

水稻作(벼)과 冷害

— 気象要素, 品種, 耕種法 등의 複合作用 —



李 殷 雄 <서울大農大學長>

농작물의 생산은 경제적 원칙에 입각하여 高位段收로 수요량을 매년 안정성높게 수확되도록 하는 것이 가장 소망스럽다. 그러나 작물은 한해, 풍수해, 냉해, 霜靄害 등 각종 기상재해와 병충해 등으로 항상 감수를 면치 못하고 있어 풍흉의 변이폭을 드러내고 있어 고민거리가 아닐 수 없다. 이는 주로 이상기상에 연유되는 경우가 많다.

史記에 의하면 이조 500여년 동안을 통하여 한해, 풍수해, 냉해, 霜靄害 등 기상재해는 3.5년에 1회의 발생빈도를 보였으며 최근 통계를 보아도 각종 재해를 크게 입고 있는 실정이다. (표 1 참조) 그리하여 수도의 段收年次變異는 매우 크고 또한 그것은 段收水準이 저위했던 때보다 그 수준이 높아짐에 따라 더 커지고 있으며 또 新多收性品種의 보급확대와 더불어 더욱 커지고 있다. (표 2 및 3 참조)

작년도 우리나라 하계 기온은 예년에 없는 저온현상을 보여 수도는 물론 다른 夏作物의 작황을 매우 불량하게 하였다. 이와같은 이상저온은 일본 그리고 유럽 각국에서도 그러했거니와 이와는 반대로 미국 서남부지방은 흑서열파로, 또 中共은 심한 한발, 인도는 대풍수 등의 기상이 변을 보였다. 그리하여 금년도 세계곡물생산은 10%이상의 감수를 보여 식량난을 우려하게 되었다.

이에 우리나라 水稻作과 냉해를 분석 검토하고자 한다.

냉해의 내용

작물의 생육기간중 냉온으로 인하여 그의 생리기능을 저하시키므로써 생육 및 수량이 감소되는데 특히 夏季의 저온 그리고 이에 수반되는 높은 降雨頻度와 日照不足 그리고 또 높은 大氣濕度가 복합적으로 작물의 생리기능을 저하시키는 것이며 水稻의 경우에는 灌溉水溫이 낮은 것도 그에 준한 작용을 한다.

우리나라에서 水稻作의 경우 냉해는 대개 苗莖期和 登熟前後期가 문제가 되는 것이지만 때로는 生育盛期인 夏季의 계속되는 저온도 문제가 되고 있다.

일반적으로 水稻의 냉해는 그 피해상황에 따라 ①遲延型냉해 ②障害型냉해 그리고 病害型냉해의 3가지 형으로 분류설명될 수 있다. 그러나 냉해의 실체는 그들의 복합형으로 나타나는 것이며 작년도의 냉해양상이 바로 그것이다.

한편 냉해는 ①저온을 주축으로 하는 기상적 요소와 ②작물자체 (작물의 종류 및 품종) ③ 그리고 耕種法의 문제에 관계된다.

기상요소

우리나라 稻作期間중의 기상요소를 살펴 보면 다음과 같다.

(1) 평균기온 : 금년도 稻作期間중의 평균기온

〈表1〉 農事上の 災害記錄 抜萃表

災害 時代	月別												기타	계	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
旱害	A	2	6	6	8	8	5	15	4	-	1	-	-	62	112
	B	-	-	3	11	3	3	2	-	3	-	-	-	22	47
	C	-	-	2	19	35	14	13	5	-	1	-	-	11	100
	計	2	6	11	38	46	22	30	9	3	2	-	-	95	259
水害	A	-	-	2	10	11	8	7	2	-	-	-	1	1	42
	B	1	1	2	2	9	12	4	3	2	-	-	2	2	40
	C	-	1	-	2	2	6	13	7	8	2	1	-	5	47
	計	1	2	4	14	22	26	24	12	10	2	1	3	8	129
風害	A	2	1	7	10	3	1	1	1	1	1	-	-	28	72
	B	1	-	-	1	2	(2)	1	-	1	1	-	-	-	7
	C	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	3
	計	3	1	7	12	5	(2)	3	-	1	2	1	-	-	38(2)
霜害	A	-	-	4	11	2	2	14	2	1	-	-	-	36	36
	B	-	-	1	12	1	-	-	-	-	-	-	-	15	15
	C	-	-	-	2	1	-	-	1	1	-	-	-	5	5
	計	-	-	5	25	4	2	14	3	2	-	-	-	1	56
雹害	A	-	-	9	12	-	1	2	-	-	-	-	-	24	24
	B	-	-	-	15	15	2	-	3	-	-	-	-	2	37
	C	-	-	-	1	2	-	-	-	-	1	1	-	-	5
	計	-	-	9	28	17	3	2	3	-	1	1	-	2	66
虫害	A	1	-	-	2	1	19	12	2	-	-	-	-	2	39
	B	-	-	-	1	7	3	2	1	-	-	-	-	3	17
	C	-	-	1	10	14	8	6	-	-	-	-	-	4	43
	計	1	-	1	13	22	30	20	3	-	-	-	-	9	99

