

東日本大震災にかかわる日本海洋学会の諸活動に関する報告書

2013年8月

日本海洋学会

震災対応ワーキンググループ

日本海洋学会震災対応ワーキンググループ報告書

目次

1	「東日本大震災対応ワーキンググループ」の活動報告をまとめるにあたって	花輪公雄	1
	ワーキンググループ組織図		11
	ワーキンググループ名簿		12
2	各サブワーキンググループの活動総括		
2.1	観測・モニタリング SWG	津田敦	13
2.2	分析・サンプリング SWG	植松光夫	16
2.3	モデリング SWG	池田元美	19
2.4	生態系 SWG	鈴木昌弘	25
2.5	広報・アウトリーチ	川合義美	27
3	ワーキンググループクロニクル		29
4	ワーキンググループ議事録		32
5	補足資料		
5.1	「震災にともなう海洋汚染に関する相談会（4月14日開催）」		70
5.2	「震災にともなう海洋汚染に関する相談会」からの提言		72
5.3	会長声明（4/18）		74
5.4	福島第一原子力発電所の事故に起因する海洋汚染モニタリングと観測に関する提言 2011/5/16		76
5.5	放射能測定用海洋試料採取・計測の基本推奨法		82
5.6	モデリング・サブグループからの提案		89
5.7	放射性物質移動拡散シミュレーション結果の解説		92
5.8	福島第一原子力発電所事故に関する海洋汚染調査について（提言）		95
5.9	東日本大震災による海洋生態系影響の実態把握と今後の対応策の検討（9/8）		97
5.10	種々の疑問に関する専門家の意見		105
5.11	2011年度震災関連航海情報最終版		120
5.12	公開シンポジウム「海から見た東日本大震災」		121
5.13	2011年「サイエンスアゴラ J O S シンポジウム」		123
5.14	2011年秋季大会ナイトセッション		124
5.15	2012年春季シンポジウム		126
5.16	2012年秋季シンポジウム		128
5.17	2012年サイエンスアゴラ		129

5.18	2013年春季シンポジウム	130
5.19	原子力規制委員会提出資料	132
5.20	分析・サンプリング SWG 議事録	144
5.21	IRMM 試料分析承諾通知	158
5.22	「東日本大震災関連特設サイト」掲載 東日本大震災関連記事一覧	160
5.23	震災関連論文等リスト	162

「東日本大震災対応ワーキンググループ」
の活動報告をまとめるにあたって

2011年3月11日の東北地方太平洋沖地震によって引き起こされた東日本大震災に対応するため、日本海洋学会は「東日本大震災対応ワーキンググループ」（以下、震災対応WG、あるいは単にWGと略記）を幹事会のもとに設置し、この2年間、多数の会員そして非会員の協力を得て、種々の活動を行ってきた。この活動も、2013年3月9日（土）に開催された第17回目の会合で、いったん震災対応WG活動の幕を閉じることとした。

WG活動の幕を閉じるにあたり、WG結成以降2年にわたる私たちの活動を記録しておこうという意見が出て、結果的にこの冊子を作成することとした。この冊子ではできるだけ淡々と活動の記録を残すこととし、各サブWGの短い活動概要の他、活動のクロニクル、この間情報発信のメイン・プラットフォームであった学会ウェブサイトの「東日本大震災関連特設サイト」に掲載した情報などを付録として、この冊子に含めることとした。

私はこの間、学会長としての立場や、被災地の中にある大学に勤める研究者としての立場で、震災対応WGの活動を中心に紹介した2つの論考を発表してきた。一つは環境技術学会(1)からの求めによるもの、もう一つは東北大学出版会(2)からの求めによるものである。後者の論考は前者の論考を土台に、修正加筆したものである。この冊子には、「大震災と原発事故による海洋の生態系攪乱と放射能汚染」と題する東北大学出版会から出版されたものを採録する。

申しあげるまでもなく、2013年度以降の日本海洋学会の震災関連活動は、これで終了ということでは決してなく、新年度からは植松光夫会長のもと、新しい組織と新しい形態で行われることになる。

2013年3月15日

2011・2012年度 日本海洋学会 学会長
花輪 公雄
(東北大学 理事)

(1)花輪公雄, 2012: 日本海洋学会 東日本大震災と海洋研究者の活動. 環境技術, 41(8), 472-476.

(2)花輪公雄, 2013: 大震災と原発事故による海洋の生態系攪乱と放射能汚染. 「今を生きる」, 第5巻第10章, 167-182.

< 採 録 >

大震災と原発事故による海洋の生態系攪乱と放射能汚染

花輪 公雄

東北大学 理事

東北大学 大学院理学研究科 教授

2011年3月11日（金）午後2時46分、宮城県東方沖を震源とする「東北地方太平洋沖地震」が発生した。地震の大きさを表すマグニチュードは9.0、我が国観測史上最大の超巨大地震であった。世界的にも、観測史上第4位という大きさである。

この地震による大きな揺れと、そしてこの地震で励起された巨大津波は、東北地方から関東地方の太平洋沿岸を襲い、一万九千人にも及ぶ多くの尊い命と、生活と生産の基盤を完膚なきまでに奪い去った。さらに、この揺れと津波により、東京電力福島第一原子力発電所（以下、原発と略記）の一号機から四号機までの各炉は制御不能の状態となり、結果的に大量の人工放射性物質が周辺環境へと放出された。

私の研究分野は海洋物理学である。海洋物理学は、海洋の水温や塩分、流れの分布を調べ、その時間変動を記述し、その変動のメカニズムを明らかにする学問分野である。私はその海洋物理学の中でも、気候変動における海洋の役割の解明を研究テーマとしている。

私の学外における主な研究活動の場は日本海洋学会である。私は昨年、2011・12年度の日本海洋学会（以下、海洋学会あるいは学会と略記）の会長に就任した。学会は、春と秋の2回、研究発表のための大会を開催しているが、2011年度春季大会は3月22日から26日までの予定で、東京大学柏の葉キャンパス（千葉県柏市）にある大気海洋研究所において開催することになっていた。しかしながら、その当時、震災の影響で関東地区では計画停電が予定されていたことや、参加できない学会員が多数出ることが予想されること等を考慮し、3月14日（月）に東京で開いた学会幹事会で大会中止を決めた。学会長として初めての決断がこの学会中止であった。

大震災以降、私たちの研究対象である海洋も、原発事故により放出された人工放射性物質で汚染されたこと、津波により多くの沿岸域で生態系が破壊されたことなどが分かってきた。このような中で、海洋研究者として何ができるのか、何をすべきなのか、学会員一人ひとりに突き付けられた。本稿では、この東日本大震災と原発事故への対応について、私個人や学会が何をしてきたのかを振り返りつつ、東日本大震災からの復興と再生への提言を行いたい。

なお、本稿は、環境技術学会から依頼されて寄稿した原稿、「日本海洋学会 東日本大震災と海洋研究者の活動」（花輪、2012）に修正を行い、「この間海洋研究者を駆り立てたものは何か」以降は、本稿のために新たに加筆した。

日本海洋学会の概要

私が所属する日本海洋学会は、1941（昭和16）年に創立された今年71周年を迎える学会である。現在、会員数は約1900名で、内100名程度は海外の研究者である。海洋に関する学問分野は、海洋科学あるいは単に海洋学と呼ばれているが、基礎となる学問分野でさらに分ければ、物理学的手法で海洋を理解する海洋物理学、同様に海洋化学や海洋生物学などに大別できる。日本海洋学会は、海洋学に関する我が国最大の学会である。なお、海洋学は、気象学や地震学、火山学等と同じく、地球科学や惑星科学の一分野を担っている。そのため、本学会は我が国のこの分野の学会連合である日本地球惑星科学連合に加盟している。

学会の運営は、会長・副会長と幹事13名の計15名からなる幹事会が当たっている。日常的な事務は、学会事務を専門に行っている業者に委託している。幹事会は、3月に2回の他、奇数月に開催するので、1年に7回開催される。幹事会の下には、三つの学術雑誌編集委員会、選挙管理委員会、三つの賞選考委員会などの業務委員会が置かれている。また、沿岸海洋研究会、教育問題研究会、海洋環境問題研究会の三つの研究会が設置されており、それぞれ、研究会独自の事業も行っている。

本学会が行っている主な事業を以下に列記しておく。(1)春と秋の年2回の研究発表会の開催。春は首都圏で、秋は地方で行うことが慣例。毎回、400名から600名が参加。(2)定期学術出版物の発行。英文論文誌「Journal of Oceanography」、和文論文誌「海の研究」、JOSニューズレターの3誌。このうち英文・和文論文誌は年6回の発行で、完全電子ジャーナル化されている。ニューズレターは現在年4回の発行。将来、年6回に拡大する予定。(3)顕彰事業。賞として、学会賞、岡田賞、宇田賞、日高論文賞、奨励論文賞、環境科学賞がある。(4)不定期であるが教科書や一般向けの解説書などの学術書の発行。(5)これも不定期であるが、学術講演会・シンポジウムの開催。

震災対応ワーキンググループ設置の経緯

昨年3月中旬、地震後に起こった原発事故当初より、海洋へも人工放射性物質を含む水が流出しているのではないかと懸念があった。3月末になって原発敷地内海側のトレンチ（溝）から高濃度の人工放射性物質で汚染された水が、沿岸海域へ流出していることが明らかとなった。さらに、4月上旬には、原発内に蓄えられていた低濃度汚染水、約1万3千トンが意図的に海洋へ投棄された。この行為は、事前通告がなかったなどと、諸外国から大きな非難が沸き上がった。このような状況が次第に明らかになる中で、学会員有志6名の働きかけにより、4月14日（木）に、東京大学本郷キャンパス内において「震災にともなう海洋汚染に関する相談会」が開催された。100名を超える参加者があり、活発な意見交換が行われたという。なお、この会には、私自身は参加していない。この議論をもとに、「震災をともなう海洋汚染に関する相談会からの提言」がまとめられ、海洋学会に提出された（正式な提出は4月24日（日））。その趣旨は、海洋科学の専門家の集まりである学会は、

積極的に人工放射性物質の海洋拡散の把握などに関し、早急な対応を取るべきである、というものであった。

相談会が行われた翌日の15日（金）、学会幹事会が開催された。この幹事会は3月14日に行われた幹事会で設定されていたものである。この幹事会で、前日の相談会に参加していた幹事から議論の内容が報告された。幹事会の討議の結果、直ちに「震災対応ワーキンググループ」（以下、WGと記す）の設置することを決めた。

幹事会は、このWGを学術誌の編集委員会や選挙管理委員会などと同様、幹事会の下に置く「運営業務組織」の一つとして、位置付けた。このような形でWGを設置した背景には次のような考え方があった。学会は任意団体であり、形式的な審査はあるとはいえ、学会費を納入すれば学会員となることができる。すなわち、学会は、多様な意見を持つ人たちの集合体である。このような団体が、速やかに意見を集約し、学会名で情報を発信することが可能なのだろうか。論理的に可能ではあっても、多くの手続きと時間を必要することは容易に想像できる。すなわち、学会全体で動くことは、迅速な対応が求められる緊急時にはそぐわないであろう。そこで、WGを幹事会の下に置き、WGの名前で行動し、そしてWGの名前で情報を発信することとしたのである。そのため、WGへの参加者は登録制とし、WGメンバーは外から見えるような形にしたのであった。このようなWGの設置の仕方は、苦し紛れの措置であったとはいえ、結果としてうまく機能したのではなかろうか。

WGの設置を受けて、4月18日（日）に、「東日本大震災と原発事故に関する日本海洋学会の活動について」（補足資料5.8）と題する学会長名の声明を公表した。声明では、「学会の総力を結集し、海洋環境の現状把握と将来予測に関して、情報の収集とその発信、そして提言や調査研究計画の組織化を通じて、震災対応に取り組む社会への貢献を目指すことをここに宣言いたします」と謳っている。この声明は、声明前文とともに、学会ウェブサイトにて設けられた「東日本大震災関連特別サイト」に掲載された。この特別サイトは、これ以降、WGの活動を公表する舞台となる。

当面WG会合を月1回程度、東京地区で開催することとし、第1回会合を、4月22日（金）に東京海洋大学品川キャンパスで開催した。メンバーの活動は、完全なボランティアであり、学会からは遠隔地のメンバーへの旅費の支給も行っていない。メンバーは、当初15名の幹事会構成員に10名の学会員であったが、後に参加したいとの申し出た会員もあり、最終的に27名で活動している。

4月22日に開催した第1回会合では、機能別に5つのサブWGを設置することとした。①観測・監視サブWG、②分析・サンプリングサブWG、③数値モデリングサブWG、④生態系サブWG、⑤広報・アウトリーチサブWGである。各サブWGでは世話役を決め、具体的な活動はサブWGに任せることとした。また、サブWGでは、学会員に限らず、活動に賛同する適切な方がいれば自由に活動に参加してもらうこととした。サブWGは、数名から十数名の規模で、電子メールでのやり取りや、適時会合を開いて議論している。また、WGは、2011年度中は毎月1回の、2012年度は2カ月に1回の割合で開催している。

震災対応ワーキンググループの活動の概要

WGの現在（2012年7月半ば）までの活動を紹介する。紹介に当たっては、サブWGごとに、時間を追って紹介するやり方や、活動を幾つかのカテゴリに分けて紹介するやり方があるが、本稿では後者のやり方で記す。

(一) 行政への提言

この間、特に文部科学省（以下、文科省と略記）を意識して行政に対し、三つの提言を行った。

一つ目の提言は、「福島原子力発電所の事故に起因する海洋汚染モニタリングと観測に関する提言」（提言主体は観測サブWG）と題するもので、2011年5月16日付で公表された。海洋の放射能汚染のモニタリングは、文科省が所掌しており、原発30km圏外のモニタリングは2011年3月23日から開始された。海洋における物質の移流拡散（移動し広がっていくこと）は素早く、時間が経つにつれ広範囲に分布することになる。そこで、5月には汚染海域が既に当初設定したモニタリング海域を超えて広がっていると判断されるので、対象海域を拡大すべきであるとの提言である。文科省側でも同じような検討をしていたのだろう、ほぼ提言公表の時期と同じくして海域を広げたモニタリングを開始した。

二つ目の提言は、「福島第一原子力発電所事故に関する海洋汚染調査について」（提言主体は震災対応WG）と題するもので、7月25日付で公表された。5月以降のモニタリングは、広海域で行われていたが、以前として分析は緊急時対応の簡易測定であった。そのため、検出限界はヨウ素131、セシウム134、セシウム137などで、およそ海水1リットル当たり5～10ベクレルである。そのため、モニタリング結果は、ほぼすべてのサンプルで「ND」として公開された。NDとはNot Detectableの略で、検出限界値以下の濃度であったことを示している。NDとの発表は、検出限界以下の低濃度という安全・安心のメッセージは伝わるものの、海水が汚染されていないこととは全く異なるものである。たとえ低濃度であっても、高精度分析法を導入して値を出すことは、放射性物質の拡散の状況、海洋生物への取り込みによる移動を考える場合、極めて重要である。このような観点から、高精度分析の必要性を訴えたのがこの提言であった。なお、この提言には、海洋学会は技術的な面で協力することはやぶさかでない旨も表明している。この提言内容も後に実現することとなった。

三つ目の提言は、「東日本大震災による海洋生態系影響の実態把握と今後の対応策の検討」（提言主体は生態系サブWG）と題するもので、9月8日付で公表された。津波の被害は、陸上のみならず海域でも甚大であった。大量の土砂やがれきが移動し、ある沿岸域では土砂に埋もれ、ある沿岸域では海底付近の堆積物が一掃されて岩石がむき出しとなった。その状態はどこも同じということではなく、海域ごとに大きく異なるものであった。このような海洋生態系の損傷の実態を調査し、そこからの回復過程を観察すること、さらに一歩

進んで回復を手助けする施策を施すことは、東北地方の豊かな海を取り戻すためにも重要なことである。この提言では、影響調査において重要となる様々な観点をまとめたものである。

結果的にこの提言も、文科省が進める「東北マリンサイエンス拠点形成事業」で実現することとなった。この事業は今年（2012年）1月から正式に始まり、今後10年間継続されることになっている。この事業は、津波被災地に研究所を持っていた東北大学と東京大学、そして外洋・深海域における海洋生態系研究に高い実績を持つ海洋研究開発機構の三機関が中心となり、他の多くの大学や研究機関などと共同して進められる。また、この拠点形成事業の一環として、現在海洋研究開発機構に所属している学術調査船「淡青丸」の後継船が建造されることが決まった。1600トンクラスに大型化された最新鋭の研究船が、2013年度に竣工することになっている。

(二) ウェブサイトによる情報発信

既に記したように、学会のウェブサイトに「東日本大震災関連特設サイト」を設け、このプラットフォームを利用し、適時様々な情報を掲載してきた。提言全文もこのサイトに掲載されているので、関心のある方はご覧になっていただきたい（日本海洋学会「東日本大震災関連特設サイト」のURL：<http://www.kaiyo-gakkai.jp/sinsai>）。

観測・監視サブWGは、研究航海情報のまとめを3回にわたって公開した。どの観測船が、どの海域に、どのような目的で、いつ航海するのかの情報である。このような情報があると、興味を持った研究者が新たにその航海へ参加することが可能となるし、あるいは、ついでにこのサンプルを取って来てほしいなどのリクエストをすることもできる。あるいは、似たような航海のダブリを解消することや、連携した航海を組むこともできる。

分析・サンプリングサブWGは、放射性物質分析マニュアルを作成して公表した。海水の低レベル放射能濃度の計測は、ほんの少数の機関が継続して分析してきていたが、必ずしもよく知られた分析手法ではない。そこで、マニュアルを作成することによって、装置を持っている機関が、精度よく計測できるようにするためであった。

また、数値モデリングサブWGは、各機関で公表している放射性物質の海洋での移流拡散予測実験結果に対して、どのように解釈すべきかなどの解説記事を公表した。数値モデルも多種多様であり、モデルによって得意なところ不得意なところがある。また、予測計算の前提となっている放射性物質の放出が時間的にどのように行われたかなど、不確定のところがあるので、解釈には注意を要することなどの情報が述べられている。

海洋中の放射性物質の移動、特に生物への取り込みについては、まだまだわからないことが多い。そこで、会員がその分野を専門とする会員・非会員へ質問して回答を得る形式で、海洋中の放射性物質の挙動等に関するQ&A「種々の疑問に関する専門家の意見」も公開した。

フランス放射線防護原子力安全研究所（INRS）は、「福島第一原子力発電所での事故によ

る放射性物質放出の海洋への影響」(2011年5月13日付改訂版)を公表した。震災対応WGでは、匿名ボランティア団体とともに日本語訳を作成し、補足説明も加えて公表した。

その他、関連論文や出版物の紹介、シンポジウムや集会の報告など、特設サイトを利用して多様な情報を発信してきた。

(三) 会員による観測調査研究

海洋の放射能汚染の実態把握は、主には文科省が担当している。しかしながら、広い海洋のこと、それだけでは不十分である。可能な限り多くの点で、高頻度での観測が行われることが望ましい。分析・サンプリングサブWGは、行政主導ではない、研究者独自の発想による観測・監視によるサンプルの取得状況や分析処理状況をまとめている。今年1月6日でまとめた取得サンプル数は、海水、海水中を浮遊する粒子、魚やプランクトンなどの生物、海底堆積物、大気、合わせて2436に上る。このサンプル数は、行政が得ているサンプル数の倍以上の数にあたる。また、この時点で処理したサンプル数は765であり、三分の一以下にとどまっている。サンプル取得はその後も続いており、現在優に3000サンプル以上に達しているものと考えられる。

ところで、海水の放射能濃度は時間の経過とともに希釈されるので、急激に低下する。そのため、精密分析を行う必要があり、結果として計測には長い時間を必要とする。我が国では放射能に汚染された地域にある研究機関では、バックグラウンドの放射能濃度が高いため計測が困難となっている。そこで本学会では、低濃度放射能測定に定評がある欧州委員会「基準物質・計量研究所(IRMM)」に対し、昨年10月19日付の手紙で、サンプルの分析を要請した。その結果、11月10日付で喜んで協力する旨の回答があった。現在、60サンプルをIMRRのあるベルギーへと送付している。

これら会員独自のサンプル取得と放射能濃度計測は、海洋内で放射性物質が時間とともにどのように移動し拡散したかを考察する大きな拠り所となる。今後、分析が進むにつれてこの全貌が明らかになるものと期待している。

(四) 広報・アウトリーチ活動

既に記したように、本学会の活動や、私たちが提供できる、あるいは私たちしか提供できない情報を、広く多くの方に知ってもらうため、「東日本大震災関連特設サイト」を開設した。このウェブサイトの管理やシンポジウム開催などを行うのが広報・アウトリーチサブWGである。

九州大学で行われた昨年秋の学会ではナイトセッションで、筑波大学で行われた今年春の学会ではシンポジウムで、主に学会員向けに震災対応WGの活動を報告し、今後の行うべき活動に対して会員の意見を求めた。また、昨年10月15日には、東京海洋大学と共催で、同大学品川キャンパスにおいて一般向けシンポジウム「海から見た東日本大震災」を開催した。このシンポジウムには150名程度の参加者があり、熱心な討議が行われた。

また、(財)日本科学技術振興機構(JST)主催の「サイエンスアゴラ 2011」の期間中の11月19日に、「東日本大震災後の海洋汚染の広がりとその影響」と題するシンポジウムを開催した。講演続くパネルディスカッションでは、二名の非専門家の方を招いて「海洋環境保全・防災にかかわる監視・調査・研究の今後」と題して意見交換を行った。荒れた天候にも関わらず本企画にも100名を超える参加者があった。なお、この企画は、主催者により「サイエンス対話部門」の「サイエンスアゴラ賞」を受賞することとなった。

このようなシンポジウム開催の意義は、私たち専門家の知見や情報を一般の方々に分かりやすく伝えるということもあるが、それ以上に、一般の方々のような知識や情報を求めているのかを知る絶好の機会を得ることである、と私は考えている。研究者が独りよがりにならないためにも、シンポジウムなどで市民の方々の意見を聞くことはとても重要なことである。

(五) NHK との共同活動 — 「NHK スペシャル」の制作—

震災対応WGは、NHKからの依頼を受け、NHKとの共同で、昨年11月から12月にかけて、原発20km圏内の海洋放射能汚染調査を行った。20km圏内の海域を、原則5kmメッシュで、海水、海泥、魚・プランクトンなどを採取した。原発20km圏内でこのような包括的な観測をしたのは、原発事故以来、初めてのことであった。この観測などをもとに、NHKスペシャル“シリーズ原発危機”「知られざる放射能汚染～海からの緊急報告～」が制作され、今年1月15日(日)に放映された。この番組は、視聴者から大きな反響があったという。この共同観測に至った経緯、苦労話など、この間の事情を番組ディレクターの池本端氏が、日本海洋学会ニュースレターに寄稿しているので参考にされたい(池本、2012)。

この番組は、後に高く評価されて、幾つかの賞を授与された。公益財団法人日本科学技術振興財団からは、第53回科学技術映像祭、自然・暮らし部門「最優秀賞」ならびに「内閣総理大臣賞」(全部門を通じての最優秀賞)が、公益財団法人放送文化基金からは、第38回放送文化基金賞、テレビドキュメンタリー番組「優秀賞」が、放送批評懇談会からは、第49回ギャラクシー賞、テレビ部門「選奨」が授与された。

なお、この原発20km圏内の観測によって得られた知見は、後日学術論文として出版公表されることになっている。

この間海洋研究者を駆り立てたものは何か

会員からのボトムアップで相談会が開催され、そしてその後震災対応WGが設置され、活発に種々の活動が行われてきた。海洋の研究者をこのような活動に駆り立てたものは何であったのだろうか。端的に言えば、「一連の活動は『放射能汚染加害国の海洋研究者の責務』として認識されたからである」というのが私の結論である。

2011年3月11日(以下、「3.11」)以前、放射能汚染について我が国は「被害者」との意識が強かったのではなかろうか。1945年8月には広島と長崎に原子爆弾が投下され、多く

の人命が失われた。被曝した多くの方も、その後長く後遺症に悩まされた。1954年3月には、遠洋マグロ漁船第5福竜丸が、米国が行ったビキニ環礁での水爆実験に巻き込まれ、放射性降下物（いわゆる、死の灰）を浴び、乗組員に死亡者と負傷者が出た。さらに、1986年4月には、ソビエト連邦（現ウクライナ）のチェルノブイリ原発4号炉でメルトダウン（炉心溶融）事故が起こり、周辺住民に大きな被害を与えると同時に、環境へ漏出した放射性物質は、大気大循環により全球規模に広がり世界各国へ沈着した。この事故により直接的・間接的に、多くの人命が奪われ、多くの人々が後遺症にさいなまされている。一方、我が国では、1999年9月、茨城県東海村にある核燃料の加工をしているジェー・シー・オー（JCO）で臨界事故が発生した。結果的に従業員2名が死亡し、1名が重症となった。この事故は我が国では原発に関連する事故として深刻な問題を提起したと言えるが、周辺各国を恐怖に陥れるようなものではなかった。すなわち、放射能汚染については、「3.11」以前は、漠然とであれ、日本人は被害者意識のようなものがあったのではなかろうか。

そして、「3.11」超巨大地震による福島第一原発の今回の事故である。3月から4月にかけて、大気や海洋へと漏出した放射性物質の量は、国際原子力事象評価尺度の最高レベルである「レベル7」と認定されるように、チェルノブイリ原発事故に次ぐ規模のものであった。当然のことながら、多くの国々が多大な関心を持ち、事故直後、在留している自国の人たちへ帰国命令を出した。海洋の放射能汚染に対しても敏感で、米国や中国は観測船を福島沖に派遣した。すなわち、「3.11」以降、我が国は人工の放射性物質を環境へ漏出させた加害国となったわけである。

では、人工放射性物質を環境へ漏出させた国の海洋研究者は何をすべきなのであろうか。このように問題に設定したとき、私たちが行うべきこととは、「海洋の放射能汚染の実態を把握し、また、将来の汚染の予測を行い、それらを迅速に我が国社会のみならず世界へと情報発信すること」である。このことは私たち海洋研究者の責務ですらある。学会員の多くがこのように考え、震災対応WGや、WGメンバーでなくとも、各会員が各人の活動・生活している場で、何らかの活動を行ってきたものとする。

今回の事故から冷静に学ぶことの重要性

今回の原発事故は、大変不幸な出来事であった。このような中でも、冷静に、今回のこの出来事から、余すところなく情報を取り出すことも私たちの責務であるとする。ここでいう情報とは、次のようなことである。

海洋で言えば、今回の原発事故は、放射性物質というトレーサー（追跡することができる物質という意味）を、海洋へ投入するという現場実験（小さなモデルを使った実験ではないこと）を行ったとも言えるのである。その意味で、海洋内部で放射性物質がどのように移動し、どのように拡散していくのかを調査することは、大きな意味のあることなのである。

海洋の内部で、物質がどのように動き（移流過程）、散らばっていくのか（拡散過程）に

については、現在でも分かっていないことが多いのである。また、広い空間と長い時間で海水の動きを平均すると、沈み込んだり、水平に移動したり、上昇したりと、3次元的な循環が現れる。これを、海洋の大循環という。この大循環を知るためにも、トレーサーの移動と広がりを経時的に追うことが重要となる。実際、海洋研究者は、1950年代から60年代に行われた核実験により放出されたトリチウムや炭素14などの放射性物質を追うことで大循環に関する知識を得てきた。さらに、現在は使用されていないが、1970年代以降多用された人工合成物質である各種フロンの海洋内での分布を計測することにより、同じように海洋の大循環の知識を得てきたのである。不謹慎な表現であるが、今回の出来事は、海洋大循環を研究するまたとないチャンスを与えてくれたのである。

このことは海洋学に限らずに言えることであろう。たとえば、これまで放射線被ばく量と癌発生率の関係は、年間100ミリシーベルト以上では確率的に有意な知見が得られているという。しかし、それ以下の低被ばく量となると、サンプル数が足りずに確定的なことは言えないという。今回の事故から、この不明であった低被ばく時の癌発症率を解明するチャンスを得たとも言える。この機会に徹底的に調査し、この関係を明らかにすることが大事なことである。

繰り返しであるが、今回の原発事故を機会に、冷静に余すころなく、あらゆる分野において、学ぶべきことを学ぶべきであろう。これが、世界中の次世代に対する、私たちの責務ではなからうか。

これからの課題

本稿では、日本海洋学会が設置した震災対応WGの活動の概要を紹介した。WGの活動は、2012年度に入っても続いている。海洋では、放射性物質を含む海水の移動と拡散は今でも続いており、海洋の放射能汚染は、まさに現在進行中の出来事である。今後も長く海洋の観測・監視が必要である。また、海底土の放射能濃度も場所によっては高濃度で推移しており、この監視も必要である。さらに、魚も種類によっては高濃度の放射能が検出されており、この監視も必要である。このような観測と監視とが今後も持続するよう、日本海洋学会は行政当局に強く働きかけるとともに、学会としても適切に対応する覚悟である。

参考文献

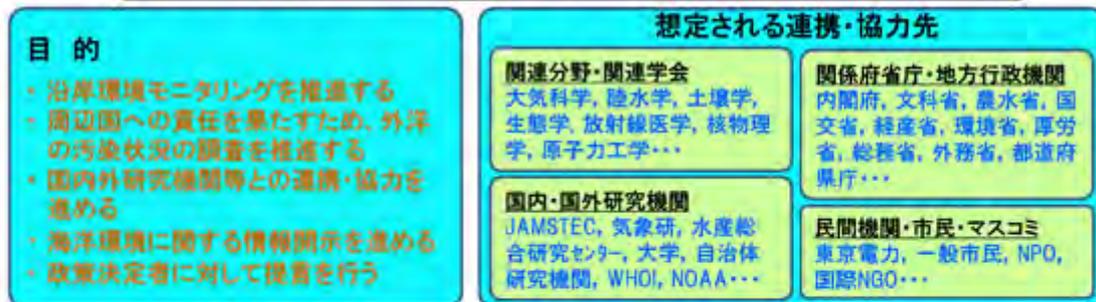
- 池本端, 2012: 福島第一原発20キロ圏内調査の経緯と課題. JOS NEWS LETTER, 2(1), 1-3.
花輪公雄, 2012: 日本海洋学会 東日本大震災と海洋研究者の活動. 環境技術, 41(8), 472-476.

