被破壞，而化爲一個新太陽。但阿斯頓氏此種憂慮，實亦杞人憂天之類。

謂愛丁頓氏之原子利用法爲必不可得實現，未免過於武斷。譬之硝化甘油爆炸藥 (Dynamite) 之爆發力，使野蠻人觀之鮮有不疑吾人如何能制馭此種危險物者。而實際上今日之製造此爆炸藥，只在注意力如何之問題。以此推之，則愛丁頓氏之原子新利用法，如有實現之理，其實現之事實亦當不遠。因人類之出現於地球上，迄今不過二十萬年，文明之曙光出現後不過一萬年，現代科學之發達，僅僅百年，智人之夢，必不俟多年而始實現者也。

總之，在今日逐漸進展之化學合成法尙未能從水與碳氮生產較今尤廉之吾人必要食物以前，並且今日汲汲鑽研原子秘奧之物理學，尙未能破壞原子而供給吾人以新熱能以前，所有地球上之動物，仍由利用太陽光熱之植物而維持其生命。全人類之生活，仍爲農業所維持也。

農業全立於植物之上，而植物又常立於土地之上。因之爲生產業之農業，遂有不與他業相同之特質。易曰，百穀草木麗乎土，無土地卽無農業。但土地有限，吾人不能任意增加，非如工業之增設機械，添加勞工，而可使生產倍增者。農業又不僅不能增加其土地。卽在一定面積之土地上增加勞工，亦不能使其生產物隨應倍收。一方又如馬爾薩斯 (Malthus) 所說世界人口，以最大比率增

加，以吾人有限地表之生產，豈能供給衣食於此無限增加之人口。爲解決此無限人口之衣食問題，遂有農業科學之興起。此農學所以有發達之必要也。

植物既爲變太陽光熱之物理的熱能而爲其身體器官及貯藏物質之化學的熱能之一化學實驗室，而以植物爲基礎之農業，應概爲化學的事業，已屬瞭然。單以春種夏耘秋收冬藏爲滿足之太古時代，則未知此。至於今日，凡經營農業者，不知植物爲何種成分所構成，不知植物如何而生長，實不足以言合理的經營。稱農業爲化學的職業，亦信非過言也。不過執鋤把犁者不必化學家，猶之架橋安柱者不必數學家。農藝化學之所以蔚然起於現代，而且凌駕其農學本身之上者，自農業之本質上觀察，已覺當然，不足怪矣。

然則農藝化學究爲何種學，是吾人所應知者。夫農業之真正意義爲生產的，前已言之。此生產的農業之中，於狹義之農業外，尚有林業畜產業水產業，對於以土水爲根基之一點，與農業有共通之素質。故廣義之農業，實包括此三事業。農藝化學亦不能外此三業之化學的方面也。於此而下一農藝化學定義，應爲以動植物生物化學爲基礎而研究其植物生產之土壤肥料動物生產之家畜飼

養水產，並動植生產物之變形利用之學。簡言之，以動植物生化學為基礎而化學的研究動植物之生產及生產物之變形利用者也。故其廣義之範圍，林產化學畜產化學水產化學亦包括其中。

為記述農藝化學之一般概念，而先為次之分類，吾人以為最便。

1. 生產學 (Produktionslehre)

a. 土壤學

b. 肥料學

c. 土壤微生物學

2. 變形學 (Umwandlungslehre)

a. 農產製造學

b. 醱酵學

c. 纖維化學

d. 利用價值增進論

3. 利用學 (Ausnutzungslehre)

- a. 營養學及食品學
- b. 家畜飼養學及畜產製造學
- c. 水產學
- d. 林產學

4. 基礎研究 (動植物體成分之研究)

- a. 動物生化學 (Biochemie)
- b. 植物生化學 (Biochemie der Pflanzen)

此不過謂關於農業之農藝化學方面，應有此記述範圍而已。至於農學本身之記述，全未記入。如支配農業之物理的要素，所謂農藝物理學部分之土地耕作排水灌溉氣象等之土木的方面，害蟲病菌之驅除等動植物學的方面，即所謂農用生物學方面，或更較重要之農業根本問題如作物改良方面等等，既非本著之任務，亦無列記之餘地。但此處有不能不一言者，農業科學研究之目的，

在增加生產，而生產之增加，不僅關係一方。如無農藝物理學農業生物學各方之共同努力，吾人縱從農藝化學方面以研究如何營養，如何施肥，則作物之大小長短有一定限制，不能超過限制而無限生長，一定土地面積，有一定量之生產，極難得一定收穫以上之收穫。我國土地之待墾耕者甚多，其已經成爲耕地而須整理者亦比比皆是。故農業土木方面之努力，亦爲重要。他如病蟲害之驅除，自昔講農事者認爲要政，迄今尙未能盡採科學方法，講求驅除撲滅之道。至於作物之改良，如稻之一莖多分，至微也，麥之一穗多實，至細也，全國統計之，則大矣。此最關農產物之增收而各國農學者競從遺傳育種方面研究者，在我國猶未講及，更覺痛心。一般主持農政者，則又以爲吾國數千年以農立國，其有經驗之農夫，已足以耕作而無待他求，此全屬近視眼者之見，如將中國農業與他農學發達國之農業一比較，此種錯謬見解，立即渙然。金（King）氏之言曰，東方人之農法，不知尙能保持幾世紀。嗚呼！何感慨之深耶。

第二章 土壤

地球表面三分之二爲海，其陸地不過三分之一，陸地之中又非全部爲土。瑞士之國民，每歎其國土之過半爲阿爾浦斯山之雪與岩所掩蔽，而得耕之土地過少。沙哈拉之沙漠，一望無際，而無一草一木映於吾人之目。岩石之上，雖偶因龜裂而有松柏之根侵入，然究不能生五穀。無土不成農。而有土亦未必盡能農，農業所要之土地，非一般之所謂土地也，乃耕土也。世之羨慕鄉村生活者，每謂農家得親土香，鄙棄農夫者又謂有泥臭。香也，臭也，皆關乎泥土之成分。普通土中之無機物，無所謂臭香，其發氣味而至使愛者謂之香，惡者謂之臭者，多緣於壤土及腐植土中存在之有機物質。此氣味之大者，生產高而農家富。故氣味如何之耕土，應爲吾人所注意研究者也。

對於農業之土壤作用，有物理的及化學的之分，固不俟言。物理的作用云者，支持植物於地表，並於植物之根作通風通水保水之工作是也。化學的作用，爲供給植物根以養分而使其發育成長。故從農業方面以研究土壤，應分物理的方面及化學的方面也。

土壤之物理的方面研究，謂之土壤物理學。先自土粒之大小起。夫土壤之生成，由於岩石之風化。此風化之原因有二，一為基於寒暑燥濕之差而起之物理的變化，一為由於碳酸養氣鹽類等而起之化學的變化。一旦有植物生長其中，從植物根分泌之有機酸，又得溶解岩石之一部而使之崩壞，漸次化為微細而成土壤。此種由岩石風化而為土壤之遷移狀況，在較易崩壞之岩石，如為石英、雲母、長石三種不同礦物之結晶所構成之花崗石中，最容易目擊。石英變而為砂，長石雲母變而為粘土。此等砂與粘土，為流水所集聚而成沖積土、洪積土。今日猶能於河川河床沉濫之際，見此種土壤之生成也。

岩石風化之外，尚有因火山噴火而生成之土壤，謂之火山灰土。在富於火山之國內有之。日本之土壤，主為火山灰土。九州關東東北北海道之主要部為此，固不待言，而東京附近即有廣大之富士火山灰土，熊本附近又有阿蘇火山土。此種火山灰土，其物理的性質及化學的性質皆不良者為多也。

農業上所用之土，於砂土粘土之外，尚要腐植土。此乃因植物之腐敗分解而成者也。凡如蘚苔

類等下等原始的植物，因其需要養分甚少，在原始的土壤之上生活，固得以充分保持其生命。至於農作物則經人力淘汰變化，已為極度之培養植物，非有多量之肥料及良好之地味，不克生活者。故為農作物而研究農業上之土壤，應以砂粘土腐植質三種為目標，而研究其物理的性質也。

土壤中混存之石礫，得以機械的除去，應別為問題，而石礫之外，土粒之細者，直徑二公釐以下之細粒稱為細土。細土中之砂，直徑二至 0.2 公釐者稱為粗砂， 0.2 至 0.075 公釐者稱為細砂， 0.075 至 0.0075 公釐者稱為微砂，至於直徑 0.0075 公釐以下之粒，則作為粘土也。亦有統括細砂微砂粘土而稱細土者。

此等土粒之分析，普通以流水篩分之。最近盛行之器械，為柯拍斯基 (Копецкий) 氏之淘汰器，日本所用有麻生及關氏之改良物。其構造，為大小二箇玻璃圓筒所成。放供分析之土壤於小圓筒內，以一定速度之流水從小圓筒將微砂與粘土移入大圓筒，更從大圓筒將粘土流出，而僅使微砂殘存。至於小圓筒中之粗砂與細砂因得以機械的篩分，則篩後計算之。如是分析後，隨粘土之含量百分率，而分土壤之種類如下。

粘土含量 %	土性
<p>一二·五 以下 二五·〇 止 三七·五 止 五〇·〇 止 五〇·〇 以上</p>	<p>砂 砂 土 質 質 土 壤 壤 土 埴 埴 土 質 質 土 壤 壤 土</p>

淘汰分析中，腐植土以粘土之一部而隨水流失，不能決定其多少。以其為有機性物之故，別為定量。其含量在百分之二十以上者特稱為腐植土。定量腐植質之方法，在昔將土壤灼熱，從其灼熱消失量中計算。今用鉻酸溶液將土壤氧化，求得其二氧化碳之量，而以 $O \cdot 2$ 乘之為腐植質量。

因大小各種之粒而成之土壤，其物理性之表現中，最重大者無如含水量與容氣量。植物之生育中，水最為重要，此盡人皆知者。而同時又須有空氣供給其根。故除水生植物如稻之外，凡栽培作物之土壤，濕度非適度不可，過溼不可不避也。土壤之保水能力，以能容水之分量稱之為容水量，砂

土之容水量小，腐植土之容水量大。其測定用高十公分之圓筒，盛風乾土於筒內，筒底置以篩板，而浸於水中，至水達篩板上，一公分處爲止，二十四時間後，去水放置一時間，稱其含水之增加量，更從此秤量中計算其百分率。以容量百分率表之者，石英砂之百分之三十八最小，腐植土之百分之六十。反之而過於乾燥之地方，則混粘土腐植土於砂土中，又可使容水量增加。凡過於粘性之耕地，以大規模之砂客土法行之而獲大效果者其例多也。

雖然，土壤內之水分問題，決不如外表所見之簡單。因水分之中，有能爲植物利用之部分及不能利用之部分，且植物之自土壤中吸收養分，僅限於水分中溶解之物，故土壤溶液問題，實爲重大研究之對象也。

土壤中所存在之水，大體爲四種所成。化合水吸着水毛管水地下水是也。四種之中能爲植物所利用者，僅毛管水之一部與地下水，至於化合水與吸着水非植物所能利用者也。

吸著水云者，百度之溫度可蒸發而日蔭之氣溫不能蒸發之水也。多數之泥炭土及火山灰土

中含有此種水百分之三十左右。此種水之吸著於土壤，其吸著力六千乃至二萬五千氣壓云，反抗植物根之吸收力者也。

毛管水又有分爲薄膜水與毛管水二種者。薄膜水爲在土壤細粒之表面形成薄膜，不受重力之支配者，毛管水則爲填充土壤細粒空隙之水，兩者俱爲植物所能利用。及其缺乏也，又自地下水上昇而補之。

化合水毛管水與遊離水之測法，普通用波卡斯 (Bouyoucos) 氏法，乃利用水結冰時膨脹容積（ $0 \cdot 0 \cdot 0907$ ，約等於 $0 \cdot 1$ ）之理者，即秤取二十五克土壤於容五十立方公分之比重瓶內，其空間以煤油揮發油 (Ligroin) 填充。附以可讀取此煤油揮發油上昇之刻度管（能讀百分之一立方公分），以種種之結冰溫度，凍結測之。

1 在零下一度半結冰者遊離水

2 在零下四·〇五度結冰者

毛管水（減去遊離水）

3 在零下七十八度結冰者

4 在零下七十八度尚不結冰者化合水

遊離水與毛管水，始於植物有效，砂土及砂質壤土中遊離水占百分之九十五，化合水占百分之五，至於植質壤土及腐植質壤土中之水分，大部分為化合水，此應注意者也。

採集土壤中之水，即採集土壤溶液，使用置換法，最為便利。其法用徑二至三英寸高七至十二英寸底有出口之圓筒，務將土壤一樣填充於筒內，而於其土壤表面二至三英寸處加置換液，經數時間乃至數日之後，即有土壤溶液滴下。最適當之置換液為木精或酒精，通常採集土壤水分中之百分之二十至百分之三十時，可毫不含置換液云。

土壤溶液中之成分，為土壤之性質及施肥所左右。其溶液濃度大體作為萬分之七乃至萬分之十三，最小萬分之二·六最大萬分之二十，其極限也。其中淡氣分之含量，變化極大，磷酸 (P_2O_5) 百萬分之三至十五，鉀 (K_2O) 百萬分之二至一百二十五。在不施肥之土壤中，植物之所能從土壤之稀薄溶液中吸取養分以成長者，不過如斯而已。至於不施肥時，其溶液可因土壤成分之再溶解而補充，施肥時可更加濃厚，皆不俟言者也。

土壤溶液之比較的稀薄，於土壤成分之不爲雨水所流洗上，頗大有效者。換言之，土壤成分不爲雨水所洗失，由於土壤溶液比較的稀薄也。

關係土壤含水量及土壤溶液而爲此處所應論述者，爲土壤之吸收能力。土壤溶液卽如是稀薄，而施於土壤中之大部分肥料，不存於溶液中而爲土壤所吸收存在者，至爲明顯。故土壤吸收力之大小，於施肥效率之大小，極有關係者。吾國多水田，最易溶解之肥料如智利硝石施之於水田中，往往不能吸收，而爲流水所洗去，不免受肥料經濟上之損失，此農學者應注意者也。且此種事實，卽從土壤之立場上論，亦甚重要。

測土壤之吸收率，取細土五十克於三角瓶中，加十分之一規定氯化銦液二百立方公分 ($N = 0.280\%$) 及十分之一規定磷酸鈉液一百立方公分 ($P_2O_5 = 0.474\%$) 而振盪之，四十八時間靜置後，取其上澄液之一部以定量其氮 (N) 與磷酸 (P_2O_5)，細土百克所能吸收之淡氣及磷酸量可計算之也。能將所給與之淡氣及磷酸吸取半分以上者，謂之吸收力大之土壤。火山灰土及腐植質土，吸收磷酸之能力強，沖積性砂質土則弱也。

此吸收亦有許多種類，所給與之鹽類完全以原狀被吸收者謂之全鹽吸收，所給與之鹽類溶液中其鹽基被吸收於土壤膠質中，同時土壤膠質中所吸着保持之鹽基又復當量的出於鹽類溶液中，過於吸收鹽基時土壤溶液變成酸性，過於吸收酸時土壤溶液變成鹼性者謂之選擇吸收，限於磷酸所起之吸收現象，即可溶性磷酸一鈣變為磷酸二鈣磷酸三鈣而沈澱時，謂之外觀吸收，所給與之鹽類溶液中其磷酸與土壤中之碳酸鈣或碳酸鎂相直接化合而為難溶性磷酸鹽，幾與膠質之機能無關係者謂之化合吸收。

一般言之，鹽基中最易吸收者為加里與礆精，次為石灰與苦土。最難吸收者為曹達。酸基中最易吸收者為磷酸碳酸，而硫酸鹽酸硝酸則依次難吸收也。大體言之，凡植物所最必要者，土壤吸收亦易，此為一最有趣事也。

植物自如是稀薄之土壤溶液中吸收營養分，勢非從根吸上多量水分不可。換言之，植物從葉面揮散之水分，常有莫大分量。因之植物所利用之太陽光熱中，有百分之五十為此揮散水分所使用。夏期竹林之中，此種由根壓而來之水，往往不能蒸發而點點滴下，使人有疑為降雨者。據莫利希

(Hans Molisch) 氏之觀測，謂夏威夷 (Hawaii) 地方之芋類，因此種根壓而來於葉面之水，每見其於夜間，從葉面噴射達數公分之高，儼有植物自然噴水之觀。但此起根壓之原因，諸說紛紜，尙未明瞭。惟植物從葉面蒸散之水量，已有諸多測定，大約每對於乾物一克之生產，須蒸發二百至五百克之水分。此當然亦因作物之種類氣候上之關係土壤之性質等而有異者，稻之試驗，統計如次。

地 方	稻一株之蒸發水量(公升)	稻一株之全收量(克)	對於一克生產之蒸發量(克)
日本東京(早稻)	三三	一一五	二九〇
同 中稻)	三〇	一一八	二五四
同 晚稻)	四四	一五四	二八四
日本畿內(中稻)	三〇	一三〇	二三一

今取最後之數字，將水稻全部收穫僅認爲藁草所成計算，其灰分含量，亦僅平均七%，而全收量百三十克中之灰分，約相當十克故欲從三十公升之蒸發水中收得十克之灰分者，其灰分之濃度有一萬分之三即足。至於米粒中含灰分量更少，且土壤溶液中之灰分又與燃燒生產物時之灰

分，形不一致，故此種計算，雖大有伸縮，然大體總應首肯也。

植生上所能利用之土壤水分，僅爲遊離水與毛管水之一部，前已言之。欲檢定此利用程度，則將植物於種種土壤中，於其萎凋開始時定量其土壤中之水分。稱此開始萎凋時之水分量，爲萎凋係數。據種種之研究，萎凋係數約吸着係數之一倍半。卽土壤中之水分含量，僅有吸着水之一倍半時，植物卽開始萎凋也。

由上所述，知土壤之有效水分中，尙有不能爲植物所利用之部分。然水分而有過臍量存於土壤中時，亦反有害植生。一般言之，耕土而含水量達其容水量之六十至八十%者最於耕作物有益也。

至於植物所能利用之日光，更極微小。據阿波圖 (Abbot) 氏在威爾遜山之觀測，與太陽成直角之地平面上落下之光熱，每分間一平方公分爲一·九五克卡 (gm. cal.)，其最正確之數恐爲一·九三克卡。此數稱爲太陽恆數 (Solar constant)。但降於葉上之太陽光熱，其運命則如次述。

傳熱或反射

再 輻 射

水之蒸散用

合 成 作 用

用於合成作用之一%太陽光熱，爲植物所消費者，有如下表。

呼 吸 作 用

根

葉 莖

收 穫 物

三三

三〇%

一九%

五〇%

一%

一〇〇%

二〇%

一二%

四四%

二四%

一〇〇%

是用以成就吾人食料之太陽輻射熱能不過〇・二四%而已。

但據蒲塔爾 (Puter) 氏之觀測, 此數稍大, 謂植物能利用太陽光熱平均在二·五%云。

作物	太陽平均輻射 (每一平方公尺)	最高收穫時 (每一平方公尺)	太陽輻射利用率	算入呼吸作用後
夏小麥	二二一五〇〇	六二七〇	二·八三	三·二六
夏黑麥	二〇九〇〇〇	四六七〇	二·二五	二·六〇
夏大麥 (二列種 四列種)	一九五〇〇〇	四三七五	二·二五	二·六〇
燕麥	一一八〇〇〇	三六〇二	二·三四	二·六八
洋芋	一五〇〇〇〇	六五三〇	二·六二	三·〇二
糖蘿蔔	三〇〇〇〇〇	五五〇〇	一·八四	二·一二

(此表見 Spoehr 著 Photosynthesis 書三十五—六頁)

由此表觀之, 各作物之利用太陽光熱, 可云無大差也。

土壤之化學的研究, 應分化學的組成與化學的反應。土壤之化學的組成, 主為水分, 灰分, 腐植

質分，氮素分。水分之定量，已於土壤溶液處述之。腐植質之定量，亦已一言，茲就土壤灰分即無機成分一言可也。溶解土壤無機成分，可使用強鹽酸，硫酸，氟化氫等，普通則用強鹽酸溶解，就其溶解部分定量之也。茲舉一二例以明之。

	北平三貝子花園試驗場表土	瀋陽表土	杭縣表土
水分	五·六五八%	三·〇三%	二·一七〇%
灼熱損失物	一九·二一八%	四·三三%	三·三九四%
腐植質	七·六四〇%	二·四四%	—
淡氣	〇·五六三%	—	〇·一五一%
化合水	—	—	—
不溶解殘物	—	五七·三七%	八〇·二二七%
強鹽酸溶解成分	三貝子花園表土(%)	瀋陽表土(%)	杭縣表土(%)
SiO ₂	七·八九九	二〇·七五	七·八一七

Al ₂ O ₃	五·七七六	三·六五	一·七一二
Fe O ₃ }	四·三四一	六·三五	一·二〇〇
FeO }			〇·八九四
Mn ₂ O ₄	—	—	〇·三七〇
CaO	〇·八八五	一·一九	〇·三六二
Na ₂ O	〇·一〇一	〇·五八	〇·一一二
K O	〇·二四九	〇·五八	〇·〇七八
P ₂ O	〇·二三一	〇·七〇	〇·三六二
SO ₃	〇·〇二八	〇·八〇	〇·〇四二
MgO	〇·三一四	—	〇·三七〇
Cl	—	〇·〇〇八	—
CO ₂	—	—	—
合計	一九·八二四	三四·六〇八	一三·三三九

凡強鹽酸所不能溶解者，以硫酸處理之，硫酸所不能溶解者以氟化氫處理之。其定量方法如是，但此等成分之以種種鹽類存於土壤中者植物僅恃其根之分泌溶液，其液之酸性甚弱，非如強鹽酸硫酸氟化氫等之強烈。故測植物對於此等成分之利用率，非用如檸檬酸之弱酸浸出決定不可也。實際上鹽酸亦可，將前記土壤溶液極其稀薄一點注意，自當明瞭。又水能溶一切物之言，用之於土壤，亦屬真理，不過溶解時間有遲速而已。

觀前列分析結果表，似凡得用作耕地之土壤中，俱含有相當量之諸無機成分，且淡氣亦藉土壤細菌之力由空中多量補給，而農業上不施肥料亦無不可之疑問，於以發生。對此疑問，而徵以諸種分析統計，吾人不能不承認其所問者為有理。例如

土 壤	10% 熱鹽酸可溶成分			
	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
三貝子花園(風土乾)	〇·二二%	〇·二五%	〇·八八%	〇·三一%
深一尺每畝之含量(兩)	二〇·四三七	八·九三九	三二·一二五	一一·三九八
	全 淡 氣			
	〇·五六%			

雖百數十年猶得以所含諸成分，供給作物以營養成長，不過無肥料不能經營農業者，土壤中含各種成分雖多，其溶解極緩。不能使吾人從一定面積舉多量收穫，且現代作物爲極改良之種，不能於難溶性之養分中吸取生育成長也。如於上記之土壤中栽培作物只以能生產收穫物到現在之三分二爲滿足，不求其多產，則十年以上無肥料耕作亦優爲之也。

實際上無肥料不足以經營優良農業，吾國以農業立國，擁有莫大面積之耕地，將來肥料殆成重要問題，如不自營製造，每年應輸入百十億元，十倍於今之全輸入金額，可預料者也。

我國土性，向未有調查，北地多鹼土，此固可以機械的改良者，不大成問題。二十年來，在土壤學上認爲重要問題者，實爲酸性土壤。一般農作物抵抗土壤酸性之力極弱，惟稻與燕麥抵抗力稍強，小麥粟玉蜀黍蕎麥亦有多少耐酸性能而已。故土壤對於農作物，不獨肥瘠關係，而酸性鹼中性等反應問題，亦極關重要也。

土壤以中性者爲最良，酸性鹼性者皆不良。而酸性者尤爲不良。但所謂酸性土壤者，亦少於普通里提摩斯試驗紙即感強酸性其成因以土壤集積腐植質過多，及施用生理的酸性肥料過賸

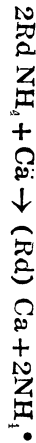
二者爲最多。例如施中性鹽氯化鉀於土壤中，其鉀爲植物所吸收，氯則殘存於土壤內，與土水分解後之氫離子相化合，致有鹽酸之生成，其土壤溶液因之呈酸性也。



粘土主爲如矽酸之膠質物或如腐植酸之弱酸所成，其解離度小之氫容易爲鉀所置換而使氫遊離成鹽酸也。以電氣或指示藥測定此種遊離酸之酸度，則其土中所謂潛在性之酸性度可知。至於現存性之酸性度，固可加水而及時測定之也。

潛在性之酸性土壤，大抵因土壤中缺乏石灰分而起。石灰原爲肥料要素之一，其缺乏時，不獨直接使土壤瘠薄，且可惹起種種不良事態。即使土壤中有效磷酸缺乏，土壤及植物之因選擇吸收而生成之酸性不能中和，土壤之吸收能力過大，養分被固定太甚，有益之微生物不能繁殖於土壤中是也。故施用石灰非特能改良酸性土壤，其使不毛之荒地，化而爲可墾耕之良土，亦所在多有。不過成爲問題者，石灰使用，固屬良好，而使用量如誤，反使良土之地力消耗耳。

誤施石灰量而消耗地力之理由爲石灰在地中與鈣鉀鈉鎂等行置換作用，容易將此等有效成分解放，俾土壤中保持之重要成分減少。



故施用石灰過多，使植物對於肥料之吸收力增加，一時固可得豐饒結果，而繼續行之稍久土地必變爲瘠薄。我國南部往往有年施多量石灰者，其危險可預料。縱石灰在今日已與氮磷鉀並稱爲肥料四要素，而施量過多，總非所宜。至於適度使用，固應獎勵者也。尤其於多雨地方，有獎勵施用之必要。茲就普通作物而記其含氮磷鉀鈣四成分之分量於次。

作物	一畝收量	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO
水稻	(石) 二·五	(兩) 二四·一	(兩) 六五·三	(兩) 一六二·四	(兩) 四四·八
小麥	一·五	一六九·六	六九·五	一〇〇〇	三一·五
玉蜀黍	二·四	二六八·八	一四五·九	四二九·一	一一〇·五
大豆	一·二	三〇八·二	六三·三	八四二	九四·五
洋芋	二八一三斤	二〇六·五	九六·〇	三二五·五	一〇五·九
桑	三一四〇斤	六五二·〇	八九·二	二六五·八	二八〇·八

由此表觀之，則石灰於作物有如何之重要，可一目瞭然矣。其他對於土壤酸性之中和，促進細菌之發育，改良土壤之物理性，增進肥料之能率，皆爲主要之效果，石灰問題實未可輕視者也。特於降雨多而缺乏石灰分之地方，對於石灰之適當施用，有獎勵之必要。至於使用分量如何始稱爲適當，應於土壤學中詳細講述，大體言之，以改良酸性土壤而使用者一畝八十至二百三十斤云。

最後關於土壤學今後研究之傾向，一言及之。土壤原爲矽酸鹽及鉛鐵之氫氧化物等膠質物，或易成爲膠質物之無機物與如腐植酸之有機的膠質物所混合而成，故土壤所表現之吸水能力及吸着作用之大部分，皆應作爲膠質之性質以研究者，是土壤之研究方針應傾向於膠質之研究也明矣。不過在過去期間，膠質化學之研究，尙未十分進步，土壤學又正忙於全體研究，而未遑顧及解析的作膠質的土壤之研究而已。大凡科學之進步，其初以總體爲對象而研究之，其次則解析的就其成分而一一施行研究，最後更綜合解析的研究之結果而再返於總體之研究也。科學研究之順序如是，土壤學亦不能外此原則。故土壤學之總體研究，迄今日已有相當成就，今後惟有解析的作膠質以研究土壤，俟此等研究完成，再綜合其結果，以觀察迄今所得實驗成績之當否，及各種現