註, A; 三國時代 (B.C 15 ~ AD 936)
 B; 高麗時代 (A.D 918 ~ 1391)
 C; 李朝時代 (A.D 139 ~ 1910)

은 (표 4 참조) 평년대비하여 4월은 -1.3℃, 5월은 -0.9℃, 6월은 -0.2℃, 7월은 -2.7℃, (상순 -3.9℃, 중순 -1.5℃, 하순 -2.8℃). 8월은 -2.4℃ (상순 -3.2℃, 중순 -2.4℃, 하순 -1.5℃) 9월은 -1.3℃ (상순 -1.5℃, 중순 -1.0℃, 하순 -1.7℃), 가 낮았고 10월 상순은 0.8℃, 중순은 1.6℃가 높았다.

이와같이 稻作全期間을 통하여 매우 저온임을 알 수 있다. 이것은 대풍작을 이룩했던 1977년도의 그것에 비교하면 더욱 저온임을 알 수 있고 또 냉해를 보였던 1972년도의 그것에 비교해 보아도 역시 금년도가 더욱 저온임을 알게 된다. (표 4 참조)

(2) 강우량: 稻作期間중의 강우량은 평년대에 있어서 큰 차이가 없으나 (표 4 참조) 강우일수는 7월 하순 내지 8월 중순에 있어서 18일로써 평년의 12일보다 훨씬 많다. (표 4 참조)

(3) 日照時間 및 日射量 (Cal/cm²/day): 稻

〈表2〉 各種災害의 發生 面積 및 減收率

면적: ha
 감수율: %

년도	피해양상 구분	기상재해				병해					소계	총해				소계
		수해	한해	냉해	기타	도열병	백엽고병	문고병	호엽고병	기타		이화병충	벌구류	후명나방	기타	
1970	피해면적	171,822	359	11	66,572	10,757	2,513	2,612	1,471	347	17,700	1,755	53,914	882	1,250	57,801
	감수율	2.1	0.007	0.0	1.0	4.2	-	1.8	0.8	0.2	7.0	4.0	1.2	-	-	5.2
1971	피해면적	37,380	633	75,871	6,721	15,156	39,186	11,371	3,356	488	69,557	6,616	9,377	10,022	1,860	27,875
	감수율	1.0	0.009	6.4	0.1	1.8	-	1.2	0.7	0.5	4.2	3.1	0.6	-	0.3	4.0
1972	피해면적	121,777	3,224	4,214	135	10,894	5,415	18,888	3,687	309	39,193	4,900	18,427	7,757	2,139	33,223
	감수율	2.3	0.1	0.1	0.007	5.5	-	1.8	2.7	-	10.0	2.1	1.7	-	-	3.8
1973	피해면적	7,472	48,493	35	-	11,851	4,661	42,287	22,068	7,216	88,083	10,437	34,294	19,785	1,526	66,042
	감수율	0.6	1.1	0.0	-	0.6	-	2.8	2.5	0.4	6.3	0.9	0.8	-	-	1.7
1974	피해면적	95,458	-	212	7,078	61,409	8,134	80,173	26,596	4,200	180,512	22,580	98,453	9,674	9,009	139,716
	감수율	1.4	-	0.0	0.2	2.2	-	1.2	1.5	0.2	5.7	1.4	0.2	-	-	1.6
1975	피해면적	49,910	24,623	1,065	114	14,769	3,718	65,145	13,767	3,047	100,446	10,162	153,724	12,418	3,009	179,313
	감수율	0.2	0.5	-	0.004	0.7	-	1.7	0.7	0.1	3.2	1.7	5.2	-	0.4	7.3
1976	피해면적	14,803	41,044	9,294	1,374	27,087	50,413	217,847	4,747	4,138	304,232	10,036	71,660	34,842	3,984	120,522
	감수율	0.2	0.3	0.3	0.002	0.3	0.8	1.6	0.5	0.1	2.5	0.8	0.7	0.4	-	1.9
1977	피해면적	14,868	63,625	2.4	168	18,513	3,920	542,045	4,914	19,353	588,745	23,293	112,842	26,426	40,419	192,980
	감수율	0.2	0.3	-	0.005	0.2	-	2.1	0.2	0.2	2.7	0.3	0.4	0.36	0.43	1.5
1978	피해면적	28,434	28,457	-	1,066	162,666	12,555	409,212	387	5,101	589,921	9,989	273,670	28,321	9,303	321,283
	감수율	0.8	0.3	-	0.004	4.24	0.20	2.2	0.03	0.08	6.73	0.75	2.14	0.75	0.16	3.8
1979	피해면적	106,631	-	-	53,839	21,918	54,834	324,022	118	1,616	402,508	5,253	106,072	18,644	8,294	138,263
	감수율	3.6	-	-	2.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
평균	피해면적	66,002	210,272	25,088	13,708	35,502	18,535	171,360	8,111	4,582	238,090	10,502	93,243	16,877	8,079	128,700
	감수율	1.20	0.3	0.9	0.4	0.2	0.2	1.8	1.1	0.2	5.4	1.7	1.4	0.5	0.3	0.4

