

甘みと硬さによるネギのおいしさ評価

池羽智子・貝塚隆史・鹿島恭子

Evaluating leek taste by measuring sweetness and tenderness

Tomoko IKEBA, Takashi KAIJZUKA and Kyoko KASHIMA

Summary

We examined a method to taste leek that measured both sweetness and tenderness. A highly positive correlation was observed between the reducing sugar content in raw leek and the sweetness of cooked leek as well as between the break strength measured using a creep meter and the tenderness of leeks. We found that when leeks had a reducing sugar content of > 4.0 g/100 g FW, they were sweet, whereas a break strength of $< 1,000$ g caused apparent tenderness. During prolonged cultivation, the reducing sugar content and the break strength of the raw leeks increased. The break strength decreased on sprinkling water on the field used for leek cultivation, and it increased by long-term preservation at a higher temperature after harvest. These results suggest that tenderness of leeks might be influenced by the water content of raw leeks.

キーワード：ネギ, おいしさ, 還元糖含量, 破断強度, 甘さ, 軟らかさ

I. 緒言

ネギは茨城県を代表する露地野菜のひとつであり、作付面積1,880ha, 収穫量46,400tで全国第3位である(茨城県, 2007)。特に、7月～9月にかけて出荷する坂東市の夏ネギは、収穫量が全国第1位であり、他にもつくば市、水戸市、境町など大きな産地が県内各地に形成されている。さらに、石岡市や城里町の赤ネギおよび水戸地域のハウス軟白ネギなど、特殊なネギの産地があり、それぞれが品質向上に取り組んでいる。

近年、農産物の産地間競争が激しくなるのに伴って、良食味の野菜が求められており、ネギに関しては「甘くて軟らかい」ものへの要望が強い。しかし、ネギの甘さや軟らかさを客観的に測定する手法はなく、販売する際「甘くて軟らかいネギ」とPRしても、他と比べてどの程度甘くて軟らかいのかを数値で示すことができない状況にある。栽培条件や収穫後の管理を改善し、品質で他産地と差別化を図るためには、実際の食味評価に近い結果となる測定方法を確立して、評価の目安となる客観的な数値を設定する必要がある。

本居らはネギの「総合的なおいしさ」に影響を及ぼすのは、「甘み」と「硬さ」であり、「甘み」はブドウ糖含量と果糖含量の和に、「硬さ」はAIS量(アルコール不溶性固形物量)と貫入応力に相関があることを報告している。特に「甘み」に関しては、ショ糖+ブドウ糖+果糖の和ではなく、ブドウ糖+果糖の和に相関があること、Brix糖度は糖含量とも食味評価の「甘み」とも相関が低く、ネギの甘みの評価には不適であることが明らかにされている(本居ら, 2004)。

本居の研究では、主に品種比較が行われているが、流通しているネギの品質評価にも適用できるのではないかと考えられた。そこで、本研究では、簡易な測定法の検討を行うとともに、甘さと軟らかさの目安を作るため、市販ネギや現地で調製・出荷されたネギの甘さと軟らかさの評価を行った。また、高品質化を目指すため、その手法を用い、栽培条件や収穫後の管理条件がネギの甘さと軟らかさに及ぼす影響を検討したので報告する。

II. 材料および方法

1. 生ネギのおいしさ測定と加熱ネギの食味評価との相関関係

1) 生ネギの糖含量と加熱ネギの甘さとの相関関係

生ネギの糖含量は、Brix 糖度計を用いた簡易測定法、RQ フレックスを使用した分析法、ソモギー・ネルソン法による全糖および還元糖の分析の4通りで測定し、加熱ネギの甘さに対する食味評価との相関を検討した。ネギはスーパーや直売所で購入したもの、または流通を想定して収穫・調製後1日間放置した現地圃場のものを使用した。

ネギの糖含量は、ネギ3本の葉鞘中央部10cmをサンプルとし、サンプル重量の2倍の蒸留水とともにミキサーで粉碎した。試料をガーゼでこした原液をBrix 糖度計で測定するとともに、200倍に希釈してRQ フレックスのグルコース試験紙で測定した。

