

冬期の気温の変動がブロッコリーの生育と収穫期等に与える影響

誌名	香川県農業試験場研究報告
ISSN	03748804
著者名	長岡,勝己
発行元	香川県農業試験場
巻/号	37号
巻号補足	
掲載ページ	p. 25-32
発行年月	1985年12月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター

Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



冬期の気温の変動がブロッコリーの生育と 収穫期等に与える影響

長岡勝己

Effects of a Change in Temperature in Winter
on Growth, Development, Harvesttime
and so on of Broccoli

Katsuki NAGAOKA

During 1982 ~ 1984, this investigation was carried out to clarify the effects of a change in temperature in winter on growth, development, harvesttime and so on of Broccoli. "Green beauty" was seeded at 10-day intervals from August 10 to September 30, and the relation between temperature and growth, harvesttime and soon of Broccoli were examined.

1. The later seedtime was, the more the growth and development of the plant were inhibited, and the longer vegetation period was.

Under the same seedtime condition, low temperature in growing period made the vegetation period longer.

2. The critical temperature of flower-bud formation was about 3℃, and the lower limit of temperature in which the flower-bud was formed possibly to get the 70% of high quality crops was about 8℃.

3. The harvesting period was shorter in warm season and longer in cold season.

4. The latest seedtime in Kagawa prefecture was estimated about August 30, and the end of harvesting time was in the middle of February.

冬期の気温の変動がブロッコリーの生育と収穫期等に与える影響を明らかにするために、1982～1984年に、“グリーンビューティ”を供試し、8月10日から9月30日まで、おおむね10日間隔に播種して、気温と生育、収穫期等の関係を調査した。

1. 播種期が遅くなるに従って、植物体の生育が抑制されるとともに、生育日数は長くなった。また、播種期が同じでも、生育期が低温であると、生育日数は長くなっ

た。

2. 花蕾形成の成否の限界平均気温は3℃付近であり、上物率70%以上を得るための花蕾形成平均気温の下限は8℃付近であった。

3. 収穫期間は暖期では短かく、寒期には長かった。

4. 香川県での遅まきの限界は8月30日頃であり、収穫の終期は2月中旬であった。

緒 言

香川県のブロッコリー栽培は、栽培が比較的容易な晩秋どりから始まり、その後、需要の増加、周年化に対応して、三木分場で確立した4月どりの作型も加えて、作期が拡大されている。ここ数年栽培面積は順調に増加して、現在120haとなり、県下の産地の出荷期間は長期に及ぶこととなった。

ところで、ブロッコリーは花蕾の形成と肥大という特性があることから、気象災害を受けて出荷不能となるほか、栽培期間の気温によって、植物体の生育が左右され、年ごとに収穫期と作柄とが変動している。特に冬どりは作柄が不安定であり、なかでも2月中旬から4月中旬にかけては、本県では頂花蕾の収穫が困難(不可能に近い)な状況にある。

周年出荷のためには、冬どりを安定させる必要があり、また、市場からは冬期の頂花蕾出荷が強く望まれている。

このために、冬どりの作型を確立することが必要であって、香川県の冬期の自然条件下で、低温の変動がブロッコリーの生育と収穫期等に与える影響を明らかにすることにした。ここにその結果を報告する。

材料および方法

本試験は1982年から1984年にかけて、香川農試三木分場において実施した。

冬どりを目的として、“グリーンビューティ”を供試して、8月10日から9月30日にかけて、おおむね10日ごとに6回播種し、生育および花蕾の形質、収穫期等について、頂花蕾収穫時に以下のとおり調査した。また、栽培期間中の気温調査もあわせて実施した。

生育調査は1区あたり5～10株を地際部で切りとり、株重(生体重)、草丈(切り口から葉先まで)、葉数、最大葉の葉長と葉幅を測定した。花蕾の形質調査は、生育調査に供した株について、花蕾を出荷規格(花蕾の先端からの長さ15cm)に切って、花蕾重、花蕾の長径と短径ならびに高さ、莖径、花蕾の色、小花の大小、花蕾のしまりを測定し、同時に花蕾の異常生育の有無ならびに異常花蕾の種類を測定した。また、全株の花蕾の品質を上物、下物、異常とに区分して、その割合を求めた。花蕾の直径ならびに高さを測定するにあたって、測定誤差を少なくするために、2つのノギスを縦横に組んで固定した調査器具を作成して使用した。花蕾を出荷規格の長さで切るとき、15cm位置に刃物を当てる切断台を作成して使用した。

