綜 説

最近 10 年間に於ける農藝化學の進歩

(I) 土 壤 學 及 び 植 物 榮 養 學

川 村 信 一 郎

(日本油脂株式會社試験所)

Sin'itirō KAWAMURA: La Progreso de Agro-kultura Kemio,

1931~1940. (I) Terscienco kaj Plantnutrado.

本稿は主としてドイツの業績をおさめた JACOB⁽⁸²⁾ の綜説に本誌を中心とする日本に於ける研究を追加したものである。ドイツに於ける研究は特に最近 5 年間いはゆる研究奉仕團 (Forschungsdienst) の活潑な動きによつて理論の方面にも實際の方面にも大きな進歩を見せてゐる。日本での研究としては滿洲國の土壤が屢々論ぜられ、又最も主要な作物である水稻に對する研究が繰返し行はれて來た。又水耕法研究の發展も注意すべき成果を擧げてゐる。

項目は I. 土壤學, II. 植物榮養學, III. 肥料學, IV. 植物保護, V. 飼料學であるが, III. 以下は次號にて述べる。

I. 土 壤 學

1. 土壤の形成及び分類

土壤形成の力學は土壤の層断面による研究がさかに行はれて大いに進歩した。その目的とするところが第 1 に土壤の改良, 第 2 に耕作に適する新しい土地の獲得にあることは從來と變りがない。HISSINK⁽⁵⁸⁾ はオランダのゾイデル海土壤の利用に伴ふ諸問題を論じた。三須氏⁽⁵⁹⁾ は朝鮮の干潟地土壤を, 川島氏⁽¹⁰⁰⁾ は九州の干拓地土壤を研究した。土壤の風化についての BLANCK⁽⁶⁰⁾ の研究によると硫酸鹽の作用が重要である。原田氏⁽⁵⁸⁾ は火成岩の風化を研究した。

土壤の分類に際してはロシアの土壤學の成果に基づき氣候的因子が重く見られて來たが, 土壤形成の因子としても土壤分類の鑑識點としても土壤母岩の意義もまた大きいことが強調された。世界の大きな土壤群を分類するには MILNE⁽¹²⁵⁾ の Catena 分類が有用である。この分類法では共通の母岩から成る土壤を一群としてゐるのである。これは局地的條件のために小變種をつくり得るものである。世界の土壤をその起源によつて分類することについては多くの試みがなされたが DEL VILLAR⁽³³⁾ の方法は注目すべきものである。氏は 4 つの土壤群を區別した。即ち鹽類-アルカリ群, 石灰含有群, 一半酸化物群 (Allite, Siallite 及び酸性腐植質土壤) 及び Hydropedie 群 (沖積土壤及び Gley 土壤) で, 更にこの各群を unreif, reif 及び überreif の階段に分けた。ROBINSON⁽¹⁶²⁾ の見解ではまだ世界の各種の土壤種類に對する吾々の知識が不足してゐるから, 全世界を包含するやうな土壤の分類を試みることはできないといふ。

多數の土壤地圖が各地でつくられた。ヨーロッパの最も重要な地圖は國際土壤學會の提案により STREMMER の指導の下につくられた⁽⁸⁷⁾。

滿洲國の土壤⁽¹⁴⁶⁾ は川島氏⁽⁹⁹⁾ が詳細に研究したほか, そのアルカリ土壤は池田氏⁽⁶²⁾⁽⁶³⁾, 川瀬氏及び川上氏⁽⁹⁴⁾⁽⁹⁶⁻⁹⁸⁾, 並に森田氏⁽¹³⁴⁾ により注意せられた。小範圍の土壤の徹底的研究には例へば鳴下氏⁽⁹⁰⁾ の青森縣津輕平野の土壤地圖, 藤原氏⁽⁶¹⁾ の硫氣孔附近の土壤の研究などがある。

2. 土壤の化學

(1) 粘土錯化合物 土壤膠質化合物は MATTSON⁽¹²¹⁾ によれば一方にアルミナや酸化鐵の如き鹽基性ゾルと他方に珪酸や磷酸や腐植酸の加き酸性ゾルとが相互に作用して沈澱する結果と考へられる。このとき等電點の

近くに於て一定の組成を持つ沈澱を生ずるのである。川村氏等⁽⁹⁵⁾、大杉氏等⁽¹⁵⁰⁾は日本の粘土膠質物を分析した。

粘土物質の構成を深く研究することができるやうになつたのは第一にX線分光學の應用によつて土壤中に存在する粘土礦物決定の方法が進んだためである。粘土礦物のいかなるものが存在するかによつて土壤の化學的及び物理學的性質は甚だしく左右されるものである。HENDRICKS 等⁽⁵⁶⁾、KELLY⁽¹⁰⁷⁾、CORRENS⁽³¹⁾、JACOB 等⁽⁸³⁾の諸氏はX線スペクトルによつて見分けることのできる各種の結晶性粘土礦物の存在を粘土物質の中に認めた。これらは主として Kaolinit, Montmorillonit 並に雲母類似粘土礦物の3者である。HENDRICKS 及び ALEXANDER⁽⁵⁷⁾によると土壤中の Montmorillonit はそれが Benzidin 或はその鹽酸鹽によつて青色又は綠青色を呈することによつて檢出されるといふ。

電子顯微鏡は通常の顯微鏡に比し 100 倍の分解能を有し結局 50000 倍の擴大をなし得る⁽¹²⁾ので、EITEL⁽⁴⁰⁾、ARDENNE 等⁽¹³⁾、JACOB⁽⁸⁴⁾の諸氏が土壤の各種粘土礦物を確定するのに利用した。これによると Kaolinit, Montmorillonit 及び雲母類似粘土礦物に對して特徴ある圖が得られる。これらの礦物の純粹な状態に於ける電子顯微鏡的研究も知られてゐるので、これを含む土壤の物理化學的關係につき論ずることができるわけである。ここに興味あることは電子顯微鏡によつてできるやうになつた測定の結果による各部分の實際の大きさが STOKES の法則によつて沈澱速度から計算される大きさに全くよく一致することである。

(2) 腐植 腐植研究の領域では先づその組成による他物質との區別が問題となつた。これはまだなかなか解決されたとはいへないが、特に SPRINGER⁽¹⁸⁴⁾や SIMON⁽¹⁸¹⁾の研究によつて進歩した。SIMON の方法では土壤を弗化ソーダ、蓚酸ソーダ、及び苛性ソーダで抽出することにより有機物質の分解物なる腐植を得、過マンガン酸カリによる滴定や比色定量により、相對的色度から色調因子や腐植酸係数を求めて腐植質の特性を示す。臭化アセチル⁽¹⁸⁴⁾を用ゐると分解してゐない有機物を定量することができるから分解度を算出することが可能となる。SPRINGER⁽¹⁸⁴⁾⁽¹⁸⁵⁾はこのやうな研究に基づき腐植を2種に分けた。即ち一は腐植化の少い土壤によくある褐色型の腐植、他は黒土腐植によくあらはれる灰色型の腐植である。又 HOCK⁽⁵⁹⁾は腐植溶液の色度を Zeiss の Sulfenphotometer により測定して各種の土壤型を分類した。SIMON⁽¹⁸⁹⁾は腐植の形成に對して土壤の礦物成分が持つ重要性を示した。同様な方向の研究としては MEYER⁽¹²³⁾の腐植と Montmorillonit との關聯についての研究や、容易に分解され得る養分腐植 (Nährhumus) と分解されにくい貯藏腐植 (Reservehumus) とを區別した SCHEFFER⁽¹⁶⁷⁾の研究がある。JUNG⁽³⁹⁾は N 苛性ソーダによつて抽出した腐植酸と 1%弗化ソーダで3週間消化して得た腐植酸との苛性カリ溶液を電氣化學的に研究した結果兩抽出劑による腐植質が別型のものであることを確かめた。更に腐植酸カリと水酸化鐵との混合物の一定濃度に於ける相互沈澱を観察したが、腐植酸鹽が過剰のときは水酸化鐵の一部が溶解することを見、これを分子内錯化合物の形成のためであると考へた。

わが國に於ては三須氏⁽¹²⁸⁾は土壤の腐植定量法を研究し、大杉氏等⁽¹⁴⁹⁾は腐植酸の化學當量が平均 162 なることを報告した。林氏⁽⁶⁵⁾は腐植の過酸化水素による分解を實驗し、徳岡氏等⁽²⁰⁰⁾は人工腐植を研究した。尙“天然及び人工腐植質の化學と工業的應用”と題する綜説が最近 JODL⁽⁸⁸⁾により發表された。

(3) 置換吸着 陽イオン置換の際、物理的過程が問題になるのか、それとも化學的過程が關係するのかといふ以前からの論争は部分的には問題でなくなつた。何となれば純物理學的吸着といひ置換吸着といひいづれも土壤粒子の表面と水のイオン乃至は双極子の荷電との間にあらはれる靜電力の結果であると解することからである⁽²¹⁰⁾。陽イオン置換においては見かけ上質量作用の法則からずれることが觀察されるが、之は MøLLER⁽¹³³⁾によると陽イオンの濃度でなくその活量係数を考慮すれば消失するといふ。WIEGNER⁽²¹⁵⁾はイオン置換の性質に關しては化學組成よりもミセル構造の方が重要であると論じた。又土壤を乾燥したとき見られる如く例へばアンモニウムやカリウムの如き或る陽イオンがもはや置換されぬ形に固定されることを CHAMINADE⁽²⁸⁾はこの如きイオンが結晶格子の内部に移行したためであると考へた。KIRSANOV⁽¹⁰²⁾は置換し得るカリと置換し得ぬカリとの植物による利用を檢して土壤の種類によつてどちらか一方のカリが一層よく利用されることを知つた。SCHACHTSCHABEL⁽¹⁶⁵⁾は置換されぬカリの植物による利用を研究して、土壤の雲母含有量との間に關係があることを知つた。徳岡氏⁽¹⁹⁴⁾及び三須氏⁽¹³⁰⁾も土壤の陽イオン置換を研究した。

EKMAN⁽⁴¹⁾によると土壌の陰イオン置換能も陽イオン置換と同様に定義し得るものである。MAKSIMOV⁽¹¹⁹⁾は過磷酸鹽の收着 (Sorption) を研究して、收着錯化合物との間に陰イオン置換を起す場合と過磷酸鹽が吸着錯化合物の陽イオンと化學反應を起す場合とを區別した。

