

研究課題：気象災害の対応技術確立に関する研究

題 目：品種的対応技術の確立

項 目：水稻耐旱性品種選抜試験

実施機関：嶺南作物試験場

担 当 者：金皓瑛，高在哲，李寿寛

## I 緒 言

韓国で1908年から1982年まで報告された主要気象災害別発生頻度は旱害29回，浸冠水害24回，冷害9回で旱害被害度が一番多い<sup>13)</sup>。

水稻栽培期間中旱害被害は主に移植期前後即ち，5～6月頃に現われて晩植或は移植不能と  
言うことで移植期旱害と水稻生育期間中生理水不足に因る旱害に2分されるが現実的には移植  
期旱害がもっと問題化されている<sup>9)</sup>。イネが旱害を被る程度は生育時期によって異なるが，旱害  
に弱い時期は減数分裂期，出穂開花期，乳熟期，幼穂形成期の順である。分蘖期には被害が比  
較的少ないと言う報告もある<sup>9)</sup>。イネが旱害被害を受けて地上部で観察されるのは葉の萎縮，稈  
長短縮，生育及び出穂遅延，不稈率増大等によって収量が下る。

イネの耐旱性に関しては最近国際米作研究所を中心とした多くの研究が進められているが，  
その中でも耐旱性検定法としては，自然状態のほ場検定，室内検定，Phytoronでの幼苗検定，  
Pulling force の検定，Proline 含量による検定法等が報告されている<sup>5,6,11)</sup>。これらの方法  
によって数多い耐旱性品種及び系統が選抜されているし，生産力検定試験も旱害条件下で収量  
性が高い系統を選抜している<sup>5,6,7,8)</sup>。徐<sup>16)</sup>，李等は耐旱性検定は水稻全生育期間中水分不足状態を均  
一に維持される方法が一番望ましく，栄養生長期耐旱性検定は旱害期中伸長された草長の大き  
いさで検定するが良いと述べた。崔<sup>3)</sup>，朴も耐旱性品種の育成はほ場条件下で検定と選抜を行な  
うことであり，ほ場検定で土壤水分含量が下るにつれて大部分の品種は出穂の遅延，稈長の短  
縮で収量が減少すると述べた<sup>14)</sup>。耐旱性系統選抜では早生ながら穂重，穂長型の品種を選抜す  
るが有利だと報告している<sup>8)</sup>。

徐<sup>15)</sup>は幼苗期耐旱性検定で印度型品種の方が日本型品種より耐旱性が高いと言ったし，洪等<sup>4)</sup>  
は旱害時期と収量構成要素との関係において減数分裂期被害が最も大きい減収要因に作用した  
と述べた。

このように水稻の気象災害中発生頻度が一番高い旱害を品種の面で対応するため主要品種及  
び系統に対する傾斜地ほ場で耐旱性の検定を行なった結果を次に報告する。

## II 材料及び方法

本試験は嶺南作物試験場で耐旱性程度を検定するため図1のように傾斜角度30°，高さ  
100m，傾斜面の長さ200m，標準区(灌水区)の長さ100mにして壇土傾斜地の検  
定圃場を造成した。この傾斜地検定圃場で1983～1987年まで5年間供試品種及び栽培法

(表1)は102-168品種, 播種期5月1日~5月8日, 播種距離 $30 \times 10$  cmに点播(4~5粒)で立苗数は2本に固定させた。施肥量は $N-P_2O_5-K_2O=12-6-6$  Kg/10aに

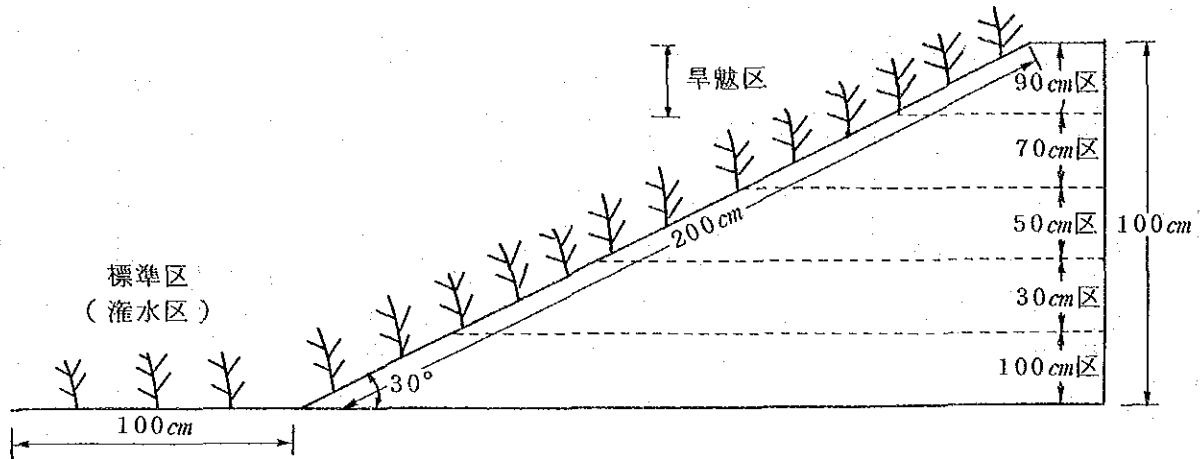


図1. 耐旱性検定傾斜地圃場の模型図

表1. 年度別 供試品種数及び栽培法 ('83-'87)

試験年度	供試品種数	播種期 (月・日)	播種方法	播種距離 (cm)	株当苗数 (個)	栽植列数 (列)	施肥量(Kg/10a) N-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -K <sub>2</sub> O
1983	102	5.7	点播	30×10	2	1	12-6-6
1984	104	5.1	"	30×10	2	1	12-6-6
1985	168	5.8	"	30×10	2	1	12-6-6
1986	130	5.6	"	30×10	2	1	12-6-6
1987	135	5.6	"	30×10	2	1	12-6-6

施用, 燐酸, 加里は全量基肥, 窒素は基追肥比率を4:6に分施した。試験区配置は二反復にし, 播種後30日までは毎日午前, 午後に土壌が乾かないように表面撒水をした。その後は自然状態のまま維持しながら除草及び病虫害防除に特に留意した。

品種及び系統間の耐旱性程度を調査するため, 収量減少率, 稈長短縮率, 出穂遅延日数及び水量構成要素等を図1のように傾斜高別に6個区(標準区含む)に分け, 各区別に6株ずつ調査, その平均値を利用した。計算式は次の通りである。

$$\circ \text{収量減少率}(\%) = \left( 1 - \frac{\text{傾斜地高さ別収量}}{\text{標準区収量}} \right) \times 100$$

$$\circ \text{稈長短縮率}(\%) = \left( 1 - \frac{\text{傾斜地高さ別稈長}}{\text{標準区稈長}} \right) \times 100$$

$$\circ \text{出穂遅延日数}(\text{日}) = \text{傾斜地高さ別出穂期} - \text{標準区出穂期}$$

表 2. 栽培期間中の年度別降雨量及び降雨日数('83-'87)

月 別	半 旬 別	1983		1984		1985		1986		1987	
		降雨 日数 (日)	降雨量 (mm)	降雨 日数 (日)	降雨量 (mm)	降雨 日数 (日)	降雨量 (mm)	降雨 日数 (日)	降雨量 (mm)	降雨 日数 (日)	降雨量 (mm)
5	1	2	0.6	1	2.3	2	64.5	1	27.7	3	18.2
	2	1	24.1	0	0	1	42.8	2	0.3	1	2.0
	3	1	0.5	1	27.7	1	52.0	2	25.8	2	38.0
	4	2	10.1	0	0	2	6.1	3	49.7	0	0
	5	2	6.2	0	0	0	0	0	0	2	29.7
	6	2	11.1	2	39.2	0	0	1	24.5	1	27.5
6	1	0	0	1	0.6	1	0.8	0	0	2	77.7
	2	0	0	3	74.1	1	15.3	1	3.6	2	142.3
	3	2	23.7	0	0	1	0.4	3	23.1	0	0
	4	3	81.2	3	71.8	0	0	2	102.3	2	31.6
	5	2	0.1	2	23.1	3	188.8	4	222.8	1	0.6
	6	4	6.3	1	36.0	3	91.9	3	45.7	0	0
7	1	3	54.6	2	106.7	3	99.7	3	16.5	3	7.2
	2	5	42.2	3	196.3	5	37.3	2	14.0	2	5.2
	3	2	48.5	3	31.3	3	30.1	4	81.5	5	209.1
	4	4	42.3	0	0	1	12.0	2	12.2	3	5.0
	5	4	131.2	3	114.2	0	0	3	16.3	5	48.0
	6	0	0.0	0	0	0	0	0	0	4	23.0
8	1	0	0	2	11.7	2	34.1	2	33.5	4	60.6
	2	3	12.1	0	0	1	57.5	1	0.6	2	91.6
	3	0	0	3	44.8	4	126.1	4	48.7	3	34.2
	4	2	103.2	2	3.7	2	102.5	1	3.2	3	41.0
	5	3	30.3	2	63.0	0	0	1	3.5	4	35.0
	6	5	94.2	4	71.8	0	0	3	33.5	4	93.5
9	1	4	36.9	5	191.2	3	98.8	3	2.2	2	8.5
	2	2	8.5	3	26.9	1	9.5	4	12.6	2	3.5
	3	3	47.0	0	0	1	2.2	1	1.0	2	3.0
	4	2	2.8	0	0	5	201.0	2	53.5	0	0
	5	3	5.3	0	0	1	2.3	1	32.5	1	0.0
	6	2	12.6	1	12.8	1	0.9	0	0	0	0
10	1	1	0.6	2	16.4	1	54.8	1	34.0	0	0
	2	2	41.5	0	0	2	48.5	1	13.8	0	0
	3	2	0.0	0	0	3	46.7	0	0	0	0
	4	2	1.1	0	0	1	3.8	0	0	1	0.2
	5	0	0	0	0	0	0	3	7.8	0	0
	6	1	19.6	0	0	4	8.5	1	0.3	3	44.5

そして登熟率及び穂当り粒数も上記のような試算式で減少率を求め、この調査形質などの相互関係を分析した。土壤水分含量は各区別に8月下旬と9月下旬にTensionmeterで土壤15cm、深さで2回測定し、平均値を利用した。試験期間中の降雨量分布は表2と同じ。

### III 結果及び考察

#### 1. 土壤水分含量と早熟関連形質の変異

傾斜地の高さで土壤水分含量との関係を図2でみると、高さ10cm区ではPF 2.43、90cm区ではPF 2.91で傾斜地の高さで土壤水分含量とは高度の正の相関( $r = 0.989^{**}$ )が

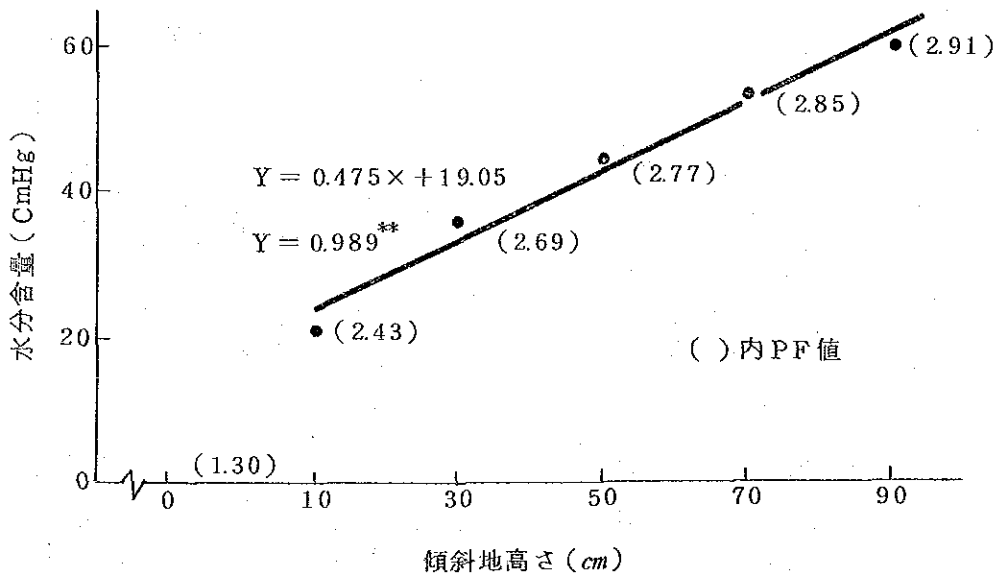


図2. 傾斜地高さで土壤水分含量との関係

認定され、傾斜地の高さが高くなるにつれて土壤水分含量は均一に減少し、頂上部(高さ90cm区)の土壤水分含量が最も低い。

2年間(1983-1984)供試された品種及び系統(表1)などの傾斜高別耐早熟関連形質及び収量構成要素との関係を調査した結果は図3のように傾斜高と収量減少率、出穂遅延日数、稈長短縮率、登熟比率減少率、穂当り粒数減少率及び株当り穂数とは各々高い正の相関が認められたし、早熟が最も激しい高さ90cm区では諸形質などの減少率が高く、出穂遅延日数は伸びたが株当り穂数は増える傾向を示した。

このように傾斜地の高さが高くなるほど土壤水分含量が有意に減少されるにつれ、収量、稈長、登熟比率及び穂当り粒数が減少され、出穂が遅延される傾向をみせた。これはChang<sup>1,3,5,7,8,14)</sup>等が早熟条件で稈長或は収量構成要素等が減少されるし、出穂も遅延されるとの報告とほとんど一致する傾向で、自然状態で傾斜地(30°)によるイネの耐早熟検定が可能だと認定された。

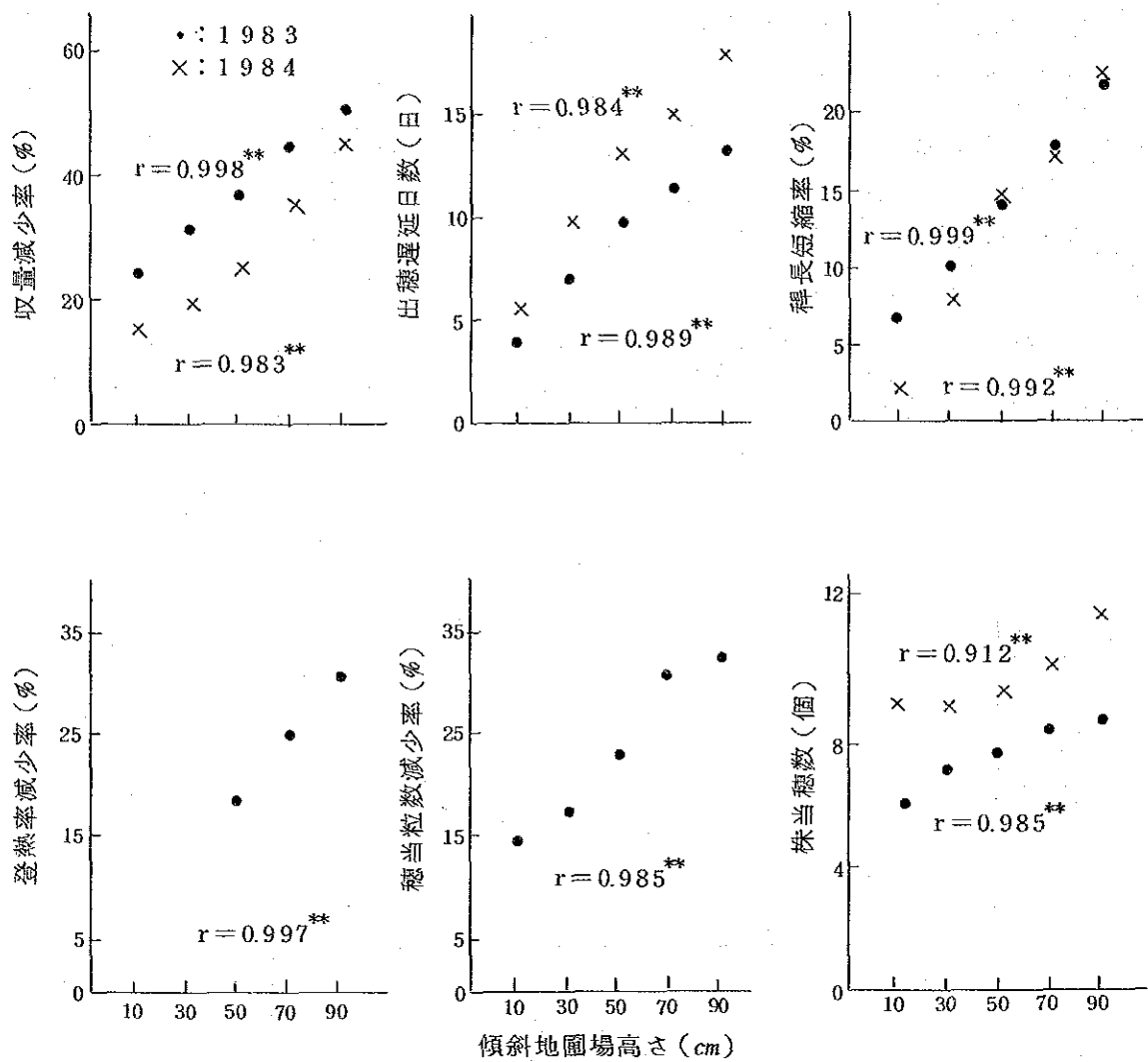


図3. 傾斜地高さと耐旱耐熱関連形質間の相関関係('83-'84)

2. 耐旱耐熱関連形質などの相関関係

5年間供試の品種及び系統の収量減少率、稈長短縮率及び出穂遅延日数の平均値は表3のように各形質間に年次間変異を示したし、形質中収量減少率の変異が最も激しかった。

5年間正常条件と耐旱耐熱条件に供試された各品種などの標準区の収量性、稈長、及び出穂期と耐旱耐熱区(高さ90cm)の諸形質との相関関係は表4のようである。各形質間の相関関係は年次

表3. 耐旱耐熱関係形質の年次間変異程度('87-'87)

年 度	供試系統数	出穂遅延日数(日)	稈長短縮率(%)	収量減少率(%)
1983	102	13	2.20	50.4
1984	104	17	2.22	45.0
1985	168	17	1.69	26.2
1986	130	11	2.10	43.8
1987	135	14	2.07	32.7
平 均	—	14	2.06	39.9
C. V (%)	—	18.1	10.4	24.9
S. D	—	2.6	2.1	9.9

表4. 標準区と早魃区(傾斜地高さ90cm区)間の主要形質の相関関係('83-'87)

標準区 形質	年 度	早 魃 区 形 質					
		水 量	稈 長	出 穂 期	水量減少率	稈長短縮率	出穂遅延日数
収 量	1983	0.4810**	-0.1150	0.2050**	0.0947	-0.1260**	0.2638**
	1984	0.5430**	0.0205	0.1868	0.2296*	0.2105*	0.2211*
	1985	0.6954**	-0.1785*	0.3749**	0.1383	0.0623	0.2969**
	1986	0.2615**	-0.1777*	0.3607**	0.3107**	0.1708*	0.3132**
	1987	0.6655**	-0.1045	0.4810**	0.1884*	0.3344**	0.1337
稈 長	1983	-0.2962**	0.8940**	0.4055**	0.1958*	-0.2485*	0.3298**
	1984	-0.2108*	0.6700**	0.6050**	0.3581**	0.5318**	0.4214**
	1985	-0.2260**	0.8336**	0.0563	0.0656	-0.0460	-0.0595
	1986	0.1808*	0.6735**	-0.3145**	-0.2216*	-0.2239*	-0.4562**
	1987	0.1764*	0.5660**	0.2021*	0.0455	0.0090	-0.1092
出穂期	1983	0.1687	0.3804**	0.9442**	-0.0961	-0.2263*	0.5741**
	1984	-0.2467*	0.1759	0.2969**	0.3036**	0.3061**	0.1230
	1985	0.1659*	0.0670	0.7451**	0.0654	0.2638**	0.2422**
	1986	0.3292**	0.2185*	0.1663	-0.3070**	-0.1572	0.1954*
	1987	0.3482**	-0.2014*	0.7917**	0.0203	0.4511**	-0.1449

供試品種数：1983年102品種，1984年104品種，1985年168品種，  
1986年130品種，1987年135品種。

\* \*\*：各各5%及び1% 有意水準。

間気象環境の影響で年によって若干の差異はあったが、標準区の収量と早魃区の収量出穂期、収量減少率、稈長短縮率、及び出穂遅延は数間には正の有意なる相関を現わす傾向があり、標準区の稈長と早魃区の稈長間には高度の正の有意相関が認められたし、標準区の出穂期と早魃区の収量、及び出穂期間にも正の有意相関を現わす傾向を示した。

以上の結果で絶対収量が高い品種は早魃条件で収量が低い品種と同じく出穂が遅れるし、稈長短縮率及び水量減少率が高くても、低収量性品種より高い収量を現わす傾向であった。長稈種などは早魃区で稈長短縮率とは一定の傾向をみせず、稈長が長い傾向であったし、晩生種なども早魃区で出穂遅延日数とは定まった傾向を示さなかった。

早魃区(高さ90cm)で諸形質間の相関関係を表5でみると収量は収量減少率及び稈長短縮率と負の有意相関を現わしたし、稈長は稈長短縮率と負の相関を示した。出穂期は稈長短縮率及び出穂遅延日数と正の有意関係をあらわした。そして、収量減少率と稈長短縮率間には正の相関を示したし、又、稈長短縮率と出穂遅延日数間にも正の有意相関を現わした。

表5. 旱魃条件(傾斜地高さ90cm区)で諸形質の相関関係('83~'87)

形質	年 度	収 量 (1)	稈 長 (2)	出 穂 期 (3)	収量減少率 (4)	稈長短縮率 (5)	出穂遅延日数 (6)
(1)	1983	—	-0.0261	0.1376	-0.8076**	-0.4810**	0.0429
	1984	—	0.0560	0.0468	-0.6597**	-0.3016**	0.0198
	1985	—	-0.1310	0.2259**	-0.5945**	-0.0764	0.2449**
	1986	—	0.5049**	-0.0279	-0.8092**	-0.5415**	-0.2880**
	1987	—	-0.0407	0.3383**	-0.5953**	0.1914*	0.0621
(2)	1983	-0.0261	—	0.3662**	-0.0	-0.6447**	0.2360*
	1984	-0.0560	—	0.3060**	-0.0762	-0.2302*	0.3050**
	1985	-0.1310	—	-0.0466	-0.0431	-0.4226**	-0.1354
	1986	0.5049	—	-0.3839**	-0.5571**	-0.8689**	-0.6405**
	1987	-0.0407	—	-0.3264**	-0.0616	-0.8160**	-0.2401**
(3)	1983	0.1376	0.3662**	—	-0.0143	-0.1539	0.8007**
	1984	0.0468	0.3060**	—	0.0642	0.4449**	0.5328**
	1985	0.2259**	-0.0466	—	0.0514	0.2924**	0.6700**
	1986	-0.0279	-0.3840**	—	0.1782*	0.2983**	0.7476**
	1987	0.3383**	-0.3264**	—	0.0648	0.5570**	0.4597**
(4)	1983	-0.8076**	-0.0691	-0.0143	—	0.4761**	0.1348
	1984	-0.6597**	-0.0762	0.0642	—	0.5555**	0.1785
	1985	-0.5945**	-0.0431	0.0514	—	0.1474	-0.0295
	1986	-0.8092**	-0.5571**	0.1782*	—	0.5910**	0.4117**
	1987	-0.5953**	-0.0616	0.0648	—	0.0980	0.0529
(5)	1983	-0.4810**	-0.6447**	-0.1539	0.4761**	—	0.0187
	1984	-0.3016**	-0.2302*	0.4449**	0.5555**	—	0.1940
	1985	-0.0764	-0.4226**	0.2924**	0.1474	—	0.2014*
	1986	-0.5415**	-0.8689**	0.2983**	0.5910**	—	0.5471**
	1987	0.1914*	-0.8161**	0.5570**	0.0980	—	0.2322**
(6)	1983	0.0429	0.2360*	0.8117**	0.1348	0.0187	—
	1984	0.0198	0.3050**	0.5328**	0.1786	0.1940	—
	1985	0.2449**	-0.1354	0.6700**	-0.0295	0.2014*	—
	1986	-0.2880**	-0.6405**	0.7476**	0.4217**	0.5471**	—
	1987	0.0621	-0.2401**	0.4597**	0.0529	0.2322**	—

