

전략 체계	안정 - 6 - 1		구 분	완결	
기술분야코드	V1	기술유형코드	S02	작목구분코드	FC-01-0101
과 제 종 류	공동연구		과제번호	PJ014886	
과 제 명	벼의 주요 생태형 품종별 파종 및 이앙시기가 수량 및 품질에 미치는 영향 평가				
과 제 책임자	성 명		직 급	소속기관 및 부서	
	황 운 하		농업연구관	국립식량과학원	
연 구 기 간	2020 ~ 2022		참여연구기관	식량원, 경남 등 7개 도원, 서울대	
세부과제명			부 서	세부책임자	연구기간
벼의 주요 생태형 품종별 파종 및 이앙시기가 수량 및 품질에 미치는 영향 평가(5공동)			작물연구과	이지우	'20~'22
색 인 용 어	벼, 드문모심기, 재식밀도, 이앙시기				

## ABSTRACT

In this study, the transplanting date and planting density for low-density transplanting cultivation were set according to rice ecotype. Two varieties with different maturity types (early maturing type, Odae and middle maturing type, Cheongpum) were selected. The field experiment was conducted in Chuncheon (Central Plain area), Gangwon Province, Republic of Korea, from 2020 to 2022. The transplanting dates used were May 5th, May 20th, and June 5th. The rice quality of Odae(early maturing type) improved as the transplanting date was delayed, and it was the best when transplanting on June 5th. The quality of Cheongpum (middle maturing type) was good regardless of the transplanting date or planting density. Based on milled-rice yield and quality, the optimal transplanting date was June 5th and the planting density is 50 hills/3.3m<sup>2</sup> for Odae. In case of Cheongpum, it was investigated that transplanting at 50 hills/3.3m<sup>2</sup> planting density between May 5th and 20th would be appropriate. As a result of cost-effectiveness analysis of low-density transplanting cultivation, a profit of 68,192 won per 10a occurred. As this study was tested in on place in the central plain area, it is considered that additional studies are needed in the northern plain area and the east coast area with different climates.

국내 벼 재배는 농촌 노동력이 풍부했던 1970년대까지는 대부분 손이앙 재배로 이루어졌다. 산업 발전에 따른 도시로의 인구집중, 농촌 공동화 현상 등 농업 현장의 노동력 부족이 심화되면서 1980년대 이후 중묘 기계이앙재배 기술 연구 및 보급이 활발히 수행되었다. 그 결과, 1991년 기계이앙재배 면적 비율은 88%까지 증가 하였으며 기술은 더욱 발전하여 육묘 자재 및 노력을 줄일 수 있는 어린모 기계이앙재배 기술이나 직파재배 기술 등이 개발, 보급되었다. 현재 국내 논벼 재배에서 이앙 시 기계화율은 보행 및 승용이앙기를 합쳐 100%(19)에 달하며, 전국의 승용형 동력이앙기는 모두 97,239대(21)로 이는 논벼 재배면적 7.5ha 당 1대가 보급된 수준이다(통계청, 2019; 통계청, 2021<sup>a</sup>). 벼 기계이앙 시 육묘 및 이앙에 소요되는 노동시간은 직접노동 시간 9.1시간 중 2.6시간으로 약 28%를 차지하고 있다. 특히 소규모 영농형태가 많은 강원도의 경우 직접노동시간 9.8시간 중 3.3시간(34%)이 육묘 및 이앙에 소요되고 있어 노동력 부족 및 농촌고령화 문제가 심각한 국내 벼 재배현장의 부담이 되고 있다(통계청, 2021<sup>b</sup>).

국내 논벼 재배의 경우 표준 재식밀도는 3.3m<sup>2</sup> 당 약 80주로 설정되어 있는데, 이는 단위면 적당 수량 최대화 및 적정 재배안정성 확보를 고려한 결과이다(농촌진흥청, 2020). 또한, 천립 중에 따라 육묘상자 당 파종량을 90g에서 최대 150g까지 설정하고 있는데, 최근 이러한 파종 및 육묘와 이앙 시 재배밀도를 조정하여 소요되는 노동력 투입시간을 감소시킬 수 있는 새로운 벼 재배기술인 드문모심기에 대한 관심이 높아지고 있다. 드문모심기는 기존 어린모 기계이앙 대비 육묘상자 당 파종량을 증가시켜 상자당 재식 가능한 모의 수를 늘리고, 이앙 시 재식밀도를 낮춰 이앙에 필요한 육묘상자를 최대 70%까지 줄일 수 있는 재배기술이다(Hayashi 등, 2006). 그러나, 재식밀도는 기본적으로 수량성과 양의 상관관계를 갖기 때문에 무분별하게 재식밀도를 감소시키면 수량 감소의 우려가 있다. 또한, 육묘상자 당 파종량을 늘리면 밀파로 인해 육묘기간 중 발생할 수 있는 각종 질병 및 생리장해 발생 가능성이 높아지고 묘소질 악화의 우려가 있다. 최근, 드문모심기를 위한 적정 파종량(천립중 22g 기준 280~300g)과 육묘일수(13~16일) 등이 연구되었으며, 안정적인 드문모심기를 위한 적정 재식밀도(50주/3.3m<sup>2</sup>)가 설정된 바 있다(황 등, 2021; 양 등, 2021). 그러나, 국내 벼 재배지대구분은 매우 다양하며 생태형 또한 출수기가 최대 한 달 이상 차이 나는 품종이 존재하는 등 다양한 재배환경 및 여건으로 생태형별 맞춤형 드문모심기 재배기술 설정이 필요하다.

