

## 논에 보리짚 시용시 耕耘方法 및 窒素施肥量에 다른 논물의 化學成分 變化

鄭鎮一\* · 崔旻圭\* · 盧泰煥\* · 李重浩\*\* · 權泰午\*\*

### Changes in Chemical Components of Stagnant Water by Tillage Method and Amount of Nitrogen Application in Wet Seeded Rice after Barley Straw Mulching

Jin Il Cheong, Min Gyu Choi, Tae Hwan Noh, Jung Ho Lee and  
Tae Ohu Kwon

**ABSTRACT:** The experiment was aimed to determine a change of chemical component in irrigated water based on different tillage methods and nitrogen rates under mulching of barley straw in direct seeded rice.

There was no difference in water pH of no-tillaged plot but high in tillaged plot until 10 days after treatment.

The electric conductivity(EC) of the water was higher in no-tillaged plot than in tillaged plot. However, the dissolved oxygen content was vice versa.

The content of  $\text{NH}_4\text{-N}$  was high in higher application rate of N fertilizer without the tillage. Mean while,  $\text{NO}_3\text{-N}$  content was highly affected by no-tillaged plot particularly in between application time and fertilizer rate but not in tillaged plot.

There was higher in  $\text{PO}_4^{3-}$  content with the no-tillaged plot compared to the tillaged plot. It was big difference with higher application rate of the fertilizer. Soil cations were high in much application of fertilizer without the tillage.

**Key words:** Wet seeding, Barley straw mulching, No-tillage, Rice cultivation.

최근 농촌 일손 부족으로 농기계 활용에 따른 有機物 還元の 忌避와 수량 증대를 위한 화학비료의 過用에 따라, 토양의 酸化, 微量元素의 溶脫 등으로 화학비료가 생산 공급되기 전의 1920년대까지의 전국 논토양 유기물 함량이 4.4%에 이르던 것이, 최근에는 2.3% 정도<sup>1)</sup>에 지나지 않는다. 한편 環境汚染이 심각한 문제로 대두되고 아울러 無公害 농산물을 선호하게 되어 農藥이나 化學肥料

의 사용량을 줄이고, 堆肥의 사용량을 늘리자는 움직임이 일고는 있으나, 地力이 低下된 현시점에서는 토양의 理化學性 改良과 생산력 향상을 위한 有機物의 施用은 매우 중요한 문제로 대두되고 있다.

토양중 有機物 施用 效果에 대한 연구들을 보면, 水稻가 吸收한 窒素중 約 60~70%는 地力 窒素에서, 30~40%는 施肥窒素에서 緣由되므로<sup>3,4)</sup>

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

\*\* 圓光大學校 農科大學(College of Agriculture, Won-Kwang Univ., Iksan 570-080, Korea)

〈'96. 2. 21 接受〉

Table 1. Chemical properties of soil used for experiment

Soil	pH (1:5 H <sub>2</sub> O)	OM (%)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (ppm)	SiO <sub>2</sub> (ppm)	T-N (%)	Ex.cat(me / 100g)			Moisture (%)
						K	Ca	Mg	
Paddy soil	5.6	3.6	22.9	100.8	0.32	0.24	4.45	0.88	21.3

시비질소의 效率增進<sup>9,10</sup>과 합리적인 有機物 施用 방법 연구<sup>14,16</sup>가 수행되어 왔다. 또한 수도의 안전 생산을 위한 질소 肥沃度는 약 8kg / 10a 前後라고 報告되어 있으나<sup>12</sup>, 安 등<sup>11</sup>은 우리나라는 토양의 窒素肥沃度는 약 3~4kg / 10a 정도이고, 總 窒素에 대한 無機化率은 10% 前後라고 하였으며, 黃 등<sup>4</sup>은 논 토양에 유기물 사용은 토양중 유기물 함량을 증가시킬 뿐 아니라, 施肥窒素의 有機化를 촉진시켜 窒素肥沃度を 높인다는 등 유기물 사용의 우수성을 보고하였으나, 畚裏作 벼 재배에서는 보리 수확과 동시에 사용된 보리짚이 腐熟이 되지 않아, 벼 재배를 위한 耕耘作業에 불편을 주고, 벼의 着根과 병충해를 誘發한다는 理由로 燒却하는 事例가 증가하고 있는데 이러한 현상은 有機物資源을 浪費하는 결과이다.

따라서 본 연구는 二毛作 벼 재배에 가장 큰 문제점인 노동력 競合解消와 아울러 생산비 節減은 물론 有機物源인 보리짚을 토양에 還元할 때의 利害를 검토하고자, 보리 입모중 벼 직파재배인 무경운 상태에서 被覆된 보리짚의 腐熟過程중 灌溉水에 溶出된 含有成分들의 變化를 窒素의 基肥施用量別로 로타리 耕耘재배와 비교 검토하였던 바, 몇가지 결과를 얻었기에 보고하는 바이다.

