玉葱の肥大及び休眠に関する研究 (第3報)

貯蔵中における萌芽過程について*

青 葉 高

(山形大学農学部)

T. AOBA On bulb formation and dormancy in onion. III.

On the process of sprouting in stored onion

玉葱の休眠現象は未だ十分に明かにされていないが、一般に不萌芽期間を休眠期間と呼び数カ月の休眠期間があるとされている^{(2),(5),(13)}。

併しこのような鱗茎では球内の鱗葉の真の萌芽開始期と所謂萌芽期と異なることは明瞭で⁽¹³⁾、従つて不萌芽期間即ち休眠期間ではない。そして玉葱の貯蔵を合理的に行う為には、真の休眠期間を知る事と同時に、内外諸条件が休眠期間及び生長開始後の生長速度の夫々にどのような関係をもつかという事を明かにする必要がある。従来この点については検討された所は少なく、僅かに緒方氏が⁽⁶⁾⁽⁹⁾球の呼吸作用或は球内成分の変化を測定した結果から、玉葱の萌芽期と球内鱗葉の生長開始期とは相違すべきことを指摘した程度である。筆者はこの点を実証すると同時に、萌芽の過程——球内鱗葉の変化の消長を明らかにする為、鱗葉の形態的な調査を行つて来た。

本稿を草するに当り懇切な御教示を戴いた杉山博士、並びに実験材料の蒐集に協力を戴いた林、花岡両技官に深謝する。

I. 材料及び方法

材料としては前報⁽¹⁾に記載の当学部産今井早生、札幌産札幌黄及び愛知県渥美郡産愛知白を用い、室内の簞箱内に貯蔵して適時調査に供した。又貯蔵温度と萌芽との関係を実験中の個体をも時には併用した。

これらにつき前報⁽¹⁾の方法に準じ剥皮法により、鱗葉数並びに鱗葉の長さを主として調査した。即ち、極小球以外の玉葱では数枚の鱗葉を剥ぐと分球が見られるが、此の分球外の鱗葉を、外部より、膜状のものA、比較的薄い多肉鱗葉B、厚くて葉身を有する多肉葉C、及び葉身を有せぬ多肉鱗葉Dに区分し、又分球内の鱗葉数は各生長点毎に記録した。(第1図、厳密に言えば頂芽を有する鱗葉と、側芽より生じた内仔球で、後者は常に前者より小さい。以下これらを大分球、小分球の語で示す。猶これらの分球は更に第2次、第3次と分球を繰返す事が

多い。)

次に大小両分球について、外部より4～5葉目迄の各鱗葉の長さを測定し、分球の最外部鱗葉の長さ(大分球は大1、小分球では小1で示す)を求め、鱗葉の生長状況を判断する資料とした。

猶材料は毎回6～10球を用い、更に茎盤重や肉眼的な観察結果も参考にした。

第1図 玉葱球の鱗葉模式図

II. 実験結果

(1) 鱗葉数の変化

先ず分球外鱗葉数を見ると(第1表)外部の薄い鱗葉B、及び内部の多肉鱗葉Dには一定の変化は見られないが、この中間のC鱗葉数は漸減の傾向を示し、例えば1953年の今井早生では7～8月は1枚以上であつたC数が9月以降は終始0.6～0.8であり、1954年にても2.5が1.8、1.3と漸減している。これは貯蔵中の生活現象による養分の消耗が外部の鱗葉から行われ、C鱗葉が→B→A化する為と思われる。又愛知白では4.5—3.2—1.7と減少が著しかつたが、これは養分の消耗と共に外部の鱗葉が軟腐したためである。又本調査の範囲内では一般にD層には変化がなかつたが、1954年の札幌黄の如く萌芽が盛になるとD層迄B層化して減少する。次にC層の減少は収穫後1～2カ月の間が比較的明瞭で、その後は変化が少なく、既に調査されている球の呼吸作用の消長⁽⁹⁾と略一致している。