象之解釋是否合理，而再爲合理的判斷者。例如潛在性酸性之土壤學上問題，非所謂膠質化學與土壤學有密切關係者乎。舉一可以概其餘矣。

第三章 肥料

太古之世，地無居人，凡今日生穀之地，皆當時釜鉞未施之自然森林，鋤耨未到之天然草原。不施糞肥，土地自然肥沃。而草木之生其中者，蒼鬱青葱，一望無際，誠美觀也。其原因，為植物之根分泌有機酸液，分解岩石，促成風化，或樹老草枯，而形骸腐敗，復歸於土，再分解成為植物之養分以給次代之植物，或其間有豆科植物雜生，固定空中淡氣，或有動物棲息其間，生遺糞尿，死殘屍骸，如是互相循環，取自土者，仍還之土，有增無減，致使土地常得保持肥沃也。及至後世，人類披榛斬棘而來，農業肇興，往日之肥沃，漸由人類培養植物，吸收以去。取之土者，已有不能還之土者矣。更至農業進步之世，其土地之生產，年有增加，因之自此土之肥沃，運之於他土地者更多。原有土地，遂不能不告肥料之缺乏矣。今日都會發展，農產物之搬出更大，肥料之缺乏，感覺愈甚。往時之以人糞尿家畜糞尿為滿足者，今則認為不能補充現代激劇生產之消費。遂漸次經自然肥料如豆餅油渣等而至工業的製造肥料如硫酸銹磷酸鈣等矣。以不滿足簡單之自製肥料，而必須使用高價之工業肥料以舉

多量生產額之故，農業遂漸次變而爲以肥料爲原料以土地爲機械之工業化。肥料之大部分，既爲工業之生產物，而農業之偏倚工業，其趨勢愈重。近來流行之農業小作爭議，或者亦如工業之勞工爭議，愈趨愈嚴重，未可知也。

不施肥料之農業，或施肥甚少之農業，在現代猶見之於地廣人稀之處。蒙古之大草原，東三省之原始林，開墾之後，數年不施糞肥，亦能得充分之生產。反之而地力消耗過甚之處，往往行休閒農法。分其地爲三區四區，順次耕作，常使一區休閒作牛羊之放牧，以謀地力之恢復。我國擁有莫大地，天惠獨厚，古固有所謂一易再易三易之地而今日似乎無地不耕，未見有所謂休閒農業者。加以每年自外輸入糧食，米有九千餘萬海關兩，麥粉三千萬海關兩，更不能使吾人長作舊式農法。是以肥料問題，在吾國現時非常重要。中山先生之實業計劃，一則曰農爲他事業之母，再則曰須依近世科學方法改良農業。使同面積之土地，出產增多。余以爲科學方法即指進步的農業方法，而肥料實爲其方法之一。如何能使肥料普遍而且公平分配農家，又如何而能使肥料純良而又價廉，應爲現政府實施農業政策中之一重要問題也。

欲精密測定一定面積之土地，施用幾何肥料，能生產幾何產物，當先知我國全國每年消費若干肥料，收得若干生產。惜此二項均無確實統計。余姑按中國土地面積及人口推算，或當如下表。
 (單位百萬元)

		生 產		消 費	
總 計	米 麥 類	一五、〇〇〇	人糞尿及廐肥	二〇〇〇	
	食用農產物	二、〇〇〇	綠 肥	二〇〇	
	工藝農產物	一〇〇	人造肥料	一	
	果 實	五〇〇	種苗種蠶種畜	一、八〇〇	
	蔬菜花卉	一、六〇〇	農具消耗	三〇〇	
	綠肥作物	四〇〇	農舍消耗	二〇〇	
	茶	七〇	家畜飼料	二〇〇〇	
	果 樹	五〇			
	桑 苗	三、〇〇〇			
	繭 製 品	二〇〇			
	畜 產 物	一、五〇〇			
總 計		二四四二五		六五〇一	

如上表推算，近於確實，則一年間爲舉二百四十四億二千五百萬元之生產，其消耗費用，應需六十五億零一百萬元。相減後，得一百七十九億二千四百萬元，爲農業上之純富。吾國四億人口，每人賴農業之富以維持生活者，應爲約四十五元也。以吾國人目前生活狀態觀之，此種推測，或當近似。

更就肥料一端而論，每年應消費二十二億餘元。肥料既爲農業之原料，而因此原料得來之報酬，其價格殆十倍之，此農業所以爲有利事業也。

雖然，在事實上，於此等肥料之外，尙有其他消費如上表所列。又對於土地尙有利息，對於勞力尙有報酬，更有應完納之租賦，如一併算入卽單就米麥作物而論，今之農家已有損失。此農民之疾苦也。然受損失而猶繼續經營者，農家對於土地之資本利息，尙未考慮，對於自己之勞力，亦認爲極廉。農業土地關係，茲不具論。農業勞力問題，此處有一言之必要。

在集約農法中，對於農作者之勞力，如亦認爲與高價之工業勞力相同，則農業頗難成立。我國自古重農，視農夫之力田爲義務，猶守國土之士卒，卽有報酬亦區區也。如將農業勞動者之勞力算

以工資，其更輕微，固不待言。汗滴禾下土，粒粒皆辛苦。蓋謂一粟一粒，皆自汗血中來，此汗血辛苦，如已算以應得工資固無如是感歎也。不過自農業之工業化傾向，進展以來，農業者覺自己勞力過大而報酬過少，遂至農村青年流入都市，而使農村衰頹。識者憂之，此後應為謀國者所留心考慮之問題也。

農業之目的，在使其國之農產物能自給自足。其中國民之衣食材料，尤為重要。如照前記推算額，我國人平均一人一年能以四十五元之農產物消費即足，是農產物能自給自足矣。無如米麥二重要糧食，已年有一億數千萬海關兩之輸入，其不能自給自足，甚屬明瞭。為達農產物自給自足之目的，惟有講求農產物生產之增加，於是肥料問題起焉。

肥料問題乃與農業經營上之他各種問題同帶有重要性者。不可輕視，譬如工業原料，無原料而言經營工業，識者知其不可。我國肥料之天然生產者，今日本無須出大資本購買，而將來欲躋中國農業於進步之域，而與他國之進步農業相抗衡，則肥料能否自給自足，實屬一重大問題。余以為實業部既有國營工廠之計劃，而肥料製造工廠在我國重農情形之下，實有國營之必要。否則不數

年間外國肥料之輸入額，必較任何輸入品爲多也。

肥料之中，淡氣肥料之生產，我國有大豆油渣，菜子油渣等，年可補助一大部分。棉子油渣將來亦大有希望。惟硫酸銨爲純粹工業製品，今全仰給外貨，愛禮司卜內門等輸入肥料外商，幾全輸入此項肥料也。智利硝石及其他硝石類，尙未有輸入作肥料者。我國水力電氣事業，比較容易舉辦，諾威硝石（硝酸鈣）之製造，將來可望發達。淡氣肥料問題易於解決。

磷酸肥料在我國目前，除有少數使用骨粉者外，一般不注意。而此磷酸肥料之原料如磷礦石及磷灰石，原爲熱帶地方存在之動物質所堆積而成。我國不生產。（江蘇東海縣有磷礦石其實不良）將來欲從南洋各地及斐洲等處購買原料以興辦過磷酸石灰製造工業，究屬困難。或能於硫化鐵礦之製硫酸事業中，作副產物製造過磷酸肥料，亦屬救濟之法。農業界之磷酸肥料問題，直等於工業之煤油問題。各國競相奪取南太平洋之磷礦產地者，蓋因此也。歐洲大戰之結果，日英兩國俱從事於競爭，分取德意志在南洋之磷礦產地，大多數仍歸於英人之手矣。

我國年產獸骨甚多，可爲磷酸肥料之大原料。因在磷礦石未發見之先，歐洲製造過磷酸肥料，

俱用獸骨。甚有搜及荒塚之人類枯骨者。又沿海產魚之區，魚骨亦可作磷酸肥料之原料。獸骨及魚骨之直接碎作肥料者，其效雖不及過磷酸石灰之速，久之其功亦顯，此在我國尚有注意之必要者也。

最堪注意者，我國農家，從未施用磷酸肥料，而農產物之收穫上，亦頗得相當好果。似我國土壤中尚不至缺乏磷酸過甚。又磷酸肥料與淡氣肥料異趣，往往過施時，植物雖過量吸收，而收穫上卻不比例增加。其理由，在氮主用以生產蛋白質，而蛋白質中之氮含量，已一定為百分之十六內外，故生產物中之氮量若增加，則蛋白質量自然增加，蛋白質增加，收穫物之量亦增。磷酸則異是，於生產物之必要分量外，則以磷酸鹽或其酯類之形集積於植物體中，而不增加生產物量。為防止此無用之集積，而肥料學者及經濟學者，俱當共同講求之也。

鉀肥問題，既有德國斯塔斯府 (Stassfurt) 之莫大氯化鉀鹽生產，且能廉價採掘販賣，到底難作出與此相競爭之代用品。以長石為原料而行電氣分解固可製造鉀肥，且各國亦均有此製造企圖，然電力應用，如不能廉至今日之數十倍，決不能作經濟上之經營。我國四川之井鹽中亦含氯

化鉀量甚富，於燒食鹽之副產物中採取，亦屬莫大產量。將來對於此鉀肥，或不至成大問題。我國農家向樂用草木灰，即此草木灰及他植物性肥料，已足以證我國內產鉀肥量為非少也。鉀肥之輸入，似可免除。

由上所述，則農業與肥料之關係，及肥料與輸出入貿易之關係，大體可知矣。更就根本上之植物與肥料關係如何而稍記述之。

組織植物體之成分，為水，炭水化物，脂肪，蛋白質及其他含氮物，與灰分等。水有豐富分量存於地中，炭水化物為碳氫氧三原質所成，而植物藉地中之水與空中之二氧化碳氣，行同化作用，可自由合成，皆無須顧慮者。惟蛋白質中含有淡氣，空中雖有無限量之淡氣存在，植物除特別種類外究竟不能直接利用，非從地中以銹鹽形或硝酸鹽形吸收利用不可。淡氣肥料問題於是乎起。又細胞核之主成分為磷，在植物之生活上，亦屬不可缺者。除從地中以磷酸鹽吸收磷而外，亦別無可取用之道。他灰分亦然，如前章表列之磷鉀鈣三種外，尚含有鎂鈉硫酸矽酸錳鐵及其他無機成分。皆於生理上有重要作用者。例如鎂為葉綠素之形成上不可缺少之物，鐵亦葉綠素之成綠色上最重要

者。錳及其他金屬，在細胞核內，經營一種接觸作用，以保持細胞之生活。不過此等灰成分中，除地中有豐富分量存在，無須以肥料施用者外，其不足者僅有磷鉀鈣，故別加淡氣一種，稱爲肥料之四要素。在昔不列鈣而稱氮磷鉀爲肥料三要素，又曾有主張錳爲生長刺戟劑應加入要素中者，在今日殊不如是重視之也。

植物在一生涯中，對於此等四要素之需要量幾何，此問題可由收穫物之分析而解決者。關於此點植物實比動物簡單。因植物不似動物之須排泄糞尿，除落葉飛花之外，所吸收之肥料，可云全保存於體中。以此之故，植物實爲絕對的生產者，毫無消費之處。動植物爲自然經濟界之二大要素，然植物爲生產的，保守的，動物爲消耗的，進步的，實表示兩極端者也。

茲爲便宜起見，假定有地一畝六分收穫三石四斗八升糙米，以計算此生產物從土壤中奪去幾何養分。糙米糠殼，稻草三種中所含三要素之量如下表。

	N%	P ₂ O ₅ %	K ₂ O%
糖 米	一·三五	〇·四六	〇·二〇
糠 殼	〇·六四	〇·一九	〇·四九
稻 草	〇·六三	〇·一一	〇·八五

更以各生產物之重量乘之，則如下表。

	N(兩)	P ₂ O ₅ (兩)	K ₂ O(兩)
糖米(共重七六〇〇〇兩)	一〇二·六	三五·〇	一五·二
糠殼(共重一九〇〇〇兩)	一一·二	三·六	九·二
稻草(共重一二四〇〇〇兩)	七八·二	一三·六	一〇五·四
總 計	一九三·〇	五二·二	一二九·八

即從一畝六分之土壤中奪去淡氣分一百九十三兩磷酸分五十二兩二，鉀分一百二十九兩八也。如僅用肥料以補給此項養分，且氮用硫酸銨，磷用過磷酸石灰，鉀用硫酸鉀，則肥料之成分及

吸收率，應如次表所列以計算之也。

硫酸鉀	過磷酸石灰	硫酸銨
含 K_2O 五〇%	含 P_2O_5 一五%	含 N 二〇%
吸收率七三%	吸收率二五%	吸收率六〇%
有效 K_2O 三七・〇〇%	有效 P_2O_5 〇・三七五%	有效 N 一二%
肥料 三五〇兩	肥料 一四〇〇兩	肥料 一六〇〇兩

也。但此表所列者尙未將由土壤供給植物者列入故實際上栽培水稻，較表列肥料數量稍少用

則 至於稻作之有利與否，則應視其肥料之價格如何耳。如照民國十八年之輸入肥料價格計算，

硫酸銨	過磷酸鈣	硫酸鉀	合計
(二〇〇〇兩)	(二〇〇〇兩)	(二〇〇〇兩)	
五〇〇元	一・三〇元	四・五〇元	
(一六〇〇兩)	(一四〇〇兩)	(三五〇兩)	
八〇〇元	一・八二元	一五八元	一一四〇元

是在民國十八年時，使用人造肥料以經營稻作，一畝六分地應需肥料費銀十一元四角，其生產物之價額，在同年應約銀八十元。如於肥料費之外，而更計以勞力及資本，則稻作實無多大利益。且肥料價昂時，一畝地尚須損失數元。國民主要糧食之米麥生產事業，而呈此奇異現象，吾人不能不深為憂慮者也。

其次關於肥料之效力及施法，為研究肥料者所應知之問題。氮磷鉀三者皆於植物體中各營特別之生理作用，前已言之。其應隨作物之種類及成長之時期而選擇施用肥料之種類及施用方法，自不待言。普通農家稱淡氣肥料為葉肥。磷酸肥料為實肥，鉀肥料為莖肥者，蓋表示欲長葉時須施用淡氣肥料，長莖時須施用鉀肥料，結實時須施用磷酸肥料也。此雖未必為盡然之說，然亦可以得其概念。例如莖葉徒繁茂者吾人可知其為施淡氣肥料之過量，莖枝太弱者可斷其為鉀肥料不足，結實不充滿者可云為磷酸肥料有缺也。

隨作物之種類及性質而異其施肥法，此為栽培學方面之重要問題，茲於肥料學方面，舉一例以明之。如豆科植物有因其根中之根瘤菌作用而固定空中淡氣之力，只栽培初期施以少量之淡

氣肥料，其後唯施磷肥與鉀肥不必再施淡氣肥料。又其根瘤殘留於地中，次代植物亦可利用，故休閒農法，栽作豆科植物最爲適宜。綠肥而使用紫雲英等者，原因在此也。

因作物之種類而有吸收加里之力大者，有吸收磷酸之力弱者，有蔓延根於土壤表層者，有能吸養分於深所者，此所以有輪作之必要。如缺乏吸收加里者，非供給以大量鉀肥不可。至其殘存於地中之大部分加里，次代作物亦能充分利用，故次代而栽培能吸收加里之作物，自無肥料之損失也。氮磷各肥亦同。經濟之農業，乃巧爲利用此種關係者。

一般言之，幼弱之植物，需要稀薄之肥料。成長後乃可利用濃厚肥料，此恰與幼動物之食物與成長動物不同之關係相似。克諾浦 (Knop) 氏液（用硝酸鈉四克，硝酸鉀一克，磷酸一鉀一克，氯化鐵液數滴製成者）初用 0.1% 之稀薄者以行水耕法，俟植物成長後得增加濃度至 0.5% 者以此故也。

最後略述肥料之分類，製法，效用，施用法等以完結本章。關於肥料之分類，頗因其立腳點不同而有種種相異之主張，但既已知氮磷鉀鈣爲肥料四要素，而以此等要素爲根基以分類，似可稱最

爲合理者。

A. 礦物性肥料

- (一) 淡氣肥料 智利硝石, 硫酸銨, 硝酸石灰, 石灰淡氣。
- (二) 磷酸肥料 過磷酸石灰, 重過磷酸石灰, 托馬斯磷肥, 沈澱磷酸石灰。
- (三) 鉀肥料 草木灰, 鉀鹽類。
- (四) 石灰肥料 石灰。

B. 動植物性肥料

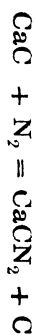
- (五) 糞尿類 人糞尿, 廐肥, 鳥糞, 蠶糞等。
- (六) 動物質肥料 魚肥, 肉粉, 血粉, 坦克雜肥, 角粉, 骨粉。
- (七) 植物質肥料 綠肥, 葉稈, 油渣, 農產製造之渣類。
- (八) 雜肥 肥土, 燒土, 燻炭肥料, 石膏, 木炭等。
- (九) 刺戟肥料 錳, 鎘, 碘, 氟素, 硫黃, 二硫化炭, 漂白粉及其他。

上列九種肥料，如就各箇詳說，則非概論所宜。僅便宜上，就各肥料之由來稍說述而已。

智利硝石爲智利及祕魯所產之粗製硝酸鈉，大約爲海鳥糞所集積而生成者。其產地之埋藏量，約二億二千八百萬噸，此後尙可繼續供給百年云。

硫酸銹乃煤氣製造時瓦斯液中集積之部分。往昔主爲煤氣製造之副產物，今則用哈巴爾(Haber)氏法，直接固定空中淡氣，於攝氏五百度乃至六百度及二百氣壓之下，以氫氧化鐵爲觸媒而使氮與氫化合。礪精之收量，雖僅約5%，但能使其繼續作用，故在經濟上得以成立。今則使用千氣壓於溫度五百三十六度下壓縮氮與氫之機械的設備已完成，礪精之收量達40%矣。使礪精吸收於硫酸中，則成硫酸銹，是爲販賣硫酸銹肥料。

石灰淡氣乃通淡氣於炭化鈣之中以電氣強熱至攝氏千度以上所生成者。



在土壤中分解爲碳酸石灰與安母尼亞而呈現肥效。



此分解作用細菌亦大有關係云。又因水蒸氣之作用，行上記分解，得以作成硫酸銨。

過磷酸石灰之成分，主為磷酸一鈣 $(\text{PO}_4\text{H})_2\text{Ca}$ 。故為水溶性。其製造原料為如海鳥糞之動物性磷礦，與如磷礦石之礦物性磷礦。加硫酸於原料之中，即可製成。故過磷酸石灰中，尚含有石膏 (CaSO_4) 也。磷酸一鈣 $(\text{PO}_4\text{H})_2\text{Ca}$ 僅能溶解於檸檬酸銨液，及含碳酸之水中，磷酸四鈣 $(\text{P}_2\text{O}_5)_3\text{Ca}_4\text{O}$ 亦能溶解於檸檬酸銨液，至磷酸三鈣 $(\text{PO}_4)_3\text{Ca}_3$ 則為不溶性也。

重過磷酸石灰乃以特別方法於過磷酸之外，尚使含有磷酸者。可溶性磷酸之含量達四十至四十五%之多。

托馬斯磷肥一名爐渣磷肥 (Basic slag) 乃一八七九年托馬斯 (Thomas) 氏於熔鐵爐中除去磷時所製得者。磷酸之含量，平均十七%，石灰平均含四十八%，其磷酸為磷酸四鈣形，作肥料使用時，為土中所含之碳酸，腐植酸等，分解而為磷酸二鈣及磷酸一鈣。



硫酸鉀乃將斯塔斯府鉀鏽所產之氯化鉀以硫酸作用之而製造鹽酸時所得之殘渣。其販賣者完全爲此副產殘渣而未加何等工作者也。

動植物質肥料，一般稱爲有機肥料，特於植物質肥料在土壤中有生腐植質之效力，無論如何施用多量鏽物性肥料。此皆不可缺者。以土壤中如缺乏腐植質必使土性惡變也。

動物質肥料大抵三要素均有相當含量，惟一般含鉀分甚微，是其特徵也。

肥料因其效驗之遲速而有速效肥料與遲效肥料之分。前記一、二、三、四、等鏽物肥料及五之糞尿類腐熟者，速效肥料也。例如硫酸銹於施用之次日即呈現效果。惟其效果不能長久繼續耳。六之各種動物質肥料，稱稍速效性肥料。七之各種植物質肥料，稱漸效性肥料，未熟之堆肥廐肥及生骨粉毛髮皮粉爪甲等，遲效性肥料也。凡遲效肥料，非在土壤中腐敗後不能呈現效果。例如骨粉成分之磷酸石灰，往往有須經二三年始見效果者。

肥料又因反應而分酸性肥料（例如過磷酸石灰）鹼性肥料（例如草木灰）中性肥料（例如硫酸銨）等三種。於其直接反應以外，尙分生理的酸性肥料（例如硫酸銨）生理的鹼性肥料（例如智利硝石）生理的中性肥料（例如硝酸銨）等，於土性之維持上極其重要者，例如施用硫酸銨時，其中之銨基爲植物所吸收，而硫酸基則少爲植物所利用，遂使土中有 SO_4 集積而呈酸性反應。施用智利硝石時，植物所吸收利用者硝酸基又比鈉多，結果 N_2O 殘存於土中而呈鹼性。獨施用硝酸銨時，則酸基鹼基均爲植物同樣吸收利用，故土壤之反應無如何變化。施用肥料者應顧及土壤中之反應，而使其結果務成中性，以配合肥料之種類也。

從農家之經濟上立論，分肥料爲販賣肥料與自製肥料。前記一、二、三、四、六皆販賣肥料也。五、七爲自製肥料。我國農家之消費肥料，自製者居大部分。雖糞塊等亦有販賣，然究屬少數，至於一、二、三、四等項肥料，則極微也。邇來都會下水道設備完全，人糞尿之損失甚鉅。人糞尿中含三要素之分量，固極稀薄，（含 N 〇・五七%， P_2O_5 〇・一七%， K_2O 〇・二七%）然一人一年排泄之肥料，其價亦應在銀一元以上。合而計之，殊大可觀。將來淡氣肥料問題，或可促進空中淡氣固定等工業之發

達而解決之也。

試驗肥料之有效率，為知土壤肥瘠之一方法，茲略說之。第一，為就土壤試驗三要素之肥效率。其法將土壤分為五區。

	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
無肥料區	-	-	-
無淡氣區	-	++	++
無磷酸區	++	-	++
無鉀區	++	++	-
全肥料區	++	++	++

栽培作物，比較其收量。(一)所以表示無肥料，(+++)表示一畝地施用一百二十五至一百八十兩即足者也。

例如日本以駒場地方之土壤，照上分區，每區以三尺四方之木框爲之，栽培水稻，於其框內，所得成績如下表。（單位克）

	稻	草	穀	實	合	計
無肥料區		二七一		二〇三		三七四
無淡氣區		四九一		三八二		八七二
無磷酸區		三〇七		二二二		五一九
無鉀區		七〇五		五三四		一二三九
全肥料區		八六二		六一二		一四七四

由此成績，足以判駒場土壤最需要磷酸，其次爲淡氣，而鉀則不甚需要，稍施之即可也。

第二，爲要素之施用適量試驗。其法，將他二要素充分供給，所應試驗之一要素則行種種加減，以觀其能舉最大收量之點。例如日本以駒場土壤栽培水稻試驗淡氣之適當量，其成績如下表。

一畝六分地施用淡氣量（公斤）	稻 草（公分）	穀 實（公分）
○	四五九	三八二
五〇	六六四	四九九
七五	七七三	五五八
一〇〇	八二〇	五九一
一二五	八二〇	五九九
一五〇	八三二	六〇六
一七五	八六八	六一三

由此成績，即可知每一畝六分地用至十公斤以上之淡氣，收穫物即無甚增加。是知日本駒場之土壤，每畝施用淡氣一百七十兩即足。過此以上，收穫即不隨肥料之增加而比例增加。此不獨一地之土壤為然，凡農業上使用之土壤皆有此性質，故稱此為農業上之報酬遞減率。農業與工業之所以大差者在此也。

第三，各種肥料之肥效比較試驗，可照上述試驗同樣行之。例如對於淡氣區而以種種淡氣肥料分別行之，以觀其增收比率。以人糞尿為單位，其排列如次。

大豆餅	一三四	乾鱈魚	一三一	血粉	一二五	燒酒糟	一一五
海鳥糞	一一〇	人糞尿	一〇〇	醬油糟	九九	油渣	九八
硫酸銨	九七	廐肥	九二	青草	四四		

肥料價格之高低，大體以其含有成分及肥效計算。各要素之標準數，從下列三種礦物肥料決定。

硫酸銨	一噸 一六〇元	N	二〇.〇	N	一〇〇兩三元
過磷酸石灰	一噸 一三五元	P ₂ O ₅	一七.五	P ₂ O ₅	一〇〇兩一元
硫酸鉀	一噸 一〇〇〇兩六元	K ₂ O	四八.〇	K ₂ O	一〇〇兩一元

即 $N : P_2O_5 : K_2O = 3 : 1 : 1$ ，以此為標準而判定各肥料市價之高低。如肥效率有大小時，則以其因子乘之可也。

第四章 土壤微生物

微生物之於農業，其功績甚偉。如農產製造畜產製造之必賴微生物作用，固不待言。即肥料之腐熟，土壤之肥沃，均有必須微生物之力者。他不具論，獨土壤微生物有特別之種類，特殊之性質及作用，故特爲敘述焉。

凡生物之死也，皆歸於土。而埃及人不忍見其死體之腐朽也，以藥塗之，以帛裹之。但所能防者僅細菌之作用，而空氣之作用仍莫如之何焉。今之自蘇丹喀爾門墓穴掘出者，類成乾臘，雖未腐敗，而碎裂亦幾不可收拾。英倫博物館陳列有三千年前之古代住民乾體，據云不出五百年亦必至破壞不完。如是因細菌之作用而破壞者謂之腐爛 (Putrefaction)。不藉細菌之力而破壞者謂之風化 (Decay)。腐爛則先污穢而後清潔，細菌之欲清潔地上也，則先腐爛動植物之死體於地中焉。吾人恐日用食物之腐臭也，則競謀所以保存之道。而吾人之祖先亦幾萬年以來，苦心謀防範此腐爛作用者。詎知山中水中，無地不有續行此腐敗作用之細菌羣在。吾人特稱此在山中水中原

野中之細菌，爲土壤細菌。研究此土壤細菌者，稱爲土壤細菌學。

細菌之腐敗作用，於吾人有害，亦於吾人有利。有害者當防，有利者當助長之也。細菌之入現代科學，雖屬近年之事，然自柯荷(Koch)以來病理細菌學異常發達，而非病原菌(Nicht-Pathogene)之研究，則寂焉無聞，不能不認爲恨事。昔年柯荷發見脾脫疽菌(Bat. anthracis)時，首先注目於此者非當時之植物學者孔(Cohn)氏乎。何以在今日，而一言及細菌，無論病原菌與非病原菌，均須藉醫學者之手也。誠然，病原菌直接害及吾人生命，爲醫學者所注意，非病原菌僅起腐敗作用，常人每多忽略，然非病原菌之生理作用，不甚顯著，因之固定(Identify)困難，研究極不容易。不過能將此無數存在之細菌，一一調查其生理作用，而適當訓練之，使其發揮新作用以應用於工業，則今日之合成化學所未能達到之極有趣味之現象可以逢着，亦意中事耳。一九一八年英國曾有化學者細菌學者關於此項細菌之利用會議，其後進行消息，寂然無聲。是此細菌利用問題。在今日仍視爲未開之寶庫而留以有待也。

土壤細菌學中較早知之者已有一部，此爲關於土壤中淡氣循環之部分，即礆精之氧化，硝酸

之還元，尿素之分解等所關係者是也。茲爲便於記述，先自此淡氣循環始。

1. 礆精醱酵 復歸於土之有機物中，所含蛋白質尿素等含氮化合物之運命，經細菌之脫氨基作用及礆精醱酵作用，而其氨基則變成礆精而放出。如是生成之礆精，一部被固定於土壤中。及土壤之亞爾加里性強時又復放散於天空。亦有因礆精還元菌之作用而變成遊離淡氣以損失之者。

