

放射能モニタリングの課題と 放射線安全管理学会の取り組み

高エネルギー加速器研究機構

梶本 和義

はじめに

- 2011年3月11日の東北大震災に伴って発生した東京電力福島第一原子力発電所の事故は、発電所からの大量の放射性物質の漏えいを引き起こし、南東北から関東地区に広大な汚染が生じた。2年以上経過しても各地に深刻で様々な課題をもたらしている。
- 本セッションではモニタリングの取り組みと課題について見ていくために、研究機関、業者、NPO法人、行政など様々な立場からのこれまでの報告をいただくことにした。講演は空気等の測定、農作物の測定、外部被ばくの測定などに多岐にわたっている。
- 最初にモニタリングの課題や学会の取り組みについて紹介する。

放射能モニタリング

- 事故直後 → **一過性**の被ばく
 - ガス状あるいは粒子状の放射性物質
 - 放射性プルームの通過による外部被ばく
 - 放射性プルームの吸入による内部被ばく
- 事故後：**長期**被ばく
 - 放射性の粒子の土壌等への沈着による外部被ばく
 - 放射性沈着物の取り込みによる内部被ばく
(食物、飲料水、粉塵)

モニタリング（空気）

- 空気中の放射能モニタリングは、呼気による内部被ばくに密接に関連する。とくに、放射性物質によって人体への影響が異なることから、放射性物質の**種類とその濃度**を求める必要がある。また、種類とその濃度が**地域**によって、また**時間**によってどのように変化するかを知ることが必要である。また、当時のデータが重要であることから、データの発掘作業も必要といえる。

原子力施設から放出されるもの

- 放射性気体、希ガス
(Kr-85、Xe-133)
風向きによって飛来、水へは移行しない
- エアロゾル
(I-131、Te-132、Cs-137)
風向きによって飛来、降雨によって沈積
- 燃料粒子(被覆管および燃料)
(ウラン、超ウラン元素)
ホットスポット(施設周辺で局所的に強い放射能)
の形成

