

과제구분	기본연구	수행시기		전반기	
증장기 Code	A	RIMS Code			
연구과제 및 세부과제		연구분야(Code)	수행기간	연구실	책임자
벼 친환경적 안전재배 연구		LS 0201	'08~'12	작물경영연구과	정정수
3) 지대별 총체사료용 벼 적응성 검정		"	'09~'10	"	정정수
색인용어	벼, 총체사료, 조사료, 녹양벼, 이앙적기, 수확적기				

## ABSTRACT

This study was conducted to determine the optimum periods for transplanting and harvesting of whole crop rice depending on regions in Gangwon province. The plant height were 100~105cm in Chuncheon, 97~100cm in Cheorwon, and 84~92cm in Gangrung when the rice had been transplanted 30th May, 30th May and 20th May, respectively. The fresh weight of Nokyangbyeo in Chuncheon and Cheorwon were 5,209 and 4,895kg/10a, respectively, when they had been transplanted at 30th May and harvested at 30 days after heading, and in Gangnung 3,389 kg/10a when it had been transplanted at 20th May and harvested at 30 days after heading. The dry weight were highest and the water contents were appropriate when the rice, in Chuncheon, was transplanted in 20th~30th May and harvested in 30~40 days after heading, in Cheorwon transplanted at 30th May and harvested at 40 days after heading, and in Gangnung transplanted at 20th May and harvested at 30 days after heading, respectively.

### 1. 연구목표

최근 우리나라는 쌀 생산성 향상과 소비량의 급격한 감소로 인해 매년 재고미가 증가하고 있고 그동안 WTO 농업협정으로 최소시장접근(MMA)에 의한 쌀 수입량도 매년 증가되어 쌀 재고는 현재 점차 늘어날 것으로 예상된다. 더구나 식생활의 서구화로 인해 1인당 쌀 소비량이 1980년 132kg에서 2009년 74kg으로 줄었고 이러한 추세와 더불어 시판용 수입쌀의 증가로 인해 실질적 쌀 재배 농가와 재배면적의 감소가 예상된다.

현재 문제시 되고 있는 쌀 재고 감소를 위해선 향후 쌀의 재배면적 조절이 필연적으로 요구되고 있다. 물론 이런 관점에서 벼 재배면적 조절이 필요하나, 논이 가지고 있는 공익적 기능을 간과 할 수 없는 상황에서 급격한 면적 축소는 새로운 문제가 야기될 수 있다. 더욱이 쌀은 한국농업의 기간작목으로 농가의 중요한 소득원일 뿐 아니라 식량안보 측면에서도 중요한 위치를 차지하고 있다. 우리나라 기후처럼 벼 재배기간에 비가 많이 오는 지역에서는 논에 벼를 대체할 수 있는 작물이 드물다. 또한 우리나라는 식량기지를 확보하는 등 남북통일을 대비해서라도 식량생산기반 유지가 필요하다(황 및 김, 2002). 이에 따라 벼 대체작목 재배가 요구되는데 조사료용 총체벼를 재배함으로써 수입 의존도가 높은 조사료의 확보 측면에서도 큰 효과를 얻을 수 있을 것이다(축산과학원, 2007). 향후 도내에서 조사료 확대 재배시 현재의 수입단가로 65억원/년('09, 강원도)의 외화 절감이 가능할 것으로 추측된다.

매년 도내에서는 450천톤 정도의 조사료를 소비하고 있고 그중 약 10%내외를 수입에 의존하고 있는 실정이다. 하지만 자체 생산되는 조사료의 사료가치를 보면 양질의 조사료 생산은 1/3수준에 머물고 있다. 더구나 최근에는 국제 곡물가가 점차적으로 상승함에 따라 수입 사료값 폭등으로 축산농가의 경영난이 심각한 실정이다. 이런 시점에서 논·밭의 공익적 기능을 유지하며 경제적 활용 방안으로 벼 대체 작목으로 총채벼를 활용하면 향후 언제든 식량기지의 전환이 가능하여 가장 바람직한 대체작목이라 사료된다.

그동안 총채벼의 재배 및 이용에 관한 연구는 농촌진흥청을 중심으로 일부 대학에서 수행되어왔다. 최근엔 총채벼 전용품종 녹양벼('06), 목우벼('09)가 육성되면서 일부 시범사업을 수행하는 농가를 대상으로 보급이 이루어져 왔다. 이에 우리 도에서도 재배적응성을 검정하고자 3개 지역에서 이앙시기 및 수확시기별 생산성과 사료가치를 분석하였다.