(2012年7月記)

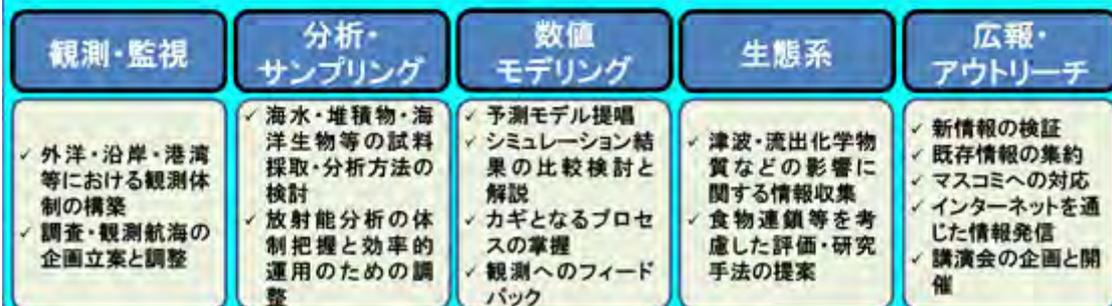
日本海洋学会「震災対応ワーキンググループ」組織図



日本海洋学会「震災対応ワーキンググループ」機能図



各サブワーキンググループの具体的所掌事項



震災対応ワーキンググループ構成

花輪 公雄（会長、東北大学）
津田 敦（副会長、観測モニタリング SWG、東京大学、）
岡 英太郎（幹事、観測モニタリング SWG、東京大学）
神田 穰太（幹事、観測モニタリング SWG、東京海洋大学）
久保田 雅久（幹事、東海大学）
杉崎 宏哉（幹事、広報アウトリーチ、水産総合研究センター）
日比谷 紀之（幹事、東京大学）
寄高 博行（幹事、海上保安庁）
小川 浩史（幹事、東京大学）
河宮 未知生（幹事、モデリング SWG、海洋開発研究機構）
島田 浩二（幹事、東京海洋大学）
川合 義美（幹事、広報アウトリーチ、海洋開発研究機構）
中野 俊也（幹事、モデリング SWG）
浜崎 恒二（幹事、東京大学）
岩坂 直人（幹事、東京海洋大学）
石丸 隆（東京海洋大学）
鈴村昌弘（生態系 SWG、産業技術総合研究所）
池田 元美（モデリング SWG、北海道大学）
升本 順夫（モデリング SWG、海洋開発研究機構）
才野 敏郎（観測モニタリング SWG、海洋開発研究機構）
植松 光夫（分析サンプリング SWG、東京大学）
広瀬 勝巳（分析サンプリング SWG）
松野 健（モデリング SWG、九州大学）
宮澤 泰正（モデリング SWG、海洋開発研究機構）
市川 洋（広報アウトリーチ、海洋開発研究機構）
伊藤 進一（広報アウトリーチ、水産総合研究センター）
豊川 雅哉（広報アウトリーチ、水産総合研究センター）
河野 健（観測モニタリング SWG、海洋開発研究機構）

2.1. 観測・モニタリングサブワーキンググループの活動

津田敦（東京大学）、池田元美（北海道大学）、神田穰太（東京海洋大学）、升本順夫（海洋開発研究機構）、岡英太郎（東京大学）、才野敏郎（海洋開発研究機構）

観測監視SWGは、政府が行っていた海洋放射能汚染モニタリングに関して海洋を専門とする学会から適切な提言をすることと、会員を含む研究組織によるモニタリングおよび研究体制の確立に向けた情報交換の場を設けることを目的とした。

政府および東京電力による放射能モニタリングは震災直後から行われており、かなり迅速に対応したと言える。JAMSTEC船舶による30キロ圏観測や福島第一原子力発電所近傍の測定値は、汚染の実態やその後に見積もられた総排出量の見積もりになくはないデータとなった。しかし、観測点数やその範囲、測定項目、鉛直的なカバレッジは、放射能研究の専門家でなくとも、今後の検証に不十分であることは明らかであった。当SWGはこの不備を指摘する声が高く、設立当初からモニタリングに対する提言の作成にあたった。5月22日にWGの審議を経て政府が行っていた放射性物質の海洋モニタリングに関して、広域観測が必要であること、沿岸域での観測が不十分であることなどを指摘した「提言」を発表した（補足資料5.4）。この直後に、観測海域は広域化した。学会からの提言が効果的であったかどうかは定かではない。

提言とともにSWGが力を注いだのは、個研究者・研究機関が行う観測に関する情報収集、情報発信である。陸上と異なり、海洋の調査は個人のやる気だけでは実行できない。ある程度の装備が整った調査船を用いる必要があるが、基本的にはどの機関においても調査船の航海予定は年度初めには決まっている。しかし、震災という状況下で、各機関が試行錯誤し多くの震災対応航海を捻出しつつあった。残念ながら、海洋学会にはこれら航海や研究の調整機能はない。したがって、学会の使命はなるべく早く情報を収集・公開し、試料の融通や効率的な観測資源の投入に資することである。6月には最初の「震災対応航海情報」および「セディメントトラップ観測情報」として、各研究機関が計画している航海情報、トラップ位置情報などを収集し公開した。航海情報は、その後、9月と11月にも追加更新されている（補足資料5.11）。これら観測情報はある程度の機能を果たしたのではないかと考えている。震災後に行われた調査航海を俯瞰的に見ることができる唯一の資料であり、どこにそのような試料があるかを知るためのメタデータとしても機能した。また、ほとんどの調査船にとって、放射能汚染域の調査は初めてであり、これら航海担当者間で、法規や放射能対策などの情報交換が行われ、航海の実施が円滑に行われた。一方で、航海は多く実施されたが、乗船する研究者が不足するといった声も多くあり、学会でその受け皿を何とか工夫したいと考えたが、これは実行に移す余力がなかったことは反省点として挙げられる。

5月末に政府による海洋観測の広域化は図られたが、測定の在り方は緊急時測定のままで、

測定限界は高い濃度のままであり、広域化とともにND（測定限界以下）という結果が多く並ぶことになった。これらデータは拡散モデルの検証にも使えないし、高次生物での濃縮を考えた場合NDが安全と同義とは必ずしもとれない。このような状況下で、測定の高精度化を強く促す提言が観測監視SWGを中心としてまとめられ、WGとして「福島第一原子力発電所事故に関する海洋汚染調査について（提言）」を公表した（補足資料5.8）。この提言は、ホームページでの発表にとどまらず、関係機関の窓口への直接送付も行った。この直後に、政府モニタリングでの高精度化が図られたが、提言が効いたかどうかは、やはり不明である。

11月以降の主な活動としては、NHKと行った20キロ圏観測があげられる。夏にNHK科学部から海洋の放射能汚染に関する番組制作に対して協力要請があり、観測監視SWGの神田会員が主に調整にあたった。我々は、20キロ圏は立ち入れないと、思い込んでいたが、数々の申請や許可を経て11-12月にかけて20キロ圏の海水、底泥、魚介類を含む生物を採集し測定することが出来た。番組は24年1月15日に放送されたが、試料の測定は現在も継続中である。

2012年秋の大会時に行ったナイトセッションでは、震災対応WGの活動は合格点を頂いたと感じていたが、本当に我々は責務を十分に果たしたかどうかは良くわからない。意見としては「非常に不十分である」という意見から、「このような時こそ平常心で学問に専念すべきである」という意見まであることは分かっている。始めに書いたように、海洋学会は、社会との関係性が希薄で、今回の活動は、手探りの部分が多くあった。より良いWGの活動のためには、忌憚のない評価が重要である。しかし、学会がこのような事態に際し、速やかに震災対応WGという受け皿を作ったことは良かったと思う。震災対応WGは2012-2013年にかけて月1回の情報交換は、形になったものならないものも含め、非常に有益であったし、提言なども基本的には個人の意見が議論を経て形になったものである。個人の意見を個人の意見として発表したのでは圧力にはならなかったであろう。さらに、20キロ圏観測なども、WGの成果かもしれない。今回の震災対応でも、行政機関の縦割り構造や、各研究機関の意思疎通の希薄さは顕著であった。また、我々（学識経験者や専門家）がどのような立場におかれているかも、思い知った。市民の視線からすると唯一の真実を言うべき専門家が様々なことを言うので信頼を失ったと言われている。研究者は本来、既存概念を否定するまたは人と違った見方を持つことを生業としているため、意見が一致しないのは当然ではあるが、市民の研究者像とのズレを知った。これに対して、学会が最大公約数としてのワンボイスを提言や解説記事として提供してきたことは意義があったと考える。一方、専門家が集結したWGでも、政府が行うモニタリング調査に関して誰がどのようにタクトをふるっているのか、ほとんど知ることがなかった。また、文科省に「海洋環境放射能調査検討会」が設置され、学会に所属する専門家が集められたのは、震災から1年近く経過してからである。これだけの災害に直面しても、学・官の溝が埋まらなかった事実は重い。日本海洋学会の震災対応WGの活動は、その開始時期においても活動内容にお

いても、諸学会の中でかなり高いレベルにあった。政府にとってこの活動は取るに足りないものであったのか、疎ましかったのか、現時点では知ることができない。もし、活動初期に政府から協力要請があれば学会やWGは総力を挙げて協力したであろうと思う。今回の活動では学会はWGという外部からの受け皿を作ったが、基本的には一方通行の発信に終始した。もっと積極的に政府や市民に対して関与していくべきだったのかもしれない。

2.2. 分析・サンプリング サブワーキンググループ報告

植松光夫（東京大学）、廣瀬勝己（上智大学）、青野辰雄（放射線医学総合研究所）、青山道夫（気象研究所）、加藤義久、成田尚史（東海大学）、蒲生俊敬、小畑元、佐野有司、西田周平（東京大学）、山田正俊（弘前大学）、渡邊修一、才野敏郎、本多牧生（海洋開発研究機構）、渡辺豊（北海道大学）、石丸隆、神田穰太（東京海洋大学）、永井尚生（日本大学）、長尾誠也（金沢大学）、ZHANG Jing（富山大学）、吉田尚弘（東京工業大学）

2011年3月の東電福島第一原発事故による爆発等により管理区域外へ放出された放射性物質は気や河川等を経由して海洋へ流入した。3月22日、東電は3月21日に採取した福島第一原発の南側放水口付近の海水から炉規則告示濃度限度を越える放射性核種が検出したことを発表した。また文部科学省は時を同じくして「海域モニタリング計画」を発表し、福島沖30キロ東方に観測定点網を定め、船舶を用いて、海水と大気塵の放射性物質測定用の試料採取と空間放射線量率の測定を開始した。4月2日には福島第一原発2号機取水口ピット付近から高濃度の放射性物質を含む汚染水が施設港内へ直接流入していることが東電より発表された。4月14日に開催された「震災にともなう海洋汚染に関する相談会」（補足資料5.1）以降、4月20日には参加者のメーリングリスト（ML）が作成され、日本海洋学会海洋放射能ワーキンググループ（WG）のMLも、4月23日には、立ち上げられた。

4月24日に、池田元美会員をはじめとする相談会発起人一同が本学会花輪公雄会長宛に、海洋放射能汚染の実態把握とその予測、影響評価に向けて学会として取組むように提言書を提出した（補足資料5.2）。その中に「収集した海洋試料について、放射能測定を速やかに行うため測定グループとの連携を確保する。」という具体的な体制を提案していた。これを受けて、分析・サンプリング サブワーキンググループ（SWG）（世話人：植松光夫会員）が立ち上げられた。最初に取り組んだことは、多くの海洋研究者にとってなじみの薄い、放射能試料の採取方法、分析方法の簡単なマニュアルづくりであり、5月24日にはウェブ公開することができた（補足資料5.5）

7月19日には、実施、あるいは、予定されている震災対応航海での海水、懸濁物、沈降粒子、プランクトン、海洋生物、堆積物の試料の採取状況と予定数量を把握し、試料採取者と試料測定者の一覧表の作成を行った。

7月21日に東京大学大気海洋研究所で全国から21名の研究者が集まり、第1回分析・サンプリング SWG が開かれた（補足資料5.20）。特に、海水中の放射性セシウムの測定法として、リンモリブデン酸アンモニウム（AMP）を用いた濃縮処理を伴う高感度測定方法の問題点を青山道夫会員を中心に分析化学の専門家同士で質疑応答が行われた。また、海洋生物試料の処理や試料数、どこの放射線測定施設がこれらを受け入れ可能かを議論した。時間と共に放射性物質の濃度も低下するので、高濃度試料測定後のコンタミなどの注意も喚起された。これら分析に必要な研究費について、文科省からの放射能汚染に対する「戦

略推進費」は、調査対象が大気と陸上に限られ、海洋放射能調査についての優先度は低い
ためか、配算されなかった。しかし、大量の海水試料や生物試料の放射能測定に前処理の
試薬や試料容器、輸送費用などは不可欠であり、独立行政法人科学技術振興機構（JST）の
震災関連研究を対象とした「国際緊急共同研究・調査支援プログラム（J-RAPID）」に海洋
学会震災対応WGが中心となり「東日本大震災が海洋環境に及ぼす影響の調査と予測」（研
究代表者：植松光夫会員）に応募し、6月30日に採択された。また、不足分は東京大学総
長裁量経費による支援を受け、喫緊の海水分析に必要な消耗品や研究集会などの貴重な活
動資金となったが、各研究者の負担は、極めて大きかったといえる。これらの資金は、測
定に必要なテフロン容器やサンプル瓶、試薬の購入、研究者の国際学会での研究発表が可
能となった。この後、再度、アンケートを取り、8月4日に具体的な試料採取や分析処理に
関する担当や状況を取り纏め、メンバーに送られた（補足資料5.20）。

9月16日付けのSWGの報告書では、それぞれの航海で試料採取担当や測定担当者が把握
され、纏められている。時間と共に海水中の放射性物質は希釈拡散され低濃度となりつ
つあることや、生物試料については放射性セシウム以外の低レベルの放射性核種の海洋中
での挙動を把握する重要性が指摘された。これらの極低レベルの放射性核種の測定は、環
境中に放出された福島原発起源や自然起源の放射能によるバックグラウンド濃度が最小と
なる地下測定施設が必要となる。日本では金沢大学低レベル放射能実験施設（LLRL）しか存在
せず、採取された低レベルの試料をすべて測定することは困難な状態であった。欧州委員
会（EC）の Institute for Reference Materials and Measurements（IRMM）の施設へ、花輪学会長から
10月9日付けで低濃度レベルの試料測定の依頼をし、11月10日に承諾の手紙を受領した（補
足資料5.21）。

2012年1月6日に東京海洋大学において、21名の研究者が集まり、第2回SWGが開催
された（補足資料5.20）。各機関の分析測定の進捗状況、得られた結果の速報、これからの
試料採取と測定の予定、成果発表として、Ocean Sciences meeting（2月、Salt Lake City）、海洋
学会春季大会/シンポジウム（3月、つくば）、ASLO Summer meeting（7月、大津）の機会が
あることが報告された。これらの進捗状況はアンケートとして纏められた。

2013年2月22日にも第2回アンケートが纏められたが、本SWGの枠組みで採取された
海水、粒子、生物、堆積物、大気塵の試料数は4,000を超えていた。測定を終了したものは
1,500であった。しかし、2012年度から2016年度まで新学術領域研究「福島原発事故によ
り放出された放射性核種の環境動態に関する学際研究」（領域代表者：恩田裕一）の「放射
性物質の海洋への影響」で2つの計画研究班「海洋および海洋底における放射性物質の分
布状況要因把握」（研究代表者：山田正俊会員）と「海洋生態系における放射性物質の移行・
濃縮状況の把握」（研究代表者：神田穰太会員）が始まり、本SWGに関係した多くの研究
者は、予算を伴った研究と研究交流が可能となった。また、海洋放射能調査についても、
各省庁でその実態調査が十分に行われる体制が整ってきた。長期モニタリングとともに、
研究者は、今まで測定が困難であった放射性核種の測定や低レベル放射能試料の測定に力

が注がれる方向を目指しはじめた。

日本海洋学会震災対応 WG の分析・サンプリング SWG の使命は、ほぼ達成したといえよう。

2.3. モデリング・サブワーキング・グループの活動まとめ

○サブワーキング・グループメンバー：池田元美（北海道大学）、升本順夫、河宮未知生、宮澤泰正（海洋開発研究機構）、羽角博康、田中潔（東京大学）、北出裕二郎（東京海洋大学）、磯辺篤彦（愛媛大学）、三寺史夫（北海道大学）、早稲田卓爾（東京大学）、津旨大輔、坪野考樹、三角和弘（電力中央研究所）、石川洋一（海洋開発研究機構）、小林卓也（日本原子力研究開発機構）、木田新一郎、崔栄珍（海洋開発研究機構）、内山雄介（神戸大学）、吉田祥子（WHOI）、広瀬直毅（九州大学）

○識者として情報交換したメンバー：松野健（九州大学）、道田豊（東京大学）、長尾誠也（金沢大学）、日下部正志（海洋生物環境研究所）、植松光夫（東京大学）、白山義久（海洋開発研究機構）、岸道郎、山中康裕（北海道大学）

モデル比較に参加した、あるいは意見を交換したモデリングを専門とするサブワーキング・グループメンバー、および、放射性物質の振る舞い、生物への影響など広い分野に関して情報交換した識者によって、本サブグループは成り立っていた。

初期始動

23年4月14日、海洋学会有志によって福島原子力発電所事故に関する相談会（補足資料5.1、5.2）が開かれた。その前後に、数人の海洋学会会員から有益なコメントや協力の意向が提供された。さらに沿岸域のモデリング、予測シミュレーションなどの専門家でも、本件に高い関心を持つと考えられる人たちにもよびかけ、メンバーを選定した。それに加えて、参加を希望した人たちが順次加わった。4月中旬に目的や運営の方法を話し合い、5月に実質的な活動を開始した。

本サブグループとして、有効な協力を期待できる人たちに参加を依頼したが、主に所属組織の意向を汲んで、参加を控えた場合があった。

モデル相互比較を行う方法の設定

従来、モデルの相互比較には厳密な条件を設けるのが通常であるが、本比較においては、作業が支障なく進むことを第一に考え、かなり柔軟な条件とした。本文には概要を記すので、詳細については添付文書「原子力規制委員会提出資料」（補足資料5.19）を参照していただきたい。

これまで海洋科学で広く使われてきたモデルには2つの系列がある。ひとつは、沿岸付近の高解像度モデルによって温排水のアセスメントなどを行うもの、もうひとつは黒潮・親潮混合域の中規模現象を含めて扱い、流速、水温などの再解析を行うものである。沿岸モデル領域は海岸から約100 kmの幅と、海岸に沿って約300 kmの長さを持つものとした。水平解像度は1 km×1 km程度、鉛直には200 mの海洋上層に20層程度を持つ。黒潮・親

潮混合域モデルの一例は JCOPE2 である。領域は日本東岸から日付変更線あたりまでの黒潮・親潮混合域とし、解像度は 3 km×3 km 程度までの高解像度も可能である。海面高度計および水温のデータを用いて現実の循環場を再現している。この両方をネスティングした。

モデル駆動方法の設定は次のとおりである。

風応力：共通の風応力場として、ASCAT (0.25 度格子)、MSM (0.05 度格子) を用意した。

河川流量：特に流量の多い季節は河川水による低塩分水の挙動が重要になることも考えられるので、季節変動する気候値を用いた。

海面熱・淡水フラックス：沿岸モデルには重要でないと考えられる。外洋モデルで長期間（1年間以上）の比較を行う場合は十分な注意を要する。

潮汐（含む残差流）：潮汐を振動流としてその力学過程を取り入れたモデルと、鉛直混合などをパラメータ化し変動周期の長い成分への影響だけを見るモデルの両方がある。結果として、放射能分布への影響は小さい。

モデルのスピニアップ：1～2ヶ月とし、その後2ヶ月程度の期間で比較を行う。

沿岸モデル（砕波も含めて）、放射性元素放出シナリオ（原子力工学）、河川・土壌からの元素流出（陸水地質学）、元素沈降と物質循環（地球化学）、生物吸着・濃縮（海洋生物・生態学）の専門家から情報を収集し予測モデルに役立てることを試みた。

我が国のみでなく、フランスなどで行われたモデル・シミュレーションとも比較した。さらに、原発事故の起きた時期だけでなく、従来行われてきた環境アセスメントのために収集された流速データを利用することを作業に入れた。

比較結果と作業の推移

23年3月末に福島第一原発から放出された放射能汚染水が、最初の2、3ヶ月の期間でどのように日本近海で広がったかに注目し、モデルの相互比較を行った。モデル結果の図と詳細については添付文書「原子力規制委員会提出資料」を参照していただきたい（補足資料 5.19）。

汚染域の分布を決めるメカニズムについて、基本要素を述べる。沿岸を南向きに流れる海流は、低塩分水によって作られており、河川水流入あるいは初期条件、そしてモデルへの復元力によって駆動した。気象条件によって、北向き・南向きの沿岸流ができる状態を再現するのは、再解析気象データによる風応力である。以上2つのメカニズムによって、放射性物質が流出した直後（1～2週間）の分布が決まる。その後、黒潮流路と中規模渦（直径 100-200 km 程度）が重要な要素となり、黒潮域への取り込み、日付変更線あたりまでの東向き移動と南北への拡散を支配する。

ネスティング方法がモデル間で多少異なるため、黒潮・親潮域の中規模現象が沿岸流に影響を及ぼし、汚染の沖への拡大が顕著に違う状態にあったが、外洋モデルの流れ場を沿岸モデルに反映する方法を吟味し、本グループ発足の1年後にはすべてのモデルでおおよそ妥当な結果を得た。

モデル間のもう一点の違いは、沿岸近くの汚染域が南方に広がるか、北方に広がるかである。南方に広がるモデルでは南向きの流れが卓越しており、北方に広がるモデルでは北向きの流れが支配的である。ただし、低塩分水の存在と風応力にはほとんど違いが無いので、沿岸モデルが外洋モデルに動かされるメカニズム、すなわち陸棚波の形成に相違があると考えられる。今後、この点をさらに探求していく。

放射性元素放出については、原発周辺海域（10 km 程度まで）の海水データを用いたモデル検証と逆推定法により、3-4 PBq、あるいはそれ以上のセシウム 137 が放出されたと考えるのが妥当である。

作業の推移をたどってみる。23 年 9 月までに、すべてのグループでネスティングしたモデルを開始していた。あるモデルでは、中規模渦が弱く、日本沿岸に沿う南下流が強いので、汚染域が銚子沖まで南下し、黒潮によって東にまっすぐ流れていた。本サブグループの議論では、沿岸流に乗った分布と黒潮による取込みの配分に注目するが、まず黒潮北側（茨城沖）の中規模渦をできるだけ忠実に再現すること、さらに低塩分水による沿岸流駆動をより高精度で再現することが必要であるとした。堆積物のモデル化について、まず堆積物への付着をパラメータ化し、ケーススタディを実施することとした。

23 年 12 月に開かれたサブグループ会合では、NHK からの参加者も交えて議論し、沿岸から黒潮・親潮域への移動について、流路の位置、中規模渦の場所・大きさ・強さのわずかな違いによって、放射性元素が分岐し、時間とともに大きな分布域の違いを生む可能性を持っているとの判断をした。東京電力を情報元とした放射性元素の放出量を改訂して、減少しつつも 23 年末まで継続しており、原発周辺海域（10 km 程度まで）の海水データを用いたモデル検証と逆推定法により、3-4 PBq のセシウム 137 が放出されたと考えるのが最も妥当であるとした。堆積物のモデル化を開始し、放射性元素と河川の専門家の知見を取り入れて、作業を進めることとした。

24 年 5 月には地球惑星連合大会でセッションをもち、WHOI の Steve Jayne 氏が招待講演者として発表した。その後のサブグループ会合では、モデリングの現状認識（モデル間の相違など）、今後の取り組み（堆積物モデルなど）、国際協力（外国モデルとの相互比較）について意見交換を行った。

24 年 11 月の時点で、福島沿岸から黒潮に取り込まれる状況は、モデル比較に参加している 6 つのモデルで整合的に表現されていた。しかし汚染域が沿岸を南下するか、北上するかを比較すると、モデル間の相違が見え、陸棚波として励起される流れが、主に南下するか北上するかによって、沿岸の分布は影響を受けるとの判断になった。

比較結果の公開と情報交換（学会発表なども含む）

公開に関して、サブグループで合意した基本は、非専門家でも理解しやすい解説を用意することであった。また、客観的な判断を促すように、適切な可視化を提示することも心がけた。公開の典型は海洋学会震災対応ホームページにモデリングの結果を載せたことで

ある（補足資料 5.7）。

23 年 6 月：Model Inter-comparison を企画する

23 年 7 月：シミュレーション結果の解説を提供する

24 年 4 月：モデル間の相互比較：放出から 2 ヶ月程度

モデリングに関する情報を、作成者だけでなく他の数名の専門家が妥当性を確認した段階でなるべく早急に公開することを目指したが、23 年秋までは所属組織の許可を得るために長く時間を必要とするケースが多々見られた。また市民に不安を与えないためという理由を付けて、セシウム分布の色を変えるよう要請されたこともあった。環境アセスメントとして 1980-90 年代に収集されたデータを利用する際にも、その許可に数ヶ月を要した。多様な専門家と情報交換することは、放射能汚染など異分野の協力を必要とする場合に必須である。国内では比較的スムーズに進んだものの、他国とは決して理想的ではなかった。本サブワーキンググループが主体的に関わった国際学会におけるセッションとしては、24 年 2 月の Ocean Science Meeting における Session 88 (Consequences of the March 11, 2011 earthquake, tsunami and Fukushima nuclear power plant on the ocean) (<http://www.sgmeet.com/osm2012/sessionschedule.asp?SessionID=088>) が最初であり、その後同年 5 月の地球惑星連合大会では WHOI の Steve Jayne 氏を囲んで、議論する機会を設けた。米国のグループがモデル改良のために有効なフロートデータなどを持っており、こちらで使っている高解像度風力場、河川流入量のデータなどと交換する打ち合わせを行った。学術会議の作成する作業記録に情報を提供したことに加え、原子力規制委員会への申し入れにも情報提供した（補足資料 5.19）。規制委員会が示したのは、事故が起きた場合に全国の前発から放出される放射性元素の分布であるが、海洋汚染には触れられていなかった。海洋科学グループからは、海洋を通じた汚染分布にも注目すべきであること、また海洋科学の専門家から知見を提供できることを述べた。

作業を検証する道

海洋学会、あるいは所属組織、そして個人としても、自らの取り組みを詳細に記録し、その検証を行うことが強く推奨される。その場合、自らに閉じることなく、第三者も加えることが必須である。他の方法としては、記録を提供した上で、他者に検証を依頼することもありうる。検証項目を提示し、本サブグループのメンバーについて、いくつかの項目を記述してみる。

<調査、予測などの実施について>

○「業務あるいは実施能力にふさわしい活動を行ったか」（組織だけでなく個人についても、行わなかった場合の理由、状況など）

海洋モデリング専門家は既存のモデルを利用し、トレーサーの分布を示すシミュレーションを行った。

○「その活動を迅速かつ適切な時期に行ったか」

シミュレーションを23年4月にモデル計算を開始した。

○「得られた成果について研究コミュニティに問いかけ、セカンド・オピニオンを求めたか」

海洋学会の震災対応ワーキンググループの中でシミュレーション結果を開示した。

○「他分野との共同作業を必要とする場合に情報交換を広く行い共同する相手を求めたか」
＜情報公開について＞

○「市民への情報公開を推進したか」

○「情報の確からしさをどのように確保したか（専門家による確認、既存の知見など）」

○「行政組織の規制や方針は、本当に市民の利益を第一に考えたものか」

○「委託研究における委託元の要請は、その出資元（税金なら納税者）の利益に基づくか」

○「学術誌への投稿に先行した情報公開を行ったか（躊躇しなかったか）」

これらの項目については、本文をご覧ください。

今後の活動

本年3月をもって海洋学会震災対応WGは解散する。しかしそれまでに、解散後の取り組みを提示し、できるだけ確立しておく責任があると考え。公的機関（省庁、地方自治体）の責任においてなすべき作業は、当然、明確に示されなければならない。それに加え、海洋科学専門家として、我々が提案し、推進すべき作業もあるはずだ。その中で、モデリングに取り組むメンバーが主体的に提案、推進すべきことを以下に記す。

＜初期の1-2ヶ月におけるセシウム分布をモデル間で相互比較＞

以下の項目について、そのプロセスを明らかにする。

○汚染域が北へ広がるか、南へ広がるかには、風応力への応答（沿岸湧昇、陸棚波となる）が鍵となるであろう。

○沖に広がるか、広がらないかには、サブメソスケールの混合、風成 Ekman 層の応答、潮汐・慣性振動などの短周期変動による混合が重要であろう。

○表層に留まるか、下降するかについては、混合層の厚さに加え、潮汐・慣性振動などの短周期変動による混合・収束発散が効く可能性を持っている。

○海底堆積物への蓄積を決めるメカニズムについては、プランクトンとデトリタスなどに着き沈降したのか、海底堆積物に直接吸着したのか、河川を通じて土砂と共に堆積したのかを定量的に推定する。

○WHOI が西太平洋で収集したセシウムデータを再現できるかには、中規模現象に加え、風成 Ekman 層など様々なプロセスが関係しているであろう。

＜中長期（数年）のセシウム分布シミュレーション＞

たとえ濃度は十分に低下するとしても、太平洋全域に拡がりつつあるセシウム分布をシ

ミュレーションし、その時点の分布に加え、数年後まで予測することは国際的な責任である。そこでは、大気の駆動力は再解析データをほぼリアルタイムで収集し、上層に重点を置いた海洋再解析場を作成して、セシウム分布を求める。将来予測においては、1年程度の大気予測場を用いることも試行する。セシウム観測データと照合しながら、シミュレーションを継続する。

<緊急対応シミュレーション>

大気グループが SPEEDI の取り扱いで批判されているが、海洋グループはそれを座視しているべきではない。SPEEDI に並ぶものを持っていなかったから批判を免れているだけとも考えられ、やはり緊急対応シミュレーションを行える体制を準備することで責任を果たすべきである。海洋シミュレーションによる原発事故への緊急対応を試行実験することを議論しているところである。

その概要は以下の案からスタートしている。全国の原発を分担して、放射性物質の流出開始後 1 週間に渡り、海水汚染の予測を継続する。たとえば、各月 1 日に汚染水の放出が始まったと仮定し、データを集めて予測を行う。モデル領域は福島の場合と同様とし、水温、塩分、海面力学高度場データを、2ヶ月程度前から1週間前までモデルに同化することで、再解析場を作る。大気データを大気再解析場から当日分まで取り揃える。さらに予測場を1週間先まで集め、モデルを駆動する。放射性核種を1週間先まで、各日の放出量を *passive tracer* としてモデルに取り込む。

2.4. 生態系サブワーキンググループ報告書

鈴木昌弘（産業技術総合研究所）、風呂田利夫（東邦大学）、伊藤進一、中田薫（水産総合研究センター）、木暮一啓、福田秀樹、津田敦、小川浩史、小松輝久（東京大学）、高田秀重（東京農工大学）梅澤有（長崎大学）、田辺信介（愛媛大学）、石丸隆（東京海洋大学）

海洋学会の震災対応 WG の下に構成された 5 つの SWG の中で、生態系 SWG はその活動内容あるいは方向性が他の SWG とは少々異なっていたと思われる。観測・監視 SWG が調査航海等の情報共有や調整、分析・サンプリング SWG は放射能測定を主とした分析手法の規格化や分析ファシリティの情報収集とその効率的運用、広報 SWG は情報発信という、それぞれ実務的なタスクを有していた。また数値モデリング SWG では、放射性物質の拡散予測に関わるモデルの構築、改良、比較など、SWG のタスクとメンバーの研究活動のリンクが密接であった。対して生態系 SWG では、東日本大震災に伴う大津波による沿岸生態系への影響の抽出とその評価手法についての検討という対象が広くかつ時間がかかり、明確なゴールを見据えにくいタスクを請け負った。また震災対応 WG の活動が、被災県だけでなく日本国民として一番の問題となった放射性物質の挙動の把握に集約していったのに対し、生態系 SWG は放射性物質以外のことを扱う立場にあったため、孤立した感がある。

