

海洋環境における放射性物質の推移 「海水・海底土について」

及川真司*1§

1. はじめに

海洋環境における放射能調査を主体とする日本周辺海域での海水や海底土を対象としたモニタリング調査事業は、国のエネルギー政策の一環として原子力発電所が我が国沿岸域に立地されていく過程で、沿岸域が水産資源の重要供給場であることから、原子力発電所周辺漁場の環境放射能調査を実施するよう、漁業界からの要請を受けて始まった。

この事業は、1983（昭和58）年度に開始され、当初「我が国原子力発電所等周辺の海域における主要な漁場等の放射能調査の実施及び我が国周辺海域に関する既存の放射能調査資料の収集・整理並びにこれらの調査資料の総合的な検討評価等を行うことにより我が国周辺海域における海洋環境放射能水準、その海洋環境への影響等を総合的に把握し、もって我が国の原子力開発利用に対する国民の理解の増進に資する。（科学技術庁原子力安全局）」とされた*2が、現在では我が国の原子力施設沖合に位置する主要漁場等を調査の対象海域として海産生物、海底土及び海水の放射能調査を実施して現状を把握するとともに、調査海域における海洋中の放射能の移行挙動を定性・定量的に把握・評価を行うことにより、漁場の安全の確認等に資することを目的として継続した調査が実施されている。

調査対象海域や調査項目などは事業継続とともに見直しや拡充が図られ、最新の事業では、原子力発電所等周辺海域として15海域、核燃料（原子燃料）サイクル施設沖合海域として1海域の計16海域が主たる調査対象海域として定められ、海産生物、海底土及び海水を対象とした調査内容となって今日に至っている。

これまで1983（昭和58）年度から2018（平成30）年度まで継続して公益財団法人海洋生物環境研究所（以下、「海生研」という）が調査を36年間にわたって実施してきた。全国の海洋環境における放射性核種の放射能濃度推移としては、過去に及川ら（2013）として、また、2011（平成23）年3月の東京電力福島第一原子力発電所事故以降については及川・高田（2014）として福島県沖合を中心とした海洋環境放射能の推移を報告する機会を得てきた。本報では、主として最新の調査報告書*3から引用する形で海底土と海水に焦点を当て、その概略について全体を俯瞰した内容を報告する。

2. 対象とした調査海域と放射性核種等

1) 対象とした調査海域

調査海域として、第1図に示す全国の原子力発電所等周辺海域（以下、「発電所海域」という）及び第2図に示す青森県と岩手県の太平洋側に核燃料（原子燃料）サイクル施設沖合海域（以下、「核燃海域」という）を対象とした。

なお、発電所海域とは北海道、青森、宮城、福島第一、福島第二、茨城、静岡、新潟、石川、福井第一、福井第二、島根、愛媛、佐賀及び鹿児島海域の計15海域を指し、各海域に4測点を設けた。核燃海域には22測点を設けた。

これとは別に、2011（平成23）年3月の東京電力（株）福島第一原子力発電所事故を契機に始まった福島県沖合を中心とした海洋放射能モニタリングについては、新たに章を設けてその概要を記載することとした。

2) 海底土試料及び海水試料の採取方法等

海水試料は、発電所海域ではそれぞれの海域に設定した測点（海底土を採取した測点も同じ）で年1回、核燃海域では年2回、表層（海面から1m下）と下層（海底面から概ね10～40m上）の2層（それぞれ、表層水、下層水とする）から、大型バン

*1 公益財団法人海洋生物環境研究所 中央研究所（〒299-5105 千葉県夷隅郡御宿町岩和田300番地）

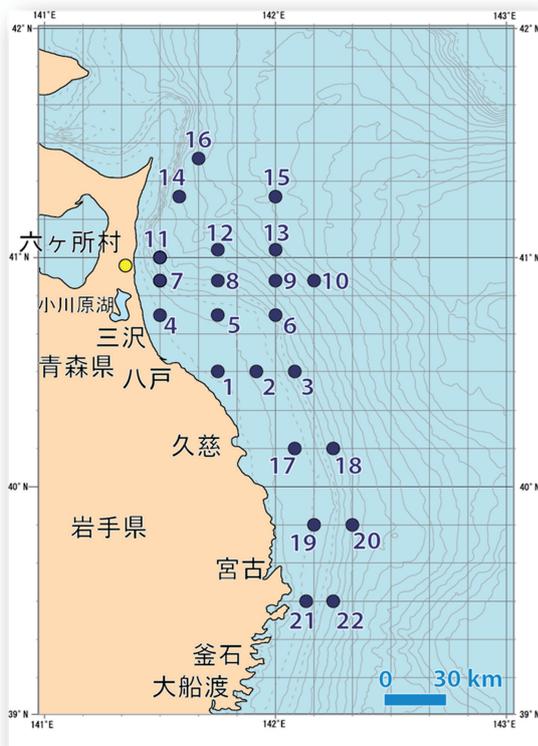
§ E-mail: oikawa@kaiseiken.or.jp

*2 事業開始当初、「昭和58年度海洋環境放射能操業評価事業」として開始された。以後、継続して事業は実施され、平成30年度においては、「平成30年度原子力施設等防災対策等委託費（海洋環境における放射能調査及び総合評価）事業」として実施された。

*3 平成30年度原子力施設等防災対策等委託費（海洋環境における放射能調査及び総合評価）事業 調査報告書（公益財団法人海洋生物環境研究所ホームページ（<http://www.kaiseiken.or.jp/>）で閲覧可能）



第1図 海洋環境における放射能調査事業で対象とした原子力発電所等周辺海域（発電所海域）。（平成30年度原子力施設等防災対策等委託費（海洋環境における放射能調査）事業調査報告書より引用）（図中、「核燃料サイクル施設沖合」とした海域は第2図に詳細を示した）



第2図 海洋環境における放射能調査事業で対象とした核燃料（原子燃料）サイクル施設沖合海域（核燃海域）。（平成30年度原子力施設等防災対策等委託費（海洋環境における放射能調査）事業調査報告書より引用）

ドン採水器等を用いて発電所海域では約100L、核燃海域では約300L採取した。採取した海水試料はろ過をせず、容量20Lのプラスチック製容器（ロンテナ）に分取した。分取した海水試料は分析に供するまで適切に保管管理を行う観点で、主として海水に含まれる目的とする放射性核種を含む元素等の吸着を防ぐため、海水1L当たり1mLの濃硝酸を添加して硝酸酸性とした。一方、核燃海域で調査の対象としているトリチウムを分析するための海水試料は、別途用意した容量2Lのプラスチック製容器に分取した（トリチウム分析に支障が生じるため、酸の添加はなし）。

