

## 味覚と運動

—官能検査手法の検討—

溝井 雅子 鵜飼 光子

Taste and Exercise ; with reference to the Method of Sensory Evaluation

Masako MIZOI Mitsuko UKAI

Some method of sensory evaluation was studied, in order to investigate the effect of exercise on taste ; especially sweet taste.

From the method of triangle test, some of factor caused to disturb for the test. The measurement of detection threshold from the method of limits, this method was carried out without any problem still of complicated techniques, the stable data was got by this method. These results suggests the measurement of detection threshold from the method of limits can be used for the investigation of the effect of exercise on taste.

Key word ; sensory evaluation, exercise, taste, triangle test, threshold, the method of limits

キーワード：官能検査、運動、味覚、3点識別試験法、閾値、極限法

摂食・摂水行動は個体保存の本能である食欲を満たすための重要な機能であるが、この摂食・摂水行動を健康と生命保持の目的に合うように調節しているのは口の感覚、特に味覚であり、味覚は舌や口腔の粘膜に広く分布している味蕾に化学物質分子が作用することによって生じさせられる感覚である<sup>1)</sup>。しかし、食品に対して我々が感じ取る味の感覚は、味蕾で受けとめられる純粋な味覚によるものだけではなく、温度や色、テクスチャー、香りはもとより、過去の食体験や食習慣、体の代謝機能や体液状態、精神状態など様々な因子によっても味の認知、嗜好は影響を受ける<sup>1)~11)</sup>。

一般に疲労時には甘味を要求するといわれるように、運動をすることにより甘味に対する嗜好や味覚が変動するであろうことは十分に予想される。嗜好について、筆者らは、運動後は平常時に比べて甘味の強い溶液が好まれる傾向にあることを既に確認しているが<sup>12)</sup>、味覚の変動については検索

中である。そこで、健全な若者に一定の運動負荷を行い、その前後に詳細な官能検査を行い、味覚の変動を検討することを目的として、図1のような実験計画をたてた。図に示したように、運動の直前と直後、加えて運動終了から30分後に官能検査を行う。(30分とは、本計画の運動負荷による身体的な疲労から回復するのに十分と考えた時間である。)この目的のためには官能検査手法が被験者にわかりやすく簡潔で、また短時間で行われることが必要である。

従来の官能検査手法によれば、官能検査室を設け、パネラーが十分に落ちついた状況で迷うことなく検査を受けられるように環境を整備し実施されることが望ましいとされている<sup>13)~15)</sup>。図1のような条件のもとで官能検査を行い、しかも数多くのパネラーを対象としてデータを求めることは従来の官能検査の方法だけでは困難と思われる。また、一定時間内に官能検査をくりかえし行なう

ことにより、練習効果あるいは疲労が生じることも考えられる<sup>16)</sup>。そこで筆者らは、運動負荷前後に有効な官能検査手法の確立を目的として、3点識別試験法<sup>17)</sup>および極限法<sup>18)</sup>の検討を試みたので報告する。

