

## 畚裏作 보리 栽培時 芻糞 施用 效果

林時圭\* · 金正泰\* · 金柄鑄\* · 洪純杓\* · 徐得龍\* · 金完錫\*\*

## Effects of Rice Straw Application on Barley Growth and Grain Yield in Paddy Field

Sea Gyu Lim\*, Jung Tae Kim\*, Byung Joo Kim\*, Soon Pyo Hong\*,  
Duck Yong Suh\* and Wan Seok Kim\*\*

**ABSTRACT :** For the labor-saving cultivation of barley in rice-barley double cropping system in paddy field, a series of experiments on the effect of rice straw application were carried out at the National Yeongnam Agricultural Experiment Station from 1992 to 1993. The affection of phenol compounds released from fresh rice straw could be lessened when seeded under rice straw in the soil and that made emergence rate increase by 11%, compared with that on application on the rice straw. Although utilization of rice straw as an organic material caused the poor growth of barley in early stage, it could be enhanced the culm breaking strength. On this reason, affected by rice straw, grain yield was increased from 8% in common barley and up to 20% in malting barley. The more nitrogen, CaO<sub>2</sub> and SiO<sub>2</sub> applied, the more decomposition of rice straw accelerated from 2% to 6.9%.

On the application of rice straw as an organic material in malting barely cultivation, the content of crude protein was decreased while 1,000-grain-weight and grain assortment was increased.

**Key words :** Barley, Rice straw, Decompsition, Malting barley.

우리 나라 남부지역의 전통적인 논 작부체계는 대부분 벼-맥류의 2毛作으로 이루어져 왔으나 최근에는 麥類의 相對的 收益 減少 및 勞動力 不足으로 그 재배면적이 크게 縮小되었다. 그러나 冬季 遊休畝를 活用하여 農민의 所得增大를 기하고 土壤의 理化學性 改良과 쾌적한 생활환경을 조성하기 위해서는 麥類 재배면적의 확대가 바람직하다 하겠으나, 冬季 施設栽培 및 농촌 勞賃上昇 등으로 麥類 재배면적이 늘어날 가능성은 낮다.

麥類 재배면적의 維持 또는 擴大를 위해서는 새

로운 需要創出과 適正價格 保障 및 優秀品種 育成 普及이 수반되어야 하겠으나, 무엇보다도 중요한 것은 생산비 절감을 위한 省力栽培技術의 개발이다.

麥類 省力栽培에는 힘들고 많은 勞動力이 소요되는 堆肥製造와 運搬, 撒布過程을 들 수 있으며, 또한 벼 收穫後 芻糞 제거에 소요되는 勞動力 節減도 重要 課題라 아니할 수 없다.

작부체계를 확립하여 耕地利用度를 높이고자 하는 것은 時間과 空間의 活用面에서 生産性を 높

\* 嶺南農業試驗場(National Yeongnam Agricultural Experiment Station, RDA, Milyang 627-130, Korea)

\*\* 農村振興廳 技術指導局(Extension Service Bureau, RDA, Suwon 441-707, Korea)

〈'96. 9. 2 接受〉

이는 것이 우선하겠지만, 논 상태와 밭 상태를 바꿔가면서 農耕地 生産力의 持續性을 유지하자는데도 그 목적이 있다. 또한 그 땅에서 생산한 1次 生産物 中 副産物에 속하는 有機資源은 農業生態系 內에서 循環되는 것이니 외부에서 높은 에너지를 투입하여 생산된 化學肥料를 대신할 수 있고, 그 代替效果가 바로 농업생산의 持續性이라는 인식에서 有機資源 活用技術을 확립할 필요가 있다.

