

吟醸酒の官能評価と化学成分との相関分析

岩野君夫・伊藤俊彦・中沢伸重

日本醸造協会誌（醸協）第100巻第9号 639～649 頁別刷（2005）

日 本 醸 造 学 会

吟醸酒の官能評価と化学成分との相関分析

岩野君夫・伊藤俊彦・中沢伸重

(秋田県立大学)

平成 17 年 3 月 4 日受理

Correlation Analysis of a Sensory Evaluation and the Chemical Components of *Ginjo-shu*

Kimio IWANO, Toshihiko ITO, and Nobushige NAKAZAWA

(Faculty of Bioresource Science, Akita Prefectural University, Nakano Shimo Shinjyo, Akita 010 0195)

We measured 57 items of chemical components in 76 *Ginjo-shu* participating in a sake contest hosted by Akita Prefecture, and analyzed whether those items in each sake may correlate with a comprehensive evaluation or the assessment of a sensory test. The analysis revealed that, although there is no correlation between a comprehensive evaluation and glucose, a significant correlation at a 0.1% level was found between the comprehensive evaluation and the following items: citric acid, succinic acid, ethyl n-caproate, i-butanol, n-butanol, ethyl acetate, proline, histidine, asparagine, glycine, threonine, cysteine, serine, ornithine, ethanol amine, and the reverse phase chromatography components (RT2.1, RT13.4, RT17.6, RT21.5, RT24.6). We did multiple correlation analyses by establishing a comprehensive evaluation and 57 items as a target variable and an explanatory variable, respectively. As a result, a multiple correlation equation was obtained relating the comprehensive evaluation to ethyl n caproate, proline, valine, RT17.6, hydroxylysine, carnosine, RT21.5, taurine, phosphoserine, and pyruvic acid. The multiple correlation coefficient was $r=0.9028$, and the contributing ratio was 81.5%.

Key words: 鑑評会審査成績・化学成分・相関分析

緒 論

清酒は嗜好品であることからその品質評価は人間の五感を利用した官能審査で行われる。全国新酒鑑評会や各地方の鑑評会は、採点法で総合評価を、プロファイル法で香りと味の特性及び指摘項目をチェックする官能審査法が採用されている。全国新酒鑑評会の結果は毎年の酒類総合研究所報告で発表されているが、岩田ら¹⁾²⁾は総合評価と特性指摘項目及び香气成分との相関分析を行った結果を報告している。総合評価と特性指摘項目との相関により、審査員の評価基準を知ることが出来る。筆者らは鑑評会の審査結果と化学成分との関係を相関分析することにより吟醸酒の製造技術の向上に反映させることが出来るのではないかと考え

た。そこで、秋田県酒造組合から秋田県清酒鑑評会(平成 16 年 3 月)の出品酒を分与いただき、グルコース、香气成分、有機酸組成、アミノ酸組成、アミノ酸関連化合物および逆相クロマト成分(ペプチド化合物)について 57 項目の化学成分を分析し、分析データと審査成績との相関分析を行ったところ興味ある結果が得られたので報告する。

実験方法

1. 試料清酒

平成 16 年 3 月開催の秋田県清酒鑑評会出品酒 186 点の中から醪の異なる 76 試料を選抜した。

2. 鑑評会審査結果データ

鑑評会審査結果データは、仙台国税局鑑定官室、秋

田県醸造試験場，東北 6 県の酒造技術指導機関，秋田県酒造技術研究会，秋田県酒造組合技術アドバイザーで構成する 14 名を審査員として，プロファイル法で実施して得られた。総合評価は 5 点法で審査した平均点を，指摘・特性項目は，審査員の指摘数をデータとして相関分析を実施した。

3. グルコース

グルコース・ワコー B テストを用いて分析した。

4. 有機酸組成

有機酸組成は島津製作所^(株)の有機酸分析計で行なった。クエン酸，ピルビン酸，リンゴ酸，コハク酸，乳酸，酢酸，ピログルタミン酸の 7 種類の有機酸を定量した。

5. 香気成分

Hewlett Packard 社のガスクロマトグラフ (HP 6890) とヘッドスペースサンプラー (HP 7694) を用いてヘッドスペース法により香気成分を分析した。酢酸エチル，酪酸エチル，n-プロパノール，i-ブタノール，酢酸イソアミル，n-ブタノール，i-アミルアルコール，n-カブロン酸エチルの 8 種類の香気成分を定量した。

6. アミノ酸及びアミノ酸関連物質

日立製作所のアミノ酸分析計 (L-8800 型) を使用し生体分析法の条件で分析した。アミノ酸 20 種類の他にアミノ酸関連物質 11 種類 (ホスホセリン，タウリン，尿素，サルコシン， α -アミノアジピン酸， γ -アミノ酪酸，エタノールアミン，ヒドロキシリジン，オルニチン，アンセリン，カルノシン) を定量した。

