単細胞化大豆粉を利用した咀嚼・えん下困難者向け 介護食品用ペースト状納豆の開発

三星沙織[§], 高橋恭子, 中村 茜, 中村 碧, 村松芳多子*, 木内 幹

共立女子大学家政学部

* 県立新潟女子短期大学生活科学科

Development of *Natto Paste* for Senior Citizens and Others Who Have Difficulty with Mastication and Deglutition

Saori Mitsuboshi[§], Kyoko Takahashi, Akane Nakamura, Midori Nakamura,
Kanao Muramatsu* and Kan Kiuchi

Faculty of Home Economics, Kyoritsu Women's University, 2-2-1 Hitotsubashi, Chiyodaku, Tokyo 101-8437

* Department of Human Life and Environmental Science, Niigata Women's College,
471 Ebigase, Higashiku, Niigatashi, Niigata 950-8680

Using "unicell beans", a food material consisting of soybeans degraded to cells by several enzymes, we developed a *Natto* (fermented soybean) *Paste*, namely, *natto* without bean particles, for senior citizens who have difficulty with mastication and deglutition. To prepare *Natto Paste*, *Bacillus subtilis* PN 1 strain was inoculated into autoclaved unicell beans (soybean powder consisting of degraded single cells) in 4.5 volumes of water, and subsequently fermented at 37°C for 20 h. The quality of *Natto Paste* from an inoculum of 10⁵ cells/g was judged best by organoleptic tests. Chemical analyses showed that both the nitrogen solubilization ratio and nitrogen degradation ratio of *Natto Paste* were higher than those of commercial *natto*, suggesting that protein in the former degraded more than did protein in the latter. The nattokinase activity of *Natto Paste* was about 4.1 times higher than that of commercial *natto*. Organoleptic tests of *Natto Paste* were carried out by attendees of two senior citizen centers in Chiyoda-Ward, Tokyo. *Natto Paste* scored better than commercial *natto* on all items except "appearance" ($p < 0.05$), the only aspect that required further improvement. This may have been due to the fact that *Natto Paste* differed from the expected image of *natto*. The above results showed that the *Natto Paste* developed in this study had a high protein content and appeared to be easy for senior citizens with difficulties in mastication and deglutition to eat. A high food functionality, similar to that of commercial *natto*, is expected.

(Received Mar. 23, 2007 ; Accepted Jul. 10, 2007)

Keywords : *natto*, unicellular food, senior citizens, difficulty with mastication and deglutition

キーワード : 納豆, 単細胞化食品, 高齢者, 咀嚼・えん下困難

総人口に占める 65 歳以上の高齢者の割合は増加し続けており, ユニバーサルデザインフードなどの介護用食品の開発が急速に進んでいる¹⁾. 加齢により咀嚼やえん下の力が衰えると, 誤嚥の危険性も高まるばかりでなく, 食品の選択の幅も狭くなることが予想される. しかし, 高齢者の豊かな食経験を満足させることは容易ではなく, なおかつ高齢者, 介助者双方にとって負担にならない扱いやすい食品が求められている. ユニバーサルデザインフードの多くはレトルト食品や缶詰などの「容器包装詰加圧加熱殺菌食

品タイプ」がほとんどであり, さらに咀嚼やえん下の程度にあわせて選択, 利用が可能な区分表示が設けられている. これらは保存性や調理時の簡便性にも優れた食品である.

我々は既報において, 中国雲南省で採集した豆豉から分離した菌株, またはそれらを原株とし糸引きを改良した菌株を用いて咀嚼力の衰えた高齢者にも軟らかく食べやすい納豆を開発したことを報告した⁴⁾⁵⁾. それらの納豆は咀嚼力の衰えた人に適してはいるが, えん下困難な場合には, すり潰すなどした上でさらに流動性を持たせる必要があった.

