

会誌

第 45 号

(昭和62年3月30日刊行)

目 次

1. 栽植密度・栽培時期を異にした場合の秋ギク品種の生長解析	1
野菜・茶業試験場 中川 僕・天野正之・小島昌弘	
2. レタスの投影面積と生長の関係	6
野菜・茶業試験場 小田雅行・野中正義・星野和生	
3. ハクサイの気象生態反応の基礎的解明	13
野菜・茶業試験場 野中正義・小田雅行・星野和生	
4. 数種野菜の日射エネルギー利用率	17
野菜・茶業試験場 野中正義・小田雅行・坂田好輝 星野利生	
5. 大井川水系茶産地の気象特性と新芽の生育・品質	21
野菜・茶業試験場 青野英也・田中静夫・佐波哲次 築瀬好充	
6. 植物季節と有効換算温度	27
名古屋におけるソメイヨシノの開花日について 名古屋大学農学部 江幡守衛・石川雅士	
7. 潜熱蓄熱装置の集熱効率について	30
第2報 経済効果 野菜・茶業試験場 佐久間青成・伊藤茂昭・渥美照男	
8. 暖房時の室温変動と熱負荷のモデル化	35
第1報 数値モデルについて 野菜・茶業試験場 大原 源二	

日本農業気象学会東海支部

名古屋市千種区不老町

名古屋大学農学部

作物学研究室内

日本農業気象学会東海支部規約

1. この会は日本農業気象学会規程中、支部についての規程に基づき日本農業気象学会東海支部と称する。
2. この会は農業気象に関する研究をすすめ、その知識の普及をはかり、また地方的問題の解決にも努力し併せて農業気象学同好者の親睦をはかることを目的とする。
3. この会の事務所は、支部長が所属する機関内におく。
4. この会の会員は、三重・愛知・岐阜・静岡の4県における日本農業気象学会会員ならびに、農業気象学同好者をもって組織する。この会への入会を希望するものは、氏名・住所・職業・勤務先を記入の上、本会事務所に申し込むものとする。
5. この会ろつぎの事業をおこなう。
 - (1) 総会（運営に関する基本的事項、その他重要な会務の審議、および報告）年1回
 - (2) 例会（研究発表、講演、談話会、見学等）年2回
 - (3) 会誌の発行
6. 前条の事業をおこなうために支部会費として年額1,000円を徴収する。ただし、見学その他のために要する実費についてはその都度別に徴収する。
7. この会の事業および会計年度は毎年4月に始まり、翌年3月に終る。
8. この会につぎの役員をおく。

支部長 1名 幹事 若干名

役員は総会で会員中からその互選によって選出し、その任期は2ヶ年とする。ただし、重任を妨げない。

- (2) 本部評議員、本部幹事は支部役員より互選する。
- (3) 幹事の中から庶務会計幹事、編集幹事、会計監査各1名を互選する。

本規約は昭和58年度より施行するものとする。

昭和61年度 役員

支 部 長	江幡 守衛					
顧 問	城山 桃夫	長戸 一雄	山本 良三	小澤 行雄		
	中川 行夫					
本 部 評議員	青野 英也	磯部 誠之	高橋 和彦	星野 和生		
本 部 幹 事	大原 源二					
会 計 監 査	米村 浩次					
庶務会計幹事	石川 雅士					
編 集 幹 事	大原 源二					
幹 事						
愛 知 県	石川 雅士	磯部 誠之	大原 源二	米村 浩次		
	渡部 俊夫					
岐 阜 県	高田 宗男	野原 定夫	安江 多輔			
静 岡 県	青野 英也	岡田 正道	此本 晴夫	高橋 和彦		
	野中 民雄					
三 重 県	伊藤 重雄	岩間 和人	星野 和生			

栽植密度・栽培時期を異にした場合の 秋ギク品種の生長解析

野菜試験場栽培部

中川 優・天野正之・小島昌弘

規 模：1区、40本区 10m^2 、80本区 5m^2 、
160本区 3m^2 。3連制。

3) 栽培管理

試験1・2 季咲栽培：さし芽 7月16日定植

7月28日、基肥にCDU化成複合磷加安S2・2を $150\text{kg}/10\text{a}$ 、追肥は1~2週間隔で住友液肥ミネラップを窒素濃度で 100ppm に薄めて施用した。

電照栽培：さし芽 9月1日、定植 9月16日、基肥にCDU化成複合磷加安S2・2を $150\text{kg}/10\text{a}$ 、よう磷 $30\text{kg}/10\text{a}$ 、苦土石灰 $100\text{kg}/10\text{a}$ 、追肥は生育前半は毎週、住友液肥ミネラップを施用、後半は発らい確認後1回住友液肥ミネラップを施用した。電照は22時~2時の1日4時間の光中断を8月20日~11月10日まで行い、なお、10日後に1週間再電照を行った。夜温は最低 10°C 以上を保つよう加温した。

試験3 電照栽培に合せてさし芽し、6号鉢に定植、電照栽培を行っているガラス室に併置し、同様の管理を行った。

4) 調 査

試験1 収穫時に生育、収量、切花品質を調査した。切花品質は、表-1に示すような基準を作成し、それに従って等級仕分けを行った。

試験2 定植後約20日ごとに葉面積、乾物重などを測定し、発らい直後の生長最盛期には地上部植生を 20cm ごとに層別採取し、重量、葉面積及び層別相対照度を測定した。

試験3 各品種4個体を供試し、気温 $10\sim40^\circ\text{C}$ の範囲で 5°C 刻みに気温を変化させ、同化箱内の CO_2 濃度を測定した。同化箱内の

1. はじめに

ギクの生産現場では経験的に、栽植密度、1株仕立て本数をきめて栽培することが多く、環境条件との関連で、生長に関する各種要因を解析する試みは少なかった。

そこで、温度、日射量の異なる時期に栽植密度を変えて栽培し、生産力に関する構成要素を調査し、それが生産力、品質にどのように影響しているかの検討を行ったので報告する。

2. 材料および方法

1) 供試品種

金丸富士、乙女桜、秀芳の力。

2) 試験構成

栽培時期：①季咲栽培（7月下旬定植11月上旬開花、無加温）。

②電照栽培（9月中旬定植1月中旬開花、電照、加温）。

栽植密度：① $40\text{本}/\text{m}^2$ ($10\text{cm} \times 25\text{cm}$)、
② $80\text{本}/\text{m}^2$ ($10\text{cm} \times 13\text{cm}$)、③ $160\text{本}/\text{m}^2$
($10\text{cm} \times 6\text{cm}$)、複2条植、1株1本仕立。

表 - 1 等級仕分け基準

作型 等級	季咲栽培		電照栽培	
	a	b	a	b
特 級	81~ 9	111~ 9	86~ 9	101~ 9
1 級	61~80	91~110	61~85	81~100
2 級	41~60	61~ 90	41~60	56~ 80
3 級	21~40	36~ 60	21~40	26~ 55
等 外	~20	~ 35	~20	~ 25
切花長	85cm		90cm	

金丸富士、秀芳の力はa、乙女桜はbの規格によった。

中間位置の照度は36 KIX一定とした。

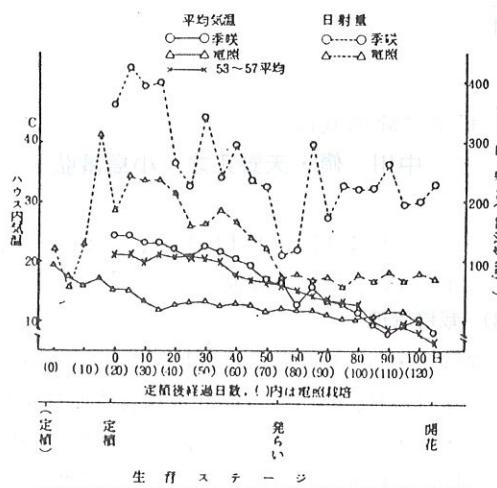


図-1 季咲栽培と電照栽培における気温及び日射量の変化

3. 結果及び考察

栽培期間の気温と日射量を図-1に示したが、季咲栽培と電照栽培では気温と日射量に大きな差が見られた。日平均気温は季咲栽培の場合、生育前半が高く特に初期には昼間は30°Cを越す高温が続いたが、10月

に入ると低下し、発らい期以降は15~10°Cの間で経過した。電照栽培では当初から20°C以下で経過し、外気温が下がってからは、加温を行ったので、生育期間のほとんどが、20~15°Cの範囲となった。

日射量は、季咲栽培では発らい期の1時期を除き生育期間のほとんどが200 cal/cm²・day以上であったのに対し、電照栽培では生育前半は200 cal/cm²・dayを上回ったが、後半に入り2重被覆が行われてからは少くなり、発らい期以降は100 cal/cm²・day以下となった。

このような気象条件の差はキクの生育に影響を及ぼし、試験1による収穫期の地上部形質は表-2のとおりで、栽培密度が増加するにしたがって枯葉数が多くなり、1本あたり全重と茎径が減少する傾向が見られたが、作型では、季咲栽培より日射量が少ない電照栽培においてより著しかった。単位土地面積あたり生重並びに乾物重については、栽植密度が高くなるに従って増加したが、この傾向は電照栽培より季咲栽培の方がより顕著であった。しかし、その数値は、電照栽培が、高密度区を除き季咲栽培

表-2 地上部生育(収穫時)に及ぼす作型と栽植密度の影響

作型	品種名	密 度 本/m ²	草丈 cm	枯 枝/本	葉枚	全葉枚/本	全 重 g/本	全生重 ^{a)} g/m ²	全乾物重 g/m ²	茎 径 mm
季咲	金丸富士	40	77	0	42	90	3,595	597	6.7	
		80	80	1	41	70	5,633	946	5.8	
		160	85	3	40	50	7,928	1,419	5.1	
	乙女桜	40	89	1	43	133	5,328	1,012	6.9	
		80	97	2	42	112	8,941	1,583	6.3	
		160	96	3	39	67	10,666	2,027	5.2	
電照	金丸富士	40	121	0	52	148	5,907	957	6.9	
		80	129	1	52	99	7,947	1,287	5.7	
		160	128	4	47	51	8,213	1,372	4.3	
	乙女桜	40	110	4	45	186	7,440	1,205	6.9	
		80	139	6	47	124	9,893	1,801	5.8	
		160	154	8	47	68	10,872	2,055	4.8	
秀芳の力	秀芳の力	40	106	5	56	137	5,493	989	6.7	
		80	108	10	59	85	6,821	1,303	5.4	
		160	104	14	47	42	6,773	1,321	4.5	

a) 地上部全重。

表-3 秋ギクの主要生長関数^{b)}に及ぼす品種、作型、栽植密度の影響

品種	作期	密 度 本/m ²	C GR g/m ² /day	N AR g/m ² /day	LAI	SLA cm ² /g	R GR g/g/day	L AR cm ² /g	L WR	K
金 丸	季咲	40	5.10	4.14	1.62	215.6	0.040	100	0.45	0.65
		80	8.09	3.62	2.98	234.1	0.037	110	0.45	0.55
		160	15.21	3.57	5.52	242.0	0.036	100	0.43	0.40
富 士	電照	40	9.28	3.19	4.12	307.6	0.040	130	0.42	0.32
		80	15.65	2.96	7.62	322.7	0.041	130	0.41	0.34
		160	18.32	2.48	10.86	358.2	0.036	140	0.40	0.30
乙 女	季咲	40	9.68	3.62	3.68	237.0	0.044	120	0.50	0.37
		80	13.35	2.32	5.72	240.4	0.039	120	0.50	0.31
		160	19.40	2.66	9.56	274.2	0.035	130	0.48	0.26
桜	電照	40	12.06	2.63	7.40	308.1	0.037	140	0.47	0.26
		80	16.70	2.20	11.00	333.8	0.038	160	0.49	0.23
		160	19.75	1.95	16.68	345.8	0.035	160	0.46	0.17
秀 芳 の 力	電照	40	9.29	2.80	4.79	248.7	0.037	130	0.51	0.39
		80	12.93	2.42	7.70	263.9	0.034	130	0.51	0.37
		160	13.67	1.87	9.48	288.8	0.028	150	0.51	0.34

b) 定植時より開花直前までの平均生長量である。ただし、吸光係数Kは発らい期の値。

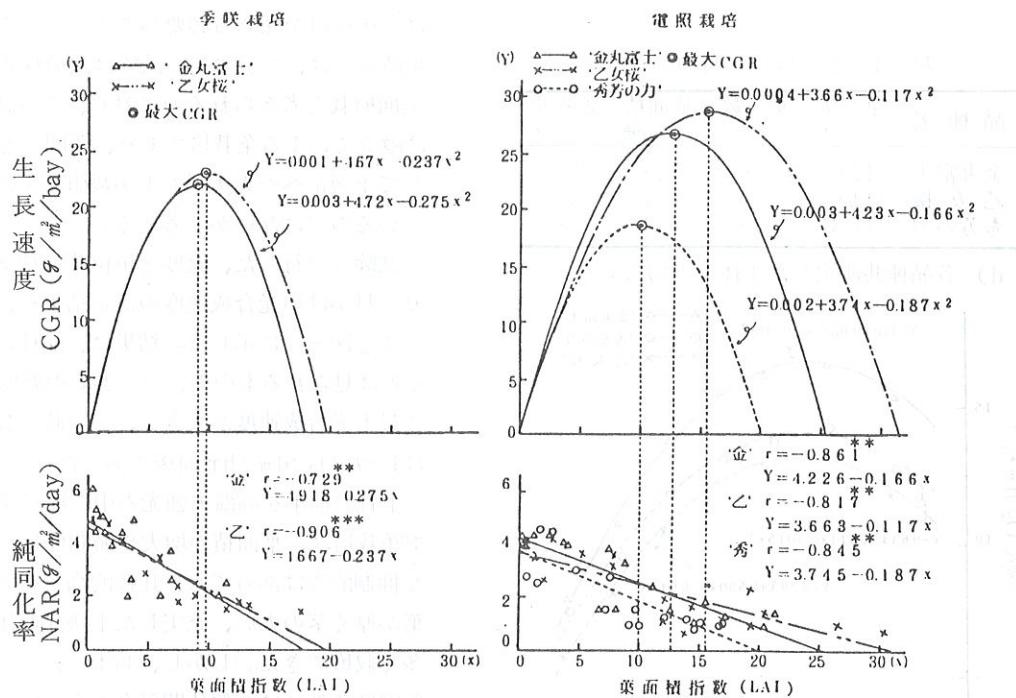


図-2 秋ギクのLAIとNAR及びCGRの関係に及ぼす作型の影響
c) CGRの値は下図の回帰直線の数値を使用した。

培と同等以上で、季咲栽培での生産力は低い水準にとどまった。

試験2では、このような生育の差について、生長解析の手法で、生長に関与する主要なパラメーターについて検討を行い、その結果を表-3に示した。それによると季咲栽培が電照栽培より大となるものにNAR（純同化率）とLWR（葉重比）があり、CGR（生長速度）、LAI（葉面積指数）SLA（葉面積重量比）、LAR（葉面積比）ではその逆となった。すなわち、季咲栽培は、単位葉面積あたりのNARが大きく、全重の中で葉重の占める比率は高いがLAIが小さいため、NARとLAIの積で表されるCGRは小さくなり、葉は厚くなつた。

次に図-2に示したLAIとNAR及びCG

には負の相関関係があり、季咲栽培ではLAIの増加が少なく、下の図に示したよう

表-4 光合成測定時の生育量^{d)}

品種名	草丈 cm	葉数	葉面積 cm^2	乾物重 g
金丸富士	12.5	5.6	53.8	2.38
乙女桜	12.6	5.4	76.6	3.12
秀芳の力	11.3	6.8	70.1	3.64

d) 各品種共測定した4鉢の平均である。

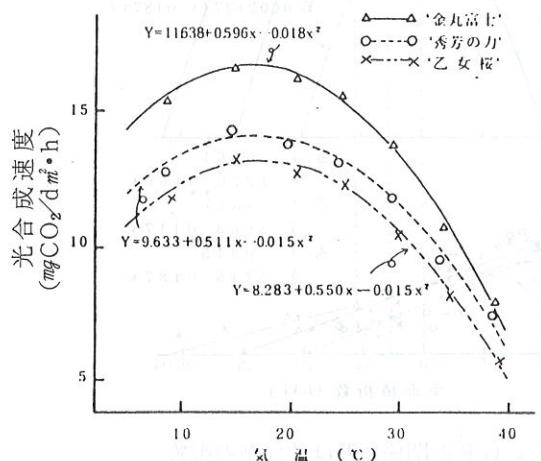


図-3 秋ギク3品種の温度一光合成曲線

に相互の関係を示す回帰直線の勾配は急となつたが、生長の旺盛であった電照栽培では緩やかであった。上の図に示したLAIとNARの積で表されるCGRは、LAIの小さい生育初期にはNARの影響が強く表れるが、生育中期以降はLAIの影響がより大きくなり、最大CGRは品種によって異なるが、季咲栽培では22.0～23.0 g/m²/day、電照栽培では18.7～28.7 g/m²/dayとなり、最適葉面積指数は季咲栽培で9～10 g/m²/day、電照栽培で10～16 g/m²/dayという数値となつた。

繁茂の程度と受光態勢に關係の深い、吸光係数Kについて生育盛期の発らい期に、20 cm間隔で層別に葉面積と相対照度を測定して算出した。季咲栽培は葉が厚く、下層部の照度が低くなり、Kの値は電照栽培より大きくなつた。

この試験のデータの中に既知のデータの範囲を越えるものが見られ、これについては今後検討を深める必要があると考えるが、現時点では、これまでの試験は栽植様式が全面植栽と考えられるのに対し、この試験は畝立てによる条栽培であり、条間をとおして下層部への光透過の差が数値に影響しているのではないかと考える。

試験3で行った、温度と単位葉面積あたりの見かけの光合成速度の測定結果を、表-4と図-3に示した。結果は、品種による差は見られるものの、15～20°Cの温度域で最も光合成速度が大きく、この時の数値は15 mgCO₂/dm²/hr前後であった。

生育の前半を高温・強光の中で経過する季咲栽培は、葉面積の増大や節間伸長がやや抑制的ではあっても、比較的高密度まで、葉が厚く茎の太い、充実した上級品個体が多く収穫できた。しかし、40本/m²という低密度条件では、個体間競合が少ないとみか、茎の伸長が悪く切花長が不足して、面積あたり乾物生産も低水準にとどまった。

一方、電照栽培は相対的に温度が低く、光の弱い環境であったが、初期から葉面積の増大や、節間の伸長が速やかで、単位土地面積あたりの乾物生産は、季咲栽培と同等かそれ以上になった。しかし、節間が長く、茎径がやや小さく、葉が薄くて大きい、やや徒長傾向の草姿となり、160本/ m^2 の高密度条件では、上位規格の切花は少なくなつた。

このようなことから、季咲栽培のように、高温で光の強い環境では、栽植密度をやや高めにすることが、高品質切花の多収をもたらすが、年末電照といわれる作型では、温度条件はキクの生長によく適合しているが、日射量が少ないので、高品質切花を生産するには、栽植密度をやや低めに設定することが、必要と考えた。

引用文献

- 星野和生・吉川雅夫・野口正樹・池田澄男,
1977: 野菜試験場報告, A第3号, 1~29.
門司正三・野本宣夫(共訳), 1982: 植物の
物質生産, 東海大学出版会.
佐木啓智・中川脩・大西謙二, 1979: 野菜
試験場報告, A第5号, 119~144.