(4) 酸性土壌 アルカリ土壌が滿洲國に廣く見られ又詳しく研究されたことは既に I 1 にて述べたが、わが國には酸性土壌が多いためにその研究もかなり多い。大杉氏等⁽¹⁴⁸⁾は土壌酸性を研究したが、更に氏等⁽¹⁴⁷⁾は宇治地方の茶園の表土に於ける如き特異酸性土壌を研究し、水と共に永く放置するほど酸化還元電位が減ずることを述べ、三須氏⁽¹³¹⁾は朝鮮土壌の活酸性と置換酸性とを測定し、又堀川氏⁽⁶⁰⁾はわが國及び滿洲國の各地の底土につき pH を決定し、その蘚苔生育との關係を示した。土壌酸性の植物に對する有害作用は TRENEL 及び PFEIL⁽²⁰⁸⁾によればアルミニウムイオンのために磷酸吸収が妨げられることによる。

土壌の測定については Chinhydron 法が研究され板野氏式 pH 測定器がつくられた (板野、辻兩氏⁽⁷⁶⁾、青木氏⁽¹⁰⁾)。この測定器によつて土壌中の鹽素を定量することもできる⁽⁷⁴⁾。Pfeil⁽¹⁵⁵⁾はガラス電極による土壌の pH 測定を研究した。土壌の酸化還元電位の測定も多く行はれた⁽¹³⁵⁾⁽¹⁷⁷⁾。KLYCHNIKOV⁽¹⁰⁸⁾はガラス電極によつて定めた pH と Chinhydron 電極による pH との違いが酸化還元にもとづくことを指摘した。即ち土壌懸濁液の pH を Chinhydron 電極ではかると pH にて 0.2~0.6 單位の誤差を生じ、時には 1.0 以上に及び、土壌中の酸化性物質が還元性物質より多いと Chinhydron 電極は高過ぎる pH を與へ、反對に還元性物質が多いと低過ぎる値を與へる。青木氏⁽¹⁰⁰⁾は水田土壌に於ける硝酸鹽の還元性を論じた。又荒川氏⁽¹¹⁾は化學肥料による土壌の酸性化が土壌の緩衝性の弱いときに起ることを述べた。鴨下氏等⁽⁹¹⁾は土壌の酸性化に關聯して磷酸及びカリの電氣透析による析出を研究した。なほ日下部氏等⁽¹⁰⁶⁾によれば土壌の pH 4.6~5.0 なるときは支那油桐の生育成績がよいといふ。

3. 土壌の物理學

土壌の淘汰分析の操作としては粒子の大きさを自然狀態に於ける如く再現し、又土壌の Krümel 形成を考慮に入れて行ふ方法が考案された⁽⁶⁵⁾。KUMENA⁽¹¹³⁾は顯微鏡による地層單位の研究を行ひ、土壌の機械的組成を知らうとした。氏は各種の土壌型に對して典型的な聚合を發見した。

土壌の水分の問題としては小笠原氏⁽¹⁴¹⁾の數理物理學的研究がある。即ち氏は土壌の透水性、蒸發及び降水強度を常に互に關聯するものとして土壌の水經濟を考察し、他方土壌中の水の運動を水の垂直下方、垂直上方及び水平の 3 方向に分けて考へ、毛細管の背後が常に水で飽和されてゐるものとして一般式を展開し、理論式と實際との相違から土壌の凝縮現象、毛細管半徑の縮小、滲透度の密度等の變化を知らうとした。ALTEN⁽⁴⁾、SEKERA⁽¹⁷⁶⁾及び VAGELER⁽²¹⁰⁾等は土壌水を植物に容易に利用されるものと然らざるものとに區別した。SCHOFIELD⁽¹⁷⁷⁾は土壌の水分含有量を示すのに pF なる指數を用ゐた。之は E. BUCKINGHAM (1907) の方法によるいはゆる毛細管ポテンシャル (capillary potential) の對數である。即ち土壌から水を引上げるのに必要な吸引力に相當する水柱の高さを cm であらはしたものの對數である。G. J. BOUYOUCOS (1917) の方法による水分定量には注意を要する。永久凋萎點 (permanent wilting point) に於ける土壌の pF は約 4.2 となり、水分當量 (moisture equivalent) に於ける pF は 2.5~3.0 となるが、これらの値はすべての土壌に對して恒數ではない。吉名氏⁽²⁰⁵⁾は電氣抵抗法による土壌濕度の測定を研究した。

NITZSCH⁽¹⁴⁰⁾は土壌の Krümel の性質が土壌膠質に對する水の添加に關聯あることを明らかにした。Zwischenfruchtbau は水の要求を高めるが、その水經濟との關係は OPITZ⁽¹⁴⁴⁾、EHRENBERG⁽³⁸⁾等が研究した。

鳥居氏⁽²⁰⁶⁾は常壓又は加壓 (1~5 氣壓) して加熱 (100~152°) した場合の土壌の理化學的性質の變化を研究した。

次に灌漑については JANERT⁽⁸⁵⁾は地下水灌漑法を述べ、FRECKMANN⁽⁴⁴⁾は人工降雨の應用性と實行法を研究した。氏によるとドイツの耕地面積の 40% は灌漑の必要があるといふ。水田土壌を休閒期に乾燥するときの效果は久しく認められてゐるが鹽入、青峰兩氏⁽¹⁸²⁾は最近これをたしかめた。

4. 土壌生物學

置換吸着の法則に基づいて豫想されるところと反對に石灰が土壌中でカリの溶解性を低下するといふ觀察を

JENNY⁽⁸⁷⁾ は次の如く説明することができた。即ち石灰を與へるとその作用により土壤細菌が増加してこの細菌がカリを固定するのであるが、無菌状態では同じ土壤にてカリは石灰によつて溶解性を増したといふのである。

DHAR⁽³⁵⁾, RAO⁽¹⁶⁶⁾ は窒素固定の新しい説 (殊に熱帯の土壤に於ける場合について) を提出した。氏等は實驗により窒素固定は細菌によるのではなく、全く日光の作用によることを知つた。即ち日光がエネルギーを出す物質の存在に於て酸化窒素をつくるのである。然し FRAPS⁽⁴³⁾ は之に反して日光による硝化を實際上無意義であるとした。

土壤に於ける *Azotobacter* の役目を研究して BEREZOVA⁽¹⁹⁾ は窒素の豊富に含まれてゐる所にも Azo'ogen を土壤に植ゑると良い結果を來すこと、又 *Azotobacter* の好影響は窒素固定にのみよるものではないことを知つた。DEMOLON⁽³⁴⁾ は土壤が荳科植物により好影響を受けなくなることを研究しそれが Virus 類似の性質を有する Bakteriophage の出現によることを明らかにした (荳科植物の根瘤菌については II 8 参照)。

II 植 物 榮 養 學

1. 同 化

生長因子作用の MITSCHERLICH の法則を検討すると、榮養條件がいろいろと變つた時の全植物に及ぼす作用や又植物に行はれてゐるすべての生活現象を追跡せずに、個々の生活過程に及ぼすその影響を研究した方が便利であることが判る。そこで植物の基本的な生活過程である同化が炭酸吸収の直接的な測定によつて詳細に研究された。GASSNER 及び GOEZE⁽⁴⁵⁾ はこの點につき一つの實驗法を案出したが、それによると小麥の植物體を人工的光線の中で嚴密に調節した條件の下に生育せしめる。次に葉を切斷して同化室 (Assimilationsraum) の中で吸収された炭酸ガスの量を定めることにより植物の榮養が同化に及ぼす影響を知るのである。ALTEN 及び GOEZE⁽⁵⁾ はこの裝置を改良、完成し生きたままの植物を用ゐても切斷した葉の時と同様の結果が得られることを知つた。尤も切斷した葉を用ゐる實驗の方が好都合である。氏等は特にカリ-窒素給與が同化に及ぼす影響を追求した。この兩方の養分を充分與へたときのみ同化が最適の形をとつた。PIKSON⁽¹⁵⁷⁾ も *Chlorella vulgaris* なる藻を用ゐた同化の研究で同様の結果を得た。窒素缺乏のときには窒素を與へることにより、又カリ缺乏のときカリを與へることによつて同化が高まつた。而してカリ缺乏のときカリを與へると先づ一次的に光合成に影響し、次に二次的に細胞質と葉綠素とが増すことを知つた。

2. 炭水化物の形成

各種養分間の交互作用は葉に於て最初に形成せられた同化生産物が次に變化する時にもあらはれる。SISAKYAN⁽¹⁸³⁾ は甜菜に對し硝酸態窒素を與へるときはアンモニア窒素の場合に比し同化に際して生じた炭水化物が葉から根に移るのをさかんにし、還元糖の含有量を少くすることを知つた。又磷酸の不足は葉に於ける還元糖の含有量を高め、同時に根に於ける“有害な窒素”の含有量を大きくした。TURTSCHEIN⁽²⁰⁰⁾ は葡萄糖から多糖類がつくられるときにカリが重大であるとした。カリが不足すると多糖類の形成が阻害されるために葉の中に葡萄糖が多く見られるといふ。ARENZ⁽¹⁴⁾ によるとカリは炭水化物形成をも促進するはたらきがある。氏は種々の養分の關係に於て硝酸態及びアンモニア態窒素の作用を比較した。アンモニア窒素はカリ缺乏のときは植物に對して有害であつたが、同時にカリを與へるとその害を打消した。MAIWALD⁽¹¹⁸⁾ は又炭水化物形成に際してカリの作用が窒素及び磷酸の作用と密接に關聯してゐることを知つた。

3. 蛋白質の形成

蛋白質組成成分から蛋白質がつくられるときには TURTSCHEIN⁽²⁰⁰⁾ によると窒素のほか植物にカリを充分與へる必要がある。ALTEN 及び GOEZE⁽⁵⁾ の實驗に於ては相對的蛋白質値 (全窒素中の蛋白質窒素の%) も同化の程度もカリを増すに従ひ増した。一定のカリ量以上ではカリを與へる量を更に高めても蛋白質含有量は一定であつたが、同化は更に高まつた。ALTEN 等⁽⁸⁾ は新しい分析法を用ゐて蛋白質の形成を追求した。その實驗によるとカリ缺乏の時は植物中の非蛋白質態窒素化合物の含有量が増し、蛋白質含有量はカリを與へる量を増すことにより生長期には高められるが、その他の時には蛋白質含有量は一定であつたといふ。生體內のアミノ酸の合成及び分解については FRANKE⁽⁴²⁾ の綜説がある。

