

報 文

海水利用に依る植物の水耕に就て (豫報)

徳 岡 松 雄

徐 水 泉

(臺北帝國大學理農學部)

緒 言

WOODWARD¹⁾ が 1699 年始めて水耕法を行つて以來多數の研究者²⁻⁴⁾ は本法を⁵⁻¹²⁾ 植物榮養竝に作物栽培に應用して有益なる業績を擧げ本邦に於ても春日井教授竝に當研究室¹³⁻¹⁸⁾ 其他に於ても本法利用に依る研究を多數發表してをる。特に米國^{19,20)} に於ては水耕に依る蔬菜類の栽培は既に或程度迄實用の域に達し輪作彌地の問題を超越せる集約的栽培法として注目せらるゝに至つてをる。従つて水耕法の實用化は現時栽培學上に於る重要な研究事項たるを失はないのである。而して此問題と關聯して植物生育に對する微量要素の必要性と其實際化の問題も其重要性に於て決して前者に劣らないのである。微量要素施用の効果の顯著なる事は周知の事實であるから之が實際性を考慮する場合に最も重要な事は多數の微量要素を廉價に且連続的に得る方法如何の問題である。然るに各種の微量要素を文字通り漏無く含有し且極めて廉價に供給し得る資源は天然に存するのであつて其は即ち海水其者である。

海水中に凡ゆる元素の含有せらるゝ事は海水の本質より見て當然の結果として推定し得る事で又從來の分析結果³²⁾ が實際に之を證明してをるが特に著者等の注意を惹いたのは微量要素中重要と考えらるゝ B, Mn, Cu, Zn, Si, Mg 等が悉く其中に含有せらるゝ點であつた。肥料 3 要素中海水に相當量含有せらるゝのは K のみであつて P と N とは含有量が K に比較して著しく劣つてをり之等を補ふ原料として著者等は尿水を擇んだ。斯くして著者等は海水を適當に稀釋し之に尿水を附加して培養液を作り二十日大根其他を水耕して標準水耕液に比して劣らざる植物の生育を見たのである。以下此實驗結果に就て報告する。

實 驗 之 部

I. 海水の分析

海水の組成に關しては上述の諸外國に於る研究の外我國に於ても西川、奥野兩博士を始め三宅氏の本邦近海の海水に關する研究ありて大體に於て海水の採收個所に依る組成上の差異は極めて少いのであつて著者等の場合に於ても之等の分析結果を其儘用ひても大なる誤はない譯であるが事實の精確を期するため主要成分に就て定量分析を行つた。試料は臺灣總督府水産試験場の野村正大氏の御盡力に依りて基隆港外より採取したものであつて此機會に野村氏に對して感謝の意を表す。此海水の比重は 1.022 で pH は 6.68 である。其 1 L を湯煎上で蒸發して得た残渣は 35.6005 g であつた。分析結果は次の如くである。

成分	第 1 表		
	g/L	Mol/L	蒸發残渣に對す%
Na	11.0489	0.4803	31.035
K	0.3551	0.0091	0.997
Ca	0.4518	0.0113	1.269
Mg	1.3057	0.0537	3.668
Cl	19.6990	0.5549	55.333
SO ₄	2.6852	0.0279	7.543
I	0.0033	0.00002	0.009
Br	0.0515	0.0006	0.145
P ₂ O ₅	10 γ	—	—
N	30 γ	—	—
Sr	trace	—	—
CO ₃	0.0655	0.00109	0.1839
H ₃ BO ₃	0.0289	0.00047	0.0811

以上各成分中 Na, K, Ca, Mg, Cl, SO₄, I, Br は加藤氏²¹⁾ P₂O₅ は比色法²²⁾ N は水分析法²¹⁾ Sr, CO₃, H₃BO₃ は三宅氏²⁴⁾ に依りて夫々分析した。此結果は從來の結果²⁵⁾ と殆んど同様であつて海水の組成は場所時期及び深度等に依る影響少き²⁶⁾ 事を再び證明した。

II. 海水の濃度と植物生育との關係

試験作物としては二十二日大根、萵菜、及び高菘を用ひた。海水を水耕液として用ふる場合最初に考慮すべきは稀釋度である。本實驗に於ては稀釋度は次の如く 9 種類とした。

