

Research Article

## 남부지역 논에서 이탈리아 라이그라스와 하계 사료작물을 연계한 작부체계에 관한 연구

정종성<sup>1</sup>, 이세영<sup>1</sup>, 오미래<sup>1</sup>, 박형수<sup>1</sup>, 윤아나<sup>2</sup>, 최기춘<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>국립축산과학원, <sup>2</sup>전라남도 축산기술연구소

## Study on Forage Cropping System Using Summer Forage Crops with Italian Ryegrass at Paddy Land of Gangjin Region in South Korea

Jeong Sung Jung<sup>1</sup>, Se Young Lee<sup>1</sup>, Mirae Oh<sup>1</sup>, Hyung Soo Park<sup>1</sup>, Ana Yun<sup>2</sup> and Ki Choon Choi<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>National Institute of Animal Science, RDA, Cheonan, 31000, Republic of Korea

<sup>2</sup>Livestock Institute, Jeollanamdo Agricultural Research and Extension Services, Kangjin 59213, Korea

### ABSTRACT

This experiment was carried out to examine double cropping system using Italian ryegrass (IRG) 'Kowinearly', whole crop rice 'Yeongwoo' and barnyard millet 'Jeju native' during the Oct. 2020 to Oct. 2022. Three kinds of forage crops were cultivated at paddy field in Livestock Institute, Jeollanamdo Agricultural Research and Extension Services, Jeollanamdo, South Korea. Whole crop rice (WCR) was sown in late May and barnyard millet (BM) sown early June each year after harvesting IRG. We examined dry matter yield and feed value of forage crops depending on harvest time of forage crops during the experimental period. The plant height in heading stage of IRG ranged from 108 to 112cm and dry matter yield ranged from 6,783 to 11,530 kg ha<sup>-1</sup>. The crude protein (CP) of IRG ranged from 6.0 to 8.44%, acid detergent fiber (ADF) ranged from 55.6 to 60.2% and neutral detergent fiber (NDF) ranged from 32.58 to 36.7%. The dry matter yield of WCR increased as the harvest stage was delayed (14,310 kg ha<sup>-1</sup> in milk, 16,167 kg ha<sup>-1</sup> in yellow ripen, and 18,891 kg ha<sup>-1</sup> in mature). Similar to results of dry matter yield of WCR, dry matter yield of BM increased as the harvest stage was delayed (11,194 kg ha<sup>-1</sup> in late heading, and 14,308 kg ha<sup>-1</sup> in mature). However nutrient content of WCR and BM showed a decreasing trend. As shown in above results, the productivity of WCR after harvesting IRG was shown to be high at paddy field in the southern region. However, BM also was appeared to have potential as summer forage crops.

(Key words: Barnyard millet, Double cropping system, Italian ryegrass, Whole crop rice)

### I. 서론

최근 기후환경 변화에 따른 수입 곡류 및 조사료 수입단가 상승으로 국내 조사료 공급상황이 좋지 않아 축산 농가는 많은 어려움에 직면해 있다. 우리나라 축산업은 수입곡물사료에 대한 의존도가 높기 때문에 축산경영비가 축산선진국에 비해 현저하게 높은 상황이다. 경영비를 절감하기 위해서는 양질의 조사료를 재배 확대하여 생산하고 이용할 필요가 있다. 많은 연구자들은 우리나라 작물재배 여건상 조사료의 안정적 확보를 위해서는 답리작을 이용한 동계작물과 하계 사료작물을 연계한 이모작 작부체계를 이용해야 한다고 보고하였다(Ju et al., 2012; Song et al., 2014; Kim et al., 2018a; Kim et al., 2018b). 특히 양질의 국내산 조사료를 이용하고 조사료의 자급률을 제고시키기 위해서도

논을 최대한 이용하여 겨울철에 조사료를 증산하는 것이 필요한 실정이다.

이제까지 우리나라는 경지면적이 협소하여 논을 이용한 동계 사료작물 위주로 양질의 조사료 재배가 활발하게 추진되었다(Seo et al., 2004; Han et al., 2012; Song et al., 2014; Kim et al., 2015). 정부는 '전략작물직불제 사업'을 지원하여 쌀값 안정과 조사료 수급 안정을 위하여 많은 노력을 기울이고 있다. 이러한 이유로 인하여 논 이용 하계사료작물 재배이용은 매우 중요한 이슈로 떠오르고 있기 때문에 논을 이용한 양질의 조사료 생산은 매우 필요한 실정이다. 논을 이용하여 양질의 조사료를 안정적으로 재배하고 생산하기 위해서는 동계사료작물과 하계 사료작물의 이모작 재배는 매우 중요하다(Kim et al., 2018a).

