

중부지역 답리작에서 동계 사료작물의 조기파종 효과

임영철 · 윤세형 · 김원호 · 김종근 · 최기준 · 김맹중 · 정민웅 · 서 성 · 육완방*

Growth Characteristics and Productivity of Winter Crops After the Continuous Whole Crop Rice Cultivation in Paddy Field in Middle Region

Young Chul Lim, Sei Hyung Yoon, Won Ho Kim, Jong Geun Kim, Gi Jun Choi,
Meing Jooung Kim, Min Woong Jung, Sung Seo and Wan Bang Yook*

ABSTRACT

This study was conducted to determine the effects of seeding date on agronomic characteristics, productivity and feed value of Italian ryegrass, barley and rye during cropping after rice in Suwon, middle region of Korea, during 2004 and 2005. In general, early seeding (26 September) showed longer plant length and branch numbers per square meter than late sowing (11 October). Italian ryegrass had more early seeding effect than barley and rye. The yield of each plant was affected by sowing date in all experiments: the earlier seeding had higher yields than late seeding. In case of Italian ryegrass and barley as late-heading varieties showed more early seeding effect than rye. On the other hand, feed value tended to respond differently to yields. The feed value of each plant were based on liquid swine manure (12%) > composted cattle manure (7%) > composted swine manure (2%). The present results highlight the earlier planting obtained higher yield compared to those planted conventionally.

(Key words : Winter crops, Early seeding, Seeding date, Dry matter yield)

I. 서 론

중부지역 답리작에서 벼를 수확하고 동계 사료작물을 작부체제로 재배할 경우 파종시기가 10월 상순경으로 호밀의 경우는 문제가 없지만, 총체보리와 이탈리아 라이그라스는 파종시기가 지연되면 월동률이 저하하고 이듬해 생육이 불량하여 생산량이 낮아지므로 사실상 중부지역에서는 벼와 작부체계를 이루는 답리작 재배는 그다지 권장되지 못하였다. 한편 중부지

역은 벼의 작기로 보아 5월 20일 경까지 사료작물을 수확하고 5월 말까지 이앙을 완료하는 것이 권장되므로 적 작목으로는 호밀과 보리가 유리하다고 알려져 왔다(서 등, 2004). 또한 이탈리아 라이그라스는 내한성이 약하여 대전이 남에서 안전재배가 가능하였으나 내한 다수성 품종인 화산101호 및 내한 조숙성 품종인 코그린이 개발되어 중부지역에서도 답리작 재배가 가능하게 되었다(최 등, 2000, 최 등, 2006).

한편 쌀 소비 감소에 의한 논의 휴경면적이

농촌진흥청 축산과학원 (National Institute of Animal Science, RDA, Cheonan 330-801, Korea)

* 건국대학교 (College of Animal Husbandry, KonKuk Univ. Seoul 143-701, Korea)

Corresponding author : Young Chul Lim, National Institute of Animal Science, RDA, Cheonan 330-801, Korea.

Tel : +82-41-580-6747, Fax : +82-41-580-6779, E-mail : ycliml@rda.go.kr

증가될 것으로 전망되고 있으며(김 등, 2005; 박과 김, 2002) 이와 같은 휴경지에 벼 대체 사료작물 재배가 시도 되고 있어 그중 총채 벼 재배도 증가할 것으로 예측하고 있다. 또한 정부의 조사료관련 지원정책으로 논을 이용한 동계 사료작물인 총채보리, 이탈리아 라이그라스, 호밀 등의 재배면적도 늘어나고 있다(서 등, 2004, 김 등, 2005). 따라서 중부지역(수원)에서 총채 벼와 동계 사료작물을 연계하면 답리작 재배가 가능할 것으로 사료되어 본시험은 동계 사료작물의 초종별 조기 파종효과를 구명하고자 2003년 가을부터 2005년 봄까지 2년간 시험을 실시하였다.

