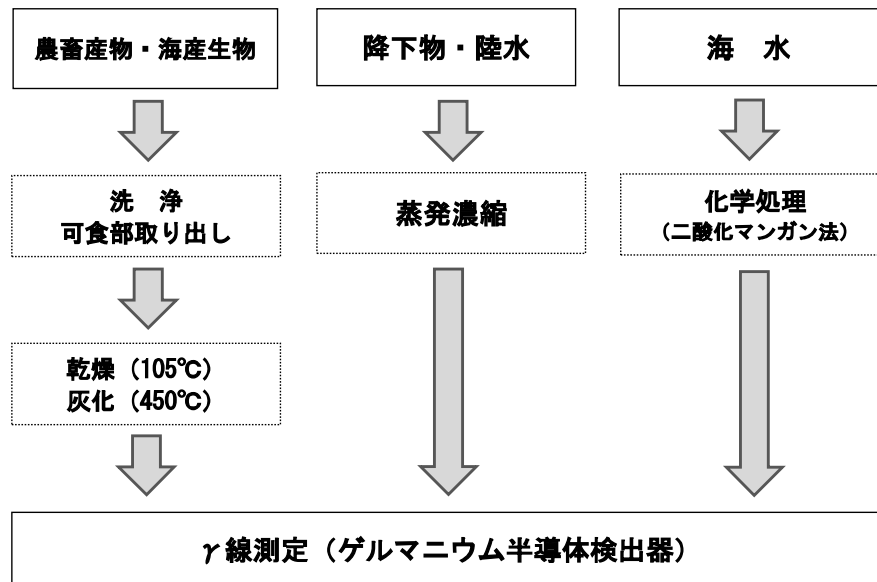


4 γ 線放出核種の測定

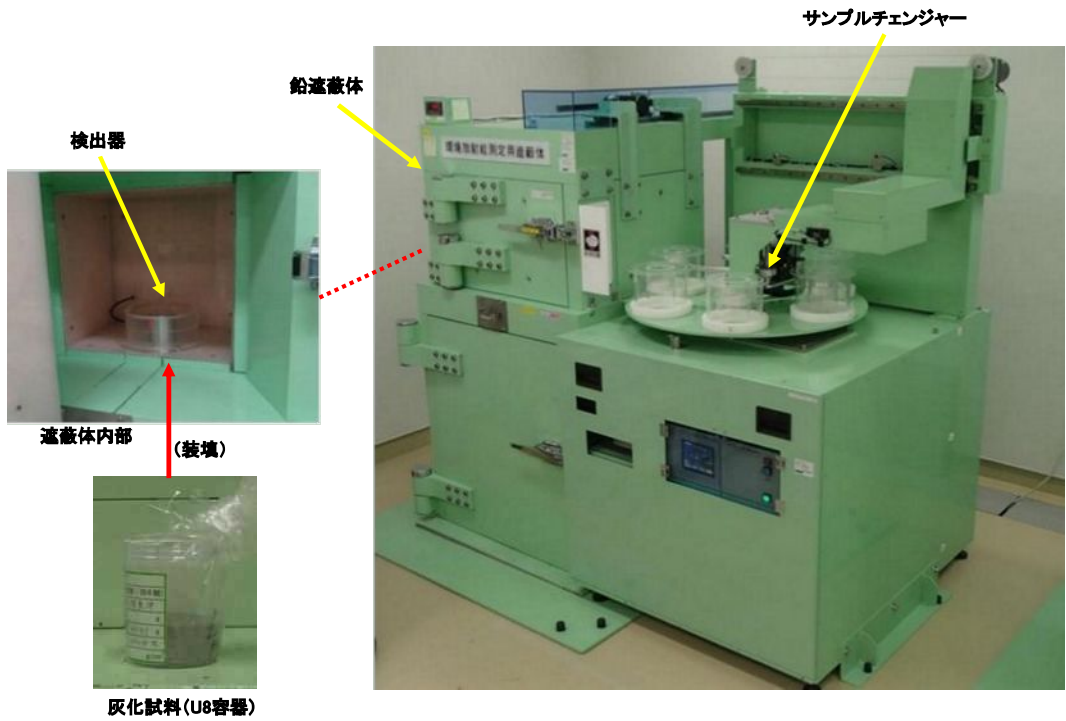
【測定法】

- γ 線を放出する多数の核種を一度に測定できる**ゲルマニウム半導体検出器**を用いて測定する。
- 試料から出た γ 線がゲルマニウムの半導体と相互作用し、 γ 線のエネルギーに応じた電気パルスが発生する。この電気パルスを多重波高分析装置で解析する。
- ゲルマニウム半導体検出器はエネルギー分解能に優れているため、解析によって得られるスペクトルは核種同定が可能な明瞭なピークとなって表示される。
- 採取した環境試料は、その形態に応じて前処理（乾燥、灰化、蒸発濃縮、化学処理など）を行うことにより減容し、U8容器と呼ばれる専用の容器に充填する。（前処理を行わず、試料をそのまま専用の容器（マリネリ容器）に詰めて測定する場合もある。）
- 平常時は環境試料に含まれる放射性物質の量が非常に少ないため、前処理による減容に加えて、長時間（数万秒）の測定を行うことで、検出可能レベルを下げている。食品衛生法での測定は数Bq/kgを検出できればいいため、前処理等を行わないが、本法ではそれよりも2~3桁低いレベルを検出することが可能である。

分析・測定の流れ（例）



ゲルマニウム半導体検出器



【調査のポイント】

- 地域を代表する生産物を中心に試料を採取しており、令和元年度の実績で 29 種類の試料を合計 73 地点で採取し測定を行っている。
 - 測定結果は、 γ 線放出核種以外の核種と合わせて、**住民等の内部被ばく預託実効線量を推定・評価するための材料**となる。
 - 飲食物以外に、**放射性物質の蓄積状況の把握や緊急事態への備え**などを目的に、土壌、海底土、海水、降下物なども測定を行っている。(緊急事態への備えを目的とした測定は、5年に1回程度の頻度で実施する。)
 - **東電事故や過去の核爆発実験等の影響**から、人工放射性核種が検出されることがあるが、食品衛生法の基準(放射性セシウム 食品:100Bq/kg、飲料水:10Bq/kg)よりも相当低い水準(農畜産物で0.5Bq/kg生以下)である。現在は、多くの試料が「検出されず」となっている。
 - **事故以降に観測された放射能は、経年的に漸減傾向を示しており、特異的なものではない。**
-