* 本報告は昭和27、29年度文部省科学研究助成金の助成による試験成績の一部である。又本報の要旨は昭和29年春季園芸学会において発表した。

1954年4月15日受理

第1表 貯蔵玉葱の鱗葉数の変化と萌芽率
今井早生 1953

調査月日	球重	鱗葉数				萌芽率
		A+B	C	D	E	
7月10日	49 g	2.8	1.7	3.6	7.3	0%
7 28	40		1.2		7.9	0
8 28	39	3.2	1.0	3.3	8.3	0
9 5	41	3.5	0.6	3.5	8.8	0
9 20	42	3.6	0.7	3.3	9.9	2.9
10 5	40	3.0	0.7	3.9	10.7	6.6
10 20	41	3.2	0.6	4.1	11.0	11.4
11 20	41	3.8	0.6	4.2	11.6	61.1
12 20	40	2.4	0.8	3.8	12.8	79.5

今井早生 1954

月日	球重	B	C	D	E	萌芽率
7 17	78	0.5	2.5	2.6	8.7	0
8 3	77	0.2	1.8	2.7	9.9	0
8 18	74	0.4	1.8	3.1	8.7	0
9 2	76	0.7	1.3	3.0	10.0	0
9 17	72	0.1	1.5	3.6	9.6	0
10 4	70	0.7	1.3	2.3	11.4	0

愛知白 1954

6 21	198	0.7	4.5	0.3	10.4	0
7 23	188	0.7	3.2	0.8	12.0	0
8 20	177	0.4	3.5	0.3	12.8	10.0
9 20	170	0.1	1.7	0.8	14.0	40.0

札幌黄 1953

月日	球重	B+C	D	E	萌芽率	花芽分化率
10 13	104	5.9	—	10.9	0	0
10 28	111	4.6	0	12.4	0	0
11 13	119	4.2	0.6	13.1	6.8	0
12 2	112	4.0	0.6	14.3	12.0	20
12 12	108	5.0	0.8	13.5	15.0	40
12 28	111	4.0	0.4	14.4	33.5	40
1 28	97	4.4	0.3	16.8	59.7	100

札幌黄 1954

11 1	88	5.0	2.3	10.6	0	0
12 1	84	5.3	1.1	11.8	14.0	70
1 1	81	4.7	0.8	11.9	86.0	100

次に分球内鱗葉数Eは何れの場合も貯蔵中増加することが見られ、1953年の今井早生では当初8.0以下であったものが漸増して12月には12.8になり、1954年では8.7→11.4、愛知白では10.4→14.0、札幌黄では10.9→16.8の結果が得られた。このE数の増加は明らかに玉葱が生長を開始した事を示すもので、1953年の今井早生の萌芽球のE数が9月20日は10.6、10月20日では13.3、11月20日は13.9と常に不萌芽球のE数より2枚内外多いこともこれを証している。

そこでE数増加の開始期を見ると(第1,2表)1953年の今井早生では8月中下旬からE数の増加した球を生じたことが見られ、9月上旬からはモードも右に移動して差も明瞭になり、9月20日以後は全球共増加したことが

見られた。又1954年の今井早生は稍不揃いの球で結果が乱れはしたが大体同様なことが認められ、愛知白では6～7月の間で、又札幌黄では10月中からE数増加が確認された。尚札幌黄の場合増加の傾向が乱れるのは12月上旬から花芽分化が見られる為で(第1表)、6,7月収穫の泉州系統より2～3カ月早く花芽の見られる事は興味深い。又このように鱗葉数は増加しても分球数は増加せぬことは分球発生の原因に或暗示を与える。

第2表 分球鱗葉数Eの個別別時期別変異
今井早生 1953

月 日	調 査 点 数	鱗 葉 数															平均
		6	7	8	9	10	11	12	13	14	15						
7月10日	29	6	10	12	1											7.3	
7. 15	35	2	11	13	5	3										8.0	
7. 27	33	4	7	14	4	4										7.9	
8. 12	37	2	7	13	11	3	1									8.2	
8. 28	65	2	10	29	17	4	3									8.3	
9. 5	56	2	3	16	22	10	3									8.8	
9. 20	32			2	8	13	8	1								9.9	
10. 5	35			1	6	11	9	6	2							10.7	
10. 20	24				3	3	10	6	2							11.0	
11. 20	14					3	4	3	3	1						11.6	
12. 20	18						4	3	5	4	2					12.8	

