

タマネギの球形成および休眠に関する研究

青 葉 高

(山形大学農学部園芸学研究室)

昭和38年8月31日受領

Studies on Bulb Formation and Dormancy in Onion

Takashi AOBA

(Laboratory of Horticulture, Faculty of Agriculture, Yamagata University)

目 次

緒 言	2
第1章 タマネギ球の構成の様相	4
第1節 球形成の過程	4
第2節 球の大小と球構成葉の様相との関係	11
第3節 品種を異にした球の構成葉の様相	14
第4節 掘上げ後の球の萌芽過程	16
第5節 球構成葉の種類とその解剖学的観察	21
第6節 摘 要	24
第2章 環境要因および栽培条件が球構成葉の様相ならびに萌芽期におよぼす影響	25
第1節 播種期を異にしたタマネギ苗の球形成の状況および萌芽期	25
第2節 日長条件が球形成および萌芽期におよぼす影響	27
第1項 球形成開始後の短日処理が球形成および萌芽期におよぼす影響	27
第2項 球形成前の短日期間の長短, および掘上げまでの長日期間の長短が球形成 および萌芽期におよぼす影響	31
第3項 程度を異にした日長条件が球形成および萌芽期におよぼす影響	37
第4項 日長処理の部分的影響	40
第3節 掘上げ時期の早晚および掘上げ後の処理が球構成葉の様相および萌芽期におよ ぼす影響	42
第4節 掘上げ後の貯蔵温度が萌芽期および球構成葉の様相におよぼす影響	46
第5節 摘 要	53
第3章 球形成と他の生理現象および体内条件との関係	55
第1節 分けつ芽の分化と球形成との関係	55
第2節 球形成と花序の発育との関係	63
第3節 球の可溶性固形物含量と萌芽期との関係	66
第4節 摘 要	70
総合考察	71
総合摘要	79
参考文献	81
英文要旨	88
附 図	93

緒 言

タマネギは球が形成されて始めて食用に供されるそ菜で、通常大球ほど商品価値が高い。このため大球の形成される条件について多くの実験・研究が行なわれてきた^(2,3,5,18,19,29,34,58,82,97,123,137)。その結果、タマネギの球形成は主として日長⁽³⁷⁾温度条件^(139,140)により支配されるが、苗令^(66,67)栄養条件等⁽¹¹⁸⁾の諸条件も関係することが知られ、これらの知識は実際上にも利用されてきた^(34等)。

球形成はまた休眠、抽苔等栽培上重要な問題となる生理現象とも密接な関係をもつものと考えられている⁽⁵⁰⁾。

タマネギの球形成と日長との関係については GARNER 等の研究⁽³⁷⁾以来多くの研究が行なわれ^(2,3,6,18,40,50,72,76,77,117,139)、球形成は長日条件により起ることが確認され、必要とする限界日長は品種により12~16時間と差のあることが認められた^(2,3,40,58,91)。本邦においては限界日長が約14.25時間の札幌黄が北海道に、13時間内外の泉州黄が関西を中心にして広く内地に栽培されている^(3,58)。これは生態学的にみて合理的な栽培型であつて^(3,58)、我国で選抜育成された比較的短日長肥大型の貝塚早生および愛知白は同様な理由から暖地において特性が発揮される^(2,3,58)。

日長刺激は主として成葉の葉身部で感受され、長日2日間で球形成反応が始まり、緑葉が失われると球肥大は停止する^(46,49,50)。また日長刺激により球形成がある程度進行した苗は、それを短日条件下に移しても球形成は続き^(6,50)、限界日長以上の長日は球形成を促進するが、15~24時間日長の長日条件に対する球形成反応は品種によつて幾分差異がある⁽⁷⁷⁾。

タマネギの生育適温をみると、根は12~20°C、地上部は20~25°Cとされ、25~30°C以上では生育はかえつて抑制される^(34,97,114,123)。球形成は十分な日長条件下においても15.5°C以下では行なわれず、21~27°Cで促進される⁽¹³⁹⁾。また夜温の高い場合球形成は促されると云われ⁽⁵⁰⁾、球形成に対する低温の限界は品種によつて異なることがみられている^(1,5)。

球形成は栄養条件により影響される点が大きく^(36,44,113,152)、一定限界以上の日長のもとでは窒素栄養のいかんにかかわらず球が形成されるが、限界日長に近い日長下では窒素栄養の不足な場合肥大開始期は促進される⁽¹¹⁷⁾。球形成には水分を必要とするが、苗を掘上げて長日条件下におくと外葉の水分の奪取により内葉の葉鞘は肥厚する⁽⁵⁰⁾。

長日条件による葉鞘の肥厚反応は幼苗期からみられるが⁽²⁶⁾、球の完成のためにはある程度の基本栄養生長を必要とし、愛知白、泉州黄、札幌黄はそれぞれ4、5、6葉以上の成葉をもつ苗(以下 onion plant を呼称)が長日下で球を形成する^(66,67)。HEATHは球形成には一定の葉面積を要するものと考えている⁽⁵⁰⁾。

球形成と他の生理現象との関係をみると、花序の発育は球形成と拮抗する現象と考えられている^(47,48,50,114)。球形成と分けつ現象との間にも関係があると思われ、大球の形成され易い大苗の場合球割れが起り易い^(84,85,86,137,151)。

タマネギ球が相当長い不萌芽期間をもつことは実用上重要な性質であるため、不萌芽期間の品種間および個体間の差異^(18,33,35,41,58,90,97)栽培条件^(29,82)、成分施肥量^(21,44,83,113,152)掘取期頃の圃場の土壌水分の多少^(22,27,29,89)、貯蔵条件等が^(9,22,23,35,53)不萌芽期間におよぼす影響について調査が行なわれてきた。上記の不萌芽は休眠に伴なつて起るものであるが、休眠は球形成に伴なつて起り、両者の間には密接な関係があるものと思われる。従来は不

萌芽期間と休眠期間とを混同する場合が多かつたが^(34,129), BOSWELLは催芽法によりタマネギの休眠期間は約8週間とし^(22,68) 緒方等は萌芽期以前の球内の代謝が盛になる時期を休眠覚醒期と呼んでいる^(102,105,106).

タマネギ球の萌芽期は冷蔵または30°Cの高温で貯蔵した場合遅く^(73,101,140), 10~11°C⁽⁷³⁾, 13~17°C⁽⁴³⁾, あるいは16~20°C⁽⁶⁸⁾で貯蔵した場合早い. また加傷^(22,88), 酸素の供給⁽⁸⁸⁾, 減圧して球に水を吸収させた場合には萌芽期は促進される⁽⁸⁸⁾. 乾燥条件では萌芽期は遅れ^(50,104), 多湿な場合は発根も萌芽も早まる^(103,104,131,153,159). また30°C15~30日処理^(4,9), 0°C前後の低温処理⁽⁴³⁾により萌芽期は促進されることが報告されている⁽⁸⁸⁾. しかし以上の各条件が休眠期間を短縮したのか休眠覚醒後の生長を促進したものかは明らかにされていない.

萌芽期は球の可溶性固形物含量の多い場合^(20,33,41,89,92) 硬度の大なる品種⁽⁹⁰⁾および早掘りした場合おそい^(22,23,53,60,61,119,126).

しかし, タマネギの休眠機構はまだ必ずしも明らかでなく HEATH は特殊ホルモン様物質によるとの仮説を設けて説明し⁽⁵⁰⁾, 最近, 休眠に伴うオーキシシンレベルの変化^(52,76,78,106,144) 球内の代謝の変化の状況^(102,105,106), あるいは球含有成分の生長抑制作用が調査されている⁽⁷⁶⁾.

以上のように球形形成と環境条件との関係や萌芽期に影響する条件については多くの研究がなされているが, タマネギの球形形成現象それ自体, および球形形成と他の生理現象との関係については, 常識的な観察以外検討されたところが少なく, まだ明らかにされていない点が多い.

タマネギの球形形成は通常肥大とよばれるが, 球形形成および萌芽の過程を調査した結果, タマネギの球形形成は葉の生長の状態の変化により起る現象で, 単なる肥大現象でないことが観察された.

すなわち球は葉鞘の肥厚と葉身の生長抑制による葉の貯蔵葉化と⁽⁹³⁾, 新葉の分化および分けつに基づく葉数の増加によつて形成される. そしてこのように葉の変態および葉数増大で規制される球形形成には規則性のあることが知られた.

したがって結球ハクサイやキャベツ等の結球現象^(62,63,121)とは異なる点が多く, 同じ結球の語を使用することは^(3,76,82)誤解を生じ易い.

筆者はまた, タマネギの萌芽は休眠覚醒と同時に起るものではなく, 萌芽は, 休眠覚醒後特定の葉の生長により起る現象であることを観察した. そして不萌芽期間と休眠期間とは同一視すべきものでなく萌芽期を遅くするためには, 休眠期間を長くすることと, 休眠覚醒後の生長速度を遅くすることが必要であることを認めた.

タマネギの休眠は球形形成に伴つて起る現象であることが知られているが, 本実験の結果, 球形形成時の葉身の生長を抑制する体内条件により生長点附近の葉の生長が抑制され, そのような状態で葉や根の活性が失われた場合休眠に入るものと考えられた.

以上の点から筆者は, 日長その他の諸条件が球形形成および萌芽期におよぼす影響について実験を行ない, タマネギの葉の生長の状態(形態)と球形形成および萌芽期との間には密接な関係のあることを確かめた. その結果, 若掘り球の萌芽期の遅い理由, 球掘上げ後のキュアリング作業の^(54,89)意義, 分球の起る機構についてもある程度明らかにすることができ, 球形形成および休眠の機構を解明する手がかりを得ることができた.

球形形成や休眠現象についてはさらに植物生理学的, あるいは生化学的研究面に多くの問

題が残されていると思われるが、本稿においては筆者が現在までに行なつた調査と実験によつて明らかにしたところをとりまとめた。本稿は京都大学審査学位論文に若干手を加えたもので、既に学会誌に発表した部分は要点の記述に止めた。

本実験成績の取纏めにあつては塚本洋太郎博士の懇切な御指導と京都大学浅平端助教授の適切な御助言を頂き、また本研究は杉山直儀博士、江口庸雄博士、伊東秀夫博士の御鞭撻により行なわれた。

本実験は山形大学農学部において行なわれ、その遂行に当つては渡部俊三助手、農場職員、専攻学生、研究補助員諸君の多大の援助を得、また本実験の一部は文部省科学研究費の助成を得て行なわれた。

ここに謹んで深謝の意を表わすものである。

第1章 タマネギ球の構成の様相

タマネギの球形成の機構を明らかにし、球生産の合理化を計るためには、球形成の過程、球の構成と環境条件との関係、ならびに球形成と休眠その他の生理現象との関係を明らかにする必要がある。

従来普通生長期のタマネギの形態は植物形態学者等により記載され^(45,51,109)、球重、球径等の増大経過については園芸学上から多くの調査が行われてきた^(29,40,58,66,71,72,76,97)。しかし球の形成過程、球構成葉の様相等については未だ明らかにされていない点が多い。そしてそれらの点を明らかにすることにより球形成と休眠等との関係を検討できるものと思ふ。

以上の点から本調査を行なつた。

第1節 球形成の過程

球形成現象を明らかにする第1段階として球構成葉の形態および数の面から球形成過程を調査した。

材料および方法

調査には主として大阪府今井氏採種の今井早生を用い、調査は1953・1954・1961・1962年に行なつた。いずれの年も8月末～9月始め播種し、10月末～11月上旬定植し、栽培管理はおおむね慣行法にしたがつた。1952～1953年の苗の生育はやや不良であつたがその他の年の生育はおおむね順調であつた。

鶴岡においては秋播のタマネギは例年越冬後4月上旬から生長が再び始まり、5月以降旺盛になり、5月中旬から球肥大が明瞭に認められ、6月中下旬倒伏し、通常7月上旬に掘上げを行なつている。

調査には圃場の苗の中から生育程度の同様な個体を予め選定しておいたものを用い、一定期間毎に約10株の苗を抜き取り、球構成葉について調査した。調査は剥皮法により双眼解剖顕微鏡を用い葉の種類別数を生長点部まで調査した。

別に生育順調な苗を選び葉に標識を付して葉数の増減を調査した。各部の名称はつぎのようになるべく学会で用いられるものに従つたが、従来適当な名称がなかつたため新たな名称を用いたものもある。

生葉数 外部に現われたいわゆる展開葉のうち緑葉をもつ葉の数を称し枯葉は算入していない。

葉長 茎盤部から葉先までの長さで、各個体の葉長は最長葉長で示した。

葉鞘径 葉鞘の最も太った部分を測定し、明瞭に球を形づくつた場合は球径の語を用いた。球を形成した場合球の上の肥大しない部分はクビ部と呼んだ。

心葉 外部に展出（以下出葉と呼称）した葉のうち最も若い葉を心葉とした。

主球と側球、1回目の分けつにより大小2コの球に分かれた場合、主芽を含む球を主球 (main tiller または main bulb)、腋芽から成立つ球を側球 (side tiller) とした (第1図)。

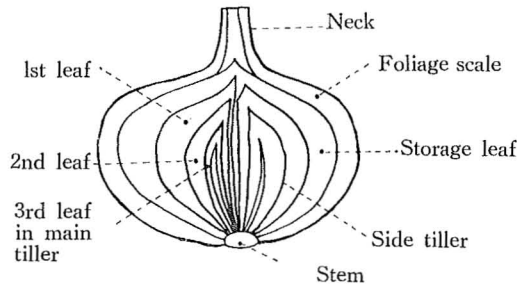


Fig. 1. Diagrammatic illustration of onion bulb.

主球の第1葉の長さを L_1 以下 L_2, \dots 、側球の葉長を l_1, l_2, \dots で表わした。

分球数、1回目の分けつにより主球と側球とに分かれた場合の分球数を2とした。2回目以降の分けつにより生長点数が増加した場合も同様に算えた。したがって分球数は分けつ芽の分化した回数より1多い数値になる。

球構成葉

普通葉 (foliage leaf) 普通生長時の葉であるが、球内の萌芽葉の内側にはつぎの生長期に生長する普通葉がある。

保護葉 (protective leaf) 球の最外部にあり、葉身、葉鞘とも枯れて膜状になつた葉を云う。

肥厚葉 (foliage scale) 葉鞘が肥厚した普通葉で葉身は普通葉とほとんど差異がない。掘上げ後は葉身は枯れる。

貯蔵葉 (storage leaf) 葉身はほとんど發育せず、主として肥厚した葉鞘から成立つ。つぎの生長期にほとんど生長しない。

萌芽葉 (sprout leaf) 貯蔵葉に類似するが葉鞘の肥厚程度は前者より劣り、つぎの生長期に主として葉鞘の生長により最初に球外に萌出する。島田等は發育葉と称している⁽¹²⁰⁾。

花序 (inflorescence) 花軸以上の部分を総称した。花序は花房、花穂、分化時には花芽とも呼ばれている。

調査結果

球形成時の生葉数の変化 新葉の出葉は越冬後4月上旬から再び始まり、6月上旬頃停止する。一方下葉は漸次枯れるため生葉数は4月上旬から漸次増加し5月下旬～6月上旬最も多く、6月上旬以降は1旬あたり0.5～1葉ずつ減少する (第6図)。

球形形成時の葉身長、葉鞘長の変化 球形形成時のタマネギは普通生長期に比較して葉身の生長は抑制され、葉鞘の肥厚は促進される。すなわち5月頃の旺盛な生長期の新葉はその外側の古い葉より幾分長大になるが、6月以降は新葉の生長がやや衰え、6月中旬以降は新葉は通常出葉しない。

新葉出葉の停止する時期の心葉の外側の1~2葉も葉長の生長が幾分抑制されるが、心葉より若い葉は葉身の生長が極端に抑制され、その結果、心葉より外側の普通葉とその内

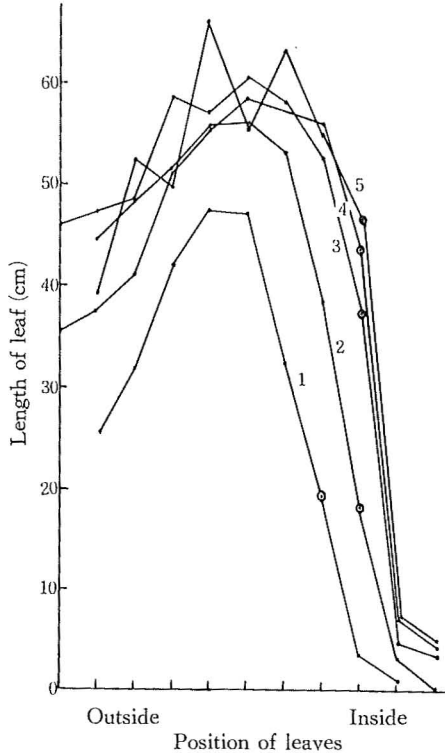


Fig. 2. Seasonal changes of the leaf length during bulbing period.

1: May 17, 2: May 27, 3: June 6, 4: June 27, 5: July 7, ●: the youngest appeared leaf.

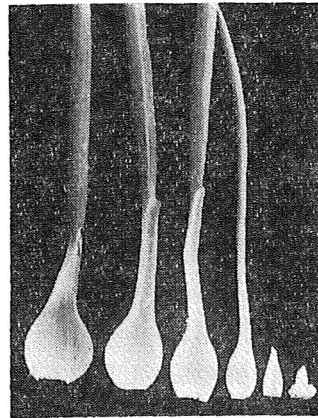


Fig. 3. The morphological state of composing leaves in bulbing period. Remarkable difference appears between the fourth and the fifth leaf.

Table 1. Process of bulb formation in onion plant (variety Imai-wase, seasonal changes of number of leaves showing in Fig. 6).

Date of observation	Plant height	Diameter of bulb	Weight of plant	Number of tillers	Date of observation	Plant height	Diameter of bulb	Weight of plant	Number of tillers
1961	cm	cm	g		1962	cm	cm	g	
Mar. 31	15	1.3	—	1.0	Apr. 17	28	0.8	6	1.0
Apr. 15	31	1.2	10	1.0	Apr. 30	37	1.1	14	1.0
May. 1	40	1.5	19	1.0	May. 9	53	1.8	34	1.7
May. 15	57	2.3	50	2.0	May. 19	64	2.2	57	2.0
May. 31	67	5.3	152	3.8	May. 30	70	3.4	93	2.8
Jun. 9	66	6.9	217	5.4	Jun. 9	74	5.9	218	5.3
Jun. 19	65	8.1	301	4.8	Jun. 19	77	7.9	281	5.5
Aug. 5	—	9.3	285	5.3	Jun. 29	68	8.6	327	6.2
					Jul. 9	66	8.6	282	7.3

側の葉との間にはいちじるしい形態の相違がみられる (第2, 3図).

葉鞘の長さは葉身とは逆に球形形成時に生長が促進され、葉鞘長/葉長の値は増大し、特に心葉より内側の葉はほとんど葉鞘のみから形成される貯蔵葉になる (第4図).

普通の生長期の場合は生長点から3葉目前後の若い葉 (以下稚葉と呼称) においても葉長はその外側の葉の葉鞘長より長く、葉身の先端は葉鞘孔から突出している。

球形形成期には逆に内部の葉はその外側の葉の葉鞘長より短い。この形態上の変化はその個体が普通生長期か球形形成期かを判別し得る標徴になる。

以上のように葉の生長状態が変化する結果、球形形成が進むといわゆる首部の内側には新葉の葉身がなくなり中空状態になり、旺盛な生長を行なつた地上部を支えることが困難になつていわゆる倒伏現象がおこる。

球形構成葉数の変化 球形形成は球を構成する葉の数の増加と、各構成葉が肥厚することの結果によると考え葉の種類別の数の変化を調査した。

タマネギ球は最外部に膜状の保護葉があり、この内側にやがて膜状化する葉とつぎに肥厚葉が数葉ある。

さらに内部には著るしく肥厚した貯蔵葉があり、これは葉身をもつ肥厚葉とは容易に区別できる。

さらに内部には萌芽葉および次期生長期に生長する普通葉があるが、これらは萌芽葉以前に正確に区別することはむずかしい。

これらの葉の様相変化の状況を知るには葉に標識をつけるか1回目の分けつ部を基準にしてみる方法が考えられる。すなわちタマネギは品種や苗の大小に応じほぼ一定の時期に1回目の分けつ芽を分化する。したがつてその部位を基準にして生長点における新葉の分化や若い葉の形態変化の状況、あるいは外側の肥厚葉の保護葉化の状況等を知ることができる。

このため1回目の分けつ部より外側の貯蔵葉と、分けつ部から生長点までの葉 (I. L.) とに区別して調査した。

調査の結果 (第5図) 外側の普通葉は徐々に保護葉化することが認められ、球形形成期の新葉分化は毎旬約1.5葉の割合で6月中旬まで続く。この数値は普通生長期の新葉分化数よりやや多い。

しかし6月下旬以降新葉分化数は減少し、掘上げ後新葉分化は停止する。

1961年の葉数増加は4月上旬から始まり、増加率は5月中旬以降増大し、貯蔵葉は5月中旬からみられた。これらの貯蔵葉は5月上旬には既に分化していた葉であるから生長点

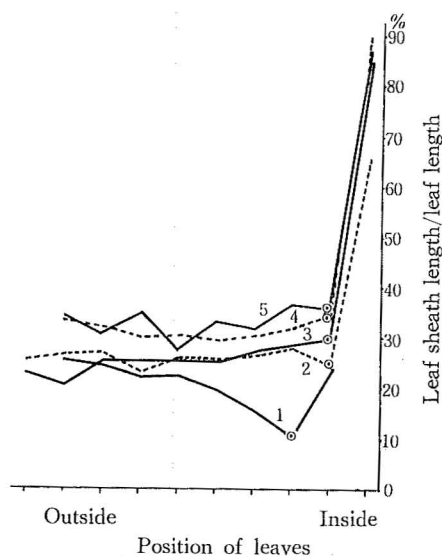


Fig. 4. Seasonal changes of the ratio of leaf-sheath length to leaf length during bulbing period.

1: May 17, 2: May 27, 3: June 7, 4: June 27, 5: July 7, ⊙: the youngest appeared leaf.

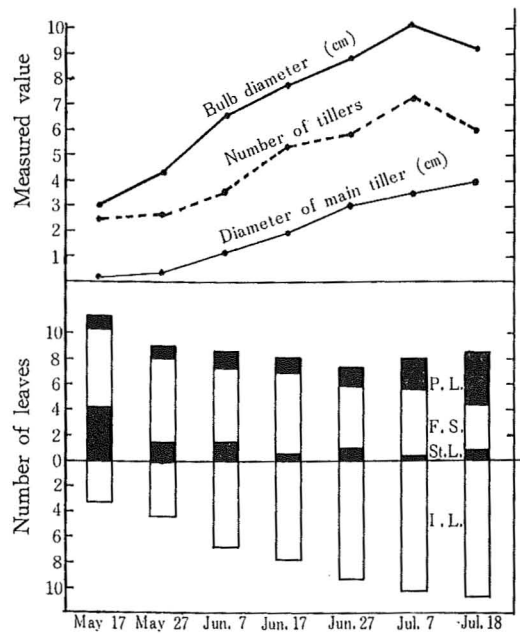


Fig. 5. Seasonal changes of the number of composing leaves during bulbing period (variety Imai-wase).
P. L. : protective leaves, F. S. : foliage scales, St. L. : storage leaves,
I. L. : inner leaves within the first tillering node.

Table 2. Mean air temperature and astronomical day length during growing period (at Tsuruoka).

Year	April			May			June			July	
	Early	Middle	Late	Early	Middle	Late	Early	Middle	Late	Early	
1954	Maximum	14.0	14.9	15.1	17.9	21.5	19.8	19.8	20.6	23.2	23.7
	Minimum	4.7	7.0	5.6	8.9	9.3	11.6	13.4	13.7	15.9	17.4
	Average	9.4	11.0	10.4	13.4	15.4	15.7	16.6	17.1	19.5	20.6
1961	Average	6.9	11.9	12.4	17.5	16.5	16.5	19.2	18.0	23.2	24.5
1962	Average	10.1	10.4	11.0	13.7	15.6	16.6	18.7	18.4	18.5	22.2
Astronomical day length hr		12.8	13.2	13.6	13.9	14.3	14.6	14.8	14.9	14.9	14.9

から3~4葉目の普通葉が貯蔵葉に変化したものと思われる。またこれら貯蔵葉とした葉の一部はその後葉身が伸長し肥厚葉に変化することが認められた(第6図)。

1962年は貯蔵葉の形成期が幾分遅れたがだいたい同様のことが認められた。この貯蔵葉形成期が遅れたことは1962年5月の気温が1961年に比べ低かつたためと思われる。なお第2表から球形形成開始期の温度、日長時間をみると、平均気温約16°C、日長は14時間前後で従来知られていた球形形成のため必要な限界日長、温度になる時期より幾分遅い時間にあっていた。

葉鞘の厚さの変化 球形形成時には葉鞘径(球径)が増大する。MANNはニンニクの場合、HEATH等はタマネギで首部径/球径の値が0.5以下になった時期を明らかな球形形成期としている^(26,52,93,95)。本調査のタマネギにおいても5月中旬には首部径/球径がすでに

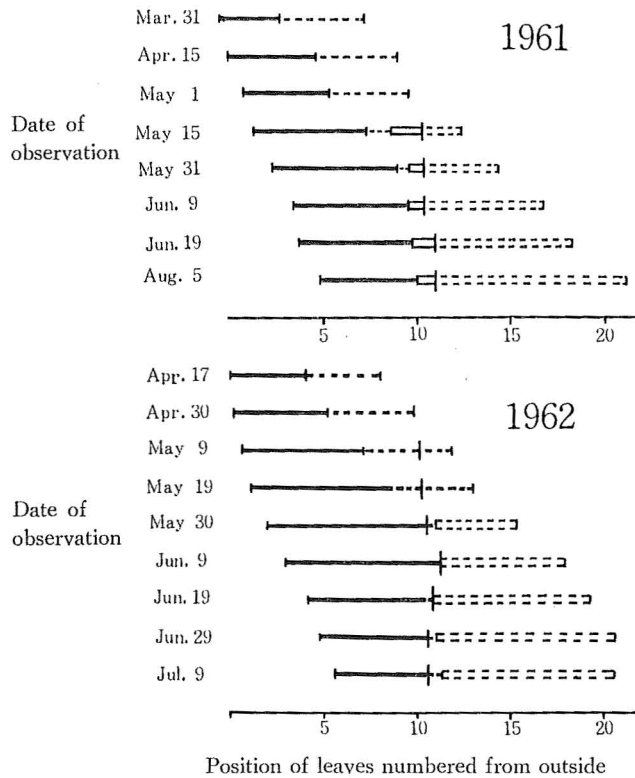


Fig. 6. Seasonal changes of the number of composing leaves during bulbing period (variety Imai-wase).

——| Foliage leaves, [·····] not appeared foliage leaves, [□] inner leaves within the storage leaf.

0.42に低下し、球形成期に入っていたことが認められた。

第7図は球形成葉の葉鞘の厚さを時期を追って調査した結果であるが、これによると球の形成は葉数の増加と各葉の葉鞘の肥厚によることが明らかに認められる。

すなわち外部の葉は漸次膜状化して枯れるが、新しく分化した葉が5月下旬以降急速に肥厚し、肥厚した葉の数が増加する。

葉鞘の肥厚は掘上げ期頃まで続くが、肥厚の旺盛な部分は次第に内側の葉に移る。

葉鞘中央部の細胞の直径および細胞数の変化 葉鞘の肥厚は細胞の数および細胞容積の増大によるものと思われる。そこで前記の10日毎の調査材料のうちの3~4球を用い、各葉の葉鞘の肥厚部の中央附近から5~10切片を作り、葉鞘の外部表皮から内面表皮までの細胞数と葉鞘横断面の中央部附近の、細胞の大きさの変異の比較的少ない部分の柔細胞の直径を測定した。本数値は同一材料について連続的に調査したものではなく、また測定位置による変異も考えられるが一応の傾向は知り得るものと思われる。

調査結果(第8~9図)を見ると、球形成開始期である5月中旬の外側から5~7葉までの葉では、古い葉に比べ若い葉ほど細胞数が多く、新葉出葉の停止する時期の心葉附近の葉が肥厚し易い葉であることが知られた。

しかしそれより若い数葉の葉鞘の細胞数にはあまり差異はない。

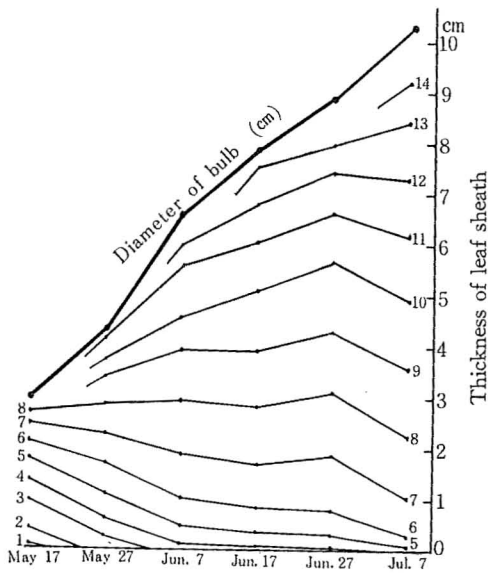


Fig. 7. Seasonal changes of the thickness of leaf sheath during bulbing period (variety Imai-wase).

各葉の細胞数の時期による変化をみると、5月中旬に外部から6~7葉目に当る、長さ1cm内外の稚葉ではその後幾分増加の傾向がみられたが、それより発育の進んだ葉では細胞数の増加が認められなかつた。

細胞直径は葉鞘の肥厚と併行して明らかに増大するが、最外側の葉の葉鞘の細胞直径は後期にはむしろ減少する。これは内部の葉の葉鞘の肥厚に伴ない外側の葉の葉鞘は円周方向に伸長するため、各細胞が扁平化する結果と思われる。

この点は各葉の葉鞘維管束数が調査時期を異にしてもほぼ同数であつた点からも推察できる (第12表)。

以上のように葉鞘の細胞数の増加は稚葉の時期に終り、葉鞘の肥厚は主として個々の細胞の容積の増大によることが知られた。ただし柔細胞の直径は400 μ 程度までは

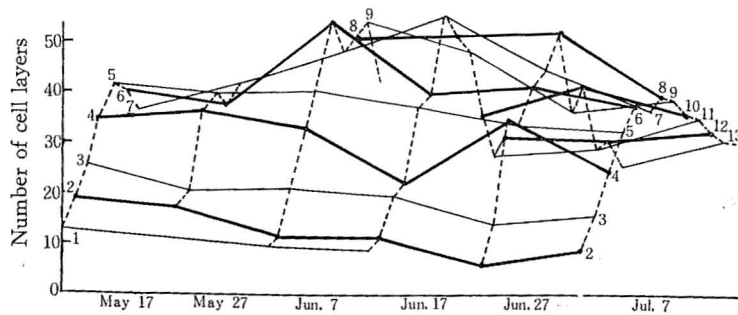


Fig. 8. Seasonal changes of the number of parenchymatous cell layers in leaf sheath during bulbing period. 1, 2.....shows the position of leaves from outside.

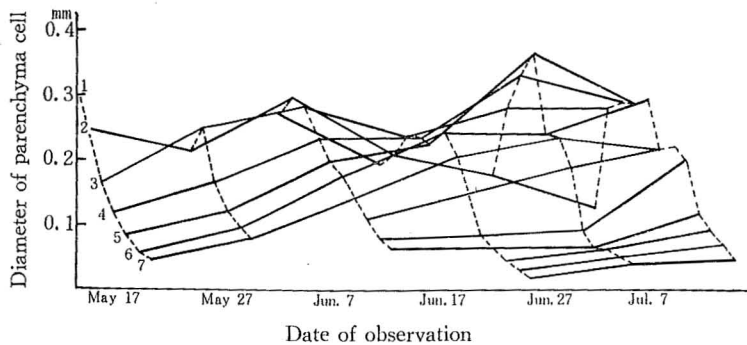


Fig. 9. Seasonal changes of the diameter of parenchymatous cell in leaf sheath during bulbing period.

増大するが、その程度で増大は停止するため、各葉鞘の肥厚の程度にも限度があり、肥厚旺盛部は漸次内側の葉の葉鞘に移るものと思われる。

第2節 球の大小と球構成葉の様相との関係

前節で明らかにしたようにタマネギ球は形態的に異なつた数種の葉から構成され、球形形成はこれら構成葉の数の増加と各葉鞘の肥厚によつて行なわれる。

タマネギ栽培においては一般に大球を生産する方法が求められているが、球の大小が上記のどの要素によつて生ずるものか明らかになれば、大球を生産する条件もある程度知り得るものと思われる。

以上の点から本調査を行なつた。

材料および方法

前節の調査に用いた今井早生を7月14日掘上げ、風乾後室内に貯蔵し、この中から大小各種の球を選び7月25日球構成葉の種類別の数、各葉の長さや厚さを調査した。このほか分けつ調査や品種の特性調査に用いた大きさを異にした球の調査資料もあわせて検討した。なお1回目の分球で生じた主球の第1葉の葉長を L_1 、第2葉葉長を L_2 、側球第1葉葉長を l_1 の如く表示した。

調査結果

球構成葉数 1回目の分けつ部を基準にして内外葉に分けると、分けつ部外葉数は小球ほど多く、分けつ部内葉数は大球ほど多い。また肥厚葉の数は大球が小球より多い。したがつて大球の貯蔵葉は通常分けつ部内に、小球の貯蔵葉は大部分分けつ部外にある。

第11図により球構成葉数と球重との間の相関を見ると、球重と分けつ部内葉数との間の相関係数は0.59、肥厚葉数との相関係数は0.68で共に有意の正相関の関係にあることが知られた。

しかし貯蔵葉の生じた部位を基準にしてみると第1貯蔵葉から生長点までの葉数はいずれも11葉前後で大球と小球との間に差がほとんど見られなかつた。

貯蔵葉のうち分けつ部外にある数は小球ほど多く、それらの数と球重との間には有意な

Table 3. Relationship between the bulb size and state of composite leaves in bulb (observed on July 25, 1954.).

Variety	Weight of bulb	Diameter of bulb	Bulb diameter / Height	No. of leaves without T. N.		No. of leaves within T. N. (B)	No. of A+B	No. of tillers	Length of inner leaves			Thickness of St. L.
				F. S.	St. L. (A)				L_1	l_1	l_3/l_1	
Imai-wase	292	8.8	1.4	4.4	0.3	10.6	10.9	7.3	cm	cm	47	5.6
	161	7.1	1.4	3.3	1.4	10.0	11.4	5.1	4.7	3.8	28	4.8
	99	6.1	1.3	3.1	2.5	9.0	11.5	3.7	3.9	3.1	22	3.9
	78	5.7	1.3	3.0	2.6	8.7	11.3	3.8	3.3	2.5	20	—
	54	5.0	1.3	2.4	3.6	8.0	11.6	3.3	2.6	2.0	22	3.3
	47	4.6	1.3	1.7	3.6	7.6	11.2	3.3	—	—	—	—
Aichi-shiro	162	8.5	2.1	5.3	2.6	7.9	10.5	4.0	2.2	1.5	36	5.4
	119	7.5	2.0	4.0	2.7	8.0	10.7	3.8	2.3	1.6	32	5.2
	93	7.1	2.1	3.2	3.3	7.2	10.5	3.4	1.8	1.2	34	5.5

F. S. : foliage scales, St. L. : storage leaves, L_1 : length of the first leaf in main tiller, l_3 : length of the third leaf in side tiller, T. N. : the first tillering node.

負相関が認められた。

以上の点を札幌黄について調査した結果、肥厚葉数と球重間の相関係数は0.36 ($P < 0.01$) 分けつ部内葉数と球重間の相関係数は0.45 ($P < 0.05$) で、札幌黄は今井早生に比べ変異の中は幾分大きかったが同様な傾向が認められた。同様の傾向は愛知白の場合も認められた。

分球数 分球数は大球では5~8, 小球では2~4で大球ほど多く、球重と分球数との間には有意な正相関が見られた。

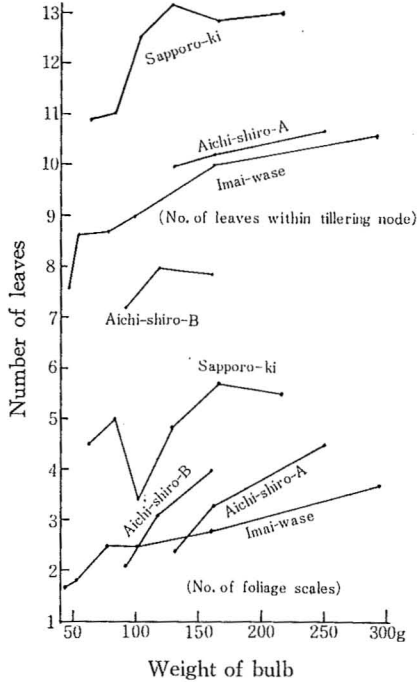


Fig. 10. Varietal differences in relationship between the bulb size and the number of composing leaves of onion bulb.

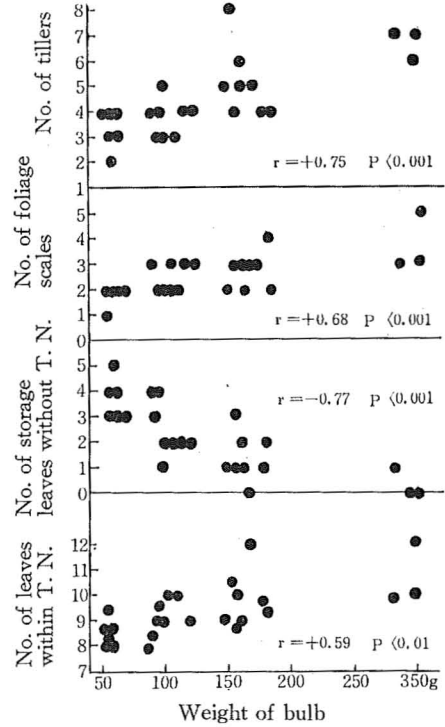


Fig. 11. Relationship between the bulb size and the number of composing leaves or tillers in a bulb (variety Imai-wase).

Table 4. Differences of number and size of parenchymatous cell in leaf sheath among the bulbs of various size (variety Imai-wase).

Diameter of bulb	Outer leaves			Middle leaves			Inner leaves		
	No. of layers of parenchyma cell (A)	Diameter of parenchyma cell (B)	Thickness of leaf sheath (C)	A	B	C	A	B	C
cm		μ	mm		μ	mm		μ	mm
10.2	24	336 × 288	5.4	36	304 × 256	7.5	34	288 × 208	6.2
5.6	25	352 × 272	5.2	27	320 × 272	5.0	24	272 × 224	5.1
4.3	18	272 × 240	3.3	26	256 × 192	4.6	22	256 × 176	3.2

* Number of layers of parenchymatous cell measured from outside epidermis to inside epidermis at the equatorial part.