II. 재료 및 방법

1. 포장시험

본 시험은 중부지역 답리작에서 이탈리아 라이그라스(Italian ryegrass, IRG, *Lolium multiflorum*), 총채보리(barley, *Hordeum vulgare*), 호밀(rye, *Secale cereale*)을 재배할 경우 파종시기가 생육 특성, 수량 및 사료가치에 미치는 영향을 구명하기 위하여 2004년부터 2005년까지 2년간 축산과학원(수원) 포장에서 실시하였다. 파종 시기는 총채 벼를 재배하여 수확하고 동계 사료작물을 파종할 수 있는 시기에 맞추어 파종한 조기파종구(9월26일)와 중부지역에서 일반적으로 식용 벼를 수확 후 파종하는 시기에 맞추어 파종한 처리를 관행파종(10월11일)구로 하여 두 가지 시기로 하였으며, 공시초종은 축산과학원에서 개발한 이탈리아 라이그라스로 만생종은 내한 다수성인 Hwasan 101를 공시하였으며 조생종은 내한 조숙성인 Kogreen으로 하였다. 총채보리는 선우품종을, 호밀은 Koolgrazer를 공시하였다. 파종은 20cm 세조파로 하였고, 시비량은 인산150, 칼리 150kg/ha을 기비로 사용하였으며 질소비료는 200kg/ha을 기비와 월동 후 추비로 각각 50%씩 분시 하였다. 구당면

적은 12m²(3×4m)로 3반복으로 수행하였다. 수확은 이듬해 중부(수원)지역 벼 이앙에 맞추어 5월 20일에 모두 예취하였다. 생육특성 및 수량조사 등은 농촌진흥청(2003) 농업과학기술 연구 조사 분석 기준에 의거 실시하였다.

2. 수량 및 사료가치분석

생초수량은 전구를 예취하여 평량하였으며 각 구마다 300~500g씩 sample을 취하여 65℃의 열풍순환 건조기에서 72시간 이상 건조 후 건물울을 구하여 ha당 건물수량으로 환산하였고 그 시료를 Wiley mill로 분쇄하여 조단백질은 AOAC(1990) 방법에 의거하여 Kjeltex auto system(Buchi 322)으로 분석하였으며, NDF와 ADF 함량은 Goering과 Van Soest(1970) 방법에 의해 분석하였다. *In vitro* 건물소화율 (IVDMD)은 Tilley 및 Terry (1963)의 방법으로, 가소화양분(TDN) 수량은 Menke 및 Huss (1980)의 방법을 이용하여 계산하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 작물별 생육특성 비교

(1) 수확 시 생육특성 및 속기

중부(수원)지역 에서 동계 사료작물의 수확 시기는 벼 이앙(5월 30일경)에 지장을 초래하지 않는 범위에서 결정해야 하며 그 시기는 일반적으로 5월 20일 경이며(서 등, 2004), 동계 사료작물의 수확 시 유효경수, 초장 등 생육특성 및 속기는 수량에 많은 영향을 미치게 된다. 초장은 관행 파종구에 비하여 조기 파종구가 전반적으로 13cm 컷다. 초종 간에는 호밀이 가장 컷고, 그 다음은 총채보리, 이탈리아 라이그라스 조생종인 코그린, 만생종인 화산 101호의 순이었다. 초종들 간의 초장 차이는 품종의 유전적 고유 특성에서 기인된 것이나 화산101호는 만생종으로 수확시기(5월 20일)에 출수

시로 충분히 생육하지 못하여 초장이 작았던 것으로 사료된다. 김 등(2005)은 초장은 호밀이 120.9~126.9cm로 가장 컸으며, 총체보리는 94.9~104.5cm로 이탈리아 라이그라스 보다 작았다고 하여 본 시험의 결과 중 호밀과 총체보리의 초장은 같은 경향을 나타내고 있으며 이탈리아 라이그라스는 조기에 수확되었으므로 총체보리 보다 적었던 것으로 판단된다.

1m²당 경수는 호밀을 제외한 총체보리와 이탈리아 라이그라스는 전반적으로는 관행 파종구에 비하여 조기 파종구에서 월등히 많아 조기 파종효과가 뚜렷하였다. 초종 간에 조기파종효과는 이탈리아 라이그라스 화산 101호, 코그린, 총체보리, 호밀 순이었다. 초종별로 보면 호밀은 조기 파종구가 779개/1m²인 반면 관행 파종구는 795개/1m²로 관행 파종구가 더 많아 파종시기와 무관한 것으로 나타난 반면 총체보리의 경우는 조기 파종이 533개/1m²로 관행 파종보다 77개/1m²가 많았다. 이탈리아 라이그라스의 품종 간에는 코그린 보다 화산101호가 많았으며 파종시기 간에는 조기 파종에서 화산 101호는 408개/1m², 코그린은 384개/1m²가 더 많아 일찍 파종하면 수량에 영향을 미치는 경수의 확보가 매우 유리한 것으로 나타났다. 특히 총체보리 보다는 이탈리아 라이그라스에서

조기 파종 시 경수의 증가가 두드러지게 많아 앞으로 적극적인 조생 품종 도입의 검토가 요망된다.