そして前記のE数増加の始まる時期は萌芽開始期より早く約10%萌芽期より40～60日以前の時期に相当している。

(2) 鱗葉長の増加

萌芽の過程は球内鱗葉の生長程度で示されることは当然なので各分球の鱗葉長を測定した。1953年今井早生について調査した結果は第3表の通りで、各分球の第1鱗葉も9月以後幾分生長するが、内部の鱗葉では生長する割合も一層高く、約50gの今井早生では3～6番目以降の鱗葉は後に葉身を生じ、これより内部の鱗葉は生長

第3表 貯蔵玉葱における鱗葉長の変化
今井早生 1953 (cm)

月日	室内			第4鱗葉長			
	第1	第2	第3	室内	5℃	30℃	L.S.D. 5%
9. 5	2.82	1.71	0.97	0.69	0.75	0.45	0.287
9. 20	3.00	2.26	1.53	1.16	0.87	0.53	0.429
10. 5	3.29	2.65	2.12	1.58	0.80	0.52	0.432
10. 20	3.14	3.22	3.04	2.67	1.16	0.58	0.742
11. 20	3.68	3.85	3.66	3.40	2.29	0.59	
12. 20	3.68	3.92	3.84	3.42	2.87	1.51	
L.S.D. 5%				0.558			

して正常な葉となる為、これらの増大率は更に高い。併し 50g 程度の球では、第 5 鱗葉以降の鱗葉は当初 5 mm 以下で測定も正確を期し難く、又個体間の差の割合も大きく、従つてこの場合球内鱗葉長の変化を調査する為には第 3 又は第 4 番目の鱗葉長が適当となる。併しこの点は品種や球の大小で異り、例えば葉数型の札幌黄では 4～6 番目の鱗葉が適している。又今井早生や愛知白では大小両分球の何れでも同様な傾向が得られるが、札幌黄では大分球は葉身を有する場合が多く従つて小分球が調査に適する。

次に前記の第 4 鱗葉長の時期別変化を見ると（第 3 表）9 月 5 日以後は常に漸増し、9 月 20 日には 9 月 5 日の値に対して 10% 水準で差が認められ、10 月 5 日以降は明らかな有意差が認められた。又 30℃ の高温で貯蔵し生長を抑制した区との間には 9 月 5 日においても既に 6% 水準で差が認められ、球内鱗葉の生長は既に 8 月中から開始されたものと考えられる。

しかし玉葱球の鱗葉の状況は個体間である程度の差があり、例えば第 1 次の分球を行つてから次の分球が見られる迄の鱗葉数、並びに球内の生長点数（分球数）は第 4 表の如く、略ぼ同大の球でも相当の変異を示している。従来玉葱の分球相については殆んど淘汰が行われなかつた為⁽⁶⁾相当の変異の見られるのは当然ではあるが、この変異は品種によつても異り、札幌黄は一般に変異の幅が大きく一方今井早生は比較的齊一で、この点からも今井早生は比較的純度の高い品種といえる。

又前記の外、最初の分球が起る迄の鱗葉数にも個体間

第 4 表 玉葱分球相の個体による変異

品 種	調査年	調査球数	球重量 g	第 1 次分球後第 2 次分球迄の鱗葉数										平均
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
今井早生	1953	385	45	2	30	228	76	40	7	2				3.4
"	1954	109	78	1	9	54	33	9	3					3.5
愛知白	1954	63	200	1	14	30	13	4	1					3.1
札幌黄	1952	48	55		4	19	8	7	5	4	1			4.1
"	1953	97	110	5	14	25	24	13	15	1				3.8
"	1954	32	90	2	6	9	7	4	4					3.5

品 種	調査年	調査点数	分 球 数										平均
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
今井早生	1953	312	1	36	165	86	23	1					3.3
"	1954	68			28	24	14	2					3.9
愛知白	1954	33			3	6	8	4	7	2	3		5.7
札幌黄	1952	68		34	23	6	5						2.7
"	1953	136	2	63	46	17	6	1	1				2.8
"	1954	59		27	27	5		1					2.7