海底土試料は、調査の対象とした海域に設定した測点で年1回、大型ボックス型採泥器（例えばスペード型採泥器等）を用いて海底土の表面から深さ3cmまでの層を湿重量で約2kgを目安として採取した。採取した海底土については、色調や硬さ等を基に泥質を確認したのちビニール袋に入れ、プラスチック製容器（いわゆるタッパー）に収納し、冷凍保管とした。

3) 対象とした放射性核種と放射能分析方法

対象とした放射性核種は、発電所海域で採取した試料について、

海水：ストロンチウム-90 (^{90}Sr) 及びセシウム-137 (^{137}Cs)

海底土：ガンマ線放出核種 (主に、 ^{137}Cs)

とし、核燃海域において採取した試料について、

海水：トリチウム、 ^{90}Sr 、 ^{137}Cs 及びプルトニウム-239+240 ($^{239+240}\text{Pu}$)

海底土： ^{90}Sr 、 ^{137}Cs 及び $^{239+240}\text{Pu}$

とした。

海水及び海底土試料に含まれる放射性核種の放射能分析は、放射能測定法シリーズに準じた方法^{*1}で行った。これら放射能分析方法の概略は次のとおりである：

- ・トリチウム：蒸留・電解濃縮のち、液体シンチレーションカウンタによるベータ線計測
- ・ ^{90}Sr ：陽イオン交換法等による分離・精製のち、スカベンジ及びミルキングを経た ^{90}Y (^{90}Sr)のベータ線計測
- ・ ^{137}Cs ：ゲルマニウム半導体検出器によるガンマ線スペクトロメトリー (海水試料についてはリンモリブデン酸アンモニウム共沈分離後、海底土試料については乾燥・粉碎・混合のち、ガンマ線計測)
- ・ $^{239+240}\text{Pu}$ ：陰イオン交換樹脂カラム法による分離・精製のち、シリコン半導体検出器によるアルファ線スペクトロメトリー

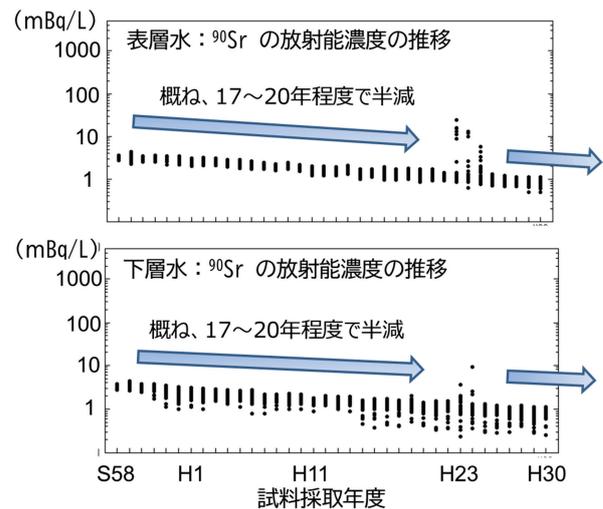
3. 発電所海域における放射性核種の放射能濃度の推移

調査の対象とした海域で採取した海水や海底土試料に含まれる放射性核種の放射能濃度の推移は、調査が終わるたび (年度毎) に海域毎にその結果を取りまとめた^{*2}。詳しくはこれらの調査報告書に委ね、本稿では日本全体を俯瞰した海

水や海底土に含まれる放射性核種の放射能濃度の推移に着目して報告する。

1) 海水

発電所海域で採取した海水試料について、表層水及び下層水に含まれる ^{90}Sr の放射能濃度推移を第3図に示した。調査結果は1983 (昭和58) 年度から平成30年度までの36年間を通して欠測することなく得ることができ、その放射能濃度の推移を明確に示すことができた。調査を開始した1983 (昭和58) 年度にはすでに ^{90}Sr を各海域で採取した海水試料から見出しているが、これは1945 (昭和20) 年以降に北半球を中心に盛んに実施された大気圏核爆発実験に起因するものである。海水に含まれる ^{90}Sr の放射能濃度は表層と下層において明確な差は認められず、概ね同じような放射能濃度



第3図 原子力発電所等周辺海域 (発電所海域) で採取した海水試料 (表層水及び下層水) に含まれる ^{90}Sr の放射能濃度の推移 (測点毎に得られたデータをすべてプロットしてある)。(平成30年度原子力施設等防災対策等委託費 (海洋環境における放射能調査) 事業調査報告書より引用・加筆修正)

*1 放射能測定法シリーズ (全32集あり、下記はそのうちの一部分である)

- ・2 「放射性ストロンチウム分析法」 (平成15年、4訂)
- ・3 「放射性セシウム分析法」 (昭和51年、1訂)
- ・7 「ゲルマニウム半導体検出器によるガンマ線スペクトロメトリー」 (平成4年、3訂)
- ・9 「トリチウム分析法」 (平成14年、2訂)
- ・12 「プルトニウム分析法」 (平成2年、1訂)
- ・16 「環境試料採取法」 (昭和58年)

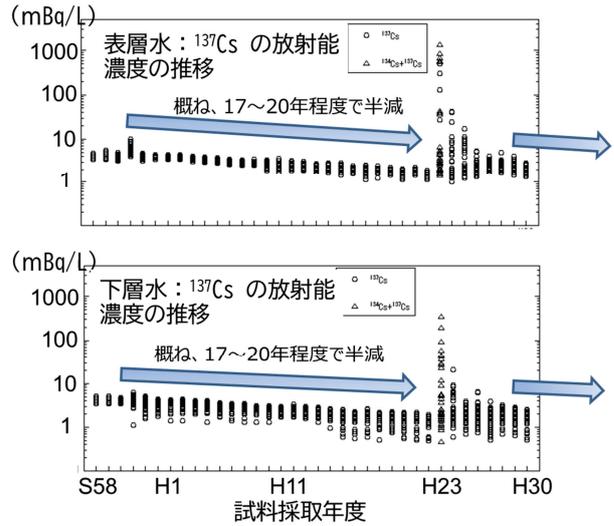
*2 この調査は、年度毎の委託事業として実施され、その調査結果についても年度末に国に調査結果を報告してきた。直近では平成30年度原子力施設等防災対策等委託費 (海洋環境における放射能調査及び総合評価) 事業 調査報告書として平成30年度に実施した事業内容を報告した (公益財団法人海洋生物環境研究所ホームページ (<http://www.kaiseiken.or.jp/>) で閲覧可能)

