

施肥並びに土壤水分条件が春播タマネギ の生育・収量・貯蔵性に及ぼす影響

III 貯蔵性低下の要因ならびに本畑生産条件と貯蔵性*

岩渕晴郎** 平井義孝** 多賀辰義** 相馬 暁**

Effect of Fertilization and Soil Moisture on the Growth, Yield
and Keeping Quality of Onion in Summer Crop.

III. Factor of quality deterioration in the storage and effect of
the field condition of onion growth on such deterioration.

Haruo IWABUCHI, Yoshitaka HIRAI, Tatsuyoshi TAGA
and Satoru SOUMA

タマネギ貯蔵性の低下は、腐敗や庫内貯蔵後半に多発する萌芽、発根、重量減少などによる。萌芽・発根は庫内条件の影響が大であるが、萌芽は貯蔵性を著しく損ね、小球ほど多発する。腐敗は産地・年次間の変動が大で病害の種類も多様であるが、予乾中の発生がその大半を占めた。とくに乾腐病による尻ぐされは予乾中に多く、しかも小球ほど多かった。貯蔵中の腐敗は本畑の腐敗発生が多い場合に多発するが、施肥条件との直接的な関係は明らかでなかった。しかし生育収量に好適な土壤水分・施肥条件では、小球が少なく萌芽・重量減少が少ない。さらに萌芽については、球の大きさのみならず球内成分との関連もあり、窒素多肥は萌芽そのものを増大させた。また生育収量に好適な本畑条件では、本畑の乾腐病発生が少なく全般的に貯蔵中の腐敗も少ない傾向があった。

結 言

本道の春播きタマネギは貯蔵用として高い評価を受けており、国内生産量の30%を越える道産タマネギの市場占有率は、10月から翌年2月にかけて50~90%を示し、重要な冬場貯蔵菜である。しかし、昭和46年ごろから道内各地でタマネギの貯蔵性低下が問題となりはじめ、とくに生産量の激増に伴い各地に設置された大型貯蔵庫内での多量の腐敗発生が大きな問題となった。

貯蔵性低下の原因は、多量貯蔵による貯蔵法の変化（予乾、収納、貯蔵庫内条件等）による面が（当然考えられる。しかし、本畑における病害が近

年とくに多発しており、また急激な作付増加による土壤環境や栽培管理技術の多様化が、これら病害多発や貯蔵性低下と関連していることも予測される。さらに貯蔵性低下は、単に腐敗のみならず萌芽・発根もその要因であり、栽培環境条件や栽培管理技術の影響も考慮する必要がある。

タマネギ貯蔵性向上は、貯蔵・流通システムの改善によって解決しうる面が大であり、この面に関する研究も行なわれている。しかし、前記の生産・貯蔵背景を考慮すれば、本質的に貯蔵性の高い良質タマネギを生産することがより重要と考えられる。

筆者らは、前報^{14,15)}までにタマネギの生育・収量に及ぼす土壤水分条件や施肥の影響について報告したが、さらに良質タマネギ生産改善対策を明らかにするため、これらの収穫物を実際に貯蔵して、貯蔵性低下の要因ならびに本畑生産条件との関連

1976年12月1日受理

*本報の概要は1976年度園芸学会で発表した、

**北海道立中央農業試験場、夕張郡長沼町

を調査研究したので、これらの結果について報告する。

なお、本研究の遂行にあたり御指導、御助言を頂いた中央農業試験場高桑亮病虫部長、道農業改良課伊藤正輔専門技術員、ならびに本稿の御校閲をいただいた中央農業試験場松代平治化学部長の各氏に心から謝意を表する。

調査研究方法

1. 供試貯蔵材料

昭和48年～50年に場内および現地は場で実施した、下記の各種栽培試験ならびに調査³⁾で得られた収穫物を貯蔵材料とした。

- 1) 土壌水分条件に関する試験(場内)昭和48～50年
- 2) 畑かん効果試験(新十津川町)昭和48～49年
- 3) 窒素施肥法試験(場内, 岩見沢市)昭和48～49年
- 4) 磷酸, 加里用量試験(場内)昭和48～50年
- 5) 窒素施肥基準設定試験(場内, 岩見沢市ほか現地9か所)昭和50年
- 6) 耕土改良試験(場内)昭和48～50年
- 7) 現地土壌実態調査(富良野市)昭和48年

表1 貯蔵庫内(大室)の旬別温度推移(昭和48年度貯蔵試験)℃

旬別	48年11月		48年12月			49年1月			49年2月			49年3月	
	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中
温度範囲	7.6 ～5.5	8.4 ～4.0	4.5 ～1.8	2.0 ～1.5	4.0 ～3.5	4.0 ～3.5	4.0 ～3.5	4.0 ～3.5	4.0 ～3.5	4.0 ～2.0	4.0 ～3.0	4.0 ～2.0	3.0 ～2.5

3. 調査時期および方法

予乾終了入庫時, 出庫時およびその中間の3回, 重量の変化(風乾減量), 萌芽・発根・腐敗球の球大別発生率ならびに腐敗部位を調査した。各調査後は, 出庫時以外は萌芽・発根・腐敗球を除いて重量を測定し再貯蔵した。各年度の調査期は表2のとおりである。