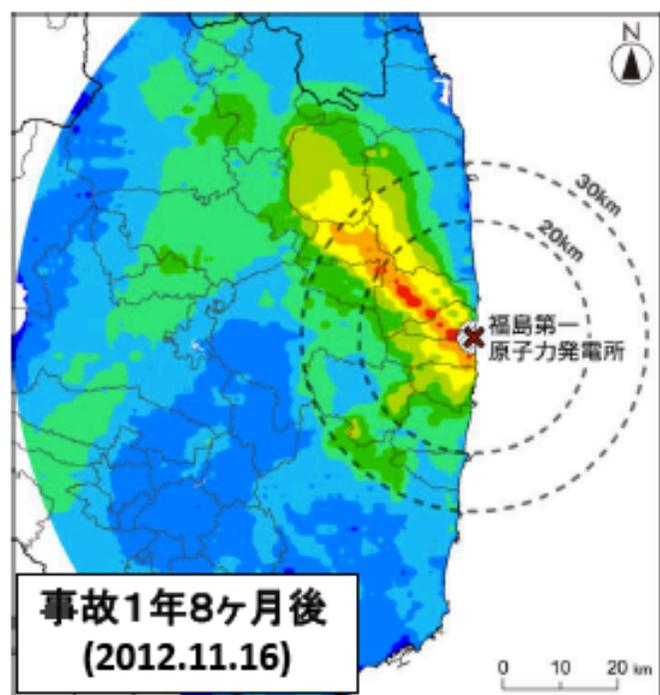
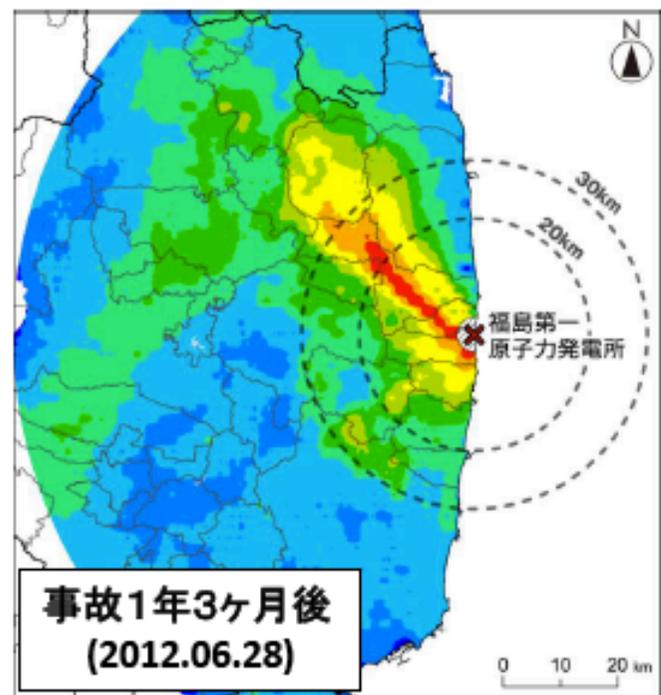
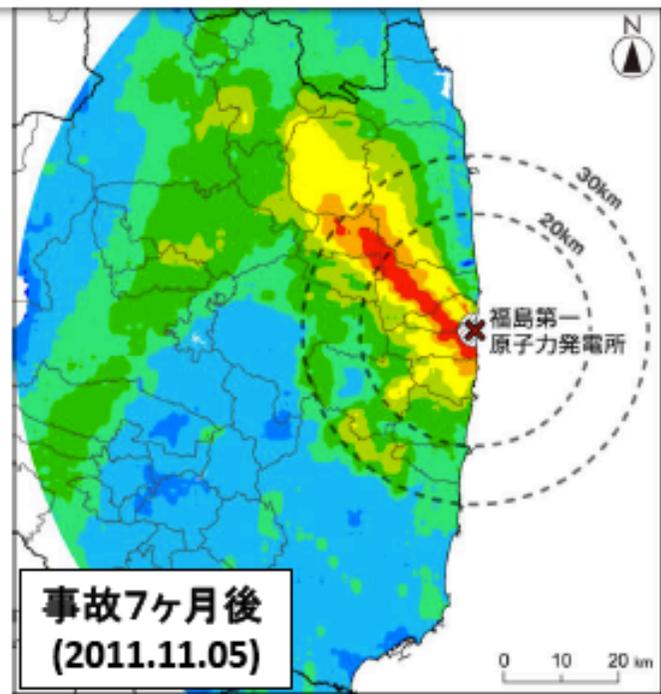
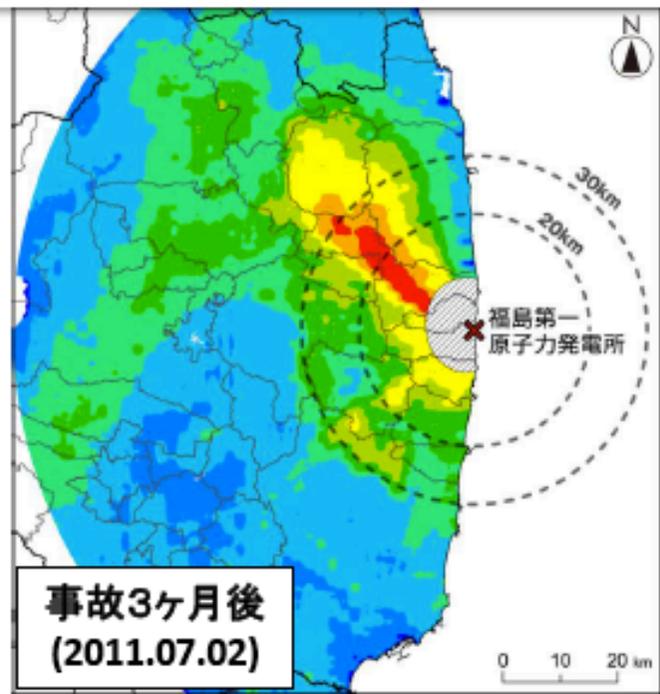
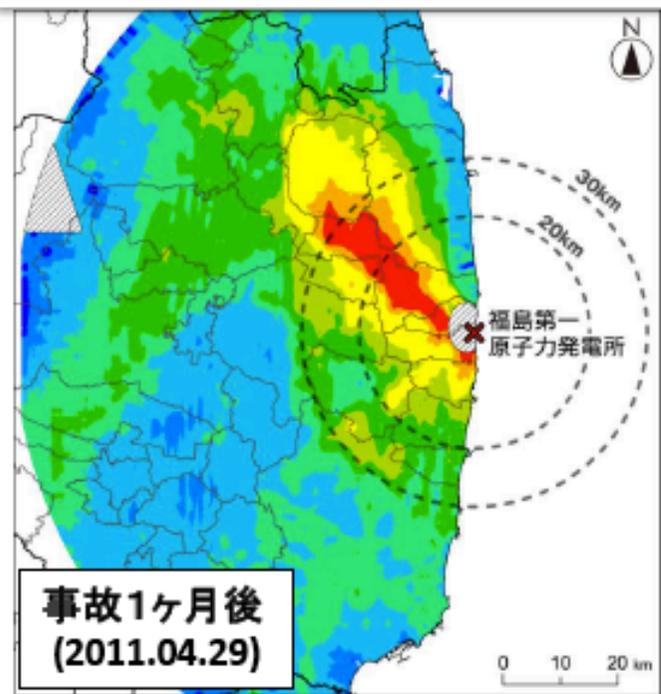
放射能モニタリング（土壌）

