

벼 生育段階別 限界氣溫의 出現時期에 따른 지역별 乾畠直播栽培의

生育段階와 栽培期間의 決定

農業科學技術院: 崔敬香^{*} · 尹成浩 · 朴武彦

江原大學校 農科大學: 尹景民

Determination of the Regional Development stages and Cultivation Period in Dry-Seeded Rice by Evaluating the Appearance date of Critical Temperature for Each Development stages
Agricultural Science and Technology Institute: Don-Hyang Choi*, Seong-Ho Yun and Moo-Eon Park
College of Agri., Kangweon National Univ.: Kyung-Min Youn

○試驗目的

벼 生育段階別 限界氣溫의 出現時期에 따른 지역별 生育段階와 安全栽培期間을 분석하여 벼 乾畠直播栽培 作期의 安定性 設定에 기초자료로 활용

○材料 및 方法

본 시험의 벼 生育段階別 限界氣溫은 이미 알려진 氣溫 條件이며, 지역별 그 出現時期의 분석으로 生育段階와 栽培期間을 결정하였다. 氣象資料는 20 년간 계속 觀測되어 지역간 서로 비교 가능한 기상청의 56 개 지점의 자료를 이용하여 年次間 變異 등을 분석하였으며, 觀測地點은 “水稻栽培農業氣候地帶” 内의 기상청 기상자료가 있는 지점만을 선정하였다. 標高別 벼 乾畠直播栽培의 栽培期間 결정은 “중앙기상대”에서 발표한 平均氣溫 豐潤方法을 활용하였으며, 그 주요 내용을 氣候因子別로 回歸式을 정리하면 式(1)과 같다.

$$T = Int + Lat + Lon + Alt + Dfs + Lat * Lon + Lat * Alt + Lon * Alt \quad \text{---(1)}$$

한편, 總平均氣溫에 의한 標高別 氣溫遞減率의 回歸式은 式(2)와 같다.

$$Pt = Int_i + Lrt_i * Alt \quad \text{---(2)}$$

○試驗結果 및 考察

벼 生育 限界氣溫의 出現時期에 따라 分析한 結果:

- 가. 出芽早限의 播種期(ESDE)는 播種早限(CESD)보다 약 11~19 일 일찍 出現되었음.
- 나. 播種早限(CESD)는 수원지역이 4월 26일, 광주는 4월 14일, 대구는 4월 13일, 강릉은 4월 21일 이었음.
- 다. 出穗早限期(CEHD)는 수원지역이 7월 13일, 광주는 7월 6일, 대구는 7월 11일, 강릉은 7월 14일 이었음.
- 라. 好適出穗期(OHD)는 수원지역이 8월 11일, 광주는 8월 19일, 대구는 8월 17일, 강릉은 8월 7일 이었으며, 8월 平均氣溫의 變異는 표준편차(S·D)로 약 1~1.4°C였고, CESD부터 OHD까지의 栽培期間은 중북부 지역이 90~100 일, 중부지역이 110~120 일, 남부지역은 120~130 일 정도 였음.
- 마. 표고 100m 상승에 따른 氣溫遞減率은 인제지역이 0.77°C, 평창은 0.61°C, 영주는 0.57°C, 남원은 0.55°C였고 栽培期間은 약 7일 정도 단축되었음.
- 바. 벼 乾畠直播栽培 標高限界 設定은 氣溫遞減率과 氣溫變異 정도를 고려한 8월 平均氣溫이 20°C 이상과 CESD부터 登熟晚限出穗期(CHDR)까지 115 일을 확보 할 수 있는 標高까지임.

Table 1. Regional Development Stages and Cultivation Period in Dry-seeded Rice by Evaluating the Appearance Date of Critical Temperature for Each Development Stages.

