



Tokyo Gakugei University Repository

東京学芸大学リポジトリ

<http://ir.u-gakugei.ac.jp/>

Title	日本酒の成分分析( fulltext )
Author(s)	小川,治雄; 中島,友和; 吉原,伸敏; 大橋,ゆか子
Citation	東京学芸大学紀要. 自然科学系, 62: 23-31
Issue Date	2010-09-00
URL	<a href="http://hdl.handle.net/2309/107952">http://hdl.handle.net/2309/107952</a>
Publisher	東京学芸大学学術情報委員会
Rights	

## 日本酒の成分分析

小川 治雄\*・中島 友和\*\*・吉原 伸敏\*・大橋 ゆか子\*\*

分子化学分野

(2010年5月21日受理)

OGAWA, H., NAKAJIMA, T., YOSHIHARA, N. and OHASHI, Y.: Chemical analyses of ingredients in various types of alcoholic drinks of "Sake". Bull. Tokyo Gakugei Univ. Div. Nat. Sci., **62**: 23-31. (2010) ISSN 1880-4330

### Abstract

Chemical analyses of ingredients in alcoholic drink "Sake" were carried out. Various types of sake, which had been brewed by different processes using different degree of polished rice, ferment, ripeness term, etc, were chosen for the analyses. Qualitative values of acid degree and chromatographic identification, and quantitative values of the ingredients such as alcohols, amino acids, and furfural indicated that the ingredients gave characteristics of each of the sakes with rich flavors. Sake tasting has been also performed and conducted for taster to reply to a questionnaire. Students as the candidate of the taster were chosen from 25 undergraduate students of junior (third year) and senior (fourth year) level in Bunkyo University (BU) in the period of fall-semester in 2009. The answer to the questionnaire implied that the characteristic rich-flavor of each of sake was confirmed by tasters.

**Key words:** analysis of sake, chemical analysis, ingredients of sake, evaluation, taste and flavor

*Department of Molecular Chemistry, Tokyo Gakugei University, 4-1-1 Nukuikita-machi, Koganei-shi, Tokyo 184-8501, Japan*

**要旨:** 日本酒の含有物質の化学分析を行った。精米歩合や酵母種、醸成期間などの醸造工程の異なるタイプの日本酒が対象となった。分析により得られた含有物質の、定性的な酸度やクロマト法による含有物の同定、そして、定量的なアルコール類やアミノ酸、フルフラール量は、それぞれのタイプの香味を伴った日本酒を特徴づけていた。学生(25人)を対象とした利き酒を行い、そのアンケート調査を行った。調査から、特徴的な日本酒の香味は試飲者により確かめられたことが示唆された。

---

\* 東京学芸大学 (184-8501 小金井市貫井北町 4-1-1)  
\*\* 文教大学 (343-8511 埼玉県越谷市南荻島 3337)

## 1. 緒言

酒税法により、アルコール度数が1%以上の飲み物は「酒類」とみなされる【酒税法第2条第1項】。酒類は、「清酒」、「合成清酒」、「焼酎」、「みりん」、「ビール」、「果実酒類」、「ウイスキー類」、「スピリッツ類」、「リキュール類」及び「雑酒」の10種類に分類される【酒税法第2条第2項】[1]。日本酒はこの内の清酒に匹敵する。

日本酒は米から作った醸造酒のことであり、清酒とも言う。日本酒の原料は、基本的には米と水である。まず米の主成分であるデンプンを麴（こうじ）の作用により糖に変える。その糖を酵母（酒母）によりアルコールに変えることにより日本酒は出来あがる[2]。日本酒は、原料となる水、米、麴、酵母の組み合わせ次第で出来上がる酒は実に種々様々である。その組み合わせの一つ一つが全国の蔵元の味となり多様で特有の香味（味覚や香り）に仕上がる[3-5]。この日本酒の持つ香味の多様性から、愛飲者各自の好みによる嗜好がなされている。

日本酒の大まかな括りは、醸造過程の異なりから、本醸造、純米、吟醸、大吟醸の4つの清酒に分類がなされ、更に熟成された古酒に大別される。これらのタイプの異なる日本酒は、それぞれの特徴ある香味を持ち、それぞれに嗜好される[6, 7]。醸造過程による違いは、主に原料米の精米歩合や用いる酵母によるところが大きい。