表2 貯蔵性調査期日

調査期	年 度	昭和48年	昭和49年	昭和50年
I. 予 乾 終 了		11月10日	11月10日	11月6日
II. 入 庫 時		1月16日	1月16日	1月13日
III. 出 庫 時		3月20日	3月27日	3月22日

上記各試験の処理, 反覆ごとの収穫物をその球の大きさ別構成比に合はせて20～25kg採取し, 塩ビ製有孔コンテナに区ごとに充填して貯蔵した。

なお, 昭和49年度の農試熟畑の生産タマネギについては, 窒素用量別, 球大別に各100球ずつを材料とし, 貯蔵前後の球内成分の変化を調査した。

2. 貯蔵方法

9月上旬収穫後塩ビ製コンテナに充填し, 吹抜小屋で11月上旬まで予乾し, その後ブロック建て貯蔵庫(総床面積49.59㎡)に収納して3月下旬まで貯蔵した。

庫内温度が0℃に低下した場合には電熱加温で自動調製したが, 冷却装置がないので入庫後の庫内温の低下や厳寒期以外の庫内温は外気温の影響を強く受けたと考えられる。暖冬の昭和48年度(48年11月～49年3月)における庫内温の測定結果は表1のとおりで, 湿度は全期間を通して70%程度であった。なお, 一部試験の貯蔵材料は庫内の別室(小室)に収納したが, この室温は2月中旬以降2℃前後高く経過した。しかし, 試験の種類ごとに収納したので結果の判断には差支えがなかった。

なお, 貯蔵に伴う球内成分の変動については, 昭和49年産場内熟畑試料(窒素用量別・球大別)を予乾終了時および萌芽が30～40%に達した時点(3月上旬～下旬)に, 健全球各12球を採取し貯蔵前・後の荷重試験・化学分析試料とした。荷重試験は, 球赤道部について加圧式一軸圧縮試験器により負荷圧10kgをかけた時の減量値(mm)を測定し, その機械的強度を調査した。荷重試験後の試料は, 可食部を磨砕してその全窒素含量をキエルダール法で分析するとともに, 磨砕物の熱水抽出濾液について全糖・還元糖(ソモジーネルソン法), アミノ酸(ニンヒドリン法)および水溶性全窒素含量を測定した。なお非還元糖は全糖と非還元糖の差をもって表示した。

また磨砕物のガーゼ濾液について、ブリックス計示度とpHを測定した。

調査研究結果と考察

1. 貯蔵性低下の実態と年次間変異

貯蔵中の重量減少（風乾減量率で表示）、萌芽・発根・腐敗球の発生は、産地・年次間の変動が大であった。腐敗球の発生は罹病株の持込みによるものと考えられるので産地・年次間の変動が大きいのは当然であるが、萌芽・発根球発生は庫内条件との関連が強いと考えられる。

全貯蔵試料についてこれら貯蔵性低下の経時的変動をとりまとめ、庫内条件に影響を及ぼす外気温との対比で表3に示した。

暖冬の昭和48年度には萌芽球が多発し、厳冬の昭和49年度は少なかったが、入庫当初の温度低下が遅くしかも厳冬であった昭和50年度は発根球が多発した。昭和50年度は庫内温を継続的に測定しなかったが、11月中旬～12月上旬にかけて外気温が高いために庫内温が高く、一転して12月中旬以降厳冬となったために庫内結露が1月はじめ以降

みられた。庫内結露はこの年次以外には見られなかった現象であり、入庫当初の呼吸が活発なため庫内に結露し、湿度が上昇したため発根球が増大したものとみられる。なお、発根しても萌芽したものは萌芽球として取扱ったので、実際の発根率はこれをさらに上まわっていた。

経時的な貯蔵性低下の状況については、風乾減量率は気温の高い予乾中（O～Iの期間）および萌芽・発根が多発する庫内後半（II～III）で高く、いずれも比較的生理的に活性な時期であるので、呼吸作用による減量と考えられる。腐敗球は予乾中の発生が多く、とくに乾腐病の多かった昭和48、50年度は予乾中の発生割合が多く、しかも予乾中の腐敗の大半は乾腐病による尻ぐされ球であった。したがって貯蔵中の腐敗発生状況は本畑罹病条件と密接な関係が考えられ、別項で考察することとした。

2. 球の大きさと貯蔵性

全貯蔵試料について、球大と貯蔵性の関係を表4にとりまとめた。

萌芽球率は明らかに小球ほど多かった。萌芽は

表3 貯蔵期間の外気温と貯蔵性ならびにその経時変化(各種試験の全処理合計)

