

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：東海岸冷潮風地帯水稻機械移植安全作期究明

実施機関：嶺南作物試験場 盈徳出張所

担 当 者：金韻七，文乙鎬，林尚鍾，全宰賢

I 緒 言

移植機が1977年から導入以来、機械移植面積が急速に増え、今後一毛作は勿論、二毛作地帯まで機械移植栽培が拡大される見込みだが、緯度が高いとか、標高が高くて冷害発生のおそれがある地域まで普及されるには多少問題がある。機械移植は移植機の性能上成苗の移植が出来ず、稚苗或は中苗を移植しなければならないので全般的に生育がおちる問題点がある^{8,11,13)}本邦東海岸は海から吹く冷潮風と太白山脈おろしの乾風(Fohn風)現象のため、内陸地方に比べイネの生育が遅延されている。金等⁶⁾によれば、東海岸地域は内陸に比べイネ栽培期間中頻りに吹く強風と最高及び平均気温が低いので出穂期中南部地域は4日、北部地域は9日ほど遅いと述べた。根本的に出穂期が内陸より遅い東海岸地域に中苗を機械移植して、出穂を遅延させるとイネの登熟障害を起こす危険性が大きい。

こう言う点を考慮する時、東海岸地域での機械移植安全作期設定はかなり重要なことで1983年から5年間、品種別、移植方法、育苗方法、移植期等の試験を実施、その結果を次に報告する。

II 材料及び方法

本試験は東緯 $129^{\circ}20'$ 、北緯 $36^{\circ}30'$ 、海拔6m地点にある嶺南作試盈徳出張所で1983年から5年間行なった。供試品種及び機械移植育苗方法は表-1のように毎年多少の変動はあったが、対比品種洛東イネは、毎年供試され、機械移植対比で手移植を並行した。播種量は散播箱苗の場合、箱当り130g、散播箱条播苗は80gを18条で播種し、ポット成苗は穴当り3粒、保温折衷苗は m^2 当り80gを播種した。苗代期施肥量は、窒素-リン酸-加里を箱当り成分量で各々3-4-4g、保温折衷苗は各要素とも $15g/m^2$ にした。

本田移植時期は5月25日・6月5日・6月15日・6月25日4作期に分けたし、施肥量は3要素を成分量にして各々15-12-13Kg/10aにした。窒素は基肥重点で3回分施、加里は2回分施、リン酸は全量基肥にした。その他、栽培方法は嶺南作試標準栽培法に準じたし、成績整理は毎年供試品種と育苗方法が違うので洛東イネを対比した成績差を利用して、一貫性のある標準化方法を取った。

表1 試験年度別供試品種及び育苗方法

区 分	1983年	、84	、85	、86	、87
供試品種	洛 東 冠 岳 三 南	洛 東 冠 岳 小 白	洛 東 冠 岳 小 白 盈 徳	洛 東 小 白 盈 徳	洛 東 盈徳5号
育苗方法	保温折衷 散 播 箱	保温折衷 散 播 箱	保温折衷 散 播 箱	保温折衷 散 播 箱 条 播 箱 pot成苗	保温折衷 pot成苗

III 結果及び考察

1. 育苗方法と苗素質

手移植栽培でも苗素質は重要視されているが、機械移植では苗が移植適応力に合うは勿論、機械の性能にもよく適うと欠株率が少なく、作業能率も挙がるので、もっと重要である。現行中苗を移植するにあつて、健全な中苗と言え、育苗期間35日前後、苗令3.5~5.0、草長15~20cmをさしている^{4,10}。移植期別、育苗方法別苗素質を表-2に示した。苗令(葉数)は5月25日移植散播苗を除いては、皆5令を越す成苗みたいだったし、機械移植限界草長を20cmと見れば、6月5日移植以後から限界草長を越えている。育苗方法別苗充実度(乾物重/草長)は機械移植苗が手移植折衷苗に比べてみな、おちたし、機械移植苗の中ではポット成苗、散播箱條播苗、散播苗の順に現われた。

表2 移植期別、播種方法別、苗素質

移植期 (月・日)	草 丈 (cm)				葉 数 (枚)				苗充実度 (乾物重/草丈)			
	折衷 苗	散播 苗	條播 苗	pot 成苗	折衷 苗	散播 苗	條播 苗	pot 成苗	折衷 苗	散播 苗	條播 苗	pot 成苗
5.25	18.9	14.9	20.5	17.2	6.3	4.7	5.3	6.0	4.2	1.6	2.2	4.3
6.5	25.5	19.7	22.8	24.5	7.1	5.3	6.0	6.2	5.0	1.8	2.4	3.4
6.15	29.1	22.9	23.6	26.6	7.0	5.3	5.5	6.4	5.5	1.7	2.5	3.6
6.25	32.5	25.2	25.1	28.5	6.7	5.8	6.4	6.6	4.2	1.7	2.0	3.5
平 均	26.5	20.7	23.0	24.2	6.4	5.3	5.8	6.3	4.7	1.7	2.3	3.7

* 條播：散播箱 條播

2. 活着適温で見た移植適期

東海岸地域は冬季の気温が内陸より高いし、夏季は低いのが特徴である。特に最低極気温は年中内陸に比べ高いし、最高極気温は低い。農村振興庁資料¹⁸⁾によれば、東海岸地帯はイネの生育有効温度(15℃基準)出現日が他の地域より早いし、持続期間は長い。

一般的に健全苗の移植活着限界温度は12~15℃と知られている^{6,9)}。これを基準にする時、東海岸地域は他の地域より移植期を多少早める条件になるであろう。

表-3は最近10年間5月中の平均温度と日別平均気温が13℃(活着最低温度)以上になれる単純確率と該当日以後になれる確率を示したものである。5月中は平均気温が13℃以上で単純確率も約8%以上になる。従って移植も5月中には可能である。しかし、東海岸は気候の特徴上、温度だけで論ずるにはいかない。一例を挙げれば、東海岸地域に頻繁に発生する乾風現象は主に春と秋にかけて激しい。筆者の調査によれば⁷⁾1984年5月8日の如き特定の日、相対湿度が19~30%の乾風が11時間も続けて吹いたことがある。こう言う状態なら、幼植物の葉は約 $\frac{1}{2}$ ~ $\frac{1}{3}$ ぐらい枯死されるであろう。もし温度だけの考で極早期に移植をすれば乾風に因って活着不良の素地がある。従ってより安全な移植のためには、乾風の頻度を考慮、移植後続いて13℃以上の温度が維持される確率が50%以上の日を移植早限期とすれば5月17日に当る。

表3. 5月中日平均気温分布

区 分	1日	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
平均温度(℃)	15.1	16.2	15.1	16.7	16.4	15.3	16.1	17.9	17.1	17.1	19.4
C.V(%)	18.0	20.5	21.7	14.8	16.5	21.2	23.2	20.8	16.3	21.5	19.8
P-1*(%)	80	80	80	100	90	80	70	90	100	90	100
P-2**(%)	3	3	4	5	5	6	7	10	11	11	12

区 分	12日	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
平均温度(℃)	17.5	16.4	15.9	14.9	14.7	14.8	16.4	15.4	16.7	16.8	16.9
C.V(%)	17.7	17.6	21.9	17.2	20.1	26.1	28.3	14.0	19.8	23.8	17.6
P-1*(%)	90	90	70	80	60	70	90	80	100	90	100
P-2**(%)	12	14	15	22	27	45	65	72	90	90	100

* P-1: 10年間 日別調査温度中13℃以上の日数確率(単純確率)

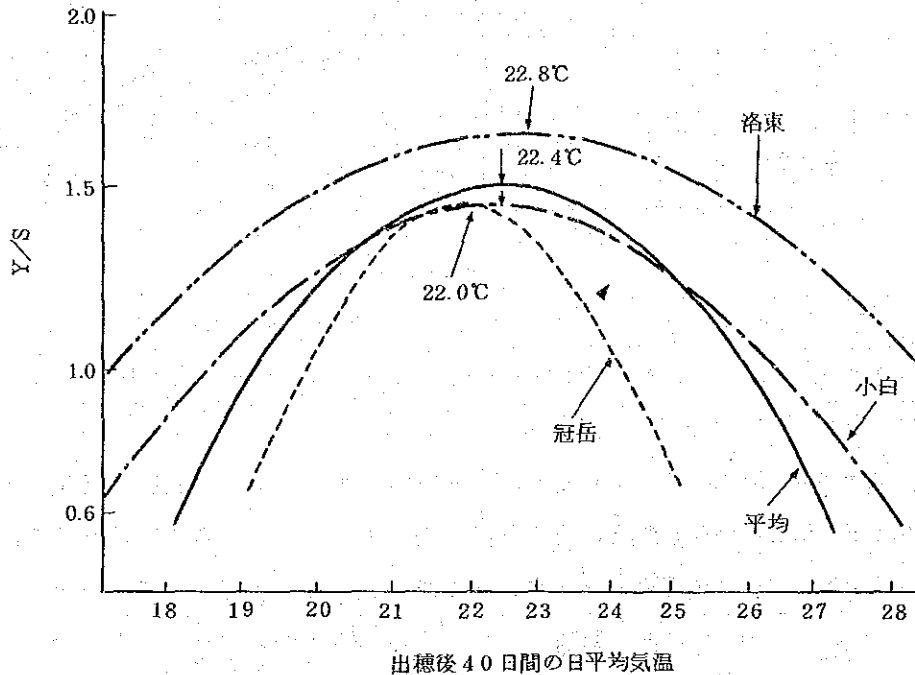
** P-2: 該当日以後継続13℃以上遭遇できる確率

3. 最適出穂期および出穂晩限期診断と適正移植期推定

イネの生育期間中、重要な時期である出穂期の正確な診断と最適期に出穂をさせる栽培法は大変重要である。松島¹⁵⁾は収量出産物中20~40%が出穂前貯蔵炭水化物の転移に因るものであり、あとは出穂後の光合成に因って出来るものと述べている。出穂後登熟期間の気

候が大変重要視されるので、多くの研究者はこの時期を収量生産期間と見なしている。従って、この期間の気象要因をもって気候登熟量の等式を算出、作況の判断につとめている。算出された等式で最も重要視される気象要因は温度で最適平均温度範囲は大体21~26℃であり、最適温度は品種の形態及び地域に沿って若干の差異があった^{5,8,12,16,19,20,21}。

盈徳地方で日照時数と関連、出穂後40日間の最適日平均温度を算出すれば図-1のように供試品種の平均最適温度は22.4℃であった。



$$\text{平均 } Y/S = 1.503 - 0.047 (T - 22.42)^2$$

$$\text{洛東 } Y/S = 1.633 - 0.022 (T - 22.78)^2$$

$$\text{小白 } Y/S = 1.435 - 0.03 (T - 22.422)^2$$

$$\text{冠岳 } Y/S = 1.441 - 0.089 (T - 22.03)^2$$

Y : 収量 (Kg/10a), T : 出穂後40日間平均気温 (°C)

S : 同期間日照時数 (hr)

図-1. 登熟期間の平均温度と収量生産能力

一方、農村振興庁¹⁷⁾及び田中²⁾によれば登熟期間の日平均温度が20℃以下では登熟が阻害されると述べた。前述二つの温度で盈徳地方の最適出穂期と安全出穂限界期を推定すると、図-2のように最適出穂期は8月15日前後であり、安全出穂限界期は8月27日であった。日平均気温18℃を基準とした危険出穂限界期8月31日は1981年みたいな特殊の年を考慮したからである。李¹²⁾によれば、登熟期に平均気温が15℃以下になれば粒重の増加が中止されると言った。登熟期間の日平均気温が収量生産に絶対的影響を及ぼしたが、登

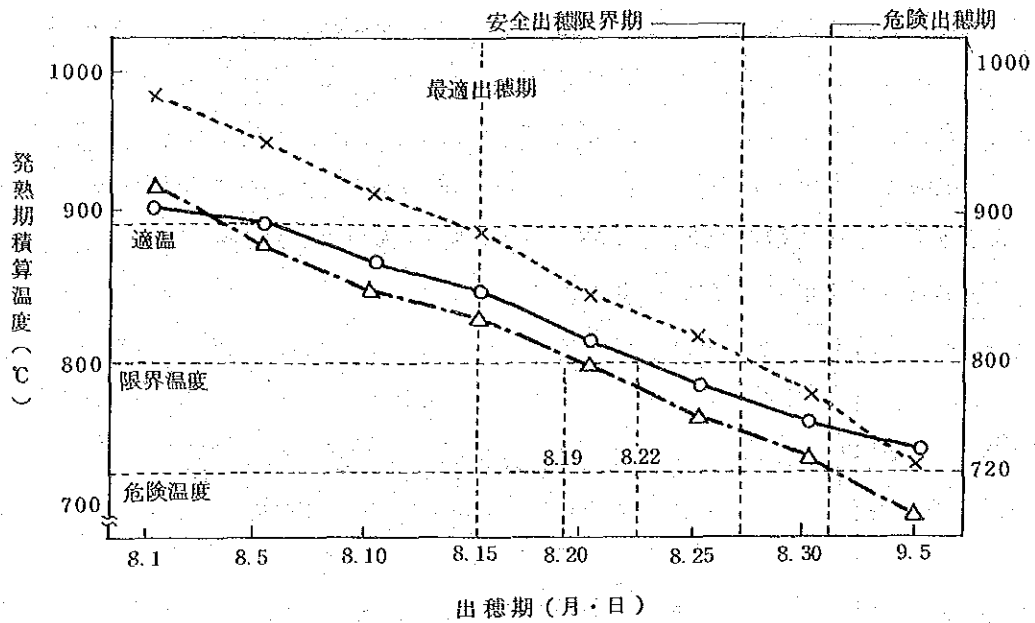


図-2. イネ登熟期間積算温度による安全出穂限界期診断

熟期間中，發育停止温度以下におちる温度も考慮すべきである。本試験で推定した最適出穂期，安全出穂限界期，危険出穂限界期の各々の成熟末期に該当する日時は9月24日，10月6日，10月10日で，この際の日平均温度を察すと表-4と同じ，3時期みな15℃を上回るが，最適出穂期を除いた安全出穂限界期や危険出穂限界期に出穂すると成熟後期は15℃以下の温度に遭遇する確立がかなり高い。唯，成熟末日の平均温度が15℃以上の日時は10

表4. 登熟末期にあたる9・10月の平均温度分布

区 分	9月 25日	26	27	28	29	30	10月 1日	2	3	4	5	6	7
平均気温(℃)	18.9	18.0	18.0	17.8	17.5	17.5	17.1	17.5	18.0	17.0	16.7	16.9	16.7
C.V(%)	8.1	14.2	11.5	9.2	12.8	10.7	13.3	12.8	13.3	11.7	11.9	15.1	15.7
P-1*(%)	100	91	91	91	82	91	73	82	91	73	82	72	63
P-2**(%)	100	91	83	75	61	56	41	33	30	22	18	13	8

区 分	10月 8日	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
平均気温(℃)	16.2	15.9	15.7	16.2	16.3	15.3	15.1	15.5	15.9	14.6	14.3	13.4	13.9
C.V(%)	10.7	11.6	10.0	12.4	15.2	10.0	7.8	11.6	10.2	13.7	16.2	18.4	16.6
P-1*(%)	91	82	73	73	73	73	55	64	64	55	27	18	36
P-2**(%)	8	6	5	3	2	2	1	1	0	0	0	0	0

* P-1：10年間日別調査温度中15℃以上の日数比率(単純比率)

** P-2：該当日まで継続15℃(生育停止温度)以上の温度が持続可能な比率(確率)

月16日以前であり、これから40日間を逆算すれば9月6日の出穂期に該当して、平年の出穂危険限界期線に止むが、1981年みたいな低温の年は危険温度線をずっと越している。

供試品種の最適出穂期及び安全出穂限界期で視た移植適期は表-5と同じ。洛東イネと同

表5. 各品種の出穂期から推定した移植適期と晩限期

移植期 (月・日)	手 植					散播苗機械移植			
	洛 東	小 白	冠 岳	盈 徳	盈 徳 5号	洛 東	小 白	冠 岳	盈 徳
5.25	8.17	7.31	8.8	8.18	8.14	8.20	8.3	8.10	8.20
6.5	8.21	8.2	8.10	8.21	8.19	8.26	8.7	8.14	8.22
6.15	8.25	8.11	8.14	8.25	8.24	8.29	8.15	8.20	8.27
6.25	8.29	8.16	8.20	8.28	8.27	9.1	8.21	8.23	8.30

移植期 (月・日)	條播苗機械移植			pot成苗機械移植			
	洛 東	小 白	盈 徳	洛 東	小 白	盈 徳	盈徳5号
5.25	8.19	8.3	8.19	8.16	7.31	8.16	8.13
6.5	8.22	8.8	8.22	8.18	8.4	8.18	8.16
6.15	8.29	8.12	8.26	8.24	8.8	8.25	8.23
6.25	8.31	8.21	9.2	8.28	8.19	8.28	8.26

..... 移植適期 (8.15 基準)

移植晩限期 (8.27 基準)

じ中晩生品種は、5月25日以前に移植して適期出穂が可能であったし、小白イネみたいな早生穂は一・二毛作期の5月25日から6月15日の間に移植の場合、出穂があまり早い欠点がある。盈徳地方に適するイネの熟期は一毛作では盈徳5号ぐらいの熟期、二毛作では、冠岳イネ程度の熟期ではないかと考える。

手植対比機械移植の出穂期変効は表-6と同じ。散播苗機械移植は手植に比べ3.8日、散播

表6 手植対比機械移植の出穂期早晚

育苗法 移植期	散 播 苗				條播苗 86	pot成苗			
	1983	84	85	86		86	87		
5.25	-5	-5	-2	-2	-3.5	-2	+1	0	+0.5
6.5	-10	-5	-1	-3	-4.5	-1	+3	+3	+3
6.15	-9	-3	0	-5	-4.3	-4	+1	+1	+1
6.25	-3	-4	0	-5	-3.0	-4	0	+2	+1
平均	-6.8	-4.3	-0.8	-3.8	-3.8	-2.8	+1.3	+1.5	+1.4

+ : 早 , - : 晩

箱條播苗機械移植は2.8日遅いが、ポット成苗機械移植は初期活着が良好の上、枯傷が少ないので寧ろ手植より平均出穂が1.4日早かった。

4. 移植方法別収量構成要素比較

表-7のように、株当り穂数は機械移植が手植に比べ多いし、機械移植の中では、散播箱條播苗、散播苗、ポット成苗の順である。穂当り粒数と登熟比率は一部早植を除いてはみな機械移植の方がおちる傾向を示した。

表7 移植方法別収量構成要素比較

移植期 (月・日)	株当穂数(個)				穂当粒数(個)				登熟歩合(%)			
	手植	1) 機械	2) 機械	3) 機械	手植	1) 機械	2) 機械	3) 機械	手植	1) 機械	2) 機械	3) 機械
5.25	16.4	19.1	17.1	17.3	87	83	93	92	66	67	70	75
6.5	16.1	17.8	18.3	16.7	93	82	88	84	69	65	65	71
6.15	14.4	16.5	18.5	15.7	88	82	87	81	73	67	62	68
6.25	13.1	14.8	16.8	14.2	85	77	85	84	72	70	65	71
平均	15.0	17.1	17.7	16.0	88	81	88	85	70	67	66	71

※ 1) 散播苗 2) 散條播苗 3) pot成苗

5. 収量性比較

移植方法間には機械移植が手植に比べ全般に収量が高い(表-8)。ポット成苗機械移植は各移植期別共に手植に比べ増収、散播苗及び散播箱條播苗では早植及び普通期の際は増収したが、6月25日晚植の際は減収を示した。

標準偏回帰係数(直接効果)で推定した収量構成要素の収量寄与後は表-9と同じ。梁等²²⁾

表8 育苗方法別白米収量(Kg/10a)

移植期 (月・日)	散播苗 ¹⁾			散條播苗 ²⁾			pot成苗 ³⁾		
	機械 (Kg/10a)	手 (Kg/10a)	手対比 (%)	機械 (Kg/10a)	手 (Kg/10a)	手対比 (%)	機械 (Kg/10a)	手 (Kg/10a)	手対比 (%)
5.25	405	396	102	517	453	114	511	472	108
6.5	414	400	104	448	416	108	457	426	107
6.15	396	379	104	429	390	110	421	392	107
6.25	341	361	94	341	363	94	365	363	101
平均	389	384	101	434	406	107	439	413	106

※ 1) 洛東 冠岳 三南 小白 盈徳

2) 洛東 小白 盈徳

3) 洛東 盈徳5号 小白 盈徳

が中部平野地帯で行った試験によれば、登熟比率が手植や機械移植共に収量寄与率が最も高かったが、本地域では手植及び散播苗機械移植の際株当り穂数の寄与率が一番高いし、散播箱條播苗やポット成苗機械移植の際穂当り粒数が若干多かった。

表9 収量構成要素と収量間の標準偏回帰係数

要因	手植		散播苗機械		散條播苗機械		pot成苗機械	
	直接効果	寄与度(%)	直接効果	寄与度(%)	直接効果	寄与度(%)	直接効果	寄与度(%)
穂数	0.625	32.2	0.597	26.6	0.077	4.0	0.794	24.3
穂当粒数	0.299	15.4	0.414	18.5	0.553	28.4	0.957	29.3
登熟比率	0.168	8.7	0.439	19.6	0.361	18.5	0.784	24.0
千粒重	0.078	4.0	-0.024	-1.1	-0.205	-10.5	0.296	9.0
残差	0.769	39.7	0.766	34.2	0.752	38.6	0.441	13.4
計	1.939 (n=48)	100	2.24 (n=48)	100	1.949 (n=12)	100	3.27 (n=20)	100

