

未熟畝에서 生牛糞 施用時期와 施用量이
水稻收量에 미치는 影響

金範泳 · 許範亮 · 趙丙玉 · 朴泳燮 · 李炳男*

Effect of Different Timing and Rates of Cattle Manure Application
on Rice Yield in Undeveloped Paddy Soil

B.Y. Kim, B.L. Huh, B.O. Cho, Y.S. Park and B.N. Lee*

Reprinted from
The Research Reports
of
The Rural Development Administration
Vol. 27, No. 2 (P-M & U), December 1985
Suweon, Rep. of Korea

未熟畚에서 生牛糞 施用時期와 施用量이 水稻收量에 미치는 影響

金範泳·許範亮·趙丙玉·朴泳燮·李炳男*

Effect of Different Timing and Rates of Cattle Manure Application on Rice Yield in Undeveloped Paddy Soil

B.Y. Kim, B.L. Huh, B.O. Cho, Y.S. Park and B.N. Lee*

ABSTRACT: Experiment was conducted to investigate the application timing and the rates of cattle manure with its effects on rice yield in undeveloped paddy soil. Cattle manure was applied at three different times (15, 30 and 60 days before transplanting) and four rates (0, 1, 2 and 3 MT/10a; moisture 70% basis) 10a). The optimum timing of cattle manure application was 30 days before transplanting, and maximum manure rates were 3.4 MT/10a by regression equation. Nutrients content in the rice plants increased in the manure of high-rate plots, but decreased in the chemically fertilized plot. Soil total carbon and nitrogen contents measured at harvest increased with manure rate applied but generally was not affected by timing of application. Cattle manure was a good source of organic matter for nitrogen.

緒 言

有機物は 土壤에 施用하면 分解되어 그 産物이 作物에 直接 營養分으로 供給되거나 土壤 物理性を 改善하여⁸⁾ 植物生長을 도와 줄 뿐만아니라 土壤微生物의 營養源이 되어 微生物의 活性을 높여 주는 複合效果를⁹⁾ 갖기 때문에 農業生産에 있어서 重要한 物質로 取扱되어 왔다.

畚土壤에 施用되는 有機物資源으로는 主로 糞, 堆肥 및 厩肥 등이 있고 이들 有機物은 腐熟程度에 따라서 分解時 生成되는 有機酸 및 가스의 障害와 微生物의 窒素脫取에 依한 窒素飢餓 등의 問題가 發生되며 또한 有機物分解와 窒素營養分의 過多供給에서 오는 被害에 對하여 有機物은 施用方法上 留意하여야 할 점이 많다^{4,5,6,11)}.

우리나라 農家는 예전부터 畜力을 利用하기 위하여 役牛를 飼育하고 여기서 副産되는 厩肥를 農耕地에 施

用하여 왔으나 近年에는 畜力이 動力化 되면서 役牛飼育이 肥育牛 經營形態로 바뀌어 집에 따라 生産되는 牛糞이 堆肥化 되지 못하고 그대로 放置되어 水質汚染 및 公害物質化 되는 實情에 있으며 이를 農土에 多量 施用하여 作物生育에 被害를^{1,19)} 주고 있다.

松崎等은¹³⁾ 生牛糞을 畚土壤에 施用할 경우 窒素量으로 換算하여 化學肥料의 3倍量 程度가 適當하며 灌水時에 異常還元이 생기지 않도록 施用時期를 移秧前에 미리 앞당겨야 한다고 하였고 稿元은¹⁹⁾ 畚土壤에 牛糞을 施用할 경우 生牛糞은 3~4 噸/10a 이 適量이라고 하였으며 志賀는^{12,20)} 有機物分解 速度는 土壤의 種類, 土性, 透水 및 積算地溫에 따라 다르다고 하였다.

本試驗은 肥育牛 農家에서 多量 生産되는 牛糞의 效率의 인 施用方法을 찾기 위하여 比較的 分布面積이 많고 有機物의 施用效果가 認定되는⁸⁾ 未熟畚土壤에서 生牛糞의 施用時期와 施用量の 差異가 水稻의 收量과

* 江原道農村振興院 (Gangweon Provincial Rural Development Administration, Chuncheon, Korea)

土壤의 化學性 變化에 미치는 影響을 究明한 結果를 報告하는 바이다.

