

영남지방에서 쌀면용 새미면 최대생산을 위한 이앙적기 설정

배현경^{1,†} · 황정동¹ · 서종호¹ · 김상열¹

Optimal Transplanting Time for 'Saemimyeon' Production in Youngnam Province

Hyun Kyung Bae^{1,†}, Jung Dong Hwang¹, Jong Ho Seo¹, and Sang Yeol Kim¹

ABSTRACT 'Saemimyeon,' a Tongil-type rice variety (Indica x Japonica), containing high amylose content, is suitable for rice noodle production. Currently, the major parts of the rice processing industry that include products such as rice flour and noodles are expected to partially replace the wheat flour market. The volume of the rice noodle market is growing and can contribute to the rice surplus problems and farmer's income. This study was carried out to promote productivity of 'Saemimyeon' by finding the most suitable transplanting times in Youngnam Province. The transplanting times were May 10th, May 17th, May 24th, May 31th, June 7th, and June 14th and the planting distance was 30 × 12 cm. The field experiment was conducted in the Miryang region (southern plain region of Korea) from 2015 to 2017. Our results suggested that the optimum transplanting dates were from May 17th to May 31th, which resulted in an average yield of 750 kg/10 a. The average grain filling rate before May 31th was more than 83% and it declined to 75% after June 7th. The average temperature range from heading to harvesting time was 21~25°C and the estimated optimal temperature was 24°C, which is similar to that of May 24th by regression equation. It is suggested that low temperature at seed maturation time caused the lower grain filling rate, and therefore 'Saemimyeon' needed to be transplanted before May 31th for higher productivity. Estimated optimal transplanting time based on temperature was 1 ~ 2 weeks earlier than the optimum transplanting time for common japonica rice cultivars in Youngnam Province.

Keywords : high yielding rice, optimal grain filling temperature, rice noodles, transplanting time

최근 지구온난화에 따른 기온상승 및 이상기후 현상으로 인해 작물재배환경이 변하고 대체 에너지 생산을 위한 에너지 대체작물의 경작으로 인해 식량작물의 재배면적이 지속적으로 감소하고 있는데 반해 전 지구적 인구증가로 곡물 소비량은 매년 증가하고 국제곡물가격은 지속적으로 상승하여 세계적으로 식량부족이 우려되고 있는 실정이다(FSIN, 2018). 이에 반해 우리나라의 경우 쌀 공급 과잉으로 인한 문제로 쌀의 잉여 공급량을 줄이기 위한 여러가지 정책을 실시하고 있는 실정이다. 2017년 현재 우리나라의 1인당 연간 쌀 소비량은 61.8 kg으로 이는 1988년 쌀 소비량 122.2 kg의 절반 정도의 수준으로 떨어진 상태다(Statistics Korea, 2017). 과거 우리나라는 쌀 위주의 식생활을 영위해 왔으나 서구적 식생활의 유입에 따른 식생활 문화의 변화에 따라 지속적으로 쌀 소비량이 감소하여 쌀의 재고량이

남는 실정이다. 하지만 쌀의 높은 재고량에도 불구하고 낮은 가격경쟁력으로 인해 수출은 어려운 것이 현실이다. 또한 최근 정치적으로 북한과의 평화적 공존이 강화되는 가운데 2017년 이상기후에 따른 북한의 극심한 가뭄으로 식량생산이 부족하여 그로 인한 식량지원 문제가 대두되고 있다(FSIN, 2018). 이러한 상황에서 쌀의 소비를 촉진하여 재고량을 감소시키기 위한 가공용쌀 수요 확대와 쌀의 주곡으로써 수급안정이 동시에 요구되고 있어 어려움을 겪고 있다.

