Korean Journal Of Agricultural Science

pISSN : 2466-2402
eISSN : 2466-2410

PLANT & FOREST

Rice cultivars adaptable for rice based cropping systems in a paddy field in the Yeongnam plain area of Korea

Sang-Yeol Kim*, Jong-Ho Seo, Hyun-Kyung Bae, Chung-Dong Hwang, Jong-Min Ko

Department of Southern Area Crop Science, NICS, RDA, Miryang 50424, Korea

Corresponding author: kimsy3@korea.kr

Abstract

This study was conducted to investigate suitable rice cultivars for various rice based cropping systems in a paddy field in the Yeongnam plain area. Thirteen rice cultivars (5 early, 3 medium and 5 mid-late maturing cultivars) and three transplanting dates (June 5, June 25 and July 5) were evaluated in this study. The mid-late and early maturing cultivars for the July 5 and June 25 transplanting headed before August 30 which is the safe heading date in the Yeongnam plain area, ranging from Aug. 26 - 28 and Aug. 18 - 23, respectively. The safe harvest time of rice for double and triple cropping systems should be before the middle of October for the cultivation of the succeeding winter crops. The rice yield was the highest for the June 5 transplanting regardless of the rice cultivars, and it gradually decreased as the transplanting date was delayed from June 5 to July 5 due to a decrease in the spikelet numbers per panicle number and in the ripened grain rate. In contrast, the other yield parameters that include the panicle number per m^2, the 1,000-brown rice weight, and the ripened grain ratio were not significantly affected. The result indicates that based on the milled rice, heading time and harvest time, a medium maturing cultivar (Haiami and Samdeog) would be applicable to a winter barley/wheat, garlic/onion-summer rice double cropping, while a mid-late cultivar (Saeilmi, Saenuri and Hyunpoom) would be suitable for a spring potato/waxy corn-summer rice double cropping in the Yeongnam plain area. On the other hand, an early maturing cultivar (Unkwang, Jokwang and Haedamssal) would be preferable for a triple cropping because of the short growth period of rice.

Keywords: cropping system, paddy field, rice cultivar, yield

Check for updates

OPEN ACCESS

Citation: Kim SY, Seo JH, Bae HK, Hwang CD, Ko JM. 2018. Rice cultivars adaptable for rice based cropping systems in a paddy field in the Yeongnam plain area of Korea. Korean Journal of Agricultural Science. https://doi.org/10.7744/kjoas.20180036

DOI: https://doi.org/10.7744/kjoas.20180036

Received: March 13, 2018

Revised: May 8, 2018

Accepted: July 23, 2018

Copyright: © 2018 Korean Journal of Agrcultural Science

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Introduction

농촌노동력 감소와 더불어 동계작물 재배기피로 논 경지이용률 감소 등으로 곡물자급률이 점차 낮아지고 있다. 2016년 논 경지이용률은 104%로 1985년 115% 대비 경지이용률이 10%가 감소하였다. 2015년 사료작물을 포함한 곡물자급률은 23.8%로 OECD 국가 중 하위그룹에 속한다(Jo et al., 2017). 식량작물 중에서 쌀은 자급 수준이나, 콩, 밀, 옥수수, 사료작물 등 타작물 자급률은 0.7 - 37.3%로 매우 낮아 곡물자급률 향상을 위해서는 논에 벼 앞뒤로 다양한 타작물을 이어짓기를 하는 다모작 작부체계 기술개발이 무엇보다 필요하다. 또한 최근 지구온난화로 인해 우리나라의 평

균기온이 지난 100년간 1.5℃ 상승함에 따라 가을보리의 재배지가 북상하였고(Yun, 1998), 2모작 체계 도입이 유리해져, 새로운 작부유형 및 재배기술 개발이 요구되고 있다.

