清酒経験，清酒摂取時の摂食状況，咽下の有無が清酒の嗜好に及ぼす影響

眞鍋康子^{**}・宇都宮仁[#]・伊豆英恵[#]・木曾邦明[#]・伏木 亨^{*}

(^{*}独立行政法人 酒類総合研究所，[#]京都大学農学研究科・食品生物科学・栄養化学)

平成 19 年 7 月 2 日受理

Effects of experience, eating habits, and way of drinking on sake preference.

Yasuko MANABE^{**}, Hitoshi UTSUNOMIYA[#], Hanae IZU[#], Kuniaki KISO[#], and Tohru FUSHIKI^{*}

(^{*}National Research Institute of Brewing, 3-7-1 Kagamiyama, Higashi-hiroshima, 739-0046, Japan

[#]Laboratory of Nutrition Chemistry, Division of Food Science and Biotechnology, Graduate School of Agriculture, Kyoto University, Kitashirakawaoiwake-cho, Sakyo-ku, Kyoto, 606-8502, Japan)

Palatability of food is affected by not only taste, but also physiological alteration after ingestion. To understand whether the palatability of sake in the oral sensation is also affected by its ingestion, we examined the relation between the preference order based on the preference test without swallowing sake and that based on the intake volume for 1 hr in experienced sake tasters and sake beginners. We also investigated whether the palatability of sake in humans is similar to that in rats, whose preference is mostly attributed to the instinctive and physiological appetite. In the experienced sake tasters under fasting condition, the preference rank based on the intake volume was not affected by the ingestion of sake, which did not correspond to the rat preferences. The preference rank of the sake beginners under fasting differed between the experiments with or without swallowing sake, while their preference rank after eating was independent of the way of drinking. The preference rank of the sake beginners under fasting is affected by the way of drinking, but that of the experienced sake tasters remained unchanged.

Key words : 清酒，嗜好，生理的变化

緒 言

ヒトの食物に対する嗜好には，食経験や文化的背景に由来するもの，情報によるものなど多岐にわたる要因があり，食品の嗜好は一側面から説明できるものではない¹⁾。一般的に食品の嗜好性を評価する時は，少量・短時間の飲食で，においや味，口腔内の刺激により判断されることが多い。一方で，ヒトを含めた動物の嗜好には，口腔内の味刺激などによる評価では説明できない生理的欲求に基づく選択が観察されている²⁾。必須アミノ酸欠乏食を摂取させ続けたラットに，アミノ酸完全食と欠乏食を選択させると，完全食を選択す

ることが報告されている²⁾。また，健全なマウスにレプチンを投与すると甘味に対する味覚神経応答が抑制されるが，レプチンレセプターに欠陥を有する db/db マウスではこのような現象が観察されない。このように，生理状態が末梢の味覚神経にも影響を及ぼすことも報告されており³⁾，生理的欲求が動物の嗜好を構成する重要な要素であることが示唆されている。

エタノールの摂取は，体に大きな生理的变化を与える。エタノール摂取により血糖値は低下し⁴⁻¹¹⁾，ケトン体が生成されることが報告されている¹²⁾。血糖値の低下や血中遊離脂肪酸，ケトン体上昇は飢餓状態の特徴であり，このような代謝は動物にとって好ましくな

い生理状態を表すものである。さらに，血液中のこれらの代謝関連物質の濃度変化は摂食行動にも大きく影響することが報告されている¹³⁾。以上のことを考慮すると，エタノールを含むアルコール飲料の摂取により引き起こされる代謝の変化が，生理状態に適合した選択として嗜好（アルコール飲料の摂取量の差）となつてあらわれるという仮説が考えられる。