また今日では, 食品の味だけではなくその機能性についても重視されるようになっており, 特定保健用食品や保健機能食品等も多くみられるようになった. 大豆や大豆を原

〒101-8437 東京都千代田区一ツ橋 2-2-1

* 〒950-8680 新潟県新潟市東区海老ヶ瀬 471

[§] 連絡先 (Corresponding author), takahashi@s1.kyoritsu-wu.ac.jp

料とした食品は我が国ではなじみのある食品であり、それらの機能性については世界的にも注目されている²⁾。納豆については、血栓症予防や整腸作用、さらに納豆に含まれるビタミン K と骨粗鬆症との関連性などが期待されている³⁾。

本報では、さらに咀嚼・えん下困難者向け納豆として、単細胞化食品であるユニセルビーンズを原料に用い、粒がなく嚙まなくてもよいペースト状の納豆（以下これをペースト状納豆と呼ぶ）を開発した。その結果、ペースト状納豆は市販納豆と同程度に高たんぱくで、かつナットウキナーゼ活性が高く、高齢者による試食調査においても市販の粒のある納豆と同程度に好まれるという評価を得たので報告する。

実験方法

1. ペースト状納豆および納豆の原料

ペースト状納豆には、大豆の単細胞化食品であるユニセルビーンズ（日本セルフーズ(株)製、商品名：モナリザパウダー）を粒大豆の代替品として用いた。納豆製造用には、米国産大豆マール（極小粒、流径 4.5 mm 以上 5.7 mm 以下、2003 年産）を用いた。

2. 供試菌株

当研究室保存の納豆菌株によるスクリーニングの結果から、*Bacillus subtilis* PN 1（以下 PN 1 菌とする）を用いた。

3. 納豆の製造方法

(1) ペースト状納豆

ユニセルビーンズと純水を 1:4.5 の割合で混合し、オートクレーブで 121℃、15 分間加熱滅菌した。室温程度に冷却後、滅菌シャーレ 1 枚あたり 25 g ずつ分注した。そこに供試菌を接種し、37℃で 20 時間静置して発酵させた。発酵終了後は、スパーテルで表面の菌膜が均一になるように全体をよく混合した。

(2) 納豆

自動納豆製造装置（鈴与工業(株)製、SY-No. 20）を用いて、村松らの方法を参考にして製造した⁶⁾。接種菌数は、蒸煮大豆 1 g あたり 10^5 個とした。

4. 成分分析と官能検査

一般分析と相対粘度、 γ -GTP 活性、官能検査は、納豆試験法⁷⁾を参考にして行った。相対粘度の測定には 100 倍希釈した試料を用いた。官能検査は、糸引き、香りの強さ、香り（納豆らしさ）、臭い（納豆臭以外）、うまみ、大豆の味、渋味・苦味、総合評価、嗜好の 9 項目について 7 段階評価（1、非常に悪い；2、悪い；3、やや悪い；4、普通；5、やや良い；6、良い；7 非常に良い）で行った。対照と比較して、糸引き、香りの強さ、香り（納豆らしさ）、うまみは「強い」、臭い（納豆らしさ以外）、総合評価は「良い」、大豆の味、渋み・苦みは「弱い」、嗜好は「好き」なもののほど評価は良いものとした。対照（段階 4 とする）は、大手メーカーの主力製品である極小粒大豆使用の X 社製 x ブラン

ドの納豆とした（以下市販納豆とする）。統計処理には、(株)SPSS のソフト⁸⁾を使用し、Scheffé の検定を行った。パネルは 20 代女性 10 名とした。

また、ナットウキナーゼ活性は日本健康・栄養食品協会の方法⁹⁾、揮発性成分の分析は、田中らの方法に準拠して行った¹⁰⁾¹¹⁾。

5. 高齢者による試食調査

東京都千代田区内にある高齢者センター（A センター）と高齢者在宅サービスセンター（B センター）で実施した。調査項目は、見た目、臭い、とろみ、味、渋味、嗜好の 6 項目で 5 段階評価とし、対照は利用者が普段食べている納豆のイメージ（段階 3 とする）とした。

