

강원 평야지 조생종 벼 재배방법에 따른 쌀 수량 및 품질특성

이안수[†] · 조윤상 · 김인종 · 함진관 · 장진선

강원도농업기술원

The Quality and Yield of Early Maturing Rice Varieties affected by Cultural Practices in Gangwon Plain Region

An-Soo Lee[†], Youn-Sang Cho, In-Jong Kim, Jin-Kwan Ham, and Jin-Seon Jang

Gangwondo Agricultural Research and Extension Services, Chuncheon, 200-939, Korea

ABSTRACT The yield of Unkwangbyeo transplanted on May 10 was 596kg/10a in 2010. The rice yield decreased with delaying transplanting date. The head rice rate was 91.9% when transplanted in June 10, and the rate decreased as the transplanting got earlier. In 2011, the yield increased by 5~8% when transplanted on June 10 because of the increase of Ripened grain ratio and 1,000 grain weight. The yield, when transplanted in the distance of 30 × 13 cm with 5 plants, was higher than the other treatments. The yield of Oraebyeo, transplanted on June 10, decreased by 6% compared with transplanting on May 25, while the yield, transplanted in the distance of 30 × 13 cm with 5 plants, increased by 5% because of the increase in the number/m² of panicle and grain. The head rice rates of the two varieties increased by 5~7% and the Toyo palatability appeared to get improved when transplanted on June 10 possibly because of the effect of low ripening temperature by 0.9~1.6°C with delaying heading date from 9 to 12 days.

Keywords : rice, early maturing variety, transplanting date, transplanting distance, number of plants/hill, yield, quality

쌀 수량과 품질에 영향을 미치는 요인은 품종, 재배방법, 병해충 및 기상환경 등 여러 가지가 있으나 그 중에서도 재배방법과 기상환경의 영향은 매우 크다.

이앙시기가 빠르면 벼가 고온에서 등숙되기 때문에 유백미, 동할미 등 불완전미가 증가되어 미질이 떨어지며, 이앙시기가 너무 늦으면 등숙기 저온으로 인한 등숙장애로 품질

이 크게 떨어지므로 품질고급화를 위하여 좋은 기상조건에서 생육 및 등숙이 될 수 있도록 이앙시기를 조절할 필요가 있다(Kim *et al.*, 2009). Kim *et al.*(2009)은 이앙시기가 늦어짐에 따라 완전미 비율이 높아진다고 하였고, Honjo(1971)와 Kataoka(1975)은 등숙기의 높은 기온 및 물의 온도가 단백질 함량을 증가시킨다고 하였다.

한편, 자포니카 벼가 최고수량을 내는 등숙기간의 평균기온은 22°C 이고, 안전수량을 내는 일평균기온의 범위는 21~23°C 이다(Youn & Lee, 2001). 그러나 강원도 조생종의 경우, 적정 이앙시기로 평야지는 5월 25일, 중간지 및 동해안지는 5월 20일로 권장되어 왔는데 7월 하순부터 8월 상순에 출수되어, 춘천에서 오대벼의 등숙온도(출수기부터 40일간 일평균기온의 평균)는 과거 22년간(1988~2009) 21.6~25.3°C 범위였고, 평균 23.9°C로 조사되어(Lee *et al.*, 2011) 최적 등숙온도보다 다소 높았다. 더구나 최근의 기후변화에서 기온상승 양상이 가속화되고 있는 상황에서 강원도 조생종 벼의 등숙온도는 더욱 상승할 것이고, 이에 따라 쌀 품질은 더욱 떨어질 것으로 예상된다.

강원도에서 조생종은 벼 재배면적의 약 70%를 차지하여 고온 등숙에 따른 쌀 품질저하가 문제시되고 있는 상황이다. 이러한 조생종의 쌀 품질을 높이기 위한 재배적인 방안은 이앙기를 늦추어 등숙온도를 떨어뜨리는 것이지만, Kang *et al.*(2005)에 따르면 이앙시기가 늦어지면 쌀 수량이 감소된다. 본 연구에서는 강원도에서 조생종의 이앙기를 늦추어 품질을 높이면서 수량은 떨어지지 않도록 재배방법을 개선하고자 하였다.

