완전미율이 우수한 조생종 벼 중간모본 “중모1019호”

이종희¹ · 여운상² · 김춘송¹ · 이지윤² · 송유천² · 박노봉² · 오성환² · 김상열² ·
정국현² · 김우재² · 손영보² · 조준현^{2*}

¹농촌진흥청 연구정책국, ²국립식량과학원

“Jungmo1019”: High Head Rice Ratio and Early-Maturing Rice Germplasm Line

Jong-Hee Lee¹, Un-Sang Yeo², Choon-Song Kim¹, Ji-Yoon Lee², You-Chun Song², No-Bong Park²,
Seong-Hwan Oh², Sang-Yeol Kim², Kuk-Hyun Jung², Woo-Jae Kim², Young-Bo Sohn², and Jun-Hyeon Cho²

¹Research Policy Bureau, RDA, Jeonju 54875, Korea

²Paddy Crop Research Division, NICS, RDA, Miryang 50424, Korea

Abstract : Jungmo1019 early maturing rice variety was developed by the rice breeding team of the Department of Southern Crop, NICS, RDA in 2011. This cultivar was derived from the cross Hwayeongbyeol/Hitomebore/Nampyeongbyeol made in 2005 and the production of doubled haploid rice plant from anther culture in F₁ generation. Testing in the replicated yield trial in 2008, a promising line YR25312Acp62 was selected and it was designated as the Milyang246. The early trauis plauting local adaptability test of Milyang246 was carried out at three location in 2011 and it was named as Jungmo1019 showing a high head rice ratio and early-maturity eco-type. Number of spikelet/panicle and 1,000 grain weight of brown rice was slightly lower than those of Jopyeongbyeol. This variety is resistant to bacterial blight, rice stripe virus disease but susceptible to major insect and pests. The milled rice yield of Jungmo1019 is 4.52MT per ha at the early transplanting of the local adaptability test. This line should serve as a useful source for improving head rice ratio at early transplanting cultivation in southern plain area.

Keywords : rice, Jungmo1019, grain filling ratio, early maturing

서 언

평야지 조기재배는 4월 하순 ~ 5월 상순에 이양하여 8월 중하순에서 9월 상순 사이에 수확하는 재배 작형이다. 특히, 추석 선물용 햅쌀은 중만생종 쌀이 출하되기 전 판매하는 틈새시장 전략으로 조기재배용 조생종 벼가 많이 심겨지고 있다. 조기재배는 여름철 고온 상태에서 출수와 등숙이 진행되기 때문에 분상질립의 발생을 증가되어 쌀의 외관품질을 저하시키는 것으로 알려져 있다(Choi et al. 1994, Choung et al. 2004). 등숙초기 고온에 의해 배유의 전분축적이 빨리 진행되고 밀도가 낮아지며 수분의 흡수·건조과정을 반복하면서 배유 내부 균열이 생기기 때문에 동할미 발생이

증가되는 것으로 알려져 있다(Nagata et al. 2004). 국내 조기재배에서 동할미 발생을 줄이고, 정립 비율을 높이기 위해서는 출수 후 40일경에 수확하는 것이 바람직한 것으로 알려져 있다(Lee et al. 2008). 또한, 유전적인 요인에 의해 등숙초기에 저장물질의 축적과 배유 중심부의 균열에 대한 품종간 차이도 있는 것으로 알려져 있다(Yamata et al. 2008). 반면, 국내에서는 재배적인 측면에서 완전미율이 높고 수량성이 우수한 조생종 벼 품종 선발에 관한 연구가 일부 수행되었으나(Seong et al. 2014), 실용적인 품종개발을 위해서는 더 많은 유전자원과 중간모본의 확보가 필요한 실정이다. 따라서, 본 연구에서는 남부 평야지 조기재배에서 완전미율이 우수한 중간모본을 개발하였으며, 이는 육종측면에서 유용한 중간모본이 될 것으로 기대되며, 재배생리학 측면에서 조기재배에 대한 품질향상연구, 고온조건에서 등숙생리 연구 등에 연구재료가 될 것으로 기대되어 이에 대한 보고하고자 한다.