A センターでは教養講座やサークル活動等のために通っている比較的健康な高齢者を対象とした施設であるため、試食結果は調査用紙に各自で評価を記入してもらった。パネルは男性 30 人、女性 112 人、計延べ 142 人で、平均年齢は 78.4 歳であった。B センターではデイサービス利用者を対象に、試食中の高齢者に対して聞き取りを行った。パネルは、男性 8 人、女性 17 人、合計 25 人で、平均年齢は 83.0 歳であった。試食の準備として、ペースト状納豆（25 g）をよくかき混ぜ、市販の納豆のたれ小さじ 1 杯（約 5 ml）を加えてさらにかき混ぜたものを 1 人分としてカップに入れた。A センターでは、飯 1 杯（約 150 g）とインスタント味噌汁（宮坂醸造(株)製）1 杯、漬け物（たくあん）2 枚とともに提供した。B センターでは通常の食事とともに同様に調製したペースト状納豆を提供した。

実験結果

1. ペースト状納豆の接種菌数

接種菌数を 10^2 /g から 10^5 /g まで 10 倍ずつ変えてペースト状納豆を製造し官能検査を行った（Table 1）。製造したペースト状納豆の糸引きは、市販納豆よりも有意に弱く、香り（納豆らしさ）も有意に劣ると評価された（ $p < 0.05$ ）。しかし、旨味、豆の味、苦味・渋味の項目では有意な差は見られず、市販納豆に近いものであると評価された。接種菌数別では、 10^2 /g は香りが強いものの納豆らしさには欠け、臭いは 10^4 /g、 10^5 /g よりも悪いと評価された。 10^3 /g では 10^4 /g、 10^5 /g より、 10^4 /g では 10^5 /g よりも臭いが悪いと評価され、これら 3 つ（接種菌数 10^2 /g～ 10^4 /g）のペースト状納豆についての総合評価、嗜好は、 10^5 /g よりも有意に劣ると評価された（ $p < 0.05$ ）。 10^5 /g では、糸引きは市販納豆よりも有意に劣るが、旨味があり、納豆らしい香りもあると評価された。以上の結果、接種菌数 10^5 /g の評価が最も良かったため以後これを用いることとした。Fig. 1 には 10^5 /g 接種したペースト状納豆の写真を示した。なお、接種菌数が 10^5 /g を超えると、糸引きは強くなったものの、苦味やアンモニア臭が強くなり、外観もだま状のものが多くなめらかさにかけるなど不適当であると

Table 1 Organoleptic test scores of *Natto Paste*

Item	Commercial <i>natto</i>	<i>Natto Paste</i> *			
		Inoculum size (Cells of <i>natto</i> bacilli/g)			
		10 ²	10 ³	10 ⁴	10 ⁵
Stickiness	4.0±0.0 ^a	1.2±0.4 ^c	1.8±0.8 ^b	1.5±0.8 ^{bc}	1.8±0.8 ^{bc}
Strength of flavor	4.0±0.0 ^b	5.0±0.9 ^a	5.0±1.1 ^{ab}	4.5±1.1 ^{ab}	4.7±1.0 ^{ab}
Flavor like <i>natto</i>	4.0±0.0 ^a	1.3±0.5 ^c	1.7±0.8 ^{bc}	2.3±1.0 ^b	2.7±1.0 ^b
Different flavor from <i>natto</i>	4.0±0.0 ^{ab}	1.7±1.2 ^c	2.0±1.6 ^c	2.8±1.6 ^b	3.7±1.8 ^a
Umami	4.0±0.0	4.3±2.2	4.2±2.2	3.7±2.0	4.2±1.8
Taste of soybean	4.0±0.0	3.5±1.8	3.5±1.5	3.7±1.5	4.0±1.4
Bitter taste	4.0±0.0	3.8±2.3	4.2±2.6	3.2±1.5	3.3±0.8
Overall estimation	4.0±0.0 ^{ab}	2.5±1.6 ^{bc}	2.7±1.6 ^{bc}	2.5±0.6 ^c	4.3±1.5 ^a
Accessibility	4.0±0.0 ^{ab}	2.2±1.5 ^c	2.7±1.6 ^{bc}	3.2±1.5 ^{bc}	4.3±1.5 ^a