2. 硝酸還元作用 例如土壤中硝酸鉀變爲亞硝酸鉀之作用，即爲硝酸還原作用。

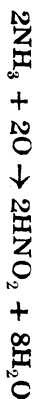


誘起此作用之細菌中，最初發見者僅爲硝酸還元菌一及二兩種 (*Bacillus denitrificans* I, II) 但其後經多數研究，知多數腐敗菌亦起此還元作用。且此等細菌之中，尙有將亞硝酸及礆精還元至遊離淡氣者。又所生成之亞硝酸，作用於氮化物之氨基，亦使淡氣放出。此二次的淡氣損失量亦多也。



爲維持肥料之肥效，此種還元作用實有防止之必要。其防止法中，先使空氣之流通良好以阻止還元作用之起，次不供給培養基，以阻止還元細菌之繁殖。水田中，空氣流通不良，還元作用易起，故智利硝石之肥效甚少，堆肥等中混乾草藁稈而愈使還元作用大者，給還元細菌以好養料也。講肥料經濟者宜加意焉。

3. 硝化作用 土中之銨鹽類氧化爲硝酸鹽類者，謂之硝化作用，



此作用在昔認爲土壤中空氣之氧化作用，但見殺菌土壤中雖有空氣，而此作用亦不起，始知非是。其後一八九〇年 Winogradsky 氏將變鹵精爲亞硝酸之亞硝酸菌 (Nitrosobacter 或 Nitrosomonas) 並變亞硝酸爲硝酸之硝酸菌 (Nitrobacter) 分離，此作用爲細菌所誘起，始全明白。分離此等細菌，須使用全不含有機物之培養基。硝酸菌在二萬分之一之消化蛋白質 (Pepton) 中，其發育已被防止之矣。

硝化細菌之性質中，應特別注意者，爲不要光線而有自無機物作成有機物之能力。以是知此種細菌與無機物之直接關係，較任何生物爲早。在原始時代，他生物尙未繁殖之前，此細菌已逞其作用。岩石之變成土壤，此種細菌亦與有力焉。

硝化細菌繁殖之旺盛，乃農業上所最希望者也。第一可以防止氮素化合物之還元，第二可以形成植物最爲必要最能利用之硝酸鹽類。爲促其繁殖旺盛之故，須將土壤之酸性用石灰中和，自不必言，且爲使養氣供給充分，而耕耘亦須勤也。

土壤之硝精醱酵菌硝酸還元菌等，固使土壤中之淡氣多所損失，但實際農業上從自然界，供給之淡氣已在此等損失量以上。此爲十九世紀中葉各農藝化學者證明之事實。一千八百五十年法國布山谷 (Boussingault) 氏作次記載培試驗，證明植物收穫物中所存在之淡氣量較以肥料供給者多。

	收穫物中之氮	肥料中之氮	相 差
三輪作(休閒二穀)	八七·二	八二·八	四·四
五輪作(中入苜蓿)	二六六·五	二〇三·二	六三·三
紫苜蓿連作	一〇三五·〇	—	一〇三五·〇

布山谷氏謂此原因主爲自雨雪中來之磷精及硝酸，但照所說，不足以說明何以單栽培植物而淡氣固定分量特多。一八六二年以來赫爾里格爾(Hellriegel)氏施行種種實驗，始知豆科植物特別有固定空中淡氣之能力。至一八八六年始發表此固定淡氣由於細菌之作用。

凡豆科植物之根中有一種瘤存在，此盡人皆知者。此瘤之生成，爲一種細菌名根瘤菌(Bacillus radicicola)者之寄生所惹起。大約此細菌與豆科植物經營一種共棲作用，細菌固定空中淡氣以作成自己之身體，其死滅後被豆科植物吸收爲營養。因之豆科植物之栽培，幾不須使用淡氣肥料，即能收得含富於蛋白質之大量收穫物也。

根瘤菌究能固定如何程度之淡氣，此容易自繁殖豆科植物之淡氣含量中算出者。德國休賴

德文德 (Schneidewind) 氏之計算如次：

栽培植物	每一公頃(地上地下)
豌豆 蠶豆 白齊豆	一一六一一五一斤
漆姑英	一一二一一四五公斤
車軸豆	二〇二一一二五公斤
色拉德拉豆	二二七一一二九公斤

日本之實驗成績如次：

栽培植物	一畝六分地之淡氣固定量
紫雲英	二〇〇兩
桑園間作大豆	一七二兩
苜蓿	五五三兩
紫雲英	四二二兩
漆姑英	三六五兩
豌豆	二五八兩
蠶豆	二八三兩

二百兩淡氣與魚肥百五十六斤或大豆餅百五十斤相當。故以豆科植物爲綠肥，其效甚大可以知矣。據云四十倍於空中放電所降下之淡氣量。

從來分根瘤菌爲二種，屬第一種者，寄生於豌豆蠶豆連理草菜豆紫雲英苜蓿刺槐等之根。屬第二種者，寄生於車軸 (Lupin) 大豆，色拉德拉等。以免疫反應檢之，豌豆系之根瘤菌與大豆系之根瘤菌，顯然不同。豌豆系者在土壤浸出液，甘露蜜 (Mannite) 洋菜 (Agar) 等培養基上呈酸性，大豆系者呈鹼性。故栽培大豆車軸等而施用多量石灰則有害生育也。

培養根瘤菌以作肥料販賣者有之，尼圖拉根 (Nitragen) 卽其一種。購以施諸豆科植物之圃場，能增加收量云。但普通土壤中有根瘤菌存在，無須特別購施，唯對於輸入植物，間有購施尼圖拉根之必要而已。

固定空中遊離淡氣而同化爲體成分之細菌，除豆科植物之根瘤菌外，尚有淡氣固定菌 (Azotobacter) 之存在。一八八五年白爾戴羅 (Berthelot) 氏初先證明。一九〇一年拜耶林克 (Beijerinck) 氏始分離此細菌。據云此細菌在含氮物之培養基上，爲他細菌所壓倒，不能繁殖，是

以分離異常困難。拜氏之分離法，用含有二%甘露蜜及○·○二%磷酸鉀之井水，投土壤於其中，使充分與空氣接觸數日後其表面即有淡氣固定菌之被膜生成。移此於甘露蜜及洋菜等培養基中而純粹培養之可也。

淡氣固定菌所固定之淡氣量，究至若何程度，據白爾鐵羅氏之測定，每一公頃地（深八至十公分）每一年間固定十五至三十二公斤云。又據日本麻生氏等就駒場土壤加碳酸石灰及蔗糖等於六月間施行三星之試驗結果，平均每—公斤土壤中，被淡氣固定菌所固定之淡氣，約○·五公分云。施用碳酸石灰者，淡氣固定菌對於酸之感覺極銳敏故也。

淡氣固定菌之固定淡氣，係如何之工作，此問題尙未充分明瞭。各說均有是處，

- 1 輕氣與淡氣之直接化合，即淡氣還原。
- 2 養氣與淡氣之直接化合，即淡氣氧化。
- 3 水與淡氣之直接化合，即亞硝酸銹 (NH_4NO_2) 之形成。

又有推想爲有一種接觸物質及輕氣之受容質存在，或維生素 (Vitamin 或 Biocse) 等刺

載作用者。

報告氮氣固定菌之培養基中有礮精之增加者，前有柯司提丘 (Kostytchew)，後有隈川氏，皆近時之研究成績也。又據日本板野氏之研究，謂淡氣之還元爲發熱反應，淡氣之氧化爲吸熱反應。從此點以推想，或者淡氣固定菌之固定淡氣，爲淡氣之還元。且因維生素之存在而淡氣之固定量達約三倍云。

地中淡氣之循環，吾人所不可輕視者，因放電而有空中淡氣供給之也。據阿爾烈紐斯氏之計算，因放電而自空中淡氣之供給於地中者，礮精態硝酸態亞硝酸態各淡氣，在溫帶地方一年一畝地約七百六十公分，熱帶地方則四倍之。今假定一畝平均五百七十公分則一平方公里地方，應有三噸，地球之全地積爲一百三十六萬平方公里應爲四億噸。其中約二十分之一降諸耕地，其他散諸原野森林，則農業之受雨雪等供給之淡氣量，在全地球上約二千萬噸云。智利硝石年產二百萬噸，其中含淡氣十六%，約得淡氣三十萬噸，德國以空中淡氣爲原料之硫酸銹工業，年產約三百七十萬噸，其中含氮二十%約得淡氣七十四萬噸，是此二項合計，尙不能達空中放電之淡氣供給量

約二十萬分之一也。

雖然，阿爾烈紐斯氏之採用數字，不無過大，據日英之觀測，其一年一畝地所受空中放電之淡氣供給量如下。

	磷酸態 (公分)	鹼精態 (公分)	合計 (公分)
羅桑姆試驗場	五二	一七三	二二五
駒場	四一	一二四	一六五
鹿兒島	五一	一二六	一七七

要之，無論量之多少，而自然界確有種種作用使土壤中之淡氣化合物增加，甚為明瞭。但同時土壤中因雨水而流失之淡氣化合物量亦屬莫大。據勞野斯 (Lawes) 及額爾巴 (Gilbert) 氏之測驗，砂質壤土之無肥料區，一年間自一公頃流出之淡氣量平均四十六公斤，如栽植農作物於其地，其流失量可減至十一至十三公斤云。

土壤細菌所干與之第二重大職務爲腐植質之形成。腐植質云者，動植物質在土壤中腐敗分解所生成之物質之總稱也。此腐敗分解在溫度高空氣流通良好時，氧化作用進行甚速，所謂風化分解 (Decay) 者於是乎起。碳素則多成爲二氧化碳氣之形而散失，腐植質之集積則甚少。反之而溫度低空氣流通不良時，主行腐敗分解 (Putrefaction)，因之腐植質多集積於土壤中。

腐植質之名稱中，有如寒地存在之泥炭，尙含存植物纖維原形者，亦有如溫帶及熱帶地方，已將有機物分解而成特別形狀，爲土壤中之一成分者。

腐植質大約主爲植物中之糖類，纖維素，木質素等受細菌之作用所生成，試取砂糖以酸養之，即可作成類似腐植質物。據歐拉爾 (Hans Euler) 之研究，腐植質，可分爲次記四種：

- 1 腐植素 (Hummin) 此爲不溶於酒精及亞爾加里中者。
- 2 腐植酸 (Humic acid) 此爲亞爾加里中可溶，在酸中成爲脹塊而沈澱者。酒精中不溶。
- 3 海馬托麥朗酸 (Hymatomelanic acid) 此爲在亞爾加里中溶解在酸中沈澱之物。

新者酒精中亦可溶也。

4 水溶性腐植質 此爲含碳素之量少者。但熱之則碳素之含量又可增大也。此四種之中，研究最詳細者爲腐植酸。

腐植質之效用，以其本身爲膠狀質之故，有保持土壤中之水分，使土壤鬆軟，吸着肥料分而不使之流失，等種種利點。農耕地之所以必要腐植質者在此。通常土壤中之含量，以二・五至十％爲最適云。農耕地中僅施化學肥料，不免有使土質變惡之虞，而必須與有機質肥料，堆肥，厩肥等共施者，其原因亦在必要腐植質也。

雖然，含腐植質過富之土壤，又有因腐植酸而起之損害隨之。即使土壤之溫度低降，酸性土壤生成，鹼精固定等而爲害農業也。歐洲北部及日本北海道所存在之泥炭地，卽其爲害之實例。非行排水，燒卻，客土等法以改良土質，不足以經營農業也。

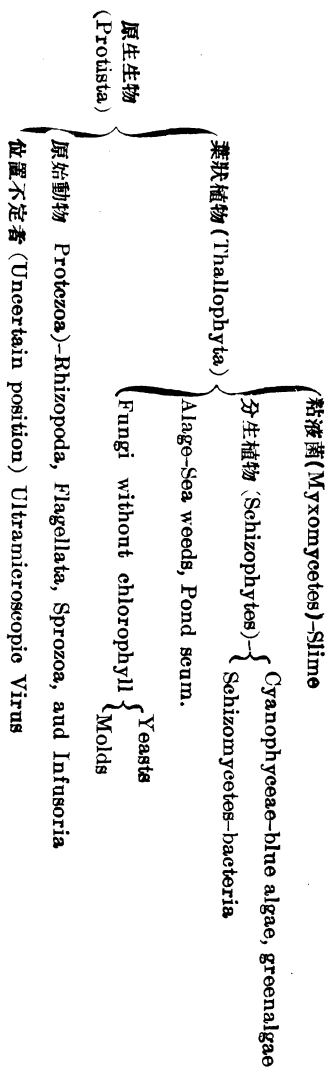
腐植質之成因，大體已如上述，由炭水化物變化而來，然尚有因蛋白質之腐敗而成者，其中淡氣尙以 Amino 形存在者亦不少。此等淡氣，固不至爲亞爾加里所使之逃散，然可因亞硝酸之作
用而生成淡氣瓦斯體。日本鈴木重禮氏自腐植質中將亞爾加里可溶性部分除去，其殘部則用與

分解蛋白質之方法，同樣分解之，得有數種氨基酸 (Alanin, Leucin, Aminovalerian 酸, Prolin, Glutamin 酸, Asparagin 酸等) 之結晶。故腐植質之過賸生成，於肥效有減損，最爲明顯也。

其他樹脂，樹脂酸，蠟等分解困難之物質，在腐植質物中亦有以原形含存者。

如上所述，土壤中細菌之作用極其偉大。有欲使土壤中之細菌繁殖狀態變化而增加農產物之收穫者。施用石灰以改良土壤之酸性，卽其企圖之一。又有欲將土壤殺菌以觀其效果者，卽謂使用殺菌劑如四氯化碳，二硫化碳等等處理土壤，其收穫可以增加。其原因，大約爲土壤中存在之滴蟲類 (Amoeba) 等食細菌之原始動物，被殺菌劑殺滅，有益細菌，得以發育旺盛，而使農產物直接間接成長良好也。

土壤中之微生物中，細菌之作用極大，已如上述，然於細菌之外，尚有絲狀菌放射狀菌及藻類原生動物等，或爲有益作用，或爲有害作用，均應在研究之列。



從前以土壤細菌學之名義研究者，似嫌稍狹，近則改稱土壤微生物學矣。其研究範圍，即前表赫克爾 (Haeckel) 氏所唱導之原生生物界全生物。與一般微生物學實無根本之差異。不過因土壤中之狀態與他之習性不同，對於微生物亦頗有特殊性質者，獨立成科，稍覺便利而已。

土壤微生物學之歷史，尚不過五十年。其間發達進步已能與他生物學相比並。即分類及研究方法，均從形態學的研究主體時代漸移於生理學的研究主體時代，近年更有表現應用學的研究

主體時代之趨勢。所謂應用微生物學者是也。

土壤學之研究，近來大為發達。有所謂萬國土壤學會之組織。始於一九〇九年匈牙利國之農務大臣招待萬國土壤學專家於其國都，開土壤學協議會。其後每有機會，輒於各地開會協議。因歐戰中斷者數年。一九二四年羅馬萬國農業協會，又復召集。是為第四回土壤學協議會。一九二七年美國又召集之，遂改協議會 (Conference) 為會議 (Congress)，即以其年之會為第一次萬國土壤學會議。一九三〇年七月在摩斯哥開第二次萬國土壤學會議。並決定一九三五年在英國牛津開第三次會議。萬國土壤學會在一九三五年時之組織如次表：

- 1 土壤物理學部。
- 2 土壤化學部。
- 3 土壤微生物學部。
- 4 土壤肥瘠部。
- 5 土壤分類學，形態學及作圖部。

6 土壤應用學部。

此六部之外，更設三副部，即鹼土，森林土，泥炭土是也。各部之中，又有分部，各就專門研討。而土壤微生物學，則成爲一主要部門。每開會時之發表，均爲各國所研究之代表的問題，觀此可得世界各國注意土壤之趨勢。一九三〇年摩斯哥會議關於土壤微生物之論文項目如次：

I 微生物作用之遊離淡氣固定

a 自然界中遊離淡氣固定菌之存在

b 遊離淡氣固定之化學

c 遊離淡氣固定之重要程度及其利用

II 微生物作用之有機物分解

a 特殊有機物之分解

b 自然界中有機物之微生物的分解

c 土壤有機物之性質及分解

III 土壤之微生物學的分析方法。

一九三五年第三次會議時，關於土壤微生物學之論文，主爲硝化作用淡氣固定作用，有機物分解作用，土壤微生物定量的研究等。尤其關於氮氣固定及其機構者爲有價值云。

關於土壤微生物學之研究，在東亞諸國，如我國日本朝鮮，應當稍異。即歐美之土壤，多爲乾燥狀態之乾土，其作物以小麥爲主。東亞諸國之土壤，半爲濕潤狀態之水田，其主要作物爲稻。因之施肥及栽培法，俱有不同。且又有土質氣候等相異關係，對於土壤微生物之環境的狀態，既大相懸殊，而土壤微生物之活動，及種類，恐亦不大相同。關於此種研究，在中國尙未之聞，在日本亦屬初期。茲照錄日本之二三研究於次，以爲參考。

1. 養氣之供給 水田狀態之土壤，養氣供給，較易抑制，使成爲通性乃至偏性嫌氣之狀態。例如淡氣固定菌爲好氣性菌，在水田土壤中應難存在。詎灌溉水之停滯時，就其土壤與灌溉水而檢定其固定之淡氣量，則見土壤方面甚多，且有多數淡氣固定菌發育存在。是知水田狀態，實因灌水排水除草等特殊方法，而使養氣之供給，起種種變化也。

2. 氫離子之濃度 微生物對於氫離子之濃度, pH 感覺極爲銳敏。據實測之結果, 有如下表。

微 生 物	酸性限界 pH	適 性 pH	鹼性限界 pH
Nitrosomonas	三·九	七·七	九·七
Nitrobacter	三·九	六·八	一三·〇
Azotobacter	五·六	六·五	八·八
Act. Scabies	六·〇	七·八	九·二
Bac. subtilis	四·八	五·五	八·七
Bac. stutzeri	四·二	七·五	九·四
Protozoa	六·一	七·〇	九·六
Para moecium	三·三	七·〇	九·〇
Colpidium	三·三	七·四	九·〇
Asp. niger	三·三	七·四	九·〇
Meliolus 及首稽根瘤菌	一·二	一·七	一·〇
Meliolus 及首稽根瘤菌	五·〇	七·七	一·〇
Trifolium 根瘤菌	四·三	七·四	一·〇
Soja 根瘤菌	四·三	七·四	一·〇
Bac. amylobacter	四·三	六·九	一·〇
Th. Thio oxidans	五·七	七·三	一·〇
	一·〇	二·〇	六·〇 (?)

故欲有益微生物之發育增殖，須就其土壤之酸性或鹼性，而施以改良，使達適性之氫離子濃度。一般雨水多石灰分乏之土壤，pH價在七以下也。

3. 熱能源之供給 此為投加於土壤中之材料所左右。特於施肥之種類上，影響尤大。又因其材料或肥料在土壤中之分解機轉而異。

就上述環境的狀態為基礎，而考察現在已知之土壤微生物種類與其作用。第一為纖維素分解菌類之對於水田關係。在乾土水分少之狀態時，參與此纖維素分解作用者，主為絲狀菌。但在水分多之水田土壤中，寧以細菌為占優勢。絲狀菌較細菌形大，而作用顯著，故對於細胞構成上所必要之淡氣量需要亦多。凡含炭素率大之材料如稻藁麥稈等新鮮者，在乾地中較在水田中尤容易分解其理由在此。又酸性強之地方，主為絲狀菌活動。微酸性地方，主為 *Spirochaeta cytophaga* 之作用。在中性或微鹼性地方，則為其他細菌及放射狀菌等實行分解也。關於水田中嫌氣性纖維素分解細菌之研究，甚屬重要。大體言之，水田等多溫地方，其分解進行，不如乾燥地之速。且其分解狀態亦異也。

第二爲硝精化生菌類。水稻之肥料，以銨鹽類爲最適。故硝精化生作用在水稻栽培上，實甚重要。但硝精之化生力與水稻收量之相互關係，則尙未明。從來俱認有孢子菌爲主要之硝精化生菌。及孔 (Conn) 氏等以直接顯微鏡法研究之後，乃知無孢子菌更爲重要。即在水分少之乾土中有孢子菌以孢子態存在，唯無孢子菌活動。多濕而且在夏期亦不超過溫度三十度之水田中，雖有孢子菌亦變成活動態也。又據蘇希拉曼揚 (Subrahmanyan) 氏之研究，謂在有停滯水之土壤中，起硝精化生作用者爲分解二氨基酸酵素 (Diamidase)。又因多施用人糞尿之關係，而尿素分解菌之研究亦有必要也。

第三爲硝酸化生菌及硝酸還元菌類。從前之研究，謂水稻以銨鹽類爲主要養分，硝酸鹽可不必用。但近來已認爲有誤矣。日本深城氏謂如將pH價補正，雖硝酸鹽亦能使水稻結實云。巴爾塔爾謬 (Barthallmew) 氏亦云因硝酸鹽之施用而pH價成爲鹼性。水稻之感鹼性最爲銳敏，故易受害。至硝酸還元及亞硝酸生成之害，皆不足畏者也。

實際上，水田而有停滯水時，使其土壤行硝化作用，亦極旺盛（水分過多時不行。）如水田而

施行排水者，其土壤中必行硝化作用，可斷言也。吾人所當研究者，水稻最初固需要安母尼亞，而至水稻結實後水田可排水時，其水田土壤中所生成之硝酸鹽，有無被水稻吸收者也。

亞硝酸化生菌乃以無機物培養為特徵者，羅桑姆試驗場之卡圖拉 (Cutler) 氏最近已將以有機物為碳素源之亞硝酸化生菌分離矣。

第四為遊離淡氣固定菌類。水田狀態中，*Azotobacter* 菌及 *Cl. Pastoricarum* 菌之聯合作用，尚有再加研究之必要。據日本山縣氏等之報告，水田中 *Azotobacter beijerinckii* 反較 *Azotobacter Chroococcum* 存在數多。且其淡氣固定量亦多在 PH 價之限界以下。*Cl. Pastoricarum* 之分布較 *Azotobacter* 尤多，其 PH 價之限界亦比較甚低云。

根瘤菌中紫雲英根瘤菌與他既知之根瘤菌異趣。日本大河原氏等在遊離淡氣利用研究室中，已證明其為互接種類。其生態與生理的研究，及接種應用之重要，皆吾人所當知之者。在日本對於此根瘤菌之接種試驗，已收效果云。

其他水田土壤中之硫黃菌、鐵菌、放射狀菌、菌類、原生動物等，亦有重要研究。特於菌類中之藻

類研究，尤爲有趣。在水分多之水田中，藻類爲重要微生物。其作用爲保存硝酸鹽，作爲有機物而成熱能之給源，與淡氣固定菌共棲，供給養氣於水稻根等。對原生動物之研究亦有重要發見。即從來歐美各國所研究認爲常在包囊狀態之纖毛蟲類，亦明瞭其因多濕之故而取活動態以生存也。原生動物之能助長有用微生物之共棲機能，即所謂助棲作用者尤爲注目之研究云。

第五章 農產製造

農產物中以收穫之原形而供用者，除少數之蔬菜果實外，他不多見。雖稻、粱、菽、麥、黍、稷，亦有脫殼脫皮精白之必要。況以爲原料而製成麵包及其他酒類醬油食醋等乎。我國人已比較的安於自然食品矣。尙有自古傳來之磨粉、造餛、豆腐、醬、醋等。或爲化學的加工，或經機械的製造。又農作物中尙有必須將所要之成分抽出而始於人生有用者。砂糖、樟腦，卽其二例。今日以農產製造題目之下，所統一之種種製品，每多需要工場設備。是農產製造，已與化學工業之一部，毫無區別矣。但既以農產物林產物爲原料，列入農產製造學中，自屬當然。一方又不必謂不應屬於化學工業。以此分野原屬漠然，本無明白劃分之必要。單於其兩極端中能認識其有色調之變化可耳。譬如化學機械師 (Chemical Engineer) 與化學技師 (Engineering Chemist) 一爲專門作化學機械者，一爲用此機械以作大規模之製造生產，在兩極端上未嘗無區別。而在通常之工場中則化學技師實於某種程度內兼化學機械師也。

農產製造學中，包括甚廣，由家庭工業之小規模製造以至需要工場設備之產業，無不在範圍之內。茲擬將家庭工業小規模製造者略而不記，專就需要多少工業設備之主要產業，以列舉法說明其原料生產消費。先以便利分農產製造為次之各類。

一 抽出 (Extraction) 法：——此為從農產物中將所要物質抽出之製造。

二 加工變形：——此為對於農產物加工而變其形質，使成為比較有用物之製造。

三 保存加工：——此為保存農產物施行加工之製造。

四 廢物利用：——此為增進利用價值之製造。

以上四類，係就其主要特徵而分之者。如自學理的方面記述，應以次法為最便。

1 農產製造：——即本章所講（上記一、二、三、四）與後之六、七章所述之製造。

2 醱酵化學：——即因細菌絲狀菌之作用而使農產物變形之製造方法。

3 纖維素工業：——即絹絲、綿綫、羊毛、製紙等用抽出成分的方法或如人造絲之用加工變形方法。

4 利用價值之增進。

關於此等製造方法，在專門方面，已有著述。茲僅擇其主要部分，就其原料與生產之關係，而從農業方面說述於次。

飲食品之農產製造中，首推製糖業。在歐美人民則以消費砂糖量為文明生活之表示。據一九二七至一九二八年之統計，美國人平均每一人年消費一百二十斤，英國人九十九斤，歐洲平均每人四十斤，美洲平均八十四斤，亞洲平均十四斤，斐洲平均七斤七，澳洲平均一一四斤，世界總平均二十八斤六，日本人口七千餘萬，亦以每年消費砂糖十五億斤自豪。我國人口七倍於日本，其費消費砂糖如以最小消費量之日本為比例，亦應在百億斤左右。價值數十億元。雖今之實際消費量，未克臻此，然查輸入統計，年有一千萬至二千萬海關之增加。今總輸入價額達一億海關兩矣。產砂糖之植物，以甘蔗甜菜糖楓三種為主。糖楓限於北美西印度地方，其產糖額甚少。熱帶地方以甘蔗為原料，溫帶地方以甜菜為原料。我國之栽培甘蔗甚早，其製糖亦極古。惟以地處溫帶，早年喪失甘蔗栽培地之臺灣，今雖有廣東、福建、江西、四川等產地，總不及熱帶地方產物之佳。北部諸省，頗適於甜菜

栽培，將來以甜菜爲我國製糖之主要原料，最爲安全。日本近亦認臺灣栽培甘蔗，不及爪哇等處，而別從事於甜菜栽培，設立北海道製糖公司，平壤製糖公司，且遠謀及我遼寧（南滿製糖公司）山東（溥益製糖公司）矣。

自甘蔗製造砂糖，其理論非難。將甘蔗壓搾，取其汁液，加石灰於汁液中煮之，去其沉滓（蛋白質及其他種種物質），取其上澄液煎煉而使之結晶。爲作成白色，其間有須使用骨炭或亞硫酸氣脫色精製者。非結晶性部分，卽所謂糖蜜者，則以供酒精製造或作人造蜂蜜等之原料也。

甘蔗中之砂糖含量，大抵十二至十八%，以壓搾機搾出者約全含糖量之七十%，故對於粗製糖之甘蔗比率約一〇至一〇·五%，所殘存之搾渣，以作製糖工廠之燃料，其灰則作肥料使用也。自甜菜製造砂糖，其原理亦同。惟甜菜之含砂糖分，須在十二%以上，方爲有利，甜菜搾渣，爲家畜之重要飼料，故德意志之規定，自農家收集甜菜製糖後，其渣仍還諸農家也。