IV 摘要

1. 移植当時の苗令は5月25日移植散播苗を除いては5令以上であり、育苗様式別葉数は保温折衷苗、ポット成苗、散播箱條播苗、散播苗の順であった。
2. 活着最低温度(13℃適用)で規だ移植早限期は5月17日、登熟期間(出穂後40日間)の気候登熟量が一番高い平均温度は22.4℃であった。
3. 登熟最適温度、限界温度、危険温度で規だ最適出穂期は8月15日、安全出穂限界期は8月27日、危険出穂限界期は8月31日であった。
4. 移植方法別出穂期は手移植対比散播苗が3.8日、散播箱條播苗が2.8日遅い反面、ポット成苗は1.4日早かった。
5. 収量性は機械移植が手植より高いが、早・中植では増収が目立つ反面晩植ではポット成苗を除いては減収を示した。
6. 安全作期で規だ移植適期は5月20日から、中生種は6月5日、早生種は6月15日まで。

V 残余の問題点と今後の対策

1. 問題点：散・條播機械移植は中苗を使うので出穂及び成熟が遅れるから、2毛作栽培及び中晩生種栽培で登熟不安定。
2. 対策：1)成苗移植機の開発と安値普及。2), 短稈・耐冷性及び晩植適応性が高い品種育成。3), 移植後、活着促進方法研究。

○引用文献

1. 安明勲, 史鍾九, 全昇卿, 吳龍飛 外 1986, 江源地域地帯別水稲機械移植安全作期設定に関する研究, 農試論文集(稲機械移植) 28(1): 278-292
2. 田中稔, 1950, 水稲冷害の実際的研究第2報登熟適温並びに完全登熟の限界出穂期, 日作記 19(1-2): 57-6
3. 崔洙日, 蘆承杓, 1981, 機械移植による育苗方法と栽培時期移動が水稲実用諸形質に及ぼす影響, 崔鉉玉博士還暦記念論文集, 186-192
4. 星川清親, 1979, イネの生長, 農山漁村文化協会: 59-80
5. 金七龍, 李鍾薫, 鄭奎鎔, 1973, 栽培時期移動による諸環境要因が稲作上部形質に及ぼす影響, 農試報告 15(作物): 25-34
6. 金七龍, 朴成泰, 李載生, 朴來敬, 1983, 東海岸冷潮風地帯の水稲生育特性と風害実態に関する調査研究, 農試報告 25(作物): 124-133
7. 金七龍, 朴成泰, 李載生, 林尙鍾, 1986, 中南部, 東海岸地帯気象の特殊性と風害を受ける稲の生育特性に関する研究, 農試論文集(作物), 28(1): 48-54
8. 金奎真, 殷茂永, 趙正翌, 咸泳秀, 1978, 水稲新育成品種の作期移動による収量変異, 農試報告 20(作物): 70-77
9. 李鍾薫, 1982, 水稲機械移植, 栽培研究の成果と今後の展望, 農試総説: 74-102
10. 李鍾薫, 1986, 水稲機械移植栽培の理論と技術, 現代農業 55-62
11. 李鍾薫, 1983, 機械移植栽培技術, 韓国農業技術史, 232-241
12. 李殷雄, 1971, 韓国水稲作の気象環境と収量性に関する研究, 農試報告, 14(作物): 7-32
13. 李殷雄, 梁元河, 1982, 水稲の慣行及び機械移植栽培によって, 育苗日数と移植期による生育, 収量形質の比較, ソウル大学, 農試研報 7(1): 149-159
14. 村上利男, 森田弘彦, 土井生, 令野一男, 1982, 寒地水稲の計画栽培に関する解析的研究, 北海島農試研報 133: 61-100
15. 松島省三, 和田源七, 1958, 出穂前貯蔵前貯蔵炭水化物, 出穂後蓄積炭水化物及び出穂時窒素含量が水稲の登熟歩合並びに収量に及ぼす影響, 日作記 27(2), 201-215
16. 村田吉男, 1964, わが国の水稲収量の地域性に及ぼす日射と温度の影響について, 日作記 33: 59-63
17. 農振庁, 1981, 水稲冷害実態分析と総合技術対策
18. 農振庁, 1986, 韓国の農業気候特徴と水稲気象災害対策, 93-113
19. 坪井八十二, 1977, 農業気象, PP, 40-53 養賢堂
20. 杉原保章, 羽生寿郎, 1980, 水稲の気象生産力の評価に関する研究 1. 水稲の気候生産力評価の試み, 農業気象 36(2): 71-79
21. 内島立郎, 羽生寿郎, 1967, 本邦における水稲の気象登熟量示数の地域性について, 農業

気象, 22(4): 137-142

22. 梁元可, 尹用大, 安滌国, 郭龍鎬, 朴錫洪, 朴来敬, 1986, 中部地平野地水稻機械移植栽培限界期に関する研究, 農試論文集(稲機械移植), 28(1): 248-255

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：中山間高冷地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 尙州出張所

担 当 者：柳吉林，尹成浩，金在鉄，崔富述

I 緒 言

田植え作業の機械化は、農村労働力不足の深化と、質的低下、賃金上昇に伴う農業生産費の増大等によって急速に拡大実施されて来た。従って平野地を対象とした機械移植は勿論、標高250m以上の中山間高冷地までも機械移植面積が増加しつつあるので、同地域での収量安定性揚高を目指す機械移植栽培は手植に比べ幼苗を移植するので出穂が遅延する。従ってイネの生育期間が短い中山間地では収量減収を招来するおそれがある。機械移植栽培の出穂期を手植栽培の出穂期と同じくするには移植期を早めて早植栽培をする外はない。早植栽培の場合、初期冷害の危険性があるので、気象条件を前提とした品種選択と安全作期設定が必要となる。

今までの機械移植作期試験は大部分平野地を対象に行ったので中山間高冷地研究結果はほとんどない。本試験は中山間地帯での機械移植栽培拡大普及のため、安全作機設定を目安に行った。

II 材料及び方法

本試験は1983年から1987年まで散播箱中苗及びポット成苗を5月15日から6月15日まで10日おきに4回機械移植し、同時に保温折衷苗代苗を手植えのうえ比較した。試験は標高285mの嶺南作試，尙州出張所（北緯36°26′，東経127°56′）で行った。供試品種及び栽培法は表-1及び表-2に示した。肥料分施方法で窒素は、基肥，分蘖肥，穂肥，実肥を

表1. 処 理 内 容

年 度	供 試 品 種	移 植 方 法	移 植 期 (月 ・ 日)
'83	小 白 byeo	・機械移植（散播 箱子中苗）	5.15, 5.25
	道 峰 byeo		
	太 白 byeo	・慣行（手植）	6. 5, 6.15
'84	小 白 byeo	・機械移植（散播 箱子中苗）	5.15, 5.25
	道 峰 byeo		
	大 成 byeo	・慣行（手植）	6. 5, 6.15
'85	小 白 byeo	・機械移植（散播 箱子中苗）	5.15, 5.25
	天 摩 byeo		
	常 豊 byeo	・慣行（手植）	6. 5, 6.15

年 度	供 試 品 種	移 植 方 法	移植期 (月・日)
'86	小 白 byeo	・ 散播箱子苗	5.15, 5.25
	天 摩 byeo	・ pot 成苗 ・ 手 植	6. 5, 6.15
'87	小 白 byeo	・ 散播箱子中苗	5.15
	天 摩 byeo	・ pot 成苗 ・ 手 植	5.25 6. 5

byeo = イネ

表2. 栽 培 法

移植方法	育苗方法	育苗日数	播 種 量	栽 培 距 離	施 肥 量
					N-P ₂ O ₅ -K ₂ O / 10a
機械移植	散播箱子中苗	35日	130g / 箱子	30×12, ^{cm} 4 ~ 5 苗	15-12-13
	pot 成苗	40日	40g / 箱子	" "	"
手 植	保温折衷苗	40日	80g / m ²	" ", 3 苗	"

50-20-20-10%は、燐酸は全量基肥を、加里は基肥、穂肥を70-30%の比率で各々施用した。試験区配置は分割区配置(主区:育苗方法, 細区:移植期)3反復に行った。試験結果の分析は1-2年次に使った品種を除いた小白イネ(5年次供試), 天摩イネ(3年次供試)を選定, 農業気象総合記録装置が設置された1984年以降, 気象とイネ生育との関係を主に分析した。

III 試験結果及び考察

1. 育苗期間の気象と苗素質

各播種別育苗期間(40日間)の気象(表-3)は4月5日播種に日平均気温が13.6℃で実用的発芽限界温度^{2.9)}の統一型16℃よりは低いし, 日本型13℃よりは多少高いが, 年度によっては12.0℃ぐらい低い場合もあるので発芽及び育苗に困難を呈した。しかし, 4月15日以後は育苗期間の平均気温(5カ年平均)が15.3℃以上になり, 年度に沿う年次間表異が13.9°~17.1℃範囲なので日本型の実用的発芽限界温度を上回った。また, 機械移植用箱苗はビニールハウスの中で出芽, 緑化の後保温苗代に置床するので初期育苗管理にあまり問題はなかった。単に昼夜間床内温度の較差が大きいのので立枯病, ムレ苗等の発生が育苗時の留意点である。

播種期に沿う苗素質(表-4)は播種期が遅れるほど草丈はだんだん長くなったし, 育苗方法によってポット成苗(13.6~19.3 cm) < 散播箱中苗(15.7~20 cm) < 保温折衷苗

表3. 播種期における育苗期間(40日間)中の気象比較

播種期	区 分	年 度					平 均
		83	84	85	86	87	
4. 5	積算温度(℃)	612.6	570.5	536.7	511.7	481.7	542.6
	日平均気温(℃)	15.3	14.3	13.4	12.8	12.0	13.6
	平均最高気温(℃)	20.5	18.7	19.7	19.5	18.6	19.4
	平均最低気温(℃)	8.5	6.7	6.6	5.6	5.2	6.5
	日平均日照時数	-	8.8	8.2	9.8	8.3	8.8
	日平均日射量(cal/cm ²)	-	403.2	417.3	485.5	426.3	433.1
4.15	積算温度(℃)	645.1	683.3	607.9	572.9	557.5	613.3
	日平均気温(℃)	16.1	17.1	15.2	14.3	13.9	15.3
	平均最高気温(℃)	13.5	21.1	17.7	20.8	20.6	19.7
	平均最低気温(℃)	9.4	9.2	8.8	7.8	7.2	8.5
	日平均日照時数	-	9.5	9.1	9.7	8.6	9.2
	日平均日射量(cal/cm ²)	-	453.7	431.6	488.9	450.4	456.2
4.26	積算温度(℃)	652.1	740.8	676.2	647.8	634.9	670.4
	日平均気温(℃)	16.3	18.5	16.9	16.2	15.9	16.8
	平均最高気温(℃)	20.7	23.2	22.2	22.2	22.0	22.1
	平均最低気温(℃)	11.9	11.8	9.1	10.4	9.7	10.6
	日平均日照時数	-	10.1	9.3	9.7	8.6	9.4
	日平均日射量(cal/cm ²)	-	490.0	464.0	488.4	460.7	475.8
5. 6	積算温度(℃)	768.3	810.0	709.6	693.1	720.3	740.3
	日平均気温(℃)	19.2	20.3	17.7	17.3	18.0	18.5
	平均最高気温(℃)	24.5	24.7	21.1	23.0	23.8	23.4
	平均最低気温(℃)	12.8	13.5	12.1	12.0	12.2	12.5
	日平均日照時数	-	10.3	9.4	10.1	8.9	9.7
	日平均日射量(cal/cm ²)	-	499.8	465.8	496.8	463.9	481.6

表4. 育苗方法及び播種期による苗素質

育苗方法	播種期 (月・日)	移植期 (月・日)	小白 byeo				天摩 byeo			
			草丈 (cm)	葉数 (個)	乾物重 (g/100個)	充実度 (mg/cm)	草丈 (cm)	葉数 (個)	乾物重 (g/100個)	充実度 (mg/cm)
散播苗子中苗	4.10	5.15	17.3	4.6	2.23	1.30	16.2	5.0	2.37	1.50
	4.20	5.25	18.2	4.8	2.44	1.36	19.3	5.2	2.64	1.38
	5.1	6.5	17.4	5.0	2.73	1.59	18.6	5.2	2.80	1.51
	5.11	6.25	15.7	4.8	2.57	1.64	15.6	5.0	3.34	2.14
pot 成 苗	4.5	5.15	16.2	5.4	3.33	2.05	13.6	5.0	3.19	2.40
	4.15	5.25	20.0	5.7	4.00	2.15	19.5	5.6	4.60	2.53
	4.26	6.5	16.9	6.1	5.63	3.50	17.8	6.5	5.24	2.95
	5.6	6.25	18.8	5.8	4.28	3.30	10.8	6.1	4.52	2.54
保温折衷苗	4.5	5.15	18.8	5.9	5.78	3.06	19.9	6.0	6.02	2.89
	4.15	5.25	21.7	6.4	7.13	3.27	23.3	6.3	6.24	3.41
	4.26	6.5	20.6	6.1	7.82	3.81	20.4	6.1	8.59	4.17
	5.6	6.25	28.5	6.4	12.85	4.61	30.3	6.3	13.64	4.63

(18.8~30.3 cm) 順に長くなった。葉数は保温折衷苗が5.9~6.4葉で一番多く、ポット成苗は5.4~6.4葉であったし、散播箱苗とは違って、箱での個間競合が少ないから、展開葉数が多かったものと考えられる。このような結果は郭等⁷⁾、金等¹⁰⁾が、ポット成苗は散播箱苗より葉数が多く、手移植苗みたいに葉数確保が可能であったとの報告と一致するところがある。個体当り乾物重及び苗の充実度は保温折衷苗>ポット成苗>散播箱中苗の順に高いし、同一育苗方法のうちでも、播種期が遅れるにつれて高くなる傾向を示した。このことは、播種期が遅れると、気温もだんだん上昇するので生育量が増加されたものと判断される。一般的に機械移植に適う中苗は苗令(葉数-1)が3.5令以上、草長が17±1cmと知られている¹¹⁾、上述の結果、苗素質にあって中山間地機械移植に大した困難はないものと思う。

2. 平均気温と移植早限期

5月の平均気温とこれにしたがう移植早限期の推定を表-5に示した。

表5. 5月中平均気温による移植早限期推定

(83~87)

区 分	5月, 日										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
平均気温(℃)	13.4	14.7	15.5	16.4	16.8	14.4	14.8	16.5	16.6	16.4	18.0
標準偏差	3.8	2.3	3.3	3.8	2.8	2.4	3.7	3.3	1.5	3.5	4.3
変異係数(%)	28.4	15.6	21.3	23.2	16.7	16.7	25.0	20.0	9.0	21.3	23.9

区 分	5月, 日										
	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
平均気温(℃)	19.8	16.5	16.0	15.6	14.9	17.5	16.6	16.2	18.3	17.8	17.8
標準偏差	2.8	3.5	2.2	2.9	2.0	5.7	2.1	2.5	2.5	3.8	3.1
変異係数(%)	14.1	21.2	13.8	18.6	13.4	32.6	12.7	15.4	13.7	21.3	12.4

育苗方法による移植早限期は苗素質が良好で健全な苗を基準にした時、活着限界温度は稚苗12℃、中苗12℃、保温折衷苗14.5℃、水苗代苗15.5℃以上と知られている¹¹⁾。従って、本試験が行なわれた5年度の平均気温で見ると、13℃以上が100%出現する日を移植早限期と見做せば、南部中山間地化西みたいな地方において、散播箱苗の機械移植は年次間の活着温度、出現頻度から察して5月20日以後が安全期と判断された。

3. 移植後出穂期までの気象と出穂期

移植翌日から出穂期までの気象と出穂反応は表-6のようである。移植方法及び品種に関係なく、日平均気温は5月15日移植の際20.0~20.6℃、6月25日移植の際21.6~23.0℃で移植期が遅れるほどだんだん高くなった。

表6. 処理別移植後出穂期までの気象比較

移植方法	移植期 (月,日)	小 白 byeo					天 摩 byeo				
		出穂期 (月,日)	出穂 日数 (日)	平均 気温 (℃)	日 平 均 日照時数 (時間)	日 平 均 日 射 量 (cal/cm ²)	出穂期 (月,日)	出穂 日数 (日)	平均 気温 (℃)	日 平 均 日照時数 (時間)	日 平 均 日 射 量 (cal/cm ²)
機械移植 (散播箱 子中苗)	5.15	7.27	73	20.6	8.4	318.8	8.2	79	20.6	8.4	400.5
	5.25	7.31	67	21.4	8.2	318.0	8.6	73	21.3	8.2	392.8
	6.5	8.6	62	22.2	7.8	368.8	8.11	67	22.0	7.7	368.1
	6.15	8.15	61	23.0	7.7	356.1	8.23	69	22.7	7.8	349.1
機械移植 (pot成 苗)	5.15	7.25	71	20.0	8.5	405.9	7.31	9	20.2	8.3	396.5
	5.25	7.28	64	20.8	8.1	364.5	8.1	68	21.0	8.1	390.0
	6.5	8.5	61	21.5	7.8	369.4	8.9	65	21.6	7.7	366.4
	6.15	8.13	59	21.6	7.8	339.3	8.20	66	21.8	7.5	331.8
手 植 (保温折 衷苗)	5.15	7.24	70	20.5	8.4	400.6	7.30	76	20.4	8	400.6
	5.25	7.26	62	21.2	8.3	370.2	8.1	68	21.2	8.2	391.4
	6.5	8.2	53	22.4	7.7	355.4	8.9	65	21.9	7.8	368.7
	6.15	8.8	54	22.7	7.7	349.4	8.14	60	22.5	7.8	348.8

※ byeo = イネ

尹¹³⁾は日長反応に鈍い品種は日平均気温20~24℃の場合、この範囲内では温度が高くなるにつれて出穂は数が短縮するし、日平均気温1℃上昇に伴う出穂日数短縮程度は4.5~9.1日程と述べた。即ち本試験の結果でも移植期が遅れるほど同期間の日平均気温が高くなって出穂日数が短縮された。図-1で品種別傾向をみれば、天摩イネは同じ水準の日平均気温条件で保温折衷苗>ポット成苗>散播箱苗の順に出穂は数が短縮されたし、其の程度の差異は日平均気温が上昇する時もっと大きくなった。一方、小白イネのポット成苗移植の場合、低温条件で保温折衷苗より出穂日数が伸びたし、反対に高温で短縮された。なお散播箱苗はこれらより出穂日数が伸びた。日平均気温1℃上昇に伴う出穂は数短縮の程度を品種別にみると、小白イネの場合、散播箱苗は3.7日、保温折衷苗4.5日、ポット成苗7.5日と各々推定されたし、天摩イネの場合は、散播箱苗5.2日、保温折衷苗7.9日ポット成苗7.0となった。平野地でポット成苗は手植に比べ出穂が1~2日程遅延すると報告されているが^{7.10)}、本試験では、6月15日晚植の外は手植とほぼ同じか、或は3日程まで出穂が遅延する傾向を示した。散播箱苗は移植期によって多少違うが、大体3~9日ぐらい出穂が遅れた。上述

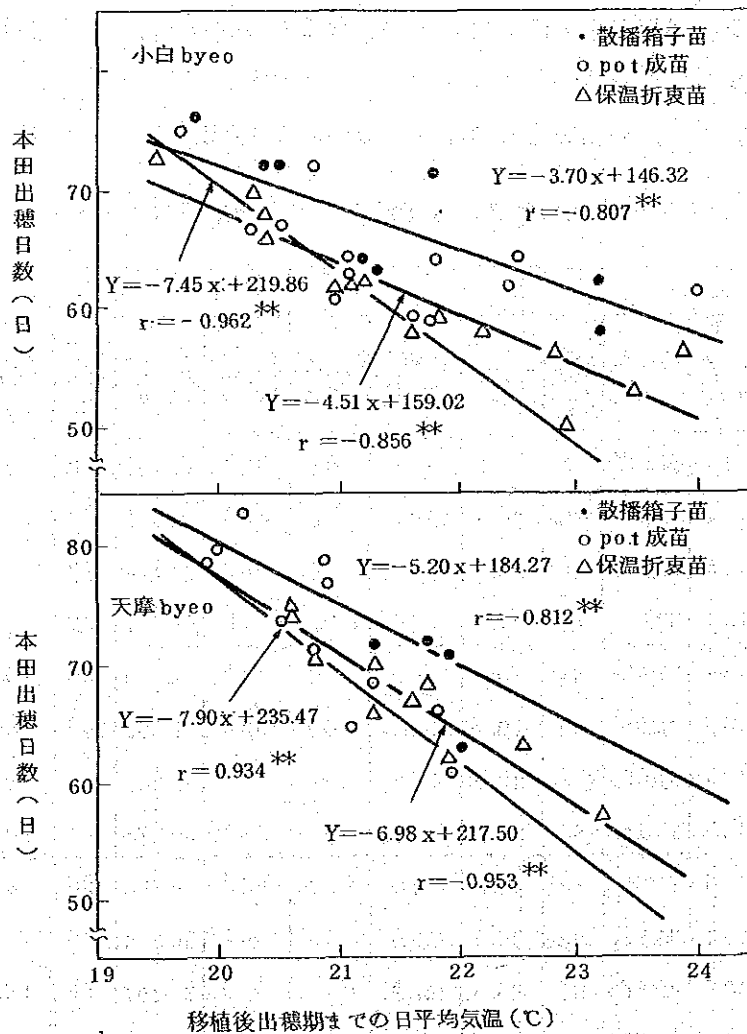


図1. 移植後出穂期までの日平均気温と出穂日数との関係

の結果出穂期を基準とすれば散播箱中苗は中山間地で安全性がおちるので移植の機械化にあってはポット成苗が望ましいと考える。

4. 移植期に従う収量構成要素及び収量

移植期に従う収量構成要素と収量の変化は表-7に示す通りである。m²当り穂数と移植方法別にみると、手植に比べ散播箱苗移植の方が多し、ポット成苗移植とは似ている。移植期別穂数は散播箱苗を除いては、品種に関係なく5月25日移植分で最も多い傾向を示した。m²当り穎花数は移植方法によって多少の差異はあるが、小白イネの場合は、6月15日晩植で少ないし、5月25日または6月5日移植で多い傾向を示した。天摩イネの場合は、5月15日移植で少ないし、5月25日と6月5日移植で多い傾向を示した。

