

벼 재배시 혼합유기질비료 시용이 질소이용율과 수량에 미치는 영향

조광래 · 원태진* · 강창성 · 임재욱 · 박경열

경기도농업기술원

Effects of Mixed Organic Fertilizer Application with Rice Cultivation on Yield and Nitrogen Use Efficiency in Paddy Field

Kwang-Rae Cho, Tae-Jin Won,* Chang-Sung Kang, Jae-Wook Lim, and Kyeong-Yeol Park

Gyeonggi-do Agricultural Research and Extension Services, Hwasong, 445-972, Korea

This study was carried out to investigate optimum application rate with mixed organic fertilizer for chemical fertilizer alternative where the paddy rice (Chucheong) was cultivated in clay loam of paddy field. The mixed organic fertilizer were applied at 0, 50, 100 and 150% levels of recommended nitrogen by soil testing plot compared with plot of chemical fertilizer (nitrogen, phosphate and potash), respectively. The ammonium nitrogen content in paddy soil and surface water of mixed organic fertilizer 100% plot were higher than chemical fertilizer plot. The absorbed amount of nitrogen and nitrogen use efficiency by rice plant in mixed organic fertilizer 100% plot were higher than chemical fertilizer plot. The number of tillers on rice at 30 days and 60 days after transplanting mixed organic fertilizer 100% plot were many more than chemical fertilizer plot. The milled rice yield of mixed organic fertilizer 100% plot was increased by 4% than chemical fertilizer plot. The optimum application rate of mixed organic fertilizer was as follows ; $OAR_{MOF}(Mg\ ha^{-1}) = [(NAR_{ST} \div NC_{MOF}/1,000 \times 0.93)/1,000]$ (OAR_{MOF} : Optimum application rate of mixed organic fertilizer, NAR_{ST} : Nitrogen application rate($kg\ ha^{-1}$) by soil testing, NC_{MOF} : Nitrogen content($g\ kg^{-1}$) of mixed organic fertilizer, and 0.93 : $124.3\ kg\ ha^{-1}/133.0\ kg\ ha^{-1}$, respectively).

Key words : Mixed organic fertilizer, Absorbed amount of nitrogen, Nitrogen use efficiency, Rice yield

서 언

화학비료가 생산되지 않았던 시기에는 볏짚, 녹비, 인분뇨, 산야초 등이 자급비료로 작물에 이용되었으나, 화학비료가 생산되면서 다비 다작에 의해 시용량은 급격히 증가하여 토양과 하천수, 호소수 등 수질이 오염되어 안전농산물 생산이 어려운 실정이다. 이에 농림부(2006)에서는 친환경농업육성 5개년 계획에 의거 화학비료와 농약의 사용량을 1999년도 부터 2003년도 까지의 평균치인 화학비료 $375\ kg\ ha^{-1}$, 농약 $12.4\ kg\ ha^{-1}$ 대비 2010년도에는 30%, 2013년도에는 40%를 감축할 계획이다. 그 결과 현재는 농약과 화학비료를 절감할 수 있는 다양한 친환경농업 기술이 많이 보급되고 있어 화학비료를 대체할 수 있는 유기질비료가 생산되고 있다.

유기질비료는 비료 공정규격 상(RDA, 2006) 동물과 식물을 원료로 생산한 비료로 보통비료로 분류되고 있으며, 원료에 따라 식물질비료, 동물질비료, 혼합유박비료, 혼합유기질비료로 구분할 수 있다. 식물질비료에는 대두박, 채종유박, 면실유박, 아주까리유박 등이, 동물질비료에는 어박, 골분, 잠용유박, 계분가공비료 등이 있다. 혼합유박비료는 식물질비료가 2종 이상이 혼합된 것이며, 혼합유기질비료는 유기질비료가 2종 이상이 혼합된 것을 말하며 질소전량, 인산전량 또는 칼리전량 중 2종 이상의 합계량이 7% 이상이 되도록 규정하고 있다.

유기질비료는 각종 무기영양분을 함유하고 있으며 미생물에 의해 분해시 아미노산, 유기산, 핵산 등이 부산물비료에 비해 많아 동물과 식물체의 찌꺼기를 원료로 하기 때문에 인위적인 부숙 과정을 거치지 않는 특징이 있다. 국내에서의 유기질비료는 1975년도에 최초로 아미노산 발효부산물 비료로서 생산되었으며, 최근의 유기질비료의 생산량(농협자재부, 2008)은 2003년

접 수 : 2009. 5. 14 수 리 : 2009. 5. 20

*연락처 : Phone: +82312295823,

E-mail: wonboy@gg.go.kr

도에 208천톤에서 2005년도는 389천톤으로 2007년도
는 549천톤으로 매년 증가하고 있는 추세이다.