収穫期によって、生育期間、収穫期間を算出した。このとき、花蕾を安定的に収穫できる期間を収穫期間とし、

播種日から収穫の前日までを生育日数とした。

気温は高松地方気象台の資料を用いた。

耕種概要は次のとおりである。

品種は“グリーンビューティ”を供試した。

播種にあたっては、畝幅120cmとして、条間5～6cm間隔に条播きした。仮植は、本葉2枚頃、畝幅120cmとして、株間10cm×条間10cmに仮植した。定植は、本葉4～5枚頃、畝幅130cmとして、株間40cmで2条植えた。

施肥量は、仮植床では1aあたりN-1.6kg、 B_2O_5 -1.0kg、 K_2O -1.4kg、本田では10aあたりN-33kg、 P_2O_5 -2.4kg、 K_2O -3.1kgとした。その他の一般管理は県の栽培指針に準じた。

試験規模は1区5.2m²(20株)とし、3反覆した。

結 果

1 生育量

播種期別の生育量を第1表に示した。

第1表 播種期と生育量

項目 播種 年月日	株 重 g	草 丈 cm	葉 数 * 枚	葉 長 cm	葉 幅 cm
57	8.10	—	—	—	—
	8.20	1,505	76.4	19.0	59.7
	8.30	1,189	66.4	16.7	53.7
	9.10	1,227	62.5	16.8	51.2
	9.20	1,472	44.0	19.8	34.4
	9.30	955	37.5	18.7	22.8
58	8.10	1,664	76.6	23.4	57.3
	8.20	1,302	66.1	22.2	49.0
	8.30	1,611	65.9	18.7	56.4
	9.10	1,369	48.2	18.0	36.8
	9.20	—	—	*23.5	27.8
	9.30	—	—	*31.6	—
59	8.10	2,435	91.2	25.8	71.8
	8.20	2,322	92.7	24.4	73.7
	8.30	1,622	75.8	23.1	60.1
	9.10	1,545	63.7	22.8	53.0
	9.20	952	39.2	21.8	29.7
	9.30	742	38.4	22.4	23.7

* 第1図参照

株重は側枝をつけたまま測定したが、9月20日まきまでは、播種期の違いと株重との間には一定の傾向はみられなかった。しかし、9月30日まきは明らかに軽くなった。59年の8月10日まき、8月20日まきは著

しく重かった。草丈および葉の大きさはいずれの年も8月20日まきが最も大きく、播種期が遅くなるに従って小さくなった。葉数は第1図、第2表に示したとおり、9月10日まきまでは漸減し、9月20日以降は増加した。58年9月30日まきは、葉数が著しく多い株が80%に達し、その平均葉数は31.6枚であった。

第2表 播種期別着蕾葉数

播種年 日	8.10	8.20	8.30	9.10	9.20	9.30
57	—	19.0	16.7	16.8	19.8	18.7
58	23.4	22.4	18.7	18.0	23.3 23.5	17.5 31.6
59	25.8	24.4	23.1	22.3	21.3	22.4

