

## Phenylthiocarbamide を中心とした味覚の研究

三 浦 春 恵      寺 岡      宏

味覚は生理学的には、舌を中心とする味細胞に対し、化学物質を適当刺激として与えた場合の化学的反応と考えられる。しかし、その内容の分析には曖昧な点が多く、明確に表現することが、現在では困難とされている。しかしながら、味覚の感度テストとしては、化学的純粋物質の溶液を用いてその閾値を測定するといった方法が現在広く用いられており、またこの値をもととして味覚物質の味の強さを示す標準とされている。さらにこの閾値におよぼす種々の条件の影響についても、従来いくつかの研究が行なわれてきた。しかし、これらの実験結果を比較するとき、その間にかかなりの相違がみられる現状である。このことは一つには、味覚は非常に個人差が大きいことと、さらにその判断に主観的な要因が大きく入ってくること、また味覚の強さを数量的に扱いにくい点などが、その原因となつていると考えられる。こういった種々の不確定な要因を内容とする味覚形質を、合理的に取り扱うためには、統計的な方法が必須条件となつてくる。すなわち、一つの実験集団における測定値から、母集団における値の幅を推定すること、そして仮説に対しては、その成立の可能性を検定するといった方法が必要とされる。本論文は、以上のような統計的な方法を味覚形質について適用することを目的とした。

一方、日常の食生活上食物の味は重要な役割を果たしていることはいうまでもない。食味は食物からくる外部的刺激と、体内の条件による多くの因子とが互に影響しあつて味われる。すなわち単に甘鹹苦酸の基本的な味覚物質の種類がちがひのみでなく、他の感覚（嗅覚、皮膚感覚、視覚）との複合感覚による場合が多い。

さらに年齢、性別、経験、健康状態、精神状態、注意力、練習、嗜好、環境などによりその食味が大きく左右される。そのため食味の問題は多数の複雑な組み合わせによるものであり、それら個々の因子の解明は困難な点が多い。

食物調理の効果の判定は、食味の面からはこうした各人の官覚による評価にまつわけである。そこで、その主要な部分をしめる純然たる味覚について、学生のもつ味覚に対する個人の幅をすることは、食味の評価、判定の一つの手がかりとなり、調理上味つけにおよぼす根本的な要素と考えられる。すなわち、個人の味覚の感受性に幅がある以上、味覚物質の使用量には必ず一定の幅をもたせるよう考慮されなければならない。また食生活の近代化により各種のインスタント食品の流行がみられ規格化された既成食品の味が作り出されている。こうした画一化された味に対して個人の嗜好に、より満足を与える味つけの変化が要求される傾向が今後一層強くなつてくる。このような現代における調理教育上、調理の操作技術の科学的解明と相まって、個人の嗜好にあつた味つけの研究が重要な意味をもつものと考えられる。以上のことから本学学生を用いて、その味覚の実体を閾値平均値とその集団における変異の幅、他の味覚間の相関関係などを推定することを一つの目的としてこの研究はなされた。

以上のような目的と方法のもとに本実験においては味覚物質として Phenylthiocarbamide (以下P. T. Cと略す)を中心として用いた。これは従来から味覚の個人差を明瞭に表わす物質として知られており、一般には味細胞に対して苦味を与える物質として作用するが、しかしこ

れを感じない人もいることが報告されている。またこの性質は劣性の遺伝形質であることから、多くの遺伝学者によつてその研究に用いられている物質である。また PTC の味覚は、PTC に対してのみ特徴的なものであつて、他の物質に対する味覚とは関係をもたないことも報告されている<sup>(1), (2), (3)</sup>本研究においては、以上の主張をいろいろな面から検討した。

## 方 法

PTC を使つて、ほとんど味を感じない稀薄な溶液から濃厚なものまでの純粋溶液を作つて試料とし、これを薄い方から順に与えて各人の閾値を決定した。これによつて PTC 溶液の閾値に関して3つの集団に区分し、さらにこのグループ別を基礎として、他の味覚(食塩、蔗糖)との関係を明らかにした。

### 1. 対象 本学学生 405 人(延人員)

18歳~19歳女子

平均1回実施人員 20名前後

### 2. 場所 本学調理実習室

一テーブルに4~5人着席

### 3. 試料

①溶液 一度わかした水道水を15°Cにさまして次の濃度の溶液を作つた。

段階 PTC 溶液の濃度

1	$1 \times 10^{-8}M$ (0.00001%)
2	$2 \times 10^{-8}M$ (0.00002%)
3	$5 \times 10^{-8}M$ (0.00005%)
4	$10 \times 10^{-8}M$ (0.00015%)
5	$15 \times 10^{-8}M$ (0.00022%)
6	$20 \times 10^{-8}M$ (0.00030%)
7	$25 \times 10^{-8}M$ (0.00038%)
8	$35 \times 10^{-8}M$ (0.00052%)
9	$50 \times 10^{-8}M$ (0.00076%)
10	$70 \times 10^{-8}M$ (0.00105%)
11	$100 \times 10^{-8}M$ (0.00152%)

食塩溶液の濃度

1	$1 \times 10^{-3}M$ (0.0005%)
2	$2 \times 10^{-3}M$ (0.0010%)
3	$5 \times 10^{-3}M$ (0.0025%)

4	$10 \times 10^{-3}M$ (0.0050%)
5	$20 \times 10^{-3}M$ (0.0100%)
6	$50 \times 10^{-3}M$ (0.0250%)
7	$100 \times 10^{-3}M$ (0.0500%)

蔗糖溶液の濃度

1	$0.1 \times 10^{-2}M$ (0.03423%)
2	$0.2 \times 10^{-2}M$ (0.06846%)
3	$0.4 \times 10^{-2}M$ (0.13692%)
4	$0.6 \times 10^{-2}M$ (0.20738%)
5	$0.8 \times 10^{-2}M$ (0.27384%)
6	$1.0 \times 10^{-2}M$ (0.34230%)
7	$2.0 \times 10^{-2}M$ (0.68460%)