유기질비료는 논 보다 주로 밭작물에서 소득작물
중심으로 많이 사용되고 있다. 유기질비료의 사용연
구는 벼(Lim et al., 1990; Kang et al., 2002; NAES,
1990), 옥수수(Lim et al., 1983), 인삼(Uhm et al.,
1985), 작약(Chang et al., 1989), 맥문동(Han et al.,
1992), 패모(Choi et al., 1997), 쇠무릎(Kim et al.,
1998), 상추 썩갯(Kim et al., 1987), 무 배추(Lim et
al., 1979 : Lim et al., 1992) 벤자민고무나무(Ryu et
al., 1996), 사과(Choi et al., 2000) 등에서 일부 보고되
었으나, 수도에 대한 시험연구는 극히 소수에 불과하
며 특히, 혼합유기질비료의 사용효과에 관한 연구결
과는 거의 없는 실정이다. 따라서 친환경농업의 일환
으로 혼합유기질비료에 대한 화학비료 대체 가능성을
검토하기 위해 벼 재배시 질소이용율과 수량에 미치
는 영향을 조사하여 그 결과를 보고하는 바이다.

재료 및 방법

본 연구는 논토양에 혼합유기질비료를 시용 후 벼
재배시 질소이용율과 수량을 조사하여 화학비료 대체
가능성을 검토하고, 또한 혼합유기질비료의 적정 시
용량을 설정코자 2006년에 경기도농업기술원 벼 시험
포장(지산통)에서 수행하였다.

시험전 토양의 이화학성은 Table 1과 같이 식양토
로 유효인산, 치환성 칼륨 함량이 낮고 유기물, 유효
규산 및 치환성 칼슘, 마그네슘 함량이 높은 약산성
토양이었다.

시험에 사용한 혼합유기질비료는 아주까리유박
70%, 미강박 15%, 아미노산부산비료 15%로 구성되
어 있으며, 화학성분은 Table 2와 같다. 질소, 인산,
칼리 함량은 각각 45.6, 23.4, 14.3 g kg⁻¹ 으로 비료 공
정규격 상(RDA, 2006) 적합하였으며, 유기물대 질소
비율은 16.5로 낮은 편이었다.

처리내용 및 화학비료와 혼합유기질비료의 사용량
은 Table 3과 같다. 처리는 화학비료 3요소(N-P₂O₅-
K₂O)구를 대조로 혼합유기질비료 0, 50, 100, 150%
사용구 등 5처리를 두었다. 대조구인 화학비료 3요소
의 시비량은 작물별 시비처방 기준(RDA, 1999)에 준
하여 토양검정시비 추천량으로 산출하였으며, N는 요
소, P₂O₅은 용과린, K₂O는 염화가리로 각각 시용하였
다. 분시방법으로 질소는 기비 50%, 분얼비 20%, 수
비 30% 분시하였으며, 인산은 전량 기비, 칼리는 기
비 70%, 수비 30% 분시하였다. 혼합유기질비료의 시
용량은 혼합유기질비료 중의 질소 함량을 기준으로
계산하여 전량기비로 시용하였으며, 화학비료는 전혀
사용하지 않았다.

시험구당 면적은 8 m × 15 m = 120m² 였으며 시
험구는 난괴법 3반복으로 배치하였다. 시험에 사용한

Table 1. Physico-chemical properties of paddy soil used in the experiment.

pH (1:5)	OM	Av. P ₂ O ₅	Ex. Cation			Av. SiO ₂	Soil texture
			K	Ca	Mg		
	g kg ⁻¹	mg kg ⁻¹	cmolc kg ⁻¹			mg kg ⁻¹	
6.4	26	58	0.26	8.5	2.1	159	Clay loam

Table 2. Chemical properties of mixed organic fertilizer used in the experiment.

T-N	P ₂ O ₅	K ₂ O	OM	OM/N	Water content
	g kg ⁻¹				g kg ⁻¹
45.6	23.4	14.3	752	16.5	165

Table 3. Application amount of chemical fertilizer and mixed organic fertilizer.

Treatments	Chemical fertilizer			Mixed organic fertilizer	Total Input		
	K	P ₂ O ₅	K ₂ O		K	P ₂ O ₅	K ₂ O
	kg ha ⁻¹			Mg ha ⁻¹	kg ha ⁻¹		
Control	133	42	73	0	133.0	42	73
MOF [†] 0%	0	0	0	0	0	0	0
MOF 50%	0	0	0	1.46	66.5	34	21
MOF 100%	0	0	0	2.92	133.0	68	42
MOF 150%	0	0	0	4.38	199.5	102	63

[†] MOF : mixed organic fertilizer

품종은 추청벼로 5월 23일에 30 cm × 14.5(15) cm 로 중묘 손이앙 하였다.

