

EDXによる食品中のミネラルの分析と有害元素のスクリーニング分析

守屋 宏一

ユーザーベネフィット

- ◆ EDXは、そのままもしくは簡単な前処理で食品中のミネラルの分析ができます。
- ◆ 固体、液体、粉体など、さまざまな試料形態を非破壊で分析可能です。
- ◆ 真空もしくはヘリウム置換雰囲気下で分析することで、軽元素をより高感度に分析できます。

■はじめに

フードロス削減は、国連が定める持続可能な開発目標(SDGs)にも取り上げられているように、国際的な課題です。この課題解決に向け様々な取り組みが行われており、中にはこれまで捨てられていた食品端材の栄養価を評価し、再利用を目指す動きがあります。例えばキャベツの芯は通常廃棄対象として扱われ、飼料、堆肥などへの転用が行われていましたが、ミネラルを豊富に含むことから、健康食品、加工食品への活用が期待されています。

食品の成分分析には原子吸光度計(AA)や誘導結合プラズマ質量分析計(ICP-MS)が広く用いられています。感度面で優れた分析法である一方、試料を硝酸や塩酸等の酸で溶解させるなどの化学的な前処理が必要であり、分析に高度な技術、ノウハウを要するといった課題があります。

一方でEDXはサンプルをそのまま、もしくは簡単な前処理で分析できることが特徴です。本アプリケーションニュースでは、フードロス対策、食の安全性評価に着目し、以下についてご紹介します。

1. キャベツ中のミネラルの評価
2. 有害元素のスクリーニング分析

1. キャベツ中のミネラルの評価

■ 試料

キャベツ

■ 前処理

キャベツの芯と葉をミキサーで粉砕し、85℃で6時間乾燥後、内径22mmφの塩化ビニル製リングに試料を詰め、40kN、10秒間加圧成型しました。図1に前処理の概要を示します。

■ 定性定量分析結果

キャベツの芯と葉の部分のプロファイル重ね合わせを図2に、FP定量分析結果を表1に示します。主成分は繊維質であるセルロース(C₆H₁₀O₅)と仮定し、バランス(残分)としてFP法により定量しました。これらの結果から、キャベツの芯と葉では検出される元素に違いはないものの、リン(P)やカリウム(K)など、ミネラルは芯の方に多く含まれていることが分かります。



図1 前処理概要

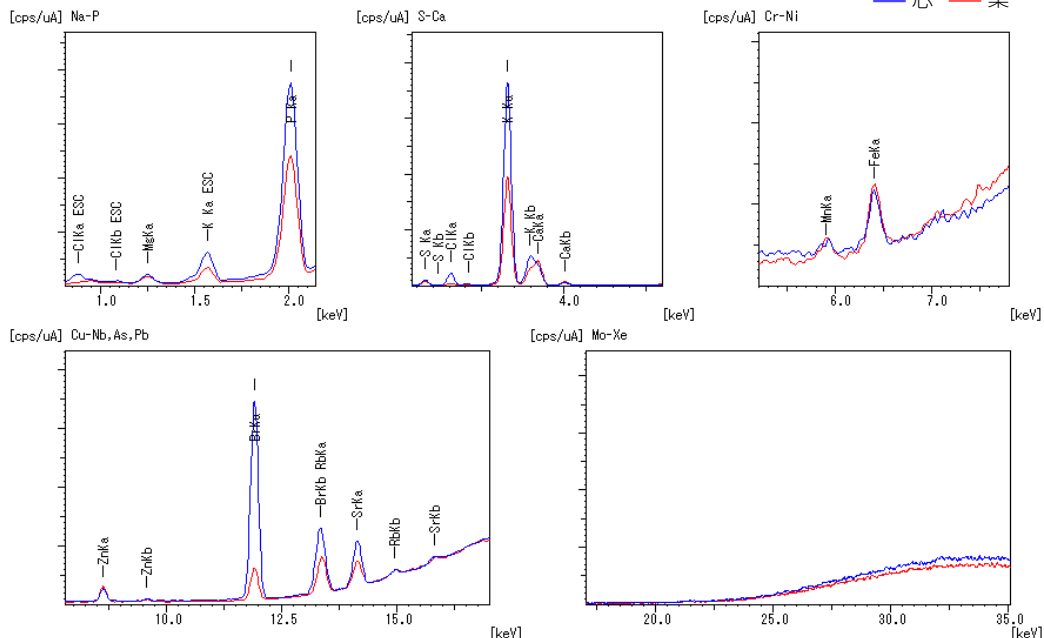


図2 キャベツの芯と葉 プロファイル重ね合わせ

表1 FP定量分析結果*1

元素	芯 [mass%]	葉 [mass%]	元素	芯 [ppm]	葉 [ppm]
Mg	0.14	0.13	Mn	6.20	11.4
P	0.50	0.32	Fe	27.1	23.2
S	0.93	0.78	Zn	31.4	27.5
Cl	1.14	0.18	Br	159.9	17.1
K	6.32	2.82	Rb	23.0	13.2
Ca	0.51	0.44	Sr	23.2	8.70

*1C₆H₁₀O₂/バランスとして定量計算しました。

2. 有害元素のスクリーニング分析

■ 試料

CRM 7403-a No.52 メカジキ魚肉粉末標準試料

■ 前処理

内径22 mmφの塩化ビニル製リングに試料を詰め、40 kN、10 秒間加圧成型しました。図3に試料外観を示します。



図3 試料外観

■ 定性定量分析結果

メカジキ魚肉粉末標準試料の標準値と定量値のまとめを表2に示します。主成分は有機物全般を代表させてCH₂Oと仮定し、バランス(残分)としてFP法により定量しました。EDXは標準試料が無くても、微量のAs, Hgといった有害元素を精度良く定量することができます。

表2 標準値と定量値のまとめ*2

元素	標準値 [mass%]	定量値 [mass%]	元素	標準値 [ppm]	定量値 [ppm]
Na	0.36	0.41	Fe	13.1	15.3
Mg	0.16	0.17	Zn	33.6	40.0
P	1.45	1.61	As	6.62	6.1
S	—	1.13	Se	2.14	1.7
Cl	—	0.62	Br	—	22.1
K	2.63	3.12	Rb	—	2.3
Ca	0.02	0.03	Sr	1.13	1.0
			Hg	5.34	5.5

*2CH₂O/バランスとして定量計算しました。

■ まとめ

EDXでは簡便に食品の成分分析を行うことができます。化学的前処理が不要なことから、環境負荷の少ない分析方法です。微量元素もppmオーダーで分析ができ、標準試料が無くても精度良い定量が可能です。

島津製作所のEDXは、SDGsに向けた取り組みを分析の面からサポートします。

■ 分析条件

表3 分析条件

装置	: EDX-8100
元素	: ⁶ C- ⁹² U
分析グループ	: 定性定量
検出器	: SDD
X線管球	: Rhターゲット
管電圧	: 15 [kV] (Na-P), (S-Ca) 50 [kV] (Cr-Ni), (Cu-Nb, As, Pb), (Mo-Xe)
管電流	: Auto [μA]
コリメータ	: 10 [mmφ]
1次フィルタ	: なし (Na-P)、#2 (S-Ca)、#3 (Cr-Ni)、 #4 (Cu-Nb, As, Pb)、#1 (Mo-Xe)
雰囲気	: 真空
積分時間	: 120 [秒] (Na-P) 60 [秒]×4 (S-Ca), (Cr-Ni), (Cu-Nb, As, Pb), (Mo-Xe)
デッドタイム	: 最大30 [%]