

## 鷄糞의 腐熟乾燥와 窒素의 行動

吳 旺 根\*

(1984년 5월 23일 접수)

# Dynamics of Nitrogen in Poultry Manure during its Processing

Wang-Keun Oh\*

### Abstract

Laboratory experiments of poultry manure incubated for three days at 35°C were conducted to learn some informations on the relief of nitrogen loss during processing. Results obtained are as follows:

1) Blending phosphoric acid, triplesuperphosphate or superphosphate to poultry manure could reduce the volatilization of ammonia and saved nitrogen in the manure by 80 to 90 percent, though nonblending saved the nitrogen only by 40 to 60 percent during three days incubation.

2) The additives must be blended thoroughly to the manure to obtain the least loss of nitrogen during the incubation.

3) The severe loss of nitrogen was occurred from the drying process of fermented manure of both treatment, that is 60~80 percent loss at the blended treatment with phosphoric acid, triplesuperphosphate or superphosphate, and 70~90 percent loss at non-blended.

4) Drying the fermented manure under the fixed temperature of about 65°C for three days saved more nitrogen than dried manure under the temperature gradually raised from the room temperature to about 45~65°C for three days.

### 序 論

國民經濟가 潤澤해지면서 우리의 食生活에 큰 變化가 왔다. 이 變化로 養畜業이 振興되어 酪農牧場, 養豚, 養鷄場이 全國 곳곳에 늘어났을 뿐만 아니라 이들은 漸次 大型化 團地化해 가고 있다.<sup>(1,2)</sup> 家畜 飼育의 大型化 團地化는 飼育自體에서 생기는 여러가지 問題에 더하여 家畜의 糞尿處理에 있어서도 심각한 問題를 자아내고 있다. 大量으로 排出되는 家畜의 糞尿는 냄새와 더불어 파리의 繁盛等 不潔한 有害物의 發生源이 되고 雨水에 씻겨서 河川水나 地下水를 汚染하며 논밭

에 들어가는 過肥나 高鹽濃度가 되어서 作物이 아예 生育을 못하고 삭아버리게도 한다. 儻倖히 作物이 生育하더라도 過繁茂하고 軟弱해져서 病虫의 害를 입고 穀物일 境遇는 結實率이 나빠져서 收量이 크게 떨어지는 境遇도 있다.

한편 家畜의 糞尿는 優秀한 有機質 肥料로 從來 農業에서 매우 愛用되어 왔었다. 그러나 이런 糞尿가 都市 近郊에서 生産될 때는 勿論, 都市가 아닌 農業地帶에서 生産될 때도 그 量이 쉽게 處理할 수 있는 範圍를 벗어나 大量이 되기 때문에 問題가 되는 것이다.

家畜의 糞尿를 處理하여 公害를 防止하고 이것을 肥料 資源으로 利用하기 爲해서는 生産되는 即時 腐熟乾

\*서울市立大學 (Seoul Municipal College, Seoul)

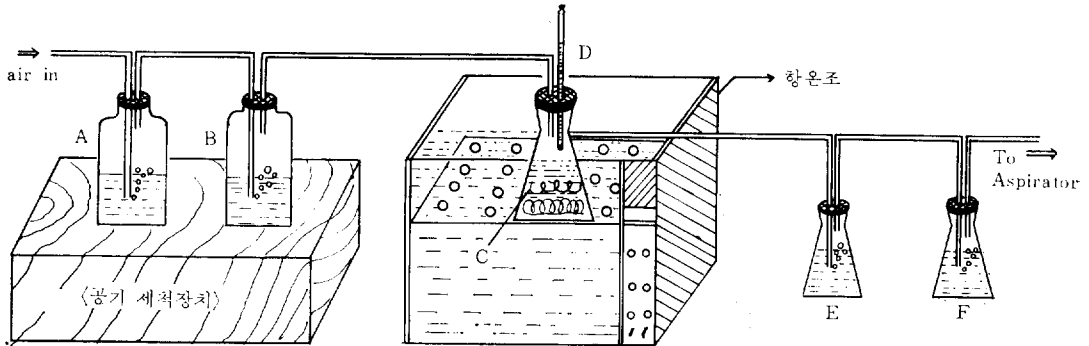


Fig. 1. Apparatus

A : Conc- $H_2SO_4$       B : 40% NaOH      C : 발효플라스크      D : 온도계  
 E : 2% boric acid, indicator(MO CR)      F : 2 N-NaOH

燥 包裝하여 遠距離 輸送이 可能해야 하며 加工過程에서 肥料의 主成分, 特히 窒素의 損失이 없어야 한다.