- 土壌のモニタリングは事故の検証として、どこにどのような放射性核種が沈積したのかわかることから始まる。その際には、単位面積あたりに降下した放射能として求める。これらは、国や学会が中心となって、作業を進め、また航空機モニタリングも行われた。
- 次に、生活環境や農地等の回復に向けてきめの細かいモニタリングが必要となる。こちらでは、面的な分布、深さ分布を調べるとともに、樹木、家屋、道路などでの汚染状況の相違、ホットスポットの発見などを行って除染活動に結びつけていくことになる。また、放射線の線量率と放射能濃度の関係も求める必要がある。

放射能モニタリング（土壌）

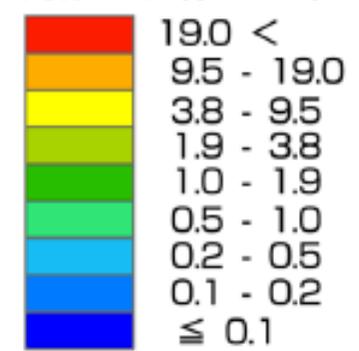
- 土壌採取の目的
 - 事故の検証
 - 運動場などでの活動
 - 作物栽培
 - 土壌改良の方針
- 濃度の求め方が重要
 - 農耕地、運動場、住宅地、森
 - 単位面積あたりの降下量と深さ分布
 - 線量との関係

80km圏内における空間線量率マップ



凡例

地表面から1mの高さの
空間線量率 ($\mu\text{Sv/h}$)



測定結果が
得られていない範囲

*本マップには天然核種による
空間線量率が含まれています。

土壌、植物試料の分析結果(2011年3月)

試料名	地点番号 または 採取地	採取日	^{131}I	^{134}Cs	^{137}Cs	^{89}Sr	^{90}Sr	単位
陸土	31 ^{*2}	3月17日	30,000	2,300	2,300	13	3.3	Bq/kg湿土
陸土	32 ^{*2}	3月16日	100,000	20,000	19,000	81	9.4	Bq/kg湿土
陸土	33 ^{*3}	3月16日	160,000	52,000	51,000	260	32	Bq/kg湿土
植物	大玉村	3月19日	43,000	89,000	90,000	61	5.9	Bq/kg生
植物	本宮市	3月19日	21,000	57,000	57,000	28	3.7	Bq/kg生
植物	小野町	3月19日	22,000	12,000	12,000	12	1.8	Bq/kg生
植物	西郷村	3月19日	12,000	25,000	25,000	15	3.8	Bq/kg生

