

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)
고품질 쌀생산을 위한 이앙기별 적정 수확시기 구명		'03~'04	경기도원 작물연구과 전대훈(229-5773) (참여연구원) 이원우, 한상욱, 조영철
색인용어	벼, 이앙시기, 수확시기, 등숙적산온도		

## ABSTRACT

This study was conducted to determine optimum harvest times for production of high quality rice in mid-late-maturing variety of rice according to transplanting times in the middle plain region. Field experiments were carried out at Hwaseong in Gyeonggi province from 2003 to 2004 and were treated with 7 different levels (cumulative ripening temperature : 900, 950, 1,000, 1,050, 1,100, 1,150, 1,200°C) of harvest times (by cumulative ripening temperature) according to 4 different levels (May 10, May 20, May 30 and June 9) of transplanting time in 2 mid-late-maturing varieties(Ilpumbyeo, Chucheongbyeo) of rice.

The results are as follows. Of main factors(protein content, head rice yield and taste value and so on) for establishment of high quality rice's production practice, protein content and taste value in 2 mid-late-maturing varieties were not remarkably different among harvest times. So by head rice yield as main factor for establishment of high quality rice's production practice, optimum harvest times in mid-late-maturing variety of rice according to transplanting times in the middle plain region were determined. In Ilpumbyeo, cumulative ripening temperatures with highest head rice yield were 1,000~1,100°C at the transplanting time of May 10, 1,050~1,100°C at that of May 20, 1,000~1,100°C at that of May 30 and 1,000~1,100°C at that of June 9. In Chucheongbyeo, cumulative ripening temperatures with highest head rice yield were 950~1,050°C at the transplanting time of May 10, 1,000~1,100°C at that of May 20, 1,050~1,100°C at that of May 30 and 1,100~1,150°C at that of June 9.

**Key words** : Rice, Transplanting time, Harvest time, Cumulative ripening temperature

## 1. 연구목표

최근 국민 소득의 증가와 의식수준의 변화로 소비자의 구매성향이 쌀 소비에 있어서도 양보다 품질을 우선하는 경향으로 바뀜에 따라, 벼 재배법도 수량보다도 품질에 초점을 두고 모든 재배기술이 재정립되고 있다. 특히 WTO 재협상 결과 쌀의 소비자 시판이 예정되어 있어 고품질 쌀 생산은 국내 쌀 생산기반을 지키기 위해서도 꼭 필요한 실정이다.

고품질 쌀 생산에 관여하는 요인으로는 이앙시기, 시비량, 낙수시기, 수확시기, 수확 후 관리방법 등이 있다. 이 중에서 수확시기도 상당히 중요한데 일반적으로 수확적기는 종실에 저장양분의 이행이 끝난 시기라고 할 수 있으나, 포장 전체의 벼이삭 또는 낱알이 같은 낱자에 성숙되는 것이 아니므로 실제 벼 수확은 대부분의 종실이 성숙한 시기로 외관상으로는 벼 이삭이 황색을 띠고 등숙률이 전체의 90% 이상 황색을 띠게 되면 수확을 해야 한다(권 등, 1980; 이, 1977). 또한 수확시기가 너무 빠르면 광택은 좋으나 파쇄립, 청미가 증가하고 너무 늦으면 투명도와 광택이 감소할 뿐 아니라 동할미, 파해립, 복백미 증가로 도정특성이 저하하여 품질이 떨어진다고(農山漁村文化協會, 1990; 채 등, 1992; 구 등, 1998).