區別	1	2	3	4	5	6	7	8	9
濃度	1	1/2	1/4	1/10	1/20	1/40	1/60	1/100	1/200

水耕培養器の内容は約 600 cc にて養液は 3 日毎に更新した。養液は天然の

海水を水道水を以て單に上記の割合に稀釋したものと (I) 此稀釋液を硫酸を以て各植物に對する最適 pH^{33,34} に保つたものと (II) 2 種を作り (但し高苜は I 液のみ試験す) 且各區に對して培養器 2 個宛平行に用ひて其平均結果を取り收穫物最大のものを 100 とし他の者は之に對する比較數として表はした。二十日大根は昭和 14 年 10 月 16 日に播種し最初水道水のみにて培養した幼植物を

第 2 表 (二十日大根)

區別	I			II		
	pH	萎凋月日	生重比較數	pH	萎凋月日	生重比較數
1	6.78	10月24日	—	5.12	10月24日	—
2	6.98	10月24日	—	5.13	10月26日	—
3	6.98	10月26日	—	5.22	10月30日	—
4	6.98	10月28日	—	5.30	10月30日	—
5	7.10	10月30日	—	5.20	11月4日	—
6	7.13	11月1日	—	5.23	11月3日	—
7	7.16	—	28.3	5.16	—	71
8	7.24	—	100.0	5.24	—	100
9	7.26	—	66.3	5.27	—	100

第 3 表 (蒸菜)

播種：昭和 14 年 10 月 16 日。移植：10 月 23 日。收穫：11 月 20 日。

區別	I			II		
	pH	萎凋月日	生重比較數	pH	萎凋月日	生重比較數
1	6.78	10月24日	—	6.68	10月24日	—
2	6.98	10月24日	—	6.60	10月24日	—
3	6.98	—	67	6.60	—	22
4	6.98	—	67	6.60	—	80
5	7.10	—	71	6.61	—	90
6	7.13	—	71	6.58	—	90
7	7.16	—	75	6.62	—	90
8	7.24	—	100	6.65	—	100
9	7.26	—	80	6.70	—	100

第 4 表 (高苜)

播種：10月16日。移植：10月23日。收穫：11月20日

10 月 23 日に前記の培養器に移し 11 月 18 日に收穫したものである。

區別	pH	萎凋月日	生重比較數
1	6.78	10月24日	—
2	6.98	10月24日	—
3	6.98	10月26日	—
4	6.98	11月2日	—
5	7.10	—	50
6	7.13	—	50
7	7.16	—	100
8	7.24	—	100
9	7.26	—	100

以上の結果を見るに二十日大根と蒸菜に於ては最適 pH の方が生育良好なるも其差は著しくない。稀釋度と生育との關係を見ると二十日大根に於ては 40 倍迄の稀釋では萎凋現象を呈し 60 倍に到り萎凋現象は止り 100-200

倍に於て良好なる生育状態を呈する。蒸菜に於ては pH の相異が生育に及ぼす影響は更に微弱となり萎凋現象は既に 4 倍稀釋に於て其發生を見ず此植物の高濃度溶液に對する抵抗が著しく強い事が判明する。萵苣は之等の植物の中間に在つて 20 倍稀釋から萎凋現象を起さなくなる。

今二十日大根の場合に就て考えて見ると之は 6 區迄は榮養物が不足であるよりも寧ろ何物かゞ過多に存在する事を暗示するものである。其故に濃厚海水の害作用の原因は之を海水に於て過多に存在するものに求むべきであつて之は次の 2 種の場合を考え得る。其一は高濃度其自身に原因する原形質分離で其二は海水中に過量に存在する微量元素の毒作用である。

先づ高濃度溶液に依る原形質分離の起否に就て検討する事とし二十日大根の表皮細胞と此種實驗に最も適當なる材料として知らるゝムラサキオモトの葉裏面中肋細胞とを材料とし海水並に之と同濃度 (海水中の $Cl+SO_4$ と等モルを