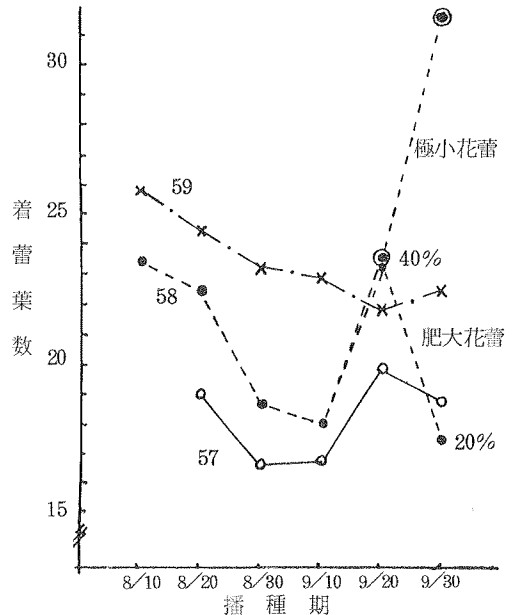
2 花蕾の形質

収穫適期の目安を花蕾直径10cm以上あるいは開花直前と設定して収穫した。このときの花蕾の形質は第3表のとおりである。

第3表 花蕾の形質

項目 年月日		重量	長径	短径	高さ	盛上り	茎径	色	小花の 大 小	しまり	異 常 花 蕾 の 種 類
57	8.10	g	cm	cm	cm	mm	cm				
	8.20	281.3	10.9	10.2	—	—	—				
	8.30	268.4	11.2	10.4	—	—	—				
	9.10	266.2	11.3	10.7	—	—	—				
	9.20	253.5	15.1	14.0	—	—	—				
	9.30	178.4	12.8	11.6	—	—	—				
58	8.10	328.1	12.6	11.8	5.9	0.97	3.7	微紫	小〜中	強	リーフィ
	8.20	255.2	10.6	10.0	5.2	1.00	2.4	紫	小〜中	強	小花蕾, ライシー
	8.30	263.7	10.6	9.8	5.5	1.03	3.9	紫	小〜中	強	小花蕾, ライシー
	9.10	265.2	11.4	11.0	6.6	1.18	2.9	紫	中	強	凹凸
	9.20	—	—	—	—	—	—	(黄)	—	—	(ファーシー)(リーフィー)極小花蕾 60%(4.11)
	9.30	—	—	—	—	—	—	—	—	—	極小花蕾80% (5.4)
59	8.10	311.2	13.6	12.6	7.0	1.07	3.6	微紫	小〜中	強	
	8.20	293.7	12.7	12.1	5.7	0.95	3.1	緑	小	強	凹凸
	8.30	215.3	10.3	9.6	5.1	1.03	3.8	紫	小〜中	中〜強	大凹凸, リーフィー, ライシー
	9.10	218.8	10.7	10.0	5.5	1.06	3.5	紫	小	強	キヤットアイ, ライシー
	9.20	113.7	7.5	7.1	4.8	1.32	2.9	紫	小	強	凹凸, ライシー (裸出)
	9.30	76.7	7.5	7.0	4.1	1.12	2.0	紫	小〜中	中〜強	キヤットアイ, 凹凸, ライシー (裸出)

花蕾重は8月10日まきは58年、59年とも300g以上となった。播種期が遅れることによる花蕾重の増減の変化の様相は年によって異なり、57年は9月20日まきまで、58年は9月10日まきまで高水準を維持



第1図 播種期と着蕾葉数

パーセントは肥大花蕾の割合

し、59年は8月20日まきと8月30日まきの組、9月10日まきと9月20日まきの組で生育日数に差を生じた。9月30日まきは著しく軽くなった。花蕾の直径は57年の9月20日まきは最も大きく、59年の9月

20日まき, 30日まきは著しく小さかった。

花蕾の盛上りは59年の9月20日まきは極めて高く, 花蕾高/花蕾半径=1.32であったが, その他は1.0前後であった。茎径は花蕾を出荷規格に合わせて, 花蕾の頂部から15cmに切ったときの切り口の直径を測定したが, 58年の9月20日まき, 59年の9月20日, 30日まきは細かった。花蕾の色については, 8月10日まきで, わずかにアントシアニンが発現し, その後は, アントシアニンが濃くなった。58年の9月20日まきは, 調査した花蕾の60%が黄色であった。小花は全播種期とも小さく, また, しまりは, 播種期別の差はみられず, いずれも強かった。異常花蕾の種類は多いが, 小花序の小花部のうち, 一部あるいはまばらに小花が突出する小花の生育むらが多くの播種期でみられた。59年は, 花蕾が凹凸になるものが多かった。59年の9月20日まきでは, 肥大花蕾は40%であったが, ファージー, リーフィとなった。

