

# 食品と開発

## 特集／高齢者のQOLを高める食品開発

### ■超高齢社会における食品開発の課題 —新しいフードシステムの構築—

(独)農業・食品産業技術総合研究機構 食品総合研究所 神山 かおる

### ■高齢者が利用しやすい食品包装設計

キュービー(株) 研究所 商品開発センター 野田 治郎

### ■シニア・高齢者世代が求める食品アイデアのを見つけ方 ～シニア・高齢者の嗜好性と購買行動に関する調査レポートから～

(株)シー・エフ 代表取締役社長 岡田 博之

### 緊急企画 食品の放射能測定技術

編集部

### 品質・安全 対策 最新の食品成分分析技術 —進む迅速化と環境対応—

編集部

### 支援 技術 食品粉粒体技術の最新動向

～高機能食品製造用途と異物対策、サニタリー化進む～

編集部

表1 飲食物摂取制限に関する指標

対象 放射性ヨウ素(混合核種の代表: <sup>131</sup> I)	
飲料水	3×10 <sup>2</sup> Bq/kg 以上
牛乳・乳製品	3×10 <sup>2</sup> Bq/kg 以上
野菜類(根菜、芋類を除く)	2×10 <sup>2</sup> Bq/kg 以上
対象 放射性セシウム	
飲料水	2×10 <sup>2</sup> Bq/kg 以上
牛乳・乳製品	2×10 <sup>2</sup> Bq/kg 以上
野菜類	5×10 <sup>2</sup> Bq/kg 以上
穀類	5×10 <sup>2</sup> Bq/kg 以上
肉・卵・魚・その他	5×10 <sup>2</sup> Bq/kg 以上
対象 プルトニウム及び超ウラン元素のα核種	
飲料水	1Bq/kg 以上
牛乳・乳製品	1Bq/kg 以上
野菜類	1×10 <sup>1</sup> Bq/kg 以上
穀類	1×10 <sup>1</sup> Bq/kg 以上
肉・卵・魚・その他	1×10 <sup>1</sup> Bq/kg 以上
対象 ウラン	
飲料水	2×10 <sup>1</sup> Bq/kg 以上
牛乳・乳製品	2×10 <sup>1</sup> Bq/kg 以上
野菜類	1×10 <sup>2</sup> Bq/kg 以上
穀類	1×10 <sup>2</sup> Bq/kg 以上
肉・卵・魚・その他	1×10 <sup>2</sup> Bq/kg 以上

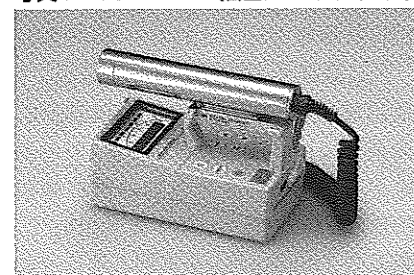
出典:「原子力施設等の防災対策について」

測定ができるので、スクリーニングには十分だが、大きなNaI結晶サイズの検出器ではさらに高感度の測定が可能だ。

日立アロカメディカル(0422-45-5131)は、表面汚染用から線量率用まで測定用途に合わせたサーベイメータを数多く取り揃えており、とくにシンチレーションサーベイメータについては国内7~8割の高いシェアを持っている。とくに原発立地の自治体などで多く利用されているのが、スクリーニング用途として豊富な納入実績を持っている「TCS-171B」ならびに「TCS-172B」(写真1)だ。TCS-171Bはシーベルト(線量当量率)とグレイ(吸収線量率)の切り換えが可能。一方、TCS-172Bはシーベルトと計数率の切り換えが可能となっており、シーベルトモードは環境γ線のシーベルト測定に、計数率モードは緊急時のヨウ素測定等に対応可能だ。

さらに同社ではNaI(Tl)シンチレーションサーベイメータで培った技術を発展させ、NaI(Tl)シンチレーション検出器

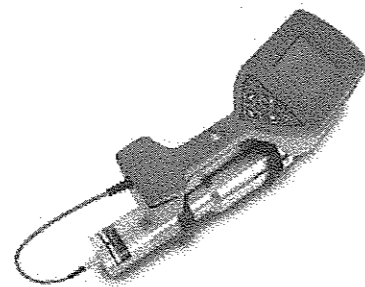
写真1 TCS-172B(日立アロカメディカル)



