

因子分析による味覚特性の抽出

山本 雅子*・加藤 美紀**

Characterization of the Taste by the Factor Analysis

Minori KATO, Masako YAMAMOTO

Key words : 味覚 Taste, 因子分析 Factor analysis, 食嗜好 Preference, 閾値 Threshold value, 甘味 Sweet, 酸味 Sour, 塩味 Salt, 苦味 Bitter

1. 緒 言

食物の摂取は生命を維持するために生物にとって不可欠である。味覚はこの摂取する行動を調整する重要な生理的機能すなわち、食べ物が口中に入るや否やそれらを味わい、食べるかまたは吐き出すかを選択して生体に有害な物質が消化管に入らないように自己防衛し、有益なものを取り込み、健康を維持する働きを有する。また、味覚は気候風土、生活習慣や環境などの影響によって生まれた千差万別の味の好み“食嗜好”を支え、食べることに喜びや楽しみを見いだすなどの働きも有する。Hennig によると、味には基本的に甘味、酸味、塩味、苦味の4つがあるとされている¹⁾。ほかに旨味を加えた5つの基本味説や辛味や渋味を加えた7つの基本味説もある。一般に、甘味や塩味は生理的に好まれるのに対し、酸味や苦味は有毒物や食物が腐敗したことを知らせるシグナルで、どちらかと言えば好まれない。呈味物質によって多少の違いはあるが、山口らの報告によると、酸味や苦味の弁別濃度は甘味や塩味の100分の1程度である¹⁾。これらの味は舌および口腔内の味蕾より3つの神経経路を経て、脳に情報が伝えられ味覚として認識される²⁾。味覚は食嗜好、年齢、性別やストレスによって影響されることが明らかにされている。田口らは広い年齢層の食嗜好と味覚感受性を調査して、加齢によって食嗜好が変化することや、男子学生の甘味や塩味に対する味覚感受性が女子学生

のそれより優れていることを報告している³⁾。また、加藤は味覚感受性の鋭い人は薄い味を好む傾向があると述べており⁴⁾、水間らは精神的ストレスにより、苦味感受性が下がり、苦味を欲しがらようになると報告している⁵⁾。さらに、高血圧の患者が塩味を欲する⁶⁾とか、風邪を引くと何を食べてもまずく感じる事等、健康状態も味覚に影響を与えるように思える。甘味や酸味や塩味の呈味物質は体内に存在しており、味覚感受性が変動しやすいが、苦味物質は体内に存在せず、その感受性は変動し難く、遺伝的要因による個体差が大きいという報告もある⁶⁾。

本研究では、人のすばらしい感覚である味覚は必ずしも一定ではないし、個体差も大きいですが、データを統計処理することによって、女子短大生の味覚特性を明らかにしたいと考えた。そこで、4つの基本味について官能検査を行い、同時に行ったアンケート調査と併せて食嗜好や健康状態と味覚の関連を調べた。これらの結果について因子分析を行い因子の抽出を試みた。

2. 方 法

(1) 官能検査

1) 被験者

K 女子短期大学生 125 名(年齢 18～20 歳)

2) 検査日時

1987 年 9 月～10 月

3) 試料溶液

4つの基本味である甘味、酸味、塩味、苦味の試料は表1に示したサッカロース、クエン酸、食塩、カフェインをそれぞれ蒸留水に溶かして調整した。0.1モルの原

* 広島文化女子短期大学生活科学科

** 広島女子大学生活科学部人間福祉学科

を用いた。

次に、客観的濃度順位（試料濃度順）と弁別濃度順位（味の強さ）の関係をスベアマンの順位相関係数⁸⁾で調べた。

$$R_s = 6d_i^2/n^3 - n$$

R_s ：スベアマンの順位相関係数

d_i ：各試料についての濃度順位と個人順位の差

n ：試料数

順位相関を求める際も、判定不可の強さ2までを除いたので、強さ3が弁別順位1になり、以下2ずつ減じた。順位相関係数は試料濃度の差を正確に識別しているかを判定できると考え、この数値をもって識別能力とした。