無論甘蔗糖甜菜糖，其製造上關係最大者爲原料甘蔗甜菜之含砂糖量。至於砂糖抽出之技術，以有多年之經驗，在機械的工業上，幾完全一定。臺灣地多暴風雨，普通甘蔗，往往不適於栽培。日

本每選擇耐風種植之，其莖強而含糖量少。當民國十四年時，日本自爪哇輸入大莖種栽培，近來成績甚佳云。台灣全產糖額爲十六億餘萬斤，失此版圖，殊可惜耳。

製糖之次，卽爲製鹽。我國產鹽地方甚多，以四川之自流井，及長蘆兩淮之海鹽爲最著名。海鹽以日光強烈及降雨稀少之地方，行天日製鹽法製造者，故雖濱海而多雨，或無強烈日光，亦不適於鹽田法也。四川自流井及蓬溪射洪雲陽一帶，地下蓄鹽水甚富，範圍亦廣，採水煎熬，備極簡單，亦猶英、德、美諸國之於地下擁有廣大食鹽層也。

鹽之爲用，不僅食料，其在曹達工業上亦爲重要原料。我國北部沿海各地，降雨稀少，海鹽之採取，不無多少益處。惟井水製鹽，燃料確屬問題。在自流井有天然瓦斯卽所謂火井者之利用，頗稱便利，而川北一帶則用柴熬鹽，雲陽廠則用煤炭也。

次爲澱粉製造業，卽從含多量澱粉之植物果實或根採取澱粉之工業也。我國米粉、芡粉、藕粉等之製造甚古，專供食用。其供織物上之上粉及捺染漿糊用者，在昔未嘗不以米粉充之。近來染織業發達，非從原料之價廉者製澱粉使用不可。洋芋、白薯均爲良好之澱粉原料。其製法，卽將原料細

切，以流水將所食澱粉洗出，使其沈澱而精製之也。

澱粉之用途，主為製造糕點，及其他項食品。而澱粉糖之製造（以酸煮澱粉為轉化糖，即葡萄糖與果糖之混合物）及織染上之漿糊，皆使用之也。

農產製造中近來隨文化之向上而露頭角者，厥為油脂工業。油脂為高級脂肪酸與甘油之酯類，植物油與魚油主為不飽和脂肪酸所成，概為液狀。而哺乳動物之脂，則主為飽和脂肪酸所成，其狀概為固體也。

油脂之用途，即以其原形充食料、藥用、化粧用、減摩用等者不少，而行加水分解，以製成甘油與脂肪酸，分別使用者亦多也。肥皂工業，則以脂肪酸為原料，甘油則用之於炸藥製造，此其最著者。又油脂之用作洋漆 (Paint) 假漆 (Varnish) 以及其他塗料製造原料者，近來亦極發達。印刷油墨，亦自油脂製造。最近證明能將油脂用高溫分解以製成煤油。雖經濟上目前未能與天產煤油競爭，然天產物有告缺乏時，人工製造之途，得藉此以開也。

榨油工業，在我國發達最早。如菜子油、芝麻油、蓖麻油、桐油、大豆油、茶油等自古用之。落花生之

入中國，在明之末葉，花生製油，近來亦極發達。全植物性油脂之生產額，雖向無統計，而幾於家家使用，可推知其非少。僅就純輸出價額言之（單位海關兩）。

年次	總輸出價額	豆	油	花生	桐	油	其	他
民國三年	一、八九四、九八四	四、九六六、四七〇		二、七九八、九九七	三、七四五、二一九	一、三八四、二九八		
民國九年	三二、四〇〇、六一八	一四、七九四、六二四		九、三一五、七六八	六、七三九、一九一	一、五五一、二三五		
民國十四年	四六、四六〇、三四五	二〇、三八七、二〇二		七、六三五、四七八	一七、四五〇、一〇四	九八七、五一〇		
民國十五年	五七、四二二、四八二	二九、九九二、七五三		一〇、七六六、三〇三	一四、九六二、三一三	一、七〇一、一一三		
民國十六年	五八、三六五、三三二	二七、六八三、五一五		八、六〇〇、五二九	一一、九七〇、九四七	一、六一〇、三四一		
民國十七年	三九、九三六、八七一	一一〇、三九六、六二二		五、二六九、六八〇	二二、三〇二、三二一	九九五、三四八		

是一年之輸出價額，竟達五千七八百萬海關兩之多。原料之種實，尚有輸出者，據一千九百三十年之統計，世界產製油種實三千五百萬噸，亞洲產一千九百餘萬噸，中國產八百七十二萬噸，此後我國榨油工業尚有猛進之可能可以言也。

從種實製油之方法，茲就大豆而略記其一例。大豆約含油十八至二十%，先將大豆蒸軟，以二百至三百氣壓之水壓機壓榨之，其含油之五十%，於是榨出。殘存之五十%，則用揮發油(Benzin)等油脂溶劑抽出之也。但使用溶劑者，其溶劑之去盡甚難。通常品質劣於壓榨油。落花生含油在四十至五十%之間，其榨油先碎為細粉，其餘與大豆製油同。惟不使用抽出溶劑耳。

花生大豆均於榨油後，殘存良好之油渣。通作飼料、肥料使用。醬油及其他飲食物之製造，近來用之亦多。桐餅、菜餅、自昔專作肥料。棉子年來產額亦鉅，惟棉子油之生產尚不甚多，將來亦有希望之油工業也。惟其棉子餅含有毒質，頗不適於飼料之用云。

大豆油之硬化工業，年來日人在遼寧大連，有相當進行。產魚油之地，以其魚油含不飽和酸過多之故，添加輕氣使成飽和酸之中性脂肪，即所謂魚油硬化者，尤為必要。其法，即加少量還元鎳粉於液體油中，熱攝氏一百六十至二百度後，吹入輕氣。此輕氣於分解食鹽製造綠氣時容易以副產物取得者。日本此種魚油硬化事業，特別發達也。

以農產物為原料之第二製造物，為香料及精油。一般稱能與水蒸氣共餾出之植物成分為精

油，但此精油中，尚含有種種物質，用途亦因之不同。茲爲便宜計，分之爲數類：

1 果子露（即所謂 *Essence* 者）爲果實之香氣，大部分爲脂肪酸與 *Alcohol* 之 *ester* 所成。可從果實採取，亦可用合成法作工業的製造。

2 香料（即所謂 *Perfume* 者）多爲花之香氣，大部分爲 *Olefinic terpenes*，香水之原料爲此。一部分可以工業的合成，至上等香水，則仍主由花直接採取也。

3 樟腦及 *Terpene*，此中有一部分屬於香料，大部分用在工業方面也。

果子露、花露水、香水等製造事業，在我國近年頗爲發達。惟上等香水，仍爲外國輸入品。樟腦又名潮腦，爲廣東潮州所產，自古醫藥用之。又作香料、防蟲、防臭、不硬化樹膠（*Celluloid*）及火藥原料等使用者亦多。其製造，將原料之樟樹細片，行水蒸氣蒸餾，即可製出。臺灣產額甚鉅。年約五六百萬斤。日本視臺灣樟腦製造工業，爲其國最貴重工業之一云。

最近德國有人造樟腦之出品矣。其原料取自松樹中之松精（*Pinene*），不必樟樹。因之與樟樹之樟腦競爭，其物價大受影響。據云人造樟腦，除其旋光性稍有差異外，其他化學上之構造，完全

與樟樹之樟腦相同。但人造物無論如何精良，在用途上總有不及天然物之點。日本近來對此人造樟腦之競爭，頗有研究。一為講究樟腦油之利用，一為製造人造樟腦輸出，以抵制人造樟腦之侵佔市場。關於樟腦油之分溜，日本近來研究製造頗有成績。其自樟腦油中製出之化學藥品，有如下之數種。

1. 芳香 Terpentín 油

2. Cineol

樟腦白油

3. P-Cymol → Cymol → 人造薄荷油

4. Lethyrol

5. 蓖麻油代用品

6. Safrol → Isoafrol → Heliotropene

樟腦赤油

7. Terpinhydrate → Terpineol → 醋發 Terpineol → 人造蜜柑油

8. Eugenol → Isoeugenol → Vanillin

9. 回

樟腦鹽油 } 10. 苦斯洛兒治林醇

 } 11. Sesquiterpene

其他得自芳樟油者尚有 *Linarol* 一種貴重香料。此物之醋酸酯，爲各種香油中芳香之主成分云。其含量有達四十%以上者。

關於製造人造樟腦一節，在日本無有多量之松精，其計劃實屬無望。將來我國市場中之樟腦，當然有多數人造樟腦之出現。此亦吾人所應注意者也。

薄荷亦精油中之一重要物品，我國人向來用之。近多自日本輸入。似有講究栽培製造之必要。其自薄荷草之製造薄荷油也，不過將原料行水蒸氣蒸餾而已。蒸溜所得之薄荷油中含有固體醇之 $\text{Mentol}(\text{C}_{10}\text{H}_{20}\text{O})$ 及液體醇之 $\text{Menton}(\text{C}_{10}\text{H}_{18}\text{O})$ ，生葉每千萬斤，能取得薄荷油約八萬斤，即約生葉之 0.7% 云。

世界薄荷生產額

國別	薄荷腦(公斤)	在全產額中之%	薄荷油(公斤)	在全產額中之%
歐洲	七六、六〇八	二八	一六五、九八四	五六
北美	一四五、〇〇八	五三	二、九六四	一
中國	五、四七二	二	二三、七一二	八
日本	二七、三六〇	一〇	八八、九二〇	三〇
印度	一〇、一五二	七	一四、八二〇	五
總計	二七三、六〇〇	一〇〇	二九六、四〇〇	一〇〇

與此精油事業相關聯者為樹脂工業。松香一物，我國使用不少，近多自外國輸入。其實松脂之最大用途，尚在製紙工業（混入紙漿中防印寫時之侵墨）。松脂之最大產地，為法國葡萄牙等處。其採取也，切傷海岸松（Pinus Maritima）之幹，使之自然流出，與自樹膠樹取樹膠汁液（Latex）者相同。凡欲發達製紙事業之國家，此松脂工業亦當注意者也。

樹膠之製造，亦應為農產製造之一部分（林產製造全作農產製造講述。）惟樹膠之含硫及車帶之製造等，則歸於樹膠工業部分可也。在實際上，栽培樹膠樹，採取樹膠液，凝固保存，皆農產製造者所經營。今日巴西、馬來各地所植之樹膠樹，通稱為 *Hevea brasiliensis*，傷幹取液，加醋酸或蟻酸於其汁液中而使之凝固，然後以滾子滾之，俾成為板膠（Sheet rubber），並燻之以防腐敗而後輸售於各樹膠工場也。樹膠液原為一種膠質，使用電氣以凝固之，亦在所可能者。

世界之樹膠生產及消費狀況據一九二九年發行之熱帶農業雜誌（*Tropical Agriculture*）第六卷第五號第二百十頁所載（單位噸。）

生產地	一九二八	一九二九	增加
馬來半島	二九七,五〇〇	三五〇,〇〇〇	一九.〇〇%
荷屬東印度	二二六,五〇〇	二四〇,〇〇〇	六.二五%
其他	一〇〇,〇〇〇	一三六,〇〇〇	三六.〇〇%
總計	六二三,五〇〇	七二六,〇〇〇	一六.五〇%

消 費 地	一 九 二 八	一 九 二 九	增 加
美 國	四四一、五〇〇	四六〇、〇〇〇	四·五%
其 他	二四二、五〇〇	二六三、〇〇〇	八·五%
總 計	六八四、〇〇〇	七二三、〇〇〇	一三·〇%

農產製造中，尚有嗜好品製造一項。其大部分為酸酵產物，容次章講述，茲就煙草珈琲茶等而一言之。

我國向以產茶著名，但我國之種茶土地面積，每年產茶數量，一人一年之消費若干，則無統計可徵。僅由海關報告，知其每年輸出價額為三千七百餘萬海關兩而已。現在海外市場與我國茶葉競爭者，為印度錫蘭與日本。印度錫蘭以紅茶與我競爭，日本則以綠茶。講農產製造者所應注意研究此對抗策略者也。

珈琲我國無有生產，專恃外國輸入。民國十七年之輸入額四十九萬四千七百六十一斤，價額二十三萬八千九百五十七海關兩。此後有逐年增加之趨勢。

煙草有葉菸、絲菸、卷煙等數種。葉菸以河南山東廣東四川爲最著，絲菸則福建及浙江最爲有名。卷煙（即所謂 Cigarette 者）年有約三千萬海關兩之輸入。近年煙卷公司林立，美國黃色菸種佛幾尼亞菸（Virginia）栽植於山東濰縣，河南許州，亦頗有相當成績，年輸出二千三四百萬海關兩。原來西洋煙草之製造，非乾燥後即以其葉爲之者，其中尙須加種種調味料。我國絲煙之製造，亦有調味料加入。將來能就我國原產之菸，如法製造紙卷煙葉卷煙以供國人需用，或即於適當地带栽培黃色佛幾尼亞菸以作卷煙原料，均須國人努力爲之者也。

其他農產製造中應行加入者，爲染料及製藥。染料之輸入，即以人造靛及亞尼林（Anilin）二種計之，亦年有三千一二百萬海關兩。我國自昔使用植物染料，近因合成藍靛及合成亞利查林（Alizarin）並其誘導體，有大規模之工業的製造，價廉物美，而天然之藍與茜草，殆爲其壓倒而絕迹矣。碩果僅存者，惟紅花而已。

製藥一項，近來因漢藥爲各國所重視，頗有研究之必要。藥用植物，我國產者種類甚多，其成分未經明白者占十之七八，即已知者因人工合成，極費手續，而自然產者仍有抽出精製之必要也。至

於抽出方法，則屬藥學方面之研究問題，茲不具論。

關於農產製造品之保存及貯藏，最爲重要。茲僅列舉其方法，詳細則須就各種而單獨說述之。食料品之主要貯藏法，爲乾燥、冷凍、加熱殺菌、鹽藏、砂糖漬、防腐藥品加入等六種。應用乾燥法保存者，主爲穀類。此非特別乾燥使其不含水分者，不過恐有濕分侵入而作防濕的保存而已。故對於附着穀類之害蟲，如何驅逐防禦，實爲大問題。例如米之黑象蟲，卽其一例也。

冷凍貯藏，乃一時的辦法。且殺菌之目的，幾全不能達者。例如霍亂菌 (Cholera)，在攝氏零下二十度，猶不能完全死滅。一般腐敗菌更比霍亂菌抵抗冷凍之力大，隨溫度之上昇，又復逐漸繁殖。故冷凍不過僅適於生魚生肉生蛋之運搬而已，至其使用，須於出冷藏庫之當時行之。久則反速腐也。

加熱殺菌，最爲有效，凡經加熱者已無菌之附着，食物之保存，故得以長久不腐也。罐頭之原理在此。害消化器之病原菌大概以攝氏六十五度熱三十分間，卽可殺死。生芽胞之腐敗菌亦然，故對於防止生芽胞之腐敗菌，每日以攝氏六十五度熱三十分間，經三日間續繼行之，則芽胞亦完全死

滅矣，固不必熱至攝氏百度而始可謂之殺菌也。此謂之間歇殺菌法 (Pasteurisation) 乃證明生物必自種子產生之法國巴斯德 (Pasteur) 氏所案出者。

鹽藏有防止細菌發育之效，而無絕對的殺菌之力。其簡單者如魚類肉類之漬鹽是也。

砂糖漬主用於果實之貯藏。而牛奶之煉製者，多加砂糖，亦有欲保存長久之用意。要之漬鹽漬糖，均由於其汁液之濃度大，有妨細菌之繁殖也。

防腐劑之混用，在各國俱有禁令。細菌與人，俱同為細胞所構成，凡為害細菌之發育，或能使細菌死滅者，其於人體，縱分量少時不呈現顯著之害，長久食用，而能因累進作用以至於為害，亦屬至明之事也。日本之酒中許加水楊酸，醫油中許加 *Penicillin*，往往飲用過多，致頭痛甚劑。日本將來亦必禁用。對於釀造物之防腐劑，能有無害人體者之發見，其功績應不小矣。

又對於果實及其他搾汁之保存上，使用亞硫酸及安息香酸之少量，亦在許可之列云。

第六章 醱酵

在農產製造學中居特殊地位者，爲醱酵產物。醱酵既爲藉微生物之力所行，而熱能之消費，實屬極少。不過醱酵產物之成熟，比較期間稍長，致使經營者之資本受固定，是其缺點耳。以工業上之水力電氣況之，正復同病。因水力電氣，利用天然之熱能，其消耗費極少，然設備時須有莫大之資本，使經營者望而生畏也。

醱酵產物中之主要者爲酒、醬油、醋等。近來已將藉細菌力而行之乳酸醱酵、醋酸醱酵、丙酮醱酵等，實用化矣。又將利用絲狀菌而製造種種有機酸之方法試行。致醱酵之領域，次第擴大。吾人知絲狀菌酵母細菌無數，且又信其生理作用千差萬別。而因醱酵以起之合成分解等作用，如更多方研究之，則將來必有更大利用途徑也。

東方自昔傳來之醱酵，較之西方近來講究之醱酵，更占特殊之地位。以我東方之醱酵，多利用絲狀菌故也。在西方僅製造乾酪時，有絲狀菌干與而已。果實酒麥酒醋等之製造，皆單用酵母之力。

我東方之麴西洋無有。麴乃利用絲狀菌 *Aspergillus* 者，其種類甚多。釀酒之家，各自製造其特種之麴。西洋人每感覺醬油有微臭者，其平昔少接觸絲狀菌故歟。

我國生產酒類，無從調查，舉其所知者言之，釀造酒中紹興酒最著，一年生產不知其幾百萬石，價值更不知其幾十億元。蒸餾酒中有燒酒、高粱酒、大麴酒、茅臺酒、汾酒等最爲名貴，每年生產消費，更較紹興酒爲多。混成酒中有五加皮酒等，亦有莫大之消費額。近來又有麥酒葡萄酒果實酒等製造消費，合以外國輸入之洋酒類，我國男女老幼之平均飲酒所費，以一人十元計之，亦年達五十億元之鉅數矣。除年有約千萬海關兩之洋酒輸入外，皆我國內自爲生產者。其因之以消耗穀類食糧，數量亦頗可觀。就各種酒類之品質論，蒸餾酒含酒精量最多，混成酒次之，釀造酒中最少。又同一類中，亦各自有不同。釀造酒之成分，大約如次：

酒	黃 酒		白葡萄酒		赤葡萄酒		甘葡萄酒		果 子 酒	
	精	汁	精	麥	精	麥	精	麥	精	麥
精	一七·六	二·九	三·一〇〇至四·六〇〇	四·一二五至六·八七七	七·〇七	二·一〇	八·一一	二·二五	一一·六九	二·二六
麥										

比 重	○·九八八	一·〇一二至一·二五〇	○·九八六	○·九九五	一·〇三一	一·〇〇二四
單 寧	—	—	○·二〇〇	○·四〇〇	—	○·二九四
無 機 物	○·七六	—	○·一八八	○·二二〇	○·一七九	○·二九四
糖 分	○·三七	二·三五八至一·二五八	○·二二〇	○·一五〇	一〇·五九	○·二五六
酸	○·一七	〇·〇九八至一·二四〇	○·六〇六	○·六〇四	○·五五八	○·四〇八
甘 油	○·九	—	○·六九二	○·七三五	一·〇九	○·四八

醱酵生產物之製造方法，分別記載其大體如次。

1 紹興酒又名黃酒。普通稱紹興酒者，實包括淋飯酒、攤飯酒、加飯酒、善釀酒等四種而言，其釀造法大同小異，分次列各段。

- a. 原料之處理。
- b. 酒釀之製造。
- c. 醱之製造及醱酵。
- d. 壓搾及除澱。

e. 煮酒裝罈及封泥。

f. 貯藏。

A. 原料爲水、糯米、酒藥、麥麴等。取水稻糯米，先行於瓦缸中浸漬及洗滌，對於糯米六十六公升，浸漬用水六十公升，洗滌用水一百公升，品溫攝氏十四至十五度，浸約一晝夜，卽以撩筲移於籬中洗滌，然後蒸而爲飯。其法，將淘鑊中盛水，周圍圍以草圈，上擱飯甑，甑中置有將軍帽，洗滌之米，擱於帽上。一回約蒸米二十四公斤，鑊中水沸後三十五至四十分間卽成。成飯後移飯甑於瓦缸之木架上，用酒斗灌五十五至六十公升之水，至飯成攝氏四十度前後之溫度爲止。

B. 蒸飯平均重一三六·六五公斤，對此而用酒藥粉末一百五十公分，與溫水二百至三百立方公分爲一瓦缸分材料。於瓦缸消毒完了後用手混合盛之。最後於中央穿穴，深達缸底。至於米飯之表面，皆須以手作成平滑狀。手中所附着之酒藥，以水洗落於其中可也。然後施以草蓋二枚，並於瓦缸周圍緊紮以稻藁。二日而成。品溫達攝氏二十八至三十六度，此兼日本釀造清酒之製醱製麴兩機能者。

C 酒釀每缸以原量使用，別加麥麩及水而以雙手充分攪拌混合，俾醪成糜狀。更嚴重施以保温裝置。即更加一枚草蓋，周圍再緊紮三至四重稻草束也。當攪拌酒醪時，將酒把之先端，平置於醪之表面，柄則垂直往下壓，務使醪之表面被蓋物全沒入於液中。一日約攪拌三回，達二十一回即六日半而攪拌期完畢。此期之品溫攝氏三十二至三十五度，到終結時溫度降下，不過較氣溫高數度而已。

攪拌期終了後，即入靜置期。不施任何防寒設備，將醪暴置八十餘日。在此期間中，酒精之少量增加，糖分之僅少增減，糊精之大為減少等，為最主要之作用也。

D 將靜置期完了後之醪，以酒斗十分攪拌盛入綢袋中使滿而縫其口，疊置之，其中之液汁即所謂酒者，自然流出於榨缸內。一缸之醪，約盛九至十二綢袋。俟全部移於酒榨內，然後行壓榨操作，一晝夜能榨三缸云。

E 壓榨畢後而入除澱時期。除澱云者清澄取上澄液而去澱之謂也。此期間大體約二日而畢。煮酒用之淘鑊中，盛水使沸。同時置一中央有十二公分徑孔之蓋於其中。其孔與預為洗

滌之酒罈相倒接，使酒罈因水蒸氣而殺菌。所要時間約二十分。其程度以手觸罈外，能檢溫為度。殺菌後，則倒立於他場所，俾其中凝縮之水滴滴出。更以熱手巾拭其罈口，然後行煮酒操作。

取除澱中之酒於銅鑊中，而置於地灶近處。俟淘鑊中之熱水汲盡後，即由銅鑊中注酒於淘鑊而蓋之。至沸騰則除蓋，以酒斗輕攪拌後，仍以酒斗汲而從半公尺高注下淘鑊中數回，斯為煮酒完了。然後以接口汲入罈中。全部汲盡更注新酒於淘鑊中，續行煮酒工作也。煮酒溫度攝氏七十八度附近，時間三十至三十五分間，損失約三%云。

酒罈口覆以蓮葉，其上更施以箏殼。其頸部則以竹篾緊縛之。加以泥土，作成土耳其帽狀。即送入窖貯藏。

F. 紹興酒之貯藏期，自然愈久愈佳。其陳者，風味良好，著色濃厚。久者數十年乃至百數十年，至少亦須一年以上方可作飲用也。

2 麥酒又名啤酒，其製造，分次之三段。

a 麥芽之製造。

b 醱酵液之製造。

c 醱酵。

A 製造麥芽，先將大麥浸水，然後去水鋪於地上，使之發芽。麥粒隨發芽而其中之酵素變成活動性，致使麥粒中之澱粉分解為麥芽糖，蛋白質分解為氨基酸。然後將麥芽乾燥，以行第二段工作。

B 取前段之乾燥麥芽碎而為粉，放入糖化槽內，加攝氏四十度之溫水二·二倍而攪拌之。然後使溫度次第上昇至攝氏七十五度，以完成糖化作用。濾去其渣，取其汁液，是為麥芽汁。加〇·一三至〇·四五%之葎花 (Hop) 於此麥芽汁中，更沸煮二至二·五時間，然後濾過，急冷至攝氏二〇度。

C 冷卻後之麥芽汁，移盛於醱酵桶，加二·五%內外之泥狀酵母，使之醱酵。在醱酵中，如溫度保以十度以下，則十數日間醱酵工作，即可完畢。次移貯於貯藏樽中，以零度左右之溫度，保存六個月。在此保存期間內，起後熟作用，而麥酒之味因之變美。

麥酒經上述三段工作而完成者。此成熟後之麥酒，盛以酒瓶，以攝氏六十五度殺菌後販賣之也。

3 葡萄酒。

葡萄酒乃釀酵葡萄汁而製造之者。所用葡萄果實，以含糖分多酸分少者為佳。糖分平均二二%以上，酸分平均〇・六%以下者良原料也。其有糖分不足酸分過多者，則以糖分添加，以碳酸鉀中和酒石酸後使之釀酵也。

將果實破碎後，放入釀酵桶內置諸低溫之地下室，而使之釀酵，則附着於果實之酵母 *Saccharomyces ellipsoideus*，即起釀酵作用。本釀酵經一二星期即畢，然後移於酒樽使營後釀酵。二三期後，後釀酵終了，再移於他樽而使其成熟。成熟期間，至少須經三年。愈陳則酒味愈良也。

白葡萄酒乃用去果皮之汁液釀酵製成者。其他果實酒，亦各就所用果實而搾汁釀酵製之，方法均與葡萄酒相同。

4 酒精製造。

酒精釀造之原理，與麥酒醱酵之原理相同。惟原料使用洋芋白薯糖蜜等廉價物而已。澱粉質之分解，固在使用稀硫酸者（生成轉化糖），但米麴麥芽，用之最便，即將蒸過之原料薯芋，先行潰爛，加少許溫水，俾成糊狀。次加5%內外之麥芽保持攝氏五十五至六十五度之溫度，使澱粉變成麥芽糖。最後加酵母於攝氏二十度附近使之醱酵。三晝夜間醱酵終了，付之蒸餾，分取酒精。如使用大規模之精良蒸餾器，則一回即可得濃度九十%之酒精也。

製糖工業盛行之地，利用其副產物之糖蜜，行 Alcohol 之製造，最為經濟。酒精生產過賸之地，每用以代汽車之汽油云。

5 蒸餾酒及利口兒製造。

醱酵液之須蒸餾後飲用者，此謂之蒸餾酒。蒸餾酒之特徵在酒精含量高也。

蒸餾酒類	來源	酒精含量 %
威士忌	大麥醱酵	四六至六一 (強者) 四二至四四 (弱者)
白蘭地	葡萄酒蒸餾	ca. 四九

拉	母	糖	蜜	酸	酵	63. 四〇
高	梁	酒	高	梁	酸	酵
大	麴	酒	稻	穀	酸	酵
日	本	燒	酒	糟	蒸	餾
						三〇至六三

利口兒(Liqueur)酒爲混成酒，乃加香料色素等於利口兒基本體(Likörkörper)中而作成之者。試舉 Peppermint 酒之製法，以爲一例。取一一・五公升利口兒基本體加最良薄荷油四公分於其中，俾成爲綠色。卽市場上通稱之薄荷酒也。所謂利口兒基本體者，亦有種種之不同，舉其最良者之一例言之，砂糖液五・七二公升酒精四・五七六公升水一・一四公升等三種混合。又有混合甘油〇・五七二公升於水中者。要之利口兒之本體每一公升中實含有四三七公分砂糖及三八%酒精也。

