

氣溫變異에 따른 多收性 品種 “多産벼”의 生育特性 分析

김덕수¹, 신진철¹, 류점호²

¹농촌진흥청 작물시험장

²전북대학교 생물자원공학부

(2000년 3월 16일 접수)

Analysis of Growth Characteristics as Affected by Air Temperature Variation in Dasanbyeo, a Indica/Japonica High Yielding Rice Cultivar

Deog-Su Kim¹, Jin-Chul Shin¹ and Jeom-Ho Ryu²

¹National Crop Experiment Station, RDA, Suwon 441-100, Korea.

²Collage of Agriculture, Chumbuk National University, Chonju 561-756, Korea

(Manuscript received 16 March 2000)

ABSTRACT

This experiment was carried out to find out the responses of the growth characteristics to various air temperature in a high yielding indica/japonica rice cultivar, “Dasanbyeo”. Five different transplanting dates with 30 day-old seedlings were tried to induce various environmental conditions, starting from 10th May to 19th June in the interval of 10 days at National Crop Experiment Station, in 1998. Planting densities with different plants per hill but same hill spacing were tested. The daily mean air temperature during 30 days after transplanting was 19.0, 20.8, 21.9, 24.4 and 25.2°C when transplanted on the 10th May, the 20th May, the 30th May, the 9th June and 19th June, respectively. The number of tillers per hill at 30 days after transplanting was affected by the daily mean air temperature during 30 days after transplanting. The higher the daily mean air temperature, the more tillers per hill at 30 days after transplanting were. The growth duration from transplanting to heading was greatly changed according to the transplanting dates. It was shortened as the transplanting date was delayed until transplanted on the 9th June, but it was prolonged when transplanted on the 19th June compared to that of the 9th June. The number of panicles per hill increased with the increase of the transplanted plants per hill up to 7 plants per hill. The number of panicle per unit area was closely related to the number of tillers per unit area at maximum tillering stage. It was found that the average effective temperature during first 10 tiller formation related to the days to the tenth tiller formation with the relationship of $y = 1.071x^2 - 37.307x + 342.38$ ($R^2 = 0.9823$).

Key word : Rice, Dasanbyeo, Effective temperature, Tiller, Panicle

I. 서 언

우리 나라의 벼 재배의 형태는 소규모 영농으로 벼 농사의 소득 감소와 도시화 때문에 경지면적이 1980년의 123.3천 ha에서 1998년에는 105.9천 ha로 감소되고(농림부 1998), 각종 재해 발생 빈도가 높아져 쌀

의 지속적인 자급 생산에 불확실성을 내포하고 있다. 또한 남북 통일이 이루어지면 쌀 소요량 증가가 예상되어 다수성 벼 품종 육성을 서둘러 1995년 indica 계통의 다수성인자를 도입한 다산벼와 남천벼를 육성하였다. 이들 다수성 품종은 ha당 수량이 다산벼는 7.11천 kg, 남천벼는 6.86천 kg 수준으로서 다수확실

증시험 결과 다산벼는 8.26천 kg/ha의 수량성을 보였다(작시 b 1997). 또 1998년에는 수량이 7.27천 kg/ha 수준인 안다벼를 육성함으로써 다수성 벼 육성 기반을 다졌고, 2004년에는 ha당 쌀 생산 목표를 10천 kg으로 정하고 다수성 벼 품종 육성 및栽培技術開發에 많은 노력을 기울이고 있다. 수량구성요소 중에 수수가 수량에 가장 크게 영향을 미치는데(Yoshida 1981), 수수는 온도, 영양상태와 광 조건 등에 제한을 받으며 이들 중에서도 온도의 영향이 가장 크다. 온도가 수수에 영향을 주는 시기는 분얼성기인 이앙 후 10~25일이고, 이 시기에는 분얼의 분화 증식에는 주간 36°C의 고온과 야간 16°C의 저온에서 많고(松島 1968), 許와 李(1971)는 활착 후 40일간 온도처리에서 온도에 가장 크게 영향을 받는 시기는 이앙 후 24~31일 이라고 했다. 이와 같이 분얼은 본답 초기 온도와 관련이 매우 큰데 우리 나라는 비교적 낮은 온도 조건에서 생육이 시작되므로 저온에서 적응력이 높은 ja-ponica형 품종보다 통일형 품종인 다산벼와 안다벼는 포기당 이삭수가 12개(작적 1996~1998)로 적어 수량증대에 제한 요인이 된다. 따라서 본 연구는 이앙 시기를 달리하여 생육환경에 변화를 주었을 때와 재식 분수를 달리 했을 때 다산벼의 생육반응을 구명하여 다수성 품종개발과 재배 기술 확립의 기초자료를 얻고자 하였다.