7. 逆相クロマトグラフィー

ペプチド分離用の ODS-80 TM カラム (東ソー^(株)) を用いて吟醸酒の逆相クロマトグラフィーを行った。ギルソン社^(株)の高速液体クロマトグラフィーと島津製作所^(株)のクロマトパック C-R 8 A を用いた。Figure-1 に吟醸酒の逆相クロマトグラフィーの溶出パターンを示す。分離溶出した各クロマト成分の溶出時間を名称とし，面積値をデータとして相関分析を行った。

分離条件は

- カラム；ODS-80 TM カラム (4.6 mmI. D. ×15 cm)
- 溶離液；A 液：0.1% TFA，
B 液：A 液+30%アセトニトリル
A → B リニアグラジエント (30 分)

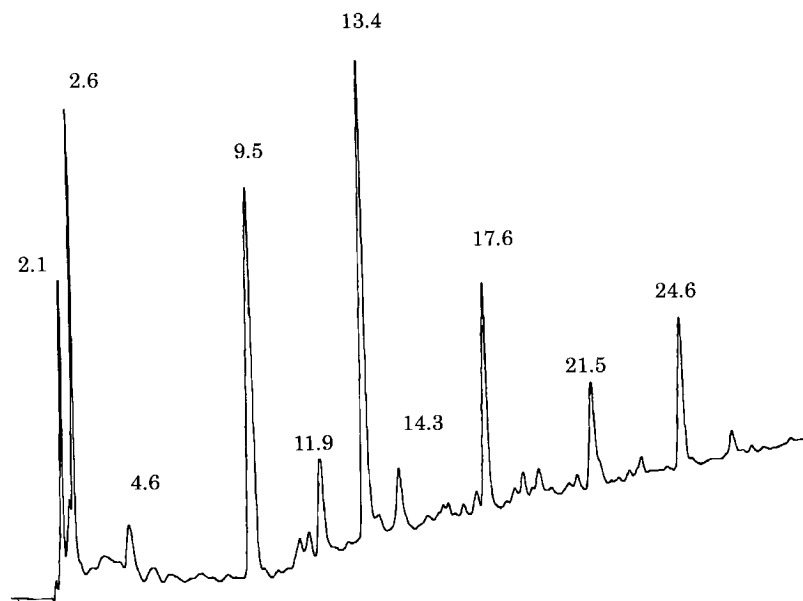


Fig. 1 Elution profile of *Ginjyo-shu* in a reverse phase chromatography.
Column ; TSK gel ODS 80 TM (4.6 mmI. D. ×15 cm)
Mobile phase ; A 0.1% TFA, B 30% Acetonitrile/0.1% TFA, A → B (30 min)
Flow rate ; 1 ml/min. Detection ; UV 220 nm, Injection ; 20 μ l

流速 ; 1 ml/min
 検出 ; UV (220 nm)
 注入量 ; 20 μ l

8. 単相関分析, 重回帰分析

単相関分析はマイクロソフトエクセルの分析ツールを用いて, 総合評価および指摘・特性項目の指摘数と57項目の分析データとの相関分析を行なった。重回帰分析は共立出版の統計解析ハンドブック(多変量解析)のソフトを利用し, 総合評価を目的変数とし, 有機酸を初めとする57項目の分析データを説明変数として, 変数増減選択型の重回帰分析を行なった。

実験結果

1. 総合評価と清酒成分との単相関分析

総合評価と化学成分57項目との単相関分析の結果をTable-1に示す。グルコース濃度と総合評価との相関係数は $r=0.108$ で有意性は認められなかった。

有機酸組成と総合評価との間に有意な相関関係が認められた有機酸を相関係数の高い順に並べると, コハク酸($r=0.510^{***}$), クエン酸($r=0.496^{***}$), リンゴ酸($r=0.343^{***}$)であった。相関係数からコハク酸, クエン酸, リンゴ酸の少ない吟醸酒の総合評価が良かったことを示す。乳酸, ピルビン酸, 酢酸は相関関係が認められなかったことは興味深い。

香気成分と総合評価との間に有意な相関関係が認められた成分について相関係数の高い順に見てみると, n-カブロン酸エチル($r=-0.733^{***}$), i-ブタノール($r=0.605^{***}$), n-ブタノール($r=-0.416^{***}$), 酢酸エチル($r=0.407^{***}$), 酢酸イソアミル($r=0.271^{**}$)であった。この結果はn-カブロン酸エチル, n-ブタノールが多く, i-ブタノール, 酢酸エチル, 酢酸イソアミルが少ない吟醸酒の総合評価が良かったことを示すものである。n-カブロン酸エチルは相関係数が $r=-0.733$ と極めて高いことから, 審査員はn-カブロン酸エチルの多い出品酒を高く評価したことが窺える。またi-ブタノールは相関係数 $r=0.605$ と正の相関が, n-ブタノールは相関係数 $r=-0.416$ と負の相関が認められ, i-ブタノールとn-ブタノールが吟醸酒の呈味に関係があるかどうか興味深い。酢酸イソアミルはこれまで吟醸香の主要な成分と考えられてきたが, 総合評価とは危険率1%で正の相関関係が認められ, 酢酸イソアミルが多いと総合評価が低いとい