최근 堆肥製造와 볏짚 처리의 문제점들을 동시에 해결할 수 있는 방법으로 벼 立毛中 麥類 播種 技術開發이 시도되고 있으나, 投與된 볏짚에 따른 發芽不良과 凍害, 雜草發生, 收量減少 등의 많은 문제점이 나타나고 있으며, 朴<sup>20)</sup>에 의하면 이러한 문제점들은 投荷된 볏짚의 有機物 未分解와 과중된 종자의 위치 등에 따른 것으로 지적되고 있다.

鄭<sup>10)</sup> 등에 의하면 논 토양에 投下된 볏짚의 分解率은 尿素를 첨가하면 無處理보다 8.2~9.2% 높아져 45~46%까지 分解率을 기대할 수 있다고 보고한 바 있으며, 兪와 松口<sup>21)</sup>도 논 토양의 볏짚 投與는 窒素固定 微生物 flora의 活性度를 크게 낮추는데 이때 窒素 300ppm을 添加하면 3 週後부터 活性度가 현저히 增加된다고 보고한 바 있다.

## 材料 및 方法

麥類 播種時 종자의 위치와 볏짚의 土壤還元量에 따른 出現狀態와 地中莖 發生 등을 관찰하기 위해 알보리를 1992年 10月 31日 嶺南農業試驗場 畚裏作 圃場에서 ha當 볏짚을 2,500, 5,000, 7,500, 10,000kg의 4수준으로 투여하고 종자를 투여된 볏짚의 아래부분과 위부분에 위치하도록 과중 처리하였는데, 이는 單位面積當 볏짚 生産能力이 氣象 및 土壤條件 등 栽培條件에 따라 ha當 3,500~9,500kg 범위까지 큰 隔差<sup>22)</sup>를 보이는데 기인한 것이다.

種자가 볏짚 위부분에 놓이는 처리는 볏짚을 5~7cm정도로 짧게 잘라 논 전면에 고르게 피복한 다음 그 위에 보리를 과중하고 畦立培土機를 이용하여 覆土를 실시하였으며, 종자가 볏짚 아래

부분에 위치하는 처리는 토양과 직접 접촉할 수 있도록 볏짚을 걷어낸 후 보리를 과중하였다.

또한 有機物源 및 播種方法別 보리 生育觀察을 위해 有機物源으로서 完熟堆肥와 切斷 볏짚을 각각 ha當 10,000 및 5,000kg 投與하였으며, 과중방법으로서 볏짚을 除去한 後 종자를 뿌리고 퇴비를 사용하는 관행의 畦立廣散播와 벼 立毛中에 종자를 흩어 뿌린 後 切斷된 볏짚을 被覆하는 벼 立毛中 播種法을 적용하였다.

토양에 投與된 볏짚의 시비방법에 따른 腐熟度 변화구명을 위해 알보리를 1992年과 1993年 11月上旬에 과중량 150kg/ha를 20×5cm로 細條播 하였으며, ha當 施肥量은 窒素(N) 130kg, 磷酸(P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) 100kg, 칼리(K<sub>2</sub>O) 100kg을 각각 사용하였다.

표준재배는 堆肥 10,000kg/ha를 全量基肥로 施用하였고 窒素는 總量의 50%를 2회에 나누어 追肥하였으며, 퇴비 대신 볏짚을 有機物源으로 사용한 처리는 窒素追肥量을 25% 增量하여 全量 1回 追肥한 처리와 石灰 및 珪酸을 각각 ha當 2,000kg 追加 施用한 處理에 대하여 各處理別 腐熟程度 및 토양중의 NH<sub>4</sub>-N를 조사하였다.

한편 토양에 投與된 有機物 종류가 麥酒보리 품질에 미치는 영향 구명을 위해 1992年과 1993年에 걸쳐 사천 6호와 三道보리를 ha當 150kg 수준으로 畦立細條播하였으며, 標準栽培處理는 肥料 3要素[窒素(N) 120kg, 磷酸(P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) 100kg, 칼리(K<sub>2</sub>O) 80kg/ha]만을 사용하였다. 堆肥處理區는 肥料 3要素 + 堆肥 10,000kg/ha, 볏짚還元區는 肥料 3要素 + 볏짚 5,000kg/ha를 각각 처리하여 주구를 유기물원으로 하고 보리 품종을 세구로 하는 分割區 配置法 3반복으로 수행하였다.

