

バガス蒸煮廢液の利用に関する研究 (第1報)

肥料的利用 (1)

徐水泉

Ueber die Verwertung der Bagasse-Ablauge, I.

Die Verwertung zum Düngemittel. (1)

Von

Suisen Dyo

昭和16年5月31日受理

緒言

廢液の組成と其の各種利用法のある事は既に此の研究の豫報⁽¹⁾で發表した。例へばタンニン、Vanillin、アルコール等の製造原料^(1,2)としても用ひられる可能性が多いのであるが又肥料としての利用も其の重要な用途の一つとして考へられる。而して肥料として用ひる場合には大體2つの方針がある様に思はれる。第1は廢液をそのまま肥料として用ひる場合と第2は廢液を化學的に處理して特殊の肥料を作つて用ひる場合とある。著者の研究室に於ては此の兩方面の利用法に就て大々研究を進めてゐるのであるが本報はその第一の場合即ち廢液をそのまま用ひた場合の結果である。尚第2の利用法に就ては近き將來に於て發表する考へである。

次に従來の研究を見るに廢液をそのまま用ひたものとしては SPULNIK⁽³⁾が亞硫酸カルシウム法に依る廢液をヒマハリに施して有效なる事を認め、又臺灣では糖業試験所に於ては亞硫酸マグネシヤ法に依るバガス蒸煮廢液を甘蔗に施したのがあるが之れは寧ろ有害作用なる事を報告⁽⁴⁾した。尙廢液を化學的に處理した例としては NH₃で處理したのがある。^(5,6)其中 PHILLIPS⁽⁷⁾は NH₃で處理したものに就て試験したのであるが其結果は餘り有利ではなかつた。従來の研究は斯くの如く非常に少數であつてバガス蒸煮廢液特にマグネシヤ法に依るもの肥料の價值を決定するには未だ不充分と考へる。其故著者は本島に於けるマグネシヤ法に依るバガス蒸煮廢液を材料として本邦主要作物たる水稻に就て植木鉢並に圃場兩試験を行ひ更に陸稻に就ても植木鉢試験を行つた。

以下之等の結果に就て報告する。

水 稻

I. 第1回植木鉢試験 (昭和15年1期作)。

本試験は水稻生育に對する廢液の最適施用量を調べる目的で施行した植木鉢試験である。

實 験 の 部

1. 栽培條件

i) 土 壤: 本學附近の丘陵地より得たる第三紀砂岩頁岩質の細壤土 (pH=6.7) を鉢當 5 kg 宛使用した。

ii) 肥 料: 鉢當 硫安 (21%) 3.5714 g, 過磷酸石灰 (19.5%) 3.2257 g, 市販硫酸加里 0.925 g 宛使用した。

iii) 廢液：各區に對する全施用量は下記の通りで一週間の間隔を置き4回に分けて等量施用した。施用日(4月8日、4月15日、4月23日、4月30日)。

區別	1	2	3	4	5	6	7
用量(cc.)	0	8	20	40	80	120	200

iv) 植付及び收穫：空中65號の20日苗を昭和15年4月2日に鉢當3本1株に植付同年8月19日に收穫した。

v) 管理：試験鉢は栽培期間中硝子室内に置き2-3日置きに注水し適當日に草丈、分蘗数等に就て調査した。

2. 生育調査結果

生育調査の結果は第一表の通りである。尚表中の数字は同一區に對する2鉢の平均値である。以下之に準ずる。

第 1 表
生 育 調 査 表

區別	5月0日		5月27日		6月18日		6月29日		
	草丈cm	分蘗	草丈cm	分蘗	草丈cm	分蘗	草丈cm	分蘗	出穂
1	70	5.5	106.5	8	131	8.5	134	10	1.5
2	68.5	7.5	102	10.5	126.5	10.5	127.5	10.5	0.5
3	63	6	101.5	8.5	127.5	8.5	136	9	0.5
4	71.5	5.5	99.5	8	129.5	10	130.1	10.5	1.5
5	73	5.5	101	9	130	11	130	12.5	0.5
6	46	3	82	4	107	5	107	7	0
7	41	4	78	5	107	6	112	7	0

