

官能検査による味の研究（第1報）

— 塩味について —

加 藤 征 江

I. 緒 言

食物の味を我々は味覚、視覚、嗅覚、聴覚、皮膚感覚の五感の他に、嗜好、食習慣、健康状態、その他種々の要因の複雑にからみあった総合として感ずるのである。そこに食品の味付けを画一化することのできない困難さがあるが、ある程度の科学性を持たせるべく、種々の角度から官能テストがなされ研究されている。^{(1)~(8)} 食品の味付けには普通調味料が用いられ、食品の持っている味をひき立たせたり、それにはない味を加えたり、その味とともに新しい味をつくり出すのに役立っているのである。そこで味付けにおいて特に重要な塩味について次に述べるようないくつかの角度からの実験を試みた。塩味嗜好濃度の分布状態、塩味濃度差の識別、塩味に他味（酸味、酸味と甘味の混合味）を添加した時の塩味の強さの変化などについて実験をし、更に、最適嗜好濃度と濃度差識別力（味覚感度）との関連性および最適嗜好濃度と塩味の強さの他味による変化（味覚の対比効果）との関連性について検討した。

II. 実 験 方 法

1) 測定項目および試料調製

(i) 食塩嗜好濃度について

市販精製塩を用いて、1.0%濃度を中心として、等差数列的に、0.5%、0.75%、1.0%、1.25%、1.5%の5段階の濃度水溶液を調製し、それら溶液を上昇系列的に喇味し、好ましい順に順位をつけることを求めた。尚、この実験における溶液の溶媒は水道水を用いた。

(ii) 食塩濃度差の識別について

食塩1.0%を中心として $\pm 0.1\%$ 濃度差の水溶液（0.9%、1.1%濃度）を調製し、それら三溶液を二つずつ組合せ、二点識別テスト法で、識別の有無を調べた。

(iii) 塩味の他味による影響について

他味として酸味および酸味と甘味の混合味を選んだ。そして酸味には市販醸造酢（米酢）を甘味には市販上白糖を用いた。方法としては、主呈味物質の塩味を食塩1.0%濃度水溶液とし、それに添加する副呈味物質の食酢の量を閾値下レベルから調理上使用される濃度までをとりあげた。そして食塩は1.0%濃度、食酢は所定濃度となるように調製した混合水溶液を試験溶液と

し、食塩1.0%水溶液を対照溶液として、二液の識別の有無および塩味の強さについて味覚テストを行なった。その際の食酢の閾値については、食酢0.1%、0.3%、0.5%、0.7%濃度の水溶液を調製し、上昇系列的に味、"水とは異なる" 食酢濃度水溶液を指摘させ、恒常法の直線補間法⁽⁹⁾により、その値を求めた。更に副量味物質として、食酢と砂糖との混合味を用いた場合も、前記、食酢の時と同様の実験をした。

2) 実施方法

当校の食物栄養科1年生をパネルとし、昭和50年1月から2月にかけて味覚検査を行なった。

III. 実験結果と考察

1) 食塩嗜好濃度について

五段階の濃度水溶液の嗜好順位による結果をt検定に⁽⁹⁾よって有意差検定を行なった。(表I

表 I 食塩嗜好濃度について
(順位表)

試料 食塩濃度 繰返し数(n)	A	B	C	D	E
0.5	0.5	0.75	1.0	1.25	1.5
1	4	3	1	2	5
2	4	2	1	3	5
3	3	2	1	4	5
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
79	5	4	1	2	3
80	1	2	3	4	5
順位和	329	207	121	208	335

総パネル数：80

(二試料間のt検定表)

試料の組合わせ	A.B	B.C	C.D	D.E	B.D	A.E
t 値	7,009	5,921	5,604	7,603	0.058	0.38
検 定	***	***	***	***	n. s.	n. s.