年 度	外 気 平 均 気 温 ℃				風乾減量率 ²⁾ %			萌 芽 球 率 ²⁾ %			発 根 球 率 ²⁾ %			腐 敗 球 率 ²⁾ %			
	0 ¹⁾ Ⅰ	Ⅰ ~ Ⅱ ¹⁾		Ⅱ ~ Ⅲ ¹⁾		Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ
		前半	後半	前半	後半												
48	11.18	-0.73	-6.47	-8.33	-4.68	4.1	6.5	11.5	1.2	3.0	32.5	0	0	8.7	3.9	4.4	5.3
49	10.58	-2.30	-8.53	-7.80	-6.78	3.5	5.6	10.0	0.1	0.5	18.7	0	0	9.1	7.1	10.6	12.6
50	11.25	1.40	-7.37	-9.10	-3.45	4.9	5.7	9.0	0.1	1.6	26.4	0	9.8	48.4	11.3	12.1	13.1
平年	10.70	-0.07	-7.07	-8.27	-5.35												

1) 0 : 収穫時(9月中旬) I : 予乾終了時(11月上旬) II : 1月中旬 III : 出庫時(3月下旬)

2) 累積減量率および発生率

供試球数 : 15,951球(48年)、 15,401球(49年)、 9,920球(50年)

表4 球の大きさ¹⁾と萌芽・発根・腐敗球発生率(%)

年 度	萌 芽 球 率				発根球率 ³⁾			全 腐 敗 球 率				I～IIIの期間腐敗球率				備 考
	2 L	L	M	S	L	S	M	2 L	L	M	S	2 L	L	M	S	
48	6.0	29.0	51.0	58.7				1.3	3.3	4.7	5.9	0	3.3	2.8	2.7	71.6
49	14.1	17.1	26.3	30.1				18.0	10.9	11.7	11.8	11.1	4.9	5.2	3.3	52.6
50 ²⁾		22.2	26.2	37.6	56.1	48.6	34.3		13.1	12.6	15.6		2.6	2.0	2.3	89.1

1) 2 L : 球径9.0cm以上、 L : 球径7.0～9.0cm、 M : 球径5.8～7.0cm、 S : 球径4.6～5.8cm

2) 2 L球はL球に合算

3) 48、49年は球の大きさ別に調査しなかった

休眠の深さや球成熟と関与する⁹⁾ので、球の大小による萌芽の差異は、球成熟の状況によって生じた質的な差異によるものであろう。

発根球については50年度のみの調査であり、かつ発根しても萌芽したものは発根球としなかったもので、球大との関係は明確ではない。しかし萌芽球とは逆に、大球ほどこの区分の純発根球率が高い傾向がみられ、今後検討すべき点と考えられる。

腐敗球と球大の関係については、腐敗原因に年次・産地の差があるので明確ではないが、尻ぐされ率(他の部位腐敗との合併症も含む)の高かった48・50年度はS球の発生が多い傾向がみられた。なお尻ぐされは予乾中に多発するので、貯蔵庫内(I~III)の腐敗は軟腐病、白斑葉枯れ病による腐敗割合が高まる。これら空気伝染性病害の多かった49年度の庫内腐敗は2L球で多かった。このような病害の種類による球大との関係の違いは、球肥大を促進または抑制する土壌・施肥条件と罹病条件の密接な関連を推測させる。すなわち、乾腐病多発につながる土壌塩類濃度の高い条件は、生育抑制・小球割合の増大をもたらし¹⁴⁾、また茎葉繁茂やかん水による湿度上昇は空気伝染性病害の茎葉罹病増大に働く可能性がある。

3. 貯蔵中の腐敗と本畑の腐敗発生率

貯蔵中の腐敗の大半は予乾中にみられたので、本畑収穫時の腐敗球数と予乾中の腐敗球率の関係の1例を図1に示した。

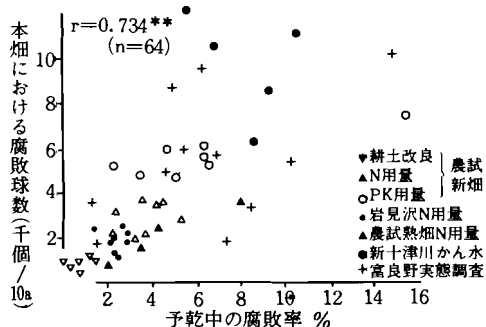


図1 予乾中の腐敗発生率と本畑の腐敗発生率 (昭和48年)

試験地により病害の種類や程度に違いがあり、収穫時点での発病程度や見逃しの難易が関与するので、個々の試験では負の関係もみられる場合もあるが、全体的にみれば正の相関がみられた。なお、本畑の欠株の原因は虫害による面も考えら

れるが、乾腐病による欠株が主体であるので、本畑の腐敗球と欠株の含量は貯蔵中の腐敗球率と正の相関がみられた。各年次におけるこれらの関係は表5に示したが、本畑における罹病・腐敗の低下が貯蔵中の腐敗率を低下させ、貯蔵性を高めることにつながるものといえる。

表5 本畑の腐敗・欠株と貯蔵中腐敗との相関

対 比		48年度 (n=64)	49年度 (n=49)	50年度 (n=40)
本畑の腐敗	貯蔵中腐敗			
腐敗球	予乾中腐敗	0.734**	0.647**	0.683**
腐敗球	全期間腐敗	0.792**	0.596**	0.372**
腐敗球・欠株	予乾中腐敗	0.729**	0.653**	0.561**
腐敗球・欠株	全期間腐敗	0.772**	0.761**	0.398**

