

벼 栽培樣式別 緩效性 肥料 施用이 米質 特性에 미치는 影響

鄭 鎮 一

Effects of Slow-release Fertilizer Application on Rice Grain Quality at Different Culture Methods

Jin Il Cheong

ABSTRACT : This experiment was conducted to determine the rice quality between slow-release fertilizer(SRF) and conventional fertilizer (CF) with the amount of 100% and 80% under direct seeding on dry paddy field, respectively. In rice quality, the percentage of matured grain and immatured grain was higher in CF with machine transplanting than in SRF with direct seeding, and the less amount of fertilizer applied, the lower percentage of immatured grain was obtained.

The percentage of carbohydrate showed the difference between CF and SRF, and higher at the level of 100% applicated than that of 80% application.

The contents of fat and ash were higher in CF with less fertilizer, and there was no trend to different cultural methods but it was related to the amount of fertilizer in amylose content. The nitrogen and sodium content of milled rice was high in SRF under machine transplanting as well as direct seeding. Calcium and magnesium content showed high in direct seeding but there was not significantly difference between CF and SRF.

Key words : Rice, Grain quality, Culture method, Dry seeding, Slow-release fertilizer

노동력과 생산비 節減을 위한 直播栽培는 機械 移秧栽培와는 달리 育苗와 移秧作業을 하지 않기 때문에 作業시간이 節減되어¹³⁾ 栽培面積이 점차 擴大되고 있다. 그중 乾畚直播는 耕耘하지 않고 로타리작업과 동시에 과중이 가능하여 노동시간이 더욱 절감될 뿐만 아니라, 벼 移秧에 필요한 專用機械 없이 밭 작물에서 이용되는 播種機를 사용할 수 있으므로 機械利用 效率도 높일 수 있어, 省力化 栽培에 유용한 栽培法이다.

乾畚直播는 벼 종자를 乾畚狀態에 과중하여 재

배하기 때문에 湛水土中直播, 湛水表面直播 및 무논골뿌림재배에 비하여 立苗率이 높고 倒伏의 발생이 적은 잇점 등이 있지만 雜草防除가 어렵고, 米質이 떨어진다는 問題點이 있어¹¹⁾ 이들의 問題點들을 해결하기 위해 많은 시험 연구가 실시되고 있다. 특히 최근 식생활 수준 향상에 따라 良質米의 選好度가 急增하고 국제정세에 따른 自國의 農業 活路를 찾기 위해 쌀은 이제 多收性과 多樣化 및 高級化로 食味를 中心으로 하는 品質이 重視되고 있으며, 消費者의 요구에 副應하기 위하여는

* 湖南農業試驗場(National Honam Agricultural Experiment Station, RDA., Iksan 570-080, Korea)

〈95. 12. 22 接受〉

良食味 품종의 育成과 栽培技術의 改善 및 他用途 原料米에 필요한 加工適性 解明 等이 중요한 研究 課題가 되고 있다.¹⁴⁾

그러나 食味에 關與하는 요인이 매우 많고 환경에 따른 變異가 커서 아직 官能檢査와 비슷한 客觀的 米質 評價 方法을 얻지 못하고 있는 실정이지만 아밀로스, 蛋白質, 밥의 物理性, 쌀가루의 糊化特性 및 一部 無機成分 등이 관련성이 높아, 이들의 측정기구 개발과 정도 향상에 관한 연구가 集中的으로 遂行되고 있다.^{2,4,6,9)}

본 시험에서는 他 直播栽培에 比하여 立苗率이 높고 倒伏發生이 적은 乾畚直播 栽培에 施肥作業의 省力化 一環으로 개발되는 全層施肥用 緩效性 肥料와 既存 速效性 肥料의 사용량을 건담 트랙터 細條播栽培와 어린모 기계이앙 재배에서 검토하여, 수량과 米質의 변화를 보고자 遂行하였으며, 米質의 차이를 外觀上 米質과 有機成分, 無機成分 및 식미 檢정 등으로 細分하여 분석하였던 바, 몇 가지 結果를 얻었기에 報告하는 바이다.

材料 및 方法

本 試驗은 1993년에 萬金벼를 供試하여 微砂質 壤土인 湖南農業試驗場 水稻圃場에서 어린모 기계이앙과 乾畚直播栽培로 나누어 遂行하였고, 速效性 肥料인 單肥(尿素)를 대비하여 朝鮮肥料(株)에서 생산하는 緩效性 肥料(珪酸 Latex 被覆肥料, N-P₂O₅-K₂O=18-12-13)를 이용, 施肥量은 速效性 肥料의 慣行 施肥量인 N-P₂O₅-K₂O=11-7-8kg/10a를 基準하여 窒素施肥量を 100%區와 20% 減比한 80%區를 두었고, 分施比率는 基肥, 分蘖肥, 穗肥를 40:30:30%로 3회 分施하였고, 加里는 基肥와 穗肥를 70:30%로 2회 分施, 磷酸은 全量基肥로 施用하였다. 緩效性 肥料는 로타리전에 살포하여 全量 全層 施肥하였으며, 分量으로 慣行(어린모 機械移秧)대비 100%와 80% 및 窒素 無施用區를 두어 수행하였다. 어린모 기계이앙은 10日 苗로서 5月 10日에 파종하여 30×14cm 간격으로 이앙하였고, 乾畚直播는 어린모 기계이앙 파종일과 같이 5월 10日 施肥한 後, 트

랙터細條播機를 이용하여 로타리와 동시에 催芽 種子 6kg/10a을 파종하였고, 播種直後에 灌溉한 後 排水시켰으며 立苗後(播種後 30日)에 湛水하였다. 기타 재배 및 조사방법은 湖南農業試驗場 標準栽培法과 農村振興廳 調查基準에 준하였다.