區別	7月16日			7月30日			8月19日(收穫日)		
	草丈cm	分蘗	出穂	草丈cm	分蘗	出穂	草丈cm	分蘗	出穂
1	135.5	12.5	5	141	13	8.5	143	13	11
2	133.7	13	5	143	13	8	143.5	14	10.5
3	144	15	5.5	144	15	7	146	15	10.5
4	143.5	13.5	6.5	144.5	15	8	144.5	15	11.5
5	139.5	13.5	6.5	144.5	13.5	8.5	148.5	15	11.5
6	119	14	0	123	15	2	133	15	5
7	125	8	0	133	10	2	138	10	6

草丈に就て見るに6月29日迄は2-5區は略標準區と等しく6.7區は著しく劣るが7月16日以後は2-5區は何れも標準區に優り6.7區でさへ收穫當日は僅か劣るに過ぎない。分蘗數に就ては2-5區は全生育期間を通じて標準區に優り6區は7月16日以後から著しく増葉を示した。收穫當日の分蘗數は3-6區は何れも15本で標準區より2本の増葉を示して居り7區でさへ10本の分蘗數を示して居る。出穂數に於ては6月29日迄に出穂した區は1-5區で6.7區に至ると著しく劣り7月30日になつて初めて2本の出穂數を示した。尚2-5區の施用區では何れも標準區に優るとも劣らざる出穂數を示して居るが6,7の兩區は收穫當日では標準區の半數しかない。出穂期に對する廢液の影響に就ては第2表の通りであるが表中の出穂日は同一區に對する2鉢の示す出穂中間日である。

第 2 表
出 穂 日

區 別	出 穂 日	區 別	出 穂 日	區 別	出 穂 日
1	6 月 30 日	4	7 月 1 日	7	7 月 21 日
2	7 月 2 日	5	7 月 4 日		
3	7 月 5 日	6	7 月 21 日		

出穂日は標準區の 6 月 30 日が最も早く、6, 7 區の 7 月 21 日が最も遅い。其他は此の中間に位し相互の差異極めて小さい。一般に廢液施用は出穂を遅らせるが 80 cc. 迄は極めて影響が小さい。

3. 收穫物調査結果

調査結果は次の如くであつて重量は風乾物重量を意味する。

第 3 表
收 穫 物 調 査 表

區 別	穀 實 (g)	地 上 部			地下部 (g)	總 計 (g)	T/R
		穂	葉	合 計	根		
1	19.1	20.1	70.5	90.6	7.7	98.3	11.9
2	20.2	21.2	82.0	103.2	9.7	112.9	10.9
3	20.1	21.1	83.5	104.6	10.7	115.3	10.3
4	21.1	22.0	79.0	101.0	9.0	110.0	11.2
5	23.6	24.6	85.5	110.1	11.5	121.6	10.2
6	10.0	10.7	67	77.7	6.5	84.2	11.9
7	9.2	9.8	54	63.8	6.5	70.3	9.8

收穫物調査の中穂収量に就ては 80 cc. 迄施用の區が何れも標準區に優り其以上の施用量では漸減し 7 區に於て約 30 g の減收を示してゐる。穀實では 2-5 區は標準區より収量多く特に 4, 5 區は増收著しく施用量 120 cc. に至ると著しく減收し 200 cc. に達すれば益々顯著となる。T-R 率は全般を通じて相互間の差異極めて少く 9.8-11.9 の間である。

4. 土 壤 の pH

收穫當日土壤の pH をアンチモン電極で測定したる結果は第 4 表の如くである。

第 4 表
土 壤 の pH

區 別	蒸溜水處理	N-KCl 處理	區 別	蒸溜水處理	N-KCl 處理
1	6.7	5.7	5	6.5	5.9
2	6.7	5.5	6	5.7	4.8
3	7.0	5.9	7	5.7	5.3
4	7.1	5.8			