### 材料 및 方法

본 시험은 보리수확 후 보리짚을 절단하여 논에 사용할 경우 慣行栽培인 경운 후 트랙타로타리로 整地作業한 경우와 無耕耘 省力化 방안으로 開發中인 보리立毛中 벼 직파재배에 있어서 문제점으로 대두되는 부산물인 보리짚이 立毛에 영향을 주어 立毛率 향상을 위한 기초시험으로서, 보리짚 사용에 따른 재배유형간 및 窒素의 基肥 사용량별 처리 후 20일간 灌溉水中的 化學性 變化를 검토하였다. 表 1과 같은 특성을 지닌 湖南農業試驗場

水稻圃場의 토양(微砂質壤土)를 초자온실(우천 시 비가림)에서 사각포트(40×30×25cm)를 이용, 새싹보리의 보리짚을 9~11cm로 切斷하여 450kg / 10a 수준으로 施用한 후, 5cm 깊이로 灌水하였다. 로타리 地均作業은 人力으로 하였고, 窒素施肥量은 湖南農業試驗場 標準施肥量중 基肥施肥量인 4.4kg / 10a를 基準으로 하여 尿素肥料를 無施用, 0.5배, 標準施肥(1.0배), 1.5배 및 2.0배 등 5水準으로 하였고, 대비구로 無耕耘+無被覆+無窒素區를 두어 상호 비교하였다.

分析試料는 보리짚에서 溶出된 灌溉水를 5일간격으로 4회 채취하여 農村振興廳 土壤化學 分析法<sup>12</sup>中 土壤溶液 分析法에 따라 분석하였는데, pH와 溶存酸素量은 Expandable Ion Analyzer EA940 電極이온分析器를 이용하여 측정하였고, 電氣傳導度는 Ysi Model 32 Conductance meter를 이용하였고, NH<sub>4</sub>-N, NO<sub>3</sub>-N 및 수용성 인산이온(PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>)은 Shimadzu社의 UV-2100 Spectrophotometer를, 그리고 칼리, 칼슘 및 마그네슘은 Perkin-Elmer 2380 原子吸光光度計를 사용하여 분석하였다.

### 結果 및 考察

#### 1. 灌溉水中的 pH 및 EC의 變化

관개수의 pH변이는 그림 1에서와 같이 無耕耘 보리짚 施用栽培의 경우, 無處理(무경운+무사용+무질소)에 비하여 初期(처리 5일)에는 낮았고, 窒素사용량간에는 사용량이 많을수록 높았으나, 처리 10일 以後에는 보리짚 사용 유·무와 질소 시비량간에 差異가 없었다. 이러한 결과는 金 등<sup>5</sup>의 밭짚施用效果에서 處理區가 無處理區에 비해 pH가 낮으며 時日이 경과될수록 낮은 것은 有機物의 분해로 생성되는 有機酸<sup>8</sup> 때문이라는 보고와 類似한 결과였다.

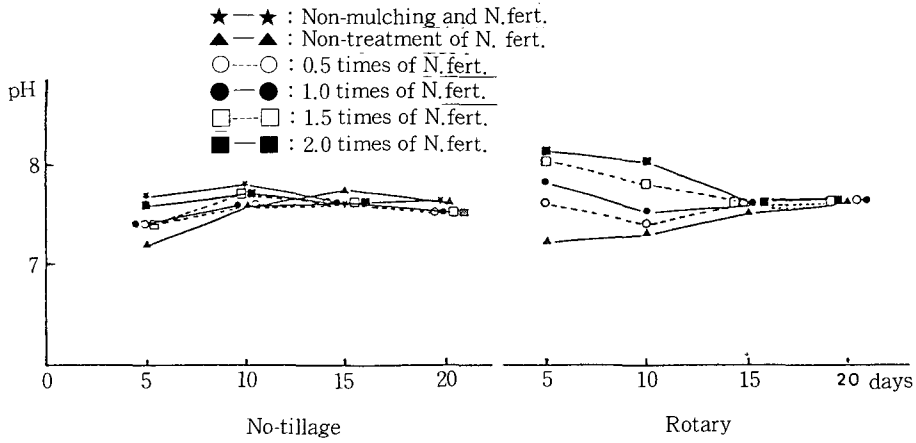


Fig. 1. Changes of water pH with time as affected by different N fertilizer application rates and rotavation methods.