우리나라에서 동계사료작물로는 이탈리아 라이그라스(Italian

\*Corresponding author: Ki Choon Choi, Grassland and Forages Division, National Institute of Animal Science, Rural Development Administration, Cheonan 31000, Korea  
Tel: +82-41-580-6752, E-mail: choiwh@korea.kr

ryegrass, IRG), 청보리 등이 이용되고 있고, 하계사료작물로는 옥수수, 수수류 등이 이용되고 있다(Kim et al., 2005). 특히 우리나라에서 동계작물의 약 83%를 차지하고 있는 IRG는 내습성이 강하고 사료가치가 우수하여 경종농가와 축산농가가 선호하는 작물로 알려져 있다(Choi et al., 2018). 또한 IRG는 단백질함량이 높고 가축기호성이 좋아 다양한 품종 즉, 코윈어리, 그린팜, 코스피드, 화산 104 등이 개발되어 보급되고 있다. 그러나 IRG는 청보리에 비해 초기생육이 느리기 때문에 파종시기가 중요하다. IRG는 월동률과 수량성을 고려하여 중부지역에서 IRG의 파종시기를 10월 초 이전 그리고 남부지역에서는 10월 하순까지 파종을 해야 한다(Seo et al., 2011). 이처럼 논에서 재배가 유리한 IRG는 다양한 품종이 개발되어 전국적으로 재배 이용되고 있으나 하계사료작물은 매우 부족한 실정이다.

정부 정책 사업으로 국내 개발 사료용 벼 재배 면적이 확대됨에 따라 재배 농가에서 사료용 벼 품종의 적정 수확시기 및 생산성에 대한 연구가 다양하게 시도되었고 최근 다시 전락작물직불제(MAFRA, 2023)가 도입되어 사료용벼에 대한 관심이 집중되고 있다. 또한 하계작물로서 재배가 가능한 사료 피는 비옥도가 낮고 배수가 불량한 건조한 지역에서 생육이 양호할 뿐 아니라 염 농도가 높은 간척지에서 생육이 좋은 특성이 있기 때문에 최근 경종농가에서 재배하고자 하는 시도가 높아지고 있다. 특히 사료 피는 옥수수나 수수류와 달리 IRG나 청보리 등에 이용할 수 있는 수확장비를 이용하여 사일리지나 건초를 제조할 수 있기 때문에 경종농가에서 선호하는 하계작물이다.

따라서 본 연구는 남부지방에서 논 이용 안정적인 동-하계 사료작물 연계 작부체계 기술 개발은 양질의 조사료 재배면적 확대를 위해 매우 중요하기 때문에 동계사료작물인 IRG 그리고 하계작물인 사료용벼와 사료 피를 이용하여 논 안정 조사료 생산 작부체계를 제시하고자 수행하였다.

## II. 재료 및 방법

본 연구는 동계사료작물인 IRG ‘코윈어리’를 수확한 다음 후작물로 하계작물인 사료용 벼 ‘영우’와 사료 피 ‘제주피’ 파종하여 안정된 사료작물 생산시스템을 조사하고자 전라남도 농업기술원 축산연구소 초지사료 포장(강진) 논에서 2020년 10월부터 2022년 10월까지 수행하였다. 시험기간 동안의 기상(기온 및 강수량)은 Fig. 1.에서 보는 바와 같다. 동계 및 하계사료작물은 1,299 m<sup>2</sup> 면적의 시험포장에 파종하였고, 파종 후 약 15~20 cm 생장하였을 때 시험구를 대표 할 수 있는 장소를 선정하여 각 시험구당 3 m<sup>2</sup>(1 m×1.5 m) 크기의 조사구를 3개씩 설정하여 생육 특성 및 생산성을 조사하였다. 조사구 별로 사료작물의 생육특성(출수기, 초장, 도복, 병해발생 등)과 건물생산량을 조사하였다. IRG 파종은 2020년 10월 20일 그리고 2021년 10월 12일에 ha당 40 kg을 중자살포기를 이용하여 산파하였다. 작부조합별 처리는 T1(사료용 벼+IRG), T2(사료 피+IRG)로 2처리하였다. 사료용 벼는 재식거리 30×15 cm로 6월 2일 이앙하였고, 사료 피(40 kg ha<sup>-1</sup>)는 5월 24일에 산파하였다. 시비량은 토양분석 후 진단시비 처방기준에 준하였는데 시비량은 파종 당일에 IRG는 질소(N)-인산(P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)-칼리(K<sub>2</sub>O)를 기준으로 140-120-120 kg ha<sup>-1</sup> 사용하였으며 이중 인산과 칼리는 전량 기비로 사용하였고, 질소는 기비 30%, 이른 봄 추비 70%로 나누어 분시 하였다.