第 5 表
海 水

區別	濃度 (Mol/L)	ムラサキオモト (葉裏面) (中肋細胞)	二十日大根 (表皮細胞)		
			根	莖	葉
1	0.58	+++	+++	+++	+++
2	0.29	++	++	++	+-
3	0.145	+-	+-	-	-
4	0.058	-	-	-	-
5	0.029	-	-	-	-
6	0.0145	-	-	-	-
7	0.0097	-	-	-	-
8	0.0058	-	-	-	-
9	0.0029	-	-	-	-

食 鹽 水

區別	濃度 (Mol/L)	ムラサキオモト (葉裏面) (中肋細胞)	二十日大根 (表皮細胞)		
			根	莖	葉
1	1/2	+++	+++	+++	+++
2	1/4	++	+-	++	+-
3	1/10	-	-	-	-
4	1/20	-	-	-	-
5	1/30	-	-	-	-
6	1/40	-	-	-	-
7	1/50	-	-	-	-
8	1/60	-	-	-	-
9	1/100	-	-	-	-

含む)の食鹽水を作用せしめた。其實験結果は第5表の如くである。本實驗施行に當りて臺北帝大理農學部植物生理學教室の御援助を受けた。同教室の御好意に對して感謝の意を表す。

二十日大根の表皮細胞は莖葉根何れも 0.29 Mol/L の濃度迄は海水食鹽水共に原形質分離を起し其以下の濃度に於ては其可能性は殆んど認められず此關係は大體に於てムラサキオモトに於ても同様である。其故に第6區迄確實に起つて來る萎凋現象は高濃度に依る原形質分離だけで説明する事は出來ない故他に其原因を求めなければならぬ。第2の原因である微量要素の過多の存在に就て考えると其量的關係から問題になるのは Cl 以外では B, Br と I の3種であるが今海水を種々の程度に稀釋した場合の之等の3要素の含量を ppm で表はすと次の如くである。之等3要素中 B の濃度が 0.01 ppm に於ても既に

區別	B	Br	I	
1	5.086	51.50	3.30	收量低下を來す事 ³³⁾ は既に著者の一人(徳岡が)認めた所であるが 1 ppm
2	2.543	25.75	1.65	迄は其害作用は著しくない故に 1 ppm
3	1.271	12.88	0.825	
4	0.509	5.15	0.330	以下の濃度では此顯著なる萎凋現象を
5	0.254	2.575	0.165	
6	0.127	1.288	0.0825	説明するには不充分と考えられる。又 I は第6區に於ては 0.1 ppm 以下であるから之も少時不問に附する事として量的に最も著しい Cl と Br の2元素に就て検討する事とした。

實驗方法としては嘗て著者が二十日大根の水耕に用ひた養液に此植物が萎凋現象を呈した稀釋度附近の海水の含有する Cl 及び Br の量を各單獨に Na の鹽として添加し之に植物を培養して兩元素の濃度と害作用との關係を調べたのである。(播種：昭和15年1月8日。移植：1月16日。收穫：2月5日)。實驗結果は次の如くである。

區別	濃度	Cl		Br	
		ppm	生重比較數	ppm	生重比較數
0	—	0.0	100.00	0.0	100.00
3	1/4	4,924.75	10.47	12.88	74.40
4	1/10	1,969.90	52.32	5.15	83.72
5	1/20	984.95	48.83	2.58	68.24
6	1/40	492.48	41.85	1.29	60.46
7	1/60	328.32	80.22	0.86	74.40
8	1/100	196.99	107.23	0.52	88.36
9	1/200	98.49	105.12	0.26	98.08

先づ Br の影響に就て觀察すると Br 施用區に於る生育は何れも Br 無施用區に於るよりも劣つてをるが最多施用區に於ても其害作用は餘り著しくない。其故に第 2 表所載の萎凋現象に對する原因として少くとも其主なるものでない事は明かである。次に Cl の影響に就て觀察すると第 8,9 兩區に於る收量は却つて第 0 區よりも稍優つてをるが第 6 區から其收量は急激に減少して來る。然るに第 2 表に於て顯著なる萎凋現象を起し初めたのはやはり第 6 區であつた點より見て海水の濃度過大の場合に起る害作用の主要原因は恐らく Cl の過剰に歸して支障なしと思ふ。