현재까지 벼 수확시기에 대해서는 수량, 도정특성, 외관품위 등을 고려하여 조생종은 출수후 40~50일, 중생종은 출수후 45~50일, 중만생종은 출수후 50~55일로 설정하고 있으며(작물시험장, 2002), 김 등(2004)은 강원도내 지대별로 수확적기를 구명한 바도 있다. 고품질쌀 생산을 위하여 식미에 초점을 두고 수확적기를 구명한 보고들도 있는데, 채 등(2002)은 벼 생태형별로 양식미 생산을 위한 수확적기를 대진벼, 서진벼, 추청벼 모두 출수후 40~50일로 추정하고 있다. 이 등(2004)은 식미치가 높은 등숙적산온도를 오대벼 1,194℃, 수라벼 1,097℃, 일미벼 1,138℃, 일품벼 1,087℃라고 했으며, 일본에서는 니이가타에서 고시히카리의 찰기가 최대가 되는 등숙기간 평균기온은 25℃, 식미가 최고가 되는 수확적기는 등숙기 적산온도 1,000℃ 정도로서 평균기온이 25℃이면 출수 후 40일이 된다(新瀉縣農林水産部, 1996)고 하였다.

그러나 이와같은 연구보고들은 주로 적기이앙시 수확적기에 대한 연구결과로 이앙시기에 따른 수확적기에 대한 연구는 상당히 미흡한 실정이다. 벼 농사를 하는 농업인이 농번기에 표준 이앙적기를 지키지 못하여 이앙시기가 표준이앙시기보다 빠르거나 늦어지면 적산온도의 변화로 수확적기가 달라지기 때문에 일률적인 수확시기를 적용하기에는 무리가 있다.

따라서 경기지역에서 가장 재배면적이 많은 중만생종 품종을 대상으로 하여 고품질쌀 생산을 위한 이앙시기에 따른 수확적기를 정밀 진단하여 부적기 수확으로 인한 수확량 손실과 품질저하를 방지하여 수량의 안정성과 미질향상에 기여하고자 본 시험을 수행하였다.

## 2. 재료 및 방법

본 시험은 2003년부터 2004년까지 2년에 걸쳐 화성(경기도농업기술원 답작 시험포장)에서 수행되었다. 시험품종은 양질미 중만생종인 일품벼와 추청벼로 하였으며, 이앙시기는 5월 10일, 5월 20일, 5월 30일, 6월 9일의 4시기, 수확시기는 출수후 적산온도를 기준

으로 900℃에서 1,200℃까지 50℃간격 7시기로 하였다. 10a당 시비수준은 표준시비량인 질소 11kg, 인산 4.5kg, 가리 5.7kg으로 하였으며, 분시비율은 질소는 기비-분얼비-수비를 50-20-30%로, 인산은 전량기비, 가리는 기비-수비를 70-30%로 하였다. 시험구 배치는 품종별 난괴법 3반복으로 수행하였으며, 이앙은 각 이앙기에 따라 품종별로 상자당 120g을 파종하여 30일간 육묘한 묘를 30×14cm 밀도로 기계이앙하였다. 기타 주요 생육 특성 조사는 농촌진흥청 시험연구조사기준에, 시험포장의 재배관리는 경기도농업기술원 표준재배법에 준하였다. 미질 관련 형질에서 식미는 식미측정기(MA-30A, Toyo, 일본), 단백질함량 등 성분분석은 근적외선 비파괴 성분분석기(AN 700, Kett, 일본)를 이용하여 분석하였다. 시험전 토양의 화학적 성질은 표 1과 같다.

표 1. 시험전 토양의 화학적 성질

pH (1:5)	O.M (g/kg)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg/kg)	Ex. Cat.(cmol <sup>+</sup> /100)			SiO <sub>2</sub> (mg/kg)	CEC (cmol <sup>+</sup> /kg)	비 고
			K	Ca	Mg			
5.9	28	99	0.25	6.93	1.61	111	12.7	지산통

### 3. 결과 및 고찰

#### 가. 이앙시기별 출수기 및 출수후 적산온도별 소요일수

이앙시기에 따른 품종별 출수기는 표 2, 출수후 적산온도별 소요일수는 표 3과 같다. 출수후 소요일수는 같은 적산온도일지라도 이앙기가 늦어질수록 증가하는 경향을 나타내었다. 이는 출수기인 8월 중순이후에는 일평균기온이 날씨가 경과함에 따라 점차 낮아지기 때문에 이앙시기가 늦어질수록 출수기가 늦어져 같은 출수후 소요일수인 경우에는 출수후 적산온도가 점차 적어지기 때문인 것으로 생각된다. 따라서 등숙에 소요되는 적산온도를 만족하기 위해서는 이앙시기가 늦어질 경우 수확을 위한 출수후 소요일수는 증가되어야 한다고 생각된다.