II. 재료 및 방법

본 시험은 1998년 작물시험장 수도재배 포장에서 다산벼를 공시하여 30일 모를 5월 10일, 5월 20일, 5월 30일, 6월 9일, 6월 19일에 10일 간격으로 5회에 걸쳐 이앙하고, 재식밀도 30×14 cm에, 주당 3묘씩 손이앙 하여 경수변화, 최고분얼기, 출수기, 건물중 등을 조사하였으며, 1999년에는 재식분수를 1, 3, 5본 및 7본으로 5월 20일에 이앙 하여 경수변화 및 출수기를 조사하였다.

기온자료는 기상청에서 발표하는 산업기상 자료를 이용하여 분석하였다.

건물중은 생육이 균일한 6주를 출수기에 채취하여 각 기관을 분리해서 90°C에서 1시간, 70°C에서 24시간 건조하여 측정하였다.

분얼수 조사는 조사 대상 포기를 정하여 놓고 생육

초기에는 10일 간격으로 最高分蘗期 경에는 2~3일 간격으로 조사하였으며, 엽초에서 分蘗葉이 보이는 것을 分蘗莖으로 하였다.

시비량은 N-P₂O₅-K₂O를 ha당 200-90-50 kg를 사용하였고, 시비방법은 질소는 요소를 이용하여 기비-분얼비-수비를 40-30-30%로 3회 분시하였으며, 인산은 용성인비를 전량기비로 사용하였고, 칼리는 염화칼리를 기비 70%, 수비를 30%로 2회 사용하였다.

잡초방제는 pyrazosulfuron-ethyl-molinate를 ha당 30 kg을 살포하여 방제하였고, 병해충 방제는 예방위주의 사전방제를 하였다.

III. 결과 및 고찰

3.1. 移秧期 및 주당묘수에 따른 分蘗莖數의 變化

莖數增加는 Fig. 1과 같이 移秧期에 따라 차이가 있는데, 그 정도를 이앙 후 30일 경수로 보면 5월 10일 이앙은 9.7개, 5월 20일 이앙은 13.8개, 5월 30일 이앙은 16.4개, 6월 9일은 17.7개, 6월 19일 이앙은 18.3개로 이앙기가 늦을수록 많았다. 이앙 후 30일 동안의 平均氣溫은 5월 10일 이앙은 19.0°C, 5월 20일 이앙은 20.8°C, 5월 30일 이앙은 21.9°C, 6월 9일 이앙은 24.4°C, 6월 19일 이앙은 25.2°C로서 이앙기가 늦어질수록 높아, 이앙 후 초기 30일 간의 평균기온은 분얼수와 밀접한 관계가 있었다. 분얼 초기에 저온은 분얼 억제 정도가 크며(朴과 李 1973), 저온에서는 질소의 흡수가 급격히 低下되는(申 等 1988) 것과 같이 본 시험에서도 이앙기가 이른 경우 생육초기의 저온은 양분 흡수의 저하를 초래하고, 분얼경의

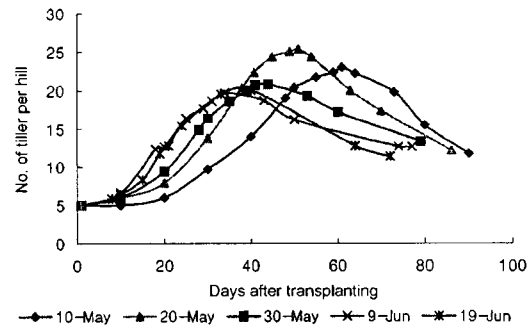


Fig. 1. Time course change of the tiller number affected by different transplanting dates of Dasanbyeol rice.

