

야간 조도에 따른 벼 품종별 출수 반응

김충국*[†] · 조현숙* · 최성호* · 이진모* · 변종영**

*농촌진흥청 작물시험장, **충남대학교

Varietal Difference in Heading Date of Rice by Night Illumination

Chung-Guk Kim*[†], Hyeoun-Suk Cho*, Seong-Ho Choi*, Jin-Mo Lee*, and Jong-Yeong Pyon**

*National Crop Experiment Station, RDA, Suwon 441-857, Korea

**Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea

ABSTRACT : This experiment was conducted to study the varietal and ecological difference of rice in heading date by night illumination. The degree of delay in heading date and days from heading initiation to full heading (DHIF) of rice were in the order of mid-late maturing cultivars (MLC) > medium maturing cultivars (MEC) > early maturing cultivars (EAC) > very early maturing cultivars (VEC). However, the MEC showed significant variation in days to heading; Kwanganbyeol delayed significantly, but Ansanbyeol did not. The comparative sensitivity of different rice ecotypes per lux in delayed heading was 0.09~0.10, 0.14~0.26, 0.16~0.58, and 0.35~0.54 days in VEC, EAC, MEC, and MLC, respectively; the shortest in Odaebyeol (0.09 day), moderate in Daejanbyeol (0.35 day), and the longest in Kwanganbyeol (0.58 day). Difference of DHIF was 0~1 day in VEC, -1~2 days in EAC, 0~16 days in MEC and 6~18 days in MLC under 50~70 lux compared to 2 lux; Daejinbyeol (-1 day), Hwaseongbyeol (6 days), Chuchoengbyeol (9 days), Kwanganbyeol (16 days), and Ilpumbyeol (18 days).

Keywords : night illumination, rice, heading, days from heading initiation to full heading

야간조명은 벼의 유효경수를 감소시키고, 출수를 지연시켜 수량에 영향을 주며, 특히 야간조명이 이루어지는 주변에는 벼가 많이 재배되고, 조생종보다 중만생종이 많이 재배되어 야간조명의 영향을 더욱 크게 받고 있다. 벼는 단일식물로서 한계일장은 품종에 따라 차이가 있고, 출수는 주로 일장과 온도의 두가지 생태적 요인에 의하여 영향을 받는다. 자연조건에서는 이 두요인이 상호관련하여 결정되며, 벼 품종의 생태형은 이들 두가지 요인을 기초로 하여 분류되어 온 것이라고 볼 수 있다(Oka *et al.*, 1952; Lee, 1964). 고온단일 조건은 출수를 촉진시키고, 저온장일 조건은 출수를 지연시키며, 자

포니카 품종군의 조생종은 일장에 둔감하고, 만생종은 일장에 민감한 반응을 보인다(Yun, 1986).

파종에서 개화까지 기간을 가장 짧게 하는 최적 광주기는 대부분의 품종은 9~10시간이고, 식물이 개화할 수 있는 가장 긴 일장 혹은 이것을 넘게 되면 개화할 수 없는 한계 광주율은 대부분의 품종은 12~14시간으로(Yoshida *et al.*, 1976) 벼와 같은 단일식물은 한계일장보다 낮의 길이가 길면 개화반응을 하지 않으며, 꽃이 정상적으로 발육하지 못해 결실을 불량하게 한다. 따라서 야간조명을 하면 낮의 길이가 연장되므로 단일식물은 출수·개화가 지연이 된다(Ahn & Vergara, 1969; Kim *et al.*, 1998).

야간조명에 의해 일장 감응성이 큰 중생종과 만생종 벼는 조생종에 비해 출수가 많이 지연되고, 수량이 감소되며, 출수 전 7~40일에 영향이 가장 크고(稻田, 1984), 콩은 화이분화 전기(개화 16~30일전)에 개화지연의 영향을 가장 크게 받는다(Kim *et al.*, 2001). Tokimasa & Suedomi(1971)는 일반적으로 야간 조도 2 lux에서는 영향이 적고 오히려 생육이 좋으며, 70 lux에서는 출수가 안된다고 하였다. 벼 품종의 일장에 대한 반응 정도는 광범위한 변이를 나타내며(Yoshida & Hanyu, 1964; Oka *et al.*, 1952; Okada & Kato, 1953), 일장에 대한 반응은 품종에 따라 다른데(Kurita & Yamamura, 1954; Lamin & Vergara, 1968), 우리나라 벼품종은 13~16시간의 일장에서 출수가 지연이 된다(Ahn & Vergara, 1969; Choi *et al.*, 1983).