표 2. 이앙시기별 출수기

(단위 : 월. 일)

품종명	년 도	이 앙 기 (월. 일)			
		5. 10	5. 20	5. 30	6. 9
일 품 벼	2003	8. 15	8. 18	8. 24	8. 27
	2004	8. 13	8. 14	8. 19	8. 24
	평 균	8. 14	8. 16	8. 22	8. 26
추 청 벼	2003	8. 18	8. 21	8. 25	8. 29
	2004	8. 14	8. 16	8. 20	8. 25
	평 균	8. 16	8. 19	8. 23	8. 27

표 3. 출수후 적산온도별 소요일수

(단위 : 일)

품종명	이양기 (월. 일)	적 산 온 도(°C)						
		900	950	1,000	1,050	1,100	1,150	1,200
일품벼	5. 10	41	44	46	48	52	55	58
	5. 20	41	44	47	50	54	57	60
	5. 30	43	47	50	53	57	62	66
	6. 9	46	49	52	57	61	65	69
추청벼	5. 10	41	44	47	50	54	57	60
	5. 20	42	45	48	52	55	58	62
	5. 30	43	46	50	53	56	59	64
	6. 9	46	50	54	58	63	67	70

나. 출수후 적산온도별 수확에 따른 벼 수분함량

출수후 적산온도별 수확에 따른 벼 수분함량은 그림 1과 같다. 출수후 적산온도 900~1,200°C의 벼 수분함량은 19~27% 수준이었으며 출수후 적산온도가 경과될수록 벼 수분함량은 감소하는 경향이였다. 일반적으로 보는 수확기(출수후 적산온도 1,100°C)를 기준해 볼 때 일품벼는 21~25%, 추청벼는 21~23% 정도였다.

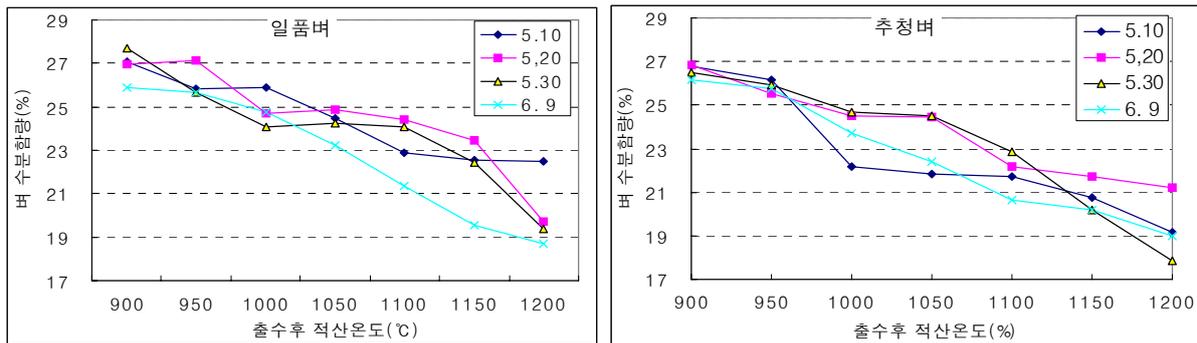


그림 1. 출수후 적산온도별 수확에 따른 벼 수분함량

다. 등숙비율 및 쌀수량

출수후 적산온도별 수확에 따른 등숙비율은 그림 2, 쌀수량은 그림 3과 같다. 출수후 적산온도 900~1,200°C의 벼 등숙비율은 일품벼는 80~85%, 추청벼는 85~88% 수준으로 추청벼가 일품벼에 비하여 높은 특성을 보였다. 일품벼는 출수후 적산온도가 많아질수록 등숙비율이 증가하는 경향이였으나 추청벼는 증가율이 1~2%로 큰 변화가 없었다.