4. 本畑の栽培管理条件と貯蔵性

(1) 土壌水分条件と貯蔵性

活着時から倒伏期に至るまでの土壌水分処理(昭和48年)と貯蔵性の関係は、表6のとおりである。

この試験では貯蔵中の腐敗率が低く、処理による差は明らかでないが、収量増加が大であった球肥大始めまでの多水分条件^{13,14)}は、風乾減量率、萌芽球率を減少させた。しかし球肥大始め～倒伏期の多水分条件では、萌芽球率がやや低下傾向にあるがブロック間の変動があって明確ではなく、収量増加も小さい。

現地かん水試験(昭和48~49年)における茎葉伸長期～球肥大始めのかん水処理は、収量を増加させるばかりでなく、表7に示すように風乾減量率、萌芽球率が低く腐敗球率もやや低く、貯蔵性が向上した。しかし予乾終了後の庫内腐敗はむしろかん水区で多く、庫内腐敗は軟腐敗・白斑葉枯れ病などの茎葉罹病による病害が多いことから考えれば、空気伝染性のこれら病害に対するかん水の悪影響がうかがわれる。

表6 活着後～倒伏までの土壌水分条件と貯蔵性(昭和48年度)

貯 蔵 性	球肥大始めまでの土壌水分			球肥大始め以降の土壌水分		
	多	中	少	多	中	少
風乾減量率(%)	8.9	9.3	12.4	10.0	9.6	11.0
萌芽球率(%)	22.2	28.8	32.7	24.2	26.4	33.1
腐敗球率(%)	1.9	2.7	1.1	1.6	2.3	1.7

多: pF 2.0目標, 中: pF 2.3目標, 少: pF 2.6目標。

表7 現地におけるかん水処理と貯蔵性

項 目	48 年		49 年	
	無かん水	かん水	無かん水	かん水
風乾減量率(%)	14.7	10.6	13.2	10.0
萌芽球率(%)	45.9	27.7	24.7	19.3
全腐敗球率(%)	13.2	11.6	18.9	16.9
うち庫内腐敗率(%)	1.9	4.1	6.8	7.6
かん水期間	48年：5月下旬～7月上旬		5回計15mm	
	49年 “ “		6回計8.6mm	

なお、表示を省略したが、倒伏期以降の水分処理(昭和49)は生育収量にほとんど影響を与えず、風乾減量率、腐敗球率にも処理間の差がみられなかったが、萌芽球率については生育前半の水分影響とは逆に少水分条件(pF 2.6)でやや少ない傾向がみられた。

以上の結果から、生育初期から球肥大始めまでの多水分条件(pF 2.0)は、収量増大のみならず貯蔵性を向上させ、生育収量面で利点の少ない球肥大盛期以降の多水分条件は、収量のみならず貯蔵性の面でも有利性は少ないことが明らかとなった。水分処理による収量増大の要因は、乾腐病減少による規格内球数増とおう盛な生育による大玉比率の増大¹⁴⁾であったが、本畑における腐敗・欠株の減少は貯蔵中の腐敗率低下に結びつき、大玉比率増大は萌芽球率低下と呼吸による風乾減量率低下につながる。したがって、生育に好適な条件は貯蔵性そのものを高めるといえる。

なお、前記の水分処理は多水分条件といえどもpF 2.0を目標としており、過湿条件が貯蔵性に及ぼす影響についてはまた別個の問題である。タマネギは生育初期に湿害に強いが、球肥大期以降湿害抵抗性が低下する²⁾。本道においても地形、土壌によっては多雨のため一時的に過湿条件になることも少なくない。たまたま、昭和50年8月23日の豪雨により局所的に滞水した農家は場について、滞水の程度と貯蔵性の関係を調査した。当年は7月上下旬にも多雨のため低地に軽度の滞水があり、低地部は生育収量が劣ったが、規格内球の貯蔵中腐敗率は強度の滞水部ほど大であった。参考までにこの調査結果を表8に示した。

(2)貯蔵性に及ぼす窒素施肥影響

窒素用量試験(昭和48～49年)の収穫タマネギ

表8 球肥大期以降の過湿・滞水¹⁾と貯蔵性(昭和50年)

項 目	滞 水 日 数 ²⁾		
	0 日	1.5日	2 日
貯蔵中腐敗球率(%)	10.15	31.52	41.34
本畑の収量性(10a当り)			
規格内重量(kg)	6,929	4,913	2,437
“ 球数	28,292	24,510	16,666
腐敗球数	1,401	4,180	8,400
欠株数	0	420	840
屑球数	320	0	4,106