3 花蕾の品質

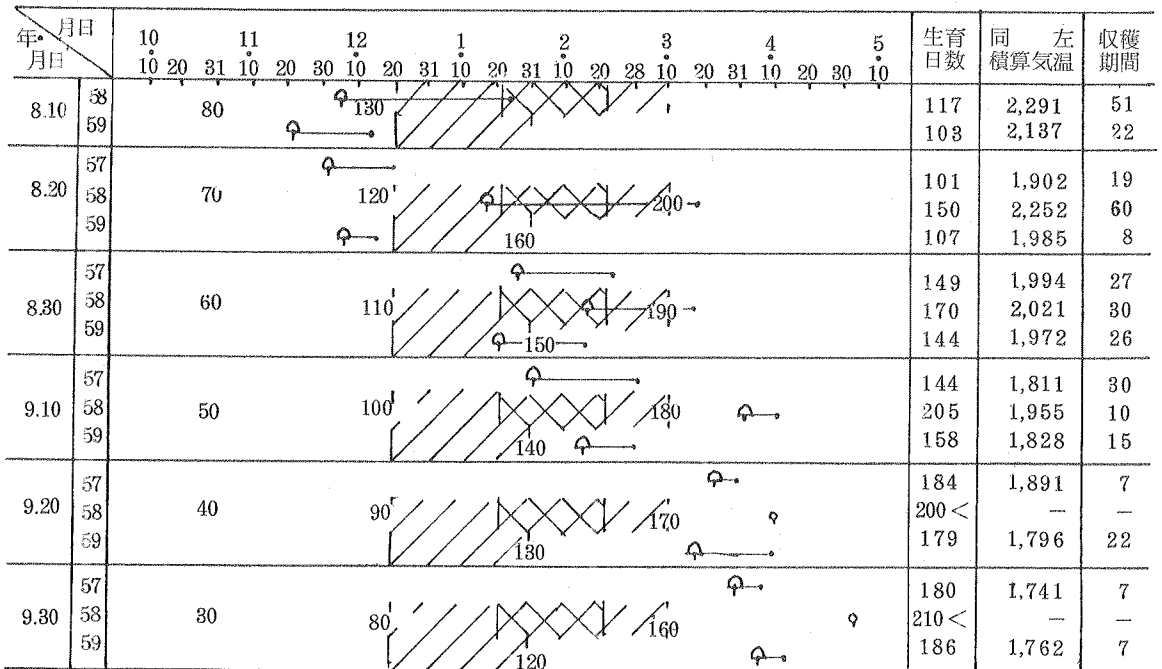
全収穫物を品質の良否について分類した結果は第4表のとおりである。上物率は各年とも8月30日まきまで70%以上であったが, 9月10日まき以降では70%以下となり, 播種期が遅れるに従って, 低下する傾向がみられた。異常花蕾は播種期が遅くなるに従って増加する傾向がみられた。

第4表 花蕾の品質

品質 年・月日		上 物	下 物	異 常	合 計
57	8.10	—	—	—	—
	8.20	81.7	15.0	3.3	100.0
	8.30	80.0	12.8	7.2	100.0
	9.10	68.3	25.0	6.7	100.0
	9.20	55.2	36.1	8.7	100.0
	9.30	13.3	78.4	8.3	100.0
58	8.10	83.3	15.0	1.7	100.0
	8.20	76.7	13.3	10.0	100.0
	8.30	88.3	0.0	11.7	100.0
	9.10	48.9	29.4	21.7	100.0
	9.20	0.0	0.0	100.0	100.0
	9.30	0.0	0.0	100.0	100.0
59	8.10	71.2	21.7	7.1	100.0
	8.20	72.8	23.8	3.4	100.0
	8.30	77.2	15.5	7.3	100.0
	9.10	60.5	23.8	15.7	100.0
	9.20	23.5	28.5	48.0	100.0
	9.30	40.2	21.7	38.1	100.0