출수후 적산온도 900~1,200°C의 10a당 쌀수량은 일품벼는 520~580kg, 추청벼는 460~540kg 정도로서 일품벼가 높은 특성을 보였다. 최고수량을 보인 출수후 적산온도는 일품벼에서 5월 10일 이양시 1,100~1,200°C, 5월 20일 이양시 1,100°C, 5월 30일 이양시 1,050°C, 6월 9일 이양시 1,000°C로 이양시기가 늦어질수록 최대수량을 보인 출수후 적산온도는 낮아졌다. 추청벼는 5월 10일 이양시 1,000°C, 5월 20일 이양시 1,050°C, 5월 30일 이양시 1,050°C, 6월 9일 이양시 1,100°C로 이양시기가 늦어질수록 최대수량을 보인 출수후 적산온도는 조금씩 증가하는 경향이였다. 이러한 분시험의 결과는 이양시기 중 표준이양적기(5월 20일)를 기준으로 볼 때 수확적기가 중만생종은 출수후 50일이라

는 기존의 벼 재배기술지침(작물시험장, 2002)과 출수후 50~60일이었다는 채 등(2002)의 보고와 유사한 경향이였다.

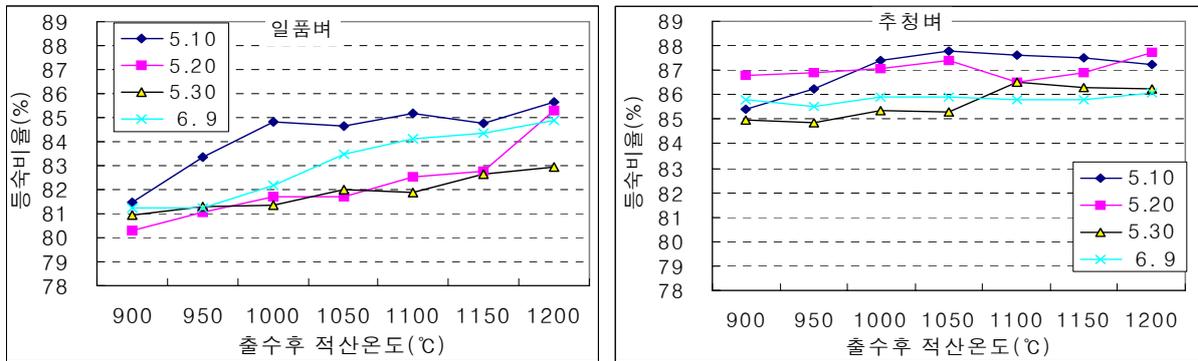


그림 2. 등숙비율

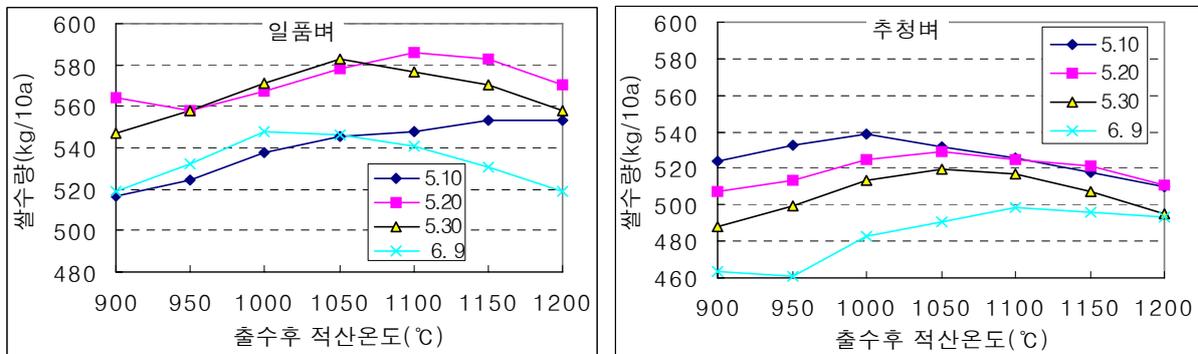


그림 3. 쌀수량

**바. 현미 완전립비율**

출수후 적산온도별 수확에 따른 현미 완전립비율은 그림 4와 같다. 출수후 적산온도 900~1,200°C의 현미 완전립비율은 일품벼는 78~88%, 추청벼는 84~96% 정도로서 추청벼가 높은 품질 특성을 보였다. 