

こんにゃく芋摩砕物の凍結貯蔵中の性状変化

平田 健・前梶健治・高谷健市・今井修三*

Change in Quality of Mashed Konjac Tubers during Frozen - Storage

Takeshi HIRATA, Kenji MAEKAWA, Kenichi TAKATANI, and Shuzou IMAI

Konjac tubers (*Amorphophallus konjac* K. Koch) were placed in frozen - storage so that konjac would be available at any season. However, there were problems of increased expense due to the spherical shape of the tubers. Konjac tubers should thus be mashed, formed and frozen - storage after the enzyme in konjac tubers were inactivated. Changes in the quality of mashed konjac tubers after heating were compared with those of tubers during frozen - storage. The results obtained are summarized as follows. (1) Best temperature for heating prior to mashing konjac tubers was 95°C for 20 min. (2) Viscosity of mashed konjac tubers decreased at 10% during frozen - storage. (3) Hardness and cohesiveness of konjac made from konjac tubers were larger than those of konjac made from mashed konjac tubers at -10°C, -30°C, respectively. (4) The quality of konjac tubers during frozen - storage would thus appear better than that mashed konjac tubers during frozen - storage.

緒 言

こんにゃくの製造には、主原料としてこんにゃく芋 (*Amorphophallus konjac* K. Koch) 或いはこんにゃく精粉が使用されている¹⁾。製品品質、特に風味の点からみると、芋を使用した方が優れている。芋は発芽や腐敗が生じ易いので、それを周年供給することは極めて困難である。そのため、一部では水洗後、そのまま凍結して貯蔵されているが、芋の形状が球形のため空隙率が大きく、貯蔵コストが大きくなること、解凍時に表皮近くの組織に黒変が起こり易いこと、解凍後加熱処理を必要とすることなど不利な問題点がある。こうした不利を解消するためには、予め加熱して酵素²⁾を不活性化した芋を摩砕、整形して凍結貯蔵する方法が考えられるが、現時点ではそうした試みが行われた例は見当たらない。

それで、こんにゃく芋を摩砕して凍結貯蔵を行う場合の条件設定と貯蔵したときの原料品質の変化の測定、さ

らに、これらの原料で製造したこんにゃくの品質評価を行い、実用化の可能性を検討した。

実 験 方 法

1. 供試試料

供試したこんにゃく芋は広島県産の中位大(約2kg)のもので、広島県経済農業協同組合連合会から入手した。

2. 加熱処理試験

(1) 試料の調製

こんにゃく芋を水洗した後、主芽部分の中心で縦に切断し二分した。これら各片について、切断面に平行に一枚宛1cmの厚さにスライスして切片を得た。これら切片について図1に示した部位毎に直径3cmの円盤状試料を調製した。これらの試料を攪拌熱湯中(95または98°C)で、所定の時間(5~30分)加熱し、直ちに冷水(5°C)で冷却し、硬さの測定に供した。

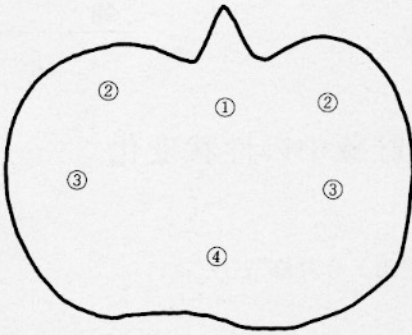


図1 こんにゃく芋の断面図

なお、白色度測定には、試料を加熱冷却後ホモジナイザーで摩砕して供した。

(2) 硬さの測定方法

加熱処理をした試料の硬さの測定装置には、レオメーター（不動工業株式会社、NRM-2010J-CW型）を用いた。試料中心部へ円柱状プランジャー（φ5mm）を5cm/minの速度で貫入させたときの破断力（kg）を測定した。測定は7回行い、最大、最小の両値を除いた5回の測定値を平均して硬さとした。

(3) 白色度の測定

色彩色差計（ミノルタカメラ株式会社、CR-100）を用いて摩砕試料の反射光から表面のL、a及びb値を測定し、次式により白色度(W)を算出した³⁾。

$$W = 100 - [(100 - L)^2 + a^2 + b^2]^{1/2}$$

また、色差(ΔE, 単位:NBS)は次式から求めた⁴⁾。

$$\Delta E = (\Delta a^2 + \Delta b^2 + \Delta L^2)^{1/2}$$

3. 凍結貯蔵試験

(1) 試料の調製

こんにゃく芋を水洗し、約3cm角に切断した。これらを二重釜を用い、熱湯中(95℃)で20分間加熱し、直ちに卓上ミートチョッパー（飯塚工業株式会社）で摩砕した。摩砕物は1.5kg宛ポリエチレン袋に詰め、速やかに-40℃で凍結した。所定温度(-30または-10℃)で貯蔵し、所定期間(1~8カ月)経過後、粘度測定に供した。また、8カ月間貯蔵したものはこんにゃく製造にも供した。

