

2회 예취 재배법을 이용한 초다수 벼(*Oryza sativa* L.) 계통의 생육·수량 및 사료가치 평가

백진수* · 이점호* · 정오영* · 홍하철* · 이규성* · 진일두** · 이상복*

최용환* · 양창인* · 김종근*** · 김병완**** · 김홍열* · 양세준* · 이영태*

작물과학원*, 순천대학교 생명환경과학부**, 축산연구소***, 강원대학교 동물자원학부****

Feed Value, Growth and Dry Matter Yield of High Yielding Rice(*Oryza sativa* L.) for the Twice-cutting System

J. S. Paek*, J. H. Lee*, O. Y. Jeong*, H. C. Hong*, K. S. Lee*, I. D. Jin**, S. B. Lee*, Y. H. Choi*,
C. I. Yang*, J. G. Kim***, B. W. Kim****, H. Y. Kim*, S. J. Yang* and Y. T. Lee*

National Institute of Crop Science*, Sunchon National Univ. School of Environmental and Agricultural
Science**, National Livestock Research Institute***, Kangwon National Univ. College of Animal
Resource Sciences****

ABSTRACT

The four rice(*Oryza sativa* L.) lines, previously demonstrated to have vigorous herbage production at the vegetative growth stage, were investigated for their growth traits, dry matter yield and feed value using the twice-cutting system that 1st-cut is harvested at panicle formation stage and 2nd-cut at the yellow ripen stage. The twice-cutting system is regarded as an effective method in the production of forage rice by escaping lodging and insect damages caused by the overgrowth and typhoon around the heading stage.

The feed value of the twice-cut rice plant of there lines were compared with the control of normal, cutting at the yellow ripen stage. The relative feed value(RFV), the total digestible nutrient(TDN) and the crude protein(CP) content of the twice-cut straw were higher the control in every lines. However, the dry matter yield (DMY), represented by the summed forage production of 1st and 2nd cut-rice plant, were lower the control, and the DMY of straws were increase but grains were decrease for twice-cutting system. In addition, TDN yield showed the similar tendency with DMY.

Recently, as one of the breeding aims the researches for improving the digestibility of rice straw have been required. In this regard, twice-cutting system is recognized with the fact that it has the effect which raises the digestibility of the straw. Especially, the 2nd cut of IR73111-B-R-15-3-1 line was similar to the control at the TDN yield of straw, and would be used as a breeding material for product the roughage of good quality.

(Key words : Forage rice, Feed value, Twice-cutting system, TDN, Dry matter yield)

I. 서론

고미가 증가되고 있는 가운데 정부에서는 재고미를 줄이기 위한 쌀 생산조정제(2003년, 27,000ha)를 시범적으로 시행하기에 이르렀고, 눈에 벼 최근 쌀 소비량 감소와 생산성 향상으로 재

Corresponding author : J. S. Paek. Genetics and Breeding Division, National Institute of Crop Science, RDA, 209 Seodun-Dong, Suwon, Korea.
Tel : 031-290-6674, Fax : 031-290-6891, E-mail : jspaek71@rda.go.kr

대체작물 재배를 구상하고 있는 실정이다. 그러나 우리나라의 경우 벼 재배면적의 급격한 감소는 식량공급기로서의 역할을 어렵게 할 뿐만 아니라 논외의 공익적 기능 및 환경보전 기능에도 악영향을 줄 것은 분명한 사실이다. 따라서 벼 재배면적을 줄인다 하더라도 논외의 형태를 그대로 유지할 수 있는 방법이 강구되어야 함은 필연적이다. 이러한 문제점을 해결할 방법으로서 논외 식용 벼 대신 사료용 벼를 재배하는 것은 쌀 생산조절과 더불어 논외의 공익적 기능 유지 및 축산조사료 자급률을 향상시킬 것으로 기대된다.

일본에서는 이미 1970년 이후 쌀의 생산조정과 더불어 청예용 벼가 전작작물로 인정되어 전국 각지에서 본격적인 사료용 벼 품종개발 및 재배법 연구가 시작되었다. 특히 청예벼 연구(飯田와 高橋, 1965 飯田, 1970 佐藤 등, 1976)를 시작으로 長野, 静岡 등의 각 현의 농사시험장에서 벼의 사료화에 관한 연구(田先, 1974 岡崎 등, 1976)가 본격적으로 수행되었다. 그 후, 청예벼의 사일리지 이용에 관한 연구(福見 등, 1979 箭原 등, 1981), 수도의 재생에 관한 연구(後藤 등, 1981 後藤와 佐藤, 1981 後藤와 星川, 1988) 및 청예벼의 사료화와 재생벼의 종실생산에 관한 연구(大西와 堀江, 1990) 등이 꾸준히 수행되어 왔다.

한편, 우리나라의 사료용 벼에 대한 연구는 재식밀도나 시비량에 관한 연구(Song, 1989), 건물수량성과 영양가에 관한 연구(김 등, 1997 성 등, 2004)가 전부였으나, 최근 이 등(2005)에 의해 다수확 품종을 이용한 우량계통 선발 시험이 수행된 바 있다. 그러나 국내의 사료용 벼에 관한 연구는 아직 일본에 비해 매우 미흡한 실정이며, 최근 일본의 사료용 벼 품종의 육종방향 중에는 벼짚의 양질화를 목표로 하고 있다. 최근, 白(2003)의 보고에 의하면 청예벼와 재생벼를 이용한 2회 예취 재배법은 통상의 1회 예취에 비해 벼짚의 단백질 함량과 소화율을 향상시킨다고 하였다. 하지만, 2회 예취 재배를 이용한 양질의 벼짚수량을 높이려는 품종개발에 관한 연구는 전무한 실정이다.