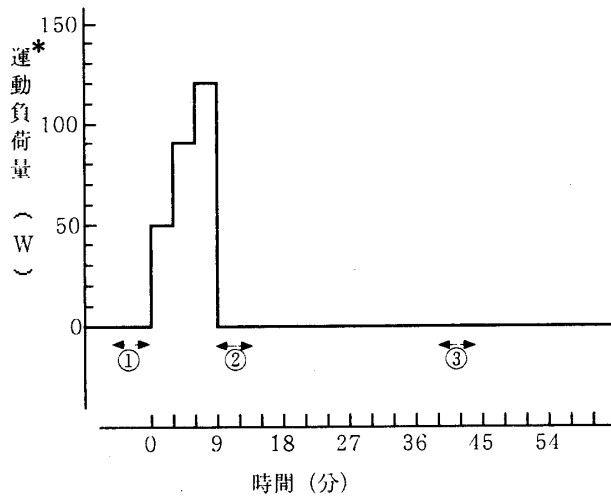


図1 運動負荷と官能検査を同時に行うための実験計画

\*：運動負荷は自転車エルゴメーターによる

①②および③：官能検査の実施を示す

## 方 法

### 1) 3点識別試験法の検討

#### (1) 試料

シュークロス（和光純薬、特級）を用い、閾値である0.01Mに調整した（試料B）。試料Aは蒸留水とした。

#### (2) 実験方法

3個で一組のコップに、試料Aおよび試料Bを、組み合わせと順序を考慮して6通りの方法（すなわち AAB、ABA、BAA、BBA、BABおよびABB）で30mlずつ注入した。コップはガラス製ですべて同一規格の物を用いた。被験者にはこのうちの一組をランダムに与え、図2の検査用紙に従って3個で1組の試験液の中から1つだけ異なる物を選ばせた。被験者は検査前には水道水で口をすすぎ、試料溶液は与えられた量内では自由に摂取することとした。検査前30分から検査終了時までは禁煙とした。

### (3) 検討項目

#### ① 試験液の温度

検査直前まで8℃の冷蔵庫に保管した試料溶液で官能検査を行なうグループと、室温放置した試料溶液で検査を行なうグループでの正答率を比較した。

#### ② 官能検査の実施時間

午前中に官能検査を行なうグループと午後検査を行なうグループとの結果を比較した。

#### ③ 練習効果の有無

初めて官能検査を受けたときの結果と、1～2週間前に同じ検査を受けたときとで結果の比較をした。

#### ④ 試料の組み合わせ及び順序効果

試料の組み合わせと順序を変えた6通りの方法（AAB、ABA、BAA、BBA、

直後\*

健康体育専攻 2年 クラスNo. 氏名

ストップウォッチの示す時間が9分から14分の間に行なって下さい\*\*

3種類の水を飲み比べ、1つだけ味の異なるものを選び、そのコップの番号の欄に○印をつけて下さい。

1	2	3

違うと感じた点、飲んでみて感じたこと等を自由に書いて下さい。

( )

図2 3点識別試験法に用いた検査用紙

\*および\*\*の表示は、検査時期と対応する

BAB、ABB)により正答率が異なるか、もし異なるならばどの程度かを確かめるために、各組み合わせ及び順序ごとの正答率を比較した。

⑤ 短時間内の繰り返しによる練習効果、疲労および試験液の組み合わせ

運動負荷を与えず、図1と同様の時間配分で官能検査だけを行なった。また、このとき、3回の官能検査に用いる試料の組み合わせを3回とも同じで行なうグループと3回ともランダムな組み合わせで行なうグループとの結果を比較した。

(4) 検定方法

各検討項目の結果の比較には符号検定あるいは $\chi^2$ 検定を用いた。

2) 極限法の検討

(1) 試料

シュークロス(和光純薬、特級)を以下の濃度に調整し、用いた。

①0.688%、0.344%、0.172%、0.086%、0.043%、0.022%(I)

②0.138%、0.688%、0.344%、0.172%、0.086%、0.043%(II)

③2.752%、0.138%、0.688%、0.344%、0.172%、0.086%(III)

(2) 実験方法

被験者1人あたり、3個で一組のコップを6組準備した。1組めには試料溶液のうち最も高濃度のものを、6組めには最も低濃度のものとなるように濃度の順に各組の1つの

専攻      クラス NO.      氏名			
3個で1組の試料のうち、1つだけ砂糖が入っています。 それを選んで○をつけなさい。			
	1	2	3
1組め			○
2組め			
3組め			
4組め			
5組め			
6組め			

図3 極限法を用いた閾値の測定に使用した検査用紙

コップに注入した。各組とも残りの2つのコップには蒸留水を注入した。注入量はいずれも15mlとした。被験者には1組目から順に全部で6組の検査を続けて行なわせ、各組の3つのコップのうち、どれがシュークロス溶液であるかをあてさせた。検査の前および各組の最初には蒸留水で口をすすがせた。試験液は15mlすべてを口に含み、5秒間味わってから吐き出させた。コップはすべて同一規格のプラスチック製の物を使用した。被験者には、各組とも1つがシュークロス溶液で残りの2つが蒸留水であること、シュークロス濃度は組がすすむごとに薄くなっていくことを前もって説明した。試験用紙を図3