の推移であることも読み取ることができる。この36年の間には1986（昭和61）年4月のチェルノブイリ原子力発電所事故や2011（平成23）年3月の東電福島第一原発事故も含まれ、とりわけ後者の影響については、この図から明確に放射能濃度の上昇を読み取ることができる。

海水試料に含まれる⁹⁰Srの放射能濃度の推移は、2011（平成23）年から一時的な上昇が認められるものの、全体を俯瞰すれば着実に低下しており、昭和58年度から平成22年度までの結果を用いた単回帰分析から求めた⁹⁰Srの放射能濃度のいわゆる環境半減期は概ね17から20年であり、⁹⁰Srの物理的半減期（29年）よりも短い（速い）（及川ら（2013））。これは、⁹⁰Srの物理壊変に加えて海水の移流や拡散の要因が加わり、このような結果になったと推測される。

また同様に、表層水及び下層水に含まれる¹³⁷Csの放射能濃度推移を第4図に示した。調査結果は⁹⁰Srと同様に1983（昭和58）年度から平成30年度までの36年間を通して欠測することなく得ることができ、その放射能濃度の推移を明確に示すことができた。また、⁹⁰Srと同様に調査を開始した1983（昭和58）年度にはすでに各海域で採取した海水試料から¹³⁷Csを見出しているが、これもまた前述の 대기圏核爆発実験に起因するものである。海水に含まれる¹³⁷Csの放射能濃度は表層と下層において若干異なるようで、例えばチェルノブイリ原子力発電所事故が起こった1986（昭和61）年には、表層水に含まれる¹³⁷Csの放射能濃度は明らかに上昇したことが認められるが、下層については概ね影響が出ていない。さらに、2011（平成23）年3月の東電福島第一原発事故の際の影響については、⁹⁰Srの場合よりも明らかな放射能濃度の上昇を読み取ることができる。

海水試料に含まれる¹³⁷Csの放射能濃度の推移は、2011（平成23）年から一時的ではあるものの大幅な上昇が認められるが、全体を俯瞰すれば着実に低下しており、昭和58年度から平成22年度までの結果を用いた単回帰分析から求めた¹³⁷Csの放射能濃度のいわゆる環境半減期は概ね17から20年であり、¹³⁷Csの物理的半減期（30年）よりも短い（速い）（及川ら（2013））。これは、⁹⁰Srと場合と同様に¹³⁷Csの物理壊変に加えて海水の移流や拡散の要因が加わり、このような結果になったと推測される。



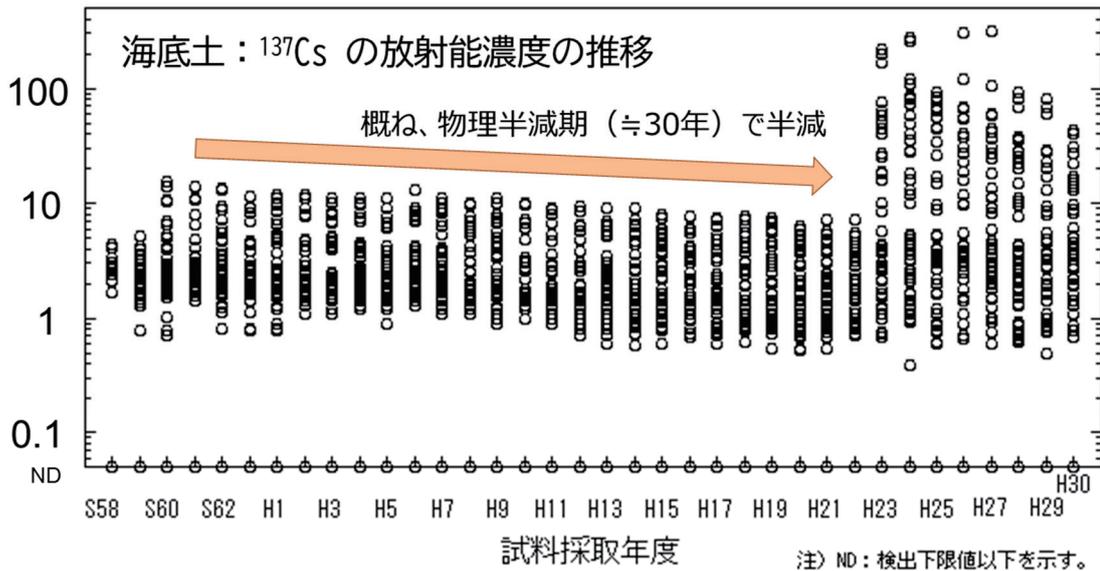
第4図 原子力発電所等周辺海域（発電所海域）で採取した海水試料（表層水及び下層水）に含まれる¹³⁷Csの放射能濃度の推移（測点毎に得られたデータをすべてプロットしてある）。（平成30年度原子力施設等防災対策等委託費（海洋環境における放射能調査）事業調査報告書より引用・加筆修正）

なお、海水試料については、従来、各海域に設けた4つの測点のうち測点1の表層についてのみ、¹³⁴Csと¹³⁷Csを区別できるガンマ線計測によって分析し、測点1の下層、測点2~4の表層及び下層の試料については、事実上、平成22年度までの試料中に¹³⁴Csが含まれていなかったことから、より低い検出下限値を達成できうるベータ線計測により分析されてきた。ベータ線計測では¹³⁴Csと¹³⁷Csを弁別して測定できないことから、同様の方法で実施された平成23年度の測点1の表層以外の分析結果は、事故由来の¹³⁴Csと¹³⁷Csを合わせた放射性セシウムの値になっている。そのため、経年変化図にはそれらの和「¹³⁴Cs+¹³⁷Cs」として「△」で図示している（ただし、平成23年度のベータ線計測においては、¹³⁷Cs測定のための計数効率を使用しているため、¹³⁴Csの値がやや低めにでており、厳密な意味での¹³⁴Csと¹³⁷Csの合計値ではない）。なお、平成24年度からは、すべての測点の表層及び下層において高純度ゲルマニウム半導体検出器によるガンマ線スペクトロメトリーによって¹³⁷Csを定量している。