최고 현미 완전립비율을 보인 출수후 적산온도를 품종별로 살펴보면, 일품벼가 5월 10일 이상시 1,000~1,050°C, 5월 20일 이상시 1,050°C, 5월 30일 이상시 950°C, 6월 9일 이상시 1,050~1,100°C였으며 이양시기에 따라서는 일정한 경향이 없었다. 추청벼는 5월 10일 이상시 950~1,050°C, 5월 20일 이상시 1000~1,050°C, 5월 30일 이상시 1,050~1,200°C, 6월 9일 이상시 1,100~1,150°C로 이양시기가 늦어질수록 최고 현미 완전립비율을 보인 출수후 적산온도는 조금씩 증가하는 경향이였다. 김 등(2001)은 대안벼(5월 28일 이양)를 공시한 연구결과에서 수확시기별 현미 완전립비율은 출수후 45일을 정점으로 하여 수확시기가 늦어질수록 낮아지며, 조기 수확시에는 미숙립 발생이 많았고 수확이 늦어지게 되면 포장상태에서 건습이 반복되어 과건으로 동할립 발생이 많았다고 보고하였는데, 본 시험결과에서도 두 품종 모두 수확시기가 늦어지면 대체적으로 완전립비율은 감소하는 경향을 나타내었다.

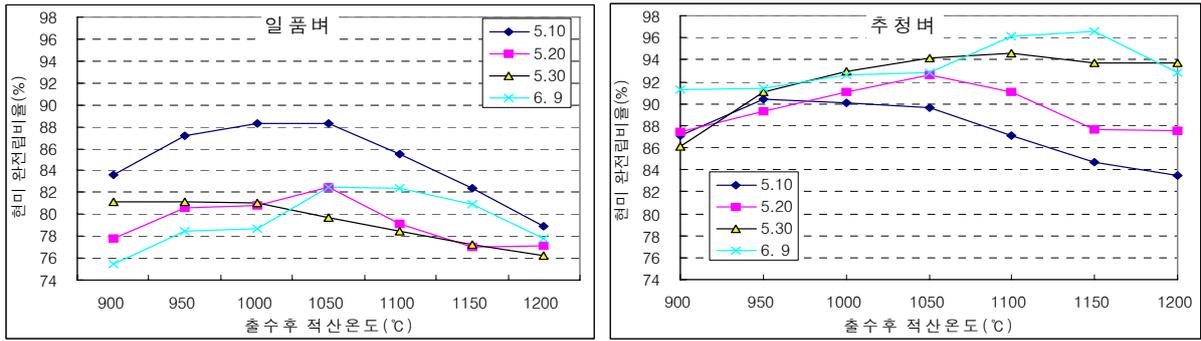


그림 4. 현미 완전립비율

### 사. 현미 단백질함량

출수후 적산온도별 수확에 따른 현미 단백질함량은 그림 5와 같다. 출수후 적산온도별 수확에 따른 현미 단백질함량은 일품벼에 있어서는 5월 10일과 6월 9일 이양시 큰 변화없이 비슷하였으나 5월 20일과 30일 이양시 수확시기가 빠르면 단백질 함량이 다소 낮아지는 경향이였다. 추청벼에 있어서는 일품벼와 비슷한 경향이였다. 벼는 출수후 40~50일이면 쌀알의 생리적 성숙이 완성되어 적산온도 900°C이상에서 단백질함량이 큰 변화가 없었을 것으로 생각된다.

