

堆肥 施用이 米質特性에 미치는 影響

李龍煥*, 蘇奎鎬*, 黃光男*, 胡敦純**
農業科學技術院*, 尚志大學校**

Effect of Composts upon the Rice Quality

Lee Yong-Hwan* · So Kyu-Ho* · Hwang Kwang-Nam* · Ho Qyo-Soon**

**National Institute of Agricultural Science & Technology, 441-707 Suweon, Korea*

***Sang Ji University, 220-702 Won Ju, Korea*

ABSTRACT

For the environmental protection, it is more desirable to use compost rather than chemical fertilizer. So in this paper, the effects of compost upon the rice quality were investigated with Hwajin Rice as the test variety. The rice quality and physicochemical characteristics were examined and the results are as follows.

As to the rice quality, the rate of polished rice was high in the non-fertilizer and the compost plot, the degree of transparency was high in the order of the traditional, the compost+urea, the compost and the non-fertilizer plot.

The amylose content (one of the physicochemical characteristics of the rice), the rate of Mg/K, and the adhesivity and the cohesion power (characteristics of texturogram which show the density of boiled rice) were also high in the compost plot.

Among the amylogram characteristics, the gelatinization temperature was lowest in the compost plot ; the lowest and the highest degree of viscosity and the break down were also inclined to be higher in the compost plot than in the traditional plot.

After the soil test, the components of available phosphorus, organic matters, calcium, magnesium, potassium and silicate increased in the soil as compared with those before test.

Key words : compost effect , rice quality.

I. 緒 言

國民食生活水準의 向上으로 環境과 健康에 대한 國民的 關心이 높아지고 食品消費의 기호도가 양적인 면에서 질적인 方向으로 變貌하게 되었다. 주식인 쌀 栽培에 있어서도 이러한 경향은 같아, 보다 맛있는 양질의 쌀을 要求하게 되는 것은 당연한 趨勢이고, 벼 生産에 있어서도 高品質化 기법 研究가 활발하게 推進되기에 이르렀다.

化學肥料와 有機物 施用이 米質에 미치는 경향을 보면, 收量增大를 위하여 化學肥料를 過多 施用할 경우 米粒內 蛋白質 含量이 增加되고 無機成分 構成比가 (Mg/K比)가 낮아져 靑米와 心腹白米가 增加하여 完全米粒이 떨어지며, 밥의 硬度를 높이고 粘性을 떨어뜨리며 향과 맛을 低下시켜 米質이 低下되고, 특히 出穗期 以後의 追肥는 米質 向上에 매우 불리하며 有機物 施用이 米質에 미치는 影響은 産地, 圃場의 乾燥狀態, 벼의 乾燥方法, 倒伏等에 비해 변이폭은 적으나 쌀의 品質에 影響을 미친다고 한다.^{2,11)} 그러나 研究者⁹⁾에 따라서는 Amylogram 特性이나 Texturogram 特性이 無施用 보다는 나쁘다는 報告도 있다.

또한 定量的 化學肥料와 有機物을 併用할 경우 有機物 分解에 따른 窒素의 追肥 效果가 나타나서 米粒內 蛋白質 含量의 增加를 초래하여 쌀의 外觀 및 理化學的 特性을 低下시킨다는 報告도 있다.¹⁰⁾ 따라서 우리나라의 地力增進技術은 堆肥에 依存하고 있는 실정이므로 有機物 施用과 米質 特性과의 關係를 밝히는 것은 土壤管理와 쌀의 食味 向上을 위한 技術改善인 동시에 參考 資料가 될 수 있을 것이다. 本 研究는 堆肥施用이 土壤의 肥沃度 變化와 米質特性에 미치는 影響을 동시에 밝히므로서 有機農法에 대한 基礎 資料를 얻고자 試驗한 結果를 報告코자 한다.