う結果が得られたことは意外な結果であった。

アミノ酸と総合評価との間の相関結果は表から明らかのように多くのアミノ酸は総合評価と正の相関関係が認められ, アミノ酸の多い吟醸酒の総合評価が悪かったことを示す。特にプロリン($r=0.630^{***}$), ヒスチジン($r=0.508^{***}$), アスパラギン($r=0.454^{***}$), グリシン($r=0.439^{***}$), スレオニン($r=0.426^{***}$)は危険率0.1%で有意な相関関係が認められた。吟醸酒, 純米酒, 本醸造酒および普通酒を6個のアミノ酸を変数とする判別式で高精度に判別できることを報告したが⁹⁾, 総合評価と相関が高いプロリンとヒスチジンがその判別式の説明変数であることは興味深い。吟醸酒のプロリンはアラニン, グルタミン酸に次いで3番目に含有量が多いアミノ酸であり, 麴からの持込み量と醗における酵母の放出量の合計が吟醸酒の含有量を決める⁹⁾。吟醸酒のヒスチジン含有量はさほど多くはないが総合評価と相関が高かったことは興味深い。清酒の呈味に関係すると報告⁹⁾したアミノ酸についてみると, アラニン($r=0.352^{**}$), グルタミン酸($r=0.289^{**}$), アスパラギン酸($r=0.303^{**}$)は危険率1%の有意な相関関係が認められたがアルギニン($r=-0.108$)は相関関係が認められなかった。

アミノ酸関連物質と総合評価との間に有意な相関関係が認められた成分は相関係数の高い順にオルニチン($r=0.469^{***}$), エタノールアミン($r=0.427^{***}$), 尿素($r=0.295^{**}$)であった。これらの物質は酵母のアミノ酸代謝で生成したものと考えられるが, 総合評価と相関関係が認められたことは興味深く, これらの物質の清酒中における呈味性や醸造における生成要因を調べたいと考えている。

吟醸酒の逆相クロマトグラフィーで分離溶出各成分の面積値と総合評価との相関分析の結果, 総合評価と相関関係が認められた逆相クロマト成分は, RT 17.6 ($r=0.546^{***}$), RT 21.5 ($r=0.463^{***}$), RT 13.4 ($r=0.442^{***}$), RT 24.6 ($r=0.365^{***}$)であり危険率0.1%で総合評価と正の相関関係が認められた。これらの成分がどんな化合物であるか現在同定を試みているが, 使用したODS-80 TMはペプチド分離に使われるものであること, 検出波長を280nmとしても検出されることなどからペプチドではないかと想定している。吟醸酒の呈味に直接関わっているか

Table 1 Correlation analysis between chemical components of *ginjyo-shu* and the comprehensive evaluation of a sensory test.

Chemical components	Correlation	Significance	Chemical components	Correlation	Significance
Carbohydrates			Aspartic acid	0.303	**
Glucose	0.108	—	Serine	0.379	**
Lactic acid	0.182	—	Histidine	0.508	**
Malic acid	0.343	**	Threonine	0.426	**
Succinic acid	0.510	**	Cysteine	0.380	**
Citric acid	0.496	**	Tryptophan	-0.040	—
Pyruvic acid	-0.188	—	Methionine	0.318	**
Acetic acid	-0.043	—	Ethanolamine	0.427	**
Pyroglutamic acid	0.263	*	γ -Aminobutyric acid	0.094	—
n-Propanol	-0.135	—	Urea	0.295	**
n-Butanol	-0.416	**	Carnosine	-0.227	*
i-Butanol	0.605	**	Ornithine	0.469	**
i-Amyl alcohol	0.026	—	Hydroxylysine	0.134	—
Ethyl acetate	0.407	**	Sarcosine	0.168	—
Isoamyl acetate	0.271	*	α -Aminoadipic acid	0.230	*
Ethyl butyrate	0.052	—	Anserine	-0.003	—
n-Ethyl caproate	-0.733	**	Phosphoserine	0.227	*
Alanine	0.352	**	Taurine	-0.239	*
Glutamic acid	0.289	**	RT 2.1	0.362	**
Arginine	-0.108	—	RT 2.6	0.202	*
Proline	0.630	**	RT 4.6	0.316	**
Glycine	0.439	**	RT 9.5	0.154	—
Leucine	0.299	**	RT 11.9	0.298	**
Valine	-0.018	—	RT 13.4	0.442	**
Tyrosine	0.305	**	RT 14.3	-0.257	—
Glutamine	0.341	**	RT 17.6	0.546	**
Isoleucine	0.208	*	RT 21.5	0.463	**
Lysine	0.261	*	RT 24.6	0.365	**
Asparagine	0.454	**			
Phenylalanine	0.344	**			
Amino acids			Reverse chromatography substances		