4 収 穫 期

8月10日まきから9月30日まきまでの収穫期は第2図のとおりである。



第2図 収 穫 期

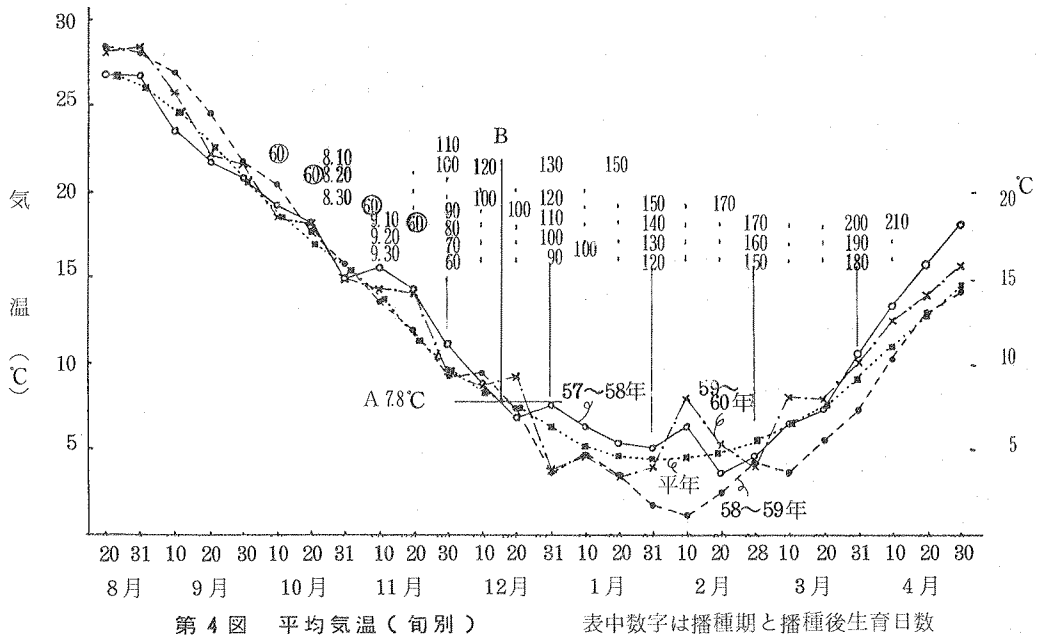
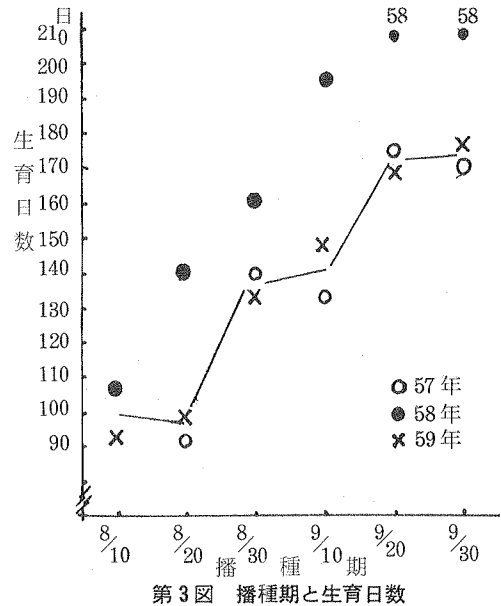
数字は播種後経過日数 //は5℃以下 ×××は3℃以下

57年と59年とは収穫期がほぼ同様であり、8月10日、20日まきは年内に収穫を終え、8月30日まきは1月下旬に、9月10日まきは2月上旬に、9月20日まきは2月下旬に、9月30日まきは4月上旬に収穫に達した。58年の収穫期は全播種期とも、57年、59年と比べて遅くなった。特に9月10日まきは50日以上遅くなった。また、9月20日、30日まきは3月末に収穫に至らなかった。

生育日数は播種期が遅くなるに従って長くなるが、第3図のとおり、8月10日と20日、8月30日と9月10日、9月20日と30日の組で段階的に長くなる傾向がみられた。収穫期間は年次間、播種期間で異なったが、概して、2月収穫は長く、3月収穫は短くなるようであった。58年の8月20日まきは収穫期間が60日であった。

