HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	タマネギ貯蔵に関する基礎研究
Author(s)	伊藤, 和彦
Citation	北海道大学農学部邦文紀要, 14(3), 258-263
Issue Date	1985-03-18
Doc URL	http://hdl.handle.net/2115/12023
Type	bulletin (article)
File Information	14(3)_p258-263.pdf

Instructions for use

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

タマネギ貯蔵に関する基礎研究

伊藤和彦
(北海道大学農学部農畜産加工機械学教室)
(昭和59年9月26日受理)

Studies on Onion Storage

Kazuhiko ITOH
(Laboratory of Agricultural Process Engineering, Faculty of Agriculture, Hokkaido University, Sapporo, Japan)

I. 緒　言

北海道は国内最大のタマネギ生産地であり，生産量の大部分を道外へ移出している。北海道産タマネギは収穫時から翌年の3月末まで約6箇月にわたって出荷される。したがって生産地には大型貯蔵庫が設置されており，長期間の貯蔵が行われている。

タマネギは貯蔵中に萌芽，発根，腐敗などによって品質が低下する可能性があり[2]，さらに寒冷地における冬期間の長期貯蔵中に凍結による品質低下の可能性もあり，これを防止する方策を確立させる必要がある。

筆者はこれまでに札幌市および岩見沢市に設置されている大型タマネギ貯蔵庫において冬期間の庫内環境とタマネギの品質について調査を行った[1]。その結果，厳寒期にはタマネギの品温が一時的であるが −3〜−4°C 程度まで低下し，凍結状態になることを知った。しかしその後，庫内温度を上げてタマネギの品温を徐々に上昇させることによって品質低下がまったく認められない良品質なタマネギとして出荷することができた事例があることを知った。これらの事例を参考にしつつタマネギの貯蔵中における貯蔵温度の下限値およびその継続時間の限界値，さらに適切な昇温条件(解凍条件)を知ることが寒冷地における冬期間のタマネギ貯蔵を安全に実施する上で不可欠の要素と考えて，基礎研究に着手した。

II. 実験方法

タマネギの凍結温度を測定するとともに各低温条件下にて試料を保持し，その後昇温し，貯蔵温度の下限値およびその継続時間の限界値を求める実験(実験 I)および適切な昇温条件を見い出す実験(実験 II)を行った。

(実験 I)

供試材料は1977年産「札幌黄」を用いた。産地は札幌市である。試料を恒温器(田葉井製作所製：TL-42, 内容量380 ℓ)において，−1, −3, −5, −10°C の温度条件下で24〜120時間保持した後，冷蔵庫(内容量5.8 m³)内で昇温(解凍)した。冷蔵庫は自然対流式で温度は5±0.6°C の範囲を推移した。なお解凍時間は一律48時間とした。

測定項目と測定方法は恒温器内温度，および試料温度は銅・コンスタンタン熱電対温度計を用いて測定した。試料重量は感度1 mg の電子天秤を用い，硬度はユニバーサル型果実硬度計(最大荷重5 kgf，感度20 gf)を用いて測定した。外観は試料表面および試料横断面を肉眼ならびに写真で判定し，5段階評価(非常に良好，良好，普通，不良，非常に不良)し，それぞれ5〜1の評点をつけ，4箇の試料の平均値で表示した。

(実験 II)

供試材料は(実験 I)に用いたものと同一である。

Table 1. Experimental conditions (Part II)

Freezing condition		Thawing condition		
Temperature (°C)	Time (hr)	Time (hr) 24	48	96
−3	48	—	—	○
	72	○	○	—
	96	○	○	○
−5	24	○	○	○
	48	—	○	○

Table 1 に実験条件を示す。凍結および解凍も（実験 I）で用いたと同一の恒温器を使用した。解凍はプログラム設定器を用いて，24～96 時間で器内温度をそれぞれの凍結温度（凍結実験に採用した器内温度を意味する）から 5°C まで昇温して行った。測定項目，測定方法および供試材料の箇数は（実験 I）と同様である。