陸域の津波被害の様子は震災直後から報道などを通して刻々と伝わってくるものの、広範な海域への直接的影響に関しては推定の域を出ない状況が長く続いた。それでも、大きく抉られた海岸地形、漂流する化学物質の貯蔵タンク、流出した石油による大規模な海面火災などの映像から、津波が沿岸生態系に深刻な影響を及ぼしたであろうことは容易に推察された。その後、徐々に開始された個別の調査報告などの情報も勘案し、震災発生のようにやく半年後に「東日本大震災による海洋生態系影響の実態把握と今後の対応策の検討」と題した提言を発表した（補足資料 5.9）。この中では海岸地形の改変に伴う干潟や藻場生態系への物理的影響や化学物質汚染のほか、栄養塩等の物質循環プロセスや養殖生物に係る生態系への影響について議論している。また調査の結果だけでなく、調査計画などの情報共有化の重要性を指摘している。「提言」と言いつつ、その内容は外部向けと言うよりは、むしろわれわれ海洋研究者自身に対する調査・研究の方向性の指針のような形になり、学会から社会へのアウトリーチとして十分な機能を果たしたかについては検証・反省すべき点があると思われる。しかしその後スタートした文部科学省の東北マリンサイエンス拠点形成事業「海洋生態系の調査研究」-TEAMS では、提言で挙げた項目の多くが採用されており、一応の役割を果たしたのではないかと考えている。

一連の活動を通しての反省点は数多くある。本来は、TEAMS のようなプロジェクトが始まる前に、研究者のネットワークと議論があるべきであったが、海洋学会には沿岸生態、特に付着生物、底生生物を専門とする研究者が少なく、その中心となることはなかった。特に、海洋生態系に他の関連学術団体（日本水産学会、日本ベントス学会、日本生態学会

など)との連携・情報交換の機会をほとんど持てなかったことは最大の問題点であろう。東北大学が中心となった東北沿岸生態系連絡会は、情報交換・発信で大きく貢献したが、組織の性格の違いから、学会との有機的な連携はできなかった。また、今回の震災では多くの地方自治体やNPOが調査を実施しており、今回のような広範囲で多様性の高い環境での情報収集には有効であるが、海洋学会は、これら団体との関係性が希薄であり、震災対応に限らず今後の大きな課題であると言える。また提言を含めた議論が、表層的な一般論に留まってしまった感が否めない。これは、被災海域が極めて広範囲であり、隣り合う湾ですら海岸地形、生態系構造、生物多様性が大きく異なるといった状況のため、特定のモデル海域を提唱・前提にすることが困難であったことが要因のひとつに挙げられる。

東日本大震災に匹敵する津波被害は、おそらく有史以前から繰り返されてきたものであり、そこには想定外という言葉は適切ではないかもしれない。しかし、海洋生態系というシステムを科学的(生物学、化学、物理学)に解析し、その全体像をある程度包括的に捉えられるようになったのは最近と言ってもよいであろう。その意味では、今回の津波被害の規模はわれわれ海洋研究者が始めて経験するものであった。ここで得られる知見を後世に着実に伝えてゆくことがわれわれの重要な責務であろう。

2.5. 広報・アウトリーチサブワーキンググループ活動のまとめ

川合義美（海洋研究開発機構）、杉崎宏哉（水産総合研究センター）、市川洋（海洋研究開発機構）、豊川雅哉（水産総合研究センター）、伊藤進一（水産総合研究センター）

インターネットでの情報発信：

日本海洋学会幹事会の下に「震災対応ワーキンググループ」が設置されたのにあわせて、2011年4月20日に「東日本大震災関連特設サイト」を作成し公開した。学会公式サイトトップページには特設サイトのバナーを追加した。また、これにあわせて学会名義でTwitterのアカウントを取得した。FeedTweetにもアカウントを作成してTwitterのアカウントとの関連づけを行い、特設サイトの更新情報がTwitterに流れるよう設定した。ワーキンググループメンバーの負担を考え、積極的に問い合わせを受け付けることはしない方針とした。特設サイトには、学会長声明、各種の提言、シンポジウム等の集会情報、震災対応の観測航海情報、調査結果やモデルシミュレーション結果、論文や解説記事等の出版物の情報、フランス放射線防護原子力安全研究所（Institute de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire、IRSN）海洋汚染報告改訂版全訳と解説、種々の疑問に関する専門家の意見、などを掲載した（補足資料5.22）。会員から報告のあった出版物は、2013年3月1日時点で論文21本、解説記事6本（補足資料5.23）。

2013年3月に学会公式サイトのリニューアルを行ったが、その際、特設サイトは公式サイトの中に移設した。Twitterのフォロワーは2013年3月1日時点で246人。

特設サイトの英語版も作成したが、英語でアップした記事は、学会長声明、「モデリングサブグループのアクションプラン」、「福島第一原子力発電所事故に関する海洋汚染調査について（提言）」、「大槌湾の物理化学環境及びプランクトン調査」の4本に留まった。和文英訳は株式会社ELSSに依頼した。英語での情報発信は翻訳にかかる費用や労力のためあまり実施出来ず課題が残った。

（参考）和文英訳費用 計103,000円

- ・ モデリングサブグループのアクションプラン 池田会員翻訳
- ・ 学会長からの声明文（2011年8月） 34,000円
- ・ 他2本（2011年9月） 69,000円

（文責：川合）

シンポジウム等の開催：

アウトリーチ活動に関連して、ワーキンググループメンバーがコンビーナ等主導的に開催したシンポジウムとして以下のようなものがある。

- ・ 「震災に伴う海洋汚染に関する相談会」開催（2011年4月14日、後援：日本海洋学会、日本学術会議、於：東大理学部）（補足資料 5.1）
- ・ 日本海洋学会秋季大会ナイトセッション「東日本大震災と海洋学会震災対応ワーキンググループの活動」（2011年9月29日、於：九州大学）（補足資料 5.14）
- ・ 「海から見た東日本大震災」（2011年10月15日、共催：東京海洋大、於：東京海洋大）（補足資料 5.12）
- ・ サイエンスアゴラ 2011 参加企画シンポジウム「東日本大震災後の海洋汚染の広がりとその影響」（2011年11月19日、於：日本科学未来館）（補足資料 5.13）
- ・ 「海洋放射能試料測定依頼の検討ワークショップ」（2012年1月6日、主催：分析 SWG、於：東京海洋大）
- ・ 市民講演会「東日本大震災による海洋放射能汚染の現状と今後」（2012年9月17日、於：清水区役所）（補足資料 5.16）
- ・ 国際シンポジウム「Fukushima Ocean Impacts Symposium: Exploring the impacts of the Fukushima Dai-ichi Nuclear Power Plant on the Ocean」と一般公開コロキウム「Fukushima and the Ocean」（2012年11月11日-14日、於：東京大学）
- ・ 日本海洋学会シンポジウム「東日本大震災による放射性物質汚染：堆積物の謎に迫る」（2013年3月25日、於：東京海洋大）（補足資料 5.18）

また、海洋学会がNHKと共同調査を行った結果が2012年1月15日NHKスペシャル「知られざる放射能汚染～海からの緊急報告～」として放映された。

なお、日本海洋学会教育問題研究会は以下の震災に対応したアウトリーチ活動を行った。これらの活動にはワーキンググループメンバーと海洋学会員が参加・協力した。

- ・ 第7回海のサイエンスカフェ「東北関東大震災にかかわる海洋の科学を考える」（2011年3月27日、ルノアール品川港南口店）
- ・ 第10回海のサイエンスカフェ「海洋生物の放射能汚染」（2012年9月17日、清水区役所）
- ・ サイエンスアゴラ 2012 参加企画シンポジウム「共に語ろう、東日本大震災後の海洋科学研究と教育」（2012年11月8日、産業技術総合研究所）（補足資料 5.17）

（文責：杉崎、市川）

3. 日本海洋学会 震災対応ワーキンググループ活動クロニクル

年月	日	学会内での動き		学会外での動き
2011年3月				
	14日	海洋学会幹事会で春季大会中止を決定	11日	東北地方太平洋沖地震発生
	12-31日	会員及び関連機関の被害状況把握		原子力緊急事態を宣言。周辺3キロ以内の住民に避難指示
				12日 福島第一原発1号機建屋で水素爆発
				14日 福島第一原発3号機建屋で水素爆発
				15日 福島第一原発4号機建屋爆発
				15日 第1原発2号機で爆発音、4号機で火災。首相は周辺20～30キロ圏内の住民に屋内退避を要請
	27日	サイエンスカフェ「東北関東大震災にかかわる海洋の科学を考える」を教育問題委員会が開催	19日	福島県の牛乳と茨城県のホウレンソウから食品衛生法上の暫定規制値を超える放射性物質が検出
			21日	飯館村の水道水から基準値の3倍を超える放射性物質を検出したと発表
			22日	第1原発付近の海水から高濃度放射性物質が検出されたと発表
				文科省が海洋モニタリング実施を発表
			22-27日	文科省による30キロ圏放射能調査調査(白鳳丸)
2011年4月				
	14日	「震災に伴う海洋汚染に関する相談会」開催(東大理学部、後援:日本海洋学会、日本学術会議)(補足資料5.1)	2日	取水口付近のピット(電源ケーブル収納)に、1000mSv/hを超える水溜まりピット脇のコンクリートに約20cmの亀裂、汚水が海へ直接流出、を確認
	15日	学会幹事会開催(震災対応WGを決定)	4日	低濃度汚染水の意図的放出
	18日	震災に関する会長声明発表(補足資料5.3)		茨城沖でイカナゴで1131高濃度汚染
	20日	東日本大震災関連特設サイトを学会ホームページ上に開設	12日	文科省「海域における放射能濃度のシミュレーションについて」を発表(以降、5月24日まで計5報)
	22日	第1回震災対応WG開催	17日	福島原発事故収束へのロードマップを公開
	30日	「震災に伴う海洋汚染に関する相談会」からの提言を特設サイト上に掲載(補足資料5.2)		
2011年5月				
	3日	「震災に伴う海洋汚染に関する相談会」からの提言の関する学会長の見解を掲載	6日	文科省「海域モニタリングの広域化について」を発表
	9日	モデリング担当者が集まり、モデルシミュレーションを行うこと、その結果を比較しあうことについて概略方針を決めた		
	16日	福島第一原子力発電所の事故に起因する海洋汚染モニタリングと観測に関する提言を特設サイト上に掲載(補足資料5.4)		
	18日	モデリングSWGの会合を開き、初期のメンバーを確定した。モデル構築の基本方針を決めた		
	19日	仙台市に於いて花輪教授出前講座開催(6月20日に講演スライドを特設サイトで公開)		
	20日	第2回震災対応WG開催		
	24日	分析・サンプリングSWGによる「放射能測定用海洋試料採取・計測の基本推奨方法」を特設サイト上に掲載(補足資料5.5)		
	25日	モデリングSWGによる提案を特設サイト上に掲載(補足資料5.6)		
2011年6月				
	3日	WHOIIにより調査(6月4-28日)の案内を特設サイトに掲載	4-19日	米国船KOKによる放射能調査航海
	8日	5月27日に開催された第12回海洋基本法フォローアップ研究会でまとめられた「東日本大震災復興に関する海洋立国の視点からの緊急提言」について特設サイトで情報提供		
		観測・モニタリングSWGより震災対応航海予定情報を特設サイト上に掲載(補足資料5.11)		
	17日	第3回震災対応WG開催		
	20日	生態系SWGより大槌湾の物理化学環境及びプランクトン調査情報を特設サイトに掲載		
	20日	観測・モニタリングSWGより福島周辺海域のセディメントラップ観測予定情報を特設サイトに掲載		
2011年7月				
	1日	北大に於ける池田名誉教授によるセミナーの講演スライドを特設サイト上で公開	1-6日	東京海洋大学海鷹丸による放射能調査
	18日	観測モニタリングSWGより6月27日～8月4日のみらいMR11-05公開の概要を特設サイトに掲載	21日	牛肉で基準値を超えるセシウム汚染
	21日	大気海洋研究所において「海洋放射能試料測定依頼の検討ワークショップ」を分析SWGが開催(補足資料5.20)	29日	「東日本大震災からの復興の基本方針」を政府が発表
	21日	大気海洋研究所において生態系SWG開催		
	22日	第4回震災対応WG開催		
	25日	震災対応WGによる「福島第一原子力発電所事故に関する海洋汚染調査について(提言)」を特設サイト上で発表(補足資料5.8)		
		青い海助成事業震災特別枠 募集開始		
2011年8月				
	19日	第5回震災対応WG開催	2日	文科省総合モニタリング計画(検出限界を下げる)
	24日	震災対応WGによる「IRSN海洋汚染報告改訂版全訳と解説」を特設サイト上で発表		共同利用白鳳丸による福島沖調査

年月	日	学会内での動き		学会外での動き
2011年9月				
	6日	これまで(2011年8月23日まで)に寄せられた学会員間の種々の疑問に関する専門家の意見を取りまとめ特設サイト上に掲載(補足資料5.10)	16日	冷温停止宣言
	6日	モデリングSWGの会合を開き、5グループによるシミュレーションを比較検討		
	7日	生態系SWGによる「東日本大震災による海洋生態系影響の実態把握と今後の対応策の検討(提言)」を特設サイト上で発表(補足資料5.9)		
	9日	サイエンスアゴラ2011に関する記事掲載		
	16日	第6回震災対応WG開催		
	20日	観測・モニタリングSWGより震災対応航海予定情報-IIを特設サイト上に掲載		
		日本海洋学会秋季大会開催		
	29日	ナイトセッション「東日本大震災と海洋学会震災対応ワーキンググループの活動」で活動報告(補足資料5.14)		
2011年10月				
	3日	愛媛大学においてモデリングSWGの作業と計画を発表		
	15日	第7回震災対応WG開催		
	15日	公開シンポジウム「海から見た東日本大震災」を東京海洋大と共催(10月18日特設サイト上で報告)(補足資料5.12)		
	19日	サイエンスアゴラシンポジウム「東日本大震災後の海洋汚染の広がりとその影響」を開催(2012年1月16日に特設サイト上で報告)(補足資料5.13)		
2011年11月				
	4日	第8回震災対応WG開催	5日	北海道大学サステナビリティ・ウィークにおいて日中露モンゴルの参加によるシンポジウムで海洋放射能汚染の報告を行う
	14日	観測・監視SWGより震災対応航海予定情報-IIIを特設サイト上に掲載		
	21日	震災関連出版物リストのページを特設サイト上に作成(補足資料5.22)		
	11/21~12/7	NHKと共同で福島第一原子力発電所20キロ圏内放射能汚染調査実施		
2011年12月				
	9日	第9回震災対応WG開催		東北マリンサイエンス拠点形成事業開始
	19日	モデリングSWG会合を開き、堆積物へのセシウム蓄積に関して専門家も含めて意見交換を行った		
2012年1月				
	15日	NHKスペシャル「知られざる放射能汚染～海からの緊急報告～」放映		
	20日	第10回震災対応WG開催	13日	北海道大学スラブ研究センター主催の市民講演会において海洋放射能汚染の講演を行う
2012年2月				
	6日	東京海洋大において「海洋放射能試料測定依頼の検討ワークショップ」を分析SWGが開催	4日	東北沿岸生態系連絡会開催
			10日	復興庁発足
			21日	ソルトレークで開催されたOcean Science Meeting震災関連セッション
2012年3月				
	2日	第11回震災対応WG開催	27日	2号機格納容器内で毎時72.9シーベルトの放射線を観測
		Ocean Science Meetingの震災対応セッションの報告を特設サイト上に掲載		
	21日	日本海洋学会春季大会を開催		
		海洋学会春季大会で震災関連シンポジウム開催(補足資料5.15)		
		モデリングSWGより「海洋拡散モデルの相互比較について」を特設サイト上で公表		
2012年4月				
			1日	食品のセシウム汚染に関して暫定基準値が見直され新基準値が適用される
2012年5月				
	18日	第12回震災対応WG開催	5日	泊原発3号機が定期点検に入り、国内原発がすべて停止
	18日	S. Jayne氏(WHOI)を含めて、モデリングSWGの会合を開き、日米のモデル結果比較をした		地球惑星連合大会で震災関連セッション開催
	25日	モデリングSWGより海洋分散シミュレーション比較論文を特設サイト上で公表		
2012年6月				
				新学術領域研究「福島原発事故により放出された放射性核種の環境動態に関する学際的研究」採択・研究開始
2012年7月				
			1日	大飯原発3号機が再稼働
	20日	第13回震災対応WG開催	6日	宮城県のカロライから3000Bq/kgを超える個体を検出
				大津で開催されたASLO Meetingで震災関連セッション
			23日	政府事故調査委員会が最終報告書を公表

年月	日	学会内での動き		学会外での動き
2012年8月				
	23日	第14回震災対応WG開催		
		教育問題委員会から東北沿岸部高校に「海はめぐる—人と生命を支える海の科学」(日本海洋学会編)を送付	5日	福島沖立ち入り制限海域が5kmに縮小
		東北マリンサイエンス-海洋生態系調査研究のウェブサイトの特設サイト上で紹介	27日	青森県のマダラから基準値を超えるセシウムが検出され出荷停止
2012年9月				
	10日	日本海洋学会秋季大会開催		
		震災関連のテーマでサイエンスカフェを教育問題委員会が開催		
	17日	市民講演会「東日本大震災による海洋放射能汚染の現状と今後」を清水で開催(補足資料5.16)	19日	環境省の外局として原子力規制委員会が発足
	17日	これまで(2012年10月15日)に寄せられた学会員間の種々の疑問に関する専門家の意見を取りまとめ特設サイト上に掲載		
2012年10月				
	19日	The colloquium "Fukushima and Ocean"(11月14日、於:東京大学伊藤謝恩ホール)のお知らせを特設サイト上に掲載	24日	原子力規制委員会が放射性物質拡散予測地図を発表、批判が相次ぐ
	23日	WHOIが発表した福島沖の魚の放射能に関する報道の情報を特設サイト上に掲載		
	30日	モデリングSWG会合を開き、モデル結果に不一致がある点に関して、さらに議論を深めた		
2012年11月				
	8日	サイエンスアゴラシンポジウム「共に語ろう、東日本大震災後の海洋科学研究と教育」を開催(補足資料5.17)	12-13日	国際シンポジウム「Fukushima Ocean Impacts Symposium: Exploring the impacts of the Fukushima Dai-ichi Nuclear Power Plant on the Ocean」を日本学術会議主催で開催
	16日	第15回震災対応WG開催	14日	一般向けのコロキウム「Fukushima and the Ocean」を日本学術会議が主催
2012年12月				
	2日	学術会議の「計算科学シミュレーションの情報発信検討」小委員会に海洋放射能汚染に関するシミュレーションの報告書を提出した		
2013年1月				
	4日	日本海洋学会青い海助成事業「東日本大震災による海洋生態系への影響調査に関わる情報共有ネットワーク構築の推進事業」のサイト開設とアンケート依頼を特設サイト上に掲載		
	25日	第16回震災対応WG開催	18日	福島第一原発港湾内で採取されたムラソイから25万Bq/kgのセシウムが検出される
2013年3月				
	6日	モデリングSWG会合を開き、震災対応WG解散後の方針を相談した		
	9日	第17回震災対応WG開催		
	21-25日	日本海洋学会春季大会を開催		
	25日	海洋学会春季大会で震災関連シンポジウム開催(補足資料5.18)	5月28日	福島沖立ち入り制限海域が解除

4. 震災対応ワーキンググループ会合議事録

第1回震災対応WG 議事メモ

2011年4月22日（金） 13:00-17:00

東京海洋大学 白鷹館 多目的スペース

1. 花輪会長から経緯の説明があった。
2. 池田会員から、4月14日に東京大学理学系研究科で行われた「震災にともなう海洋汚染に関する相談会」（後援：日本海洋学会、日本学術会議、発起人：池田元美、植松光夫、蒲生俊敬、田中教幸、谷口旭、山形俊男）に関する報告がされ、海洋学会に対する要望が述べられた。
3. 親WGの下に個別のテーマ・問題に対して実働的な活動を担うサブワーキンググループ（SWG）をいくつか設置することが決まった。各SWGの役割およびメンバーの候補は、以下の通り。
 - 観測SWG（○津田、池田、神田、升本、岡、才野）
 - 分析SWG（○植松、広瀬）：特に海域の放射能汚染を対象として、現状把握、数値モデルの結果解釈・特徴解説、観測体制・手法のリコメンデーション、観測・分析体制の調査・調整等を行う。JAMSTEC、東大の観測船運航計画のスケジュールから連休明けにも、提言案を取りまとめて公開する。
 - モデリングSWG：沿岸モデルの情報公開（各所から公開されているモデルの説明）とモデルの改良に取り組むグループからなる。
 - ・モデル改良グループ（○池田、松野、久保田、沿岸海洋研究会）
 - ・モデリング情報開示グループ（升本、河宮、宮沢、中野）
 - 情報発信SWG（○川合、市川、伊藤、豊川、教育問題研究会）：学会から社会への情報発信（震災特設サイト、Q&A、航海情報、関連文献情報、関連リンク）を行う。
 - 生態系SWG（鈴木←海洋環境問題研究会が音頭取り）：放射能汚染に限定せず、津波による沿岸生態系の破壊および流出化学物質汚染を対象として、現状把握、観測体制・手法のリコメンデーション、観測・分析体制の調査・調整等を行い、必要に応じて学会内外に対する提言を取りまとめる。

第2回震災対応WG 議事メモ

2011年5月20日（金） 10:00-12:30

東京海洋大学 白鷹館 多目的スペース

参加者：

花輪会長、津田副会長、池田、石丸、市川、岩坂、植松、岡（記録）、小川、河宮、川合、神田、久保田、才野、島田、杉崎、鈴木、永井（分析SWG）、濱崎、升本、松野

1. 最近の情勢報告

- ・ 5/6に文科省と水産庁から、5~7月に広域観測を2週間ごとに行うとの発表（花輪）
- ・ 電中研が本日シミュレーション結果を記者発表（担当：津旨さん）。今後、電中研からもモデリンググループに入ってもらうことを検討中（河宮）

2. WG組織図・機能図の検討

組織図は承認（→公表）。機能図はもう少し検討

3. 各SWGの進捗状況

3-1. 観測SWG（津田）

- ・ 5/16に提言を発表。今後、震災関連航海の情報収集を行なう
- ・ 昨日、提言を国交省海洋政策課に持っていった。反応弱かったが、いくつかアドバイスをもらう：2次補正を考えると、海洋政策研究財団・寺島さんの提言に盛り込んでもらうなど、政治家が動くように持って行っては
- ・ コメント：各機関が取得した放射能関連データへのリンク集を期待。データのありかを示すだけでなく、学会としての見解の発表までしたい

3-2. 分析SWG（植松）

- ・ 化学物質（有害物質）の汚染と放射能汚染があるが、今のところ後者に重点
- ・ 海水、底泥、海洋生物試料などの放射能測定のマニュアルがほぼ完成
- ・ 緊急時の測定と低濃度の精密測定の2つがあるが、緊急の方を本SWGで分担し、低濃度の方は個人の研究ベースでという流れ
- ・ 現在、10機関が放射能測定をしてもよいといっている
- ・ コメント：政府は広域観測を行ってNDを言いたいだけでは？だとすると、低濃度をきちんと出すのが我々研究者の役割では？
- ・ コメント：研究者と社会のつながりを考慮し、測定値には解釈をつけて出すべき
- ・ コメントに対するコメント：データに付加価値をつけるのはいいが、前回のWGでも確認したように「安全・危険」という話はしないよう、注意が必要

3-3. モデル SWG (池田)

- ・ 現行モデルの問題点と改良方針を、他分野の人から意見も集め、提案を作成した
- ・ シミュレーションに関する情報公開を他 SWG とも共同で行おうとしている
- ・ シミュレーション結果の公表時につける一般向け説明の内容を検討中
- ・ 複数のモデル比較を行うことを検討中
- ・ コメント： モデル設定の比較ができるサイトがあると便利

3-4. 生態系 SWG (鈴木)

- ・ メンバー調整中。海洋環境問題研究会にしばられすぎないように注意したい
- ・ 活動内容・目標も検討中。漂着ゴミも活動内容の候補
- ・ コメント： 沿岸生態系だけでなく、深いところの生態系も海洋学としては重要では？

3-5. 広報 SWG (川合)

- ・ 特設サイトを立ち上げた
- ・ 海洋学会のツイッターのアカウントを作り、HP の内容を流している。現在、106 人がフォロー
- ・ フリーライターから取材依頼 2 回。2 回とも神田が対応。2 回目が環境保護団体のオンラインジャーナルに掲載（1 回目はボツ）
- ・ アクションアイテム： 今後、英語のサイトを作成。英文校閲費は学会の予算から
- ・ コメント： 政府の業務系のモニタリング結果も一緒に公開すべき。ツイッターなどを活用し、一般向けの情報発信をどんどん行うほうがよい

4. 情報交換

4-1. 航海

- ・ みらい物質循環航海、追加の公募が昨日出た。5/25 〆切。航海は 6/26~8/5 頃（才野）
- ・ 海洋大、7/1~7/8 に航海を行う。37N と 38N で岸から 5 マイルくらいで放射能、有害物質などを総合観測（石丸）
- ・ 淡青丸（未公開情報）：約 20 日間のシップタイムを PI の協力により集めた。震災対応航海の原案はできて、運営委員会で検討中。7 月中旬~8 月上旬に 2 航海、8 月終わり~9 月中旬に 2 航海、10 月終わり~11 月頭に 1 航海、3 月上旬にも 6 日ほど予備。白鳳丸：張さんの GEOTRACES 航海の最後の 2 日。8 月の初め（津田）
- ・ みらいインド洋 WHP 再観測を太平洋の P10（149E）に変更するかも（川合）

4-2. 研究費

- ・ 植松、才野が J-RAPID（国際緊急共同研究・調査支援プログラム）応募予定。上限 300

万円。タマ出しは本日まで

- ・ 他には、科研費、戦略推進費→×（外国と絡むものはだめらしい）、大学の基金→東大本部にどう頼むか考え中（植松）

4-3. 国際研究集会

- ・ Ocean Science Meeting のセッション申請した（池田）
- ・ 7月にジョージメイソン大学で研究集会。JAMSTEC から升本、滝川さんが行く方向（升本）
- ・ 来週、京都の国際分析会議で気象研の青山さんが招待講演（植松）
- ・ コメント： 海外の学会に乗るだけではなく、海洋学会で国際集会をやってもよいのでは

第3回震災対応WG 議事メモ

2011年6月17日（金） 13:00-16:40

JAMSTEC 東京事務所 会議室

参加者：

花輪会長、津田副会長、青野（放医研）、池田、市川、岩坂、岡（記録）、小川、川合、神田、久保田、島田、杉崎、鈴木、濱崎、本多（才野代理）

1. 最近の情勢報告

- ・ 朝日新聞に、IAEA が資金提供してアジアの開発途上国に海洋の放射能汚染状況をモニタリングしてもらうという話が載っていた（池田）
- ・ ハワイ大学の船による米国の調査に関連して、WHOI の研究者が日本の外務省から、「EEZ 許可を与える代わりに観測することを公表するな。でも、日本人が乗るからデータ共有しろ」といわれたとのこと。地方新聞に載った（花輪、池田）

2. 各WGの活動報告

2-1. 観測SWG（津田）

- ・ 先月提言を出した。次は震災関連航海の当事者同士が情報交換しやすいように、航海情報を Web に載せていく。学会 ML で情報提供をお願いしたが、我々が知らない航海はなく、WG で集めた情報を載せた。才野さんからの提案で、政府系の航海（MERI：海洋生物環境研究所、FRA、JASMTTEC）の情報も載せた。初期の活動としては一区切りついた。今後、データを分かりやすく整理して提供することも考えている。NHK と共同通信から取材の依頼あった

- ・ コメント： 22 学会が東日本大震災に関する HP 開設へ。6/14 付け時事通信（花輪）
- ・ コメント： 望星丸の 7/8～10 航海で茨城沖にセジメントトラップ設置、7/22～27 航海で CTD 観測、採水、採泥などを予定（久保田）
- ・ コメント： 無人観測機「かんちゃん」を現在準備中。10 月に運用開始予定（久保田）
- ・ コメント： JAMSTEC の観測に関しても政府がコントロールしようとしてきている。政府は情報公開によるパニックを恐れている。JAMSTEC の研究者サイドはこれまでのモニタリング（文科省に委託されているもの）はモニタリング、今後の観測は「研究」と思っているが、だんだん攻め込まれてきている（本多） →JAMSTEC のモデル予測にしても政府からの委託。公表は全て政府を通じてとなっている（市川） →データを公表しないことに対して海洋学会から公表の要望を出すのがよいのでは。JAMSTEC 内で研究者が悪い立場になるのはよくない（花輪）
- ・ コメント： 5 月に観測点を沖合いに広げたあとの観測結果がそろそろ出る頃。恐らく ND が並ぶはず。それに対して海洋学会から提言を出してもよいのでは？→神田さんが作成する →我々もパニックを恐れて自主規制しすぎた。最近は、「データが出ない」「本当は危ないんじゃないか」「何か隠しているんじゃないか」という逆の流れになってきている（神田）

2-2. モデル SWG（池田）

- ・ 沿岸のモデルと沖合のモデルをくつつける。沖は J-COPE。沿岸は電中研の津旨さんのモデルと、磯辺さんの予測モデル。結果が出たら解説をつけて出す予定。解説をするためにはモデルの相互比較が必要。今後数ヶ月の間に初期の作業をする

2-3. 生態系 SWG（鈴木）

- ・ 大気海洋研の福田さんが行った調査結果を大気海洋研 HP に発表される予定なので、それにコメントを出す準備をした
- ・ コメント： 最初は生態系 SWG はスロースタートでよいかなと思っていたが、最近全国各地で調査が動き出している。そのネットワーク作りができないか。（津田）

2-4. 広報 SWG（川合）

- ・ Web の英語版を作る費用を調べたが、全てを業者に頼むのはコスト的に無理。英文校閲なら東大柏で無料でやってくれるそうなので、なるべく作るようにしていく。あと、プレスリリースしたらどうかというコメントが豊川さんからあった
- ・ 市川さんより「サイエンスアゴラ 2011」での企画提案 →市川さん代表で申しこむ
- ・ 花輪さんが 5/19 に行った市民向けの出前講座の PPT を紹介 →広報 SWG の推薦で特設サイトに載せる（先日の合意で、SWG が選んだものをサイトに載せることになっているが、SWG に当てはまらないものについては広報 SWG が対応して載せる）

- ・ コメント： 花輪輸出前講座と同様の活動を日本各地でやった方がよいのでは（池田） → 福岡での秋学会 3 日目のナイトセッションに申し込む。池田さんがとりまとめ。また、東京でも 7 月の終わり～8 月の頭の週末に市民向けシンポジウムを開く。花輪、津田、神田、岩坂、植松の実行委員会で構想を練る。会場は海洋大（大学との共催で）