사료용벼는 모판에 파종한 후 약 2주 동안 자란 후 이앙기를 이용하여 유포를 논에 이앙하였다. 재식거리는 30 cm × 15 cm로 하였으며, 시비량은 질소(N)-인산(P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)-칼리(K<sub>2</sub>O)를 150-100-100 kg ha<sup>-1</sup>을 기준으로 질소는 기비(50%)→분얼비(20%)→수비(30%)로 하고 인산은 전량 기비로 그리고 칼리는 기비(70%)→수비(30%)로 하여 사용하였다. 기타 물 관리는 표준재배법에 의해 이루어졌으며, 제초관리를 위해 이앙 10일 후 메타조선택류론-옥사지클로메폰 액상수화제재(Matazosulfuron 1.6% 및 Oxazicomefone

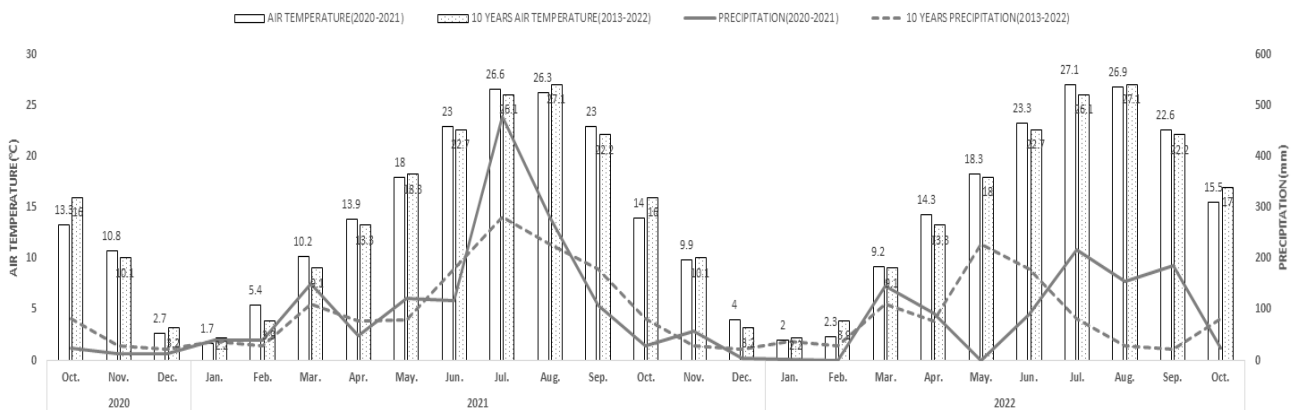


Fig. 1. Average air temperature and precipitation during the growing season in Gangjin region in Southern Korea.

1.2%)를 ha 당 5L 비율로 원액수면 점적처리 하였고 병충해는 발생하지 않았다.

사료 피는 질소(N)-인산(P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)-칼리(K<sub>2</sub>O)를 기준으로 150-100-100 kg ha<sup>-1</sup> 사용하였으며 이중 인산과 칼리는 전량 기비로 사용하였고, 질소는 기비 50%, 이른 봄 추비 50%로 나누어 분시 하였다.

IRG 수확은 2021년 5월 10일 그리고 2022년 5월 4일에 실시 하였다. 사료용 벼는 출수 후 50일째에 수확하고 유숙기, 황숙기, 완숙기에 그리고 사료 피는 출수기와 완숙기에 수확하여 조사항목(초장, 건물수량, 사료가치)을 농촌진흥청 농사시험 조사기준에 준하여 실시하였다. 건물수량은 각 조사구별로 200~300g의 시료를 골고루 채취하여 65~70°C 순환식 송풍건조기에서 48~72시간 건조 후 건물 중량을 평량한 다음 건물함량을 산출한 후 조사된 수량에 건물함량을 곱하여 ha 단위로 환산하였다

사료가치 분석을 위한 시료는 조사구별로 채취하여 건조한 시료를 20 mesh screen이 달린 Wiley mill로 분쇄하여 이중마개가 있는 플라스틱 시료통에 넣고 직사광선이 들지 않는 곳에 보관하며 분석에 이용하였다. 조단백질 함량은 AOAC (2000)법, NDF (neutral detergent fiber) 및 ADF(acid detergent fiber) 함량은 Goering and Van Soest(1970)법을 이용하였다.