III. 実験結果と考察

（実験 I）

1. 供試材料の初期条件

Table 2 に供試材料の初期条件を示す。供試したタマネギの規格は M 規格に相当し，形状はほぼ球状である。硬度が高く，首部の締りが良く高品質な試料であった。

2. 凍結温度

Fig. 1 に凍結条件 −10°C，24 時間の実験区における試料の凍結曲線を示す。器内温度は設定温度 −10°C に対して −10±0.6°C の範囲内を推移した。器内の風速は 0.7～0.9 m/sec を示した。本図の A が凍結開始点，B が凍結終了点である。本条件では凍結開始温度が −0.5°C，凍結終了温度が −0.8°C であった。−3～−10°C の実験区において 40 箇の試料についてそれぞれ凍結温度を測定した結果，温度条件および試料の重量に関係なく凍結開始温度は −0.4～−0.8°C，凍結終了温度は −0.7～−1.0°C を示した。

3. 凍結・解凍特性

Fig. 2 に凍結条件 −5°C，48 時間，解凍時間 48 時間の実験区における試料中心温度の変化を示す。解凍を行った冷蔵庫の庫内温度は 5±0.6°C を，また相対湿度は 40±3% をそれぞれ示した。本図より凍結終了温度と解凍開始温度が，また凍結開始温度と解凍終了温度がそれぞれ等しいことを知った。凍結に要した時間は 10 時間であり，一方解凍に要した時間は 12 時間であった。こ

Table 2. Initial conditions of Onion Bulb

	Moisture Cont. (% w.b)	Bulb Weight (gf)	Specific Weight (gf/cm³)	Hardness Top (kgf)	Hardness Center (kgf)	Hardness Bottom (kgf)	Three Diameter Verti. (mm)	Three Diameter Horiz. (mm)	Three Diameter High. (mm)
Average	90.4	222.8	0.97	2.63	3.38	2.99	74.1	74.2	75.7
S.D	0.69	36.2	0.02	0.28	0.20	0.23	4.1	4.4	6.9
Sample Number	10	20	20		40			20	

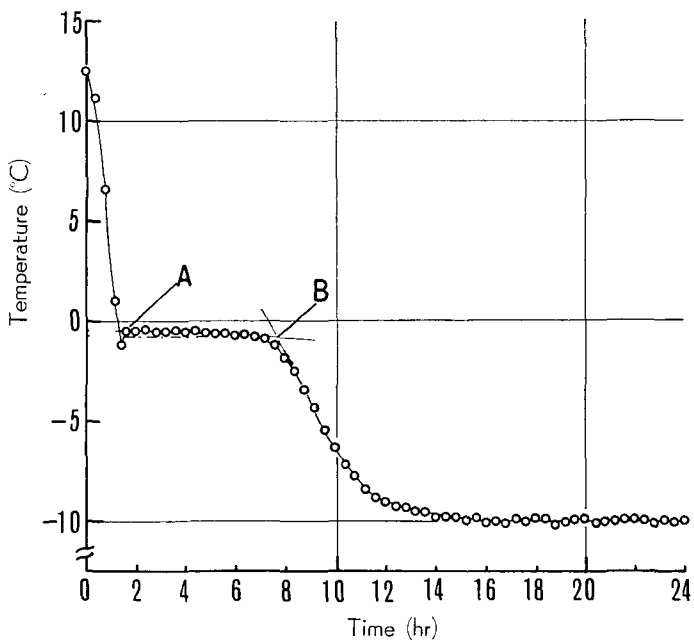

Fig. 1. Freezing curve.