*To prepare *Natto Paste*, *Bacillus subtilis* PN 1 strain was inoculated at various concentrations to autoclaved unicell beans (soybean powder consisting of degraded single cell) in 4.5 volumes of water, and subsequently fermented at 37°C for 20 h. Data are presented as mean ± S.D. values ($n=10$). Assessment was scored on a scale of 1 to 7 (1=far inferior, 2=inferior, 3=slightly inferior, 4=equal, 5=slightly better, 6=better, 7=far better) compared to commercial *natto*.

^{a, b, c, d} Mean values with different superscript letters in the same row were significantly different at $p<0.05$ (Scheffé post hoc test).

Fig. 1 Photograph of manufactured *Natto Paste*

判断した (データ省略).

2. 成分分析

(1) 一般分析

Table 2 には, ペースト状納豆と PN 1 菌で製造した納豆 (以後 PN 1 納豆とする) の一般分析の結果を示した. ペースト状納豆の水分は, 他の納豆と比べると高かったが, 調製時に混合した水分の割合と同程度であった. pH は, PN 1 納豆や市販納豆よりもペースト状納豆でやや高値であった. 全窒素はそれぞれ同程度であったが, 水溶性窒素, ホルモール窒素はペースト状納豆の値が最も高かった. 水溶性窒素は PN 1 納豆の約 2.3 倍, 市販納豆の約 1.4 倍で, ホルモール窒素はそれぞれ約 2.8 倍, 約 1.9 倍であった. アンモニア含有量は PN 1 納豆, 市販納豆が約 50 mg/100 g であるのに対して, ペースト状納豆では 90.8±2.2 mg/100 g と約 2 倍の値を示した.

(2) 相対粘度と γ -グルタミルトランスペプチダーゼ (γ -GTP) 活性

納豆の糸引きと関連のある酵素として知られている γ -GTP 活性と相対粘度を測定した (Table 3). 相対粘度の測定には各試料の 100 倍希釈液を用いた. PN 1 納豆の相対粘度が最も高く, ついで市販納豆の順であった. ペースト状納豆の相対粘度はそれら 2 つの納豆よりも低かった. γ -GTP 活性では, 市販納豆の値が最も高く, ペースト状納豆, PN 1 納豆の順であった. PN 1 納豆は, 相対粘度では最も高い値を示したが, γ -GTP では 3 つの中で最も低い値であった.

(3) ナットウキナーゼ活性

ナットウキナーゼは須見らによって発見され, 血栓溶解酵素と言われている¹²⁾. 各納豆のナットウキナーゼ活性の測定を行った (Table 3). ペースト状納豆のナットウキナーゼ活性は, 150.6±17.0 FU/g と他の 2 つの納豆に比べて高値を示した. ペースト状納豆は PN 1 納豆の約 2.6 倍, 市販納豆と比較すると, 約 4.1 倍の活性度であった.

(4) 揮発性成分

Fig. 2 に, ペースト状納豆と PN 1 納豆の揮発性成分のガスクロマトグラムを示す. 田中らは納豆臭の揮発性成分として 10 成分を報告している¹⁰⁾¹¹⁾. その 10 成分のうちペースト状納豆では, ethanol (ピーク No. 15), 2,3-butanedione (同 No. 21), pyrazine (同 No. 60), 2-pyrazine (同 No. 73), 2,5-dimethylpyrazine (同 No. 76), 2,3,5-trimethylpyrazine (同 No. 88), 2-methylpropanoic acid (同 No. 101), 2-methylbutanoic acid (同 No. 108) の 8 成分が検出された (Fig. 2A). 一方, 同じ菌株を使用した PN 1 納豆では, ethanol (同 No. 15), 2,3-butanedione (同 No. 21), pyrazine (同 No. 60), 2-pyrazine (同 No. 73), 3-hydroxy-2-butanone (同 No. 75), 2,5-dimethylpylpyrazine (同