以上の段階を基礎とし、計算の取扱上統合したものもある。

②温度 0°C および 15°C の溶液の場合には、電子冷却器を用い、30°C および 45°C の溶液の場合には、恒温槽を用いた。試料を各人に与えるために用いた容器も予め必要温度に保持するようにした。

③一回の分量 2~3 cc

④容器 白色陶器製の同一の器 (20cc容量)

### 4. 検査時間 食前食後をさけた。

注意事項 1. 着席時にはできるだけ距離を置いて着席せしめ、私語などにより各員が他人の影響を受けないように注意を与えた。2. 試料は渡されると同時に速かに口に入れ、舌全面で充分味わうようにすること。3. 試料と試料の間の休息中に口中に残る呈味は、唾液によつて除くようにして次の試料を配つた。

### 5. 結果の記載要領

各人にそれぞれ調査用紙をわたし、味覚の種類を①酸味、②塩味、③苦味、④甘味とし、番号を記入するとともに感じ方については下記記号によつて分類記入させた。

はつきりあるといった感じ	++
かすかに感じる	+
はつきりしないが何かを感じる	+—
感じない	—

感じない(—)の対照として実験前に同温の水道水を同量与えて、これを(—)の基準と

させた。

### 結果と考察

#### 1. PTC 溶液の閾値の分布について.

0°C と 30°C について、前記の方法にしたがって各人の閾値を測定した。これらの結果をまとめて図 1, 2 に示すような各閾値の段階毎の人数が得られた。図 1, 2 の結果から PTC 溶

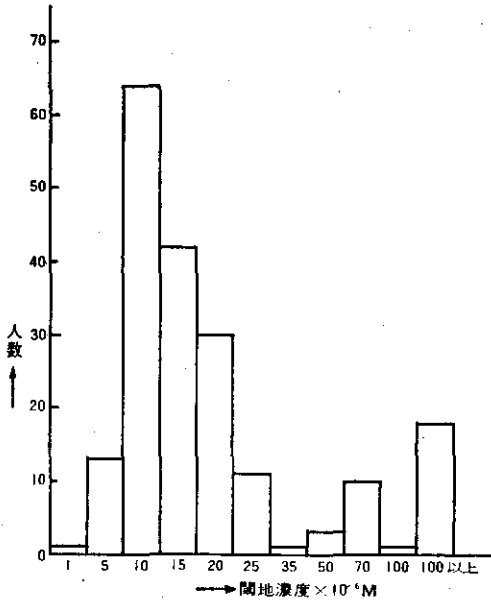


図1. 0°C PTC 溶液の閾値の分布

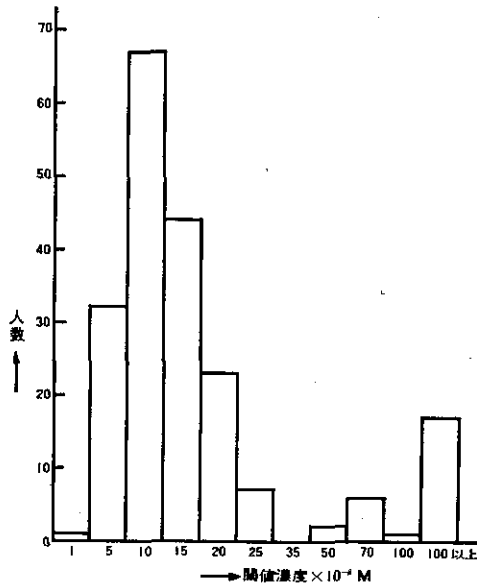


図2. 30°C PTC 溶液の閾値の分布

液の  $35 \times 10^{-6} \text{M}$  までに閾値をもつグループ、 $100 \times 10^{-6} \text{M}$  までに閾値をもつグループおよびそれ以上の閾値グループとでは、味覚能力において段階的な差を有する集団ではないかと推察される。この点を確認するため、本論文においては母集団が三つの上記グループを内包することを作業仮説として採用し、PTC 溶液閾値  $35 \times 10^{-6} \text{M}$  までのグループを A グループ、 $100 \times 10^{-6} \text{M}$  までのグループを B グループ、 $100 \times 10^{-6} \text{M}$  以上のグループを C グループと分類し、この分類がもつ妥当性を後記の統計的方法によって検定することとする。

#### 2. 各グループ別の閾値の平均値と標準偏差について.

図 1, 2 に記載されている人数をもとにして A および B グループの閾値平均値および標準偏差を次の式にしたがって計算した。

$$\begin{aligned} x_i &= \text{閾値段階} \\ n_i &= \text{人数} \\ N &= \text{総数} \\ \bar{x} &= \frac{1}{N} \sum_{i=1}^k n_i x_i \\ (\text{平均}) \end{aligned}$$

$$S = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^k (x_i - \bar{x})^2 n_i}$$

(標準偏差)

計算の結果を表 1, 2, 3, 4 に示す。

閾値平均値については表 1, 2 の結果から、A グループにおいては 30°C の方が 0°C のものより値が低くなっている。これに比べて表 3, 4 の B グループにおいては、30°C のものと 0°C

表1. 0°C P.T.C 溶液の閾値 A グループの平均値及び標準偏差

$x_i$ $\times 10^{-6} \text{M}$	$n_i$	$n_i x_i$ $\times 10^{-6} \text{M}$	$n(x_i - \bar{x})^2$
1	1	1	169
5	13	65	1,053
10	64	640	1,024
15	42	630	42
20	30	600	1,080
25	11	275	1,331
35	1	35	449
$\Sigma$	162	2,246	5,148
			$\bar{x} = 13.8$ $\times 10^{-6} \text{M}$
			$S = 5.64$ $\times 10^{-6} \text{M}$

表2. 30°C P.T.C 溶液の閾値Aグループの  
平均値及び標準偏差

xi ×10 <sup>-4</sup> M	ni	ni xi ×10 <sup>-4</sup> M	n(xi - $\bar{x}$ ) <sup>2</sup>
1	1	1	126
5	32	160	1,670
10	67	670	322
15	44	660	344
20	23	460	1,400
25	7	175	1,143
35	0	0	0
Σ	174	2,126	5,005
		$\bar{x} = 12.2$ ×10 <sup>-4</sup> M	S = 5.37 ×10 <sup>-4</sup> M