のように凍結所要時間と解凍所要時間に差が生じた理由は凍結が風速 0.7～0.9 m/sec の条件下で行ったのに対して，解凍は自然対流式冷蔵庫内で行ったことによって試料と空気との熱伝達率に差異が生じたためと考えられる。実際の大型タマネギ貯蔵庫内の場合はタマネギの庫内充填率が大きく[1]，庫内の空気の移動は非常に緩慢なものである。したがって解凍が終了するまでの所要時間は本実験で求めた値を大きく上回るものと考えられる。

4. 凍結・解析による品質変化

1) 重量変化

Fig. 3 に凍結・解凍後の試料重量の平均減少率と凍結条件との関係を示す。本図から凍結温度（凍結時の器内温度：以下同様）が低く，凍結時間（凍結保持時間：以下同様）が長いほど重量減少率が増加することを知った。特に凍結温度が −5°C 以下になると重量減少率が急増するが，凍結温度が −3，−1°C の場合は凍結時間が 120 時間（5 日間）以内であれば重量減少率は 0.4% 以下と低い値を示した。

2) 硬度変化

Fig. 4 に凍結条件と解凍後の硬度低下量との関係を凍結時間別に示す。図中の数字は凍結時間を示す。硬度は試料中央部（赤道面）の値である。図より硬度低下量は凍結温度が低く凍結時間が長くなるにともなって増加することが知られる。特に凍結温度の低下にともなって硬度が指数函数的に低下することを知った

3) 外観変化

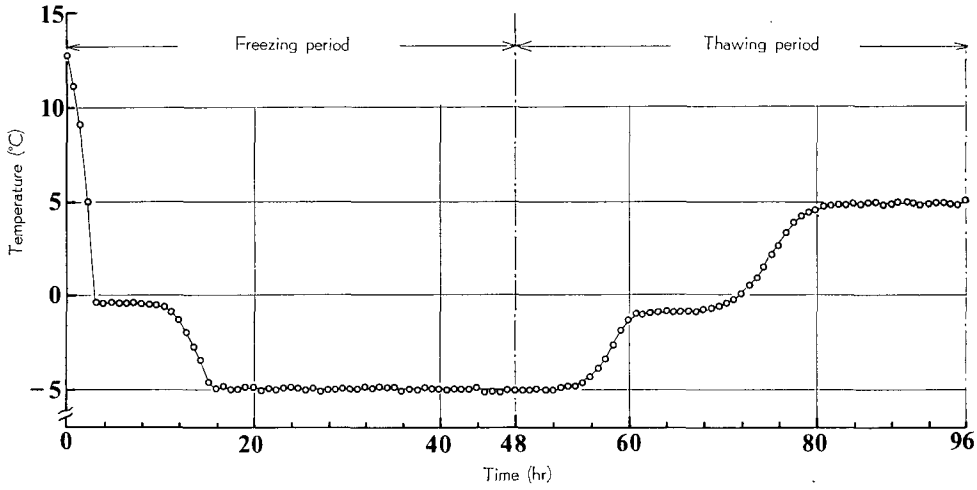

Fig. 2. Freezing and Thawing curve.

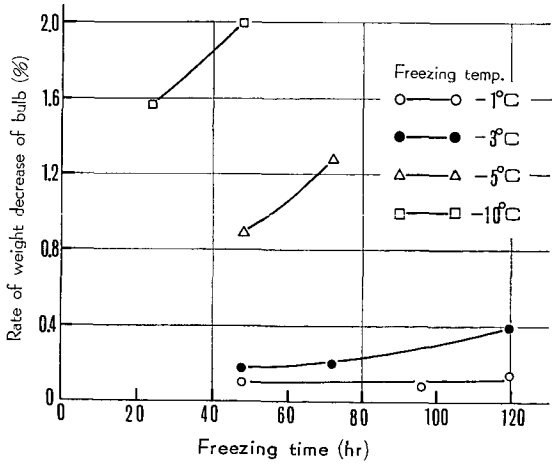

Fig. 3. Effect of freezing and thawing conditions on weight decrease of onion bulb.