材料 및 方法

供試材料로서 土壤은 春川市 牛頭洞 江原道 農村振

興院 院內 圃場의 未熟畜 微砂質壤土(窺岩統)로 表土의 化學的 性質은 表1과 같이 有機物과 珪酸含量이 낮고 品種은 稻熱病에 弱한 秋光벼를 使用하였다. 牛糞은 肥育牛農家에서 生産된 것으로 그 化學的 成分은 表2와 같이 全炭素量 19.6% 全窒素量 1.36%며 Hemicellulose 17.4%, Lignin 18.5%로서 窒素分

Table 1. Chemical properties of soil used

pH	OM (%)	T - N (%)	Av. P ₂ O ₅ (ppm)	Av. SiO ₂ (ppm)	Exch. cation (me/100g)			C. E. C. (me/100g)
					K	Ca	Mg	
6.4	1.7	0.131	81	77	0.30	5.6	1.1	10.08

Table 2. Chemical compositions of cattle manure

(Unit: %)

Moisture	* pH	* T-N	T-C	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
81.5	7.4	1.36	19.6	2.06	1.71	0.23	1.21
Hemice- llulose	Cellulose	80% H ₂ SO ₄ insoluble**		C/N	NH ₄ -N*		
17.4	5.6	Lignin	Ncomed.	ratio	(ppm)		
		18.5	3.9	14.5	270		

* Wet sample

** Lignin = C x 1.724, N compd. = N x 6.25

病虫害 防除와 其他 圃場管理는 標準耕種法에 準하였으며 生育 및 收量調査는 農事試驗研究調査基準에 準하여³⁾ 9月 15日에 收穫하였다.

生牛糞, 土壤 및 植物體 分析은 農技研 標準法에 準하였으며²⁾ 土壤中 암모니아態 窒素量은 Nelson法²¹⁾, 窒酸態 窒素量은 安藤法¹⁰⁾으로 하였다.

結果 및 考察

이 높았다.

處理 主區는 施用時期를 3水準(移秧前 60日, 30日, 15日), 細區로 施用量을 4水準(0, 1, 2, 3 畧/10a)으로 하여 分割區配置 3反覆으로 1區面積을 18 m²로 하였다. 區劃作成에 있어 反覆은 흙으로 뜯을 만들고 處理間에는 Plastic Sunlight 로 칸막이를 하였다.

材料處理方法으로 生牛糞 施用은 施用時期마다 그때 生産된 것을 가지고 水分含量을 測定하여 水分 70% 水準으로 補正, 全面에 高루 散布하여 無灌水狀態로 放置하였다가 移秧 3日前에 耕耘하였다.

化學肥料 N-P-K는 11-7-8 kg/10 a로 하였으며 肥種은 尿素, 熔過磷, 鹽化加里이고 分施方法은 窒素를 50:20:20:10으로 하고 磷酸은 全量 基肥, 加里는 基肥 70%, 穗肥 30%로 施用하였다. 이 外에 珪灰石 200 kg/10a을 移秧 13日前에 全面 散布하였다.

移秧은 保溫折衷못자리에서 育苗한 48日 苗를 '84年 5月 30日, 30 x 12 cm(坪當 92株)로 株當 4本씩 하였다.

生牛糞의 施用時期와 施用量에 따른 正租收量은 表3에서와 같이 施用時期間에는 移秧前 30日 水準에서 收量이 가장 增加되었고 施用量間에는 施用量에 따라 모두 有意性 있는 收量增加를 보였다.