(2) アンケート調査

1) 食嗜好

予備調査によって、学生100名および保護者100名を対象に、甘味、酸味、塩味、苦味を感じる食品を20種類の食品の中から5個ずつ選んでもらった。甘味食品として、チョコレート、ケーキ、饅頭、羊羹、ぜんざい等、酸味食品として、レモン、梅干し、夏みかん、酢の物、す昆布等、塩味として、漬け物、塩鮭、塩鯖、イカの塩辛、たらこ等が選ばれた。苦味食品はビールに集中しており、他にコーヒー、抹茶があったが、今回の調査対象が20歳未満であることを配慮して、苦味食品を除いて調査した。本調査では上記の15種類の食品の中から、好きな食品として選ばれた5つの食品を4つの味覚に帰属させ、甘味、酸味、塩味のそれぞれの食品数を、各味の食嗜好度として数量化した。

2) 家庭の味付け

家庭の味付けは、「薄い」、「普通」、「濃い」の3段階で評価してもらった。主観的評価ではあるが、全ての被験者が給食を体験しているため、各自の家庭の味を客観的に判断できると考えた。味付けの濃さには多くの要素が考えられるが、今回は塩分濃度に注目した。1991年の国民栄養調査¹¹⁾における日本人の平均食塩摂取量が12g、摂取量の多い地域で14g、少ない地域で10gであったことを考慮して、「薄い」「普通」「濃い」をそれぞれ10、12、14として数値化した。

3) 健康状態

「とてもよい」「よい」「どちらかと言えばよい」「普通」「悪い」「とても悪い」の6段階で記入してもらい、「とてもよい」「よい」を健康状態「良し」とし、「どちらかと

言えばよい」「普通」を健康状態「普通」に、「悪い」「とても悪い」を健康状態「不良」とした。健康状態を3変数として、該当する場合1、しない場合0とした。

4) 好きな食品の味

甘味、酸味、塩味、苦味から好きな食品の主な味を選んでもらい、食嗜好の結果と比較考察した。

(3) 各変数の相関関係

官能検査およびアンケート調査における各項目の15変数（4味の閾値（V1～V4）、3味の食嗜好（V5～V7）、家庭の味付けの濃さ（V8）、4味の順位相関係数（V9～V12）、健康状態（V13～V15））について相関行列を求め、各変数間の関係を調べた。

(4) 因子分析⁹⁾

相関が全く認められない変数を除き、7つの変数の相関行列について固有値を算出すると、3番目と4番目の値に大きな差が見られたので、3つの因子について基準バリマックス回転をおこない、各変数の因子負荷量を算出した。これらの関係から因子の解釈を行い、因子得点の散布図から味覚の特性について考察した。

(5) クラスタ分析¹⁰⁾

それぞれの因子得点に基づいて、3次元直行空間上にパネルを位置づけ、類似性を距離に置き換えるクラスタ分析を行い、グルーピングするとともに、それぞれのグループの特性を求めた。

3. 結果および考察

(1) 判別能力

官能検査で苦味試料や塩味試料を甘味と判別した者（5名）および今回の濃度範囲で判別が出来なかった者（8名）を除いた112名の閾値から各味覚の判別能力の分布を求めた（図2）。酸味、苦味、塩味、甘味の順にピークが左にずれると同時に、味により分布の形状も異なり、酸味と苦味の分布が普通の正規分布に対し、塩味と甘味は尖度の鋭い分布であった。表2の各味覚の閾値の平均値は酸味の閾値が最も低く、次に苦味で、これらの味覚の判別能力が優れていることを示す。酸味や苦味は腐敗物質や有毒物質に特有の味覚なので、これらを低い濃度で判別できることは、生命を脅かし、健康を損なう物質を体内に取り込まない防衛機能が、現在でも健在であることを示している。杉田らの結果⁹⁾と比較すると、酸味、塩味、甘味の閾値が低く、平均