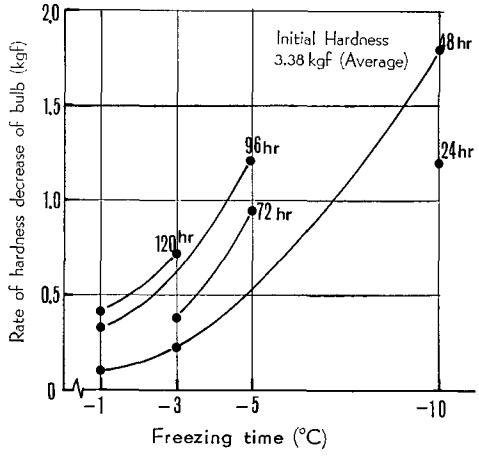

Fig. 4. Effect of freezing and thawing conditions on hardness decrease of onion bulb.

Fig. 5 に凍結条件と解凍後の外観との関係を示す。外観評価値は値が大きいほど良品質であることを意味し，外観評価値3は普通の状態すなわち商品価値が存在していることを意味している。外観は凍結温度が低く，凍結時間が長くなるほど低下してくる。外観低下の原因としては，凍結・解凍によるタマネギの細胞組織の破壊によるドリップの発生および褐変，脱水によるしなびなどが考えられる。外観の評価値を4以上，すなわち良品質な外観を保持させるには，−5°C の場合は48時間以内，−3°C の場合は60時間以内に空気温度を上昇させて凍結防止を計る必要があろう。しかし本実験で得た限界値は実用の大型タマネギ貯蔵庫に対応させると安全側にあるものと考えられる。すなわち大型貯蔵庫内の空気をバーナーなどの加温機を用いて加温して解凍を行なう場合の庫内相対湿度は少なくとも60% 以上を保っているので[1] 脱水によるしなびなどの外観の劣化の程度は少なくなると考えられる。

Fig. 6 に凍結・解凍後の硬度低下値と外観評価値と

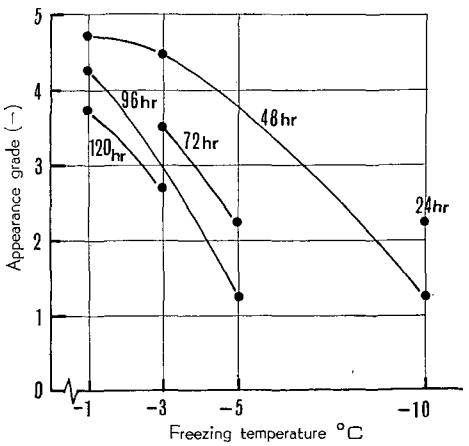

Fig. 5. Effect of freezing and thawing conditions on appearance grade.

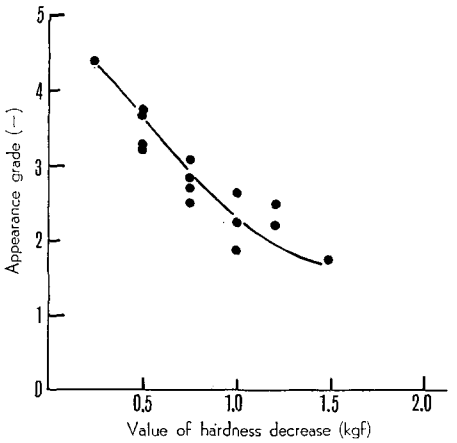

Fig. 6. Relation hardness decrease of bulb and appearance grade.