施用時期에 따른 收量은 移秧前 15日이 移秧前 30日과 60日보다는 有意性이 있게 減收되지만 移秧前 30日과 60日間에는 有意性 있는 차이가 아니므로 生牛糞施用時期는 移秧前 30日 以前이 適期였으며 이는 藤原등이¹¹⁾ 未熟糞尿는 土壤중에서 約 1個月 程度지

Table 3. Unhulled rice yield on the timing and rates of application

Manure rate (MT/10a)	Days before transplanting			Average Index	
	60	30	15		
0	667	669	640	659	100
1	721	747	683	717	109
2	775	833	765	791	120
3	822	851	805	826	125
Average	746	775	723	748	-

C. V. = 3.6%, L. S. D. (5%) = 42.9 (Timing)

L. S. D. (5%) = 22.7, (1%) = 31.1 (Rate)

나면 作物生育 障害物質이 分解되어 없어 진다고 한 결과와 一致되는 傾向을 보였다.

生牛糞 施用量間的 增收比率은 1 畝區에서는 9%이고 3 畝區에서는 5%로 떨어 진것으로 보면 適量은 이보다 많아질 것이나 效率面에서는 큰 效果가 기대되지 못할 것으로 推論되고 效果가 가장 좋은 施用時期인 移秧前 30日의 收量으로 2次 回歸式을 보면 $\hat{Y} = -16.591x^2 + 148.19x + 527.35$ 이며 여기서 適正施用量은 3.4 畝/10a인 것으로 나타났다. 이는 松崎¹⁹⁾ 등이 畝土壤에서 生牛糞施用量을 化學肥料과 換算한 10a 當 3~4 畝 이라고 한 것과 一致된다.

正租收量에 대한 處理效果가 收量構成要素와의 關係는 表 4 와 같다. 正租收量과 株當穗數와는 1%의 正相關關係가 있었고 穗當粒數와는 施用時期가 移秧前 60日에 處理한 區만 제외하고 1% 正相關을 보였다.

그러나 登熟率과는 移秧前 60日과 15日 區에서 1%의 높은 負相關關係를 보였고 移秧前 30日 區에서는 5%의 負相關 이었다.

Table 4. Correlation (r) between yield and yield components with the timing of application

Yield components	Days before transplanting		
	60	30	15
Panicles / hill	0.9469**	0.8978**	0.8345**
Grains / panicle	0.4373	0.8739**	0.8088**
1000 grain weight	-0.0814	-0.2793	-0.4884
Maturity	-0.8142**	-0.7105*	-0.7798**

이는 生牛糞 施用이 生育初期인 有效分蘗期때에 施用時期 3 水準 모두 窒素營養分이 充分하였고 幼穗分化期에서는 移秧前 30日과 15日은 充分하였지만 60日 水準에서는 不足하였거나 또는 吸收利用이 어려워 粒數 增加에 寄與하지 못한 것으로 보이며 이로 인하여 移秧前 60日 水準이 30日 水準보다 收量이 낮은 것으로 推論되었다. 한편 登熟率과 負의 相關을 보인 것은 收量減收要因으로서 牛糞이 分解하는 過程에서 有機化되었던 窒素가 後期에 放出되어 收穫期에 까지 窒素營養分이 높았기 때문인 것으로 思料되었다. 이는 許等²⁰⁾이 窒素分이 많을 때 株當穗數와 穗當粒數는 增加하지만 登熟率과 千粒重은 낮아진다고 報告한 것과 一致되었다.

土壤中 NH_4-N 含量을 移秧後 25日과 出穗期에 分析한 結果는 그림 1 과 같이 移秧後 25日이 50~130 ppm이고 出穗期는 25 ppm 以下이었으며 牛糞施用時期로는 移秧前 30日이 移秧前 60日이나 15日보다 많았다.

施用量 水準別로 보면 移秧前 30日 施用區를 제외하고는 10 ppm 程度의 差異를 나타내며 無施用區 보다는 施用區가 30 ppm 以上の 差異를 보였다.