1) 地形により、凹所は7月9～10日、7月25～26日に一時滞水し過湿化、8月23日台風のため滞水

2) 8月23日～8月25日の滞水日数

の貯蔵性は、図2に示すように窒素多肥によって風乾減量率、萌芽球率の増大が明らかであった。しかし腐敗球率と窒素用量の関係は明らかでない。

窒素多肥は、欠株・腐敗球増加による規格内球数の減少と大玉比率の低下によって減収する¹⁵⁾が、窒素用量増大に伴う萌芽球率増加は、単に球構成比によるばかりでなく、球充実度あるいは球内成分による面も考えられる。

昭和49年農試熟畑窒素用量試験について、窒素用量別・球大別に貯蔵試験を行なった結果を図3

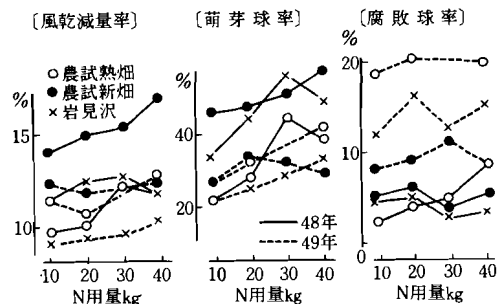


図2 N用量と貯蔵性

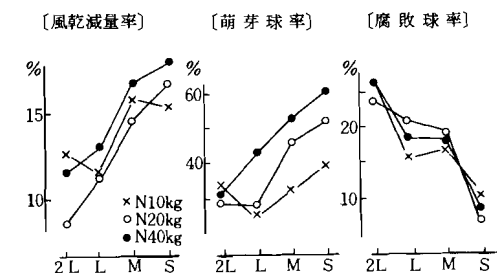


図3 球の大きさと貯蔵性(昭和49年農試熟畑)

に示した。

萌芽は小球ほど多いが、2 L球を除いて同じ球大でも窒素多肥区ほど明らかに萌芽が多く、しかも図示しなかったが多肥区ほど、また小球ほど萌芽が速やかであった。風乾減量率も萌芽球率に対応して小球ほど高い傾向がみられたが、腐敗球率には窒素多肥の影響は明らかでない。

以上の結果から、窒素多肥は小球割合増加による風乾減量率・萌芽球率の増大のみならず、体内成分にも影響を及ぼして萌芽発生を促進することが推定された。なお、腐敗については窒素多肥との直接的関連は認められなかったが、本畑の腐敗発生は窒素多肥条件で増大し^{14,15)}、とくに生育初期の土壤乾燥する場合にはこれが乾腐病多発要因となり⁹⁾、3項で既述したように全体的傾向としては本畑腐敗球数と貯蔵中の腐敗率は正の相関がみら

れるので、窒素施肥量の適正化は収量のみならず貯蔵性向上の面からも重要である。

(3) 磷酸・加里用量と貯蔵性

昭和48～49年に実施した磷酸用量(0～120 kg/10 a)および加里用量(0～40 kg/10 a)各試験の収穫物の貯蔵性については、処理間の差が明らかでなく説明のみにとどめる。しかし、多量の過石・硫加施用により生育初期の土壤電気伝導度が高まり、本畑の乾腐病発生が多くなる⁹⁾ので、窒素ほど強い影響ではないにしても、これらの過剰施用は貯蔵性低下の要因となりうると考えられる。

5. 貯蔵中の球内成分の変動と貯蔵性

昭和49年の農試熟畑における窒素用量試験収穫物について、球の大きさ別に予乾終了後庫内貯蔵の前後の球内成分を調査し、これを表9にとりまとめた。

表9 庫内貯蔵前後の球内成分(mg/g) 昭和49年農試熟畑

区 別	1)	全 糖		非 還 元 糖		非還元糖/全糖		アミノ酸		全 窒 素		水溶性窒素	
		I 2)	III 2)	I	III	I	III	I	III	I	III	I	III
球大別	2 L	72.15	51.2	28.20	15.88	0.39	0.31	6.60	2.30	1.59	1.74	1.18	1.20
	L	74.38	50.40	30.14	14.82	0.41	0.29	6.97	2.47	1.67	1.85	1.34	1.34
	M	75.16	53.82	31.01	14.68	0.41	0.27	7.10	2.27	1.68	1.85	1.32	1.36
	S	74.50	55.04	29.43	12.96	0.40	0.24	6.83	2.11	1.68	1.70	1.26	1.23
窒素用量別	10	77.01	55.06	32.24	16.78	0.42	0.31	5.26	1.78	1.40	1.48	1.01	1.03
	20	72.83	51.58	28.60	15.40	0.39	0.30	7.13	2.21	1.64	1.76	1.27	1.27
	40	72.00	49.87	28.51	13.20	0.40	0.21	8.35	3.07	1.90	2.17	1.56	1.56

1) 球大別(4)×窒素用量別(3)=12区の要因別平均値

ただし、窒素用量別平均値はS球を除いた値

2) I:予乾終了、入庫時 III:萌芽率30～40%時点(出庫前後)の健全球

表10 予乾終了時の球内成分と貯蔵性の関係

要 因	萌 芽 球 率	腐 敗 球 率
全 糖	0.109	-0.411
還 元 糖	-0.305	-0.388
非 還 元 糖	0.130	-0.263
全 窒 素	0.209	-0.096
水 溶 性 窒 素	0.531	0.039
ア ミ ノ 酸	0.615*	0.014
全 糖/全窒素	-0.501	-0.149
乾 物 率	0.272	-0.467
ジ ュ ー ス pH	0.224	-0.238
ジュースブリックス	-0.071	0.048
荷 重 減 量	0.881**	-0.676**