日本酒醸造過程は様々であり、日本全国で約1,800場、銘柄で約6,000種以上もあると言われる[8]。その中にあって、日本酒特有の香味を解明すべく化学的な分析が行われ、特徴ある香味と含有成分との関係が徐々に解明されるに至っている。例えば、清酒の熟成度による香り成分[9, 10]やフルフラール[11]の変化や、アルコール類[12, 13]、脂肪酸[14, 15]、エステル類[16]の成分分析、ふくらみや丸味と（アミノ酸）ペプチド含有量の関係[17, 18]が報告され、各種成分に注目した香味の解明がなされるに至っている。既報では注目される銘柄酒やその特定製造過程を対象とする成分分析がなされ、対象酒特有の香味の発現の因子の解明に繋がっている。本報告は、醸造のknow-howもあいまって比較的総合的な知見が得難い、製造過程の違いによるタイプ別種

の日本酒成分の比較による総合的な知見を提供するものである。同一醸造所で醸造される、精米歩合の異なりを主とする本醸造、純米、吟醸、大吟醸の4つの清酒と、それを熟成させた吟醸の古酒について成分分析を行い、香味との関係を、試飲による感性解析と伴に報告する。

## 2. 化学分析法

### 2. 1 日本酒と分析法

日本酒は、福井県吉田酒造[19]の清酒「白龍」を選び、その醸造過程の違いによるタイプの異なる「本醸造」、「純米」、「吟醸」、「大吟醸」、「古酒」を選択した(表1, 図1)。日本酒の成分分析としては、「酸度」、「アセトアルデヒド、酢酸エチル、メタノール、フーゼル油含有量」、「含有アミノ酸の種類」、「フルフラール含有量」を、滴定法、ガスクロマトグラフ法、薄層クロマトグラフ法、比色法による化学的分析法により評価した。

#### 2. 1. 1 酸度：滴定法

酸度は総務省法令データ提供システム[1]の規定に準拠し、日本酒50 mLを0.01N NaOH水溶液でフェノールフタレインを指示薬として滴定することにより求めた。酸度は、 $\text{酸度} = (\text{滴定量} \times \text{力価} F) / 5$ 、と定義される。力価 $F$ はフタル酸水素カリウム標準液を用いて0.01N NaOH水溶液で滴定することにより、 $F = 0.1162$ を求めた。



図1. 分析対象日本酒

表1. タイプ別日本酒

	名 称	精米歩合	製造年月	アルコール分	日本酒度
本醸造	福井県吉田酒造「白龍」	60%	21.11	15%	+2
純 米	〃 「白龍」	60%	〃	15%	+3
吟 醸	〃 「白龍」	50%	〃	16.5%	+3
大吟醸	〃 「白龍」	40%	〃	16.5%	+3
古 酒	〃 「白龍」	50%	〃	18%	+4

## 2. 1. 2 アセトアルデヒド, 酢酸エチル, メタノール, フーゼル油含有量: ガスクロマトグラフ法

日本酒の各成分のガスクロマトグラフ (GC) 法での分析条件は以下のとおりであった。

### <分析条件>

GC分析装置 (島津GC-8A, 熱伝導検出器型)

Column: PEG20M, glass pipe 2 m,  $\phi$ 0.5cm

Injector Temp.: 120 °C

Column Temp.: 100 °C

## 2. 1. 3 アミノ酸の種類: 薄層クロマトグラフ法

含有アミノ酸の種類の同定に薄層クロマトグラフによる飽和型 2 次展開法を用いた。検出はニンヒドリン法による着色により行った。

### <分析条件>

薄層: Aldrich社 25TLC: aluminum sheets Silica gel 160 (20cm x 20cm)

展開剤: 一次展開剤 (エタノール: 水 = 63:37<sub>vol</sub>),  
二次展開剤 (*n*-プロピルアルコール: 水 = 63:37<sub>vol</sub>)