但し ***：0.1%の危険率で有意差あり

n. s.：有意差なし

参照)それによると五段階の濃度(0.5%0.75%、1.0%、1.25%、1.5%)の間にそれぞれ全て0.1%の危険率で有意差がみられた。それぞれの間の食塩濃度差としては0.25%であり、この位の濃度差ならば、二水溶液の間に明らかに嗜好の差異がみられるということを示している。そして、その濃度差では、二水溶液の識別を誤る人がいなければ、それは明らかに嗜好因子のみにるデータと考えられ、この検討については次の食塩濃度差の実験の項で触れることにする。こ

官能検査による味の研究 (第1報)

表Ⅱ 最適食塩嗜好濃度について

(1) 分布状態

食塩濃度	x	0.5	0.75	1.0	1.25	1.5
パネル数	f	4	13	48	13	2

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^k x_i f_i}{n} \text{ より } \bar{x} = 0.99$$

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \left[\sum_{i=1}^k x_i^2 f_i - \frac{1}{n} \left(\sum_{i=1}^k x_i f_i \right)^2 \right]} \text{ より } s = 0.20$$

食塩濃度 1.0% の検定:

$$\chi^2 (1, 0.10) < \chi^2 = 3.2 < \chi^2 (1, 0.05)$$

(2) 理論的分布との適合性について

食塩濃度		変換値	正規曲線下の面積	u を上限とする 各クラス的面積	理論的 度数	観測 度数
x	$x_i \pm \frac{ x_i - x_{i+1} }{2}$	u	A	B	$f_i(nB)$	f_i
	0.375	-3.08	0.0010			
0.5				0.0334	2.7	4
	0.625	-1.82	0.0344			
0.75				0.2490	19.9	13
	0.875	-0.57	0.2843			
1.0				0.4706	37.6	48
	1.125	0.69	0.7549			
1.25				0.2183	17.5	13
	1.375	1.94	0.9738			
1.5				0.0249	2.0	2
	1.625	3.20	0.9987			

但し $u = \frac{\bar{x} - x}{s}$ (\bar{x} , s は表Ⅱ-(1)より)

$$A = \int_{-\infty}^{u_i} f(u) du \quad (u < 0) \text{ 又は } 1 - \int_u^{\infty} f(u) du \quad (u > 0)$$

$$B = \int_{u_{i-1.25}}^{u_i} f(u) du$$

$$n = 80$$

適合性の検定: $\chi^2 = 6.36 < \chi^2 (4, 0.05)$

の五段階の食塩濃度のうち、一番好まれる食塩濃度（これを最適食塩嗜好濃度と名づけることとする）について、その分布を表Ⅱ－(1)に示した。この表より1.0%濃度のものが最も好まれることが明らかであるのでその有意差検定⁽¹⁰⁾を試みた結果、有意水準に達しておらず（但し、10%の危険率では有意差がみられた）、それは最も好まれる傾向であると表現した方が適当であった。この最適嗜好濃度の平均値は0.99%、標準偏差0.20%であり、この食塩濃度が連続的ならば、対象者の68%の者が0.79%（約0.8%）濃度から1.19%（約1.2%）濃度の食塩水溶液を一番好ましいと感ずるということがわかった。更にその分布状態について、理論的分布すなわち二項分布に近似しているのかどうかについて検討してみた。（表Ⅱ－(2)参照）この場合、パネル数が80と多いので、二項分布曲線は正規分布曲線に近ずいて行くので、正規曲線近似法を用い⁽¹¹⁾平均値0.99%、標準偏差0.20%の正規曲線を想定して、理論的度数を算出し、これと実験より得られた値（観測度数）とを比べて、両者の適合性について有意差検定を行なった。⁽¹²⁾ その結果、両者の間に適合性が高いすなわちこの場合は最適食塩嗜好濃度分布は正規分布をしていると考えられた。

2) 食品濃度1.0%付近の濃度差識別について

食品の味付けでは、どれ位の濃度差の識別が可能であるかという点は重要である。それで、前述塩味最適嗜好濃度で食塩濃度1.0%が最も好まれたので、この濃度を中心として、0.2%濃度差の溶液間（0.9%と1.1%濃度溶液） 0.1%濃度差の溶液間（0.9%と1.0%、1.0%と1.1%濃度溶液）の識別について調べた。表Ⅲのとおり、いずれにおいても、二液の識別は0.1%の危

表Ⅲ 食塩濃度差の識別について

試料の組合わせ		濃度差	識別できた者	正しく識別できた者	検 定
①	0.9%と1.0%溶液	0.1%	73	63	***
②	1.0%と1.1%溶液	0.1%	75	68	***
③	0.9%と1.1%溶液	0.2%	84	82	***
①, ②, ③ の全てのテスト				49	n. s.
①, ② のテスト				50	n. s.