分けつ部内の葉の長さ 第4表によれば分けつ部より内部の葉の長さは大球ほど長かつた。すなわち大球の分けつ第1葉の長さは5.5~6.0cm, 小球は2~3cmであつた。分けつにより生じた主球, 側球の第2, 3葉の長さの第1葉長に対する比率も大球が大きく小球ほど小さかつた。

葉鞘の厚さと葉鞘細胞の数, 大きさ 第3表によれば貯蔵葉の厚さは大球が小球より厚かつた。

これら大きさを異にした球の貯蔵葉の細胞葉および大きさを調査した結果, 大球の厚い葉鞘の細胞と小球のうすい葉鞘の細胞との間には, 細胞直径の差よりも細胞数の差が大きいことが認められた(第4表)。

考 察

以上記したように大球は小球に比べ肥厚葉数, 分けつ部内葉数, 分球数は多く, 葉鞘が肥厚し, 1回目の分けつ部より外側の貯蔵葉数は少なかつた。

肥厚葉は貯蔵葉形成期にすでに葉身がある程度發育していた葉の葉鞘が肥厚したもので, 貯蔵葉化は同時期に播種した苗では苗の大小にあまり関係なくほとんど同時期に起る(前節)。したがつて大球の肥厚葉数が小球に比べて多いことは, 球形形成開始期に多くの葉数をもつていた苗が大球になることを示している。

1回目の分けつ芽分化は大苗が小苗より早いことを前節でみたが, 1回目の分けつ期が早い苗ほど分けつ部から生長点までの葉数と分球数は当然多いものと思われる。したがつて大球の分けつ部から生長点までの葉数と分球数が小球のそれらより多いことは, 大苗が大球になつたことを示している。

また大球の分けつ部外貯蔵葉数が小球より少ないことは, 大球になる大苗では貯蔵葉形成期より分けつ芽分化期が比較的早く, 小球になる小苗では貯蔵葉形成期より分けつ期が比較的遅かつたことを示すものと思われる。

大球の貯蔵葉は小球より厚く, 細胞は幾分大きく細胞数は明らかに多かつたが, 前記のように葉鞘の細胞数は稚葉時にほぼ決定され, 肥厚程度の大きい葉の葉鞘細胞数は稚葉時から多かつた。

したがつて大球になる苗の葉鞘細胞数は小球になる苗に比べ稚葉時から多かつたものと思われる。結局球形形成開始期の苗の大きさが葉鞘の細胞数—葉鞘の厚さに関係するものと思われる。

以上の点からみて, 大球の肥厚葉数, 1回目の分けつ部から生長点までの葉数, 分球数が小球より多いことは, 球形形成開始期に葉数(未展開葉を含む)多く, 細胞分裂が旺盛で, 分けつ開始期の早い生育順調な大苗が大球になることを示している。

これらの發育旺盛な苗は球形形成開始後の葉における同化生成物も多く, 球の發育は一層促されるものと思われる。

従来の栽培試験において, 抽苔の起らぬ範囲の大苗を定植することが多収の第1条件とされているが^(34, 59, 82)このことは前記の結果とよく一致している。

また晩生品種が早生品種より大球になり易いことも, 晩生品種は球形形成期までの生長期間が長く, したがつて大苗の状態です球形形成が始まるためと思われる。

なお貯蔵葉から生長点までの葉数は球の大小を異にした球ともほぼ等しかつたが, これは, この程度の苗の發育度の違いでは, 苗の大小に関係なく葉の貯蔵葉化, 新葉の分化が

だいたい同時期に行なわれ、ほぼ同様な状態で新葉分化が停止したことを示している。

第3節 品種を異にした球の球構成葉の様相

球を構成する葉の様相の品種間差異を明らかにし、品種の早晩性、球形等の形質と構成葉の様相との関係等を検討する資料をうるため今井早生ほか5品種の球について調査を行なった。

材料および方法

供試材料はつぎの通りであつた。

Table 5. Materials used for these observations.

Year	Variety	Producing location of bulbs	Date of harvest
1953	Imai-wase	Tsuruoka, Yamagata pre.	Jul. 6
	Sapporo-ki	Sapporo, Hokkaido	Sept. 10
1954	Imai-wase	Tsuruoka, Yamagata pre.	Jul. 14
	Sapporo-ki	Sapporo, Hokkaido	Oct. 5
	Aichi-shiro, Atsumi (A)	Akabane Atsumigun, Aichi pre.	Apr. 30
	Aichi-shiro, Chita (B)	Yawata, Chitagun, Aichi pre.	Early May
1956	Imai-wase	Mikawa, Higashitagawagun, Yamagata pre.	Jul. 6
	Imai-wase	Sapporo, Hokkaido	Sept. 16
	Sapporo-ki	Sapporo, Hokkaido	Sept. 16
	Kisakigake	Minamiazugun, Nagano pre.	Jun. 25
	Osyu	Kogota, Miyagi pre.	Middle July

調査は前節の方法に準じ葉の種類別葉数、球形、肥厚葉の厚さや分球数について行なつた。調査は各材料について入手直後に行なつたもので同一暦日に調査したものではない。品種間の特性比較のためなるべく球重の同様な球を材料にした。

調査結果

第6表および第12図によれば品種間には差が認められ、球構成葉の様相は品種の1特性になることが知られた。

たとえば札幌黄は今井早生に比べ肥厚葉および分けつ部内の葉はそれぞれ2~3葉多いが、分球数はかえつて少なかった。したがつて球の最外部の葉から生長点までの葉数は他品種より多く、各葉鞘の厚さは比較的うすく、球構成葉はいずれも20g程度で、いわば葉

Table 6. Varietal differences in the state of bulb composite leaves.

Variety	Weight of bulb	Diameter of bulb	Bulb dia. / Height	No. of leaves without T.N.		No. of leaves within T.N.	No. of leaves within St. L.	No. of tillers	Length of bulb composite leaves		Thickness of F. S.
				F. S.	St. L.				l ₁	l ₃ /l ₁	
Imai-wase	99 g	6.1 cm	1.3	2.5	2.5	9.0	11.5	3.7	3.1 cm	22%	3.9 mm
Sapporo-ki	104	6.0	1.1	4.2	0.7	11.7	(12.4)	2.6	4.1	47	3.2
Aichi-shiro B	93	7.1	2.1	2.1	3.3	7.2	10.5	3.4	1.2	34	5.5
Imai-wase	161	7.1	1.4	2.8	1.4	10.0	11.4	5.1	3.8	28	4.8
Sapporo-ki	167	7.2	1.1	5.7	0	12.8	(12.8)	2.7	5.2	63	3.2
Aichi-shiro A	162	8.5	2.1	3.3	0.9	10.2	11.1	5.7	2.9	38	6.5
Aichi-shiro B	162	8.5	2.1	4.0	2.6	7.9	10.5	4.0	1.5	36	5.4
Kisakigake	168	7.4	1.2	4.3	0.2	10.0	10.2	6.3	—	—	3.7
Osyu	166	7.3	1.2	3.9	0.4	10.7	11.1	5.7	—	—	4.1
Imai-wase (produced in Sapporo)	123	6.8	1.5	2.8	0.4	11.8	11.5	4.4	—	—	3.9

F. S. : foliage scales, St. L. : storage leaves, T. N. : the first tillering node, l₁ : length of the first leaf in side tiller.

数型品種と云うことができる (第12図).

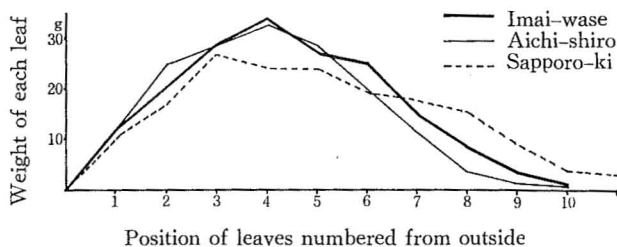


Fig. 12. Varietal differences of weight of composing leaves in onion bulb.

これは、本種が球形成のために比較的長い日長を必要とするため、球形成に不十分な日長条件で比較的長期間生長が行なわれ、球形成開始期までに葉数の多い大苗になり、貯蔵葉形成期以前に分けつ芽が分化したためと思われる。

愛知白知多系は札幌黄と反対に分けつ部外貯蔵葉数多く、分けつ部内葉数および分球数が少ない。しかし各葉鞘の厚さが厚いため球径はよく発達し球は扁平になり、球重の大部分は外部から2~6葉の肥厚葉によつて占められ、いわば葉重型品種とみることが出来る。

以上の点からみて、愛知白知多系は1回目の分けつ芽分化より以前に球形成が始まったものと思われる。

愛知白渥美系は球形と葉鞘の厚さは知多系によく似ているが、球構成葉の様相はむしろ今井早生に近い。両系統の成立過程をみると、知多系は仏10号から改良されたものとされ、渥美系は白タマネギの中から収量に重点をおいて選抜した結果生じた、泉州黄の因子をもつ品種と思われ、早熟性は知多系より劣る⁽⁵⁶⁾。このような品種の特性の差が球構成葉の様相にあらわれているものと思われる。

黄魁は今井早生に比べ肥厚葉数多く分けつ部外貯蔵葉数は少なかった。貯蔵葉は球形成開始後形成された葉であるから、分けつ芽が各品種共ほ同様の苗の大きさで分化したとすれば、黄魁の球形成開始期は比較的遅いことになり、球構成の点からは短日長肥大大型品種とは認められない。葉の厚さも比較的うすくむしろ札幌黄に近い。

黄魁は導入当初極早生型品種と考えられたがその後日長反応は泉州黄と同程度であることが知られ^(2,58)本調査の結果もこれとおおむね一致した。

奥州の球構成は黄魁に類似し、本数値からすれば奥州の球形成開始期は泉州黄程度であると思われる。

以上の供試材料はそれぞれ別の地方の異なる条件下で栽培されたもので、そのまま品種間の差異とすることは危険であるが、同一品種を異なる地方で生産した球の構成からも上記の結果は品種の特性を示すものと思われる。

例えば今井早生を鶴岡と札幌とにおいて栽培した場合、球重は幾分違う材料ではあつたが球形や球構成は比較的よく類似していた。ただし札幌産の球は分けつ部内葉数が鶴岡産の球より幾分多かつた。これは球形成開始期よりも分けつ芽分化期が比較的早かつたことを示している。

以上のようにタマネギの品種には比較的葉数型のものや葉重型の品種があり、葉重型品種は球形、晩生の傾向が見られる。これらの点は結球ハクサイにおける葉数型と葉重型の場合⁽⁶²⁾に類似している。

SHOEMAKER は早生系品種は一般に球が扁平な傾向をもっていることを認めているが⁽¹²⁸⁾ 本調査においても球径/高さは短日長肥大大型品種が大きかった。

第4節 掘上げ後の球の萌芽過程

前節においてタマネギ球の形成過程と球を構成する葉の様相を見た。本節においては、萌芽に至る生長の開始時期、球構成葉の萌芽期における生長の状況を明らかにするため、掘上げ後一定期間毎に球構成葉の様相を調査した。

材料および方法

調査には前節の調査に供した今井早生等6品種の未萌芽球を用いた。なお新葉が球の外部に萌出してきた時期を萌芽期とした。

これらの球について貯蔵中一定期間ごとに前記の方法に準じ葉の種類別の数、および球内の葉の長さについて調査した。葉の長さは1回目の分けつにより生じた分球の1~4葉目の葉の長さを $L_1 \sim L_4$ (主球)あるいは $l_1 \sim l_4$ (側球)で示した。

調査結果

球構成葉数の変化 球の最外部の葉は次第に枯れるため肥厚葉の保護葉化が幾分認められる。特に掘上げ後1~2カ月頃明らかであった。しかし貯蔵葉には変化がみられなかった。

分けつ部内葉数はいずれの品種も貯蔵中増加した。(第7, 8表, 第16図) 分けつ部内葉数の増加はタマネギが新葉の分化を開始したことを示すもので、萌芽球が未萌芽球より分けつ内葉数が約2葉多かつたこともこれを証している。(第8表)

Table 7. Seasonal changes of the number of composing leaves of bulb during storage (variety Imai-wase, bulbs weighed 42g).

Date of observation	No. of leaves without tillering node			No. of leaves within tillering node		Percent of sprouting %
	P. L.	F. S.	St. L.	Bulbs not sprouted	Bulbs sprouted	
Jul. 10	2.8	1.7	3.6	7.3	—	0
Jnl. 28	—	1.2	—	7.9	—	0
Aug. 28	3.2	1.0	3.3	8.3	—	0
Sept. 5	3.5	0.6	3.5	8.8	—	0
Sept. 20	3.6	0.7	3.3	9.9	10.6	2.9
Oct. 5	3.0	0.7	3.9	10.7	—	6.6
Oct. 20	3.2	0.6	4.1	11.0	13.3	11.4
Nov. 20	3.8	0.6	4.2	11.6	13.9	61.1
Dec. 20	2.4	0.8	3.8	12.8	—	79.5

P. L. : protective leaves, F. S. : foliage scales, St. L. : storage leaves.

分けつ内葉数が増加を始める時期は今井早生では8月中下旬で9月上旬以降はモードも右に移り掘上げ当時との差が明瞭になり、9月20日以後はいずれの球も各生長点で新葉分化が始まることが認められた。

分けつ部内葉数の増加量は9, 10月は1カ月当り約2葉, それ以後は約1葉で、普通生長期の新葉分化数にほぼ等しい。

黄魁においては9月上旬に葉数増加が始まり、11月までの80日間に約5葉増加した。

このような貯蔵中の球の分けつ部内葉数の増加は他の品種においてもほぼ同程度であることが知られた(第16図)。ただし札幌黄では12月以降花序分化が起るため葉数増加は一時

Table 8. Seasonal changes of the number of leaves within the first tillering node during storage (1956).

Variety	Date of observation	No. of samples	Number of leaves within the tillering node																	Average	
			6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20				
Imai-wase	Jul. 10	29	6	10	12	1															7.3
	Jul. 15	35	2	11	13	5	3														8.0
	Jul. 27	33	4	7	14	4	4														7.9
	Aug. 12	37	2	7	13	11	3	1													8.2
	Aug. 28	65	2	10	29	17	4	3													8.3
	Sept. 5	56	2	3	16	22	10	3													8.8
	Sept. 20	32			2	8	13	8	1												9.9
	Oct. 5	35			1	6	11	9	6	2											10.7
	Oct. 20	24				3	3	10	6	2											11.0
	Nov. 20	14					3	4	3	3	1										11.6
Dec. 20	18						4	3	5	4	2									12.8	
Kisakigake	Jul. 12	70		1	9	12	23	18	7												10.0
	Aug. 20	61			6	20	21	10	4												9.8
	Sept. 5	58			1	2	13	28	11	2	1										11.0
	Sept. 20	60			3	8	14	15	15	4	1										11.3
	Oct. 3	50				2	4	8	11	12	11	2									12.4
	Nov. 6	46							1	3	11	15	12	4							15.0
	Dec. 6	50							2	6	15	17	7	3							14.6
	Dec. 6 (sprouted)	34								1	6	2	6	12	3	2	2				16.4

停滞した。

球内の葉の生長の状況 萌芽は球内の葉の生長によつて起る現象であるが、どのような葉が何時頃から生長を始めるかを知るため本調査を行なつた。

第9表によれば1回目の分けつ後第1葉も9月以降生長するが、生長率は第2~4葉が更に高く、これらの葉は第1葉より長くなる。

Table 9. Seasonal changes of the length of younger leaves in bulb during storage (variety Imai-wase, 1956).

Date of observation	Room storage			Room storage	5°C storage	30°C storage	L. S. D. 5%
	L ₁	L ₂	L ₃	L ₄ (length of the 4th leaf in main tiller)			
Sept. 5	2.8	1.7	1.0	0.7	0.8	0.5	0.29
Sept. 20	3.0	2.3	1.5	1.2	0.9	0.5	0.43
Oct. 5	3.3	2.7	2.1	1.6	0.8	0.5	0.43
Oct. 20	3.1	3.2	3.0	2.7	1.2	0.6	0.74
Nov. 20	3.7	3.9	3.7	3.4	2.3	0.6	—
Dec. 20	3.7	3.9	3.8	3.4	2.9	1.5	—
L. S. D. 5%	N. S.	N. S.	N. S.	0.56	N. S.	N. S.	

萌芽後の葉の状況をみると第13図のように貯蔵葉はほとんど伸長せず、萌芽葉が葉鞘部の生長によりまず球外に萌出し、ついで更に内部の正常な葉身をもつ普通葉が萌出する。

前記の分けつ第1葉は多くの場合貯蔵葉で、第3~4葉は萌芽葉の場合が多かつた。

更に内部の普通葉は掘上げ当初は長さ1cm以下で測定誤差を生じ易く個体間の差も比較的大きい。

したがつて球内の葉の生長状況を調査するためには分けつ第3~4葉の長さが適当であつた。ただしこの点は品種や球の大きさで異なり、例えば札幌黄の場合は側球の4~6葉の長さが適していた。

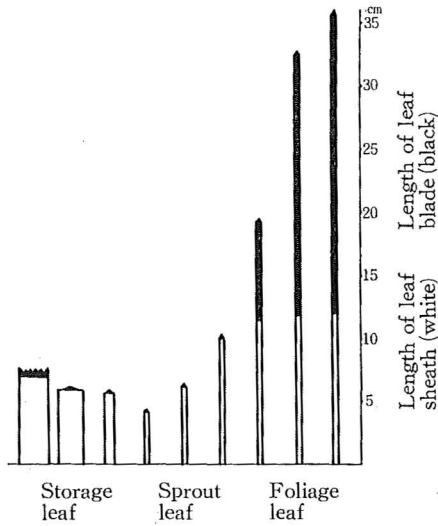


Fig. 13. Growing state of the composing leaves of bulb at the sprouting period.

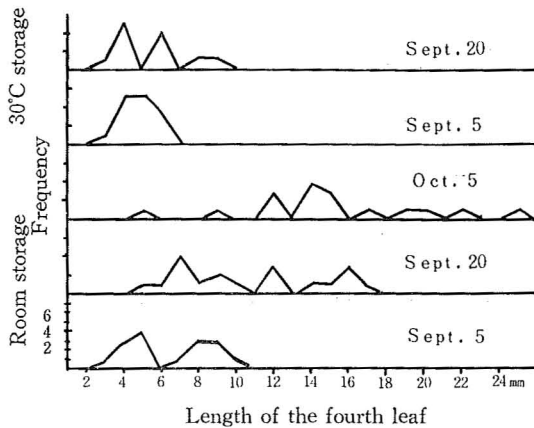


Fig. 14. Seasonal changes of the length of the fourth leaf in the main tiller during storage.

第9表により今井早生の分けつ第4葉の生長状況をみると、9月5日以後生長がみられ、9月5日と9月20日の葉長との間には10%水準で差が認められ、10月5日以降は5%水準で有意差が認められた。30°C貯蔵により生長を抑制した球と室内貯蔵球との間には9月5日にはすでに有意差があり球内の葉の生長は8月中から開始されたものと考えられる。

以上のように分けつ部内の葉の長さから球内の葉の生長状況を知ることができたが、分けつ部や分けつ部内の葉の長さは個体によつて幾分差異がある。したがつて葉長の絶対値よりも分けつ第1葉の長さに対する第3～5葉の長さの比率の方が変異は比較的少ない。(第14, 15図)

以上の点から L_4/L_1 または l_4/l_1 の比を算出したがこれらは貯蔵中明らかに増大した。

球内の葉の生長開始期と掘上げ期並に萌芽期との関係 前記のように7月上旬掘上げの今井早生は9月上旬には分けつ部内の葉の長さや葉長比 (L_4/L_1) の値が増大していた。そこで1954年は掘上げ直後から約20日おきに調査したところ、8月3日には葉長比 (L_1/L_4) の値の増加したことが認められた。

1956年に調査した際も8月20日以降葉長比が増大した(第16図)。

以上のように今井早生の球内の生長開始期は掘上げ後40～50日頃で、予想以上に早いことが知られた。

今井早生の萌芽期はだいたい10月上旬以降であるから、球内の生長が始まつてから葉が球外に萌出するまでには約1カ月以上を要したことになる。

球内の生長開始期と掘上げ期ならびに萌芽期との関係を他の品種について調査した場合も同様な傾向が認められた。

札幌黄の10月末の l_4/l_1 比は10月13日の葉長比より大きく、10月中に球内の葉の生長が開始されたものと思われた。分けつ部内葉数も10月中から増加したことが認められ、掘上

げ後生長を始めるまでの日数は約30~45日で、約10%萌芽期である12月上旬より1カ月以上以前から新葉の分化と葉の生長が始まっていたものと思われた。(第16図)

愛知白の場合は6月下旬から7月下旬までの間に l_4/l_1 比が増大し、生長開始期は掘上げ後50日前後の時期に相当していると思われた。

黄魁においては分けつ部内葉数は9月5日にわずか増加しており、葉長比 l_4/l_1 の値の分散の状態から見て8月20日には生長を始めた個体があつたことが知られ、第17図によれば9月20日にはほとんど全個体が生長を始めていたものと認められた。同様のことは分けつ部内葉数の分布を示した第8表からもみられ、個体間に相当大きい変異はあるが、生長開始期は萌芽期より1カ月以上前の8月下旬頃であると思われた。

奥州は遅萌芽性の点から登録された品種であるが、球の葉長比 l_4/l_1 の値は9月20日には増加していて、休眠期間は他の品種と大差がないものと思われた。

ただし奥州は掘上げ当初から l_4/l_1 比の大きい品種であるにもかかわらず生長開始以後の増加率が比較的低い。

従つて奥州は球内の葉の生長速度が遅いため萌芽期が遅くなるものと思われる。

タマネギ球の不萌芽期間は品種により幾分差があり、球形品種は一般に萌芽期が遅いとされているが(42,125)本調査においても前記のようにだいたい同様な結果が得られた。

以上あげた各品種の掘上げ期、新葉分化と球内の葉の生長開始期と萌芽期との関係をまとめると第10表の如くなる。

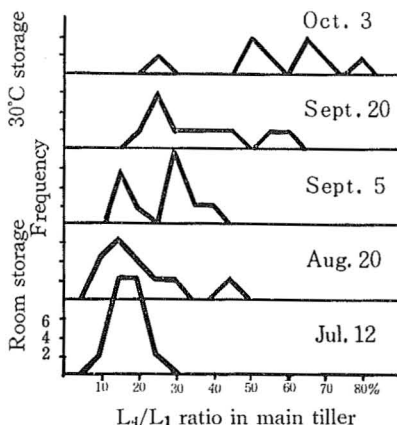


Fig. 15. Seasonal changes of the ratio of the fourth leaf length (L_4) to the first leaf length (L_1) in main tiller during storage (variety Imai-wase).

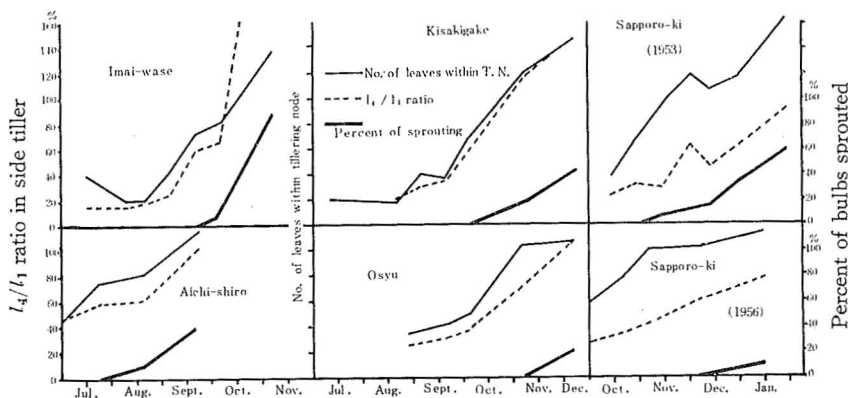


Fig. 16. Seasonal changes of the number of leaves within the first tillering node and $l_4:l_1$ ratio in side tiller during storage.

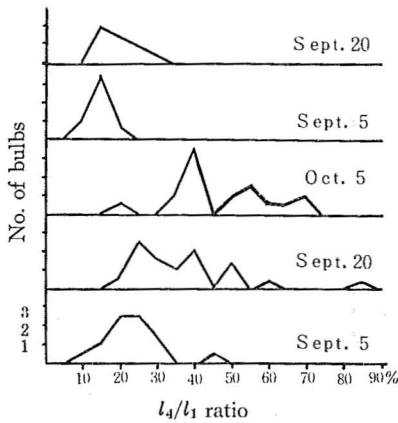


Fig. 17. Seasonal changes of $l_4 : l_1$ ratio during storage (variety Imai-wase).

本表をみると球内の葉の生長開始期は各品種とも掘上げ後30~60日の間に認められ、調査期の間隔が20~30日前後であつた点からみると、タマネギ球の掘上げ期から生長開始までの期間は約40~50日と思われる。

球内の葉の生長開始期から萌芽期までの期間は約1~2カ月で、室内貯蔵球の場合、新葉の分化や球内の葉が生長を始めてから萌芽までに生長するには常温下において約1カ月以上要することを示している。

ただし圃場に植付けた場合のように、水分の豊富な条件下では更に短い期間で萌芽する(次章)。

従来タマネギの休眠期間については調査

Table 10. Relationship between the date of harvest and beginning of leaf growth and time of sprouting.

Variety	Year	Date of harvest	Beginning of leaf growth	Beginning of sprouting	Period of 10% sprouting
Imai-wase	1953	Jul. 6	Middle and late Aug.	Late Sept.	Middle and late Oct.
	1954	Jul. 14	Early Sept.		
Aichi-shiro	1956	Jul. 6	Late Aug. to early Sept.	Early Oct.	Middle Oct.
	1954	Early May	Late Jun. to late Jul.	Early Aug.	Late Aug.
Sapporo-ki	1953	Sept. 10	Late Oct.	Middle Nov.	Early Dec.
	1956	Sept. 16	Middle Oct.	Late Dec.	Middle Jan.
Kisakigake	1956	Jun. 25	Early Sept.	Late Oct.	Early Nov.
Osyu	1956	Middle July	Middle and late Sept.	Middle and late Nov.	Late Nov.

されたところが少なく⁽⁹⁴⁾、一般に不萌芽期間と混同して4カ月前後と考える場合が多かつた^(34,129)。本調査の結果、室内貯蔵球の掘上げ期から球内の葉の生長開始期までの期間は約40~50日間にすぎぬことが明らかになった。これは緒方の休眠覚醒期と^(102,106)ほぼ一致する。BOSWELLは催芽実験の結果、タマネギの休眠期間を約8週間としているが⁽²²⁾、これは圃場に植付けた球の萌芽までの期間を通算したため幾分長くなつたものと思われる。

なお前記の数値は平均値であつて、一部の球が生長を始めてから全球が生長を始めるまでには約1カ月を要することが前記の調査から知られた。従来の萌芽期調査の結果^(60,97,119,126)萌芽始期から全球萌芽期迄に約2カ月を要している点からこのことは当然予想されるが、このことは休眠期間を検討する際注意を要する点であり、また一面遅萌芽系統を選出し得る可能性のあることを示している。

以上のように、タマネギ球の萌芽は、球内の新葉分化と並行して、球内の萌芽葉および普通葉が生長することによつて起ることと、球の休眠期間は不萌芽期間より約1カ月間短いことが本調査の結果から知られた。

第5節 球構成葉の種類とその解剖学的観察

球構成葉の種類と数

球の形成過程および萌芽過程の調査の結果、タマネギ球はつぎの5種類の葉から構成されることが知られた(第18図)。このうち肥厚葉の数は球の大小や品種によつて一定しないが、他の4種類の葉の数は球の大小などにほとんど関係なくほぼ一定している。なおこの数値は各分球毎にみた数値で球構成総葉数は分けつに伴なつて増加し、普通、小球では30~35, 250~300gの球では50葉以上に達する。

- 保護葉 2~3葉
- 肥厚葉 数葉
- 貯蔵葉 2~4
- 萌芽葉 2~3
- 普通葉 3~5(貯蔵中さらに増加)

第11表は泉州黄の小球および250~300gの球の構成葉数を9月中旬調査した結果で普通葉は既に幾分増加していたものと思われる。

タマネギの保護葉はチュウリップ等とは幾分異なり、もともと特別の葉ではなく、外部の普通葉の乾燥枯死したものが保護葉の機能を果している。

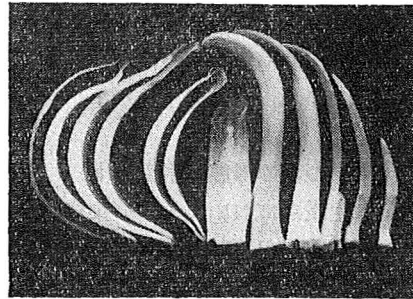


Fig. 18. Kind of composing leaves in onion bulb. From left to right, 1 protective leaf, 3 foliage scales, 3 storage leaves, 2 sprout leaves and 3 foliage leaves.

Table 11. Number and shape of composing leaves in onion bulb (variety Imai-wase, observed on September 20).

Weight of bulb	Diameter of bulb	No. of tillers	No. of composing leaves				Leaf blade length : leaf length ratio			Thickness of leaf sheath			
			F. S.	St. L.	Sp. L.	F. L.	1st St. L.	Inner-most Sp. L.	1st F. L.	F. S.	St. L.	Sp. L.	F. L.
g	cm						%	%	%	mm	mm	mm	mm
285	9.5	5.3	4.7	2.4	2.7	6.1	7	25	73	5.9	5.1	1.0	0.5
			(85.1%)	(9.3%)	(1.5%)								
130	6.0	3.2	2.4	3.2	2.4	5.4	9	24	70	4.0	5.6	1.2	0.5

F. S. : foliage scales, St. L. : storage leaves, Sp. L. : sprout leaves, F. L. : foliage leaves, (%) shows percent of weight.

肥厚葉と貯蔵葉は葉鞘が著しく肥厚した葉で、球構成上重要な葉であつて、第11表の肥厚葉は球重の約85%、貯蔵葉は9.5%に當つていた。

ただし貯蔵葉はほとんど葉身が発育せず肥厚葉とは明瞭に区別できる。

萌芽葉は葉鞘があまり肥厚せず、葉身は幾分発育し、貯蔵葉と普通葉との中間的な形態の葉であつて、貯蔵葉、萌芽葉、普通葉の間には連続的な形態変化がみられる。

球形形成時の萌芽葉は通常長さ1cm以下、普通葉は数mmにすぎぬが、これらの葉はつぎの生長期には著しく生長してまず球外に萌出する。貯蔵葉も萌芽葉に近いものは幾分生長するが球外に萌出することはない。

なお球が上記のような数種類の葉で構成され、その球構成に規則性のあることはタマネギ以外のネギ属植物や鱗茎花卉においても認められる。

球構成葉の解剖学的観察

前記のように球は形態を異にした5種類の葉で構成される。このうち保護葉は枯死した葉であるが、他の4種の葉は形態やつぎの生長期の生長の状況の点で異なっている。球形形成はこのように形態の異なる葉の生ずることにより起り、休眠もこのように生長性の異なる葉の生ずることに伴って起るものと思ひ、これらの葉の外形的観察と併行して組織の解剖学的観察を行なつた。

材料には普通栽培の苗を約半月毎に掘上げたものその他を用いた。調査は材料採取直後徒手切片を作り検鏡する方法を主とし、別に材料をアルコール中に貯蔵し、随時マイクローム切片を作り、デラフィールドヘマトキシリンで染色し、検鏡ならびに写真撮影を行なつた。

普通生長期の葉の形態(附图Ⅱ)

新葉は生長点において1/2の葉序でつぎつぎに分化する。これらの葉は生長点から2~3葉目の稚葉時から葉鞘と葉身はだいたい区別でき、葉鞘となる部分は葉身より短かく、葉の先端はその外側の葉の葉鞘上部の孔部から外部に突出する(附图Ⅰ-1, 2)。

葉身の内部は柔細胞で構成され、横断面をみると、随所に放射状に配列された細胞があり、生長が進むと中央部は破生的に中空状態になる。この時期に縦断面をみると、葉身の細胞は縦長になり縦方向に連なり、その間には多くの間隙を生ずる。葉鞘基部においては細胞分裂が相当遅い時期まで行なわれ⁽⁵¹⁾葉鞘基部、葉身基部および維管束附近には比較的遅い時期まで原形質にとんだ細胞がみられる。

葉鞘と葉身との境界は葉鞘突起(process of sheath, MANN はニンニクの場合 ligule, 小舌の語を用いている。)の位置から明瞭であるが⁽¹¹⁰⁾、細胞の配列の点からも列状に配列する葉身と海綿状の葉鞘とは容易に区別できる(附图Ⅱ)。

維管束数は子葉では1。第1本葉では5。第2本葉は8。以下1~2ずつ増加するが⁽⁵¹⁾球形形成時頃は葉位による差は明らかでなく、だいたい35~40みられる。いずれの葉の場合も稚葉時には比較的少なく、葉の生長と共に大形の維管束の間に小形の維管束が形成されて数は増加する。この結果掘上げ時頃の球構成葉では内部の葉ほど維管束数が少ない傾向がみられる(第12表)。

Table 12. Number of vascular bundles in leaf sheath of bulb composite leaves (variety Imai-wase).

Date of observation	Position of leaves from outside								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
May 17	25	29	25	30	33				
Jun. 7	25	23	29	33	35	34	35	29	29
Jun. 17	25	25	29	32	37	37	35	29	28
Jun. 27		27	33	35	36	39	38	36	32
Jul. 7			31	29	36	40	38	35	35
Oct. 10	Foliage scales				Storage leaves			Sprout leaves	
	45	45	48	42	40	35	34	30	23

球形成時の葉の形態 (附図 I ~ V)

球形成に適する環境条件になると生長点から3葉目前後の葉は葉身の生長が抑制され、普通葉の葉身と比較すれば短かく、外側の葉の葉鞘孔から外部に突出するまでには生長しなくなる。ただしこの場合も分化後間もない稚葉は普通生長時の稚葉と比べ差異は認め難い。

これら貯蔵葉化する葉では葉身の細胞数はあまり増加せず、各細胞は容積が増大し原形質の乏しい細胞になる。

このような貯蔵葉化の結果生じた貯蔵葉と萌芽葉との形態を普通葉の形態と比較すると、細胞の大きさの点では明らかに差異があり、貯蔵葉が最も大きく普通葉が最も小さい。

貯蔵葉の葉身では細胞数があまり増加せぬまま各細胞の容積が増大し、ほとんど原形質を失ない、つぎの萌芽期にも全然伸長しない。

萌芽葉の葉身の細胞は普通葉の葉身細胞と比べると比較的大きく、つぎの生長期には葉身細胞の縦方向への伸長により葉身はある程度生長する。

貯蔵葉の葉鞘は細胞数が多くて厚く、細胞は萌芽葉、普通葉の葉鞘細胞より著しく大きく直径400 μ 程度にも達する。貯蔵葉の葉鞘は萌芽期にほとんど伸長しない。

萌芽葉の葉鞘細胞は貯蔵葉葉鞘の細胞より小さく数も少ないが、萌芽期には縦方向に伸長し、また葉鞘基部には原形質に富む若い細胞がこの時期まで存在する。この結果葉鞘は生長し、やがて球外に萌出する。

普通葉の葉身の細胞は萌芽葉に比べて小さく、表皮に近い6-7層の細胞は比較的原形質にとみ、萌芽葉の葉身よりおそくまで生長を続ける。

以上のように貯蔵葉、萌芽葉、普通葉の形態間には差異があるが、細胞の大きさや数および生育過程の調査結果(第6図)からみると、萌芽葉と内部の普通葉は貯蔵葉化の不十分な葉と見ることが出来る。

貯蔵葉の維管束数は前記のように30~40あり、貯蔵葉の維管束はほぼ正常に発達しているが、萌芽葉や普通葉に比べると周辺の細胞が比較的早く原形質の乏しい細胞になり、維管束の細胞が空胞化する場合もみられる。

以上のように、球形成は、生育中のタマネギの葉において葉身の生長抑制と葉鞘の肥厚が起り、葉はその發育程度に応じ肥厚葉、貯蔵葉、萌芽葉等になることにより生ずる現象であることが、形態的観察によつても認められた。

葉身の生長抑制は主として細胞分裂の抑制により起り、葉鞘の肥厚は、葉鞘中央部の、一応縦方向への伸長が終り空胞化するほど成熟した細胞が、さらに横方向に伸長し、炭素、窒素化合物が集積されて膨圧を増し、もう一度増大して球形に近い細胞になること (swelling) により起る⁽⁵⁰⁾。

このような細胞の2次的な容積増大現象が球形成の根本となる現象であるが、その機構はまだ明らかでなく⁽⁵⁰⁾、前記の観察によつても新たな資料は得られなかつた。

この細胞の増大は、主に縦方向へ増大する通常の細胞の生長とは異なるもので、ヘテロオーキシンの撒布や注入によつて影響を受けず、オーキシンが関与する生長とは考えられていない⁽⁵⁰⁾。

第6節 摘 要

タマネギの球形形成の機構および球形形成と休眠等の現象との関係を明らかにする第1段階として球形形成過程、萌芽過程および球構成葉の様相について今井早生ほか5品種の球を用い調査を行なった。

1. 球形形成時は葉身の生長抑制とそれに伴う新葉出葉の停止、葉鞘の生長促進および肥厚がみられ、この結果、普通葉の葉鞘肥厚による肥厚葉化、葉身をほとんどもため貯蔵葉の形成がおこり、球は肥大する。

2. 貯蔵葉形成に伴ないクビ部には新しい葉身がない状態となりその結果地上部は倒伏する。

3. 葉鞘の肥厚は葉鞘細胞数の増加と各細胞の容積の増大による。細胞数は葉長1cm内外の稚葉時に増加が止まり、細胞の容積増大には限度があるため、葉鞘肥厚の程度は稚葉時の細胞数によりある程度支配される。

4. 球の大小と肥厚葉数、分球数、1回目分けつ部から生長点までの葉数との間に有意な正相関が認められ、また大球は葉鞘厚く葉鞘細胞数が多い。

以上の点から、球形形成開始時に多くの葉数をもち生育旺盛な苗が大球になることがしられた。

5. 本邦にて栽培される6品種の球の構成葉を調査した結果、品種間には差があり、球構成葉の様相は品種の特性であることがしられた。

愛知白や今井早生は構成葉数が比較的少なく各葉の肥厚程度は著しく、札幌黄は肥厚度の中程度の葉が比較的多く存在する。前者はいわば葉重型の品種で、早生で扁球形、後者は葉数型品種であつて晩生、球形で萌芽期は遅い傾向がみられた。

6. タマネギ球の萌芽はまず萌芽葉の葉鞘の生長により起り、ついで内部の普通葉が萌出し、貯蔵葉はほとんど生長しない。

このような球内の葉の生長と新葉の分化はいずれの品種の場合も掘上げ後40~50日頃から始まり、球外に葉の萌出する時期は球内の葉の生長開始後1カ月余りの時期であることがしられた。ただし個体による変異は相当著しい。

以上のようにタマネギの不萌芽期間と休眠期間との間には大きな差がある。

7. タマネギ球は保護葉、肥厚葉、貯蔵葉、萌芽葉および普通葉から構成され、それらの順序や数はほぼ一定している。

8. 葉の組織学的調査を行なった結果、葉の貯蔵葉化は生長点から3葉目頃の時期から明らかに認められ、葉の發育に伴なつて進行することが見られた。貯蔵葉は普通葉に比べ葉身細胞の数の増加が早く止まり、球形形成時までに原形質の乏しい大形の細胞になる。貯蔵葉葉鞘の細胞数は他の葉より多く、各細胞は大形になり、その結果葉鞘は肥厚する。

萌芽葉の葉身の細胞数や細胞の大きさは貯蔵葉と普通葉との中間程度であるが、葉鞘はあまり肥厚せず、つぎの生長期には葉鞘細胞の縦長になることにより生長し、その結果萌芽葉は球外に萌出する。

第2章 環境要因および栽培条件が球構成葉の様相ならびに萌芽期におよぼす影響

前章において、タマネギ球は形態の変化した数種の葉によつて構成されていることを明らかにした。したがつて球形成に伴なつて起る倒伏、休眠等の現象は球構成葉の形態変化と密接な関係をもつものと考えられる。

そこで本章においては、播種期、生育期間中あるいは球形成期間中の日長処理その他の処理、掘上げ時期の早晚、掘上げ後の乾燥処理、ならびに球貯蔵中の温度条件等が、球構成葉の形態、数ならびに休眠期間や萌芽期にどのように影響するかについて実験を行ない、葉の形態変化と休眠その他の現象との関係を明らかにし、その結果から球形成と休眠の機構を検討しようとした。

第1節 播種期を異にしたタマネギ苗の球形成の状況および萌芽期

タマネギは本邦内地においては従来秋播き初夏どりの栽培法が行なわれて来た。一方春播栽培も試みられ、その結果が2, 3報告されている(1,38,66,67,123)。そこで播種期を異にした場合の苗の生長の状態を比較することにより、タマネギの球形成と環境条件との関係、および球形成と倒伏、休眠その他の現象との関係を検討する資料が得られるものと思われる。以上の点から本調査を行なつた。

材料および方法

京都大学農学部農場産の泉州黄の種子を用い、1950年4月26日～7月31日の間14回、1951年は4月1日～8月15日の間10回播種を行なつた。発芽後間引き、土入れその他苗床ならびに本圃の慣行管理法に準じ栽培管理を行なつた。生育は一部の夏播き区を除きだいたい順調であつた。

調査は各区の生育中庸な20個体について行ない、夏の枯葉期にも掘上げ調査用の20株以外は掘上げを行なわず、萌芽期やその後の生育状況を調査した。

栽培期間の平均気温は次の通りであつた(第13表)。

Table 13. Mean air temperature during growing season.