## 2. 1. 4 フルフラール含有量: 比色法

フルフラール  $\{(C_4H_3O)CHO\}$  のエタノール標準液 (0.01, 0.05, 0.10, 0.15, 0.20 mg mL<sup>-1</sup>) を調製し, 溶液 5 mL にアニリン酢酸溶液 15 mL を加えて液を着色し, フルフラールの標準系列を作成した。アニリン酢酸溶液は以下のように調製した。アニリン (9 mL) と酢酸 (5.7 mL) を混合した溶液 3.0 mL をエタノール 100 mL に加え調製した。日本酒中のフルフラール含有量は, 日本酒 5 mL にアニリン酢酸溶液 15 mL を加えて液を着色し, それをフルフラールの標準系列との比色により概量を求めた。

## 3. 分析結果と考察

### 3. 1 酸度: 滴定法

酸度の分析結果を表 2 に示す。古酒で最も高い値を示し, 吟醸, 大吟醸, 純米, 本醸造の順となった。古酒と本醸造を比べてみると, 約 1.6 倍もの数値の差を示した。吟醸と大吟醸で, 酸度は等しかった。日本酒の酸度は, 清酒 10 mL を中和するのに要する 0.1M NaOH 水溶液の滴定量に依存し, 有機酸 (主にコハク酸, 乳酸, リンゴ酸) の含有量が多くなると数値が高くなる。値と味覚の関係

は, この数値が高いほど味が濃厚になり, 低いと淡麗になる。また, 有機酸が多く含まれるとコクを与え, 飲み口にも影響してくる。実際に古酒でその飲み口が最も濃く感じられた。

表 2. 酸 度

	酸 度
本醸造	1.1
純 米	1.3
吟 醸	1.4
大吟醸	1.4
古 酒	1.8

日本酒製造過程では乳酸菌を添加している。乳酸菌を添加することにより, 乳酸菌が乳酸を作り, 液性が酸性に移行する。発酵が進行すると, 生成アルコールや酸濃度が高くなることから, 酵母が死滅し乳酸菌も自らが作った乳酸によって死滅することになる。発酵時間が長いと, アルコールはもちろん, 多くの有機酸が生成することになる。このことは, 先述の表 1 におけるアルコール分 (度数) と酸度が関係していることを意味する。すなわち, 古酒や大吟醸酒, 吟醸酒は, 純米酒や本醸造酒に較べて長時間の発酵と熟成がなされるため酸度が高くなったのではないかと考えられる。酸度が比較的高く, 同値を示した大吟醸酒や吟醸酒では, 乳酸菌量や発酵時間などの製造工程が似通っていることが示唆される。アルコール度数の等しい本醸造酒と純米酒では, 純米酒では比較的大吟醸酒や吟醸酒製造工程に近いのに較べて, 本醸造酒ではアルコール添加の度合いにより, 乳酸菌量や発酵時間などが異なっていることが窺える。

## 3. 2 アセトアルデヒド, 酢酸エチル, メタノール, フーゼル油含有量: ガスクロマトグラフ法

GC法による各日本酒の成分含有量の分析結果を表 3 に示す。各成分量の概略は, アセトアルデヒドでは, 本醸造・純米・吟醸で含有量が多く, メタノールでは本醸造で, 酢酸エチルでは古酒・大吟醸・吟醸で, フーゼル油 (*n*-プロパノール, *i*-ブチルアルコール, *i*-アミルアルコール) では大吟醸で含有量が多いことが分かった (図 2-7)。以下に各成分の詳細を述べる。

### 3. 2. 1 アセトアルデヒドと酢酸エチル

日本酒に含まれるアセトアルデヒドや酢酸エチルは, 主に生成されるエタノールが醸造時や醸造後に酸化され生成される。すなわち, 酸化反応により, エタノール→アセトアルデヒド→酢酸と逐次生成する。更に, 酢酸はエタノールと反応して酢酸エチルが生成する。アセトア

表3. 各成分の含有量 (ml L<sup>-1</sup>)

物質	本醸造	純米	吟醸	大吟醸	古酒
アセトアルデヒド	1.2	1.0	0.94	0.26	0.475
メタノール	2.4	1.5	0.61	0.46	0.43
酢酸エチル	0.12	0.38	0.74	0.9	1.23
<i>n</i> -プロパノール	0.36	0.38	0.24	0.61	0.19
<i>i</i> -アミルアルコール	0.15	0.12	0.15	0.42	0.12
<i>i</i> -ブチルアルコール	0.037	0.038	0.039	0.059	0.031