[†]Corresponding author: (Phone) +82-33-248-6053 (E-mail) las9642@korea.kr
<Received 1 May, 2012; Revised 17 June, 2012; Accepted 25 June, 2012>

재료 및 방법

결과 및 고찰

강원도농업기술원 답작연구포장에서 2010년에 운광벼를 5월 10일, 5월 25일 및 6월 10일에 중묘 기계이앙하였고, 2011년에는 보다 정밀한 시험을 위해 운광벼와 오래벼의 이앙기를 5월 25일과 6월 10일, 재식거리는 30 × 15와 30 × 13 cm, 재식본수는 주당 3, 5본으로 손이앙하였다. 각 시험구는 단반복으로 조성하여 3반복 조사하였다. 품종별 5/25-30 × 15 cm-3본 이앙구를 대조구로 하였고, 시비량은 9-4.5-5.7 (N-P₂O₅-K₂O)kg/10a로 평야지 표준시비량을 적용하였으며, 질소는 50-20-30, 칼리는 70-0-30, 인산은 100-0-0% 비율로 분시하였다.

절간장은 출수 20일경 포장에서 평균적인 생육을 보이는 2포기를 3반복으로 샘플링하여 포기내 모든 줄기의 잎과 잎집을 제거한 후 각 절간장을 조사하였으며 상위 1절과 하위절로 구분하여 건물중을 조사하였다. 엽색도는 출수 20일경 엽색도 측정기(Minolta, SPAD-502)를 이용 조사하였다. 출수기, 간장, 수수, 입수, 등숙율, 정현율, 현미천립중 및 수량은 농촌진흥청 조사기준에 따랐고, 백미의 품위는 Foss Cervitec 1625(Sweden), 단백질함량은 Foss Infratec 1241 (Sweden), 식미치는 Toyo meter 30A(Japan)를 이용하였고, 연도별 수량 성적은 SAS program을 이용 분산분석하고 Duncan test로 유의성을 검정하였다. 각 품종의 등숙기 기상은 기상청의 기상자료를 활용하여 출수기부터 40일간의 기상요소의 평균 또는 계를 나타내었다.

이앙기별 주요생육, 수량 및 품질 특성

운광벼의 이앙시기별 주요 생육, 수량, 품질 및 등숙온도를 Table 1에 나타내었다. 이앙시기가 15일 늦어질 때마다 출수기는 6~7일 늦어졌고 간장이 길어지고 주당수수는 적어졌다. 쌀 수량은 이앙기가 늦어질수록 적어졌는데, 그 원인은 영양생장기가 단축되어 주당수수가 적어진 때문으로 판단되었다. 이러한 결과는 일반 농가에서 만기이앙을 기피하고 조기이앙을 선호하는 이유를 잘 보여주고 있다. 완전미율은 쌀 수량과는 반대의 경향으로 이앙시기가 늦을수록 증가되어 완전미수량은 이앙시기간에 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다. 또한 도요식미치는 이앙기가 늦어질수록 증가되어 밥맛이 좋아지는 것으로 판단되었다.

이앙기, 재식거리 및 재식본수별 주요생육

Table 2에는 품종별 이앙시기간 절간장과 줄기의 건물중을 나타내었는데, 운광벼는 6월 10일 이앙구에서 절간장이 크게 신장되어 내도복성이 약해질 것이 우려되었으나 상위 절간보다는 하위절간의 신장정도가 컸고, 건물중이 크게 증가하여 줄기가 더 굵고 튼튼해진 것을 알 수 있었다. 오래벼는 상대적으로 절간장과 건물중의 증가폭은 적었지만, 대체로 운광벼와 비슷한 경향을 보였다.

이앙기, 재식거리 및 재식본수를 달리하여 벼의 엽색도를 비교하였는데(Table 3), 이앙기별로는 5월 25일보다는 6월

Table 1. Characteristics related to growth, rice yield and grain quality of Unkwangbyeo.

Transplanting date	Heading date (mm/dd)	Culm height (cm)	Panicle no. (no./hill)	Ripened grain ratio (%)	Yield (kg/10a)	Head rice		Palatability (Toyo)	Ripening temp. (°C)
						%	kg/10a		
May 10	7/25	65	14.0	85.2	596 a ^b	76.5	456a	59	26.0
May 25	7/31	66	11.0	84.7	519 b	84.5	439a	62	25.7
June 10	8/7	71	9.8	86.5	489 b	91.9	449a	66	24.7

^aAverages of daily mean temperatures for 40 days after heading.