なお、こんにゃく製造の対照として使用したこんにゃく芋はグレージング処理をし、-30℃で8カ月間貯蔵して供した。

(2) 粘度の測定方法

凍結貯蔵した試料を冷蔵庫内で解凍し、こんにゃく芋

の固形物で濃度が2%となるように、攪拌しながら水に分散、溶解させた。この溶液について、沖増ら⁵⁾の方法に準じてみかけの粘度を測定した。すなわち、解凍試料を35℃で充分攪拌しながら蒸留水に2時間溶解させ、その溶液のみかけの粘度をB型回転粘度計（東京計器製造所BL型）を用いて測定した。このときのローターはNo.4とし、回転数は30rpmとした。

(3) こんにゃく製造

凍結貯蔵した芋摩砕物及び芋を解凍し、こんにゃく製造工場で行われる函蒸し法⁶⁾でこんにゃくを製造した。すなわち、試料9.7kgに対し、市販のこんにゃく精粉を535g加え、50ℓの水を加えながらホモジナイザーで摩砕、混合した後、試料タンクに2時間静置して膨潤させた。得られたこんにゃく糊の重量に対し、凝固剤として2%の石灰水を10%加え、ステンレススチール製の加熱函(60×30×90cm)に詰めた。蓋を置いて5函積み重ね、80℃の湯槽で30分間加熱した後、引き揚げて自然放冷した。放冷後10×7×3cmに切断し、こんにゃくを得た。

(4) こんにゃくのテクスチャーの測定

テンシプレッサー（全研、TPP-50BX）を使用して、前報⁷⁾に準拠し、こんにゃくのテクスチャーを測定した。パラメーターとしては硬さ、凝集性を用いた。いずれのパラメーターの測定にも、試料は10×10×10mmの大きさに切断したもの、プランジャーはアルミ合金製（φ40mm、食品一般用）のもの、試料台上昇速度は2.0mm/s、クリアランスは硬さの場合は0.3mm、凝集性の場合は6mmとした。測定は5点について行い、平均値と標準偏差を算出した。

結果と考察

1. 加熱処理試験

こんにゃく芋の摩砕前の加熱条件は芋の組織や酵素活性に影響を及ぼし、貯蔵性や加工適性を支配する重要な因子となる。そこで、組織変化の指標として芋の硬さを、そして、酵素活性の指標として白色度⁸⁾を選定して、これらに及ぼす加熱温度並びに加熱時間の影響を調べ、次の結果を得た。

(1) 加熱温度が芋の硬さに及ぼす影響

こんにゃく芋の中心部の試料を用いて、加熱時間が硬さに及ぼす影響を温度を変えて調べた。その測定結果を図2に示した。いずれの温度でも、試料の硬さは加熱時間が10分までは急激に、それ以後は緩慢に減少した。こ

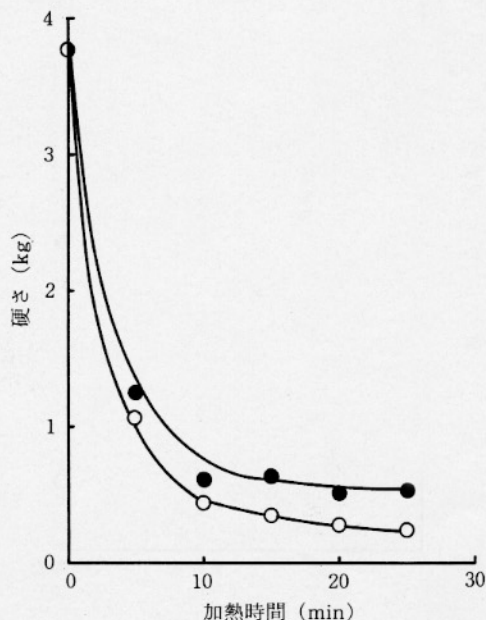


図2 加熱温度がこんにゃく芋の硬さに及ぼす影響

● 95℃ ○ 98℃

試料の直径：3 cm，プランジャー：円柱状（φ 5 mm）
貫入速度：5 cm/mm

の結果から、硬さは加熱温度が高い方が小さいが、加熱時間が10分を過ぎると概ね一定になることが判明した。以後の試験では、加熱温度は実用性を考慮して95℃とした。

(2) 加熱時間が芋の部位別の硬さに及ぼす影響

こんにゃく芋はその生育過程からみて、部位によって組織や充実度が異なるものと考えられる⁹⁾。従って、加熱条件も部位によって異なることが予想され、前項の結果のみでは基礎資料としては充分ではない。そこで、図1の部位について加熱時間と硬さとの関係を調べ、その結果を図3に示した。加熱前の硬さは部位により著しく異なったが、いずれも加熱時間の増大につれて減少し、最終的にはほぼ同値となった。しかし、硬さの減少パターンは部位により異なり、尻部分(③、④)は5分間でほぼ同値に達したが、主芽直下部分(①)では15分間を要した。