米質에 관련된 특성으로서, 外觀上 米質은 玄米를 이용하여 精粒, 未熟粒, 被害粒, 死米로 구분하고, 精粒은 完全米, 心腹白米, 靑米로, 未熟粒은 乳白米, 靑米, 被害粒은 畸形米, 胴切米, 變色米 등으로 細分하여, 試料 20g을 無作爲로 抽出, 5반복 조사하였다. 有機成分分析은 白米 10g을 磨碎하여 NIR分析機를 利用, 炭水化合物, 脂肪, 蛋白質, 灰分, 아밀로스 等を 분석하였고, 알칼리 崩壞度는 KOH 1.4% 溶液으로 30℃에서 23시간 經過後 1~9等級으로 구분하였다. 그리고 無機成分分析은 白米試料 0.5g에 黃酸 5ml를 加하여 태운 後 200배액을 만들어 農村振興廳 植物體 分析方法에 따라 N는 Technicon Auto Analyzer II로, K, Mg, Ca, Na는 Perkin Elemer 2380을 이용하여 분석하였다. 活性 및 粘度分析은 白米 50g을 磨碎, 45g을 채취하여 물 450ml를 加한 後 Amylograph를 이용하여 糊化開始溫度, 最高粘度, 最低粘度, 降下粘度(breakdown), 降下粘度率(breakdown ratio) 等を 조사 분석하였다. 밥의 外觀上 米質과 食味檢定은 湖南農業試驗場 食味檢定要員 20명이, 外觀上 白米의 米質은 쌀모양, 潤澤, 心腹白, 맑음 정도를 보았고, 밥맛 檢정은 金星社 전기밥솥(同一製品)에 쌀과 물의 重量比率를 1:1.25로 하여 가열한 後, 炊飯 10分後에 밥의 모양과 냄새, 맛, 찰기, 질감 등으로 細分하여 檢정하였다.

結果 및 考察

1. 供試土壤의 特性

시험전·후 供試土壤의 理化學의 特性은 표 1과 같다. pH는 시험전·후와 施肥處理間에 큰 차이를 보이지 않았으나, 磷酸과 珪酸은 無處理區에 比하여 處理區에서 높았고 慣行인 速效性 肥料의 施用은 시험전과 큰 차이가 없었으나 緩效性 肥料

Table 1. Chemical properties of the topsoil before and after experiment

Division	Treatment	pH (1:5)	SiO ₂ (ppm)	P ₂ O ₅ (ppm)	OM (%)	Ext. cations(me /100g)				CEC (me /100g)
						K	Na	Ca	Mg	
Before exp.	—	5.9	87.0	82.3	3.9	0.15	0.50	4.21	1.35	8.04
After exp.	Without N.	5.9	79.0	75.0	3.6	0.23	0.53	3.88	1.58	8.68
	Conventional fert.	5.8	88.4	82.5	3.8	0.31	0.71	4.38	1.69	9.94
	Slow-release fert.	5.9	94.1	105.3	4.0	0.29	0.78	4.67	1.87	10.68

施用에서는 높았으며 鹽基飽和度나 주요 양이온들도 硅酸이나 磷酸含量과 같은 傾向이었다.

이 결과는 작물의 재배 및 施肥에 따른 것으로 보이며 특히 緩效性 肥料 施用區에서 磷酸과 硅酸 및 양이온의 함량이 높은 것은 緩效性 肥料의 肥效가 늦게까지 維持된데 基因된 것으로 보였다^{15, 16, 17, 18).}

2. 生育 및 收量 構成要素

乾畚直播栽培과 어린모 機械移秧栽培의 肥種別 施肥量에 따른 生育 및 수량 구성요소를 보면 표

2와 같다. 출수기는 기계이앙에 비하여 건답직파가 2日 정도 늦었으며, 速效性 肥料에 비하여 緩效性 肥料이 2~3日 遲延되었다. 施肥量別로 보면 속효성 비료에서는 차이가 없었으나 완효성 비료에서는 減肥(80%)施用이 1日 빨랐다. 稈長은 기계이앙재배에서는 肥種間에 차이가 없었으나, 건답직파에서는 차이가 컸으며 肥種別 施肥量間의 차이는 건답직파보다는 기계이앙에서 크게 나타났다. m²當 穗數와 粒數는 慣行栽培(378個/m², 32.7千個/m²)비하여 건답직파에서 많았고 두 재배유형 모두 緩效性 肥料에서, 그리고 施

Table 2. Comparison of rice yield and yield components between dry seeding and machine transplanting of infant seeding in different levels of conventional and slow-releasing fertilizer