토양과 혼합유기질비료 및 식물체 분석은 토양 및 식물체 분석법(NIAST, 2000)에 준하였다. 토양 pH와 EC는 초자전극법에 의하여 pH meter (ATI orion 370)와 EC meter(ATI orion 170)로 각각 측정하였으며, 유기물은 Tyurin법, 유효인산은 Lancaster법으로 분석하였다. 치환성양이온은 1N-NH₄OAc (pH 7.0) 완충용액으로 침출하여 유도결합플라즈마 발광광도계 (GBC, Integra XMP)를 이용하여 분석하였다. NH₄-N 은 2M KCl 용액으로 침출하여 Kjeldahl법으로 분석하였다. 유효규산은 1N-NaOAc (pH 4.0) 완충용액으로 침출하여 비색계(GBC Cintra 40)를 이용하여 분석하였다. 혼합유기질비료와 식물체의 무기성분은 시료 일정량(혼합유기질비료 : 현물 5 g, 식물체 : 건물 1 g)을 습식분해(H₂SO₄ : HClO₄ : 증류수 = 1 : 9 : 4) 하여 질소는 Kjeldahl법, 인산은 Vanadate법, 탄소는 회화법, 칼리는 유도결합플라즈마 발광광도계 (GBC, Integra XMP)을 이용하여 분석하였다. 표면수 NH₄-N 함량은 환경오염공정시험법(환경부, 2000)에 준하여 분석하였다. 현미 중 단백질과 아밀로스는 비과과성분분석기(AN-700, Kett, Japan)로 분석하였으며, 식미는 식미계(MA-30A, Toyp, Japan)로 백미를 측정하였다. 벼의 생육 및 수량조사는 농사시험연구 조사기준(RDA, 2003)에 준하여 조사하였다.

결과 및 고찰

토양과 표면수 중 NH₄-N 함량 변화 벼 재배기간 토양 중 NH₄-N의 함량을 이앙 후 10일부터 50일까지 경시적으로 조사한 결과는 Fig. 1과 같다. 토양검정 3 요소구(이하 대조구)와 혼합유기질비료 시용구 모두 NH₄-N의 함량은 이앙 후 10일 부터 30일까지는 서서히 증가하여 30일에서 가장 높았으며, 이앙 후 30일 이후부터 40일까지는 급격히 감소하다가 40일 이후부터 50일까지는 완만히 감소하여 5일에서 가장 낮은 경향을 보였다. 조사기간 중 NH₄-N의 함량은 150% > 100% > 대조구 > 50% > 0% 순으로 높았다. NH₄-N 함량이 가장 높았던 이앙 후 30일의 경우, 대조구 26.5 mg kg⁻¹에 비해 질소 투입량이 같았던 혼합유기질비료 100% 시용구는 30 mg kg⁻¹ 이상을 나타냈다. 혼합유기질비료 100% 시용구가 대조구보다 토양 중 NH₄-N 함량이 높은 것은 대부분 유통되고 있는 혼합유기질비료는 발효가 잘되어진 가축분퇴비와 달리 발효가 진행되지 않은 미 부숙(Kang et al., 2002 ; Kim et al., 2006) 상태이고, 본 시험에 사용한 혼합유기질비료는 유기물대 질소비율이 16.5로 매우 낮기 때문에 미생물에 의한 질소무기화가 활발하였던 것으로 생각

되나 이것은 앞으로 연구 검토해야 할 것으로 생각된다. 유기질비료(유박)는 담수하에서 분해될 때 더 많은 유효태 질소를 생성하고, 같은 유효태 질소는 토양과 혼합되었을 때 더 빨리, 더 많이 집적되어 식물의 영양원이 된다고 보고하였다(오 등, 1971).

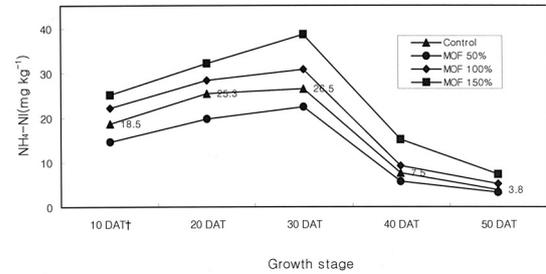


Fig 1. Temporal changes of ammonium-nitrogen content in soil by application mixed organic fertilizer.