본 연구는 농촌진흥청 작물과학원에서 육성

된 다수확 벼 계통을 공시하여 파종후 92일째(유수분화기~유수형성기)에 예취한 1번초와 황숙기 2번초의 사료가치 및 건물수량 분석을 통해 양질의 벼짚수량 증진에 있어서 적합한 벼 품종선발을 위한 기초자료를 얻고자 수행하였다.

II. 재료 및 방법

본 시험은 작물과학원 답작포장에서 '03년도에 총체수량성이 높았던 30개 벼 품종 중 생태형별로 최고수량을 보였던 15품종(자포니카 5, 열대자포니카 5, 통일형 5)을 선발하여 '04년도에 시험하였다. 이들 15품종 및 계통 중에서 파종일로부터 92일째에 생육이 왕성하였던 IR73111-B-R-15-3-1, SR22060-17-1-3-1-3-2, IR72975-Y-61-1-1-1, SR22058-B-B-B-3의 4계통을 선발하여 지상부로부터 10 cm에서 예취하였고, 이후 재생된 벼는 TDN 수량이 가장 많은 황숙기(각 계통별 출수기로부터 30일째)에 지상부로부터 5 cm에서 예취하였다. 시험구는 난괴법 3반복으로 배치하였으며, 시험구의 면적은 4m²로 하였고, 재식밀도는 30×12 cm에 주당묘수 5본씩 재배하였다. 4월 25일 육묘상자에 파종하여 5월 25일 손 이앙 하였으며 시비량(N-P₂O₅-K₂O)은 성분비로 ha당 180-45-57 kg을 사용하였다.

건물수량 관련 형질 중 초장은 20주씩 조사했으며, 등숙비율과 천립중은 농촌진흥청의 연구조사분석기준(2003)에 준하여 조사하였다. 건물수량은 각 시험구마다 임의로 1m²를 선정하여 1번초는 유수형성초기에 지상부로부터 10 cm 이상의 벼짚부위의 건물중을, 2번초는 황숙기에 지상 5cm에서 예취 후 이삭목 이상의 낱알과 벼짚으로 분리하여 각각의 건물중을 조사하였다. 분리된 낱알과 벼짚을 80℃의 인공송풍식 건조기에서 72시간 건조시켜 칭량한 후 500 g씩 취하여 20 mesh wiley mill로 분쇄하고 18℃의 항온실에 보관하였다가 사료가치를 분석하였다.

사료가치 분석 중 조단백질은 Kjeldahl(AOAC, 1990) 방법으로 질소 함량을 구하여 Crude protein

(CP)을 계산하였고, 조섬유 분석은 Goering와 Van Soest(1979) 방법에 의해 neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber(ADF)를 분석하였다. 사료가치 평가지표는 총체건물수량(DM yield), CP, ADF, NDF, total digestible nutrient (TDN)을 기초로 하였으며, 상대적 사료가치(RFV; relative feed value)로 품종간 사료가치 차이를 분석하였다. RFV는 ADF와 NDF치를 기초로 하여 $\text{digestible dry matter(DDM)} = 88.9 - (0.779\% \times \text{ADF})$ 와 $\text{dry matter intake(DMI)} = 120/\text{NDF}$ 를 구한 후 계산식 $\text{RFV} = (\% \text{DDM} \times \% \text{DMI} \div 1.29)$ 에 의해 산출하였다. 사료가치 및 건물수량은 Duncan의 다중범위 검정으로 유의차를 조사하였다.

III. 결과 및 고찰

각 계통별 파종일로부터 92일째에 예취한 1번초와 이후 재생된 2번초의 출수일수, 초장 및 m^2 당 분얼수를 조사한 결과는 Table 1과 같다.

출수일수는 예취를 하지 않은 대조구에 비해 2번초가 5~8일 정도 늦었으나 SR22058 계통은 차이가 없었다.

초장은 대조구에 비해 1번초와 2번초가 모두 작았으며, 2번초 중에서는 IR72975와 SR22058 계통이 1번초보다 큰 경향을 보였다. 한편 공시 계통 중 1번초에서는 IR73111과 IR22060 계통이 2번초에서는 SR22058 계통이 공시계통 중 초장이 가장 큰 것으로 나타났으며, 특히 SR22058 계통은 1번초에서 초장이 84 cm였으나 2번초에

서는 94 cm로 예취 후 신장성이 가장 우수한 것으로 판단되었다.