*Corresponding author (E-mail: hy4779@korea.kr, Tel: +82-55-350-1169, Fax: +82-55-352-3059)

(Received on August 12, 2016. Accepted on September 5, 2016.)

Year	'05	'06	'07	'08	'09	'10	'11
Gen.	Cross	F ₁	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A ₅
Hwayeongbye// Hitomebore/ Nampyeongbye	YR25312	1 62 16	1 103	YR25312Acp62	Jungmo1019		
lines	46seeds						
(plants)		(16)	103				
Remark		Anther culture		<---RYT--->		<-----LAT----->	

RYT : Replicated yield trial, LAT : Local adaptability test

Fig. 1. Pedigree diagram of Jungmo1019.

Fig. 2. Genealogical diagram of Jungmo1019.

재료 및 방법

본 연구는 2011년 영남, 호남 및 중부평야지 3개 지역의 조기재배 벼 지역적응 시험포장에서 표준품종인 조평벼를 공시하여 수행하였다(RDA 2011a). 각 시험지별 재배방법은 4월 10일 파종하여 30일간 육묘한 후 5월 10일에 30 × 15 cm의 재식거리로 주당 3본씩 이앙하고, 시비량은 N-P₂O₅-K₂O=9-4.5-5.7kg/10a로 재배하였다. 농업적 특성은 농업과학기술 연구조사 분석기준(RDA 2012b)에 따라 출수기, 간장, 수장, 수수, 수당립수 및 천립중을 조사하였다. 등숙율은 품종별 3주씩 3반복으로 수확한 다음 염수선으로 등숙립과 비등숙립을 선별하여 총립수에 대한 등숙립의 비율로 구하였다. 수량은 100주를 수확하여 10a당

수량으로 환산하였다. 생리장해 저항성은 내냉성, 수발아, 저온발아성을 검정하였으며, 주요 병해충 저항성은 도열병, 흰잎마름병, 바이러스병(줄무늬잎마름병, 오갈병, 검은줄오갈병), 벼멸구, 애멸구에 대한 저항성정도에 따라 강, 중, 약으로 검정하였다. 백미의 외관 품질은 품위판별기(RN-500, Kett Co.)를 이용하여 조사하였다. 백미는 완전미(쌀의 외관이 깨어지지 않고 깨끗한 쌀), 분상질립(심백미, 복백미 및 유백미 등 쌀의 외관의 1/2 이상이 분상질인 것), 싸라기(깨진 쌀), 균열립(금강쌀)으로 구분되었다. 수확시기별 백미 품질의 변화는 2011년 8월 17일부터 9월 27일까지 5일 간격으로 시험구당 3주를 수확하여 분석하였다. 아밀로스함량은 Juliano의 비색검정법에 따라 분석시료를 전처리 한 후 UV-spectrophotometer로 620nm에서 흡광도를

Table 1. Major agronomic traits and yield components of Jungmo1019.

(LAT :2011)

Variety	Heading date	Culm length (cm)	Panicle length (cm)	No. of panicle per hill	No. of Spikelets per panicles	Ratio of ripened grain(%)	Brown rice 1000 grain weight(g)
Jungmo1019	7.22 ²⁾	68 ^{ns}	18 ^{ns}	14 ^{ns}	75 ^b	89.3 ^{ns}	20.6 ^{ns}
Jopyeong	7.18 ^b	70	19	13	98 ^a	83.7	21.6

²⁾early transplanting : May 10, 2011

측정하여 분석하였다. 단백질함량은 자동질소분석기(Kjetec Analyzer 2300, Foss Co.)를 이용하여 측정한 총 질소함량에 보정 상수 5.95를 곱하여 구하였다. 식미치는 백미 33 g을 정량하여 Toyo meter(Model MA98B, Toyo Co)를 이용하여 측정하였다. 식미관능검정은 외관, 향, 맛, 찰기, 질감 및 종합적 식미(총평)을 7점 척도로 분석하였다.