4. 油脂の形成

SCHMALFUSS⁽¹⁰⁰⁾ 並に OPITZ⁽¹⁴⁵⁾ は亞麻につきかり及び窒素の給與が油脂含有量や油脂の性質に及ぼす影響を研究した。特に SCHMALFUSS は肥料として硫酸鹽を與へると亞麻仁油の乾燥性が高くなることを知つた。生體内の油脂合成については最近 REICHEL⁽¹⁶¹⁾ の研究がある。

SCHMALFUSS の研究を次に少し詳しく述べよう。乾燥した溫暖地方にできる亞麻の油はその沃素價が低い。實驗的に水を少く與へたときも沃素價が低くなつた。更に植物の水經濟に對し好影響のあるイオン (K^+ , Cl^-) を與へると植物の水經濟に對してよくない影響を及ぼすイオン (Ca^{++} , SO_4^{--}) を與へたときよりも沃素價が高くなり亞麻仁油中に高度不飽和脂肪酸が多くなる。このやうに水經濟をわるくすると植物に凋萎状態がもたらされて生體は強く熱せられるので乾燥した溫暖地方と同様の作用をなすのであらうと考へられる。肥料を與へて收量高めると水を利用する量は減るので植物の水經濟はわるくなる。従つて植物は呼吸が制限せられて植物體は温められることとなつて油の沃素價は下る。寒い外界にては亞麻仁油は高度不飽和酸、特にリノレン酸を多く含むやうになる。この高度不飽和酸はオレイン酸などに比し分子燃焼熱が低く、これをつくるのに要するエネルギーは少くてすむはずである。そこで寒い所で高度飽和酸が一層多いとすれば SCHMALFUSS の假説によれば、その原因は外界及び自己の溫度が低いために利用し得る熱量が少いからであるといふのである。

5. 呼 吸

植物のエネルギー經濟にとつては葉の活動によつてつくられた同化生産物のどの部分が根の炭酸排出によつて消費されるかといふ問題が大きな意義を持つ。ALTEN 等⁽⁶⁾ は水耕に於て特殊の裝置により根を氣密に隔離して根による炭酸排出を長時間にわたり定量することに成功した。氏等の研究によると根に於ける炭酸排出量はカリを充分與へたときは作物の陽イオン含有量に相當するものの 10 倍、カリの給與がわるいときは實に 15.8 倍になるといふ。

6. 養分の吸収

各種の養分の吸収の法則を説明するのに D'ANS⁽⁹⁾ は物理化學的に論じ擴散の法則を適用した。陽イオン及び陰イオンの吸収はその擴散速度により決定される。これは勿論各イオンが植物に同化される程度によつても定められる。擴散の容易なイオンの吸収は擴散速度の大きな對抗イオンの濃度を増すと速められる。例へば $NaCl$ を加へると K^+ の吸収が促進される。又擴散のおそいイオンの吸収は同じ荷電を有する一層速く動くイオンによつて減少せしめられる。 NO_3^- が吸収されると培養液はアルカリ性となり pH が大になる。擴散のおそい陰イオンを持つた鹽類 [K_2SO_4 , $(NH_4)_2SO_4$] を含む培養液では擴散の速い陰イオンを含む鹽類 (KCl , NH_4Cl) の場合に比して溶液は強く酸性となる。而して養分の吸収は養液の pH に左右される。植物體の灰分の組成は $(K+Na+Mg+Ca)$ が $(Cl^-+SO_4^{--}+PO_4^{--})$ より大となつてゐるがこれは同化、特に窒素の同化の結果である。實際この窒素の同化といふことは養分吸収に對し重要な因子をなしてゐる。植物生理學的意義に於ては陽イオンが同化されるとき肥料は酸性であり、陰イオンが同化されるとき肥料はアルカリ性である。全植物體の分析によると $(K+Na+Mg+Ca) - (Cl^-+SO_4^{--}+PO_4^{--}) \cong 0.5 N$ なることが判つた。

AHRENS⁽²⁾ は多量の養分が葉によつて排泄され、雨のために洗ひ流されてしまふことを見たが、このことは養分吸収の問題に甚だ重要な發見である。然しこれはまだ決定的には認められてゐない。

各種の無機養分の吸収についてはその交互作用の研究が多い。磷酸の吸収に對して珪酸が好影響を與へることは LEMMERMAN の主張した所であるが、KRÜGER 及び WIMMER⁽¹¹²⁾ はこれを認めなかつた。然し大川氏⁽¹⁴²⁾ は水稻にて珪酸が磷酸の吸収を高めることを知つた。又石橋氏⁽⁶⁶⁾ も水稻にて珪酸が少量ながら磷酸の代用をなすことを報じてゐる。禾本科植物に對して珪素の必要なことはいふまでもないことで大川、田中兩氏⁽¹⁴³⁾ は水稻、裸麥、大麥に對する珪酸の作用を水耕法により研究した。氏等は養分としての硫酸の作用に對しても珪酸が大いに補助的效果を有することを明らかにした。ACHROMEIKO⁽¹⁾ によると珪酸が植物の磷酸經濟に影響するのは、珪酸のために磷酸が根に移行し易くなり、又植物の生活機能が一般に高められて磷酸が經濟的に利用されるやうになるによるといふ。このとき磷酸が細胞膜の中へ入るのを珪酸が高めることはできないから、これを説明するに DONNAN の平衡の理論を以てすることはできない。マグネシア (苦土) を充分與へると磷酸の吸収がよくなるが、之を DIX⁽³⁷⁾ はマグネシアの好作用の原因とした。SCHMITT⁽¹⁷⁰⁾ の實驗によると土壤酸性の害は石灰によるほか

硫酸マグネシウムによつても防がれる。GEHRING⁽⁴⁷⁾, LEMMERMANN 等⁽¹¹⁷⁾, BALKS等⁽¹⁸⁾によると酸性土壌に對するマグネシアの好作用は實際はマグネシア缺乏を防いだためであると考へられる。又 VAN ITALLIE⁽⁷³⁾は禾穀類作物に於けるマグネシア缺乏につき研究して、實際はマグネシア缺乏のみが害を起すのではなく、酸の害も共にあらはれるとした。CAROLUS⁽²⁶⁾は植物の生長とカリ、石灰、マグネシアの吸収とに及ぼす數種のイオンの影響を研究した。N-P-Kの施肥に於てはCaとMgとの吸収は悪くなつた。Ca, Mg及びKを充分吸収するのはCa-Mg-Kを施肥したときのみであつた。石塚氏⁽⁷⁰⁾は水稻の生育各期に於けるCa及びMgの吸収利用状態を水耕法により研究した結果Caは生育開始後12週間、Mgは同じく6週間これを給與することが必要であると結論した。生育各期に於てCa, Mgの吸収される割合は生育の初期にはCaの吸収される割合がMgに比して多いが、だんだんその差は小となり生育旺盛期には吸収されたCaO:MgOの値はほぼ1に等しくなり登熟期になると再びMgの吸収が幾分劣るやうになること、而して吸収された全量から見るとCaO:MgO=1.2:1.0であつたことを知つた。ALFEN及びORTH⁽⁷⁾はK, Na, Ca, Mgの陽イオンの和は植物體內ではほぼ一定であつて、これらのうちの一つの吸収が増すと他の養分の吸収の減少が伴ふことを明らかにした。尤もこのために收穫量は變るのであつて、例へばカリが極端に不足で石灰が過剰のときに収量が75%だけ減じ、逆にカリが過剰で石灰が不足のときは20%だけ減じたといふ。最適な割合は1.6l中にK 6.5 mval, Ca 3 mval, Na 2 mval, Mg 0.5 mvalであつたといふ。CHUCKA⁽²⁹⁾はジャガイモに於けるマグネシア缺乏を防ぐには白雲石(Dolomit)よりも可溶性Mg化合物の方が有効であることを知つた。TIEDJEUS及びSCHERMERHORN⁽¹⁰⁸⁾は種子の發芽と植物の生長とに對して石灰とカリ或はソーダとの比が甚だ重要であるとし、これはPlasmahydrationに對してこれらの陽イオンが異なる影響を及ぼすことから説明されるといふ。たとへばトマトの實驗にてはCa:Naが9:1のとき最もよく生長した。CLARK⁽³⁰⁾によると有機化合物との鹽をなす鐵の方が無機鹽をなす鐵よりも植物によく吸収されるといふ。即ちクエン酸鐵を16~80 mg/l.の各種濃度で4.8~8.8の各種pHに於て與へてアヲウキサ(Lemna)を8日間生育せしめたところ、すべての場合を通じて残つてゐた鐵は大約1 mg/l.で大部分Fe(OH)₃の形で沈殿してゐた。無機化合物(例へば鹽化物)ではpH 5又はそれ以上では加水分解が起りそれにより沈殿したFe(OH)₃は植物に對して必要な鐵を供給し得ないやうである。pH 4.7ではクエン酸鐵は別に鹽化鐵に優る生長をもたらさないが、pHが大となるに従ひクエン酸鐵はめだつてすぐれてゐた。植物の石灰含有量は鹽素により高まる。MASAJEWA⁽¹²⁰⁾はこれが鹽化物を肥料とした時の害作用の原因であるとした。一般に植物の鹽素感受性(Empfindlichkeit)と石灰感受性とは互に關聯してゐるものである。BORESCH⁽²¹⁾もまた鹽化物を肥料として與へたとき起るアカスグリの葉縁病(Blattrandkrankheit)を説明するに上述の考を用ゐた。

水稻について石塚氏⁽⁶⁰⁾⁽⁷¹⁾はN, P, Kの吸収を研究し、又水稻の營養機構及び生殖機構に對するカリの生理化學的機能は藍谷氏及び鳥居氏⁽¹⁷⁸⁾により研究された。カリについては尙鳥居氏⁽²⁰⁷⁾参照。