분얼수는 대조구에 비해 SR22058를 제외한 모든 계통이 1번초와 2번초에서 많았으며, 특히 1번초에서는 SR22060과 IR72975 계통이 2번초에서는 IR73111 계통이 분얼력이 가장 우수한 것으로 판단되었다. 2번초의 분얼수는 계통에 따라 다른 경향을 보였는데 IR72975와 SR22058 계통은 기존의 유효 분얼경이 그대로 성장한 것으로 추측되며, 이것은 後藤와 星川(1987)의 결과에서 출수개시 2주전을 경계로 전기의 예취는 기존의 분얼경이 성장한 것에 반하여, 후기의 예취에서는 새로운 분얼경이 발달 성장한 것이라고 보고한 것과 일치하였다. 즉, 예취시기인 유수형성초기에 벼의 신장력이 뛰어났던 IR73111과 SR22060 계통은 예취 후 기부에 남았던 저장탄수화물에 의해 재생력이 분얼경을 증가시키는 방향으로 이용되었으며, IR72975와 SR22058 계통은 유효분얼경을 그대로 유지하면서 재생벼의 신장력을 증대시킨 것으로 생각된다.

이상의 결과에서 볼 때 지상부 10 cm에서 예취한 2번초의 경우 대부분 대조구에 비해 출수가 늦어지고, 초장이 짧아지는 것이 보통이었으나, SR22058 계통은 출수기가 같고, 초장이 비슷한 것으로 비추어 타 계통에 비해 예취 후 지상부로부터 벼줄기위에 남아있던 저장 탄수화물이 재생부위로 빨리 이동하여 재생력을 향상 시킨 것으로 추측된다(白, 2003).

지금까지 사료용 벼의 수확적기로 황숙기가

Table 1. Agronomic characteristics of 1st-cut and 2nd-cut rice plant

Lines	Day to heading (days)		Plant height (cm)			No. of tillering (No. /m ²)		
	2 nd	Con.	1 st	2 nd	Con.	1 st	2 nd	Con.
IR73111	116 ± 0.6 ^b	108 ± 1.2 ^e	89 ± 1.0 ^e	76 ± 0.6 ⁱ	112 ± 0.6 ^a	282 ± 13 ^c	395 ± 7 ^a	224 ± 4 ^{cd}
SR22060	117 ± 0.6 ^b	110 ± 0.6 ^d	88 ± 2.2 ^e	86 ± 1.0 ^f	105 ± 0.8 ^b	343 ± 18 ^b	366 ± 7 ^{ab}	251 ± 10 ^c
IR72975	117 ± 0.6 ^b	112 ± 0.6 ^c	80 ± 2.0 ^h	85 ± 0.0 ^{fg}	107 ± 0.0 ^b	322 ± 15 ^b	216 ± 10 ^{de}	184 ± 7 ^e
SR22058	122 ± 0.6 ^a	122 ± 0.0 ^a	84 ± 1.0 ^g	94 ± 0.6 ^d	100 ± 0.6 ^c	279 ± 12 ^c	183 ± 5 ^e	211 ± 9 ^{de}

1st : 1st-cut, 2nd : 2nd-cut, Con. : control, ^{a,b,c} : Means in the same column with different superscripts differ (p<0.05).

가장 알맞다고 보고(福見 등, 1979; 大矢 등, 1982; 廣田 등, 1988; 名久 등, 1988; 加納 등, 2000; 稻穀醱粗飼料推進協議會, 2001; 성 등, 2004)되어 있는 가운데 황숙기에 벧짚과 이삭을 분리하여 계통별 TDN(Table 2)과 CP(Table 3) 함량을 조사하였다.

벧짚의 TDN 함량은 대조구(40.4~42.7%)에 비해 1번초(42.8~44.8%)와 2번초(42.2~44.1%)가 높은 경향을 보였으나 낱알의 TDN 함량은 큰 차이를 보이지 않았다. 계통별로는 1번초에서 IR72975와 SR22058 계통이 높았고, 2번초에서는 벧짚에서 IR73111, 낱알에서 IR72975 계통이 통계적으로 높은 함량을 보였다(Table 2).

벧짚에서 2번초(3.8~4.6%)의 CP 함량은 대조구(3.2~5.7%)와 큰 차이를 보이지 않았으며 양쪽 모두 IR72975 계통이 가장 높은 함량을 보였다. 낱알에서는 공시계통 중 IR73111 계통이 대조구(7.5%)와 2번초(8.3%)에서 가장 높았

으며 SR22060 계통을 제외하고 나머지는 2번초가 대조구보다 높은 함량을 보였다. 한편 영양생장기의 1번초(10.8~11.7%)는 황숙기의 벧짚(대조구 및 2번초)에 비해 CP 함량이 약 6~7% 높았으며, 낱알보다도 3~4% 높은 함량을 보였다(Table 3).

林 등(1989)은 사료용 벧 호시유타카를 이용한 총체벼 사일리지의 CP 함량이 6.5~7.8%라고 보고 하였고, 성 등(2004)은 일품벼 돌연변이 계통에서 황숙기의 CP 함량이 6.5%로 보고 하여 본 시험에서도 대조구의 IR 계통은 벧짚과 낱알의 CP 수량을 합산하여 건물중으로 나온 값과 비슷한 경향을 보였다. 白 등(2005)에 의하면 1번초의 CP 함량은 청예 시기가 늦어 질수록 낮아지며 출수전 42일이 가장 높다고 보고하였으며, 增田(1988)은 2번초의 CP 함량이 높았던 것은 1번초에 따른 노화의 지연에 의한 것이라고 고찰하였다.

