

薬理と治療 (JPT)

JAPANESE PHARMACOLOGY & THERAPEUTICS (国際文献略号 *Jpn Pharmacol Ther*)

2016年3月20日発行 vol.44 no.3 別刷

---

# 凍り豆腐は咀嚼を介して健康維持に寄与する



## Masticatory Properties of Kori-tofu



石黒 貴寛 村澤 久司

---

 ライフサイエンス出版

TEL (03) 3664-7900 (代表)

# 凍り豆腐は咀嚼を介して健康維持に寄与する

## Masticatory Properties of Kori-tofu

石黒 貴寛 村澤 久司

### ABSTRACT

We researched masticatory properties of Kori-tofu. Number of chewing strokes of the kori-tofu was superior to that of a fresh tofu in human subjects. Breaking stress and breaking energy of the kori-tofu were bigger than that of the fresh tofu. We concluded that kori-tofu has high chewing properties.

(Jpn Pharmacol Ther 2016 ; 44 : 463-5)

**KEY WORDS** Kori-tofu, Number of chewing strokes, Masticatory property

### はじめに

食物は一般的に軟化したものが食べやすいことから好まれる傾向にあり、弥生時代には1回の食事あたり4000回だった咀嚼回数は、食物の軟化傾向とともに減少し、現代では600回となっている<sup>1)</sup>。咀嚼は、単に大きな食物を噛みくだいて嚥下しやすくする作用のみならず、唾液・消化液・ホルモン分泌促進を介した消化促進や食欲調節、咀嚼中に生じる顎口腔感覚によって脳内快感物質が分泌されることによる安全感や多幸福感の喚起・脳の活性化、顔面頭蓋の成長発達の促進などの統合的作用も発揮し<sup>2)</sup>、生命の維持にきわめて重要かつ広範な作用をもつ<sup>3)</sup>。

凍り豆腐は、日本の伝統食品の一つであり、凝固時に通常の豆腐よりも強くプレスすることで脱水性が高く固形分含量の高い豆腐を製造し、この豆腐を緩慢凍結後、低温熟成することで独特の食感を形成している<sup>4)</sup>。このことから、凍り豆腐は、通常の豆

腐よりも咀嚼を要すると考えられ、咀嚼を介した健康維持に資する食品である可能性がある。

本研究では凍り豆腐の咀嚼性について検討するため、ヒトの咀嚼回数および物理的な硬さを通常の豆腐と比較した。

### I 材料と方法

#### 1 材 料

凍り豆腐は、旭松食品製の「新あさひ豆腐 旨味だし付き5個入」を使用した。添付のスープを用いて、パッケージに記載された方法で調理し、咀嚼試験および物性測定に供した。

きぬ豆腐は、COOP製の「COOP絹400g」を市場にて購入して使用した。

固形分量は、105°Cで常圧乾燥し、その恒量から求めた。

表 1 凍り豆腐およびきぬ豆腐の破断試験結果

	破断応力 (kPa)	破断エネルギー (kJ/m <sup>3</sup> )
凍り豆腐	163	33.2
きぬ豆腐	8.08	1.21
凍り豆腐/きぬ豆腐	20.2	27.4

*n* = 6, 平均値

## 2 咀嚼試験

被験者は、健康な男女 8 名 (30~70 歳) とした。

凍り豆腐、きぬ豆腐をそれぞれ固形分が 4 g 含まれる量を測り取り、咀嚼試料とした。被験者に対して各咀嚼試料を同時に提供し、先に検査する試料が半数ずつになるように被験者ごとに食する順番を指定した。きぬ豆腐を摂食する際に、醤油の使用は各被験者の自由とした。なるべくふだんどおりの食べ方を心がけてもらい、咀嚼回数は被験者自身で数えてもらった。咀嚼は、歯と歯を噛み合わせた回数とし、舌や顎、歯茎などを使用して潰した場合は回数に数えなかった。平均値の比較には対応のある *t* 検定を用いた。

## 3 物性測定

破断試験はクリープメーター (RE2-33005C, 山電) を用い、厚み 15 mm の試料に対して 8 mm 円形プランジャを 1 mm/s の速度で貫入させて実施した。得られた応力-ひずみ曲線の破断点における応力を破断応力 (kPa) とし、破断点までの X 軸と曲線で囲まれた面積から破断エネルギー (kJ/m<sup>3</sup>) を求めた。

## II 結 果

8 名の被験者に凍り豆腐、きぬ豆腐をそれぞれ喫食させた際の咀嚼回数を図 1 に示した。その結果、同量 (固形分として 4 g) の豆腐であっても、きぬ豆腐が 24 回に対して凍り豆腐は 62 回と有意 ( $P < 0.001$ ) に多い咀嚼回数であることがわかった。

また、破断試験の結果 (表 1)、凍り豆腐 (調理品) は、きぬ豆腐と比較して破断応力が約 20 倍、破断エネルギーが約 27 倍となっていることが明らかとなった。

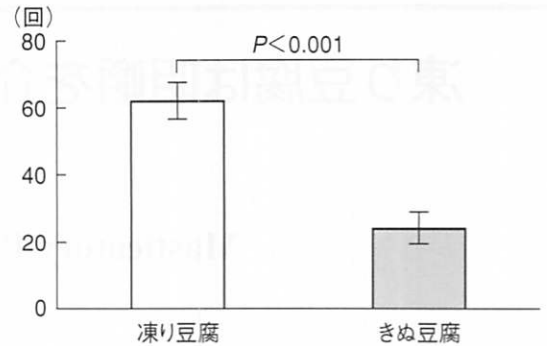


図 1 凍り豆腐およびきぬ豆腐の咀嚼回数  
*n* = 8, 平均値 ± 標準誤差

## III 考 察

凍り豆腐の場合、同量のきぬ豆腐と比較して咀嚼回数が多いことが確認できた。また、物性試験の結果より、1 噛みあたりに要する力・エネルギーも凍り豆腐のほうが大きいと推定できた。以上のことから、凍り豆腐は通常の豆腐と比較して、咀嚼を要する食品であると考えられた。