ソモギー・ネルソン法による全糖および還元糖の分析では、ミキサーで粉碎した試料10gを採取して、80mlの蒸留水を加え、0.5mlの飽和酢酸鉛溶液を添加・攪拌した後、100mlに定溶した。30分間静置後にろ過し、ろ液にシュウ酸ナトリウムを添加して30分間静置した。再びろ過したろ液を20倍に希釈して還元糖分析の供試液とした。全糖分析の供試液は、このろ液から2mlを採取し、0.2N塩酸10mlおよび48mlの蒸留水を加えて、100℃で30分間加熱した。加熱終了後直ちに氷水に入れて冷却し、0.2Nの水酸化ナトリウムで中和したのち、100mlに定溶して調整液とした。還元糖および全糖の供試液を一定量とり、ソモギー・ネルソン法(貝沼, 1984)により糖含量を測定した。

加熱ネギの食味評価は、ネギの中央部10cmを採取して、1cmの長さに切断し、4つの断片を1皿に乗せ、ラップをかけて電子レンジにより600Wで40秒間加熱した。この加熱ネギをパネラー5名で試食し、甘さについて評価した。評価は1. 甘味が薄い～3. 普通～5. 甘味が強いの5段階で行った。

2) 生ネギの破断強度と加熱ネギの軟らかさとの相関関係

生ネギの硬さに関しては、突き刺し型の硬度計(株藤原製作所, 果実硬度計KM-5型, 円錐型プランジャー)とクリープメーター(山電RE-3305, 直径3mmの円柱プランジャー)を使用して破断強度を測定した。生ネギを1区につき10本用意し、軟白部を

5cm間隔でプランジャーを垂直に突き刺して破断強度を測定し、その平均を測定値とした。加熱ネギの食味評価は、前述と同様に採取・加熱した後に試食し、硬さについて評価した。評価は1. 硬い～3. 普通～5. 軟らかいの5段階で行った。

2. 栽培条件および収穫後の保管条件がネギの甘さと軟らかさに及ぼす影響

1) 在圃期間の延長がネギの品質に及ぼす影響

平成21年3月23日に播種(200穴セルトレイに2粒)、同年5月22日に定植(条間80cm, 株間2.5cm)した‘なべちゃん’, ‘吉蔵’, ‘安濃1号’, ‘安濃交1号’, ‘安濃交2号’の5品種について、収穫適期の同年8月3日およびその6週間後の9月17日に収穫し、それぞれ前述の方法で還元糖含量および破断強度を測定することにより、収穫適期から6週間の在圃期間の延長がネギの品質に及ぼす影響を調査した。

2) 収穫前灌水がネギの品質に及ぼす影響

平成19年10月26日に播種(200穴セルトレイに2粒)、平成20年1月16日に定植(条間90cm, 株間3.0cm)した‘夏扇3号’について、収穫前に時期を変えて灌水を行い、収穫前のどの時期に灌水するとネギの高品質化に有効かを検討した。灌水時期を収穫前11～15日前、6～10日前、1～5日前および無灌水の4区を設け、無灌水区以外の3区にはそれぞれ5日間10.0L・m²/日を盤茎付近(地下23～26cm)に灌水した。処理は1日1回9時に行った。灌水前のサンプルを平成20年8月14日に、灌水後のサンプルを8月28日に採取し、前述の方法により還元糖含量および破断強度を測定した。

3) 収穫後の保存条件がネギの硬さに及ぼす影響

平成21年1月20日に収穫した‘ホワイトツリー’を供試し、保存温度が10℃および20℃、包装の有無の4つの試験区を設けた。包装資材にはポリエチレンの開放袋を使用し、ネギを2本ずつ包装して1区当たり合計30本を供試した。収穫直後、保存3日後および7日後に、1区10本ずつサンプリングし、前述の方法により破断強度を測定した。

Ⅲ. 結果

1. 生ネギのおいしさ測定と加熱ネギの食味評価との相関関係

1) 生ネギの糖含量と加熱ネギの甘さとの相関関係

加熱ネギの甘さの食味評価と相関のある、生ネギの糖含量の測定方法を検討した。全糖と還元糖とを比較した場合、還元糖含量が多いほど加熱ネギの甘さの評価も高くなり、両者には相関がみられた ($r = 0.795$) が、全糖に関しては、含量が非常に多くても甘さの評価は低いネギもあり、食味評価との相関は低かった (図1)。一方、生ネギおよび加熱ネギとの間で全糖および還元糖含量を比較すると、糖含量は生ネギよりも加熱ネギでわずかに増加したが、生ネギで糖

含量が多ければ加熱ネギにも多く含まれ、その傾向はほぼ同じであった。食味評価では、還元糖が生ネギ 100g 当たり 2～3g 程度では「甘みが薄い」という評価になり、3～4g で「普通」、4～5g で「甘い」、5g を超えると「とても甘い」と評価された (図1)。

