

## 長時間炒めたタマネギの味, 香り, 遊離糖, 色の変化

玉木 雅子, 鶴飼 光子\*

(武蔵丘短期大学, \* 北海道教育大学教育学部)

原稿受付平成 14 年 2 月 6 日; 原稿受理平成 14 年 10 月 8 日

Changes in the Taste, Flavor, Free Sugar, and Browning of Onion  
(*Allium cepa* L.) during Long-Term Frying

Masako TAMAKI and Mitsuko UKAI\*

*Musashigaoka College, Yoshimi-machi, Saitama 355-0154*

*\* Faculty of Education, Hokkaido Educational University, Hakodate, Hokkaido 040-8576*

Onion was fried in 10% its weight of oil for a long time until brown. Onion soup was then prepared from the fried onion. The relationship between the frying time and color, taste, smell and texture was examined for both the fried onion and onion soup. During the process of frying, the characteristic stimulus of the onion disappeared, and the taste and smell changed in order to sweet, aromatic, sour, bitter, and crispy. The glucose and total free sugar contents both decreased. The onion soup and fried onion required a different taste and smell, and it was necessary to obtain the best soup flavor by frying the onion for longer than is required of fried onion as food. The onion in the soup become softened after being fried until crisp. The strength of the sweetness of the fried onion did not agree with the sugar content.

(Received February 6, 2002; Accepted in revised form October 8, 2002)

**Keywords:** onion タマネギ, fried onion 炒めタマネギ, browning 褐変, free sugar 遊離糖, sweetness 甘味.

### 1. 緒 言

タマネギを長時間加熱すると, 独特の風味を生じて好ましい餡色に色づく. 筆者らはタマネギの絞り汁を試験管内で高温加熱したときに起こる褐変反応が非酵素的であり, 3-デオキシグルコソン (3-DG) を生成するアミノ・カルボニル反応が中心であること<sup>1)</sup>, また, その結果生じるメラノイジンが比較的 low 分子であり, セファデックス G-50 を用いたゲル濾過クロマトグラフィーでは分子量 1,200~1,600 (標準物質: ポリエチレングリコール) の画分に糖やアミノ酸と重なって溶出すること<sup>2)</sup>, タマネギの絞り汁の存在下で形成したモデルメラノイジンは通常よりも低分子色素の占める割合が高く, タマネギにメラノイジンの重合を抑制する作用がある可能性があること<sup>3)</sup>を示してきた. 実際にタマネギを調理したときの変化については古くから研究されている<sup>4)~9)</sup>が, その一方で, 加熱による

タマネギの甘味発現の原因は未だ明らかではない. また, これらの研究ではいずれもタマネギを甘味が増加するまで加熱しているが, 褐変するまで長時間炒められたタマネギについての詳細な報告はない. タマネギの絞り汁を試験管内で加熱褐変させた既報<sup>1)</sup>では, 糖成分の変化が認められた. タマネギを十分に褐変するまで炒めることは, 技術や手間を要する面倒な調理操作であるが, 褐色の炒めタマネギはカレーやシチュー, ハンバーグなどの具材やオニオンスープの材料として利用頻度が高い. 十分に褐変するまで炒められたタマネギの性状を明らかにすることは, タマネギの調理・加工適性の基礎資料を得る上で意義のあることと考える. そこでタマネギを実際の調理器具を用いて十分に褐変するまで炒めたとときの性状の変化について検討したので報告する.