Cultural method	Fertilizer	Amount of N. (%)	Lodging (0~9)	Heading date	Culm length (cm)	No.of panicle /m ²	No.of spikelets (×1,000/m ²)	Ripend grain ratio (%)	1,000 grains w.t (g)	Yield(kg /10a)			
										Milled rice	Index (%)		
M.T	Without N.	0	0	Aug.21	69	317	21.0	96.0	21.6	395	77		
		CF	100	1	Aug.21	84	378	32.7	94.0	21.0	516 ^b	100	
			80	0	Aug.21	80	365	29.6	93.7	20.9	487 ^c	94	
		Mean	—	—	Aug.21	82	372	31.2	93.9	21.0	502	—	
	SRF	100	3	Aug.24	85	429	33.1	92.3	20.2	534 ^a	103		
		80	0	Aug.23	80	405	31.5	93.8	20.2	517 ^b	100		
		Mean	—	—	Aug.24	83	417	32.3	92.1	20.2	526	—	
		D.S	Without N.	0	0	Aug.24	64	269	20.6	96.8	21.4	320	62
	CF			100	0	Aug.23	80	401	33.3	93.9	21.4	523 ^b	101
				80	0	Aug.23	76	394	32.0	93.5	21.6	518 ^b	100
Mean	—			—	Aug.23	78	398	32.7	93.7	21.5	521	—	
SRF	100		3	Aug.26	85	453	38.6	89.6	20.1	535 ^a	104		
	80		0	Aug.25	83	434	37.2	90.6	20.5	526 ^{ab}	102		
Mean	—	—	Aug.26	84	444	37.9	90.2	20.3	531	—			

M.T : Machine transplanting D.S : Dry seeding CF : Conventional fertilizer SRF : Slow-release fertilizer

肥량이 많을수록 많았다. 그러나 登熟率은 慣行栽培(94.0%)에 비하여 無窒素施用區만 높았고 모든 處理에서 낮은 경향을 보였는데, 건담직파보다는 기계이앙이, 그리고 완효성 비료보다는 속효성 비료에서 다소 좋았으며, 표준시비보다는 減肥施用에서 보다 높게 나타났다.

收量에서는 관행재배(516kg/10a)에 비하여 건담직파에서 1~4% 정도 增收를 보였고, 속효성 비료보다는 완효성 비료가 높았으며, 시비량이 많을수록 增收傾向을 보였으나, 완효성 비료의 標準施肥에서 倒伏이 되는 점을 고려하면, 지나친 增肥施用은 고려해야 할 것으로 보였다. 이러한 점에서 보면 上野 등^{17,18)}의 속효성 비료는 窒素이용율이 基肥 32.8%, 追肥 50%이고 완효성 비료는 基肥에서 收穫까지 61.5%라고 하여 완효성 비료가 效率이 높음을 보고하였고, Wada¹⁶⁾ 등은 Meister와 같은 완효성 비료는 벼 생육 후기에 식물체내 窒素含量을 높이는 특성이 있고, 窒素利用은 속효성 비료의 倍量이라고 하였던 바, 본 시험에서도 완효성 비료는 20%이상 減肥를 하여도 수량에는 크게 영향을 주지 않으며, 특히 省力化 側面에서 보다 유리하리라 생각되었다.

3. 外觀上 米質

速效性 肥料 대비 緩效性 肥料의 栽培類型 및 施用量別 外觀上 米質을 보면 표 3에서와 같다. 精粒비율은 速效性 肥料가 緩效性 肥料보다 높았고, 기계이앙이 건담직파보다 높았으며 施用量이 적을수록 높았다. 그러나 成熟靑米比率의 경우에는 반대로 기계이앙에 비하여 乾畚直播가 높았고 速效性 肥料 施用보다는 緩效性 肥料 施用에서, 그리고 施肥量이 많을수록 높았던 바, 특히 緩效性 肥料(100%, 80%)의 施用量間에는 기계이앙의 8.9%와 1.9%에 비하여 乾畚直播栽培가 22.3%와 15.1%로 매우 높았다.

이러한 경향은 未熟粒의 靑米에서도 비율은 낮으나 같은 傾向을 보였다. 그러나, 被害粒은 다소 차이가 있어, 기계이앙보다는 乾畚直播에서 사용량이 많을수록 높은 경향을 보였고, 栽培類型別 肥種과의 차이를 보면 機械移秧栽培에서는 速效性 肥料가 적고 乾畚 直播栽培에서는 速效性보다는 緩效性 肥料에서 적어, 乾畚直播栽培에서의 被害粒 程度는 緩效性 肥料가 우수함을 보였던 바, 그 영향은 胴切米나 畸形米보다는 變色米에서 크게 나타났다. 以上の 結果로 볼 때, 쌀의 外觀上

Table 3. Comparison of apparent rice quality in cultural methods applied different kinds of fertilizer

