

干拓地水稻作에 있어서 Zeolite施用效果에 관한 研究

孫 熙 明* · 金 基 駿**

*農工利用研究所 江華支所 **建國大學校 農科大學

Studies on the Effect of Zeolite Application on Rice Growth and yield in Tidal Land.

H. M. Sohn* · K. J. Kim**

*Kanghwa Branch, Institute of Agr. Engr. & Utilization. **College of Agri., Konkuk University.

ABSTRACT

Zeolite was applied of the tidal land and its effect on growth and yield of the two rice varieties, Yushin and Jinheung, was studied. The salinity of the zeolite treated soil was lower than that of the control. The effect of zeolite on growth of rice was appeared at the maximum tillering stage. The remarkable effect of zeolite on grain yield appeared in the variety Yushin, an india type. The amount of 600 kg/10 a was recognized to be an optimum amount of the zeolite application in the tidal land.

緒 言

Zeolite는 그 特性에 따라 그 應用範圍가 擴大되어 여러 가지 用途가 開發되어 가고 있다. 農業分野에서는 土壤改良劑 및 肥効增進劑로, 畜産에서는 飼料添加劑로 크게 利用되고, 工業分野에서는 觸媒化學用 乾燥劑, 吸着劑로 利用되어 그 用途는 매우 多樣하다.

우리 나라 農耕地의 大部分은 土壤의 母岩이 花崗岩과 花崗片磨岩으로 構成되어 있으며, 이들 母岩으로부터 生成된 土壤은 砂質이고 降雨量이 많은 우리 나라에서는 鹽基의 溶脫이 甚하고 肥沃도가 낮다⁹⁾. 한편 우리 나라 西南海岸에 널리 分布되어 있는 海成沖積土인 干拓地 土壤은 鹽害를 덜기 爲해 土壤을 繼續 洗滌함에 따라 粘土의 流失 및 鹽基의 溶脫 등으로 地力의 低下를 招來하고 있다¹²⁾.

이러한 問題點을 解決하는 方法으로 化學肥料의 增施와^{1),7)} 一部 有機物 및 石灰 등의 土壤改良劑로 對處하고 있는 實情이다,

本 研究에서는 干拓地 水稻作에 있어서 灌溉水나 自然降水로 因하여 大部分 流失되는 肥料의 有効成分이 土壤 中에서 Zeolite와 混合 存在할 境遇 이들 成分이 Zeolite에 完全 吸收 保存되었다가 서서히 作物에 供給하는 特性을 活用함으로써 水稻의 生育 및 收量에 미치는 影響을 究明함을 主眼點으로 試驗한 結果 몇 가지 成績을 얻게 되어 이에 報告하는 바이다.

材料 및 方法

干拓地 水稻作에 있어서 Zeolite를 土壤改良劑 및 肥効增進劑로서 利用한다는 觀點에서 그 施用適量을 究明코저 10 a當 300 kg, 600 kg, 900 kg 및 對比를 위한 無施用區의 4水準을 두고 耕後後 碎土作業時 土壤에 混入하였고, 施肥量은 $N-P_2O_5-K_2O$ 로 12-6-7 kg/10a를 普肥區로, 普肥의 1.5 倍量인 18-9-10.5 kg/10a의 多肥區로 2水準을 두었다. 供試水稻品種은 우리 나라 中部地方의 獎勵品種인 “維新”과 “振興”으로 2水準을 두고, 試驗區는 細細區配置法으로 3反覆配置하고 區當面積은 9 m²로 하였다. 施肥方法은 窒素를 5:3:2로 分施하고 磷酸 및 加里는 全量 基肥로 施用하였으며, 移秧距離는 30×12 cm로 하여 6月 1日 移秧하고, 其他는 標準栽培法에 準하였다.

試驗期間中 土壤의 表土(0~10 cm) 鹽農度를 旬別로 測定(Electric Conductivity Meter에 의하여 測定)하였고, 水稻生育 및 收量構成要素를 調査하였다.

試驗圃場은 江華郡 吉祥面 所在 干拓地로 開闢 15年이 經過하였으며, 試驗前供試土壤의 理化學的 分析結果는^{9),11)} 表 1과 같고, 供試 Zeolite는 浦項 부근의 九龍 浦産으로 그 成分 分析結果는 表 2와 같다.

Table 1. Physical and chemical properties of the top soil.

