

くわいの物性の加熱時間による変化

The Characteristics of *Sagittaria torifolia* L. var. *edulis* when Processed via Cooking

横田 光子*
Mitsuko Yokota

はじめに

くわいの栄養成分は炭水化物のでんぷんが主成分であるが、そのなかの遊離糖¹⁾はくわいのほのかな甘さとなり、また独特なほろにがさの呈味成分²⁾はくわいの美味しさを特徴づける成分である。ほっくりとした噛みごたえは、でんぷんを主成分とするいも類の触感とは異なり、「畑のくり」ともいわれる所以である。くわいの代表的調理法は、これらの特性を生かした伝統的な日本料理の煮物であり、くわいを一度茹でこぼし、苦み成分を除去したのち、出し汁に調味料を加え煮ふくめる。

さて生産者らの経験によれば、くわいは長時間加熱するとかえって硬さが戻ると言う。

本研究はこの点に注目して、上記の主観的、感覚的判断を客観的に明らかにするため、くわいを加熱し、経時的にその物性³⁾(破断特性)の変化について検討を試みた。併せてでんぷんを主成分とするじゃがいも、さつまいも、くりについても同様の測定をおこない、くわいとの違いを調べ、若干の知見を得たので報告する。

実験材料および方法

1. 試料

くわいは1995年2月下旬収穫した青くわい(埼玉産)を冷蔵保存(5°C)して実験材料とした。じゃがいも(北海道産男爵いも)、さつまいも(茨城産紅あずま)、くり(熊本産)は1995年9月収穫したものを水分含量を測定⁴⁾後実験材料とした。

2. 試料の調整

くわいは直径約4~5cmの球形のものを選び、芽をとり除きその切り口を直径3cmの円に調整し、基底方向に長さ3cmの円柱に切断した。

さつまいもは太く、大き目のものを選び、長さを2等分し、形成層を避け、柔組織の中心部を切り口3cmの直径として、くわいと同様に切断した。

じゃがいもは維管束部をさけ、内髓部を中心にくわいと同様に切断した。

くりは偏球形で1個平均15gであり、上記試料と同じ大きさの切断は不能なので、直径3cm長さ15mmの円柱に成形した。

3. 試料の加熱方法

それぞれの試料を直径2.5cm深さ7.5cmの

表1 なま試料の水分含量

食品名	くわい	じゃがいも	さつまいも	くり
水分量%	70.5	80.5	56.7	69.9

注 (株)日本食品分析センターにて分析

ホーロー引きの平らなべにいれ、水1500mlをくわえた。試料の1個の中心部に熱伝対の温度感知測定部を挿入し、他方の測定部はゆで水中に固定し、1200Wの電熱器で加熱し、沸騰後は600Wに切かえ、水温が97℃前後の温度を保持つように火力を調節した。

くわいでんぷんの糊化温度はいも類の平均糊化温度を目安として、試料の内部温度が65℃⁵⁾に到達した時点を経続加熱時間の起点(0分)として、以後10分、15分、20分、30分、40分経過ごとに試料を取り出し、加熱時間の異なる試料を実験に使用した。各試料は常温(26℃)に冷却し、直ちにその破断特性を測定した。

4. 破断特性値の測定

クリープメータ、レオナーRE-3305(株山電製)を用い室温26℃で測定した。測定は直径16mmの円柱型のプランジャーを使用した。円柱形に成形した試料の上面にプランジャーの先端が接触後1mm/secの速度で試料を圧縮し、破断特性値として破断応力、破断歪率、破断エネルギーを求めた。試料の記録及び解析は、自動解析装置(CA-3305-16(株山電製))を用いた。

実験結果および考察

1. なま試料の水分含量

表1に各試料の水分含量を示す。

2. 破断特性の測定

さつまいも、じゃがいも等のでんぷん質のいも類を加熱する場合、加熱により肉質の軟化⁶⁾⁷⁾が

顕著でおよその加熱時間を設定できる。しかしくわいの場合加熱によって柔らかくなったという感触がつかみにくいためか、茹で時間の目安を提示した調理書はない。くわいを加熱して破断特性を知れば、もっとも適切な調理法を選択できよう。そこでくわいの破断特性を測定した。

1) なま試料の硬さ

なま試料の応力特性を図1に示した。加熱特性の測定と同じ条件のプランジャー直径16mm、圧縮速度1mm/secで圧縮した。この曲線は傾斜が急なほど試料が硬いことを示す。