家畜의 糞尿를 腐熟시킬 때는 많은 熱이 發生한다. 萬若 이 熱을 糞尿의 乾燥에 利用하면서 窒素成分의 損失을 最少限으로 줄이는 簡單한 腐熟加工法이 開發된다면 이것은 公畜을 주릴 뿐 아니라 우리 나라 農土 培養에 큰 도움이 될 것이다. 本 研究에서는 糞尿의 腐熟乾燥過程에서 窒素의 損失을 줄이는 方法을 찾고자 鷄糞을 가지고 小規模의 實驗室 試驗을 하였다. 김창현君, 윤영숙嬢, 박인준君이 本研究의 各 試驗遂行에 참여 하였다. 이들의 手苦에 對하여 感謝하는 바이다.

Table 1. pH, moisture and nitrogen content of fresh poultry manure

	For Exp. A	For Exp. B	For Exp. C
pH	8.40	8.17	8.52
Moisture	72.24	75.25	74.00
$NH_4-N$	0.37	0.15	0.17
$NO_3-N$	0.01	0.01	0.01
$NO_2-N$	0.00	0.00	0.00
Total-N	1.61	1.70	1.45
Org.-N	1.24	1.55	1.28

材料 및 方法

1. 供試鷄糞의 特性

京畿道 南楊州郡 九里邑에 있는 養鷄場에서 鷄糞을 採取 試驗했는 바, 그 分析結果는 表 1과 같다.

2. 試驗裝置 및 處理方法

生鷄糞 300 g에 實驗 A에서는 85% 磷酸 9 ml( $P_2O_5$ 로서 9.27 g)를, 實驗 B에서는 45% 重過石粉末 17.24 g( $P_2O_5$ 로서 7.75 g)을 試驗 C에서는 20% 過石粉末 15 g( $P_2O_5$ ; 4.01 g +  $SO_4$ ; 5.40 g)를 混合하여 가지 달린 유리 三角 후라스크에 담았다. 對照로 各試驗에 鷄糞만 300 g을 넣은 것을 두었다. 이렇게 만든 두개 反覆을 Fig.1과 같이 連結하였다. 各 후라스크(腐熟槽)에서 發生하는

Table 2. Ammonia and carbon dioxide vaporized from poultry manure during three days incubation

Treatments	$NH_3-N$ mg N/g-manure	% to that of raw manure		$CO_2-C$ mg/g
		Experiment A		
Control	1.12	30.3		0.64
Phosphoric acid*	0.18	4.9		0.71
Experiment B				
Control	0.14	9.3		0.6
Triple superphosphate	0.03	2.0		0.66
Experiment C				
Control	0.26	15.3		0.49
Superphosphate	0.06	3.5		0.54

Table 3. pH, moisture and nitrogen content of fermented poultry manure and percent of the nitrogen against the nitrogen in raw manure

	Control		Treated*	
	Content	% N/raw manure	Content	% N/raw manure
Exp. A				
pH	8.70		5.47	
Moisture	62.0		71.5	—
NH <sub>4</sub> -N	0.31	61	0.41	107
NO <sub>3</sub> -N	0.008	85	0.019	262
NO <sub>2</sub> -N	0.002	1,423	0.007	5,568
Org.-N	0.98	58	1.13	89
Total-N	1.29	59	1.54	93
Exp. B				
pH	8.30		6.13	
Moisture	57.0	—	64.5	—
NH <sub>4</sub> -N	0.26	100	0.41	191
NO <sub>3</sub> -N	2.9×10 <sup>-3</sup>	26	3.1×10 <sup>-3</sup>	34
NO <sub>2</sub> -N	7.3×10 <sup>-5</sup>	16	1.5×10 <sup>-5</sup>	40
Org.-N	1.01	38	1.64	74
Total-N	1.27	43	2.05	84
Exp. C				
pH	8.61		7.28	
Moisture	68.2	—	75.3	—
NH <sub>4</sub> -N	0.20	96	0.29	180
NO <sub>3</sub> -N	2.77×10 <sup>-3</sup>	31	3.42×10 <sup>-3</sup>	50
NO <sub>2</sub> -N	5.22×10 <sup>-5</sup>	14	12.1×10 <sup>-5</sup>	37
Org.-N	0.68	42	0.84	69
Total-N	0.88	50	1.13	82

\* Treated with phosphoric acid at the exp. A, with triple superphosphate at exp. B, and with superphosphate at exp. C.