Table 2 Chemical analyses of *Natto Paste*, PN 1 *natto* and Commercial *natto*

Item	<i>Natto Paste</i> *	PN 1 <i>natto</i> **	Commercial <i>natto</i>
Moisture (%)	82.8±0.2	61.9±0.7	61.3±1.6
pH	7.94±0.16	6.94±0.06	7.10±0.06
Total nitrogen (%)	6.6±0.23	6.1±0.24	5.9±0.04
Soluble nitrogen (%)	2.95±0.12	1.27±0.04	2.17±0.04
Solubility ratio of nitrogen (%)	44.7±1.8	20.8±0.6	36.8±0.6
Formol nitrogen (%)	0.34±0.02	0.12±0.00	0.18±0.00
Decomposition ratio of nitrogen (%)	5.15±0.30	1.97±0.05	3.05±0.00
Ammonia (mg/100 g wet weight)	90.8±2.2	57.5±1.4	51.0±1.4

* To prepare *Natto Paste*, *Bacillus subtilis* PN 1 strain was inoculated at 10^5 /g (wet) to autoclaved unicell beans (soybean powder consisting of degraded single cell) in 4.5 volumes of water, and subsequently fermented at 37°C for 20 h.

** PN 1 *natto* was prepared by fermentation of soybeans with *Bacillus subtilis* PN 1 strain for 24 h by The Automatic *Natto* Fermenter (Suzuyo Kogyo Co., Type SY-No.20) and matured at 5°C for 24 h. Data are presented as mean±S.D. values.

Table 3 Relative viscosity, γ -GTP activity and Nattokinase activity of *Natto Paste*, PN 1 *natto* and Commercial *natto*

	<i>Natto Paste</i> * ¹	PN 1 <i>natto</i> * ²	Commercial <i>natto</i>
Relative viscosity* ³	1.47±0.02	10.57±0.08	9.37±0.09
γ -GTP* ⁴ activity (IU/100g, 37°C)	260±26.5	170±26.5	660±41.6
Nattokinase activity (FU/g)	150.6±17.0	56.4±6.3	37.3±6.8

*¹ To prepare *Natto Paste*, *Bacillus subtilis* PN 1 strain was inoculated at 10^5 /g (wet) to autoclaved unicell beans (soybean powder consisting of degraded single cell) in 4.5 volumes of water, and subsequently fermented at 37°C for 20 h.

*² PN 1 *natto* was prepared by fermentation of soybeans with *Bacillus subtilis* PN 1 strain for 24 h by The Automatic *Natto* Fermenter (Suzuyo Kogyo Co., Type SY-No.20) and matured at 5°C for 24 h.

*³ For analyses of relative viscosity, *Natto Paste* and *natto* samples were diluted 100 fold in distilled water.

*⁴ γ -Glutamyltranspeptidase.

Data are presented as mean ±S.D. values.

No. 76), 2,3,5-trimethylpyrazine (同 No. 88), 2-methylpropanoic acid (同 No. 101), 2-methylbutanoic acid (同 No. 108) の9成分が検出された (Fig. 2B). どちらも 3-methylbutanoic acid (同 No. 107) は検出されなかった.

3. 高齢者による試食調査

製造したペースト状納豆について、高齢者による試食調査を行った。各施設での結果を Table 4 に示す。A センターではどの項目においても、平均値が 3.0 以上で、特に味と粘度の項目で評価が良く、その平均値は 3.4 であった。外観については、悪いと評価する人が他の項目よりも多く 27% を占めた。味については、非常に良い、9%；良い、30%；普通、51%；でこれらを合わせると 90% の人が普通以上と評価した。外観以外の 5 つの項目では、市販納豆と比較して有意に良い評価が得られた ($p < 0.05$)。

B センターでは、外観については A センター同様、悪いと評価をした人の割合が、他の項目よりも多く、平均値は 2.9 であったが、その他の項目では、3.0 以上であった。味の評価は、良い、52%；普通、32%；と計 84% の人が普通以上

