

食用カンナの茹で加熱に及ぼす要因解析

渡邊浩幸、松尾菜穂、山根悠太、彼末富貴

(2018年9月28日受付, 2018年12月17日受理)

Analysis of Factors Affecting Boiling of Edible Canna Rootstocks.

Hiroyuki WATANABE, Naho MATSUO, Yuta YAMANE, Fuki KANOSUE

(Received : September 28. 2018, Accepted : December 17. 2018)

要旨

食用カンナ (*Canna edulis* Ker-Gawl.) を茹でる際に、水が沸騰するまでの茹でこぼしの有無の異なる2種類の試料について、加熱時間及び水中の砂糖濃度を変えて、破断強度を測定した。

硬さを破断荷重や破断エネルギーで評価すると、加熱で硬さが高まるが、砂糖濃度には関係しなかった。弾力性を破断歪率で評価すると、加熱及び加熱時における砂糖の存在、さらに長時間加熱で高まることが示された。口の中での碎けやすさを示すもろさ歪率は、垂直測定においては、加熱処理に影響するが、砂糖濃度や加熱時間には影響しなかった。試料の前処理として、茹でこぼしの効果を検討したが、明確な効果は認められなかった。

食用カンナ根茎部の加工時において、茹で加熱を行うと硬さが増すが、砂糖濃度を高めることで、食材に弾力をつけ、口腔内で食塊が碎けにくい状態となることが示唆された。

キーワード：食用カンナ, 茹で, 物性, 破断解析

Abstract

The breaking strength of edible canna (*Canna edulis* Ker-Gawl.) rootstocks during boiling was measured by changing the heating time and sugar concentration in water for 2 types of samples: with or without post-boiling draining. Hardness evaluation through the measurement of rupture force and rupture energy showed that hardness was increased by heating, but it is not related to sugar concentration. Elasticity evaluation through the measurement of rupture strain rate showed the presence of sugar during heating and longer heating time increased elasticity. The brittleness distortion rate, which shows how easy the material breaks inside the mouth, measured using a vertical measurement, showed that it was affected by heat treatment, but not by sugar concentration and heating time. As a pretreatment of the samples, the effects of post-boiling draining were examined, but no clear effects were observed.

The data suggest that during treatment of edible canna rootstocks, the increase of hardness through heating by boiling is caused by the increase of sugar concentration, which provides elasticity to the food material and causes the food bolus to be broken easily inside the oral cavity.

Key words : edible canna, boiling, physicality, rupture analysis

1. 緒言

食用カンナ (*Canna edulis* Ker-Gawl.) は、大型の多年性単子葉類の草本で、草高が3m以上にも生育し、育種改良は、ほとんど受けていない¹⁾。観賞用の花カンナと異なり、根茎を多数形成して澱粉を蓄積する²⁾。また、食用カンナの収量は、デンプン原料として最も多く使用されているトウモロコシの3倍以上もあると報告されている³⁾。このように生産性が高く、エネルギーを蓄積する植物でありながら、植物学・作物学における詳細な研究報告が少なく、食品・栄養学的研究報告についてもない。食用とするのは、根茎部であり、古代人は、そのまま焼いたり、煮たりして食していたと思われるが、現在では、東南アジアの食品産業により麺、ビスケット及び離乳食として利用されている⁴⁾。

植物性食品の多くは、生で食することもあるが、組織の軟化などの目的で加熱調理が必要な食品も多い。加熱調理により糖質の糊化や煮る・茹でる場合には、調味料と食品成分との化学反応を伴って食品の物性や成分の量が増減するところがある^{5,6)}。これらの食品成分の性状変化は、加熱調理後の食品を摂取したときの指向性や栄養価に影響すると考えられる。

食品の煮る・茹でる、蒸す、焼く、揚げる、炒める、などの加熱加工においては、加工を効率的に行うために、食品ごとに適切な条件を把握することが重要である。また、食材によっては、具材の前処理（茹でこぼし）がアクやぬめり等を除き、食材に対して特徴的な加工処理の効果をもたらすこともある⁷⁾。

食用カンナについては、これらの加工特性に関する報告はない。そこで、本研究では、食用カンナを洋菓子に利用することを前提として、茹でこぼしの効果、加熱時間や煮汁中の砂糖含量が食用カンナの食感に及ぼす影響について検討した。方法として、破断試験を行って破断強度を測定し、結果を破断荷重、破断応力、破断歪率、破断エネルギー、もろさ荷重、もろさ応力、もろさ歪率を

