

절수관개방법이 벼 수량 및 품질에 미치는 영향

최원영 · 박홍규 · 문상훈 · 최민규 · 김상수 · 김정곤

작물과학원 호남농업연구소

(2006년 6월 30일 접수; 2006년 8월 31일 수락)

Grain Yield and Seed Quality of Rice Plants as Affected by Water-saving Irrigation

Weon-Young Choi, Hong-Kyu Park, Sang-Hoon Moon, Min-Gyu Choi, Sang-Su Kim, and Chung-Kon Kim

Honam Agricultural Research Institute, NICS, RDA, Iksan 570-080, Korea

(Received June 30, 2006; Accepted August 31, 2006)

ABSTRACT

This experiment investigated seed yield and grain quality of rice plants treated with different irrigation methods (water supply until complete saturation, field capacity, and surface soil crack) compared with a conventional irrigation method (inundation). Each treatment began 20 days after transplanting and ended 35 days after heading. There was an 8, 18 and 18% reduction in irrigation water in the three treatments, respectively. Rice yield with complete saturation treatment was similar to that of conventional irrigation, while those of field capacity and soil crack were less by 7 and 13%. The ratio of filled grain was lower and amylose content was higher in the water-saving irrigation than those from conventional irrigation.

Key words : Rice, Water-saving irrigation, Yield, Rice quality

I. 서 언

벼는 생리적으로 요수량은 많지 않으나 담수상태에서 잘 자라는 특성이 있고, 담수상태에서 재배하는 것이 잡초방제도 용이하고 질소시비효율도 높아 담수상태에서 재배하고 있다.

그러나 최근 세계 각지에서는 지구의 온난화, 엘니뇨현상 등에 의한 이상기상으로 한발의 내습이 우려되고, 유엔에서는 이미 1990년에 우리나라를 물 부족 국가로 분류하였으며, 매년 생활 및 산업용수의 급속한 증가로 농업용수의 부족이 우려되고 있다.

벼의 수분 스트레스는 생육시기별로 그 피해 정도를 달리하는데 생육초기 한발시에도 생육 및 수량에 크게

영향을 미치며(Ryu *et al.*, 1982), 영화분화기에 12일 간 수분 스트레스를 받으면 출수가 지연되고 개체당 이삭의 무게가 저하되며, 1수립수도 적어지고 등숙비율도 낮아진다(Makoto *et al.*, 1993). 또한 한해는 감수분열기에 피해가 가장 심하므로(Wopereis *et al.*, 1996; Choi *et al.*, 1999) 이 시기에는 한발이 되지 않도록 각별한 물관리가 필요하다. 벼는 수분 부족이 심하면 잎이 오그라들고 말려서 광합성이 저하되어 수량 감소를 초래하는데(Gomosta, 1981), 특히 등숙기에 수분 스트레스를 받으면 지상부 건물중과 뿌리 건물중이 가벼워져 결국 곡실의 무게가 감소되어(Kobata *et al.*, 1979) 쌀 수량이 크게 감소된다(Kobata and Takami, 1981; Kobata and Takami, 1983). 벼가 수분 스트

레스를 받으면 등숙비율이 낮아져 수량 감소가 심한데 대립종보다 소립종에서 더 심하였으며, 전분함량은 수분 스트레스를 받음으로써 증가되었고, 스트레스가 심하고 질소 시비량이 많을수록 이삭의 질소함량은 높았다 (Rahman and Yoshida, 1985; Tsuchiya *et al.*, 1992).

따라서 이상기상 등에 의한 관개수 부족에 대비하여 절수관개에 따른 벼농사 물 수지 및 생육특성을 구명하여 관개수 효율성과 생산성을 개선하고자 본 시험을 수행하였다.

II. 재료 및 방법

본 시험은 2003년부터 2005년까지 호남농업연구소 온실내 베드(10.8×2.0 m, 바닥에 자갈 깔고 그 위에 논흙 30 cm 충전) 미사질양토에서 수행되었다. 남평벼를 공시하여 6월 3일에 30일 묘를 30×14 cm 간격으로 3주씩 손이앙 하였다. 시비량은 N-P₂O₅-K₂O= 11-4.5-5.7 kg/10a으로 하였는데 질소는 기비:분얼비:수비를 50:20:30%로 분시하였으며, 인산은 전량 기비로, 칼리는 기비:수비를 70:30%로 분시하였다. 잡초방제를 위하여 이앙후 10일에 피라조선풀론에칠메페나셀 입제를 3 kg/10a 사용하였으며, 기타 재배관리는 호남농업연구소 표준재배법에 준하여 재배하였다. 관개방법은 관행관개 방법을 대비로 이앙후 20일부터 출수후 35일까지 상시 수분포화 상태로 유지(수분포화라 함), 토양이 실금이 갈 때 1회씩 관개해주는 포장용수량 상태와(포장용수량 함) 관개후 토양이 균열한 이후 5일 후 관수하는 처리(토양균열이라 함) 등을 두고 시험을 수행하였다. 현미의 외관품질은 미질판정기(RN-500, Kett, Japan)로 분석하였고, 단백질과 아밀로스 분석은 성분측정기(AN-700, Kett, Japan)로 분석하였으며, 기타 생육 및 수량조사 등은 농촌진흥청 농사시험연구 조사기준(농진청, 2003)에 따랐다.