と評価した。味と嗜好については市販納豆よりも有意に高い評価が得られた ($p < 0.05$)。A センターと比較すると 6 項目すべてで良いと評価した人の割合が高かった。

考 察

我々が用いたユニセルビーンズは、大豆の細胞を破壊せず、酵素処理で個々の細胞を分離して得られる単細胞化食品である¹³⁾。渡辺ら¹⁴⁾によれば、餡やマッシュポテトなども既存の単細胞化食品として日常よく供されるが、これらは加熱によって細胞間物質を可溶化させ、さらにその後の磨砕によって細胞を分離したものである。それに対し、ユニセルビーンズは酵素処理により細胞間物質を分解し、そのまま単細胞を得た新しい食品である。細胞が破壊されることなく分離するため、細胞破壊によって生ずる大豆臭の発生が抑えられ、大豆特有の臭いを発する大豆粉末等とは異なっている。我々はこれまでに大豆粉等に納豆菌を接種して、本報で開発したペースト状納豆と同様の食品の製造を試みたが、臭いが悪く、適当なものを製造することはできな

Fig. 2 Gas chromatograms of volatile components of *Natto Paste* and *PN 1 natto*

The components with peak numbers in the chromatogram are as follows: No.15, ethanol; No. 21, 2,3-butanedione (diacetyl); No. 60, pyrazine; No. 73, 2-methylpyrazine; No. 75 (a), 3-hydroxy-2-butanone (acetoin); No. 76, 2,5-dimethylpyrazine; No. 88, 2,3,5-trimethylpyrazine; No. 101, 2-methylpropanoic acid (isobutyric acid); No. 108, 2-methylbutanoic acid; b (No. 107), 3-methylbutanoic acid (isovaleric acid).

かった。しかし、本報で用いたユニセルビーンズは上述の方法で加工され、納豆菌を接種しても不快臭を発することもなく、ペースト状納豆の試食調査を行うことも可能になった。

一般成分分析の結果、ペースト状納豆は窒素溶解率や窒素分解率が他の2つの納豆に比べて高く、また pH やアンモニアも同様であった。官能検査 (Table 1) においても、市販納豆と比較して有意差があるほどではないが、ペースト状納豆の香りは強く、苦味や渋味もやや強いが、旨味は強いと評価された。原料のユニセルビーンズがすでに大豆を細胞単位まで分解したものであるため、大豆そのものを原料とした場合よりも納豆菌のプロテアーゼの影響を受けやすく、たんぱく質の分解が進んだ結果、各測定値が大豆を使用した納豆に比べて高くなったと推察された。

近年納豆の機能性が注目されており、ナットウキナーゼの血栓溶解能はその1つである。須見らは大豆以外に、オカラ、麦類、穀類、酒粕類などに納豆菌を接種した発酵物についてもナットウキナーゼ活性が認められることを報告

している^{15)~17)}。本報で製造したペースト状納豆のナットウキナーゼ活性度は約 150 FU/g で、市販納豆の約 4.1 倍、同じ菌株で製造した PN 1 納豆の約 2.6 倍高い値であった。同じ菌株を使用しても、ペースト状納豆と PN 1 納豆では活性度が異なっていた。ユニセルビーンズを原料としたことで、PN 1 菌にとっては既に分解が進んだような状態から分解を始めるため、大豆を原料とする場合よりも少ない酵素で容易に栄養を確保でき、ペースト状納豆中にナットウキナーゼが多量にできるのではないかと推察した。

高齢者による試食調査では、A センターよりも B センターで良い評価が得られた。これは B センターの利用者の方が、食事時の介助が必要な人や、咀嚼やえん下の力が衰えている高齢者の割合が多いために、粒のないペースト状納豆が好まれたものと考えられる。A センターでは、特に介助を必要とせず食事ができる高齢者のみであったが、義歯を使用している人は多く見られた。外観の評価は両センターともに悪いと評価する人の割合が多かった。飯にかけて供する食品としては、とろろのように外観の類似したものはあるが、納豆としてはこれまでの概念からかけ離れたために外観の評価が低くなったものと推察された。特に A センターの利用者からは、粒のない納豆は物足りなさを感じるとの意見があった。

