Japan society of Home Economics

日本家政学会誌 Vol. 59 No. 12 969～978 (2008)

高齢者の口腔内状態の分類と野菜の食べやすさ

戸田貞子，高松美穂*，香西みどり*，畑江敬子**

(高崎健康福祉大学健康福祉学部，*お茶の水女子大学大学院人間文化研究科，
**和洋女子大学家政学部)

原稿受付平成20年6月4日；原稿受理平成20年9月13日

Effect of Occlusal Condition on the Mastication of Raw and Cooked Vegetables by the Elderly

Sadako TODA, Miho TAKAMATSU,* Midori KASAI* and Keiko HATAE**

Department of Health and Nutrition, Takasaki University of Health and Welfare, Takasaki 370-0033
* *Graduate School of Humanities and Sciences, Ochanomizu University, Bunkyo-ku, Tokyo 112-8610*
** *Department of Home Economics, Wayo Women's University, Ichikawa 272-8533*

The effect of occlusal condition on the mastication of 18 kinds of raw and cooked vegetables was studied to ease eating by the elderly. Vegetables which were difficult to eat by the elderly were fresh cucumber, boiled komatsuna, steamed sweet potato, and cherry tomato, the reasons cited being hardness, large slice and needing water to swallow. The young found it more difficult to eat bamboo shoot and spinach, and using more terminology to describe the physical properties of the foods. Based on their occlusal condition, the subjects were classified into five groups: group 1 containing all of young and a few elderly with good occlusal condition, to group 5 containing the elderly with the worst occlusal condition. This grouping was proved to correspond to the mastication time and number of chews. The elderly compensated for any difficulty in eating by prolonging the mastication time. It was found important to adapt the cooking method to the type of food to ensure ease of eating by the elderly.
(Received June 4, 2008; Accepted in revised form September 13, 2008)

Keywords: vegetables 野菜，elderly 高齢者，mastication 咀嚼，easy to eat/difficult to eat 食べやすい/食べにくい，occlusal condition 口腔内状態.

1．緒　　言

高齢者の健康状態について平成17年版高齢社会白書[1]によると平成13（2001）年における65歳以上の高齢者の有訴者率（人口1,000人当たりの病気やけが等で自覚症状のある者の数）は502.7で日常生活に影響のある65歳以上の高齢者の割合は235.0となっている．高齢者は健康寿命の意識は高く，健康の維持増進のために心掛けていることの内容（複数回答）で，栄養のバランスのとれた食事をとるが49.5％と高い[1]．今後，65歳以上75歳未満の前期高齢者人口は平成28（2016）年をピークにその後は減少し，75歳以上の後期高齢者は増加を続け平成30（2018）年には前期高齢者人口を上回ると予想[2]されている．

近年，野菜や果物の摂取は心疾患やある種のがんの発症リスクを低減させる可能性が示唆[3)4]され，特に野菜を摂取することの重要性が明らかにされている[5)6]．老化予防のための食生活指針[6]では，果物，緑黄色野菜を積極的に摂取するように提言している．健康的な食生活を送る上で，適度な野菜摂取は欠かせない．しかし，高齢者は一般に体力の低下などの身体的変化とともに，食べにくい食物が増加し，エネルギー摂取量，野菜，果物の摂取量が減少し，食物繊維やビタミンC摂取量が減少すること[7)~10]が，報告されている．高齢者にとって食生活を充実させることは身体機能の低下を予防し，健康寿命を延ばし，高齢者の自立した生活につながると考えられる．これまで飯，煮込み牛肉について高齢者の口腔内状態に適した調理方法を報告[11)12]した．そこで今回は野菜について，高齢者にとってどのような野菜が食べにくいか，また口腔内状態とどのような関係があるかを知り，高齢者に食

NII-Electronic Library Service

Japan society of Home Economics

Table 1. Preparation method

	Vegetables	Size	Quantifiy	Preparation method Cooking time
Cooked	Burdock root	1.8×2.2×2.0 cm^3		Boil for 25 min
	Pumpkin (frozen)	2×2×2 cm^3		Steam for 10 min
	Spinach (frozen)	3 cm	5 g	Boil for 1 min
	Kidney beans (frozen)	3 cm	3 pcs	Boil for 1 min
	Broccoli (frozen)		7 g	Boil for 3 min
	Carrot	2×2×2 cm^3		Boil for 15 min
	Bamboo shoot (bolied)	2 cm^2 in dia		Boil for 1 min
	Komatsuna	3 cm	5 g	Boil for 1 min
	Green sweet pepper	2×2 cm^2	2 slices	Saute for 2 min
	Cabbage	3×3 cm^2	3 pcs	Saute for 3 min
	Mushroom-Shiitake	2 cm in dia		Saute for 3 min
	Taro (frozen)	2×2×2 cm^3		Boil for 2 min
	Sweet potatoes	2×2×2 cm^3		Steam for 15 min
Raw	Cabbage	1 mm	5 g	Cut in slice
	Head lettuce	2×2 cm^2	3 slices	Cut in square
	Cucumber	1.5 cm		Cut in round
	Cucumber	1.5 cm		Thin slice
	Mini tomatoes	2.5-3 cm in dia		

べやすい野菜および食べやすくする調理法に関する情報を提供することを目的とした.

2. 試料および実験方法

(1) 試料および試料の調製

試料は, 日常的に利用頻度が高く, また, でんぷんを含むもの, 繊維の多いもの, 形状の異なる葉菜類などそれぞれ特徴のある野菜の中から生, 茹および冷凍野菜を Table 1 に示す 16 種を選んだ.

それらを通常食べている大きさの生および加熱試料とした. 加熱試料の加熱時間は, 教科書[13)14)], 一般料理書[15)~17)] を参考にして 2~3 段階の加熱時間を設定し, 予備実験を行って若年者パネルが「普段食べているものに最も近いもの」として, 評価した加熱時間を採用した. それぞれの大きさ, 加熱方法と時間をTable 1 に示した.