Year	Apr.	May			Jun.			Jul.			Aug.			Sept.		
	L	E	M	L	E	M	L	E	M	L	E	M	L	E	M	L
1950	10.5	16.7	16.7	16.7	18.8	19.5	21.0	22.7	24.5	27.3	27.7	27.2	24.2	24.5	24.7	18.2
1951	10.1	13.0	16.3	17.6	20.6	18.7	19.4	20.8	21.9	25.4	25.6	27.0	25.6	20.9	19.9	17.4

E: early, M: middle, L: last ten days of a month.

調査結果

タマネギ地上部の生長過程を見ると、イネ科作物に見られるように、旧葉の葉鞘の上部から新葉が抽出して葉数が増し、新葉葉身は急速に生長し、或程度の苗令までは新葉の長

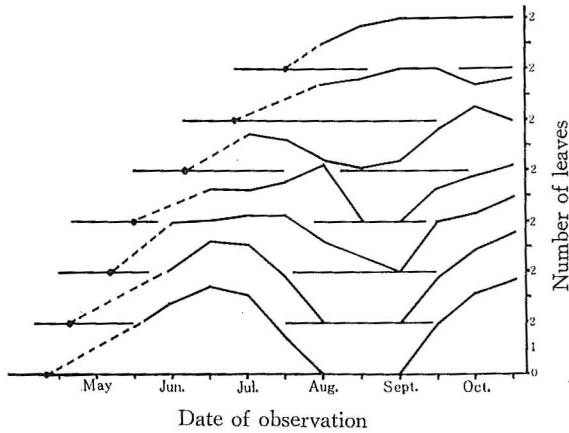


Fig. 19. Seasonal changes of the number of leaves in onion plant grown under different sowing dates (variety Sensyu-ki). •: sowing date

さは旧葉以上の長さまで生長する。心葉に当る新葉の生長速度が鈍つた頃葉鞘上部から次の新葉が出葉し、以後同様の経過により葉数増加、葉長増大が交互に繰返される。

新葉出葉数は環境条件や苗令によつても変化するが、大体1カ月に2.0~2.5葉の出葉が見られる。しかし外葉は逐次黄化枯死するため生葉数の増加はそれだけ差引かれ、第19図に示す数値になつた。

しかし6月下旬~7月上旬を過ぎ高温期になるに伴ない生長は衰え、8月上旬以降葉が枯れ

倒伏する株が生じた。これらの倒伏した個体は約2カ月後の9月下旬には再び新葉が萌芽して来た。

Table 14. Bulb formation of the onion plants grown under different sowing dates (variety Sensyu-ki, 1950).

Date of sowing	Percent of plants collapsed	Diameter of bulb	Bulb diameter : bulb height ratio	Weight of bulb
Apr. 26	100%	2.0cm	0.88	5.2g
May 1	100	1.7	0.99	4.5
May 6	100	1.6	0.81	4.0
May 16	100	0.8	0.57	2.9
May 21	100	0.7	0.55	2.4
May 26	100	0.5	0.44	1.7
Jun. 1	100			
Jun. 10	100			
Jun. 21	95			
Jul. 1	65			
Jul. 11	0			
Jul. 21	0			
Jul. 28	0			

これに対し6月10日以降に播種した区の苗は倒伏せず葉が枯れるいわゆる青立状態のものが多く、5月21日~6月1日播種区においても同様の苗が見られた。これらの個体は倒伏した個体よりむしろ早く9月中下旬に生長が再び開始された。

更に遅く7月11日以降に播種した区は高温長日条件下にもかかわらず球形成は行なわれず、10~11月の低温期まで大体正常な生長を続けた。

以上のように、5月26日以前に播種した場合は葉の貯蔵葉化が起り球が形成され、球重は早播区ほど重く、球径/球高の値は早播区ほど大きく球は扁球形になつた。

このように球が形成された場合は倒伏したが、その時期は秋播き栽培の場合より約1カ月遅い7月中下旬以降で、播種期の遅い区は更に遅く、6月10日以降に播種した区は球が形成されず、倒伏しなかつた。これは、球形成はタマネギがある程度の苗令に達した後起

るものであると思われる。泉州黄においては5葉程度以上の苗令を必要とすると云う岩間の報告^(66,67)とだいたい一致した。

1951年の実験においてもだいたい同様のことがみられた (第15表)。

Table 15. Seasonal changes of the growth of onion plants grown under different sowing dates (variety Sensyu-ki, 1951).

Date of sowing	Date of germination	Plant height (cm)								Bulb diameter (cm)
		Jun.5	Jun.15	Jul.3	Jul.16	Aug.2	Aug.18	Sept.4	Sept.28	
Apr. 1	Apr. 20	10.1	7.1	8.0	8.0	3.5	3.5	5.4	11.1	1.6
May 15	May 23	6.0	6.4	6.9	11.7	6.3	6.7	12.9	16.8	1.6
Jun. 15	Jun. 23			4.4	9.1	6.6	5.6	8.7	16.1	1.0
Jul. 15	Jul. 21				6.3	5.7	5.8	12.2	10.3	0.5
Aug. 15	Aug. 23							6.9	7.9	0.3
Aug. 25	Sept. 2								10.7	0.3

第2節 日長条件が球形形成および萌芽期におよぼす影響

前章において、タマネギの球形形成は葉の形態変化により生じ、このような葉の形態変化に伴って倒伏や休眠現象が起ることを見た。球形形成には多くの条件が関与するが日長条件が最も支配的な条件と考えられている^(37,58,91,140)。そこで各種の発育段階の時期に日長条件を変えた場合、球形形成および倒伏、休眠等の現象にどのような変化が生ずるかを見ることによつて、球形形成と倒伏、休眠等の現象との関係を検討し得るものと思われる。またこれらの実験によつて掘上げ適期、掘上げ後の適切な処理法などに対する参考資料も得られるものと思われ、本実験を試みた。

第1項 球形形成開始後の短日処理が球形形成および萌芽期におよぼす影響

材料および方法

前年秋播の今井早生の普通栽培の苗を用い、5月20日から第18表に示す期間短日処理を行なつた。短日処理は黒ビニールのトンネルを設けて行ない、日長は8.30a.m.~5.00p.m.の8.5時間とした。

各区の苗について5日毎に新葉出葉数、心葉もしくは心葉のすぐ外側の葉の葉鞘上にあらわれた部分の長さを測定し、前回の長さとの差から5日間の生長量を求めた。

短日処理を行なつたため各区の生育状態にはある程度の差異を生じたが7月8日同時に掘上げ球径、重さ等を調査した。球は掘上げ後陰乾した後室内に貯蔵し、8月中旬各区の5球について球構成葉の様相を調査し、その他の球は8月21日圃場に植付け、ヨシヅの日陰を設けてその後の萌芽状況を調査した。貯蔵室の温度は7月中は最高平均29.1°C、最低22.6°C、8月は最高30.0°C、最低22.6°Cであつた。

苗の発育状況と各処理開始期の球構成葉の様相を知るため、10~15日毎に10~12個体を掘上げて調査した (第1章、第1表、第6図)。

実験結果

球形形成中の短日処理が新葉出葉数におよぼす影響 普通生長期のタマネギは1カ月当り2.0~2.5葉の新葉を外部に出葉する (第1, 14表), 球形形成期には生長点における新葉の分化は幾分促進されるが、貯蔵葉が形成されると外部に現われる新葉の増加は止まる。従つて新葉増加の程度によつてその苗が普通生長期にあるか球形形成期に達したかを判断でき

る。以上の点から球形成開始後の短日処理が新葉の出葉数や出葉停止時期におよぼす影響について調査した。

Table 16. Effect of short day treatment during the bulbing period on the number of new leaves (variety Imai-wase, 1961).

Period of short day treatment	Number of new leaves per 5 plants for 5 days										
	May 15	May 20	May 25	May 30	Jun. 4	Jun. 9	Jun. 14	Jun. 19	Jun. 24	Jun. 29	Jul. 6
May20—May30		3.9	3.8	3.3	2.1	1.2	0	2.8	1.1	0	0
May20—Jun. 9		4.5	4.5	3.0	2.0	1.5	2.0	2.8	8.0	4.0	1.1
May20—Jul. 8		3.5	3.5	3.5	2.0	1.0	0.5	4.5	7.0	10.0	7.5
May30—Jun. 9				4.5	3.0	2.5	0	1.0	0.5	1.5	0.4
May30—Jun. 19				3.5	3.0	3.0	1.0	0.5	2.0	2.5	7.1
May30—Jul. 8			2.5		1.5	0	1.5	0	0	1.5	4.6
Jun. 9—Jul. 8						1.5	1.5	0.5	0	0	0
Jun. 19—Jul. 8							0	0	0	0	0
Non-treatment		2.0	4.0	2.5	2.5	0	0	0.5	0	0	0

Bold faced types showing the period of short-day treatment.

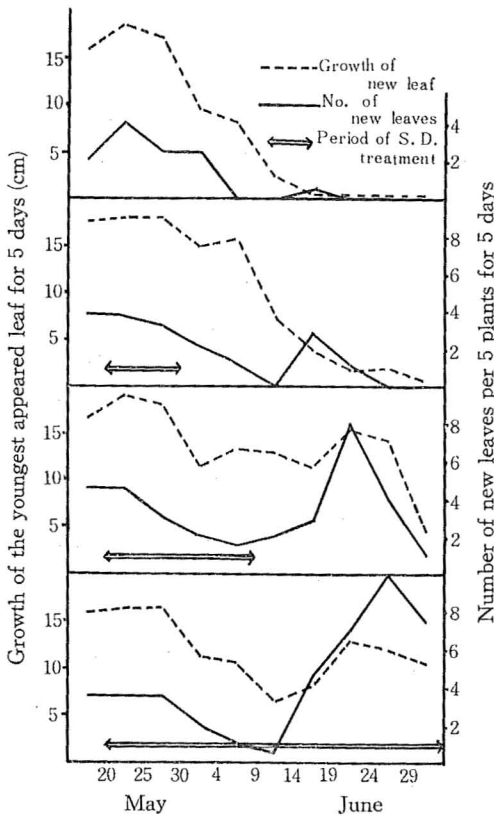


Fig. 20. Effect of short day treatment during the bulbing period on the increment of new leaves and the growth of the youngest appeared leaf (variety Imai-wase).

新葉出葉数は第16表、第20図にみられるように短日処理により明らかに増加した。しかし葉数増加が停止する5月下旬～6月上旬以後の短日処理ではその影響が明らかでなかった。短日処理により新葉出葉の促進されることは、苗が若い時期には処理開始後10～15日頃からみられるが多くの場合は処理開始後25～30日頃以降であった。短日処理後再び長日条件にした場合は長日条件に移してから25～30日後新葉の出葉は再び止まり、結局新葉出葉による葉数増加、あるいは増加停止は、共に日長条件が変化してから25～30日以降に外部にあらわれた。

これは、ある程度发育した葉は日長処理を行なっても葉の形態を変えることはなく、生長点に近い分化の進めぬ稚葉のみ形態が変化するためと思われる。例えば長日条件から短日条件に移すと生長点に近い稚葉は葉身の正常な普通葉になり、それらの葉が25～30日後に外部に現われたものと思われる。前章において、休眠覚醒後球内の葉が生長を開始してから球外に萌出するまでに約1カ月を要したことや、1カ月当り出葉数が2～3葉であった点等からも上記の事が裏書きされる。

球形形成開始後の短日処理が心葉生長量におよぼす影響 新葉の出葉は球内の葉の生長により起る現象であるから、新葉出葉数によって葉の生長状態をある程度知ることができる。

ただし葉の貯蔵葉化により新葉の出葉が止まった後もすでに展葉している葉の生長が暫くは続けられる。したがって葉の生長停止期は新葉出葉停止期よりも幾分遅い。本調査の無処理区の苗では心葉の生長は6月10~15日まで、最も長い葉は5月下旬~6月上旬まで生長が続いた。

球形形成開始後の短日処理が心葉生長量におよぼす影響はすぐに現われ、心葉生長量の減退の程度が少なくなり、生長が長く続いた。処理期間が長い場合は処理開始後25~30日頃から数値が急激に増大したが、これは球内から萌出した新葉の生長によるもので、すでに出葉していた葉の生長促進によるものではない(第20図)。

以上の点からみて、貯蔵葉形成を誘起する長日条件は肥厚葉身の生長をある程度抑制するが、球形形成開始後の短日処理はこの生長抑制作用を解消し、その結果生長を促したものであると思われる。但し球形成期の苗を短日条件に移しても貯蔵葉としてある程度發育した葉の葉身は生長することがなく、まだ貯蔵葉化が不十分な稚葉の葉身が生長を起して萌芽葉もしくは普通葉に近い形となり外部に出葉することが観察された(第21図)。

球形形成開始後の短日処理が倒伏期、球形、球重におよぼす影響 倒伏は葉の貯蔵葉化に伴ない起る現象で、無処理区では6月中下旬から始まり、7月上旬には全個体が倒伏し90%の個体は緑葉を失っていた。

球形形成開始後短日処理を行なうと倒伏期が遅れ、5月20日から7月上旬まで処理した区では掘上期にも倒伏率は13%にすぎず、総ての個体が緑葉をもっていた。しかし短日処理期間が短かく処理後約40日間長日条件にした区では全個体が倒伏した。

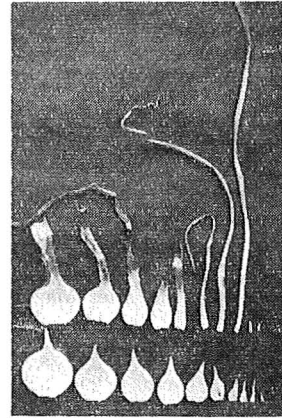
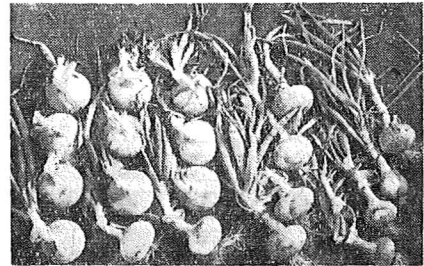
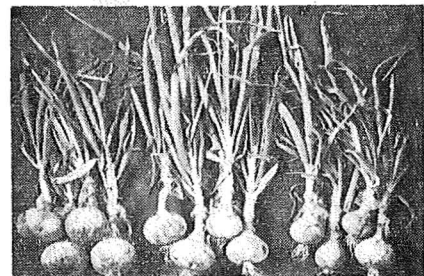


Fig. 21. Upper row shows the metamorphosis of composing leaves grown under short day treatment. Lower row shows the composing leaves in the bulb not-treated (variety Imai-wase).



A



B

Fig. 22. A. From left to right, onion plants of non treatment and grown under short day, June 19 to July 8, June 9 to July 8, May 30 to July 8, and May 20 to July 8, respectively. B. From left to right, onion plants treated similarly from May 20 to 30, May 20 to June 9, and May 20 to July 8, respectively (variety Imai-wase).

球径の増加は短日処理により抑制される。したがって処理区の球は小さく球重は軽い。ただし6月9日以後処理した区は無処理区と比べ差がみられなかつた(第22図)。一般に処理開始期が早く処理期間が長い場合ほど球肥大の抑制度が大きい。処理打ち切り後長日条件においた場合はその日数に応じ球の肥大が進んだ(第17表)。

Table 17. Effect of short day treatment during the bulbing period on bulb formation in onion (variety Imai-wase, 1961).

Period of short-day treatment	No. of days		No. of leaves		Falling plants	Bulb diameter	Bulb dia. : Height	Plant weight	Bulb weight	Percent of decayed bulb	Mean date of sprouting
	Short-day	Long-day after S.D.	May 31	Jul. 8							
	On the date of harvesting (Jul. 8)					Aug. 21					
May20—May30	10	39	8.7	0.5	100	9.1	1.40	304	258	13	Sept. 26
May20—Jun. 9	20	29	8.8	4.4	73	8.5	1.27	288	233	38	Oct. 1
May20—Jul. 8	49	0	8.0	11.0	13	6.9	1.09	239	147	29	Sept. 4
May30—Jun. 9	10	29	8.6	2.6	95	8.5	1.36	250	230	6	Sept. 27
May30—Jun. 19	20	19	8.7	6.5	83	8.9	1.38	301	274	17	Sept. 21
May30—Jul. 8	39	0	8.6	5.0	83	8.7	1.26	293	262	19	Sept. 6
Jun. 9—Jul. 8	29	0	—	1.1	100	9.4	1.39	303	299	6	Sept. 14
Jun. 19—Jul. 8	19	0	—	0.4	100	10.0	1.46	351	322	0	Sept. 23
Non-treatment	0	—	8.1	0	100	9.4	1.33	323	318	0	Sept. 26

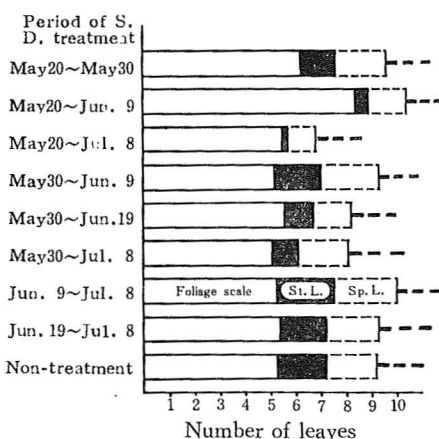


Fig. 23. Effect of short day treatment during the bulbing period on the number of composing leaves in bulb (variety Imai-wase).

以上の点からみて、短日処理期間には球形成は進まず、球肥大の程度——球径はある限度までは球形成開始後球肥大が停止するまでの長日期間の長さにより支配されるものと思われる。

球形成開始後の短日処理が球構成葉の様相および萌芽期におよぼす影響 タマネギ球は形態を異にした5種類の葉から構成されているが、球形成初期から20日間以上短日処理を行なうと貯蔵葉、萌芽葉の数が減少し肥厚葉数が幾分増加した。しかし貯蔵葉化がある程度進行した後の短日処理は貯蔵葉数に明らかな影響をおよぼさなかつた(第23図)。

貯蔵葉の長さは処理区間の差が明らかでなかつたが、最も内側の萌芽葉とその内側の第1普通葉の長さを測定したところ、短日処理区が明らかに長かつた。特に5月20日から掘上げ期まで短日処理した区の第1普通葉の長さは萌芽葉の長さより長く平均16cmで球外に萌出していた(第24図)。

これらの球の萌芽状況をみると、球形成初期から掘上げ期まで短日条件にした区が最も早く萌芽し、これらの球は休眠に入っていないかつたものと思われる(第25図)。短日処理開始期が遅いほど、短日期間が短いほど萌芽期は遅れるが、新葉の出葉が停止した6月9~19日以降に短日処理を行なつた区も無処理区と比べ萌芽期が早かつた。これらの区は短日処理により新葉は出葉せず、倒伏期、球重も無処理区と比べ差がほとんどみられなかつたが、球内の萌芽葉や普通葉の長さは無処理区より長かつた(第17表、第24図)。

他の区についてみても球内の普通葉の長さが長い場合は萌芽率が高い傾向がみられ、両者の間には密接な関係があるものと思われた。

なお5月30日または6月9日まで短日処理し、その後長日条件に27～39日間おいて掘上げた球の萌芽期は無処理区の球より遅く、これらの球内の葉の長さは一般に短かかった。

以上のように、葉の貯蔵葉化が不十分な場合は休眠が浅く、球内の葉が生長していた区ほど萌芽期が早かった。したがって葉の貯蔵葉化の程度、すなわち葉身生長の抑制の程度と休眠との間には密接な関係があるものと考えられた。そして長日条件は葉の貯蔵葉化を促し、同時に球内部の稚葉の葉身の生長を抑制するものであるが、葉の貯蔵葉化が進行中に短日条件に移すと、貯蔵葉化をおさえて普通葉化を促がし、まだ貯蔵葉化の不十分な葉は萌芽葉または普通葉になり、同時に球内の稚葉の生長を促がして新葉の萌出に至るものと思われる。

なお貯蔵中の球の腐敗率は球形成の不十分な場合高い傾向がみられた(第17表)。

第2項 球形成前の短日期間の長短および掘上げまでの長日期間の長短が球形成および萌芽期におよぼす影響

前記のように球の大きさは球形成開始期の生葉数から規制される点が多く、生葉数は短日条件では増加するが長日条件では増加が止まることが知られた。そこで長日条件になる以前の短日期間を延長した場合は生葉数が増加し球は大きくなるものと

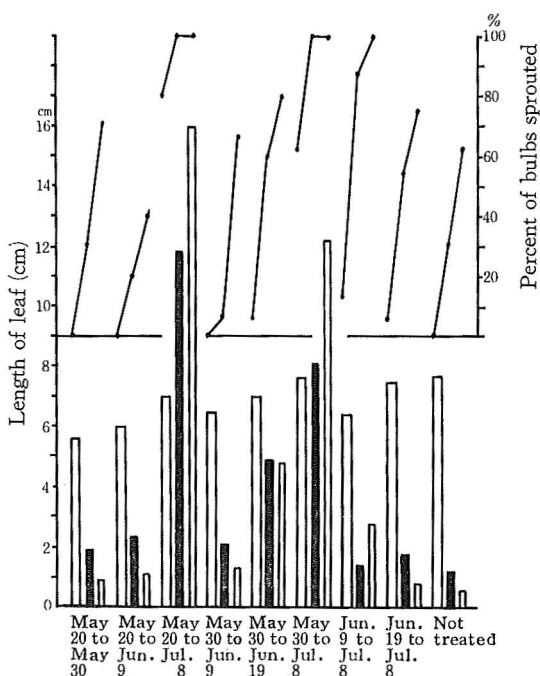


Fig. 24. Effect of short day treatment during the bulbing period on the length of composing leaves in the middle August and sprouting of bulbs planted on August 21. Upper lines showing the percent of sprouting on September 6, 16, and 26. Lower graph showing the length of leaf. From left to right, outermost storage leaf, innermost sprout leaf and outermost foliage leaf, respectively.

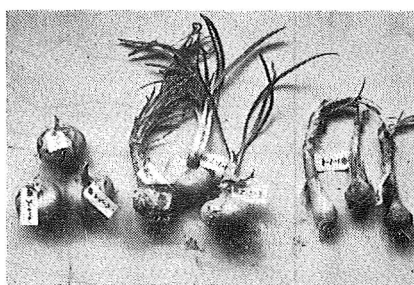


Fig. 25. Effect of short day treatment during the bulbing period on the bulb formation and sprouting in the bulb. From left to right, bulbs grown under short day, June 10 to July 5, June 1 to July 5 and May 20 to July 5, respectively. Photographed on December 30 (variety Imai-wase).

考えられる。

また葉が枯れる時期よりやや以前に掘上げた球は枯葉後掘上げた球より萌芽期が遅いことが知られている(22,53,60,61,119,126)。そこで掘上げまでの長日期間を異にした区を設け、球の萌芽期等を調査した。

材料および方法

前年秋播きの今井早生の苗を4月15日(日長約13.2時間,平均気温10.4°C)から8.5時間日長の短日条件にし,表示した時期に処理をやめて長日条件(自然日長)にし,所定の長日期間の後掘上げるように区を設けた。また4月25日および5月10日から一定期間短日処理する区を別に設けた。短日操作は黒ビニール被覆によつたため,夜温が無処理区より幾分高くなつた。処理開始期の温度,日長条件はそれぞれ第18表のようであつた。各区の生育状態には明瞭な差異を生じたが7月20日同時に掘上げ,室内貯蔵後8月25日圃場に植付けた。

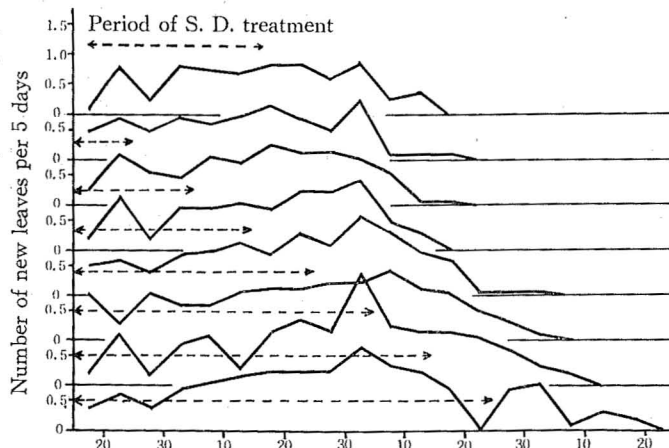


Fig. 26. Effect of the prolongation of the short day period before bulbing period on the increment of new leaves.

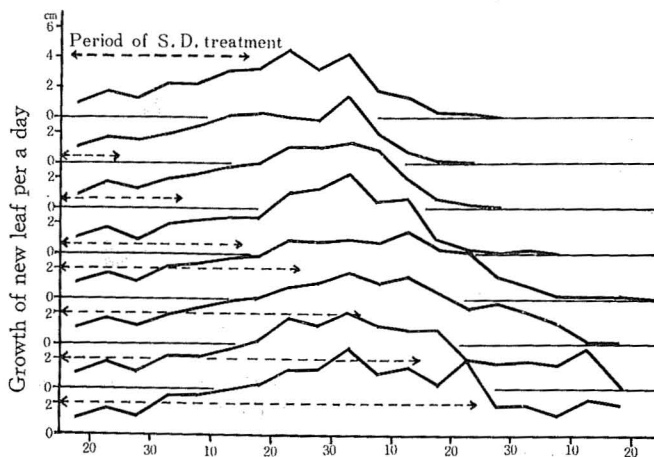


Fig. 27. Effect of the prolongation of the short day period before bulbing period on the growth of the youngest appeared leaf.

調査は葉の生長状態、貯蔵葉形成期、倒伏期、球重、萌芽期等について行なつた。貯蔵葉形成期は長日条件にしてから5~10日毎にタマネギを掘上げて調査し、明らかに貯蔵葉化した葉が認められた時期を形成期とした。萌芽調査は圃場に植付け後5日毎に行なつた。

実験結果および考察

新葉出葉数 無処理区においては6月上旬まで5日間に0.4~0.8葉出葉したが6月15日以降出葉が止まつた。

短日処理により長日条件にする時期を遅くした区は長日条件にしてから25日後頃まで新葉出葉がつづいた。4月25日あるいは5月10日から短日条件にしてその後長日条件に移した場合もだいたい同様な結果が得られたが、5月10日短日開始区は4月25日から短日処理し同一時期に長日にした区に比べ出葉停止期が幾分早い傾向を示した。なお短日処理を20日間以上続けた区では各分球から新葉が出葉したため株当り出葉数が特に多くなつた(第26図)。

心葉生長量 無処理区の心葉生長量は6月上旬以降減少し、6月25日頃停止した。短日処理により長日に移す時期を遅くした区は短日の影響で生長量は増加し短日期間中生長が

Table 18. Effect of the prolongation of the short day period before bulbing period on bulb formation in onion (variety Imai-wase).

Trial No.	Period of short-day treatment	No. of days		No. of leaves		Diameter of leaf sheath
		S.D.	L.D. after S.D.	Jun. 8	Jul.20	Jun. 8
1	Apr. 15—Apr. 25	10	86	8.0	0.4	4.5
2	Apr. 15—May 5	20	76	10.5	0.2	3.5
3	Apr. 15—May 15	30	66	9.4	1.6	2.8
4	Apr. 25—May 15	20	66	8.7	0.2	3.4
5	Apr. 20—May 20	30	61	9.0	1.7	2.8
6	Apr. 15—May 25	40	56	9.2	3.2	2.5
7	May 10—May 30	20	51	10.0	3.4	2.9
8	Apr. 15—Jun. 5	51	45	9.3	6.7	2.4
9	Apr. 25—Jun. 5	41	45	9.5	5.9	2.4
10	Apr. 15—Jun. 15	61	35	9.7	14.2	2.4
11	Apr. 15—Jun. 20	66	30	9.7	17.2	2.4
12	May 10—Jun. 20	41	30	9.7	11.9	2.6
13	Apr. 15—Jun. 25	71	25	9.7	17.6	2.4
14	Not-treated	—	—	8.3	0	5.9

Trial No.	Period of short-day treatment	Weight of bulb	Astronomical day length	Mean air temperature	Mean soil temperature	Mean date of sprouting
			At the beginning of long day condition			
		g	hr	°C	°C	
1	Apr. 15—Apr. 25	294	13.6	11.0	12.5	Sep. 27.2
2	Apr. 15—May 5	268	13.9	13.7	13.4	Sep. 27.9
3	Apr. 15—May 15	322	14.3	15.6	16.3	Oct. 5.4
4	Apr. 25—May 15	264	14.3	15.6	16.3	Sep. 22.9
5	Apr. 20—May 20	283	14.4	16.0	17.5	Sep. 28.3
6	Apr. 15—May 25	331	14.6	16.6	18.5	Oct. 2.0
7	May 10—May 30	273	14.7	18.2	18.5	Sep. 28.0
8	Apr. 15—Jun. 5	260	14.8	18.7	18.0	Oct. 10.0
9	Apr. 25—Jun. 5	333	14.8	18.7	18.0	Oct. 2.7
10	Apr. 15—Jun. 15	247	14.9	18.4	19.3	Oct. 15.3
11	Apr. 15—Jun. 20	249	14.9	18.5	19.3	Oct. 10.5
12	May 10—Jun. 20	132	14.9	18.5	19.3	Oct. 3.8
13	Apr. 15—Jun. 25	203	14.9	18.5	18.9	Oct. 8.6
14	Not-treated	276	—	—	—	Sep. 28.6

続くが、長日条件にした後30日頃から生長量は急激に減少した (第27図)。したがって遅くまで短日条件においた区ほど遅くまで生長が続いた。

貯蔵葉形成期 貯蔵葉の形成はタマネギが長日条件に移ってからほぼ一定期間後に認められた。すなわち気温の比較的低い時期は30~35日間で、自然日長に移す時期が遅れるに従い貯蔵葉化までの期間は短縮され、6月中下旬から自然日長にした場合は15~20日間で貯蔵葉化が認められた (第28図)。

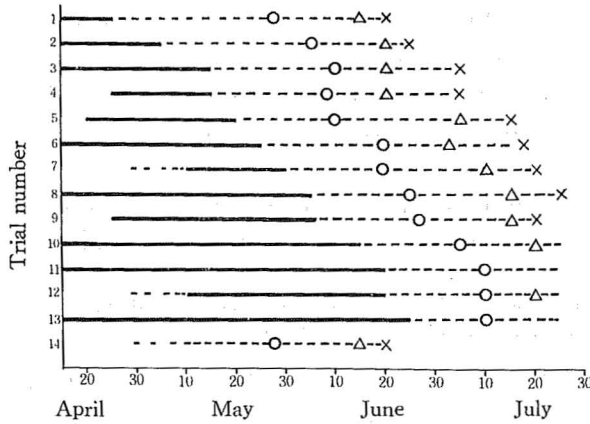


Fig. 28. Relationship between the beginning of long day period and the date of storage leaf formation or falling over of top.

- : Period of short day treatment
- : Long day period
- : Beginning date of storage leaf formation
- △ : Date of 20 percent plants collapsed
- × : Date of 80 percent plants collapsed

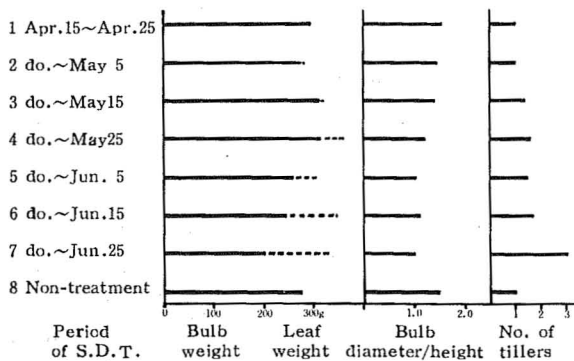


Fig. 29. Effect of the prolongation of the short day period before bulbing period on the bulb formation in onion (variety Imai-wase, dug out on July 20).

これは時期が遅れるに従い気温が上昇し、同時に苗も大きくなり球形成が促進されたためと思われる。なお4月25日から長日条件にした区は最初平均気温が15°C以下であったが、15.5°C以上になった後長日にした区より貯蔵葉形成期は早く、無処理区とだいたい同時期に貯蔵葉が認められた。

倒伏期 倒伏期は長日条件に移した時期、貯蔵葉形成期、葉の生長停止期と密接な関係をもつものである事が知られた (第28図)。

すなわち倒伏開始期 (20%倒伏期) はいずれの区においても自然日長 (長日条件) にしてから約40日後、貯蔵葉形成開始後15~20日で、80%以上の苗が倒伏する時期は長日条件にしてから約50日後、貯蔵葉形成開始後25~30日の時期に相当していた。倒伏は球内の葉の葉身の生長が衰えるためクビの部分中空状態になり、その結果起る現象であるが、新葉出葉の停止期後10~15日頃が倒伏期に当たっていた。なお長日条件にしてから倒伏始めまでの日数は長日に移る時期が遅れるに従って短くなつたが、倒伏は次第に不揃いになり、倒伏始めから倒伏終了までの日数は、長日条件にする

暦日が遅いほど長くなる傾向が認められた (第28図)。

球径, 球重 40日間短日処理した後自然日長にし, 56日後に掘上げた区が球径, 球重は最も大きく, 無処理区の約 1.3 倍であつた。しかし球は甲高で形が乱れ球割れするものもあつた (第29, 30図)。

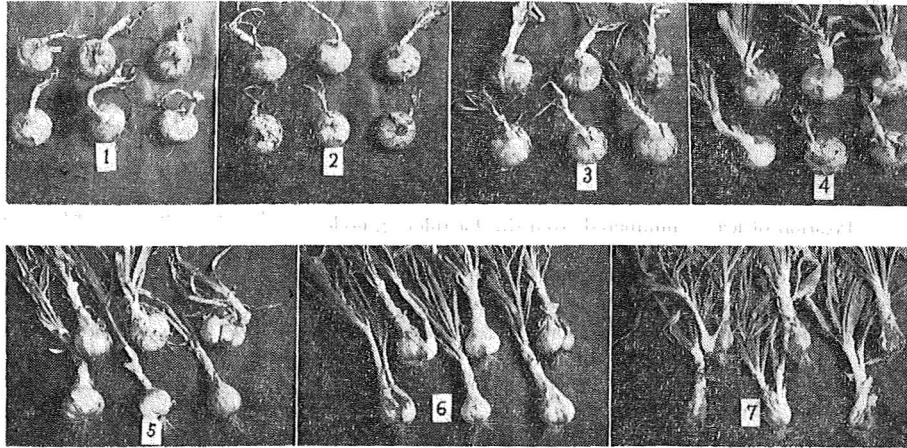


Fig. 30. Effect of prolongation of short day period before bulbing period on the bulb formation in onion (variety Imai-wase). Trial number shows as same as in Fig. 29.

短日期間が更に短い場合は球は次第に整形で扁平になるが球径, 球重は小さく無処理区の球と同程度になり, 反対に短日期間長く掘上げまでの長日期間が短い区は葉重は大きい球径, 球重は小さく, 球割れ株が増加した。

このように第18表の第6区あるいは3区が最も大球を形成したのは, これらの区では短日期間を30~40日間延長したため球形形成開始時の苗の葉数が増加し, 球形形成過程が完了して肥大が止まった後掘上げられたためと思われる。

前記のように, 長日条件にした後約50日で葉は倒伏し, その後15~20日で葉は枯れて球の肥大は止まり, その後は長日条件が続いても球の肥大は行なわれない。したがって第6区より短日期間の短い区は, 球形形成開始時の苗の葉数は無処理区よりは多いが第6区よりは少なく, 長日期間の更に長いことも特に球肥大を促進することにはならず, 球は第6区より小さい結果になつたものと思われる。

また第6区より短日期間を長くした区は球形形成開始期の葉数は更に多かつたが, 球肥大過程が終らぬうち掘上げ期になり, あるいは夏の高温のため肥大が停止し, したがって球は第6区より小さかつたものと思われる。

以上のように球形形成期前の短日期間をある程度延長することにより, より大球を生産することができる⁽²⁴⁾。

球構成葉の様相 (第31図) 貯蔵葉の外側の肥厚葉 (遅く長日条件にした場合は特別に肥厚せず普通葉に近いものもあつた) の数にはあまり差がないが, 1回目の分けつ部から貯蔵葉までの葉数, および生長点までの葉数は遅く長日条件にした区ほど多かつた。これは1回目の分けつ芽分化期は各区の間に大差はないが, 貯蔵葉は長日条件にしてからほぼ一定日数後に生ずるためと思われる。したがって遅く長日条件にした区ほど新葉分化が遅く

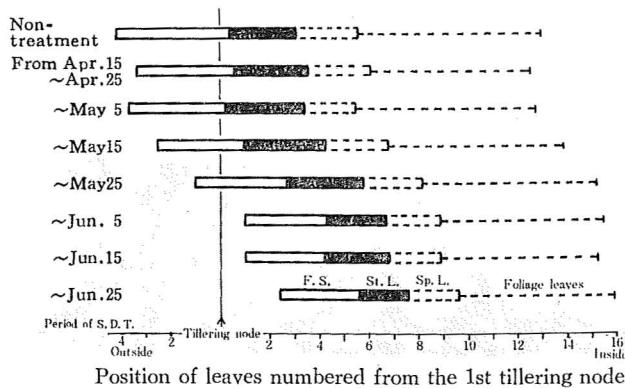


Fig. 31. Differences in the composing state of bulb leaves among the bulbs grown under different length of long-day period (variety Imai-wase, harvested on July 20, observed after sprouted).

めと思われる。すなわちタマネギは球形形成に適する条件が与えられるとだいたい20~30日後に葉身の生長せぬ貯蔵葉が形成され、その結果倒伏が起り、新葉分化は倒伏後まもなく止まる。本実験において掘上げ期までの長日期間が25~85日間の区を設けた場合、いずれの区も貯蔵葉から生長点までの葉数はだいたい同数であったが、これは新葉分化はいずれの場合も倒伏期後間もなく止まることを示している。

長日期間が45日以下、特に25日間の場合貯蔵葉と萌芽葉の数が幾分少なかったことは、更に長日期間の延長した場合は普通葉や萌芽葉も貯蔵葉化するもので、球内の萌芽葉や普通葉は貯蔵葉化の不十分なまま発育の停止した葉であることを示すものと思われる。

第31図で明らかなように5月下旬まで短日条件においた区では肥厚葉は第1回目の分けつ部より内側に形成される。従つてこの場合には球割れの状態になる。

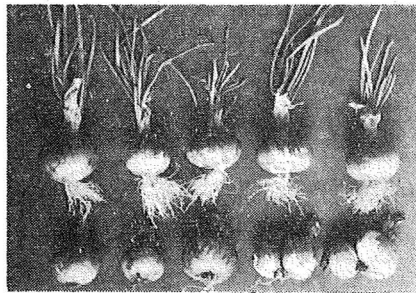


Fig. 32. Differences of the state of sprouting between the bulbs grown under different length of long day period. Upper row shows the bulbs grown under long day-length from May 5 to July 20. Lower row shows the bulbs grown under long day-length from June 15 to July 20 (harvested on July 20, planted on August 25, photographed on September 20).