近年，著者らは空腹時のラットにおける清酒の選択が，それぞれの清酒を摂取した後の生理的变化の影響を強く受けることを報告した¹⁴⁾。絶食状況下のラットに様々な銘柄の酒を与え二瓶選択実験法により嗜好性を評価したところ，ラットは糖分が多い清酒やアルコール濃度が低い清酒を選択する傾向があった。しかし，最も選択されなかった酒にグルコースを添加し，グルコース濃度を合わせた清酒同士でも，また，低アルコール清酒にエタノールを添加し，アルコール度数を合わせた清酒同士でも，ラットは，添加前と同様な選択行動を示した。これは，清酒に対する嗜好がエタノールやグルコースといった単体の構成成分では説明できない，複合的な要因が含まれていることを示している。さらに，ラットの清酒に対する嗜好を生理的变化という視点から検討したところ，ラットは，清酒摂取後の血中ケトン体や遊離脂肪酸濃度の上昇が低い清酒を選択しており，動物の嗜好が摂取後の生理的变化に大きく影響されていることが示唆された¹⁴⁾。これは，アルコール飲料のうち清酒というカテゴリーの中でも化学的組成の違いにより，摂取後の代謝に及ぼす影響が異なることを示しているとともに，動物の清酒の選択には飲酒後の生理的要因が深く関連することを示している。一方，ヒトは動物に比べ情報処理や記憶等が発達しているため，生理的要因が嗜好に占める部分が必ずしも大きくないと考えられている。ラットで観察された現象がヒトの清酒の嗜好に関与しているか否かは不明であった。

そこで，本研究ではヒトの清酒に対する嗜好について，咽下せずに清酒を口に入れた時の口腔内刺激における嗜好，すなわち味・匂い等，清酒の官能評価で行われている嗜好（以下，口腔内刺激による嗜好と略）と実際に飲酒した場合の嗜好，すなわち，清酒を摂取した後の生理的变化の影響も含めた嗜好との両側面から嗜好を検討することを目的とした。ヒトにおいては過去の飲酒による嗜好経験が清酒の選択に大きな影響

を与えると考えられるため，清酒の飲酒経験が浅い群と清酒製造業に長年携わり，清酒の官能評価の経験を有する経験者群の二つの群にわけて評価した。さらに，以前に報告した動物の嗜好¹⁴⁾との関連性を明らかにするために，ヒトの清酒の選択と，ラットの選択との関連についても検討した。また，飲酒を伴う代謝には食物摂取の有無が大きな影響を与えることが考えられるので，後半の実験では摂食後と，空腹時の二つの条件下で検討した。

方 法

被験者：実験は2グループに分けて実施した。グループ1は年齢32～55歳（平均年齢39.5歳，男10人，女2人）の成人男女12名，清酒製造業に携わり清酒の官能評価の経験を有する飲酒経験歴10年以上の被験者群（清酒経験者群）。グループ2は清酒の製造や販売に関係しないヒトで，普段は清酒をほとんど口にせず，かつ清酒の官能評価の経験のない年齢21～35歳（平均年齢25.2歳，男17人，女4人）の21人からなる被験者群（清酒初心者群）。各被験者には実験の趣旨を説明し，自己申告により清酒を抵抗なく飲むことが出来るヒトを実験に用いた。

清酒：清酒は以前報告したラットの嗜好試験¹⁴⁾で用いた清酒のうち生理的な指標（血中遊離脂肪酸，ケトン体）の変化と相関性が観察された純米酒6種類を用いた。これらの清酒の一般成分はTable 1に示した。アルコール度数と日本酒度（sake meter）は密度比重計（DA-300，京都電子機器，東京）を用いて，グルコース濃度はグルコースBテストワコー（和光純薬，大阪），清酒中の全アミノ酸度（amino acidity），酸度（total acidity）は国税庁所定分析法¹⁵⁾に従い，分析した。

咽下を伴わない口腔内刺激による清酒の嗜好評価

6種類の純米酒をアンバーグラスで提示し，口に含んだ後に咽下せず吐き出してもらい，口に含んだときの味を総合的に評価して，自分が美味しい，飲みやすいと思うものから順に1番から6番目まで順位をつけるよう依頼した。

飲酒実験(1)空腹時

清酒経験者群，並びに清酒初心者群は13時より絶

Table 1 Basic component of six kinds of sake.

