

사업구분 : 기본	Code 구분 : LS0201	벼 (전반기)
연구과제 및 세부과제명	연구기간	연구책임자 및 참여연구원(☎)
경기미 품질 향상 연구	'02~'04	경기도원 작물연구과 김희동(229-5760)
등숙기 낙수시기가 쌀 수량 및 품질에 미치는 영향 연구	'03~'04	경기도원 작물연구과 전대훈(229-5773) (참여연구원) 한상욱, 이재홍
색인용어	벼, 낙수시기, 고품질쌀	

ABSTRACT

This study was conducted to determine critical and optimum drainage time for the production of high quality rice in mid-late-maturing variety of rice. Field experiment was carried out at Hwaseong in Gyeonggi province from 2003 to 2004 and was treated with 5 different drainage times(20, 25, 30, 35 and 40 days after heading).

The results are as follows. Percent ripened grain, 1,000 grain weight and head rice ratio tended to increase as drainage time was delayed, and yield of rice was decreased more at earlier drainage time than 25 days after heading compared to later drainage time than 30 days after heading. Seed protein content was not significantly different among different drainage times. Taste value was decreased more at drainage time of 20 days after heading compared to later drainage time than 25 days after heading, which was not significantly different among different drainage times.

In conclusion, it was recognized that critical drainage time was 30 days after heading and optimum drainage time was 35~40 days after heading for production of high quality rice.

Key words : Rice, Drainage time, High quality rice

1. 연구목표

근래 주곡 소비에 있어 소비자의 소득증가와 의식수준의 변화로 고품질을 우선하여 구매하는 경향으로 바뀌고 있으며, 특히 쌀 개방으로 외국의 고품질쌀이 밥쌀용으로 수입됨에 따라 고품질 쌀 생산은 국내 쌀 생산기반을 지키기 위한 시급한 과제가 되고 있다.

고품질쌀 생산에 미치는 주요인으로는 이앙시기, 시비량, 낙수시기, 수확시기, 수확후 관리 등이 있으며 그중에서 등숙기 낙수시기도 고품질 쌀 생산에 상당히 중요하다. 벼 재배농가는 수확작업의 편리함 때문에 낙수시기를 앞당기는 경향이 있으나 최 등(1990)에 의하면 출수후 40일까지 낙수시기에 따라서 완전립비율은 낙수시기가 빠를수록 감소하고 청미와 사미비율, 심복백정도, 착색립, 유백립, 피해립 등은 반대로 증가하는 경향이 있다고 하였다. 따라서 수확작업의 효율성과 고품질미 생산을 고려한 낙수한계기 설정이

중요한 포인트가 된다. 낙수에 대한 기존 재배기술을 보면 벼의 등숙비율 향상을 통한 수량 증대를 위하여 보통기 재배는 출수후 30~35일까지, 특수이모작 등 만기재배는 40~45일까지 논물대기를 권장하고 있고(농촌진흥청, 2000), 박 등(1994)은 수량 및 완전미 비율을 위주로 적정 낙수시기를 진미벼는 출수후 35일, 일품벼는 출수후 40일, 추청벼는 출수후 35~40일이 적당하다고 보고하였고, 박 등(2004)은 미질과 수량을 고려하여 낙수 적기를 출수후 40일경으로 보고하였다. 또한 최 등(2004)은 간척지에서 적정 낙수시기를 저염농도 토양에서는 출수후 20~40일, 중염농도 토양에서는 출수후 35~40일이라고 보고하였다.

그러나 쌀수량, 외관품질, 성분 및 식미치를 종합 분석하여 고품질 쌀 생산을 위한 등숙기 낙수 한계기와 안정적인 적정 낙수시기에 대한 연구는 미흡한 실정이다. 따라서 고품질 쌀 생산을 위하여 낙수 한계기와 안정적인 적정 낙수시기를 구명하고자 본 시험을 수행하였기에 그 결과를 보고하고자 한다.

