

## 논에서의 비료분포특성 및 논벼생육에 미치는 물대기동시비료주기의 영향

김시춘, 지은정, 리선득

위대한 령도자 김정일동지께서는 다음과 같이 교시하시였다.

《영농기술과 영농방법을 혁신해나아가야 합니다. 현대의 농사는 과학농사, 기술농사이며 모든 농사일을 과학기술적으로 하지 않고서는 농업생산에서 변혁을 이룩할수 없습니다.》  
(《김정일선집》 증보판 제24권 129페이지)

논에서 비료는 기계로 뿌리는 방법, 손으로 뿌리는 방법, 분무하는 방법, 깊이묻어주는 방법 등 여러가지 방법으로 주고있다.[1-4]

우리는 인수로와 물고를 통하여 논에 물을 댈 때 동시에 비료를 시비하는 방법을 적용하였다.

### 재료 및 방법

질소비료로는 류안과 뇨소를 리용하였다.

연구대상토양으로는 고풍화층논토양, 하성층적지논토양, 해하성층적지논토양을, 논벼품종으로는 《평양 21》호, 《서해찰 16》호를 리용하였다.

질소비료는 손으로 직접 뿌리는 방법과 비료를 물에 풀어 인수로나 물고에서 논에 물을 대는 시간에 맞추어 떨어뜨려주는 방법으로 시비하였다.

토양의 가동성질소함량은 질소점시법으로, 암모니아태질소함량은 네슬레르비색법으로, 벼잎의 영양원소함량은 질은 류산으로 회화한 용액에서 질소의 경우 증류적정법으로, 린의 경우 몰리브덴청비색법으로, 칼리움의 경우 불길광도(《OE-85》)분석법으로 측정하였다.

### 결과 및 논의

논에 물을 댈 때 10m정도 되는 인수로에서 질소비료용액을 떨어뜨리면 비료성분이 인수로 토양에 흡착되지 않는다.(표 1)

표 1에서 보는바와 같이 인수로토양의 암모니아태질소함량은 비료용액을 통과시키기 전과 비료용액을 통과시킨 다음에 3m정도의 거리에서 차이가 없었지만 7~10m 구간에서는 약간 적어지는 경향성이 나타났다. 이러한 현상은 인수로의 길이를 길게 하였을 때에도 그대로 나타났다.(표 2)

표 1. 짧은 인수로토양의 암모니아태질소함량

구분	암모니아태질소함량/(mg·10 <sup>-2</sup> g <sup>-1</sup> )		
	3.5m	7.0m	10.5m
시비전	0.46	0.45	0.57
시비후	0.47	0.36	0.49

시비량 류안 80kg/정, 토양 고풍화층논토양,  
시험년도 2001년

표 2. 긴 인수로토양의 암모니아태질소함량

구분	암모니아태질소함량 $/(mg \cdot 10^{-2} g^{-1})$				
	10m	20m	40m	90m	140m
시비전	$1.48 \pm 0.50$	$1.65 \pm 0.17$	$1.22 \pm 0.33$	$1.20 \pm 0.21$	$0.91 \pm 0.41$
시비후	$1.21 \pm 0.26$	$1.31 \pm 0.17$	$0.79 \pm 0.12$	$0.79 \pm 0.39$	$0.82 \pm 0.50$

인수로랑열과 바닥토양에서 측정함, 분석은 1주일후에 진행, 시비량 노소 80kg/정, 토양 고품화  
충논토양, 시험년도 2001년,  $n=3$

표 2에서 보는바와 같이 길이가 140m 되는 인수로에 비료용액을 통과시키는 경우에도 비료성분이 인수로토양에 흡착되지 않았다.

논에 대는 물에 비료용액을 떨어뜨릴 때 인수로토양에 비료성분이 흡착되지 않는것은 인수로물의 비료성분농도가 매우 낮고 물이 흐르기때문이라고 본다. 논에 5cm 깊이로 물을 대는 경우에 류안을 정보당 80kg 시비한다면 물에서 질소의 농도는 성분량으로 30mg/L 정도밖에 되지 않으며 이러한 농도에서는 비료성분이 토양에 흡착되지 않는다. 그리고 노소인 경우에는 토양에 더욱 잘 흡착되지 않는다. 비료성분의 농도가 낮은 경우에는 오랜 시간에 걸쳐 토양에 흡착되는것만큼 물이 빨리 흐르는 인수로에서는 비료성분이 토양에 흡착되지 않는다. 이것은 논에 물을 댈 때 비료를 동시에 시비하면 인수로에서 비료손실이 전혀 일어나지 않는다는것을 말해준다.