II. 材料 및 方法

本 試驗은 京畿道 水原市 勸善區 西屯洞에 있는 農業科學技術院 圃場 (동경 129° 59' 북위 37° 16' 9 해발 36.7m)에서 1991년부터 1995년까지 5년간에 걸쳐 遂行 하였다. 試驗地의 土壤은 表土의 두께가 普通이고 灰褐色 微砂質 埴壤土 이며 表土의 土深은 10~20cm이며 排水가 약간 良好하고 透水性 및 流去는 매우 느린 유형에 속하는 華東統이었으며, Table 1에서 보는 바와같이 表土의 化學的 성질로 볼 때 이 土壤의 有機物 含量은 우리나라 보통 土壤의 平均値에 가까웠다.

施用한 有機物은 家畜糞尿(鷄糞) 와 톱밥을 1:1 중량비로 混合하여 製造한 堆肥이며 每年 同一한 方法으로 製造하였다. 그 主要 化學性은 Table 2 와 같이 全窒素 含量은 1.39~1.50%, 全炭素 含量 30.5~33.2%, C/N 比의 範圍는 21.6~22.1 이었다.

Table 1. Chemical properties of soil in the field where the experiments were conducted.

pH (1:5)	OM (g/kg)	P ₂ O ₅ (mg/kg)	Exch.(cmol+/kg)			SiO ₂ (mg/kg)
			K	Ca	Mg	
5.9	8	6	0.30	4.0	1.5	87

* 分析方法 : 農村振興廳 土壤分析法

Table 2. Major chemical properties of the compost used the experiments.

Treatment	T-C (%)	T-N (%)	C/N ratio	Water (%)	P ₂ O ₅ (%)	K ₂ O (%)	CaO (%)	MgO (%)
1 year	33.2	1.50	22.1	68.1	0.91	1.93	3.36	0.78
2 "	30.5	1.45	21.6	65.7	0.87	1.50	3.39	0.74
3 "	31.0	1.40	22.1	65.5	1.34	1.99	2.88	0.98
4 "	30.5	1.39	21.9	65.2	2.00	2.46	2.81	1.00
5 "	31.5	1.45	21.7	67.0	2.47	1.42	3.35	0.71
Mean	31.3	1.44	21.9	66.3	1.52	1.86	3.56	0.84

*T-N,T-C : Leco chn 1000 analyzer (Lecoinc., USA)를 사용하여 乾式燃燒法으로 分析.

試驗區는 Table 3과 같이 無肥區,NPK慣行區,堆肥區,堆肥+化學肥料 折衷區로 하여 無肥區는 肥料를 일절 使用하지 않고, NPK 慣行區는(N - P₂O₅ - K₂O) 11 - 7 - 8kg/10a, 窒素는 尿素, 磷酸은 熔成磷肥, 加里는 鹽化加里로 施用하고 窒素는 基肥50%, 分糞肥 20%, 穗肥20%, 실비10%로 分施, 磷酸은 全量 基肥로 加里는 基肥70%, 穗肥30%로 分施 하였고, 堆肥區는 化學肥料는 使用하지 않고 堆肥만 5,000kg/10a을 4월下旬에 全量 基肥로 施用하고 耕耘 하였다. 堆肥+化學肥料 折衷區는 總 窒素量의 70%는 堆肥로 施用하고, 30%는 尿素로 施用하였으며 其他 栽培方法은 農村振興廳 標準栽培法에 準 하였다.

쌀 品質調查 項目은 金³⁾ 이 使用한 方法에 따라 搗精特性 및 理化學的 特性을 調査 하였다. 搗精特性을 測定 하기 위하여 製玄率, 玄白率, 搗精率, 正粒率, 心腹白米率을 測定하였다.

