

## ニンニクの球形成に関する研究（第7報） 貯蔵葉の形成誘導と形成，肥大に 及ぼす温度と日長の影響

高 樹 英 明・青 葉 高\*

（山形大学農学部蔬菜園芸学研究室）  
（昭和51年9月30日受理）

Studies on bulb formation of garlic plants VII. Effects of temperature and daylength on formative induction, formation and growth of storage leaf

Hideaki TAKAGI and Takashi AOBA\*

Laboratory of Olericulture, Faculty of Agriculture, Yamagata  
University, Tsuruoka, Yamagata, Japan  
(Received 30 September 1976)

### 緒 言

ニンニクの球形成に及ぼす温度と日長の影響についての研究は，著者らのこれまでのものを含めてかなりあり<sup>1)2)3)5)6)7)8)9)10)11)12)13)14)15)16)19)23)</sup>，それらの研究によって球形成に及ぼす温度と日長の影響はかなり明らかになったが，まだ不明な点や明確でない点が多くある。例えば，タネ球に対する低温処理の貯蔵葉形成誘導効果（貯蔵葉を形成する生理状態を誘起する効果）が，処理時のタネ球の休眠段階に左右されるかどうかは不明である。また，貯蔵葉形成誘導効果が生じる下限，最適，上限の各温度や貯蔵葉の形成，肥大過程進行の下限，最適，上限の各温度もまだ明確ではない。さらに貯蔵葉形成誘導効果が生じる上限温度と貯蔵葉形成可能な限界日長の品種による差異も明確ではない。

この研究は主として以上の点を明確にするため行われたが，実験はその目的に矛盾しない限り，中心球を形成する条件下で行った。これは以下の理由による。正常な球（側球）形成過程においては，まずほぼ同時に花序と複数の側芽が形成され，続いて側芽の幼葉が貯蔵葉化して貯蔵葉の形成すなわち側球形成に至るが，この2つの過程（花序・側芽形成と貯蔵葉形成）の進行に最適な温度・日長条件は異なる<sup>1)14)15)</sup>。このため通常みられる側球の形成条件下で，貯蔵葉形成のみに及ぼす温度・日長の影響を調べる実験をすると結果が不明瞭になり，かつその解釈が複雑になる傾向がある。その点，中心球を形成する条件下では，貯蔵葉形成の条件が満たされると栄養生長状態から直ちにただ一つしかない（頂）芽の1枚の葉原基が，内部に茎頂を包む形で貯蔵葉として発達し，花序や側芽を形成することなく球形成過程を完了する。だから，結局1株につき1貯蔵葉しか形成されないのので，貯蔵葉形成のみの条件を調べるのに非常に好都合である。

なお，中心球の形成を誘起するための条件は，球の植付け後，あるいは苗の低温処理後

\*現千葉大学園芸学部蔬菜園芸学研究室，Present address: Laboratory of Vegetable Science, Faculty of Horticulture, Chiba University, Matsudo, Chiba, Japan.

に貯蔵葉の肥大に好都合な20°C前後あるいはそれ以上の温度で終始栽培することであるので<sup>14)15)</sup>, 形成と肥大の適温を調べる実験以外はすべてこの条件下で実験を行った。

### 材料および方法

**実験1** 7月3日に収穫した‘山形’の珠芽の1.0~2.0g球を用いた。供試球は低温処理開始時まで、室温が20°C以上の期間は室内で、20°C以下に低下後は20°Cの恒温器内で貯蔵した。これは他の実験でも同様である。低温処理(球を紙袋に入れ恒温器[室]内に置いた。他の実験でも同様)は第1図に示すように7月19日、8月2日、8月16日、9月27日および10月10日から5°Cで各4週間行った。各低温処理後直ちに、12cm素焼鉢に川砂を培土として1鉢当り5球ずつ植付け、20°Cの自然光グロースキャビネット内で栽培した。日長は自然日長を朝夕に60ワットの白熱灯で補光して16時間になるようにした。なお、施肥は大塚ハウス肥料標準液の1/2濃度のものをかん水がわりに適宜与えて行った。

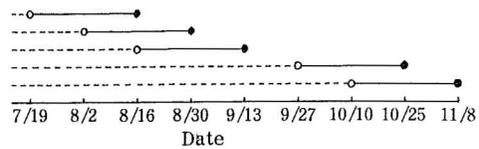


Fig. 1. Period of chilling storage of 'Yamagata' garlic seed-bulbs (Exp. 1).

- ..... Storage at temperatures of 20°C or higher.
- o—o Chilling storage at 5°C. Black dots indicate the planting times.

**実験2 (1) 栽培温度が5~13°Cの実験** ‘山形’の4.0~6.0g球を10月5日に1/5000アールワグナーポットに5球ずつ植付け、翌年1月31日まで戸外で栽培し、苗を自然の低温に十分あわせた。1月31日からポットを5, 9, 11, 13°Cの恒温条件下に移し(普通葉を既に3~4枚抽出)、24時間日長下で温度処理をした。各温度区の光条件は以下のようにした。5°C区は60ワットの白熱灯のみの24時間照明、9, 11°Cの両区は、昼間は北窓からの自然散光、夜間は60ワットの白熱灯照明、13°C区は約2万ルクスの陽光ランプでの8時間照明に続いて16時間の200ワットの白熱灯照明を行った。なお、植物体が受ける白熱灯光の強さは鉢から電球までの距離を調節して区による光強度にあまり差がないようにした。

**(2) 栽培温度が13~17°Cの実験** ‘山形’の0.5~1.0g球を5°Cで2カ月間処理し、その後12cm素焼鉢に1鉢当り5球ずつ植付け、13, 15, 17°Cの3温度下で栽培した。光条件は約2万ルクスの陽光ランプでの8時間照明とそれに続く白熱灯での4時間照明で12時間日長にした。

#### (3) 栽培温度が17~26°Cの実験

**(a) 17°Cと23°Cでの実験** ‘山形’の0.5~1.0g球を9月20日に12cm素焼鉢に1鉢当り5球ずつ植付け、翌年2月9日まで戸外で栽培した。2月9日から3月10日まで鉢を最低15°Cに保った温室に置いた。そして3月10日から鉢を17°Cと23°Cの自然光グロースキャビネット内に移し、自然日長下で温度処理をした。4月12日に生育調査を行った。

**(b) 20~26°Cでの実験** (植付け直後から所定の温度で栽培) ‘山形’の1.5~2.0g球を12月5日から10°Cで29日間、引き続いて5°Cで2週間処理し、その後12cm素焼鉢に1鉢当

り4球ずつ植付け(1月17日), 16時間日長, 20, 23, 26°Cの3温度条件下で栽培した. 光条件は主明期8時間を陽光ランプで照明し, 補光期8時間を白熱灯で照明した. 植付け65日後に生育調査を行った.