3. 情報交換

本多さんより、4 月のみらい MR11-03 航海の観測結果紹介があった

- ・ 表面海水は 30 点採水したうち、6 点の結果が出た。セシウムは福島東方の外洋の海水で 0.1～0.15 Bq/L。K2（47N, 160E）でも 0.01 Bq/L。大震災前（0.003 Bq/L）と比べて有意に高い。
- ・ K2 と S1（30N, 145E）における動物プランクトン。表層 80 m より 80～200 m 深の方が濃度高い。いずれも大震災前の値より高い。大気モデルの結果から考えると、K2 で出たのは、海の流れによってきたのではなく、大気から落ちてきたものと思われる
- ・ 今後、F1（36-29N, 141-30E, 水深 1000 m）に定点を設ける予定。データの航海はこれまでの JAMSTEC 航海と同様を考えている
- ・ コメント： K2 であれだけ出るということは、観測しても大気経由のものとは海洋経由のものを区別するのは難しいのでは（池田）

第 4 回震災対応 WG 議事メモ

2011 年 7 月 22 日（金） 10：00－13：10

毎日新聞社ビル 9 階 E 会議室

参加者：

花輪会長、津田副会長、池田、市川、岡（記録）、小川、川合、河宮、神田、才野、島田、杉崎、鈴木、濱崎、松野

1. 最近の情勢報告

- ・ 青い海助成で震災対応特別枠の公募を準備中。本日午後の幹事会で審議予定（河宮）
- ・ 取材依頼 4 件。NHK テレビ×3、NHK ラジオ×1。大体、石丸さんが本命（花輪、津田）
- ・ コメント： 取材する側がたらい回しされていると感じないよう、対応方針を考えた方がよいのでは → ケースバイケースで対応するしかない（花輪）
- ・ Nature の件。編集部に行ったところ、今回の震災については、マスコミ等で発表したネタでも受理するよう、考慮するとのこと。必ず受理するとは言わなかった（池田）

2. 各 WG の活動報告

2-1. 観測 SWG

- ・ 前回の WG 会合で決まったとおり、現在の簡易法によるモニタリングでは不十分という提言を神田さんが作ってくださった。力作で SWG からの提言ではもったいないので、WG あるいは会長からの提言として出してもよいのでは（津田）
- ・ コメント： WG からの提言として文科省と海生研の 2 箇所とマスコミに送るのはいかがでしょうか（花輪） →海生研は水産庁の間違い
- ・ コメント： その提言が文科省にいったときに JAMSTEC に丸投げとならないよう、配慮が欲しい（才野）
- ・ コメント： 最終段落の「必要な協力を行う用意がある」という部分には注意が必要。拡大解釈される恐れがある。あと、風評被害が大丈夫か、伊藤さんに確認した方がよいのでは（河宮）
- ・ コメント： 伊藤さんにコメント頂いた。1. 風評被害については特に意見なく、実際に測定している方々の意見を尊重する 2. 魚まで含めるのか 3. すでにかんがりの研究者が高感度分析を行っていて、その値は未公表では（川合）
- ・ コメント： むしろ、ちゃんと測ることが風評被害の防止になるのでは（津田）
- ・ 結論： 文案を修正し、海洋学会の「協力」が分析手法に限定されるものであることを明確にするとともに、魚介類に関する部分（汚染の可能性）の表現を和らげた。7/25 付で出す。文科省・水産庁の担当者に送り、震災対応 WG の Web で発表。加えて、要約版をつくり（担当：神田）、科学部の記者にメールで送る（担当：花輪）

2-2. 分析 SWG

- ・ 昨日、大気海洋研にて「海洋放射能試料測定依頼の検討ワークショップ」を開催。本日の出席者では、才野、神田、鈴木、津田が参加。主な議題は以下の通り： これまでのサンプル数をまとめた。J-RAPID+総長裁量経費で 742 万円あるが、もう少しほしい。分析法の標準化をはかる。ゲルマニウムカウンターの紹介。各機関の活動状況報告。印刷物公表への道筋についてはこれから

2-3. モデル SWG

- ・ 作業（主に、汚染水の拡散シミュレーション）を進めている。HP 英語版の作成。沿岸モデリングのバリデーションに使うため、80 年代に行われた福島の高放射能水に関する調査の情報開示を請求中（池田）

2-4. 生態系 SWG

- ・ 昨日、初めての会合。当面の方針として、まず外と内の両方に向けた提言をつくる。夏休み終わるまでが目標。また、今後マップデータを提供できたらよいのではという話になった（鈴木）

2-5. 広報 SWG

- ・ サイエンスアゴラにシンポジウム (11/19 or 20) 開催を申し込みたい→承認。IRSN (フランス放射線防護原子力安全研究所) 報告書の和訳について経緯説明→承認 (市川)
- ・ 学会特設サイトへの一般人からの質問は先日の 1 件のみ。また来たら考える。メンバーの仕事量を考え、積極的に質問を受け付けることはしない (川合)

3. その他

- ・ 専門家に比較的近い人対象の英語のセミナー。8 月上旬に JAMSTEC 横浜研究所でやる手はずが整った。愛媛大学でも主に学生対象のセミナーをやる予定。日程調整中 (8 月下旬~9 月上旬あたり)。池田が行く予定 (池田)
- ・ 来週、学生相手のセミナーを東北大・岩崎さん (気象) とやる (花輪)
- ・ 9 月の海洋学会でナイトセッションを開催
- ・ 東京 (海洋大) でのシンポどうするか? →午後の幹事会で審議し、10/15・16、9/17・18、9/23・24・25 の優先順位で調整することに。とりまとめ: 津田

第 5 回震災対応 WG 議事メモ

2011 年 8 月 19 日 (金) 13:30-17:10

毎日新聞社ビル 9 階 S 会議室

参加者:

花輪会長、津田副会長 (記録)、鈴木、杉崎、神田、河合、岩崎、河宮、池田、才野、市川、升本

資料: 伊藤メモ、IRSN 報告全訳、ISRN メール、モデル SWG 報告 (メール送付)

報告

会長より

1. 高精度観測に関する提言は文科省に郵送、新聞社等に投稿、共同通信、朝日新聞、毎日新聞などに掲載。その後文科省が高精度観測に関してポジティブな表明。
2. 中国が EEZ 内の分析値をリリースしたらしい。青山さんによると、日本側が観測している値とそれほど変わらないらしい。原文が手に入るか? コメントを出す必要があるか?

観測モニタリング WG: 津田

特になし、航海情報などのアップデートを行いたい。

分析 WG: 植松欠席、才野、神田から情報提供

7 月 21 日に柏で関係者が集まり、測定条件、処理についてのプロトコルを決め、処理、分析の流れがおおよそ決まった。

モデル SWG：池田

1984 年をターゲット（温排水データを検証データとできるよう）として、モデル比較を開始した。電中研、JAMSTEC、愛媛大などが参加。風のデータは東大早稲田が作成。

WG とは別に、JAMATEC 内での活動、電中研内での活動などもあり、WG 内でこれらの結果も比較可能。

大気からのフォールアウトを再現するための試みも 2 方向から試みている。

水産資源への影響も今後考える必要がある。水産生物まで考えると、河川や地下水経由で海洋に供給される放射性物質も考える必要がある。

生態系 SWG：鈴木

提言を最近 SWG メンバーに流した。SWG の合意を取り付け SG にあげる予定。

研究活動のリストアップなどを行うべき。

広報・アウトリーチ：市川

IRSN 報告の全訳を行い解説を付けた。近日中に公開する予定なので、解説に関しては、近日中にコメントを。

雑文として、神田・石丸がまとめたものは、よくできているので、英語で世界に発信してほしい（日本発信の取りまとめとして）との意見があった。

サイエンスアゴラのシンポジウム内容に関して提案があった(詳細は資料)。

その他

1. 池田ノート（池田会員の放射能汚染に関する質問に対して専門家が回答したもの）に関して
特別サイトに載せるべきであるが、回答が池田会員への個人的な回答であるため、サイトに載せることを前提として、確認をとり、情報源など追加して載せるべき。
2. 伊藤レポートに関して（添付資料） 杉崎から説明
水産研究所の震災対応活動に関する報告。東北、常磐沖で多くの研究航海が行われており、放射能測定、資源回復に関する調査が行われている。その他、WG に対する依頼などがあった。航海情報などオープンにできるか確認したのち、観測・モニタリング WG がその他の情報とともに取りまとめ予定。
3. シンポジウム 津田
地震と津波の概要、放射能物質の拡散、放射性物質の生態系への影響、生態系生態系回復講演を 4 題目に絞り、開催趣旨なども含め、近日中にメールで回覧する。
4. メンバーシップ
河野さん（JAMSTEC）は必要な人材として認め、入ってもらおう。今後 WG で活動したいとの依頼があった場合は、WG で議論する。
5. 開催頻度
まだ、毎月やる必要がある。

第6回震災対応WG議事メモ

2011年9月16日(金) 13:30-17:30

東京海洋大学品川キャンパス9号館203会議室

参加者:

花輪会長、津田副会長、池田、市川、岩坂、小川、河野、神田、島田(記録)、鈴木、杉崎、中野、浜崎、升本

資料:震災対応航海情報Ⅱ、分析・サンプリングSWG報告(植松)、サイエンスアゴラ2011(市川)、モデルSWG報告(池田:メール送付)

報告

会長より、WGに加わっていただいた河野健さん(JAMSTEC)を紹介。

観測モニタリングWG:津田

航海情報のアップデート。

多くの航海予定がある。しかし、航海数に対し、乗船者が不足している。

学会HPを通じて、乗船者希望者を募る活動を。

<問題点>

官庁船に雇用形式で乗船する場合には、保険等の手当てがあるが、練習船等の場合、それらは自前になる。

分析WG:植松欠席、津田から情報提供

実施航海、分析分担等の状況など、進捗状況の報告があった(配布資料)。

多くのサンプルが集まる状況にあるが、重要な観測点を選定し、優先して分析を行う。

データ・ポリシーはどうなっているのか?

現在は、目的指向型予算の枠で行っているのではなく、データの扱いについては比較的自由に決められる。⇒公開は可能。

本件について、更なる議論をして欲しい。

モデルSWG:池田

9/6のSWG会合内容(メール配布資料)についての報告があった。

(原研との共同研究を実施している)京都大学も動き始めた。

降雨の局所性などを含めた大気経路降下プロセスは再現されているか?

局所降雨は、大気モデルの解像度に依存している。ばらつきがある。

モデルには多様性があるが、その意義は？

モデルには個性があり、共通する結果に関しては、より事実に近いと考える。異なる部分からは、モデルで改良すべき点を抽出でき、今後活かせる。

放射性物質の放出は今も続いて、それを確認できるのは、“海”の情報ではないか？
海を調べることで、推定できるのでは？ 逆問題の重要性指摘。

海底付近ほど、濃度が高い。海底堆積物からの供給量など、境界層プロセスを含めたモデル結果を期待。

これは、海洋工学分野の得意とするところ。

粒子状物質の選択的降下、堆積など、知るべきことがある。

生態系 SWG：鈴木

提言を出した。

生態系 SWG で①放射能を扱うのか、②TOR は？

① 放射能を扱うのか？

中心的に活動できる会員が極めて少ない。SWG としての具体的アウトプットが見えない。
可否を含めて、準備会合を開催する（担当：神田）

② 組織利益を追求しない形で、情報交換できる場が必要ではないか？

構想を検討することになった（鈴木、他 WG メンバー全員）。

広報・アウトリーチ：市川

サイエンスアゴラの計画説明。

直近の IRSN 報告の英語訳が出ていない。英語版が出れば、基本的には、これまでと同様に解説を付与し、紹介する。

池田ノート（池田会員の放射能汚染に関する質問に対して専門家が回答したもの）に対する反響は、現時点ではない。

サイエンスアゴラのシンポジウム内容についての説明があった(詳細は資料)。

その他

1. 科学技術・学術審議会 海洋開発分科会 海洋生物委員会の動向
海洋マリンサイエンス拠点（東北地方）構築についての提言があった。

海洋研究船の動向に関する意見・情報交換を行った。

2. 一般向け震災対応シンポジウム@海洋大（10/15）の進捗状況確認を行った。

発表者の了解は確認。

ロジスティック（看板：外注、受付、会場等）の手配は、海洋大で対応。

ポスターは、植松研にある。

3. NHK 番組（12月放送を目標）の企画説明と意見交換

現在は入域できない、20 km 圏内での海洋の状況を含める。20 km 圏内に入る方法を模索中（NHK）。今回のアクションで入域する方法が分かるだけでも、価値がある。海洋学会員の中にも、調査を希望している会員がいる。調査されていない海域は大事である。

NHK は、NHK、福島県、海洋学会の3者での共同調査を提案。学会として、上記の立場は難しい。評議会での承認が必要。

使用船舶として考えられるものは？ 調査船は難しい。スケジュールが確定してしまっている。水産試験場の船が、可能性が高いのではないかと。漁協にも打診し、職業船の利用が实际的（魚を獲ることは、研究船では難しい）

海水と堆積物は東電が実施しており、食に関係する、魚とその餌を中心にしたらどうか？ 食する魚までの放射能の経路を知ることが大事（餌、海水、大気降下・・・）

海にも、ホットスポットがあるのではないかと。堆積物採取が大事。柱状コアを採取し、堆積物層内の濃度分布を調査することには意義があるのでは？ ごく表面に集中している可能性があり、これまで公表されている値（東電）の意味を再確認できる。堆積物と海水との間の交換の実態は重要。

第7回震災対応WG 議事メモ

2011年10月15日（土） 10:00-12:00

東京海洋大学品川キャンパス9号館203会議室

参加者：

花輪会長、市川、岩坂、岡（記録）、小川、川合、河野、神田、島田、鈴木、中野、池本（NHK：共同調査打合せのためオブザーバー参加）、眞木（NHK：オブザーバー参加）

1. 最近の情勢報告 →特になし

2. 各 WG の活動報告

2-1. 観測 SWG →特になし (津田メール)

2-2. 分析 SWG

- ・ 筑波大学恩田先生を PI とする新学術領域研究「福島第一原子力発電所事故により放出された放射性核種の環境動態の学際的研究」の申請で、計画研究 2 件に加わる準備中 (10/11 植松さんからのメールの内容紹介)

2-3. モデル SWG

- ・ 池田さんから問題提起 (10/8 メール)。来年春の海洋学会の震災関係講演をどのようにするか? (シンポでやるか、セッションでやるか) → 引き続き議論する。ただしそんなに時間的余裕はない。鈴木が大会実行委員会に入っている

2-4. 生態系 SWG →特になし (鈴木)

2-5. 広報 SWG

- ・ JPGU でセッション提案をするかどうか、河宮さんと相談していた。最近の動きとして、大震災の陸海空の放射能汚染について大気海洋環境科学セッションでセッション提案を相談中 (陸: 筑波大北さん、空: JAMSTEC 滝川さん、海: 未定) だったが、セッションを越えて話が大きくなりつつある (川合)
- ・ 大型計画はこれからは海洋学会主導でやってくれというのが池田さんからの評議会で依頼 (花輪)
- ・ 11/19 (土) のサイエンスアゴラ、手伝いが 10 名程度必要 (市川)

3. NHK の 20 km 圏内取材航海について (池本、眞木)

最初に経緯説明

- ・ 植松さんからは、まず東電がやるべきではというご意見 →第 3 者がやるのが重要ということで、納得してもらった。河宮さんからは安全確保についてご意見
- ・ 一昨日、配布資料の 1、2 枚目を国に提出して、趣旨説明を行った。経緯としては、まず国のどこが所管なのかを調べるところから始まった。最終的に分かったのは、20 km 以内の調査は前例がなく、窓口がない。そのために誰がどのような目的でどのような調査をするのかを知らせてほしい、そしたら窓口を決めるということで、本文章を作成。

福島県庁の中に設けられている、国の現地対策本部の総括班が受け取ることになり、一昨日持って行った。5名くらい対応してくれたが全員経産省の人だった。原則立ち入り禁止だが、公益目的ならありうる。所管をこれから調整しなくてはいけない。対策本部としては、地元の漁協の許可が必要、県の許可も必要、安全面の確保が重要（調査員の安全、持ち出したサンプルから放射能汚染が広がらない）、我々としては地元と県の許可があれば反対する理由はない、と考えている。現地対策本部の反応が国の対応とイコールかどうかは分からないが、門前払いという感じでは全くなかった。漁協については、NHK からいわき漁協（原発より南）に話をして OK&協力取り済み。原発より北は相双漁協。ここも話し済みで、反対する理由は何もないといわれた。福島県水産試験場も調査を是非やりたいといっている。

次に、調査の具体的内容について説明（資料 3、4 枚目）

- ・ 調査のクオリティの責任者については海洋学会にお願いしたいが、体制構築や安全管理の責任は NHK が担う
- ・ コメント： JAMSTEC の観測では、国からこうしろという指示は一切なかったので、自分たちで考えた。放射能取り扱い主任者をつれてく、手袋・防塵服・かっぱ・安全靴・ヘルメットを装備、外に出て行くときに線量率を測定し、予め出た基準値以上なら作業しない、海水をとったときもとりあえず線量率を測定、もし以上ならとりあえず捨てる、など（河野）

その後、実施体制、観測項目、観測方法について議論。以下はコメントの一部

- ・ 冬場になると小さい船では出航できる確率がかなり低いのでは
- ・ 河口付近は取っておいた方がよい
- ・ 大事なことは、とったデータが研究に使えるデータであること

第 8 回震災対応 WG 議事メモ

2011 年 11 月 4 日（金） 10：00－12：30

毎日新聞社ビル 9 階 D 会議室

参加者：

花輪会長、津田副会長、池田、市川、岩坂、岡（記録）、川合、河野、河宮、神田、久保田、才野、島田、杉崎、中野、升本、池本（NHK）、眞木（NHK）、稲垣（NHK）、浜野（NHK エンタープライズ）、金井（うずまき堂）

1. 最近の情勢報告

- ・ 10 月 15 日に海洋大でシンポジウムを開催。150 名の参加があった（花輪）

- ・ 分析 SWG の植松さん・青山さんより、日本の機関ではサンプルの分析がしきれなくなってきたという相談があり、ベルギーの IMRR という研究所に約 100 本の精密測定のを要請を 10 月 19 日に会長名で出した。返事はまだ来ていない（花輪）
- ・ 2 月の Ocean Sciences Meeting の震災対応セッション。全体で 33 件の発表。うち日本から 13 件（池田）

2. 各 WG の活動報告

2-1. 観測 SWG

- ・ 航海、観測情報を更新中。来年度の航海情報もできるだけ早く集めたい。3 月を目標に 1 年の SWG 活動を文章にまとめる予定（津田）

2-2. 分析 SWG

- ・ 上記の通り精密測定のを依頼を出した（花輪）
- ・ Q：費用は？ A：計測費はあちら持ちと考えている。輸送費などに J-RAPID のお金を

2-3. モデル SWG

- ・ 津旨さんなどのモデル結果が出だした。今後、沿岸をより細かくモデリングしていきたい。そのために、海の中の色々なプロセスに関する情報を共有化したい（池田）
- ・ コメント：生態系モデルは重要（津田）
- ・ 本件に関連して： 提案のあった通り、関連論文のリストを WG のサイトに載せるということでもいいか（花輪） →承認。これからも WG メンバーが知っている論文を広報担当に伝えるようにする

2-4. 生態系 SWG →特になし（鈴木伝言）

2-5. 広報 SWG

- ・ 日本語のサイトのみ、出版物のページを追加しておいた（川合）
- ・ 先日、「未来に残そう青い海」という NPO 法人から放射能測定のを専門家を紹介してくれという依頼があった（来日中のアメリカ人に面会してほしいため）。植松先生等、専門家が出張等で不在のため無理と先方に伝えて、この件は終わり（川合、杉崎）
- ・ 先日の NHK の 20 km 圏内調査の文書で生じた所属問題、機関によっては問題になる可能性大きいので、今後気をつけるようにする（川合） コメント：自分のときは所属を「震災対応 WG」と変えることで所属機関の了解を得た（市川）
- ・ 先日の海洋大でのシンポジウムについて、出席できなかった人から概要を教えてほしいという要望があった（市川）
- ・ 11 月 19 日のサイエンスアゴラのシンポ準備中。お手伝いは 9 名集まった（市川）

- ・ NHK エンタープライズから取材申込。BS-1 で 50 分×3、来年 3 月放映予定。世界を代表する 3 人のジャーナリストが取材する形だが、その中の一人が海からという視点で取材する予定。まずはサイエンスアゴラの取材をすること。後ほど議論（市川）
- ・ 来年の連合大会のセッション提案が出揃った。大気海洋環境科学セクションからのものをふくめ、震災関係のセッションが複数ある（川合）
- ・ JAMSTEC が 11 月 20 日（日）に東日本大震災関連の緊急調査とその結果の報告会を秋葉原コンベンションホールで開催予定。海洋の分野では才野さんと升本さんが話題提供（才野）

3. その他の議論

3-1. 福島第一原発の 20 km 圏設定について

池田さんの提案で議論を行ったが、下記の通り NHK の 20 km 圏内調査ができそうなこともあり、今の段階で声明を出すのは待とうということになった。むしろ、調査結果に基づいて後で立ち入り禁止区域に関する意見を出すことを考える

3-2. 来年の春学会について

震災対応講演を通常セッションとシンポジウムのどちらでやるか議論した。→午後の幹事会に持ち越し

3-3. NHK の 20 km 圏内調査について（池本）

- ・ 水産庁と文科省には両方ともうちの所管ではないと言われた。現地対策本部預かりだが、前向きに考えてもらっている。2つの方法があると言われている
 - 方法 1：20 km 圏内に入るのは各市町村から「公益立入許可」をもらう
 - 方法 2：調査主体に福島県が参加する（＝原災法の「地方公共団体による緊急事態応急対策」として位置づける）
- といった状況で、正面からいっているが、何とかかなりそうな感じ
- ・ 実施体制：福島水試の船とスタッフを考えていたが、県が難色を示しているため、独自に船とスタッフを手配中。サンプリング作業については 2 社に打診し、三洋テクノマリンが 20 km 圏内に入ってもいいという経験豊富な調査員 3 人を確保してくれた。安全面については放射線取扱主任の参加協力について A 社と協議中。船についても、いわき市漁協・久之浜支所がやると言ってくれ、確保の目処
- ・ 観測内容：5 km メッシュで底泥→さらに場所を絞って泥の中の生物を採取し、濃縮状況を調べる。海水は原発近くの 3 地点。分析についてはいくつかの大学と相談中
- ・ Q：出航の確率は？（岡） A：漁協の人は 3 日中 2 日くらいと言っている
- ・ 採泥ポイントについて議論 →水深ベースがよいのではということになった
- ・ 放送は 1 月中旬を目指している。

- ・ Q：分析は間に合わない可能性が高いのでは？（市川） A：分析のスケジューリングが課題であることは認識している。現在協力を表明してもらっている機関（東北大など）には鋭意分析を進めていただけたらと思う
- ・ Q：精密測定が必要というより高いレベルの放射強度を対象としているという認識でよいか？（津田） A：その通り。またメッシュの細かい観測の必要性も指摘されている
- ・ コメント：福島はよいが、茨城は難しいかも。非常にナーバスで、調査することが風評被害につながると思っている（河野）

3-4. NHK エンタープライズの番組について（浜野）

- ・ 番組のコンセプトについて説明。3本作るうちの1本。David Suzuki さん。カナダの地球環境方面の著名な方

第9回震災対応WG 議事メモ

2011年12月9日（金） 10:00-12:00

毎日新聞社ビル9階 E会議室

参加者：

花輪会長、岩坂、岡（記録）、川合、河宮、神田、中野、浜崎、升本、池本（NHK）、眞木（NHK）、谷畑（大阪大核物理研究セ：情報収集のためオブザーバー参加）、黒倉（東大院農、日本水産学会政策委員長：水産学会よりオブザーバー参加）

1. 最近の情勢報告

- ・ ベルギーの研究所（IMRR）にサンプルの分析を海洋学会会長名でお願いした件。「喜んでやります」という返事が11/10付けで来た（花輪）
- ・ 11/19のサイエンスアゴラ。122名の参加があった。サイエンスアゴラ賞を受賞（花輪）

2. 各WGの活動報告

2-1. 観測SWG →特になし

2-2. 分析SWG →特になし

2-3. モデルSWG

- ・ 海底堆積物への蓄積についてもこれから考えていかなければならない。12/19 午後に海底堆積物の蓄積に関する情報交換会をSWGと堆積物研究者の間で行なう予定（升本）
- ・ 論文が少しずつ出てきた。宮澤さんが数学セミナーという雑誌に解説記事。津旨さんがモデル結果を論文発表（升本）

- ・ エレメンツという化学系の雑誌に、原発関連の海洋シミュレーションに関するレビュー論文を頼まれている。5つのモデルの比較をテーマにして書く予定（升本）

2-4. 生態系 SWG →特になし

2-5. 広報 SWG →特になし

3. その他の議論

3-1. NHK からの報告（池本）

20km 圏内調査（11/21～12/7）一昨日終わった。17 日間で 11 日間船を出せた。参加研究者：津田、加藤、神田、石丸。サンプリング：海底土 37 地点で 2 キャストずつ。サンプルは 0-2 cm、2-4 cm、4 cm 以深の 3 つに切り分けた。海水採取は 4 地点。表層と底層。プランクトンと底生生物 4 地点。魚介類 4 地点。底びきとさし網。空間線量は原発の近くで局所的に最大 $9 \mu\text{Sv}$ のところがあったが、20 km 圏内のほとんど全ての地点で $0.1 \mu\text{Sv}$ 以下だった。あげたサンプルの線量が $25 \mu\text{Sv}$ 以上なら即廃棄することに決めていたが、すべてのサンプルでバックグラウンドの値と変わらなかった。海底土分析結果の速報値を見ると、20 km 圏内の南側部分にホットスポット的なところがあるように見え、また原発の北側より南側の方が高い。

3-2. 汚染土を海へ投棄する話について（谷畑）

12 月 2、3 日に大阪大で加速器を使った廃棄物処理研究会を行った。最後の核廃棄物処理セッションで谷畑・藤原両名が福島土壌調査の報告と、深海処分についての考えを説明：汚染土をどうするかが今の最大の問題。放射線は 200 m 離れて 8 割減衰する程度。また空气中で散乱するため、1 軒の家を問題なしの状態にするためには周囲 1 km 四方くらいを除染しないとだめ。処分方法については、1. 山を削って谷を埋める 2. 堤防を作る（はぎとった土壌の量を計算すると日本中の原発の土壌の周りに高さ 10m の堤防を作れる）3. 深海処分。議論のポイントはよしあしと実現性。よほど大きいことをやらない限り、福島の人々は元の生活に戻れない。また、汚染物の特殊性もある。社会の人々のヒステリックな対応を考えると、深海処分はいい案の一つだと思っている。ただ海洋に関して我々は素人。専門家の意見を受けた上で可能ならやれば。という段階で、これから議論をして、必要なら提言をしようかという認識だったが、新聞に出てしまった（<http://www.asahi.com/national/update/1204/TKY201112040327.html>）。

人間が住むところがすでに汚染されているというのが今回の特殊事情。水素爆発で出たので、ほとんどが半減期 30 年のセシウム 137 と半減期 2 年のセシウム 134。長期的に問題と

なるのはセシウム 137。セシウムと土壌は化学的に非常に強く結合し、並大抵のことでは壊れない。ある意味、セシウムがコンテナに入っているのと同じ（結合した土壌が拡散しなければよい）。昔アメリカがカリフォルニア沖の浅い海域に捨てたことがあった。その経験からいうと、ほとんど広がらない（4.5 m 離れると影響なし）。海底に 150 年間キープできれば 32 分の 1 になる。ロンドン条約については困難が予想されるが、1. 福島の上記特殊性により説得できるのでは 2. 今のところ日本の政府は福島の土壌を放射性廃棄物とは定義していないので、ロンドン条約にはかからない可能性もある。

1 mSv/year は非現実的。福島の中通りから東は住めなくなる。20 mSv/year の場合、5 km×30 km の地域だけが年間 365 日滞在できない地域となる。線量が 1/10 になる深さを調べると、30 mm くらい。5 km×30 km×5 cm の土壌の量は $7.5 \times 10^6 \text{ m}^3 = 200 \text{ m 立方}$ 。神戸ポートアイランドよりも少ない。

今回出た放射性物質の総量は 570 PBq（神田コメント：セシウムとしてはもっと少ないはず）。土壌に残っているのは（セシウムで）0.75 PBq。海にすでに流された 15 PBq に比べるとはるかに少ない。日本は国土狭いが、EEZ は広い。貯蔵案：1. 海溝に置く 2. 日本近海のできるだけ深いところに置く 3. 日本領海内のできるだけ深いところに置く。放射性物質の量はざっと 1 PBq。150 年間土を入れておく容器を作るのはそれほど難しくない。

コメント：

- ・ 土壌の処理については、日本農学会から「畑地については 5 cm 削って深いところに埋めろ」というリコメンデーションを 10 月末に出している（土とセシウムは強く結びついているので、土そのものが顔を出さない限り大丈夫）。ただ、山については未定。なお、今年は必ず落ち葉を回収すべき（黒倉）
- ・ サイエンスとしてどうかという問題と実現可能かという問題（これは社会問題なので）を区別して考える必要がある（花輪）

4. その他

- ・ 来年のみらいのスケジュールが決まった（川合）
- ・ 水産学会より 3 つ。1. 提案：サイエンスコミュニケーションを深めるのができていない。機会があれば一緒にやりたい。→市川さんを紹介する 2. お願い：農学会の提言に水産関係が含まれていない。現状認識ができていないので、協力をお願いしたい 3. 情報提供：水産学会でデータアーカイブを立ち上げた（黒倉）
- ・ 春学会。震災関連のセッションは 3/27 午後

第10回震災対応WG 議事メモ

2012年1月20日（金） 10:00-12:00

東京海洋大学楽水会館 2階会議室

参加者：

花輪会長、池田、石丸、市川、岩坂、植松、岡（記録）、小川、川合、河野、神田、久保田、鈴木、中野、升本、松田（横浜国立大、日本水産学会政策副委員長：水産学会よりオブザーバー参加）、池本（NHK）

1. 最近の情勢報告

- ・ 1/15にNHKスペシャルのテレビ放映があった。視聴率7.6%で、4.0%分が女性（通常より女性率高かった）。反響もそれなりにあった。測定の結果、海の上は原発近傍を除き、陸に比べて線量ずっと低かった。20km圏内の放射能総量を見ると、海と陸で1対100、あるいは1対1000くらいだった（花輪、池本、神田、石丸）
- ・ コメント：その後、水研センターや東電から、20km圏内でやりたいけど漁協とうまくいっていないという相談があった。今後、文科省だけでなく他の省庁も巻き込んでやらないとだめ。（石丸）
- ・ 冷凍保存しているサンプルについて、セシウム以外のサンプルを測ってほしいという要望がある。（池本） →対応を検討
- ・ 文科省科学技術・学術政策局原子力安全課防災環境対策室から電話。4月以降の海洋モニタリングを議論するためのWG（15名程度）を作りたいので、海洋学会長として主査をやってほしいと言われた。今後、2~3月に活動することになると思うので、震災WGの皆さんにもご協力をお願いしたい（花輪）
- ・ 前回のWGで谷畑さんが750万m³の汚染土の最終処分について海洋投棄案を紹介したが、2度と回収できない、海の底にも流れはある、生物経由の広がり、等の理由により否定的なトーンだった。12/27の日本学術会議・地球惑星科学委員会でも北里洋さんから問題提起されたが、やはり否定的なトーンだった。日本学術会議の別の委員会でも中島映至さんが提起したが、ロンドン条約があり難しいという意見があった。このように、ネガティブな意見が多いという状況になっている。日本農学会からは、深く掘って埋めろという提言が出ているそう。（花輪）
- ・ コメント：日本農学会の提言には「実行可能か？」というニュアンスも読めた（松田）