現在市販されているユニバーサルデザインフードを代表とする介護用食品の中には納豆やそれに類似した食品は見られない。咀嚼やえん下が困難な場合に納豆を提供する方法として、ひき割納豆を提供する他には、刻む、すり潰す等の方法があるが、納豆には特有の臭いや粘りによる扱い難さがあり、これらの調理行為は提供する側の負担となっている場合が多い。既報で我々が開発した軟らかい納豆、軟らかく糸引きのよい納豆は、咀嚼困難者には適しているといえるが、咀嚼・えん下困難者に対しては、本報で開発したペースト状納豆の方がより適していると推察される。ペースト状納豆であれば、簡単に提供できるうえ、納豆ほどの強い糸引きはないため摂食時も容易に口に運ぶことが可能である。さらに物性測定等を行い、「そしゃく・えん下困難者用食品」に適合した製品であることを検証する必要がある。しかし、既報と本報により、一般の納豆から軟らかい納豆、さらにペースト状納豆へと、咀嚼やえん下の能力に応じて、さまざまな種類の納豆を選択することが可能となった。

改良の余地はあるものの、まだ市場にはない食品の評価としては比較的高い評価が得られ、高齢者にも好まれるものが開発できた。今後さらにペースト状納豆の高品質化に一層の努力を傾注していきたい。

要 約

単細胞化食品であるユニセルビーンズを原料に用いて、咀嚼・えん下困難者向けの粒のない納豆としてペースト状納豆を製造した。

Table 4 Taste test of *Natto Paste* at two senior citizen centers

Panelists	Effective replies	Item	Estimation					Average	Total average
			1	2	3	4	5		
Center A	132	Appearance	0	38	63	26	5	3.0	3.3
Total 142 (male 30, female 112)	129	Flavor	0	12	79	34	4	3.2*	
The average age 78.4	134	Viscosity	0	13	70	39	12	3.4*	
	141	Taste	0	13	72	43	13	3.4*	
	128	Astringence	2	5	87	27	7	3.3*	
	136	Accessibility	0	22	71	36	7	3.2*	
Center B	22	Appearance	1	6	10	5	0	2.9	3.3
Total 25 (male 8, female 17)	21	Flavor	1	1	11	8	0	3.2	
The average age 83.0	21	Viscosity	0	3	9	9	0	3.3	
	22	Taste	0	1	8	13	0	3.5*	
	21	Astringence	0	2	8	9	2	3.5	
	23	Accessibility	0	2	11	9	1	3.4*	

To prepare *Natto Paste*, *Bacillus subtilis* PN 1 strain was inoculated at 10^5 /g (wet) to autoclaved unicell beans (soybean powder consisting of degraded single cell) in 4.5 volumes of water, and subsequently fermented at 37°C for 20 h.

Estimation was scored on a scale of 1 to 5 (1=far inferior, 2=inferior, 3=equal, 4=better, 5=far better) compared to the commercial *natto* which each panel imagined.

*Significantly different in comparison with commercial *natto* which they image at $p < 0.05$ (anova).

(1) ペースト状納豆の品質は、接種菌数を 10^5 /g として製造した場合に最も高いと官能検査で評価された。

(2) 一般分析の結果、ペースト状納豆は窒素溶解率、窒素分解率が市販納豆よりも高く、たんぱく質の分解が進んでいた。

(3) ナットウキナーゼ活性度を測定した結果、ペースト状納豆は市販納豆の約 4.1 倍を示した。

(4) 製造したペースト状納豆について東京都千代田区内の高齢者利用施設 2 カ所で高齢者による試食調査を行った。外観以外の項目では、対象とした市販納豆よりも有意に良いと評価されたが ($p < 0.05$)、外観については今後検討の必要がある。