Table 2. Total digestible nutrients(TDN) content of 1st-cut and 2nd-cut rice plant

Lines	TDN (%)				
	Straw			Grain	
	1 st-cut	2 nd-cut	Control	2 nd-cut	Control
IR73111	42.8 ± 0.2 ^b	44.1 ± 0.1 ^a	40.4 ± 0.2 ^d	70.9 ± 0.3 ^c	72.8 ± 0.4 ^b
SR22060	42.9 ± 1.1 ^b	43.2 ± 0.6 ^b	42.7 ± 0.3 ^b	70.6 ± 0.3 ^c	72.3 ± 0.4 ^b
IR72975	44.4 ± 0.5 ^a	42.2 ± 0.2 ^c	41.1 ± 0.2 ^d	74.6 ± 0.1 ^a	74.4 ± 1.4 ^b
SR22058	44.8 ± 0.4 ^a	43.0 ± 0.5 ^b	41.7 ± 0.2 ^c	72.6 ± 0.2 ^b	73.1 ± 0.3 ^{ab}

^{a,b,c} : Means in the same column with different superscripts differ (p<0.05).

Table 3. Crude protein(CP) content of 1st-cut and 2nd-cut rice plant

Lines	CP (%)				
	Straw			Grain	
	1 st-cut	2 nd-cut	Control	2 nd-cut	Control
IR73111	11.8 ± 0.10 ^a	4.1 ± 0.11 ^e	4.4 ± 0.02 ^d	8.3 ± 0.11 ^a	7.5 ± 0.44 ^b
SR22060	10.9 ± 1.11 ^b	4.4 ± 0.15 ^d	4.4 ± 0.11 ^d	6.6 ± 0.38 ^c	7.2 ± 0.16 ^b
IR72975	11.6 ± 0.03 ^a	4.6 ± 0.05 ^d	5.7 ± 0.14 ^c	7.5 ± 0.35 ^b	7.3 ± 1.12 ^b
SR22058	10.8 ± 0.27 ^b	3.8 ± 0.02 ^e	3.2 ± 0.02 ^f	7.1 ± 0.20 ^b	7.1 ± 0.23 ^b

^{a,b,c} : Means in the same column with different superscripts differ (p<0.05).

황숙기에 볏짚과 이삭목 이상을 분리하여 계통별 NDF(Table 4) 및 ADF(Table 5) 함량을 조사하였다.

볏짚과 낱알의 NDF 함량 범위는 대조구(73~79%)에 비해 1번초(71~72%)와 2번초(68~73%)에서 모두 낮은 경향을 보였다. 공시계통간 NDF 함량은 1번초에서는 계통간 유의차가 없었고 2번초에서는 볏짚에서 IR73111, SR22060, SR22058, 낱알에서 SR22060 계통이 낮은 함량을 보여 사료가치가 높은 것으로 판단되었다(Table 4).

볏짚과 낱알의 ADF 함량 범위는 대조구(45~50%)에 비해 1번초(41~45%)와 2번초(42~45%)에서 모두 낮은 경향을 보였으며 1번초와 2번초는 비슷한 함량을 보였다. 그러나 SR22058 계통은 NDF 함량에서 1번초가 2번초에 비해 2%가 높았음에도 불구하고 ADF 함량이 4% 낮았던 원인으로는 NDF 함량에서 ADF 함량을 빼

값으로 추정할 수 있는 헤미셀룰로스 함량에 있어서 1번초가 2번초보다 6% 높은 것에 기인한 것으로 추정되었다. 낱알의 ADF 함량은 2번초에 비해 대조구가 낮은 경향을 보였다(Table 5).

大西와 堀江(1990)에 의하면 청에 시기가 늦어질수록 1번초의 ADF 함량이 높다고 보고하고 있어 본 시험의 볏짚에 있어서 대조구에 비해 예취시기가 60여일 빠른 1번초의 ADF 함량이 낮은 것과 일치하였다. NDF 함량에 대하여 服部 등(2000)은 출수전의 1번초 사일리지가 44.3%인 것에 비하여 황숙기 2번초의 사일리지가 40.6%로 낮았다고 보고한 바 있다.

이상의 결과에서 볏짚의 NDF 및 ADF 함량은 유수형성기의 예취에 의한 1번초 및 2번초가 예취를 하지 않은 대조구에 비해 낮은 것으로 미루어 사료가치 증대 효과가 있음을 시사하였다. 이 등(2005)에 의하면 15 품종을 이용한 총체사료벼 선발 시험에서 TDN 함량은 CP

Table 4. Neutral detergent fiber(NDF) content of 1st-cut and 2nd-cut rice plant

Lines	NDF (%)				
	Straw			Grain	
	1 st-cut	2 nd-cut	Control	2 nd-cut	Control
IR73111	71 ± 0.8 ^{bc}	68 ± 1.0 ^c	73 ± 0.6 ^b	52 ± 0.5 ^b	52 ± 0.6 ^b
SR22060	72 ± 1.1 ^b	69 ± 1.0 ^c	73 ± 0.4 ^b	47 ± 0.6 ^d	51 ± 1.0 ^{bc}
IR72975	71 ± 0.9 ^{bc}	73 ± 0.2 ^b	79 ± 0.5 ^a	50 ± 0.3 ^c	58 ± 0.5 ^a
SR22058	72 ± 0.5 ^b	70 ± 0.2 ^c	74 ± 0.2 ^b	50 ± 0.4 ^c	51 ± 0.4 ^{bc}

^{a,b,c} : Means in the same column with different superscripts differ (p<0.05).

