

自然科學小叢書

農藝化學汎論

後藤格次著

周建侯譯

王雲五 周昌壽 主編

商務印書館發行

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，完全爲農藝化學之賜，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，以其爲真正生產業也。他如工業不過使物質變更形質而成爲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礪精，近於直接生產，但所生產之礪精，在目前尚不能認爲人生直接必要之物。分解海中無限存在之水以爲輕氣養氣者，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，其發掘卽隨之而盡。唯以比較的廣爲分布之氧化礬土(Alumina)製出金屬鋁，稍可稱爲生產的事業而已。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。地球尙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。沙哈拉砂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，爲吾人所早知者。消費熱能之最大者爲工業，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，吾人尚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，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，謂其源在鐳 (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造成氦，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，立卽渙然。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，其發氣味，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爲基於寒暑燥濕之差而起之物理的變化，一爲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，漸次化爲微細而成土壤。此種由岩石風化而爲土壤之遷移狀況，在較易崩壞之岩石，如爲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。石英變而爲砂，長石雲母變而爲粘土。此等砂與粘土，爲流水所集聚而成沖積土洪積土。今日猶能於河川河床汎濫之際，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，主爲火山灰土。九州關東東北北海道之主要部爲此，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爲多也。

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