2. 재료 및 방법

본 시험은 2003년부터 2004년까지 2년에 걸쳐 경기도농업기술원 답작 시험포장의 라이시미터와 보통답에서 수행되었다. 시험품종은 양질미 중만생종인 추청벼로 하였으며, 낙수처리를 출수후 20일로부터 40일까지 5일간격으로 5처리 하였다. 이양은 상자당 120g을 파종하여 30일간 육묘한 묘를 5월 25일에 30×14cm 재식밀도로 라이시미터는 손이양, 본답은 기계이양 하였다. 10a당 시비량은 표준량인 질소 11kg, 인산 4.5kg, 가리 5.7kg으로 하여, 분시비율은 질소는 기비-분얼비-수비를 50-20-30%로, 인산은 전량기비, 가리는 기비-수비를 70-30%로 하였다. 라이시미터, 보통답 모두 낙수 처리후 자연강우를 막기 위하여 비가림시설을 하였으며, 시험구 배치는 완전임의배치 3반복으로 하였다. 기타 주요 생육 등 특성 조사는 농촌진흥청 시험연구 조사기준에, 시험포장의 재배관리는 경기도농업기술원 표준재배법에 준하였다. 미질 관련 형질 분석에서 식미는 식미측정기(MA-30A, Toyo, 일본), 단백질함량 등 성분분석은 근적외선 비파괴분석기(AN 700, Kett, 일본)를 이용하여 분석하였다. 시험토양의 물리적 성질은 보통답 수준으로 표 1과 같다.

표 1. 시험토양의 물리적 특성 (조사위치 : 지하 3~10cm)

구 분	점토함량(%)	수분함유능력(%)	
		포장용수량	위조점
라이시미터	20.1	33.9	14.2
보통답	19.7	33.3	13.9

3. 결과 및 고찰

가. 낙수후 토양 3상 및 수분장력 변화

낙수후 토양 3상 및 수분장력 변화는 그림 1, 2와 같다. 토양 3상에서 모든 낙수시기에 서 낙수후 일자 경과에 따라 고상은 큰 변화가 없었으나 액상은 감소하였으며 기상은 증

가하는 경향이였다. 낙수시기별로는 출수후 20일 낙수가 다른 낙수시기에 비하여 낙수후 일자 경과에 따라 액상은 감소정도가 심하였고 기상은 증가정도가 컸다. 토양 수분장력은 액상에서와 같은 경향이였다.