곡물자급률을 높이기 위한 논 작부체계 개발은 쌀 부족시 언제든지 벼를 재배할 수 있도록 논 기반을 유지한 작부체계 기술개발이 필요하다. 현재 농가에서 수행되고 있는 벼 중심 작부체계는 동계작물과 춘계작물로 구분되며 동계작물은 양파, 마늘, 맥류, 시금치를 심고 후작으로 벼를 재배하는 작부체계와 춘계작물로 감자, 찰옥수수를 심고 후작으로 벼를 재배하는 작부체계 등 지역 및 기상환경에 따라 다양한 2·3모작 체계가 이루어지고 있다(Kim et al., 1986; Hong et al., 2001; Kim et al., 2010). 벼와 식량작물 및 소득작물 2·3모작 작부체계 확대를 위해서는 전·후작물과의 생육기간이 서로 겹쳐지지 않아야 되고, 파종 및 수확작업 등 노동력의 경합이 되지 않도록 작물 작기 간에 충분한 기간이 필요할 뿐 만 아니라 또한 다양한 2·3모작에 알맞은 품종이 필수적이다(Kim and Rha, 1997). 즉, 봄감자-벼, 양파/마늘-벼, 맥류-벼와 봄감자-벼-시금치 등 벼와 연계한 식량작물 및 소득작물 2·3모작 작부체계에서는 벼가 보통기인 6월 5일보다 늦은 만식재배가 되므로 벼 생육 초기 고온 및 등숙기 저온 등 불량환경을 경과하게 된다. 이런 환경에 적응하는 벼 품종은 보통기에 재배되는 품종보다 생육일수가 짧아야 되며, 생육일수 단축에 의한 수량 감소가 적고 또한 생육후기 고온 또는 저온 환경에서 등숙해야 하므로 등숙적응성이 높아 수량성이 높고 미질이 나빠지지 않아야 하는 등 보통기 재배와는 다른 특성을 가진 품종이 요구된다(Choi et al., 2005). 지금까지 주요 연구로는 남부 및 중부평야지역에서 보리-벼 2모작 재배시 벼의 안전출수한계기 연구보고가 있고(Kim et al., 1986; Yoon et al., 2011), 식용 및 청예용 보리후작에 적합한 벼 품종(Kim et al., 1986; Kim et al., 2010)과 시설채소 소득작물 전·후작 적응 조생종 벼 품종(Hong et al., 2001) 등에 대한 일부 보고된 바 있으나, 이는 특정한 작물 및 시기에 대한 결과이고, 다양한 작물과 연계한 작부체계에 적응하는 벼 생태형별 적합 품종에 대한 연구는 미흡하다.

본 논문은 지금까지 연구결과를 참고하여 미진한 부분에 대한 시험연구를 실시하였으며, 이에 따라 얻어진 몇가지 주요 결과를 작성하였다.

Materials and Methods

본 시험은 2016년 국립식량과학원 남부작물부(경남 밀양) 시험포장(덕평통)에서 수행하였다. 시험 벼 품종은 전국에서 많이 재배되고 있는 품종을 생태형별 로 조생종은 운광벼, 조평벼, 해담쌀, 오대벼, 조광벼 5품종, 중생종은 하이아미, 삼덕벼, 대보 3품종, 중만생종은 새누리, 신동진, 현품, 새일미, 삼광 5품종을 사용하였다. 이앙시기는 적기 6월 5일, 만기 6월 25일, 극만기 7월 5일 3시기로하여 6월 5일 이앙은 30일묘, 6월 25일 이앙은 25일묘, 7월 5일 이앙은 20일묘를 3 - 5본씩 손이앙 하였다. 재식거리는 6월 5일 이앙은 30 × 14 cm, 6월 25일 및 7월 5일 이앙은 30 × 12 cm 간격으로 하였다.

시비량은 10 a당 N-P_2O_5-K_2O를 각각 성분량으로 9-4.5-5.7 kg을 시용하였는데, 질소는 기비-분얼비-수비로 각각 50-20-30% 비율로 분시하였고, 인산은 전량을 기비로, 칼리는 기비 70%, 수비 30%로 분시 하였다. 쌀 수량은 반복당 100주를 수확하여 탈곡 후 수분 15%로 건조시켜 도정한 후 무게를 측정하여 10 a로 환산하여 나타내었다. 수량구성요소 등 주요 생육특성과 물관리, 잡초방제 등 재배관리는 농촌진흥청 표준재배법에 준하였다. 쌀 품위조사는 미립판별기(RN-500, Kett, Japan)로 측정하였다. 쌀 단백질, 아밀로스 함량은 적외선분광분석 방식인 성분분석계(AN-700, Kett, Japan)를 이용하여 기계적 방법으로 측정하였으며,

시험성적 통계분석은 Enterprise Guide 4.3 (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA) PC package를 이용하였다. 통계 package로 평균을 구한 후 분산분석(ANOVA), 최소유의성검정 $\alpha = 0.05$ 수준에서 유의성을 검정하였다.