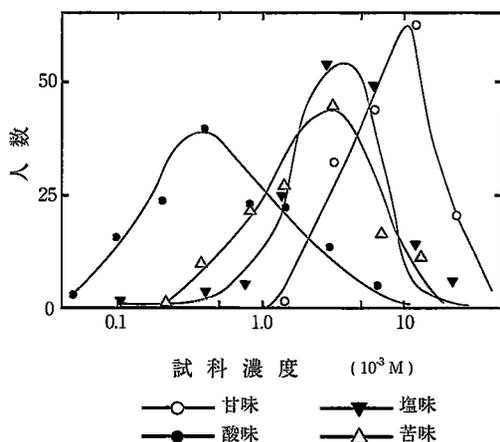


図2 各味覚の判別能力分布図

表2 各味覚の平均閾値

味覚	溶液番号	濃度/M
甘味	8.424	9.11×10^{-3}
酸味	4.537	6.15×10^{-4}
塩味	7.063	3.40×10^{-3}
苦味	6.598	2.56×10^{-3}

として味覚の判別が本被験者のほうが優れていると考えられるが、苦味は少し高く、鈍いように見える。この原因としてコーヒーやビールなど苦味食品の消費が増加しており、苦味が毒物の味から嗜好品の味に変化していることが考えられる。一方、図2の分布の形は今回の被験者が、甘味と塩味に対して同質の判別能力を有しているが、酸味と苦味に対しては異質の判別能力を有しているように見える。そこで、酸味と苦味の判別の鋭い群（閾値4以下）と鈍い群（閾値7以上）の2群の平均値についてt検定を行った結果、2つの味覚とも危険率 $P < 0.001$ で2群間に有意な差が認められ、これら2つの味覚の判別に個体差があることが確かめられた。また、これら2群について、それぞれ他の3つの味の平均値の差の検定をおこなった。酸味の2群では、甘味 ($P < 0.05$)、塩味 ($P < 0.001$) と苦味 ($P < 0.002$) と4味すべてに有意さが認められ、酸味の判別能力の鋭い群は他の味覚も判別能力も鋭く、反対に、酸味に鈍い群は他の味覚も鈍いことが分かった。

しかし、苦味の2群では、甘味 ($P < 0.001$) と酸味に ($P < 0.05$) に有意差が認められたが塩味には認められな

かった。これらのデータを詳しく調べると苦味の鋭い群に塩味の鈍い者が入っていた。苦味の判別能力が遺伝的要因による生来のものという説と酸味の2群の結果を合わせると、何らかの原因で塩味の判別能力が下がったと考えられる。あるいは塩味の判別が苦味の判別と異なった面を持っていることも考えられるが、塩味の分布が狭くて2群に分けて分析できず確かめられなかった。味覚の同質性については味覚が年少期に刷り込まれたとすると、甘味や塩味で味付けされることの多い学校給食に起因するのではないかと思われ、酸味や苦味の異質性は、多くの食材を使う家庭料理によりもたらされると思われる。

(2) 識別能力

スベアマンの順位相関係数の検定を行った結果、4味すべての識別能力が高いものは6名 (5.4%)、3味 (75.9%)、2味 (16.1%)、そして1味 (2.7%) で、どの味覚に対しても識別能力の高いものは、判別能力も鋭かった。通常、官能検査において優れた味覚能力を持つパネルは5~10%と言われているが、今回の結果はこの範囲に入り、対象が一般の集団で偏っていないことを示している。さらに、味の識別能力が4味すべてに一律でないことは、味によって味物質と細胞膜との相互作用が異なることを支持している¹¹⁾。

