

## [短 報]

## タマネギ鱗葉の硬さ測定法と貯蔵性の関係

目黒 孝司\*1 土肥 紘\*2 志賀 義彦\*2

タマネギの硬さ評価法として、鱗葉1枚に対する貫入応力を測定する方法を設定した。この測定値とタマネギ全体の触感による硬さ評価は、有意の正の相関関係にあった。17品種の硬さを3年間測定した結果、品種間差とともに年次間差も認められた。貯蔵前の硬さ測定値が大きい品種は、4か月貯蔵後の健全球の割合が高く、貯蔵性が良好であった。さらに、非破壊条件による硬さ測定法も検討し、貫入応力による硬さとの関連性が認められた。

## 緒 言

北海道のタマネギ生産は、全国一の作付面積(12,300ha, 1994年)と収穫量(533,900t)であり、収穫量の全国に対するシェアはおよそ50%を占める。道産タマネギは貯蔵性の向上や外見品質の良質化、生産性の向上のために品種のF<sub>1</sub>化が進み、それに伴い栽培される品種数も増加した。しかし、それらの品種のもつ特性について、利用者の視点からは必ずしも明らかにされていない。北海道産のタマネギについて、品質評価方法を検討するとともに、その特性を明示することが望まれている。

本報では、タマネギの硬さの測定方法を検討し、品種特性および貯蔵性との関係について示した。

## 試験方法

## 1. 貫入応力による硬さ測定法の検討および貯蔵性の関係

## 1) 供試試料

中央農業試験場圃場で標準栽培された、1993年から1995年の3か年、各17品種のタマネギを供試した。

供試品種は、「そらち黄」、「月輪」、「天心」、「北もみじ」、「北もみじ86」、「スーパー北もみじ」、「オホーツク1号」、「せきほく」、「蘭太郎」、「レオ」、「ひぐま」、「春ひぐま」、「ウルフ」、「カムイ」、「ツキヒカリ」、「ツキサップ」および「月交18号」である。なお、各品種について規格分けを行い、L玉(直径7~9cm)を標準として分析に供した。

## 2) 調査・分析法

機器による硬さの測定(以下、硬さ(TP)と表記)は、テンシプレッサー(タケトモ電機製)を使用した。外側から4枚目の鱗葉を供試、赤道面上のおよそ5~8mm幅のリング葉から、試料(5~8mm×5~8mmの正方形)を作成した。測定は、タマネギ鱗葉の外側の面からプランジャーが貫入するように試料台にセットし、次の条件で実施した。プランジャーは直径2.54mmの円柱状を使用し、バイトスピードは毎分120mm、クリアランスは1mmで、1個体当たり8点(反復)を測定した。また、1品種当たり6個体を、供試試料とした。なお、硬さの測定は、各年11月から12月にかけて実施した。

触感による硬さ測定(以下、硬さ(触感)と表記)は、「北もみじ」を「5」とし、「1」(極軟)から「9」(極硬)の9段階評価で判定を行った。

## 3) 貯蔵試験

設定温度5℃の場内保冷库を使用し、入庫および出庫(調査日)は次の通りであった；

1993年(入庫)	11月10日	(出庫)翌年	4月5日
1994年	11月14日		4月12日
1995年	11月15日		3月27日

出庫時タマネギは、健全球、莖盤突出、発根、萌芽および腐敗に分け、その個数割合で貯蔵性を評価した。

## 2. 貫入応力による硬さ測定法と非破壊測定法との比較

## 1) 供試試料

中央農業試験場1995年産タマネギ20品種について、1996年3月に調査した。各品種3個体を供試した。

## 2) 調査・分析方法

非破壊測定は、タマネギの赤道面上、90度ごとの4か所について、直径11mmの円柱状プランジャーで鱗葉をつぶさない程度に0.5~1.5mm圧縮することによって行った。測定機器としてはテンシプレッサー