(2) 野菜の物性測定

試料を調製した当日にクリープメータ (レオナー RE-3305 山電) による破断試験を行った. 測定用試料は Table 1 のようにゴボウ, カボチャなどはカットし, ホウレンソウ, コマツナは 3 cm に切りそろえたもの 10 g を底面 3 cm× 3 cm, 高さ 1.5 cm になるよう重ねた. キュウリの薄切りは 1 mm 幅に切り高さ 1.5 cm に重ねた. キャベツ千切りについては 1 mm 幅に切り 3 cm× 3 cm の紙を底に敷いてその上にくるように 5 g 重ねた. インゲンは 3 cm に切ったものを 3 本並べた. ピーマンとキャベツは, それぞれ切ったものを 2 枚あるいは 3 枚に重ねた. 測定条件は, 荷重センサー : 20 kgf, プランジャー : 円柱 (No. 16, 直径 11.3 mm), 破断スピード : 1 mm/s とした. 試料の高さの 70% まで圧縮して最大荷重と凝集性を求めた. 得られた波形より第 1 ピークの高さを最大荷重 (gf), 第 2 ピーク面積の第 1 ピーク面積に対する割合を凝集性として読みとった. 測定温度は 20±2℃である.

(3) 官能評価

1) パネル

高齢者パネルは新潟県南魚沼市に居住する 65 歳以上の高齢者 207 名 (76.6±6.9 歳) のボランティアで構成した. 高齢者パネルの性別, 年齢分布を Table 2 に示した. 若年者パネルは 20~25 歳のお茶の水女子大学の女子学生 73 名 (21.8±1.3 歳) で構成した.

2) パネルの歯の状態の測定

前報[11)] 同様に口腔内を歯科医が検査し, 歯の欠損状

NII-Electronic Library Service

Japan society of Home Economics

Table 2. Age and gender of elderly panel

Age	Gender	
	Women	Men
65-74	89	3
75-84	82	3
85-	30	0
Total	201	6

態と義歯の有無，種類と装着場所について記録した．検査項目は，上残存歯数，下残存歯数，咬合支持域（0～4），義歯装着時の咬合支持域（0～4），アイヒナーによる分類[18][19]（1～10）の5項目ならびにデンタルプレスケール（富士フイルム㈱）による咬合力測定[20]を行った．咬合力測定はパネリストにデンタルプレスケールを3秒間強く噛んでもらい，オクルザー咬合力測定システム（オクルーザーFPD-707㈱ジーシー）で画像処理後，接触面積（mm^2），平均圧（MPa），最大圧（MPa）および咬合力（N）を求めた．デンタルプレスケールに含まれるマイクロカプセルがその加えられた圧力に応じて破壊されて，無色透明のロイコ塗料が顕色剤と化学反応を起こし発色する．咬合力は赤色の濃度より求めるものであり，噛む力が強いと発色が濃くなる．

3） 官能評価の方法

高齢者に官能評価の目的と，試料は日常食べているものと同じであることを説明し，また，結果は統計処理後のデータのみ公表し，個人データは一切公表しないことを説明した上で，了承の得られたボランティアに協力を求めた．加熱野菜は，前日に加熱して冷蔵保存し，検査当日に室温に戻した．生野菜は当日成型し，炒める野菜（ピーマン，キャベツ，シイタケ）は，官能評価前日に成型したものを当日加熱調理した．

高齢者パネルは，18試料を3回に分けて3日間で官能評価を行った．前報同様に毎回，水飲みテストと嚥下障害に関する質問を行い，食物の嚥下に問題のないことを確認した．第1日目は，ゴボウ，カボチャ，ホウレンソウ，インゲン，ブロッコリー，ニンジンを一つずつプラスチックの器に盛り付け順にパネリストに手渡し，残さず口の中に入ったことを確認して咀嚼させた．2日目は，タケノコ（市販醤油0.15 ml添加），コマツナ，ピーマン，キャベツ，シイタケ，サトイモ，サツマイモとした．3日目は，キャベツ千切り，レタス，キュウリ輪切り，キュウリ薄切り（市販醤油0.15 ml添加），ミニトマトとし順に同様に官能評価を行った．評価項目は，野菜の食べやすさについてそれぞれ，食べやすい「1」，やや食べやすい「2」，やや食べにくい「3」，食べにくい「4」，のいずれのカテゴリーに当てはまるか，さらにその理由を口頭で答えさせ，検査員が回答を記録した．評価の間はパネルにわからないように，咀嚼開始から嚥下までの咀嚼時間と咀嚼回数を測定した．高齢者1名に対し2名の検査員があたり，1名は野菜を手渡して結果を記録し，他の1名は咀嚼時間と咀嚼回数を測定した．テストの場所は前報と同様の環境で一人ずつ官能評価を行った．時期は2006年6月から2007年12月までの午前10時から11時30分である．

若年者パネルも3日間に分けて，同様に官能評価を行った．

(4) 統計処理

一元配置分散分析，主成分分析と相関関係は，統計ソフトエクセル統計2006を用いた．さらに，ニューラルネットワーク（SOM）による口腔内状態によるパネリストの分類を行った．

3. 実験結果および考察

(1) 野菜の物性

クリープメーターで測定した最大荷重，凝集性をTable 3に示した．最大荷重値が大きく硬くて凝集性の高いレタス，硬くて凝集性の小さいゴボウ，軟らかくて凝集性の高いシイタケ，柔らかくて凝集性の小さいサトイモ，カボチャ，それらの中間的物性のブロッコリー，コマツナなどさまざまな硬さと凝集性を持っていた．

(2) パネリストの歯の状態

高齢者と若年者パネルの歯の保存状態とデンタルプレスケールによる接触面積（mm^2），平均圧（MPa），最大圧（MPa），咬合力（N）の測定結果をTable 4に示した．上下残存歯，アイヒナー[18][19]（カテゴリー）と接触面積，咬合力は高齢者と若年者の間に有意（$p<0.01$）の差が認められた．高齢者は若年者に比べて残存歯数が1/2と少なく，高齢者のほとんどが義歯を装着していた．