Meteorological observation stations	ESDE ⁽¹⁾	CESD ⁽²⁾	CEBD ⁽³⁾	CEHD ⁽⁴⁾	OHD ⁽⁵⁾	CLHD ⁽⁶⁾	CHDR ⁽⁷⁾	CLRD ⁽⁸⁾	CESD ~ OHD duration(days)
1 Taeguyllyong	May 1	May 19	Jul. 23	Aug. 4	-	-	-	-	-
2 Inje	Apr. 14	Apr. 27	Jul. 15	Jul. 27	Jul. 29	Aug. 11	Aug. 18	Sep. 28	94
3 Hongchon	Apr. 11	Apr. 27	Jul. 15	Jul. 21	Aug. 4	Aug. 15	Aug. 24	Sep. 30	100
4 Chechon	Apr. 12	Apr. 24	Jul. 15	Jul. 19	Aug. 3	Aug. 15	Aug. 24	Sep. 30	102
5 Chupungnyon	Apr. 7	Apr. 21	Jul. 14	Jul. 14	Aug. 7	Aug. 19	Aug. 28	Oct. 6	109
6 Poun	Apr. 12	Apr. 27	Jul. 15	Jul. 17	Aug. 5	Aug. 16	Aug. 25	Sep. 29	101
7 Iashil	Apr. 11	Apr. 27	Jul. 15	Jul. 18	Aug. 6	Aug. 17	Aug. 25	Oct. 2	101
8 Yongju	Apr. 11	Apr. 24	Jul. 15	Jul. 21	Aug. 6	Aug. 17	Aug. 26	Oct. 5	104
9 Chunchon	Apr. 10	Apr. 27	Jul. 15	Jul. 21	Aug. 6	Aug. 17	Aug. 26	Oct. 4	103
10 Yanggyeong	Apr. 11	Apr. 27	Jul. 15	Jul. 17	Aug. 7	Aug. 18	Aug. 25	Oct. 24	105
11 Wonju	Apr. 10	Apr. 24	Jul. 15	Jul. 16	Aug. 6	Aug. 17	Aug. 25	Oct. 24	105
12 Ichon	Apr. 10	Apr. 23	Jul. 15	Jul. 15	Aug. 6	Aug. 20	Aug. 28	Oct. 27	109
13 Chungju	Apr. 8	Apr. 21	Jul. 23	Jul. 23	Aug. 9	Aug. 20	Aug. 27	Oct. 5	111
14 Chongju	Apr. 7	Apr. 21	Jul. 28	Jul. 10	Aug. 12	Aug. 21	Aug. 30	Oct. 9	114
15 Taejon	Apr. 8	Apr. 19	Jul. 25	Jul. 17	Aug. 13	Aug. 23	Aug. 31	Oct. 13	117
16 Kursun	Apr. 8	Apr. 21	Jul. 25	Jul. 17	Aug. 9	Aug. 19	Aug. 26	Oct. 3	111
17 Narwon	Apr. 7	Apr. 20	Jul. 25	Jul. 21	Aug. 13	Aug. 24	Sep. 3	Oct. 10	116
18 Kochang	Apr. 8	Apr. 22	Jul. 25	Jul. 21	Aug. 6	Aug. 17	Aug. 26	Oct. 5	106
19 Sanchong	Apr. 5	Apr. 16	Jul. 25	Jul. 13	Aug. 12	Aug. 23	Sep. 2	Oct. 8	119
20 Kwangju	Mar. 31	Apr. 1	Jun. 23	Jul. 6	Aug. 19	Aug. 29	Sep. 7	Oct. 18	128
21 Sungju	Apr. 7	Apr. 18	Jul. 25	Jul. 13	Aug. 13	Aug. 23	Sep. 22	Oct. 6	118
22 Changhung	Apr. 6	Apr. 20	Jul. 25	Jul. 15	Aug. 15	Aug. 26	Sep. 6	Oct. 13	118
23 Tsegu	Apr. 1	Apr. 13	Jul. 25	Jul. 20	Aug. 17	Aug. 28	Sep. 7	Oct. 19	127
24 Ulisong	Apr. 8	Apr. 24	Jul. 25	Jul. 20	Aug. 9	Aug. 19	Aug. 28	Oct. 3	108
25 Sonan	Apr. 6	Apr. 20	Jul. 30	Jul. 13	Aug. 9	Aug. 20	Aug. 28	Oct. 5	112
26 Youngchon	Apr. 6	Apr. 21	Jul. 25	Jul. 13	Aug. 11	Aug. 21	Aug. 30	Oct. 8	113
27 Hepchon	Apr. 2	Apr. 15	Jul. 25	Jul. 11	Aug. 13	Aug. 24	Sep. 3	Oct. 9	121