1997年4月30日受理

\*1 北海道立中央農業試験場, 069-13 夕張郡長沼町

\*2 同上(現, 北海道立花・野菜技術センター)

一を用い、0.5mm、1.0mm および 1.5mm 圧縮時の応力を、同機種用のカーソルサーチソフトにより、1点ずつ読みとりした。なお、表記の上では、硬さ(歪み)あるいは硬さ(歪 xmm)とした。なお、xはプランジャーで押したミリメートル数を示す。

貫入応力による硬さ(TP)は、1の試験方法と同様であり、同一個体について、両者の測定を行った。

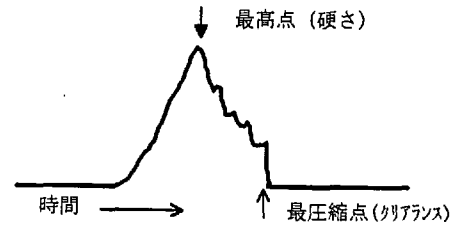


図1 テンシプレッサーのチャート(模式図)

試験結果および考察

1. 貫入応力による硬さ測定法の検討および貯蔵性の関係

1) 貫入応力による硬さ測定法の検討

タマネギの硬さは、球全体としての評価、あるいはそれを構成する鱗葉1枚1枚の評価をもとに検討する方法が考えられる。本試験では、供試機器の設定条件の制約もあり、鱗葉切片を対象に、円柱状プランジャーによる貫入応力を測定し検討した。図1には、テンシプレッサーの測定時のチャート(模式図)を示した。プランジャーの圧縮により、応力が高まり、タマネギの鱗葉の表皮を破った後は応力が低下した。この際の最大応力を、タマネギの硬さと考えた。

測定対象とする鱗葉は、予備試験結果から、外側から4枚目とした。この理由の一つは、タマネギ鱗葉の中で、分球がなく球を一周するリング葉であり、かつ測定に適した厚さ(4~6mm)があるのは、3~5枚目である。また、タマネギの硬さは、1個体内の葉位の違いによる変動よりも、個体間差の方が明らかに大きいと考えられた(図2)。そのため、測定葉位

による問題は少ないと判断し、4枚目の鱗葉切片を測定標準部位と設定した。プランジャーによる貫入方向は、タマネギ切片の外側から内側方向に押し当てることに統一した。なお、内側からの貫入では、外側に比べ測定値が小さかった。

