テクスチャーによる食物の特徴づけと分類

古賀貴子[§], 古賀菱子, 名方俊介*, 太田英明

中村学園大学栄養科学部
*九州大学大学院歯学研究院

Characterization and Classification of Foods by Texture of Food

Takako Koga[§], Yuko Koga, Shunsuke Nakata*
and Hideaki Ohta

Faculty of Nutritional Science,
Nakamura Gakuen University,
5-7-1, Befu, Johnan-ku, Fukuoka 814-0198

* Faculty of Dentistry, Kyushu University,
3-1-1, Maedashi, Higashi-ku, Fukuoka 812-8582

The texture of 112 food samples was characterized and classified by means of multi-variance analysis, in order to obtain one index of chewing instruction. The texture of food samples was measured by Tensipresser. Characterization and classification of foods was performed from principal component analysis of the texture of food. Food samples with higher chewiness (1.00 or more) relevant to masticatory muscle activities were 30% or less. By means of principal component analysis, 111 of food sample investigated were classified into nine food groups as follows. Basic food sample group: hardness and springiness are low. Group I foods: hardness is high, Group II foods: hardness and springiness are high. Group III foods: springiness is high. Group I was further classified into two sub-groups. Group II and III were further classified into three sub-groups. Some food samples with higher chewiness were belonged to Group I-2 and Group II-1, 2, 3.

(Received May 29, 2003; Accepted Sep. 16, 2003)

咀嚼と健康との関係から「噛む」ことの重要性がいわれ、新聞や雑誌、テレビなどによる情報提供が盛んになってきた。その一方では、噛まないから噛めない、顎の発達不良など咀嚼機能の発達が正常でない子供の存在が指摘されている。その背景には、工業加工品が急増し¹⁾食物の軟化傾向が起きていること、またファーストフードなどを好むことなど²⁾³⁾、日常摂食している食物や料理内容が影響し、食物の摂取に要する咀嚼筋活動量が減少しているといわれている。さらにはこのような食環境のもとに、歯の寿命は約50年とみられ⁴⁾、咀嚼機能が衰退した高齢者の人口比率は約15%にも及んでいる⁵⁾。

このような現状から、咀嚼および食の指導に対する社会

的ニーズは高まり、医療機関および行政レベルでは対策を練っている。日本咀嚼学会は健康者の生活習慣病予防のための適正な咀嚼の指導、乳幼児から高齢者の咀嚼能力低下に対する指導および援助を行う「健康咀嚼指導士」の認定を2002年から行っている。また、文部科学省は2005年度にも小・中学校で「食生活のカウンセラー」としての「栄養教諭（仮称）」を実現する方向にあり、「食」の指導の充実に検討している⁶⁾。

咀嚼運動は食物のテクスチャーに応じて無意識のうちに始まるため、食物のテクスチャーは人の咀嚼運動を変化させる要因の一つであり⁷⁾、咀嚼筋活動量を規定する大きな要素である。

著者らは前報⁸⁾において、食物テクスチャーと幼児および青年の咀嚼筋活動量との関係を検討しており、咀嚼筋活動量に関連する食物テクスチャーからの食物の分類を明らかにすることは、咀嚼の指導を行う上で一つの指標になると考える。そこで本報告では、日常よく摂食されていると考えられる食物を含む112種の食物について、テクスチャーからの食物の分類を検討した。

実験方法

1. 試料

科学技術庁資源調査会による五訂日本食品成分表の食物分類をもとに、主に現在わが国で日常よく摂食されていると考えられる112種の食物を選択した (Table 1)。

試料は原則として加熱による収縮率を考慮して成形後、次のように調理した。

ソフトビスケット (カロリーメイト) など63種の食物は市販の加工食品および生鮮食品をそのまま用いた。

食パン (耳なしおよび耳あり) など6種の食物は市販の加工食品に加熱操作を加えて使用した。すなわち、食パンは2分間トーストした。木綿豆腐は沸騰水から3分間茹でた。はんぺんおよび餅は3分間、また辛子めんたいこは15分間焼いた。

フライドチキン (チキンナゲット) など7種の食物は市販の冷凍食品を購入後、解凍して使用した。すなわち、ミートボールおよびハンバーグは包装パックのまま10分間沸騰水中に入れて解凍した。チキンナゲット、えびフライおよび豚カツは10分間焼いた。ホットケーキおよびだし巻き卵は室温 (20℃) で自然解凍した。