言語

題名

著者

出版社

年

版

頁数

価格

著者

出版社

年

版

頁数

価格

著者

出版社

年

版

頁数

価格

著者

出版社

年

版

頁数

価格

著者

出版社

年

版

頁数

価格

著者

出版社

年

版

頁数

価格

著者

出版社

年

版

頁数

価格

著者

出版社

年

版

頁数

価格

著者

出版社

年

版

頁数

価格

著者

出版社

年

版

頁数

価格

著者

出版社

年

版

頁数

価格

著者

出版社

年

版

頁数

価格

著者

出版社

年

版

頁数

価格

著者

出版社

年

版

頁数

価格

著者

出版社

年

版

頁数

価格

著者

出版社

年

版

頁数

価格

著者

出版社

年

版

頁数

価格

著者

出版社

年

版

頁数

価格

著者

出版社

年

版

頁数

価格

著者

出版社

年

版

頁数

価格

著者

出版社

年

版

頁数

価格

著者

出版社

年

版

頁数

価格

著者

出版社

年

版

頁数

価格

著者

出版社

年

版

頁数

価格

著者

出版社

年

版

頁数

価格

著者

出版社

年

版

頁数

価格

著者

出版社

年

版

頁数

価格

著者

出版社

年

版

頁数

価格

著者

出版社

年

版

頁数

価格

著者

出版社

年

版

頁数

価格

著者

出版社

年

版

頁数

価格

著者

出版社

年

版

頁数

価格

著者

出版社

年

版

頁数

価格

著者

出版社

年

版

頁数

価格

著者

出版社

年

版

頁数

価格

著者

出版社

年

版

頁数

価格

著者

出版社

年

版

頁数

価格

著者

出版社

年

版

頁数

価格

著者

出版社

年

版

頁数

価格

著者

出版社

年

版

頁数

価格

著者

出版社

年

版

頁数

価格

著者

出版社

年

版

頁数

価格

著者

出版社

年

版

頁数

価格

著者

出版社

年

版

頁数

野菜・茶業試験場 小田雅行・野中正義・
星野和生

I 緒 言

作物栽培における計測制御技術は、環境情報に関する分野で発達している。しかし、葉色、形状などの生体情報については人間の五感に頼って収集しているのが現状である。したがって、人間がほ場にいない場合には、生育状態に応じた厳密な栽培管理はできないと考えられる。

一方、近年におけるパーソナルコンピュータと画像解析技術の発達は著しく、これらの利用によって作物生育状態のモニタリングの可能性が生じている。

これまでに、葉で反射される光波長特性と生育状態との関係(EGUCHIら, 1979)、葉温分布のパターン化の可能性(橋本ら, 1979)、汚染ガスに被暴した植物の葉温パターンの変化(大政ら, 1981)などが明らかにされている。

植物の大きさについては、キュウリを材料として画像画積と生育との関係の数式化(MATSUIら, 1976)、生育のパターン認識による生育状態の評価(EGUCHIら, 1977)とこの方法による生育評価の実用場面への応用(EGUCHIら, 1978)が検討され、何れも可能であることが明らかにされた。しかし、これらの方法は、カメラを移動するなどして画像を多角的に把えることが前提条件になっているため、簡便で実用的なモニタリングの指標にはなっていない。

そこで、筆者らは人間の視覚に近く、データの収集および解析が容易と考えられる特定方向からの作物の投影面積に着目し、モニタリングの指標としての実用化を図ろうとした。

このため、レタスを材料として、投影面積と生長量との関係、個体および投影方向の違いに

よる投影面積の変動並びに投影面積の経時変化を明らかにし、投影面積が葉菜類の生長のモニタリングの指標となり得るか検討した。

II 材料および方法

実験1：生体重および投影面積の経時変化

1984年2月14日、"グレートレイクス366"の催芽種子を直径6cmの黒色ポリ鉢に播種した。4月16日、露地ほ場に消石灰および苦土石灰をそれぞれ200および100kg/10a並びに窒素、りん酸およびカリを25、35および25kg/10a施肥し、厚さ0.02mmの黒色ポリフィルムでマルチした。4月24日にうね幅、株間および条間をそれぞれ140、30および50cmとして2条植えした。その後、2週間ごとに8株の水平および垂直面(それぞれ上および横から見た場合に相当する)をそれぞれ2および4mの距離で写真撮影し、デジタイザ(0.1mm精度)を用いて実際の投影面積に換算した。投影面積の測定と同時に地上部の生体重を測定した。

実験2：投影面積の個体間変動

1984年11月16日に"グレートレイクス366"(クリスピヘッド型)、"ウェアヘッド"(バター・ヘッド型)、"グランドラビッド"(リーフ型<緑>)および"レッドファイヤー"(リーフ型<赤>)を播種して無加温ガラス室に置いた。翌年2月1日に直径12cmのポリ鉢に移植して透明塩化ビニルフィルムで被覆した。2月22日に図-1のように下葉を支持し、実験1と同様にして20個体の水平および垂直面の投影面積を測定した。このとき、各個体の地上部生体

重も測定した。

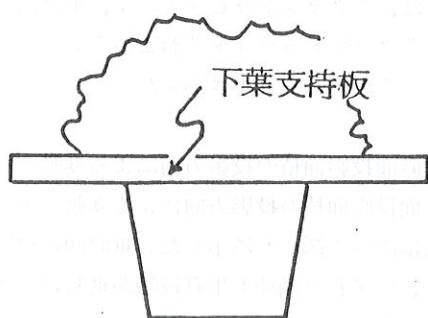


図-1 下葉の支持方法

実験3：垂直面投影面積の投影方向による変動

実験2と同じ4品種を人工照明下で育てた。日長は10時間、明期の照度はメタルハライドランプ（陽光ランプ、400W）4燈および青色蛍光灯（三菱FL40SB）12燈を用いて展開葉の最上部で30k lxとした。温度は、明期を18±1°C、暗期を12±1°Cとした。相対湿度は70~90%とした。投影面積は、播種後6週目から1週間ごとに同一個体を用いて測定した。この際図-2のように、子葉と垂直な方向を0°として15°ずつ回転して投影した。

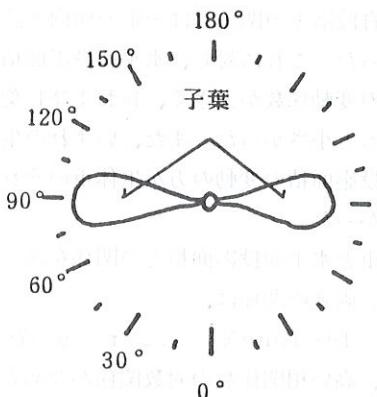


図-2 垂直面への投影方向

実験4：水平面投影面積の生育段階別変動

1984年9月5、14および21日に”グレートレイクス366”を播種し、それぞれ35日後に露地ほ場に定植した。床土には、苦土石灰、窒素、

リン酸およびカリを200、25、35および25kg/10a施用して黒色ポリフィルムでマルチした。条間、株間とも30cmで4条植えした。12月6日に実験1と同じ方法で投影面積および地上部体重を測定した。

実験5：水平面投影面積のモニタリング

1986年3月8日に実験2と同じ4品種の催芽種子をもみがらくん炭に播種し、ガラス室内のビニルトンネル内に置いた。3月25日に直径6cmの黒色ポリ鉢に鉢上げした。育苗場所の気温は、最低9°C、最高32°Cであった。4月15日にガラス室内の栽培床を熱線反射フィルムでマルチし、翌日に定植した。うね幅は150cm、条間および株間は、”グレートレイクス366”では30cmその他の品種では15cmとした。定植後は毎日午前9時に2mの高さから写真撮影し、うね長1mの範囲の水平面投影面積をデジタイザで測定した。

土壤のPHは5.9、ECは1.0ms/cmであったので施肥はしなかった。ガラス室の天窓および側窓は20°C以上で開けた。栽培期間中の日平均気温および日射量は図-3の様に推移した。

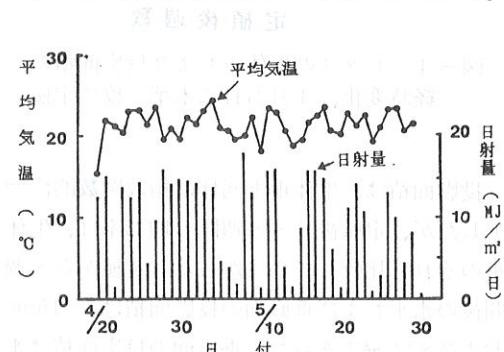


図-3 水平面投影面積のモニタリング中の平均気温および日射量の推移

III 結 果

1. 生体重および投影面積の経時変化

春作レタスの生体重および投影面積の経時変化を図-4に示した。定植から4週間後に結球し始めた。地上部および結球部の生体重は、指數関数的に増加して8週間でそれぞれ1142および728gに達した。

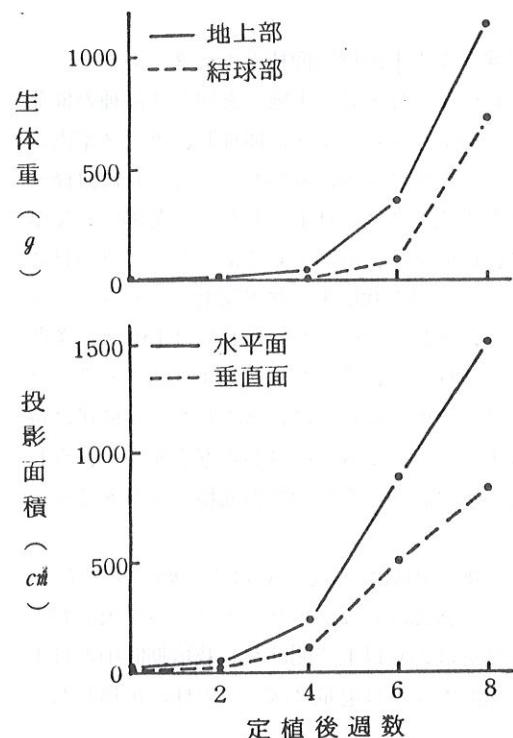


図-4 レタスの生体重および投影面積の経時変化、4月24日に本葉6枚で定植

投影面積は、生体重と同様に指數関数的に増加したが、定植後6～8週間の増加率は、生体重のそれと比較して小さかった。定植から8週間後の水平および垂直面の投影面積は、1506および832cm²であった。垂直面の投影面積は水平面の約40～60%と小さかった。

2. 投影面積の個体間変動

地上部生体重および投影面積の個体間変動は、“グレートレイクス366”を除き、生体重のそれよりも小さかった。また、いずれの品種も水平面の方が垂直面よりも投影面積は大きく、そ

の変動係数は小さかった。水平面投影面積の変動係数は、“グランドラビッド”が、垂直面のそれは“グランドラビッド”および“レッドファイア”がそれより小さかった。

3. 垂直面投影面積の投影方向による変動

垂直面投影面積の投影方向による変動を生育段階別に調べて図-5に示した。垂直面の投影面積は、いずれの品種も生育段階が進むほど大きくなつた。

投影面積の投影方向の違いによる変動は、“グレートレイクス366”を除いて生育段階が進むほど小さくなつたが、“グレートレイクス366”は明らかな傾向を示さなかつた。すなわち、播種後7週以後の“ウェアヘッド”、“グランドラビッド”および“レッドファイア”的投影方向による変動は、“グレートレイクス366”よりもかなり小さかつた。

4. 水平面投影面積の生育段階別変動

“グレートレイクス366”的生体重および水平面投影面積の個体間変動を生育段階別に調べて表-2に示した。地上部生体重の変動係数は15葉期で16%、12および24葉期では約30%となり、生育段階との関係では一定の傾向が認められなかつた。これに対し、水平面投影面積では、12葉期の変動係数が大きく、15および16葉期では約13%と小さかつた。また、いずれの生育段階でも投影面積の変動の方が生体重のそれよりも小さかつた。

生体重と水平面投影面積との関係を図-6に示した。両者の関係は、

$$Y = 193 \log_e X - 362 \quad (r = 0.975 \dots)$$

となり、高い相関係数の対数関係が認められた。

5. 水平面投影面積のモニタリング

結球および非結球レタスの水平面投影面積の推移を図-7および8に示した。“グレートレイクス366”的水平面投影面積は、結球始まで急激に増加したが、それ以後は増加率が低く

表-1 レタス生体重及び投影面積の個体間変動

品種	葉数		生体重		水平面投影面積		垂直面投影面積	
	外葉	結球葉	平均	変動係数	平均	変動係数	平均	変動係数
グレートレテクス366	13	2	48.9	10.9	373	14.3	212	19.4
ウェアヘッド	13	—	14.5	21.7	218	14.9	93	19.9
グランドラピッド	13	—	19.6	17.2	234	10.4	123	12.4
レッドファイヤー	15	—	29.2	13.6	278	13.1	127	14.2

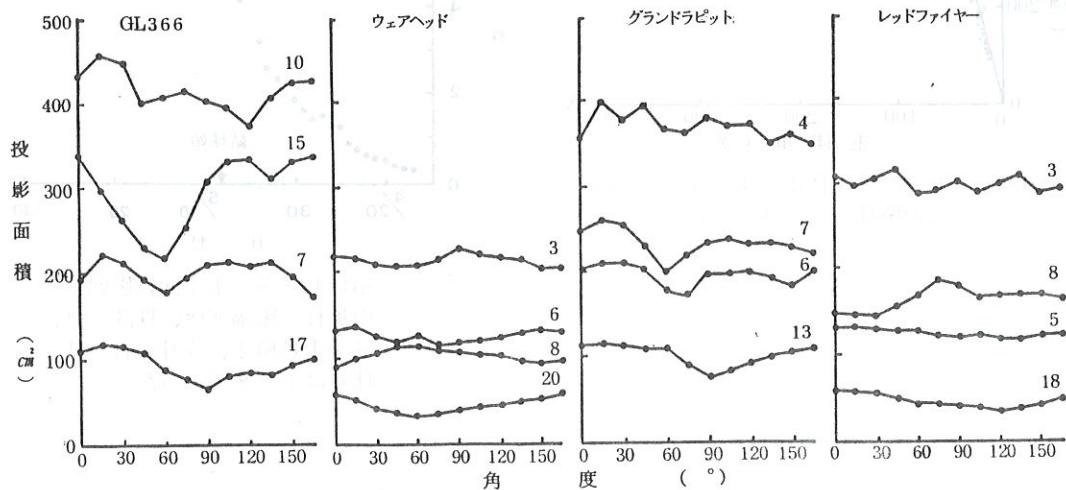
図-5 レタス垂直面投影面積の投影方向と生育段階による変化。子葉と直角方向を 0° とした。下のグラフから順には種後 6, 7, 8 および 9 週目を表わす。図中の数字は変動係数 (%) である。

表-2 レタスの生体重及び水平面投影面積の生育段階別個体間変動

	葉数		生体重			投影面積	
	外葉	結球葉	計	平均	変動係数	平均	変動係数
	12	0	12	14	28.3	138	24.1
	15	0	15	110	15.5	566	12.6
	16	8	24	226	30.5	660	13.9

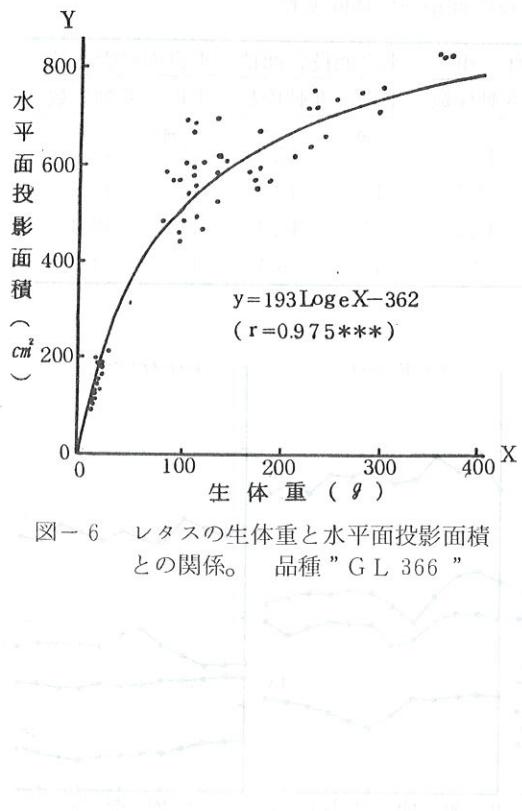


図-6 レタスの生体重と水平面投影面積との関係。品種 "GL 366"

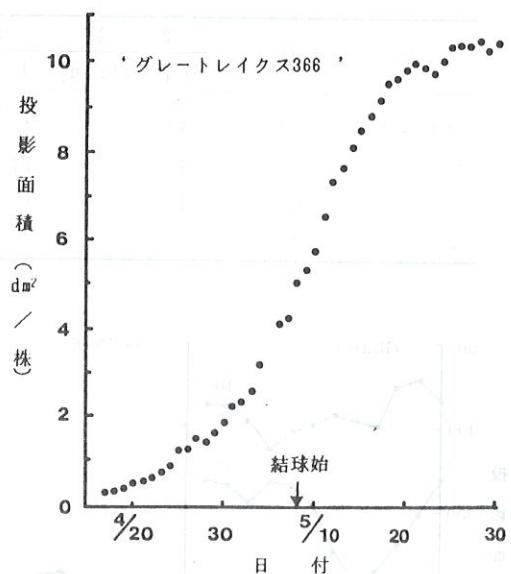


図-7 結球レタスの水平面投影面積の推移。床幅90cm、株間30cm、3条千鳥植え、5月30日の結球重は408gであった。

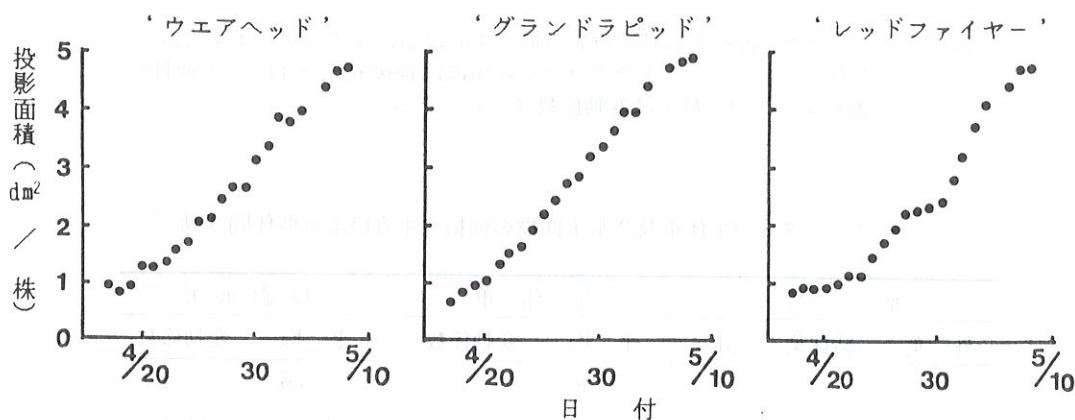


図-8 非結球で収穫するレタスの水平面投影面積の推移。床幅90cm、株間15cm、"ウェアヘッド"、"グランドラピッド"および"レッドファイヤー"の5月10日の地上部重は、それぞれ88、108および94gであった。

なり収穫期にはほとんど増加しなかった。これに対し、非結球レタスでは収穫迄日数が短く水平面投影面積は収穫まで増加し続けた。

IV 考 察

投影面積は、地上部生体重に近似した経時変化を示したので、生長をモニタリングするため指標になり得ると考えられた。

個体間の変動は、どの品種でも水平面の投影面積で小さく、垂直面のそれで大きかった。また、水平面の投影面積は垂直面のそれよりも絶対値が大きく誤差を小さくできる可能性が認められた。更に、垂直面では直線状にしか投影できないため投影できる個体数が限定されることから、水平面の方が投影個体数の増加によって垂直面よりも生長変化を正確に表現できると考えられた。

垂直面投影面積の個体間変動が大きかったのは、投影方向によって投影面積が変動することもその一因と思われた。

これらの結果から、モニタリングの指標として水平面投影面積を選択し、実用的観点から更に検討した。

水平面投影面積は、生育段階が進むほど個体間変動が小さくなり、生体重との相関係数が $0.975\cdots$ と高かった。したがって、結球始まではモニタリングの指標として利用できると考えられた。水平面投影面積で毎日モニタリングしたところ、グレートレイクス366"では、結球性であるために結球葉の充実を投影面積に反映させることができず、結球期以後の投影面積の増加率が著しく低下した。これに対し、非結球レタスでは、投影面積の増加が収穫まで認められたので、終始モニタリングが可能であった。

以上により、非結球レタスの生長を水平面投影面積でモニタリングできることが明らかになった。

本実験では、作物の生育状態を写真撮影し、

デジタイザーで投影面積に変換したため、変換時の誤差を除去できなかった。生体情報として実用的なモニタリングを行うためには、ビデオカメラなどと画像解析装置を組み合わせて投影面積の連続測定と精度の向上ができるか検討する必要がある。また、結球レタスについては収穫対象である結球部の検出法について解明しなければならない。

V 摘 要

投影面積がレタスの生長のモニタリング指標になるか検討した。

- 1) 投影面積は、地上部生体重と比較して生育後期の増加が緩慢になったが、全体的にはかなりよく近似した。
- 2) 水平面の投影面積は、垂直面のそれよりも大きく、個体間変動は小さかった。
- 3) 垂直面の投影面積は、個体の投影方向によって変動し、非結球レタスでは生育が進むほど変動が小さくなった。しかし、結球レタスでは明らかな傾向が認められなかった。
- 4) 水平面投影面積と地上部生体重との間には高い相関の対数関係が認められた。
- 5) 収穫期における水平面投影面積は、結球レタスではほとんど増加しなかったが、非結球レタスでは増加途中であった。
- 6) 以上の結果から、水平面投影面積によって非結球レタスの生長をモニタリングできることが明らかになった。

引 用 文 献

- MATSUI Tsuyoshi and Hiromi EGUCHI. 1976: Computer Control of Plant Growth by Image Processing I, Mathematical Representation of Relation between Growth and Pattern Area Taken in Photographs of Plants, Envion. Control

- in Biol., 14, 1-7.