Results and Discussion

벼 출수기 및 수확기 기준 한계기

이앙시기별 출수기는 Table 1에서와 같이 적기인 6월 5일 이앙시 조생종은 8월 2일, 중생종은 8월 11일, 중만생종은 8월 16일 이었고, 6월 25일 이앙시 6월 5일 이앙대비 조생종은 16일, 중생종과 중만생종은 10일 늦어졌으며, 7월 5일 이앙시 6월 5일 대비 조생종은 24일, 중생종은 17일, 중만생종은 16일 늦어졌다. 품종별로는 6월 5일 이앙에서 조생종은 조평벼가 다른 품종보다 2 - 5일, 중생종은 삼덕벼가 다른 품종보다 2 - 3일, 중만생종의 경우 새일미가 다른 품종보다 1 - 5일 정도 출수가 빨랐다. 다양한 작부체계 도입을 위해서는 작물별로 재배기기간이 다르기 때문에 출수기와 수확기 등을 고려하여 품종을 선정해야 되고,. 또한, 벼와 다른 식량작물 및 소득작물과 생육기간이 겹치지 않아야 되며, 전·후작물간 작기간의 연결성의 여유가 있어야 한다. 벼 이앙시기를 달리 했을 경우 생태형 및 품종에 따라 지역별 안전출수 한계에 출수가 가능해야 안정적인 생산이 가능하다(Kim et al., 1986; Yang et al., 1994; Cho et al., 2001). 밀양지역에 평년의 기상자료로 하여 출수 후 40일간의 등숙기온 22°C 기준(Lee, 2001) 안전출수한계기는 8월 30일로 이시기에 재배가 출수한 품종은 6월 25일 이앙은 중만생종까지, 7월 5일 이앙은 중생종까지 가능하였으나, 중만생종은 출수가 늦어서 재배가 불가능하였다. 하지만 중생종의 경우 벼 뒷작물의 파종(정식)작업에 여유가 없어 7월 5일 이앙시는 벼는 조생종을 재배하는 것이 가장 바람직하였다.

벼 수확기는 6월 5일 이앙시 조생종은 9월 21일, 중생종은 10월 6일, 중만생종은 10월 14일 이었고, 6월 25일 이앙시 수확기는 조생종은 평균 10월 6일, 중생종은 10월 14일, 중만생종은 10월 22일로 2모작은 밀/양파-벼 작부체계는 6월 25일 이앙에서 벼 수확시기가 10월 중순으로 후작물인 동계작물로 밀/양파 파종(이식) 적기인 10월 하순 - 11월 초순으로 14일간의 여유가 있어 중생종까지 가능하였으나 중만생종은 수확기가 늦어 뒷작물 파종을 위한 여유가 7일간으로 촉박하였다. 봄감자/찰옥수수-벼 2모작은 벼 후작으로 재배작물이 없기 때문에 재배기간의 여유가 있어 중만생종까지 재배 가능하였다. 한편 소득작물-벼 3모작은 7월 5일 벼 이앙시 조생종 수확일은 10월 14일로 3모작 작부체계에 재배가 가능하였으나 중생종 및 중만생종 수확은 각각 10월 20일, 10월 28일로 후작물을 재배하기 위한 파종작업기간의 여유가 없었다.

Table 1. Heading date and harvesting date 05 rice cultivars as affected by transplanting dates.

Ecological type	Cultivars	Heading date			Harvesting date		
		Jun. 5	Jun. 25	Jul. 5	Jun. 5	Jun. 25	Jul. 5
Early maturing	Jopyeong	Jul. 31	Aug. 17	Aug. 24	Sep. 18	Oct. 5	Oct. 12
	Unkwang	Aug. 2	Aug. 18	Aug. 27	Sep. 20	Oct. 6	Oct. 15
	Jokwang	Aug. 2	Aug. 17	Aug. 26	Sep. 20	Oct. 5	Oct. 14
	Odae	Aug. 3	Aug. 18	Aug. 25	Sep. 21	Oct. 6	Oct. 13
	Haedamssal	Aug. 5	Aug. 19	Aug. 27	Sep. 23	Oct. 5	Oct. 15
	Mean	Aug. 2	Aug. 18	Aug. 26	Sep. 21	Oct. 6	Oct. 14
Medium maturing	Samdeog	Aug. 10	Aug. 20	Aug. 26	Oct. 2	Oct. 12	Oct. 18
	Haiami	Aug. 12	Aug. 23	Aug. 31	Oct. 4	Oct. 15	Oct. 23
	Daebo	Aug. 13	Aug. 22	Aug. 28	Oct. 5	Oct. 14	Oct. 20
	Mean	Aug. 11	Aug. 21	Aug. 28	Oct. 4	Oct. 14	Oct. 20
Mid-late maturing	Saeilmi	Aug. 14	Aug. 26	Aug. 30	Oct. 10	Oct. 22	Oct. 26
	Sindongjin	Aug. 15	Aug. 26	Aug. 31	Oct. 11	Oct. 20	Oct. 27
	Saenuri	Aug. 17	Aug. 28	Sep. 1	Oct. 13	Oct. 24	Oct. 28
	Samkwang	Aug. 19	Aug. 27	Sep. 4	Oct. 15	Oct. 23	Oct. 31
	Hyunpoom	Aug. 19	Aug. 28	Sep. 4	Oct. 15	Oct. 24	Oct. 31
	Mean	Aug. 16	Aug. 27	Sep. 1	Oct. 13	Oct. 22	Oct. 28

쌀 수량 및 품질 기준 한계기

쌀 생산성은 단위면적당 이삭수, 이삭당 벼 알수, 등숙비율 및 현미 천립중에 의해 결정되는데 수량구성요소는 상호 보완적 작용에 의해 수량성이 발현된다. 따라서 이들 수량구성요소간 최대공약수를 찾아내어 최대 수량과 최고 품질을 확보하는 것이 벼 재배관리상 가장 중요하다.