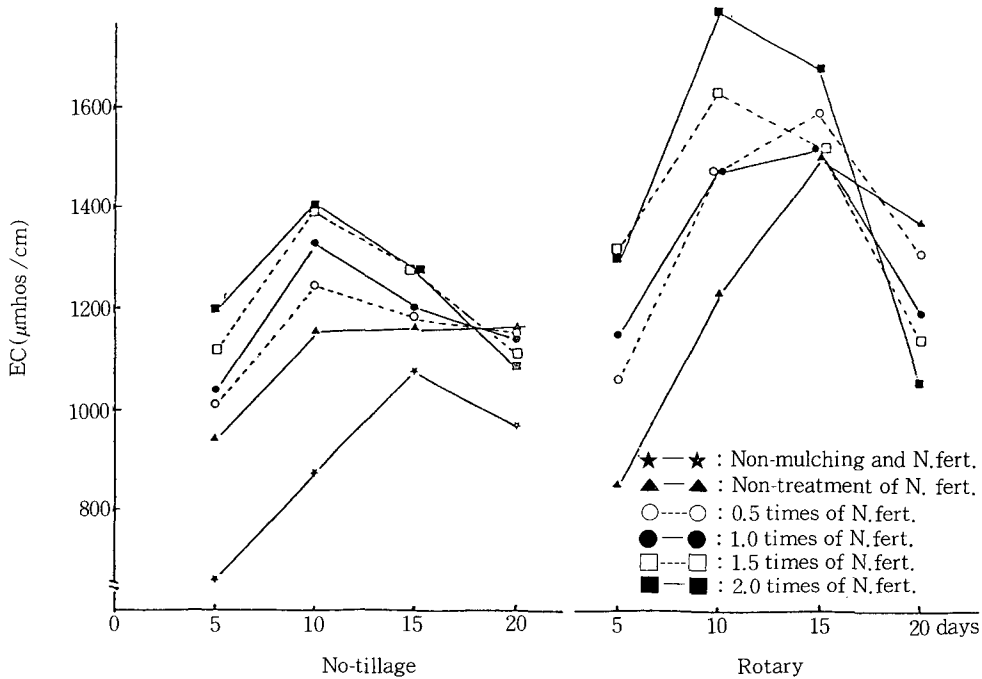


Fig. 2. Changes of EC in the stagnant water with time as affected by different N fertilizer application rates and rotavation methods.

또한 경운 로타리 재배에서는 경향은 무경운재배와 같았으나, 질소시비량간의 차이가 보다 컸고 늦게까지 지속되었다. 뭇<sup>14)</sup>는 토양에 有機物을 施用하면 토양의 pH가 증가한다고 하여 본 결과와 유사하였고, 토양유기물에 질소시비량이 많을수록 生糞의 분해 속도가 빨라 腐熟에 따른 還元의

결과<sup>4,14)</sup>로 판단되었다.

한편 電氣傳導度(EC, 그림 2)는 無耕耘 보리짚 施用의 경우, 무처리와 보리짚시용+窒素무시용구에서는 15일까지는 계속 증가추세를 보이다가 그후 減少하였으나, 窒素시용구에서는 처리 10일에 最高值를 보였고 그 후 減少하였는데, 무처

리 879 $\mu$ mhos/cm에 비하여 1,244~1,389 mos/cm(141.5~158.0%)로 窒素시용량이 많을수록 높게 나타났으나, 처리 후 20일에는 오히려 窒素시용량이 많을수록 낮은 경향을 보였다. 경운+로타리 재배의 경우, 窒素시용량이 적은 處理에서는 15일까지 增加趨勢(41.3~139.1%)를 보이다가 急激히 減少하였고, 窒素시용량이 많은 1.5배와 2.0배 施用區에서는 10일에 가장 높았는데 그 정도는 無窒素에 비하여 184.9~204.8%까지 急上昇하는 경향을 보였다. 그러나 處理 20일에는 무경운 보리짚 피복구와 같은 경향으로 시비량이 많을수록 낮았으며 감소폭도 보다 크게 나타났다. 吳<sup>16)</sup>의 보고에 의하면 토양의 電氣傳導度는 有機物의 分解가 容易할수록, 그리고 시용량이 많을수록 높아지며, 유기물에 窒素肥料을 사용한 것이 有機物의 分해를 促進하고, 灌水後 時日이 경과하여 기온이 높아지면 電氣傳導度가 낮아진다고 한 결과와 비슷하였다.

## 2. 溶存酸素量의 變化

보리짚시용에 따른 耕耘 有·無와 窒素시용량간의 灌溉水中 溶存酸素量의 變化는 그림 3과 같다. 無耕耘 보리짚시용에서는 無處理(무시용+무질소)에 비하여 모든 처리구에서 溶存酸素량이 매우 낮았으며, 窒素시용량이 많을수록 溶存酸素량은 낮았다. 또한 시기별로는 시용 5일 後에 溶

存酸素량이 가장 낮았으나, 時日이 경과할수록 증가하는 경향을 보였고 耕耘區에서는 窒素시용량이 많을수록 감소하는 경향은 무경운 보리짚시용의 경우와 같았으나, 무경운에서는 보리짚시용 후 5일에서 가장 낮은 것에 비해, 경운구에서는 시용 후 10일에서 함량이 낮았고, 그 후 增加하는 경향을 보였으며 질소시용량이 많을수록 반비례하였다. 이러한 원인은 보리짚이 질소의 시용에 따라 腐熟이 촉진되어 수중의 산소 소모량이 많아 급감한 것으로 보이며, 경운구에서 회복속도가 빠른 것은 보리짚의 생고가 로타리 작업에 의해 대부분 토중으로 埋沒되었기 때문에 腐熟정도가 낮은 것으로 판단되었다. 이러한 점에서 볼 때 보리立毛中 벼 直播栽培의 경우 發芽 및 立毛의 安定化가 중요하며, 立毛數는 穗數와 直결되어 收量에 미치는 영향이 커, 吳<sup>17)</sup>는 溶存酸素量에 따라 發芽 및 幼芽 伸長의 差異가 크다고 報告하였는데, 無耕耘 보리짚시용에서는 立毛前에 즉 播種 後 5~10日 經에 還水하는 것이 灌溉水中의 溶存酸素量을 많게 하여, 種子의 發芽 및 立毛率 向上에 영향이 클 것으로 보였으나, 이에 대해서는 보다 깊은 연구가 필요할 것으로 생각되었다.

