SHIMADZU
Excellence in Science

Application News

高速液体クロマトグラフ

一体型HPLCシステムとサイズ排除-配位子交換（Ca型）カラムによる糖類の分析

内田 あずさ[1]、赤木 美穂[1]、釣 沙也香[2]
1 株式会社島津製作所、2 株式会社島津テクノリサーチ

ユーザーベネフィット

- ◆ Ca型のサイズ排除-配位子交換カラムは、Na型より糖アルコールを強く保持し、糖アルコールや単糖をより選択的に分離できます。
- ◆ 移動相は水のみで分析できるため、移動相を調製する手間がかかりません。

■はじめに

糖類は食品の甘味の主成分であり、重要なエネルギー源です。一方で糖を摂取しすぎると、肥満等の生活習慣病や虫歯のリスクが上昇することが報告されています[1)]。食品中の糖の量を知ることは品質管理や栄養管理の面で重要な役割を果たします。

糖類は親水性の高い化合物なので、疎水性相互作用によって化合物を分離する逆相クロマトグラフィーは適しません。本稿では、配位子交換クロマトグラフィーを利用して、糖類を分離しました。この分離モードのベースとなるのは、溶液中の分子サイズの違いを利用して成分を分離するサイズ排除クロマトグラフィーです。さらに金属対イオンと糖類が有する水酸基との間の錯形成によって保持し、移動相中の水分子との配位子交換により糖類は溶出されます。固定相表面の金属対イオンと糖類との錯形成の差を用いて、高い分離性能で糖類を分析することができます。

ここでは、一体型HPLCシステムでサイズ排除-配位子交換（Ca型）カラムを用いた糖類分析例をご紹介します。

■標準溶液の分析

分析にはShim-pack™ SCR-101Cカラムを用いました。糖類の保持力は、金属対イオンによって異なります。カルシウムを対イオンとした充てん剤を用いると、ナトリウムを対イオンとした場合と比較して糖類の保持力が強くなる傾向にあり、糖アルコールや単糖をより選択的に分離することができます。

配位子交換クロマトグラフィーでは、低い温度では糖のアノマーが分離されてピークが2つにわかれることがありますので、一般的にはカラム温度を80℃前後に設定します。

移動相には水を使用するため、移動相調製の必要が無く簡単に分析を行うことが可能です。検出は示差屈折率検出器を用いました。

分析条件を表1、分析に使用した装置の外観を図1に示します。図2に糖類4成分（スクロース、グルコース、フルクトース、ソルビトール）の混合標準溶液のクロマトグラムを示します。

表 1　分析条件

System	: LC-2070
Column	: Shim-pack SCR-101C *1 (300 mm×7.9 mm I.D., 10 µm)
Guard column	: Shim-pack SCR-101C (G) *2 (50 mm×4 mm I.D., 10 µm)
Mobile phase	: Water
Column temperature	: 80℃
Flow rate	: 1.0 mL/min
Injection volume	: 10 µL
Vial	: TORAST™ Vial *3
Detection	: Refractive index detector (RID-20A) Polarity +, Cell temp. 40 ℃, Response 1.5 sec

*1 P/N：S228-17889-91, *2 P/N：S228-17891-91, *3 P/N：GLCTV-901

図 1　一体型HPLCシステムの外観
(1)LC-2070　(2)RID-20A　(3)リザーバトレイ

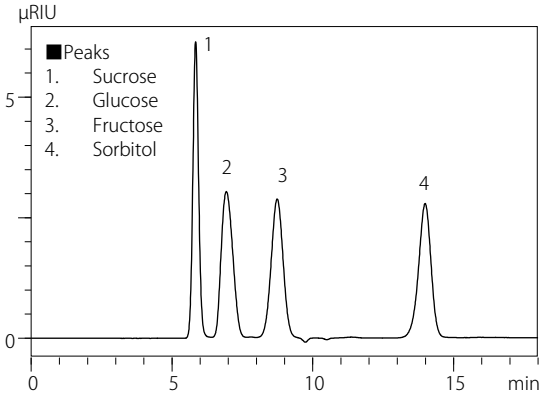

図2　糖類4成分のクロマトグラム（各 1000 mg/L）

■検量線

表2に混合標準溶液の分析結果から作成したそれぞれの糖類の検量線の寄与率を示します。20～2000 mg/Lの濃度範囲で検量線を作成しました。いずれも寄与率r^2=0.9999以上と良好な直線性が得られました。

表 2　検量線の寄与率

Compound	Linearity(r^2)
Sucrose	0.9999
Glucose	0.9999
Fructose	0.9999
Sorbitol	0.9999

■再現性

表3に各濃度が50 mg/Lの混合標準溶液を6回繰り返し分析し、得られた保持時間とピーク面積値の相対標準偏差を示します。いずれの成分についても、保持時間の相対標準偏差は0.2%以下、面積値の相対標準偏差は1.2%以下でした。