くわいとさつまいもは圧縮初期の立ち上がり角度が大でじゃがいも、くりと異なる傾向を示した。

じゃがいもとくりは直線ではなく緩やかにわん曲しており、僅かであるがくわい、さつまいもより柔らかく、しなやかであることが判る。ほぼ同じ水分含量のくわいとくりの硬さが異なる点は興味深い。

2) 加熱時間による破断応力、破断歪率、破断エネルギーの変化

くわいの加熱時間による破断曲線を図2に示した。くわいの破断応力は10分で $3.12 \times 10^5 \text{ N/m}^2$ と高く、裂け音があった。15分20分後は破断応力は低下し、柔らかくなってはい

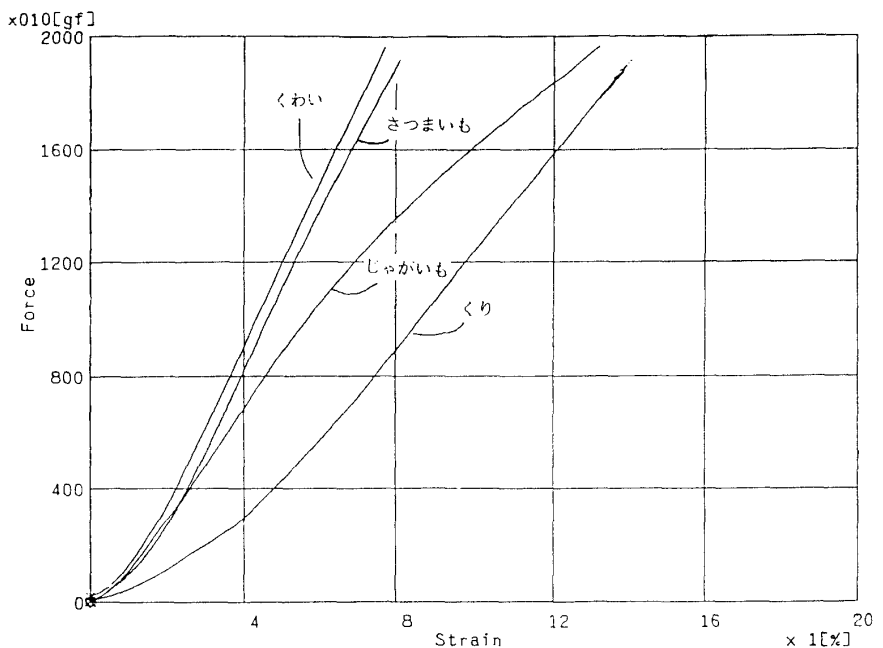


図1 なま試料の荷重-歪率曲線

るが、荷重により一気にぼんと割れる。20分の応力は $2.41 \times 10^5 \text{ N/m}^2$ 、30分では $2.21 \times 10^5 \text{ N/m}^2$ でその差は僅かである。この事は加熱は20分で十分で、30分は必要ないといえる。

40分を起点に破断応力は15分加熱時の破断応力 $2.63 \times 10^5 \text{ N/m}^2$ と同位置に上昇した。即ち硬くなったということであるが、生産者らの経験的食感はこの時点かもしれない。