본 과제는 2020년부터 2022년까지 3년간 국립식량과학원, 서울대학교, 강원도농업기술원, 충북농업기술원, 충남농업기술원, 전북농업기술원, 전남농업기술원, 경북농업기술원 및 경남농업 기술원이 공동으로 수행하였으며, 이 중 본 보고서는 강원도의 중부평야지(춘천)에서 이앙시기를 달리하여 생태형 및 재식밀도별 수량과 품질을 조사하여 강원도내 생태형별 적합 드문모심기 이앙시기 및 재식밀도를 설정하였다.

### 〈제5공통과제: 벼의 주요 생태형 품종별 파종 및 이앙시기가 수량 및 품질에 미치는 영향 평가〉

본 과제는 2020년부터 2022년까지 조생종 오대 및 중생종 청품 등 2품종을 대상으로 강원도 중부평야지 춘천에서 이앙시기 및 재식밀도를 달리하여 생육, 수량, 수량구성요소 및 품질을 조사하였다. 품종 선정 시, 생태형은 강원도에서 안정적으로 재배 가능한 중생종까지로 제한하여 선정하였다. 조생종은 도내 재배면적이 가장 넓고 수중형 품종으로 분류되는 오대벼를, 중생종은 강원도 재배 적용 유망품종이며 수수형으로 분류되는 청품벼를 선정하였다. 파종 전 종자소독을 위해 60℃에서 10분간 온탕침지 후 ipconazole 및 fenitrothion 유제로 30℃에서 48시간 약제 소독 하였다. 소독후 물로 세척한 후 물기를 없앤 다음 마른 벼 무게 기준으로 150g을 증묘판에 파종하였다. 각 처리당 육묘기간은 20일로 하였으며, 1주 5분씩 손이앙 하였다. 재식거리는 평당 80(30×14cm), 60(30×18cm), 50(30×22cm), 37(30×30cm)주 등 4처리 하였다. 시비는 시비량 (N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O) 기준으로 9-4.5-5.7kg/10a를 정량으로 하여 질소는 기비-분얼비-수비의 분시비율 50:20:30(%)으로 분시하였고, 인산은 전량 기비로, 칼리는 기비-수비를 70:30(%) 비율로 분시하였다. 시험구는 각 이앙시기별 단구로 배치하였다. 이밖에 재배방법은 농촌진흥청 표준 재배법에 준하여 실시하였다. 이앙시기는 조기, 적기 및 만기 등 3시기로 구분하여 5월 5일, 5월 20일, 그리고 6월 5일에 각각 이앙하였다(표 1).

<표 1> 시험지역, 시험품종, 이앙시기 및 재식밀도

시험지역	생태형	품종	이앙시기 (월.일)	재식밀도(cm, 주/3.3m <sup>2</sup> )			
				30×14, 80	30×18, 60	30×22, 50	30×30, 37
춘천	조생	오대	5. 5.	○	○	○	○
			5.20.	○	○	○	○
			6. 5.	○	○	○	○
	중생	청품	5. 5.	○	○	○	○
			5.20.	○	○	○	○
			6. 5.	○	○	○	○

주요 농업형질은 출수기, 분얼수, 간장, 수장, 수수, 영화수, 등숙율 등 수량구성요소와 관련된 항목을 조사하였다. 출수기는 시험구의 40% 정도가 출수한 날로 하였다. 간장, 수장, 수수는 20주씩 3반복으로 조사하였으며, 영화수는 3주씩 3반복 채취하여 조사하였다. 시험구 수확은 각 품종, 이앙시기 및 재식밀도별 출수기 다음날부터 평균기온을 적산하여 1,100℃를 기준으로 실시하였으며, 안전출수한계기까지 해당 적산온도를 채우지 못한 경우 일괄 수확하였다. 수량구성요소 중 등숙율은 3주씩 3반복으로 이삭을 채취하여 조사하였다. 천립중은 시험구 당 200립 중을 측정된 다음 환산하여 계산하였다. 수량은 각 품종의 이앙시기 및 재식밀도별 시험구 당

100주씩 3반복으로 수확하여 얻은 시료를 10a로 환산하여 계산하였고 각 수량구를 정선한 후 무게를 수분 함량이 15%인 상태로 보정하여 계산하였다. 품질 분석 시료는 수분함량이 15~16%가 되도록 자연 건조한 후 시험용 현미기(Yanmar, Japan)로 제현하고 시험용 정미기(Kett, Japan)로 도정하여 백미 품질을 조사하였다. 백미 품질은 곡립판별기 RN-300(Kett, Japan)을 이용하여 완전미율, 분상질을 등을 조사하였다. 단백질 함량과 아밀로스 함량 분석은 근적외선 성분 분석계 AN-820(Kett, Japan)을 이용하여 분석하였다. 기타 조사는 농촌진흥청 농업과학기술 연구조사 분석기준에 준하였다.

본 과제에서 수집된 자료는 SAS enterprise guide(SAS Institute Inc., Cary, NC, USA) 통계 프로그램을 이용하여 분석하였다.