본 시험에서 얻은 모든 결과는 용 Windows SPSS/PC (Statistical Package for the Science, ver12.0. USA) 통계프로그램을 이용하여 최소유의성 검정은 P-value 0.05였다.

### III. 결과 및 고찰

#### 1. 동계사료작물 IRG 생산성 및 사료가치

남부지역 논에서 동계사료작물인 IRG의 생육특성 및 건물수량은 Table 1에 나타낸바와 같다. 시험기간 동안 IRG의 병해는

나타나지 않았으며 도복은 5-8정도로 심한상태를 보여주었다. 시험기간 동안 본 연구의 IRG 수확기인 출수기에 초장은 108-112 cm였으며 건물수량은 6,783~11,530 kg ha<sup>-1</sup>이었다. Lee and Kim (2017)은 코원어리 초장은 89.9 cm 그리고 건물수량은 6,927 kg ha<sup>-1</sup>라 보고하였는데 본 연구의 건물수량이 2021년에는 11,510 kg ha<sup>-1</sup>로 Lee and Kim (2017)의 결과보다 높았으나 2022년에는 6,957 kg ha<sup>-1</sup>로 유사한 결과를 보였다. 이는 5월 (Fig. 1.)에 가뭄 등의 영향으로 코원어리의 속기가 빨라져 생육에 영향을 받은 것으로 판단된다. 이상의 결과에서 보논바와 같이 월동 사료작물인 IRG는 기상-토양조건에 따라 생육 및 생산성 차이를 보이기 때문에 지역특성과 재배지를 고려한 재배기술 접목이 필요하다. 또한 최근 건조와 습해 등 이상기상이 자주 발생하는 것을 고려할 때 안정된 양질 IRG의 생산을 위해서는 다양한 재배환경여건에 관한 연구접근이 시도되어야 것으로 판단 된다.

IRG의 조단백질, NDF, ADF, TDN 등 사료가치는 Table 1과 같다. IRG의 조단백질 함량은 6.0-7.22%, NDF와 ADF 함량은 각각 55.68~58.44%와 34.81~34.19%로 나타났다. 연차 간 IRG의 사료가치는 약간의 차이를 보였으나 통계적인 차이는 나타나지 않았다. Lee and Kim (2017)은 논에서 IRG의 조단백질 함량은 12.9%, NDF와 ADF함량 각각 63.5%, 40.1%로 보고하였다. 그러나 Seo et al. (2011)은 IRG의 조단백질 함량 10% 그리고 NDF와 ADF 함량은 각각 64%, 38.7%라고 보고하였는데 본 연구의 결과와 상이한 결과를 보였다. 본 연구결과는 봄 가뭄 등이 IRG생육에 영향을 준 것이 주요 원인으로 판단된다.

#### 2. 사료 피와 사료용벼의 생산성

남부지역 논에서 하계사료작물 사료용벼 및 사료 피 건물수량은 Table 2에 나타낸바와 같다. 사료용 벼의 유숙기, 황숙후기, 완숙기의 초장은 각각 130 cm, 131 cm, 134 cm였고 건물수량은

Table 1. Growth characteristics, dry matter yield and chemical composition in cultivating Italian ryegrass on paddy field in Gangjin region in Southern Korea

Forage cropping system	Year	Cold damage leaf (1-9) <sup>3</sup>	Lodging (1-9) <sup>3</sup>	Plant height (cm)	Dry matter yield (kg ha <sup>-1</sup> )	CP <sup>4</sup> (%)	NDF <sup>5</sup> (%)	ADF <sup>6</sup> (%)
IRG+WCR <sup>1</sup>	2021	1	8	109.8	11,490	6.00	59.80	36.70
	2022	2	5	109.1	7,131	7.66	55.56	32.91
	Mean	2	7	109.5	9,311	6.83	57.68	34.81
IRG+BM <sup>2</sup>	2021	1	8	108.0	11,530	6.00	60.2	35.80
	2022	2	5	111.5	6,783	8.44	56.67	32.58
	Mean	2	7	109.8	9,157	7.22	58.44	34.19

<sup>1</sup>Forage cropping system: Italian ryegrass + whole crop rice (WCP).

<sup>2</sup>Forage Cropping system: Italian ryegrass + barnyard millet (BM).

<sup>3</sup>1=strong, 9=weak.

<sup>4</sup>CP: Crude protein; <sup>5</sup>NDF: Neutral detergent fiber; <sup>6</sup>ADF: Acid detergent fiber.