7. 微 量 元 素

主要養分と考へられてゐる無機物質のほかにはゆる微量元素(Spurenelemente)が廣く研究された。以下B, Cu, Mn, Zn, Mo, V, Co, J, Sについて述べる。

Brandenburg⁽²⁵⁾は甜菜の果心の腐敗や乾枯病を防ぐのに硼素が必要なことを示した。JELKINA⁽⁸⁶⁾はタバコ、レモン、トマトにて石灰と共存するとき硼素が好作用を有すること(特に生長點の發展に對して)を見た。硼素の缺乏の結果花甘藍では果心が褐色となり⁽⁶⁴⁾、柑橘では外皮に障害を起し⁽⁶²⁾、又同じく柑橘で糖分とペクチンとの含有量が低下し汁液が減り皮が厚くなる⁽¹³⁶⁾。BRANDENBURG⁽²⁴⁾によると或る種の蕪(Steckenrübe)のガラス化(Glasigkeit)は硼素を肥料として與へると防がれる。KRÜGEL 等⁽¹¹¹⁾は硼素を含む肥料を多く與へ過ぎて、過剰の硼素は洗ひ去られるから硼素が多過ぎて害をなす心配はないことを述べた。徳岡氏等は數年來微量元素の研究を行つてゐるが、硼素については次の如き結果を得た。即ち水稻⁽²⁰¹⁾に對して硼素を0.01~1.0 ppmだけ與へると出穂期をやや早くし穀實収量を増す効果のあること、小麥⁽¹⁹⁵⁾に對しても硼素はかなり有効で、3.3 ppm(土耕)に及ぶまで良好な作用のあることを明らかにしたが、之に反し亜麻⁽¹⁹⁰⁾に對しては硼素は全然價值がない。又蔬菜類⁽²⁷⁹⁾のうち二十日大根、ツルナシインゲンなどには特に硼素を補給する必要を認めなかつたが、蕪菁に對して硼素は甚だ有効で1~50 ppmが最適であり蛇目病を豫防し得ることを發見した。かくの如く各種の作物

に對する效果にかなり差異があることは大いに注意すべきことであらう。

硼素に次いで銅の作用もまたよく研究された。RADEMACHER⁽¹⁵³⁾によると原野土壤や沼地土壤では銅が缺乏すると葉緑素の缺陷を來し、なほ植物の榮養機構に比して生殖機構を阻害する作用がある。開壘病は氏の發見によると銅缺乏による現象で銅よつて防ぐことができる。NICOLAISEN 等⁽¹³⁹⁾によると硫酸銅を肥料とした飼料は牛のなめる病氣 (Lecksucht) の出現を防ぐといふ。微量元素としての銅についても徳岡氏等は研究し、水稻⁽²⁰²⁾の生育に對しては土耕では 20 ppm 以下、水耕では 0.005 ppm 程度にて有效なことを示し、特に發芽力がよいことを知つた。小麦⁽¹⁹⁸⁾の生育に對しても 20 ppm 以下 (土耕) は有效であつた。銅は從來動植物に對して有毒な元素と考へられてゐたもので、量が以上のやうな限度を過ぎると害作用をあらはす。石塚氏⁽⁷²⁾は水稻を特殊な水耕器に生育せしめて銅イオンの有害作用の研究を行ひ、既に志方氏等⁽¹⁷⁹⁾がたしかめたやうに、吸収された銅は主として根に固定せられるから、その結果養分の吸収機能が阻害されると考へた。又松木、勝谷兩氏⁽¹²²⁾は銅鉛、砒素などによる鑛毒を防ぐに硫化物及び石灰が效果あることを認めた。

OVINGE⁽¹⁵²⁾は豌豆の乾枯病を硫酸マンガンによつて防ぐことができた。即ち花期に硫酸マンガンの 1% 溶液をふりかけてこの病氣にかかるのを半分にすることができた。DICKHAY 及び RUETHIER⁽³⁶⁾は種々の植物の黃化現象 (Chlorose) を硫酸マンガンによつて防ぎ得た。WEIGERT 及び FÜRST⁽¹⁴⁾は野外實驗により沼地土壤に於けるマンガン、硼素、銅の好作用を明らかにした。又 RADEMACHER⁽¹⁵⁹⁾や GERICKE⁽⁴⁸⁾は Thomas 燐肥がマンガンを含むことの意義を示した。PFEIL は健全な土壤と病的に酸性な土壤との觸媒作用に對してマンガンの形態が影響を有することを知つた。徳岡氏⁽¹⁰⁶⁾は水稻生育に對するマンガンの影響を研究したが、收穫物總量と穀實收量の増加に對する最適添加量は異なり、又分蘗數に對しては好影響があつたが、やや多量では出穂期日をおくらせることを觀察した。蔬菜類⁽²⁰⁴⁾のうち二十日大根、菠菜にはマンガンを少量添加すると生育がよいが、ツルナシニンゲンには不要であるといふ。

MILLIKAN⁽¹²⁴⁾によると硫酸亜鉛は穀物に對してよい作用がある。即ち土壤中の菌類や鰓虫科小動物 (*Heterodera schachtii*) に對する抵抗力を高め、又タウモロコシの黃化現象を防ぐといふ。PARKER⁽¹⁵³⁾は亜鉛を含む液をふりかけることによつて磷酸過剰のために起るレモンの木の黃斑病 (Blattfleckenkrankheit) を治癒することができた。水稻⁽²⁰³⁾及び小麦⁽⁹⁷⁾に對しては徳岡氏が研究し微量の亜鉛はこれら穀實重量を増す効果のあることを知つた。

BORTELS⁽²²⁾はモリブデン及びヴァナデン化合物を與へると土壤の *Azotobacter* の數が多くなり又窒素化合物が増すこと、荳科植物 (豌豆、大豆、red clover) の窒素固定も生長も促進されることを知つた。STEINBERG⁽¹⁸⁶⁾は *Aspergillus niger* による窒素の利用に對して鐵、亜鉛、銅、モリブデンなどの微量元素を適當な濃度で與へることの重要性を述べ、特にモリブデンの影響が大いであることを知つた。而してモリブデンはアンモニア窒素の場合より硝酸窒素の場合に必要とせられる度が大であることから、モリブデンが硝酸鹽還元酵素 (nitrate reductase) の活性化に關與するのであらうと説明した。 *Aspergillus* 及びアヲミドロの生育に對する微量元素の有害の程度は坂村氏⁽¹⁶³⁾も研究した。WARRINGTON⁽²¹³⁾によるとナス科植物に對してはモリブデンは有害作用を示し芽が黃色になる。特にジャガイモでは球根が赤黃色になるが、これはタンニンとモリブデンとの化合物が組織内につくられたためであるといふ。ASKEW⁽¹⁵⁾は New Zealand に於ける羊の牧場病 (bush sickness) は牧場土壤の中にコバルトが不足してゐたためであることを報じてゐる。沃素の必要については GAUSS 及び GRIESBACH⁽⁴⁶⁾が研究したが以前にチリ硝石と共に與へられてゐた沃素給與が中止されても通常の植物の沃素含有量は必要量以下には下らぬことをたしかめた。然しその後の CAUER⁽²⁷⁾の研究によるとこれは再検討を要する。即ちフランスの Bretagne に於ける海藻からの沃素製造が中止されてから中部ヨーロッパの空氣の沃素含有量は甚だ少なくなつてゐることを考へねばならぬ。KRÜGEL 等⁽¹¹⁰⁾は或る場合に過磷酸石灰が石膏を含むとき一層よい作用を有することを説明するのに硫黃の有效作用に歸した。BALKS もまた硫酸カリに於ける硫黃の效果を示した。

8. 荳科植物と根瘤菌

板野、松浦兩氏⁽⁷⁵⁾は根瘤菌窒素固定力を刺戟する或る有機化合物につき研究し、またアルカロイドその他の物質の根瘤菌の活力及び形態に對する影響を研究してゐる。小西氏等⁽¹⁰⁶⁾は土壤浸出液の無機成分が *Azotobacter*

の生育に及ぼす影響を研究し、更に同氏等^(106a)は根瘤菌に對する磷、カルシウム、マンガン、クロムなどの無機鹽類の生理的影響を研究した。石澤氏⁽⁶⁸⁾によればソラマメ根瘤菌による無機態窒素の消費に於てはアンモニア窒素の同化が最も容易で、硝酸態窒素がこれに次ぎ、亜硝酸態窒素は最も同化し難いといふが、後の小西、石澤兩氏⁽¹⁰⁷⁾の研究によれば根瘤菌の硝酸鹽及び亜硝酸鹽に對する作用は菌の種類により形式を異にするといふ。久保氏⁽¹¹⁴⁾は各種の豆科植物の根瘤に含まれてゐる淡紅色の色素を分離し、これがプロトヘマチンと蛋白質との結合物なる一の Hämoprotein であることを知つた。三須氏⁽¹²⁷⁾は多數の野生豆科植物を化學的に研究した。

VIRTANEN⁽¹¹¹⁾は次の如き説を提出した。即ち根瘤は L-アスパラギン酸をつくり、豆科植物の特徴は他の植物がアスパラギン酸の窒素を硝化 (Nitrifikation) によつてのちはじめに利用し得るのに比し、豆科植物はアスパラギン酸そのものを窒素給源として利用し得ることにあるといふ。更に氏は豌豆の根瘤が共生に於てのみならず、根から切りはなしても無菌の砂の中でオキザル醋酸 (Oxalessäure) の存在に於て窒素を固定し得ることを發見した。又氏は豌豆そのものの中にオキザル醋酸が存在することを知り、根瘤菌は窒素固定に不可欠のオキザル醋酸を主植物から得てゐると考へた。然し SCHOLZ⁽¹⁷³⁾の追試はこの説をたしかめてゐない。ALLISON⁽³⁾は豆科植物に於ける共生に對し炭水化物が重要な因子をなすと述べてゐる。

