

13:00～13:10

開会挨拶 吉田 尚弘 (東京工業大学) 日本地球化学会会長

13:10～13:35

講演 01
地球化学測定から分かる過去の放射性物質
放出事象と東電福島第一原発事故

● 青山 道夫 (気象研究所 海洋・地球化学研究部)

13:35～14:00

講演 02
海洋の放射性物質の分布状況

● 本多 牧生 (海洋研究開発機構)

14:00～14:25

講演 03
海洋生物・水産物で測定される放射性物質の状況

● 小笠 恒夫 (独立法人 水産総合研究センター)

14:25～14:45

休憩

14:45～15:10

講演 04
陸域の放射性物質の分布状況と移行

● 恩田 裕一 (筑波大学)

15:10～15:35

講演 05
農地・農作物で測定される放射性物質の状況

● 谷山 一郎 (独立法人 農業環境技術研究所)

15:35～16:00

講演 06
放射能汚染の環境修復にむけて

● 森田 昌敏 (環境放射能除染学会 理事長)

16:00～16:25

質疑応答

16:25～16:30

閉会挨拶 野尻 幸宏 (国立環境研究所) 2013年度日本地球化学会年会実行委員長

主催：日本地球化学会

お問い合わせ：日本地球化学会事務局 E-mail: 2013@geochem.jp

<http://www.wdc-jp.biz/geochem/2013/>

※本講演会は、平成25年度文部科学省科学研究費助成事業—研究成果公開促進費の助成を受けています。

東京電力 福島第一原子力 発電所事故による 放射性物質汚染

環境計測から知る現状と今後の対応 —

平成25年 **9月14日(土)**

13:00～16:30

会場：**ノバホール**

Fukushima Daiichi
Nuclear Power Plant



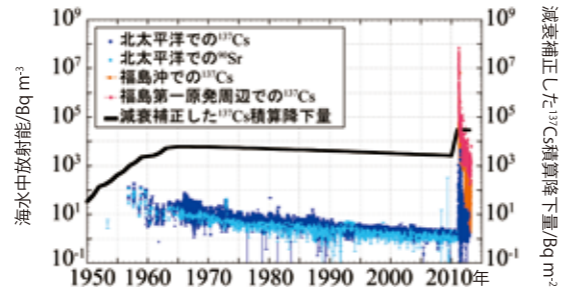
講演 01

気象研究所 海洋・地球化学研究部

青山 道夫

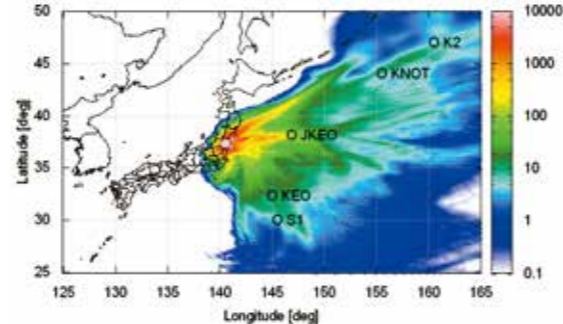
気象研究所では、1950年代後期から50年以上の長期にわたり地球環境での人工放射性核種の濃度変動の実態とその変動要因を明らかにするために、環境影響が懸念されている長寿命の核種について観測を継続してきた。特に人工放射能の月間降下量 (^{90}Sr および ^{137}Cs)の長期観測記録は1957年4月以来満56年6ヶ月、678ヶ月となる。この678ヶ月の間には1950年代後半から1960年代初頭の米ソの大規模大気圏核実験、1970年代の中国核実験、1986年チェルノブイル事故、2011年東電福島第一原発事故等に起因する人工放射能が地球上に降下した記録が鮮明に見て取れる。地球上に降下した人工放射性核種の最終的な行先(専門的にはシンクと称する)である海洋においても、月間降下物と同様に、 ^{90}Sr および ^{137}Cs について太平洋を中心に長期広域の観測を1950年代後半から継続している。この表層海水中の ^{137}Cs 濃度の時系列にも人工放射能による濃度の上昇が読み取れる(図)。月間降下量の時系列との大きな違いは、海洋中での滞留時間が大気と比べて長いことによる濃度低下の大きさ(度数)の違いを反映し、1960年代初頭から事故直前までみると、月間降下量は5桁以上減少