*** : 0.1% level of significance, $r(76, 0.001) = 0.363$

** : 1% level of significance, $r(76, 0.01) = 0.277$

* : 5% level of significance, $r(76, 0.05) = 0.198$

— : Insignificant

どうか検討したいと考えている。

2. 総合評価と相関が認められた主な特性・指摘項目

総合評価と特性・指摘項目との相関分析を行った結果、危険率0.1%で有意な相関関係が認められた特性・指摘項目を Table-2 に示した。表から明らかのように総合評価は、味の特性項目では「ふくらみ」、「なめらか」、「後味良」、「きれい」、香りの特性項目では「華やか」、「含み香」と負の高い相関関係が認められ、味の指摘項目では「渋味」、「雑味」、香りの指摘項目では「木香様臭」、「酸臭」、「酢エチ臭」と正の相関関係が認められた。この結果から審査員は官能審査において雑味、渋味があり、酢エチ臭、酸臭、木香様臭などのオフフレーバーが感じられる出品酒は悪い点数をつけ、香りがあり、味がなめらかでふくらみがあり後味の良いものを良いと評価したことを示す。そこで、これらの特性・指摘項目と分析した 57 項目の化学成分との相関関係を調べた。

3. 主な味の特性・指摘項目と化学成分との相関分析

総合評価と正の相関関係が認められた味の特性・指摘項目を Table-3 に示した。「ふくらみ」、「なめらか」、「きれい」、「後味良」は味の特性項目である。負の相関関係が認められた化学成分はエタノールアミン、

グリシン、プロリン、ヒスチジン、逆相クロマト成分 (RT 21.5, RT 17.6, RT 24.6) でありこの結果はこれらの含有量が少ない吟醸酒が「ふくらみ」、「なめらか」、「きれい」、「後味良」のチェック数が多かったことを示す。「雑味」はプロリン ($r=0.562^{***}$), グリシン ($r=0.500^{***}$), ヒスチジン ($r=0.487^{***}$), RT 17.6 ($r=0.485^{***}$) などと危険率0.1%で正の高い相関関係が認められ、これらの含有量の多い吟醸酒は「雑味」のチェック数が多かったことを示す。「渋味」は RT 21.5 ($r=0.396^{***}$), i-ブタノール ($r=0.328^{**}$), ハイドロキシリジン ($r=0.319^{**}$) などと危険率1%で正の相関関係が認められ、これらの含有量の多い吟醸酒は「渋味」のチェック数が多かったことを示す。これらの化学成分が吟醸酒の味に直接関係しているかどうか検討したいと考えている。

4. 主な香りの特性・指摘項目と化学成分との相関分析

総合評価と正の相関関係が認められた香りの特性・指摘項目を Table 4 に示した。「華やか」、「含み香」は香りに関わる特性項目であるが、香気成分のうちでカプロン酸エチルと危険率0.1%で有意な正の高い相関関係が認められた。さらにn-ブタノールが「華やか」、「含み香」とともに正の高い相関関係が認められ、逆にi-ブタノールは両者と負の高い相関関係が認め

Table 2 Main characteristics and indication items for which correlations were accepted in the comprehensive evaluation of a sensory test.

	Characteristic and indication	Correlation	Significance
Taste	<i>Fukurami</i>	-0.585	***
	<i>Nameraka</i>	-0.566	***
	<i>Atoaji ryou</i>	-0.491	***
	<i>Kirei</i>	-0.412	***
	<i>Sibumi</i>	0.449	***
	<i>Zatumi</i>	0.706	***
Flavor	<i>Hanayaka</i>	-0.566	***
	<i>Fukumika</i>	-0.562	***
	<i>Kigayou-shu</i>	0.480	***
	<i>San-shu</i>	0.495	***
	<i>Sakueti-shu</i>	0.682	***

Significance is the same as that shown in Table 1.

Table 3 Correlation analyses between main characteristics, indication, and chemical components.