이앙시기에 따른 벼 품종의 m^2 당 이삭수는 조생종은 354 - 361개, 중생종은 416 - 452개, 중만생종은 403 - 430개로 6월 25일 이앙과 7월 5일 이앙이 6월 5일 이앙보다 많았고, 6월 25일 이앙과 7월 5일 이앙간에는 비슷하였는데(Table 2), 이것은 6월 5일 이앙은 주당 3본, 6월 25일이앙은 4본, 7월 5일 이앙은 5본으로 재식본수가 달랐기 때문에 6월 5일 이앙은 생육기간이 길었음에도 불구하고 6월 25일과 7월 5일 이앙보다 이삭수가 적었던 것으로 판단된다.

이삭당 벼 알수는 이앙시기에 관계없이 조생종, 중생종, 중만생종 모두 비슷하였으나 이앙시기별로는 6월 5일이 104 - 110개, 6월 25일 이앙이 90 - 106개, 7월 5일 이앙이 70 - 81개로 6월 5일 이앙대비 이앙시기가 늦을수록 벼 알수 감소가 컸고, 6월 5일 대비 6월 25일 이앙과 7월 5일 이앙에서 각각 조생종은 각각 12 - 23개, 중생종은 20 - 27개, 중만생종은 5 - 33개가 적었다(Table 3). 품종간에는 조생종은 운광벼, 중생종은 삼덕벼, 중만종은 새일미가 이삭당 벼 알수가 다소 많은 경향이었다.

등숙비율은 6월 5일 이앙시 79.6 - 85.0%, 6월 25일 이앙시 72.5 - 77.1%, 7월 5일 이앙시 72.4 - 75.4%로 이앙시기가 늦을수록 낮아졌고, 6월 5일 이앙대비 조생종은 4.2 - 5.7%, 중생종은 5.7 - 10.4%, 중만생종은 10.6 - 12.5% 낮았다. 6월 5일 이앙대비 7월 5일 이앙에서 등숙비율 감소가 많은 품종은 조평벼, 하이아미, 대보 및 새일미 이었고, 기타품종은 큰 차이가 없었다.

현미천립중은 이앙시기에 관계없이 비슷하였다. 이러한 결과는 벼 기계이앙에서 만식재배시 적기재배에 비해 출수가 늦어지면서 등숙비율과 수당립수의 감소가 가장 컸다는 결과 같은 경향이었다(Yang et al., 1992; Choi et al., 2005)

작부체계 적응 벼 품종선발을 위해서 출수기 및 수확기 뿐 만 아니라 쌀 수량 및 미질 등을 고려하여야 한다(Hwang et

Table 2. Number of panicle per m^2 and spikelet per panicle of rice cultivars as affected by transplanting dates.

Ecological type	Cultivars	Panicle (no./m^2)			Spikelet (no./panicle)		
		Jun. 5	Jun. 25	Jul. 5	Jun. 5	Jun. 25	Jul. 5
Early maturing	Jopyeong	382	441	467	114	89	90
	Unkwang	320	426	387	118	104	94
	Jokwang	328	394	397	98	88	81
	Odae	310	331	408	99	87	88
	Haedamssal	355	414	442	104	88	78
	Mean	354	416	430	104	92	81
Medium maturing	Samdeog	384	450	412	112	97	87
	Haiami	335	463	416	110	81	78
	Daebo	363	443	383	107	93	85
	Mean	361	452	404	110	90	83
Mid-late maturing	Saeilmi	364	403	419	112	110	87
	Sindongjin	298	381	370	117	105	79
	Saenuri	315	438	384	119	102	81
	Samkwang	401	453	442	108	105	72
	Hyunpoom	373	430	444	98	106	72
	Mean	350	421	412	111	106	78
LSD (0.05)		29.7	37.6	38.8	13.5	11.7	11.9

LSD, Least significant difference.

