

호남평야지에서 SCB 액비 분시가 쌀 수량과 토양 화학성에 미치는 영향

이상복[†] · 조광민 · 양창휴 · 오영진 · 박태일 · 김기종

농촌진흥청 국립식량과학원 벼맥류부

Effects of Split Application of SCB Liquid Fertilizer on Rice Yield and Soil Chemical Property in Honam Plain Field

Sang-Bok Lee[†], Kwang-Min Cho, Chang-Hu Yang, Young-Jin Oh, Tai-II Park, and Kee-Jong Kim

*National Institute of Crop Science, RDA, Iksan 570-080, Korea

ABSTRACT In order to establish the application method of slurry composting & biofiltration liquid fertilizer (SCB LF) in rice cultivation, experiments were studied on split application method of it and effects of it on soil chemical properties and rice yields. Land leveling by rotary tillage within 2 days after application of SCB LF, NH₄-N concentration in soil was maintained uniformly in all paddy field. Initial concentrations of NH₄-N and NO₃-N in soil were high at standard fertilization and 100% application of SCB LF as basal fertilization, however, after tillering stage they maintained similar concentrations in all experimental plots. NO₃-N content in infiltration water was slightly lower at 70% application of SCB LF as basal fertilization and 30% application of SCB LF as fertilization at panicle initiation stage than at standard fertilization. Yields of rice by split application of SCB LF were lower at 100% application of SCB LF as basal fertilization, however, those of the other application of SCB LF were similar with that of standard fertilization. In case of rice quality, perfect kernel rates were high and protein contents were lower at non-application and 100% application of SCB LF. Rice quality of 70% application of SCB LF as basal fertilization and 30% application of SCB LF as fertilization at panicle initiation stage were similar with that of standard fertilization.

Keywords : rice, livestock manure, SCB liquid fertilizer, paddy soil

국내의 가축분뇨 발생량은 '05년도에 4,184만톤에서 '09년도 4,370만톤으로 가축의 사육 두수 증가에 따라 계속 해마다

증가 추세에 있다. 이 중 85.6%가 퇴·액비로 자원화되고, 9.7%는 정화처리 그리고 117만톤인 2.7%가 해양에 배출하고 있다. 그러나 2012년부터 가축분뇨 해양배출 금지에 대비하여 해마다 연간 50만톤 이상 감축하여 전량 농경지에 살포하든가 또는 정화처리를 추진하고 있으나 정화처리의 경우 방류수 수질기준 강화로 처리 비용이 추가 발생이 예상된다.

정부에서는 이를 위한 대책으로 가축분뇨 자원화율을 2013년까지 90%로 끌어 올릴 계획을 세워 친환경 축산 기반조성 지원사업으로 확대해 가고 있다. 즉, 자연순환농업의 활성화를 위해 분뇨처리 공동자원화시설, 고품질 퇴·액비 생산, 유통 및 이용체계 개선, 교육 및 홍보 강화 등 정부의 제도 개선 노력과 가축분뇨의 작물재배기술, 환경에 미치는 영향 등의 연구 강화가 집중적으로 추진되고 있다.

가축분뇨 액비는 논토양에 작물의 시비수준으로 사용하면 토양의 이화학성(Gilmour *et al.*, 1998)이 개선되고 토양미생물의 활성 증진(Kanazawa and Yoneyama, 1980)과 더불어 적정량의 양분(Bernal and Kirchman, 1992; Park *et al.*, 2001)을 공급하여 작물의 생산성 향상은 물론 환경부하도 경감시켜 환경보호 등을 고려한 경제적 가치는 매우 높다. 그러나 과다 사용할 경우 토양물리성이 악화(Ushio, 2000; Kim *et al.*, 2004)되어 벼의 생육초기에는 인산과다에 의한 이끼발생으로 재 이앙이 불가피하며 과량의 질소흡수로 도복과 병해충 발생 및 쌀 품질의 저하를 초래하게 된다. 또한 사용된 액비가 유거될 경우 하천을 오염하거나 지하침투로 질산염 오염을 초래하기 때문에 과량시용은 주의하여야 한다.