Fukurami		Nameraka		Kirei		Atoaji ryou		Zatumi		Sibami	
Components	Correlation	Components	Correlation	Components	Correlation	Components	Correlation	Components	Correlation	Components	Correlation
n-Ethyl caproate	0.466	n-Ethyl caproate	0.393	n-Ethyl caproate	0.340	n-Ethyl caproate	0.328	Proline	0.562	RT 21.5	0.396
Taurine	0.407	Isoleucine	-0.279	Alanine	-0.284	RT 24.6	-0.283	Glycine	0.500	i-Butanol	0.328
Leucine	-0.281	Pyroglutamic acid	-0.278	i-Butanol	-0.29			Histidine	0.487	Hydroxylysine	0.319
Isoleucine	-0.285	Sarcosine	-0.278	Glycine	-0.306			RT 17.6	0.485	RT 13.4	0.281
Alanine	-0.286	i-Butanol	-0.282	Ethanolamine	-0.309			Phenylalanine	0.410	n-Ethyl caproate	-0.291
RT 17.6	-0.297	Citric acid	-0.298	Glutamic acid	-0.324			i-Butanol	0.388		
Phenylalanine	-0.327	Alanine	-0.299	Histidine	-0.326			Threonine	0.388		
GABA*	-0.327	Glutamine	-0.301	Serine	-0.327			Asparagine	0.385		
Histidine	-0.328	RT 2.1	-0.303	Ornithine	-0.329			Tyrosine	0.380		
Citric acid	-0.337	Lysine	-0.320	Asparagine	-0.339			Citric acid	0.374		
RT 9.5	-0.339	Asparagine	-0.330	Threonine	-0.340			Aspartic acid	0.374		
RT 21.5	-0.347	Cysteine	-0.332	RT 17.6	-0.349			Ornithine	0.367		
RT 24.6	-0.355	Leucine	-0.333	Citric acid	-0.360			Serine	0.360		
Tyrosine	-0.412	Tyrosine	-0.338	Proline	-0.415			Glutamic acid	0.340		
Proline	-0.428	Aspartic acid	-0.339					Alanine	0.339		
Glycine	-0.433	Serine	-0.344					Ethanolamine	0.330		
Ethanolamine	-0.453	Phenylalanine	-0.360					Glutamine	0.324		
		Glycine	-0.366					Lysine	0.323		
		Threonine	-0.370					Leucine	0.322		
		RT 17.6	-0.372					Methionine	0.284		
		Ornithine	-0.387					GABA*	0.282		
		Proline	-0.426					Cysteine	0.281		
		Ethanolamine	-0.429					Carnosine	-0.294		
		Histidine	-0.455					RT 14.3	-0.310		
								n-BuOH	-0.420		
								n-Ethyl caproate	-0.527		

Significance is the same as that shown in Table 1.

*GABA : r-Amino butyric acid

Table 4 Correlation analyses between flavors and chemical components.

Hanyuaka		Fukumika		Kigyoyu-shu		Sakueti-shu		San-shu	
Components	Correlation	Components	Correlation	Components	Correlation	Components	Correlation	Components	Correlation
n-Ethyl caproate	0.627	n-Ethyl caproate	0.527	Ornithine	0.417	i-Butanol	0.667	i-Butanol	0.438
n-Butanol	0.355	n-Butanol	0.411	RT 17.6	0.377	Succinic acid	0.572	Proline	0.380
Threonine	-0.282	RT 17.6	-0.279	Threonine	0.352	Proline	0.557	RT 21.5	0.367
Alanine	-0.295	RT 4.6	-0.288	Cysteine	0.337	RT 13.4	0.555	Glucose	0.366
Ethyl acetate	-0.301	RT 21.5	-0.298	Serine	0.333	Ethyl acetate	0.510	RT 17.6	0.360
Phosphoserine	-0.305	Proline	-0.314	Phenylalanine	0.330	RT 21.5	0.470	RT 13.4	0.340
Histidine	-0.317	i-Butanol	-0.368	Proline	0.320	Malic acid	0.417	Succinic acid	0.307
Glycine	-0.326			Alanine	0.317	Isoamyl acetate	0.405	RT 11.9	0.299
Proline	-0.341			Asparagine	0.314	Asparagine	0.385	RT 14.3	-0.286
Succinic acid	-0.347			Urea	0.309	Glutamine	0.383		
i-Butanol	-0.358			RT 11.9	0.307	Histidine	0.373		
				Leucine	0.302	Ethanolamine	0.362		
				Histidine	0.297	Glycine	0.352		
				Tyrosine	0.286	Ornithine	0.343		
				Aspartic acid	0.278	Serine	0.329		
						Threonine	0.312		
						RT 17.6	0.300		
						Citric acid	0.298		
						Urea	0.286		
						RT 2.1	0.282		
						n-Ethyl caproate	-0.568		

Significance is the same as that shown in Table 1.