28 Miryang	Apr. 1	Apr. 16	Jul. 25	Jul. 10	Aug. 15	Aug. 26	Sep. 4	Oct. 15	122
29 Seoul	Apr. 6	Apr. 21	Jul. 25	Jul. 16	Aug. 14	Aug. 26	Sep. 3	Oct. 17	116
30 Inchon	Apr. 15	Apr. 30	Jul. 25	Jul. 11	Aug. 12	Aug. 25	Sep. 5	Oct. 23	105
31 Suwon	Apr. 11	Apr. 26	Jul. 25	Jul. 13	Aug. 11	Aug. 22	Aug. 28	Oct. 8	108
32 Soen	Apr. 12	Apr. 27	Jul. 25	Jul. 14	Aug. 11	Aug. 23	Aug. 31	Oct. 10	107
33 Kanghwa	Apr. 1	Apr. 28	Jul. 25	Jul. 14	Aug. 7	Aug. 19	Aug. 28	Oct. 9	102
34 Onyang	Apr. 12	Apr. 25	Jul. 25	Jul. 16	Aug. 7	Aug. 21	Aug. 30	Oct. 8	109
35 Kunsan	Apr. 13	Apr. 25	Jul. 25	Jul. 17	Aug. 6	Aug. 22	Sep. 7	Oct. 21	14
36 Chanju	Apr. 3	Apr. 16	Jul. 25	Jul. 7	Aug. 6	Aug. 22	Sep. 5	Oct. 16	25
37 Puyo	Apr. 1	Apr. 23	Jul. 25	Jul. 10	Aug. 12	Aug. 22	Aug. 30	Oct. 10	112
38 Puan	Apr. 10	Apr. 22	Jul. 30	Jul. 12	Aug. 16	Aug. 23	Sep. 22	Oct. 16	115
39 Chongju	Apr. 7	Apr. 22	Jul. 30	Jul. 12	Aug. 16	Aug. 26	Sep. 13	Oct. 24	117
40 Kokpo	Apr. 6	Apr. 20	Jul. 25	Jul. 10	Aug. 21	Aug. 26	Sep. 14	Oct. 26	125
41 Wando	Apr. 1	Apr. 18	Jul. 25	Jul. 10	Aug. 10	Aug. 25	Sep. 14	Oct. 19	126
42 Hasnall	Apr. 5	Apr. 21	Jul. 25	Jul. 10	Aug. 17	Aug. 30	Sep. 10	Oct. 25	31
43 Kohung	Apr. 1	Apr. 16	Jul. 25	Jul. 10	Aug. 19	Aug. 30	Sep. 16	Oct. 29	30
44 Pusan	Mar. 28	Apr. 12	Jul. 25	Jul. 10	Aug. 20	Aug. 32	Sep. 16	Oct. 28	23
45 Chungsu	Mar. 30	Apr. 12	Jul. 25	Jul. 10	Aug. 21	Aug. 32	Sep. 16	Oct. 29	30
46 Yosu	Mar. 30	Apr. 15	Jul. 25	Jul. 10	Aug. 22	Aug. 32	Sep. 16	Oct. 29	30
47 Chinju	Apr. 3	Apr. 16	Jul. 25	Jul. 10	Aug. 22	Aug. 27	Sep. 7	Oct. 23	23
48 Kojo	Mar. 30	Apr. 14	Jul. 25	Jul. 11	Aug. 14	Aug. 30	Sep. 10	Oct. 24	28
49 Nampye	Mar. 30	Apr. 14	Jul. 25	Jul. 11	Aug. 14	Aug. 31	Sep. 11	Oct. 24	30
50 Jochcho	Apr. 11	Apr. 21	Jul. 10	Jul. 10	Aug. 10	Aug. 30	Sep. 17	Oct. 17	59
51 Gwangyang	Apr. 7	Apr. 21	Jul. 10	Jul. 12	Aug. 22	Aug. 19	Sep. 16	Oct. 16	109
52 Ulsan	Apr. 8	Apr. 22	Jul. 11	Jul. 12	Aug. 19	Aug. 19	Sep. 16	Oct. 16	102
53 Sacheok	Apr. 10	Apr. 22	Jul. 11	Jul. 12	Aug. 19	Aug. 19	Sep. 16	Oct. 16	102
54 Yongdok	Apr. 7	Apr. 19	Jul. 26	Jul. 20	Aug. 12	Aug. 22	Sep. 9	Oct. 23	108
55 Pojang	Apr. 1	Apr. 19	Jul. 26	Jul. 20	Aug. 12	Aug. 25	Sep. 9	Oct. 23	120
56 Ulisan	Apr. 2	Apr. 16	Jul. 23	Jul. 11	Aug. 17	Aug. 28	Sep. 9	Oct. 23	122

