タマネギの球形成および休眠に関する研究 (第8報)

球形成期前の短日期間の長短および掘り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

青 葉 高

(山形大学農学部)

T. AOBA: Studies on bulb formation and dormancy in the onion. VIII.

The effect of the length of short-day period before bulbing and the length of long-day period before harvest on bulb formation and sprouting of planted bulbs

Summary

1. The present study has been conducted to investigate the effect of the length of short-day period before bulbing and the length of long-day period before harvest on bulb formation and sprouting of planted bulbs, and to elucidate the relation between the process of bulb formation and regularity of bulb structure in onion.

2. Under favorable conditions for bulbing in onion (long-day and warm temperature) growth of leaf blade was inhibited. Then about 25~30 days after the beginning of long-day period the stop of production of new leaves and ceasing of growth of the youngest leaf were observed.

3. Basing on the results of investigation in these experiments an intimate relation was recognized among the storage leaf formation, ceasing of leaf growth and falling over of top in onion plants. Whenever conditions became favorable for bulb formation, storage leaves were found in the bulb after 20~30 days, about 10 days before ceasing of leaf growth, followed by falling of the top 20~30 days later.

4. A short-day treatment was given to onion plants prior to their bulbing period and their bulb

formation was observed.

The short-day treatment for about 30 days before bulbing period caused an acceleration of growth in onion plants and produced large bulbs. But, in plants under short-days until the initiation of the first tiller bud in the bulb, doubling occurred in many cases.

5. The number of storage-, sprout- and foliage-leaves in a bulb was little influenced by the length of long-day period prior to harvest time. But when the long-day period was below 30 days, the number of storage leaves decreased.

Accordingly, it seemed that a bulb is not formed from definite leaves like tulip, but the regularity of bulb structure in onion is caused by the metamorphosis of leaves in response to the environmental conditions.

6. In planted bulbs the date of sprouting was influenced by the time of their bulbing; the earlier the date of falling, the earlier the sprouting.

Accordingly, it is considered that as the top fell over the bulb enters into dormancy and after a certain period the dormancy of the bulb is broken.

タマネギ球の大きさは球形成開始期の生葉数(苗の大きさ)から大きく規制され⁽¹⁾, 苗の生長は短日条件では続けられるが温暖・長日条件ではやがて停止する⁽²⁾。したがって春の長日期になる以前の短日条件の期間を延長した場合は苗の大きさは増大し, その後長日条件にした場合大球を形成するものと考えられる⁽³⁾。

他方, 葉身が枯れる時期よりやや前に掘り上げた球は枯葉期後掘り上げた球より萌芽期がおそいことが知られている^(4,8,9)。これは早掘り球の休眠覚醒期はおそ掘り

球より早い, その後の球内の葉の生長速度がおそ掘り球よりおそい理由によるものと思われる⁽⁸⁾。

したがって球形成期前の短日期間および掘り上げまでの長日条件の期間を異にした区を設けて, それらの球形成の状況, 萌芽期などを調査することにより, 球形成の過程, 球構成の規則性, 球形成と休眠覚醒期との関係などを検討するものと思われる。以上の点から本実験を行なった。

I. 材料および方法

1961年9月1日播き, 11月2日定植の今井早生の, 生育度のほぼ齊一な苗をあらかじめ選定して供試した。

本報告の要旨は園芸学会 1963 年秋季大会において発表 1964 年 1 月 13 日受理。

生育後期に露菌病が幾分発生したが生育はだいたい順調であつた。これらの苗に対し 1962 年 4 月 15 日（日長約 13.2 時間、平均気温 10.4°C）から 8.30 a.m.—5.00 p.m. の 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自然日長（長日条件）にした。別に早春の限界日長の頃の短日処理の影響をみるため、明らかに球肥大の認められる 5 月 10 日およびその半月以前から一定期間短日処理する区を設け、前記処理区と比較検討した（第 1 表）。

短日処理はいずれも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り、朝の地温で -5cm が約 1.0°C、-10cm が 0.5°C 無処理区より高かつた。処理打ち切り期の平均気温、日長は第 1 表のごとくで、5 月 10 日ごろから気・地温共 15°C 以上になつた。