작 전기간을 통하여 일조시간은 평년대비하여 5월만 1.6시간 많았을 뿐 그밖의 기간은 모두 적었으며 일사량은 전기간 모두 적었다. (표 4 참조)

(4) 水稻의 생육기별 평균온도 : 水稻의 생육단계를 4월 중순→7월 중순까지 영양생장기, 7월 하순→8월 중순까지 幼穗分化 및 형성기, 8월 하순→9월 하순까지 登熟期로 나누어 각기간의 기상요소를 살펴 본다.

평년에 대비한 금년도의 평균기온은 營養生長期 평년 18.3℃(100)에 대하여 금년도는 94, 幼穗分化 및 형성기는 25.8℃(100)에 대하여 89이고 登熟期는 21.2℃(100)에 대하여 91로써 각기 모두 낮았다. (표 5 참조)

(5) 水稻의 생육시기별 積算溫度 : 營養生長期의 적산온도는 평년 1853℃(100)에 대비하여 금년도는 93, 幼穗分化 및 形成期는 800℃(100)에 대하여 89, 登熟期는 871℃(100)에 대하여 92를 보여 각기 모두 금년도가 적다. (표 5

<表 3> 米穀收穫의 年次變異

年 度	品 種	範 圍	又 ±σ
1971	從 來 型	260 ~ 350	322 ± 8,443
	統 一 型	475 ~ 552	503 ± 8,032
1972	從 來 型	160 ~ 347	305 ± 15,787
	統 一 型	273 ~ 400	366 ± 11,739
1973	從 來 型	262 ~ 401	337 ± 10,055
	統 一 型	396 ~ 555	470 ± 17,723
1974	從 來 型	292 ~ 383	344 ± 7,717
	統 一 型	394 ~ 571	470 ± 17,723
1975	從 來 型	265 ~ 390	316 ± 33,612
	統 一 型	389 ~ 554	480 ± 18,861
1976	從 來 型	352 ~ 426	385 ± 7,843
	統 一 型	291 ~ 511	451 ± 20,054
1977	從 來 型	359 ~ 469	413 ± 8,495
	統 一 型	419 ~ 610	519 ± 16,649
1978	從 來 型	313 ~ 482	417 ± 14,766
	統 一 型	229 ~ 566	455 ± 27,367
1979	從 來 型	373 ~ 468	420 ± 11,243
	統 一 型	325 ~ 528	437 ± 21,057

註:從來型; Japonica 品種
統一型; Semi-dwarf 品種

<表 4>

水稻栽培期間中氣象狀況(於水原)