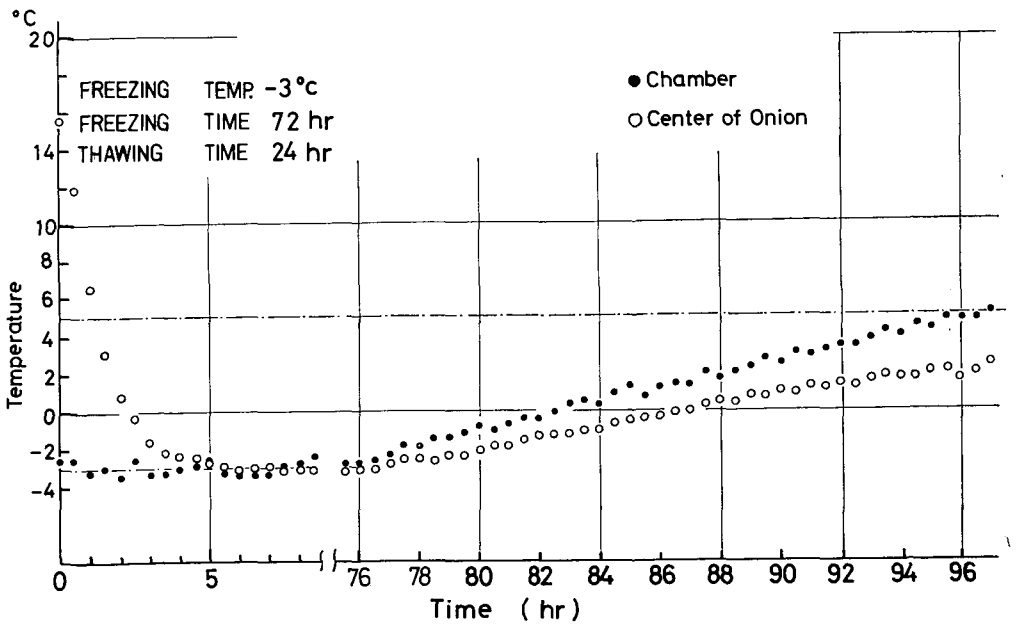

Fig. 7. Freezing and thawing curve.

の関係を示す。図中には各凍結時間の結果を一括して示している。本図より硬度低下値が増加するにともなって外観の評価値が低下することが知られる。したがって評価値を硬度低下値から推測することが可能となる。今回の実験の結果から，評価値4，すなわち良好な外観を保持するには硬度低下値を0.35 kgf 以下，また評価値3，すなわち普通の外観を保持するには硬度低下値を 0.80 kgf 以下に保持することが必要であることを確認した。

(実験 II)

1. 凍結・解凍特性

Fig. 7 に凍結条件 −3°C，72時間，解凍時間24時間の場合の器内温度および試料中心温度の変化を示す。凍結中の器内絶対湿度は 0.0029 kg/kg′，相対湿度は 95〜100% を示し，解凍中の相対湿度は時間の経過とともに低下して解凍終了時に 55% を示した。したがって (実験 I) と比較して解凍中の器内相対湿度は高いことが分る。本実験では解凍時間が比較的短時間であるので解凍終了時の試料温度は 2°C にとどまっていた。

2. 凍結・解凍による品質変化

1) 重量変化

Fig. 8 に凍結・解凍後の試料の重量の平均減少率と解凍時間との関係を凍結温度および凍結時間別に示す。図中の数字は凍結時間を表わしている。(実験 I) における同一条件下で重量減少率を比較すると，その値は 1/3〜1/2 に相当している。このように本実験における重量減少率が少なかった理由として解凍中の空気の相対湿度の差異が上げられよう。一般的には冷凍食品を解凍する場合は，解凍時間を長くした方が良品質な状態で解凍ができるとされているが，本実験のように青果物を比較的湿度の低い条件下で解凍する場合は解凍中に材料からの水分蒸発が生じ品質劣化が起るので極端な緩慢解凍は不適切であると考えられる。

2) 硬度変化

Fig. 9 に凍結・解凍による解凍時間と硬度低下率との関係を凍結温度および凍結時間別に示す。図中の数字は凍結時間を示す。(実験 I) の場合と同様に凍結温度が低く，凍結時間が長いほど硬度低下率が増加することが知られる。さらに解凍時間の延長にともなって硬度がわずかに低下する。−3°C の凍結条件下では，凍結時間および解凍時間にはほとんど影響されず，硬度低下率は10% と低い値を示した。Fig. 10 に硬度低下率と外観評価値との関係を示す。図より硬度低下率が 10% 以上になると外観評価値は急速に低下することを知った。評価値を4以上 (良好もしくは非常に良好) に保つには硬度低下値を 12% 以下，さらに 3 (普通) 以上に保つには 18%以下にそれぞれ保つ必要がある。これらの結果と Fig. 9 の結果を合わせ考察するとタマネギの低温限界値は −3°C，それの継続時間は 96 時間であると考えられる。