최근 새로 개발된 저농도 액비(SCB : Slurry Composting & Biofiltration)는 기존 양돈 슬러리 퇴비화 시설의 바닥을 개조하여 퇴비화 효율증진과 액비화 기능을 추가한 방법이다. 퇴비화 침출과정을 거쳐 생산된 액비는 냄새가 거의 없

[†]Corresponding author: (Phone) +82-63-840-2268
(E-mail) leesbok218@korea.kr <Received March 2, 2011>

고 균질하며, 일반 슬러지 액비에 비하여 인산함량이 낮아 논에 살포할 경우 인산축적과 녹조류의 발생을 줄일 수가 있다. 이와 같은 특징이 있어 '10년도까지 전국에 210개소가 설치하여 생산된 액비를 사용하고 있음에도 불구하고 이에 대한 논에서의 활용방법이 개발되어 있지 않은 실정에 있다. 특히 가축분뇨 액비는 기비위주로 총량에 대한 절반만 사용하도록 지침을 마련하여 권장하고 있으나 경종농가는 이를 따르지 않고 일시에 다량의 액비를 사용하는 농가가 대다수이다. 따라서 본 연구는 벼에 대한 저농도 액비의 활용방법을 구명하기 위하여 기·추비 사용량을 달리 처리한 후 사용효과를 검토한 결과를 보고하고자 한다.

재료 및 방법

본 시험은 2006년부터 2008년까지 고창군 고수면 봉산리 일반농가의 미사질양토 포장에서 벼 품종으로 동진1호를 사용하였다. 시험에 사용한 돈분액비는 인근 양돈농가인 신홍영농조합에서 퇴비화시설을 통하여 액비화 기능을 갖춰 생산한 SCB액비로 총 질소가 평균 0.16%, 인산 0.07%, 칼리 0.13%이었다.

SCB액비 분시방법을 검토하기 위하여 처리내용으로는 화학비료 질소 9 kg/10a에 해당하는 진단시비를 관행으로 처리하고 이에 해당하는 액비를 계산하여 질소 100%를 기비와 추비로 분시하였다. 분시비율은 기비 100%, 기비70%+추비30%, 기비50%+추비50%, 기비70%+화학비료30% 및 무시용으로 처리하였다. 이때 기비는 이앙 7일 전에 관개를 하고 경운로타리를 한 후 1차 균평작업을 하여 액비를 사용한 후 2차 균평작업을 하였다. 관행구의 인산, 칼리의 시비량은 성분량으로 10a당 각각 4.5, 5.7 kg을 표준재배법에 준하여 사용하였고, 이앙은 6월 1일에 중묘로 기계 이앙하였다. 한편, 액비추비 50% 처리구는 분얼비로 20%를 6월 15일에, 30%는 수비로 7월 25일에, 나머지 30%처리구도 역시 7월 25일에 사용하였다. 액비추비는 논에서 액비의 균일도 유지를 위하여 논물이 1 cm이하인 상태하에서 관개수와 함께 훌러대기를 하였다. 별도로, 1차 균평작업을 한 후

SCB액비 사용에 따른 토양중 양분의 균일성을 살펴보기 위하여 기비액비 50%를 사용한 후 논물깊이 0 cm, 1 cm, 3 cm, 5 cm 지점에서 토양시료를 채취하여 NH₄-N함량 조사하였고, 또한 액비살포 후 2일, 5일, 7일째에 균평작업을 하여 살포지점과 그 지점에서 2 m 떨어진 지점에서 토양시료를 채취하여 역시 NH₄-N함량을 조사하여 상기의 분시방법 시험에 적용하였다.