5 気温

昭和57年、58年、59年の冬期の旬別平均気温は第4図のとおりである。



57年は11月と12月下旬から2月上旬の気温が平年以上で、2月中・下旬は平年以下となったが概して温暖であり、3月下旬からの気温の上昇が早かった。58年は残暑が厳しく、12月下旬から1月下旬にかけて平年以下となり、特に1月下旬から2月中旬にかけて3℃以下となった。また、4月中旬まで平年以下の気温が続いた。59年は9月上旬まで高温で、11月中旬に平年気温以上となり、12月下旬から1月下旬まで平年以下

の気温で、2月上旬が極めて高温となった。

考 察

ブロッコリーは花蕾を食用に供するため、栽培上、茎葉を健全に生育させ、かつ、花蕾を健全に肥大させることが肝要である。生育は播種期の気温ならびに生育期の気温の影響を受け、花蕾の形成と肥大にも気温が重要な

意味を持つから、2～3月どりを目標とする場合は、いつ播種するかは重要な問題である。

本試験において、株重は9月30日まきが軽かったほか、播種期の違いと株重の間には一定の傾向は見られなかった。これは、側枝の質と量が関与しているためと考えられる。しかし、草丈および葉の大きさをみると、播種期が遅れるに従って小さくなっている。つまり、播種期ならびに生育期の気温が低くなるに従って、茎葉の生育は抑制されている。このような生育状況下で花蕾を形成しているが、花蕾形成の外的条件のひとつである温度に関して、高温での花蕾形成までの葉数は、より低温に比べて増加する。花芽分化が可能である温度範囲内では、高温ほど花芽形成までに長い処理期間が必要であるとされている。本試験においても、播種期が遅くなるに従い、つまり、気温が低くなるに従って着蕾葉数は減少することが確認された。

ところで、本試験の58年において、9月20日まきでは、ほぼ同数の着蕾葉数でありながら、肥大花蕾と極少花蕾とが生じ、9月30日まきでは、着蕾葉数17.5葉の肥大花蕾と着蕾葉数3.6葉の極少花蕾とが生じた。これには58年冬期の異常低温が影響していると考えられる。

第4図をみると、58年と59年とは12月下旬から1月中旬まで30日間、平均気温(以下、気温という)は3～5℃の範囲で、ほぼ同一の温度変化をたどり、その後58年は3℃以下となり、59年は上昇している。

9月20日まきは播種後90～120日の気温が3～5℃の範囲にあって、58年、59年とも花蕾が形成された。その後59年は気温が上昇して花蕾の肥大が進み、58年は気温が3℃以下となったために、花蕾の発育段階の違いによって、肥大と肥大停止とが生じたとみられる。

9月30日まきには、播種後80～110日の気温が3～5℃の範囲内にあり、その後、59年は気温が上昇して全ての株が花蕾を形成し、花蕾が肥大した。58年は気温が3℃以下となって、このとき、植物体の生育段階の違いによって、花蕾形成に至るものと、至らないものが生じたとみられる。

このようなことから、“グリーンビューティ”の花形成の気温の下限は3℃程度であり、3℃以下の気温によって花蕾の肥大は抑制されると考えられる。

ブロッコリーの栽培は花蕾が形成されただけでは商品化に結びつかない特質があり、花蕾が異常なく肥大し、上物率が高いことが大切である。

平岡(1974)は、気温の低下とともに収穫率および品質も低下したとしており、この観測では、播種期が早いほど上物率が高いことが認められた。分散分析の結

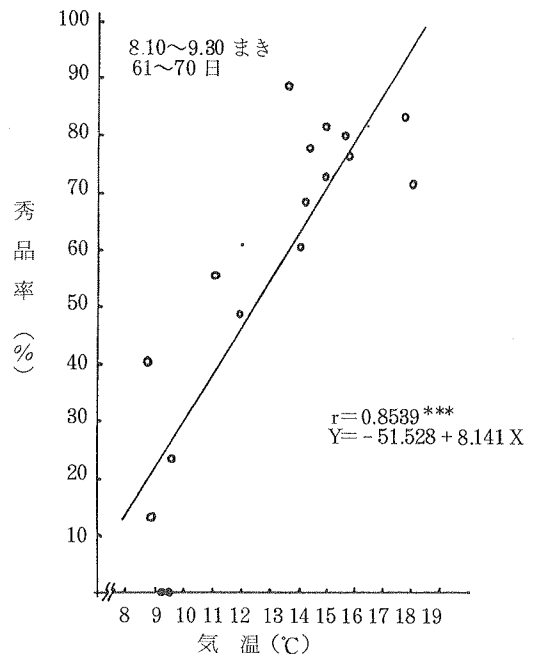
果、 $F = 8.33 < F(4, 30; 0.01) = 4.02$ であった。