Table 3. Fertilizing method and quantity. (kg/10a)

Fertilizing	Components			
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Organic matter
Non-fertilizer	0	0	0	0
Chemical fertilizer	11	7	8	0
Compost	0	0	0	5,000
Compost + urea	3.3	0	0	3,500

製玄率は正粗 1,000g을 玄米機 (Satake Huller)로 奪分 한 後 1.6mm 種子 選別用 체로 分離하여 얻은 玄米重을 正粗重 1,000g에 대한 百分率로 算出 하였으며, 玄白率は 玄米 1,000g을 精米機 (Satake Whitening, MCM-250)로 搗精하여 얻어진 白米量을 玄米量에 대한 百分率로 구하였다.

搗精率は 白米重/正粗重 $\times 100$ 으로 計算하고, 正粒率は 試料를 無作爲로 抽出하여 얻어진 試料중 完全粒 比率로 百分率을 구하였으며, 心腹白米率は 試料중 心腹白米의 比率로서 산정하였다. 米質의 判定을 위하여 白米의 品位判定은 農産物 檢査規程에 準하여 T-N과 Amylose을 구하고 食味와 關聯된 Texturogram, 粘性/硬度比를 調査하였다. 쌀의 無機成分 分析을 하기 위하여 完熟期에 試料를 採取하여 自然乾燥를 충분히 시킨후 白米를 Cyclometer Sample Mill로 分쇄하여 稱量 하였다. 窒素는 $H_2O_2 - H_2SO_4$ 습식 分解法을 利用한 Kjeldahl 法에 의하여 分析하였고 K_2O , MgO 는 ICP (Inductively Coupled Plasma) 로 測定 하였으며, 쌀의 Texturogram 特性은 白米 5g을 蒸溜水 8.3ml 와 함께 圓筒形알미늄 용기(내경 2cm, 높이 3cm)에 넣고 自動전기 밥솥에 炊飯하여 Texturo meter (Instron 1140)로 밥의 硬度 및 粘性을 測定 하였고 아미로스 含量分析은 요오드 비색정량 分析法에 의하여 定량하였으며, Amylogram의 測定은 쌀가루 45g을 蒸溜水 450ml의 蒸溜水에 풀어서 Brabender Amylograph에 의한 最高粘度, Brek down을 測定 하였다.

Ⅲ. 結果 및 考察

1. 搗精特性 및 白米品位

搗精 特性과 白米 品質을 判定 하기 위하여 製玄率, 玄白率, 搗精率, 正粒率, 心腹白米率을 調査한 結果는 Table 4와 같다. 搗精特性을 나타내는 形질들을 살펴보면 製玄率, 玄白率 및 正粒率에 있어서는 年차간 差異는 인정되나 形질간 一定한 傾向을 갖는 差異는 인정되지 않았다. 다만 心腹白米率は 化學肥料區에 비해 堆肥區에서 다소 낮은 傾向을 보였는데, 이와같은 結果는 作試報告⁷⁾와도 일치 하였다.

Table 4. Milling properties and quality of milled rice. (unit : %)

Treatment	1*	2*	3*	4*	5*
- 1991 -					
Non.fertilizer	80.0	91.9	74.3	93.4	0.6
Chemical fertilizer	83.1	92.4	76.8	91.7	4.4
Compost	82.0	92.3	75.4	93.4	1.7
Compost+urea	82.0	92.3	75.7	91.9	3.1
- 1992 -					
Non.fertilizer	82.4	93.4	77.0	89.9	6.5
Chemical fertilizer	82.9	93.7	77.8	87.8	8.3
Compost	82.2	93.6	77.6	90.1	6.7
Compost+urea	82.7	93.9	77.7	87.8	8.5
- 1993 -					
Non.fertilizer	82.9	92.4	75.8	94.2	1.5
Chemical fertilizer	81.4	92.1	74.9	92.3	3.6
Compost	82.2	89.2	75.8	94.2	1.9
Compost+urea	81.6	91.8	74.6	92.8	4.5
- 1994 -					
Non.fertilizer	82.9	92.3	76.5	60.3	1.2
Chemical fertilizer	83.9	93.8	77.4	73.6	1.6
Compost	83.8	92.8	77.7	72.0	1.3
Compost+urea	83.4	92.4	77.1	69.4	1.8
- 1995 -					
Non.fertilizer	81.6	91.8	74.9	95.8	2.6
Chemical fertilizer	82.9	91.9	76.2	90.7	3.6
Compost	83.2	91.2	76.7	92.2	1.3
Compost+urea	82.9	91.8	76.1	94.3	4.4

* 1 : Yield of brown rice. 2 : Yield of milled rice / brown rice.