Cultural method	Fertilizer	Amount of N. (%)	Matured grain(%)			Immatured grain(%)			Damaged grain(%)			Dead grain (%)	
			Total	Nor-mal	Green	Total	Cha-lyky	Green	Total	Deformed	Broken		Rusted
M.T	Without N.	0	96.7 ^a	96.6 ^a	0.1 ^c	0.2 ^d	0.1	0.1	3.0 ^c	0.6 ^a	0	2.4 ^c	0.1
		100	97.3 ^a	97.2 ^a	0.1 ^c	0.5 ^{cd}	0.2	0.3	2.2 ^d	0.2 ^e	0	2.0 ^{cd}	0
		80	97.3 ^a	97.0 ^a	0.3 ^c	0.5 ^{cd}	0	0.5	2.1 ^d	0.6 ^a	0	1.5 ^d	0.1
	Mean	97.3	97.2	0.2	0.5	0.1	0.4	2.2	0.4	0	1.8	0.1	
	SRF	100	95.7 ^{ab}	86.8 ^b	8.9 ^b	1.6 ^{bc}	0.1	1.5	2.7 ^c	0.4 ^c	0	2.3 ^c	0
		80	97.1 ^a	95.2 ^a	1.9 ^c	0.8 ^c	0	0	2.9 ^c	0.4 ^c	0.1	2.4 ^c	0
Mean		96.4	91.0	5.4	1.2	0.1	0.8	2.8	0.4	0.1	2.4	0	
D.S	Without N.	0	96.3 ^a	96.1 ^a	0.2 ^c	0.2 ^d	0	0.2	3.5 ^{bc}	0.6 ^a	0	2.9 ^{bc}	0
		100	94.1 ^b	90.6 ^b	3.5 ^c	1.0 ^c	0.1	0.9	4.9 ^a	0.4 ^c	0.1	4.4 ^a	0
		80	95.3 ^{ab}	92.3 ^{ab}	3.0 ^c	1.2 ^c	0.1	1.1	3.5 ^{bc}	0.2 ^e	0	3.3 ^b	0
	Mean	94.7	91.5	3.3	1.1	0.1	1.0	4.2	0.3	0.1	3.9	0	
	SRF	100	92.3 ^c	70.0 ^d	22.3 ^a	3.1 ^a	0.1	3.0	4.5 ^{ab}	0.4 ^c	0.1	4.0 ^a	0.1
		80	95.6 ^{ab}	80.5 ^c	15.1 ^{ab}	2.3 ^b	0.3	2.0	2.0 ^d	0.5 ^b	0	1.5 ^d	0.1
Mean		94.0	75.3	18.7	2.7	0.2	2.5	3.3	0.5	0.1	2.8	0.1	

* M.T : Machine transplanting D.S : Dry seeding CF : Conventional fertilizer SRF : Solw-release fertilizer

米質은 鄭 등³⁾은 재배유형간 변이에서 건담직파가 다른 재배유형보다 完全粒比率이 낮고, 被害粒比率이 높다고 하였고, 白 등¹⁾은 完全粒比率이 높았다고 보고하여 상반된 결과를 보였으나, 金 등^{7,8)}과 鄭 등²⁾은 地域間 및 肥料施用量間에 따라 미질이 달리 나타나, 外觀上 米質은 재배환경에 영향을 크게 받음을 알 수 있었다.

4. 쌀의 有機成分과 無機成分의 含量 變異

1) 有機成分

재배유형과 肥種別 施用量에 따른 米質의 有機成分은 표 4에서와 같이 炭水化合物含量은 機械移秧에 비하여 乾畚直播栽培에서 낮았고, 完효성 비료보다는 속효성 비료의 사용에서 낮았으며, 肥種에 관계없이 窒素施用量이 적을수록 炭水化合物含量 比率도 낮은 경향을 보였으나, 窒素 無施用栽培에서는 乾畚直播栽培에서 높았다. 蛋白質含量은 炭水化合物含量과는 반대로 기계이앙이 건담직파보다, 速效性 肥料가 緩效性 肥料보다 그리고 施用量이 적을수록 높은 경향을 보였으며, 脂肪含

量은 栽培類型間에는 큰 차이가 없었으나 肥種間에는 緩效性 肥料보다는 速效性 肥料의 사용에서 높았고, 窒素 施用量이 적은 80% 施肥에서 높게 함유하였다. 灰分含量은 機械移秧보다는 乾畚直播가, 緩效性보다는 速效性 肥料가, 그리고 窒素 施用量이 적을수록 높은 경향이였으며, 찰성과 관련이 있는 아밀로스含量에서는 栽培類型과 肥種間에는 큰 차가 없었으나 窒素 施用量에 비례하여 增減하는 경향을 보였다. 또한 밥의 퍼짐성을 결정하는 알칼리崩壞度는 速效性과 緩效性 肥料와는 큰 差異가 없었으나 각 肥種別 窒素施用量間에는 아밀로스含量과는 반대로 施肥量이 적은 80% 施肥와 窒素 無施用區에서 높은 경향을 보였다.