*1 植物は福島県から提供された。

*2 浪江町

*3 飯舘村

上記7地点についてのみサンプリングし、測定。

ストロンチウムの放射能はセシウムに比べて低い

放射能モニタリング（水）

- 降水物としての雨や、河川、湖沼、海洋、そして浄水場などの水中の放射能濃度を測定し、飲料水、水生生物、農作物、山林への影響を調査することになる。1年間には様々な気象変動があり、台風、梅雨などによって地域によって水への放射性物質の流入の可能性もあり、継続的なモニタリングが必要となる。
- また、海洋では揮発性の放射性核種が飛散し沈降したものと、汚染水として放出されたものがあり、放射性核種の種類、化学的状態等も異なっている可能性があることから、広範囲のモニタリングと生物濃縮などの調査が必要になってくる。

水試料

- 試料数の多さ
- サーベイメータでできる？
- 汚染管理はできているか
 - 容器、洗浄水、ポリ袋、検出器、遮へい体
- 試料量をどうするか
 - 100mL、500mL、1000mL、2000mL
- 測定時間をどうするか
- 効率校正
 - 標準試料、効率データの相互比較

事故由来の核種の挙動

- 放射性核種は極めて微量である
 - I-131 100Bq/L → 1gの水に 2.2×10^{-17} g
 - Cs-137 100Bq/L → 1gの水に 3.1×10^{-14} g
- イオンではなくコロイドとして存在するものがある
- 化学的な平衡状態にない
 - 通常見られる化学的挙動をしない場合がある
(例)ポリビニルに吸着する、沈殿物に吸着する

放射能モニタリング（食物）

- 農業では野菜、穀物、果実、水産では魚、海藻、貝等、畜産では肉、卵、牛乳など等がある。また、それらの加工食品もある。
- どのように土壌や水から生物にとりこまれ、食物のどの部分に蓄積されるのか、どのような生物に濃縮されやすいのかモニタリングすることが不可欠である。
- また、農業、漁業、林業などの再生にむけた取り組みが望まれる。

食品への汚染

- 汚染経路
 - 最初は雨などによる汚染：葉物野菜、稲ワラ
 - 吸収力：しいたけ、牛
 - 転流による汚染：お茶、たけのこ、果実
 - 湖沼、海洋の汚染 → 魚、貝類、海藻への移行
- 継続する課題
 - 根を經由した吸収と代謝
 - でんぷん蓄積への移行メカニズムとは違う
 - 淡水魚、養殖
 - 除染方法、廃棄方法