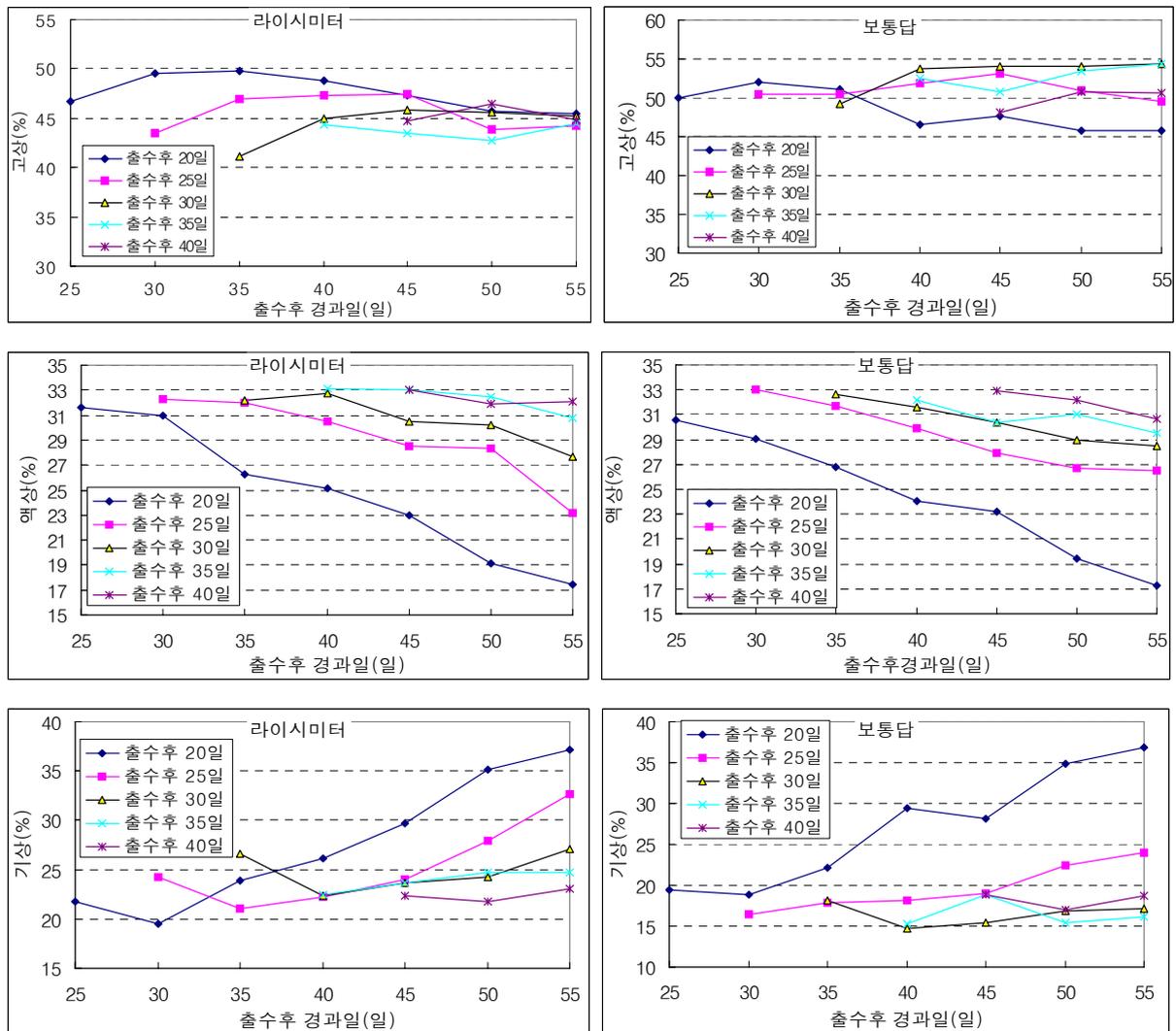


그림 1. 낙수 후 토양 3상 변화(2004)