9. ホルモンの作用

KÖGL 等⁽¹⁰⁴⁾の發見した植物生長ホルモン、特に Heteroauxin は發芽、單爲結實⁽¹⁹¹⁾⁽¹⁹²⁾、挿木の發根⁽⁶⁷⁾⁽¹⁹¹⁾⁽²¹⁸⁾に對して有効なことが判つて來た。NEHRING 及び MÖBIUS⁽¹³⁸⁾は動物に有効な性ホルモンが植物の生長には効がないこと、Cholsäure が有効であること、尿が植物に有効なのはその中に含まれるホルモンによるものではないらしいことを述べた。

KOSTUISCENKO⁽¹⁰⁵⁾は低温に於て成熟する冬小麦に於て種子が植物に對し Jarowisation を起させ、このため寒さに對する抵抗を少くし收穫を減ずることを見た。寒い地方に對しては從つて暖い地方からの小麦と種子を交換するとよいといふ。MININA 等⁽¹²⁶⁾によると無機質肥料が植物の性決定に對して重要な因子をなす。氏の物理化學的性決定の説によると雄花と雌花との比はカリにより變へられるといふ。カリが少いと植物體内の炭水化物が少くなり酸化還元電位は高められて雄花が多くなり、窒素の給與が少い場合は炭水化物が増し酸化還元電位が低くなつて雌花が多くなるといふ。KUHN⁽¹¹⁵⁾は綠藻 *Chlamydomonas synoica* に於ける性決定物質 ("Termon") としてのサフラナル (雄性となす) とピクロクロシン (雌性となす) とについて述べた。坂村、柳原兩氏⁽¹¹⁴⁾は *Aspergillus niger* の生長素の形成について報告した。又稻の馬鹿苗病菌に於ける作用物質としてのフザリン酸とギベレリンとについては藪田教授等⁽²¹⁶⁾の數年來の研究が續けられてゐるところである。

種子がまだ生存可能か否かをしらべるのに GUREWITSCH⁽⁸¹⁾は細胞の呼吸を檢した。EIDMAN⁽⁸⁸⁾はこの點に基づき亜セレン酸ソーダ (Natriumselenit) を試薬とする一方法を考案した。

10. 施肥と收穫物の品質との關係

最近10年間に於て收穫物の品質に及ぼす施肥の影響が廣く研究された。一般的に言へば販賣肥料を適當に與へると收量を増すのみならず品質にも好影響をもたらすことが明らかとなつた⁽⁹²⁾。この點を一義的に明らかにするには以前多く行はれてゐた味の主觀的検査法の代りに客觀的方法を確立し品質を明確に數字であらはすことができるやうにすることが望ましい。このことについては先づ GERICKE⁽⁴³⁾の提案がある。藥用植物の精油及びアルカロイドの含有量の研究は BOSHART⁽²³⁾が行つた。三宅、石塚兩氏⁽¹²²⁾は施肥と薄荷草の精油、メントールの含有量との關係を詳しく研究した。SCHUPHAN⁽¹⁷⁴⁾は施肥がオランダミツバの精油含有量や Schwarzkochen 防止に及ぼす影響を研究した。JACOB⁽⁸¹⁾はカリ肥料が收穫物の化學的組成及び味に及ぼす影響を追求した。又鈴木、土井氏等⁽¹⁹⁰⁾並に杉崎氏⁽¹⁸⁹⁾はアルコール原料甘藷と施肥につき研究した。PFÜTZER 及び PFAFF⁽¹⁵⁶⁾ OTT⁽¹⁵¹⁾, BALKS 等⁽¹⁷⁾は肥料が植物の品質に及ぼす作用を詳しく研究した。わが國でもこの種の研究は甚だ多いが、小柳氏⁽¹⁰⁰⁾は水稻に對するカリ肥料につき、市川氏⁽⁷⁷⁾⁽⁷⁸⁾は水稻に對する窒素、磷酸、カリ並に要素單用の影響につき、又山口氏⁽²¹⁷⁾は小麦に對する三要素についてそれぞれ研究した。そのほか市川氏はナス⁽⁷⁹⁾及びキウリ⁽⁸⁰⁾に對し、菅原氏⁽¹⁸⁸⁾はジャガイモに對し、池田氏等⁽⁶⁴⁾は纖維植物ケナフに對し、施肥の影響を研究した。VOGEL⁽²¹²⁾は蔬菜の保存性の實驗的検査法を考案した。PELSHENKE⁽¹⁵¹⁾, SCHARNAGEL⁽¹⁶⁶⁾は肥料が小麦のパンと

しての品質に悪影響のないことを示すことができた。KÖNIG⁽¹⁰⁵⁾ はカリ、磷酸施肥により飼料植物の品質がよくなることを報告した。更に NEHRING⁽¹³⁷⁾ によると沼地の牧草に對して窒素は土壌中に充分あるがカリと磷酸とを施すと粗蛋白がふえ粗纖維がへつて消化率がよくなるといふ。GIESECKE, SCHMALFUSS⁽⁵⁰⁾ は好適な施肥が亜麻の品質をよくすることを知つた(II 4 参照)。

植物のビタミン含有量が施肥の影響を受けることについては菅原氏⁽¹⁸⁷⁾、OTT⁽¹⁵¹⁾、PFÜTZER 及び PFAFF⁽¹⁵⁶⁾ BALKS 等⁽¹⁷⁾、SCHUPHAN⁽¹⁷⁵⁾ の研究がある。氏等によつて殊にビタミン A 及び C の含有量は目的にかなつた施肥によつて高められることが判つた。SCHEUNERT⁽¹⁶⁶⁾ は動物試験によつてビタミンの定量を行つたが、肥料によつて増すと見ることができなかつたので、ビタミン含有量は肥料と関係がないといふ意見を持つてゐる。又農作物の収量に對する氣象の關係については大後氏⁽³²⁾ の研究がある(なほ III. 肥料學, 5. 肥料の使用法の項参照)。

文 獻 表

[原報によらなかつたものは角カッコの内に出典を示した。その略字: C. A. = Chemical Abstracts; C. Z. = Chemisches Zentralblatt; 總 = 日本化學總覽; J. = JACOB⁽⁸²⁾.]

- (1) ACHROMEIKO, A., *Volkskommisariat Schwerind.* **126**, 103 (1935) [J. (67)].
- (2) AHRENS, K., *Jahrb. f. wiss. Bot.* **80**, 248 (1934) [J. (64)].
- (3) ALLISON, F. E., *Soil Sci.* **39**, 123~43 (1935) [C. A. **29**, 5145⁵].
- (4) ALTEN, F., *Trans. First Comm. Int. Soc. Soil. Sci.* **A 46** (1938) [J. (37)].
- (5) ALTEN, F., GOEZE, G., u. FISCHER, H., *Forschungsdienst, Sond.-H.* **7**, 115 (1937) [J. (53)].
- (6) ALTEN, F., u. GOTTWICK, R., *Bodenkunde u. Pflanzenernähr.* **13**, 353~70 (1939) [C. Z. **1940**, **I**, 1684].
- (7) ALTEN, F., u. ORTH, H., *Ernähr. Pflanze* **36**, 13~6 (1940) [C. Z. **1940**, **II**, 1345].
- (8) ALTEN, F., RAUTERBERG, E., u. LOOFMANN, H., *Bodenkunde u. Pflanzenernähr.* **19**, 22 (1940) [J. (59)].
- (9) D'ANS, J., *Angew. Chem.* **50**, 175~9 (1937) [C. A. **31**, 3525⁶]; *Ernähr. Pflanze* **32**, 361~2 (1936) [C. A. **31**, 431⁶]; *Ernähr. Pflanze*, **33**, 347~8 (1937) [C. A. **32**, 1753²].
- (10) AOKI 青木茂一, 本誌 **14**, 165~77 (1938).
- (10a) AOKI 青木茂一, 土壤肥料 **13**, 357~70 (1939); **14**, 63~76 (1940) [總 **13**, 571; **14**, 383⁴].
- (11) ARAKAWA 荒川左千代, 土壤肥料 **13**, 585~90 (1939) [總 **13**, 722].
- (12) ARDENNE, M. v., u. BEISCHER, D., *Angew. Chem.* **53**, 103~7 (1940) 参照.
- (13) ARDENNE, M. v., ENDELL, K., u. HOFMANN, U., *Ber. deut. keram. Ges.* **21**, 209~27 (1940) [J. (14)].
- (14) ARENZ, P., *Bodenkunde u. Pflanzenernähr.* **8**, 182 (1938) [J. (57)].
- (15) ASKEW, H. O., *New Zealand J. Sci. Tech.* **20 A**, 302~9 (1939) [C. A. **33**, 7025⁴].
- (16) BALKS, R., *Ernähr. Pflanze* **35**, 194~201 (1939) [C. A. **33**, 7845⁴].
- (17) BALKS, R., u. POMMER, E., *Bodenkunde u. Pflanzenernähr.* **9~10**, 724, 732 (1938) [J. (121), (130)].
- (18) BALKS, R., u. WEHRMANN, O., *Ernähr. Pflanze* **34**, 145 (1938) [J. (72)].
- (19) BEREZOVA, E. F., NAUMOVA, A. N., i RASNIZINA, E. A., *Compt. rend. Acad. Sci. U. R. S. S.* **18**, 357~61 (1938) [C. A. **32**, 5574²].
- (20) BLANCK, E., *Ernähr. Pflanze* **29**, 41~3 (1933) [C. Z. **1933**, **I**, 2739].
- (21) BORESCH, K., *Gartenbauwiss.* **12**, 176~233 (1938) [C. Z. **1939**, **I**, 699]; *Bodenkunde u. Pflanzenernähr.* **14**, 230~47 (1939) [C. Z. **1939**, **II**, 2578].
- (22) BORTELS, H., *Arch. Mikrobiol.* **8**, 1~12, 13~26 (1937) [C. A. **31**, 6395³].
- (23) BOSCHART, K., *Forschungsdienst, Sond.-H.* **8**, 429 (1938) [J. (116)].
- (24) BRANDENBURG, E., *Wochenbl. u. L. B. Schleswig-Holstein* **51**, 1052 (1936) [J. (86)].
- (25) BRANDENBURG, E., *Phytopath. Z.* **12**, 1~112 (1939) [C. Z. **1939**, **I**, 3787].
- (26) CAROLUS, R. L., *Plant Physiol.* **13**, 349~63 (1938) [C. A. **32**, 8059³].