NH<sub>3</sub>는 2% 硼酸 25 ml에 捕集하고 CO<sub>2</sub>는 2 N-NaOH 25 ml에 捕集하였다. 이 때 鷄糞을 담은 후라스크에 吸入되는 空氣는 稀한 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>와 NaOH로 洗滌하여 H<sub>2</sub>O와 CO<sub>2</sub>를 除去하였다. 腐熟槽는 35°C의 恒溫水槽에 넣어 3日間 腐熟시켰으며 이 期間에 揮散한 NH<sub>3</sub>와 CO<sub>2</sub>를 測定하고, 腐熟(아직 乾燥하지 않은) 鷄糞과 乾燥한 鷄糞의 pH와 더불어 NH<sub>4</sub>-N, NO<sub>3</sub>-N, NO<sub>2</sub>-N, 및 全窒素含量을 測定하였다. 全窒素에서 다른 3個 型態의 窒素를 뺀 나머지를 有機窒素로 하였다. 腐熟된 鷄糞의 乾燥溫度는 試驗 A에서 45°C, 實驗 B와 C에서 各各 65°C이었는데 試驗 C에서는 室溫에서 漸次的으로 溫度를 올리고 試驗 B에서는 65°C로 이미 높여진 溫度에 試料를 넣어 말렸다. 各 試驗은 다 같이 3日間 腐熟시켰다.

### 3. pH와 水分의 測定 및 窒素의 分析

試料 5 g을 秤量병에 담아 100~105°C로 恒溫이 될 때까지 말리고 5 g에서의 差異를 水分으로 하였으며 pH는 試料와 蒸溜水를 1:1 比로 하여 1時間 浸水하였다가 유리 電極으로 測定하였다.

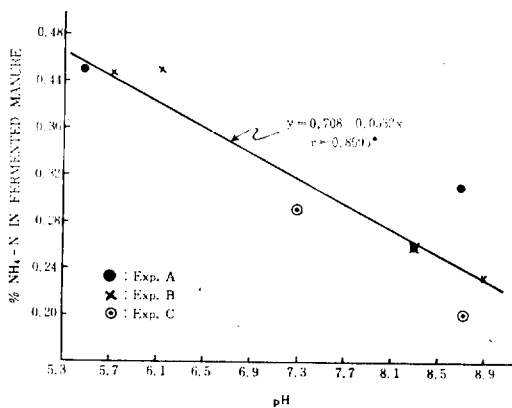
NH<sub>3</sub>-N를 捕集한 2% 硼酸은 0.24N-HCl로 滴定하였고 CO<sub>2</sub>를 吸收한 2N-NaOH에는 15% BaCl<sub>2</sub>를 加하여 BaCl<sub>2</sub>를 沈澱시킨 後 페놀프타레인을 指示藥으로 酸 滴定하여 發生한 CO<sub>2</sub>-C를 計算하였다.

原料와 各 工程에서 얻어진 鷄糞 肥料 1 g를 K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>-CuSO<sub>4</sub>(9:1) 觸媒下에 稀한 黃酸으로 分解하여 一定量으로 한 다음 그 一部를 取하여 MgO(heavy)와 Devarda's alloy를 넣고 水蒸氣 蒸溜하여 總窒素로 하였