鶏卵 (卵白および卵黄) など20種の食物は市販の食物を茹でて使用した。各食物の茹で時間について、鶏卵は沸騰後12分間とした。さつまいもおよびにんじんは10分間、だいこん、アスパラガス、牛レバー、はたてがい、えびおよびあさりは5分間、ブロッコリー、わけぎ、チンゲンサイ、こんにゃくおよび厚揚げは3分間、しめじおよびさやいんげんは1分間、いかは30秒であり、いずれも沸騰水からとした。鶏もも肉は15分間、牛すじは5時間であり、ともに水からとした。

〒814-0198 福岡県福岡市城南区別府 5-7-1

* 〒812-8582 福岡県福岡市東区馬出 3-1-1

[§] 連絡先 (Corresponding author), takoga@nakamura-u.ac.jp

魚(いさき)の煮付けなど16種の食物は調理書⁹⁾および家庭料理を想定して決めた。すなわち、寒天ゼリーは市販の粉末寒天濃度1%および砂糖濃度30%で調製した。いさきの煮付けは水80%、濃口醤油8%および砂糖12%の煮汁で10分間煮た。チキンステーキは鶏もも肉を8分間、また生しいたけは3分間焼いた。白米飯および玄米飯の炊飯はそれぞれ炊飯器を用いた¹⁰⁾。まぐろの角煮は酒35%、みりん18%および濃口醤油47%の煮汁で10分間煮た。サーモンステーキは5分間焼いた。ポークチャップは豚ロース肉を炒めた後、トマトソース、バターおよびコンソメスープで煮た¹⁰⁾。ごぼうの含め煮は下茹で後、出し汁、濃口醤油およびみりん¹⁰⁾で煮た。めざしは3分間、また鶏の砂ずりは20分間焼いた。高野豆腐は60℃の湯に40分間浸漬後、水気を除いた。乾燥したとびうお(あご)は15分間、ビーフステーキは牛サーロインを6分間、するめは4分間いずれも焼いた¹⁰⁾。

2. 試料調製

試料の大きさは筋電図測定¹⁰⁾の試料の調製条件と同様に原則として15×15×10 mmに成形した¹⁰⁾。成形はそれぞれの食物の中心部からとし、また、いちごおよびキウイフルーツは種の部分を除いて成形した。ただし、食物自体の厚みが10 mmに満たない場合はその食物の厚さのままとした。すなわち、ポップコーンなどはいずれも1粒を、またピーナッツは半粒を用いた¹⁰⁾。なお、甘納豆などは大きさのみ15×15 mmに成形した¹⁰⁾。米飯類は米飯測定用のアルミカップを用いて調製した¹⁰⁾。

3. テクスチャー計測¹⁰⁾

食物のテクスチャー計測はテンシプレッサーおよび解析装置により、13 mmφ円筒型のプランジャー、100 mmφ平皿の試料皿を用い、圧縮率80%、咀嚼回数2回、咀嚼速度5 mm/sec、記録速度120 mm/minで行った。

4. 主成分分析

テクスチャー計測により得られた計測値に基づき、医学統計解析プログラムパッケージ ver. 3.0 for Windows (医学書院、東京)を用いて主成分分析を行った。前報⁸⁾の食物テクスチャーと咀嚼筋活動量との関係から、分析変数はTable 1に示した咀嚼性(かたさ、凝集性、弾力性の積で表され、固形食品を飲み込める状態にまで咀嚼するのに必要なエネルギーと定義されている)、かたさ、凝集性および弾力性のほか、かたさと凝集性の積で表されるガム性を用いた。

テクスチャーの主成分分析による食物分類は、まず112種の食物のテクスチャーを定量的に比較できるように、同一条件でのテクスチャー計測値を用いた(Table 1)。なお、食物のグループ化における線引きについては、同時期に計測した112種の食物の特性に応じた測定条件(食物により直径3~30 mmの円筒形もしくはV字形のプランジャーを使用し、圧縮率60~80%で測定)での、各食物の

特性を示す測定曲線を加味して検討した。

実験結果および考察

1. テクスチャー計測

食物のテクスチャー計測値をTable 1に示した。

咀嚼性は0.00(オレンジゼリーなど11食物)から9.50(するめ)、かたさは0.02(カスタードプディング)から16.88(あご)、凝集性は0.00(オレンジゼリーおよびたまご豆腐)から1.01(するめ)、弾力性は0.01(カロリーメイト)から3.71(高野豆腐)であった。