(3) 咀嚼時間・回数と食べにくさの評価

それぞれの野菜に対して高齢者と若年者の食べにくさの評価および咀嚼時間・回数をTable 5に示した．高齢者が2.1以上に評価した野菜は，コマツナ，サツマイモ，キュウリ輪切りであった．ホウレンソウもほ

NII-Electronic Library Service

Japan society of Home Economics

Table 3. Physical properties of vegetables

Samples	Firmness (gf)	Cohesiveness (TU)
Green sweet pepper	7,758±795[a]	0.20±10.08[d]
Head lettuce	4,809±736[b]	0.54±0.08[a]
Cabbages	4,677±740[b]	0.30±0.09[c]
Cucumber (cut in round)	4,399±652[b]	0.17±0.04[d]
Kidney beans	4,391±445[b]	0.28±0.05[c]
Burdock root	4,368±721[b]	0.04±0.01[efg]
Bamboo shoot	3,491±568[c]	0.07±0.05[ef]
Broccoli	3,322±762[c]	0.20±0.10[d]
Cabbages (long thin strips)	3,162±471[cd]	0.56±0.05[a]
Cucumber (thin slice)	2,825±448[d]	0.21±0.10[d]
Komatsuna	2,335±607[e]	0.29±0.10[c]
Mini tomatoes	2,180±271[e]	0.10±0.03[e]
Carrot	2,030±301[e]	0.03±0.02[fg]
Sweet potatoes	1,259±176[f]	0.05±0.02[efg]
Spinach	1,259±176[f]	0.26±0.04[c]
Mushroom-Shiitake	1,091±134[f]	0.45±0.09[b]
Taro	768±106[fg]	0.08±0.03[ef]
Pumpkin	413±106[g]	0.05±0.02[efg]

[a, b, c, d, e, f, g]: Values with different letters in the same column are significantly different ($p<0.05$).

Table 4. Occlusal condition of the subjects

(mean±S.D.)

Occlusal condition	Elderly	Young
Upper remaining teeth	7.0±5.8	14.0±0**
Lower remaining teeth	7.5±5.8	14.0±1.0**
Occlusal supporting area (category)	1.4±1.7	4.0±0**
Occlusal supporting area (including denture)	3.3±1.3	nd
Eichner classfication (category)	5.9±3.3	1.0±0**
Occlusal area (mm^2)	9.8±10.0	17.5±8.5**
Average occlusal pressure (MPa)	32.9±22.7	33.4±4.8
Maximal pressure (MPa)	85.4±21.6	98.6±12.1**
Maximal occusal force (N)	282.1±224.6	559.2±244.7**

**: $p<0.01$. nd: no denture.

ぼこれに近かった．若年者はこのほかにタケノコ，キャベツ千切りを2.1以上と評価し，カボチャ，サトイモもこれに近かった．高齢者と若年者の間で食べやすさに有意（$p<0.01$，0.05）に差のあった野菜はニンジン，タケノコ，サトイモ，キャベツ千切りで若年者の方が食べにくさをやや強く評価した．咀嚼時間については，高齢者はキャベツ千切り（41.1秒間），キュウリ輪切り（38.6秒間），キュウリ薄切り（35.8秒間），ゴボウなどが長かった．高齢者と若年者のゴボウ，インゲン，ブロッコリー，タケノコ，サツマイモ，キャベツ千切り，レタス，キュウリ輪切り，キュウリ薄切り，ミニトマトの咀嚼時間に有意（$p<0.01$，0.05）の差が認められた．咀嚼回数では，インゲン，ブロッコリー，サツマイモと生野菜に高齢者と若年者の間に有意（$p<0.01$，0.05）の差が認められた．

NII-Electronic Library Service

Japan society of Home Economics

Table 5. Rating scale of the elderly and young of the diffiluclt to eat mastication time and number of chews samples

	Samples	Diffiuclt to eat		Mastication time (s)		Number of chews	
		Elderly	Young	Elderly	Young	Elderly	Young
Cooked vegetables	Burdock root	1.8±0.9	1.8±0.8	34.4±18.4	25.5±9.0**	45.2±21.3	37.7±14.0
	Pumpkin	1.5±0.8	1.9±1.0	19.7±10.4	17.8±6.9	22.3±10.3	22.5±8.9
	Spinach	1.9±1.0	2.3±0.9	27.7±19.4	22.5±10.7	35.5±18.6	33.5±16.3
	Kidney beans	1.4±0.7	1.4±0.6	23.7±12.0	17.8±5.5**	33.3±15.4	27.6±8.9**
	Broccoli	1.5±0.7	1.6±0.7	28.6±14.5	23.6±8.1*	41.1±19.6	36.3±12.6*
	Carrot	1.1±0.4	1.6±0.7**	22.0±8.4	24.2±8.1	32.4±12.3	36.6±16.1
	Bamboo shoot	1.7±1.0	2.5±0.8**	28.5±15.4	24.4±9.0*	39.1±18.4	35.7±13.8
	Komatsuna	2.5±1.1	2.6±0.8	29.9±15.3	27.3±11.1	42.4±22.0	42.0±18.2
	Green sweet pepper	1.5±0.9	1.8±0.7	21.8±10.5	18.0±7.0	32.4±16.0	28.9±11.3
	Cabbages	1.5±0.9	1.6±0.6	26.9±14.3	22.5±8.9	40.3±19.9	35.8±13.1
	Mushroom-Shiitake	1.2±0.4	1.3±0.6	20.3±10.8	18.1±8.3	30.3±14.8	27.9±13.2
	Taro	1.2±0.6	1.9±0.9**	20.8±10.5	20.6±7.4	26.6±13.3	28.9±11.8
	Sweet potatoes	2.1±1.2	2.2±1.1	33.3±15.4	26.4±8.9**	41.8±18.2	36.1±14.7*
Raw vegetables	Cabbages (long thin strips)	1.6±0.9	2.1±0.9**	41.1±23.7	23.8±6.7**	51.8±28.3	37.1±12.1**
	Head lettuce	1.3±0.6	1.4±0.5	24.3±9.91	17.9±5.3**	33.1±14.0	28.1±10.0**
	Cucumber (cut in round)	2.4±1.2	2.3±0.8	38.6±19.0	26.7±7.8**	56.4±27.9	43.7±14.8**
	Cucumber (thin slice)	1.7±0.9	1.6±0.9	35.8±13.9	26.9±7.0**	54.0±21.8	44.8±13.9**
	Mini tomatos	1.7±1.0	1.6±0.8	23.0±9.0	16.4±4.8**	32.4±13.4	25.3±9.1**

*: $p<0.05$, **: $p<0.01$. Significant difference is shown between the values for the elderly and young. Rating scale: 1.0: easy to eat, 2.0: a little easy to eat, 3.0: a little difficult to eat, 4.0: difficult to eat.