시험에 사용된 토양의 화학성 분석은 토양화학분석법 (NIAST, 2000)에 준하여 분석하였다. 즉, 토양 중 NH₄-N과 NO₃-N은 각각 indophenol blue법으로 분석하여 토양수분을 보정한 후 전토함량으로 계산하였고 식물체의 총 질소는 Kjeldahl법에 의해 분석하였다. 살포된 액비가 토양중 하충으로 이동되는 량을 측정하기 위해 90 cm 깊이에 porous cup을 매설한 후 생육시기별로 NO₃⁻의 함량을 분광광도계 (Shimadzu UV2501PC)로 측정하였으며, 그 밖에 양이온 (K⁺, Ca²⁺, Mg²⁺, Na⁺)은 ICP-OES(VISTA-MPX)로 분석하였다. 식물체중 양이온은 습식분해한 후 역시 ICP로 분석하였다. 벼의 생육 및 쌀 수량조사는 농업과학기술연구조사기준(RDA, 2003)에 준하여 분석하였다. 그리고 쌀 품질중 단백질 분석은 RN-500(Kett, Japan)으로 측정하였고 Amylose 함량은 Juliano(1971)의 방법으로 측정하였으며 품위는 근적 외선분석기인 AN-700(Kett, Japan)으로 하였다. 한편, 지방산도는 A.O.A.C(1970)의 방법에 준하여 2반복으로 측정하였다. 즉 40mesh로 분쇄한 백미시료를 10 g 취하여 50ml benzene에 30분간 진탕시켜 유리 지방산을 추출한 다음 여과지(Advantec No 2, 90m)로 거른 후 여과액 15 ml에 동량의 alcohol phenolphthalein 용액을 혼합하여 0.0178 N-KOH 용액으로 적정하였다. 지방산가는 시료(전물) 100 g을 유리지방산을 중화시키는데 필요한 KOH의 양(mg)으로 나타내었다.

결과 및 고찰

가축분뇨 저장액비는 벼 이앙 15일 전에 마른 논 상태에서 살포하여 벼를 재배해야 안전한 것으로 알려져 있다

Table 1. The chemical characteristics of the SCB liquid fertilizer used for the experiment.

Year	pH	T-N		P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
		%	-----				
2006	9.2	0.13		0.12	0.18	0.06	0.02
2007	8.4	0.20		0.05	0.07	0.08	0.03
2008	8.4	0.15		0.05	0.15	0.06	0.03

(RDA, 2007). 그러나 SCB액비는 질소, 인산, 약취 등이 낮은 농도로 함유하고 있어 이양직전에 살포해도 벼에 지장을 초래하지 않을 것으로 판단되어 논에 관개 및 경운 로터리를 시행하고 액비50%를 처리한 후 3일째에 논물 깊이에 따른 논 토양 중 $\text{NH}_4\text{-N}$ 함량을 조사하였다.

Fig. 1과 같이 논흙이 보이는 상태에서는 19 mg/kg, 논물 1 cm 깊이에서는 23 mg/kg이나 5 cm 깊이에서는 30 mg/kg으로 논물이 깊은 곳의 토양에서 높게 나타났다. 따라서 논 토양에서 액비성분의 균일한 분포는 논물을 충분히 관개한 후 균형작업을 해야 균일하다는 것을 암시해 주는 결과라 볼 수 있다.

한편, 액비살포 후 경과일수별 균형작업에 따른 논토양의 양분 균일성을 살펴보기 위하여 2일, 5일, 7일째에 살포지

점과 그 지점에서 2 m 떨어진 지점에서 토양시료를 채취하여 $\text{NH}_4\text{-N}$ 함량을 조사하였다. 2일째는 살포지점이 32 mg/kg, 2 m 지점은 31 mg/kg, 5일째에는 각각 42, 22 mg/kg, 7일째는 44, 19 mg/kg으로, 살포지점과 2 m 지점의 차이가 2일째 1 mg/kg, 5일째 20 mg/kg 그리고 7일째 25 mg/kg으로 나타나 로타리 균형작업일이 자연될수록 불균일함을 알 수 있다. 따라서 논 토양의 양분 균일성을 유지하기 위해서는 액비시용 후 2일 이내에 균형작업을 하는 것이 바람직하다고 생각한다.

액비를 분시한 논에서 이양 후 경과 일수별로 논토양 중 $\text{NH}_4\text{-N}$ 와 지하 침투수 중의 $\text{NO}_3\text{-N}$ 함량은 Fig. 3과 같다. 논토양 중 $\text{NH}_4\text{-N}$ 함량은 생육초기에 비하여 유수형성기인 7월 24일까지 감소 후 출수기인 8월 17일경에 약간 높은 경