EGUCHI Hiromi and Tsuyoshi MATSUI, 1977: Computer Control of Plant Growth by Image Processing II, Pattern Recognition of Growth in On-line System, Environ. Control in Biol, 15, 37-45.

EGUCHI Hiromi and Tsuyoshi MATSUI, 1978: Computer of plant Growth by Image Processing III, Image Processing for Evaluation of plant Growth in Practical Cultivation, Environ. Control in Biol, 16, 47-55.

EGUCHI Hiromi, Michio HAMAKOGA and Tsuyoshi MATSUI, 1979: Computer Control of Plant Growth by Image Processing of Reflectance in Different Wave Length Regions of Light for Evaluating Vigor of Plants, Environ. Control in Biol, 17, 67-77.

橋本 康・五百木啓三・船田 周・丹羽 登・杉 二郎. 1979: 植物生育のプロセス同定とその最適制御 (V) 葉温の画像処理, 生物環境調節, 17, 27-33.

大政賢次・橋本 康・相賀一郎. 1981: 汚染ガスに被曝した植物の葉温パターンの計測, (III) 種々の汚染ガスによる葉の可視害症状の発現に寄与する主要な要因について, 国立公害研究所報告 28, 133-148.

野菜試験場

野中正義・小田雅行・星野和生

1. はじめに
露地野菜の生育・収量並びに収穫時期は、気温や日射量など、気象条件の影響を受けて年々大きな変動を示すことが知られている。例えば暖冬が原因する供給量の増大、または低温・長雨・寡日照による供給の減少である。このため小田ら(1981)が指摘したように価格は暴騰暴落を繰返し、農家経営及び消費者生活は一段と不安定になっている。

したがって生産を安定させるためには、気象条件が野菜の生育・収量にどのように影響を及ぼしているかを検討し、気象条件と生態反応との関係を明らかにする必要がある。

野菜の生育及び収量と気温・日射量などの気象要因との関係については、かなり多くの研究がなされており、星野ら(1977)、平石ら(1979)、野口ら(1978、1981)、小田ら(1981、1986)の報告がある。

本報ではハクサイについて、は種期を変えて生育・収量に及ぼす生育期間中の気温及び日射量などの気象要因の影響と気温や日射量に対する生態反応を明らかにし、生産安定、収量予測の基礎資料を得るために、1983年から1985年の3年間検討した。

2. 材料及び方法

本試験は、野菜試験場(安濃)の場で一代交配の白栄を用い、1983年は7月25日から9月22日まで9回、1984年は7月23日から9月27日まで10回、1985年は7月22日から9月26日まで10回、栽植密度はうね幅150cm、株間35cmの2

条に、7~8日間隔で点ばし、2回の間引で1本立とした。施肥量は成分量でN、P₂O₅、K₂Oを2.5、2.6、2.5kg/aと苦土石灰10kg/aで実施した。

調査は、は種後3週間目から2週間ごとに1区5~6個体(2反復)、計10~12個体を抽出して全重を測定し、標準的な4個体について、器官別生体重及び乾物重、葉面積などの追跡調査を行い、その資料をもとに1日当たりの乾物增加量(CGR)、純同化量(NAR)及び収量と気温・日射量などの気象値との関係を検討した。なお、気温や日射量などの気象値については、野菜試験場内の観測値を利用した。

3. 結果及び考察

1) 試験期間中の気温と日射量

試験期間中の旬別の平均気温と平均日射量の経過を図-1に示した。平均気温は、栽培期間が夏から冬にかけての作型であったため、日数の経過とともに低下した。各年次における最高と最低の範囲は、1983年は29.1~2.4℃、1984年は29.1~3.6℃、1985年は27.7~3.7℃であって、年次間の差は小さかった。平均日射量については、気温に比較して変動が激しかったが、7月下旬と9月下旬以外では、日数の経過とともに低下し、各年次における最高と最低の範囲は、1983年は514~145cal/cm²/day、1984年は483~147cal/cm²/day、1985年は578~170cal/cm²/dayであった。

2) LAIとCGR・NARとの関係

生育期間中のLAIとCGR及びNARとの関係については図-2に示したとおりである。

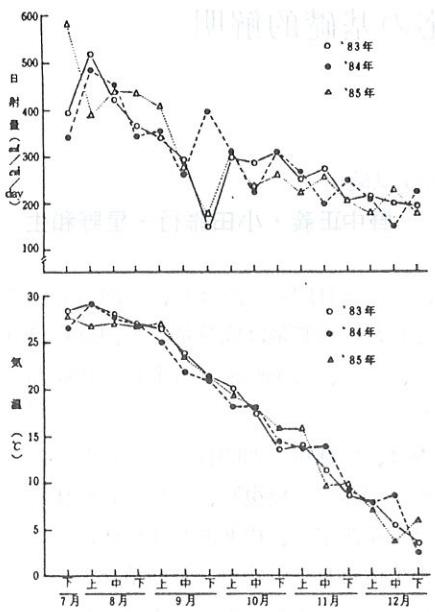


図-1 試験期間中の旬別の平均気温と平均日射量

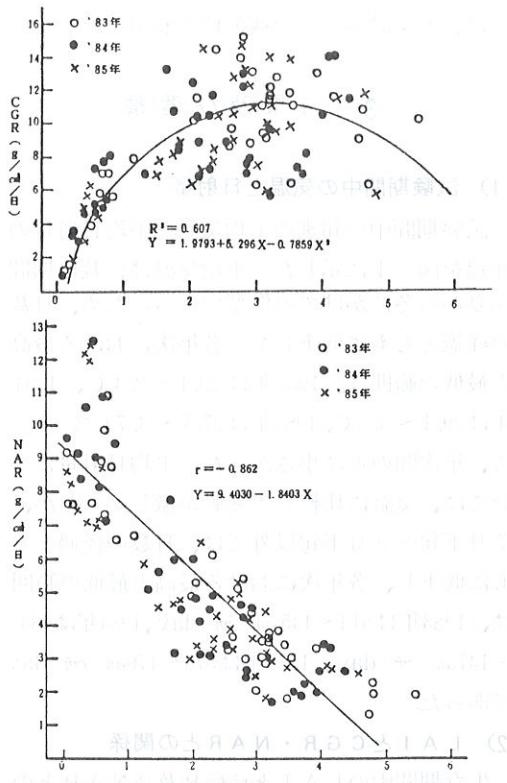


図-2 生育期間中のLAIとCGR、NARの関係

LAIとCGRの間には、LAIの2.0以上のところでバラツキが見られたが、密接な2次相関の関係が認められ、各年次ともCGRを最大にする最適のLAIは3.0から3.5附近に存在するものと推定された。一方、LAIとNARとの間には、全体にバラツキは見られたが、各年次とも負の1次の関係が認められた。この生態反応は、星野ら（1977）が指摘したように他の作物でも見られ、ハクサイでもLAIとCGR及びNARとの間には一定の関数関係が存在することを認めた。

3) は種期別生育期間中の気象値と結球重

生育期間中の平均気温、平均日射量、積算降水量及び結球重を表-1に示した。

平均気温は、各年次ともには種期が遅くなるにつれて低下し、は種期別の最高と最低の範囲は、1983年の25.3~12.7°C、1984年の22.5~11.5°C、1985年の24.0~12.7°Cであった。年次間における差は、平均気温の最高では1.8~1.3°C、最低は0.0~1.5°Cと小さかった。

平均日射量は、平均気温と同様に、は種期が遅れるにつれて低下した。は種期別の最高と最低の範囲は、1983年の332.0~230.0 cal/cm²/day、1984年の349.9~238.6 cal/cm²/day、1985年の356.1~225.6 cal/cm²/dayであって、年次間における差は、平均日射量の最高ではおよそ5~24 cal/cm²/day、最低は5~13 cal/cm²/dayと少なかった。

積算降水量は、平均気温及び平均日射量のように一定の傾向が見られなかった。は種期別の最多と最小の範囲は、1983年の663.5~423.0 mm、1984年の362.0~103.0 mm、1985年の664.0~326.0 mmであった。また1983、'85年は500 mm以上の区が多かったが、1984年は300 mm以上が8月14日までの4区であり、8月21日以降の区は250 mm以下と少なかった。

結球重は各年次とも、は種期こそ異なったが同一傾向が認められ、1983年の8月23日、1984年の8月14日、1985年の8月20日までの各は種期で最高の結球重を示し、いずれの年次においても

ても、それよりもは種期が早くなるにつれて、また、は種期が遅くなるに従って結球重は小さくなつた。その中でも、1985年の9月19日まきと9月26日まきでは、581 g、281 gと特に小さかつた。この原因としては、結球肥大期における低温と寒風による影響が大きかったものと考えられた。

表-1 年度別のは種期と生育期間中の気象値と結球重

年度	は種期	平均気温	平均日射量	積算降雨量	結球重
'83	7.25	25.3	332.0	586.5	1622
	8. 1	24.3	316.8	647.0	2095
	8. 9	22.8	289.4	663.5	2124
	8.16	21.5	279.5	635.5	2254
	8.23	18.9	268.3	496.5	2376
	8.31	17.2	251.5	510.5	2339
	9. 7	15.7	241.8	503.5	2238
	9.14	14.3	229.9	500.5	1613
	9.22	12.7	230.0	423.0	1357
'84	7.23	22.5	349.9	362.0	1655
	7.30	21.7	347.7	313.0	1906
	8. 6	20.4	332.5	313.0	1955
	8.14	19.2	312.1	303.0	2493
	8.21	18.1	293.5	244.5	2363
	8.28	16.8	285.6	220.5	2387
	9. 5	15.1	265.9	218.5	2171
	9.12	14.1	261.0	144.5	2012
	9.20	12.8	253.4	104.5	1636
	9.27	11.5	238.6	103.0	1049
'85	7.22	24.0	356.1	545.0	1856
	7.29	23.0	330.5	552.0	1836
	8. 5	22.0	309.2	664.0	2137
	8.13	21.1	303.0	533.5	2402
	8.20	19.7	284.3	499.5	2554
	8.27	18.5	266.7	516.0	2470
	9. 4	16.7	246.3	510.0	1950
	9.11	15.3	230.9	481.5	1674
	9.19	13.6	226.5	427.3	581
	9.26	12.7	225.6	326.0	281

4) 生育期間中の平均気温と結球重の関係

は種期ごとの生育期間中の平均気温と結球重の関係は表-1の数値を星野ら¹⁾(1977)の計算式にあてはめて図-3に示した。表-1でも見られるように、最高の結球重を示していた平均気温は、1983年の18.9℃、1984年の19.2℃、1985年の19.7℃とやや異なっていた。しかし、これらの平均気温を頂点として、これよりも高く、また、低くなるに従って結球重は小さくなる傾向は、各年次とも同様であったことから、結球重を最大にならしむる平均気温の適値は、19.0℃附近にあるものと考えられた。

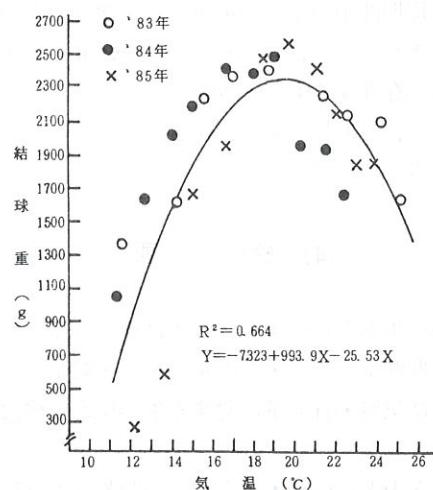


図-3 生育期間中の平均気温と結球重

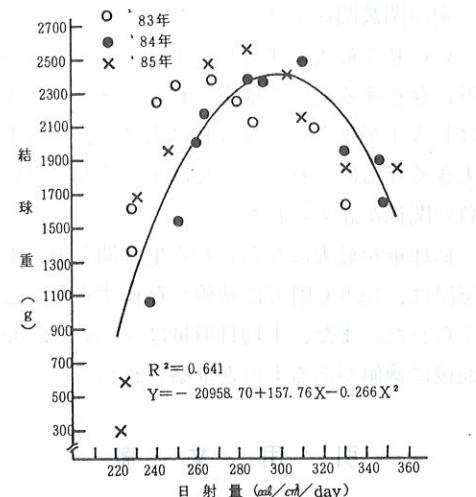


図-4 生育期間中の平均日射量と結球重

5) 生育期間中の平均日射量と結球重の関係

は種期ごとの生育期間中の平均日射量と結球重の関係は、平均気温と同様にして図-4に示した。表-1でも見られるように、最高の結球重を示した平均日射量は、1983年の $268.3\text{cal/cm}^2/\text{day}$ 、1984年の $312.1\text{cal/cm}^2/\text{day}$ 、1985年の $284.3\text{cal/cm}^2/\text{day}$ であって、年次によって差が見られたが、これらの平均日射量を頂点として、平均気温と同様に、これよりも多く、また、逆に少なくなるに従って結球重は小さくなつた。しかも各年次とも、その傾向は同様であったことから、結球重を最大にならしむる生育期間中の平均期間中の平均日射量は、年次間の差がやや大きかったが、およそ $300\text{cal/cm}^2/\text{day}$ 前後に適値が存在するものと推察された。

なお、日射量と気温の複合的な影響については、さらに検討を要する。

4. 摘 要

1983年から1985年の3ヶ年は種期を変えて、生育期間中の気温・日射量と生育・収量との関係及び気温・日射量に対する生態反応を検討した。

LAIとCGR・NARとの間及び生育期間中の平均気温・平均日射量と結球重との間には、一定の関数関係が認められた。

CGRを最大にするLAIは3.0から3.5附近に存在するものと推定された。また、NARはLAIが小さいとNARは大きく、LAIが大きくなるにつれてNARは小さくなるという負の関係が認められた。

結球重を最大にならしむる生育期間中の平均気温は、 19.0°C 附近に適値が存在するものと考えられた。また、平均日射量は $300\text{cal/cm}^2/\text{day}$ 前後に適値があるものと推察された。

1977：野菜の収量成立要因の解析に関する研究Ⅰ，生長解析法によるレタスの多収条件の検索，野菜試報 A(3) 1-29.

平石雅之・大林延夫・横溝剛，1979：三浦ダイコンの生産予測に関する研究（第1報），根部の発育に対する気温と日射量の影響，神奈川園試報，26, 43-51.

野口正樹・吉川雅夫・星野和生・池田澄男・小林和彦，1978：野菜の収量成立要因の解析に関する研究Ⅱ，レタスの生育及び乾物生産に及ぼす日射量の影響，野菜試報，A(4), 55-76.

小田雅行・大野元，1980：コマツナの生育に及ぼす積算気温及び積算日射量の影響，野菜試報，A(7), 183-195.

野口正樹・星野和生・吉川雅夫，1981：野菜の成立要因の解析に関する研究Ⅲ，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，A(9), 47-62.

小田雅行・上水流忠・遠藤竹次郎，1981：野菜の作柄と価格—秋冬ハクサイを中心として，農業及園芸，56, 973-977.

小田雅行・上水流忠・遠藤竹次郎，1986：秋冬作ハツカダイコンの生育とは種後日数，積算気温及び積算日射量の関係，農氣東海誌，44, 1-5.

引 用 文 献

星野和生・吉川雅夫・野口正樹・池田澄男。

1. はじめに

作物栽培においては、投入する補助エネルギー量をできるだけ少なくして、できるだけ多く太陽エネルギーを転換・固定・蓄積し、その利用効率を高めることが望まれている。野菜は人間のエネルギー源として利用されるものではないので、エネルギーの固定・蓄積量などを調査するのは意味がない、と言う批判もある。しかし、近年の補助エネルギーの多投により生産力は著しく高まっているが投入エネルギー産出比は著しく低下している。そのため、エネルギー循環の観点に立った野菜の栽培研究を行うことは極めて重要な課題である。

野菜栽培においてもエネルギー循環の観点に立った栽培研究を行うこと、すなわち、省エネルギー栽培は、長期的展望に立ってぜひとも推進して行かなければならない。このための基礎的データを蓄積しておくことは極めて重要な課題である。そこで1983～1985年に数種野菜について調査した結果を報告する。

2. 材料及び方法

1) 供試野菜及び品種名　ハクサイ “白栄”

表-1 野菜の種類と栽培概要

野菜名	は種期	定植期	うね幅	株間	条数	施肥量 (kg/a)
ハクサイ	月日 8.31	月日 —	cm 150	cm 35	2	N 2.5 P ₂ O ₅ 2.6 K ₂ O 2.5
レタス	2.14	4.24	140	30	3	3.0 3.5 3.0
ニンジン	4.13	—	140	20	4	2.4 3.4 2.4
トウモロコシ	4.18	5.22	140	30	2	3.0 3.0 3.0
メロン	4.18	5.11	160	50	2	2.5 2.5 2.5

- 17 -

った平均気温は、レタス、ニンジン・トウモロコシで12.8~26.4°C、メロンで22.0~29.3°C、ハクサイで8.5~26.4°Cの範囲で経過していた。平均日射量はレタス、ニンジン、トウモロコシで260~480 cal/cm²/day、メロンで139~275 cal/cm²/day、ハクサイで145~335 cal/cm²/dayであった。

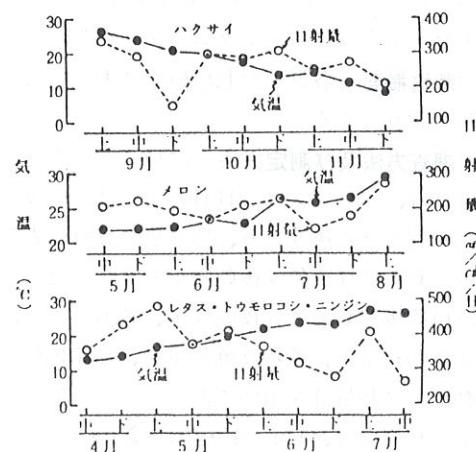


図-1 栽培期間中の旬別平均気温と平均日射量

2) 各野菜の器官別燃焼熱量

各野菜の器官別燃焼熱量を時期別に測定した結果は図-2のようである。

ハクサイ：測定開始時に比較して、根及び葉肋は一時増加が見られたものの、各器官とも生育が進むにしたがって低下の傾向を示していた。根・結球葉・茎などは最後の収穫期にはやや増加の傾向を示していた。収穫期の熱量は結球葉、根、葉肋、枯葉の順であったが、葉肋、枯葉は他の器官に比して極めて底かった。

レタス：葉・茎・中肋とも定植の初期に高く生育の進行につれて減少し、結球葉は結球初期と収穫期で高い傾向を示し、収穫期における熱量は結球葉が最も高かった。

ニンジン：葉身は生育中期から減少し、茎・葉では中期から後期にかけて増加が認められたが、収穫期には減少していた。収穫期における

熱量は葉身が最も高かった。

トウモロコシ：葉身は生育の進行に伴って増加したが、収穫期にはやや減少した。収穫期においては雌穂が最も高かった。

メロン：葉・茎・葉柄とともに生育の進行に伴って減少したが、根は中期以降ほぼ平行的に推移した。収穫期における熱量は果実が最も大きかった。

個体（各器官をこみにした場合）当りの熱量の推移：野菜の各器官ごとの熱量を個体当たりで見ると、ハクサイ、レタス、ニンジン、とともに熱量には差異が見られるが、ゆるやかに減少し、メロン、トウモロコシは生育期間内に多少の変動はあっても収穫期には増加している。

収穫期における熱量はトウモロコシが最も高く4400 cal/g、次いでメロンが3900 cal/g、ニンジンが3800 cal/g、レタスは3600 cal/g、ハクサイは3300 cal/gであった。

3) 各野菜の個体（株）及び単位面積当たり乾物燃焼熱量

図-3、4に示したように収穫期の熱量はトウモロコシとメロンが同程度で高く、ハクサイ、レタス、ニンジンの順であった。一方単位面積当たりの収穫期における熱量は、トウモロコシが最も高く、次いでハクサイ、メロン、レタス、ニンジンの順になっていた。このように各野菜の個体（株）及び単位面積当たり熱量に差が見られるのは、一つには単位乾物重（1 g）当りの熱量が異なること、一つには単位面積当たり乾物生産量が野菜によって大きく異なることによるものである。