논에 물을 댈 때 비료를 동시에 시비하면 비료성분이 논토양에 짧은 시간에 흡착된다.(표 3)

표 3. 논물대기동시비료시비때 토양의 비료흡착량

토양깊이 /cm	시비전 $/(mg \cdot 10^{-2} g^{-1})$	시비후 $/(mg \cdot 10^{-2} g^{-1})$			시비후증가량 $/(mg \cdot 10^{-2} g^{-1})$
		1d	2d	4d	
0~5	$0.35 \pm 0.07$	$0.45 \pm 0.10$	$0.44 \pm 0.23$	$0.45 \pm 0.15$	0.09~0.1
5~10	$0.30 \pm 0.05$	$0.37 \pm 0.04$	$0.31 \pm 0.04$	$0.32 \pm 0.03$	0.01~0.06
10~15	$0.31 \pm 0.04$	$0.42 \pm 0.08$	$0.34 \pm 0.08$	$0.39 \pm 0.05$	0.03~0.11

$n=6$ , 시험조건은 표 1에서와 같음

표 3에서 보는바와 같이 비료시비후 하루만에 0~5cm층 토양의 암모니아태질소함량은 0.1mg/100g만큼 증가하여 4일까지 유지되었으며 5~10cm층과 10~15cm층 토양에서도 암모니아태질소함량이 하루만에 0.07~0.11mg/100g만큼 증가하였다가 기일이 지남에 따라 점차 감소하였다. 이러한 감소는 뿌리권에서 논벼의 질소흡수와 관련된다고 본다. 인수로토양에서와 달리 논토양에서 비료성분이 흡착되는것은 논토양에서 물이 흐르지 않고 머물러있으면서 비료성분이 토양과 반응하는것과 관련된다.

이와 같은 결과는 논에 물을 댈 때 비료를 동시에 시비하여도 물이 논판에 머물러있으면서 비료성분이 걸충뿐아니라 같이층깊이까지 인차 흡착된다는것을 말해준다.

논에 물을 댈 때 비료를 동시에 시비하면 비료성분이 논토양에 고르게 분포된다.(표 4)

표 4에서 보는바와 같이 논토양에서 질소비료를 2차로 꺾어 시비할 때 손으로 직접 뿌리는 경우보다 논에 물을 댈 때 비료를 동시에 시비하는 경우에 하성층적지논토양과 고품화충논토양의 가동성질소함량변동률은 거의 절반으로 작아졌다. 이것은 비료를 손으로 직접 뿌릴 때보다 논에 물을 대면서 동시에 시비하는 경우에 논판에서 비료성분이 골고루 분포된다는것을 말해준다. 이러한 현상은 질소비료를 4차로 꺾어 시비하는 경우에 더욱 뚜렷하게 나타난다.(표 5)

표 4. 2차 논물대기동시비료시비때 논판에서 비료분포

구분	가동성 질소함량/( $\text{mg} \cdot 10^{-2} \text{g}^{-1}$ )							
	하성층적지논토양				고풍화층논토양			
	0~5cm	변동률/%	10~15cm	변동률/%	0~5cm	변동률/%	5~10cm	변동률/%
대조구	$4.67 \pm 1.01$	21.6	$3.98 \pm 0.43$	10.8	$6.11 \pm 1.52$	24.9	$9.04 \pm 2.59$	28.7
시험구	$3.88 \pm 0.38$	9.8	$3.78 \pm 0.37$	9.8	$4.76 \pm 0.87$	18.3	$5.01 \pm 0.90$	18.0

비료주기: 대조구에는 손으로 뿌림, 시험구에는 논물대기동시비료주기함, 시비량 뇨소 180kg/정, 시험년도 2001년,  $n=7$

표 5. 4차 논물대기동시비료시비때 논판에서 비료분포

구분	하성층적지논토양		해하성층적지논토양	
	가동성 질소함량/( $\text{mg} \cdot 10^{-2} \text{g}^{-1}$ )	변동률/%	가동성 질소함량/( $\text{mg} \cdot 10^{-2} \text{g}^{-1}$ )	변동률/%
대조구	$7.83 \pm 2.13$	27.2	$8.54 \pm 1.61$	18.9
시험구	$6.94 \pm 0.43$	6.2	$7.23 \pm 0.32$	4.4

4차비료시비후 1주일만에 또는 가을걷이후 측정,  $n=3$ , 시비량 뇨소 350kg/정, 시험년도 2017년, 비료주기: 대조구에는 손으로 뿌림, 시험구에는 논물대기동시비료주기함

표 5에서 보는바와 같이 뇨소비료를 손으로 직접 뿌려줄 때보다 논에 물을 델 때 비료를 동시에 시비한 하성층적지논토양이나 해하성층적지논토양에서 가동성 질소함량은  $1\text{mg}/100\text{g}$  정도씩 적어졌다. 그리고 가동성 질소함량변동률은 손으로 직접 뿌려주었을 때 20~30%로서 비료성분이 불균일하게 분포되었지만 논에 물을 델 때 비료를 동시에 시비하는 경우에는 5%정도로서 매우 균일하게 분포되었다.