(4) 主成分分析

食べにくい理由としてあげた16項目について分散共分散行列に基づき主成分分析を高齢者と若年者に応用した結果をTable 6に示す．高齢者の第1主成分の固有値は98.05，寄与率44.7%，第2主成分の固有値は56.40，寄与率25.7%，第3主成分の固有値43.87，寄与率20.0%，累積寄与率は90.5%であった．若年者の第1主成分は固有値38.82，寄与率44.9%，第2主成分は固有値18.98，寄与率21.9%，第3主成分は固有値9.19，寄与率10.6%，第4主成分は固有値7.14，寄与率8.3%，累積寄与率91.75%であった．18種の野菜についてパネルがあげた理由に基づいて因子得点を求めFig. 1に散布図を示した．高齢者の第1主成分は硬さ，第2主成分は形状，第3主成分は飲み込みやすさを示す軸であった．高齢者は口の中に食物を入れた瞬間に硬さに敏感に反応し，噛むことができるかなど食べにくさを判断し，咀嚼できる硬さであるか，形状はどうかなどを評価し，さらに飲み込むのに十分な水分があるかなど，咀嚼から嚥下に至る一連の流れの中で食べる機能をその都度チェックしていた．一方，若年者の第1主成分は硬さ，第2主成分は形状，第3，4主成分は食塊の形成しやすさで，両者は共通であったが，若年者の方が判断基準としては咀嚼後の残渣のようなものや，口の中に広がるなどを用いていた．

(5) ニューラルネットワークによるパネリストの類型化

若年者パネルと高齢者パネルの年齢，上下残存歯数，上下義歯の有無による分類（Table 7），アイヒナー（1～10），接触面積（mm^2），咬合力（N）を用いニューラルネットワークによる類型解析を行った．その結果，パネリストをグループ1～5に分けることができた（Fig. 2）．グループ1は高齢者（75人）と若年者（73人）が混在し，平均年齢は51.3±2.0歳であった．口

NII-Electronic Library Service

Japan society of Home Economics

Table 6. Comparison of the principal component analysis of the elderly and the young

No.	Parameter	Elderly			Young			
		Principal component			Principal component			
		First	Second	Third	First	Second	Third	Fourth
1	Hard	0.9541	−0.0857	0.2244	0.5063	0.0891	0.5810	−0.6119
2	Fibrous	0.1560	−0.0570	0.0202	0.7969	0.0323	−0.3177	0.3157
3	Remained in the mouth	−0.0002	−0.0266	−0.0415	0.1381	−0.0490	−0.1207	0.1170
4	Big	0.0526	0.9796	0.1694	−0.0851	0.9750	−0.0216	0.0889
5	Remained in between the teeth	−0.0184	−0.0239	−0.0439	−0.0084	−0.0148	0.0492	0.0405
6	Difficult to swallow	−0.1735	−0.1239	0.7716	−0.0493	−0.0828	−0.3226	−0.2696
7	Stick in the mouth	−0.0465	−0.0138	0.0494	−0.0944	−0.0532	−0.3816	−0.3709
8	Needs water to swallow	−0.1646	−0.0942	0.5592	−0.0229	−0.0275	−0.1054	−0.1101
9	Dry	−0.0048	0.0588	0.0056	−0.0342	−0.0563	0.0284	0.0141
10	Difficult to bite	−0.0020	−0.0076	−0.0117	0.2471	−0.0265	−0.1494	0.1705
11	Less sticky	−0.0318	−0.0112	0.0461	—	—	—	—
12	Disperse in the mouth	−0.0287	−0.0178	−0.0433	−0.0853	−0.1529	0.5071	0.4989
13	Hard to bite skin	−0.0326	−0.0130	−0.0467	−0.0232	0.0052	−0.0127	0.0246
14	Viscous	—	—	—	−0.0154	−0.0004	−0.0531	−0.0401
15	Gummy	—	—	—	0.0005	−0.0018	0.0007	−0.0005
16	Elastic	—	—	—	−0.0046	−0.0045	−0.0004	0.0008
	Eigen value	98.05	56.40	43.87	38.82	18.98	9.19	7.14
	Proportion	44.74	25.74	20.02	44.85	21.93	10.62	8.25
	Cumulative proportion	44.74	70.48	90.49	44.85	66.78	77.40	91.75
	Interpretation	Hard	Geometry	Difficult to swallow	Remaining after chewing, Hard	Geometry	Easy to mold in the mouth	