ルデヒド含有量は、本醸造・純米・吟醸で多く、大吟醸や古酒で少ない(図2)。一方、酢酸エチルでは古酒や大吟醸で多く、古酒→大吟醸→吟醸→純米→本醸造の順となっている(図3)。

本醸造酒や純米酒、吟醸酒では、アセトアルデヒドで留まっているのに対し、古酒や大吟醸酒では酢酸エチル量が多くなっている。アルコール度数の高い醸造工程をとる古酒や大吟醸酒では、発酵により生成するエタノールが醸造時や醸造後に酸化され、結果的に酢酸エチルを多く生成すると解釈される。吟醸酒と古酒に注目すると、両者は同じ醸造工程を経るが、古酒は吟醸酒よりアセトアルデヒドが少なく、酢酸エチルをより多く含む。このことは、古酒は醸造後の熟成期間が長く、いわゆる“寝かせる”期間が長いこと酸化が進行することに因ると考えられる。

### 3. 2. 2 メタノール

メタノール含量は、本醸造酒、純米酒、そして吟醸酒・大吟醸酒・古酒の両者の括りに分けられた(図4)。本醸造酒は醸造アルコールを添加していることから、添加される醸造アルコール由来が影響しているものと思われる。添加される醸造アルコールは、米やトウモロコシ、サツマイモなどの穀物を原料とし、含糖物質やデンプン質を原料として醸造され、蒸留されたアルコールであり、原料由来による生成メタノール量が多いものと思われる。製造元の吉田酒造によると、吟醸酒・大吟醸酒・古酒で

は同じ酵母を、純米・本醸造ではそれとは異なる酵母を使用している。この酵母の違いが、純米酒と吟醸酒・大吟醸酒・古酒の大別に繋がったものと思われる。

### 3. 2. 3 フーゼル油 (*n*-プロパノール, *i*-ブチルアルコール, *i*-アミルアルコール)

フーゼル油は、酵母によるアルコール発酵が起きた時にできる副産物で、高級アルコール類の総称である。この成分が多いと芳香が強く、酒の香りが高いといえる。

フーゼル油含量は、大吟醸で際立って高い値を示し、他の本醸造、純米、吟醸、古酒では、さほどの違いがみられなかった。(図5-7)。醸造過程の違いでフーゼル油の生成に違いが生じたものと考えられる。すなわち、大吟醸では、他の日本酒と異なる醸造工程である長期低温発酵をさせるため、より多くの発酵時間がかかる。そのため、大吟醸の醸造過程で、酵母が長期発酵する際に多くのフーゼル油を生成させたのではないかと考えられる。

### 3. 3 アミノ酸の種類

飽和型2次展開法による各日本酒の薄層クロマトグラムを図8-12に示す。各種アミノ酸の同定のために既知のアミノ酸(グルタミン酸・アラニン・バリン・イソロイシン・ロイシン・プロリン・アルギニン・ヒスチジン)の展開を行った(図13)。既知の各アミノ酸の展開パターンより、日本酒に含有する各種アミノ酸の同定と検出を行った。

