

湖南地域 논 土壤의 有效磷酸含量 및 磷酸施肥에 따른 괴불發生과 收量

柳喆鉉* · 崔正源* · 申福雨* · 李相馥* · 丁智鎬* · 金成朝** · 韓成洙**

Distribution of Available Soil Phosphorus and Effect of Phosphorus Application on Appearance of Algal Waterbloom and Rice Yield in Honam Area

Chul-Hyun Yoo*, Jeong-Weon Choi*, Bog-Woo Shin*, Sang-Bokg Lee*, Ji-Ho Jeong*
Seong-Jo Kim** and Seong-Soo Han**

ABSTRACT

To estimate the suitable method of phosphorus application in puddled-soil drill seeding of rice, available phosphorus, appearance of algal water bloom, and rice yield were investigated in paddy soil of Honam area from 1994 to 1995. Available phosphorus content with different regions was the highest in the east-west inland region of Noryeong mountain range and the inland region of Honam area and it was the lowest in the Charyeong south plains region. Available phosphorus content was the highest in the alluvial plains, and it was the lowest in dilluvial terrace. Fractions of phosphorus in Jeonbug series were high in the order of Ca-P, Fe-P, and Al-P, respectively. Algal water bloom occurred highly in 100% and 70% basal applications before seeding, and slightly in no-fertilizer and 100% application of 3-leaf stage in puddled-soil drill seeding of rice.

Suitable amount of phosphorus application was 21kg/ha in the single cropping paddy field of Fluvio-marine plain, and rice yield was increased 6% at 50% basal application

Key words : Rice, Direct drill seeding, Puddled soil, Phosphorus, Algal water-bloom.

緒 言

우리나라에서는 中苗機械移秧栽培時 苗壟에서 괴불 (Algal water bloom)이 발생되어 幼芽의 생육을 阻害하여 수도재배에 많은 지장을 招來한 경우는 있었으나 재배법개선으로 그 피해는 현저히 줄어든 것으로 생각된다. 그러나 근년들어 생력재배의 일환으로 답숙직파 재배가 많은 면적에 보급되면서 이끼 및 괴불이 出芽와 立毛確保에 지장을 주고있다.

磷酸은 작물의 養分인 동시에 湖水나 河川의 水質의

富營養化를 초래하는 元素이기 때문에 適正量의 인산을 시용할 필요가 있으며 分蘖을 촉진시키기 위해서는 그 생육초기에 인산부족이 일어나지 않도록 할 필요가 있다. 또한 생육후반에는 농토양의 還元이 진행함에 따라 토양에 固定되어 있던 難溶性磷酸의 일부가 根으로 흡수되기 쉬운 形態로 변화한다.

인산은 벼 생육이 진행함에 따라 흡수되지만 그 흡수는 開花期까지 거의 완료하고 登熟기에는 거의 흡수는 없으며 이 시기에 穗나 玄米의 생산에 필요한 인산은 그 때까지 莖葉 중에 貯藏된 인산이 수로 이행하여 간다.

* 湖南農業試驗場(National Homam Crop Agricultural Exp. Station, RDA, Iksan, Korea)

** 圓光大學校 農科大學(College of Agriculture Wonkwang University, Iksan, Korea)

인산질비료에 의한 괴불과 이끼 발생을 誘導하게 되며 물 관리가 제대로 이루어지지 않을 경우 出芽立毛 및 活着遲延은 물론 이에 따른 피해가 심한 경우 再播種을 해야 하는 경우가 실제로 농가에서 나타나고 있다.

또한 근래에 와서 湖水, 河川, 江 등에서 富營養化로 인한 內水産業被害와 水質의 汚濁 등 많은 문제점이 있으며 대체로 이들 귀찮은 藻類는 綠藻類가 대부분이다 (李相奎, 1986).

따라서 본 연구는 湖南地方 논 토양중의 有效磷酸含量 분포와 무논골뿌림 재배시 磷酸施用方法에 따른 괴불발생정도, 立毛率와 收量性에 관하여 시험한 결과를 보고하고자 한다.

材料 및 方法

본 연구는 湖南地方(전, 남북)의 논 토양중 유효인산 함량 및 벼 직파재배시 괴불발생양상과 水稻 收量性을 조사하기 위하여 1994년부터 1995년까지 調査 및 試驗을 실시하였다. 논 토양중 유효인산함량조사는 '95년 3월~4월의 벼 移秧前 토심 15cm까지 Zig-Zag 10개소 혼합 복합시료를 地帶 및 地形別로 262개소를 채취하여 Lancaster법으로 분석하였다.