氣象要素	月 別 年 度	4	5	6	7			平均 및 合計	8			平均 및 合計	9			平均 및 合計	10	
					上	中	下		上	中	下		上	中	下		上	中
平均溫度 (C)	平 年	11.0	16.5	20.6	25.2	24.4	26.2	25.3	25.8	25.4	24.2	25.2	22.3	19.8	17.5	19.8	14.6	12.8
	1972	10.8	15.7	0.9	23.4	25.0	27.1	25.2	24.6	25.3	21.3	23.1	19.7	20.1	16.0	18.5	15.2	13.6
	1977	11.7	16.3	21.7	24.7	27.6	25.6	25.6	25.1	22.8	23.5	23.8	23.7	21.4	16.6	20.6	17.4	12.1
	1980	9.7	15.6	20.8	21.3	22.9	23.5	22.6	22.6	23.0	22.7	22.8	20.8	18.8	15.8	18.5	15.4	14.4
	平年比	-1.3	-0.9	-0.2	-3.9	-1.5	-2.8	-2.7	-3.2	-2.4	-1.5	-2.4	-1.5	-1.0	-1.7	-1.3	0.8	1.6
	前年比 '72	-1.1	-0.1	0.1	-2.1	-2.1	-3.6	-2.6	-2.0	-2.3	1.4	-0.3	1.1	-1.3	-0.2	0	0.2	0.8
'77	-2.0	0.7	0.9	-3.4	-1.5	-2.1	-3.0	-2.5	0.2	-0.8	-1.0	-2.9	-2.6	-0.8	-2.1	-2.0	2.3	
降 水 量 (mm)	平 年	110.1	119.8	99.5	123.1	131.3	99.9	352.4	116.2	111.1	81.7	308.9	93.7	37.0	14.2	194.9	14.8	16.2
	1972	31.7	104.6	43.5	145.1	13.9	60.8	219.0	217.3	470.1	164.5	851.2	76.2	8.6	70.3	152.7	25.2	4.2
	1977	209.0	59.0	70.0	293.6	66.6	6.3	367.0	49.9	0.6	2.8	53.4	83.0	4.9	0	123.0	-	-
	1980	226.2	80.0	93.5	10.8	137.5	54.1	202.4	6.8	127.0	71.6	206.4	84.2	0	0.5	84.7	32.5	0.1
	平年比	116.1	-39.8	94.0	-110.5	2.2	45.8	-150.0	-109.4	15.9	-10.1	-102.5	-9.5	-37.0	13.7	-110.2	17.7	-16.1
	前年比 '72	194.5	-24.6	150.0	-134.3	123.6	-6.7	-16.6	-210.5	-343.1	-92.9	-644.8	1.2	-4.0	0.5	-38.3	7.3	-4.1
'77	16.8	21.0	123.5	-282.8	70.9	47.8	-164.6	-43.1	126.4	68.8	153.0	1.2	-8.6	69.8	-68.0	32.5	0.1	
日 照 時 數 (hr)	平 年	7.1	7.8	7.1	4.6	4.4	5.9	5.0	5.3	5.6	5.6	5.5	5.0	6.8	7.0	6.3	7.0	7.0
	1972	4.7	5.5	5.5	5.1	3.4	5.5	4.7	5.6	5.2	6.9	5.8	4.9	7.2	6.7	6.3	8.0	8.9
	1977	8.4	9.1	9.8	4.8	9.2	12.1	8.7	7.7	9.2	9.2	8.7	7.5	7.4	9.2	8.0	6.8	7.6
	1980	6.0	9.4	6.1	2.5	2.5	3.2	2.8	4.0	2.0	3.5	3.2	5.1	8.5	7.9	7.2	6.7	6.9
	平年比	-1.1	1.6	-1.0	-2.1	-1.9	-2.7	-2.2	-1.3	-3.6	-2.1	-2.3	0.1	1.7	0.9	0.9	0.3	-0.1
	前年比 '72	1.3	3.9	0.6	-2.6	-0.6	-2.3	-1.9	-1.6	-3.2	-3.4	-2.6	0.2	1.3	1.2	0.9	1.3	-2.0
'77	-2.4	0.3	-3.7	-2.3	-6.7	-8.9	-5.9	-3.7	-7.2	-5.7	-5.5	-2.4	1.1	-1.3	-0.8	0.1	-0.7	
日 射 量 (Cal/cm ² /day)	平 年	398.1	437.0	429.3	318.9	297.1	357.8	324.6	345.9	349.4	338.9	344.7	301.1	353.3	343.9	332.8	270.6	267.4
	1972	338.0	365.0	413.9	253.0	499.0	343.0	365.0	205.0	357.0	323.0	327.7	287.0	357.0	333.0	325.7	279.0	288.0
	1977	370.0	386.0	405.9	210.0	312.0	387.0	303.0	303.0	357.0	323.0	327.7	308.0	331.0	359.0	332.7	300.0	346.7
	1980	317.5	416.6	352.8	298.4	266.4	271.9	278.7	334.2	243.9	250.8	276.3	291.5	367.9	333.0	330.8	264.2	256.6
	平年比	-80.6	-20.4	-76.4	-20.5	-30.7	-85.9	-45.9	-11.7	-105.5	88.1	-68.4	-9.6	14.6	-10.9	-2.0	-6.4	-10.8
	前年比 '72	-20.5	51.6	-60.2	45.4	-232.6	-71.1	-24.3	129.2	-82.1	67.2	-29.0	4.5	10.9	0	5.1	-14.8	-31.4
'77	-52.5	-30.6	-52.2	-88.4	-45.6	-115.1	-24.3	-31.2	-113.1	72.2	-51.4	-16.5	36.9	-26.0	-1.9	-35.8	-90.1	

〈表 5〉 水稻의 生育段階別 氣象條件(於水原)