登熟比率は品種や移植方法に関係なく5月15日移植で最も高いし、移植期が遅れるにつれて低くなる傾向をみせた。低下程度は天摩イネが小白イネより急激であった。移植方法別には、手植やポット成苗に比べ散播箱中苗移植の方が晩植時、特に登熟比率が低下した。

玄米1,000粒重は、移植方法や移植期に従う変化があまりなかった。白米収量は散播箱中苗移植の場合、小白イネは5月25日以前、天摩イネは5月15日移植で高い。手植とポット成苗は5月25日移植で最も高く現われた。移植方法間の収量は、手植>ポット成苗移植>散播箱中苗移植の順に高い。

以上のような結果は、中山間地帯で品種と移植方法の差異が、作期変更と相俟って変る気

表7. 移植方法及び移植期に従う収量構成要素と収量

移植方法	移植期 (月・日)	小白イネ						天摩イネ					
		穂数 (個/m ²)	粒数 (個/m ²)	登熟 比率 (%)	玄米 千粒重 (g)	白米重 (kg/10a)	同指数 (%)	穂数 (個/m ²)	粒数 (個/m ²)	登熟 比率 (%)	玄米 千粒重 (g)	白米重 (kg/10a)	同指数 (%)
機械移植 (散播箱 子中苗)	5.15	393	31,020	83	20.8	497	100	350	29,448	85	19.7	484	101
	5.25	384	32,556	80	20.4	497	100	396	32,988	84	20.0	478	100
	6.5	395	31,190	76	20.6	478	96	388	35,420	73	19.9	469	98
	6.15	404	32,014	73	21.1	457	92	370	31,387	62	20.0	440	92
機械移植 (ポット 成苗)	5.15	354	27,921	88	20.4	462	90	349	31,380	86	19.4	470	96
	5.25	388	28,960	84	20.2	514	100	363	31,599	86	19.9	491	100
	6.5	380	31,093	78	20.8	509	99	361	33,543	75	19.9	487	104
	6.15	331	25,122	81	21.2	469	91	325	30,875	64	20.6	473	96
手移植 (保温折 衷苗)	5.15	378	31,887	83	20.8	510	97	340	29,698	86	19.8	504	96
	5.25	404	34,712	83	20.5	525	100	407	36,254	80	19.5	525	100
	6.5	373	30,983	80	20.6	489	93	345	34,357	68	19.7	477	91
	6.15	351	30,706	75	21.1	479	91	324	34,492	68	20.4	484	92

象環境に対する反応の違いだと思ひ。即ち、5月15日早植で穂数と穎花数が少なかったのは、栄養生長期間が長くても、それは初期低温に因つたものだから、有効分蘗の早期確保には寄与していないと見える。6月15日晚植では穂数と粒数が少なかった5月15日移植に比べ有効分蘗確保期間が短かいし、穎花数は相対的な日射量不足に因つて減つたものと推測される。晩植の程登熟率がおちるのは、出穂期遅延に伴つて中山間地特性の気象で秋冷が早くなり登熟期間の気温低下が原因だと思ひ。移植方法による育苗法差異での苗令と充実度は本田初期の活蘗と相俟つて生育に影響を及ぼしたし、斯かる結果が収量生産過程に反応されたものとみえる。

5. 登熟期間の気象環境と安全出穂限界期

登熟期間、即ち、出穂後40日間の気象環境(表-8)を察すると、日平均気温登熟温度は5月15日移植で22.7~24.3℃、5月25日移植が22.4~24.1℃、6月5日移植が21.2~23.2℃、6月15日移植は18.9~22.8℃範囲内で移植方法及び品種間の差異があつたが、全体的に移植期遅延に従つてだんだん低くなつた。移植方法別では、出穂が早い手植栽培が機械移植に比べて早い。一方、ポット成苗栽培で各移植期共に散播箱中苗より出穂が早ければ、登熟期間の日平均気温が低いのは試験年度が1986~87年2カ年で他の年度より登熟気温だけでなく、稲作期間中気温が低下したからである(図-3)。登熟気温と収量との関係で金等⁸⁾は統一型が24.0℃で、日本型(サトミノリ)が22.5℃で高位収量を得たと言つた。

表8. 登熟期間(出穂後40日間)の日平均気温、日射量、日照時数

移植方法	移植期 (月.日)	小白イネ				天摩イネ			
		出穂期 (月.日)	日平均 気温 (℃)	日射量 (cal/cm ²)	日照時数 (時間/日)	出穂期 (月.日)	日平均 気温 (℃)	日射量 (cal/cm ²)	日照時数 (時間/日)
機械移植 (散播箱 子中苗)	5.15	7.27	24.2	348.1	7.6	8.2	23.0	336.9	7.4
	5.25	7.31	23.6	350.2	7.3	8.6	22.4	327.6	7.5
	6.5	8.6	22.7	334.6	7.4	8.11	21.4	318.2	7.4
	6.15	8.15	21.4	317.2	7.5	8.23	19.3	309.4	7.4
機械移植 (ポット 成苗)	5.15	7.25	23.1	330.6	6.9	7.31	22.7	329.5	7.0
	5.25	7.28	22.9	335.0	7.0	8.1	22.4	316.0	6.8
	6.5	8.5	21.9	309.6	6.8	8.9	21.2	307.2	7.0
	6.15	8.13	20.6	314.3	8.0	8.20	18.9	332.7	8.2
手移植 (保温折 衷苗)	5.15	7.24	24.2	352.4	7.7	7.30	23.3	341.6	7.3
	5.25	7.26	24.1	351.2	7.7	8.1	23.0	339.0	7.3
	6.5	8.2	23.2	341.8	7.2	8.9	21.9	325.5	7.4
	6.15	8.8	22.8	349.3	7.8	8.14	21.3	326.3	7.6

李¹²⁾は、21~25℃が収量生産期適温だと報告されているが、本試験でも、散播箱苗、ポット成苗移植で6月15日移植を除いた以外の移植期では、21.2~24.2℃で登熟適温の範囲に入った。図-2でみると、出穂後40日間、日平均気温が高くなるほど収量は続けて増加、日平均気温1℃高くなるにつれて二つの品種共に収量は約14 Kg/10aずつ増収されるものと推定した。

従って、本試験では出穂後40日間の日平均気温に因る最高収量が生産できる適温の推定は不可能とみえた。しかし、尹¹³⁾は、中山間地、尙州・化西で日本型品種を手植で作期を

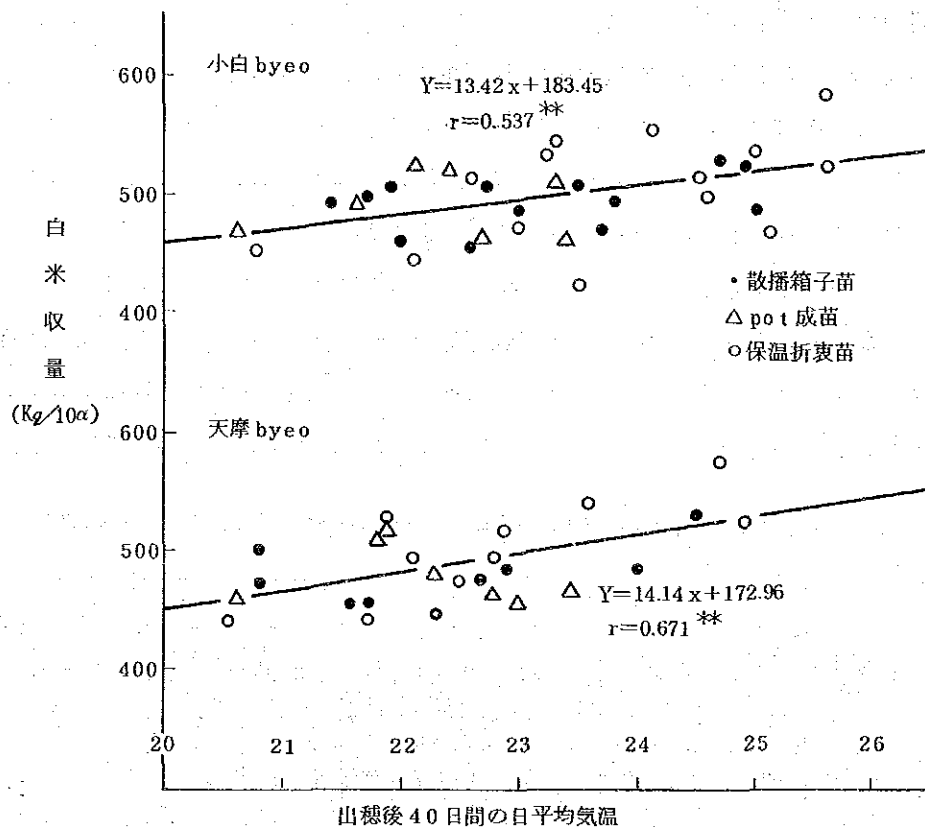


図2. 登熟期間中の気温と収量との関係 (byeo=イネ)

移動させた時、出穂後40日間の日平均気温が23.5℃(積算温度940℃)で最高収量をだしたと述べた。平野地で日本型品種の安全登熟限界温度が22℃と仮定し、本試験で安全出穂限界期を推定すると図-3のようである。最高収量を示した23.5℃は1986~85年8月6~7日以前出穂であり、1986~87年には安全登熟限界温度22℃で検討したところ8月3~7日出穂に該当された。従って8月7日以前に出穂が出来るように、品種選択と移植期を考慮すれば安全収量を期待することが出来ると思う。なお、表-8で移動期に従う登熟期中の日平均日射量をみれば、309~352 cal cm⁻²の範囲内で移植期が遅延する程減少する傾向であった。

金等⁸⁾は、登熟期間の日平均日射量は420±30 cal cm⁻²で最高収量を得たと述べた。

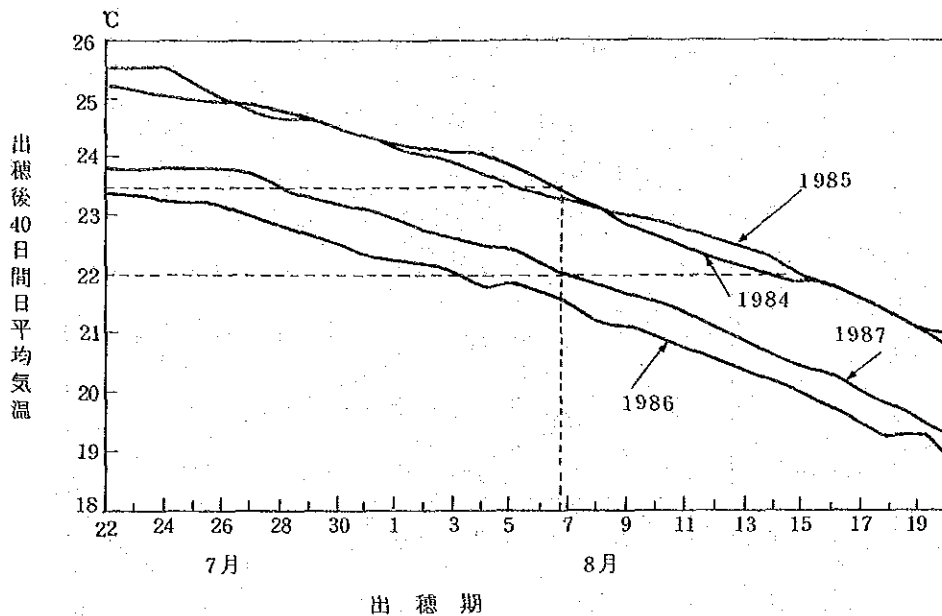


図3. 出穂期による登熟期間（出穂後40日間）中日平均気温の年次間差異

しかし、安¹⁾は、 $360 \text{ cal cm}^{-2} \text{ day}^{-1}$ 程度なら、登熟に不足しないと言ったし、De Datta³⁾は、熱帯地方では、 $444 \text{ cal cm}^{-2} \text{ day}^{-1}$ 程度で最高収量を、 $310 \text{ cal cm}^{-2} \text{ day}^{-1}$ 程度なら、平均収量を上げることが出来ると言った。本試験では、全体的に、安¹⁾が提示した日射量よりは低いし、金等⁸⁾、De Datta³⁾の $390 \sim 450 \text{ cal cm}^{-2} \text{ day}^{-1}$ よりは顕著に低下した。しかし、日射量はわが国では、直接的には登熟比率に影響をやるのではなく、温度が支配的だから中山間地では温度がもっと問題とされる。しかし、割合に多い日射量を考慮すると、吸光率と光利用率が高い品種選択も重要視すべきである。

6. 出穂期と収量でみた安全作期

イネの出穂期は同一品種でも、移植期、育苗、移植方法、施肥量、及び栽植密度等栽培法によって差異があるし、地域、気象環境に因っても大きい差がある。特にイネ栽培許容期間が短い中山間地で機械移植の際、安全出穂限界期内に収穫する移植期を推定することはかなり重要なことである。中山間地の化西地方での安全出穂限界期は前述のように8月7日と推定される。図-4でみるように、移植期と出穂期との関係及びそれに従う収量を考慮して安全移植限界期を推定すると、小白イネの場合、散播箱中苗は6月4日以前に、ポット成苗は6月6日以前に各々移植すべきである。また、散播箱中苗の収量は出穂が遅れる程、急激に減少したが、ポット成苗は出穂期に従う収量の変動があまりなかった。小白イネより出穂が多少遅れる天摩イネは散播箱中苗が5月26日以前、ポット成苗は5月30日以前移植が望ましい。従って安全出穂限界期である8月7日以前に出穂させるには、小白イネより1週間ぐらい早目に移植しなければならぬ。

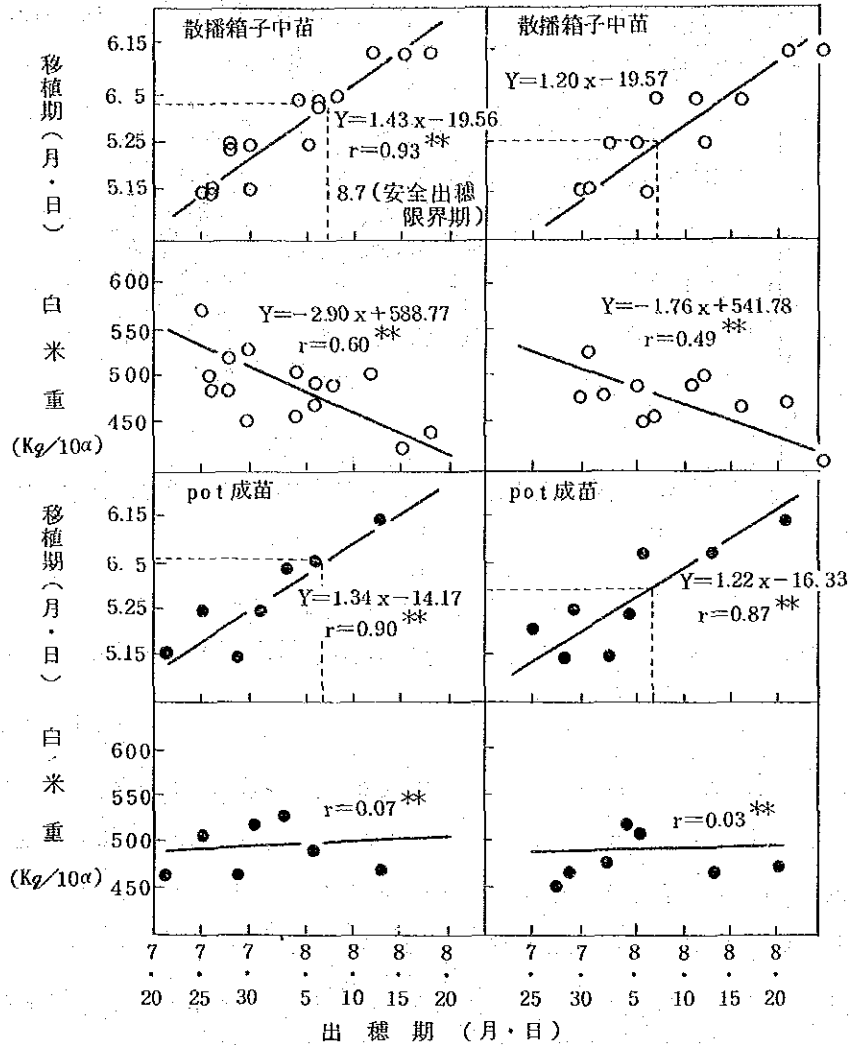


図4. 機械移植栽培方法別移植期と出穂期及びそれによる収量との関係

機械移植は、手植に比べて移植期が遅れるにつれて、出穂遅延度が大きい。従って、登熟比率の低下に伴う収量の減少は(7.10. 11. 14) 周知のことである。

省力栽培は慣行栽培に比べ収量が減少されてはいけないということが前提なので、労力節減は労働生産性提高に依る生産費節減を目標としている。だから移植作業の機械化は慣行手植に比べ収量がおちない移植期を選ばなければならない。それで、図-5では手植の収量対比機械移植の収量指数として、適当な移植期を求めようとした。

図-5でみれば、ポット成苗移植では最高収量を示した移植期が、小白イネは6月7日、天摩イネは5月28日であったが、同じ時期の手植区に比べ96%ぐらいの線で止んだし、散播箱苗では移植期が早い程、小白イネ、天摩イネ共に手移植栽培の収量に近似した程で、それぐらいは5月15日に移植した場合にも94~97%に過ぎず、手植の収量を越せなかった。だから、安全出穂限界期内に収穫し、慣行手移植に比べ、収量が9.5%ぐらい維持、活

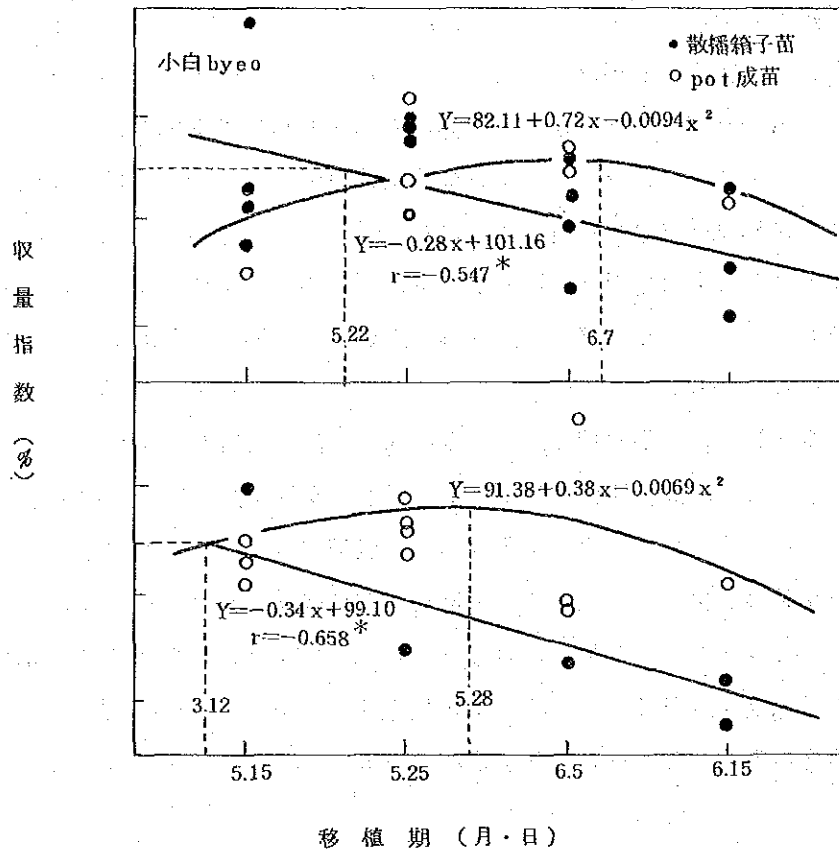


図5. 手植収量対比機械移植苗の移植適期推定 (byeo = イネ)

着可能温度が続く移植早限期以後になる中山間地での適正移植期は散播箱中苗移植の場合、早生種の小白イネと天摩イネが各々5月22日～6月4日，5月20～5月26日，ポット成苗の場合は，小白イネと天摩イネが各々5月20日～6月6日，5月20日～5月30日で，移植機活用可能期間が散播箱苗移植機は約2～3週間て中山間地でのポット成苗が労力分散面や収量の安定性の面では有利なものと判断される。

IV 摘 要

中山間地機械移植安全期の設定を目安に1983年から1987年まで5年間に互って嶺南作物試験場尙州出張所で小白イネ，天摩イネ等を供試，散播箱及びポット成苗で育苗して，5月15日から10日おきに4回機械移植と同時に保温折衷苗を手植のうえ，対比の結果を次に要約する。

- 1) 活着と関連して，平均気温が13℃以上，確率100%出現される機械移植可能安全早限期は5月20日と推定された。
- 2) 苗乾物重及び充実度は保温折衷苗，ポット成苗，散播箱中苗の順に高く，播種期遅延の程高い。
- 3) 移植期が遅れると，出穂期も遅延したが，それに伴って出穂日数も短くなった。出穂日数の短縮程度は月平均温度が1℃高くなるに従って散播箱苗3.7～5.2日，ポット成苗7.5～