**Table 4. Nitrogen in fermented and dried manure, and percent of the nitrogen against the nitrogen in raw manure**

	Control		Treated*	
	Content	% N/raw manure	Control	% N/raw manure
<b>Exp. A</b>				
pH	9.81		7.15	
NH <sub>4</sub> -N	0.11	8	0.58	43
NO <sub>3</sub> -N	1.8×10 <sup>-3</sup>	7	7.6×10 <sup>-3</sup>	30
NO <sub>2</sub> -N	8.5×10 <sup>-4</sup>	205	29.0×10 <sup>-4</sup>	70
Org.-N	0.49	11	0.58	13
Total-N	0.60	10	1.16	20
<b>Exp. B</b>				
pH	8.59		7.65	
NH <sub>4</sub> -N	0.43	71	0.65	107
NO <sub>3</sub> -N	4.0×10 <sup>-3</sup>	15	5×10 <sup>-3</sup>	21
NO <sub>2</sub> -N	0.15×10 <sup>-4</sup>	2	1.3×10 <sup>-4</sup>	12
Org.-N	1.56	25	2.00	32
Total-N	1.99	29	2.65	38
<b>Exp. C</b>				
pH	8.60		7.67	
NH <sub>4</sub> -N	0.10	16	0.35	53
NO <sub>3</sub> -N	2.1×10 <sup>-3</sup>	8	4.7×10 <sup>-3</sup>	17
NO <sub>2</sub> -N	3.3×10 <sup>-5</sup>	3	1.2×10 <sup>-4</sup>	10
Org.-N	0.72	15	1.23	25
Total-N	0.82	15	1.58	28

\* See table 3



**Fig 2. NH<sub>4</sub>-N content in fermented poultry manure for three days as a function of fermented manure pit**

다. NH<sub>4</sub>-N, NO<sub>3</sub>-N 및 NO<sub>2</sub>-N는 試料 5g에 2.5N-KCl 50 ml를 加하여 한 時間 振盪, 濾過한 溶液에서 다음과 같이 測定하였다<sup>(2)</sup>. 먼저 溶液 5 ml에 MgO(hea-

vy)를 넣고 水蒸氣 蒸溜하여 NH<sub>4</sub>-N을 빼 낸 다음 Devarda's 合金을 넣고 再蒸溜하여 NO<sub>3</sub>-N와 NO<sub>2</sub>-N를 얻었다. 別途로 試料溶液 5 ml을 取하여 새로 調製한 설파믹(sulfamic)酸(1: 50) 1 ml로 NO<sub>2</sub>를 破壞하고 MgO와 Devarda's 合金을 넣어 NH<sub>4</sub>-N+NO<sub>3</sub>-N를 蒸溜하여 두 蒸溜分의 差異를 NO<sub>2</sub>-N로 하였다.

**結果 및 考察**

**1. 腐熟期間中 揮散된 NH<sub>3</sub>와 CO<sub>2</sub>**

3日間の 腐熟期間中 揮散된 NH<sub>3</sub>-N는 表 2에서 보는 바와 같이 磷酸 또는 重過石, 過石 處理로 크게 적어졌다. 試驗 A를 보면 濕潤雞糞 1g當 無處理에서는 1.12 mg의 NH<sub>3</sub>-N가 揮散했는데 磷酸 處理에서는 0.18 mg의 NH<sub>3</sub>-N만이 揮散하였다.

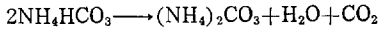
試驗 B 및 C에서도 重過石과 過石의 混合이 암모니아의 揮散을 크게 줄였다. 以上の 揮散量을 原料雞糞이 含有했던 암모니아에 對한 比率로 計算하면 磷酸

處理는 암모니아의 揮散을 約 25% 줄였고 重過石과 過石은 各各 約 7 및 12% 줄인 結果가 된다.

CO<sub>2</sub>의 發生量은 燐酸處理와 重過石 또는 過石 處理로 多少 많아서 有機物이 더 分解되었음을 보여 주지만 無處理와 큰 差異는 아니었다.

2. 腐熟鷄糞의 pH와 水分 및 窒素의 含量

表 3은 3日間 腐熟시킨 鷄糞의 分析結果인데 3個 試驗을 通하여 處理鷄糞은 無處理鷄糞보다 水分含量이 若干 많으면서 pH는 낮다. 鷄糞의 腐熟物이기 때문에 그 水溶液은 암모니아와 炭酸系가 될 것이다. 이 溶液이 飽和 NH<sub>4</sub>HCO<sub>3</sub>系라면 그 pH는 8.3이 될 것이나 試驗 A와 C의 無處理는 이 값을 넘어선 8.7 및 8.6이 되고 試驗 13만이 8.3이다. NH<sub>4</sub>HCO<sub>3</sub>가 다음 反應에 依하여 炭酸암모늄이 된다



면 水分이 적어질수록 (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>가 많아지고 NH<sub>4</sub>HCO<sub>3</sub>에 對한 (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>比가 커져서 溶液의 pH는 높아져야 한다. NH<sub>4</sub>HCO<sub>3</sub>가 分解하여 遊離알칼리가 만들어지기 때문이다.