(c) 20~26°Cでの実験(貯蔵葉形成後所定の温度で栽培) (b) 実験と同材料を12月5日から5°Cで30日間処理し, その後鉢に植付け(1月4日), 20°Cで栽培した. 光条件は最初の13日間は陽光ランプの8時間照明のみにし, その後は白熱灯で8時間補光して16時間日長にした. 植付け45日後には明白な貯蔵葉の形成が認められたので, 鉢を3区にわけ, その日から20, 23, 26°Cの3温度条件下で栽培した(16時間日長). 3温度条件下での栽培開始19日後(植付け64日後)に生育調査を行った.

**実験3** '山形'の2.5~3.0g球を11月28日から, -2, 0.5, 2, 5, 10°Cで4および8週間処理し, その後15cm鉢に1鉢当たり5球ずつ植付け, ガラス室内のビニール被覆箱内で栽培した. ビニール被覆箱内の気温は温床線と換気扇とにより, 日中晴天時は20~25°C, その他の時は20°Cに保つようにした. 日長は60ワットの白熱灯で日出前および日没後に鉢の上60~80cmの位置から照射して自然日長を補光し, 16時間になるようにした.

**実験4** '山形'の2.0~2.5g球(L球)を11月14日から, 5, 10°C区は1, 2および3週間, 15°C区は4, 8および12週間, 17°C区は8および12週間, そして20°C区は20週間温度処理し, その後15cm鉢に1鉢当たり5球ずつ植付け, 20~25°C(実験3と同様な装置を使用), 16時間日長下で栽培した. なお, 0.5~1.0g球(S球)を用いて, 5°C20週間処理区を設けると共に, L球の場合と同様の区(ただし一部の区のみ)を設けて実験を行った.

**実験5** 供試品種として'山形', 'ほうき', '漢口', '沖繩'および'壱岐早生'を用いた. '山形'は山形県地方の寒地六片種系統に属する在来品種の一つで, 'ほうき'は青森市山城開拓地から入手した在来品種である. 他の品種は佐賀県畑地営農指導所から譲り受けたものであり, 明らかに暖地産の品種である.

5品種を鶴岡市で栽培した場合に見られる性状の差異は以下の通りである. '山形'では花茎が比較的短く, 花序が葉鞘内部に留まることが多いが, 他品種ではほとんどの個体が長い花茎を発達させ, 花序を外部に抽出する. 'ほうき'は他品種に比べて著しく葉の黄変期が遅い(7月上, 中旬に対して7月末). '山形'と'ほうき'の側球の1個重と1株当たりの球重は他品種に比べてかなり大きい. '壱岐早生', '沖繩', '漢口'の側球は小さいが,

Table 1. Mean weight of seed-bulbs at the start time of storage (Exp. 5).

Variety	Storage temperature				Kind of seed-bulb
	5°C	10°C	15°C	20°C	
Yamagata	0.9g	0.7g	0.7g	0.9g	bulblet
Hoki	0.9	1.0	0.9	1.0	small clove
Kanko	0.5	0.6	0.5	0.5	bulblet
Okinawa	0.5	0.6	0.5	0.5	bulblet
Ikiwase	0.4	0.4	0.4	0.4	bulblet and small clove

1株当りの側球数は‘山形’, ‘ほうき’より通常多い。

10月11日から12月10日までの60日間タネ球を5, 10, 15, 20°Cの温度で処理した。各品種の各処理区のタネ球の平均重とタネ球の種類は第1表に示す通りである。12月10日に12cm素焼鉢に1鉢当り5球ずつ植付け、20~25°C条件下(実験3と同様な装置を使用)で栽培した。日長は8, 16, 24時間の3種類とし、午前8時30分から午後4時30分までの8時間を自然光照明とし(主明期)、残りの時間はシルバーポリトウで遮光して白熱灯のみで照明した。植付け40日後、1区につき5株をサンプリングし、一般的生育調査のほか解剖調査により貯蔵葉形成の有無を調べた。以後、植付け138日後まで原則として1週間間隔でサンプリングした。植付け138日後(4月27日)以降はすべての区の日長を自然日長にして栽培した。そして外気温の上昇に伴いビニール被覆箱をガラス室から戸外に出し、さらに外気温が最低ほぼ20°C以上になった時期以降は、鉢を戸外に出して7月25日まで栽培を続けた。

### 結果および考察

#### 実験1 球の休眠段階と低温の貯蔵葉形成誘導効果

ニンク球の休眠段階は適期収穫後約2週間が真休眠期で、以後時の経過と共に休眠が浅くなり、9月上旬には覚醒段階に達することが知られている<sup>20)</sup>。従って本実験の低温処理開始日が7月19日、8月2日、16日の区では後休眠期の球を、9月27日、10月20日の区では休眠覚醒球を低温処理したことになる。

発芽所要日数は植付け時の球の休眠の深さを反映していると考えられるが、発芽所要日数は7月19日区で最も多く、次いで8月2日、16日の両区で、9月27日、10月10日の両区では最も少なかった(第2表)。従って植付け時の球の休眠の深さには明白な3段階の差がみられると云える。

低温の貯蔵葉形成誘導効果の強弱を球ネック比(球径/ネック径)の増大の速さと貯蔵

Table 2. Effects of level of rest of ‘Yamagata’ garlic seed-bulbs on mean days from planting to sprout emergence, and storage leaf formation induced by the chilling storage (Exp. 1).

Period of chilling storage <sup>1)</sup>	Level of rest of seed-bulb	Mean days to sprout emergence <sup>2)</sup>	No. of leaves <sup>3)</sup> of sprout of seed-bulb at planting time <sup>4)</sup>	Node-order of storage leaf which formed <sup>2) 5)</sup>
7/19— 8/16	Deep (postdormancy)	32.3±1.6 (19)	3.4	7.1±0.3 (14)
8/ 2— 8/30	Shallow (postdormancy)	20.7±1.7 (31)	3.7	5.8±0.1 (33)
8/16— 9/13	Shallow (postdormancy)	20.4±1.7 (22)	3.7	6.1±0.1 (14)
9/27—10/25	Out of rest	9.2±0.3 (24)	5.0	6.1±0.1 (15)
10/10—11/ 8	Out of rest	6.6±0.3 (25)	5.0	6.3±0.2 (23)

1) See Fig. 1.

2) Data are expressed as ‘mean±standard error (no. of observed plants)’.

3) All leaves except sprout leaf.

4) Five seed-bulbs per lot were observed.

5) Node-order of the first foliage leaf which formed=1.0, that of the second foliage leaf which formed=2.0,…….

Table 3. Effect of level of rest of 'Yamagata' garlic seed-bulbs on storage leaf formation induced by the chilling storage (Exp. 1).