괴불발생 정도와 수량성을 조사하기 위한 圃場試驗은 湖南農業試驗場 시험포장인 全北統에서 播種樣式을 무논골뿌림으로 하여 시험을 수행하였다. 파종 20일전에 트랙타로 12cm 깊이로 건답상태에서 로타리경운을 하여 논을 굳히기 전에 시비후 담수상태에서 트랙타로 로타리하여 整地하였으며 落水는 整地後 1일에 논 굳힘을 위하여 3일간하고 ha당 50Kg의 東津벼를 Prochloraz油劑 2000培液에 24시간 浸滴 消毒한후 浸種하여 2-3mm 催芽시켜 5월 1일에 무논골뿌림 파종기로 條播하였다. 시비량은 成分量으로 窒素-磷酸-加里 = 110-70-80 Kg/ha로 하였다. 分施 方法중 질소는 요소로 基肥-分蘖肥(5엽기)-穗肥를 40-30-30%로 하였고, 인산(熔成磷肥)의 분시방법은 5처리로 基肥-3葉期 = 100%-0, 0-0, 50-0, 70-0, 0-100%로 분시하였으며 가리(鹽化加里)는 基肥-穗肥 = 70-30%로 하여 시험구 배치를 亂塊法 3反復으로 하였다. 인산시비방

법에 의한 괴불발생정도는 많고 적음에 따라 0~9까지 分類하여 조사 하였고, 식물체의 T-N함량은 Kjeldahl법으로 분석하였다. 無機態 磷酸의 분석은 무기인산 화합물 형태에 따른 용해성의 차이에 기초를 두고 일정무게의 토양을 0.5M NH₄F(Al-P), 0.1M NaOH(Fe-P), 0.25M H₂SO₄(Ca-P)용액으로 연속적 抽出하여 分別하였다 (農村振興廳, 1988). 또한 立毛率과 收量性등의 조사는 農村振興廳 農事試驗研究 調査基準에 의하였다.

結果 및 考察

호남지역 논토양의 地帶別 유효인산함량 분포는 표 1과 같이 湖南內陸地帶>노령東西 內陸 地帶>노령소백山間地帶>南西海岸地帶>차령南部平野地帶 순으로 높은 함량을 보였다. 이와 같이 地帶別로 유효인산함량이 차이가 있는 것은 土性과 排水程度에 따라 磷酸 可給性이 相異하기 때문으로 생각된다. 또한 논 토양에서 인산 供給性이 높은것은 일반 토양은 인산이 주로 遊離酸化鐵 劃分에 吸着하여 죽은 식물에 의해서 可給態로 없어지는 데 대해서 논 토양은 이 劃分이 還元을 받기 때문이다. 환원과 산화 과정 (여름의 湛水期 ↔ 겨울의 落水乾燥期)에 대한 易還元性 遊離酸化鐵 劃分の 循環

Table 1. Distribution of Available P₂O₅ to region of paddy soils in honam area

Region	Sampleing site	Av. P ₂ O ₅ (mg/kg)
charyeong Soutn Plains (Oggu, Igsan, Gimje, Buan, Gochang)	41	118
Noryeong-Sobaeg Mountainous (Wanju, Imsil, Jinan, Jangsu, Muju)	33	181
Noryeong East-West Inland (Seungju, Gurye, Gogseong, Sunchang, Jeongeub, Namweon)	44	192
Honam Inland (Jangseang, Damyang, Gwangju, Naju, Boseong, Hwasun, Gwangyang, Gwangsan)	56	198
South-West Costal (Haenam, Gangjin, Jangheung, Goheung)	88	142
Average	-	166

으로 인산의 放出과 吸收가 이루어진다 (農産漁村文化協會 作物의 營養と 生育, 1984)

地形別 유효인산 함량은 표 2와 같이 河成平坦地와 谷間扇狀地의 논에서 높았으며 洪積台地나 河海混成平坦地에서는 낮은 편이었다.

한편 河海混成 平坦地는 土性이 微砂質壤土 내지 微砂質 植土로 배수가 若干不良 내지 不良하고 洪積台地는 배수는 良好하나 土性이 植土이기 때문에 1毛作의 作形態로 수도 재배시에만 인산을 사용하기 때문에 토양중 유효인산함량이 낮은 것으로 생각된다.

