

사업구분 : 경상기본	Code 구분 : LS0201	벼(전반기)
연구과제 및 세부과제명	연구기간	연구책임자
쌀 고품질 향상 연구	'02 ~	강원도원 작물경영연구과 함진관
2) 완효성 복합비료 시용 효과 구명	'04 ~ '05	강원도원 작물경영연구과 이안수
색인용어	벼, 중산간지, 사질답, 완효성복합비료, 생력	

ABSTRACT

This study was conducted to make certain the effects of controlled release complex fertilizer including latex coated urea(LCU). Comparing to standard fertilizing, the yield was decreased by 2-5% when applied by 70% of controlled release complex fertilizer, alike when applied by 80% of it, and increased when applied by 100%. In case of fertilizing controlled release complex fertilizer, the contents of protein and amylose of rice were increased insignificantly, and the value from Toyo meter were similar to that of the rice from standard fertilizing.

1. 연구목표

우리나라에서 완효성비료는 1970년대 농촌진흥청 농업과학기술원의 전신인 농업기술연구소에서 미국 TVA사의 SCU를 도입하여 비효를 시험하면서 시작되었다(이, 1998). 1985년 한국과학기술원과 (주)조비에서 latex coated urea(LCU)를 제조하였는데(신, 1988), 초기에는 값이 비싸고 피복이 불균일하여 상용화를 못했지만, 현재는 보완하여 시판되고 있다(장 등, 2001). 1989년에는 농촌진흥청 농업기술연구소에서 acrylic coated urea(ACU)를 개발하였으나 산업화하지는 못했다(이, 1996).

벼 표준시비량은 11-4.5-5.7(N-P₂O₅-K₂O)이나 일반농가에서 벼 재배시 3~4회에 걸쳐 과비하는 경향이 있어 완효성복합비료 시용을 통한 생력화 및 시비량 절감의 필요성이 대두되고 있다. 또한 중산간지 사질답은 비료용탈이 심하여 비료의 이용효율이 낮는데, 이를 개선하기 위한 방법으로 객토, 유기물 시용 등 여러 가지 방법이 있겠으나, 그중 하나로 완효성비료를 사용하는 방법도 있다. 현재까지 완효성비료 이용연구는 주로 평야지 보통답 위주로 진행되어왔기에 강원도에 흔한 중산간지 사질답에 대한 연구가 필요하다.

따라서 본 연구에서는 중산간지 사질답에서 시비노력과 시비량을 절감하며, 비료의 이용효율을 높이기 위해 현재 산업화되어 있는 완효성복합비료(LCU 포함) 시용효과를 검증하고자 하였다.

2. 재료 및 방법

가. 시험재료

시험품종은 강원도 벼 재배면적의 약 60%를 차지하는 조생종 오대벼를 사용하였으며,

공시토양은 사질토(홍천 서석)와 미사질양토(본원 답작시험포장)이었고, 시험에 이용된 비료는 속효성 질소비료인 요소, 용과린, 염화加里 및 완효성복합비료인 단한번[(주)조비], 시나브로 II [(주)남해화학]이었다.

나. 처리내용

시비처리는 요소-용과린-염화가리를 사용한 표준시비구, 2종의 완효성복합비료를 0, 20, 30% 감비한 완효성비료 시용구 등 총 7개였고, 시험구 배치는 난괴법 3반복이었다. 표준시비구는 N-P₂O₅-K₂O를 성분량으로 11-4.5-5.7kg/10a 수준으로 사용하였고, 요소의 분시율은 기비-분얼비-수비를 50-20-30으로 하였으며 인산은 전량 기비로 하였으며, 염화가리는 기비-수비로 70-30으로 분시하였다. 완효성복합비료는 표준시비의 질소량(11kg/10a)을 기준으로 감비수준을 정하였고, 전량 기비로 사용하였다. 감비율 0%일 경우, 감비수준별 실타입 성분량(N-P₂O₅-K₂O)은 11-4.3-5.5, 감비율 20%는 8.8-3.4-4.4, 감비율 30%는 7.7-3.0-3.9였다. 완효성비료는 전층시비함이 마땅하나 시험구의 면적이 협소한 관계로 표층시비 후 래기로 뒤집어 전층시비와 유사하도록 하였다. 각 처리구는 선라이트를 이용 구획하였고 이양은 춘천은 5월 25일, 홍천은 5월 27일에 30×15cm로 손이양하였다.