Period of chilling storage	Days after planting	Bulbing ratio*				
		40	54	68	81	96
7/19— 8/16		—	—	—	2.25±0.27(10)	3.14±0.42( 8)
8/ 2— 8/30		—	—	3.59±0.23(12)	4.52±0.25(11)	6.13±0.30(10)
8/16— 9/13		—	2.46±0.19(10)	2.96±0.34( 5)	—	—
9/27—10/25		1.38±0.06(5)	1.98±0.06( 4)	4.12±0.34( 6)	4.83±0.13( 6)	—
10/10—11/ 8		1.48±0.05(5)	2.64±0.22( 5)	3.96±0.22( 9)	5.07±0.17( 9)	—

\* Bulb diameter/neck diameter.

	Percent of plants formed storage leaves				
	40	54	68	81	96
7/19— 8/16	—	—	—	70	88
8/ 2— 8/30	—	—	100	100	100
8/16— 9/13	—	90	100	—	—
9/27—10/25	0	75	100	100	—
10/10—11/ 8	0	100	100	100	—

葉形成時期の早晩で判定すると、10月10日区と9月27日区で最も強く、次いで8月2日区、8月16日区で、7月19日区では最も弱く、発芽所要日数の場合と同様な3段階の差がみられた(第3表)。

また、植付け後に形成された節の第何節目に貯蔵葉が形成されたかを比較すると、9月27日区、10月10日区ではそれぞれ1.1(=6.1-5.0), 1.3(=6.3-5.0) 節目に

形成されて、節数が最も少く(即ち誘導効果が最も強く)、次いで8月2日区、8月16日区ではそれぞれ2.1(=5.8-3.7), 2.4(=6.1-3.7) 節目に形成され、そして7月19日区では最も多く3.7(=7.1-3.4) 節目に形成された(第2表)。ここでも低温誘導効果に3段階の差がみられ、そして、これは休眠の深さの3段階の差に対応していた。

以上の事実は、低温の貯蔵葉形成誘導効果は休眠期間中の球では覚醒段階の球より弱くあらわれ、さらに同じ休眠期間中の球でも休眠が深いものは浅いものに比べて一層弱くあらわれることを示している。これと同様な現象は球茎植物フリージアの2階球形成誘導の場合にも見られるので<sup>4)</sup>、この現象は低温で球根形成が誘導される球根植物に広くみられる可能性がある。

ところで、ニンニクのタネ球冷蔵早出し栽培の前進化をはかるため、収穫後成るべく早くタネ球を冷蔵して、早く植付ける実験が種々試みられているが、本実験は、冷蔵開始時期の前進には限度があり、収穫後ある程度日数が経過して休眠が浅くなってからでないと冷蔵効果が十分あらわれないことを理論的に明らかにした。もっとも、収穫直後の球の休眠を短期間に浅くする手段として、著者らは30~40°Cの高温処理が有効であることを見出しているが<sup>17)18)20)</sup>、この高温処理を冷蔵前に行い、休眠を人為的に普通貯蔵の場合より早く浅くすれば、冷蔵開始時期を早めうるのではないかと考えられる。実際、川崎(1971)は冷蔵前に30°C処理を行うと、冷蔵の感受性が強まる(発芽や収穫期が早まる)と述べている<sup>7)</sup>。

実験2 栽培温度と貯蔵葉の形成、肥大および葉の伸長  
貯蔵葉の形成、肥大

Table 4. Effects of cultural temperature after chilling the seed-bulbs or the growing plants of 'Yamagata' garlic on inflorescence and cloves formation, and bulb growth under 24-hour daylength (Exp. 2-1).

Cultural temperature	Cultural period (days)	Bulb diameter			Neck diameter		
		54 (mm)	74 (mm)	174 (mm)	54 (mm)	74 (mm)	174 (mm)
5°C		8.5±0.2	7.6±0.2*	8.2±0.1*†	6.5±0.2	5.9±0.2	5.8±0.1
9°C		8.2±0.2*	8.4±0.2*†	—	6.3±0.2	6.4±0.3	—
11°C		7.8±0.1*†‡	11.8±0.8*†	—	5.4±0.1	5.5±0.2	—
13°C		21.8±0.7*†	—	—	5.8±0.4	—	—
		Bulbing ratio			Node-order of cloves which formed		
		54	74	174			
5°C		1.31±0.02	1.29±0.01	1.41±0.02	8.0-9.0 (9)		
9°C		1.30±0.02	1.31±0.04	—	7.9-8.9 (16)		
11°C		1.45±0.03	2.21±0.17	—	7.9-8.9 (17)		
13°C		3.84±0.17	—	—	8.4-9.4 (16)		

Number of observed plants 5 except 'node-order of cloves which formed'. These numbers in parentheses.

\* Young inflorescences observed on dissection.

† Young cloves observed on dissection.

‡ A plant formed a single-storage-leaf bulb.

Table 5. Effects of cultural temperature after planting the seed-bulbs of 'Yamagata' garlic on shoot and bulb (single-storage-leaf bulb) growth under 12-hour daylength (Exp. 2-2).

Cultural temperature	Cultural period (days)	Plant height		No. of emerged foliage leaves		Bulb diameter		Neck diameter	
		60 (cm)	70 (cm)	60	70	60 (mm)	70 (mm)	60 (mm)	70 (mm)
13°C		28.3±1.6	42.1±1.1	3.4±0.2	4.3±0.2	4.5±0.2	6.6±0.2	2.6±0.1	3.2±0.1
15°C		44.2±1.8	47.7±1.3	3.9±0.1	4.4±0.2	5.2±0.2	9.5±0.3	3.0±0.1	3.0±0.1
17°C		44.7±3.0	43.3±0.9	4.2±0.1	4.2±0.1	7.2±0.5	10.5±0.3	2.8±0.1	2.3±0.1
		Bulbing ratio		Node-order of storage leaf which formed					
		60	70						
13°C		1.73±0.04*	2.11±0.07	5.9±0.1(13)					
15°C		1.79±0.06	3.26±0.12	5.6±0.1(20)					
17°C		2.58±0.13	4.61±0.12	5.7±0.1(20)					

Number of observed plants 9 or 10 except 'node-order of storage leaf which formed'. These numbers in parentheses.

Mean number of leaves (except sprout leaf) of sprouts of seed-bulbs at planting time was '4.0±0.0 (5)'.

\* Sixty percent of the plants did not yet formed a visible storage leaf.

Table 6. Effects of cultural temperature after chilling the growing plants of 'Yamagata' garlic on shoot growth, single-storage-leaf bulb formation and bulb growth under natural daylength (12.5-14 hours) (Exp. 2-3-a).