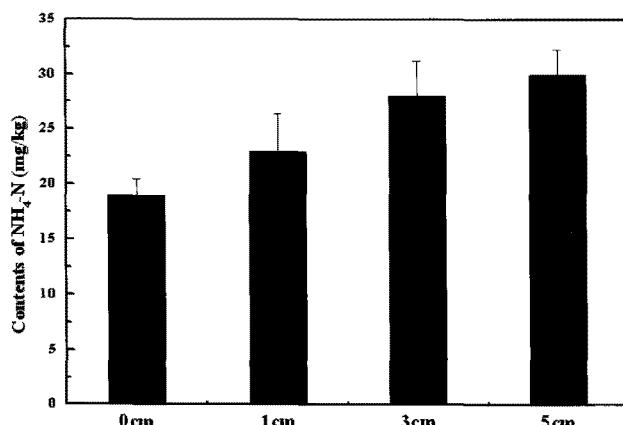


Fig. 1. Amounts of $\text{NH}_4\text{-N}$ in soil as affected by different paddy water depth after application of SCB liquid fertilizer.

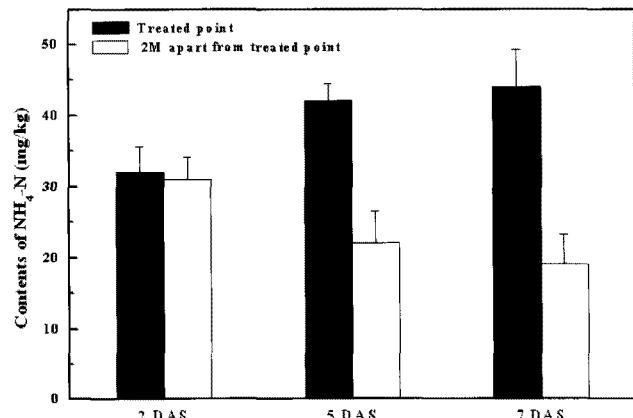


Fig. 2. Amounts of $\text{NH}_4\text{-N}$ in paddy soil as affected by land leveling after application of SCB liquid fertilizer.

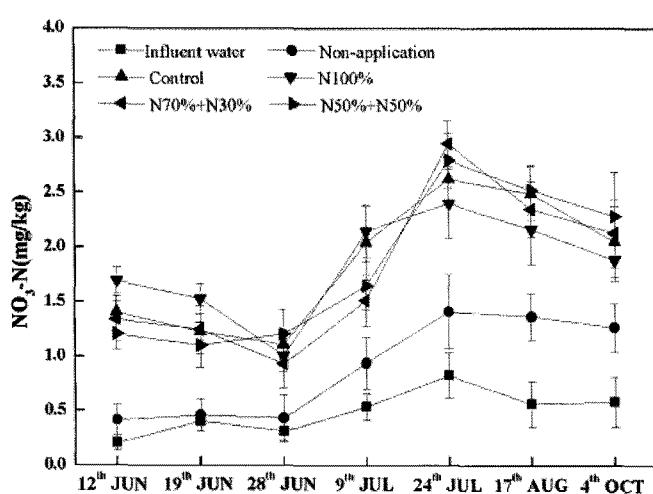
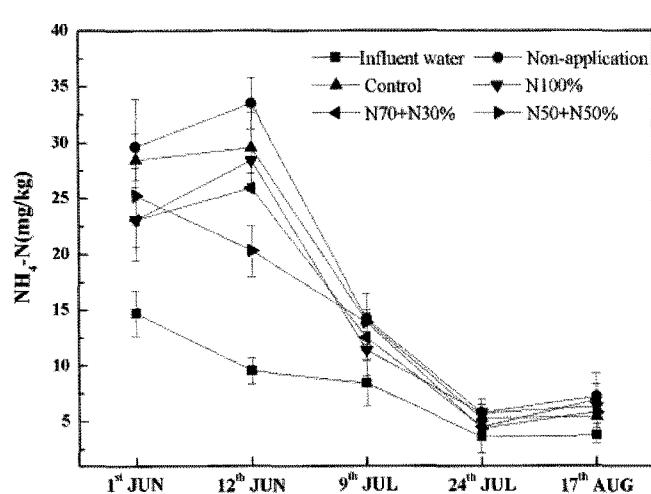


Fig. 3. Amounts of $\text{NO}_3\text{-N}$ in infiltration water and $\text{NH}_4\text{-N}$ in paddy soil as affected by different split application of SCB liquid fertilizer.



