

Application News

No. G317

ガスクロマトグラフィー

HS-20 と Nexis™ GC-2030 を用いた ビール中の香気成分の分析

ビール中には非常に多くの香気成分が含まれています。本稿では、5種類の市販ビールを試料として、ビールの風味に大きな影響を及ぼすアルコールやエステル類等の9種類の香気成分を分析しました。さらにその分析結果を多変量解析（主成分分析、階層的クラスタリング解析）し、各ビール間の比較を行いました。

Y. Takemori

■ 分析方法

検量線用の標準溶液は、香気成分の混合原液を4%エタノールで希釈し調製しました。それをヘッドスペースバイアルに10g入れ内部標準を添加し密封後、ヘッドスペース分析を行い検量線を作成しました。実試料は、脱気処理なしのビール10gと内部標準を上記と同様に、ヘッドスペースバイアルに密封後、ヘッドスペース分析を行い、作成した検量線を用いて定量を行いました。



Nexis™ GC-2030 + HS-20 の外観

■ 分析条件

装置構成および分析条件を表1に示しました。

表1 装置構成および分析条件

ヘッドスペースサンブラ (HS-20)		ガスクロマトグラフ (Nexis GC-2030 / FID-2030)	
Mode	: ループ	Injection Mode	: スプリット
Oven Temperature	: 40 °C	Split Ratio	: 1 : 5
Sample Line Temperature	: 70 °C	Carrier Gas	: He
Transfer Line Temperature	: 80 °C	Carrier Gas Control	: カラム流量 (5 mL/min)
Vial Pressure	: 150 kPa	Column	: SH-Rtx™-Wax (30 m×0.53 mm I.D., 1 μm)
Vial Heat-retention Time	: 45 min	Column Temp	: 40 °C (5 min) - 10 °C/min - 190 °C (5 min)
Vial Pressurization Time	: 1 min	Detector Temp	: 200 °C
Vial Pressurization Equilibrating Time	: 0.1 min	Detector Gas	: H ₂ 32 mL/min Make-up (He) 24 mL/min Air 200 mL/min
Loading Time	: 0.5 min		
Loading Pressurization Time	: 0.1 min		
Injection Time	: 0.5 min		
Needle Flush Time	: 5 min		

■ 5種類の市販ビールの分析結果

代表のクロマトグラムを図1に、5種類の市販ビール中香気成分の定量結果 (n=3の平均) を表2に示しました。

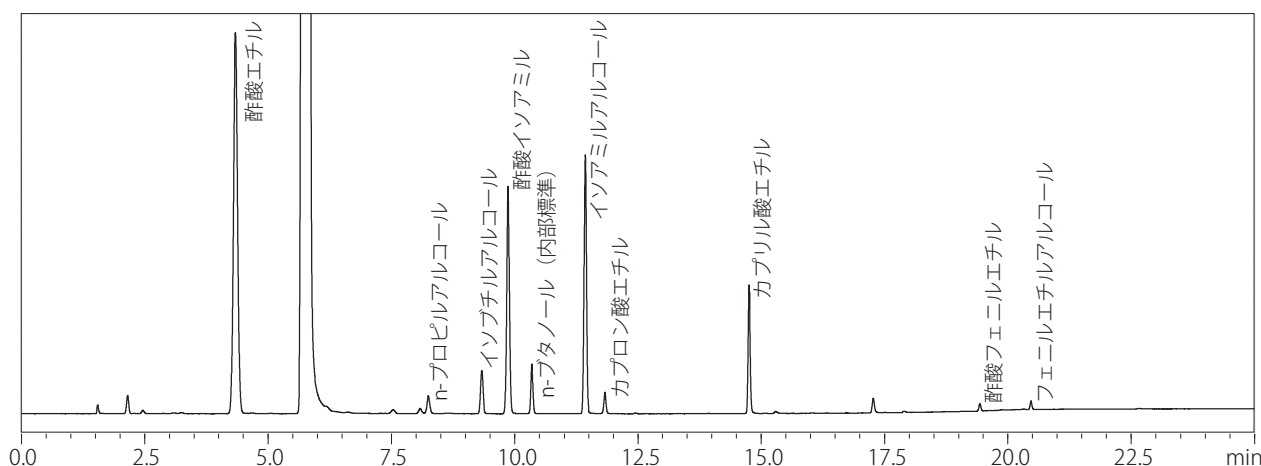


図1 ビールのクロマトグラム

表 2 香気成分定量結果 (単位: mg/L)