각각 14,310 kg ha<sup>-1</sup>, 16,167 kg ha<sup>-1</sup>, 18,891 kg ha<sup>-1</sup>로 숙기가 진행될수록 수량은 증가하였다. 사료 피의 출수후기 및 완숙기의 초장은 각각 140cm, 135cm였고 건물수량은 각각 11,194 kg ha<sup>-1</sup>, 14,308 kg ha<sup>-1</sup>로 나타났다. Kim et al. (2018a)은 경남지역 논에서 사료용벼의 건물수량이 18,802 kg ha<sup>-1</sup> 보고하였다. 본 연구의 건물수량 16,166 kg ha<sup>-1</sup> 보다 약간 높게 나타났다. Park et al.(2022)은 천안지역 밭에서 출수후기의 사료 피의 수량이 23,872 kg ha<sup>-1</sup> 로 보고 하였고 Kim et al. (2006)은 제주지역 밭에서 건물수량이 8,116 kg ha<sup>-1</sup>라고 보고 하였다. 이처럼 본 연구의 생산성과 차이를 보이는 것은 재배지역의 기후환경과 논에서 재배한 것이 주요 원인으로 판단된다.

### 3. 사료 피와 사료용 벼의 사료가치

남부지역 논에서 하계사료작물 사료용 벼 및 사료 피 사료가치는 Table 3 및 4에 제시하였다. 사료용벼의 유숙기의 평균 조단백질 함량은 9.97%, NDF와 ADF 함량은 각각 47.9%와 28.03% 그리고 황숙기의 평균 조단백질 함량은 6.52%, NDF와 ADF 함량은 각각 54.01%와 31.49% 그리고 완숙후기의 평균 조단백질 함량은 5.86%, NDF와 ADF 함량은 각각 58.47%와 31.85%로 나타났다. Kim et al.(2018a)은 경남 산청 논에서 사료용 벼 영우의 조단백질 함량은 9.95%, NDF 와 ADF 함량은 각각 35.97%와 54.38%로 보고하였고, Kim et al.(2014)은 충남 천안 논에서

사료용벼 녹양의 조단백질 함량은 5.0%, NDF와 ADF 함량은 각각 61.1%와 28.2%로 보고하였다. 사료용 벼도 타 사료작물과 마찬가지로 품종, 수확시기, 재배지역 등에 따라 다양한 사료가치를 보여주고 있다(Sung et al., 2004; Kim et al., 2014; Kim et al. 2018a). 본 연구에서도 수확시기에 따라서 사료용 벼의 사료가치가 크게 변화된다고 보고한 Sung et al. (2004)의 보고와 유사하게 나타났다.

사료 피의 출수후기의 평균 조단백질 함량은 4.43%, NDF와 ADF 함량은 각각 69.04와 40.67%, 완숙기의 평균 조단백질 함량은 4.26%, NDF와 ADF 함량은 각각 69.04%와 40.67로 나타났다. Park et al. (2022)은 천안 밭에서 조사한 사료 피(제주피)의 사료가치는 파종시기에 따라 영향을 받는다고 하였으며 출수후기에 조단백질 함량은 5.7-5.9%, NDF와 ADF 함량은 각각 60.9-64.0%와 33.0-35.1%로 제시하였다. Shin et al. (2004)은 천안 간척지에서 조사한 제주피의 사료가치는 조단백질 함량은 9.81%, NDF와 ADF 함량은 각각 74.49%와 40.99%라고 제시하였다. 본 연구는 Park et al. (2022)과 Shin et al. (2004)의 연구결과와 차이를 보이는 것은 재배지역 그리고 재배지의 환경 조건에 따른 사료 피의 생육 및 토양 비옥도에 기인한 것으로 판단된다.

사료용벼는 사료 피보다 사료가치가 우수하게 나타났으나 이는 환경-유전적인 요인 등에 따라 사료가치는 다소 차이를 보일 수 있기 때문에 사료작물에 대한 상대적인 비교는 중요하지 않고

Table 2. Growth characteristics and dry matter yield in cultivating whole crop rice and barnyard millet on paddy field in Gangjin region in Southern Korea

Item	Year	Harvest stage of whole crop rice			Harvest stage of barnyard millet	
		Milk	Yellow ripen	Mature	Late heading	Mature
Plant height (cm)	2021		127	126	-	-
	2022	130	135	141	140	135
	Mean	130	131	134	140	135
Dry matter yield (kg ha <sup>-1</sup> )	2021		15,111	19,687	12,164	15,047
	2022	14,310	17,222	18,096	10,225	13,569
	Mean	14,310 <sup>b</sup>	16,167 <sup>abAC</sup>	18,891 <sup>aA</sup>	11,194 <sup>bDB</sup>	14,308 <sup>dBC</sup>

\*<sup>ab</sup> Means with different superscripts within the same row of whole crop rice were significantly different ( $p<0.05$ ).