112種の食物の中、咀嚼筋活動量と関係する咀嚼性が高い(1.00以上)の食物⁸⁾¹¹⁾は30%以下であって、噛みごたえのある食物は少なかった。これら咀嚼性が高い食物は、穀類では食パン(耳あり)、赤飯およびフランスパン、豆類では厚揚げおよび高野豆腐、野菜類ではピーマン、ごぼう、らっきょう、さやいんげん、たくあん漬およびたけのこ、果実類ではりんごおよびパイナップル、魚介類では竹輪、めざし、味付けたこ、あご、生のいか、茹でたいかおよびするめ、肉類ではポークチャップ、鶏の砂ずりおよびビーフステーキ、乳類ではプロセスチーズ、菓子類ではクッキー、黒棒、グミキャンデー、かりんとうおよびしょうがおこしであった。

2. 主成分分析による食物テクスチャーの特徴づけ

食物のテクスチャー計測値による主成分分析を行った。

Table 2に示したように、第1主成分の寄与率は50.0%、また第2主成分までの累積寄与率は85.5%であった。第1主成分に対する寄与はかたさが最も負に大きく、第2主成分に対する寄与は弾力性が最も負に大きかった。

第1主成分と第2主成分について、各食物の主成分得点を求め、第1主成分を横軸、第2主成分を縦軸とした平面にプロットした主成分得点散布図をFig. 1に示した。

前記の2主成分により、112種の食物の中の111種の食物を、2成分ともに高い「基本食物グループ」、第1主成分が低い「グループⅠ型」、2成分ともに低い「グループⅡ型」、第2主成分が低い「グループⅢ型」に分類できた。その中でもⅠ、ⅡおよびⅢ型食物は分布範囲ならびに計測値の幅が広がるので、それぞれ基本食物グループに近いほうから、Ⅰ型食物は2のサブグループに、ⅡおよびⅢ型食物は3のサブグループにさらに分類した。

すなわち、かたさおよび弾力性がともに低い「基本食物グループ」、基本食物に比べ、かたさが高い「グループⅠ-1型、グループⅠ-2型」、かたさおよび弾力性がともに高い「グループⅡ-1型、グループⅡ-2型、グループⅡ-3型」、弾力性が高い「グループⅢ-1型、グループⅢ-2型、グループⅢ-3型」の9つに類別できた。

112種の食物の第1主成分と第2主成分の主成分得点および該当する食物のグループをTable 3に示した。

基本食物グループの食物はたまご豆腐など19%、グループⅠ型の食物は鶏卵(卵黄)、ナタデココなど13%、グルー

Table 1 Conditions for measurement and texture values of each food

	Foods	Shape and cut size	Texture value			
			Chewiness	Hardness	Cohesiveness	Springiness
1	Orange jelly ^a	15×15×10 mm	0.00	0.03	0.00	0.50
2	Tamago-dofu ^a	15×15×10 mm	0.00	0.10	0.00	0.18
3	Strawberry ^a	15×15×10 mm	0.00	0.27	0.01	0.10
4	Baked cheesecake ^a	15×15×10 mm	0.00	0.35	0.03	0.06
5	Soft biscuit ^a	15×15×10 mm	0.00	0.84	0.01	0.01
6	Agar-agar jelly ^c	15×15×10 mm	0.00	0.92	0.01	0.12
7	Chestnut, kanroni ^a	15×15×10 mm	0.00	1.04	0.02	0.08
8	Popcorn ^a	1 grain	0.00	1.10	0.10	0.19
9	Japanese radish, boiled ^d	15×15×10 mm	0.00	1.14	0.02	0.13
10	Japanese yam ^a	15×15×10 mm	0.00	1.50	0.01	0.10
11	Ama-natto ^a	15×15× 5 mm	0.00	3.01	0.02	0.06
12	Goma-dofu ^a	15×15×10 mm	0.01	0.10	0.18	0.45
13	Karashi-mentaiko, raw ^a	15×15×10 mm	0.01	0.29	0.16	0.29
14	Egg white, boiled ^d	15×15×10 mm	0.01	0.46	0.05	0.40
15	Sweet potato, boiled ^d	15×15×10 mm	0.01	0.73	0.04	0.45
16	Egg yolk, boiled ^d	15×15×10 mm	0.01	0.81	0.07	0.15
17	Asparagus, boiled ^d	15×15×10 mm	0.01	0.87	0.02	0.50
18	Yokan ^a	15×15×10 mm	0.01	1.27	0.05	0.17
19	Turnip, pickled ^a	15×15×10 mm	0.01	1.91	0.02	0.30
20	Japanese persimmon ^a	15×15×10 mm	0.01	2.11	0.02	0.21
21	Cashew nut ^a	1 grain	0.01	3.64	0.03	0.08
22	Carrot, boiled ^d	15×15×10 mm	0.01	4.47	0.02	0.11
23	Custard pudding ^a	15×15×10 mm	0.02	1.00	0.02	0.93
24	White bread (crumb), baked ^b	15×15×10 mm	0.05	2.70	0.10	0.20
25	Ginkgo nut, canned ; solids ^a	1 grain	0.05	3.22	0.07	0.22
26	Broccoli, boiled ^d	15×15×10 mm	0.05	4.49	0.05	0.22
27	Senbei ^a	15×15× 3 mm	0.05	8.24	0.04	0.13
28	Grunt, raw ^a	15×15×10 mm	0.06	0.55	0.16	0.70
29	Sponge cake ^a	15×15×10 mm	0.08	0.17	0.52	0.93
30	Konnyaku jelly ^a	15×15×10 mm	0.08	0.59	0.23	0.62
31	Banana ^a	15×15×10 mm	0.08	0.60	0.19	0.72
32	Salmon, raw ^a	15×15×10 mm	0.08	0.68	0.19	0.64
33	Sardine, kanroni ^a	15×15×10 mm	0.08	1.69	0.16	0.31