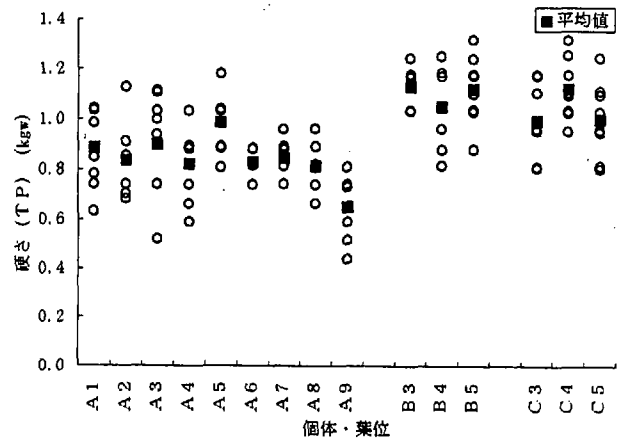


図2 葉位別の硬さ(TP)測定値

A~C: 個体別 1~9: 鱗葉の外側からの番号  
品種: そらち黄 1993年3月調査

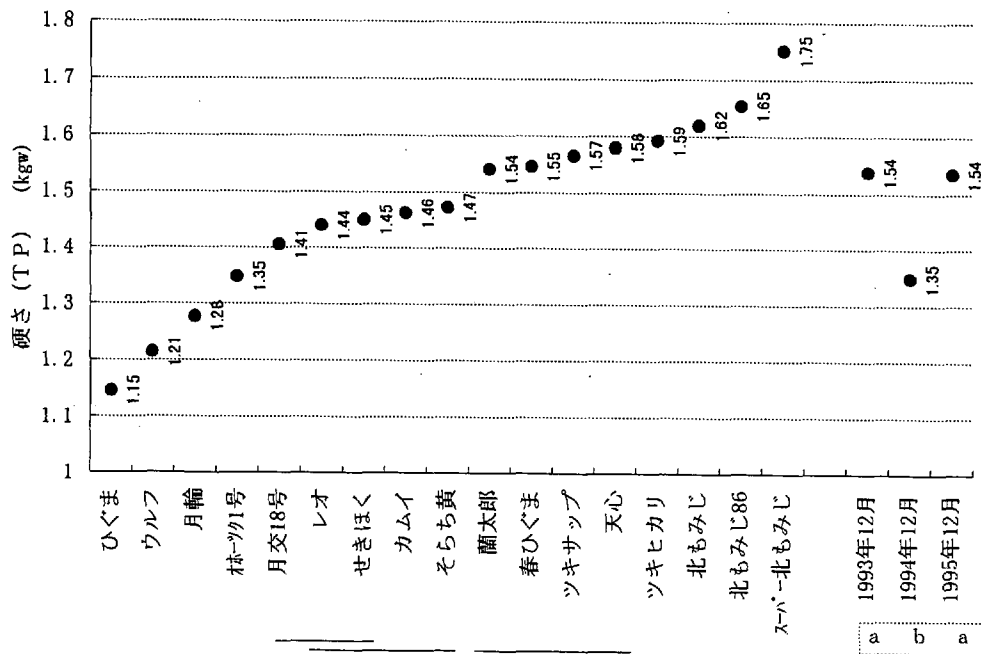


図3 テンシプレッサーによる硬さ評価の品種別平均値

タマネギの同一栽培地における品種および年次の平均値を図3に示した。タマネギの17品種3か年の硬さ調査の結果を、品種と年次による二元配置の分散分析で検定した結果、品種、年次ともに有意差が認められた。そのため、最小有意差法による品種間差および年次間差も同図に記載した。品種においては下に引かれた直線を共有する品種間、年次では同一アルファベットの年次間には、95%の信頼度において有意差がないと考えられた。

タマネギの品種比較では、「ひぐま」が1.15kgwと最も軟らかく、次いで「ウルフ」、「月輪」の順で硬くなり、「スーパー北もみじ」が1.75kgwと最も硬かった。17品種の単純平均では、1.47kgwであった。本州産春タマネギ（1996年滋賀県産）の硬さを参考のため調査した。その結果、6月に調査した早生系8品種では硬さ0.95～1.20kgw（平均1.09kgw）であり、7月に調査した中生系7品種では1.07～1.53kgw（平均1.31kgw）で、本州産タマネギは本道産タマネギに比較して軟らかい傾向が認められた。しかし、本州産タマネギにも品種によっては、道産のタマネギより硬いものがあった。

年次間の比較では、1994年産のタマネギは平均値1.35kgwであり、1993年産、1995年産の平均値1.54kgwに比較して軟らかかった。それぞれの年次の生育概要をみると、1994年は高温の低収年であり、1993年は低温であったが収量は平年並からやや良であり、1995年は多収年であった。年次による硬さの違いの要因については、今後検討が必要である。

2) 硬さ (TP) と硬さ (触感) との比較

鱗葉1枚の硬さ測定の結果の妥当性を調べるため、触感による硬さ測定値との相関関係を検討した。なお、硬さの測定方法の違いを表現するため、テンシプレッサーによる「硬さ (TP)」と、触感による「硬さ (触感)」を、必要により使用した。

硬さ (TP) と硬さ (触感) の両者の比較は、17品種について年次ごとおよび3か年の平均値をもとに相関関係を検討した。これは、標準品種を置く触感による硬さ評価は、年次内の比較が重点と考えられたためである。両者の相関係数は、1993年0.309、1994年0.797\*\*、1995年0.706\*\* および平均値比較では0.746\*\*であった。1993年のみ有意の関係がえられなかったが、この中では「そらち黄」の硬さ評価で、両者に違いがあったことが原因の一つと考えられた。しかし、この年を除き、両者には有意の相関関係が認められており、図4のように全体的に判断して、両者には明らかな関連性があると考えられた。