## 結果 및 考察

### 1. 土壤中 種子의 位置와 볏짚施用量에 따른 보리의 出現率과 地中莖 發生樣相

보리 播種時 C/N율이 70:1인 볏짚을 새로운 有機物源으로 堆肥 대신 사용했을 때 볏짚量에 따른 出現率과 地中莖 發生樣相은 表 1에서 보는 바

Table 1. The effect of vertical position of barley seeded and application rate of rice straw in soil on the rate of emergence and rhizome of barley plant

Sowing method	Application amount of rice straw (kg/ha)	Emergence rate (%)	Rhizome rate (%)
Control	Compost	86	0
Seeded on straw	2,500	67	6
	5,000	59	15
	7,500	36	58
	10,000	46	86
	Mean	46	41
Seeded under straw	2,500	78	14
	5,000	66	24
	7,500	51	53
	10,000	33	77
	Mean	57	42

와 같이 完熟堆肥를 이용한 것보다 出現率이 29~40%까지 떨어졌고, 地中莖 發生率은 41~42% 높았다. 이러한 결과는 金等<sup>14)</sup>과 尹等<sup>26)</sup>이 토양에 投與된 볏짚의 量이 많을수록 地中莖의 발생률도 증가된다는 연구 결과와 동일하였다.

또한 보리 종자의 播種位置에 따른 出現率比較에서는 종자가 볏짚 밑부분에 播種된 것이 볏짚 윗부분에 播種된 것보다 出現率이 11% 높게 나타났는데, 이는 播種된 종자가 토양표면과 밀착되어 뿌리의 활착율을 증진시켰기 때문으로 생각되었다.

이와 같이 出現率이 볏짚施用으로 낮아진 것은 C/N율이 높은 유기물이 작물의 初期生育을 저해한다는 많은 報告結果<sup>1,3,4,5,9,15,16)</sup>와 일치하였고, 그 원인에 대해서는 窒素不足<sup>7,9,15,22)</sup>, pH 및 Eh變化<sup>6)</sup> 그리고 phytotoxicity를 誘發하는 分解中間生産物質의 多量集積<sup>1,3,4,5,7,9,16,21)</sup> 등 多樣하나 그림 1에서 보는 바와 같이 볏짚을 施用한 처리에서 발생된 地中莖에 火傷과 같은 痕迹 및 뿌리 발생이 불량한 것으로 보아 未熟有機物 分解時 분비되는 phenol化合物에 의한 영향<sup>11)</sup>으로 推測되었다.

## 2. 有機物源 및 播種方法別 보리 生育

볏짚을 새로운 有機物源으로 사용하였을 때 종자가 직접 지표면에 닿게 하는 벼 立毛中 播種과 벉 수확시 볏짚을 切斷 피복한 후 그 위에 종자를

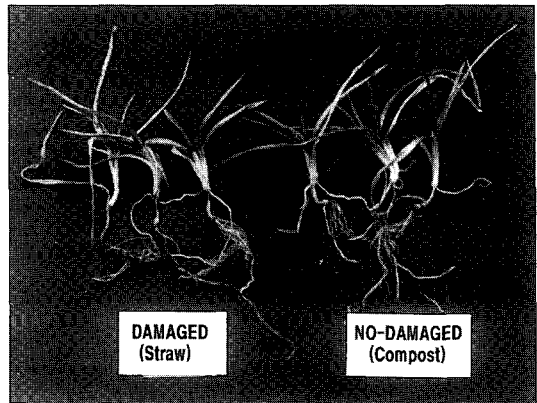


Fig. 1. The effect of rice straw application on the damage of barley rhizome.