다. 조사내용 및 방법

초장, 경수 및 엽색도는 최고분얼기 및 출수기에 조사하였고 수확기에 간장 및 수수를 조사하였다. 엽색은 Minolta chlorophyll meter(SPAD-502, Japan)로 처리당 4회 3반복 측정하여 그 평균치를 관측치로 이용하였고, 건물중은 처리당 3반복으로 3주씩 바닥에서 베어 이삭과 경엽을 나누어 80℃에서 3일간 건조한 후 칭량하였고, 단백질 및 아밀로스 함량은 성분분석기(Foss Tecator, Sweden)로 조사하였고, 쌀 품위는 품위판정기(Kett RN-500, Japan), 식미는 도요식미기(Toyo MA-30A)를 이용하였다. 기타 조사항목은 농촌진흥청 농사시험연구조사기준(농촌진흥청, 1995)에 준하였다.

<표 1> 시험전 토양분석 결과

구분	pH (1:5)	EC (dS/m)	OM (g/kg)	T-N mg/kg	P ₂ O ₅ (mg/kg)	Ex. cation (cmol(+)/kg)			
						Ca	Mg	K	Na
미사질양토	5.57	0.09	34.6	0.153	194	4.48	0.61	0.19	0.92
사 질 토	5.80	0.10	28.6	0.136	140	4.06	0.22	0.07	0.90

3. 결과 및 고찰

가. 생육 상황

1) 미사질양토(춘천)

춘천의 미사질양토에서 완효성복합비료 시용시 출수기의 초장 및 수확기의 간장은 시비량에 따라 다소 증가하는 경향이나 표준시비에 비하여 길지는 않았고, 경수 및 수수는 뚜렷한 차이는 없었다. 그러나 수확기의 경엽 건물중에서는 표준시비 대비 완효성복비 70% 시용구

에서는 다소 낮았으나, 80% 시용구는 비슷하였고, 100% 시용구에서는 16% 가량 증가되는 등 질소흡수량이 10-15% 증가되었다. 이는 완효성비료 시용구에서 영양생장기까지는 비료 흡수량이 표준시비와 비슷하였으나 생식생장으로 넘어간 이후에도 비료성분이 흡수되어 경엽의 중량이 더 증가한 것으로 판단된다.

<표 2> 미사질양토에서 완효성복합비료 시용수준별 벼 생육상황

구분	최고분얼기			출수기			수확기		출수기 (월.일)
	초장 (cm)	경수 (개/주)	엽색도 (SPAD)	초장 (cm)	경수 (개/주)	엽색도 (SPAD)	간장 (cm)	수수 (개/주)	
표준시비	67.0	19.8	42.1	84.7	16.1	41.5	79.4	15.5	7.30
D 70%	66.7	20.0	41.5	81.9	16.2	39.2	77.3	15.6	7.30
D 80%	65.1	19.8	41.9	82.5	16.2	40.9	77.3	15.5	7.30
D 100%	64.8	20.0	43.6	83.6	16.5	42.2	78.1	16.5	7.30
S2 70%	67.9	20.4	42.2	83.1	15.3	39.9	76.4	15.4	7.30
S2 80%	66.2	20.5	43.2	82.2	15.5	41.0	76.5	15.2	7.30
S2 100%	66.8	20.6	43.9	83.7	15.9	43.6	81.5	15.7	7.30

<표 3> 미사질양토에서 완효성복합비료 시용수준별 건물량 및 질소흡수량

구분	경엽		이삭		흡수 질소량 (kg/10a)	지수
	건물중 (kg/10a)	질소함량 (%)	건물중 (kg/10a)	질소함량 (%)		
표준시비	464	0.88	629	1.17	11.44	100
D 70%	438	0.95	589	1.08	10.52	92
D 80%	479	0.86	624	1.13	11.19	98
D 100%	538	0.91	682	1.13	12.56	110
S2 70%	390	0.84	497	1.10	8.73	76
S2 80%	469	1.04	633	1.05	11.49	100
S2 100%	539	0.92	708	1.16	13.18	115

2) 사질토(홍천)

홍천의 사질토에서도 완효성복합비료 시용시 초장, 경수, 간장 및 수수가 춘천의 미사질양토에서와 비슷한 경향이었으나, 건물중에서는 미사질양토에서 완효성복합비료 100% 시용했을 때 표준시비 대비 16% 증가한 반면, 사질토에서는 70% 시용시부터 높아지기 시작하여 100% 시용시에는 39~50%나 증가하였는데 이것은 사질답에서의 비료의 이용효율이 미사질답보다 높았다는 추정을 할 수 있었고, 실제 식물체 건물중 및 질소함량 분석에서 표준시비 대비 10~11% 질소흡수량이 증가되었음이 확인되었다.