2014년 국립식량과학원이 육성한 새미면은 통일형벼(인디카 x 자포니카 교잡종) 품종으로 아밀로스 함량이 26% 이상으로 높아 쌀면 가공용에 적합하며 쌀수량이 700 kg/10a 이상인 초다수성 품종이다(RDA, 2016). 일반계벼의 경우 아밀로스 함량이 20% 미만으로 낮아 가공적성에 한계가

¹⁾농촌진흥청 국립식량과학원 남부작물부 (Department of Southern Area Crop Science, NICS, RDA, Miryang 50424, Korea)

[†]Corresponding author: Hyun Kyung Bae; (Phone) +82-55-350-1183; (E-mail) dadaeboy@korea.kr

<Received 7 May, 2018; Revised 15 June, 2018; Accepted 27 June, 2018>

있으며 낮은 수량성으로 인한 경제성의 문제로 가공용으로 이용하기에 어려움이 있다(Choi, 2002). 높은 수량성과 가공적성 등의 장점을 가진 통일형벼의 경우 아밀로즈 함량 및 저장단백질 관련 성분의 특징에 의해 밥맛에 대한 소비자 선호도가 낮아 밥쌀용으로는 적합하지 않으나 가공용 원료곡으로서의 가치가 높아 이를 육성하는 연구가 지속되고 있다(Kwak, 2016). 최근 육성된 초다수 통일형벼 품종들의 경우 일반벼에 비해 매우 높은 생산성을 가지고 있으며 이를 더 극대화 시킬 수 있는 재배법 연구가 지속적으로 요구되고 있다. 현재까지 쌀면전용으로 육성된 품종으로는 일반형인 자포니카 품종으로 고아미벼('00), 새고아미('11)가 있으며 통일형 품종으로는 미면('12), 팔방미('12), 새미면('14) 등이 있다.

우리나라에서 통일형벼 품종의 재배적지는 주로 평균기온이 높은 남부평야지이다. 그 중 영남지역은 평균기온이 높고 무상 기간이 길어 벼의 생육기간이 길지만 벼 등숙기 고온으로 인한 소모도장효과가 크고 8~9월의 태풍 등 기상 재해가 빈번하여 등숙기 일조부족으로 인한 등숙 저하 등 환경에 의한 수량변이가 크므로 새로운 통일형 신품종에 대한 연차간 재배적 검토가 필요한 실정이다. 또한 최근 30년간 우리나라 평균기온은 약 1.22°C 상승하였는데 이러한 기온상승에 따른 이앙 및 출수한계기 변화를 분석하여 최적 재배시기 및 재배적지를 재검토할 필요가 있다(KMA, 2017). 현재 통일형 초다수성 벼 품종의 재배법은 대부분 기존(2000년 이전) 육성된 품종에 대한 시험 결과로서 최근 육성된 쌀면용 품종들의 농가보급 및 원활한 원료곡 수급을 위해 기후변화와 품종변화에 대응하는 재배법 확립이 필요하다. 특히 통일형벼의 경우 평균기온 변화에 따른 쌀 수량의 변이가 크기 때문에(Jeong, 2016) 통일형벼 신품종에 맞는 등숙온도 설정 및 그에 따른 적정 이앙시기를 설정하는 것이 매우 중요하다.

이에 본 연구는 통일형 초다수성 품종인 새미면의 수량 향상을 위한 적정 재배시기를 확립하여 영남지방의 지역별 적정 이앙시기를 설정하기 위해 실시하였다.

재료 및 방법

시험재료 및 재배방법

본 시험은 쌀면 가공용 통일형 품종인 새미면을 시험재료로 사용하여 2015년부터 2017년 까지 3년간 밀양시에 위치한 국립식량과학원 남부작물부 시험포장에서 실시하였다. 시험구의 이앙시기는 5월 10일, 5월 17일, 5월 24일, 5월 31일, 6월 7일, 6월 14일로 일주일 간격으로 총 여섯

시기로 나누어 실시하였다. 육묘일수 30일인 중묘를 이용하여 3본씩 손이앙 하였고 재식거리는 30 x 12 cm, 비료는 농촌진흥청 초다수품종의 권장시비량으로 N-P₂O₅-K₂O를 각각 18-9-11 kg/10a 양으로 시비하였다. 인산은 전량 기비로, 칼리는 기비 80%, 수비 20%로 사용하였으며 질소는 기비-분얼비-수비로 나누어 각각 60-20-20% 비율로 분시하였다. 물관리, 잡초방제 등 기타재배관리는 농촌진흥청의 표준재배법에 준하였다. 수량구성요소 등 주요 생육특성은 농촌진흥청 농업과학기술 연구조사분석기준에 준하였다.