Table 5. Acid detergent fiber(ADF) content of 1st-cut and 2nd-cut rice plant

Lines	ADF (%)				
	Straw			Grain	
	1 st-cut	2 nd-cut	Control	2 nd-cut	Control
IR73111	42 ± 0.6 ^{cd}	43 ± 0.5 ^c	49 ± 0.4 ^a	22 ± 0.3 ^a	16 ± 0.4 ^c
SR22060	44 ± 0.3 ^b	42 ± 0.5 ^{cd}	45 ± 0.7 ^b	22 ± 0.4 ^a	19 ± 0.4 ^b
IR72975	45 ± 0.5 ^b	45 ± 0.3 ^b	50 ± 0.5 ^a	17 ± 0.8 ^{bc}	13 ± 0.3 ^d
SR22058	41 ± 0.5 ^d	45 ± 0.4 ^b	47 ± 0.9 ^{ab}	16 ± 0.6 ^c	8 ± 0.7 ^b

^{a,b,c} : Means in the same column with different superscripts differ (p<0.05).

함량과 고도로 유의한 정의상관을 NDF와 ADF 함량과는 고도로 유의한 부의상관을 나타냈으며, RFV는 초장, NDF, ADF 함량과 부의상관을 보였다고 하였다. 일반적으로 목초에서도 NDF와 ADF 함량은 낮을수록 사료가치가 높으며, 또한, 총체사료비에서 NDF와 ADF는 등숙이 진행되면서 점차 감소하는 것으로 보고되어 있다(箭原 등, 1981 大矢 등, 1982 高木 등, 1984 林 등, 1989 성 등, 2004). 낱알에 있어서 NDF 함량은 대조구에 비해 2번초가 낮았으나 ADF 함량은 대조구가 낮은 경향으로 미루어 헤미셀룰로스 함량이 대조구에서 높은 것으로 추정되며 헤미셀룰로스 함량이 왜 높은지에 대해서는 추후 재배·생리적 특성과 관련하여 규명이 요구되었다.

공시 계통들의 상대적사료가치(RFV ; relative feed value)와 건물수량은 각각 Table 6과 Table

7에 나타내었다. 볏짚의 RFV는 1번초(76~80)와 2번초(75~83)가 대조구(64~76)에 비해 사료가치가 높은 결과를 보였으며 낱알에서도 IR73111 계통을 제외하고는 2번초의 사료가치가 높은 경향을 보였다. 계통별로는 1번초에서 IR73111과 SR22058 계통이 2번초의 볏짚에서 IR73111과 SR22060, 낱알에서 SR22060과 SR22058 계통이 높은 사료가치를 보였다(Table 6).

김(2004)은 볏짚의 RFV 값을 구한 결과 70~90의 범위로 일반적인 목초에 비해 사료가치가 낮다고 보고한 바 있으며, 본 실험에서도 낱알을 제외한 1번초와 2번초의 볏짚에서는 비슷한 경향을 보였다(Table 7).

볏짚수량은 1번초(302~330 kg/10a)와 2번초(425~736 kg/10a)가 대조구(750~980 kg/10a)에 비해 낮은 범위를 나타냈으나, 1번초와 2번초를 합한 볏짚수량에서 SR22060과 IR73111 계통은 대

Table 6. Relative feed value(RFV) of 1st-cut and 2nd-cut rice plant

Lines	RFV (%)				
	Straw		Grain		
	1 st-cut	2 nd-cut	Control	2 nd-cut	Control
IR73111	80 ± 0.6 ^b	83 ± 1.6 ^a	71 ± 0.5 ^d	129 ± 1.3 ^c	138 ± 1.9 ^b
SR22060	76 ± 1.2 ^c	82 ± 1.4 ^a	76 ± 0.3 ^c	143 ± 2.1 ^a	136 ± 2.0 ^b
IR72975	77 ± 0.6 ^c	75 ± 0.7 ^b	64 ± 0.9 ^e	140 ± 0.7 ^{ab}	125 ± 1.3 ^d
SR22058	80 ± 0.2 ^b	78 ± 0.6 ^c	72 ± 0.6 ^d	143 ± 1.8 ^a	137 ± 1.1 ^b

^{a,b,c} : Means in the same column with different superscripts differ (p<0.05).

Table 7. Dry matter yield(DMY) of 1st-cut and 2nd-cut rice plant

Lines	DMY (%)				
	Straw		Grain		
	1 st-cut	2 nd-cut	Control	2 nd-cut	Control
IR73111	323 ± 14 ^f	705 ± 27 ^c	763 ± 35 ^c	175 ± 22 ^f	972 ± 27 ^a
SR22060	330 ± 9 ^f	736 ± 16 ^c	876 ± 37 ^b	294 ± 12 ^e	907 ± 23 ^b
IR72975	302 ± 20 ^f	425 ± 14 ^e	750 ± 47 ^c	400 ± 14 ^d	976 ± 32 ^a
SR22058	329 ± 16 ^f	505 ± 8 ^d	980 ± 23 ^a	423 ± 19 ^d	686 ± 41 ^c

^{a,b,c} : Means in the same column with different superscripts differ (p<0.05).