결과 및 고찰

육성경위

중모1019호는 소득작물 전후작용 단기성 조생종 품종을 육성하기 위해 히포메보레와 남평벼가 교배된 F₁을 다시 2005년 하계에 화영벼로 삼원교배하여 육성되었다. 2006년 F₁ 식물체에 꽃가루를 채취하여 약배양으로 조기에 고정된 계통을 육성하였으며(Yi et al. 2003), 2008~2009년 생산력검정시험을 거쳐 밀양246호로 명명하였다(Fig. 1, 2). 2009~2011년 3년간 소득작물 후작 만기재배조건에서 지역적응시험을 수행하였으며, 평야지 조기재배 지역적응성 시험은 2011년부터 처음으로 수행되었으며, 표준품종은 조평벼를 사용하였다. 중모1019호는 만기재배 및 조기재배에서 수량성 낮아 농가보급용 장려품종으로 선정되지는 못하였으나, 조기재배에서 등숙기간이 대비품종보

다 짧고 완전미율이 높은 장점을 가지고 있었다. 2011년 농작물 직무육성 신품종선정위원회에서 중간모본으로서 활용성이 인정되어 중모1019호로 명명되었다.

출수기 및 주요 농업적 특성

중모1019호의 출수기는 영남, 호남 및 중부 평야지 조기재배에서 7월 22일로 조평벼보다 4일 늦은 조생종이다. 간장은 68cm로 조평벼와 같고, 이삭길이는 18cm로 조평벼보다 1cm 짧으며, 주당수수는 14개로 조평벼보다 1개 많은 편이나 수당립수는 75개로 적은 편이다. 등숙율은 89.3%로 조평벼 83.7%보다 높으며 현미천립중은 조평벼보다 약간 가벼운 편이다(Table 1).

수확시기별 완전미율 변화

중모1019호의 영남 평야지 조기재배에서 8월 17일부터 5일 간격으로 수확하여 백미완전미율과 찌라기 발생율을 조사하였다. 중모1019호의 완전미율은 출수 후 약 30일경인 8월 22일에 96%까지 도달하였으며, 출수 후 45일경인 9월 7일까지 90% 이상을 유지하였다. 반면, 조평벼는 8월 27일에 완전미율이 87%로 최고에 도달했으며, 9월 7일 이후 찌라기 발생율이 증가하여 완전미율이 급격히 감소하는 경향을 보였다(Fig.3).

남부평야지 조기재배에서 수확시기별 현미 품위를 조사한

Fig. 3. Change of head rice and broken rice ratio percentage of Jungmo 1019. (LAT : 2011).

Table 2. Abiotic stress response of Jungmo1019.

(LAT : 2009~2011).

Variety	Premature heading ratio (%)	Viviparous germination (%)	Lodging tolerance		Cold tolerance		
			Lodging index	transplanting field (1-9) ^x	Seedling stage (0-9) ^y	Heading delay (days)	Grain fertility (%)
Jungmo1019	16.0	1.9	186	1	4	8	49
Jopyeong	26.0	12.8	321	1	5	10	65

^x(1-9), (0-9)^y : degree of tolerance to lodging and cold stress**Table 3.** Reaction to leaf and neck blast disease of Jungmo1019.

(LAT : 2009~2011)

Variety	Leaf blast disease				Neck blast disease			
	No. of tested sites			Ave.	Rate of diseased panicle (%)			
	R (0~3) ^z	M (4~6)	S (7~9)		Jecheon	Icheon	Iksan	Milyang
Jungmo1019	2	11	1	4.9	95.6	23.0	11.3	0.0
Jopyeong	14	0	0	2.0	1.1	0.0	0.0	0.0

^z degree of resistance to leaf blast disease; Resistant (0-3), Moderate (4-6), Susceptible (7-9)

결과 동할미 발생을 줄이고 현미 정립율을 높이기 위해서는 출수 후 40일경(8월 25일 ~ 9월 1일 사이)에 수확하는 것이 바람직하며, 수확시기가 늦어질수록 동할미의 발생은 증가하여 완전미율이 감소한다고 하였다(Lee et al. 2008). 남부 평야지 조기재배의 수확시기는 8월 하순에서 9월 초순으로 태풍 등 기상이변에 따른 수확작업의 늦어지는 경우가 많다. 따라서 중모 1019호와 같이 완전미율이 높고 찌라기 발생율이 낮아 수확기 작업기간이 긴 특성을 가진 품종은 조기재배의 유용한 중간모본으로 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