- 7.9日、保離折衷苗4.5～7.0日であった。
- 4) 単位面積当り穂数は散播箱苗でもっとも多いし、粒数はポット成苗で多少ない傾向だが、登熟比率は高い。品種や移植方法とは関係なく、6月5日以後移植すると登熟比率は80%以下におちた。収量は手植>ポット苗>散播箱苗の順に高いし、減収の大きい要因は出穂遅延に伴う登熟比率の低下であった。
- 5) 登熟温度で見た安全出穂限界期は8月7日、これに従う安全移植限界期は小白イネの場合、散播箱中苗6月4日、ポット成苗6月6日、天摩イネの場合、散播箱苗5月26日、ポット成苗5月30日である。
- 6) 手植収量水準対比安全限界期は小白イネの場合、散播箱苗5月22日、ポット成苗6月7日、天摩イネの場合、散播箱苗5月22日、ポット成苗5月28日と推定される。
- 7) 従って、手植対比収量と安全出穂限界期及び機械移植安全早限作期を考慮の時、機械移植限界期は早生種の小白イネ、天摩イネ散播箱中苗は各々5月22日～6月4(14日間)、5月20日～5月26日(7日間)、ポット成苗は小白イネ、天摩イネ各々5月20日～6月6日(18日間)、5月20日～5月30日(11日間)で中山間地での機械移植はポット成苗栽培の方が労力分散、収量、共に有利である。

引用文献

1. 安寿奉, 1973, 水稻登熟の品種間差異と, その向上に関する研究。韓作誌 14:1~40
2. 安寿奉, 李錫淳, 尹成浩, 1973, イネ種子発芽及び苗生育に対する温度反応の品種間差異と保温育苗及び催芽播種の効果に関する研究, 農試報告15(作物):15~24
3. DeDatta, S.K. 1981, Principles and practices of rice production John Wiley and Sons New York. 618P
4. 田中稔, 1950, 水稻冷害の実際的研究, 第2報 登熟適量並に安全登熟の出穂期 日作紀 1P(1~2):57~61
5. 姜良淳・許輝, 1976, 嶺南地方における水稻栽培時期の移動が, 生育及び収量形質に及ぼす影響, 農試報告 18(作物):79~85
6. 金七龍, 李鍾薰, 鄭奎鎔, 1973, 栽培時期移動に沿う諸環境要因が, イネ地土部形質におよぼす影響, 農試報告15(作物):25~34
7. 金長鏞・金並鉉・朴慶培, 1986, 南部地域水稻ポット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):224~235
8. 金奎真・殷茂永・趙正翼・咸泳秀, 1978 水稻新育成品種の作期移動に沿う収量変異, 農試報告20(作物):70~78
9. 金文憲, 1979 韓国における水稻新育成品種の特性とその普及が, 農業生産におよぼす効果に対して。農試報告21(作物):1~35
10. 郭龍鎬・梁元河・尹用大等, 1986, 水稻ポット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

11. 李鍾薫, 1982 水稻機械移植栽培研究の効果と今後の展望, 農試総説 74~102
12. 李殷雄, 1971, 韓国水稻作の気象環境と収量性に関する研究, 農試報告 14(作物)7
~32
13. 尹成浩, 1986, 南部中山間地作物研究嶺南作物試験研究報告(2):159~169
14. 尹用大, 李鍾薫, 1978, 水稻機械移植育苗に関する研究, 韓作誌 23:68~73

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：早魃時灌漑による養分移動に関する研究

実施機関：農業技術研究所

担 当 者：柳寛植，宋寛哲

I 結 言

我が国の年平均降水量は約 1,300 mm であるが降雨分布の偏重（6, 7, 8月）でたまに激しい旱害を被ることがある。従って早魃時の灌漑は作物栽培に必須不可欠である。適正灌漑は養分の有効化を増大させるが、過大な灌漑は却って土壌から養分を溶脱させることがある。灌漑時問題点として取り上げられているのは灌漑方法，灌漑時期，土壌通気性及び塩類集積である。

土壌に施用する肥料成分が植物の根までどう利用されるか，また，植物の根まで利用された肥料成分が植物体にどう吸収，利用されるかを究明することは合理的肥培管理のため大変重要である。土壌中塩類移動に対するモデル研究が活発に行われているが，本邦ではこれに対する研究がほとんど行われていない。

土壌中塩類移動が水分移動，作物生育，根の分布，土壌特性等種々な因子に因ってかなり複合的に行われているので圃場状態での究明が大変難しい。従って土壌中塩類移動に関与する因子を単純化させる研究が優先的に行わなければならない。

本試験は土壌水分条件に従う P・K・Ca・Mg 等の垂直移動様相を究明し，あわせて石灰施用に従う土層内の土壌 pH 変化様相を究明するためにポット試験で行った。

II 材料及び方法

供試土壌：農業技術研究所畑灌漑ほ場（水原市西屯洞所在）に分布されている本良砂壤土作土層を採取，供試土壌に使った理化学的特性は表-1 のようである。

表-1. 供試土壌の理化学性

pH (H ₂ O)	OM Avail.p (%)	Avail.p (ppm)	CEC (me/100g)	Exch. cations(me/100g)					particle sizedist.(%)		
				Ca	Mg	K	NH ₄	H	Sand	Silt	Clay
4.4	0.82	93.0	9.5	9.5	0.22	0.23	0.10	10.0	49.4	47.6	3.0

供試土壌は pH4.4 の酸性土壌で置換性 Ca, Mg, K 含量が低い，が，磷酸含量は Bray №1-P で 93 Ppm 程高いのが特徴である。

試験遂行：Radino clover を供試品種にしてポット試験を行った。直径 20 cm，長さ 90 cm の無底 PVC ポットを土壌中に設置，風乾土壌 30 Kg をポットに充填させ，土壌水分が飽和状態になった後窒素（尿素），磷酸（溶過磷），加里肥料（塩化加里）を成分量で各々 4.0, 4.0, 3.0 g/pot 施用した。そのうえで生石灰（18.0 g Ca）を混合させた風乾土壌 4

Kgを再充填させ土深が86 cmになるようにする。

水分処理に従う塩分移動をみるためには10, 30, 50, 70, 90, 120, 150 mmの水分を3反復で処理, 裸地状態のまま1週間後ポットを掘り出し土壌を採取した。

水分条件に従う塩類移動を視察の為, 灌水点0.2 bar, 1.0 bar, 5.0 bar, の無灌水区をおき, 土深20 cmを基準にして, 土壌水分条件の灌水点に到達の時0.1 barが出来るように灌水をした。播種15日後から15日間隔にポットを掘り出し土壌を採取したが, 1.0 bar区と5.0 bar区は初めて灌水点に到達の時から土壌を採取したし, 無灌水区は土壌水分条件が5.0 barに達した15日後から土壌を採取した。

分析方法: 土壌のpHは土壌:H₂Oを1:2.5にして測定したし, 有機物含量はWakley-Black法, 有効磷酸はBray No.1法で, 陽イオン置換容量はNH₄OAC法で各々定量した。置換性Ca, Mg及びKはINNH₄OAC(pH7)溶液で浸出, 原子吸光分光分析器で分析し, NH₄⁺-N 1.0% KCl溶液で浸出, Semi-micro kjeldahl法で定量した。植物体中P, Ca, Mg及びK含量はHc. lo₄-H₂So₄分解法で植物体を分解し, 土壌分析と同じような方法で定量した。

III 結果及び考察

収穫時期別累積降雨量, 灌水量及びClover収量は表-2のようである。Clover播種した4月末から最終収穫期10月中旬まで5.5月間降雨量が1206.7 mmで例年に比べ多かったし, 時期的に偏重されない均等な降雨をみせた。

表-2. 収穫時期別累積灌水量と clover 収量

Harvesting stage	1st(7/30)	2nd(8/14)	3rd(8/27)	4th(9/12)	5th(10/16)
Cumulative rainfall (mm)	488.2	686.3	768.3	865.2	1,206.7
Amount of irrigation water(mm)					
0.2 bar	54.0	108.0	162.0	306.0	432.0
1.0 bar	—	35.0	70.	175.0	235.0
5.0 bar	—	—	—	45.0	45.0
Fresh weight of plants(g/pot)					
0.2 bar	67.7	194.6	258.3	364.6	582.4
1.0 bar	—	139.9	215.0	312.9	507.4
0.5 bar	—	117.4	162.6	264.8	386.4
non-irrigated	—	95.6	—	243.5	362.8

降雨量が多く, 降雨分布が時期的に偏重されなかったにもかかわらずポット栽培なので, 栽培面積に比べClover生育が旺盛, 土壌水分状態が灌水点まで容易に到達した。従って0.2 barの場合, 24回にかけて432 mm, 1.0 bar区の場合は7回にかけて235 mmを灌水した。

clover 収量は土壌水分条件が良い程増収の傾向を示した。土壌水分が十分に供給された0.2

bar区では生体重が582.4g/ポットで無灌水区に比べ60%も増収されたし、1.0bar区では無灌水区に比べ4%も増収された。

水分処理に従う土壌中K移動様相は図-1と同じ。水分処理量が多い程表土のK含量が減少し、心土のK含量が増加、下向移動が多かったことが判る。50mmの水分処理時20cm余り深さの土壌中、K含量が表土と同じ水準だし、150mmの水分を処理の時は40cm深さの土壌中、K含量が表土と似た水準に分布された。

土壌中、Kの時期別分布様相をみると、図2のように生育後期にいくほど表土でのK含量が顕著に減少している。播種後75日まで生育初期は表土でのK含量減少が、心土でのK含量増加に伴ってKの下向移動が主になっている。しかし、生育後期には表土での顕著なK含量減少に比べ心土でのK含量増加傾向が明瞭で

なかった。これは図-4でみるように、Clover生育が旺盛になちながら植物体に依るK吸収量が顕著に続加されるので表土だけでなく30cm深さまで土壌中K含量が減少された結果だと考える。土壌中の塩類移動の視察のため、多量のKを施用したにもかかわらず、最終収穫期のK含量が表土0.13me/100g、深さ20cm土壌0.16me/100gで試験前土壌のK含量0.23me/100gよりかなり低い。こういう結果でKを分施する慣行施肥の妥当性が認められた。

土壌水分条件が良いほど土壌中Kの絶対量が低い傾向だが、0.2bar区での時期別移動様相に比べ処理間差異がはっきりしなかった。これは灌水量に比べ降雨量が顕著に多かった気象条件のため灌水に依る土壌中Kの下向移動よりclover生育差異に従うK吸収量の差異がもっと大きいと言うことが基因されたと思う。

最終収穫期に0.2bar区でcloverが吸収したK量は3.3g/potで施肥量よりもっと多いKが植物体によって吸収された、この量はポット内全体土壌

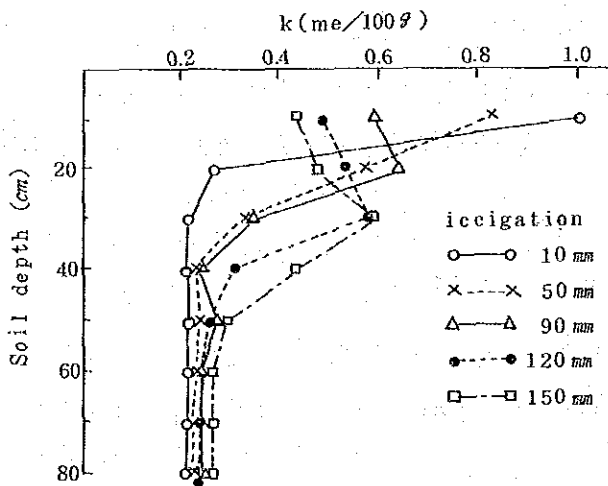


図-1 水分処理による置換性Kの様相

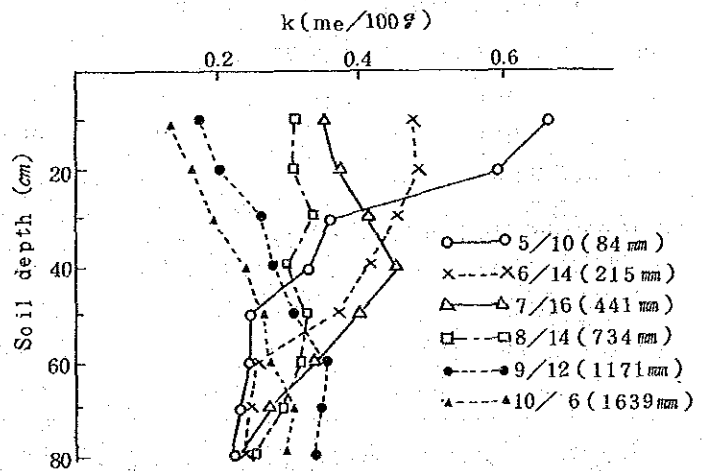


図-2 時期別置換性Kの分布様相

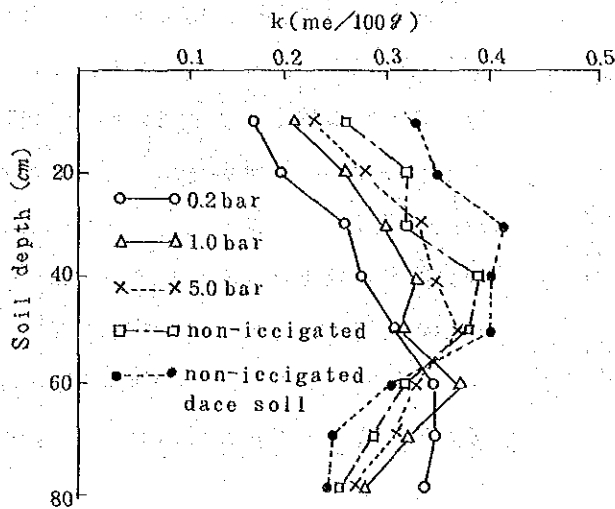


図-3 土壌水分条件による置換性Kの分布様相

含量が Bray No 1-P で 93 ppm になる程高くても、施用磷酸の影響をほとんど受けていない心土内でも下向移動がめったになかった。これで Bray No 1 法で浸出される有効磷酸も土壌水の移動に従いたやすく移動されるものでないことが解る。

0.2 bar 区での有効磷酸の時期別分布様相をみれば(図-6)磷酸施用後5カ月以上経過し、降雨量が 1.207 mm、灌水量が 432 mm になる程多量

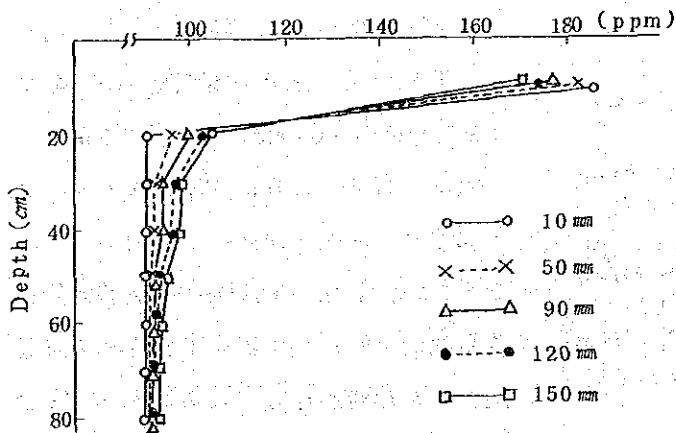


図-5 水分処理による有効磷酸の分布様相

に均等分布された場合、0.25 me/100g もある程の多量である。土壌中Kの下向移動が活発になるばかりでなく clover 栽培時は clover に依る K 吸収が K の土層分布に大きい影響を与えることが判る。

水分処理に依る有効磷酸の分布様相は図-5のようである。水分処理に関係なく施用磷酸の大部分が表土に分布されており、土深 20 cm 以下では供試土壌の有効磷酸含量と似ている。枸溶性磷酸の溶過磷を磷酸肥料に施用したので溶鮮度が低下して施肥地点に大部分分布されたものと思う。ところが供試土壌の有効磷酸

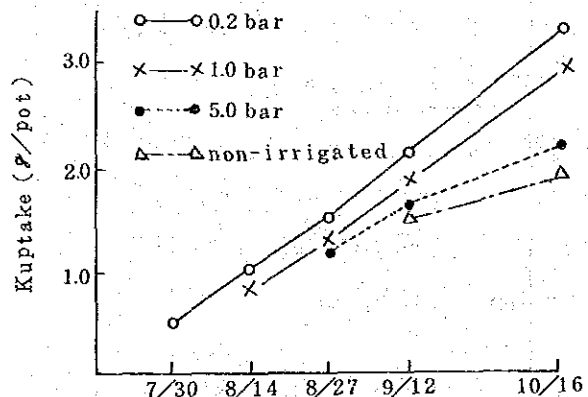


図-4 生育時期別 Clover に対する K 吸収量

の水がポットに供給されたにもかかわらず、磷酸施用効果が表土にだけ現われた。これは、溶性磷酸の溶鮮程度、土壌に依る磷酸固定問題だけでなく、有効態に浸出される磷酸までも土壌に強く結合されたからであると思う。

図-7でみるように、Clover に依る磷酸吸収量やはり土壌中の磷酸含量と比較して少量なもので、有効磷酸含量分布に及ぼす影響が大きくなかったことが解る。

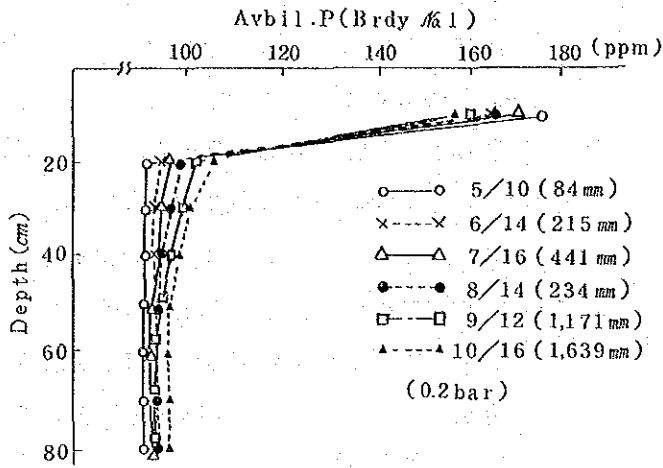


図-6 時期別有効リン酸の分布様相

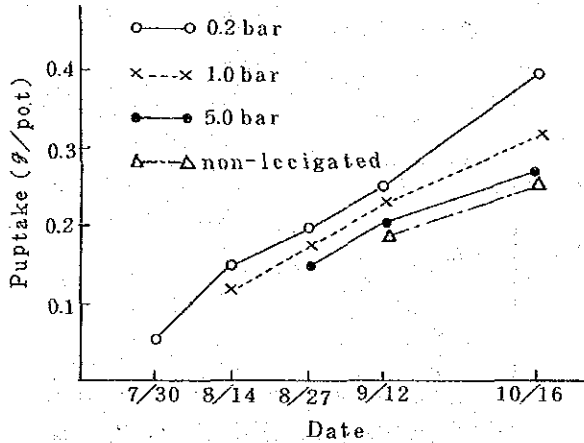


図-7 生育時期別 Clover によるリン酸吸収量

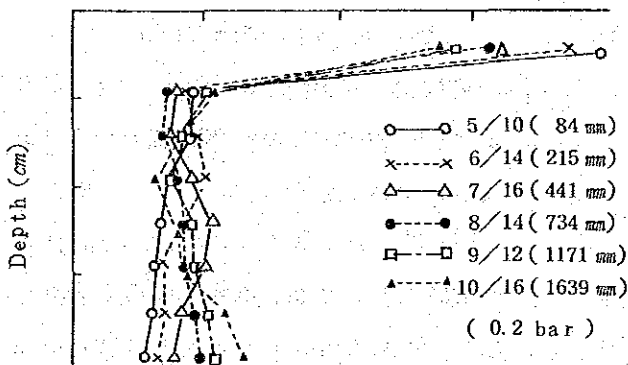


図-9 時期別置換性 Ca の分布様相

水分処理に依る土壤中 Ca 移動様相をみれば図-8のように、施用 Ca の大部分が施肥地点表土に存在しており、20 cm 以下土層への移動がほとんどなかった。こう言う傾向は石灰を施用して、5箇月以上経過後現われた(図-9)施用 Ca の大部分が表土に分布されているが生育時期が長引くほど表土での Ca 含量が減少する傾向であり、20~30 cm 深さの土壤に比べ心土の Ca 含量が増加する傾向を現した。

水分処理に依る土壤中 Mg 移動様相は図-10のようである。

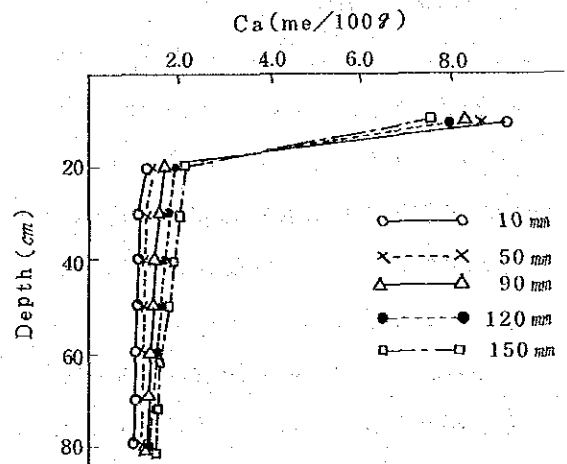


図-8 水分処理による置換性 Ca の分布様相

9 mm の水分を処理した時 30 cm 深さの土壤中 Mg 含量が 0.36 me/100g あったし、150 mm の水分を処理した時は土壤中 Mg 含量が 50 cm 深さでも 0.30 me/100g あった。これは Ca とはちがって下向移動の活発を現わすものである。ここで Ca と Mg の下向移動比較は絶対量に依る比較ではなく土壤中に存在する量と比較した相対的比較ではあるが、Mg の下向移動が Ca より活発なことが多くの研究者に依って報告されている。