2) 無機成分

각 處理別 無機成分含量 變異를 보면 표 5와 같다. 窒素의 함량은 機械移秧栽培보다는 乾畚直播栽培에서 높았고, 速效性 肥料보다는 緩效性 肥料에서, 그리고 窒素 施用量이 많을수록 높게 나타났으며, 칼리含量도 窒素含量과 같은 경향이였으나, 칼슘含量에서는 乾畚直播가 기계이앙보다, 速

Table 4. Comparison of physicochemical compounds of milled rice in cultural methods applied different kinds of fertilizer

Cultural method	Fertilizer	Amount of N. (%)	Chemical compound (%)					A.D.V (1~9)	
			Carbohydrate	Fat	Protein	Ash	Amylose		
M.T	Without N.	0	72.5 ^a	0.99 ^c	7.89 ^b	0.45 ^{bc}	16.5 ^{ab}	7.6 ^a	
		100	70.7 ^b	1.08 ^b	7.84 ^b	0.51 ^b	15.7 ^b	6.8 ^c	
		80	68.5 ^c	1.15 ^a	8.19 ^a	0.55 ^{ab}	14.5 ^d	7.7 ^a	
		Mean	69.9	1.12	8.02	0.53	15.1	7.3	
	SRF	100	72.6 ^a	1.00	7.69 ^b	0.51 ^b	16.6 ^{ab}	6.8 ^c	
		80	71.2 ^{ab}	1.02 ^c	7.76 ^{bc}	0.51 ^b	15.2 ^c	7.7 ^a	
		Mean	71.9	1.01	7.73	0.52	15.9	7.3	
		<hr/>							
		D.S	Without N.	0	73.3 ^a	1.05 ^{bc}	7.31 ^d	0.43 ^c	17.3 ^a
100	68.0 ^c			1.12 ^{ab}	7.47 ^{cd}	0.54 ^{ab}	16.7 ^{ab}	6.9 ^c	
80	67.2 ^c			1.18 ^a	8.04 ^{ab}	0.60 ^a	14.6 ^{bc}	6.9 ^c	
Mean	67.6			1.15	7.77	0.57	15.7	6.9	
SRF	100		72.6 ^a	0.93 ^d	7.20 ^d	0.53 ^b	16.8 ^a	6.7 ^c	
	80		69.4 ^b	1.07 ^b	7.81 ^b	0.57 ^a	14.4 ^d	7.3 ^b	
	Mean		71.0	1.00	7.51	0.55	15.6	7.0	

* A.D.V : Alkaline digestion value M.T : Machine transplanting D.S : Dry seeding

* C F : Conventional fertilizer SRF : Slow-release fertilizer

Table 5. Inorganic content of milled rice in cultural methods applied different kinds of fertilizer

Cultural method	Fertilizer	Amount of N, appl. (%)	Nitrogen %	Potassium mg/100g	Calcium mg/100g	Magnesium mg/100g	Sodium mg/100g	Ratio				
								N/K	Mg/K	Na/K		
M.T	Without N.	0	0.95 ^c	61 ^a	29 ^c	54 ^c	3.9 ^c	15.6 ^{cd}	0.89 ^d	0.06		
		CF	100	1.03 ^c	54 ^b	39 ^a	60 ^b	5.9 ^a	19.1 ^b	1.11 ^b	0.11	
			80	1.02 ^c	53 ^b	37 ^b	58 ^{bc}	5.5 ^b	19.2 ^b	1.09 ^b	0.10	
			Mean	1.03	54	38	59	5.7	19.2	1.10	0.11	
	SRF	100	1.25 ^b	58 ^{ab}	36 ^b	58 ^b	6.4 ^a	21.6 ^{ab}	1.00 ^c	0.11		
		80	1.17 ^b	56 ^b	36 ^b	56 ^c	6.0 ^a	20.9 ^b	1.00 ^c	0.10		
		Mean	1.21	57	36	57	6.2	21.3	1.00	0.11		
	D.S	Without N.	0	0.90 ^d	63 ^a	36 ^b	52 ^c	4.2 ^c	14.3 ^d	0.83 ^e	0.07	
			CF	100	1.10 ^{bc}	55 ^b	40 ^a	62 ^{ab}	5.5 ^b	20.0 ^b	1.13 ^b	0.10
				80	1.07 ^c	53 ^b	40 ^a	62 ^{ab}	5.2 ^b	20.2 ^b	1.17 ^a	0.10
Mean				1.09	54	40	62	5.5	20.1	1.15	0.10	
SRF		100	1.40 ^a	60 ^a	39 ^a	65 ^a	5.9 ^a	23.3 ^a	1.08 ^b	0.10		
		80	1.24 ^b	58 ^{ab}	38 ^a	64 ^a	5.9 ^a	21.4 ^{ab}	1.10 ^b	0.10		
		Mean	1.32	59	39	65	5.9	22.4	1.09	0.10		

* M,T: Machine transplanting D,S: Dry seeding CF: Conventional fertilizer SRF: Slow-release fertilizer

효성 비료가 緩効성 비료보다 높았으며 施用量이 작을수록 높아, 窒素 및 칼리의 함량과는 반대의 경향이였다. 또한 마그네슘은 乾畚直播栽培가 機械移秧栽培보다 높았고 施肥量이 많을수록 含有成分도 높은 것은 他成分들과 비슷하였으나, 栽培類型別 肥種間의 함량 변이를 보면 機械移秧에서는 速効성 비료가 緩効성 비료보다 높았고, 乾畚直播에서는 반대로 緩効성 비료가 速効성 비료보다 높게 나타나, 다소 差異가 있었으며, 나트륨 함량은 乾畚直播보다는 機械移秧에서, 그리고 速効성 비료보다는 緩効성 비료에서 窒素 施肥量이 많을수록 높게 나타났다. 成分間 比率에서 보면 N/K比率는 乾畚直播가 機械移秧보다 높았고 緩効성 비료가 速効성 비료보다 높았으며, 窒素 施肥量이 많을수록 높았다. 또한 Mg/K比率에서도 乾畚直播가 機械移秧보다 높았고 速効성 비료가 緩効성 비료보다 높았으나, 窒素 施用量이 많으면 낮아지는 傾向을 보였으며, Na/K比率에서는 乾畚直播에서는 肥種과 施肥量間에 큰 差異를 보이지 않았으나 施肥量이 많으면 다소 높은 경향을 보였다.