區 分	時 期	年 度					
		平 年	1972	1977	1978	1979	1980
平均溫度 (°C)	4月中旬~7月中旬	18.3(100)	18.3(100)	18.9(103)	19.0(104)	19.1(105)	17.3(94)
	7月下旬~8月中旬	25.8(100)	25.1(97)	25.2(98)	26.7(104)	25.9(100)	23.0(89)
	8月下旬~9月下旬	21.2(100)	19.4(92)	21.4(101)	20.1(95)	20.4(97)	19.4(91)
	平 均	20.3(100)	19.8(97)	20.6(101)	20.6(101)	20.6(102)	18.9(93)
積算溫度 (°C)	4月中旬~7月中旬	1,853(100)	1,849(100)	1,907(103)	1,917(104)	1,820(98)	1,723(93)
	7月下旬~8月中旬	800(100)	780(98)	783(98)	831(104)	752(94)	715(89)
	8月下旬~9月下旬	871(100)	732(91)	898(103)	891(102)	835(96)	803(92)
	計	3,524(100)	3,421(97)	3,588(102)	3,639(103)	3,407(97)	3,241(91)
日照時數 (hr)	4月中旬~7月中旬	741(100)	389(66)	883(119)	789(106)	716(97)	597(81)
	7月下旬~8月中旬	256(100)	177(69)	290(113)	251(98)	241(94)	96(37)
	8月下旬~9月下旬	316(100)	273(87)	333(106)	320(101)	325(103)	244(77)
	計	1,312(100)	666(51)	1,506(115)	1,359(104)	1,283(98)	937(71)
日 射 量 (Cal/cm ² /day)	4月中旬~7月中旬	366(100)	370(101)	365(100)	373(102)	384(105)	350(96)
	7月下旬~8月中旬	348(100)	260(75)	349(100)	369(106)	347(100)	283(81)
	8月下旬~9月下旬	314(100)	326(103)	330(105)	306(97)	341(108)	300(95)
	平 均	342(100)	319(93)	348(102)	349(102)	357(104)	325(94)
降 雨 量 (mm)	4月中旬~7月中旬	483(100)	336(70)	765(140)	639(132)	734(152)	514(106)
	7月下旬~8月中旬	224(100)	748(334)	55(24)	251(112)	275(123)	188(84)
	8月下旬~9月下旬	375(100)	320(85)	129(34)	89(24)	143(38)	156(41)
	計	1,082(100)	1,404(130)	859(79)	979(90)	1,153(107)	858(79)
降 雨 日 數 (day)	4月中旬~7月中旬	38(100)	31(82)	31(82)	35(92)	87(97)	37(97)
	7月下旬~8月中旬	12(100)	12(100)	9(75)	11(92)	14(117)	18(150)
	8月下旬~9月下旬	15(100)	21(140)	8(53)	9(60)	13(87)	11(75)
	計	65(100)	64(98)	48(74)	55(85)	64(98)	66(101)
全國平均段收 (kg/10a)		-	329	494	474	453	-

註, 平年是 1964 - 1978 年의 15 年間 平均値임.
 () 是 平년에 對한 百分率임
 4 月中旬 ~ 7 月中旬 : 營養生長期
 7 月下旬 ~ 8 月中旬 : 幼穗分化 및 形成期
 8 月下旬 ~ 9 月下旬 : 登熟期

참조)

(6) 水稻의 생육시기별 일조시간 : 營養生長期의 일조시간은 평년 741 시간(100) 대비 금년도는 81, 幼穗分化 및 形成期の 그것은 256 시간(100) 대비 31, 登熟期는 316 시간(100) 대비 77에 불과하다. (표 5 참조)

(7) 水稻의 생육시기별 일사량 (Cal/cm²/day) : 營養生長期의 일사량은 평년 366 Cal(100) 대비 금년도는 96, 幼穗分化 및 形成期の 그것은 348 Cal(100)에 81, 登熟期에는 314 Cal(100)대 95로써 매우 적다. (표 5 참조)

(8) 강우량 및 강우일수 : 營養生長期의 강우량은 평년 483 mm(100) 대비 금년도가 106으로 많았으나 幼穗分化 및 形成期에는 224 mm(100) 대비 84 이고 登熟期에는 375 mm(100) 대비 41로써 매우 적은 우량을 보였다. 그러나 강우일수로 보면 평년의 營養生長期는 38 일(100) 대비 금년도는 97, 幼穗分化 및 形成期에는 12

일(100) 대비 150과 登熟期는 15 일(100) 대비 75를 보였다. (표 5 참조)

作物的 要因

水稻의 냉온에 대한 저항성은 품종에 따라 크게 다르다. 특히 근년에 보급확대된 통일형품종은 냉해에 대하여 약하다. 일반적으로 早生種, 有色種이 내냉성이 강한 것으로 알려져 있다.

(1) 水稻品種의 發芽와 온도 : 통일형품종이 종래 품종보다 低溫發芽性이 뚜렷이 약하다. (표 6 참조)

(2) 水稻品種의 光合成에 미치는 온도의 영향 : 통일형품종이 종래품종보다 높은 온도하에서 光合成이 증대된다. (그림 1 참조)

(3) 水稻品種의 出穗에 미치는 온도의 영향 : 저온이 수도의 출수에 미치는 영향은 통일형품종이 出穗遲延정도가 현저히 크다. (그림 2 참조)

(4) 水稻品種의 低溫穗實障害度 : 減數分裂期의

저온처리에 의한 穗實障害의 정도는 통일형품종에서 현저히 크다.