- γ 線を放出する人工核種は非常に多くあり、それらはゲルマニウム半導体検出器で検出可能だが、発電所からの影響を評価する上で、**コバルト 60 (^{60}Co)、ヨウ素 131 (^{131}I)、セシウム 134 (^{134}Cs) 及びセシウム 137 (^{137}Cs) を特に着目すべき核種**とし、その測定値を調査結果書で報告している。これ以外の人工放射性核種については、検出された場合に、その測定値を記載する。
 - コバルト 60 は半減期が約 5 年で、原子炉の構成材料の腐食金属が放射化(中性子を捕獲)して生成するため、原子炉水中に存在する。(放射化生成物)
ヨウ素 131 とセシウム 137 は核分裂反応によって生成し、通常は燃料被覆管内に保持される。半減期は、ヨウ素 131 が約 8 日、セシウム 137 が約 30 年である。(核分裂生成物)
セシウム 134 は半減期が約 2 年で、核分裂によって直接的に生成するのではない。原子炉内でキセノン 133 (^{133}Xe) 等が崩壊し、安定なセシウム 133 (^{133}Cs) が生成した後、セシウム 133 に減速した中性子が捕獲されて、セシウム 134 が生成する。(放射化生成物)
 - 天然のカリウムは、主として安定のカリウム 39 (^{39}K) 及びカリウム 41 (^{41}K) と微量の放射性同位体である**カリウム 40 (^{40}K)** (存在比約 0.012% 半減期約 12.5 億年) から構成されている。カリウム 40 は自然放射性核種だが、半減期が長く、ほとんどの試料に含まれ、平常時においては単位量あたりの放射能は人工放射性核種よりも相当高い。また、同じ種類の試料であれば、地点が変わっても大きくは変わらない。このため、測定の妥当性を見るための参考として、自然放射性核種の測定値も報告対象としている。(大気中浮遊塵及び降下物の場合は、宇宙線生成核種である**ベリリウム 7 (^7Be)** (半減期約 53 日) を報告対象としている。)
 - 東電事故の直後には、浜岡原子力発電所周辺において、ヨウ素 131、セシウム 134、セシウム 137、テルル 129m ($^{129\text{m}}\text{Te}$)、テルル 129 (^{129}Te)、セシウム 136 (^{136}Cs)、銀 110m ($^{110\text{m}}\text{Ag}$) などの人工放射性核種が検出された。
 - 事故後も検出が長く続いた核種は、セシウム 134 とセシウム 137 である。その理由は、セシウムは揮発性が高いため、多量に放出され拡散したことと、半減期が