総パネル数：85

***：0.1%の危険率で有意差あり

n. s.：有意差なし

険率で有意差がみられた。しかし、この三組の識別テストに全て正しく識別できた者は、85人中49人であり、有意水準に達しなかった。それ故食塩濃度1.0%より低濃度では感度は良いが、それより高濃度では感度の悪い人、およびその逆の人が多少は存在していることを示している。尚、濃度差0.2%の識別について、それを誤る人はいないといっても過言ではない程であった。そ

れで前の食塩濃度についての嗜好テストで、五段階の濃度差のある溶液間の識別は明らかに出来、これら溶液間の嗜好差は嗜好因子のみによるものと考えられた。

3) 塩味に対する酸味および酸味と甘味の混合味の影響について

二種以上の呈味物質を混合した時に、それらが各々単独の場合に示す味とくらべて、味の質や強さがちがってくることがある。特に、調理においては、その事を利用して、味付けに深みを持たせることを行なっている。そしてそのかくし味として、酢が最もよく使われ、その他砂糖、塩なども使われている。そこで、そのような点に着目し、塩味に酸味を加えた時、塩味はどのように影響されるのか、および酸味と甘味の混合味を加えた時は、どうかということについて実験を行なった。まず酸味の濃度を決めるため食酢の閾値を求め、0.21%を得た。（表Ⅳ参照）それで副呈味物質としての食酢濃度を0.1%、0.3%、0.5%、0.7%をとりあげ、その実験結果を表Ⅴに示した。この実験で食酢濃度0.1%のものは閾値下レベルであり、この場合は塩

表Ⅳ 食酢の刺激閾

食 酢 濃 度(%)	0.1	0.3	0.5	0.7
味を感じた人数	9	55	12	0
累 積 人 数	9	64	76	76

食酢刺激閾：0.21%

表Ⅴ 塩味におよぼす酸味の影響について

試 料 の 組 合 わ せ	識別できた人数	塩味の強さ(識別可の人のみ)		酸味の塩味におよぼす作用
食塩1%溶液(A)と 食塩1%+食酢0.1%溶液(B)	38	(A)溶液>(B)溶液	24	減退効果
		(A)溶液=(B)溶液	2	
		(A)溶液<(B)溶液	12	増進効果
食塩1%溶液(A)と 食塩1%+食酢0.3%溶液(C)	71***	(A)溶液>(C)溶液	52***	減退効果
		(A)溶液=(C)溶液	2	
		(A)溶液<(C)溶液	17	
食塩1%溶液(A)と 食塩1%+食酢0.5%溶液(D)	80***	(A)溶液>(D)溶液	51**	減退効果
		(A)溶液=(D)溶液	1	
		(A)溶液<(D)溶液	28	
食塩1%溶液(A)と 食塩1%+食酢0.7%溶液(E)	80***	(A)溶液>(E)溶液	55***	減退効果
		(A)溶液=(E)溶液	1	
		(A)溶液<(E)溶液	24	

総パネル数：80

, *：1%，0.1%の危険率で有意差あり

味の強さに有意な影響を及ぼさなかった。木下は⁽⁷⁾塩味に対する酸味の影響で、酸味を閾値下レベルとした時のいくつかの濃度について綿密な実験をしており、それによると酸味が閾値下レベルの場合、わずかな濃度差でも塩味の強さを強めたり弱めたりすると報告している。酸味が閾値下レベルであった場合、酸味が加わっていることを識別することもかなり困難であり、そして識別が一応できた場合でも、塩味に対する作用としては一律ではないものと考えられる。食酢濃度が閾値上レベルの場合、すなわちこの実験では、0.3%、0.5%、0.7%濃度のいずれも、塩味の強さを弱める減退効果作用がみられた。(それぞれ順番に、0.1%、1%、0.1%の危険率で有意水準にあった。)次に、実際調理で、酢のもの、すし飯などの味付けに食塩と食酢あるいは食塩と食酢と砂糖の混合味が用いられるが、このような時には、塩味の強さは食酢および砂糖によってどのように影響を受けるかについての実験結果を表Ⅵの(1)、(2)に示した。食塩1%

表Ⅵ 塩味におよぼす酸味および甘味の影響について

(1) 塩味の強さについて

比 較 溶 液	塩 味 の 強 さ		他味の塩味に及ぼす作用
A (食塩1%)溶液と F (食塩1%+食酢2%)溶液	A溶液 > F溶液	68***	塩味減退効果
	A溶液 = F溶液	0	
	A溶液 < F溶液	18	
	そ の 他	3	
A (食塩1%)溶液と G (食塩1%+食酢5%)溶液	A溶液 > G溶液	68***	塩味減退効果
	A溶液 = G溶液	0	
	A溶液 < G溶液	21	
A (食塩1%)溶液と H (食塩1%+食酢5%+砂糖2.5% 溶液)	A溶液 > H溶液	75***	塩味減退効果
	A溶液 = H溶液	0	
	A溶液 < H溶液	14	