表3. 0°C P.T.C 溶液の閾値Bグループの  
平均値及び標準偏差

xi ×10 <sup>-4</sup> M	ni	ni xi ×10 <sup>-4</sup> M	n(xi - $\bar{x}$ ) <sup>2</sup>
50	3	150	1,200
70	10	700	0
100	2	200	1,800
Σ	15	1,050	3,000
		$\bar{x} = 70$ ×10 <sup>-4</sup> M	S = 14.6 ×10 <sup>-4</sup> M

表4. 30°C P.T.C 溶液の閾値Bグループの  
平均値及び標準偏差

xi ×10 <sup>-4</sup> M	ni	ni xi ×10 <sup>-4</sup> M	n(xi - $\bar{x}$ ) <sup>2</sup>
50	2	100	722
70	6	420	6
100	1	100	961
Σ	9	620	1,689
		$\bar{x} = 69$ ×10 <sup>-4</sup> M	S = 14.5 ×10 <sup>-4</sup> M

のもの間にほとんど変化はみられない。これらの各平均値の違いが統計的に有為なものか否かを次の式によつて確めた。

- $\bar{x}_1 = 0^\circ\text{C}$  閾値平均値
- $\bar{x}_2 = 30^\circ\text{C}$  閾値平均値
- $n_1 = 0^\circ\text{C}$  標本数
- $n_2 = 30^\circ\text{C}$  標本数
- $s_1 = 0^\circ\text{C}$  標準偏差

$s_2 = 30^\circ\text{C}$  標準偏差

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{n_1 s_1^2 + n_2 s_2^2}{n_1 + n_2}}} \sqrt{\frac{n_1 n_2 (n_1 + n_2 - 2)}{n_1 + n_2}} \dots (1)$$

(1)式によつて計算された t の値を t 表自由度 ∞ の値と比較した。計算の結果 A グループのものでは  $t = 2.66$  となり、これは 1% 危険率の値 2.576 よりも多い。それゆえ 30°C と 0°C の閾値平均値の相違は統計的に非常に有意なものであることが判つた。これに反し B グループのものでは  $t = 0.019$  となり 5% 危険率の値 1.960 よりも小さい。それゆえ B グループにおいては 0°C と 30°C の閾値平均値には相違がないことが確認された。

A グループにおいてみられた 0°C と 30°C の閾値平均値の相違の原因については、1. 温度による味細胞の感受性の変化。2. 経験的要素にもとづく期待値によるものがあげられるが、この点については本論文14の部分で扱うことにする。

3. A および B グループ母集団閾値平均値および標準偏差の推定。

0°C および 30°C の P.T.C 溶液に関する実験は、本学女子学生 200 名についてのものである。これを基礎として母集団平均値を次の式により推定した。

- $m$  = 母集団平均値
- $\bar{x}$  = 標本平均値
- $s$  = 標本標準偏差
- $n$  = 標本数
- $t$  = 自由度 ∞ における t 表の値
- 99% 信頼度  $t = 2.576$
- 95% 信頼度  $t = 1.960$
- $m = \bar{x} \pm \frac{s}{\sqrt{n}} t$

また同様に表 1 ~ 4 で求めた標準偏差を基礎として、母集団における標準偏差を次の式によつて計算した。

- $s$  = 標本標準偏差
- $\sigma$  = 母集団標準偏差
- $L$  = 信頼度 95% 及び 99% の場合の母集団分散下限の信頼区間を求める為の係数表よりの値
- $U$  = 信頼度 95% 及び 99% の場合の母集団分散上限の信頼区間を求める為の係数表よりの値

$$Ls^2 < \sigma^2 < Us^2$$

計算の結果を表5に示す。これにより母集団

表5. 母集団閾値平均値及び標準偏差

グループ 信頼度 温度		母集団閾値平均値 $\times 10^{-4}M$			
		Aグループ		Bグループ	
		0°C	30°C	0°C	30°C
99%信頼度		12.9 < m < 15.1	11.2 < m < 13.3	58.6 < m < 81.4	54.6 < m < 83.4
95%信頼度		13.1 < m < 14.9	11.4 < m < 13.0	61.9 < m < 78.1	57.3 < m < 80.7
グループ 信頼度 温度		母集団標準偏差 $\times 10^{-4}M$			
		Aグループ		Bグループ	
		0°C	30°C	0°C	30°C
99%信頼度		5.1 < $\sigma$ < 6.7	4.85 < $\sigma$ < 6.30	10.0 < $\sigma$ < 28.0	9.2 < $\sigma$ < 37.4
95%信頼度		5.2 < $\sigma$ < 6.43	4.95 < $\sigma$ < 6.10	11.0 < $\sigma$ < 24.0	10.2 < $\sigma$ < 29.3

における閾値平均値についても、Aグループの場合2と同様に30°Cの方が0°Cの値より低くなっていることがわかる。またBグループについて閾値平均値および標準偏差の相違は統計的には無意である範囲でみられることがわかった。また表5の結果からAグループとBグループの間に閾値平均値および標準偏差について段階的な相違が存在することがわかった。

#### 4. 味覚の幅について。

2, 3によりAおよびBグループはPTC溶液閾値に関する味覚能力に差のあることが認められたが、さらに母集団平均閾値を中心として約半数の成員が含まれる閾値の幅を次の方法によつて計算した。この集団は後に示すように正規分布を示さないが、この集団の成員の少なくとも半分が含まれる範囲をXとして次式を仮定した。

$$m_1 - s < X < m_2 + s \dots\dots\dots(2)$$

$m_1$  = 母集団平均値の下限値

$m_2$  = 母集団平均値の上限値

$s$  = 母集団標準偏差の上限値

5表の数値をもつて(2)式により計算した結果を表6に示す。この結果Aグループ内においては閾値の上で0°Cおよび30°Cとも約3.5倍の幅をもつことがわかり、同じくBグループ内の0°Cおよび30°Cにおいて3~4倍の幅を必要