2) 海底土

発電所海域で採取した海底土試料に含まれる¹³⁷Csの放射能濃度推移を第5図に示した。調査結果は海水同様に1983（昭和58）年度から2018（平成30）年度までの36年間を通して欠測することなく得ることができ、その放射能濃度の推移を明確に示すことができた。また、調査を開始した1983（昭和58）年度にはすでに各海域で採取した海底土試料から¹³⁷Csを見出しているが、これもまた前

(Bq/kg-乾燥土)



昭和60年度以降、新潟、福井第一及び福井第二海域において採取点を変更した。

第5図 原子力発電所等周辺海域（発電所海域）で採取した海底土試料に含まれる¹³⁷Csの放射能濃度の推移（測点毎に得られたデータをすべてプロットしてある）。（平成30年度原子力施設等防災対策等委託費（海洋環境における放射能調査）事業調査報告書より引用・加筆修正）

述の大気圏核爆発実験に起因するものである。1985（昭和60）年度には放射能濃度の上昇が読み取れるが、これは新潟、福井第一及び福井第二海域において測点を変更したことによる（のちの調査で¹³⁷Csは泥質で高くなる傾向があることが判明し、測点の変更前と変更後で概ねこの理由に合致するもの）。また、海底土に含まれる¹³⁷Csの放射能濃度は海水の場合と比較して幅があることが明確に読み取ることができる。

海底土試料に含まれる¹³⁷Csの放射能濃度の推移は、2011（平成23）年から一時的ではあるものの大幅な上昇が認められる。2011（昭和58）年度から2010（平成22）年度までの結果を用いた単回帰分析から求めた¹³⁷Csの放射能濃度のいわゆる環境半減期は概ね30年であり、¹³⁷Csの物理的半減期（30年）とほぼ同じである（及川ら（2013））。これは、海底土に含まれる¹³⁷Csは移流や拡散の影響はほぼ受けず、放射能濃度の低下は概ね¹³⁷Csの物理壊変によると推測される。しかしながら、2011（平成23）年以降には一旦放射能濃度が上昇したものの、2016（平成28）年以降は明らかに物理半減期よりも速い低下が認められる。これは、大気圏核爆発実験に由来する¹³⁷Csのように大気経路で広域に拡散・分布したものと異なり、短い時間に局所的

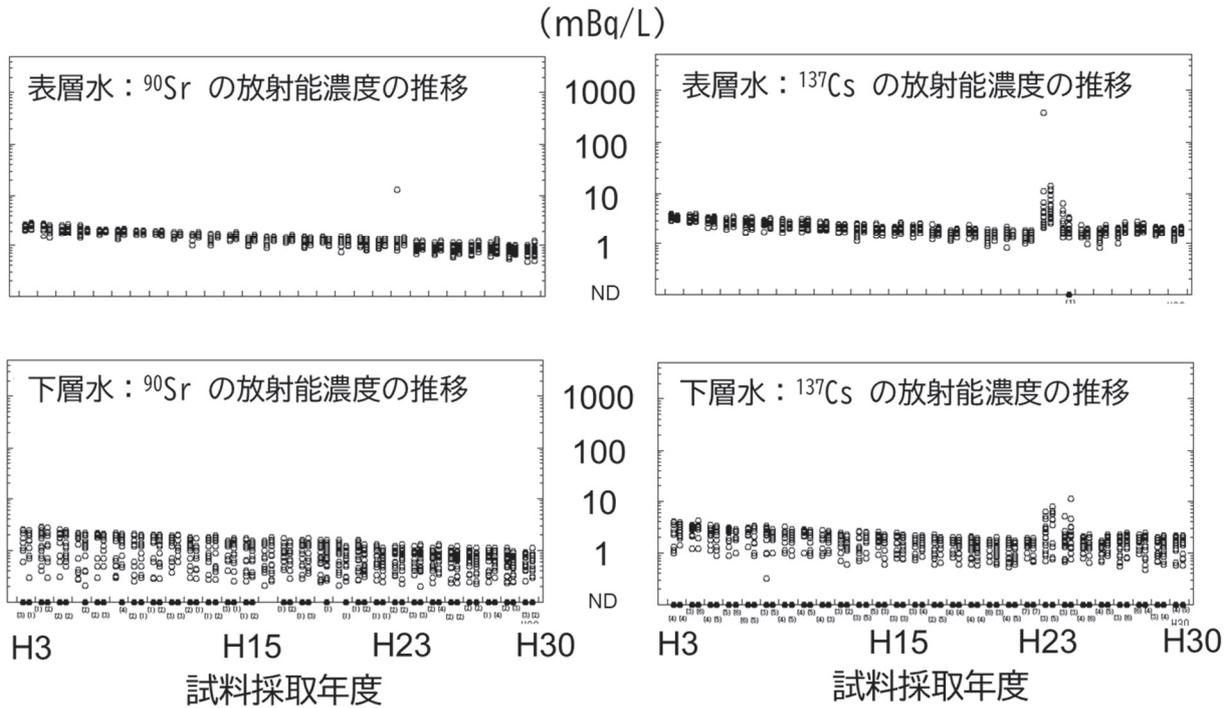
に付加されたあと、海底堆積物の沈着や移流・拡散の影響を受けたことによると推測される。