萌芽期、球の腐敗状況 球形形成期前の短日期間を延長したため球形形成期の遅れた区ほど発根が遅れ萌芽期が遅かつた (第32図)。これは遅く休眠に入つた球ほど休眠覚醒期も遅いためと思われる。6月15日まで短日処理した区はだいたい倒伏期に、6月25日まで短日処理した区は倒伏前に掘上げたが、これらの球を植付けた結果、掘上げ後60日頃から萌芽が始まりタマネギの休眠期間は50~60日にすぎぬことが確かめられた。

ただし6月25日まで短日処理し、長日期間25日で掘上げた区は35日間長日区より萌芽期が早い傾向を示した。これはある程度までは

まで続いたことが知られた。ただし6月5日以降まで短日条件にした区は生育中夏の高温期に遇つたため葉数増加の程度は減退した。

しかし貯蔵葉と萌芽葉の数は、掘上げまでの長日期間が45日間以内で生育期が高温期に遭遇した区が約2葉であつた以外、各区とも貯蔵葉は2.5~3.3、萌芽葉は約2.5葉、普通葉は掘上げ期には約4葉であつた (第31図)。これは前記のように、長日条件になつてからほぼ一定日数後に倒伏が起り新葉の分化が止まるため

球形成に伴なつて休眠が深くなるためか腐敗その他の原因によるものか明らかにし得なかつた (第33図)。

なお短日処理により球形成期をおくられた区では貯蔵中腐敗する球が幾分多かつた。

第3項 程度を異にした日長条件が球形成および萌芽期におよぼす影響

タマネギの球形成には品種に応じた長日条件を必要とするが限界日長以上の長い日長の場合は限界日長の場合より球形成が促進される(77)。そこで日長時間を異にした短日区および15または24時間日長の長日区を設けて球形成および球の萌芽状況を調査し、日長の長短が球形成および休眠におよぼす影響を検討した。

材料および方法

短日実験は前年秋播きの今井早生の苗を材料にし4段階の短日区および無処理区を設けて行なつた。短日区は4月20日～5月20日の1カ月間にそれぞれ8.5、10、11、および12時間日長となるよう黒ビニールを被覆する方法により処理を行なつた。調査は前項に準じ葉の生長状況、倒伏期、球重、萌芽期について行なつた。

15時間以上の長日処理は同様の苗を4月15日鉢植にし、4月25日から24、15時間(硝子室内)長日区および自然日長区に分けて処理を開始し、前記の方法に準じて調査を行なつた。

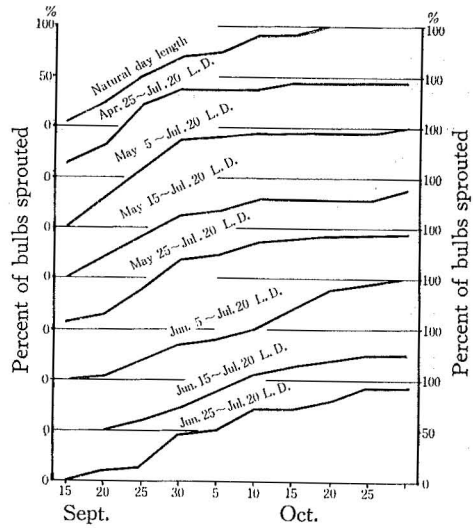


Fig. 33. Differences in the state of sprouting among the bulbs grown under different length of long day period (variety Imai-wase, harvested on July 20, planted on August 25).

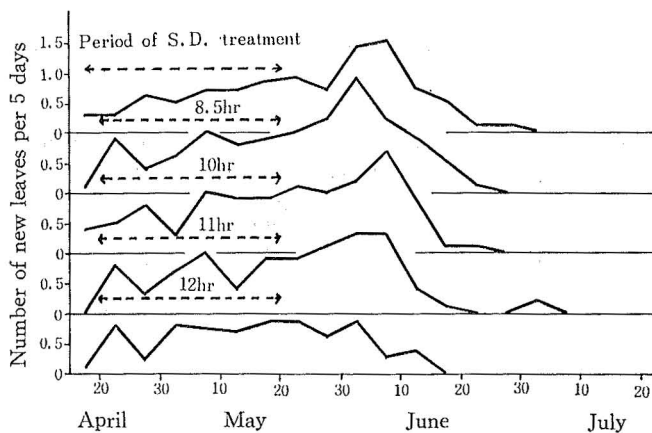


Fig. 34. Effect of short day treatment with different day length during bulbing period on the increment of new leaves (variety Imai-wase).

実験結果

新葉出葉数, 心葉生長量 短日区の場合新葉出葉停止期は日長の短い短日区ほど遅く11, 12時間短日区の停止期は無処理区に似て比較的早かつた. なお短日区では短日処理により出葉数が増加したが, 日長の短い区ほど出葉数が多い傾向がみられた (第34図).

心葉生長量についてもだいたい同様のことが認められ, 日長の短い短日区ほど生長量が増し, しかも遅くまで生長が続いた (第35図).

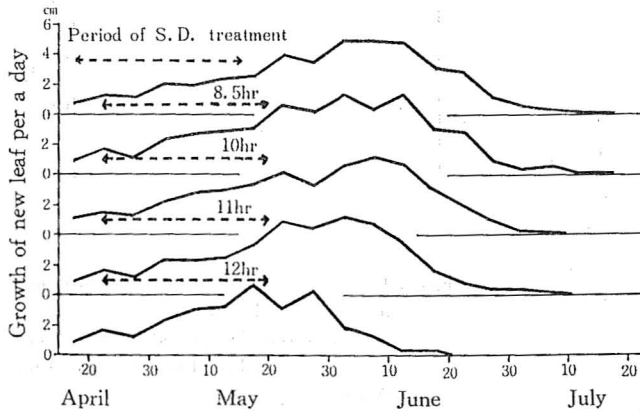


Fig. 35. Effect of short day treatment with different day length during bulbing period on the growth of the youngest appeared leaf (variety Imai-wase).

以上のように, 限界日長以下の短日条件であつても, 短日の程度が違つた場合は葉の生長を促す働きに差のあることが知られた.

長日区の場合は硝子室内長日区が球形形成は最も促進され, 屋外24時間長日区も自然日長区より幾分早く, 新葉出葉数, 心葉生長量とも過日長区は自然日長区より早く減退し停止した.

なお硝子室内15時間長日区の球形形成が他の区より促進されたことは日長よりもむしろ温度の影響が大きかつたためと思われる.

貯蔵葉形成期, 倒伏期 短日処理うちきり後長日条件に移し10日毎に苗を調査した. その結果, 貯蔵葉形成の認められたのは各区共, 同一調査日であつたが, 日長時間の短い短日区ほど貯蔵葉形成期は遅い傾向が認められた. すなわち6月8日調査の場合, 第1貯蔵葉から生長点までの葉数は12時間日長区が無処理区についで多く, 8.5時間日長区が最も少なかつた. 倒伏期は長日区以前の短日処理期の日長が短かつた区ほど遅い傾向がみられた (第19表).

Table 19. Effect of short day treatment with different day length on the bulb formation and falling over of top (variety Imai-wase).

Day length (hours)	No. of leaves	No. of leaves within St.L.	Diameter of bulb	Weight of bulb	Percent of falling plants (%)				
					On harvest date (Jul.20)	Jun.30	Jul. 5	Jul.11	Jul.16
8.5	9.0	4.3	9.3	283	0	20	40	80	80
10	10.2	4.5	10.1	394	0	20	50	70	90
11	10.2	5.0	11.3	347	0	50	60	100	100
12	10.0	5.5	9.8	360	20	40	90	100	100
Non-treatment	8.3	6.5	8.5	275	95	95	100	100	100

15時間以上の長日区の倒伏期は自然日長区より早く, 葉は早く枯れた (第21表).

球径, 球重, 球構成葉の様相 短日区の球径, 球重については日長の程度による差異は

明らかでなかつたが、各処理区とも無処理区より球は重かつた。これは短日処理により球形成開始期の苗の葉数が多くなつたためと思われる。各構成葉の数は各区の間に差はほとんど認められなかつた (第20表)。

Table 20. Effect of short day treatment with different day length on the number of composing leaves and date of sprouting (variety Imai-wase).

Day length (hours)	No. of leaves from 1st tillering node		No. of leaves between T.N. and St.L.	No. of composing leaves			Mean date of sprouting
	Outer leaves	Inner leaves		F. S.	St. L.	Sp. L.	
8.5	1.9	10.7	1.4	3.3	2.9	2.0	Sept. 28.5
10	1.6	11.7	1.7	3.3	3.4	2.0	Oct. 3.3
11	1.3	12.1	2.4	3.6	3.2	2.1	Oct. 2.3
12	2.0	11.0	1.3	3.3	3.6	2.1	Oct. 2.6
Non-treatment	4.3	10.0	0.4	4.7	2.7	2.6	Sept. 29.7

T. N. : 1st tillering node, F. S. : foliage scales, St. L. : storage leaves, Sp. L. : sprout leaves.

長日実験区は鉢植の関係上球はいずれも小さく、球が早く形成された。15および24時間日長区の球は自然日長区よりさらに小さかつた。これらの球はいずれも圃場の苗に比べ1回目の分けつ芽分化期が球形成開始期より遅いことがみられた。特に15、24時間日長区では貯蔵葉ばかりでなく、一部の萌芽葉まで分けつ部の外にみられた (第21表)。これは15、24時間日長区では球形成が促進されたことを示している。

Table 21. Effect of long day treatment with different day length on the bulb formation and sprouting (variety Imai-wase).

Treatment	Mean date of fall over	Bulb diameter	Bulb weight	No. of leaves without T. N.	No. of scaly leaves		Mean date of sprouting
					without T. N.	within T. N.	
15 hr. L. D. in glass house	Jun. 10~15	cm	g				
		3.3	25	5.9	4.7	1.5	Sept. 11.2
24 hr. L. D. in field	Jun. 15	4.4	43	5.5	3.8	1.6	Sept. 11.1
Non-treatment	Jun. 20~25	4.9	62	5.2	3.5	2.8	Sept. 16.8

萌芽期 各区の球を8月25日に植付けて萌芽期を調査した。その結果、15、24時間日長の長日により球形成が促進された球は萌芽期が早かつた。

短日の程度を異にした区の間では萌芽期の差は明らかでなかつた。

考 察

本実験に用いた今井早生は球形成のための限界日長が13時間前後の品種とされている。本実験においては限界日長以下の12、11、10、8.5時間日長区を設けたが、得られた成績の範囲では日長の短い短日区ほどその後長日条件にした場合の貯蔵葉形成期、葉の生長停止期、倒伏期が遅れた。

反対に15または24時間日長の長日条件では13~15時間日長の場合より球形成が促進され、従来の成績⁽⁷⁷⁾とだいたい一致した。花成については限界日長以下あるいは以上の異なる日長は同様には作用しないことが知られているが⁽⁹⁹⁾、前記の実験結果からみて、タマネギの球形成に対する日長の影響についても同様に量的な関係があるものと思われる。

以上の点からみると、日長刺激を受けて球形成を起す物質または体内条件は、日長が限界日長以上または以下の場合とも、日長の長短にある程度比例して量的に作用し、その影響はその処理後にもおよぶものと思われる。ある程度の日長不足は窒素不足の状態や断根

あるいは適温条件で代替できることも(118,139)同様の理由からと思われる。ただし日長の長短の影響については日射量の差に基づく同化量の多少と、同化生成物転移のために必要な暗期についても検討する必要がある。

前章において掘上げ時まで短日条件にした球は萌芽期が促進されることをみたが、15、24時間日長の期間中掘上げた球の萌芽期は自然日長区の球よりかえつて早かつた。

これは限界日長より更に長日の条件下では球形成が限界日長に近い長日条件下より促進され、したがって休眠に入る時期も、また休眠覚醒期も早くなつたためと思われる。

第4項 日長処理の部分的影響

植物体の一部に対し日長処理した場合、日長反応に局所性の認められぬ例も多いが、処理した局所のみ開花する例も相当多くみられている(115,135,161)。タマネギの球形成の場合は日長反応の局所性について従来実験された例がみられない。

そこでタマネギの半分に対し短日処理を行ない、その影響を調査することにより、局所反応の有無を確かめられると同時に、その結果から球形成機構を検討する資料を得ることもできるものと思ひ本実験を行なつた。

材料および方法

1961年は前年秋播きの泉州黄(市販種子)の苗のうち2ツに分けつた苗40個体を用い、

5月20日から7月8日の掘上げ日まで苗の半分に対し短日処理を行なつた。処理は黒い厚紙とポリエチレンの二重袋をかける方法により8.5時間日長にした。処理開始期には基部に两部分に共通する葉があつたがこの葉は自然日長下においた。これらの葉は5月31日には半数個体では枯れ6月12日には全個体枯れていった。大部分の苗は処理開始期には新葉の出葉が止まり球形成がある程度進んでいた。

1962年は泉州黄の同様な分けつ苗を用い、5月18日～6月18日の間前年の方法に準じて短日処理を行なつた。このほか第22表に示す処理区を設け、剪葉区は5月18日および30日全葉身を剪除した。

調査は前項に準じ葉の生長状況、倒伏期、球形、球重、萌芽期等について行なつた。

実験結果および考察

自然日長下においた半分の新葉出葉数は無処理の苗と同様5月下旬以降漸減し、6月以降はほとんど新葉を出葉しなかつた。しかし同一株の短日処理部は処理開始後20～25日頃から新葉を出葉する個体を生じた。その結果、短日処理部の生葉数は無処理部に比べ6月下旬以降多くなつた(第36図)。

心葉生長量は処理、無処理部とも5日中旬以降漸減し6月中旬までは両区の間には差がみられなかつたが、

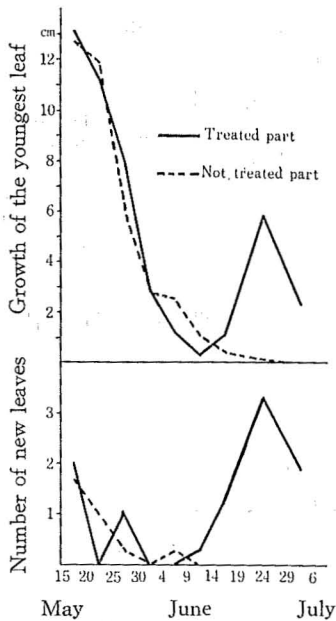


Fig. 36. Effect of short day treatment for one half of a tillered plant during bulbing period on the increment of new leaves and the growth of the youngest appeared leaf (variety Sensyu-ki).

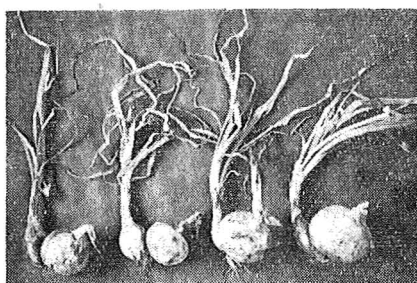


Fig. 37. Effect of short day treatment for one half of a tillered plant during the bulbing period on the bulb formation (variety Sensyu-ki). Showing the growing part under short day treatment (left half) and bulbs grown under natural day length (right half). Photographed on July 8.

短日処理部は6月下旬以降心葉生長量が著しく増大した。この結果、短日処理部は掘上げ時にその25%の株が生葉をもっていたが、無処理部は全個体葉身が枯れていた(第37図)。短日処理を行なった半分より得られた球は無処理部の球に比べ球径が小さく縦長であった。

8月21日に球を植付けて萌芽状況をみた結果、短日処理部の萌芽期は分けつしない普通苗を短日処理してできた球と同様に早く、9月1日には約25%の球が萌芽した。分けつ球を2分せず植付けた場合も、分けつ株を2分して植付けた場合も、同じ日長条件にあつた球はほぼ同様な時期に萌芽した。

したがって分球相互間に萌芽に関して影響しあうことはなかつたものと思われる(第22表)。

なお短日処理部は普通苗を短日処理した場合同様、掘上げ後腐敗するものが多かつた。

Table 22. Effect of short day treatment for one half of a tillered plant during bulbing period on bulb formation and sprouting of bulb (variety Imai-wase, 1961).

Treatment		Bulb diameter On harvesting date	Bulb height cm	Percent of bulbs decayed	Percent of sprouting in field (%)				
					Sept. 1	Sept. 6	Sept. 11	Sept. 21	Oct. 1
Not separated plants	S. D. treatment	6.5	6.5	29	22	44	56	89	100
	Not treated part	7.8	6.6	0	0	9	23	82	100
Separated plants	S. D. treatment	—	—	—	29	43	71	100	100
	Not treated part	—	—	—	0	0	36	100	100
Not separated Separated	Not treated	—	—	—	0	0	36	95	100
		—	—	—	0	18	50	91	100

1962年の短日処理実験では処理期間が短かつたため短日処理の影響が著しくなかつたがほぼ前年同様の傾向が認められた。すなわち短日処理区は無処理区に比べ掘上げ時の葉数多く、球径は小さく、萌芽期は比較的早かつた。

5月18日および5月30日に分けつ株の半分の葉身を剪除した結果生じた球は無処理の他の半分の球より小さく、全株剪葉した場合の球は更に小さかつた。また分けつ苗の半分の葉身を剪除した場合無処理部から生じた球は分けつ苗の全株無処理の場合の側球より小さかつた。したがって葉身の存在することは分けつ株の他の半部の球肥大にも影響をおよぼすものと思われる(第23表)。

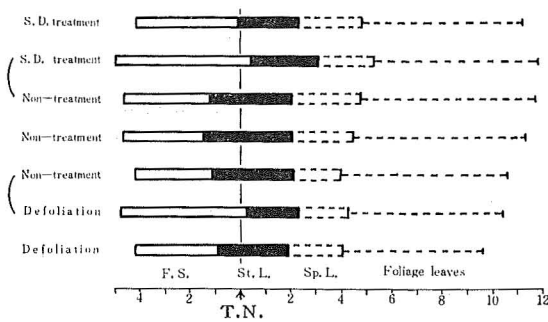
これらの球の構成葉の様相をみると、短日処理区および剪葉区の球は肥厚葉数が多く貯蔵葉は幾分少なかつた。これは、球の分けつ部と貯蔵葉の葉位との関係からみて、短日区や剪葉区の貯蔵葉形成期が遅れた理由によるものと思われる(第38図)。

Table 23. Effect of short day treatment, defoliation and foliar spray of MH solution for one half of tillered plant during the bulbing period on the bulb formation and sprouting of bulb (variety Imai-wase, 1962).

Treatment	Main bulb (treated part)					Side bulb (not treated)				
	No. of leaves	Bulb diameter	Plant weight	Bulb weight	Mean date of sprouting	No. of leaves	Bulb diameter	Plant weight	Bulb weight	Mean date of sprouting
Not treated	5.6	7.5	198	* 129	Sep. 18.6	4.3	6.2	122	—	—
S.D.T. on half plant	7.0	5.7	135	86	Sep. 13.3	4.1	6.4	135	103	Sep. 16.5
S.D. treatment	5.0	5.8	109	* 70	Sep. 11.7	5.0	5.0	76	—	Sep. 11.7
Defoliation of half plant	—	5.8	80	74	Sep. 21.3	4.6	5.7	100	80	Sep. 21.0
Defoliation of whole plant	—	4.2	38	* 26	Sep. 13.0	—	3.4	19	—	Sep. 13.0
M.H. foliar spray on half plant	5.2	7.3	165	* 123	(10%)	4.8	7.0	128	—	(60%)
L.D.T. on half plant	3.3	4.8	59	54	Sep. 13.3	4.1	4.0	40	34	Sep. 13.6

S.D.T.: 8.5 hour short photo period, L.D.T.: 24 hour long photo period.

* : Mean weight of main and side bulb.



Position of leaves numbered from the 1st tillering node

Fig. 38. Effect of short day treatment and defoliation for one half of tillered plant during bulbing period on the number of composing leaves in bulb (variety Sensyu-ki).

なお分けつ株の半分に対する長日処理の影響は実験を長日に行なつたためか明らかでなかつた。

以上のように分けつ株の各半部は栄養摂取の面では相互に影響しあうものであり、MHの影響も処理を行なわない半分におよぶことがみられた。しかし分けつした株の半部分を短日条件にした場合、処理を行なつた半部は無処理部の影響をほとんど受けず、また無処理部は処理部の影響をほとんどうけることなく正常な球を形成した。このように日長反応の点では刺戟の伝導が分球相互間にはほとんど行なわれぬものと思われ、タマネギの球形成においては、いわゆる日長反応の局所性があるものと思われた。

第3節 掘上げ時期の早晚および掘上げ後の処理が球構成葉の様相および萌芽期におよぼす影響

球形成期のタマネギは葉身の枯死する頃まで球の肥大を続けるが、これより幾分早い時期に掘上げた場合球の萌芽期は比較的遅いことが知られている(22,23,53,60,61,119,126)。また掘

剪葉が球の萌芽期におよぼす影響をみると、全株の葉身を剪除した区は、短日処理の場合と同様に球形成期が遅れたにもかかわらず萌芽期は明らかに促進された。株の半分の葉身を剪除した区の萌芽期は無処理区に比べほとんど差がなかつた。

分けつ株の半分にMH撒布を行なつた場合は無処理部より生じた球も萌芽期が遅く、MHの影響は撒布しない他の半部にもおよぶことが知られた。

上げ後の乾燥操作が球の萌芽期を遅くすることが知られているが、^(54,89)これらの現象の機構は明らかでなく、従つて収穫期や方法についてもなお検討の余地がある。

前記のようにタマネギの休眠は球形成に伴なつて起る現象であるから前記の現象も球形成と関係をもつものと思われる。以上の点から本実験を行ない、球構成葉の様相の点からも検討を試みた。

材料および方法

1961年は普通栽培の今井早生の苗を材料とし、新葉の出葉が停止したとみられる個体となお引続き新葉が出葉すると思われる個体を6月5日に掘上げ、葉つきのまま陰乾した後室内に貯蔵した。これらのタマネギは掘上げ後約1~2週間は緑葉がみられた。球は慣行掘上げ期である7月8日に掘上げた球と共に8月21日圃場に植付けて萌芽状況を調査した。

1962年は今井早生の普通栽培のタマネギを5月25日~7月25日の間10日おきに7回にわたつて掘上げ、天日による陽乾その他の処理を行なつた。陽乾区は曇雨天時は40~43°Cの熱風乾燥器内で1日間乾燥後硝子室内に3日間上げ、乾燥剤区はデシコーン20gを1lの水に溶かし展着剤を加えた液に葉身部を浸し、その後室内に上げて陰乾した。乾燥剤区の葉身は1~2日で枯れて白色になつた。長日区は60W電灯下約1mにて24時間日長にし、30°C区は定温器内で所定の期間処理した。

枯葉後の球は室内の函に並べて貯蔵し、圃場植付区は8月25日に植付け、それぞれ萌芽、腐敗の状況を調査した。球構成葉の様相は7月30日および萌芽後各区の5~10球について調査した。

調査結果

掘上げ期を異にした球の球重および球構成葉の状況 球の大きさは7月15日までは遅く掘上げた区ほど大きく、葉身重は6月15日までは次第に増大したが6月25日後掘上げた場合は遅掘り区ほど軽かつた。

これらの倒伏期は6月15~20日であつたので、球肥大は倒伏後20~30日頃まで続き葉身の枯れる頃肥大は終ることが知られた。この点は従来の成績^(59,81,97,119,126)と大体一致する(第39図、第24表)。

早掘り球の構成葉の様相をみると、分けつ部外の葉数は外葉の枯死により5月下旬以降は1カ月当り約1葉減少した。他方分けつ部内の葉数は新葉の分化により7月上旬まで1カ月当り3~4葉増加した。しかし7月上旬以降は増加がみられなかつた。これらの葉の種類別の数から葉の形態変化の状況をみると、生長点附近の若い葉は順次萌芽葉ついで貯蔵葉、肥厚葉に変化したことが認められた。しかし6月中旬以降この変化は著しくなくなり、新葉分化により増加した葉は主と

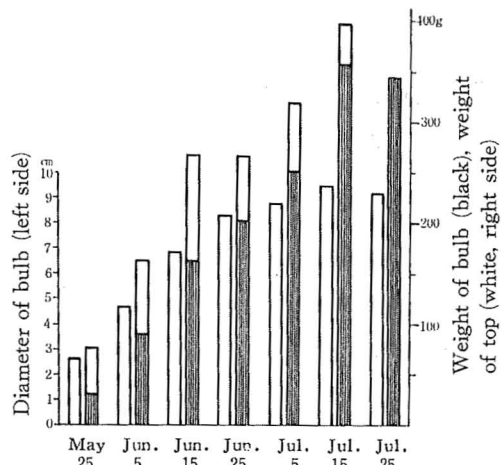


Fig. 39. Seasonal changes of diameter and weight of onion bulb (variety Imai-wase, 1962).

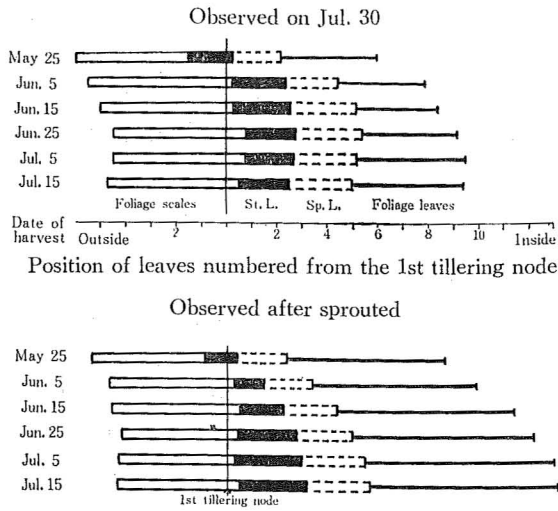


Fig. 40. Seasonal changes of the number of composite leaves in onion bulb (variety Imai-wase, 1962).

Table 24. Effect of the stage of maturity and the curing of harvested bulb on the mean date of sprouting. (variety Imai-wase, bulbs planted on August 21, observed on September 2).

Maturity (Date of harvest)		At the time of harvest				Bulb weight	No. of leaves			Length of leaf on Sept. 2			Mean date of sprouting
		No. of leaves	Length of the youngest leaf	Diameter of bulb	Plant weight		F.S.	St.L.	Sp.L.	1st St.L.	Innermost Sp.L.	1st F.L.	
June 5	tops up and growing	8.5	cm 29	cm 5.1	g 163	g 105	5.0	0.7	2.5	cm 4.7	cm 2.4	cm 3.0	Sept. 14
	tops up and growth ceased	5.9	51	5.8	154	106	3.0	2.9	2.4	5.9	1.7	1.8	Sept. 12
July 8	tops down and dry	0	—	9.4	323	302	5.0	2.3	2.4	7.7	1.2	0.6	Sept. 26

F.S.: foliage scales, St.L.: storage leaves, Sp.L.: sprout leaves, F.L.: foliage leaf.

掘上げ期を異にした球の萌芽期 圃場に植付けた球の萌芽期は1961, 1962年とも早掘り区の球ほど早かった。ただし7月5日以後に掘上げた球との間には萌芽期に差がみられず、7月25日掘上げ区の萌芽期はむしろ幾分早かった (第24, 25表, 第41図)。

他方室内に貯蔵した球の萌芽期をみると、掘上げ後3~4日間球を陽乾した場合は従来の報告と同様に早掘り球の萌芽期は遅掘り球より遅い傾向を示した。ただし6月5日掘上げ区の萌芽期は6月25日に掘上げた球の萌芽期より早く、極端な早掘りの場合は萌芽期が必ずしも遅くならないことがしられた (第25表, 第42図)。

以上のように室内に貯蔵した場合は早掘り球の萌芽期が遅掘り球の萌芽期より遅かったが、圃場に植付けた場合は反対に早掘りした球ほど萌芽期が早かった。

掘上げ後の操作が球の萌芽期におよぼす影響 掘上げ後室内で陰乾した個体は葉身の生長が数日間続き緑葉が乾枯したのは1~2週間後であった。

して普通葉数の増加となっていた (第40図)。

萌芽前と萌芽後の構成葉の様相を比較すると、各区とも萌芽に伴って球内部の普通葉数が約2~3葉増加したことが認められたがそれ以外の点ではほとんど差が認められなかった。

1961年の場合も生育中のタマネギを早掘りしたものは貯蔵葉数が遅掘り球より少なく、しかも萌芽葉や普通葉の長さが長い傾向がみられた (第24表)。これは植付け後11日目の調査であるので、その間にすでに生長を始めたためとも思われる。

球を圃場に植付けた場合は上記の室内陰乾区と陽乾区や長日処理区の萌芽期との間に明らかな差異はみられなかった。しかし乾燥剤により葉身を急速に枯死させた区の萌芽期は各掘上げ期の場合とも他の区より早かった(第25表)。

室内貯蔵球の場合は各掘上げ期の場合とも室内陰乾区の萌芽期は掘上げ後乾燥区の萌芽期より早かった。(第42図)。

考 察

従来早掘り球の萌芽期は遅掘り球の萌芽期より遅いことが報告されているが(22,53,60,119,126), 8月下旬に球を圃場に植付けた場合は逆に早掘り球ほど萌芽期が早かった。したがつ

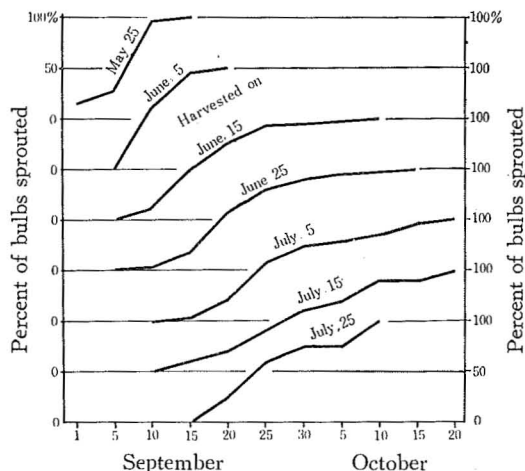


Fig. 41. Effect of the stage of maturity on the sprouting of bulbs planted on August 25 (variety Imai-wase, 1962).

Table 25. Effect of the stage of maturity and the curing of harvested bulbs on bulb formation and sprouting (variety Imai-wase, 1962).

Date of harvest	Bulbs planted on August 25.					Bulbs stored in room	
	Usual curing	Non-curing	Withering by desiccant	Long day treatment	30°C 5~10days	Usual curing	Non-curing
May 25	Sept. 7.7	Sept. 10.0	Sept. 3.8	Sept. 7.8	Sept. 17.1	Nov. 26.0	Nov. 10.0
Jun. 5		Sept. 11.3		Sept. 12.7			
Jun. 15	Sept. 19.2		Sept. 12.1			Dec. 16.8	Nov. 23.4
Jun. 25	Sept. 24.6	Sept. 20.5	Sept. 17.9	Sept. 21.3		Dec. 5.4	Dec. 4.0
Jul. 5	Sept. 26.3	Oct. 2.5				Nov. 27.9	Nov. 27.8
Jul. 15	Oct. 1.0					Nov. 18.4	
Jul. 25	Sept. 28.3						
Jun. 25 (stored in room)	Dec. 16.8	Nov. 23.4	Nov. 27.9	Dec. 6.1	Nov. 29.1		

て掘上げ期の早い球ほど休眠覚醒期は早かつたものと思われる。貯蔵条件と休眠期間がほぼ同様な場合は、早く休眠に入った球ほど休眠覚醒期は早いものと思われ、したがつて早掘り球の萌芽期が遅掘り球より早いことは、早掘り球の休眠に入る時期が遅掘り球より早かつたための当然の結果と思われる。

以上の点からみて、球形成期のタマネギは掘上げに伴ない根や葉身の枯れることにより休眠に入り、7月以降の掘上げの場合は倒伏後葉身が枯れ根も活性を失うことにより、休眠に入るもので、休眠の深さは貯蔵中漸次浅くなり、一定期間後休眠は破れるものと思われる。7月5日以降に掘上げた球の萌芽期は掘上げ期が遅れても差がほとんどみられなかったが、これは各区とも7月5日頃葉身や根の活性が失われたためと思われる。

以上のように休眠覚醒期は掘上げ期の早い球ほど早いものと思われるが室内貯蔵の場合は逆に早掘り球の萌芽期が遅掘り球より遅かつた。これは早掘り球の休眠覚醒後の萌芽生

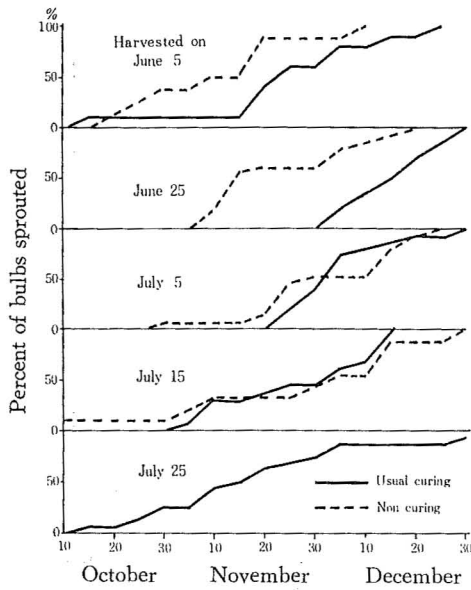


Fig. 42. Effect of the stage of maturity on the sprouting of bulbs stored in the room (variety Imai-wase, 1962).

長の速度が遅掘り球より遅い理由によるものと思われる。したがって室内貯蔵の場合も極端な早掘り球の萌芽期は遅掘り球同様に比較的早いものと思われる。

乾物率高く可溶性固形物含量の多いタマネギは萌芽期が遅いことが知られているが(20,33,41,54,89,92) このように早掘り球の萌芽生長速度が遅掘り球より遅いことには球の水分含量が関係しているように思われる。

前記のように圃場に植付けた場合はいずれの区も室内貯蔵球より萌芽期が早く、かつ発根の早い球が萌芽期も早かつた(前節)。これは、球を圃場に植付けた場合は休眠覚醒後の球は直ちに発根して水分を吸収し萌芽生長が促進されるが、室内貯蔵球は休眠覚醒後も水分が不十分なため球内の葉の生長速度が遅く萌芽期も遅れるものと思われる。

室内貯蔵球の場合、萌芽期の比較的遅い早掘り球の可溶性固形物含量は遅掘り球の含量より一般に多いが(第3章)、掘上げ後数日間乾燥した球の萌芽期は掘上げ後直ちに室内に入れた球の萌芽期より遅かつた。

以上の点からみて、休眠覚醒後の萌芽生長の速さは球の含水率に支配される点が大いと思われる。また小球の葉の生長速度が大球の生長速度より遅い点からみて^(101,106)早掘り球は遅掘り球より小さく貯蔵養分が少ないことも室内貯蔵の場合早掘り球の萌芽期が遅い一理由と思われる。乾燥剤で葉身を急速に枯死させた球の萌芽期が早かつた点からみると、葉の養分が球部に転移^(20,89)できるような条件は球の萌芽期を遅くするものと思われる。

掘上げ後の乾燥操作いわゆるキュアリングは球の含水率を低くし、休眠覚醒後の生長を抑制する条件になり、同時に過剰の水分を除いて掘上げ後の葉身の腐敗を防ぎ、葉身の養分の徐々に球部に転移することを助ける点で意味があるものと思われる。

第4節 掘上げ後の貯蔵温度が萌芽期および球構成葉の様相におよぼす影響

前章において、室内貯蔵のタマネギ球は掘上げ後40~50日で生長が開始されること、生長開始後萌芽期までには約1カ月を要すること、萌芽は球内の萌芽葉および普通葉の生長によること、および萌芽期と球構成葉の様相との間には密接な関係のあることをみた。

したがって不萌芽期間を長くするためには休眠期間を長くすることと、生長速度を遅くすることが必要であると思われる。本節では貯蔵温度を変えた場合休眠期間と萌芽に至る球内の葉の生長(以下萌芽生長とする)の速さのいずれが影響をうけるか、萌芽期と球構成葉の様相との関係がこの場合にもあるかどうか。これらの点について調査した。

貯蔵温度が新葉分化および萌芽生長におよぼす影響 今井早生と札幌黄の球を用い、25°、28°、30°Cの恒温器、だいたい20°Cを予想した室内および5°Cの冷蔵庫内に貯蔵し、約半月

毎に各区の10~12球について前章の方法に準じ球構成葉の種類別数、長さ等を調査した。貯蔵温度は特別に調節せず、30°C区は約60%、室内は70%、冷蔵庫内は75%前後であった。

今井早生 生長開始期およびその後の生長速度共室内貯蔵区が最も早く、冷蔵および高温貯蔵区では共に生長が抑制された。すなわち第43図の分けつ部内葉数をみると室内貯蔵区はだいたい直線的に増加しているが、冷蔵区はあまり増加せず、10月以降は室内貯蔵区

Table 26. Influence of storage temperature on the growth of bulb composing leaves and decaying of bulb (variety Imai-wase, 1953).

Treatment	Weight of bulb g	Percent of decaying (%)		4th leaf length / 1st leaf length in main tiller (%)					
		Sept.20	Dec.20	Sept. 5	Sept.20	Oct. 5	Oct.20	Nov.20	Dec.20
5°C storage	40	4.0	49.9	26	31	26	35	67	85
Room storage A	41	10.8	17.4	27	41	49		92	93
Room storage B	40	5.4	8.3	22	36	47	85		
30°C storage	48	8.5	34.1	15	20	17	18	20	46

との間に2~3葉の差が生じた。本調査には未萌芽球を用いたから萌芽球を含めた場合は両区の差は更に大きかったと思われる。30°C貯蔵区は予想に反し、生長が抑制され、分けつ部内葉数は冷蔵区より更に少なく、萌芽球は全然みられなかった。

分けつ部内第4葉長/第1葉長の比をみると(第26表)9月5日の30°C区はだいたい10~20%の範囲で、平均約15%であったが、室内区と冷蔵区では50%の個体もあり、平均値も大きく、すでに生長を始めた球のあったことが知られた。室内貯蔵球の葉長比の分布曲線はその後次第に右に移動し、9月20日には生長の最も遅い球も9月5日の30°C区より右側に移り、この時期にはほぼ全個体が生長を始めたものと考えられた。これは9月中旬から萌芽球が生じたことから当然の結果と思われる。

これに対し30°Cおよび5°C区は共に生長が遅く、特に30°C区は11月下旬まで分けつ部附近の葉はほとんど生長しなかつた(第44図)。30°Cの高温区では球重もあまり減少していないが、比較的乾燥しているにもかかわらず腐敗球が多く、この点は実際貯蔵上考慮の要がある。

札幌黄 今井早生の場合同様、室内貯蔵区が生長開始期、生長速度共最も早く、5°Cお

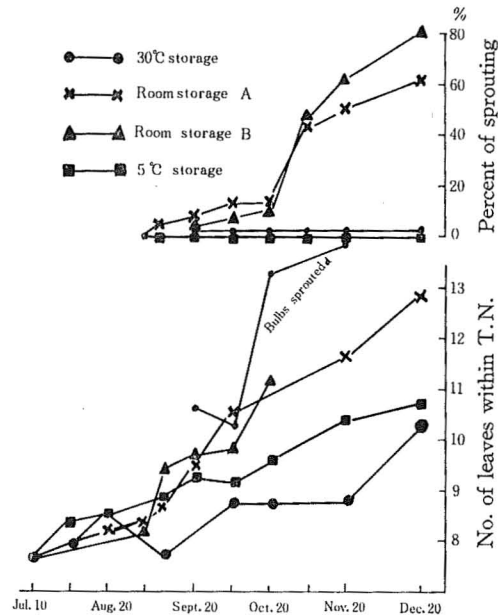


Fig. 43. Influence of storage temperature on the increment of leaf number in bulb and sprouting of bulb (variety Imai-wase, harvested on July 6, 1953).