이와 같이 벼의 일장에 관련된 연구는 많이 이루어졌으나, 야간조명에 대한 연구는 미미한 실정으로 야간조명의 광도에 따라 벼와 콩은 조생종에 비하여 만생종은 광반응이 민감하지 만(Choi *et al.*, 1983; Cho & Kim, 1966; Kim *et al.*, 1999), 동일한 생태형중에서도 품종간 출수반응에 관한 연구는 거의 이루어지지 않았으며, 실제 야간조명 지역의 주변에서 품종간에 상이한 출수지연 사례가 많이 발생되고 있어 야간조명의 광도 및 생태형 또는 품종별로 출수에 미치는 영향을 분석하고자 본 연구를 수행하였다.

[†]Corresponding author: (phone) +82-31-290-6757

(E-mail) kimcg@rda.go.kr

<Received February 21, 2003>

재료 및 방법

본 시험은 2000년도에 농촌진흥청 작물시험장 포장에서 가로를 인위적으로 설치하여 시험을 수행하였다. 광원은 4 m 높이에 3 m 간격으로 200 W, 나트륨등을 이용하였다. 광원의 각도를 조절하여 2 lux(0.005 W m⁻², 0.11 μmol m⁻²s⁻¹) 이하, 2~3 lux(0.007 W m⁻²), 3~5 lux(0.011 W m⁻²), 5~10 lux(0.021 W m⁻²), 10~20 lux(0.042 W m⁻²), 20~30 lux(0.070 W m⁻²), 30~50 lux(0.112 W m⁻²), 50~70 lux(0.168 W m⁻²), 70~90 lux(0.224 W m⁻², 0.98 μmol m⁻²s⁻¹)의 밝기로 9개 구간으로 나누어 조사하였다. 조명시간은 이양 당일로부터 수확기까지 전 생육기간 동안 매일 일몰후부터 일출전까지 점등하였다.

야간 조도의 측정은 차량의 진조동이나 달빛 등 외부의 영향이 거의 없을 때 조도계 및 spectroradiometer(Model LI-188B 및 LI-1800, LI-COR, Inc.)로 식물체 선단부위의 높이에서 반복 측정하였다.

품종은 생태형별로 대표적인 3품종씩 모두 12품종을 공시하였는데, 극조생종은 소백벼, 오대벼, 흑진주벼 3품종을, 조생종은 그루벼, 진미벼, 대진벼를, 중생종은 화성벼, 광안벼, 안산벼를, 중만생종은 일품벼, 추청벼, 대안벼를 사용하였다. 재배 방법은 소백벼 등 10품종은 15~20일모를 5월 하순에 휴폭 30 cm, 주간거리 14~15 cm로 이앙하였으며, 흑진주벼와 그루벼는 6월 하순에 휴폭 30 cm, 주간거리 14~15 cm로 이앙하였고, 시비, 병해충 방제 등 기타 관리는 관행에 준하였다.

출수율은 야간 조도별로 생육이 중간정도인 주를 10주씩 선정하여, 이삭이 1 cm정도 나온 수수를 매일 조사하여 최종적

으로 출수된 수수로 나누어 환산하였으며, 유효분얼경중 2~3%가 출수한 낱을 출수시, 40%정도가 출수한 낱을 출수기, 80%정도가 출수한 낱을 수전기로 구분하였고, 기타 생육조사는 농촌진흥청 시험연구조사기준에 준하였다.

결과 및 고찰

출수까지 일수

야간 조도에 따른 벼의 생태형별 출수까지 일수(Table 1)는 모든 생태형과 모든 품종에서 야간 조도가 높을수록 지연되었으며, 그 지연정도는 생태형과 품종간의 차이가 심하였다. 야간 조도 2 lux 이하에 비하여 50~70 lux에서는 극조생종은 5.3일이 지연되었으나, 조생종은 11.3일, 중생종은 19.6일, 중만생종은 24.0일이 지연되어 숙기가 늦은 생태형일수록 그 정도가 심하였는데 이는 숙기가 늦은 만생종 품종일수록 감광성이 강하기 때문에 야간조명에 의한 영향을 더욱 많이 받았을 것으로 생각되었으며, 조생종에 비하여 중생종과 만생종의 출수지연이 크다는 보고(稻田, 1984)와 같은 경향이였다.

품종간에는 야간 조도 2 lux 이하에 비하여 50~70 lux에서는 소백벼, 오대벼, 흑진주벼, 대진벼 및 안산벼는 58일이 지연되었으며, 진미벼, 그루벼 및 대안벼는 15~19일이 지연되었고, 추청벼 및 화성벼는 21~22일이 지연되었으며, 광안벼 및 일품벼는 29~32일이 지연되어 본 시험에 공시된 12품종 중에서 광안벼와 일품벼는 야간조명에 가장 민감한 반면에 소백벼, 오대벼, 흑진주벼, 대진벼 및 안산벼는 야간조명에 둔감한 경향이였다.