## 2. 実験方法

### (1) 試料

1997年12月に埼玉県吉見町のスーパーで市販されていた北海道産「北もみじ」を用いた。購入後1週間以内に試料調製を行った。

### (2) 炒めタマネギの調製

可食部を約1mmの厚さに縦方向にスライスしたタマネギ200gを電気鍋(KOIZUMI KGP-1000)で炒めた。電気鍋にはあらかじめ20gの大豆油(日清製油)を5分間予備加熱しておき、スライスタマネギを一度に加えて最初の5分間は強火(250℃)、その後は弱火(170℃)に電気鍋の目盛りを合わせ、焦げ付かないように攪拌しながら炒めた。炒め時間を1, 2, 3, 4, 5分、その後5分間隔に70分間まで設定し、18種類の試料を調製した。炒め終わりの重量を鍋ごと計測し、鍋重量の差し引きからできあがり重量を算出した。

### (3) オニオンスープの調製

(2)で調製した炒めタマネギでは、水分蒸発のためにサンプル間の成分濃度に差が生じ、それが官能評価に影響することが予想された。そこで、成分濃度が一定になるようにスープを調製し官能評価を行った。(2)で得られた炒めタマネギの1/4量(生タマネギ50g)に200mlの蒸留水を加えて電気鍋で加熱し、沸騰してから10分間煮込んだ。最後に、煮込みによる水分の蒸発を蒸留水で補った。

### (4) 炒めタマネギおよびオニオンスープの官能評価

炒めタマネギおよびオニオンスープの官能評価を、いずれもサンプルが室温に冷めた状態で行った。色、香り、食感、味に関する評価を、表1に示した項目について行った。炒め時間の短いサンプルから順に評価した。香りの評価には、サンプルに鼻を近づけて嗅ぐ香りと、食したときに口中から鼻腔へ抜ける際に感じる香りとが考えられる。この実験ではサンプルの色と香りの評価を終えてから食し、味と食感の評価を行った。従って香りの評価は前者のみとなる。各サンプルについて、各評価項目を感じるかどうかを検査した。たとえば、パネルが炒め時間0分のタマネギを見て、透き通っていると認識したならば、検査用紙の所定の欄に○を記入させた。

また、すべてのサンプルを比較して、最も好ましい色と香りを所有するサンプル、「甘い」あるいは「おいしい」と感じるサンプルを3サンプルずつ選択させた。パネルは官能評価の訓練がなされた食品学研究室員9名である。

### (5) 色彩の測定

色彩色差計(日本電色, Color Meter ZE-2000)を用いて測定した。乳鉢で均質にすりつぶしたサンプルを計測カップ(30mmφ)の容量を満たすまで入れて反射式で $L^*a^*b^*$ を計測した。

### (6) 糖組成の分析

タマネギは外皮を除去して1mm程度のスライスにし、50gを秤量して200mlの99.5%エタノールを加えてホモジナイズ(ポリトロンRT10/33)し、遠心分離(4℃, 3,000rpm/min, 10min)により上清を得た。残渣に80%エタノールを加えてホモジナイズ、遠心分離する操作を2回繰り返す、合わせた抽出液をロータリーエバポレーターで減圧濃縮(40℃)し、蒸留水で100mlに定容した。炒めタマネギの場合は秤量した約10gの炒めタマネギに40mlの99.5%エタノールを加えてホモジナイズ後、遠心分離し、残渣に40mlの80%エタノールを加えてホモジナイズ、遠心分離の操作を2回繰り返す、得られた抽出液をエーテルで脱脂し、エバポレーターによる濃縮後、蒸留水を加えて最終体積を100mlに定容した。これらの抽出液を高速液体クロマトグラフィー(HPLC, Shimadzu LC-9A, 検出器:示差屈折検出器RID-6A, カラム:Asahipac NH 2P-50 250×4.6mm i.d., 移動相:アセトニトリル:水=80:20, 流速1.0ml/min, サンプル注入量:10μl)で分析した。

## 3. 実験結果および考察

タマネギを70分間まで炒めたときの変化の様子を図1に、官能評価の結果を表1に示した。

### (1) 炒めタマネギの重量変化

炒めによる重量の変化を図2に示した。炒めタマネギの重量は最初の5分間で最も急激に減少し、その後も減少を続けるが、炒め時間が40分を越えて元のタマネギの20%程度の重量になると、その後の減少は緩やかになった。