散播 처리한 시험결과는 表 2와 같다.

보리 生育은 切斷 볏짚을 有機物源으로 이용한 처리가 堆肥 施用區에 비해 生育이 크게 억제되었는데, 이는 월동기간의 낮은 온도로 말미암아 볏짚分解가 미미하고 未熟 有機物分解時 誘發되는 phytotoxicity보다 微生物 相互間 및 微生物과 보리 사이의 질소 흡수에 의한 窒素不足 현상의 영향이 컸을 것으로 추측되었다. 이는 水稻에서 未熟有機物 投與時 발생하는 揮發性 脂肪酸<sup>1,10,16)</sup>이 移秧後의 本畝 초기 生育에 커다란 沮害要因으로 오랫동안 많은 관심을 끌고 있는 실정과 類似하다 하겠다.

Table 2. The effect of organic materials and sowing methods on the barley growth and grain yield

Sowing method	Stands of emer- gence /m <sup>2</sup>	Leaf length before win- ter (cm)	Breaking strength <sup>♪</sup> (g)	Maturing date	Wt. of 1,000 grains(g)	Grain yield (kg /10a)
Broadcasting after rice harvest treated with com- post	343	12	295	May 26	30.2	301
Broadcasting befor rice harvest treated with straw	316	10	322	May 29	32.6	326
Broadcasting after rice harvest treated with straw	297	9	320	May 20	31.9	309
CV (%)	-	-	-	-	-	14.5
LSD (5%)	-	-	-	-	-	NS

♪ Breaking strength is from the mid-section of 3rd internode.

한편 벅짚 施用區의 挫折重 增大는 生藥에서 公  
급되는 珪酸供給量<sup>12,15,17)</sup>이 많았던 때문이라 해석  
되며 동시에 벅짚이 작토중의 珪酸을 有效化<sup>19)</sup>시  
켜 보리 줄기의 耐倒伏性을 증진시켰을 것으로 思  
料된다. 또한 千粒중 및 종실수량이 증가한 것은  
生育後期의 벅짚分解에 의한 營養供給 및 土壤窒  
素의 損失을 抑制할 뿐만 아니라 土壤水分蒸發을  
防止하는 힘<sup>19)</sup>이 동시에 작용하여 植物體의 綠體  
維持時間을 보다 오래 지속시킬 수 있었기 때문으  
로 추측되었다.

### 3. 處理別 벅짚의 腐熟率 및 NH<sub>4</sub>-N 含量比較

有機物이 微生物에 의해 分解되는 정도는 炭窒  
率(carbon-nitrogen Ratio; C/N ratio) 氣候,  
空氣, 土壤反應, 地形, 재료의 性質, 시간 등에 따  
라 각각 다르지만 가장 크게 영향을 미치는 요인  
은 炭窒率이다<sup>7,9,14)</sup>. 만일 土壤中에 新鮮한 벅짚  
(C/N ratio=70:1)이 가해지면 분해되는 과정에  
서 微生物이 필요로 하는 量의 窒素를 分解되는  
有機物로부터 공급받지 못하게 되어 微生物은 부  
족한 窒素量을 토양에 존재하는 암모니아태 또는  
窒酸態 窒素로서 보충하게 된다.

이와 같은 原因으로 식물체는 일시적인 窒素 飢  
餓狀態에 놓이게 되는데 보통 有機物의 炭窒比가  
30 以上인 경우에 窒素飢餓現象이 나타나며 15 이

下인 경우에는 有機物 分解에서 방출되는 窒素의  
量이 微生物이 필요로 하는 量을 충분히 공급하게  
되며 최종적으로는 토양의 炭窒率(약 10:1)에 접  
근하게 된다.<sup>20)</sup>

보리 재배시 施用된 벅짚의 炭窒率을 조속히 낮  
추기 위하여 窒素, 石灰, 珪酸 등을 珪트와 포장에  
서 生育再生期와 成熟期에 각각 처리한 후 벅짚腐  
熟率 및 토양중 암모니아태 窒素量을 조사한 결과  
는 表 3과 같다.