	Alcohol (%, v/v)	Sake meter	Glucose (g/100 ml)	Total acidity (ml)	Amino acidity (ml)
I	16.3	8.1	1.2	1.2	1.5
II	15.4	-0.1	1.8	1.4	1.4
III	16.1	4.3	1.7	1.5	1.2
IV	16.3	5.7	1.4	1.7	1.8
V	15.8	-2.0	2.9	1.4	1.7
VI	15.7	13.7	0.8	1.4	1.4

食とし，実験開始1時間前より絶水とし18時から試験を開始した。

6種類の清酒（1合；180ml入り）は500mlのリターナル瓶（R瓶）に入れ，被験者に提示し，これらの清酒を自由に摂取するよう依頼した。R瓶は被験者各自が摂取した量がわからないよう，アルミホイルで包んだ。また，つまみとして1袋10g入りの豆菓子を提供した。実験時間は1時間，またはいずれかの瓶が空になった時点で終了とした。一度，一つの清酒を美味しいと思い摂取し始めると他の酒を試さなくなる可能性も考慮して，試験開始直後，15，30分後に全種類の清酒を試し，自分が美味しい，飲みやすいと思う酒を摂取するように促した。摂取量は，実験前，30分後，そして終了時に瓶重量を測定し，比重を用いて摂取量に換算した。飲酒試験における各個人の嗜好度は，摂取量が多いものを嗜好が高いと判断し，最も摂取量が多い清酒を嗜好順位1，最も摂取量が少ないものを嗜好順位6として，摂取量により順に嗜好順位をつけた。

また，群としての嗜好は，清酒の摂取量が個人により大きく異なるため，各時間，各酒の摂取量を各時間帯の全摂取量で割った比率を被験者ごとに求め，群の評価として平均をとった。更に，その平均値の高い順から清酒を順位づけした。

飲酒実験(2)摂食後

清酒初心者群は，当日午後15時からの摂食を禁止した。被験者に17時30分に市販の弁当（833kcal）を残すことなく摂取してもらい，飲酒実験は19時から開始した。飲酒方法は上述と同様に行った。

摂食下ラットの二瓶選択試験

摂食下ラット二瓶選択試験は文献(14)の絶食下のラット二瓶選択実験と同様な方法で行った。8週齢の雄SDラットは好ましい溶液を提示場所に関係なく選択するよう，2瓶選択トレーニングを行った後¹⁴⁾，実験に用いた（ $n=10$ ）。試験日には3時間絶食後に給餌し，1時間摂食させた直後に二種類の清酒を同時に提示し，10分間の清酒選択テストを行った。嗜好度は一方の清酒の摂取量を全体（二瓶）の摂取量で割った値として算出した。二瓶選択試験は全てのセットの清酒で行った。順位付けは，片方に比べ有意に高い嗜好度を表した清酒を1，両者に差が観察されなかった清酒は0，有意に好まれなかった清酒を-1として，点数が高い順から順位づけした。

統計処理

口腔内刺激による清酒の嗜好評価については，各被験者が順位で示した結果であるために，ケンドールの一致制相関係数（ W ）で群内傾向を調べた。また，全体としての嗜好の傾向を知る為に，全体の平均を取り，順位付けを行った。相関性は，検討したい二変数（例：ラットの嗜好の順位 vs ヒトの30～60分の摂取量比率の順位）の間で相関図を描き，Spearmanの順位相関係数で解析した。二変数の相関係数は ρ で示し，有意検定は p 値が $p<0.05$ のものを有意に相関があると判断した。

結 果

(1)空腹時における清酒経験者を用いた飲酒試験

清酒経験者群内で咽下を伴わない口腔内刺激による嗜好の順位に相関があるかについて，ケンドールの一

Table 2 Preference score of sake in fasted or fed rats.