次に、甘さの食味評価と相関の高い還元糖を簡易に測定する方法を検討した。簡易法としては Brix 糖度計と RQ フレックスのグルコース試験紙を使用して、還元糖含量との相関を調べた。その結果、還元糖含量は RQ フレックスの測定値と相関が高く ($r = 0.8164$)、 $X = 1.218Y + 1.535$ ($X =$ 還元糖含量, $Y =$ RQ フレックスで測定したグルコース含量) の式で概算することができた (図2)。Brix 糖度は、還元糖よりも全糖の値を反映しており、還元糖含量との相関は低かった

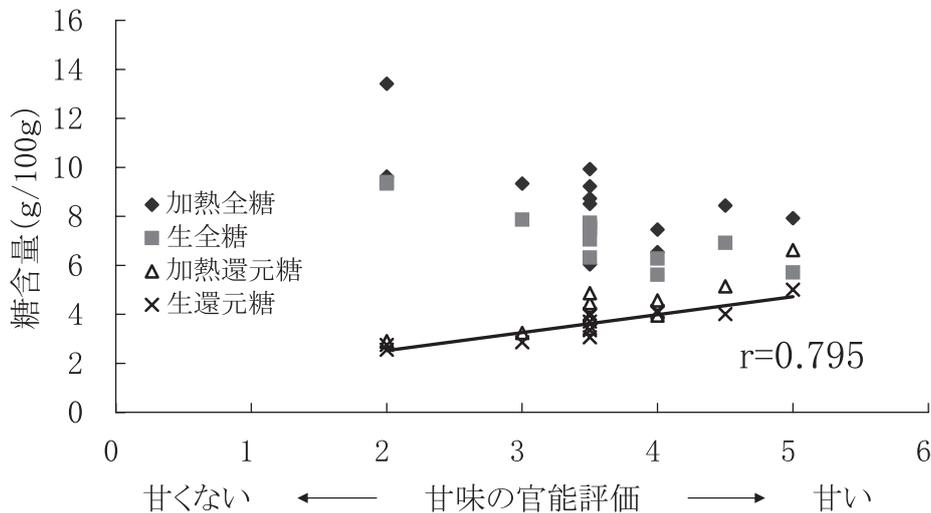


図1 甘味の官能評価と糖分析値の相関関係

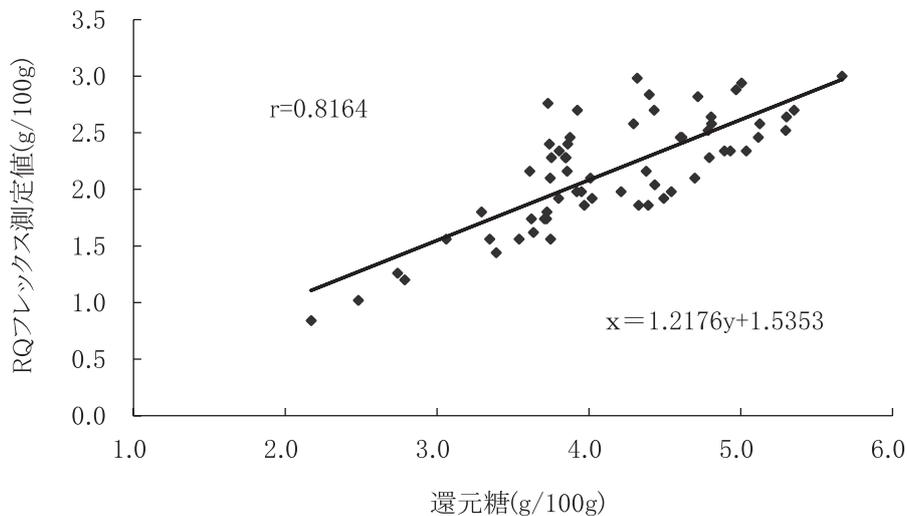


図2 還元糖と RQ フレックスとの相関関係

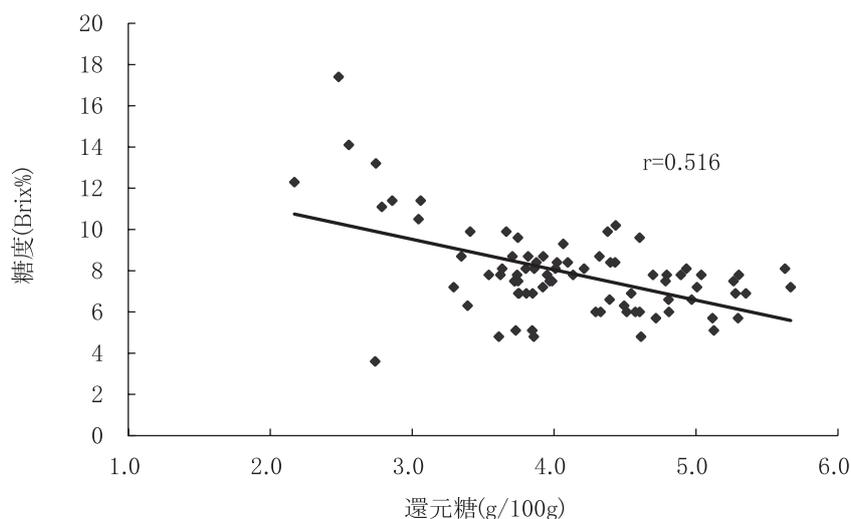


図3 還元糖と Brix 糖度との相関

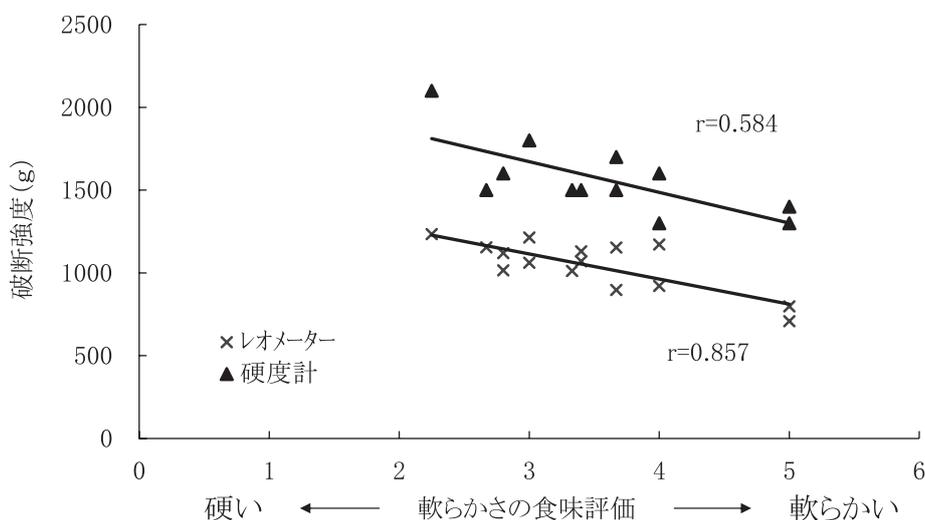


図4 軟らかさの食味評価と破断強度との相関関係

(図3)。

2) 生ネギの破断強度と加熱ネギの軟らかさとの相関関係