6 醬油製造 製造醬油須經次之階段：

A 醬油麴之製造 用煮熟大豆一石與煮熟小麥粉一石爲原料。加種麴三兩，於攝氏二十

三度至三十度之室中放置三四晝夜，*Aspergillus* 即充分繁殖，醬油麴可得也。

B. 醱酵液（酒醪）之製造 用大豆小麥各十五石，加總容量之九〇至一一〇%水，并水之五〇%食鹽，然後將前段製造之醬油麴加入。夏期每日攪拌二三回，冬期每二三回攪拌一回，以助成其醱酵作用，約一年間醱酵始可完畢。

C. 壓榨 醱酵終了後，放入麻布袋中施行壓榨，而取其搾汁。其殘部為醬油渣也。

D. 搾汁之清澄 將搾汁靜置二三日，去其上部之油層，以攝氏七十度內外之溫度熱一時間。使蛋白質及其他物沈澱然後移於清澄桶內，取其上部而販賣之可也。但此時尙有加助味物以助味者。日本醬油多加味淋酒以助甜味。

我國醬油各省俱有特產，然其產量不明，其品質亦各異。近來日本醬油，入口者多，亦奇事也。醬油之一般成分大約如次。（%）

水	分	全	淡	氣	非蛋白質	淡氣	糖	分	糊	精	總	酸	食	鹽
三五二四		一二四			一〇八		四〇八		〇八八		一〇〇		一六一九	

7 醋製造。

我國食用醋酸，各省俱產，尤以山西產者為最優。其製法各有特長。就其一般者言之。原料用酒糟或酒，或火酒與米共用。日本之製醋多用腐敗酒，或酒糟，或酒精與米並用也。歐美製醋，則用酒精麥酒葡萄酒白蘭地等。

酒精受醋酸菌之作用，氧化分解為醋酸。酒中所存之其他種種成分，亦經多少變化，成為酒精之酯以助食醋之味。



糟醋之製造，取約一年間良好貯藏之酒糟，每六十斤加水五斗乃至八斗放置約十日間，取其濾汁而煮沸之，別加種醋於其中，以攝氏四十度內外之溫度保持約四星期，使之醱酵（種醋乃別以良好食醋注意保存者。）所製成之食醋，通常含醋酸三至七%。

歐洲製造食醋。有所謂速釀法者，用山毛櫸（Beech）之鋸屑填充樽內，穿洞使空氣流通良好，從上部滴下原料，可急速製成食醋。其原理亦同為利用醋酸菌之氧化作用，不過如此設備，使氧化

面積增大，空氣流通良好，得以促進酒精之氧化而已。

在醱酵上農藝化學所關與之點，可大別爲三種：

- 1 醱酵微生物之研究。
- 2 醱酵液在醱酵前後之成分研究，及醱酵生產物之化學的研究。
- 3 醱酵之化學的原理研究。

醱酵微生物之研究，主爲下等植物學之研究，即對酵母菌及黴類之形態學的生態學的研究，並根據形態而研究分類。今日關於此醱酵微生物方面之研究，頗有進步，知特別之醱酵生產物，爲有特別之醱酵微生物干與。猶病理學方面確定特別之疾病爲特別之細菌所干與者。例如日本之清酒爲酵母 *Saccharomyces Sake* 所干與，麥酒爲 *S. cerevisiae* 所干與，葡萄酒爲 *S. ellipsoideus* 所干與，醬油爲 *Zygo-saccharomyces* 所干與等皆是也。又清酒之後熟中有 *Torula* 屬酵母之作用，以助其改良香味，亦經研究者。

關於黴方面之研究，亦有進展。我國酒麴中 *Rhizopus* 類分離甚多，日本產米麴及他麴中主

爲 *Aspergillus* 屬物。

製造醋時其醱酵尚有藉細菌之力者。醋酸菌、乳酸菌等研究甚詳。關於此等微生物之作用，後段當詳述之。

醱酵液之醱酵前後成分研究，與食物化學之一般分析相同，可云已完全研究矣。其未解決者不過尚未著手研究之醱酵物而已。惟因醱酵之過程由於微生物之生理作用，故欲時時跟踪其變化，則在在困難。現在僅能照次述醱酵原理之研究，知其大綱。其詳不可得聞也。

醱酵中腐敗之原因及其防止，亦與醱酵研究同爲重要者，但其研究之困難亦同。*Tetragenus* 類之害麥酒，火落菌之侵清酒，其防禦方法雖有相當發見，然以酵母類與爲害物同爲微生物，殺死病害物者亦殺死酵母，故施行甚困難也。大規模釀造工場之防禦醱酵感染 (*Infection*) 均認爲難事業云。

研究微生物在醱酵上之效果者，莫過於麥酒醱母之純粹培養。此爲漢森 (*Hansen*) 氏之偉績。其純粹培養之方法，與病原菌無異。惟以大規模行之於工業而能常使醱酵一樣，麥酒品質一定，

則漢蓀氏研究之功也。

關於葡萄酒及清酒之酵母，亦曾純粹培養研究者。但在今日大體爲野生酵母，故未能得滿足之結果。

釀酵之理論的方面頗有趣味。酒精釀酵問題，在一八一五年時額路沙克(Gay-Lussac)已將一分子葡萄糖發生二分子酒精及二分子炭酸瓦斯之化學反應式提出，



其後巴斯德(Pasteur)氏又確定酒精釀酵時有少量之甘油生成。原來酒精釀酵與微生物之生活作用，有密切之關係者。雖當時已經將種種酵素發見分離，而猶覺與酵母之生活力常有關聯。至一八九七年布胡涅爾(Buchner)氏始將死酵母加大壓力而取其壓汁，證明此搾汁有起酒精釀酵之能力。於是酒精釀酵與他多數生體內之分解作用相同，爲一種酵素之作用，始明瞭矣。酒精釀酵之酵素，謂之 Zymase。

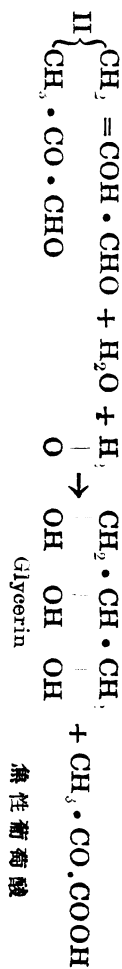
其次哈爾登(Harden)及楊格(Young)兩氏又研究葡萄糖於酒精釀酵中先變爲

磷酸與酯，此葡萄糖二磷酸酯受 Zymase 酵素之分解作用而起發酵。在此研究之前後費歇爾 (Emil Fischer) 氏已著手行其有名之單糖類研究，證明在十六種之六炭糖異性體中，葡萄糖果糖蒟蒻糖等右旋性者始可受普通酵母之作用，而起發酵。彼之有名鍵與鍵穴說 (Schlüssel und Schlüsselloch) 卽於是建設者。

但葡萄糖取如何機作而分解爲酒精，在今日有一般人所承認之紐柏爾希 (Neuberg) 氏焦性葡萄糖說。卽葡萄糖先失去二分子水而變成爲 Methylglyoxalaldol，此生成物更分解而爲二分子之 Methyl-glyoxal，如 I 式：



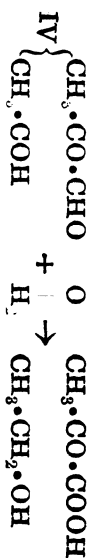
此 Methyl-glyoxal 雖現在尙未於發酵液中證明確有存在，但可因人工而由糖合成，當更如次之 II 式而生成焦性葡萄糖及 Glycerine。



焦性葡萄糖因 Zymase 中存在之 Carboxylase 酵素作用再如 III 式分解為 Acetaldehyde 與二氧化碳。



此 Acetaldehyde 與 Methyl-glyoxal 共受 坎尼渣羅 (Canizaro) 反應而生成酒精與焦性葡萄糖。此焦性葡萄糖更經同一路徑而變成酒精。

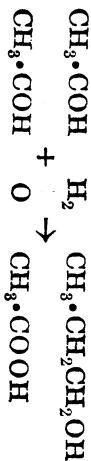


但甘油之生成，不過全醱酵中之二至三%，故將 II 式省略，僅以額路沙克氏之式表之足矣。

紐柏爾希氏之酒精醱酵說中最有趣者爲甘油之生成。據彼之研究，謂於醱酵液中添加亞硫酸鹽將中間生成物之 Acetaldehyde 固定，則甘油之生產大爲增進，可以到三十%以上。



其後研究代亞硫酸鹽以碳酸鈉或磷酸二鉀等而將醱酵液作成鹼性，亦可多量生成甘油。此時自 Acetaldehyde 經喀尼渣羅氏反應而生成醋酸亦多也。



酒精醱酵以外之醱酵亦曾就細菌及絲狀菌而詳爲研究者。類別之則如下：

1 醋酸醱酵 此單爲酒精變成醋酸之作用，在醋製造時已說述之。干與此醋酸醱酵者爲醋酸菌 (Bacillus aceticum)。其種類則非常之多也。

2 乳酸醱酵 此醱酵爲乳酸菌 (*Bacillus acidi lactici*) 分解乳糖而生成乳酸之作用。牛乳之酸敗，原因於此。自牛乳製造酸敗乳 (*Yogurt*) 乃利用此作用者也。又有藉乳酸菌之乳酸醱酵力以製成清涼飲料者，卡爾比斯 (*Carbis*) 卽其一例。亦有以乳酸菌爲主成分而製成整腸劑者。

乳酸菌亦可作用於乳糖以外之轉化糖葡萄糖等而生成乳酸，故工業的製造乳酸，亦使用乳酸菌也。所生成之乳酸，則作成乳酸石灰取出，然後用硫酸將乳酸遊離。

3 酪酸醱酵 枯草菌之一種有所謂 *Bacillus butyricus fitzianus* 者自葡萄糖果糖等作成正酪酸。其收量在四十%以上。

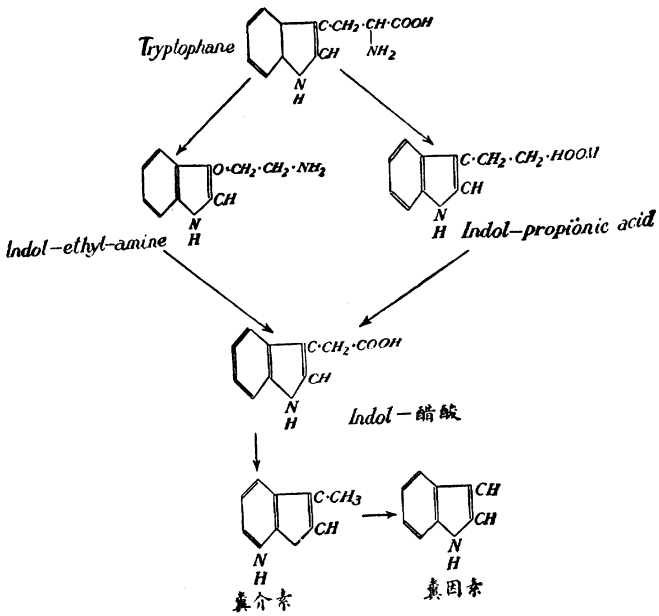


又 *B. Orthobutylicus* 可從單糖類複糖類甘油等製成正丁醇，因之利用此細菌而行正丁醇之工業的製造亦可能也。

丙酮醱酵 此因歐洲大戰時感丙酮之缺乏而發達者。與紐柏爾希氏之甘油醱酵如出一轍。干與此醱酵之細菌中，最強有力者為 *Bacillus acetothyllicum*，乃從五碳糖及六碳糖以製造丙酮者。在丙酮缺乏時，此為能工業化之唯一給源云。

細菌之作用，尚不僅如上述，其他氧化還元，脫氨基，脫碳酸基等作用亦強。例加 *Bacterium oxylinum* 之從清涼茶醇 (*Sorbite*) 製成清涼茶糖，甘露蜜菌之從果糖製成甘露蜜，前者為氧化之例，後者為還元之例。

細菌之脫氨基及脫碳酸基作用，曾就大腸菌及其他腐敗菌而研究之者。蛋白質之分解及一般腐敗作用，已充分明白。例如糞中生成之糞因素 (*Indol*) 及糞介素 (*Scatol*)，乃如次式所表示 (見第一一四頁) 從氨基酸 *Tryptophane* 生成者。

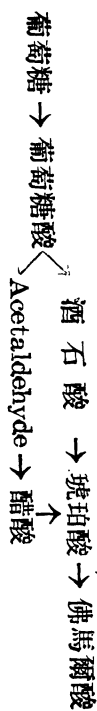


細菌作用之偉大，觀上述已可得其梗概矣。而黴（絲狀菌）之作用自巴斯德以來，亦深有研究。其中於工業上有大價值者，亦不可勝數。如變澱粉爲麥芽糖之麴菌自無用說，即對於酸類之生成，亦得舉出次之四項。

1 檸檬酸醱酵 *Citromyces* 類之黴，能從葡萄糖果糖等生成檸檬酸，爲早知之事實。又從麴黴一種之 *Aspergillus niger* 研究其生成檸檬酸之作用，最近日本方面（坂口氏）已有成功，謂可作工業的製造矣。

2 麴酸醱酵 麴菌能從葡萄糖生成麴酸，爲日本齋藤氏所發見。其後又經藪田氏確定其麴酸之構造。但麴酸之用途，尙非如檸檬酸之比。在今日研究單糖類構之造式，及醱酵之理論上，此物爲頗爲有趣者。

3 佛馬爾酸 (*Fumal*) 醱酵 *Rhizopus* 類之生成佛馬爾酸，亦爲日人高橋等所研究者。其自葡萄糖生成佛馬爾酸之過程如此。



葡萄糖酸及酒石酸皆可於中途檢出者，佛馬爾酸之能因還元而變成琥珀酸，在日本人工合成清酒上，應用頗有利益云。

日本木下氏近來又證明麴菌作用於葡萄糖而生成伊塔孔酸 (Itacon)。要之關於絲狀菌方面之研究利用，尙不止此。東方既以麴菌爲特產，而就此研究利用，亦屬應有之努力也。

以上關於細菌酵母絲狀菌等之發酵作用，不過列舉重要項目而略記其梗概。至於細菌絲狀菌之種類無數。其作用又因馴致而大可左右。將來能發見其未知之種類，及未知之化學作用，而適當馴致之，以作成所欲作之化合物，亦吾人可意料者也。英雄所憂者無用武之地，此未知領域既無是其廣。釀酵學界之英雄，聞之當興味不淺矣。

第七章 纖維

前述之農產製造，均關於吾人之食料者。而關於吾人衣料之纖維製造化學，於本章述之。其他紙張及日用器具等之纖維亦連帶記述。纖維化學之二大眼目，即衣料及製紙工業也。

供吾人衣料之纖維，在寒帶有毛及毛皮。在溫帶有毛絲棉。此等皆直接取動植物所生產之纖維，紡織以爲布帛者。最近人造絲（Rayon）工業發達以來，雖木材之帕爾勃（Pulp）亦可製得吾人之衣料。而製紙工業及人造絲工業之原料，皆同立於木材之帕爾勃上，竟有密切之關係矣。

關於羊毛、及毛皮，我國北部均有莫大產地。惟其毛不良，有研究改良之必要。往年日人設場於遼寧公主嶺，研究蒙古羊與麥利奴羊雜交，改良羊毛問題，頗著成效。如更由我國自行推廣於滿蒙，則將來產毛量之增加，自屬意中事。不惟年年四千餘萬海關兩之毛織物輸入可免，且能有餘毛輸出也。

棉花來自印度，非中國原產。然我國之棉布，亦起自古。類篇云，朽出交趾，可爲布。中國之棉布，當

在漢以後，南史高昌國傳，有草實如繭。中絲爲細纒，名曰白疊。取以爲布甚軟白。通鑑，梁武帝送木棉皂帳。是其證矣。但植棉之學不講，千數百年以來，其產棉之品質，反逐漸退化。加以近世布重細紗，更有賴於纖維細長之棉。故棉織工業之原料，以美棉及印度棉爲佳也。我國二十年來，雖極力提倡種植美棉，其效未著，年有九千餘萬海關兩之外棉輸入。而棉製品之輸入額更鉅，在二億海關兩以上。後者大部來自不產棉之日本，可見我國綿紗工業及棉織工業之不發達，而輸入棉花以紡紗爲綿布之工業，亦大有獎勵發達之必要也。

關於棉花栽培一事，近來頗有發達之趨勢。國內消費之棉花，能自給自足，固吾人所禱祝者，但近查海關統計，吾人直接食料之米麥，亦年自外國輸入巨額，可否置國民食料於不顧以從事於工業作物之栽培，此亦大有研究之餘地。以棉花之適地論，吾國本次於南美及印度各地，然較之寒帶全不宜棉之栽培者，猶有多少之天惠也。爲不適於棉花栽培之地，開拓一光明之路者，莫過於今之人造絲事業。人造絲之原料，取自木材之帕爾勃，而寒帶富於森林，帕爾勃之供給量無限，是人造絲之發明，寒帶之人可得而衣，在農產上之意義，實有重大性者也。茲略就此人造絲事業述之於次。

今日關係人造絲之製造方法有四，其實際的工業應用者主爲第三之 *Viscose* 法也。

1. 銅法 即將纖維素溶解於氧化銅鈹液 (*Schweitzer* 氏液)，再凝固爲絲狀之方法也。
2. 硝化法 即將硝化纖維素溶解於丙酮、醚、酒精等中，通過細孔壓出於水中，所生之絲，則捲取之，此法爲夏爾東捺 (*Chardonnet*) 所發明，稱爲夏爾東捺法，工業的成功者，以此法爲最初。硝化絲之缺點，在易於著火，其後脫硝法發達（即用硫化鈣等將硝基脫去），此缺點已除去之矣。
3. *Viscose* 法 今日工業的使用者，幾全爲此法。以苛性鈉及二硫化碳處理纖維素使成爲一種散丁酸纖維素曹達液（稱爲 *Viscose*），於含硫酸、硫酸鉛、硫酸鈉、硫酸鎂、葡萄糖等之水中壓出成絲。
4. 醋化法 此爲使用無水醋酸及少量硫酸處理纖維素而成爲醋酸纖維素，以紡綫之方法。在水中亦強，將來頗有希望。今日尙未作工業的使用也。

照上述已經工業的使用之前三法，每人造絲百斤之製造費，大約如下：

1. 硝化法

三〇四至三四四元

2 銅法

一三七至三〇六元

3 Viscose 法

一七二至二五七元

今日日本方面之用 Viscose 法製人造絲者，每百磅之製造費已輕減至百元以下，因之人造絲之市價，亦廉至百磅百六七十元云。

人造絲之工業的製造，起於二十世紀之最初十年間，至一九二五年，世界之生產額已達一億五千萬磅。其能如此長足進步之原因，在原料豐富而價廉，工程又完全屬於機械的作業，最適於大工業的經營。原料之松材或棉花屑，不過僅當生產費之二五至四〇%而已。因之利益甚大，在美國對於生產費約有四〇%之利益云。縱獲此最大利益，而製成之絲尚不過天然絲價之三分之一也。

人造絲原為模擬天然絲而製作者。但天然絲為蛋白質所成，人造絲為纖維素所成，其根本上自非同物。今日而仍用人造絲之名稱殊不相適，故專用 Rayon 之名稱較妥也。人造絲與天然絲之優劣比較，本屬無意義之事。以其外觀上有相類似之處，人造絲又有奪天然絲銷路之虞，在經濟上往往行此比較也。

人造絲之利點，在光澤及絲之連續性染色性良好及價廉，可隨意增加生產。其不利點，在乏強度及耐水性。被覆力不過天然絲之半。但此等缺點，將來均有逐漸改良之希望。人造絲之能漸近於天然絲，乃吾人可以意料者也。不過人造絲亦為吾人衣料之一種原料，與蠶絲本不相妨。亦猶吾人食料之肉類甚多，不能以一種肉妨害他種肉之利用也。況人造絲與蠶絲根本上即非同一物，決無根本不同之兩種物質而有此種受彼種壓倒之理。特於人造絲事業發達之歐美，其國人之嗜好蠶絲，最為普遍。因之我國執蠶絲業者，不惟無用起被人造絲壓倒之恐怖，且可安心進展開拓蠶絲販路，信絲業前途有無限希望者。不過農家之養蠶組織，應有適合競爭之準備耳。

世界產絲之總量，據一九二四年七月至一九二五年六月間之統計，約八千六百萬磅。其中以我國產量不明，僅就輸出者計算，且桑蠶柞蠶不分，無由確實統計。大體言之，亞洲產額最大，歐洲次之。亞洲之中，日本尤較我國多產，占全世界產絲額之六五%，我國不過產約一八%，此養蠶者所宜注意者也。

意大利

一一、五八五（千磅）

法國	七三九(千磅)
西班牙	二〇九(千磅)
歐洲合計	一二、五三三(千磅)
近東諸國	一、九八四(千磅)
中華民國	一五、三六七(千磅)(輸出額)
日本	五四、〇六四(千磅)
印度	二〇〇(千磅)
亞洲合計	六九、六三一(千磅)
柞蠶絲	一、七一二(千磅)
總計	八五、八六〇(千磅)

我國之輸出蠶絲價額在一九二八年爲一億八千三百萬海關兩，約合二億六千萬元，較之日
本之輸出額八億八千萬元者相差甚鉅。我國生絲在美國之市場幾全被日本侵佔，而日本產絲之

九〇%輸出美國云。

日本之農業中，農家總數之三五%爲養蠶業者，耕地之十分一爲桑園。年產繭五億四千四百萬斤，桑田一畝之繭價百圓左右云。關於蠶一代須食若干桑葉，能產若干生絲，在日本亦有詳細之研究，桑葉之成分亦有詳細報告。茲舉其大要以爲我國研究之參考。

1. 一畝桑地能收得桑葉三百斤乃至五千斤，平均六百斤乃至七百五十斤。其中二〇%爲乾物。蠶兒之食葉，總非全部，以所與桑葉之六〇%爲蠶兒所食者視之可也。

2. 桑園一畝地之繭收量二十五斤至九十斤，平均五十斤。即繭之收得量約桑葉之一二至一五%也。繭價如一斤一元，每畝地能收得五十元。除去肥料十元，工資五元，尙有三十五元利益。

3. 繭十斤能得生絲一·一斤即約十一%，即一畝地能產生絲平均五斤乃至八斤。故欲得生絲百斤，須用地約十三畝也。

4. 自繭製成生絲之生產費每百斤約三百十元，加以製百斤生絲之繭價約九百元，共需一千二百元。生絲百斤之市價，在千五百元至二千元之間。其利益約三百至四百元。

以上計算，不過僅就繭價與生絲之生產費約略估計。實際上尙大有伸縮者。繭價每隨絲價之高下而起變動，如目前之絲價低落，養蠶家幾於有損無餘，極感痛苦也。

關於此方面之救濟，在經濟方面者，非吾人研究之範圍，茲省略之。其從農學與農藝化學方面以研究養蠶問題者，有如下述。

(1) 桑葉之問題 此問題中，包括桑之品種改良、培養方法、病蟲害驅除等農學方面之問題，及桑葉之成分、施肥、病害之化學的研究等農藝化學方面之問題。

(2) 蠶兒問題 此問題中，包括蠶種改良，及蠶兒飼育方法改善等以昆蟲學爲主之養蠶學方面問題，及研究蠶兒營養之農藝化學方面問題。特於桑葉以外之營養物，卽加他營養分於桑葉中，於蠶兒之發育及繭質上，有何促進或改良之效，或桑葉如何始能節省等等化學的研究，尤爲重要。

(3) 絲之問題 關於絲之化學的研究，阿布德爾哈爾登 (Abderhalden) 及其門弟子曾就世界各地產絲以行之者。日本亦有種種研究，我國猶缺。不過最爲重要者，仍爲製絲及生絲之化學

的研究。即製絲中起如何的化學變化，及生絲所具種種之化學的性質是也。

桑之本身問題，與一般果樹栽培之原理相同，其就桑之特殊病害等而研究者，在他國亦已早有多數成績報告。欲得優良蠶種，以產出良好生絲，又有蠶種製造所以謀共同用蠶種之統一。從遺傳學上之法則以改良蠶種，在蠶業試驗場，亦苦心謀畫者。關於蠶兒之病害研究以巴斯德氏之微粒子病爲最有名，養蠶學上所不可一日忽者也。至於製絲方面之改良，在機械工業發達之今日，殆已有多大進步。目前對於養蠶業之最大急務，仍爲蠶種改良問題，因蠶始爲真正產絲者也。

養蠶業原起於我國，幾與我國歷史同時開始。歐洲之有養蠶業，乃是我國傳去。初頗發達，後因桑園須闢爲國民食料作物栽培之地，遂逐次減少。近已不振。日本之養蠶當然亦在我國之後，不過近數十年來，極力從養蠶知識及熟練技術上提倡，又加以科學上之設備周到，遂至製品良好，生產增多，四倍於我。但以歐洲意法之往事推之，或者盛衰循環必至日本，因耕地不足而使桑園漸次減少至於衰落。第一勞力關係，在日本今日之狀態，已與歐美相近，養蠶上之勞力實不如吾國之廉。第二知識關係，在我國近來已逐漸啓發，遠非昔日無競爭能力時可比。不過吾人仍不當自大者，養蠶

之知識及熟練，在一人一家，或可容易習得，而欲一鄉一邑，或一省一國，皆相當純熟，頗非一朝之功。我國養蠶區域以江浙蜀粵爲最著，迹其實際，在此等著名產絲之地亦尙未能普及。如此後全國鄉村，皆能守男耕女蠶之訓，施以知識上之訓練，將彼等之經營，導入合理的範圍，則前途實有莫大之希望，豈特日本可壓倒而已哉。養蠶與溫室培養果樹相同，須有周到之管理，及最高科學之應用。此獎勵養蠶業者所應注意者也。

其他農業上稱爲纖維植物者，尙有大麻亞麻苧麻楮及其他麻類等。其中大麻亞麻苧麻爲世界共通之麻繩麻布製造原料。我國未有棉花以前，特麻與絲爲衣類之重要原料，近仍甚重麻布。其生產額不詳。

最堪注意者爲麥稈製品之草帽繩。在民國元年時，其輸出額曾達十二萬七千一百四十二擔，價格七百六十四萬三千五百五十九海關兩。其主要產地爲山東河北河南山西等省，其中八〇%爲山東省產，近來雖大爲不振，仍有價值二百萬海關兩左右之物輸出。其編製方法，大要如次。

(1) 原料 大麥小麥稈麥燕麥等麥稈均可用，其割麥稈期須在麥粒全熟期後四五日。失之

早則麥實受損失，麥稈亦起小皺，且易生黴。失之遲則莖稈生班點。割麥後以日光晒乾，根部自第三節以下，上部自穗首二三寸處切斷，以繩束之，充分晒乾貯藏，或於屋內以硫黃燻蒸後藏之。

(2) 編製 取貯藏之原料而選別其色澤之相異者，浸漬於粟糠汁或麥粉汁中，約一時間，取出陰乾。陰乾之物，如編原草辮者則用原物，如編披草辮者則割而為二或三或四片。編法有菱形平物角形等之分，其種類甚多，愈巧者愈佳，用原草而編成平物者謂之原草平辮，用割片編成平物者謂之披草平辮，用原草黃白交編者謂之原草花辮。雖用割片平編而兩緣之編幅有寬窄者謂之披草勉辮。草帽辮僅此四種而已。皆婦女用手為之。

編製時最應注意者，不得有孔隙，不得有廣狹不同，不得接頭不整齊。普通十碼一卷，最長者有二十碼，不得尺碼不足。

(3) 整理 整理工作 (Finishing) 分漂白、整別、挽圈、再漂、捆束等五項。依次序行之。漂白則先將編成之物稍噴清水潤濕，適當束之，積於燻室內。如用硫黃則每百斤草帽辮約用硫黃一斤，燻蒸約十時間，燻後更放置室內半日始取出。

整別即將其中有不良稈混入者換以良稈。幅之寬窄不同及編製不良者切割捨之而接換以良物。挽圈者將整別後之物用手挽掛於圓木棒，使成爲卷。此一卷之長一定爲六十碼或百六十碼不可短少者。