に示した。

(3) 解析方法

各濃度における正判断率(p)を基に、偶然による確立を補正し(p'),最尤解法を用いたロジスティック解析により、p'=50%となるシュークロス濃度を求め、閾値とした。

結果と考察

1) 3点識別法

① 試験液の温度

舌の感度は15~30℃で鋭敏に働き、また、味物質自体のもつ味の強さも温度によって変化する<sup>19)</sup>。ただし、シュークロスの場合には

5～40℃の間では味の強さが変わらないという報告もある<sup>20)</sup>。

本実験では表1に示した結果が得られ、官能検査で用いる試験液を室温とした場合と冷却した場合には正答状況に違いは認められなかった。

本試験結果をもとに、試料は室温のまま官能検査を行なうこととした。

② 官能検査の実施時間

表1 3点識別試験法の正答状況と試験液の温度

試験液の温度	(人)		
	被験者数	正解者数	(割合)
室温	68	39	(57%)
冷却*	67	35	(52%)

\*：検査直前まで冷蔵庫（庫内温度8℃）に保管した  
\*\*：有意差なし（p=0.05）

官能検査の環境条件を考えると、被験者の体調等から、季節、時刻など、実施時期についても配慮されることがある<sup>21)</sup>。本実験では午前中と午後の実施で正答状況に違いが生じるかを比較した。結果は表2に示した通りで、 $\chi^2$ 検定によれば午前、午後の正答状況には差が認められなかった。パネルールをかえた実験2でも、差のないことが確認された。

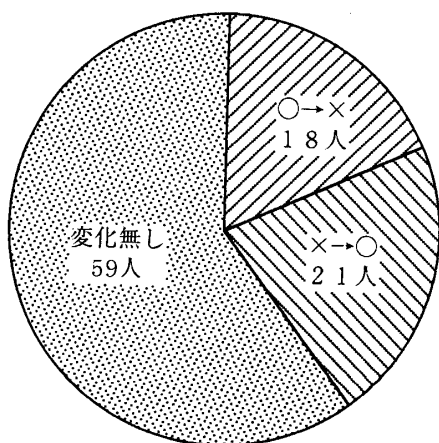
③ 練習効果の有無

官能検査を受けた経験がある者と、全く初めて受ける者として正答状況にちがいがあられる場合には、官能検査を受けた回数だけで、見かけ上、味覚の変動が生じてしまうため、運動負荷と味覚の関係を検討する際には回数による影響を削除する手段を考えなければならない。そこで、1～2週間前に同様の検査を行なった者の正答率が上がるかどうかを比較した結果、図4に示したとおり、正答状況

表2 3点識別試験法の正答状況と試験の実施時間

実施時間	(人)			
	実験1		実験2	
	被験者数	正解者数 (割合)	被験者数	正解者数 (割合)
9:00 ～12:30	59	23 (34%)	67	37 (55%)
13:30 ～16:30	69	34 (49%)	68	41 (60%)

\*および\*\*：有意差なし（p=0.05）



- ×：初めての検査では正解できたが1～2週間後に受けた2度目の検査では不正解だった者
- ×→○：初めての検査では不正解だったが1～2週間後に受けた2度目の検査では正解できた者
- 変化なし：2度とも正解あるいは不正解だった者、つまり2度の検査結果に変化がなかった者

図4 3点識別試験法における1～2週間前の練習効果

には変化が認められなかった。(符号検定による)

④ 試料の組み合わせ及び順序効果

各組み合わせにおける正答者割合を図5に示した。試料溶液の組み合わせや順序効果か

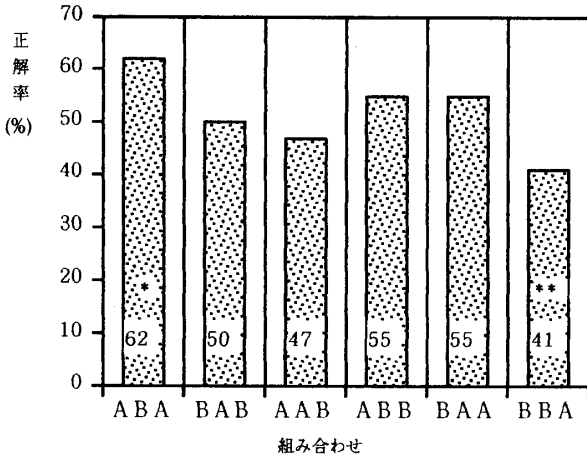


図5 三点識別試験法における6通りの組み合わせが正解率に及ぼす影響

A: 試料A (蒸留水)