クリープメーターで測定した生ネギの破断強度は、加熱ネギの軟らかさの食味評価と相関が高く ($r = 0.857$)、ネギの軟らかさの測定に適していた。破断強度が1,000g以下で「軟らかい」、1,000～1,400gで「普通」、1,400g以上で「硬い」と評価された。外観との関係では、鮮度が良くみずみずしいほど破断強度が低く「軟らかい」が、水分が抜けてかさかさした状態では、破断強度が高く「硬い」傾向がみられた。簡易測定法である突き刺し型の硬度計でも測定は可能であったが、クリープメーターよりも全体的に値が高くなる傾向で精度が劣り、食味評価との相関が低くなっ

た(図4)。

3) 市販ネギの甘さと軟らかさの評価

ネギをスーパーや直売所等で購入し、「甘さ」に関してはソモギー・ネルソン法による還元糖の分析とRQフレックスで、「軟らかさ」に関してはクリープメーターで破断強度を測定して、甘さと軟らかさの関係を調べた。出荷時期別に品質をみると、夏のネギは還元糖含量が多いものの硬く、冬のネギの方が軟らかい傾向がみられた(図5)。また、県内で生産されているハウス軟白ネギは、露地栽培のものに比べて非常に軟らかくて甘い、同じ軟白栽培のネギであっても、県外から流通してきたものには硬いものもみられた(図5)。