とすることが推定された。統計的に一応等質と

表6. P.T.C 溶液の閾値の幅について

グループ 温度		Aグループ		Bグループ	
		0°C	30°C	0°C	30°C
$\frac{m_2 + s}{m_1 - s}$		3.2	3.6	2.7	3.9

考えられる各グループ内においてもその成員の味覚能力には相当の差をもつことが考えられる。

#### 5. 味盲率の母集団推定。

本実験における分類のグループ別においてCグループに相当するものを味盲者として扱うことにする。0°CにおけるA, B, Cグループの構成は表7のようになる。

表7. P.T.C 溶液の閾値に関する各グループの人員構成

	Aグループ	Bグループ	Cグループ
人数	162.	15.	23.
%	81.0	7.5	11.5

上記の表の結果11.5%の味盲者が認められるが、この値は以前に報告されてある味盲者率の値と比べて差があるか否かが問題になる。松永らによれば無味者群が12%であることが報告さ

れており<sup>(4)</sup>本実験の値とほとんど一致している。これに対して古畑らによれば味盲者率が6~8%と報告されている。<sup>(5)</sup>この値が現在の実験における11.5%の値と統計的に同一集団に属するものと考えられるか否かを $\chi^2$ テストによつて検定した。

$m_1 = 8\%$ に相当する味盲者数 (16人)

$m_1 =$ 本実験における有味者数 (177人)

$x_1 = 92\%$ に相当する有味者数 (184人)

$$\chi^2 = \frac{(x_1 - m_1)^2}{m_1} + \frac{(x_2 - m_2)^2}{m_2} \dots \dots \dots (4)$$

(3)式による計算の結果 $\chi^2 = 2.41$ となる。

自由度1, 5%危険率における $\chi^2 = 3.841$ の値と比較して, 上記の値は低く, このことから8%の値から11.5%の値が出現する可能性が統計的に認められる。 $\chi^2$ の値を逆算することによつて8%集団から11.5%の値は約12.4%の頻度で出現する可能性が計算された。上記と同様の方法でもつて, 前記の下限に相当する6%の値から11.5%の値の出現の可能性を検定した。その結果 $\chi^2 = 5.93$ となり, 自由度1, 危険率5%の時の $\chi^2 = 3.841$ よりも値が高くなる。このことから6%の母集団からは11.5%の値が出現することは統計的にほとんど認められない。 $\chi^2$ の式を逆算することにより6%の値から11.5%の値の出現する頻度は2%であることがわかつた。以上の計算から, 結論されることとして, 母集団における味盲者率は8%~12%の値の変動を示すことが推定された。

**8. PTC溶液の温度変化と閾値との関係。**

種々の物質の味覚は, 温度の変化によつてその感受性がかなり変動することが報告されている。すなわち一般に常温から0°Cに冷却すると, すべての味覚は温度の影響を受け, 特に苦味は著明で約 $1/30$ になると報告されている<sup>(6,7)</sup>。そこでPTC溶液の閾値におよぼす温度の影響を解明するために, 0°Cと30°Cの時の閾値を個人毎に比較した。その結果表8のような分布を示すことがわかつた。表8についても温度が高くなれば味覚が鋭くなることがみられる。このことは一つには温度が高くなることにより, 味細胞の刺激に対する感受性が増大するという

**表8. 0°Cと30°CにおけるPTC溶液の閾値の個人別比較**

	人数	%
温度が高くなれば味覚が鈍くなる場合	44	22.0
温度が高くなれば味覚が鋭くなる場合	89	44.5
温度によって変化がない場合	67	33.5

ことがあるが, また一つには本実験において0°Cの実験の後に30°Cの実験を実施したことによる期待値が含まれているのではないかと考えられる。そこで表8について温度が高くなれば味覚が鈍くなる場合, 鋭くなる場合, 変化のない場合をそれぞれ等しい割合に出現すると仮定して, 実測値について $\chi^2$ テストを試みた。その結果 $\chi^2 = 13.31$ となり, この値は自由度2, 危険率1%の時の $\chi^2 = 9.210$ の値より高くなるから, この集団についての仮説からは, この実測値の出現することは統計的にほとんど認められない。したがつてこの実測値にみられた温度が高くなれば味覚が鋭くなる傾向は, 統計的に有意なものであることが確認できた。

**7. 0°Cと30°Cにおける閾値分布の検定。**

前項では0°Cと30°CにおいてPTC溶液の閾値の平均値はAグループについては相違があり, Bグループについては有意な差が認められないことがわかつたが, この相違をさらに分布率の検定によつて解明した。0°Cと30°Cの閾値分布について $\chi^2$ テストを行なつた結果を表9に示す。表9の結果から0°Cと30°Cにおいては

**表9. 0°Cと30°CにおけるP.T.C溶液の閾値の分布率の検定 全体に対する%**

段階	濃 度	0°C	30°C	$(x_1 - m_1)^2$	$\frac{(x_1 - m_1)^2}{m_1}$
		$(x_1)$	$(m_1)$		
1	1×10 <sup>-4</sup> M	0.5	0.5	0.	0
2	5×	6.5	16.0	91.0	5.70
3	10×	32.0	33.5	2.3	0.07
4	15×	21.0	22.0	1.0	0.05
5	20×	15.0	11.5	12.3	1.70
6	25~50×	9.0	4.5	20.5	4.60
7	70~100×	8.5	3.5	25.0	7.20

$\chi^2 = 19.30$

その閾値分布が99%の信頼度をもつて異なることが主張される。この原因として味覚能力の相違に基づくものと経験的要素に基づくものとの両者の要因が作用しているものと考えられる。