향이었는데 이는 수비사용에 기인한 것으로 볼 수 있다. 특히 생육 초기에는 관행인 표준시비에서 약간 높은 경향이나 생육 중·후기에는 무시용구를 제외하고 큰 차이가 없었다. 한편, 지하 침투수중의 $\text{NO}_3\text{-N}$ 함량은 화학비료구와 액비시 용구에서 6월 28일인 최고 분열기까지 큰 변화가 없었으나 그 이후 점차 증가하여 7월 24일인 유수형성기에는 최고값을 나타내다가 감소하는 경향으로 나타났는데 이는 최고분열 이후 7월 24일인 유수형성직전까지 논물 배수로 논 토양에 산소의 공급에 기인한 것으로 생각된다. 처리 간에는 초기에 액비 100%시용에서 약간 높은 후 유수형성기에는 낮아졌으며 무시용구를 제외한 그 밖의 처리는 큰 차이가 없는 것으로 나타났다. 지하수 중 $\text{NO}_3\text{-N}$ 은 유아에게 청색증을 유발하는(Comly, 1945) 오염원으로, 우리나라에는 10 mg/L를 음용수 수질 기준으로 설정하고 있는 것으로 볼 때, 본 결과의 3 mg/L이하 수준은 크게 우려하지 않아도 된다고 생각된다.

액비를 분시한 논에서 벼에 대한 질소흡수량은 Fig. 4와 같다. 최고분열기에 비하여 식물체 건물 생산이 많은 출수기가 더 많이 흡수하였고 화학비료 사용구가 액비시용구보다 약간 높은 경향이며, 특히 액비 100% 전량 사용하는 것 보다 액비70%+30%로 분할 사용에서 높게 나타났다. 따라

서 벼 재배시 질소 9 kg시용에 해당하는 화학비료와 액비의 흡수량에서 무시용한 흡수량을 제외하여 백분율로 나타낸 양분이용률은 출수기의 경우 화학비료 관행구가 60%, 액비 100%에서 40%, 액비70%+30%에서 56%, 액비50%+50%에서 46%로 화학비료 관행구와 액비70%+30%시용구에서 높은 이용효과가 있음을 알 수 있다. 이 결과로 미루어 볼 때 동일량의 질소가 식물체내에서 액비이용률이 낮다면 결국 토양 중에 함유되어 있는 양이 많아 해가 갈수록 누적되는 결과가 되므로 액비를 연용하여 사용할 경우 그 양을 화학비료보다 약간씩 줄여 사용해야 할 것으로 판단된다.

SCB 액비 분시에 따른 년차간 쌀 수량은 Table 2와 같이 무시용구에서는 2006년도에 461 kg/10a였으나 2008년에는 403 kg/10a으로 점차 감소하여 년차간 차이를 보였으나 화학비료 처리구를 비롯한 액비 분시구는 유의적인 차이는 나타나지 아니하였지만 장기적으로 액비를 사용할 경우 후술의 Table 5와 같이 토양비옥도의 증가에 따라 생산성도 증가할 것으로 판단된다.

2006년부터 3년간 평균으로 본 액비분시처리별 쌀 수량은 Table 3과 같이 화학비료 관행시비 561 kg/10a에 비하여 기비액비100%처리구에서 515 kg/10a로 약 8%가 감소되었으나 액비70%+30%처리구와 액비70+화학비료30%처리구에서는 관행시비와 큰 차이가 없는 것으로 나타났다. 일반적으로 액비는 기비로 사용하고 추비는 가급적 화학비료를 사용하도록 권장하고 있으나 SCB액비의 경우 각종 성분의 농도가 낮아 유수형성기에 관개를 할 때 액비30% 해당량을 논물과 함께 흘러 대기를 하면 화학비료를 전혀 사용하지 않고도 쌀 수량 생산에 기여할 것으로 생각된다. Jeon et al.(2003)에 의하면 기비로 액비 50~70% 사용 후 추비는 화학비료로 사용하면 기비와 추비를 화학비료로 사용한 처리구의 수량과 유사하다는 보고는 본 연구 결과와 일치함을 보여 주었다.