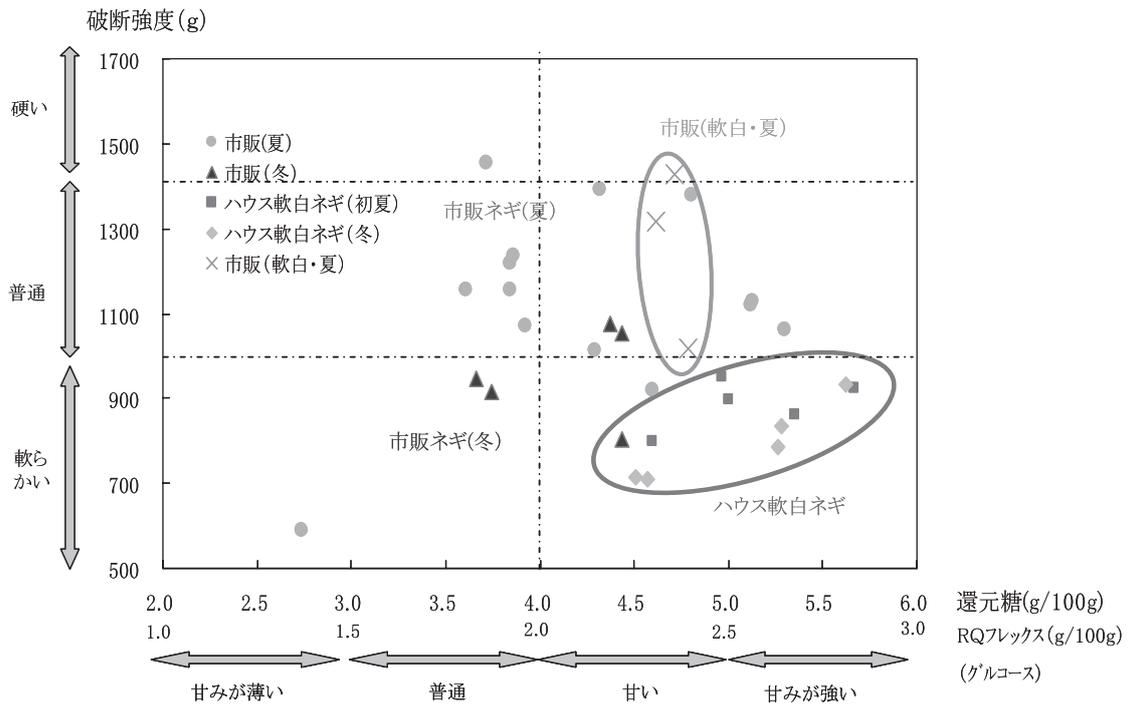


図5 ネギの甘さと軟らかさの指標

2. 栽培方法や収穫後の保管条件がネギの甘さと軟らかさに及ぼす影響

1) 在圃期間の延長がネギの品質に及ぼす影響

収穫適期から6週間遅らせて収穫した場合、いずれの品種も還元糖含量が多くなり甘くなったが、破断強度は大きくなり、硬くなる傾向が認められた(表1)。

2) 収穫前の灌水がネギの品質に及ぼす影響

収穫前に灌水を行うと、1週間程度土壌水分が多く、地温は低い状態で推移した(図6)。ネギの軟らかさは、試験期間中に降雨があったこともあり、灌水時期

の影響はみられず、無処理区も含めたすべての区で灌水処理前よりも破断強度が小さくなった。また、灌水によりネギに含まれる水分含量が増加したため、還元糖含量はいずれの区でも減少した(表2)。

3) 収穫後の保存条件がネギの硬さに及ぼす影響

収穫後の保存温度と包装の有無がネギの硬さに及ぼす影響を調査した。いずれの区でも収穫後の保存日数が多くなるにつれて破断強度が大きくなり、硬くなった。また、20℃よりも10℃で保存した場合に、硬くなるのがやや遅くなった。ポリエチレンの開放袋で包

表1 在圃期間の延長によるネギの品質の変化

収穫日	品種	硬さ (g)	還元糖 (g/100g)
8月3日 (適期)	なべちゃん	1095	4.71
	吉蔵	1260	4.81
	安濃1号	1070	4.46
	安濃交1号	1036	4.59
	安濃交2号	1146	4.87
9月17日	なべちゃん	1256	5.42
	吉蔵	1363	5.78
	安濃1号	1324	5.79
	安濃交1号	1116	5.50
	安濃交2号	1238	5.61