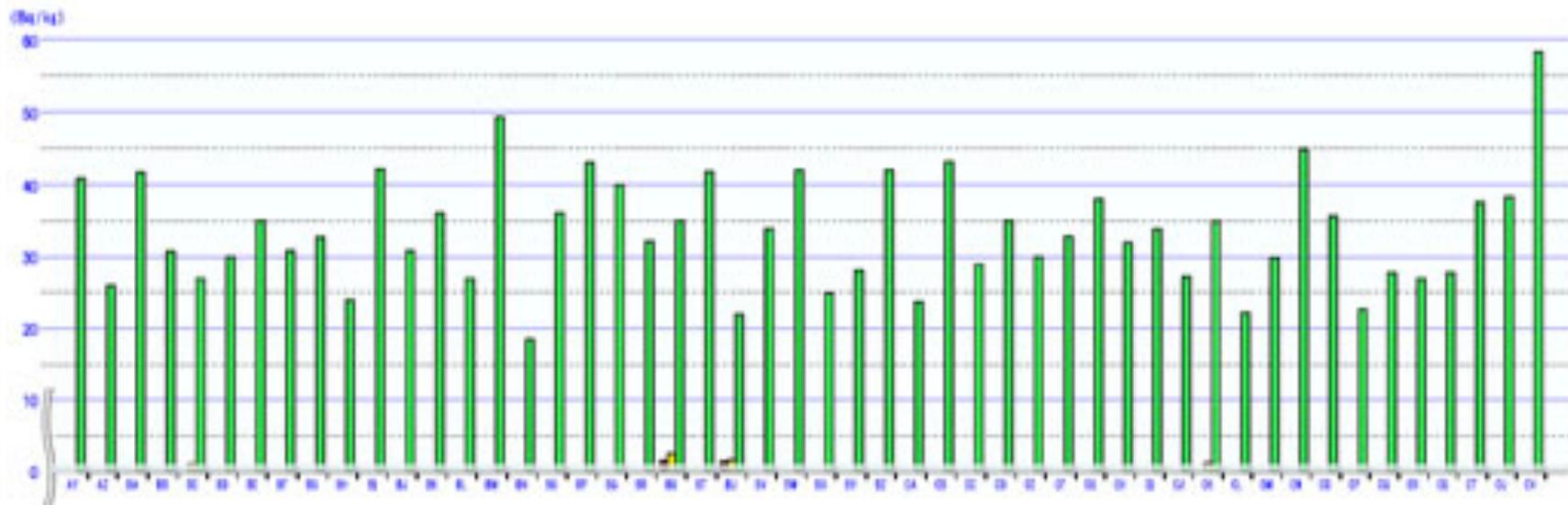
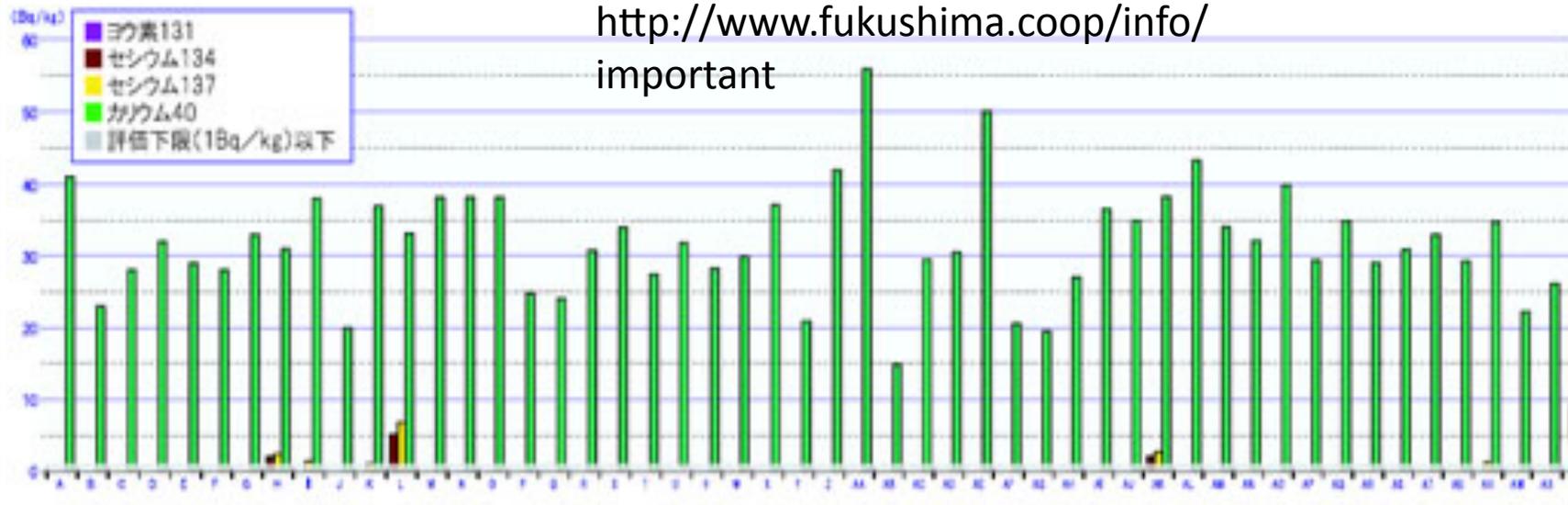
食物のモニタリングの課題