Observation date	Cultural temperature	No. of plants	Plant height	No. of green leaves	Bulb diameter	Neck diameter	Bulbing ratio
			(cm)		(mm)	(mm)	
3/10	—	5	25.6±1.3	3.8±0.2	5.1±0.2	3.5±0.1	1.45±0.04
4/12	17°C	17	42.6±1.3	4.8±0.1	9.9±0.3	4.0±0.2	2.53±0.10
4/12	23°C	17	45.3±1.2	4.3±0.1	10.1±0.3	3.3±0.2	3.22±0.11

Percent of plants			
	Inflorescence and cloves formation	single-storage-leaf bulb formation	Vegetative
3/10	0%	0%	100%
4/12	12	82	6
4/12	0	100	0

The seed-bulbs planted in pots on Sept. 20 and cultured outdoors. The temperature treatment started on March 10.

5～13°Cでの実験では苗の低温処理であったことと、比較的低温での栽培であったので、ほとんどの個体が花序と側球を形成した(第4表)<sup>15)</sup>。この温度範囲内では側球形成節位には差が生じなかったが、側球形成時期(即ち貯蔵葉形成時期)には差が生じ、栽培温度が高い区ほど形成時期が早かった。また球肥大(これは側球の肥大に比例していると考えられる)は9°C以下ではほとんど起こらなかったが、11°C以上では起こり、11°Cから13°Cに温度が上昇すると、肥大が著しく促進された。もっともこの2つの温度区の間、肥大程度の顕著な差には温度差ばかりでなく、主明期の光の強さの差も関わっているであろう。

13～17°Cでの実験でも貯蔵葉形成節位(すべての個体が中心球形成)には明白な差が生じなかったが、球肥大(この場合は貯蔵葉の肥大をほぼ正確に反映している)は、温度が高くなるに従い著しく促進された(第5表)。

17°Cと23°Cでの実験では球肥大には差が認められなかったが、23°C区では100%の中心球形成率を示したのに、17°C区では1個体がまだ栄養生長をしており、2個体が花序を形成していた(第6表)。これは23°C区のほうが、貯蔵葉形成により好適な温度であったことを示唆している。

植付け後すぐに20～26°Cで栽培した実験では、20°C区は100%の中心球形成率を示したが、23、26°Cの両区では各2個体がまだ栄養生長をしていた(他個体はすべて中心球を形成)(第7表)。球肥大も20°C区が他区よりすぐれていた。23、26°C両区の間には球肥大に明白な差はみられなかった。

明白な貯蔵葉(中心球)形成後20～26°Cで栽培した実験では、20°C区で26°C区より球肥大がやや促進されたが、20°Cと23°C、23°Cと26°Cの各2区の間には明白な差はみられなかった(第8表)。

以上の結果は、貯蔵葉形成節位は栽培温度によってはほとんど影響されないが、貯蔵葉

Table 7. Effects of cultural temperature after planting the chilled seed-bulbs of 'Yamagata' garlic on shoot and bulb (single-storage-leaf bulb) growth under 16-hour daylength (Exp. 2-3-b).

Cultural temperature	No. of plants	Plant height (cm)	No. of emerged foliage leaves	No. of emerged green foliage leaves	Bulb diameter (mm)	Neck diameter (mm)	Bulbing ratio	Node-order of storage leaf which formed	Percent of bulbing plants
20°C	17	52.9±1.5	6.8±0.1	4.8±0.1	11.0±0.5	3.4±0.1	3.32±0.17	8.0±0.1	100
23°C	15	45.8±1.5	6.9±0.2	4.7±0.2	8.7±0.6	3.4±0.1	2.63±0.18	8.3±0.1	87
26°C	20	47.0±1.1	6.7±0.1	4.3±0.1	9.4±0.6	3.4±0.1	2.83±0.11	8.1±0.1	90

Observed after cultured at the test temperatures for 65 days.

Table 8. Effect of cultural temperature after forming storage leaves of 'Yamagata' garlic plants on bulb (single-storage-leaf-bulb) growth under 16-hour daylength (Exp. 2-3-c).

Cultural temperature	No. of plants	Bulb diameter (mm)	Neck diameter (mm)	Bulbing ratio	Node-order of storage leaf which formed
20°C	16	12.3±0.4	3.1±0.1	4.04±0.17	7.3±0.1
23°C	19	11.7±0.3	3.2±0.1	3.72±0.10	7.3±0.1
26°C	19	11.1±0.5	3.2±0.1	3.49±0.16	7.4±0.1

Observed after cultured at the test temperatures for 19 days.

の肥大速度は著しく影響され、20°Cが適温で、17°C以下では温度が低下するにつれ肥大速度が急激に小さくなり、9°C以下ではほとんど肥大が認められなくなることを示している。この結果と、東北地方の露地普通栽培での側芽の貯蔵葉形成開始期の平均気温が約10°Cであったという事実とから<sup>1)</sup>、貯蔵葉の形成、肥大過程がスムーズに進行するためには10°C以上の温度が必要であると考えられる。

26°C以上の温度についてのデータはないが、30°C以上の温度では温度の上昇と共に生長が著しく不良になること、また30°C以上の温度には低温による貯蔵葉形成誘導効果を消去して、貯蔵葉を形成させない作用があること<sup>16)</sup>などから考えて、26°C以上の温度では温度の上昇と共に貯蔵葉の形成、肥大が急激に不良になることが予想される。従って実用的な肥大適温域は17~26°C(ただし気温であって、地温ではない)といえる。これはタマネギの場合の15~25°Cと似ている<sup>22)</sup>。

なお、小川ら(1975)は地温を10, 12.5, 15, 20, 25°Cにした場合の結球状態(球部の肥大程度)を調べて、地温が高いほど肥大が速く進んだと報告している<sup>12)</sup>。本実験の結果と比べると、25°C区が20°C区より肥大が速く進んだという点を除いて同傾向を示している。

ところで、球肥大に関して地温と気温のどちらがより大きな効果を示すかということについては、タマネギで若干調べられている<sup>21)</sup>。それによると、地上部が適温下におかれれば、地下部が低温下におかれても球肥大は良好であったが、その逆の地上部が低温下におかれて、地下部が適温下におかれた場合には球肥大がおこらないか、前者の場合より劣ったということである。この結果は、球肥大は主として気温に左右され、地温の効果は小さ

いことを示している。小川らの実験においては気温は地温と同じになるよう管理されたが、気温が地温より若干上昇した時や低下した時があったということである。このうち上昇は多分昼間の晴天時におこり、低下は冬期間に実施していることから、夜間や昼間の非晴天時におこったのであろう。そして、低下は高い温度区ほど大きくなったのであろう。それで、地温 25°C 区の気温が地温 20°C 区のそれより球肥大適温に近くなったということは十分考えられる。もしこれが事実ならば、本実験の結果と小川らの実験結果は全温度区で同傾向を示したということになる。