表 3　6回繰り返し分析における再現性（各 50 mg/L）

Compound	Retention time(%RSD)	Peak area(%RSD)
Sucrose	0.00	0.77
Glucose	0.12	1.2
Fructose	0.09	0.79
Sorbitol	0.04	0.94

■食品の分析

図3に清涼飲料水、図4にエナジードリンクのクロマトグラムを示します。試料は水で50倍希釈しました。希釈した試料をよく混合し、0.2 μmのメンブランフィルター*4でろ過した試料を分析しました。表4に各試料中の糖類の含有量を示します。

*4 Pall Acrodisc 13 mm with 0.2 μm PVDF P/N：4455T

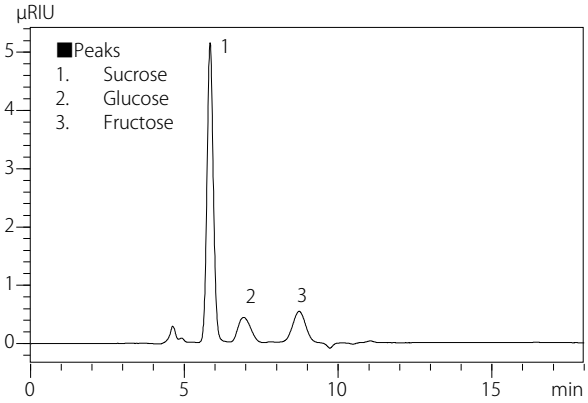

図3　清涼飲料水（Soft drink）のクロマトグラム

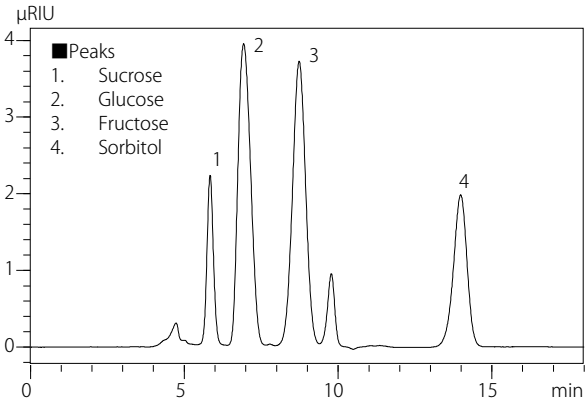

図4　エナジードリンク（Energy drink）のクロマトグラム

表 4　糖類の含有量

Sample	Unit	Sucrose	Glucose	Fructose	Sorbitol
Soft drink	mg/L	4.2×10^4	6.9×10^4	9.2×10^4	N.D
Energy drink	mg/L	1.8×10^4	6.5×10^4	6.5×10^4	3.6×10^4

N.D.=Not Detected

それぞれの試料に各500 mg/L相当のスクロース、グルコース、フルクトース、ソルビトールを標準添加し、添加回収率を評価しました。表5に添加回収試験の結果を示します。いずれの対象成分についても添加回収率86～99%と、良好な結果が得られました。

表 5 各試料の添加回収率（%）

Sample	Sucrose	Glucose	Fructose	Sorbitol
Soft drink	90	97	96	98
Energy drink	94	94	86	91

■まとめ

清涼飲料水、エナジードリンク中の糖類の一斉分析を行いました。糖類は一体型HPLCシステムに示差屈折率検出器を接続して検出しました。分離にはサイズ排除-配位子交換（Ca型）カラムのShim-pack SCR-101Cを用いました。単糖同士であるグルコースとフルクトースだけでなく、糖アルコールの一種であるソルビトールも分離が可能でした。各成分の検量線の直線性、標準溶液の保持時間の再現性、添加回収率は良好な結果が得られました。

＜参考文献＞

1) World Health Organization （2015）"Guideline：Sugars intake for adults and children"
〈http:/apps.who.int/iris/bitstream/10665/149782/1/9789241549028_eng.pdf〉

＜関連アプリケーション＞

1. 01-00931A：一体型HPLCシステムとサイズ排除-配位子交換（Na型）カラムによる糖類の分析

Shim-pack、TORAST は、株式会社島津製作所またはその関係会社の日本およびその他の国における商標です。

株式会社 島津製作所 分析計測事業部
https://www.an.shimadzu.co.jp/
初版発行：2025年 10月
01-00932A-JP　A改訂版発行：2025年 12月

本資料は発行時の情報に基づいて作成されており、予告なく改訂することがあります。
本文中に記載されている会社名、製品名、サービスマークおよびロゴは、各社の商標および登録商標です。
本文中では「TM」、「®」を明記していない場合があります。

© Shimadzu Corporation, 2025

アンケート

関連製品 一部の製品は新しいモデルにアップデートされている場合があります。

i-Series
一体型液体クロマトグラフ

関連分野

食品・飲料

栄養・機能性成分

価格お問い合わせ

製品お問い合わせ

技術お問い合わせ

その他お問い合わせ