指標として用いて示した。

2. 方法

2. 1 茹で加熱処理

容器はステンレス製片手鍋（直径12cm深さ5.5cm）、熱源としてビルトインガスコンロ（株式会社HARMAN、熱量11,300kcal/h）を用いた。茹で水は水道水450mlを鍋に入れて使用した。試料として高知産食用カンナ台湾赤（高知大学物産キャンパス農場）を用いた。試料は、皮を剥いて2cm四方にカットして加熱処理を行った。

茹でこぼしは、試料を水から煮て、水が沸騰した時点でお湯をすてて終了した。その後、直ちに、砂糖による影響を検討するため、20%、又は50%の砂糖水450mlを調製し、沸騰させて試料を加熱した。15分間隔で、100mlの水を追加し、0.5時間、又は1時間まで、砂糖水中での加熱を行った。

2. 2 破断強度測定

破断強度測定の原理は、押し返す力や引っ張る力を測定するロードセルに適切なプランジャーを取り付けて行う。実験は、試料台に試料をセットし、試料台を上を移動させてプランジャーに試料を接触させ、試料を押し付けるときの押し返す力を測定した。

加熱終了後は、加熱用煮汁中で室温にて12時間放冷後、とりだしてクリープメーター Model33005B（株式会社山電製）を用いて破断強度を測定した。測定は、試料を1cm四方にカットして、繊維に対して垂直（繊維垂直）及び平行（繊維平行）になるように測定した。測定条件は、ロードセル20kg、プランジャーφ=50mm、測定速度5mm/秒とした。

2. 3 統計処理

得られた数値は、平均±標準誤差で表した。また、各種条件における破断強度に関する評価項目は、一元配置分散分析を行って有意差があればTukeyの多重比較を実施し、5%の有意水準で有

意差を判定した。有意差の結果は、グラフ中にアルファベットで示し、同じアルファベットを持つグループは、有意差がないことを示す。

3. 結果

3.1 破断荷重 (N)

破断荷重 (N) は、繊維垂直では、茹でこぼし無しの場合、生と比較して加熱で高まるが、砂糖濃度や加熱時間による差は、認められなかった (図1)。茹でこぼし有りの場合にも同様の結果であった。

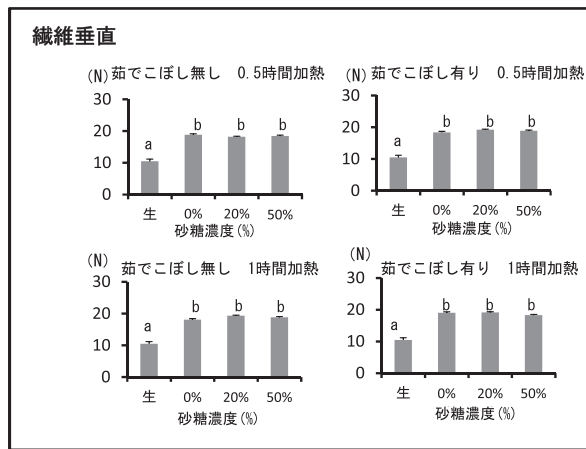


図1. 繊維垂直における破断荷重

値は、平均±標準誤差 (n=3) 異なるアルファベット同士は、Tukeyによる多重比較検定後の5%水準での有意差を示す。

繊維平行の結果は、繊維垂直の結果と同様であった (図2)。

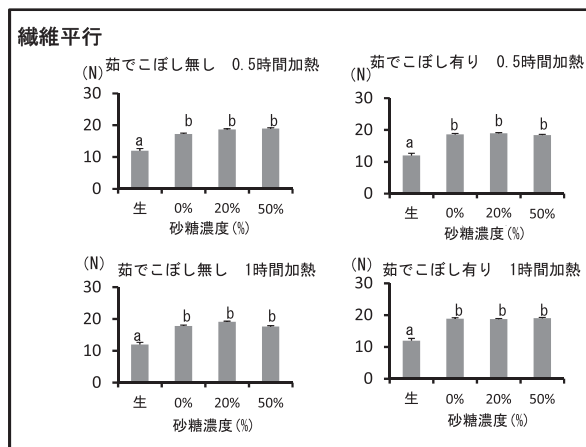


図2. 繊維平行における破断荷重

値は、平均±標準誤差 (n=3) 異なるアルファベット同士は、Tukeyによる多重比較検定後の5%水準での有意差を示す。

3.2 破断応力 (Pa)