(5) 水稻品種의 登熟과 온도 : 통일형품종은 종래품종에 비하여 고온조건에서 등숙율이 높아진다.

기온과 水稻收量과의 관계

우리나라에 있어서는 대체로 稻作期間중의 기온이 높은 것이 수량이 많거니와 積算溫度로 보아 營養生長期인 4월중순부터 7월중순까지는 1900℃, 幼穗分化 및 形成期인 7월하순부터 8월중순까지는 790℃ 그리고 8월하순부터 9월하순까지 900℃ 정도가 되는 것이 다수확을 위하여 소망스러운데 이를 평년기온에 대비하면 평년보다 營養生長期에는 약간 높고 幼穗分化 및 形成期에는 다소 낮은 것이 좋으며 登熟期는 훨씬 높은 것이 요구된다. 이는 일조나 일사량과도 관계되는 것이며 기온이 높다는 것은 일조나 일사량이 많은것과 관련이 있다고 보는 것이며 7,8월 즉 幼穗分化 및 形成期 전후의 高溫曇天은 收量을 저하시키는 유인이 되고 있다. (표 5 참조)

한편 登熟期의 저온은 치명적인 감수의 원인이 되고 있다.

登熟限界出穗期는 지방에 따라 품종에 따라 설정된다. (표 7 참조)

이에 지역별 水稻의 完全登熟限界出穗期를 추정하면 통일형품종은 수원 및 이리에서는 8월 10일, 그리고 밀양에서는 8월 15일 이전이라고 보았으며 經濟的登熟限界出穗期는 수원 및 이리는 8월 17일 그리고 밀양에서는 8월 20일경으로 보아지며 종래형품종은 통일형품종의

〈表 6〉 水稻 品種의 發芽와 溫度 (水原作試. 1975)

品 種 別		置床溫度別 發芽率 (%)				
		11℃	14℃	17℃	20℃	30℃
從來型	振 興	64.0	92.7	94.7	94.7	97.5
	密 陽 15 號	76.3	94.7	96.7	98.0	96.0
統一型	統 一	10.7	61.3	80.2	94.7	99.5
	水原 251 號	61.3	92.7	98.7	98.0	98.5

經濟的登熟限界出穗期가 完全登熟限界出穗期에 해당되며 종래형품종의 經濟的登熟限界出穗期는 수원에서는 8월 25일, 이리에서는 8월 30일 그리고 밀양에서는 9월 5일경이라고 보았다.

(표 7 참조)

일본에서의 水稻生育時期別冷害限界溫度의 설정에 대하여 우리나라의 품종 및 기온패턴의 특성에 비추어 검토하여 보면 통일형품종은 온도에 민감하여 기온변화가 급상승 및 급강하로 水稻가 정상생육할 수 있는 기간이 짧으므로 일본에서의 설정온도보다 다소 높은 것이 되고 또 그래야만 위험도가 적어진다. (표 8 참조)

우리나라에서 냉해발생위험지역의 설정 (표 9 참조)

〈表 7〉 地域別 水稻 登熟限界 出穗期

地域	品 種	完全 登熟限界 出穗期	經濟的 登熟限界 出穗期
水原	統一型	8月 10日	8月 20日
	從來型	8月 20日	8月 27日
裡里	統一型	8月 10日	8月 25日
	從來型	8月 25日	8月 30日
密陽	統一型	8月 15日	8月 25日
	從來型	8月 25日	9月 5日

〈表 8〉 水稻生育 時期別 冷害 限界溫度(日本)

生育段階	時 期	限 界 溫 度
1. 活着可能 最低溫度		稚苗: 12~12.5℃ 中苗: 13℃ 成苗: 秧苗 13.5℃ 保温折衷苗 14.5℃ 水苗(插苗) 15.5℃
2. 營養生長期	6月下~ 7月上	平均氣溫 1℃低下 4日 出穗遲延
3. 穗 孕 期	7月後半 ~8月初	日最低氣溫 5日平均值: 17℃ 14℃ → 45% 減收 12℃ → 100% 減收
4. 出穗開花期	8月中旬頃	日最高氣溫 5日平均值: 23℃ 22℃ → 5% 減收 21℃ → 11% 減收 20℃ → 35% 減收 19℃ → 75% 減收
5. 登熟期間		出 穗 後 40日間 積算值: 800℃以上 (平均氣溫 20℃) 720℃ (18.0℃) → 24% 減收 700℃ (17.0℃) → 50% 減收

〈表9〉 1980 冷害年度 数個 高地帯의 穂孕期~出穂期 温度状况 Temp.