야간 조도 2 lux 이하에 비하여 출수까지 일수가 5일 미만

Table 1. Days to heading of four rice ecotypes under different intensities of night illumination.

Maturing group	Cultivar	Illuminance (lux)							
		<2	2~3	3~5	5~10	10~20	20~30	30~50	50~70
..... day									
Very early	Sobaegbyeo	71	71	72	73	73	75	76	77
	Odaebyeo	76	76	77	77	79	80	81	81
	Heugjinjubyeo	62	62	63	64	65	67	68	67
	Mean	69.7	69.7	70.7	71.3	72.3	74.0	75.0	75.0
Early	Grubyeo	60	60	62	67	68	72	74	75
	Jinmibyeo	85	84	86	88	92	94	96	97
	Daejinbyeo	82	81	81	83	84	86	88	89
	Mean	75.7	75.0	76.3	79.3	81.3	84.0	86.0	87.0
Medium	Hwaseongbyeo	94	94	93	96	100	104	110	116
	Kwanganbyeo	92	91	93	96	105	115	121	121
	Ansanbyeo	83	82	83	85	86	88	91	91
	Mean	89.7	89.0	89.7	92.3	97.0	102.3	107.3	109.3
Mid-late	Ilpumbyeo	101	100	101	107	112	116	120	133
	Daeanbyeo	92	94	93	94	97	103	109	111
	Chucheongbyeo	98	96	97	98	102	107	114	119
	Mean	97.0	96.7	97.0	99.7	103.7	108.7	114.3	121.0

으로 지연되는 야간 조도는 오대벼 및 흑진주벼는 50~70 lux, 소백벼는 30~50 lux, 대진벼 및 안산벼는 20~30 lux, 대안벼 및 추청벼는 10~20 lux, 진미벼, 화성벼 및 광안벼는 5~10 lux, 그루벼 및 일품벼는 3~5 lux로 생태형 및 품종간에 상이한 반응을 보였다.

고시히까리(중만생)는 10 lux에서 5일 지연, 끼라리미야사끼(극조생)는 70 lux에서 출수가 5일 지연되었다는 보고(Yoshioka et al., 2001)와 비교해 볼 때 본 시험의 중만생종인 일품벼는 고시히까리의 출수지연 정도와 유사하였지만, 추청벼와 대안

벼(중만생)는 고시히까리보다 출수지연 정도가 적어서 야간조명에 둔감할 것으로 생각되었고, 극조생종인 소백벼, 오대벼 및 흑진주벼는 끼라리미야사끼의 출수지연 정도와 유사한 경향을 보였다.

한편 야간 조도 2 lux 이하에 비하여 2~3 lux에서는 출수까지 일수가 같거나 1일 단축되는 품종은 진미벼, 대진벼, 광안벼 및 안산벼이었으며, 추청벼는 2일 단축되었는데, 일반적으로 2 lux에서는 수도의 생육에 영향이 적으며, 오히려 생육이 좋아진다는 보고(Tokimasa & Suedomi, 1971)와 같은 경향이었으며, 이와 같이 생육이 좋아지는 원인이 추후 검토된다면 야간 광을 효율적으로 활용할 수 있을 것으로 기대된다.

야간 조도에 따른 벼의 생태형별 출수지연 일수를 회귀식의 기울기(Table 2)로 보면 야간 조도 1 lux당 극조생의 품종은 0.09~0.10일이 지연되었으며, 조생 품종은 0.14~0.26일이 지연되었다. 중생종은 품종간에 차이가 매우 커서 안산벼는 0.16일이 지연된 반면에 화성벼는 0.40일, 광안벼는 0.58일이 지연되었으며, 중만생 품종은 0.35~0.54일이 지연되었고, 특히, 광안벼와 일품벼는 타 품종에 비하여 출수지연 정도가 커서 야간 광에 민감한 품종으로 나타났다.

Table 2. Linear regressions of heading delay per unit illuminance (lux) in various rice cultivar under different intensities of night illumination.