捲挽後再放於燻蒸室內，用硫黃燻一時間。其燻法與前同。此漂白終了後即施行捆束，捆用白絲線，或細麻繩，於其捲之兩端起，捆三四個所，則商品草帽辦於是完成。

草帽辦完全爲農家之手工業，本無於此講述之必要，不過爲吾國農家之一種製造品，應有在農學及農藝化學上研究改良者。一般言之，草帽辦之品質良好者，原料須良好，農學上如何而可使原料之採取上，不至有過不及之弊，此應研究者。染色與漂白之化學的研究，尤爲重要。染色最宜鮮明，漂白不宜過度。草帽辦之漂白用劑有過氧化氫氣及過氧化鈉二種，互有得失。此亦應研究者也。纖維之中，洋紙之製造，在現今全爲機械力之工業，茲不必述。茲就其製紙原料之紙漿（帕爾勃）製造，而略說明之。紙漿之直接原料爲木材。亦有用竹材，甘蔗榨殼，甜菜榨渣爲原料者。此等原料，均可爲人造絲之直接原料。日本製紙漿工場多設於北海道及樺太，以其地之蝦夷松等爲原料。

自山林伐採之木材，貯藏一年之後，始切斷爲長二尺之材，以裂木器 (Chipper) 作成木片。木片之大小，爲厚二分，寬長一寸。積於裂木溜池內，加重硫酸石灰。從裂木釜中加溫至攝氏一百四十度，壓力十磅，蒸養十時間內外。裂木釜極大，高四十五英尺，直徑十四英尺者，最爲普通。一鍋一回可生產紙漿十噸。此蒸養後之材料，從蒸養釜取出，濾過水洗漂白者，卽爲紙漿，其乾燥後作成板者，殆如吸墨紙狀也。

重硫酸石灰爲紙漿工場所自製。原料用硫黃或硫鐵礦，先燒而成亞硫酸瓦斯，使作用於石灰石而成爲亞硫酸石灰。更吹入亞硫酸瓦斯於此粘狀物中，使成爲重亞硫酸石灰。

分離紙漿後之殘液，可作木精醱酵之用，瑞典行之。如是製成之紙漿，稱爲亞硫酸紙漿，此外尙有碎木製之者，稱爲搗製紙漿 (Ground pulp)，卽將上記之木片，去節除腐後，於碎木機中細碎爲鋸屑狀者。新聞紙類爲此種粗製紙漿七十分與亞硫酸紙漿三十分所混合製造者也。

一九二五年以來，印度研究竹製紙漿頗有進步。據印度森林研究事業報告，一九三〇年製造竹製紙漿及竹紙之設備，已完成云。

第八章 利用價值之增進

利用價值之增進，即廢物之利用。乃現代之化學工業所極力講求者。因之而化學工業愈發達，廢物利用愈進步，至使廢物次第絕迹。農業上之廢物利用無過於人糞尿。乃利用人類生活之最後廢物，以生產人類生活最初必要之衣食者。農業自昔爲最大廢物利用者，其廢物既源源不絕，其利用在我東方農業猶繼續行之也。

自自然界之經濟言之，利用人糞尿爲肥料，最爲合理。但從人類之心理上言之，一旦排泄於體外之糞尿又復用以培養人類生活上必要之食物，最可嫌厭。西洋人特別忌之蒲拉圖 (Plato) 氏著共和國書中，有整理糞尿之職業在社會上各職業中應居首位之論。拜耳 (A. Bayer) 氏著農學書中，論及東方之農業，謂東方人以人糞尿作青菜之肥料，其糞尿成分之糞因素及糞介素爲青菜所吸收，是以東方人之以青菜爲食物者，往往有一種臭氣發生者，所吸收之糞因素糞介素等又復發散也，云云。高級分子之氯化化合物如糞因素糞介素等能否以原形爲植物根所吸收，且殘留於

莖葉中，固別爲問題，而西洋人見利用人糞尿爲肥料，心理上極甚嫌厭，乃顯然者。此不獨西洋人，即施用人糞尿之中國日本人，亦無多大好感。都會人一入農地，便嫌糞尿臭，其最明顯之證也。

將感情問題除開，從衛生上以論人糞尿作肥料之危險，亦覺有不能不注意者。凡蛔蟲、十二指腸蟲、胞囊蟲等浸潤性寄生蟲病，多由人糞尿肥料之媒介。最厲害者窒扶斯赤痢等之流行，亦多原於食青菜類之不潔。人糞尿肥料之價值，實因此而大爲減少也。

現今大都會多有下水道之設備，人糞尿則隨下水而流入河海，與農業上漸次不發生關係矣。從廢物利用一點言，不無可惜，從肥料價值上言，在我國損失尤大。此後不努力人工肥料之製造，則雖遭衆人厭惡之人糞尿，亦將不能捨開而談農業。從進步上立論，我國之肥料自給自足政策，更當注重在空中淡氣固定工業，及獎勵畜產業以充分增加廐肥之生產。前者在我國目前雖未必能實行，後者則易辦也。

農藝化學上之廢物利用，雖不過僅爲工業化學之一部，然就廢物利用問題言，已非簡單。因科學的廢物利用，應有次之四類，均須從專門立場以研究者也。

1. 從來認爲廢物者之利用。
2. 新利用法之發見及利用價值之增進。
3. 代用品之製造。
4. 天然物之人工製造。

凡研究廢物利用者，須先知其廢物之化學的組成，及將此廢物變爲利用價值大者之化學的過程。故廢物利用之問題，一見似甚簡單，從化學的作業上言，極不容易，在農產製造學中，此爲最要化學知識者也。

自化學工業發達以來，廢物已漸次絕迹，所謂絕對的廢物者，已不可見。有之亦不過如下水道之下水類而已。但製造上之或種副產物，因產出過多，致超出需要量以上，其經濟價值漸次低落，遂成爲與廢物同樣者。在此種時候，能將其物之經濟價值提高，而變更形狀者，與其謂爲廢物利用，毋寧以利用價值之增進稱之，較爲適當。故廢物利用一語，隨化學工業之進步而亦成爲廢語，別代以變形之利用價值增進一語也。在現今化學工業進步之世，談廢物者亦屬不通矣。

試舉最著者一例言之，煤黑油 (Coal-tar) 爲煤瓦斯之副產物，在生產最多之英國，昔視爲廢物，處置甚苦。及谷林 (Green) 氏發見由煤黑油中製造阿尼林染料之後，德國遂盛行利用，英國每年有莫大產額之煤黑油輸往德國。幾視德國爲煤黑油之棄置場所。因之德國利用此廢棄物而得有莫大之利益。自今日視之，尙有視煤黑油爲廢物者乎。煤炭瓦斯工業反因有此利用而始能廉價成立。視之爲不可缺者矣。又製鐵工場之製焦炭 (Coke)，視瓦斯爲廢物。變此瓦斯爲火力電氣，又其利用價值之增進法也。是廢物之概念，亦隨時代及地方而有種種變化耳。

在農業方面，亦無絕對的廢物之存在。因農業之生產物，皆爲有機物。其最後之利用，爲肥料與燃料。燃燒後之殘灰，又利用爲鉀肥。是農業上之廢物利用最終爲肥料。於未使用爲肥料以前，則供作燃料及家畜之飼料。亦有利用其纖維以爲纖維工業上之原料者前已述之。飼料詳見第十章。

農業上之廢物，於家畜飼料以外，尙有利用爲人類食料者。例如釀酵工業上之廢酵母，含有營養價值極大之成分，今有所謂人造肉者即此物所製造也。廢酵母之組成如次：

1 蛋白質 五〇%內外 (爲 Albumin, Nuclein, Gluten, Casein 等所成。)

2. 脂肪 三——七%。

3. 動物性澱粉 八——三六%。

4. 酵母樹膠 六——七%。

5. 灰粉 六——八%（磷鉀占五〇%以上，餘爲鐵鈣鎂等。）

6. 種種酵素

7. 維生素乙及茵素 (Insulin 覺醒素) 樣物質。

今日酵母之未能供作人類食料者，因細胞膜過於堅固，難於消化。但可用種種方法，將其溶解。利用酵母以製成種種滋養劑及調味劑，乃吾人所知。人造肉之製造，今後當必發達也。

利用價值少或缺乏者，可更作有利的利用。其最著者爲從糖蜜製造酒精。最近有從玉蜀黍之心製造呋爾呋啞 (Furfural) 者，此製成物可用諸種種化學工業。合成醬油，卽其一例。甘蔗糖製造時所生成之榨殼，在從前俱使用爲燃料，今則利用爲製紙之原料。其他含澱粉質之廢物，行酒精醱酵之後可製成酒精又行丁醇醱酵或丙酮醱酵而採取丁醇及丙酮等事業亦所在行之也。

新利用法之發見，須知應利用之物質，含有如何成分。以此而研究動植物之成分者，各方面俱熱心也。其新利用法發見之最著例，爲味素之工業的製造法。小麥之蛋白質麩筋 (Gluten) 中含約三十%之味精酸爲早知之事實，但發見味精酸之鈉鹽爲各種味之主要成分，并調味劑之味精能工業的製造後，小麥蛋白質之利用更開一新生面。原來小麥蛋白質自身卽爲一重要營養物。今破壞此營養物而別製味素，對於人生經濟上未必有多大貢獻。但一方除去麩精之澱粉，可利用爲紡織業之漿糊，一方味素又能將不美味之食料變成美味，結局有利於吾人者實多。兼之，從甜菜糖製造後之廢糖蜜以製造味素，亦可自由施行，其利用法更改善矣。

就一種植物或一種動物而利用者，試以蜜柑油爲例而說述之。蜜柑油之用橙柑製者，其橙柑之花於行水蒸氣蒸餾時，可取得貴重之橙花油，其未熟果實之果皮經壓搾及蒸餾者方爲蜜柑油。所餘果肉之搾汁，可製檸檬酸。取檸檬酸後之濾液，又可釀酵以取酒精。至於果實之能供作食用，或作果子精固不待言。卽果皮作成之果子醬所謂果糕 (Marmalade) 者亦名物也。

其他因覺醒素阿德烈納林 (Adrenalin) 之發見，而開副腎之新用途，因茵素之發見而開脾

臟之新用途，凡臟器治療法之發達，皆所以提供利用食用動物臟器之新方面者也。

自維生素發見以來，肝油米糠等得開新利用之途徑矣。雖海豚毒亦能製成特圖洛毒素 (Tetrodotoxin) 而有藥用之價值。我國藥材，自神農以來，利用以治病者殆五千年。草根木皮，雖爲一知半解之西醫所鄙棄，但經研究其利用並努力其合成方法，草根木皮亦將成爲合成化學工業。例如桔梗科屬之一植物洛伯利亞 (Robelia) 中含有植物鹼之洛伯林 (Robelin)，於治喘息上稱爲唯一無二之良藥，因其中尙含有他植物鹼之毒作用，使用上頗感不便。最近威蘭德 (Wieland) 氏已將其純粹製出，更進而決定其構造，知爲極簡單之植物鹼，其合成法亦成就矣。此不過一例，如我國一切藥方，皆能如此研究，其有利於人生，又豈有限際哉。

次講代用品之製造。此亦有二，一爲製造之物質，構造雖異，性質用途均須相同者。一爲合成與天然產有用品之構造相同物。自化學發達以來，凡天然品之構造已次第明瞭，而代用之模造品，因之漸次爲與天然品相同之合成品所置換。似乎模造品已歸於廢物，其實反漸次發揮其天然產品以上之真價，而於天然產品以外，別有重要用途矣。例如模造象牙而成之賽璐洛，模造琥珀之白克

來膠 (Bakelite) 模造蠶絲之人造絲 (Rayon) 等其乃最著者。此等已非代用品而完全成爲獨立之工業製品矣。

農產物中代用品之適例，無過於人造奶油 (Margarine)。法國最先製造，以其價廉之故，大受歡迎。就以主成分爲脂肪一點言，人造奶油與真正奶油 (Butter) 相同。又因選擇脂肪而可使人造奶油與真正奶油有同一之營養價。但就含維生素一點言，人造奶油決不能視爲與奶油同一物也。故在今日之食物政策上，人造奶油與奶油仍嚴別之。

酵母消化產物，亦常製造爲肉汁之代用品。但酵母自有其特殊營養價，與其視作肉汁代用品，毋寧認爲酵母製品較爲適當也。

凡作代用品或模造品試製者，無如試製醱酵產物。因醱酵產物，在其成生中，需要長久時期。不但資本受其固定，且有醱酵中失敗之危懼。是以日本之製醬油及釀造清酒，近已有多數之人工的速釀法及化學的合成法發明之矣。

雖然，模倣天然產品之最困難者無過於醱酵產物。蓋因醱酵產品爲酵母生活力之總和。其中

往往有化學所不能檢出之微量成分存在。其香與味，關係乎此。換言之，醱酵產物之風味，有人工所難模造者也。即將酒與醬油之含有成分，完全分離，再照其所含比率而一一混合之，仍不能生出其原有之風味。此固可云今日之化學尙未能發達到充分程度，但細思之，此亦爲無理之要求。酒與醬油之風味，不易模造，亦猶香水之香氣，不容易以人工合成。吾人今日之化學，已能將香水香氣之成分，全知之矣，天然香水之模造品，已廣製造矣，但其最良之香水，仍爲以罌花法(Enfleurage)直接採自生花，非人工所能模造。雖用簡單之蒸餾法，亦已將生花之香變更之矣。是以知天然之巧妙處，尙有未能以人工之巧奪取之者。

但從經濟上言，模造酒與醬油實有節省吾人食料米麥浪費之功。我國米麥產額若干，未有統計，其因製酒與醬油而消費若干米麥，亦不明瞭，姑就海關之輸入統計推之，年有二千三百萬海關兩之麥粉及約九千萬海關兩之米，自外輸入其國內有八九百萬石之米麥不足，已可概見。此不足額，是否全爲釀造上所消費，故不能推定，但釀造須消費一大部分，理論事實，俱相適合。若不用穀米以製酒，不用麥以製醬油，我國之經濟上年獲一億數千萬海關兩之利益，其功又豈淺鮮。農藝化學

者實有努力研究人造方法之必要也。

就風味一點言，無論酒與醬油，均恐不能離開醱酵作用而獨立。仍須暫藉酵母之力。譬如電氣鋼琴所奏之名曲與大音樂家自奏之音樂，其間自有悅耳之程度不同處。此由音樂家之奏樂，其自身之個性，參入其中，所不許他人或他機械所能模倣者。醱酵生產物中，有酵母之生活，參入其中，其生活結果所表出之特點，欲模倣之，其難有甚於電氣鋼琴之倣音樂家之個性也。

第二之天然品照所模倣者一樣合成，已隨化學進步而漸次實現。今後當更見發達無疑。所成問題者能否合於工業的製造否也。此方面最顯著之例，無如阿里渣林與藍靛等染料。因其製法簡單，價廉物美，反將天然品驅逐之矣。不獨使天然品不能存在，且因構造確定之誘導體合成，而提供吾人以染料之二大部門。卽印度藍染料 (Indisoid) 與阿尼林染料 (Leukaniline) 是也。

最近又有樟腦之合成。其初不過用松精與鹽酸之添加物而使得有樟腦外觀及香氣，稱爲人造樟腦，今則以松精爲出發點，而造出與天然樟腦同一之物品。此製造物已非代用品，而卽樟腦本品矣。

代用品之製造，於其國無有被代用之物生產時，常常行之。至於有特產物生產之國，則不製造代用品而極力保護其特產物之產出。此為產業政策中之要義。今日吾人不能爭得熱帶領土者，惟有極力製造熱帶產物之代用品。如樹膠即其一種。樹膠而可以人造，則就此一項而言，即可離熱帶而獨立。據多數研究者之報告，樹膠為伊瑣浦倫 (Isoprene)，布塔丁 (Butadiene) 等不飽和碳氫化物之重合。此等碳氫化物可由帖爾彭 (Terpene) 之乾溜而生產，又可藉或種細菌之力而使纖維質之廢物發酵生成。此等人造樹膠之原料，曾試作工業的製造者。雖尚未充分完成。但以其為目前最重大問題，最近期間，應有解決之希望。

綜上述人造品及代用品以觀，而農業上所能多量產出，得以簡單化學的合成作工業的應用者，惟有以煤黑油為原料之染料及非常高價之藥材阿德烈納林二種而已。規寧 (Quinine) 之構造雖已明瞭，而吾人從實驗室合成，反不如從規那樹取製為方便。皮克特 (Pictet) 氏雖將蔗糖之合成研究成功，然一克蔗糖須有數百元之代價，與今之一斤一角之砂糖相較，終不經濟。故農業雖外觀為簡單事業，似乎智識簡單之農民，俱可經營。但從科學上立論，吾人所培養之植物，其自身具

有千差萬別之實驗室，無機械之喧囂，無電力之火花，僅借日光水分空氣土壤等原始的材料，而製出無數之物質，生產費低廉，決非工業所能易於模倣者。農業之真正價值，在此。

第九章 營養

一切生產，俱以供人類之消費爲目的。換言之，吾人之一切動作，皆爲吾人自身之生活。人類自有其欲望與自由，爲滿足此欲望與自由，始有地球上人類文化之建設。否則今日之發達，亦不可見也。

今日營養學進步，雖最頑固之家庭，亦知所謂衛生滋養之學理者，乃一切科學進步之今日，必然之趨勢。況飲食不獨爲滿足人類根本的欲望之一方法，而且含有重大之國家的社會的理由乎。茲就次述各原因而說明營養學發達之故。

第一爲消極的原因，卽因食物之缺乏。在此生產進步時代，而歎食物之缺乏，似乎不倫。其實無論其人如何之富，見飲食物之豐產，無不稱快，以其爲自己生存之保證，愈見確實也。貧者見之，更不待言，拿破崙有言曰，今之世，過食而死者，較飲食不足而死者尤多。其言誠有爲而發者。但社會政策謀人人有食較過問人之多食尤爲必要。社會制度進化，而至道途無一人歎生活之苦，斯爲美矣。營

營養學即所以教人節減食物及食物利用之最高能率而消極的從飢餓中救人類者也。

吾人不問個人之飲食問題如何，但放眼觀二三百年後，地球果能支持以現勢增進之人口與否。當此問題發生時，化學者或能有巧妙方法以水與碳酸瓦斯合成澱粉與脂肪，并加淡氣而合成蛋白質也。吾人身爲化學者中之一員，此種推想，當然不能否定。不過地中埋藏之石灰岩有限，因之碳酸瓦斯亦非取之不盡，用之不竭。而植物綠葉之能由其細孔吸入不過含萬分二三之空中碳酸瓦斯於默默之間變成澱粉者，在必須用多量碳酸瓦斯作合成材料之人工機械上，決無如此巧妙。自然者造自己之機械也。無論如何之巧妙機械師，均不能及此自然機械之能率，雖能將陰陽相中之電氣，分離爲兩極，因以現出電氣時代之電氣學者，自自然之眼觀之，亦不過黃口小兒粗有所知而已。

此食物缺乏問題，在前此歐洲大戰中，已有實例。德國爲敵人斷絕糧食，而其國之科學家會盡全力以謀國民之營養，終不能使國內之農產與其代用品，應全國人民營養之要求，至於不能不屈辱以和。德國之敗，非戰敗也，乃其國民缺乏食物，有以使之失敗也，當其困難之時，營養學曾有莫大

之貢獻，又不待言矣。

第二爲積極的原因，即國民體格之改良，及能率之增進。此爲營養學之本旨，世界人種之數甚多，而體格之優良者亦不少，吾國人比較其間，總有遜色，不可謂非憾事。凡一民族之體格，固然原因於遺傳的素質者甚大，然以吾人之飼養家畜爲譬喻，其必能因人工的改良而增優，實無容疑。且吾人更能斷定增優之可能性，較他動物類尤大也。倭斯本 (Osborne) 氏就白鼠所研究之成績，知吾人單因營養一端，縱不能增加今日吾人體格之二倍，亦可作出較優於今日之體力及智力者。蒸汽機關，得良好之煤炭燃燒，其力易舉。吾人應適度攝取良好食物，而使吾人身體改良，俾孟賁之力，馬寇禮之敏，亞鐵拿之智，均能集於一身，則營養學之研究，當不徒勞也。

在此積極的方面之中，又有醫學的消極原因。即因食養而醫疾病，致延長人類之生命，是也。結核與營養，有不可分離之關係，此人所知者。其他癌與營養亦有關係，維生素說 (Vitamin theory) 與覺醒素說 (Hormone theory) 之領域，乃所以使發育不完全者因營養而進於完全者也。過食過飲，亦足以傷生，胃腸病之專門醫，即戒過食過飲以抑止生命之消耗者。不多食，節飲食，大食家必

早死，皆古之明訓，蓋因消化器官之能率有限，超之足以致病。拿破崙所謂過食而死者較飢餓而死者多，其言不啻直接告吾人以遵守營養學而節飲食也。

由上所述各因，可分營養之研究爲三派。一爲營養學，二爲食物化學，三爲食養學。吾人之生長，身體之維持，因活動而消耗者之補給等，究需幾何之營養，并要何種營養素，凡此等基礎的研究屬於第一之營養學。研究何種食物最富於營養，最容易消化者屬於第二之食物化學。研究食物相互之關係及因食物而療身體之虛弱者，屬於第三之食養學。此三者本無判然之區別，故統稱爲營養學，然有營養研究所糧食研究所食養研究所等之分別設立，謂爲不能分類，亦未爲可也。

營養學原爲生理學之一部分，其研究爲醫學者所專，而農藝化學所干與者，僅至食物之成分如何而止。雖畜產方面之研究者，亦僅及家畜之飼養而已。但近來因營養問題，爲國民保健上之緊要問題，同時又爲國民經濟上之重大問題，決非醫學方面所能周顧，而農藝化學及純正化學方面，亦認爲有共同努力之必要而列入研究範圍焉。我國人口究竟若干，及每年增加若干，耕地若干及每年增加若干，雖均無從確知，然以情勢推測，其必年有二三百萬人口之增加無疑。一方隨人口之

增加比例而增加之耕地，似乎不甚相應。從農業方面之改良進步，增加生產，以應此急需，固屬當然，而消費者如昧於消費之方法，雖少許浪費，亦使生產學之努力，歸於徒勞。是消費學之意義，在此時爲生產學之延長。農藝化學之講究營養學，正與生產學之講究消費學，同重要也。

營養學中之第一問題，卽爲吾人應食多少之問題，非吾人應食何物之問題，因何物應食之問題。在人類之野蠻時代，已由經驗而解決者也。孟子曰，食色天性也，食爲天性所會得，雖動物亦由其本能而知何物可食。崇慈 (Zuntz) 氏之名著生理化學書中，記載德意志之鹿，於其森林中，發見食鹽之斷層，羣相爭食，雖至有墜谿谷而死者，亦所不厭。亞培寧 (Apenin) 山中有毒草名金雀花 (Goldregen)，其花燦爛如黃金鋪地，而羊之放牧於此者不顧。南洋之海水，清澈見底，其猶七色分光散布其中之美艷遊魚，土人可一一指其何者有毒何者可食以告吾人。知河豚味美而毒，又非文明人之特徵乎。

就吾人應食多少之問題而研究得有比較正確之根據者，爲崇慈浮一圖 (Voit) 齊屯登 (Gnitenden) 諸大家。對於從事各種職業之人，與以一定食物，而定量其排泄物，將被利用之部分

及被消耗之部分減去，各人體力增減測定，知人類一日所應要之營養素，如次。即浮一圖氏就德意志之習慣飲食物而分析者。

蛋白質

一一八克

四八四（大熱級）

脂肪

五六克

五一六（大熱級）

炭水化物

五〇〇克

二〇五五（大熱級）

三〇五五（大熱級）

此數字中蛋白質爲身體之基礎代謝上所必要者。不能以他物替代。脂肪與炭水化物，可互相交換。又蛋白質多時，炭水化物及脂肪雖稍少亦可。絕對必要者，爲蛋白質之一百一十八克與總熱量三千五十五大熱級也。吾人所需要之總熱量，視體重之多少而異。西洋人之體重七十公斤，東方人之體重平均五十公斤，中國人應需總熱量若干，未有研究者，日本人則云總熱量二千四百大熱級已足，或者我國人亦可準此。如果此二千四百大熱級能以單一食品供給，吾人究應食若干食物，請參酌下表。

香 蕉	蛋 糕	白 薯	洋 芋	大 豆	白 麪	白 米	玄 米	鱈 魚	鱈 魚	雞 蛋	牛 奶	牛 肉	粗 蛋 白 質	粗 脂 肪	炭 水 化 物	灰 分	十 兩 中 蛋 白 質 (克)	十 兩 熱 級	二 四 〇 〇 大 熱 級 應 需 兩 數
一·四	一一·四	一·四	一·五	三四·七	七·〇	七·七	八·四	二一·四	一八·九	一三·二	三·五	二〇·六							
〇·四	八·二	〇·二	〇·一	一八·〇	〇·一	〇·八	二·五	六·七	一·九	一〇·七	三·八	五·五							
二一·六	五〇·六	二八·八	一九·二	二七·七	五三·五	七六·八	七一·六	—	—	一·八	四·九	(〇·七)							
〇·八三	〇·七二	〇·九二	一·〇三	四·六四	〇·七五	〇·五七	一·三〇	一·六五	一·三七	一·〇一	〇·七二	一·二〇							
五·三	四二·〇	四·〇	五·六	八四·三	二六·二	二八·九	三一·五	八〇·二	七〇·八	四九·五	一三·一	七七·二							
四六八	一二三七	四二〇	三二三	一〇六一	九三三	一三二四	一二二二	五六三	三五六	五七三	二六三	五一〇							
七〇	二〇	六〇	七五	二三	二五	一九	二〇	四二	六五	四二	九一	四八							

由此表觀之，肉食者有蛋白質過多之危險。穀食者又有蛋白質半分不足之虞。豆食固無蛋白

質量過不足之弊，但消化又不良。食薯芋及香蕉者蛋白質不足過甚，生活殊不可能也。其蛋白質過不足之詳表，如下。

	蛋白質(克)	比一一八克過不足	蛋白質一克之價(分)	總價格(元)
牛肉	四八兩	十二四八	一·三	四·八〇
牛乳	九一兩	十一八	一·〇	一·四〇
雞蛋	四二兩	十九八	〇·六	一·二〇
鱈魚	六五兩	十三三七	一·〇	三·六〇
鱈魚	四二兩	十二一八		
玄米	二〇兩	一五五	〇·三	〇·二〇
白米	一九兩	一六三	〇·三	〇·二〇
白麪	二五兩	一五三	〇·六	〇·四〇
大豆	二三兩	十七五	〇·一二	〇·二三
洋芋	七五兩	一七六	〇·三五	〇·一五
白薯	六〇兩	一九四	〇·七	〇·一八
蛋糕	二〇兩	一三三	二·三	二·〇〇
香蕉	七〇兩	一八一	二·〇	〇·七〇

自價格之點言之，食牛肉鱈魚者其生活未免過高。食米與麩者中等。食薯芋者最低廉也。但以薯芋爲生活者蛋白質不足，身體蛋白質被分解，而身體常衰弱。所謂民有菜色者，原因於此。四川之鄉間，以白薯（俗稱紹薯）爲常食者，其顏色青蒼。宜告以兼食豆類而補救之。

以米爲主食而發生之蛋白質不足量，若以動物性蛋白質補充，則平均一克須費一分，是副食物之代價，日需五角至六角。若以植物性蛋白質補充，則平均一克五釐，日費二角至三角。此乃照浮一圖氏之標準計算者，若取齊屯登氏標準計算之，半價已足。實際上在吾國今日之食料，亦不如是之昂貴。常在此計算數之半以下。且有副食物之增加，而主食物之米尙可減少。故都會上中等生活之人家，平均一人一日四角，一月之食費十二元上下足矣。

關於蛋白質之浮一圖氏標準，其數字在近年皆以爲過大。齊屯登氏謂美國人之身體七十公斤者，蛋白質六十克，總熱量二千八百大熱級即足云。此數字而以上表對照，頗與穀食者相近。社會上之實狀，確隨文化之向上而增加蛋白質之消費量，與穀食菜食相接近之生活，頗不滿足。所謂文明之進步者，本原因於人類窮奢極慾。故蛋白質消費量之增加，非爲怪事。不過因蛋白質之過賸食