本報で製造したペースト状納豆は、納豆同様高たんぱくであり、また高齢者等の咀嚼・えん下困難者向け納豆として食べやすいことが示唆され、機能性が期待される食品である。

ペースト状納豆の試食調査にご協力いただきました千代田区立高齢者利用施設 2 カ所の職員の皆様と利用者の方々に深謝いたします。

文 献

- 藤崎 享, 木内 幹, ユニバーサルデザインフードを取り巻く現状, *New Food Industry*, **48**, 49-63 (2006).
- 武部 実, 大豆素材の発酵による高付加価値化, *醸協*, **101**, 10-16 (2006).
- 細井知弘, Probiotic としての納豆菌の作用—腸内細菌叢と腸管免疫システムに対する作用—, *醸協*, **98**, 830-839 (2003).
- 高橋沙織, 勝股理恵, 吉澤久美, 八巻桃子, 大迫美由紀, 村上満利子, 毛利さやか, 佐藤みずき, 目黒寛子, 久保倉寛子, 広瀬佳苗, 田中直義, 渡辺杉夫, 木内 幹, 豆鼓から分離した *Bacillus subtilis* KFP 843 株をスターターとする軟

- らかい納豆, *食科工*, **52**, 451-461 (2005).
- 三星沙織, 斎藤春香, 松川みゆき, 宮路陽子, 田中直義, 村橋鮎美, 村松芳多子, 渡辺杉夫, 木内 幹, 軟らかく糸引きの良い高齢者向け納豆の開発, *食科工*, **53**, 466-473 (2006).
- 村松芳多子, 勝股理恵, 渡辺杉夫, 田中直義, 木内 幹, 糸引納豆製造法の改良, *食科工*, **48**, 277-286 (2001).
- 納豆試験法研究会編, 納豆の一般分析法, 官能検査法, 酵素試験法, 「納豆試験法」, ((株)光琳, 東京), p. 15-30, 61, 68 (1990).
- SPSS Inc., 「SPSS Base 12.0 J User's guide」, (エス・ピー・エス・エス(株), 東京), pp. 309-315 (2003).
- 財団法人日本健康・栄養食品協会, 納豆菌培養エキス食品規格基準, 健康補助食品規格基準集 (追補), pp. 8-10 (2003).
- Tanaka, T., Muramatsu, K., Kim, H-R., Watanabe, T., Takeyasu, M., Kanai, Y. and Kiuchi, K., Comparison of volatile components from Chungkuk-jang and Itohiki-natto., *Biosci. Biotechnol. Biochem.*, **62**, 1440-1444 (1998).
- 田中直義, 山内智子, 勝股理恵, 木内 幹, 微量固相抽出—ガスクロマトグラフィーによる市販糸引納豆の揮発性成分の比較, *食科工*, **50**, 278-285 (2003).
- Sumi, H., Hamada, H., Nakanishi, K. and Hiratani, H., A novel fibrinolytic activity in plasma by oral administration of nattokinase., *Acta Haematol.*, **84**, 139-143 (1980).
- 赤澤 徹, 酵素を利用した大豆の加工法により得られた液状加工大豆, および同加工大豆を含む食品, 特許公開 2002-59272 号, 平成 14 年 6 月 4 日, (2002).
- 渡辺篤二, 廣瀬理恵子, 単細胞化食品—既存食品と新しい試み—, *日調科誌*, **39**, 83-87 (2006).
- 須見洋行, 浅野倫和, 納豆菌の大発酵によるナットウキナーゼ, ビタミン K₂, およびアミノ酸類の生産, *家政誌*, **52**, 937-942 (2001).
- 須見洋行, 池田志織, 今井雅敏, 矢田見智恵子, 酒粕類, 特に焼酎蒸留粕を原料としたナットウキナーゼ及びビタミン K₂ (メナキノ—7) の発酵生産, *醸協*, **99**, p867-872 (2004).
- 須見洋行, 浅野倫和, 矢田見智恵子, 無蒸煮麦類の納豆菌処理による栄養価及び生理活性の付加, *醸協*, **100**, 449-453 (2005).

(平成 19 年 3 月 23 日受付, 平成 19 年 7 月 10 日受理)