통계분석

통계분석은 SAS 9.2 (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA) 프로그램을 이용하였다. 통계 프로그램을 이용하여 평균 및 분산분석을 실시하고 Duncan의 다중 검정방법을 이용하여 $\alpha=0.05$ 유의성 수준에서 검정하였다.

적정 이앙시기 계산

본 연구를 통해 얻어진 밀양에서의 새미면의 이앙기와 그에 따른 출수기의 날짜를 정수로 환산하여(1월 1일 = 1, 12월 31일 = 365) 회귀식을 추정하였으며 이앙기-출수기 계산을 위한 회귀식은 다음과 같다

$$y=0.7102x + 122.91(r=0.997**, x: \text{이앙기}, y: \text{출수기})$$

출수 후 40 일간 등숙기 평균기온이 23.7~24.5°C에 해당하는 기간을 2008년부터 2017년 까지 10년간의 기상데이터의 평균을 통해 추출하여 경북지역 2도시(구미, 포항), 경남지역 10도시(김해, 남해, 대구, 밀양, 부산, 울산, 진주, 창원, 통영, 합천) 등 영남지역 총 12개 도시에서 출수기를 추정하였고 추정한 출수기를 위의 회귀식에 대입하여 이앙기를 추정하였다.

결과 및 고찰

이앙시기 변화에 따른 쌀수량 및 수량구성요소의 변화

새미면의 이앙시기 변화에 따른 수량구성요소의 변화를 살펴보면 수수는 이앙시기가 5월 24일 일 때, 수당립수는 5월 31일과 6월 14일 일 때 가장 높았다(Table 1). 등숙률은 이앙시기 5월 10일~5월 31일 사이에는 82~85% 정도로 높았으나 6월 7일 이후에는 73~75%까지 감소하여 이앙시기가 늦어지면 크게 감소하는 경향이였다. 이앙시기 변화에 따른 현미천립중 변화의 경향성은 없었다. 새미면은 5월 17일~5월 31일 사이에 이앙했을 때 750~757 kg/10a 정도

Table 1. Yield components and yield of ‘Saemimyeon’ rice cultivar with different transplanting dates.

| Transplanting date | Heading date | No. of panicle (panicle/m ²) | No. of spikelet (/panicle) | Grain filling rate (%) | 1000 grain weight (g) | Yield of milled rice (kg/10a) |
|-----------------------|-------------------------|--|----------------------------|------------------------|-----------------------|-------------------------------|
| May 10 th | August 4 th | 347 ^c | 116 ^b | 83.2 ^a | 24.5 ^a | 704 ^b |
| May 17 th | August 8 th | 377 ^b | 119 ^b | 82.5 ^a | 23.3 ^b | 750 ^a |
| May 24 th | August 13 th | 416 ^a | 114 ^b | 85.3 ^a | 24.5 ^a | 751 ^a |
| May 31 th | August 17 th | 358 ^{bc} | 133 ^a | 83.3 ^a | 22.7 ^c | 757 ^a |
| June 7 th | August 23 th | 378 ^b | 116 ^b | 75.8 ^b | 24.6 ^a | 730 ^{ab} |
| June 14 th | August 29 th | 378 ^b | 130 ^a | 73.2 ^b | 22.3 ^c | 665 ^c |

*Average temperature for 40 days after heading date.

로 최대 쌀수량을 보였는데 이때 쌀수량에 가장 큰 영향을 준 수량구성요소는 등숙률, 수수 및 수당립수였다. 새미면의 수량은 6월 7일을 기점으로 하락하여 6월 14일에 이양하였을 때 665 kg/10a 정도로 급격히 감소하였다. 새미면의 쌀수량은 5월 10일 이전에 이양하였을 때 수수의 부족으로 낮았으며 6월 7일 이후로는 낮은 등숙률로 인해 크게 감소하였다.