### 3 결과 및 고찰

#### <제5공통과제: 벼의 주요 생태형 품종별 파종 및 이앙시기가 수량 및 품질에 미치는 영향 평가>

##### 가. 시험기간 중 기상 개요(2020~2022)

중부평야지 춘천의 평균기온, 강수량 및 일조시간은 표 2와 같다. 2020년부터 2022년까지 시험기간 중 평균기온은 5월을 제외한 모든 벼 생육기간에서 높은 기온을 나타냈다. 특히, 벼 생육기간 중 유수형성기, 출수기 및 등숙기간인 7월, 8월 및 9월의 평균기온이 평년 대비 1.0℃, 0.4℃, 0.7℃ 높았다. 따라서 과거 설정된 지대별 적정 이앙시기에 따른 벼 재배 시 등숙기 고온에 따른 품질 저하가 우려된다. 강수량은 7월과 8월에 집중되던 과거와 달리 8월에 평년 대비 145.1mm 많은 강수량이 측정되어 주로 8월 중 등숙이 진행되는 조생종 품종의 피해가 과거보다 증가할 것으로 예상된다. 또한, 8월 강수량 증가에 따라 일조시간 또한 평년 대비 32.7시간 감소하여 조생종 벼 등숙에 마이너스 요인으로 작용할 것으로 판단된다.

<표 2> 중부평야지 춘천 평균기온, 강수량, 일조시간 비교

지역	구분	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	
춘천	평균기온 (℃)	평균*	12.5	17.5	23.0	25.9	25.4	20.5	12.9
		평년**	11.7	17.6	22.2	24.9	25.0	19.8	12.7
	강수량 (mm)	평균	54.9	100.5	192.7	184.0	465.0	173.3	66.0
		평년	71.5	99.4	122.9	398.2	319.9	128.1	49.3
	일조시간 (hr)	평균	251.2	238.0	206.9	200.1	133.6	188.2	181.8
		평년	210.1	227.5	205.0	144.2	166.3	173.3	178.9

\* 평균: 기상청 춘천 관측소(지점번호 101) 평균(2020~2022)

\*\* 평년: 기상청 춘천 관측소(지점번호 101) 30년(1991~2020) 평년 값

## 나. 벼 생육상황(2020~2022)

중부평야지 춘천에서 이앙시기와 재식밀도에 따른 조생종 오대의 드문모심기 생육은 표 3과 같다.

<표 3> 중부평야지 조생종 오대 생육 상황(2020~2022)

품종	이앙기 (월.일)	재식밀도 (주/3.3m <sup>2</sup> )	출수기 (월.일)	간장 (cm)	수장 (cm)	수수 (개/주)	영화수 (개/수)
오대	5. 5	80	7.15	67.0ns*	19.4ns	15.6a	74.2a
		60	7.16	68.6ns	20.2ns	18.4ab	77.6a
		50	7.19	70.0ns	20.6ns	21.5ab	87.0b
		37	7.21	72.8ns	21.5ns	24.2b	92.2b
	5.20	80	7.24	68.0ns	20.0ns	14.5a	69.9a
		60	7.24	69.5ns	19.7ns	17.0ab	76.1a
		50	7.26	73.0ns	20.2ns	21.3ab	78.2a
		37	7.27	74.5ns	21.0ns	24.8b	86.7b
	6. 5	80	8. 2	72.6ns	20.6ns	13.1ns	75.4a
		60	8. 2	73.2ns	20.9ns	16.0ns	79.7ab
		50	8. 3	75.2ns	21.2ns	17.5ns	85.5b
		37	8. 4	74.9ns	21.2ns	20.6ns	94.1c

\* 통계분석: DMRT 5%

출수기는 모든 이앙시기에서 재식밀도가 낮을수록 늦어지는 경향을 보였으며, 특히 5월 5일 조기 이앙 시 출수기는 재식밀도 80주/3.3m<sup>2</sup>에서 7월 15일, 37주/3.3m<sup>2</sup>에서 7월 21일로 최대 6일까지 차이가 났다. 간장 및 수장은 통계적 유의성은 없으나 재식밀도가 낮을수록 길어지는 경향을 보였다. 수수는 5월 5일 조기 이앙 및 5월 20일 적기이앙에서 재식밀도가 낮을수록 증가하였고, 6월 5일 만기 이앙 시 또한 통계적 유의성은 없으나 재식밀도가 낮을수록 수수가 증가하는 경향을 보였다. 영화수는 모든 이앙 시기에서 재식밀도가 낮을수록 증가하였으며, 6월 5일 37주/3.3m<sup>2</sup> 이앙 시 94.1개/수로 최대값을 나타냈다.

중부평야지 춘천에서 이앙 시기와 재식밀도에 따른 중생종 청품의 드문모심기 생육은 표 4와 같다. 조생종 오대 대비 재식밀도에 따른 출수기 차이가 크지는 않으나 모든 이앙 시기에서 재식밀도가 낮을수록 출수기가 늦어지는 경향을 보였으며, 5월 20일 적기 이앙 시 재식밀도 80주/3.3m<sup>2</sup>와 37주/3.3m<sup>2</sup>의 출수기는 최대 3일 차이가 났다. 간장은 통계적 유의성은 없으나 재식밀도 50~60주/3.3m<sup>2</sup>까지 길어졌다가 37주/3.3m<sup>2</sup> 재식밀도 처리구에서 다소 짧아지는 경향을 보였다. 수장은 재식밀도가 낮을수록 길어지는 경향을 보였으며, 6월 5일 이앙기에서는 유의성 있는 결과를 보였다. 주당 수수개수는 모든 이앙 시기에서 통계적 유의성이 관찰되었는데, 재식밀도가 낮을수록 증가하였으며 5월 20일 이앙시기의 37주/3.3m<sup>2</sup> 재식밀도에서 24.4개/주로 최대치를 나타냈다. 영화수는 재식밀도가 낮을수록 증가하는 경향을 보였다.