貯蔵に伴い糖類やアミノ酸の減少が顕著にみられ、その低下率は非還元糖では50%以上、アミノ酸含量では65%前後に達した。非還元糖の低下が大きいので、全糖中の非還元糖割合は低下するが、球大別にみると小球ほどその低下が大であった。また球構成比からみてS球は無視しうるので、これを除外して窒素用量別にとりまとめてみると、窒素多肥ほど全糖中非還元糖割合が低下し、また窒素化合物が多く糖類含量が低い、貯蔵後の全窒素含量が増加するので貯蔵前よりも貯蔵後にその差が大であった。

なお、これら球内成分の他に磨砕物ジュースpH、ブリックス計示度、機械的荷重減量を調査した。これらのデータは省略するが貯蔵前の球特性と貯蔵性の関係を検討し表10にとりまとめた。

萌芽球率とアミノ酸含量には正の相関がみられ、還元糖とは有意でないが負の関係がみられた。しかし玉じまりの一つの表現法と考えられる荷重減量とは高い正相関があった。

一方、腐敗率との関係は、乾物率・糖類と有意ではないが負の関係があり、荷重減量とは高い負相関がみられた。この場合の腐敗は軟腐病、白斑葉枯れ病が主体で、かつ大球ほど腐敗発生率が高かったが、球内成分と貯蔵性の関連については病害の種類や罹病条件との関係を今後検討する必要がある。

なお、球内成分やジュース特性あるいは荷重減量などの球特性間の相関を表11にとりまとめた。

これによれば、窒素化合物と糖類含量の間には負の相関がみられ、また荷重減量は糖と負、窒素化合物とは正の関係がみられた。しかし従来から糖類簡易検定に用いられてきたブリックス計示度と球内成分の相関はみられなかった。むしろジュースpHの球内成分との相関が高く、荷重減量とともに球内成分の簡易な指標となる可能性があり、今後の検討課題である。

論 議

代表的な貯蔵野菜であるタマネギについては、貯蔵性に及ぼす諸要因について多くの研究があり、とくに貯蔵期間が高温多湿期にあたる秋播きタマネギは貯蔵性が低いので、土壌条件、施肥条件などの関連も多くの報告がある。しかし貯蔵性低下の要因が産地で異なるためであろうが、施肥影響については必ずしも一致した結果が得られていな

い。

本道産春播きタマネギについては、主として球の大小・球形・玉じまりなどの球形質と貯蔵性の関連が検討され、萌芽性が貯蔵性低下の最大要因であることが明らかにされた。また、施肥との関連については、燐酸による土壌改良と腐敗率は関係がない⁴⁾ことが報ぜられているにすぎなかった。

しかし、近年の道内タマネギ栽培技術の変貌は著しいものがあり、収量は増大したが多肥傾向が著しく、また病害が多発し貯蔵中の腐敗も大きな問題となってきた。よって、タマネギの収量、品質に及ぼす土壌水分条件、施肥の影響を検討した一連の研究の中で、これらの収穫物を実際に貯蔵し、貯蔵性低下の要因とそれに関与する栽培環境条件の影響を検討した。

貯蔵性低下は主として風乾減量や萌芽・発根・腐敗球発生によるが、予乾中は腐敗がその最大要因であり、庫内貯蔵の後半は萌芽・発根が主体となる。しかし産地・年次によっては腐敗が貯蔵後半でもかなり発生する。

腐敗の原因は多様であるがいずれにせよ本畑における罹病株の持込みによるので、全体的にみれば本畑の病害発生時の著しい場合に貯蔵中の腐敗が多発した。貯蔵中の腐敗は大半が予乾中にみられたが、予乾中の腐敗のほとんどは乾腐病による尻ぐされ球であり、庫内腐敗は横ぐされ、頭ぐされが多い。したがって貯蔵中の全腐敗数に占める予乾中の腐敗発生率は、尻ぐされ発生率の大きい程大で、各年次とも高い相関[48年 $r=0.611^{**}$ ($n=26$), 49年 0.736^{**} ($n=31$), 50年 0.926^{**} ($n=$

表11 球内成分・球特性間の相関表

項 目	荷重減量	乾 物 率	ブリックス計示度	ジュース pH	全 糖	還 元 糖	非還元糖	アミノ酸	全 窒 素
乾 物 率	0.206								
ブリックス計示度	-0.379	0.375							
ジュース pH	-0.357	0.065	0.338						
全 糖	-0.099	0.264	0.264	0.752 ^{**}					
還 元 糖	-0.770 ^{**}	0.397	0.000	0.589 ^{**}	0.475				
非 還 元 糖	-0.061	-0.032	0.297	0.629 [*]	0.819 ^{**}	0.152			
ア ミ ノ 酸	0.508	0.125	0.197	-0.558	-0.401	-0.743 ^{**}	-0.164		
全 窒 素	0.593 [*]	0.106	0.158	-0.522	-0.390	-0.697 [*]	-0.295	0.974 ^{**}	
水 溶 性 窒 素	0.380	0.151	0.361	-0.452	-0.373	-0.750 ^{**}	-0.088	0.955 ^{**}	0.941 ^{**}