4) 日射エネルギー固定量及び日射エネルギー利用率

日射エネルギー固定量及び利用率を表-2に示したが、エネルギー固定量は野菜の種類により大きく異なり、最大が当然のことながらトウモロコシで、次いでハクサイ、メロン、レタス、の順であった。ニンジンは最も少なかった。固定量に差があるのは、各野菜ごとの乾物生産量の差によるものである。日射エネルギー利用率

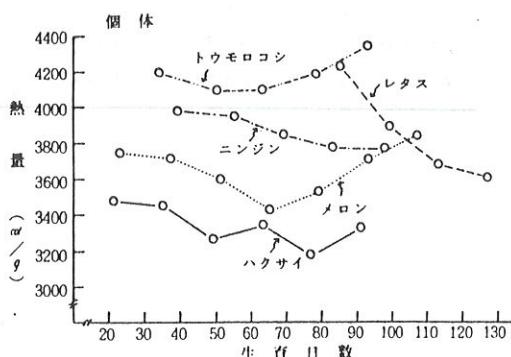
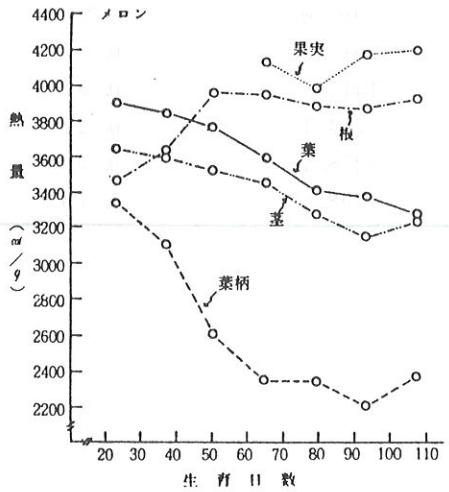
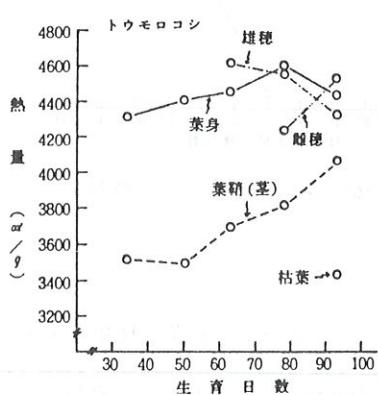
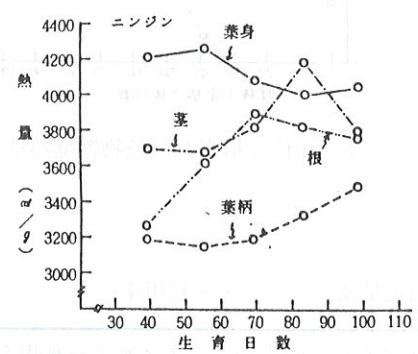
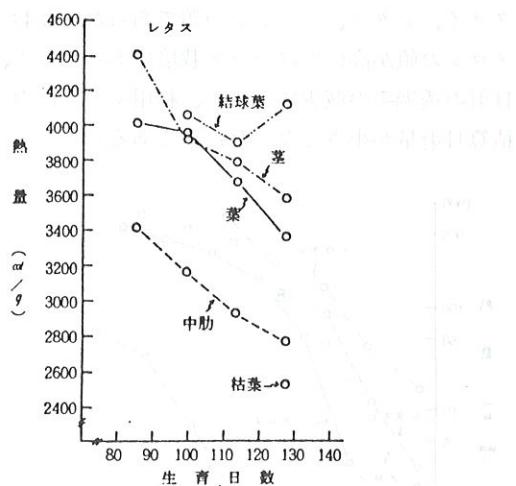
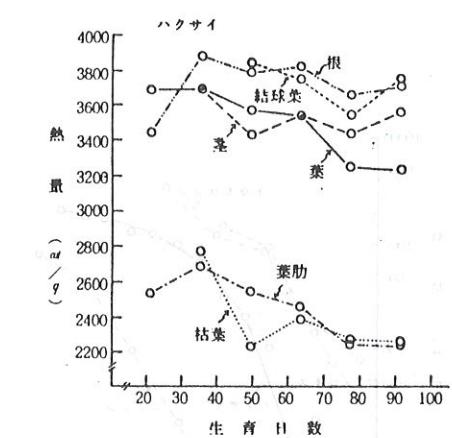


図-2 各種野菜の単位重量 (1 g) 当たり器官別燃焼熱量の推移

はメロンが最も高く、次いでトウモロコシ、ハクサイ、レタス、ニンジンの順であった。なおメロンの値が高いのはハウス栽培であったので、日射の透過率の減少によって、利用率の分母の積算日射量が小さくなつたためである。

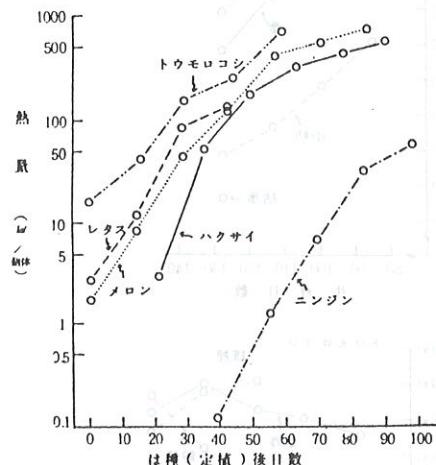


図-3 個体(株)当たり乾物燃焼熱量の推移

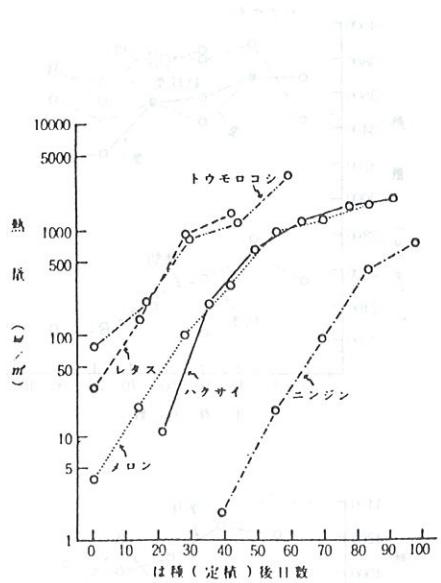


図-4 単位面積当たり乾物燃焼熱量の推移

表-2 野菜の種類とエネルギー固定量及びエネルギー利用率

野菜の種類	生育日数	積算日射量 日 Kcal/m^2	エネルギー固定量 Kcal/m^2	エネルギー利用率 %
ハクサイ	91	228456	2015.5	0.88
レタス	57*	239820	1417.6	0.59
ニンジン	98	363050	754.1	0.21
トウモロコシ	93*	350690	3258.7	0.93
メロン	84*	158635	1798.8	1.13

大井川水系茶産地の気象特性と 新芽の生育、品質

野菜・茶葉試験場

青野英也・田中静夫・佐波哲次・築瀬好充

1. まえがき

著者らは地域の気象、特に温度条件の差異がチャの生育に及ぼす影響を知るため、大井川水系に連なる下流域平坦部と中流域山間部の茶園を対象に検討し、山間部は平坦部と比べて気温が低いことと、春さきの凍霜害の頻発が加わって、一~二番の摘採期を遅らすことを報告した。

その後こうした気象条件が新芽の生育のみならず、茶の品質にも大きい影響を与えているようと思われたので、これらの点について継続検討し、若干の知見を得たので報告する。

2. 調査方法

下流域から中流域にかけての調査地点は、前報¹⁾で示したような7地点とし、1972~82年かけては気温、湿度等の観測による気象特性の把握を、1982~84年の3カ年は新芽の生育状況を、さらに1985~86年は生葉成分の分析による茶の品質への影響を調査した。

すなわち新芽の萌芽、生長への影響については、一番茶芽を対象に2月下旬~4月中旬にかけて、1982年は3回、1983~84年は4回にわたり7地点よりやぶきたの3枝条を採取し、当场に持ち帰って、萌芽状況については15°Cの陽光定温器内で、また新芽の生育状況については実験室内(温、湿度は成行き)で水栽培した。

さらに新芽の成分(品質)への影響については、1985~86年の一一番茶を対象に、各調査地点の新芽成分の推移を知るため、やぶきたの1~2葉開葉期から2~4日間隔に、20cm×20cmの枠を用いて、生育状況を調査するとともに、生

葉の緑度の測定、呈味成分として品質に関係の深い全窒素、アミノ酸あるいはカテキン含量等を分析した。

3. 結果および考察

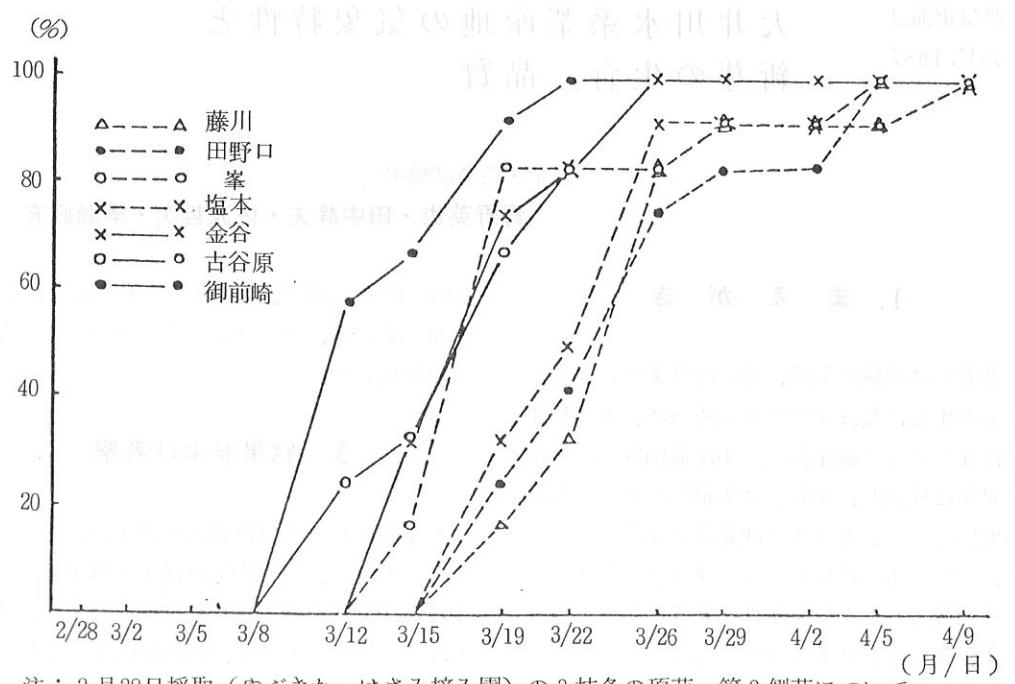
10年間にわたる気温観測の結果は前報¹⁾で述べたとおりで、年平均気温は下流域平坦部から中流域山間部に遡るにつれて低くなるが、その差は最低気温で大きく、中流域山間部の最低気温は平坦部よりかなり低く推移することから、各地点の気温の較差は、山間部のほうが高標高の峯地区を除いて大きかった。

このような気象条件のもとでの良質、多収な一番茶の萌芽状況を示すと図-1のとおりで、下流域の沿岸部に近い御前崎が最も早く、地域を遡るにつれて遅れたが、高標高で南斜面の峯地区は、平坦部のみであった。

なおこの調査は2月28日に各地から枝条を採取して、15°Cの陽光定温期内で水栽培し、萌芽させたものであり、同一温度条件下においてなおかつ山間部の萌芽が遅れることは、この地域の厳寒季の低温に対応して、チャの芽がより休眠を深めているためと思われる。

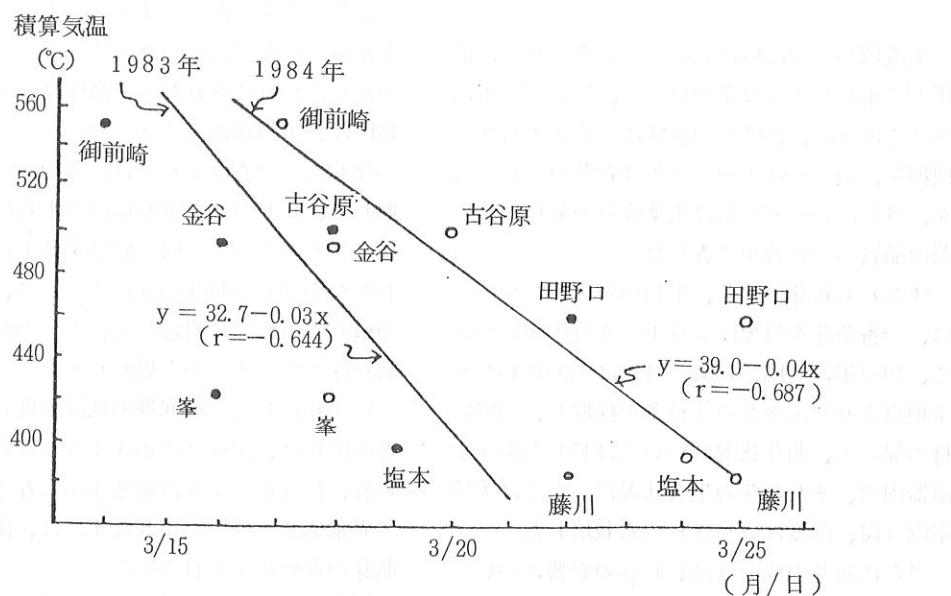
いずれにしても厳寒期の低温の度合と萌芽期との関係は、図-2に示すように高い相関がみられ、1984年のように厳寒季から春さきにかけて異常低温が続いたような年には、山間部での萌芽の遅延がより目立った。

以上のように山間部のほうが平坦部より萌芽の遅れることは、摘採期も遅れることを意味しており、現在の一番茶のように同じ品質であれば早い時期に摘めるほど価格的に有利であるこ



注：2月28日採取（やぶきた はさみ摘み園）の3枝条の頂芽～第2側芽について
15℃恒温下での萌芽率を示す。

図-1 大井川水系茶産地における一番茶萌芽率の推移（1984）



注：1) 積算気温は12月～2月の平均値を積算したもので、1972～81年までの
平均値を示す。

2) 萌芽期は一番茶の70%出開き日を示す。

図-2 大井川水系茶産地における冬季の積算気温と一番茶萌芽期との関係

とからすれば、この面での山間地の劣性は免かれないと。

従って山間地では品質面での優位性をより保つ必要があるが、気温特性の違いによる新芽の品質に関する要因として、新芽の生育特性の影響も考えられるので、各地からの3～4回採取した枝条について、頂、側芽の生育状況を調査した。

すなわち図-3に示したのは、一番茶の新芽

を対象としたものであるが、平坦部の新芽の生長は、頂芽の生長と比較して第2、3側芽、特に第3側芽の生長が劣る傾向をみせた。一方中流域山間部の新芽の生長は、頂芽がまさるもの、第2、3側芽の生長は平坦部と比べて頂芽との差が少なかった。このことは平坦部と比べて、山間部のほうが生葉の品質に影響を与える芽揃いという点で、まさっていることを示すものであろう。

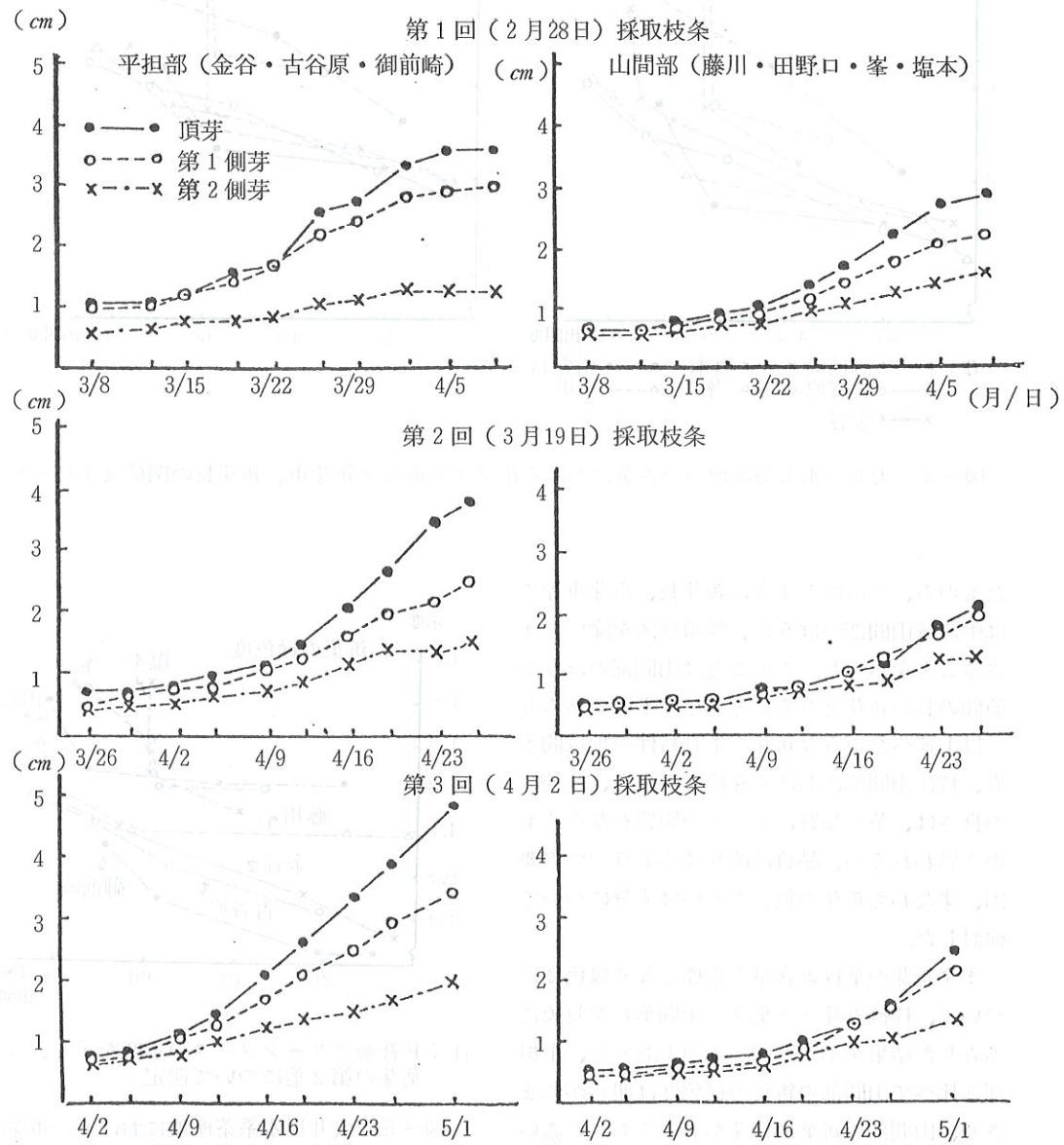


図-3 大井川水系茶産地における頂芽と側芽の生長比較（1984年・一番茶）

さらに図-4に示したのは、各地での一番茶芽が出開きを初めてから、4~5回にわたって鉢摘み(20cm×20cm)を行って、出開度を揃えて生育状況を比較した結果で、図示しなかったが開葉数の推移には地点間に差がみられなかつ

さらに新芽の全窒素、カテキン含量では、1985年の場合全窒素では、摘採期に近くなると下流域の御前崎、金谷では4%台まで減少したが、その他の地点はいずれも5%台を保っており、特に比較的冷涼な中流域山間部の峯、田野