各区の生育状態には明りような差異を生じたが、無処理区および 4 月 15 日短日処理開始の 7 区は 7 月 20 日に、他の 6 区は 7 月 25 日にそれぞれ同時に掘り上げ、室内に貯蔵後 8 月 25 日に圃場に植え付けた。貯蔵室温は 22~29°C、植え付け当時の地温は日除けを

設けたため 22~25°C であつた。

調査は前報⁽²⁾に準じ葉の生長状態、貯蔵葉形成期、倒伏期、球重、萌芽期などについて行なつた。貯蔵葉の形成は長日条件にしてから 5~10 日ごとに 3~5 個体の苗を掘り上げて調査し、明らかに貯蔵葉化した葉が認められた時期を貯蔵葉形成期とした。萌芽調査は 5 日ごとに行ない球外に新葉の萌出した時期を萌芽期とした。

II. 実験結果

新葉出葉数（旧葉葉鞘間から新葉が展出することを

Fig. 1. The effect of the prolongation of short-day period before bulbing period on the increment of new leaves.

-----> Period of short-day treatment

Table 1. Experimental treatments and day-length and air- and soil-temperature at the beginning of long-day period.

Trial No.	Period of S. D. treatment	Date of harvest	Length of L. D. period before harvest	Astronomical day length	Mean air temp.	Mean soil temp.
			— days	— hrs	— °C	— °C
1	Control	Jul. 20				
2	Apr. 15~Apr. 25		86	13.6	11.0	12.5
3	do. ~May 5		76	13.9	13.7	13.4
4	do. ~May 15		66	14.3	15.6	16.3
5	do. ~May 25		56	14.6	16.6	18.5
6	do. ~Jun. 5		45	14.8	18.7	18.0
7	do. ~Jun. 15		35	14.9	18.4	19.3
8	do. ~Jun. 25		25	14.9	18.5	18.9
9	Apr. 25~May 15	Jul. 25	71	14.3	15.6	16.3
10	Apr. 20~May 20		66	14.4	16.0	17.5
11	May 10~May 30		56	14.7	18.2	18.5
12	Apr. 25~Jun. 5		50	14.8	18.7	18.0
13	Apr. 15~Jun. 20		35	14.9	18.5	19.3
14	May 10~Jun. 20		35	14.9	18.5	19.3

Fig. 2. The effect of the prolongation of short-day period before bulbing period on the increment of new leaves.

-----> Period of short-day treatment

以下出葉と呼称) 無処理区では6月上旬まで5日間当り 0.4~0.8 葉出葉したが、6月 15 日以降出葉はみられなかった。

短日処理により長日条件にする時期をおそくした区は長日条件になった後約 25 日間新葉出葉が続いた。4月 25 日から短日処理した区は4月 15 日短日開始区とはほぼ同様な結果を示したが、5月 10 日短日開始区は4月

15 日短日開始区より出葉停止期が幾分早かった。

なお短日処理を 20 日間以上継続した区では各分球から新葉が出葉したため出葉数がとくに多くなった(第1, 2図, 第2表)。

心葉生長量 (第3, 4図) 無処理区の心葉の生長は6月上旬以降減退し6月 25 日ごろ停止した。短日処理より長日に移す時期をおそくした区は短日の影響で生長量は一時増大し、短日期间中は生長が続き、長日条件に移した後30 日ごろから生長量は急激に減少した。したがっておそくまで短日条件におい

た区ほどおそくまで生長が続いた。

貯蔵葉形成期 (第5図) 貯蔵葉の形成は長日条件に移った後ほぼ一定の時期に認められた。すなわち気温の比較的低い時期は 30~35 日後ごろで、長日条件に移る時期が遅れるに従い貯蔵葉化までの期間は幾分短縮し、6月中下旬は 15~20 日の長日期间で貯蔵葉化が認められた。

Table 2. The effect of the prolongation of short-day period before bulbing period on bulb formation in onions.