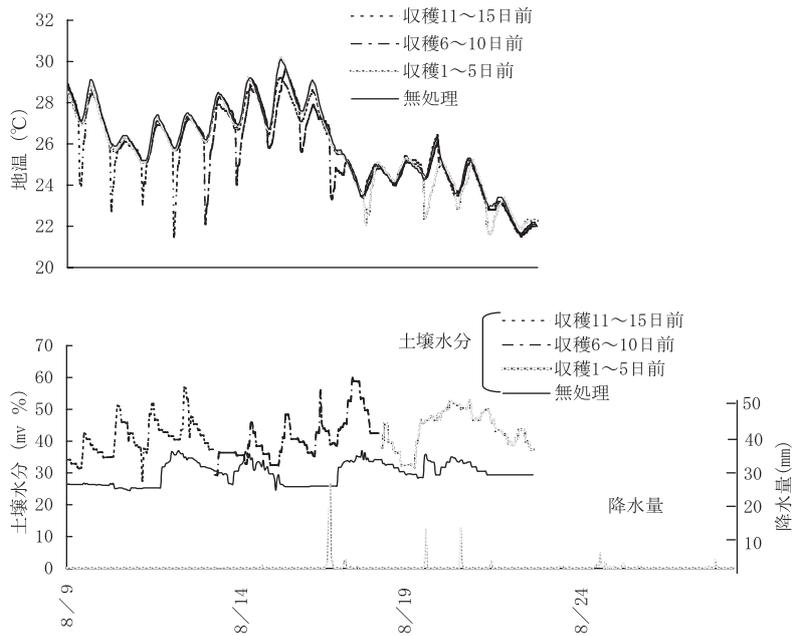


図6 灌水が地温および土壌水分に及ぼす影響

表2 収穫前の灌水による品質の変化

収穫時期	灌水時期	破断強度 (g)	水分 (%)	還元糖 (g/100g)
処理前	無処理	1111	91.9	4.70
	1～5日前	1128	92.0	4.93
	6～10日前	1077	92.7	4.79
	11～15日前	1052	92.8	5.04
灌水処理後	無処理	950	92.8	4.49
	1～5日前	928	92.4	4.54
	6～10日前	910	92.7	4.39
	11～15日前	877	93.1	4.33

・品種「夏扇3号」

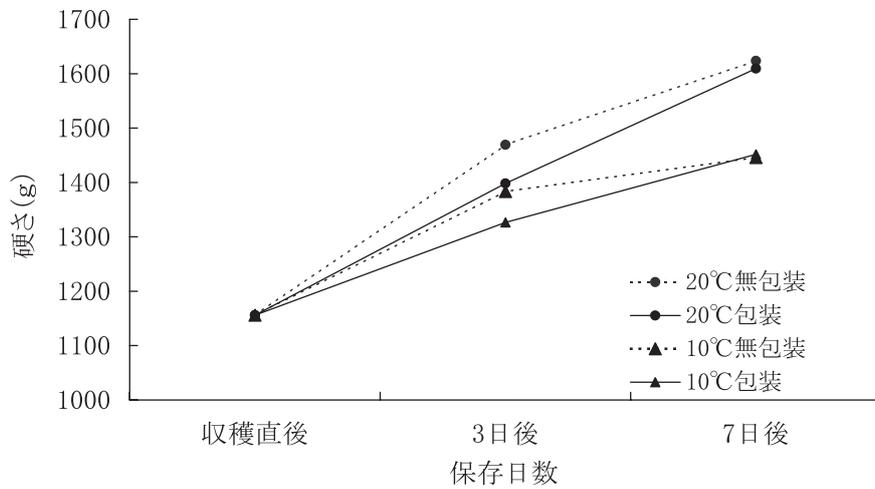


図7 保存条件がネギの硬さに及ぼす影響

装することにより、保存3日後では10℃、20℃保存とも無包装より破断強度が小さかったが、保存7日後では包装による硬さの違いは認められなかった(図7)。

IV. 考 察

ネギは外食産業等の業務・加工用として利用されると同時に、家庭内消費でも一定量の需要があり、広範囲な用途で使用される食材である。用途によって要求される品質が異なるため、出荷先の用途や消費者ニーズに合った「おいしいネギ」を生産していくことが今後の産地の課題になっている。そこで「おいしいネギ」とはどういうネギかが問題になるが、本居らはネギの「総合的なおいしさ」に影響を及ぼすのは、「甘み」と「硬さ」であることを報告している(本居, 2004)。また、各産地においても、家庭内消費を対象とした場合、「甘くて軟らかいネギ」に需要が多いことを経験的に把握しており、「甘さ」と「軟らかさ」をキーワードとして品質の改善に取り組んでいる。