Particle size distribution(%)			pH	OM(%)	Avail. P ₂ O ₅ (ppm)	Exch. Cation(me/100 g)			C.E.C(me/100 g)
CS	FS	CL				Ca	Mg	K	
1.0	84.0	15.0	7.5	1.0	224	1.79	5.44	1.33	10.5

Table 2. Chemical compositions of zeolite.

Item	Total(%)					
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	SiO ₂ /Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	K ₂ O	CaO
Zeolite	62.5	15.4	—	1.14	1.85	2.89

結 果

1. 土壤鹽度變化

旬別 土壤鹽度 測定은 자 Zeolite 處理區의 平均 測定值와 無施用區의 平均 測定值로 區分比較한바 그 旬別變異는 그림 1과 같으며 移秧期의 鹽度는 0.20~0.23 %로 移秧에 별 支障이 없었으나 6月中下旬에는 寡雨와 灌溉用水의 不足으로 0.3% 内外까지 上昇하였고, 그 以後에 降雨에 따라 若干의 影響을 받기는 하였으나 成熟期까지 점차 낮아졌다.

水稻作 期間 中の 兩 測定值를 比較하여 보면 移秧後 最高分蘗期인 7月中旬까지는 兩區의 鹽分濃度 差가 0.02~0.04 %이였으나 7月下旬부터 成熟期인 10月上旬 사이에서는 0.07~0.12 %로 그 差가 커져 Zeolite施用區는 無施用區보다 水稻 生育後期에 土壤鹽度の 減少가 顯著하게 促進되었다.

2. 生育狀決

移秧 直後의 活着과 葉의 伸長에는 別差가 없었으나 是高分蘗期에 이르러(表 3) 分蘗數와 草長의 生育에서

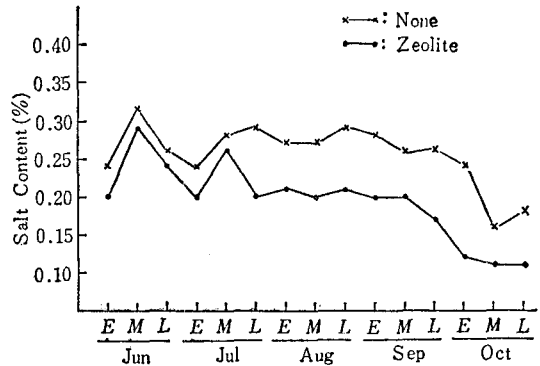


Fig. 1. Variance of the soil salt contents (Layer 0~10cm) during rice growing as related to application of zeolite.

處理間에 差異가 나타나고 있다.

“維新”의 最高分蘗期가 多肥區의 Zeolite 600 kg과 900 kg 施用區에서 3일이 빠른 7月 22日이며, 普肥區의 分蘗數가 “振興”에 비해 적은 結果는 特異하였다.

대체적으로 生育이 Zeolite 600 kg 施用區에서 普肥, 多肥 및 兩 品種 共히 良好한데 비해 300 kg 施用區에서는 低調하였다.

3. 收量構成要素 및 收量

收量構成要素 中 穗數와 一穗穎花數는 兩 施肥區 및

Table 3. Differences of the rice growing at the max. tillering stage treated by zeolite application.

Treatment		Yushin			Jinheung		
		Max. tillering st.	Length of leaf(cm)	No. of stem(ea)	Max. tillering st.	Length of leaf(cm)	No. of stem(ea)
1×Fert.	Z- 0	July 25	41.3	14.3	July 20	53.9	14.5
	Z-300	July 25	40.4	13.3	July 20	53.3	14.1
	Z-600	July 25	44.6	14.4	July 20	56.2	16.2
	Z-900	July 25	44.4	14.4	July 20	56.4	15.7
1.5×Fert.	Z- 0	July 25	47.3	17.5	July 20	57.0	15.6
	Z-300	July 25	46.4	14.9	July 20	56.2	14.3
	Z-600	July 22	50.7	19.7	July 20	59.0	16.2
	Z-900	July 22	50.3	19.7	July 20	57.7	16.2

Table 4. Variances of the yield components and the yield under the influence of zeolite application.