Maturing group	Cultivar	Regression equation	R ²
Very early	Sobaegbyeo	y = 0.10x + 0.50	0.96**
	Odaebeyeo	y = 0.09x + 0.58	0.94**
	Heugjinjubyeo	y = 0.10x + 0.87	0.92**
Early	Grubeyeo	y = 0.26x + 2.17	0.97**
	Jinmibeyeo	y = 0.22x + 0.89	0.95**
	Daejinbyeo	y = 0.14x - 0.51	0.88**
Medium	Hwaseongbyeo	y = 0.40x - 0.89	0.87**
	Kwanganbyeo	y = 0.58x + 1.01	0.91**
	Ansanbyeo	y = 0.16x + 0.02	0.92**
Mid-late	Ilpumbyeo	y = 0.54x - 0.18	0.90**
	Daeanyeo	y = 0.35x + 0.33	0.87**
	Chucheongbyeo	y = 0.41x - 2.02	0.84**

x: Illuminance (lux).
y: Delay of heading (days).

수전일수의 반응

야간조명에 따른 벼 품종별 수전일수(Table 3)는 극조생종 및 조생종의 경우 야간 조도와는 일정한 경향이 없었으나, 중생종 및 중만생종은 야간 조도가 높을수록 수전일수가 연장되었는데, 야간 조도 2 lux 이하에 비해 50~70 lux에서는 극조생종은 0~1일, 조생종은 -1~2일, 중생종은 0~16일, 중만생종은

Table 3. Days from heading initiation to full heading in different rice ecotypes under different intensities of night illumination.

Maturing group	Cultivar	Illuminance (lux)							
		<2	2~3	3~5	5~10	10~20	20~30	30~50	50~70
..... day									
Very early	Sobaegbyeo	3	3	3	4	3	4	4	3
	Odaebeyeo	5	5	5	7	6	7	5	5
	Heugjinjubyeo	4	4	4	4	5	4	5	5
	Mean	4.0	4.0	4.0	5.0	4.7	5.0	4.7	4.3
Early	Grubeyeo	4	4	4	6	7	8	7	6
	Jinmibeyeo	9	7	8	7	6	6	9	10
	Daejinbyeo	9	7	6	7	6	8	9	8
	Mean	7.3	6.0	6.0	6.7	6.3	7.3	8.3	8.0
Medium	Hwaseongbyeo	5	5	5	5	7	13	14	11
	Kwanganbyeo	4	4	5	7	12	15	21	20
	Ansanbyeo	5	4	5	5	7	5	6	5
	Mean	4.7	4.3	5.0	5.7	8.7	11.0	13.7	12.0
Mid-late	Ilpumbyeo	7	7	7	8	9	10	15	25
	Daeanyeo	5	6	6	6	7	8	10	11
	Chucheongbyeo	4	5	5	6	9	12	13	13
	Mean	5.3	6.0	6.0	6.7	8.3	10.0	12.7	16.3

6~18일 지연되었다.

품종간(Tables 3)에는 야간 조도 2 lux 이하에 비하여 50~70 lux에서 극조생종인 소백벼, 오대벼, 흑진주벼와 조생종인 그루벼, 진미벼, 대진벼 및 중생종인 안산벼는 0~2일 연장되었으며, 화성벼, 대안벼 및 추청벼는 6~9일 연장되었고, 광안벼 및 일품벼는 16~18일 연장되어 중만생종 일수록 수전일수의 연장정도가 큰 경향이었으나, 중생종인 광안벼는 중만생종인 대안벼 및 추청벼에 비하여 출수지연과 수전일수의 연장정도가 심한 것으로 나타났다.

그러나 수전일수 연장은 자연상태의 포장 시험 조건에서는 출수 시기가 늦을 경우 기온이 낮아지기 때문에 온도의 영향과 야간조명에 의한 일장연장의 영향을 복합적으로 받았을 것으로 생각되며, 금후 정밀한 분석이 요구된다.

출수율의 영향

벼의 생태형 및 야간 조도별 출수율의 경시적인 변화(Fig.

1, 2)를 보면 모든 생태형과 모든 품종에서 야간 조도가 높아질수록 출수시부터 수전기까지의 기간이 지연되었는데 그 정도는 속기가 늦은 중만생종 일수록 출수시부터 수전기까지의 기간이 지연되는 경향이 더욱 컸다.

극조생종인 소백벼, 오대벼, 흑진주벼는 야간 조도간에 거의 일정한 경향으로 출수율이 증가되었으며, 출수시부터 수전기까지의 기간도 일정하게 짧은 경향이였다.

조생종인 그루벼, 진미벼 및 대진벼는 품종간에 반응이 상이하였는데 대진벼는 극조생종과 유사한 경향이였으며, 그루벼 및 진미벼는 야간 조도가 높아짐에 따라 약간씩 출수가 지연되는 경향이었고, 극조생종과 조생종의 품종들은 중만생종인 일품벼에 비하여 야간 조도가 높을 경우에도 수전기까지의 소요기간이 현저하게 짧았다.