등숙기 평균기온 변화에 따른 쌀수량 변화

출수 후 40일간 평균기온을 기준으로 쌀수량이 가장 높았던 이양시기인 5월 17일~24일의 등숙기 평균기온을 살펴보면 23.8~24.5°C 정도였고 전체 등숙기 평균기온을 이용한 회귀식을 통해 추산한 결과 24°C 내외가 새미면의 최적 등숙기 평균기온 이었다(Fig. 1). 일반계 품종의 최적 등숙기 평균기온은 20~22°C 정도로 알려져 있으며 통일형벼의 경우 25°C 정도로 알려져 있는데 새미면은 일반계와 통일형벼의 중간정도의 등숙기 평균기온을 요하였다(Choi *et al.*, 2011; Korean Rice Research Society, 2010). Jeong (2016) 등에 의하면 새미면과 비슷한 시기에 육성된 통일형벼 품종인 팔방미의 경우 안전등숙을 위한 한계온도가 23°C 라 하였지만 통일형벼의 경우 등숙기 평균기온이 한계등숙온도 이하인 환경조건에서 등숙률이 급격히 감소하기 때문에 최근 급변하는 기상여건에 대비하여 실제 재배에 있어 쌀수량을 안정적으로 확보하기 위해서는 한계등숙온도를 1°C 정도 높은 24°C로 설정하는 것이 안전하고 할 수 있다. 하지만 새미면의 경우 위에 제시된 팔방미의 한계등숙온도인 23°C 등숙시 팔방미에 비해 높은 등숙률과 수량성을 보여 주기 때문에 저온에서 더 안전한 품종으로 사료되어 통일형벼의 재배한계지역을 넓힐 수 있을 것으로 사료된다. 또 한 지구온난화에 따른 평균기온의 증가로 21세기 말이 되면 대한민국의 기후가 아열대 기후로 변한다는 예측에 따

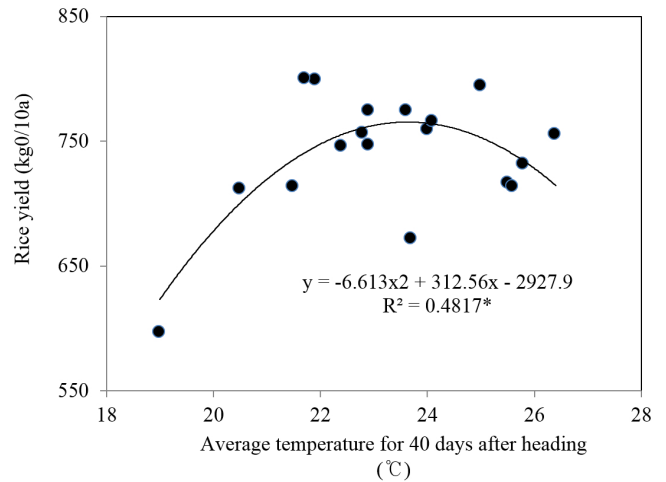


Fig. 1. Correlation between average temperature for 40 days after heading and rice yield.

라 대한민국 전역이 통일형벼가 재배 가능한 기후가 될 것으로 예측되기 때문에 미래를 대비 하기 위한 통일형벼 개발 및 재배법 개발이 중요할 것으로 사료된다(KMA, 2017). Kim *et al.* (2014)에 의하면 일반계벼의 출수 후 40일간 한계등숙적산온도는 800~840°C 정도라 하였는데 고온 생육을 요하는 통일형벼의 최적 출수 후 40일간 등숙적산온도는 일 평균기온이 2°C 정도 높은 880~920°C 정도가 된다. 밀양의 경우 6월 7일 이전에 이양하면 충분한 등숙적산온도의 확보가 가능하나 통일형벼의 경우 대체적으로 6월을 넘기지 않고 이양하는 것이 안전하였다(Table 2). Kim (1997)에 따르면 일반적으로 벼의 다수확에 이상적인 형태적 특징으로 소열성(포기당 이삭수 4~5개), 수중형(현미천립중 23~27 g) 품종이 유리하다고 하였는데 적정 시기에 이양하여 재배한 새미면은 이삭수가 13~14개(3본), 현미천립중이 23~24 g 정도로 이에 맞는 이상적인 초형을 가지고 있어 다수확에 유리한 품종의 특성과 일치하였다(Kim, 1991).