Table 2. Available phosphorus content of paddy soils according to topographical form in honam area

Landform	Sampling site	Av. P205(ppm)
Fluvio-marine plains	42	123
Alluvial plains	79	184
Local alluvial fan	107	177
Dilluvial terrace	19	88
Mountain foot slope	16	165

湖南地域 논 토양의 유효인산 분포비율은 표 3와 같이 51-100ppm이 22.8%로 가장 많고 101-150ppm은 19.7% 그리고 251ppm이상 되는 논토양도 17.8%나 되었다. 한편 지역별로 보면 全北에서는 51-100ppm이 25.5%로 가장 많았고 全南은 101-150ppm이 23.1로 가장 많아 全北보다 全南에서 有效 磷酸含量이 높았다. 이와같이 전북보다 전남에서 有效 磷酸含量이 높은 것은 전북은 논토양의 母材가 河海混成 沖積層의 排水가 若干不良 내지 不良의 微砂質 壤土와 微砂質植壤土의 논이 많은 반면 全南에서는 谷間 沖積層과 扇狀地에 분포하는 논토양이 많아(韓國土壤總說, '92) 2毛作이나 施設菜蔬의 營農이 이루어져 인산비료의 過多施用에 의한 것으로 생각된다.

Table 3. Distribution of Av. P205 of paddy soils according to topographical form in honam area

Region	> 50	51-100	101-150	151-200	201-250	251<	Unit : %
Jeonbuk	14.3	25.5	16.3	16.3	12.2	15.4	98
Jeonnam	8.5	20.1	23.1	17.1	11.1	20.1	164
Average	11.4	22.8	19.7	16.7	11.6	17.8	-

며 무논골뿌림직파재배시 인산시용 방법별 피불발생 정도와 立毛數는 그림 1과 같다.

피불발생정도는 100%기비 >70%기비 >50%기비> 무시용 = 3엽기 100%시용순으로 많이 발생하였고 m² 당 立毛數는 無施用 >3엽기 100%시용 >50%기비 >70%기비 >100%기비 施用順으로 많았다. 한편 무논골뿌림 재배시 인산시용방법은 피불발생과 立毛에 미치는 영향이 크며 基肥로 50%만 사용해도 피불발생이 輕減되었으며 3엽기에 100%시용하면 무시용과 비슷한 피불발생과 立毛狀態를 보였다. 특히 平野地 普通畝에서 담수직파재배시 피불 발생을 輕減시켜 立毛率을 향상시키기 위해서는 인산시용기준량의 50%만 사용하는 것이 바람직할 것으로 생각된다.

또한 藻類多發地域의 土壤環境은 土壤 및 灌溉水の 溫度가 藻類生育 適溫에 가깝고 특히 Ph, NH₄-N 및 NO₃-N의 濃度가 일반 담토양에 비하여 현저히 높았으며 표준시비량에 비하여 질소와 인산증시구는 약 3 배 이상의 藻類增加量을 보였다(李相奎, 1986). 이와 같이 藻類 발생량은 土壤環境, 氣候, 窒素와 磷酸의 시비량이 크게 영향할 것으로 보며 이것은 時期 및 地域別로 더 연구되어야 할 것으로 생각된다.

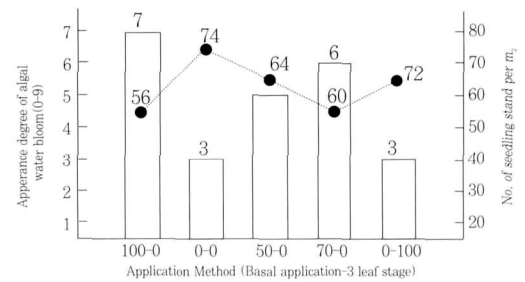


Fig. 1. Changes of the occurrence of algal waterbloom and Number of seedling stand according to P205 application methods in puddled soil drill seeding of rice.