差異があり、従つて分球の鱗葉長にも個体によつて相当の差が見られる。そこで鱗葉長の絶対値よりも鱗葉長比（例えば分球の第 1 鱗葉の長さに対する第 4～5 鱗葉の長さの比数）の方が変異も比較的正常で（第 2 図）、時期別又は区間の差を見る為にも鱗葉長比を用いる方がより合理的と考えられる。

第 2 図 玉葱の分球第 4 鱗葉長と鱗葉長比率
（分球第 1 葉長と第 4 葉長の比）
今井早生 大分球 1953

そこで貯蔵期間中の鱗葉長比の変化を見ると（第 2 図下部）貯蔵初期には変異の幅が小さく、特に生長の抑制された 30℃ 貯蔵区では 10～20% の変異に過ぎない。それが 9 月 20 日の室内区では 20～60%、10 月 5 日には 20～70% の範囲に拡がっている。このことは 9 月上旬室内貯蔵球では既に生長を開始した球のあつたことを示し、又その後逐次生長が進むが、10 月 5 日には大部分の球が生長を開始し、且一部の球は萌芽期に近づいていることを示している。そして同様のことは第 5 表の平均値の変化によつても又認められる。

次に他の品種の鱗葉長比を見ると（第 5 表）札幌黄では 10 月中から 23.5→31.8 と増大したことが見られ、その時期は前記の鱗葉数の増加時期と一致し、約 1 割萌芽期である 12 月上旬より 1 カ月以上以前に相当している。又愛知白では 6 月下旬と 7 月下旬との間で 42.5→58.4

第5表 貯蔵玉葱の鱗葉長比率及び茎盤重の変化

今井早生 1953				札幌黄 1953			
月日	比率*		萌芽率 %	月日	比率 %	萌芽率 %	花芽 分化 %
	A	B					
9. 5	17.8	19.6	0	10. 13	23.5	0	0
9. 20	29.8	32.8	2.9	10. 28	31.8	0	0
10. 5	34.2	41.9	6.6	11. 13	28.7	6.8	0
10. 20	54.3	—	11.4	12. 2	63.3	12.0	20
11. 20	—	74.8	61.1	12. 12	45.6	15.0	40
12. 20	—	90.8	79.5	12. 28	60.3	33.5	40
今井早生 1954				1. 28	92.3	59.7	100
月日	比率	萌芽 率	茎盤重 g	札幌黄 1954			
				月日 区別	比率	萌芽率	茎盤重
7. 17	20.2	0	0.7	11. 1	25.1	0	—
8. 3	26.0	0	0.6	12. 1 30°C	48.5	0	1.2
8. 18	25.5	0	0.6	" 室内	76.1	14.0	1.3
9. 2	26.6	0	—	" 5°C	38.7	0	1.0
9. 17	34.6	0	0.6	1. 1 30°C	33.9	12.5	1.1
10. 4	69.3	0	1.0	" 28°C	47.6	25.0	1.0
愛知白 1954				" 25°C	110.0	60.0	1.1
6. 21	42.5	0	—	" 室内	115.7	86.0	1.4
7. 23	58.4	0	2.1	" 5°C	65.4	43.0	1.4
8. 20	60.3	10	2.1				
9. 20	102.3	40	2.4				

* 分球第1鱗葉長に対する第4鱗葉長の比率

と明らかに増加したことが認められた。

又茎盤部も貯蔵中増大することが観察されたので重量を測定したところ、第5表の如く各品種共増大の傾向は認められたが、本調査の範囲内では増加開始期は明らかでなかった。

III. 考 察

貯蔵中変化の生ずる部位 萌芽現象は葉身の発生、鱗葉の伸長により起る現象であるが、鱗葉の生長期には同時に新しい鱗葉が生長点で生ずることが認められた。従つて鱗葉数の増加によつても球内鱗葉の生長状態——休眠の状態を知ることが出来る。