<표 4> 중부평야지 중생종 청품 생육 상황

품종	이앙기 (월.일)	재식밀도 (주/3.3m <sup>2</sup> )	출수기 (월.일)	간장 (cm)	수장 (cm)	수수 (개/주)	영화수 (개/수)
청품	5. 5	80	8. 8	77.8ns*	19.6ns	14.2a	88.6ns
		60	8. 8	78.2ns	19.6ns	17.0a	94.6ns
		50	8. 9	78.1ns	19.9ns	18.8ab	100.2ns
		37	8. 9	76.8ns	20.5ns	23.3b	110.0ns
	5.20	80	8.13	76.6ns	18.8ns	14.0a	78.0a
		60	8.14	77.2ns	19.0ns	17.2ab	89.5ab
		50	8.15	78.9ns	18.7ns	20.7ab	89.0ab
		37	8.16	74.7ns	19.3ns	24.4b	99.5b
	6. 5	80	8.19	71.9ns	18.9a	12.3a	86.5ns
		60	8.19	75.4ns	19.1a	16.0ab	94.2ns
		50	8.19	74.4ns	19.7ab	18.6b	102.1ns
		37	8.20	74.3ns	20.0b	21.6b	100.9ns

\* 통계분석: DMRT 5%

다. 벼 수량구성요소 및 수량 분석(2020~2022)

중부평야지 춘천에서 이앙시기 및 재식밀도에 따른 조생종 오대의 수량구성요소와 수량은 표 5와 같다.

<표 5> 중부평야지 조생종 오대 수량구성요소 및 수량

품종	이앙기 (월.일)	재식밀도 (주/3.3m <sup>2</sup> )	등숙률 (%)	현미천립중 (g)	쌀수량 (kg/10a)
오대	5. 5	80	90.8ns*	24.4ns	517ns
		60	90.0ns	25.2ns	512ns
		50	89.8ns	24.9ns	546ns
		37	90.0ns	25.6ns	514ns
	5.20	80	89.0ns	26.2ns	487ns
		60	86.4ns	25.8ns	485ns
		50	87.7ns	25.9ns	495ns
		37	88.8ns	25.7ns	490ns
	6. 5	80	85.1ns	25.9ns	472ns
		60	89.1ns	26.4ns	459ns
		50	89.4ns	26.1ns	491ns
		37	92.1ns	25.2ns	442ns

\* 통계분석: DMRT 5%

5월 5일 조기 이앙 시 50주/3.3m<sup>2</sup>에서 546kg/10a로 가장 높은 쌀수량을 나타냈으며, 현미 천립중은 37주/3.3m<sup>2</sup> 재식밀도에서 25.6g으로 가장 무거웠다. 등숙률은 89.8~90.8%로 모든 재식밀도에서 유사하게 조사되었다. 5월 20일 적기 이앙 시 50주/3.3m<sup>2</sup>에서 495kg/10a로 가장 높은 쌀수량을 나타냈으며, 현미천립중은 80주/3.3m<sup>2</sup>에서 26.2g으로 가장 무거웠다. 등숙률은 60주/3.3m<sup>2</sup>에서 86.4%로 가장 낮았으며, 80주/3.3m<sup>2</sup>에서 89.0%로 가장 높았다. 6월 5일 만기 이앙 시 쌀수량은 50주/3.3m<sup>2</sup>에서 491kg/10a로 가장 많았으며, 천립중은 60주/3.3m<sup>2</sup>에서 26.4g으로 가장 무거웠다. 등숙률은 재식밀도가 낮을수록 높아지는 경향을 보여 37주/3.3m<sup>2</sup>에서 92.1%로 가장 높았다. 등숙률, 현미천립중 및 쌀수량 등 수량구성요소 및 수량성의 통계적 유의성은 없었다.

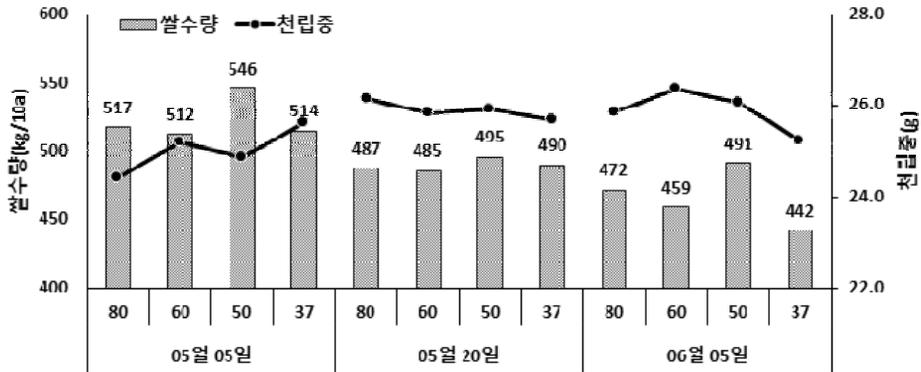
중부평야지 춘천에서 이앙시기 및 재식밀도에 따른 중생종 청품의 수량구성요소와 수량은 표 6과 같다. 2020년부터 2022년까지 3년간 시험한 결과, 5월 5일 조기 이앙 시 80주/3.3m<sup>2</sup>에서 550kg/10a로 가장 높은 쌀수량을 나타냈으며, 현미천립중은 재식밀도가 낮을수록 무거워져 37, 50주/3.3m<sup>2</sup>에서 22.0g으로 무거웠다. 등숙률은 92.6~93.8% 범위로 재식밀도가 낮아질수록 높아지는 경향을 보였으나 통계적 유의성은 없었다. 5월 20일 적기 이앙 시 50주/3.3m<sup>2</sup>에서 527kg/10a로 가장 높은 쌀수량을 나타냈다. 6월 5일 만기 이앙 시 쌀수량은 50주/3.3m<sup>2</sup>에서 524kg/10a로 가장 높았고, 이는 5월 20일 이앙 시 50주/3.3m<sup>2</sup> 처리구의 쌀수량과 유사한 수준이었다. 현미천립중은 모든 이앙시기 중 가장 무거웠으며, 재식밀도에 따른 차이는 나타나지 않았다. 등숙률, 현미천립중 및 쌀수량 등 수량구성요소 및 수량성의 통계적 유의성은 없었다.