B: 試料B (0.01Mショ糖溶液)

\*, \*\*: 有意差あり (p=0.05)

ら、正答率に違いが生じることは報じられている。<sup>22)</sup>最も正答率の高かったABAと、最も低かったBBAでの正答率を比較したとき ( $\phi = 1$ )、 $\chi^2 = 4.28 (\geq 3.84)$  で、両者間には正答しやすさの違いが認められた。(p = 0.05)

⑤ 短時間内の繰り返しによる練習効果、疲労および試験液の組み合わせ

図6に示した結果のとおり、3回の官能検査では練習効果や疲労は生じなかった。図の左側は3回とも同じ組み合わせ、右側はランダムな組み合わせで官能検査を行なった時の正答状況である。一定時間内に3回同じ官能検査を行なう際に、その組み合わせが3回ともランダムに行なわれるときには、組み合わせによる正答しやすさの違いが影響し、正答状況にばらつきが生じることが予想された。しかし、3回とも同じ組み合わせで検査を行なったグループに比べて、結果が変化しない者(3回とも正解あるいは不正解)の割合に違いは認められなかった。また、両者とも、

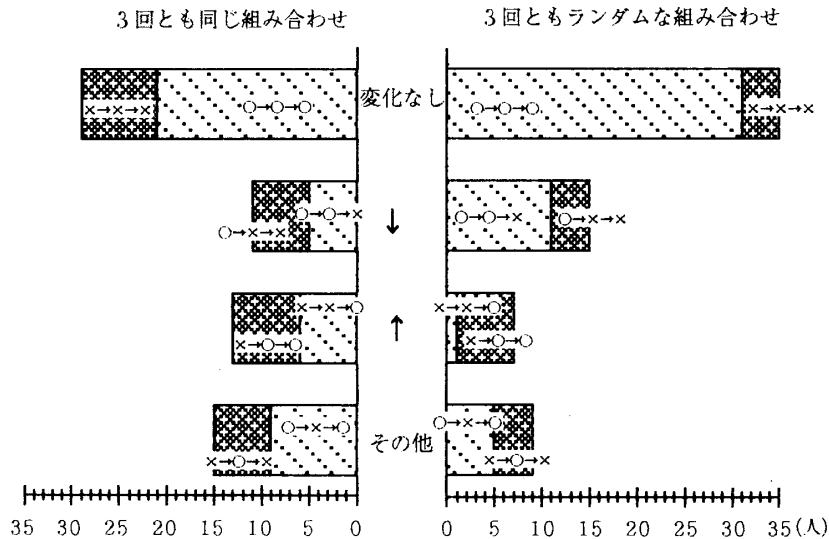


図6 3点比較法を同じ条件で3回続けて行なう際の正解状況および組み合わせの影響

変化無し: 3回とも正解 (O→O→O) あるいは3回とも不正解 (X→X→X) の者

↓: 1回目には正解したが2、3回目には不正解 (O→X→X) あるいは1、2回目は正解したが3回目は不正解 (O→O→X) の者

↑: 1回目は不正解だったが2、3回目は正解 (X→O→O) あるいは、1、2回目は不正解だが3回目は正解 (X→X→O) した者

その他: 2回目だけ不正解 (O→X→O) あるいは2回目だけ正解 (X→O→X) の者