<표 4> 사질토에서 완효성복합비료 사용수준별 벼 생육상황

구 분	최고분얼기			출수기			수확기		출수기 (월.일)
	초 장 (cm)	경 수 (개/주)	엽색도 (SPAD)	초 장 (cm)	경 수 (개/주)	엽색도 (SPAD)	간 장 (cm)	수 수 (개/주)	
표준시비	72.8	19.4	38.6	87.7	17.5	38.1	73.2	17.4	8. 1
D 70%	73.0	18.7	39.9	85.5	16.4	36.8	70.9	16.4	8. 1
D 80%	74.2	19.8	40.4	86.9	17.7	38.5	72.8	17.5	8. 1
D 100%	74.8	19.6	42.6	87.4	17.8	38.1	75.9	17.6	8. 1
S2 70%	73.8	18.7	38.6	85.0	16.5	35.8	71.0	16.5	8. 1
S2 80%	74.5	19.0	40.4	85.8	17.1	37.0	72.2	17.0	8. 1
S2 100%	74.5	19.6	41.3	85.4	17.4	37.0	72.5	17.2	8. 1

<표 5> 사질토에서 완효성복합비료 사용수준별 건물중 및 질수흡수량

구 분	경 엽		이 삭		흡수 질소량 (kg/10a)	지 수
	건물중 (kg/10a)	질소(%)	건물중 (kg/10a)	질소(%)		
표준시비	464	0.55	673	1.02	9.42	100
D 70%	438	0.50	589	1.00	8.08	86
D 80%	479	0.55	624	1.04	9.16	97
D 100%	538	0.61	682	1.06	10.49	111
S2 70%	390	0.52	571	1.01	7.79	83
S2 80%	469	0.61	633	1.04	9.43	100
S2 100%	539	0.58	708	1.02	10.35	110

나. 수량구성요소 및 수량

1) 미사질양토(춘천)

립수는 완효성복합비료 사용량에 비례하여 증가하였고, 70%구에서는 표준시비 대비 적었고 80%에서는 비슷하였고 100%에서는 더 많았다. 등숙율은 완효성비료 사용구가 모두 표준시비보다 높았으며, 특히 70~80% 사용시에는 평균 1.9% 높았다. 백미수량은 완효성복비 종류에 따라 다소 차이가 있으나 대체로 70% 사용시에는 표준시비보다 낮았으나, 80% 사용구에서는 비슷하였고, 100% 사용시에는 증가하였다. 전체적으로 수확기의 건물중이 크게 높았던 것에 비해 백미수량은 낮은 편이었는데, 이 원인은 2005년 출수후 약 20일간 평년에 비해 2~3℃ 높은 고온이 지속되어 건물량에 비례하여 호흡량은 많은데, 일조시간은 평년에 비해 적어 경엽에서 이삭으로의 물질이동이 원활하지 못했던 것이 원인으로 보였다.

<표 6> 미사질양토에서 완효성복합비료 시용수준별 수량구성요소 및 수량

구 분	㎡당 립수 (개)	등숙율 (%)	현미천립중 (g)	수 량(kg/10a)			
				현 미	백 미	완전미	지 수
표준시비	33,854	83.8	26.4	621	571 bc ^{*)}	495	100
D 70%	30,668	85.2	25.4	608	554 cd	484	98
D 80%	33,649	85.0	26.0	606	563 bcd	475	96
D 100%	34,048	84.7	25.9	631	581 b	498	101
S2 70%	31,622	86.2	25.5	602	549 d	483	98
S2 80%	33,345	86.4	27.4	611	568 bc	484	98
S2 100%	35,208	84.7	26.2	661	608 a	536	108

*) : DMRT(5%)

2) 사질토(홍천)

홍천의 사질토에서 립수는 춘천의 미사질양토와 비슷한 경향이었다. 등숙율은 완효성복비 종류에 따라 다소 차이가 있으나 미사질양토에 비해 크게 낮은 경향이었고, 완효성복비 시용량에서 70~80% 시용구에 비해 100%구에서 낮은 것은 미사질양토에서와 같은 경향이 었다. 백미수량에서는 전 시험구 모두 표준시비 대비 유의차가 없을 정도의 수량을 보였으나 수량반응의 경향으로 판단하여보면, 80% 가량이 적당할 것으로 판단되었다. 또한 수량반응 에서 비료종류에 따라 다소간 차이가 있었는데, 사질답에서는 D복비가 미사질양토에서는 S2복비가 대체적으로 증수되는 경향이었다. 현재 산업화되어 있는 벼 완효성복합비료는 요소피복복합비료로서 조기용출형(30-50일형), 중기용출형(60-80일형), 후기용출형(90-120일형) 등의 코팅형 완효성비료를 비료관련 회사에서 임의로 혼합하여 판매하고 있는 실정(2005 시험연구사업결과활용심의회자료)으로 완효성복비종류별로 각 용출형의 혼합율에 차이가 있는 것이 원인일 것으로 판단된다. 따라서 품종과 토양을 감안하여 각 용출형을 적절하게 혼합 한다면 더 좋은 결과가 있을 것으로 생각된다. 또한 미사질양토에서와 마찬가지로 수확기 경엽의 건물중에 비하여 수량이 낮았던 것은 기상과 관련이 있는 것으로 기상여건이 좋을 경우 완효성복비 80% 시용시에도 증수가 가능할 것으로 판단되었다.