1) Variety: Yushin

Tregtmout		No. of spike per m ²	Ratio of avail. stem (%)	No of grain per spike	Ratio of fillea grain (%)	Wt. of 1000 brown grain (gr)	Ratio of milling (%)	Wt. of grain — Wt. of straw (%)	Yield of brown rice/10a (kg)	Yield index (%)
1×Fert.	Z— 0	296	75.6	96.4	75.0	20.7	80.7	131	292	100
	Z—300	293	78.9	96.8	77.0	20.3	80.0	139	314	107
	Z—600	301	75.0	99.2	81.3	21.3	81.7	128	371	127
	Z—900	287	71.5	97.2	78.2	21.0	80.0	131	346	118
1.5×Fert.	Z— 0	332	68.0	102.6	74.8	20.6	80.3	133	395	135
	Z—300	319	74.5	105.2	81.3	21.2	80.7	136	424	145
	Z—600	335	60.9	112.3	74.1	20.8	81.7	121	458	157
	Z—900	332	60.4	108.3	73.1	21.2	80.7	129	447	153

2) Variety: Jinheung

1×Fert.	Z— 0	307	75.9	72.1	89.8	24.9	86.5	117	357	100
	Z—300	332	84.4	65.8	90.2	24.9	86.0	113	356	100
	Z—600	351	77.8	74.5	84.0	24.3	87.0	116	385	108
	Z—900	327	77.1	72.5	89.3	24.3	85.8	125	360	101
1.5×Fert.	Z— 0	329	78.1	69.3	86.3	24.4	87.0	108	413	116
	Z—300	329	82.5	67.9	88.3	24.5	86.2	106	383	107
	Z—600	343	75.9	74.9	85.6	24.5	87.5	102	425	119
	Z—900	340	75.3	71.1	87.8	24.7	85.7	105	415	116

ANOVA for Yield

	F	LSD-5%	LSD-1%	CV(%)
A ₂ —A ₁	8.77*			6.39
B ₂ —B ₁	45.35**			9.71
C ₂ —C ₁			226.7**	15.84
A ₁ B ₂ —A ₁ B ₁				
A ₁ C ₂ —A ₁ C ₁		74.4*	453.4**	
B ₁ C ₂ —B ₁ C ₁		52.6*	320.6**	
A ₁ B ₁ C ₂ —A ₁ B ₁ C ₁		105.2*	641.2**	

(A : Zeolite, B : Fertilizer, C : Variety)

兩品種 共히 Zeolite 施用量的 増加에 따라 増加하는 傾向을 보였는데, 600 kg區가 가장 많았으며 穗數에 있어서는 “維新”이 “振興”에 비해 적었고, 그 差異는 普肥區에서 顯著하였으며, 穎花數에 있어서는 “維新”이 兩 施肥區間에 差異가 큰데 비해 “振興”에서는 別差가 없었다.

有効莖率과 登熟比率을 각 處理區 공히 Zeolite 300kg 施用區가 가장 높았으며, 多肥에 비해 普肥區에서 大體로 良好한 傾向이었다.

玄米千粒重과 精玄比率은 각 處理間에 큰 差異가 없었으며 다만 Zeolite 600 kg 施用區에서 精玄比率 약간 良好한 傾向을 나타내고 있다.

粗穀重對 澁重 比率은 “維新”에서 Zeolite 300>0> 900>600 kg순으로 높았으며, 이 結果는 玄米收量과는 反對傾向으로 나타났으며 “振興”에서는 일정한 傾向이 없었으나 普肥區가 多肥區에 비해 높은 比率이었다.

玄米收量은 각 處理 공히 Zeolite 600 kg과 900 kg 施用區에서 增收되었고, 300 kg 施用區와 無施用區間에는 差가 없었다. “維新”은 普肥區에서 “振興”보다 減收되었고 多肥區에서 若干 增收된 傾向이었다.

考 察

海成沖積土(干拓地)가 含有한 多量의 鹽類는 繼續的인

除鹽過程에서 粘土와 더불어 溶脫되어 下層에 集積되었 不透水層을 形成할 뿐만 아니라 施用한 肥料成分의 流失도 많음은 이미 알려져 있는 事實이다¹²⁾. 이러한 問題點을 解決하기 위하여 堆肥를 大量 施用하고 Mg 및 Ca 등의 投入으로 對處하고 있으나 粘土物 중에서 C.E.C가 높은 無機質系 土壤改良劑인 Zeolite를 施用하여 그 自體가 지닌 吸着 機能과 緩給作用을^{5), 6), 10)} 利用한다는 것을 매우 有效한 處理라고 본다.

또한 Zeolite의 保水力이 有效水分 範圍를 增加시켜 作物의 旱害를 避할 수 있게 함은 鹽害地에서의 萎潤含水量을 낮추고 圃場容水量을 增加시키는 것도 耐鹽性を 增進시키는 機作이 될 것이다.