^a : Processed foods and fresh foods (including sashimi) on the market were used without heat processing as they are.

^b : Processed foods on the market were used after heated again.

^c : Frozen foods on the market were used after thawed by heating.

^d : Foods on the market were used after boiling (except for prepared and processed foods).

^e : Foods on the market were used after cooked, respectively.

* : Those foods used in measurement of the activity of masticatory muscles.

Measurement : Texture values of each food were measured with TENSIPRESSER.

Values are the means of 5 determinations.

Hardness (kg/cm²).

Table 1 Conditions for measurement and texture values of each food (continued)

	Foods	Shape and cut size	Texture value			
			Chewiness	Hardness	Cohesiveness	Springiness
34	Eggplant, pickled ^a	15×15×10 mm	0.09	2.90	0.10	0.32
35	Celery ^a	15×15×10 mm	0.09	7.00	0.05	0.25
36	Meat ball ^c	15×15×10 mm	0.10	1.21	0.13	0.83
37	European plum, dried ^a	15×15×10 mm	0.10	1.69	0.16	0.36
38	Tuna, raw ^a	15×15×10 mm	0.11	0.91	0.16	0.78
39	Turfed stone leek, boiled ^d	15×15×10 mm	0.11	2.12	0.11	0.52
40	Beef (liver), boiled ^d	15×15×10 mm	0.11	2.22	0.11	0.41
41	Almond ^a	1 grain	0.11	9.99	0.06	0.20
42	Momen-tofu ^b	15×15×10 mm	0.12	0.20	0.63	0.91
43	Hanpen ^b	15×15×10 mm	0.12	0.38	0.34	0.90
44	Doughnut ^a	15×15×10 mm	0.12	2.92	0.17	0.24
45	Scallop, boiled ^d	15×15×10 mm	0.13	0.95	0.20	0.68
46	Hamburg steak ^c	15×15×10 mm	0.13	1.26	0.15	0.67
47	Chicken (thigh), boiled ^d	15×15×10 mm	0.13	1.55	0.17	0.48
48	Eel, kabayaki ^a	15×15×10 mm	0.14	0.57	0.28	0.87
49	Chicken (thigh), fried ^c	15×15×10 mm	0.14	1.37	0.18	0.54
50	Qing gin cai, boiled ^d	15×15×10 mm	0.14	3.05	0.09	0.36
51	East indian lotus root, canned ; solids ^a	15×15×10 mm	0.15	6.67	0.04	0.48
52	Grunt, boiled and seasoned ^c	15×15×10 mm	0.18	0.34	0.57	0.98
53	Satsuma-age ^a	15×15×10 mm	0.20	1.02	0.22	0.85
54	Rice cake, baked ^b	15×15×10 mm	0.20	1.10	0.41	0.45
55	Vienna sausage ^a	15×15×10 mm	0.20	2.87	0.15	0.45
56	Hot cake ^c	15×15×10 mm	0.21	0.43	0.61	0.82
57	Beef (sinew), boiled ^d	15×15×10 mm	0.21	1.06	0.25	0.77
58	Ovary, desalted ^a	15×15×10 mm	0.21	1.38	0.19	0.94
59	Peanut ^a . *	Half-cut grain	0.21	5.00	0.08	0.52
60	Cucumber ^a	15×15×10 mm	0.22	3.40	0.07	0.90
61	Carrot, raw ^a	15×15×10 mm	0.25	5.97	0.05	0.88
62	Nata de coco ^a	15×15×10 mm	0.25	13.88	0.08	0.20
63	Kasutera ^a	15×15×10 mm	0.27	1.36	0.49	0.39
64	Kiwifruit ^a	15×15×10 mm	0.27	3.80	0.09	0.65
65	Chicken (thigh) steak ^c	15×15×10 mm	0.30	2.80	0.18	0.60
66	Nama-shiitake, baked ^c	15×15×10 mm	0.30	3.46	0.25	0.34
67	Karashi-mentaiko, baked ^b	15×15×10 mm	0.30	6.83	0.15	0.30
68	Shimeji, boiled ^d	15×15×10 mm	0.41	1.85	0.40	0.59
69	Konnyaku, boiled ^d	15×15×10 mm	0.41	4.66	0.11	0.84
70	Cooked polished rice ^e . *	Grouped grains (39 mm ϕ × 10 mm)	0.47	1.15	0.44	0.92
71	Shrimp and prawn, boiled ^d	15×15×10 mm	0.49	3.70	0.22	0.60
72	Cooked unpolished rice ^e . *	Grouped grains (39 mm ϕ × 10 mm)	0.50	2.42	0.25	0.80
73	Tune, boiled and seasoned ^c	15×15×10 mm	0.54	1.20	0.46	0.98
74	Shrimp and prawn, fried ^c	15×15×10 mm	0.64	3.93	0.24	0.70