13)]がある。したがって、尻ぐされが腐敗の主因である場合は、予乾中の選別を厳重に行なうことによって入庫腐敗を抑えることが可能である。しかし本質的には、本畑での罹病を極力抑えることが重要である。

貯蔵中の腐敗と施肥の関係について、吉村¹⁷⁾は腐敗の部位別に球内成分や栄養条件との関連を調査し、窒素・燐酸の多量施肥や遅い加里追肥は腐敗を多くするとしたが、本研究では施肥と貯蔵中の腐敗率には直接的な関係が得られず、腐敗は三要素施肥量に影響されないとした勝又ら⁸⁾や、窒素・加里施肥量の関係を否定した KUNKEL¹⁰⁾、三要素吸収量に関する南川¹¹⁾、燐酸に関する伊藤⁴⁾などの報告と同様の結果であった。

しかし本畑の腐敗発生率は、窒素多肥などの土壌電気伝導度を高める施肥条件や土壌管理条件で大となる³⁾ので、多肥とくに窒素多肥は本畑の腐敗増大に伴い間接的に貯蔵中の腐敗率増大に働く可能性が大であり、適正施肥による本畑罹病の回避が重要と考えられる。

土壌水分と貯蔵中の腐敗については、地下水位の高い場合に腐敗が多く⁷⁾、保水性の高い土壌のタマネギも腐敗が多い⁹⁾ことが報告されている。本研究でも湿害を受けたタマネギの貯蔵中の腐敗率は高かったが、pF2.0程度の多水分条件では腐敗増加はみられず、むしろ球肥大始めごろまでの多水分条件は、本畑の乾腐病の発生を抑えるので貯蔵中の腐敗が少ない傾向も得られた。しかしこの場合でも軟腐病や白斑葉枯れ病による庫内腐敗は多い傾向があり、罹病条件に関連する畦内湿度増大をもたらしかん水には問題点があると考えられる。

次に萌芽・発根球発生については、庫内温度・湿度条件の影響が大であり¹²⁾冷却システムを有しない本研究に使用した貯蔵庫では、貯蔵期間の気象条件による影響が大で、暖冬には萌芽が多発し、結露により庫内湿度の高い厳冬には発根球が多い。萌芽・発根球の抑制は庫内条件の改善により容易に可能であろうが、萌芽に関しては小球ほど早くかつ多発することが明らかとなった。球大と萌芽の関連は明らかでない¹⁾とする報告もあるが、本研究は3か年各4～10産地、延41,275球に及ぶ結果であり千葉¹⁶⁾も同様な結果を得ている。しかし発根球と球大の関連については明らかにしえなかった。

萌芽に関しては、球大のみならず球内窒素成分との関連も認められ、窒素多肥のものは窒素化合物含量が高く糖含量が低いが、このようなタマネギは同一球大でも萌芽が早くかつ多発する。球内全糖含量と萌芽の早晚については川崎⁹⁾勝又ら⁸⁾もこれを指摘してみおり、加藤⁶⁾はこれを高い糖分濃度における生長抑制物質が関与する呼吸阻害の程度によるとした。

窒素用量別・球大別の貯蔵前の球内成分と萌芽性に関しては、試料数も少ないので統計的な有意性はアミノ酸含量との正の相関以外にはみられなかったが、水溶性全窒素と正、全糖/全窒素と負の関係があり、さらに萌芽の早い小球や窒素多肥のものは貯蔵後における非還元糖や全糖中に占める非還元糖割合の低下が大で、球成熟(糖蓄積)の関連がうかがわれる。

なお、茎葉伸長期から球肥大始めにかけての多水分条件(pF2.0)は、萌芽を遅らせ貯蔵性を増した。このような多水分条件は生育をおう盛にし大球割合が高まり増収となるので、この貯蔵性向上は球大による面も考えられるが、同時に窒素過剰吸収抑制¹⁴⁾または充分な球成熟による糖蓄積効果が予測される。したがって、水分条件に限らず施肥条件についても、タマネギの生育収量に好適な栽培条件は萌芽ひいては重量減少を低減せしめ貯蔵性を増大させるものといえよう。加藤⁷⁾は貯蔵性の内的・外的関係模式図を示し、糖類濃度低下に及ぼす諸要因(品種、栽培法、施肥、土壌水分、気象、茎葉損傷)と貯蔵性低下を結びつけたが、萌芽に関してはこの考え方と一致する点が多い。