Table 1. The daily mean air temperature for duration various days after transplanting at different transplanting date of Dasanbyeo rice. (93-'99)

DAT.	Mean temperature(°C)				
	May 10	May 20	May 30	June 9	June 19
20	17.3	18.9	20.6	22.1	22.9
30	18.1	19.8	21.2	22.6	23.5
40	18.9	20.4	21.8	23.1	24.3

DAT. : Days after transplanting

생성에 불리하였을 것이며, 늦은 처리에서 경수가 많았던 것은 기온이 높아서 活着 및 分蘖에 유리하였기 때문으로 생각된다.

우리 나라의 평균기온을 1993~1999년까지 보면, 이앙 후 30일 동안 적산온도에 의한 평균기온(Table 1)은 5월 10일에 이앙 한 경우 18.1°C, 5월 20일 이앙은 19.8°C, 5월 30일 이앙은 21.2°C, 6월 9일 이앙은 22.6°C, 6월 19일 이앙은 23.5°C이었다. 조기 이앙은 이앙 후 활착기의 기온이 더욱 낮은 조건이 되므로 이삭수 확보에 불리하다. 따라서 출수 한계기 이전에 출수가 가능한 한 늦게 이앙을 하는 것이 이삭수 확보에 유리 할 것으로 생각된다.

金(2000)은 다산벼의 생육 적온이 24~26°C라고 밝힌바 있는데 우리 나라의 벼 재배기간에 이 온도 범위에 미치지 못하여 이삭수 확보에 불리하다고 할 수 있다.

이와 같이 우리 나라는 생육 초기 온도가 낮아 경수 확보에 불리하여 이것을 극복하기 위한 재배적 방법은 재식밀도, 주당묘수 및 시비량 등을 조절하는 방법을 고려 할 수 있다. 따라서 본 시험에서는 주당묘수에 대한 검토를 하였다.

재식묘수별 경수는 Table 2에서와 같이 재식묘수에 따른 이삭수는 1묘 이앙보다 3, 5, 7묘 이앙에서 증가하였다.

이삭수는 1묘 이앙 12.7개보다 3묘, 5묘, 7묘 이앙이 1.6, 2.3, 3.9개가 더 많아, 증가 정도는 13~31%로 주당묘수 증가에 따른 수수 증가 효과가 있었다. 벼는 주간이 분얼경보다 수량성이 높아(Majumber 1976), 재식묘수가 많으면 주간과 1차 분얼비율이 높아져 주당 5묘로 이앙을 하면 1차 분얼수가 60%정도가 되고 최고 분얼기는 일찍 오고 유효경비율이 높아지며(永井 1940), 大脇(1919)은 같은 재식밀도에서는

Table 2. Changes in tiller number per hill at various days after transplanting affected by the transplanted plants per hill of Dasanbyeo rice

Transplanted plants per hill	Tillers per hill					No. of panicle per hill
	20 DAT	30 DAT	40 DAT	50 DAT	70 DAT	
1	4.3	11.8	18.3	23.5	15.5	12.7
3	7.0	18.7	24.0	25.3	19.0	14.3
5	9.4	21.0	26.3	26.9	19.5	15.0
7	13.0	23.5	31.7	28.0	22.8	16.6

LSD(0.05)

1.3

C.V.(%)

4.6

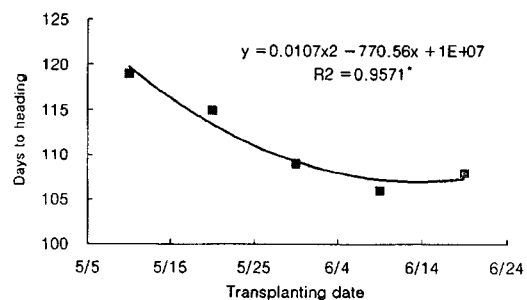
DAT : Days after transplanting

포기당 묘수를 많게 한 것이 전체 경중에 주간의 비율이 높아서 증수한다고 하였다. 본 시험에서도 1묘 이앙보다 재식묘수가 많을수록 수수가 많아지는 경향을 보였다.