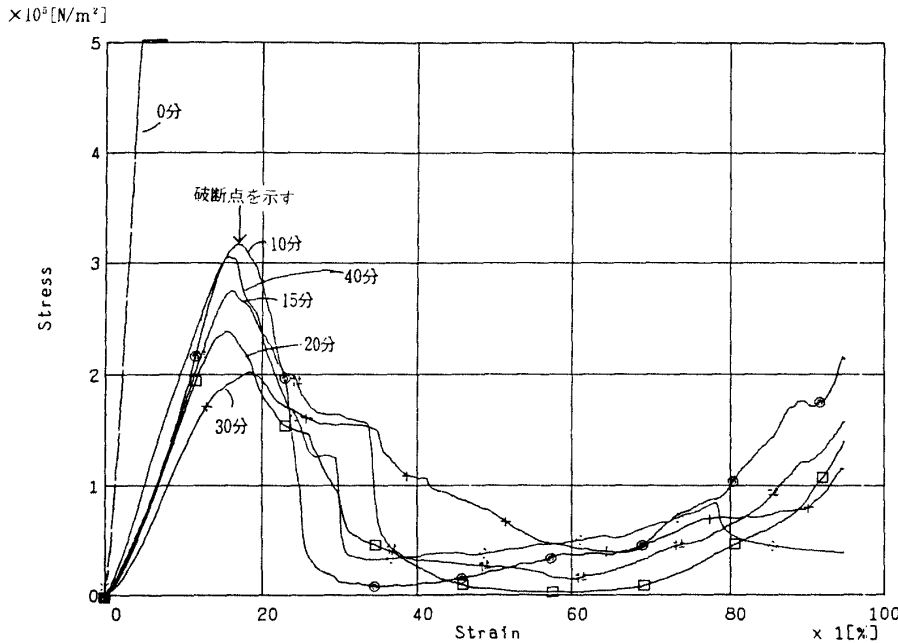


図2 くわいの加熱時間による破断曲線

くわいの破断面は10分から40分経過のすべてがさらっとした触感でこまかなざらつきがあり、食感もくわい独特のさらりとした噛みごたえである。しかし40分経過のくわいにはさらっとした食感のなかにでんぷんよりの粘りがあった。加熱によりくわいの応力が上昇した原因にはでんぷん粒細胞壁が軟化し、糊化でんぷんが流出することと、細胞壁にあるたんぱく質の物理的、化学的変化によるものがあると考えられるが、くわいのたんぱく質量⁸⁾はいも類の2~3倍もあることから興味深いことである。上記のくわいの組織学的研究を今後の課題としたい。

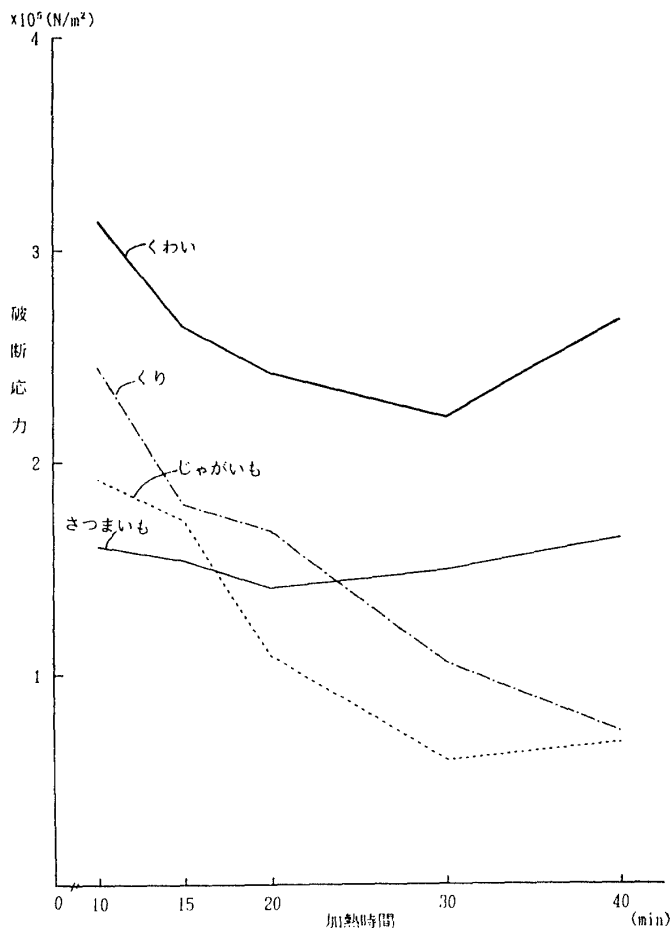


図3 加熱時間による破断応力の変化

くわいと比較してじゃがいも、さつまいも、くりを同一条件で加熱して得たそれぞれの試料の破断応力、破断歪率、破断エネルギーの変化を図3、図4、図5に示した。

さつまいもの破断応力は10分加熱で $1.60 \times 10^5 \text{ N/m}^2$ であり、くわいより低いながらも硬さがある。15分20分加熱ではほっくりとした食感があり、加熱により白く見られる組織の導管部分が裂けている。30分、40分加熱では白色部分は消滅し一様に黄色部分のみとなり、ねっとりする。

破断応力は20分加熱を起点としてゆるやかに上昇し、加熱40分で10分加熱時と同じになった。加熱により組織が軟化し糊化でんぷんの流出により硬さが戻ったものと考えられるが、さつまいもの品種、収穫時期、保存法、固体差を考えると1回の実験では不