중생종인 안산벼는 조생종인 대진벼와 유사한 출수반응을 보였으며, 화성벼와 광안벼는 조생종의 품종에 비하여 야간 조도가 높아짐에 따라 출수의 지연정도가 컸고, 특히 광안벼는

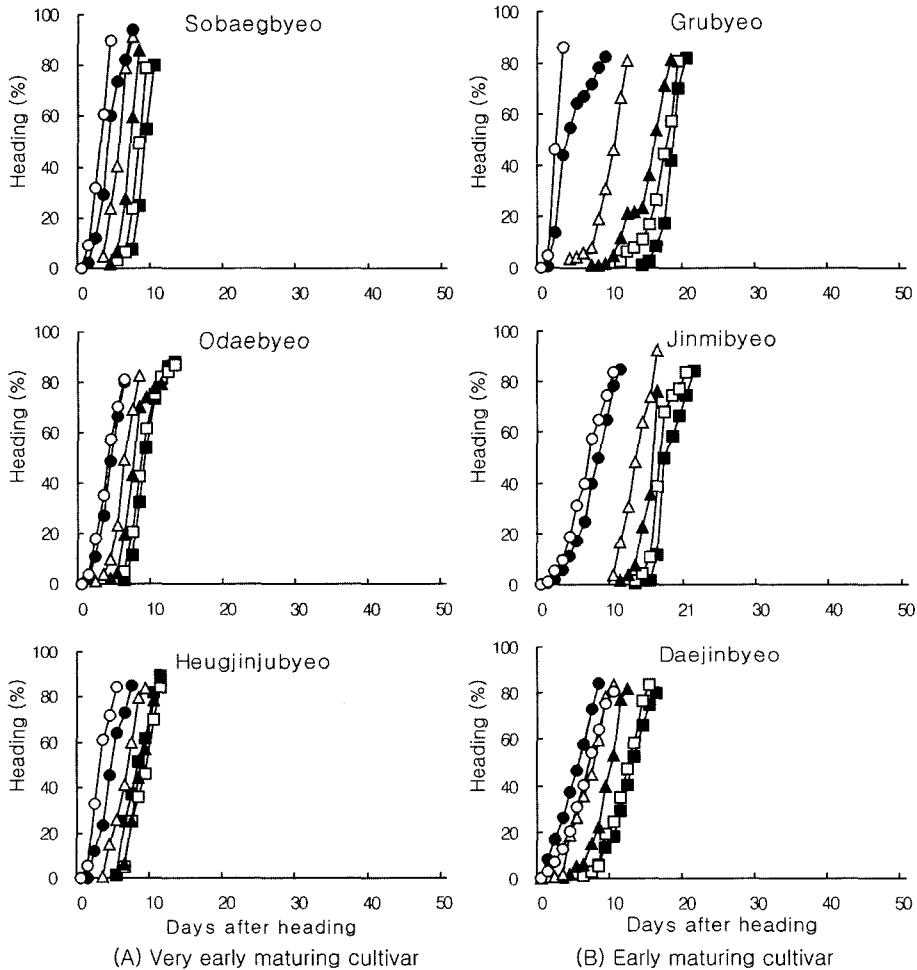


Fig. 1. Heading pattern of very early (A) and early (B) maturing rice cultivars under different intensity of night illumination. ○: Below 2 lux, ●: 2~10 lux, △: 10~20 lux, ▲: 20~30 lux, □: 30~50 lux, ■: 50~70 lux. A. Very early maturing cultivar: Sobaegbyeo, Odaebyeo, Heugjinjubyeo. B. Early maturing cultivar: Grubyeo, Jinmiby eo, Daejinbyeo.