堀野 등⁵⁾과 松崎 등¹²⁾이 언급한 Mg/K比率이 食米에 미치는 영향이 크다는 것을 고려할 때 속

효성 비료가 完効성 비료보다 Mg/K비율이 다소 높았으나 재배유형간에는 큰 차이는 보이지 않았고 오히려 건담직파재배에서 다소 높게 나타나, 나중에 기술하는 食味檢定과 밀접한 관계를 보였으며, M/K比率뿐 아니라 N/K比率도 높게 關與함을 알 수 있었다.

5. Amylograph에 의한 쌀의 粘度 分析

표 6과 같이 쌀 澱粉의 糊化 開始溫度를 포함한 糊化 特性을 amylograph를 이용하여 재배유형 및 速効성 비료와 緩効성 비료의 차이 및 각 肥種別 窒素 施用量을 달리하여 비교 검토하였다. 糊化 開始溫度는 窒素 無施用區에서는 재배유형 구별없이 61.5℃의 비교적 낮은 온도에서 開始하였으나, 速効성 비료 施用區의 쌀은 62.5~62.8℃, 그리고 緩効성 비료에서는 63.3℃에서 開始하였던 바, 그 程度는 緩効성 비료에서 보다 높았고 標準施肥보다는 減肥한 80%施用에서 높게 開始하였다. 또한 最高粘度의 온도는 93~93.8℃에서 큰 差異를 보이지 않았으나, 最高粘度의 AU는 機械移秧보다는 乾畚直播에서 높았고 재배유형과 肥種間 모두 施肥量이 적을수록 높았다. 또한 最低

Table 6. Characteristics of pasting temperature and viscosity using amylograph in cultural methods applied different kinds of fertilizer

Cultural method	Fertilizer	Amount of N.(%)	Pasting temp.(°C)	Peak viscosity		Hot(paste) viscosity(AU)	Break down(AU)	Break down ratio	
				(°C)	(AU)				
M.T	Without N.	0	61.5	93.8	425	275	150	0.65	
		CF	100	62.5	93.5	418	265	153	0.63
		80	63.0	93.7	420	270	150	0.64	
		Mean	62.8	93.6	419	268	152	0.64	
	SRF	100	63.0	93.5	420	260	160	0.62	
		80	63.5	93.7	420	265	155	0.63	
		Mean	63.3	93.6	420	263	158	0.63	
		D.S	Without N.	0	61.5	93.8	432	270	162
D.S	CF	100	62.0	93.0	422	255	167	0.60	
		80	63.0	93.5	425	260	165	0.61	
		Mean	62.5	93.3	424	258	166	0.61	
		SRF	100	63.0	93.5	425	260	165	0.61
	80		63.5	93.5	430	260	170	0.61	
	Mean		63.3	93.5	428	260	168	0.61	

*M.T: Machine transplanting D.S: Dry seeding CF: Conventional fertilizer SRF: Slow-release fertilizer

粘度の AU는 最高粘度の AU와는 다소 달리 乾
 畚直播가 낮았으나, 施肥量이 적을수록 높은 것은
 最高粘度の 경향과 같았으며, 最高粘도와 最低粘
 度の 差인 breakdown은 乾畚直播에서 높았고,
 緩效性 肥料가 速效性 肥料보다 높았으며 施肥量
 이 많을수록 肥種에 관계없이 다소 큰 경향을 보
 였다. 金⁹⁾ 등은 品種에 따라서 쌀의 理化學의 特
 性和 아밀로그래프特性이 다르다고 하였는데 여기
 서는 同一品種일지라도 재배유형 및 시비량과 肥
 種間에도 아밀로그래프特性이 차이가 있음을 알 수
 있었다.

6. 쌀의 外觀上 米質과 밥맛 檢定

쌀의 外觀上 米質을 쌀모양, 潤氣, 心腹白 및 淸
 淸程度로, 밥맛 檢定은 밥모양, 냄새(香氣), 밥
 맛, 찰기 및 質感(씹히는 감각) 등으로 細分하여
 官能檢査를 실시한 결과(표 7), 外觀上 米質은 재
 배유형 구별없이 窒素 無施用區에서 가장 우수하
 였고, 緩效性 肥料보다는 速效性 肥料에서, 그리
 고 施用量이 적을수록 우수한 경향이었으나, 쌀의
 윤기는 速效性 肥料의 標準施肥量보다 減肥한
 80% 施用이 다소 潤氣가 떨어지는 傾向이었다.