^a : Processed foods and fresh foods (including sashimi) on the market were used without heat processing as they are.

^b : Processed foods on the market were used after heated again.

^c : Frozen foods on the market were used after thawed by heating.

^d : Foods on the market were used after boiling (except for prepared and processed foods).

^e : Foods on the market were used after cooked, respectively.

* : Those foods used in measurement of the activity of masticatory muscles.

Measurement : Texture values of each food were measured with TENSIPRESSER.

Values are the means of 5 determinations.

Hardness (kg/cm²).

Table 1 Conditions for measurement and texture values of each food (continued)

	Foods	Shape and cut size	Texture value			
			Chewiness	Hardness	Cohesiveness	Springiness
75	Short-necked clam, boiled ^d	1 grain	0.66	1.31	0.67	0.75
76	Roast pork ^a	15×15×10 mm	0.66	5.41	0.22	0.55
77	Pork cutlet ^c	15×15×10 mm	0.73	6.38	0.18	0.65
78	Kushi-dango ^a	15×15×10 mm	0.76	1.37	0.66	0.83
79	Ham ^a	15×15×10 mm	0.82	2.56	0.40	0.79
80	Kamaboko ^{a, *}	15×15×10 mm	0.88	1.19	0.81	0.92
81	Dashimakitamago ^c	15×15×10 mm	0.89	6.30	0.18	0.81
82	Salmon steak ^c	15×15×10 mm	0.95	4.61	0.28	0.73
83	Pork chop ^{c, *}	15×15×10 mm	1.00	6.04	0.23	0.73
84	Chikuwa ^a	15×15×10 mm	1.13	4.21	0.32	0.83
85	Apple ^a	15×15×10 mm	1.23	6.18	0.21	0.93
86	Green sweet pepper ^a	15×15×3 mm	1.38	8.32	0.28	0.60
87	Edible burdock, boiled and seasoned ^{c, *}	15×15×10 mm	1.66	8.57	0.20	0.96
88	Atsu-age, boiled ^d	15×15×10 mm	1.84	7.96	0.30	0.76
89	Processed cheese ^a	15×15×10 mm	1.89	2.52	0.81	0.93
90	Scallion, pickled ^a	1 grain	1.94	7.83	0.26	0.96
91	Mezashi, baked ^c	15×15×10 mm	2.17	12.35	0.28	0.63
92	White bread (crust), baked ^b	15×15×10 mm	2.48	14.16	0.35	0.50
93	Chicken (gizzard), baked ^c	15×15×10 mm	3.20	10.87	0.34	0.86
94	Sekihan, glutinous rice ^a	Grouped grains (39 mm ϕ × 10 mm)	3.21	5.78	0.64	0.87
95	Cookie ^a	15×15×10 mm	3.30	6.74	0.48	1.01
96	Kori-dofu ^c	15×15×10 mm	3.62	2.40	0.40	3.71
97	Kurobou ^a	15×15×10 mm	4.18	14.00	0.44	0.68
98	Pineapple ^a	15×15×10 mm	4.23	8.86	0.47	1.01
99	Octopus, boiled and seasoned ^{a, *}	15×15×10 mm	4.49	6.07	0.74	1.03
100	Pod immature, boiled ^d	15×15×10 mm	4.56	9.44	0.52	0.94
101	Flying fish, dried ^c	15×15×10 mm	5.00	16.88	0.49	0.59
102	Beef steak ^c	15×15×10 mm	5.19	9.53	0.57	0.96
103	Gumi-candy ^a	1 grain	5.77	7.82	0.78	0.93
104	White bread (crust) ^a	15×15×10 mm	6.73	9.03	0.82	0.90
105	Karinto ^a	15×15×10 mm	7.04	9.10	0.79	0.98
106	Takuan ^{a, *}	15×15×10 mm	7.33	9.15	0.82	0.98
107	Okoshi with ginger ^a	15×15×8 mm	7.56	9.26	0.82	1.00
108	French bread ^a	15×15×10 mm	7.83	8.66	0.91	0.99
109	Bamboo shoots, canned ; solids ^a	15×15×10 mm	8.03	9.51	0.86	0.98
110	Squid and cuttlefish, raw ^a	15×15×10 mm	8.17	9.44	0.87	0.99
111	Squid and cuttlefish, boiled ^d	15×15×10 mm	8.61	9.62	0.90	1.00
112	Surume, dried ^{c, *}	15×15×2 mm	9.50	9.24	1.01	1.02

