

こんにゃくの食感に関する調査研究

山田徹郎・石田一成・吉野 功*

Investigation research on food texture of konjac
Tetsuro YAMADA, Kazushige ISHIDA, and Isao YOSHINO

こんにゃくの食感に影響を与える物理量について検討した。圧縮試験を行ったところ、こんにゃくの「硬さ」は、「破断強度」よりも荷重-歪み率曲線の「初期の傾き」の影響が大きかった。また、テクスチャー試験を行い2回圧縮したところ、「こんにゃく」の特徴は、1回目と2回目の強度の比がほぼ100%であった。精粉濃度が高いこんにゃくを試作した。その物性は、市販品に比べ、「初期の傾き」、「破断強度」がともに増大し、「硬い」食感であった。

キーワード：こんにゃく、食感、硬さ、クリープメーター

We examined physical quantities that affect the food texture of konjac. Hardness of konjac was more affected by the initial slope of the load-strain rate curve than by breaking strength. When compressed twice in the texture test, the properties of konjac were that the ratio of the intensity of the first time to the intensity of the second time was almost 100%. We prototyped sample with a high concentration of konjac powder. When the physical properties of the sample were evaluated, the initial inclination and the breaking strength both increased and the food texture was hard as compared with the commercial product.

KEY WORD: konjac, food texture, hardness, creep meter

1 はじめに

こんにゃくは、群馬県の伝統的食材である。こんにゃくは、高分子の立場から見ると「ゲル」であり、その性状を様々に変化させる可能性を有しているが、伝統的な製法以外では製造されておらず、その食感のバリエーションは極めて少ない。新商品開発を視野に入れ、硬さが異なるこんにゃく製品の食感と物性値について、クリープメーターを用い基礎データを収集し、食感に影響を与える物理量を検討した。

また、こんにゃくの食感を変化させるために、市販のこんにゃくよりも精粉濃度（こんにゃく全量に対する精粉の重量比）が高いこんにゃくを試作し、その物性を評価した。

2 実験

2.1 「硬さ」を評価する物理量

硬さを評価する物理量として、ヤング率、強度などが考えられる。

材料工学分野で用いられるヤング率は、フックの法則が成立する弾性範囲において、固体の変形しやすさを評価する物理量である。ヤング率は、「応力/歪み」であり、応力-歪み曲線の傾きにあたる。一方、食品の物性評価では、プランジャーに歯を想定した「くさび形」を用いる場合、歪み率により接触面積が変化するので、応力（=荷重/断面積）ではなく、荷重で取り扱うことが多い。この場合、荷重-歪み率の曲線の傾きを「初期の傾き」といい、硬さを評価する物理量である。

また、強度には、最大強度、破断強度などがある。最大強度は、測定時での最大の

荷重であり、荷重—歪み率曲線での最大値である。また、破断強度は試料が変形し、破壊された時点での荷重であり、荷重—歪み率曲線では、第一極大点となる。

図1の鎖線の様に最大荷重と破断荷重が同じ場合もあるが、食品等の場合は、図1の実線の様に最大荷重と破断荷重と異なる場合が多い。今回の試験では、硬さを評価する物理量を検討するため、試料が破壊された時点での荷重として、破断荷重を測定した。

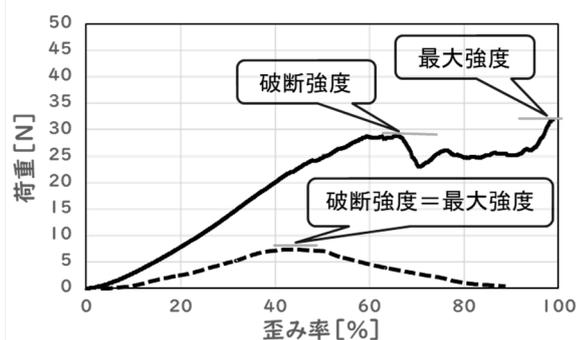


図1 荷重—歪み率の曲線の例

2. 1. 1 試料

硬さが異なる同じ会社で製造されているこんにやく製品((株)北毛久呂保製、4種類、写真1に示す)を試験に供した。



生芋こんにやく



さしみこんにやく



湯葉風こんにやく



こんにやくスイーツ

写真1 試料の写真

サンプル名と原材料名を表1に示す。原材料は重量の割合の高いものから記載し、

／以下は添加物である。必ず、こんにやく粉と凝固剤としての水酸化カルシウムが含まれている。こんにやく粉と表示されているが、こんにやくいもを輪切りにして乾燥後、粉碎しマンナン粒子を取り出したもので精粉と同じものである。