Table 4. Absorbed amount of P205 in grain and Rice straw according to P205 application methods in puddled-soil drill seeding of rice (Unit : kg/10a)

Treatment *	rice straw	grain	Total
100-0	1.82	1.92	3.74
0-0	2.72	1.95	4.67
50-0	2.71	2.27	4.98
70-0	2.30	2.00	4.22
0-100	2.78	2.36	5.14

* Basal application-3 leaf stage

벼 무논골뿌리직파재배시 인산시비 방법별 인산 吸收量은 표 4과 같다. 인산시비방법간에는 큰 차이가 없었으나 기비로 100%를 시용시에 吸收量이 가장 적었고 3葉期에 100%시비한 처리에서 가장 많았다. 또한 인산무시용구가 基肥로 100%施用한 구보다 흡수량이 많았는데 이것은 질소무비에 의한 건물중의 차이에 의한 것과 地溫이 上昇하여 토양에 固定된 難溶性 磷酸의 일부가 根으로 흡수되기 쉬운 形態로 變化하여 (農産漁村文化協會, 土壤施肥篇 土壤診斷, 1984) 시비방법간 흡수량에 큰 차이가 없는 것으로 생각된다.

수도체 인산 함량중 正租로의 轉移率은 그림 2에서 보는바와 같이 100%기비구에서 가장 높았으며 인산 무시용구에서 가장 낮았다. 또한 3엽기에 100%시용구와 관형시비량의 50% 및 70%를 基肥로 시용한구에서는 큰 차이를 보이지 않았다.

이와같이 기비로 100% 시용한구에서 正租로의 轉移率이 높은것은 생육초기에 지온이 낮아 난용성인산의 흡수가 어려웠던 반면 施肥磷酸의 흡수 영향이 컸기 때문으로 생각된다.

인산시비량별 試驗後 토양중 유효인산함량은 그림 3

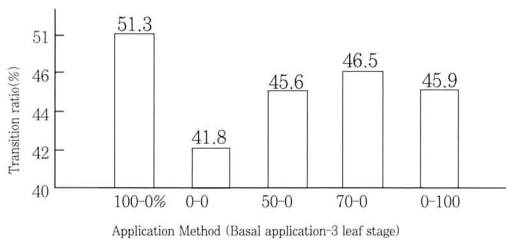


Fig. 2. Transition ratio of P205 content from rice straw to grain in puddled-soil drill seeding of rice.

과 같이 試驗前 105ppm 에 비하여 基肥로 100%, 70% 시용한구와 3葉期에 100%시용한구에서 높았으나 基肥로 50%시용한구에서는 試驗前 인산함량과 같았고 인산무시용구에서는 試驗前에 비하여 6ppm이 減少 하였다.

한편 본 供試토양은 排水가 若干不良으로 인산의 有

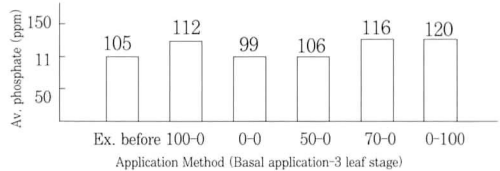


Fig. 3. Change of Av. P205 content in soil after experiment according to P205 application methods.

效化가 排水良好 토양보다 빠를 것으로 보며 이와 같이 인산 무시용구에서 유효인산함량이 크게 감소하지 않은것은 토양중 難溶性 인산의 有效化가 많이 進行되었기 때문으로 생각된다.

공시토양인 全北統의 無機態 磷酸의 形態別 분포는 그림 4와 같이 Ca-p이 가장 많았고 Fe-p, Al-p 순위를 보였다. 이와같이 Ca-P함량이 높은것은 공시토양이 河海混成沖積層의 母材로 置換性 Ca 함량이 높은 것과 상관되며 토양 중 인산保持에 관련한 成分이 주로 Ca으로 있는 경우 中성~알카리성으로 磷酸保持能이 크며(農産漁村文化協會,1984) 시용된 無機態 인산과 토양과의 반응은 溫度가 높을수록, 土壤水分이 많을수록 빨리 되는 경향이 있고 또 活性鐵에 吸着한 인산은 還元條件으로 되면 제 1철이온과 함께 서서히 可

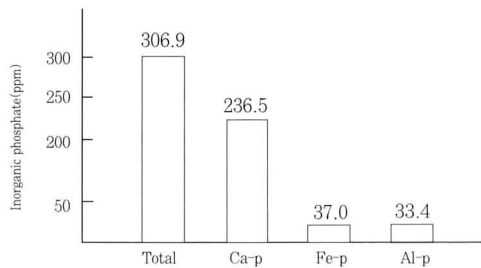


Fig. 4. Fraction of inorganic phosphate in tested soil.