### (2) 炒めタマネギの遊離糖

炒めタマネギとオニオンスープの遊離糖含有量を図3に示した。タマネギを炒めると水分が蒸発するために炒め時間50分までは糖濃度は高くなるが、それ以上炒めると減少し、特にグルコースの減少が顕著であった(図3B)。炒め操作による水分の蒸発分を補正したグラフ(図3A)で比較すると、炒め時間50分で既に減少が認められる。

スープでは、官能評価のときにスープ部分のみを味



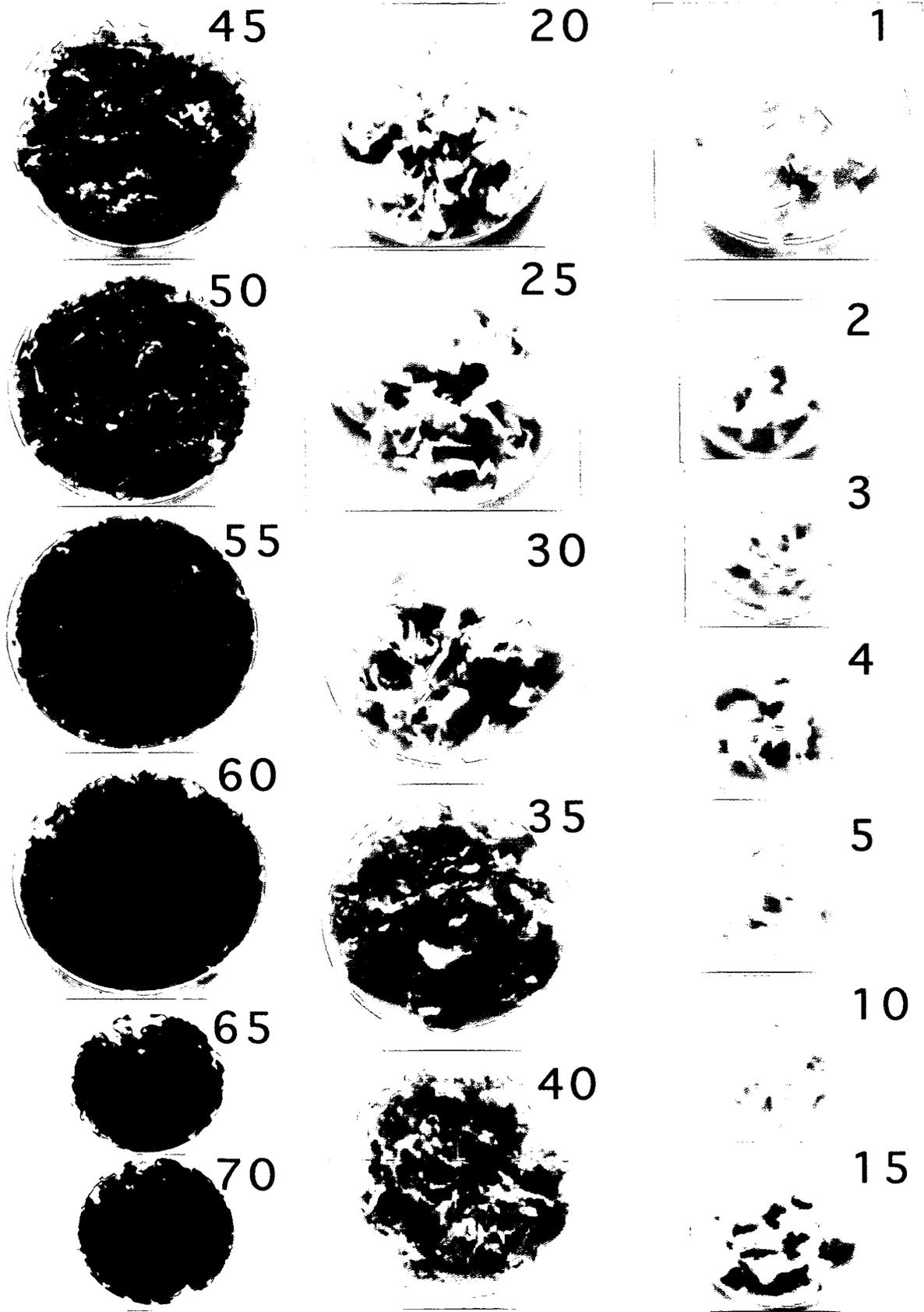


図1. タマネギを炒めたときの色の変化  
1~70: 炒め時間 (分).