al., 1992; Yang et al., 2004). 이앙시기에 따른 벼 생태형별 10 a당 평균 쌀 수량은 Table 4에서 보는 바와 같이 조생종은 493 - 524 kg, 중생종은 525 - 600 kg, 중만생종은 598 - 646 kg으로 이앙시기에 관계없이 평균 쌀 수량은 중만생종 > 중생종 > 조생종 순으로 많았는데 이는 조생종에 비하여 중생종이나 중만생종이 영양생장기간이 길기 때문으로 생각된다. 이앙시기별로는 품종에 따라 다소 차이가 있었으나 일반적으로 조생종, 중생종 및 중만생종 모두 6월 5일 > 6월 25일 > 7월 5일 순으로 많았고, 이앙시기가 늦어짐에 따라 쌀 수량은 6월 5일 대비 각각 6월 25일 이앙에서는 1 - 6%, 7월 5일 이앙에서는 7 - 12% 감소하였다. 품종별로는 6월 25일 및 7월 5일 늦게 이앙하여도 쌀 수량이 6월 5일 이앙과 비슷하거나 높았던 조생종 품종은 운광벼, 조광벼, 해담쌀로 10 a당 쌀 수량은 각각 535 - 570 kg, 503 - 546 kg, 536 - 593 kg이었고, 조평벼와 오대벼의 쌀 수량은 6월 5일 이앙에 비해 각각 14 - 15%, 13 - 16%적었다. 한편 중생종은 6월 25일 이앙에서는 삼덕벼, 하이아미 및 대보 모두 10 a당 쌀 수량이 521 - 595 kg으로 높았고, 중만생종의 경우 6월 5일 이앙에서 새일미, 새누리, 삼광 및 현품이 10 a당 쌀 수량이 629 - 664 kg으로 높았으며, 6월 25일 이앙에서는 신동진, 현품 및 새일미가 580 - 660 kg으로 높았다. 신동진의 경우 수량은 높았으나 도복으로 인해 미질이 다른 품종에 비해 떨어 졌다. 쌀 수량이 이앙시기가 늦어지면 감소되는 것은 생육일수 단축에 따른 수량구성요소 감소 때문이다. 한편 2016년 9월 하순 태풍 차바 발생으로 포장도복이 심했던 품종은 조평벼, 신동진, 삼광벼가 6월 25일 및 7월 5일 이앙에서 1 - 5로 높아 이들 품종은 도복에 약해 작부체계 적응 품종에서 제외하였다(Table 5).

이앙시기에 따른 완전미율은 6월 5일 이앙에서 78.7 - 85.5%, 6월 25일 이앙에서 77.5 - 86.3%, 7월 5일 이앙에서는 82.9 - 84.7%로 비슷하였다(Table 5). 조생종의 경우 운광벼, 조광벼, 해담쌀이 이앙시기에 관계없이 높았고, 조평벼, 오대벼는 낮았다. 중생종은 쌀 수량과 마찬가지로 삼덕벼, 새일미, 대보 모두 완전미율이 83.0 - 88.2%로 높았고, 중만생종의 경우 신동진을 제외한 새일미, 새누리, 삼광, 현품 모두 완전미율이 높았다. 쌀의 완전미율과 불완전미율은 품종별로 이앙시기간에 차이가 있었다는 보고(Choi et al., 1990)와 다소 차이가 있는데 추후 포장 시험을 추가 하여 구명할 필요가 있다고 판단된다. 아밀로스 함량은 이앙시기별로 차이가 적다는 보고와 같은 경향이 있다(Won et al., 2005).

이앙시기에 따른 백미 평균 단백질함량을 보면 6월 5일 이앙에서 5.6 - 6.2, 6월 25일 이앙에서 6.1 - 6.3, 7월 5일 이앙

Table 3. Ripened grain and 1,000 brown rice weight of rice cultivars as affected by transplanting dates.

Ecological type	Cultivars	Grain ripened rate (%)			1,000-brown rice weight (g)		
		Jun. 5	Jun. 25	Jul. 5	Jun. 5	Jun. 25	Jul. 5
Early maturing	Jopyeong	78.2	62.1	66.3	21.0	20.1	21.0
	Unkwang	78.5	69.2	73.1	22.7	23.2	22.5
	Jokwang	80.6	81.7	82.9	20.3	21.7	21.1
	Odae	80.3	82.2	75.2	24.9	24.8	25.9
	Haedamssal	80.2	74.1	79.5	20.5	22.5	21.7
	Mean	79.6	73.9	75.4	21.3	22.0	22.0
Medium maturing	Samdeog	86.7	81.9	77.3	21.0	20.8	19.6
	Haiami	80.3	77.6	69.4	22.1	22.3	20.3
	Daebo	81.4	71.7	70.5	22.0	21.8	20.9
	Mean	82.8	77.1	72.4	21.1	21.6	20.9
Mid-late maturing	Saeilmi	91.0	73.5	75.5	21.5	20.5	22.0
	Sindongjin	80.3	68.7	71.0	27.5	27.4	26.6
	Saenuri	79.3	73.5	71.8	24.4	23.6	23.0
	Samkwang	84.8	76.5	76.9	22.2	20.7	21.6
	Hyunpoom	88.6	70.1	76.7	25.8	23.5	24.0
	Mean	85.0	72.5	74.4	24.3	23.1	23.4
LSD (0.05)		5.4	8.1	7.0	0.9	1.2	0.5

LSD, Least significant difference.

에서 6.1 - 6.4로 이앙시기가 늦어 질수록 단백질 함량이 높았는데 이것은 등숙비율이 낮아 완전미율이 낮았기 때문으로 판단된다(Table 6).

Table 4. Milled rice yield and yield index of rice cultivars as affected by transplanting dates.