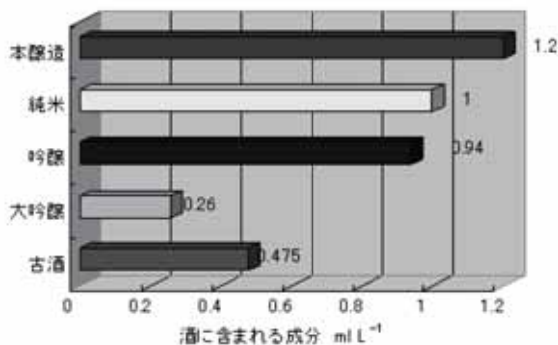


図2. アセトアルデヒド含有量

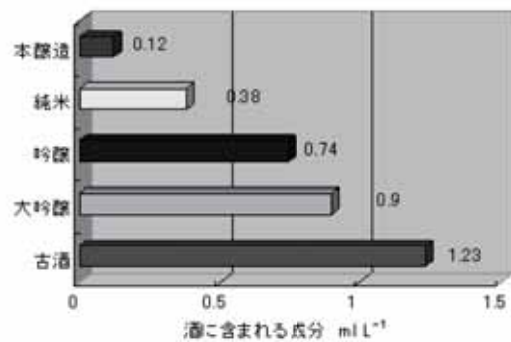


図3. 酢酸エチル含有量

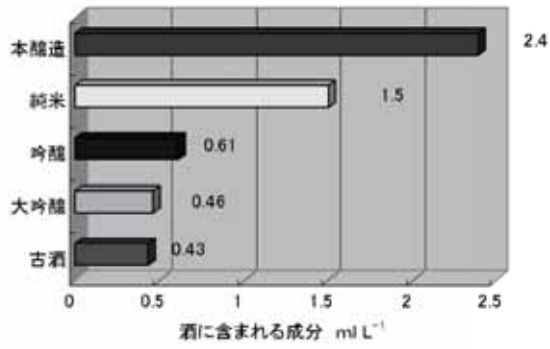


図4. メタノール含有量

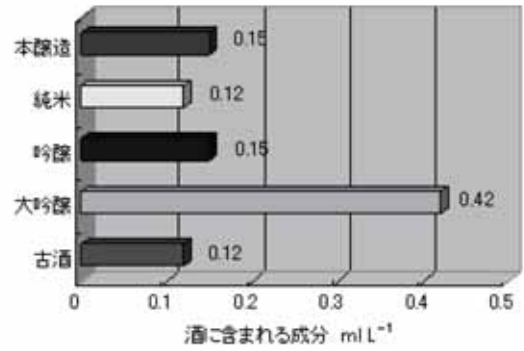


図5. n-プロパノール

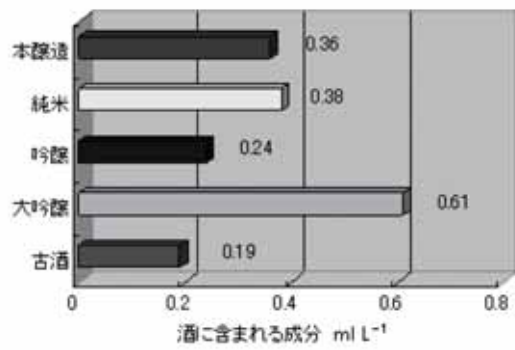


図6. i-ブチルアルコール

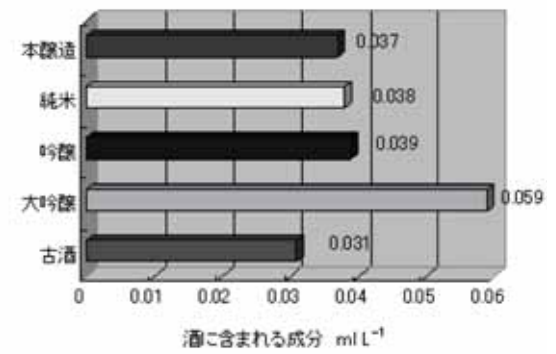


図7. i-アミルアルコール



図8. 本醸造酒



図9. 純米酒



図10. 吟醸酒



図11. 大吟醸酒



図12. 古酒



図13. アミノ酸8種

アミノ酸は味にふくらみや丸味をもたらす因子として上げられる [17]。分析結果からのアミノ酸含有の特徴として、吟醸酒・大吟醸酒・古酒で少なくとも8種類のアミノ酸が全て含まれるのに対して、本醸造酒・純米酒では7種類でグルタミン酸が検出されていないことが上げられる (表4)。吟醸酒・大吟醸酒・古酒と本醸造酒・純米酒とでは、用いられる麴カビと酵母が異なることから、生成アミノ酸種に差が生じたものと考えられる。日本酒の独特の苦さはバリン, イソロイシン, ロイシン, プロリン, アルギニン由来であり, 甘味は, アラニン, アルギニン, ヒスチジン由来であるとされる。グルタミン酸を含む8種類のアミノ酸が入っている吟醸酒・大吟醸酒・古酒では, 酸味, 旨味, 甘味, 塩味, 苦味が存在し, それらがバランスよく調和することによる味が特長となっているものと思われる。必須アミノ酸としては, 日本酒には少なくともバリン, イソロイシン, ロイシン, ヒスチジンが含まれていることが分かった。古来“百薬の長”と言われる日本酒に必須アミノ酸が含まれることは興味深い。

