

벼-보리 작부지대 有機物連用施用法 研究

韓圭興* · 松田直人** · 盧泰弘***

Studies on Establishment of Application Method of Organic Matter in Rice-Barley Cropping System

Gyu-Heung Han*, Naodo Mazda**, Tae-Hong Roh***

Summary

The fertilizer experiment was conducted to establish a pattern of a continuous application of organic matter in rice-barley cropping system. Fine textured gray lowland soil was used to grow the crops. The amount of nitrogen absorption and the yield of the crops were the highest in barnyard manure 1,000kg/10a. A correlation among the content of humus and nitrogen, the amount of nitrogen absorption, and the yield was significant while it was not significant among the the nitrogen content of the soil fertility, the total nitrogen, and the yield of crops.

The result of this research suggests that revelation of available nitrogen after the decomposition of the organic matter depending on climate and regions should be studied for the organic matter application in due season.

緒 言

作物의 生産에 있어서 土壤肥沃度의 貢獻은 널리 알려진 事實이다.

肥沃度의 由來는 天然供給에 依한것과 有機物施用과 適切한 肥培管理에 依한 것으로 看做되며 人爲的管理에 依한 土壤肥沃度의 增加는 主로 有機物施用에 依하여 依存하고 있으며 이들 有機物施用效果는 施用有機物의 種類 및 施用方法 土壤의 特性, 氣候 等에 依하여 多少 差異는 있으며 有機物施用效果의 發現 要因으로는 養分의 供給 土壤物理性의 改善, 土壤微生物의 活性增大 等에 依한 것으로 밝혀지고 있다.^{6,9,10)}

특히 밭土壤에서는 有機物施用이 土壤流失을 防止하고 土壤水分 供給增大를 爲한 物理性測面에서 그 效果가 強調되고 있으며 논土壤에서는 化學的인 測面에서

養分의 供給效果가 強調되어지고 있다.^{6,9)}

또한 有機物施用量에 있어서는 밭土壤이 1~2MT/10a 논土壤에서는 10a 當 生産量인 벼질 500kg/10a 또는 堆肥로서 1000kg/10a 以上 施用이 獎勵되고 있으나⁹⁾ 施用有機物의 分解와 集積에 依한 蓄積量에 對해서는 土壤의 環境要因에 크게 支配된다고 하였다.¹⁾

本 試驗은 벼-보리를 連作 栽培할 境遇 各 作期別로 어떤 形態의 有機物 施用法이 土壤의 理化學的性質 變化와 벼의 生育面에서 合理的인 것인가를 日本 熊本 農業試驗場에서 檢討하였으며 그 結果를 紹介하는 바이다.

材料 및 方法

本 試驗이 實施된 圃場은 熊本 農業試驗場의 圃場으

* 忠南農村振興院(Chungnam Provincial Office of Rural Development.)

** 熊本 農業試驗場(The Kumamoto National Agricultural Experiment.)

*** 農村振興廳試驗局(Research Bureau Office of Rural Development.)

Table 1. Treatment

Treatment	Item	Rate of organic matter application (kg/10a)	
		Summer crop (Rice)	Winter crop (Barley)
1. Non-nitrogen (N - N)	-	-	-
2. Chemical fertilizer (C - F)	-	-	-
3. Compost (Com)	500	500	500
4. Double amount compost (D - Com)	1,000	1,000	1,000
5. Rice straw to barley (RS)	-	-	500
6. Barley straw to rice + RS (BS + RS)	500	500	500

로서 土壤은 細粒灰色土이며 有機物種類 및 施用量을 달리하여 同一圃場에서 4年 連用된 圃場으로 處理內容은 表 1 과 같다.

供試된 벼品種은 니시호마메로 6월 16日, 30 × 15 cm(坪當 74 株)로 移植하였으며 2 反覆으로 實施하였다.

3 要素施用量은 N - P - K = 12 - 10 - 12 kg / 10 a 로 窒素와 加里는 基肥 分藥肥, 穗肥를 各各 50 - 30 - 20 %의 比率로 分施하였으며 磷酸은 全量基肥 堆肥는 芟草堆肥를 腐熟시킨 芟草堆肥를 使用하였다.