1-5 區迄は一般に廢液施用區に於て稍高く、6, 7 區は標準區に比し一般に低い。大體に於て蒸留水處理 pH と KCl 處理 pH とは同傾向を示して居り、80 cc. 迄の施用量では pH を稍高めるが其以上の施用量になると低くなる。

考 察

上記栽培試験結果を綜合して見ると廢液 80 cc. 迄の施用量では明らかに水稻生育や收量に對して好影響を及ぼすが其以上の施用量になると著しく劣つてくる。其故水稻生育に對する廢液の最適施用量は土壤 5 kg に對して 80 cc. 迄の施用量にして就中 40 cc. と 80 cc. の場合穀質増収が最も著しい。此の増収の原因に就ては SPULNIK⁽⁹⁾ 氏の意見に従へば廢液施用により土壤中植物養分の増加を來し、土壤膠質との鹽基置換によりて土壤中の水不溶性物質を可溶性となす爲めに因るものと考へられる。事實上廢液中には肥效上有効と考へられる數多の物質を含有して居るのであるが一應其等物質の重要性に就て検討する事とする。第 1 に lignin 質であるが之れは腐植の原料となり土壤有機物の給源として重要である。第 2 は S⁽¹⁰⁾ の存在である。S は蛋白生成⁽¹¹⁾ に役立ち、特に綠葉植物に重要にして有機物の生成に預るものである。次は Mg の量である。Mg は蛋白生成移動に關係を有し種子の形成に役立つもので^(6,7,8) 最近植物生産上 Mg の化合物が有効である事が認められた。⁽⁹⁾

斯くの如く肥效上重要な各種物質を含む故に廢液の施用による植物増収は寧ろ當然の結果であらう。次に廢液多量を施用したる場合の害作用に就て考へて見る事とする。之れは主として廢液の強い還元性に依る^(10,11) ものであつて少量施用の時はその影響極めて微弱にして害作用を呈する程度に至らないが多量を施用するとその含有亞硫酸鹽及び lignin⁽¹²⁾ 等による直接還元力と酵溶性有機物⁽¹³⁾ 例へば糖類の如きものに依る間接還元力の爲め土壤中の酸素が著しく消費され又植物に有害なる還元生成物⁽⁹⁾ の生成を來して害作用を及ぼすものと推測される。

摘 要

本試験は水稻生育に對する廢液の最適施用量を求め目的で行つたもので品種は登中 65 號、土壤は砂岩頁岩質細壤土 (pH=6.7) である。栽培期間は、2. IV 1940—19. VIII 1940 にて實驗結果の要點は次の如くである。

- i. 廢液の施用量 80 cc. 迄は水稻生育及び收量に好影響を及ぼすが 120 cc. に至ると害作用現はれ、200 cc. に達すれば益々著しくなつて來る。
- ii. 穀質増収の見地から水稻生育に對する最適施用量は 40 cc. と 80 cc. (土壤 5 kg に對し) の場合である。
- iii. 廢液施用は一般に收穫當日の土壤 pH を稍低下させる
- iv. 廢液施用は出穂を稍遅延せしめるが施用量 80 cc. 迄は極めて影響が小さい。