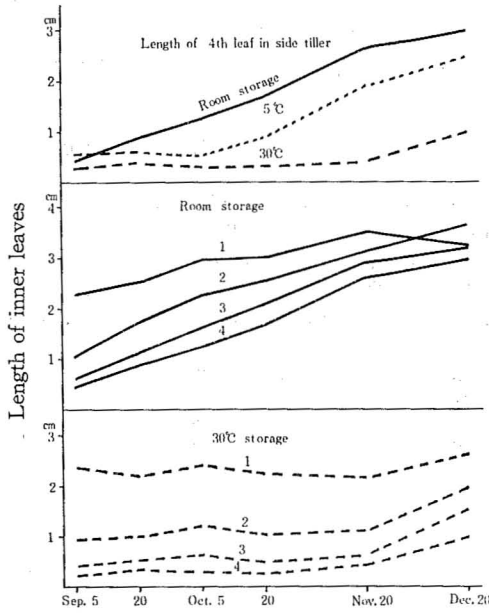


Fig. 44. Influence of storage temperature on the growth of composing leaves in bulb (variety Imai-wase, harvested on July 6, 1953).

よび30°C区は遅かった。室内貯蔵球の分けつ部内葉数は貯蔵中漸次増加したが、30°C区は12月末までほとんど増加せず、5°C区は翌年1月末までほぼ同様な状態が維持された。

ただし札幌黄の場合は30°C区以外は12月上旬から花序を分化し、このため葉数増加は一時停止した(第45図)。球内葉長比 l_4/l_1 についても今井早生と同様のことが見られ、室内区の萌芽生長が最も早かった。

1954年は25°, 28°C区を加え同様な実験を行なった。各区とも前年に比べ萌芽生長が促進された傾向はあったが、だいたい同様な結果が得られた。

28°C区は30°C区より萌芽率がやや高く、花序もわずか分化したが、萌芽生長は明らかに抑制された。25°C貯蔵区の萌芽生長は室内貯蔵区に比べ幾分劣った程度で、あまり抑制されていない。萌芽率においても同様のことが認められた(第27表)。

められた(第27表)。

以上のようにタマネギ球は20°C前後の室内に貯蔵された場合萌芽生長が速やかで、5°C前後の低温あるいは30°C前後の高温では萌芽生長が抑制され、萌芽期も遅くなることが認められた。

貯蔵温度を時期別に変えた場合の萌芽期 貯蔵中の各時期の温度がタマネギ球の萌芽生長にどのような影響を与えるかを知るため、今井早生の小球を用い、貯蔵開始後1カ月目および2カ月目に5°, 30°Cおよび室内に第46図の組合わせのように球を移し、半月毎に萌芽状況その他を調査した。

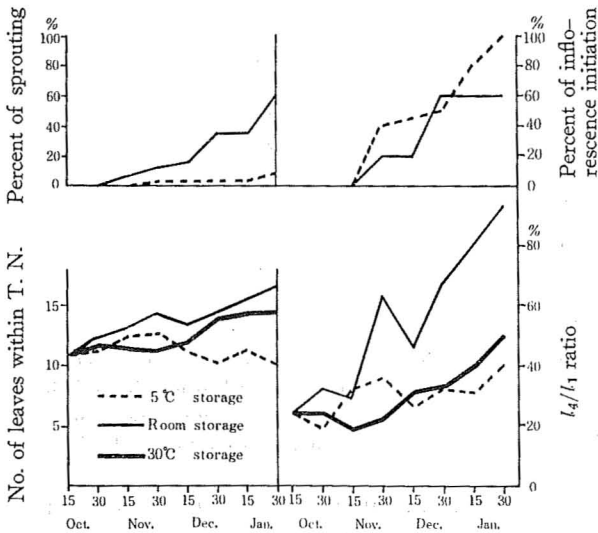


Fig. 45. Influence of storage temperature on the growth of leaves in bulb and sprouting of bulb (variety Sapporo-ki, harvested on September 10, 1953).

Table 27. Influence of storage temperature on the growth of bulb composing leaves and sprouting (variety Sapporo-ki, 1954).

Date of Observation	Storage temperature	Weight of bulb	No. of leaves within T.N.	l_5/l_1 ratio	Percent of bulbs with inflorescence	Percent of sprouting
		g		%	%	%
Nov. 1	Room temp.	88	10.6		0	0
Dec. 1	30°C	90	12.5	39	0	0
Dec. 1	Room temp.	84	11.8	66	70	14
Dec. 1	5°C	87	10.6	25	43	0
Jan. 1	30°C	82	11.2	23	0	13
Jan. 1	28°C	77	11.9	43	13	25
Jan. 1	25°C	87	12.9	95	50	60
Jan. 1	Room temp.	81	11.9	132	100	86
Jan. 1	5°C	79	12.2	54	29	43

l_5 : length of the fifth leaf in side tiller, T.N.: 1st tillering node.

30°C区と1月間室内貯蔵後30°Cに貯蔵した区は翌年の4月まで萌芽球が全然みられず、5月末にも50%の健全球が残り、一部は7月過ぎまでよく保存された。室内貯蔵2カ月後30°Cに移した区はわずかの萌芽球を生じたが他の区に比べれば萌芽率が極めて低かった。これは30°Cの高温に移すことにより萌芽生長は抑制されるが、すでに萌芽直前の状態に達していた球が萌芽したものである。

しかし30°C貯蔵後室内あるいは冷蔵庫内に移した球の萌芽率は、最初から室内あるいは冷蔵した球の萌芽率よりむしろ促進された。したがって、30°C前後の高温は球内の萌芽生長を抑制するが、休眠期間に対しては短縮する働きをもつものと思われる。

5°Cの冷蔵を組合わせた区の萌芽率はいずれも低く、始めから冷蔵を続けた区の萌芽率は年内は10%以下であった。以上のように、低温は単に生長速度を遅くするもので、休眠期間を延長あるいは短縮することは認められなかった。

1954年は今井早生の小球を用い25°Cおよび28°C区を加え第28表の組合わせで貯蔵温度を変え、萌芽状況を調査した。

結果は前年とほぼ同様であつて、30°C貯蔵区は萌芽が遅く、30°C貯蔵後室内あるいは5°Cに移した球は萌芽が早かつた。しかし室内貯蔵後30°Cに移した区は萌芽率が3カ月間に8%から12%に増加したに過ぎなかつた。したがって高温による生長抑制は処理後間もなく影響が現われるものと思われる。

25°C区は室内貯蔵区より萌芽率が幾分低い程度であつたが28°C区は30°C区同様萌芽率が

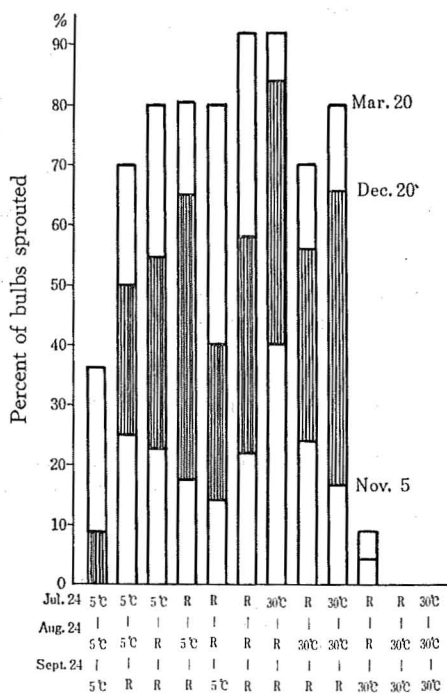


Fig. 46. Influence of storage temperature with various combination on the sprouting of bulb (variety Imai-wase, harvested on July 6, 1953). R : room storage

低かった。以上の点からみてだいたい28°C以上の高温は球内の葉の生長を抑制するものと思われる。

Table 28. Influence of storage temperature with various combination on the sprouting of bulb (variety Imai-wase, harvested on July 14, 1954).

Storage temperature Jul. 9~Sept.24~	Percent of decaying (%)		Percent of sprouting (%)			
	Nov. 6	Mar. 30	Aug. 21	Nov. 6	Jan. 7	Mar. 30
5°C—5°C	22	66	0	0	2	30
5°C—Room t.	48	52	0	8	32	46
Room t.—5°C	18	40	6	22	26	54
Room t.—Room t.	18	22	4	34	60	76
Room t.—25°C	24	40	0	8	18	46
Room t.—28°C	8	16	4	8	8	32
Room t.—30°C	38	52	8	12	12	26
30°C—5°C	2	26	0	4	28	68
30°C—Room t.	18	18	0	30	68	80
30°C—30°C	12	28	0	0	4	12

温度処理が処理打切り後の萌芽におよぼす影響 前記実験の結果、貯蔵温度の後作用と思われる現象を認めたので、各種温度で一定期間貯蔵した球を室内に貯蔵し、あるいは20°C前後の畑に植付け、その後の萌芽状況を調査した。

貝塚早生の小球を第29表に示した期間一定温度で貯蔵し、その後室内に移した結果、9月10日以前に10~30日間高温においた球は11月以降の萌芽が明らかに促進された。しかし9月10日以降まで高温処理した区の萌芽促進は明らかには認められず、9月30日以後まで高温処理した区の萌芽率はかえって低かった。

これは本実験の供試材料が7月29日掘上げの小球で9月中下旬まで休眠状態にあつたものと思われ、休眠期間中の高温処理は休眠覚醒後の萌芽生長を促し、休眠覚醒後の高温処

Table 29. After effect of low- and high-temperature treatment on the sprouting of bulbs stored in room (variety Imai-wase, harvested on July 29, 1959).

Treatment	days	Percent of sprouting (%)			
		Nov. 3	Nov. 18	Dec. 3	Dec. 18
Usual room storage		8	24	35	59
Sept. 1—Sept.10	3°C 10	5	35	53	63
do.	35°C 10	5	35	53	60
do.	30°C 10	23	45	63	65
Aug.20—Sept.10	3°C 20	0	13	35	55
do.	35°C 20	5	38	68	78
do.	30°C 20	13	35	55	68
Aug.10—Sept.10	3°C 30	3	20	30	43
do.	35°C 30	10	38	58	63
do.	30°C 30	20	35	50	58
Sept.10—Sept.30	3°C 20	8	20	33	50
do.	35°C 20	13	40	53	75
do.	30°C 20	3	28	50	73
Sept.30—Oct.20	3°C 20	0	15	28	58
do.	35°C 20	3	18	33	55
do.	30°C 20	0	18	35	53
Aug.10—Oct.20	3°C 70	3	10	18	28
do.	30°C 70	0	10	48	60
L. S. D.	5%	11.3	20.2	18.6	21.1
L. S. D.	1%	15.2	27.0	24.9	28.1

理は萌芽生長を抑制したためと思われる。30°Cと35°C貯蔵の萌芽に対する影響の間には一定の傾向をもつ差異は認められなかつた。

低温貯蔵は9月10日以前に10日間処理の場合は萌芽を促進する傾向があつたが、20日間以上あるいは9月10日以後までの低温処理は萌芽を遅らせた。以上の点から見て、3°Cによる冷蔵は休眠打破の効果をもたぬものと思われる。

別に愛知白の球を30°C、5°Cおよび室内に20、30、50日間貯蔵後、水温を与えた土中に植付けてその後の萌芽状況を調査した。

その結果、30°Cに20、30日間貯蔵後植付けた球は20日前に植付けた無処理球より萌芽期が早く、30°C、50日間処理の場合も萌芽が幾分促された(第47図)。

低温および高温処理が球の

呼吸量におよぼす影響

前記の実験から、冷蔵および高温貯蔵は萌芽生長を抑制するが、高温処理は休眠期間を短縮する働きをもつことが知られた。そこで貯蔵温度の高低が球の代謝におよぼす影響を知るため球の呼吸量を調査した。実験には7月7日掘上げの今井早生の未萌芽球700~900gを用い、杉山の方法⁽¹²⁸⁾に従い室内において17時間中のCO₂排出量を求め、mg/kg.h

を算出した。タマネギのCO₂排出量は掘取り直後多くその後低下し、萌芽生長が始まると再び増すとされているが⁽¹⁰¹⁾、本調査においても8月5日より9月1日の排出量は少なく、10月1日以後は増大した。

タマネギの萌芽生長は冷蔵および高温貯蔵により抑えられるが、冷蔵球のCO₂排出量は常温区の球より少なく、30°C区のCO₂排出量も室内貯蔵区と比べて差がほとんどなく、休眠覚醒後の室内貯蔵球のCO₂排出量よりむしろ少なかつた。萌芽球のCO₂排出量は未萌芽球に比べ更に多い(第30表)。

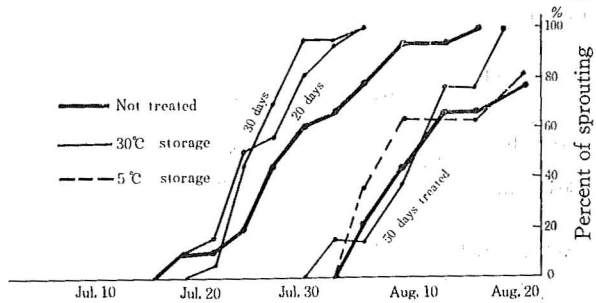


Fig. 47. After effect of low- and high-temperature storage on the sprouting of bulbs planted (variety Aichi-shiro, harvested in early May, treated from June 21).

Table 30. Influence of storage temperature on the sprouting and carbon dioxide evolution of onion bulb (variety Imai-wase, harvested on July 7, 1959).

Storage temperature	Percent of bulbs sprouted (%)					CO ₂ evolution (mg/kg. h)			
	Sept. 16	Oct. 16	Nov. 1	Nov. 15	Dec. 15	Aug. 15	Sept. 1	Oct. 1	Nov. 15
Room temp.	3	20	49	57	89	7.22	4.31	10.43	8.28
5°C	0	0	0	0	0	4.39	3.55	4.20	—
30°C	0	3	7	10	13	7.58	5.79	8.35	—
Sprouting bulb	—	—	—	—	—	—	—	—	11.19

一般に生物の呼吸量は温度の上昇に伴い増大するが、高温貯蔵球のCO₂排出量が比較的少ないことは、萌芽生長が20°C前後で最も旺盛になり、高温状態では抑制されるためと思

われる。

冷蔵後室温に移した果実、蔬菜は呼吸量が増大し成熟が進むことが知られ⁽⁹⁸⁾、タマネギの場合は高温で貯蔵した後室内に移した球は萌芽が促進されることをみた。そこで貯蔵温度の変化が球の呼吸量におよぼす影響を調査した。

Table 31. After effect of temperature treatment on carbon dioxide evolution of onion bulb (variety Imai-wase, harvested on July 7, 1959).

Temperature treatment	Storage temp. after treatment	Period of observation	CO ₂ evolution (mg/kg, h) after treatment (days)						
			Before treatment	1	2	3	5	10	20
5°C for 15~21 days 30°C, 15~21 days	Room temp.	Aug. 12~ Sept. 23 (4 times)	4.43	20.98	15.47	12.32	9.95	7.51	9.03
			7.67	5.41	5.42	6.26	7.22	6.19	8.46
Room temp.	5°C	Sept. 5~ Sept. 20 (2 times)		3.77		1.97	2.91	4.84	5.30
	30°C			10.53		7.42	7.78	5.99	7.00
5°C, 5hr. 30°C, 5hr.	Room temp.	sept. 7 (2 times)	5.51	11.84		8.08	7.45		
			5.35	6.46		8.73	6.01		

処理は第31表に示したように5°Cあるいは30°Cに一定期間貯蔵後室温に移し、前記の実験に準じて調査を行なった。

前記のように高温貯蔵は休眠期間を短縮するが、高温貯蔵後室内に移した球のCO₂排出量が特に多いことは認められなかつた。

冷蔵後常温に移したタマネギ球は他の果実、蔬菜の場合と同様、呼吸量が急激に増大し、その後作用は5日間以上も続き、その後漸次貯蔵室温相当の呼吸量になった。冷蔵は僅か5時間でもその後作用が明瞭に認められたが、呼吸量の増大の程度や後作用の持続期間は15日間冷蔵の場合より小さかつた。

常温から高温条件に球を移した場合もその日の呼吸量が増大するが、室温から冷蔵、高温から室温に球を移した場合は呼吸促進の後作用は認められなかつた。

考 察

タマネギの萌芽は30°C、15~30日処理あるいは冷蔵で促進されることが報告されているが^(4,9,22)これらの処理が休眠期間に影響するのがあるいは休眠期間終了後の生長速度に影響するかは明らかにされていない。

本実験の結果から休眠期間に対する貯蔵温度の影響をみると、冷蔵が休眠期間におよぼす影響は明らかでないが、30°C前後の高温貯蔵は休眠期間を短縮することが知られた。

しかし休眠覚醒後の萌芽生長は20°C前後で最も促進され、5°Cの冷蔵あるいは28~35°Cの高温では抑制された。従つて従来報告された萌芽期に対する温度の影響^(30,90,96,97,111,125,144)は主として休眠覚醒後の萌芽生長に対する影響と思われる。すなわち掘上げ後2カ月程度の休眠期間中高温条件におき、その後タマネギの生長に適する16~20°Cの常温条件にした場合萌芽期は最も促進される。しかし掘上げ1~2カ月後以降に高温貯蔵あるいは冷蔵すれば萌芽生長は抑制されて萌芽期はおくれ、30°C貯蔵では1年余りも不萌芽状態で貯蔵できた。

冷蔵あるいは高温貯蔵した球の呼吸量が比較的少なかつたことは、球内の代謝が貯蔵温

度により左右されることと休眠覚醒後の球では萌芽生長そのものが16~20°Cの状態でも盛んになり、高温あるいは低温で抑制されるためと思われる。

本実験において変温は球の呼吸量を促すことが知られた。したがってタマネギ球の貯蔵の際温度の急激な変化はなるべくさけるような方法をとることが望ましいと思われる。

第5節 摘 要

前章においてタマネギ球は葉の形態変化の結果形成されることをみた。したがって倒伏、休眠等の現象は葉の形態変化と深い関係があるものと思われる。そこで播種期、掘上期および日長条件を異にした区を設け、得られた球の構成葉の様相および萌芽期を調査し、両者の関係および休眠の機構を検討する資料を得ようとした。

1. 春~夏期に播種して栽培し、球形成および萌芽の状況を調査した。5月26日以前に播種した場合は貯蔵葉が形成され小球を形成したが、晩播区の苗は球を形成せず休眠にも入らなかった。

2. 球形成期中異なる時期に短日処理を行ないその影響を調査した。その結果、5月30日以前に処理を開始し20日間以上処理した区は葉身の生長が促進され、25~30日後頃から新葉を出葉した。得られた球は萌芽期が早く、掘上げ期まで短日処理した球は休眠に入らぬものと認められた。6月9、19日から掘上げ期まで短日処理したタマネギは外部に新葉は出葉しなかつたが、内部の葉は幾分生長し、球の萌芽期は促進された。

したがって貯蔵葉化した葉は短日の影響を受けることが少なく、生長点から3葉目頃までの稚葉が影響をうけて伸長し、これが外部に現われるまでには25~30日を要するものと思われる。

3. 4月15日から4月25日~6月25日頃まで短日処理を行ない、短日から長日条件に転換する時期を異にする区を設けた。その結果、いずれの区の苗も長日条件に移してから20~30日後に貯蔵葉形成が始まり、倒伏はその後15~20日頃から起り、25~30日後には大部分の個体が倒伏した。なお長日条件にしてから貯蔵葉形成までの期間は低温期より高温期が幾分短かかった。

4. 前記の処理により球形成期前の短日期間を延長すると生葉数が増し、その後長日条件においた場合は大球を形成した。ただし分けつ芽分化期以後まで短日条件にした場合は球割れを起すことが多く、高温期まで短日条件においた区は球があまり肥大しなかつた。

5. 長日条件に移してから掘上げまでの日数を25~86日間と異にする区を設けて7月20日同時に掘上げ、球構成葉の様相および圃場に植付けた場合の萌芽期を調査した。

肥厚葉数は短日期間を延長した長日期間の短かい区ほど多かつた。しかし貯蔵葉、萌芽葉、普通葉の数は長日条件に移してから25日後に掘上げた区が幾分少なかつた以外、各区の間に差はほとんど認められなかつた。

圃場に植付けた球の萌芽期は球形成の早く行なわれた区ほど早い傾向が認められた。6月15~25日まで短日処理し倒伏期前後に掘上げた区では掘上げ後約60日頃から萌芽が始まつた。

6. 8.5, 10, 11, 12時間日長の短日条件に1カ月間おいた後長日条件に移した区および、15, 24時間日長の長日区を設けて球形成の状況および萌芽期を調査した。

その結果日長の短い短日区の苗ほど長日条件に移した後の球形成が抑制され、倒伏期も

遅れた。しかし球重および萌芽期の点では区の間に明らかな差は認められなかった。

15. 24時間日長の長日区は球形形成が促進され、萌芽期もそれにともなつて早くなつた。

7. 分けつ苗の半分に対して日長処理や剪葉処理等を行ない球形形成の状況および萌芽期を調査した。

その結果栄養摂取の面やMH撒布の場合はその影響が分球相互間におよぶことが明らかに認められたが、日長条件の影響が分球間に作用し合うことは認められなかった。

したがつてタマネギの球形形成の場合は、日長反応の局所性があるものと思われる。

8. 掘上げ時期を異にした球の球構成葉の状況や萌芽期を調査した。

その結果、球を8月下旬圃場に植付けた場合は早掘り区ほど萌芽期が早かつた。これは掘上げ期が早い球ほど休眠覚醒期が早く、したがつて休眠に入る時期も早いことを示していると思われる。また球形形成開始後のタマネギは掘上げにより葉と根の活性が失われることにより休眠に入り、その後一定期間後休眠覚醒期になるものと思われる。

しかし室内貯蔵球では従来知られているように早掘り球の萌芽期は遅掘り球より遅い傾向がみられた。これは早掘り球の休眠覚醒後の萌芽生長の速さが遅掘り球より遅いためと思われる。

9. 掘上げ後陽乾、室内陰乾、乾燥剤使用による乾燥処理、並びに長日処理を行ない、それらの球の萌芽状況を調査した。

球を室内で貯蔵した場合、掘上げ後陽乾した球の萌芽期は掘上げ後室内で陰乾した球の萌芽期より遅かつた。

しかし球を圃場に植付けた場合は、乾燥剤により葉身を急速に枯らした球の萌芽期が早かつた以外、処理区の違いに差がみられなかった。したがつて葉身の養分がなるべく多く球部に転移する条件は萌芽期を遅くするものと思われる。

10. 掘上げ後の貯蔵温度を異にする球の萌芽状況および休眠覚醒後の球のCO₂排出量を調査した。

今井早生ほか3品種の場合、いずれも3~5°Cの冷蔵は休眠期間にはほとんど影響を与えなかつたが、冷蔵により休眠覚醒期後の萌芽生長は抑制され、萌芽期は遅くなつた。

28~35°Cの高温は萌芽生長を明らかに抑制するが、休眠期間に対しては短縮する働きをもつことが知られた。したがつて掘上げ後1カ月内外高温条件においた後室温に移した球は萌芽期が最も早かつた。

冷蔵球のCO₂排出量は室内貯蔵球のCO₂排出量より少なく、休眠覚醒後の球を高温貯蔵した際のCO₂排出量は室内貯蔵球のCO₂排出量と同程度であつた。これは休眠覚醒後の球は高温条件では萌芽生長が抑制されたためと思われる。

冷蔵球を室内に、室内貯蔵球を高温条件に移した場合球のCO₂排出量は急激に増大し、その後作用は数日間続いた。

11. 以上のように各種の実験を行なつた結果、タマネギの球形形成は葉の生長状態の変化により起る現象で、それらは休眠、休眠覚醒および休眠覚醒後の葉の生長と密接な関係をもつことが知られた。

第3章 球形成と他の生理現象および体内条件との関係

前章において、タマネギ球は形態の変化した数種の葉によつて構成され、播種期、日長、掘上期等を異にした場合の球形成および萌芽期等の状態から、倒伏、休眠等の現象は球形成と密接な関係をもつことを明らかにし、休眠機構についても若干の資料を得ることが出来た。

本章においては球形成現象と抽苔、分球等他の生理現象との関係、および球の可溶性固形物含量と萌芽期との関係についての実験成績をあげ、球形成および休眠現象の機構について検討しようとした。

第1節 分けつ芽の分化と球形成との関係

球形成は葉鞘の肥厚と葉数の増加によつておこる現象で、葉数増加は新葉分化と分けつ芽の分化によつておこる。したがつて分けつ芽の分化は球形成と密接な関係をもつものと思われる。

しかしタマネギの分けつについては、大苗が分球を生じ易いこと(50,64,71,84,137,150)、分けつ芽はほぼ一定の葉数で分化すること(50,64,84,85)、分けつにはある程度規則性の認められること(155,156)が知られている程度で、分けつ芽分化の様相や機構についてはまだ知られていない点が多い。

以上の点から本調査を行つた。

材料および方法

分けつ状況の調査には第1章の調査球を用い、剥皮法により生長点部までの分けつ部位を調査した。タマネギの分けつは単軸分枝であるが、分けつにより生じた側球は主球に比べ約1葉生長が遅れているだけで一見仮軸分枝に近い形態をとる(155,156)。タマネギの分けつは総ての葉節では起らず、この点でイネ、ムギ類の分けつ(74)とは幾分異なる。そこで1回目の分けつをM₁、以下図のように呼称した。

日長その他の処理は第2章の実験に準じ、あるいはその一部として行なつたもので、これらの球について前記の方法に従い分けつ状況を調査した。

調査結果

品種および大きさを異にした球の分けつ芽分化の状況 調査した各品種の分球数(分けつ数+1)、分けつ部から次ぎの分けつ部までの葉数、最後の分けつ部から生長点までの葉数の平均値は第32表の通りであつた。

本表によれば分球数は黄魁、奥州、愛知白渥美系等は多く、愛知白知多系および札幌黄

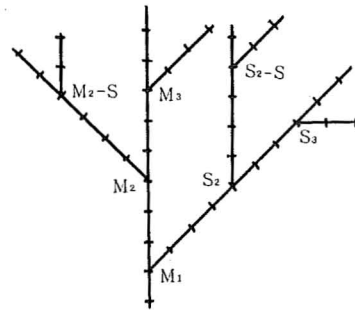


Fig. 48. Diagrammatic illustration of tillering in onion bulb. The first tillering: M₁, the second tillering: S₁, M₂, M: main tiller, S: side tiller, +: leaf node.

Table 32. Varietal differences in tillering state of various size bulbs.

Variety	Year	No. of samples	Weight of bulb	No. of tillers	No. of leaves between T. N.			No. of leaves within T. N.				
					1~2	2~3	3~4th	1st~	2nd~	3rd~	4th~	
			g									
Sapporo-ki	1952	50	55	2.7	4.1	—	—	—	—	—	—	—
	1954	50	84	2.6	3.6	3.3	—	10.7	8.7	8.5	—	
	1953	80	109	2.9	4.0	—	—	—	—	—	—	
	1956	33	117	3.9	3.8	2.8	—	12.4	8.6	6.1	—	
Imai-wase	1953	220	44	3.4	3.4	3.1	—	7.4	4.8	3.6	—	
	1953	42	76	3.8	3.4	2.0	—	7.9	5.3	5.0	—	
	1956	23*	123	4.4	3.7	3.2	—	11.3	8.0	6.4	—	
	1956	70	169	4.9	3.4	3.3	—	9.0	6.1	4.5	—	
Aichi-shiro, chita	1954	26	124	3.7	3.4	3.0	—	6.7	4.3	3.8	—	
Aichi-shiro, Atsumi	1954	20	181	5.4	3.3	3.2	3.3	11.0	6.6	4.4	3.3	
Osyu	1955	33	200	5.7	3.1	3.1	3.7	10.7	6.7	4.8	3.8	
Kisakigake	1956	40	166	5.7	3.0	2.5	3.0	—	7.4	5.6	4.0	
Kodaka, Sato	1956	55	168	6.3	3.0	3.0	2.3	11.0	6.4	4.3	4.6	
	1954	14	168	7.1	2.9	3.0	3.1	—	8.0	6.4	4.0	

* Produced in Sapporo, Hokkaido. T. N. : tillering node.

は少ない。各品種の1~2回目分けつ部間の葉数は札幌黄が最も多く、ついで今井早生、愛知白知多系の順で、奥州、黄魁は最も少なかった。以上の点から、分けつ部間葉数の多い品種は分球数が少なく、分けつ部間葉数が少ない品種は分球数が多いことが知られた。

最後の分けつ部から生長点までの葉数は札幌黄と奥州が多く、今井早生も札幌産のものは幾分多かつた。これらは最後の分けつ芽が生じてから生長停止期までの期間が長かつたためと思われる。

分けつ部間葉数の個体変異の状況をみると、黄魁と奥州は変異の巾が比較的狭く、札幌黄は比較的大きかつた (第49図)。

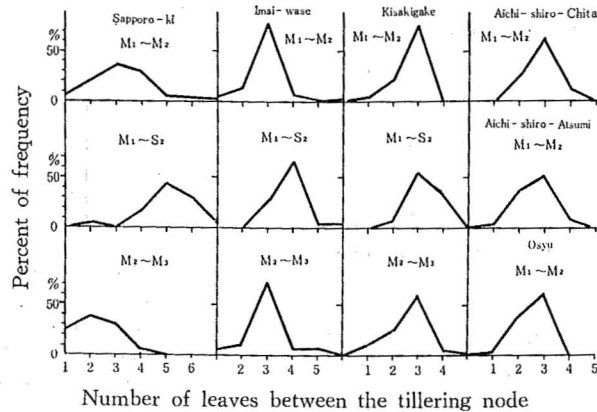


Fig. 49. Varietal differences in the distribution of number of leaves between the tillering nodes.

分けつの生ずる頻度をみると、40g以上の球はいずれも1回以上の分けつがみられた。しかし2回目以降の分けつ頻度は次第に低下し、また側球内の分けつ頻度は主球内の分けつ頻度より低い。したがって分けつ芽分化の頻度の分けつ部位による差異をみるとだいたいつぎのように、葉位が進むほど分けつ芽分化率は低く、同葉位では主球が側球より高い

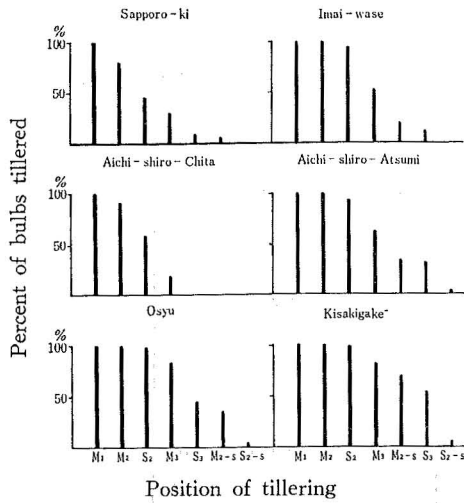


Fig. 50. Varietal differences in percent of the tillering at various position. M_1, M_2, \dots see Fig.48.

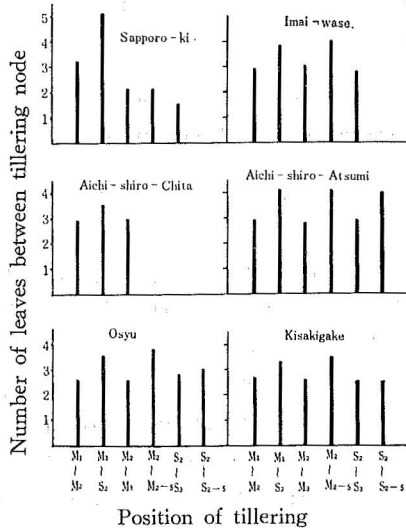


Fig. 51. Varietal differences in the number of leaves between the tillering node.

傾向があることが知られた。

$$M_1 > M_2 > S_2 > M_3 > M_2-s > S_3 > S_2-s \dots \dots \dots$$

分けつ部間葉数はいずれの品種、大きさの球においても、側芽の最初の分けつ部までの葉数はその後の分けつ部間葉数より約1葉多かった。この関係はだいたいつぎのように示される (第51図)。

$$M_1 \sim M_2 < M_1 \sim S_2$$

$$\parallel \qquad \parallel$$

$$M_2 \sim M_3 < M_2 \sim M_2-s$$

$$\parallel \qquad \parallel$$

$$S_2 \sim S_3 < S_2 \sim S_2-s$$

以上の数値から球の大小と分けつとの関係を見ると、分けつの起る頻度、分球数および各分けつ部から生長点までの葉数は大球ほど多いが、分けつ部間葉数は球の大小によつて差異のみられぬことを示している。そこで球の大小と分けつとの関係を今井早生の90球について調査した結果、球重と分球数、球重と1~2回目分けつ部から生長点までの葉数との間には有意な正の相関があつたが、分けつ部間葉数と球重との間には相関がみられなかつた。したがつて分つ部間葉数はそれぞれの品種によりほぼ一定しているものと思われる。(第33表)

分けつ芽分化と温度、日長との関係
分けつ芽はほぼ一定の時期に分化を始めることが知られている(50,64,84,86)。したがつて分けつ芽分化と温度、日長との間には密接な関係があることが予想される。そこで普通栽培の苗と日長処理実験の苗

Table 33. Correlation coefficients between the bulb weight and tillering.

Bulb weight and	number of tillers	0.663**
	No. of leaves between the 1st and 2nd tillering	-0.166
	No. of leaves between the 2nd and 3rd tillering	0.357
	No. of leaves within the 1st tillering	0.648**
	No. of leaves within the 2nd tillering	0.570**
	No. of leaves within the 3rd tillering	-0.262

を用い定期的に分けつ状況を調査した。

その結果、泉州黄系の品種の秋播普通栽培の苗の翌春の分けつ開始期は5月上中旬で、5月中下旬に1回目の分けつが終り、2回目の分けつは5月中下旬～6月上旬、最後の分けつは6月上中旬であった(第52図)。

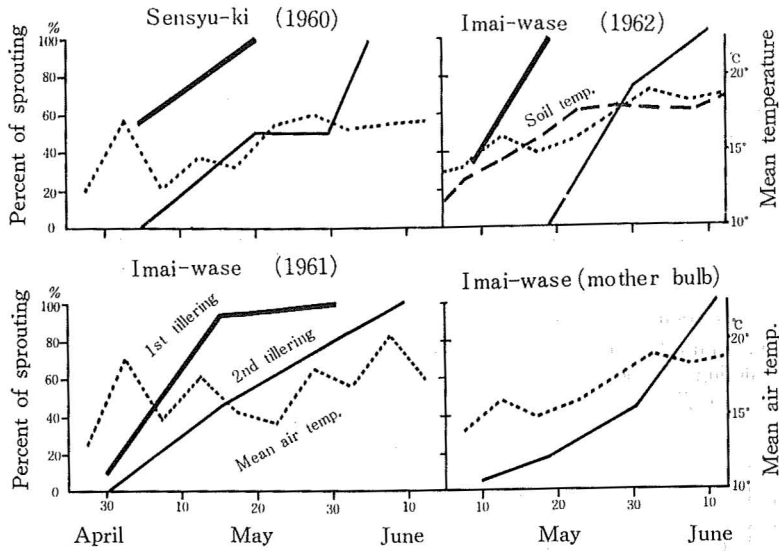


Fig. 52. Relationship between the initiation of tiller and temperature.

倉田は分けつ芽分化の最低温度は春は14~15°C秋は9.7~11°Cとしていて(75~77)鶴岡における調査の結果もこれとおおむね一致した。

分けつ芽の分化は苗の地下部で起る現象であるので地温に影響される点が大いと思われる。1回目の分けつ芽の分化した時期の地温は第53図のように15~16°Cであった。したがって地、気温共15°C前後以上が分けつ芽分化に対して望ましい条件と考えられる。

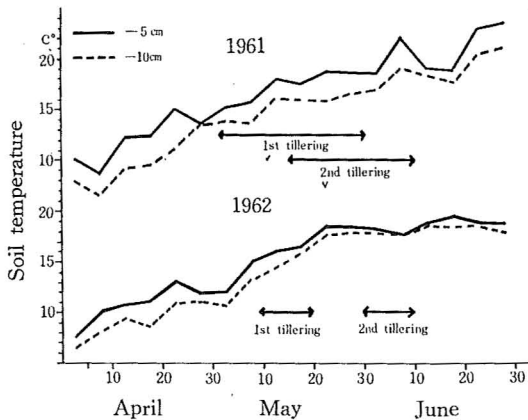


Fig. 53. Relationship between the initiation of tiller and soil temperature.

従来調査された分けつ芽分化期の日長は10~14.5時間でその巾は比較的広いが(第34表)短日処理を行なった苗の分けつ状況を調査した結果、分けつ芽分化にはある程度の長日条件が適するものと思われた。

すなわち分けつ開始期より約20日前と思われる4月10日から、鉢植の苗を9および7時間日長にした結果、短日区の苗は生長が長期間続いたにもかかわらず分けつした苗の割合は無処理区より少なかった(第35表)。

Table 34. Mean air temperature and astronomical day length at the beginning of tillering.

Location of observation	Beginning of tillering	Astronomical day length	Mean air temperature
Kagawa pref. { in autumn in spring	Late October to November Late April to early May	10~11 hour 13~13.5	10.0 to 12.0°C (84.85.86) 14.0 to 15.0°C
Yamaguchi pref.	Early April	12.5	about 13°C (64)
Tsuruoka	Early and middle May	13.5~14.5	about 15°C

Table 35. Influence of short- and long-day treatment on the tiller initiation in onion plant (variety Kaizuka-wase, treated from April 10 to July 6, observed on July 11).

Day length	Diameter of bulb	No. of leaves	Plant height	Percent of plants tillered	No. of tillers per tillered plant.
	cm		cm	%	
24 hr. L. D. T.	3.8	—	(30)	67	2.0
Natural day length (L. D.)	5.8	—	(42)	67	2.5
9 hr. S. D. T.	3.6	8.0	64	33	2.0
7 hr. S. D. T.	3.3	6.4	68	33	2.0

また圃場の苗を 8.5 時間日長の短日条件にした場合、分けつ部間葉数の特に多い個体がみられ、短日条件が 2・3 回目の分けつ芽分化を抑制したことが知られた。

すなわち 5 月 25 日まで短日区は 5 月下旬に始まる 2 回目の分けつが遅れ、6 月 15 日まで短日区は 2・3 回目、6 月 25 日まで短日区は 2~4 回目分けつ芽分化とも不規則になった。以上のように 1 カ月以上短日条件においた苗は分けつ芽分化の頻度が明らかに低下した。したがって短日区は生育停止期が遅れたにもかかわらず分球数は特に多くはなかつた (第 36 表)。

Table 36. Effect of short day treatment during tillering period on the tiller initiation of onion bulb (variety Imai-wase, harvested on July 20).

Short day period	Diameter of bulb	No. of tillers	Number of leaves between tillering node										No. of leaves within 1st T. N. to St. L.	
			1~2 tillering					2~3 tillering						3~4
			1~3	4~5	6~	To-tal	Ave- rage	1~3	4~5	6~	To-tal	Ave.		Ave.
Apr. 15-Apr. 25	9.2	7.5	18	9	0	27	3.1	15	9	0	24	3.2	2.5	—
Apr. 15-May 5	8.7	7.4	28	8	0	36	3.0	21	9	0	30	2.7	3.6	0.1
Apr. 15-May 15	9.1	9.0	10	6	0	16	3.3	20	4	0	24	3.0	2.3	1.0
Apr. 15-May 25	9.4	7.6	11	15	3	29	4.1	32	20	0	52	3.3	2.9	2.7
Apr. 15-Jun. 5	7.7	8.6	8	3	6	17	3.9	14	7	2	23	3.6	2.3	4.3
Apr. 15-Jun. 15	7.6	8.0	5	3	3	11	4.4	8	6	3	17	4.8	—	4.2
Apr. 15-Jun. 25	6.8	8.8	9	2	3	14	3.5	9	1	5	15	4.7	6.3	5.5
Apr. 25-Jun. 5	8.3	10.0	9	9	0	18	3.4	16	6	1	23	3.1	3.4	3.6
May 10-Jun. 20	6.0	6.3	8	6	1	15	3.5	0	2	7	9	6.7	—	5.1
Not treated	9.0	7.3	40	6	0	46	3.1	34	5	1	40	2.9	—	0.4

分けつ芽分化と苗の状態との関係 分けつ芽分化は苗の大きさと密接な関係があると考えられる。調査の結果分けつがみられた時の苗の大きさは、生葉数は約 6 葉、生体重は

35g, 草丈50cm, 葉鞘径1.7cm以上に達していた (第37表))

Table 37. Relationship between the seedling size and tiller initiation.