## 3. NH<sub>4</sub>-N와 NO<sub>3</sub>-N의 含量 變化

보리짚 施用과 窒素시용량에 따른 耕耘 有·無別 灌溉水中의 NH<sub>4</sub>-N와 NO<sub>3</sub>-N의 含量변이를 보

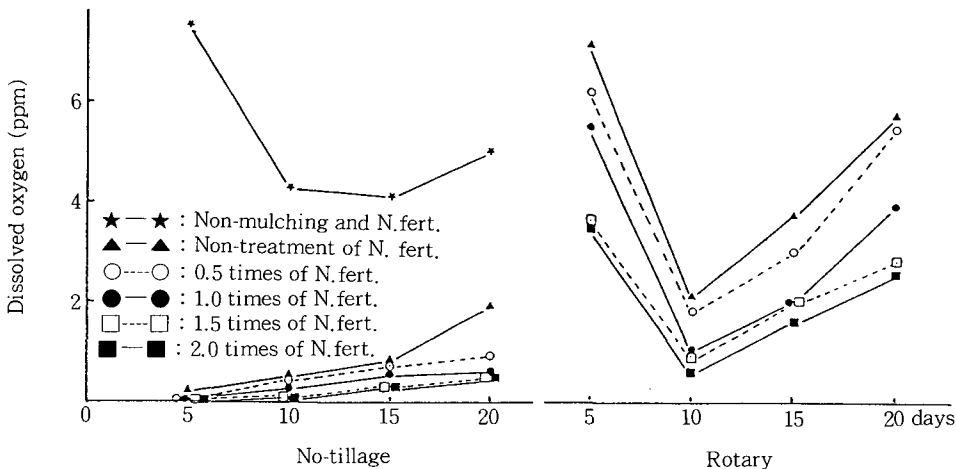


Fig. 3. Changes of dissolved oxygen content in the stagnant water as affected by N fertilizer application rates and rotavation methods.

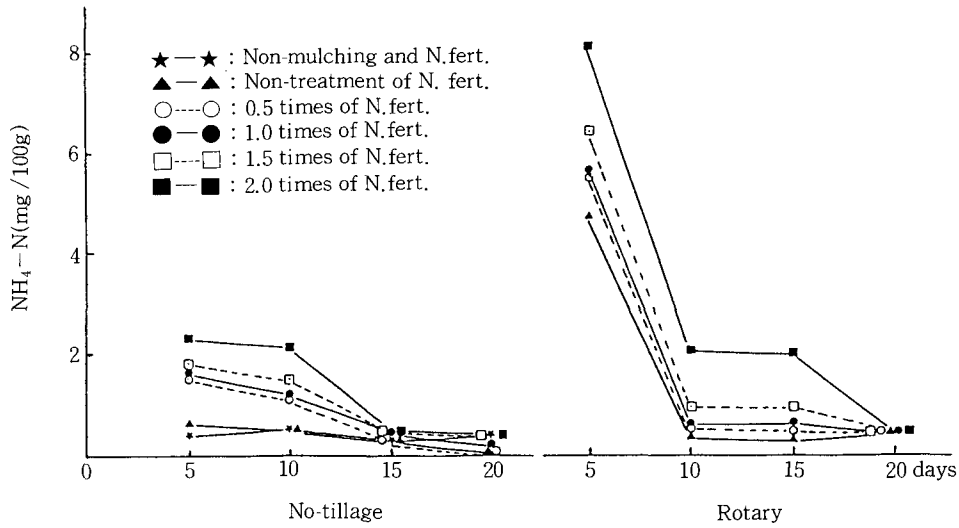


Fig. 4. Changes of  $\text{NH}_4\text{-N}$  in the stagnant water as affected by N fertilizer application rates and rotavation methods.