### 3. 4 フルフラール含有量

日本酒中のフルフラール含有量は, フルフラールの標準系列との比色により求めた。定量基準となるフルフラールの標準系列 (図14) から求めたフルフラール  $\{(C_4H_3O)CHO\}$  含有量を表5に示す。本醸造酒から (純米) 大吟醸酒の順に含有量が多くなっている。同一醸造工程の (純米) 吟醸酒と (純米) 吟醸古酒で同一値をとる。糖が分解酵素 3 DG (3-デオキシグルコソン) により分解されることによりフルフラールを多く生成する。日本酒の醸造工程におけるフルフラール生成量は醸造時の生成糖で決まり, 糖は原料デンプン由来である [20]。原料米の精米歩合とデンプン・たんぱく質・灰分・脂肪の成分量は, 精米が進むに連れてデンプン成分量が増加し, 逆にたんぱく質, 灰分, 脂

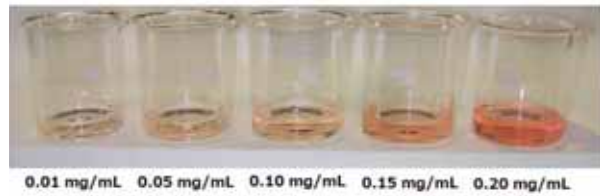


図14. フルフラールの標準系列

表5. フルフラール含有量

特定名称	フルフラール (ml L <sup>-1</sup> )
本醸造	0.4
純米	0.6
吟醸	1.0
大吟醸	1.5
古酒	1.0

肪の成分量が激減する。50%の精米歩合では, デンプン成分量が元の約10%増加し, 約40%のたんぱく質, 約80%の灰分, 約100%の脂肪が削り取られて無くなる [3]。精米工程により増加するデンプンと激減するたんぱく質・脂肪を成分とする原料米により, フルフラールが左右されるものと考えられる。精米歩合が高い酒 (表1), (純米) 大吟醸酒, (純米) 吟醸酒, 純米酒, に順じてフルフラール量が増加している (表5) ことはこれを示唆する。

## 4. 試飲とアンケート調査

### 4. 1 試飲会とアンケート調査結果

成分分析に供した5種類の日本酒の試飲会を行った (図15)。そこでは, 二十歳以上の主に3, 4年次の文教大学教育学部理科教育専修学生 (25人) が対象となった。試飲を通じて質問票 (付録1) によるアンケート調査を2010年1月7日に行った。

表4. 含有アミノ酸

	アミノ酸							
	グルタミン (酸, 旨, 甘, 塩, 苦)	アラニン (甘, 旨)	バリン (苦)	イソロイシン (苦)	ロイシン (苦)	プロリン (苦)	アルギニン (甘, 苦)	ヒスチジン (甘, 旨)
本醸造		○	○	○	○	○	○	○
純米		○	○	○	○	○	○	○
吟醸	○	○	○	○	○	○	○	○
大吟醸	○	○	○	○	○	○	○	○
古酒	○	○	○	○	○	○	○	○

(   ) は必須アミノ酸



図15. 試飲風景

#### 4. 1. 1 アルコール嗜好

アンケートから、アルコールを全く飲まない学生4人(16%)に対し、一週間に一回嗜好する学生が13人(52%)であることが分かった。また、毎日嗜好する学生はおらず、一週間に3日ないし5日嗜好する学生が8人(32%)に上ることが分かった(表6)。一回に飲むアルコール量としては、ビール(350mL)を3本程度(アルコール分約53mLに相当)嗜好する学生が多く、全学生数の40%であった(表7)。自由記述からは、一週間に一回程度嗜む学生には本醸造が、一週間に3日ないし5日以上嗜む学生には古酒や大吟醸が好まれる傾向を示した。この傾向は、飲酒の経験からの傾向とみられるが、飲酒頻度と飲酒場所との関連も考慮の余地を残す。

#### 4. 1. 2 利き酒によるアンケート結果

試飲を通じての日本酒の香味(味覚や香り)を「甘さ(甘い)」、「辛さ(辛い)」、「酸味(酸っぱい)」、「後味(すっきり感)」、「香り(香りがある)」の5項目に分けて、それらの感覚を調査した(表8)。数値は、各項目で5段階の評価を行い、強いものから順に4-0の値を与えた。本醸造酒や純米酒では甘さやすっきり感が強く、吟醸酒、大吟醸酒、古酒に順じて、辛さ、酸味、香