播種後10日ごとの平均気温と上物率との関係は第5表、第5図、第6図のとおりである。

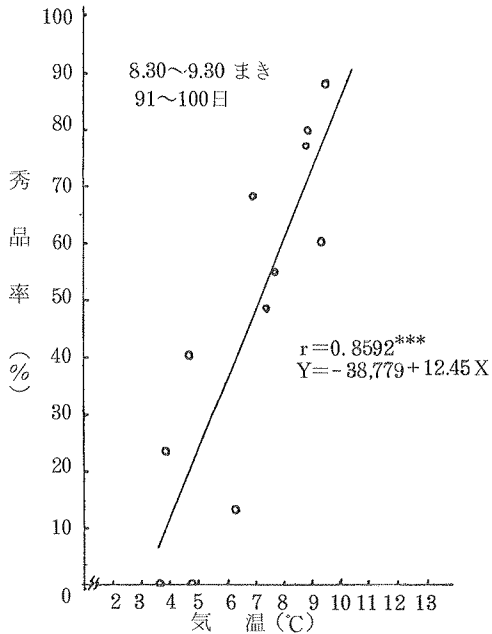
第5表 10日ごと気温と上物率の関係

播種後 日数	全 播 種 期			8.30～9.30 まき		
	r	n	気温	r	n	気温
31～40	0.7976***	17	>20.8	0.8376***		>18.8
41～50	0.8084***	17	>18.6	0.8804***		>17.0
51～60	0.8088***	17	>16.9	0.7952**		>15.5
61～70	0.8539***	17	>14.9	0.8749***	↑	>14.0
71～80	0.8216***	17	>13.4	0.7990**	12	>12.4
81～90	0.5789*	17	>11.9	0.6004*	↓	>10.9
91～100	0.8506***	14	>9.0	0.8592**		>8.7
101～110	0.4475	13	>9.0	0.6545*		>7.8
111～120	0.5754*	13	>6.7	0.5264		
121～130	0.3349	13		0.4446		
131～140	0.2793	10				
141～150	-0.5243	8				
151～160	-0.4054	8				
161～170	-0.2439	7				

注：気温は上物を70%以上得るに必要な気温



第5図 気温と秀品率との関係



第6図 気温と秀品率との関係

全播種期については、播種後100日までは高い相関が認められた。また、収穫期が2月以降となる8月30日まき以降に限ると、播種後110日まで高い相関が認められた。

8月10、20日まきは、播種後100日で収穫に達しているから、この日以前に上物率は決定されていることになり、100日、110日は8月30日以降の播種期に関して、上物率を決定する日となると考えられる。

今仮りに、栽培上、上物率を70%以上期待する場合、温度の経時変化は第5表中の「気温」のようになる。これによると、例えば、播種後61~70日は14.9℃あるいは14℃以上であり、8月30日まき以降は播種後101~110日は7.8℃以上である。このことによって、上物率は70%以上となる。つまり、70%以上の花蕾が健全に生育することになる。9月10日まき以降は上物率が低いが、これは播種後110日以降の気温が7.8℃以下となって、花蕾の形成と肥大が不安定となったのであろうと考える。

以上のことから、実用上、上物率70%以上と設定すると、花蕾形成適温の下限は8℃前後であらうと考えられる。

このようなことから、播種の晩期限界を推定すると、第4図中の“A”と“B”とから、8月30日頃(Bが100と110との間にある)となるであらう。

異常花蕾は花蕾形成・肥大期の温度条件によって生じる。リーフィーは花芽分化後の高温、ファージーは肥大期

の高温、ライシーは肥大期の低温によって発生するとされている。58年の9月20日まきにおいて、肥大花蕾がファージー、リーフィーとなったが、これは播種後170日から花蕾の生育が初期の段階で、気温が上昇したためであり、59年の9月20日、30日まきで、異常花蕾率が高いのは、2月上旬から3月上旬にかけて、気温が乱高下したためであらうと考えられる。第2表中のライシーは、小花が花序単位または花序の中で偏って、あるいは花蕾全体でまばらに大型化した状態で、ハナヤサのライシーに類似している。