조구에 비해 각각 190, 265 kg/10 a가 증가하는 경향을 보였다.

낱알수량은 2번초(175~423 kg/10 a)가 대조구(686~976 kg/10 a)에 비하여 매우 낮았으며, 모든 계통에서 대조구를 상회하는 계통은 없었다. 계통별로는 1번초에서 IR72975 계통을 제외하고는 비슷한 경향을 보였고, 2번초는 벧짚에서 IR73111, SR22060, 낱알에서 IR72975, SR22058 계통이 통계적으로 높은 결과를 보였다.

白 등(2005)은 예취시기에 따른 1번초 및 2번초의 수량과 사료가치를 비교한 시험에서 대조구에 비해 2번초의 건물소화율은 모든 시험구에서 높았으나, 건물수량은 예취시기가 늦어질수록 1번초 및 2번초를 합한 수량보다 낮았다고 보고한 바 있다.

이상의 결과에서 1번초 및 2번초는 대조구에 비하여 사료가치가 높은 반면, 건물수량에 있어서는 감소하는 경향을 보였다.

건물 수량에 TDN 함량을 곱한 TDN 수량은 Fig. 1에서 나타내는 바와 같다. 1번초의 TDN 수량은 10 a당 134~147 kg의 범위를 보였으며, 2번초는 벧짚에서 179~318 kg/10 a를 낱알에서 124~307 kg/10 a의 범위를 보였다.

1번초와 2번초를 합한 벧짚에서는 대조구에 비해 IR73111, SR22060 및 IR72975 계통이 TDN 수량이 높은 경향을 보였으나 낱알에서는 모든 계통이 대조구에 비해 낮았다. 전체적으로 1번

초와 2번초를 합한 TDN 수량은 모든 계통이 대조구보다 낮은 경향을 보였다.

계통별로는 IR73111과 SR22060 계통이 1번초와 2번초를 합한 벧짚에서 높은 TDN 수량을 보였으나, 낱알에서는 반대로 IR72975와 SR22058 계통이 높았다.

白 등(2005)의 예취시기를 달리하여 1번초와 2번초의 가소화건물수량을 비교한 시험에서 예취시기가 늦어질수록 1번초와 2번초를 합한 벧짚의 가소화건물수량은 높아졌지만 2번초의 낱알수량은 낮아져, 1번초와 2번초를 합한 총 가소화건물수량에서 예취시기가 가장 빨랐던 과중 후 62일째의 시험구는 대조구와 유의차가 없었지만 예취시기가 늦어질수록 대조구보다 낮았다고 하였다.

본 시험에서도 1번초와 2번초의 사료가치는 대조구에 비하여 높았지만 건물수량은 감소하여 사료가치와 수량을 종합하여 비교한 결과에서 대조구를 상회하는 계통은 없었다.

건물수량에 CP 함량을 곱한 CP 수량은 Fig. 2와 같다. 1번초와 2번초를 합한 CP 수량은 TDN 수량처럼 대조구에 비해 낮은 경향을 보였으나 SR22058 계통은 높은 수량을 보였다. 1번초의 CP 수량(35~38 kg/10 a)과 2번초 벧짚의 CP 수량(19~33 kg/10 a)을 합한 경우 대조구 벧짚의 CP 수량(32~42 kg/10 a) 보다 높은 결과를 보였다. 계통별로는 IR73111과 SR22060 계통이 1번

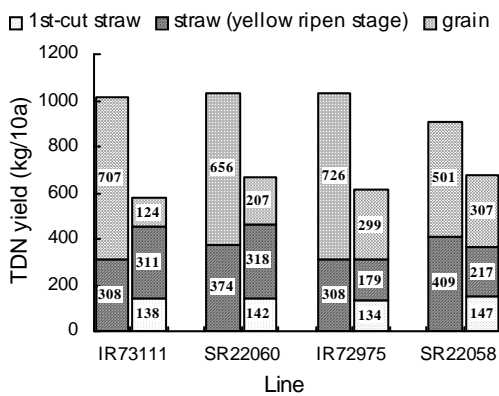


Fig. 1. Total digestible nutrient yield. (left :control, right :experimental plot)

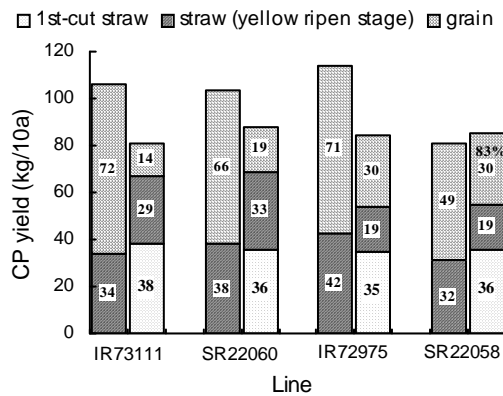


Fig. 2. Crude protein yield. (left : control, right : experimental plot)

초와 2번초를 합한 벼짚에서 높은 CP 수량을 보였으나, 낱알에서는 반대로 IR72975와 SR22058 계통이 높은 수량을 보였다. 따라서 영양가치 측면에서 볼 때 1번초로 이용하기 알맞은 계통은 IR73111과 SR22060이고, 벼짚과 종실을 함께 이용할 경우 IR72975와 SR22058 계통이 적합할 것으로 판단되었다.