III. 海水に依る水耕試験

A) 二十日大根

前記の實驗結果に依り海水を利用して植物の水耕を行ふには之を 100 倍程度に稀釋すれば Cl の害作用を防除し得る事が明になつた故に海水を 100 倍に稀釋せるものを基本として次の如き 3 種の養液を作り之に二十日大根を培養し其生育状態を標準水耕液の其と比較した。

- a) 標準水耕液 (1 L 中 NH_4NO_3 : 0.0575 g; KH_2PO_4 : 0.0383 g;
 KCl : 0.0430 g; $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$: 0.2450 g;
 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$: 0.1170 g を含み pH=5.20)
- b) 海水+水道水 (pH=7.25 調整せず)
- c) 海水+水道水 (pH=5.15 最適)
- d) 海水+水道水 ($\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ を以て N の濃度を a 區と同一となし pH を最適に調整す)

但し pH の調整には H_2SO_4 と NaOH とを用ひた。

播種: 昭和 14 年 10 月 24 日; 移植: 11 月 1 日; 收穫: 11 月 26 日。
 各區 2 個宛平行に行ひ次の收量は其平均を比較數を以て示したものである。

- a) 100 b) 76 c) 85 d) 106

此結果では $1/100$ 海水の pH を調整せざる場合が最も劣り pH を最適に調整せるもの之に次ぎ pH を調整して其の N の含量を $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ にて標準區と同一とせるものの收量は標準區に優る結果となつてをる。此增收の原因は海水に含有せらるゝ各種の微量元素の綜合的效果に歸し得ると思ふ。其故海水を 100 倍に稀釋せるものを基本として之に缺乏せる肥料要素特に N の量を補

給する時は海水は極めて適當なる水耕液たり得る事が判明した。

B) 蒸菜

試験方法は大体二十日大根の場合と同様であるが海水は100倍に稀釋して用ひ各區の内容を示せば次の如くである。

- a) 標準區 (人工培養液+水道水) pH を最適に保つ (6.58)
- b) 海水+水道水 pH を調整せず (7.25)
- c) 海水+水道水 pH を最適に保つ (6.70)
- d) 海水+水道水 N の濃度が標準區と等しくなる迄 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ にて補給 (6.70)
- e) 海水+水道水 P_2O_5 の濃度が標準區と等しくなる迄 $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ にて補給す (6.70)
- f) 海水+水道水 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ と $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ を添加して N と P を標準區と同一となす。 (6.70)

但し標準區の養液は KNOP の液と大体類似せるが1立の栄養素量は次の如くである。¹⁸⁾

KNO_3	KCl	KH_2PO_4	MgSO_4	$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$
0.0286 g	0.0142 g	0.0286 g	0.0286 g	0.1144 g

播種：14年10月24日。移植：11月4日。收穫：11月28日。同一區に對して2個宛平行に行ひ其結果の平均値は次の如くである。

區別	a	b	c	d	e	f
生重比較數	100	20	25	35	35	90

此結果より見れば N,P 共に標準區に劣れるも b,c 兩區の生育は標準區よりも著しく不良にして N 或は P の何れかの不充分なる d,e 兩區の生育は b,c 兩區よりは稍可良なるも標準區よりは著しく不良である。N,P 共に標準區に等しき f 區は標準區と略同量の收穫を得てをる。此場合には微量要素存在の影響は殆んど現はれてをらないが此植物の生育餘り良好ならざるは多量の Cl 存在に起因するとも考えられる。

高苺に對しては其最適 pH が正確に決定されてをらない故其水耕栽培試験は行はなかつた。

IV. 海水及び尿に依る水耕試験

海水に依る水耕を實際的に行ふ場合に最も重要な問題は海水稀釋液に缺除

せる肥料三要素を何物を以て補給すべきやである。勿論之等の要素を含む可溶性肥料鹽類が適當なる資材である事は明かであるが之等は所謂金肥に屬するものであつて決して最廉の資材ではない。然らば何が最も適當なる資材であるかと云ふに著者等の考えでは一般的に人畜の排泄物の類であるが此處では便宜上人尿を用ひた。尿中には尿素、尿酸、馬尿酸及びクレアチン其他の窒素化合物を含む外尙 P_2O_5 と K_2O との相當量を含む。其量は次の如くである。