青山²¹⁾에 依하면 室內試驗에서 牛糞堆肥를 Incubation 시켜 본 結果 NH_4-N 含量이 6~8 週까지 가장 增加되었다고 報告한 것으로 보면 移秧後 25日경이 본 試驗에서도 最大에 달하였을 것으로 ^{22,23)} 보인다. 이와 같이 NH_4-N 含量이 生育時期에 따라 다르게 나타난

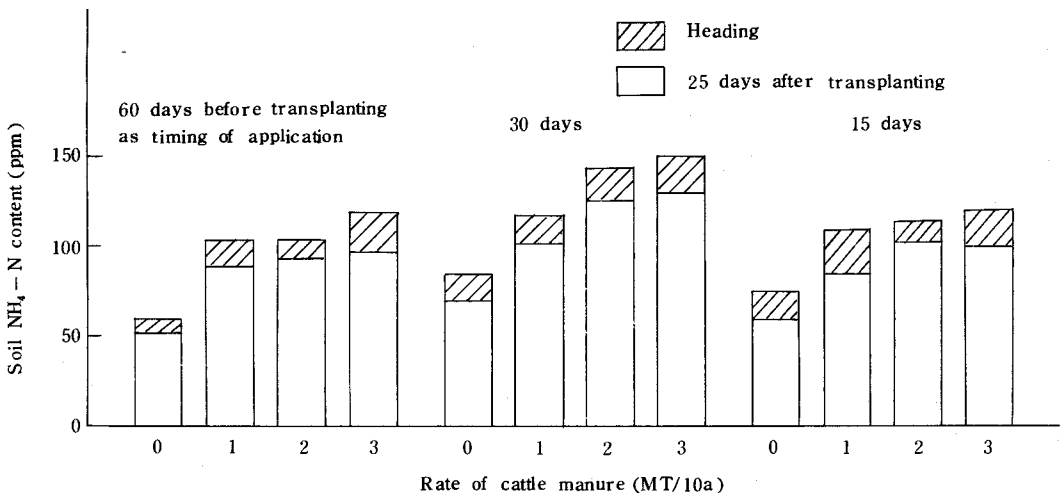


Fig. 1. Soil NH_4-N contents from the rates of application at 25 days after transplanting and heading stage.

다고 보면 移秧前 30日에 3톤 施用區에서 NH_4-N 의 높은 水準을 보였는데 正租收量도 이 處理區에서 가장 增收되었다. 이는 水稻體가 窒素養分을 가장 必要로 하는 時期에 供給하였다고^{17,23)} 볼 수 있다. 또한 收量構成要素와의 關係를 보면 收量과 穗數가 高度의 正相關이었던 것으로 보아 有效分藥時期 窒素營養供給이 牛糞施用量 增加에 따라 높은 것을¹⁶⁾ 잘 나타낸 것이라 하겠으며 幼穗分化期의 窒素分析은 成積이 없으

나 收量과 構成要素와의 相關으로 보아 移秧前 60日 處理區의 土壤中 窒素含量이 낮았을 것으로 推論된다. 그리고 收量과 登熟率과는 負의 相關이었는데 이는 牛糞中 窒素의 影響이 컸음을 알 수 있었다.

生牛糞 處理에 따른 植物體中 無機養分含量을 보면 表5에서와 같이 牛糞施用으로 全窒素含量은 無施用區보다 增加되었으나 施用量이 많을수록 약간씩 增加될 뿐 施用時期間에는 一定한 傾向이 없었다.

Table 5. nutrients content in rice plant at harvesting stage

(Unit: %)

Timing (DBT) *	Manure rate	T-N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	SiO ₂	SiO ₂ /T-N
-	0	0.63	0.34	2.19	2.88	0.13	6.2	9.8
	1	0.71	0.48	2.19	2.98	0.15	6.4	9.0
	2	0.63	0.37	2.36	3.01	0.13	6.7	10.6
60	3	0.67	0.34	2.34	3.05	0.12	6.4	9.5
	1	0.67	0.43	2.17	2.98	0.12	7.0	10.4
	2	0.69	0.29	2.46	3.12	0.13	6.4	9.3
30	3	0.73	0.31	2.54	3.22	0.13	6.7	9.2
	1	0.62	0.25	2.19	3.05	0.12	6.7	10.8
	2	0.79	0.24	2.50	3.29	0.12	6.2	7.8
15	3	0.77	0.24	2.42	3.29	0.12	6.7	8.7

* DBT: days before transplanting.