## 長時間炒めたタマネギの味, 香り, 遊離糖, 色の変化

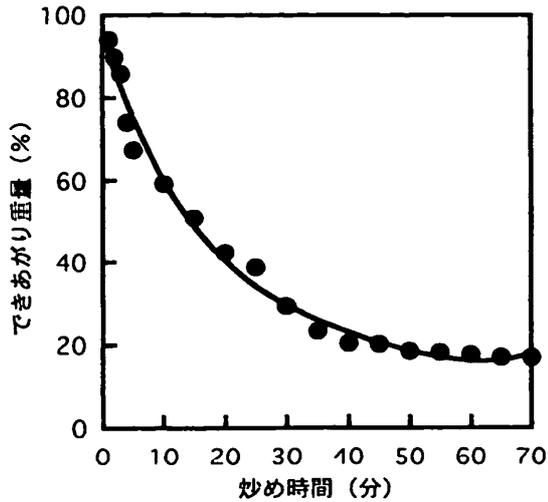


図2. 炒めタマネギの重量変化

1 mm スライスタマネギを, 10%重量の大豆油を用いて電気鍋で炒めた. 火力: 0~5分 230℃, 5~70分 170℃.

スおよびフルクトースの減少が認められた. 後者では水分の蒸発による糖成分の濃縮が起これ, より過激な条件下での加熱に晒されていると考えられる. 加熱時の水分の存在が, 加熱タマネギの糖変化に影響を及ぼしていると推察される. 調理条件を変えたときの遊離糖構成については興味ある今後の検討点である.

## (3) 炒めタマネギの色彩

色彩色差計で測定した炒めタマネギの  $L^*a^*b^*$  値の変化を図4に示した. 図中の色表現に関する単語は, 官能評価による結果, パネル9人中7人以上が各サンプルの色として適当な表現であると認めた単語 (表1A参照) である. 炒め時間30分までは  $a^*$ ,  $b^*$  値とも徐々に上昇して黄色, 赤方向へと変化し, その後40分までは  $b^*$  が著しく上昇して急激に赤みを増すが, それ以上炒めると  $a^*b^*$  ともに下降して無彩色に近づいた.  $L^*$  は炒め時間25分までは安定していたが, その後40分まで急激に低下し, その後も徐々に低下して明度を下げていった. 60分以上炒めると,  $L^*a^*b^*$  いずれも変化が少なくなった. 色彩が急激に変化したのは, 炒めタマネギのできあがり重量が約40%から約20%へと減少していく (図2), 炒め時間25分から60分の間であった. 官能評価では, 炒め時間25分から30分のサンプルが「うすく色づく」,  $a^*b^*$  値が原点から離れ, 色彩が高い部分 (炒め時間35分から50分) が「きつね色」, 「飴色」, 「黄金色」と表現された. 表1Aに示したように, 「おいしそう」であると評価されたのは炒め時間10分, および40~45分のサンプル