### 葉の伸長

葉の伸長 (草丈) は 13°C では 15°C に比べて著しく劣ったが (第 5 表), 15~26°C の間では大差はなかった (第 5, 6, 7 表)。

### 実験 3 貯蔵葉形成誘導適温

処理温度の貯蔵葉形成誘導効果の強弱は、植付け後の肥大速度の大小や貯蔵葉形成節位の高低で判定することができるが、本実験では後者の方法をとった。すなわち、処理終了時 (植付け時) における誘導効果の強さを植付け後に分化した何枚目の葉が貯蔵葉化したかで判定することにした。この値、すなわち貯蔵葉形成節位の値から植付け時の分化葉数を差引いた値は小さいほど誘導効果が強いといえる。

8 週間処理で上記の値が最も小さかったのは 2°C 処理 (値は 0.9) で、以下 5°C (1.1), 10°C (1.3), 0.5°C (1.6) 処理の順であった (第 9 表)。4 週間処理では植付け時の分化葉数を調査していないが、処理期間中の増加葉数を 8 週間処理の場合の 1/2 と仮定すれば差引き値が最も小さくなるのは、2°C 処理 (値は 1.3) で、以下 5°C (1.8), 0.5°C (2.4), 10°C (2.6) 処理

Table 9. Effect of storage temperature of 'Yamagata' garlic seed-bulbs on storage leaf formation when cultured at 20-25°C under 16-hour daylength (Exp. 3).

Storage period	Storage temperature	No. of leaves of sprout of seed-bulb at planting time	Node-order of storage leaf which formed	Mean days to sprout emergence
4 weeks	- 2°C	—	13.1±0.5( 9)†	9.8±1.7
	0.5	(5.55)*	7.9±0.3( 9)	9.2±1.6
	2	(5.7) *	7.0±0.0(11)	7.2±0.5
	5	(5.7) *	7.5±0.2(12)	6.2±0.6
	10	(5.85)*	8.4±0.2(12)	6.2±0.4
8 weeks	0.5	5.7±0.3	7.3±0.2(11)	
	2	6.0±0.0	6.9±0.1(11)	
	5	6.0±0.0	7.1±0.1(12)	
	10	6.3±0.0	7.6±0.2( 8)	

Mean number of leaves (except sprout leaf) of sprouts of seed-bulbs at the start time of storage was '5.4±0.2'.

† On the 186th day after planting, 18 percent of plants (3 plants) of this lot were vegetative yet. All plants of other lots had formed storage leaves before the 110th day after planting.

\* Estimated values.

の順になる。-2°C 処理では貯蔵葉未形成個体が18%も生じた。以上の結果は、貯蔵葉形成誘導適温は2°Cで、温度がこれより高低に隔たるに従って誘導効果が弱くなることを示している。そして、高いほうの温度域では効果の低下がゆるやかであるが、低いほうのそれでは急激で、0.5°C以下では著しく弱くなり、-2°C前後の温度が貯蔵葉形成誘導の可能な下限温度であることを示している(ただし4週間処理, 16時間日長栽培の場合)。

MANNら(1958)も0, 5, 10, 15, 20°C処理の球肥大に及ぼす効果を、植付け後温室(昼夜21°Cに保つ)栽培あるいは露地栽培をして検討している<sup>11)</sup>。その結果によると、温室栽培区では5°C処理区(16週間処理で、植付け後16.5時間日長で栽培)の球肥大が最も速く、次いで0, 10°C処理区がほぼ同程度に速かったので、本実験の結果とほぼ一致している。露地栽培区では0°C処理区の球肥大が5°C処理区のそれと同程度か最も早く、温室栽培区の結果と少し異なっているが、これについてMANNらは言及していない。

なお、発芽は5, 10°C処理区で最も早く、2°C処理区でこれより少し遅く、0.5, -2°C処理区ではこれよりさらに遅かった。

Table 10. Effect of storage period of 'Yamagata' garlic seed-bulbs on the highest storage temperature capable of induction of storage leaf formation when cultured at 20-25°C under 16-hour daylength (Exp. 4).

Size of seed-bulb	Storage period (week)	Storage temperature (°C)	No. of leaves of sprout of seed-bulb at planting time	Node-order of storage leaf which formed	
Large	1	5	ca. 5.8	13.8±0.2 (13)	
	2	5	ca. 5.8	10.3±0.3 (10)	
	3	5	ca. 5.8	7.7±0.1 (12)	
	1	10	ca. 5.8	15.1±0.7 (10)*	
	2	10	ca. 5.8	12.2±0.3 (11)	
	3	10	ca. 5.8	9.6±0.2 (13)	
	4	15	6.0±0.0	13.2±0.4 (10)	
	8	15	6.3±0.3	9.9±0.2 (12)	
	12	15	—	9.0±0.3 (11)	
	8	17	—	14.3±0.5 ( 8)	
	12	17	—	11.7±0.6 ( 9)	
	20	20	—	V.G.	
	Small	1	5	4.4±0.2	11.1±0.5 (12)
		20	5	5.0±0.4	5.6±0.2 ( 8)
		1	10	ca. 4.4	11.1±0.2 (10)
2		10	ca. 4.4	9.8±0.3 (10)	
3		10	ca. 4.4	7.8±0.2 (12)	
4		15	5.0±0.0	10.5±0.4 (11)	
8		15	5.8±0.3	8.4±0.2 (10)	
12		15	—	6.2±0.3 ( 6)	

The range of weight of the large seed-bulbs was between 2.0 and 2.5 gram, and that of the small seed-bulbs between 0.5 and 1.0 gram.

V. G. = vegetative growth. All plants of this lot were yet vegetative on the 263rd day after planting.

\* All plants except one had formed storage leaves before the 221st day after planting, but a plant was yet vegetative on the 263rd day after planting.

#### 実験4 貯蔵葉形成誘導の可能な上限温度と処理期間との関係

5°C 処理では1週間処理でも貯蔵葉が100%形成された。10°C, 1週間処理ではS球では貯蔵葉が100%形成されたが、L球では1個体が未形成であった(第10表)。従って1週間処理の場合の貯蔵葉形成誘導の可能な上限温度は10°C前後と考えられる。

20°C 処理では20週間処理でも貯蔵葉が形成されなかったが、17°C 処理では8週間処理で全個体が貯蔵葉を形成した。従って8~20週間処理の場合の貯蔵葉形成誘導の可能な上限温度は17°C以上20°C未満の範囲内にあると考えられる。

一般に全データから推定して、処理期間が長くなるに従い、上限温度が高くなると思われる。

どの処理期間でも、処理温度が上限温度に近い場合には、植付け時の分化葉数と貯蔵葉形成節位との差が著しく大きくなっており、上限温度に近い処理区では貯蔵葉化が植付け後かなりの日数が経過してから分化した葉で起こったことを示している。これは、これらの処理区では誘導効果が弱く、植付け後貯蔵葉化が起るための条件が満たされるまでの期間が長かったためと思われる。なお、貯蔵葉化が起るための条件が満たされるまでの期間は、低温誘導が強いほど、また日長が長いほど短かくなると考えられる(実験5;第2, 3図)。

Table 11. Effects of storage temperature of garlic seed-bulbs, daylength and variety on storage leaf formation when cultured at 20-25°C (Exp. 5).