1번초 재배에 있어서 소화율 및 사료성분에 대하여 大西와 堀江(1990)은 일반목초보다 사료가치가 높은 1번초를 수확하기 위한 예취 시기는 출수전 40~30일이 적당하고 CP 수량 및 조지방 수량은 이 시기에 최대였다고 보고하였다. 1번초의 예취시기가 출수전 30~16일인 본 실험에서는 1번초의 CP 수량은 35~38 kg/10 a의 범위로 예취시기가 서로 다른 계통 사이에 큰 차이를 나타내지는 않았다.

이상의 결과를 종합하면 1번초와 2번초를 합한 건물수량은 생육도중 예취를 하지 않은 황숙기 대조구의 총체건물수량에 미치지 못하였으나 벼짚의 소화율을 향상시키는 측면에 있어서는 매우 효과적인 재배법임을 시사하였다. 특히 IR73111과 같은 계통은 2번초의 벼짚에 있어서 TDN 수량이 대조구와 비슷한 수준으로 벼짚 위주의 사료용 벼 생산에 있어서 가장 적합한 계통으로 사료되며, 또한 본 시험의 결과는 2회 예취의 이용에 적합한 품종을 육성함에 있어서 기초자료 및 육성재료로 그 활용이 기대된다.

금후, IR73111-B-R-15-3-1계통과 같은 유망계통을 이용하여 예취시기를 유수형성기 이후로 더욱 늦추어 1번초의 수량을 최대한으로 늘리면서 동시에 2번초의 벼짚수량이 대조구(무예취)의 수준을 유지할 수 있는지에 대해서는 예취시기 및 예취높이에 따른 검토가 필요하고, 이외에도 다양한 벼 유전자원을 검색하여 양질의 벼짚을 생산하는데 이용하고자 한다.

IV. 요약

사료용 벼 재배법의 하나로서 2회 예취의 이

용은 과번무 및 태풍의 영향으로부터 출수기 전후의 도복과 병해충 피해의 예방을 위한 유효한 재배법으로서 인정받고 있다.

본 시험에서는 작물과학원에서 육성한 다수성 계통 중에서 유수형성 초기에 생육이 왕성한 4계통을 선발하여 사료가치 및 건물수량을 통해 생육도중에 예취하는 1번초와 황숙기에 예취하는 2번초의 이용가능성에 대해서 검토하였다.

1번초와 2번초는 사료가치 면에 있어서 생육도중 예취를 하지 않은 대조구에 비하여 RFV, TDN 함량 및 CP 함량이 높았다. 하지만 건물수량에 있어서는 예취구가 대조구에 비해 벼짚수량이 증가할수록 낱알수량은 감소하는 경향을 보였으며, TDN 수량에 있어서도 건물수량에서 나타난 경향과 비슷하였다.

최근, 총체사료용 벼에 관한 육종목표 가운데 벼짚의 소화율을 높여 조사료로서의 기능을 향상시키고자 하는 연구가 추진되고 있다. 이와 같은 관점에서 보면 생육도중에 예취를 하는 1번초 및 2번초의 이용은 벼짚의 소화율을 높이는데 효과가 있는 것으로 인정되며, 특히 IR73111-B-R-15-3-1과 같은 계통은 2번초의 벼짚에 있어서 TDN 수량이 대조구(무예취)와 비슷한 수준으로 2회 예취를 이용하는 벼짚 위주의 사료용 벼 품종을 육성함에 있어서 기초자료 및 육종재료로 그 활용이 기대된다.

V. 인용문헌

1. 김영두, 박홍규, 하기용, 조수연. 1997. Brittle culm 벼의 청예시기에 따른 청예벼수량 및 TDN. 한국작물학회지 42(4):483-488.
2. 김창호. 2004. 벼짚 사료가치의 품종간 차이 및 생육형질과의 관련성. 한국작물학회지 49(6):516-521.
3. 농촌진흥청. 2003. 농업과학기술 연구조사분석기준. 문성사. 수원.
4. 성경일, 홍석만, 김병완. 2004. 수확시기가 사료용벼의 초장, 건물수량 및 사료성분에 미치는 영