通常、農産物の甘さを評価する際は、ショ糖+ブドウ糖+果糖の和、または甘味度として、それぞれの糖の含量に糖が独自に持つ甘味度をかけた和を用いて評価する。しかし、ネギの場合は、ショ糖を含む和で評価すると、食味の甘さの評価と一致しないことが報告されている(本居, 2005)。本試験でも、ショ糖を含む全糖含量やBrix糖度が非常に高いにも関わらず、食味評価では甘くないと評価されるものがあった。ショ糖を含む全糖含量やBrix糖度は、ネギに含まれる多糖類の影響で、実際の糖含量よりも値が高くなると考えられる。したがって、ネギの甘さの評価には、全糖含量やBrix糖度ではなく、還元糖含量またはグルコースを簡易に測定するRQフレックスの方が適している。

また、「ネギは加熱すると甘くなる」ことが経験的に知られている。以前は、ネギに含まれる硫化アリルが加熱によりプロピルメルカプタンという甘味の強い成分に変わるためであると考えられていた。しかし、現在では、加熱ネギでもその甘さを左右しているのは還元糖であり(宮崎, 2004)、加熱により辛味成分である硫化アリルが揮発して辛味が少なくなり、甘味をより感じやすくなるためとされている。本試験で生ネギと加熱ネギの還元糖含量を比較した結果、加熱調理後の還元糖含量は微増するものの、生ネギで多ければ

加熱ネギにも多く含まれており、その傾向は同じであることから、生ネギの還元糖含量で加熱ネギの甘さを評価できることが確認できた。

軟らかさを評価する方法としては、突き刺し型の硬度計ではクリープメーターより値が高くなるものの、同様の傾向を示した。ただし、クリープメーターに比べて精度は劣り、食味評価との相関が低くなるため、クリープメーターの方がより適していると考えられた。

今回の食味評価では、1cmの長さに切断したネギを電子レンジで加熱して供試した。ネギ本来の甘さと硬さが調理法に左右されずに評価できることに加え、甘さと硬さの違いを判定しやすいという特徴がある。しかし、実際にいろいろな調理を行った場合とは評価が異なることが予想される。硬さが1,400g程度で「普通」と評価されたネギでも、皮を1~2枚多く剥く、あるいは鍋料理等で充分煮込むことにより、「軟らかい」という食味評価になる場合もあると考えられる。また、水煮ネギでは軟らかいほど、一方焼きネギではある程度硬さもある方が総合評価が高いという報告(宮城ら, 2008)もあり、調理法によって適する硬さが異なる。それぞれのネギの特徴を把握し、それに応じた使い分けや調理法の提案が必要であると考えられる。

これらのことを念頭に置き、加熱した際おいしいと評価されるネギの目安について検討した。大部分のネギが還元糖含量2.0~6.0g/100gFW、破断強度500~1,600gの範囲内に含まれた。食味評価の結果から、「甘い」という評価を得るためには、生ネギの還元糖含量が4.0g/100g以上、「軟らかい」という評価を得るためには破断強度が1,000g以下にする必要があると考えられた。「甘くて軟らかい」を売りにしている水戸地域のハウス軟白ネギは、還元糖含量が100g当たり約5.0g程度、破断強度が800~1,000g程度であり、甘くて軟らかいという基準を満たしている。そのため、ハウス軟白ネギは、この特徴を前面に出してPRするとともに、調理法としてはサラダなどの生食や、短時間の加熱で食する調理法が適すると考えられる。赤ネギ‘ひたち紅っこ’は還元糖含量が4.0g/100g以上で「甘い」に分類されるが、破断強度が「普通」の1,200~1,400gとやや高いため、充分加熱する鍋や煮込み料理にすると、甘さを生かして軟らかく食べることができると考えられる(データ省略)。ただし、以前破断強度が1,600gを超える夏ネギを調理し、食味評価した際は、調理法に関わらず硬さが残ったことから、十分な加熱調理を前提としたネギであ

っても、破断強度は1,400g以下が望ましいと考えられた。

それでは、どのように栽培し、収穫後どのように管理すれば、甘くて軟らかいネギを生産・流通させることができるのか。以前から「沖積土壌で栽培されたネギは軟らかくておいしい」と言われている。沖積土壌と火山灰土壌で、地下水位を30cm、60cm、90cmに変えてネギを栽培した試験では、いずれの土壌でも地下水位が30cmと高く、pFが1.8程度の条件下で破断強度が低くなり、軟らかくなる傾向が認められた（貝塚，2008）。したがって、ネギの軟らかさは、土壌の種類よりも地下水位が大きく影響し、地下水位が高くて土壤水分が多い場合にネギが軟らかくなると考えられる。また、ネギの品質調査を開始した平成19年度は、坂東地域の夏ネギの品質が優れ、他産地と比べても軟らかく、日持ちも良かった。その原因として、平成19年度は比較的降水量が多く、土壤水分が多くなったためと考えられた。

