

報 文

海水の肥効に関する研究 (第一報)

水稻に対する植木鉢と圃場試験

徳岡 松雄・徐 水 泉・國武 芳郎

(臺北帝國大學理農學部)

緒 言

従來食鹽が各種の植物に對して肥料的効果^{1,2,3,4)}を示し、ある程度まで KCl の作用に代り得るといふ事が認^{5,6)}められてその爲めに海水の肥料的價値を論ずる場合にも主として其含量の最も大なる食鹽の作用を中心として議論されて來た。

然るに近來各種微量物質の植生に對する重要性が認識される様になつたから多數の微量物質を含有⁷⁻¹⁰⁾してゐる海水の肥料的價値は此の方面からも大いに考慮されるべきであると考へる。従來の文獻を見るに食鹽の作用を研究したものは相當多數^{11,16)}にあるが海水そのものの作用に關する研究は甚だ少いのである。次に其主なるものを示す事とする。PUFFELS¹²⁾氏は海水を灌漑水に利用せんと試み土壤に及ぼす海水の間接的作用に就て調べた結果海水の使用は土壤アルカリ度を高め、鹽類含量を増加し土壤の透過性を減少せしめる事を認めた、夫故海水中の鹽類濃度を或程度下げれば灌漑水として使用し得る事を推論し、其方法には軟水混入、石膏添加及び電流を海水中に通ずる事によりて期待し得る可能性に就て述べた。石橋氏¹³⁾は海底土の肥効に關する研究に於て海水施用は水稻穀實の增收を來す事を認めた。其他海水の使用を純化學的立場から見た基礎研究に KELLEY¹⁴⁾等の研究がある。彼等は食鹽含有灌漑水を作り、土壤に及ぼす鹽類濃度組成の影響に就て研究し鹽類溶液中 $Na/Ca < 2$ の時は土壤に吸着される Na 量は極めて少く $Na/Ca > 2$ になると Na 吸着量の増加を來す事から農業用灌漑水として其鹽類濃度組成が如何なる限界を持つべきであるかは土壤の性質氣候作物の種類等に依りて異り極めて複雑であるが少くとも $Na/(Ca+Mg) > 1$ 以下である事が望ましいと述べた。吾々は既に海水を原料とする水耕液を作り 2,3 の植物の水耕培養に成功¹⁵⁾して居るので海水を土耕栽培に於ても相當の價値を豫想して此の仕事を始めしたのである。本報は水稻に對する植木鉢並に圃場兩試験結果である。

第 1 回 植木鉢試験 (昭和 15 年 1 期作)

水稻生育に對する海水の最適施用量を調べる目的で行つた植木鉢試験である。

實驗の部

I. 栽培條件

1) 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) を鉢當 5 Kg 宛使用した.

2) 肥料. 鉢當硫酸 (21%) 3.5714g, 過磷酸肥料 (19.5%) 3.2257g, 市販硫酸加里 0.925g 宛使用した.

3) 海水. 各區に對する施用量は次の如くで 4 回 (4 月 8 日, 4 月 15 日, 4 月 23 日, 4 月 30 日) に等量宛使用した.

區別	1	2	3	4	5
用量 (cc)	0	8	20	40	80

4) 植付及收穫. 臺中 65 號の 20 日苗を昭和 15 年 4 月 2 日に鉢當 3 本 1 株に植付け同年 8 月 19 日に收穫した.

5) 管理. 栽培期間中鉢は硝子室内に置き注水に注意しつつ管理し生育中適當に生育調査を行つた.

II. 生育調査. 調査結果は第 1 表の通りで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.

第 1 表

區別	5月6日		5月27日		6月18日		6月29日		
	草丈cm	分蘖	草丈cm	分蘖	草丈cm	分蘖	草丈cm	分蘖	穗
1	70	5.5	106.5	8	131	8.5	134	10	1.5
2	70.5	5.5	107	10.5	132	11.	134	13	—
3	74.	5.5	106	8	130	9.5	136	9.5	1.5
4	60.5	4	99.5	8.5	120	8.5	124	8.5	—
5	61	4	95	8.5	117	12.5	120	9.5	—

區別	7月16日			7月30日			8月19日 (收穫)		
	草丈cm	分蘖	穗	草丈cm	分蘖	穗	草丈cm	分蘖	穗
1	135.5	12.5	5.0	141	13	8.5	143	13	11.0
2	140.5	13.5	4.5	148	13.5	8.5	149	13.5	12.5
3	148.5	13.5	5.0	149.5	14.5	9.0	151	15	11.5
4	141.5	14.5	4.0	143	14.5	5.5	144.5	14.5	9.5
5	126.5	13.5	1.5	132.5	13.5	5.5	133.5	13.5	11.5