2. 各WGの活動報告

2-1. 観測SWG →特になし

2-2. 分析SWG

- 1/6 に海洋大で約 20 名集まり、観測状況、取得サンプルの測定状況、今後の方針、標準試料による測定値の相互検定などについて話し合った。これまでに 12 グループで 2500 サンプル取得しており、うち 800 を計測済み。EU にも 120 くらいを依頼予定。自分たちのデータだけでなく文科省のデータも使って評価しようという話になった。8 月の白鳳丸航海でサンフランシスコ沖で高い値(1 サンプルだけだが同じ時期の柏よりも高い)が出たという話が植松よりあった。また、Cs137 の鉛直採水の分析進んでおり、41N・165E で 800 m 深まで Cs が検出されたという話が青山よりあった。(植松)

2-3. モデル SWG

- 12/19 に放射性物質や海底堆積物の専門家を呼んで情報交換した。5 グループが活動中。原研グループと地球シミュレーターグループのモデルは既に堆積物を組み込んでいる。自衛隊の ADCP 流速データがあり、それを使ってよいことになった。2 月の Ocean Sciences Meeting や 3 月の春学会ではアップデートされたモデル比較について話したい。大きいモデルと沿岸モデルをどう組み合わせるか、河川の影響、東に運ばれた放射性物質が渦活動によって亜熱帯域にも入っていくのでは、といったあたりがポイント。河川は、淡水フラックスにより流動場に影響、放射性物質を運ぶ、という 2 つの点で重要。河川流量のデータを水位から換算して構築中。(池田、升本)
- コメント：4 月からの海洋モニタリングについての提案をモデリング SWG から是非もらいたい(花輪)

2-4. 生態系 SWG

- 海洋環境問題委員会の中に生態系影響に関する実働部隊を作ることを検討中(鈴木)

2-5. 広報 SWG

- サイエンスアゴラの賞をもらった。これからどうするか考え中だが、とりあえず今年のサイエンスアゴラでも何かしなくてはならないだろう。(市川)

3. その他の議論

- 春学会で震災関連のシンポジウムを 3/26 (月) に行う。3 部に分かれていて、1: 放射性物質による海洋汚染、津波による生態系の破壊の実態、2: 学会活動(震災対応 WG、NHK と行った 20 km 圏内調査、広報アウトリーチ)の報告および東北マリンサイエンスの紹介、3: 今後どのような研究が望ましいのか、また学会がそれにどのような役割を果たすべきかについての総合討論(花輪)
- コメント：どの程度一般向けにするのか → 基本的には学会員向け
- 5/21~25 の地球惑星科学連合大会で震災に関するセッションを予定。call for paper は 2/17 までだが、外国の観測の話以外の中身はまだ決まっていない(池田)

第 11 回震災対応 WG 議事メモ

2012 年 3 月 2 日（金） 10:00-12:00

東京海洋大学 9 号館 2 階会議室

参加者：

花輪会長、津田副会長、市川、岡（記録）、川合、河野、神田、杉崎、鈴木、中野、升本、松田（横浜国立大、日本水産学会政策副委員長）、松野

1. 最近の情勢報告

- ・ 前回の WG 会合で報告した文科省の 4 月以降の海洋モニタリングの検討会会合が 2/13 に開催された。所掌 2 つ： 1. 今まで文科省がやってきたモニタリングの報告書(H22、H23) の評価 2. 4 月以降文科省の方でどのようなモニタリングをすればよいか検討。幹事会の意見をも含めて文科省に回答した。3 月中にモニタリングの方針がオープンになる予定（花輪）
- ・ Ocean Sciences Meeting (2/20-24) およびその前の週 (2/16,17) に関係者で開いたワークショップの報告 →池田さんメール (2/25) のメモ参照。まとめ文書とか次回についての話は出なかった。(升本)

2. 各 WG の活動報告

2-1. 観測 SWG

- ・ 特になし。今後の予定として、昨年と同様、各機関の震災対応航海のスケジュールをまとめて、なるべく早くまとめて公開したい（津田）

2-2. 分析 SWG

- ・ 特になし

2-3. モデル SWG

- ・ Ocean Sciences Meeting (Salt Lake City) で福島セッションを開催した。日本の中でモデル比較を進めている（電中研、原研、JAMSTEC (JCOPE、ESC)、愛媛大)。東電が 1994 年にやった ADCP 観測がデータとして使えそうだということで、津旨さんが検討中。SIROCCO、NOAA も含めたモデル比較のレビュー論文がもうすぐ受理されそう。Ocean Sciences Meeting の時に、もう少しきちんと比較しようという話になったので、IAEA の動きも見ながら、国際的な枠組みで比較を行っていきたいと考えている。(升本)
- ・ コメント：最近のテレビを見ていると、汚染水はコリオリが効いて岸沿いに南下するようになっているが、本当にコリオリの影響なのか？基本場（南向きの沿岸流）の影響が大きいのでは？（松野）

2-4. 生態系 SWG

- ・ 昨年9月の提言内容の1つがデータベース。どこがどういうデータを出しているのか、ポータルサイトを作って見られるようにしたいが、ボランティアベースだと実行難しかった。青い海助成事業で、今後のDB（データベース）間のネットワークづくりのための会議を申請したいと考えている。これまで山田奈海葉さんがボランティアとして検討。東大大気海洋研、MIRC（海洋情報研究センター）、JAMSTEC、水研、環境研あたりに声をかけた。青い海に落ちたら海洋環境研究会の事業としてやろうかなと考えている（鈴木）
- ・ 議論：震災対応航海でとったデータの公開をどうするか？現在、2800サンプル中800が分析済み。JODC（日本海洋情報センター）に送って公開するのが一番よいが、生物とか泥とかは難しい。解釈も出す必要がある。→今後植松さんを中心に検討することを期待する。

2-5. 広報 SWG

- ・ JpGU にウォールストリートジャーナルから問い合わせ。大気とか花粉の話なので、茨城大の北さんに振った。（川合）
- ・ やはり JpGU、北さんがコンビーナで5月の連合大会のセッション（複合領域）。31件申込み。海洋関係は池田、本多、川上（川合）
- ・ サイエンスアゴラの報告書ができた（WG内で回覧）。今年（11/9～11）についても今後検討（市川）

第12回震災対応WG 議事メモ

2012年5月18日（金） 10:00-12:00

東京海洋大学 楽水会館2階小会議室

参加者：

花輪会長、津田副会長、池田、市川、植松、岡（記録）、河宮、川合、神田、久保田、島田、中野、浜崎、升本

1. 最近の情勢報告

- ・ NHK スペシャル「知られざる放射能汚染 ～海からの緊急報告～」が第53回科学技術映像祭内閣総理大臣賞を受賞した（花輪）
- ・ 日本学術会議東日本大震災復興支援委員会放射能対策分科会から「放射能対策の新たな一歩を踏み出すために一事実の科学的探索に基づく行動を一」というタイトルの提言が4/9付で出た。協力者として池田、石丸、植松、升本各氏の名前があり、本WGによる

協力という一言が入っている。学術会議の HP からダウンロードできる（升本）

- ・ NHK が 6/10 の夜に教育テレビの例の番組の最新版を放映予定。内容はもっぱら川だが、新潟県の阿賀野川で放射性能が結構高濃度で出た。猪苗代湖が源流のせいでは。ただ、泥では出たけど、生物には行っていないもよう。放映先立ち、先日新潟で住民説明会が行われた（神田）

2. 各 WG の活動報告

2-1. 観測 SWG

- ・ 最近北大から、おしよ丸が震災対応航海をやるのでリストに載せてほしいという依頼があった。各船の今年度のスケジュールも決まってきたので、夏までにはリストを整備したい（津田）
- ・ コメント：おしよ丸、震災対応航海をやるという条件で代船決まった。
- ・ コメント：Ken Buesseler がもう一回調査航海をやりたいと言っているが、米国側ではもう研究資金がない。日本の研究資金に色々働きかけているが、今のところ見つからない（植松）

2-2. 分析 SWG

- ・ 今年に入って一度開いたまま。まだまだサンプルは増えているが、選んで測定している状態。一度データアーカイブをきちっとまとめる作業をした方がよいという話をしている。昨日か今日、新学術の放射能の課題のヒヤリングがあった。海洋関係の計画課題は山田さんと神田さんの二つ。もし採択されればこれから中心となって調査研究が継続できる。ASLO (Association for the Sciences of Limnology and Oceanography) の琵琶湖の国際会議で 7/12 に津波と合同で海洋のセッションを行う。また、11/12~14 に Fukushima Ocean Impact ワークショップ。Ken ほかに米国 3 名と植松、松田、城山（東大公共政策）。スポンサーは Japan Foundation（外務省の外郭団体）。WS 開催費用として 9 万ドルついた。中島さん、升本さん、神田さん、馬奈木さん（東北大）、勝川さん（三重大）などに話してもらう予定。東大の山上会館で 2 日間、発表とパネルディスカッション。3 日目は伊藤国際学術会館で半日間一般向けのコロキウム。WHOI (Woods Hole Oceanographic Institution) の Oceanus で特集号を作る予定（植松）
- ・ コメント：ベルギーの研究所にサンプルは送ったのか？ → 第 1 陣 60 本は送った。結果はまだ確認していない。

2-3. モデル SWG

- ・ HP を半年以上改訂していなかったなので、モデルの相互比較ということで作って 4 月に公開した。黒潮続流に取り込まれるあたりがモデルによってだいぶ違う。来週地球惑星の連合大会で Steve Jayne (WHOI) を含め 3 人くらいくる。そのときに合わせ、サブグ

ループの会合を開く予定。石川さん（JAMSTEC）中心で、がれき漂流のシミュレーションが行われている。（池田）

2-4. 生態系 SWG

- ・ 関連情報：東北大、東大大海研、JAMSTEC による東北マリンサイエンス拠点形成事業が動き出した。放射能は扱わず、生態系を扱う。生態系の方は遅れていたが、これでかなり追いつくのでは。3 機関にぶら下がっている機関は全国にある。縦割りのプロジェクトをまとめて見る人が必要だが、今年若い海事業に採択された山田さんのデータベースが役立つかも。（津田）
- ・ コメント：生物の回復の度合いというのはどのくらいの速さなのか？ →生物によって違う。海洋の生物は基本的に卵をたくさん産むので回復は早いはず。ただ今回の場合、住処が破壊されてしまったところは回復に時間がかかるだろう。また、ライフスパンが長い生き物（例えばアワビは産卵するまで 5 年）だと、最低でも 5、6 年はかかるだろう。栄養塩供給が変わった可能性もあるし、陸からの重金属や有機物汚染の影響もあるかもしれない。
- ・ 観測は女川湾、越喜来湾、大槌湾で集中的に行う。（津田）
- ・ 生物は色々な要素が絡んでいるので、複雑。同じ場所を色々な見方でやるのはよいこと（花輪）

2-5. 広報 SWG

- ・ 池田さんのモデルの情報を HP に載せた（川合）

3. その他

- ・ 岸さんから「海はめぐる」99 部（印税で購入）を被災した高校に送りたいのだが、震災対応 WG からお願いできないかと言われ、青森・宮城・福島・岩手 4 県の沿岸部の高校調べたら 70 校あった。（津田） →承認。会長、震災対応 WG と教育問題研究会の連名として送る。茨城、千葉の高校もプラスする
- ・ サイエンスアゴラ。今年は「一般の人と科学をつなぐ」というテーマで 11/10～11 に開催。申込み 5/23 〆切。今年は教育問題研究会で対応。中身を検討中。
- ・ 5/6 にメールで提案した通り、震災後の活動を検証する必要があるのではないか（池田） →議論を行った。次回継続審議
- ・ 秋学会の時に清水で市民講演会を検討中。内容を震災対応 WG で検討してほしい。9/17 の 13～16 時。市議会のホールで 200 人くらい。海洋学会と東海大海洋学部の共催を検討中（久保田）
- ・ 吉田尚弘さん（東工大。日本地球化学会会長）のサイエンスの解説記事が 6/1 に出る。神田さんも連名

第13回震災対応WG 議事メモ

2012年7月20日(金) 10:00-12:00

(株)マイナビ マイナビルーム 2F-X

参加者:

花輪会長、池田、市川、植松、岡(記録)、川合、神田、島田、杉崎、中野、浜崎

1. 最近の情勢報告

- ・ NHK スペシャルがさらに2つ受賞し、合計3つに。今度のニュースレターに池本さんの受賞コメント載せる(花輪)
- ・ 先週のASLO無事終了した(池田)
- ・ 新学術領域研究「福島原発事故により放出された放射性核種の環境動態に関する学際的研究」採択された(神田)

2. 各WGの活動報告

2-1. 観測SWG

- ・ 特になし

2-2. 分析SWG

- ・ 皆さんそれぞれ分析を進めている。一番新しいところでは、1~3月に白鳳がインド洋に行ったときのサンプルを分析中。測定データを集めてデータベースを作成することを、青山さんを中心に準備中(植松)

2-3. モデルSWG

- ・ ASLOで、日本から津旨さん、チェさん(JAMSTEC)、池田さん、外国からフランス人2人、Ken Buesselerのグループの吉田さんがモデリングについて発表した。これからは、外国のメンバーともモデリングSWGと情報交換する方針である(池田)

2-4. 生態系SWG

- ・ 生態系SWGとしては特に進展はないが、青い海助成事業として取り組まれている「東日本大震災による海洋生態系への影響調査に関わる情報共有ネットワーク(Marine Ecosystem Assessment Network in Tohoku: MEANT)構築の推進事業」の第1回会議が開催され、まずは情報の収集とポータルサイトを設置する方針が進められるとのこと。また、洋上流出物については環境省が委託事業を進めており、
http://www.env.go.jp/water/marine_litter/conf/c01-03/mat04_2.pdf
京都大学が中心となって進めているよう

<http://marine-debris.kugi.kyoto-u.ac.jp/>

(鈴木：メール報告)

2-5. 広報 SWG

- ・ サイエンスアゴラ 2012 に申請を出した。11月11日(市川)
- ・ 秋の学会で9月17日の13時から市民講演会をやるが、その直前の11~13時に同じ会場でサイエンスカフェをやる予定(市川)

3. その他

- ・ 池田さんの提案2件について。1つ目：太平洋東岸への漂流がれきに関する政府への提言
- ・ 花輪：水産庁はどうか？
- ・ 杉崎：がれきがいちばん弱点。がれきは国交省の対応になっているようで、全然情報がない。気象庁は？
- ・ 中野：観測船による目視くらいはしているが、回収とかそういう話には全然なっていない。国交省とか環境省とかか？海洋政策本部のHPを見ても漂流のシミュレーションという話はあるが、回収の話はない
- ・ 池田：瓦礫に関して政府の方で検討は行われているようだが、情報が外に出てきていない。それを明らかにしてほしいというのが第一
- ・ 神田：アメリカカナダのがれき処理の費用の一部負担をするための補正予算を外務省が要求へというニュースが本日出ている
- ・ 市川：どういう立場から提言を出すのか
- ・ 浜崎：海洋政策本部のHPには6/25にNOAAで専門家会合を行ったという報告書が載っている
- ・ 花輪：今の提言案は「瓦礫処理はこうあるべきか」ではなく、「政府の考えを明らかにしてください」だけ。それでは迫力がないのでは
- ・ 池田：日本国内で起きていることと同等に考えるべき
- ・ 杉崎：精神論的には賛成だが、国民の反応がどう出るか
- ・ (さらに議論ののち)花輪：本日はコンセンサスが得られなかった。震災対応WGの名前を使わずに意見を出す(例えば新聞に意見を出す)ことも可能なので、まずはそのようなことを考え、その間に学会としての提言を考えてみたい。ということで、今日は保留。今後も情報収集し、数週間たったところでサイエンススペースの話も混ぜて本当の提言として出すという方向で検討
- ・ 池田：学会会員全体に問いかけてみようと思う
- ・ 池田：2つ目。前回も議論した大震災への取り組みへの「検証」。JAMSTEC内部では既

に動いている

- ・ 市川：やるなら、自己検証の重要性を述べて、海洋学会震災対応 WG として自己検証をするくらいしかないのでは
- ・ 花輪：一般に時間が経つほど記憶が美化されるので、震災直後の対応についての検証は今やってもいいかも
- ・ 植松：検証ではないが、中島さんを中心に震災対応の記録の本をまとめ中
- ・ 花輪：やったことの記録は他に色々ある。我々がやったことに対する反省は可能。プラス、外の人はどう見ているかを知りたい。昨年秋のナイトセッション、今年の春のシンポはそういう意味もあったと思う。ということで、やってみないか。会長から各 WG のリーダーに意見を聞いてみる。→ということで、やることに決定。震災から 1 年半後の今秋を目処に
- ・ 花輪より 2 つ。1 つ目：海洋放射能汚染調査に関する集まりの第 2 回が 8 月 3 日午後文科省で開催。モニタリングに関して何か注文あったらお願いしたい。2 つ目：メールでお伝えしている通り、海洋開発分科会（小池委員長）がドキュメントをまとめている。第 1 期海洋基本計画が今年度で終わり、来年度から第 2 期が始まる。今年いっぱい以案を作り、来年頭に計画を作りたい。色々なところから意見を集め中

第 14 回震災対応 WG 議事メモ

2012 年 8 月 23 日（木） 10：00－12：00

(株)マイナビ マイナビルーム 2F-X

参加者：

花輪会長、津田副会長、市川、植松、岡（記録）、川合、神田、杉崎、中野

1. 最近の情勢報告

- ・ 瓦礫問題。前回の震災対応 WG では、池田さんからの政府への申し入れ提案について議論し、継続審議となった。その後、池田さんが海洋学会 ML で提案を行ったが、これに対して 1. ML は議論を行う場ではない、2. 提案内容に同意できない、という意見が寄せられた。そのため池田さんに、ML では議論しないよう、また本件について幹事会で議論することを伝えた。その後幹事会で議論したが、海洋学会の活動範囲を越えているという意見が多く、学会としてはこの提案は出せないことを池田さんに伝えた。その後、池田さんは海洋学会会員有志の連名で環境省に出した。池田さんから、この瓦礫問題に対して自由に発言できる別の ML を作るとの連絡を受けた（花輪）

2. 各 WG の活動報告

2-1. 観測 SWG

- ・ 航海情報をまとめ中。(津田)

2-2. 分析 SWG

- ・ 恩田新学術の立ち上げがあった。分析 WG のメンバーのほとんどが2つの計画研究(海洋、海洋生物)に分かれて入った。今まで測った海水放射能データを青山さんのところに集めた。新学術でデータセンターを作るので、集めたデータは論文になり次第、このデータセンターを通して公開する予定。各官庁のモニタリングデータ、陸のデータも含めてデータベース化しようとしている。(植松、神田)

Q: サンプルをどこかでアーカイブしておけないか

A: 福島大学にできる新たなセンターでアーカイブできるようになるかも

- ・ 11/12~14 の放射能に関する国際シンポ。日本学術会議の会長が興味を持ったため、学術会議が主催者に加わることを検討中。提出中の提案書が通れば、学術会議、WHOI、大気海洋研の主催となる(植松) 追加情報(8/28): 学術会議春日副会長より申請が認められたとの連絡あり
- ・ 文科省 EOC (原子力災害対策支援本部) が所掌している放射能の移行に関するモデル化への検討会。相変わらず海洋が入っていない。文科省は当初の方針を変えたくないからかもしれない(植松)
- ・ 昨日、福島沖でとれたアイナメから 25000 ベクレルというニュースが出たが、石丸さんがずっと見ていて、クロダイなんかは宮城が一番高い。一つの可能性はセシウムが陸から来た。阿武隈川とか。川が高いのは北の方。どこか1ヶ所を選んで川と海を一緒に調べることを検討中(神田)
- ・ JAMSTEC が昨年4、5月に行ったサンプリングの海水が 200 サンプル以上残っている。文科省は報告を出してくれれば使ってよいとの見解。新学術で山田さんが代表として JAMSTEC に申請し、関係者がそれぞれの放射性核種を測定する予定(植松)

2-3. モデル SWG

- ・ 学術会議で小さな WG があって色々な話もしている。海洋からは環境モデリングワーキンググループに升本さんと津旨さんが参加している(植松)

2-4. 生態系 SWG

- ・ 特になし

2-5. 広報 SWG

- ・ 特になし

3. その他

- ・ 環境技術学会から依頼され、原稿書いた。後日、別刷を配布したい（花輪）
- ・ 自己検証作業ということで今まで集まった分をまとめ中。引き続きインプットをお願いしたい（花輪）
- ・ 9/17 午前中、清水区役所でサイエンスカフェ。神田さんに生物の放射能汚染関係話を話してもらおう。参加者を Web で募集中（市川）
- ・ 9/17 午後に市民講座。東海大学と海洋学会の共催。神田・青野・植松・池田さん＋パネルディスカッション（津田）
- ・ サイエンスアゴラ 2012、昨日採択通知が来た。花輪・津田・岸さんに話をしてもらい、その後パネルディスカッションを行う予定（市川）
- ・ 警戒区域、8/10 に岸から 5 km の範囲に縮小された（神田）
- ・ 文科省の動きを 2 つ。1 つ目：海洋放射能汚染検討会第 2 回が先日開催された（第 1 回は 2 月）。主な議題は海生研がやっている調査報告書 H23 年度版の承認と、本 WG にも諮った、4 月以降の海洋のモニタリングをどうするかということ。ただ今後、原子力規制庁ができ、文科省のやってきた放射能関係の業務が移る。それに伴い、この検討会も文科省から出る予定。2 つ目：本日の午後、海洋開発分科会の海洋基本計画立案に向けた検討会。来年度海洋関係で何をやるかというヒヤリング。JAMSTEC の資源調査船を作ることを承認することになるだろう（花輪）
- ・ 中島さんが中心になって今まで 1 年間の活動記録の本を出すということで、海の関係は海洋拡散、海洋生物、初期海洋観測体制の 3 つ（植松）

第 15 回震災対応 WG 議事メモ

2012 年 11 月 16 日（金） 10:00-12:30

(株)マイナビ マイナビルーム 9F-E

参加者：

花輪会長、津田副会長、池田、市川、植松、岡（記録）、川合、河宮、神田、吉川（東大院農。水産学会オブザーバー）、升本

1. 最近の情勢報告

- ・ 11/11 にお台場でサイエンスアゴラのシンポジウム「共に語ろう、東日本大震災後の海洋科学研究と教育」を開催した。今回は天文と科学コミュニケーションの専門家も呼んだ。昨年と比べると時間と場所が悪く、一般の参加者は 10 人ちょっとで、全員で 20 名程度だった。学会から社会への発信をもうちょっとちゃんとやったほうがいいのではという話になった。（市川）
- ・ コメント：アゴラのメインのテーマは科学コミュニケーションだった。感想としては、コミュニケーションを求めているのは我々の方であって、一般市民の方はそれほど求め

- ていない。(津田)
- 11/12,13 に東大本郷でクローズドの国際シンポジウム「Fukushima Ocean Impacts Symposium: Exploring the impacts of the Fukushima Dai-ichi Nuclear Power Plant on the Ocean」を日本学術会議共催で開いた。招待者 86 名が出席。31 名が外国から。放射性物質の広がり、生物による濃縮、水産食品、健康、それに加えて社会科学や報道の役割、などかなり広い範囲を論じた。一つ大きかったのは皆が集まって議論する場を作ったこと。研究者・政府・一般市民の間に入るメディア、NGO、学会などの存在が重要だなど感じた。もう一つはデータ。震災直後は色々なことを考えると隠すよりはオープンにした方がよいという話となった。翌日、NOAA（米国海洋大気庁）の人と話したが、「データは絶対に全ては出さない、一般市民はそこまで理解できないから、コントロールする」ということを言っていた。11/14には一般向けコロキウム「Fukushima and the Ocean」を開催し、登録者 273 名、実際には 200 名近い参加があった。3 日間すべてに WHOI が雇ったサイエンスライターが来ていて、Oceanus に一般向けの小冊子として出版する予定である。日本でも、それを翻訳して出版することを考えている。WHOI で 1 日だけのコロキウムを来年 5 月に開催することを計画中。(植松)
 - 9/17（秋学会最終日の次の日）の午後、市民講演会「東日本大震災による海洋放射能汚染の現状と今後」を海洋学会と東海大学で旧市庁舎にて開催した。構成としては、昨年のサイエンスアゴラを参考にし、学会員による成果と情報の発信。1 人 30 分で、青野さんからは一般的な放射能の知識、植松さんからは放射性物質の分布そのもの、神田さんからは生物または堆積物、食品といった話、池田さんからはモデル予測とそれにどういう不確かさがあるかについて話してもらった。そのあと津田さん司会により、日本科学未来館のサイエンスコーディネーター、東海大を去年卒業した方、発表者をパネラーとしてパネルディスカッション。人数としては 120~30 人。会場から質問を受け付けると、我々の期待とはずいぶん違うものが来た。(津田)
 - 9/17 の午前中にはサイエンスカフェもあった。須賀さんが司会、神田さんが話題提供。いつもの通り参加者 25 人くらい。最初 20 分くらい話したあと、小グループに分かれた。(市川)
 - 海洋大でも色々とやっている。11/3 に海鷹祭で「いわきサイエンスカフェ@海洋大ライブラリ」をやった。中心は川辺みどりさん。(神田)
 - 10/24 に旧水研連の懇談会に学会長代理で出てきた。水産分科会（or 旧日本学術会議水研連の懇談会）がこれから東北復興に本格的に取り組むので、学協会の協力を要請したいという話があった。(津田)
 - 「津波被災地での防潮堤建設にあたっての自然環境への配慮のお願い」という声明が生態学会、植生学会、水産学会の連名で岩手・宮城・福島県宛に出された。(津田)

2. 各 WG の活動報告

2-1. 観測 SWG

- ・ 活動休止中。(津田)

2-2. 分析 SWG

- ・ 新学術で山田さんなどが動き始めているが、初期にとった採水試料がまだ保管されているということで、それが JAMSTEC と海生研の 2 か所にあることが分かった。JAMSTEC の方は対応が決まったが、海生研の 9 トンの方は把握していない。1 本 20 リットルとすると、450 本。一機関で測るのは厳しい。(植松)

2-3. モデル SWG

- ・ 1. 学術会議からの要望でモデル比較のものを書く予定。また、SWG でやってるモデル比較を行う予定。2. 原子力規制委員会の話(後述)。3. SWG 新メンバー: WHOI 吉田祥子さん、九大広瀬さん。(池田)

2-4. 生態系 SWG

- ・ 特になし(鈴木伝言)
- ・ コメント: 放射能は新学術が動きだし、生態系は東北マリンサイエンス拠点形成事業でオールジャパン体制。水産学会等も動いているので、我々のミッションはある程度終了しているのでは(津田) ここ 1、2 年は東北マリンサイエンス拠点形成事業の活動を見守り、大所高所から意見するのでよいのでは(花輪)

2-5. 広報 SWG

- ・ 原研の乙坂さんのメールが受理されたという連絡が来た。現在、学会 HP のリニューアルを進めているので、本 WG のサイトもそれに合わせてリニューアルする予定(川合)

3. その他

- ・ 10 月下旬に神鷹丸で調査を行った。旧 20 km 圏内で 1、2 点やった。あと、9 月にも TBS の番組取材で 5km 圏内に入った。そのときに保安庁から、500 m 以内には近づくなと言われた。(神田)
- ・ 原子力規制委員会の放射能拡散シミュレーション。報道の通り、3 度訂正を行い、各自治体が混乱した。それでいいのかということ+バックアップを提起しようとしているグループがある。中心は東大の今田正俊さん(「計算科学から社会への情報発信のあり方に関する検討ワーキンググループ」メンバー)。海洋のことについて升本さんたちに話が来た(大気のことは中島さんに話が来た)。30 km 圏内の避難問題、海を通じて広がることもあるということ、何が分かっているかということ、他の原発でもできるということなどを話してきた。海洋からこのグループに提出する文書を用意しており、まだその

後で文書をどう扱うかは決まっていないが、提出する前に本 WG に相談する。(池田、升本)

- ・ コメント：それでいいのかという問題提起しようと中島さんたちがしている。つまり、規制委員会だけでそんなシミュレーションをしていいのか、学識経験者の意見を聞かなくいいのかということ(植松) 今回の規制委員会のシミュレーション、誰がやったのか全然表に出てきていない(花輪) ~議論~ 今回のお粗末なシミュレーションを受けて、よりよい方策をとるために批判して提言するような動きにつながるよう、モデル SG でやってください(花輪)
- ・ 12/10 までに春学会のシンポの申し込みをしなくてはならない(津田) 震災対応 WG 主催で堆積物を中心とした半日程度のシンポをやっては?(池田) 他学会も含めてもっと広範囲にしては?(植松) 連合でも 5 月大会で 3 つ提案されており、調整中(河宮) ~議論~ 堆積物を中心とした専門家向けシンポを、どの程度周りを巻き込むかを含めて池田・神田が検討し、他学会を巻き込んだ一般向けを植松が検討する。あと、一般講演に震災セッションを設けてもらう、ということで決定(花輪)

第 16 回震災対応 WG 議事メモ

2013 年 1 月 25 日(金) 10:00-11:50

(株)マイナビ マイナビビルーム 2F-X

参加者:

花輪会長、津田副会長、池田、市川、植松、岡(記録)、川合、河野、神田、杉崎、中野

1. 最近の情勢報告

- ・ 旧水研連の連絡会議を作ろうという動きがある。また、旧水研連あるいは学術系の水産系で何か震災対応をできないかと考えている。基本的には産業的なものを含めた復興、あるいはシンポの共催とか情報交換とか。弱い連携が求められている。(津田)
- ・ ビキニ事件 60 周年の特集番組を作りたいということで、NHK 静岡の奥秋さんが我々周辺の人たちのところを取材に回っている。海洋学会のやっていることに興味があるようだ。これから取材があるかもしれない。(花輪) ビキニの時は研究者が船を出したが、今回はどうなのかと聞かれた。(神田)
- ・ 漂流瓦礫の話。カナダでバンクーバーアイランドに漂着しつつある。現地の人がかかり気にしていることもあり、あちらの人と情報交換を始めた。(池田) シミュレーションよりもだいぶ遅く流れているという話があるが。(花輪) 瓦礫は昔からある。新たなメカニズムとしてはバラスト水ほどの脅威はないのでは。(津田) 放射能が恐れられているのでは。(植松)
- ・ 11/14 の一般向けコロキウムでアンケートを取った。出席者 200 名。一般が一番多かつ

た。男性 2/3。よかったが 8 割。普通は 6、70 代が最も多いのだが、今回は 2、30 代が多かった。外国人も多かった。5 月に WHOI でコロキウムを開くことになった。日本からは植松・神田・松田の 3 名と日本駐在の Science 記者が行く予定。あと、特集号を Oceanus に日本語と英語同時表記で出す。(植松)