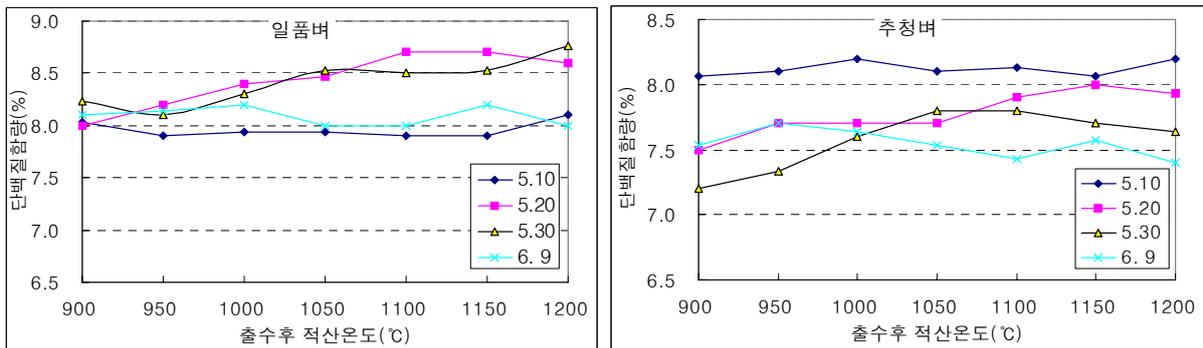


그림 5. 현미 단백질함량

### 아. 식미치

출수후 적산온도별 수확에 따른 Toyo식미치는 그림 6과 같다. 일품벼의 Toyo식미치는 수확시기에 따라서 큰 변화없이 대체적으로 비슷하였다. 추청벼의 Toyo식미치는 5월 10일 이양시 수확시기가 늦어질수록 식미치는 떨어졌으며, 6월 9일 이양시 반대로 수확시기가 늦어질수록 식미치는 증가하는 경향이였다. 채 등(1992)은 추청벼의 수확시기가 성숙기(표준이양시 출수후 50일)를 넘으면 쌀알내 전분대립을 구성하는 전분소립의 구조가 분산되어 식미가 저하될 가능성이 크다고 한 바와 같이, 5월 10일 이양시 성숙이 빨라 성숙후 시간이 경과함에 따라 식미가 떨어진 것으로, 6월 9일 이양시 성숙이 늦어 출수후 적산온도가 높은 시점에서 식미치가 높아진 것으로 생각되고, 5월 20일과 30일 이양에 있어서는 큰 변화없이 비슷하였으나 적산온도 1,200°C이상에서는 식미가 떨어질 것으로 추측된다.

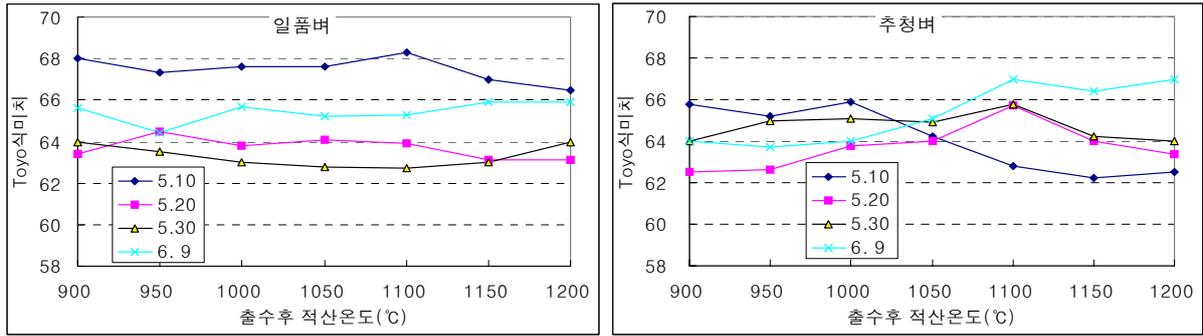


그림 6. 식미치

자. 완전미수량과 적정 수확시기 추정

출수후 적산온도별 수확에 따른 완전미수량은 표 4와 같다. 최고 완전미수량을 보인 수확시기는 일품벼에서 5월 20일 이양시 출수후 적산온도 1,050~1,100℃, 나머지 이양시기에서 모두 출수후 적산온도 1,000~1,100℃로 이양시기간 비슷한 경향을 보였다. 추청벼는 이양시기가 늦어질수록 최고 완전미수량을 보이는 출수후 적산온도가 조금씩 많아지는 경향을 보였다.