味覚別では塩味が最も高く、酸味、甘味、苦味の順で、それぞれ、88.9%、84.2%、70.5%、70.0%であった。塩味や酸味の濃度の違いを識別する優れた能力は、日常の食生活の中でそれらの濃度を微妙に調節する経験や生理的欲求によると考えられる。一方、甘味や苦味の識別はどちらかと言えば悪い。これは甘味が薄い濃度から濃い濃度まで広い範囲で好まれるのに対して、苦味が好まれない味で、調味料として使われておらず微妙な調節の体験が乏しいことや、人類の歴史の中で有害物質の排除のため有無の判別が、濃い濃度までの識別より大切だったためと思われる。

(3) 健康状態

健康状態は「良」および「普通」がそれぞれ、33名と65名そして「不良」は14名、そのうち13名が風邪によるもので、良および普通者のうち過半数が疲労感をもっていた。

(4) 食嗜好

食品別嗜好は図3に示したように、ケーキ (78.8%)、

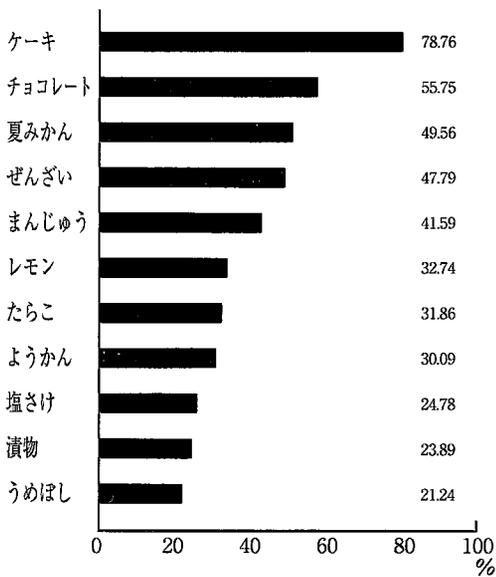


図3 食品別嗜好者の割合

チョコレート (55.8%), 夏みかん (49.6%), ぜんざい (47.8%) 等が多く好まれ、味覚別に見ると、甘味食品26個、酸味食品1.3個、塩味食品1.1個が選ばれた。一方、好きな食品の主な味については甘味が60.2%と最も多く、食品別の嗜好結果とよく一致している。2番目は塩味で12.9%、3番目は酸味で7.1%、4番目は苦味で0.9%だった。酸味については、嗜好する酸味食品の選択率(26%)と大きな差があり、これは酸味が単独な味として好まれているのではなく、甘味や塩味と合わさった味として好まれていることを示唆している。一般的に、甘味食品や酸味食品は若い女性に好まれ、苦味食品や塩味食品は中年男性に好まれる傾向があるといわれ¹²⁾、今回の結果でも18~19歳の女性として同様な特徴が見られた。

(5) 家庭の味付け

今回の被験者は広島市および呉市に長く在住しており、家庭の味付けについては普通が48.7%で、濃いのが28.3%そして薄いのが23.0%であった。東北地域ほど濃くなく、京都地域ほど薄くないと言われる中・四国地域の料理の特徴と一致し、平均すると濃くも薄くもない味付けといえる。

(6) 各変数の相関関係

各味覚の判別能力、識別能力、食嗜好、健康状態および味付けの濃さについての相関行列を表3に示している。V5とV6およびV7の相関係数は0.5以上であり、V14とV13およびV15の相関係数も0.4以上とこれらの変数間に有意の相関があるように見える。しかし、前者については、選ばれた5つの食品は甘味、酸味、塩味のいずれかに帰属してあることと、甘味が60%以上であったことによるためである。また、後者についても、健康状態は良、普通、不良のいずれかに該当し、普通が60%を越えて多かったことによると思われる。これら以外はV1とV4に0.3以上、V1とV12、V4とV9に-0.25とわずかな相関が認められ、甘味の判別の鋭い者は苦味の判別も鋭く、それぞれの判別の鋭い者は識別もよい傾向が見られた。また、V5とV15の間にもわずかに関係があり、健康状態の不良な者は甘みを好む傾向があるようだ。さらに、V8とV6およびV14との関係は、家庭の味付けが濃い者はどちらかと言えば、健康状態が普通で、酸味を好む傾向がわずかに見られることを示す。生理的欲求と味覚と無関係であるとか、味覚の判別能力の鈍い味ほど欲しがるといふ説もあるが、判別能力と食嗜好の間には関係は全く見られなかった。