- ・ 中島さんが原子力規制委員会委員長と会って学術会議から物申すということで、手渡す文書に海洋からもコメントほしいということで、これまでに池田・升本・津旨さんからコメントもらったが、他にあれば。(植松) 文書案を聞いていると、拡散予測に絞った方がよいのでは。(津田) 海洋に関しては、「海洋でも放出された放射性物質は拡散していくのだから、ちゃんと予測した方がいい」という「なおがき」がよいのでは。(花輪) 海に関して原子力規制委員会が全く考えていないというのが問題。(植松) だからこそ、大気とパラレルの位置で入れるべきでは。(津田) 2/4 の 13 時半から 1 時間、大西会長・春日副会長・中島さんなどが原子力規制委員会に手渡す。会合自体は盛りだくさんなので、この話題に割ける時間はそれほどないだろう。(植松)
- ・ この 2 年間で海洋学会員が準ボランティア的にとったのが少なくとも 4000 試料。海水と生物と堆積物。(分析 WG 関係の) 測定済みが 1500 試料。学会としては、大きなプロジェクトに移行しつつあるし、政府の方でもきちんと対応している (1 年前の時点では我々の方がサンプル数政府の倍くらいあったが、今は政府の方が圧倒的に多い) ということでいいんじゃないかと。(植松) 青森とか岩手とかで高濃度汚染魚が見つかっている原因は分かっているのか (花輪)。 タラにタグつけると北海道から福島くらいまで行き来しているようだ。(杉崎)

2. 各 WG の活動報告

2-1. 観測 SWG

- ・ 活動休止中。(津田)

2-2. 分析 SWG

- ・ 先ほど言ったことと、もう 1 つは 2012 年にどのような航海で放射能の測定をしたかという報告がいくつかのグループから出てきている。(植松)

2-3. モデル SWG

- ・ 追加の報告はなし。(池田)

2-4. 生態系 SWG

- ・ 特になし

2-5. 広報 SWG

- ・ 鈴木さんの方から青い海助成事業の特設サイトでアンケートを行うので周知させてほしいと言われたので、対応した。(川合)

3. その他

- ・ このWGの幕引きについて。解散すべきタイミングであると思うが、報告書を出すべき。ただしあまり負担はかけたくない。当学会はちゃんとやってきたという評判なので、窓口はなくしたくない。幹事のうちの1人を震災対応の幹事にして、外からのコンタクトがあった場合はその幹事が窓口となり、専門家を招集して対応に当たるというのがよいのでは。(津田) →解散すること、報告書を出すことを承認。次年度以降の担当幹事は神田さん。
- ・ (続き) 中島さんが東大出版会から本を出すということで、海洋学会はどう動いたかということ河野さんと津田さんにも書いてもらっている。裏話も入っているので、それが報告書の代わりになるのでは。(植松) 学術会議のクレジットは入るのか?(花輪) 恐らく、有志だと思う。現在、最終調整中。(植松) モデリングでもまだまだやるべきことがある。緊急事態に対応するシミュレーションなど。窓口が1人だけだと心もとない。(池田) 状況はずいぶん変わってきた。我々がやってきたことを国など、本来やるべきところがやるようになってきている。海洋学会は緊急対応でよくやったと思うが、長期的にはより専門のグループがやるようになるのが自然で、海洋学会員が必要であればそういったグループに入っていけばよいのでは。(植松) どの組織がどの業務に責任を持つのかはっきりさせてから解散しなくてはいけない。(池田) 業務委員会に移行しては。委員長は幹事会メンバー。メンバーは外部でOKということで。(神田)
- ・ (続き。報告書について：) 1つの提案として、会長によるまとめ、クロニクル、出した提言のまとめ、そして、議事メモを公開してはどうか。(津田) 目的は?→記録として残したい。(津田) 自らを検証することが大事。そういう気持ちを込めて議事メモを公開するなら賛成。(池田) SWGごとにエッセイを書いてはどうか。自己批判的な気持ちも込めて。(花輪) 色々考えたが、検証は外部や後の人々がやるべきものだったのでは、私の提案ではそういうものは極力排除した。(津田) 自己批判をしようと思っても各人の考え方も異なるので、統一的な見解は書けないのでは。(河野) 津田さんの提案は4部構成だが、やはりSWGのまとめがあつていいと思うが。(花輪) 了解。(津田) コンセンサスが得られたので、早急に進めよう。あまり時間を掛けたくないので、3月の1週目を目途に原稿を集約(花輪) →最終的な集約は津田さんに決定。クロニクルと提言は広報、議事メモは岡がまとめてこれまでの参加者全員に回覧。プラス、SWG長の活動報告。
- ・ 春季大会で神田さんと堆積物のシンポを開く。あと、JpGUの大会(5/19~24)で震災対応のセッションがあるので、海洋学会の3月のシンポのまとめを報告する予定(池田)

第 17 回震災対応 WG 議事メモ

3 月 9 日 (土) 10:00-11:00

東京海洋大学品川キャンパス 白鷹館 2 階多目的スペース 1

参加者:

花輪会長、池田、市川、岩坂、植松、岡 (記録)、小川、川合、河野、河宮、神田、久保田、島田、杉崎、鈴木、津田、中野、浜崎、寄高

1. 最近の情勢報告

- ・ 旧水研連の懇談会ができて震災対応もやりたいということで、学術会議との共催のシンポジウムを 11 月に竹内さん (海洋大) がとりまとめとなって開くことにした。内容は各学会が震災に対応してどういうことをやったかということ。各学会から 1 名、講演者を出してほしいと言われている。(津田) ※補足: 午後の幹事会で津田さんを出すことに決定
- ・ 今年 6-7 月に「計算科学シミュレーションの情報発信検討小会議」を学術会議との協賛で行う。(池田)
- ・ J-RAPID の終了報告の国際シンポジウムが今月 6、7 日、仙台であった。本 WG から本多さんと植松が講演した。本多さんはセディメントトラップの結果。ロボティクスとか地質とか、色々な分野の話があった。(植松)
- ・ 昨年 11 月のシンポジウムの内容を Oceanus 特集号として出版する計画は順調で、英語の原稿がほぼできて、翻訳を校正しているところ。(植松)

2. 各 WG の活動報告

2-1. 観測 SWG

- ・ なし。(津田)

2-2. 分析 SWG

- ・ 上記の通り。(植松)

2-3. モデル SWG

- ・ 今後何をするかということ議論している。今までやってきているモデルの相互比較やプロセス研究に関しては若干詰め切れていないのでまだやる。具体的には、外国でもやっている、太平洋全体に広がる過程をやるということ、緊急対応の体制を SWG で思考実験してみようと考えている。プロジェクトを取ることを検討中。(池田)

2-4. 生態系 SWG

- SWG からは特になし。関連して2点。「青い海」で山田さんがアンケートを取っているが、専門家からの回答が50くらいしか集まっていない状況。あと、米国ではゴミよりも生物の移流を気にしているらしい。(鈴木)

2-5. 広報 SWG

- 特になし。(川合)

3. その他

- 報告書についての議論： 東北大学は被災地の大学ということで5巻本をすでに出した。その中に学会活動について書いた。会長の話はそれに表書きをつけたものとするつもり。(花輪) 報告書の構成を復習しよう。1. 会長からの概要、2. 各 SWG からの報告 (A4 二枚程度か)、3. クロニクル、4. 議事メモ。これに、5. 添付資料として提言、航海情報、Q&A、シンポジウムのポスターなど、全て載せてはどうか。3月末~4月頭に全ての原稿を集めよう。5月の頭には完成させて pdf を Web に載せたい。あとでの追加・修正ももちろんありということで。(津田) SWG 報告、図がないと分からないのでは。(池田) 5の添付資料のところはこれまでの発表したものをどんどん載せる。その代わりに、SWG の報告は淡々と、というのが意図。(花輪) クロニクルにはどこまでを載せるのか？学会会員の個別の活動を含めた海洋学会の活動とすると、完全を期するのは難しい。教育問題研究会の「海のサイエンスカフェ」活動もあるが、震災対応 WG の活動に限って良いように思う。(市川) 海洋学会が何をしたのか、世間の人に分かればよいので、震災対応 WG の名前が頭わに入っていないものについてもどんどん入れたほうがよいと思っている。(津田)
- 恩田新学術の進捗状況について： 海は山田(弘前大)班と神田班の2つ。陸域班は川を經由して海に入ってくる量をきちんと求めたいということで活動している、川から沿岸に入った後のプロセスは全然分かっていない。淡水が海水と混じった瞬間に色々なことが起こる。このへんの解明を全体として目指したいので、今川を選んでいるところ。(神田) この新学術、ピュアサイエンス的なものなのか、それとも政府に物申すといった感じなのか？(津田) それに関連して、海洋学会が震災対応 WG を解散して、震災対応活動を止めてしまうとの誤解を招かないような記述が報告書に必要。(市川) それ(今後の海洋学会の活動内容との関連)もあって聞いたのだが。(津田) 2つ言いたい。まず、我々は震災対応 WG という形では終了というだけで、活動は継続する。そのために次期幹事会に震災対応幹事を置いた。活動をやらないとは一言も言っていない。もう1つは、私は新学術がそういう政治的な発言をするための活動だとは思わない。発言するなという意味ではなく、立場が違うということ。(花輪) 震災対応 WG としては終わり、そして今後どのような活動をするのか、ということは今度の総会で報告して

は。(池田) 2年前とはだいぶ状況が違う。今はやるべきところがやっている。(植松)
WGとして、WGメンバーが何をしていくかだけでなく、海洋に関してやるべきことを
どこがやるのか、あるいはやるところがないのかも報告できるようにしてはいけない

(池田) 震災直後の緊急事態への対応という段階は終わっているが、海洋学会が社会
に発信する必要がある種々の震災関連情報は今後もあると思う。次期幹事会での検討を
お願いします。(市川)

以上をもって、震災対応WGは解散。

5. 補足資料

5.1. 震災にともなう海洋汚染に関する相談会

日時：平成23年4月14日（木）16時より

場所：東京大学本郷キャンパス、理学部1号館中央棟336号室

発起人：池田元美、植松光夫、蒲生俊敬、田中教幸、谷口旭、山形俊男

（含む日本学術会議 SCOR 分科会委員、ICSU アジア太平洋域委員）

後援：日本海洋学会、日本学術会議（申請中）

プログラム

相談会の趣旨

各項目に関する情報提供および質疑

調査項目と方法への提言

研究プロジェクトの立ち上げと変更

相談会の趣旨：池田元美

現状の把握と将来の可能性も含めた情報交換・意見交換を行う

正しい情報を共有して、それを広める必要があれば積極的に広報する

もし提言を出せるなら、それを採択し表明する

今後の観測計画などを立てる際の方向性を議論する

福島沖の現況、観測報告：植松光夫（東大）／才野敏郎（JAMSTEC）

情報提供（敬称略）

放射性元素の性質：広瀬勝己（元気象研）、五十嵐康人（気象研）、青山道夫（気象研）

大気経由汚染のメカニズム：植松光夫（東京大）

陸域水系経由の可能性：長尾誠也（金沢大）

海洋放射性元素の分布：山田正俊（弘前大学）／植松光夫（東京大）

沿岸海洋の流動：北出裕二郎（海洋大）

黒潮親潮混合域の流速分布：升本順夫／宮澤泰正（JAMSTEC）

海流モデルと放射性元素データの比較：早稲田卓爾（東京大）

生物過程の吸着・濃縮・堆積への役割：高田秀重（東京農工大）、石丸隆（海洋大）

放射性元素の海洋生物影響：日下部正志（海洋生物研）

魚類の生態：片山知史（東北大）／池田元美

今後の観測：才野敏郎（JAMSTEC）、木暮一啓（東大）

情報提供に対する問いかけ

福島周辺の海洋における放射性元素の分布はどうなっているか

放射性核種の性質で海洋汚染に関わる重要なポイントは何か

大気に放出された放射性元素はどのように海洋を汚染しているか

大気放出汚染および原子炉周辺からの汚染水はどのように海洋を汚染するか

沿岸・陸棚上の海洋流動（潮汐、風成循環、密度流）はどうなっているか

少し沖合の黒潮親潮混合域の流速分布はどうなっているか

植物・動物プランクトン、食物連鎖などに伴う生物過程が及ぼす放射性元素の吸着・濃縮・堆積への役割は何か

放射性元素が海洋生物に及ぼす影響は何か

原子炉の鎮静化に関する最悪のシナリオは何か

5.2. 「震災にともなう海洋汚染に関する相談会」からの提言

2011年4月14日

2011年4月14日に下記発起人を中心とした有志により、「震災にともなう海洋汚染に関する相談会」が開催された（後援：日本海洋学会、日本学術会議）。100名以上の参加者があった。

福島第一原子力発電所から放出されている放射性元素による海洋汚染が、どのくらい深刻であるのか、どのように広がるか、海洋環境と水産資源にどの程度の影響を与えるか、海洋科学専門家は何をすべきかが議論された。それをとりまとめて、下記のように、海洋学会に提案する基本方針と、海洋科学専門家がとるべき具体活動とした。

相談会発起人：池田元美、植松光夫、蒲生俊敬、田中教幸、谷口旭、山形俊男

「震災にともなう海洋汚染に関する相談会（4月14日開催）」からの提言

同相談会参加者は以下の方針を確認し、海洋学会の総意として取り組むように提案する。また早急に具体活動を開始し、海洋学会を通じて様々な協力を、自らも含めた海洋科学専門家に求める。さらに学術会議 SCOR 分科会などを通じて他の海洋科学関係学会にも働きかける。

<方針>

- 大気、陸水、土壌、農学、水産など関連分野の専門家・学会と連携し、海洋科学専門家の英知を世界から広く結集することによって海洋汚染の実態を把握し、予測精度の向上に貢献する。
- 原子力工学専門家と協力し海洋への放出過程と量を把握するとともに、放射線防護の専門家による生態系と人体への影響評価に資する情報を提供する。
- 生態系を含めた海洋中の放射性核種について、海水中と海底堆積物での鉛直構造にも注目し空間分布や物質循環の時系列変化を求める。海域は沿岸陸棚、黒潮親潮混合域、それ以遠に分割し、現場観測とモデルを組み合わせることによって、時空間変動を求める。
- リスク・アセスメントに必要な情報を提供し、規制や制度改革など、市民の判断も含めた政策決定プロセスに資する。市民に対し、正しい情報を理解できる言葉で語り、また論理的思考に基づく判断を可能とする。
- 津波などによる放射性元素以外の汚染物質の海洋流出、および生態系の攪乱と回復について、モニタリングを行う体制を整え、実態の把握と影響の推定を行う。

<具体活動>

- 観測体制

JAMSTEC と大学による研究船を利用した観測と、水産庁、気象庁、海上保安庁などの現業観測を組み合わせ、最適な観測を行う。JAMSTEC による航海研究観測に収集、分析、解析の公募を入れる。大学中心の観測は、参画メンバーが合意の上、既存計画の一部を変更してシップタイムを確保し、観測航海を実施する。コミュニティとしての計画を立てるとともに、観測計画を調整する組織を立ち上げ、広く周知する。各大学の練習船等も利用して、観測体制を充実するように提言する。また、収集した海洋試料について、放射能測定を速やかに行うため測定グループとの連携を確保する。

○ モデリング

沿岸域（10～30 km 幅）モデルと中規模渦解像できる近海域モデルをネスティングし、放射性元素放出源の情報をインプットする。データ同化を用いて海洋観測データと放出源に整合する場を構築する。モデリング研究に関する連絡会を継続的に開く。

○ 他分野との連携

原子力工学専門家と協力し、可能性の高いシナリオ、最悪シナリオなど想定し、放出量の時系列を得るとともに、大気・陸水学専門家と協力し放射性元素の海洋流入を推定することによって、海洋環境への影響を把握し、予測精度を高める。

○ プロジェクト立案

大災害に伴う研究プロジェクトの立案に協力するとともに、これからの計画立案やプロジェクト申請の機会には敏速に対応できるよう、情報収集と海洋科学専門家のネットワーク活性化に努める。

○ 情報提供・開示

新たな情報を提供・開示することに加え、既存の情報も整理、評価し開示する。リスク・アセスメントに必要な情報には確度を付けて開示する。開示する情報を相互検証し、広くアクセスできるシステムを用いて、多くの人々が理解できる論理的な解説を付け、またわかりやすい可視化に心がけて公表する。

る。市民に対するQ&Aや、他の有益な情報源へのリンクなど、海洋学会と市民の交流を活性化する。有用な場合は英語による情報発信を行う。研究の進行を報告し、得られた知見を広く開示するため、シンポジウムやワークショップを滞りなく開催する。

5.3. 学会長からの声明

2011年4月18日

声明前文

学会員の多くの皆様は、空前の被害をもたらしている東日本大震災から日本が立ち直るため、科学、とくに海洋学に携わる者ができることは何か、という問いを考え続けているのではないのでしょうか。2011年4月14日、この問いをテーマとし、海洋学会員有志を中心とした「震災にともなう海洋汚染に関する相談会」が、東京大学理学部1号館で開催されました。相談会では、原発事故に続く海洋汚染の観測やシミュレーション予測結果などについて報告がなされ、今後もこうした活動や情報の発信が必要という認識で、100名に及ぶ参加者の同意が得られました。翌15日に開催された学会幹事会でもこのような認識は支持され、「震災対応ワーキンググループ」が設置されることとなりました。このワーキンググループは今後、学会内の各研究会とも協力しながら、震災対応の調査研究と社会に向けた情報発信に関わっていくこととなります。このたび、その決意を学会全体で共有し、また広く社会に伝えるため、学会長声明の発表も行うこととなりました。ここにその全文を掲載します。今回の震災に関しては、日本学術会議や地球惑星科学連合などが声明や提言などの形で対応に取り組む姿勢を表明しています。ここに示す声明が、こうした関連組織や社会とのいっそうの連携につながり、今後の復旧と復興に向けた活動に資することを願うものです。

東日本大震災と原発事故に関する日本海洋学会の活動について

日本海洋学会

会長 花輪 公雄

2011年3月11日、マグニチュード9.0の「東北地方太平洋沖地震」により発生した巨大津波は、東日本の太平洋岸を襲い、多くの人命を奪うとともに、住居など多くの建物を破壊し、生活基盤と生産基盤を一挙に奪い去りました。日本海洋学会は、亡くなられた方々のご冥福を心よりお祈りするとともに、被災地の一日も早い復興を願ってやみません。

今回の大震災では、地震の揺れと津波の襲来により福島第一原子力発電所が制御不能の事態となり、大量の放射性物質が大気と海洋に放出されたことが分かってきました。その量は、国際原子力事象評価尺度の最高レベルである「レベル7」と認定されるように、過去最悪の規模に達する恐れがあります。現在、放射性物質の大気や海洋への流出と拡散に関する観測と監視、そして数値モデルによる予測は、政府機関を中心として行われ公表されていますが、現状把握においても予測においても今後の一層の改善と継続的な取り組みが望まれます。

さらに、震災による人的、物的被害とともに、水産業の基盤をなす沿岸生態系の破壊や、干潟や砂浜域の流出、そして大型藻類や底生生物の流出などが同時に起こっていると想像されますが、その実態は全くと言ってよいほど分かっておりません。

日本海洋学会は、海洋科学の振興を目的として1941年に設立された学術団体です。本学会は上記の認識に立ち、学会の総力を結集し、海洋環境の現状把握と将来予測に関して、情報の収集とその発信、そして提言や調査研究計画の組織化を通じて、震災対応に取り組む社会への貢献を目指すことをここに宣言いたします。同時に、専門外の会員および非会員の皆様にもなるべく分かりやすく、かつ、なるべく多くの情報を発信することを心がける所存です。

今回、本学会は、学会長を含む幹事会構成メンバー全員と各分野の専門家による「震災対応ワーキンググループ」を設置しました。今後はこのワーキンググループを核として迅速な対応をすることとしております。会員の皆様におかれましても、海洋学会を見守っていただいている非会員の皆様におかれましても、ご支援とご協力のほどお願い申し上げます。

5.4. 福島第一原子力発電所の事故に起因する海洋汚染モニタリングと観測に関する提言

2011年5月16日

日本海洋学会
震災対応ワーキンググループ
観測サブワーキンググループ

はじめに

2011年3月11日に起きた東北地方太平洋沖地震と津波により福島第一原子力発電所（以下、原発と略記）の冷却機能が停止し、炉心溶融、水素爆発、格納容器の損傷などを引き起こし、ヨウ素-131、セシウム-137などの放射性物質が大气および海洋に放出された。現在、その放出は収まりつつあるが、海洋においてはこれまで非常に高い放射線量が観測されている。東京電力の公表データによれば、海洋への高濃度汚染水の放出は現在までに3回読み取れ（3月25-26日、3月29日-4月1日、4月3-5日）、福島第一原発南放水口付近での測定最高値は180 Bq/mlに達している（図1）。また、南放水口付近でのヨウ素-131/セシウム-137比は低下しつつあるが、半減期から予想されるよりは低下が遅く、4月末においても若干の漏出が続いていると予想される。沖合の観測結果においては、原発を中心に高濃度域が分布するが、東西よりは南北に伸長して高濃度域が広がっている（図2）。また、4月1日に北茨城の沿岸域で採集されたイカナゴ(コウナゴ)からはヨウ素-131で4080 Bq/kgという高い放射能値が報告された。

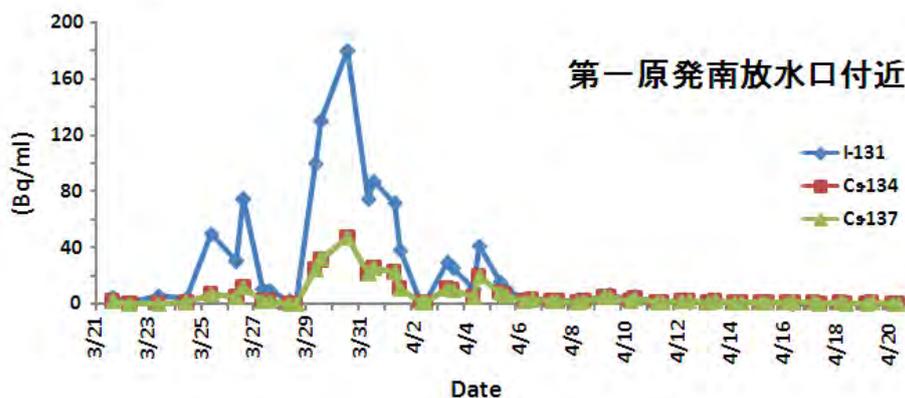


図1 福島第一原発南放水口付近における海水中放射線量の時間変化。縦軸は放射線量 (Bq/ml)、横軸は日付。東京電力の公表データより作図。

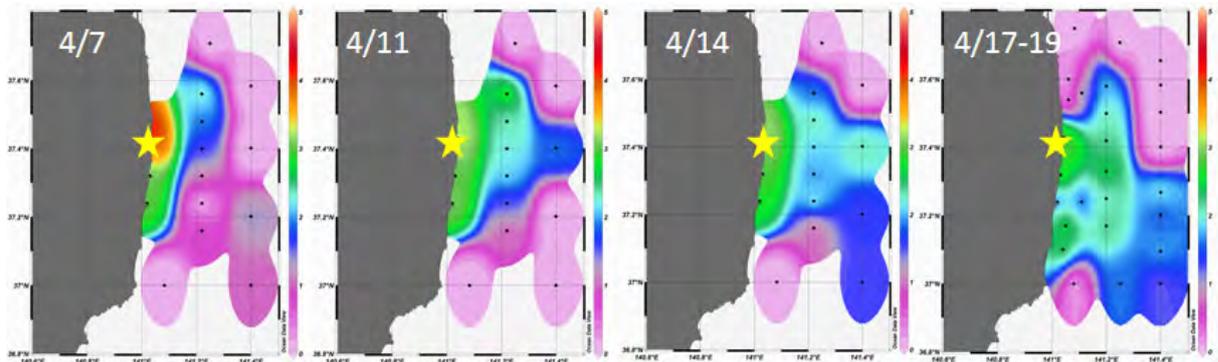


図 2 福島沖におけるセシウム-137 の表面分布。スケールは Log[Bq/L] 。黒点は観測点、星印は福島第一原子力発電所の位置を示す。東京電力および文部科学省公表データより作図。

現在、文部科学省主導のもと独立行政法人海洋開発機構（JAMSTEC）の船舶により沖合 30 km での観測が定期的に続けられているほか、東京電力により原発放水口、海岸、および 15 km 圏内での観測が継続され、原発周辺でのおおよその放出と拡散の様子を知ることができる。また、4 月 25 日以降、沿岸付近や茨城県沖での観測点が増やされている。海水や魚介類のモニタリング体制は充実しつつあり、海水の採取は、これまでの 48 地点から 105 地点へと倍増させ、魚介類も、調査対象を沿岸のものだけでなく、サバやサンマ、サケなどの回遊魚にも広げ、漁期が続く 12 月まで行うことが発表されている。

しかし、以下の理由により、これらのモニタリングは決して十分ではない。

1. 東日本の各県および近隣国や環太平洋諸国を納得・安心させるに足る広域での観測がない。
2. 汚染水は海岸にそって南下する可能性が高く、イカナゴの汚染はこれを強く支持するが、茨城、千葉北部での沿岸モニタリングが系統的に行われていない。
3. 海水のみが測定対象になっており、放射性物質の海底への沈着、食物連鎖を通じた移動・濃縮を評価するための試料の測定がなされていない（4 月 29 日より底泥の測定も行われている）。
4. 迅速な測定が可能なガンマ線を出す核種に限られている。
5. 安全性の確認が優先されるため、迅速測定法における検出限界以下の低レベル汚染の測定がなされていない。長期にわたる生物濃縮や蓄積を考えると不十分である。

以上のような背景から日本海洋学会は以下のような提言を行う。

観測海域

1. 広域観測

事故から 2 カ月以上が経過し、海洋に放出された放射性物質はかなりの距離を運ばれて

いることが予想される。数値モデルによる予測ではいったん南下したのち北上するケースと、南下したのち黒潮続流に取り込まれるケースがある。また、モデルの予測計算結果と比較するために、JAMSTECが4月上旬に沖合30km観測点で放流したアルゴフロート（漂流型測器）の大半は、南に移動したのち黒潮続流に取り込まれ、東の海域へと急速に広がっている（図3）。従って、汚染の全体像を把握するために、広域観測が必要不可欠である。また、日本は加害責任国として、広域での放射線核種の分布を把握し、水産資源や生態系への影響を考慮する際の重要なデータを近隣諸国に対して提供する責務がある。このような観点から、本州東方の黒潮続流域を含むおよそ500 km四方の海域で、約50 km間隔のグリッド観測を行うことを強く推奨したい。図4は、その一例であるが、実際の観測点の設定においては、過去のバックグラウンド測定が行われている観測点と一致させることや、数値モデル研究の専門家からの提言を組み入れる必要がある。

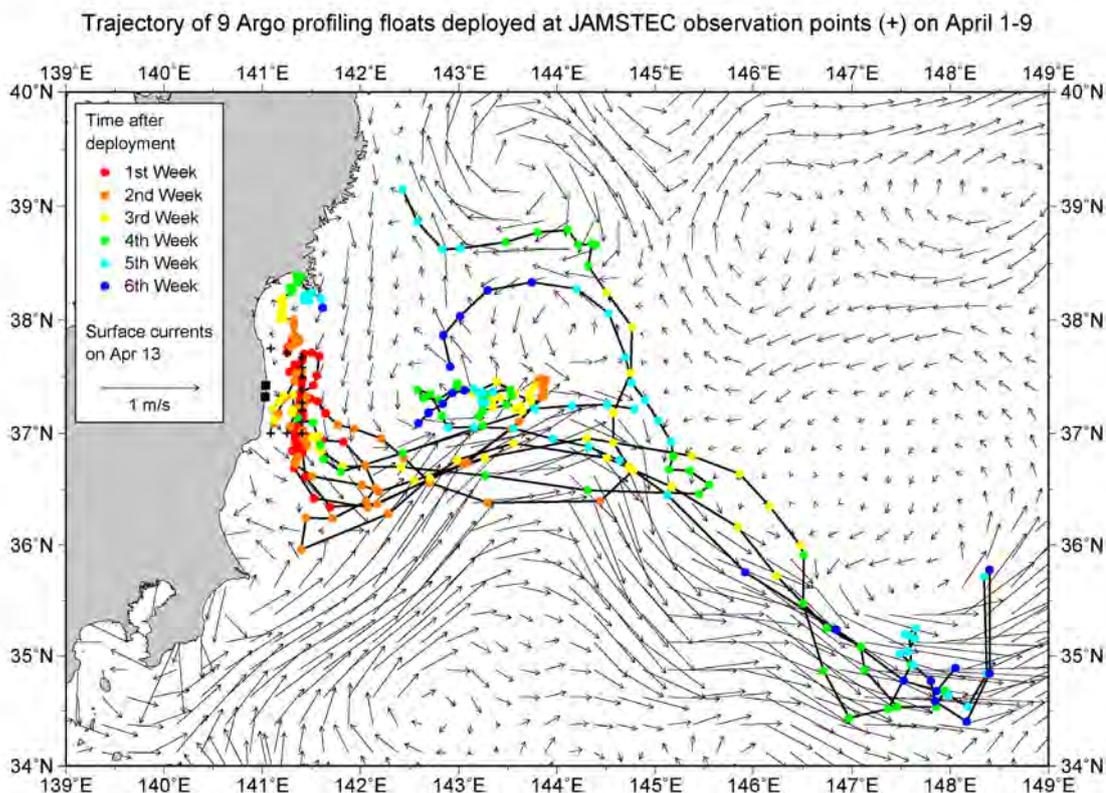


図3 4月上旬に投入されたアルゴフロートの軌跡。色はフロート投入後の経過日数を表す。矢印は海流の速さと向きを表す。JAMSTEC 公開データより。

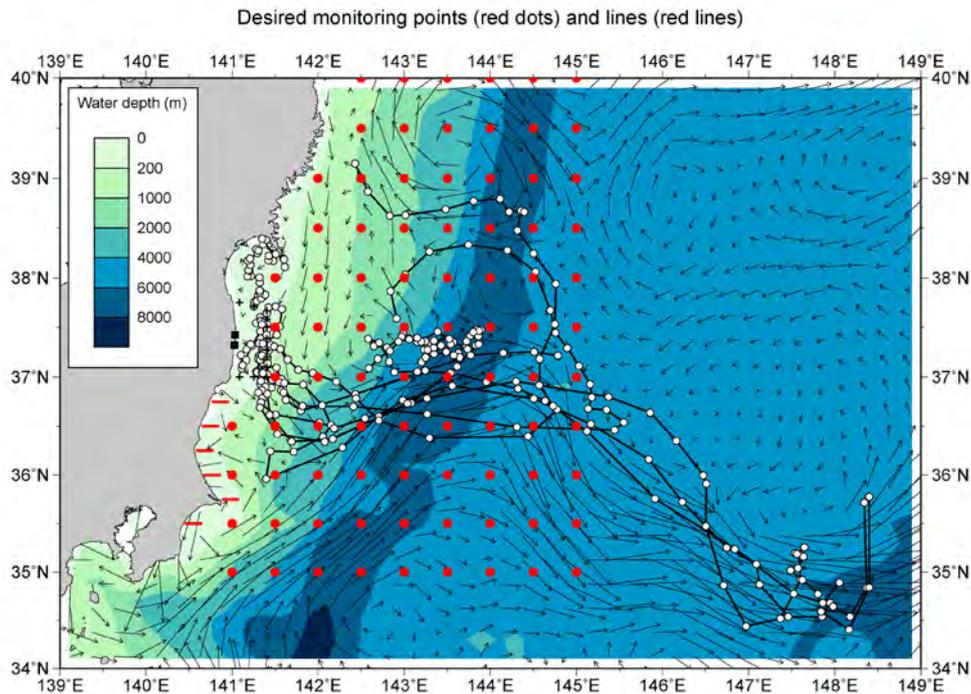


図4 提案する沿岸観測（赤線）および広域観測点（案）。色は水深を表す。

2. 沿岸観測

沿岸漁業の盛んな当該海域において海産物への放射能汚染が懸念される現状では、時空間に密で詳細な汚染情報を示すための沿岸部のモニタリングが最も重要である。前述のように沿岸域イカナゴから高い放射能が検出されている他、海面水温の衛星観測により低水温帯が沿岸に沿って南に延びる様子が示されており、高レベル汚染水が沿岸に滞留・南下している可能性が高い。それにもかかわらず、当該沿岸域での海水や餌となるプランクトンの分析はほとんど行われていない。そこで、福島県南部から茨城県、千葉県北部にかけて海岸から東に伸びる観測線を数本設け、1 km 間隔で観測点を配置する。また、放射性物質の海水懸濁粒子への吸着、沈降、堆積が想定され、それらは底生生物を経由して魚介類を汚染する可能性があるため、海底堆積物がたまりやすい場所があれば、観測点を追加する。