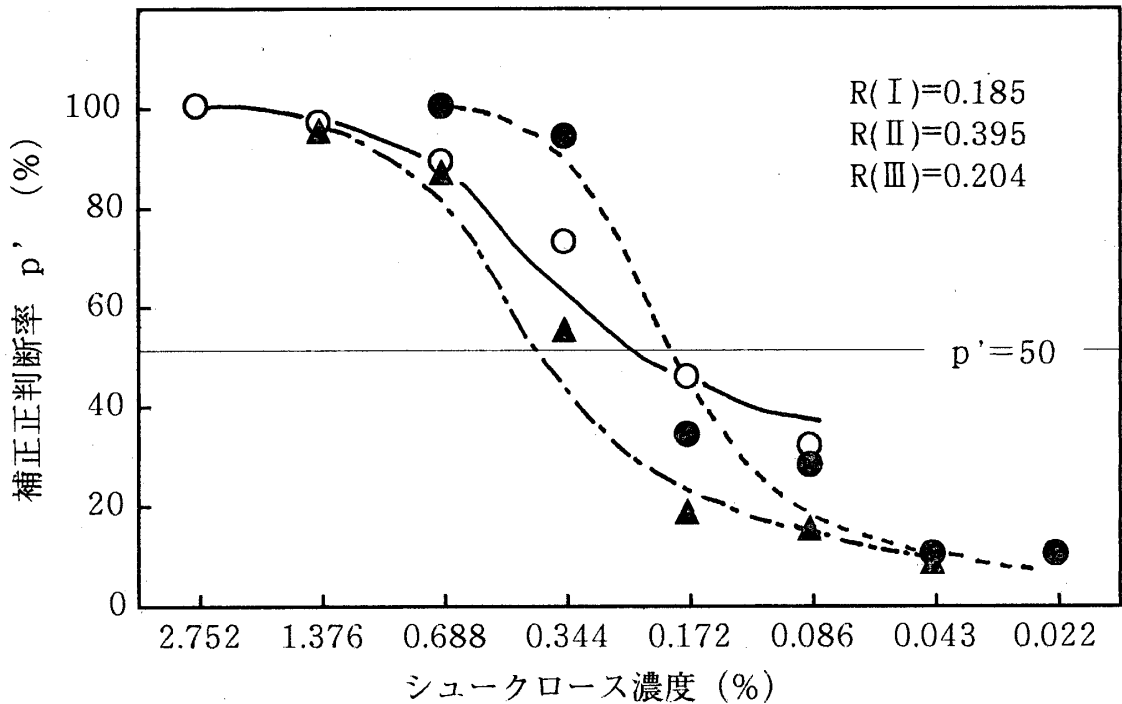


図7 各濃度における補正正判断率

- ：栄養専攻2年生25名 (I)
- ▲：体育専攻1年生92名 (II)
- ：体育専攻1年生55名 (III)
- R：閾値 (補正判断率が50%となるようなシュークロース濃度)

3回すべてが、正解あるいは不正解といった安定した結果が得られた者の数は全体の半分以下であった。試料溶液の摂取方法をあまり限定しなかったため、直感で答える者、何度も繰り返し飲み直しながらじっくり考える者など、検査の受け方に個人差 (あるいは個人でも検査回数による受け方の差) があったことや、検査前のうがいを水道水で行なっていたことなど、条件の標準化を妨げるいくつかの要因は考えられるが、この方法を運動負荷前後の官能検査に用いて安定した結果を求めることは難しいとおもわれた。

⑦ まとめ

3点識別法は、2種の試料AとBを識別するのに、ABどちらかを1個、他を2個、合計3個を1組にして被験者に与え、どれが異なる1個であるか、またはどの2個が同じであるかを当てさせる方法で、n回の繰り返しで得られた正解数から、本来は、被験者 (又は集団) にその差を識別する能力があるかど

うかを判別するための手法である。方法が分かりやすく、短時間で検査できると考えこの手法を用いた。試料に閾値濃度のシュークロースと蒸留水を用いてこの検査を行うことで、運動前後の正解数に違いがでるか、あるいは3回行った検査の個人の結果の変化にパターンが見いだせれば、運動負荷による味覚への影響が検討できると考えた。しかし、運動負荷を与えずに図1の時間配分で行なった3回の官能検査結果では安定した結果が得られず、本研究目的に適応させるには詳細な検討が必要であると思われた。また、仮に安定した結果が得られたとしても、閾値の変動がかなり大きくないかぎり、この方法で変化をみることは困難であろう。