このため、機器分析による硬さは、触感に代わる客観的数値として利用可能と考えられた。機器測定

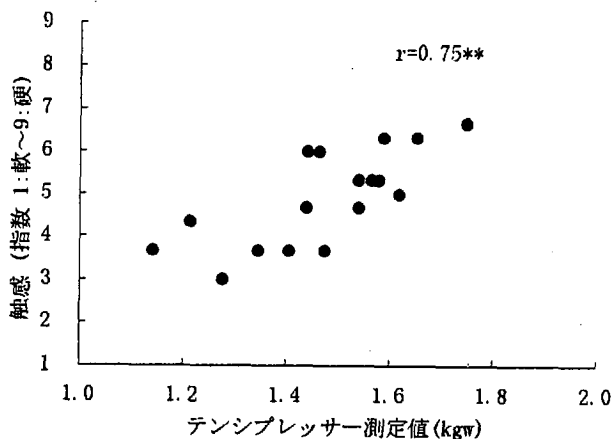


図4 硬さの触感評価と機器測定「硬さ (TP)」の関係 (17品種、各3か年平均値の関係)

による利点は、年次間の比較が行えるとともに、貯蔵による変化や時期の異なる府県産や輸入品の比較などに利用可能である。

3) タマネギの硬さ評価と貯蔵性

タマネギの硬さ評価と貯蔵性の関連性については、佐藤ら<sup>9)</sup>が、サラダ用タマネギについて貯蔵性の優れる品種は球硬度が高いことを明らかにしている。本報では北海道のタマネギの主要品種について、その硬さ (TP、触感) と貯蔵性の関係を検討した。

貯蔵後の健全球割合と貯蔵前の硬さ (触感) 並びに硬さ (TP) との相関関係を、3か年計50点の試料について調査した。その結果、硬さ (触感) と健全球割合との相関係数0.36\*\*であり、また硬さ (TP) との係数は0.68\*\*であった。共に有意の相関関係が認められた。相関係数の大小および散布図の状況で判断すると、機器測定による硬さ (TP) の方が、触感による硬さより、効果的に貯蔵性との関係を検討できると考えられた。しかし、健全球割合は年次によ

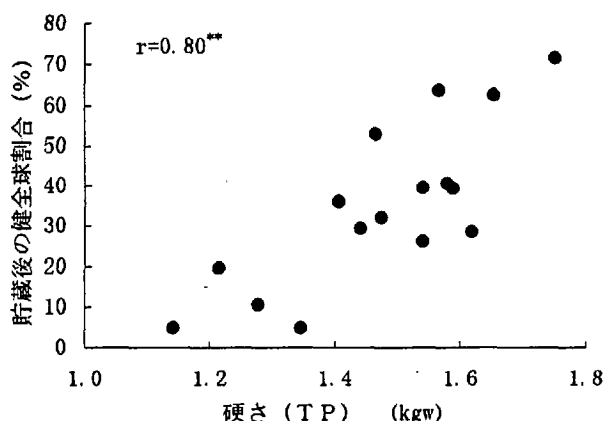


図5 貯蔵前の硬さ (TP) と健全球割合の関係 (16品種、各3か年平均値)

って、大きく変動するため、品種の特性として検討するため、3か年平均値をもとに作図を行った。その結果、高い相関関係が得られ、硬い品種は貯蔵性が良い傾向にあることが明らかであった(図5)。しかし、貯蔵タマネギの健全割合の増減には、貯蔵中の生理作用だけでなく、腐敗など栽培中および貯蔵中の種々の要因が関与すると考えられる。そのため、貯蔵性の良否は硬さだけで判断できるものではないが、一つの評価法として利用できる。