破断応力は、繊維垂直では、茹でこぼし無しの場合、生と比較して加熱で高まるが、砂糖濃度や加熱時間による差は、認められなかった (図3)。茹でこぼし有りの場合にも同様の結果であった。

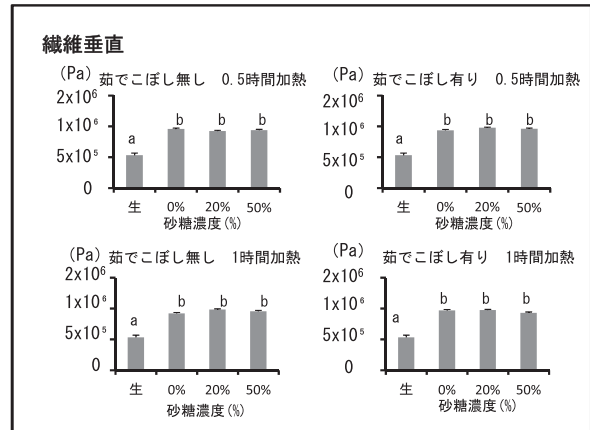


図3. 繊維垂直における破断応力

値は、平均±標準誤差 (n=3) 異なるアルファベット同士は、Tukeyによる多重比較検定後の5%水準での有意差を示す。

繊維平行の結果は、繊維垂直の結果と同様であった (図4)。

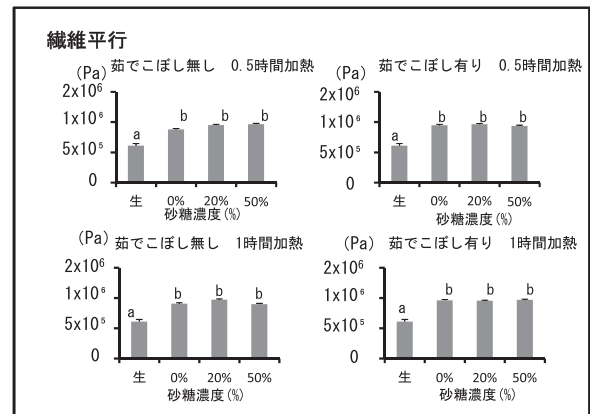


図4. 繊維平行における破断応力

値は、平均±標準誤差 (n=3) 異なるアルファベット同士は、Tukeyによる多重比較検定後の5%水準での有意差を示す。

3.3 破断歪率 (%)

破断歪率 (%) は、繊維垂直では、茹でこぼし無しの場合、生と比較して加熱で高まり、砂糖濃

度が高まると、0.5時間加熱では、砂糖濃度50%で、1時間加熱では、砂糖濃度20%及び50%で上昇した(図5)。

茹でこぼし有りの場合、茹でこぼし無しと同様に、生と比較して加熱で高まり、砂糖濃度が高まると破断歪率は、上昇した。加熱時間による差は、砂糖濃度50%において、0.5時間加熱と比較して1時間加熱で有意に高まった。

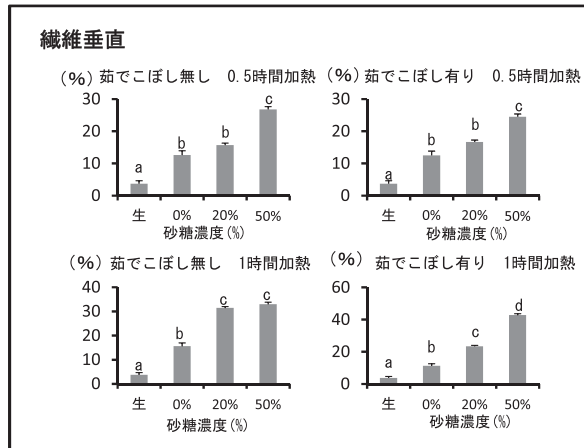


図5. 繊維垂直における破断歪率

値は、平均±標準誤差 (n=3)