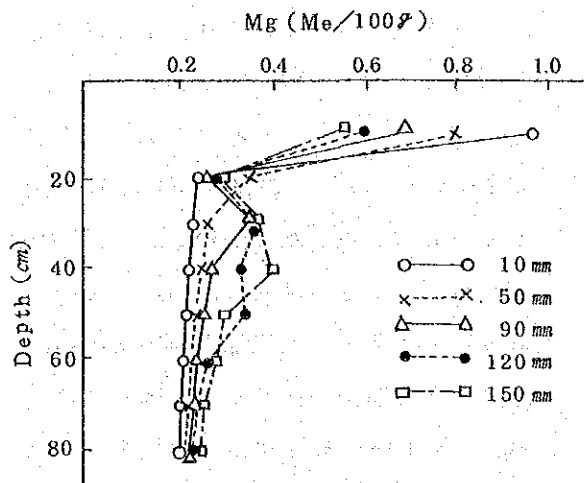


図-10 水分処理による置換性Mgの分布様相

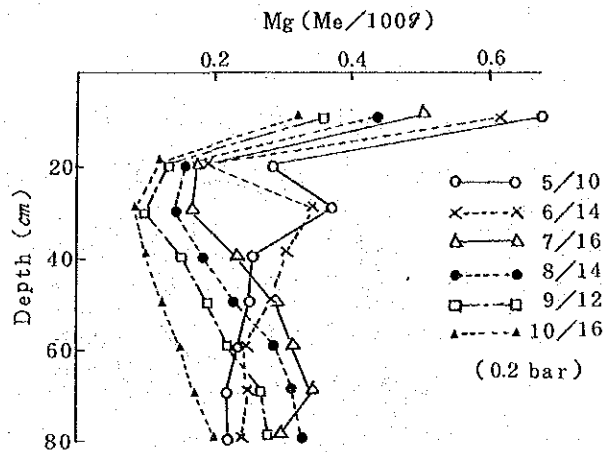


図-11 時期別置換性Mgの分布様相

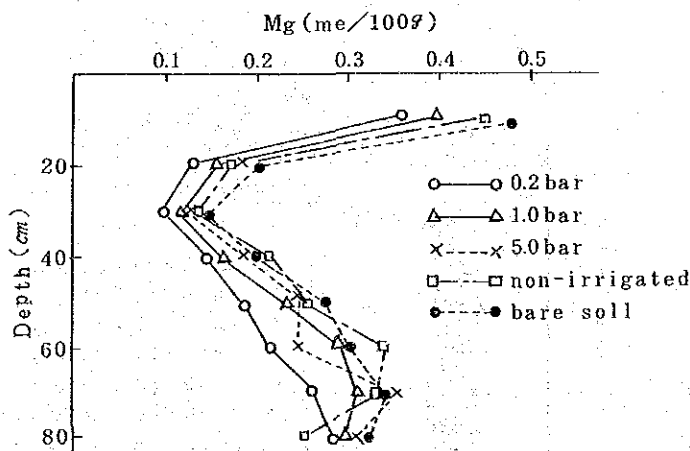


図-12 土壌水分条件による置換性Mgの分布様相

相をみればK移動様相と似通った処理間下向移動の差異がはっきり現われるのではなく、土壌水分条件が良いほど土壌中Mg絶対量が減少すると言うことは表土では主に植物体に依る吸収、心土では溶脱に依る損失の結果だと考える。

水分処理に依る土壌pH変化様相は図-14のようである。塩類移動様相の観察のため置換性H含量を基準、15cmまでの土壌を中和させることが出来る量より1.5倍も多い量の石灰を施用

土壌中Mgの移動様相は図-11のように石灰施用後多くの月日が経過の後もって顕著であった。Clover播種45日後には相当量のMgが40~50cmの深さまで移動されたし、75日後には70~80cmの深さまで移動されたが、その後は絶対量が減少する傾向を示した。これは植物体に依るMg吸収の結果とみるが、K吸収量に比べMg吸収量が顕著に低い(図-13)と言うことで溶脱に因る損失も大きいものとする。

土壌水分条件による土壌中Mg移動様

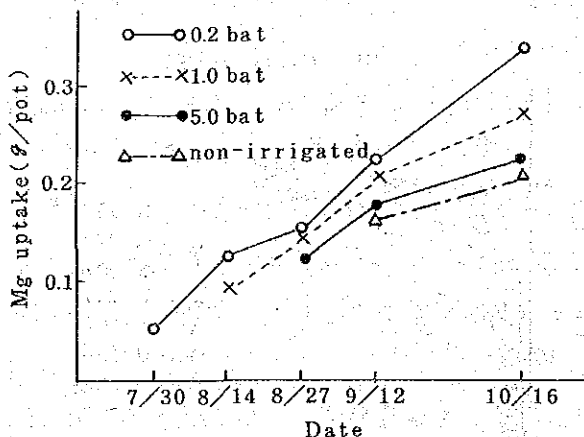


図-13 生育時期CloverによるMg吸収量

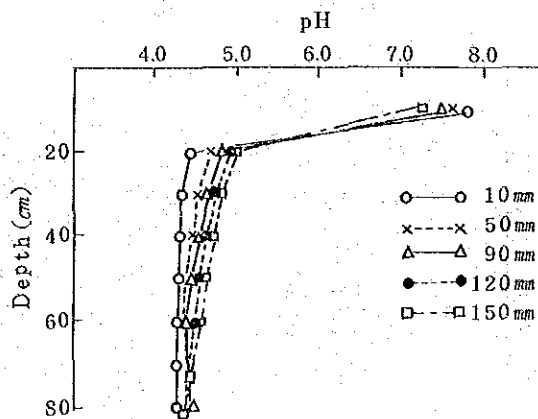


図-14 水分処理による pH の分布様相

図-15 に示すように生育時期に依る土壌 pH 変化様相も水分処理に依る変化様相と似ている。表土の pH は生育後期にいくほど下がる傾向だが、心土 20 cm 以下では試験前土壌の pH とあまり差がなかった。生育中期に試験前土壌の pH よりは少し下がったが生育後期には土深 30~40 cm 以下で些か高くなる傾向を示した。

水分処理に依る $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ の分布様相は図-16 と同じ。水分処理量が多いほど表土の $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 含量が顕著に

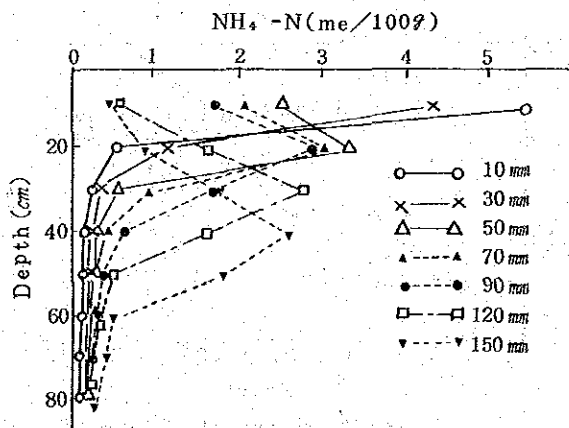


図-16 水分処理による $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ の分布様相

したが土壌酸度矯正効果は表土だけで認められた。即ち、表土の pH は 7.0 以上もあってかなり高いが、20 cm 以下土壌の pH は 5.0 以下で供試土壌の pH と同じくらいである。水分処理による土壌 pH 変化様相は Ca が深層にほとんど移動されないで大部分施肥地点の表土に存在することと軌道と同じくしている。Ca, Mg 等が下層へ移動される場合も、主に中性塩の型態で存在するので心土では pH が高くないということも報告されている。

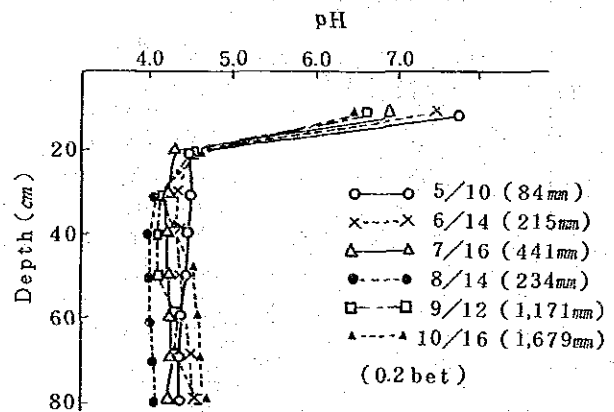


図-15 時期別 pH の分布様相

減少される反面、心土での $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 含量は増加する傾向を示した。50 mm の水分処理時 20 cm 深さの土壌中 $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 含量が表土の $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 含量より高いし、150 mm の水分を処理した時は 50 cm 深さの土壌中 $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 含量やはり高かった。なお土壌中に施用した尿素が短期間内、 $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ に変り深層へ早くも移動することが判った。土層内 $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 含量は微々たるものだが $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ が $\text{NO}_3^- - \text{N}$ に変化するまでには相当の時

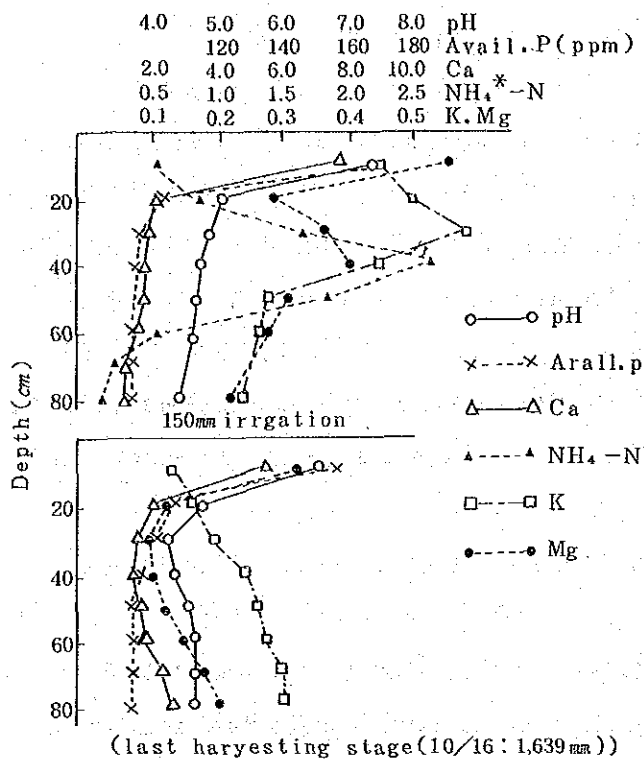


図-17 150mm水分処理及び収穫期a2bar区の養分分布様相

日がかかるからであろうと思う。

分析成分などの相対的移動様相を比較の為150mm水分処理時と0.2bar区での最終収穫期の成分別分布様相を図-17に示した。

150mm水分処理時養分移動様相をみればNH₄⁺-N>K>Mg>Ca>Avail. P順で相対的下向移動が活発であった。

a2bar区での成分別分布様相は150mm水分処理時養分移動様相が深化する型態に現われた。1,207mmの降雨量と432mm灌水量がポットに供試されたにもかかわらず、土壤中有効磷酸の置換性Caの含量増加は表土だけ現われたし、土壤PHはやはり表土にだけ高かった。反面、置換性KとMgの下向移動はかなり活発な様相を示した。また、土壤中に残留しているこれらの成分の絶対量は顕著に減少する傾向を現わした。

この試験結果で磷酸と石灰を全量基肥に施用し、Kと窒素肥料を分施している慣行施肥法の妥当性が確認されたわけである。

IV 摘 要

土壤水分条件に従う養分移動様相を究明して合理的肥培管理のための基礎資料を得るため、radino cloverを供試作物にし、ポット(直径20cm,長さ90cmの無低ポット)試験を行った結果を次に記する。

- 1) 水分処理に依る養分の下向移動をみればNH₄⁺-N>K>Mg>Ca>Avail. P順に活発な動きが判った。
- 2) 置換性Kは生育時期がせまって来るほど、土壤水分条件が良いほど深層への移動が多だけでなく、植物体に依る吸収量も多くて土壤中にある絶対量が少なくなった。
- 3) 有効磷酸は生育時期と土壤水分条件に関係なくほとんど移動されないで施肥地点たる0-15cm深さに大部分存在した。
- 4) 土壤PHを高めるために石灰を施用した時、Caは心層にほとんど移動せず、土壤酸度矯正効果も表土だけに現われた。
- 5) 置換性Mgも生育時期が長引くほど、土壤水分条件が良いほど下向移動が活発に動いた。

けでなく、土壌中に残っている絶対量も少なくなった。

引用文献

1. Black, C.A., et al.(eds). 1982. Methods of soil analysis, American Society of Agronomy. Madison, Wis., U.S.A. pp. 771-1572.
2. Friesen, D.K., A.S.R. Juo, and M.H. Miller. 1982. Residual value of lime and leaching of calcium in a kaolinitic ultisol in the high rainfall tropics. Soil Sci. Am. J. 46 : 1184-1189.
3. Juo, A.S.R. and J.S. Ballauvr. 1977. Retention and leaching of nutrients in a limed Ultisol under cropping. Soil Sci. Soc. Am. J. 41 : 757-761.
4. Mansell, R.S., J.G.A. Fiskell, D.V. Calvert, and J.S. Rogers. 1986. Distributions of labeled nitrogen in the profile of a fertilizer sandy soil. Soil Sci. 141 : 120-126.
5. Messick, D.L., M.M. Alley, and L.W. Zelazny. 1984. Movement of calcium and magnesium in Ultisols from dolomitic limestone. Soil Sci. Soc. Am. J. 48 : 1096-1101.
6. Misra, U.K., W.J. Upchurch, and C.E. Marshall. 1976. Lysimetric and chemical investigations of pedological changes : Part 3. Relative changes in the potassium and magnesium treated profiles and leaching losses. Soil Sci. 122 : 323-331.
7. Pavan, M.A., F.T. Bingham, and P.F. Pratt. 1984. Redistribution of exchange calcium, magnesium, and aluminum following lime or gypsum applications to Brazilian Oxisol. Soil Sci. Soc. Am. J. 48 : 33-38.
8. Rechchigl, J.E., Reneau, and D.E. Jr. Starner. 1985. Movement of subsurface fertilizer and limestone under irrigated and nonirrigated conditions. Soil Sci. 140 : 442-448.

研究課題：気象災害の対応技術確立に関する研究

題 目：地域性に基づく計画栽培法の策定

項 目：野菜栽培安全基準設定に関する研究

実施機関：園芸試験場

担 当 者：権永杉，高官達，朴尙根，小田雅行

I 結 言

野菜作物の生産性を決定する環境要因は主に土壌と気象環境に左右されると言えるが、我が国の気象条件は季節風の影響を受け、その変化が激しいだけでなく、山が多くて局地微気象が相異、年によっては台風、早魃、洪水害、霜害等の気象災害が頻繁におこって野菜栽培の安全栽培を威脅してきた。

しかし気象環境は人為的に調節出来を範囲に限定があり、調節と言ってもなかなか難しい問題があるので大部分の野菜栽培が気象条件に程よい作型と品種に分化されている、最近各種農業生産資材の発展と栽培技術の向上で過去よりは気象災害による被害が減少したと言われているが一般露地栽培の場合は栽培環境の人為的調節が全く無い程で安全栽培に威脅を受けている。特に野菜作物は種類が多様なので同一種の中でも品種に依って気候適応性が違うから栽培の安全基準設定が甚だ重要である。野菜の安全栽培の為には先ず各地域の気候資源を正確に把握した上、作物の生長反応との相互関係を究明し、地域別適地、適品種の選抜と同時に合理的作期の設定が必要である。

気象環境の変動に従う露地野菜の生育、収量との関係について星野等¹⁾、野口等¹⁰⁾はチンジャ、野口等¹¹⁾と小田⁶⁾はダイコン、李等³⁾はニンニク、野中等⁹⁾はハクサイ、北村²⁾はニンジンを検討したことがある。一方、杉原、羽生¹²⁾は水稻の気候生産力を評価したことがあり、内嶋¹³⁾は有効積算温度に関して、文書⁴⁾は果樹の寒害発生の限界気候条件に関して、農振庁⁸⁾では我が国の農業気候特徴と水稻気象災害対策に関してそれぞれ研究を行ったことがある。

本研究は地域別気象特徴を分析し、気象環境に依るダイコン、ハクサイの生産反応を調査して、作期設定の基礎資料に活用することと、気象災害に対する安全基準の設定を進めるにある。

II 材料及び方法

気象要因分析に依る安全作期設定のため、水原外 25 箇観測所と江華外 43 箇所の簡易観測所で取った 1955 年から 1983 年までの日別気候資料を利用して、出現確率 10%、50%、90% 水準別に無霜持続日数、生育可能日数、有効積算温度、定植可能時期および初、晩霜と結氷、早魃等を調査しようが、その中早魃だけは 1972 年から 1981 年まで 10 年間の資料を利用し。

定植時期に従う作物別有効積算温度究明試験は高冷地ハクサイと平地大型春ダイコンを供試

〔表1〕 地域別 初晩霜の安全水熱別 出現日

地 域	初 霜 日 (月, 日)			晩 霜 日 (月, 日)			無霜持続 日 平 均	標熱偏差
	90%水準	50%水準	範 囲	90%水準	50%水準	範 囲		
江 陵	10.12	11.13	10.10/1.24	4.15	4.2	2.14/4.17	232.6	28.3
仁 川	10.19	11.2	10.8/12.7	4.14	4.2	3.15/4.17	217.9	20.4
ソウル	10.8	10.21	10.3/11.20	4.20	4.4	3.19/4.23	196.2	17.0
陵島	11.8	11.22	11.5/1.26	4.7	3.18	1.2/4.9	264.4	40.8
秋風嶺	10.3	10.13	9.28/11.7	5.9	4.16	3.19/4.23	178.2	16.5
浦 項	10.27	11.13	10.11/12.7	4.9	3.19	1.12/4.11	239.9	30.7
大 卯	10.13	10.28	10.11/11.20	4.9	3.28	1.24/4.18	215.6	19.1
全 州	10.11	10.23	10.8/11.19	4.28	4.10	3.28/5.2	192.8	15.9
蔚 山	10.13	11.1	10.11/11.24	4.22	4.6	3.19/4.28	208.8	18.8
麗 水	11.6	11.21	10.26/12.15	4.4	3.15	2.13/4.6	247.4	20.4
釜 山	11.8	11.26	10.28/1.15	3.25	2.27	2.17/3.31	276.9	41.8
光 州	10.11	10.26	9.27/12.21	4.28	4.14	3.25/4.28	192.8	19.1
木 浦	11.6	11.18	10.19/12.12	4.10	3.27	3.4/4.18	232.6	14.7
濟 州	11.19	12.6	11.15/1.20	4.3	3.15	2.7/4.5	272.6	23.4
水 原	10.6	10.15	10.2/13.4	5.4	4.21	3.30/5.11	177.4	12.7
束 草	11.3	11.29	10.25/0.25	3.28	3.11	2.14/3.28	276.1	51.0
大関嶺	9.14	9.21	9.14/10.7	5.31	5.10	5.2/5.31	127.3	10.6
春 川	10.2	10.16	9.30/11.25	5.4	4.10	3.29/5.7	183.1	16.2
瑞 山	10.3	10.16	10.3/11.1	5.15	4.26	4.4/5.15	176.1	18.1
蔚 珍	10.22	11.10	10.22/11.21	4.6	3.15	3.6/4.10	222.8	21.6
清 州	10.3	10.14	10.3/11.1	5.4	4.18	4.3/5.4	180.8	10.7
大 田	10.3	10.14	10.3/11.1	5.4	4.10	3.27/5.4	187.7	12.8
群 山	10.13	11.14	10.13/11.22	4.10	4.2	3.19/4.10	225.3	13.6
忠 武	10.22	11.18	10.22/1.1	4.4	3.22	3.2/4.4	248.3	23.1
西帰浦	11.24	12.13	11.23/1.27	3.15	2.20	1.6/3.24	301.7	32.5
普 州	10.11	10.23	10.11/11.19	4.26	4.6	3.28/4.26	198.6	8.9

して4月5日から5日間隔で6回播種した。

ダイコンは直播栽培で、ハクサイはポットに15日間育苗の上、ほ場に定植、品種別完全任意配置3反復で配置した。10日間隔に生育調査と乾物重を調査し、気象資料はほ場に設置された百葉箱の資料を利用した。

その外の調査は農振庁調査基準に準じた。

III 試験結果及び考察

<試験1>、気象要因分析に依る地域別安全作期設定研究

1) 初、晩霜と無霜日数

初霜と晩霜日は露地野菜の栽培適否と作期の決定において何より重要な因子であり、特に極初霜と極晩霜日の出現時期が安全作期を決定するにあって最も重要な要素である。地域別初晩霜の安全水準別出現日と無霜持続日数を見ると表1の通りである。

初霜日は9%安全水準で観察する時、秋風嶺、水原、春川、忠州、瑞山、大田等中部内陸地方が10月2~3日、釜山、麗水、木浦、鬱陵島等南部海岸地方が11月6~8日であり、50%安全水準では済州島の西帰浦地方が12月13日で一番おそいし、江原道の大関嶺が9月21日で最も早かった。

晩霜日は9%安全水準でみれば南部海岸地方が3月下旬から4月初旬頃まで、中部内陸地方が3月下旬から4月初旬頃まで、中部内陸地方が5月初旬頃で地域に依って、約30~40日の差異を示した。一般的に其の地方の露地栽培作型、野菜作物の定植は晩霜日に依って決定される。

初霜と晩霜間の無霜期間は、大関嶺が127.3日で一番短いし、南部海岸地方と済州道が270~300日で長い期間を現わした。全般的分布からみれば東海岸地方が西海岸地方よりやや長いし、内陸地方が海岸地方よりやや短い傾向を示した。