† DAT : days after transplanting MOF : mixed organic fertilizer

벼 재배기간 중 혼합유기질비료가 농업환경에 미치는 영향을 평가코자 표면수의 NH₄-N 함량을 이앙 후 10일 부터 50일 까지 조사한 결과는 Fig. 2와 같다. NH₄-N 함량은 이앙 후 10일 부터 20일까지는 급격히 증가하다가 20일 부터 40일까지는 갑자기 감소하는 경향이었으며, 40일 부터 50일까지는 감소폭이 적어 처리 간에 차이 없이 대등한 수준이었다. 따라서 혼합유기질비료를 질소 토양검정시비량에 해당하는 100% 이상을 시용하고 벼를 재배하는 경우 이앙 후 40일 이전까지는 배수를 하지 않는 것이 좋으리라 생각된다. 왜냐하면 배수시 NH₄-N가 하천수에 유입되어 수질의 부영양화 현상을 유발할 우려가 있기 때문에 표면수의 NH₄-N의 함량으로 보아 수질환경을 고려할 때 혼합유기질비료는 질소 토양검정 시비량 100% 이하로 시용해야 될 것으로 판단된다.

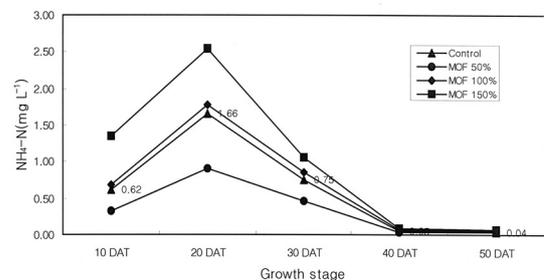


Fig 2. Temporal changes of ammonium-nitrogen content in surface water by application mixed organic fertilizer.

† DAT : days after transplanting MOF : mixed organic fertilizer

토양화학성 변화 혼합유기질비료를 사용하여 벼 재배 후 토양화학성을 조사한 결과는 Table 4와 같다. 혼합유기질비료 시용구의 pH는 6.2로 NPK와 같은 수준이었으며, OM 함량도 같은 경향이였다. 또한 혼합유기질비료 시용량별 pH와 OM 함량의 변화는 없었다. 한편 Av. P₂O₅, Ex. K 함량은 투입량이 많을수록 높아지는 경향이였다. 즉, 시험 후의 Av. P₂O₅ 함량은 150% > 100% > 대조구 > 50% > 0% 순으로 많아졌으며, Ex. K 함량은 대조구 > 150% > 100% > 50% > 0% 순으로 높아지는 경향이였다. Ex. Ca, Mg 및 Av. SiO₂ 함량은 혼합유기질비료의 시용구가 대조구에 비해 다소 낮았으며, 혼합유기질비료의 시용량간에는 차이 없이 대등한 수준이였다.

질소흡수량 및 질소이용율 혼합유기질비료의 시용량별로 수도체 질소흡수량을 경시적으로 조사한 결

과는 Table 5와 같다. 질소흡수량은 혼합유기질비료의 시용량이 증가함에 따라 높아졌으며, 생육 초기에서 생육 후기로 갈수록 많아지는 경향이였다. 질소투입량이 동량인 대조구와 혼합유기질비료 100% 시용구에서의 질소흡수량은 토양 중 NH₄-N 함량과 같은 경향으로 대조구 보다 혼합유기질비료 100% 시용구에서 많았으며, 수확기의 경우 대조구 86.2 kg ha⁻¹에 비해 혼합유기질비료 100% 시용구는 103.6 kg ha⁻¹으로 17.4 kg ha⁻¹ 높았다.

한편, 질소이용효율을 생육시기별로 조사한 결과는 Table 6과 같다. 이앙 후 30일과 60일에서의 질소이용효율은 혼합유기질비료 50% > 100% > 대조구 > 150% 시용구 순으로 높았으며, 혼합유기질비료의 시용량 간에는 질소흡수량과는 반대로 혼합유기질비료의 시용량이 증가함에 따라 질소이용효율이 낮아지는 경향이였다. 그러나 수확기 질소이용효율은 혼합유기질비료

Table 4. The change of chemical properties in soil by application mixed organic fertilizer.

Treatments	pH (1:5)	OM	Av. P ₂ O ₅	Ex. Cation			Av. SiO ₂
				K	Ca	Mg	
		g kg ⁻¹	mg kg ⁻¹	----- cmol kg ⁻¹ -----			mg kg ⁻¹
Control	6.2	26	56	0.31	7.8	1.8	82
MOF [†] 0%	5.9	25	47	0.18	7.3	1.6	73
MOF 50%	6.2	26	54	0.20	7.5	1.7	81
MOF 100%	6.2	26	58	0.22	7.4	1.7	75
MOF 150%	6.2	26	61	0.24	7.6	1.7	79

[†] MOF : mixed organic fertilizer

Table 5. Temporal changes of nitrogen uptake amount by application of mixed organic fertilizer.