上表の中草丈に就ては海水の施用は一般に良好であり, 或程度を越すと却つて悪くなり生育期の進むに連れて此悪影響が幾分緩和の状態を呈してゐる. 分蘖數に於ては生育前期では左程でもないが生育後期に於ける海水施用區は何れも標準區に優る結果を示してゐる. 出穂數に對する海水の影響としては大體 20cc 迄の施用では有効に働いてゐるが施用量 40cc を越すと著しく劣つて來る. 要するに水稻生育に對する海水の最適施用量は上記の結果から見て 20cc 迄であるのではないかと思はれる.

尙出穂期に及ぼす海水の影響であるが之れに就ては第 2 表より明かなる如く 3 區の 6 月 29 日を除けば海水施用區は一般に稍遅延の傾向を示し特に 80cc 施用區に於て顯著である.

第 2 表

區別	1	2	3	4	5
月 日	6月30日	7月 7日	6月29日	7月 5日	7月15日

III. 收穫物調査. 調査結果は第 3 表の如くであつて表中の重量は風乾物重である.

第 3 表

區別	穀實(g)	地上部(g)			地下部(g)	總 計(g) (地上部+地下部)	T/R
		穂	葉	小計			
1	19.1	20.1	70.5	90.6	7.7	98.3	11.9
2	19.4	20.5	95	115.5	13.2	128.7	8.8
3	27.6	28.7	81	109.7	10.0	119.7	10.9
4	17.8	18.6	87	105.6	9.7	115.3	10.9
5	18.7	19.5	104	117.1	11.0	128.1	10.6

總收量に就ては海水施用區は何れも標準區より收量多く就中 2 區の 128.7g が最高を示してゐる。穀實では 3 區の 27.6g が最高で 2 區の 19.4g は標準區より稍優れ、4, 5 區は稍劣つてゐる。穂の場合は大體穀實と同傾向であるが葉收量では海水施用區は何れも増收となつてゐる。根は海水施用により増收を來してゐるが施用量による影響は 2 區を除けば極めて小さい。全般的に見て海水の施用は全收量の増加を來すが其の内容を檢討すれば海水少量施用は穀實・葉共に増收を示すが多量施用になると穀實は減收となるにも拘はらず葉は依然として増收の傾向を保つてゐる。此の葉増收は恐らく一般に認められたる如く纖維の發達を促す Cl の影響によるものであらう。T-R 率は海水施用區に於て一般に低い結果を示して居るが海水施用量による相互間の差異は極めて小さい。

IV. 土 壤 pH.

收穫當日各鉢の土壤 pH を、アンチモン電極で測定した。結果を第 4 表に示す。

區別	第 4 表		海水施用區の蒸溜水處理 pH は何れも標準區より 稍高くなつてゐるが何れも中性を保つてゐる。KCl 處理 pH に於ても大體蒸溜水處理 pH と同傾向を 示して居るが相互間に於ける 差異は極めて小であ る。
	蒸溜水處理	KCl 處理	
1	6.4	5.7	
2	7.3	6.2	
3	6.8	6.0	
4	6.9	5.9	
5	6.6	5.8	

考 察 及 摘 要

上記の如き生育狀況及び收穫物全量に就て全般的に見て海水の施用は明かに有效であるが施用量 40cc に至ると部分的に害作用が現はれる様である。此の害作用は海水中の過剰の食鹽による害作用と海水施用により二次的に起る土壤の性質に於ける變化から來る害作用の綜合的結果と考へられ、海水施用區の土壤 pH が一般に上昇して居る點から見れば後者の害作用も可なり顯著に現はれて居るものと思はれる。尙上記の害作用は主として Cl に基因するものであつて、一般に Cl は決して植物生存上必要不可欠の元素でなく^{18,19)}唯植物の種類によりて敏感なると然らざるとの違ひ²⁰⁾である。併しながら分類上水稻の如き禾本科植物は後

者に屬する實際問題として Cl の害は水稻に於ては餘り大きくないものと考へられる。

次に 20cc 迄の施用區に於ける增收原因に就て考察すれば此の場合の增收は恐らく海水中の營養素 K, Ca, Na 等による直接的効果と Na の爲めに土壤中の K が可給態となり又土壤分散度が増加する如き間接的效果以外に海水中に含まれる各種微量要素による刺戟効果の綜合的結果であらうと考へる。尙一般に放射性物質は生物の生育を助長する事が認められてゐる故に海水中のラヂウムの存在¹³⁾²²⁾も增收上可なり効果を及ぼしてゐる事と推測される。然れども土壤化學的に見れば海水の長期施用は決して有利でない事は PUFFELES¹²⁾氏の研究に依りても其一端が窺はれるが之れは實際問題として別に困る様な事にはならないと思ふ。即ち海水の連用を避け、又鹽分を利用して酸性土壤の矯正に用ひ、尙耐鹽植物を成るべく撰ぶ様にすればよいと考へる。