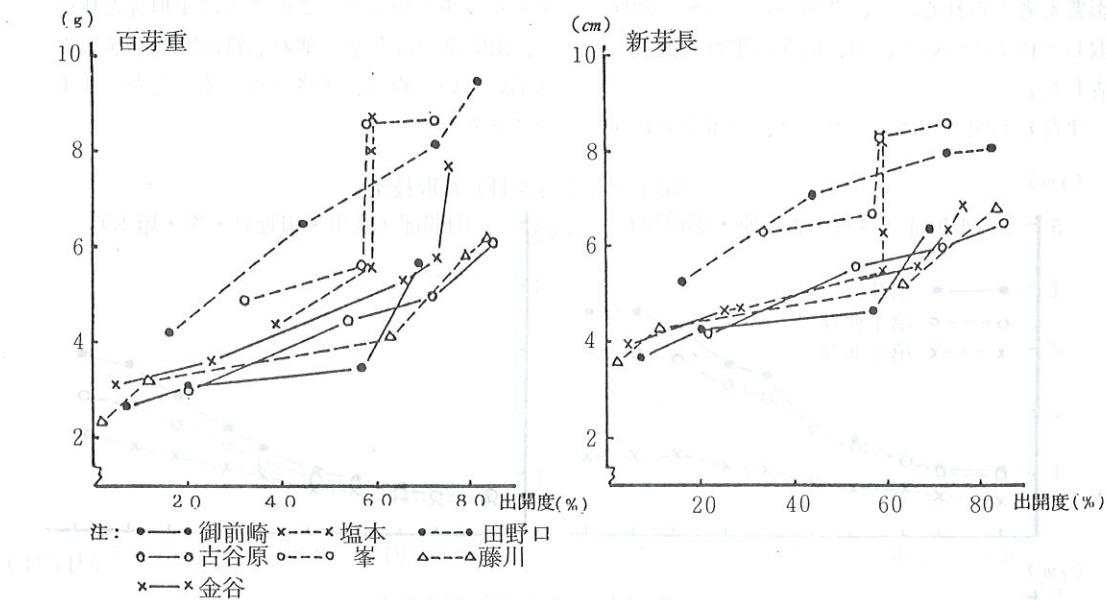
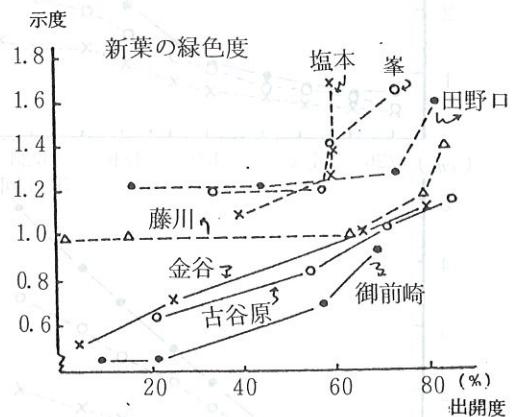


図-4 大井川水系茶産地の一番茶における出開きの進行と新芽重、新芽長の関係(1986)

たものの、この図のように新芽長、百芽重等では中流域山間部のほうが、藤川地区を除いてまさることを示した。このことは山間部のほうが節間の長い新芽となることを示すものであろう。

以上述べたような新芽の生育特性の地域間差異、特に山間部における芽揃いの良さ、芽伸びの良さは、茶の品質にかなりの影響を与えるものと思われるが、品質に関与するもう一つの要因、すなわち新芽の色合あるいは成分について検討した。

まず新芽の葉緑素含量の指標となる緑色度について、鉢摘み芽(3葉芽の中間葉)を対象に調査した結果を示すと図-5のとおりで、平担部と比べて山間部の新葉の緑色度は明らかにまさり、山間部の新葉は新芽が若いうちから濃い緑色を呈していた。



注: F社製グリーンメータの示度を示し、3葉芽の第2葉について測定。

図-5 大井川水系茶産地における一番茶新芽の緑色度の推移

埴文用 15

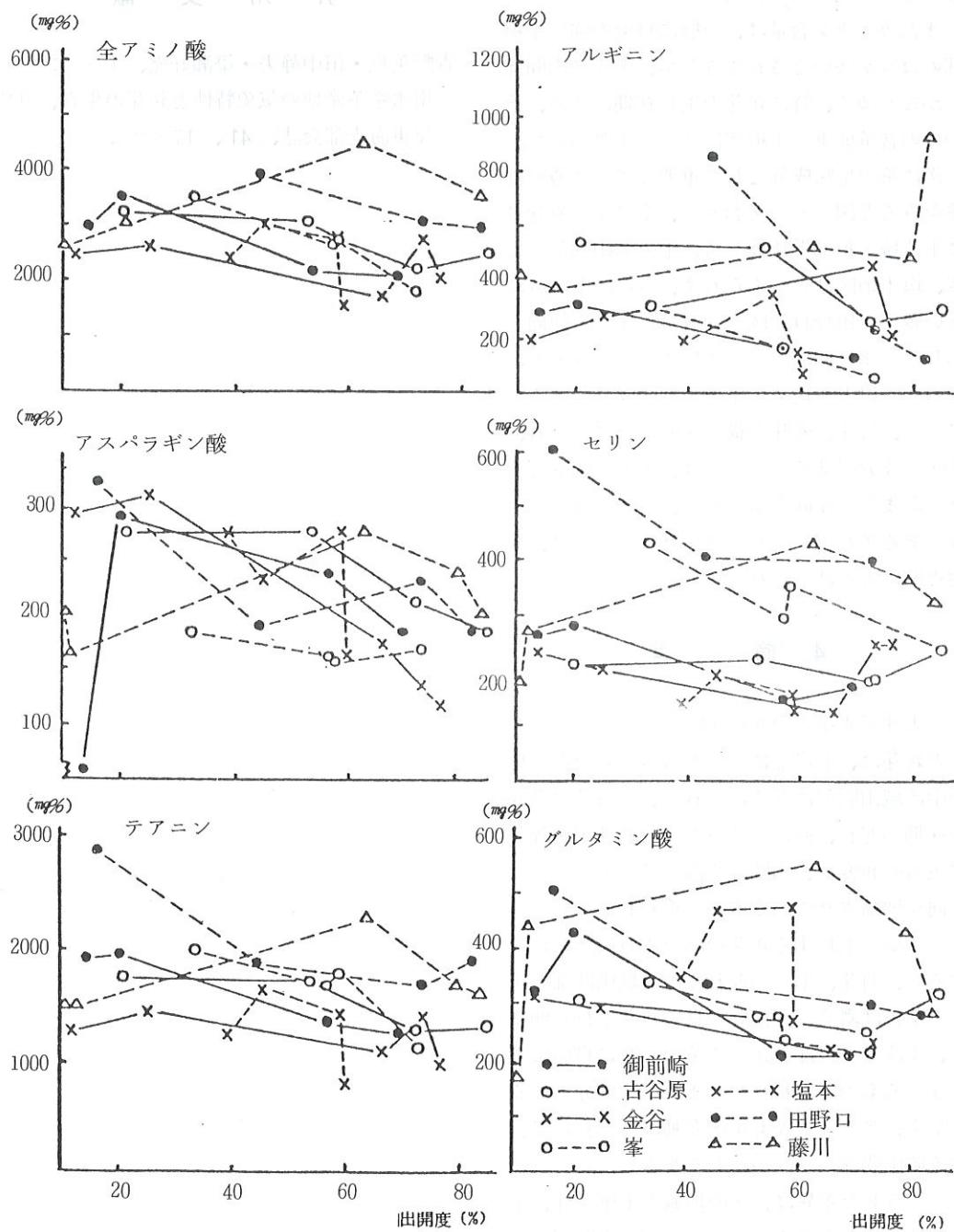


図 - 6 大井川水系茶産地の一番茶における出開きの進行とアミノ酸含量との関係（1986）

口、藤川等では、初回摘採時に6%以上の含量を保ち、この地域は新芽の生長に伴う含量低下も少ない傾向がみられた。

またカテキン含量は、一般に日射の強い平坦部のほうが多いとされてきたが、中流域山間部もかなり多く、特に新芽の生長初期に多く、その後の含量低下が平坦部に比べて少なかった。

次に茶の呈味成分として重要なアミノ酸の推移をみると図-6のとおりで、全アミノ酸含量は下流域平坦部と比較して、中流域山間部でも峯、塩本地区は差がみられず、さらに上流域に近い藤川、田野口地区の含有量がまさる傾向を示した。また個々のアミノ酸についてみると、その50%以上を占めて主要な旨味成分であるテアニン、旨味、酸味を構成するグルタミン酸、甘味の成分であるセリン等は、中流域山間部のほうがまさる傾向を示したが、苦味の重要な成分であるアルギニンやアスパラギン酸等は、各地点間に大差はみられなかった。

4. 摘 要

1. 大井川水系の南北約60kmの間に存在する茶園の新芽は、沿岸部に近い下流域から気温の低い中流域山間部に遡るにつれて、一番茶の萌芽摘採期が遅れ、前報で述べたように凍霜害等気象災害の頻度が、山間部で高いこともこうした傾向を增幅させているものと思われる。

2. しかし生長する新芽を同一生育段階で比較すると、萌芽、生長の遅れる中流域山間部の新芽の葉色は濃く、芽揃いの良い新芽が良く伸びて、下流域平坦部と比べて茶の品質に良い影響を与えるものと思われた。また呈味成分である全窒素、アミノ酸等も年次変動はみられたが、中流域山間部のほうが総じてまさった。

3. こうした差異は、その地域の土壌条件、施肥管理の影響もあるが、平坦部と山間部の気象条件の差異が最も大きく影響しているものと思われる。しかしチャの生長や品質に関与する気象要因については、気温以外の要素との関連

も考えられ、今後の重要な検討課題となろう。

引 用 文 献

青野英也・田中静夫・築瀬好充、1983：大井川水系茶産地の気象特性と新芽の生育、日農気東海支部会誌、41、17～23.



農氣東海誌
45号, 1987

植物季節と有効積算温度 —名古屋におけるソメイヨシノの 開花日について—

名古屋大学農学部 江幡守衛・石川雅士

植物季節現象と有効積算温度によって説明しようとする試みは少くないが、有効積算温度そのものの求め方については理論的根拠が必ずしも明瞭でない。本報では気象資料とそめいよしの開花日の資料を用い、有効積算温度の新しい求め方を検討すると同時に、植物季節現象への有効積算温度概念の適用性を併せて検討した。

1966年から1985年までの20年間の名古屋地方気象台の気象資料ならびに“そめいよし”的開花日の資料を用いた。有効積算温度としては一定の下限温度以上の日平均気温の日について、日平均気温と下限温度との差（有効温度）を累積した。起算日には年初の第1旬から第9旬までの各旬の初日の計9回をとり、また、下限温度としては -2°C から 9°C まで 1°C 間隔の温度をとり、起算日と下限温度の異なる組合せにより、有効積算温度を試算した。なお起算日と終算日（開花日）の温度量については何れも $\frac{1}{2}$ 量として累積した。これら試算された有効積算温度について、年次間の変動を標準偏差および変異係数について検討した。下限温度と有効積算温度の関係曲線から、最適の起算日、下限温度を求めた。有効積算温度については寒候季の気温との関係についても検討を加えた。

異なる起算日および下限温度について試算した場合、有効積算温度は起算日を早く、下限温度を低く設定するほど大きな値を示す。しかしある積算温度の年次間変動は起算日、下限温度の条件で大きく異った。（図1, 2）。起算日との関係では第5旬の第1日（2月11日）を起算日とした場合に有効積算温度の変異係数は最小となり、また標準偏差についても同様であった。これらの結果から、起算日は2月11日とす

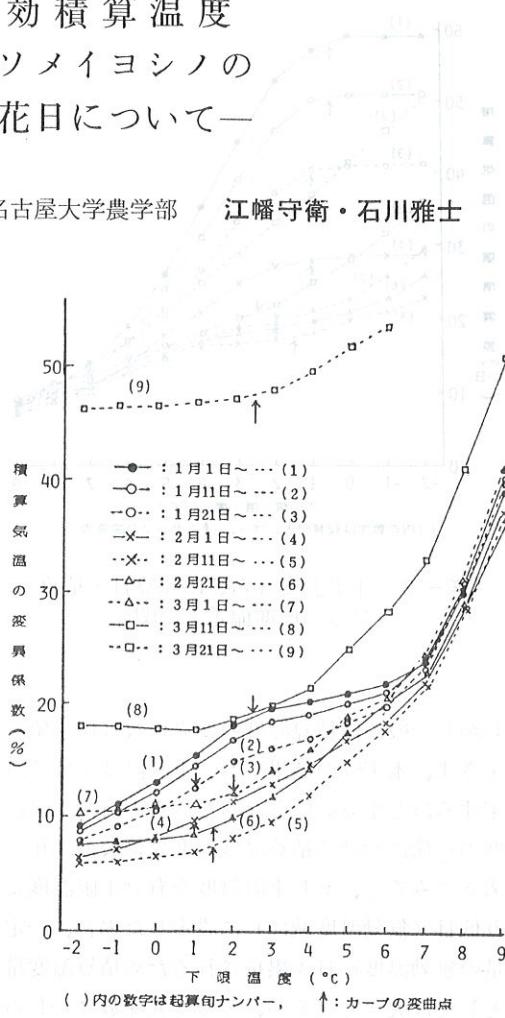


図-1 下限温度ならびに起算日と積算温度の変異係数との関係

るのが最適であると判断された。下限温度との関係では低い温度ほど有効積算温度の変異係数は小さい値を示し、極小値を示すような下限温度は得られなかった。しかし、この関係曲線には顕著な変曲点が認められた。変曲点は標準偏差との関係曲線についてもみられ両図の変曲点は下限温度について一致した。

積算温度の変異係数を最も小さくするような下限温度を求めて、これを有効下限温度とする方法は岩田（1973）によって報告されている。

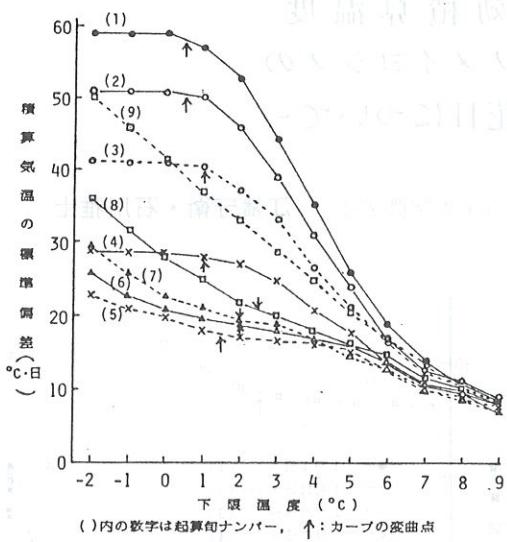


図-2 下限温度ならびに起算日と積算温度の標準偏差との関係

しかし一般には積算温度の変異係数は極小値を示さず、本実験の結果でも、下限温度を低く設定するほど小さい値となった。眞の有効下限温度の近傍における積算温度の変異係数の変化を考えてみると、もし下限温度を有効下限温度より低目（無効温度減）に設定した場合、一定量の無効温度が日々累積されるため積算温度量としては大きくなるが、その変異係数はむしろ小さく、しかも設定温度による変異係数の変動は僅少である。一方下限温度を高目に（有効温度減）設定するほど一定量の有効温度量がより多く減算されるため、残余の有効積算温度の変動は急激に大きさを増すと考えられる。つまり下限温度と積算温度の変異係数との関係を表わす曲線の傾きは有効下限温度を境に急変するはずである。このような考えに立ち、著者らは曲線の変曲点の温度を有効下限温度とみなすのが至当と考えた。図-1 および図-2 の結果から、そめいよしのの開花日を有効積算温度で考へると、起算日としては第5旬の第1日（2月11日）、有効下限温度は 1.5 °C が最適であり有効積算温度は 239 °C・日 となつた。

図1、2 の矢印の位置からもわかるように、起算日が遅れるほど有効下限温度が高まる傾向が得られたが（図3）、このような傾向はイネの栄養生長期間についても既に認めていることであり、生育段階の進行につれて生理的な要求温度範囲が高まるのではないかと考えられる。

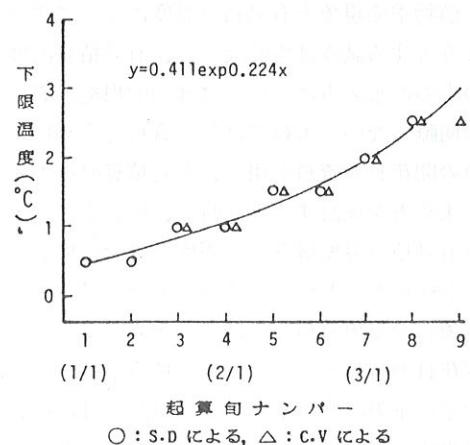


図-3 起算日と有効下限温度との関係

なお、さくらの開花については、暖冬で反って遅れる現象もみられる。おそらく暖地のみにみられる現象であり、暖冬が花芽の休眠打破を阻害するためと思われる。この点を検討したところ、寒候季（1、2月）の平均気温と有効積算温度との間には有意な相関関係が得られ、1、2月の平均気温が 1 °C 高まるごとに有効積算温度は 11.3 °C・日 増加することがわかった。（図4）

これらの結果は暖冬により休眠打破が不十分な場合は花芽の発育により多くの温度量を必要とすることを示唆するものと思われた。いずれにしても有効積算温度（y）としてはさきに示した $y = 11.3x + 194.2$ [x は 1、2 月の平均気温] がより合理的と考えられた。

図5には20年間の実際の開花日と本研究による理論的開花日とを示したが両者は非常によく一致した。

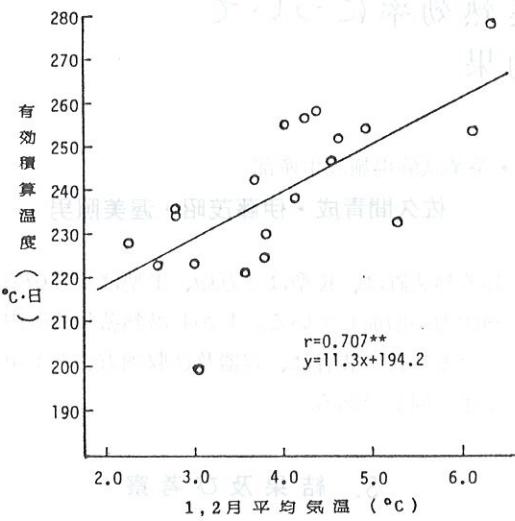


図-4 1, 2月の平均気温と有効積算温度との関係（下限温度 1.5 ℃起算日 2月11日、名古屋 1966～1985年）

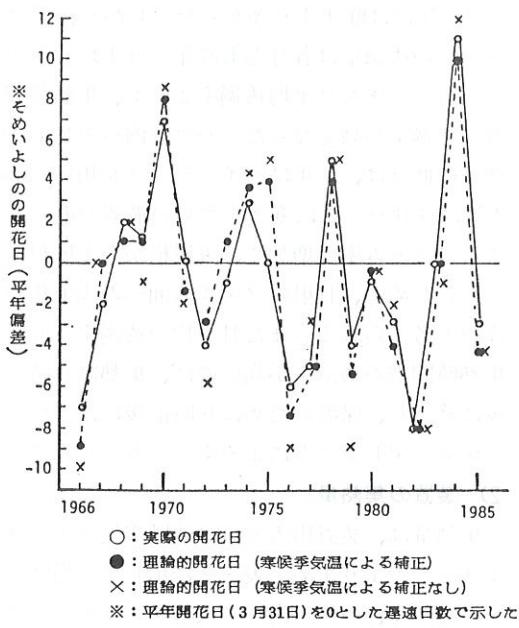


図-5 有効積算温度による理論的開花日と実際の開花日(名古屋 1966～1985年)

以上のように本実験では有効積算温度の求め方について新法を提起するとともに、植物季節現象が主として温度反応に基づくものであり、有効積算温度によってかなりよく説明できることを明らかにし得たと考える。ただし、さくらの開花日に関する本報の結果はあくまで名古屋の環境条件下でのものであり、起算日、有効下限温度、有効積算温度などの数値は必ずしも他地域にそのままあてはまるものではないであろう。地域による差異についても今後検討を加えて行きたいと考えている。

潜熱蓄熱装置の集熱効率について 第2報 経済効果

野菜・茶葉試験場施設生産部

佐久間青成・伊藤茂昭・渥美照男

1. はじめに

第1報において太陽エネルギーの暖房への利用について、塩化カルシウムを主材とする潜熱蓄熱装置の集熱効率について述べた。しかし供試したハウスは床面積が72m²と小さく、装置の性能を十分に発揮させることができなかつたと思われる。また、このような省エネルギー装置の導入については、その経済効果を知る必要がある。そこで、本年度の試験から運転に直接必要となる経費の試算を行なった。

2. 試験方法

供試施設は、間口8m、奥行21m、床面積168m²の南北棟鉄骨ハウスを用いた。この中に、蓄熱能力6万kcal (K型)と3万kcal (T型)の2台の潜熱蓄熱装置を入れ、1週間ずつ交互に運転した。装置の蓄熱材は、昨年と同様に塩化カルシウム6水塩系を主材としている。潜熱で不足する熱量は石油だき温風暖房機でおぎなった。

両装置とも室温23°Cで集熱を開始し、12°Cで放熱開始とした。温風暖房機が運転を開始する室温は、K型は12°CとしたがT型は10.5°Cに設定した。温風暖房機の設定温度がK型とT型で異なるのは、K型は潜熱装置と温風暖房機の制御を一つの制御器でおこなっているが、T型は別々になっているため制御器間に温度幅を設けて、潜熱装置と温風暖房機の同時運転を避けたためである。供試作物にはキュウリを用いた。