異なるアルファベット同士は、Tukeyによる多重比較検定後の5%水準での有意差を示す。

繊維平行の結果は、生と加熱繊維垂直の結果とほぼ同様であったが、生と砂糖を含まない加熱との差が出にくかった(図6)。

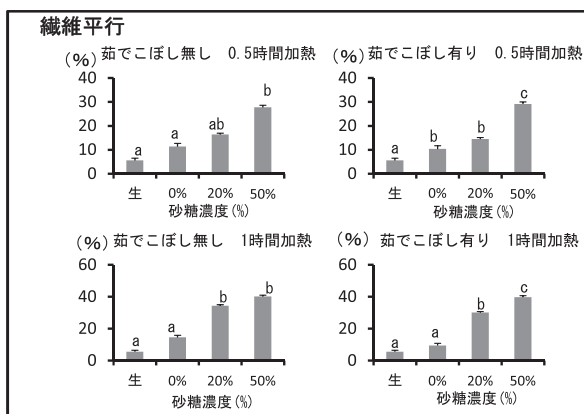


図6. 繊維平行における破断歪率

値は、平均±標準誤差 (n=3)

異なるアルファベット同士は、Tukeyによる多重比較検定後の5%水準での有意差を示す。

3. 4 破断エネルギー (J/m³)

破断エネルギー (J/m³) は、繊維垂直では、茹でこぼし無しの場合、生と比較して加熱で高まるが、砂糖濃度の影響は、受けにくかった(図7)。茹でこぼし有りの場合も、生と比較して加熱で高まり、加熱時間1時間のみ、砂糖の濃度依存的に破断エネルギーは、高まった。

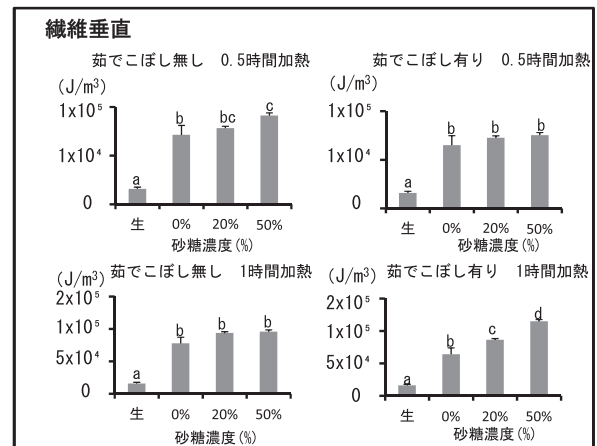


図7. 繊維垂直における破断エネルギー

値は、平均±標準誤差 (n=3)

異なるアルファベット同士は、Tukeyによる多重比較検定後の5%水準での有意差を示す。

繊維平行の結果は、加熱時間0.5時間及び1時間とも、生と比較して加熱で高まり、砂糖濃度が高まると破断エネルギーは、上昇した(図8)。

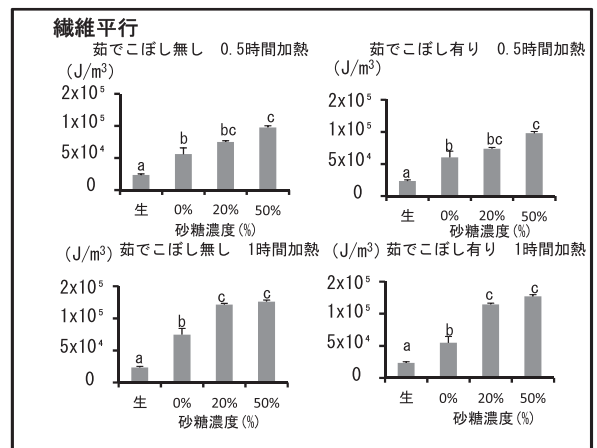


図8. 繊維平行における破断エネルギー

値は、平均±標準誤差 (n=3)

異なるアルファベット同士は、Tukeyによる多重比較検定後の5%水準での有意差を示す。

3. 5 もろさ荷重 (N)

もろさ荷重 (N) は、繊維垂直では、茹でこぼし無しの場合、生と加熱処理との違いは認められなかった (図9)。

また砂糖を添加して加熱しても、もろさ荷重の大きな変化は認められなかった。茹でこぼし有りの場合、0.5時間加熱では、生と加熱処理との違いは認められなかった。また砂糖を添加して加熱しても脆さ荷重の大きな変化は認められなかった。しかし、1時間加熱の場合、砂糖濃度が50%の高濃度のみ、もろさ荷重が有意に低下した。