Sake	Fasted		Fed	
	Score	Preference rank*	Score	Preference rank
I	-1	5	-3	5
II	4	1	3	1
III	0	3	3	1
IV	1	4	-3	5
V	4	1	3	1
VI	-4	6	1	4

* Referred to (14)

Table 3 Preference rank in rats, experienced sake taster and sake beginners under fasting conditions.

sake	experienced			beginner			rat
	oral	0-30 min	30-60 min	oral	0-30 min	30-60 min	
I	2	1	1	1	4	4	4
II	3	1	5	2	1	1	1
III	4	4	3	5	5	3	3
IV	6	6	6	6	6	5	5
V	1	1	2	3	1	2	1
VI	5	5	4	3	3	5	6

Experienced : experienced sake tasters, beginner : sake beginners

Oral : sake preference without swallowing sake

0-30/30-60 min : preference rank based on the intake volume of each sake in the first or last half hour in the preference test.

致係数により検討したところ，有意な一定傾向が観察された ($W=0.28$, $F=3.38$, $p<0.01$)。経験者群の口腔内刺激による清酒の嗜好順位（各被験者の順位平均値）とラットの二瓶選択実験による嗜好順位¹⁴⁾（ラットの嗜好順位）の間で相関性を検討したところ両者に相関は観察されなかった ($\rho=0.49$, $p=0.35$, Table 2, 3)。これは，経験者が口腔内の感覚でおいしいと判断する清酒は，各被験者で同様の傾向を示しており，それはラットの嗜好とは異なることを示している。さらに，清酒を咽下する飲酒試験においても，前半 30 分間の清酒摂取比率に基づく嗜好順位とラットの嗜好順位には相関性が見られず ($\rho=0.52$, $p=0.29$, Table 3)，同様に後半 30 分間の嗜好順位とラットの嗜好順位の間にも相関性は観察されなかった ($\rho=-0.058$, $p=0.91$, Fig. 1 A, Table 3)。

清酒経験者群における，口腔内刺激による清酒の嗜好評価順位と咽下を伴う飲酒試験の嗜好順位との間の相関を検討したところ，飲酒試験前半 30 分間の清酒

の嗜好順位との間に高い相関が観察され (Fig. 2 A, $p<0.01$)，有意差はないが同様な傾向が，後半 30 分間の嗜好順位との間にも観察された (Fig. 2 B, $p=0.072$)。この結果は経験者群においては，口腔内における刺激が清酒の嗜好を決定する第一要因として確立されており，これは飲酒により大きく変化しないことを示唆している。

(2)空腹時における清酒初心者を用いた飲酒試験

清酒経験者群は清酒に対する知識，また，官能試験などの経験を有するため，より一般消費者に近い清酒経験が少ない被験者を用いて，同様の検討を行った。清酒初心者群は，清酒経験年数が少ないだけでなく，清酒の製造や販売に携わっておらず，清酒の官能評価の経験もない。

清酒初心者群において，咽下を伴わない口腔内刺激による嗜好の順位に傾向が観察されるかをケンドールの一致制相関係数で検討した結果，群内の傾向が観察されず ($W=0.027$, $F=0.55$)，経験者とは異なり，

Fig. 1 Effects of sake drinking on sake preference in experienced sake tasters and sake beginners under fasting conditions. The relation between sake preference in rats and the preference test in experienced sake tasters (A) or sake beginners (B) with drinking is shown. Sake preference in rats referred to our previous study (14) and Table 2. Sake preference with drinking in the experienced sake tasters or sake beginners was ranked by the volume consumed. Spearman's rank correlation coefficient was used for statistic analysis. ρ shows a correlation coefficient. There were significant correlations between sake preference in rats and that in sake beginners under fasting condition ($p < 0.05$).

嗜好が一定していなかった。全体の傾向を明らかにするために清酒初心者群における順位平均をとり，口腔内刺激による嗜好順位と，ラットの嗜好順位との間を

検討したところ，経験者群と同様に相関性が観察されなかった ($\rho = -0.015, p = 0.98$, Table 3)。一方，清酒初心者群では，飲酒試験前半 30 分間の清酒の嗜

Fig. 2 Effect of sake drinking on the sake preference in experienced sake tasters under fasting conditions. The preference test without drinking was done as described in Materials and Methods. Sake preference with drinking was based on the consumed volume for the first (A) and the last half hour (B) of sake drinking test under the fasting conditions. Spearman's rank correlation coefficient was used for statistic analysis. ρ shows a correlation coefficient. There were significant correlations between sake preference without drinking and that with drinking in experienced sake tasters under fasting conditions ($p < 0.05$).