Table 2. Weather data for vegetative stage and 40 days after heading date (2015~2017).

| Transplanting date | Heading date | Accumulated temperature for vegetative stage (°C) | Weather date 40 days after heading | | | Accumulated temperature 40 days after heading (°C) |
|-----------------------|-------------------------|---|------------------------------------|----------------------|------------------|--|
| | | | Average temperature (°C) | Low temperature (°C) | Daylight (hours) | |
| May 10 th | August 4 th | 2,044 | 25.2 | 20.8 | 217.1 | 1,009 |
| May 17 th | August 8 th | 2,035 | 24.5 | 20.1 | 211.1 | 982 |
| May 24 th | August 13 th | 2,062 | 23.8 | 19.6 | 204.6 | 953 |
| May 31 th | August 17 th | 2,015 | 23.1 | 18.5 | 218.8 | 923 |
| June 7 th | August 23 th | 2,025 | 22.2 | 17.4 | 243.6 | 885 |
| June 14 th | August 29 th | 2,013 | 21.0 | 16.0 | 263.7 | 838 |

* Accumulated temperature for vegetative stage: transplanting date to heading date.

Table 3. Regional optimal transplanting dates and heading dates of 'Saemimyeon' rice cultivar in Youngnam Province.

| City | Transplanting date (M.D) | Heading date (M.D) | City | Transplanting date (M.D) | Heading date (M.D) |
|----------|--------------------------|--------------------|-----------|--------------------------|--------------------|
| Gumi | 5.11~5.21 | 8.6~8.11 | Namhae | 5.21~5.29 | 8.11~8.17 |
| Hapcheon | 5.14~5.22 | 8.6~8.12 | Changwon | 5.22~5.29 | 8.12~8.18 |
| Jinju | 5.14~5.22 | 8.6~8.12 | Daegu | 5.24~5.31 | 8.13~8.18 |
| Ulsan | 5.17~5.25 | 8.8~8.14 | Tongyeong | 5.20~5.31 | 8.10~8.18 |
| Pohang | 5.20~5.27 | 8.10~8.15 | Busan | 5.25~6.3 | 8.14~8.20 |
| Miryang | 5.21~5.28 | 8.11~8.16 | Kimhae | 5.28~6.3 | 8.14~8.21 |

영남지역 도시별 최적 이앙시기

통일형벼인 새미면은 기본영양생장성이 크고 감광성이 낮은 품종으로 새미면의 출수기는 주로 기본영양생장기간의 길이에 의해 결정되므로 이앙시기가 출수기에 가장 큰 영향을 끼친다(RDA, 2012). 이러한 특성을 이용하여 밀양에서 얻어진 이앙기-출수기를 이용해 계산된 회귀식으로 영남지역의 도시별 최적 이앙시기를 추정해보았다. 새미면의 최대 수량 생산을 위한 최적 등숙기 평균기온은 24°C 내외로 이앙시기로는 5월 17일~24일이었고 이때 등숙기 평균기온은 23.8~24.5°C였다. 이를 기준으로 기상청의 10년간(2008년~2017년) 일별 평균기온 데이터를 이용하여 각 도시의 출수 이후 40일간 평균기온이 23.8~24.5°C가 되는 날짜의 구간을 추정해 보면 대구 8월 13일~18일, 구미 8월 6일~11일, 밀양 8월 11일~16일, 진주 8월 6일~12일 등이었다. 이렇게 추정한 날짜를 각 지역의 최적 출수기로 하여 밀양의 이앙기-출수기를 기준으로 추산한 회귀식에 대입하여 지역별 최적 출수기에 해당하는 적정 이앙기를 추정해보면 대구 5월 24일~31일, 구미 5월 11일~21일, 밀양 5월 21일~28일, 진주 5월 14일~22일 등이었다(Table 3). 영남 지역의 새미면 최적 이앙시기는 대체적으로 일반계벼

의 표준 이앙시기보다 일주일 정도 빠르고 조기이앙 시기와 비슷하거나 일주일 정도 늦은 시기였다. 새미면의 경우 대체적으로 조기이앙이 유리하나 육묘시 저온 피해가 피하기 위해 5월 10일 이후에 이앙하는 것이 좋다.

적 요

본 실험은 새미면의 영남지역 지역별 최대 수량 생산을 위한 최적 이앙기를 설정하기 위해 2015~2017년 까지 3년간 밀양에서 실시하였다.