供試品種数：1983年102品種，1984年104品種，1985年168品種，  
1986年130品種，1987年135品種。

\*\*\*：各各5%及び1%有意水準。

このような結果でみる時、早魃条件での収量性は稈長短縮率が高いほど収量減少が高いものと推定された。又、稈長が長い品種は稈長短縮率低下の結果だと推定されたし、出穂期が遅れた品種は出穂遅延日数が伸びたのが原因であった。

### 3. 品種別耐早魃性程度

供試品種別耐早魃性程度を早魃区（高さ90cm）成績で品種別耐早魃関連形質変異幅を勘案、各形質別で表6のような耐早魃性程度評価基準に依って耐早魃性程度を評価した結果は表7に示す通りである。収量減少率が低かった品種は密陽42号、青青イネ、三剛イネ、常

表6. 品種の耐早魃性程度評価基準

耐早魃性程度 (1-9)	収量減少率 (%)	稈長短縮率 (%)	出穂遅延日数 (%)
1	0-20	5以下	5以下
3	21-40	6-15	6-10
5	41-60	16-25	11-20
7	61-80	26-35	21-30
9	81-100	36以上	31以上

豊イネ、道峯イネ等。稈長短縮率が少ない品種は常豊イネ、五台イネであり、出穂遅延日数が短った品種は福光イネ、小白イネ、五台イネ等であった。三個形質の総合評価をみれば品種間に大きな差はなかったが耐早魃に多少強い(4以下)品種は密陽42号、青青イネ、三剛イネ、常豊イネ、道峯イネ等12品種であった。



表7. 主要品種の耐旱性程度('83-'87)

品 種 名	収 量 減少率	評 価 (1-9)	稈 長 短縮率	評 価 (1-9)	出穂遅 延日数	評 価 (1-9)	総合評価 (1-9)
密 陽 42号	37	3	21	5	14	5	4
太 白 byeo	42	5	26	7	17	5	6
曙 光 byeo	44	5	30	7	21	7	6
青 青 byeo	28	3	24	5	16	5	4
白 羊 byeo	37	3	23	5	16	5	4
伽 儼 byeo	50	5	28	7	20	5	6
三 剛 byeo	32	3	20	5	16	5	4
新 光 byeo	47	5	25	5	19	5	5
雉 岳 byeo	44	5	18	5	11	5	5
常 豊 byeo	34	3	15	3	13	5	4
東 津 byeo	50	5	18	5	12	5	5
冠 岳 byeo	42	5	19	5	15	5	5
道 峯 byeo	27	3	19	5	11	5	4
洛 東 byeo	50	5	20	5	12	5	5
農 白	46	5	21	5	10	3	4
八 錦	33	3	19	5	8	3	4
秋 晴 byeo	35	3	17	5	14	5	4
福 光 byeo	45	5	27	7	14	5	5
小 白 byeo	52	5	20	5	7	3	4
蟾 津 byeo	46	5	23	5	13	5	5
五 台 byeo	45	5	15	3	9	3	4
農 林 糯 1 号	46	5	18	5	13	5	5
Khalo/IR8(5184)	42	5	20	5	17	5	5
密 陽 68号	38	3	22	5	16	5	4
Fujihikari	67	7	26	7	4	1	5
Ishiokamochi 15	61	7	30	7	6	3	6
萬 石 byeo	35	3	26	7	19	5	5
IR 24	54	5	33	7	21	7	7
Hai 8	45	5	17	5	18	5	5
密 陽 28号	60	5	27	7	22	7	6
密 陽 34号	63	7	24	5	16	5	6
秋 豊 byeo	46	5	29	7	16	5	6

※ byeo = イネ

#### IV 摘 要

イネ耐旱魃性品種選抜に必要な基礎資料を得るため、1983～1987年まで5年間イネ品種及び系統を供試、傾斜地検定圃で耐旱魃性検定を実施した結果を要約すれば次の通りである。

- (1) 傾斜地の高さと同水分含量減少とは正の有意な相関が認定された。傾斜地の高さが、高くなるにつれ、収量減少率、稈長短縮率、登熟比率減少率及び穂当り粒減少率が大きくなる傾向だったし、出穂も遅延された。しかし、株当り穂数は増加する傾向であった。
- (2) 耐旱魃関連形質である収量減少率、稈長短縮率、及び出穂遅延日数は年次間の変異が多少大きいものと認められ、その中収量減少率が最も大きく現われた。
- (3) 標準区の収量は旱魃区の収量、出穂期稈長短縮率、及び出穂遅延日数と正の有意な相関が認められ、収量性の高い品種が旱魃条件下でも高い収量を現わした。標準区の稈長と旱魃区の稈長及び出穂期間には正の相関を現わしたし、標準区の出穂期と旱魃区の収量、出穂期及び稈長間にも正の有意な相関を示した。
- (4) 旱魃区(高さ90cm)での耐旱魃関連形質間の相関関係で収量は収量減少率及び稈長短縮率と負の有意な相関を現わし、収量減少及び稈長短縮程度が少ない品種が高い収量性を現わす傾向であった。
- (5) 旱魃区での稈長は稈長短縮率と負の相関を示したし、出穂期は稈長短縮率及び出穂遅延日数と正の有意な相関を現わして、出穂が遅れるほど稈長短縮も目立ち出穂も一層遅れた。
- (6) 32主要品種の5年間平均成績で見ると、収量減少率が少ない品種は密陽42号、青青イネ、三剛イネ、常豊イネ等、稈長短縮率が低い品種は常豊イネ、及び五台イネであり、出穂遅延日数が短かった品種は福光イネ、イシオカモチ15等であった。
- (7) 三つの耐旱魃関連形質を総合すれば品種間に大きい差はなかったが、密陽42号、青青イネ、三剛イネ、常豊イネ、小白イネ等12品種が耐旱魃性程度(4以下)が多少強い方であった。

#### V 残余問題点と今後の対策

耐旱魃品種選抜は旱魃に関連される形質が複合的に関連されているので、いくばくの形質だけでの耐旱魃品種選抜とは、あてにならないので今後生理、生態及び根との関連形質に対する継続的検討が望ましい。

#### VI 引用文献

- (1) Chang, T. T., G. C. Lorest and O. Tagumpay. 1972. Agronomic and growth characteristics of upland and lowland varieties. Rice Breeding. P646-661. IRRI, Losbanos, Philippines.
- (2) 崔相鎭, 郑根植, 崔鉉玉, 1980. 水稻と陸稻品種の水田と畑栽培に因る変異性に関する研究. 韓作誌. 25(1): 25-30.

- (3) 崔相鎖, 朴来敬, 1980. イネ耐旱性に関与する生態および形態的特性の品種間差異. 韓作誌. 25(4): 10-16.
- (4) 洪有基, 洪瑗植, 林容杓, 李東右, 金在鐵, 1983. 旱魃および期間の差異が水稻の生育と収量におよぼす影響. 農試報告 25(作物): 98-105.
- (5) I R R I. 1976. Drought tolerance. Annual report for 1975: 127-162.
- (6) I R R I. 1977. Drought resistance. Annual report for 1976: 73-96.
- (7) I R R I. 1980. Drought resistance. Annual report for 1979: 85-114.
- (8) I R R I. 1981. Drought resistance. Annual report for 1980: 73-100.
- (9) 李殷雄, 1980. 三訂 水稻作. P. 237-239. 郷文社, ソウル.
- (10) 李殷雄, 1982. 農作物の気象災害と対策. 韓作誌. 27(4): 291-295.
- (11) 農村振興庁. 1980. 水稻品種改良. P. 141-142.
- (12) 農村振興庁. 1983. 農事試験研究調査基準. P. 453.
- (13) 農村振興庁. 1983. 農作物旱害対策試験成績書. PP. 398.
- (14) 朴慶培, 金純哲, 崔富述. 1982. 土壤水分差異が水稻の生育におよぼす影響. 嶺南作試報告書(水稻研究): 652-656.
- (15) 徐学洙. 1979. 水稻旱魃抵抗性品種選抜に関する研究. I. 幼苗期耐旱性品種選抜. 韓作誌. 24(3): 7-12.
- (16) 徐学洙, 李昌垠. 1981. 水稻旱魃抵抗性の遺伝に関する研究. 崔鉉玉博士 還暦記念論文集: 52-60.

研究課題：気象災害の対応技術確立に関する研究

題 目：品種的対応技術の確立

項 目：主要果樹別品種別耐凍性の検定法

実施機関：園芸試験場

担当者：姜尚祚，辛鏞億，金夢愛，金暉千，文鐘烈

## I. 緒 言

冬季の激しい低温は果樹の枝葉，花芽，葉芽組織に凍害を誘発させるので果樹栽培の北限界線は冬の低温程度および品種の耐凍性程度と密接な関連がある。モモは果樹の中でも特に耐凍性が弱くて4～5年を周期に凍害を受けている。1981年1月上旬の寒波では中部内陸の平地に栽植したモモの木も全滅する等深刻な被害を招いた。<sup>3)</sup>従って耐凍性が弱くて栽培が不安全な核果類を品種別に検定のうへ，栽培安全地帯を設定するのが緊要な課題であるとが抬頭されている。

西山等<sup>4)</sup>は，果樹耐凍性に関与する要因として品種，組織の生育段階，外気温，樹体の栄養条件等を報告した。又，スモモ，梅実，アンズは $-20^{\circ}\text{C}$ まで耐凍性を現わしたと述べた。

Quamie等<sup>5)</sup>は Prunus 属植物を凍結処理した結果，*P. besseyi*と*P. tenella*が耐凍性品種の育成用母木に所用が可能であると言った。

樹体部位別耐凍性に関して金等<sup>1)</sup>は Prunus 属植物を凍結処理した結果，木部が最も強く花芽，葉芽および形成層は似通った凍害率を現わしたと述べた。

本試験は核果類品種別休眠期耐凍性の検定方法を確立し，品種別耐凍性程度を調査のうへ，安全栽培選定上の基礎資料に利用すると共にモモ耐凍性品種育成時の材料に活用するとの目安で実施された。

## II 材料および方法

本試験ではモモ56，スモモ7，アンズ16，チェリー6品種を供試して品種別耐凍性程度を1983～1984年に調査した。又，1985～1987年にはモモ耐凍性品種育成を目安に耐凍性が各各違ひ品種間の二面交雑を実施した。

### 1. 低温処理時期および方法

モモ，スモモ，アンズ，チェリーの各品種別凍害検定方法を確立し，耐凍性が強い品種を選抜するために人為凍結処理を実施した。

園芸試験場果樹育種圃場で栽植した10～15年生の成木の中で品種当り5～6個の新梢を1月下旬頃採取し，20cmくらいの長さで切断のうへ， $5^{\circ}\text{C}$ で3日間予冷した後，低温恒温機（Mitamura社製作）内で $-15^{\circ}\text{C}$ ， $-20^{\circ}\text{C}$ ， $-25^{\circ}\text{C}$ に6時間各々処理した。この時凍結処理はWeaver<sup>8)</sup>の方法と同じ時間当たり $5^{\circ}\text{C}$ ずつ降下，目標温度まで到達させた。6時間凍結処理後時間当たり $5^{\circ}\text{C}$ ずつ徐々に上昇させ $5^{\circ}\text{C}$ で解氷を遂げた。その後， $20^{\circ}\text{C}$ で7日間暗中所貯

蔵の上、木部、形成層、花芽および葉芽の凍死率を Olympus 二眼鮮部顕微鏡 160 倍下で Mckenzie<sup>2)</sup>の方法に因って変色された部分を調査した。

## 2. 耐凍性品種育成試験

'83 ~ '84 年の品種別耐凍性検定試験で耐凍性の程度が明らかになった品種中強群に属する Fomosa, 山形 3 号, 中群の Early Orange, N.Y. 472, 弱い群に属する有明, 大久保を選択して二面交雑を実施, '85 ~ '87 年間苗木を養成した。

## III 試験結果および考察

### 1. モモ品種別耐凍性の差異

モモ倉方早生等 56 品種を  $-15^{\circ}\text{C}$ ,  $-20^{\circ}\text{C}$  および  $-25^{\circ}\text{C}$  で各々人為凍結処理した結果は表 1 のようである。 $-15^{\circ}\text{C}$  ではモモ全品種が凍害を受けなかったし(表 1 には未記載),  $-20^{\circ}\text{C}$  では Ambergem, Monroe, Shippers L. R. Sellers Orange, 岡山 3 号, Elberta を除外した品種は凍害を受けなかった。 $-25^{\circ}\text{C}$  処理後はセセ全品種が凍害を受けた。品種別耐凍性の程度においては, Jayopto, Kanto, №5 が強かった。Elberta, Monroe, 岡山 3 号は弱かった。

モモ品種の耐凍性の程度を区分するために  $-20^{\circ}\text{C}$  と  $-25^{\circ}\text{C}$  処理区の 2 個年平均凍害率(組織部位平均)を求めた。(表 2) 耐凍性の品種群を区分した結果, 強い群の 1 群は Jayopto (11.6%), Kanto №5 (19.1%) が, 2 群は興津油桃 (25.3%), Springtime (28.3%) が, 3 群は Sunhigh (33.5%) 等 4 品種が, 4 群には, 初香美 (41.7%) 等 40 品種が耐凍性が最も弱い 5 群には Strawberry Cling (51.3%) 等 7 品種が属した。

1 群は  $-25^{\circ}\text{C}$  処理で花芽の 33 ~ 52% 程度だけ凍害を受けるので  $-28^{\circ}\text{C}$  まで栽培が可能であると推定されたし, 2 群は  $-25^{\circ}\text{C}$  で花芽の 57 ~ 66% 程度が凍害を受けるので栽培限界線は 1 群と 3 群の中間線と推定された。(図 1)

3 群は  $-25^{\circ}\text{C}$  で 100% 花芽凍害率を現わし,  $-20^{\circ}\text{C}$  では 0% を顯示, 栽培限界線は  $-25^{\circ}\text{C}$  線までと推定される。又, 5 群は  $-20^{\circ}\text{C}$  では 35 ~ 82% の花芽の凍害率を示し, 栽培限界線は  $-20^{\circ}\text{C}$  線以下の地域であるものと判断された。

4 群は 3 群と 5 群の間である  $-23^{\circ}\text{C}$  線が栽培限界線であろうと思う。再現期間 15 年の最低気温分布が図 1 に表示されるのでモモ, スモモ, アンズ, チェリー等安全栽培時の参考になるものと思う。

### 2. スモモ品種別耐凍性の差異

スモモ, Fomosa など 7 品種を  $-15^{\circ}\text{C}$ ,  $-20^{\circ}\text{C}$  および  $-25^{\circ}\text{C}$  で凍結処理した結果,  $-15^{\circ}\text{C}$  では供試の全品種が凍害を受けなかったし, (表 3 には未記載),  $-20^{\circ}\text{C}$  では Italian Prune と Giant Damson の花芽が 9.1, 18.3% の凍害を各々受けた(表 3),  $-25^{\circ}\text{C}$  では Terata と Monitor を除外した凡ての品種の花芽が 10 ~ 100% の凍害を受けた。 $-25^{\circ}\text{C}$  処理の 2ヶ年平均凍害率(組織部位平均)を求めた結果, 表 4 のように耐凍性度合別に品種群

を区分することが出来た。1群は平均凍害率が0～1.6%で寺田らの4品種がこれに属した。この中で寺田, Monitorが0%で最も強かった。

2群はKelsey(9.4%)が3群はItalian Prune(57.5%), Giant Damson(62.9%)が各々属した。1群の場合-25℃処理で花芽が凍害を受けなかったので栽培限界線は-30℃線を除外した全地域でなるし, 2群は-25℃処理で55%までの花芽凍害率を示したので-28℃線まで栽培が可能なものと思われる。3群は-25℃処理の時, 100%凍害率を示し, -20℃では18%くらいだから-23℃線まで栽培が可能であると思う。

Table 1. Ratings of cold resistance in 56 peach cultivars.

Cultivar	% cold injury at -20°C				% cold injury at -25°C			
	Xylem paren- chyma	Xylem	Flower bud	Leaf bud	Xylem paren- chyma	Xylem	Flower bud	Leaf bud
Springtime	0	0	0	0	55	30	57.5	52.5
Nunomewase	0	0	0	0	100	100	100	100
Collins	0	0	0	0	100	88.2	100	100
E.W.Giant	0	0	0	0	100	100	100	100
Sunhaven	0	0	0	0	70	70	85	79.2
Sunagowase	0	0	0	0	100	100	100	100
Kurakatawase	0	0	0	0	100	100	100	100
J.H.Hale	0	0	0	0	100	100	100	100
Starking Delicious	0	0	0	0	100	100	100	100
EarliBlaze	0	0	0	0	100	100	100	100
Stark Delicious	0	0	0	0	100	100	100	100
Jerseyland	0	0	0	0	100	100	100	100
Fisher	0	0	0	0	100	100	100	100
Golden Jubilee	0	0	0	0	100	100	100	100
Hakuho	0	0	0	0	95	65	85	77.5
Shingyoku	0	0	0	0	100	100	100	100
Aichihakuho	0	0	0	0	55	35	55	50
Okubo	0	0	0	0	100	100	100	100
Kanto No. 5	0	0	0	0	55	30	52.3	50
Sunhigh	0	0	0	0	100	100	100	100
Richhaven	0	0	0	0	100	100	100	100
Ambergem	45	15	40	53.6	100	100	100	100
Kanamissui- mitsu	0	0	0	0	100	100	100	100
SunGlo	0	0	0	0	100	100	100	100
Fairhaven	0	0	0	0	95	80	100	100
Raritan Rose	0	0	0	0	100	100	100	100

Table 1. Continued

Cultivar	% cold injury at -20°C				% cold injury at -25°C			
	Xylem paren- chyma	Xylem	Flower bud	Leaf bud	Xylem paren- chyma	Xylem	Flower bud	Leaf bud
Hakuto	0	0	0	0	100	100	100	100
Yumyeong	0	0	0	0	100	100	100	100
Kanto No. 14	0	0	0	0	100	100	100	100
Rikakusuimitsu	0	0	0	0	35	50	52.2	69
Hwangdo No. 1	0	0	0	0	100	100	100	100
Okitsu	0	0	0	0	45	25	65.7	75
Nakatsu Hakuto	0	0	0	0	100	100	100	100
Yamato Hakuto	0	0	0	0	100	100	100	100
Sangheisui- mitsuto	0	0	0	0	100	100	100	100
Krummel October	0	0	0	0	100	100	100	100
Hakukami	0	0	0	0	100	100	100	100
Francesco	0	0	0	0	100	100	100	100
Loring	0	0	0	0	100	100	100	100
Garden S.N.	0	0	0	0	100	100	100	100
Strawberry Cling	0	0	0	0	100	100	100	100
Redgold	0	0	0	0	100	100	100	100
Toyong	0	0	0	0	100	100	100	100
Monroe	75	55	52.3	77.4	100	100	100	100
Kiyomi	0	0	0	0	100	100	100	100
Kinto	0	0	0	0	85	75	87.3	81.7
Shippers L.R.	50	64.3	38.1	63.4	100	100	100	100
Gomes	0	0	0	0	100	100	100	100
Sellers Orange	58.4	50	50	46.5	100	100	100	100
Lovell	0	0	0	0	80	55	85.7	75
Okayama No. 3	73.9	47.2	81.7	63.4	100	100	100	100
Shuho	0	0	0	0	100	100	100	100
Elberta	55	25	35	35.9	100	100	100	100
Halford No. 2	0	0	0	0	100	100	100	100
Redwin	0	0	0	0	100	100	100	100
Jaycito	0	0	0	0	29.1	14.1	93.9	94.1



Table 2. Classification of peach cultivars by mean value of % cold injury at -20°C and -25°C with 2 years' data.

Groups	% cold injury	Cultivar
1	11.6 - 19.1	Jayopto, Kanto No. 5
2	25.3 - 28.3	Okitsu, Springtime
3	33.5 - 37.2	Sunhigh, Golden State Nectarine Aichihukuto, Rikaku
4	41.7 - 50.0	Hakukani, Krummel October, Kanto No. 14, Sunhaven, Shuho, Yamato, Hakuho, Halford, Sunago, Lovell, Fairhaven, RaritanRose, Collins, Nunome, E.W.Giant, Kurakata, J.H.Hale, Starking, EarliBlaze, Stark Delicious, Jerseyland, Fisher, Golden Jubilee, Hakuto, Shingyoku, Okubo, Richhaven, Kanamis, SunGlo, Yumyeong, Hwangdo, Nakatsu, Sanghwi, Francesco, Loring, Garden, Redgold, Toyong, Monroe, Kiyomi, Kinto, Gemes, Redwin
5	51.3 - 78.6	Strawberry Cling, Sellers Orange, Ambergem Shippers, Elberta Monroe, Okayama

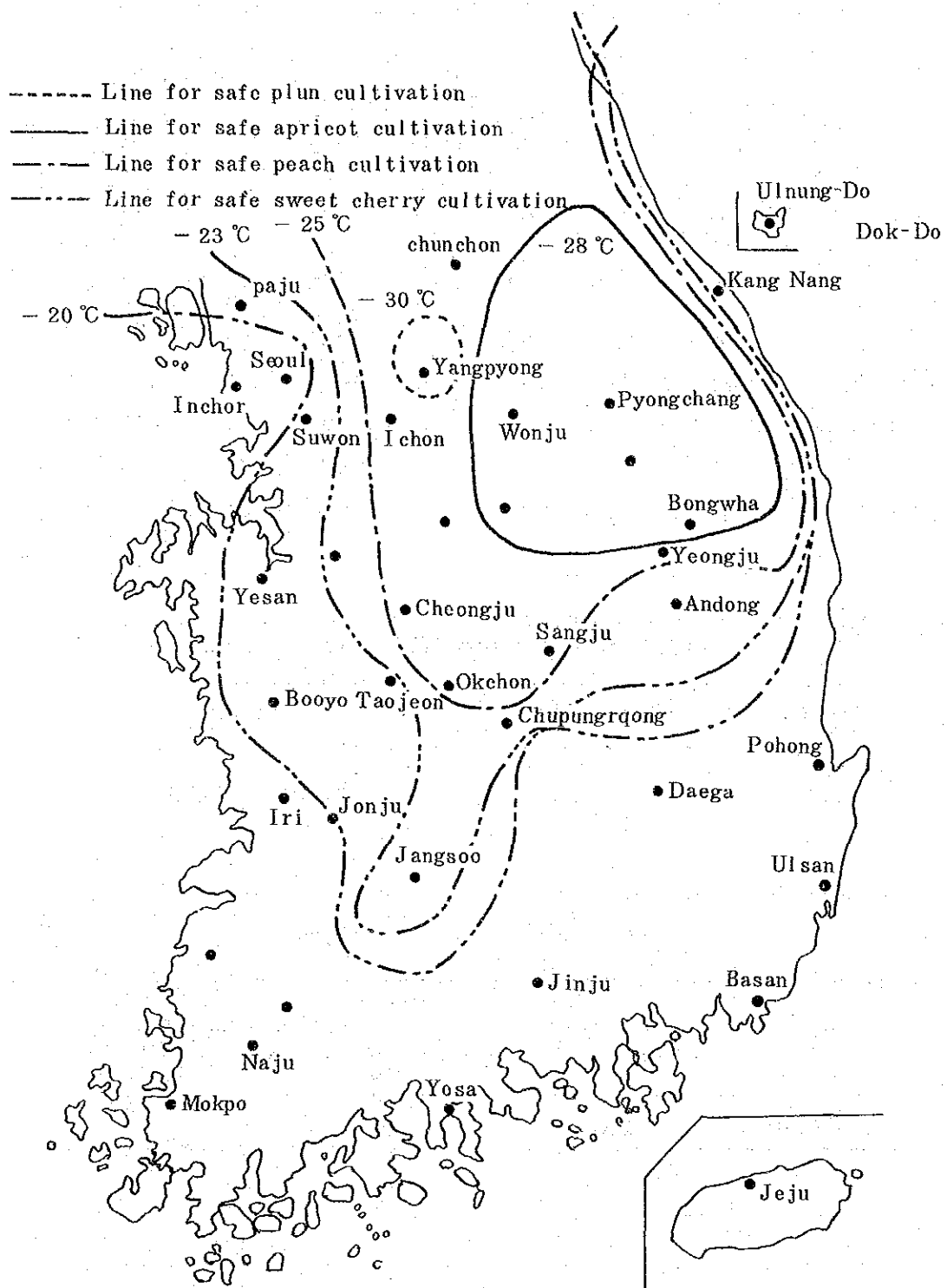


Fig 1 Establishment of safe cultivation area in each prunus species with mean minimum temperature by 15 years repetition

Table 3. Ratings of cold resistance in 7 plum cultivars.