各 처리別 腐熟程度는 窒素增肥 및 石灰施用으  
로 증가하였는데, 이와 같은 결과는 黃과 吳<sup>6)</sup>, 黃  
等<sup>7)</sup>, 鄭 等<sup>9,10,21)</sup>의 결과와 같았으며, 벅짚의 早期  
腐熟을 위한 珪酸의 효과<sup>17)</sup>는 재검토가 필요할 것  
으로 사료되었다. 또한 越冬 後 보리 節間伸長期  
의 벅짚 腐熟率이 16~31% 범위로 나타났는데,  
이는 논 토양에서 가을에 施用한 벅짚이 冬節期에  
25%가 分解되었다고 보고한 Lee<sup>15)</sup> 등의 결과와  
一致되었다. 土壤中 암모니아태 窒素는 벅짚의 腐  
熟率과 높은 正 상관 傾向을 나타내었는데, 시험기  
간중의 겨울철 저온기간을 고려하면 有機物 施用  
後 10~20日까지는 無施用에 비해 土壤中 암모니  
아태 窒素含量이 낮았으나, 20日 後부터는 차차  
 많아졌다고 보고한 황<sup>6)</sup>의 결과와 相通한다고 볼  
수 있을 것이다.

**Table 3.** The decomposing rate of rice straw and the amount of NH<sub>4</sub>-N in the soil on the different fertilizers

Experimental site	Measuring stage	Conventional fertilization		N 25% increment		CaO <sub>2</sub>		SiO <sub>2</sub>	
		Decomposing rate	NH <sub>4</sub> -N (ppm)	Decomposing rate	NH <sub>4</sub> -N (ppm)	Decomposing rate	NH <sub>4</sub> -N (ppm)	Decomposing rate	NH <sub>4</sub> -N (ppm)
Pot	Elongation(Mar. 9)	26.6	51.4	29.4	64.4	28.9	46.2	24.2	42.2
	Maturing(May 3)	28.9	46.2	31.0	46.7	29.3	53.0	25.3	49.0
Field	Elongation(Mar. 9)	16.2	40.4	23.2	51.2	30.3	49.0	23.1	42.5
	Maturing(May 3)	19.3	43.4	26.2	53.2	30.4	51.0	26.6	57.2
	Mean	22.8	45.4	27.5	53.8	29.7	49.8	24.8	47.7

**Table 4.** The effect of organic materials application on the grain quality of malting barley

Organic material	Cultivar	Wt. of 1,000 grains (g)	Full sized grain rate (%)	Crude protein (%)	Grain yield	
					Yield (kg/ha)	Index
Compost	Sacheon 6	43.6	85	11.12	3,490	100
	Samdobori	44.8	86	10.56	3,660	100
	Mean	44.2	86	10.84	3,580	100
Rice straw	Sacheon 6	44.9	85	10.53	3,990	114
	Samdobori	45.0	87	10.47	4,580	125
	Mean	45.0	86	10.50	4,290	100

#### 4. 有機物 種類에 따른 麥酒麥 品質 比較

麥酒麥의 품질은 原麥品質과 麥芽品質로 대별할 수 있는데 有機物 종류에 따른 原麥品質은 表 4와 같다.

麥酒보리 栽培時 堆肥 대신 芻糞을 有機物源으로서 사용하였을 때 泗川6號, 三道보리 모두 千粒重 및 整粒率이 향상되어 종실수량이 20% 증수되었다. 이는 金等<sup>13)</sup>이 大麥의 有機物源으로 芻糞을 사용했을 때 麥稈의 挫折重 增大와 보리 생육 후기에 원활한 영양 공급 및 光合成 活力 維持期間이 연장되어 종실수량이 증대되었다는 보고 내용과 같으며, 河等<sup>3)</sup>은 麥酒보리의 千粒중, 정립을 등이 높아야 釀造適性이 양호하다고 하였다.