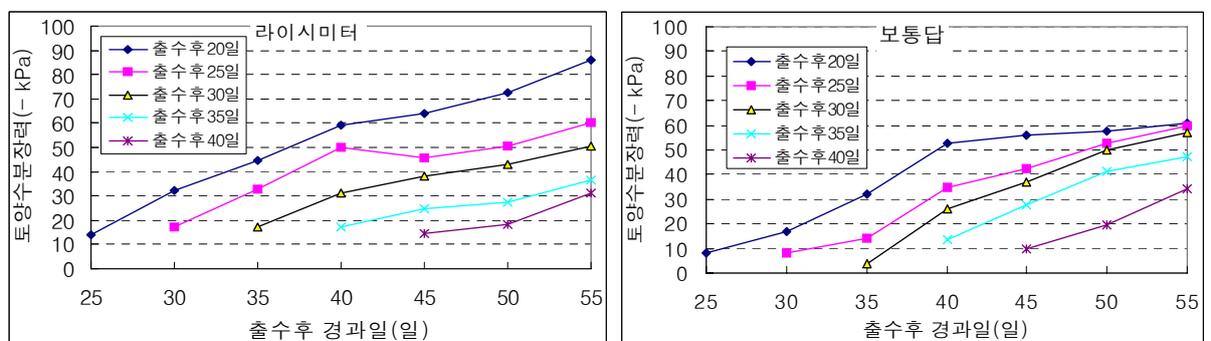


그림 2. 낙수 후 토양 수분장력 변화

나. 출수기, 성숙기 생육 및 수량

낙수시기별 출수기와 성숙기생육 및 수량 특성은 표 2와 같다. 낙수시기별 간장, 수장 및 주당수수는 대차 없었는데 이는 낙수이전에 간장 등 생육이 거의 완성되어서 낙수로 인한 수분스트레스의 영향을 거의 받지 않았던 것으로 생각된다. 낙수시기별 등숙비율과 현미천립중, 쌀수량은 출수후 35일 낙수까지 증가하였는데, 박 등(2004)의 보고에서는 출수후 40일 낙수까지 등숙비율과 현미천립중, 쌀수량이 증가하였다고 하였으며, 이 등(1998)은 남천벼와 금오벼1호를 공시하여 만기재배로 시험한 결과에서도 현미천립중과 쌀수량이 출수후 40일 낙수까지 증가하였다고 하여 본 시험과 비슷한 경향을 보였다. 그리고 최 등(1992)은 낙수시기별 벼의 현미 천립중이 조생종인 운봉벼는 출수후 40일 낙수, 중만생종인 동진벼는 출수후 45일 낙수까지 증가되는 것으로 보고하였다. 식물체가 수분스트레스를 받으면 각 기관의 물질분배비의 변동, 분화 및 발달의 억제를 통해서 식물의 생산활동을 현저히 저하시켜, 식물의 생장, 형태, 개체발생 및 대사생리에 영향을 미치게 되며(Hsiao, 1973 ; Pugnaire 등, 1993 ; Rascio 등, 1990 ; Sharp, 1979), 자연상태하에서 수분스트레스는 CO₂동화와 세포분열 및 신장 감소에 직접적으로 영향을 미쳐 작물의 생산력, 생태분포, 농업양식 등을 결정하는 주요한 요인이 되는데(Pugnaire 등, 1993), 낙수시기가 빠를수록 토양수분 감소 정도가 심해짐에 따른 수분스트레스의 영향으로 등숙비율과 천립중이 감소하여 쌀수량이 감소하는 경향을 보인 것으로 판단된다. 쌀수량 단요인만을 고려할 때 적정 낙수시기는 출수후 30일 이후로 판단되었다.

표 2. 생육 및 수량

○ 라이시미터

낙수시기	출수기 (월.일)	간장 (cm)	수장 (cm)	주당수수 (개)	등숙비율 (%)	현미천립중 (g)	쌀수량 (kg/10a)
출수후20일	8. 22	89	19.1	14.3	86.6	21.2	432
출수후25일	8. 22	88	19.6	14.0	87.2	21.3	441
출수후30일	8. 22	89	19.6	14.3	87.9	21.3	452
출수후35일	8. 22	88	19.4	14.0	88.8	21.5	452
출수후40일	8. 22	89	19.3	14.0	88.8	21.7	460

LSD(0.05)-----18.4

○ 보통답

낙수시기	출수기 (월, 일)	간장 (cm)	수장 (cm)	주당수수 (개)	등숙비율 (%)	현미천립중 (g)	쌀수량 (kg/10a)
출수후20일	8. 21	83	19.3	15.4	85.4	22.4	488
출수후25일	8. 21	83	19.1	15.4	86.0	22.5	488
출수후30일	8. 21	84	19.3	15.6	87.1	22.5	507
출수후35일	8. 21	83	19.1	15.6	87.2	22.6	512
출수후40일	8. 21	83	19.3	15.6	87.1	22.6	504

LSD(0.05)-----19.7

다. 현미 품위 특성

낙수시기별 현미 품위 특성은 표 3과 같다. 낙수시기가 늦어질수록 동할립과 미숙립이 감소하여 완전립비율은 증가하는 경향이였다. 박 등(2004)의 보고에서도 낙수시기에 따른 완전립비율과 미숙립의 변화는 본 성적과 유사하였으나, 동할미는 일정한 변화가 없다고 하여 다소 다른 결과를 보였다. 최 등(1990)이 출수후 40일까지 낙수시기에 따른 현미의 외관 특성 변화에서 완전립비율은 낙수시기가 늦을수록 증가하고 청미와 사미비율은 반대로 감소하는 경향이였으며, 심복백 정도, 착색립, 유백립, 피해립 등도 낙수시기가 늦어짐에 따라 감소하는 경향이라고 하여 완전립 비율과 미숙립 변화에 있어서는 본 시험결과와 같은 경향이였다. 이와같은 결과로 볼 때, 낙수시기에 따른 수분스트레스와 쌀 외관 품위와는 밀접한 관계가 있음을 알 수 있었으며, 쌀 외관품위만을 볼 때 낙수는 가능한 늦게하는 것이 타당할 것으로 판단되였다.