Ecological type	Cultivars	Milled rice yield (kg/10 a)			Yield index		
		Jun. 5	Jun. 25	Jul. 5	Jun. 5	Jun. 25	Jul. 5
Early maturing	Jopyeong	555	479	473	100	86	85
	Unkwang	578	570	535	100	99	93
	Jokwang	491	546	503	100	111	102
	Odae	568	495	476	100	87	84
	Haedamssal	497	593	536	100	119	108
	Mean	535	524	493	100	99	93
Medium maturing	Samdeog	624	595	555	100	95	89
	Haiami	598	550	485	100	92	81
	Daebo	577	521	535	100	90	93
	Mean	600	555	525	100	93	88
Mid-late maturing	Saeilmi	664	600	576	100	90	87
	Sindongjin	629	660	606	100	105	96
	Saenuri	645	580	560	100	90	87
	Samkwang	647	593	565	100	92	87
	Hyunpoom	644	614	582	100	95	90
	Mean	646	598	601	100	94	90
LSD (0.05)		50.4	25.3	30.0			

LSD, Least significant difference.

Table 5. Degree of field lodging and percent of head rice of rice cultivars as affected by transplanting dates.

Ecological type	Cultivars	Field lodging (1 - 9)			Head rice ratio (%)		
		Jun. 5	Jun. 25	Jul. 5	Jun. 5	Jun. 25	Jul. 5
Early maturing	Jopyeong	0	5	3	79.3	71.2	75.4
	Unkwang	0	0	0	85.1	79.7	81.1
	Jokwang	0	0	0	80.4	79.0	86.0
	Odae	0	1	1	72.7	69.9	74.1
	Haedamssal	0	0	0	84.0	77.8	90.0
	Mean	0	2	1	78.7	77.5	82.9
Medium maturing	Samdeog	0	0	0	80.3	88.2	86.0
	Haiami	0	0	0	82.5	87.6	84.1
	Daebo	0	0	0	80.1	83.0	83.9
	Mean	0	0	0	81.0	86.3	84.7
Mid-late maturing	Saeilmi	0	1	1	84.8	88.3	91.5
	Sindongjin	0	3	3	82.8	73.4	65.9
	Saenuri	0	1	1	88.9	89.5	81.2
	Samkwang	0	1	3	81.4	90.1	90.7
	Hyunpoom	0	0	0	89.4	86.5	87.3
	Mean	0	1	2	85.5	85.6	83.3
LSD (0.05)					5.8	6.9	3.7

LSD, Least significant difference.

작부체계별 적응 벼 품종

작부체계별 이앙(파종)에서 수확작업까지의 기간 및 노동력 경합을 나타내는 작기의 안정성, 쌀수량, 미질 및 도복 등 재배안정성을 고려해 볼 때 식량작물, 소득작물 및 사료작물 생산 2모작 작부체계에서 추계에 각각 보리/밀, 마늘/양파, 총체보리/이탈리안 라이그라스를 심고 후작으로 다음해에 벼를 재배할 경우 벼 후작물은 보통 11월초에 파종(이식)을 하여야 하므로 10월 중순 경에 수확될 수 있는 벼 품종 인 중생종 하이아미, 삼덕벼가 적응 품종이 될 수 있고, 춘계에 봄감자/찰옥수수를 심고 하계에 벼를 심는 2모작 작부체계의 경우 봄감자와 찰옥수수는 6월 중순에 수확하고 후작으로 벼 만 재배하기 때문에 6월 25일경에 이앙하여도 수량 및 품질이 우수한 중만생종인 새일미, 새누리, 삼광, 현품이 적응 품종으로 판단된다(Fig. 1, Table 7). 한편, 춘계 봄감자/찰옥수수-하계 벼-추계 시금치 3모작 작부체계에서 벼 후작으로 시금치

Table 6. Content of amylose and protein of rice cultivars as affected by transplanting dates.

Ecological type	Cultivars	Amylose content (%)			Protein (%)		
		Jun. 5	Jun. 25	Jul. 5	Jun. 5	Jun. 25	Jul. 5
Early maturing	Jopyeong	19.8	20.4	21.8	6.9	6.7	6.9
	Unkwang	18.6	19.8	20.8	5.8	5.8	6.4
	Jokwang	19.6	20.2	20.8	6.1	6.2	6.1
	Odae	20.0	20.3	20.5	6.0	6.4	6.7
	Haedamssal	19.4	21.8	21.9	5.9	6.3	6.1
	Mean	19.5	20.5	21.2	6.2	6.3	6.4
Medium maturing	Samdeog	19.7	20.7	18.4	6.2	6.7	6.6
	Haiami	19.1	20.9	21.4	6.0	6.6	6.2
	Daebo	20.5	20.7	20.6	5.7	6.6	6.6
	Mean	19.7	20.8	20.1	6.0	6.6	6.5
Mid-late maturing	Saeilmi	18.7	20.6	21.9	5.8	6.1	6.2
	Sindongjin	20.2	22.3	20.7	5.2	6.0	6.0
	Saenuri	20.7	21.8	22.9	5.6	6.1	5.8
	Samkwang	20.6	21.5	20.9	6.1	6.6	6.6
	Hyunpoom	21.0	22.4	21.9	5.1	5.5	5.8
	Mean	20.2	21.7	21.7	5.6	6.1	6.1
LSD (0.05)		1.2	1.3	1.8	0.2	0.4	0.3

LSD, Least significant difference.