8. P.T.C 溶液に対する A グループの分布曲線

図1, 2にあるAグループの分布が, 統計的によどのような分布を示す集団であるかを検定した。最初にAグループが正規分布を示すか否かを次の式により計算した。

$x$  = 閾値

$\bar{x}$  = 閾値平均値

$s$  = 標準偏差

$N$  = 総数

$f_m$  = 理論的頻度

$$x' = \frac{x - \bar{x}}{s} \dots\dots\dots(4)$$

(4)式によつて計算された $x'$ を(5)式に代入する

$$E(x') = \int_{-\infty}^{x'} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{x'^2}{2}} dx \dots\dots\dots(5)$$

$$f_m = 4E(x') \times N \dots\dots\dots(6)$$

(6)式による計算の結果を表10, 11に示す。表10, 11に示された理論的頻度と実測値との相違を検定するため,  $\chi^2$  テストを両者について行なつた。この結果表10については  $\chi^2 = 23.3$ , 表11については  $\chi^2 = 50.0$  となり, 何れも信頼度99%をもつて, 0°C と 30°C における A グループの分布が正規分布曲線に適合しないことがわつた。次に 0°C の A グループがポアソン分布曲線に適合するか否かを次の式によつて計算

表10. 0°C P.T.C 溶液の閾値Aグループ  
正規分布による理論的頻度

段階 $x \times 10^{-4}M$	人数 $f$	$x' = \frac{x - \bar{x}}{s}$	$4E(x')$	$f_m$
0 ~ 1	1	-2.59 -2.39	0.0036	0.6
1 ~ 2	4	-2.39 -2.20	0.0091	1.5
2 ~ 5	9	-2.20 -1.61	0.0398	6.5
5 ~ 7.5	33	-1.61 -1.12	0.0777	12.6
7.5~10.0	31	-1.12 -0.63	0.1329	21.7
10.0~15.0	42	-0.63 0.35	0.3725	61.0
15.0~20.0	30	0.35 1.33	0.2714	44.4
20.0~25.0	11	1.33 2.31	0.0814	13.3
総計	161		0.9884	161.6

表11. 30°C P.T.C 溶液の閾値Aグループ  
正規分布による理論的頻度

段階 $x \times 10^{-4}M$	人数 $f$	$x' = \frac{x - \bar{x}}{s}$	$4E(x')$	$f_m$
0 ~ 1	1	-2.27 -2.09	0.0785	13.8
1 ~ 5	32	-2.09 -1.34	0.2508	44.1
5 ~ 10	67	-1.34 -0.41	0.3576	63.0
10 ~ 15	44	-0.41 0.52	0.2280	40.2
15 ~ 20	23	0.52 1.45	0.0735	12.9
20 ~ 25	7	1.45 2.39		
25 ~ 35	0	2.39 4.25		
総計	174		0.9884	174.4

した。

$f$  = 頻度

$f_m$  = 理論的頻度

$x$  = 閾値段階

$K$  = 平均値

$N$  = 総数

$$f_m = \frac{NK^x}{x!} e^{-K} \dots\dots\dots(7)$$

上の(7)式によつて計算した理論的頻度を表12に示す。表12に示された理論的頻度と実測値の

表12. 0°C P.T.C 溶液の閾値Aグループ,  
ポアソン分布による理論的頻度

段階 $x \times 10^{-4}M$	$x$	$f$	$f_m$
0 ~ 5	1	14	27.6
5 ~ 10	2	64	38.6
10 ~ 15	3	42	36.0
15 ~ 20	4	30	25.3
20 ~ 25	5	11	14.1
25 ~ 35	6	1	6.6

相違を検定するため  $\chi^2$  テストを行なつた。その結果  $\chi^2 = 30.6$  となり, 95% の信頼度をもつて, この分布がポアソン分布に適合しないことが明らかになつた。以上の計算の結果から A グループの分布は, 概括的にみて閾値濃度の低い範囲では, やや正規分布に近い形を示し, 閾値の高い範囲ではポアソン分布に近い形を示すことがみられた。なお B グループについては標本数が少なく, この検定は行なわなかつた。

9. 閾値以前の P.T.C 味覚について。

P.T.C は閾値以上の濃度においては苦味を与

えるが、閾値以前の濃度においては甘味を与えることが報告されている。本実験においても0°Cおよび30°Cにおいて閾値以前に感じた味覚を酸味、塩味、甘味に分けて調査した。調査は閾値によつて3グループにわけ、 $10 \times 10^{-6} M$

までの閾値のものを①グループとし、 $20 \times 10^{-6} M$ までの閾値のものを②グループとし、 $50 \times 10^{-6} M$ までのものを③グループとした。表13にその結果を示す。表13の結果から一般的にみてPTC溶液は閾値以前において、甘味および酸味を

表13. P. T. C 溶液の閾値以前に感じた味覚

各段階毎の人員に対する% (人数)

温度 閾値 (人員) 味覚 種類	0°C P. T. C			30°C P. T. C		
	① $10 \times 10^{-6} M$ (78)	② $20 \times 10^{-6} M$ (72)	③ $50 \times 10^{-6} M$ 以上 (50)	① $10 \times 10^{-6} M$ (100)	② $20 \times 10^{-6} M$ (67)	③ $50 \times 10^{-6} M$ 以上 (33)
酸味 %	(12) 15.0	(16) 22.0	(7) 14.0	(22) 22.0	(12) 18.0	(7) 21.0
塩味	(1) 1.0	(7) 10.0	(4) 8.0	(4) 4.0	(7) 10.0	(2) 6.0
甘味	(14) 18.0	(27) 38.0	(7) 14.0	(27) 27.0	(15) 22.0	(9) 27.0
感じない	(51) 65.0	(22) 30.0	(32) 64.0	(53) 47.0	(33) 50.0	(15) 46.0

与えることが多いことがわかつた。酸味および甘味を与える比率については、 $\chi^2$ テストを行ない、その相違を検定した。その結果0°Cにおいては甘味と酸味の $\chi^2 = 13.2$ となり、また30°Cにおいては $\chi^2 = 3.7$ となつた。以上の結果から0°Cにおいては酸味に比べて甘味がより多く感じられ、この差は統計的に有意なものであることがわかる。しかし30°Cにおいては甘味と酸味を感じる度合は統計的に差があるとはいえない。30°Cおよび0°Cにおいて少数のものがPTC溶液の閾値前で塩味を感じているが、これを甘味を感じる度合との間で $\chi^2$ テストを行なつた。その結果0°Cにおいては $\chi^2 = 372$ 、30°Cにおいては $\chi^2 = 220$ となり、甘味を感じる度合が塩味を感じる度合に比較して統計的に非常に有意性をもつて多いことが認められた。塩味を感じる度合が10%程度の数字を示すものがあるが、この程度の誤差は官能調査のような個人の主観的判断に基礎をおくテスト方式においては、不可避的なものと考えられる。次にグルー

