

# 大豆肉のペプシンによる消化について

Studies of the pepsin digestion of  
soybean protein textured foods in vitro

小 西 英 子    藤 井 俊 子  
淵 上 倫 子    堀 井 佳 江

The purpose of this paper was to evaluate the pepsin digestibilities of four soybean protein textured foods through in vitro digestion method.

The samples were prepared as follows :

- 1) raw materials,
- 2) materials heated at 100°C with water,
- 3) materials treated with 4 % acetic acid.

## 緒 言

1964年頃より大豆蛋白質を主原料とする肉のような texture をもつ食品が作り出され、大豆肉（人工肉・人造肉）Soybean protein textured food (meat analogue, simulated meat, meat like product, textured vegetable protein) 等と称して市販されはじめた。一口に大豆肉といっても、その製造方法や製造工程はプラントによって異り、その組織や品質にも種々の差異がある。しかし大別すると製造工程中に高度の熱変性を受けた組織状大豆蛋白 (textured soy protein) と、熱的に半変性的大豆蛋白繊維 (spun soy protein) があり、食品用途別にその物性をいかして利用されているわけである。工場で生産されているものだけに消費者の要望に応じたテクスチュア、色、味、におい、栄養価のすぐれた製品ができるし、その利点はいろいろと挙げることができる。しかし、工場で何回も化学薬品や熱にさらされて製造されているために、消化が悪くなったり、栄養価が低下したり、また、食品衛生的に安全であるかどうか等については、懸念されることも多いと思われる。

Bressani<sup>1)</sup> らは、大豆肉の消化率や栄養価について動物実験を行い、その結果、大豆肉の真の蛋白消化率は92.3%、生物価は65.3%であり、幼児に対しても有害な生理作用のないことを報告している。筆者らは、現在我国で市販されている大豆肉（組織状蛋白乾燥品）4種について、消化性を検討するため、先ず、生の大豆肉、加熱処理及び酸処理した大豆肉について、それぞれペプシンによる人工消化を一定時間行って消化率を測定し、2・3の知見を得たので報告する。

## 実 験 方 法

### 1. 試料及び試料の調整方法

- (a) A社製 組織状大豆蛋白
- (b) B社製 繊維状大豆蛋白    ミンチ状    無味
- (c) C社製 組織状大豆蛋白

(d) D社製 繊維状大豆蛋白 ミンチ状 味つき

以上4種の大豆肉を万能ミキサーにて磨砕し、次に乳鉢にて搗碎後、60 mesh/inch の篩にかけ均一にしたものを試料とする。

## 2. 試料の一設分析

常法に従って、水分、灰分、粕蛋白質を測定する<sup>2)</sup>。

## 3. ペプシンによる消化実験

富山、石川の方法<sup>3)</sup>に従って測定する。

### (1) 測定に要する試薬

a) 0.1N-NaOH

b) 0.1N-HCl

c) 4%塩酸ペプシン液

メルクのペプシンを、0.1N-HCl に4%の割合に溶解する。

d) 30%トリクロール酢酸

e) 36N H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 30%NaOH及び酸化剤

### (2) 測定法

試料0.25 gを秤量し、これを100ml容のエルレンマイヤーフラスコに移し、0.1 N-NaOH 5 mlを加え、室温に30分放置する。その後、0.1 N-HCl 12.5 mlを加えて pH12.5 にし、次にペプシン液5 mlを加えてよく混和し、38°Cの恒温水槽に30分、1時間、3時間、24時間放置する。この間、30分に1度の割合で振盪する。尚、各消化液に30%トリクロール酢酸2.5 mlを加えて反応をとめ、30分放置後乾燥濾紙にて濾過し、濾液、洗液を採取し、Kjeldahl 法にて窒素を定量し、次式により消化率を算出する。

$$D = (n - n') \times \frac{100}{N}$$

n ; 消化濾液中の窒素量

n' ; 消化濾液に含まれるペプシンの窒素量

N ; 試料の0.25 g中の窒素量

## 4. 加熱処理の方法

試料0.25 gをエルレンマイヤーフラスコに秤取し、蒸留水10 mlと混和する。開栓し沸騰湯浴上で各10分、30分、60分加熱後、流水で急冷する。

## 5. 酸処理の方法

試料0.25 gを100ml容エルレンマイヤーフラスコに秤取し、4%酢酸10 mlを加え1時間及び24時間室温に放置する。(pH2.4)

消化実験に際して 0.1 NHCl を用いて pH 1.25 に調整する。

## 実験結果及び考察

### 1. 試料の一般分析

試料の一般分析の結果は表1の通りである。第1表によると試料はいずれも高蛋白食品であることがわかる。試料(a)(d)の灰分が多いのは味つけに用いた食塩によるものと思われその為、吸湿して水分が少し多くなるものと推察される。試料(a)の蛋白質含有量が他の試料のものより