K型は、第1報において供試した装置の改良型で、上方に蓄熱材を下方に温風暖房機(発熱量3.2万kcal)を装備した。また今回使用した潜

熱蓄熱装置は、K型は2万kcal、T型は1万kcal蓄熱能力が増加している。しかし潜熱蓄熱装置内への蓄熱材の装着は、容器及び収納方法とも第1報と同じである。

3. 結果及び考察

1) 日射量

各月の平均日射量と、両装置が集熱した日の日の出より集熱時間終了までの日射量を平均して表-1に示した。屋外の日射量は、各月とも1月を除けば昨年より多かった。しかし、ハウス内への透過率は各月とも昨年より平均13%少なかった。また月平均透過率よりも、集熱時間帯の透過率が高くなかった。ハウス内への日射透過率の低下は、昨年はパイプハウスを用いたが、本年は鉄骨ハウスに変えたための構造の違いによるフレーム率の増加や、丸屋根から平屋根になったための、日射のフィルム面への入射角の違いと考えられる。また月平均の透過率よりも集熱時間帯の透過率が高いのは、集熱は15時前後に終了し、保温のために16時前後には一層カーテンが閉じることによるものと考えられる。

2) 装置の集熱量

集熱量は、装置出入り口の通風空気のエンタルピーの差より求め、表-2に示した。当然のことながら、ハウス内への入射エネルギーが増加するにつれて集熱量も増加した。蓄熱率は、潜熱及び顯熱でK型は6万kcal、T型は3万kcalの蓄熱能力として計算した。月毎に平均したK型の蓄熱率は30~90%、T型は40~100%であった。これら蓄熱率の変動は、同じ機種では天候の変動により、機種間ではそれぞれの装置の蓄熱能

表-1 日射量

月	集熱時間帯平均													
	月平均			K型			T型							
	屋外	ハウス内	透過率	屋外	ハウス内	透過率	屋外	ハウス内	透過率	cal	cal	%	cal	cal
12	194.0	90.3	46.5	201.6	96.1	47.7	—	—	—	—	—	—	—	—
1	217.6	93.6	43.0	173.2	77.1	44.5	217.8	97.5	44.8	—	—	—	—	—
2	300.1	131.4	43.8	319.2	148.8	46.6	275.2	128.4	46.7	—	—	—	—	—
3	340.6	163.7	48.1	395.4	204.6	51.7	315.7	162.5	51.5	—	—	—	—	—

*月平均の単位はcal/cm²/day、集熱時間帯平均の単位はcal/cm²/日の出より集熱終了時まで。

表-2 装置集熱量

月	装置		集熱効率									
	集熱量		蓄熱率		屋外		ハウス内		平均集熱時間帯			
	K型	T型	K型	T型	K型	T型	K型	T型	K型	T型	時分	時分
12	25,176	—	42.0	—	7.2	—	15.1	—	10:45~13:58	—	—	—
1	16,620	13,217	27.7	44.1	5.5	3.5	12.4	7.8	11:00~13:35	11:06~14:31	—	—
2	36,072	21,062	60.1	70.2	6.9	4.4	12.7	9.4	10:26~15:05	9:53~14:27	—	—
3	53,797	31,228	89.7	104.1	7.8	5.7	15.1	11.1	8:56~14:39	8:30~13:56	—	—

*蓄熱率は装置蓄熱能力がK型6万、T型3万Kcalとして計算。

力や構造の違いによるものと考えられる。

装置が集熱を開始する時間は、毎月平均すると12月と1月は11時前後から、2月は10時前後から、3月は9時前後からであった。両装置が1時間連続運転した時の集熱量は、その時のハウス内の条件によって異なるが、試験期間で平均するとK型は1万kcal、T型は6千kcalであった。したがって装置能力の100%まで蓄熱するには、この試験では3月中旬以後であろうと考えられる。しかし低温性作物を用いて集熱すれば、集熱開始の室温を下げることが出来るので、2月でも100%の蓄熱は可能と考えられた。

集熱率は、屋外とハウス内に透過した日射エネルギーに対して、装置が集熱した割合で表した。ハウス床面積相当分の屋外日射量に対する集熱率は、集熱期間の平均でK型は7%前後、T型は4.5%前後であった。当然のことながらハウス内日射量に対しては、ハウス内への透過率が低下することから、屋外に比較して値は2倍の数値となった。K型及びT型で集熱率が異なるのは、前項で述べたように天候・能力・構造の違いによるものと考えられる。

3) 装置の放熱量

放熱量は、集熱量と同様な方法で計算し表-

表-3 装置放熱量

月	放熱量		放熱率		補助熱源		潜熱暖房割合	
	K型	T型	K型	T型	K型	T型	K型	T型
12	19,664	—	78.1	—	82,620	—	19.2 (45.8)	—
1	14,164	10,778	85.2	81.5	96,849	67,856	12.8 (46.0)	13.7 (31.1)
2	27,855	14,647	77.2	69.5	84,150	90,806	24.9 (41.4)	13.9 (19.8)
3	43,187	25,954	80.3	84.3	29,147	32,742	59.7 (66.6)	44.2 (43.1)
平均	—	—	—	—	—	—	29.2 (50.0)	23.9 (31.3)

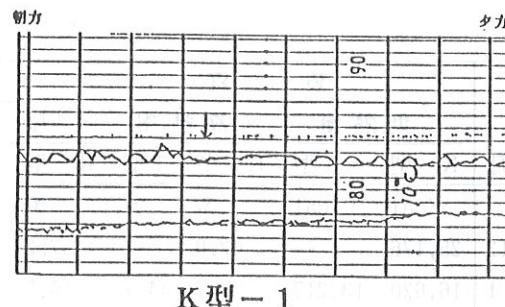
* 補助熱源はA重油発熱量9,000Kcal/ℓ 暖房機効率85%で計算した。

3に示した。集熱量で放熱量を除して求めた放熱率は、両装置とも平均すると80%前後と考えられる。これら装置は温風暖房機と異なり、蓄熱終了から放熱開始までの停止時に装置自身の自然放熱や、ハウス内外の温度差が大きくなると、加温熱量が不足し温風暖房機に切り代るため、100%の放熱率にならないと考えられる。

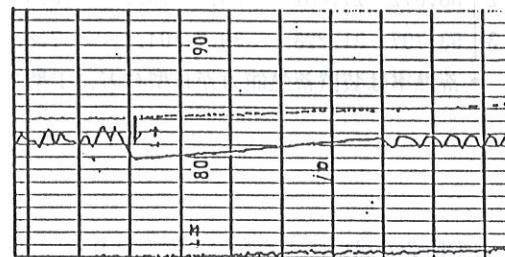
補助熱源の計算は、A重油の発熱量は9千kcal/ℓ、暖房機の熱効率は85%と仮定した。設定室温12°Cを維持するのに必要な、全暖房負荷に占める潜熱の割合は、K型では13~60%で期間の平均では30%であり、T型では14~44%で期間の平均では24%であった。

仮に、両装置が各月とも能力の100%蓄熱したと仮定して、放熱率80%で試算すると、暖房負荷に占める潜熱の割合は、カッコ内数字で示したようになる。試験に供試したハウスでは、最大限節約出来る石油エネルギーは、K型では平均50%、T型では平均31%と仮定出来る。

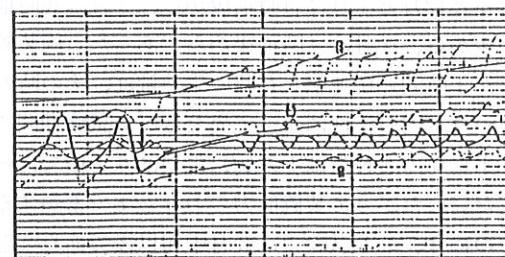
暖房がはじまって潜熱蓄熱装置から温風暖房機に、熱源が切り代わる時のハウス内の室温経過の状態を図-1に示した。図の中央線が室温の経過を示している。両装置とも、設定室温の12°Cで放熱運転を開始して、ノコギリ歯状の間欠運転をしているが、内外気温差が大きく室温の低下が早くなると連続運転となり、設定温度が維持出来なくなると温風暖房機に矢印の箇所



K型-1



K型-2



T型

図-1 潜熱・石油切り代り時の室温

で切り代わる。理想的な切り代わり状態は、図-1のK型-1であるが、K型-2のように11°Cまで低下することもあった。T型は試験方法の項で述べたように、制御器が別々になっていて、11.5°Cで潜熱暖房を停止させ、10.5°Cで温風暖房機が運転を開始するようにした。

4) 暖房負荷係数

両装置の放熱量の数値が適当であるかを確かめるために、暖房負荷係数を計算し表-4、表5に示した。試験に供試したハウスは、この試験を行なう前に各種カーテン資材の熱貫流率の調査をおこなった。その時に塩ビ一層カーテンで暖房負荷係数は2.99 kcal/cm²・h・°Cであった。今回の試験でも塩ビ一層カーテンでほぼ近い暖

房負荷係数であり、集熱・放熱量の計算に大きな間違いないことが確かめられた。

5) 運転経費

装置の稼動に必要な運転経費を試算した。K型の装置は3相200V、0.4KWの送風機2台、温風暖房機の油ポンプ3相200V、0.15KW1台である。本年の3相200V、1KWの基本料金は1,320円、使用料金は1KWにつき19.25円重油は1ℓ70円である。K型の装置は本年の試験データの平均から1時間の連続運転で、1万kcalの集熱と7千kcalの放熱を行なう。以上のことからこの装置を運転するには、3相200V、1KWの契約が必要となる。K型の装置が能力の100%を蓄熱したと仮定して、1万kcal当たりの放

表-4 K型暖房負荷係数

月	潜熱放熱量	温風放熱量	総放熱量	ハウス表面積	平均内外温度差	平均暖房時間	暖房負荷係数
	Kcal	Kcal	Kcal	m ²	°C	時	kcal
1 2	19,664	82,620	102,284	310	8.4	13.2	2.98
1	14,164	96,849	111,013	310	9.6	13.2	2.83
2	27,855	84,150	112,005	310	10.6	11.4	2.99
3	43,187	29,147	72,334	310	9.4	7.8	3.18

* 負荷係数単位はKcal/cm²・°C・h。

表-5 T型暖房負荷係数

月	潜熱放熱量	温風放熱量	総放熱量	ハウス表面積	平均内外温度差	平均暖房時間	暖房負荷係数
	Kcal	Kcal	Kcal	m ²	°C	時	Kcal
1	10,778	67,856	78,634	310	7.1	12.2	2.93
2	14,647	90,806	105,453	310	9.0	12.6	3.00
3	25,954	32,742	58,696	310	6.0	10.2	3.09

* 負荷係数単位はkcal/cm²・°C・h。

熱に必要な経費を計算すると、潜熱ではまず1万kcal集熱しなければならない、この電気料金は、基本料と使用料を合わせて28円となる。放熱に必要な電気料金は、集熱で基本料を見たので使用料のみの31円となり、潜熱で1万kcal放熱するのに必要な電気料金は59円 ($28 + 31 = 59$) が必要となる。一方重油で1万kcalを放熱するのに必要な経費は、油代が92円と、電気料金が基本料と使用料合わせて9円の101円 ($92 + 9 = 101$) が必要である。したがって1万kcalの放熱にかかる直接経費は、潜熱蓄熱装置のほうが42円安くなる。しかし装置の耐用年数や価格、あるいは熱源としての天候の変動があるため、温風暖房機のように、必要な時に確実に簡単に暖房することは出来ない。

4. おわりに

キュウリの生育及び収量は、補助暖房機を設置した他のハウスと比較しても差はみられなかった。本年の集・放熱試験もほぼ昨年と同じような結果であった。K型は温風暖房機を組み込み、1つの制御器で制御した結果ほぼ満足できる制御が行なえるようになった。何れにしても、ハウス内に入射した太陽エネルギーを利用するこれらの装置は、施設の保温性を向上させ集熱量の増加を図るとともに、光線透過率の向上が重要であると考えられる。

引用文献

- 佐久間青成・伊藤茂昭・渥美照男、1986：日農氣東海支部会誌、44、32-35。
三原義秋、1972：施設園芸の気候管理（誠文堂新光社）、11~15。

この結果から、温風暖房機の運転時間は、潜熱蓄熱装置の運転時間より長いことがわかった。これは、潜熱蓄熱装置の運転時間が短いことによるものである。また、潜熱蓄熱装置の運転時間は、温風暖房機の運転時間より長いことによるものである。これは、温風暖房機の運転時間が短いことによるものである。

潜熱蓄熱装置の運転時間

日付	潜熱蓄熱装置		温風暖房機		日
	運転時間	運転回数	運転時間	運転回数	
1月1日	165.8	165.8	165.8	165.8	8.1
1月2日	168.88	168.88	168.88	168.88	8.1
1月3日	168.88	168.88	168.88	168.88	8.1
1月4日	168.88	168.88	168.88	168.88	8.1
1月5日	168.88	168.88	168.88	168.88	8.1
1月6日	168.88	168.88	168.88	168.88	8.1
1月7日	168.88	168.88	168.88	168.88	8.1
1月8日	168.88	168.88	168.88	168.88	8.1
1月9日	168.88	168.88	168.88	168.88	8.1
1月10日	168.88	168.88	168.88	168.88	8.1
1月11日	168.88	168.88	168.88	168.88	8.1
1月12日	168.88	168.88	168.88	168.88	8.1
1月13日	168.88	168.88	168.88	168.88	8.1
1月14日	168.88	168.88	168.88	168.88	8.1
1月15日	168.88	168.88	168.88	168.88	8.1
1月16日	168.88	168.88	168.88	168.88	8.1
1月17日	168.88	168.88	168.88	168.88	8.1
1月18日	168.88	168.88	168.88	168.88	8.1
1月19日	168.88	168.88	168.88	168.88	8.1
1月20日	168.88	168.88	168.88	168.88	8.1
1月21日	168.88	168.88	168.88	168.88	8.1
1月22日	168.88	168.88	168.88	168.88	8.1
1月23日	168.88	168.88	168.88	168.88	8.1
1月24日	168.88	168.88	168.88	168.88	8.1
1月25日	168.88	168.88	168.88	168.88	8.1
1月26日	168.88	168.88	168.88	168.88	8.1
1月27日	168.88	168.88	168.88	168.88	8.1
1月28日	168.88	168.88	168.88	168.88	8.1
1月29日	168.88	168.88	168.88	168.88	8.1
1月30日	168.88	168.88	168.88	168.88	8.1
1月31日	168.88	168.88	168.88	168.88	8.1

潜熱蓄熱装置の運転時間

日付	潜熱蓄熱装置		温風暖房機		日
	運転時間	運転回数	運転時間	運転回数	
1月1日	168.88	168.88	168.88	168.88	8.1
1月2日	168.88	168.88	168.88	168.88	8.1
1月3日	168.88	168.88	168.88	168.88	8.1
1月4日	168.88	168.88	168.88	168.88	8.1
1月5日	168.88	168.88	168.88	168.88	8.1
1月6日	168.88	168.88	168.88	168.88	8.1
1月7日	168.88	168.88	168.88	168.88	8.1
1月8日	168.88	168.88	168.88	168.88	8.1
1月9日	168.88	168.88	168.88	168.88	8.1
1月10日	168.88	168.88	168.88	168.88	8.1
1月11日	168.88	168.88	168.88	168.88	8.1
1月12日	168.88	168.88	168.88	168.88	8.1
1月13日	168.88	168.88	168.88	168.88	8.1
1月14日	168.88	168.88	168.88	168.88	8.1
1月15日	168.88	168.88	168.88	168.88	8.1
1月16日	168.88	168.88	168.88	168.88	8.1
1月17日	168.88	168.88	168.88	168.88	8.1
1月18日	168.88	168.88	168.88	168.88	8.1
1月19日	168.88	168.88	168.88	168.88	8.1
1月20日	168.88	168.88	168.88	168.88	8.1
1月21日	168.88	168.88	168.88	168.88	8.1
1月22日	168.88	168.88	168.88	168.88	8.1
1月23日	168.88	168.88	168.88	168.88	8.1
1月24日	168.88	168.88	168.88	168.88	8.1
1月25日	168.88	168.88	168.88	168.88	8.1
1月26日	168.88	168.88	168.88	168.88	8.1
1月27日	168.88	168.88	168.88	168.88	8.1
1月28日	168.88	168.88	168.88	168.88	8.1
1月29日	168.88	168.88	168.88	168.88	8.1
1月30日	168.88	168.88	168.88	168.88	8.1
1月31日	168.88	168.88	168.88	168.88	8.1

温風暖房機の運転時間

暖房時の室温変動と暖房負荷のモデル化

第1報 数値モデルについて

野菜・茶葉試験場気象環境研 大原源二

1. はじめに

温室の熱収方式を動的に解くことで室温の日変化を予測する数値モデルがTakakuraら(1969)によって作られて以来、多数の数値モデルが Kimball (1973)、Takami and Uchijima (1977)などによって作られた。最近は、温室の暖房負荷や室温変動を予測する精巧なモデルが、岡田(1981)、Bot(1983)、Kurataら(1985)などによって作られている。しかし、気温制御時の暖房機や温度制御装置の動作を再現できる数値モデルは少なく、気温の制御法が暖房負荷や気温の制御精度に及ぼす影響を検討するには、既存の数値モデルでは不十分な点が少くない。

一方、気温制御法、暖房法、暖房機あるいは温度計の動特性、内外温度差が室温の変動状態、暖房負荷あるいは制御精度に大きな影響を及ぼすことが明らかになってきた。これらの影響は数多くの長期の実験結果から把握する必要があるが、種々の組合せについて実験を行うことは不可能である。そのため、限られた実験結果と暖房設備や気温制御法の特性から、これらの影響を推定することができる数値モデルの開発が不可欠になる。本報では、温水あるいは温風暖房を行っている温室の室温の変動状態と熱収支を表す数値モデルの概要を述べる。

2. 暖房システムの数値モデルの構成

1) 必要になるサブモデルの検討

数値モデルでは、制御用に用いられる温度計の動特性を考慮すると数秒の単位で室温変動を表せる必要がある。また、温室内には室温変動に

影響を及ぼす種々の物体が存在する。そのため、蓄放熱量の多少、時定数、制御動作への影響等を考慮して、数値モデルに取り込むべき要素を決める必要がある。今回は、各種被覆資材、被覆資材間の空気層、土壤、植被、結露水、温水暖房用放熱管と内部の温水、温水ボイラあるいは温風暖房機の缶体、制御用温度計および温風暖房機の送風機制御用コンビネーションサークルなどをモデルの要素に取り込んだ。この他に各種誘引具、ケーブル類などがあるが、これらの蓄放熱量は少ないので無視した。また、温室の構造材の影響も無視した。

2) モデルの概要

作成したモデルの概要を図-1に示した。左半分は温風暖房時の暖房システムのモデルの概要を示し、右半分は温水暖房時の暖房システムのモデルの概要を示す。我が国では暖房が行われる時間帯はほとんど夜間なので、モデルの放射収支には短波放射の収支を含まない。そして、温室の熱損失としては、換気による熱伝達と物質輸送を無視して、熱貫流による熱の移動だけを考えた。そのため、長波放射による熱交換、対流による熱伝達、土壤の熱伝達、室内の水蒸気の輸送とともに潜熱の伝達と暖房機器による熱の供給が熱収支を構成する要素となる。なお、計算を簡略化するために、土壤面と植被に接する最も内側の空気層だけ水蒸気の輸送を考え、保温用カーテンと外張り資材の間あるいは外張り資材の外面では水蒸気の輸送を無視した。