プ毎の甘味、酸味、塩味を感じる度合の相違を $\chi^2$ テストによつて検定した。その結果0°Cにおいては①と②のグループ間および①と③のグループ間において $\chi^2$ の値はそれぞれ5%危険率に相当する $\chi^2$ の値以上になり、①と②および①と③の間に統計的に有意な差のあることがわかつた。30°Cにおいては①と②のグループにおいては、有意な差が認められるが①と③の間には有意な差は認められない。

#### 10. 食塩溶液と蔗糖溶液の閾値、およびその相関について。

PTC溶液の閾値と食塩および蔗糖溶液の閾値の相関関係を調べるため、15°C食塩溶液および45°C蔗糖溶液の閾値濃度を調べた。その結果は図3、4に示すような分布となつた。図3における食塩溶液の平均閾値は $40.0 \times 10^{-3} M$ 、また標準偏差は $27.7 \times 10^{-3} M$ 、図4における蔗糖溶液の場合の平均閾値は $1.55 \times 10^{-2} M$ 、また標準偏差は $0.89 \times 10^{-2} M$ となる。次に食塩溶液の閾値と蔗糖溶液の閾値との間の相関関係を次



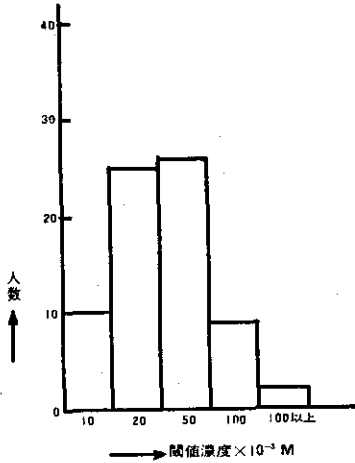


図3. 15°C食塩溶液閾値の分布

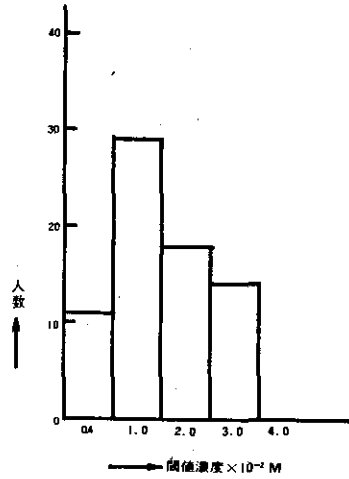


図4. 45°C蔗糖溶液閾値の分布

の式によつて計算した。

r = 相関係数

$x_i$  = 食塩溶液閾値

$y_i$  = 蔗糖溶液閾値

$\bar{x}$  = 食塩溶液平均閾値

$\bar{y}$  = 蔗糖溶液平均閾値

$$r = \frac{\sum_{i=1}^{79} (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\left\{ \sum_{i=1}^{79} (x_i - \bar{x})^2 \right\} \left\{ \sum_{i=1}^{79} (y_i - \bar{y})^2 \right\}}} \dots\dots(8)$$

(8)式の計算の結果  $r = 0.483$  となり、両者の間の相関係数の有意性が1%の危険率をもつて主張されることがわかつた。

前項1においてPTC溶液の閾値に関して、3つの異なる集団が存在することを仮説として設定したが、以上の仮説にもとづいてPTC溶液の各グループ毎に分けた蔗糖溶液と食塩溶液との閾値の相関係数を求めた。その結果を表14

表14. P.T.C 溶液閾値と食塩溶液及び蔗糖溶液の閾値の相関係数

x	y	人員(人)	r	$r\rho$
P.T.C Aグループ	15°C食塩溶液と 45°C蔗糖溶液	10	0.212	0.684 ~ -0.385
〃 Bグループ	〃	10	-0.418	0.175 ~ -0.787
〃 Cグループ	〃	11	0.606	0.857 ~ 0.121

に示す。(8)式によつて計算された標本相関係数を用い、次の式によつて規定される方法によつて、母集団相関係数  $r\rho$  を計算した。

r = 標本の相関係数

n = 標本数

$r\rho$  = 母集団相関係数

t = Student の t 分布表より求めた90%信頼度の時の値 ( $t = 1.64$ )

$$z = \frac{1}{2} \log_e \frac{1+r}{1-r}$$

$$z + \frac{t}{\sqrt{n-3}} > z\rho > z - \frac{t}{\sqrt{n-3}}$$

$$z\rho = \frac{1}{2} \log_e \frac{1+r\rho}{1-r\rho} \dots\dots(9)$$

(9)式によつて規定される  $r\rho$  の値を表14に記載した。表14の結果からAおよびBグループについては、両者の間には有意な相関が認められないことがわかつた。これに対してCグループにおいてのみ、5%の危険率においてその相関の有意性が認められることがわかつた。

11. 食塩溶液と蔗糖溶液の閾値におよぼす温度の影響.

前項10の実験において食塩溶液は15°C, 蔗糖溶液は45°Cのものを使用した, これらの温度において観察された閾値が, 食塩溶液および蔗糖溶液の閾値を決定する目的にとつて, 妥当なものであるか否かを次の実験によつて検討した. 食塩溶液および蔗糖溶液をそれぞれ0°C, 15°C, 30°C, 45°Cの4段階に分け, 各段階毎の閾値を16名の標本について調べた. そして低い温度から高い温度へ移つた場合の蔗糖値の変化の状態を次の15表にまとめた. 表15において,

表15. 食塩溶液及び蔗糖溶液の温度の変化のおよぼす閾値への影響

(→は変化の方向を示す)

温度 閾 値		0°C→45°C	0°C→30°C	15°C→45°C
		食塩溶液	6人	8人
食塩溶液	敏感になる	6人	8人	7人
	鈍感になる	4	2	4
	変わらない	0	6	5
蔗糖溶液	敏感になる	11	10	7
	鈍感になる	2	3	7
	変わらない	3	3	2