^a : Processed foods and fresh foods (including sashimi) on the market were used without heat processing as they are.

^b : Processed foods on the market were used after heated again.

^c : Frozen foods on the market were used after thawed by heating.

^d : Foods on the market were used after boiling (except for prepared and processed foods).

^e : Foods on the market were used after cooked, respectively.

* : Those foods used in measurement of the activity of masticatory muscles.

Measurement : Texture values of each food were measured with TENSIPRESSER.

Values are the means of 5 determinations.

Hardness (kg/cm²).

プⅡ型の食物はカステラ、赤飯、食パン（耳あり）など25%，グループⅢ-1型の食物はオレンジゼリー、生のいさき、カスタードプディングなど43%であった。

咀嚼筋活動量と関係する咀嚼性が高い（1.00以上）食物⁸⁾¹¹⁾はグループⅠ-2型、グループⅡ-1型、グループⅡ-2型、グループⅡ-3型に多かった。

咀嚼の基本的機能は離乳期および幼児期前半に獲得され、その発達は乳歯から永久歯に変わる学童期までに、日常の摂食行動を通して学習獲得される^{12)~15)}。

幼児期、学童期においては、食物のグループが偏らないように幼児の経験する食物のテクスチャーの幅を広げ、良

好な咀嚼システムの獲得を促すことが必要である。

集団保育施設において、咀嚼指導を含む食育を実施しているところは未だ少ない¹⁶⁾。しかし、岡崎らは4歳児から5歳児を対象に咀嚼の訓練および咀嚼能力の向上を意図した栄養教育を実施し、咀嚼能力の顕著な向上を報告している¹⁷⁾。また、幼児期の食習慣が青年期の食習慣に強く影響するため¹⁸⁾、乳幼児期からの咀嚼習慣の指導・管理が重要であると考えられる。

青年、成人期においては、咀嚼筋活動量を有効に高めると考えられるグループⅠ-2型およびグループⅡ-1型、グループⅡ-2型、グループⅡ-3型の食物を積極的に摂食し、咀嚼機能を維持することが必要である。

高齢者においても、脳機能の活性化、健康・体力維持という視点から、ある程度歯ごたえのある食物摂取が望まれるため¹⁹⁾²⁰⁾、個人差を考慮しながら、咀嚼性の高い食物の摂食を心がけることが重要である。

要 約

食物テクスチャーからみた咀嚼指導の一つの指標を得るため、日常よく摂食されていると考えられる112種の食物について、テクスチャーからの食物の分類を行った。

(1) 112種の食物中、咀嚼筋活動量と関係する咀嚼性が高い（1.00以上）食物は30%以下であって、噛みごたえのある食物は少なかった。

Table 2 Principal component analysis of the data from texture of foods

Component	First principal	Second principal
Component loading		
Chewiness	-0.824	-0.501
Hardness	-0.894	0.023
Cohesiveness	-0.471	-0.765
Springiness	-0.034	-0.912
Gumminess	-0.892	-0.333
Eigen value	2.498	1.778
Proportion (%)	49.952	35.554
Cumulative proportion (%)	49.952	85.505