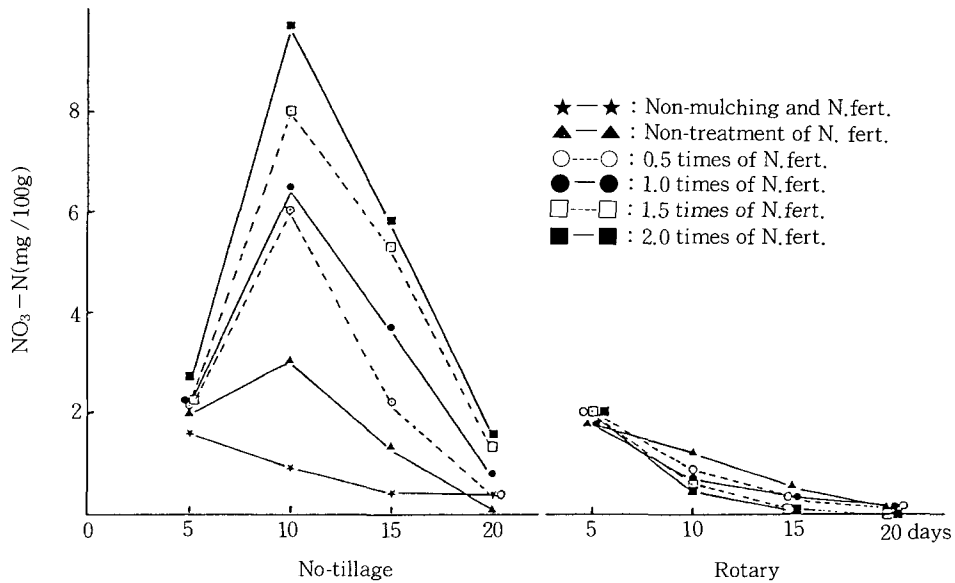


Fig. 5. Changes of  $\text{NO}_3\text{-N}$  in the stagnant water as affected by N fertilizer application rates and rotavation methods.

면 그림 4, 5와 같다.

$\text{NH}_4\text{-N}$ 의 경우(그림 4), 無耕耘 보리짚施用에서는 無處理(0.6 mg /100g)에 비하여 窒素시용구가 1.5~2.3 mg /100g 정도 높았으며, 시용량이 많을수록 10일까지는 함량이 높았으나, 그 후에 減少하여 처리 15일 이후에서는 窒素시용량간

에 차이가 없이 일정하였다. 경운+로타리재배에서는 窒素시용량이 많을수록 含量이 많았는데, 無耕耘의 보리짚 施用과 같은 경향이었으나, 初期(5日)에만 5.5~8.1mg /100g 程度로 월등히 많았고 그 이후에는 激減되어 20일에서는 處理間 差異가 없었다. 그러나,  $\text{NO}_3\text{-N}$ (그림 5)는  $\text{NH}_4\text{-N}$ 와는

달리 無耕耘 보리짚 施用이 耕耘區보다 灌溉水中의  $\text{NO}_3\text{-N}$ 가 높았으며, 窒素시용량이 많을수록 높았고, 조사 시기별로는 10일에서 가장 높았고 그 후 감소하는 경향을 보였으며, 耕耘區에서는 5일에서 가장 높았고, 그 후 시일이 경과할수록 감소 경향이나, 10일 以後에서는 處理間 差는 크지 않았으며 無耕耘 보리짚 施用과는 반대로 窒素비료의 시비량이 많을수록 낮았고, 20일에는 거의 發現되지 않았다.

논 토양에 대한 有機物 施用은 수도 생육초기에 시비질소를 有機化 시켜 窒素 飢餓現象으로 초기 생육이 불량하나 수도 생육후기에는 有機化된 시용질소의 방출이 증가되어 후기생육을 양호하게 한다<sup>2)</sup>고 하며 大山<sup>15)</sup> 등은 신선유기물이 풍부한 토양에서는 시비질소의 대부분이 有機化로 고정되어 작물에 의한 시비질소 이용률을 증가시킨다고 하였으며 이와 같이 有機化로 고정된 窒素는 매우 느리게 無機化한다고 하여 본 시험결과에서도 窒素 飢餓現象이 나타난 것으로 판단되었다.

以上的 結果를 要約해 보면 보리짚 施用시 窒素 시용량별 灌溉水中  $\text{NH}_4\text{-N}$ 와  $\text{NO}_3\text{-N}$ 의 含量變異는 無耕耘 보리짚 施用과 耕耘栽培와는 반대의 경향을 보였으나 처리 20일경에는 함량이 매우 낮았고 處理間 差異도 없었는데, 徐와 金<sup>18)</sup>은 浸透水中의  $\text{NH}_4\text{-N}$ 의 經時的 變化는 보리짚 施用區가 無施用區에 비하여 다소 많이 溶脫되었으며 灌水初期에 增加한 후 出穗期 이후에는 거의 檢出되지 않았고,  $\text{NO}_3\text{-N}$ 는 無處理에서의 濃度는  $1\text{mg}/$

$100\text{g}$  以下였으며, 보리짚 施用 有·無에 대한 差異는 뚜렷하지 않았고, 栽培區에서는 分蘖期 施用區가  $4\text{mg}/100\text{g}$  정도로 높았으나, 出穗期 이후에는 檢出이 되지 않았다는 보고와 類似한 경향을 보였다.