りが強くなると評価していることが分かった。辛さ、酸味、香りは香味として際立った感覚とされるが、やはり大吟醸、古酒で強いという感覚を伴うことが示された。これらの香味の際立つ日本酒では、ガスクロマトグラフ法と比色法による分析より酢酸エチルとフルフラールが多く含有しており、大吟醸や古酒の特徴となっていることが窺える。

## 5. 結論

醸造過程の異なる5種類のタイプの日本酒を化学的に分析することができた。タイプの異なる日本酒には、それぞれ特有の含有物質やその量が含まれ、特有の香味を醸し出している知見を化学分析より得た。また、利き酒・アンケート調査より、特徴的な日本酒の香味は試飲者により確かめられ、一般的な評価と一致することが示唆された。その詳細は以下の如くである。

化学分析の結果から、分析値と醸造過程との相関があり、含有化合物と香味(味覚や香り)との相関を見出すことができた。すなわち、①酸味を与える酸度の分析から、乳酸菌添加量や発酵時間などの製造過程の異なりが窺えた。②アセトアルデヒドでは、本醸造・純米・吟醸で含有量が多く、メタノールでは本醸造が、酢酸エチルでは古酒・大吟醸・吟醸が、芳香を与えるフーゼル油(*n*-プロパノール、*i*-ブチルアルコール、*i*-アミルアルコール)では大吟醸が秀でて多く含まれていることが分り、他の日本酒製造工程と比較して長期発酵するためと推察された。③独特な風味を与えるアミノ酸の分析から、日本酒にはグルタミン酸を含む少なくとも7種類のアミノ酸が入っており、必須アミノ酸としては少なくともバリン、イソロイシン、ロイシン、ヒスチジンが含まれて

表6. 1週間の飲酒日数 / % (25人中)

0日	1日	3日	5日	7日
16	52	16	16	0

表7. 1回の飲酒量の割合 / % (25人中)

1本未満	1本	3本	5本	7本以上
12	24	40	24	0

表8. 試飲によるアンケート結果

	本醸造	純米酒	吟醸	大吟醸	古酒
甘さ	3.75	3.88	2.27	2.43	2.31
後味	3.44	3.01	2.85	2.65	2.66
酸味	2.5	2.38	3.38	3.43	3.43
辛さ	2.35	2.43	3.31	3.25	3.49
香り	2.76	2.82	2.93	3.13	3.33



いることが分かった。④フルフラールの分析から、原料米の精米歩合が高い大吟醸酒、吟醸酒、純米酒に順じてフルフラール量が増加していることが分かった。

試飲によるアンケート調査から、本醸造酒や純米酒では甘さやすっきり感が強く、吟醸酒、大吟醸酒、古酒に順じて、辛さ、酸味、香りが強くなると評価していることが分かった。辛さ、酸味、香りは香味として際立った感覚とされるが、やはり大吟醸、古酒で強いという感覚を伴うことが示された。これらの香味の際立つ日本酒では、ガスクロマトグラフ法と比色法による分析より酢酸エチルとフルフラールが多く含有しており、大吟醸や古酒の特徴となっていることが窺えた。これらの香味の際立つ日本酒では、ガスクロマトグラフ法と比色法による分析より酢酸エチルとフルフラールが多く含有しており、大吟醸や古酒の特徴となっていることが窺えた。