Variety (year)	Date of observation	Percent of plants tillered	No. of leaves	Plant height	Fresh weight of plant	Diameter of leaf sheath
		%		cm	g	cm
Sensyu-ki (1960)	May 5	56	6.1	50	35	2.2
	May 20	100	7.2	70	103	3.1
Imai-wase-A (1961)	May 1	10	5.3	40	19	1.5
	May 15	90	7.0	57	50	2.3
Imai-wase-B (1961)	May 1	10	4.5	34	11	1.1
	May 31	100	6.0	60	92	4.2
Imai-wase (1962)	May 9	67	6.3	53	34	1.8
	May 19	100	7.5	64	57	2.2

秋播き普通栽培の苗を5月15日調査したところ、26g以上の苗はいずれも貯蔵葉化を始めていたが、分けつは50g以上の苗でみられ、葉数多く生体重の重い苗が早い時期に分けつ芽を分化することが知られた (第54図)。

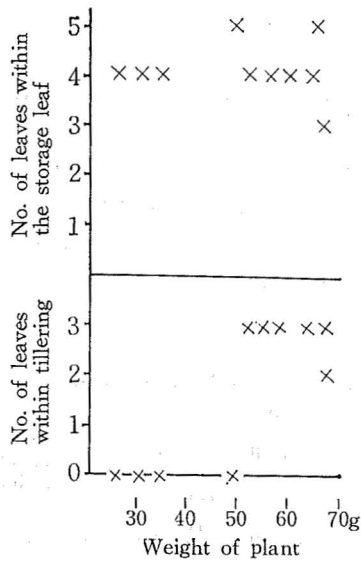


Fig. 54. Relationship between the seedling size and tiller initiation or storage leaf formation (variety Imai-wase, observed on May 15).

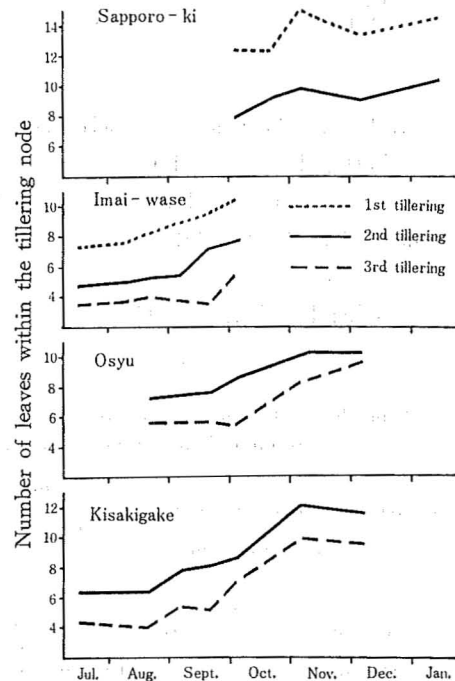


Fig. 55. Seasonal changes of the number of leaves within the tillering node during room storage.

球形成過程を調査した結果1回目の分けつ芽は種子発芽後15~16葉目で分化がみられ、10~13葉以降に分化すると云う従来の報告 (50,64,84,85,86) とおおむね一致した。

掘上げ後のタマネギは休眠覚醒後球内に新葉を分化するが、貯蔵中分けつ芽を分化した例は全然みられなかつた。したがって最後の分けつ部から生長点までの葉数は貯蔵中漸次増加する (第55図)。

普通栽培の大苗や採種母球が低温期間に花序を分化すると通常その基部に側芽を分化する。採種母球の花序の側芽内の分けつ芽分化は5月中旬以降で、だいたい普通苗の2回目の分けつ芽分化期に当たっていた(第38表, 第52図)。

Table 38. Seasonal changes of the tiller initiation in mother bulb for seed production (variety Imai-wase, 1962).

Observation dates	% of plants tillered	No. of leaves	Plant height	Length of seed stem	No. of leaves in side bulb of seed stem
	%		cm	cm	
Apr. 30	0	7.4	53	4	3.7
May 10	6	7.9	62	23	5.7
May 19	19	7.1	72	38	6.0
May 31	42	6.3	71	92	7.8
Jun. 16	100	5.6	63	123	10.3

採種母球の花序側芽内の1回目の分けつ部までの葉数は6葉前後で、早期抽苔株の分けつ部までの葉数より多かつた。これは花序側芽が通常の分けつ芽と性質を幾分異にするため、採種母球の花序分化期が早期抽苔株の分化期より早く、花序側芽の分けつ芽分化期は両者共だいたい同様の時期であつたためと思われる。

分けつ芽の分化は通常球形成と並行して生起しているが、秋期球形成のために必要な限界日長以下の日長になつた場合や、短日処理により球形成を阻げた場合にも分けつ芽分化はみられた。したがつて球形成期前の短日期間を長くすると1回目の分けつ部から貯蔵葉までの葉数は多くなる(第36表)。

母球の貯蔵条件が分けつにおよぼす影響 タマネギにおいては8月8日から20~75日間の冷蔵で⁽¹⁰⁶⁾、アサツキでは高温貯蔵で⁽¹⁰⁰⁾、九条ネギでは苗の乾燥処理で^(130,136)、またテツポユリでは低温や乾燥で新葉の形成が抑制される状態におかれた後低温にあつた場合、分球が促されることが報告されている⁽¹¹¹⁾。しかしこれらの現象の機構は明らかにされて

Table 39. After effect of bulb storage temperature on the number of tillers in mother bulb for seed production.

Year	1955~1956	1956~1957	1957~1958	1958~1959	1962~1963
Variety	Kaizuka-wase	Imai-wase	Sensyu-ki	Kaizuka-wase	Sensyu-ki
Weight of bulb (g)	151	135	152	135	157
Date of planting	Nov. 7	Oct. 30	Nov. 6	Nov. 3	Oct. 18
30°C storage	4.0	4.6	5.4	4.0	6.0 (2 months)
5°C storage	4.3	3.4	4.8	4.1	6.3
Room storage	4.0	5.4	5.6	4.2	6.5
30°C for 1 month	3.3	4.6	5.6	—	6.4
Sunning for 2 months	—	—	—	6.1	—
5°C for 1 month	3.0	4.7	5.8	4.7	6.4 (20days)
5°C for 2 months	—	3.7	—	4.6	6.4 (40days)

いない。

筆者の調査結果ではネギの場合^(130,136)と同様に、掘上げた球を2カ月間陽乾した場合に分球数が増す傾向がみられたが、有意差は認められず、その他の処理区では一定の傾向は認められなかった(第39表)。

分けつ芽分化の機構 分けつ芽分化は規則的に起り、かつ種類⁽¹⁵⁷⁾や品種間の差が明らかに認められた。したがって分けつ芽分化は遺伝的特性に基づく点が大きいものと思われる。

ある程度の長日条件が分けつ芽分化に望ましい条件であることが認められたが、冬期間は低温条件が分けつ芽分化の主な制限因子になり、短日条件が分化を抑制する制限因子になることは我国では実際にはほとんど起らぬものと思われる。

分けつ芽分化は苗の状態に支配される点が大きい。1回目の分けつが種子発芽後12~13葉以下では起らず^(50,64,84)、2回目以降の分けつ芽はそれぞれ前回の分けつ後2~3葉目の葉位で分化する^(84,156)。したがって分けつ芽分化は、多くの植物の花芽分化の場合のように、一定限度以上の葉数(発育過程)を必要とするものと思われる。なおタマネギの花序分化も種子発芽後12~14葉以降に起り^(50,64)、花序からつぎの花序分化までには3葉前後の間隔がある^(13,52)。

最初の分けつ芽分化がある程度以上の大苗にみられる点からみて、苗の大きさが分けつ芽分化のために必要な条件と思われるが^(64,137,150)、その詳細は明らかにし得なかった。分けつ芽分化は頂部優勢性の減退に伴う現象とも考えられるが、移植等苗の生長を抑制する操作でネギ、ラツキヨウ、ニンニク等の分けつが抑えられる点からみると^(64,117,137,157)、分けつ芽分化には苗の活性が必要と思われる。また短日処理で分けつが抑制され、緑葉が失われた貯蔵中の球内では分けつ芽は全然分化しなかった。従つて分けつ芽分化にはある程度の葉身の存在を必要とし、苗の大きさはこれらの点を介して影響するものと思われる。ただし球貯蔵中の温度その他の条件が次ぎの生長期の分けつ芽分化に何等かの後作用をおよぼすと推定される事実も観察されている⁽¹⁰⁶⁾。

前記のように分けつ芽分化は貯蔵葉の形成される長日条件で促進され、また分けつ芽では貯蔵葉化が促される傾向が観察されるが、分けつ芽分化は球形成の起らぬ短日条件でも起り、春播きタマネギの小苗は分けつ芽を分化することなく球を形成する⁽⁷¹⁾。従つて分けつ芽分化と球形成とは密接な関係をもつ現象であると思われるが、互に独立して起ることが可能な現象と思われる。

また分けつ芽分化と花序の分化との間には何等かの関係があるものと思われる。例えばタマネギや他のネギ類では花序の分化と側芽の分化は相伴つて起り、タマネギにおいては種子発芽後花序分化までの葉数と分けつ芽分化までの最少葉数はほぼ等しく、花序あるいは分けつ芽分化後つぎの花序あるいは分けつ芽が分化するまでの葉数はつぎのようにいずれの場合もだいたい3~4葉であつた。

分けつ~分けつ部間葉数	約3.5葉
花序~花序間葉数	3葉以上 ⁽⁵²⁾ , 2.9 ⁽¹³⁾
花序~分けつ部間葉数	早期抽苔株の花序側芽内 3.9
分けつ~花序間葉数	秋分けつした大苗の場合 4.8

島田は植物の葉や花の分化には花分化物質の他、葉分化物質の存在を考えるべきである

とし、日長操作など環境条件の変化によつて、ひと度生殖生長への一步をふみ出した芽の逆転的生長により葉芽が形成され得るものと考察している(121)。

タマネギの分けつ芽分化もこのような考え方によれば理解し易いように思われる。

第2節 球形成と花序の發育との關係

抽苔した球は商品として価値が少ないばかりでなく球そのものが小さい。しかし反面花序の發育は球が形成されることにより抑制されることが知られている(36,47,49,50,63,113,138)。そこで花序の生長と球形成との關係、特に葉の貯蔵葉化との關係について調査を行なつた。

花序の生長が球形成におよぼす影響 秋播き栽培の泉州黄の生育順調な苗と早期抽苔苗を選定しておき、抽苔苗の半数は抽苔初期に花序を葉鞘を傷つけぬ範囲でなるべく基部から剪除した。これらの材料から得られた球を7月5日掘上げ、球の大きさ等を調査した。その結果、球径、球重は不抽苔球が最も大きく、花序が生長し開花した球が最も小さかつた(第40表)。

Table 40. Influence of the growth of seed stalk on bulb development.

Variety (year)	Treatment	No. of leaves	Plant height	Length of seed stem	Diameter of bulb	Weight of bulb	Weight of side bulb of seed stem	No. of leaves within 1st T.N. to growing point
Imai wase 1961	Bolted plant, not treated	5.8	cm 70	cm 109	cm 6.1	g —	g —	10.4
Sensyu-ki 1962	Bolted plant, not treated	4.6	70	105	6.7	133	32	—
	Bolted plant, deflorating	5.2	69	61	7.4	158	65	—
	Not bolted, not treated	6.2	73	—	8.6	254	—	10.9

以上の点から、花序の生長と球形成の間には栄養競合が起り、花序の生長は球形成を抑制するものであることが知られた。

球形成が花序の生長におよぼす影響 普通栽培において早期抽苔した苗、採種栽培の母球および日長処理および消雪期実験に供した母球を材料にし、花序の生長の状況と球構成葉の様相との關係を調査した。消雪実験は採種母球を秋に植付け根雪終期を人為的に変えることが抽苔、開花、結実におよぼす影響を調査したものである。

これらの株の花序の位置と貯蔵葉の位置との關係をみると、花序が正常に發育した普通栽培の早期抽苔株のうち、57%の球は花序が貯蔵葉のすぐ外側にあり、残りの株では花序と貯蔵葉との間に葉身をもつ肥厚葉が1~2葉あり、貯蔵葉内に花序のある個体は全然み

Table 41. Developmental state of inflorescence in onion bulbs grown under various conditions.

Samples	Mother bulbs for seed production	Premature bolting plants	Bulbs of snow cover treatment	Bulbs of day length treatment	Total
No. of bulbs observed	11	30	23	88	152
No. of normal inflorescence	50	30	6	264	350
No. of aborted inflorescence	0	0	40	74	114

られなかつた (第41, 42表). すなわち花序の側芽の第1葉は通常貯蔵葉化するが肥厚葉になる場合もあり圃場調査においては抽苔株 104中34 株は花序の側から葉身が外部に抽出していた.

Table 42. Relationship between the position of inflorescence in the bulb and development of inflorescence.

Kind of leaves		Foliage leaf		Storage leaf				Total
		2	1	1	2	3	4	
Position of leaves								
No. of normal inflorescences	Mother bulb	3	12	33	2	0	0	50
	Premature bolting plant	* 12	1	17	0	0	0	30
	Bulb of other treatment	0	0	94	6	1	0	101
	Total	* 15	13	144	8	1	0	181
No. of aborted inflorescences	Bulb of snow cover treatment	0	0	1	12	19	8	40
	Bulb of day length treatment	0	0	2	33	31	8	74
	Not bolted tiller of mother bulb	0	0	2	27	27	2	58
	Total	0	0	5	72	77	18	172

* Include examples of above three leaves

採種母球においても花序は通常第1貯蔵葉のすぐ外側にあつた. しかし花序の内側に葉身をもつ肥厚葉のある場合も多く, また貯蔵葉より内側の花序がほぼ正常に發育した例も極くわずかながらみられた.

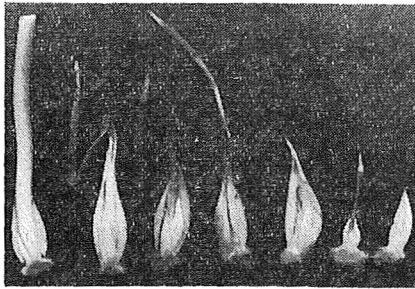


Fig. 56. Various shapes of aborted inflorescence existed within the storage leaf. Left one showing normal slender inflorescence.

短日処理区と消雪実験区の場合は正常に抽出した花序のほか, 多くの座止した花序が球内に見出された (第41表, 第56図).

これらの球の抽出した花序は大部分貯蔵葉の外側にあるもので, 貯蔵葉の内側にある花序は大部分座止し, まれに抽出した場合も花茎長が短かつた.

消雪時期を特に遅らせた場合や4月10日から24時間日長にした区ではすべての花序が座止し, 生長して抽苔に至つたものはみられなかつた. これらの座止花序のほとんど全部は貯蔵葉内にあり, 貯蔵葉より外側にある花序が不抽苔になつた例は172中5花序に過ぎなかつた.

考 察

以上のように貯蔵葉は通常, 花序より内側に形成されるが, 時には花序の外側の葉から貯蔵葉化する場合もみられた. これは花序分化期と球形形成開始期との時期的関係から起るものと思われる.

例えば採種母球においては花序の多くは前年中に分化し^(14,43), 翌春の球形形成開始期までには花序の側芽は約5葉の葉を分化する^(13,14). 翌春球形形成に適する条件になると生長点から3~4葉目前後の葉から貯蔵葉化が起るため, ある場合は花序側芽の第1葉から貯蔵葉化し, ある場合は1~2葉の葉身は正常に發育して2~3葉目から貯蔵葉化すると思われる

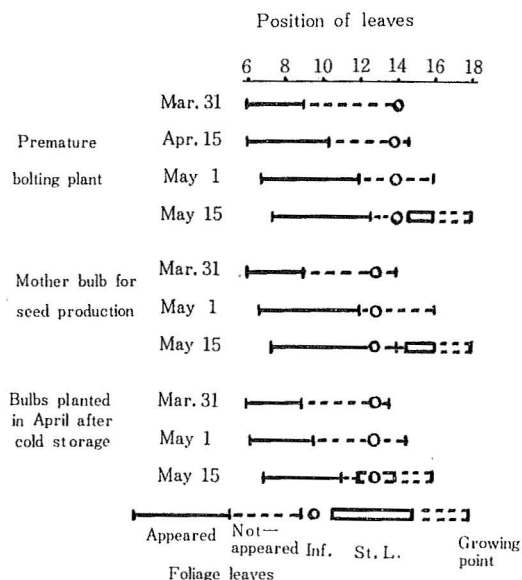


Fig. 57. Figure illustrates that the position of inflorescence in bulb leaves is decided by the relation between the time of inflorescence initiation and time of storage leaf formation.

る結果になり、その場合は花序の生長が抑制されて多くの場合座止することになると思われる。このように花序が順調に發育するかどうかは花序と貯蔵葉との位置関係から規制されるものと思われる。

球形成の場合、貯蔵葉化する葉では葉身の生長が極端に抑制されるが、その直ぐ外側の葉では葉身がほぼ正常に生長する（前章）。

これは葉位により生理条件に幾分の差異があるためと思われた。

花序の場合も同様に葉身の生長が正常に行なわれる葉位にある場合は正常に發育し、花序が貯蔵葉化が起る葉位にある場合は正常な生長が抑制されるものと思われる。その関係を示すと第58図の如くなる。

このように球形成時は葉位によつて生理条件が幾分異なると思われるが、この点は休眠その他の現象を検討する上からも注意すべきものと思わ

る（第57図）。多くの場合花序側芽では貯蔵葉化がむしろ促進される。

秋播きの普通栽培の場合一部の大苗は3月末頃花序が分化する⁽⁷⁵⁾。これらの苗ではその後球形成期までには3～4葉の新葉が分化するため貯蔵葉化は花序側芽の第1～2葉から通常起るものと思われる。

消雪時期を遅くしたり、冷蔵した母球を4月以降植付けた場合や、4月上旬から長日にした場合は、花序側芽の新葉の分化があまり進まぬうちに球形成が始まるため、花序より外側の葉から貯蔵葉化し、花序は貯蔵葉間に位置するようになると思われる。

以上のように、花序の分化期や越冬の条件は同様であつても、貯蔵葉化が花序より内側の葉から始まつた場合は花序は正常に發育し、翌春の生長開始期が遅れたり、あるいは球形成が促進された場合は花序が貯蔵葉間に位置す

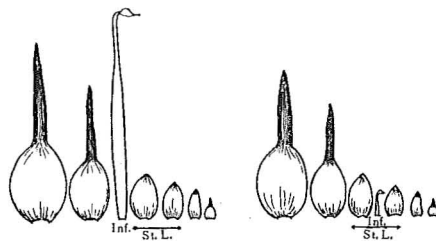


Fig. 58. Relationship between the position of inflorescence in bulb leaves and development of inflorescence (diagrammatic illustration).

れる。

第3節 球の可溶性固形物含量と萌芽期との関係

従来から乾物率高く可溶性固形物含量の多い品種, 系統は萌芽期が遅いことが知られ(20,33,41,92), また掘上げ後の乾燥は球の可溶性固形物含量や乾物率を高めて萌芽期を遅くするものと考えられている(54,89)。

そこで萌芽期の早晚に関係する諸条件の変化した場合球の可溶性固形物含量が影響されるかどうかについて調査し, 萌芽期と可溶性固形物含量との関係について検討した。

可溶性固形物含量は球構成葉の上部より基部が多く, 外部より内部の葉が多いことが知られているので(33,41,89), 調査にはなるべく同程度の大きさの球の赤道部から材料をとり, 携帯糖度計による示度(以下示度と略記)を求めた。

調査結果

球構成葉の葉位および種類と可溶性固形物含量との関係 球を構成する外部の葉と内部の葉は形態を異にするが, そのような葉の種類および葉位と可溶性固形物含量との関係を, 大きさを異にする球で調査した(第59図)。

調査の結果, 外層の葉より内層の葉が一般に多く, この点は従来の成績(33,41,89)と一致した。球の大きさを異にする材料につき調査した結果, 外層の葉の可溶性固形物含量は大球より小球が多いが, 内部の葉では球の大小による差は比較的少なかった。

球構成葉の種類別にみると, 貯蔵葉の可溶性固形物含量は球の大きさを異にした場合もだいたい7.0前後であった。

以上のように球構成葉の種類と可溶性固形物含量との間にはある程度のある関係があることが知られた。

可溶性固形物含量の品種間差異 球構成葉の様相の調査に用いた5品種の球を用い, だいたい半月ごとに不萌芽球の可溶性固形物含量を調査した。これらの材料は異った条件下で生産されたもので, 調査期も同一でないが, これらの不萌芽期の平均値を比数で示した(第43表)。

本表によれば貝塚早生・今井早生のような早生品種は可溶性固形物含量少なく, 奥州, 札幌黄のような遅萌芽性の晩生品種は多い傾向が見られた。しかし札幌で生産した今井早生は鶴岡産の今井早生より可溶性固形物含量は少なく, 萌芽期が比較的早く, 生育条件によつては同品種でもある程度変わることがしられた。

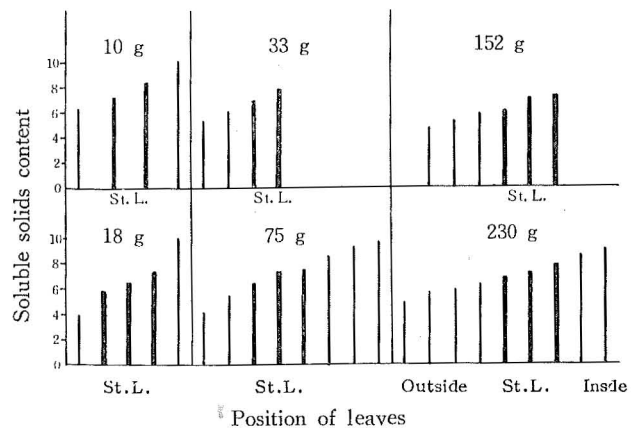


Fig. 59. Influence of bulb size and leaf position in bulb on soluble solids content in leaf sheath (variety Imai-wase, harvested on July 8, observed on November 7).

Table 43. Varietal differences in soluble solids content of composite leaves in bulb.

Variety	Weight of bulb	Soluble solids content of each leaf sheath %					Average	Period of observation
		1	2	3	4	5		
Sapporo-ki	122 ^g	73	80	79	89	100	9.2	Oct. 1—19
Osyu	163	69	77	80	85	100	7.9	Aug.27—Oct. 3
Kisakigake	170	80	88	93	101	100	7.6	Jul. 12—Sept. 5
Imai-wase	167	61	71	97	92	100	7.4	Jul. 16—Aug.20
Kaizuka-wase	156	66	87	95	100	100	6.4	Aug.14
Imai-wase (Sapporo)	152	66	74	82	87	100	5.7	Oct. 19—Dec. 6

以上のように可溶性固形物含量は品種間で幾分差異があり、一般に遅萌芽性の晩生品種は早生品種より多いことが認められた。

球掘上げ時期の早晚と可溶性固形物含量との関係 従来早掘りした球は萌芽期が遅いことが認められ(22,23,53,60,119,126)、鶴岡においても同様な結果が得られた。そこで掘上げ時期を異にした球の外側の肥厚葉2葉をていねいに剥きとつて可溶性固形物含量を調査し、内部の球は室内に貯蔵して萌芽期を調査した。

調査の結果、枯葉期よりだいたい2週間前に早掘りした球の萌芽期は枯葉期に掘上げた球より遅く、早掘り球の可溶性固形物含量および乾物率は枯葉期掘上げ球のそれより高い傾向のあることが認められた(第44表)。

Table 44. Influence of the harvesting time of bulb on soluble solids content and sprouting date of onion bulb.

Date of harvesting	Kaizuka-wase (1956)		Kaizuka-wase (1958)			Imai-wase (1958)		
	Soluble solids content	Mean date of sprouting	Soluble solids content	Dry matter content	Mean date of sprouting	Soluble solids content	Dry matter content	Mean date of sprouting
Jun. 11	8.4	Dec. 19						
Jun. 16	7.6	Jan. 9	6.7	7.7	Nov. 14	6.9	8.8	Nov. 25
Jun. 21	6.9	Dec. 6						
Jun. 26	7.1	Dec. 3	6.0	7.5	Nov. 12	5.5	7.5	Dec. 1
Jul. 1			5.4	6.8	Nov. 24	6.5	7.9	Dec. 6
Jul. 7			5.8	5.8	Oct. 28	6.3	7.3	Nov. 21
Jul. 11						5.7	7.4	Nov. 15
Date of observation	Aug. 14		Jul. 20			Jnl. 20		

以上のように可溶性固形物含量は球の肥大にともない幾分減少し、ある程度早い時期に掘上げた球は、遅掘り球に比べ可溶性固形物含量は多いことがみられた。

球形成過程および貯蔵中における可溶性固形物含量の変化 前記のように掘上げ期を異にした球を貯蔵中同一時期に調査した結果早掘り球の可溶性固形物含量が多かった。そこで球形成過程および掘上げ後貯蔵中における可溶性固形物含量の変化の状態を知るため、だいたい半月毎に調査を行なった。

調査の結果、球の可溶性固形物含量は球形成に伴ない幾分減少することが知られた。掘上げ約1カ月後には含量はむしろ幾分多くなるが、その後球内の生長が始まった後は次第

に減少し、萌芽球では更に少なかった (第45表).

また萌芽球のうち、萌芽長を異にした球の可溶性固形物含量を調査したところ、萌芽長の長い球ほど可溶性固形物含量が少ないことが認められた (第46表).

Table 45. Seasonal changes of soluble solids content of bulb during bulbing period and after harvest.

Variety	May26	Jun.11	Jun.26	Jul.16	Aug.7	Aug.20	Sept.5	Sept.20	Oct.3	Nov.6	Dec.6
Kaizuka-wase	8.8	7.2	6.9								
Imai-wase	9.2	6.7	6.8	6.0	6.9	7.3	6.8	7.0	6.3	5.6	
Kisakigake				7.0		7.5	7.8	7.9	7.0	7.3	6.8
Osyu						7.6		7.9	7.2	7.1	6.1

Table 46. Relationship between the length of sprout and soluble solids content of onion bulb (variety Kaizuka-wase, observed on October 30, 1956).

Length of sprout (cm)	0.7	1.5	3.0	7.0	12.5	15.0	22.0
Soluble solids content	6.0	5.5	5.5	5.1	5.0	4.4	4.0

摘葉、遮光その他の処理が球の可溶性固形物含量および萌芽期におよぼす影響 タマネギ球の可溶性固形物含量と萌芽期との関係を検討するため、摘葉、遮光等球の可溶性固形物含量に影響すると思われる処理を行ない、形成された球の可溶性固形物含量と萌芽期とを調査した。

摘葉区は6月1日生葉を3または5葉残しそれ以外の葉の葉身を除去し、遮光は葎簀を株上にかけて行ない、糖撒布区は展着剤加用1%蔗糖液を表に示した期間葉面に隔日に撒布した。球は7月7日掘上げ、7月25日各区12球の外層2葉の可溶性固形物含量、乾物率、全糖含量を調査した。残りの球は室内に貯蔵し萌芽期調査に供した。

調査の結果、摘葉区は可溶性固形物含量、乾物率共低く、萌芽期は早かったが、3葉区

Table 47. Effect of defoliation, shading for plant and foliar spray of sugar solution on the storage material content and sprouting time of onion bulb (variety Imai-wase, harvested on July 7, measured on July 25, 1958).

Treatment	Weight of bulb	Soluble solids content	Dry matter content	Total sugar	Mean date of sprouting	
Defoliation	3 leaves reserved	138 ^g	5.8	7.0 [%]	3.62 [%]	Nov. 15
	5 leaves reserved	163	5.7	7.2	3.90	Nov. 17
Shading for plant	Jun. 1—Jun. 15	160	5.7	7.0	3.80	Nov. 22
	Jun. 15—Jul. 5	150	5.7	7.0	3.35	Nov. 13
	Jun. 1—Jul. 5	138	5.4	6.9	2.98	Nov. 20
Foliar spray of sugar solution	Jun. 1—Jun. 15	172	6.5	7.8	4.43	Dec. 7
	Jun. 15—Jun. 30	150	6.4	7.8	4.57	Nov. 27
	Jun. 1—Jun. 30	205	6.9	8.1	4.49	Dec. 8
Not treated		166	6.4	8.0	4.43	Nov. 28

と5葉区との差は球重以外の点では明らかではなかつた。遮光区も乾物率、糖度は低く、萌芽期は早く、特に長期間遮光区でその傾向が著るしかつた(第47表)。

糖液撒布区、特に1カ月間撒布区は球が大きく、可溶性固形物含量、乾物率共幾分高く、萌芽期は遅い傾向がみられたが、6月後半撒布の影響は明らかでなかつた。

以上のように糖生成の抑制されるような条件ではつねに可溶性固形物含量と乾物率は低下し、この場合の球の萌芽期は早く、反対に糖の増加する条件では萌芽期が遅くなる傾向が認められた。

球の可溶性固形物含量と萌芽期との関係 大きさのほぼ等しい球の外層2葉の可溶性固形物含量を調査し、外層2葉を除いた球の萌芽期を調査して両者の関係を検討した。

調査の結果、札幌黄の場合は両者の間に一定の関係は認められなかつたが、今井早生と泉州黄の球においてはだいたい可溶性固形物含量の多い球は萌芽期が遅い傾向が認められた(第48表)。

Table 48. Relationship between soluble solids content and mean date of sprouting of onion bulb.

Variety	Date of measuring	Soluble solids content								
		~4.24	4.25~	4.75~	5.25~	5.75~	6.25~	6.75~	7.25~	7.75~
Imai-wase	Jul. 20 1956	Nov. 2	Oct. 29	Nov. 1	Oct. 24	Nov. 9	Nov. 13			
Sensyu-ki	Aug. 10 1957		Nov. 16	Nov. 21	Nov. 21	Nov. 23	Nov. 28	Nov. 28	Nov. 27	Nov. 21
Sapporo-ki	Oct. 26 1956				Mar. 15	Apr. 8	Apr. 18	Apr. 18	Mar. 31	Feb. 22

考 察

タマネギ球の可溶性固形物含量は乾物率と密接な関係をもち(33,41,89,92)乾物率または糖度計示度が高い品種は萌芽期が遅いことが知られている(20,33,41,80,92,162)。本調査においても萌芽期の遅い品種は概して可溶性固形物含量が多かつた。

このように従来は主に遺伝的特性として可溶性固形物含量の多少について検討しているが(28,41,92)、本実験において、遮光その他の処理により可溶性固形物含量に差を生じさせた場合も、可溶性固形物含量の多少と萌芽期との間には相当密接な関係のあることがみられた。ただし全葉身を摘除した場合については調査していない。

可溶性固形物含量の多少が萌芽期に影響する機構はすべて明らかにされたわけではないが、本調査の結果からみれば、可溶性固形物含量の多少は休眠期間よりは休眠覚醒後の萌芽生長の速さに主に影響するものと思われる。

タマネギ球は多湿条件あるいは含水率を高くする条件により発根も萌芽も促進され(22,50,88,103,154,159)乾燥処理により抑制される(104)。また土壤水分の少ない状態で掘上げた球は萌芽期が遅く(59)、圃場の灌水や施肥条件も得られた球の萌芽期に影響することが報告されている(22,27,29,59,88)。これらも球の含水率の点から萌芽期に影響していると思われるが、これらが休眠期間と休眠覚醒後の萌芽生長の何れに影響したかは明らかにされていない。木本植物において糖度と休眠の度合との間に関係のあることがみられているが(116)、タマネギの場合は実験の方法や材料の点からみて、主として休眠覚醒後の生長の速さに影響した

ものと思われる。

可溶性固形物含量あるいは含水率が生長速度を左右する機構は明らかでないが、これらの要因は細胞の滲透圧あるいは水度を⁽⁷⁹⁾左右し、その結果生長生理に影響するものと思われる。

タマネギの貯蔵養分は主として糖で、糖は乾物の約60%を占め⁽²⁰⁾、したがって糖含量と乾物率、可溶性固形物含量との間には高い正の相関関係があり^(33,41,92)、泉州黄の42球について調査した結果も、可溶性固形物含量/乾物率は77.6%で、 $r=0.62$ 。全糖含量/可溶性固形物含量は71.1%で $r=0.688$ と、両者の間には高い正相関がみられた。したがって可溶性固形物含量の多少は球細胞の滲透圧に影響するものと思われる。

しかし掘上げ時に乾燥剤で葉身を急速に枯らした場合は休眠覚醒期も促進される傾向がみられ(前章)可溶性固形物含量の多少は休眠期間にも何等かの影響をもつものと思われる。

塚本等は水分含量と休眠との間に密接な関係があることを予想してグラジオラスについて調査したが、グラジオラスでは両者の関係はほとんど認められず、かえって澱粉糖化の程度と休眠との間に深い関係のあることをみた⁽¹⁴⁶⁾。これは水分そのものが休眠に関係するものではなく細胞液濃度あるいは滲透圧が生長生理に関係していることを示すものと思われる。

しかし糖含量多く細胞滲透圧が高いことがタマネギ休眠の主な要因とすることは、生育中のタマネギの可溶性固形物含量が相当多い点からみても疑問がある。

第4節 摘 要

球形成は葉の形態変化によるもので、したがって他の生理現象とも密接な関係をもつものと思われる。そこで本章では球形成と分けつ、抽苔との関係、および球の可溶性固形物含量と萌芽期との関係について調査と検討とを行なった。

1. 球形成は葉の貯蔵葉化と葉数増加によつて起り、葉数増加は新葉分化と分けつ芽の分化による。したがって分けつと球形成との間には密接な関係がある。
2. 分けつはある程度の栄養生長の後起り、だいたい一定葉数の間隔で2回目以降の分けつがみられた。分けつの起る頻度は2回目以降次第に減少し、主球では側球よりも多かつた。
3. 側芽の最初の分けつまでの葉数はその後の分けつ部間葉数より約1葉多かつた。分けつ部間葉数の少ない黄魁、奥州などの品種は分球数が多く、分けつ部間葉数の多い札幌黄は分球数が少なかつた。
4. 球重と分球数、1・2回目分けつ部から生長点までの葉数との間には高い正相関がみられたが、球重と分けつ部間葉数との間には相関関係はみられなかつた。
5. 分けつ芽分化は温暖、長日条件でおこり低温、短日条件で抑制されるためほぼ一定の時期に分化がみられた。ただし葉身の枯れた後の球内では分けつ芽分化は全然起らなかつた。
6. 早期抽苔株、採種母球、長日処理球等の花序を調査した結果、花序が貯蔵葉より外側にあつた場合は花序は通常正常に發育するが、貯蔵葉内にある花序は生長が抑制されて多くの場合座止することがみられた。なお花序の發育と球形成との間には競合がみられ

- た。
7. このような花序の位置と貯蔵葉の葉位との関係は花序分化期と球形成開始期との関係で決まるものと思われる。
貯蔵葉より内側の葉位では葉身も花序も生長が抑制され、貯蔵葉より外側の葉位ではいずれも正常に生長する。これは葉位により生理条件がある程度異なるためと思われる。
 8. 栽培条件や状態を異にした各種の球の可溶性固形物含量を調査した。
大球の外側の葉の可溶性固形物含量は小球の外葉の含量より少ないが、貯蔵葉附近の葉の可溶性固形物含量は球の大小にほとんど関係なく同程度に多かつた。
 9. 早掘り球や晩生品種の球の可溶性固形物含量は遅掘り球、早生品種の球の含量より多かつた。また球の可溶性固形物含量はタマネギの摘葉、遮光処理により減じ、糖液撒布によつて増加した。
 10. 可溶性固形物含量の多い球の萌芽期は一般に遅く、含量の少ない場合は萌芽期が早かつた。このようにタマネギ球の可溶性固形物含量は球の萌芽期と密接な関係をもつが、これは細胞の滲透圧の点から萌芽生長の速さに関係するためと思われる。

総 合 考 察

1. 球構成の規則性の生ずる機構

タマネギの球形成は前記のように形態を異にした葉がそれぞれ肥大したものの総和として起る現象で、単一組織の肥大現象ではない。球形成時の形態変化の特徴は葉身の生長抑制と葉鞘の肥厚で、その結果肥厚葉、貯蔵葉、萌芽葉が形成される。

タマネギのように鱗茎を形成する植物はタマネギ以外にも多く、鱗茎花卉等では球構成の様相を詳しく調査されたものもある(44,93,156,158)。しかし球が数種類の形態の葉から構成される機構についてはほとんど検討されていない。

前記の球形成過程の調査や、掘上げ時期を異にした球の構成葉調査等の結果から、タマ

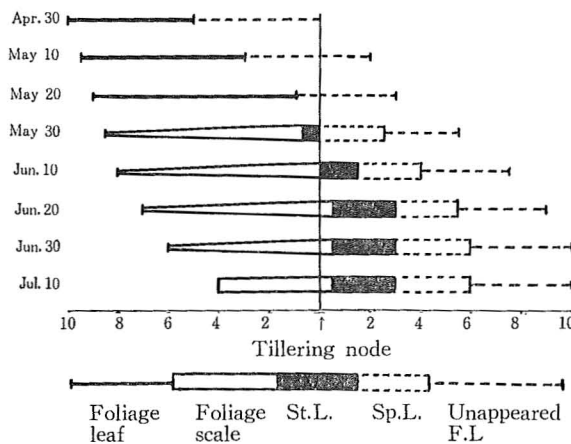


Fig. 60. Diagrammatic illustration of seasonal changes of composing leaves in onion bulb during bulbing period.

ネギの球が数種類の葉から構成される経過はだいたい明らかになった。

すなわち球形成に必要な日長、温度その他の条件がみたされると普通葉は葉鞘の厚さを増し肥厚葉になる。生長点から3葉目前後以降の若い葉は葉身の生長が抑制され、葉鞘は細胞数の増加と細胞の増大(swelling)により肥厚し、稚葉は葉の發育に伴ない萌芽葉の形を経て貯蔵葉になる(第60図)。時には貯蔵葉化の途中萌

芽葉の形で止まるものや葉身がある程度伸長して肥厚葉になる葉もある。したがって萌芽葉は未完成な貯蔵葉であり、さらに内部の生長点に近い稚葉（後に普通葉として萌出する葉）もさらに未完成な貯蔵葉とみることができる。葉がこのように形態を変化しながら生長し、同時に生長点において新葉が分化する結果球が形成される。しかし貯蔵葉の葉身はほとんど発育せぬため、球形形成開始後一定時期（35～50日）になると新葉の出葉も葉の生長も停止し、その結果若い葉身を欠くことから倒伏が起る。したがって短日条件から長日条件にかわる暦日を変えても、生長停止期や倒伏期は長日条件になつた日からほぼ一定日数後に起る（第61図）。

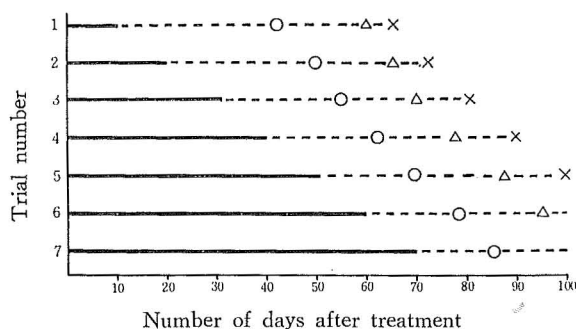


Fig. 61. Diagrammatic illustration of the relationship between the beginning of long day condition and the time of top falling and storage leaf formation.