한 便 鹽害는 鹽類 過多에 의한 直接的인 生育障害와 土壤溶液의 滲透壓 增加로 생기는 物理的 作用과 鹽基置換反應에 의해 생긴 Na粘土 및 Mg粘土의 異常量의 存在에 基因하는 間接的 生育障害가 있다.^{2), 13)} 이러한 鹽害地에서 Zeolite의 理化學的 特性에 의하여 鹽害를 덜 수 있는 間接的 抑制作用이 있을 것으로 期待된다.

일반적으로 沖積土에는 天然 Zeolite의 存在⁴⁾가 알려져 있으나 그 施用適量이 本 試驗에서 普肥 多肥區 공히 600kg로 얻어진 結果는 干拓地에 適用되는 適量이 될 것이며 朴⁶⁾은 砂質漏水畝에서 普肥下에서는 1.52ton/10a, 多肥下에서는 0.52ton/10a이 適量이라 하였고, 일반적인 土壤別 施用量基準¹⁰⁾에서는 250~500 kg/10a이고, 그 殘効期間이 약 7~10년에 이른다고 하였다.

同類의 無機質系 土壤改良劑인 Bentonite는 土性이나 漏水程度 등에 의해서 差異가 있으나 일반적으로 1~1.5 ton/10a가 適量이고, 沖積土에서는 約 4~5年の 殘効持續性이 있다고⁹⁾ 하였고, 農用改良劑로는 粒狀(10 mm 이하)으로 充分하다고는 하였으나 粉狀(200 mesh)이 效能面에서 약간 良好하다고 한다.

水稻 生育期間 중 土壤鹽度の 旬別 變化에 있어서 大體로 自然降雨과 灌溉水에 의한 影響을 받아 起伏은 있었으나 移秧期에서 成熟期로 가면서 漸減하였고, 落水後에 上昇하는 傾向은 干拓地畝의 特性과¹¹⁾ 同一하였다. 그리고 Zeolite 施用區에서 最高分蘗期 以後에 鹽分減量差가 無施用區에 비해 큰 것은 Na^+ 과 Cl^- 이 Zeolite에 吸着된 結果가 아닌가 推測된다.

本 試驗 遂行에 있어서 普肥區와 1.5 배 增施한 多肥區의 두 개의 施肥水準을 둔 것은 施用한 肥料成分의 多少에 의한 吸着과 緩給 및 肥効增進 機能을 水稻 生育과 收量面에서 觀察하는데 主眼點을 두었는데 多肥에서 그 機能의 增進效果는 뚜렷하게 보이지 않았으나 鹽

害地에서의 增施效果^{7), 13)}는 統計的 有意差로 認定되었고, 特히 “維新”에서의 增施效果⁸⁾는 收量에서 顯著하였다.

水稻 生育狀況은 生育 初期인 活着期에는 別差가 없었으나 最高分蘗期에 이르러 草長과 分蘗數에서 各 處理間에 差異를 나타내어 Zeolite 600 kg 施用區가 施肥 處理水準 및 品種處理區 공히 優勢하였고, 그 趨勢는 玄米收量에도 同一한 結果를 가져오게 하였다. 上記와 같은 結果로 보아 Zeolite施用 效果는 最高分蘗期 以前에 決定的으로 作用하였다고 推定된다.

그리고 多肥區에 있어서 Zeolite 600 kg과 900 kg 施用區에서 “維新”의 最高分蘗期가 약 3日 빠른 것은(表 3) 特異한 現象으로 그 原因은 앞으로 究明할 必要가 있다.

玄米收量の 增收要因은 收量構成要素 중 穗數와 一穗 穎花數이며, 이 結果는 任¹⁾이 指適한 收量 決定要因과 같고 其외의 構成要因은 收量과 負의 傾向이거나 一定한 傾向을 갖지 않았다.

“振興”의 收量이 普肥와 多肥兩區에서 Zeolite處理에 의해서 變異가 크지 않은 것은 水稻의 日本型과 印度型의 養分吸收와 그 밖의 生理機能에 根本的인 原因이 있었던 것으로 推測되며, 이 점도 앞으로 究明해야 할 課題라고 본다.

摘 要

干拓地 除鹽過程에서 流失되는 有效한 肥料成分을 吸着하고 緩給하여 肥効를 增進시키기 위하여 土壤改良劑인 Zeolite를 施用하여 水稻 生育과 그 收量에 미치는 影響을 試驗한 結果를 要約하면 다음과 같다.