N: 0.87% P_2O_5 : 0.19% K_2O : 0.22%

著者等は海水と尿とを基本材料として次の3種の水耕液を作つて二十日大根を栽培して其收量を標準區(春日井氏に依る)の其と比較したのである。

a) 標準區 (春日井氏水耕液)

b) 海水尿水道水。此場合 N 含量を a 區と同一になしたるものにて 1 L 中の要素含量を比較すれば次の如くである。

a) N 0.0399 g P_2O_5 0.0200 g K_2O 0.0403 g

b) N 0.0399 g P_2O_5 0.0087 g K_2O 0.0104 g

c) b 液に KH_2PO_4 を加へ N と P_2O_5 とを a 區と同一となす。

d) c に於る K_2O の不足を K_2SO_4 を以て補ひ N, P, K の量を a と同一となす。

各液の pH は最適に保ち海水は 100 倍稀釋液 (i) の外に 50 倍稀釋液 (ii) のものを作り各區共 2 個宛平行に行ひ水耕液は 3 日毎に更新した。(播種: 昭和 14 年 12 月 1 日。移植: 12 月 4 日。收穫: 12 月 22 日)。收穫物の生重比較數と葉數との平均値を擧ぐれば次の如くである。

第 8 表

i)	生重比較數	葉數	ii)	生重比較數	葉數
a	100	3		100	3
b	107	4		111	4
c	120	4		120	4
d	143	4		150	4

第 8 表の示す處に依れば海水稀釋液を原液として其三要素量の不足 (標準液と比較して) を人尿を以て補給せるものは全般的に標準液より優良なる成績を示し生重比較數及び葉數共に優つてをる。而して生重比較數の順位が $a < b < c < d$ となり三要素量の 1 或は 2 に於る含量の劣れる b と c に於る收量が a に優れるは稍不合理なる如く見えるも之は海水中の微量要素並に尿中の auxin の存在を考ふれば必ずしも不合理とは斷言し得ないであらう。

以上の結果より見て海水を原液とし其要素不足分を人尿を以て補える養液が従來の標準液に比して少くとも同等以上の結果を挙げ得る事は確實である。

考 察

水耕の實際農業竝に園藝に對する應用は近時水耕法の技術上の進歩と共に益々其重要性を認められ特に微量元素の植生に對する理論的竝に實際的價値が認識せられてより其立場は一層有利となつて來て水耕に依る「無土壤農業」が合理的且集約的な農業上の一型式である事は既に一般的に認められた事實であると考へて支障ない様である。既に之が實際的價値を持つ様になつた以上當然考慮さるべき事は其經濟的條件であるが他の條件が凡て同一なる場合適當なる水耕液を有利に獲得する方法が極めて重要な因子である事は云ふまでもない。現在米國方面で實施せられてをる「無土壤農業」¹⁹⁾乃至「化學栽培」²⁰⁾に於ては養液の作成の際に微量元素の添加も同時に考へられてをるが其要點は従來の實驗室的水耕法と全然同一の軌道を踏むものである。著者等は前記の實驗結果を基礎として海水を加里と微量元素との資源として人畜の排泄物を窒素と磷酸との資源とし植物の種類に從つて兩者を適宜に配合稀釋したるものを主要養液とする水耕法を提唱せんとするものである。此際要素比を適當となすために多少の要素含有物質の添加の必要な事も勿論有り得べき事である。海水を此種目的に用ふる場合に最も注意を要する點は所謂植物の鹽素嫌忌性 (*Chlorphobie*) の問題である。海水を 100 倍程度に稀釋すれば其中に含有せらるる微量元素含量は大體植物生育に害作用を示さない量に低下するが唯鹽素の濃度は尙相當大なる故特に鹽素に對して敏感なる植物は害作用を受ける事も可能と考へらる。