^bMeans followed by same letters are not significantly different at 5% level by DMRT.

Table 2. Characteristics of internode in rice plant depending on varieties and transplanting dates.

Varieties	Transplanting date	Length of internode (cm)			Dry Wt. of internode (g/culm)		
		Sum	Upper first internode	Sum of the others	Sum	Upper first internode	Sum of the others
Unkwangbyeo	May 25	61.7	31.6	30.1	3.05	0.75	2.30
	June 10	67.1	33.0	34.1	4.20	1.00	3.20
Oraebyeo	May 25	58.1	29.9	28.2	3.01	0.52	2.49
	June 10	60.5	31.7	28.8	3.38	0.59	2.79

Table 3. SPAD value depending on transplanting date, transplanting distance and number of plants per hill.

Variety	Transplanting date	30 × 15 cm		30 × 13 cm	
		3 plants/hill	5 plants/hill	3 plants/hill	5 plants/hill
Unkwangbyeo	May 25	38.6	38.0	39.1	37.6
	June 10	38.7	36.3	34.9	34.6
Oraebyeo	May 25	41.2	39.1	40.9	39.4
	June 10	39.4	38.5	38.1	37.2

Table 4. Characteristics of rice growth of two varieties depending on transplanting dates, transplanting distance and number of plants per hill.

Varieties	Transplanting date	Planting distance (cm)	No. of plants/hill	Heading date (mm/dd)	Culm height (cm)	Panicle (no./m ²)	Grain (no./panicle)	Grain (no./m ²)
Unkwangbyeo	May 25	30 × 13	3	8/2	63	246	121	29,766
			5	8/2	61	269	107	28,783
		30 × 15	3	8/2	62	233	112	26,096
			5	8/2	60	251	115	28,865
	June 10	30 × 13	3	8/11	67	210	136	28,560
			5	8/11	65	246	120	29,520
		30 × 15	3	8/11	70	202	125	25,250
			5	8/11	69	226	118	26,668
Oraebyeo	May 25	30 × 13	3	8/1	58	289	104	30,056
			5	8/1	55	307	97	29,779
		30 × 15	3	8/1	59	278	105	29,190
			5	8/1	58	282	100	28,200
	June 10	30 × 13	3	8/13	62	228	122	27,816
			5	8/13	62	264	114	30,096
		30 × 15	3	8/13	62	206	125	25,750
			5	8/13	62	233	115	26,795

Table 5. Yield characteristics affected by transplanting dates, transplanting distance and number of plants per hill.

Varieties	Transplanting date	Planting distance (cm)	No. of plants/hill	Ripened grain ratio (%)	1,000 grain weight (g)	Yield of milled rice (kg/10a)	Yield index
Unkwangbyeo	May 25	30 × 13	3	77	23.9	544 abc ¹	104
			5	81	23.3	530 abc	102
		30 × 15	3	80	23.7	521 bc	100
			5	73	23.7	513 c	98
	June 10	30 × 13	3	88	24.2	545 abc	105
			5	86	23.9	564 a	108
		30 × 15	3	89	24.3	559 ab	107
			5	88	24.2	552 ab	106
Oraebyeo	May 25	30 × 13	3	77	21.1	459 a	97
			5	78	21.7	460 a	97
		30 × 15	3	77	21.7	474 a	100
			5	82	22.2	478 a	101
	June 10	30 × 13	3	80	21.4	489 a	103
			5	78	21.2	499 a	105
		30 × 15	3	77	21.0	447 a	94
			5	77	21.1	456 a	96

¹ Means followed by same letters are not significantly different at 5% level by DMRT.

10일, 30 × 15 cm보다는 30 × 13 cm, 3분보다는 5분 이앙구에서 엽색이 연하였다. 이러한 차이가 나타난 것은 6월 10일 이앙구에서는 간장이 길어져 건물중이 증가하였고, 30 × 13 cm 및 5분 이앙구에서 m²당 수수가 많아진 것(Table 4, 5)이 원인일 것으로 추정되었다.