고품질쌀 생산에 있어서 판단기준이 되는 주 요인들은 완전미수량, 단백질함량, 식미치 등을 들 수 있는데 이 중에서 본 시험결과 단백질함량과 식미치는 수확시기에 따른 뚜렷한 경향을 찾기 어려웠다. 따라서 고품질쌀 생산의 주요 판단기준이 된 완전미수량을 이용하여 표 5와 같이 품종별 이양시기에 따른 수확적기를 추정해 보았다. 출수후 경과일로 볼 때 이양시기가 늦어질수록 출수후 경과일은 늦어지는 경향이었으며 추청벼가 일품벼에 비하여 그 정도가 심해지는 경향을 보였다. 이는 이양시기가 늦어질수록 출수기가 늦어져 출수기 이후 점차 낮아지는 평균기온 때문에 성숙에 필요한 적산온도에 도달하려면 더 많은 일수가 소요되기 때문인 것으로 분석되었다.

이상의 결과를 요약해 보면, 고품질쌀 안정 생산을 위한 이양시기별 수확적기는 출수후 적산온도로 볼 때 일품벼에서 5월 10일 이양시 1,000~1,100℃, 5월 20일 이양시 1,050~1,100℃, 5월 30일 이양시 1,000~1,100℃, 6월 9일 이양시 1,000~1,100℃였으며, 추청벼에서 5월 10일 이양시 950~1,050℃, 5월 20일 이양시 1000~1,100℃, 5월 30일 이양시 1,050~1,100℃, 6월 9일 이양시 1,100~1,150℃였다.

표 4. 완전미수량

(단위 :

kg/10a)

출수후 적산온도(℃)	일품벼(월. 일)				추청벼(월. 일)			
	5. 10	5. 20	5. 30	6. 9	5. 10	5. 20	5. 30	6. 9
900	431	439	444	392	457	443	420	423
950	457	450	447	418	<b>481</b>	454	457	421
1,000	<b>475</b>	459	<b>463</b>	<b>431</b>	<b>486</b>	<b>469</b>	470	447
1,050	<b>482</b>	<b>486</b>	<b>465</b>	<b>451</b>	<b>476</b>	<b>489</b>	<b>488</b>	455
1,100	<b>468</b>	<b>464</b>	<b>449</b>	<b>445</b>	458	<b>478</b>	<b>489</b>	<b>479</b>
1,150	456	449	433	429	439	457	470	<b>479</b>
1,200	437	440	417	404	426	448	464	458
LSD(0.05)	---19.6	---20.5	---17.2	---20.4	---20.7	---20.4	---17.2	---19.8

표 5. 고품질쌀 생산을 위한 수확적기 추정

품종명	5월 10일		5월 20일		5월 30일		6월 9일	
	출수후 적산온도 (°C)	출수후 경과일 (일)	출수후 적산온도 (°C)	출수후 경과일 (일)	출수후 적산온도 (°C)	출수후 경과일 (일)	출수후 적산온도 (°C)	출수후 경과일 (일)
일품벼	1,000~1,100	46~52	1,050~1,100	50~54	1,000~1,100	50~57	1,000~1,100	52~61
추청벼	950~1,050	44~50	1,000~1,100	48~55	1,050~1,100	53~56	1,100~1,150	63~67

#### 4. 적 요

본 연구는 2003년부터 2년 간 중부평야지에서 중만생종 벼 품종의 이앙시기별 수확적기를 구명하여 고품질쌀 생산을 위한 재배법을 확립하고자 수행하였으며 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