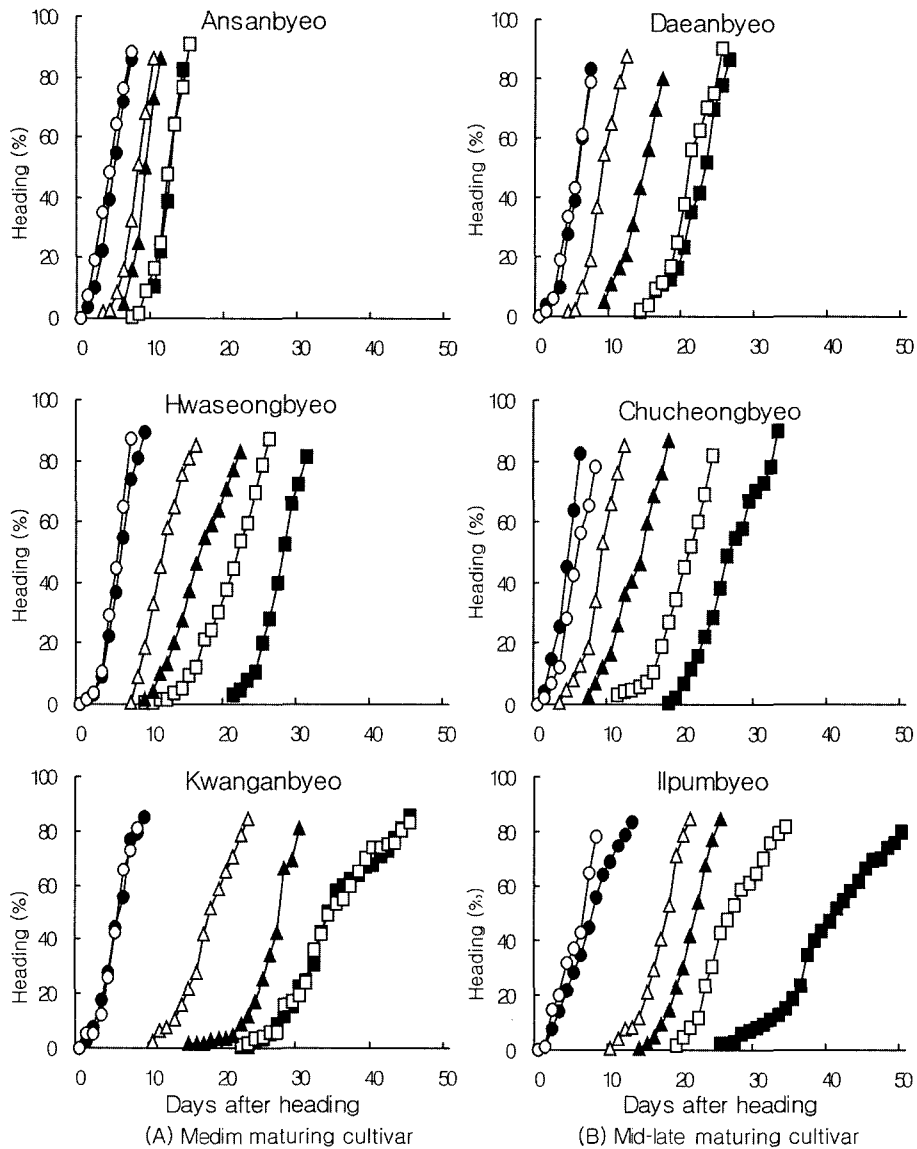


Fig. 2. Heading pattern of medium (A) and mid-late (B) maturing rice cultivars under different intensity of night illumination. ○: Below 2 lux, ●: 2~10 lux, △: 10~20 lux, ▲: 20~30 lux, □: 30~50 lux, ■: 50~70 lux.

A. Medium maturing cultivar: Hwaseongbyeo, Kwanganbyeo, Ansanbyeo. B. Mid-late maturing cultivar: Ilpumbyeo, Daeanbyeo, Chucheongbyeo.

야간 조도 10~20 lux 이상에서는 출수 지연의 정도가 현저하게 컸다.

중만생종인 대안벼와 추청벼는 화성벼와 유사한 경향이었고, 일품벼는 야간 조도 10~20 lux 이상에서는 출수 지연의 정도가 현저하게 컸으며, 본 시험에 공시한 12품종 중에서 출수 지연정도가 가장 컸다.

야간 조도에 따른 생태형별 대표적인 품종의 출수시부터 수 전기까지의 1일당 출수율을 회귀식의 기울기(Table 4)로 보면 소백벼는 1일당 출수율이 19.5~24.8%로 야간 조도간에 큰 차이가 없었으며, 중생종인 안산벼의 1일당 출수율은 야간 조도 50 lux 이하에서의 12.1~13.3%에 비하여 50~70 lux로 야간 조

도가 높을 경우 1일당 출수율이 18.5%로 증가된 반면에 중생종인 광안벼는 야간 조도 30~70 lux에서 1일당 출수율이 5% 미만, 중만생종인 일품벼는 50~70 lux에서 1일당 출수율이 5% 미만으로 야간 조도가 높을수록 1일당 출수율이 현저하게 감소되었다. 이와 같이 1일당 출수율은 생태형별, 품종별 및 야간 조도에 따라 반응이 상이하였다.

광에 둔감한 오대벼와 가장 민감한 일품벼의 출수반응을 비교해 보면(Table 5) 야간 조도가 높을수록 두 품종 모두 출수까지 일수가 지연되었으나, 그 지연정도는 일품벼가 현저하게 지연되어 야간 조도 70 lux 이상일 경우 2 lux 이하에 비해서 오대벼는 7일, 일품벼는 54일이 지연되었다.