Treatments	30 DAT	60 DAT	Ripening period		
			Rice straw	Grain	Total
		----- kg ha ⁻¹ -----			
Control	32.5	81.2	35.9	50.3	86.2
MOF [†] 0%	6.7	43.8	18.3	30.1	48.4
MOF 50%	25.0	63.8	25.0	40.4	65.4
MOF 100%	33.9	82.5	49.0	54.6	103.6
MOF 150%	42.0	98.5	58.9	57.3	116.2

[†] MOF : mixed organic fertilizer

Table 6. Temporal changes of nitrogen use efficiency by application mixed organic fertilizer.

Treatments	30 DAT	60 DAT	Ripening period		
			Rice straw	Grain	Total
		----- kg ha ⁻¹ -----			
Control	19.4	28.1	13.2	15.2	28.4
MOF [†] 50%	27.5	30.1	10.1	15.5	25.6
MOF 100%	20.5	29.1	23.1	18.4	41.5
MOF 150%	17.7	27.4	20.4	13.6	34.0

[†] MOF : mixed organic fertilizer

100% > 150% > 대조구 > 50% 시용구 순으로 높았다. 혼합 유기질비료 100% 시용구에서의 질소이용효율은 질소 흡수량과 같은 경향으로 대조구에 비해 높아 화학비료 대체 가능성이 있었다. 따라서 질소흡수량과 질소이용을 측면에서 본 시험에서와 같이 동일한 재배적인 조건에서는 혼합유기질비료를 대조구의 질소 토양검정시비량의 100% 이하로 주어야 될 것으로 생각된다.

생육 및 수량 혼합유기질비료 시용량별로 벼의 생육상황을 조사한 결과는 Table 7과 같다. 이앙 후 30일, 60일 모두 혼합유기질비료의 시용량이 증가할수록 초장은 길어지고 경수는 많아지는 경향이였다. 대조구와 혼합유기질비료 시용구의 생육을 비교해 보면, 초장은 이앙 후 30일에서는 대조구 33.0 cm에 비해 혼합유기질비료 50~150% 시용구는 30.9~32.3 cm로 작았으나 이앙 후 60일에서는 이앙 후 30일과는 반대로 대조구 70.6 cm에 비해 혼합유기질비료 50~150% 시용구는 72.1~86.4 cm로 더 큰 것으로 조사되었다. 경수는 초장과는 달리 이앙 후 30일에서는 대조구 22.0개에 비해 혼합유기질비료 50~150% 시용구는 21.2~26.0개로 많았으며 이앙 후 60일에서도 같은 경향이였다. 따라서 이앙 후 30일과 60일의 경수로만 보아, 대조구와 질소 투입량이 같은 혼합유기질비료 100% 시용구는 다소의 과번무가 우려되기 때문에 질소 토양검정시비량의 100% 이하로 혼합유기질비료를 사용해야 될 것으로 생각된다.

혼합유기질비료와 대조구의 미질 관련 요인인 현미 중 단백질, 아밀로스 함량, 완전립 비율 및 백미 중의 식미치 등을 조사한 결과는 Table 8과 같다. 유기질비료의 시용량이 증가함에 따라 단백질과 아밀로스 함량은 높아졌으나 완전립 비율과 식미치는 떨어지는 경향이였다. 대조구 수준의 단백질과 아밀로스 함량을 유지하려면 혼합유기질비료는 질소 토양검정 시비량의 100% 이하를 주어야 된다고 판단되며 식미치와 완전립 비율이 다소 떨어지기 때문에 이에 관한 보완 연구가 추후 수행되어야 된다고 생각된다. 혼합유기질비료 50%, 100%, 150% 시용구를 각각 질소로 환산(Table 3)하여 단백질 함량, 아밀로스 함량, 식미치 및 완전립 비율 등과의 관계를 조사한 결과는 Fig. 3, 4, 5, 6과 같다. 혼합유기질비료 중의 질소 함량과 단백질 및 아밀로스 함량과는 각각 정의 상관성이 있었으며 식미치와는 고도의 부의 상관, 완전립 비율과는 부의 상관성이 있었다. 한편, 단백질, 아미로스 함량, 식미치, 완전립 비율 등의 상호 간에 상관계수를 구한 값은 Table 9와 같다. 단백질 함량과 식미치와는 부의 상관성이 있어, 식미치가 미질 지표가 된다면 미질을 향상시키기 위해서는 단백질 함량을 낮추어 식미치를 높이는 것이 좋으리라 생각된다.

쌀 수량구성요소와 수량을 조사한 결과는 Table 10과 같다. 혼합유기질비료 50%~150% 시용구에서의 수수는 시용량이 많아짐에 따라 증가하였으나 립수, 천립중, 등숙율은 떨어지는 경향이였다. 쌀 수량은 대

Table 7. Effects of mixed organic fertilizer on growth parameters of paddy rice.