3 : Milling yield. 4 : Head rice. 5 : White core & belly.

2. 食味와 關聯된 쌀의 理化學的 特性

쌀의 品質을 알아보기 위해 쌀의 理化學的 特性을 調査하였다. 쌀의 食味 評價는 人間의 感覺을 바탕으로 하는 官能 檢査法이 基本이다. 맛좋은 쌀과 맛없는 쌀이란 분명히 있기 때문에 쌀이 가지고 있는 理化學的 特性과 어떤 關係가 있는지에 대한 研究는 岡村⁵⁾, 稻垣⁸⁾, 田所¹³⁾, 澤村¹⁴⁾, 平尾¹⁵⁾ 등 많은 研究者들에 의하여 일찍부터 이루어졌다. 그러나 世界的으로 많이 調査되고 있는 食味關聯 쌀의 理化學的 特性으로는 Amylose 및 蛋白質 含量, Gel Consistency, Amylogram特性, Texturogram 特性, 炊飯特性 등이 있으며, 이들 特性중 Gel Consistency는 品種間, 産地間 差異는 인정되나 食味와의 關聯이 규명되어 있지 않으며, 金¹⁾ 등은 Amylose 含量 또한 栽培條件 보다 遺傳에 의한 品種의 差異가 크다고 하였으며, 또한 官能檢査에 따른 食味와의 相關關係를 볼 때 Amylogram 特性중

最高粘度, 最低粘度, Break down은 正의 相關關係이고, 밥의 Texturogram特性중 硬度는 負의相關, 黏性は 正의 相關이 食味와 높다고 報告하였다.

이상 米質의 檢定에 대한 研究報告와 關聯하여 本 實驗에서도 1993년도부터 3년간에 걸쳐 相異한 肥料處理가 쌀의 理化學的 特性에 미친 影響을 살피기 위하여, 쌀의 조단백질과 아밀로스含量 및 食味와 關聯이 있는 것으로 알려진 Mg/K比, Amylogram 및 Texturogram 特性을 調査하였다. 處理別 年次別 조단백질, 아미로스함량 및 Mg/K 등을 보면(Table 5) 이들 要因은 年次간에는 差異가 뚜렷 했지만 처리간 차이는 없거나 근소했다. 이는 堀野 등⁴⁾의 報告와 같은 傾向을 보였고, 밥의 조직감을 나타내는 Texturogram 特性의 경우도 年次間 差異는 뚜렷 했으나 處理間 差異는 없거나 근소했다. 다만 堆肥가 施用된 區 들에서 근소 하지만 化學肥料區에 비해 附着性은 낮은 반면 凝集性은 堆肥 施用區가 높아지는 傾向을 보였으며, 粘性/硬度比는 處理間에 큰 差異를 보이지 않았다.

Table 5. Physico -chemical properties of rice grains.