好順位とラットの清酒の嗜好順位の間には相関性は観察されなかったが ($\rho=0.47$, $p=0.35$, Table 3), 後半 30 分間の嗜好順位とラットの嗜好順位の間には有意な相関が観察され ($\rho=0.88$, $p<0.05$, Fig. 1 B), 飲酒を開始し時間が経過するにつれて，清酒初心者群の嗜好が動物の嗜好と類似する傾向を示した。さらに，清酒初心者群では，口腔内刺激による嗜好評価順位と飲酒試験による嗜好順位との間には，清酒経験者群で観察された相関性は観察されず (Table 3, oral preference rank vs voluntary intake 0-30 min; $\rho=0.60$ $p=0.21$, oral preference rank vs voluntary intake 30-60 min; $\rho=0.40$ $p=0.46$), 口腔内で評価された嗜好は飲酒により変化していくことが明らかとなった。

(3) 摂食後の清酒の嗜好

空腹状況下の実験において，初心者群には飲酒開始 30 分以降にラットの嗜好と類似する結果が得られた (Fig. 1 B)。一方，嗜好はその時の生理状態に大きく影響されることから，清酒の嗜好が，摂食後と空腹時で同じか否かについて，摂食後のラット及び初心者群により検討した。

3-1 ラットを用いた二瓶選択実験

以前報告したラットの清酒の嗜好試験は¹⁴⁾，絶食状況下においたラットを用いて実施した。摂食後では，動物の体はそれ以上のエネルギーを必要とせず，血液中のホルモンや，血糖値なども絶食時とは大きく異なっている。そこで，摂食後のラットの清酒に対する嗜好性と空腹時のラットの嗜好性を検討した。Table 2 に示すように，空腹状況下のラットでは清酒の嗜好順位が明確であったが，摂食後のラットでは，清酒に対する嗜好は空腹時ほど明確ではなかった。空腹状況下と摂食後のラットの清酒の嗜好順位の間には危険率 5 % 以下での有意な相関性ではなかったが，概ね空腹状況下で嗜好性の高い酒は摂食後でも好まれ，嗜好性の低い酒も同様であった ($\rho=0.75$, $p=0.085$, Table 2)。ラットの清酒に対する嗜好は摂食状況で多少の影響は受けるが，その嗜好順位には影響を及ぼさないようである。

3-2 清酒初心者群における摂食後の清酒の嗜好

摂食後の初心者群における飲酒試験後半 30 分の摂取量比率に基づく清酒の嗜好順位と摂食後のラットの清酒の嗜好順位の間には相関性は観察されなかった ($\rho=-0.31$, $p=0.81$, Table 4, Fig. 3 A)。

Table 4 Preference rank in rats and sake beginners after eating

sake	beginner			rat
	oral	0-30 min	30-60 min	
I	1	3	1	5
II	4	3	2	1
III	3	2	5	1
IV	6	6	6	5
V	5	1	4	1
VI	2	5	2	4

摂食後では経験者の嗜好と同様な状況，すなわち口腔内の刺激が嗜好を決める第一要因になっているのではないかと推察されたため，口腔内刺激による嗜好順位と飲酒試験後半 30 分間の嗜好順位の相関性について検討した。その結果，危険率 5% 以下での有意差はないが，両者の間に相関傾向が観察された ($\rho=0.78$, $p=0.066$, Fig. 3 B)。清酒経験が浅い被験者においても，摂食後の生理的状況下では，清酒の嗜好は飲酒により大きくは影響されないようである。