III. 결과 및 고찰

벼 이앙후 20일부터 출수 후 35일인 낙수기까지 관개방법별관개용수량을 표 1에 나타내었다. 총 관개용수량은 관행관개가 456.7 mm를 관개하였는데 절수관개방법에서는 관개량이 적어 수분포화에서는 92%, 포장용수량과 토양균열에서는 82%의 관개용수량이 소요되었다. 이와 같이 포장용수량 상태와 토양균열 상태

Table 1. Irrigation amount under different water-saving irrigation methods during rice growth period(from 20 days after transplanting to 35 days after heading)

Irrigation method	Depth of irrigation water(mm)	Irrigation index
Conventional irrigation ¹⁾	456.7	100
Water saturation ²⁾	409.7	92
Field capacity ³⁾	376.7	82
Soil crack stage ⁴⁾	375.4	82

¹⁾Irrigated according to the standard practice

²⁾Irrigated so as to be saturated from 20 days after transplanting to 35 days after heading

³⁾Irrigate once at the initial stage of soil cracking from 20 days after transplanting to 35 days after heading

⁴⁾Irrigate once at 5 days after soil crack from 20 days after transplanting to 35 days after heading

가 관개용수량이 같은 원인은 토양균열은 관개횟수가 적음에도 불구하고 토양의 틈새 공극이 증가하여 1회 관개용수량이 많았기 때문으로 생각된다.

관개방법별 최고분얼기부터 출수기까지 벼 생육을 보면 표 2와 같다. 최고분얼기에 초장은 관개방법간에 별 차이가 없었고 경수는 절수관개에서 적었으며, 이러한 경향은 생육이 진전할수록 차이가 더 커져 출수기에는 토양균열에서 경수가 3개/주 정도 적었다. 이와 같이 절수관개에서 경수가 적은 것은 수분부족에 의한 스트레스로 분얼이 억제되었기 때문으로 생각되며, 이는 Ryu *et al.*(1982)의 보고 내용과 비슷한 경향이었다.

관개방법별 성숙기 벼 생육을 보면 표 3과 같다. 벼가 한발 등의 스트레스를 받으면 출수는 지연되는데 (Makoto *et al.*, 1993), 본 시험에서는 영구위조점 상태까지 도달하지 않았고 온실의 베드에서 실험한 결과 이어서 출수기는 8월 11일로 절수관개방법에 따른 차이는 없었다. 간장은 관행관개가 81 cm 인데 비해 수분포화에서는 같았고 포장용수량 상태에서는 3 cm, 토양균열에서는 7 cm가 단축되었으며 수장도 절수관개에서 단축되었다. 주당수수도 관행관개가 11.3개 인데 비해 절수관개가 심할수록 수수도 적었다. 이는 Makoto *et al.*(1993)의 보고와 비슷하였으며, 수분스트레스로 인해 생육이 부진하였기 때문으로 생각된다.

관개방법별 수량구성요소 및 수량을 보면 표 4와 같다. 절수량이 많을수록 수당립수와 수수가 적어 m² 당립수도 적었으며, 특히 토양균열에서 크게 감소되었고, 등숙비율도 낮아지고 현미천립중도 가벼워지는 경

Table 2. Rice growth at maximum tillering, spikelet differentiation, and heading stage different water-saving irrigation methods

Irrigation method	Maximum tillering stage		Spikelet differentiation stage		Heading stage	
	Plant height	Number of tiller	Plant height	Number of tiller	Plant height	Number of tiller
	cm	ea./hill	cm	ea./hill	cm	ea./hill
Conventional irrigation	82	16.6	94	15.8	107	12.2
Water saturation	83	15.0	95	12.4	107	11.4
Field capacity	83	14.8	94	11.7	106	10.2
Soil crack stage	83	15.1	93	11.3	106	9.4

Table 3. Heading date and culm length under different water-saving irrigation methods of rice

Irrigation method	Heading date	Culm length	Panicle length	Panicle number
		cm	cm	ea./hill
Conventional irrigation	Aug. 11	81	19.3	11.3
Water saturation	Aug. 11	81	18.9	10.7
Field capacity	Aug. 11	78	19.1	9.8
Soil crack stage	Aug. 11	74	18.2	9.1

Table 4. Yield components and yield of rice under different water-saving irrigation methods

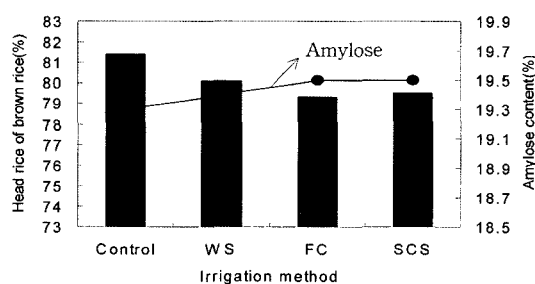
Irrigation method	Spikelet per panicle	Spikelet per m ² (×1000)	Ripened grain	1000 grain weight	Milled rice yield	Yield index
	ea.		%	g	g/m ²	
Conventional irrigation	87a	21.7a	89	21.4a	389a	100
Water saturation	85a	20.1ab	88	21.3a	380a	98
Field capacity	84a	18.9b	86	20.7b	361b	93
Soil crack stage	76b	16.6c	87	20.7b	340c	87

^aMeans followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by Duncan's multiple range test.