II. 第 2 回植木鉢試験 (昭和 15 年 2 期作)

前期第 1 回植木鉢試験に於て全施用量を數回等量宛施して行つたのであるが今回は之れを基肥として移植前に全量施用した。

實 験 の 部

I. 栽 培 條 件

- i) 土 壤: 第 1 回植木鉢試験と同様
- ii) 肥 料: 第 1 回植木鉢試験と同様

iii) 廢液: 各區に對する施用量は次の如くである。尙 200cc. 施用區は明らかに過量なる爲本試験では之を省いた。

區別	1	2	3	4	5	6
用量 (c.c.)	0	8	20	40	80	120

iv) 植付及び收穫: 麥中 65 號の 20 日苗を昭和 15 年 8 月 24 日に鉢當 3 本 1 株に植付同年 12 月 24 日に收穫した。

v) 管理: 第 1 回植木鉢試験と同様に管理した。

2. 生育調査結果

生育調査の結果は第 1 表の通りであつて表中の數値は同一區に對する 2 鉢の平均値である。

第 1 表
生育調査表

區別	10月5日		10月26日			11月18日			12月7日			12月24日(收穫)		
	草丈 cm	分蘗	草丈 cm	分蘗	穂	草丈 cm	分蘗	穂	草丈 cm	分蘗	穂	草丈 cm	分蘗	穂
1	86	6	104	9.5	—	118	10.5	7	121	11.5	10	123	11.5	10
2	95	4.5	107	5	—	121	8	3.5	122	8.5	5	123	8.5	8.5
3	107	8	120	8	0.5	123	8	7.5	121	8	7.5	122	8	7.5
4	97	5	102	6	—	121	6.5	5	120	8	5.5	121	8	6.5
5	86	4	100	6	—	112	6	4	112	6.5	6	112	7	6.0
6	37	3	53	3	—	59	3	—	77	4	—	82	11	1.0

草丈に就て見るに 2-5 區は多少の例外はあるも全般的に見て標準區と等しいが分蘗及穂の數は稍劣つてゐる。6 區は收穫當日の分蘗數を除く外極めて著しい悪影響が現はれて居り草丈、分蘗と穂の數共に最も劣る。出穂日に及ぼす影響に就て調べた結果を第 2 表に示す。

第 2 表
出穂日

區別	出穂日	區別	出穂日	區別	出穂日
1	11月3日	3	10月25日	5	11月4日
2	11月4日	4	11月2日	6	12月20日

出穂日に就ては 6 區の 12 月 20 日を除けば外は大體同様である。即ち廢液少量では殆ど影響はないが其の量を増せば出穂日の遅延を來すものである。

3. 收穫物調査結果

調査結果は第 3 表の如くである。表中の重量は風乾物重量である。

4. 土壤の pH

收穫當日の土壤の pH をアンチモン電極で測定して得た結果を第 4 表に集録した。

第 3 表
收 穫 物 調 査 表

區 別	地 上 部 (g)			地下部 (g) 根	總 計 (g)	T/R
	穀 實	葉	合 計			
1	11.4	23.9	35.3	2.8	38.1	12.6
2	12.4	26.4	38.8	2.5	41.3	15.5
3	13.5	28.0	41.5	2.4	43.9	16.4
4	8.6	21.5	30.1	2.6	32.7	11.5
5	6.2	19.4	25.6	1.6	27.2	16.0
6	0.1	4.7	4.8	0.7	5.5	6.8

總收量に就ては 2, 3 區の場合が略等しくて最高收量であり、6 區の 5.5g が最も小さい。即ち 2, 3 區は標準區よりも優れ 4 區に於て稍劣るが 6 區に至りて著しく劣る。大體に於て穀實葉總計の 3 つは同傾向を示して居るが根收量に於て著しく異り廢液施用區に於て何れも減收して居る。

第 4 表
土 壤 の pH

區 別	蒸 溜 水 處 理	N-KCl 處 理	區 別	蒸 溜 水 處 理	N-KCl 處 理
1	6.4	5.2	4	5.9	5.5
2	6.0	5.4	5	5.8	5.3
3	6.2	5.6	6	5.8	5.5

表に依れば蒸溜水處理の場合は廢液施用區は何れも標準區より pH 値が低く且施用量の増加によりて小さくなつてゐる。又 KCl 處理の場合は pH の値は廢液施用量により殆んど影響がない。