밥맛 檢定은 外觀上 米質과는 달리, 밥모양은

速效性 肥料에서는 재배유형간에 큰 차이가 없었
 으나, 緩效性 肥料에서는 기계이앙보다 乾畚直播
 栽培에서 좋았으며 施用量이 많은 100%施用에서
 우수하였다. 香氣는 速效性 肥料 施用에서는 재배
 유형 및 施肥量間에 差異가 크지 않았으나 緩效性
 肥料 施用에서는 乾畚直播보다는 機械移秧에서,
 그리고 施用量이 80%보다는 100%施用에서 香氣
 가 높게 反應하였으며, 밥맛과 찰기는 비슷한 경
 향으로 機械移秧에서는 肥種에 관계없이 減肥한
 80%施用에서 좋았으나 건답직과의 경우 특히 緩
 效性 肥料는 減肥施用보다는 標準施用에서 보다
 반응이 좋았다.

쌀의 外觀의 품질은 粒形, 心腹白 程度, 光澤,
 透明度 및 完全粒比率 등에 결정되고^{4,7,10)} 食米는
 쌀의 糊化特性, 아밀로스, 蛋白質 및 微量元素 등
 의 直·間接 影響에 따른 밥의 組織感의 표현과
 밥 냄새 및 맛을 구성하는 微量의 化學的 성분
 의 影響에 의해 결정된다는 보고^{4,8,10)}와 같이 어떤 한 두가지
 요인만으로 종합적인 米質을 평가한다는 것은 매
 우 어려운 것이다.

이상의 결과로 미루어 보아 농업인구의 감소와
 高齡化에 따른 省力化 農法을 選好하는 경향에서
 施肥方法의 省力化인 緩效性 肥料의 施用은 外觀

Table 7. An aspects of apparent rice quality and palatability in cultural methods applied different kinds of fertilizer

Cultural method	Fertilizer	Amount of N.(%)	Apparent rice quality*				Palatability**					
			Shape	Gloss	Chalkiness	Translucency	Appearance	Scent	Taste	Stickness	Texture	
M.T	Without N.	0	H	MH	H	H	0.6	0.4	0.4	0.5	0.4	
		CF	100	MH	H	MH	H	0.8	0.4	0.4	0.3	0.7
		80	H	MH	MH	H	0.6	0.4	0.7	0.3	0.8	
		Mean	H	H	MH	H	0.7	0.4	0.6	0.3	0.8	
	SRF	100	MH	MH	M	M	0.9	1.2	0.7	0.7	0.7	
		80	MH	MH	MH	MH	0.8	0.9	0.9	0.6	0.7	
	Mean	MH	MH	MH	MH	0.9	1.1	0.8	0.7	0.7		
D.S	Without N.	0	H	MH	H	H	0.4	0.3	0.3	0.5	0.5	
		CF	100	H	MH	H	H	0.8	0.4	0.4	0.3	0.5
		80	H	M	H	H	0.6	0.6	0.8	0.3	0.6	
		Mean	H	MH	H	H	0.7	0.5	0.6	0.3	0.6	
	SRF	100	M	M	M	M	1.0	0.9	0.8	0.8	0.5	
		80	MH	MH	MH	M	0.9	0.5	0.5	0.5	0.6	
	Mean	MH	MH	MH	M	1.0	0.7	0.7	0.6	0.6		

* ML : Middle low M : Middle MH : Middle High H : High

** -2 : Considerably poor -1 : Slightly poor O : Medium +1 : Fair +2 : Good

上 米質은 다소 떨어지나 밥맛은 기계이앙 및 速效性 肥料 施用의 쌀에 크게 뒤지지 않고, 어떤 면에서는 보다 우수하게 나타나, 省力化 栽培에 따른 緩效性 肥料 施用 재배는 보다 國際競爭力 向上에 한 몫을 할 것으로 판단되었다.

摘 要

乾畚直播栽培에 施肥作業의 省力化 一環으로 개발되는 全層施肥用 緩效性 肥料와 既存 速效性 肥料를 乾畚 트랙터細條播栽培와 어린모 기계이앙재배에 施用 時, 재배유형 및 施用量別 米質의 변화를 보고자, 萬金벼를 이용하여 外觀上 米質, 有機成分, 無機成分, 찰성 및 밥맛 檢定 등으로 檢討한 結果는 다음과 같다.

1. 시험전·후 供試土壤의 理化學的 特性은 速效性 肥料 施用보다는 緩效性 肥料의 施用區에서 시험전에 비하여 磷酸과 硅酸 및 주요 양이온들의 含量이 높았다.
2. 현미의 外觀上 米質中 精粒比率은 速效性 肥料가 緩效性 肥料보다 높았고 어린모 기계 이앙

이 乾畚직파보다 높았으며, 窒素 施用量이 적을수록 높았다. 또한 未熟粒은 乾畚直播보다는 기계이앙이, 緩效性 肥料보다는 速效性 肥料에서 그리고 施用量이 적을수록 낮은 比率을 보였다.