- 1) Zeolite를 施用한 處理區에서의 土壤鹽度 變化는 最高分蘗期 以後에 無施用區에 비해 0.07~0.12 % 差로 減少되었다.
- 2) 水稻 生育에 있어서 Zeolite施用 效果는 各 구 공히 Zeolite 600 kg施用區가 良好하였으며 그 效果는 最高分蘗期에 顯著히 나타나 收量까지 影響을 미쳤다.
- 3) Zeolite施用區에 있어서 穗數 및 一穗穎花數는 增收要因으로 作用하였고, 有效莖率과 登熟比率는 收量과 負의 傾向이었다.
- 4) 玄米收量에 있어서 Zeolite施用 效果는 印度型인 “維新”이 日本型인 “振興”보다 顯著하게 나타났다.
- 5) Zeolite施用에 있어서 兩 施肥(標準肥區와 1.5倍肥區 및 品種(維新과 振興) 處理區 공히 600 kg/10 a가 適正量으로 認定되었다.

引用文献

1. 任炯彬. 1970. 干拓地에서 水稻 및 其他 作物의 耐鹽性에 關한 研究. 水稻 品種의 耐鹽性에 關한 實驗 科學術技處 p. 1~29.
2. 岩城鹿十郎, 川合通資, 池本節雄 1958. 水稻の鹽害に 關する 研究 日本作紀事, 第27卷 p. 77~78.
3. 金井 徹. 1970. ベントナイト 客土 日本 土壤肥料 學雜誌 第41卷, p. 49~54
4. 金子誠二. 庄子眞雄, 増井淳一, 1971. 水田土壤中のゼオライトについて(第2報), 日本土壤肥料科學雜誌 第42卷, 第11號, p. 407~412.
5. 美園 繁. 1962. 土壤改良劑の 現狀とその 性質, 日本農技研, 化學部 土壤物理研究室.
6. 朴聖泰. 1976. 砂質漏水稻 土壤에 對한 Bentonite 및 Zeolite의 施用效果에 關한 研究, 建國大學校 大學院
7. 試驗研究報告書. 1972. 干拓地 水稻栽培技術 確立 試驗, 施肥量對 施肥方法 試驗, 作物試驗場, p. 585~588.
8. 試驗研究報告書. 1975. 유근 施肥方法試驗, 湖南作物試驗場 p. 203~208.
9. 試驗圃場 精密土壤圃, 1975, 農村振興廳.
10. 土壤改良劑 ぞ라이트-S. 1969, 韓國ぞ라이트工業株式會社
11. UNSF-FAO, UNTID, 1967, FINAL REPORT ON THE KANGHWA PILOT DEMONSTRATION POLDFR.
12. 米田 茂男, 1958. 干拓地の 土壤肥料に 關する 綜説(I), 日本 土肥誌, 第28卷, 第10號, p. 34~38.
13. _____, 1958, 干拓地の 土壤肥料に 關する 綜説(II), 日本 土肥誌, 第28卷, 第11號, p. 27~31.

SUMMARY

As the tidal land is desalinated, the available elements of fertilizers are leached in the process of inundation and flushing in succession. In order to increase the effect of the applied fertilizers the zeolite, one of soil conditioners, which adsorbs the leached elements of the fertilizers and supplies gradually in a small amount, was spread to the tidal land. The effects of the zeolite on the growth, any yield of two varieties of rice, *O. Sativa* L. 'Yushin' and 'Jinheung'. The results were as follows;

1) The salinity of the soil solution from the zeolite treated soil was lower than that from the control. The remarked difference in the salt contents was shown 0.07 to 0.12% of NaCl after the maximum tillering stage.

2) The effects of zeolite on growth of rice were appeared at the maximum tillering stage and the effects influenced the yield of rice. The application of 600kg/10a of the zeolite made satisfactory progress to the rice growth.

3) Number of spikes and number of grains per spike in the plots treated with zeolite were the factors of increasing of the yield. On other hand, ratio of available stem and filled grain were negative tendency to the yield.

4) The remarked effects of the zeolite on yield of rice appeared in the variety of 'Yushin' which is an Indica type as compared with variety of 'Jinheung' which is a Japonica type.

5) The amount of 600 kg/10 a was recognized to be an optimum amount of the zeolite in both varieties and both levels of fertilizers.