3.2. 出穗期 變化

이앙기에 따른 출수기는 Fig. 2에서와 같이 이앙기가 늦어질수록 출수 소요 일수가 단축되었는데 그 정도를 이앙기별로 보면 파종에서 出穗까지 일수는 5월 10일 이앙에서 119일, 5월 20일에서 115일, 5월 30일에서 109일, 6월 9일에서 106일, 6월 19일에서 108일로 6월 9일 이앙까지 이앙기가 늦을수록 3~6일 단축되었는데, 6월 19일 이앙은 6월 9일 이앙보다 2일 늦었다. 이앙기가 늦어지면 출수일수가 단축되는데(김 등 1986) 본 시험에서는 6월 19일 이앙에서 상이한 결과를 보여 지속적인 검토가 요구된다.

이와 권(1995)은 출수기가 늦어짐에 따라 자포니카 벼 품종에서는 이앙에서 출수까지의 기간이 짧아지는

**Fig. 2.** Change in growth duration from seeding to heading affected by different transplanting date of Dasanbyeo rice.

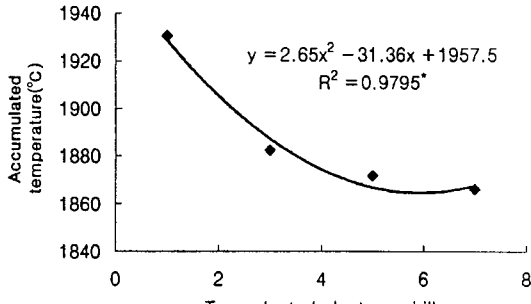


Fig. 3. Relationship between the accumulated temperature from transplanting to heading and the transplanted plants per hill of Dasanbyeo rice.

경향을 보인다고 하였는데 동일형인 다산벼도 자포니카 품종과 같은 결과를 보였다.

재식묘수에 따른 출수기는 Fig. 3에서와 같이 변이가 컸는데, 그 정도는 $y = 2.65x^2 - 31.36x + 1957.5 (R^2 = 0.9795)$ 의 관계로 변화하며, 1묘를 재식했을 때 적산 온도가 가장 높았으며 3, 5, 7묘로 재식묘수가 증가하면 감소하는 경향이였다.

다산벼는 품종 육성 당시 수전일수가 8일로 화성벼 7일과 비슷하나(농림부 1995), 시비량을 0, 15, 20, 25, 30 kg/10a처리한 결과 출수기가 8월 8일에서 8월 14일로 6일 차이가 나는데, 일품벼는 8월 19일~8월 22일로 3일 차이(작시 a 1997)를 보였다. 이는 다산벼가 양분함량에 따른 출수기의 변이가 심한 품종으로 재식묘수를 많이 하여 이앙을 할 경우 양분경합 때문에 출수가 일러지는 것으로 생각되어 지속적인 검토가 요구된다.

3.3. 有效積算溫度와 生育初期 莖數

有效積算溫度는 벼 분얼이 정지되는 온도인 12°C(近 & 岡村 1931)를 최저온도에서 제외한 最低溫度와 最高溫度를 가지고 算出하였으며 최저온도가 12°C 이하는 0으로 처리하였다.

유효온도 단위별로 분얼경 10개가 발생한(Fig. 4) 기간은 13.4°C에서는 35.5일, 14.3°C에서는 26.5일, 16.1°C에서는 20.3일, 17.2°C에서는 18.1일, 18.7°C에서는 19.3일이 소요되었다. 따라서 유효적산온도에 대한 분얼 발생 경향은 $y = 1.0717x^2 - 37.307x + 342.38 (R^2 = 0.9824^{**})$ 의 관계로 변화하고 최적온도는 17.4°C로 10개의 분얼경이 발생하는 기간은 17.7일이었다.