(7) 因子の抽出と因子の解釈

相関行列の固有値3番目と4番目の間に大きな開きがあるので、3つの成分を共通因子として基準パリティマックス回転を行い単純構造に変換して因子行列を得た。共通性が非常に低い変数を除き、上に述べたと同様にし次の7系列の計測を行った。甘味および酸味の閾値と食嗜好度、苦味の閾値および順位相関係数、健康状態・普通と不良についての因子負荷量を表4に示す。第1因子、第2因子および第3因子の寄与率はそれぞれ、34.6%、23.3%、19.4%で累計寄与率は77.3%と若干低いですが、7つの変数は3つの因子に集約されと考え、これらの因子の抽出とその解釈を行う。

第1因子：変数4と5の甘味および酸味嗜好度が0.5以上で有意で、酸味好きの食嗜好を示す因子と考えられ、<好み>を表すと思われる。この得点の高い者は酸味嗜好度が3以上で、反対に低い者は0となっており、特に酸味好みを特徴づけている。

第2因子：変数1の甘味の閾値が0.8を越え有意で、変数2の酸味および変数3の苦味の閾値が0.3以上で関係が認められ、味覚感受性を示す因子と考えられ、

表3 各変数間の

	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7
V 1	1.0000						
V 2	0.0907	1.0000					
V 3	0.0321	0.0206	1.0000				
V 4	0.3410	0.1978	0.0701	1.0000			
V 5	-0.0426	-0.0523	-0.0534	-0.0940	1.0000		
V 6	-0.0512	-0.0196	-0.0019	-0.1094	-0.5381	1.0000	
V 7	0.0722	0.0424	0.0201	0.1561	-0.5743	0.0528	1.0000
V 8	0.0170	0.0170	0.0060	0.0384	-0.0119	0.0041	0.0041
V 9	0.1219	-0.0698	-0.0254	-0.2641	0.1064	0.0303	-0.0673
V10	-0.0724	-0.0437	-0.0148	-0.1575	-0.0568	0.0315	-0.0205
V11	-0.0416	-0.0237	-0.0071	-0.0902	-0.1234	0.0322	0.0009
V12	-0.2563	-0.1461	-0.0516	-0.5552	0.0455	0.0887	-0.1152
V13	-0.0044	-0.0296	-0.0098	-0.0156	-0.0561	-0.0233	0.0244
V14	-0.0322	-0.1136	0.0400	-0.0405	-0.0633	0.1794	-0.0910
V15	0.0430	0.0075	0.0010	0.0895	0.1778	-0.0606	0.0027

V1: 甘味閾値, V2: 酸味閾値, V3: 塩味閾値, V4: 苦味閾値, V5: 甘味嗜好度, V10: 酸味順位相関係数, V11: 塩味順位相関係数, V12: 苦味順位相関係数,

表4 各変数の因子負荷量

変数	第1因子	第2因子	第3因子	共通性
変数1	0.0484	0.9061	-0.0037	0.8233
変数2	-0.0566	0.3034	-0.1273	0.1113
変数3	0.0175	0.4081	0.1221	0.1818
変数4	-0.5766	-0.0458	0.0603	0.3383
変数5	0.9882	-0.1041	-0.0903	0.9955
変数6	0.0436	-0.0356	-0.5875	0.3483
変数7	-0.1061	-0.0509	0.7499	0.5762

変数1: 甘味の閾値, 変数2: 酸味の閾値
 変数3: 苦味の閾値, 変数4: 甘味の嗜好度
 変数5: 酸味の嗜好度, 変数6: 健康状態普通
 変数7: 健康状態不良