생리장애저항성

중모1019호는 불시출수율이 16%로 조평벼보다 발생이 적으며, 수발아는 1.9%로 조평벼 12.8%보다 낮았다. 도복지수는 조평벼보다 작고, 포장검정에서 도복은 발생하지 않았다. 유묘기 내냉성 및 출수 지연일수는 조평벼와 비슷하며, 임실율은 49.0%로 조평벼보다 낮았다(Table 2).

병충해 저항성

중모1019호는 전국 14개소에서 실시한 잎도열병 발못자리검정에서 평균저항성정도가 4.9으로 조평벼 2.0보다 약하게 나타났으며, 목도열병 현지포장검정에서는 이천과 제천에서 각각 23.0%, 95.6% 발병되어 약한 반응을 보였다(Table 3). 흰잎마름병 레이스 K₁, K₂, K₃에 대해서는 저항성이었으며, K_{3a}에는 이병

성 반응을 보인 것으로 보아 화형벼 유래의 Xa3 유전자를 가진 것으로 판단된다. 또한 바이러스병 검정에서 줄무늬잎마름병에는 강하였으며, 오갈병과 검은줄오갈병에는 이병성이었다, 그리고 벼멸구와 애멸구 등 해충에는 감수성이었다(Table 4).

미질 및 도정특성

중모1019호의 정조와 현미의 장폭비는 각각 2.44, 1.93로 조평벼 2.40, 1.72보다 약간 긴 단원립이다. 쌀은 맑고 투명하였으며 심복백 발생은 적은 편이다. 이화학적 특성 분석에서 알카리 붕괴도는 6.0으로 낮은 편이며, 단백질함량 및 아밀로스 함량은 조평벼와 비슷한 편이다. 완전미율 97.7%로 조평벼 90.2%보다 높은 편이다(Table 5, 6).

수량성

중모1019호의 수량성은 2011년 실시한 평야지 조기재배 지역적응성 시험에서 452kg/10a로 조평벼보다 낮은 수량성을 보였으나 통계적 유의성은 나타나지 않았다(Table 7).

적 요

중모1019호는 소득작물 전후작용 단기성 조생종 품종을 육성하기 위해 히포메보레와 남평벼가 교배된 F₁을 다시 2005년 하계에 화형벼로 삼원교배하여 육성되었다. 2006년 F₁ 식물체에

Table 4. Reaction to bacterial blight, virus diseases and insect pests of Jungmo1019. (LAT : 2011)

Variety	Bacterial blight				Virus disease ^z			Insect pests ^y	
	K ₁	K ₂	K ₃	K _{3a}	RSV	RDV	RBSDV	BPH	SBPH
Jungmo1019	R ^x	R	R	S	R	S	S	S	S
Jopyeong	R	R	R	S	R	M	S	S	S

^z RSV : Rice stripe virus, RDV: Rice Dwarf virus, RBSDV : Rice black Stripe dwarf virus^y BPH : Brown planthopper, SBPH : Small Brown planthopper^x R : Resistant, M : Moderate, S : Susceptible**Table 5.** Grain shape of rough rice and brown rice of Jungmo1019 (LAT : 2011)

Variety	Rough rice				Brown rice			
	Length	Width	Thickness	Ratio of L/W	Length	Width	Thickness	Ratio of L/W
Jungmo1019	7.46	3.06	2.04	2.44	5.14	2.67	1.86	1.93
Jopyeong	7.17	2.99	2.25	2.40	4.85	2.83	1.88	1.72

Table 6. Physiochemical and milling properties of Jungmo1019. (LAT : 2011)

Variety	Translucency (1-9)	WC/WB ^z (0-9)	Amylose content (%)	Protein content (%)	Alkali digestion value (1-7)	Toyo value	Milling recovery of head rice (%)
Jungmo1019	1	0/0	18.4	6.8	6.0	70.4	97.7
Jopyeong	1	0/0	19.1	7.1	6.6	66.2	90.2