Variety	Daylength (hour)	No. of days from planting to forming storage leaf			
		5°C	10°C	15°C	20°C
Yamagata	8	75	89	V. G. <sup>1)</sup>	V. G. <sup>1)</sup>
	16	40 <sup>2)</sup>	47	131	V. G. <sup>1)</sup>
	24	—	—	61	75
Hoki	8	(V. G.) <sup>3)</sup>	V. G. <sup>1)</sup>	V. G. <sup>1)</sup>	—
	16	47	54	V. G. <sup>1)</sup>	V. G. <sup>1)</sup>
	24	—	—	75	96
Kanko	8	—	—	V. G. <sup>1)</sup>	—
	16	40 <sup>2)</sup>	40 <sup>2)</sup>	103-227 <sup>4)</sup>	V. G. <sup>1)</sup>
	24	—	—	47	—
Okinawa	8	—	—	V. G. <sup>1)</sup>	—
	16	40 <sup>2)</sup>	40 <sup>2)</sup>	103	131
	24	—	—	40 <sup>2)</sup>	—
Ikiwase	8	—	—	68	110-131 <sup>5)</sup>
	16	40 <sup>2)</sup>	40 <sup>2)</sup>	40 <sup>2)</sup>	47
	24	—	—	40 <sup>2)</sup>	—

- 1) V. G. = vegetative growth. On the 227th day after planting, all plants of these lots were yet vegetative.
- 2) Before 40 days, storage leaves were formed.
- 3) On the 124th day after planting, all plants of this lot were sampled, but no storage leaf was observed.
- 4) All plants formed storage leaves between the 103rd day and the 227th day after planting.
- 5) The part of the plants of this lot had formed storage leaves before the 110th day after planting, but the rest formed those between the 110th day and the 131st day after planting.

### 実験5 貯蔵葉の形成誘導の可能な上限温度と形成可能な限界日長の品種間差異

著者らの第3報<sup>3)</sup>のデータを検討すると、それは‘山形’の貯蔵葉形成誘導の可能な、タネ球の植付け前処理温度の上限は植付け後の日長により異なってくることを、また貯蔵葉形成可能な限界日長は処理温度により異なってくることを示している。本実験はこれらの点を考慮して、5品種の貯蔵葉の形成誘導の可能な上限温度(低温要求性)と貯蔵葉の形成可能な限界日長(長日要求性)を比較検討したものである。

‘山形’は8, 16時間日長栽培では、タネ球の低温処理期間が2カ月の場合は(処理期間はすべて2カ月のみなので、以下の記述ではこの条件の記述を略する)、上限温度はそれぞれ10°C以上15°C未満, 15°C以上20°C未満の間の温度であった(第11表)。これは16時間以下の日長栽培では絶対的低温要求性(貯蔵葉形成がおこるためには20°C未満の温度条件の経過が必要である性質)があることを示している。しかし、24時間日長栽培では、20°C処理区でも貯蔵葉が形成され、絶対的低温要求性はみられなくなった。しかし、この日長条件下でも15°C処理区では20°C処理区より貯蔵葉の形成が早く、形成節位もやや低くなったので、低温条件を経過したほうが貯蔵葉形成が促進される性質、すなわち相対的低温要求性はみられた(第11表, 第2図)。なお、35°C処理球が20°C処理球とほぼ同程度に貯蔵葉を形成すること<sup>3)</sup>から考えて、20°C以上の温度には、20°C以下の温度でみられたような温度の低下と共に貯蔵葉形成誘導効果が強くなる傾向はないと考えられる。

上記の上限温度についての考え方を逆にすれば、限界日長が明らかになる。15°C処理区では16時間日長栽培での貯蔵葉形成が非常に遅れたので、限界日長は16時間かそれよりやや短いところにあるとみなされる。すなわち、15°C以上の処理区では絶対的長日要求性(貯蔵葉形成のためには長日条件が必要である性質)を示した。しかし、処理温度が10°C以下の場合には限界日長が8時間以下になって、相対的長日要求性(短日条件下でも貯蔵葉の形成が起るが、日長が長くなるほど形成が促進される性質)のみを示すようになった。

‘ほうき’は8時間日長栽培では、5°C処理区でも植付け後124日までに貯蔵葉を形成しなかった。8時間日長条件下では強い低温誘導処理を行っても貯蔵葉の形成が極めて困難であると考えられる。

16時間日長栽培では、‘ほうき’の上限温度が10°C以上15°C未満の間の温度になり、‘山形’の場合よりも強い絶対的低温要求性を示したが、24時間日長栽培では、‘山形’の場合と同様、絶対的低温要求性を示さなくなった。

‘ほうき’の限界日長と長日要求性に関しては次のとおりである。処理温度が15°C以上

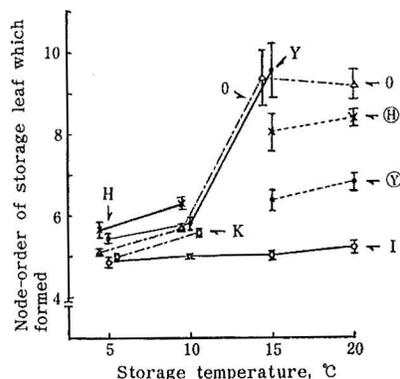


Fig. 2. Effects of storage temperature of garlic seed-bulbs and variety on node-orders of storage leaves which formed when cultured at 20-25°C under 16-hour or 24-hour daylength. (Exp. 5). Y='Yamagata', I='Ikiwase', O='Okinawa', K='Kanko', H='Hoki'. The above cultured under 16-hour daylength. The following cultured under 24-hour daylength. (Ⓢ)='Yamagata', (Ⓢ)='Hoki'.