そこで、軟らかいネギを栽培するためには土壤水分がポイントになると考え、灌水がネギの軟らかさに及ぼす影響を調査した。今回の試験では、まだ検証が不十分ではあるが、灌水や降雨により破断強度の値が小さくなることから、土壤水分をコントロールすることにより、火山灰土壌でも軟らかいネギが栽培できることが示唆された。また、収量および外観品質に関して、収穫11～15日前に灌水すると、地温の低下により生育が促進されて調製重が増加し、葉鞘上部の色彩が良好になると報告されている（貝塚，2009）。ただし、頭上灌水を行うと病害の発生を助長する恐れがあるため、畝間灌水が望ましい。また、湛水が続くと湿害が発生することがあるため、圃場の状況をよく確認しながら、灌水を行う必要がある（貝塚，2009）。

甘さに関しては品種特性に負うところが大きいいため、還元糖含量の多い品種を選ぶことが重要である。また、収穫適期から在圃期間を延長すると、還元糖含量が増える傾向が認められた。これは在圃期間を延長すると、その分長く光が当たり、より多くの光合成産物が蓄積されるためと考えられた。しかし、露地栽培で在圃期間を延長すると、乾燥などにより硬くなることもあるため、土壤水分を調整する必要がある。

また、市販ネギの硬さには、収穫後の管理の影響が大きい。乾燥により水分が蒸発してしまうと、破断強度が大きくなり、食味評価でも硬くなる。収穫・調製後の保管温度や経過日数の影響が大きいため、収穫後

は乾燥を防いで、できるだけ低温で保管し、早めに出荷・流通させる必要がある。大消費地に近い茨城県では、地の利を生かし、流通を短時間に抑えて軟らかいネギの販売につなげることが可能であると考えられる。本試験では包装資材の効果は小さかったが、開放系ではなく、口を閉じる形態をとることにより、水分の蒸発抑制に効果があると推測された。

V. 摘要

1. ネギの「甘さ」は、生ネギの還元糖含量（ブドウ糖＋果糖）で評価すると食味評価との相関が高かった。還元糖が100g当たり4.0～5.0g含まれると甘みの評価が高くなり、5.0を超えると「とても甘い」と評価された。
2. 還元糖含量はRQフレックスのグルコース試験紙により簡易に分析でき、還元糖含量（g/100g）＝ $1.218 \times \text{RQフレックス測定値（g/100g）} + 1.535$ の式で推測できた。Brix糖度はネギの還元糖含量と相関が低く、ネギの甘さの評価には適さない。
3. ネギの「軟らかさ」はクリープメーターの破断強度で評価でき、1,000g以下だと「軟らかい」、1,000～1,400gで「普通」、1,400g以上だと「硬い」と評価された。
4. ネギの「軟らかさ」は土壤水分の影響を大きく受け、灌水により破断強度が減少した。収穫適期後の在圃期間が長くなると、甘味は増すが、硬くなる傾向が認められた。
5. ネギは収穫後の日数が経つにつれて、また、保管温度が高いほど硬くなりやすいため、低温を保ち、できるだけ早く出荷・流通させる必要がある。

謝辞 本研究の遂行に当たり、水戸地域農業改良普及センターの椎名敏郎主査（現：笠間地域農業改良普及センター）、笠間地域農業改良普及センターの長田仁志技師には、現地のサンプル提供にご協力をいただきました。ここに心より感謝申し上げます。

引用文献

- 茨城県. 2007. 平成21年度茨城の園芸.
貝塚隆史. 2008. おいしいネギの周年栽培技術の確立. 土壌の種類及び地下水位とネギの生育. 平成20年度茨城県園芸研究所試験成績書.

- 貝塚隆史. 2009. 夏どりネギ栽培における収穫直前灌水による収量増加と軟らかさの向上. 平成 21 年度主要成果.
- 貝沼圭二. 1984. 食品分析法. pp.170-172. 光琳. 東京.
- 宮城 淳・日阪弘行. 2008. ネギ食味の簡易評価法の開発. 平成 20 年度食品試験研究成績・計画概要集. 335-336.
- 宮崎丈志. 2004. 野菜の品質を科学する.
- 本居聡子・長谷川誠・安藤利夫・桑田主税. 2004. ネギ食味の評価手法の確立. 関東東海北陸農業試験研究推進会議流通加工部会成果情報.
- 本居聡子. 2005. 分析型パネルによるネギの食味スコアと機器分析値との関係. 農流技研会報. 263 : 14-16.