表1 試料の原材料

サンプル名	原材料名
生芋こんにやく	こんにやく芋、こんにやく粉／水酸化カルシウム
さしみこんにやく	こんにやく粉／水酸化カルシウム
湯葉風こんにやく	こんにやく粉、粉末油脂、辛子、調整豆乳粉末、青さ／水酸化カルシウム
こんにやくスイーツ	果糖ぶどう糖液糖、こんにやく粉、砂糖、澱粉／増粘剤加工澱粉、水酸化カルシウム

2. 1. 2 試験方法

クリープメーター ((株)山電製 RE2-33005C) を用い圧縮試験を行った。写真2にクリープメーターの外観を示す。測定条件は以下の通り。

- ・ロードセル：20N
- ・プランジャー：くさび形 (30° 先端1mm幅平面くさび、長さ30mm)
- ・測定速度：0.5mm/sec

また、官能検査として、試料を食し、硬さを評価した。



写真2 クリープメーター

2. 1. 3 結果

官能試験の結果はこんにやくの「硬さ」は、硬い順に、「生芋こんにやく」、「さしみこんにやく」、「湯葉風こんにやく」

く」、「こんにやくスイーツ」であった。
 圧縮試験の結果から、破断荷重と「初期の傾き」の相関を図2に示す。

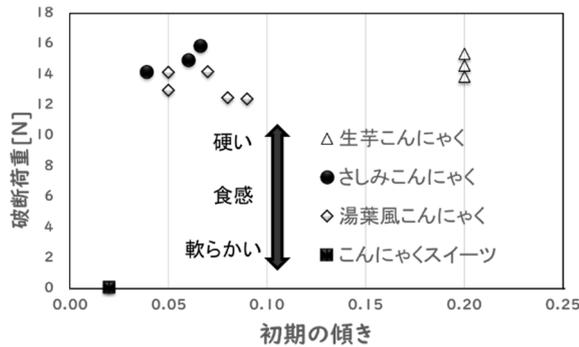


図2 試料の破断荷重と「初期の傾き」の相関

2. 1. 4 考察

「硬さ」は、「初期の傾き」の影響が大きいことが示された。また、「さしみこんにやく」と「湯葉風こんにやく」を比較すると「さしみこんにやく」の方が若干硬い。このことから、「初期の傾き」の値が近い場合は、破断荷重の値が「硬さ」に影響することが推測される。

食感として、「初期の傾き」が、噛んだときの抵抗に対応し、破断荷重が、噛み切るときの抵抗に対応すると考えられ、「硬さ」が初めに影響を受けるのは、噛んだときの抵抗であり、同じ程度の抵抗の場合、噛み切るときの抵抗に影響されることができると考えることができる。