考 察 及 摘 要

上記試験結果に就て考ふるに基肥的に施用せる場合はその水稻生育に及ぼす悪影響は比較的少量の廢液によりて起るものにして前記試験及び本試験結果を綜合して考へれば一度に加へ得る最高量は上記栽培條件にては 20 cc. 迄であると推察される。次に本試験結果に就て摘要すれば次の如くである。

- i. 水稻生育に對し上記栽培條件では一度に加へ得る量は 20 c.c. を以て最高とする。
- ii. 收穫當日の土壤 pH は廢液施用により稍低下する。
- iii. 出穂日に及ぼす廢液施用の影響は少量の場合では殆んどなく多量の場合には遅延される。

III 第 1 回圃場試験 (昭和 15 年 2 期作)

第 2 表
收穫物調査結果

區 別	收 穫 物			穀 粒						分 蘗 數		一 本 穂 に 對 する 穀 粒		穂 の 長 さ
				籾		粃		合 計						
	全 量	藥 穂	總	重 量 g	個	重 量 g	個	重 量 g	個	全 數	有 效 數	總 數	重 量 g	
1	25.1	12.5	12.6	11.0	402	0.3	61	11.3	403	7.6	6.8	68	1.63	83.8
2	47.0	28.0	21.0	18.3	660	0.4	61	18.7	721	11.4	10.7	67	1.77	92.2
3	48.3	26.6	21.7	18.9	606	0.3	51	19.2	747	12.0	11.3	66	1.70	94.8
4	50.4	23.4	22.0	18.8	703	0.5	64	19.3	767	12.0	11.1	69	1.74	93.0

收穫物の全量薬穂及び穀粒の全量、個數に就ては殆んど第 1 表の籾及び薬收量の結果と同傾向を示して居る。此の場合でも明かに 3.4 の廢液施用區は増收となつてゐる。

4. 土 壤 pH

收穫直後の各區内の任意 5 箇所から土壤を採り其懸濁液に就てアンチモニ電極法に依りて pH を測定した。

第 3 表
土 壤 pH

區 別	蒸 溜 水 處 理	N-KCl 處 理	區 別	蒸 溜 水 處 理	N-KCl 處 理
1	6.0	4.9	3	5.7	4.9
2	5.7	4.8	4	5.7	4.6

pH に就ては上記範圍内に於ける施用量では其影響極めて少く 4 區の KCl 處理 pH に於て稍低下したに過ぎない。

考 察 及 摘 要

上記圃場試驗結果にて明かなる如く廢液施用區は何れも増收を來して居り第 1 回植木鉢試驗結果を實際的に證明して居る。之れを摘要すれば次の如くである。

1. 廢液 12 l, 24 l 施用區は明かに穀質薬兩收量に於て最高であり 12 l より 24 l の方が優秀である。
2. 廢液施用は圃場の如く大面積では土壤 pH に及ぼす影響は極めて小さい。

總 括

以上 3 回の水稲試驗結果から明かなる如く廢液の適量施用は水稻生育、收量に對し有效なる效果を示しその施用方法は基肥的よりも追肥的に少量數回に分けて施用するを安全とする。而して之れを連用したる場合の影響に就ては目下研究續行中である。

陸 稻

陸稻生育に対するバガス蒸着廢液の影響を明かにする目的で昭和 15 年 1 期作に行つた植木鉢試験である。

實 験 の 部

1. 栽培条件

i) 土 壤: 本學附近の丘陵地より得たる第 3 紀砂岩頁岩質の細壤土 (pH=6.7) をワグナー鉢當 12 kg と礫 2 kg 宛を使用した。

ii) 肥 料: 鉢當硫酸 (21%) 2.3809 g, 過磷酸肥料 (19.5%) 2.5641 g, 硫加 1.0416 g 宛を使用した。

iii) 廢 液: 各區に對する施用量は次の如くである。尙廢液施用は 1 週間の間隔を置いて 5 回に分け等量宛施用した。(5月20日、5月27日、6月3日、6月10日、6月17日)。