られたことは興味深い。「木香様臭」と危険率1%以上で有意な相関が認められた化学成分は15項目であるが、その大部分はアミノ酸であり香氣成分とは相関が認められなかった。「酢エチ臭」と危険率1%以上で有意な相関が認められた化学成分は21項目であった。香氣成分のうちでi-ブタノール、酢酸エチル、酢酸イソアミルは「酢エチ臭」と正の相関があった。「酸臭」と危険率1%以上で有意な相関が認められた化学成分は9項目であるが香氣成分ではi-ブタノール、有機酸ではコハク酸の相関が認められた。

5. 総合評価の上位酒と下位酒の化学成分の差異

Figure-2 に総合評価とn-カプロン酸エチルの散布図を示した。図から明らかなようにn-カプロン酸エチルは約6.5ppm以下では総合評価が悪い。n-カプロン酸エチルが6.5ppm以上では総合評価との相関がなくなり、n-カプロン酸エチル以外の化学成分が総合評価に関わっていることが推論される。そこでn-カプロン酸エチルが6.5ppm以上の62点の吟醸酒

について、総合評価が2.4以下の28点と以上の34点に分けて、上位酒と下位酒の化学成分について平均値の差の検定を行った。結果はTable-5に示したが、化学成分57項目の内、ピログルタミン酸、アラニン、プロリン、ホスホセリン、RT 21.5の5項目が上位酒と下位酒が危険率5%で有意差が認められた。Table-3, 4から明らかなように、ピログルタミン酸は「なめらか」に負の相関が、アラニンは「ふくらみ」と負の相関が、プロリンは「雑味」と正の相関が、ホスホセリンは「はなやか」と負の相関が、RT 21.5は「渋味」と正の相関が認められた化学成分であり、上位酒はこれらの化学成分が少ないため総合評価が良かったと解釈できる。

6. 総合評価と清酒成分との重回帰分析

総合評価を目的変数として、グルコース、有機酸組成(7項目)、香氣成分(8項目)、アミノ酸組成(20項目)、アミノ酸関連物質(11項目)、逆相クロマト成分(10項目)の計57項目を説明変数とした変数増

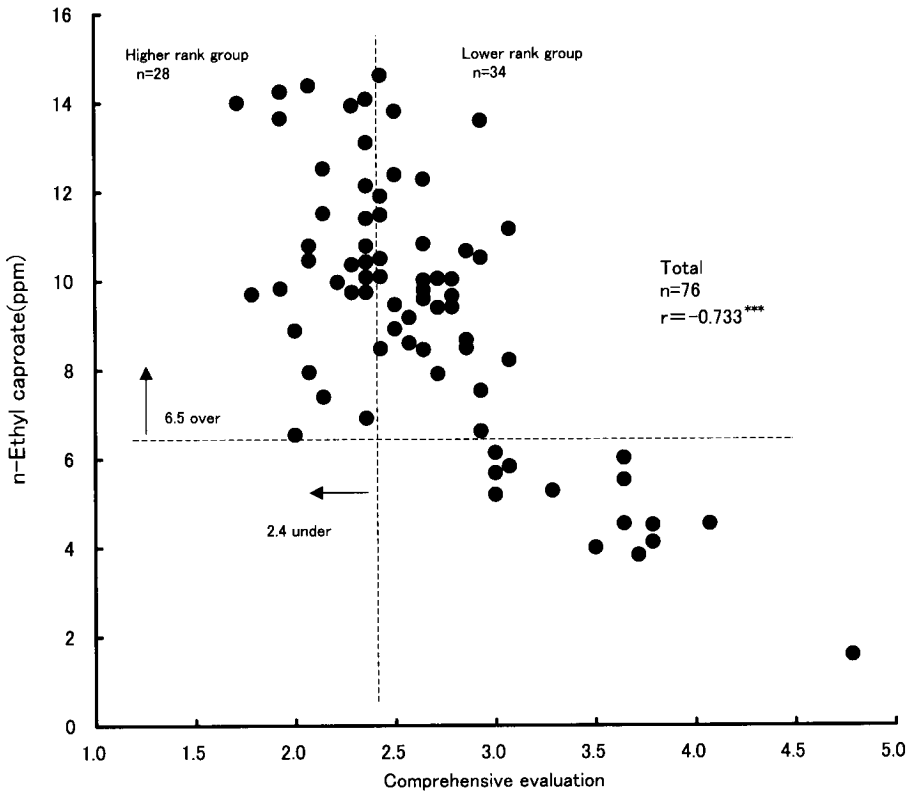


Fig. 2 Correlation analysis between n-Ethyl caproate and comprehensive evaluation of sensory test.

Table 5 Official appraisal of the differences in the averages of higher rank *Ginjo-shu* and lower rank *Ginjo-shu* in a comprehensive evaluation.

Components	Average		t-value	Significance
	Higher rank	Lower rank		
Pyroglutamic acid	10.5	12.2	-2.44	*
Alanine	125	138	-2.18	*
Proline	72	78	-2.61	*
Phosphoserine	2.9	3.3	-2.26	*
RT 21.5	13.4	14.2	-2.50	*

t Boundary value (both side) ; 1% of the danger rates 2.66, 5% danger rates 2.00

* : 5% level of significance

Table 6 Multiple correlation analysis employing a comprehensive evaluation as criterion variable.