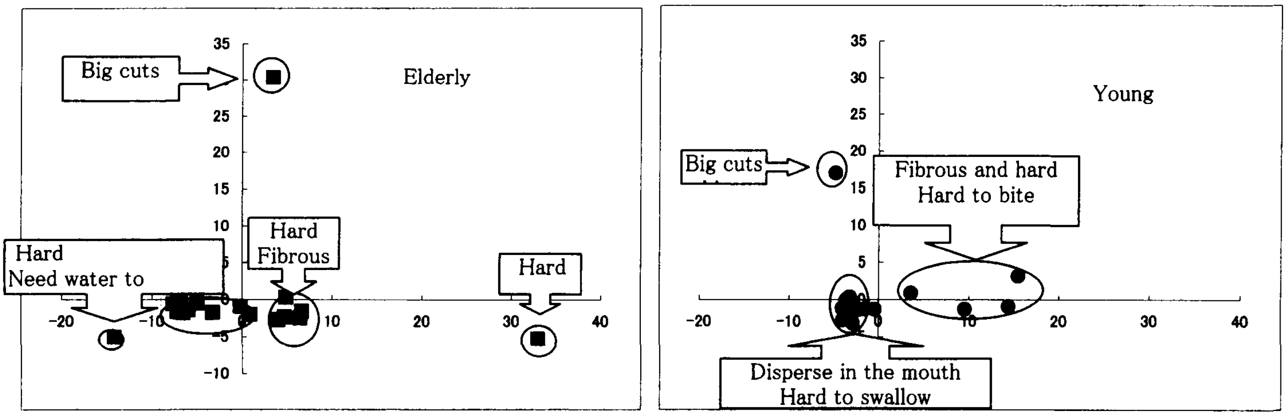

Fig. 1. Principal component analysis plot of the reason for difficulty to eat vegetables

NII-Electronic Library Service

Japan society of Home Economics

腔内状態がよく，残存歯はおよそ27本で，ごく一部が上下顎に部分義歯がありほとんどのパネリストは自分の歯を保有していた．アイヒナーは1.7で，デンタルプレスケールによる接触面積は5グループの中で最も大きかった．またデンタルプレスケールによる咬合力は最も高い値であった．グループ2の年齢分布は74.3±1.3歳で，残存歯数は21本，上下顎のいずれかが部分義歯であった．アイヒナーは5，咬合力は312.2±35.0（N）あった．グループ3の年齢分布は76.0±1.0歳で，残存歯13本，上下顎部分のいずれかに部分義歯か総義歯があった．アイヒナーは6.5であった．咬合力は237.6±27.4（N）で5グループの中で中位であった．グループ4の年齢分布は77.6±1.7歳，上下顎いずれか一方に総義歯か部分義歯で，アイヒナーは8.5であった．咬合力は155.5±26.9（N）である．グループ5の年齢分布は79.8±0.8歳，残存歯がほとんどなく上下顎とも総義歯で口腔内状態が最も低いグループであった．咬合力は132.9±18.1（N）で最も小さかった．アイヒナーは9.8でほとんど上下とも無歯顎であった．グループ2～5は年齢分布に大きな違いはなかったが，残存歯数が異なり噛みしめたときの接触面積，咬合力が異なっていた．

Table 7. Status of upper and lower jaw (with of withhout denture)

Classification	Upper jaw	Lower jaw
1	c	c
2	c	b
3	b	c
4	c	a
5	a	c
6	b	b
7	b	a
8	a	b
9	a	a

a: full denture, b: part denture, c: without denture.

(6) パネリスト類型と野菜テクスチャーの関係

Table 5の結果を用いてまず，野菜をその特性に基づいて4種に分け，さらにニューラルネットワークによる5グループそれぞれの食べにくさ，咀嚼時間，咀嚼回数についてTable 8に示した．野菜の分類は，最大荷重がおよそ2,000 gf以下ででんぷん含量の異なる野菜（カボチャ，ニンジン，サトイモ，サツマイモ），繊維質を多く含む野菜（ゴボウ，ホウレンソウ，タケノコ，コマツナ，シイタケ），最大荷重がおよそ4,000

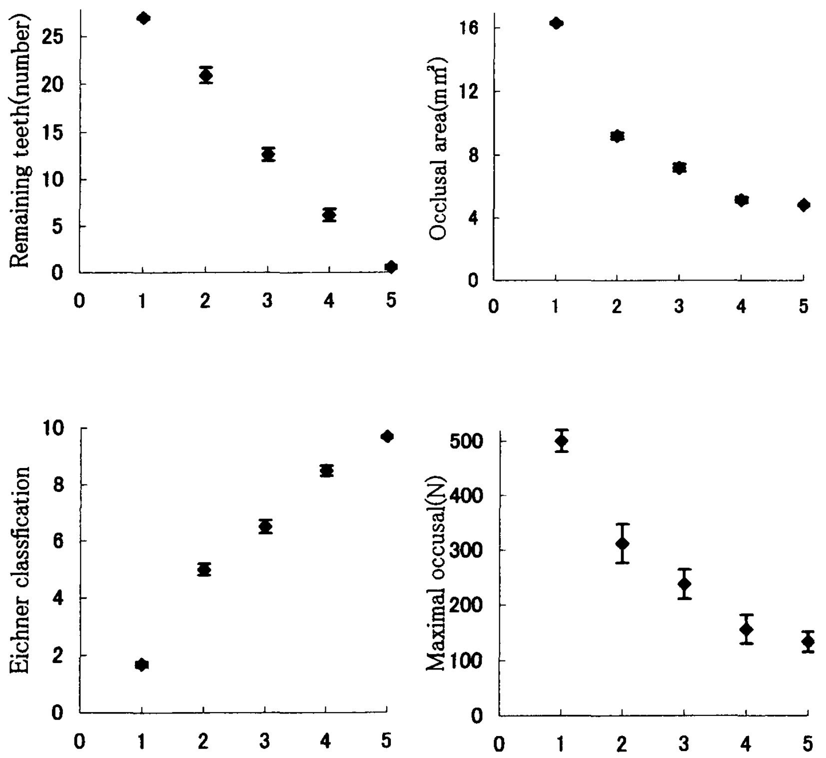

Fig. 2. Relationship between the neutral network grouping and occlusal condition

NII-Electronic Library Service

Japan society of Home Economics

Table 8. Relation between neural network grouping and difficult to eat vegetables, mastication time and number of chews