Treatments	Plant height		Number of tiller	
	30 DAT	60 DAT	30 DAT	60 DAT
	----- cm -----			
Control	33.0	70.6	22.0	22.2
MOF [†] 0%	28.1	61.4	11.1	15.0
MOF 50%	30.9	72.1	21.2	21.8
MOF 100%	32.2	78.2	24.7	23.0
MOF 150%	32.3	86.4	26.0	28.1

[†] MOF : mixed organic fertilizer

Table 8. Quality factors of brown rice as affected by application of mixed organic fertilizer.

Treatments	Protein	Amylose	Taste value	Perfect kernel
	----- % -----			%
Control	6.4	14.3	79.5	81.5
MOF [†] 0%	6.2	13.7	78.8	79.5
MOF 50%	6.3	13.9	77.8	76.6
MOF 100%	6.7	14.4	76.7	74.3
MOF 150%	6.9	14.6	75.6	67.0

[†] MOF : mixed organic fertilizer

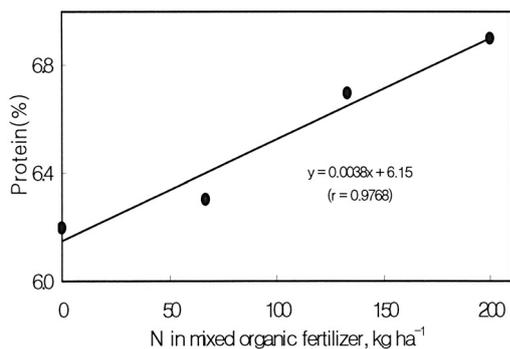


Fig. 3. Relationships between protein content in brown rice and N content of mixed organic fertilizer.

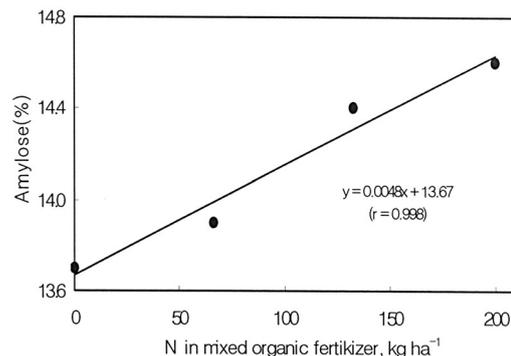


Fig. 4. Relationships between amylose content in brown rice and N content of mixed organic fertilizer.

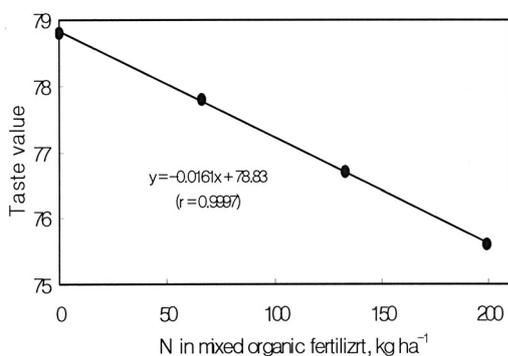


Fig. 5. Relationships between taste value in milled rice and N content of mixed organic fertilizer.

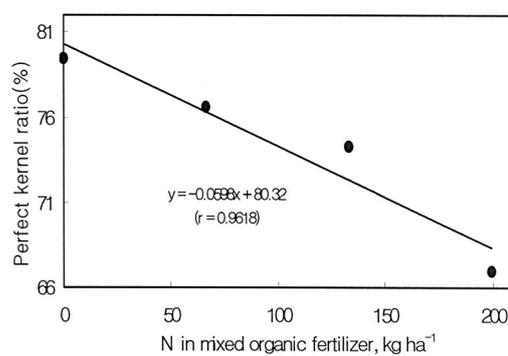


Fig. 6. Relationships between perfect kernel ratio in rice grain and N content of mixed organic fertilizer.

Table 9. Correlation coefficient of brown rice quality factors in plot of mixed organic fertilizer.

Factors	Amylose	Taste value	Perfect kernel
Protein	r=0.9961**	r=-0.9802*	r=-0.9339 ^{ns}
Amylose	-	r=-0.9843*	r=-0.9204 ^{ns}
Taste value	-	-	r=0.9653*

조구 4,892 kg ha⁻¹에 비해 혼합유기질비료 50% 시용구는 16% 감소하였으나 100% 시용구는 4%, 150% 시용구는 5% 각각 증수되었다. 이는 벼에 유박 시용시 50% 시용구에서 4% 감소하고 100% 시용구에서 7% 증수한 결과(Kim et al., 2006)와 혼합유박 50%

시용구에서 대등하고 100% 시용구에서 4% 증수한 결과(Yang et al., 2008)와 유사한 경향이었다. 쌀 수량과 수량구성요소와는 관계는 Table 11에서와 같이 쌀 수량과 수수 및 등숙율과는 각각 고도의 부의 상관, 쌀 수량과 수당입수는 부의 상관을 나타냈다.