今一般的に鹽素の植物に對する關係を考へると Cl は決して植物生存に必要不可欠の元素でなく^{35,36)} 又鹽素施用に依つて積極的效果を受けた植物も未だ知られてをらぬ。食鹽施用が良結果を招いた報告も二三^{32,38,39)} あるが之は Cl に原因するものではなくて寧ろ Na の效果に歸すべきで Na のために土壤中の K が可給態となり又土壤分散度の増加したのに原因すると考へられてをる。其故 Cl の植物に對する作用は有利なものではなく唯植物の種類に依りて敏感なると然らざるものとに分る事が出来る²⁷⁾。前者に屬するものも馬鈴薯^{40,41,42)} 煙草^{43,30)}、亞麻^{46,47)} 蕎麥²⁷⁾、大麻^{44,45)} 等相當多數に存在するが又農業植物

として重要な禾本科植物牧草類等は後者に屬する故本水耕法應用の範圍も相當廣汎なる事を豫想し得るのである。

總 括

本研究は微量元素の多數を含有せる水耕液製造の主要材料として海水を使用し得るや否やを決定する目的を以て行ひたるものにて實驗結果の概要を示せば次の如くである。

- 1) 基隆沖より採取せる海水の化學分析を行ひ其化學組成は從來發表せられたる海水の其と大體一致する事を認めた。
- 2) 海水の稀釋度と植物生育との關係を調べ二十日大根は 60 倍、蒸菜は 4 倍、萵苣は 20 倍稀釋から萎凋現象を起さざる事を認めた。
- 3) 高濃度海水に依る植物萎凋の原因を二十日大根に就て検討し之を Cl の過多の存在に歸し得る事を明にした。
- 4) 海水稀釋液(100 倍)に N, P を補給したるものは植物の正規の生長をなすに適する事を認めた。
- 5) 海水稀釋液(50 倍及び 100 倍)の N, P の不足を人尿を以て補ひたるものに於ける二十日大根の生育は標準水耕液に於る其に優るとも劣らざる事を認めた。

(昭和 15 年 4 月 15 日受理)

引 用 文 獻

- 1) WOODWARD, J.: Phil. Trans. Roy. Soc. London, 21, 332-398 (1699).
- 2) NOBBE, F.: Landw. Versuchsst. 7, 68-73 (1865); 8, 337-346 (1866).
- 3) KNOP, W.: Landw. Versuchsst. 2, 65-99, 270-293 (1860).
- 4) SACHS, J.: Landw. Versuchsst. 2, 22-31 (1860).
- 5) 春日井, 南: 日本土肥雜誌, 5, 51-52 (1931).
- 6) 春日井 : 同 上 6, 225-228 (1932).
- 7) 春日井 : 同 上 6, 228-229 (1932).
- 8) 春日井 : 同 上 7, 203-204 (1933).
- 9) 春日井 : 同 上 7, 205 (1933).
- 10) 春日井 : 同 上 8, 401 (1934).
- 11) 春日井 : 同 上 13, 669-822 (1939).
- 12) 春日井 : 農化雜誌 9, 1331 (1934).
- 13) 徳岡, 諸岡: 熱農, 9, 12 (1937).
- 14) 徳岡, 諸岡: 同上 9, 350 (1937).
- 15) 徳岡, 諸岡: 同上 10, 24 (1938).
- 16) 徳岡, 徐 : 同上 10, 151 (1938).