<17℃ □, <15℃ □

道	地名	月日	7	27	28	29	30	31	8	2	3	4	5	6	7	8	9	10
			26							1								
강원	철원	AVE	23.1	20.0	20.6	22.3	22.9	20.6	21.5	23.0	22.3	22.4	22.3	21.6	19.1	17.8	20.7	21.0
		MIN	20.0	18.2	19.0	18.5	17.9	15.2	12.5	13.1	14.2	18.1	15.9	16.0	16.2	15.3	17.0	17.2
		MAX	28.6	29.6	26.1	25.6	25.0	25.0	25.7	30.1	28.1	26.5	24.0	24.2	24.4	22.8	22.7	24.0
	평창	AVE	19.3	18.6	19.7	19.0	18.2	17.0	16.2	16.2	17.6	16.2	16.7	16.0	15.8	13.7	17.0	17.0
		MIN	19.0	17.0	17.4	15.0	9.8	8.7	10.7	10.7	11.8	15.3	15.0	14.0	13.0	12.8	12.8	14.5
		MAX	27.5	27.2	22.0	22.6	21.6	22.0	26.8	22.4	18.7	18.6	18.5	20.5	17.9	19.0	21.5	22.1
	영월	AVE	20.0	23.0	20.0	20.5	20.0	19.3	18.0	19.2	20.0	21.0	21.0	22.0	18.0	16.0	19.3	21.0
		MIN	19.5	20.0	19.0	19.5	17.5	12.5	12.3	12.7	14.0	17.0	18.5	16.5	15.5	15.5	16.0	18.0
		MAX	29.5	25.0	21.5	21.5	26.0	26.1	22.0	27.0	23.0	24.0	23.5	24.0	20.0	19.0	24.0	25.5
충북	제천	AVE	24.4	23.8	22.2	21.7	23.0	22.6	21.1	21.1	21.1	22.4	22.2	20.8	18.4	18.3	20.3	20.9
		MIN	19.9	19.7	21.2	20.1	18.4	14.2	13.8	14.9	14.3	17.4	19.2	17.7	16.0	15.7	17.5	18.4
		MAX	29.4	29.8	23.7	24.0	28.7	29.4	30.7	28.4	26.4	26.8	27.2	25.3	20.3	21.0	24.9	26.9
충남	청양	AVE	24.0	24.0	25.0	24.0	25.0	24.0	24.0	24.0	25.0	25.0	24.8	25.2	21.0	20.0	24.0	23.7
		MIN	21.0	22.5	22.0	22.0	23.0	20.0	19.0	17.2	16.4	17.0	18.7	19.2	18.3	18.5	18.9	19.0
		MAX	28.0	29.5	27.0	26.5	27.0	28.0	30.5	27.0	28.5	28.4	27.8	26.1	25.9	27.2	27.3	28.5
전북	무주	AVE	23.8	25.1	23.9	21.2	21.8	20.9	20.5	21.4	21.3	21.1	21.4	21.0	19.5	19.2	20.7	21.7
		MIN	20.2	19.5	20.2	20.0	19.5	15.3	15.0	14.6	18.3	16.7	18.3	18.2	17.0	17.3	18.5	18.8
		MAX	30.3	32.4	26.8	24.0	25.2	27.8	28.2	26.6	25.2	23.2	24.2	24.8	22.2	22.4	24.0	28.0
경북	영덕	AVE	22.7	22.7	21.5	20.3	20.8	20.4	19.4	20.7	21.2	20.2	20.8	20.4	18.7	17.0	18.2	21.4
		MIN	19.5	19.5	19.0	19.0	19.7	15.0	13.8	17.0	19.2	19.4	18.9	17.5	16.0	15.1	15.9	17.7
		MAX	26.0	26.0	24.0	21.7	23.0	25.8	25.0	24.3	23.2	22.0	22.1	22.3	22.3	18.8	20.6	25.1
	봉화	AVE	21.0	22.5	21.0	19.5	21.0	20.0	20.0	20.5	22.5	20.5	21.0	22.0	16.0	16.0	18.5	17.5
		MIN	19.5	20.0	21.0	19.0	18.5	13.0	13.0	13.0	14.0	15.5	17.5	17.5	15.0	15.5	17.0	17.0
		MAX	29.5	27.0	22.5	21.0	23.5	25.5	27.0	25.0	23.5	25.0	22.5	23.0	21.0	20.5	20.0	24.5

耕種法과 냉해

- (1) 품종의 선택 : 早生種 및 耐冷性品種의 선택으로 냉해의 회피 및 대응책을 강구한다.
- (2) 早期移秧의 效果를 기대한다. (표 10 참조)

(3) 地력증진 : 퇴비 및 糞산질비료, 인산의 다량투입 및 漏水沓 및 濕沓의 改良, 水溫上昇策을 講究한다. (표 11 참조)