#### 4. 磷酸( $\text{PO}_4^{3-}$ )含量과 칼리( $\text{K}^+$ )含量 變化

보리짚 施用에 따른 耕耘 有·無와 窒素 시용량별 灌溉水中의 磷酸과 칼리성분 含量變化는 그림 6, 7과 같다. 磷酸含量(그림 6)은 無耕耘 보리짚 施用과 耕耘區가 窒素시용량이 많을수록 磷酸함량도 높았으며, 처리 10일경에 가장 높고 그 후 감소하는 것도 같은 경향이었으나, 耕耘區는  $0.9\text{ppm}$  이하의 낮은 함량을 보였다. 칼리함량도 磷酸함량과 같은 경향으로 窒素 시용량이 많을수록 높았고 10일경에 가장 높았으나, 初期(5일과 10일)에는 無耕耘 보리짚 施用에서 다소 높게 나타난 것 외에는, 施用 20일에는 耕耘 有·無 및 시비량간에 차이를 보이지 않았고, 施用 後 일수에 따라서 완만한 감소 추세를 보였다.

이러한 傾向은 徐와 金<sup>18)</sup>의 浸透水の 經時的 變化에서 칼리는 본 시험결과와 類似하였으나 磷酸은 보다 낮은 溶脫을 보였고, 그 程度는 보리짚 시용구가 더 낮았다는 보고와 本 연구와는 多少 相異하였는데, 이는 보리짚의 處理방법과 抽出物이 달랐기 때문으로 보여, 이에 대해서는 보다 깊은 검토가 필요할 것으로 본다.

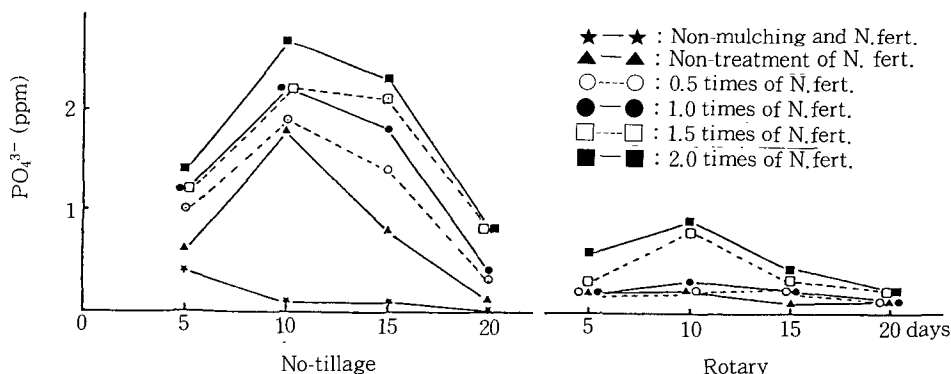


Fig. 6. Changes of  $\text{PO}_4^{3-}$  in the stagnant water as affected by N fertilizer application rates and rotavation methods.

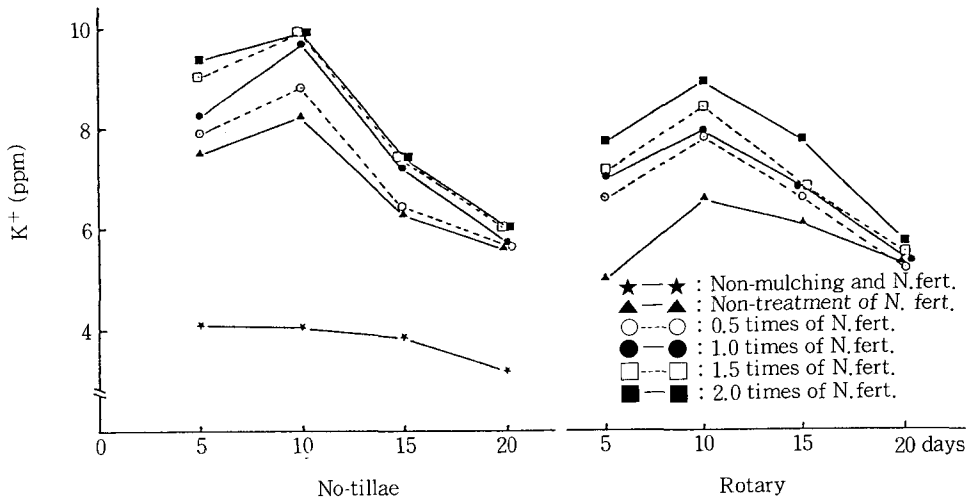


Fig. 7. Changes of K<sup>+</sup> in the stagnant water as affected by N fertilizer application rates and rotavation methods.