- 가. 출수후 적산온도 900~1,200°C의 등숙비율은 일품벼는 80~85%, 추청벼는 85~88% 수준으로 일품벼는 출수후 적산온도가 많아질수록 등숙비율이 증가하는 경향이었으나 추청벼는 증가율이 1~2%로 큰 변화가 없었다.
- 나. 쌀수량은 출수후 적산온도로 볼 때 일품벼는 5월 10일 이앙시 1,100~1,200°C, 5월 20일 이앙시 1,100°C, 5월 30일 이앙시 1,050°C, 6월 9일 이앙시 1,000°C에서, 추청벼는 5월 10일 이앙시 1,000°C, 5월 20일 이앙시 1,050°C, 5월 30일 이앙시 1,050°C, 6월 9일 이앙시 1,100°C에서 가장 많았다.
- 다. 현미 완전립비율은 출수후 적산온도로 볼 때, 일품벼는 5월 10일 이앙시 1,000~1,050°C, 5월 20일 이앙시 1,050°C, 5월 30일 이앙시 950°C, 6월 9일 이앙시 1,050~1,100°C에서, 추청벼는 5월 10일 이앙시 950~1,050°C, 5월 20일 이앙시 1000~1,050°C, 5월 30일 이앙시 1,050~1,200°C, 6월 9일 이앙시 1,100~1,150°C에서 가장 높았다.
- 라. 현미 단백질함량은 일품벼에 있어서는 5월 20일과 30일 이앙시 수확시기가 빠르면 단백질 함량이 다소 낮아지는 경향이였으며 다른 이앙시기에서는 큰 변화없이 비슷하였다. 추청벼에 있어서는 일품벼와 비슷한 경향이였다.
- 마. Toyo식미치는 일품벼에서 수확시기에 따라서 큰 변화없이 대체적으로 비슷하였으며, 추청벼에 있어서는 5월 10일 이앙시 수확시기가 늦어질수록 식미치는 떨어졌고, 6월 9일 이앙시는 반대로 수확시기가 늦어질수록 식미치는 증가하는 경향이였으며, 5월 20일과 30일 이앙시 큰 변화없이 비슷하였다.
- 바. 이상의 결과로 볼 때, 중부평야지에서 고품질쌀 안정생산을 위한 이앙시기에 따른 수확적기는, 일품벼는 5월 10일 이앙시 출수후 46~52일, 5월 20일 이앙시 출수후 50~54일, 5월 30일 이앙시 출수후 50~57일, 6월 9일 이앙시 52~61일이며, 추청벼는 5월 10일 이앙시 출수후 44~50일, 5월 20일 이앙시 출수후 48~55일, 5월 30일 이앙시 출수후 53~56일, 6월 9일 이앙시 63~67일로 추정되었다.

## 5. 인용문헌

- 채제천, 김성곤, 민용규, 한관주, 윤인화, 김영배, 이병영, 손종록, 안은모, 정근복. 1992. 벼 생산후 품질관리 실태 및 개선 방안 연구보고서. 농촌진흥청.
- 채제천, 전대경. 2002. 수확시기가 쌀의 수량과 품질에 미치는 영향. 한작지, 47(3) : 254-258
- 권용웅, 신진철. 1980. 수도의 수확적기 결정을 위한 기초적 연구. 한작지 25(4) : 1-9.
- 구자욱, 이도진, 허상만. 1998. 쌀의 품질과 맛. 전남쌀 연구회.
- 김기중, 김선림, 송진, 손종록, 황홍구, 신진철, 최혜춘, 최영근, 민용규. 2001. 수확시기별 벼의 도정 및 이화학 특성. J. Korean Soc. Agric. Chem. Biotechnol. 44(3) : 179-184.
- 작물시험장. 2002. 웹자료 벼 재배기술.
- 김용복, 함진관, 조윤상, 홍정기. 2004. 지대별 수확시기에 따른 미질 비교. 2003년도 강원도농업기술원 농사시험연구보고서 pp. 50-56.
- 이재철, 정종태, 이순계, 최현구, 신철우, 채제천. 2004. 고품질 양질미 생산을 위한 수확시기 구명 시험. 2003년도 충남농업기술원 농사시험연구보고서.
- 이은웅. 1977. 수도작. p. 276. 향문사. 서울.
- 新潟縣農林水産部. 1996. 3. 水稻栽培指針.
- 農山漁村文化協會. 1990. 稻作大百科.

## 6. 연구결과 활용제목

- 중부평야지 벼 중만생종의 고품질쌀 안정생산을 위한 이앙시기별 수확적기 (2004, 영농 활용)