以上より、日本酒の成分分析と実際の利き酒を組み合わせることによる、含有成分の分析と感性解析からの総合的な日本酒の特性を評価することができた。

## 参考・引用文献

- [1] 総務省法令データ提供システム  
HP : <http://law.e-gov.go.jp/htmldata/S28/S28HO006.html/>
- [2] 日本酒造組合中央会HP : <http://www.japansake.or.jp/>
- [3] 日本酒, 秋山祐一, 岩波書店, 1994
- [4] シリーズ「食品の化学」酒の化学, 吉沢 淑, 朝倉書店, 1995
- [5] 吟醸酒誕生-頂点に挑んだ男たち, 篠田次郎, 中公文庫, 1998
- [6] 月桂冠HP : <http://www.gekkeikan.co.jp/>
- [7] 菊正宗HP : <http://www.kikumusamune.co.jp/>
- [8] 日本酒と私の酒造り :  
<http://www.sakesake.com/comu/toji/topic22.html/>
- [9] 高橋 康次郎, 日本醸造協会誌, 75 (6), 463-468 (1980)
- [10] 吉沢 淑・大澤 実・桑畑 進, 日本醸造協会誌, 89 (6), 481-488 (1994)
- [11] 大澤 実・桑畑 修・飯田 知彦・西釋 英章・田村 學造・吉沢 淑, 日本醸造協会誌, 87 (6), 465-469 (1992) 年
- [12] 伊藤 俊彦・小松 幸恵・高堂 斐・高橋 仁・田母神 繁・小泉 武夫・中沢 伸重・岩野 君夫, 日本醸造協会誌, 103 (7), 562-569 (2008)
- [13] 中沢 英五郎・草間 透・近藤 恭一・竹村 成三・佐藤 克哉, 日本醸造協会誌, 78 (3), 223-225 (1983)
- [14] 西田 淑男・久野 敦史・幅 靖志・深谷 伊和男, 日本醸造協会誌, 94 (5), 416-419 (1999)
- [15] 松井 治二郎・佐藤 静一, 日本醸造協会誌, 58 (8), 734-738 (1963)
- [16] 小柴 美津枝・大塚 謙一・吉沢 淑, 日本醸造協会誌, 61 (9), 824-826 (1966)
- [17] 山田 翼, 日本生物工学会誌, 87 (1), 9-15 (2009)
- [18] 岩野 君夫・伊藤 俊彦・中沢 伸重, 日本醸造協会誌, 99 (7), 526-533 (2004)
- [19] 吉田酒造有限公司HP : <http://www.jizakegura.com/>
- [20] 独立行政法人 酒類総合研究所HP : <http://www.nrib.go.jp/>

付録1. アンケート

「利き酒」アンケート

男・女

1. あなたは、一週間に何日位の割合でお酒を飲みますか？ 最も近い箇所にチェックし)をして下さい。

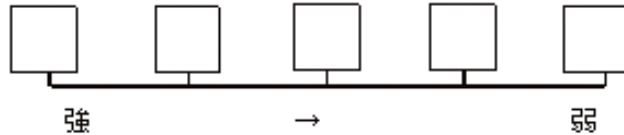
1.  0日    2.  1日    3.  3日    4.  5日    5.  7日

1-2. あなたは、一回につきどの位の量(ビールまたはチューハイ350ml換算)のお酒を飲みますか？ 最も近い箇所にチェックし)をして下さい。

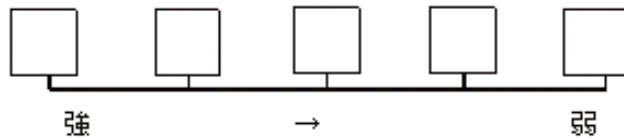
1.  1本未満    2.  1本    3.  3本    4.  5本    5.  7本以上

2. 5種類の日本酒(AからE)を利き酒し、各項目を基準に強い順にAからEの記号を口内に記入願います。微妙な差であっても、必ず順位を決めて記入願います。

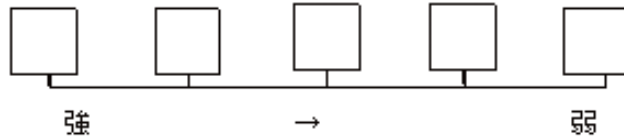
2-1. 甘さ(甘い)



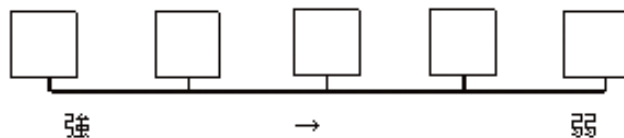
2-2. 辛さ(辛い)



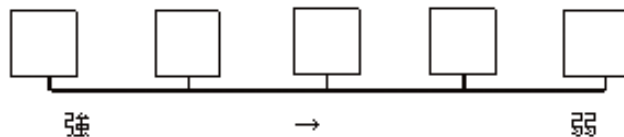
2-3. 酸味(酸っぱい)



2-4. 後味(すっきり感)



2-5. 香り(香りがある)



3. お気付きの点等ございましたらお書き願います。)

自由記述欄

ご協力ありがとうございました。