Trial No.	Beginning of L. D. condition	No. of leaves		Diameter of base		Fresh weight	Bulb weight	Ratio of bulb dia. to height	No. of tillered bulbs
		Jun. 8	Jul. 20(25)	Jun. 8	Jul. 20(25)	Jul. 20(25)			
1	Control	8.3	0	5.9 cm	8.8 cm	280 g	276 g	1.50	1.0
2	Apr. 25	8.0	0.4	4.5	9.2	291	290	1.55	1.0
3	May 5	10.5	0.2	3.5	8.9	279	274	1.37	1.0
4	May 15	9.4	1.6	2.8	9.1	315	310	1.40	1.3
5	May 25	9.2	3.2	2.5	9.4	362	317	1.27	1.6
6	Jun. 5	9.3	6.7	2.4	7.4	271	260	1.07	1.5
7	Jun. 15	9.7	14.2	2.4	7.3	348	247	1.13	1.7
8	Jun. 25	9.7	17.6	2.4	6.4	330	203	1.03	3.1
9	May 15	8.7	0.2	3.4	8.8	266	260	1.23	1.0
10	May 20	9.0	1.7	2.8	8.3	301	283	1.15	1.2
11	May 30	10.0	3.4	2.9	8.5	307	273	1.25	1.7
12	Jun. 5	9.5	5.9	2.4	9.0	370	283	1.17	1.7
13	Jun. 20	9.7	17.2	2.4	8.4	296	249	1.08	2.7
14	Jun. 20	9.7	11.9	2.6	6.3	191	132	1.12	2.5

Fig. 3. The effect of the prolongation of short-day period before bulbing period on the growth of the youngest appeared leaf.

←-----→ Period of short-day treatment

Fig. 4. The effect of the prolongation of short-day period before bulbing period on the growth of the youngest appeared leaf.

←-----→ Period of short-day treatment

なお4月25日から長日条件にした区は当時平均気温が 15°C 以下であつたが、 15.5°C 以上に上昇した後長日にした区より貯蔵葉形成期は早い傾向が認められた。

倒伏期 (第5図) 倒伏期は長日条件に変つた時期、貯蔵葉形成期、葉の生長停止期と密接な関係をもつことが知られた。

すなわち倒伏開始期はいずれの区においても長日条件にしてから約40日後、貯蔵葉形成期後20~30日の時期に相当していた。倒伏は貯蔵葉形成に伴ない成葉の葉鞘部内に若い葉の葉身が存在しない状態になるため、葉鞘部が比較的折れやすくなり、その結果起る現象であるが、倒伏期は新葉出葉停止期後10~15日ごろであつた。なお長日条件にしてから倒伏始めまでの日数は長日条件に移る暦日が遅れるにしたがつて短くなつたが、倒伏始めから倒伏終りまでの日数は長日条件にする暦日がおそい場合ほど長くなり、倒伏は不斉一になる傾向が認められた。

球重・球径 (第2表、第6図) 4月15日から5月15日まで短日条件とし、その後長日条件約60日間で掘り上げた区が球径、球重は大きかつた。ただし球は比較的甲高で、形が乱れたり球割れしたものもあつた。

短日期間がこれより短かく、早くから長日にした場合は球はさらに扁平で整形になるが、球径・球重は無処理区に近い値になつた。反対に短日期

間が長く掘り上げまでの長日期間が短い区は、大部分の球が球割れし甲高で不整形になり、葉身を含む全重は重い、7月上旬以降まで短日処理した区では球重は軽かつた。

球構成葉の様相 (第7図) 処理区の間には短日処理期間で10~71日、長日期間は25~約90日間と

Fig. 5. Relationship among the beginning of long-day period, date of storage-leaf formation, date of falling over of top and date of sprouting in planted bulb.

□ Period of S.D. treatment, — S.D. period, ---- L.D. period, ○ : beginning of storage-leaf formation, △ : date of falling over of 20% plants, × : date of falling over of 80% plants, ● : mean date of sprouting

Fig. 6. The effect of the prolongation of short-day period before bulbing period on bulb formation in onions.

From 1 to 7 shows onion plants grown under short-day treatment, from April 15 to April 25, to May 5, to May 15, to May 25, to June 5, to June 15 and to June 25, respectively.