考 察

清酒の美味しさを評価する時は，通常，咽下を伴わない口腔に含んだ時の味，匂い，口あたりなどで評価されている。このような，口に含んだ時の味覚，嗅覚，触覚などから得られる情報は，食品の味を評価する上で最も重要な要素である。それに加え，近年では，食品の生理的嗜好も食嗜好にとって重要な要因であることも指摘されている¹⁾。生理的嗜好とは，食品を摂取時の体調や，摂取後の影響により嗜好が左右される嗜好のことである¹⁾。本研究では清酒の嗜好について，味，匂いに代表される口腔内の刺激による嗜好と，実際に飲酒することによる摂取量に基づいた清酒の嗜好の両方の観点から検討した。さらに，以前の動物を用いた検討で得られた清酒の嗜好実験の結果が¹⁴⁾，ヒトのどのような嗜好を反映しているかを調べる為に，動物とヒトの比較を行った。

その結果，ヒトの咽下を伴わない口腔内の評価における清酒の嗜好順位とラットの嗜好順位の間には相関は得られず，ヒトの口腔内における嗜好は基本的に動物のそれとは異なることが示唆された。一方で，清酒の経験年数が短い初心者群においては，空腹状況下の咽

Fig. 3 Effect of sake drinking on the sake preference after eating in sake beginners. The relationship between sake preference in rats and that without drinking in sake beginners lasted half an hour (A). The relationship of sake preference with or without drinking after eating in sake beginners (B). Sake preference after feeding was analyzed in rats as described in Materials and Methods. Sake preference with drinking in the sake beginners was ranked by the volume consumed. Spearman's rank correlation coefficient was used for statistic analysis. ρ shows a correlation coefficient.

下をとまなう飲酒実験で，ラットと類似した嗜好が観察された。清酒の経験が豊富で官能評価の経験もある経験者群や，初心者でも摂食状況下ではこのような傾

向は観察されず，より限定された状況下でのみヒトの嗜好と動物の嗜好が類似していることが明らかとなった。

動物の嗜好は，ヒトのように文化的背景，飲酒経験や，情報による影響がなく，生理的欲求に忠実な嗜好である。また，動物の代謝とヒトの代謝は基本的には異ならないので，生理的欲求は動物に普遍的な代謝の影響を表していると考えられる。本研究では，ラットを用いて報告した飲酒後のケトン体や血糖値，遊離脂肪酸やその他のホルモンの変化¹⁴⁾などについては検討しておらず，ヒトで飲酒に伴う嗜好の変化が，生理的な変化による嗜好の変化であると断定することは出来ない。また，ラットの嗜好試験とヒトの嗜好試験では詳細な条件，検討方法を一致させるのは不可能であるため，両者の相関が，異なる実験状況下における嗜好試験による相関であるという事も記しておく。しかしながら，清酒の経験が浅いヒトにおいては，飲酒することにより，清酒の嗜好が口腔内の嗜好以外の要因に強く影響されたことは，非常に興味深い結果である。

飲酒後の状態が嗜好に影響するという研究は，ビールを用いてすでに行われており，ビールの多飲料特性が，胃排出速度と相関性があること^{16,17)}が報告されている。ビールの「飲みやすさ」が，単に口腔内の刺激のみに支配されているのではないことを考慮すると，清酒の嗜好が口腔内の刺激のみではなく，別の要因が影響していることも妥当な結果と考えている。一方，清酒経験者群においては，口腔内の嗜好順位は各被験者がほぼ同じ傾向を示し，それは飲酒によっても変化しなかった。これは，清酒経験者群では，清酒の味に対する感覚や認知，および評価の体系が確立されていると考えられ，経験も清酒の嗜好に大きく影響する要因であることが示唆された。

今回の試験において，清酒経験者群と清酒初心者群では，平均年齢として14.3歳の差がある。このような年齢の差が実験の結果に影響した可能性は否定できない。しかし，初心者群として経験者と同様の年齢層かつ，清酒を適度に飲める被験者は，日常的に清酒を摂取していなくとも10年以上の清酒あるいは酒全般の飲酒経験があり，初心者とは言えないため，今回は清酒に対する経験という事に焦点を当て実験を行った。