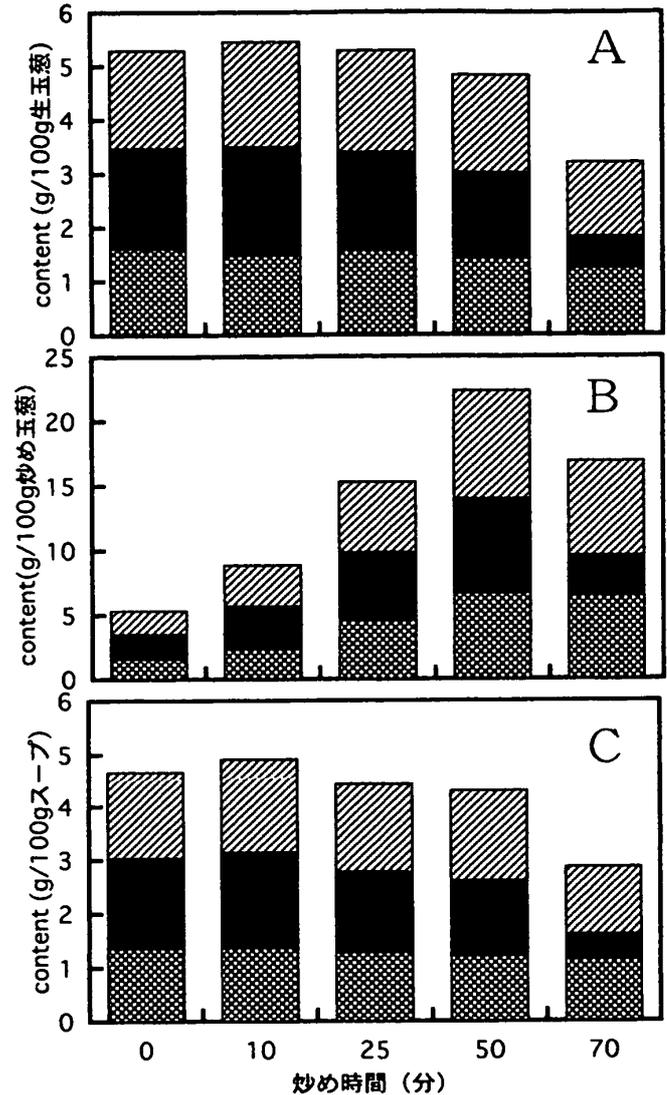


図3. タマネギの炒め時間と遊離糖

A: 炒めタマネギ中の遊離糖 (生タマネギあたりに換算),  
B: 炒めタマネギ中の遊離糖 (サンプルあたりの含有量),  
C: 炒めタマネギより調製したスープに含有される遊離糖.  
▨ フルクトース, ■ グルコース, ▩ スクロース.

であった. これは想定する調理方法により「おいしそう」と感じる色が分かれたものと思われる. すなわち, 炒め時間10分程度では, 炒め物, 炒め時間40~45分のサンプルからはカレーやスープ, シチューなどに利用する材料として, 「おいしそう」であると評価されたものと考えられる. スープでは55分のものでおいしそうなサンプルに選ばれた.

田村<sup>4)</sup>はせん切りタマネギを15分間まで, 松本と河村<sup>6)</sup>はみじん切りタマネギを30分間まで炒めたときの色彩を  $Lab$  表色系により表しており, どちらも  $a$ ,  $b$  値の上昇を示している. 両者ともできあがり重量が