## 2. 재료 및 방법

### 가. 재배시험

본 시험은 2009년부터 2010년까지 평야지 춘천, 중간지 철원, 동해안지 강릉에서 수행하였다. 시험품종은 녹양벼, 대조품종은 오대벼로 하였다.

이앙시기는 5.20, 5.30, 6.10로 10일 간격으로 3회 중묘 기계이앙하였고 수확시기는 출수 후 20일부터 10일 간격으로 4회 수확하여 생체량, 건물량 및 사료가치를 분석하였고 시험구 배치는 난괴법 3반복으로 수행하였다.

총채벼 재배를 위한 시비량은 18-9-11(N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O)kg/10a로 표준시비의 배량으로 하여 기비, 분얼비, 수비를 각각 60:20:20으로 분시하였다. 생육 및 쌀 수량조사는 농업과학기술 연구조사분석기준(농촌진흥청, 2003)에 준하였다.

### 나. 사료가치 분석

사료가치 분석시 잎, 줄기 및 정조부분으로 나누어 무게를 조사하여 각각의 비율을 산출하였고, 조단백질과 일반성분 분석용 시료는 전기믹서로 1차 분쇄한 후 20mesh mill로 다시 분쇄하여 이용하였다. 조단백질 함량은 AOAC(1995)법에 의거하여 분석하였고 기타 일반성분은 농업과학기술 연구조사분석기준(농촌진흥청, 2003)에 따라 분석하였다. 또한 조단백질, 조지방, 조섬유, 조회분, 가용무질소물 가소화율은 한국 표준 사료성분표에 준하여 환산하였다.

## 3. 결과 및 고찰

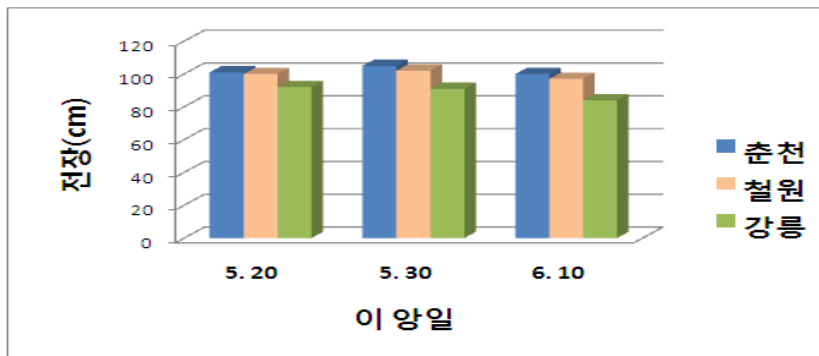
조사료 생산에 있어 생체중과 건물중 등 생산성과 직접적인 연관이 있는 초장(간장+수장)은 지대에 따라 춘천과 철원에서 5월 30일, 강릉에서는 이보다 이른 5월 20일 이앙시 가장 컸으며(그림 1), 춘천은 100~105cm, 철원은 97~100cm, 강릉은 84~92cm였다(표 1). 강릉에서 초장이 짧았던 이유는 이앙 후 저온이 지속되면서 활착 지연 등 초기생육에 다소 지장을 초래했던 것으로 사료되었다.

표 1. 지대별 생육 및 쌀 수량성

(‘09~’10)

지역	이앙기 (월.일)	출수기 (월.일)	초장(간장+수장)		수 수 (개/주)	입 수 (개/수)	등숙율 (%)	천립중 (g)	쌀 수량	
			cm	지수					kg/10a	지수
춘천	5.20	8.16	101	104	13	107	82	27.2	572	101
	5.30	8.19	105	107	14	116	83	26.3	591	104
	6.10	8.27	100	102	13	118	75	26.6	532	94
	대비*	7.29	98	100	18	80	88	25.9	566	100
철원	5.20	8.19	100	102	13	98	80	26.3	552	97
	5.30	8.22	102	104	13	111	74	25.8	485	84
	6.10	9.02	97	98	12	117	70	25.1	424	75
	대비	8.02	99	100	18	78	82	25.9	567	100
강릉	5.20	8.25	92	112	11	95	85	26.2	464	84
	5.30	8.29	91	110	10	104	80	26.2	426	77
	6.10	9.05	84	102	10	100	75	25.7	406	74
	대비	8.04	82	100	19	69	90	25.8	554	100