出穂日に就ては一般に海水施用は出穂を遅延せしめるが實際上穂の出揃が重要であつて此の點穀實收量から推測し得る如く海水施用は穂の出揃日數を稍短縮する様に考へられる。

最後に土壤 pH であるが一般に海水施用により上昇してゐる。之れは PUFFELES¹²⁾氏も認めた様に海水の高い鹽分含量に基因するものと考へらる。要するに本試験に於て認めた事項の重なるものに就て摘要すれば次の如くである。

- 1) 海水施用は地上部・地下部の增收に効果があり、就中 20cc 迄の施用量では特に穀實の增收を促す。
- 2) 海水施用量多ければ穀實の減收を來すも葉は却つて增收となる。
- 3) 海水施用は多少出穂を遅延するが少量施用の場合は餘り著しくない。
- 4) 海水施用により土壤 pH は稍上昇する。

第 1 回圃場試験 (昭和 15 年 2 期作)

前記第 1 回植木鉢に於て土壤 5Kg に對し海水 8cc 及び 20cc の場合が最も適當な施用量たる事を述べた。本試験は之れを基本としての圃場試験である。

實 験 の 部

I. 栽培條件

- 1) 試験地。臺北帝大理農學部附屬第 1 農場水田。
- 2) 肥料及び施肥。無肥料區を除く他各區共硫酸：0.629Kg, 過磷酸肥料：0.702Kg, 市販硫酸加里：0.278Kg 宛を基肥として施した。
- 3) 海水及び施用量。各區の施用量は次の如く 2 回(9 月 9 日, 同 25 日)に等量施した。

區 別	1	2	3	4
用 量 (l)	0 (無肥料區)	0 (標準區)	2.4	6.0

- 4) 海水施用量計算。一試験區の面積は 5 坪であつて耕土の深さを 10cm,²³⁾ 土壤比重(密状態)を平均 0.9²⁴⁾ として計算すれば區當土壤重量 1500Kg となる。然るに土壤 5Kg に對し海水 8cc 及び 20cc の割合で計算すると 3 と 4 の區當海水施用量は夫々 2.4l, 6.0l となる。

5) 植付. 臺中 65 號の 20 日苗を昭和 15 年 8 月 16 日に 3 本 1 株に植付け 區當植付株數は 260 株である.

6) 管理. 灌溉水の供給は過度にならぬ様に注意し 9 月 3 日, 9 月 21 日に除草を行ひ, 12 月 3 日に收穫した.

II. 收量. 收穫物は直ちに藁と粃とに別ち天日乾燥したる後秤量して各區の收量を決した. 第 1 表は之れらの結果 (2 區平均以下之れに準ずる) であつて各收量と標準區の夫を 100 としたる場合の比較數を示してゐる.

第 1 表 全 收 量

區 別	藁		粃	
	收量(Kg)	比較數	收量(Kg)	比較數
1	3.05	68	3.65	61
2	4.47	100	6.02	100
3	4.94	111	6.49	108
4	5.01	112	6.05	101

上記に於て明かなる如く海水施用は粃及び藁の增收を來してゐる.

III. 收穫物調査

各試験區劃の對角線上に存在せる任意の 20 株に就き藁及び穂の重量, 藁の長さ, 穀實總數及び粃と糝との別, 分藁總數と有效分藁數, 一本穂に對する穀粒總數と重量等に就きて觀察し, 株に對する平均として次の如き結果を得た.

第 2 表

區別	收穫物 (g)			穀 粒						一本穂に對する穀粒		藁の長さ cm		
	全量	藁	穂	粃		糝		合計		分藁數			總數	重量 (g)
				重量 (g)	個數	重量 (g)	個數	重量 (g)	個數	總數	有效數			
1	25.1	12.5	12.6	11.0	402	0.3	61	11.3	463	7.6	6.8	68	1.68	83.8
2	47.0	26.0	21.0	18.3	660	0.4	61	18.7	721	11.4	10.7	67	1.77	92.2
3	45.9	24.7	21.2	18.3	639	0.4	77	18.8	716	12.3	11.5	62	1.63	93.6
4	44.9	24.2	20.7	18.2	675	0.5	71	18.6	746	11.3	10.8	69	1.72	92.7

上記の結果に依ると海水施用區は藁穀實共にその增收は極めて僅かであつて局部的には却つて減收となつてゐる. 併し之れは寧ろ試験株數が過少の爲めで此株數を増せば區全體の傾向と一致したであらう.