図1.2は水原地方の霜と結氷の出現確立と出現値を示したものである。

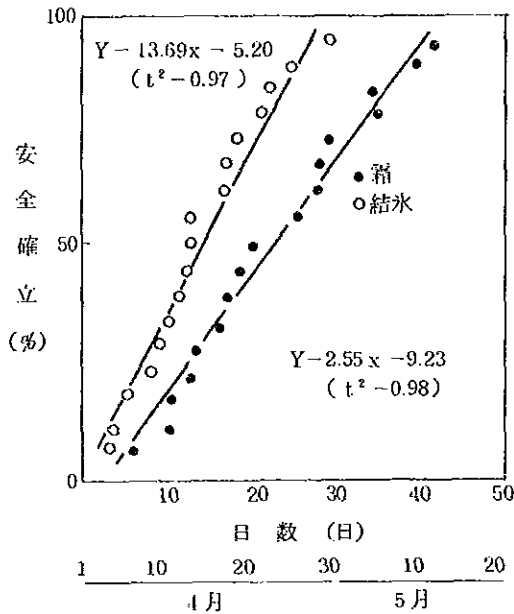
先ず晩霜と結氷との関係をみれば晩霜が終結氷より平均8~9日ほど遅れるので終結氷が遅れるほど晩霜も遅れる傾向がはっきりし、90%安全水準では約14日ほど遅れた。

初霜と初結氷との関係は晩霜と終結氷との関係とは反対の現象を示した。即ち、初霜が初結氷より平均3日ほど早めに現われ、水原地方では春作期には晩霜が、秋作期には初結氷より初霜が野菜作物における安全栽培の制限要因であることが解る。

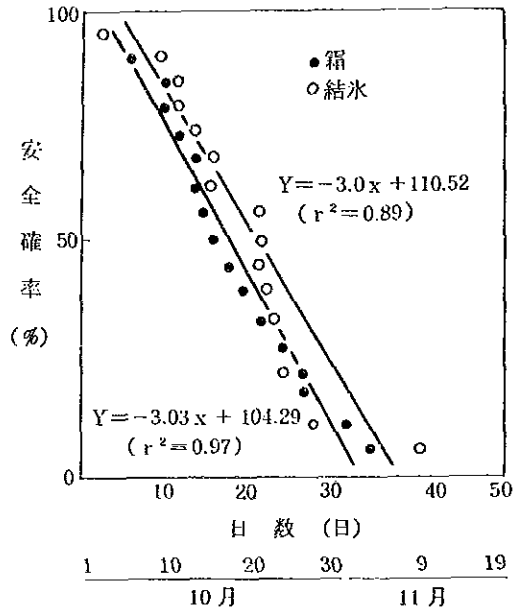
2) 生長可能日数と開始及び終了日

作物の生育開始温度は作物によって違いますが作物の平均播種期間中の日平均気温と大体一致する。

冬期の間生育停止状態にあった作物も、大部分日中平均気温が5℃程度になれば生育を開始するので、日平均気温が5℃以上になる期間を植物期間と言っているが地域別5℃気温と地温の出現日及び生長可能日数は表2、3のようである。



(図1) 水原地方の晩霜と結氷の出現確率別出現値



(図2) 水原地方の初霜と結氷の出現確率別出現値

90%安全水準での春出現日は西帰浦が1月23日で最も早かったし、大関嶺が4月8日で一番遅れた。なお、南部海岸地方は3月初め、中部内陸地方は3月下旬頃であった。秋出現日は南部海岸地方が11月中、下旬、内陸地方は11月上旬で平均生長可能期間は地域によって30~40日ほど差異があった。

10℃気温及び地温の出現日は表4、5の通りである。

気温50%の春出現日は済州を包めて南部海岸地方が3月下旬、中部内陸地方は4月上旬、中旬であったし、秋出現は中部内陸地方が10月下旬、東海岸地方は11月上旬、南部海岸地方は11月中旬頃であった。10℃地温の出現日は気温出現日より春は2~10日ほど早く、秋は4~10日ほど遅れて現われた。

15℃気温の水準別出現日(表6参照)は50%水準で平均生長可能期間は済州島の西帰浦が4月23日~11月4日まで一番長く、水原地方は5月6日~10月6日、大関嶺は6月5日~9月7日まで最も短った。即ち、日平均気温が15℃以上になれば大部分の野菜作物が生育に必要な最適温度に到着して生育の促進、並びに加速化するのでこの時期を作物生長期間と言える。

3) 有効積算温度

有効積算温度とは作物の生育活動が活発になり始める温度を言っているがその基準は作物によって異なる。

植物期間、即ち、日平均気温が5℃以上になる期間の有効積算温度(表7参照)を観察すれば5%安全水準での地域別有効積算温度値は中部内陸地方が2,900℃未満、嶺西地方が2,800℃内外、嶺、湖南の山間地方を除いた浦項、高敞以南地方と洛東江上流の尙州付近

〔表2〕 25℃気温の安全水準別生長開始・終了日(月,日)

地域	生長開始日			生長終了日			平均 生長可能期間
	90%水準	50%水準	範 例	90%水準	50%水準	範 例	
江 陵	3.23	3.14	2.26~3.24	11.27	12. 4	11.19~12.31	3.14~12. 4
仁 川	3.27	3.20	3. 8~3.31	11.17	11.25	11.12~12.22	3.20~11.25
ソウル	3.25	3.17	3. 2~3.29	11. 9	11.21	11. 2~12. 4	3.17~11.21
陵島	3.21	3.16	3. 5~3.29	12. 1	12. 7	11.29~12.26	3.16~12. 7
秋風嶺	3.27	3.15	3. 3~3.31	11.11	11.20	11. 1~12. 6	3.15~11.20
浦 項	3.14	3. 4	2.13~3.20	11.26	12. 5	11.22~12.26	3. 4~12. 5
大 邱	3.30	3. 8	2.15~3.31	11.19	12. 1	11.15~12.17	3. 8~12. 1
全 州	3.20	3.12	2.20~3.25	11.15	11.27	11. 3~12.21	3.12~11.27
蔚 山	3.19	3. 1	2. 7~3.22	12. 1	12. 8	11.22~12.31	3. 1~12. 8
麗 水	3.13	2.28	2. 2~3.19	12. 3	12.12	11.27~12.31	2.28~12.12
釜 山	3. 9	2.26	2. 4~3.13	12. 4	12.17	12. 1~ 2. 1	2.26~12.17
光 州	3.19	3. 9	2.11~3.22	11.18	12. 3	11.17~12.24	3. 9~12. 3
木 浦	3.18	3. 8	2. 7~3.23	12. 2	12.10	11.26~ 1. 1	3. 8~12.10
濟 州	2.24	1.19	1.15~2.28	1. 1	1.11	12.15~ 2. 8	1.19~ 1.11
水 原	3.27	3.20	3.15~3.28	11. 8	11.17	11. 7~11.31	3.20~11.17
東 草	3.21	3.16	2.27~3.26	11.20	12. 1	11.18~12.15	3.16~12. 1
大関嶺	4.16	4. 8	4. 3~4.16	10.28	11. 1	10.28~11. 4	4. 8~11. 1
春 川	3.26	3.19	3.15~3.28	11. 6	11.12	11. 6~11.25	3.19~11.12
瑞 山	3.25	3.18	3.11~3.28	11.14	11.21	11.12~12. 4	3.18~11.21
蔚 珍	3.14	3.11	2.24~3.14	12. 1	12. 7	12. 1~12.21	3.11~12. 7
清 州	3.24	3.16	3.12~3.26	11. 9	11.17	11. 8~11.28	3.16~11.17
大 田	3.22	3.15	3. 9~3.26	11.11	11.20	11.11~12.15	3.15~11.20
群 山	3.21	3.17	3. 7~3.27	11.18	11.27	11.16~12.19	3.17~11.27
忠 武	3.12	2.28	2. 7~3.16	12. 7	12.14	12. 5~12.31	2.28~12.14
西帰浦	1.23	-	12.14~2.23	1.10	-	12.28~ 1.12	-
普 州	3.19	3. 5	2.23~3.19	11.15	12. 1	11.15~12. 1	3. 5~12. 1

〔表3〕 5℃地温の安全水準別生長開始終了日(月,日)

	生長開始日			生長終了日			平均 生長可能期間
	90%水準	50%水準	範圍	90%水準	50%水準	範圍	
江陵	3.21	3.11	2.26~3.22	11.27	12.5	11.19~12.22	3.11~12.5
仁川	3.20	3.12	2.21~3.28	11.25	12.7	11.21~12.26	3.12~12.7
ソウル	3.25	3.18	3.3~3.29	11.17	11.27	11.14~12.15	3.18~11.27
陵島	3.22	3.15	2.27~3.27	12.1	12.9	11.27~1.1	3.15~12.9
秋風嶺	3.20	3.13	2.28~3.27	11.19	12.2	11.1~12.21	3.13~12.2
浦項	3.9	2.28	2.11~3.21	12.3	12.9	12.2~12.31	2.28~12.9
大邱	3.12	2.28	2.14~3.15	11.26	12.8	11.24~12.26	2.28~12.8
全州	3.18	3.4	2.11~3.19	12.3	12.11	11.28~1.1	3.4~12.11
蔚山	2.27	2.17	1.15~3.24	12.5	12.18	11.27~1.5	2.17~12.18
麗水	3.11	2.28	2.7~3.15	12.9	12.15	12.1~12.29	2.28~12.15
釜山	2.26	2.18	1.1~3.11	12.3	12.21	12.1~12.28	2.18~12.21
光州	3.12	2.28	2.2~3.15	12.1	12.12	11.13~12.21	2.28~12.12
木浦	3.12	2.25	1.31~3.16	12.11	12.16	12.9~1.7	2.25~12.16
済州	2.21	2.8	1.16~3.1	12.24	1.9	12.15~2.6	2.8~1.9
水原	3.27	3.18	3.8~3.27	11.17	12.1	11.15~12.12	3.18~12.1
束草	3.28	3.14	2.28~3.28	11.19	12.1	11.19~12.9	3.14~12.1
大関嶺	4.20	4.12	3.7~4.20	11.5	11.9	11.15~11.17	4.12~11.9
春川	3.26	3.20	3.9~3.27	11.18	11.22	11.15~12.7	3.20~11.22
瑞山	3.21	3.11	3.1~3.21	11.22	12.5	11.22~12.13	3.11~12.5
蔚珍	3.14	3.9	2.29~3.14	12.1	12.5	12.1~12.13	3.9~12.5
清州	3.23	3.14	3.5~3.25	11.13	11.28	11.7~12.25	3.14~11.28
大田	3.19	3.12	3.4~3.22	11.25	12.3	11.19~12.9	3.12~12.3
群山	3.17	3.8	2.18~3.18	12.8	12.11	12.5~12.27	3.8~12.11
忠武	2.29	2.18	1.1~2.29	12.12	12.19	12.12~1.1	2.18~12.19
西帰浦	-	-	-	-	-	-	-
普州	3.30	2.28	2.13~3.30	11.22	12.8	11.22~12.18	2.28~12.8

〔表4〕 10℃気温の安全水準別生長開始・終了日(月,日)

地 域	生 長 開 始 日			生 長 終 了 日			平 均 生長可能期間
	90%水準	50%水準	範 圍	90%水準	50%水準	範 圍	
江 陵	4.17	4.6	3.30~4.31	11.2	11.8	11.1~11.24	4.6~11.8
仁 川	4.18	4.14	4.1~4.22	10.29	11.3	10.5~11.12	4.14~11.3
ソウル	4.15	4.8	3.31~4.18	10.26	11.2	10.25~11.11	4.8~11.2
陵島	4.20	4.14	4.1~4.25	11.5	11.13	11.1~11.20	4.14~11.13
秋風嶺	4.13	4.6	3.30~4.15	10.23	10.31	10.1~11.6	4.6~10.31
浦 項	4.9	4.1	3.26~4.11	11.4	11.12	11.3~11.22	4.1~11.12
大 邱	4.6	4.1	3.26~4.9	11.1	11.6	11.1~11.14	4.1~11.6
全 州	4.10	4.3	3.28~4.13	11.1	11.4	10.29~11.14	4.3~11.4
蔚 山	4.18	4.1	3.26~4.10	11.4	11.11	11.3~11.20	4.1~11.11
麗 水	4.6	3.30	3.23~4.8	11.8	11.18	11.7~11.30	3.30~11.18
釜 山	4.3	3.27	3.18~4.9	11.10	11.20	11.3~11.31	3.27~11.20
光 州	4.10	4.2	3.27~4.13	11.1	11.8	10.31~11.16	4.2~11.8
木 浦	4.7	4.4	3.27~4.12	11.7	11.15	11.4~11.27	4.4~11.15
済 州	4.2	3.24	3.6~4.8	11.17	11.29	11.15~12.14	3.24~11.29
水 原	4.17	4.11	4.1~4.17	10.20	10.28	10.19~11.5	4.11~10.28
東 草	4.14	4.10	3.28~4.16	11.1	11.7	10.3~11.18	4.10~11.7
大園嶺	5.9	5.3	4.26~5.9	10.1	10.6	10.1~10.10	5.3~10.6
春 川	4.14	4.8	4.3~4.18	10.16	10.24	10.1~10.31	4.8~10.24
瑞 山	4.16	4.13	3.27~4.17	10.28	11.1	10.25~11.12	4.13~11.1
蔚 珍	4.15	4.7	4.3~4.15	11.1	11.12	11.1~11.19	4.7~11.12
清 州	4.10	4.6	4.1~4.13	10.21	10.28	10.19~11.21	4.6~10.28
大 田	4.9	4.6	3.30~4.11	10.24	10.31	10.22~11.8	4.6~10.31
群 山	4.14	4.10	4.1~4.15	11.1	11.5	11.1~11.17	4.10~11.5
忠 武	4.2	3.27	3.21~4.4	11.10	11.16	11.8~11.31	3.27~11.16
西帰浦	3.27	3.16	2.31~3.30	11.24	12.5	11.22~12.21	3.16~12.5
普 州	4.5	4.1	3.27~4.5	10.29	11.6	10.29~11.16	4.1~11.6

[表5] 10℃地温の安全水準別 生長開始・終了日(月,日)

地 域	生 長 開 始 日			生 長 終 了 日			平 均 生長可能期間
	90%水準	50%水準	範 圍	90%水準	50%水準	範 圍	
江 陵	4.13	4.5	3.26~4.16	11.6	11.10	11.3~11.18	4.5~11.10
仁 川	4.14	4.7	3.24~4.16	11.5	11.12	10.5~11.26	4.7~11.12
ソウル	4.13	4.7	3.24~4.15	11.1	11.7	10.22~11.16	4.7~11.7
陵島	4.18	4.12	3.14~4.22	11.7	11.12	11.3~11.26	4.12~11.12
秋風嶺	4.11	4.5	3.29~4.14	11.3	11.9	10.30~11.15	4.5~11.9
浦 項	4.6	3.29	3.16~4.14	11.11	11.17	11.8~11.26	3.29~11.17
大 邱	4.5	3.23	3.14~4.9	11.8	11.16	11.4~11.24	3.23~11.16
全 州	4.7	3.29	3.16~4.10	11.9	11.16	11.7~11.24	3.29~11.16
蔚 山	4.3	3.21	3.10~4.10	11.17	11.23	11.13~11.1	3.21~11.23
麗 水	4.3	3.28	3.16~4.5	11.11	11.21	11.10~11.31	3.28~11.21
釜 山	3.29	3.18	3.5~4.4	11.18	11.21	11.13~12.2	3.29~11.21
光 州	4.3	3.28	3.11~4.10	11.10	11.18	11.8~11.27	3.28~11.18
木 浦	4.6	3.28	3.10~4.8	11.12	11.22	11.7~12.1	3.28~11.22
済 州	3.31	3.19	2.28~4.8	11.19	11.28	11.17~12.10	3.19~11.28
水 原	4.14	4.10	4.1~4.16	11.1	11.6	11.1~11.14	4.10~11.6
東 草	4.15	4.6	3.31~4.15	10.23	11.8	10.23~11.14	4.6~11.8
大関嶺	5.6	5.4	4.30~5.6	10.15	10.15	10.15~10.25	5.4~10.15
春 川	4.11	4.8	4.1~4.15	10.26	11.3	10.2~11.17	4.8~11.3
瑞 山	4.10	4.3	3.27~4.10	11.4	11.11	11.4~11.17	4.3~11.11
蔚 珍	4.15	4.3	4.1~4.15	11.4	11.11	11.4~11.16	4.3~11.11
清 州	4.9	4.4	3.28~4.9	11.1	11.8	10.29~11.13	4.4~11.8
大 田	4.8	4.3	3.28~4.9	11.3	11.9	11.1~11.19	4.4~11.8
群 山	4.7	4.1	3.25~4.8	11.9	11.16	11.8~11.31	4.1~11.16
忠 武	4.1	3.18	3.9~4.1	11.3	11.21	11.3~12.1	3.18~11.21
西帰浦	3.21	3.7	2.13~3.23	12.3	12.12	11.15~12.30	3.7~12.12
普 州	4.2	3.24	3.23~4.2	11.5	11.15	11.5~11.29	3.24~11.15

[表 6] 15℃気温の安全水準別 生長開始・終了日(月,日)

地 域	生 長 開 始 日			生 長 移 了 日			平 均 生長可能期間
	90%水準	50%水準	範 圍	90%水準	50%水準	範 圍	
江 陵	5. 6	4.31	4. 8~5.18	10. 7	10.12	10. 4~11. 2	4.31~10. 7
仁 川	5.17	5.12	4.30~5.20	10. 7	10.10	10. 6~10.25	5.12~10.10
ソウル	5.10	5. 3	4.23~5.14	10. 6	10. 9	10. 3~10.26	5. 3~10. 9
陵島	5.21	5.12	5. 1~5.30	10. 9	10.13	10. 7~11. 5	5.12~10.13
秋風嶺	5. 9	5. 3	4.27~5.13	10. 1	10. 6	9.27~10.18	5. 3~10. 6
浦 項	5. 9	5. 1	4.21~5.12	10.12	10.17	10.10~10.31	5. 1~10.17
大 邱	5. 3	4.28	4.19~5. 6	10. 9	10.13	10. 8~10.29	4.28~10.13
全 州	5. 7	4.30	3.29~5.13	10. 8	10.13	10. 4~10.22	4.30~10.13
蔚 山	5. 7	5. 1	4.23~5. 9	10.12	10.16	10.11~10.31	5. 1~10.16
麗 水	5. 4	4.30	4.25~5. 7	10.18	10.26	10.18~11. 3	4.30~10.26
釜 山	5. 6	4.30	4.23~5.11	10.20	10.28	10.19~11. 3	4.30~10.28
光 州	5. 6	4.30	4. 6~5.25	10.10	10.14	10. 6~10.27	4.30~10.14
木 浦	5. 8	5. 3	4.20~5.10	10.17	10.23	10.15~11. 4	5. 3~10.23
濟 州	5. 9	4.30	4.13~5.13	10.22	10.30	10.18~11. 9	4.30~10.30
水 原	5.12	5. 6	4.26~5.12	10. 2	10. 6	10. 1~10.11	5. 6~10. 6
東 草	5.18	5. 6	4.24~5.19	10. 7	10.13	10. 7~10.30	5. 6~10.13
大関嶺	6.17	6. 5	5.28~6.17	8.26	9. 7	8.26~9.18	6. 5~9. 7
春 川	5.13	5. 3	4.28~5.13	9.28	10. 1	9.23~10.10	5. 3~10. 1
瑞 山	5.13	5.10	4.28~5.13	10. 4	10.10	10. 3~10.20	5.10~10.10
蔚 珍	5.11	5. 3	5. 1~5.14	10. 7	10.14	10. 7~10.24	5. 3~10.14
清 州	5. 7	5. 2	4.25~5.10	10. 1	10. 4	10. 1~10.14	5. 2~10. 4
大 田	5. 8	5. 2	4.24~5. 9	10. 3	10. 7	10. 1~10.16	5. 2~10. 7
群 山	5.11	5. 8	4.29~5.12	10.10	10.14	10.10~10.26	5. 8~10.14
忠 武	5. 4	4.30	4.24~5. 5	10.18	10.26	10. 1~11. 2	4.30~10.26
西帰浦	5. 2	4.23	4.11~5.23	10.28	11. 4	10.27~11.15	4.23~11. 4
普 州	5. 3	4.30	4.22~5. 3	10. 6	10.15	10. 6~10.26	4.30~10.15

地方は3,200℃以上で済州島の西帰浦地方が3,990℃(最高), 大関嶺が1,870℃(最低)であった。

10℃以上の有効積算温度(表8参照)が2,200℃以上ある地域は済州島を包む南部海岸地方と完州を中心とする 里, 全州, 錦山地方であり, 大関嶺を中心とする珍富, 平昌地域は1,000℃で低温を示した(図3参照)。作物期間(15℃以上期間)有効積算温度分布(表9参照)は嶺, 湖南内陸山間地方を除いた大部分の地域が1,000℃以上, 中部西海岸地方が850~950℃内外であり, 嶺西地方は800℃未満であった。

15℃地温の積算温度は地域別に多少の差はあるが, 気温より約250~300℃ほど高く現われた。

内嶋¹³⁾は作物の生育は特定温度以上の温度期間と密接なる関係を持ち, 大部分の夏作物の生育可能期間の指標として10℃の日平均温度を利用しているが, 10℃以上期間を有効期だと言った。

作物の生育限界温度は作物によって多少差異がある筈だから有効積算温度は大別して冬作物と夏作物に区分して利用するか或は冬作物別に区分, 適用することが望ましいと思う。