2) 極限法による閾値の測定

この方法は、味覚閾値の測定法として利用頻度が高い<sup>23)~24)</sup>。閾値そのものを数値でとらえることができるので、閾値の変動を検討するには

適すると思われる。しかし、単なる3点識別法に比べて手法が煩雑なため、図1のような条件のもとで、被験者がどれだけ正確に検査を受けられるかに問題点がある。また、極限法では試験液の濃度の設定が大きなポイントとなる。

図7に栄養専攻25名(I)、体育専攻90名(II)、体育専攻55名(III)をパネラーとしたときの各濃度における試料溶液の正判断率を示した。(ただし、偶然による確立を考慮した補正確立とした)。この補正正判断率が50%となる様なシュークロス濃度を閾値として解析すると、それぞれ0.185%(I)、0.395%(II)、0.203%(III)であった。閾値はその測定法によって値が変動するため<sup>25)</sup>、文献によって表示にばらつきがあり、シュークロスでは0.1~0.4%<sup>26)</sup>、0.5%<sup>27)</sup>、0.01M(0.34%)<sup>28)</sup>、0.3%<sup>29)</sup>と様々であるが、いずれにしても本検査結果からは一般的な閾値が得られた。

IIとIIIを比べると、高濃度から検査を始めたIIIの方が、同じ濃度の試料溶液に対する正判断率がIIより高くなり、従って、低い閾値が得られた。設定濃度により閾値に激しく差が生じることは知られており<sup>30)</sup>、最初にはっきりと味を確認できることが閾値を下げる因子とされている。IIIでは1組めで味を、2、3組めで濃度差を覚えることで、上手に検査が受けられたためと考えられる。しかし、Iでは更に低濃度の試料溶液から検査を始めたにもかかわらず、低い閾値が得られた。Iではパネラーの人数が少なく、試験環境に、より余裕のある検査が行えたこと、II、IIIではガラスカップでなくプラスチックカップを使用したことも閾値に差を生じさせた要因であると考えられる。更に、II、IIIの学生は授業時間の実習中に他の測定と平行して検査を行なったのに対し、Iの学生は、自主的に試験に参加し、実験の目的を十分に理解し、実験に対して意欲的な者が多かったことも大きな違いであろう。

本来の官能検査ではガラスカップの使用が望ましいとされている<sup>31)</sup>が、極限法ではひとりが一回に18個のカップを使用し、運動後やその30分後にも引き続き検査を行うことを考慮すると、

その2倍、3倍のカップが必要となり、多数のパネラーで行なう実験では無理が生じた。そこで、以下の実験ではプラスチックカップを使用する簡便法とした。仮にこの方法により閾値に若干の影響があったとしても、この研究の目的はあくまでも運動前後の閾値の変動を知ることであり、正確な閾値を求めることではないことから、運動前後の官能検査の標準化として、プラスチックカップの使用は特に問題ないと考えた。

この手法の構成は3点識別試験法の6回の繰り返しである。しかし、試料溶液の濃度が順を追って低くなること、最初の1組はだれにでも味が認識できる濃度であることから、被験者にとっては練習しながら検査が受けられることになり、単純な3点識別試験法に比べて誤差の少ない安定したデーターを求めることができたのであろう。また、本研究目的である、閾値の変動を調べるためには、3点識別試験法では、閾値付近の濃度溶液で検査を行なう必要があるが、閾値には個人差があるので、試料溶液の設定が難しい。それに対して極限法では、やはり設定濃度は重要なポイントになるものの、おおまかな閾値の予測がたてば、ある程度の安定したデーターを得ることができると考えた。