특히 麥酒보리의 粗蛋白質은 釀造過程에서 polyphenol 化合物과 결합하여 靑銅金 형성을 유도하고 麥주의 색택을 흐리게 하며, 蛋白質 含量

이 높으면 麥汁의 흐름을 阻害하고 抽出物 回收量을 줄일 뿐만 아니라 貯藏性を 불량하게 한다고 알려져 있는데, 본 시험 결과는 原麥의 粗蛋白質 含量이 堆肥施用區보다 芻糞을 施用한 處理에서 낮은 경향을 나타냈다.

#### 摘 要

麥類 省力 機械播種時 切斷된 芻糞을 토양 有機物源으로 還元함에 따른 麥類의 生育特性 및 土壤環境 變化를 究明하고자 일련의 시험을 수행한 결과를 要約하면 다음과 같다.

1. 보리 栽培時 芻糞을 土壤에 投與할 경우 種子를 芻糞 밑부분에 播種하면 土壤粒子和 種子가 接着하게 되어 芻糞 윗부분에 種子를 播種한 경우보다 播種後 出現率이 11% 向上되었다.

2. 볏짚을 有機物源으로 이용할 경우 堆肥施用區보다 越冬前 초기생육은 不振했으나, 耐倒伏性과 千粒重이 增大되었으며, 보리는 8%, 麥酒보리는 20% 각각 增收되었다.
3. 토양에 投與된 볏짚의 早期 腐熟化를 위해 窒素肥料를 표준량보다 25% 增肥하거나, 石灰 및 珪酸을 施用해줌으로써 볏짚 腐熟率을 2~6.9% 높일 수 있었다.
4. 맥주보리 재배시 볏짚의 土壤還元으로 千粒重 및 整粒率은 향상되었고, 종실의 粗蛋白質 含量은 감소하여 곡립의 原麥품질이 크게 향상되었다.

## LITERATURE CITED

1. Chandrasekaran S and T Yoshida. 1973. Effect of organic acid transformations in submerged soils on growth of the rice plant. *Soil Sci. Plant Nutr.* 19(1):39-45.
2. Noda J. 1964. Effect of soil humus and compost. *Agri. technique* 19:20-25.
3. Harper S.H.T and J.M Lynch. 1982. The role water-soluble components in phytotoxicity from decomposing straw. *Plant and Soil* 65:11-17.
4. Ha yong woong, E.S Lee, J.H Nam, H.S Song, B.H Hong and C.H Cho. 1988. Special references on status and prospects of seed quality researches in wheat and barley. *Korean J. Crop Sci.* 33(Special issue).
5. Huh Beom-Lyang and C.D Lee. 1981. Effect of rice straw application on the tillering of paddy rice. *J. Korean Soc. Soil Sci. Fert.* 14(3):146-156.
6. Hang Kwang-Nam and W.K Oh. 1982. Experiment on improver effect with used rice straw. *Nat. Agri. Sci & Tech. Ins. Experiment Reports*:944-960.
7. \_\_\_\_\_, B.H Song and H.H Lee. 1982. Experiment on decomposition of rice straw, compost, green manure and hull in paddy field. *Nat. Agri. Sci & Tech. Ins. Experiment reports*:698-710.
8. Hwang Seon-Woong, C.S Lee, Y.J Lee, H.K Kwak and N.J Park. 1990. The influences of rice straw and gypsum applied to a saline soil on the growth status of rice seedlings when flooded direct sowing. *J. Korean Soc. Soil Sci. Fert.* 23(1):34-39.
9. Kim, Jeang-Je Y.S Jang and Y.O Shin. 1990. Changes of monosaccharides contents in hydrolysates of decomposing plant residues. *J. Korean Soc. Soil Sci. Fert.* 23(1):21-25.
10. Jung Kwang-Yong, S.J Cho and J.J Kim. 1985. Effect of rice straw and wollastonite application on the growth and yield of the rice plant. *J. Korean Soc. Sci.* 18(2):148-155.
11. \_\_\_\_\_, Y.H Joo and J.J Kim. 1989. Studies on behavior of cellulolytic and mathanogenic bacteria participated in anaerobic decomposition of rice straw and its decomposition products. *J. Korean Soc. Soil Sci. Fert.* 22(4):323-328.
12. Kwak S.S and K.U Kim. 1984. Effects of major phenolic acids identified from barley residues on the germination of paddy weeds. *Korean J. Weed Sci.* 4(1):39-51.
13. Kim Dong-Kil, Y.T Jung and R.K Park. 1980. Effect of lime on barley and rice yield in double cropping lowland. *J. Korean Soc. Soil Sci. Fert.* 22:49-55.
14. Kim Jung-Tae, E.G Cho, S.J Kweon, D.Y Suh and H.S Suh. 1992. Effect of rice straw application on drill barley seeder, weed population and barley growth. *RDA. J. Agri. Sci.* 34(1):23-28.
15. Lee S.K, I.D Yoo and J.F Park. 1975.