<感度>を表すと思われる。この得点の高い者は甘味の判別が鈍く、低い者は甘味をはじめ他の味覚の判別が鋭く、識別も良い傾向が見られる。

第3因子: 変数6と7が0.5を越えて有意の関係が見られ、健康状態を示す因子と考えられ、<体調>を表すように思える。この得点が高い者は健康状態が不良に限られている。

因子分析により味覚は、<好み><感度><体調>の3つの因子で説明されると考えられた。これらの因子得点をプロットした因子得点散布図は好みや体調の違いによって感度の高低が見られ、味覚が多様である

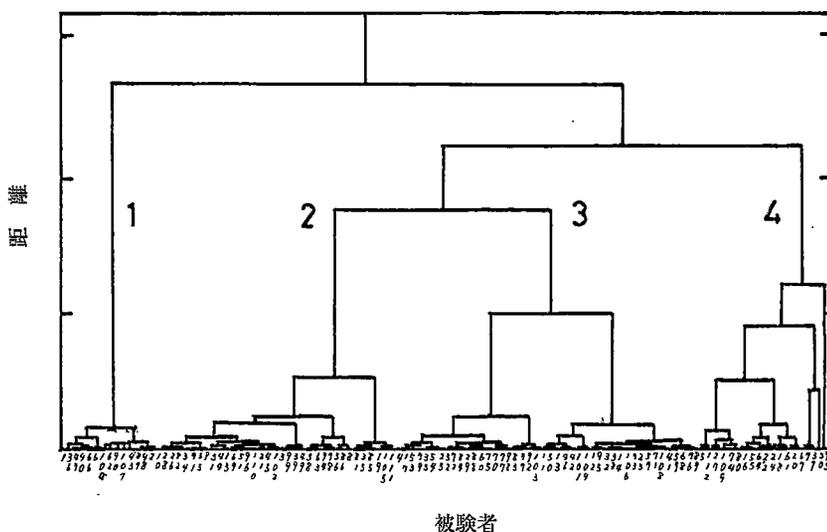


図4 クラスタ分析によるデンドログラム

相関係数

V8	V9	V10	V11	V12	V13	V14	V15
1.0000							
-0.0117	1.0000						
-0.0113	0.0541	1.0000					
-0.0052	0.0295	0.0222	1.0000				
-0.0253	0.1985	0.1176	0.0684	1.0000			
-0.0400	-0.0036	-0.0173	0.0068	-0.0011	1.0000		
0.0868	0.0521	-0.0514	-0.0064	0.0946	-0.7284	1.0000	
-0.0188	-0.0331	-0.0154	-0.0159	-0.0763	0.0844	-0.4366	1.0000

V6：酸味嗜好度，V7：塩味嗜好度，V8：家庭の味付け，V9：甘味順位相関係数，
V13：健康状態良，V14：健康状態普通，V15：健康状態不良

表5 各類型の平均値

類型	数	因子得点			閾値 ※				食嗜好度		
		因子1	因子2	因子3	甘味	酸味	塩味	苦味	甘味	酸味	塩味
1	13	-0.554	-0.306	1.798	8.308	4.846	6.692	6.692	2.846	0.769	0.923
2	36	0.756	-0.416	-0.348	8.139	4.861	6.833	5.778	1.583	2.056	1.333
3	44	-0.542	-0.240	0.228	8.455	5.159	6.977	6.500	3.295	0.818	0.886
4	19	0.158	1.550	-0.145	9.684	6.368	7.263	7.789	2.494	1.316	1.211

※ 試料番号で表示している。

ことを示唆していた。

(8) クラスター分析による味覚特性の類型化

上の7つの変数について Ward 法によるクラスター分析の結果、図4に見られるようなデンドログラムを得て、4つのグループに類型化される。各因子の平均得点並びに各変数の平均値を表5にまとめ、各グループの特性を考察する。