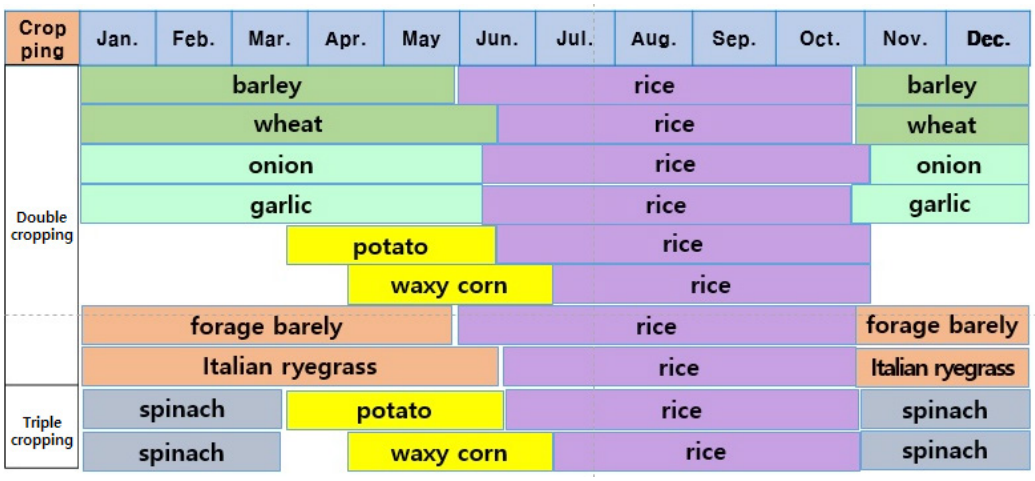

Fig. 1. Cropping system of rice and other crops that practices in southern plain region.

Table 7. Rice cultivars suitable for rice based double or tripple cropping system in Yeongnam plain area based on milled rice yield, heading time, harvest time, and cultivation stability of two succeeding croppings.

Early maturing cultivar	Transplanting date			Mid maturing cultivar	Transplanting date			Mid-late maturing cultivar	Transplanting date		
	Jun. 5	Jun. 25	Jul. 5		Jun. 5	Jun. 25	Jul. 5		Jun. 5	Jun. 25	Jul. 5
Unkwang	◎	◎	◎	Haiami	◎	◎	×	Saenuri	◎	◎	×
Jopyeong	○	×	×	Daebo	◎	○	×	Sindongjin	○	×	×
Odae	◎	○	○	Samdeog	◎	◎	×	Saeilmi	◎	◎	×
Jokwang	○	◎	◎					Samkwang	◎	◎	×
Haedamssal	○	◎	◎					Hyunpoom	◎	◎	×

×, not suitable; ○, so so; ◎, suitable.

를 11월초에 파종하여 다음해 3월 하순에 수확하고 후작물로 봄감자는 3월 하순에 정식하여 6월 중순에 수확이 가능하다. 또한 찰옥수수의 경우 4월 하순에 정식하여 7월초에 수확이 가능하다. 따라서 3모작을 할 경우 벼는 7월 초에 이앙해서 10월 중순경에 수확 가능한 조생종인 운광벼, 조광벼 및 해담쌀이 적응 품종으로 판단된다.

Conclusion

논 이용률 및 식량자급률 증진을 위해 남부평야지에서 벼와 연계한 식량작물, 소득작물 및 사료작물 등 2·3모작 작부체계에 알맞은 벼 품종을 선발하기 위해 시험을 수행한 결과는 다음과 같다.