	Group	Pumpkin	Carrot	Taro	Sweet potatoes	Burdock root	Spinach	Bamboo shoot	Komatsuna	Mushroom (Shiitake)
Diffiuclt to eat	1	1.7±1.0[a]	1.4±0.7	1.6±0.8[a]	2.2±1.1	1.7±0.9	2.2±0.9	2.2±1.0[a]	2.7±0.9[a]	1.2±0.5
	2	1.7±0.9[ab]	1.1±0.5	1.3±0.6[ab]	1.9±1.1	2.0±0.8	2.1±1.1	1.3±1.1[bc]	1.8±1.1[bc]	1.2±0.4
	3	1.7±0.9[ab]	1.1±0.3	1.5±1.0[ab]	2.6±1.1	2.1±0.9	2.1±1.0	1.8±1.1[ab]	2.5±1.1[ab]	1.2±0.6
	4	1.2±0.7[ab]	1.1±0.3	1.1±0.3[ab]	2.1±1.2	1.7±0.9	1.6±0.5	1.6±1.1[ab]	2.0±1.1[bc]	1.2±0.7
	5	1.3±0.7[b]	1.2±0.5	1.1±0.3[b]	1.9±1.2	1.8±1.0	1.9±1.1	1.7±1.0[b]	2.4±1.1[abc]	1.1±0.3
Mastication time (s)	1	17.4±7.6[b]	23.0±9.6	20.0±7.6	28.6±10.0	28.1±13.2[b]	24.3±17.0[b]	26.0±13.2[b]	27.8±12.3[b]	18.4±8.7
	2	19.0±9.1[ab]	21.0±7.5	21.0±9.1	34.0±14.2	29.1±12.7[b]	25.3±13.6[ab]	28.0±7.6[ab]	25.3±8.1[b]	20.4±10.3
	3	24.3±17.1[a]	25.5±10.2	25.4±17.5	36.6±22.6	43.6±25.6[a]	35.2±29.6[a]	26.5±11.6[ab]	33.9±17.7[ab]	20.9±9.1
	4	18.6±6.9[ab]	23.9±7.2	22.8±12.3	41.0±27.6	32.3±12.6[ab]	27.4±9.69[ab]	36.4±24.7[a]	37.5±25.0[a]	20.0±12.8
	5	20.8±9.9[ab]	22.0±8.6	19.6±9.2	31.9±12.0	34.5±19.5[ab]	26.3±12.7[ab]	27.5±12.1[ab]	27.8±13.0[ab]	20.1±13.1
Number of chews	1	21.7±9.1	34.3±14.9	27.3±11.3	36.9±13.4[c]	39.1±15.5[b]	33.7±17.3	36.5±15.0[ab]	41.0±18.5[b]	27.7±13.0[b]
	2	20.5±11.8	31.6±8.6	24.3±10.4	40.4±14.7[bc]	47.4±26.1[ab]	32.8±14.9	37.8±11.8[ab]	40.1±11.4[b]	31.2±10.9[ab]
	3	25.4±9.5	34.7±10.9	29.8±20.1	50.5±30.0[ab]	54.9±26.0[a]	43.8±26.4	37.9±13.7[a]	46.5±18.8[ab]	31.6±12.9[ab]
	4	24.5±8.8	37.3±13.1	35.0±19.1	58.6±30.4[a]	45.0±17.0[ab]	41.7±16.6	53.7±36.2[c]	59.1±46.5[a]	41.0±22.4[a]
	5	23.3±10.6	32.5±14.7	25.5±11.2	39.6±12.6[bc]	43.9±21.6[ab]	33.1±16.0	37.4±15.2[ab]	40.0±16.2[b]	29.7±16.0[b]

	Group	Kidney beans	Green sweet pepper	Cabbages	Cucumber cut in round	Head lettuce	Broccoli	Cabbages long thin strips	Cucumber thin slice	Mini tomatos
Diffiuclt to eat	1	1.5±0.7[ab]	1.7±0.8[b]	1.6±0.8	2.3±1.0[b]	1.4±0.6	1.6±0.8	1.9±0.9[a]	1.7±0.9[ab]	1.6±0.1
	2	1.1±0.3[c]	1.3±0.9[bc]	1.4±0.9	2.1±1.2[b]	1.3±0.6	1.5±0.8	1.3±0.6[ab]	1.9±1.1[a]	1.8±1.1
	3	1.6±0.7[a]	2.2±1.1[a]	1.5±0.7	2.9±1.2[a]	1.2±0.4	1.4±0.7	1.6±0.8[ab]	1.9±1.0[ab]	1.9±1.4
	4	1.3±0.7[abc]	1.4±0.9[bc]	1.4±0.9	2.2±1.1[ab]	1.1±0.3	1.2±0.4	1.8±1.0[ab]	1.1±0.3[c]	1.7±1.0
	5	1.4±0.7[abc]	1.3±0.6[bc]	1.3±0.8	2.7±1.1[ab]	1.3±0.7	1.5±0.7	1.7±1.1[b]	1.7±0.9[ab]	1.4±0.8
Mastication time (s)	1	19.8±9.4[b]	19.4±8.5[b]	23.7±9.9[b]	31.1±12.9[c]	20.5±8.4[b]	25.1±10.1	29.9±18.4[c]	30.2±10.6[c]	18.6±7.3[b]
	2	20.1±7.8[b]	19.7±6.5[ab]	26.9±19.4[ab]	31.4±10.8[bc]	21.2±5.9[ab]	26.3±9.5	36.7±13.7[ab]	31.8±10.0[ab]	21.0±6.9[abc]
	3	29.1±19.2[a]	24.6±11.7[ab]	26.6±13.2[ab]	45.1±26.5[a]	24.4±11.7[ab]	31.1±20.1	45.7±38.1[ab]	39.2±19.4[a]	22.1±7.2[abc]
	4	25.4±8.8[ab]	26.8±16.3[a]	35.3±22.7[a]	37.7±11.8[abc]	22.0±5.6[ab]	32.5±12.4	40.7±17.7[ab]	35.4±8.8[a]	25.6±9.8[a]
	5	23.3±9.1[ab]	19.8±8.9[ab]	25.6±12.5[b]	41.6±26.4[ab]	27.0±11.8[b]	28.6±15.3	43.7±19.1[a]	37.3±16.7[ab]	24.7±10.9[abc]
Number of chews	1	29.5±12.0[b]	29.4±13.0[b]	36.3±13.9[a]	47.3±17.7[b]	29.5±10.8	37.5±14.6	40.8±16.6[c]	47.4±17.1[b]	27.2±10.3[c]
	2	28.7±9.1[ab]	33.1±8.3[ab]	41.3±20.6[a]	51.0±17.7[ab]	32.1±9.3	37.9±11.5	49.5±22.8[ab]	52.0±17.6[ab]	31.3±11.6[abc]
	3	38.5±22.7[a]	34.9±19.0[ab]	42.0±20.4[a]	66.6±42.8[a]	34.3±21.0	39.9±16.1	61.2±55.1[a]	59.4±31.3[a]	31.7±13.2[abc]
	4	38.3±12.8[ab]	42.9±27.5[a]	57.4±37.8[b]	55.5±18.2[ab]	32.3±8.1	50.0±20.7	53.7±20.8[ab]	56.2±16.6[ab]	37.2±14.0[a]
	5	32.8±14.8[ab]	29.6±12.5[b]	38.2±14.6[a]	60.1±38.1[a]	35.6±18.3	42.2±25.4	54.6±24.4[ab]	54.9±23.4[ab]	34.5±17.1[ab]