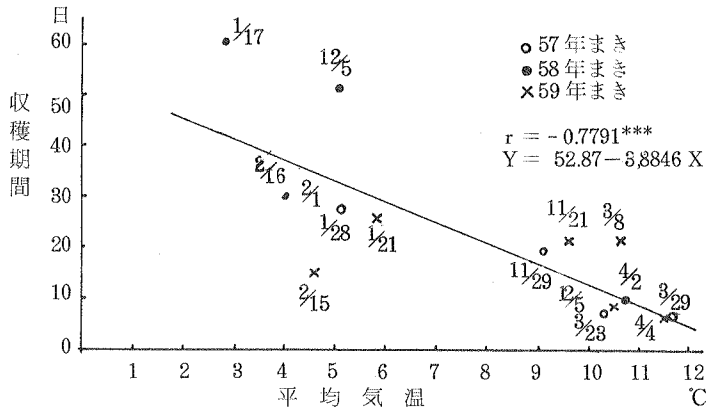
播種適期に播種して問題になることは、他の作物と同様に、気温の変動によって、収穫期と収穫期間が変動することである。今回の観測では、生育期間は、同一播種期において、気温の年較差によって最大61日の差(9月10日まきの57年と58年)を生じている。58年は異常低温を記録した年であった。どの播種期とも57年、59年と比べて生育日数は長くなっており、生育期間の積算気温は生育日数のわりには平年並みに高くなっていないことから、低温に遭遇して収穫が遅延したことは明らかである。

播種期の違いによる生育日数については、播種期が遅くなるに従って生育日数が長くなる傾向があるが、今回観察された組分けで段階的に長くなることについては、さらに検討したい。

収穫期間は収穫期の気温が低いほど長くなることが認められた。収穫期の気温と収穫期間との関係は第6表、第7図のとおりである。

第6表 収穫期の気温と収穫期間

播種日	年	収穫期間	同左1日 当り気温
8. 10	57	—	—
	58	51	5.1
	59	22	9.7
8. 20	57	19	9.2
	58	60	2.8
	59	8	10.5
8. 30	57	27	5.2
	58	30	4.0
	59	26	5.8
9. 10	57	30	4.7
	58	10	10.7
	59	15	4.6
9. 20	57	7	10.3
	58	—	—
	59	22	10.6
9. 30	57	7	11.7
	58	—	—
	59	7	11.5



第7図 収穫期の気温と収穫期間

月日は収穫始め日

気温6℃以下となる1～2月は収穫期間は30日以上、暖期は20日以下となる。特に3月下旬頃は短期間に収穫が終了するが、これは気温の上昇によって花蕾が急速に肥大するためであろう。

収穫期間が何日であるかは栽培面積を決定するためのひとつの要因となるから、十分に注意を払う必要がある。

以上のとおり、播種後気温が低下し、植物体の生育が遅滞する作期において試験を行ない、特に58年の冬期に異常低温に遭遇したことによって、貴重な資料が得られたと考える。今後はこれをもとにして、2～3月どり作型確立のために、品種を生かす栽培管理技術について検討したい。

引用文献

1. 加藤 徹. 1972. ハナヤサイ「農業技術大系 レタス・セルリー・ハナヤサイ・他」, 農文協, 東京.
2. 平岡達也. 1974. ブロッコリーの作型と品種(2) 農及園, 49 (8), 61-64.
3. 藤目幸彌. 1983. ブロッコリー「農業技術大系 レタス・サラダナ・セルリー・ハナヤサイ・ブロッコリー」, 農文協, 東京.
4. 藤目幸彌・広瀬忠彦. 1982. ハナヤサイ類の花らい形成及び発育に関する研究(第13報). 花らいの発育中における形態的異常の走査電顕像, 園芸学会昭57秋研究発表要旨, 190-191.