大差があつたが、球構成葉の様相はほぼ同様であつた。

外側の肥厚葉の数はある程度までは短日期間が長い場合ほど多くなるものと思われたが、各区の間にはほとんど差がなく、いずれも約3葉で、おそく長日にした長日期間の短い区では肥厚程度が劣つた。

貯蔵葉は各区とも2.5~3.3, 萌芽葉は約2.5葉, 普通葉は掘り上げ期には約4葉であつた。ただし掘り上げまでの長日期間が45日間以内、とくに30日以下で、球肥大期が高温期にあたつた区は貯蔵葉と萌芽葉の数が幾分少なく、肥厚程度も劣つた。なお1回目の分けつ部か

Fig. 7. Differences in the composing state of bulb leaves among the bulbs grown under different lengths of long-day period (harvested on July 20, observed after sprouting).

ら貯蔵葉まで、および生長点までの葉数はおそく長日にした区ほど多かった。

萌芽期（第5図）球を圃場に植え付けて萌芽調査をした結果、短日処理期間が長く球形成期の遅れた区ほど発根・萌芽期はおそく、6月15日まで短日処理し倒伏期に掘り上げた区は収穫後60日ごろ初めて萌芽がみられた。ただし6月25日まで短日処理し長日期間25日で掘り上げた区は40日間以上長日区より萌芽期がむしろ早い傾向を示した。

III. 考 察

球構成に規則性の生ずる理由 タマネギ球は形態を異にした5種類の葉から構成されるが⁽¹⁾（第7図）、本実験において、球形成に適する条件となる時期を4月25日～6月25日と暦日で60日変えても、球形成の過程および球構成に差異はほとんどみられなかった。

すなわちタマネギは球形成に適する条件に恵まれると、いずれの場合も20～30日後には球形成の特徴となる貯蔵葉の形成が生長点から3～4葉目の若い葉で生起する。なお球肥大を起す葉鞘細胞の swelling はさらに早い時期から始まると思われるが⁽⁶⁾、本調査ではこの点は観察しなかった。

貯蔵葉の形成に伴ないそれより内部の葉では葉身の生長が抑制され、前記のように倒伏が起る。無処理区の葉数増加（新葉分化）は倒伏期ごろ停止するものであるが⁽¹⁾、本実験の各区とも最外部の貯蔵葉から生長点まで

の葉数がほぼ同数であつた点からみて、生長点における新葉分化はいずれの場合も倒伏後まもなく止まるものと思われる。

タマネギ球の形成が上記の過程を経て行なわれる結果、タマネギ球はいずれの場合もほぼ一定数の貯蔵葉、萌芽葉、普通葉と、その外側の肥厚葉、保護葉から構成されるものと思われる。

以上のようにタマネギの場合は、チューリップなどの球でみられるように一定の葉位の葉が貯蔵葉や萌芽葉などになるものではなく、環境条件に応じて起る球形成過程がほぼ一定していることから球構成の規則性が生まれるものと思われる。

短日および長日期間の長さや球肥大の程度および球割れとの関係 タマネギ球の大小は各構成葉の厚さと構成葉数、とくに肥厚葉数により規制され、この点から大苗が大球になりやすい^(1,2)。したがって球形成開始期がおそい晩生品種や短日処理により球形成開始期をおそくした場合は、大苗の状態になって球形成が始まるため大球を生ずるものと思われる⁽⁶⁾、本実験においても5月15～25日まで短日処理した区が無処理区より大球になった。

ただし長日になる時期をさらにおそくした区では球割れ率が増大し、6月5日以後まで短日にした区ではほとんど全個体が球割れした。これは1回目の分けつ芽分化は球形成とほとんど無関係に一定の葉位で起るため^(6,7)その分けつ部位と球形成葉位との関係から起る現象と思われる。すなわち1回目の分けつが肥厚葉より内側の場合は球割れは起らず、球形成期が遅れて分けつ部より内側の葉が肥厚葉になった場合は当然球割れ状態になる（第7図）。本調査の結果では分けつ芽分化期後10日ごろ以後に球形成が始まった場合は球割れが起るものと思われる。したがって短日処理や品種の選定などにより球形