Cultivars	% cold injury at -20°C				% cold injury at -25°C			
	Xylem paren- chyma	Xylem	Flower bud	Leaf bud	Xylem paren- chyma	Xylem	Flower bud	Leaf bud
Fomosa	0	0	0	0	5	0	10	5
Terata	0	0	0	0	0	0	0	0
Monitor	0	0	0	0	0	0	0	0
Kelsey	0	0	0	0	25	20	55	50
Italian Prune	20	0	19.1	10.6	100	69.1	100	100
Early Gold	0	0	0	0	0	0	15	10
Giant Damson	21.7	0	18.3	19.1	100	81.5	100	100

Table 4. Classification of plum cultivars by mean value of % cold injury at -20°C and -25°C with 2 years' data.

Groups	% cold injury	Cultivar
1	0	Terata, Monitor
	1.3	Formosa
	1.6	Early Gold
2	9.4	Kelsey
3	57.5	Italian Prune
	62.9	Giant Damson
L.S.D. 0.05	2.0	

### 3. アンズ品種別耐凍性の差異

アンズ山形3号など16品種を $-15^{\circ}\text{C}$ 、 $-20^{\circ}\text{C}$ 、 $-25^{\circ}\text{C}$ で凍結処理した結果、 $-15^{\circ}\text{C}$ および $-20^{\circ}\text{C}$ では供試の全品種が凍害を受けなかったし、 $-25^{\circ}\text{C}$ ではHeiwa, G-15, I-5, 山形3号を除いた凡ての品種で花芽の22~73%が凍害を受けた。(表5)

$-25^{\circ}\text{C}$ 処理の2個年平均凍害率(各組織平均)でアンズ品種の耐凍性を5群に区分することが出来た。(表6)。1群では平均凍害率が0~2.5%の山形3号など4品種が、2群では平均凍害率が5.3~6.8%である広島大実など2品種が、3群では新潟大実など4品種が、4群ではV.51072など3品種が、5群ではEarly Orangeなど3品種がそれぞれ属した。

1群は $-25^{\circ}\text{C}$ 処理で凍害を受けなかったし、2群は $-25^{\circ}\text{C}$ 処理時30~35%の花芽の凍害を示すので1群と2群は $-30^{\circ}\text{C}$ 線まで栽培が出来るものと判断された。3群および4群は $-25^{\circ}\text{C}$ 処理の時花芽の凍害率が48~58%程度なので栽培限界地は $-28^{\circ}\text{C}$ 線までと推定される。5群は $-25^{\circ}\text{C}$ 処理の時、63~73%くらいの凍害率を示すので $-25^{\circ}\text{C}$ 線以下だけで栽培が可能なものと察する。(図1)

Table 5. Ratings of cold resistance in 16 apricot cultivars.

Cultivar	% cold injury at $-25^{\circ}\text{C}$			
	Xylem parenchyma	Xylem	Flower bud	Leaf bud
Niigataohmi	29.8	27.8	55	53.6
Hiroshimaohmi	30	20	30	28
Waseohmi	35	15	60.8	59.8
Heiwa	0	0	0	0
World Peach	55	35	65	85
Early Orange	60.7	26.8	73.2	73.4
N.Y. 458	57.0	19.6	63.4	58.6
N.Y. 472	67.9	26.8	48.5	56.3
V. 31043	34.3	17.1	22.5	36.0
V. 51072	66	35	58.8	68.4
A-45	25.4	5.6	35.1	28.1
G-15	0	0	0	0
I-5	0	0	0	0
B-6	48.6	17.1	27.5	31.3
Riland	39.3	27.1	54.3	52.5
Yamakata No. 3	0	0	0	0

Table 6. Classification of apricot cultivars by mean value of % cold injury at -25°C with 2 years' data.

Groups	% cold injury	Cultivar
1	0	Yamakata No. 3, G-15
	1.8	I-5
	2.5	Heiwa
2	5.3	A-45
	6.8	Hiroshimaohmi
3	11.5	Niikataohmi
	14.5	Riland
	15.0	World Peach, B-6
4	18.5	V.51072
	19.5	Waseohmi, V.31043
5	23.3	Early Orange, N.Y.458
	37.5	N.Y.472
L.S.D. 0.05	3.35	

4. チェリー品種別耐凍性の差異

Seneca など 6 品種を -15°C, -20°C, -25°C で凍結処理した結果, -15°C では供試の品種凡て凍害を受けなかったが, -25°C では凡ての品種が 100% の凍害率を示していた。-20°C 処理で供試の品種は 34 ~ 50% の花芽の凍害率を示した。(表 7) 従ってチェリーの栽培限界線は -20°C 線以下が適温であると判断された。(図 1)

Table 7. Ratings of cold resistance in 6 sweet cherry cultivars.

Cultivars	% cold injury at -20°C			
	Xylem parenchyma	Xylem	Flower bud	Leaf bud
Seneca	45	0	50	45
Satonisiki	31	0	36.7	41.7
Tenkonisiki	46.5	0	48.6	32.5
Bing	41.7	0	34.3	44.3
Napoleon	56.3	0	45.2	41.4
Governor Wood	50	0	50	55

5. 果樹別耐凍性の差異

- 20 °C で凍結処理した結果, 各果種の組織別凍害率は Table 8 と同じ. 形成層, 花芽および葉芽は似通ったくらいで凍害に敏感であり, 木部が最も強かった。果樹別凍害率をみれば, *P. avium* (チェリー) が最も弱く, *P. domestica* ( 欧州系スモモ ) < *P. persica* (モモ) < *P. salicina* ( 日本スモモ ) = *P. armeniaca* ( アンズ ) の順に強かった。(表 8)

- 25 °C で凍結処理した結果, 果樹別凍害率はチェリー ( 100 % ), 欧州系スモモ ( 100 % ), モモ ( 94 % ), アンズ ( 37.1 % ), 日本スモモ ( 16 % ) の順に現れた (表 9)。

Table 8. Effect of artificial freezing to -20°C on the percentage of cold injury in peach, apricot, plum and cherry tissues.

Species	No. cultivar observed	Xylem parenchyma	Xylem	Flower bud	Leaf bud	Mean
<i>P. persica</i>	56	6.4	4.6	5.3	6.1	5.6
<i>P. domestica</i>	2	20.9	0	18.7	14.9	13.6
<i>P. salicina</i>	5	0	0	0	0	0
<i>P. armeniaca</i>	16	0	0	0	0	0
<i>P. avium</i>	6	45.1	0	44.1	43.3	33.1

Table 9. Effect of artificial freezing to -25°C on the percentage of cold injury in peach, plum, apricot and cherry tissues.

Species	No. cultivar observed	Xylem parenchyma	Xylem	Flower bud	Leaf bud
<i>P. persica</i>	56	92.7	89.6	93.9	94.1
<i>P. domestica</i>	2	100.0	75.3	100.0	100.0
<i>P. salicina</i>	5	6.0	4.0	16.0	13.0
<i>P. armeniaca</i>	16	35.0	16.4	37.1	38.5
<i>P. avium</i>	6	100.0	100.0	100.0	100.0

6. モモ耐凍性品種の育成

モモの耐凍性が弱いし, スモモ, アンズが強かったので, スモモまたはアンズの耐凍性の遺伝因子を導入する目的でモモ, スモモ, アンズ間の種間二面交雑を85年から実施した。その結果, 表 10 のように実生苗を養成したし, 今後交配を続けざまに実施して, Sample size を殖やしたうえ, 耐凍性の遺伝様式を検討し, 耐凍性の個体の選抜を継続的に実施するつもりである。

Table 10. Number of seedlings obtained from crosses of Prunus species with different degree of cold resistance.

♀ \ ♂	Yamakata No. 3	Fomosa	Early Orange	N.Y 472	Yumyeong	Okubo
Yamaka No. 3	76	2	28	96	2	1
Fomosa	0	0	0	0	0	0
Early Orange	28	23	132	46	3	4
N.Y 472	29	42	48	133	56	31
Yumyeong	2	8	32	5	94	85
Okubo	5	8	3	3	61	47

#### IV 摘 要

モモ、スモモ、アンズおよびチェリーなどの品種別耐凍性の検定技法を確立して、耐凍性品種の育成の効率化を期すると共に、品種別栽培安全地帯を究明するため、人為凍結処理後、耐凍性を調査した結果は下記の通りである。

1. -15℃処理では供試の果種全部が凍害を受けなかった。
2. 果種別耐凍性の程度は、P. avium が最も弱かったし、P. domestica, P. persica, P. armeniaca, P. salicina 順に強かった。
3. 樹体部位別耐凍性程度は、供試の果樹全部で木部が最も弱く、形成層、花芽および葉芽は似通った。
4. モモ 56 個品種は耐凍性の程度に従って 5 群に分類したし、この中で紫葉桃 (Jayopto) が最も強く、岡山 3 号が一番弱い。
5. スモモ 7 品種の耐凍性の程度を 3 群に分類したところ Terata, Monitor が強く、Italian Prune, Giant Damson が弱い。
6. アンズ 16 品種を耐凍性の程度に従って 5 群に分類し、チェリー 6 品種の耐凍性を調査した。
7. モモ耐凍性の品種育成のため、モモ、スモモ、アンズ間、種間交雑を実施して後代実生 1,133 個体を獲得した。

#### V 残余問題点の今後の対策

##### 1. 耐凍性検定方法確立

本試験で用いた耐凍性検定方法において果種間差ははっきり区別することが出来たが、同一果種内品種間の差は不明確な点が多かった。品種間耐凍性の明確な区分のためには、処理

温度 range, 処理時期, 樹体の栄養状態などの諸要因に関して, 検討する必要があると思う。また, 生育時期別にも耐凍性の差があるものと判断されるので生育段階別耐凍性検定が今後の課題であると思う。この場合, 龐大な作業が問題になるので迅速正確な処理が容易な検定技法の開発が望ましい。

## 2. 耐凍性品種育成

一部の交配組合で, 採種が極困難なので, これに従う, 基礎的研究 (Ovary Culture および不和合性研究) の遂行が要望される。また, 試料量が不足な組合は今後続け様に実生苗を養成したうえ, 耐凍性の遺伝様式および耐凍性系統の選抜を継続的に推進する予定である。

今後多数の実生を供試する場合も簡便で効率性が高い耐凍性の検定技法の開発がなお要求される。

## VI 引用文献

1. 金鍾天, 洪性王玉, 1978, 接木および移殖時期がリンゴ苗木の耐寒性および枯死率におよぼす影響, 韓国園芸学会誌 19(1): 1 - 7.
2. Mckenzie, J.S., C.J. Weiser, and P.H.Li. 1974. Changes in water relations of *cornus stolonifera* during cell acclimaitons. J.A.S.H.S. 93: 223 - 228.
3. 文鍾烈, 1983, 果樹の凍害発生状況および耐寒性に関する研究, 慶熙大学校博士学位論文 P.6 ~ 10.
4. 西山保直, 宮下撥一, 村上準市, 中島二三一, 橘昌司. 1982. 果樹の種類および品種と耐凍情ならびに耐凍性に関与する諸要因について, 北海道農試報告 100: 20 - 28.
5. Quamme, H., C.J. Weiser, and C. Stushneff 1973. The mechanism of Freezing injury in xylem of winter apple twigs. Plant physiology 51(1): 273 - 277.
6. Weaver, G.M., H.O. Jackson, and F.D. Stroud. 1968. Assessment of winter hardiness in peach cultivars by electric impedance, scion diameter, and artificial freezing studies. Can. J. Plant.Sci. 48: 37 - 47.



研究課題：気象災害の対応技術確立に関する研究

題 目：品種的対応技術の確立

項 目：果樹耐凍性の遺伝に関する試験

実施機関：園芸試験場

担 当：芮乗佑，趙顯模，李燉均，文鐘烈

## I 緒 言

果樹の低温に対する被害程度は、低温度合、栄養状態、植物体の部位などに因って違ひ、また、耐寒性の程度は、果程に因って違ひが耐凍性が強い果樹はリンゴ、テルテベリ、ナシ、ユレンベリなどがあり、弱い果樹は、キウ、ザクロ、イチジク、カキ、カリンなどを挙げられるし、北アメリカカキ、北部ポローなどが中間程度である。

同じ果種の中でも、品種或いは Genotype によって耐凍性は差異があるが、リンゴ台木の場合三葉海棠とか、*M. baccata* の実生は耐凍性が強いが、*M. 9*、*MM. 106* 或いは栽培品種の実生は弱いし、*M. 8*、*MM. 104*、*Alnarp 2* などは中間程度である。*Pyrus* 属の中でも、*P. Calleryana* は強、*P. Commanis* は弱、*P. betuleefolia* は中間程度である。<sup>6)</sup>

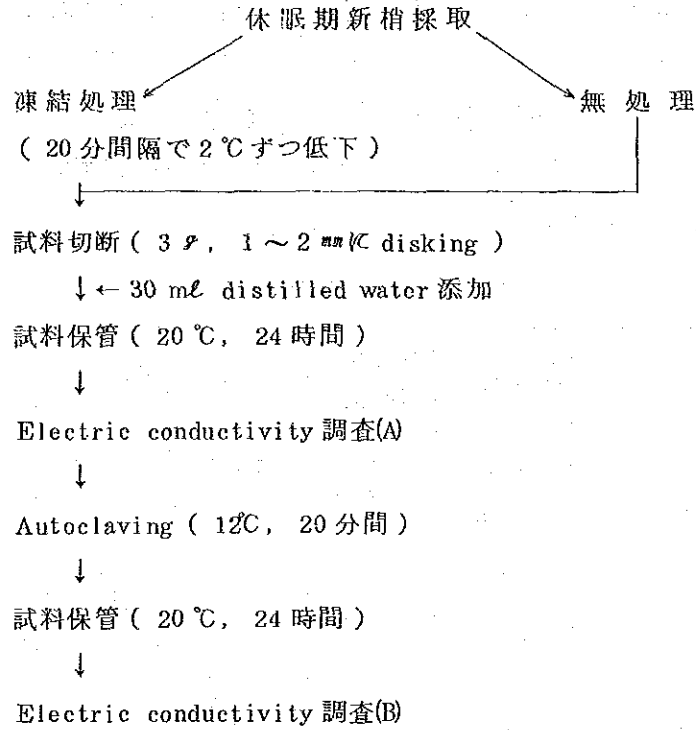
*Vitis* 属の中でも *V. labrusca* と *V. vitifera* の耐凍性は強いし、*V. vinifera* は弱い—と言われている。劉らは<sup>5)</sup>ブドウの品種別耐凍性を程度に因って5等級に区分した。即ち、*Delaware*、*Beta*、*Concord* が、耐凍性に極強い品種に、*Campbell Early*、*Sharidan* 等が強い品種に *Steuben*、*Schuyler*、*Himrod Seedless* 等が弱い品種に属し、巨峰、*Golden Queen* 等が極弱い品種に属する。

リンゴ交配実生の生育程度は凍害間に負の相関があり<sup>2)</sup>、リンゴ<sup>2,4)</sup>、モモ<sup>3)</sup>、raspberry<sup>1)</sup> の耐凍性は量的形質により遺伝されると述べた。しかし、果樹類は永年生作物なので life cycle が長い<sup>ため</sup>耐凍性等諸形質の遺伝に対する研究はあまり活発な進展を見ていない実情である。

本研究はブドウの木の耐凍性の遺伝様式を究明し、これを耐凍性ブドウ品種育成の基礎資料に利用したいもので1983年から1987年まで園芸試験場ブドウ育種試験圃場で実施した。

## II 材料および方法

ブドウ品種を劉ら<sup>5)</sup>の分類によって強、中、弱の3群に分割し、その中で強い品種で *Delaware* と *Campbell Early*、中間の品種で *Steuben*、*Schuyler*、弱い品種で巨峰と *Black Hamburg* を選択し、これら6品種の二面交配を実施のうえ得た交配種子を播種し、実生苗を育苗した。育成された実生苗の新梢中央部2~4節を冬季間に採取し、4℃で予冷した後、低温性温器内にて-20℃で6時間凍結処理した後、electric conductivity test に依って凍害程度を検定した。



\* Specific conductivity (S.C.) =  $A / B \times 100$  (%)

### III 試験結果および考察

1983年度に6品種の二面交配を実施したところ、組合当り10~25花穂ずつ、各花穂当り150~170花を除雄した結果各々の交配組合別採種程度は表1のとおりである。

表1 交配組合別採種程度

♀ \ ♂	Delaware	Campbell Early	Steuben	Schuyler	巨 峰	Black Hamburg
Delaware	++++	+++	++	+++	+	++
Campbell Early	+++	+++++	++++	++	+++++	++
Steuben	+++	+++	+++++	++++	++	+
Schuyler	+++	++	++	+++++	++	++
巨 峰	+	+	+	+	++	+
Black Hamburg	+	+	+	+++	+	+++++

1) 平均1果当 交配花数：150~170花

2) 調査基準

+ : 果房当 採種数 10粒未満      +++++ : 果房当 採種数 31~40粒  
 ++ :        "        11~20粒      ++++++ :        "        41粒以上  
 +++ :        "        21~30粒

巨峰と Black Hambury を交配親に利用した場合は受精率が顕著に落ちる。巨峰の場合は自殖組合でも採種率が低下し、果粒当り種子数が少ない品種特性に起因する結果だとみえる。こういう品種を種子親に使用する時は他の品種を使うより交配花数を2～3倍に殖やすことに因って採種数がほぼ等しくなるものと見える。1983年一次交配以降現在まで育苗した交配組合別実生苗木数は表2に示す通りである。

表2 交配組合別実生苗木数(株)

♀ \ ♂	Delaware	Campbell Early	Steuben	Schuyler	巨 峰	Black Hamburg
Delaware	287	62	139	88	71	148
Campbell Early	76	226	59	1	42	52
Steuben	19	25	7	12	2	190
Schuyler	67	63	65	90	60	42
巨 峰	38	31	60	66	134	67
Black Hamburg	103	25	76	187	115	169

これら交配実生の中で正常的に生育をしているし、試料量も十分である120株を供試して、耐凍性を調査した結果、Specific Conductivityの分布は40.1から94.0の間に分布した。また、大部分両親の中間値付近に分布したし、両親の中間値と実生の平均値はほぼ一致した(表3)。

Table 2. Percent distribution of specific conductivity of progeny in each cross-combination

Parentage	No. of seedlings	Percent S.C. with interval of 10							Progeny mean	Mid-parent value	Standard deviation
		40-50	50-60	60-70	70-80	80-90	90-100				
Campbell(54.2) X Steuben(55.5)	16	25	75	0	0	0	0	0	51.7	54.85	3.9
Delaware(58.7) X Schuyler(60.5)	9	11	67	11	11	0	0	0	57.7	59.60	6.3
Schuyler(60.5) X Campbell(54.2)	18	6	44	44	6	0	0	0	60.1	57.35	6.5
Campbell(54.2) ⊗	13	0	54	46	0	0	0	0	59.6	54.20	4.2
Delaware(58.7) X Campbell(54.2)	20	0	50	45	5	0	0	0	60.2	56.45	5.0
Kyocho(67.4) ⊗	16	0	0	31	50	19	0	0	73.9	67.40	5.9
Schuyler(60.5) ⊗	2	0	0	50	50	0	0	0	68.6	60.50	11.1
Kyocho(67.4) X Campbell(54.2)	6	0	0	33	33	17	17	0	76.2	60.8	12.5
Black Hamburg(66.7) ⊗	20	0	20	65	15	0	0	0	65.04	66.7	3.7
General mean									63.67	59.76	

\* High specific conductivity means weak cold hardness.

また、耐凍性に弱い品種間に交配をした場合両親より耐凍性が弱い。後代個体の出現が多かった。しかし、耐凍性が強い品種間の交配で両親より耐凍性が強い後代個体の出現は多くなかった。

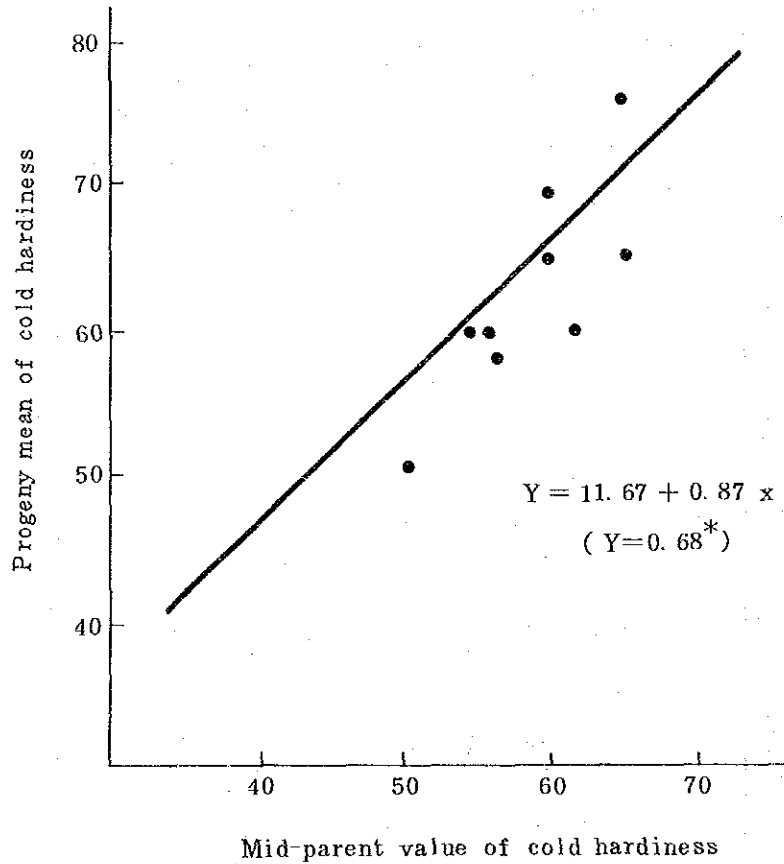


Fig 1. Relationship between mid-parent value of cold hardiness and progeny mean of cold hardiness of 120 grape seedlings.