4. 核燃海域における放射性核種の放射能濃度の推移

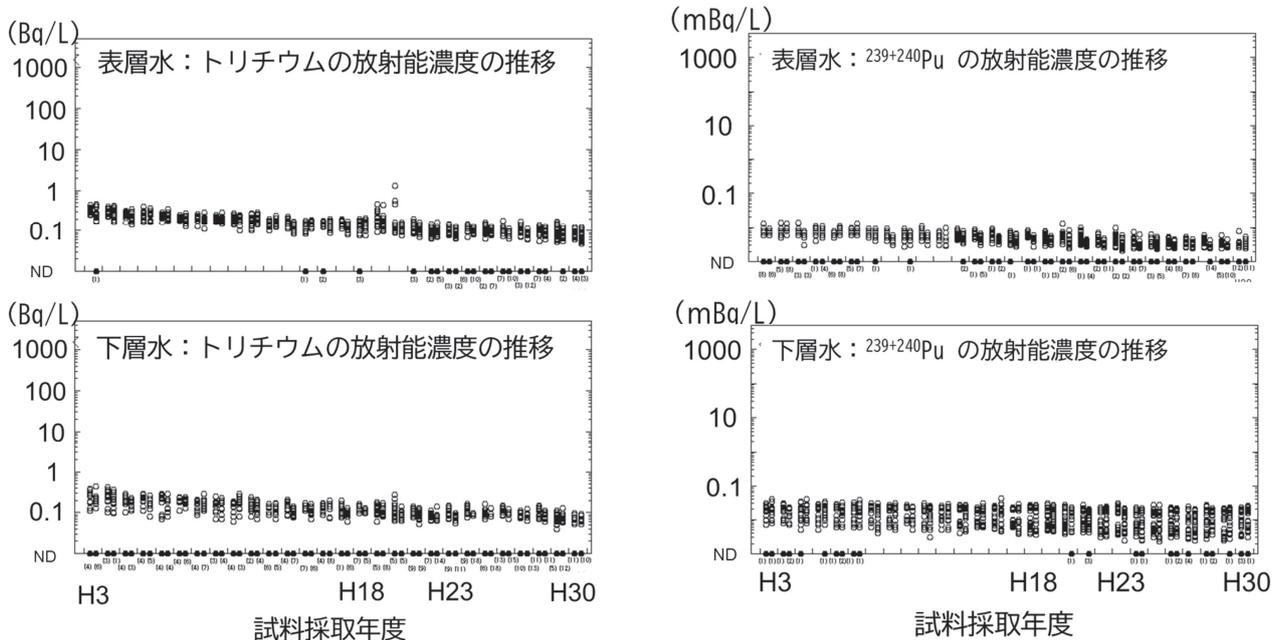
1) 海水

核燃海域で採取した海水試料について、表層水及び下層水に含まれる⁹⁰Sr及び¹³⁷Csの放射能濃度推移を第6図に示した。調査結果は1991（平成3）年度から2018（平成30）年度までの28年間を通して欠測することなく得ることができ、その放射能濃度の推移を明確に示すことができた。これら放射能濃度の推移はいずれも前章で示した発電所海域で得られた結果と比較し、放射能濃度及びそれらの推移から得られる環境半減期において相違は認められない。

また同様に、表層水及び下層水に含まれるトリチウムの放射能濃度の推移を第7図に示した。ここで見出されたトリチウムは、原子力施設や大気圏核爆発実験などに由来するいわゆる人工放射性核種である⁹⁰Srや¹³⁷Csと同様の起源を持つものに加え、高層大気と宇宙線の相互作用で供給される天然由来のものが含まれており、現状ではこれらを見分ける（区別する）ことはできない。調査開



第6図 核燃料（原子燃料）サイクル施設沖合海域（核燃海域）で採取した海水試料（表層水及び下層水）に含まれる⁹⁰Sr及び¹³⁷Csの放射能濃度の推移（測点毎に得られたデータをすべてプロットしてある）。（平成30年度原子力施設等防災対策等委託費（海洋環境における放射能調査）事業調査報告書より引用・加筆修正）



第7図 核燃料（原子燃料）サイクル施設沖合海域（核燃海域）で採取した海水試料（表層水及び下層水）に含まれるトリチウムの放射能濃度の推移（測点毎に得られたデータをすべてプロットしてある）。（平成30年度原子力施設等防災対策等委託費（海洋環境における放射能調査）事業調査報告書より引用・加筆修正）

第8図 核燃料（原子燃料）サイクル施設沖合海域（核燃海域）で採取した海水試料（表層水及び下層水）に含まれる²³⁹⁺²⁴⁰Puの放射能濃度の推移（測点毎に得られたデータをすべてプロットしてある）。（平成30年度原子力施設等防災対策等委託費（海洋環境における放射能調査）事業調査報告書より引用・加筆修正）

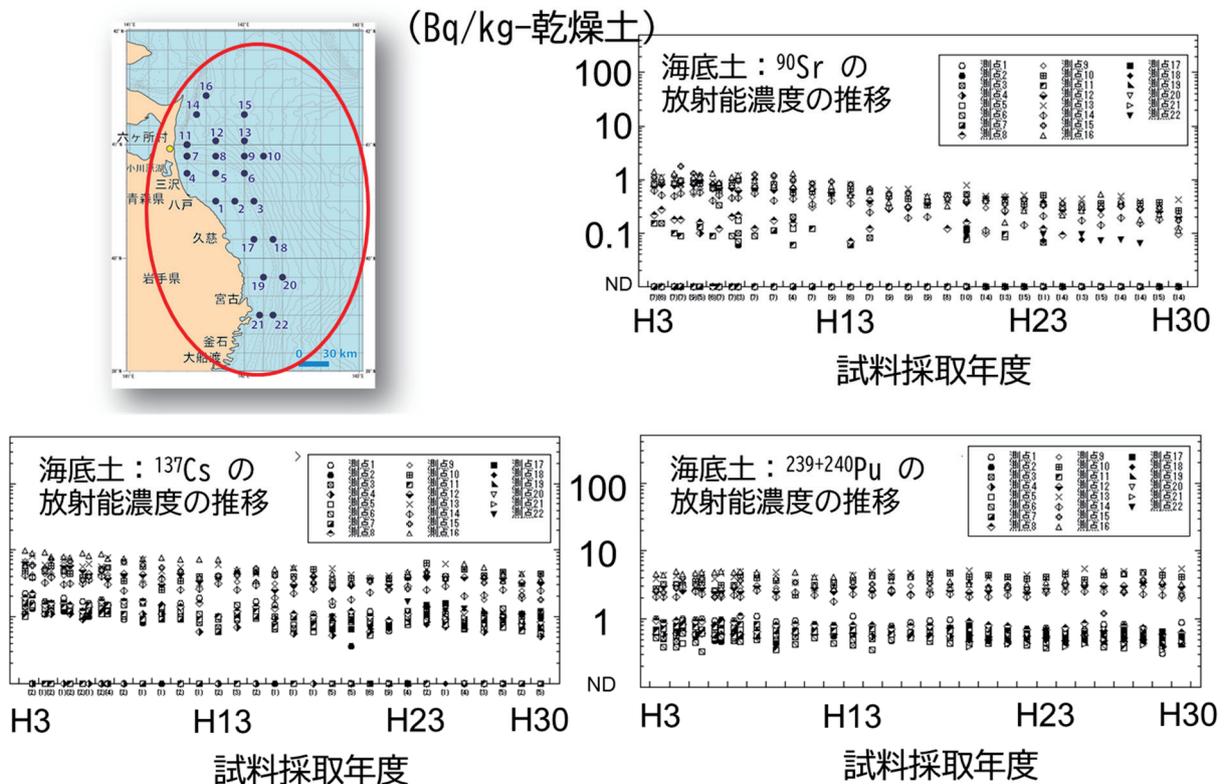
始以降、海水試料に含まれるトリチウムは表層水及び下層水ともに減少してきたが、とりわけ2007（平成19）年度から2008（平成20）年度に表層水で観測された一時的なトリチウムの放射能濃度の上昇は、青森県六ヶ所村の使用済核燃料再処理施設で行われたアクティブ試験により管理放出されたトリチウムの影響によるものと推測される。なお、現時点において、海水に含まれるトリチウムの放射能濃度は概ね0.1Bq/L程度である。