수확시 생육시기는 호밀과 코그린은 각각 개화기와 수전기로 조기 파종이나 관행 파종 모두 수확적기에 도달하였으나 총체보리는 조기 파종이나 관행 파종 모두 호숙기로 적기인 황숙기보다 다소 일찍 수확 할 수밖에 없었다. 이탈리아 라이그라스 화산 101호는 조기 파종의 경우 출수시로 다소 조기에 수확되었으며 관행 파종 시는 수잉기로 더욱 늦어져 중부지방에서는 매우 불리한 결과를 얻었으나 조생종인 코그린의 경우는 중부지역 벼 이앙시기인 5월 20일 경 수확 적기인 수전기에 도달할 수 있어서 앞으로 중부지방에서 답리작 재배의 가능성을 밝게 하고 있다. 김 등(2005)의 보고에 의하면 출수기가 호밀과 울보리 품종은 각각 4월 24일과 4월 26일로 차이가 없었고, 이탈리아 라이그라스는 5월 4~5일 경으로 차이가 있었다고 보고하였는데 본 시험의 결과와는 다소 차이가 있다. 또한 최 등(2006)에 의하면 화산 101호는 5월 21일, 코그린은 5월 4일에 출수한 것으로 보고하였으며 서 등(2004)은 출수기는 호밀이 4월 27일~29일로 가장 빨랐고 울보리는 5월 1일 이었으며 이탈리아 라이그라스 조생종

Table 1. Effect of the seeding date on growth characteristics

Treatment		Plant height (cm)	Branch number (no. per 1m ²)	Maturity of harvesting
Early seeding after whole crop rice (26 September)	Rye	159	779	Blooming stage
	Barley	93	533	Dough stage
	Hwasan 101	84	1,364	Heading stage
	Kogreen	98	1,203	Full heading stage
	Mean	109	970	
Conventional seeding after whole crop rice (11 October)	Rye	155	795	Blooming stage
	Barley	85	456	Dough stage
	Hwasan 101	68	956	Heading stage Booting stage
	Kogreen	74	819	Full heading stage
	Mean	96	757	

은 5월 7일, 만생종은 5월 21일로 보고하여 본 시험의 결과와 비슷한 결과를 얻었다. 서 등(2004)은 보리의 수확적기를 유숙기에서 황숙기라 하여 본시험은 호숙기에 수확하였으므로 적기에 수확이 되었다고 할 수 있다. 이탈리아 라이그라스는 개화기~유숙기가 수확 적기라하여 본 시험은 출수시와 수잉기에 수확 하였으므로 수확적기에 미치지 못하였던 것을 뒷받침하고 있다.

2. 작물별 건물수량 및 TDN 수량 비교

파종시기 간의 건물수량은 조기 파종(9월26일)구가 관행 파종(10월11일)보다 27% 증수되었다. 초종 간에는 호밀을 기준으로 하였을 때 총체보리는 18% 감소, 이탈리아 라이그라스는 42-47%가 감소되어 호밀이 가장 좋은 것으로 나타났다. 그러나 초종별로는 조기 파종 시에 호밀 12%, 총체보리 22%, 이탈리아 라이그라

스 화산101호 11%, 코그린 29%로 모두 증수되었다. 한편 이탈리아 라이그라스의 조생종 코그린과 만생종인 화산101호와의 비교는 조기 파종 시에 코그린이 8%의 증수효과가 있었으나, 관행파종으로 파종시기가 늦었을 경우는 오히려 8% 감소되었다. 이와 같은 결과는 코그린이 조생종으로 파종시기가 늦어지면 월동전 정착이 만생종보다 불리하여 그 영향이 수량에 까지 미치는 것으로 사료된다. 이 등(2006)은 수확시기의 건물수량은 모든 초종에서 수확시기가 진행될수록 건물수량이 현저히 증가되었다고 보고하였으며, 김 등(2005)의 결과는 건물수량은 호밀과 총체보리는 10~11ton/ha 정도로 비슷하였으며 이탈리아 라이그라스에서는 7~8 ton/ha으로 낮았다고 하였는데 본 시험에서는 전반적으로 건물수량이 낮았으며 특히 조기 파종보다 관행 파종에서 수량이 더 낮게 나타났다. 하지만 초종간의 경향은 같았다.