<표 6> 중부평야지 중생종 청품 수량구성요소 및 수량

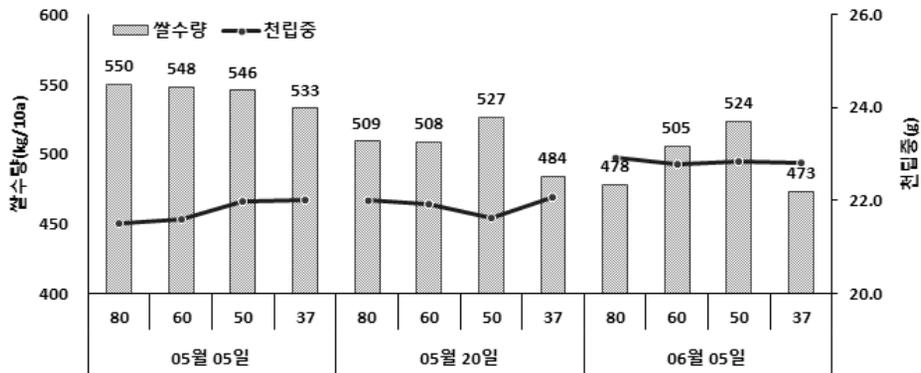
품종	이앙기 (월.일)	재식밀도 (주/3.3m <sup>2</sup> )	등숙률 (%)	현미천립중 (g)	쌀수량 (kg/10a)
청품	5. 5	80	92.6ns*	21.5ns	550ns
		60	93.0ns	21.6ns	548ns
		50	93.8ns	22.0ns	546ns
		37	93.8ns	22.0ns	533ns
	5.20	80	91.3ns	22.0ns	509ns
		60	92.3ns	21.9ns	508ns
		50	92.2ns	21.6ns	527ns
		37	92.2ns	22.1ns	484ns
	6. 5	80	92.7ns	22.9ns	478ns
		60	92.6ns	22.8ns	505ns
		50	92.3ns	22.8ns	524ns
		37	94.3ns	22.8ns	473ns

\* 통계분석: DMRT 5%

중부평야지 춘천의 생태형 품종 및 재식밀도별 이양시기에 따른 쌀수량과 천립중을 그림 1과 2에 나타내었다.



(그림 1) 조생종 오대의 이양시기와 재식밀도에 따른 쌀수량 및 천립중



(그림 2) 중생종 청품의 이양시기와 재식밀도에 따른 쌀수량 및 천립중

### 라. 이양시기 및 재식밀도별 미질과 품질 분석(2020~2022)

조생종 오대의 이양시기 및 재식밀도에 따른 미질과 품질은 표 7과 같다. 통계적 유의성은 없으나 재식밀도가 낮아질수록 완전미율이 증가하고 분상질율이 감소하는 경향을 보였으며, 이양시기에 따른 쌀 품질을 비교하면 이양시기가 늦을수록 완전미율이 증가하여 품질이 향상되었다. 5월 5일 이양 시 완전미율은 66.6~69.2% 범위로 분상질과 찌라기 비율이 높아 낮은 품질을 나타냈다. 5월 20일 이양 시 완전미율은 66.6~74.3% 범위로, 특히 재식밀도가 가장 낮은 37주/3.3㎡ 처리구에서 완전미율 74.3%로 가장 좋은 품질을 나타냈다. 6월 5일 이양 시 모든 재식밀도에서 85% 이상의 높은 완전미율을 나타냈으며, 피해립 비율 또한 1.7~2.4% 범위로 낮았다. 이는 출수가 빠른 조생종 오대를 만기 이양하여 재배했을 때, 등숙기 고온 등을 회피하여 향상된 품질을 나타낸 것으로 판단된다. 이양시기가 늦을수록 단백질 함량은 감소하고 아밀로즈 함량은 증가하는 경향을 보였으나 통계적 유의성은 없었다.