化合物名	Beer A	Beer B	Beer C	Beer D	Beer E
酢酸エチル	21.065	32.552	12.584	30.386	13.825
n-プロピルアルコール	11.342	11.217	11.985	23.662	9.360
イソブチルアルコール	10.490	10.941	14.126	0.190	9.198
酢酸イソアミル	2.188	2.725	0.936	0.459	1.120
イソアミルアルコール	62.552	52.284	59.169	59.692	54.575
カブロン酸エチル	0.067	0.091	0.052	0.088	0.094
カプリル酸エチル	0.114	0.159	0.067	0.124	0.137
酢酸フェニルエチル	0.350	0.808	0.125	検出されず	0.231
フェニルエチルアルコール	16.891	21.655	17.025	13.420	16.583

■多変量解析の結果と検討

今回の分析 (n=3) ですべてのビールで検出された 8 成分 (酢酸フェニルエチル以外) を用いて、多変量解析ソフトウェア: SIMCA® 15 (インフォコム社) により主成分分析および階層的クラスタリング解析を行いました。その結果のスコアプロットを 図 2 に示します。5 種類のビールサンプルはスコアプロット上で十分に分離し、各ビールの差異の見える化を行うことができました。また、デンドログラム (樹形図) を 図 3 に示します。デンドログラムから類似度の見える化を行うことができました。

スコアプロットおよびデンドログラムより、Beer D が他 4 種類のビールより大きく異なることが確認できます。これは Beer D の 8 成分の濃度比が他のビールと比較して違うことを示唆しています。また、Beer D のみ上面発酵のエールビール、その他のビールは下面発酵のラガービールでした。

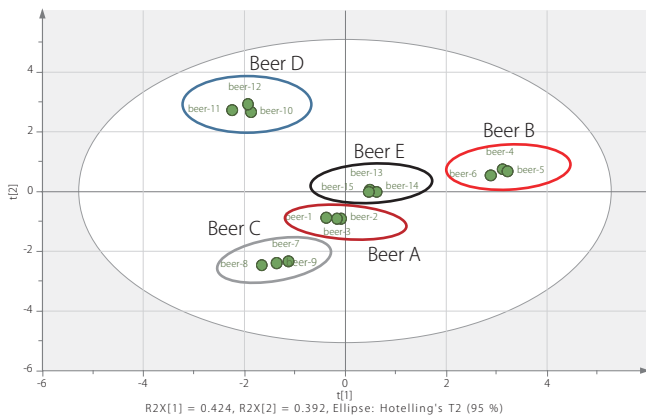


図 2 スコアプロット

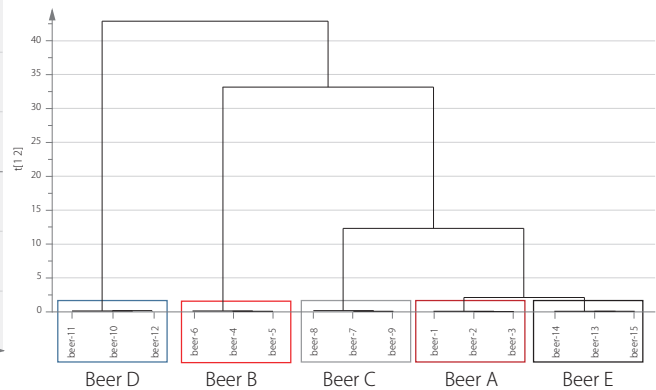


図 3 デンドログラム

■まとめ

ビール中の香気成分 9 成分を高感度に分析することで、各ビール間で濃度が異なることが確認できました。またその結果を多変量解析することにより、各ビール間の比較を視覚的に簡便に行うことができました。

<参考文献>

ビール醸造組合: BCOJ ビール分析法 (2013)

Nexis は、株式会社 島津製作所の日本およびその他の国における商標です。
Rtx は、Restek Corporation の米国およびその他の国における商標または登録商標です。
SIMCA は、Sartorius Stedim Data Analytics AB の登録商標です。