- 향. 한국초지학회지 24(1):53-60.
5. 이점호, 정오영, 백진수, 홍하철, 양세준, 이영태, 김종근, 성경일, 김병완. 2005. 최적 총체사료버 품종 선발을 위한 건물수량 및 사료가치 분석. 한국동물자원과학회지 47(3):1-8.
 6. AOAC. 1990. Official Methods of Analysis(15th Ed). Association of Official Analysis Chemists. USA.
 7. Goering. H. K. and Van Soest, P. J. 1979. Forage fiber analysis. Agr. Handbook No. 378. ARS. USDA. USA.
 8. Rohweder, D. A., Barnes, R. F. and Jorgensen, N. 1978. Proposed hay grading standards based on laboratory analyses for evaluating quality. Journal of Animal Sci. 47(3):748-759.
 9. Song, G. W. 1989. Effects of planting densities and nitrogen application levels on grain, straw quality of brittle culm rice. Res. Rept. RDA. 31(1):43-48.
 10. 後藤雄佐, 門脇正好, 横田 実. 1981. 水稻の青刈・再生に関する研究. 第1報 青刈り 時期と刈り高さが再生に及ぼす影響. 日作東北支部報 24:29-31.
 11. 後藤雄佐, 佐藤順彦. 1981. 水稻の青刈・再生に関する研究. 第2報 青刈・再生の品種間差について. 日作東北支部報 24:33-35.
 12. 後藤雄佐, 星川清親. 1987. 青刈り水稻の再生に関する研究. 第1報 幼穂発達期間の青刈り時期および高さによる再生の差異. 日本作物紀要 56:467-473.
 13. 後藤雄佐, 星川清親. 1988. 青刈り水稻の再生に関する研究. 第2報 青刈り後新たに出現した分げつについて. 日本作物紀要 57:59-64.
 14. 名久井忠, 榎木茂彦, 栗飯原友子, 箭原信男, 高井慎二. 1988. 稲ホールクロップサイレーズの調製と飼料価値の評価. 東北農試研報 78:161-174.
 15. 箭原信男, 高井慎二, 沼川武雄. 1981. 水稻ホールクロップサイレーズの調製利用に関する研究. 東北農試研報 63:151-159.
 16. 増田芳雄. 1988. 植物生理学. 培風館. 東京. 107-110.
 17. 白珍珠. 2003. 飼料稲栽培における青刈り稲および再生稲の利用に関する研究. 九州大学
 18. 白珍珠, 中野豊, 中川幸夫, 鳥飼芳秀, 梶原良徳, 梶原さゆり, 望月俊宏. 2005. 青刈り時期の違いが飼料イネの収量および飼料価値に及ぼす影響. 九州大学農学部学芸雑誌 60(2):207-212.
 19. 佐藤政美, 檀上広之, 藤原喜四夫. 1976. 水稻の青刈り飼料化との実際1. 畜産の研究 25:725-728.
 20. 大西, 堀江. 1990. 水稻の青刈り利用と再生稲の子実生産に関する研究. 第1報 作期および青刈りの時期と高さが青刈り稲並びに再生稲の収量, 飼料価値に及ぼす影響. 日本作物紀要 59(3):419-425.
 21. 大矢秀三, 渡辺清武, 手塚豊治, 伊達 毅. 1982. イネの飼料化に関する研究 VII. イネの熟期別ホールクロップサイレーズの発酵品質と飼料価値. 福井県畜産試験場報告. 7:61-67.
 22. 岡崎 勉, 中村功男, 柿本 裕, 館 孝, 谷本和男, 堤 甫. 1976. イネの飼料化に関する研究. II. 日本稲・外国稲の多収栽培. 福井県畜産試験場報告 5:1-28.
 23. 稲発酵粗飼料推進協議会, 飼料増産戦略会議, 日本草地畜産種子協会, 農林水産省生産局. 2001. 稲発酵粗飼料生産・給与マニュアル. 60 p.
 24. 飯田克美. 1970. 青刈りなどによる過繁茂水稻の生育調節. 農業及園芸 45:1125-1126.
 25. 飯田克美, 高橋保夫. 1965. 過繁茂水稻の青刈りによる生育調節. 農業及園芸 40:1429-1430.
 26. 加納昌彦, 高橋敏能, 萱場猛夫. 2000. 家畜ふん尿施肥量と施肥法の違いが水稻ホールクロップの窒素の利用率, 無機物含有量, サイレーズの発酵品質ならびに栄養収量に及ぼす影響. 日本草地学会誌 45:379-387.
 27. 田先威和夫. 1974. 稲ワラの飼料的利用, 稲ワラの飼料利用に関する研究. 農文協. 東京 15-36.
 28. 高木啓輔. 1984. 飼料用稲におけるホールクロップ利用. 2. 飼料品質と可消化成分. 九州農業研究. 46:174-175.
 29. 林 義郎, 大槻和夫, 加藤国雄, 生雲晴久. 1989. 水稻「ホシユタカ」ホールクロップサイレーズの

- 肥育牛に対する飼料価値. 中国農試報告. 5:35-44.
30. 福見良平, 熊井清雄, 丹比邦保. 1979. 登熟ステージ別水稲サイレージの品質並びに飼料価値. 畜産の研究 33(8):57-59.
31. 服部育男, 佐藤健次, 小林良次, 福井弘之, 池上哲生. 2000. 九州地域における飼料イネの多回刈り栽培・利用の試み. 1. 実証圃場における収量, 作業性およびサイレージ品質. 日本草地学会誌. 46(別):74-75.
32. 広田年信, 小山 弘, 馬淵敏夫, 藤田 究, 多田申司, 馬淵繁樹, 萩森福督, 鳥生誠二, 神坂英直, 兼頭明宏, 谷口弘季, 渡辺全, 中村幸生, 野村庄二郎, 石本周平, 北村義雄, 岡本一志, 上村幸正, 小松良行, 松尾喜義. 1988. 四国地域における導入外国種を中心とする多収性水稲の生育特性と栽培技術. 四国農試研究資料. 2:1-105.
- (접수일자 : 2006. 3. 15. / 채택일자 : 2006. 6. 21.)