2. 2 テクスチャー試験によるこんにやくの物性評価

食品の物性評価に使われるテクスチャー試験は圧縮を2回行う（図3参照）。

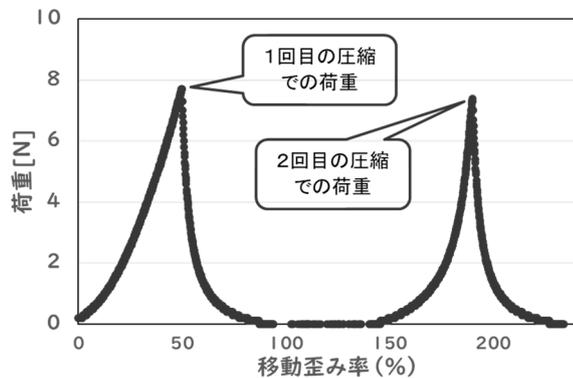


図3 テクスチャーによる圧縮曲線
 一方、こんにやくは歯ごたえのある弾力

が特徴である。そのため、1回目の圧縮での荷重と2回目の圧縮での荷重との差が少ないと考えられるので、1回目と2回目の荷重の比について評価した。

2. 2. 1 試料

2.1.1と同じ試料を供した。

2. 2. 2 試験方法

クリープメーターを用いテクスチャー試験を行った。測定は、圧縮歪み率25%まで圧縮し、2回繰り返した。測定条件は以下の通り。

- ・ロードセル：20N
- ・プランジャー：円柱（直径16mm）
- ・圧縮速度：1mm/sec
- ・もどり距離：5mm

2. 2. 3 結果

各試料について、1回目の荷重、2回目の荷重、それらの比（2回目／1回目）、及び試料厚さを表2に示す。

表2 各試料の測定値と試料厚さ

試料名	荷重 [N]		比 [%]	試料厚さ [mm]	
	1回目	2回目			
生芋こんにやく	1	3.20	3.20	100%	26.7
	2	9.00	8.90	99%	25.7
	3	7.70	7.40	96%	24.9
	4	2.30	2.20	96%	26.0
さしみこんにやく	1	1.80	1.77	98%	7.9
	2	1.58	1.56	99%	8.2
	3	1.40	1.37	98%	8.7
	4	2.36	2.29	97%	8.7
	5	1.32	1.29	98%	8.4
湯葉風こんにやく	1	0.47	0.46	98%	9.7
	2	0.28	0.27	96%	9.7
	3	1.59	1.54	97%	7.8
	4	1.45	1.43	99%	7.6
こんにやくスイーツ	1	0.40	0.39	98%	13.0
	2	0.27	0.27	100%	10.7
	3	0.45	0.43	96%	11.1

2. 2. 4 考察

ほとんどの試料で荷重の比が100%に近い。また、これらの値は荷重の値や試料厚さによらないので、こんにやくの物性的な特徴の一つと考えることができる。

2. 3 精粉濃度が高いこんにやく試作とその物性評価

精粉濃度が高いこんにゃくを作製することは困難で、6%程度が限界と言われている。その理由を工程ごとに述べると、①のりがき：精粉を水で溶く場合、少量ずつ投入しないと「だま」になり、時間を費やすと固まるため、高濃度は困難。②練り込み：高濃度になるほど、粘性が大きくなり、均等に混合することは困難。③凝固剤の投入：粘性のあるこんにゃくに凝固剤（液体）を混練する場合、高濃度になるほど、均一に混練できず、凝固剤に触れた表面だけが凝固してしまう。

そこで、攪拌能力に優れた攪拌機（株）シンキー製 あわとり練太郎ARM-310）を用いた。

2.3.1 試料

精粉濃度が3%（市販のこんにゃくと同等）、6%、8%のこんにゃくを試作した。精粉、水などの配合比を表3に示す。精粉濃度は、「精粉 / (精粉 + 加えた水 + 凝固剤に含まれる水)」として計算した。

表3 試料の配合比

試料名	精粉 [g]	水 [g]	凝固剤 [g]
3%	12.9	352	50.77
6%	9.0	104	36.54
8%	12.0	89	48.72

精粉と水を混合し、攪拌機を用い2000rpmで1分攪拌後、40分間放置した。次に混練機（（株）エフ・エム・アイ製 キッチンエイドKSM90WW）に移し替え、1.5%の水酸化カルシウムを入れながら混練した。

次に、ステンレス製のバット（68mm×105mm×59mm）に入れて、表面をならし、沸騰浴中に浸漬した。その後、保温鍋（サーモス（株）製 真空保温調理器シャトルシェフKSP6001）で、一昼夜、保温し、バットから取り出し、厚さ約20mmに切り出し、試料として供した。