十分である。加熱により組織が軟化し糊化でんぷんの流出により硬さが戻ったものと考えられるが、さつまいもの品種、収穫時期、保存法、固体差を考えると1回の実験では不

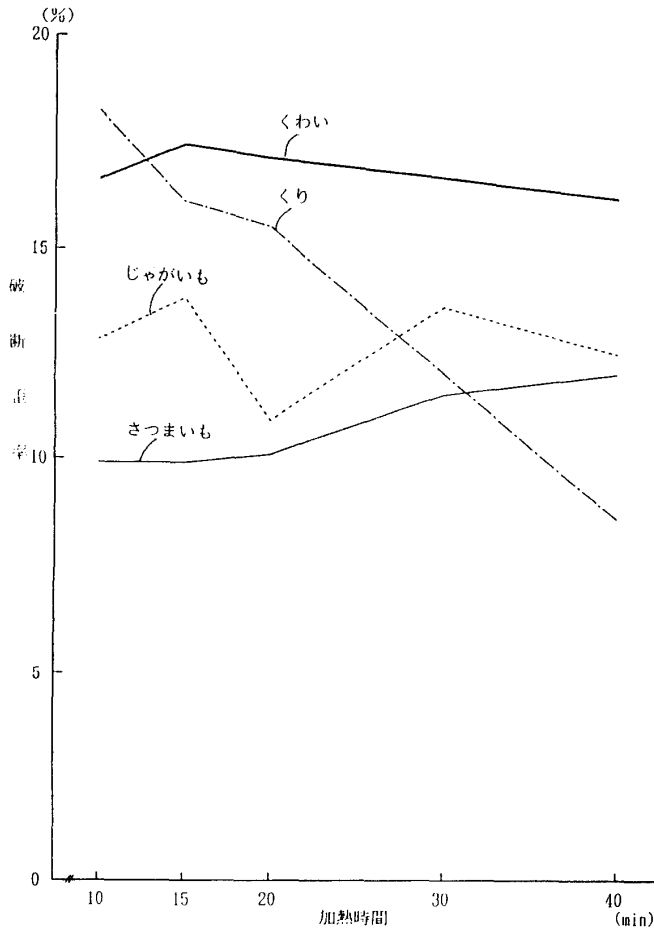


図4 加熱時間による破断歪率の変化

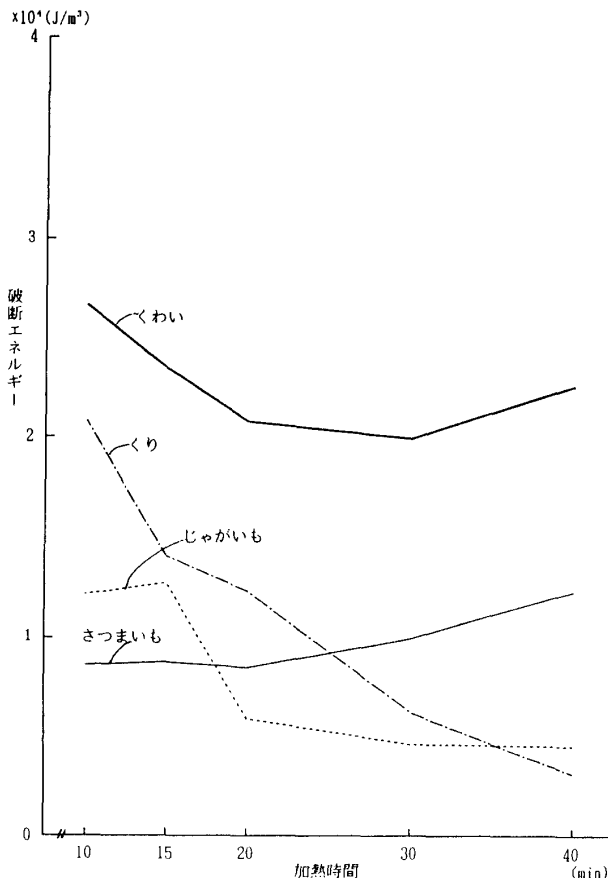


図5 加熱時間による破断エネルギーの変化

十分であるが、はっきりした噛みごたえと粘りのいずれをとるかは、調理法の選択の目安となろう。

じゃがいもの破断応力は10分加熱で $1.92 \times 10^5 \text{ N/m}^2$ で、さつまいもと同じ硬さを持つ。透明度はすこしあるが、極端に硬く、10分以後経時ごとに急速に軟化するが、柔らかい感触は30分、40分加熱でも大きな差はない。

くりの破断応力は10分で $2.44 \times 10^5 \text{ N/m}^2$ あり、破断の瞬間にその半片が四方に飛び砕けた。生っぽい食感は15分で消失したが、20分で荷重による試料の飛び砕けはないが、食感に硬さがあった。30分、40分で初めてくりらしいほくほくとした食感をえた。今回の実験は剥き栗を用いたが、鬼皮、渋皮のあるくりを茹でる場合の目安となろう。