続いて、表層水及び下層水に含まれる²³⁹⁺²⁴⁰Puの放射能濃度推移を第8図に示した。調査開始以降、海水試料から見出された²³⁹⁺²⁴⁰Puの放射能濃度は表層水及び下層ともに明確な濃度変動は観測されていない。表層水に含まれる²³⁹⁺²⁴⁰Puの放射能濃度の推移については、⁹⁰Srや¹³⁷Csに比べるとより緩やかではあるが減少している傾向が読み取れる。一方、下層水についてはほぼ変動はなく、調査開始当初から一定の濃度範囲にあることが読み取れる。また、表層水に比べて放射能濃度の差が大きいのは、海水に含まれる²³⁹⁺²⁴⁰Puの放射能

濃度の鉛直分布として、表層から深くなるにつれて濃度が増し、概ね深度1000m程度で極大となり、それ以降は減少するため、海水試料を採取した深度が異なることにより²³⁹⁺²⁴⁰Puの放射能濃度に差が生じたものと推測される。なお、この推移から分かるとおり、調査期間中に²³⁹⁺²⁴⁰Puの付加があったことは認められない。現時点において、海水に含まれる²³⁹⁺²⁴⁰Puの放射能濃度は概ね0.1mBq/L以下である。

2) 海底土

核燃海域で採取した海底土試料に含まれる⁹⁰Sr、¹³⁷Cs及び²³⁹⁺²⁴⁰Puの放射能濃度推移を第9図に示した。調査結果は海水同様に1991（平成3）年度から2018（平成30）年度までの28年間を通して欠測することなく得ることができ、それら放射能濃度の推移を明確に示すことができた。海底土試料に含まれる⁹⁰Srと¹³⁷Csについては、調査開始当初から若干の濃度変動は認められるものの、それら放射能濃度は着実に低下している。また、⁹⁰Srに比べると¹³⁷Csの放射能濃度の低下は緩やかで、その



第9図 核燃料（原子燃料）サイクル施設沖合海域（核燃海域）で採取した海底土試料に含まれる⁹⁰Sr、¹³⁷Csおよび²³⁹⁺²⁴⁰Puの放射能濃度の推移（測点毎に得られたデータをすべてプロットしてある）。（平成30年度原子力施設等防災対策等委託費（海洋環境における放射能調査）事業調査報告書より引用・加筆修正）

同年度内の変動範囲は大きいことが読み取れる。これは、発電所海域での調査結果と同様に、海底土の泥質に起因するとみられ、砂質よりも泥質の方が ^{137}Cs の放射能濃度が高くなる傾向に一致する(概ね、水深が深くなるとより泥質になる傾向がある)。また、 $^{239+240}\text{Pu}$ の放射能濃度は海水試料の場合と同様にほぼ変動がなく、調査開始当初からの推移を継続している。なお、 ^{90}Sr 、 ^{137}Cs 及び $^{239+240}\text{Pu}$ のいずれも放射能濃度が二分されていることが読み取れ、とりわけ ^{137}Cs 及び $^{239+240}\text{Pu}$ で顕著である。これは海底土を採取した水深が500mを境に二分されるようで、より深いところで高い ^{137}Cs 及び $^{239+240}\text{Pu}$ の放射能濃度が観測されており、泥分を多く含む海底土の性状に一致した結果である。

5. 福島第一原子力発電所周辺の海域モニタリング

1) 経緯

2011(平成23)年3月の東北地方太平洋沖地震による災害及びこれに伴う東電福島第一原子力発電所事故による環境中への放射性物質の放出に伴い、同3月23日から文部科学省の指示を受けて、海生研は緊急的な海洋放射能モニタリングを開始した。その後、福島県沖合における海洋放射能モ

ニタリングについて、同5月9日から定められた測点における本格的なモニタリング調査を開始した。調査の対象とした測点は東電福島第一原発事故以降、時間の経過とともに拡充されてきた(Oikawa *et al.*, 2013)。

最新の調査内容として、調査対象とする測点数や対象試料及び試料採取頻度は第10図に示すとおり、

近傍・沿岸海域：7測点(海水、毎月)

沖合海域：32測点(海水及び海底土、年4回)

外洋海域：10測点(海水、年2回)

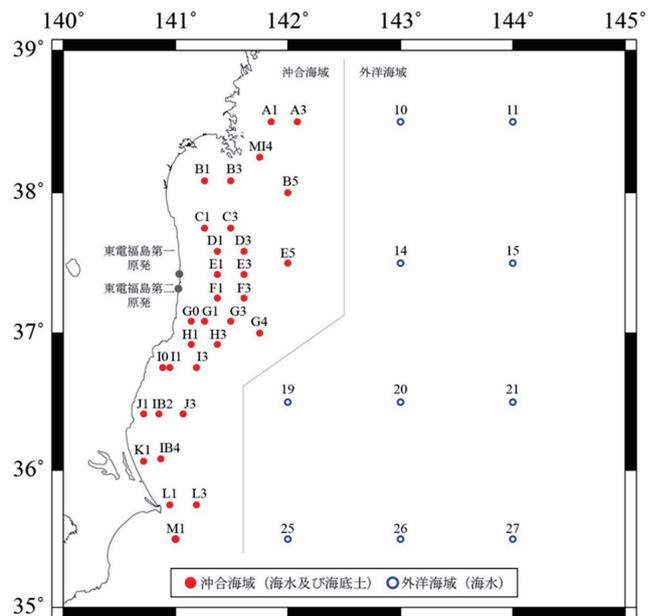
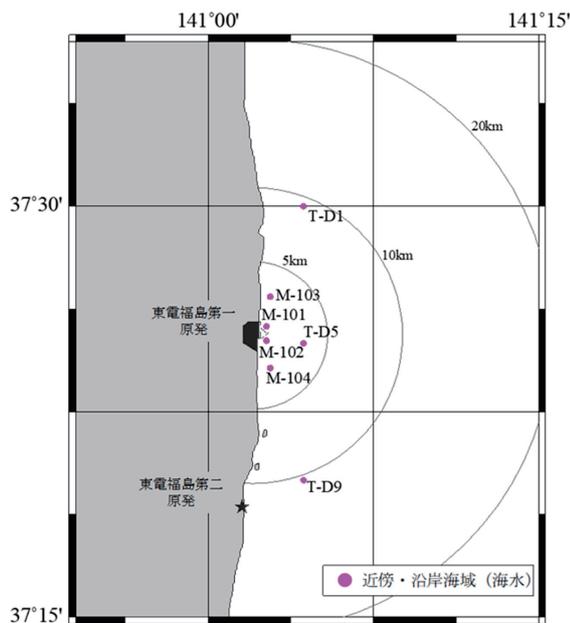
である。