なお、球内成分と腐敗球率についても、川崎⁹⁾は糖度、風乾歩合と強い負相関があると報告し、加藤⁷⁾も糖濃度の低下が腐敗誘発の一因で、糖は耐病性成分として知られている硫化アリルやフェノール物質とも関連するとし、前記の萌芽と同様な貯蔵性の内的・外的関係を模式化した。本研究では球内成分と腐敗球率について有意な相関がみられなかったが、全糖、還元糖や乾物率と負の関係がうかがわれ、萌芽に対する考えと同様に腐敗に対しても、生育収量に好適な栽培環境が貯蔵性向上に重要であると考えられる。

文 献

- 1) 花岡 保, 伊藤和夫, "玉葱の貯蔵に関する研究(第

- 1 報) 球の特性と貯蔵中の萌芽との関係”園学雑. 26, 129-136 (1957).
- 2) 東 駿次, 籠橋 悟, 小島昌弘, 松村安治, 川西英之. “水田における栽培環境とそさい類の生育に関する研究.” 東海近畿農試研報. 4, 1-22 (1967).
- 3) 北海道立中央農業試験場編. “春播タマネギの栽培環境改善による品質向上に関する試験成績書 (総合助成).” 1976.
- 4) 伊藤正輔. “リンサン施与による玉葱畑の熟畑化に関する試験成績.” 北海道庁農業改良課. 1966.
- 5) 岩渕晴郎, 多賀辰義, 相馬 暁. “春まきタマネギの栽培環境改善に関する研究, 第2報, 生育初期の濃度障害と乾腐病発生の関係” 講演要旨集 22. 日本土肥学会北海道支部編. 1975. P. 7
- 6) 加藤 徹. “タマネギの球の形成肥大および休眠に関する生理学的研究.” 高知大学紀要. 14, 1-81 (1964).
- 7) _____. “タマネギ—貯蔵の生理.” 農業技術大系, 野菜編 8, 農山漁村文化協会, 1973, 基, P. 69-74.
- 8) 勝又広太郎, 松尾良満, 桜井雅三. “タマネギの収量と貯蔵性に及ぼす窒素, リン酸ならびに加里の施肥に関する研究.” 愛知県農試研報 B 4, 14-28 (1972).
- 9) 川崎重治. “タマネギの貯蔵性向上と栽培上の諸条件” 農及園. 46, 775-778, 901-904 (1971).
- 10) Kunkel, R. “The effect of various levels of nitrogen and potash on the yield and keeping quality of onion.” Proc. Am.Soc. Hortic. Sci. 50, 361-367 (1947).
- 11) 南川勝治, 川崎重治, 齊藤久男. “蔬菜の生育過程と三要素吸収量 (第1報) 玉葱について.” 九州農業研究. 19, 21-24 (1957).
- 12) 緒方邦安. “温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, 93-94 (1956).
- 13) 相馬 暁, 平井義孝, 岩渕晴郎. “春播タマネギの生育・収量・貯蔵性に及ぼす土壌水分の影響.” 北農. 41 (8), 1-12 (1974).
- 14) _____, 岩渕晴郎, 平井義孝, 多賀辰義. “施肥並びに土壌水分条件が春播タマネギの生育・収量・貯蔵性に及ぼす影響, I. 土壌水分及び窒素用量が生育・収量に及ぼす影響.” 道農試集報. 35, 45-52 (1976).
- 15) 多賀辰義, 岩渕晴郎, 平井義孝, 相馬 暁. “_____ II. 現地施肥実態と窒素施肥法改善法.” 道農試集報. 36, 42-52 (1977).
- 16) 千葉展久, 三木英一. “移植タマネギの球の大小と貯蔵性について.” 北海道園芸研究談話会報. 9, 14-15 (1975).
- 17) 吉村修一. “タマネギ貯蔵中の腐敗におよぼす影響.” 大阪府農技セ研報. 2, 17-30 (1965).

Effect of Fertilization and Soil Moisture on the Growth, Yield and Keeping Quality of Onion in Summer Crop

III. Factor of quality deterioration in storage and effect of the field condition of onion growth on such deterioration.

Haruo IWABUCHI, Yoshitaka HIRAI, Tatsuyoshi TAGA
and Satoru SOUMA

Summary

Quality deterioration of onions during storage was due to rotting, weight loss, later sprouting and rooting in the store house. Sprouting and rooting were affected by the temperature and moisture in the store house; sprouting especially deteriorated the quality; smaller bulbs sprouted earlier and more in numbers than larger ones.

The causes of bulb rot were due to some pathogeny, but a large number of rot bulbs suffered from fusarium basal rot that occurred at the first outdoor storage; smaller bulbs rotted worse than larger ones. The rate of rot during storage increased with relation to the amount of decay at the harvest time, but the direct effect of the amount of fertilizer applied did not appear on the rate of rot.

However, in the desirable growth condition of the field, smaller bulbs were low in the yield. Consequently, their sprouting and weight loss were hardly observed in the store house. And in these growth conditions, a small number of fusarium basal rot bulbs were harvested and a relatively small degree of rotting was found during storage.

Sprouting was affected not only by the size, but also by the component of an onion bulb; therefore, a heavy nitrogen application helped sprouting easily.