長いためである。セシウムは、化学的性質がカリウムと似ており、体内に入ると、主に筋肉に移行するため全身に分布することになる。セシウムは、物理学的半減期は長いが、排泄されやすい性質もある。

- 農産物等の中で、事故により比較的大きい値を検出した試料は、茶葉、みかん、松葉などであったが、これは**放射性降下物を葉面から吸収したことが主な要因**である。
- **セシウムは、土壤中の粘土鉱物等に強く吸着するため、経根吸収による寄与はあまり大きくない**が、根菜類がやや高めの値になる傾向にある。また、セシウムの化学的挙動はカリウムに近いことから、もともとカリウムを多く含むものは高めの値になる傾向にある。
- 海産生物では、魚類や肉食性の底棲生物等でやや高めの値となるが、個体の大きさなどによる違いも大きい。
- 大気中浮遊塵や降下物中に放射性セシウムが検出されることがある。これらは大気中の放射性物質を含有している試料ではあるが、現在観測される放射性セシウムは、事故直後に環境へ供給され、**一旦地表面に沈着したものが再浮遊**したもので、新たに福島第一原子力発電所等から供給されたものではない。再浮遊は、土壤が乾燥した状態にある場合などに、土壤粒子が舞い上がる現象で、風や湿度などの気象条件や周辺環境の状況（建設工事、交通量、農作業等）などの影響を受ける。
- セシウム 137 は半減期が約 30 年と長いため、過去の核爆発実験等の影響に東電事故の影響が加わり、検出される期間が長く続く。セシウム 134 は半減期が約 2 年だが、令和元年度の調査でも、土壤中セシウム 134 が検出された。農畜産物等では、茶葉のセシウム 134 が 2018 年（平成 30 年）度まで検出が続いた。
- 大気圏内核爆発実験によって生じた核分裂生成物等は、大気の大気圏（高度約 15km まで）又は成層圏（高度約 15km から約 55km まで）に入り、その後少しずつ地表へ降下する。大気圏内核爆発実験は 1980 年まで行われた。
- 緊急事態への備えとして行う測定は、緊急時モニタリングの結果から、環境への影響を適切に評価するため、平時の水準を把握しておくことが目的である。
- **人工放射性核種が検出され、平常の変動幅を上回った場合は、浜岡原子力発電所内モニタの測定結果を確認することにより、発電所からの影響かどうかを判断することになるが、検出された当該核種の経年変化の状況、空間放射線量率等の他の測定結果、他の核種の検出状況などもその裏付けとなる。**