區 別	1	2	3	4	5	6	7	8
用 量 (cc)	0	10	30	50	80	100	150	200

iv) 植付及び收穫: 浦三の 20 日苗を昭和 15 年 4 月 24 日に鉢當 3 本 1 株に植付け同年 9 月 11 日に收穫した。

v) 管 理: 栽培期間中鉢は硝子室内に置き注水量に注意しつつ適當日を定めて草丈、分蘗等に就て調べた。

2. 生育調査結果

生育調査結果は第 1 表の如くであつて表中の数値は同一區に對する 2 鉢の平均値である。以下之れに準ずる。生育調査の結果を通覽するに草丈に對する廢液の影響は第 1 回の調査で既に現はれて居り生育期の進むに連れて顯著となり、7 月 30 日以後明らかに認められた。一般に施用量に平行して草丈も漸次標準區に優つて來るが或用量を越すと逆に劣る。即ち 80 cc. 迄の施用量では草丈に於て標準區の其より高く 80 cc. 以上になると漸次草丈が低くなつて來る。分蘗數及び出穂數に對しては、2, 3 區は全生育期間中最高位を示し生育狀況から見た場合の最適施用量區たる觀がある。尙出穂は何れも 7 月中に行はれて居りその詳細に就てはこれを第 2 表に示す。

第 1 表
生育調査表

區 別	5 月 27 日		6 月 18 日		6 月 29 日		7 月 16 日		出 穂
	草 丈 cm	分 蘗	草 丈 cm	分 蘗	草 丈 cm	分 蘗	草 丈 cm	分 蘗	
1	69.5	3.0	94.5	6.0	97.0	6.0	97.5	6.5	2.5
2	66.5	4.5	96.5	5.5	97.0	6.0	101.5	6.0	3.0
3	65.5	3.5	99.0	6.0	100.0	6.0	100.0	7.0	3.5
4	66.0	3.0	92.0	3.0	99.5	4.0	102.5	5.0	3.0
5	58.5	3.5	91.0	3.5	91.5	4.0	103.5	6.0	2.5
6	62.0	3.0	80.0	3.0	91.0	4.0	99.0	5.0	3.0
7	60.0	3.0	90.0	4.0	93.0	6.0	99.0	7.0	2.0
8	56.0	2.0	76.0	3.0	80.0	4.0	85.0	5.0	3.0

區 別	7月30日			8月17日			9月11日(收穫日)		
	草丈cm	分蘗	出穂	草丈cm	分蘗	出穂	草丈cm	分蘗	出穂
1	97.5	13	4.0	99.0	14.0	9.0	99.5	16.5	15.0
2	102.0	13.5	5.0	102.0	17.5	10.5	100.0	20.5	19.0
3	100.0	13.5	7.0	100.0	17.0	10.5	100.0	18.5	18.0
4	103.0	9.0	5.0	103.0	15.5	7.5	105.0	15.5	9.5
5	103.5	11.0	4.5	103.5	11.0	6.0	108.5	13.0	8.5
6	99.0	7.0	5.0	99.0	11.0	6.0	99.0	11.0	6.0
7	98.0	9.0	4.0	93.0	11.0	6.0	93.0	11.0	6.0
8	85.0	5.0	3.0	82.0	5.0	3.0	80.0	5.0	3.0

第 2 表

區 別	1	2	3	4	5	6	7	8
出穂日	14	9	5	4	7	10	15	14

1-8 區の中 7 區の 15 日が最も遅く 4 區の 4 日が最も早い。大體に於て 2-6 區迄の廢液施用區は殆んど廢液施用による相互間の差異は小さく何れも標準區より早いが施用量を増すと稍遅くなる。一般に見て廢液の施用は出穂を稍々早める傾向を取るものと見られる。