IV. 土壤 pH 收穫直後各區内任意の 5 箇所から土壤を採りアンチモン電極法によりて pH を測定した. 第 3 表は其結果である.

第 3 表

區別	蒸溜水處理	KCl-處理
1	6.0	4.9
2	5.7	4.8
3	5.5	4.8
4	5.9	4.7

pH に對しては前記の植木鉢試験に於て認めたる如き上昇傾向は認められない. 其故海水施用による土壤鹽基度の増加は海水施用量と灌溉水の供給を適當に考慮すれば防止しらると考へるのであつて實際

農業上餘り重大でない.

要するに本試験と前試験により海水の適量施用は水稻生育に好影響を及ぼし增收を來す事

は明かである。而して之れが連用の影響に就ては目下考究中である。本實驗に使用せる海水は基隆水産試験場野村正大氏の供給によるものにして同氏に對し感謝の意を表す。

(昭和16年6月18日受理)

文 獻

- 1) LOMANITZ, S.: Soil Sci., 16, 183 (1923)
- 2) " Ibid., 18, 353 (1924)
- 3) BOLIN, P.: Chem. abs., 10, 2268 (1916)
- 4) 郡司 満: 蠶絲學報, 3, 27-43 (1939)
- 5) 福岡縣立農業試験場報告: 業務年報, 46 (昭和13年度)
- 6) " " (昭和14年度)
- 7) BEHREND, F. und G. BERG.: Chemische Geslogie., 418 (1927)
- 8) MIYAKE, Y.: Bul. Chem. Soc. Japan., 14, 29, 55 (1939)
- 9) " Ibid., 14, 461 (1939)
- 10) 西川, 前田, 緒方: 九大工學彙報, 13, No. 6 (1938)
- 11) HENDRY, G. W.: J. Amer. Soc. Agron., 10, 246 (1918)
- 12) PUFFELES, M.: Soil Sci., 47, 447 (1939)
- 13) 石橋: 日本農化會誌, 16, 245 (1940)
- 14) KELLEY, W. P., S. M. BROWN., and G. F. LIEBIG H.: Soil Sci., 49, 95 (1940)
- 15) 徳岡, 徐: 日本土肥雜誌, 14, 267 (1940)
- 16) TOTTINGHAM, W. E.: J. Amer. Soc. Agron., 11, 1-32 (1919)
- 17) 鈴木梅太郎著: 植物生理化學, 448 (1940)
- 18) HONCAMP, F.: Handb. der Pflanzenernähr u. Düngerlehre., I. (1931)
- 19) KOSTYTSHEW.: Physiologie der Pflanzen. (1933)
- 20) MASAÉWA, M.: Bod. u. Pflanzenernähr., 1, 39 (1936)
- 21) 保田 榮: 日本學術協會報告, 9, 498 (1934)-14, 91 (1939)
- 22) FÖYN, E., B. KARLIK., H. PETTERSSON and E. RONA.: Nature., 143, 275 (1939)
- 23) 小野寺伊勢之助著: 肥料學汎論(完), 270 (1939)
- 24) 川村一水著: 土壤學講話, 94 (1939)

Abstract.

Ueber die Düngewirkung des Meereswassers.

Matsuo TOKUOKA, Suisen DYO und Yoshiro KUNITAKE.

Es wurde die Düngewirkung des Meereswassers durch den Gefäss-bzw. Feldversuch mit der Sumpfreispflanze untersucht. Nach der neuesten Anschauung ist die Wirkung des Mikroelements auf den Wachstum der Pflanze immer bedeutsam geworden. Das Meereswasser, das die allermeisten Mikroelementen enthält, ist zweifellos die beste Quelle dafür, insofern die Giftwirkung des Chlors im Meereswasser zum Vorschein nicht kommt. Ausser dem enthält es einige wichtige Pflanzennährstoffe, z. B. K, Ca u.s.w.

Das Feldversuch dauerte von 2 IV. 1940 bis 19. VIII. 1940, und das Feldversuch von 16. VIII bis 3. XII in derselben Jahre. Diese beide Versuche haben die positive Düngewirkung des Meereswassers gezeigt, wenn auch die überschüssige Zugabe desselben nachteilig ist.

(Aus dem Institut für Bodenkunde und Düngerlehre, Taihoku Universität).