以上の結果を利用した各組合の両親中間値は実生平均値間の相関を算出した結果、正の相関 ( $r = 0.68^*$ ) が認定された (図1)。しかし、正常的な生育を保ち、且つ十分な量で均一な試料を利用することが出来る実生苗が少なかったため、以上の試験に利用された実生苗数が不十分であった点を勘案する時、今後確保される実生苗数が足らなかった幾つか組合の補充交配を実施して実生苗を十分に確保し、生育が不良にならないように管理のうえ、全体交配実生苗を対象に緊密な耐凍性調査を遂げなければならないと思う。

#### IV 摘 要

ブドウ耐凍性の遺伝様式を究明して、耐凍性品種育成の効率化を目安に、1983年から1987年まで6品種の二面交配を実施のうえ、得た交配実生の耐凍性を調査した。

1. 交配実生の耐凍性は両親の中間に大部分位置した。
2. 耐凍性が弱い品種の交配で両親より耐凍性をもっと弱い個体の出現が多かったが、耐凍性が強い品種間の交配では両親より耐凍性をもっと強い個体の出現率はあまり高くなかった。

#### V 残余問題点と今後の対策

本研究において、electric conductivity test による交配実生苗の耐凍性調査は実生苗の生育も不良だし、試料量が不十分で、養成した交配実生苗全部を調査することが出来ず、その中、一部だけ調査分析した一次的結果である。今後全体実生苗に対する精密な耐凍性検定を実施、耐凍性の遺伝様式を再検討する必要があるべきだと考える。

また、electric conductivity test は試料採取および調査過程上誤差が甚だしくて正確性と反復効果が期捺に及ばないので誤差を減らし、多数の試料を効果的に調査することが出来る簡便ながらも効率的な耐凍性検定技法の開発が時急要求されるものである。

#### VI 引用文献

1. Aalders, L.E. and D.L. Craig. 1961. Progeny performance of seven red raspberry varieties in Nova Scotia. Can. J. Plant Sci. 41 : 406 - 408.
2. Fejer, S.O. 1976. Combining ability and correlations of winter survival, electrical impedance, and morphology in juvenile apple trees. Can. J. plant Sci. 56 : 303 - 309.
3. Mowry, J.B. 1964. Inheritance of cold hardiness of dormant peach flower buds. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 85 : 128 - 133.
4. Nybom, N., P.O. Bergendal, E.L. Olden, and P. Tamas. 1962. On the cold resistance of apples. Eucarpia 182 : 66 - 73.
5. 劉永山, 金有煥, 洪淳範, 1975 葡萄の木の耐寒性に関する研究。第1報, 葡萄の木の, 品種別, 耐寒性に関する研究, 農事試験研究報告第17輯(園芸・農工): 13 - 18.

6. Westwood, M.N. 1978. Temperate zone pomology. W.H. Freeman and Company, San Francisco .

研究課題：気象災害の対応技術確立に関する研究

題 目：品種的対応技術の確立

項 目：冷害地帯適応性水稻品種の生態的反應に関する研究

実施機関：作物試験場

担 当 者：崔海椿，趙守衍，朴来敬，金圭原，文昌植

## I 緒 言

作物育種過程は大体あまたの時間と労力および経費を必要とするもので、新育成品種とあればできるだけ長年月に亘って広地域に普及し栽培されるのが望ましい。いわゆる広地域適応性品種育成が理想的ではあるが、その実現は難事であるから、ある特定地域で収量能力が優秀な品種を選抜育成することに因って適地適品種を多様化するということが現実的だと思う。AllardとBradshaw<sup>1)</sup>は相異なる環境に対する品種の反応様相をいくつか想定して、これらの遺伝子、環境間の交互作用に因って惹起される複雑な現象に対応する適切な対策として予測可能な環境条件に対しては地域区分と特定地域に適応する品種の按配で、また、低・高温の来襲や病虫害発生などのように予測不可能な環境条件に対しては、緩衝能力を持った品種での栽培で対応しなければならないと主張した。

品種はそれぞれ栽培環境条件によって異なる生態的な反応を示すので品種選抜、育成の中では、これらの遺伝子×環境間の交互作用が選抜操作上かなり大きい障碍要素として抬頭される。

本試験は中北部早生および極早生品種の栽培地帯に適応するイネ品種の生態的反應特性を把握して、数箇所主要地域に適応する理想型を具体化させると同時に、これらの地域での生態的反應と平野地の所得作物の前後作栽培および冷水掛け流し検定圃での生態的反應との関係を究明すべく、5箇所3年間行なわれた。その結果、いくつか有用な情報を得たのでここに報告する。本試験施行時、鉄原，珍富，連谷および春川試験地の皆様には絶大なるご支援を頂いた。ここに関係各位に対して厚くお礼申し上げる。

## II 材料および方法

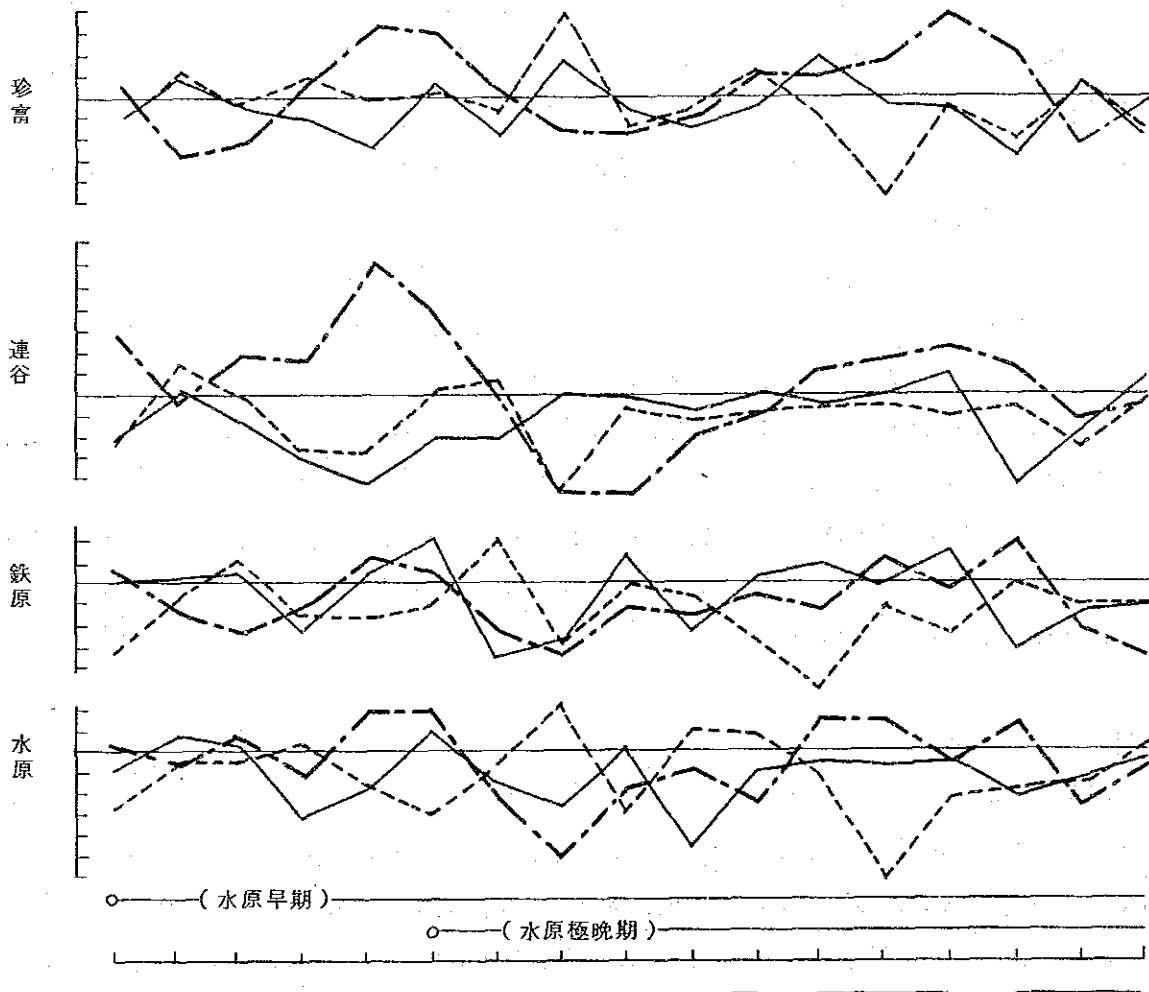
本試験は1985年～1987年まで3ヶ年にわたって5個地域（水原，鉄原，珍富，連谷，春川）で早生および極早生15品種を供試，表1のように，水原では，早期および極晩期栽培，春川では17℃冷水を水深5cmぐらいで移植，活着から成熟期まで長期掛け流し処理を，そのほかの試験地では，作物試験場の標準耕種法による栽培条件で行った。試験区配置は各試験地および作期別に乱塊法2反復に実施し，出穂期，稈長など主要生育特性と収量および収量構成形質を調査した。収量および収量構成形質と出穂までの生育日数に対する安定性評価はEberhartとRussell<sup>4)</sup>が提案したモデルを適用して，15環境（5栽培形態，又は地域での3ヶ年）を対象として分析した。

試験期間中，試験地別日平均気温とは日照時数を平年対比で現したのが図1である。



表1 各試験地別栽培様式

試験地	播種期 (月.日)	移期 (月.日)	栽植距離 (cm)	株当り苗 数 (本)	苗の種類	施肥量(Kg/10a)		備考
						N-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -K <sub>2</sub> O		
水原(早期)	4.10	5.20	30×12	5	保温畑苗	12-9-11		17℃冷水 処理(5cm) (活着~成熟)
水原(極晩期)	6.5	7.5	30×12	5	水苗	12-9-11		
鉄原	4.10	5.20	30×12	5	保温折衷	12-12-13		
珍富	4.10	5.20	30×12	5	保温畑苗	12-12-13		
連谷	4.10	5.20	30×12	5	保温折衷	12-12-13		
春川	4.15	5.25	25×15	1	保温折衷	12-8-8		



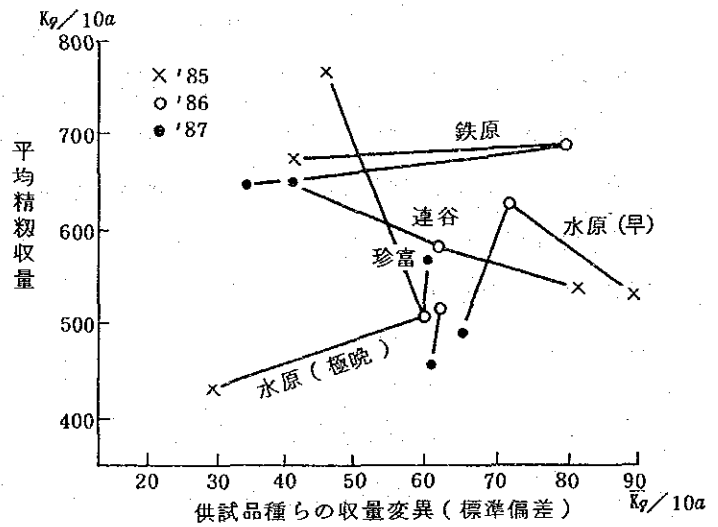
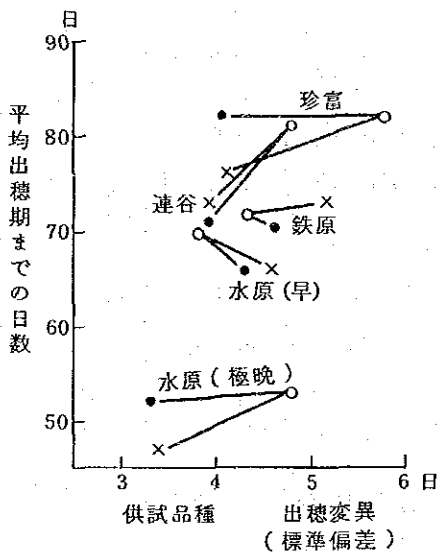
休栽培期間中の地域別日照時数(平年対比)

### III 試験結果および考察

#### 1) 試験地間および年次間の品種生態反応の差異

供試品種の出穂までの日数に対する試験地別の年次間変異を見ると(図2)平均出穂までの日数は水原(極晩期) < 水原(早期) < 鉄原 ≦ 連谷 < 珍富の順に長く、出穂変異(標準偏差)は年によって差が大きい。'86年の場合珍富、連谷および水原極晩期で著しく大きかったが水原早期と鉄原では逆に小さくなった。大体平年の気象条件で推測してみると品種間の出穂変異幅は鉄原で一番高かった。

平均精籾収量は年次変動があまりなかった。鉄原で一番高かったが、生育中期多少低温で日照りが不良だった'86年には収量の品種間変異幅がかなり大きい。珍富は平均精籾収量の年次変異が、連谷と水原早期および極晩期は収量の品種間変異幅(標準偏差)の年次変異が大きかった(図2)。収量の品種間変異が激しかったのは、'85年度の水原早期と連谷、'86年度の鉄原であったが、収量変異幅の年次変異が甚だしい地域では、同一熟期の標準品種に因る比較と最少限3年以上の試験栽培結果をもって品種選抜をしなければならないと思う。



供試品種の出穂までの日数に対する地域間相関係数をみれば(表2)。3年間どの地域間はその試験地で選抜をしても育種効率は高いものと思われる。大体水原と連谷及び鉄原と連谷間では相関性が高いし、鉄原と珍富間では多少おちる傾向。水原に対比する出穂遅延程度の地域間相関係数では、特に珍富と連谷間に高い相関を表わしたが、'85年と'86年には正方向、'87

年には負方向で正反対の傾向を示した(表2)。これは'87年の生育初・中期に連谷で高温多照好天氣の連続のため、低温に沿う出穂遅延現象がほとんど現われなかったからであると思われる。この2地域で水原に対比する出穂遅延様相が似ているのは、生育初・中期の低温寡照の気象現象が類似した型で稲出穂に影響を及ぼすためだと思ふ。

供試品種の精穀収量に対する地域間相関係数をみれば(表3)、'85年には水原早期と鉄原、'86年には水原早期と珍富及び水原極晩期と珍富、'87年には水原極晩期と珍富間に高度の有意の相関を表わしたし、外のいくつかの地域間でも同じ相関を示した。これら地域間収量反応の相関性は主に収量構成要素形成の重要期間中の気温や、日照みtainな主要気象要素の影響に大きく左右されるものと考えらる。勿論、品種の地域反応には気象要因だけでなく、土壌条件や病虫害発生程度もかなり大きい影響を及ぼす。<sup>6)</sup>

水原早期と極晩期間又は水原早期と連谷間にはほとんど相関性がないか、あるいは有意なる水準ではなくとも、負方向の関係を表していることは現地選択を通じた育種が必要であり。環境条件に合う品種の多様化が望ましい — ということであろう。

表2 供試品種の出穂までの日数および水原対比出穂遅延日数に対する地域間相関関係

相 関 関 係	年 度	水原(早)	水原(平)	水原(平)	鉄 原	鉄 原原	珍 富
		鉄 原	珍 富	連 谷	珍 富	連 谷	連 谷
出穂までの日数 間の相関係数	'85	0.899**	0.922**	0.982**	0.890**	0.938**	0.909**
	'86	0.943**	0.886**	0.918**	0.885**	0.927**	0.933**
	'87	0.960**	0.943**	0.949**	0.889**	0.949**	0.918**
水原対比出穂遅 延日数間の相関 係数	'85	0. —	—	—	0.294	-0.06	0.552**
	'86	0. —	—	—	0.363	-0.489	0.696**
	'87	0. —	—	—	-0.260	0.309	-0.665**

表3 供試品種の精穀収量に対する地域間相関関係

年 度	精穀収量の地域間相関係数									
	水原(早) -水原 (極晩)	水原(早) -鉄原	水原(早) -珍富	水原(早) -連谷	水 原 (極晩) -鉄原	水 原 (極晩) -珍富	水 原 (極晩) -連谷	鉄 原 -珍富	鉄 原 -連谷	珍 富 -連谷
'85	0.279	0.709**	0.526*	0.121	0.320	0.145	0.50*	0.499*	0.033	0.242
'86	0.020	0.219	0.654**	-0.145	0.514*	0.720**	0.395	0.416*	0.535*	0.272
'87	-0.304	0.337	-0.179	-0.363	-0.097	0.652**	0.196	0.316	0.449	0.401

表4 試験地別収量構成要素の収量に対する寄与率

試験地	年度	収量に対する直接経路係数					R <sup>2</sup>
		株当り 穂数	穂当り 穎花数	完全 登熟粒重	登熟歩合	残余	
水原(早期)	'85	-0.544	0.222	-0.026	0.531	0.589	0.653
	'86	0.049	0.477	0.143	0.295	0.851	0.275
	'87	-0.198	0.261	0.497	0.407	0.370	0.863
水原(極晩期)	'85	-0.026	0.204	0.141	0.254	0.948	0.102
	'86	0.187	0.264	0.130	0.645	0.763	0.418
	'87	-0.145	-0.103	0.198	0.656	0.548	0.699
鉄原	'85	0.864	0.885	0.001	0.198	0.787	0.381
	'86	0.327	0.433	0.522	-0.190	0.692	0.521
	'87	0.210	0.751	0.449	0.378	0.742	0.449
珍富	'85	0.596	1.134	0.142	0.096	0.575	0.669
	'86	0.367	0.513	0.237	0.629	0.569	0.676
	'87	0.666	0.914	0.346	0.708	0.447	0.800
連谷	'85	-0.375	-0.131	0.268	0.354	0.848	0.281
	'86	-0.029	0.347	0.200	0.316	0.910	0.172
	'87	-0.786	-0.282	-0.270	0.733	0.483	0.766

試験地別に多収性系統選抜育成のため、主要構成形質を模索すべく収量構成形質の精粒収量に対する標準偏回帰係数(直接経路係数)を求めたところ(表4)年度に伴い相異なる結果を示したが、大体、水原早期及び極晩期と連谷では登熟率が、鉄原と珍富では穂当り穎花数が一番大きく収量に寄与するものと思われる。特に生殖生長期と登熟期に低温の影響を多く受ける地域や、栽培時期では、登熟率がなによりも重要な要素として収量に影響を及ぼした。

品種の熟期と収量間の関係をみれば、'86年珍富と'87年水原早期栽培で熟期が遅いものほど収量が高い傾向を示した場合を除いては大体出穂期が早い品種ほど収量が高い傾向を示した(表5)。かかる傾向は'85年水原早期と'86年水原極晩期で特に顕著に現われた。

春川冷水処理耐冷性検定圃で調査された耐冷性関連特性と各地域収量間の相関係数みると(表5)特に'87年度のように珍富や連谷および鉄原みたいに稔実障碍型冷害に因る収量減少があ

表5 供試品種の熟期および耐冷性関聯形質と地域別精穀収量との相関関係

試験地	年度	地域別精穀収量と熟期および耐冷性関聯形質間相関係数						
		平均出穂 までの 日数	耐冷性関聯形質(春川)					
			出穂 遅延率	稈長 短縮率	穂数 減少率	穎花数 減少率	水口 稔実率	達 生育概評
水原 (早期)	'85	-0.846 <sup>**</sup>	0.229	0.051	0.373	-0.438	-0.166	-
	'86	-0.564 <sup>*</sup>	-0.234	-0.568 <sup>*</sup>	0.187	0.126	-0.015	-0.027
	'87	0.505 <sup>*</sup>	-0.124	-0.180	0.140	0.148	-0.064	0.077
水原 (極晩期)	'85	-0.053	0.106	-0.02	0.730 <sup>**</sup>	-0.269	0.499 <sup>*</sup>	-
	'86	-0.663 <sup>**</sup>	0.203	0.252	-0.471	-0.374	-0.192	-0.047
	'87	-0.419	0.053	0.355	-0.053	-0.082	-0.382	-0.485
鉄原	'85	-0.588 <sup>*</sup>	-0.167	-0.225	0.168	-0.604 <sup>*</sup>	0.128	-
	'86	-0.451	0.418	-0.070	-0.390	-0.433	-0.178	-0.045
	'87	0.017	-0.529 <sup>*</sup>	-0.144	0.439	-0.180	-0.515 <sup>*</sup>	-0.529 <sup>*</sup>
珍富	'85	-0.041	0.261	0.676 <sup>**</sup>	0.417	-0.319	0.0	-
	'86	0.918 <sup>**</sup>	-0.074	-0.281	-0.243	-0.234	-0.009	-0.214
	'87	-0.353	-0.212	0.245	0.236	-0.299	-0.547 <sup>*</sup>	-0.730 <sup>**</sup>
連谷	'85	-0.439	-0.214	0.173	0.317	-0.125	0.103	-
	'86	-0.177	0.635 <sup>*</sup>	0.268	-0.544 <sup>*</sup>	-0.246	0.107	-0.264
	'87	-0.336	-0.633 <sup>*</sup>	-0.204	0.144	-0.425	-0.173	-0.669 <sup>**</sup>

った地域では春川耐冷性検定圃で達観生育概評が良好であった品種ほど精穀収量が高い傾向を示した。'85年水原極晩期と珍富では各々穂数減少率及び稈長短縮率と精穀収量間に有意な正の相関を示したが、こういう耐冷性関連形質と各地域収量反応との相関関係である一貫した傾向を窺うことが出来なかった。

2) 供試品種の環境安定性

地域別に供試品種の出穂期と籾米収量に対する3個年の成績と平均値を示したのが表6である。標準品種・小白イネに比べて有意な増収を現わしたのは、'85年に鉄原で秋光と珍富2号が'86年には水原極晩期および連谷で秋光イネが、水原極晩期で水原335号、'87年には水原極晩期で水原335号、連谷で珍富2号が各々そうであった。

これら供試品種の環境安定性評価を5地域の3カ年成績(15環境)にふまえて出穂までの日数、収量構成要素及び収量に対してEberhartとRussell<sup>4)</sup>のModelを適用した分析の結果(表

7) 出穂までの日数では水原 335 号, 冠岳イネ農白等熟期が遅い早生種と小白イネおよび雉岳イネ等極早生種が不安定性向であった。また, 穂当り類花数及び登熟率では, 穂重型の大成イネ, 珍富 1 号, 天摩イネ等が, 株当り穂数では穂数型の水原 335 号, 雪嶽イネ, 福光イネ等が粒重では水原 335 号, 大成イネ, 雪嶽イネ等が, 莖当り全乾重では秋光イネ, 白岩イネ, 珍富 1 号等が, 籾米収量では, 冠岳イネ, 珍富 1 号, 大成イネ及び天摩イネ等が特に不安定性向であった。