밀양지역 벼 안전출수한계기인 8월 30일 기준 재배가 가능한 품종은 6월 25일 이앙시 중만생종, 7월 5일 이앙시 조생종은 가능하였다. 벼 후작으로 동계작물은 11월 초에 파종(이식)하므로 후작물 파종(이식)작업을 위한 10 - 14일간 여유가 있어야 하므로 벼 수확은 10월 중순에 가능해야 한다. 이 기준에 맞는 품종 숙기생태형은 6월 25일 이앙시는 중생종, 7월 5일 이앙시는 조생종으로 수확시기는 10월 14일 이었다. 쌀 수량은 보통기인 6월 5일이앙에 비해 이앙시기가 6월 25일, 7월 5일로 늦어짐에 따라 수량은 감소하였는데 이것은 수당립수 및 등숙비율 감소가 주 원인이었다. 쌀 수량, 미질, 재배안전성, 작기연결의 안정성 등을 고려할 때 영남평야지에서 동계 맥류/양파/마늘-벼 2모작에 알맞은 벼 품종은 중생종인 하이아미, 삼덕벼이었고, 춘계 봄감자/찰옥수수-벼 작부체계에 알맞은 벼 품종은 벼 후작물로 재배되는 작물이 없기 때문에 늦은 가을까지 수확이 가능한 중만생종 품종 새일미, 새누리 및 현품이 적응 품종이었다. 한편 봄감자-벼-시금치 3모작재배에서는 7월 초순에 이앙해서 10월 중순에 수확을 해야 되기 때문에 벼 재배기간이 짧아 조생종인 운광, 조광 및 해담쌀이 적응 품종이었다. 이러한 결과는 영남지역 2·3모작 농가에서 재배작물에 따라 적절한 벼 품종을 선택하는데 도움이 될 것으로 판단된다.

Acknowledgements

본 논문은 농촌진흥청 연구사업(세부과제번호: PJ01171502)의 지원에 의해 이루어진 것임.

References

Cho YC, Lim GJ, Park JS, Ju YC, Lee WW, Km WY. 2001. Selection of early maturing rice variety adaptable to rice-barley double cropping system in Kyonggi are. Korean Journal of Crop Science 46(S2):134-135. [in Korean]

Choi HC, Cho SY, Kim KH. 1990. Varietal difference and environmental variation in protein content and/

or amino acid composition of rice seed. Korean Journal of Crop Science 35:379-386. [in Korean]

Choi WY, Nam JK, Kim SS, Lee JH, Kim JH, Park HK, Back NH, Choi MK, Kim CK, Jung KY. 2005. Optimum transplanting date for production quality rice in Honam plain area. Korean Journal of Crop Science 50:435-441. [in Korean]

Hong KP, Joung WK, Kim YG, Song GW, Kang DJ. 2001. Rice cultivars for proceeding and succeeding cropping system with protected horticulture in southern plain area. Korean Journal of Crop Science 46:130-131. [in Korean]

Hwang DY, Kim SC, Jun BT, Kim SJ. 1992. Determination of the critical transplanting date of drill-seeded infant rice seedling in southern plain area. Research Report RDA(R) 34:78-84. [in Korean]

Jo KO, Woo YH, Jeong NJ, Song GS, Kim JK, Kim WT, Yun KH, Kim YS, Kim SH, Kim JS. 2017. Report of enhancement of self-sufficiency on feeding grain and forage silage. p. 523. Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs, Sejong, Korea. [in Korean]

Kim SS, Lee SY, Kim JH, Bae SH. 1986. Optimum transplanting time for double cropping in the southern plain area. Research Report RDA(R) 28:256-259. [in Korean]

Kim YD, Kang SG, Ku BI, Choi MK, Park HK, Park TS, Back NH, Kim SJ, Ko JK. 2010. Selection of suitable rice cultivars for silage barley-rice double cropping in Honam plain area. The Journal of the Korean Society of International Agriculture 22:337-340. [in Korean]

Kim JK, Rha ES. 1997. Potential yielding of rice grown after barley. Theses Collection of the agricultural college. Coll. 28:1-13.

Lee JH. 2001. Recent rice science. p. 316. Sunjin Moonhwa Press, Seoul, Korea. [in Korean]

Won JG, Lee SH, Choi JS, Park SG, Ahn DJ, Park SD, Son JK. 2005. Yearly variation of rice quality in Gyeoungbuk province. Korean Journal of Crop Science 50(S):69-76. [in Korean]

Yang WH, Kim DS, Jeon YH, Cho YC, Kim JK, Lee ML. 2004. Heading date of North Korean rice varieties in South Korea. The Journal of the Korean Society of International Agriculture 16:68-75. [in Korean]

Yang WH, Yun YD, Song MT, Park RK, Lim MS, Oh YJ. 1994. Growth variation of infant rice seedling for machine transplanting under late season cultivation. RDA Journal of Agricultural Science 36:19-25. [in Korean]

Yang WH, Yun YD, Oh YJ, Park RK, Kwon YW, Lee EW. 1992. Response of machine-transplanted rice in days to heading and grain yield to seeding date, period and temperature of nursery. The Journal of the Korean Society of International Agriculture 37(S1):78-79. [in Korean]

Yoon ST, Kwak NI, Shin HE, Shim SI, Kim YB. 2011. Optimization of rice cultivation method for double cropping in Cheonan area. The Journal of the Korean Society of International Agriculture 23:402-409. [in Korean]

Yun SH. 1998. Climate change and its impact on agricultural ecosystem. KSCS & KBS Symposium for 50th Anniversary GSNU, Korean Society of Crop Science, Jinju, Korea. [in Korean]