Table 10. Yield and yield components by application mixed organic fertilizer.

Treatments	No. of panicle	No. of spikelets	1000 grain weight	Ripened grain rate	Milled rice yield
			g	%	kg ha ⁻¹
Control	18.5	67.8	21.7	86.6	4,892
MOF [†] 0%	13.9	55.0	21.2	88.2	3,047
MOF 50%	17.4	67.8	21.6	87.2	4,114
MOF 100%	21.2	67.2	21.0	85.6	5,078
MOF 150%	24.8	63.2	20.6	84.9	5,127
LSD(5%)					230
CV(%)					2.3

[†] MOF : mixed organic fertilizer

Table 11. Correlation coefficient of milled rice yield and its components.

Factors	Ear number	Ear grain number	1000 grains	Ripening rate
milled rice yield	r=-0.9807**	r=-0.9287*	r=0.6392 ^{ns}	r=-0.9925**

벼 재배시 혼합유기질비료 0%, 50%, 100%, 150% 시용구의 시용량을 질소 함량으로 환산하여 쌀 수량과의 관계를 나타낸 것은 Fig. 7과 같다. 쌀 수량과 혼합유기질비료 내의 질소 함량과는 고도 부의 상관인 2차 회귀식 『 $Y = -0.0575X^2 + 22.314X + 3006.4$ (Y =쌀 수량, X =혼합유기질비료 중 질소함량)』이 있었다.

따라서 대조구의 수량과 대등한 혼합유기질비료 중 질소 함유량을 산출하면 124.3 kg ha⁻¹으로 대조구 133 kg ha⁻¹ 대비 7%를 절감되었다. 이와 같은 결론으로 벼 재배시 혼합유기질비료의 적정 시용량을 산출하면 다음과 같다. 벼 이앙 재배시 혼합유기질비료의 적정 시용량(Mg ha⁻¹) = [질소 토양검정시비량 ÷ 혼합유기질비료 질소함량(g kg⁻¹)/1,000 × 0.93]/1,000]

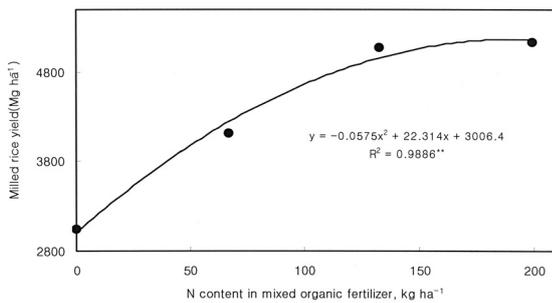


Fig. 7. Relationships between milled rice yield and N content in mixed organic fertilizer.

적 요

혼합유기질비료 시용 후 벼 재배시 무기태질소 함량, 질소이용율, 수량 등을 조사하여 질소 화학비료 대체 가능성을 검토코자, 화학비료 3요소구, 혼합유기질비료 0, 100, 150% 시용구 등 5처리를 두어 2006년도에 시험을 수행한 결과는 다음과 같다.

혼합유기질비료 100% 시용구 토양 중 NH₄-N 함량은 대조구에 비해 많았으며 표면수에서도 같은 경향이 있었다. 시험후 토양 중 Av. P₂O₅ 함량은 대조구에 비해 혼합유기질비료 100% 시용구에서 많았으나 Ex. K 함량은 적었다. 수도체 중 질소이용율은 혼합유기질비료 100% 시용구가 대조구에 비해 높아 질소 화학비료 대체 가능성이 있었다. 이앙 후 30일, 60일에서 경수는 혼합유기질비료 100% 시용구가 대조구 보다 많았다. 혼합유기질비료 중 질소 함량과 단백질 함량과는 정의 상관, 식미치와는 고도의 부의 상관, 완

전립 비율과는 부의 상관이 있었다. 혼합유기질 비료 100% 시용구의 쌀 수량은 대조구 4,892kg ha⁻¹에 비해 4% 증가하였다. 벼 재배시 대조구의 쌀 수량과 대등한 혼합유기질비료의 시용량은 [질소 토양검정시비량 ÷ 혼합유기질비료 질소함량(g kg⁻¹)/1,000 × 0.93]/1,000]으로 산출되었다.