Table 5. Change of yield according to P205 application methods in puddled-soil drill seeding of rice

Treatment *	Clum length (cm)	No. of spike -let per m ² (× 1000)	Ripened grain rate (%)	1,000 grains weight (g)	polished rice (ton/ha)	Yild index -
100-0%	83.2	26.1	95.3	23.0	5.30	100
0-0	83.6	27.8	94.5	23.1	5.52	104
50-0	83.0	28.3	96.1	23.0	5.64	106
70-0	85.5	26.8	95.5	22.5	5.39	102
0-100	84.3	27.4	95.9	23.1	5.44	103
* Basal application-3 leaf stage				C.V(%)	11.6	

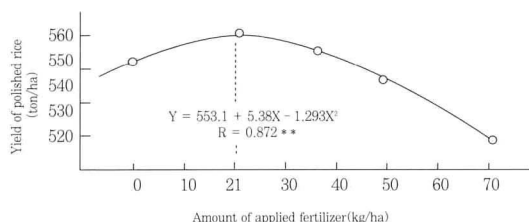


Fig. 5. Relationship between amount of applied phosphete and yield of polished rice.

溶化하여 같 것이다.

인산 시용량과 쌀 수량과의 관계를 2次回歸式에서 推定한 결과 그림 5와 같이 平野地 普通畝에서 벼 답수 직과 재배시 성분량으로 인산시용량을 21kg/ha로 시용하였을 경우 수량이 가장 높았다. 한편 토양인산함량이 101ppm이상일 경우 肥沃度 維持用으로 ha당 30Kg 시용이 적당하다(쌀 增産技術指導指針, 1996)는 보고와 비교하여 보면 토양 檢定 結果 유효인산 함량이 101ppm 이상에서는 ha당 20-30Kg만을 施用하고 100ppm이하에서는 基準量의 50~70%를 基肥로 施用하든가 3葉期에 施用하는 것이 쌀收量 增收면에서 바람직할 것으로 생각된다.

인산시용방법에 따른 수량은 표 5와 같이 基肥로 100% 시용한구에 비하여 인산무시용구 기준시비량의 50~70%를 基肥로 시용한 구, 그리고 3葉期에 100% 시용한구에서 增收하였고 基肥로 100%시용한구에서 收量성이 낮은 것은 그림 1에서 나타난 것과 같이 괴불 발생이 심하여 立毛가 不良하였기 때문에 보며 인산 무시용구에서 수량이 높은것은 괴불발생이 적어 입모가 양호하였기 때문에 생각된다.

摘 要

湖南地方 논 토양의 有效磷酸含量과 벼 무논골뿌림 재배시 磷酸施用方法別 괴불發生程度와 水稻 收量성을 究明하기 위하여 '94 - '95년까지 연구한 結果 地帶別 有效磷酸含量은 노령 東西 內陸地帶 및 湖南 內陸地帶에서 가장 높았고 차령 南部 平野地帶에서 가장 낮으며 地形別 有效磷酸含量은 河成平坦地에서 가장 높았고 洪積台地에서 가장 낮았다.

全北統의 無磷態 磷酸 형태별 함량은 Ca-P이 가장 많았고 Fe-P, Al-P 順位를 보였다.

磷酸施肥方法別 괴불發生은 基肥 100%施用區와 70%區에서 많았으며 磷酸無施用區와 3葉期에 100%施用한區에서 가장 적었고 河海混成 平野地의 普通畝에서 水稻 1毛作時 磷酸適正施用量은 ha당 21Kg였으며 磷酸施肥方法別 쌀 收量은 慣行 施肥量의 50%를 基肥로 施用時 6%의 增收를 보였다.

引用 文 獻

李相奎, 金承煥, 韓基均 1986. 水稻栽培期間中 苗垆의 괴불原因藻類 및 本畝의 浮遊 藻類에 관한 研究, 韓土肥誌 19(1): 70-75
 農村振興廳 農業技術研究所 1988. 土壤化學分析法 P85-88
 農產漁村文化協會 1984. 農業技術大系, 土壤 施肥篇, 作物의 營養と 生育 P: 64-65
 農業技術 研究所 1992. 韓國土壤總說 P: 388-397
 農村振興廳 1996. 쌀 增産技術指導 指針 P: 69
 農產漁村文化協會 1984. 農業技術大系, 土壤施肥篇, 土壤診斷, 生育診斷 P 123-125
 農產漁村文化協會 1984. 農業技術大系, 土壤 施肥篇, 土壤 における 養分의 動態 p: 151-157
 農村振興廳 1996. 새해 營農設計教育教材, 食糧作物篇 P: 39