액비 분시에 따른 백미 품위 중 완전립율은 액비 무시용과 액비 기비 100%에서 화학비료 관행시비보다 높았으며, 액비 분할사용은 관행시비와 같거나 약간 낮은 경향이었다.

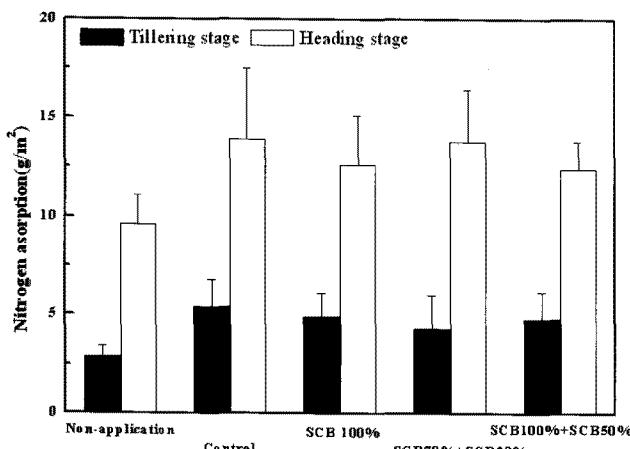


Fig. 4. Amounts of nitrogen uptake in plant as affected by different split applications of SCB liquid fertilizer.

Table 2. Variation of rice yield as affected by different split applications of SCB liquid fertilizer.

Years	Non-application	Control	SCB 100% [†]	SCB 70%+SCB 30%	SCB 70%+CF 30% [‡]
2006	461 ^{a,f}	563 ^a	511 ^a	539 ^a	545 ^a
2007	450 ^{ab}	562 ^a	515 ^a	545 ^a	550 ^a
2008	403 ^b	558 ^a	519 ^a	547 ^a	555 ^a

[†]SCB : slurry composting & biofiltration liquid fertilizer, [‡]CF : chemical fertilizer.

^fThe estimates followed by a common letter in a column were not significantly different at 5% level.

Table 3. Rice yield and its components as affected by different split applications of SCB liquid fertilizer.

Treatment	Number of 1,000 grains per m ²	Percent ripened grain (%)	Thousand grain weight (g)	Rice yield (kg/10a)	Yield index
Non-application	27.9 ^{c,f}	92.7 ^a	20.9 ^a	438 ^c	78
Control	41.3 ^b	84.8 ^{bc}	20.7 ^a	561 ^a	100
SCB 100% ^f	36.7 ^a	87.8 ^b	20.5 ^a	515 ^b	92
SCB 70%+SCB 30%	37.9 ^a	83.4 ^c	20.6 ^a	544 ^{ab}	97
SCB 70%+CF 30% ^f	38.3 ^a	86.5 ^b	20.4 ^a	550 ^a	98
SCB 50%+SCB 50%	35.4 ^{ab}	86.5 ^b	20.3 ^a	538 ^{ab}	96

^fSCB : slurry composting & biofiltration liquid fertilizer, ^fCF : chemical fertilizer.

^fThe estimates followed by a common letter in a column were not significantly different at 5% level.

Table 4. Rice quality by application of SCB liquid fertilizer.

Treatment	Head rice ratio (%)	Protein content (%)	Amylose content (%)	Fatty acid (KOH, mg/100g)
Non-application	93.3 ^{a,f}	6.5 ^b	18.5 ^a	16.3 ^a
Control	90.9 ^b	7.0 ^a	18.5 ^a	16.2 ^a
SCB 100% ^f	92.5 ^a	6.8 ^{ab}	18.3 ^a	16.6 ^a
SCB 70%+SCB 30%	90.5 ^b	7.1 ^a	18.4 ^a	16.0 ^a
SCB 70%+CF 30% ^f	91.5 ^{ab}	7.1 ^a	18.4 ^a	16.0 ^a
SCB 50%+SCB 50%	91.1 ^b	7.3 ^a	18.3 ^a	15.7 ^a

^fSCB : slurry composting & biofiltration liquid fertilizer, ^fCF : chemical fertilizer.

^fThe estimates followed by a common letter in a column were not significantly different at 5% level.

Table 5. Chemical properties of soil before and after SCB treatment.