\*<sup>d</sup> Means with different superscripts within the same row of Barnyard millet were significantly different ( $p<0.05$ ).

\*<sup>ABC</sup> Means with different superscripts within the same row between whole crop rice and barnyard millet were significantly different ( $p<0.05$ ).

Table 3. Chemical composition in cultivating whole crop rice on paddy field in Gangjin region in Southern Korea

Year	Harvest stage of whole crop rice (%)								
	Milk			Yellow ripen			Mature		
	ADF <sup>1</sup>	NDF <sup>2</sup>	CP <sup>3</sup>	ADF	NDF	CP	ADF	NDF	CP
2021				27.49	47.74	7.19	33.29	57.29	6.50
2022	28.56	48.06	9.97	29.70	50.72	5.84	31.85	58.47	5.21
Mean	28.03	47.9	9.97	31.49	54.01	6.52	31.85	58.47	5.86

<sup>1</sup>ADF: Acid detergent fiber; <sup>2</sup>NDF: Neutral detergent fiber; <sup>3</sup>CP: Crude protein.

Table 4. Chemical composition in cultivating whole crop rice on paddy field in Gangjin region in Southern Korea

Year	Harvest stage of barnyard millet(%)					
	Late heading			Mature		
	ADF <sup>1</sup> (%)	NDF <sup>2</sup> (%)	CP <sup>3</sup> (%)	ADF (%)	NDF (%)	CP (%)
2021	39.52	66.78	4.80	41.59	70.79	3.40
2022	37.46	66.87	4.06	39.76	67.29	5.13
Mean	38.49	66.82	4.43	40.67	69.04	4.26

<sup>1</sup>ADF: Acid detergent fiber; <sup>2</sup>NDF: Neutral detergent fiber; <sup>3</sup>CP: Crude protein.

Table 5. Changes of dry matter yield of summer forage crops with Italian ryegrass at Paddy land of Gangjin region in South Korea

Forage cropping system	IRG + Whole crop rice (Total dry matter yield, kg ha <sup>-1</sup> )			IRG + Barnyard millet (Total dry matter yield, kg ha <sup>-1</sup> )		
	Harvest stage	Milk	Yellow ripen	Mature	Late heading	Mature
2021			26,601	31,177	23,694	26,577
2022		21,441	24,353	25,227	17,008	20,352
Mean		21,441 <sup>b</sup>	25,477 <sup>abAB</sup>	28,202 <sup>AA</sup>	21,321 <sup>dB</sup>	24,204 <sup>dBc</sup>

\*<sup>ab</sup> Means with different superscripts within the same row of whole crop rice were significantly different ( $p < 0.05$ ).

\*<sup>d</sup> Means with different superscripts within the same row of Barnyard millet were significantly different ( $p < 0.05$ ).

\*<sup>ABC</sup> Means with different superscripts within the same row between whole crop rice and barnyard milletare significantly different ( $p < 0.05$ ).

사료가치와 생산량을 고려한 작물수확 시기가 매우 중요하다고 판단된다.

#### 4. IRG+하계작물 작부조합의 수량비교

남부지역 논에서 재배한 IRG와 후작물로 재배한 하계작물의 건물수량을 합계하여 나타낸 것은 Table 5와 같다. IRG를 수확한 후 후작물로 사료용벼를 이앙하고 유숙기, 황숙기, 완숙기에 수확한 총건물수량은 각각 21,441 kg ha<sup>-1</sup>, 25,477 kg ha<sup>-1</sup>, 28,202 kg ha<sup>-1</sup>로 숙기가 진행됨에 따라 높았다( $p < 0.05$ )이었다. 그리고 IRG를 수확한 후 후작물로 사료용 피를 파종하여 출수기, 완숙기에 수확한 총 건물수량은 각각 21,321 kg ha<sup>-1</sup>, 24,204 kg ha<sup>-1</sup>로 숙기가 진행됨에 따라 높았다( $p < 0.05$ )이었다. 논에서 이모작으로 재배할 경우 IRG의 수확시기에 따라 후작물이 조사료 생산량이 영향을 받기 때문에 전작물의 수확시기는 매우 중요하다. Seo et al.(2004)은 사료용 피와 벼를 재배하는 작부체계에서 사료용 피와 벼의 파종시기는 전작물인 동계사료작물의 수확시기에 영향을 받는다고 보고하였다.