成開始期を遅らせ大球を得ようとする場合は、この点から限度がある。

なお前記のように球形成期中、球肥大に対して高過ぎる温度条件になった場合は球肥大が抑制されるものであるから、大球を得るため球形成開始期を遅らせる方法はこの点からも限度の生ずる場合がある。

タマネギ球の肥大は葉身の活性が失われるまでは長日期間が長く続くほど進むものであるが、倒伏に伴ない葉身が活性を失った後は長日期間が延長されても球肥大はそれ以上は進まない。本実験に用いた今井早生の場合は球形成が完了するまでにほぼ 60 日間の長日期間を要し、これ以上の長日期間の場合も球重はさらに増大はしなかった。

以上の諸点から、各品種はその特性に応じて大球の得られる栽培地や収穫期が定まるものと思われる。

球形成と休眠との関係 本実験の結果から、タマネギは球形成に伴ない倒伏するころ休眠に入り、約 60 日後萌芽することがみられた。ただし長日期間 25 日で掘り上げた区は 35 日間長日区より萌芽期が早く、これはある程度までは球形成に伴なつて休眠が深くなるものとも思われた。

なおタマネギ球の不定根は休眠中はほとんど発根せず、従来の調査においても発根せぬ球は萌芽期がおそいことが観察された。したがつて発根は水分の吸収の点のみでなく、発根すること自体も萌芽を促す条件になるものと思われる。

IV. 摘 要

1. 秋播きの今井早生を材料とし、翌春の球形成期前の短日期間、ならびに掘り上げまでの長日条件の期間を異にした区を設け、球形成の状態ならびに萌芽期などを調査し、球構成における規則性などについて検討した。

2. 葉身の生長は長日条件においては抑制され、新葉の出葉は短日条件から長日条件に変つた後 25 日ごろ、心葉の生長は 30 日後ごろ停止した。

3. 貯蔵葉形成期、葉の生長停止期、倒伏期は長日に

なつた時期と密接な関係をもつことが知られた。すなわち倒伏開始期は長日になつてから約 40 日後、貯蔵葉形成後 20~30 日、新葉出葉停止後 10~15 日ごろであった。なお長日になる時期がおそい場合は倒伏期が不斉になる傾向がみられた。

4. 短日処理により球形成期までの生育期間をある程度延長することにより大球が得られた。ただし短日処理が分けつ芽分化期ごろまで続けられた場合は球は甲高になり球割れ率が増大した。

5. 短日から長日になる暦日を変えても球構成の様相にはほとんど差がみられなかった。

ただし長日期間が 30 日間以下の場合貯蔵葉数が若干少なかった。

したがつてタマネギの球構成の規則性は環境条件に応じて起る球形成過程が一定しているために生ずるもので、一定葉位の葉が球を形成するものではないと思われる。

6. 畑に球を植え付けた場合、球形成期の早かつた区ほど萌芽期は早い傾向が認められた。したがつてタマネギは球形成に伴ない倒伏するころ休眠に入り、一定期間後休眠覚醒期に至るものとも思われた。

本稿について御校閲をいただいた塚本洋太郎教授に深く感謝の意を表する。

参 考 文 献

1. 青葉 高. 1955. 園学雑. 23 (4) : 249~258.
2. ———. 1962. 園学雑. 31 (1) : 73~80.
3. ———. 1963. 園学雑. 32 (2) : 224~228.
4. BOSWELL, V. R. 1924. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 20 : 225~233.
5. チャイラヒヤン. 1959. 植物開花生理 (中村英司訳) 45~50.
6. HEATH, O. V. S. and M. HOLDSWORTH. 1948. Symposia Soc. Exp. Biol. II, 326~350.
7. 倉田久男. 1953. 香川農大農学報告. 5 (3) : 191~205.
8. 式地俊材・木下貞治. 1936. 園芸之研究. 32 : 171~183.
9. 東海林繁治. 1940. 農及園. 15 (3) : 736~740.