総パネル数：89

(2) F・G・H 溶液間の塩味減退効果力の有意差検定

(順位表)

溶 液 繰返し数	F (食塩1%, 食酢2%)	G (食塩1%, 食酢5%)	H (食塩1%, 食酢5%, 砂糖2.5%)
1	1	2	3
2	1	3	2
⋮	⋮	⋮	⋮
88	1	1	3
89	2	2	3
順位和	152	159	213

但し、順位は塩味の強い順である。

総パネル数：89

官能検査による味の研究（第1報）

(t 検定表)

比 較 溶 液	t 値	検 定
F と G	0.610	n s.
G と H	4.816	***
F と H	4.089	***

*** : 0.1%の危険率で有意差あり

n s. : 有意差なし

溶液に食酢2%、5%、および食酢5%と砂糖2.5%の混合味を添加した時に、いずれについても、0.1%の危険率で塩味減退効果がみられ、特に食酢5%と砂糖2.5%の混合味を加えた時その効果は顕著であった。(表Ⅳ-(2)参照) ただ食酢2%と食酢5%濃度の添加溶液間では、塩味の強さには有意差はみられなかった。以上より副呈味物質としての酸味が閾値以上の場合、主呈味物質の塩味の強さを弱める減退効果作用がみられ、副呈味物質として酸味に甘味が加わった場合には更にその効果は大きくなるものと考えられた。

4) 最適食塩嗜好濃度と他因子との関連性、表Ⅱ-(1)の最適食塩嗜好濃度と表Ⅲの食塩濃度差識別とより、それらの間の関連性の有無について検討した。⁽ⁱⁱ⁾ 表Ⅱ-(1)最適食塩嗜好濃度を1.0%より低濃度を好むグループ、1.0%濃度を好むグループ、1.0%より高濃度を好むグループの三クラスに分け、これら三クラスの間食塩濃度差識別に関して差がみられるかどうかを χ^2

表Ⅶ 最適食塩嗜好濃度と食塩濃度差識別との関連性

(1) 最適食塩嗜好濃度による食塩濃度差識別の差異について

食塩嗜好濃度 \ 食塩濃度差識別	0.9%と1.0%, 1.0%と1.1% および0.9%と1.1%の全てを正しく識別できた者
1.0%よりも低濃度を好む者 (15名)	5 (7.9)
1.0%好む者 (46名)	25 (24.2)
1.0%よりも高濃度を好む者 (15名)	10 (7.9)

但し、() 内数字は期待度数

$$\chi^2 = 1.626 < \chi^2 (2, 0.05)$$

(2) 最適食塩嗜好濃度による食塩濃度差分布の識別の差異について

食塩嗜好濃度 \ 食塩濃度差識別	0.9%と0.1%を正しく識別できた者	1.0%と1.1%を正しく識別できた者
1.0%よりも低濃度を好む者 (15名)	9 (8.9)	11 (11.1)
1.0%を好む者 (46名)	32 ** (33.0)	42 *** (41.0)
1.0%よりも高濃度を好む者 (15名)	12 * (11.1)	13 ** (13.9)

但し、() 内数字は期待度数

$$\chi^2 = 0.188 < \chi^2 (2, 0.05)$$

*, **, *** : 5%, 1%, 0.1%の危険率で有意差あり

値を求め有意差検定を行なった。(表Ⅶ-1)参照) その結果、三クラスの間にそれについて有意差はみられず、ただ1.0%より低濃度を好むグループはやや食塩濃度差識別は悪い傾向であった。次に、例えば1.0%よりも低濃度を好む人は、濃度差識別では、1.0%よりも低濃度で鋭敏なのか(食塩0.9%と1.0%の識別テストより)それとも1.0%よりも高濃度においてなのか(食塩1.0%と1.1%の識別テストより)、又はそのような関連性は認められないのかについて検討した結果(表Ⅶ-2)参照) この場合も、嗜好濃度による食塩濃度差分布に偏りはみられなかった。