- 17) 徳岡, 徐 : 同上 10, 9 (1933).
- 18) 徳岡, 諸岡: 日本土肥雑誌, 13, 489 (1939).
- 19) ELLIS, C. and M. W. SWANEY: Soilless Growth of Plants (1933).
- 20) DAWSON, C. D. and M. V. DORN: Plant Chemiculture, 2nd. Ed. (1933).
- 21) 加藤虎郎: 標準定量分析法, 21 (1934).
- 22) 麻生慶次郎: 土壤肥料化学実験法, 9 (1932).
- 23) 農藝化学分析書, 第一編, 283 (1889).
- 24) MIYAKE, Y.: Bul. Ch. Soc. Japan, 14, 23, 55 (1939).
- 25) „ : Ibid. 14, 461 (1939)
- 26) 西川, 前田, 緒方: 九大工学彙報, 13, No. 6 (1933).
- 27) MASAWEA, M.: Bod. u. Pflanzenernähr., 1, 39 (1936).
- 28) TOTTINGHAM, W. E.: J. Am. Soc. Agr., 11, 1 (1919).
- 29) SKINNER, J. J.: Ibid., 23, 13 (1931).
- 30) GARNER, W. W.: J. Agr. Res., 40, 627 (1930).
- 31) 藤井暢三: 生化学実験法, 定量篇, 272 (1936).
- 32) BEHREND, F. und G. BERG: Chemische Geologie, 418 (1927).
- 33) 徳岡, 諸岡: 熱農, 9, 18 (1937).
- 34) 徳岡, 諸岡: 日本土肥雑誌, 13, 490 (1939).
- 35) HONCAMP, F.: Handb. Pflanzenernähr. u. Düngerlehre, I. (1931).
- 36) KOSTYTSCHEW: Physiologie der Pflanzen. (1933).
- 37) BALASCHOW, L. L.: Abhandl. d. Inst. für Düngereorschung, Lfg. 69 (1930).
- 38) BALASCHOW, L. L. und S. W. DRUSCHININ: Kalidünger, 1929.
- 39) BUTKEWITSCH, W. W.: Chemisierung d. soz. Landw. Nr. 2 (1935).
- 40) SJOLLEMA, B.: J. für Landwirtschaft, 47, 395 (1899).
- 41) LEBEDBANTZEW, A. N.: Abh. d. Inst. d. Inst. d. Düngereorschung, Lfg. 94.
- 42) KOROLEW, L. I.: Feldversuche mit Ammoniumchlorid; Masaewa, M. Bod. u. Pflanzenernähr., 1, 40 (1936).
- 43) SCHNEIDEWIND: Die Ernährung der landw. Kulturpflanzen, 1928.
- 44) SOKOLOW, A. W.: Ammoniumchlorid als Dünger. Aus d. Arb. d. agrikulturnchem. Sektion des Inst. für Düngereorschung; Masaewa, M.: Bod. u. Pflanzenernähr. 1, 40 (1936).
- 45) MELNIKOWA, T. S. und T. KORITZKAJA: Aus d. Arb. des agrikulturnchem. Sektion d. Inst. f. Düngereorschung; Masaewa, M.: Bod. u. Pflanzenernähr., 1, 40 (1936).
- 46) SOKOLOW, A. W.: J. Düngung und Ernte, 3 (1931).
- 47) STSCHERBA, S. W.: Handbuch-Anleitung zur Anwendung der Dünger beim Flachsbau (1932).
- 48) SCHLENKER, G.: Die Wuchsstoffe der Pflanzen, 25 (1930).

Abstract

Über die Wasserkultur der Pflanzen-mittels Meereswassers.

(Vorbericht)

von

Matsuo TOKUOKA und Suisen DYO.

Die bedeutende Wirkung des Mikroelements beim Pflanzenbau und die Praktizierbarkeit der Wasserkultur in der Landwirtschaft lassen uns die ökonomische Quelle für die Nährlösung der Pflanzen, die für ihr Wachstum benötigten Mikroelemente genügend enthalten, suchen. In Bezug auf die Menge und die Reichtum an den Mikroelementen nimmt das Meereswasser eine unvergleichbare Stellung gegenüber den anderen Quellen. Der überschüssige Gehalt an Cl und die ungenügende Konzentration an N und P sind die Schwäche des Meereswassers. Die Giftwirkung von Cl kann man durch 100-fache Verdünnung mit Leitwasser ausser ausschliessen. Das Hauptteil der Kürze an N und P wurde durch Harn kompensiert. Der geringe Mangel an P und K wurde durch die bequeme Salzenkompensiert. In auf diese Weise erworbenen Nährlösungen wurden *Beta vulgaris* Linn. und *Raphanus sativus* L gebaut. Der Wachstumszustand der Pflanzen in solchen Nährlösungen war vielmehr besser als in Kontrolle-Lösung; Knoppsche bzw. Kasugaische Nährlösung. Das Meereswasser kann deshalb ein weites Anwendungsgebiet finden, weil es viele Chlorunempfindliche Pflanzen in der Landwirtschaft gebe.

(aus dem Institut für Bodenkunde und Düngerlehre,
Taihoku Universität, Taiwan, Nippon).

同
の
存
す
數
早
餘
代
し
差
前
石
用
吸
施
關
と
就
際