用於人之消化上亦起種種之障礙。節省蛋白質之消費，不獨有關國民經濟，且關國民之衛生也。齊屯登氏之研究，對於此點，曾大加注意者。即形成體肉旺盛時代之小兒與少年，作為特別，其對於新陳代謝已達平均程度之中年人，則主張寧減食蛋白質為宜。今日一般醫學家亦以此論為然也。食養學之研究者，非對於此點而研究如何可全天賦吾人之壽命者乎。

但此處所認為重大問題者，非蛋白質之總量如何問題，而為蛋白質之質的問題。動物體非有多大之合成力，故以營養素而採食蛋白質時，其所採之蛋白質應擇與自體蛋白質之組成相近者，自不必言。動物性蛋白質之組成與植物蛋白質之組成，大有差異。在營養學上認為最理想的蛋白質給源，無有過牛奶者。雖嬰兒亦可單以牛奶哺之成長。茲將牛乳等動物性蛋白質與米等植物性蛋白質所含氮基酸表示於次，其組成不同，可一目了然也。

氮基酸	卵白	牛乳 酪素	牛肉	魚肉	雞肉	米	小麥 麵筋素	大豆 大豆素	洋芋 球素	生絲 絲素
Glycocoil	1	1	11.1	0.0	0.7	1	0.4	1.0	1	36.0
Alanine	8.4	0.9	3.7	?	2.3	3.7	2.3	1	4.9	21.0

Leucine	一五·二	一〇·五	一一·七	一〇·四	一一·二	一一·四	六·〇	八·五	一二·二	一·五
Tyrosine	一·〇	四·五	二·二	二·四	二·二	二〇·五	一·八	一·九	四·三	一〇·五
Tryptophane	—	一·五	+	+	+	—	一〇·〇	—	—	+
Cystine	〇·四	〇·〇	—	—	—	—	—	—	四·四	—
Aspartic 酸	一·七	一·八	四·五	二·八	三·二	二〇·四	〇·九	三·九	—	+
Glutaminic 酸	三·五	二·八	一五·五	一〇·一	一六·五	一四·五	三四·五	一九·五	四·六	—
Lysine	二·三	五·八	七·六	七·五	七·三	〇·八六	〇	二·七	三·三	+
Arginine	二·一	四·八	七·五	六·四	六·五	一·六	三·〇	五·一	四·二	一·〇
Histidine	〇·〇	二·六	一·八	二·六	二·五	〇·八一	一·二	一·四	二·三	+
Serine	—	—	—	—	—	—	—	—	—	一·五

由此表觀之，動物性蛋白質之含氨基酸與植物性蛋白質中所含者，不惟分量不同，其種類亦頗有差異。動物既一般無有體內合成氨基酸之能力，而以菜食為主時，吾人體肉上所必需之氨基酸，勢非從植物性蛋白質之少量氨基酸中採取不可。因之，關於動物之成長上，植物蛋白質量雖多，而營養價值比較的少。植物性蛋白質之劣於動物性蛋白質者，原因在此。

混合食物即所謂動植物併食者對於植物性蛋白質中缺乏之氨基酸，可以動物性蛋白質補之，據日本鈴木氏之研究，人體營養之蛋白質，植物性者七十%，動物性者三十%即足。是少量之動物性蛋白質，可以補多量植物性蛋白質之缺也。

植物性蛋白質中，米之蛋白質，比較的富於二氨基酸，與動物性蛋白質相近。此鈴木及其門弟子所證明者。又謂西方人所謂魚類貝類之肉與獸肉異，不含散丁鹽基 (Xanthine)，因之營養價甚低劣者，亦非是也。凡成長而未達新陳代謝之平衡者，如小動物或小孩，尚有藉蛋白質形成肌肉之必要。其要動物性蛋白質甚多，極爲明瞭。如牛乳中之酪素及類似筋肉之組成者，在此時期，最爲良好。以此等蛋白質之特點，含 Arginine, Cystidine 等二氨基酸及 Tryptophane 甚富故也。特於力精 (Lysine) 一物，關係成長極大。乃何浦金斯 (Hopkins) 氏所研究確定者。日本之關根氏，又謂魚肉之營養價大者亦因其中含力精多也。

今之講食物之化學的合成者，對於力精之廉價合成問題，似應最先講究。如力精之廉價合成可能，則購以添加食物中能增加其營養價，自在吾人意料之中。無如今日之販力精者每一克價值

數十元。與直接動物性蛋白質中所含者相較，價昂數百倍。就此一端而論，其人造食物之困難，已可想見矣。

其次為食物之消化率問題。將食物中之蛋白質炭水化合物脂肪等定量後食之，其自糞中排泄者，蛋白質之淡氣，醚抽出物，炭水化合物等又復決定其分量而減之，以其差之百分率為消化率。雖有淡氣及脂肪之一部，來自消化液及膜壁，然在單一之消化率試驗上，可以抹殺。以對於身體之熱能增減上，此種淡氣及脂肪得與不消化部分同樣看待故也。茲就數種常用食品，而表示其消化率。

穀物及麪粉	乾豆	蔬菜	果實	通食	牛、魚、肉、常混	雞、魚、蛋	牛、雞、奶
蛋白質	八五	七八	八三	八五	九二	九五	九五
脂肪	九〇	九〇	九〇	九五	九〇	九〇	九〇
炭水化合物	九八	九七	九五	九〇	九八	九〇	一〇〇

由此表觀之，就蛋白質言，大體動物性者消化率九十五%，植物性者八十五%，就脂肪言，動物性者九十%，植物性者亦九十%，就碳水化合物言，植物性者九十五%也。以此為因子而乘所要之食物量，則可決定其利用量。

一般言之，植物性食品比動物性食品消化率低。其原因在植物性食品中，含有多量之纖維素及細胞膜物質。人類之腸，不能分泌分解纖維素等之酵素，故不能消化纖維素等。草食動物，則盲腸非常發達，因之纖維素在盲腸中受細菌之作用而消化。又因人體中不分泌酵素而有絕對不能消化之物質，如牛蒡中存在之菊根粉 (Inulin) 是也。菊根粉之消化，須有菊根粉分解素 (Inulase) 之存在，人類之消化器官中，則無此酵素。是知其消化之不可能也。又魔芋亦因製作上而成為極不消化之食品。

人體所要之蛋白質脂肪炭水化物及總熱量，如何測定。并食物中所含熱量之測定法，茲說明於次。

浮一圖氏主就德國之常食而分析求得前記之數字。齊屯登氏之數字，乃就種種之平衡試驗

而得者。所要熱級 (Calorie) 之測定法，在今日施行者主爲次之四種。

(1) 試食試驗 此爲浮一圖氏所行者將組成既知之食物，長期間給與被試驗之人食之，以測定其體重之增減。

(2) 呼吸試驗 將人放入密閉之箱中，於一定氣壓之下，輸送養氣。自被消費之養氣及發生之炭酸瓦斯以測炭水化合物及脂肪之消費量，別定量自尿中排出之淡氣，以測蛋白質之分解量。

(3) 平衡試驗 攝取既知碳氮含量之食物，而測定其排出糞中之碳氮量，其前後之差量，卽爲被身體吸收之量。一方更將自肺排出之炭酸瓦斯及自尿排出之淡氣測定，相減後，則被身體所利用之熱能量可知也。

(4) 熱級計試驗 將被試驗者放入熱級計 (Calorimeter) 裝置中，直接測定從身體發出之熱量及因運動而消費之熱能。此方法僅限於正確之基礎實驗時用之。其裝置及運用均極複雜也。

此等方法測定之結果，吾人所要之七十至一百十八克蛋白質及二千四百大熱級總熱能，如

何消費，可以知矣。蛋白質，於補充吾人體肉之消耗上，最爲必要者，固不俟言。即吾人絕對安靜斷絕飲食時，亦分解六十克之蛋白質，消費一千四百大熱級之熱量。因吾人身體諸器官之活動及體溫之發散，尙有如此消耗也。因之，知吾人作中等程度之勞動，一日而需二千四百大熱級者，其中有一千大熱級爲吾人筋肉力之代用。（誠然，內臟諸器官之勞動，亦因筋肉勞動而增加，此數應當減去，但大體之數字則應如是。腦力之使用大而不消費熱能，已爲今日之定說。）過激勞動時，更應多要食物。過激勞動者，消費之熱量，約上記之倍量。至於筋肉勞動時，身體中之如何部分解，有幾%代機械的勞力，則於次章講述。

其次爲各種營養品中含有之熱級量如何測定問題。普通測定熱級用白爾特洛氏之爆發器 (Barthelot's Bomb) 此爲鐵製之閉塞器，於此器中，在養氣二〇——二五氣壓之下，燃燒一定量之物質，所生之熱，使吸收於周圍之一定量水中，而觀測其溫度之上昇。物質一克因燃燒而發生之熱，謂之燃燒熱。主要食品及生理上所必要之物質，大約有次示之燃燒熱。

澱粉

四·二〇大熱級

葡萄糖

三・七四大熱級

甘蔗糖

三・九五大熱級

脂肪

九・五〇大熱級（約）

酒精

七・〇八大熱級

蛋白質

五・七〇大熱級

尿素

二・五〇大熱級

酪酸

五・九〇大熱級

沼氣 (Methane)

一三・三〇大熱級

上記之數字，皆表示大熱級者。爲一公升水於常溫時昇上攝氏一度所要之熱量。千倍於小熱級，營養學上稱熱級時皆指大熱級也。即吾人每日需要之熱能如平均二千四百大熱級，則其熱量與水二十三石熱高攝氏一度所要之熱量相當。亦即攝氏零度之水二斗三升熱至沸騰時所要之熱量也。

上記各物之燃燒價中，脂肪及炭水化物，在身體中完全燃燒。蛋白質中之淡氣，僅能分解至尿素或尿酸為止。故在生理學上，使用次之平均價。

	大熱級	呼吸商
脂肪	九·四	〇·七
炭水化物	四·一	一·〇
蛋白質	四·一	〇·八

此平均價，能與白爾鐵洛氏之爆發器所測定之燃燒價一致，已經盧布納爾 (Rubner) 氏及其他學者實驗證明。即熱能不滅法則，在生活體內亦能無制限適用之也。

呼吸商云者，呼出二氧化碳氣與吸入養氣之比之謂也。

$$\frac{\text{呼出 CO}_2}{\text{吸入 O}_2} = \text{呼吸商}$$

炭水化物之呼吸商實際為一者，因炭水化物之一般式為 $C_x(H_2O)_y$ ，理論上吸入之養氣一

分子，全用以作二氧化碳氣一分子，不能用以作輕氣之氧化也。脂肪之呼吸商，測定約爲〇・七者，與視脂肪爲從三油酸酯 (Triolein) 所成之計算價〇・七一，極相一致。蛋白質之呼吸商約爲〇・八，酒精之呼吸商爲〇・六六七，關於呼吸商之測定法，其動物究爲燃燒炭水化物（葡萄糖），或脂肪，或蛋白質，均能判定。俟次章舉例述之。

與營養學有闕而此處不可不一言者，厥爲維生素 (Vitamin)，關於此維生素之研究，原有二種途徑。其一爲何浦金斯氏一派所取者，將分解蛋白質而得之氨基酸，配合與原蛋白質中所含有者同量而飼育動物，不得其良好成長，亦不能維持其體力。及加少量牛奶於此食物中，而動物之生活，得以完成。於是何浦金斯氏遂就牛奶蛋白質酪素之加水分解產物而施以種種研究。將 Trypsin 行消化時所生成之溴素染紫色物質，純粹取出，並決定其構造，而命以圖利浦托凡 (Tryptophane) 之名。圖利浦托凡者有糞因素核之一種氨基酸也。其自種種蛋白質中分離者，已如前表所示矣。

據何浦金斯氏之研究，謂在動物之生活上占重要位置者，圖利浦托凡之外尚有阿爾幾寧

(Arginine) 力精 (Lysine) 希斯蒂丁 (Histidine) 等二氨基酸。彼曾就動物能否從一氨基酸合成二氨基酸之問題，長久繼續研究者。雖在維生素說完成之後，亦未將此二氨基酸之研究中止也。

其他一種途徑，係注意因營養障害而起之二三疾病。如意大利北部之住民，常食玉蜀黍而生癩病 (Pellagra)，航海之海員長久不食綠色蔬菜而生壞血病，以白米爲常食之人生腳氣病，皆於所食之營養物有何種關係者。壞血病又可因檸檬汁而癒。愛克曼 (Eickmann) 氏已於一八八六年時，在爪哇地方研究雞食白米而生與腳氣相類似之白米病矣。

在此派學者方面，就白米與腳氣之關係而於醫學及營養學各方研究者，頗不乏人。一千九百十年日本鈴木梅太郎博士，就種種動物施行實驗，證明以前所謂單用澱粉（白米）蛋白質脂肪及無機物而不能生活者爲確實。並認定給與糠中之一成分時得遂其成長。此糠成分於腳氣病有效，以其存在米糠中之故而命名爲糠精 (Oryzanin)。其明年波蘭之方克 (Funk) 氏就此同一成分而名以維生素發表，遂惹起全世界人之注意。但實驗的證明動物之食物於碳水化合物蛋白質

脂肪無機鹽類外尚須有必要之特殊要素者，鈴木氏其首功也。

嗣後進行研究，知維生素尚不止糠精一種。遂將糠精改稱為維生素乙 (Vitamin B) 卽一九一四年時倭斯本 (Osborne) 及馬克蘭 (McCollum) 兩氏發見奶油中有他植物性脂油中所無之生活上必要物質，已命名為維生素甲 (Vitamin A) 矣。如果維生素甲缺乏，則動物不能發育完全，且生一種眼病 (夜盲症 Nyctalopia)。隨此等維生素類之增加，而將檸檬汁中所存在之能治壞血病 (Scurvy) 者，名為維生素丙 (Vitamin C) 近已能得較純粹狀態之甲乙丙三種維生素矣。

其後更知維生素甲中，尚有別種維生素混合存在。遂命之為維生素丁 (Vitamin D)。文島斯 (Windaus) 氏用紫外光線照射麥角固醇 (Ergosterin $C_{27}H_{42}O$) 發見實現維生素丁之效果。是麥角固醇應為維生素丁之前身，蘑菇中含有多量麥角固醇，其能有維生素丁之功效，可想見也。最近歐拉爾 (Euler) 氏又提出維生素甲卽胡蘿蔔黃色素 (Carotin $C_{40}H_{56}$) 之說。因彼之研究，加紫外線照射後之麥角固醇於胡蘿蔔黃色素中，得現維生素甲丁之效果也。但僅胡蘿蔔黃

色素一種不表現維生素甲之效果，是知最初所想像謂甲丁二種有極密切之關係者，為最明確。胡蘿蔔黃色素在胡蘿蔔海苔等中含量均多。辣椒、西紅柿、黃玉蜀黍、南瓜等均有之。

一九二三年時葉凡士 (Evans) 及比學卜 (Bishop) 兩氏，從小麥之胚芽油中發見有關係生殖之維生素存在。如缺乏此物，則動物之生殖腺發育不完全。此稱為生殖維生素以維生素戊 (Vitamin E) 名之。

將上記之各種維生素以表示之，大約如次。

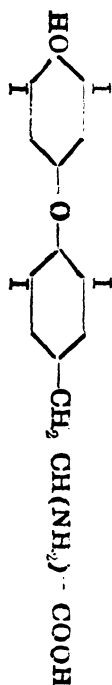
種類	溶解性	動物體內之作用	缺乏時之症候	化學式	存在處所
A	脂油溶解性	與脂肪及複合脂質之分解有關係	(1) 發不全 (2) 眼疾	$C_{40}H_{56}$ (Carotin) $C_{20}H_{30}O$ (H ₂ 油A)	魚肝油及奶油等
B	水溶解性	與炭水化合物之分解上有關係	神經炎腳氣病	$C_{27}H_{45}N_3O_2$ (B ₁) B ₂ 即 H ₁ avine, B ₃ 即 $C_4H_4N_4$	米糠及酵母等中
C	水溶解性	與骨齒之發育上有關係	壞血病	$C_6H_8O_6$	檸檬柑橘綠茶等
D	脂油溶解性	促進骨之發血	佝僂病	$C_{28}H_{44}O$	與共同存在於肝油等中
E	脂油溶解性	與動物之增殖上有關係	生殖腺發育不全	?	小麥胚子生草白菜等中

因維生素之發見，而營養學上新添加第四要素。吾人選擇食物，除蛋白質脂肪碳水化合物等三要素及無機物外，尚須有此第四要素之必要量，固不待言。而貯藏食物者亦應講求如何始可不至於貯藏中有維生素之破壞損失也。關於此點，而最當注意者，為食物之精製。世進文明，而食物亦進於精良，此固於美觀上為必要，而實質上所謂最重要之養分，如維生素者，每因之而失去。美國之謠曰，白麥粉白砂糖白乳粉皆所以滅國人者。日本亦早有白米為害之覺悟。吾國人不甚喜食精白之物，中此文明病之毒未深。建設無害毒之文明，既為科學本來之趣旨。意者吾國人之習慣，能合乎科學本旨之文明乎。

茲又有應特書者，動物無合成維生素之能力。亦猶氨基酸於動物之營養上最為必要，動物自身完全缺乏合成力，而皆仰給於體外。就此一點而言，知動物有非植物不能生存之理在也。

但與維生素有稍類似之作用，而在動物體內得以合成者有覺醒素類(Hormone)之一二種。覺醒素中如阿德烈納林及生殖腺覺醒素，於營養無多大關係，而甲狀腺覺醒素及台落新(Thyroxine)則發育上所不可缺者，缺則生種種之惡液質。此物為含碘多量之芳香族化合物，曾經哈

林頓 (Harrington) 及巴爾甲 (Barger) 兩氏研究合成者其構造如次。



人體內如缺乏碘，則起甲狀腺腫病。海岸之住民，以海藻類為食物，自無缺乏碘分之虞，因之得甲狀腺腫病者甚少見。世稱甲狀腺腫病人，一到海岸，即可平復者，其原因在採食含碘之食物也。

營養學之進步後，吾人所得之實益如何，此不可不知者。要而言之，應有次之三項。

1. 免除過食之害，即食養的方面之利益。
2. 學校工場等處糧食之合理化，並因此而生之體格改良及能率增進。
3. 因糧食合理化而生之食物經濟。

凡稱一代之學者，不獨有益一己。應使全國人受其利，全世界人受其利。營養研究者於一國之國民健康上，極有貢獻。例如工場之飲食物調查，其總熱量不足及蛋白質之供給量不足或品質不

良者，作合理的糾正後，其於工人之健康上大有裨益，固不待言，而經營工場者飲食物之費用亦不受增加之損失。抑制白米之過食而減少食物之費用至三分之二，在日本營養研究所之報告中，已不少其例也。

我國民之體格，在世界各國人中，應稱爲最劣等。昔時有體小之稱之日本人，在近三十年間，身長體重胸圍俱有增加甚多之統計。（十二歲之男子比三十年前身長增加三英寸七分，女子增四英寸一分，體重男女同增二·六公斤胸圍男子增〇·八公分女子增二公分。）吾國人則體格似大有退化，尤以南人爲最甚。歐美人體重平均七十公斤，日本人平均五十公斤，我國人平均不到五十公斤矣。關於此體格不及人一點，尤於國際運動競賽時，我國出席之選手及觀客等所痛感。欲其實際上收體格改善之效果，惟有將營養改良一事，使國民澈底了解。一般言之，我國未成年之男女，營養多屬不良，在元氣旺盛之少年時，抵抗力強，固無特別感覺之處，而一至壯年老年，則當見歐美日本之同年輩者，無論學者事業家，均能活動不感疲憊，自身已覺難支。幼時之營養，最關係於壯年以後之活動。不僅體力問題，而智力之保存及活用，亦大有關係者。吾人之事業多半收功於壯年

以後，如因少時營養不良而致不能竟厥功，其影響於國家前途，豈淺鮮哉。然則如何而後可云真正改善國民之營養。惟有一方積極的謀農產物之增加，俾營養物得以廉價豐富供給於國人之用，他方更從營養學以講究合理的食養。

最後就食物化學（即食品化學）一言。食物化學者研究（1）食物之種類及其成分，（2）消化率，（3）食物之調理及貯藏，（4）救荒食物等之學問也。關於食物之生產者，有純粹之農學。關於成分消化率調理等者，今日已編屬於營養方面。關於貯藏法者又在農產製造方面，有所講究。故從學問上言之，食物化學，實已進化而成爲營養化學矣。

但從來習慣上對於食品化學所研究之範圍，吾人亦應有了解之必要。第一在純正化學尙未充分發達，農藝化學亦在啓蒙時代，關於食物之成分，多於食物化學中研究之。如德之克尼希（König）日本之大島金太郎皆有特別著述，收載其國所用食物之成分。凡食物之水分灰分脂肪纖維澱粉糖分蛋白質等，皆分析列載，吾人一見即知何種食物最富於滋養也。

第二爲食物之消化率問題。此雖簡單，往往有爲吾人所不注意而致誤者。例如雞蛋作爲病人

之食物任何人皆用之，但生雞蛋蛋白質在腸中有七十九%不能吸收，成爲極不消化之物，在一八六六年，始爲浮一圖及佛里德倫德爾 (Friedlander) 兩氏實驗所證明。稀粥爲病人之食物，而比乾飯難消化亦經實驗而始知之者。糯米俗稱爲難消化者，其實從化學之見地言之，含赤色糊精 (Erythro-dextrine) 甚富，其澱粉已較通常米飯在幾分消化之狀態。豆固富於蛋白質，而以其細胞膜鞏固之故，消化吸收，頗有妨害。牛蒡日人喜食之，近年其國人始研究牛蒡含菊根粉甚多，人類之消化管既不能分泌菊根粉分解酵素，可云爲完全不能消化之物。其他纖維質物，在草食動物有極發達之盲腸。於其中受細菌之作用而消化之，在人類之盲腸已退化縮小，對於纖維可云無力消化之也。

調查食物之消化率，則對於被試驗之人，使食被調查之食物一定分量，取其排泄物而分析之，由其前後之差量判斷之者也。此時固有消化管之分泌物及表皮自然脫離等排泄，須由其中減去，但通常則省略之。

食物既有消化不消化之多大差異，而關係消化之食物調理問題，於是乎起。調理適宜者難消

化之食物變爲易於消化，不適者雖易消化之物亦不消化或難消化也。又食品之加工製造，亦多能助長消化。豆類而製成醬或豆腐或豆豉者，其蛋白質之消化吸收，大爲容易。糯米而製成餅者，其消化亦加良也。此等調理製造，皆吾人自昔經驗而得之者，今則參以學理而促其更加發達。所謂營養研究所者，在文明國家，其通都大邑，日以廣播無線電，徧告其法於居民矣。

第三爲營養價與食品價格之關係問題。乘消化率於其食物之諸成分中，則可得營養價之大小。以營養價除價格，則得對於單位營養之價格。此問題關係國民生活甚大。對於蛋白質之價格，卽單位 1g 之價格前已表示之，可略得其概念。從國家全體之立腳地言之，應將營養價之食物，多量生產，廉價販賣。例如食米之國，其稻田中能行冬季之麥作，較之栽培洋芋，所得之熱級甚多。又如都會附近，行溫室種菜者，於增加一種之生產上，在文明進步之今日，未可厚非，在一種職業上立論，亦應有存在之價值，不過從國民之營養維持上言，此不能謂爲有大效果者也。

第十章 家畜飼養及畜產製造

家畜飼養學一方屬於生產學，一方又為家畜之營養學及飼料之消費學。畜產製造品之主要者，為供人類之營養。故便宜上將家畜飼養及畜產製造，均作為消費學之一部分，而於此講述之。

飼養家畜之目的，於利用其毛肉乳皮骨等外，尚利用其勞力。是以雖以不食獸肉為習慣之國或簡人，斷未有不飼養牛馬者。茲先就家畜攝取飼料後如何變成勞力之熱能一點而說述於次。

第一問題，為凡動物勞動之時，或由構成身體之物質消費，或由自外供給之營養分消費。在昔均以為筋力之源，為構成筋肉之蛋白質所分解。但因勞動而自尿中排出之淡氣量並不較平時有所增加，且又知蛋白質脂肪碳水化合物均能為筋力之源。故今日對於此問題之解釋，凡動物當勞動時，所攝取食物中養分先行分解，及其盡時，始就構成身體之各種物質中順次分解動物性澱粉、脂肪、蛋白質以消費之也。

勞動時，在身體內所消費之熱能，究有幾分能代筋力，無由直接測定，惟有從靜止時之養氣消

費及勞動時之養氣消費，以測定身體內分解物質之熱能，將此測定數除工作 (Work) 之量，則得有效百分率。

一般言之，勞動時呼吸商增加。脂肪消費時之呼吸商 0.707 對於養氣一公升發生熱量 4.686 大熱級，炭水化合物消費時之呼吸商 1，所發生之熱量，對於養氣一公升為 5.047 大熱級。故呼吸商 0.81 之增加，與對於養氣一公升熱量 0.8123 大熱級相當。據崇慈氏之就犬研究成績，勞動中之呼吸商為 0.878，較脂肪分解時之呼吸商，尤多 0.171，此正表示有炭水化合物之分解在內。而此時發生之熱量，又較脂肪分解時高 0.2103 大熱級，

$$17.1 \times 0.123 = 0.21033 \text{ Cal}$$

即呼吸商 0.898 時，對於養氣一公升，熱量為 4.896 大熱級，(即 $4.686 + 0.21$)，或對養氣一立方公分，熱量為 4.896 小熱級也。

照崇慈之實驗，在一公斤一公尺之牽引運動中，犬之消費養氣，多費 1.670 四立方公分，故消費之熱量為 8.178 大熱級 (即 1.6704×4.896)。一公斤一公尺之機械當量為 11.1。

三五大熱級，是知牽引運動之有效熱能爲二八・八%

$$\frac{2.353}{8.178} \times 100 = 28.8\%$$

照上述之方法計算，消費熱能之代筋力熱能者大約爲三一・三——三五・五%，人類亦同。與蒸汽機關之有效率十%相比較，其熱能之利用率約高三倍。此因動物體爲一種內燃機關。凡內燃機關如汽油發動機 (Gasoline motor) 等之有效率均高於蒸汽機關甚多也。

然則生此等筋力之養分，究以何者爲宜。此問題亦有種種研究。據云蛋白質脂肪炭水化物等無論何種，其對於燃燒價之有效率，均屬同一。因之對於勞動動物之飼料，除基礎飼料以外，無論給與何種，皆無妨礙也。惟富於粗纖維之飼料，其因咀嚼消化而使用之熱能大，不但全無成爲筋力之部分，且有時反從動物體奪去熱能。此種飼料在所忌避。

如是，馬之飼料，平均一日使用穀藁二百五十兩。栽培牧草之乾者一三〇——一六〇兩，燕麥粒八升乃至一斗四升，食鹽一合，最爲適宜。但馬之勞動平均不過一馬力，而與汽油引擎 (Gasoline

engine) 之有效率二十五%及狄瑟爾引擎 (Diesel engine) 之有效率四十%相較，極爲微少，因之馬之勞力價甚高，甚不利益。然今日猶使用牛馬爲役畜者，以勞力之外，尙有他種利用。且農家可用廉價之大部分農產廢棄物作牛馬等家畜之飼料，無須特別維持費用，尤爲便宜。至於都會上之交通機關，單以勞力而使用家畜者，則不甚經濟，宜其廢止之也。

由上所述，則知役用家畜，在今日已有限制，而飼養家畜之主目的，應在利用其生產物如肉乳骨皮毛羽等矣。因之而家畜飼養學之研究目的，亦已明瞭爲如何使最少之飼料得最大之生產物也。換言之，家畜飼養學卽爲動物營養學，其範圍不僅限於家畜，而鳥類之飼養，亦研究及之。