3. 主要港湾におけるモニタリング

東日本の主要港湾施設において、外国船が放射能汚染を恐れて、バラスト水を積めないといった事態が散見される。これら港湾水の安全性をモニタリングと情報開示によって保証することは、海運による流通を保障するだけでなく、食の安全とその啓発にも寄与すると考えられる。主要港湾における1週間に1度程度の計測とその情報開示をすべきである。

観測頻度および期間

現在維持されている観測ラインに関しては、2週間に1回程度の観測が必要である。広域観測はできる限り早急に一度実施し、さらに半減期の長い核種の濃度がバックグラウンドレベルに戻るまで継続する必要がある。沿岸観測は食の安全には最も重要と考えられるので、ライン（定線）観測と同様の頻度が望ましい。チェルノブイリ事故では、海水の汚染ピークからスズキで半年、底生魚類マダラでは1年後に汚染のピークが観察されている。すなわち、食物連鎖や、底泥の汚染を通じて、時間差を持って汚染が長期化することが考えられるため、底泥やプランクトンに関してはより長期（放出終了から2年以上）のモニタリングが必要である。時間分解型セディメントトラップ（沈降粒子捕捉装置）は表層での汚染の連続モニタリングと汚染粒子の沈降過程を知る上で重要な観測であり、できる限り早い時期に、原発沖1000 m水深地点およびその南北に複数投入すべきである。

観測項目

海洋大気エアロゾル、CTDO₂、採水（1000 mまでの基準層）、植物プランクトン（懸濁粒子）、動物プランクトン（0–200 m層）、マイクロネクトン（オキアミや小型魚類など）、沈降粒子、海底堆積物、底生生物を対象とする。海水試料に関しては低濃度の測定に対応した採集および処理を行い（分析に関する提言参照）で、ヨウ素-131、セシウム-134および137以外の核種も対象とする必要がある。福島沖大陸棚は主に砂質であり採泥には適さない可能性が高いが、水深130–140 m付近は比較的粒度が細く、採集可能と考えられる。

観測体制

現在の海洋におけるモニタリングは、東京電力のほか、文科省がJAMSTEC保有の調査船と研究船を用いて実施している。しかし、その観測体制は、放射能汚染の全貌を把握するには不十分であり、派遣している最新鋭船舶の観測能力を100%活用しているとも言いがたい。上述のようなモニタリング観測を実施するためには、航海や観測情報の開示を行った上で大学の練習船、各省庁、地方自治体の調査船などを協動的に投入し、効率的な観測体制を構築する必要がある。なお、大学や独立行政法人においては、近年の運営費削減、燃油代の高騰により船舶を派遣したくてもできない状況が垣間見られることを考慮し、全国レベルで、若干の資金を投入し、海洋国日本の名に恥じない観測・モニタリング体制を構築・推進すべきである。縦割りにならない、観測・モニタリング体制が構築できれば、全体としては、燃料の有効活用とより効率的なモニタリングが実施できよう。

おわりに

上に述べた観測・モニタリングの実施や得られた試料の分析には、日本海洋学会員をはじめとする多くの研究者の協力が必要である。日本海洋学会は、会員のネットワークを通じて、航海、分析機器、人材などに関わる情報を収集・公開することによって、効率的な

モニタリング観測の実施に協力したい。さらに、会員や関連機関の信託が得られるなら、航海や観測の企画調整を行う決意である。

付記

観測サブワーキンググループメンバー

津田敦（とりまとめ）、池田元美、岡英太郎、神田譲太、才野敏郎、升本順夫

5.5. 放射能測定用海洋試料採取・計測の基本推奨方法

分析・サンプリングサブグループ

放射能測定用海水の CTD 試料採取の基本

コンタミを避けるため、CTD 採水時、特に降雨時はデッキ回収後清水をかけてニスキン採水器の外側を洗う。

番号を振ったボトルを使用し、共洗いし、一試料につき 2 リットルボトル 2 本採取する。

採取後、採水記録のコピー(最低通し番号を書いた紙)をいれて、直ちにビニール袋でシールする。ボトルに余裕があれば 100 m 以浅の 5 層は 2 リットル 3 本とする。

試料を実験室へ持ち帰り、緊急計測後、2 リットル海水試料に硝酸 4 ml を加え、保存する。

鉛直採水層については、10、20、30、50、75、100、125、150、200、250、300、400 m の 12 層を採水が好ましい。

表面海水中の懸濁粒子の採取

表面海水の採取は多量の海水(100-500 L)を採取するために、研究船による航海においては、研究用海水採取システムを用いて行う。研究用海水の取水口に直接ホースを繋ぎ、カートリッジ式フィルターで濾過する(図 1)。



カートリッジ式フィルターでは、ポリサルフォン製(Polyethersulfone)のハウジング(図 2, PSF-500P, Advantec Corp., http://www.advantec.co.jp/japanese/hinran/tanpin/ppc_psf.html)を使用する。ハウジングに装着する取り替え式のカートリッジフィルター(図 3, 孔径 0.45 μm , MCS-045-C10S, Advantec, 4950 円/個, http://www.advantec.co.jp/japanese/hinran/tanpin/mcs_ccs.html)はポリサルフォン製メンブランフィルターであり、異孔径の 2 層構造(0.65 μm /0.45 μm)と

なっている。濾紙の有効濾過面積は 450 cm^2 であり、流速約 1.5 -4.5 L/min での濾過が可能である。流量については、排水口に流量計を取り付け濾過した海水の容積を記録しておく。例えばデジタル式流量計(Eggs Delta, Oval, Japan)を用いて流量を計測する。ただし、流量計の計測値の信頼性を調べるため、現場において事前にキャリブレーション



を行っておくこと。

計測のためのカートリッジフィルターの前処理は、現在、検討中である。

・注意点

1. 高濃度の放射性核種を含む海水を系に流すとそれ以降の試料が汚染される可能性がある。試料を採取後には、十分海水を流して交換するとともに、ハウジングも MQW で良く洗浄しておく。
2. 高濃度の放射性核種が付着している可能性があるため、フィルターカートリッジの取り替えにはサニメント手袋をはめて行うこと。
3. カートリッジフィルターは水を良く切った後、ユニパックに入れて、冷凍保存で持ち帰る。

海洋プランクトン試料の採取方法

震災前、海水中の Cs-137 濃度は、数 mBq/L であったが、現在は 100 倍程高いことが予想される。湿重量で 500 g を集めれば、検出されと考えられる。

放射線医学総合研究所での震災前の方法を紹介する。

- 1) 使用した動物プランクトン用ネット: 口径 1.6 m, メッシュ 500 μm 、水深 50 m 付近で採取した。
- 2) 青森県沖合 6 月で水深 0-500 m 水中積算バイオマスは、湿重量(WW)で、15-46 g WW/m²、乾燥重量(DW)で 1-3 g DW/m²であった。
- 3) プランクトン試料は、凍結乾燥後に、灰にして、30-100 g をゲルマニウム半導体検出器で計測する。

詳細は、放射線科学 2009 年 3 月号を参照されたい。

<http://www.nirs.go.jp/publication/rs-sci/index.shtml>

放射線医学総合研究所で用いたネットは ORI ネットと同等のサイズである。大気海洋研究所では、目合 300-1000 μm を保有しているので、使用希望がある場合は、同研究所観測研究推進室からの借用が可能である。また、より大型の生物(数 cm までのマイクロネクトン)を対象とする場合は IKMT ネット、MOHT ネットが推奨される。生物量が多い海域ではボンゴネットが使える。サンプル量を稼ぐためには、傾斜曳、または、深度を設定した水平曳が効率的である。プランクトン試料については、軽く DW で水洗し、試料の湿重量を測定し、冷凍保存する。その一部は、井戸型用容器か同軸型検出器用の U8 容器に分取し、冷凍保存し、陸上で計測する。その後、全試料を真空乾燥して、保存する。

海底堆積物の採取と処理方法

試料採取法

マルチプルコアラー、ボックスコアラー、スミス・マッキンタイヤ型採泥器など、採取時の表面の攪拌が少ない(採取面積が 400 cm² 以上の)採泥器を用いて少なくとも 5 cm 以上の堆積物を採取

することが望ましい。ボックスコアラー およびスミス・マッキンタイヤ型採泥器を用いた場合は、 ϕ 7.0 cm 以上のサブコアラーによってサブサンプリングを行なう。採取面積を正確に計測する必要がある。

試料の処理法

採取後できるだけ早くチューブから押し出し、0.5～2 cm の層厚にスライスする。堆積コア表面の状態によっては、0～2 cm 層を表面試料とする。

試料の一部は、あらかじめ重量を測定した定容量の容器に詰め、乾燥後の重量を測定し、含水率および乾燥密度を計算する。残りの試料も乾燥させる(真空凍結乾燥が望ましい)。この際、含水率の算出のため乾燥前後の重量は測定しておく方がよい。

乾燥した試料は、メノウ乳鉢で軽く粉碎しながら、2 mm のメッシュで礫、貝殻片や植物片などを篩い分ける。篩い分けられた礫、貝殻片や植物片などは重量を測定しておく。乾燥粉碎後の試料は、ポリエチレン製の袋に入れ充分混合し均一にして測定まで保管する。

測定線源の調整

乾燥粉碎後の試料は再度乾燥機で 60 °C で一晩乾燥放冷後、あらかじめ風袋を測定した測定容器に乾燥試料を最密充填する。密封後の測定容器重量を測定し測定試料とする。

測定容器としては、井戸型検出器の場合は PET(ポリエチレンテレフタレート)チューブ、プレーナー型あるいは同軸型検出器の場合は ねじ式のスチロール(U-9) 容器などがある。いずれの場合も試料間で試料高さを一定にしておくことが望ましく、前者では 30～50 mm(井戸の深さよりも低くしておく)、後者では 20～30 mm 程度が良い。

緊急時におけるガンマ線スペクトロメトリーのための試料前処理方法(#24)

http://www.kankyo-hoshano.go.jp/series/pdf_series_index.html

海水

採取した海水を測定試料に調製する前処理方法および保存方法を示す。混入している海藻等の異物は沈降法等によって除くが、ろ過等の処理は行わない。測定容器としてマリネリ容器または小型容器を用いるときの方法を示す。

必要な機器、用具等

- ① ガンマ線用シンチレーションサーベイメータ
- ② マリネリ容器(容積 2l 程度)または小型容器(容積 100 ml 程度)
- ③ マリネリ容器用内袋
- ④ 測定容器を封入するポリエチレン袋
- ⑤ メスシリンダー(2 l、100 ml)

⑥ 駒込ピペット

試料搬入時の注意点

- ① 試料の採取地および採取日を確認する。
- ② マリネリ容器を用いて測定するときは 2 l 以上、小型容器の時は 100 ml 以上の海水試料を用意する。
- ③ 採取した試料については、サーベイメータで放射能レベルを確認し、その結果を基に、分析者の被ばく防止、前処理を行う際の汚染防止および供試量に決定等について適切措置をする。

試料の前処理方法

マリネリ容器を用いるとき

- ① 試料を 2 l メスシリンダーに移し入れ、正確に 2l とする。2 l に調製する時は駒込ピペットを利用するとよい。
- ② マリネリ容器に専用の内袋を入れ、メスシリンダー中の試料を移し、測定試料とする。

小型容器を用いるとき

- ① 試料を 100ml メスシリンダーに移し入れ正確に 100 ml とする。100 ml に調製する時は駒込ピペットを利用するとよい。
- ② 小型容器に試料を移し、測定試料とする。

試料の保存方法

- ① マリネリ容器の測定試料は、内袋のまま他のポリエチレン袋に入れて保存する。
- ② 小型容器の測定試料は、測定容器のまま他のポリエチレン袋に入れて保存する。
- ③ いずれの測定試料でも、保存する場所は冷暗所がよい。

海藻類

海藻類を測定資料に調製する前処理方法および保存方法について示す。測定容器としてマリネリ容器または小型容器を用いるときの方法を示す。本法はコンブ、ワカメ、ヒジキ、テングサ等の食用海藻のほか、海洋の指標植物であるホンダワラ、カジメ等の非食用海藻にも適用できる。

必要な機器、用具等

- ① ガンマ線用シンチレーションサーベイメータ
- ② マリネリ容器(容積 2l 程度)または小型容器(容積 100ml 程度)

- ③ハサミ、カッター、包丁
- ④マリネリ容器用内袋
- ⑤測定容器を封入するポリエチレン袋

試料搬入時の注意点

- ① 試料の購入場所と購入日または生産地と採取日を確認する。
- ② マリネリ容器を用いて測定するときは1 kg以上(体積が2 l以上になる)、小型容器のときは50 g以上(体積が100 ml以上になる)の海藻類を用意する。
- ③ 前処理操作を行う前に、サーベイメータで放射線レベルを確認し、その結果を基に、分析者の被ばく防止、前処理を行う際の汚染防止および供試料の決定について適切な措置をする。

試料の前処理方法

以下のようにして不用の部分を除く。

- ① 動植物、岩石の細片等の付着物を取り除くが、水洗いはしない。
- ② 摂食する海藻については食用としない部分を取り除く。また、食用でない試料は平常時のモニタリングの場合と同様に処理する。

マリネリ容器を用いるとき

細切する必要に応じて、以下のようにして処理する。

1) 細切の必要のないとき(試料が1~2 cm以下のとき)

- ①マリネリ容器に専用の内袋を入れ、風袋重量をはかる。
- ②試料を内袋に空隙を作らないように標線まで入れ、測定試料とする。
- ③重量をはかり、先の風袋重量を差引き、測定試料重量を求める。

2) 細切が必要なとき(試料が1~2 cm以上のとき)

- ①マリネリ容器に専用の内袋を入れ、風袋重量をはかる。
- ②試料にハサミ、カッター、包丁等で2 cm程度に細切する。
- ③これを内袋に空隙を作らないように標線まで入れ、測定試料とする。
- ④重量をはかり、先の風袋重量を差引き、測定試料重量を求める。

小型容器を用いるとき

- ①小型容器の風袋重量をはかる。
- ②試料をハサミ、カッター、包丁で1~2 cm程度に細切する。
- ③これをこの小型容器に空隙を作らないように入れ、測定試料とする。
- ④蓋をして、試料の厚さをはかり、測定試料とする。

試料の保存方法

- ① マリネリ容器の測定試料は、内袋のまま他のポリエチレン袋あるいは容器に入れて保存する。
- ② 小型容器の測定試料は、測定容器のまま他のポリエチレン袋あるいは容器に入れて保存する。
- ① いずれの測定試料でも、凍結して保存するのが望ましいので、保存する場合は冷凍庫がよい。

Cs-137 を抽出するときの改良された方法

文部科学省マニュアルとの違い

1. マニュアルでは収率が安定せず、悪い場合りんモリブデン酸アンモニウムの重量収率は 50-60%となる。放射化学収率も不明。
2. 塩化セシウムをりんモリブデン酸アンモニウムとモル数で1:1となるように加えること、pH を 1.6 とすることで収率を安定させあげている。
3. 硝酸を使用している。
4. りんモリブデン酸アンモニウムを 4gで固定することにより、井戸型ゲルまでの測定の利便性を向上させている。
5. 地下測定室へ持ち込むときの K-40 除去まで見越した方法である。

詳細は下記論文参照

Aoyama M., K. Hirose (2008), Radiometric determination of anthropogenic radionuclides in seawater, In: *Analysis of Environmental Radionuclides, Radioactivity in the Environment, Vol. 2*, edited by Pavel P. Povinec.,pp137-162, ISBN: 978-0-08-044988-3, Elsevier, Amsterdam, London.

2.2.3. Recommended procedure

We propose an improved AMP procedure with the ground-level γ -spectrometer as follows:

- 1) Measure the seawater volume (5-100 liters) and put into a tank with appropriate size.
- 2) pH should be adjusted to be 1.6-2.0 by adding concentrated HNO₃ (addition of 40 ml conc.HNO₃ for 20 litre seawater sample makes pH of sample seawater about 1.6).
- 3) Add CsCl of 0.26g to form an insoluble compound and stir at a rate of 25 litre per minute for several minutes.
- 4) Weigh AMP of 4g and pour it into a tank to disperse the AMP with seawater.
- 5) 1 hour stirring at the rate of 25 litre air per minute.

- 6) Settle until the supernate becomes clear. A settling time is usually 6 hours to overnight, but no longer than 24 hours.
- 7) Take an aliquot of 50 ml supernate to calculate the amount of the residual caesium in the supernate.
- 8) Loosen the AMP/Cs compound from the bottom of the tank and transfer into a 1-2 litre of beaker, if it is necessary do additional step of decantation.
- 9) Collect the AMP/Cs compound onto 5B filter by filtration and wash the compound with 1M HNO_3
- 10) Dry up the AMP/Cs compound for several days in room temperature
- 11) Weigh the AMP/Cs compound and determine weight yield
- 12) Transfer the AMP/Cs compound into a Teflon tube of 4ml volume and subject to γ -ray spectrometry

2.2.4. *Underground γ -spectrometry*

- 1) the same procedure from step 1) to step 12)
- 2) Dissolve AMP/Cs compound by adding alkali solution
- 3) pH should be adjusted to be ca. 8.1 by adding 2M HCl and adjust the volume of solution ca. 70-100ml.
- 4) Perform precipitation of $\text{Cs}_2\text{Pt}(\text{Cl})_4$ to add chloroplatinic acid (1g/5ml D.W) at pH = 8.1 and keep in refrigerator during a half-day.
- 5) Collect the $\text{Cs}_2\text{Pt}(\text{Cl})_4$ precipitate onto filter by filtration and wash the compound with solution (pH = 8.1)
- 6) Dry up the $\text{Cs}_2\text{Pt}(\text{Cl})_4$ precipitate for several days in room temperature
- 7) Weigh the $\text{Cs}_2\text{Pt}(\text{Cl})_4$ precipitate and determine weight yield
- 8) Transfer the $\text{Cs}_2\text{Pt}(\text{Cl})_4$ precipitate into a Teflon tube of 4ml volume and subject to underground γ -spectrometry

以上

5.6. モデリングサブグループからの提案

2011年5月25日

計画

Model Inter-comparison を企画する<23年6月>

シミュレーション結果の解説を提供する<23年7月>

モデル間の相互比較:放出から2ヶ月程度<24年4月>

メンバー

池田元美、升本順夫、宮澤泰正、河宮未知生、羽角博康、田中潔、北出裕二郎、磯辺篤彦、三寺史夫、早稲田卓爾、津旨大輔、木田新一郎、石川洋一、小林卓也、崔栄珍、内山雄介

現行モデルとその改良について(23年5月)

(1) 現行シミュレーション

従来のモデルには2つの系列がある。ひとつは、沿岸付近の高解像度モデルによって、温排水のアセスメントを行うもの、もうひとつは、黒潮・親潮混合域の中規模現象を扱うものである。

(1-1) 沿岸付近の高解像度モデル

いくつかのモデルが開発されており、ROMS(Regional Ocean Modeling System)、FVCOM(有限体積モデルを用いている)などの例がある。一例を示すと、モデル領域は海岸から約100kmの幅と、海岸に沿って約300kmの長さを持つ。水平解像度は1km×1km程度、鉛直には200m程度の海洋上層に20層を持つ。この上層より下には静止海水を仮定し、水深が上層より浅い海底地形のある部分では、地形に準拠したシグマ座標で表す。外洋の境界条件は月平均気候値の海面高度と密度分布を与える。このモデルを再解析気象データから求めた風応力によって駆動する。再解析気象データの代わりに、気象庁の全球モデルGSMを境界条件とした領域気象モデル(NuWFS)から求めた風応力を用いることも試している。潮汐流は弱いものの、モデルに取り込んでいる。

放射性物質は原発から放出する量を決め、その移流と拡散をモデルで計算する。放射性物質は沈降しないものとしても、海水中の濃度については十分な精度を持つ。また大気を経由する降下を加えることも可能である。

沿岸近くの放射性物質濃度の相対的変動は、観測値と整合しており、モデルが適切であることを示している。海洋モデルを駆動する気象再解析データは、解像度の高いものがより妥当な海洋循環を作る。しかし沖に向かう量は実際より少ないと思われる。その理由は、黒潮・親潮混合域に取り込まれる流動場を表現できていないことであろう。

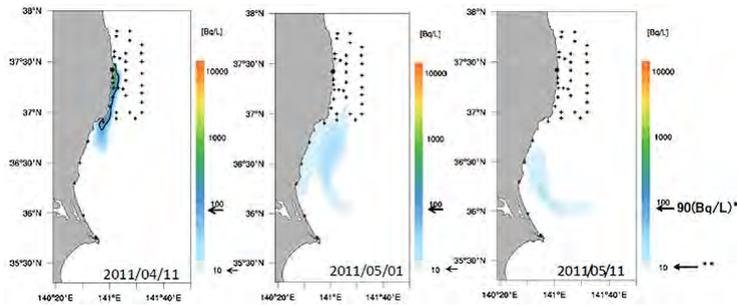


図1 ROMSを用いた結果のセシウム137の分布、点は観測点を示す(東京電力公表データ)

(1-2) 黒潮・親潮混合域の中規模渦解像モデル

中規模現象を含む海洋循環場のシミュレーションは、放射性物質の移動・拡散を含まないモデルとして進められてきた。JCOPEはその一例であり、多くのモデルに共通している概要は次のとおりである。モデル領域は日本東海岸から日付変更線あたりまでの黒潮・親潮混合域とし、解像度は3 km×3 km 程度までの高解像度も可能である。海面高度計および水温のデータを用いて現実の循環場を再現することを目的にしている。

これに福島沖で4月上旬に粒子を入れて、時間変化していく海洋循環場を予測した結果を示す。粒子追跡による放射性物質の分布には、3週間で300 km以上東に移動している部分もある。このモデルでは沿岸近傍の循環を再現することが難しく、今後の課題として残っている。

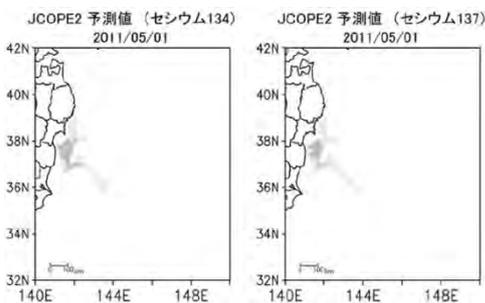


図2 JCOPE2のシミュレーション結果(5月1日)色は濃度を示す(文科省公表データ)

(2) モデルに取り込むべき要素、検討すべき課題

(2-1) シミュレーション

沿岸域(10~30 km 幅)の風成循環と河川水などによる密度流を正確に再現し、また海底地形の効果、および現場の速度・密度構造によって決められる鉛直混合を含むことが必須である。このモデルと中規模渦解像のできる近海域モデルをネスティングし、放射性元素放出源の情報を導入する。

データ同化の手法を用いて、海洋物理観測データに整合する海域結合モデルのシミュレーション結果を求める。放射性元素については、観測データと比較してモデル内の分布を修正することも

考慮し、その水平フラックスをモデルから求める。さらに放出源の情報と比較して、放出源とモデルの双方を検討する。

いくつかの沿岸域のモデルを検証し、不確かさを特定するため、モデル相互比較(Model Inter-comparison)を行う。沖側のモデルは JCOPE とし、双方をネスティングで結合する。駆動力、解像度、力学過程などを共通にすることを含め、コーディネーションが重要である。

(2-2)理論研究とプロセスモデル

砕波帯に伴う沿岸流と離岸流が放射性元素移動に及ぼす効果を、理論的推定やプロセスモデルを用いて見積もる。

放射性元素のふるまいについては、大型生物や海底堆積物に永く存在する可能性のあるセシウム 137 を中心に、植物プランクトンへの付着、食物連鎖による濃縮、堆積物への吸着を見積もる。海洋循環場にも注意し、表層から浅い海底への Ekman 流、鉛直対流などに伴う堆積物吸着も推算する。

河川と土壌を通じた放射性元素の海洋流入を考慮し、その重要性を見積もる。

5.7. 放射性物質拡散シミュレーション結果の解説

○この解説を読む前に（池田記）

福島第一原子力発電所から海洋に流出した放射性元素がどのように流れていくのか、コンピュータを用いたシミュレーションである程度わかります。おおまかに記述すると、河川から沿岸に流れ込んだ淡水は海水の密度を低くするため、河口周辺の複雑なところを除くと海岸に沿って南下します。風の影響も加わった沿岸流は、北風が吹くと南下しますが、南風の場合は北上することもあります。流出した汚染水はこの沿岸流に乗って動きますが、海底地形のでこぼこや、大陸棚の上で風を受けて作られる陸棚波という 100 km くらいのスケールを持つ海洋中の流れによって沖に流れ出します。いったん岸から離れると、黒潮と親潮が混合する海域で蛇行する海流によって東進し、100 km 程度の直径をもつ中規模渦によって次第に拡散していくのです。下に説明しているシミュレーション結果は、このような流れをおおよそ正しく記述しています。しかしどのくらいで沿岸から離れるかを正確に表すのは難しく、その成否によって、蛇行する海流にいつどのくらいの量が乗るのか変わってしまうので、1カ月のうちに 100 km くらいの誤差は出てしまうでしょう。このような基礎知識を持って、次の説明を読んでください。

○放射能汚染水の拡散シミュレーション（升本・河宮記）

放射能汚染水の拡散シミュレーションは、汚染水を移動させ、また拡散させる流れの場を求める部分と、放射性核種の分布と濃度を計算する部分から構成されています。前者は、流れの変化を表す方程式を用いて計算する点ではどのモデルも共通です。しかし、それぞれのモデルによって計算方法や観測データの扱い、モデルで扱えない過程の表し方などで異なるため、得られる流れの場もモデル毎に異なります。後者には大きく分けて2つの方法があります。1つは、仮想の粒子を流し、その分布と粒子密度から擬似的に放射性核種の分布と濃度を計算する方法（粒子追跡法）、もう1つはある物質が流されたり拡散したりする過程を表す方程式を用いて計算する方法（移流拡散法）です。福島第一原子力発電所からの放射能汚染水の拡散シミュレーションでは、国内外で計算されている幾つかの結果が公表されています。

放射能汚染水の拡散シミュレーションを行うためには、汚染源からいつでもどれだけ汚染水が出て来たかの情報が不可欠です。残念ながら、今回のような事故の場合、この放出源情報が得られないことが多く、極限られた情報から放出シナリオを作成して、それをもとに拡散シミュレーションを実行しています。

○JCOPE モデルによる予測（升本・河宮記）

文部科学省が発表しているシミュレーション結果

(http://www.mext.go.jp/a_menu/saigaijohou/syousai/1304938.htm) は、(独) 海洋研究開発機構

が開発した JCOPE と呼ばれる海況予測モデルの流れ場を用い、粒子追跡法を使って放射性核種の分布等を予測したものです。JCOPE による最新の流れや水温、塩分分布は、<http://www.jamstec.go.jp/frcgc/jcope/> で見る事が出来ます。

海況予測モデルでは、対象とする海域を多数の「マス目」に分け、マス目ごとの水温や流速を計算します。そのマス目の幅が小さくほど、きめ細かな計算ができるようになりますが、そのぶんマス目の数が多くなります。このときのマス目の数がデジタルカメラなどの画素数にあたり、数が多いほど解像度の高い鮮明なシミュレーション結果が得られます。しかしマス目の数が増えると計算の負荷も大きくなるため、JCOPE のような比較的広い海域を対象とするモデルでは、マス目の水平方向の幅は細かくても数キロメートルであり、それぞれのマス目内の代表値を考えるものになっています。なるべくきめの細かい計算をしながら、計算負荷をあまり大きくしすぎないようにするため、JCOPE では、日本付近の高解像度モデルを北西太平洋全域についての低解像度モデルの中に埋め込むネスティングという手法を用いて、日本付近の細かい変動を再現しています。それでも、原子力発電所近傍での放射性核種の詳細な分布は再現できず、数キロメートル四方の平均的な値がどのように変わって行くかを示しているに過ぎないことに注意する必要があります。

また JCOPE では、最新の水温や塩分の観測データや人工衛星からのデータをモデルに取り込む（データ同化をする）ことによって、予測を始める時点での流れの状況を出来る限り現実的に再現するようにしています。JCOPE におけるデータ同化では、数日から1週間程度おきに、前回の予測計算以降に得られた最新の観測データを取り込み、海面で与える風の情報も最新のものに変更して、予測結果を更新しています。したがって、予測を開始する状態も、その後の外力も異なるため、結果も大きく異なる場合があります。このようにして最新のデータを取り入れたとしても、モデルは現実を完全に再現できないこと、さらに予測開始時の状況や風に誤差が含まれていること、上空の大气からの放射性核種が入ってくることや、海水中の粒子等に付着して海底へと除かれる分を考慮していないことなど、複数の制約から、実際に観測された放射性核種の分布と異なってしまいうこともあります。誤差は、予測期間が長くなるほど積み重なって行きますので、1ヶ月程度よりも先の結果には大きな誤差が伴っていることにも注意する必要があります。

○フランス Sirocco モデルによる予測（升本・河宮記）

国際原子力機関（IAEA）の要請を受け、フランスの研究機関と大学が共同で開発、運用しているのが Sirocco モデルです。福島第一原子力発電所の事故の後、本州東方海域に焦点を当てたモデルが作られ、移流拡散法による放射性核種の分布のシミュレーションを行っています。その説明と計算結果は

<http://sirocco.omp.obs-mip.fr/outils/Symphonie/Produits/Japan/SymphoniePreviJapan.htm> で見る事が出来ます。