이앙기별 출수기는 연도 및 품종별로 다소 다른 양상을 보였는데 2010년에 운광벼는 6월 10일 이앙시 5월 25일 이앙대비 7일 늦어졌는데, 2011년에는 9일 늦어졌다. 또한 오래벼는 12일이 늦어졌는데 연도별 기상이 달랐던 점과 기상에 대한 품종별 출수 반응이 다른 것으로 해석되었다. 6월 10일 이앙구의 간장은 Table 2의 절간장과 비슷하게 증가되었고, m²당 이삭수는 6월 10일 이앙구에서 2010년의 결과와 마찬가지로 5월 25일 이앙구보다 감소되었지만, 30 × 13 cm 및 주당 5분 이앙구에서는 증가되어 5/25-30 × 15-3분 이앙구와 비슷하게 나타났다. 수당립수는 m²당 이삭수와는 다른 경향을 보였는데, 6월 10일 이앙 및 주당 5분 이앙구에서 증가되었고 재식거리 간에는 큰 차이를 보이지 않았다. 결과적으로 6월 10일에 30 × 13 cm 간격으로 주당 5분을 이앙하였을 경우 운광벼와 오래벼 모두 m²당 영화수가 가장 많아진 결과를 보였다(Table 4).

이앙기, 재식거리 및 재식본수별 수량 특성

운광벼는 6월 10일에 이앙한 4처리가 모두 등숙율과 천립중이 증가되어 수량이 증가되었다. 이로 인하여 재식거리와 본수의 효과가 뚜렷이 나타나지는 않았지만, 30 × 13 cm-5분 이앙시 5/25-30 × 15 cm-3분 이앙구와 비교하여 증수된

결과를 보였는데, 6월 10일 이앙 운광벼의 등숙율과 천립중이 크게 증가된 원인은 알 수가 없었다.

오래벼는 운광벼와는 달리 6월 10일 이앙구에서 등숙율과 천립중의 증가양상이 보이지 않았고, 수량에서는 통계적 유의성은 나타나지 않았지만 이앙기, 재식거리 및 재식본수의 효과가 나타나는 경향을 보였다. 5/25-30 × 15 cm-3분 이앙구와 비교하여 6/10-30 × 15 cm-3분 이앙구에서는 쌀 수량이 약 6% 감소되었지만, 30 × 13 cm 이앙구에서 30 × 15 cm 이앙구보다 9% 증수되었고, 5분 이앙구에서 3분 이앙구보다 2% 증수되었다. 결론적으로 6/10-30 × 13 m-5분 이앙구에서는 5/25-30 × 15 cm-3분 이앙구보다 5% 쌀 수량이 증가되었다.

이앙기별 품질 특성

운광벼와 오래벼의 출수후 40일간의 기상조건은 Table 6과 같았다. 6월 10일 이앙 운광벼와 오래벼의 등숙온도는 각각 23.4, 22.8℃로써 최적등숙온도(22℃)보다는 다소 높았지만, 5월 25일 이앙시보다 각각 0.9, 1.6℃ 낮아져서 완전미율 등 품질이 향상될 것으로 기대되었다. 일조시간은 비슷하였고 강수량은 다소 차이를 보였지만 수량과 품질에 미치는 영향은 없을 것으로 판단되었다.

백미 완전미율은 6월 10일 이앙시 5월 25일 이앙 대비 큰 폭으로 증가되었는데, 운광벼는 93.5%로 7.2%, 오래벼는 96.2%로 5.0% 증가되었다. 단백질 함량은 차이가 없었는데, Honjo(1971)와 Kataoka(1975)가 등숙기의 높은 기온이 단백질을 증가시킨다고 하였으나 본 연구에서의 온도

Table 6. The summary of climatic elements for 40 days after heading.

Varieties	Transplanting date	Daily air temperature (°C)			Sunshine hours (hrs)	Precipitation (mm)
		Average	Maximum	Minimum		
Unkwangbyeo	May 25	24.3	28.9	21.0	169	147
	June 10	23.4	28.1	19.9	167	96
Oraebyeo	May 25	24.4	29.0	21.1	168	165
	June 10	22.8	27.7	19.2	174	90

Table 7. Rice qualities depending on transplanting dates.