を利用した「食品放射能測定システムCAN-OSP-NAI」を開発した。検出器802-2×2型NaI(Tl)で、結晶寸法は直径・長さとも51mm(2インチ)。30Bq/kgまでのヨウ素131およびセシウム137をおよそ10分程度で検出することができ、核種の同定とBq/kg単位での表示ができる。測定試料は牛乳、水、食品、土など指定容器に入るもの。線源による校正は不要。イニシャルコストはゲルマニウム半導体検出器付きスペクトロメータのおよそ1/3程度で済み、サーベイメータの1/10レベルでも測定できる。エネルギー分解能のシャープさはゲルマニウム検出器に譲るものの、取り扱いの容易さと緊急時の多検体検査ニーズにマッチした製品として提案を開始。すでに水道局や農畜産団体、さらに大手流通からの受注や引き合いが増えている。

セイコー・イーザーアンドジー(03-5542-3104)では、ポータブル型ながら、3インチ、2インチ結晶サイズの検出器を使用したNaI(Tl)シンチレーションサーベイメータ「SAM940」(写真2)を販売する。SAM940ではヨウ素131やセシウム137の定量も可能。

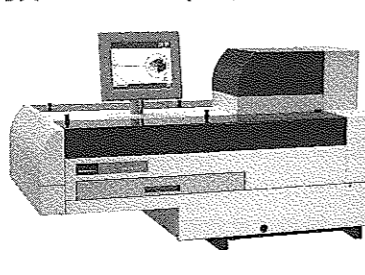
写真2 SAM940(セイコーイーザーアンドジー)



パーキンエルマージャパン(045-339-5865)では、放射性ヨウ素131やセシウム137のγ線核種分析の通知法ともなっているNaI(Tl)サーベイメータの高感度・大型機種であるガンマカウンター「WIZARD<sup>2</sup>」の紹介を行う。

WIZARD<sup>2</sup>には2インチNaI検出器を

写真3 WIZARD<sup>2</sup>(パーキンエルマージャパン)



使用した2470型と3インチNaI検出器を使用した2480型(写真3)があり、どちらも高感度で、MCA内蔵により核種スペクトル表示が可能。装置性能を決める要素としては大型の検出器とそれを囲む鉛遮蔽がポイント。この鉛遮蔽設計により安定した低バックグラウンドとクロストークの低減を実現した。操作は20ccテフロンコーティングバイアルに液体・固体試料を入れるだけの簡単操作でよく、最大270本の自動サンプル測定が可能。標準測定時間は約10分と速い。

### ゲルマニウム半導体検出器付スペクトロメータによる測定

放射性物質測定の第二段階としては、γ線放出核種の測定ができるゲルマニウム半導体検出器を用いたγ線スペクトロメータが緊急マニュアルで紹介されている。

ゲルマニウム半導体検出器は、シリコン半導体検出器や他の半導体検出器などに比べてγ線のエネルギー分解能に優れており、安定的な分析が可能とされ、放射性ヨウ素131、同133と、セシウム137が同定できる。

高分解能のゲルマニウム半導体検出器では米国のORTECがトップサプライヤーで、同社の検出器を自社開発のマルチチャンネルアナライザに組み込んでシステム化しているのがセイコー・イーザーアンドジーだ。

ゲルマニウム半導体検出器による測定には、緊急時(多核種検出時)においては10~60分の測定で、ヨウ素131、セシウム137ともに飲食物摂取制限の指標を下回るレベルの検出が可能で、混在する放射性核種が少ない場合でもヨウ素131、セシウム137ともに1時間の測定で概ね1Bq/kg以下の低い放射能レベルの定量が可能になるという。

同社では20年以上の本システムの販売実績をもち、γ線核種分析プログラムはタッチ式画面に日本語で表示されるので容易に操作することができる。

このほか持ち運びが可能なゲルマニウム半導体検出器タイプのγ線核種同定装置「Micro-Detective-DX」を販売している。重量はわずか6.9kgで軽量コンパクト。

### ICP-MSによる測定

現在は放射性ヨウ素131とセシウム

137が汚染指標として取り上げられることが多いが、防災指針の「飲食物摂取制限に関する指標」には、それ以外にウラン、プルトニウムの4核種群が対象として示されている。このウラン、プルトニウムはα線放出核種で、測定にはICP-MSを用いた方法が緊急マニュアルで紹介されている。

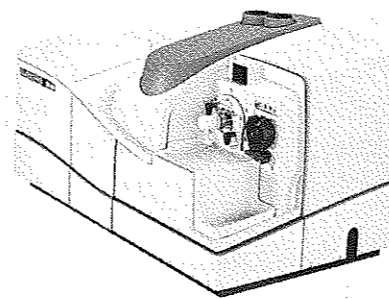
ICP-MS法はこれらを高感度で測定できるが、分析試料が少ない場合、試料の不均一性によるデータのばらつきを避けるために500℃で灰化した試料を5g採取し分析することとされている。なお、迅速な灰化法としてはマイクロウェーブ加熱分解法がマニュアルで紹介されている。