低いのは炭水化物を約30%含有しているためであろう。粗脂肪については、試料が脱脂大豆を原料として製造されているので微量（1%前後）と思われる為測定を省略した。

第1表 試料の一般分析結果（%）

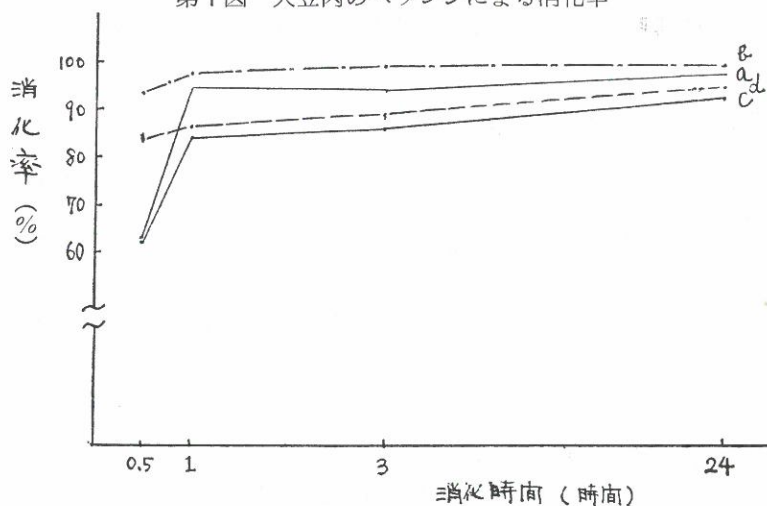
試料 \ 成分	水分	灰分	粗蛋白質 N×6.25
a	9.07	5.65	53.63
b	7.80	2.45	78.92
c	6.87	2.99	73.72
d	10.02	5.38	71.92

## 2. ペプシンによる消化実験

### (1) 生（無処理）の大豆肉の消化について

生大豆肉による消化率を図1に示す。図1に示すように生大豆肉のペプシンによる消化率はきわめて高く、試料(a)(b)(d)では38°C, 24時間ではほとんど完全に消化されている事がわかる。他の大豆加工品の消化率（煮大豆65%, 味噌・納豆80%, 豆腐95%）と比較しても大豆肉の消化率は高く、大豆肉は消化性のすぐれた食品である事がわかった。

第1図 大豆肉のペプシンによる消化率



### (2) 加熱処理した大豆肉の消化性について

大豆肉を調理する際には必ず熱湯で膨潤させねばならない。そこで100°Cの沸騰湯浴上で測定したところ表2の結果を得た。表2でわかるように試料(a)(c)は加熱処理によって消化率が5~13%低下している。(b)は加熱処理による変化はわずかであるが(d)では約8~9%消化率が高くなっている。

豆類は一般に生のものより、加熱したものの方が消化がよくなることが研究されており、(4)(5)、試料は製造工程中にすでに加熱処理を受けている為、(1)の結果で示したように消化率が高いわけであるが、膨潤のための加熱処理により一層、消化のよくなるものとやや消化の低下するものに分かれる。消化のよくなる(b)(d)は繊維状蛋白で、低下する(a)(c)は組織状蛋白であるこ

とから、製造工程の差異によって加熱処理による消化率の増減も変化があるように思われる。

又、表2によると加熱時間による消化率の増減は顕著にはみられない。

第2表 加熱処理が大豆肉の消化に及ぼす影響

試料	加熱時間(分)	消化率(%)	試料	加熱時間(分)	消化率(%)
a	0	94.31	c	0	86.62
	10	81.61		10	81.27
	30	80.94		30	82.73
	60	80.94		60	86.13
b	0	99.09	d	0	89.69
	10	100.00		10	98.75
	30	100.00		30	96.76
	60	98.18		60	98.75

加熱温度 100°C 消化時間 3時間

### (3) 酸処理した大豆肉の消化について

大豆肉に用いられる調味料のうち、食酢による消化率の影響を検討するために、試料を4%酢酸に浸漬したのち3時間消化させて消化率を測定し表3の結果を得た。

第3表 酢酸処理が大豆肉の消化に及ぼす影響

試料	(時間) (酢酸)浸漬時間	消化率(%)	試料	(時間) 浸漬時間	消化率(%)
a	0	94.31	c	0	86.62
	1	85.62		1	74.94
	24	82.27		24	81.27
b	0	99.09	d	0	89.69
	1	90.45		1	83.79
	24	90.00		24	89.78

消化時間 3時間

表3によると、酸処理によりすべての試料の消化率が5~10%低下している。ただし、(d)の24時間浸漬のみは例外である。浸漬時間による消化率の差は製品により異なり、(c)(d)では浸漬時間の長い方が消化率は良くなっている。酢酸処理によって消化率が低下する理由の1つに基質である試料が酵素作用を受ける前にN/10 NaOHにて約30分膨潤させる過程を本実験では省いていることが原因しているのではないかとと思われるのでその点につき今後検討してみたい。

## 要 約

- (1) 大豆肉のペプシンによる消化率はきわめて高く他の大豆加工品の消化率と比較してもすぐれている。
- (2) 大豆肉を加熱処理すると消化率の著しく高くなる製品と低下する製品とがある。
- (3) 大豆肉を酸処理すると一般に消化率は5~10%低下する。

## 文 献

- (1) R. Bressani : J. Nutrition 93 349~360 (1967)
- (2) 京都大学農学部農芸化学教室：農芸化学実験書（第2巻）
- (3) 富山, 石川：農化 14. 989 (1938)
- (4) 高橋；栄養と食糧 12. 198~202
- (5) 高橋, 野村：栄養と食糧 12. 203~205

昭和45年3月30日出稿