<표 7> 이앙시기 및 재식밀도에 따른 미질과 품질(오대)

품종	이앙기 (월.일)	재식밀도 (주/3.3m <sup>2</sup> )	단백질 (%)	아밀로즈 (%)	품질(%)			
					완전립	분상질	싸라기	피해립
오대	5. 5	80	6.6ns*	19.0ns	66.2ns	16.1ns	13.3ns	4.5ns
		60	6.6ns	19.0ns	69.2ns	16.3ns	10.5ns	4.1ns
		50	6.6ns	19.0ns	68.1ns	16.8ns	10.4ns	4.7ns
		37	7.0ns	19.2ns	67.2ns	16.0ns	12.6ns	4.1ns
	5.20	80	6.6ns	19.2ns	66.6ns	18.6ns	11.5ns	3.3ns
		60	6.5ns	19.3ns	68.1ns	17.9ns	10.2ns	3.8ns
		50	6.8ns	19.5ns	72.5ns	16.4ns	7.5ns	3.6ns
		37	6.7ns	19.6ns	74.3ns	12.0ns	10.1ns	3.7ns
	6. 5	80	6.8ns	19.8ns	85.3ns	7.4ns	4.9ns	2.4ns
		60	6.6ns	20.0ns	86.3ns	7.5ns	4.1ns	2.1ns
		50	6.6ns	20.0ns	89.7ns	5.2ns	3.4ns	1.7ns
		37	6.5ns	20.1ns	89.9ns	4.2ns	4.2ns	1.7ns

\* 통계분석: DMRT 5%

중생종 청품의 이앙시기 및 재식밀도에 따른 미질과 품질은 표 8과 같다. 통계적 유의성은 없으나 재식밀도가 낮아질수록, 이앙시기가 늦을수록 완전미율이 증가하고 분상질율이 감소하는 경향을 보여 품질이 향상되었다. 6월 5일 만기이앙 시 완전미율이 95.1~96.7% 범위로 가장 좋은 품질을 나타냈으며, 분상질을 또한 0.8~1.1% 범위로 매우 낮았다. 품질이 우수한 품종 특성상 모든 이앙시기 및 재식밀도 처리에서 높은 품질을 나타냈다. 이앙시기가 늦을수록 단백질과 아밀로즈 함량이 다소 증가하는 경향을 보였으나 통계적 유의성은 없었다.

<표 8> 이앙시기 및 재식밀도에 따른 미질과 품질(청품)

품종	이앙기 (월.일)	재식밀도 (주/3.3m <sup>2</sup> )	단백질 (%)	아밀로즈 (%)	품질(%)			
					완전립	분상질	싸라기	피해립
청품	5. 5	80	6.2ns*	20.3ns	93.4ns	2.8ns	2.5ns	1.2ns
		60	6.1ns	20.3ns	92.8ns	2.6ns	3.2ns	1.4ns
		50	6.1ns	20.4ns	94.9ns	2.5ns	1.7ns	0.9ns
		37	6.2ns	20.4ns	95.6ns	1.7ns	1.7ns	1.0ns
	5.20	80	6.4ns	20.3ns	94.4ns	2.7ns	1.6ns	1.3ns
		60	6.5ns	20.3ns	94.3ns	2.2ns	2.1ns	1.4ns
		50	6.4ns	20.5ns	93.8ns	2.2ns	2.4ns	1.5ns
		37	6.4ns	20.4ns	94.5ns	2.0ns	2.2ns	1.3ns
	6. 5	80	6.4ns	20.5ns	95.1ns	1.0ns	2.5ns	1.4ns
		60	6.5ns	20.6ns	95.6ns	1.1ns	2.2ns	1.2ns
		50	6.4ns	20.6ns	95.6ns	1.1ns	2.2ns	1.1ns
		37	6.3ns	20.6ns	96.7ns	0.8ns	1.4ns	1.0ns

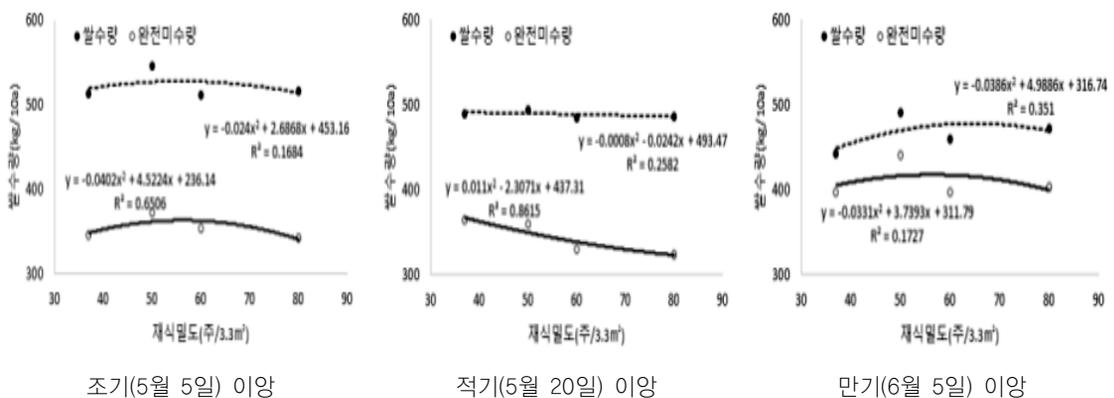
\* 통계분석: DMRT 5%



(그림 3) 이앙시기와 재식밀도에 따른 품질(좌-오대, 우-청품)