인 용 문 헌

Chang, K. W., S. Y. Kim, G. S. Seo, P. T. Kim, H. D. Lee. 1989. Effect of Fertilizer Applications on the Morphology and the Pharmaceutical Components of *Paeonia albiflora* Palls. Korean J. Soil Sci. Fert. 22:315-322.

Choi, I. S., J. S. Park, J. H. Lee. 1997. Fertilizer on Growth Characteristics and Yield of *Fritillaria thunbergii* Miquel. Korean. J. Medicinal Crop Sci. 5:147-153.

Choi, J., D. H. Lee, C. L. Choi. 2000. Effect of Organic Fertilizer Application on the Chemical Properties of the Orchard Soils and Apple Yield. Korean J. Soil Sci. Fert.. 33:393-397.

Han, J. H., K. H. Chang, J. K. Suh, Y. S. Lee. 1992. Studies on Improvement of Culture in Liliopie *platyphylla* Wang et Tang, 1. Effects of Different Methods and Kinds of Fertilizer Application on Growth and Yield. Res. Rept. RDA(U&I). 34:73-77.

Kang, S. W., C. H. Yoo, C. H. Yang, S. S. Han. 2002. Effects of Rapeseed Cake Application at Panicle Initiation Stage on Rice Yield and N-Use Efficiency in Machine Transplanting Cultivation. Korean J. Soil Sci. Fert.. 35:272-279.

Kim, J. J., B. O. Cho, S. K. Lee. 1987. Effect of Organic Fertilizer Application on the Growth and Yield of Leaf Lettuce and Garland Crysanthemum. Korean J. Soil Sci. Fert.. 20:169-177.

Kim, M. S., B. J. Chung, G. C. Park, T. D. Park, S. C. Kim, J. H. Shim. 1998. Effect of Organic Fertilizers on Growth and Yield of *Achyranthes japonica* N. Korean. J. Medicinal Crop Sci. 6:137-141.

Lim, S. K., S. D. Kim, S. K. Lee. 1990. The Effects of Organic Matter(BIO-COM) Application on the Soil Physico-Chemical Properties and Rice Yields. Korean J. Soil Sci. Fert.. 23:26-33.

Lim, S. K. and K. H. Lee. 1992. Effect of Organic Fertilizers Application on Radish and Cabbage Growth. Korean J. Soil Sci. Fert.. 25:52-56.

Lim, S. U., J. S. Oh, B. J. Kim. 1983. The Effect of Organic Fertilizer Granulated with Slurry of Glutamate Fermentation Residue on Corn and Chinese Cabbage. Korean J. Soil Sci. Fert.. 16:156-161.

Lim, S. U., J. C. Ryu, C. W. Hong. 1979. Study on the Effects of an Organic Fertilizer(Glutamic Acid Fermentation Residue Amended with N) on the Yield of Chinese Cabbage and Radish and Physico chemical Properties of Soil. Korean J. Soil Sci. Fert.. 12:125-132.

- MAF. 2006. Guide to Environment-friendly Agriculture Rearing Project(Rural Development). Ministry of Agriculture and Forestry.
- NAES(Kyushu national agricultural experiment station). 1990. Fertilization Technology of rice for the improvement of rice quality, Organic fertilizer, Amount of fertilization, Research result of Kyushu national agricultural experiment station summary.
- NIAST. 2000. Methods of soil and crop plant analysis. National Institute of Agricultural Science and Technology, Suwon, Korea.
- NIAST. 2007. A counter measuring studies to the changes of agricultural environment. National Institute of Agricultural Science and Technology, Suwon, Korea.
- RDA. 2003. Investigation and standard for agriculture experiment. Rural Development Administration, Suwon, Korea.
- RDA. 2006. Fertilizer regulations. Rural Development Administration, Suwon, Korea.
- RDA. 1999. Fertilization standard of crop plant. Rural Development Administration, Suwon, Korea.
- Uhm, D. I, K. W. Han, and B. K. Ahn. 1985. Study on the application of Miwon Organic Fertilizer(Byproduct of Amino Acid Fermentation) to the Ginseng Cultivation. II. The Application Effect of Miwon Organic Fertilizer on the Changes of Physico chemical Properties during the Soil Management Practices before Transplanting and Growth of Ginseng Plant. Korean J. Soil Sci. Fert.. 18:392-406.
- Yang, C. H, C. H. Yoo, B. S. Kim, W. K. Park, J. D. Kim, K. Y. Jung. 2008. Effect of application time and rate of mixed expeller cake on soil environment and rice quality. Korean J. Soil Sci. Fert.. 41:103-111.
- 농협자재부. 2008. 비료사업통계요람. 비료 No 2-12:72.
- 오왕근, 조병련, 이기의. 1971. 토양의 첨가가 유박의 부숙 및 비효에 미치는 영향. 한국토양비료학회지. 4권 2호. 137-142.