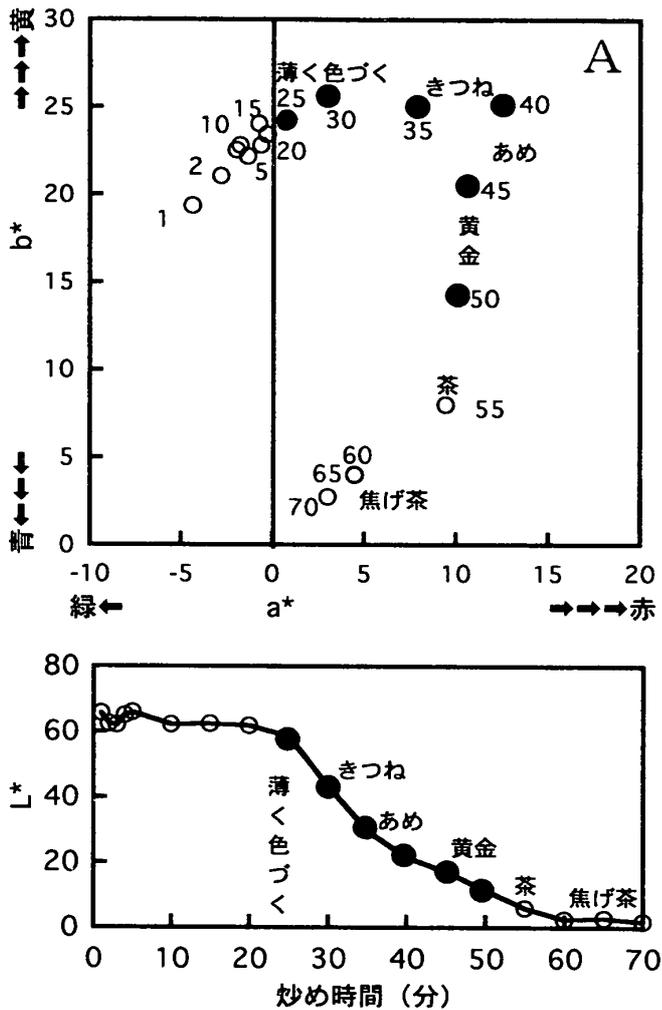


図4. 炒めタマネギの色彩の変化

1 mm スライスタマネギに 10% 重量の植物性油を加えて電気鍋で炒め、色彩色差計による  $L^*a^*b^*$  を測定した。火力：0～5 分 強火 (230℃)，5～70 分 弱火 (170℃)。図 4 A 内部の数字は炒め時間。●：パネル 9 人中 7 人以上がおいしそうであると認めたサンプル。図中の言葉は、官能検査で 9 人中 7 人以上のパネルが適切であると認めた色表現。

25% 程度までの炒め時間であり、今回の炒め時間にすると 30～35 分に相当すると考えられ、同様の傾向が得られたといえる。田村<sup>4)</sup>、松本と河村<sup>6)</sup>の炒め操作は十分に褐変する前の段階で終了していると考えられた。

#### (4) 炒めタマネギの香り

表 1 B に示すとおり、タマネギ臭は炒め時間 20 分まで感じられ、30～35 分で甘い香り、40～50 分で香ばしさが生じた。55 分以上の炒め時間では焦げ臭が認められた。おいしそうに香りがするサンプルとして選ばれたのは香ばしさを生じる 40～45 分炒めのタマネギであった。時友<sup>12)</sup>は、植物油で炒めたタマネギの

臭気成分を分析し、焼きタマネギと同様のジスルフィドやトリスルフィド類、糖の加熱分解物であるフラン類などの成分に油脂由来の鎖式アルデヒド類が加わった組成を示している。時友<sup>12)</sup>の用いたサンプルは加熱前タマネギの約 30% 重量まで炒めたもので、今回用いたサンプルのうち 30 分炒めタマネギに相当する。これは「甘い香り」が認められたサンプルである。また、Kimura ら<sup>13)</sup>は S-アルキル-L-システインとグルコースの加熱により生じる揮発性成分としてピラジン類や香ばしい香気を有する含硫化合物を報告している。40～50 分炒めて香ばしさを生じたサンプルにはこれらの成分が生成しているものと思われた。

これらの炒めタマネギからオニオンスープを調製すると、香りの感じ方に違いが生じ、甘い香りは炒め時間 40 分から 60 分、香ばしさは 55 分から 70 分、焦げ臭は 70 分のサンプルから感じられた。

スープを調製する際に行われた 10 分間の煮熟によるフレーバー成分の揮発および蒸留水添加による成分濃度の低下が要因として考えられる。オニオンスープを調理するには、タマネギを「香ばしい」だけでなく「焦げ臭」を感じ始めるまで炒めた方がフレーバーの良いオニオンスープが調理できるようであった。