ESDE⁽¹⁾ = Early seeding date for safe emergency.
 CESD⁽²⁾ = Critical early seeding date.

CEBD⁽³⁾ = Critical early booting date.

OHD⁽⁵⁾ = Optimum heading date.

CHDR⁽⁷⁾ = Critical late heading date for safe ripening.

CESD⁽²⁾ = Critical early seeding date.

CEHD⁽⁴⁾ = Critical early heading date.

CLHD⁽⁶⁾ = Critical late heading date.

CLRD⁽⁸⁾ = Critical late ripening date.

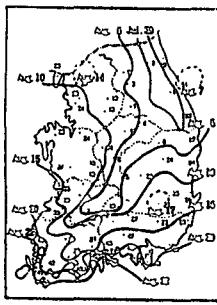


Fig. 1. Spatial distribution of the critical early heading date.

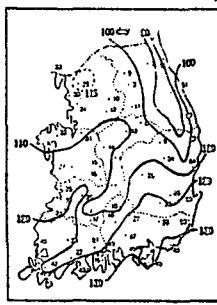


Fig. 2. Spatial distribution of the duration between critical early heading date and critical late heading date.

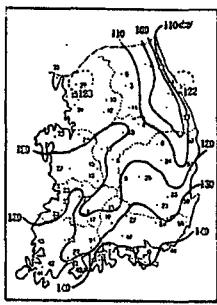


Fig. 3. Spatial distribution of the duration between critical early seeding date and critical late ripening date.

Table 5. Monthly mean air temperature critical warming coefficient ratio to critical cooling coefficient.

Table 6-1. Iaja.

Altitude (m)	Monthly mean air temperature (°C)											
	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
100	-1.8	10.1	15.0	19.6	23.8	27.0	30.0	30.0	29.0	26.0	21.0	15.0
200	-1.8	10.1	15.0	19.6	23.8	27.0	30.0	30.0	29.0	26.0	21.0	15.0
300	-1.8	10.1	15.0	19.6	23.8	27.0	30.0	30.0	29.0	26.0	21.0	15.0
400	-1.8	10.1	15.0	19.6	23.8	27.0	30.0	30.0	29.0	26.0	21.0	15.0
500	-1.8	10.1	15.0	19.6	23.8	27.0	30.0	30.0	29.0	26.0	21.0	15.0
600	-1.8	10.1	15.0	19.6	23.8	27.0	30.0	30.0	29.0	26.0	21.0	15.0

Table 2. Adiabatic lapse rate by predicted monthly air temperature.

Table 3. Iaja.

Month	Adiabatic lapse rate
Mar.	$P_1 = 11.00 - 0.01662 \times Alt$
Apr.	$P_1 = 10.26 - 0.00542 \times Alt$
May	$P_1 = 10.55 - 0.00540 \times Alt$
Jun.	$P_1 = 10.85 - 0.00538 \times Alt$
Jul.	$P_1 = 11.24 - 0.00536 \times Alt$
Aug.	$P_1 = 11.02 - 0.00535 \times Alt$
Sep.	$P_1 = 10.82 - 0.00534 \times Alt$
Oct.	$P_1 = 10.52 - 0.00533 \times Alt$
Nov.	$P_1 = 10.22 - 0.00532 \times Alt$
Dec.	$P_1 = 9.92 - 0.00531 \times Alt$

$P_1 = \text{Adiabatic lapse rate}(^\circ\text{C}/\text{km})$

$Alt = \text{Altitude} (\text{m})$

$\text{Mean} = \frac{\sum P_1}{12}$

$S.D. = \sqrt{\frac{\sum (P_1 - \text{Mean})^2}{12}}$

$C.V(\%) = \frac{S.D.}{\text{Mean}} \times 100$

$R^2 = 0.999$

$F = 54.05$

$p < 0.001$

$n = 12$

$\alpha = 0.05$

$t = 4.45$

$p < 0.001$

$DF = 11$

$SS = 1.707$

$MS = 0.1556$

$SE = 0.0125$

$SE_{\bar{x}} = 0.0031$

$CV = 1.81$

$CV_{\bar{x}} = 0.0956$

$r = 0.999$

$r^2 = 0.998$

$r_s = 0.999$

$r_s^2 = 0.998$

$r_s^3 = 0.999$

$r_s^4 = 0.999$

$r_s^5 = 0.999$

$r_s^6 = 0.999$

$r_s^7 = 0.999$

$r_s^8 = 0.999$

$r_s^9 = 0.999$

$r_s^{10} = 0.999$

$r_s^{11} = 0.999$

$r_s^{12} = 0.999$

$r_s^{13} = 0.999$

$r_s^{14} = 0.999$

$r_s^{15} = 0.999$

$r_s^{16} = 0.999$

$r_s^{17} = 0.999$

$r_s^{18} = 0.999$

$r_s^{19} = 0.999$

$r_s^{20} = 0.999$

$r_s^{21} = 0.999$

$r_s^{22} = 0.999$

$r_s^{23} = 0.999$

$r_s^{24} = 0.999$

$r_s^{25} = 0.999$

$r_s^{26} = 0.999$

$r_s^{27} = 0.999$

$r_s^{28} = 0.999$

$r_s^{29} = 0.999$

$r_s^{30} = 0.999$

$r_s^{31} = 0.999$

$r_s^{32} = 0.999$

$r_s^{33} = 0.999$

$r_s^{34} = 0.999$

$r_s^{35} = 0.999$

$r_s^{36} = 0.999$

$r_s^{37} = 0.999$

$r_s^{38} = 0.999$

$r_s^{39} = 0.999$

$r_s^{40} = 0.999$

$r_s^{41} = 0.999$

$r_s^{42} = 0.999$

$r_s^{43} = 0.999$

$r_s^{44} = 0.999$

$r_s^{45} = 0.999$

$r_s^{46} = 0.999$

</