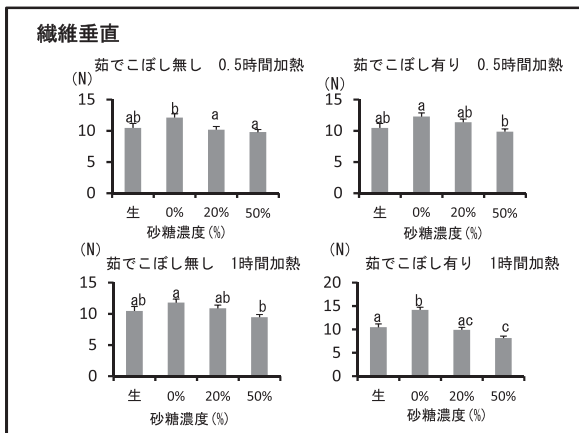


図9. 繊維垂直におけるもろさ荷重

値は、平均±標準誤差 (n=3)
異なるアルファベット同士は、Tukeyによる多重比較検定後の5%水準での有意差を示す。

繊維平行の結果では、もろさ荷重は、生と加熱処理、及び砂糖添加での加熱処理、さらには加熱時間に影響を受けなかった (図10)。

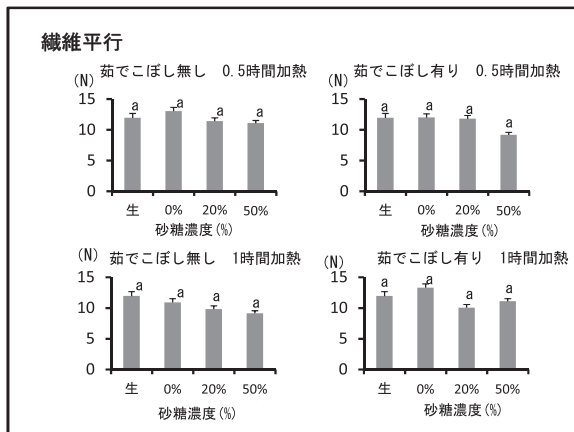


図10. 繊維平行におけるもろさ荷重

値は、平均±標準誤差 (n=3)
異なるアルファベット同士は、Tukeyによる多重比較検定後の5%水準での有意差を示す。

3. 6 もろさ応力 (Pa)

もろさ応力 (Pa) は、繊維垂直では、茹でこぼし無しの場合、生と比較して、0.5時間及び1時間加熱処理、各種砂糖濃度ともに差は認められなかった (図11)。茹でこぼし有りの場合において、生と比較して、1時間加熱処理で、砂糖濃度50%においてのみ有意な低下が認められた。