おいしそうに香りがするスープサンプルとして選ばれたのは 60～65 分炒めたタマネギから調製されたもので、これらのスープには甘い香りと香ばしさが混在していた。

#### (5) 炒めタマネギとオニオンスープ中のタマネギの食感

表 1 C に示すように、タマネギを炒めると、生タマネギのしゃっきり感を失い、付着性を生じる。更に長時間、60 分以上炒めると水分を失いカリッとした。これらの炒めタマネギからオニオンスープを調製し、固形部分のタマネギを評価したところ、付着性のある炒めタマネギは水分で戻ることによりしゃっきり感を取り戻すが、カリッとするまで炒めたタマネギはとろける食感となった。十分に褐変し、カリッとするまで炒めなければタマネギの組織成分は軟化しないと思われた。

#### (6) 炒めタマネギとオニオンスープの味

表 1 D に示すとおり、タマネギ特有の刺激は 5～10 分程度炒めることにより消失し、直ちに甘味が感じられるようになった。甘味はその後炒め時間 50 分まで継続して感じられるが、炒め時間 25 分からは酸味も重ねて感じられるようになった。60 分以上炒めると

## 長時間炒めたタマネギの味, 香り, 遊離糖, 色の変化

苦味が生じた。オニオンスープに調製すると、各種成分の濃度が下がるためか甘味、酸味を感じ始める炒め時間が遅くなった。また、最も甘いと感じるサンプルの炒め時間が、炒めタマネギでは25分であったのに対し、オニオンスープでは45~50分であった。炒めタマネギでは炒めによる水分の蒸発が生じる。図3の遊離糖含有量からもわかるように、炒め時間50分の方が25分炒めよりも糖濃度が高いはずである。しかし最も甘く感じられたのは25分炒めたタマネギであった。50分炒めたタマネギは、糖濃度は高いが酸味も生じるために甘さがマスキングされ、酸味が生じる前の方が、純粋な甘味のみが感じられたものと考えられる。パネルからは、「さっぱりした甘味」と「濃厚なコクのある甘味」との表現も得られた。スープでは炒めによる各種成分の濃縮が、水分により還元されるため、炒め時間50分程度までの糖濃度はほぼ変わらない(図2参照)。最も甘いスープに選ばれたのは45~50分間炒められたタマネギから調製されたものであり、これらは甘い香りを感じるサンプルでもあった(表1B)。味の感じ方に、フレーバーが深く関与していることが示唆された。加熱タマネギの甘味の本体がプロパンチオールであるという古くからの定説<sup>9)</sup>が否定<sup>8)</sup>されてから、加熱タマネギ特有の甘味の原因については明らかになっていない。加熱時の水分蒸発による糖濃度の上昇、生タマネギ刺激臭成分の減少、甘い香氣成分の生成などが、加熱タマネギの甘いフレーバー発現の要因として上げられている<sup>8)</sup>。炒めタマネギとオニオンスープのいずれもの官能評価において、糖の濃度と甘さの評価とが対応しないことから、加熱タマネギの甘味が糖だけでは説明できないことが改めて示された。

濃度が補正されたオニオンスープにおいて、50分炒めタマネギにより調製されたサンプルが最も甘いと評価されたので、改めて追試を行い、炒めタマネギで最も甘いと評価された25分と、50分炒めたタマネギから調製したオニオンスープを比較したところ、両者とも甘いが、25分炒めによるスープは、くせのない甘味で物足りなく、50分炒めによるオニオンスープではコクのある強い甘味と酸味、苦味のバランスがとれたタマネギの風味や甘さが引き出され、コクがあると評価された。加熱タマネギに生成する含硫化合物が、旨味溶液中でコク味を生じる<sup>10)</sup>との報告がある。筆者らは加熱したタマネギの絞り汁にグルタミン酸が増加することを認めており<sup>1)</sup>、これらの相乗効果によりコ