[a, b, c]: Values with different letters in the same column are significantly different ($p<0.05$).

gf以上の野菜（インゲン，ピーマン，キャベツ炒め，キュウリ輪切り，レタス），他の野菜と形状が異なる野菜（ブリッコリー，キャベツ千切り，キュウリ薄切り，ミニトマト）とした．

でんぷん含量の異なる比較的最大荷重の小さい野菜は，いずれも比較的食べやすい（食べにくさの評点1.1～1.7）と評価された．ただし，すじっぽいホウレンソウとコマツナは食べにくいと評価された．サツマイモの食べにくさの評価はグループ3が2.6で高かった．食べにくいサツマイモと食べやすいサトイモを比べるとサトイモは，粘質物が含まれ付着性が高く（クリープメーターによる付着性592 J/m^3），食塊形成が行われやすい野菜は食べやすく，サツマイモは付着性が小さく（333 J/m^3），水分が66.4%（5訂増補日本食品成分表）と少ないことから食塊形成がしにくく食べにくいと評価されたと考えられる．サツマイモを食べるときは，味噌汁，お茶などの水分補給ができるものを用意しておくとよい．シイタケは，比較的食べやすい（1.2）と評価されたが，最大荷重が同程度で食べにくいと評価されたホウレンホウと比べるとホウレンソウの凝集性は0.26，シイタケは0.45であった．シイタケは食べやすいと評価されたのは水気を含むた

NII-Electronic Library Service

Japan society of Home Economics

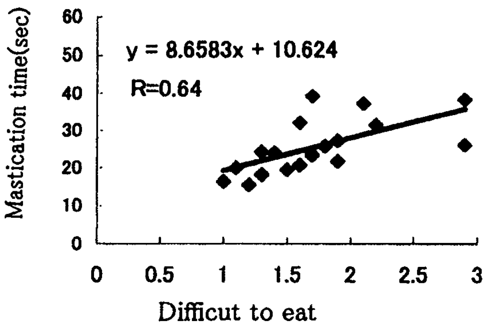

Fig. 3. Relation of the difficult to eat vegetables and mastication times

めに口の中でくり返し咀嚼することが容易だったのではないかと思われる．シイタケの咀嚼時間はいずれのグループ間においても20秒前後で有意の差はなかったが咀嚼回数でグループ4はグループ1と5に比べて有意（$p<0.05$）に多かった．最大荷重の大きい野菜のキュウリ輪切りは，いずれのグループでも2.1以上と食べにくいと評価され，咀嚼回数はグループ1に比べてグループ3および5で有意（$p<0.05$）に多かった．高齢者は義歯装着者が多く，食品を口に入れるとき，口を大きく開かなければならない食品は食べにくい．キャベツ千切り，キュウリ薄切りは口の中で広がり食塊になりにくい，ミニトマトの皮が気になるなど食べにくい理由をあげていたのでキャベツ千切りやキュウリ薄切りはマヨネーズソースなどでまとまりやすくする，ミニトマトは皮に切り目を入れるなどの調理上の工夫が必要である．グループ1のサトイモ，サツマイモ，カボチャ，タケノコ，コマツナ，キャベツ炒め，キャベツ千切りは，他のグループより食べにくいと評価されたにもかかわらず咀嚼時間が短く，咀嚼回数が少なかった．このことは，若年者グループと高齢者間で食べにくさの基準が異なっている可能性がある．つまり高齢者は食べにくいという評価をさける傾向にあると考えられるが，食べにくいものに対しては咀嚼時間，回数を多くして対応していた．このことは畑江ら[21]の報告と一致した．このことが以下の相関係数が必ずしも高くならない原因と考えられた．

ニューラルネットワークによる5つのグループにおける食べにくさと咀嚼時間との相関係数はグループ2（r=0.63），グループ3（r=0.64），グループ5（r=0.59）に大きく，グループ1（r=0.35），グループ4（r=0.44）では小さかった．相関係数の大きいグループ3（r=0.64）の例を図に示した（Fig. 3）．食べにくさの数値が大きいほど咀嚼時間が長い傾向にあった．

食べにくさと咀嚼回数との相関は，グループ2（r=0.57），グループ3（r=0.69），グループ5（r=0.60）に相関が見られ，食べにくい野菜ほど咀嚼回数が多い傾向にあった．グループ5は義歯装着により，咀嚼機能が回復されている可能性があった．