3) 破断エネルギーの変化について

破断エネルギーは各試料ともほぼ破断応力に対応した結果を示している。

4) 加熱時間による破断応力対破断歪率の変化

図6は加熱時間による破断応力と破断歪率の変化を表す。4試料はすべて異なるパターンを示した。

くわいの加熱による変化は矢印の様に時計の回転方向を示し、どの試料よりも硬く、じゃがいもやさつまいもより破断歪率にしておよそ5~7%多く噛む必要がある。

さつまいもは矢印に示すようにくわいと反対方向に進み、破断歪率は増加するが、破断歪率10~12%はさほどの差異でない。

じゃがいもは破断応力、破断歪率とも加熱ごとに著しく変化し、他の試料と異なる傾向を示す。それぞれの起点で試料の物質になんらかの科学的、物理的变化があるのかも知れない。

くりの破断応力はくわいの次に高いが加熱が進むごとに破断歪率が下がり、4試料のうち一番もろく崩れるような食感がある。

要 約

くわいの加熱時間の差異により破断応力に及ぼす影響を検討し、併せて同一条件で同じでんぶん質のさつまいも、じゃがいも、くりについても実験を行い、その差異をしらべた。

1) くわいの加熱時間が10分、15分、20分と経過するに従い破断応力は低下するが、20分、30分ではほとんど差はない。しかし30分を起点に破断応力は著るしく上昇し硬くなるという、他の試料にない顕著な傾向がみられた。

2) 各試料の破断エネルギーは各試料の破断応力に対応する数値を示した。

3) 加熱時間による破断応力対破断歪率の変化

4 試料はすべて異なるパターンを示した。

くわいの食べ物としての評価は人により異なり、古来の嗜好品としての位置づけが高いので、

官能評価による主観的測定と、機器を用いた力学的特性の客観的測定との相関をさらに詳しく調査し、はじめて本研究は全きを得るが、これらは今後の課題としたい。

引用文献

- 1) 山沢和子: くわいの遊離糖について『東海女子短期大学紀要』8 p.21 (1982)
- 2) 山沢和子: くわいの呈味成分について『東海女子短期大学紀要』11 p.76 (1985)
- 3) 赤羽ひろ. 中濱信子: 調理化学 22 p.173 (1989)
- 4) 厚生省生活衛生局監修: 食品衛生検査指針 理化学編 pp.23~25(1991) (財) 日本食品衛生協会, 東京
- 5) 山崎清子. 島田キミ江: 調理と理論 p.118 (1987) 同文書院
- 6) 橋谷純子 平野雅子 比企みよ子 松元文子: マッシュポテトに関する研究『家政学雑誌』23 2 p.120(1972)
- 7) 渡川祥子 鈴木咲枝: 圧力鍋によるじゃがいもの加熱調理科学 18 1 p.62 (1985)
- 8) 科学技術庁資源調査会編: 四訂日本食品標準成分表 p.133(1984)第一出版

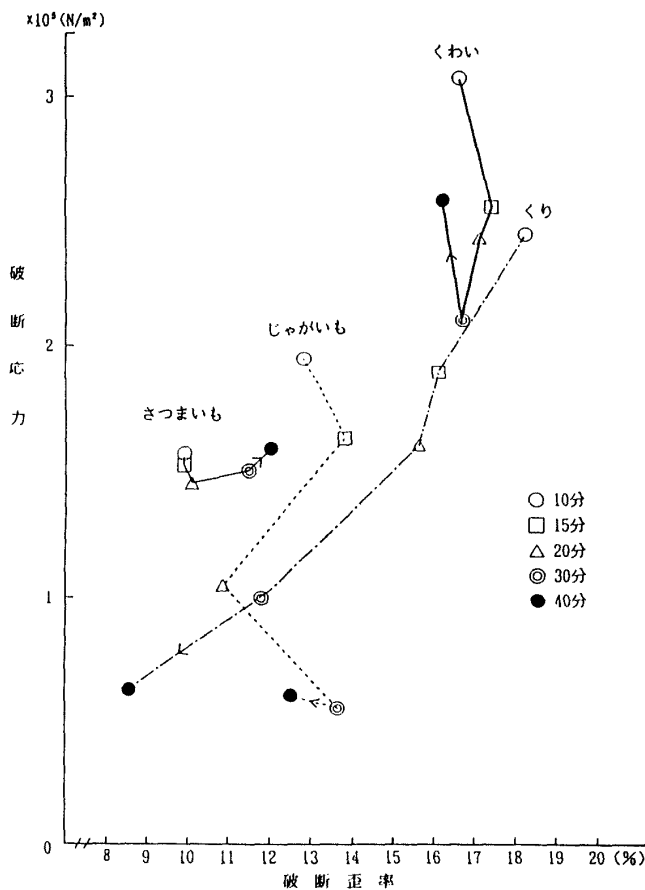


図6 加熱時間による破断応力対破断歪率の変化