Linear multiple correlation equation :

$$\text{Comprehensive evaluation} = B + A(1) * X(1) + A(2) * X(2) + \dots + A(10) * X(10)$$

Explanatory variable		Regression coefficient		Partial correlation coefficient
X(1)	n-Ethyl caproate	A(1)	-0.079	-0.623
X(2)	Proline	A(2)	0.017	0.481
X(3)	Valine	A(3)	-0.014	-0.555
X(4)	RT 17.6	A(4)	0.046	0.411
X(5)	Hydroxylysine	A(5)	0.031	0.338
X(6)	Carnosine	A(6)	-0.023	-0.289
X(7)	RT 21.5	A(7)	0.062	0.304
X(8)	Taurine	A(8)	-0.015	-0.197
X(9)	Phosphoserine	A(9)	-0.119	-0.270
X(10)	Pyruvic acid	A(10)	0.003	0.182
Constant term		B	1.788	

Multiple correlation coefficient : 0.9028

Coefficient determination : 81.5%

減選択型の重回帰分析を行った。Table-6 に得られた重回帰式を、Figure-3 に実際の総合評価と重回帰式による推定値との関係を図示した。重回帰式は n-カプロン酸エチル、プロリン、バリン、RT 17.6、ヒドロキシリジン、カルノシン、RT 21.5、タウリン、ホスホセリン、ピルビン酸の 10 変数が説明変数として選択された。Figure-3 から明らかなように、総合評価と重回帰式による推定値とはきれいな相関関係を示し、重相関係数は 0.9028***、寄与率は 81.5%であった。説明変数の偏相関係数をみると n-カプロン酸

エチルが最も高く -0.623 で、ついでバリン、プロリン、RT 17.6 が高かった。説明変数のうちでプロリン、RT 21.5、ホスホセリンの 3 つは Table-5 から明らかなように上位酒と下位酒で違いが認められた化学成分である。ヒドロキシリジン、カルノシン、タウリン、ホスホセリンの 4 つはアミノ酸関連物質であり酵母のアミノ酸代謝産物と思われるが、これらが説明変数として選択されたことは興味深い。

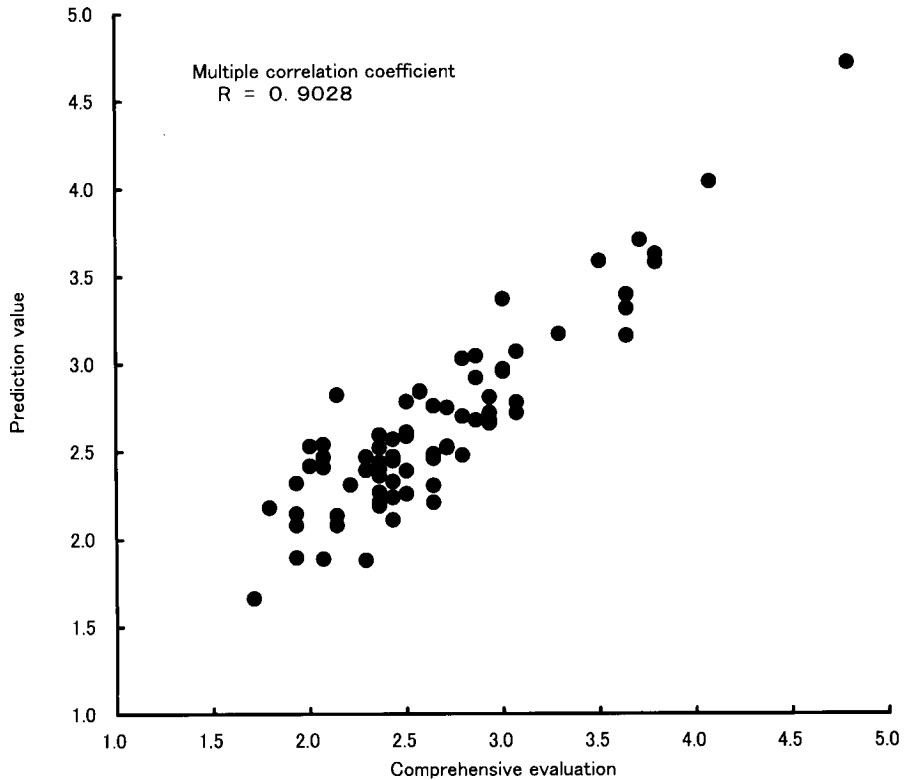


Fig. 3 Multiple correlation analysis between comprehensive evaluation and prediction value.