調査方法에 있어서 土壤은 反覆當 6個地點을 採取 混合하여 複合試料로 만들어 全窒素와 全炭素는 C - N Corder 로 測定하였고 土壤總窒素에서 無機化가 쉬운 狀態의 有機態窒素는 pH 7 磷酸緩衝液抽出法⁵⁾으로 測定하였고 그의 土壤中 3相比率은 實積測定法 C. E. C는 Schollenberger 酢酸암모니아法으로 分析하였다.

結果 및 考察

1. 有機物施用과 土壤 窒素含量

벼-보리 作付體系에서 有機物の 種類와 施用方法을 달리하여 4年 連用했을 때 水稻收穫後 處理別 土壤中 T - C, 窒素 및 C / N率은 2 表와 같다.

土壤中 T - C 含量을 處理別로 보면 堆肥倍量 處理區가 3.5%로 最高値를 나타냈고 堆肥倍量區와 乾物重으로 같은 보리짚 + 芟草 施用區는 3.4%로 多少 낮으나 큰 差異는 없었다.

그러나 堆肥區, 芟草施用區는 化學肥料單用區와 거의 같은 含量으로 增加되지 못하였으며 이는 趙²⁾ 등이 밝힌 논의 單作인 境遇 1年 동안에 75 kg / 10 a 畝裏作의 境遇 37.5 kg / 10 a 程度의 腐植이 消耕된다는

Table 2. Total carbon, total-nitrogen and C/N ratio in each treatment

Treatment	T-C (%)	T-N (%)	C / N (%)
1. N - N	2.7	0.26	10.4
2. C - F	3.1	0.27	11.4
3. Com.	3.2	0.29	11.0
4. D - Com.	3.5	0.31	11.3
5. RS	3.1	0.28	11.0
6. BS + RS	3.4	0.30	11.3

報告로 미루어볼 때 堆肥 및 芟草堆肥를 施用하는 것은 벼-보리 作付體系下에서는 거의 分解가 되어 土壤腐植의 蓄積은 期待할 수 없음을 보여주며 堆肥倍量區나 各 作期마다 芟草 또는 보리짚施用은 若干의 腐植蓄積은 期待할 수 있음을 나타내고 있다.

또한 處理別 窒素含量을 보면 炭素含量이 높았던 堆肥倍量區나 各 作期마다 芟草 또는 보리짚 施用區만이 總 窒素含量이 增加 되었을뿐 그 外的 處理에서는 化學肥料 單用區와 거의 같아서 少量의 有機物施用은 土壤의 地力만을 維持시켰을 뿐이다.

土壤有機物 含量中 平均 炭素含量은 58%, 窒素含量은 5%로서 C / N率은 11.6이라고 報告²⁾된 바와 같이 本 試驗에서도 10.4 ~ 11.4로서 處理別로는 無窒素區만 낮았을뿐 그 外的 處理에서는 大差없이 有機物이나 化學肥料 乏除時 腐植의 消耗와 또한 每 作期마다 보리짚이나 芟草를 連用해도 土壤中 C / N率의 急激한 變化는 일어나지 않음을 證明하고 있다.

土壤의 總窒素中에서 作物이 利用 可能한 可給態窒素量 即 地力窒素를 評價하기 爲하여 水稻收穫後 土壤을 pH 7 磷酸緩衝液으로 抽出된 窒素含量은 表 3 과 같이 處理別 모두 全體 抽出窒素量의 87 ~ 90%가 有機態窒素의 形態로 存在하고 있으며 암모니아態나 窒酸態는 相對적으로 적은 傾向을 보였다.

Table 3. Nitrogen content of each treatment extracted with phosphate buffer solution pH 7.0 (mg / 100 g)

Item	NH ₄ -N	NO ₃ -N	Org. -N	Total (A)	A / T-N
1. N - N	0.66	0.10	5.58	6.34	2.4
2. C - F	0.62	0.11	6.08	6.81	2.5
3. Com.	0.67	0.06	6.81	7.54	2.6
4. D - Com.	0.75	0.04	6.99	7.78	2.4
5. RS	0.77	0.09	6.97	7.83	2.8
6. BS + RS	1.01	0.11	7.53	8.65	2.9

處理別 總抽出窒素量은 化學肥料 單用に 比해 有機物 施用區에서 높고 그중 每 作期마다 穞짚이나 보리짚을 施用한 區에서 더욱 높았다.