Treatment	Crude protein (%)	Amylose (%)	Mg/K (equivalent)	Texture(Instron 1000)		
				(V*/H*)	Adh*	Coh*
- 1993 -						
Non.fertilizer	6.94	17.9	0.98	0.12	1.40	0.24
Chemical fertilizer	6.89	18.4	0.96	0.11	1.25	0.25
Compost	6.92	18.6	0.98	0.11	1.12	0.25
Compost+urea	6.90	18.2	1.03	0.10	1.07	0.24
- 1994 -						
Non.fertilizer	7.16	20.2	0.99	0.17	1.64	0.22
Chemical fertilizer	7.24	20.1	0.90	0.16	1.88	0.23
Compost	7.35	20.0	0.93	0.15	1.75	0.25
Compost+urea	7.27	20.0	0.97	0.15	1.64	0.22
- 1995 -						
Non.fertilizer	7.37	20.8	0.98	0.10	1.05	0.24
Chemical fertilizer	7.56	20.4	0.99	0.09	1.00	0.22
Compost	7.81	21.2	1.00	0.09	0.79	0.25
Compost+urea	7.63	20.6	1.03	0.08	1.05	0.25

*V : Viscousness. H : Hardness. Adh : Adhesiveness. Coh : Cohesiveness

食味品質을 지배하는 Amylogram의 特性(Table 6)을 살펴보면, 糊化溫度的 경우는 年次間 處理間 差異가 없었으며, 最高粘度, 最終粘度, Break down과 Consistency 및 Set back 등의 경우는 年次間 差異는 현저 했으나 處理間 差異는 근소했다. 즉 最高粘度 및 最終粘度의 경우 1992년과 1993년 사이에 1.5배 내지 1.9의 差異가 있었으나 處理間 差異는 1992년 경우 最高 10% 정도에 그쳤다. 이들의 成績으로 볼 때 化學肥料를 적절히 施用할 경우 벼의 搗精特性과 쌀 品質等에는 影響을 끼치지 않을 것으로 생각된다.

Table 6. The effect of continued application of different fertilizer on the amylogram properties of rice in different years. (unit : B.U)

Treatment	1*	2*	3*	4*	5*	6*
-1991-						
Non.fertilizer	69.7	439	604	58	222	183
Chemical fertilizer	69.0	428	586	60	217	175
Compost	69.1	442	602	61	220	179
Compost+urea	69.0	422	580	59	217	175
-1992-						
Non.fertilizer	71.0	690	860	60	290	170
Chemical fertilizer	69.0	680	836	63	280	155
Compost	69.0	730	890	63	285	160
Compost+urea	70.0	665	815	60	270	150
-1993-						
Non.fertilizer	68.0	384	492	38	147	170
Chemical fertilizer	67.5	371	555	43	145	184
Compost	68.2	383	605	44	146	186
Compost+urea	67.4	348	526	40	146	187
-1994-						
Non.fertilizer	69.9	343	534	37	226	188
Chemical fertilizer	69.5	332	516	37	221	184
Compost	69.9	328	514	36	232	186
Compost+urea	69.1	339	526	38	225	187
-1995-						
Non.fertilizer	69.8	341	533	36	228	192
Chemical fertilizer	69.5	330	517	36	223	187
Compost	69.9	330	520	37	227	190
Compost+urea	69.3	347	525	37	225	188

* 1 : Gelatinization temperature (°C) 2 : Peak viscosity
 3 : Final viscosity 4 : Break down
 5 : Consistency 6 : Setback

3. 土壤 分析結果

土壤의 分析結果는 Table 1 및 7과 같다. 試驗前의 土壤중 有機物 含量은 8 g/kg로 매우 낮고 土壤酸度는 5.9로 나타났으나 堆肥 施用後 土壤의 有機物 含量은 11~12 g/kg로 현저히 增加되었고, 土壤酸度는 5.7~6.2로 중성에 가까워 堆肥施用에 의한 土壤緩衝 效果가 있는 것으로 나타났으며, 특히 土壤酸度는 慣行區와 化學肥料+堆肥區에서 더욱 낮아 이러한 사실을 입증했다. 土壤중 無機成分 分析에서 磷酸과 硅酸 및 置換性加里, 石灰, 마그네슘 含量도 堆肥 施用區가 현저히 높아 試驗前에는 磷酸과 硅酸이 6mg/kg과

87mg/kg에서 18mg/kg과 145mg/kg으로,加里,石灰,마그네슘이 각각 0.3, 4.0, 1.5 cmol⁺/kg에서 0.65, 4.9, 2.3cmol⁺/kg으로 높아져 試驗前 보다 이들 성분 모두가 增加 되는 경향을 보였다.