- Period of short day-length
- ... Period of long day-length
- Time of storage leaf formation
- △ Time of 20 percent plants fall over
- × Time of 80 percent plants fall over.

球肥大は緑葉のある間に行なわれるが、新葉の分化と葉の貯蔵葉化は倒伏期頃以後はほとんど認められない。したがって長日条件にしてから掘上げ期までの日数を約25日から90日の範囲にまで変えても、各区の球の第1貯蔵葉から生長点までの葉数にはほとんど差異がみられない（第31図）。第1貯蔵葉から生長点までの葉数は札幌産の球がやや多かった以外は品種や調査年度を異にした球もすべてだいたい同数であった。

以上の過程で球が形成される結果、球はほぼ一定数の貯蔵葉、萌芽葉および普通葉と、これらの外側の肥厚葉から構成される（ただし球内には通常幾つかの分けつ芽を生ずるため、1球内の萌芽葉や普通葉の総数は大球ほど多い）。

したがって球の大小は各構成葉の肥厚の程度と外層の肥厚葉の数および分球数から主に規制される。肥厚葉数は主として球形形成開始時の葉数で決まるものであるから、球形形成開始期までの短日期間がある限度までは長い場合ほど大球が得られる。（77頁参照）

以上のように球が形態を異にした数種類の葉から構成され、その球構成に規則性のあることは *Allium* 属植物や球根花卉類で調査されている（第49表）（34, 84, 87, 100, 108, 141, 143）。

例えばニンニクの側球は保護葉、貯蔵葉、萌芽葉、各1葉と数葉の普通葉から構成されている（93, 120）。球根アイリスは貯蔵葉が数葉、萌芽葉が2～3葉であるが、小球では葉身をもつ貯蔵葉が1葉生ずる。スイセンでは普通葉と萌芽葉の葉鞘が肥厚するが、萌芽葉は通常ハカマと呼ばれている（112）。

タマネギや球根アイリスはチユウリツプにあるような特別な保護葉がなく、球の外側を包む枯れて乾燥した葉鞘が保護葉の機能を果している。しかしチユウリツプやニンニクの保護葉も、元来は普通葉になり得る葉の葉身が発育せぬまま木化した葉で、タマネギの外

葉と本質的に異なる葉とはいえない。

Table 49. Differences of the state of bulb structure among the various bulbous plants.

Kind	Protective leaves	Foliage scales	Storage leaves	Sprout leaves	Foliage leaves	Day length response	
<i>Allium Bakeri</i> REGEL.	Bakers garlic	△	○	△	△	○	+
<i>A. Cepa</i> L.	Onion	△	○	○	○	○	+
<i>A. fistulosum</i> L.	Welsh onion	△	(△)	(△)	(△)	○	—
<i>A. giganteum</i> REGEL.		△	×	○	○	○	—
<i>A. Ledebourianum</i> SCHULT.	Asatsuki	△	○	○	(△)	○	(96)
<i>A. neapolitanum</i> CYR.		○	×	○	○	○	(96)
<i>A. nipponicum</i> FRANCH et SAO.	Nobiru	△	○	○	○	○	+
<i>A. Porrum</i> L.	Leek	△	×	○	△	○	—
<i>A. Rosebachianum</i> REGEL.		△	×	○	○	○	—
<i>A. sativum</i> L.	Garlic	○	×	○	○	○	+(93,120)
<i>Hyacinthus orientalis</i> L.	Hyacinth	△	○	×	○	○	—
<i>Iris hollandica</i> HORT.	Dutch iris	△	(○)	○	○	○	—(39)
<i>Narcissus Pseudo-Narcissus</i> L.	Narcissus	△	○	×	○	○	—(112)
<i>Ornithogalum caudatum</i> AIT.		○	×	○	×	○	—
<i>O. thyrsoides</i> JACQ.		○	×	○	△	○	—
<i>Tulipa Gesneriana</i> L.	Tulip	○	×	○	×	○	—

○ : existing, △ : intermediate type, × : non-existing, () : sometimes existing.

スイセンの葉鞘の肥厚した普通葉は foliage scale と呼ばれているが⁽¹¹²⁾、従来適当な訳語がみられなかつたので、タマネギの場合肥厚葉とした。

従来貯蔵葉化した葉は鱗葉 (scale) と呼ばれる場合が多く HEATH は葉身長より葉鞘長の長い葉を scale と定義している⁽⁵⁰⁾。この定義では次ぎの生長期に生長する葉とほとんど生長せぬ葉が区別できないので、本稿では貯蔵葉と萌芽葉とに区別した。HOFFMAN は貯蔵葉、萌芽葉を併わせて storage leaf と呼び⁽⁴³⁾、HARTSEMA はスイセンの萌芽葉を sheathing leaves としている⁽⁵¹⁾。なおタマネギではニンニク等と違い前記5種類の葉の何れかに明確に区別でき難い中間的な形態をとる葉も往々みられる。

以上あげたように球構成は種の特性としてある規則性をもっているが、これらの形態を異にした葉の生ずる機構はほとんど明らかにされていない。タマネギの球形成について詳細に検討した HEATH も球内に普通葉の生ずる理由は明らかでないとしている⁽⁵⁰⁾。MANN は *Allium* 属植物の球構成 (bulb organization, bulb structure) を調査しているが、その生成機構についてはふれていない⁽⁹⁶⁾。

タマネギの場合は本研究の結果で明らかのように、球構成は遺伝的特性による面も大きい、また環境条件に支配される点も多く、日長および温度処理等で球構成の様相をある程度変えることができる。

他の鱗茎を形成する植物の球構成の成因については検討された所が少ないが、ニンニクやリーキではタマネギ同様生長の状態—葉の形態は主として葉の分化後の環境条件により決まるものと思われ、チュウリツプやスイセンでは球構成は環境条件からはあまり影響されず⁽³⁷⁾、主として遺伝的特性が葉の形態変化を規制しているように思われる。

2. 球形成と休眠との関係

タマネギ球の休眠現象は利用上重要な性質であるが、従来休眠始めの時期も明らかでなく⁽⁹⁴⁾、不萌芽期間と休眠期間とが混同される場合すら多かつた^(34,129)。本研究の結果、萌

芽生長は球掘上げ後40~50日頃始まり、その後1カ月前後以降いわゆる萌芽期になることが知られた。したがって萌芽期を遅くするためには休眠期間を長くすることと、休眠覚醒後の生長の早さを遅くする方策のあることが考えられる。

休眠は球形成に伴ない生ずる現象であることは従来から観察されているが^(22,140)、本調査の結果球形成と休眠との間には密接な関係のあることが知られた。

すなわち球形成期のタマネギは掘上げにより休眠に入り、その後は水湿を与えても約2カ月間は萌芽しない⁽²²⁾。また球を催芽した場合、早掘り球は遅掘り球より萌芽期が早く、15時間以上の日長の長日条件におくなど球形成を促進した場合は球の萌芽期は早く、長日期前の短日期間を延長することにより球形成期を遅らせた場合球の萌芽期は遅かった。しかし短日処理により球内の稚葉が普通葉化する状態で掘上げた球や、夏の高温時青立ち状態になったタマネギは休眠に入っていないかった。

このように球形成と休眠とが相伴なつて起ることは他の鱗茎を生ずる作物においてもみられる。例えばネギにおいては休眠性をもたぬ品種は球を形成せず、休眠性の品種は貧弱ではあるが球を形成している⁽⁸²⁾。

以上のように休眠は球形成時の葉身の伸長の抑制される条件で起るものであるが、休眠始期と球形成との関係も本研究によりある程度明らかにすることができた。

すなわち1961年6月9日、19日から短日処理した区は処理により新葉が球外に萌出することはみられなかつたが球の萌芽期は促進された。したがって倒伏期である6月19日にはまだ完全な休眠には入っていないかつたものと思われる。

また6月25日まで短日条件にし、その後長日条件を25日間経過した時期に掘上げた球は掘上げ後約2カ月間は萌芽しなかつた。したがって球形成期の苗は掘上げにより休眠に入るものと思われる。球形成後長日条件の圃場にあつた球は倒伏期や葉の枯れる時期に掘上げた球とほとんど同時期に萌芽した点からみて、普通栽培の球は球を形成し倒伏し葉が枯れる頃に休眠に入るものと思われる。球形成過程を調査した際も新葉分化は倒伏期後はほとんどみられなかつた。

以上の点からみて、球形成期の苗が活性ある根と葉身を失つた場合休眠に入るものと思われる。貯蔵器官の芽の休眠は、貯蔵中その深さが変化することがバレイシヨ等でみられているが^(115,135)、前記のようにタマネギ球を貯蔵期間中一定期毎に圃場に植付けた場合、貯蔵初期ほど萌芽までの日数が長かつた。したがってタマネギにおいても休眠は貯蔵中次第に浅くなるものと思われる^(22,50,76,144)。

このような休眠の深さも球形成と関係をもつものと思われる。すなわち球形成期中短日条件にすると球形成はとまり葉身の生長抑制は解かれ、短日条件が25~30日以上続くと球内部の稚葉が萌出し普通生長の状態になる。短日期間が30日以下の場合新葉は出葉しないが短日期間の長さに応じ萌芽期は促進された。これは短日処理により球形成が抑制され球の休眠が浅くなるためと思われる。

しかし限界日長より更に長い15時間もしくは24時間日長の長日条件で形成された球は自然日長下で形成された球より倒伏期が早く萌芽期も早かつた。これは限界日長以上の長日条件では球形成が促進され、休眠に入る時期が早くなり、その結果遅く休眠に入つた球より休眠覚醒期も早くなるためと思われる。したがって24時間日長の長日条件ではタマネギは休眠には早く入るが休眠が深くなることはないものと思われる。

以上の点からみて、球形形成中葉身と根の活動が止まると休眠に入り、貯蔵中は時間の経過と共に休眠は浅くなるものと思われる。しかし長日条件に移してから25日後に掘上げた球は35日以上経過して掘上げた球より萌芽期が幾分早く、この点からみると球形形成中ある時期までは生長抑制制度が高まるものとも考えられる。

以上のようにタマネギの休眠は球形形成に伴なつて起り、休眠に入る時期や休眠覚醒期、休眠の深さも球形形成と密接な関係があることが知られた。

HEATH は生長点附近に集積した球形形成ホルモンが生長を抑制し、これが貯蔵中徐々にB→A→Cホルモン(生長ホルモン)に転化するため、やがてBホルモン(生長抑制作用をもつ球形形成ホルモン)が一定限度以下になり、休眠が破れるものとしている⁽⁵⁰⁾。

日長が地下部器官の肥大に影響することはタマネギ以外の2・3の植物で知られているが^(31,37,87,115)、日長と球根類の休眠の深さ、あるいは萌芽期との関係については検討された例が少なく、グラジオラスにおいて、短日処理により休眠期が促進された球は萌芽期が早いことが報告されている程度にすぎない^(17,87,148,149)。タマネギの場合は前記のように日長条件は休眠に直接影響するものではなく、日長条件は球形形成に影響し、その結果萌芽期にも影響するものと思われる。

3. 球形形成および休眠の機構

タマネギの球形形成は従来球の肥大と称された場合が多かつた^(7,40,116,129)。しかし本研究で明らかにされたように球形形成は葉の形態変化に基づく現象で単なる肥大現象ではない。我国においてはタマネギの球形形成(bulb formation)と葉菜類の葉球形形成(head formation)を共に結球と称するところがあるが、タマネギ等の球形形成は結球ハクサイやキャベツ等の結球現象^(62,122)とはその形成過程や機構を異にしている。したがつてbulb formationに対しては球形形成の語を用いた方が誤解を生じないものと思われる。

タマネギの球は葉の貯蔵葉化—葉鞘の肥厚と葉身の伸長抑制の結果構成されるが、葉の貯蔵葉化の結果倒伏が起り、その結果新葉分化が止まり、やがて球肥大も止まり球構成葉数の増加の限度がきまる。

したがつて貯蔵葉の内部にあつてつぎの生長期に萌芽葉、普通葉として萌出する葉は未完成な貯蔵葉と考えられ、球形形成時はそれらの葉の葉身の生長も抑制された状態にあると思われる。篠原はタマネギの球形形成は栄養繁殖型と言うよりはむしろ栄養生長過剩型だとしているが⁽¹²²⁾、球形形成は葉身の生長が抑制され、養分貯蔵に伴ない葉鞘が肥厚する現象であるから、この分け方からすればむしろ栄養繁殖型であると思われる。

タマネギの球形形成には日長、温度条件が適当であることと、完全な球形形成のためにはある程度の基本栄養生長および一定以上の葉身の量(葉面積)を必要とするものと思われる。これらの要因間にはある程度代替性がみられるが^(106,124)、いずれかの要因がある限度以下の場合には球形形成は進まない^(66,117,139)。

このような量的関係は本実験においても認められた。すなわち球形形成期に短日処理を行なうと球内の葉の生長抑制の程度が弱まり、球形形成が抑制され、萌芽期は促進されたが、日長を異にした短日処理を行なつた後長日条件に移すと、日長12時間の短日区より8.5時間短日区が葉身の生長抑制制度が強く、球形形成も幾分遅れた。また15あるいは24時間日長の長日条件では自然日長(13.5~15時間)の場合より球形形成期も萌芽期も促進された。キク等の花成の場合は限界日長以下あるいは以上の異なる日長は同様には作用しないことが報告

されているが⁽⁹⁹⁾、以上の点からみてタマネギの球形成の場合も日長の影響は限界日長を境にして相反した作用をもち、その影響の程度はある程度までは日長の長さによつて異なるものと思われる。

HEATH の仮説⁽⁵⁰⁾を基にして言えば生長点に集積される球形成ホルモン(B)の量は日長の長い程多くなり、短日時に起る $B \rightarrow A \rightarrow C$ ホルモンの転化の程度は日長の短い場合ほど多いものと推定される。

以上のように球形成と休眠とは相伴なつて起る現象で、前記の葉身の生長を抑制する状態が休眠の主な要因と思われる。このような球形成時の体内生理条件は普通生長時の体内条件とは異なるものと考えられる。田口は搾汁の濃度、屈折率、比電気伝導度等を調査した結果、球形成時のタマネギは同化物質の転流が促されるような体内生理条件にあつて、それ以前の体内条件とは異なることを報告し⁽¹³³⁾、日長が植物の体内生理条件におよぼす影響について考察している^(133,134,135)。

最近では生長や分化に関係する生理現象はホルモン様物質の消長により起ると考えられる事が多く、休眠も生長抑制物質或はオーキシンが関与していることが報告されている^(78, 87, 106, 115, 116, 144, 147, 161)。HEATH 等もこの点からタマネギのオーキシンを調査しているが⁽²⁶⁾、1948年の報告においては前記のようにタマネギの球形成はある種の Bulbing hormone (B) によるとし、このBホルモンは葉身で形成されたAホルモンから長日、温暖時に転化したもので、短日条件では $B \rightarrow A \rightarrow C$ ホルモンの転化が起るとの仮説を提起した⁽⁵⁰⁾。この考え方は PURVIS 等の花成ホルモン説の流れをくむもので、花成と球形成が類似の機構で起るとの考えによるものと思われる。

花成は農業上からも植物生理学の面からも重要な興味深い問題として多くの研究がなされているが、従来、栄養生長から成熟生長への転換は腋芽の分化や休眠等の生理現象とは本質的に異なる現象のように考える傾向があるように思われる。しかし永年性植物においては同一個体において栄養生長—成熟生長—休眠—栄養生長……が繰返されるもので、成熟生長と栄養生長とが並行して行なわれる場合もみられている。前記のようにタマネギにおいても花序分化と分けつ芽分化は最小葉数や次の分化までの葉数等の点で類似していることが認められた。

またタマネギの分けつ苗の半部に対する日長処理その他の実験の結果、栄養摂取やMHの影響は分球相互間に影響がみられるが、日長の影響は他の半部にはほとんど作用しなかつた。花成の場合は相当多くの植物において日長反応の局所性が認められているが^(135,161)タマネギの球形成においてもこのような日長反応の局所性が認められた。

江刺は球根ベゴニアやバレイシヨの塊茎形成、休眠、開花等に関する実験結果から、^(30, 31, 87)開花、塊茎形成、休眠等の現象は植物の ageing に基づく共通の所産ではなからうかと問題を提起している⁽³²⁾。植物は ageing に伴ない自立的な段階から環境に依存する段階、反応する段階に移るが、個々の葉は従属的な生活過程から自立型に移行し、葉の酵素新生過程が始まり、葉から根に向う流れが起る⁽¹²⁴⁾。貯蔵養分蓄積が行なわれる時期にはこの傾向が一層明らかになるとみられている^(32,134)。

タマネギの球形成の場合、貯蔵葉の形成される葉位では葉身も花序も発育が極端に抑制され、それより外側の葉位では著るしい生長抑制がみられなかつたが、これも葉身と花序の生長には同一条件が関与し葉位によつてその生理条件に差があるためと思われる。

しかし貯蔵葉形成期には外側の葉においても葉鞘の肥厚が著るしくなるものであつて、このような貯蔵養分の蓄積される時期の体内生理条件は、それ以前の普通生長期の体内生理条件とは異なるものと思われる^(133,134)。筆者はこれを球形形成あるいは一般的に貯蔵相と呼びたい。HEMBERG, T (1949-52) も休眠は伸長抑制物質により起るとしている。

球形形成に伴なつて起る休眠の機構については HEATH によつて一試案が示され⁽⁵⁰⁾、最近我国においても緒方⁽¹⁰¹⁻¹⁰⁶⁾、加藤⁽⁷⁶⁾等により休眠に関する生理学的研究が行なわれ、幾つかの関係要因が明らかにされてきた。しかし休眠現象にはオーキシンと抑制物質とのバランス、酵素活性、エネルギー源としての炭水化物の変化などが組合わさつて作用するものと考えられ^(135,143,146)、単純な現象とは思われない。本研究においては主として球形形成時の葉の形態変化を追求することにより、球形形成および休眠現象の実態、並びに両者の関係にある程度明らかにすることができた。

しかし植物の形態変化は体内生理条件の変化に従つて起るものであるから、タマネギの球形形成あるいは休眠の機構については、本研究において明らかにし得た形態変化に依ずる生理的機構を研究することにより今後更に検討すべきものと思われる。

4. 本研究の栽培技術への応用

大球生産の条件と球構成葉の様相との関係 球の大小は収量構成要素として、また球の商品価値を左右する条件として栽培上重要視される形質で、栽培方法が球の大小におよぼす影響については従来多くの実験がなされてきた^(34,59,81,129等)。

本研究において、球の大小は各構成葉の厚さ(大きさ)と構成葉数、特に肥厚葉数により規制され、これらは球形形成開始期の生葉数や苗の大小と密接に関係するものであることが知られた。したがつて大球を求める場合は球形形成に必要な日長、温度条件のみたされる時期までの期間に可及的に葉数、葉面積を増大し、苗の生長を旺盛にするような栽培法をとるべきものと思われる。

本実験により球形形成期前の短日期間を延長することにより、球形形成開始期の葉数が増加した場合大球の得られることが証された。

ただし短日処理を分けつ芽分化期以後まで延長した場合は球割れを起し易く、また低温期に生長を促進させた場合は抽苔を起し易い。球形形成開始期以後に肥料、水分が豊富になつた場合は、構成葉数には影響が少ないが構成葉の厚さが増大するため、過度な場合は球が扁平化し不正形球や球割れ球を生ずる^(27,29,59)。

萌芽期を遅くする方策 数カ月の不萌芽期間をもつことはタマネギの重要な実用的特性であつて、この特性を更に増大するため遅萌芽品種の育成、早掘り、収穫前後のMHあるいはホルモン剤処理等の方策が工夫されてきた^(59,81,129等)。

本研究において、タマネギの休眠期間は50日内外に過ぎず、室内貯蔵球の外観的な萌芽は休眠終了後約1カ月余りを経て起るもので、萌芽期の早晩は休眠期間の長さや休眠覚醒後の萌芽生長の速度によることを明らかにした。したがつて不萌芽期間を長くする方法を考える場合は上記の2点に区別して考える必要がある。

タマネギ球の不萌芽期間は品種^(18,33,35,41,58,60,91,97)栽培条件^(19,83)貯蔵条件^(22,23,35,54)等によつて幾分差を生ずるが、従来の萌芽期や萌芽期と環境条件との関係を検討した実験では、それらの条件が休眠期間に影響したか、休眠覚醒後の生長速度に影響したか、区別して考えていない例が多い。休眠機構の研究の際も自発休眠と強制休眠とは明確に区別し

て検討する必要がある。

たとえば温度条件が萌芽期におよぼす影響をみると、休眠期間中の28~35°Cの高温処理は休眠期間を短縮するが、休眠覚醒後の球を高温条件で貯蔵した場合は、萌芽生長はかえって抑制される⁽¹⁰⁶⁾、したがって休眠期間中高温条件においた後常温に移した球の萌芽期は常温で貯蔵した球の萌芽期より明らかに促進されるが、休眠覚醒後高温条件で貯蔵した球は萌芽が遅く、30°C貯蔵では1年間余りも不萌芽状態が維持できた。

0~5°Cの冷蔵は休眠期間に対しては明らかな影響を与えないが、休眠覚醒後の萌芽生長を抑制する。この点から不萌芽期間を延長するため冷蔵が実用的に広く行なわれている^(59,80,101,106,140,159)。

タマネギの生長は20°C前後で最も促進されるが^(34,59,122)、萌芽生長も20°C前後の常温条件で早く、萌芽期も常温貯蔵の場合早い。

畑に植付けた場合は休眠覚醒後の萌芽生長が促進されるが^(15,16)また球の萌芽期は水湿の多少^(50,103,104,131,153,159)加傷⁽⁸⁸⁾、酸素の供給⁽⁸⁸⁾等でも促進される。しかしこれらの条件は休眠期間を短縮するのかわ、休眠覚醒後の生長を促進するためか、この点については必ずしも明らかにされていない。

タマネギ球の萌芽期には休眠期間の長短と萌芽生長の速度とが別々に影響することはつぎの例においてもみられる。

たとえば早掘り球は萌芽期が遅いことが知られているが^(23,53,60,119,126)、球を圃場に植付けた場合は早掘り球ほど萌芽期が早い。したがって早掘り球の萌芽期が遅いことは、これらの球は休眠覚醒期は比較的早い覚醒後の萌芽生長の速さが遅掘り球より遅い理由によると思われる。

球形開始後のタマネギは掘上げにより根と葉の活性が失なわれると休眠に入るものであるから、早く休眠に入った早掘り球は遅く休眠に入った遅掘り球より休眠覚醒期の早いことは当然のことと思われる。長日処理や剪葉処理により球形形成期の促進された球の萌芽期が早いことも上記の理由によるものと思われる。

早掘り球の休眠覚醒後の生長速度が遅掘り球より遅いことは、植付けられて発根した球は室内貯蔵球より萌芽が早く、早掘り球の可溶性固形物含量が遅掘り球より多い点からみて、早掘り球は含水率が低く、球の小さいことが萌芽期の比較的遅い主な理由と思われる。糖液の葉面撒布や掘上げ後の球の乾燥処理で萌芽が遅くなり、摘葉や遮光処理した苗より生じた球の萌芽期が早いことも球の可溶性固形物含量—細胞内の滲透圧が萌芽期と関係しているためと思われる(第3章、第3節)。

なお、掘上げ時の摘葉は球の萌芽期を早くすることが報告されているが⁽¹⁹⁾、掘上げ後乾燥剤で葉身を急速に枯らした球は植付けた場合、萌芽期が早かった。したがって掘上げ時葉身の養分が球部に移ることは萌芽生長を遅くするばかりでなく休眠期間にも影響を与えるものと思われる。

また掘上げ期前に短日処理を行なった球は植付けた場合萌芽期が早く、球形開始後間もない時期から掘上げ期まで短日条件にした球は植付け後直ちに萌芽してきた。したがって球形形成期中の短日処理は休眠を浅くし休眠期間を短くするものと思われる。

以上の点から、タマネギ球の萌芽期をなるべく遅くするためには、葉を傷つけぬよう諸害に注意して栽培し、球形形成過程を順調に完了させ、掘上げは圃場の比較的乾燥した時期

に行ない、球の含水率を低下させると同時に、葉身が腐敗して養分の球部への転移^(20,89)の妨げられることのないよう、掘上げ後は球の適当な乾燥処理を行なうことが望ましい。掘上げ後50日内外は温度の変化の少ない乾燥した常温下で貯蔵し、その後は冷蔵、場合によつては28~30°Cの高温条件で貯蔵し、水湿は発根をも萌芽生長をも促進するものであるから^(88,103,104,131,153,159)球は通風のよい比較的乾燥した状態に保つべきものと思われる。

倒伏期頃の早掘りは収量低下の程度も比較的少なく、室内貯蔵の場合は球の萌芽期が遅い^(59,119,125)。しかしこれらの早掘り球の休眠覚醒期は遅掘り球よりむしろ早いものであるから、貯蔵に当つては多湿条件にならぬよう特に注意する必要がある。

タマネギ育種上への応用 球形形成のために必要とする限界日長や球形等の形質は遺伝的形質であることが知られているが^(8,11)、本研究により球構成葉の様相もある程度遺伝的特性に支配されていることが知られた。またタマネギ球の萌芽期は品種によりある程度早晚があるが、遅萌芽品種には休眠期間の長い場合と休眠覚醒後の生長速度の遅い品種のあり得ることが奥州の特性からしられた。

これらの遺伝的特性はタマネギ育種上検討すべき形質と思われる。

なお現在の品種はこれらの形質に関してはほとんど淘汰を経ていないため、個体変異の巾が比較的大きい。したがつて現在の品種中から選抜を重ねることにより萌芽期の遅い系統等を育成する可能性は大きいものと思われる。

総 合 摘 要

タマネギは球が形成されて始めて利用できるばかりでなく通常大球ほど利用価値が高い。このため大球の得られる栽培法について多くの実験が行なわれているが、球形形成の過程や機構については明らかにされていない点が多い。

また休眠はタマネギの実用上重要な性質であるが、その機構ばかりでなく休眠期間や不萌芽期間に影響する条件についても明らかでない点が多い。

以上の理由から、本研究においては球形形成の過程や休眠期間を調査し、球形形成と休眠の機構および両現象間の関係について検討し、タマネギの栽培管理合理化のための基礎資料を得ようとした。

1. タマネギは球形形成に適する条件に恵まれると、葉身の生長は抑制され、葉鞘の肥厚が促進され、普通葉は肥厚葉になり、葉身の発達していない若い葉は貯蔵葉化に進む。

その結果、やがて新葉の出葉は止まり、首部は新しい葉身を欠くため既にある地上部を支えることが困難になり倒伏が起る。従つて倒伏により球形形成の進行程度と収穫適期を知ることができる。

球肥大は倒伏後も緑葉のある間は続くが、新葉分化は倒伏後間もなく止まり、葉身の枯死に伴ない球形形成過程は終る。

2. したがつて葉身をほとんどため貯蔵葉の内部には貯蔵葉化の不十分な萌芽葉と更に不十分な葉(普通葉)があり、その数は球形形成過程から規制されほぼ一定している。

これらの葉の数は球形形成開始日から掘上げ期までの日数を変えた場合も35日以上であればほとんど差がなく、異品種間にも著しい差はみられなかつた。

3. 以上のようにして球は形態を異にした5種類の葉、すなわち保護葉、肥厚葉、貯蔵葉、萌芽葉および普通葉から構成される。

このように球が数種類の葉で構成され、その球構成に規則性をもつことは他の鱗茎を生ずる植物においても種の特性として認められた。

4. タマネギの球構成は品種間で幾分差があり、一般に晩生品種は葉数多くいわば葉数型で球は球形、早生品種は葉重型で扁平になる。

5. 球を構成する葉の総数は分けつと新葉分化によつて増加する。

最初の分けつ芽は苗がある程度発育した後分化し、その後2~3葉毎に2回目以降の分けつが起る。ただし分けつ部間葉数は品種や栽培条件で幾分差がある。分けつは10°C以下の低温時や葉身の失われた状態では起らなかった。

6. 球肥大と花序の発育との間の競合は葉位に関係し、貯蔵葉より外側の花序は通常正常に発育し、球肥大を幾分抑制するが、花序が貯蔵葉より内側にある場合は発育が抑制され座止することが多かつた。

7. 球の大小は主として各構成葉の肥厚の程度と肥厚葉の数から規制される。

葉の肥厚の程度は稚葉時の細胞数と細胞増大の程度で規制され、肥厚葉数は球形形成開始時の葉数できまる。

したがつて抽苔せぬ範囲で大苗が大球になる。

8. 長日期前の短日の期間を延長することにより球形形成開始期の葉数を増加すると大球が得られた。しかし1回目の分けつ芽分化期頃以後まで短日条件にすると球割れを起こす。

9. 短日条件から長日条件に移る暦日を変えた場合も、長日条件にしてから約20~30日後に貯蔵葉形成が始まり、約40~50日で倒伏し、倒伏期が早い区の球は休眠覚醒期が早かつた。

10. 球形形成開始後短日条件にすると球形形成が止まり球の萌芽期は促進された。短日期間が30日間以上の場合には球内から新葉が出葉し掘取つた球は休眠に入つていなかった。

11. 程度を異にした短日処理の後長日条件に移すと、8.5, 10時間日長短日区は11, 12時間日長短日区より球形形成期や倒伏期が遅れた。

15時間以上の長日条件では球形形成が促進され、得られた球の萌芽期は早かつた。

12. 分けつした苗の半分に対して日長処理を行なつた結果、タマネギの球形形成の場合においても日長反応の局所性が認められた。

13. タマネギ球の萌芽は萌芽葉ついで普通葉の生長によつて起る。

球内の萌芽葉、普通葉の生長および新葉の分化は球掘上げ後40~50日頃始まり、室内貯蔵球ではその後1カ月あまり以後に萌出した。

すなわち室内貯蔵球の休眠期間と不萌芽期間との間には著るしい差がある。

したがつて不萌芽期間を長くするためには休眠期間を長くするか、生長開始後の生長速度を遅くすることが必要と思われる。

14. 28~30°Cの高温貯蔵は休眠期間を短縮するが、休眠覚醒後の生長は高温条件で著るしく抑制される。

0~5°Cの低温は休眠期間にはほとんど影響を与えないが、休眠覚醒後の生長を抑制する。

15. 休眠覚醒後の球のCO₂排出量は高温時多いが、20°Cと30°C区との間には差がほとんどみられなかつた。球を低温から常温に移した場合CO₂排出量は急激に増大し、その影響は数日間続いた。

16. 球を圃場に植付けた場合は掘上げ期の早い球ほど萌芽期が早かつた。ただし倒伏期

後の球は掘上げ期を異にしても萌芽期に差はほとんどみられなかつた。

室内貯蔵の場合は早掘り球の萌芽期は遅掘り球より遅かつた。これは早掘り球の休眠覚醒後の萌芽生長速度が遅掘り球より遅いためと思われる。

17. 室内貯蔵の場合は掘上げ後陽乾した球の萌芽期は室内陰乾球の萌芽期より遅かつた。球を圃場に植付けた場合は掘上げ後乾燥剤で葉身を急速に枯らした球の萌芽期が早かつた。したがって葉身の養分が球部に移ることが休眠をある程度深くしているものと思われる。

18. 可溶性固形物含量の高い球あるいは品種は萌芽期が遅く、糖液撒布を行なつた苗から得られた球の萌芽期は遅かつた。しかし遮光あるいは葉面積を制限した場合、生じた球の萌芽期は早かつた。従つて球の含水率——球細胞の滲透圧の程度が萌芽生長速度をある程度規制するものと思われる。

19. 以上の調査や実験の結果からみて、休眠は、球形形成時の葉身の生長が抑制される体内生理条件によつて起る現象と思われる。

球形形成開始後は葉身や根が枯れて生長が止まることにより休眠に入るが、倒伏期頃には未だ完全な休眠には入っていなかつたものと思われ、倒伏期頃の短日処理により生長は幾分促進された。

20. 以上の点から大球を生産する方策、萌芽期を遅くするために注意すべき事項、タマネギ育種上考慮すべき点および休眠の機構について若干の考察を試みた。

参 考 文 献

1. 阿部定夫・勝又広太郎. 1947. 玉葱の春播栽培. 農及園. 22 (8): 423-424.
2. ————. 1949. 本邦に於ける玉葱早生品種の日長感応度. 園芸学会講演会.
3. ————. 永吉秀夫. 1955. 本邦玉葱品種の結球における感光性と生態分化に関する考察. 園学雑. 24 (1): 6-16.
4. ————. 小川 勉. 1956. タマネギの採種に関する研究. 九州種苗検査室成績.
5. 青葉 高. 1951. 玉葱の葉数及び摘葉と球重との関係. 山形農専報告. 4: 27-34.
6. ————. 1952. 玉葱の休眠に関する二三の実験 (第1報). 山形大学紀要農学. 1 (2): 154-164.
7. ————. 1955. 玉葱の肥大及び休眠に関する研究 (第2報). 玉葱球の構成並びに肥大過程に就いて. 園学雑. 23 (4): 249-258.
8. ————. 1955. ———— (第3報). 貯蔵中に於ける萌芽過程に就いて. 同誌. 24 (3): 199-203.
9. ————. 1956. ———— (第4報). 玉葱の萌芽に対する貯蔵温度の影響. 同誌. 24 (4): 265-270.
10. ————. 1957. ———— (第5報). 貯蔵玉葱の萌芽過程及び球の構成について. 農及園. 32 (4): 645-646.
11. ————. 1959. 玉葱鱗葉の可溶性固形物含量と萌芽との関係. 山形農林学会報. 13: 39-46.
12. ————. 1960. 低温及び高温処理が貯蔵玉葱の萌芽期に及ぼす影響. 同誌. 16: 27-30.
13. ————. 1960. タマネギ採種における母球の貯蔵温度について. 園学雑. 29 (2): 135-141.
14. ————. 1961. タマネギ母球の花芽分化発育に及ぼす貯蔵温度の影響. 藤井健雄編. 蔬菜採種の研究: 12-16.
15. ————. 1962. タマネギの球形形成および休眠に関する研究 (第6報). 球形形成開始後の短日処理が球形形成および萌芽におよぼす影響. 園学雑. 31 (1): 73-80.
16. ————. 1963. ———— (第7報). 掘上げ時期の早晚および掘上げ後の処理が球形形成および萌芽期に

- およぼす影響. 園学雑. 32 (3)
17. APTE, S. S., 1962. Dormancy and sprouting in gladiolus. Meded. Landbouwhogeschool, Wageningen. 62 (5) : 1-47.
 18. 浅野 弘・太田成美・峯 利夫. 1959. 外国産タマネギ品種の適応性. 農及園. 34 (2) : 383-384.
 19. BAKER, R. S. and G. E. WILCOX. 1961. Effect of foliage damage and stand reduction on onion yield. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 78 : 400-405.
 20. BENNET, E. 1941. The effect of storage on the carbohydrates of the Ebenezer onion. Ibid. 39 : 293-294.
 21. BINKLEY, A. M. and D. A. LORENZ. 1937. The effect of fertilizer treatments on onion bulb characters. Ibid. 35 : 717-719.
 22. BOSWELL, V. R. 1924. Influence of the time of maturity of onions upon the rest period, dormancy, and responses to various stimuli designed to break the rest period. Ibid. 20 : 225-233.
 23. ——. 1924. Influence of the time of maturity of onions on the behavior during storage, and the effect of storage temperature on subsequent vegetative and reproductive development. Ibid. 20 : 234-239.
 24. チャイラヒヤン. 1959. 植物開花生理 (中村英司訳).
 25. CHOUARD, P. 1960. Vernalization and its relation to dormancy. Ann. Rev. Plant. Physiol. 11 : 191-238.
 26. CLARK, J. E. and O. V. S. HEATH. 1962. Studies in the physiology of the onion plant V. An investigation into the growth substance content of bulbing onions. Jour. Exp. Bot. 13 (38) : 227-247.
 27. DRINKWATER, W. P. and B. E. JONES. 1955. Effect of irrigation and soil moisture on maturity, yield and storage of two onion hybrids. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 66 : 267-278.
 28. 江口庸雄. 1935. 葱頭の採種量と開花期及天候との関係に就て. 千葉高等園芸学校学術報告. 3 : 1-20.
 29. ——. 1937. 蔬菜栽培の基礎型. 農及園. 12 (3) : 1027-1035.
 30. ESASHI Yoji. 1961. Studies on the formation and sprouting of aerial tubers in *Begonia Evansiana* ANDR. V. Antagonistic action of long days to short-day response. Plant and Cell Physiol. 2 : 117-127.
 31. ——. 1961. ——. VI. Photoperiodic conditions for tuberization and sprouting in the cutting plants. Sci. Rep. Tohoku Univ. 4th Ser Biol. 27 (1) : 101-112.
 32. ——. 1962. シュウカイドウにおけるAgeingの仕組. 日本植物生理学会報 3 (2, 3) : 79-87.
 33. FOSKETT, R. L. and C. E. PETERSON. 1950. Relation of dry matter content to storage quality in some onion varieties and hybrids. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 55 : 314-318.
 34. 藤井健雄. 1944. 蔬菜園芸学各論上 : 76-95.
 35. 藤本幸平. 1952. 白玉葱の母球貯蔵について. 農業改良局研究通報. 22 : 158-160.
 36. 藤村 英. 1955. 玉葱の抽苔と窒素の施肥期 (予報). 農及園. 30 (6) : 853-854.
 37. GARNER, W. W. and H. A. ALLARD. 1923. Further studies in photoperiodism. The response of the plant to relative length of day and night. Jour. Agr. Res. 23 : 871-920.
 38. 岐阜農試飛弾分場. 1963. 昭和36年度そ菜試験成績書.
 39. 萩屋 薫. 1962. 花卉球根栽培. 農及園. 37 (6, 7, 8, 9, 10) : 1071-1074, 1233-1236, 1387-1390, 1539-1542.