TDN수량도 다소 차이는 있지만 건물수량과

Table 2. Effect of the seeding date on DM yield and TDN yield

Treatment		DM ¹⁾ (kg/ha)	Index of dry matter (%)	TDN ²⁾ (kg/ha)	Index of TDN (%)
Early seeding after whole crop rice (26 September)	Rye	11,661	100	6,748	100
	Barley	8,341	72	5,504	82
	Hwasan 101	5,282	45	3,583	53
	Kogreen	6,137	53	3,885	58
	Mean	7,855	100	4,930	100
LSD(0.05)		708.5		2,834	
CV		4.5		28.1	
Conventional seeding after whole crop rice (11 October)	Rye	10,197	88	5,766	86
	Barley	5,816	50	3,847	57
	Hwasan 101	3,955	34	2,811	42
	Kogreen	2,973	26	2,030	30
	Mean	5,735	73	3,614	73
LSD(0.05)		2,064		1,397	
CV		17.9		22.2	

DM¹⁾ : dry matter.

TDN²⁾ : total digestible nutrients.

같은 경향으로 파종시기 간에는 27%, 초종별로는 조기 파종구에서 호밀은 14%, 총체보리는 25%, 이탈리아 라이그라스 화산101호는 11%, 코그린은 28% 증수되었다. 서 등(2004)은 초종별 TDN 수량은 보리 황숙기 때 6,242 kg/ha, 호밀 개화기 6,033 kg/ha, 이탈리아 라이그라스 2,850 kg/ha으로 보고하여 호밀과 보리는 비슷한 경향을 보이고 있으나 이탈리아 라이그라스는 조기에 파종할 경우 3,583~3,885 kg/ha으로 높게 나타나 분시험의 조기 파종 효과를 입증하여 주고 있다.

3. 작물별 사료가치 비교

조단백질, ADF, NDF 함량과 모두 파종시기 간에는 조기 파종에 비하여 관행 파종 시에 높았는데 관행 파종구는 수확시기에 생육이 늦어 사료가치 면에서는 우수하였던 것으로 판단된다. 초종 간에는 이탈리아 라이그라스 화산 101호, 코그린, 총체보리, 호밀 순으로 낮아졌다. 상대사료가치(RFV)는 조기 파종구에 비하여 관행 파종구가 10이 높았으며, 소화율도 관행 파종구에서 4.8% 높았다. 초종간의 상대사료가치(RFV)는 이탈리아 라이그라스 조기 파

종구에 비하여 관행 파종구에서 14~24, 총체보리는 9가 높아 늦게 파종하는 것이 사료가치 면에서는 우수한 것으로 나타났으나 호밀은 반대로 관행파종에 비하여 조기파종이 5가 높았다. 이것은 호밀은 조기에 파종하면 숙기가 빨라져 알곡으로 다소의 양분이 전이된 시기에 예취하게 된 결과로 사료된다. 한편 소화율도 상대사료가치(RFV)와 같은 경향으로 나타났다. 따라서 중부지역 벼 이앙시기인 5월 20일 경에 전 초종을 수확하게 되므로 숙기가 늦은 초종이 질적으로는 우수하였다는 것을 보여주고 있다. 최 등(2006)에 의하면 신품종 코그린의 사료가치는 화산 101호보다 3.1% 낮다고 보고하였으며, 조단백질 함량은 높다고 보고하여 이탈리아 라이그라스의 사료가치는 같은 경향을 보여주고 있으나 조단백질 함량은 다소 차이가 있었다. 이 등(2006)은 CP 함량은 모든 초종에서 수확시기가 진행됨에 따라 낮아졌던 반면 NDF, ADF와 같은 섬유소 물질은 높아지고 *In vitro* 건물소화율은 낮아졌다하여 본 시험의 결과와 비슷한 결과를 얻었다. 서 등(2004)은 작목별 ADF, NDF 함량이 평균적으로 보리는 30.5%와 57.2%, 호밀은 35.5와 60.6%이었으며 이탈리아 라이그라스는 30.5%와 55.5%로 보고

Table 3. Effect of the seeding date on feed value

Treatment		C P (%)	ADF (%)	NDF (%)	RFV ¹⁾	Estimates of digestibility (%)
Early seeding after whole crop rice (26 September)	Rye	9.5	39.3	66.8	81	44.2
	Barley	11.4	29.0	59.6	104	57.1
	Hwasan 101	11.4	26.7	51.0	124	76.5
	Kogreen	10.9	32.4	58.5	101	61.8
	Mean	10.8	31.8	59.0	103	59.9
Conventional seeding after whole crop rice (11 October)	Rye	9.2	40.6	69.6	76	42.6
	Barley	11.4	28.8	54.9	113	62.3
	Hwasan 101	17.8	22.6	44.9	148	85.9
	Kogreen	12.2	26.1	55.3	115	67.8
	Mean	12.7	29.5	56.2	113	64.7

RFV¹⁾ : relative feed value.