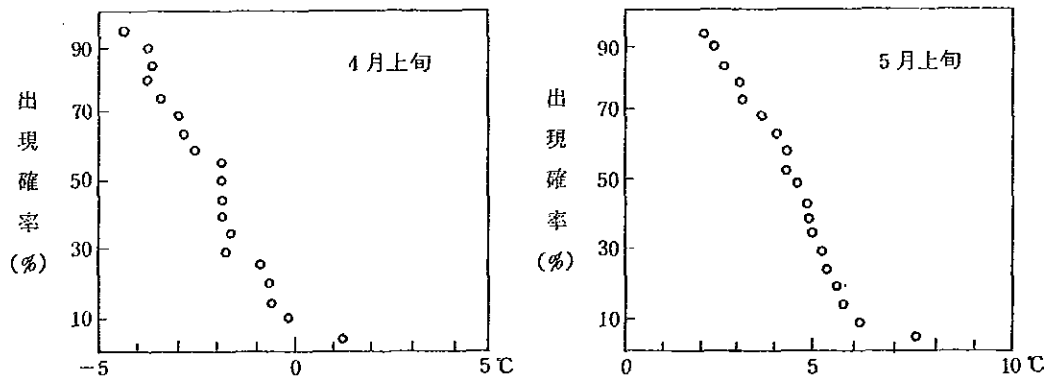
4) 初結氷及び終結氷

秋に現われる初結氷と春にみえる終結氷の安全水準別出現値は表10のようである。

90%安全水準で終結氷の出現日を観察したところ済州を包む南海岸と東海岸地方が4月10日以前に, 清州, 水原, 春川, 等中部内陸地方は4月23日~26日に現われた。また, 50%水準での初結氷は中部内陸地方が10月下旬, 南部海岸地方が11月中~下旬, 南部海岸地方が11月中~下旬, 済州地方は12月中旬頃に出現した。

図4は水原地方における春作期の播種期と定植期に該当する4月下旬~5月上旬の最低気温の出現確率別出現値との関係を示したものである。

4月下旬に現われる最低気温は-4.2℃~1.3℃で出現確率50%における出現値は-1.9℃であり, 90%では-3.8℃であった。5月上旬は2.1℃~7.7℃で50%出現値は4.6℃であった。



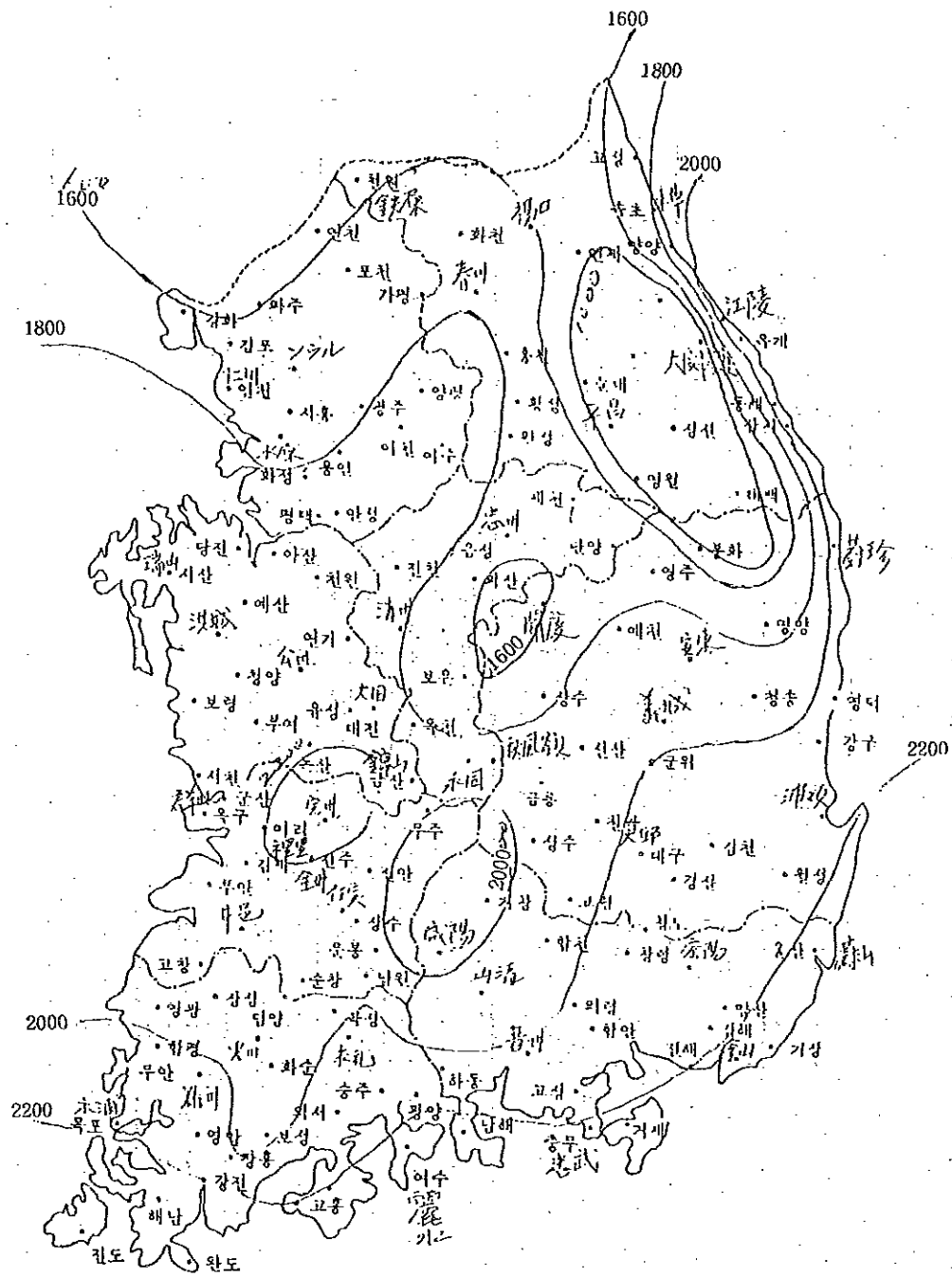
〔図4〕 水原地方における最低気温の出現確率別出現値(4月下, 5月上)

[表7] 地域別 5℃以上の有効積算温度

地域	5℃以上気温(℃)					5℃以上地温(℃)				
	90%水準	50%水準	平均	標準偏差	C.V	90%水準	50%水準	平均	標準偏差	C.V
江 陵	2,890.1	3,093.3	3,111.7	164.7	5.29%	3,164.2	3,425.9	3,404.3	187.7	5.56%
仁 川	2,763.1	2,917.6	2,954.8	136.6	4.62	3,183.7	3,418.6	3,489.6	277.6	7.95
ソウル	2,940.1	3,131.3	3,130.7	147.0	4.69	3,153.8	3,441.2	3,462.6	237.3	6.85
陵島	2,693.5	2,869.0	2,887.9	148.9	5.15	2,891.2	3,065.7	3,164.3	257.4	8.13
秋風嶺	2,788.2	3,000.2	3,007.3	143.7	4.77	3,157.5	3,408.3	3,427.6	212.2	6.19
浦 項	3,099.2	3,250.9	3,293.8	176.4	5.75	3,493.6	3,698.2	3,707.5	238.2	6.42
大 邱	3,153.0	3,315.0	3,393.3	215.2	6.34	3,607.8	3,998.5	3,989.8	298.2	7.47
全 州	3,083.7	3,301.4	3,308.9	152.8	4.61	3,519.3	3,801.2	3,794.9	216.3	5.69
蔚 山	3,076.9	3,304.2	3,314.7	162.9	4.91	3,529.5	3,915.9	3,862.5	229.3	5.93
麗 水	3,231.3	3,478.6	3,442.9	157.8	4.58	3,461.9	3,743.0	3,710.8	181.8	4.98
釜 山	3,219.9	3,426.7	3,455.4	180.6	5.22	3,746.8	3,993.2	3,997.6	202.8	5.07
光 州	3,109.4	3,339.1	3,352.2	157.9	4.71	3,461.4	3,809.6	3,797.7	215.9	5.68
木 浦	3,162.0	3,403.5	3,395.7	169.9	5.0	3,488.1	3,764.6	3,781.3	247.9	6.51
濟 州	3,548.0	3,772.6	3,746.4	159.9	4.26	3,654.8	4,104.1	4,105.5	294.4	7.17
水 原	2,727.2	2,956.3	2,967.7	191.4	6.45	3,068.0	3,227.4	3,301.9	188.3	5.70
東 草	2,785.6	2,931.9	2,942.2	111.6	3.78	2,818.9	3,311.6	3,285.3	255.8	7.78
大関嶺	1,663.3	1,841.0	1,871.3	127.1	6.79	2,059.6	2,231.9	2,227.6	98.6	4.42
春 川	2,718.4	2,874.6	2,899.7	135.4	4.66	3,148.7	3,307.3	3,365.2	185.9	5.52
瑞 山	2,838.4	3,020.2	3,000.5	165.3	5.50	3,250.4	3,543.8	3,583.9	261.4	7.29
蔚 珍	1,593.8	1,819.0	1,765.5	136.9	7.80	1,843.9	2,100.8	2,099.8	142.9	6.80
清 州	2,861.0	3,043.4	3,079.0	156.5	5.08	3,257.6	3,526.0	3,534.3	186.6	5.27
大 田	2,876.7	3,109.9	3,132.7	167.5	5.34	3,180.0	3,413.2	3,456.0	240.9	6.97
群 山	2,972.6	3,137.0	3,206.5	271.2	8.45	3,426.5	3,638.6	3,702.9	225.1	6.07
忠 武	3,258.4	3,400.7	3,443.0	165.2	4.79	3,496.3	4,020.9	3,968.4	313.0	7.88
西帰浦	3,690.0	3,991.1	3,962.8	164.5	4.15	4,172.8	4,513.1	4,491.2	265.9	5.92
普 州	3,133.3	3,277.7	3,322.5	149.7	4.5	3,536.9	3,770.6	3,785.4	198.9	5.25

〔表8〕 地域別 10℃以上の有効積算温度

地 域	10℃以上 気・温 (℃)					10℃以上 地 温 (℃)				
	90%水準	50%水準	平 均	標準偏差	C V	90%水準	50%水準	平 均	標準偏差	C V
江 陵	1,725.1	1,914.2	1,918.3	135.9	7.08%	1,946.9	2,188.7	2,165.3	172.8	7.97%
仁 川	1,662.2	1,817.6	1,819.7	119.9	6.58	1,972.5	2,169.9	2,254.7	257.5	11.4
ソウル	1,768.8	1,962.2	1,971.1	133.2	6.75	2,037.8	2,278.3	2,281.2	194.1	8.50
陵島	1,530.3	1,697.7	1,695.2	120.1	7.08	1,698.7	1,879.6	1,913.9	195.3	10.2
秋風嶺	1,657.8	1,860.0	1,863.8	131.7	7.06	2,019.7	2,206.5	2,213.2	158.8	7.17
浦 項	1,842.2	2,027.2	2,050.4	142.9	6.97	2,198.0	2,403.8	2,419.3	217.9	9.01
大 邱	1,944.9	2,155.0	2,156.0	137.8	6.38	2,307.4	2,693.3	2,673.8	230.6	8.62
全 州	1,926.0	2,117.0	2,125.0	136.8	6.53	2,193.6	2,510.2	2,525.3	227.4	9.5
蔚 山	1,857.1	2,075.0	2,060.8	132.6	6.43	2,251.6	2,476.6	2,483.9	192.6	7.75
麗 水	1,973.9	2,126.4	2,151.7	129.1	5.99	2,154.6	2,410.6	2,389.3	161.1	6.06
釜 山	1,967.1	2,149.5	2,146.6	136.0	6.33	2,367.7	2,598.3	2,593.5	179.9	6.93
光 州	1,957.2	2,117.2	2,136.6	135.9	6.36	2,306.8	2,494.7	2,504.7	184.7	7.37
木 浦	1,973.6	2,127.8	2,150.2	134.6	6.25	2,203.0	2,451.7	2,475.3	186.5	7.53
濟 州	2,113.9	2,298.7	2,289.2	159.5	6.96	2,302.1	2,671.0	2,650.2	241.7	9.12
水 原	1,613.3	1,861.2	1,842.2	156.0	8.46	1,884.7	2,091.9	2,140.7	176.8	8.25
東 草	1,638.7	1,753.6	1,757.5	94.9	5.40	1,699.7	2,126.4	2,102.5	214.7	10.21
大関嶺	831.0	1,000.2	1,079.9	205.3	19.01	1,136.9	1,272.6	1,271.7	85.3	6.7
春 川	1,667.9	1,778.9	1,805.9	109.0	6.03	2,028.4	2,169.3	2,199.3	163.3	7.42
瑞 山	1,743.3	1,886.0	1,885.1	123.2	6.53	2,038.7	2,344.2	2,364.0	234.1	9.90
蔚 珍	1,593.8	1,819.0	1,770.3	143.5	8.10	1,843.9	2,018.9	2,074.3	149.5	7.20
清 州	1,774.4	1,919.8	1,949.4	129.8	6.65	2,084.5	2,343.7	2,352.1	161.6	6.86
大 田	1,798.0	2,011.7	1,980.6	139.1	7.02	1,994.7	2,223.2	2,252.6	214.6	9.52
群 山	1,823.3	1,964.8	1,981.4	135.8	6.85	2,200.8	2,371.1	2,440.9	195.8	8.02
忠 武	2,011.6	2,176.8	2,178.1	127.6	5.85	2,119.7	2,689.2	2,587.6	252.9	9.77
西帰浦	2,207.4	2,470.9	2,326.7	130.7	5.38	2,589.8	2,811.3	2,841.2	223.1	7.85
普 州	1,942.1	2,045.3	2,101.9	132.4	6.29	1,942.1	2,385.6	2,378.6	286.1	12.02



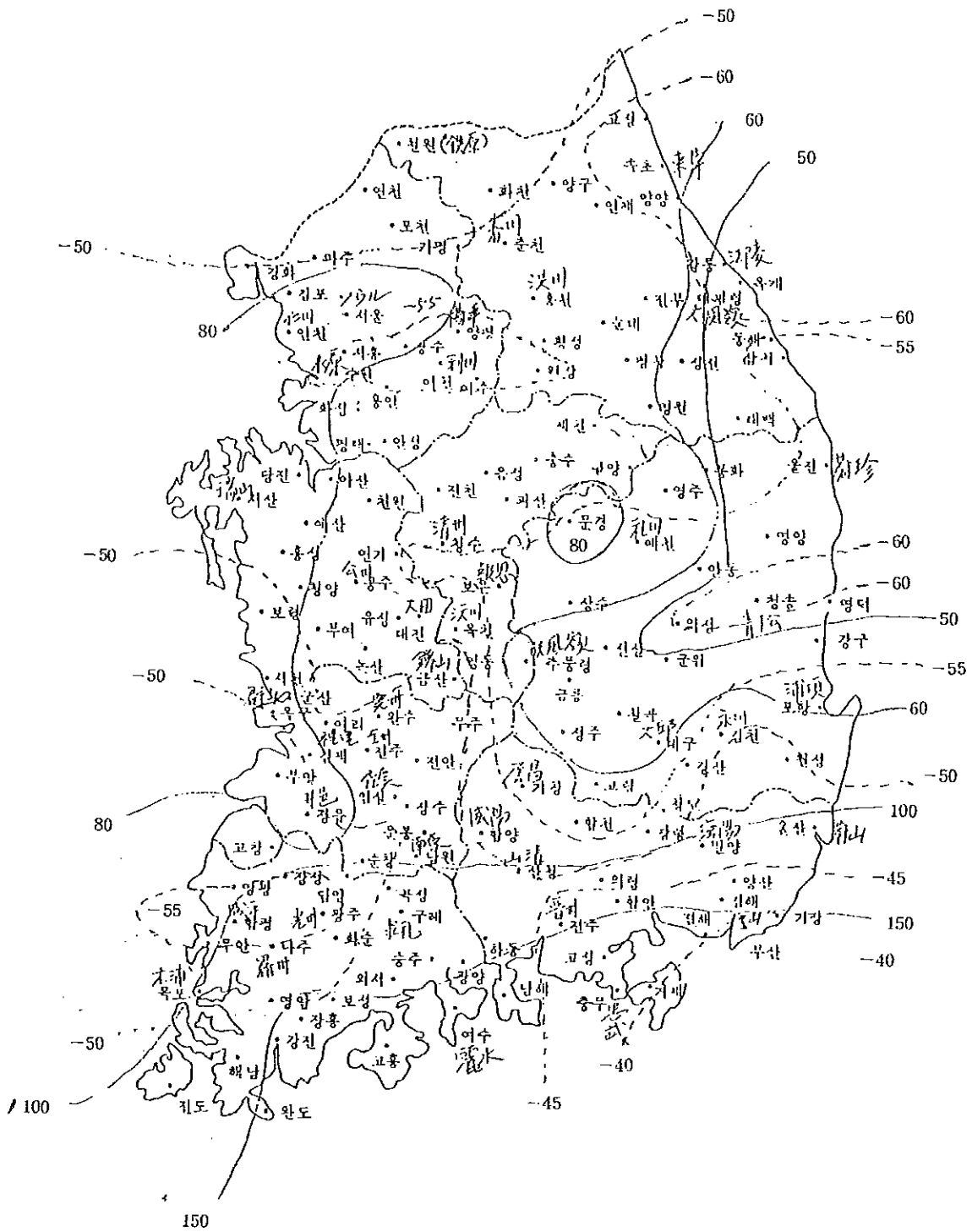
(圖3) 10℃以上有効積算温度の分布
(50%水準)

〔表9〕 地域別 15℃以上の有効積算温度

地 域	15℃以上気温(℃)					15℃以上地温(℃)				
	90%水準	50%水準	平均	標準偏差	C V	90%水準	50%水準	平均	標準偏差	C V ₁
江 陵	805.7	972.1	955.7	103.2	10.79%	984.0	1,203.2	1,167.7	146.7	12.56%
仁 川	795.9	926.3	927.2	91.1	9.82	1,010.6	1,215.5	1,269.5	205.9	16.21
ソウル	918.7	1,044.7	1,047.8	98.3	9.38	1,117.6	1,300.9	1,316.9	160.9	12.22
陵島	632.4	757.0	774.1	95.6	12.35	806.0	920.5	975.6	173.9	17.63
秋風嶺	775.0	961.6	950.9	101.3	10.65	1,078.6	1,237.3	1,231.4	132.3	10.74
浦 項	903.7	1,058.6	1,053.8	117.4	11.13	1,187.9	1,361.2	1,378.4	188.1	13.64
大 邱	1,012.9	1,126.5	1,193.7	138.1	11.56	1,341.1	1,613.5	1,598.6	197.3	12.34
全 州	1,038.4	1,180.1	1,167.9	112.2	9.6	1,307.2	1,489.2	1,497.7	176.8	11.8
蔚 山	911.3	1,097.6	1,070.7	109.4	10.21	1,208.4	1,367.3	1,386.4	162.6	11.7
麗 水	965.5	1,106.4	1,123.0	110.2	9.81	1,135.2	1,334.5	1,330.7	140.5	10.55
釜 山	926.1	1,084.5	1,093.6	112.9	10.32	1,280.6	1,451.3	1,479.3	151.0	10.20
光 州	973.7	1,150.1	1,152.7	118.2	10.25	1,261.5	1,444.7	1,458.6	157.3	10.78
木 浦	1,003.9	1,125.8	1,151.6	124.0	10.76	1,173.2	1,429.8	1,413.5	161.5	11.4
済 州	1,045.0	1,224.5	1,218.8	114.8	9.41	1,267.3	1,571.3	1,542.9	203.4	13.18
水 原	825.2	982.6	977.6	95.9	9.81	989.2	1,164.1	1,175.7	143.5	12.20
東 草	713.3	821.5	820.5	81.1	9.92	805.0	1,155.9	1,119.2	185.7	16.53
大関嶺	188.1	298.0	316.7	95.0	30	428.3	538.1	547.7	73.4	13.39
春 川	804.3	915.2	931.4	91.9	9.87	1,113.6	1,195.9	1,240.2	118.2	9.52
瑞 山	819.9	969.7	1,025.7	247.9	24.16	1,094.6	1,351.1	1,349.9	182.7	13.53
蔚 珍	669.1	833.3	809.4	112.9	13.94	913.4	1,113.6	1,091.5	103.7	9.50
清 州	891.6	1,019.3	1,047.4	103.4	9.86	1,174.9	1,365.5	1,379.2	137.0	9.93
大 田	906.9	1,069.6	1,056.0	110.5	10.46	1,041.5	1,247.7	1,256.8	163.9	13.03
群 山	922.2	1,010.6	1,051.5	104.9	9.97	1,203.0	1,359.8	1,401.2	159.5	11.38
忠 武	970.3	1,113.7	1,106.2	100.7	9.10	1,068.2	1,435.6	1,451.0	213.9	14.74
西帰浦	1,129.4	1,288.3	1,282.2	106.5	8.3	1,391.6	1,612.3	1,622.4	212.1	13.07
普 州	735.5	1,114.4	1,097.3	149.2	13.6	1,212.9	1,407.2	1,434.6	152.9	10.66