<표 7> 사질토에서 완효성복합비료 시용수준별 수량구성요소 및 수량

구 분	㎡당 립수 (개)	등숙율 (%)	현미천립중 (g)	수 량(kg/10a)			
				현 미	백 미	완전미	지 수
표준시비	30,364	83.0	26.9	579	532ab ^{*)}	459	100
D 70%	27,046	81.1	27.4	551	507ab	439	96
D 80%	30,637	81.2	26.6	590	543ab	487	106
D 100%	31,325	77.2	26.7	595	547 a	472	103
S2 70%	28,184	83.4	26.4	548	504 b	435	95
S2 80%	29,574	83.3	26.4	558	513ab	454	99
S2 100%	30,654	79.5	26.4	585	538ab	485	106

*) : DMRT(5%)

다. 성분함량 및 식미

1) 미사질양토(춘천)

완효성복비 사용량과 비례하여 단백질과 아밀로스 함량은 증가하는 경향이었으나 표준 시비와 비교하여 뚜렷하게 높은 것은 아니었고, 도요식미치의 변화 양상은 일정한 경향이 없었다.

<표 8> 미사질양토에서 완효성복합비료 사용수준별 성분함량 및 식미

구 분	수 분(%)	단백질(%)	아밀로스(%)	식미(Toyo)
표준시비	11.5	6.9	18.9	76
D 70%	11.3	6.4	18.9	78
D 80%	11.6	7.1	18.8	76
D 100%	11.1	7.1	19.1	80
S2 70%	11.9	6.9	19.0	78
S2 80%	11.6	7.1	19.2	77
S2 100%	10.9	7.4	19.2	77

2) 사질토(홍천)

사질토에서도 완효성복비 사용시 성분함량 및 식미는 미사질양토에서와 마찬가지로 단백질 및 아밀로스 함량은 증가하는 경향이었고 식미는 차이가 없었지만, 표준시비의 단백질 함량이 미사질양토에 비해 낮아 사질담에서 비료이용효율이 떨어진다는 사실을 암시하였고 상대적으로 비료이용효율이 높은 완효성복비사용구의 단백질 함량은 높아보였다.

<표 9> 사질토에서 완효성복합비료 사용수준별 성분함량 및 식미

구 분	수 분(%)	단 백 질(%)	아밀로스(%)	식미(Toyo)
표준시비	10.6	6.5	20.9	81
D 70%	10.5	6.6	20.4	81
D 80%	10.8	7.0	20.4	80
D 100%	10.8	7.0	20.9	81
S2 70%	10.9	6.6	20.5	81
S2 80%	10.8	7.0	20.5	80
S2 100%	10.7	7.0	21.0	81

4. 적 요

비 완효성복합비료 사용효과를 요약하면 다음과 같다.

생육 및 수량은 표준시비에 비해 완효성복합비료를 30% 감비시에는 2-5% 떨어졌으나, 20% 감비시에는 비슷하였고 100% 시비시에는 다소 증가하였기에 비료절감 차원에서 20% 사용이 적절한 것으로 판단되었다. 완효성복합비료 20% 감비시에도 단백질 및 아밀로스 함량은 약간 증가하는 경향이었으나 그 정도가 미미하여 식미치에는 영향이 없었다.

본 연구에 공시된 2종의 토양에 따라 비료종류별 수확기의 경엽건물중과 수량이 다소 차이를 나타내어, 재배품종의 생태형 및 토성에 따른 완효성복합비료의 효과에 대해서는 앞으로 더 연구가 필요할 것으로 보였다. 또한 추비가 필요한 가리질도 용출조절이 되지않은 형태로 기비로 전량 사용되는 점, 감비재배에 대응하여 인산과 가리를 보강한 완효성복합비료 개발이 이루어지지 않은 점은 앞으로 개선되어야 할 것이다.

5. 인용문헌

- 장명환, 백준호, 이승호, 이상조, 임준영, 김복진. 2001. 벼 담수작파 재배시 완효성질소비료의 사용효과. 한토비지 34(6) : 401 ~ 406.
- 이승호. 1998. 폐지섬유를 이용한 완효성질소비료의 특성 및 작물에 미치는 영향. 영남대학교 석사학위 석사학위 논문.
- 신제성. 1988 비료의 개발 이용. 한토비지. 21(S.I) : 119-125
- 이기상. 1996. 완효성질소비료의 벼 재배양식별 사용효과와 행동연구. 경상대학교 대학원 박사학위논문.

6. 연구결과 활용제목

- 중산간지 사질담 완효성 복합비료 사용효과 ----- (2005. 영농활용)