マニュアルではウランとプルトニウムの測定法として紹介されているICP-MSだが、パーキンエルマージャパンが販売するICP-MS「NexION300」(写真4)では、その他の放出核種の分析も可能としている。

例えばヨウ素131を測定しようとする通常ICP-MSではヨウ素131とキセノン131といった同重体を一括に測ってしまい同位体分析が難しいが、「NexION300」に採用されているユニバーサルセルテクノロジーは、これらの干渉を除くことができる。

一連の分析操作は前処理として試料を溶液化するために酸を添加し高

写真4 NexION300(パーキンエルマージャパン)



周波加熱分解することが必要で、ICP-MSにかけてからは約2分で測定が完了する。試料の性状により加熱分解にかかる時間や同時分解できる検体数は異なるが、前処理にかかる時間は約60分、同時処理検体数は最大48本。

エスアイアイ・ナノテクノロジー(03-6280-0062)では、同社が販売するICP-MSの中でも高分解能/高感度を特長とした二重収束型の「Nu AttoM」,「Spectro MS」を同位体分析に提案する。

### 液体シンチレーションカウンタによる測定

また緊急時モニタリング指針においては、農畜産物、魚介類中のモニタリング項目として、上記4核種以外に、半減期が長く食品摂取に伴う内部被ばく線量に影響を与えるといわれる放射性ストロンチウムの濃度測定が求められている。

ストロンチウムはβ線を放出する核種で、測定方法も4核種とは異なり、緊急時の迅速モニタリング法としては液体シンチレーションカウンタが紹介されている。

パーキンエルマージャパンが販売する液体シンチレーションアナライザ「Tri-Carb」は独自のシンチレーションパルス解析により低バックグラウンド測定を実現。β線だけでなくα線やβ崩壊したγ線を検出できる装置で、最大408本の自動サンプル測定が可能。試料対象は無色透明の液体対象なので、主に水の分析などに適している。ガンマカウンターと同じくMCA内蔵によりスペクトル表示が可能で標準測定時間は約10分。

### 蛍光X線による測定

スペクトリス パナリティカル事業部(03-5733-9750)ではエネルギー分散型蛍光X線分析装置「Epsilon 5」(写真

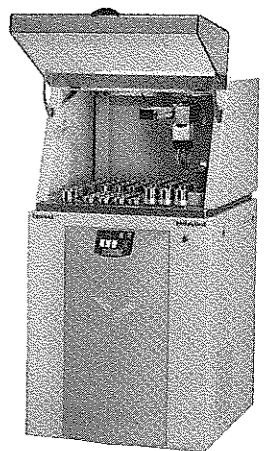
5)によるヨウ素、セシウムなど有害金属によるスクリーニング分析を提案する。

同社はX線回折と蛍光X線分析装置の世界的サプライヤーとして、様々な分野に装置を提供しアプリケーションを確立しており、食品分野でも米中のカドミウム分析はじめ有害金属やミネラル成分の分析にハードとソフトを提供してきた。

蛍光X線分析の前処理としてはサンプルを乾燥し成型するだけでよく、測定時間は前処理を含めて約30分と迅速性が大きな特長だが、加えて同社のEpsilon 5は、①3次元偏光光学系採用によりバックグラウンド(ノイズ成分)がほとんどなく、良好な検出下限値が得られる、②100kV励起により有害元素の高感度測定が可能、③ゲルマニウム半導体検出器を採用しており、有害元素検出効率が向上(ヨウ素では一般的なシリコン半導体検出器の約10倍の感度)などの特長がある。

Epsilon 5では同位体分析はできないが、迅速にヨウ素やセシウムの定量を行うことができるので、標準品の分析値との差で安全性の確認を行うことができるという。

写真5 Epsilon 5(スペクトリス パナリティカル事業部)



### 乳中の放射性物質スクリーニングキット紹介

フォスジャパン(03-5665-3821)では、米国チャーム・サイエンス社が開発した乳中の放射性物質スクリーニングのための簡易キットを紹介している。

試料をシンチレーション液と混ぜてセシウムカウンターにかけるだけでよく、1サンプル20分程度で放射性物質のスクリーニングができる。

わが国で定められている牛乳・乳製品の放射性物質の摂取制限は核種の代表である放射性ヨウ素131で300Bq/kg以上となっているが、本キットは300Bqからの検出が可能なので、出荷や受け入れのチェックに利用できる。

チャーム社は抗菌剤、抗生物質やカビ毒

を対象とした検査キットのメーカーとして日本でも良く知られているが、とくに乳・乳製品を対象とした検査キットの開発には注力しており、牛乳・乳製品の検査キットとしてAOACやFDAの研究機関であるNCIMS(National Conference of Interstate Milk Shippers)の認証を得た製品も多い。