표 3. 현미 품위 특성

(단위 : %)

낙수시기	라이시미터					보통답				
	완전립	동할립	미숙립	피해립	사미	완전립	동할립	미숙립	피해립	사미
출수후20일	72.0	11.9	8.3	7.0	0.8	85.9	4.6	4.1	5.4	0.0
출수후25일	76.8	11.5	5.5	5.7	0.4	86.1	4.2	4.3	5.3	0.1
출수후30일	76.4	11.4	5.4	6.4	0.4	86.4	3.9	3.5	6.1	0.0
출수후35일	81.6	10.5	1.6	6.1	0.2	86.8	3.6	3.2	6.4	0.1
출수후40일	82.6	8.6	2.3	6.0	0.6	87.1	3.7	3.6	5.3	0.2

LSD(0.05)----2.33-----1.04

라. 식미 관련 주요 특성

낙수시기별 식미 관련 주요 특성은 표 4와 같다. 현미상태로 조사한 단백질함량은 라이시미터에서는 유의차가 없었으며 보통답에서는 출수후 25일이전에 낙수한 것이 많아지는 경향이였다. 벼는 출수후 40~50일이면 쌀알의 생리적 성숙이 완성되기 때문에 이전에는 쌀알내 단백질은 계속 완성되고 있을 시기이나, 본 시험결과와 같이 낙수시기 차이에 따라 단백질함량이 큰 변화가 없었던 것은 낙수시기에 따른 수분스트레스의 영향이 크게 미치지 않았기 때문으로 생각된다. Toyo 식미치는 출수후 20일 낙수에서 식미치가 떨어지고 출수후 25일 이후에는 처리간 유의성이 없었다.

표 4. 식미 관련 주요 특성

낙수시기	라이시미터			보통답		
	AN-700		Toyo 식미치	AN-700		Toyo 식미치
	품질총평	현미 단백질함량(%)		품질총평	현미 단백질함량(%)	
출수후20일	67.6	7.9	54.5	73.1	7.0	63.3
출수후25일	68.8	7.9	56.7	72.8	7.0	64.7
출수후30일	69.0	7.8	56.7	73.6	6.9	65.2
출수후35일	69.2	7.8	57.0	74.6	6.8	65.3
출수후40일	69.5	7.8	57.7	73.7	6.9	65.7
LSD(0.05)	NS	NS	2.08	1.32	0.12	2.10

마. 고품질쌀 생산을 위한 적정 낙수시기의 종합적 추정

고품질쌀 생산에 미치는 주요 요인을 중심으로 적정 낙수시기를 표 5와 같이 추정해 보았다. 완전미 수량과 현미 단백질함량은 출수후 25일 이전 낙수에서 완전미수량은 감소하고 현미 단백질함량은 증가하며, Toyo 식미치는 출수후 20일 낙수에서 25일이후에 비하여 떨어지는 것으로 나타났다. 이와 같은 결과를 종합적으로 살펴보면 쌀 고품질 생산을 위한 한계 낙수시기는 출수후 30일이후이며, 현장에서의 토양특성 등을 감안해 볼 때 고품질쌀 생산을 위한 안정적인 적정 낙수시기는 출수후 35일~40일로 판단되었다. 박 등(2004)도 출수후 40일까지는 낙수시기가 늦어질수록 등숙비율, 정현비율, 현미천립중, 완전미비율과 수량이 증가되고 식미치가 향상되어 미질과 수량을 고려한 낙수적기는 출수후 40일 이라고 하여 본 시험과 유사한 결과를 보고한 바 있다.