^z WC/WB: White center/White belly**Table 7.** Yield of milled rice at early transplanting local adaptability test of Jungmo1019. (LAT : 2011)

Culture season	Region	No. of tested sites	Yield of milled rice (MT/ha)		
			Jopyeong (A)	Jungmo1019 (B)	Index (B/A)
Early planting	Middle plain	1	491	425	87
	Yeongnam plain	1	491	453	92
	Honam plain	1	501	478	95
	Average		494 ^{ns}	452	91

서 꽃가루를 채취하여 약배양으로 조기에 고정된 계통을 육성하였으며, 2008년 생산력검정시험을 거쳐 밀양246호로 명명하였다. 2011년 지역적응성 시험 조기재배에서 완전미율이 우수한 특성을 가지고 있어 중모1019호로 중간모본으로 육성되었다. 중모1019호는 조기재배에서 조생종이면서, 등숙기가 대비품종보다 빠르고 완전미율이 높은 장점을 가지고 있다. 또한, 수당립수와 천립중은 대비품종보다 조금 낮은 특성을 가지고 있다. 이 품종은 흰잎마름병, 줄무늬잎마름병에 저항성이며, 기타 해충

에는 감수성인 특성을 가지고 있다. 수량은 조기재배 지역적응성 시험에서 4.52MT/ha으로 대비 품종보다 수량이 낮았다. 금후 이 계통은 남부지역의 평야지 조기재배의 완전미율 향상을 위한 중간모본으로 활용성이 높을 것으로 기대된다.

사 사

본 성과물은(논문)은 농촌진흥청 연구사업(세부과제번호:

PJ010267022016)의 지원에 의해 이루어진 것임. 본 중모1019호를 육성함에 있어 협력하여 주신 국립식량과학원 소속연구소의 벼육종연구진, 농촌진흥청 연구정책국 및 각도 농업기술원 관계관님께 깊은 감사를 드립니다.

REFERENCES

1. Choi HC, Choi JH, Lee CS, Kim YB, Cho SY. 1994. Varietal and locational variation of grain quality components of rice produced in hilly and high altitude areas in Korea. *Korean J. Crop Sci.* 39: 27-37.
2. Choung JI, Kim KY, Choi YH, Kim YD, Ou MK, Hong HC, Kim JK, Hwang HG. 2004. Analysis of chemical and eating quality character of the early rice variety at cultured in the southern plain area. *Korean J. Breed. Sci.* 36(sup.1): 274-275.
3. Nagata K, Takita T, Yoshinaga S, Terashima K, Fukuda A. 2004. Effect of air temperature during the early grain-filling stage on grain filling in rice. *Jpn. J. Crop Sci.* 73: 336-342.
4. Lee JH, Park DS, Kwak DY, Yeo US, Kim CS, Jeon MG, Oh BG, Shin MS, Kim JK. 2008. Yield and grain quality of early maturing rice cultivars as affected by early transplanting in yeongnam plain area. *Korean J. Crop. Sci* 53: 326-332.
5. Rural Development Administration (RDA). 2011a. 2011 Project plan for collaborative research program to develop new variety of summer crop.
6. Rural Development Administration (RDA). 2011b. 2011 Report of new cultivar development and research in summer crop.
7. Seong DG, Kim YG, Cho YC, Shin HY, Kim MC, SHim SI, Chung JI, Kim SH, Kim CS, Chung JS. 2014. Selection of the proper rice varieties to early transplanting cultivation in southern plain of korea. *Journal of Agriculture & Life Science* 48(6): 1-9
8. Yamada K, Iwasawa N, Matsuda T, Nitta Y. 2008. Effects of high temperature stress during the early stages of ripening on endosperm structures in rice varieties differed from the appearance rate of cracked grains. *Jpn. J. Crop Sci.* 77(sup.1): 220-221.
9. Yi G, Won YJ, Ko JM, Park HM, Cho JH, Oh BG, Yang SJ, Kim SC, Nam MH. 2003. Effect of cold shock pretreatment and carbohydrate sources on anther culture of rice. *Korean J. Plant Biotechnol.* 30: 369-373