이는 堆肥는 一旦 分解된 有機物이므로 作物에 利用

되기 쉬운 形態로된 窒素인데 比해 穞짚이나 보리짚의 粗大有機物은 C/N率이 높고 Cellulose나 Lignin 等 難分解性 物質이 많이 含有되어 있어 分解速度가 낮으며 따라서 收穫期以後까지 殘存量이 많은 것으로 思料되며 堆肥보다는 穞짚 施用이 施用窒素뿐만 아니라 土壤窒素까지 有機化를 足進시킨다는 報告가¹²⁾ 이를 뒷받침 해주고 있다.

土壤 全窒素에 대한 抽出된 窒素量의 含量比는 모두 2.4 ~ 2.9% 範圍이며 抽出窒素量이 많은 粗大有機物 施用區에서 높은 傾向을 보였다.

2. 有機物 施用에 依한 窒素吸收量과 收量性

有機物種類 및 施用方法에 따른 穞窒素吸收量과 收量은 表 4와 같이 堆肥倍量區에서 가장 많았고 收量도 增收率 14%로 가장 높았다.

同一材料인 堆肥區보다 堆肥倍量區에서 窒素吸收量

Table 4. Absorbed nitrogen content and yield of rice

Item Treatment	Nitrogen content (%)		Wt. of straw (kg / 10 a)	Absorption amount (kg / 10 a)			Polished rice (kg / 10 a)	Yield Index (%)
	Stem & Leaf.	Panicle		Stem & Leaf.	Panicle	Total		
1. N - N	0.46	1.13	648	2.88	5.01	7.99	360	85
2. C - F	0.64	1.39	982	6.28	7.23	13.51	417	100
3. Com.	0.74	1.38	1,044	7.73	7.92	15.65	464	110
4. D - Com.	0.75	1.34	1,053	7.90	7.96	15.86	491	114
5. RS	0.73	1.39	1,018	7.43	7.39	14.82	427	102
6. BS + RS	0.74	1.43	1,017	7.53	7.87	15.40	449	106

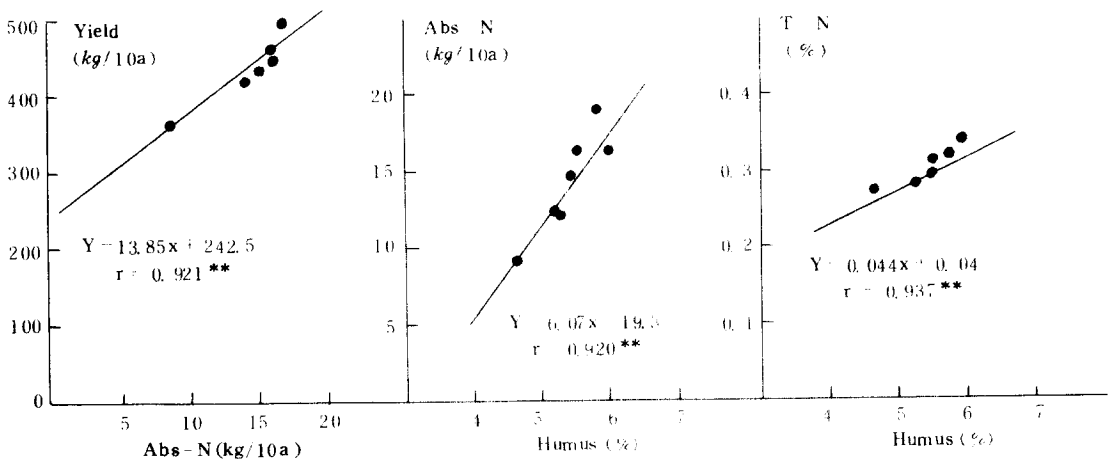


Fig. 1. Correlation among Yield, Absorbed Nitrogen, Humus, and Total Nitrogen.