Table 7. Chemical components of soil after experiment.

Treatment	pH (1:5)	OM (g/kg)	P ₂ O ₅ (mg/kg)	Exch.cations(cmol ⁺ /kg)			SiO ₂ (mg/kg)
				K	Ca	Mg	
Non.fertilizer	5.9	9	7	0.22	4.4	2.1	85
Chemical fertilizer	5.7	9	13	0.28	4.7	2.1	85
Compost	6.2	12	18	0.65	4.9	2.3	145
Compost+urea	5.7	11	12	0.34	4.3	1.6	115

* 分析方法 : 農村振興廳 土壤分析法

IV. 摘 要

米質 向上을 위하여 堆肥를 施用한 效果를 규명하고자 化진벼를 供試하여 米質 및 理化學的 特性을 調査한 結果를 要約하면 다음과 같다.

1. 白米品位중 正粒率은 無肥區가 높았으며 心復白粒率은 慣行區 > 化學肥料+堆肥區 > 堆肥區 > 無肥區 順이었다.
2. 米穀의 理化學的 特性중 Amylose含量 및 Mg/K比, 밥의 조직감을 나타 내는 Texturogram 特性중 附着性과 凝集性도 堆肥施用區가 높았다.
3. Amylogram特性的 糊化溫度는 堆肥施用區가 낮았으며, 最低粘度, 最高粘度, break down도 慣行區보다 堆肥施用區가 높은 경향을 보였다.
4. 堆肥施用으로 試驗前 土壤에 比하여 有效磷酸, 有機物, 칼슘, 마그네슘, 加里, 硅酸成分이 增加하였다.

參 考 文 獻

1. 金光鎬·祭齋天·林茂相·趙守衍·朴來敬, 1988. 쌀 品質의 研究現況 問題點 方向, 韓作誌. 33(別號) : pp.1~17.
2. 金光鎬·崔海春, 1990. 良質米의 理化學的 特性과 食味評價技術 쌀品質 高級化 및 多樣化開發 심포지움, 作試 '90 輸入開放對應對策 45 : pp.85~94.
3. 金榮培, 1989. 우리나라 米穀의品質과 食味와의 相互關係.東國大學校, 博士學位論文, pp.7~10.

4. 堀野後浪・長峰司・岡本弘・福岡忠彦・細田浩, 1987. 溫暖地硬質米における食米關聯成分 相互關係 日作紀 56 (別 2) : pp.263~264.
5. 岡村保, 1940. 米穀の品質に關する研究, 農研特報號.
6. 農村振興廳農業技術研究所, 1988. 土壤化學分析法.
7. 農村振興廳 作物試驗場, 1989. 試驗研究報告書, 作物試驗場 : pp.534~537.
8. 稻尾乙丙, 1921. 食品學講義, 糧食研究會.
9. 石田博, 1990. 品質向上に關する研究, 栽培條件と米の品質, 北陸農試 : pp.28~34.
10. 李鍾勳・李殷雄. 1991. 食用作物學(1)稻作, 韓國放送通信大出版部 : pp.435~444.
11. 林茂相・吳龍飛, 1990. 良質米 生産栽培技術改善方案(쌀 品種高級化 및 多樣化開發 심포지움)作試 '90 輸入開放對應對策 45 : pp.68~75.
12. 竹生新太郎, 1983. 米の食味と理化學的 特性, 關聯澱粉科學 30 : pp.333~341.
13. 田所哲太浪, 1929~1932. 米の研究 (1~3輯) 成美當書店
14. 澤村鎮, 1917. 植物化學, 成美當書店.
15. 平尾菅雄, 1965. 白米食及のいわはる味の研究, 山協學園短期大學紀要.