考 察

吉沢ら⁷⁾は、鑑評会出品酒の官能評価と酢酸イソアミル、i アミルアルコール、E/A 比との相関分析を行い有意な相関が認められなかったことを報告している。岩田ら¹⁻³⁾は 全国新酒鑑評会出品酒の総合評価と特性指摘項目及び香气成分との相関分析を行った結果を報告しているが、カブロン酸エチルが官能評価における香りのチェック数との相関が高いこと、総合評価と負の相関関係が認められることを報告している。

筆者らは、吟醸酒造りの技術向上のためには、鑑評会出品酒の官能評価と出品酒の化学成分との相関関係を調べることは有益であると考え、秋田県清酒鑑評会(平成 16 年度 3 月開催)の出品酒 76 点について、グルコース、有機酸組成、香气成分、アミノ酸組成、アミノ酸関連化合物、逆相クロマト成分など 57 項目の化学成分を測定し、審査成績との単相関分析及び重相関分析を行った結果、審査成績と化学成分との相関関係を明らかにすることが出来た。今回、相関関係が認

められた化学成分の中に味や香りに直接的な因果関係を有するものが存在すると考えられる。総合評価を目的変数とする変数増減選択型の重回帰分析の結果、57 項目の変数の中から 10 個の項目が説明変数として選択され、その重相関係数は 0.9028、寄与率は 81.5% と極めて予測精度の高い重回帰式が得られた。重回帰式の説明変数として選ばれた化学成分についてその意味を解釈してみると、Table-3, 4 に示したように n-カブロン酸エチルは「華やか」、「含み香」と正の相関があり、プロリン、RT 17.6 は「雑味」と正の相関があり、ヒドロキシリジン、RT 21.5 は「渋味」と正の相関が認められ、総合評価は香りが高く、雑味、渋味のない吟醸酒が良いことを重回帰式が表しているものと考えられる。吟醸酒の品質向上を考えると、「雑味」、「渋味」を無くし、「ふくらみ」、「なめらか」、「きれい」、「華やか」、「含み香」を高める必要が考えられるが、特性・指摘項目に相関が認められた化学成分について直接的に味に関わっているかどうか今後検討する予定である。

最後に、試料清酒と鑑評会審査結果及び奨学寄付金をいただきました秋田県酒造組合に、研究のアドバイスをいただきました秋田県総合食品研究所の酒類部門の皆様、実験に協力いただいた佐藤雄高君に厚くお礼を申し上げます。

要 約

1. 鑑評会の審査酒 76 点について 57 項目の化学成分を分析し、総合評価及び特性・指摘項目のチェック数と化学成分との相関分析を行った。
2. 総合評価と特性・指摘項目のチェック数との相関分析の結果、味では「雑味」や「渋味」のチェック数が少なく、「ふくらみ」、「なめらか」、「後味良」のチェック数が多い審査酒の総合評価が良かった。香りでは「華やか」、「含み香」のチェック数多く、「木香様臭」、「酸臭」、「酢エチ臭」のチェック数が少ないものが高く評価された。
3. 「雑味」は、プロリン、グリシン、ヒスチジン、フェニルアラニンなど多くのアミノ酸や、逆相クロマト成分の RT 17.6, i-ブタノール、クエン酸などと相関が高かった。
4. 「渋味」は逆相クロマト成分の RT 21.5 と RT 13.4, i-ブタノール、ヒドロキシリジンと相関が認められた。
5. 「ふくらみ」は、エタノールアミン、グリシン、プロリン、チロシンと負の相関が認められ、これらが少ない審査酒はふくらみがあると評価された。
6. 「なめらか」は、ヒスチジン、エタノールアミン、プロリン、オルニチンと負の相関が認められ、これ

らが少ない審査酒はなめらかと評価された。

7. 香りの評価では、「華やか」と「含み香」は n-カブロン酸エチル、n-ブタノールと正の高い相関が認められ、これらが多い審査酒は高く評価された。
8. 「総合評価」を目的変数、57 項目の化学成分を説明変数として変数増減選択型の重回帰分析を行った結果、カブロン酸エチル、プロリン、バリン、RT 17.6, ヒドロキシリジン、カルノシン、RT 21.5, タウリン、ホスホセリン、ピルビン酸の 10 個の説明変数が選択され、重相関係数が 0.9028, 寄与率が 81.5% と予測精度の高い重回帰式が得られた。

文 献

- 1) 岩田博, 宇都宮仁, 磯谷敦子, 岡崎直人; 酒類総合研究所報告, 第 174 号, 1-12 (2002)
- 2) 岩田博, 宇都宮仁, 磯谷敦子, 岡崎直人; 酒類総合研究所報告, 第 175 号, 1-12 (2003)
- 3) 岩田博, 宇都宮仁, 磯谷敦子, 高橋利郎; 酒類総合研究所報告, 第 176 号, 1-12 (2004)
- 4) 岩野君夫, 伊藤俊彦, 中沢伸重; 醸協, **99**(7), 526-533 (2004)
- 5) 岩野君夫, 幡宮顕仁, 中村拓郎, 渡辺誠衛, 伊藤俊彦, 中沢伸重; 醸協, **99**(10), 735-741 (2004)
- 6) 岩野君夫, 高橋和弘, 伊藤俊彦, 中沢伸重; 醸協, **99**(9), 659-664 (2004)
- 7) 吉沢淑, 村上英也; 醸造試験所報告, 第 145 号, 26-29 (1973)