全地域平均籾米収量と環境安定性母数の回帰係数との関係図(図 3)を見れば, 五台イネ, 秋光イネ及び小白イネ等が平均収量が高く, 平均またはそれ以上の環境安定性を示したが回帰係数と回帰からの偏差程度を皆考慮する時, たとえ収量性は並であっても耐冷性が強い雪嶽及び雉岳イネが最も安定性のあるものと認められた。

品種の収量安定性を評価するにおいて Finlay と Wilkinson<sup>5)</sup> は各品種の収量反応を各環境での平均生産力に対する回帰係数で表示, これを収量安定性の尺度にして各品種の全環境に対す

表 6 地域別供試品種らの出穂期および籾米収量('85~'87)

品種名	地域 形状 年度	水原(早期)			水原(極晩期)			鉄原			珍富			連谷		
		出穂規 (月,日)	籾米 収量 (kg/0a)	同 指数 (%)	出穂 期 (月,日)	籾米 収量 (kg/0a)	同 指数 (%)	出穂 期 (月,日)	籾米 収量 (kg/0a)	同 指数 (%)	出穂 期 (月,日)	籾米 収量 (kg/0a)	同 指数 (%)	出穂 期 (月,日)	籾米 収量 (kg/0a)	同 指数 (%)
黎明ビヨ (イネ)	'85	7.23	571	96	8.21	406	95	7.28	720	114	8.2	793	99	7.30	609	97
	'86	7.28	634	92	8.25	578	107	7.29	761	103	8.6	574	105	8.5	560	100
	'87	7.23	460	89	8.27	435	90	7.29	659	103	8.9	574	104	7.28	602	96
	平均	7.25	555	92	8.24	473	97	7.29	713	107	8.6	647	103	7.31	590	98
雪嶽ビヨ (イネ)	'85	7.26	549	92	8.20	416	97	7.31	634	100	8.4	700	88	8.1	572	91
	'86	7.29	596	87	8.27	577	107	7.30	657	89	8.10	515	94	8.10	579	103
	'87	7.24	511	99	8.27	478	99	7.31	569	89	8.9	570	104	7.31	552	88
	平均	7.26	552	93	8.25	490	101	7.31	620	93	8.8	595	95	8.4	568	94
秋光ビヨ (イネ)	'85	7.22	629	105	8.24	495	116	7.27	745*	17	8.1	783	98	7.28	659	105
	'86	7.27	578	84	8.28	598*	111	7.27	779	105	8.4	558	102	8.5	676*	120
	'87	7.27	479	93	8.28	472	98	7.31	653	102	8.9	583	106	7.31	645	103
	平均	7.25	562	94	8.27	522	108	7.28	726	108	8.5	641	102	8.1	660	109
小白ビヨ (イネ)	'85	7.19	595	100	8.16	428	100	7.27	633	100	8.1	799	100	7.26	629	100
	'86	7.23	686	100	8.21	540	100	7.27	741	100	8.6	548	100	8.5	562	100
	'87	7.20	516	100	8.22	481	100	7.24	639	100	8.8	550	100	7.27	626	100
	平均	7.21	599	100	8.20	483	100	7.26	671	100	8.5	632	100	7.30	606	100
五台ビヨ (イネ)	'85	7.26	608	102	8.23	447	104	7.29	652	103	8.2	787	98	8.1	569	90
	'86	7.29	708	103	8.30	506	94	7.30	728	98	8.6	560	102	8.9	648	115
	'87	7.24	564	107	8.28	457	95	7.30	696	109	8.9	602	109	7.29	682	109
	平均	7.26	623	104	8.27	470	98	7.30	692	103	8.5	650	103	8.3	633	105
雉岳ビヨ (イネ)	'85	7.20	519	87	8.14	403	94	7.30	660	104	8.1	745	93	7.27	529	84
	'86	7.28	601	88	8.21	506	94	8.1	594	80	8.6	527	96	8.6	601	107
	'87	7.20	508	98	8.20	494	103	7.27	628	98	8.4	588	107	7.28	634	101
	平均	7.23	543	91	8.18	468	97	7.30	627	94	8.4	620	99	7.31	588	97

品 種 別	地域 形質 年度	水原(早期)			水原(極晩期)			鉄 原			珍 富			連 谷		
		出穂 期 (月,日)	籾米 収量 (kg/10a)	同 指数 (%)	出穂 期 (月,日)	籾米 収量 (kg/10a)	同 指数 (%)	出穂 期 (月,日)	籾米 収量 (kg/10a)	同 指数 (%)	出穂 期 (月,日)	籾米 収量 (kg/10a)	同 指数 (%)	出穂 期 (月,日)	籾米 収量 (kg/10a)	同 指数 (%)
農 白	'85	7.31	384	65	8.24	374	87	8.6	609	96	8.10	734	92	8.4	500	79
	'86	7.31	574	84	8.28	468	87	8.2	550	74	8.17	464	85	8.12	580	103
	'87	7.30	330	64	8.27	441	92	8.5	609	95	8.15	507	92	8.7	633	101
	平均	7.31	429	71	8.26	428	89	8.4	589	88	8.14	568	90	8.8	571	94
冠岳ビヨ (イネ)	'85	8.2	437	73	8.25	407	95	8.10	642	101	8.12	741	93	8.7	444	71
	'86	8.4	450	66	8.30	465	86	8.7	701	95	8.21	374	68	8.19	599	107
	'87	7.31	374	72	8.28	381	79	8.6	629	98	8.16	556	101	8.6	659	105
	平均	8.2	420	70	8.28	418	87	8.8	657	98	8.16	557	87	8.10	567	94
福光ビヨ (0ネ)	'85	7.26	532	86	8.22	452	106	7.30	664	106	8.6	733	92	8.1	471	75
	'86	7.29	600	87	9.2	467	86	8.1	732	99	8.12	454	83	8.11	625	111
	'87	7.27	506	98	8.29	468	97	7.30	681	107	8.12	611	111	7.31	633	101
	平均	7.27	546	90	9.28	462	96	7.31	692	104	8.10	599	95	8.4	576	96
白岩ビヨ (イネ)	'85	7.30	479	81	8.21	440	103	8.3	655	103	8.6	662	83	8.4	514	82
	'86	7.30	560	82	8.31	454	84	8.2	554	75	8.14	410	75	8.10	443	79
	'87	7.27	452	88	8.28	401	83	8.1	620	97	8.11	395	72	8.1	621	99
	平均	7.29	497	84	8.27	432	90	8.2	610	92	8.10	489	77	8.5	526	87
天摩ビヨ (イネ)	'85	7.28	429	72	8.23	422	99	8.5	658	104	8.7	770	96	8.3	533	85
	'86	8.1	677	99	9.2	436	81	8.3	578	78	8.15	458	84	8.12	540	96
	'87	7.28	560	109	8.31	342	71	8.1	687	108	8.15	500	91	8.2	625	100
	平均	7.29	555	93	8.29	400	84	8.3	641	97	8.12	576	90	8.6	566	94
大成ビヨ (イネ)	'85	7.24	520	87	8.24	426	100	7.30	657	104	8.2	787	98	7.31	533	85
	'86	7.28	705	103	8.31	445	82	7.30	738	100	8.7	504	92	8.7	584	104
	'87	7.23	544	105	8.29	414	86	7.29	641	100	8.8	548	100	7.28	656	105
	平均	7.25	590	98	8.28	428	89	7.30	679	101	8.6	613	97	8.1	591	98
珍富1号	'85	7.22	642	108	8.21	437	102	7.27	721	114	7.31	854	107	7.29	544	86
	'86	7.25	612	89	8.27	568	100	7.29	732	99	8.4	536	98	8.5	597	106
	'87	7.21	464	90	8.25	462	96	7.26	678	106	8.5	615	112	7.26	691	110
	平均	7.23	573	96	8.24	489	99	7.27	710	106	8.3	668	106	7.30	611	101
珍富2号	'85	7.17	636	107	8.15	397	93	7.24	737*	116	7.29	765	96	7.26	327	52
	'86	7.20	731	107	8.16	494	91	7.21	600	81	7.31	569	104	8.1	458	81
	'87	7.16		—	8.20	489	102	7.20	628	98	8.2	613	111	7.23	729*	116
	平均	7.18	684	107	8.17	460	95	7.22	655	98	7.31	649	104	7.27	505	83
水原 335号	'85	7.29	378	64	8.21	452	106	8.10	630	100	8.9	747	194	8.7	581	92
	'86	8.2	632	92	8.25	627**	116	8.7	693	94	8.15	500	91	8.17	596	106
	'87	7.29	455	88	8.26	548*	114	8.5	663	104	8.13	628	114	8.3	674	108
	平均	7.30	488	81	8.24	542	112	8.7	662	99	8.12	625	100	8.9	617	102
L.S.D. 0.5および C.V. (%)	'85	L.S.D.	80.2			67.9			80.5			97.7			71.8	
		C.V.	7.1			7.4			5.6			8.5			4.4	
	'86	L.S.D.	75.1			53.3			64.1			58.0			91.2	
		C.V.	5.7			4.8			4.4			5.4			7.4	
'87	L.S.D.	96.7			62.4			77.0			69.5			78.6		
	C.V.	9.3			6.5			5.6			5.7			5.7		

表7 供試品種らの形質別環境安定性母数 (Eberhart - & - Russel's model)

品 種 名	出穂までの日数		穂当り穎花数		登熟歩合(%)		莖当り全乾重(%)		株当り穂数		完熟登熟粒重(%)		稈米収量(kg/10a)								
	平均	F	平均	F	平均	F	平均	F	平均	F	平均	F	平均	F							
小白	64.1	1.06	3.9	0.85	92.7	0.85	3.7	0.54	0.2	2.78	0.96	0.78	14.5	0.86	1.3	25.2	1.02	7.6	598	0.96	2.4
雉岳	64.8	1.11	10.0	0.58	80.0	0.58	3.9	0.53	0.1	2.55	0.80	2.2	15.7	0.99	4.6	24.9	0.68	2.1	571	0.81	1.4
珍蜜1号	65.5	0.86	1.8	1.47	99.8	1.47	4.0	2.76	10.2	2.92	1.18	1.8	14.8	1.14	1.9	24.4	0.79	1.6	608	1.17	2.1
黎明	66.8	0.92	2.9	0.98	89.4	0.98	1.8	0.67	0.2	2.89	0.99	2.1	14.2	0.93	1.4	25.7	0.89	4.1	596	1.10	2.6
秋光	67.4	0.82	11.7	1.01	88.0	1.01	9.3	0.86	0.1	2.89	1.24	2.6	14.9	1.06	5.0	25.7	0.78	0.7	622	0.94	3.6
大成	68.2	0.82	2.3	1.52	93.9	1.52	2.5	1.19	0.2	2.95	0.94	1.5	13.8	0.83	1.3	25.4	1.34	1.4	580	1.15	2.4
五台	68.4	0.87	3.5	0.98	86.1	0.98	0.9	1.09	0.2	2.95	0.99	2.7	14.2	0.87	2.0	28.1	0.96	3.5	613	1.00	1.8
鷹嶽	68.8	1.01	1.5	1.13	73.4	1.13	1.5	0.72	0.1	2.40	0.73	2.2	16.6	1.23	2.6	26.0	1.29	2.7	565	0.67	1.5
榎光	70.2	0.95	7.2	0.89	73.3	0.89	1.3	1.11	0.1	2.65	0.98	2.5	16.5	1.23	2.1	26.7	1.18	1.3	574	1.01	2.6
白岩	70.9	1.02	5.3	0.97	84.7	0.97	4.7	0.69	0.1	2.84	1.22	1.5	14.4	0.80	2.3	24.9	1.04	3.9	511	0.85	4.3
天摩	72.3	1.00	3.8	1.07	96.5	1.07	1.9	1.19	0.2	2.92	1.07	1.3	14.2	0.66	1.8	23.7	0.89	1.1	548	1.12	5.7
水原335号	72.8	1.22	2.8	0.97	75.6	0.97	0.9	0.63	0.2	2.64	0.94	1.1	16.6	1.37	2.1	25.2	1.36	1.6	587	0.90	5.9
農白	72.9	1.12	10.1	0.95	89.7	0.95	4.7	1.03	0.2	2.91	0.99	5.7	14.1	0.9	1.1	25.5	1.10	3.3	517	1.07	3.7
冠岳	75.6	1.21	7.6	0.64	74.1	0.64	1.2	0.99	0.3	2.43	0.94	3.2	17.5	1.13	1.2	24.9	0.70	5.0	524	1.24	4.8

※ 平均：水原早期，水原極晩期，鉄原，珍蜜，選谷での3年間2反復(5×3×2)の平均値

b：回帰係数，F：回帰からの偏差平均/誤差平均平方比が各々\*：5%；1%水準で有意である。



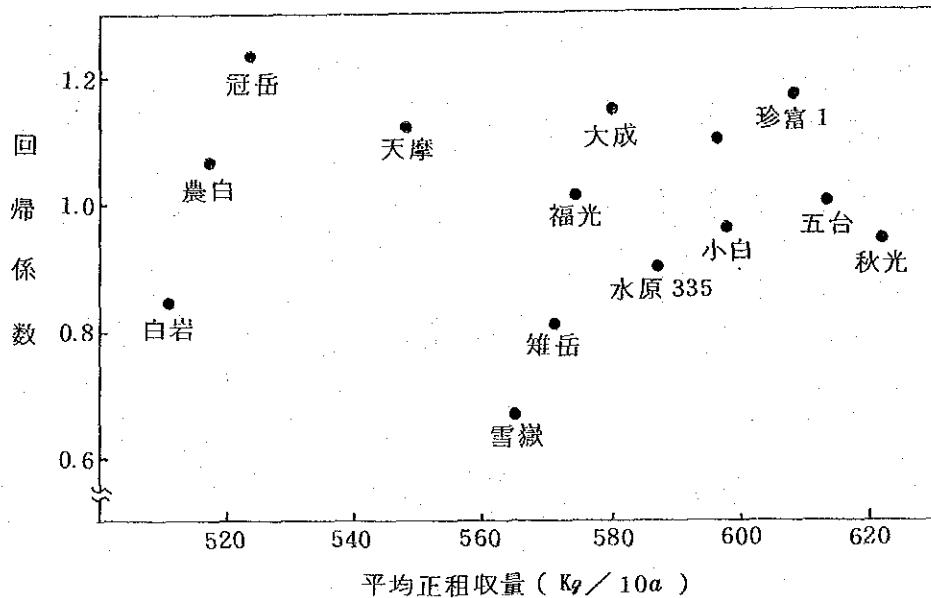


図3 供試品種らの地域および年次収量反応回帰係数と平均籾米収量との関係

る平均収量と共にその能力を評価した。Eberhart と Russell<sup>4)</sup> は斯かる回帰係数と共に回帰からの偏差も安定性尺度に対する重要な指標に取るを提案した。また、奥野等<sup>9)</sup> は収量に対する品種×環境間交互作用項として、主成分分析法を適用し、ここに得た上位主成分値として安定性の指標と見做そうとした。崔等<sup>3)</sup> は奥野<sup>9,10)</sup> が提案したことのある収量の交互作用項を利用した主成分分析から得た第1主成分が収量と共に Finlay の回帰係数及び回帰からの偏差等を総合して品種の安定性を評価することが出来る良い指標になるのを認め、特に回帰係数が収量安定性の主要指標であることが確認された。

ここでは耐冷性程度や出穂性、特に収量安定性に大きく影響したものと見えるし、収量構成要素中では穂当り穎花数と登熟率の環境安定性が収量安定性の主要関係になるものと推定された。松尾、上田<sup>8)</sup> は品種の収量安定性特に窒素肥料に対する反応の大小が大いに影響を受けているものと報告されているが、供試品種と環境の多様性に沿って試験結果がかなり差異を見せることであり、Matsuo 等<sup>7)</sup> が考察したように、ある制限された環境と品種でジノタイプの環境反応型を完全に評価することは大変難しいことである。

全地域平均収量と回帰係数間には何の有意関係も見せなかったが、供試材料や環境に因って多様な相関関係を示すものと知られている。<sup>2,7)</sup>

#### IV 摘 要

本試験は中北部極早生または早生品種栽培地帯で適応する稲品種の生態的反応を把握し、各地域に適応する品種選抜のための主要指標形質を具体化させると同時にこれら地域での生態的反応と平野地所得作物前後栽培及び冷水処理検定圃での生態的反応との関係を究明すべく、極

早生及び早生系15品種を水原早期及び極晩期栽培，鉄原，珍富，連谷，春川（耐冷性検定圃）に供試して，1985～1987年の3年間に亘って得た主要生育特性収量構成要素及び収量成績を分析したものでその結果を要約すれば次の通りである。

- 1) 供試品種の出穂までの日数及び籾米収量に対する平均値と品種間変異程度（標準偏差）を見れば，平均出穂までの日数は水原に比べて鉄原および連谷は5～7日，珍富は13日くらい長かったし，品種間出穂変異程度は'86年珍富で最も激しかった場合を除いては平年気象条件では鉄原が一番激甚であった。平均籾米収量は85年に珍富で最高収量を挙げた時を除いては，鉄原で年次間変異がほとんどない最高収量を示したし，珍富を除いてはどの地域でも品種間収量変異幅の年次変異が大きかった。3年平均品種間収量変異程度は水原早期栽培でもっとも大きい。3年平均収量から見れば，鉄原，珍富，連谷などの試験地でも平野地の水原の早期栽培よりは高かった。
- 2) 出穂期に対する選抜効果はどの試験地で行っても所期の成果は挙げられると見え，水原対比出穂遅延程度は連谷と珍富間で最も高い。
- 3) 籾米収量に対する地域間相関関係は，'85年に水原早期と鉄原，'86年に水原早期及び極晩期栽培と珍富間，'87年に水原極晩期と珍富間に高度の有意相関を示した。
- 4) 収量構成要素の籾米収量に対する寄与度が最も大きかったのは，年度に沿って多少相異なる結果を見せたが，大体水原早期及び極晩期栽培と連谷では登熟期，鉄原と珍富では穂当り穎花数であった。
- 5) 品種の熟期と籾米収量間には'86年珍富と'87年水原早期栽培を除いては大体熟期が早い早生品種であるほど籾米収量が高い傾向を見せた。こういう傾向は特に'85年水原早期と'87年水原極晩期で顕著であった。
- 6) '87年度，春川耐冷性検定圃での達規生育概評が良好であった品種ほど珍富や連谷及び鉄原で籾米収量が高い傾向を見せたのは，稔実障害型冷害に対する耐冷性の品種間差異が収量に大きく影響した結果だと考える。
- 7) 出穂までの日数では，熟期が遅い早生種と小白イネ及び雉岳イネ等極早生種が不安定性を見せたし，穂当り穎花数及び登熟率では，偏穂重型品種が，株当り穂数では偏穂数型品種が不安定性向であった。全地域平均籾米収量と環境安定性母数の回帰係数で見て，五台イネ，秋光イネが小白イネ等が平均収量が高かったし，或はそれ以上の安定性を示した。特に回帰からの偏差程度まで考慮する時，耐冷性が強い雉岳及び雪嶽イネが最も安定性が高い傾向を示した。

## V 引用文献

1. Allard, P.W. and A.D. Bradshaw, 1964. Implication of genotype-environmental interactions in applied plant breeding, *Crop Sci.* 4 : 503 - 508.
2. 崔鉉玉, 李鍾薫, 1976. 水稻品種の地域環境適応性と収量安定性の評価に関する研究。農

- 試研報 18 (作物) : 17 - 33.
3. 崔海椿, 鄭根植, 趙守衍, 崔富述, 金七龍, 郭泰淳, 李東昌, 朴南圭, 1984. 水稻品種, 収量安定性評価, 地域特性解析, 韓育誌 16(2) : 238 - 251.
  4. Eberhart, S.A. and Russell, W.A. 1966. Stability parameters for comparing Varieties. *Crop sci* 6 : 36 - 40.
  5. Finlay, K.W. & Wilkinson, G.N. 1963. The analysis of adaptation in a plant breeding programme. *Aust. J. Agric. Res.* 14 : 742 - 754.
  6. 菊池文雄, 1967. 自殖性作物における集団の適応的变化。育種学最近の進歩 8 : 30 - 41
  7. Matsuo, T.F. Kikuchi and K. Kumagai. 1972. Studies on the adaptability of rice. I. Comparative studies on the adaptability of rice varieties tested under different conditions in temperate zone. *Japan J. Breed.* 22 : 83 - 91.
  8. 松尾孝嶺, 上田恒義, 1976. イネ品種の適応性に関する解析的研究 1. 肥料および日射量に対する反応の品種間差異, 日育雑 26 (別冊 2) : 221 - 222.
  9. 奥野忠一, 菊池文雄, 熊谷甲子夫, 奥野千恵子, 塩見正衛, 田端ひろみ, 1971. 品種特性の環境による変動の評価法について - イネ国際協力試験データ (1968) の解析 - 日農技研報 A 18 : 93 - 147.
  10. 奥野忠一ほか, 1971. 多変量解析法, 日科技連出版社 東京, 430

研究課題：気象災害の対応技術確立に関する研究

題 目：栽培的対応技術の確立

項 目：地帯別栽培法差異が水稻生育に及ぼす影響

実施機関：湖南作物試験場

担 当 者：李善龍，李東昌，崔泳根，金尚洙，金丁坤，李基榮，朴茂相，村上利男

## I 緒 言

イネは環境変化に対する適応性が高く低緯度に至るまで、広い地域で栽培されるだけでなく、海拔が低い所から高い所まで栽培されている。このように、適応性が高いのは栽培地域の環境に対する適応力として現われる。わが国は北緯 33°から 43°に位置しているが、この緯度範囲内の平野地ではほとんど水稻が栽培されるだけでなく、中南部地域では、海拔 500 m 内外の山間高冷地でも生態型の差異はあるが水稻が栽培されている。

ところが、同一品種及び栽培条件下で水稻の収量は大体緯度が高い所及び山間高冷地で栽培の場合、緯度と高度が低い平野地よりも高いと言うことが一部試験の結果明らかにされた。この原因は昼夜間の温度較差が大き。

密植に伴う効果に推定されているが、これについての明確な結果の報告は稀である。

本試験は山間高冷地と平野地で水稻の収量差異の原因を明かにして平野地で増収のための基礎資料に活用すべく、南部山間高冷地雲峰と南部平野地裡里で行った。即ち、施肥量を一定にし、栽培密度を異にして、気象及び土壌条件の差異と収量、該当地域一般農家の収量及び栽培法を実測調査検討のうえ得たいいくつかの結果を報告する。

## II 材料及び方法

1986～1987年まで2年間、裡里では雲峰イネ、五台イネ、小白イネ、大晴イネを供試、4月25日と5月30日に3.3㎡当り73,92,102株を(1株3本ずつ)、雲峰では雲峰イネを供試、5月25日に3.3㎡当り92,102株を(1株3本ずつ)各々移植した。施肥料は10a当り窒素12, 磷酸12, 加里13Kgを施用した。その他は該当地域標準栽培によって試験を行った。収量構成要素と収量は農村振興庁調査基準に従って調査した。村田等<sup>13)</sup>が提示した気象条件の消耗徒長効果は平均気温と日照時数を活用、算出のうえ作図された。一方、1986年に裡里と雲峰の試験は場近隣10個農家に対し、栽培法を設問調査した。収量は実測調査によったし、水稻栽培後の土壌は農村振興庁調査基準に従って分析検討した。また、多重回帰分析法を適用、気象要因が登熟比率に及ぼす影響と相俟って出穂期別登熟期の気象生産力を検討した。