したのに対し、海洋表層での濃度の減少は2桁の減少にとどまっていることである。2011年の東電福島原発事故により、事故原発近傍海域の事故前の ^{137}Cs 濃度は数Bq m^{-3} であったのに対し、最大で68MBq m^{-3} まで上昇していた。外洋の表層においてはすでに2012年の冬には海洋内部への沈み込みのため事故前のレベルの数倍までに低下していたが、福島原発近傍海域の2013年5月までの ^{137}Cs 濃度は1kBq m^{-3} 程度を維持しており、魚類への生体濃縮を考慮すれば依然として監視が必要なレベルにある。本講演では、地球化学測定から分かる過去の放射性物質放出事象と東電福島第一原発事故について、その状況を物質収支の観点から概説する。



1953年から2013年までの60年間の北太平洋表層海水中の ^{90}Sr および ^{137}Cs 濃度変動および積算降下量の時系列

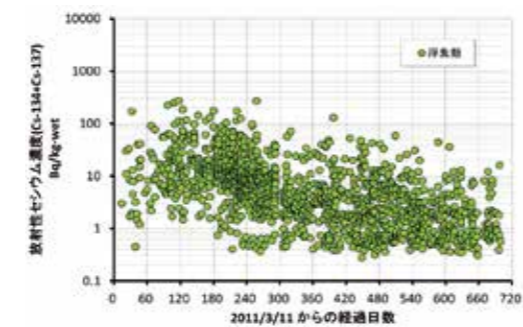
より近い場所(約100km)における沈降粒子からは外洋域の数十倍高い放射性セシウムが検出されました。この場所での沈降粒子には土砂が多く含まれていました。陸もしくは沿岸・大陸棚海底では高い放射性セシウムを持った土砂が多く観測されています。従ってこの土砂が海中を水平的に外洋へ輸送されている可能性があります。震災から2年以上が経過した現在でも時折高い放射性セシウムを持った魚が見つかります。海水中の放射性セシウム濃度が低くなっているだけに、沿岸海底堆積物に含まれている放射性セシウムの再溶出メカニズムや河川水や地下水からの放射性セシウムの供給量等を明らかにする事が重要と考えられています。



モデル計算された、2011年4月1日までに大気経路で西部北太平洋へ輸送され降下した放射性セシウム(^{137}Cs) (Honda et al., 2012)

域では検出されていない。一方ベントスを食物連鎖の出発点とする底魚類・岩礁性魚類(アイナメ、メバル、カレイ類等)では、ベントスの放射性セシウム濃度の減少速度が比較的遅いために、魚体の放射性セシウム濃度の減少速度は半減期200~300日程度と浮魚類に比べて遅く、2013年4月以降でも福島県等で100Bq/kg-wetを超える放射性セシウム濃度が検出されている。

個々の海域・魚種について放射性物質濃度の推移を詳細に把握するためには、単に放射能を測定するだけでなく、各魚種・個体群の回遊生態の調査や、食物網の解析等の包括的な研究が必要となる。この意味で、海産物の放射性物質濃度推移の予測に海洋生物地球化学の果たす役割は極めて大きいと言える。



水産庁・水研センターのモニタリング結果に基づく、2011年3月11日から2013年2月までの浮魚類の放射性セシウム濃度時系列(日本全域の試料をプロット)



講演 02

海洋研究開発機構

本多 牧生

2011年3月11日の東北沖地震と津波により発生した福島第一原子力発電所(以下福島原発)事故により大量の放射性物質が環境中に放出されました。その放出量の約80%は汚染水としてあるいは汚染塵として海洋へ供給されたと推定されています。代表的な放射性物質である放射性セシウムの多くは溶存態として海洋中を移動拡散しています。事故約2週間後からは公的研究調査機関や大学による海洋研究船や貨物船等の篤志船を使用した海洋の放射性物質の分布状況調査が開始されました。調査の結果、事故一ヶ月後には西部北太平洋の広い範囲に放射性セシウムが分布していることが明らかになりました。そして1年後には太平洋中央の日付変更線付近まで放射性セシウムが拡散していることが明らかになりました。また放射性セシウムが海洋内部へ侵入を開始している様子も明らかになっています。一方、海洋へもたらされた一部の放射性セシウムは海洋生物に吸収されたり、海洋中の懸濁粒子、沈降粒子に吸着されたりしています。福島原発から1,000km以上離れた外洋で沈降粒子を集め、その放射性セシウム濃度を測定したところ、事故一ヶ月には放射性セシウムが水深5,000mに到達していたことが明らかになりました。また福島原発に