## 結 論

運動負荷が味覚に及ぼす影響を調べるために、運動負荷を伴う実験における官能検査手法を、3点識別試験法と極限法について検討した。

3点識別試験法では、安定したデーターを得ることが難しく、味覚の微妙な変動を調べることは困難と思われた。

極限法による閾値の測定は、煩雑な手法であるにもかかわらず、検査はスムーズに行なうことができた。濃度設定や使用するカップの種類など、環境により、得られる閾値は変動するものの、運動前後の環境を同じにし、適切な濃度設定をすれば、運動負荷前後の測定に有効な官能検査法手法になりうると思われた。

なお、この実験は平成5年度開講の運動処方論実習I、運動処方論実習II、食品学実験Iおよび

食品学研究室セミナーの一部で行なったものである。研究を行なうにあたり多大なご協力をいただきました玉木講師、文谷講師ならびに朽木講師に感謝致します。

文 献

- 1) 河村洋二郎：調理科学誌 18、4 (1985)
- 2) 河村洋二郎：新・栄養学読本、細谷憲政編、日本評論社 110-114 (1983)
- 3) 栗原堅三：味覚・嗅覚、化学同人社 30-31 (1990)
- 4) 佐藤昌康：味覚の生理学、朝倉書店、東京、36-37、40-47、68-70、186-195 (1991)
- 5) 佐藤昌康：味覚の科学、朝倉書店、東京、2-3、204-207、223-226、227、243、251、258、(1989)
- 6) 田口田鶴子、岡本洋子：家政誌、41、6、509-516、(1990)
- 7) 森下敏子ら：調理科学、22、4、(1989)
- 8) 川添節江、黄春仙：家政誌、40、9、789-796 (1989)
- 9) 高橋史人、山口和子：調理科学、18、4、259-268 (1985)
- 10) 森繁敏子、青山よしの：調理科学、19、4、306-312 (1986)
- 11) 田口田鶴子、岡本洋子：調理科学、21、4、279-289 (1988)
- 12) 溝井雅子、鵜飼光子：家政学会第46回大会研究発表要旨集、印刷中 (1994)
- 13) 佐藤信：官能検査入門、日科技連出版社、東京、198-199 (1993)
- 14) 吉川誠次、佐藤信：食品工学シリーズ第15巻 食品工業の品質測定、光院書院、15-40
- 15) 佐藤信：官能検査ハンドブック、日科技連官能検査委員会科編、日科技連出版社、東京、635-646 (1973)
- 16) 吉川誠次：食品の官能検査法、光淋書、21、(1965)
- 17) 院川端晶子：フローチャートによる調理科学実験、他人書館、東京、96 (1986)
- 18) 引東太郎、小柳津孝明：官能検査ハンドブック、日科技連官能検査委員会科編、日科技連出版社、東京、398-418 (1973)
- 19) 佐藤信：官能検査ハンドブック、日科技連官能検査委員会科編、日科技連出版社、東京、659 (1973)
- 20) 頼富憲三郎：改定新版・ソフトドリンクス、新版・ソフトドリンクス編集委員会編光院、東京、53、(1989)
- 21) 川北兵蔵、山田光江：食品検査シリーズ(5) 食品の官能検査、医師薬出版、東京、87 (1975)
- 22) 川北兵蔵、山田光江：食品検査シリーズ(5) 食品の官能検査、医師薬出版、東京、40 (1975)
- 23) 山口静子：調理科学、20、1、26-32 (1978)
- 24) 田口田鶴子、岡本洋子：家政誌、41、6、509-516 (1990)
- 25) 石田裕美、菊池正一：栄養学雑誌、49、3、139-145 (1991)
- 26) 小侯靖：“美味しさ”と味覚の科学、日本工業新聞社、141、(1976)
- 27) 川端晶子：フローチャートによる調理科学実験、他人書館、71 (1976)
- 28) 佐藤昌康：味覚の生理学、朝倉書店、3 (1991)
- 29) 佐藤信：酒類の品質鑑定法、69、高陽書院、(1959)
- 30) 山口静子：調理科学、26、1、40-46 (1993)
- 31) 佐藤信：官能検査ハンドブック、日科技連官能検査委員会科編、日科技連出版社、東京、662-663 (1973)
- 32) 吉川誠次、佐藤信：食品工学シリーズ第15巻 食品工業の品質測定、光院書院 28-33