2) 海水・海底土に含まれる放射性核種の放射能濃度の推移

海水試料に含まれる ^{137}Cs の放射能濃度の推移を俯瞰するため、福島第一原子力発電所からの距離として概ね10km圏内に位置する「近傍・沿岸海域」、概ね30km圏外に位置する「沖合海域」及び「外洋海域」で得られた結果について、

- ・10km圏内(表層; 0.5m)
- ・30km圏外(表層; 0~9m)
- ・30km圏外(中層・深層; 10m以深)

と分け、その経年変化について第11図に示した。

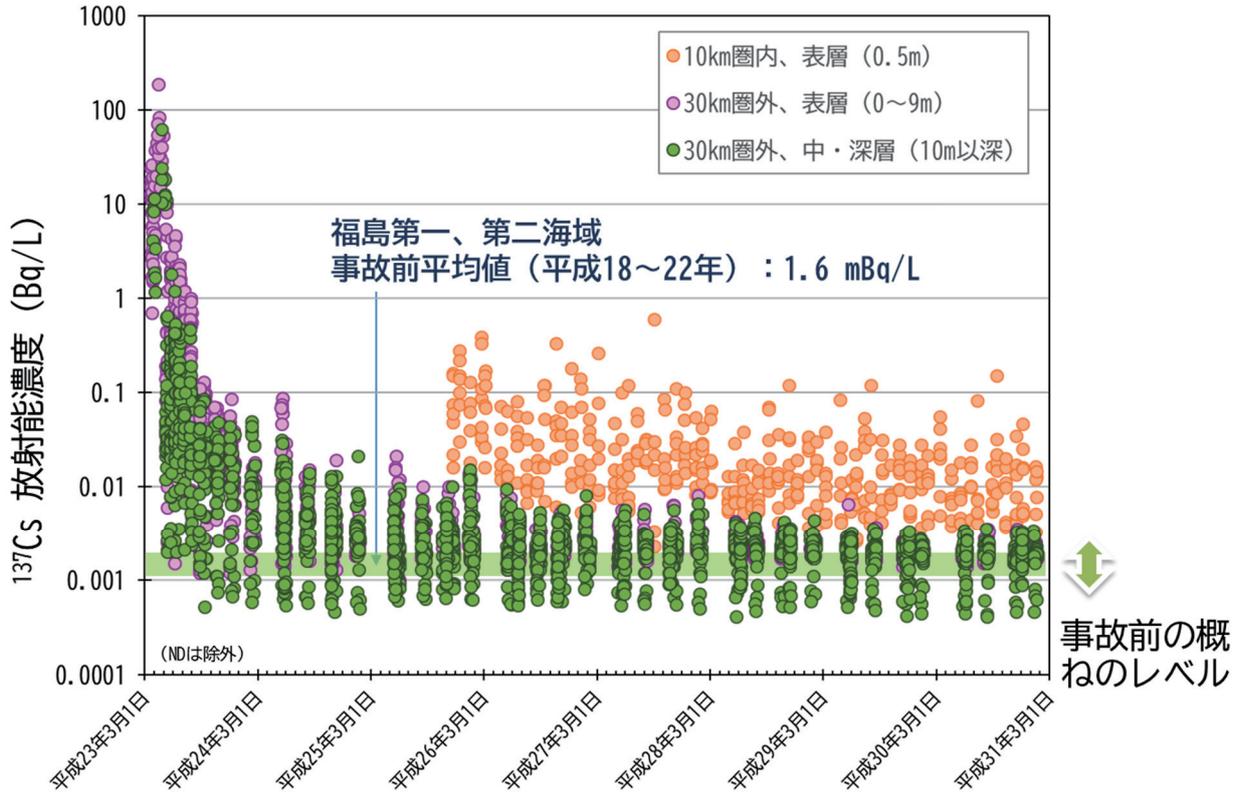


第10図 東電福島第一原子力発電所周辺の海域モニタリングの対象とした測点位置。

(A) 近傍・沿岸(7測点, 毎月)

(B) 沖合(32測点, 年4回)及び外洋海域(10測点, 年2回)

(平成30年度原子力施設等防災対策等委託費(海洋環境における放射能調査)事業調査報告書より引用)



第11図 東電福島第一原子力発電所周辺の海域モニタリングの結果（海水に含まれる¹³⁷Csの放射能濃度の経年変化で測点毎に得られたデータをすべてプロットしてある）。（平成30年度原子力施設等防災対策等委託費（海洋環境における放射能調査）事業調査報告書より引用・加筆修正）

これら結果のうち、10km圏内の測点で採取した海水試料に含まれる¹³⁷Csの放射能濃度は、同海域の調査を開始した2013（平成25）年以降緩やかに減少をしているが、2018（平成30）年度に得られた調査結果では30km圏外に比べておよそ一桁高い放射能濃度が観測されている。

その一方、30km圏外の測点で採取した海水試料に含まれる¹³⁷Csの放射能濃度は、事故直後の2011（平成23）年4月に表層で最大の186Bq/Lを観測したが、その後、各深度（表層・中層・深層）ともに急激な放射能濃度の減少が認められ、2012（平成24）年以降は緩やかな減少傾向にある。