各型態의 窒素含量에도 差異가 있는데 無處理에서보다 處理에서 各 窒素가 大體로 많다. NH<sub>4</sub>-N나 NO<sub>3</sub>-N 또는 NO<sub>2</sub>-N는 腐熟期間中 큰 幅으로 높고 줄을 수도 있다. 有機窒素의 分解가 腐熟條件의 影響을 받기 때문이다. 그러나 總窒素은 다르다. 腐熟期間中에 그 量이 增加할 可能性을 全然 排除할 수도 없지만 (空中窒素의 固定) 減少하는 것이 正常的이기 때문이다. 試驗 A에서 보던 無處理에서는 腐熟으로 因하여 半鷄糞이 갖는 總窒素의 41%가 消失되고 59%가 남았는데 燐酸處理에서는 不過 7%만이 消失되고 93%가 남았다. 試驗 B와 C의 無處理에서도 全窒素 各各 57%와 50%가 消失되어 43%, 50%가 남았는데 重過石과 過石處理에서는 全窒素 各各 16 및 18%만이 消失되고 84 및 82%가 남았다. 李 등<sup>(4)</sup>이 堆肥腐熟試驗에서 본 바와 같이 添加物中の 燐酸과 黃酸이 NH<sub>4</sub>를 吸收 貯藏한 것으로 생각된다. 有機窒素도 無處理에서는 試驗 A, B, C에서 各各 42, 62, 58%가 消失되고, 58, 38, 42%만이 남았는데 燐酸, 重過石, 過石處理에서는 各各 11, 26, 31%가 消失되고 89, 74, 69%가 남았다. 有機窒素의 이런 消失率은 全窒素의 消失率 보다 크다. 有機窒素의 分解가 많아진 것이다.

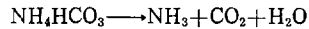
암모니아態窒素은 pH가 높을 수록 揮散量이 많아진다<sup>(5,6,7)</sup>. 本研究에서는 供試料의 採取時期가 다르고 各試驗이 同時에 實施되지도 못하였다. 그러면서도 NH<sub>4</sub>-N 含量과 pH間에는 그림 2와 같은 相關關係가 있다. 즉 pH가 높을 수록 腐熟鷄糞의 NH<sub>4</sub>-N 含量이 적어졌

다.

3. 乾燥한 腐熟鷄糞의 pH와 窒素含量

腐熟後 乾燥한 鷄糞의 pH와 窒素의 分析結果는 表4와 같다. 各 試驗에서 pH는 다 같이 높는데 特히 無處理에서 더 높아서 試驗 A에서는 거의 10에 가깝다. 이 處理는 勿論, 試驗 B 및 C의 無處理에서도 pH가 8.3을 훨씬 넘어섰다. 앞에서 말한 바에 依하여 (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>가 主암모늄鹽이 되어 있는 것으로 생각된다. 反面 3個 試驗의 處理區는 pH가 7.0水準이어서 重炭酸, 燐酸, 黃酸 등의 암모늄 混合鹽인 것으로 생각된다. 燐酸 2 水素암모늄, 黃酸암모늄의 水溶液은 酸性이기 때문이다. 그 중에서도 試驗 A의 無處理는 pH가 더 높아서 重炭酸鹽이 더 적었던 것 같다.

NO<sub>3</sub>-N나 NO<sub>2</sub>-N는 痕蹟에 不過하고 NH<sub>4</sub>-N나 有機窒素, 總窒素도 表 3에서 본 것 보다 훨씬 낮은 含量이다. 이 含量은 特히 無處理에서 더 낮다. 無處理 未乾燥物(表 3의 것) 中の 主암모니아가 NH<sub>4</sub>HCO<sub>3</sub>態라고 하면 이 암모늄鹽의 一部는 아래에 依하여 揮散했을 것이다.



그리고 이 揮散은 有機窒素의 分解로 생기는 암모니아가 燐酸 또는 黃酸에 固定되지 않은 限에서 繼續되었을 것이다. 이 揮散은 또 pH가 높았던 無處理에서 더 容易하고 徹底했어야 한다. 處理區와 無處理區 사이의 總窒素含量 差異가 NH<sub>4</sub>-N 含量 差異보다 크다는 것은 이것을 意味하는 것이다. 다시 말하면 有機窒素의 分解로 생긴 NH<sub>4</sub>-N가 固定劑가 添加되지 않은 高 pH의 無處理에서 더 徹底히 揮散된 것이다.