の場合は、限界日長が16時間より長くなり、‘山形’の場合よりも強い絶対的長日要求性を示した。処理温度が5, 10°Cの場合は限界日長が8時間と16時間の間になったが、10°Cのほうが5°Cより限界日長は長いと予想される。

‘漢口’の16時間日長栽培では、上限温度が15°C以上20°C未満の間の温度になり、‘山形’と似た絶対的低温要求性を示したが、10°C処理、16時間日長栽培区と15°C処理、24時間日長栽培区の貯蔵葉形成時期はいずれも‘山形’の担当する区よりやや早かった。従って、‘漢口’は‘山形’よりやや高い処理温度、やや短い日長で貯蔵葉形成が可能であると思われる。すなわち、低温、長日の両要求性が‘山形’よりやや弱いと思われる。

‘沖繩’の16時間日長栽培では、20°C処理区でも貯蔵葉の形成がみられ、絶対的低温要求性がみられなかった。しかし、16時間日長栽培で処理温度が10°Cから15°Cに上昇すると、‘山形’や‘漢口’、‘ほうき’と同様貯蔵葉形成時期が著しく遅くなり、また貯蔵葉形成節位が著しく高くなった(第11表, 第2図)。すなわち、強い相対的低温要求性を示した。

‘沖繩’の15°C処理区の限界日長は、16時間日長栽培区の貯蔵葉形成時期がかなり遅かったので、16時間よりやや短い時間であると予想されるが、貯蔵葉形成時期が、‘山形’や‘漢口’よりも早かったので、限界日長はこれらの品種よりも短い時間であると思われる。すなわち‘沖繩’の長日要求性は‘ほうき’、‘山形’、‘漢口’より弱いと思われる。

‘宍岐早生’では8, 16時間の両日長栽培区の20°C処理区で貯蔵葉の形成がみられ、絶対的低温要求性は認められなかった。相対的低温要求性は8時間日長栽培では明白に認められたが、16時間日長栽培では、5, 10, 15, 20°Cの各処理区の貯蔵葉形成時期、形成節位の差が極めて小さく(第11表, 第2図)、相対的低温要求性はあまり認められなかった。

一方、‘宍岐早生’は20°C処理、8時間日長栽培でも貯蔵葉が形成されたので、低温経過球でも限界日長は8時間以下になり、絶対的長日要求性は認められなかった。しかし、相対的長日要求性は15°C処理でも20°C処理でも明瞭に認められ(第3図, 第11表)、後者のほうが強かった。一般にニンニクは、低温誘導が十分になれば、日長効果が目立たなくなり、また日長が長くなれば低温効果が目立たなくなるが、‘宍岐早生’はその傾向が特に強いようである。これは、この品種が品種の特性として、潜在的に高い貯蔵葉形成能力を持っていて、弱い低温誘導で、またそれほど長くない日長処理で貯蔵葉形成能力が最大限度の大きさに近くまで達するためと思われる。

なお、小川ら(1975)は、自然の低温にある程度あわせて後に、低温、短日条件下で栽培した場合、熱帯・亜熱帯地方の品種の球肥大・成熟は‘宍州早生’ (‘宍岐早生’) のそれよりかなり早かったと報告している<sup>12)</sup>。おそらく、これらの品種は‘宍岐早生’より低温要求性がさらに弱いのか、全くないため、自然の低温処理終了時の貯蔵葉形成能力が‘宍岐早生’

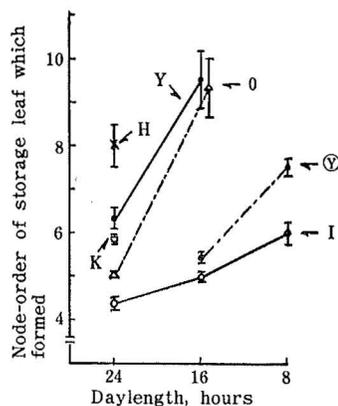


Fig. 3. Effects of daylength and variety of garlic on node-orders of storage leaves which formed when seed-bulbs stored at 15°C or 5°C for 60 days were cultured at 20-25°C (Exp. 5). For symbols see Fig. 2. Y, I, O, K and H stored at 15°C. ⊙ stored at 5°C.

より大きく、低温、短日という球肥大・成熟過程の進行に不良な条件下でも比較的速やかに球肥大成熟過程が進行したものと思われる。

### 摘 要

ニンニクの品種‘山形’、‘ほうき’、‘漢口’、‘沖繩’および‘宍岐早生’の球芽または側球を供試して、温度と日長の貯蔵葉形成に及ぼす影響を調査した。

1) ‘山形’の球芽の休眠は、収穫後20°C以上の貯蔵条件下で、日数の経過と共に次第に浅くなった。そして、球芽の休眠が浅くなると共に、植付け前低温処理の貯蔵葉形成誘導効果が大きくなった。

2) ‘山形’の球芽または苗の低温による貯蔵葉形成誘導処理後の栽培温度は、貯蔵葉形成節位にはほとんど影響を及ぼさなかったが(5~26°Cの範囲で)、形成された貯蔵葉の肥大には著しい影響を与えた。肥大適温は20°Cであったが、17~26°Cの範囲では肥大程度の差は小さかった。しかし、17°C以下では温度の低下につれ、肥大速度が著しく小さくなり、9°C以下ではほとんど肥大がみられなかった。

3) ‘山形’の球を植付け前に温度処理した場合の貯蔵葉形成誘導適温は2°Cであった。2°C以下では温度の低下に伴う誘導効果の低下が急激であったが、2°C以上では温度の上昇に伴う誘導効果の低下が小さかった。十分な貯蔵葉形成誘導が可能な下限温度は、4週間処理、16時間日長栽培の場合は-2°C前後にあった。上限温度は、1週間処理、16時間日長栽培の場合は10°C前後にあったが、8~20週間処理の場合は17°Cと20°Cの間にあった。一般に、処理期間が長くなると上限温度が高くなった。

4) 暖地産品種‘宍岐早生’、‘沖繩’および‘漢口’、そして寒地産品種‘山形’および‘ほうき’について、十分な貯蔵葉形成誘導が可能な植付け前処理温度の上限および貯蔵葉形成可能な植付け後の限界日長を調査した。24時間日長では5品種とも上限温度は20°C以上であった。16時間日長では‘宍岐早生’と‘沖繩’の上限温度は20°C以上であったが、他の品種は20°C未満であった。‘漢口’と‘山形’の上限温度は共に15°C以上20°C未満であったが、‘漢口’のほうが少し高いようであった。‘ほうき’の上限温度は10°C以上15°C未満であった。8時間日長では‘宍岐早生’の上限温度は20°C以上であったが、他品種では15°C未満であった。一般に日長が短くなると共に上限温度は低くなった。品種別では、‘宍岐早生’の上限温度が概して最も高く、以下‘沖繩’、‘漢口’、‘山形’、‘ほうき’の順に後のものほど低かった。また限界日長は処理温度が低くなると(20°C→5°C)、一般に短くなった。品種別では、‘宍岐早生’の限界日長が概して最も短かく、以下‘沖繩’、‘漢口’、‘山形’、‘ほうき’の順に後のものほど長かった。

### 引用文献

- 1) 青葉 高. 1966. ニンニクの球形形成に関する研究(第1報)タネ球の大きさ、日長、品種が球形形成および花序の分化、發育に及ぼす影響. 園学雑. 35(3): 284-290.
- 2) —. 1971. 同上(第2報)低温処理の影響. 山形農林会報. 28: 35-40.
- 3) 青葉 高・高樹英明. 1971. 同上(第3報)タネ球の低温処理ならびに植付け後の日長条件の影響. 園学雑. 40(3): 240-245.