- (27) CAUFER, Z. *VDCb. 附錄 Nr. 34; Angew. Chem.* **52**, 625 (1939) [J. (102)].
- (28) CHAMINADE, R., *Compt. rend* **210**, 264~6 (1940) [C. A. **34**, 7509⁴].
- (29) CHUCKA, I., *Proc. Am. Soc. Hort. Sci.* **35**, 534 (1938) [I. (76)].
- (30) CLARK, N. A., *Proc. Iowa Acad. Sci.* **43**, 185~9 (1936) [C. A. **32**, 4192⁶].
- (31) CORRENS, C. W., *Naturwiss.* **24**, 117 (1936) [J. (9)].
- (32) DAIGO 大後美保, 氣象 II, **18**, 226~31, 306~11. 394~9 (1940) [總 **14**, 840⁸, 1102⁵, 15, 192⁶].
- (33) DEL VILLAR, H.: Los Suelos de la Peninsula Luso-Iberica. Madrid 1937 [J. (4)].
- (34) DEMOLON, A., et DUNEZ, A., *Compt. rend.* **202**, 1704 (1936) [J. (51)].
- (35) DHAR, N., and MUKERDJEE, S., *Proc. Nat. Acad. Sci., India* **6**, 3; **7**, 140 (1937) [J. (47)].
- (36) DICKHAY, R., and RUETHER, W., *Proc. Am. Soc. Hort. Sci.* **35**, 762 (1938) [J. (92)].
- (37) DIX, W., u. BISCHOF, St., *Z. Pflanzenernähr., Düng. Bodenkunde* **18**, 158 (1930) [J. (68)].
- (38) EHRENBURG, P., *Z. Pflanzenernähr., Düng. Bodenkunde A* **37**, 315 (1935) [J. (43)].
- (39) EIDMANN, J., *Forschungsdienst, Sond.-H.* **11**, 249 (1938) [J. (113)].
- (40) EITEL, W., u. RADZEWSKI, O. E., *Naturwiss.* **28**, A 397 (1940) [J. (13)].
- (41) EKMAN, P., *Bodenkunde u. Pflanzenernähr.* **9~10**, 134~41 (1938) [C. A. **32**, 9358⁹].
- (42) FRANKF, W., *Angew. Chem.*, **52**, 695~8, 702~8 (1939); 川村 (譯), 本誌 **16**, 87A~97A (1940).
- (43) FRAPS, G., and STEIGER, A., *Soil. Sci.* **39**, 85 (1935) [J. (49)].
- (44) FRECKMANN, W., *Deut. Wasserwirtsch.* **17**, 229 (1937) [J. (45)].
- (45) GASSNER u. GOEZG, *Ber. deut. bot. Ges.* **50**, 412 (1932) [J. (52)].
- (46) GAUSS, W., u. GRIESBACH, R., *Z. Pflanzenernähr., Düng. Bodenkunde A* **13**, 1 (1929) [J. (101)].
- (47) GEHRING, A., *Prakt. Bl. f. Pflb. u. Pflsch.* **6**, 287 (1929) [J. (70)].
- (48) GERICHKE, S., *Bodenkunde u. Pflanzenernähr.* **19**, 187 (1940) [J. (94)].
- (49) GIESECKE, F., *Ergebn. Agrikulturchem.* **3**, 189 (1931); *Ernähr. Pflanze*, **36**, 98 (1940) [J. (115)].
- (50) GIESECKE, F., SCHMALFUSS, K., u. GERMUM, E., *Bodenkunde u. Pflanzenernähr.* **4**, 340~57 (1937) [C. A. **31**, 8608⁶].
- (51) GUREWITSCH, *Ber. deut. bot. Ges.* **53**, 303 (1935) [J. (112)].
- (52) HAAS, A., *Soil. Sci.* **43**, 317 (1937) [J. (84)].
- (53) HARADA 原田光, 本誌 **11**, 283~300, 456~72 (1935); **12**, 1032~43 (1936); **13**, 383~91 (1937); **14**, 450~8 (1938); **16**, 311~20, 541~51 (1940).
- (54) HARTMANN, I., *Proc. Am. Soc. Hort. Sci.* **35**, 518~25 (1938) [J. (84)].
- (55) HAYASI 林常孟, 札農林 **31**, 15~29 (1939) [總 **13**, (511)].
- (56) HENDRICKS, G. B., and FRY, W. H., *Soil. Sci.* **29**, 457 (1936) [J. (7)].
- (57) HENDRICKS, S. B., and ALEXANDER, L. T., *J. Am. Soc. Agron.* **32**, 455~8 (1940) [C. A. **34**, 5583⁷].
- (58) HISSINK, D. J., *Chem. Weekblad.* **30**, 666~71 (1933) [C. A. **28**, 3823⁹]; *Forschungsdienst, Sond.-H.* **6**, 35 (1937) [J. (1)].
- (59) HOCK, A., *Bodenkunde u. Pflanzenernähr.* **2**, 304~15 (1937); **5**, 1~24 (1937); **7**, 99~117, 279~302 [C. A. **31**, 4433¹; **32**, 284⁵, 5144³, 8673¹].
- (60) HORIKAWA 堀川芳雄, *Proc. Imp. Acad.* **16**, 306~8 (1940) [總 **15**, 112⁶].
- (61) HUIZWARA 藤原彰夫, 土壤肥料 **13**, 351~6 (1939) [總 **13**, 571].
- (62) IKEDA 池田實, 本誌 **13**, 1325~37 (1937).
- (63) IKEDA 池田實, 其他, 土壤肥料 **12**, 183~93 (1938); 滿洲農研 **25**, 31~42 (1938); **26**, 67~103 (1938); **27**, 13~37 (1939); **28**, 69~118 (1939); **33**, 39~48, 49~57 (194) [總 **12**, 382, 637; **13**, 202, 434, 644; **15**, 113].
- (64) IKEDA 池田實, 其他, 本誌 **14**, 459~70 (1938); 滿洲農研 **32**, 33~41 (1940); **33**, 29~38 (1940) [總 **14**, 840³; **15**, 111³].
- (65) Intern. Bodenkdl. Ges. 第1回會議, Bangor 1939 [J. (35)].
- (66) ISIBASI 石橋一, 土壤肥料 **11**, 539~49 (1937); **13**, 227~42 (1939) [總 **12**, 155; **13**, 375].

- (67) ISH 石井盛次, 林學 21, 579~600 (1939) [總 14, 22¹].
- (68) ISIZAWA 石澤修一, 土壤肥料 13, 135~43, 560~8 (1939) [總 13, 316, 721].
- (69) ISIZUKA 石塚喜明, 本誌 8, 849~67, 917~31, 1016~28 (1932).
- (70) ISIZUKA 石塚喜明, 本誌 9, 1022~35, 1064~76 (1933).
- (71) ISIZUKA 石塚喜明, 本誌 10, 128~34 (1934).
- (72) ISIZUKA 石塚喜明, 土壤肥料 14, 248~62 (1940) [總 14, 642⁵].
- (73) ITALLIE, VAN, *Bodenkunde u. Pflanzenernähr.* 5, 303 (1937) [J. (73)].
- (74) ITANO 板野新夫, 松浦章, 本誌 7, 769 (1931).
- (75) ITANO 板野新夫, 松浦章, 農研 14, 432~48 (1930); 16, 127~36 (1930); 22, 218~68 (1934); 23, 294~308 (1934); 24, 193~249 (1935); 25, 423~54 (1935); 26, 370~406 (1936); 土壤肥料 10, 63~74 (1936); 本誌 12, 497~66, 604~21 (1936); 農研 29, 246~63 (1938); 土壤肥料 12, 339~46 (1938) [總].
- (76) ITANO 板野新夫, 辻康彦, 本誌 12, 347~55 (1936); 大原農研報 8, 83~95 (1938) [總 12, 564].
- (77) ITIKAWA 市川親文, 本誌 10, 1115~23 (1934); 11, 255~60 (1935); 12, 114~28 (1936); 13, 639~48 (1937).
- (78) ITIKAWA 市川親文, 本誌 12, 260~78 (1936).
- (79) ITIKAWA 市川親文, 本誌 14, 441~49 (1938).
- (80) ITIKAWA 市川親文, 本誌 14, 799~804 (1938).
- (81) JACOB, A., *Z. Pflanzenernähr., Düng. Bodenkunde* 37, 1 (1935) [J. (118)].
- (82) JACOB, A.: Fortschritte der Landwirtschaftschemie, 1931~1940. *Angew. Chem.* 54, 14~21 (1941).
- (83) JACOB, A. et al., *Z. VDCh. 附錄 Nr. 21; Ange. Chem.* 48, 585 (1935) [J. (10)].
- (84) JACOB, A. u. LOOFMANN, H., *Bodenkunde u. Pflanzenernähr.* 21~22, 666 (1940) [J. (15)].
- (85) JANERT, H., *Forschungsdienst* 5, 71 (1938) [J. (44)].
- (86) JELKINA, G., *Ind. chimique* 25, 294 (1938) [J. (82)].
- (87) JENNY, H., and SHADF, E. S., *J. Am. Soc. Agron.* 26, 162 (1934) [J. (46)].
- (88) JODL, R., *Brennstoff-Chem.* 22, 78~85 (1941).
- (89) JUNG, E., *Bodenkunde u. Pflanzenernähr.* 9~10, 248~73 (1938) [C. A. 32, 3359⁷].
- (90) KAMOSITA 鴨下寛, 農試彙 3, 401~20 (1940).
- (91) KAMOSITA 鴨下寛, 小山正忠, 土壤肥料 13, 191~7 (1939) [總 13, 375].
- (92) KASSEL, *Ernähr. Pflanze* 66, 98 (1940) [J. (114)].
- (93) KASSEL, *Forschungsdienst, Sonderband*, 1940 [J. (115)].
- (94) KAWAKAMI 川上行藏, 大陸科報 2, 347~67 (1938) [總 13, 644].
- (95) KAWAMURA 川村一水, 其他, 土壤肥料 10, 47~52, 201~15, 281~94 (1936); 11, 525~33 (1937) [總 10, 260, 359, 538; 12, 156].
- (96) KAWASE 川瀬金次郎, 何芳陔, 大陸科報 2, 368~403 (1938) [總 13, 644].
- (97) KAWASE 川瀬金次郎, 何芳陔, 川上行藏, 本誌 15, 459~72 (1939).
- (98) KAWASE 川瀬金次郎, 安藏修, 大陸科報 4, 119~38 (1940) [總 14, 841⁵].
- (99) KAWASIMA 川島祿郎, 其他, 本誌 14, 599~606, 737~42 (1938); 15, 151~5, 809~14, 815~8, 942~52, 1143~8 (1939); 16, 125~8, 192~6, 809~12 (1940).
- (100) KAWASIMA 川島祿郎, 其他, 本誌 16, 411~6 (1940); 土壤肥料 14, 485~92, 547~53 (1940) [總 14, 1103⁵; 15, 43¹].
- (101) KELLEY, W. P., DORE, W., and BROWN, S., *Soil Sci.* 31, 25 (1931) [J. (8)].
- (102) KIRSANOV, A. T., *Chemisation Socialist. Agr. (Khimizatsiya Sotsialist. Zemledeliya)* 9, 2/3, 43~9 (1940) [C. Z. 1940, II, 1492].
- (103) KLYCHNIKOV, W. M., *Lenin Acad. Agric. Sci., Gedroiz Res. Inst. Fertilizers, Soil. Management Soil Sci. Proc. Leningrad Dep. (Vsesoyuznaya Akad. Selsko-Khozyaist. Nauk im. Lenina)* 1938, II, 3~22 [C. Z. 1940, II, 2806].
- (104) KÖGL, F. et al., *Z. physiol. Chem.* 214, 241~61 (1933); 220, 137~61 (1933); 225, 215~29 (1934); 228, 90~103 (1934).
- (105) KÖNIG, F., *Ernähr. Pflanze* 33, 189 (1937) [J. (125)].
- (106) KONISI 小西龜太郎, 柘植利久, 本誌 9, 129~44, 510~20 (1933); 10, 584~99 (1934).