논물대기동시비료주기에 의하여 비료의 분포가 균일해짐으로써 논벼의 영양원소흡수량이 많아지고 생육이 좋아졌다.(표 6, 7)

표 6. 시비방법에 따르는 논벼의 영양원소함량(%)변화

구분	고풍화층논토양*			해하성층적지논토양**		
	N	$\text{P}_2\text{O}_5$	$\text{K}_2\text{O}$	N	$\text{P}_2\text{O}_5$	$\text{K}_2\text{O}$
대조구	$2.04 \pm 0.28$	$0.38 \pm 0.05$	$1.34 \pm 0.25$	$8.89 \pm 4.90$	$0.60 \pm 0.08$	$1.37 \pm 0.09$
시험구	$2.42 \pm 0.15$	$0.38 \pm 0.03$	$1.39 \pm 0.14$	$9.60 \pm 2.47$	$0.68 \pm 0.06$	$1.40 \pm 0.04$
증가률/%	118.6	100.0	103.7	108.0	113.3	102.2

\*  $n=20$ , 2001년 8월 24일(밭을일), 벼품종 《평양 21》호, 시비량 뇨소 180kg/정, \*\*  $n=3$ , 2017년 7월 29일, 시비량 뇨소 350kg/정, 벼품종 《서해찰 16》호, 비료주기: 대조구에는 손으로 뿌림, 시험구에는 논물대기동시비료주기함

표 7. 시비방법에 따르는 논벼의 생육상대변화

시비방법	생육지표	6월 19일	7월 4일	7월 9일	7월 19일	7월 24일	8월 4일
손시비	키/cm	50	63	75	81	87	102
	잎수/매	13	14.5	15	16	16.5	16.5
	평당 아지수/개	1 040	1 190	1 110	1 080	940	830
물대기동시시비	키/cm	55	58	80	85	91	110
	잎수/매	13	14.2	15	16	16.5	16.5
	평당 아지수/개	1 060	1 110	1 090	1 070	1 030	980

벼품종 《평양 21》호, 시비량 뇨소 350kg/정, 시험년도 2017년

표 6에서 보는바와 같이 질소비료를 손으로 뿌려줄 때보다 논에 물을 델 때 동시에 시

비하는 경우 논벼의 질소흡수량은 고품화충논토양에서 118.6%, 해하성충적지논토양에서 108% 증가하였다. 그리고 표 7에서 보는바와 같이 키가 평균 5cm 컸으며 평당 유효아지수가 150대 더 많아졌다.

논물대기동시비료주기에 의한 소출증가효과를 조사하였다.(표 8)

표 8. 논물대기동시비료주기에 의한 소출증가

토양종류	구분	평당 포기수 /개	평당 이삭수 /개	이삭당 알수/알	여분물 /%	천알질량 /g	정보당 소출/t	증수율 /%
해하성충적지	대조구	55.6	741	156	92.6	28.6	9.57	100
논토양*	시험구	54.2	839	149	94.3	29.5	10.44	109.1
하성충적지	대조구	51.7	761	127	95.0	27.8	9.12	100
논토양**	시험구	48.0	878	127	96.3	29.2	9.39	103.0

시험조건은 표 7에서와 같음, \* 벼품종 《서해찰 16》호, \*\* 벼품종 《평양 21》호

표 8에서 보는바와 같이 평당 이삭수가 많아지고 여분물이 높아지며 천알질량이 늘어나 정보당 소출이 103~109%로 증수되었다.

## 맺 는 말

1) 논물을 대면서 동시에 질소비료를 주면 인수로에서는 비료손실이 없지만 논판에서는 짧은 시간에 토양에 흡착된다.

2) 질소비료를 손으로 뿌려줄 때보다 논에 물을 대면서 동시에 시비하는 경우에 논판에서 비료가 더 고르게 분포된다.

3) 질소비료를 손으로 뿌려줄 때에 비하여 논에 물을 대면서 동시에 시비하는 경우에 논벼의 영양원소흡수량이 많아지고 생육이 좋아져서 소출이 103~109%로 높아진다.

## 참 고 문 헌

- [1] B. W. Dunn et al.; Agricultural Water Management, 98, 1799, 2011.
- [2] Silvana Tarlera et al.; Sci. Agric., 73, 1, 43, 2015.
- [3] Khokan Kumer Sarker et al.; Journal of Integrative Agriculture, 15, 0, 60345, 2016.
- [4] A. R. Sepaskhah et al.; International Journal of Plant, 4, 241, 2010.

주체107(2018)년 1월 5일 원고접수

## Effects of Fertigation on Distribution Characteristics of Fertilizer Component and Growth of Rice in Paddy Soil

Kim Si Chun, Ji Un Jong and Ri Son Duk

When the urea fertilizer is applied with irrigation, component are uniformly distributed in paddy soil as compared with spraying of fertilizer and nutrient element absorption of rice are much more, the growth is rapid, therefore the yield are increased more than 103~109%.

Key words: urea fertilizer, fertigation, fertilizer, irrigation