モデルに取り込まれた要素の熱収支と物質収支の概要を以下に述べる。

(1) 空気層の取り扱い

温室内の地面と植被層に接する最も内側の空

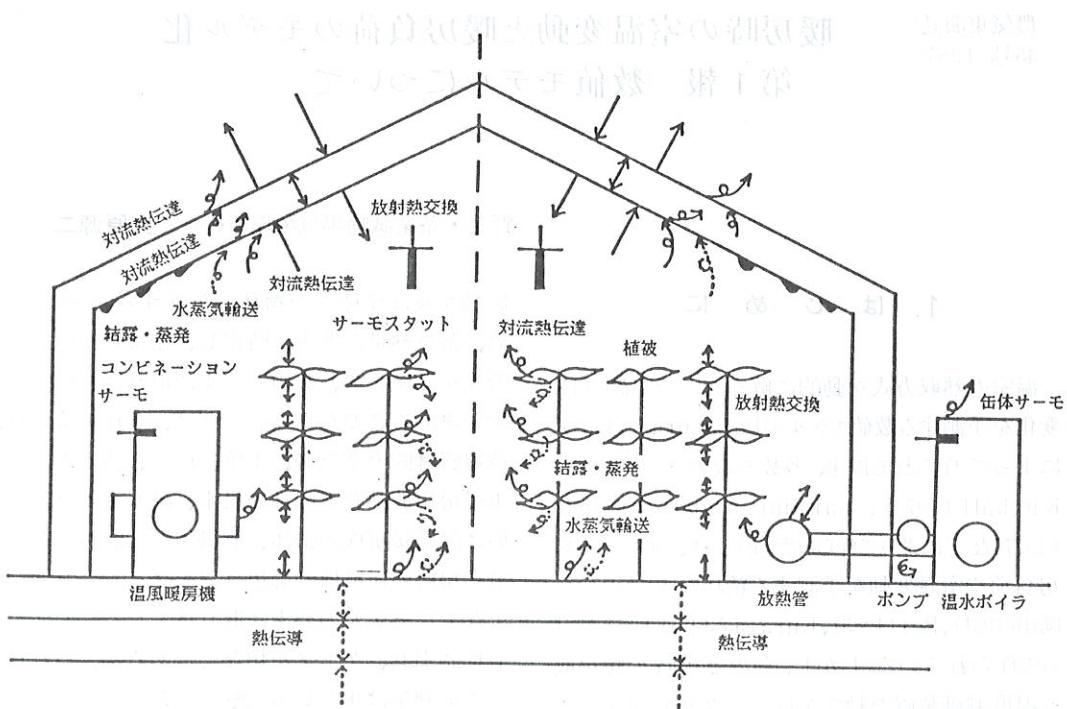


図-1 室温制御法検討のための室温変動の予測モデルの概要

気層では、各面での蒸発と凝結による潜熱輸送の影響を無視できないと考えられる。そこで、この空気層の熱収支と水取支を次式で与えた。

$$\{ (c_a p_a + c_{pw} X_a) d_{a,1} \} dT_{a,1} / dt = - \sum A_i h (T_{a,1} - T_{f,i}) + Q_a \quad \dots \dots \dots (1)$$

$$d_{a,1} A_1 dX_a / dt = \sum E_i \quad \dots \dots \dots (2)$$

ただし、 c_a : 空気の定圧比熱 ($0.24 \text{ kJ}/\text{kgK}$)、
 p_a : 空気の密度 (kg/m^3)、 c_{pw} : 水蒸気の定圧比熱 ($0.44 \text{ kJ}/\text{kgK}$)、 X_a : 比湿 (kg/m^3)、
 $d_{a,1}$: 空気層の厚さ (m)、 A_1 : 床面積 (m^2)、
 $T_{a,1}$: 室温 (K)、 t : 時間 (h)、 A_i : 凝結あるいは蒸発面の面積 (m^2)、 h : 対流熱伝達係数 ($\text{kJ}/\text{m}^2\text{hK}$)、 $T_{f,i}$: 被覆資材の温度 (K)、
 Q_a : 暖房装置からの対流による熱供給量 (kJ/h)、
 E_i : 各面における凝結あるいは蒸発量 (kg/h)

とする。そして、対流項と蒸発項は、接する面の数 (n)だけ積算する。

保温用カーテンと外張り資材の間の空気層では、潜熱の輸送を無視したので、熱収支を次式で与えた。

$$c_a p_a d_{a,k} A_k dT_{a,k} / dt = - A_k h (T_{a,k} - T_{f,k}) - A_k h (T_{a,k} - T_{f,k+1}) \quad \dots \dots \dots (3)$$

ただし、 $d_{a,k}$: 床面に接する空気層を第1層として鉛直方向に数えた空気層の厚さ (m)、
 A_k : k 層目の被覆資材の面積 (m^2)、 $T_{a,k}$: k 層目の空気層の温度 (K)、 $T_{f,k}$: k 層目の資材層の温度 (K) とする。

屋外の空気層については、外気温を境界条件として直接与えた。
(2) 被覆資材の取り扱い

温室の最も内側の層の被覆資材（被覆資材の枚数によって保温用カーテンになる場合と外張り資材になる場合がある）では、蒸発や凝結による潜熱輸送を考慮したので、熱収支と水収支を次式で与えた。

$$(c_w W_f + c_f \rho_f d_f A_k) dT_{f,k} / dt = -A_k h (T_{f,k} - T_{a,k+1}) - A_k h (T_{f,k} - T_{a,k}) + R_k + \ell E_f \quad \dots \dots \dots (4)$$

$$dW_f / dt = E_f \quad \dots \dots \dots (5)$$

ただし、 c_w ：水の比熱 ($\text{J}/\text{kg K}$)、 W_f ：被覆資材面に付着した結露水量 (kg)、 c_f ：被覆資材の比熱 ($\text{J}/\text{kg K}$)、 ρ_f ：被覆資材の比重 (kg/m^3)、 d_f ：被覆資材の厚さ (m)、 R_k ：被覆資材の純放射量 ($\text{W}/\text{m}^2 \text{h}$)、 E_f ：蒸発または結露速度 (kg/h) とする。

それ以外の層の被覆資材では、潜熱輸送を無視したので、熱収支は次式で与えた。

$$c_f \rho_f d_f A_k dT_{f,k} / dt = -A_k h (T_{f,k} - T_{a,k}) - A_k h (T_{f,k} - T_{a,k+1}) + R_k \quad \dots \dots \dots (6)$$

対流熱伝達については、空気層のところで述べたのと同様に扱った。長波放射による熱交換については、互いに向き合う無限に平行な面について検討した岡田（1981）の方法に形態係数を導入して、一般的な温室に適用した。資材の水蒸気の輸送量は、次式で与えた。

$$X_f > X_a \text{ なる時(蒸発)} \quad E = -K_{vp} A \omega (X_f - X_a) \quad \dots \dots \dots (7-a)$$

$$X_f < X_a \text{ なる時(結露)} \quad E = -K_{vp} A (X_f - X_a) \quad \dots \dots \dots (7-b)$$

ただし、 X_f ：被覆資材の温度で飽和した空気の比湿 (kg/m^3)、 X_a ：空気の比湿 (kg/m^3)、

E ：蒸発または凝結速度 (kg/h)、 K_{vp} ：水蒸気の拡散係数 (m/h)、 A ：被覆資材の表面積 (m^2)、 ω ：被覆資材の湿り度（被覆資材が濡れている時は 1 とし、乾いている時は 0 とした）。

ここで、水蒸気の輸送係数は対流熱伝達係数に比例するといわれるので (Bot, 1983)、対流熱伝達係数から水蒸気の輸送係数を推定した。

そして、天空の放射状態と外面の風速は、境界条件として設定した。

(3) 土壌層の取り扱い

今回の数値モデルは、暖房システムを構成するサブシステムの特性が室温の変動状態や暖房負荷に及ぼす影響を推定することが目的である。そこで、土壌の横方向の熱の移動は考えず、鉛直方向だけの熱の移動を考えて計算を簡略化した。この場合、地温の変化は次式で与えられる。

$$c_s \rho_s dT_s / dt = k d^2 T_s / dz^2 \quad \dots \dots \dots (8)$$

ただし、 c_s ：土壌の比熱 ($\text{J}/\text{kg K}$)、 ρ_s ：土壌の比重 (kg/m^3)、 T_s ：地温 (K)、 k ：土壌の熱伝導度 ($\text{W}/\text{m h K}$) とする。

地温の初期条件と境界条件は、以下のように与えた。今回は、モデルによる推定期間が短いので、地表面温度は室温管理の設定温度と等しい日変化をすると仮定した。そして、土壌の深層部の温度は、平均気温に等しいと仮定し、半無限固体の一次の熱伝導方程式を解いて、地温の鉛直分布を決定して、地温の初期境界条件と分布した。他方、土壌の表面では、放射による熱交換量、対流による熱伝達量、蒸発あるいは凝結による潜熱の伝達量の和が、土壌内部からの熱伝導量に等しい。これらの熱収支式を前進差分で近似した次式を、数値解析時の地表面の境界条件とした。

$$q_s = -A_1 k dT_s / dz |_{z=0} = -A_1 h (T_{ss} - T_a) - (A_1 \sigma / T_{ss}^4 - R_1) - \ell E_{ss} \quad \dots \dots \dots (9)$$

ただし、 q_s ：地表面での熱束 ($kcal/h$)、
 T_{ss} ：地表面温度 (K)、 R_1 ：地表面に向かう放射量 ($kcal/h$)、 E_{ss} ：地表面出の蒸発量もしくは結露量 (kg/h)とする。土壤の体積熱容量は $400 \text{ kcal/m}^3\text{K}$ 、熱伝導度は 0.4 kcal/mh K とした。

(4) 植被層の取り扱い

植被層は、温室の最も内側の空気層中に存在して蒸発や凝結を行い、この空気層の完全な混合を妨げない特殊な被覆資材と考えた。このように扱えば、温室の放射収支の計算は極めて容易となる。

(5) 放熱管内の温水の取り扱い

放熱管内の温水は、土壤のつぎに大きな熱容量を持ち、室温の変動状態に大きな影響を及ぼす要素で、数値モデルの作成に欠かせぬ要素である。

放熱管内では温水はほとんど混合しないので、その流れはピストン流れで近似できる。また、管内の温水の温度は、流れ方向に分布している。そこで、温水を流れの方向に複数のブロックに分割して、各々のブロックで熱収支を考えた。

(6) 放熱管部の取り扱い

放熱管の熱容量は、一般に無視されているが、温水の熱容量の27~40%と極めて大きな値である。そこで、温水とは別の要素として数値モデルに取り込んだ。

放熱管は肉厚が薄く熱伝導度が大きいので、肉厚方向には温度分布をほとんど生じない。しかし、流れの方向には、温水に温度分布が存在するために、温度分布が生じる。そこで、温水と同様に流れの方向にブロックに分割して、熱収支を計算した。

(7) 温室外部の温水配管の取り扱い

温室外部では、温水配管の一部は外気へ熱を伝達し、残りは地中に埋設されて熱伝導で熱を失う。しかし、今回は、断熱材を巻いた配管が周辺の外気へ熱を伝達すると仮定してモデル化した。

(8) 温水ボイラの取り扱い

温水ボイラは、着火のための信号が発せられてから、プレページなどで30秒程度の時間を経過してから着火する。そこで、缶体内の温水温度が低下して着火条件が満たされてから、30秒を経過して着火するようにモデル化した。また、消火時に缶体表面と内部から失われる熱も考慮した。そして、缶体内部の温水は完全に混合して、温水ボイラから供給される温水の温度は一次の容量遅れで近似できると仮定した。

(9) 温風暖房機の取り扱い

温風暖房機の着火過程も、温水ボイラと同様としてモデル化した。燃焼停止後の送風機の動作はコンビネーションサーモで制御される。そして、送風機が作動すると、非燃焼時でも温風暖房機の缶体に蓄積された熱が放出される。そのため、コンビネーションサーモと送風機の動作をモデルに組み込まないと、温風暖房時の室温の変動状態をモデル化することは困難である。そこで、暖房機の缶体温度、送風機の動作、温風の供給温度と風量、コンビネーションサーモの温度の変化をモデル化した。

(10) 温度制御装置の取り扱い

温度制御装置のセンサ部の時定数は、通風状態あるいはセンサ部の径に応じて数秒~数分の間と大きく変わる。また、制御動作も単純な2位置動作から多段階のオンオフ制御、比例型オンオフ制御と種々のものが考えられる。そこで、モデルでは制御用温度計の温度の変化は一次遅れで表現し、各種の制御動作をシミュレートできるようにした。

3. モデルの妥当性の検証

1) モデルの妥当性の検証法

物理的な個々の伝熱過程を積み上げて、室温の変動状態を表す数値モデルを作成したので、室温の変動状態と暖房システムの挙動は十分正確に予測できるはずである。しかし、室内側の対流熱伝達係数が確定しておらず、室温の分布

を無視したため、問題が生ずる可能性がある。そのため、作成したモデルの推定値と実測値がよく一致することを検証する必要がある。

そこで、既存の文献に報告された熱貫流率と数値モデルによる推定値を比較することで静的

な特性の妥当性を検証し、室温の変動状態の実測値とモデルによる推定値を比較することで動的特性の妥当性を検証した。シミュレーション時の設定条件を表-1に示す。

表-1(その1) シミュレーション時の設定条件

項目	大型温室	小型温室
床面積(m^2)	490.0	46.4
表面積(m^2)	777.1	115.3
平均高さ(m)	2.83	2.83
カーテン間距離(m)	0.50	0.50
一重一層被覆		
外張り資材		
ガラス	長波反射率 長波透過率 長波吸収率	0.05 0.00 0.95
	厚さ(m)	0.003
	比熱(kcal/kgK)	360
保温用カーテン		
塩ビ	長波反射率 長波透過率 長波吸収率	0.15 0.25 0.60
	厚さ(m)	0.0001
	比熱(kcal/kgK)	300
天空の長波放射射出率	0.65	0.65
外気温(K)	262~282	262~282
屋外風速(m/s)	4	4
室温の設定値(K)	286	286
室内対流熱伝達係数(kcal/m ² hK)	2~4	2~4
室外対流熱伝達係数(kcal/m ² hK)	3.0 v + 8.0、v ; 風速	3.0 v + 8.0、v ; 風速
土壤の比熱(kcal/m ³ K)	400	400
土壤の熱伝導度(kcal/mhK)	0.4	0.4
ペアパイプ長さ(m)	96.0	13.5
外径(m)	0.0605	0.0605
内径(m)	0.0529	0.0529
比重(kg/m ³)	7680	7680
比熱(kcal/kgK)	0.115	0.115

表-1 (その2) シミュレーション時の設定条件

項目	大型温室	小型温室
エロフィンパイプ長さ	212.0	29.3
外径 (m)	0.0605	0.0605
内径 (m)	0.0529	0.0529
フィン高さ (m)	0.032	0.032
フィンピッチ (m)	0.0102	0.0102
フィン厚さ (m)	0.0005	0.0005
比重 (kg/m^3)	7680	7680
比熱 ($\text{kcal}/\text{kg K}$)	0.115	0.115
温水循環量 ($\ell/\text{分}$)	169	56
放熱管外対流熱伝達係数 ($\text{kcal}/\text{m}^2 \text{h K}$)	$1.14 (\Delta \theta)^{1/4}$	$1.14 (\Delta \theta)^{1/4}$
温水循環の無駄時間 (s)	30	30
温水設定温度 (K)	336	328
温風暖房機能力 (kcal/h)	100,000	13,500
温風暖房機缶体重量 (kg)	100	30
温風暖房機連続燃焼時缶体平衡温度(K)	523	523
コンビネーションサーモ時定数(s)	180	180
温風暖房機着火時無駄時間 (s)	30	30
温風の出入り口温度差 (K)	50	50
気温制御用温度計の時定数 (s)	10	10
オンオフ制御の動作すきま (K)	0.5	0.5

2) モデルの静的な特性の検証

内外温度差が小さい時には、暖房の周期が長いために熱貫流率の一時間平均値が大きく変動し、設定条件の初期値の影響が2時間程度残ることがシミュレーションの結果分かった。そこで、シミュレーションを開始して3時間を経過した後の3時間（温風暖房の場合）もしくは4時間（温水暖房の場合）の熱貫流率の平均値を計算して、以後の解析に用いた。それでも、設定気温と外気温の差が4Kと小さい時には、暖房の周期が極端に長くなり、熱貫流率の推定値がバラつくことは避けられなかった。

温室内の対流熱伝達係数の既往の報告値が2~4 $\text{kcal}/\text{m}^2 \text{h K}$ と大きくバラついたので、その値を室内では3もしくは4 $\text{kcal}/\text{m}^2 \text{h K}$ 、保温用カーテンと外張り資材の間では2もしくは3 $\text{kcal}/\text{m}^2 \text{h K}$ として、熱貫流率を推定した。その結果、室内

の対流熱伝達係数を3 $\text{kcal}/\text{m}^2 \text{h K}$ 程度にすれば、既往の報告値に近い値が得られることが分かった。

多層被覆時の熱貫流率は、保温用カーテンと外張り資材の間の対流熱伝達係数を2 $\text{kcal}/\text{m}^2 \text{h K}$ としても3 $\text{kcal}/\text{m}^2 \text{h K}$ としても、10%以下の差しか生じなかつた。そこで、この値は3 $\text{kcal}/\text{m}^2 \text{h K}$ とした。

温風暖房の塩ビ一重温室で内外温度差を20Kから10Kに減少させると、熱貫流率は晴天の夜間に0.8 $\text{kcal}/\text{m}^2 \text{h K}$ 程度増加して、曇天の夜間に0.3 $\text{kcal}/\text{m}^2 \text{h K}$ 程度増加することが明らかにされている（皆川・立花、1982）。しかし、モデルでは内外温度差が熱貫流率に及ぼす影響を0.3~1.6 $\text{kcal}/\text{m}^2 \text{h K}$ と過剰に評価した。これは、室内あるいは保温用カーテンと外張り資材の間の対流熱伝達係数を伝熱面と空気層の温度差に

かかわらず一定にしたためと考えられた。そこで、室内の気流を乱流と考えて、対流熱伝達係数を温度差の $\frac{1}{3}$ 乗に比例させ、Mac Adams (1954) に一致するように比例定数を決めた。これらの結果、推定値は皆川・立花・(1982) の報告値とよく一致するようになった。そして、風速や放射条件、被覆法が熱貫流率に及ぼす影響も合わせて吟味した結果、モデルによる推定値とよく一致して、モデルの静的な特性はほぼ満足すべき精度を達成したと判断された。

3) モデルの動的な特性の検証

(1) 温水暖房の場合

外張り資材にガラスを用い、保温用カーテンに塩ビを用いた一重一層の小型温室で表-1に示される伝熱状態で、温水暖房時の室温の変動状態をシミュレーションした結果を図-2に示す。

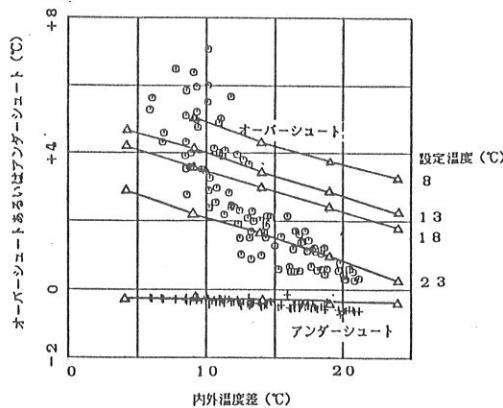


図-2 小型温室での温水暖房時のオーバーシュートとアンダーシュート

推定されたアンダーシュートは、内外温度差の増加とともにわずかに増加して、その程度は実測値とよく一致した。

オーバーシュートは、内外温度差の減少とともに大きく増加して、実測値と同様に変化した。しかし、内外温度差が10Kから20Kに変わると、オーバーシュートの実測値は4~5Kから1K

へと3~4K変化したのに、モデルでは設定温度を一定にすると約1Kしか変化しなかった。こうした差を生じた理由として、実験結果は設定温度を変えて種々の内外温度差としたことが挙げられる。実験時には外気温が比較的一定であったため、内外温度差を大きくするには設定温度を高くし、内外温度差を小さくするには設定温度を下げる必要があった。そのため、図-2の実験結果は、内外温度差が小さい場合には設定温度が低い場合に対応して、内外温度差が大きい場合には設定温度が高い場合に対応する。この点を考慮すると、数値もモデルによって推定された結果は、実験結果とよく一致していると判断できる。

(2) 温風暖房の場合

ガラス一重の小型温水で表-1に示される伝熱状態で、温風暖房時の室温の変動状態をシミュレーションした結果を図-3に示す。

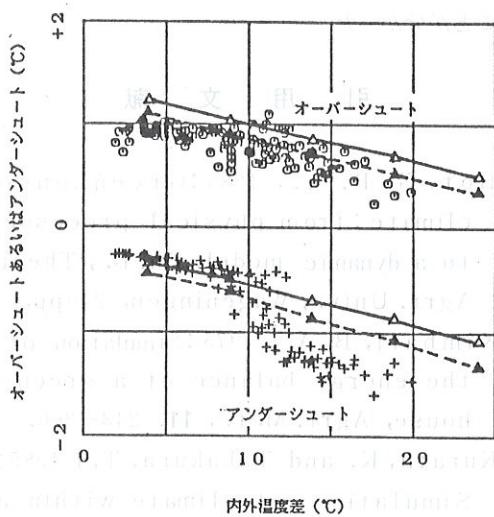


図-3 内外温度差とオーバーシュート、アンダーシュートの関係

①、+ : 実測値、△-△ : 天空の射出率0.85、風速0 m/s でのシミュレーション結果、▲-▲ : 天空の射出率0.65、風速4 m/s でのシミュレーション結果 (温風暖房時)

推定されたアンダーシュートは、内外温度差が増加すると比例的に増加して、実験結果と定量的によく一致した。しかし、内外温度差が10～20Kの範囲では、実測値が推定値より0.5K程度低くなつた。実際の温室では、室内の空気が完全に混合しないために室内の冷気が一時的に検出されたりする。そのため、0.5K程度の誤差が生じるのは避けられないと考えられるので、両者はよく一致していると判断される。推定されたオーバーシュートは、内外温度差が小さくなると増加して、その程度は実験結果と定量的にもよく一致した。

4. 結 論

数値モデルによる室温の変動状態の推定値は、実験結果とよく一致した。そのため、本モデルを用いて、暖房設備や気温制御法が暖房負荷や制御精度に及ぼす影響を高い精度で推定できることが分かった。

引 用 文 献

- Bot, G. P. A., 1983: Greenhouse climate: from physical processes to a dynamic model, Ph. D., Thesis Agri. Univ., Wageningen, 240pp,
- Kimball, B. A., 1973: Simulation of the energy balance of a greenhouse, Agri. Met., 11, 243-260.
- Kurata, K. and Takakura, T., 1985: Simulation of climate within a solar greenhouse equipped with underground heat storage units, Proceeding of the international symposium on thermal application of solar energy, Hakone, Japan, 521-2565.
- MacAdams, W. H., 1954: Heat transmission (3rd ed.), McGraw-Hill

- Book Co. Inc., New York, 532.
- 皆川秀夫、立花一雄、1982:PE、PVC一重被覆ハウスの熱貫流率(1)温室の保温性と被覆材、農業気象、38, 15-22.
- 岡田益己、1981:無加温温室におけるカーテンの保温性の解析、農業気象、37, 221-230.
- Takakura, T., Jordan, K. A. and Boyd, L. L., 1969: Dynamic Simulation of plant growth and environment in the greenhouse, Am. Soc. Agri. Eng., Chicago, 11, Pap. No. 69-942, P.57.
- Takami, S. and Uchijima, Z., 1977 : A model of the greenhouse with a storage-type heat exchanger and its verification, J. Agri. Met., 33, 155-166.