但し玉葱の外部鱗葉は貯蔵中徐々に膜状化する為多肉鱗葉の数はそれに伴つて減少する。ところで概ね同じ大きさの玉葱では略々一定の所で分球するものであり、外部の膜状化は普通ここ迄及ばないから、夫々の分球内の鱗葉数の変化を調査することによつて生長点における新鱗葉の生成状態が知られ、特に分球相の比較的齊一な今井早生の如き品種では判断し易い。

次に球内の鱗葉の長さの変化により生長の状態が知られるが、この為の測定に当つては既に記した理由から分球内の3～5番目の鱗葉の長さが適当している。尚球の

内部に葉身部を有する鱗葉を生ずる機構については種々説明されているが⁽⁴⁾、今井早生の中小球では当初その区別は認め難いことも多く、葉身の発生過程については更に検討を要する。

更に玉葱においては分球相の個体間差異が相当認められるので⁽⁶⁾、これをなるべく消す為には鱗葉の長さの比率、例えば分球内の3～5番目の鱗葉の長さの分球長に対する比数が一層合理的なものと考えられる。

以上の球内鱗葉数、鱗葉長及び鱗葉長の比率の外茎盤の大きさも貯蔵中増大し、これらの結果から球内鱗葉の活動状況——休眠の状態も判断出来る。但し茎盤重は発根に伴つて増大するものであつて必ずしも鱗葉の生長を示すものではなく、玉葱の如く根と鱗葉とは別個に活動を開始するものにおいては⁽⁴⁾これのみで休眠状態を判断すべきではなからう。

生長開始時期 次に室内貯蔵の今井早生外2品種について前記諸項目を調査した結果、鱗葉の生長開始時期、休眠期間並びに生長開始期と萌芽期との関係について概ね次のことが認められた。(第6表)

即ち7月上旬収穫の今井早生では8月中下旬から生長開始の傾向が見られ、9月上旬には生長が確認され、又他の2品種でも生長開始は収穫後30～60日の間に見られている。従つて真の生長開始期は収穫後30日余りの頃と推定され、この休眠期間は従来一般に言われていた期間より短い。

第6表 貯蔵玉葱の収穫期、生長開始期、萌芽期の関係

品 種	年次	収穫期	生長開始 確 認 期	萌 芽 開始期	10%萌芽期
今井早生	1953	7月上旬	8月中下旬	9月下旬	10月中下旬
"	1954	7 中	9 上	—	—
愛知白	1954	5 上	6下～7下	8 上	8 下
札幌黄	1953	9 上	10 下	11 中	12 上
"	1954	10 上	10下～11下	11 中	12 上

但し休眠期間は温度⁽¹⁴⁾、水分⁽⁴⁾⁽⁷⁾、光線⁽³⁾或は酸素の供給状況⁽¹¹⁾で相当変異するとされ、前記の数字は不変のものではなく条件によつては更に短いことも考えられる。又早生の品種は休眠期間が短いとされるが⁽⁵⁾、本実験の範囲内ではこのような傾向は見られず、生長が遅れ青立ち状態となつた1954年の札幌黄では特に萌芽期が早く、これらの点については更に検討の要がある。而して従来、明らかな休眠現象は塊茎或は球茎の場合に見られるのに対し鱗茎、花卉に於いては休眠現象が不明瞭で⁽¹⁵⁾このことは玉葱などをも含めた鱗茎の通有性とも考えられる。

而して以上の数字は平均値として得られたもので、鱗葉の生長開始期にも相当の個体間差異があり、例えば第

2 図の鱗葉長や第2表の鱗葉数の調査結果では、一部の球が生長を開始してから全球が生長を起したと認められる迄には約1月以上を要している。そしてこのことは従来の萌芽調査の結果⁽¹²⁾、萌芽開始期から全球萌芽期迄には2カ月内外を要していることから当然予想される所であり、このことは休眠期間を検討する際常に考うべきことであろう。

次に生長開始期と萌芽期との関係を見ると、その間には約1～2カ月を要している。つまり球内で鱗葉の生長が開始されてからそれが所謂萌芽状態まで生長するには1カ月以上を必要とするわけで、この点は高温貯蔵を行つて生長を抑止しておいた玉葱を生長に適する条件下に移して、その後萌芽が見られる迄に1カ月以上を要することからも裏書きされる(未発表)。但し1カ月以上という数値は室内貯蔵の場合であつて、生長速度が更に促される条件下では一層早く、0℃の如き生長の抑制される条件下では当然遅れるものと考えられる。