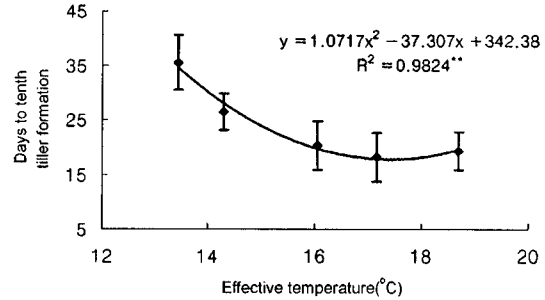


Fig. 4. Relationship between average duration until tenth tiller formation and growing degree days(GDD) during the tillers' formation of Dasanbyeo rice.

*Effective temperature=((minimum temperature-12)+(maximum temperature))/2 (Only, minimum temperature-12 > 0.

이와 같은 결과는 분얼 발생에 적온이 존재함을 시사하며 온도가 낮거나 높으면 분얼 발생이 지연된다는 것을 의미한다.

3.4. 莖數와 穗數 關係

이앙에서 最高分蘗期까지는 5월 10일 이앙이 59일, 5월 20일 이앙이 49일, 5월 30일 이앙이 42일, 6월 9일 이앙이 35일, 6월 19일 이앙이 38일이 소요되어 5월 10일~6월 9일 이앙까지 이앙기가 10일씩 늦어질 수록 7~10일 단축되고, 6월 19일 이앙은 6월 9일 이앙과 비슷하여 生育溫度가 높으면 생육 진전이 빨라졌으며, 최고분얼기까지 積算溫度는 1,022±232°C이었다(Table 3). 그러나 이앙기별 최고분얼수는 16~23개로 이앙기에 따른 뚜렷한 경향이 나타나지 않았다.

경수와 수수와의 관계(Fig. 5)는 최고분얼기 경수가 많을수록 수수가 많은 경향이였다. 수수는 $y = 0.3636x + 4.1489 (R^2 = 0.588^{**})$ 의 관계로 증가하여 無效莖을 포함하여 분얼 발생이 많은 것이 穗數 確保에 유리하

Table 3. Growth characteristics at maximum tiller stage and heading stage affected by different transplanting date of Dasanbyeo rice

Transplanting date	Maximum tiller stage		
	Days after trans-planting	Accumulated temperature	Tillers per hill
May 10	59	1,254	19
May 20	49	1,085	23
May 30	42	953	16
June 9	35	858	18
June 19	38	960	20

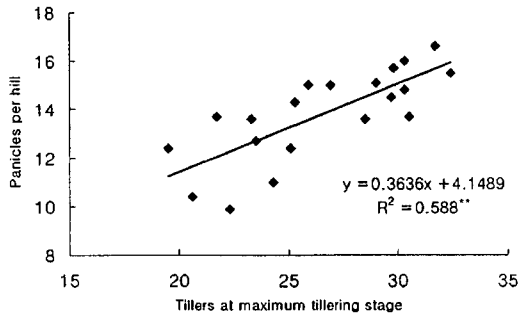


Fig. 5. Relationship between panicles per hill and maximum number of tillers per hill of Dasanbyeo rice.

였다. 김(2000)은 다산벼는 생육 온도가 26~19°C에서는 1차 분얼기는 27~33일, 2차 분얼기는 20~38일 내에 분얼한 열자만이 유효경이 된다고 하였는데, 본 시험에서의 최고 분얼수가 많은 것이 수수 또한 많은 것은 그 만큼 생육초기에 확보된 분얼경이 많은 데 기인한 것으로 생각된다.