講演 03

独立法人 水産総合研究センター

小笠 恒夫

東電福島第一原子力発電所事故により放出された放射性元素は、海洋生物中の放射性物質濃度も大きく上昇させた。高濃度汚染水の海洋直接漏出の直後には、いわき沖で ^{131}I が12,000Bq/kg-wet、放射性セシウム($^{134}\text{Cs}+^{137}\text{Cs}$)が12,500Bq/kg-wetのコナゴが検出され、多くの海産生物でも顕著な放射性元素の移行が確認された。事故により急激に放射性物質が上昇した海水からの直接取り込みが、この時期の魚体中への放射性物質移行の主な要因だったと考えられる。その後常磐海域における海水中放射性物質濃度が急速に減少したことにより、海産魚類の放射性物質濃度も減少に転じたが、その減少速度は魚の食性及び生息域により大きく異なる。プランクトンを食物連鎖の出発点としている多くの浮魚類(アジ、サバ、イワシ、サンマ等)では、動物プランクトンの放射性セシウム濃度が海水とほぼ同じペースで低下したために、概ね100日程度の見かけの半減期で順調に魚体中放射性セシウム濃度が減少し、水産庁による海産生物モニタリングの結果では、2012年の夏以降、現在の食品検査基準値である100Bq/kg-wetを超過した個体は福島県で僅か1件、それ以外の海



講演 04

筑波大学

恩田 裕一

福島原発事故により地表に降下した放射性物質は、その後、土壌や河川等を通じて拡散することが予想される。そこで、様々な土地利用の地域における放射性物質の存在量・移動量の測定を大学共同グループとして2011年7月以来行っている(FMWSE <http://fmwse.suiiri.tsukuba.ac.jp/>)。調査内容の概要は下記の通りである。

- ・森林、畑地及び草地等における、土壌中の放射性セシウムの深さ方向の分布状況調査
- ・森林における放射性セシウムの分布と移行状況の解明
- ・様々な土地利用区画からの土壌侵食による放射性セシウムの移行状況の解明
- ・土壌水、地下水、渓流水、湧水等を通じた放射性物質の移行
- ・湖沼及び貯水池での放射性物質の堆積状況

調査地域は、阿武隈川水系口太川上流域の川俣町山木屋地区である。調査対象地のCs-137の沈着量は300~600kBq/m²である。畑地、採草地、牧草地、およびスギ林を含む5カ所の傾斜地と試験水田を選定し、区画内からの土砂・放射性核種の流出量の観測を行った。また、口太川は、山木屋地区からの水・土砂の流出口となっており、阿武隈川に流下するため、その影響調査が重要であると考えられる。そこで、河川調査においては、口太川流域に合計4カ所および、阿武隈川本川に2カ所の調査地点を設けた。また、口太川流域内の2カ所に地下水観



講演 05

独立法人 農業環境技術研究所

谷山 一郎

2011年3月の東京電力福島第一原子力発電所事故によって多量の放射性物質が環境中に放出され、福島県を中心として日本の広範囲の土壌や農作物が放射性物質に汚染された。事故発生当初、厚生労働省などが定めた放射性物質の暫定規制値を上回った農作物は、北は岩手県北部の牧草から、東北・関東地方の野菜、西は静岡県の茶葉まで広い範囲に及んだ。その後、福島県では2011年産玄米など、規制値を上回る農作物が検出され、出荷規制が行われた。2011年11月8日当時、農作物の作付制限の一つの目安となる土壌放射性セシウム濃度が5,000Bq/kgを超える農地は約8,900haと推定された。