Fig. 1 Dispersion chart of food groups for the first and second components

Table 3 Principal component score and food group of each food

Food group	Food Nos.	First principal	Second principal	Food group	Food Nos.	First principal	Second principal	Food group	Food Nos.	First principal	Second principal
Basic	2	0.645	0.848	II-1	81	-0.038	0.047	III-1	60	0.321	0.130
Basic	3	0.569	0.973	II-1	82	0.090	-0.126	III-1	61	0.256	0.133
Basic	4	0.531	1.012	II-1	83	-0.106	0.071	III-1	64	0.368	0.256
Basic	5	0.331	1.124	II-1	84	0.178	-0.390	III-1	65	0.450	0.109
Basic	6	0.309	1.016	II-1	85	-0.020	-0.216	III-1	69	0.352	-0.013
Basic	7	0.452	1.054	II-1	86	-0.685	0.386	III-1	71	0.258	0.116
Basic	8	0.515	0.756	II-1	87	-0.431	-0.062	III-1	74	0.265	-0.063
Basic	9	0.472	0.982	II-1	88	-0.611	0.049	III-2	28	0.905	-0.202
Basic	10	0.121	1.107	II-1	90	-0.415	-0.228	III-2	30	0.836	-0.183
Basic	11	0.160	1.245	II-2	94	-0.622	-0.896	III-2	31	0.905	-0.278
Basic	18	0.473	0.882	II-2	95	-0.601	-0.795	III-2	32	0.839	-0.143
Basic	19	0.478	0.775	II-2	98	-1.140	-0.632	III-2	36	0.888	-0.307
Basic	20	0.392	0.935	II-2	99	-0.840	-1.335	III-2	38	0.896	-0.301
Basic	22	0.008	1.292	II-2	100	-1.407	-0.557	III-2	45	0.816	-0.202
Basic	24	0.267	0.875	II-2	102	-1.565	-0.683	III-2	46	0.767	-0.080
Basic	26	0.051	1.071	II-2	103	-1.548	-1.128	III-2	48	0.993	-0.666
Basic	34	0.313	0.698	II-3	104	-2.110	-1.092	III-2	53	0.902	-0.502
Basic	44	0.221	0.718	II-3	105	-2.001	-1.162	III-2	54	0.591	-0.157
Basic	50	0.355	0.656	II-3	106	-2.091	-1.214	III-2	57	0.836	-0.419
Basic	59	0.135	0.582	II-3	107	-2.135	-1.247	III-2	58	0.910	-0.568
Basic	66	0.132	0.473	II-3	108	-2.147	-1.432	III-2	68	0.521	-0.308
I-1	16	-0.309	0.933	II-3	109	-2.336	-1.270	III-2	72	0.590	-0.362
I-1	21	-0.155	1.283	II-3	110	-2.343	-1.314	III-2	79	0.457	-0.582
I-1	25	-0.086	0.966	II-3	111	-2.480	-1.377	III-3	23	1.131	-1.953
I-1	27	-0.521	1.545	II-3	112	-2.632	-1.648	III-3	29	1.099	-1.176
I-1	35	-0.279	1.232	III-1	1	0.865	0.331	III-3	42	1.071	-1.319
I-1	41	-0.748	1.548	III-1	12	0.816	0.129	III-3	43	1.043	-0.825
I-1	51	-0.087	0.850	III-1	13	0.683	0.433	III-3	52	1.081	-1.325
I-1	67	-0.388	0.969	III-1	14	0.387	0.484	III-3	56	0.949	-1.126
I-2	62	-1.351	1.842	III-1	15	0.733	0.405	III-3	70	0.853	-0.963
I-2	91	-1.480	0.656	III-1	17	0.750	0.369	III-3	73	0.770	-1.100
I-2	92	-2.063	0.911	III-1	33	0.468	0.518	III-3	75	0.638	-1.049
I-2	93	-1.298	0.024	III-1	37	0.496	0.437	III-3	78	0.669	-1.169
I-2	97	-2.325	0.405	III-1	39	0.554	0.296	III-3	80	0.721	-1.562
I-2	101	-3.245	0.672	III-1	40	0.464	0.480	III-3	89	0.262	-1.499
II-1	63	-0.466	-0.065	III-1	47	0.589	0.217	n.d.	96	2.061	-5.392
II-1	76	-0.078	0.336	III-1	49	0.656	0.089				
II-1	77	-0.142	0.317	III-1	55	0.364	0.406				

n.d. : No datum (with no food type of relevance).