食塩溶液の場合は, 温度の上昇にしたがつて, 味覚の敏感になるものがやや多くみられる. この傾向は蔗糖溶液の場合に, よりはつきり認められる. 次に同一人において温度の上昇に伴う味覚の変化が食塩溶液の場合と蔗糖溶液の場合で, 同一傾向がみられるかどうかを検定するために, 次の表16をまとめた. 表16においては,

表16. 温度による閾値の変動

蔗糖溶液 食塩溶液	温度により変化のない場合	温度が高くなれば味覚が鈍くなる	温度が高くなれば味覚が敏感になる
温度により変化のない場合	1人	2人	3人
温度が高くなれば味覚が鈍くなる場合	0	0	2人
温度が高くなれば味覚が敏感になる場合	2人	0	6人

0°Cから30°Cへの食塩溶液の温度変化に伴う味覚の変化と, 0°Cから45°Cへの蔗糖溶液の温度変化に伴う味覚の変化を組合わせた. 表16の結果食塩溶液および蔗糖溶液両方において, とともに温度の上昇にともない味覚が敏感になる傾向が強いことがうかがわれる. これに反して両方とも味覚が, 鈍感になる場合はまったくなく上の例と対照的な値を示している.

温度変化にともなう味覚の変化を統計的に処理するため, 表15に記載されたデータを下記のケンドールの一致係数wの式を使つて検討した.

s = 偏差平方和

m = 系列数(本実験においては4)

n = 順序数(本実験においては16)

$$w = \frac{12s}{m^2(n^2 - n)} \dots \dots \dots (10)$$

(10)式による計算の結果食塩溶液については, w = 0.147, 蔗糖溶液についてはw = 0.406となる. 以上の結果から食塩溶液については, 温度差に伴う蔗糖値の変化に一致性が極めて低く, 蔗糖溶液についてもその一致性があまり高くないことがわかる. この実験においては標本数が16であり, この結果, 統計的な取扱いが幾分困難であるが, 前項10において用いた食塩溶液15°C, 蔗糖溶液45°Cという値が, 本実験の目的に不適なものではないことが判明した.

12. PTC溶液の閾値と食塩溶液および蔗糖溶液閾値との相関関係について.

前述のように, PTCの味覚はPTCに対してのみ特徴的なもので, 他の物質に対する味覚とは関係をもたないことが報告されているが, 本研究においては, PTC溶液に対する閾値と食塩溶液および蔗糖溶液に対する閾値との間に相関関係があるかどうかを調べた. その結果について前記(8)式によつて計算した相関係数の値を次の表17に示す. 次に前項11と同様に標本相関係数から(9)式を用いて, 母集団相関係数を推定した. 計算の結果を表17に記載した. 表17の結果からPTC溶液の閾値と食塩溶液閾値との間には多少の相関関係が認められるが, 蔗糖溶液については, PTC溶液との間に相関が存在

表17. P.T.C 溶液閾値と食塩溶液及び蔗糖溶液の閾値の相関係数

x	y	人員 (人)	r	rp
0°C PTC溶液	15°C食塩溶液	31	0.402	0.625 ~0.124
	45°C蔗糖溶液	31	0.298	0.550 ~0.001

しないことがわかった。

13. PTC 溶液の閾値グループ別の食塩溶液および蔗糖溶液閾値分布の比較.

前項12においてはPTC溶液の閾値と食塩溶液および蔗糖溶液閾値との間の相関係数を計算したが、この計算においては、標本集団の均一性については考慮されていない。その結果前項の方法によつて計算された相関係数が母集団の特性を客観的に反映するか否かについては問題が残されている。この点に関しては前項1でPTC溶液の閾値に3つの異なる集団が存在することを仮定したが、この仮定にもとづいてそれぞれの集団毎に、食塩溶液および蔗糖溶液の閾値がどのように分布するかを表18にまとめた。表18においては各閾値はPTC溶液は0°Cのもの

表18. P.T.C グループ別における食塩及び蔗糖溶液の閾値段階の比較(数字は人数)

PTC 溶液 段階 グループ	食塩溶液 閾値段階					蔗糖溶液 閾値段階					
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	6
Aグループ	3	5	1	1	0	2	4	3	1	0	0
Bグループ	1	3	3	1	2	1	3	2	2	2	0
Cグループ	1	2	6	2	0	1	3	2	2	1	2

の蔗糖溶液は45°Cのもの、食塩溶液は15°Cのものをそれぞれ基準とした。表18において概略的にはPTC溶液閾値段階が、AグループからB、Cグループへと移るにしたがつて、食塩溶液および蔗糖溶液の閾値がそれぞれ、高濃度の方向へ分布してゆく傾向がみられるが、この分布の様式をPTCの各グループ毎について $\chi^2$ テストを行ない検討した。その結果を表19に示す。表19からAグループとBグループおよびB

表19. P.T.C 閾値グループ間の食塩溶液及び蔗糖溶液閾値分布の $\chi^2$ -値(5%危険率)

グループ 溶液	A : B		A : C		B : C	
	有意性		有意性		有意性	
食塩液溶	8.66	なし	14.36	あり	2.33	なし
蔗糖溶液	4.33	なし	17.31	あり	3.43	なし

グループとCグループの間には閾値分布に、有意な差は存在しないが、AグループとCグループの間には、非常に有意な分布の差があることが認められた。すなわちPTC味覚に関して敏感なグループと鈍感なグループとで、は他の味覚についても同様なグループとしての傾向を示すことがわかった。これらのことから考察して前項1において仮定したPTC溶液の閾値についての3つのグループの区分が他の味覚形質を考える場合の1つの要素としての意味をもつことが推察される。

14. 味覚テストにおよぼす経験的要素について.