그러나 일반논기에서 이모작 재배 시 벼를 가급적 일찍 이앙 또는 파종하기 위하여 전작물인 동계사료작물을 조기에 수확하는 경우가 있다. 이때는 수분 함량이 높아 저장조사료제조에 여러 가지 문제점이 발생할 수 있다. 따라서 뒷그루 작물에 지장을 주지 않는 범위 내에서 동계작물은 건물수량이 최대이면서 사료가치가 높은 시기에 수확해야 한다. IRG는 출수후기나 개화초기에 수확

하는 것이 바람직하다고 Choi et al. (2008)은 보고하였다.

조사료를 최대로 생산하기 위한 작부체계에 관한 연구는 다수 이루어졌다. Seo et al. (2010)은 단작보다 이모작의 중요성을 제안하였고, Shin et al. (2007)은 간척지 논에서 동계작물과 하계작물을 연계한 작부체계연구를 수행하였다. Seo et al. (2004)은 논에서 양질의 조사료를 최대한 생산하기 위해서 벼 이앙시기, 건물 생산성, 출수기, 사료가치, 도복 등을 종합하여 전작물인 동계 사료작물의 초종선택의 중요성을 보고하였다.

최근 국내에 빈번하게 발생되는 이상기상에 대응하여 안정적인 조사료를 생산하고 확보할 수 있는 이모작 작부체계에서 동계작물인 IRG와 하계작물인 사료용 피와 벼는 중요한 조사료 자원으로 평가된다. 특히 하계사료작물인 사료용 피는 재배기간이 짧고(60일 이내) 사료가치와 생산성이 우수기 때문에 국내에서 응급조사료용으로 많은 관심이 있기 때문에 재배 확대 가능성이 높을 것으로 판단된다. 향후 이모작 작부체계를 통한 안정적 양질의 조사료 재배와 생산성을 높이기 위해 동계사료작물과 하계사료작물을 연계한 파종시기와 수확시기 등에 대한 연구가 추가적으로 이루어져야 할 것으로 생각된다.

#### IV. 요약

본 시험은 남부지역 논에서 IRG를 수확한 후 하계사료작물로

사료용 벼 ‘영우’와 사료 피 ‘제주피’를 파종하여 하계사료작물의 이용성을 구명하고자 전라남도 농업기술원 축산연구소 시험포장(강진, 논 조건)에서 2020년 10월부터 2022년 10월까지 수행하였다. IRG 초장은 108-112 cm 범위였고 건물수량은 6,783~11,530 kg ha<sup>-1</sup>로 조사되었다. IRG의 조단백질 함량은 6.0-8.44%, NDF와 ADF 함량은 각각 55.6~60.2%와 32.58~36.7%로 나타났다. 사료용벼의 건물수량은 숙기가 진행될수록 수량(유숙기 14,310 kg ha<sup>-1</sup>, 황숙기 16,167 kg ha<sup>-1</sup>, 완숙기 18,891 kg ha<sup>-1</sup>)은 증가하였으나( $p < 0.05$ ) 사료가치는 감소하는 경향을 보였다. 사료 피의 건물수량은 숙기가 진행될수록 수량(출수후기 11,194 kg ha<sup>-1</sup>, 완숙기 14,308 kg ha<sup>-1</sup>)은 증가하였으나( $p < 0.05$ ) 사료가치는 감소하는 경향을 보였다. 동계사료작물인 IRG와 하계작물인 사료용 벼 및 사료용 피를 이용한 작부체계에 서 총 건물수량은 숙기가 진행됨에 따라 유의적으로 증가하였다( $p < 0.05$ ). 이상의 결과에서 보논바와 같이 남부지역 논에서 IRG 후작으로 사료용벼가 생산성이 높게 나타났으나 사료 피도 재배 가능성이 있는 것으로 보인다.

## V. 사사

본 연구는 농촌진흥청 연구사업(연구과제명 : 논에서 사료작물 및 자생 사료자원을 이용한 작부체계 기술 개발, 과제번호 : PJ01350601) 지원에 의해 연구되었다.