2012年4月から食品の放射性物質の基準値が引き下げられたが、放射性セシウムの作物吸収に抑制効果のあるカリウム肥料の投入量を増やすなどさまざまな対策がとられた結果、福島県の水稲作付地域における全袋検査では、2013年6月現在、食品衛生法に定める食品の基準値100Bq/kgを超えたのは1,033万袋中71袋であり、検出率は0.0007%であった。2011年産と比較すると、基準値超過が見られた地域の緊急調査実施地域内では、100Bq/kgを超える放射性セシウムを含む玄米の割合は、2011年産では1%以上あったが、2012年産は0.002%



講演 06

環境放射能除染学会 理事長

森田 昌敏

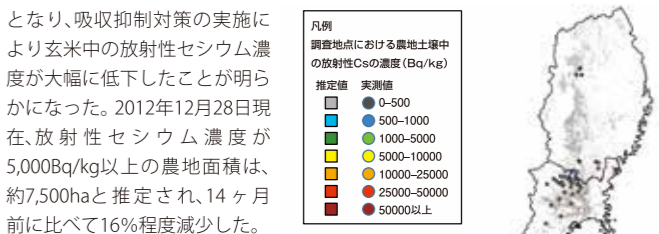
2011年3月11日に発生した大地震および津波により福島第一原発は深刻な被害を受け、そこから漏れてきた大量の放射能により北関東から東北南部にかけ、広範囲の放射能汚染が発生した。これに伴い住民の退避が行われ、2年たった現在においても、7万人の退避者とおそらく10万人を超す自主的避難者が存在する。安心して住める環境を取り戻すべく、放射能除染の試みが始まっている。

27年前に発生したチェルノブイリ原発事故は最大の事故であるが除染は行われなかった。福島事故はそれに次ぐもので、その除染は世界に例を見ない難事業である。除染は比較的汚染レベルの低い地域から始まり、周辺地域を含む104市町村で行われている。放射能汚染の高い地域(図)については環境省が直轄で除染することとなり、これから本格化する予定である。

除染の対象となっているのは飛来し比較的寿命の長いセシウム134と137で

測用の井戸を設置した。さらに、阿武隈川本川の貯水池(蓬莱ダム)を調査対象とした。

調査対象地域に降下した放射性核種は、下方移動はあまり見られないが、森林では、降雨やリターによって林床に移行し、リターから下層土へ移行していることがわかった。また、流域内の土壌に吸着された放射性セシウムは、調査区画調査より、主に土砂とともに移動し、河川を流下することがわかった。また土地被覆状況と勾配等と放射性核種輸送率には関連が見られた。これらのデータを用いて放射性物質の陸域からのモデル化を行っていきたい。



となり、吸収抑制対策の実施により玄米中の放射性セシウム濃度が大幅に低下したことが明らかになった。2012年12月28日現在、放射性セシウム濃度が5,000Bq/kg以上の農地面積は、約7,500haと推定され、14ヶ月前に比べて16%程度減少した。今後、土壌中の放射性セシウム濃度は物理崩壊とウェザリングにより低下するとともに、土壌との反応により作物への可給性も低下し、吸収抑制対策も徹底されることによって、農産物の濃度は低下することが予想される。しかし、避難指示区域などの農地土壌の放射性セシウム濃度が高く作付制限が行われている地域では、除染などの対策を実施した後、試験栽培などの結果を考慮しながら慎重な対応をとることが必要である。

岩手県から千葉県までの農地の放射性セシウム濃度の分布(2012年12月28日現在:高田ら, 2013)

あり、沈着した表層土壌、草木や屋根の表面の除去に力がそそがれている。その効果は汚染の軽い場所においては目標達成が可能であるが、汚染の高いところでは限定的である。大面積の汚染を行うことは難しい仕事であるばかりでなく、多額の費用を必要とし、なぜ、どこまで、除染すべきか、放射能のリスクはいかほどか、放射性廃棄物をどこに置くのか、経済的な意義があるのかなどなど、社会的要素も大きい。また河川や海の将来汚染をどうするべきかといった課題ものこされている。これらについても、現状を報告する。



環境省除染特別地域