表Ⅷ 最適食塩嗜好濃度と塩味減退効果との関連性

食塩嗜好濃度 \ 酸味添加溶液	B 溶液 (食塩1%+ 食酢0.1%)	C 溶液 (食塩1%+ 食酢0.3%)	D 溶液 (食塩1%+ 食酢0.5%)	E 溶液 (食塩1%+ 食酢0.7%)	F 溶液 (食塩1%+ 食酢2%)	G 溶液 (食塩1%+ 食酢5%)	計
1.0%よりも低濃度を好む者 (15名)	10 (4.1)	5 (9.1)	9 (8.9)	7 (9.7)	11 (10.4)	10 (9.8)	52 (51.9)
1.0%を好む者 (46名)	11 (14.2)	35 (31.6)	31 (30.9)	34 (33.4)	35 (35.9)	34 (34.0)	180 (179.0)
1.0%よりも高濃度を好む者 (15名)	2 (4.7)	11 (10.3)	10 (10.1)	13 (10.9)	12 (11.8)	11 (11.2)	59 (59.0)
計	23 (23.0)	51 (51.0)	50 (49.9)	54 (53.9)	58 (58.1)	55 (55.0)	291 (290.8)

() 内数字は期待度数

$$\chi^2 = 14.24 < \chi^2 (10, 0.05) = 18.307$$

木下⁽⁶⁾は甘味と塩味と酸味について、それぞれの快適濃度と閾値との関連性については、何らの相関々係も認められなかったと報告している。濃度差識別も閾値も味覚感度に関係したものであり、本実験および木下の実験から、塩味においては、その嗜好濃度と感度とは関連性が認められないと考えられた。次に塩味の最適嗜好濃度と他味の添加による塩味の強さの変化についても、同様、その間の関連性は認められなかった。(表Ⅷ参照)。

Ⅳ. 要 約

(1) 食塩濃度の嗜好テストで、五段階の食塩濃度 (0.5%、0.75%、1.0%、1.25%、1.5%) の間に、それぞれ全て0.1%の危険率で有意差がみられた。しかもそれは次の食塩濃度差識別テストから明らかであるが、嗜好因子のみによるものと考えられた。その五段階の食塩濃度のうちで一番好む濃度 (最適食塩嗜好濃度と呼ぶことにする) をとりあげ検討を試みた。表Ⅱより明らかであるが、1.0%が最も好まれたが、有意差検定ではそれは有意水準に達せず、その傾向が認められるといった方が妥当であった。そしてその分布状態は、パネルの68%が食塩濃度0.8%から1.2%に最適嗜好を示し、(平均濃度0.99%、標準偏差0.2%) 正規分布に近似していることがわかった。

(2) 食塩濃度差識別では、食塩1.0%濃度を中心としたところで、0.2%の濃度差の識別を誤る人はいないと云っても過言ではなかったが、しかし 0.1%濃度差では二つのテスト (0.9%と 1.0%濃度溶液の識別テストと1.0%と1.1%濃度溶液の識別テスト) とともに正しく識別できる人は有意水準に達しなかった。

(3) 塩味の強さの酸味による影響としては、食塩1.0%濃度で、食酢は閾値下レベル濃度の場合、酸味の塩味の強さに対する作用は、減退効果とも増進効果とも云えなかった。一方、食酢濃度を閾値上レベルとした時は、酸味のあらゆる濃度において、塩味の強さに対して減退効果作用を示した。そして、食酢とともに砂糖を加えると、塩味に対する減退効果作用は大きくなることが認められた。

(4) 最適食塩嗜好濃度と食塩濃度差識別力および最適食塩嗜好濃度と塩味の酸味による影響の受け方との関連性については、いずれもそれは認められなかった。

引用文献

- (1) 浜島教子：家政誌、20, 19 (1969)
- (2) 坂口りつ子：松元文子：家政誌、20, 24 (1969)
- (3) 板橋文代、吉川誠次：家政誌、19, 333 (1968)
- (4) 吉川秀子、佐宗初美、前田清一、二宮恒彦：食品工誌、16, 63 (1969)
- (5) 二宮恒彦：調理科学、1, 185 (1968)
- (6) 木下サキ：熊本女子大学学術紀要、19, 39 (1967)
- (7) 木下サキ：熊本女子大学学術紀要、20, 29 (1968)
- (8) R.M.Pangborn : Food Research, 25, 245 (1968)
- (9) 三平和雄編：統計的実験計画法、産業図書
- (10) 吉川誠次、佐藤信：食品の品質測定、光琳書院
- (11) 浅井晃、村上正康：P.G. ホーエル初等統計学、培風館