第1類型：第3因子得点が極めて高い風邪による体調不良のグループで全体の11.6%を占める。第1および第2因子得点は第3類型とほぼ同じである。塩味の感度は最も良く、甘味を好み、酸味や塩味を好まない。風邪をひくと何を食べてもまずく感じるのは、塩味を強く感じ、味のバランスの崩れることによるのではないかと考えられる。

第2類型：第1因子の得点が高く、第2および第3因子の得点が低いグループで全体の32.1%を占める。体調

は良いか普通で、すべての味覚感度が良いといえる。どちらかと言えば甘味より、酸味を好む傾向がある。第3類型：他の類型と比べどの因子得点にも特徴がないグループで全体の39.3%を占める。体調は悪くなく、苦味を除いて他の味の感度は普通で、甘味を強く好む。

第4類型：第2因子得点が高く、どの味覚に対しても感度の低いグループで17%を占める。

味覚は個体差が大きく、研究の対象にならないと言われていたが渡辺¹³⁾が主張しているように、クラスター分析によって類型化してみると個体差と言うよりも、それぞれのグループの特性が表現されているように思える。

4. ま と め

味覚は、＜好み＞＜感度＞＜体調＞の3つの因子で表現された。この3因子による分類を試み、4つの類型

を見いだした。各類型について検証したところ、4味すべてに感度の鋭い類型と、逆に4味に感度の鈍い類型があった。平均すると、4つのタイプの甘味、酸味、塩味の感度には大きな差はないが苦味の感度には差があった。体調は感度よりは好みと関係が深いように考えられる。

文 献

- 1) Yamaguti, S: Umami taste, In Boudreau, J. C. (ed), Food Taste Chemistry, *Amer. Chem. Soc.*, 33 (1979).
- 2) 佐藤昌康(編): 味覚・嗅覚の科学, 朝倉書店, 東京, 77 (1972).
- 3) 田口田鶴子, 小野譲二: 岡山県立短大研究紀要, 26, 30 (1982).
- 4) 加藤征江: 日本家政学会誌, 43, 1209 (1992).
- 5) 水間桂子, 難波和子, 中川正二, 官能検査シンポジウム発表論文集, 日科技連, 23, 123 (1993).
- 6) 佐藤昌康(編): 味覚の科学, 朝倉書店, 東京, 162 (1981).
- 7) 杉田浩一: 学苑, 253, 36 (1959).
- 8) 岩原真九郎: 教育と心理のための推計学, 日本文化科学社, 東京, 180 (1969).
- 9) 田中豊, 垂水共之, 脇本和昌: パソコン統計解析ハンドブック 2, 共立出版, 東京, 195 (1984).
- 10) Ward, J. J. *Amer. Statistical Association*, 58, 236 (1965).
- 11) 加茂直樹, 栗原堅三, 小島陽之助: 化学総説, 14, 味とにおいの化学, 日本化学会, 19 (1976).
- 12) 戸田準, 田中豊: 官能検査大会報告集, 9, 135, 日科技連出版, (1968).
- 13) 渡辺雄二: 教育と情報, 403, 42 (1991).

Summary

The characterization of the taste is intended by taking statistics of the data, since the examination on the taste has the tendency of being influenced panel's mental and physiological condition. The data on 4 basic tastes (sweet, sour, salt, bitter) were taken by the sensory test and a questionnaire on 112 female subjects of 18-19 ages were processed quantitatively. Three factors were extracted by the factor analysis and interpreted in the sense of taste, the preferences and the condition of the health. The scatter diagram of factor scores showed the diversity of the taste.

On the other hand, four groups were extracted by the cluster analysis on these 3 factors and characterized. One group is keen of all these tastes, and the other is a dull. On the average, the sense of sweet, sour and salt were not so much different from each other groups, but that of bitter was different. It seems that the condition of the health influenced on the preference of sweet.