Table 4. Linear regressions of panicle emergence in different rice cultivars under different intensity of night illumination.

Cultivars	Regression equation at different illuminance			
	<2 lux	10~20 lux	30~50 lux	50~70 lux
Sobaegbyeo	y= 23.18x-31.2 (0.97**) ¹	y= 22.90x- 89.6 (0.97**) ¹	y= 19.46x-123.3 (0.93**) ¹	y= 24.83x-194.1 (0.99**) ¹
Ansanbyeo	y= 13.25x-17.3 (0.99**) ¹	y= 12.60x- 61.1 (0.93**) ¹	y= 12.14x-108.8 (0.95**) ¹	y= 18.45x-196.1 (0.98**) ¹
Kwanganbyeo	y= 11.27x-21.8 (0.94**) ¹	y= 6.87x- 81.4 (0.98**) ¹	y= 4.16x-102.0 (0.97**) ¹	y= 4.16x-102.6 (0.97**) ¹
Ilpumbyeo	y= 9.63x-15.8 (0.96**) ¹	y= 8.28x-102.2 (0.96**) ¹	y= 5.80x-114.7 (0.98**) ¹	y= 3.48x- 97.7 (0.98**) ¹

x: Days after first heading. y: Percentage of panicle emerged.

¹: Coefficient of determination.

Table 5. Heading response of Odaebyeo and Ilpumbyeo to different intensities of night illumination.

Cultivar	Light intensity (lux)	Days to heading	Delay of heading	day		
				First heading to heading date	Heading date to full heading	Heading initiation to full heading
Odaebyeo	<2	76	0	2	3	5
	30~50	81	5	2	3	5
	50~70	81	5	3	2	5
	70<	83	7	4	5	9
Ilpumbyeo	<2	101	0	4	3	7
	30~50	120	19	6	9	15
	50~70	133	32	13	12	25
	70<	155	54	24	-	-

수전일수는 오대벼는 야간 조도간에 큰 차이가 없었으나, 일 품벼는 야간 조도가 높을수록 지연되었으며, 품종간에는 일품벼가 오대벼에 비하여 현저하게 지연되었는데, 일품벼는 야간 조도 70 lux 이상일 경우 서리가 내렸던 시기인 11월 6일까지도 수전기에 도달하지 못하고 출수가 정지되어 중만생종인 일 품벼는 광에 상당히 민감한 품종으로 밝혀졌으며, 70 lux에서는 출수가 안된다는 보고(Tokimasa & Suedomi, 1971)와 유사한 경향이였다.

이상의 결과를 종합하여 볼 때 야간조명시 출수기 및 수전일수의 지연은 중만생종 > 중생종 > 조생종 > 극조생종의 순이었으며, 출수기 및 수전일수의 지연정도가 가장 큰 품종은 중만생종인 일품벼와 중생종인 광안벼이었고, 극조생의 품종과 조생 품종 및 중생종의 안산벼는 출수지연 정도가 비교적 적어서 야간조명이 이루어지는 곳에서 이들 품종을 재배하면 수량 감소를 최소한으로 줄일 수 있을 것으로 생각되었다.

적 요

최근 고속화 도로의 건설 등 산업의 발달로 인하여 야간조명이 급증되고 있는 상황에서 야간 조도에 따른 벼 생태형 및 품종별 출수 반응을 검토하고자 극조생종, 조생종, 중생종 및 중만생종의 품종을 각각 3품종씩 12품종을 선별하여 1.0~70.0 lux(0.005~0.196 W m⁻², 0.11~0.98 μmol m⁻²s⁻¹)의 광도에서 수행한 시험결과를 요약하면 다음과 같다.