以上，18種の生および加熱野菜に対して，高齢者の食べやすさ/食べにくさを野菜の特性から分類し，高齢者の口腔内状態と合わせて考察することができた．口腔内状態の悪いグループには，生野菜より加熱調理した野菜を提供すること，サツマイモは汁気を多くしたり，水分と共に食べるようにすること，ミニトマトは切り目を入れたり，隠し包丁が有効であることなどが考えられた．ゴボウ，インゲン，ブロッコリー，タケノコ，コマツナなどの繊維質を多く含み，最大荷重が2,500 gf以上の野菜は加熱時間を長くしたり，小さく切るなどの食べやすくする調理操作の工夫が必要であることがわかった．

これにより高齢者に食べやすい野菜の適切な調理方法をある程度提案できるものと考える．高齢者の官能評価は主観的評価とともに咀嚼時間・回数など客観的評価を併用することが効果的であることがわかった．今後はさらに口腔内状態を数量的に表現できる検査食を用いることにより，歯の状態のみならず，口腔内全体を評価できると考えており，現在検討中である．

4. 要　　約

高齢者の口腔内状態と野菜の食べやすさの関連性を知るために，さまざまな硬さと凝集性をもった18種の生および加熱野菜を調製し，若年者を対照として高齢者の官能評価を行った．主成分分析により，高齢者にとって野菜の食べにくさの要因は，硬さ，形状，飲み込みやすさなどであった．若年者は硬さ，形状，食塊の形成のしやすさで，両者は共通であったが，若年者の方が食べにくさの基準として咀嚼後の残渣のようなもの，口に広がるなど，野菜の物性をより厳密に種々の用語を用いて区別していた．

高齢者と若年者の口腔内状態をニューラルネットワークにより1～5の5グループに分けた．グループ1は，若年者全員と口腔内状態のよい高齢者が混在し，ほとんどのパネリストは自分の歯を保有していた．最も口腔内状態が低いグループ5は，咬合力が最も小さく，自分の歯をほとんど保有していなかった．

18種の野菜を，ニューラルネットワークによる5グループそれぞれの食べにくさ，咀嚼時間，咀嚼回数

NII-Electronic Library Service

Japan society of Home Economics

について関連性を調べた．食べにくさと咀嚼時間あるいは咀嚼回数との間には r=0.64 以下ではあるが相関がみられ，食べにくさの数値が大きいほど咀嚼時間，咀嚼回数が長い傾向にあった．

高齢者の口腔内状態と野菜の食べにくさの関係の理由として口腔内状態の低いグループは，硬い，大きいことに加えて水分の補給を必要としているものは食べにくいことがわかった．

引用文献

1) 内閣府：『平成 17 年版高齢社会白書』，ぎょうせい，東京，30-35 (2005)
2) 内閣府：『平成 17 年版高齢社会白書』，ぎょうせい，東京，4 (2005)
3) 佐々木敏：野菜と果物で肺がんはどれくらい予防できるか，食生活，**99** (2)，86-89 (2005)
4) Ziegler, E. E., Filer, L. Jr. (木村修一，小林修平監訳)：『最新栄養学』，建帛社，東京，583-590 (1997)
5) 吉川敏一，市川　寛：「食」とアンチエイジング，食の科学，**340** (6)，4-10 (2006)
6) 近藤　昊，井藤英喜：『老化』，山海堂，東京，241-247 (2001)
7) 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，崎原盛蔵，平良一彦：地域老人における咀嚼能力と栄養摂取ならびに食品摂取との関連，日公衛誌，**39**，853-858 (1990)
8) 神森秀樹，葭原明弘，安藤雄一，宮﨑秀夫：健常高齢者における咀嚼能力が栄養摂取に及ぼす影響，口腔衛生会誌，**53**，13-22 (2003)
9) Wall, A. W. G., and Steele, J. G.: The Relationship between Oral Health and Nutrition in Older People, *Mechanisms of Aging and Development*, **125**, 853-857 (2004)
10) Yoshihara, A., Watabe, R., Nishimuta, M., Hanada, N., and Miyazaki, H.: The Relationship between Dietary Intake and the Number of Teeth in Elderly Japanese Subjects, *Gerontology*, **22**, 211-218 (2005)
11) Onitsuka, A., Toda, S., Kasai, M., and Hatae, K.: Comparison of the Occlusional Condition and Preference for the Firmness of Cook Rice between the Elderly and Young, *J. Home Econ. Jpn.*, **54**, 987-992 (2003)
12) 戸田貞子，飯島久美子，笠松千夏，香西みどり，畑江敬子：高齢者の好む肉のテクスチャー対する隠し包丁（切り込み）の効果，平成 16 年度日本栄養改善学会講演要旨集，339 (2004)
13) 中野和子，外西壽鶴子，仁木栄子，池田博子：『操作別調理学実習』，同文書院，東京 (1989)
14) 「栄養と料理」家庭料理研究グループ：『調理ベーシックデーター増補版』，女子栄養大学出版部，東京 (2006)
15) 堀江泰子，生方美智子，門間和子，金田美喜子：『野菜のおかず―家庭画報料理教室 10―』，㈱世界文化社，東京 (1982)
16) ビストロ・マルシェ：『調理の基本大図鑑』，講談社，東京 (1998)
17) 大羽和子，小川宣子，貝沼やす子，村山篤子，茂木美智子，和田淑子：『カラー版世界食材事典』，㈱柴田書店，東京 (1999)
18) Eichner, K.: Uber eine Gruppeneineilung der Luckengebisse fur die Prothetik, *Dtsch. Z.*, **10**: 1831-1834 (1955)
19) Karlheinz Korber, Zahnarztliche Prothetik (田端恒夫ほか訳)『ケルバーの補綴学（第Ⅰ巻）』，クインテッセンス出版，東京，135-143 (1982)
20) 久恒康宏，増田英郎，松本貴子：「デンタルプレスケール」を用いた咬合接触圧の測定―基礎的検討―，補綴誌，37・89 回特別号：64 (1993)
21) 畑江敬子，戸田貞子，今井悦子，松岡芳子，Paula Galcia Dobles，香西みどり：高齢者と若年者における口腔内感覚に比較―ざらつき感覚と呈味効率―，日食工誌，**48**，491-497 (2001)

NII-Electronic Library Service