本研究の結果は，清酒のおいしさを考慮する上で，咽下しない口腔内刺激による嗜好評価のみではなく，どのような状況で清酒を飲むか（摂食後か空腹時か）あるいは，清酒に対する経験も考慮していく必要があることを示唆している。このような視点から，清酒を

研究した例はなく，本研究の結果がどのような生理的要因によるものか，また清酒中のどのような成分を反映した結果であるか，清酒に対する経験とはどのように構築されていくのか等については，今後の検討課題である。

要 約

清酒の嗜好を検討するため，清酒の飲酒及び評価経験に依じて被験者を分け，咽下を伴わない口腔内刺激による嗜好評価試験，1時間の飲酒試験の二つの方法により検討した。さらに，生理的嗜好を反映していると考えられるラットの清酒の嗜好とヒトの清酒の嗜好との関連性についての検討を行った。その結果，

- (1) 清酒製造業に携わり，官能評価の経験を有する被験者群においては，口腔内刺激による清酒の嗜好と飲酒試験による摂取量比に基づく清酒の嗜好がほぼ同じであり，これらの嗜好はラットで観察される嗜好とは異なっていた。
- (2) 清酒経験が浅い被験者群においては，空腹状況下では口腔内刺激による嗜好と飲酒試験の嗜好が異なっていた。一方，飲酒開始30分以降の清酒の嗜好はラットの清酒の嗜好と相関しており，飲酒により嗜好が変化することが示された。
- (3) 摂食後の飲酒試験においては，清酒経験が浅い被験者群でもラットの清酒の嗜好との相関は観察されず，嗜好変化は空腹状況下に特異的に観察される現象であることが明らかになった。

文 献

- 1) 伏木 亨編著：食品と味，**3**，光琳，東京（2003）
- 2) S. Markison : Nutr Neurosci, **4**, 1-14 (2001)
- 3) K. Kawai, K. Sugimoto, K. Nakashima, H. Miura and Y. Ninomiya : Proc Natl Acad Sci U S A, **97**, 11044-11049 (2000)
- 4) S. G. Baker, B. I. Joffe, R. Shires, M. Viljoen, J. M. Lamprey and H. C. Seftel : Alcohol, **19**, 45-49. (1984)
- 5) A. S. Brecher and M. D. Lehti : Alcohol, **13**, 553-557. (1996)
- 6) D. Flanagan, P. Wood, R. Sherwin, K. Debrah and D. Kerr : J Clin Endocrinol Metab, **83**, 796-800. (1998)
- 7) D. T. Forman : Ann Clin Lab Sci, **18**, 181-189.

- (1988)
- 8) B. I. Joffe, L. Roach, S. Baker, R. Shires, M. Sandler and H. C. Seftel : Ann Clin Biochem, **18**, 22-24. (1981)
- 9) L. L. Madison : Adv Metab Disord, **3**, 85-109. (1968)
- 10) S. J. O'Keefe and V. Marks : Lancet, **1**, 1286-1288. (1977)
- 11) S. Suzuki : Nippon Rinsho, **55**, 180-186. (1997)
- 12) R. A. Schreiber and Y. Y. Yeh : Drug Alcohol Depend, **13**, 151-160. (1984)
- 13) E. Scharrer : Nutrition, **15**, 704-714 (1999)
- 14) Y. Manabe, H. Utsunomiya, K. Gotoh, T. Kurosu and T. Fushiki : Biosci Biotechnol Biochem, **68**, 796-802 (2004)
- 15) 注解編集委員会編 第四回改正 国税庁所定分析法注解, 15-27, 日本醸造協会, 東京
- 16) Y. Nagao, H. Kodama, T. Yamaguchi, T. Yonezawa, A. Taguchi, S. Fujino, K. Morimoto and T. Fushiki : Biosci Biotechnol Biochem, **63**, 468-473 (1999)
- 17) Y. Nagao, H. Kodama, T. Yonezawa, A. Taguchi, S. Fujino, K. Nakahara, K. Haruma and T. Fushiki : Biosci Biotechnol Biochem, **62**, 846-851 (1998)