- (106a) KONISI 小西龜太郎, 其他, 本誌 15, 139~46, 213~24 (1939); 16, 552~60 (1940).
- (107) KONISI 小西龜太郎, 石澤修一, 土壤肥料 14, 148~63 (1940) [總 14, 576⁸].
- (108) KOSTIUSCENKO, I., *Bull. Acad. Sci., U. R. S. S.* 18, 589 (1932) [J. (110)].
- (109) KOYANAGI 小柳達男, 本誌 15, 757~67 (1939).
- (110) KRÜGEL, C., DREYSPRING, C., u. HEINRICH, F., *Bodenkunde u. Pflanzenernähr.* 9~10, 625~36 (1938) [C. A. 33, 2269⁶].
- (111) KRÜGEL, C., DREYSPRING, C., u. LOTTHAMMER, R., *Superphosphat* 13, 99 (1937) [J. (87)].
- (112) KRÜGER u. WIMMER, *Z. Ver. deut. Zuckerind.* 80, 771 (1930) [J. (65)].
- (113) KUBIENA, W., *Z. Pflanzenernähr., Düng. Bodenkunde* A, 31, 255~78 (1933); *Forschungsdienst, Sond.-H.* 11, 104~11 (1938) [C. Z. 1933, II, 3180; 1939, I, 2853].
- (114) KUBO 久保秀雄, *Phytochim.* 11, 195~200 (1939) [總 14, 23⁹].
- (115) KUHN, R., *Angew. Chem.* 53, 1~6 (1940); 小原, 川村(譯), 科學 10, 278~82, 322~5 (1940).
- (116) KUSAKABE 日下部兼道, 露口一茂, 林學 22, 514~20 (1940) [總 14, 1103²].
- (117) LEMMERMAN, O., JESSEN u. LESCH, *Z. Pflanzenernähr., Düngung Bodenkunde* 11, 489 (1932) [J. (71)].
- (118) MAIWALD, K., *Forschungsdienst, Sond.-H.* 7, 121 (1938) [J. (58)].
- (119) MAKSIMOW, A., u. OZIMOWSKA, I., *Roczniki Nauk rolniczych lesnych* 44, 264 (1939) [J. (31)].
- (120) MASAJEWA, M. M., *Bull. Acad. Sci. U. R. S. S., Ser. biol.* 1938, 477~87 [C. Z. 1939, I, 506].
- (121) MATTSO, S. et al.: Laws of soil colloidal behavior (第 1~21 報), *Soil Sci.* 28, 179~220, 373~409 (1929); 30, 459~95 (1930); 31, 57~77, 311~31 (1931); 32, 343~65 (1931); 33, 41~72, 301~23 (1932); 34, 209~40, 459~83 (1932); 36, 149~36, 229~44, 317~27 (1933); 38, 299~313 (1934); 39, 75~84, 161~5 (1935); 40, 255~68 (1935); 43, 421~52, 453~75 (1937); 44, 515~66 (1937); 49, 109~53 (1940) [C. A.].
- (122) MATUMOTO 松本五樓, 勝谷信一, 土壤肥料 13, 639~47 (1939) [總 14, 153⁸].
- (123) MEYER, L., *Ernähr. Pflanze* 36, 109 (1940) [J. (21)].
- (124) MILLIKAN, C. R., *J. Dept. Agr. Victoria* 36, 409~16 (1938) [C. A. 32, 8664⁹].
- (125) MILNE, G., *Mitt. int. bodenkundl. Ges.* 4, 183 (1935) 補冊 [J. (3)]; *Soil Research.* 4, 183~97 (1935) [C. A. 29, 6987⁹].
- (126) MININA, E. i GUSEVA, V., *Chemisation Socialist. Agr.*, No. 3, 47~60 (1937) [C. A. 31, 8095⁸]; *Compt. rend. Acad. Sci. U. R. S. S.*, 21, 298~301 (1938) [C. A. 33, 4292⁴].
- (127) MISU 三須英雄, 朝鮮農試彙 10, 107~52 (1938); 10, 191~209, 255~74 (1939) [總 13, 90, 643; 14, 64].
- (128) MISU 三須英雄, 本誌 14, 1277~84, 1410~2, 1466~8 (1938); 15, 8~10, 104~6, 112~4 (1939).
- (129) MISU 三須英雄, 土壤肥料 13, 622~8 (1939) [總 14, 154³].
- (130) MISU 三須英雄, 本誌 16, 653~62, 715~24, 835~44, 939~48, 1080~88 (1940).
- (131) MISU 三須英雄, 土壤肥料 14, 427~38, 503~20, 555~66, 607~21 (1940) [總 14, 937, 1103⁸; 15, 42⁶].
- (132) MIYAKE 三宅康次, 石塚喜明, 土壤肥料 12, 374~94, 541~66 (1938); 13, 71~80 (1939) [總 12, 604; 13, 73, 305].
- (133) MØLLER, J., *Kolloid-Beihete* 46, 1~112 (1937) [C. A. 31, 6391²].
- (134) MORITA 森田修二, 大陸科報 2, 519~35 (1939) [總 13, 644].
- (135) MORITA 森田修二, 土壤肥料 13, 451~60 (1939); 14, 43~62, 411~25 (1940) [總 13, 570; 14, 383², 937⁵].
- (136) MORRIS, A., *J. Pomol. Hort. Sci.* 16, 167 (1938) [J. (85)].
- (137) NEHRING, K., *Landw. Jahrb.* 86, 245~79 (1938) [C. A. 32, 9372⁹].
- (138) NEHRING, K., u. MÜBIUS, H., *Z. Pflanzenernähr., Düngung Bodenkunde* 44, 95~140 (1936) [C. A. 30, 7629⁸].
- (139) NICOLAISEN, W., u. SEELBACH, W., *Forschungsdienst* 5, 383~7 (1938) [C. A. 32, 7182⁴].