2.3.2 試験方法

クリープメーターを用い圧縮試験を行った。測定条件は2.1.2と同様とした。

また、官能検査として、試料を食し、「硬さ」を評価した。

2.3.3 結果

精粉濃度が6%を超える8%の試料を試作することができた。

官能試験の結果は、硬い順に、「8%の試料」、「6%の試料」、「3%の試料」であった。

精粉濃度が異なるこんにゃくの荷重—歪み率曲線を図4に示す。「初期の傾き」と破断荷重を表4に示す。

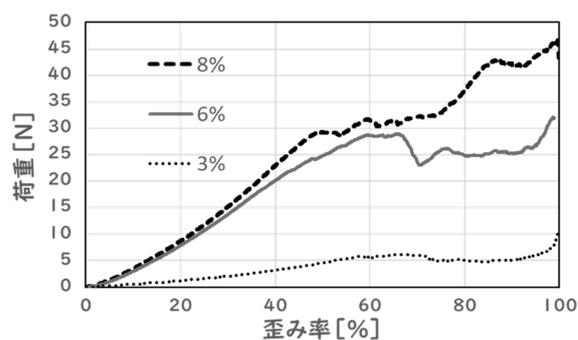


図4 精粉濃度が異なるこんにゃくの荷重—歪み率曲線

表4 精粉濃度が異なるこんにゃくの破断荷重

精粉濃度 [%]	破断荷重 [N]
3%	4.1
6%	28.9
8%	29.4

「8%の試料」と「6%の試料」では差が少ないものの、精粉濃度が高くなるほど、食感は「硬く」なり、「初期の傾き」、破断荷重ともに増加した。特に、精粉濃度8%場合は、精粉濃度3%（市販品）に比べ、破断荷重は約7倍となった。

2.3.4 考察

「8%の試料」が作製できた理由は、工程ごとに攪拌機と混練機を適切に使い分けたためであると考えられる。

のりがきの工程では、粘度のほとんどない液体と固体（粉）のを攪拌するが、混練機では、初期はうまく混ざらず、手で混ぜこんでいる。そのため、手で混ぜるよりも攪拌性の優れた攪拌機を使用した。

練り込み及び凝固剤の投入の工程では、粘度のある液体と液体を混練するが、攪拌機では、粘度のある液体ではあまり混練で

きず、混練機を使用した。

これらを使い分けることにより、高濃度の試作品の作製が可能となったと考えることができる。

試作したこんにゃくは、「初期の傾き」、破断強度がともに増加し、食感の「硬い」こんにゃくを製造できる可能性が示された。

また、こんにゃくを冷凍後、解凍することで、食感を硬くし、ステーキ風に調理することが書籍や情報番組等で紹介されている¹⁾。これらはこんにゃくと区別し、「凍みこんにゃく」や「氷こんにゃく」と呼ばれている。

これらの目的は、ステーキの代用食として、カロリー摂取を抑えることである。

同じ目的で、精粉濃度が高いこんにゃくも低カロリー食材として商品化できる可能性は極めて高い。

3 まとめ

こんにゃくの「硬さ」は、「破断強度」よりも「初期の傾き」の影響が大きい。

また、テクスチャー試験を行ったところ、「こんにゃく」の物性的な特徴は、2回圧縮し、1回目と2回目の荷重の比がほぼ100%である。

精粉濃度が高いこんにゃくを試作し、その物性を評価したところ、市販品に比べ、「初期の傾き」、破断荷重ともに増大し、「硬い」食感であった。

特に、精粉濃度8%場合は、精粉濃度3%（市販品）に比べ、破断荷重が約7倍となった。

謝 辞

本研究の遂行にあたり、こんにゃくの作製について、（株）神戸万吉商店 神戸春巳会長よりご指導をたまわった。また、解析について、こんにゃくプロジェクト代表白石直氏よりご助言をいただいた。ここに記して、深く謝意を表する。

文 献

1) 金丸絵里加：氷こんにゃくで満腹ダイエットレシピ、学研パブリッシング(2015)