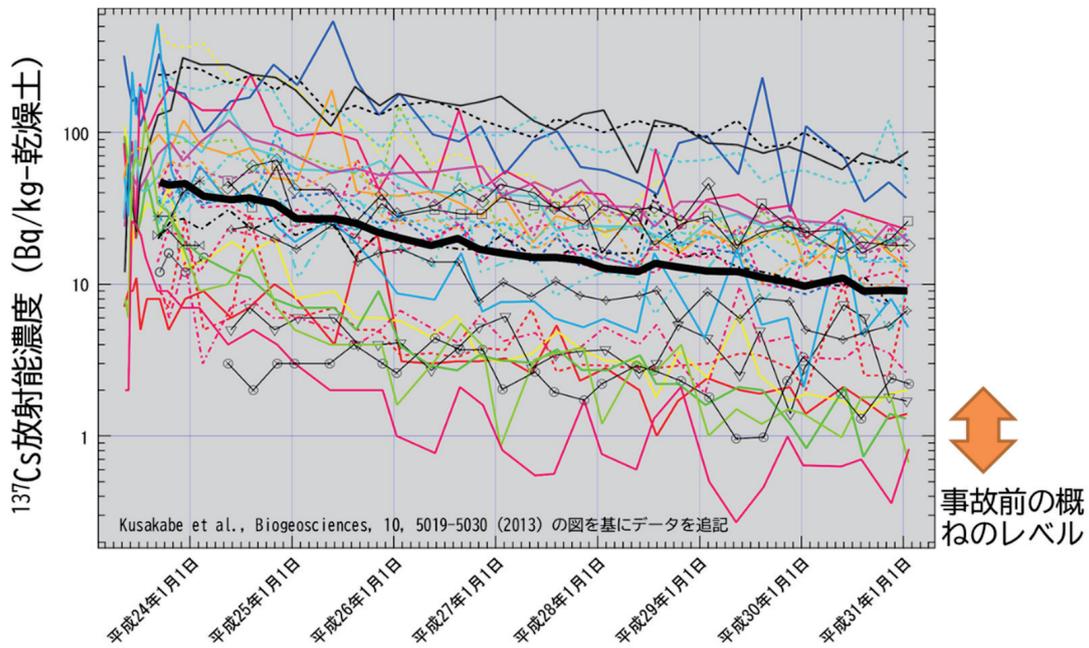
2018（平成30）年度の観測結果では、事故前5年間に実施した調査結果で得た放射能濃度範囲まで低下している測点が多く見られた。なお、中・深層水において事故前の5年間に実施した調査結果で得た放射能濃度の範囲よりも低いレベルに数値がある（プロットがある）のは、事故の影響を調査・把握するために極めて低い濃度の¹³⁴Csを検出・定量することを目的に、検出下限値を下げた分析・測定方法の採用などにより、極めて低い放

射能濃度の¹³⁷Csが検出されたことによる。

同様に、海底土試料に含まれる¹³⁷Csの放射能濃度の推移を第12図に示した。

東電福島第一原発事故以降、沖合海域で採取した海底土試料に含まれる¹³⁷Csの放射能濃度は100Bq/kg（乾燥土）を超える測点があったものの、放射能濃度については全体的に低下していることが読み取れる。

沖合海域に設定した全ての測点で得られた¹³⁷Csの放射能濃度の平均値は、2011（平成23）年10月に47Bq/kg（乾燥土）だったが、2019（平成31）年1月には9.0 Bq/kg（乾燥土）となり、調査開始当初と比較して概ね5分の1まで減少している。なお、東電福島第一原発事故前の5年間に宮城、福島第一、福島第二及び茨城の各発電所海域において採取した海底土試料に含まれる¹³⁷Csの放射能濃度は、検出下限値以下から1.7Bq/kg（乾燥土）の範囲にあったことから、今後もモニタリングを継続してその放射能濃度の推移を把握していく必要がある。



第12図 東電福島第一原子力発電所周辺の海域モニタリングの結果（海底土に含まれる¹³⁷Csの放射能濃度の経年変化で測点毎に得られたデータをすべてプロットし、折れ線グラフとして示した。また、黒太線はそれらの幾何平均値を同様に示したもの）。（平成30年度原子力施設等防災対策等委託費（海洋環境における放射能調査）事業調査報告書より引用・加筆修正）

6. まとめ

本稿では、1983（昭和58）年度から2018（平成30）年度までの36年間にわたり国の委託事業として海生研が実施してきた全国の原子力発電所周辺海域を対象とする海洋環境放射能調査の結果を俯瞰してとりまとめた。この事業では、平時における海洋環境放射能の実態を把握するとともに、チェルノブイリ原子力発電所事故（1986（昭和61）年4月）や東電福島第一原子力発電所事故（2011（平成23）年3月）などの予期しない事態において、基礎的な海洋放射能データに資することなど、信頼できかつ継続した調査結果であるがゆえに利活用がなされてきた。現時点においては明確に言えることは、それら海洋環境における人工放射性核種の放射能濃度は着実に低下しているということである。今後も継続した調査を実施することにより、この事業の目的のひとつである漁場を見守るということに併せて、信頼できるデータを蓄積していく必要がある。

謝 辞

この事業を遂行するに当たって、関係省庁や地方自治体はもとより、魚試料の収集について全国漁業協同組合連合会、各地の漁業協同組合連合会、漁業協同組合、ひいては漁業関係の皆様にも多大なご理解とご協力を頂いた。また、船舶関係者、放射能分析機関、そしてデータの評価等で助言や指導を賜った先生方、放射能分析の技能試験では国際原子力機関（IAEA）の皆様にも多大なご指導とご協力を頂いた。併せて深謝いたします。

引用文献

Oikawa, S., Takata, H., Watabe, T., Misonoo, J., and Kusakabe, M. (2013). Distribution of the Fukushima-derived radionuclides in seawater in the Pacific off the coast of Miyagi, Fukushima, and Ibaraki Prefectures, Japan. *Biogeosciences*, **10**, 5031-5047.

及川真司・渡部輝久・高田兵衛・鈴木千吉・中原元和・御園生 淳 (2013). 日本周辺の海水、海底土、海産生物に含まれる⁹⁰Sr及び¹³⁷Cs濃

度の長期的推移～チェルノブイリ事故前から
福島第一原子力発電所事故後まで～. 分析化
学, **62**, 455-474.

及川真司・高田兵衛・磯山直彦・稲富直彦・渡部
輝久・鈴木千吉・御園生 淳・森菌繁光・日
下部正志 (2014). 日本周辺海域環境での⁹⁰Sr

及び¹³⁷Cs濃度の長期的推移—昭和58年度～平
成24年度までの調査結果—. 海生研研報,
No.19, 1-16.

及川真司・高田兵衛 (2014). 福島県沖合を中心
とした太平洋側海域での海水中の⁹⁰Sr及び
¹³⁷Csの濃度変遷. ぶんせき, **63**, 539-542.