야간조명에 의한 벼의 출수반응은 야간 조도가 높을 경우 출

수기와 수전기가 지연되었으며, 지연 정도는 중만생종 > 중생종 > 조생종 > 극조생종의 순이었고, 특히 중생종인 광안벼와 중만생종인 일품벼는 출수까지 일수가 현저하게 지연되었으나, 중생종인 안산벼는 조생종과 유사하여 수량에도 영향이 적을 것으로 판단되었다. 생태형에 따른 야간 조도 1 lux당 출수지연일수는 극조생종은 0.09~0.10일, 조생종은 0.14~0.26일, 중생종은 0.16~0.58일, 중만생종은 0.35~0.54일이 지연되었다. 품종에 따른 야간 조도 1 lux당 출수지연 일수는 조생종 중에서 대진벼(0.14일), 중생종 중에서는 안산벼(0.16일), 중만생종 중에서는 대안벼(0.35일)가 가장 짧았으며, 일품벼(0.54일)와 광안벼(0.58일)는 현저하게 지연일수가 길어 광에 민감하므로 수량에도 큰 영향을 미칠 것으로 사료되었다. 생태형별 수전일수는 야간 조도 2 lux 이하에 비하여 50~70 lux에서는 극조생종은 0~1일, 조생종은 -1~1일, 중생종은 0~16일, 중만생종은 6~18일 연장되었다. 품종별 수전일수는 야간 조도 2 lux 이하에 비하여 50~70 lux에서는 극조생종의 모든 품종과 조생종의 그루벼와 대진벼 및 중생종의 안산벼는 0~2일 연장되었으며, 조생종의 대진벼는 1일이 단축되었고, 화성벼, 대안벼 및 추청벼는 6~9일 연장되었으며, 광안벼 및 일품벼는 16~18일 연장되었다.

인용문헌

Ahn, S. B. and B. S. Vergara. 1969. Studies on responses of the rice plant to photoperiod. III. Responses of Korean varieties. *Korean J. Crop Sci.* 5 : 45-49.
 Cho C. Y. and N. J. Kim. 1966. Studies on the relation between the

- earliness of varieties and the response to illumination and temperature in rice. *Korea Univ. J.* 3 : 35-45.
- Choi K. G., Y. N. Chang, and S. C. Lee. 1983. Ecological studies on heading of rice plant. 1. The response to photoperiod of major rice varieties. *Korean J. Crop Sci.* 28(2) : 151-163.
- 稻田勝美. 1984. 光と植物生育(光選擇利用の基礎と應用). 養賢堂. pp. 415.
- Kim C. G., J. H. Seo, and D. H. Kim. 1998. Effect of night illumination on growth and yield in soybean cultivars. *RDA. J. of Crop Sci.(I)*. 40(2) : 155-159.
- Kim C. G., J. H. Seo, H. S. Choi, S. J. Kim, and I. B. Hur. 1999. Growth responses of the different ecotypes under night illumination on soybean. *Korean J. Crop Sci.* 44(Sup. 1) : 112-113.
- Kim C. G., J. H. Seo, H. S. Choi, S. J. Kim, and I. B. Hur. 2001. Growth and yield responses of soybean under night illumination at different growth stages. *Korean J. Crop Sci.* 46(6) : 478-482.
- Kurita H. and I. Yamamura. 1954. Studies on localization of rice culture in Japan. (2) The day length and temperature as factors effecting the adoption of varieties of rice. *Japan. Proc. Crop Sci.* 23 : (2) 103-104.
- Lamin, J. B. and B. S. Vergara. 1968. Seasonal variation in the growth duration of some Malayan rice varieties (*Oryza sativa* L.). *Malaysian Agric. J.* 46 : 298-315.
- Lee E. Y. 1964. Studies on the ecological characteristics of the rice varieties in Korea. II. Effect of the temperature and short day-length on the heading. *Seoul Univ. J. (B)* 15 : 48-60.
- Oka, H., Y. C. Lu, and K. H. Tsai. 1952. Phylogenetic differentiation of the cultivated rice plant. III. The response to daylength and temperature and number of days of growth period. *J. Taiwan Agric. Res.* 3(4) : 79-94.
- Okada, M. and I. Kato. 1953. On the photoperiodism of paddy rice plants. I. Photoperiodic responses of principal rice varieties grown in Tohoku district. *Japan. Proc. Crop Sci.* 22 : 15-16.
- Tokimasa F. and M. Suedomi. 1971. Effect of the night-illumination by electric lamps on the growth and the yield of paddy rice. *Japan. Proc. Crop Sci.* 40 : 241-246.
- Yoshida, S. and Y. Hanyu. 1964. Critical daylength for rice plants in relation to temperature. Proc. Kinki Symp. *Plant Breed. Crop Sci. Soc. Jpn.* 9 : 34-36.
- Yoshida, S., D. A. Forno, J. H. Cock, and K. A. Gomez. 1976. Laboratory manual for physiological studies of rice. IRRI, Los Banos, Laguna, Philippines.
- Yoshioka, H., S. Hatuyama, H. Kawagoe, and N. Kikukawa. 2001. Effect of illuminations at night on heading, yield, and its components in rice growth in the early season in rice. *Jpn. J. Crop Sci.* 70(3) : 387-392.
- Yun S. H. 1986. Studies on flowering characteristics of Korean rice (*Oryza sativa* L.) cultivars to ambient temperature and photoperiod. Ph. D. Program in Agronomy Graduate School of Kon-Kuk University. pp. 52.