하여 본시험의 결과와 같은 경향이었으나 이탈리아 라이그라스는 본 시험의 결과가 다소 낮게 나타나 앞에서 언급한 바와 같이 조기수확에 의한 질적 우수성이 입증된 것으로 판단된다.

IV. 요약

본 시험은 중부지역 답리작에서 파종시기를 달리하여 이탈리아 라이그라스(Italian ryegrass, IRG, *Lolium multiflorum*), 총체보리(barley, *Hordeum vulgare*), 호밀(rye, *Secale cereale*)을 재배할 경우 생육특성, 수량 및 사료가치에 미치는 영향을 구명하기 위하여 2004년부터 2005년까지 2년간 축산과학원(수원) 포장에서 시험을 실시하였다. 생육특성 및 숙기는 조기 파종(9월 26일) 구에서 관행 파종(10월 11일) 구보다 각 초종 공히 초장도 길고 1m²당 유효경수도 많았다. 특히 호밀과 보리보다는 이탈리아 라이그라스의 경우 차이가 더 많아 조기파종 효과가 뚜렷하였다. 수확시기는 호밀과 코그린은 각각 개화기와 수전기로 적기였으나 보리는 호숙기, 화산 101호는 출수 시로 다소 조기에 수확되었으며 관행 파종 시는 이탈리아 라이그라스의 경우 더욱 늦어졌다. 따라서 이탈리아 라이그라스도 조생종인 코그린의 경우는 중부지역 벼 이앙에 지장이 없는 5월 20일 경 수확 적기에 도달할 수 있어서 앞으로 중부지방에서 답리작 재배의 가능성을 밝게 하고 있다. 수량은 조기 파종(9월 26일) 구가 관행 파종(10월 11일) 구보다 각 초종 공히 대폭 증수 되었으며 초종 간에는 호밀을 기준으로 하였을 때 총체보리는 18% 감소, 이탈리아 라이그라스는 42~47%가 감소되어 호밀이 가장 좋은 것으로 나타났다. 결과적으로 각 초종 공히 조기 파종 시에 증수 되었으며 특히 숙기가 늦은 이탈리아 라이그라스와 보리에서 조기 파종의 효과가 뚜렷하였다. 사료가치는 조기 파종보다 관행 파종 시에

우수하였고 초종 간에는 생육시기가 늦은 화산 101호 > 코그린 > 보리 > 호밀 순이었다. 이와 같은 결과는 중부지역 벼 이앙시기인 5월 20일 경에 전 초종을 수확하게 되므로 숙기가 늦은 초종이 질적으로는 우수하였다는 것을 보여주고 있다.

V. 인용 문헌

1. 김원호, 신재순, 임영철, 서 성, 김기용, 이종경. 2005. 논에서 여름 및 겨울 사료작물의 최적 작부체계에 관한 연구. 한초지 25(4):233-238.
2. 농촌진흥청. 2003. 농업과학기술 연구 조사 분석 기준.
3. 박근제, 김원호. 2002. 벼 대체 논 사료작물 재배 및 이용기술. 농촌진흥청 축산연구소. pp. 39-91.
4. 이형석, 이인덕. 2006. 대전지역에서 추파 사료작물의 건물수량 및 사료가치 비교 연구. 한초지 26(4):249-256.
5. 서 성, 김원호, 김종근, 최기준. 2004. 권역별 답리작 사료작물 최대 생산을 위한 적작목(품종) 선발. 1. 중부지방(수원)을 중심으로. 한초지 24(3):207-216.
6. 신재순, 김원호, 윤세형, 서 성. 2007. 간척지 재배에 적합한 사료작물 작부체계 연구. 한초지 27(2):117-122.
7. 최기준, 임용우, 김기용, 최순호, 성병렬, 김원호, 신동은, 임영철. 2000. 내한 다수성 이탈리아 라이그라스 신품종 화산101호. 한초지 20(1):1-6.
8. 최기준, 임영철, 임용우, 성병렬, 김맹중, 김기용, 서 성. 2006. 내한 조숙성 이탈리아 라이그라스 신품종 코그린. 한초지. 26(1):9-14.
9. AOAC. 1990. Official method of analysis. 15th ed. Association of official analytical chemists. Washington, DC.
10. Goering, H.L. and P.J. Van Soest. 1970. Forage fiber analysis. Agr. Handbook No. 379. USDA.
11. Menke, K.H. und W. Huss. 1980. Tierernaehrung und futtermittel-kunde. UTB Ulmer. pp. 38-41.
12. Tilley, J.A.M. and R.A. Terry. 1963. A two stage technique for *in vitro* digestibility of forage crops. J. Birt. Grassl. Sci. 18:104-111.