## VI. REFERENCES

- AOAC. 2000. Official methods of analysis (17th ed.). Gaithersburg, MD, USA.
- Choi, G.J., Choi, K.C., Hwang, T.Y., Lee, K.W., Kim, J.H., Kim, W.H., Lee, E.J., Sung, K.I. and Jung, J.S. 2018. Effect of difference in cold-tolerance of variety on forage productivity of Italian ryegrass in middle regions of Korea. *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science*. 38(4):210-216.
- Choi, G.J., Kim, W.H. and Seo, S. 2008. Production and use of winter forage crop (italian ryegrass and forage barley). *Proceedings of 2008 Symposium and 46th Conference of Korean Society of Grassland and Forage Science*. pp. 17-48.
- Goering, H.K. and Van Soest, P.J. 1970. Forage fiber analyses (apparatus, reagents, procedures, and some applications). US Agricultural Research Service.
- Han, O.K., Park, T.I., Park, H.H., Song, T.H., Ju, J.I., Jeung, J.H., Kang, S.J., Kim, D.H., Choi, H.J. and Park, N.G. 2012. 'Joseong', a new early-heading forage triticale cultivar for paddy field of double cropping. *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science*. 32(3):193-202.
- Ju, J.I., Kang, Y.S., Seong, Y.G., Ji, H.C. and Lee, H.B. 2012. Study on high forage production in double cropping systems with barley and corn at paddy field in middle region. *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science*. 32(3):285-292.
- Kim, J.G., Liu, C., Zhao, G., Kim, H.J., Kim, M.J., Kim, C.M. and Ahn, E.K. 2018. Study on the forage cropping system linked to whole crop rice and winter crop in southern region. *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science*. 38(4):202-209.
- Kim, J.G., Park, H.S., Kim, J.H. and Ko, H.J. 2014. Effect of seeding rates on the forage quality and productivity of direct-seeded whole crop rice. *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science*. 34(4):234-239.
- Kim, J.H., Park, H.S. and Cho, J.W. 2018. Comparison of forage yields and growth of summer forage sorghum, proso millet and Japanese millet according to cropping system with winter forage barley. *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science*. 38(4):286-290.
- Kim, K.S., Lee, S.K., Choi, Y.S., Park, D.H., Ji, H.J., Jung, J.S., Choi, K.C. and Kim, W.H. 2015. Effect of seeding date and varieties of Italian ryegrass on forage yield and quality of early spring-seeded at paddy field in southern region. *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science*. 35(1):50-56.
- Kim, M.C., Song, S.T., Hwang, K.J. and Lim, H.C. 2006. The effects of liquid pig manure application on the production of Japanese millet (*Echinochloa crusgalli*) soil properties, and the chemical characteristics of leaching water. *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science*. 26(4):257-266.
- Kim, W.H., Shin, J.S., Lim, Y.C., Seo, S., Kim, K.Y. and Lee, J.K. 2005. Study on the promising double cropping system of summer and winter forage crop in paddy field. *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science*. 25(4):233-238.
- Lee, S.M. and Kim, E.J. 2017. Growth characteristics and nutritional composition of Italian ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam.) cultivars grown in a paddy field. *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science*. 37(2):183-188.
- MAFRA. 2023. The current situation of forage increase production and supplementation policy. Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs.
- Park, H.S., Choi, K.C., Yang, S.H., Jung, J.S. and Lee, B.H. 2022. Evaluation of growth characteristics and yield potential of summer emergency forage crops. *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science*. 42(1):26-31.

## Summer Forage Crops at Paddy Land

- Seo, S., Chung, E.S., Kim, K.Y., Choi, G.J., Ahn, J.N., Han, J.S., Park, H.K. and Kim, Y.S. 2010. Comparison of forage productivity and quality of Italian ryegrass and barley mono, and mixtures sown in early spring. *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science*. 30(2):115-120.
- Seo, S., Kim, W., Kim, J. and Choi, G. 2004. Selection of promising forage crops and variety for forage production in paddy field 1. middle region (Suwon). *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science*. 24(3):207-216.
- Seo, S., Kim, W.H., Kim, K.Y., Choi, G.J., Ji, H.C., Lee, S.H., Lee, L.W. and Kim, M.J. 2011. Forage productivity and quality of domestic Italian ryegrass and barley varieties. *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science*. 31(3):261-268.
- Shin, J., Kim, W., Lee, S., Yoon, S., Chung, E. and Lim, Y. 2004. Comparison of dry matter and feed value of major summer forage crops in the reclaimed tidal land. *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science*. 24(4):335-340.
- Shin, J.S., Kim, W.H., Yoon, S.H. and Seo, S. 2007. Study on optimum forage cropping system in reclaimed tidal land. *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science*. 27(2):117-122.
- Song, T.H., Park, T.I., Park, H.H., Cho, S.K., Oh, Y.J., Jang, Y.W., Rho, J.H., Park, K.G. and Kang, H.J. 2014. Study of the use of winter forage crops, early maturing rice and summer oats in triple cropping systems at paddy field in southern region. *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science*. 34(4):227-233.
- Sung, K., Hong, S. and Kim, B. 2004. Plant height, dry matter yield and forage quality at different maturity of whole crop rice. *Journal of The Korean Society of Grassland Science*. 24(1):53-60.

(Received : March 18, 2023 | Revised : March 25, 2023 | Accepted : March 27, 2023)