- 試料収集：汚染管理
- 試料処理：不均一、形状多様
- 天然放射能(K-40、1.46MeV γ 線)
 - バックグラウンド計数を上げる
- 重量ベース(湿重量、乾燥重量)
 - 移行係数：乾燥粉末にする

コープふくしま陰膳調査

陰膳方式放射能量調査結果 (2012年4月12日更新)

<http://www.fukushima.coop/info/important>



農作物中のCs-137の経年変化

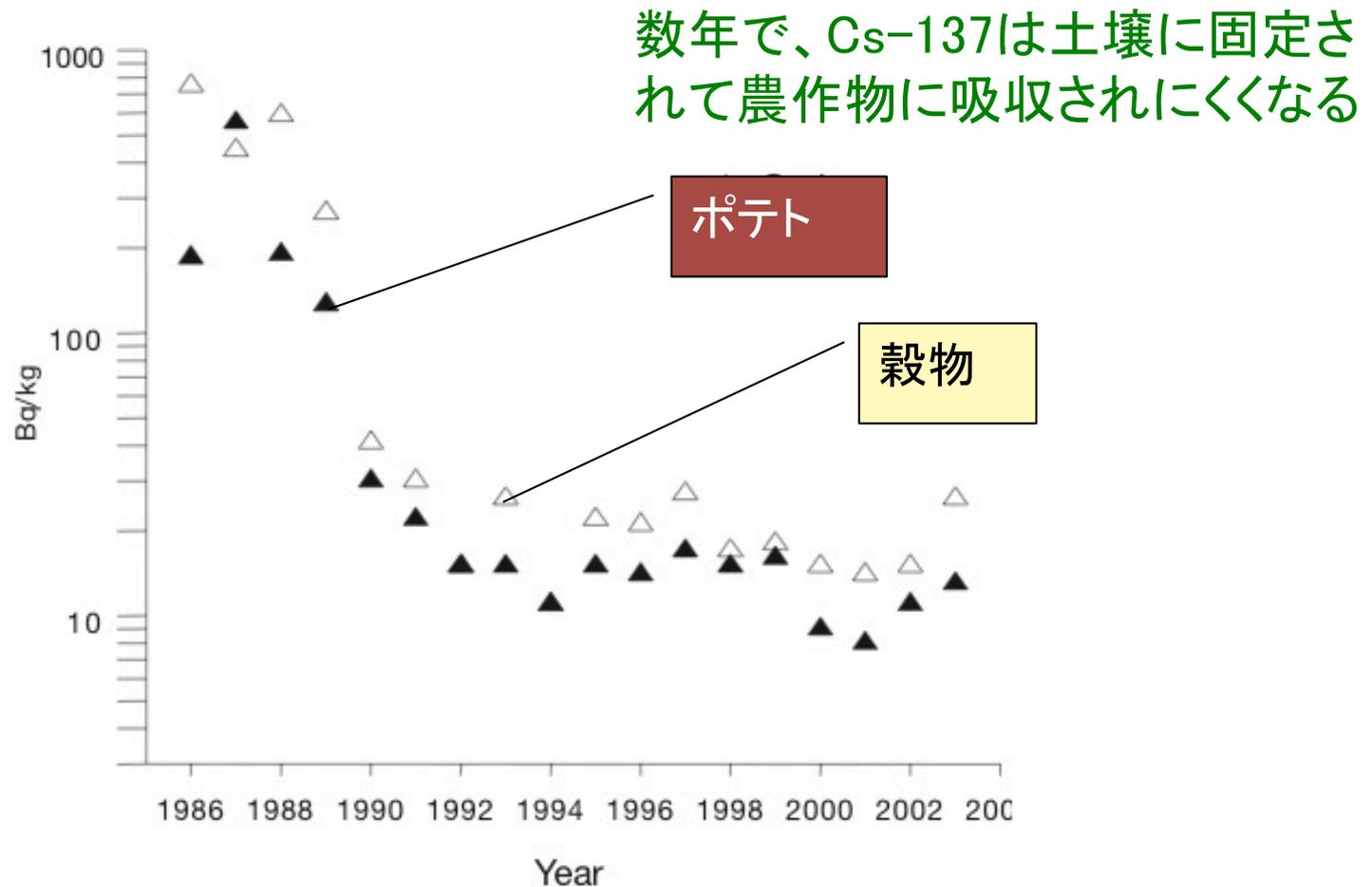


FIG. 3.24. Changes with time of ^{137}Cs concentrations in grain and potato produced in contaminated districts of the Bryansk region of the Russian Federation (Bq/kg) [3.55].