以上のことより、芋の全ての部位をほぼ同じ硬さにするには、少なくとも15分間の加熱時間を要することがわかった。

(3) 加熱時間が白色度に及ぼす影響

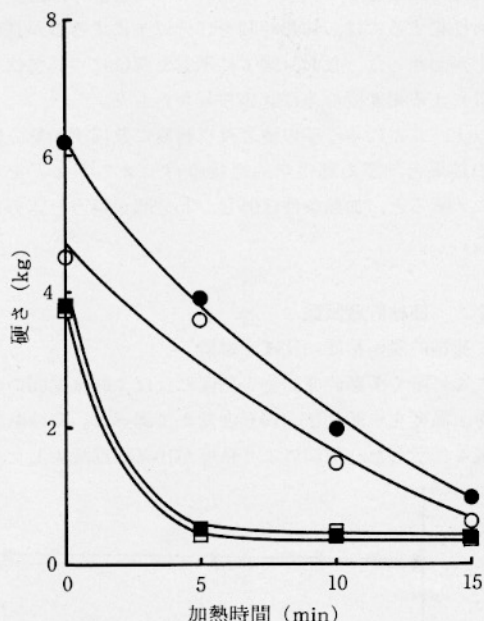


図3 加熱時間がこんにゃく芋の部位別の硬さに及ぼす影響

● ① ○ ② ■ ③ □ ④ (番号は図1のそれに対応)

加熱温度：95℃，試料の直径：3 cm，
プランジャー：円柱状（φ 5 mm），
貫入速度：5 cm/mm

表1 加熱時間がこんにゃく芋摩碎物の白色度に及ぼす影響*

加熱時間 (min)	白色度	色差** (NBS)
0	48.0	—
5	45.7	2.1
10	45.5	2.3
15	56.3	7.6
20	55.8	7.2
25	56.0	7.4

* 試料は図1の①の部位を使用

** 未加熱試料を基準の色とする

酵素活性の指標として褐変をとり上げ、加熱物の白色度と無加熱試料を基準とした色差に及ぼす加熱時間の影響を調べた。その結果を表1に示した。加熱時間が10分以下では、白色度は未加熱のものとはほぼ同値(約46)で、しかも色差は2 NBS(感覚的な差ではnoticeable¹⁰⁾)であった。官能的にはいずれも褐変が認められた。それが15分以上になると、白色度は約56と増大し、色差は7 NBS(感覚的な差ではmuch¹⁰⁾)となった。官能的に

は褐変は殆ど認められなかった。このことから、酵素を不活性化するには、加熱時間を15分以上にするのが良いことがわかった。なお、図1に示した部位については、位置による褐変度の差は認められなかった。

以上、こんにゃく芋の硬さ及び褐変に及ぼす加熱の影響の結果と、芋の理化学的性状のバラッキ¹¹⁾などを考慮に入ると、加熱条件は95℃、20分間が適当と認められた。

2. 凍結貯蔵試験

(1) 凍結貯蔵が粘度に及ぼす影響

こんにゃく芋摩砕凍結物の粘度に及ぼす貯蔵期間の影響を、温度を-30及び-10℃と変えて調べた。その結果を図4に示した。凍結により粘度が10%程度減少した。

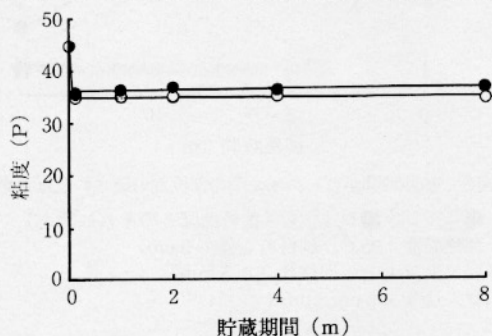


図4 凍結貯蔵温度がこんにゃく芋摩砕物の粘度に及ぼす影響

● -10℃ ○ -30℃, B型粘度計, ローター: No. 4, 回転数: 30rpm

いずれの貯蔵温度においても、貯蔵期間が8カ月まではほぼ一定であり、凍結直後の粘度を保持していた。このことから、こんにゃく芋摩砕物を凍結する場合には、凍結・貯蔵コストの低い-10℃で充分であることが考えられた。