3.5. 氣溫과 乾物生産

出穗期 莖當 乾物重과 이앙에서 출수까지 평균기온의 관계(Fig. 6)는 23.3°C에서는 2.29 g, 24.2°C에서는 2.64 g, 24.7°C에서는 3.15 g, 25.7°C에서는 3.11 g, 25.9°C에서는 3.24 g으로 이앙에서 출수까지 평균기온이 높을수록 경당 건물중이 높았다. 출수기 경중은 이삭 크기를 결정하는 요인으로 穗當粒數의 多少가 결정된다. 그러므로 이는 수량과 밀접한 관계가 있어 다산벼는 기온이 높을수록 收量이 높을 것으로 생각된다. 평균기온에 따른 경당 건물중은 $y = -0.1285x^2 + 6.6717x - 83.423$ 관계가 있고 결정계수가 0.9223으로 回歸式

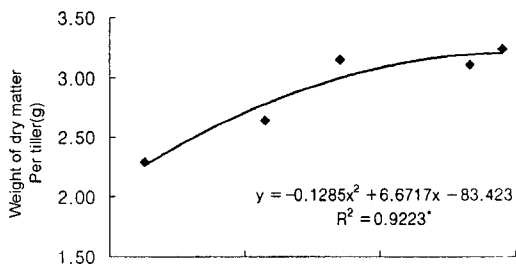


Fig. 6. Relationship between weight of dry matter per tiller at heading stage and mean air temperature from transplanting to heading date of Dasanbyeo rice.

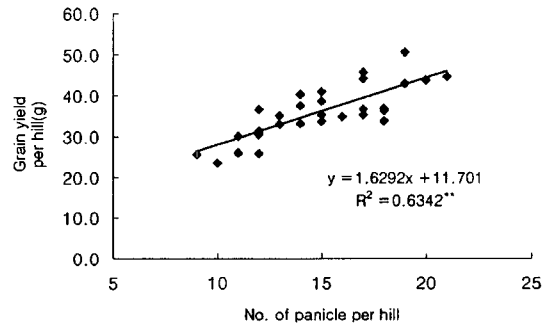


Fig. 7. Relationship between number of panicle per hill and yield per hill at harvest of Dasanbyeo rice.

에 의해서 92%의 설명이 가능하며 이 관계식으로부터 경당 건물중이 가장 높은 최적 기온은 26°C임을 알 수 있다.

3.6. 穗數와 收量의 關係

Fig. 7은 다산벼의 같은 栽植密度에서 주당 이삭수와 주당 곡실중의 관계를 나타낸 것이다. 수수가 증가하면 수량이 증가하는데, 그 관계는 $y = 1.6292x + 11.701$ ($R^2=0.6342^{**}$)이다. 벼의 수량은 단위면적당 수수, 수당 영화수, 등숙율 및 천립중 등 수량구성요소에 의해 결정되며, 이들 收量構成要素 중에서 다산벼의 경우 單位面積當 穗數는 最高分蘖數(Fig. 5), 有效溫度(Fig. 4)의 영향을 받는다.

Yoshida(1981)는 벼의 수량은 단위면적당 수수, 수당 영화수, 등숙율 및 천립중 등에 의해 좌우되는데 이들 중에서 수수가 가장 크게 영향을 미친다고 한 것과 같이 본 시험에서도 같은 결과로 수수를 증가시키는 것이 수량 올릴 수 있는 최대의 방법으로 생각된다.

이상의 결과를 볼 때 수수 결정은 온도 변화에 따라 크게 영향을 받고, 수량성 향상을 위해서는 단위면적당 수수 확보가 관건으로 단위면적당 수수 확보를 위한 재배기술 기술 개발이 이루어져야 할 것으로 생각된다.

IV. 結 語

본 시험은 다산벼를 공시하여 작물시험장 수도재배 포장에서 1998~1999년에 단위면적당 수수확보를 위하여 5월10일부터 10일 간격으로 6월 19일까지 5회

이앙을 하여 생육환경 변화에 따른 경수증가와 재식본수를 1, 3, 5본 및 7본으로 하였을 때 출수기의 변화를 구명하고 재배 기술 개발의 기초자료로 활용하고자 시험하여 몇 가지 결과를 얻었기에 보고하고자한다.