従つて萌芽期を遅らす為には休眠期間をなるべく長くする条件と、更に生長開始後の生長速度を遅くする条件とが与えられねばならない。

IV. 摘 要

今井早生外2品種を用い、収穫後の玉葱球の内部鱗葉の生長状況を、球内鱗葉の形態観察によつて調査した。

1. 貯蔵玉葱の内部において生長が始まると、鱗葉長の伸長と同時に新しい鱗葉の生成が起る。従つて鱗葉長及び鱗葉数の変化を調査することによつて生長の状況一休眠の状態を知ることが出来る。

2. 前記の鱗葉数の増加及び鱗葉長の伸長は、今井早生、愛知白及び札幌黄の何れにおいても、室内貯蔵下では収穫後30～60日頃から認められた。従つて普通条件下の玉葱の休眠期間は、個体により相当の差はあるが平均1カ月余りと推定され、又球内の生長が開始されてから所謂萌芽期迄には約1～2カ月を必要とする。

3. 従つて不萌芽期間を長くする為には、休眠期間を長くする条件と、生長開始後の生長速度を遅くする条件とが与えられねばならない。

V. 参 考 文 献

- (1) 青葉 高：玉葱の肥大及び休眠に関する研究(II)，肥大過程と球の構成。園学雑 23 (4)： 249-258, 1955.
- (2) 藤井健雄：蔬菜園芸学 各論上：76-95, 1944.
- (3) 藤本幸平：白玉葱の母球貯蔵について，農業改良局研究通報 22： 158-160, 1952.
- (4) HEATH, O. V. S. and HOLDSWORTH, M. : Morphogenic factors as exemplified by the onion plants. Symposia, Soc. Exp. Biology II Growth : 326-350, 1948.
- (5) JONES, H. A. and EDMUNDSON, W. C. : Vegetative propagation of short day varieties of onions as an aid in a breeding program. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 53 : 367-370, 1949.
- (6) 門田寅太郎・伊藤 清：玉葱の苗及び仔球調査，農及園 24 (8)： 547-548, 1949.
- (7) 小河原公司：葱類の貯蔵に関する研究(1)，園芸学研究集録 4： 60-64, 1949.
- (8) 緒方邦安：玉葱の貯蔵研究，玉葱の冷温貯蔵，園学雑. 19 (3, 4)： 229-233, 1950.
- (9) ————：同上，玉葱鱗葉の大小と貯蔵性並に貯蔵期間中における代謝作用，園学雑. 21 (1) : 29-36, 1952.
- (10) 坂村 徹：植物生理学：85-102, 1951.
- (11) SHOEMAKER, J. M. : Vegetable Growing. : 187-213, 1947.
- (12) 式地俊材・木下貞治：葱頭収穫時期の早晚と収量球形及貯蔵力との関係に就て，園芸之研究 32 : 171-183, 1936.
- (13) 杉山直儀：蔬菜学汎論：191-206, 1951.
- (14) THOMPSON, H. C. : Vegetable Crops. : 366-370, 1949.
- (15) 塚本洋太郎：花卉汎論：179-214, 1952.

Summary

This paper reports the results of the morphological studies on the growth of inner scales of stored onion, employing Imai-wase, Sapporo-ki and Aichi-shiro.

(1) New scale formation was simultaneously recognized when the inner scales began to grow in stored onion.

(2) Increase of number of scales and elongation of scaly leaves in stored onion began at about 30-60 days after harvest in the three varieties used. From these results it was found that the

true rest period of onion bulbs was for about a month on average under ordinary storage conditions, and the period from the beginning of growth to the sprouting was for 1-2 months.

(3) Accordingly, it is necessary for prolongation of non-sprouting period in stored onion to find out the suitable condition to lengthen the rest period and to suppress the elongation of inner scales after the end of the rest period respectively.