(2) 主成分分析によって、112 種の食物中 111 種の食物を、かたさおよび弾力性がともに低い「基本食物グループ」、かたさが高い「グループ I-1 型、グループ I-2 型」、かたさおよび弾力性がともに高い「グループ II-1 型、グループ II-2 型、グループ II-3 型」、弾力性が高い「グループ III-1 型、グループ III-2 型、グループ III-3 型」の 9 つに分類できた。これらグループの中で、咀嚼性が高い食物はグループ I-2 型およびグループ II-1 型、グループ II-2 型、グループ II-3 型のものが多かった。

文 献

- 1) 小塚善文, 食の変化と食品メーカーの成長 (農林統計協会, 東京), pp. 2-12 (1999).
- 2) 浅野真智子, 深蔵紀子, 尾立純子, 瓦家千代子, 難波敦子, 安田直子, 山本悦子, 児童から大学生にいたる若年者層のファーストフードの利用実態調査, 栄養学雑誌, **61**, 47-54 (2003).
- 3) 難波敦子, 尾立純子, 浅野真智子, 瓦屋千代子, 島田豊治, 深蔵紀子, 安田直子, 山本悦子, コンビニエンス・ストアの利用の実態と食生活状況, 栄養学雑誌, **59**, 135-145 (2001).

- 4) 丹波源男, 歯科保健指導の評価, 保健の科学, **42**, 294-301 (2000).
- 5) 永井晴美, 柴田 博, 芳賀 博, 上野満雄, 須山靖男, 安村誠司, 松崎俊久, 崎原盛造, 平良一彦, 地域老人における咀嚼能力の健康状態への影響, 老年医学, **27**, 63-68 (1990).
- 6) 「栄養日本」編集委員会, 栄養日本, **46**, 244-245 (2003).
- 7) 新井映子, 摂食食物のテクスチャー認知と咀嚼運動様式, 日咀嚼誌, **10**, 3-8 (2000).
- 8) 古賀貴子, 古賀菱子, 名方俊介, 太田英明, 食物咀嚼における咀嚼感覚および食物テクスチャーと咀嚼筋活動量との関連, 食科工, **50**, 511-516 (2003).
- 9) 山崎清子, 島田キミエ, 調理と理論, 第2版, (同文書院, 東京), (1983).
- 10) 古賀貴子, 古賀菱子, 太田英明, 名方俊介, 幼児における食物咀嚼時の咀嚼筋活動量からみたテクスチャーパラメータの選択, 中村学園大学・中村学園大学短期大学部研究紀要, **33**, 177-190 (2001).
- 11) 古賀貴子, 古賀菱子, 名方俊介, 太田英明, 食物咀嚼における咀嚼筋活動量の幼児と女子大学生の比較, 食科工, **50**, 115-121 (2003).
- 12) 赤坂守人, 歯・歯列の発育と咀嚼機能の発達, 日本学校歯科医会誌, **72**, 161-170 (1995).
- 13) 赤坂守人, 歯・歯列の発育と咀嚼機能の発達, 日本学校歯科医会誌, **74**, 167-175 (1995).
- 14) 赤坂守人, 児童生徒の咀嚼など口腔機能に関する諸問題, 日本学校歯科医会誌, **75**, 32-35 (1996).
- 15) 柳沢幸江, 噛むことを考えた学童の食生活指導, 保健の科学, **37**, 696-701 (1995).
- 16) 木村悦子, 上野恭裕, 鏡森定信, 集団保育施設(幼稚園・保育所)における食育・栄養教育についての調査研究, 栄養学雑誌, **58**, 29-36 (2000).
- 17) 岡崎光子, 高橋久美子, 奥 恒行, 幼児における咀嚼訓練を伴った栄養教育の評価—咀嚼能力の向上及び教育内容の定着度から—, 栄養学雑誌, **57**, 271-281 (1999).
- 18) Branen, L. and Fletcher, J., Comparison of College Students' Current Eating Habits and Recollections of Their Childhood Food Practices, *J. Nutr. Educ.*, **31**, 304-310 (1999).
- 19) 石山育朗, 咀嚼運動時の生体応答, 日咀嚼誌, **11**, 3-12 (2001).
- 20) 和辻敏子, 田中順子, 岡田真理子, 南 幸, 浅野恭代, 岡本洋子, 井垣厚子, 福岡明美, 地域高齢者における各種食品の摂取可能状況からみた咀嚼力, 栄養学雑誌, **57**, 355-362 (1999).

(平成15年5月29日受付, 平成15年9月16日受理)