食塩溶液および蔗糖溶液の閾値決定の実験の際に、閾値以前に感じた味覚をしらべてみると、食塩溶液の場合は苦味を感じたもの54%、酸味26%、甘味17%となつており、また蔗糖溶液の場合、閾値以前に45%のものが苦味を感じているが、その他の味覚に関してはほとんど感じていないことがわかった。このように閾値以前においてかなりの割合で苦味を感じているのは、この実験の対象となつた学生が以前にPTCテストを行なつており、苦味に関しての経験的な要素がこのような値を示す原因となつていのではないかと考えられる。以上の点を調べるため、PTCテストの経験のあるものとなないものを選び、食塩溶液および蔗糖溶液の閾値以前に感じる味覚の種類を調べた。その結果を表20に示す。表20の結果から食塩溶液および蔗糖溶液の何れの場合においても、PTCテストの経験があるグループで苦味を感じる割合が非常に高くなつていことがわかる。この点を統計的に確認するため $\chi^2$ テストを両者について行なつた。その結果食塩溶液については $\chi^2 = 95$ ,

表20. 閾値以前の味覚に及ぼす PTC テストの経験の影響

(数字は成員中それぞれの味覚を感じた者の割合%)

味覚の種類 PTCに対する 経験	食塩溶液閾値以前の味覚			蔗糖溶液閾値以前の味覚		
	苦味	酸味	甘味	苦味	酸味	甘味
PTCテスト 経験なし	31.3	50.0	6.3	37.5	6.3	0
PTCテスト 経験あり	66.7	11.1	22.2	50.0	0	0

蔗糖溶液については  $\chi^2 = 7$  となり、いずれの場合においても PTC テストの経験の有無が、閾値以前の味覚に対して非常に有意に影響をおよぼすことが明らかになった。次に味覚テストの形式すなわち、うすい溶液から次第に濃い溶液を与えていくようなテスト形態が他の味覚の閾値に対しても、一種の期待値を形成することによつて、閾値濃度を下げる可能性のあることが考えられる。この点を明らかにするため、PTC テストの経験のあるグループとないグループを選び、次の実験を行なった。すなわち、食塩溶液および蔗糖溶液の閾値の分布に、グループによる有意な差があるか否かを検定した。その結果を表21に示す。表21の結果、食塩溶液お

表21. 他の溶液の閾値におよぼす PTC テスト経験の影響

溶液濃度 PTC に対する 経験	食塩溶液閾値			蔗糖溶液閾値		
	20× 10 <sup>-3</sup> M	50× 10 <sup>-3</sup> M	100× 10 <sup>-3</sup> M	1× 10 <sup>-2</sup> M	2× 10 <sup>-2</sup> M	3× 10 <sup>-2</sup> M
PTCテスト 経験なし	0	88.0	12.0	6.4	50.0	43.6
PTCテスト 経験あり	18.5	66.7	14.8	54.0	34.5	11.5

よび蔗糖溶液の何れの場合に関しても PTC テストを行なったものの方が閾値濃度の低いものが多いことがわかる。食塩溶液の場合、PTC テストの経験の有無による閾値段階の分布の相違を  $\chi^2$  テストによつて検定したその結果  $\chi^2 = 42.6$  また蔗糖溶液の場合には  $\chi^2 = 99.2$  となり、何れの場合にもその差の有意性が明確に主張されることがわかつた。以上の結果官能テストに

おいては、味覚の経験的な要素とともにテスト形式のもつ経験的な要素も強力に作用することが主張される。

## 結 論

PTC 溶液に対する味覚およびこれと他の味覚との相関関係などを中心として統計的な方法による解析を行ない次の事柄を明らかにした。

1. PTC 溶液に対する閾値はその感受性において3つの異なる集団的構成を示すことが明らかにされた。すなわち 0°C における平均閾値は1つのグループでは  $13.8 \times 10^{-6}$  M (A グループとする)、他のグループでは  $70 \times 10^{-6}$  M (B グループとする) であつた。もう1つのグループでは  $100 \times 10^{-6}$  M 以上 (C グループとする) となり、これを味盲者として取扱つた。

2. 本実験においては味盲者率は11.5%となり、この値をもとにして母集団味盲者率の推定を行なつた。

3. PTC 溶液に対する味覚AグループとBグループにおいて、その集団の構成員の約半数を含む味覚の幅としては、約3~4倍の幅を必要とすることがわかつた。

4. PTC 溶液に対する味覚は温度が0°C から30°C に上昇するにつれ一般的には味覚が鋭敏になることがわかつた。

5. PTC 溶液に対するAグループの構成曲線を検定した結果、正規分布にもポアソン分布にも適合しない。その中間的な分布を示すことが判明した。

6. 0°C PTC 溶液は閾値以前において塩味、酸味に比べて甘味として感じられることが多いことが判つた。

7. 食塩溶液、蔗糖溶液の平均閾値、標準偏差、母集団平均値、母集団標準偏差などを求め、この閾値におよぼす温度の影響を調べた。その結果一般的にいつて温度の上昇にともなつて味覚が鋭敏になるものが多いことがわかつた。

8. 食塩溶液閾値、蔗糖溶液閾値とPTC溶液閾値との相関係数を計算した。その結果食塩

溶液との間には多少の相関関係が認められるのに反し、蔗糖溶液では両者の間に相関がみとめられないことが判つた。

9. PTC溶液に対するA, B, Cグループ別の食塩溶液, 蔗糖溶液の閾値分布曲線の比較の結果, PTC溶液に対するAグループとCグループの間では食塩溶液, 蔗糖溶液に関してそれぞれ閾値分布に有意な差が認められることが判つた。

10. 味覚テストにおよぼす経験的要素の影響を調べた。その結果味覚の質的内容についても、その閾値についても、それぞれ可成り有意な影響をおよぼすことがわかつた。

終りに本研究の実験に対して、ご協力いただいた本学副手および被験者の学生の方々のご厚意とご支援下さつた本学学長に深く感謝申し上げます。

#### 引用文献

1. 小 幡：食品の色香味 技報堂(1961). 189.
2. 時 実：基礎調理学 I 朝倉書店(1961). 17.
3. 田 中：基礎人類遺伝学 裳華房(1960). 111.
4. 松永外：札幌医学雑誌 6, 245. (1954).
5. 古畑外：遺伝の実験法 裳華房(1960). 158.
6. 高 田：食物の風味と調味料 光生館(1963). 21.
7. 栗田外：調理学 上 技報堂(1963). 71.