## III 試験結果

### 1. 平均気温と出穂日数

稲作期間中裡里と雲峰の平均気温と移植後出穂までの日数を比較すれば図-1のようであ

る。

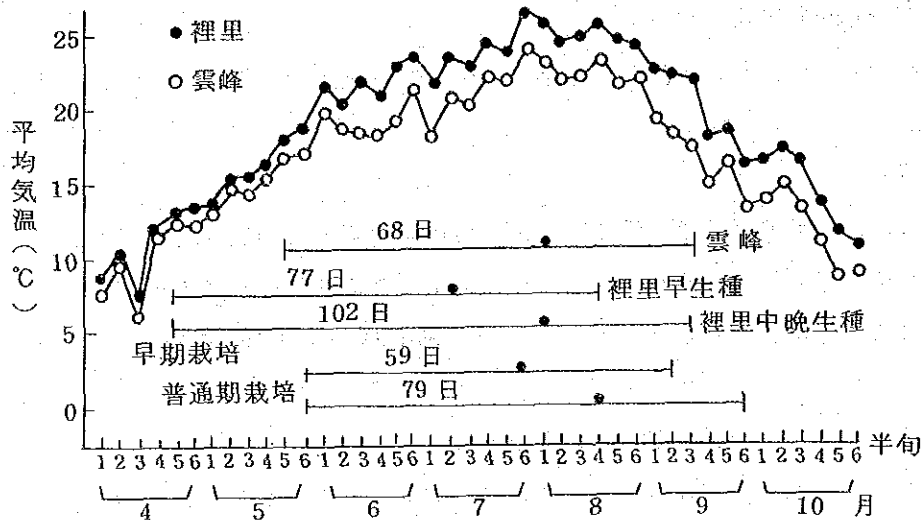


図1 稲作期間中地域別平均気温と出穂日数（'86 - '87平均）

平均気温が最も高い期間は7月下旬～8月下旬で、この期間を中心に、その前後は下がっている。大体雲峰が裡里に比べ全期間を通じて2～3℃ぐらい低い。

一方、裡里で早期栽培（4月25日移植）の場合、移植時から活着及び分蘖盛期までの30日間の気温は5月25日移植の雲峰より低く、その後30日間は裡里の気温が雲峰より1～2℃高い。なお、登熟期の気温は裡里が雲峰より顕著に高い。また、裡里の普通期栽培（5月30日移植）では、雲峰に比べ全生育期間を2～4℃高い温度を維持した。裡里と雲峰で移植から出穂までの日数を栽培型別に見れば、雲峰68日に比べ裡里早期栽培の場合、早生種77日、中晩生種102日、普通期栽培の場合、早生種59日、中晩生種79日で、裡里での早生種普通期栽培の場合は出穂までの日数が著しく短縮される反面、中晩生種を早期栽培すれば出穂までの日数が目立って延びる傾向がある。

## 2. 地域別気象条件の消耗徒長効果

地域別日照時数に対して、温度の呼吸促進効果である消耗徒長効果を比較してみると図-2に示したように、裡里に比べ雲峰は全期間に亘って顕著に低かった。このことは、雲峰が裡里に比べ日照時数が温度に対し相対的に低いことを意味する。即ち、物質の生産に比べ呼吸消耗が少ないことを示唆している。特に6月上旬から8月中旬まではその差がもっと大きく、水稻の収量構成要素中、収量に著しい影響を与える穂数及び穎花数の決定において裡里の方が雲峰に比べ気象条件がよくないことがわかる。

## 3. 地域別土壌中無機成分の差異

地域別土壌中無機成分の差異は表-1のようである。PHは試験場5.4～5.5、農家

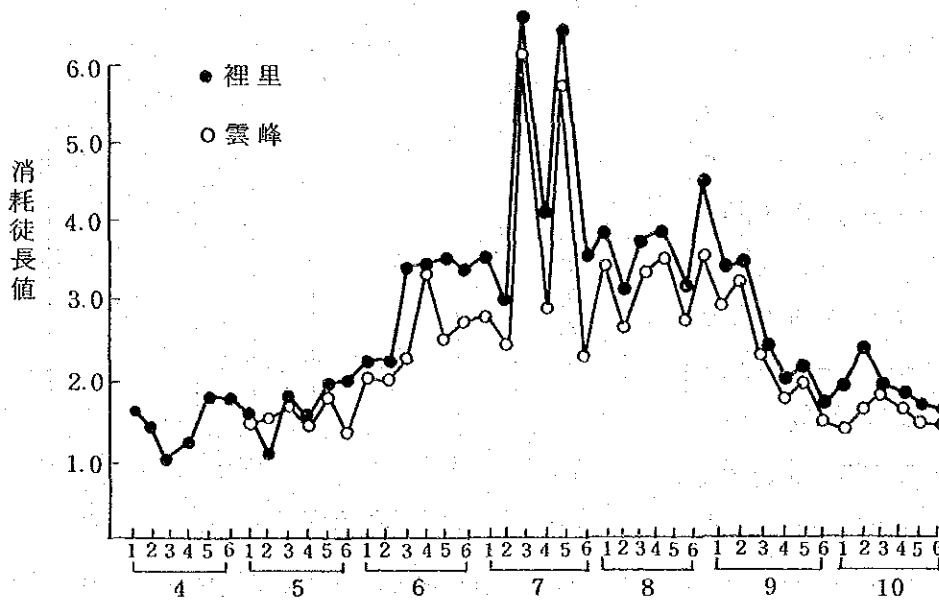


図2 地域別気象条件の消耗徒長効果（'86～'87）

表1 地域別土壤中無機成分（1986）

地域	区分	PH (1:5)	OM -%	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ppm	C E C ml/100g	Ex. Cation(ml/100g)			SiO <sub>2</sub> ppm
						Ca	Mg	K	
雲峰	試験場	5.4	2.1	100.4	11.5	2.59	1.60	1.14	70.1
	農家	5.7	2.3	103.4	10.8	5.40	1.34	0.18	105.0
裡里	試験場	5.5	2.3	74.3	10.6	3.70	2.30	0.15	106.2
	農家	5.8	2.5	85.6	11.0	4.10	3.00	0.21	150.8

ほ場 5.7～5.8，有機物含量は，試験ほ場 2.1～2.3%，農家ほ場 2.3～2.5% で地域及び試験場と農家間差異はあまりなかった。その反面，磷酸は地域間差異が激しく，裡里に比べ雲峰の含量差が 17.8～26.1 ppm 多かったが，これは山間高冷地が平野地より磷酸施用量が多かったのが基因したものと推察される。塩基置換容量は両地域共に 10.6～11.5 ml/100g でその差はあまりなかったし，置換性塩基は加里を除いては平野地に多い方だが，その基はやはりあまりない，硅酸は雲峰に比べ裡里の方が 36.1～45.8 ppm ぐらい多かった。

以上を総合してみると，雲峰と裡里の水稻栽培後土壤中無機成分の差は，磷酸は雲峰の方が多く，硅酸は裡里の方に多かっただけで，その他の成分は大差がない。それで無機成分差異が収量に及ぼす影響は認め難い。

#### 4. 地域別収量比較

##### 1) 試験場

裡里と雲峰で早生種及び中晩生種の栽培型別収量を比較すること図-3のように、雲峰の収量が581 Kg/10aに比べ裡里の中晩生普通期栽培の収量が483 Kg/10aでその差が著しい。また、裡里で早生種早期栽培時、普通期栽培に比べ3%の増収率を示したし、中晩生種は早期栽培に比べ普通期栽培で9%の増収率をみせた。即ち、早生種は早期栽培で、中晩生種は普通期栽培で各々増収の傾向を示した。

一方、早期栽培時、栽植密度増大効果は中晩生種より早生種で大きい、102株/3.3㎡では品種の熟期間差があまりなかった。普通期栽培では早生種の栽植密度増加効果より中晩生種の方が大きい。雲峰では92株/3.3㎡の栽植密度に比べ102株/3.3㎡でほんの2%増収率をみせたが、施肥量と同じ条件下では、平野地の裡里の方が山間高冷地雲峰に比べ栽植密度増加効果が高い。

## 2) 近隣農家

地域別試験ほ場の近隣農家栽培法による収量を求めるために各々10戸の農家ほ場に対し、栽培法のアンケート調査と共に、栽培距離と収量を実測調査検討した結果が図-5

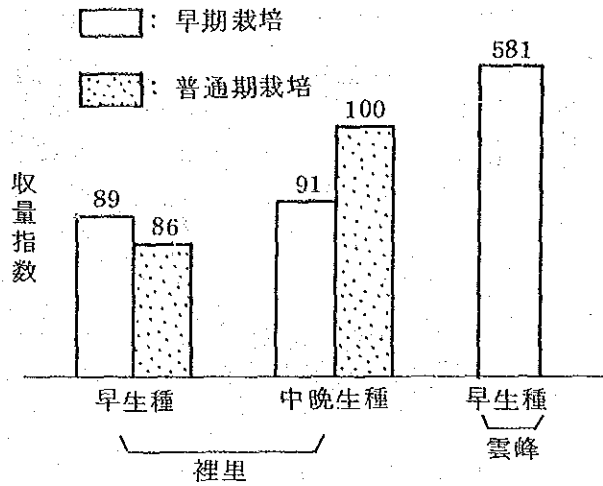


図3 栽培型別、品種の熟期別収量('86-'87)

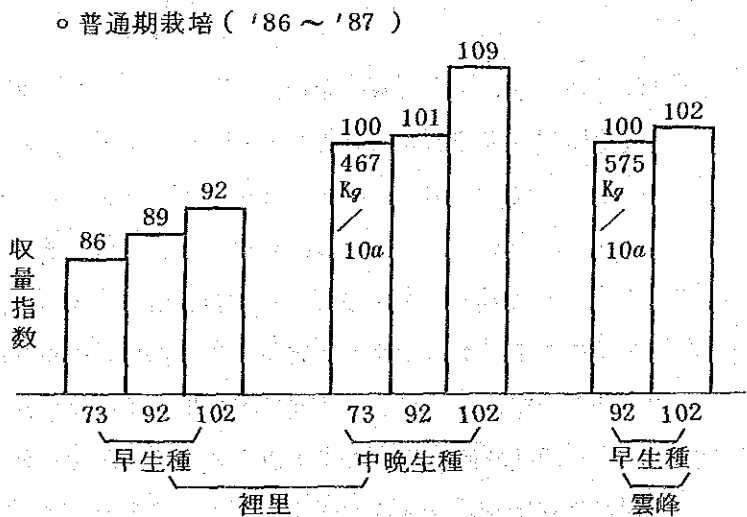
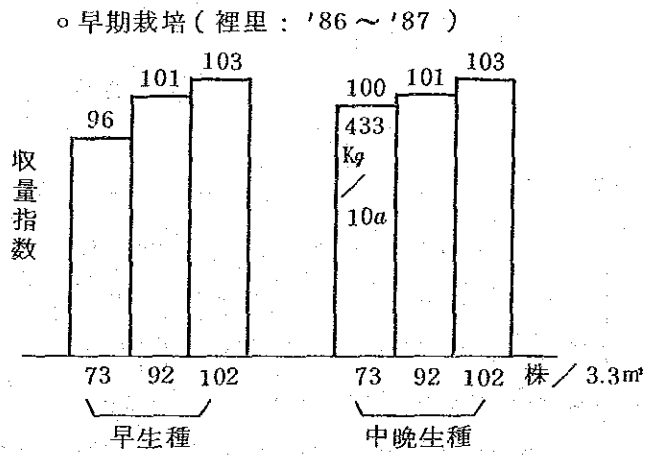


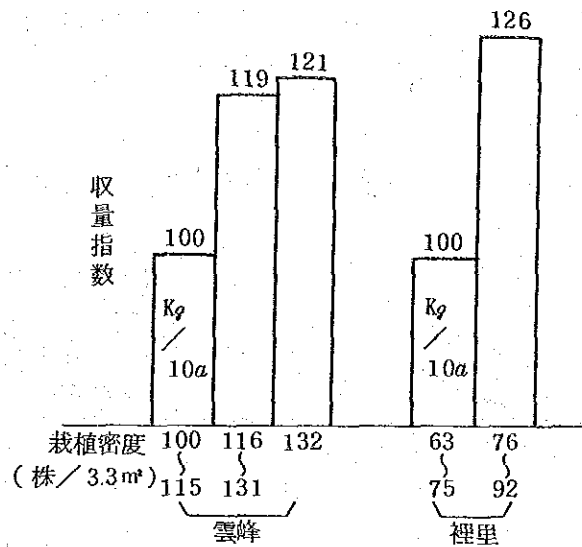
図4 栽培型、熟期と栽植密度別収量

である。

地域別栽植密度を察するに、雲峰では3.3㎡当り100～132株で著しく高い栽植密度を示しているに反し、裡里では63～92株で雲峰に比べ27～40株疎植傾向がある。特に裡里の最高密度3.3㎡当り92株は雲峰の最低密度100株より8株も足りない密度である。従って地域別栽培密度による収量を比較すれば、両地域共に栽植密度増加に伴う増収効果が認定されたが、増収率は裡里の方が大きい。一方、地域別窒素施用量を比較すれば雲峰では16～30 Kg/10a、裡里では14～21 Kg/10aで雲峰の方が窒素施用量が結構多い。窒素施用量別収量を比較すれば、雲峰では16～20 Kg/10a施用に比べ最高水準26/30 Kg/10a施用でわずか7%ぐらいの増収率を示した反面、裡里では14～18 Kg/10a施用に比べ21 Kg/10a施用で16%の増収率をみせた。裡里の21 Kg/10a水準と、雲峰の21～25 Kg/10a水準との収量を比較すれば、却って裡里の方が高い。これは、窒素の利用効率が山間高冷地より平野地の勝れを現わすものである。

5. SinkをSourceに及ぼす栽培要因の影響品種及び栽培型別、収量に及ぼす㎡当り穎花数(Sink)と登熟の良否を現わす指標とも言える千穎花当り白米重(Source)を比較す

○栽植密度別



○N施用量別

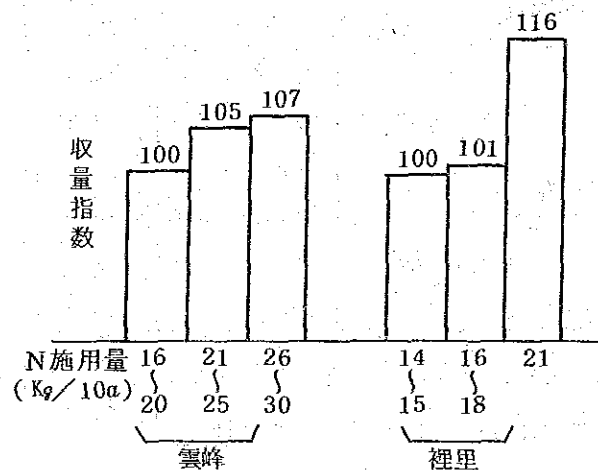


図5 地域、栽植密度、N施用量別収量(1986)



れば表-2のようである。SinkとSourceの相対的Weightにおいて早生種はSink, 中晩生種はSourceが高い。一方, 早生種を早期栽培すれば㎡当り穎花数は普通期栽培時より多い。また, 千穎花当り白米重の値が高く増収が認められたし, 中晩生種は普通期栽培で㎡当り

表2 栽培要因別SinkとSourceの変化('86~'87)

区 分			平 均			相対的Weight (%)	
			㎡当り 穎花数 1,000個	千穎花当り 白米重 (g)	白米重 Kg/10a	㎡当り 花数	千穎花当り 白米重
早 生 種			22.1	19.4	424	54.2	45.8
中 晩 生 種			22.3	20.5	460	46.5	53.5
早 生 種	早期栽培		22.1	19.7	432	58.5	41.5
	普通期栽培		21.9	19.0	415	54.1	45.9
中 晩 生 種	早期栽培		21.6	19.7	438	35.0	65.0
	普通期栽培		22.9	21.2	483	85.2	14.8
早 生 種	早期栽培	73 株/3.3㎡	20.6	20.2	415	54.3	45.7
		92 〃	22.4	19.6	436	30.3	69.7
		102 〃	23.4	19.1	446	21.0	79.0
	普通期栽培	73 株/3.3㎡	20.5	19.8	402	42.1	57.9
		92 〃	22.1	18.8	414	31.2	68.8
		102 〃	23.3	18.5	428	31.4	68.6
裡 里			28.2	20.0	564	63.5	36.5
雲 峰			41.8	13.7	572	49.7	50.3

$$P_i \times q_i = r_i$$

$$X_i = 100 \frac{p_i}{p} \times 100$$

$$Y_i = 100 \frac{q_i}{q} \times 100$$

$$\left( \frac{\sqrt{\sum X_i^2}}{\sqrt{\sum X_i^2} + \sqrt{\sum Y_i^2}} \right) \times 100 : \left( \frac{\sqrt{\sum Y_i^2}}{\sqrt{\sum X_i^2} + \sqrt{\sum Y_i^2}} \right) \times 100$$

白米重の値が高く増収された。あわせて早生種を早期栽培, 或は普通期栽培いずれにしても栽植密度を高める程㎡当り穎花数は多い反面, 千穎花当り白米重は減少したし, 相対的Weightは密植に因って㎡当り穎花数が安定的に得られるが, 千穎花当り白米重の値は高かった。また, 雲峰と裡里のSink比Sourceは雲峰に比べ裡里の方がSourceは低いSinkは高い。従ってこれに対する相対的Weightは裡里でSinkのWeightが高かったが雲峰ではその比が対等なので, 裡里で収量をもつためにはSinkを高める必要がある。

6. 登熟比率に及ぼす気象要因及び㎡当り穎花数との関係

前項でSinkに対するSourceの比、即ち、単位面積当り穎花数に対する千穎花当り白米重を比較した相対的Weightは密植する程Sourceが占める比重が大きいのを認めた。これは収量に対するSource比重が大きいことを意味する。

従って、穎花数及び平均気温と登熟比率との関係を重回帰分析の結果、図-6でみるような関係式を得た。登熟比率Kを温度段階別に算出すると穎花数が多いほど、又、平均気温が適温23.5℃(図-7)より高くなるほど少なくなる結果を呈した。

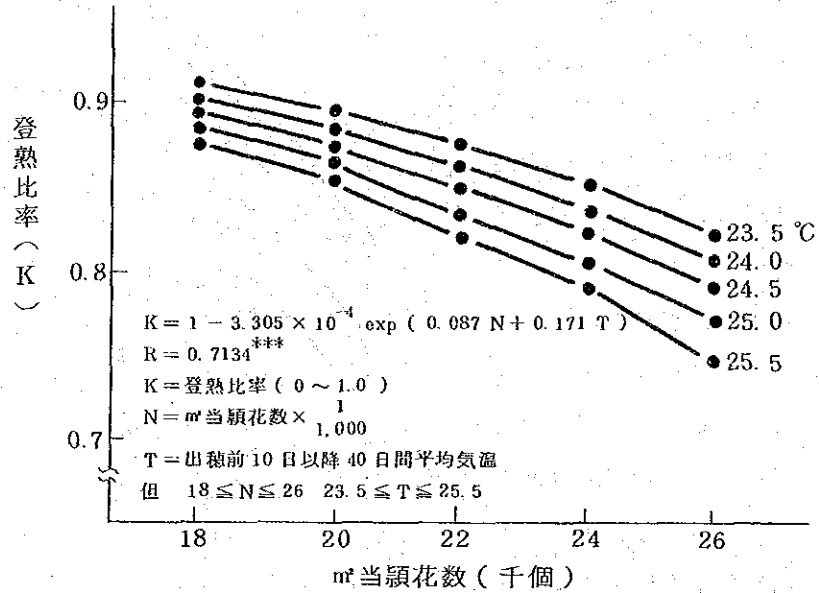


図6 登熟比率、㎡当り穎花数と平均気温との関係

即ち、登熟比率の低下程度は穎花数が多く、出穂10日前から40日間の平均気温である登熟期間の平均気温が高い時激しいのでこれに対する対策が重要視される。

7. 出穂期による登熟期の気象生産力。

1978 - 1984年まで7年間湖南作物試験で行った一般系4品種を供試、水稻の機械移植作期試験結果を活用して、登熟期間の気象要因平均気温及び日照時間と収量との関係を稲体のSink量としての㎡当り穎花数と関連させ計量化を図った結果、次のような式を得た。

$$Y = -50.004 + 6.452x - 1.063x^2 + 36.771t - 7.812t^2 + 0.004xt + 0.092xs$$

$$R = 0.9154^{***}$$

$$Y = a/10 \text{ 当り白米重 (Kg)} \quad \text{但 } 2.8 \leq x \leq 4.2$$

$$x = \text{㎡当り穎花数} / 10,000 \text{ (個)} \quad 2.0 \leq t \leq 2.7$$

$$t = \text{出穂前10日以後40日間の平均気温} / 10 \text{ 値 (°C)} \quad 6 \leq s \leq 9$$

$$s = \text{出穂前10日以後40日間の平均1日当り日照時数 (hrs)}$$

ここに供試された品種は、常豊イネ、東津イネ、真珠イネ、洛東イネ等4品種(n=32)で0.1%の高度の有意な重相関関係数が得られたのでこの式の信頼性と適合性はかなり高い。この関係式から日照時数と㎡当り穎花数を異にした時の温度反応をみれば皆23.5℃で最高の白米量を示したので23.5℃が適温なるが判る。(図-7)

従って、図-1でみるように裡里より雲峰の平均気温が1~2℃低い、登熟と関連が深い出穂前10日以後40日間の平均気温を出穂期別に示した図-8をみれば、裡里では7月21

日から8月5日の間に出穂された時、25℃以上で最高を示し、その前後出穂時は低い。しかし雲峰ではその傾向が同じだが、7月21日～8月5日までの間でも23.5℃を下回り図-7の最適温度範囲内にあった。従って、このことは雲峰が裡里より好適な気象条件に恵まれたことを意味する。一方、穎花数水準別、出穂別出穂前10日以後40日間の平均気温差に因る気象生産力を前述の多重回帰式に代入算出して作った図-9をみれば、裡里では㎡当たり穎花数を25,000→30,000→35,000の順に増加させることによって気象生産力が増加したが、35,000を越すと穎花数過剰ということで収量減少を呈した。従って裡里で早生種早期移植と密植で穎花数を増やしたとしても特殊栽培法が講究されない限り生産力提高には問題が残るわけである。