- 4) 青葉 高. 1974. 球根植物の球形形成に及ぼす温度の影響 (第4報) 休眠期間中の低温処理がフリージアの二階球形形成に及ぼす影響. 園学雑, **43** (1): 69-76.
- 5) 比屋根義一. 1965. にんにく種球の低温処理が生育収量に及ぼす影響. 琉球農試研報, **2**: 57-63.
- 6) 勝又広太郎. 1966. 暖地におけるニンニクの品種と栽培. 農及園, **41** (11): 1628-1634.
- 7) 川崎重治. 1971. ニンニクに関する研究 (第1報) 種球の温度処理に関する研究. 昭和46年度園芸学会春季大会要旨 (九州支部昭和45年度大会要旨): 416.
- 8) 木藤繁樹・福岡省二・阿部泰典. 1975. ニンニクの早採り栽培に関する研究. 徳島農試研報, **14**: 25-30.
- 9) 幸地一郎・松江喜三郎. 1959. にんにくの低温処理に関する研究 (I) 感温性の品種間差異. 九州農業研究, **21**: 134-135.
- 10) MANN, L. K. 1952. Anatomy of the garlic bulb and factors affecting bulb development. *Hilgardia*, **21** (8): 195-251.
- 11) MANN, L. K., and P. A. MINGES. 1958. Growth and bulbing of garlic (*Allium sativum* L.) in response to storage temperature of planting stocks, daylength, and planting date. *Hilgardia*, **27** (15): 385-419.
- 12) 小川 勉・森 憲昭・松原德行. 1975. ニンニクの分布と結球生態に関する研究. 長崎総合農試研報 (農業), **3**: 3-21.
- 13) 島田恒治・庄崎 一. 1954. 胡の品種改良に関する研究. I. 花, 珠芽, 地下鱗茎の分化, 生長について. 佐賀大学農学彙報, **2**: 1-33.
- 14) 高樹英明・青葉 高. 1972. ニンニクの球形形成に関する研究 (第4報) 花序分化におよぼす温度と日長の影響. 昭和47年度園芸学会春季大会要旨: 170-171.
- 15) ————. 1973. 同上 (第6報) 花序形成と中心球形形成の条件. 昭和48年度園芸学会秋季大会要旨: 250-251.
- 16) ————. 1974. 同上 (第7報) 高温処理による低温誘導効果の消去. 昭和49年度園芸学会秋季大会要旨: 148-149.
- 17) ————. 1975. 同上 (第8報). 貯蔵温度と休眠レベルの低下. 昭和50年度園芸学会春季大会要旨: 140-141.
- 18) ————. 1975. 同上 (第4報) 鱗茎の休眠と発芽, 発根におよぼす貯蔵温度の影響. 山形農林学報, **32**: 71-79.
- 19) ————. 1976. 同上 (第5報) 補光期の光源の種類が生育と球および花序の形成に及ぼす影響. 山形大学紀要 (農学), **7** (3): 401-418.
- 20) ————. 1976. 同上 (第10報) 発芽に関する貯蔵温度効果に影響を与える要因. 昭和51年度園芸学会秋季大会要旨: 114-115.
- 21) 寺分元一. 1975. タマネギのりん茎形成に及ぼす低温の影響. 昭和50年度園芸学会春季大会要旨: 188-189.
- 22) 八鍬利郎. 1975. 球形形成に及ぼす温度の影響. 北海道のタマネギ (農業技術普及協会, 北海道): 72-74.
- 23) 山田嘉夫. 1963. 胡の栽培に関する実験的研究. 佐賀大学農学彙報, **17**: 1-38

### Summary

The present work was conducted to investigate effects of temperature and day-length on the formation and growth of storage leaves in the following varieties of garlic: 'Yamagata', 'Hoki', 'Kanko', 'Okinawa' and 'Ikiwase'.

1. After harvest, rest of bulblets of 'Yamagata' decreased gradually in storage at temperatures of 20°C or higher. As rest of bulblets decreased, the effect of preplanting chilling storage on the induction of storage leaf formation increased.

2. Seed-bulbs or growing plants of 'Yamagata' were chilled to induce storage leaf formation and then cultured at temperatures between 5 and 26°C. Those temperatures had marked effect on storage leaf growth but little effect on the node-order of the storage leaves which formed. The optimum temperature of storage leaf growth was found to be 20°C, though the rates of storage leaf growth at temperatures between 17 and 26°C differed little from that at 20°C. Below 17°C, however, lowering temperature greatly retarded the rate of storage leaf growth, and below 9°C, storage leaves scarcely developed.

3. The optimum preplanting storage temperature of seed-bulbs of 'Yamagata' to induce storage leaf formation was found to be 2°C. Below 2°C, lowering temperature reduced greatly the inductive effect, and above 2°C, rising temperature lowered slightly the inductive effect. The lowest preplanting storage temperature capable of inducing storage leaf formation was nearly -2°C when seed-bulbs stored for 4 weeks were cultured at 20-25°C under 16-hour daylength. The highest preplanting storage temperature capable of inducing storage leaf formation (=HPST) was nearly 10°C when seed-bulbs stored for a week were cultured at 20-25°C under 16-hour daylength, but HPSTs in the cases of seed-bulbs stored for 8 to 20 weeks were between 17 and 20°C. Generally, HPST rose with a lengthening of the storage period.

4. HPSTs and the shortest postplanting daylengths capable of forming storage leaves (SPD) of 'Ikiwase', 'Okinawa', 'Kanko', 'Yamagata' and 'Hoki' were investigated. The former three varieties are cultivated at the warm regions of Japan and the latter two varieties at the cool regions of Japan. Under a 24-hour daylength, the HPSTs of all varieties were not less than 20°C. Under a 16-hour daylength, the HPSTs of 'Ikiwase' and 'Okinawa' were not less than 20°C, but those of other varieties were less than 20°C. Those of 'Kanko' and 'Yamagata' were between 15 and 20°C, with the HPST of 'Kanko' appearing to be slightly higher than that of 'Yamagata'. The HPST of 'Hoki' was between 10 and 15°C. Under an 8-hour daylength, the HPST of 'Ikiwase' was not less than 20°C, but those of other varieties were less than 15°C. Generally, a shortening of the daylength caused a lowering of HPST. HPSTs in the cases of various daylengths of 'Ikiwase' were usually the highest of five varieties, and in decreasing order were the HPSTs of 'Okinawa', 'Kanko', 'Yamagata' and 'Hoki'. Generally, with a lowering of storage temperature (20→5°C), SPD shortened. SPDs in the cases of storages at various temperatures of 'Ikiwase' were usually the shortest of five varieties, and in increasing order were the SPDs of 'Okinawa', 'Kanko', 'Yamagata' and 'Hoki'.