(4) 幼苗移秧은 出穂期가 지연되므로 成苗移秧이 바람직하다. 따라서 기계이앙에 비하여 출수기가 지연되므로 냉해의 위험성이 크다. (표 12 및 13 참조)

〈表10〉 早期 移秧의 效果

品種	苗種別	移秧期別出穂期		
		5月21日	5月31日	差(日)
早生統一	25日苗	8月4日	8月8日	4
	35日苗	8月2日	8月7日	5
	差(日)	2	2	
水原264號	25日苗	8月11日	8月16日	5
	35日苗	8月10日	8月14日	4
	差(日)	1	2	-

〈表11〉 有機物 施用과 水稻 冷害 抑制效果

處理	收量指數	事例數
化學肥料 單用	100	-
化學肥料+堆肥	109	33
化學肥料+生糞(秋耕)	103	21
化學肥料+生糞(春耕)	100	6
綜合改善區	111	7

註1. 資料：1976年 日本東北，北陸，北關東
地方事例調査結果，冷害，稻作，
農林省，1977.

2. 綜合改善畚・堆肥 및 土壤改良劑施用畚

〈表12〉 移秧期 및 移秧方法에 따른 水稻
品種의 出穗期의 變異(水原，서울
農大 1980)

移秧期	品 種	移秧方法	出穗期	差(日)
5月30日	水原 264	慣 行	8月11日	3
		機 械	8月14日	
	密陽 16	慣 行	8月13日	8
		機 械	8月21日	
6月9日	水原 264	慣 行	8月16日	7
		機 械	8月23日	
	密陽 16	慣 行	8月14日	11
		機 械	8月25日	

註，標準栽培時 慣行：40日苗
機械：30日苗

〈表13〉 移秧期，移秧方法，苗齡에 따른 水稻
品種의 出穗期 變異(水原，서울農
大，1980.)

品種	移秧期	移秧方法	苗 齡	出穗期	差(日)
水原 264	5月30日	慣 行	20日苗	8月14日	3
			30日苗	8月12日	
			40日苗	8月11日	
		機 械	20日苗	8月17日	
			30日苗	8月14日	
	6月9日	慣 行	20日苗	8月18日	5
			30日苗	8月20日	
			40日苗	8月16日	
		機 械	20日苗	8月23日	
			30日苗	8月23日	
			40日苗	8月24日	8
			20日苗	8月20日	

密陽 16	5月30日	慣 行	30日苗	8月15日	2
			40日苗	8月13日	
		機 械	20日苗	8月22日	
			30日苗	8月21日	
6月9日	慣 行	30日苗	8月21日	3	
		40日苗	8月14日		
		20日苗	8月27日		
	機 械	30日苗	8月25日		
		40日苗	8月23日		
		40日苗	8月23日		

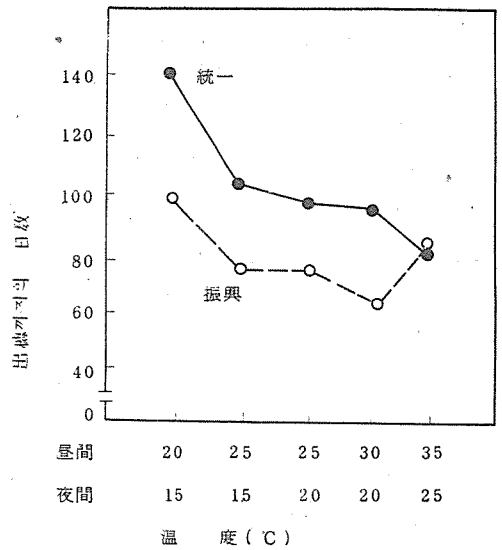


그림 1. 水稻 品種의 光合成에 미치는 溫度의 影響

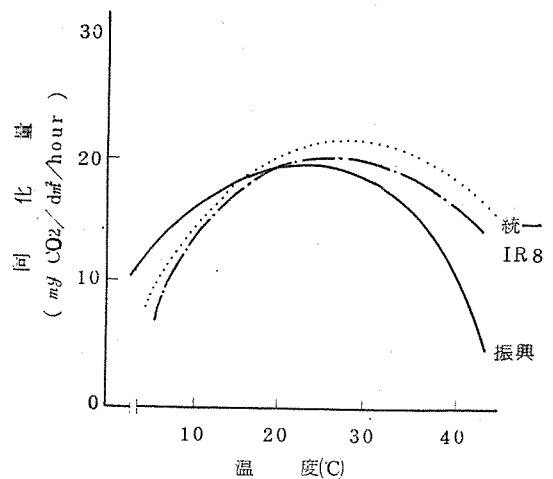


그림 2. 出穗生態에 미치는 溫度의 影響