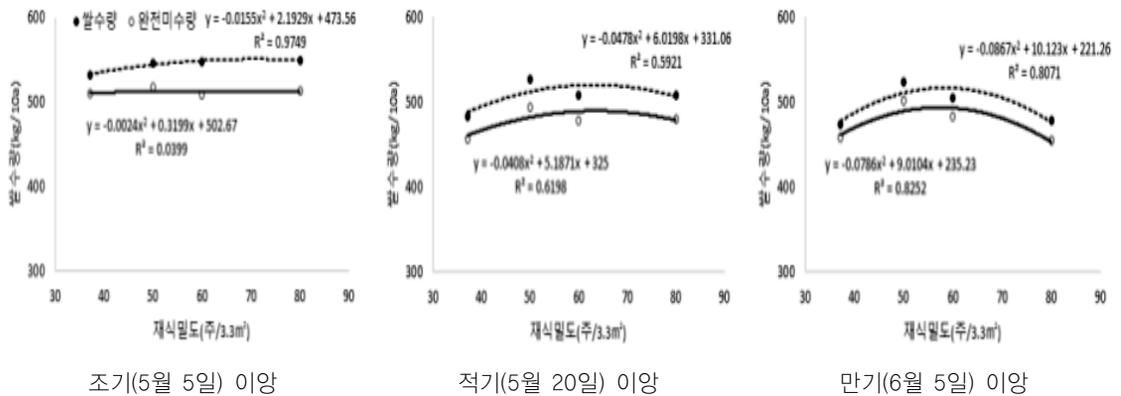
### 마. 강원 중부평야지 드문모심기를 위한 생태형별 적정 이앙시기 및 재식밀도 설정

강원도 중부평야지 춘천에서 2020년부터 2022년까지 3년간 조생종 오대를 이앙시기 및 재식밀도별 재배시험하여 수량성과 품질을 평가하고 드문모심기를 위한 최적 이앙시기를 도출하였다(그림 4). 5월 5일 이앙 시 오대의 쌀수량 및 완전미수량은 50~60주/3.3m<sup>2</sup> 재식밀도에서 가장 높았다. 5월 20일 적기 이앙시에는 쌀수량은 재식밀도에 따른 차이를 보이지 않았으며, 완전미수량은 재식밀도가 높을수록 낮았다. 6월 5일 이앙시에는 쌀수량은 60주/3.3m<sup>2</sup>, 완전미수량은 50~60주/3.3m<sup>2</sup>에서 높았다. 5월 5일 이앙 시에는 등숙기 고온 및 장마 등 강우로 인한 품질 하락이 우려되며, 5월 20일 이앙과 6월 5일 이앙 시 50주/3.3m<sup>2</sup>의 쌀수량에서 차이가 없으나 완전미율 등 품질 측면을 고려할 때, 조생종 오대는 50주/3.3m<sup>2</sup> 재식밀도로 6월 5일 만기이앙하는 것이 적합할 것으로 판단된다.



(그림 4) 이앙시기 및 재식밀도에 따른 쌀수량과 완전미수량 추세(오대)

강원도 중부평야지 춘천에서 2020년부터 2022년까지 3년간 증생중 청품을 이양시기 및 재식 밀도별 재배시험하여 수량성과 품질을 평가하고 이양시기를 도출하였다(그림 5). 5월 5일 조기 이양 시 청품의 쌀 수량은 80주/3.3㎡에서 가장 높았으나, 통계적 유의성이 없었고 완전미수량을 고려할 때 재식밀도에 따른 수량 차이는 없었다. 5월 20일 이양 시 쌀수량과 완전미수량 모두 60주/3.3㎡에서 수량성이 가장 우수하였고, 6월 5일 만기이양 시에는 50~60주/3.3㎡에서 수량성이 우수하였다. 모든 이양시기에서 높은 완전미율과 낮은 분상질율을 나타낸 것을 고려할 때, 수량성이 뛰어난 5월 5일에서 5월 20일 사이에 50주/3.3㎡로 이양하는 것이 적합할 것으로 판단된다.



(그림 5) 이양시기 및 재식밀도에 따른 쌀수량과 완전미수량 추세(청품)

#### 바. 드문모심기에 따른 경제성 분석

강원도 중부평야지 춘천에서 오대와 청품을 이양시기 및 재식밀도별 재배시험했을 때, 재식 밀도에 따른 쌀수량의 차이는 통계적 유의성이 없었다. 이에 따라 재식밀도에 따른 수량이 동일하다는 가정 하에 재료비 감소와 노동력 절감에 따른 이익적 요소를 고려하여 경제성 분석 하였다(표 9).

<표 9> 드문모심기에 따른 경제성 분석

(단위: 원/10a)

손실적 요소(A)	이익적 요소(B)
	○ 증가되는 이익
	- 육묘상자 절감에 따른 생산비 절감
	· 종묘비(파종량 감소): 2kg × 6,759원/kg = 13,518원
	· 수도광열비(육묘장 면적 감소): 0.67 × 8,526원 = 5,684원
	· 기타재료비(상토 사용량 감소): 20상자 × 3.5ℓ × 209원/ℓ = 14,630원
	· 노동력 절감: 1.64시간 × 20,951원/시간 = 34,360원
	- 계(B): 68,192원
○ 추정수익액(B-A): 68,192원	

- 가. 2020년부터 2022년까지 3년간 강원도 중부평야지(춘천)에서 이앙시기를 달리하여 생태형 및 재식밀도별 수량과 품질을 조사하여 강원도내 생태형별 적합 드문모심기 이앙시기 및 재식밀도를 설정하였음
- 나. 쌀 수량 및 품질을 종합하였을 때, 드문모심기를 위한 조생종 오대의 적정 이앙시기는 6월 5일경, 재식밀도는 50주/3.3㎡로 판단되며, 중생종 청품은 5월 5일에서 20일 사이에 50주/3.3㎡로 이앙하는 것이 적합할 것으로 판단됨
- 다. 드문모심기의 경제성 분석을 수행한 결과 10a 당 68,192원의 이익이 발생하는 것으로 조사되었음
- 라. 소규모 경영체가 많은 강원도의 경우 2021년 기준 직접노동시간 9.8시간 중 3.3시간이 육묘 및 이앙에 소요되고 있어(전국평균 9.1시간 중 2.6시간) 드문모심기가 특히 유용한 재배기술로 판단됨. 다만, 본 연구 결과는 강원도의 중부평야지(춘천) 기준 적정 드문모심기 재배기술을 설정하였기 때문에 평균기온 등 기후가 다른 중북부평야지 및 동해안지에서 드문모심기를 위한 추가적인 연구가 필요할 것으로 판단됨