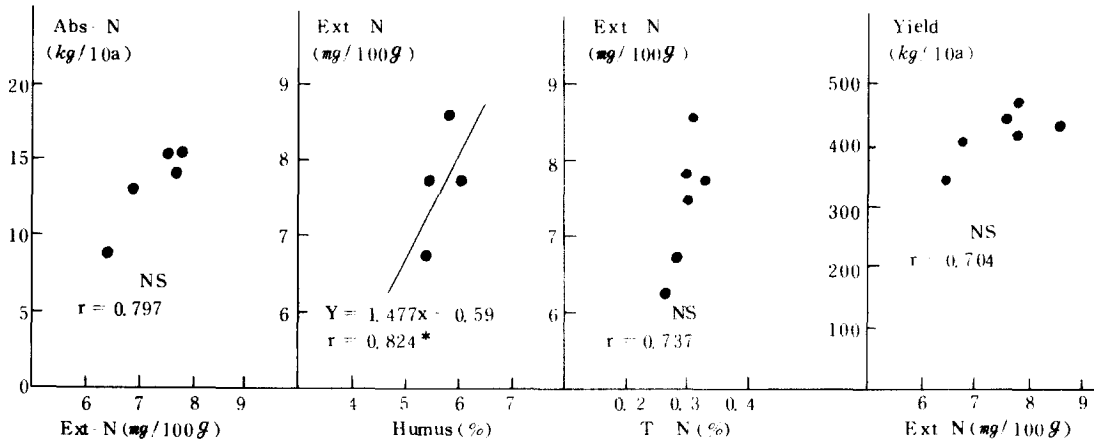


Fig. 2. Correlation between the total extractable nitrogen and the other factors.

과 收量이 많은것은 堆肥自體가 供給하는 窒素의 絶對量이 많은 것이 主 原因으로 看做되며 有機物 資材가 다르다 해도 施用量이 同一時 되는 밧짚+보리짚 施用區에서 吸收量이 적은것은 分解過程이 遲延됨에 따라 實際 벼가 吸收利用할 수 있는 適期에 窒素의 供給이 안되었기 때문에 아닌가 思料되며 따라서 前述한 土壤中 全窒素 含量에 있어서 堆肥倍量區가 가장 많은데도 pH 7 磷酸緩衝溶液抽出法에 依한 抽出窒素는 밧짚

+보리짚 施用區보다 적은것은 有機物資材別 分解速度와 關聯하여 벼의 吸收量差異에서 얻어진 結果로 納得할 수 있다.

그림 1, 2은 土壤中 腐植, 全窒素, 抽出窒素, 그리고 水稻體中 窒素吸收量 및 收量과의 相互關係를 表示한 것으로서 腐植含量-全窒素, 腐植含量-窒素吸收量 窒素吸收量-收量間에는 各各 高度의 有意 相關을 보이고 있으나 全窒素-抽出窒素, 抽出窒素-收量間에는 正相

Table 5. Changes in physico-chemical properties of the soil in each treatments

1) Chemical properties						
Item	pH	P ₂ O ₅	Exch. (m. e. / 100g)			C. E. C
Treatment	(1 : 2.5)	(ppm)	K	Ca	Mg	(m. e. / 100g)
1. N - N	6.4	103	1.18	13.5	4.1	30.9
2. C - F	6.4	111	1.06	12.3	4.3	31.7
3. B - M	6.4	123	1.31	11.5	4.2	32.3
4. D - B - M	6.5	120	1.47	12.7	4.3	33.0
5. RS	6.5	131	1.30	12.0	4.8	31.6
6. R / B - S	6.3	112	1.40	10.8	4.4	30.5

2) Physical properties					
Item	Three distribution			Porosity	Specific gravity
Treatment	Solid phase	Liquid phase	Gaseous phase		
1. N - N	30.1	61.0	8.9	69.9	2.66
2. C - F	30.5	60.1	9.4	69.5	2.67
3. B - M	31.2	60.7	8.1	68.8	2.55
4. D - B - M	30.0	61.7	8.3	70.0	2.61
5. RS	31.2	58.6	10.2	68.8	2.63
6. R / B - S	29.5	60.4	10.1	70.5	2.67

關은 보이거나 有意性이 없었다.

即 地力窒素로 說明을 加했던 抽出窒素와 全窒素 및 收量間에 높은 相關이 보이지 않았던것은 抽出窒素의 測定時期가 收穫期임을 勘案할 때 有機物 種類에 따라서 生育時期別로 實際 植物體가 吸收利用하는데 寄與하는 程度가 相異함을 알 수 있으며 따라서 有機物 種類에 따라서 腐植化 내지는 養分の 供給 時期를 明確히 把握하여 作物이 實際 必要한 時期에 養分供給이 可能하도록 栽培의 措置가 講究되어야 하며 이러한 狀況下에서의 化學肥料 施肥量 및 施肥方法도 再 檢討되어야함을 指摘할 수 있다.