上述の結果気象生産力を最大化される温度及び単位面積当たり穎花数を明かしたが、1986～1987両年の平均値を適用、

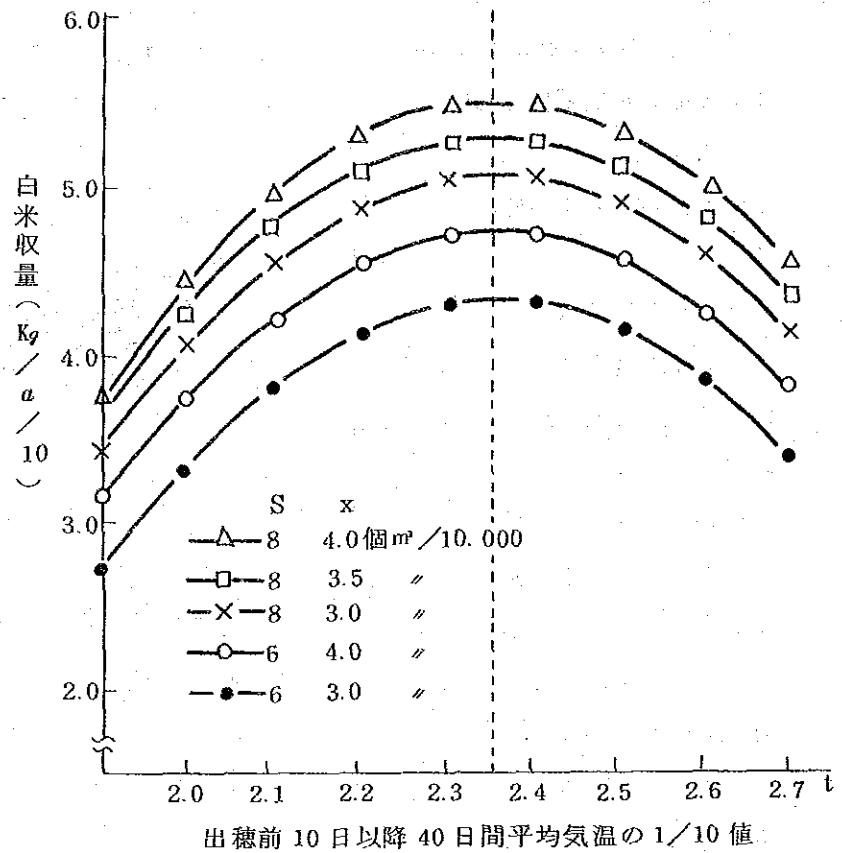


図7 気温、日照、穎花数と収量

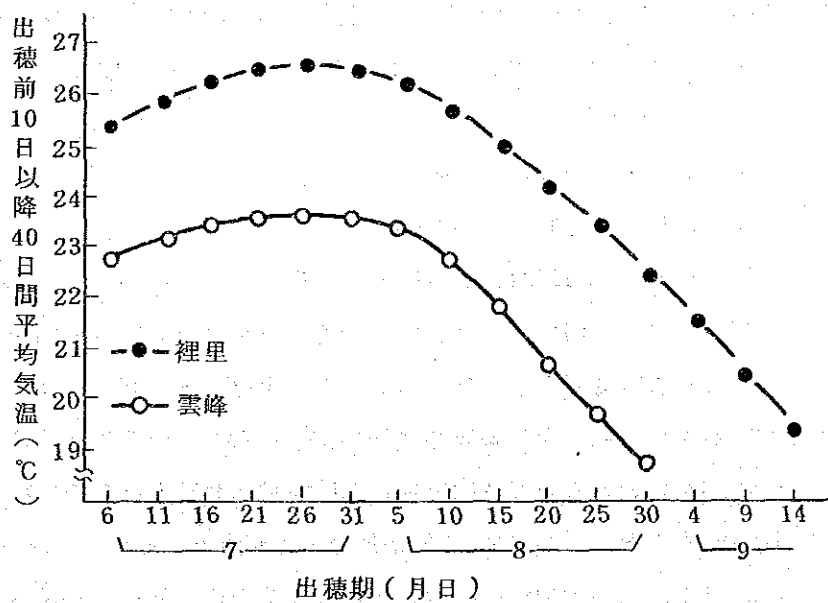


図8 出穂期移動に伴う気温日照の変化

気象生産力を検討したのが図-10である。裡里で早生種早期栽培より、早生種普通栽培の方が気象生産力が低下し、実際収量も早期栽培で向上を示した。これは、早生種の普通期栽培時の出穂期7月26日頃出穂前10日以後40日間の平均気温(以下平均気温と略す)が25.2℃で高い反面、早生種早期栽培時の出穂期7月11日頃の平均気温は24.3℃で0.9℃も低下、図-6及び7に示したように、早生種は普通期栽培の時、登熟期間中の高温に因って登熟比率がおちたのが減収の原因だと思われる。

また、雲峰は裡里より収量が高いのは、雲峰では、 $m^2$ 当り穎花数が多いながらも穎花数に対応する気象生産力が強いのが原因だと思う。

従って裡里での早生種の場合、早期栽培で出穂を早めることが増収の原因となるが、その理由は、出穂が早いと登熟期の気象生産力が高まるからである。しかし、あまり移植が早いと充分な Sink

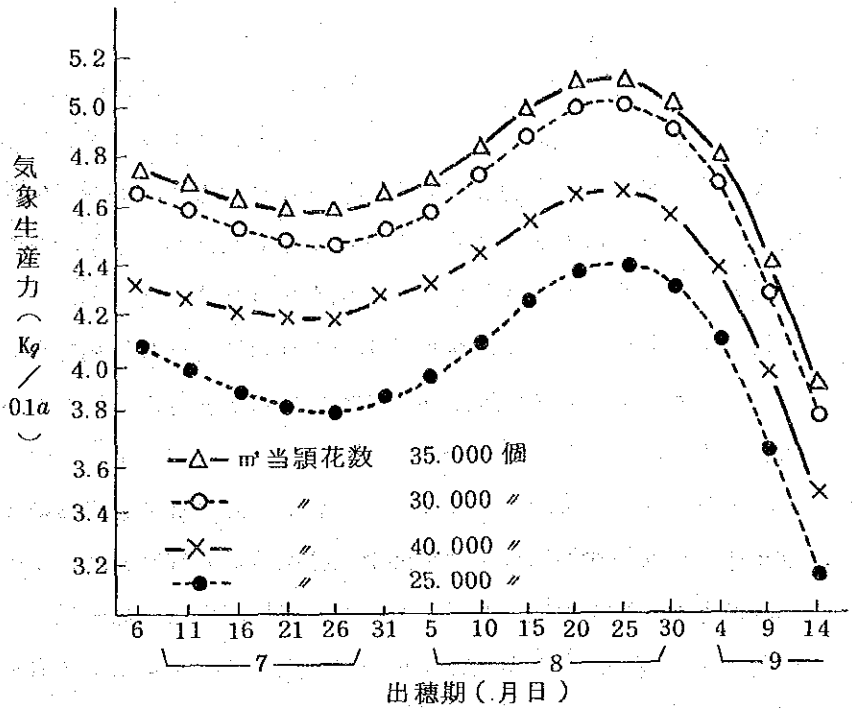


図9 出穂期移動に伴う気象生産力の変化(裡里)

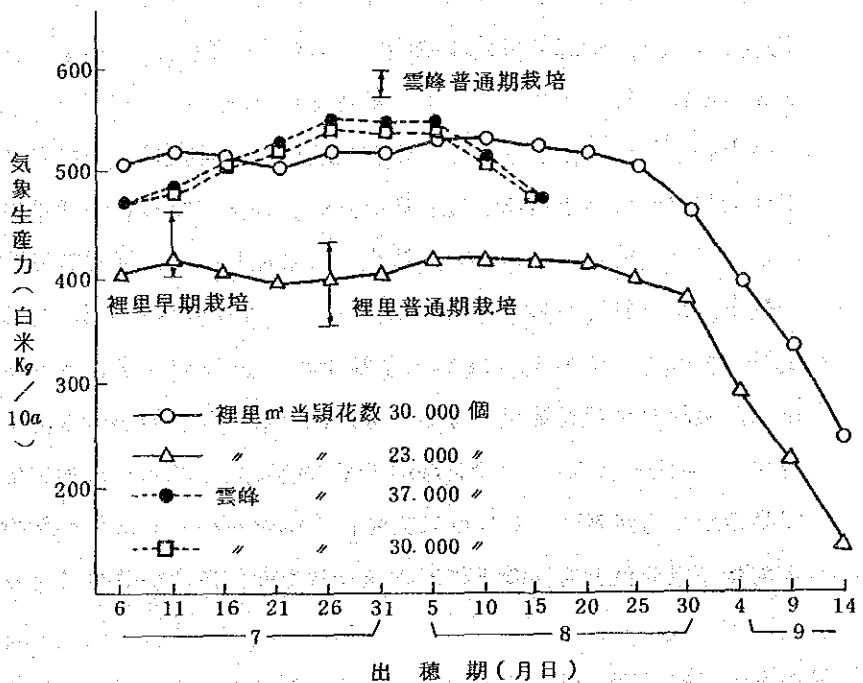


図10 出穂期移動に伴う気象生産力の変化

量確保難と減数分裂期が早くなるので障害型冷害を受ける虞れがある。こう言う点から推察の時、裡里は早生種栽培時好適出穂期が7月6日～7月11日頃、雲峰は7月26日前後と推定された。

#### IV 考 察

温度上昇による呼吸消費量の増加は $Q_{10} = 2$ 即ち、温度 $10^{\circ}\text{C}$ 上昇に従い呼吸消費量が倍増する。<sup>1)</sup>村田等<sup>13)</sup>はわが国7,8月の高湿多雨寡照は同一呼吸均衡の悪化、即ち、気象条件の消耗徒長効果が大きくて、水稻生育の低調をもたらすと指摘した。

従って、我が国の南部高冷地は南部平野地に比べ稲作期間の6～9月中平均気温が約 $3^{\circ}\text{C}$ 低い、日照時数は0.3時間しか少なくないので大体消耗徒長値が下落する。即ち、純粹な温度上昇による呼吸消費量が高冷地より平野地が0.6倍も高いし、日照時数を考慮した気象条件の消耗徒長効果は平野地で0.082も大きいので高冷地より平野地で呼吸消費が顕著に大きい(図-1,2)。又、兩地域の土壤中無機成分は磷酸と硅酸に軽微な差異を示しただけで、外の成分にはほとんど差がない。と言うことは、地域間土壤中無機成分が収量に及ぼす影響は少ないものと推定される(表-1)。ところで裡里と雲峰での収量差異を比較してみると、裡里で早生種栽培時は普通期栽培より早期栽培で、中晩生種栽培時は早期栽培より普通期栽培で増収され、兩地域に栽植密度を高める程増収の傾向を現わした。絶対収量は裡里に比べ雲峰で顕著に高い(図-3,4)。一方、近隣農家ほ場で調査した栽培法別収量は栽植密度を上げ、施肥量を増加させることで増収を現わしたが、効き目は平野地の方が勝れた(図-5)。この結果は1982～1985年までの水稻新品種地域適応試験結果を総合してもこのような傾向を示した。<sup>15)</sup>なお、金等<sup>3)</sup>が地帯別土壤種類別水稻の多収穫技術研究で明かしたように栽培技術改善効果は山間高冷地よりは却って平野地で挙げているとの報告と一致する。収量に關与するSinkとSourceの比は、雲峰が2の1:1、裡里ではSinkが占める比が大きい。(表-2)

村上等<sup>9,10)</sup>は気象要素と登熟量との関係の計量化によって好適出穂期を推定するだけでなく、不良気象に対する成熟及び登熟量の影響を軽減させられる栽培法指針を具体化することが出来ると述べた。従って、本試験の結果を計量化し、登熟期間の最適温度及び最適出穂期等を検討の結果、平均気温が $23.5^{\circ}\text{C}$ の時最適の登熟及び収量を示した(図-6,7,8,9)。なお、裡里では早生種栽培時7月6～11日、雲峰では7月26日頃出穂させる方が高い気象生産力を現わしたし、実際収量調査結果でもこの時期に出穂されたのが最も高い収量を示した(図-10)。

以上を総合すれば、山間高冷地と平野地にあって同一栽培方法で栽培された水稻の収量は山間高冷地の方が高い。これは気象条件と関連が深くて気象条件の消耗徒長が平野地で激しいだけでなく気象生産力の低下に基因されるが栽培技術の改善である程度の克服が出来る。

#### V 摘 要

地帯別に水稻一般系品種の収量差の原因とこれに対する対策を究明するため、山間高冷地雲

峰と平野地裡里で雲峰イネ、五台イネ、小白イネ等早生種と中晩生種大晴イネを各々別に供試移植期と栽培密度を異にして近隣10戸の農家を対象に行なった栽培法と収量を調査検討した結果を要約すれば次のようである。

- 1) 水稻全生育期間を通じた平均気温は雲峰地域が裡里より2~3℃低い反面、気象条件の消耗徒長効果は雲峰に比べ裡里が顕著に高い。
- 2) 土壌中の無機成分中磷酸は雲峰に、硅酸は裡里に多少多い気味だが、その他の成分はあまり差がなかった。
- 3) 同一施肥量及び栽培密度下では雲峰が裡里より収量が多いし、裡里では早生種早期栽培と中晩生種普通期栽培時増収された。
- 4) 施肥量及び栽植密度増加に従い増収効果は裡里が勝れた。
- 5) 出穂前10日以後40日間の気象生産力は23.5℃で一番高い。登熟比率も23.5℃より高いほど低いし、穎花数が多いほどもっと顕著であった。
- 6) 出穂期移動に従う気象生産力は7月上旬~中旬と8月中旬~下旬の二頂曲線を現わしたが、裡里で早生種普通期栽培の場合、7月下旬頃に出穂、気象生産力の低下を示した。
- 7) 雲峰で収量が高い理由は、気象生産力が裡里より高いのが基因されたと推定する。

#### VI 引用文献

1. 車鐘煥, 金鐘均, 孟柱善, 1973, 最新植物生理学, 先進文化社; 136
2. 黄昌周, 吳龍飛, 1980, 機械移植安全作期究明試験, 湖試報告書; 239~242,
3. 金東煥, 趙仁相等, 1985, 地帯別土壌種類別水稻多収穫技術研究, 農技研報告書(化学部); 91~97
4. 金尚洙, 吳飛龍, 朴錫洪, 1981, 水稻機械移植安全作期限究明試験, 湖試報告書; 237~253
5. 金尚洙, 吳飛龍, 1982, 機械移植安全作期究明試験, 湖試報告書; 294~309
6. 金尚洙, 吳飛龍, 任日彬, 1983, 南部二毛作水稻機械移植安全作期究明, 湖試報告書; 501~533
7. 金尚洙, 金鐘昊, 1984, 二毛作地帯品種別安全作期究明試験, 湖試報告書; 299~306
8. 棟方 研, 川崎 勇, 仮谷 桂, 1976, 気象および稲体要因からみた水稻生産力の定量的研究, 中国農試研報, A 14; 59~69
9. 村上利男, 和田道宏, 吉田善吉, 1973, 寒地における水稻生育の気象反応に関する定量的研究, 東北農試研報 45; 33~100
10. 村上利男, 森田弘彦, 土井康生, 今野一男, 1982, 寒地水稻の計画栽培に関する解析的研究 北海道農試研報, 133; 61~100
11. 村上利男, 1985, 二毛作地帯における水稻機械移植栽培の安全作期対策に関する研究, 朝日農業共同研究報告書

12. 村上利男, 1987, 水稻二毛作地帯における水稻の早期および晩期機械移植栽培技術の確立に関する研究, 韓国農業共同研究報告書
13. 村田吉男, 伊藤隆二, 太田保夫, 1967, 韓国における稲作指導に関する報告書, 海外技術協力事業団
14. 南年祐, 朴錫洪, 1978, 水稻機械移植苗令別安全作期究明試験, 湖試報告書; 228 ~ 236
15. 農村振興庁, 1982 - 1985, 水稻新品種地域適応試験報告書; 227 ~ 357, 238 ~ 495, 236 ~ 501, 230 ~ 491
16. 吳龍飛, 魚任秀, 1979, 機械移植安全作期究明試験, 湖試報告書; 246 ~ 260

研究課題：気象災害の対応技術確立に関する研究

題 目：栽培的対応技術の確立

項 目：二毛作地帯水稻機械移植安全作期究明試験

実施機関：嶺南作物試験場

担 当 者：朴成泰，金純哲，李寿寛

## I 緒 言

労力及び生産費節減の一環として、1977年度に田植機の導入と共に<sup>7)</sup> 稲の機械移植に関する床土条件、育苗方法及び移植時期に関する試験が併行されて以来、年毎に技術蓄積と共に機械移植栽培面積がだんだん拡大し始め、1985年現在水田面積の25%に機械移植栽培が普及され今後も続けて増加する見込みである。

水稻機械移植苗は育苗条件が手植苗とはちがって密播及び制限された床土条件で育苗されるので手植苗の育苗ではあまり問題しなかったムレ苗、立枯病、白花苗、馬鹿苗病等が発病しやすくなったのでこれに対する研究が盛んに行なわれている。<sup>7)</sup> 機械移植苗は手植苗に比べ葉数が少ない苗を移植することになるので出穂期が品種及び移植期に因って多少の差異は生ずるが手植苗より3～7日は遅延する。従って登熟期温度が低下されて登熟比率が落ちると収量減少が目立つようになった。<sup>7)</sup> それ故、水稻機械移植で移植限界期設定は大変重要なことである。村田<sup>9)</sup>、杉原<sup>12)</sup>、内島<sup>13,14)</sup>等は登熟期間の温度、日照時数と収量に関する模型として農業気候生産力指数を提示した。最近村上<sup>10,11)</sup>は農業気候生産力模型で出穂前10日以降40日間の温度、日照時数と穎花数に関連させた模型を提案したことがある。筆者等は南部二毛作地帯で機械移植栽培面積増加の成行きに沿って安全栽培を期する作期を究明するため、1983年から1987年まで実施した試験結果を総合的に報告する。

## II 材料及び方法

本試験は嶺南作物試験場（密陽：北緯35°30′，東緯128°45′，海拔12m）で生育及び登熟期間の気象（温度、日照時間）、収量構成要素及び収量を考慮した二毛作地帯水稻機械移植限界期を設定するため、1983年から1987年まで5年間実施したもので、年度別、供試品種及び栽培法は地1,2と同じ。

播種及び育苗において手移植は保温折衷苗代で80g/m<sup>2</sup>播種のうえ、83年は40日苗、'84～'87年にかけては45日苗で、散播機械移植は35日苗（但、6月30日移植区は30日苗）で、ポット成苗は45日苗で育苗した。

移植期は1983年には5月25日、6月15日、6月20日、6月25日で4回、'84年から'87年までは、6月15日から6月30日まで5日間隔で4回に分けて移植したし、'87年にはポット成苗を移植した。栽植距離は手移植30×15cm、散播機械移植は30×14cm、ポット成苗は31.5×14cmを取った。



施肥量は育苗期間中、窒素、磷酸、加里の成分量で各々手移植苗は㎡当り、15-15-15g 散播機械移植苗及びポット成苗は箱当り、4-4-4gを施肥した。本田施肥量は、共に窒素 磷酸、加里を各々6月25日移植期までは15-9-11kg/10a、6月30日移植では、12-9-11kg/10a 減肥した。分施比率は窒素が基肥に分 肥：穂肥：実肥を50：20：20：10%で、磷酸が全量基肥で、加里が基肥：実肥を70：30%の比率で分施した。

其の他栽培管理は当試験場イネ標準栽培法に、調査は農村振興庁標準調査法に準じて行なつた。

表1 試験年度別供試品種

年 度	品 種 名
'83	伽椰 byeo, 永豊 byeo, 洛東 byeo, 密陽 65 号
'84	三剛 byeo, 常豊 byeo, 洛東 byeo,
'85	三剛 byeo, 洛東 byeo, 光明 byeo,
'86	七星 byeo, 洛東 byeo,
'87	八公 byeo, 三剛 byeo,

byeo = イネ

表2 試験年度別栽培法

年度	移植方法	播種量	育苗期間 (日)	移植期 (月日)	栽植距離 (cm)	施肥量(N-B <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -K <sub>2</sub> O)	
						苗代	本
'83	手 植	80 g/㎡	40	5. 25, 6. 15	30 × 15	15-15-15 (g/㎡)	15-9-11
	散播機械	130g/箱	35	6. 20, 6. 25	30 × 14	4-4-4 (g/箱)	晩植減肥 : N 20%
'84	手 植	"	45	6. 15, 6. 20	"	"	"
'86	散播機械	"	35(30)	6. 25, 6. 30	"	"	"
'87	手 植	80 g/㎡	45	"	30 × 15	"	"
	pot 成苗	45 g/箱	45	"	31.5 × 14	"	"

( ) : 6月30日移植区

### III 試験結果及び考察

#### 1. イネ生育期間の気象

試験期間中の気象を平年と比べると気温は図1のようである。即ち、'83年度には、6月下旬までは似ているが、7月上旬は低いし、その以後は高い。'84年度は8月下旬までは大

体高いが登熟期の9月中は低い。'85年度は苗代末期と本田初期に該当する5月下旬から6月下旬までの気温は低いながら7月上旬以後は高かった。'86年度には5月下旬、7月上旬及び9月中、下旬には平年より1.5℃～3.2℃ほどひくい低温現象を示したし、その外の期間にも大体低温状態で経過した。'87年度には、6月上旬、7月上旬及び8月下旬に平年より0.6℃～1.2℃程高いし、その外の期間は全般的に低い気温を示した。

日照時間は図2のように'83、'84両年度には出穂期前後の8月中旬までは平年と似ているが、その以後は少ない。'86年度は平年に比べて苗代期間及び本田初期までは似ているが、その後の本田期間は全般的に日照時間の不足を示した。'86年は平年より7月中、下旬と8月中、下旬は日照時間が多い反面、その外の期間は不足状態で経過した。'87年は6月下旬に平年より日照時間が多かったがその後9月中旬までの生育期間中は平年対比65%くらいの寡照状態であった。