Treatment	pH (1: 5)	T-N (g/kg)	OM (g/kg)	AV.P ₂ O ₅ (mg/kg)	SiO ₂ (mg/kg)	Ex-cation(cmol ⁺ /kg)			
						Ca	Mg	K	Na
Before treatment	5.8 ^{a,f}	2.3 ^a	21.3 ^b	132 ^a	72 ^b	3.82 ^a	1.11 ^a	0.30 ^a	0.09 ^{ab}
Experiment after									
Non-applicaiton	5.9 ^a	1.8 ^b	20.5 ^c	90 ^c	80 ^{ab}	3.11 ^b	0.76 ^b	0.22 ^a	0.07 ^b
Control	5.6 ^a	2.2 ^a	21.7 ^{ab}	123 ^b	86 ^a	3.85 ^a	1.10 ^a	0.27 ^{ab}	0.10 ^{ab}
SCB 100% ^f	5.9 ^a	2.0 ^{ab}	22.8 ^a	128 ^{ab}	83 ^a	3.95 ^a	1.11 ^a	0.32 ^a	0.13 ^a
SCB 70%+SCB 30%	5.9 ^a	2.2 ^a	22.8 ^a	138 ^a	87 ^a	3.53 ^{ab}	0.95 ^{ab}	0.28 ^{ab}	0.12 ^a
SCB 70%+CF 30% ^f	5.8 ^a	2.2 ^a	22.1 ^{ab}	130 ^a	87 ^a	3.15 ^b	0.84 ^{ab}	0.25 ^{ab}	0.11 ^{ab}
SCB 50%+SCB 50%	5.8 ^a	2.2 ^a	22.6 ^a	132 ^a	85 ^a	3.45 ^{ab}	1.05 ^a	0.28 ^{ab}	0.12 ^a

^fSCB : slurry composting & biofiltration liquid fertilizer, ^fCF : chemical fertilizer.

^fThe estimates followed by a common letter in a column were not significantly different at 5% level.

또한 단백질 함량도 완전립율과 유사한 양상으로 액비 무시용과 액비 기비 100%에서 낮았고 액비 분할시용은 관행비와 같거나 약간 높은 경향으로 나타났다. 그러나 아밀로스와 지방산함량은 액비 및 화학비료 처리간에 차이가 없었다. 따라서 액비 기비 70%시용 후 추비로 수비 30%를 액비

또는 화학비료로 사용하여도 품위는 크게 떨어지지 않음을 보여주고 있다.

SCB액비를 화학비료 질소시비 수준으로 사용한 후 시험 전 토양과 이화학성 변화를 살펴 본 결과는 Table 4와 같다. 시험전과 비교하여 볼 때 시험 후 토양의 무시용구에서는 총

질소, 유기물, 유효인산, 치환성 양이온 등 대부분의 성분이 낮아진 반면 액비시용구와 화학비료구에서는 약간 높거나 비슷한 수준으로 나타났으며. 액비 기비100%와 액비70%+액비30%시용구는 화학비료구보다 유기물과 인산 그리고 나트륨 함량 등이 높게 나타났다. 특히 규산함량은 시험전 72 mg/kg에서 시험 후에 평균 87 mg/kg로 높아진 것은 토양중 낮은 함량을 높여주기 위하여 2년차에 규산사용에 기인한 것으로 볼 수 있다. 최근 농가에서 가축분뇨시용으로 토양이 산성화 또는 이화학성 악화 등을 우려하고 있는데 이는 기준량 이상 과다시용할 경우에 초래되는 현상으로 생각되며 본 시험에서와 같이 기준량 또는 그 이하로 사용한다면 지속적인 사용에도 큰 문제가 없을 것으로 생각된다.

이상의 결과에 의하면 벼 재배시 SCB 액비를 사용하여 총량의 70%를 살포한 후 균평작업을 2일 이내에 실시하므로서 포장전체에 균일한 농도로 유지할 수 있어 생육도 균일하며 유수형성기에 추비로 나머지 30%를 살포하게 되면 화학비료 관행구와 비교하였을 때 쌀 수량 및 품위에 있어서 큰 차이가 없을 뿐만 아니라 화학비료를 100% 절감할 수 있어 농가소득향상에 기여할 수 있다고 생각된다.