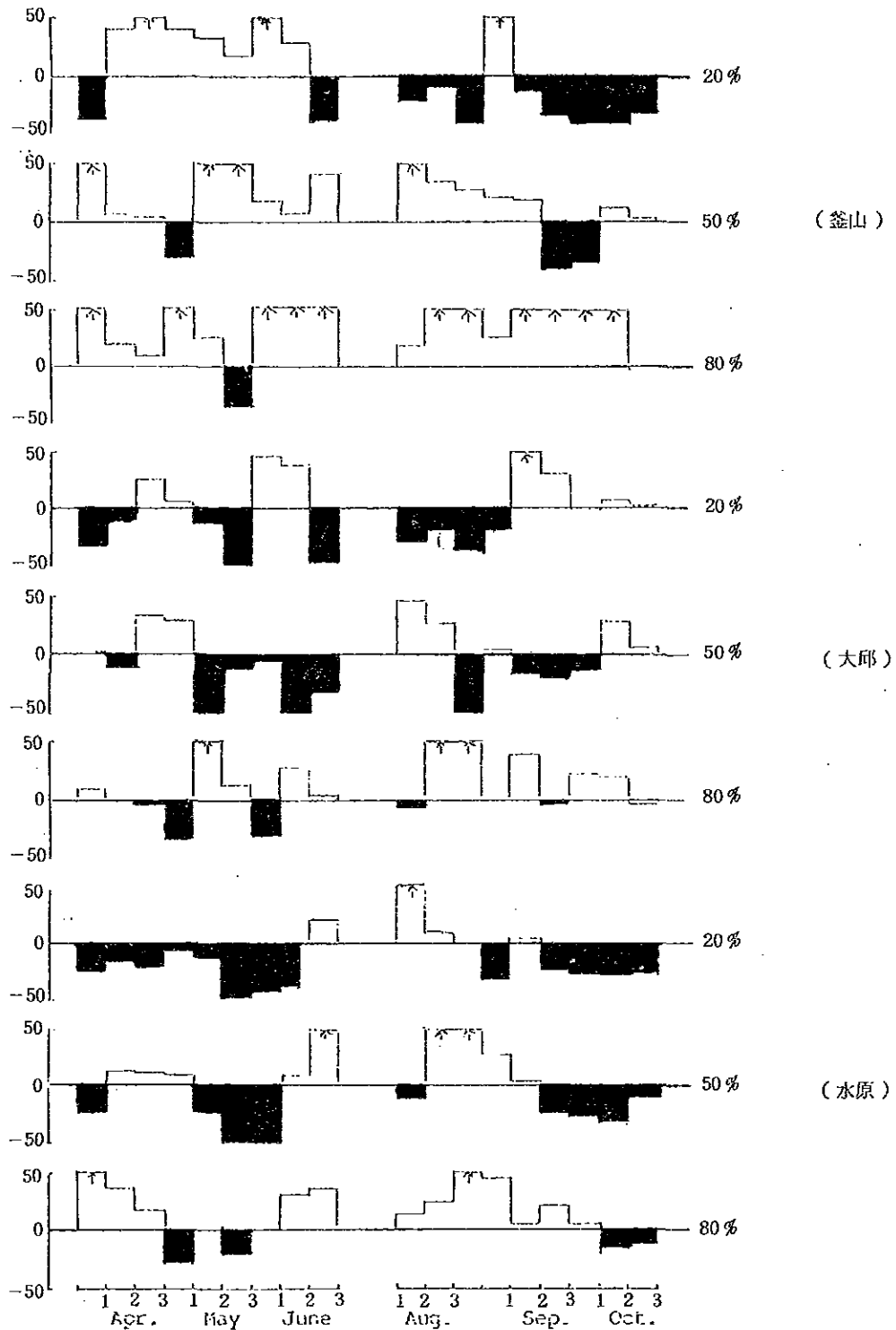
[表10] 地域別 初結氷および終結氷の安全水準別 出現値

地 域	終 結 氷 (春)			初 結 氷 (秋)		
	90%水準	50%水準	範 圍	90%水準	50%水準	範 圍
江 陵	4.14	4.3	3.18 / 4.17	10.26	11.12	10.23 / 12.2
仁 川	4.8	3.29	3.17 / 4.26	10.20	11.5	10.3 / 12.3
ソウル	4.17	4.4	3.14 / 4.23	10.12	10.25	10.3 / 12.24
釜 陵 島	4.4	3.25	2.18 / 4.11	11.8	11.23	11.1 / 12.19
秋風嶺	4.18	4.7	3.11 / 4.10	10.11	10.28	10.6 / 12.15
浦 項	4.10	3.28	1.26 / 4.17	10.25	11.15	10.7 / 12.2
大 邱	4.10	3.31	3.2 / 4.25	10.13	11.9	10.7 / 11.23
全 州	4.18	4.5	3.18 / 5.4	10.10	11.3	10.7 / 11.23
蔚 山	4.10	4.3	2.4 / 4.14	10.12	11.5	10.7 / 11.23
麗 水	4.2	3.24	3.11 / 4.5	11.13	11.21	10.8 / 12.15
釜 山	4.9	3.24	3.4 / 4.11	10.25	11.21	9.11 / 12.10
光 州	4.19	4.5	2.8 / 4.26	10.13	11.9	10.12 / 11.25
木 浦	4.1	3.23	2.8 / 4.4	11.2	11.25	10.8 / 12.26
濟 州	4.3	3.7	2.1 / 4.10	12.5	12.20	11.26 / 2.19
水 原	4.26	4.12	3.30 / 4.30	10.10	10.23	10.3 / 11.10
東 草	4.5	4.2	2.10 / 4.15	10.24	11.12	10.23 / 1.1
大 關 嶺	5.2	5.17	5.2 / 5.31	9.14	9.23	9.14 / 10.8
春 川	4.23	4.14	3.27 / 4.26	10.12	10.21	10.10 / 11.10
瑞 山	4.18	4.10	3.28 / 4.23	10.22	11.1	10.13 / 11.19
蔚 珍	4.15	4.4	3.16 / 4.15	10.23	10.26	10.23 / 11.21
清 州	4.23	4.11	4.2 / 4.25	10.12	10.22	10.11 / 11.10
大 田	4.19	4.4	3.3 / 4.26	10.1	10.23	10.1 / 11.26
群 山	4.5	3.28	3.18 / 4.10	10.25	11.18	10.7 / 12.14
忠 武	4.4	3.26	3.8 / 4.5	10.25	11.16	10.8 / 1.1
西 帰 浦	3.24	3.13	2.23 / 3.24	11.24	12.7	11.19 / 12.20
普 州	4.10	4.3	2.12 / 4.10	10.11	10.30	10.11 / 11.23



[図 5] 地域別春作期(4~6月)有効水分の最高(実線)および最低(点線)値分布

降雨水準別有効水分の過不足 (mm: 降雨量 - 蒸発量)



[図 6] 作期に従う降雨水準別土壤水分の過不足度合
(降雨最多年度: 100%, 最少年度: 10%)

5) 水分

気温と共に作物の生育を制限する因子は水分環境である。降水量から蒸発量を差し引いた水分量を有効水分と言えば、地域別春作期(4~6月)の有効水分の最高及び最低値の分布は図5のようである。

最高値分析は太白山脈を中心とした東海岸地域が50~60mm, 中部内陸地方が80~100mm, 南部海岸地方が150mmである。最低値は釜山を中心とする地域が-40mmで一番低かった。

図6は代表的3個地域の作期に従う降雨水準別土壌水分の過, 不足を示したものである。

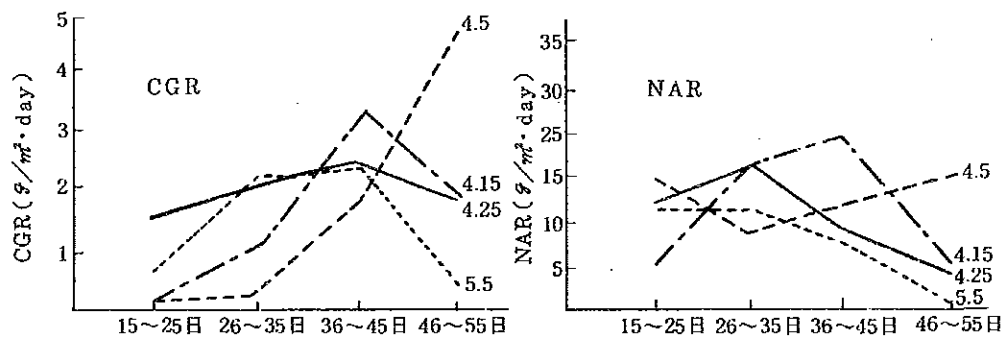
降雨水準は1972年から1981年まで10年間の降雨資料を利用した降雨水準別に羅列の上, 降水量が最も多い年を100%, 最も少ない年を10%に設定した。

釜山地方は20%水準で見る時, 春作期で4月上旬と6月下旬を除いては水分不足現象はなかったが, 秋作期には9月上旬を除いては全期間水分不足をみせた。特に9月下旬~10月下旬が激しかった。

80%降雨水準年度においては, 春作期の5月下旬を除いては大部分の期間, 蒸発量より

表11 播種期別ハクサイの生長解析

播種期 (月.日)	CGR ($g/m^2 \cdot day$)				NAR ($g/m^2 \cdot day$)			
	15-25日	26-35日	36-45日	46-55日	15-25日	26-35日	36-45日	46-55日
4. 5	0.467	1.267	4.290	5.077	11.2	6.2	5.1	2.7
4.10	0.641	3.407	7.387	2.467	13.1	9.2	5.9	1.4
4.15	0.465	2.960	6.663	4.847	9.3	8.3	6.2	2.9
4.20	0.623	5.670	3.360	6.133	10.9	16.3	3.4	3.5
4.25	0.791	4.393	2.450	3.660	6.8	7.9	3.3	1.9
4.30	1.284	3.043	7.393	2.563	14.8	6.8	5.5	1.2
5. 5	2.278	3.977	6.250	2.350	17.5	6.1	4.2	1.5
5.10	1.717	6.213	3.413	3.113	10.4	7.1	1.8	1.4



(図7) ダイコンの播種期別生長解析

降水雨が50mm以上多かった。大邱地方は20%水準で春作期に5月中旬～6月下旬まで、秋作期に8月下旬から10月上旬まで水分不足を示した。しかし、80%水準では5月上旬と10中、下旬を除いては水分不足現象は現われなかった。

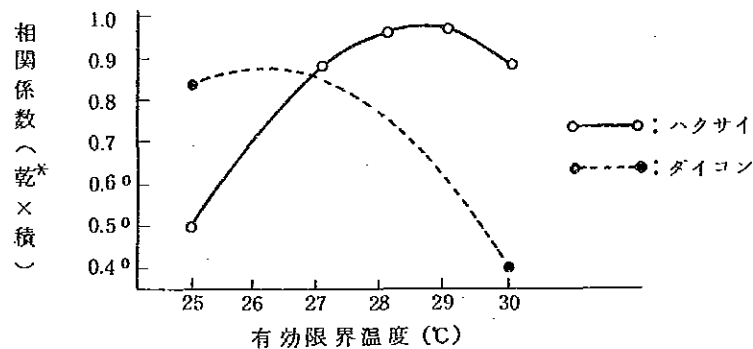
〈試験Ⅱ〉 定植時期に依る作物別有効積算温度究明に関する研究

播種期に依るハクサイとダイコンの個体群生長速度(CGR)と純同化率(NAR)は表11, 図7と同じ。ハクサイのCGRは播種25日まで播種期が遅れるほど高く, 5月5日播種が $2,278\text{ g}/\text{m}^2/\text{day}$ で生長速度が最も早かった。

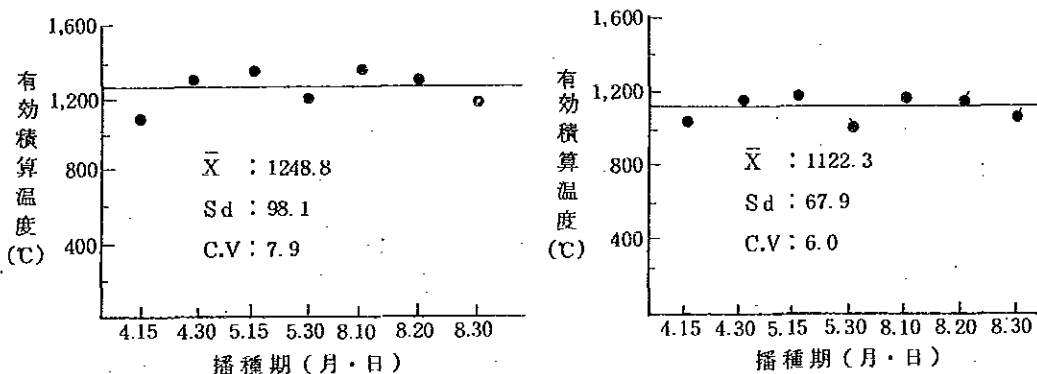
CGRは播種期が早いほど生育初期よりは生育後期に高かったし, 遅いほど生育中期のCGRが高いが, ダイコンもハクサイと同様傾向をみせた。ハクサイのNARは生育初期には5月5日播種区が $17.5\text{ g}/\text{m}^2/\text{day}$ で最も高かったし, 4月25日播種区が6.8で最も低い。特に生育中期以後には総ての処理区が1~6 $\text{ g}/\text{m}^2/\text{day}$ 範囲の純同化率を示した。

作期別ハクサイ, ダイコンの乾物重と有効限界温度別積算温度との関係は図8のようである。

春作期にあってハクサイは29℃で0.987^{**}と言う最も高い相関を示し, ダイコンは26℃で最高の相関を示した。秋作期においてはハクサイが30℃, ダイコンが25℃で最も高い相関を見せた。ハクサイの生長有効限界温度は春作期に3~29℃, 秋作期に3~30℃,



(図8) 春作期ダイコン・ハクサイの乾物重と有効積算温度の有効限界温度別相関 (*乾物重×有効積算温度)



(図9) ハクサイの播種期別 有効積算温度 (図10) ダイコンの播種期別 有効積算温度

ダイコンは春作期3~26℃, 秋作期3~25℃に推定された。これを基準に播種期別, ハクサイ, ダイコンの全生育期間中の有効積算温度を求めた結果(図9, 10)ハクサイは1248.8±98.1℃ダイコンは1122.3±67.9℃であった。

播種期別ハクサイとダイコンの生育状況と収量は表12, 13に示した。

春作期ハクサイは5月15日までは播種期が遅れるほど株重も増加し, 軟腐病の罹病率も増加した。収量は4月30日播種区で8931.8Kg(最高)だった。秋作期では播種期が遅れるほど葉長, 葉幅が小さいだけでなく8月30日播種からは十分な結球が出来なくなって, その収量が適期播種(8月10日)区の1/2にも及ばなかった。

ダイコンは春作期において4月30日播種が地上および地下部の生育が他の播種期に比べ一番良好であった, 5月30日播種区ではバイラスの罹病率が100%に至った。秋期作では8月20日と8月30日播種区で5,200~5,400Kgの高い収量を出した。

〔表12〕 播種期別ハクサイの生育および収量

作 期	播種期 (月・日)	葉 長 (cm)	葉 幅 (cm)	葉 数 (枚)		株 重 (g)	罹 病 率 (%)		収 量 (Kg/10a)	収 量 指 数
				外 葉	内 葉		Virus	軟腐病		
春	4.15	38.2	27.9	17.8	46.3	2,460.5	-	13.9	7,202.9	100
	4.30	36.8	26.6	16.4	52.1	2,702.7	16.7	2.8	8,931.8	124
	5.15	38.1	21.6	20.5	49.1	3,131.7	13.9	61.1	4,442.0	58
	5.30	36.3	21.7	19.5	39.2	2,392.0	25.0	83.6	875.5	12
秋	8.10	40.8	25.5	15.9	55.8	3,367.9	0	0	9,435.5	100
	8.20	31.7	25.7	13.4	57.1	3,099.0	0	1.5	9,146.2	97
	8.30	33.7	23.2	64.7		1,545.0	0	0	5,185.0	58
	9.10	31.0	19.7	46.8		711.7	0	0	2,521.8	27

〔表13〕 播種期別ダイコンの生育および収量

作 期	播種期 (月・日)	草 長 cm	葉 幅 cm	葉 数 枚	根 長 cm	根 茎 mm	葉 重 g	根 重 g	Virus 罹病率(%)	収 量 (Kg/10a)	収 量 指 数
春	4.15	40.6	14.1	20.3	23.1	66.7	215	778.8	0	5,529.5	100
	4.30	46.7	16.4	25.8	29.2	62.3	282	1,171.7	0	8,219.1	150
	5.15	47.1	16.4	20.0	22.2	60.7	198	669.7	0	4,751.9	86
	5.30	36.3	12.7	19.2	18.4	64.8	142	575.0	100	4,032.5	74
秋	8.10	34.0	14.2	17.3	17.0	78.9	133	503.5	91.0	3,573	100
	8.20	38.4	16.7	19.0	14.9	88.2	286	761.5	9.7	5,407	151
	8.30	35.1	16.1	21.1	16.8	83.6	305	733.3	0	5,306	146
	9.10	30.6	14.7	20.7	13.6	75.1	220	480.6	0	3,112	95

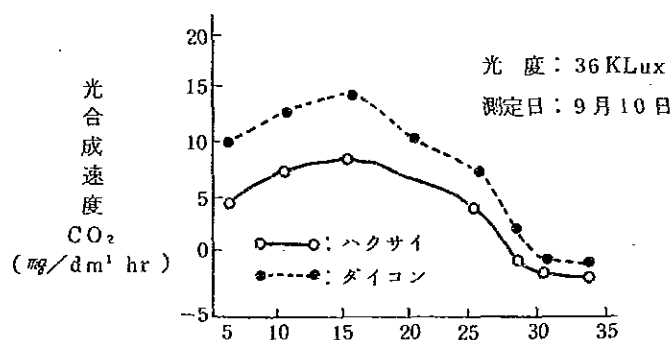
有効積算温度と春作期のハクサイ、ダイコンの収量との相関を表14に示した。

ハクサイは0℃～31℃範囲内の積算温度と相関が高いし、ダイコンは3品種共に0℃～27℃・31℃で正の相関を示した。小田⁷⁾は秋作ダイコンの適温区域が生育前期は19℃、中期および後期は各々14、10℃前後であり、ハクサイは19℃で最も高い相関を示したと述べている。

〔表14〕 有効積算温度と収量との相関

作物	品種	0℃<T<24℃	0℃<T<27℃	0℃<T<31℃
ハクサイ	満点	0.316	0.596	0.669
	高冷地	0.425	0.517	0.561
	晩春	0.239	0.336	0.395
ダイコン	長春	0.499	0.742*	0.753*
	速成	0.470	0.777*	0.777*
	平地	0.819**	0.773*	0.740*

ハクサイとダイコンの光合成特性は単位葉面積当り光合成能力がハクサイよりダイコンが高い。最大同化温度はハクサイとダイコン共に15℃前後だと思われるが30℃以下の温度では同化能力が急激に低下した。光合成特性は同一種内でも品種又は栽培条件に依って多少差異があるものと思うが選と掘⁵⁾等はハクサイの最大同化度は4.3KLuxの時10mg・Co²・dm²・hrで14℃付近で同化度が最大値に達するとのことは本試験とも一致するものである(図11)。



(図11) ダイコン、ハクサイの温度別 外見上
光合成速度(8月20日 播種)

IV 摘 要

地域別気候特性を分析して、野菜作物の安全栽培基準設定と作物反応との関係を調査の上、作期決定の基礎資料に活用することを目安に26個地域を対象に分析した結果を要約すれば下

記の通りである。

- 1) 地域別初・晩霜の出現日を安全水準90%と50%に分けて調査した結果、海岸地方の出現変動が内陸地方より激しい。無霜持続期間は東海岸地方が西海岸よりやや長いし、内陸地方が海岸地方より多少短い。
- 2) 地域別日平均気温が5℃、10℃、15℃以上ある期間を生長開始点、その以下の時期を生長終了点として分析した結果、平均生長可能期間は済州道地方が最も長いし、大関嶺地方が一番短い。
- 3) 日平均5℃、10℃、15℃以上の気・地温の有功積算温度及び初結氷と終結氷を安全水準90%、50%水準で分析した。
- 4) 降雨量分析の結果、春作期では5月、秋作期では9～10月に水分不足現象が現われた。
- 5) ダイコンの生育有効限界温度は春作期に3℃～26℃、秋作期に3～29℃、秋作期3℃～30℃と推定された。
- 6) ハクサイの全生育期間有効積算温度は1,244.8±98.1℃であり、ダイコンは1,122.3±67.9℃であった。

V 引用文献

1. 星野和生, 吉川雅夫, 野口正樹, 池田澄男, 1977, 野菜の収量成立要因の解析に関する研究, I, 生長解析によるレタスの多収条件の検索, 野菜試報A3:1-29
2. 北村一男, 1973, 短根ニンジンの収量と気象条件に関する重回帰分析, 農業気象, 29(2):103-107
3. 李龍範, 権永杉, 黄在文, 朴尚根, 1984, 主要野菜の収量変動に及ぼす気象要因分析, 韓日農業共同研究事業報告書, 159-168
4. 文鍾烈, 辛建哲, 雀鍾升, 金聖奉, 1984, 果樹寒害発生限界気象条件の確立, 韓日農業共同研究事業報告:13-32
5. 選 穰, 掘 裕, 1969, そ菜の光合成に関する研究。II, 温度および光の強さとそ菜幼植物の同化特性, 園試報告 A(9):181-188
6. 小田雅行, 1986, 秋冬作ハツカダイコンの生育と播種後日数, 積算気温及び積算日射量の関係, 農気東海誌, 44:1-5
7. 小田雅行, 1987, 気象要因と野菜の生育阻害, 農業及び園芸62(10):1192-1198
8. 農村振興庁, 1986, 韓国の農業気候特徴と水稲気象災害対策, PP194
9. 野中正義, 小田雅行, 星野和生, 1987, ハクサイの気象生態反応の基礎的解明, 農気東海誌, 45:13-16
10. 野口正樹, 星野和生, 吉川雅夫, 1981, 野菜の収量成立要因の解析に関する研究, II, レタスの異なる生育段階における生育及び乾物生産に及ぼす温度の影響, 野菜試報A9:47-62

11. 野口正樹, 星野和生, 吉川雅夫, 1983, ダイコンの気象生態反応の基礎的解明, 野菜試栽培部気報, 10:11-14,
12. 杉原保幸, 羽生寿郎, 1980, 水稻の気候生産力の評価に関する研究, I, 水稻の気候生産力評価の試み, 農業気象, 36(2):71-79
13. 内嶋善兵衛, 1976, 有効積算気温の永年変化と変動特性, 農業気象, 31(4):185-194

JICA