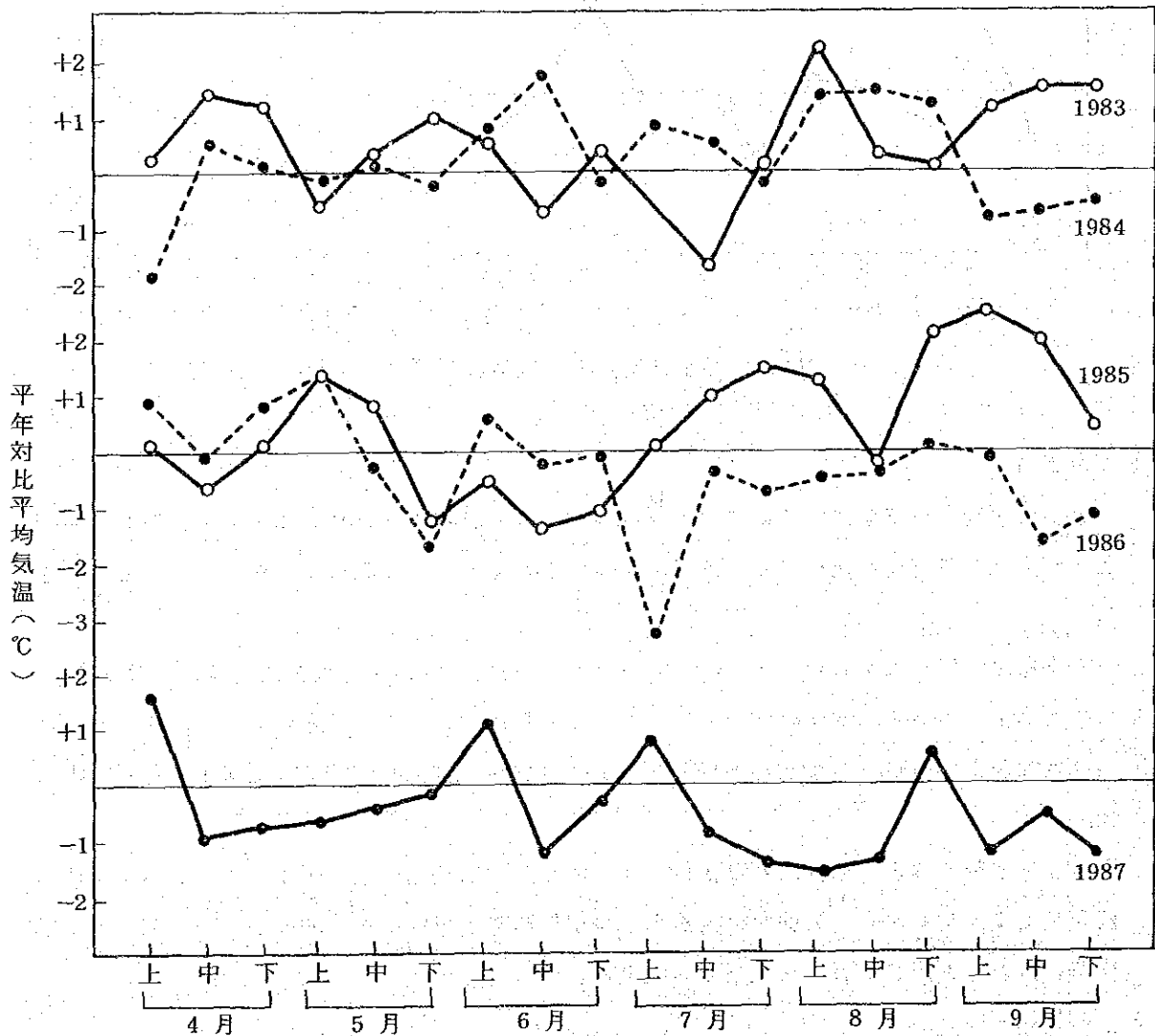


図1 稻生育期間中気温経過

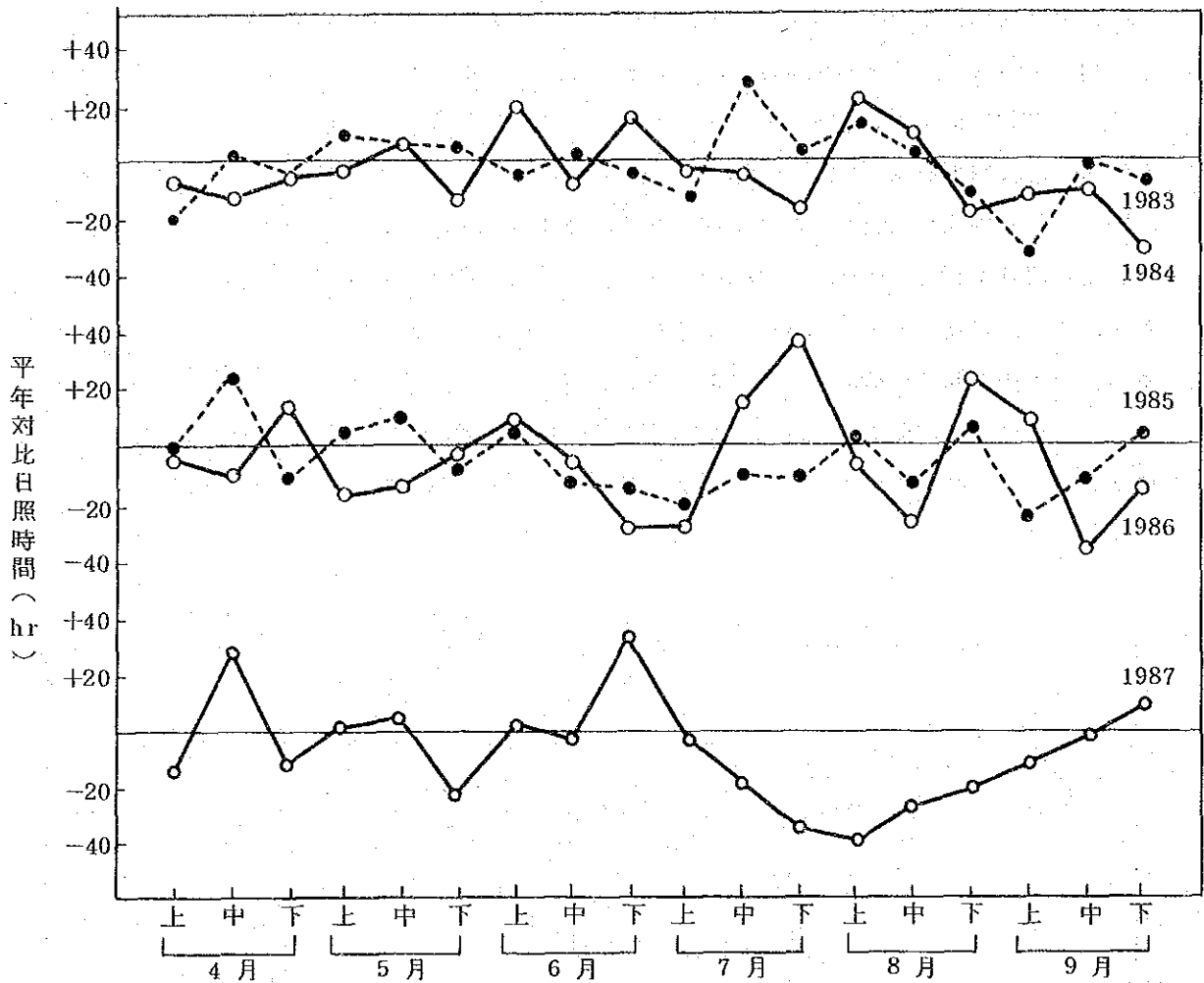


図2 稲生育期間中日照時間経過

## 2. 苗素質

移植方法別移植時期に従う苗素質(表3参照)は手移植対比機械移植苗の方が草長は短く、葉数は少ないが移植期が晩植になるほど、草長はながくなり、葉数はだんだん少くなる傾向を示した。

散播機械移植に適する草長が15~20cmだとすれば、20cm以上の苗は徒長苗で本田初期の生育が不良である<sup>34)</sup>、本試験での草長は年次間、品種間に若干の差異があった。大体統一型品種は問題が無いが日本型品種の場合6月15日以後晩植時は草長が20cm以上で徒長であった。

ポット成苗の場合、草長は手移植苗よりは短く、散播機械移植苗よりは長い。ポット成苗は草長は多少長くとも、欠株や植傷が少く移植後活着が早いので<sup>6)</sup>問題はない。葉数は手移植苗とほとんど同じだが、0.7葉くらい少ない。

## 3. 収量構成要素

機械移植と手移植の収量構成要素(表-4)を見れば、散播機械移植は手移植に比べm<sup>2</sup>当

表3 移植方法別移植期による苗素質

品種類型	移植方法	草 長 (cm)					葉 数 (葉)				
		5. 25	6. 15	6. 20	6. 25	6. 30	5. 25	6. 15	6. 20	6. 25	6. 30
日本型	手 植	25	33	33	36	44	6.1	6.6	6.8	6.5	7.0
	散播機械	18	22	26	25	24	5.6	4.8	4.8	4.6	3.9
統一型	手 植	25	28	28	27	32	6.3	6.2	6.6	6.7	6.8
	散播機械	15	16	17	19	16	5.5	4.7	5.0	5.0	4.3
日本型 (八公 byeo)	手 植	—	38	33	34	39	—	6.7	6.4	6.9	6.6
	pot 成苗	—	25	26	25	21	—	6.2	6.3	6.3	5.9
統一型 (三剛 byeo)	手 植	—	31	29	34	29	—	6.0	6.5	6.9	6.5
	pot 成苗	—	19	20	21	22	—	5.8	6.2	6.5	6.2

byeo = 1ネ

表4 移植期別移植方法による収量構成要素

移植期 (月・日)	移植方法	日 本 型					統 一 型				
		m <sup>2</sup> 当 穂数 (個)	穂当 粒数 (個)	m <sup>2</sup> 当 穎花数 (×100個)	登熟 比率 (%)	千粒重 (g)	m <sup>2</sup> 当 穂数 (個)	穂当 粒数 (個)	m <sup>2</sup> 当 穎花数 (×100個)	登熟 比率 (%)	千粒重 (g)
5. 25	手 植	349	86	300	99	21.6	296	131	387	89	22.0
	散播機械	368	75	274	70	21.5	297	121	361	89	22.1
6. 15	手 植	337	107	339	76	21.1	291	144	399	85	19.5
	散播機械	399	87	337	75	21.2	371	121	424	72	19.5
6. 20	手 植	344	99	329	73	21.1	298	147	422	79	19.0
	散播機械	414	86	341	76	21.6	328	128	407	67	19.3
6. 25	手 植	354	92	315	75	21.3	310	141	422	72	19.0
	散播機械	428	74	311	76	21.7	342	123	407	70	19.3
6. 30	手 植	367	90	325	74	19.0	319	133	426	72	16.6
	散播機械	465	71	324	73	20.1	367	106	388	54	16.8
6. 15	手 植	298	94	280	66	22.9	264	129	341	89	19.7
	pot 成苗	361	91	329	69	23.0	324	107	347	81	19.9
6. 20	手 植	309	94	290	67	22.9	287	121	347	86	19.1
	pot 成苗	302	97	293	69	23.6	295	115	339	83	19.4
6. 25	手 植	271	99	268	69	23.7	262	122	320	85	19.2
	pot 成苗	293	92	270	70	23.5	299	122	365	80	18.9
6. 30	手 植	298	91	271	68	22.8	276	127	350	78	19.2
	pot 成苗	306	87	266	71	23.0	313	134	449	60	17.6

り穂数は多いが、穂当り粒数が少いので $m^2$ 当り穎花数は似ていた。登熟割合は日本型品種では、手移植と似通ったが、統一型品種では5月25日移植の外は機械移植の方がおちた。特に6月30日は移植では、登熟割合が54.2%で手移植より17.6%もおちた。1000粒重は移植方法間別差異はなかった。

ポット成苗移植は手移植より $m^2$ 当り穂数は多いが、穂当り粒数が少いので $m^2$ 当り穎花数は、やや多い傾向を示した。登熟割合と1.000粒重は、三剛イネが6月30日移植で多少低く、軽かったが、その外の移植期は似ていた。

#### 4. 総乾物重及び収量指数

移植方法及び移植期に従う総乾物重と収穫指数の変化(表-5)を見れば、日本型品種では、移植方法、移植時期、総乾物重及び収穫指数の差が少ない。統一型品種は手移植に比べて散播機械移植で総乾物重が移植期別の差はほとんどなかったが、収穫指数は低い傾向を示した。

ポット成苗では、八公イネ及び三剛イネ共に総乾物重は手移植より多いが、収穫指数で八公イネは似ているし、三剛イネは若干おちる傾向を示した。

表5 移植方法別移植期による総乾物重及び収穫指数

品種類型	移植方法	総乾物重 (kg/102)					収穫指数 (%)				
		5.25	6.15	6.20	6.25	6.30*	5.25	6.15	6.20	6.25	6.30*
日本型	手植	1077	1148	1129	1091	1068	47.8	45.8	47.6	45.5	47.5
	散械	1051	1131	1222	1095	1086	45.9	45.9	43.1	44.6	44.0
統一型	手植	1170	1198	1190	1182	1169	56.0	53.6	51.4	50.9	48.4
	散械	1126	1216	1213	1222	1221	53.8	49.5	46.6	43.6	39.7
日本型	手植	—	1028	1009	974	1009	—	44.0	44.5	44.9	42.9
(八公 byeo)	pot 成苗	—	1105	1041	1035	1001	—	42.6	45.0	46.3	45.0
統一型	手植	—	1046	1062	975	998	—	52.6	53.0	53.3	48.4
(三剛 byeo)	pot 成苗	—	1303	1239	1138	1082	—	48.6	50.1	51.5	47.9

byeo = イネ \* 移植期 (月日)

#### 5. 収 量

収量は表-6で見ると、手移植に比べ散播機械移植は日本型品種で移植方法別、移植時期別差が少ないが、統一型品種は移植時期に従って散播機械移植が手移植より7~22%減収した。ポット成苗では手移植に比べ八公イネが3~8%、三剛イネが2~16%増収した。移植時期別ではどの品種も移植期が早いほど増収の傾向を示した。

基準収量を10a当り統一型品種500 Kg, 日本型品種450 Kgとして検討した移植限界期は, 日本型品種で手移植, 散播機械移植共に6月20日であり, 統一型品種は, 手移植6月25日, 散播機械移植が6月15日までである。統一型品種は機械移植の場合, 年次間収量変異が大きいので, 安全移植限界期は6月15日以前と推定する。

ポット成苗では, 八公イネ6月15日, 三剛イネ6月25日までであるが, 本試験の結果は1カ年成績なので継続的検討が望ましい。

表6 移植方法別収量で見た安全移植限界期

品 種 型	移植方法	移 植 期 (月・日)				
		5. 25	6. 15	6. 20	6. 25	6. 30
日 本 型	手 移 植	456	466	476	447	448*
	散播機械	429	461	467	432	442
統 一 型	手 移 植	563	551	541	509	487
	散播機械	519	514	478	439	378
日 本 型 (八公イネ)	手 移 植	—	405	396	389	386*
	pot 成苗	—	443	423	424	400
統 一 型 (三剛イネ)	手 移 植	—	481	487	451	420
	pot 成苗	—	558	542	508	431

┐ : 安全移植限界期 : 収量 (日本型 : 450 Kg / 10a, 統一型 : 500 Kg / 10a )

\* : 収量 ( Kg / 10a )

#### 6. 主要生育形質と収量との相関関係

収量は光合成作用の最終産物である乾物重と穎花への転移率で説明される収穫指数との相互関係によって決定される。'83年から'87年までの成績を総合, 乾物重, 収穫指数及び収量との間の相互関係を表-7に示した。手移植では2品種類型が乾物重と収量とは正の相関関係を, 乾物重と収穫指数, 収穫指数と収量とは共に日本型品種は負の相関関係を, 統一型品種は正の相関関係を示した。散播機械移植では, 2品種類型が乾物重及び収穫指数と, 乾物重と収穫指数とは共に正の相関関係を示した。ポット成苗では2品種類型がこれら要因相互間に有意な相関関係が認められなかった。しかし, 日本型品種で収穫指数と収量, 乾物重と収量指数とは負の相関関係を見せし, その他の要因相互間及び統一型品種では共に正の相関関係を示した。このようにポット成苗で要因相互間に有意相関が認められなかったのは'87年1カ年成績だけなので継続的検討が望ましい。

一方, 総乾物重, 収穫指数及び籾米収量と収量構成要素との相互関係を表-8に示すと手

表7 移植方法別乾物重、収穫指数及び収量の相互関係

品 種 型	移植方法	乾物重×籾米	収穫指数×籾米	乾物重×収穫指数
日 本 型	手 移 植	0.663**	-0.149	-0.698**
	散 播 機 械	0.837**	0.661**	0.501*
統 一 型	ポット成苗	0.888	0.520	-0.854
	手 移 植	0.908**	0.593*	-0.301
	散 播 機 械	0.811**	0.817**	0.559*
	ポット成苗	0.935	0.348	0.007

\*, \*\* : 各々LSD5%, 1%での有意性

移植の統一型品種では要因間に有意相関が認められなかったが、日本型品種では、総乾物重が㎡当り穂数とは負の有意相関を、1,000粒重とは正の有意相関を示した。収量とは㎡当り穂数と登熟比率は負の有意相関を示したが、その他の要因と収穫指数と収量構成要素間には有意な相関関係が認定されなかった。

散播機械移植で日本型品種は総乾物重とは㎡当り穎花数と登熟率は各々正及び負の有意相関を示したし、収穫指数とは㎡当り穎花数だけが正の有意相関であった。収量とは㎡当り穎花数は正の有意相関が、登熟比率は負の有意相関を示した。統一型品種は総乾物重と収量構成要素間には有意相関関係が認められなかったが、収穫指数とは㎡当り穂数が負の有意相関を、登熟比率は、正の有意相関が認定された。また収量との登熟比率は正の有意相関が認定された。

ポット成苗機械移植では、日本型品種はこれら要因間に有意相関が認められなかったが、統一型品種は収量で㎡当り穎花数が負の有意相関を、登熟比率は正の有意相関が認定された。

以上のような結果は相異した移植方法と作期移動による生育環境が違って来るに従って適応する程度が品種類型又は品種別に相違するからである。即ち手移植で日本型品種は晩植に因って㎡当り穂数は多い反面、㎡当り穎花数と1,000粒重との差はあまりなく、登熟比率は低下した。総乾物重も減少、収量やはり減少させた。散播機械移植で日本型品種は穎花数と登熟比率が総乾物重と収量指数に関与、収量に影響を及ぼした。統一型品種は㎡当り穂数と登熟比率が総乾物重と収穫指数に関与収量に影響を及ぼしたものと見える。

#### 7. 品種類型別移植期による出穂反応と安全移植限界期

移植期別出穂反応を表-9に示した。散播機械移植の場合の出穂期は手移植に比べて、日本型品種は3~4日、統一型品種は4~9日ほど遅れ、出穂遅延程度が日本型品種より統一型品種の方が大きい傾向を示した。出穂限界期設定は出穂後40日間の登熟期間積算温度を統一型品種840℃、日本型品種800℃基準<sup>7)</sup>下で、密陽地方における平年(1972~1986)出

表8 移植方法別収量構成要素と総乾物重、収穫指数及び収量との関係

移植方法	区分	日本型			統一型		
		総乾物重	収穫指数	籾米重	総乾物重	収穫指数	籾米重
手移植	m <sup>2</sup> 当穂数	-0.488 <sup>*</sup>	0.146	-0.611 <sup>**</sup>	0.098	0.443	-0.160
	m <sup>2</sup> 当穎花数	0.250	0.028	0.424	0.090	0.031	0.106
	1,000粒重	0.455	-0.406	0.296	-0.031	0.048	0.015
	登熟比率	-0.155	-0.220	-0.586 <sup>*</sup>	0.160	0.209	0.208
	m <sup>2</sup> 当穂数	-0.219	-0.395	-0.215	-0.080	-0.623 <sup>**</sup>	-0.421
散播機械	m <sup>2</sup> 当穎花数	0.694 <sup>**</sup>	0.496 <sup>*</sup>	0.788 <sup>**</sup>	-0.139	-0.344	-0.293
	1,000粒重	0.307	0.359	0.289	-0.038	-0.385	0.367
	登熟比率	-0.568 <sup>**</sup>	-0.246	-0.558 <sup>*</sup>	0.330	0.851 <sup>**</sup>	0.725 <sup>**</sup>
ポット成苗	m <sup>2</sup> 当穂数	0.918	-0.970	0.643	0.278	-0.752	-0.013
	m <sup>2</sup> 当穎花数	0.969	-0.898	0.809	-0.853	-0.496	-0.977 <sup>*</sup>
	1,000粒重	-0.816	0.578	-0.889	0.739	0.667	0.930
	登熟比率	-0.319	0.642	-0.073	0.944	0.310	0.994 <sup>**</sup>

表9 移植方法別移植期による出穂反応と安全移植限界期

品種類型	移植方法	移植期 (月日)				
		5. 25	6. 15	6. 20	6. 25	6. 30
日本型	手植	8. 11	8. 20	8. 23	8. 25	8. 27
	散播機械	8. 15	8. 24	8. 26	8. 28	8. 30
統一型	手植	8. 3	8. 16	8. 20	8. 25	8. 29
	散播機械	8. 7	8. 25	8. 28	8. 30	8. 6
日本型 (八公 byeo)	手植	-	8. 21	8. 23	8. 25	8. 28
	pot 成苗	-	8. 22	8. 24	8. 26	8. 29
統一型 (三剛 byeo)	手植	-	8. 18	8. 21	8. 22	8. 26
	pot 成苗	-	8. 23	8. 25	8. 27	8. 31

byeo = イネ



穂後 40 日間の登熟温度で見た安全出穂期は統一型品種が 8 月 20 日，日本型品種が 8 月 29 日と推定されるので安全出穂期を考慮した移植限界期は日本型品種が 6 月 25 日，統一型品種が 6 月 15 日以前である。

ポット成苗移植は手移植に比べ出穂期が日本型品種（八公イネ）は 1 日遅れたが，統一型品種は 4～5 日遅れた。ポット成苗機械移植の出穂期は手移植と同じか 1 日程遅れると報告されているが<sup>6)</sup>，単年成績であるから継続的検討が望ましい。

#### IV 摘 要

南部二毛作地帯で機械移植安全作期を設定するため，1983 年から 1987 年までの試験結果を要約する。

- 1) 散播箱育苗で日本型品種は晩播晩植（6 月 15 日以後移植）の時，高温による苗の徒長現象が激しい。
- 2) 登熟期間（出穂後 40 日）の積算温度（統一型 840℃，日本型 800℃）で見た安全移植限界期は散播機械移植の時，日本型品種は 6 月 25 日，統一型品種は 6 月 15 日以前であり，ポット成苗機械移植は単年成績で日本型品種は 6 月 30 日，統一型品種は 5 月 15 日であった。
- 3) 総乾物重及び収量指数は日本型品種において移植方法及び移植期別差異が少なかったが，統一型品種は晩植に伴う登熟温度が不足，収穫指数がおちる傾向を示した。
- 4) 移植期に従う収量は手移植より散播機械移植で日本型品種は差異が少なかったが統一型品種は 7～22% 減収，晩植ほど減収率が高い。

#### V 残余問題と今後の対策

二毛作地帯での機械移植は高温期に育苗される苗の徒長で移植作業の不便，植傷，欠株，折傷，浮苗等が起り易いので斯かる問題は今後継続的に研究検討すべきである。

#### VI 引用文献

- 1) 安寿奉，1984，育苗時期，播種密度及び肥料施用量が水稻箱苗の生長に及ぼす影響，忠南大，農業技術研究報告，II(1)：68 - 76。
- 2) 崔洙日，虚承杓，1981，機械移植による育苗方法と栽培時期移転が水稻実用都形質におよぼす影響，崔鉉玉博士還暦記念論文集：186 - 192。
- 3) 星川清親，1979，イネの生長，農山漁村文化協会発行
- 4) 星川清親，1973，水稻育苗理論と技術，農業及び園芸，40：1073 - 1076。
- 5) 金尚洙，李善竜，金鍾昊，襄聖浩，呉竜飛，1986，南部二毛作水稻機械安全作期究明に関する研究，農試験論文集（イネ機械移植），28(1)：256 - 269。
- 6) 郭龍鎭，梁元河，尹用大，朴錫洪，朴来敬，朴奉植，金東秀，1986，水稻 pot 成苗機械

- 移植栽培に関する研究，農試論文集（イネ機械移植），28(1)：211 - 223.
- 7) 李鍾薫，1982，水稻機械移植栽培の成果と今後の重点研究計画，農試報告，第24輯，  
附録：74 - 102.
- 8) 李鍾薫，1983，機械移植栽培技術，韓国農業技術史：230 - 241
- 9) 村田吉男，1964，わが国の水稻収量の地域性に及ぼす日射と温度の影響について，日  
作紀 33：59 - 63.
- 10) 村上利男，1985，二毛作地帯における水稻機械移植栽培の安全作期策定に関する研究，  
韓国気象災害日韓農業共同研究報告書