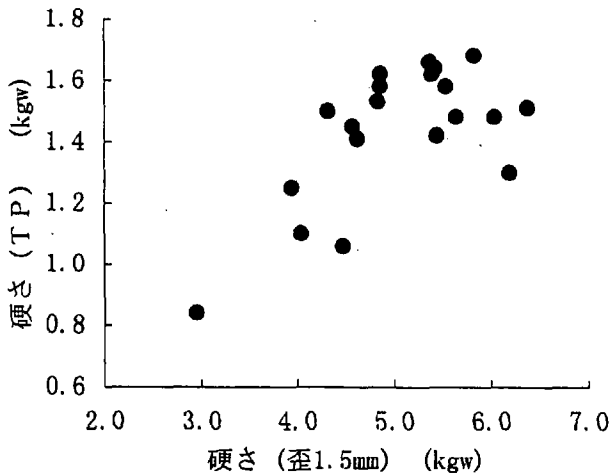


図6 硬さ(TP)と硬さ(歪1.5mm)の関係  
(1996年3月測定)

表1 硬さ(TP)と硬さ(歪み)の相関係数

	硬さ (TP)	硬さ (歪0.5)	硬さ (歪1.0)	硬さ (歪1.5)
硬さ(歪0.5)	0.61 **	1.00 -		
硬さ(歪1.0)	0.63 **	0.99 **	1.00 -	
硬さ(歪1.5)	0.65 **	0.97 **	0.98 **	

注) 硬さ(歪み)の数値は、圧縮したmm数

## 2. 貫入応力による硬さ測定法と非破壊測定法との比較

硬さ(TP)測定は、タマネギを切断しなければならず(破壊分析)、また分析の迅速性に劣ることが欠点としてあげられる。そのため、タマネギの硬さの非破壊測定法の検討として、タマネギの球そのものを、円柱状プランジャーで数mm圧縮し、その応力を測定した。なお、硬さ(TP)と硬さ(歪み)の比較には、同一タマネギ個体を利用した。

圧縮距離は0.5、1.0および1.5mmで設定したが、いずれの場合も硬さ(TP)と硬さ(歪み)相互間において、相関係数が高かった(表1)。圧縮距離では、相関係数が高いことと、タマネギに傷を付けない内では移動距離が長い方が測定が安定すると考えられたことから、1.5mmが適当と判断した。図6には、1.5mm圧縮の場合の散布図を示した。この結果、タ

マネギの硬さを、非破壊で測定できる可能性が認められた。

以上のことから、テンシプレッサーによるタマネギ鱗葉切片の貫入応力の測定は、触感による硬さ評価との関連性からも、タマネギの硬さ測定法として妥当なものと考えられた。硬さ(TP)では、品種間差とともに年次間差が認められた。また、硬さ(TP)の測定値と貯蔵性との間には強い関連性がみられ、硬いタマネギでは、貯蔵後の健全割合が高く貯蔵性が良好であった。

本試験では、タマネギ硬さの機器測定条件を設定しており、今後、この測定法をもとに、品種と硬さ、栽培条件と硬さ、気象条件と硬さ、栽培地域と硬さなどの関係や、硬さが調理適性に及ぼす影響について明らかにされることが期待される。

さらに、タマネギ球1.5mm程度圧縮による応力で測定した硬さと、鱗葉4枚目をテンシプレッサーで測定した硬さには、有意の相関関係があり、タマネギの非破壊測定の可能性が認められた。

## 引用文献

- 1) 佐藤裕, 永井信, 浦上敦子. "サラダ用タマネギのalliinase活性と貯蔵性の比較". 北海道園芸研究談話会報. 24,40-41(1991).

Method to Measure the Hardness of Onions, and the Relation between Hardness and Quality after the Storage.

Takashi MEGURO\*, Hiroshi DOHI and Yoshihiko SHIGA

\* Hokkaido Central Agricultural Experiment Station, Naganuma, Hokkaido, 069-13 Japan