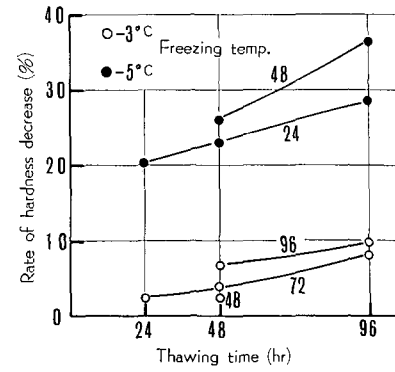

Fig. 9. Effect on freezing and thawing conditions on rate of hardness decrease.

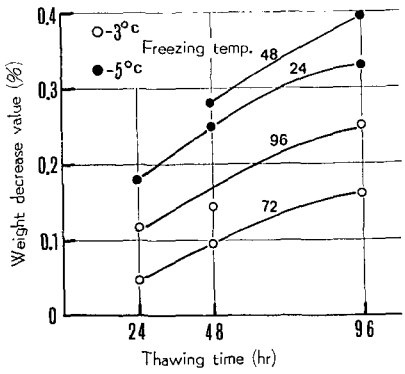

Fig. 8. Effect of freezing and thawing conditions on weight decrease of bulb.

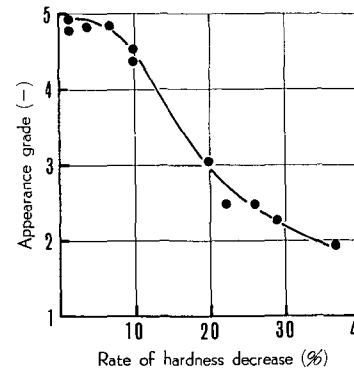

Fig. 10. Relation hardness decrease of bulb and appearance grade.

IV. 摘　　要

寒冷地における冬期間のタマネギ貯蔵の合理化を計る目的でタマネギの低温限界値を求めるために基礎実験を実施した。実験の結果を要約すると以下のとおりである。

1. タマネギの凍結開始温度および凍結終了温度はそれぞれ −0.4〜0.8°C，および −0.7〜−1.0°C であった。

2. 凍結・解凍によるタマネギの品質劣化は重量減少，硬度低下および外観の劣化として生ずる。

3. 硬度低下量もしくは硬度低下率と外観の評価値との間に強い相関関係がある。

4. 凍結温度が低く，凍結時間が長くそして解凍時間が長いほど外観が劣化する。特に解凍時の周囲空気湿度が低い場合はこの傾向が，さらに強まる。

5. タマネギの品質を良好に保つには硬度低下率を12% 以下に保つ必要があり，このための低温限界値は −3°C，96 時間 (4 日間) である。

引 用 文 献

1. 伊藤和彦： 寒冷地におけるタマネギ貯蔵に関する研究，農業施設，**10** (1)：7-15 1980
2. 八鍬利郎： 北海道のタマネギ，農業技術普及協会. 1975

Summary

This investigation was carried out to find the boundary low temperature condition for the safely maintainable of Onion storage under cold weather condition.

The results were summarized as follows.

1. The beginning freezing temperature was −0.4〜−0.8°C and finish freezing temperature −0.7〜−1.0°C.

2. The quality of onion chaged during storage period as weight loss, hardness decrease and deterioration of external appearance.

3. It was recognized that it had a correlation between the hardness decrease and the external appearance valuation.

4. The external appearance valuation decreased with decrease temperature, humidity and increase holding time.

5. It was admired to retain the hardness decrease less than 12% for retain desirable condition of external appearance.

It was recognized that the critical storage condition was −3°C, 96 hr.