4. 有機物 施用과 土壤의 理化學性的 變化

土壤중에 有機物을 施用하면 還元이 助長되어 各種 養分 特히 鐵 및 Mn의 溶解度가 커지며 pH는 灌水後 日時 低下하다가 還元度가 높을수록 높아지며 그 程度는 有機物の 種類나 量에 따라 달라진다고 한다.⁹⁾

그러나 本 試驗의 化學性 變化는 表5와 같이 磷酸과 加里는 各 有機物 施用區, C. E. C는 堆肥施用區에서 多少 높은 傾向을 보이고 있고 其他 成分은 큰 變化가 없었다.

有機物 施用區의 磷酸含量 增加는 有機物이 施用됨으로서 土壤中 Al 이나 Fe의 溶解度를 助長시켜 相對的으로 磷酸과의 結合력이 弱화됨에 따라 土壤中 有效態含量이 增加된 動機가 아닌가 하며⁴⁾ 鹽基置換容量은 -COOH基와 -OH基 또는 -NH₂基를 많이 갖고 있고 表面積이 큰 腐植含量이 增加된 結果로 보며⁹⁾ 有機物 施用에 依한 物理性 變化는 一般的으로 有機物 施用이 土壤의 容量을 減少시키고 全 孔隙量이 增加하되 粗大孔隙이 많아져 耕耘하기 쉽고 通氣性이나 透水性 또는 保水性이 良好함으로서 뿌리生育이 좋다고 알려져 있지만^{3, 4)} 本 試驗에서는 볏짚+보리짚 處理에서 孔隙率이 多少 增加되었을 뿐이다.

摘 要

벼-보리 作付時 有機物連用 施用方法을 確立하기爲하여 各 作期別로 有機物資材 및 施用量을 달리하여 細粒灰色 低地土에서 試驗한 結果는 다음과 같다.

1) 土壤中 腐植含量과 全窒素含量은 볏짚 還元區를 除外한 모든 有機物 施用區에서 增加되었고 그中 堆肥 倍量區가 第一 높았다.

2) 抽出窒素(地力窒素)는 볏짚+보리짚 施用區에서 分解過程이 遲延됨에 따라 收穫期 殘存量이 第一 많았으며 完熟堆肥 施用區에서는 오히려 적었다.

3) 窒素吸收量 및 收量은 堆肥倍量區에서 높았고 腐植含量, 全窒素, 窒素吸收量 및 收量間의 相互關係는 有意性있는 相關을 나타냈으나 抽出窒素와 全窒素 및 收量間에는 有意性이 없었다.

4) 有機物 施用에 依한 土壤의 化學的 性質 變化는 磷酸과 加里는 各 有機物 施用區, C. E. C는 堆肥施用區에서 多少 높았으며 物理性 變化는 거의 없었다.

引 用 文 獻

1. 志賀一一, 1984. 水田の有機物施用基準について. 日土肥誌 55(4): 374-380.
2. 趙成鎭, 朴天緒, 嚴大翼. 1979. 新稿土壤學. 郷文社.
3. 九州農業試驗場彙報 第13卷 第1・2號 堆肥の連用が腐植含量および形態に及ぼす影響 114-118.
4. 橋元秀教. 1981. 有機物の利用. 土つくり講座V 56-62.
5. 樋口太重. 1982. 有機物連用土壤の地力窒素的な評價. 日土肥誌 53(3): 214-218.
6. 任正男. 1978. 土壤の物理性と有機物. 韓土肥誌 11(3): 145-160.
7. 甲斐秀昭, 橋元秀教. 1981. 土壤腐植と有機物 土つくり講座Ⅲ 96-123.
8. 農村振興廳. 1982. 食糧増産技術指導指針 67-93.
9. 吳旺根. 1978. 有機物の施用이 土壤의 化學的 性質에 미치는 影響. 韓土肥誌 11(3): 161-173.
10. 朴天緒. 1978. 우리나라에서의 有機物 施用效果. 韓土肥誌 11(3): 175-198.
11. 井ノ子昭天. 1981. 土壤中における 有機物の 分解と集積. 日土肥誌 52(6): 548-558.
12. 李相奎, 吳旺根. 1972. 水稻生育에 있어서 堆肥와 볏짚施用試驗. 韓土肥誌 4卷 2號 177-186.
13. 愼齊晟, 愼鏞華. 1975. 畚土壤에서 堆肥連用이 土壤의 理化學的 性質에 미치는 影響. 韓土肥誌 8(1): 19-22.