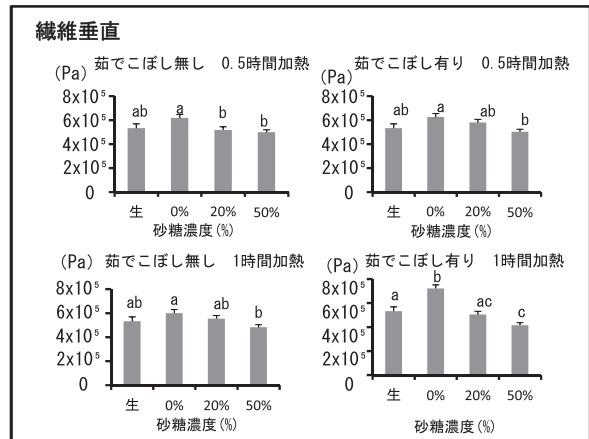


図11. 繊維垂直におけるもろさ応力

値は、平均±標準誤差 (n=3)
異なるアルファベット同士は、Tukeyによる多重比較検定後の5%水準での有意差を示す。

繊維平行の結果では、もろさ応力は、生と加熱処理、及び砂糖添加での加熱処理、さらには加熱時間に影響を受けなかった (図12)。

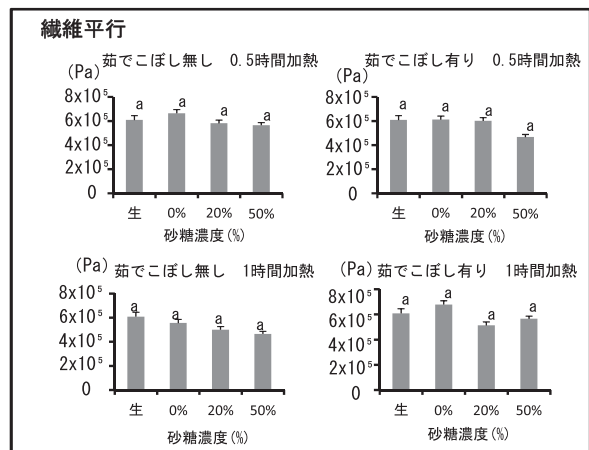


図12. 繊維平行におけるもろさ応力

値は、平均±標準誤差 (n=3)
異なるアルファベット同士は、Tukeyによる多重比較検定後の5%水準での有意差を示す。

3. 7 もろさ歪率 (%)

もろさ歪率 (%) は、繊維垂直では、茹でこぼし無しの場合、生と比較して加熱で高まるが、砂糖濃度や加熱時間による差は、認められなかった(図13)。茹でこぼし有りの場合にも同様の結果であった。

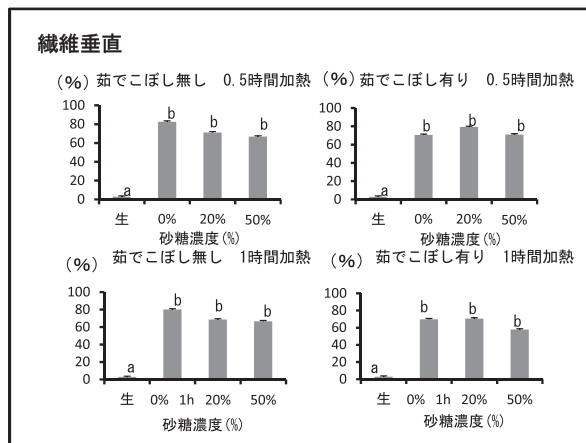


図13. 繊維垂直におけるもろさ歪率

値は、平均±標準誤差 (n=3)

異なるアルファベット同士は、Tukeyによる多重比較検定後の5%水準での有意差を示す。

繊維平行の結果は、繊維垂直の結果と同様であった(図14)。

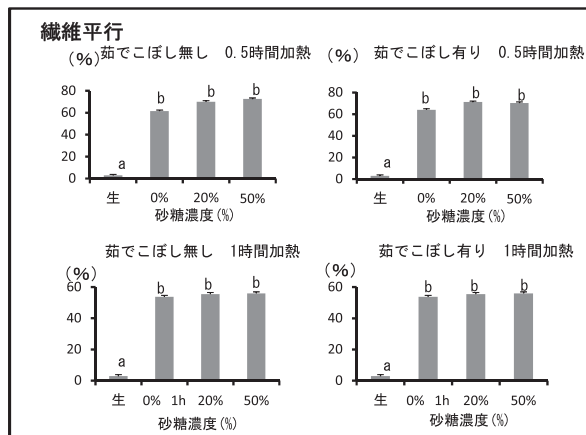


図14. 繊維平行におけるもろさ歪率

値は、平均±標準誤差 (n=3)

異なるアルファベット同士は、Tukeyによる多重比較検定後の5%水準での有意差を示す。

以上の結果は、カンナを砂糖煮して加工する際に起こる調理特性として示される。

4. 考察

破断荷重と破断応力は、硬さを示す指標である。

また、破断歪率が低いほど弱い力で破断するもろい試料となり、大きければ弾力のある試料と判断される。もろさ歪率が小さい食品は、口の中で砕けやすいと判断される。

カンナ根茎部は、加熱によって硬さが高まった。硬さは、茹でこぼし有りと無しで、違いはなかった。また、繊維の方向による硬さの違いもなかった。生の試料が加熱によって硬くなる理由として、加熱操作が食物繊維を凝集させた可能性が考えられる。哈らは、セルロースを高温で加熱した場合、160℃近辺までは硬さに変化はないが、180℃を超えると硬さが低下することを報告している⁸⁾。本研究では、セルロースでは、硬さに影響がでない100℃での加熱を行っている。本研究で硬さが高まった理由として、加熱によるメイラード反応化合物の生成によって、食物繊維を強固にする架橋等の化学変化が起こったことが推測される。