1. 다산벼는 초기 생육기온이 높을수록 분얼에 유리하여 이앙 후 30일 경수가 5월 10일 이앙 9.7개보다 6월 19일 이앙이 18.3개로 8.6개가 많았다.
2. 재식묘수에 따른 경수는 7묘까지 많을수록 많았으며, 수수는 분얼 경수가 많을수록 많은 경향이였다.
3. 출수기는 이앙기가 늦어질수록 6월 9일까지는 출수일수가 단축되었으나 6월 19일 이앙은 늦어졌다. 주당묘수에 따른 변화는 $y = 2.65x^2 - 31.36x + 1957.5$ ($R^2 = 0.9795$)관계로 변화하였다.
4. 경당 건물중은 평균기온의 변화에 따라 $y = -0.1285x^2 + 6.6717x - 83.423$ ($R^2 = 0.9223^{**}$) 관계가 있고, 경당 건물중이 가장 높은 최적 기온은 26°C이었다.
5. 수수와 수량과의 관계는 수수가 증가하면 수량은 증가하였고, 그 관계는 $y = 1.6292x + 11.701$ ($R^2 = 0.6342^{**}$)이었다.

인용문헌

- 安壽奉, 許輝, 吳潤鎮, 尹鍾赫, 1976: 溫度 및 日長이 水稻 養分吸收에 미치는 影響. 作物試驗場. 人工氣象室報告(1), 181-193.
- Goto Y. and Hoshikawa K., 1989: Effects of temperature on the tillering behavior. *Japan. Jour. Crop Sci.* **58**(1), 68-73.
- 本田強, 岡島秀夫, 1970: 稻の分けつと光環境(2) : 乾物生産および分けつ出現におよぼす充分遮光の影響, *東北大農研彙報* **21**, 163-165.
- 許輝, 李勝植, 1971: 溫度較差가 分蘖에 미치는 影響. 作物試驗場研究報告書(水稻), 139-147.
- Kikawa, S., 1929: The influence of temperature irrigation water on the growth and yield of rice. *Proc. Imp. Acad. (Tokyo)* **5**, 303-305.
- 金德洙, 2000: 多收性 品種 多産벼의 分蘖에 관한 生態・生理的 特性 研究. 全北大 博士學位 論文 : pp20-40.
- 金丁坤, 李善龍, 林茂相, 趙正翼, 1986: 水稻의 出穗生態에 관한 研究. 禮村 黃種奎先生 華甲紀念論文集, 132-138.
- 作物試驗場 a, 1997: 1997년도 試驗研究報告書(수도편) : pp521.
- 作物試驗場 b, 1997: 1997년도 試驗研究報告書(수도편) : pp 528.
- 近 萬太郎, 岡村保, 1931: 水溫と生育との關係. 第2報 農學研究 **17**, 37-64.
- 李錫榮, 權容雄, 1995: 벼 品種들의 出穗期에 따른 同化産物 生産能力 및 受容器官 크기 變化. 韓作誌. **40**(2), 260-267.
- Majumder, D. K., 1976: Emergence of tillers, yield and yield components of mother, primary, secondary and tertiary tillers of rice variety TN1 and effect of fertilizer combination there on. *J. Res. Viswa Bharati(India)* **1**, 37-41.
- 松島省三, 田中孝幸, 星野孝文, 1968: 水稻收量の成立原理とその應用に關する作物學的研究, 第81報. 苗代期の氣溫・水溫・遮光および施肥量の各種の組み合わせが水稻苗の諸形質に及ぼす影響. *日作紀* **37**(2), 169-174.
- 農林部, 1995: '95주요농작물 증자협의회 결과 : pp30.
- 農林部, 1998: 農林業 主要統計 : pp25.
- 永井威三郎, 1940: 實驗作物栽培各論(1). 養賢堂. 東京.
- 大脇正諄, 1919: 稻作の豊凶に關する研究. 成美堂.
- 朴錫洪, 李殷雄, 1973: 分蘖期の 氣溫이 水稻 生育量에 미치는 影響. 韓作誌. **14**, 47-51.
- 申辰澈, 安淙國, 李文熙, 朴錫洪, 朴來敬, 1988: 水稻의 養・水分 吸收에 미치는 溫度와 光의 影響. 農業論文集(水稻篇) **30**(3), 16-23
- Yoshida, S., 1981: *Fundamental of crop science*. IRRI, Los Banos, Lagura, philippines : pp1-267.