향이였다. 쌀수량은 관행관개에 비해 수분포화 처리에서는 유의차가 없었으며, 포장용수량 상태에서는 7%, 토양 균열에서는 13% 감소되었는데 이는 Kobata and Takami(1979)과 Gomosta *et al.*(1981)은 수분 스트레스 시 수량이 감소한다는 보고와 같은 경향을 보였다. 따라서 한발이 지속되더라도 수분포화 상태로는 유지하여야 쌀수량 감소는 없을 것이며, 천수답 등 불가피하게 관수를 제대로 못하는 논에서도 관개용수량이 같이 소요되면서 수량 감소가 적은 포장용수량 상태 정도는 유지시켜야 수량감소를 최소화 할 수 있을 것으로 생각된다.

관개방법별 현미품위 및 미질특성은 그림 1과 같다. 현미의 완전립비율은 관행관개가 81.4%인데 비하여 절수관개에서 1~2% 정도 낮았으며, 아밀로스함량은 관행관개가 19.3%인데 비해 절수관개방법에서 약간 높았다.

이상의 결과로 보아 한발이 지속되어 관개수가 부족할 경우에는 토양균열상태보다는 관개용수량은 같이 소요되면서 쌀 수량 감소가 적은 포장용수량 상태로

**Fig. 1.** Head rice ratio of brown rice and amylose content under different water-saving irrigation methods(WS:water saturation, FC:field capacity, SCS:soil crack stage).

유지하는 것이 합리적인 물관리 방법이라 생각된다.

적 요

절수관개에 따른 비농사 물수지 및 생육특성을 구명하여 관개수 효율성과 생산성을 개선하고자 시험한 결

과를 요약하면 다음과 같다.

가. 벼 생육기간 동안 관개용수량은 관행 대비 수분포화에서 8%, 포장용수량(실금이 갈 때 관개) 상태와 토양균열(토양균열후 5일에 관개)에서 18% 절감되었다.

나. 관개방법별 출수기는 같았고 절수재배시 관행관개 대비 간장은 짧고 수수는 적었다.

다. 쌀 수량은 관행관개 대비 수분포화는 비슷하였고, 포장용수량 상태는 7%, 토양균열은 13%가 감소되었다.

라. 절수재배시 현미의 완전립 비율은 낮았고, 아밀로스함량은 높았다.

따라서 가뭄이 지속되어 관개수가 부족할 경우에 최소한 관개용수량은 같으면서 수량 감소가 적은 포장용수량 상태 정도는 유지할 수 있게 관개하여야 될 것으로 생각된다.

REFERENCES

- 농촌진흥청, 2003: 농사시험연구 조사기준. 838p.
- Choi, W. Y., H. K. Park, S. Y. Kang, S. S. Kim, and S. Y. Choi, 1999: Effects water stress on physiological traits at various growth stages of rice. *Korean Journal of Crop Science* **44**(3), 282-287.
- Gomosta, A. R., 1981: Leaf rolling and unrolling behavior in relation to soil moisture tension and climatic factors. *International Rice Research Notes* **6**(3), 25-26.
- Kobata, T., and S. Takami, 1979: The effects of water stress on the grain-filling in rice. *Japan Journal of Crop Science* **48**(1), 75-81.
- Kobata, T., and S. Takami, 1981: Maintenance of the grain growth in rice subject to water stress during the early grain filling. *Japan Journal of Crop Science* **50**(4), 536-545.
- Kobata, T., and S. Takami, 1983: Grain production and dry matter partition in rice in response to water deficits during the whole grain-filling period. *Japan Journal of Crop Science* **52**(3), 283-290.
- Makoto, T., Y. Yamane, and S. Takami, 1993: Relationship between panicle weight per plant and cumulative water stress in rice. *Japan Journal of Crop Science* **62**(1), 60-65.
- Rahman, M. S. and S. Yoshida, 1985: Effect of water stress on grain filling in rice. *Soil Science Plant Nutrient* **31**(4), 497-511.
- Ryu, I. S, J. H. Lee, and Y. W. Kwon, 1982: Improvement in rice cultural techniques against unfavorable weather condition. *Korean Journal of Crop Science* **27**(4), 385-397.
- Tsuchiya, M. Munandar, and T. Ogo, 1992: Growth response of rice (*Oryza sativa* L.) to drought. II. Varietal difference in transpiration under water stress and its related plant characteristics. *Japan Journal of Crop Science* **61**(4), 676-682.
- Wopereis, M. C. S., M. J. Kropff, A. R. Maligaya, and T. P. Tuong, 1996: Drought-stress responses of two lowland rice cultivars to soil water status. *Field Crops Research* **46**, 21-39.