K₂O와 CaO含量은 牛糞施用에 따라 顯著한 增加를 나타냈으며 MgO와 SiO₂含量은 處理間에 큰 傾向은 보이지 않았다. 磷酸含量은 收量이 가장 낮았던 移秧前 15日 處理區에서 牛糞施用量에 따라 다른 處理보다 낮았다.

表6은 收量과 養分吸收量과의 相關關係이며 磷酸吸收量과 收量은 相關關係가 없고 他 成分과는 모두 높은 正의 相關關係를 보였으며 그중 窒素吸收量의 相關關係가 가장 컸는데 이는 앞서 論한 바와 같이 牛糞의

Table 6. Correlation(r) between yield and nutrients content of the rice plant at harvesting stage

T-N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
0.8923**	0.6246	0.8651**	0.8427**	0.8181**

施用效果로 窒素成分과 가장 關係가 깊음을 시사하고 있다.

上材等¹⁴⁾은 牛糞厩肥施用으로 窒素吸收量은 施用量 增加에 따라서 增加하나 磷酸吸收量과의 相關이 적다고 報告하였고 本 試驗에서 移秧前 15日 處理區에서

Table 7. Total carbon, nitrogen and exchangeable cation contents in the paddy soil at harvesting stage

Timing (DBT) *	Manure rate	pH (1:5)	T-C (%)	T-N (%)	C/N ratio	Ex. cation (me/100g)		
						K	Ca	Mg
-	0	6.4	1.22	0.123	9.5	0.26	5.6	1.2
	1	6.4	1.20	0.132	9.1	0.28	5.2	1.5
	2	6.4	1.24	0.138	9.0	0.33	5.2	1.4
60	3	6.4	1.42	0.162	8.8	0.35	5.6	1.0
	1	6.4	1.16	0.148	7.8	0.42	5.6	1.6
	2	6.5	1.42	0.172	8.3	0.32	4.6	1.3
30	3	6.5	1.51	0.155	9.7	0.34	5.6	1.2
	1	6.7	1.32	0.144	9.2	0.31	5.7	2.1
	2	6.6	1.41	0.165	8.5	0.29	5.3	1.6
15	3	6.5	1.34	0.162	8.3	0.36	6.1	2.2

* DBT: days before transplanting

減收된 要因이 牛糞分解 過程中 磷酸吸收阻害物質의 生成¹⁹⁾에 基因된 것으로 思料되나 이에 對하여는 더욱 檢討하여야 할 것으로 본다.

牛糞施用에 따른 土壤肥沃度 增進效果는 表 7에서와 같이 土壤中 pH, 置換性 Ca와 Mg 含量이 處理間에 一定한 增減의 傾向을 보이지 않지만 全炭素量, 全窒素量, 置換性 加里含量에 있어서는 施用量間에 다소 差異가 있으며 全般的으로 施用量이 增加함에 따라서 이들도 增加되는 傾向을 나타내고 있어 이들의 蓄積效果가 있었으나 施用時期間에는 뚜렷한 變化를 보이지 않았다.

以上에서 論한 바와 같이 未熟畜土壤에 生牛糞을 施用하면 窒素養分의 供給效果가 뚜렷하고 施用時期는 移秧前 30日 以前에 處理하고 施用量은 10a當 生牛糞 3톤 程度까지는 病虫害의 被害를 받지 않으면서 收量 增收을 기할 수 있고 아울러 土壤中에 有機物, 窒素 및 置換性 加里含量을 높일 수 있다고 思料된다.

摘 要

本 試驗은 未熟畜土壤에서 生牛糞을 施用할 때의 施用 問題點과 有機物의 效果를 檢討하기 위하여 施用 時期와 施用量을 달리한 增收效果, 水稻體의 養分含量 및 土壤肥沃度 變化에 關하여 試驗한 結果를 다음과 같이 要約한다.