試驗方法에서 본 바와 같이 各 處理에 添加된 有効成分(P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>와 SO<sub>4</sub>), 즉 암모니아를 固定할 수 있는 成分은 液體燐酸에서 9.27 g, 重過石에서 7.75 g, 過石에서 9.41 g(P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> : 4.01 g + SO<sub>4</sub> : 5.40 g)이었다. 그런데 乾燥鷄糞의 窒素含量이나 生鷄糞에 對한 窒素의 殘留比는 有効成分이 가장 적었던 重過石에서 가장 컸다. 한편 添加한 各 肥料의 實量은 液體燐酸이 9 ml, 過石이 15.0 g, 重過石이 17.24 g으로 끝의 것에서 가장 많았다. 부피가 混合도에 주는 影響은 크다. 鷄糞과의 混合에 있어서 부피가 컸던 重過石이 比較的 容易했고 均一했음은 當然하여 그 結果가 암모니아의 部分揮散을 줄일 수 있었던 것으로 생각된다.

乾燥로 因하여 腐熟鷄糞의 各種 窒素含量이 크게 줄었으나 試驗 B는 다른 試驗에 比하여 그 減少率이 적었다. 다른 試驗에서는 乾燥溫度를 室溫에서부터 徐徐히 올렸는데 試驗 B에서는 미리 65°C로 올려놓은 乾燥器에 試料를 넣어 말렸다. 試驗 A와 C에서는 乾燥溫度

45°C 또는 65°C까지 올라가는 동안에 有機窒素가 相當히 分解될 수 있었는데 試驗B에서는 그렇지 못하였다는 것이다. 이런 理由가 試驗B의 無處理, 處理에서의 窒素 含量 및 窒素의 殘留率을 다 같이 높인 것으로 생각된다.

**要 約**

鷄糞을 加工할 때 생기는 窒素의 損失을 줄이는 方法을 講究하기 爲하여 生鷄糞을 磷酸, 重過石, 過石으로 處理하여 3日間 35°C에서 腐熟乾燥하는 室內試驗을 實施하여 다음 結果를 얻었다.

- 1) 生鷄糞에 磷酸이나 重過石, 過石을 處理 腐熟시키므로서 암모니아의 揮散을 줄여서 無處理에서는 40~60%만 保全할 수 있었던 鷄糞窒素를 80~90%까지 保全할 수 있었다.
- 2) 窒素의 損失을 줄일 目的으로 施用하는 添加物은 鷄糞과 充分히 混合되어야 한다.
- 3) 腐熟鷄糞을 乾燥할 때 窒素의 損失이 많다. 45~65°C로 乾燥할 때 無處理에서는 70~90%가 損失되고 磷酸, 重過石, 過石處理에서는 60~80%가 消失되었다.
- 4) 미리 65°C로 높여 놓은 乾燥器에 腐熟鷄糞 試料를 넣어 말렸을 때는 漸次的으로 溫渡를 높였을(45~65°

C) 때 보다 窒素의 損失이 적었다.

**文 獻**

- 1. 대한민국 농수산부 (1982) : 농림통계연보, p. 107~115.
- 2. 宋啓源 (1983) : 畜産資源의 效果的 利用과 管理, 農業科學심포지움 104~122.
- 3. American Society of Agronomy (1965) : *Methods of Soil Analysis*, Part 2 (Agronomy No. 9) pp. 1195~1198.
- 4. 李相奎, 兪益東, 許範亮 (1975) : 堆肥腐熟程度에 따른 有機 및 無機成分의 變化와 배추 生育에 미치는 影響, 農事試驗研究報告, 17(土肥 作物菌環) 67.
- 5. 吳旺根 (1980) : 土壤의 反應과 窒素의 施用量에 따른 암모니아의 揮散, 韓國土壤肥料學會誌, 13, 7.
- 6. 吳旺根, 吳才燮 (1981) : 窒素質肥料가 施用된 湛水土壤에서의 암모니아의 揮散, 韓國土壤肥料學會誌, 14, 70.
- 7. 吳旺根, 金聲培 (1981) : 水稻에 對한 加里의 施用 이 암모니아의 揮散과 窒素의 吸收에 미치는 影響, 韓國土壤肥料學會誌, 14, 24.