3. 收穫物調査結果

調査結果は次の如くであつて重量は風乾物重量である。

第 3 表
收穫物調査結果

區 別	穀 實		地 上 部 g			地下部 (根)g	總 計 g	T/R	根長cm
	總數	重量g	穂	蘗	小計				
1	594	2.6	3.3	20.3	23.6	4.6	28.2	5.2	23
2	993	3.9	5.1	23.2	28.3	2.3	30.6	13.2	22
3	763	3.9	4.9	22.4	27.3	2.0	29.3	14.0	26
4	553	4.2	5.5	18.2	23.7	2.0	25.7	12.0	14
5	399	2.9	3.5	14.2	17.7	1.3	19.0	14.2	17
6	318	1.0	1.3	11.6	12.9	1.3	14.2	9.9	19
7	292	0.9	1.1	12.2	13.3	1.6	14.9	8.3	23
8	155	0.2	0.4	3.1	3.5	0.2	3.7	17.5	18

收穫物の中穂收量に就ては 10cc. 30cc. 施用區が標準區に優るも其以上の施用量になると收量漸減し 6 區即ち 100cc. 施用區では標準區の半量しかない。地下部は廢液施用區の何れもが標準區に劣る事から總收量の増収は主として地上部の増収に因るものにして就中穂の増収に因るもの大なりと認む。要するに收量の點から見て陸稻に對する最適施用量は 10-30cc. の間であり施用量 50cc. に至ると部分的に悪影響現はれ、100cc. を越すと愈顯著となる。

考 察 及 摘 要

上記の結果から考へて廢液 80 cc. 迄は陸稻の生育收量に好影響を及ぼし特に 10-30 cc. に於て顯著である。而して 100cc. を越すと著しく悪影響が現はれる。尙上記施用量は土壤 12kg に對する量である故水稻の場合に比し、陸稻の方がより少量の廢液で害作用が起る事は明かである。次に實驗結果の大意に就て摘要する。

1. 陸稻生育に對して廢液 80 cc. 迄は好影響を及ぼし 10-30 cc. の場合特に良好である。
2. 廢液施用量 100 cc. を越すと著しく生育を害し收量を減少せしめる。
3. 廢液 80 cc. 迄の施用は穀實葉等の增收を來す。
4. 陸稻增收の現象は地下部になく地上部就中穂に於て著く現はれて居る。

(臺北帝國大學理農學部土壤肥料學教室)

文 獻

- (1) 徳岡、徐：臺北農林學會報、4, 151 (1940).
- (2) 青木：化學工業資料、13, 28 (1940).
- (3) SPULNIK, J. B., R. E. STEPHENSON, W. E. CALDWELL and W. B. BOLLEN: Soil Sci., 49, 37 (1940).
- (4) PHILLIPS, M. M. J. Goss, B. E. BROWN and F. R. REID: J. Agr. R., 53, 209 (1936).
- (5) 川村一水著：土壤學講話、43, 93, 134, (1939).
- (6) 小野寺伊勢之助著：肥料學汎論、50, 53, 270 (1939).
- (7) 田所哲太郎著：植物營養化學、165 (1934).
- (8) 鈴木梅太郎著：植物生理化學、461 (1940).
- (9) CAROLUS, R. L., u. B. E. BROWN: Die Ernährung der Pflanzen, 37, 2 (1941).
- (10) HOWARD, G. C.: Ind. Eng. Chem. 26, 614 (1934).
- (11) ——— Ibid. 22, 1184 (1930).
- (12) BENSON, H. K.: Ind. Eng. Chem. 24, 1302 (1932).
- (13) BENSON, H.K. and A. M. PARTANSKY: Ind. Eng. Chem. 28, 738 (1936).
- (14) KONE, K. A., J. H. LAYMAN and F. R. ARMBRUSTER: Ind. Eng. Chem. 28, 571 (1936).
- (15) 未發表
- (16) SCHROPP, W. and B. ARENZ: Bodenkunde u. Pflanzenemähr, 20, 68-82 (1940).