1. 供試 生牛糞은 水分 81%, 全炭素量 19.6%, 그리고 全窒素量 1.36%이었다.
2. 生牛糞 施用時期로는 移秧前 30日 以前이었으며 施用量에 따라 收量은 增加되었으나 適正施用量은 移秧前 30日 處理區에서 3.4톤이었다.
3. 移秧後 25日의 土壤中 NH₄-N含量은 移秧前 30日 處理區에서 가장 높았으며 施用量이 많을수록 높았다.
4. 牛糞施用으로 水稻體中の 無機成分含量과 收量은 磷酸을 제외하고 모두 高度의 正相關 關係를 보였다.
5. 牛糞施用으로 土壤中の 有機物, 窒素 및 加里含量이 增加되었다.
6. 牛糞은 有機物資源으로서 窒素利用率이 높은 것으로 思料되었다.

引 用 文 獻

1. 김원출, 박문희, 황광남, 노재승, 이성재, 박준규. 1984.

家畜糞尿 施用이 土壤의 化學的 性質 및 作物生育에 미치는 影響. 農技報: 265-278.

2. 農村振興廳. 1979. 土壤化學分析法. 農業技術研究所.
3. _____. 1983. 農事試驗研究調查基準. 農村振興廳.
4. 吳旺根, 李春秀, 郭漢剛. 1984. 畜土壤에서 腐熟汚泥 施用이 벼 收量성에 미치는 影響. 韓土肥誌 17(2):134-140.
5. _____. 1983. 土壤管理의 穗肥料, 加里研究會.
6. 鄭連圭. 1984. 草地土壤管理의 肥料 加里研究會.
7. 許範亮, 安允秀, 洪鍾雲. 1979. 新品種穗肥窒素 施用 時期 決定에 關한 研究. 農試報告 21:19-24.
8. 任正男. 1978. 土壤의 物理性과 有機物. 韓土肥誌 11(3):145-160.
9. 朴天緒. 1978. 우리나라에서의 有機物 施用效果. 韓土肥誌 11(3):161-174.
10. 安藤忠男, 尾形昭逸. 1980. 硝酸態窒素의 微量迅速定量法. 日土肥誌 51(1):48-54.
11. 藤原俊六郎, 鎌田春海. 1983. おが屑混合家畜ふん堆肥의 腐熟度と作物生育. 農業及園藝 58(10):1293-1296.
12. 志賀一一. 1984. 水田의 有機物施用基準について. 日土肥誌 55(4):374-380.
13. 松崎敏英. 1978. 家畜糞尿의 農地還元. 日土肥誌 49(5):429-440.
14. 上村幸廣. 1983. 有機物施用によるツラス水田土壤의 生産力增強. 日土肥誌 54:131-136.
15. 應田恭一, 青山正和. 1982. 數種의 堆肥의 窒素形態變化能. 日土肥誌 53:135-141.
16. 木通口太重. 1982. 有機物連用土壤의 地力窒素的な評價. 日土肥誌 53:214-218.
17. 和田秀德, 犬伏和之. 1981. 全窒素量アンモニア化含量との關係. 日土肥誌 52:246-252.
18. 橋元秀教. 1967. 堆肥의 成分組成과 肥效. 農業及園藝 42:53-57.
19. _____. 1975. 家畜糞尿의 大量連續施用에 對한 問題點. 畜産研究 30:199-204.
20. 前田乾一, 志賀一一. 1978. 水田條件下에 對한 各種 有機物資材의 分解經過. 日土肥誌 49(6):455-460.
21. Dorich R.A. and D.W. Nelson. 1983. Direct colorimeter measurement of ammonium in potassium chloride extracts of soils. Soil Sci. Soc. Am. J. 47:833-836.
22. Masaaki Suzuki and Kyoichi Kumada. 1977. Nitrogen transformation during the rotting process of rice straw compost. Soil Sci. Plant Nutr. 23(2):163-174.
23. Sahrawat K.L. 1983. Nitrogen availability indexes for submerged rice soils. Adv. in Agronomy 36:415-451.