Varieties	Transplanting date	Head rice rate (%)	Imperfect grain (%)			Protein content (%)	Palatability (Toyo)
			White core and belly	Broken	Damaged		
Unkwangbyeo	May 25	86.3	6.7	6.5	0.5	5.1	63
	June 10	93.5	3.4	3.0	0.2	5.1	65
Oraebyeo	May 25	91.2	4.2	3.7	0.8	5.7	75
	June 10	96.2	1.2	1.9	0.6	5.6	84

차이가 상대적으로 적었기 때문에 함량 변화가 나타나지 않았던 것으로 보였다. 또한 6월 10일 이앙시 2010년의 결과와 마찬가지로 도요식미치가 증가되었는데 윤광벼는 2, 오래벼는 9 가람 증가되어 밥맛이 좋아지는 것으로 나타났다 (Table 7). Lee *et al.*(1996)이 저온에서 등숙된 쌀은 Mg/K 함량비가 높아 밥맛이 좋다고 하였는데 조사방법은 달랐으나 밥맛에 대한 조사결과는 동일하였다.

적 요

강원도 조생종 쌀의 품질을 높이는 재배기술 개발을 목표로 강원도농업기술원 벼 시험포장에서 2년간 연구한 결과는 다음과 같았다.

1. 2010년 윤광벼 쌀 수량은 5월 10일 이앙시 높았고, 이앙기가 늦어질수록 감소되었지만, 백미 완전미율은 이앙기가 늦어질수록 높아져서 완전미수량은 이앙기간에 차이가 적었다.
2. 2011년 윤광벼는 6월 10일 이앙시 등숙율과 천립중 증가로 인하여 수량이 증가되어 재식거리와 재식본수 효과가 뚜렷이 나타나지 않았으나 30×13 cm-5본 이앙구에서 가장 많은 경향을 보였다.
3. 오래벼는 6월 10일 관행 재식거리와 본수로 이앙시 수량이 적어졌으나 30×13 cm-5본 이앙구에서는 m²당 이삭수와 입수가 증가되어 관행재배법보다 5% 증수되었다.
4. 윤광벼, 오래벼 모두 6월 10일에 이앙구에서 5월 25일 이앙구보다 등숙온도가 낮아져서 완전미율과 도요식미치가 증가되는 등 품질이 크게 개선된 것으로 나타났다.
5. 본 연구결과를 응용하여 평야지 이외의 지역에서도 등

숙온도가 22℃에 가깝도록 이앙기를 늦추면서 재식거리를 좁히고 주당본수를 늘린다면 조생종 쌀 수량을 떨어뜨리지 않으면서 품질을 향상시킬 수 있을 것으로 기대된다.

인용문헌

- Honjo, K. 1971. Studies on protein content in rice grains. 2. Effects of fertilization on protein content and protein production in paddy grains. Proc. Crop Sci. Japan 40 : 183-189.
- Kang, J. R., J. T. Kim, J. Y. Beg, and J. I. Kim. 2005. Effect of transplanting times on rice quality in mid-mountainous area. Korean J. Crop Sci. 50(S) : 33-36.
- Kataoka, K. 1975. Studies on chemical quality of rice kernel. 6. Effects of temperature on protein content. Bull. Faculty Agri. Tamagawa Univ. 15 : 96-100.
- Kim, Y. D., M. G. Baek, J. H. Lee, J. C. Ko, M. K. Choi, H. K. Park, W. Y. Choi, B. K. Kim, and J. K. Kim. 2009. Proper transplanting time for considering rice quality at reclaimed saline land in Gyehwado. Korean J. Crop Sci. 54(4) : 339-345.
- Lee, A. S., J. R. Kim, Y. S. Cho, Y. B. Kim, J. K. Ham, J. S. Jeong, J. G. Sa, and J. C. Shin. 2011. Analyzing the effect of climatic variables on growth and yield of rice in Chuncheon region. Korean J. Crop Sci. 56(2) : 99-106.
- Lee, J. L., J. K. Kim, J. C. Shin, I. H. Kim, M. H. Lee, and Y. J. Oh. 1996. Effects of ripening temperature on quality appearance and chemical quality characteristics of rice grain. RDA. J. Agri. Sci. : 38(1) : 1-9
- Yun, S. H. and J. T. Lee. 2001. Climate change impacts on optimum ripening periods of rice plant and its countermeasure in rice cultivation. Korean J. Agricultural and Forest meteorology 3(1) : 55-70.