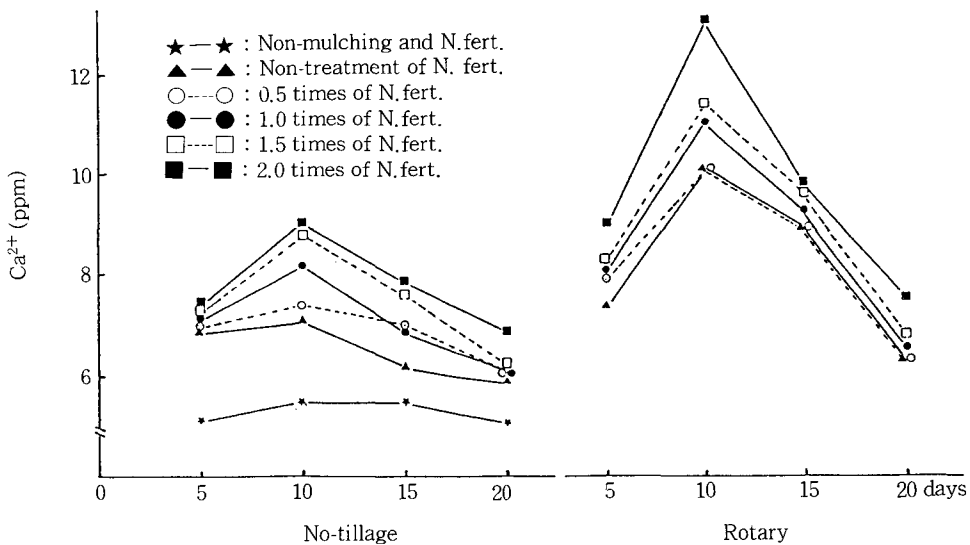


Fig. 8. Changes of Ca<sup>2+</sup> in the stagnant water as affected by N fertilizer application rates and rotavation methods.

### 5. Ca<sup>2+</sup>과 Mg<sup>2+</sup>의 含量 變化

칼슘과 마그네슘의 함량 변화를 보면 그림 8, 9 에서와 같이, 칼슘함량은 無處理(무경운+무질소+무被覆)에 비하여 보리짚 施用과 窒素의 施用량이 많을수록 높았으며, 耕耘區가 無耕耘 보리짚 施用보다 높게 나타났고 變異도 컸으나, 20일에는

큰 차이를 보이지 않았으며, 耕耘方法에 關係없이 같은 경향으로 처리 10일에 가장 높았으나, 그후 감소하였다. 또한 마그네슘함량도 칼슘함량과 비슷한 경향으로 窒素 施用량이 많을수록 높았으나, 耕耘有·無에 따른 差異는 보이지 않았다.

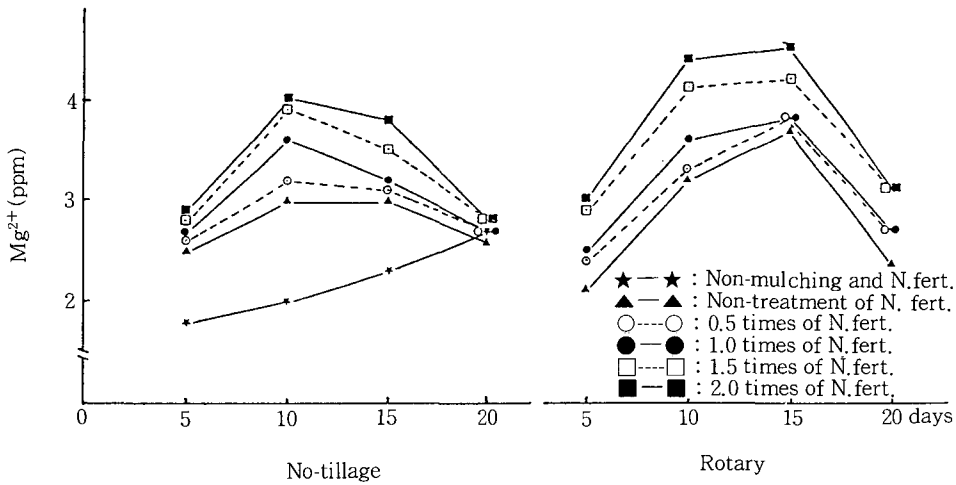


Fig. 9. Changes of  $Mg^{2+}$  in the stagnant water as affected by N fertilizer application rates and cultivation methods.

### 摘 要

보리立毛中 벼 播種에 있어서 보리짚 施用에 따른 耕耘方法과 窒素시용량별 灌溉水中에 용출된 각 성분含量 變化를 檢査하였던 바, 그 결과를 要約하면 다음과 같다.

1. pH는 無耕耘栽培에서는 施肥水準間 差異가 없었으나 耕耘栽培에서는 컸으며, 10일까지는 시비수준이 높을수록 pH가 높았으나 그 이후는 비슷하였다.
2. EC는 無耕耘에 비해 耕耘栽培에서 높았으며, 耕耘의 有·無에 관계없이 施肥水準이 높을수록 EC도 높았다. 時期別로 보면 10일에 最高水準에 도달하였다가 그 후 감소경향이, 20일에는 初期와는 달리 시비수준이 높을수록 EC가 감소하였고, 그 減少幅은 耕耘栽培에서 컸다.
3. 溶存酸素는 無耕耘에 비해 耕耘에서 높았으며, 시비량이 많을수록 낮은 경향을 보였다. 耕耘方法別로는 無耕耘에서는 施用後日數가 경과됨에 따라 다소 증가하는 경향이였으며, 無處理에 비해 매우 낮았으나, 耕耘栽培에서는 初期에 매우 높고 10일에 急激히 감소하였으며

그 후 다시 증가하였다.