\* 대비 : 오대벼 5월 20일 이앙



<그림 1> 이앙시기에 따른 지대별 전장 비교

생체중은 춘천, 철원에서 5월 30일 이앙하여 출수 후 30일 수확시 춘천 5.2톤, 철원 4.9톤, 강릉에서는 5월 20일 이앙하고 출수 20일경에 3.5톤/10a로 조사되어 가장 높았다. 직파재배 시 파종시기에 따라 건물수량과 생체수량이 유의적 차이를 보였다는 김 등(2009)의 보고와 같이 본 연구에서도 지대별 이앙시기에 따라 생초 및 건물 수량이 큰 차이를 보였다. 건물 수량은 춘천에서 5월 20~30일 이앙하여 출수 후 30~40일경 수확시 1,600~1,667kg/10a로 수량성이 높았는데 좀더 정밀한 비교를 위하여 사료가치 분석이 필요한 것으로 보였다. 철원에서는 5월 30일에 이앙하고 출수 40일경 수확한 경우 건물수량은 1,554kg으로 매우 높았고 수분도 약 66%로 적당하였다. 강릉에서는 춘천, 철원과는 다소 다른 결과를 보였는데 5월 20일에 이앙하고 출수 30, 40, 50일경에 수확한 경우 각각 1,272, 1,279, 1,318kg으로 조사되었는데, 출수 40일과 50일에 수확시에는 수분함량이 57, 51%로 사리리지용으로 발효시키기

위한 최적 수분함량 65%에 부족하여 적당하지 않은 것으로 판단되었다. 따라서 출수후 30일에 수확하는 것이 가장 유리할 것으로 판단된다(표 2-1, 2-2). 강릉지역에서 수확시기가 늦어질수록 건물수량이 지속적으로 증가된 것은 춘천과 철원보다 상대적으로 등숙기간중 온도가 낮아 등숙속도가 느리게 진행된 것이 원인일 것으로 추정된다.

사료용 벼 사일리지는 수분함량 65% 내외에서 발효가 가장 양호한 것으로 보고되었는데(축산과학원, 2007), 본 시험에서 지역별 다소 차이를 보이지만 대체로 벼 출수후 30~40일경의 수분함량 60~70%로 조사되어 이상적인 수확시기는 출수후 30~40일인 것으로 사료되었다. 이는 사료용 벼의 수확은 벼의 소화성과 탈립에 의한 손실을 생각하면 식용품종보다 빠른 황숙기(출수후 20~40일)가 적당하다는 보고와 일부 일치하였다(축산과학원, 2007).

표 2-1. 지대별 조사료 생산량 비교

(‘09~’10)

지역	이앙	출수기 (월.일)	출수후 20일					출수후 30일					
			생초중 (kg/10a)	수분 (%)	건물중 (kg/10a)	지수	엽색도 (SPAD)	생초중 (kg/10a)	수분 (%)	건물중 (kg/10a)	지수	엽색도 (SPAD)	
춘천		5.20	8.16	4,943	73	1,335	132	42	4,865	69	1,526	121	40
		5.30	8.19	5,196	73	1,383	136	44	5,208	70	1,600	126	39
		6.10	8.27	4,572	72	1,270	125	40	4,555	68	1,465	115	32
		대비	7.27	3,543	72	1,015	100	39	4,233	70	1,270	100	33
철원		5.20	8.19	4,823	74	1,281	114	43	4,586	69	1,424	112	40
		5.30	8.22	4,956	74	1,281	114	46	4,895	70	1,463	115	39
		6.10	9.02	4,436	72	1,237	110	44	4,187	68	1,328	104	37
		대비	8.02	4,069	72	1,139	100	42	4,203	70	1,275	100	39
강릉		5.20	8.25	3,517	69	1,095	95	39	3,389	63	1,272	112	33
		5.30	8.29	2,966	69	939	80	38	2,936	61	1,152	102	30
		6.10	9.05	2,870	64	1,046	91	35	2,883	62	1,112	98	32
		대비	8.04	3,335	70	1,173	100	35	3,450	67	1,140	100	30

표 2-2. 지대별 조사료 생산량 비교

(‘09~’10)