1. 밀양지역에서 최대수량 생산을 위한 새미면의 최적 이앙기는 5월 17일~31일로 이때 쌀수량은 750 kg/10a 정도였다.
2. 새미면의 최적 등숙기 평균기온은 출수 후 40일 평균기온을 기준으로 24°C 내외였다.
3. 밀양에서 등숙기 평균기온이 24°C 내외인 이앙기는 5월 17일~24일로 등숙기 평균기온은 23.8~24.5°C였다.
4. 등숙기 평균기온 23.8~24.5°C를 기준으로 추정한 지역별 최적 이앙시기는 대구 5월 24일~31일, 구미 5월

11일~21일, 밀양 5월 21일~28일, 진주 5월 14일~22일 등 이었다.

5. 새미면은 일반적으로 알려진 통일형벼의 최적 등숙기온 25°C 보다 1°C 낮은 24°C 정도가 최적 등숙기온으로 통일형벼 중에서 비교적 낮은 온도에도 안전하게 재배할 수 있는 품종이었다. 또한 수량성이 다른 통일형벼에 비해 높아 통일형벼의 재배한계 지역을 더 넓힐 수 있는 품종으로 사료된다.

사 사

본 논문은 농촌진흥청 연구사업(세부과제명: 벼, IRG 2·3 모작 작부체계에서 미질 특성 연구, 세부과제번호: PJ01380802)의 지원에 의해 이루어진 것임.

인용문헌(REFERENCES)

- Choi, H. C. 2002. Current status and perspectives in varietal improvement of rice cultivars for high-quality and value-added products. *Korean J. Crop Sci.* 47(S) : 15-32.
- Choi, K. J., T. S. Park, C. K. Lee, J. T. Kim, J. H. Kim, K. Y. Ha, W. H. Yang, C. K. Lee, K. S. Kwak, H. K. Park, J. K. Nam, J. I. Kim, G. J. Han, Y. S. Cho, Y. H. Park, S. W. Han, J. R. Kim, S. Y. Lee, H. G. Choi, S. H. Cho, H. G. Park, D. J. Ahn, W. K. Joung, S. I. Han, S. Y. Kim, K. C. Jang, S. W. Oh, W. D. Seo, J. E. Ra, J. Y. Kim, and H. W. Kang. 2011. Effect of temperature during grain filling stage on grain quality and taste of cooked rice in mid-late maturing rice varieties. *Korean J. Crop Sci.* 56(4) : 404-412.
- Food Security Information Network (FSIN). 2018. Global report on food crises. FAO.
- Jeong, H. Y., K. J. Choi, W. H. Hwang, D. W. Kim, S. H. Ahn, J. H. Jeong, H. S. Lee, J. H. Kim, and J. Y. Shon. 2016. Determination of late marginal heading date for safe maturation of 'Palbangmi' Rice in Korea. *J. Korean Soc. Int. Agric.* 28(4) : 485-489.
- Kim, J. G. 1997. Safety cultivation technology of High-yielding variety Dasanbyeo. *Research and direction* 38(8) : 10-14.
- Kim, J. H., J. Y. Kim, H. Y. Jeung, W. H. Yang, C. K. Lee, K. S. Kim. 2014. Statistical assessment of the late marginal heading date for normal maturation of temperate japonica rice in South Korea. *J. Crop. Sci. Biotech.* 17(4) : 247-253.
- Kim, J. K. and Vergara B. S. 1991. A low tillering ideotype of rice plant for increasing grain yield potential. *Korean J. Crop Sci.* 36(2) : 134-142.
- Korea Meteorological Administration. 2017. <http://www.kma.go.kr>.
- Korean Rice Research Society. 2010. Rice. Seoul: Episteme.
- Kwak, J. E., J. S. Lee, M. R. Yoon, M. J. Kim, A. R. Chun, and C. K. Lee. 2016. Characteristics of seed storage protein affecting the eating quality of Japonica and Tongil-type rice. *Korean J. Crop. Sci.* 61(4) : 227-234.
- National Institute of Crop Science. 2016. Explanation of major food crop (rice) varieties. RDA.
- Northern Agriculture Research Institute. 2012. The green Revolution in Korea: Development and dissemination of Tongil-type rice varieties. RDA.
- Statistics Korea. 2017. <http://kosis.kr>.