弾力性が関係する破断歪率は、砂糖非存在下では、繊維が垂直方向において、加熱で高まりやすかった。平行では、加熱による硬化は、出にくかった。しかし、加熱時において砂糖が存在することで、弾力は、顕著に高まった。また、加熱時間が長くなるほど、糖濃度が高い時に弾力が高まっていた。この弾力は、茹でこぼしの有無には影響されなかった。このことは、カンナ根茎部が加熱によって繊維組織が変化し、弾力が高まったものと考えられた。さらに、糖との加熱により、さらに弾力が高まることから、メイラード反応等の何らかの化学反応が付加されることによって弾力が高まりやすくなったと推測される。この様に、カンナ根茎部を食材として使用する際、特に砂糖非存在下では、食材の方向性を変えることで弾力を調整することができるとわかった。

破断エネルギーの値から、カンナ根茎部を破断するまでにかかる全エネルギー量は、生と比較して、加熱処理を行った試料で顕著に高まった。しかし、茹でる際に使用した砂糖濃度による違いは、明確な差が認められなかった。このことは、カン

ナ根茎部の砂糖煮が、加熱によって硬くなり、砂糖濃度を高めると弾力が高まる加工法であることを意味する。

一方、口の中での砕けやすさに関係するもろさ歪率は、加熱で顕著に高まるが、加熱時間には影響しなかった。また、砂糖濃度にも影響しなかった。つまり、カンナ根茎部は、加熱処理操作によって、口の中で壊れにくい食材となる。

これらをまとめると、カンナ根茎部の加熱処理は、硬さを高めた。茹でこぼしの効果が認められるのは、高濃度の砂糖が存在する時の破断歪率と破断エネルギーのみであった。加熱操作において、砂糖含量を高め、加熱時間を長めに設定することで、弾力が強まり、硬さの食感を弾力性に変えることができると考えられた。

5. 結論

食用カンナ根茎部の加工法において、茹での操作を行う場合、茹でこぼしの操作を加え、砂糖濃度をたかめ、茹で時間を長くすることで、食材に弾力をつけ、口の中で壊れにくい状態へと加工することが可能となる。

カンナ根茎部の硬さが、食物繊維の硬さによるものではなく、繊維間の何らかの物質の影響を大きく受けていることが推測された。

6. 引用文献

- 1) Katsu IMAI, Takeo KAWANA, Kiyoshi SHIMABE, Keo INTABON, Kenichi TANAKA, Studies on Matter Production of Edible Canna (Canna edulis Ker.) : II. Changes of dry matter production with growth., 62(4), 601-608, 1993.
- 2) Osamu INATSU, Iwao MAEDA, Nobuko JIMI, Koji TAKAHASHI, Hajime TANIGUCHI, Masako KAWABATA and Michinori NAKAMURA., Edible Canna Starch. I., J. Jpn. Soc. Starch Sci., 30(1), 38-47, 1983.
- 3) 栗田匡一, 食用カンナ (Canna edulis) の栽培とその飼料作物的価値, 熱帯農業, 11(1-2), 5-8, 1967.
- 4) Lai, KL and Tsai, YZ., Cultivation and processing of edible canna in subtropical Taiwan. Acta Horticulturae, 275, 117-122, 1990.
- 5) 木村友子, 佐々木弘子, 菅原龍幸, 商蕪の物性と食味特性に及ぼす加熱処理と調味液の影響, 日本家政学会誌, 55(12), 933-943, 2004.
- 6) 渋谷歌子, 本間伸夫, 塩崎啓子, 石原和夫, 加熱による食品の香味, 色, テクスチャーの変化に関する研究 (第5報), 家政学雑誌, 25(8), 589-595, 1974.
- 7) 樋口かよ, 尾形美貴, 木村英生, 中川裕子, 仲尾玲子, 飯野久和., 未利用モモ花卉の茹でこぼし処理による色調ならびにシアン化合物の変化, 日本食品保蔵科学会誌, 42(1), 15-22, 2016.
- 8) 哈斯, 井野晴洋, 木村照夫, 植物繊維の加熱劣化による変色と強度変化, Seni Gakkaishi, 70(5), 89-95, 2014.