지역	이앙	출수기 (월.일)	출수후 40일					출수후 50일					
			생초중 (kg/10a)	수분 (%)	건물중 (kg/10a)	지수	엽색도 (SPAD)	생초중 (kg/10a)	수분 (%)	건물중 (kg/10a)	지수	엽색도 (SPAD)	
춘천		5.20	8.16	4,902	66	1,667	122	31	4,097	61	1,584	111	23
		5.30	8.19	4,914	67	1,660	121	27	4,157	62	1,580	111	25
		6.10	8.27	4,409	67	1,441	105	32	3,810	58	1,593	112	26
		대비	7.29	4,200	68	1,370	100	29	3,602	61	1,427	100	22
철원		5.20	8.19	4,295	66	1,485	108	32	3,808	60	1,486	107	20
		5.30	8.22	4,568	66	1,554	113	34	4,179	59	1,662	120	24
		6.10	9.02	4,054	63	1,485	108	29	3,370	54	1,522	110	22
		대비	8.02	4,190	67	1,379	100	32	3,517	61	1,390	100	20
강릉		5.20	8.25	2,935	57	1,279	107	23	2,687	51	1,318	100	14
		5.30	8.29	2,568	54	1,192	100	19	2,334	48	1,215	93	12
		6.10	9.05	2,731	56	1,202	105	22	2,468	50	1,227	76	17
		대비	8.04	3,130	62	1,197	100	23	2,621	50	1,321	100	14

춘천지역에서는 이앙시기 및 수확시기에 따른 생체중과 건물중만으로는 이앙적기를 판단하기가 어려워, 사료가치 비교 분석으로 적기를 결정하였다(표 3). 일반성분함량을 분석하고 가소화량(한국표준사료성분표)으로 환산하여 가소화 영양총량(TDN)으로 계산하였다(표 4).

표 3. 수확시기별 일반성분 및 가소화 영양소 비교 (‘10, 춘천)

구 분	이앙기	수확시기(출수후 일수)			
		20일	30일	40일	50일
조단백질 (%)	5. 20	7.28	6.44	6.85	6.94
	5. 30	7.60	7.47	7.19	6.85
	6. 10	9.38	8.57	7.38	7.75
조지방 (%)	5. 20	0.98	1.35	1.05	0.71
	5. 30	0.84	1.68	1.29	1.30
	6. 10	1.63	1.11	1.10	0.82
조섬유 (%)	5. 20	22.5	25.8	23.5	18.8
	5. 30	24.7	26.0	20.6	19.8
	6. 10	23.0	21.1	20.0	20.1
조회분 (%)	5. 20	7.0	7.4	7.0	6.7
	5. 30	7.9	4.7	6.9	7.7
	6. 10	7.0	6.8	7.2	7.4
가용 무질소물 (%)	5. 20	62.3	59.5	61.7	67.2
	5. 30	59.0	62.2	64.0	64.6
	6. 10	59.1	62.9	64.4	64.0

\* 가소화율 : 한국표준사료성분표 참조

표 4. 수확시기별 생산성 비교 (‘10, 춘천)

구 분	이앙기	수확시기(출수후 일수)			
		20일	30일	40일	50일
건물함량 (%)	5. 20	27	31	34	39
	5. 30	27	30	33	41
	6. 10	28	32	33	42
생초수량 (kg/10a)	5. 20	4,943	4,865	4,902	4,097
	5. 30	5,196	5,208	4,914	4,157
	6. 10	4,572	4,555	4,409	3,810
건물수량 (kg/10a)	5. 20	1,335	1,526	1,667	1,584
	5. 30	1,383	1,600	1,660	1,580
	6. 10	1,270	1,465	1,441	1,593
TDN율* (이삭+줄기)	5. 20	59.9	60.1	59.9	59.5
	5. 30	59.4	62.5	60.0	59.4
	6. 10	61.0	60.4	59.7	59.5
TDN 수량 (kg/10a)	5. 20	780	917	998	942
	5. 30	822	1,000	996	938
	6. 10	775	884	860	948

\* TDN(%) = 가소화 조단백질(%) + 가소화 조지방(%) × 2.25 + 가소화 가용무질소물(%) + 가소화 조섬유(%)