적 요

벼에 대한 SCB액비의 활용방법을 구명하기 위하여 기추비 사용량을 달리 처리한 후 쌀 수량 및 토양환경에 미치는 영향 등을 검토한 결과는 다음과 같다.

논토양의 화학성은 규산을 제외한 액비시용구가 무시용구에 비하여 높았으나 시험 전 후 간에는 큰 차이가 없었다. 액비시용 후 토양 중 NH₄-N함량은 2일 이내 균평작업으로는 전체에 균일한 농도를 유지하였다. 액비분시에 따른 토양 중 NH₄-N와 NO₃-N함량은 이앙 후부터는 초기에는 화학비료 관행시비구와 액비 기비 100%처리에서 높았으나 분열감수기 이후에는 모든 처리가 유사하였다. 토양침출수중 NO₃-N함량은 액비기비70%+수비30%시용에서 관행시비구 보다 약간 낮은 함량을 보였다. 액비 분시에 따른 쌀 수량은 관행시비구보다 액비 기비 100%처리에서 약간 낮았으나 액비 기비70%+수비30%에서 관행시비구와 대등하였으며 나머지 액비 처리구에서도 큰 차이가 없었다. 쌀 품위는 무시용구와 액비 기비100%에서 완전립율이 높고, 단백질함량이 낮았으나 액비 기비70%+수비30%에서 관행시비구와 유사하였다. 따라서 SCB액비를 이용하여 벼 재배할 경우

액비 기비70%와 수비 30%시용으로 화학비료 사용을 대체 할 수 있을 것으로 판단된다.

인용문헌

- AOAC. 1970. Fat acidity 14. 064, 14. 066. "Official methods of analysis of the association of official analytical chemists". 11th edition. p. 222.
- Bernal, M. P. and H. Kirchman. 1992. Carbon and nitrogen mineralization and ammonia volatilization from fresh, aerobically and anaerobically treated pig manure during incubation with soil. Biol. Fert. Soils 13 : 135-141.
- Comly, H. H. 1945. Cyanosis in infants caused by nitrate in well water. J. Am. Med. Assoc. 129 : 112.
- Gilmour J. T., A. Mauromoustakos, P. M. Gale, and R. J. Norman. 1998. Kinetics of crop residue decomposition : variability among crops and years. Soil Sci. Soc. Am. J. 62 : 750-755.
- Jeon, W. T., H. M. Park., C. T. Park., K. D. Park., Y. S. Cho., E. S. Yun, and U. G. Kang. 2003. Effects of liquid pig manure application on rice growth and environment of paddy soil. Korean J. Soil Sci. Fert. 36(5) : 333-343.
- Juliano, B. O. 1971. A simplified assay for milled-rice amylose. Cereal Sci. Today 16 : 334.
- Kanazawa, S., and T. Yoneyama. 1980. Microbial degradation of ¹⁵N-labeled rice residues in soil during two years, incubation under flooded and upland conditions. II. Transformation of residue nitrogen. Soil Sci. Plant Nutr. 26 : 241-254.
- Kim, J. G., K. B. Lee, D. B. Lee, S. B. Lee, and S. Y. Na. 2004. Influence of liquid pig manure on rice growth and nutrient movement in paddy soil under different drainage conditions. Korean J. Soc. Soil Sci. Fert. 37 : 97-103.
- National Institute of Agricultural Science and Technology. 2000. Methods of the soil-plant analysis. NIAST. Sammi Press, Suwon, Korea.
- Park, B. K., J. S. Lee., N. J. Cho, and K. Y. Jung. 2001. Effect of liquid pig manure on growth of rice and infiltration water quality. Korean J. Soil Sci. Fert. 34(3) : 153-157.
- Rural Development Administration. 2003. Standard of research and analysis for agriculture science and technology. pp. 271-290.
- Rural Development Administration. 2007. Research achievements of livestock manure recycling technology. pp. 64-67.
- Ushio, S., N. Yosimura, K. Saito, and N. Nagajima. 2000. Nitrogen decomposition rate of animal wastes composts and dry wastes for 141 days in summer, and estimation. Soil Sci. Plant Nutr. 71 : 249-253.