3. m²當 穗數와 粒數는 乾畚직파가 기계이앙보다 많았고 緩效性 肥料가 速效性 肥料보다 많았으나, 登熟率은 반대로 기계이앙이 많았고, 速效性 肥料가 많았다. 收量은 慣行(516kg/10a) 대비 乾畚직파에서 1~4% 增收를 보였고, 速效性보다는 緩效性 肥料에서 施用量이 많을수록 增收 傾向을 보였다.
4. 쌀의 澱水化物含量은 기계이앙재배가 乾畚직파보다 높았고 速效性 肥料보다는 緩效性 肥料에서, 그리고 施用量이 많을수록 높은 傾向이 있으나, 蛋白質含量은 炭水化合物과는 反對의 傾向을 보였다. 脂肪含量은 栽培類型間에는 큰 差異가 없었으나 速效性 肥料의 施用이 緩效性 肥料보다 높았고, 窒素施用量이 적을수록 높게 含有하였으며, 灰分은 기계이앙보다는 乾畚직파가, 緩效性 肥料보다는 速效性 肥料가, 그리고 窒素施用量이 적을수록 높은 傾向이었으며

- 아밀로스함량은栽培類型과肥種間에는 큰 차이가 없었으나,施肥量間에 있어서는窒素施用量과 비례하여增減하는 경향을 보였다.
5. 쌀의 N, K 함량은緩效性肥料가速效性肥料보다 높고窒素施用量이 많을수록 높았으나, Mg 함량은窒素施用量이 많을수록 높았으며 기계이앙에서는速效性肥料가, 그리고乾畚直播에서는緩效性肥料가 높게含有하였고, Na 함량은緩效性肥料의施用에서 보다 높게含有하였다. 또한 Mg/K 비율은速效性肥料가緩效性肥料보다 높았고 기계이앙보다는乾畚直播에서 높게 나타났다. 그러나 N/K 비率は緩效性肥料가 높았다.
 6. 쌀의外觀上米質은緩效性肥料보다는速效性肥料施用에서 그리고窒素施用量이 적을수록 우수하였으나, 밥맛검정은栽培類型間에는 기계이앙이 건답직파보다 우수하였고,肥種間에는速效性肥料보다는緩效性肥料에서, 그리고窒素의減肥보다는 100%施用區에서 보다優秀한傾向을 보였다.

引用文獻

1. 白俊鎬, 李錫淳, 洪承範. 1993. 栽培樣式에 따른 벼生育特性和收量性. 韓作誌 37(6) : 550-556.
2. 鄭鎮一, 李善龍, 金鍾昊. 1995. 湖南平野地熟畚과干拓畚의收量 및米質特性比較. 韓作誌. 40(3) : 382-390.
3. _____, 石順鍾, 崔元永, 權泰午. 1995. 湖南平野 벼栽培類型別米質特性變異. 農業科學論文集. 37(2) : 61~67.
4. 崔海椿, 池定鉉, 李鍾燮, 金榮培, 趙守衍. 1994. 中南部平野地產 쌀形態 및理化學的特性의品種 및產地間變異. 韓作誌 39(1) : 15-26.
5. 掘野俊郎, 原城降, 阿江教治. 1983. イネ科穀物のリン, カリウム, マグネシウム含量とそのハ"ランス. 日作紀 52: 461-467.
6. 金基駿, 金光鎬. 1987. 栽培環境이 다른 쌀의理化學的特性에 관한研究. 韓作誌 32(2) : 234-242.
7. 金光鎬, 朱鉉圭. 1990. 벼品種의栽培地域에 따른米質特性變異, 1. 米質特性의地域變異. 韓作誌 35(1) : 34-43.
8. _____, _____. 1990. 벼品種의栽培地域에 따른米質特性變異, 2. 米質關聯形質相互間의關係. 韓作誌 35(2) : 137-145.
9. _____, 尹基豪. 1994. 쌀炊飯特性의品種間差異 및理化學的特性과의關係. 韓作誌 39(1) : 45-54.
10. 金榮培. 1989. 우리나라米穀의品質과食味와의相互關係. 東國大大學院博士學位論文 679.
11. 李載睨. 1969. 中部地方에서水稻乾畚直播栽培技術體系確立에 관한研究. 韓作誌 7 : 1-30.
12. 松崎昭夫, 高野哲夫, 坂本晴一, 久保山勉. 1992. 食味と穀粒成分および炊飯米のアミノ酸の關係. 日作紀 61(4) : 561-567.
13. 農村振興廳. 1990. 作目別作業段階別勞動力投下時間. 農業經營研究報告 第37號: 6.
14. 吳龍飛. 1993. 쌀食味關聯理化學特性의品種 및作期間變異와相關關係. 韓作誌 38(1) : 72-84.
15. 朴慶培. 1993. 緩效性肥料의全層施肥가벼生育과收量에 미치는影響. 韓作誌 37(6) : 499-505
16. Wada, G., R. C. Aragones and H. Ando. 1991. Effect of slow release fertilizer (Meister) on the nitrogen uptake and yield of the plant in the tropics. Japan Jour. Crop Sci. 60(1) : 101~106
17. 上野正夫, 態谷勝己, 佐勝之信, 井上母子, 田中伸幸. 1990. 土壤窒素と緩效性被覆肥料利用した全量基肥施肥技術. (その1) 水稻の理論的窒素吸收パターンと緩效性肥料の溶出パターン特性. 農業および園藝. 65(7) : 48~54
18. _____, _____, _____, _____. 1990. _____, (2) 土壤窒素の發現豫測と被覆肥料利用を基にした全量基肥一發施肥體系. 農業および園藝. 65(11) : 46~50.