日本農業気象学会東海支部会員名簿

(昭和 62 年 1 月 20 日現在)

愛知県（63名）

氏名	〒	住所
石川 雅士	464	名古屋市千種区不老町 名古屋大学農学部
江幡 守衛		"
加古 舜治		"
河野 恭広		"
田代 亨		"
萩原 秋男		"
小林 喜男	470-01	愛知郡東郷町大字諸輪字畠尻 名古屋大学農学部附属農場
鈴木 茂敏	468	名古屋市天白区塩釜口 1-501 名城大学農学部
鈴木 清太		"
高野 泰吉		"
山本 良三		"
川添 文雄	486	春日井市鷹木町 1 名城大学農学部附属農場
青木 正孝	470-23	知多郡武豊町字南中根 45 野菜・茶葉試験場施設生産部
渥美 照男		"
礒部 誠之		"
大原 源二		"
佐久間青成		"
吉川 雅夫		"
青木 松信	480-11	愛知郡長久手町岩作三ヶ峰 愛知県農業総合試験場
青柳 光昭		"
伊藤 克己		"
今泉 諒俊		"
糟谷 真宏		"
坂森 正博		"
桜井 雍三		"
酒井 広蔵		"
豊田 一郎		"
原 幹博		"
広田 耕作		"

氏名	〒	住所	所
米村 浩次	480-11	愛知郡長久手町岩作三ヶ峰	愛知県農業総合試験場
金子 衛	440	豊橋市飯村町高山 11-48	愛知県農総試豊橋農業技術センター
福田 正夫		"	"
古橋 寿雄		"	"
村上 実		"	"
勝峯 正充	443	蒲郡市神ノ郷町上名取 11-1	愛知県農総試 園芸研究所蒲郡支所
中川 清	464	名古屋市千種区日和町 2-18	名古屋地方気象台
渡部 俊夫		"	"
瀬戸 道也	454	名古屋市南区丹後通 2-1	三井東圧化学株名古屋工業所
服部 隆史		"	"
鶴野 正浩		"	"
伊沢 房雄	440	豊橋市飯村町高山 10-30	
今川 正	441-11	豊橋市石巻西川町字上池 55-1	
今吉 清文	461	名古屋市東区葵 1 丁目 13-3	玉野第 3 ビル 玉野総合コンサルタント株技術研究所
岩尾 憲三	459	名古屋市緑区大高町関山 20-1	中部電力総合技術研究所
大岩 伸之	471	豊田市西町 6-41-1	バインス情報センター 豊田開発センター
河合 啓治	441-36	渥美郡渥美町和地	
塩野 修	441-01	豊橋市前芝町西 60	
城山 桃夫	465	名古屋市千種区高間町 9	
鈴木 智博	430-01	丹羽郡大口町秋田 3-33	
田中 宏一	471	豊田市美里 3 丁目 22-5	
高田倉太郎	492	稲沢市高御堂町八剣前 32	
立松 武	490-14	海部郡飛島村大宝新田 1177	
手塚 徹	441-17	南設楽郡鳳来町黄柳野字切藤 618	
都築 幸夫	444-12	安城市根崎町南根 117	
長戸 一雄	460	名古屋市中区新栄 1 丁目 18-16	
長尾 周幸	511	桑名市松ノ木 4 丁目 7-26	
野畑 達夫	472	知立市八ツ田町山畔 39	
野村 忠司	453	名古屋市中村区長戸井町 4-42-1	東海物産株

氏名	〒	住所
林 李夫	462	名古屋市北区楠町味鋺字大塚前 2
松家 一夫	440	豊橋市天伯町三ツ山 38-56
株式会社 M式水耕 研究所	490-14	海部郡十四山村坂中地 1 丁目 37
山口 久夫	441-36	渥美郡渥美町小塩津寺道 48
渡辺 訓司	440	豊橋市飯村町南池上 1-192 豊橋市福祉施設

岐阜県（16名）

氏名	〒	住所
池上 八郎	501-11	岐阜市柳戸 1-1 岐阜大学農学部
小林 一		" "
内記 隆		" "
堀内 孝次		" "
松井鉄三郎		" "
宮川 修一		" "
安江 多輔		" "
高田 宗男	501-11	岐阜市又丸 岐阜県農業総合研究センター
野原 定夫		"
二ツ寺 勉		"
山本 好文		"
桑原 輝夫	503-06	海津郡海津町平原 岐阜県農業総合研究センター南濃試験地
太田 勝一	504	各務原市三井北町 2-246
加藤 一郎	503-05	海津郡南濃町田鶴 729-2
丹羽 千秋	505	加茂郡坂祝町深萱 1224
成瀬 弘	505	美濃加茂市清水町 1 丁目

三重県（36名）

氏名	〒	住所	会員登録料	会員登録料
岩間 和人	514	津市上浜町 三重大学教育学部	1,000	1,000
池田 勝彦	514	" 三重大学農学部	1,000	1,000
新庄 樺		" "		
谷山 鉄郎		" "		
橋 昌司		" "		
長田 昇		" "		
藤山 堯然		" "		
松島 二良		" "		
森田 修		" "		
宇田 昌義	514-23	安芸郡安濃町草生 野菜・茶業試験場	1,000	1,000
小田 雅行		" "		
籠橋 悟		" "		
倉田 久治		" "		
小堀 乃		" "		
小島 昌弘		" "		
中川 修		" "		
濱本 浩		" "		
星野 和生		" "		
野中 正義		" "		
図書室		別口会誌のみ		
東 恒一	515-22	一志郡嬉野町川北 三重県農業技術センター	1,000	1,000
伊藤 重雄		" "		
片岡 虎夫		" "		
渋谷 久治		" "		
庄下 正昭		" "		
中野 直		" "		
西岡 忠文		" "		
西口 郁夫		" "		
前川 哲男		" "		
森 利樹		" "		
山川 巍		" "		
山口 省吾		" "		

氏名	〒	住所
萩田 信夫	515-22	一志郡嬉野町川北 三重県農業技術センター
川瀬 春樹	519-01	亀山市椿世町 992-2 三重県農業技術センター茶業センター
橋本 敏幸	519-57	南牟婁郡御浜町志原 三重県農業技術センター紀南センター
佐本 啓智	514	津市むつみが丘 122 号
玉村 浩司	515	松阪市宝塚町 830-81

静岡県（50名）

氏名	〒	住所
高橋 和彦	422	静岡市大谷 836 静岡大学農学部
青野 英也	428	榛原郡金谷町金谷 野菜・茶業試験場
佐波 哲次		" "
田中 静夫		" "
小川 茂	439	小笠郡菊川町倉沢 静岡県茶業試験場
大場 正明		" "
倉貫 幸一		" "
此本 晴夫		" "
中村 充		" "
日高 保		" "
堀川 知広		" "
山本 淳史		" "
勝野 留雄	438	磐田郡豊田町富丘字下原 678 静岡県農業試験場
木村 進		" "
佐田 稔		" "
沢村 章二		" "
白井 敏男		" "
中村 新市		" "
野中 民雄		" "
堀内 正美		" "

氏名	〒	住所
三輪 智		磐田郡豊田町富丘字下原 678 静岡県農業試験場
太田 充	437-16	小笠郡浜岡町 静岡県農業試験場海岸砂地分場
石田 隆	431-21	浜松市都田町 静岡県農業試験場落葉果樹試験地
福代 和久		" "
岡田 正通	424	清水市駒越西 2 丁目 12-10 静岡県柑橘試験場
岡田 長久		" "
鹿野 英士		" "
杉山 和美		" "
鈴木 富	424	清水市駒越西 2 丁目 12-10 静岡県柑橘試験場
谷口 哲微		" "
原 節生		" "
牧田 好高		" "
鈴木 晴夫	1413-04	賀茂郡東伊豆町稻取 3012 静岡県柑橘試験場伊豆分場
鈴木 誠		" "
井口 功	431-14	引佐郡三ヶ日町釣 407 静岡県柑橘試験場西遠分場
加藤 昭三		" "
菊地 重仁		" "
池野 和徳	437-02	静岡県周智郡森町森 92-1 静岡県立周智高等学校
稲葉 元良	415	下田市中 531-1 静岡県伊豆農林事務所普及課
高木 良平	422	静岡市有明町 2-20 静岡県中部農林事務所改良普及所
柴田 雄七	420	静岡市北番町 94 《静岡茶市場》
山本 直弘	438	磐田郡豊田町加茂 140-1 山本産業KK
岩崎 正男	432	浜松市文丘町 18-18
太田 孝	420	静岡市北安東 5 丁目 54-4
神谷 正志	438	磐田市石原町 1538-2
小中原 実	425	焼津市中根 203-2
鈴木 徹司	435	浜松市渡瀬町 394
高木産業㈱	417	富士市西柏原新田 201
谷 博司	422	静岡市小鹿 2 丁目 22-1
三田 豊久	419-01	田方郡函南町仁田 506

域 外 (15名)

増 加 申 請

氏 名	〒	住 所
鈴木 晴雄	761-07	香川県木田郡三木町池戸 香川大学農学部
小元 敬男	591	堺市百舌鳥梅町 4-804 大阪府立大学農学部
小沢 行雄	362	埼玉県上尾市富士見 2-6-5
鴨田 福也	305	茨城県筑波郡谷田町藤本 2-1 果樹試験場
久保 祐雄	305	茨城県筑波郡谷田町観音台 農業環境技術研究所
谷口 利策	020-01	盛岡市下厨川赤平 4 東北農業試験場
内藤 文男	020-01	盛岡市下厨川字鍋屋敷 92 野菜・茶業試験場盛岡支場
中川 行夫	277	千葉県柏市十余二 101-121
樋口 春三	156	東京都世田谷区桜丘 1-1-1 東京農業大学
東山 孝	300-07	茨城県稲敷郡東村上之島川崎 三井東圧化学㈱総合研究所東村分室
本田 信寛	981-12	名取市高館川上字東金剛寺 1 宮城県園芸試験場
真木 太一	765	香川県善通寺市生野町 2575 西国農業試験場土地利用部
宮本 硬一	760	高松市錦町 2-7-2
小沢 康二	556-91	大阪市浪速区敷津東 1-2-47 久保田鉄工KK内燃機器事業本部
村田 利男		" "

宝駿壽對 增支請東会學農業農本日

本年度の増加申請は、農業試験場の研究活動が、農業政策の実現に直接関連するものと認められ、その実現に貢献するため、増加を申請する。主な理由は以下の通りである。

1. 研究活動の実績：過去数年間、農業試験場では、農業政策の実現に貢献するため、様々な研究活動を行っている。特に、農業政策の実現に直接関連する研究活動は、農業政策の実現に貢献するため、増加を申請する。

2. 研究活動の実績：過去数年間、農業試験場では、農業政策の実現に貢献するため、様々な研究活動を行っている。特に、農業政策の実現に直接関連する研究活動は、農業政策の実現に貢献するため、増加を申請する。

3. 研究活動の実績：過去数年間、農業試験場では、農業政策の実現に貢献するため、様々な研究活動を行っている。特に、農業政策の実現に直接関連する研究活動は、農業政策の実現に貢献するため、増加を申請する。

4. 研究活動の実績：過去数年間、農業試験場では、農業政策の実現に貢献するため、様々な研究活動を行っている。特に、農業政策の実現に直接関連する研究活動は、農業政策の実現に貢献するため、増加を申請する。

5. 研究活動の実績：過去数年間、農業試験場では、農業政策の実現に貢献するため、様々な研究活動を行っている。特に、農業政策の実現に直接関連する研究活動は、農業政策の実現に貢献するため、増加を申請する。

6. 研究活動の実績：過去数年間、農業試験場では、農業政策の実現に貢献するため、様々な研究活動を行っている。特に、農業政策の実現に直接関連する研究活動は、農業政策の実現に貢献するため、増加を申請する。

7. 研究活動の実績：過去数年間、農業試験場では、農業政策の実現に貢献するため、様々な研究活動を行っている。特に、農業政策の実現に直接関連する研究活動は、農業政策の実現に貢献するため、増加を申請する。

8. 研究活動の実績：過去数年間、農業試験場では、農業政策の実現に貢献するため、様々な研究活動を行っている。特に、農業政策の実現に直接関連する研究活動は、農業政策の実現に貢献するため、増加を申請する。

9. 研究活動の実績：過去数年間、農業試験場では、農業政策の実現に貢献するため、様々な研究活動を行っている。特に、農業政策の実現に直接関連する研究活動は、農業政策の実現に貢献するため、増加を申請する。

10. 研究活動の実績：過去数年間、農業試験場では、農業政策の実現に貢献するため、様々な研究活動を行っている。特に、農業政策の実現に直接関連する研究活動は、農業政策の実現に貢献するため、増加を申請する。

11. 研究活動の実績：過去数年間、農業試験場では、農業政策の実現に貢献するため、様々な研究活動を行っている。特に、農業政策の実現に直接関連する研究活動は、農業政策の実現に貢献するため、増加を申請する。

12. 研究活動の実績：過去数年間、農業試験場では、農業政策の実現に貢献するため、様々な研究活動を行っている。特に、農業政策の実現に直接関連する研究活動は、農業政策の実現に貢献するため、増加を申請する。

13. 研究活動の実績：過去数年間、農業試験場では、農業政策の実現に貢献するため、様々な研究活動を行っている。特に、農業政策の実現に直接関連する研究活動は、農業政策の実現に貢献するため、増加を申請する。

14. 研究活動の実績：過去数年間、農業試験場では、農業政策の実現に貢献するため、様々な研究活動を行っている。特に、農業政策の実現に直接関連する研究活動は、農業政策の実現に貢献するため、増加を申請する。

15. 研究活動の実績：過去数年間、農業試験場では、農業政策の実現に貢献するため、様々な研究活動を行っている。特に、農業政策の実現に直接関連する研究活動は、農業政策の実現に貢献するため、増加を申請する。

支 部 会 報

○昭和61年度総会

昭和61年度総会が8月30日野菜試験場施設栽培部（現在は野菜・茶業試験場施設生産部に改称）にて開催され、60年度の事業と会計報告ならびに61年度の事業計画と予算案の審議がなされ、計画通り了承された。

○役員の改選

中川行夫支部長、内藤文男庶務・会計幹事の転出に伴い、60・61年度の残任期間の支部長として名古屋大学農学部江幡守衛氏、庶務・会計幹事として石川雅士氏が選出された。これに伴い、支部会の事務局が名古屋大学農学部作物学研究室へ移動した。

○昭和61年度シンポジウム

農業における新しい情報処理とその応用と題して、最近話題となっているデータベースの利用、パソコンを利用した計測、人工知能関係の話題提供が行われた。当学会関係では、本分野の紹介が名古屋地区では少ないため好評だった。

シンポジウムの講演要旨の残部が多少あるので、有料で配布しております。希望される方は、事務局まで連絡下さい。

○昭和61年度秋期講演会

11月18日に、三重大学において行われ、9題の講演がなされた。

日本農業気象学会東海支部 投稿規定

寄稿論文は、所属機関名、著者名、本文、文献の順に記載する。印刷4頁（400字詰原稿用紙約20枚、但し図及び表を含む）までは支部で負担します。超過頁のあるときは1頁4,000円の割合で負担願います。

図は黒で明りょうに書いて下さい。

文献を記載される場合は著者名の姓のアルファベット順とし、次のように書いて下さい。

雑誌の場合 著者名、年号：表題、雑誌名、巻（号）、頁。

単行本の場合 著者名、年号：書名、発行所、頁。

原稿は報告後1ヶ月以内に下記編集系宛に送付下さい。

期日内に到着しない論文があると発行期日に差し支えますので十分注意して下さい。なお、著者校正ができませんから、原稿用紙に特に明りょうに書いて下さい。

別刷は50部支部で負担します。

原稿送付先 〒470-23 愛知県知多郡武豊町字南中根45

野菜試験場施設栽培部部気象研

日本農業気象学会東海支部 編集幹事 大原源二

電気学習・電気供給・電気空調・電気学習

吉野井株式会社

機器・装置・機器・電子機器・工具機器等の販売
販売代理店・販売代理店・販売代理店・販売代理店
販売代理店・販売代理店・販売代理店・販売代理店

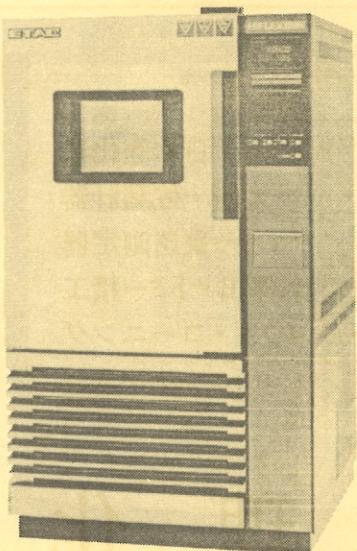
2月

木本化成試験器専門会社

名古屋市中区山田町下四丁目11番地

電話 052-533-5833 (560) 133

1130-433-5330 133



エタック環境試験器



ETAC 製
木本化成株式会社
エタック事業部



61年度 グッドデザイン選定商品

温湿度試験器

代理店



電子計測のコンサルタント

東海電子計測工業株式会社

本 社 名古屋市名東区つつじが丘609番地
〒465 電話 <052> 772-0501番代
津 営 業 所 津市丸之内養正町7番(山田ビル)
〒514 電話 <0592> 25-5405番代
岡崎営業所 愛知県岡崎市六供本町1丁目26-2
〒444 電話 <0564> 24-5431番代
小牧営業所 小牧市多気東町13番地
〒485 電話 <0568> 76-7731番代

理化学器械・研究設備・分析機器・光学機器
主要特約代理店

オリンパス光学工業(株) 三洋電機特機(株)
ヤマト科学(株) エル・ケーピージャパン(株)
東亜電波工業(株) (株)佐久間製作所
チヨウバランス(株) 岩城硝子(株)
住友スリーエム(株) マリソル産業(株)



合资会社 **木下理化器製作所**

名古屋市中区千代田五丁目22番11号

TEL <052> 262-1566 番代
FAX <052> 241-0614

取扱品

NK式人工気象器及クリンベンチ 日本医化器
気象計器 太田・佐藤計器
照度計 東芝測定器
マイクロ冷却遠心器及オートクレーブ 久保田・トミー精工
植物培養管及テッシュカルチャー イワキ・コーニング
低温フリーザー及恒温器 サンヨー
その他別製品製作販売

(株)みづほ理化

〒468 名古屋市天白区元八事1-33
TEL 052-831-8800
FAX 052-834-4117