40. 浜島直己. 1953. 玉葱品種の早晚生について. 園学雑. 22 (1) : 33-40.
41. 花岡 保・伊藤和夫. 1957. 玉葱の貯蔵性に関する研究 (第1報). 球の特性と貯蔵中の萌芽との関係. 園学雑. 26 (2) : 129-136.
42. HARTSEMA, A. M. 1947. The periodic development of the onion, var. Giant Zittau. Meded. Land bouwhogeschool, Wageningen. 48 (6) : 263-300.
43. —. 1961. Influence of temperatures on flower formation and flowering of bulbous and tuberous plants. W. RUHLAND. herausgegeben, Handbuch der Pflanzenphysiologie XVII. Aussenfaktoren in Wachstum und Entwicklung : 133-167.
44. HAWTHORNE, L. R. 1936. Fertilizer experiments with Yellow Bermuda onion in the winter garden region of Texas. Texas Agr. Exp. Sta. Bull. 524 (R. KUNKEL, 1947から引用).
45. HAYWARD, H. E. 1951. The structure of economic plant : 179-213.
46. HEATH, O. V. S. and M. HOLDSWORTH. 1943. Bulb formation and flower production in onion plants grown from sets. Nature. 152 : 334-335.
47. — and P. B. MATHUR. 1944. Studies in the physiology of the onion plant II. Inflorescence initiation and development, and other changes in the internal morphology of onion sets, as influenced by temperature and day length. Ann. Appl. Biol. 31 : 173-186.
48. —, M. HOLDSWORTH., M. A. H. TINCKER and F. C. BROWN. 1947. — III. Further experiments on the effects of storage temperature and other factors on onions grown from sets. Ibid. 34 : 473-502.
49. —. 1945. Formative effects of environmental factors as exemplified in the development of the onion plant. Nature. 155 : 623-626.
50. — and M. HOLDSWORTH. 1948. Morphogenic factors as exemplified by the onion plant. Soc. Expt. Biol. Symp. II. Growth. : 326-350.
51. HOFFMAN, C. A. 1933. Developmental morphology of *Allium cepa*. Bot. Gaz. 95 : 279-299.
52. HOLDSWORTH, M. and O. V. S. HEATH. 1950. Studies in the physiology of the onion plant. IV. The influence of day length and temperature on the flowering of the onion plant. Jour. Exp. Bot. 1 : 353-375.
53. HOYLE, B. J. 1947. Storage breakdown of onions as affected by stage of maturity and length of topping. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 50 : 353-359.
54. —. 1948. Onion curing. A comparison of storage losses from artificial, field, and non-cured onions. Ibid. 52 : 407-414.
55. HOYLE, D. A. 1960. Some effects of temperature and day-length on the breaking of winter dormancy in black currant. Jour. Hort. Sci. 35 (4) : 229-238.
56. 市原淳吉. 1956. 愛知白タマネギの系統分化. 農及園. 31 (9) : 1263-1264.
57. 池上隆雄. 1951. 玉葱の成分及び生育相に及ぼす環境の影響. 科学研究費研究報告集録 : 84-85.
58. 今津 正, 他. 1954. 玉葱品種の生態的分化に関する研究. 浅見与七編 蔬菜品種の生態的分化に関する研究 : 16-32.
59. —. 1959. タマネギ.
60. 板木利隆. 1952. 播種期, 採取期の異なる玉葱セット. 農及園. 27 (7) : 818.
61. —. 1959. 玉葱二宮丸, 貝塚早生の収穫時期と貯蔵性の関係について. 神奈川農試園芸分場報告. 7 : 50-56.
62. 伊東秀夫. 1952. 育ち方から見た白菜の増収技術. 農及園. 27 (9) : 1005-1008.
63. —・加藤 徹. 1957. 白菜の結球現象に関する研究. 結球の組織学的並びに生理学的研究.

- 園学雑. 26 (3) : 154-162.
64. 伊藤 潔. 1956. タマネギの抽苔に関する研究(第1報). 分球と花芽分化の関連性について. 園学雑. 25 (3) : 187-193.
65. —. 1957. —(第2報). 花芽分化温度について. 園学雑. 25 (4) : 243-246.
66. 岩間誠造・浜島直己. 1951. 高冷地におけるタマネギの春播栽培. 農及園. 26 (2) : 246-248.
67. —・—. 1953. 標高と蔬菜類の生態(5). 日長・温度を異にしたときの玉葱の生態. 園学雑. 22 (2) : 95-99.
68. JONES, H. A. 1921. Preliminary report on onion dormancy studies. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 17 : 128-133.
69. — and V. R. BOSWELL. 1923. Time of flower primordia formation in onion. Ibid. 19 : 144-147.
70. —, B. A. PERRY and W. C. EDMUNDSON. 1949. Vegetative propagation of short-day varieties of onions as an aid in a breeding program. Ibid. 53 : 367-370.
71. 門田寅太郎・伊藤 清. 1949. 泉州玉葱の苗及び仔球についての調査. 農及園. 24 (7, 8) : 469-470, 547-548.
72. 上岡誉富・西田典行. 1951. 玉葱生育の品種間差異に関する調査. 球の肥大生長と日長, 温度との関係. 農及園. 26 (9) : 989.
73. KARMARKER, D. V. and B. M. JOSHI. 1941. Investigation on the storage of onions. Indian Jour. Agr. Sci. 11 : 82-94. (L. K. MANN, 1956から引用).
74. 片山 佃. 1951. 稲麦の分けつ研究.
75. 加藤照孝. 1950. 玉葱の花芽分化に関する研究. 園芸学会講演会.
76. 加藤 徹. 未刊. 玉葱の結球及び休眠に関する生理学的研究.
77. 勝又広太郎・神吉久遠. 1957. 玉葱の結球生態に関する研究(1). 玉葱品種の結球における過日長に関する研究. 園芸学会講演会.
78. KAWASE Makoto. 1961. Growth substances related to dormancy in *Betula*. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 78 : 532-544.
79. 郡場 寛. 1954. 植物生理生態 : 32-115.
80. 琴谷 稔・伊藤 清. 1963. タマネギ品種と冷蔵試験. 蔬菜花卉試験研究年報 : 550-551.
81. 熊沢三郎・国井靖夫. 1932. 葱頭の根の発育及び施肥期試験. 農及園. 7 (13) : 2469-2487.
82. —. 1956. 蔬菜園芸各論 : 325-331.
83. KUNKELS, R. 1947. The effect of various levels of nitrogen and potash on the yield and keeping quality of onions. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 50 : 361-367.
84. 倉田久男. 1953. 玉葱の分球に関する研究(予報). 分球芽の分化期について. 香川農大術報告. 5 (3) : 199-205.
85. —. 1954. —(第1報). 分球芽の分化発育について. 同誌. 6 (2) : 184-193.
86. —. 1961. 玉葱の分球, 抽苔. 園芸新知識. 16 (11) : 28-29.
87. LEWIS, C. A. 1951. Some effects of a day-length on tuberization, flowering, and vegetative growth of tuberous rooted begonias. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 57 : 376-378.
88. LOOMIS, W. E. and M. M. EVANS. 1928. Experiments in breaking the rest period of corms and bulbs. Ibid. 25 : 73-80.
89. LORENZ, O. A. and B. J. HOYLE. 1946. Effect of curing and time of topping on weight loss and chemical composition of onion bulbs. Ibid. 47 : 301-308.
90. MAGRUDER, R. and E. Q. KNIGHT. 1933. The relative firmness of fifteen onion varieties.

- Ibid. 30 : 563-566.
91. — and H. A. ALLARD. 1936. Bulb formation in some American and European varieties of onion as affected by length of day. Ibid. 33 : 489-490.
92. MANN, L. K. and B. J. HOYLE. 1945. Use of the refractometer for selecting onion bulbs high in dry matter for breeding. Ibid. 46 : 285-292.
93. —. 1952. Anatomy of the garlic bulb and factors affecting bulb development. *Hilgardia*. 21 (8) : 195-251.
94. — and D. A. LEWIS. 1956. Rest and dormancy in garlic. Ibid. 26 (3) : 161-189.
95. — and P. A. MINGES. 1958. Growth and bulbing of garlic in response to storage temperature of planting stocks, day length, and planting date. Ibid. 27 (15) : 385-419.
96. —. 1960. Bulb organization in *Allium*, some species of the section *Molium*. *Amer. Jour. Bot.* 47 (9) : 765-771.
97. 増井貞雄. 1949. 玉葱の品種系統の生育経過と貯蔵. 育種と農芸. 4 (4) : 143-145.
98. 松本熊市. 1935. 冷蔵果実の出庫後に於ける呼吸作用の変調に就て. 園学雑. 6 (2) : 222-229.
99. MELCHRS, G. and A. LANG. 1948. Physiologie der Blütenbildung. *Biol. Zentralbl.* 62 : 105 (W. Rünger, 1957から引用).
100. 森田敏雄. 1961. 砂質地におけるアサツキの生育相と分球, 肥大について. 農及園. 36 (3) : 561-562.
101. 緒方邦安. 1950. 葱頭の貯蔵に関する研究 (第1報). 葱頭の冷温貯蔵. 園学雑. 19 (3, 4) : 229-233.
102. —. 1952. — (第2報). 玉葱鱗茎の大小と貯蔵性並びに貯蔵期間における代謝作用. 園学雑. 21 (1) : 29-36.
103. —. 1956. — (第6報). 湿度処理がタマネギの休眠と貯蔵性に及ぼす影響. 農及園. 31 (1) : 93-94.
104. —. 井上 隆. 1957. — (第7報). ソーダ石灰などによる密封処理が貯蔵玉葱の発芽生理に及ぼす影響. 園学雑. 25 (4) : 237-242.
105. — 邨田卓夫・蔡平 里. 1960. タマネギ鱗茎の休眠と呼吸機構に関する研究. 園学雑. 27 (2) : 129-134.
106. —. 1961. Physiological studies on the storage of onion bulb. *Bull. Univ. Osaka. Pref., Ser. B.* 11 : 99-119.
107. 小河原公司. 1949. 葱頭の貯蔵に関する研究. 園芸学研究集録. 4 : 60-64.
108. —・外賀幸夫. 1951. 生鮮蔬菜の貯蔵に関する研究. 昭和25年度科研報告. 農学 : 88-89.
109. 小倉 謙. 1938. 植物形態学.
110. —. 1952. カタクリ及びその近縁種の地下器官の形態. 植物研究雑誌. 27 (2) : 37-45.
111. 岡田正順. 1952. テツボウユリの繁殖分球に関する研究 (第3報). 低温と分球との関係. 園学雑. 20 (3, 4) : 215-218.
112. —・三輪 智. 1958. 鱗茎類の構造及び生育周期に関する調査 (第1報). ラツパスイセンについて. 園学雑. 27 (2) : 135-143.
113. PETERSON, D. R., H. T. BLACKHURST and S. H. SIDDIQUI. 1960. Some effect of nitrogen and phosphoric acid on premature seedstalk development, yield and composition of three onion varieties. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 76 : 460-467.
114. ROBERT, R. H. and B. E. STRUCKMEYER. 1951. Observations on the flowering of onions. Ibid. 58 : 213-216.

115. 坂村 徹. 1951. 植物生理学. 上: 483-513. 下: 85-118.
116. SAMISH, R. M. 1954. Dormancy in woody plant. *Ann. Rev. Plant. Physiol.* 5: 183-204.
117. 佐藤靖臣. 1957. 早生玉葱の分球に関する試験. 昭和30年度蔬菜花卉試験研究年報: 202-203.
118. SCULLY, N. J., M. W. PARKER and H. A. BORTHWICK. 1945. Interaction of nitrogen and photoperiod as expressed in bulbing and flower stalk development of onion. *Bot. Gaz.* 107: 52-61.
119. 式地俊材・木下貞治. 1936. 葱頭収穫時期の早晚と収量, 球形及び貯蔵力との関係に就いて. 園芸之研究. 32: 171-183.
120. 島田恒治・庄崎豊一. 1954. 葱の品種改良に関する研究(1). 花, 珠芽, 地下鱗茎の分化生長について. 佐賀大学農学部彙報. 2: 1-34.
121. ——. 1962. 植物生長相の逆転に関する研究. 佐賀大農学彙報. 15: 1-90.
122. 篠原捨喜. 1955. 結球現象. 園芸技術新説: 660-680.
123. 志佐 誠・梁取昭三. 1953. 玉葱仔球栽培の研究. IV. 春播仔球の生育と平均気温. 新潟大農学部学術報告. 4: 14-22.
124. シサキヤン. 1957. 原形質構造の酵素活性(吉田武彦訳).
125. SHOEMAKER, J. M. 1953. *Vegetable growing*: 187-213.
126. 東海林繁治. 1940. 葱頭の収穫期が収量及び貯蔵に及ぼす影響. 農及園. 15(3): 736-740.
127. SINNOTT, E. W. 1960. *Plant morphogenesis*: 205-223.
128. 杉山直儀. 1943. 果実蔬菜の呼吸量測定法. 農及園. 18(1): 93-94.
129. ——. 1951. 蔬菜学汎論: 191-206.
130. 立花吉茂. 1949. 九条葱の乾燥栽培の意義と春播栽培(予報). 育種と農芸. 4(7): 257-259.
131. 田川 隆・沢田義国. 1955. 玉葱の萌芽抑制に関する研究. 北大農学部邦文紀要. 2(3): 86-91.
132. 田口亮平. 1943. ワケギの發育経過中, 特に越冬並に鱗茎形成に伴う体内生理条件の変化. 園学雑. 17(4): 285-294.
133. ——. 1948. タマネギの鱗茎形成より見たる日長効果と体内生理条件との関係. 愛媛農専学術報告. 1(1): 1-20.
134. ——. 1948. 植物体内生理条件の変化より見たる日長効果並にその利用に関する研究. 同誌. 1(1): 21-61.
135. ——. 1962. 作物生理学.
136. 高島四郎. 1949. 葉葱苗の乾燥による生育に関する研究(第1報). 育種と農芸. 4(10): 384-387.
137. THOMPSON, H. C. 1935. Effect of size of sets on yield and on the production of doubles in onions. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 32: 558-560.
138. — and O. SMITH. 1938. Seedstalk and bulb development in the onion. *Cornell Univ. Agr. Exp. Sta. Bul.* 708: 1-21.
139. — • —. 1939. Temperature and photoperiod on seeding and bulbing in the onion. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 36: 559.
140. —. 1949. *Vegetable crops*: 352-370.
141. 豊田篤治・西井謙治. 1954. 輸出チユウリップの開花促進に関する研究(第2報). チユウリップ球根の高温処理が開花促進に及ぼす影響. 園学雑. 23(2): 127-136.
142. 塚本洋太郎. 1952. チユウリップの花芽分化に関する研究(第2報). *Bull. Naniwa Univ. Ser. B.* 2: 51-57.

143. —・浅平 端. 1956. グラジオラス球茎の休眠(第2報). 温度処理と抑制物質について. 園学雑. 25 (2): 133-140.
144. —・佐野 泰・浅平 端. 1957. タマネギの生長素と抑制物質. 農及園. 32 (1): 55-56.
145. —・菊池卓郎. 1957. 冷温処理によるタマネギの開花促進の研究. 京大食糧科学研究所報告. 20: 1-12.
146. —・上野善和. 1957. グラジオラス球茎の休眠(第3報). 炭水化物含量の変化と休眠との関係. 園学雑. 26 (2): 137-140.
147. —, Tadashi ASAHIRA and Takakazu NAMIKI. 1959. Studies on the dormancy of the potato tuber (II). The effect of photoperiod and foliar spray of gibberellin on breaking dormancy of potato. Mem. Res. Inst. Food. Sci. Kyoto Univ. 22: 43-48.
148. — and Mieko YAGI. 1960. Dormancy of gladiolus corms VI. Effect of temperature treatment on breaking dormancy of gladiolus corms stored in a storage room and of those grown under different day-length. Plant and Cell Physiol. 1: 221-230.
149. —. 1961. 花卉球根類の産地問題と研究の成果. 育種学最近の進歩. 2: 102-107.
150. WENT, F. W. 1951. The development of stem and leaves. F. SKOOG edited: Plant growth substances: 287-298.
151. WILSON, A. L. 1934. Influence of spacing on the formation of double onions. Utah Academy Sci. Arts.: 177-184.
152. —. 1934. Relation of nitrate nitrogen to the carbohydrate and nitrogen content of onions. Cornell. Exp. Sta. Mem. 156: 30 (田口, 1948から引用).
153. WRIGHT, R. C., J. I. LAURIZEN and T. M. WHITEMAN. 1932. The effect of storage temperature and humidity on the keeping quality of onions. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 29: 436-466.
154. —・——・——. 1935. Influence of storage temperature and humidity on Keeping qualities of onions and onion sets. U. S. Dept. Agr. Tech. Bul. 475 (L. K. MANN, 1956から引用).
155. 八鍬利郎. 1953. 葱類の分けつに関する研究(第1報). 葱の第1次分けつ機構に就いて. 園学雑. 21 (4): 236-240.
156. —. 1959. —(第4報). 葱類における分けつの表示法とその2, 3の応用例. 北大農学部邦文紀要. 3 (2): 44-48.
157. —. 1963. 葱属植物の分蘖・分球に関する研究. 北大農学部邦文紀要. 4 (2): 130-214.
158. 山田嘉夫. 1957. 葱属植物の品種改良に関する研究 (I, II). 葱属植物の繁殖様式について. らつきようにおける分球の様相並びに花芽分化について. 佐賀大農学部彙報. 6: 35-60.
159. YAMAGUCHI, M., H. K. PRATT and L. L. MORRIS. 1957. Effect of storage temperature on keeping quality and composition of onion bulbs and on subsequent darkening of dehydrated flakes. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 69: 421-426.
160. 余吾卓也. 1949. 玉葱の気温感応性に関する研究. 育種と農芸. 4 (5): 181-182.
161. 吉田鎮雄. 1960. フォトペリオディズム, 戸刈・山田・林編. 作物生理学講座. I: 64-110.
162. ZELLER, A. 1936. Zur chemischen Anatomie der Kuchenzwiebel. Gartenbau Wiss. 13: 66-82 (R. L. FOSKETT and C. E. PETERSON, 1950から引用).

Studies on Bulb Formation and Dormancy in Onion

Takashi AOBA

Contents

Introduction	2
Chapter I. Structural state of onion bulb	4
1. Process of bulb formation	4
2. Relation between bulb size and state of bulb structure	11
3. Differences of state of bulb structure among varieties	14
4. Process of sprouting after harvest	16
5. Kind of composing leaves in bulb and anatomical observation of bulb structure	21
Chapter II. Influences of environmental and cultural conditions on bulb formation and sprouting of bulb	25
1. Differences of state of bulbing and sprouting among bulbs grown by different sowing date	25
2. Influences of day-length on bulb formation and sprouting	27
1) Response to short-day treatment during bulbing period	27
2) Response to prolongation of short-day period before bulbing period	31
3) Response to short day treatment in different day length during bulbing period	37
4) Response to short-day treatment on one half of tillered plant during bulbing period	40
3. Influences of date of harvest and curing of harvested bulbs on state of bulb structure and date of sprouting	42
4. Influences of storage temperature of bulb on sprouting date	46
Chapter III. Relationship between bulb formation and other physiological phenomena	55
1. Relation between bulb formation and initiation of tillering bud	55
2. Relation between initiation and development of inflorescence and bulb formation	63
3. Relation between soluble solids content of bulb and time of sprouting	66
Discussion	71
Literature cited	81
Summary	88
Plates	93

Summary

Bulb formation and dormancy are important subjects of studies in onion.

Therefore many researches have been made on the effect of cultivating method on bulb size, the influence of day length upon thickening of bulbs and the effect of environmental factors on the length of the non-sprouting period.

But, literature dealing with the detailed process of bulb formation, the accurate period of dormancy, and the mechanism of bulb formation and dormancy is still scanty.

Morphological observations on the structural state of bulb leaves, at various stages and under diverse treatments, have been made for the purpose of clarifying the problems mentioned above and to establish the scientific foundation for proper handling of onion plant.

The results are summarized as follows :

1) Under favorable conditions for bulb formation in onion growth of the leaf blade was inhibited and thickening of the leaf sheath was accelerated.

Then after the beginning of bulb formation, the sheath of foliage leaf swelled up to become the foliage scale, and younger leaves became storage leaves with small leaf blades.

About 20 days after the beginning of the storage leaf formation the top of onion plant collapsed because the hollow neck could not support the top of the plant. The hollow neck was caused by ceasing of leaf-blade growth in the new leaf, paralleling the formation of storage leaves.

Therefore, the collapse of the onion top indicated the degree of the bulbing process and harvest time.

Even after falling of the top, thickening of the bulb continued for some time, while new leaves were not produced any more and the process of bulb formation finished when the leaf blade died.

2) Inside of storage-leaves, there were a certain number of incomplete storage leaves. Some of these leaves grew up to become sprout-leaves and some became foliage-leaves in the next growing season.

The numbers of storage-, sprout-, and foliage-leaves in a bulb were not influenced by the period of natural long day photoperiod (approximately 14.5 hour) prior to harvest time. But, when the long day period was under 30 days, the number of storage leaves decreased.

3) As the results of the process of bulb formation mentioned above, there were five different kinds of composing leaves in a bulb, namely, protective leaf, foliage scale, storage leaf, sprout leaf and foliage leaf in this order from the outside.

In other bulbous plants (for example garlic, hyacinth, bulbous iris, narcissus and tulip), bulbs were similarly composed of a regular number of component leaves, and the number and the shape of the composing leaves were recognized to be characteristic of each kind.

4) As the results of investigation on composite leaves in the onion bulbs of six varieties cultivated in Japan, some differences were found in the number and thickness of composing leaves among the varieties.

“Thick scaled type” (for example, Aichi-shiro and Imai-wase) produced flat bulbs and matured early, and “many scaled type” (for example, Sapporo-ki) produced globous bulbs and matured late.

5) The number of composing leaves in a bulb was increased by initiation of new leaves and tillering, so that initiation of axillary buds was related to bulb size.

The initiation of the first tillering bud occurred when the seedling developed to a certain degree of basic vegetative growth.

After the first tiller, subsequent tillers initiated at certain intervals. This interval was a period in which formation of a certain number of leaves occurred and this number varied according to the variety.

The tillering bud was not found in plants which had no leaf blade, and under the condition of below 10°C, neither.

6) In bolted plants, thickening of the leaf sheath was inhibited because of competition between bulb formation and growth of the seed stalk. Inflorescence existing at the outer part of the storage-leaf developed normally, while inflorescence existing at the inner part of the storage-leaf ceased its growth; and it generally resulted in “sitzen bleiben”.

Accordingly, it was certain that the degree of growth of inflorescence was decided by the relation between the time of the inflorescence differentiation and the time of the beginning of bulb formation.

7) Positive correlations were recognized significantly between the bulb size and the number of foliage scales, of tillered bulbs, of leaves from the tillering node to the growing point, and between the bulb size and thickness of leaf-sheath of composing leaves.

Thickness of composite leaves was greater in large bulbs than in small ones, but in the cell size of meristem in leaf-sheath, there was little difference between large and small bulbs.

Therefore the degree of thickening of leaf-sheath was influenced principally by the number of cells in the meristem of the leaf sheath.

It is certain that within the critical size for bolting, the larger the seedling the heavier the yield.

8) Short-day treatment was given to onions prior to their bulbing period and their bulb formation was observed.

Short-day treatment before bulbing period caused an increase in the number of leaves and produced large bulbs. These large bulbs had many foliage-scales. But in the number of storage-, sprout- and foliage-leaves, there were almost no differences among the bulbs grown under different length of short day photoperiods.

In plants placed under short day treatment until the first tillering bud initiated in bulb, doubling occurred in many cases.

9) When conditions became favorable for bulb formation, the storage leaf was found in the bulb 20-30 days afterwards, followed by falling of the top 20-30 days later.

It was observed that the earlier the bulbing, the earlier the breaking of dormancy and the date of sprouting in planted bulbs.

10) Short day treatment during the bulbing period caused acceleration in growth, increase in the number of leaves, delay in falling of the top, decrease in bulb size and acceleration in sprouting, and the longer the treatment period, the more striking the effect was.

When the treatment was continued over 25-30 days, new foliage leaves sprouted from bulbs about 25 days after the beginning of the treatment, while storage leaves once formed did not develop into foliage leaves.

The short day treatment after June 9 showed no effect on the number of composing leaves in bulb, but accelerated the sprouting of the bulb.

11) Short day treatment given during the bulbing period caused inhibition of bulbing and delay in falling of the top, their degrees varying according to the degree of day length. While 24-hour long day treatment given during the bulbing period accelerated the bulbing and sprouting.

12) Short day treatment given on one half of a tillered plant during the bulbing period caused acceleration in growth of leaf blade and inhibition in bulbing, while in the other half of the tillered plant exposed to natural long day-length (about 14.5 hour photoperiod) growth of leaf blade ceased and ordinary bulbs were produced.

From the results mentioned above, there seems to be a localization in photoperiodic response in the bulbing of onion.

13) Sprouting in bulb was caused by successive growth of sprout- and foliage-leaves.

It was observed in the six varieties used that the increase of the number of new foliage leaves and elongation of sprout- and foliage-leaves in stored onion began about 40-50 days after harvest.

From these results it was found out that the exact length of rest period is not so long as has generally been considered. The sprout- and foliage-leaf sprouted from the bulb about 1-2 months after it started to elongate inside the bulb.

Then it was considered that there are large differences between the rest period and non-sprouting period.

14) Accordingly, it is necessary for prolongation of non-sprouting period in the stored onion, to find out a suitable condition to lengthen the rest period, and to suppress the growth of inner leaves of bulbs after the end of rest period.

15) High temperature (above 28°C) in storage inhibited remarkably the growth of inner leaves of onion bulbs and delayed sprouting; but high temperature promoted breaking of dormancy so markedly, that the storage under high temperature followed by ordinary temperature accelerated the sprouting.

It seemed that low temperature (0-5°C) neither broke nor prolonged the rest period

of onion bulbs, but it inhibited clearly the growth of inner leaves, and delayed their sprouting.

16) The amount of carbon dioxide respired by bulbs stored in the room or in high temperature (30°C) was larger than that by bulbs under cold storage. But the difference between respiration of bulbs in the room and that of bulbs under high temperature was not significant.

When bulbs were transferred from room temperature into 30°C, and from 5°C into room temperature, respiration of onion bulbs was accelerated greatly.

17) In planted bulbs the date of sprouting was influenced by the date of their digging ; the earlier the date of digging, the earlier the sprouting. Accordingly, it is considered that the bulb dug out in its bulbing period enters dormancy, and after a certain period dormancy of bulb is broken.

Whereas in bulbs stored in room, harvesting at an early stage in the bulbing period caused late sprouting because of inhibition of leaf growth after the breaking of dormancy.

18) Soluble solids content in bulbs of late sprout varieties was higher than that of early sprout varieties. Defoliation of plant and reduction of light intensity by shading during the bulbing period reduced soluble solids content in bulbs and accelerated sprouting in stored bulbs.

Whereas the foliage spray of sugar solution during the bulbing period, early harvesting and the curing of harvested bulbs increased soluble solids content and delayed the time of sprouting.

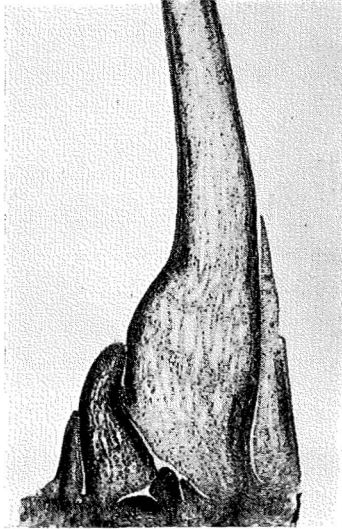
From the results obtained, it was found that soluble solids content was related closely to dry matter content, total sugar content and the date of sprouting in stored onions.

19) From the above results it was found that bulb formation is not a simple thickening of the leaves, but is caused by metamorphosis of leaf, inhibition of growth of the leaf-blade and thickening of the leaf-sheath.

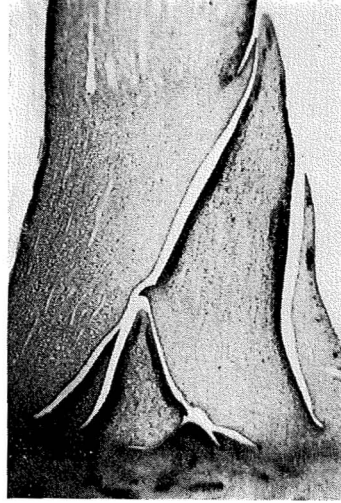
When onion plants were dug out at their bulbing period and their roots and leaves withered, dormancy was induced in the bulbs. Therefore it is certain that dormancy in onion is caused by physiological conditions that induce bulb formation.

20) Based on the results above mentioned, desirable methods of culture to produce large bulbs, a method of prolongation of the non-sprouting period in stored bulbs, and necessary precautions in the breeding procedure of the onion plant were discussed.

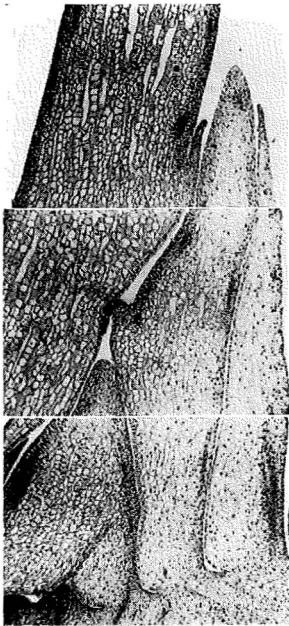
Plate I. Morphological observation on the structural state of bulb leaves during bulbing period (longitudinal section).



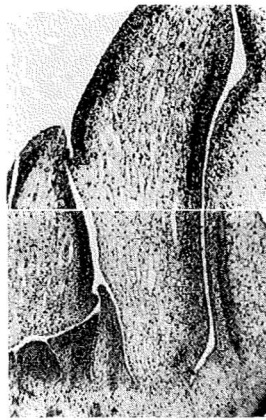
1. Seedling stage in early November, two months after sowing. $\times 40$



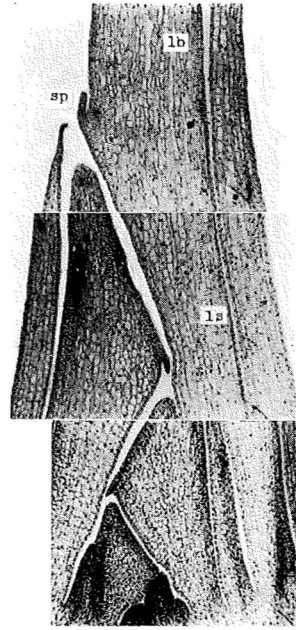
2. Prebulbing period in the middle of April. $\times 50$



3. Beginning period of bulb formation in the middle of June. Inner leaves grow up to storage leaves.

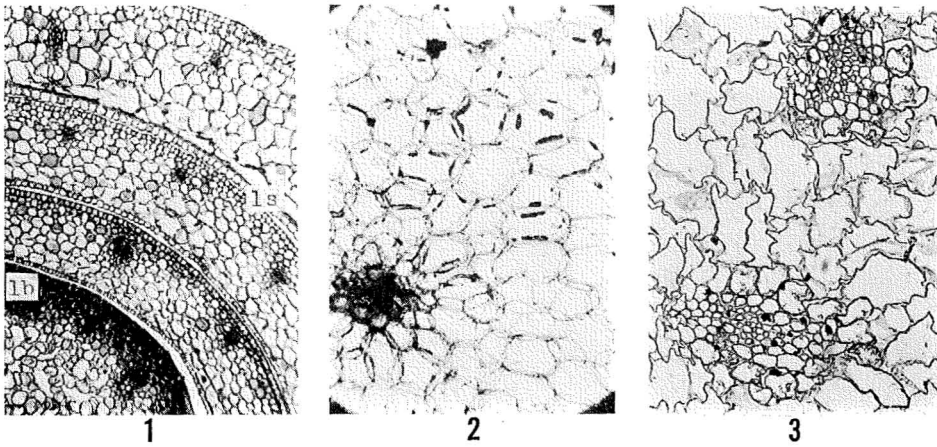


4. Period of falling over of top in early July. $\times 50$
lb: leaf blade, ls: leaf sheath, sp: process of leaf sheath.



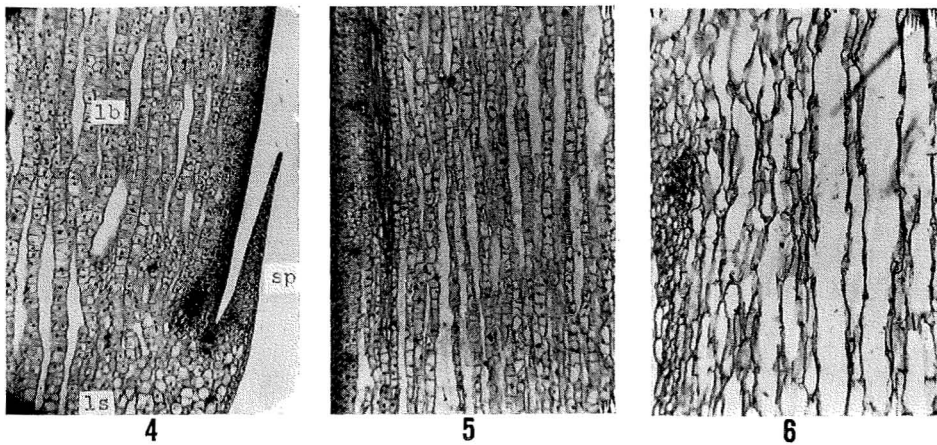
5. Seedling of bulbing period grown under long day treatment. Showing the inhibition of growth of leaf blade.

Plate ||-1. Transverse section of leaf in onion plant. ×80



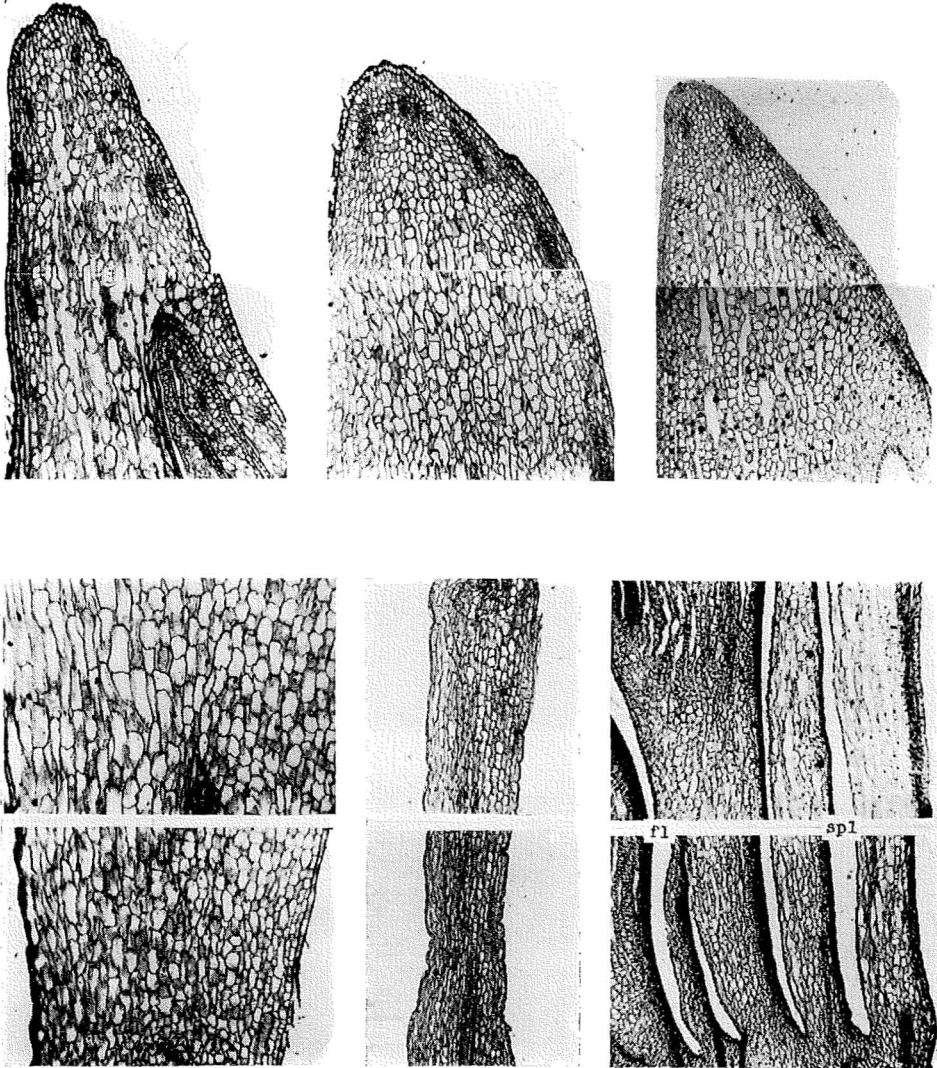
1. The beginning of bulb formation. F. S. foliage scale (swelling leaf sheath), ls : leaf sheath, lb : leaf blade.
2. Parenchymatous cells of storage leaf (fresh section).
3. Vascular bundles: n storage leaf sheath.

Plate ||-2. Longitudinal section of leaf in onion plant. ×80



4. Differences in the anatomical state of leaf blade and leaf sheath. sp : process of leaf sheath (ligule), lb : leaf blade, ls : leaf sheath.
5. Leaf blade of foliage leaf.
6. Leaf blade of sprout leaf.

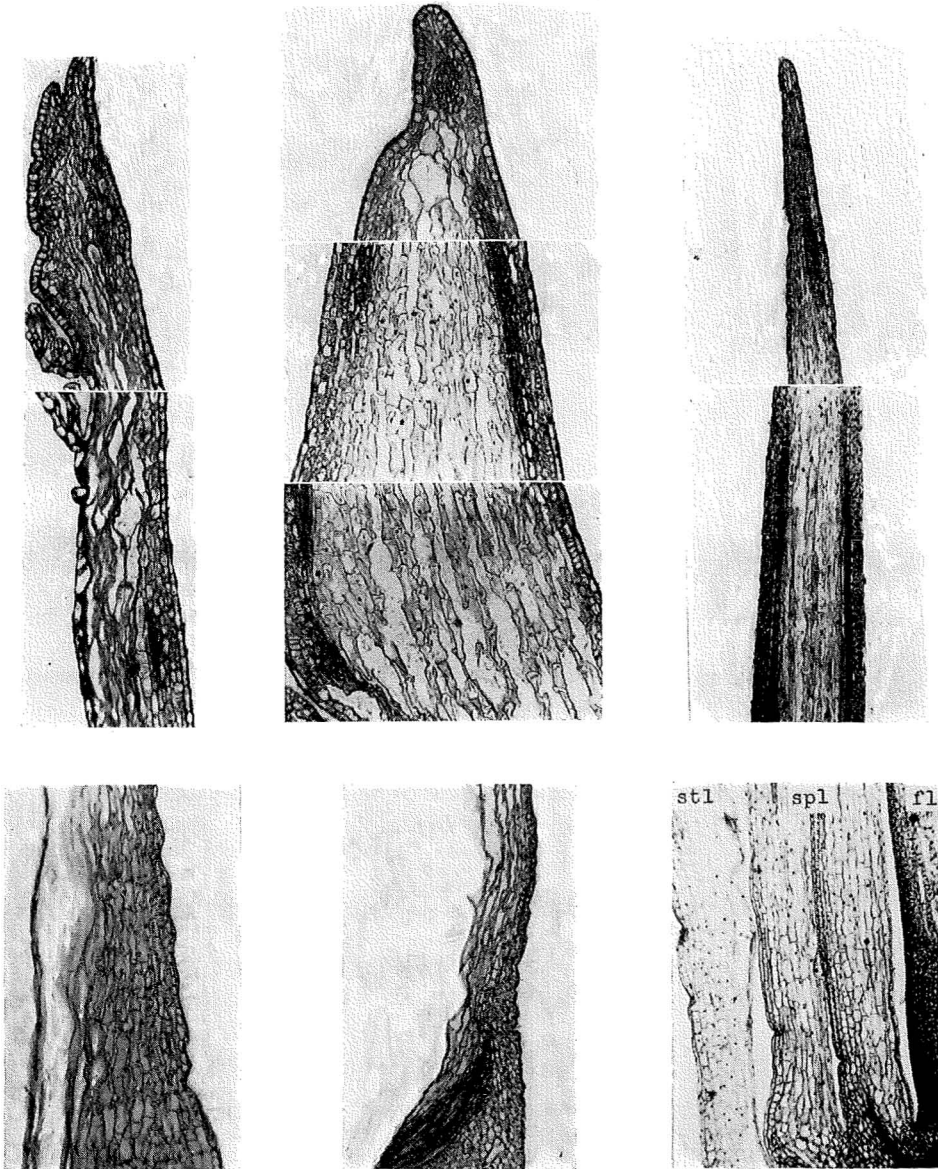
Plate III. Longitudinal section of composing leaves of onion bulb. $\times 60$



Upper row shows the tip of leaf blade. From left to right, storage leaf, first sprout leaf and innermost sprout leaf, respectively.

Lower row shows the base of leaf sheath. From left to right, storage leaf, sprout leaf and sprout and foliage leaves, respectively.

Plate IV. Longitudinal section of component leaves in bulb sprouted. $\times 60$



Upper row shows the tip of leaf blade. From left to right, storage leaf, sprout leaf, and foliage leaf, respectively.

Lower row shows the base of leaf sheath. Left : storage leaf, middle : sprout leaf, right : storage, sprout and foliage leaf.