- Hayashi, S., A. Kamoshita, and J. Yamagishi. 2006. Effect of planting density on grain yield and water productivity of rice grown in flooded and non-flooded fields in Japan. *Journal of Plant Prod. Sci.* 9(3): 298-311.
- 농촌진흥청. 쌀 품질 고급화 기술. 2020. 농촌진흥청. pp.104~110.
- 양서영, 황운하, 정재혁, 이현석, 이충근. 2021. 벼 드문모심기 재식밀도에 따른 품종별 생육 및 수량 변이. *한국작물학회지*. 66(4) 279-288.
- 통계청. 2019. 국내통계, 농림, 농업기계이용실태조사, 논벼의 기계화율. [https://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=143&tblId=DT\\_143004N\\_024&vw\\_cd=MT\\_ZTITLE&list\\_id=K1\\_14&scrId=&seqNo=&lang\\_mode=ko&obj\\_var\\_id=&itm\\_id=&conn\\_path=MT\\_ZTITLE&path=%252FstatisticsList%252FstatisticsListIndex.do](https://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=143&tblId=DT_143004N_024&vw_cd=MT_ZTITLE&list_id=K1_14&scrId=&seqNo=&lang_mode=ko&obj_var_id=&itm_id=&conn_path=MT_ZTITLE&path=%252FstatisticsList%252FstatisticsListIndex.do)
- 통계청. 2021a. 국내통계, 농림, 농업기계보유현황, 농업기계보유현황. [https://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=114&tblId=DT\\_114\\_2013\\_S0017&vw\\_cd=MT\\_ZTITLE&list\\_id=K1\\_8&scrId=&seqNo=&lang\\_mode=ko&obj\\_var\\_id=&itm\\_id=&conn\\_path=MT\\_ZTITLE&path=%252FstatisticsList%252FstatisticsListIndex.do](https://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=114&tblId=DT_114_2013_S0017&vw_cd=MT_ZTITLE&list_id=K1_8&scrId=&seqNo=&lang_mode=ko&obj_var_id=&itm_id=&conn_path=MT_ZTITLE&path=%252FstatisticsList%252FstatisticsListIndex.do)
- 통계청. 2021b. 국내통계, 농림, 농축산물생산비조사, 농산물, 도/작업별 논벼 노동력 투입시간. [https://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=101&tblId=DT\\_1EC0113&vw\\_cd=MT\\_ZTITLE&list\\_id=F12&scrId=&seqNo=&lang\\_mode=ko&obj\\_var\\_id=&itm\\_id=&conn\\_path=MT\\_ZTITLE&path=%252FstatisticsList%252FstatisticsListIndex.do](https://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=101&tblId=DT_1EC0113&vw_cd=MT_ZTITLE&list_id=F12&scrId=&seqNo=&lang_mode=ko&obj_var_id=&itm_id=&conn_path=MT_ZTITLE&path=%252FstatisticsList%252FstatisticsListIndex.do)

황운하, 정재혁, 이현석, 양서영, 이충근. 2021. 드문모심기 적정 파종량 및 육묘일수 분석. 한국작물학회지. 66(2) 112-119.

## 6 연구결과 활용

연도(연차)	활용방안	제 목
2020(1년)	학술 발표	중생종 고향찰벼의 재식밀도 및 재식본수가 수량구성요소에 미치는 영향
	농가컨설팅	농업인 영농교육(벼)
2022(3년)	영농기술	강원 중부평야지 벼 드문모심기를 위한 적정 이앙시기와 재식밀도(중앙)
	학술 발표	강원 중부평야지에서 생태형 및 재식밀도에 따른 이앙시기별 수량 및 품질평가
	농가컨설팅	농업인 영농교육(벼)
	홍보	강원도농업기술원, 벼 드문모심기로 두 마리 토끼 잡아(1.5점)

성과지표		연도	1년차(2020)		2년차(2021)		3년차(2022)		계	
			목표	실적	목표	실적	목표	실적	목표	실적
학술 발표	국제									
	국내		1	1			1	1	2	
영농 활용	기술						1	1	1	1
	정보									
홍보			1.5		1.5		1.5	1.5	4.5	1.5
현장컨설팅			1	1			1	1	2	2
계			2.5	2	2.5		3.5	4.5	8.5	6.5

## 7 연구원 편성

구분	소속	직급	성명	수행업무	참여년도		
					'20	'21	'22
과제책임자	국립식량과학원	농업연구관	황운하	과제 총괄	○	○	○
5공동책임자	작물연구과	농업연구사	이지우	세부주관 수행	○	○	○
공동연구자	감자연구소	농업연구사	조윤상	평가분석 지원	○	○	
	작물연구과	농업연구사	윤예지	현장조사 지원			○
	작물연구과	공업주사	김성용	현장조사 지원	○	○	○
	산채연구소	농업연구관	고재영	평가분석 지원	○		
	작물연구과	농업연구관	김용복	평가분석 지원		○	○
	연구협력과	농업연구관	정정수	평가분석 지원	○		