표 5. 고품질미 생산을 위한 적정 낙수시기의 종합적 추정

낙수시기	등숙비율 (%)	현미천립중 (g)	완전미수량 (kg/10a)	현미 단백질함량 (%)	Toyo 식미치
출수후20일	85.4	22.4	370	7.0	63.3
출수후25일	86.0	22.5	371	7.0	64.7
출수후30일	87.1	22.5	387	6.9	65.2
출수후35일	87.2	22.6	393	6.8	65.3
출수후40일	87.1	22.6	389	6.9	65.7
LSD(0.05)			15.0	0.12	2.10

4. 적 요

벼 고품질쌀 생산을 위한 등숙기 적정 낙수시기를 구명하고자 2003년부터 2004년까지 수행한 결과를 요약하면 다음과 같다.

가. 낙수후 토양수분의 변화는 출수후 25일 낙수가 다른 낙수시기에 비하여 감소 정도가 심했다.

나. 낙수시기별 등숙비율과 현미천립중은 낙수시기가 빠를수록 전체적으로 감소하는 경향을 보였으며, 쌀수량은 출수후 25일 이전 낙수가 30일이후 낙수에 비해 유의적인

차이로 감수하였다.

- 다. 낙수시기별 현미품위는 낙수시기가 빠를수록 동할립과 미숙립이 증가하였으며 완전립비율은 감소하는 경향이였다.
- 라. 낙수시기별 현미 단백질함량은 대차 없었으나, Toyo 식미치는 출수후 20일 낙수시 식미치가 떨어졌으며 출수후 25일 이후에는 처리간 유의차가 없었다.
- 마. 이상의 결과로 볼 때, 보통답에서 쌀 고품질 생산을 위한 한계 낙수시기는 출수후 30일이후로 판단되고, 현장에서의 토양특성 등을 감안해 볼 때 고품질쌀 생산을 위한 안정적인 적정 낙수시기는 출수후 35일~40일로 판단되었다.

5. 인용문헌

- 최민규, 전병태, 박석홍. 1990. 남부평야지 미질 향상을 위한 재배기술 개선. 한작지 35(6) : 487-491.
- 최원영, 이규성, 고종철. 2004. 출수후 완전낙수 시기에 따른 수량 및 미질. 호남농업연구소 2003년도 농사시험연구보고서 pp. 946-950.
- 이외현, 김철용, 최충돈, 1998. 벼 만식재재시 등숙향상 방법 시험. 경북농업기술원 1997년도 농사시험연구보고서 pp. 165-167
- Hsiao T. C. 1973. Plant responses to water stress. Ann Rev. Plant Physiol. 24 : 519-570.
- 농촌진흥청. 2000. 식량작물재배기술 p.186
- 박상구, 원종건. 2004. 등숙기 낙수시기가 미질에 미치는 영향. 경북농업기술원 2003년도 농사시험연구보고서 pp. 82-85.
- 박부규, 정택구, 박성규, 최관순. 1994. 시비방법 및 낙수시기가 미질에 미치는 영향, 충북 농업기술원 1993년도 농사시험연구보고서 pp. 100-105.
- Pugnaire F. I., Endolz L.S. and Pardos J. 1993. Constraints by water stress on plant growth. p. 247-260. In M. Pessarakli(ed.) Handbook of plant and crop stress. Marcel Dekker, Inc. New York.
- Rascio A. M., C. Cedola, M. Toponi, Z. Flagella and G. Wittmer. 1990. Leaf morphology and water status changes in *Triticum durum* under water stress. Physiol. Plant. 78 : 462-467.
- Sharp R. E. and W. J. Davies. 1979. Solute regulation and growth by roots and shoots of water-stressed maize plants. Planta 147 : 43-49.

6. 연구결과 활용제목

- 쌀 고품질 안정생산을 위한 적정 낙수시기(2004, 영농활용)