- Decomposition of rice straw and compost in an acid sulfate soil under aerobic and anaerobic conditions. *J. Korean Soc. Soil Sci. Fert.* 8.
16. \_\_\_\_\_, and K.N Hwang. 1982. Experiment of application method on straw and culm. *Nat. Agri. Sci & Tech. Ins. Exp. Rep.* : 534-553.
  17. \_\_\_\_\_. 1983. Role of rice straw to the chemical and microbiological aspect in submerged soil on rice plant growth. Ph. D. Thesis Kyushu University.
  18. Lee Sang-Un and B.Y Youn. 1983. Experiment of silicate fertilizer effect on barley. *Nat. Agri. Sci & Tech. Ins. Exp. Rep.* : 377-385.
  19. Minamach O. 1975. Soil fertility and organic matter application in paddy field. *Hokgaido. Agri. Station* 43:3-7.
  20. Park Chon-Suh. 1978. Effect of organic material application on the growth and yield of crops in Korea. *J. Korean Soc. Soil Sci, Fert.* 11(3):175-194.
  21. Park Soon-Ho and S.U Park. 1991. Soil science and plant nutrition. Korea Air & Cor. Uni. : 84-94.
  22. Yoo Chul-Hyun, J.G Kim, K.H Park and S.J Kim. 1988. Effect of long-term organic matter application on physio-chemical properties in paddy soil. *J. Korean Soc. Soil Sci, Fert* 21(3):264-271.
  23. Tsutsuki and F.N Ponnampereuma. 1987. Behavior of anaerobic decomposition products in submerged soils. *Soil Sic. Plant Nutr.* 33(1):13-33.
  24. Yoo Ick-Dong and Tatsuhiko Matsuguchi. 1988. Effect of rice straw annual application on the biological activities an nitrogen fixing microbial flora. *J. Korean Soc. Soil Sci. Fert.* Vol. 21(4):443-449.
  25. Soil & Fertility Section of Hiroshima Agri. Station. 1976. Studies on the increment of soil humus in low productive paddy; relation between accumulation of decomposed organic matter and rice productivity in several kinds of soil. Conference data on soil fertility(Agri. technique):31-32.
  26. Yoon Eui-Byung, Y.H Yoon and K.B Youn. 1990. Sowing rate trial for drill seeder of barley in paddy field. *Wheat & barley Res. Ins. Exp. Rep.*:205-271.
  27. Park Yong-Jin. 1989. Studies on composition of phenolic compounds and location of proanthocyanidins in malting barley-grains. Seoul Nat. Uni. Master thesis.
  28. RDA. 1991~1995. Experiment reports of crop situation.