4.  $NH_4-N$ 는 耕耘의 有·無에 관계없이 施肥水準이 높을수록 높았으나, 20일에는 시비량간 차이는 없었다. 耕耘方法間에는 無耕耘에서는 10일까지 높고 그 후 감소를 보였으나 耕耘에서는 初期(5日)에 매우 높았다가 急激히 감소하였고, 15일에 다시 감소하였으나 20일에는 거의 發現되지 않았다.  $NO_3-N$ 는 無耕耘에서는 處理日수 및 施肥수준간의 차이가 매우 컸으며, 10일에 最高水準을 보였고, 그 후 20일까지 急激히 減少하였다. 耕耘區에서는 처리日수가 경과함에 따라 감소경향을 보였으나, 施肥水準間 차이는 보이지 않았다.
5.  $PO_4^{3-}$ 은 耕耘栽培에 비해 無耕耘栽培에서 높았으며, 두처리 모두 施肥水準이 높을수록 높았으나, 無耕耘栽培에 비하여 耕耘栽培에서는 시일의 경과에 따라서도 차이가 크지 않았고 함량도 낮았다.
6. 陽이온含量은 모두 耕耘 有·無에 관계없이 施肥水準이 높을수록 높은 경향을 보였고, 10일에 最高水準을 보인 후 완만한 감소를 나타냈으며,  $K^+$ ,  $Ca^{2+}$ 에 비해  $Mg^{2+}$ 이 보다 낮은 함량을 보였다.



## 引用文獻

1. 安相培, 河野通佳. 1977. 韓國畚土壤에서 土壤窒素의 有效化 및 酸加水分解性 有機態 窒素에 관한 特徵. 韓土肥誌. 10(1) : 29-37.
2. 丁智鎬, 金廣植. 1989. 보리짚施用이 畚土壤의 生化學成에 미치는 影響. 韓土肥誌 22(2) : 93-99.
3. 志賀一一, 長谷川撤, 沖村逸夫. 1982. 無肥料, 化學肥料單用及び堆肥使用水田土壤における 施肥窒素의 動向. 愛知農試研報 14 : 53-59.
4. 黃光男, 姜報求, 金元出, 趙成鎮. 1990. 畚土壤에서 堆肥施用이 施肥窒素의 行方에 미치는 影響. 農試研報 32(1) : 21-28.
5. 金廣植, 金容雄, 孫寶均. 1982. 벼짚施用이 新開畚地土壤의 水稻生育과 土壤의 化學的 性質에 미치는 影響. 農漁村開發研究. 17(2) : 139-149.
6. \_\_\_\_\_, 李敦吉, 金容雄, 孫寶均. 1983. 畚土壤의 보리짚施用 效果에 대한 研究. 農漁村開發研究 18(1) : 29-35.
7. \_\_\_\_\_, 孫寶均. 1983. 보리짚施用이 畚土壤의 Acetylene 還元力과 窒素固定 微生物에 미치는 影響. 農漁村開發研究 18(2) : 119-124.
8. Kiuch, T and Omukai, S. 1959. Influence of organic matter content and plant root on the leaching of cation from paddy soils. Soil & Plant Hood. 5. 108-113.
9. 郭漢剛, 李春秀, 許範亮, 洪鍾雲. 1990. 논토양에서 深層施肥機에 의한 窒素深層施肥效果. 文集研究官 停年退任論文集 61-67.
10. 李相奎, 黃光男. 1984. 畚土壤에 堆肥 및 벼짚 施用時 施肥窒素의 有機 및 無機化作用에 관한 研究. 韓土肥誌 (1) : 60-66.
11. 中國地域共同研究成果集錄. 1970. 水稻における稻, 麥わらの施用に關する研究 5. 農林省中國農業試驗場
12. 農村振興廳 農業技術研究所. 1978. 土壤化學分析法.
13. 農村振興廳. 1982. 農事試驗研究 總說. 農試研報 24집 附錄.
14. 農業研究センター. 1985. 農耕地における有機物施用技術.
15. 大山信雄, 拌 井弘. 1970. 稻わらの連用效果, 中國地域共同研究成果集錄 3. 水田にわける施用方法に關する研究. 32-78.
16. 吳旺根. 1978. 有機物施用이 土壤의 理化學的 性質에 미치는 影響. 韓土肥誌. 11(3) : 161-174.
17. 吳龍飛. 1993. 벼 發芽 및 幼苗伸長期의 酸素消費量의 品種間差異. 農業論文集 35(1) : 18-22.
18. 徐壯善, 金廣植. 1988. 보리짚施用이 畚土壤成分의 溶脫에 미치는 影響. 韓土肥誌 21(4) : 409-415.