放射性セシウムの挙動

- アルカリ金属
- 土壤に吸着しやすい
- 水溶性ではない
- 雨が降ってもほとんど動かない
- 土壤表層にある
- 落葉樹林では落ち葉にある
- 針葉樹では樹木の皮、枝葉に残っている

モニタリング（工業製品、スクラップ等）

- 工業製品では、被災地で汚染された原材料の除染等のためのモニタリングが必要となる。また、リサイクル品などの汚染状況を求め、汚染の拡大を防ぐ必要もある。建材への汚染されたものの使用が話題となったように、チェックのシステムが必要となる。

各種製品のモニタリング

- 物流やスクラップの再生利用経路の管理
- 国内での流通製品の管理
 - 倉庫に保管していたもの
 - 新規につくるもの
- 輸出品
 - 工業製品
 - 農作物、加工食品
 - リサイクル品

- 放射能のモニタリング→非常に多岐にわたる
- 放射能を測定することは大変難しいし、時間がかかる
- 協力体制が不可欠→学会のネットワーク活用
- 測定データの品質管理が非常に大切
- 学会など→測定マニュアル整備
- 国が責任を持って行う→基準値の設定、汚染されたものの管理方法

学会の取り組み(1)

- 学会メールにおいて2011年3月17日放射能、放射線測定協力の呼びかけ
 - (1)食品汚染への取り組み開始(3/20)
 - (2) 臨時ホームページの立ち上げ(3/20)
 - (3)Q & Aの作成(3/22)
 - (4)アドホック委員会の立ち上げ(3/22)
 - (5) 各地の水道水分析開始(4/4)
 - (6)土壌分析のための各大学の検出器校正開始(5月)等

学会の取り組み(2)

- 7月：水道水分析マニュアルの作成（厚労省）
 - 9月：福島県への協力申し出が動き出す
 - 福島県農業センターへの測定協力
 - 福島県内水産試験場への測定協力
 - これらは現在も継続中である。
-
- 南相馬市、田村市の飲料用井戸水の分析が行われた。（文部科学省、環境省との連携）

原発由来放射性物質に関する 調査・対策委員会

- テーマごとに研究班を組織し、より科学的な観点から汚染の状態の調査、除染方法の開発等を進めてきた。また、早期に一般家庭を対象とした除染マニュアルを作成するとともに、福島県内での様々な活動に協力してきた。昨年度からは原発由来放射性物質に関する調査・対策委員会として再編成され、様々な専門委員会を設けて検討してきている。

まとめ(1)

- 本学会は放射線取扱いの安全確保について、科学的、技術的、医学的そして社会的な観点から総合的に捉えようとしてきた。また、学会員は放射線測定をはじめとする技術的な基盤を持っている。全国的に取り組む必要があるような場合に、そのネットワークを通してお互い協力することが可能である。小さい学会ではあるが、会員の使命感から非常に活発な活動を進めることができたと考えている

まとめ(2)

- 今後、放射能濃度は次第に低くなっていくことから、より低い濃度での影響を明らかにしていくような研究が必要となっており、**放射能測定**の**感度**や**精度の向上**に努める必要がある。また、放射能の分析結果の公表においては、社会への影響は非常に大きい場合があることから、慎重なチェックを行うことが望まれる。放射能測定のエキスパートが集まっている本学会としては**放射線・放射能の測定**の**品質管理の向上**に努めていきたいと考えている。また、**今後の除染の進め方**、**除染効果の評価法**などは、原発由来放射性物質に関する調査・対策委員会において検討を進めていただきたいと考えている。