ク味が生じるものと推察する。

## 4. 要 約

タマネギを十分に褐変するまで炒めたときの性状の変化を調べた。

(1) タマネギを長時間炒めると水分の蒸発とともに、色、味、香りが変化した。できあがり量が40%から20%へと減少する過程で色調が急激に変化し、刺激臭も消失、甘く香ばしい香りへと変化した。炒めることにより甘味だけではなく酸味や苦味も生じた。

(2) タマネギの色が褐色に変化するまで炒めると、グルコース、フルクトースおよび遊離糖総量が減少した。

(3) 炒め時間の異なるタマネギからスープを調製すると、材料となる炒めタマネギとは味や香りの感じ方が異なり、フレーバーの優れるスープを調製するためには炒めタマネギよりも長時間の炒め操作が必要であった。

(4) 炒めタマネギやオニオンスープの糖含有量と、官能評価による甘味の強さとは対応しなかった。

## 引用文献

- 1) 溝井雅子, 澤山 茂, 川端晶子, 本間清一: 玉葱の加熱による褐変, 栄食誌, **45**, 441-447 (1992)
- 2) 玉木雅子, 鶴飼光子, 本間清一: ゲル濾過クロマトグラフィーを用いた加熱玉葱褐変物質の解析, 日食科工誌, **43**, 1293-1298 (1996)
- 3) 玉木雅子, 鶴飼光子, 本間清一: 玉葱汁がモデル系アミノ-カルボニル反応のメラノイジン形成に及ぼす影響, 日食科工誌, **45**, 52-57 (1998)
- 4) 田村咲江: 炒めタマネギの二, 三の性状と組織形態(第1報) 植物油で炒めた場合, 家政誌, **31**, 721-729 (1980)
- 5) 島田キミエ: タマネギの調理に関する研究(第1報) みちん切りタマネギの油炒めについて, 家政誌, **17**, 389-394 (1966)
- 6) 松本睦子, 河村フジ子: 牛乳の凝固におよぼす野菜の影響について(第5報), 家政誌, **28**, 442-445 (1977)
- 7) 西堀すき江: 調理によるたまねぎ中の遊離糖類の変化, 東海学園女子短大紀要, **15**, 9-17 (1980)
- 8) 時友裕紀子, 山西 貞: 加熱タマネギの甘いフレーバーについて, 家政誌, **44**, 347-352 (1993)
- 9) Price, K. R., Bacon, J. R., and Rhodes, M. J. C.: Effect of Storage and Domestic Processing on the Content and Composition of Flavonol Glucosides in Onion (*Allium cepa*), *J. Agric. Food Chem.*, **45**, 938-942 (1997)
- 10) 武 恒子, 大塚一止: 各種食品中の呈味成分に関する研究(第11報) タマネギの呈味成分について, 栄養と食糧, **20**, 169-172 (1967)

- 11) 島田保子, 尾形映子, 根橋ひろえ: タマネギの組織および含有量におよぼす調理の影響 (第2報) 還元糖, 組織の形態, 家政誌, **30**, 286-291 (1979)
- 12) 時友裕紀子: 炒めタマネギのフレーバー成分の同定とその香気パターンの品種間比較, 日食科工誌, **42**, 1003-1011 (1995)
- 13) Kimura, K., Iwata, I., and Nishimura, H.: Thermal Degradation Products of S-Alkyl L-Cysteine Occurring in *Allium* Species with D-Glucose, *Agric. Biol. Chem.*, **54** (8), 1893-1903 (1990)
- 14) 山西 貞, 織岡桔久乃: タマネギの煮熟による香味の変化に関する化学的研究, 家政誌, **6**, 45-47 (1955)
- 15) Ueda, Y., Tsubuku, T., and Miyajima, R.: Composition of Sulfur-Containing Components in Onion and Their Flavor Characters, *Biosci. Biotech. Biochem.*, **58** (1), 108-110 (1994)