咀嚼の効果として、たとえば以下のような事項が知られている。唾液分泌を介した口腔衛生保持<sup>5)</sup>、同じく抗菌・抗ウイルス作用<sup>6)</sup>、成長促進作用と抗加齢作用<sup>7~9)</sup>、脳の活性化<sup>10,11)</sup>と老化の抑制<sup>12)</sup>、顎顔面頭蓋の成長発達の促進<sup>13)</sup>などがあげられている。

また、肥満やメタボリックシンドロームとの関係についても研究例があり、臨床検査<sup>14,15)</sup>によると、肥満児では咀嚼回数が少なく、いわゆる早食いが習慣になっている。さらに、食事前の 15 分間のガム咀嚼を検討した臨床研究<sup>16)</sup>では、インスリン抵抗性がある糖尿病患者の治療効果を向上させると報告されている。凍り豆腐については、1 ヶ月間の介入ヒト試験により血中の中性脂肪<sup>17)</sup>や LDL コレステロールの減少<sup>18)</sup>、HDL コレステロールの増加<sup>17)</sup>が認められており、おもにレジスタントタンパクなど成分とのかかわりが考察されているが、咀嚼についての検討をふまえると、凍り豆腐による抗肥満効果は成分のみではなく咀嚼力・量を増加させる効果が影響した可能性も考えられ、詳細な検討が必要である。

## 結 論

ヒトを用いた咀嚼試験により、凍り豆腐は通常の豆腐と比較して摂食時の咀嚼回数が多いことがわかった。また、クリープメーターを用いた破断試験により破断応力と破断エネルギーが高いことから、強い咀嚼力を要する食品であることが明らかとなった。咀嚼を介した健康維持に役立つ食品であることが示唆された。

## 文 献

- 1) 斎藤滋. よく噛んで食べる: 忘れられた究極の健康法. 日本放送出版協会; 2005. p.203.
- 2) Kandel ER, Schwartz JH, Jessell TM. Principals of neural science. McGraw-Hill 2000; 4: 349-80.
- 3) 小林義典. 咬合・咀嚼が創る健康長寿. 日補綴会誌 2011; 3: 189-219.
- 4) 石黒貴寛. 凍り豆腐. In: 家森幸男編. 大豆の栄養と機能性. シーエムシー出版; 2014. p.147-52.
- 5) Tenovuo JO 編著. Human saliva. Clinical chemistry and microbiology. 石川達也, 高江州義矩監訳. 唾液の科学. 一世出版; 1998. p.112-244.
- 6) Edgar M, Dawes C, O'Mullance D 編著. Saliva and oral health. 渡辺茂監訳. 唾液, 歯と口腔の健康. 医歯薬出版; 2004. p.27-101.
- 7) Cohen S. Isolation of a mouse submaxillary gland protein accelerating incisor eruption and eyelid opening in the new-born animal. J Biol Chem 1962; 237: 1555-62.
- 8) Gresik EW, Azmitia EC. Age related change in NGF, EGF, and proteases in the granular convoluted tubules of the mouse submandibular gland. J Gerontol 1980; 35: 520-4.
- 9) Watson AY, Anderson JK, Siminoski K, Mole JE, Murphy RA. Cellular and subcellular colocalization of nerve growth factor and epidermal growth factor in mouse submandibular glands. Anat Res 1985; 213: 365-76.
- 10) 船越正也. 咀嚼システムの基礎的研究. In: 総括班編. 咀嚼システム入門. 風人社; 1990. p.211-24.
- 11) 船越正也, 河村早苗, 中島宏道, 藤原秀樹, 西川有. 咀嚼機能と知能指数の相関について. 岐歯学誌 1987; 14: 17-29.
- 12) 船越正也, 佐橋喜志夫. 咀嚼と学習効果. 日歯学誌 1988; 15: 392-8.
- 13) Morimoto T, Takada K, Hijiya H, Yasuda Y, Sakuda M. Changes in facial skin temperature associated with chewing efforts in man: a thermographic evaluation. Arch Oral Biol 1991; 36: 665-70.
- 14) 小野晴美, 伊藤学而, 瀬戸山史郎. 肥満児における摂食パターンと咬合発達に関する予備調査. 鹿児島大医誌 1990; 42: 101-8.
- 15) 赤尾登紀子, 渡辺順子, 浜野美代子, 吉川利温. 児童の咬合力と食行動, 運動習慣, 体型との関連についての検討. 小児保健研 2004; 63: 619-25.
- 16) 松田秀人, 橋本和佳, 百合草誠, 高田和夫. 咀嚼のインスリン分泌に及ぼす影響 (第3報). 日咀嚼誌 2006; 16: 48-54.
- 17) 石黒貴寛, 池田亮一, 三ツ井陳雄, 村澤久司, 前本勝利. 凍り豆腐の長期摂食による脂質代謝改善効果. 薬理と治療 2014; 42: 359-62.
- 18) Hasegawa S, Michiko M, Saito K, Imanishi N. Evaluation of the effects of freeze-dried soybean curd intake on cholesterol levels using a novel biomarker. Drug Discov Ther 2009; 3: 143-5.

受理日 (2016-01-22), 採択日 (2016-02-19)

\* \* \*