(2) 凍結貯蔵条件がこんにゃくのテクスチャーに及ぼす影響

凍結貯蔵(8カ月間)したこんにゃく芋摩砕物及びこんにゃく芋を用いて、こんにゃくを製造し、それらのテクスチャーを調べた。その結果を図5に示した。こんにゃく芋から製造したこんにゃくのテクスチャーは、いずれの凍結温度の摩砕物から製造したものと比べても、約20%大きく、有異差が認められた。凝集性もこんにゃく芋のほうが摩砕物より大きかったが、有異差は認められなかった。また、食味試験の結果も、テクスチャー測定の結果と同様な傾向であった。

以上の結果から、製品品質の面では、こんにゃく芋摩砕物を貯蔵するより、芋で貯蔵するほうが優位であるこ

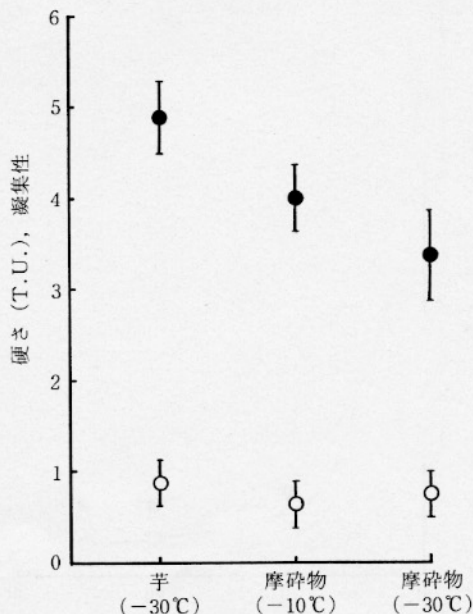


図5 凍結貯蔵条件がこんにゃくのテクスチャーに及ぼす影響

● 硬さ ○ 凝集性
試料の大きさ: 10×10×10mm,
プランジャー: アルミ合金製(φ40mm),
クリアランス: 硬さ0.3mm 凝集性6mm,
貯蔵期間: 8カ月

とがわかった。しかし、芋で貯蔵する場合は、摩砕物のそれより、貯蔵コストや貯蔵後の処理(解凍, 加熱)の面では明らかに不利である。したがって、芋或いは摩砕物のいずれの形態で貯蔵するのが得策であるかは、処理する芋の量, 冷凍設備の規模, 芋の価格など多方面から検討しなければならない。また、それぞれの貯蔵条件及び加工条件と製品品質との関係についても、更に詳細に検討する必要がある。

要 約

こんにゃく芋を加熱後摩砕し、凍結貯蔵したときの品質変化を調べた。また、貯蔵後、実用規模でこんにゃくを試作し、芋の状態と凍結貯蔵した場合との品質を比較した。

(1) こんにゃく芋を摩砕する前の加熱条件としては、95℃、20分間が適当であった。

(2) こんにゃく芋摩砕物の粘度は、凍結により10%程度減少した。いずれの凍結貯蔵温度(-10, -30℃)においても、粘度は貯蔵期間が8カ月まではほぼ一定であ

り、凍結直後のそれを保持していた。

(3) こんにゃく芋から製造したこんにゃくの硬さ及び凝集性は、いずれの凍結温度（-10、-30℃）の摩砕物から製造したものとは比べても大きかった。

(4) 凍結貯蔵がこんにゃくの粘度及びテクスチャーに及ぼす影響の結果から、こんにゃく芋摩砕物を凍結するより芋で凍結するほうが、品質的には優位であることがわかった。

謝 辞

本研究を推進するに当たり、種々御支援頂いた、広島県農政部農産課長（現農政部次長）川角憲司氏、こんにゃく芋の供与を頂いた、広島県経済連農産園芸課長森正耕太郎氏及びこんにゃく製造に多大な協力をして頂いた、森協食品工業株式会社常務取締役並松 進氏に深謝の意を表します。

文 献

1) 沖増 哲編著：こんにゃくの科学（溪水社，広島）

p. 14 (1984).

2) 大宝 明：栄養と食糧，25, 709(1972).

3) 日本色彩学会編：新編色彩科学ハンドブック（東京大学出版会，東京）p. 289 (1980).

4) 日本色彩学会編：新編色彩科学ハンドブック（東京大学出版会，東京）p. 261 (1980).

5) 沖増 哲・岸田典子：食品工誌，14, 338 (1967).

6) 木原芳次郎：食品加工法，尾崎準一監修（朝倉書店，東京）p. 190 (1964).

7) 平田 健・井山満雄：広島食工試研報，17, 13 (1985).

8) 前梶健治：広島食工試研報，11, 1 (1970).

9) 渡辺弘三：コンニャク（農山漁村文化協会，東京）p. 7 (1986).

10) 近藤恒夫：色彩学（理工図書，東京）p. 5 (1969).

11) 沖増 哲編著：こんにゃくの科学（溪水社，広島）p. 49 (1984).