- (140) NITZSCH, W. v., u. CZERATZKI, W., *Bodenkunde u. Pflanzenernähr.* **18**, 1~50 (1940) [*C. Z.* **1940**, **II**, 947].
- (141) OGASAWARA 小笠原和夫, 熱帯農會 **10**, 435~40 (1938) [總 **13**, 434].
- (142) ŌKAWA 大川金作, 土壤肥料 **10**, 420~8 (1936); **11**, 23~36 (1937) [總 **11**, 127, 180].
- (143) ŌKAWA 大川金作, 田中了三郎, 土壤肥料 **14**, 703~18 (1940) [總 **15**, 112⁷].
- (144) OPITZ, K., *Deut. Landwirtsch. Presse.* **63**, 169 (1936) [J. (42)].
- (145) OPITZ, K., u. EGGLHUBER, E., *Pflanzenbau* **16**, 1~48, 49~62 (1939) [*C. Z.* **1939**, **II**, 2366, 3331].
- (146) ŌSUGI 大杉繁, 本誌 **9**, 221 (1933).
- (147) ŌSUGI 大杉繁, 其他, 本誌 **10**, 443~50 (1934); **11**, 34~49, 659~73 (1935); **12**, 995~1003 (1936); **14**, 251~62 (1938).
- (148) ŌSUGI 大杉繁, 青木茂一, 本誌 **8**, 1079~92 (1932).
- (149) ŌSUGI 大杉繁, 森田修二, 本誌 **9**, 274~84 (1933).
- (150) ŌSUGI 大杉繁, 森田修二, 本誌 **12**, 836~43 (1936).
- (151) OTT, M., *Forschungsdienst* **5**, 546 (1938) [J. (120), (128)].
- (152) OVINGE, A., *Tijdschr. Plantenziekten.* **44**, 208~13 (1938) [*C. Z.* **1938**, **II**, 3591].
- (153) PARKER, E. R., *Proc. Am. Soc. Hort. Sci.* **35**, 217~26 (1938) [*C. A.* **32**, 7199¹].
- (154) PELSSENKE, P., *Forschungsdienst* **1**, 377 (1936) [J. (123)].
- (155) PFEIL, E., *Ergebn. Agrikulturchem.* **4**, 70 (1935) [J. (33)].
- (156) PFÜTZER, G., u. PFAFF, C., *Angew. Chem.* **50**, 179 (1937); *Forschungsdienst* **7**, 104 (1938) [J. (119), 129)].
- (157) PIRSON, A., *Planta* **29**, 231~61 (1939) [*C. A.* **33**, 5026⁷]; *Ernähr. Pflanze* **36**, 25~31 (1940) [*C. A.* **34**, 3312⁸].
- (158) RADEMACHER, B., *Z. Pflanzenkrankh. Pflanzenschutz* **47**, 545~60 (1937) [*C. A.* **32**, 2272⁸]; *Metall u. Erz.* **34**, 402~5 (1937) [*C. A.* **31**, 8096²]; *Forschungsdienst, Sond.-H.* **7**, 149 (1938) [J. (38)]; 同誌 **8**, 212~3 (1938) [*C. Z.* **1939**, **I**, 506].
- (159) RADEMACHER, *Bodenkunde u. Pflanzenernähr.* **19**, 166 (1940) [J. (93)].
- (160) RAO, S., *Current Sci.* **7**, 59 (1938) [J. (48)].
- (161) REICHEL, L., *Angew. Chem.* **53**, 577~9 (1940); 川村(譯), 本誌 **17**, 25 A~30 A (1941).
- (162) ROBINSON, G. W.: *Die Böden.* Berlin 1939. [J. (5)].
- (163) SAKAMURA 坂村徹, 學術協報 **9**, 197~200 (1934) [總 **8**, 268].
- (164) SAKAMURA 坂村徹, 柳原正, *Proc. Imp. Acad.* **8**, 397~9 (1932) [總 **7**, 106].
- (165) SCHACHTSCHABEL, P., *Forschungsdienst, Sond.-H.* **7**, 43 (1938) [J. (29)].
- (166) SCHARNAGEL, *Ernähr. Pflanze* **30**, 130 (1934) [J. (124)].
- (167) SCHEFFER, F., *Forschungsdienst* **1**, 422 (1936) [J. (22)].
- (168) SCHEUNERT, A., *Angew. Chem.* **53**, 119~23 (1940).
- (169) SCHMALFUSS, K., *Bodenkunde u. Pflanzenernähr.* **5**, 37~46 (1937) [*C. A.* **32**, 621⁷]; *Fette u. Seifen.* **44**, 31~3 (1937).
- (170) SCHMITT, L., *Z. Pflanzenernähr. Düng. Bodenkunde* **42**, 129 (1936) [J. (69)].
- (171) SCHOFIELD, R. K., *Trans. Third Intern. Congr. Soil Sci., Oxford 1935* **2**, 37~48 (1935) [*C. A.* **32**, 701⁴].
- (172) SCHOFIELD, R. K., and DA COSTA, J. V. B., *Trans. Third Intern. Congr. Soil Sci., Oxford 1935* **1**, 6~10 (1935) [*C. A.* **29**, 7546⁶]; *J. Agr. Sci.* **28**, 644~53 (1938) [*C. A.* **33**, 3944²].
- (173) SCHOLZ, W., *Bodenkunde u. Pflanzenernähr.* **15**, 47~73 (1939) [*C. Z.* **1939**, **II**, 4061].
- (174) SCHUPHAN, W., *Bodenkunde u. Pflanzenernähr.* **2**, 255 (1936) [J. (117)].
- (175) SCHUPHAN, W., *Forschungsdienst* **9**, 323 (1940) [J. (131)].
- (176) SEKERA, F., *Z. Pflanzenernähr., Düng. Bodenkunde A* **30**, 26 (1933) [J. (38)].
- (177) SIBUYA 澁谷紀三郎, 其他, 本誌 **12**, 62~73, 1141~51 (1936); **13**, 529~42 (1937); **14**, 35~42 (1938); **15**, 133~8 (1939).
- (178) SIBUYA 澁谷紀三郎, 鳥居崧, 本誌 **16**, 925~28 (1940).
- (179) SIKATA 志方益三, 館勇, 保崎信成, 本誌 **10**, 368~73 (1934).
- (180) SIMON, K., *Forschungsdienst* **1**, 516~21 (1936) [*C. Z.* **1937**, **I**, 1240].

- (181) SIMON, K., u. SPEICHERMANN, H., *Bodenkunde u. Pflanzenernähr.* **8**, 129~52 (1938) [C. A. **32**, 9359⁸].
- (182) SIOIRI 鹽入松三郎, 青峰重範, 農試臨時報告, 1940, 2月, 1~30.
- (183) SISAKYAN, N. M., *Bull. Acad. Sci. U. R. S. S., Classe sci. math. nat., Sér. biol.* **1938**, 309~20 [C. A. **33**, 8346⁴].
- (184) SPRINGER, U., *Z. Pflanzenernähr., Düng. Bodenkunde* **22 A**, 135~52 (1931); *Fortschr. landw. chem. Forsch.* **1937**, 38~42; *Bodenkunde u. Pflanzenernähr.* **6**, 312~73 (1938) [C. A. **26**, 1053; **33**, 3944⁸; **32**, 5143⁹].
- (185) SPRINGER, U., *Forschungsdienst, Sond.-H.* **7** (1938) [J. (18)].
- (186) STEINBERG, R. A., *J. Agr. Research*, **55**, 891~902 (1937) [C. A. **32**, 5033⁸].
- (187) SUGAWARA 菅原友太, 土壤肥料 **12**, 567~74 (1938) [總 **13**, 90].
- (188) SUGAWARA 菅原友太, 土壤肥料 **13**, 829~39 (1939) [總 **14**, 216⁴].
- (189) SUGIZAKI 杉崎正作, 本誌 **15**, 1201~8 (1939).
- (190) SUZUKI 鈴木彰, 土井新次, 其他, 本誌 **15**, 989~1005 (1939).
- (191) TAZIMA 田島勇次郎, 園藝學雜 **10**, 281~300 (1939) [總 **14**, 21⁷].
- (192) TERADA 寺田甚七, 益田健三, 農業及園藝 **15**, 458 (1940) [鈴木, 小幡: 生物化學 (1940), p. 819, (70)].
- (193) TIEDJEUS, V. A., and SCHERMERHORN, L. G., *Soil Sci.* **42**, 419~43 (1937) [C. A. **31**, 1932¹].
- (194) TOKUOKA 德岡松雄, 本誌 **10**, 1077~92 (1934).
- (195) TOKUOKA 德岡松雄, 魚秀辰, 土壤肥料 **13**, 613~21 (1939) [總 **14**, 153⁷].
- (196) TOKUOKA 德岡松雄, 魚秀辰, 土壤肥料 **14**, 335~44 (1940) [總 **14**, 840⁴].
- (197) TOKUOKA 德岡松雄, 魚秀辰, 土壤肥料 **14**, 587~95 (1940) [總 **15**, 41⁹].
- (198) TOKUOKA 德岡松雄, 魚秀辰, 土壤肥料 **14**, 622~9 (1940) [總 **15**, 42²].
- (199) TOKUOKA 德岡松雄, 徐水泉, 熱帶農會 **10**, 240~4 (1938) [總 **13**, 433].
- (200) TOKUOKA 德岡松雄, 徐水泉, 臺北農林 **3**, 72~97 (1938); 熱帶農會 **11**, 114~21 (1939) [總 **12**, 635; **14**, 471⁴].
- (201) TOKUOKA 德岡松雄, 其他, 熱帶農會 **8**, 211~20 (1936); **10**, 151~7 (1938) [總 **10**, 359; **11**, 478; **13**, 201].
- (202) TOKUOKA 德岡松雄, 其他, 熱帶農會 **9**, 339~49 (1937); **10**, 9~15 (1938) [總 **12**, 213; **13**, 201].
- (203) TOKUOKA 德岡松雄, 其他, 熱帶農會 **10**, 24~37 (1938); 土壤肥料 **13**, 211~6 (1939) [總 **13**, 201, 375].
- (204) TOKUOKA 德岡松雄, 其他, 熱帶農會 **9**, 12~25, 350~9 (1937); 土壤肥料 **13**, 489~94 (1939); **14**, 211~5 (1940) [總 **11**, 607; **12**, 213; **13**, 644; **14**, 666³].
- (205) TOMANA 苔名孝太郎, 林學 **21**, 296~306 (1939) [總 **13**, 511].
- (206) TORII 鳥居崧, 熱帶農會 **9**, 318~29 (1937); **10**, 245~54 (1938) [總 **12**, 215; **13**, 434].
- (207) TORII 鳥居崧, 臺灣農事報 **35**, 145~50 (1939) [總 **14**, 813⁷].
- (208) TRENEL u. PFEIL, *Z. Pflanzenernähr., Düng. Bodenkunde* **33**, 257 (1934) [J. (32)].
- (209) TURTSCHIN, T., *Z. Pflanzenernähr., Düng. Bodenkunde* **35**, 343 (1934) [J. (56)].
- (210) VAGELER, P.: *Der Kation- und Wasserhaushalt der Böden*, Berlin, 1932 [J. (24), (39)].
- (211) VIRTANEN, A. I., and LAINE, T., *Suomen Kemistilehti* **10 B**, 24, 32, 35 (1937); *Nature* **141**, 748~9 (1938); **142**, 165 (1938); *Trans. Third Comm. Intern. Soil Sci.* **A**, 4~19 (1939) [C. A. **32**, 619⁸, 970⁴, 2570⁸, 5012¹, 7492²; **34**, 1796⁴].
- (212) VOGEL, F., *Ernähr. Pflanze* **33**, 229 (1937) [J. (122)].
- (213) WARRINGTON, K., *Ann. Appl. Biol.* **24**, 475 (1937) [J. (99)].
- (214) WEIGERT, J., u. FÜRST, F., *Prakt. Bl. f. Pflb. u. Pflsch.* **17**, 117 (1939) [J. (92)].
- (215) WIEGNER, G., *Trans. Third Intern. Congr. Soil Sci., Oxford 1935* **3**, 5~28 (1935) [C. A. **32**, 5550].
- (216) YABUTA 巖田貞治郎, 其他, 本誌 **10**, 1059~68 (1934); **15**, 257~66, 403~13, 1209~20 (1939); **16**, 385~8, 531~8, 1157~8 (1940); 總括: 農試彙 **3**, 365~400 (1940).
- (217) YAMAGUTI 山口尙夫, 臺農試彙 **170**, 1~15 (1940) [總 **14**, 840⁷].
- (218) YASUDA 安田勲, 農業及園藝 **15**, 1065 (1940) [鈴木, 小幡: 生物化學 (1940), p. 819, (71)].