조사료의 사료가치를 평가하는 중요 항목인 조단백질 함량은 이양시기가 늦을수록 증가하였고, 출수후 20~40일 구간에서는 수확시기가 늦어질수록 단백질 함량이 감소하여 수확시기가 늦어짐에 따라 조단백질 함량은 점차적으로 감소한다는 보고와 비슷한 결과를 얻었다(성 등 2004; 이 등 2005). 그러나 성 등(2004)이 일품벼 돌연변이 계통의 황숙기 조단백질 함량을 6.5%로 보고한 것과는 다소 차이를 보여 본 연구에서의 녹양벼는 일품벼보다 단백질 함량이 다소 높은 것으로 조사되었는데 품종, 기상환경, 시험지역, 시비량 등의 차이로 인하여 다른 결과가 나온 것으로 판단된다. 표 2에서 5월 30일 이양-출수후 30일 수확, 5월 20일 이양-출수 40일 수확, 5월 30일 이양-출수 40일 수확 등 세 처리에서 건물중이 비슷하게 조사되었는데 TDN 수량에서도 처리별로 각각 1,000, 998, 996kg/10a로 조사되어 세 처리간 사료가치에서도 비슷한 결과를 얻었다. 따라서 춘천 지역에서 녹양벼는 5월 20~30일에 이양하여 출수 30~40일경 수확하는 것이 바람직한 것으로 판단되었다.

#### 4. 적 요

- ‘09~‘10년 녹양벼(총체벼) 도내 지대별 이양 및 수확적기 구명시험 결과는 다음과 같았다.
- 가. 전장은 춘천(100~105cm)과 철원(97~100cm)에서 5월 30일, 강릉(84~92cm)에서는 5월 20일 이양시 길었고, 지역별로는 춘천>철원>강릉 순이었음.
- 나. 생초중은 춘천과 철원에서는 5월 30일 이양하여 출수 후 30일 수확시 춘천 5.2톤/10a, 철원 4.9톤/10a, 강릉은 5월 20일 이양 및 출수 30일경 수확시 3.4톤/10a로 높았음.
- 다. 건물중은 춘천에서는 5월 20~30일 이양하고 출수 30~40일 수확, 철원에서는 5월 30일 이양 출수후 40일경 수확시, 강릉에서는 5월 20일 이양 출수 30일경 수확시 건물중이 가장 높았고 수분함량도 63~70%로 적당하였다. 춘천 녹양벼의 TDN 수량에서도 건물 수량과 동일한 이양 및 수확적기가 나타났음.

#### 5. 인용문헌

- 김종근 등 6인. 2009. 총체벼의 직파시기에 따른 수량 및 사료가치 비교. 초지조사료지 29(1) : 25~30.
- 김종립, 김동암. 1992. 춘계 파종시기가 조·만생 연맥의 생장, 사초수량 및 품질에 미치는 영향. 한초지. 12(2):111~122.
- 농촌진흥청. 2007. 사료용 총체벼 수확 및 이용기술. 축산과학원
- 농촌진흥청. 2003. 농업과학기술 연구조사분석기준
- 농촌진흥청. 2005. 조사료 자급을 향상과 영양적 가치. 국립식량과학원.
- 성경일 등 3인. 2004. 수확시기가 사료용 벼의 초장, 건물수량 및 사료성분에 미치는 영향. 초지학회지 24(1):53~60
- 이점호 등 9인. 2005. 최적 총체사료벼 품종 선발을 위한 건물수량 및 사료가치 분석. 동물자원지. 47(3) 355~362.
- 윤성근 7인. 2009. 청보리 품종의 적정 수확시기 및 사료가치 평가. 초지조사료지. 29(2) : 121~128.

## 6. 연구결과 활용

연도(연차)	활용구분	제 목
2010(2년차)	영농활용	○ 지대별 사료용 총채벼 적정이앙 및 수확 시기

## 7. 연구원 편성

구 분	소 속	직 급	성 명	수행업무	참여년도	
					'09	'10
책 임 자	작물경영연구과	농업연구사	정정수	세부과제 총괄		○
공동연구자	"	"	이안수	조사업무 지원	○	○
"	"	"	조운상	조사업무 지원	○	○
"	특화작물시험장	농업연구관	김재록	'09 과제 수행	○	
"	"	농업연구사	최성진	지역시험 지원		○
"	철원군농업기술센터	농촌지도사	이희중	지역시험 지원	○	○
"	농산물이용시험장	농업연구사	이재형	분석업무 지원		○
"	작물경영연구과	지방사무원	김성용	포장관리 지원	○	○