我國家畜之現存數及其生產品之數量，向未有統計。因之對於我國人之需要量，是否已足，無從推測。欲議論將來之趨勢，更屬困難。姑以我國人口四億計算，從應攝取之獸肉蛋白質量，以推定應有若干家畜飼養，始可供給。如現存者已超過應有之數，則甚善，否則應極力提倡改良飼養以謀增加生產，不待言也。

照前章營養學上之理論，吾人每日所要之蛋白質，最少應以動物性物供給三十%，齊屯登氏

所定之蛋白質最少限度，每日每人七十克，故動物性蛋白質之需要量每日每人至少二十克。全國人每日應需要八百萬公斤，即一千六百萬斤。此八百萬公斤即一千六百萬斤之動物性蛋白質，應從豬牛羊雞鴨之肉乳供給者也。茲假定牛一頭重四百公斤，其三十六%為肉部，肉中之含蛋白質不過二十%，是一頭牛之蛋白質不過二十八公斤八，全以牛肉供給全國人應需要之動物性蛋白質，每日非宰殺約二十八萬頭不可。馬亦如之。豬則應倍數。我國現存之牛馬豚三種家畜，如一年之宰殺數牛能供給約一億頭，或牛馬共一億頭，或豬二億頭，則足以應國人食料之需要矣。他如羊肉雞鴨肉食在我國內，亦甚普遍。足以補其一部分。牛乳則除蒙藏邊地及內地大都會外，尙少有飲用者。

飼養牛馬等大動物，第一當考慮者，為土地。我國除蒙藏及他邊地，尙多以牧畜為業者外，內地極少設大牧場之地。破壞耕地以事牧畜，則不敢謂為得策。今日內地之狀態，以飼養家畜為農家副業。余亦主張以舍飼為主，而不擴作大牧野牧場，為最適宜也。更模倣阿爾浦農法 (Alpen) 而於山嶽地方飼養乳牛以供給國人之用乳及乳製品，則足以維持國民之營養矣。

要之，吾國負有地大物博之虛名，地之面積一千一百一十三萬方公里，不過多於美國一百七十三萬方公里，而人口則四倍之。每年主要糧食之米麥，尚多自外輸入，猶應擴張耕地，以謀民食之能自給自足。斷難期望如美國澳洲之廣大畜牧業實現於內地。惟有從事蒙藏各地之開發，於其土地居民之畜牧習俗，亦極適合。因其勢而利導之，不獨維持本國之用，向海外輸出，亦大有我之販路在也。例如日本之消費我國牛肉，年在三百萬斤以上。據其國人之調查，過此十倍，亦可銷售。豬肉近來亦輸出日本甚多，雞蛋雖因其國之養雞業發達，有減少之趨勢，然以僅少之面積，作集約的經營，其生產究屬有限。況其他牛乳及乳製品等，尚有莫大之消費乎。地大物博之農業國如我國者，不以農畜產品向外國輸出，而反仰給於外國之米麥肉乳等，亦甚可恥也。

今日自外國輸入之畜產品，以牛乳製品之煉乳及牛酪爲最多。我國內地人民，除有宗教信仰者外，皆不甚喜飲牛乳。此種習慣，頗與今日主張以營養改進國民之體格者，不甚相合。但以最近都會住民之習尚推之，將來必能大反乎從前之習慣，而多消費牛乳。至如瑞典人一年一人消費二六二公升，丹麥人二五七公升，瑞士人二五三公升，德國人二三〇公升，美國人一八〇公升等之程度，

則尙不易至也。縱以一人消費一公升計算，年亦應消費牛乳五億公升是乳牛之飼養，應如何必要，可以知矣。

關於牛乳之飲用，在我國人之習慣上，每先煮沸而後飲之。此固爲防避傳染病菌所不能不如此者，然低溫殺菌，應當採用，否則高溫煮沸，必至使牛乳之效果減少。專以牛乳供給小兒之維生素養分爲目的者，應有特別小兒用牛乳之制定。至於大人用之調理牛乳，則以殺菌品質，廉價爲標準而使之普及可也。

瑞士有名之山國也，地狹而人稠。但牛乳及乳製品則供國人之需要外，尙以牛酪，乾酪，雀可烈(Chocolate)等之形狀而向外國輸出。瑞士之面積約四萬公頃，其中半分行阿爾浦農法而飼養乳牛，栽培果樹。可謂善於利用土地者。

瑞士全面積

四、一二九、八三五公頃

森林

九一九、九九二公頃

葡萄地

二一、三五二公頃

農地 (Alpen 農地) 一、二六、一、五九四公頃

生產地合計 三、二〇二、九三八公頃 (七七·六%)

湖水 一三一、二五五公頃

不生產地 七九五、六四二公頃

不生產地合計 九二六、三九二公頃 (二二·四%)

農地之中能耕作穀類者甚少，其國民食糧中之小麥，僅能供給七%，其他則作栽培洋芋及阿爾浦農法之用。誠地小而瘠矣，但其國工業之發達，文明的施設，社會制度之完備，雖歐洲各國中亦鮮有其比。我國之廣大土地，不善利用，使貨棄於地，遠對瑞士，能無愧色耶。

欲發達一國之畜產業，必先使一般國民對於家畜有一種愛好之念發生。第一要件，須使家畜性情柔順。而注意，家畜之飼料，又爲使家畜性情柔順之根本。牧草最美之國，以英國爲第一，瑞士次之。英國之牧草地改良，非一朝一夕所成，經其國人之努力，有數百年之長久歷史。瑞士人之注意牧草亦極周到。雖戰時猶禁止摘草及踐踏草地。對於家畜有如此理解及同情，所以能使家畜繁殖，畜

產品之生產量增多也。

我國之蒙藏地方，以畜牧爲生者，其愛好牧草地，亦極爲周到。有侵犯其地者，雖戰爭亦所不惜。內地之舍飼家畜則缺乏良好牧草。有害家畜之口舌者，亦往往混作飼料也。欲改良之，須先選擇優良牧草種子，廣播於山野間。或於牧野別闢牧草地，播種飼料，一如農作物之注意栽培法。雖不能如英國之五大優良牧草等野地，一望無際，然山野間多培養此類牧草，亦足以使家畜得良好之飼料矣。

最適於副業飼養者，莫過於豬。既無用廣大地積，復能利用農業上之各種廢棄物。我國自古以來，農家飼養豬牛，卽以副業行之。牛尙有邊陲各地牧養於山野者，豬則放牧不出庭園。其飼料或用酒糟，或用農場廢物。世稱最宜。德意志之栽培洋芋而經營酒精工場者，同時並建豬舍，以利用其酒糟。稱爲經濟上之佳話，若我國則行之自古。日本近因德意志有如是組織，遂欲以之普及國內。終覺其國人住宅上之不便，不過僅能於醬油工場或他釀造工場行之而已。又德國之製糖工場有還甜菜搾渣於農家之規定，足見其重視飼料。此種產業組織最爲合理。可做效也。

最後關於羊毛之重要及如何飼養綿羊以應需要等問題略一述之。我國羊毛，品質不良，以作毛織材料，頗嫌過粗。近來西服流行，毛織物之輸入，已達五千萬海關兩。尙在激增時代。不設法改良羊毛，將見此項漏卮，無從塞補。我國邊地，有廣大面積，不獨綿羊，卽牛馬等大動物之舍外飼養，亦所在可能。雖地球人口，約五十年一倍加，而現在人口不過十九億，到二百億人口時，地球始告人滿，尙有二百年之久。在此期間內，吾國無地狹人稠之虞，盡力從事於農牧，不必如尼可來(Nicola)氏著戰爭生物學(Kriegsbiologie)所論，將人類現在之生活狀態變更，不食肉類而作菜食，開現有之牧場牧野爲農作地，以便多支持數倍人口也。(養一頭馬所要之土地，足以養十五人。)

畜產製造事業中之最著者，在我國原有火腿、臘腸、羶肉等，近則罐頭，亦盛行製造。自外國輸入者牛乳製品爲最多。如奶油、煉乳、乾酪等是也。奶油煉乳消費最多。乳牛之飼養，未發達之前，而此項牛乳製品工業，無從說起，乳製品之仰給外貨，亦勢所不得已也。

其他皮革之製造，卽所謂鞣皮法者，在畜產製造中，已別開工業途徑。應有專書，茲不具論。

第十一章 水產

我國海岸線雖不甚長，然北至漁陽南極儋耳，地皆濱海。古稱齊國漁鹽之利甲天下，今與世界三大水產國之日英美相比較，雖不無遜色，然沿海居民倚漁業以爲生，及以海產物供內地各行省需用者，亦頗可述。惟我國之漁業者，每年自沿海漁場，能獲幾何之水產物，及此種水產物所供給之蛋白質就國民一人言，平均能佔幾何，均無統計，殊難於記述也。

我實業部近有漁業法之頒布對於沿海漁業者保護周至。更進一步能將漁業關係者之人數，及在沿岸捕獲水產物之種類如魚類貝類其他動物及海藻類等，分別數量價格調查，使吾人有所依據，則知吾國人之食料，得自水產物之供給者有百分之幾何，而營養上最關重要之蛋白質，能以水產物供給之百分率，亦可以知矣。

漁業不僅沿海各地，而黃河揚子珠江及其他內地各河流之魚類，亦關係民食，每年所獲應非少數。他如淡水魚之養殖事業，亦所在有小規模行之者類多鯉鯽等魚。海洋產魚類，在外國尚無有

能養殖之者，我國亦未之前聞也。

最當注意者，日本近年因救其沿海漁業之減少，除養殖業外，尚有遠洋漁業，每年捕獲魚類約六億八千萬斤，價值日金八千五百餘萬圓。此遠洋漁業之獲量中，侵略我沿海之魚類尚不在內。因在我國及俄國領海內所獲者，大部分作輸出魚類，或供其國居留我國及俄國者之用也。是魚類不獨直接資國民之營養，而作輸出貿易商品，以間接維持國民生活者，亦關係甚大也。我國年自海外輸入海產物三千餘萬海關兩，大部分來自日本。講食料自給自足者，其能無有補救之方乎。

魚類不但供作人類食料，且作肥料使用，亦極良好。日本每以代鑛質肥料，其肥效甚著。近年主張先以供給人類食料，然後取人類之排泄物爲肥料者多也。

沿海居民，喜食魚類，此種嗜好，非一朝一夕所養成，不知經若干長久年月，習慣而成自然者。日本產魚之種類甚多，稱爲世界第一，其國人之嗜魚，亦世界第一。因之對於魚類，不免有濫費之嫌。例如鱈魚、鯧魚、鯉魚，在歐洲最尚，而日本則輕視之，其價頗廉。作肥料使用者，鯧魚最多也。爲救此失，近年日本創製一種魚粉麪包，即以魚粉末混入麥粉中作麪包也。據其國理化研究所之報告，此種麪

包，較之單以小麥粉製者，對於小學兒童之食料蛋白質不足問題，大有貢獻云。利用肉類蛋白質以改良國民之體格，營養研究者主張最力。日本以魚類之肉供給其國人之蛋白質，平均一人一日七十克，其產魚之多，可知矣。

欲免魚類之浪費，則講究水產物之保存及製造。保存之主要方法，為冷凍、鹽藏、魚乾等。製造有鹽乾、素乾、煮乾、燒製、鹽製及其他雜製等食料品及肥料品，並魚油等。其他水產製造物中尚有乾海苔及其他海產物也。日本最習尚之節類製品，如鰹節之類，乃利用黴類之繁殖，而分解鰹魚中之蛋白質為氨基酸，使生美味而作調味料者。黴之種類為 *Aspergillus glaucus*，自初切生魚為四塊而蒸熟，而焙乾，而日晒而四次生黴使之成熟，約需時百日。單四次生黴，即費二月之久也。

魚油之製造原料，為鱈魚、鯊魚、鮫魚、鱈魚、鯨魚等。因之製品，亦各以其原料分別稱之。魚油主為不飽和酸所成，通常呈液狀。添加輕氣以成為飽和酸之中性脂肪，即所謂魚油硬化工業者，在產魚油最多之國，多以大規模施行之也。

第十一章 基礎研究及結論

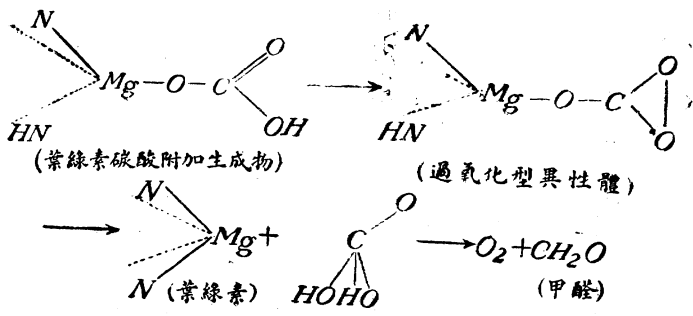
觀前數章所述，則知農業不過以植物之合成作用爲基礎之一生產業而已。但植物究以何力而經營合成，於耕作上，於施肥上，換言之，於生產上雖最爲重要，但迄今尙未研究有多大進步。植物生理學及植物生理化學上關於此根本問題之研究，尙如是遲遲，固不能不令人驚異，但熟思之，亦有當然之原因在也。

植物之合成作用，卽炭素之同化作用，並脂油蛋白質等之合成作用，在二十世紀之初期，與經過三十年之今日，其研究者固不乏人，其進步成績實可云極少。惟差強人意者，有威爾斯特塔 (Willstätter) 氏之葉綠素構造研究，雖其提出之構造式，經費歇爾 (Hans Fischer) 等之合成的研究結果，覺有幾分變更之必要，然幾近於確定的構造式，可以言也。雖然，葉綠素之複雜的研究，縱將告完成，而植物借日光及葉綠素之力，分解炭酸瓦斯，由此分解物與水而作成糖與澱粉，卽所謂同化作用者，在昔有拜耳 (Bayer) 氏之假說，迄今仍爲拜耳之假說。卽炭酸瓦斯先被植物還元

而為甲醛 (Formaldehyde), 此還元生產物再經醛縮合作用 (Aldol縮合) 而為六碳糖, 更縮合而為澱粉。



此假說中之某種階梯, 亦有已經證明者。例如綠葉中究竟有無甲醛存在一問題, 曾有許多疑義。但甲醛能因石灰水及日光之作用而作成一種六碳糖早為羅伊夫 (Oscar Loew) 氏在日本實驗證明。不過葉綠素如何營此作用, 在今日仍未能於威爾斯塔塔氏之想像外, 更進一步。



至於蛋白質及脂油之合成，其不明處更多也。植物固可由根吸收硝酸形及磷精形淡氣，但此淡氣在植物體內經如何作用而形成約二十種不相同之氨基酸，此氨基酸又經如何作用而形成變化多端之蛋白質，在學理上竟未能得一定徑路。據研究發芽植物者之報告，謂龍鬚菜精質 (Asparagine) 味精質 (Glutamine) 等隨發芽而逐漸增加，或者植物最初從無機鹽合成之氨基酸，為龍鬚菜精酸及味精酸。最近羅伊夫氏又將此報告反復實驗，肯定其說。假定此說果確，亦不過千里路程之舉足一步而已。

脂油之合成亦然。在動物生理學方面之研究結果，固知其中有一部分由氨基酸而來，一部分由炭水化物而成，但植物體中是否亦如是合成，尚不明瞭。或者為與動物體相似之作用，至於其本態如何，今日尚未之知也。

植物生理化學之所以如是進步甚遲者，實原因於生命作用 (Lebensvorgänge) 之根底，尚無所知也。植物之合成作用，在細胞內行之；且細胞之作用，有一部原因於酵素作用，雖均為吾人所已知，但有生活之細胞質 (Lebende Cytoplasma) 究於此有如何之作用，則完全不明。誠然，細

胞質主爲蛋白質所成，而愛密爾費歇爾 (Emil Fischer) 氏又將蛋白質之成分如何結合成就，(假定關於結合狀態，猶有異說) 研究明白。但無論如何認蛋白質關係密切，其蛋白質本身，畢竟爲一死物，將生活作用，歸諸此死物之蛋白質總不合理。因之植物細胞所具有之偉大合成力，在此細胞實驗室之內部構造尙未明時，縱吾人知其工作之結果，而不能知其工作之內容。欲獲得此實驗室之秘密，固非如吾人探索一工場之特徵，所可簡單得之者也。

植物生理及植物生理化學，雖如此進步遲緩，而動物生理及動物生理化學，則進步甚速。其進步之大部分，從來皆隨伴在醫學進步之中。離醫學而研究者，乃最近之事也。但此外觀上之進步，亦不過僅在動物之器官分化其現象之表示複雜，得以進求相互之關係一點而已。吾人在今日固知腦隨之如何部分有如何知覺，司如何官能，神經之傳導爲如何之法則所行，消化循環運動生死等伴有如何之生理作用及化學作用；並知因覺醒素說而起之生理作用相互之關係，因維生素說而起之生活作用根本的要求等，但一轉眼以到動物緣何而有如此知覺，又緣何而有如是之反應等問題上，則仍與植物緣何而有知覺緣何而有反應等問題相同，令吾人茫然不知所答也。解決複雜

現象者，每甘於其已解決之現象之複雜，而誤以爲根本問題業已解決。覺動物生理學及動物生理化學之比植物生理學及植物生理化學進步者，正是如此。至其根本作用，則均歸因於細胞之作用。動植物皆爲細胞所成，細胞之作用，既不明，而動植物之根本作用，仍同爲不明也。

植物所呈之動的生化學 (Dynamische Biochemie)，外觀比動物簡單，其靜的生化學 (Statische Biochemie) 則比動物複雜。即在動物體中，其體成分，除蛋白質，脂肪，複合脂質，動物性澱粉（無機成分在骨格等中更簡單）等外，僅二三覺醒素及酵素，並少數之屬於化學羣物質。在植物體中所發見之物質，其種類極多，有機化學中所有化合物之種族，幾全含有之也。動物體內之蛋白質，複合脂質等，雖亦隨其器官之不同而構造各異，但如植物之含有各種化合物羣者，則無之。動物生理與植物生理之所以相反者在此。簡言之，植物之生理爲合成的 (Anabolic)，而動物之生理爲分解的 (Katabolic)。人類之視植物爲自己食物者，從自然經濟上觀之，殆屬當然，豈得謂爲人類之隨便耶。

總之，植物之生產各種物質，一見似於其自己生活爲不必要，而推究其緣何如此生產，實爲科

學上之謎。例如酵母之製造酒精，決非爲與人以酩酊之快樂。從同時生產之炭酸氣上推測其與人類之呼吸上所生之炭酸氣相同，知爲酵母生活上所必要，而酒精爲副產也。但基那樹因何而貯藏約七十%之基那鹼質於樹皮中，罌粟又如何而從其果皮中分泌阿片鹼質，則皆不可解。植物生理學者中，有以爲因防害蟲病菌者，有云植物無有如動物之排泄器官，爲整理體中之蛋白質分解物使成爲無害形物者。說各不一。植物開花之香艷，所以眩昆蟲之目，動昆蟲之嗅覺，引以達受精之目的。其理誠是。但謂植物爲誘昆蟲之眼而始以種種複雜方法，作成花青素 (Antocyan) 爲引昆蟲之嗅覺而始合成種種帖爾彭油 (Olefinic terpene) 者，實與謂因爲吾人欲着美服而始造巴底希之阿尼林工場，因爲欲洒香水而始建新麥爾之研究室者正相類似。仍爲不可解。生物學者爲解釋此謎，而持進化論之說。謂淘汰作用，經過若干億年而始有美麗之花出現，濃厚之芳香存留。但今日世界上尙有不美之花，或色美而香氣毫無者何也。如爲防蟲害而生成植物鹼質，則一切植物中俱生成有防蟲之植物鹼質豈不更佳。此皆未能盡解者。要之，此等問題，應追求其起原於細胞合成力之偶然變異。在此變異之上，淘汰始得有作用者。此種現象應與杜佛里 (De Vries) 氏之形

態上偶然變異，對稱爲化學上之偶然變異 (Chemical Mutation)。吾人更希望生物化學向前發達，而破生命之秘密，且冀化學的進化論 (Chemical Evolution) 之新天地早日開拓也。

歪斯曼 (Wiseman) 氏曾云，一切遺傳的性質之變化，須先有生殖質之變化。而此生殖質之變化，應即構成生殖質之核蛋白質所有化學的構造之變化。植物利用此細胞合成力，生產變化無窮之物質，無論其有何種目的，或全無目的，而人類得利此以爲己用，皆自古習得之者。嘗草根樹皮以製醫藥，不獨我國有神農，而知煎規那樹之皮以驅逐瘧疾病菌者，有爪哇沼地編草爲廬之馬來士人，嚼蔻蔻葉以療行旅疲勞者，有旅行秘魯山地之西印度人，莫伽 (Mocha) 之僧侶，隨羊之後而發見珈琲，哥倫布發見美洲後，而喫煙之習慣，遂以傳播歐洲，更轉而觀染料，土耳其人早栽培茜草以製出燦爛奪目之土耳其赤矣，印度人早知用藍以染布帛矣，尤有奇者，以蠻果 (Mango) 之葉飼牛，取其尿中之黃色素誘導體以染房屋。凡此諸例，皆表示古人以經驗而利用動植物之天然產物者也。

及至人智進步之後，而海之彼岸所存在之貴重寶物，已無須以瓦斯可達格馬 (Vasco da

Gama) 帆船經好望嶼而載往歐洲矣。迷惑於煉金術中之化學，苦心探索長生術之化學，至十九世紀已別開生面。而十九世紀之後期中，奧國化學者李柏爾曼 (Liebermann) 及谷烈柏 (Graebner) 兩氏，已將阿利渣林之構造確定，並人工合成以使土耳其之茜草栽培，完全消滅。其後有拜耳氏研究藍靛確定其構造，且案出合成法數種，至二十世紀時，竟有如巴底希 (Badijsche) 及阿克斯塔 (Höchster) 之二大染料公司之設立，以完成人造藍工業，使印度之藍園又歸於荒廢。於是化學者間，嘗有言曰，化學之發達，得將農業之一部移於工業，而使工業能力所不能企及之食料品，獲得多大面積之耕地，以事生產。農業之複雜性，因化學合成之進步而失卻幾分，固屬事實。但從事農業者則不當遂喜自己職業之單純化，而感謝工業，自甘於無所成就。若果人類之食料至非迫於栽培食用作物不可之程度，則行此移讓，獲得耕地，當然為最痛快之事業。但在此各謀發展之秋，甘棄其領域而坐以待覆滅，殊非生存競爭中學者之態度。是以農藝化學者恐失農業之根據，已將農藝化學之一部，從舊之土壤學肥料學脫出，而於新之生物化學及有機化學上開拓領地矣。非帝國主義者之用心，實惟恐後人，惟恐滅亡之自衛手段也。

更進一步言之，研究動植物之各成分，並確定其構造，講究其合成方法，一方爲人智要求之必然事業，一方又爲發見利用厚生新道之手段。卽以藥劑而論，凡有效者皆爲自然人所已發見耶，恐自然人所未見到者尙不少有效藥品。我國之藥物，以經驗知其有效者甚多，而更進一步研究其成分、構造、合成、在所可能。或簡單加工使較今之效力加增，更易於達成帖拜因 (Tebaine) 之誘導體名阿色地根 (Aedione) 者，有嗎啡屬之優越作用而無其蓄積作用，更優於嗎啡。高山植物之花葉分泌佛拉凡 (Flavone) 以緩和日光紫外線之作用，而文明之婦女，則混合合成佛拉凡類於脂粉中以防海水浴時之日晒。諸如此類，不遑枚舉。能以人力利用自然以生活者，始可稱文明之生活。今日號稱文明生活者，尙非其極。但欲一括而表列之，並一一追究其由來，以與物理及化學之發見相對照，又豈一朝一夕所可能哉。

農藝化學既如是脫其舊套，進出於生物化學有機化學工業化學矣，而他方面之學界，亦向農藝化學而壓迫。例如醱酵爲農藝化學本分之一，而應用化學，亦講究醱酵。又因農藝化學之努力而使生物化學及營養學離開醫學獨立建設之際，純正化學亦設生物化學之講座。化學界之在今日，

雖僅於末梢神經上，彼此互相接觸衝突，而其實中樞神經亦有所波及。此究爲當衝突之任者有誤，抑爲分野不清使不能不衝突之制度不良。自吾人之眼觀之，毋寧謂爲科學發達上應有之現象也。

土壤學之在古昔也，不識酸性土壤，無有pH之概念，土壤微生物未研究進步，講土壤者僅以土壤之淘汰分析，吸水能力之測定，無機成分之分析等爲滿足。今則不然矣，膠質化學已進步，而酸性土壤之原因，不能不於其中探求之。pH之概念已發達，而電氣的測定之必要，不能不於此發生。病理細菌獨顯著，而土壤細菌則暗中埋葬，已非吾人之平衡觀念 (Sense of Proportion) 所可承認。肥料學亦然，如肥料之分析，肥料之效率，肥料三要素之重要及配合等問題，已爲過去所解決。其材料已載於成書之中，無須再費工夫。今則應與新之土壤學土壤微生物學植物生理學生理化學相提攜，而研究如何使用最少量之肥料以收最大之效果，如何使一定之土地面積獲得最大之收穫。食品化學亦有克尼希等先輩分析食品之過去時代，今則有維生素問題，有同爲脂肪油而因含脂肪酸之飽和不飽和生消吸收程度差異之問題，有同爲蛋白質而因含氨基酸之種類含量生出營養價不同之問題等，對於昔時之分析方法，已不能滿足，遂別有新營養學之建設，並應用

及於家畜飼養學。至於農產製造學，早即就各國之需要而不能一定，今更應隨文化之向上，新時代之要求，而變更製品種類，不待言矣。

此種趨勢，固不獨見於農藝化學界，其他學界中亦同樣見之。例如純正化學界中，在昔所謂無機化學者，今則分化為分析化學理論化學等矣。而無機化學之名稱，有漸還原稱礦物化學之趨勢。有機化學則近於農藝化學藥學，故李璧熙 (Liebig) 氏為農藝化學之開祖，而著農藝化學 (Agrikultur Chemie) 又實為有機化學之大師。有名之化學年報，初亦稱化學藥學年報 (Annalen der Chemie und Pharmacie)，此從農藝化學及藥學生出之有機化學，雖在進步之途中，因有合成化學之偉大發展而離開生物化學別樹獨立旗幟，有科學的 (Wissenschaftlich) 之誇，但拜耳，費歇爾等之大有機化學者，仍向動植物之生產物方面努力，遂使有機化學之對象，再返還於生物界。而本來之合成化學，有一部進化而討論有機物內各原質各原子團之性質，與電子說相聯合而達到如何之化合物安定，如何構造之化合物有如何性質，如何之化合物能合成等問題，波爾 (Bohr) 之原子如更加精密，則有機化學之一部當然變化為炭素原子之理論化學矣。

學術之進步發達，如是猛烈，凡有學派，皆一次一次增加變化，無農藝化學不受此振動之理。如果故意使其不受振動而無變化，是真研究者其人之罪，或制度之罪也。謂農藝化學過於多方面進出恐有失卻農藝範域之危險者，雖農學者間亦有之，洵屬奇事。但學術之進步，未許一日苟安，農藝化學之在今日，固不能謂為隆盛，然能對於明日之發展能，持有確固之態度者，固時勢使然，亦其間有多數學者指導及努力得宜也。自今以後，講農藝化學者幸勿捨農藝上之化學問題於不顧，亦無須拘泥於農藝二字，而忘其化學之所以。固本以繁枝，則枝愈繁而本愈固。捨本而逐末，雖有所獲，亦名不符實矣。以農藝為本，而多方從化學上進取者，斯為得之。

編主五雲王
庫文有萬
種百七集二第

論汎學化藝農

究必印翻有所權版

中華民國二十六年三月初版

◆ 五七二一

沈

十五
三

原 著 者	後 藤 格 次
譯 述 者	周 建 侯
發 行 人	王 雲 五
印 刷 所	商 務 印 書 館 上 海 河 南 路
發 行 所	商 務 印 書 館 上 海 及 各 埠

(本書校對者林仁之)