○米国 NCOM モデルによる予測（升本・河宮記）

米国海洋大気庁（NOAA）と海軍海洋研究所（NOO）が協力して運用しているのが Navy Coastal Ocean Model（NCOM）です。粒子追跡法を用いた計算を行っていますが、ホームページでは、日本付近をネスティング手法で細かくした流れ場のアニメーションが公開されています。

http://www.opc.ncep.noaa.gov/newNCOM/NCOM_currents.shtml

○モデルによる違い（升本・河宮記）

複数のモデルの結果を比較すると、おおよそ似た結果を示しているものがある一方、随分異なる結果を出しているモデルもあります。これは、モデルに含まれる素過程の違いや、モデルの設定、用いる観測データなどの違いを反映したものです。数値モデルの結果は、あたかも真実のように捉えられがちですが、1つのモデルの結果は、多くの仮定のもと、ある条件で得られたものです。それぞれのモデルで予測精度の向上を目指して努力が続けられていますが、複数のモデルの結果を合わせて考慮することも大切です。

○ 今後考慮すべき点（升本・池田記）

福島県沖では、南からの黒潮と北からの親潮の影響を受けるとともに、中規模渦と呼ばれる直径数百キロメートル程度の渦によって複雑な流れが作られています。上で紹介したモデルは比較的広域を対象としたモデルであり、これらの流れについてはある程度精度良く再現および予測しています。一方で、福島県沿岸部のこれまでのモニタリング観測等から、放射能汚染水はまず岸沿いに南北方向に広がり、その後徐々に沖向きに広がっています。岸に近い領域では、局所的な風や河川水、波浪などの影響を強く受けますが、このような詳細な流れは上記のモデルでは上手く再現できません。

ここで紹介したモデル以外にも、同様の機能を持つ幾つかのモデルがあります。それぞれのモデルの特徴を考慮した上で、結果の相互比較を行い、重要な素過程に関する理解を深め、シミュレーションの精度向上に関する新たな知見を得ることも不可欠です。

さらに、モデルの結果は、常に観測データによって検証される必要があります。実際に観測された流れ、水温、塩分、放射性核種の分布と比べることで、モデルが良く再現できているところや上手く再現できていないところを把握し、より良いモデルへの改良に役立てて行くことが大切です。

5.8. 福島第一原子力発電所事故に関する海洋汚染調査について(提言)

平成 23 年 7 月 25 日

日本海洋学会 震災対応ワーキンググループ

今般の福島第一原子力発電所の事故は、海洋へも深刻な影響を及ぼしている。このような事態に際して、海洋汚染の実態を調査し、結果を速やかに国内外に公開していく必要があることはいうまでもない。私たちは、こうした調査や情報公開は、政府以外の組織も含めた我が国の海洋関係者が負っている国際的責務であると認識している。

東京電力(株)は、3月21日に発電所放流口付近の海水の放射能測定を開始し、翌22日以降は発電所南16kmまでの複数の海岸で採取した海水の放射能測定を実施している。4月2日からは沖合15km、4月17日からは沖合3kmおよび沖合8kmの観測点を追加するなど、測定対象観測点を順次拡大させてきた。一方、文部科学省においても、3月23日に発電所沖合30kmのライン上での放射能モニタリングを開始し、同様に対象観測点を順次拡大してきた。これらの調査には海上保安庁、(独)海洋研究開発機構、(独)日本原子力研究開発機構も参画した。

5月6日には、文部科学省および水産庁から「海域モニタリングの広域化について」の発表があり、放射能の拡散に対応した観測の広域化の方針が示された。これまでの調査を担当してきた各機関の他に、水産庁、(独)水産総合研究センター、(財)海洋生物環境研究所、(財)日本分析センターなどが加わった体制となり今日に至っている。これらの調査に携わってこられた関係者のご尽力に心から敬意を表する。

日本海洋学会においても、震災対応ワーキンググループを4月に設置して検討を重ね、5月16日に観測サブワーキンググループによる「福島第一原子力発電所の事故に起因する海洋汚染モニタリングと観測に関する提言」をとりまとめて発表したところである。この中で、今後の望ましい調査項目、海域、調査頻度、調査体制について提言を行った(<http://www.kaiyo-gakkai.jp/sinsai/2011/05/post-4.html>)。

5月6日の文部科学省および水産庁の発表で示された調査海域の拡大方針は、上記の私たちの提言の考え方と概ね合致するもので、歓迎すべきものである。しかしながら、5月以降の沖合観測のデータとして公表された値の大多数は「N.D.」(Not Detectable: 不検出と説明されるが、正確には検出限界以下とすべきである)とされている。これは緊急時の簡易法による測定を行っているためであり、数 Bq/L(1リットルあたり数ベクレル)レベルでも不検出とされる[例えば、文部科学省が発表している「宮城県・福島県・茨城県沖における海域モニタリング結果」(5月20日～)における検出限界値は、ヨウ素が約4Bq/L、セシウム134が約6Bq/L、セシウム137が約9Bq/Lとされてい

る]。事故前に、文部科学省の「海洋環境放射能総合評価事業」において(財)海洋生物環境研究所が実施してきた調査の結果によれば、福島第一原子力発電所沖合海域の海産魚介類のセシウム 137 の濃縮係数は 100 倍を超えるものもあった。すなわち、仮に不検出として発表されている数 Bq/L のセシウム 137 が含まれる海水であっても、特定の種類の魚介類が十分長い時間生息すれば、生体組織に数百 Bq/kg(1 キログラムあたり数百ベクレル)のセシウム 137 を含む可能性がある。このような仮定は、現段階においては必ずしも非現実的とはいえない。魚介類の放射性セシウム(セシウム 137 およびセシウム 134)についての暫定規制値が 500Bq/kg であることを考慮すれば、数 Bq/L レベルの放射能で汚染された海水の拡がり方に関する情報は極めて重要なものといえる。

今回の事故以前に実施されてきた海洋中の放射性セシウムに関する大多数の研究では、簡易法ではなく、高感度分析法による測定が用いられてきた。高感度分析法では γ 線スペクトロメトリーを用いて、バックグラウンドの影響に十分配慮した上で長時間の計数を実施することや、大量の海水から微量のセシウムを濃縮することにより、海水中の放射性セシウムを、mBq/L[リットルあたりミリベクレル(1000 分の 1Bq)]以下のレベルで測定することができる。

事故後の時間経過につれて、発電所周辺海域の海水中の放射能レベルは低下しつつあるが、数 Bq/L レベルの汚染海水は広い範囲に拡がりつつ移動している可能性もある。先に述べたように海洋の放射能汚染の実態を明らかにすることは我が国の責務であるとともに、食品としての魚介類の安全性の評価にも大きく影響する。既に複数の外国調査船が我が国周辺海域で放射能調査を実施しているが、これらの調査においても、少なくとも一部の放射能分析は高感度法によって実施されている。これら諸外国の調査データはいずれ発表されることになろう。我が国の研究機関においても、自主的な研究の一環として、一部の航海では高感度分析法による測定を行いつつあるが、広範囲の海域を網羅的に調査する体制はとられていない。

日本海洋学会は、海水の高感度放射能分析法に関わる研究者間の科学的かつ技術的情報の交換に協力し、適切な分析手法を導入できるよう支援している。政府が実施するモニタリングにおいても高感度放射能分析法を導入するよう、ここに提言するものである。日本海洋学会はそのために協力をを行う用意がある。

5.9. 東日本大震災による海洋生態系影響の実態把握と今後の対応策の検討（提言）

2011年9月7日

今般、サブワーキンググループ（SWG）の一つとして設置した生態系SWGにおいて、東日本大震災による海洋生態系影響の実態把握と今後の対応策の検討についての提言を別添の通り取りまとめました。

東日本大震災では、原発事故に起因する深刻な海洋放射能汚染に加えて、津波による直接的・間接的影響により、極めて広範囲にわたって海洋生物の生息環境そのものが脅かされていると危惧されます。この提言では、「津波による藻場・干潟の物理的被害」「瓦礫・化学物質の流出・負荷」「陸から海洋への物質輸送プロセスの変化」「養殖生物に関わる問題」「深海底における高濁度水の形成」について論じ、震災に関わる海洋生態系への影響把握とその対策を含め、今後の調査研究の方向性について取りまとめたものです。特に津波被害の甚大であった東北地方の長期的な復興には、豊かな沿岸生態系の回復が不可欠であり、そのためには、海洋生態系への影響調査を早急に行うことが求められます。原発事故が未だ収束せず、生活・産業基盤の復興が急がれる中、我々日本海洋学会会員をはじめとする海洋環境研究に携わる者は、その研究資源やインフラストラクチャーを有効に活用し、被災地の研究活動に貢献できるよう努めることが求められます。そのために、研究者間の情報流通を図り、必要な研究テーマへの選択と集中、研究活動の効率化と有機的な連携を図ることが重要です。さらに、研究活動から得られる生態系に関する情報を分かりやすくまとめ、国民や政策決定者に伝達する広報・アウトリーチ活動も、震災からの復興にとって本質的に重要であると考えております。

2011年9月8日

東日本大震災による海洋生態系影響の実態把握と今後の対応策の検討（提言）

日本海洋学会

震災対応ワーキンググループ

生態系サブワーキンググループ

はじめに

我が国に空前の被害をもたらした東日本大震災の発生からすでに半年が経過しようとしている。地震と直後に発生した大津波は一瞬にして多くの尊い人命を奪うとともに、住居や農地、交通機関、港湾施設、各種の公共インフラなど、被災地の生活基盤・産業基盤そのものを容赦なく破壊した。さらに福島第一原子力発電所では、水素爆発と汚染水の漏洩により大量の放射性物質が環境中に放出され、未曾有の放射能汚染を引き起こしている。放

射能汚染は極めて深刻であり、その全容解明が急務であるが、東日本大震災によってもたらされた環境への影響はそればかりではない。海洋生態系について見ると、津波による直接的・物理的攪乱、陸上からの瓦礫や化学物質の流出、震源域近傍における深海底の擾乱など、極めて広範囲にわたって海洋生物の生息環境そのものが脅かされていることが危惧される。

津波の被害は特に太平洋に面した東北4県（青森県、岩手県、宮城県、福島県）および茨城県において甚大であった。これら5県の海岸線の総延長は1,862kmにも達し（青森県は太平洋岸以外も含む）、そこで育まれていた豊かな沿岸海洋生態系における津波被害の実態・全容は未だ明らかにはなっていない。短期的には被災地の生活基盤・産業基盤の復旧・復興に向けた取り組みが重点的になされるべきであることに異論はない。しかし、陸（森）と人（里・町）と海が一体となって培われてきた東日本、特に東北地方沿岸地域の社会・環境システムの復興をより長期的な視点で捉えるとき、震災による海洋生態系の変化と影響の実態をできる限り早急に把握しておくことが求められる。日本海洋学会は平成23年4月に震災対応ワーキンググループを組織し、サブワーキンググループの一つとして、生態系サブワーキンググループ（生態系SWG）を設置した。生態系SWGは「海洋生態系変化の実態把握と今後の対応策の検討と提言」を目的とし、情報の収集とできうる範囲での対応策を議論してきた。

本提言は、東日本大震災による海洋生態系への影響把握を早急に行うことに加え、調査を進める上で考慮すべき点、想定される問題などについて論じ、その対策を含め今後の調査研究の方向性について取りまとめたものである。

1. 津波による藻場・干潟の物理的被害

これまで海流等の分布等に応じた生態系の地理的な差異に着目し、日本近海の海域を区分する試みがなされてきた。大型藻類相による海域区分の例（徳田ら, 1991）によると、青森県から岩手県にかけては海域区分Ⅲ「常に親潮寒流の影響を受けている亜寒帯域。コンブ場の主要構成種となるコンブ類や、ガラモ場（ヒバマタ類）の繁茂が目立ち、アマモ場の構成種であるスガモが、特徴的に出現する」に区分される。また、牡鹿半島以南の宮城、福島、茨城の各県は海域区分Ⅱ「黒潮の影響を受けている。温帯性の海藻に富み、アラム場、ガラモ場、ワカメ場及びテングサ場の構成種が繁茂する」とされている。表1に東北―北関東沿岸各県の藻場および干潟面積をまとめた。5県の合計で約29,000haの広大な藻場が繁茂し、また700haの面積を持つ福島県松川浦干潟をはじめ、これらの海域には貴重な干潟が多く存在していることが分かる。

表 1: 青森県から茨城県にかけての海岸線の長さや藻場および干潟面積

	海岸線 (km)	藻場面積 (ha)	干潟面積 (ha)
青森県	761	19,969	93
岩手県	674	3,080	21
宮城県	824	5,363	29
福島県	179	298	700
茨城県	185	217	569
合計	1,862	28,927	1,412

海岸線：環境庁自然保護局・アジア航測（1994）「海岸調査報告書 全国版」

干潟：環境省自然環境局生物多様性センター、自然環境情報 GIS 提供システム

<http://www.biodic.go.jp/trialSystem/top.html>

藻場：環境庁自然保護局（1994）第 4 回自然環境保全基礎調査「海域生物環境調査報告書（干潟、藻場、サンゴ礁調査）第 2 巻 藻場」

これら藻場や干潟に代表される沿岸海洋生態系は、単位面積あたりの生産性が熱帯雨林の 2～11 倍と極めて高いと見積もられている（国連環境計画, 2009）。この高い生産性はコンブ類やホンダワラ類などの大形海藻群落、アマモ類などの海草類、あるいは干潟の付着微細藻類など様々な一次生産者が担っており、多様な生物相からなる独自の生態系が構成されている。さらに過剰な有機物の分解や栄養塩の除去などの天然の浄化機構として重要な役割を果たしており、沿岸海洋生態系から受ける恩恵は計り知れない。

岩礁帯に繁茂する海藻群落に関しては、津波の押し波と、とりわけ引き波による強い流れによってその多くが流出した可能性が危惧される。しかし、海藻類の生物量はもとより季節変動も大きく、津波による影響を短期的に評価・検証することは困難である。一部で開始された現場調査報告（東京大学大気海洋研究所震災復興関連調査研究、河村, 2011a, b; 小松, 2011）によると、陸上で津波の被害の大きかった地域でも、難を逃れた海藻群落が数多く健在することが伝えられており、ここから胞子が漂着することによって藻場が再生・回復することが期待される。しかし、生産性やさらに底生動物や魚類まで含めた生物の多様

性が震災前のレベルに回復するには、ある程度の時間を要すると考えられ、経過を見守るためにも長期的・継続的なモニタリングが必要である。

一方、砂質の海草帯や干潟への津波の影響はより深刻である。岩礁帯では表面の生物相の一部への被害と言えるが、海草帯と干潟ではその生態系を構成する地形そのものの破壊、すなわち、基盤ごと文字通り根こそぎ破壊された例が報告されている。岩手県大槌湾では、湾奥に位置し、湾に流入する三つの河川の中でも最も流量の大きな鶴住居川の河口付近が大きく破壊され、河口部を形成していた砂州が流出した（永田・福田, 2011）。この河口付近の根浜海岸にはアマモ場が形成されていたが、津波によりアマモ場を含め海岸の砂浜自体が消滅した状態である。

さらに、干潟、藻場、岩礁生態系、漂流生態系などは、お互いに独立した生態系ではなく、生物による各生態系間の移動（例えば、幼生分散や産卵場と生育場など）、栄養塩をめぐる競合などで、お互いに作用を及ぼし合っており、被害の少ない生態系においても他からの波及効果により、今後、どのような影響があるかは予断を許さない。また、東北沿岸の生態系は各湾である程度の独立性を持ちながらも、遺伝的または個体群レベルで連結性（connectivity）を持っていることが予想され、津波による擾乱で、個体群が分断されたり、遺伝的多様性が減少したりする可能性があり、これらの影響が生態系の復元力（resilience）を減少させるかもしれない。

地形の回復には生物相の回復以上に長い年月を要するであろう。また、回復途上の脆弱な地形・生態系は台風や出水による影響を容易に受けると推定され、環境改善・回復を人為的に加速させるミチゲーション（緩和）技術の導入も考慮すべきである。いずれにせよ、被害の実状を明らかにするとともに、海域の特性や回復の状況に応じた対処手法を検討するための基礎的な情報収集体制の構築が急務である。

2. 瓦礫・化学物質の流出・負荷

津波被害の映像を見ると、民家や公共施設の惨状に加えて、沿岸部に立地する化学工場や石油備蓄基地等の巨大なタンクが大きく破壊されていることが分かる。海岸部に貯蔵されていた化学物質や石油などについて、流出量や流出した物質の詳細は明らかになっていない。また津波の引き波に伴って大量の瓦礫が海へと引き込まれ、その後、周辺の沿岸海域はもちろん外洋域を含めた広範囲にわたって瓦礫が拡散してゆく様子も伝えられている。工業製品、建材、家電品、自動車など大量の瓦礫が海洋に流出したが、それらに含まれている化学物質の負荷についても影響が懸念されている（田辺, 2011）。例えば、廃トランス・コンデンサーに含まれる PCB（ポリ塩化ビフェニール）は、2001年に PCB 処理に関する特別措置法の設置に基づき、国の委託を受けた日本環境安全事業株式会社（JESCO）の全国 5 か所の処理施設において順次無害化の処理が進められていた。東日本地域では東京事業所（東京都中央防波堤内側埋立地内）、および北海道事業所（北海道室蘭港内）が稼働して

いるが、いずれの施設も地震・津波による大きな被害は無く、また、運搬中のトランス、コンデンサについても地震による問題は発生していないことが確認されている（JESCO、「平成23年東北地方太平洋沖地震による当社施設への影響について」、<http://www.jesconet.co.jp/company/pdf/prelease110315.pdf>）。しかし、被災地の電力会社や事業者には保管されていたPCB含有製品・廃棄物が、津波によってどの程度海にさらわれる事態となっているのか、環境省は各自治体から情報を収集しているがその実態はつかめていない。

海域の水質と底質について、環境省は、6月3日から20日にかけて海洋環境のモニタリング調査を実施している（http://www.env.go.jp/jishin/monitoring/result_me110722.pdf）。調査項目は、人の健康の保護に関する環境基準（健康項目）、ダイオキシン類、炭化水素、臭素系難燃剤、有機フッ素化合物、その他の有害化学物質などである。健康項目とダイオキシン類については、いずれの測点においても環境基準値を下回っていた。他の項目については、一部の測点において他よりも相対的に高い値が見つかっており、続報を待つてより詳細な評価が行われるところである。このような環境モニタリングは今後も引き続き継続することが重要である。津波によって自動車や船舶が海底へとさらわれていった様子が伝えられているが、これらに搭載されたバッテリーに含まれる重金属による影響は腐食の進行にとまらぬ流出が懸念され、長期的な調査が必要である。

このように震災直後に津波によって流出した物質に加えて、今後は大量の震災廃棄物処理・焼却に伴うダイオキシン類の生成や汚染にも注意する必要がある。環境省の推計によれば、岩手県、宮城県、福島県の3県の沿岸市町村で発生した瓦礫の量は合計で約2,320万トンに上る（「沿岸市町村の災害廃棄物処理の進捗状況」

<http://www.env.go.jp/jishin/shori110830.pdf>）。大量の廃棄物を安全に処理できる高温の焼却炉は全国に設置されているが、これら膨大な廃棄物を速やかに処理することは不可能である。また福島県の災害廃棄物については放射能汚染への懸念により、県外での処理が難しくなっているという問題も出ている。このため、ダイオキシン類等有害物質の生成と汚染拡大につながる野焼きや低温での焼却による処理が行われる可能性が懸念される。

3. 陸から海洋への物質輸送プロセスの変化

地震と津波により各地のライフラインは大きな被害を受け、沿岸部の下水処理施設の多くも壊滅的な打撃を受けた。被害が甚大だった福島、岩手、宮城県沿岸部では10か所以上で施設が停止し、復旧には長期間を要するとされている。東北地方沿岸域では陸からの豊富な栄養塩の供給を受けて豊かな海洋生態系が成り立っている。農地利用や上下水システムなどといった人間活動も、陸から海への物質供給プロセスの一環である。これまで下水処理によって放出が制御されていた窒素やリンなどの栄養塩、あるいは有機物が沿岸海域に直接流出することによって、海の栄養環境や栄養塩組成比などが大きく変わることが考えられる。このような水質の変化は海域の富栄養化や有機汚濁をもたらす可能性が危惧され、

さらにはプランクトン構成種やプランクトンを起点とする食物連鎖網の構造、生物多様性に対しても影響を与えかねない。一方、被災地の中には居住地の大規模な移転などによって、これまで栄養物質のソースとなっていた隣接する陸上での人間活動そのものが大きく縮小してしまうような場合すら想定され、沿岸生態系の貧栄養化が起こる可能性も考える。陸から海への物質輸送プロセスは、復興の方向性や進展状況により刻々と変わっていくであろう。また、そのシステムも極めて複雑である。沿岸域でのモニタリングばかりでなく、陸水学、農学、土壌学および都市工学等との学際的な連携による包括的な研究が必須である。

4. 養殖生物に関わる問題

被災地沿岸域の多くは従来養殖漁業が活発であった。カキ、ホタテ、アワビなどの貝類、ワカメに代表される海藻類、あるいはギンザケなどの魚類養殖が知られている。天然に比べて高密度で生産される養殖システムでは、自然施肥にせよ人工的な施肥にせよ海域の物質循環に大きく寄与していることから、津波による養殖施設の損壊は単に水産業の視点ばかりでなく、自然界も含めた周辺海洋生態系への影響も合わせて考慮する必要がある。また、養殖生物に関連して、震災後岩手と青森両県の沿岸部で普段は揚がらないギンザケが豊漁となっており、津波によって壊れた宮城県沖合の養殖場から逃げ出した数百万匹のギンザケが北上したものとみられている。東北区水産研究所によると養殖サケの特徴と一致するという。また、水産資源の回復を目的として域外からの新たな種苗投入が検討されているとも伝わる。在来種との交雑や競合などといった潜在的な影響についても注意深く検討することが重要である。

5. 深海底における高濁度水の形成

震災直後に実施された海洋研究開発機構深海調査研究船「かいれい」による東北地方太平洋沖地震震源域・津波波源域の海底地形調査によると、海溝軸付近の海底（水深約 7600 m）に幅約 1500 m、高さ約 50 m にわたり、海底地すべりによると推定される地形変化が報告されている（http://www.jamstec.go.jp/j/about/press_release/20110428/）。また同研究機構研究船「みらい」による「東日本大震災に関わる緊急調査（2011年4月～5月）」では、地震／津波発振源の海底付近において地震により海底堆積物が再懸濁したためと推定される高濁度層の存在が観測された（<http://www.jamstec.go.jp/rigc/j/ebcrp/mbcrt/data/MR11-03.pdf>）。その広がりや継続性については今のところ詳しく調べられていないものの、広範な海域において堆積物の再懸濁に伴う高濁度層の形成が起こっているものと推測される。元来、深海底およびその近傍は海洋表層や中層に比較して、生息する生物相・生態系も安定した環境を前提として成り立っている。地震で引き起こされた海水の高濁度化は極めて急激なものであったと考えられることから、深海生物にも深刻な影響を及ぼしている可能性が危惧される。生物量は必ずしも多くないものの、深海底には希少な生物種が存在している例も多く、問題の生じている海域の特性を把握した上で影響について評価することが重要である。

おわりに

ここまで、東日本大震災によって引き起こされる可能性の高い海洋生態系への種々の影響について論じてきた。また、本震災は近代科学が発達してから、初めて経験する規模の海洋生態系の擾乱であり、ここで例示した以外にも、我々の想像を超える被害や生態系の変化が起こっている可能性がある。東北地方の長期的な復興には豊かな沿岸生態系の回復が不可欠であり、そのためには、海洋生態系への影響調査を早急に行なう必要がある。しかし、実際のところ、福島第一原発事故が未だ収束せず、各地で生活基盤の復興に追われている中、海洋生態系への影響調査を優先して取り組む状況にはない。また、東北から北関東にかけての地理的に極めて広範囲にわたる海域を一元的に調査することも困難である。このような状況において、我々日本海洋学会会員をはじめとする海洋環境研究に携わる者は、その研究資源やインフラストラクチャーを有効に活用し、被災地の研究活動に貢献できるよう努めることが望まれる。今後の研究活動の中で最も重要なことは、研究者間の情報流通を図り、必要な研究テーマへの選択と集中や研究活動の効率化と有機的な連携を図ることである。さらに、研究活動から得られる生態系に関する情報を分かりやすくまとめ、国民や政策決定者に伝達する広報・アウトリーチ活動も、震災からの復興にとって本質的に重要な点である。

リモートセンシング技術や ROV（遠隔操作無人海中調査機）、AUV（自立式無人海中調査機）、サイドスキャンソナーなど、先進技術を含めた効率的観測手法の開発と適用が不可欠であり、研究開発の面からの協力も考えられる。今後、独立行政法人水産総合研究センターや大学等による大規模な調査・研究から、被災地周辺の地方公共団体による簡便かつ頻回な調査報告あるいは地元漁業関係者からの直接的な情報など、規模・内容において多種多様で膨大な量の情報が発信されてくることを考えると、例えば GIS（地理情報システム）の活用による情報の一元管理や配信などソフトの面からの体制構築に貢献すべきである。このような情報管理にあたっては、調査結果ばかりでなく調査計画情報も取り入れることによって地域間・組織間における情報の共有と調査の効率化が期待される。現実問題として、復興の遅れや原発事故の影響などさまざまな理由により調査が物理的に困難な海域も存在するが、そのような海域においても、統合された情報から類似海域のデータを参照することにより、間接的・定性的ではあるが生態系への影響の評価が可能となると期待される。

参考資料

河村知彦 (2011a) 宮城県牡鹿町泊浜 (牡鹿半島東岸) の岩礁藻場における潜水調査 (速報), 東京大学大気海洋研究所震災復興関連調査研究サイト
<http://www.aori.u-tokyo.ac.jp/shinsai/j/research03.html>

河村知彦 (2011b) 大槌湾長根の岩礁藻場における底生生物の潜水調査 (速報), 東京大学
大気海洋研究所震災復興関連調査研究サイト

<http://www.aori.u-tokyo.ac.jp/shinsai/j/research05.html>

国連環境計画 (2009) “Blue Carbon : The Role of Healthy Oceans in Binding Carbon”

小松輝久 (2011) 船越湾および大槌湾の藻場および海底に及ぼした津波の影響調査, 東京大
学大気海洋研究所震災復興関連調査研究サイト

<http://www.aori.u-tokyo.ac.jp/shinsai/j/research04.html>

田辺信介 (2011) 東日本大震災で懸念される海の化学汚染, 海洋政策研究財団ニューズレタ
ー, 第 261 号

徳田廣・川島昭二・大野正夫・小河久朗 (1991) 「図鑑海藻の生態と藻礁 (緑書房)」

永田俊・福田秀樹 (2011) 大槌湾の物理化学環境およびプランクトン調査 (速報), 東京大
学大気海洋研究所震災復興関連調査研究サイト

<http://www.aori.u-tokyo.ac.jp/shinsai/j/research01.html>

付記

生態系サブワーキンググループメンバー

鈴木昌弘 (とりまとめ)

石丸 隆

伊藤進一

梅澤 有

小川浩史

木暮一啓

小松輝久

高田秀重

田辺信介

津田 敦

中田 薫

福田秀樹

風呂田利夫

5.10. 種々の疑問に関する専門家の意見やこれまでの知見

2011年9月6日

1. セシウムの海底への沈降などについて
 2. 生物への影響について
 3. 土壌と河川を通じた放射性核種の海洋流入について
 4. 海底堆積物への蓄積
 5. 海産物への影響
 6. 放射性元素の測定法
1. セシウムの海底への沈降などについて

< 質 問 : 池田会員 >

新聞によると海底土壌からセシウム 137 などが検出されており、おおよそ 1000 Bq/kg くらいようです。もし、この土壌が 10 cm x 10 cm 四方で 5 cm の深さから採ったとすると、おおよそ 10^5 Bq/m² くらいになります。これは陸域の 100 分の 1 です。もしこれが大気から降下してきて海底にたまったとすると、ずいぶん少ない（海洋中の沈降が遅い、あるいは大気からあまり降下しなかった）のですが、もし建屋トレンチ（注：建屋外に掘られた溝のこと）から海洋に漏れ出た分だとすると、その総量は大気放出の 10 分の 1 くらいなので、海洋中の沈降は速いことになります。この概算は妥当ですか。それとも何か間違っていますか。もちろん海洋のどこで測ったかが重要なのですが、その情報を得られませんでした。

< 回 答 : 日下部会員 > (5月10日)

1000 Bq/kg の堆積物が 1 kg あるとします。通常含水率は 50% 程度（重量比）、堆積物の乾燥比重は 2.5 ぐらい。Wet の堆積物に直すと、2 kg（海水 1 kg、堆積物 1 kg）、体積は $(1000 + 1000/2.5) \text{ cm}^3 = 1400 \text{ cm}^3$ 、5 cm の深さまで試料を取ったとすると、面積は $1400/5 = 280 \text{ cm}^2$ 、1 平方メートルに換算すると $1000/280 \times 10000 = 3.6 \times 10^4 \text{ Bq/m}^2$ と、池田さんの値よりさらに小さくなりました。どちらにしろ、土壌と比べると桁違いに少ないですね。

基本的にセシウムはナトリウムやカリウムと同属のアルカリ金属ですから、海水中では比較的溶けやすく粒子との親和性（注：くっつきやすさ）はあまり強くはありません。外洋（注：沖合の海のこと）では、ほぼ溶存（注：溶けている状態）としても挙動してとしても間違いではないと思います。ただ、セシウムは結構粘土鉱物に吸着することもわかっています。沿岸では相当土壌成分が入っておりますから、かなりの量が堆積している可能性も十分あります。さらに、津波の引き潮で膨大な量の土壌がもたらされていますから、相当量が堆積しているはずで、さて、実際にどれだけ堆積しているかは、まさに測定してみるしかないですね。私自身は海水の汚染よりも堆積物の汚染の方が環境へのインパクト

トは大きいような気がします。海水はいつかは希釈されますが、海底堆積物中のものは希釈されず、底棲動物（注：海底付近に生息する動物のこと）への影響は長く続きます。

文科省の委託で海生研が観測を始めました。堆積物試料の採取も計画されております。汚染の広がり的一端が明らかになると思います。詳細は以下をご覧ください。

<http://www.yomiuri.co.jp/science/news/20110506-OYT1T00760.htm>

なお、手前味噌ですが、海洋における人工放射性核種の挙動に関しては、私が関係した WS 等の記録として「放射線科学」と言う雑誌にまとめられています。以下の web site をご覧ください。

<http://www.nirs.go.jp/publication/rs-sci/index.shtml>

2009 年第 3 号、2008 年第 6 号です。前者の方がより最新のデータが載っております。

< 追加質問： 池田会員 >

セシウムは徐々に沈降することはないのですね。なるほど。海水中粒子との親和性があるというのも初めて知りました。

堆積物に付着するメカニズムとして、植物プランクトンが多いところで、その沈降粒子に付着して堆積物に取り込まれること、そして風成循環のうち北風によって海面から陸棚海底のエクマン層（注：海面の風による流れや、海底付近の海底摩擦の影響下にある流れで、地球の回転の効果が効いている流れ層のこと）に輸送されることが効くように思いますが、いかがでしょうか。

< 回答： 日下部会員 >（5月10日）

平衡を仮定してある固相にどれだけセシウムが吸着するかという値は一応 IAEA（注：世界原子力機関）から出ております。しかし、福島沖はとても平衡にあるとはいえません。時間の次元をもつ反応係数のようなものがりますが、果たして信頼に足るものがあるかどうか？反応係数は懸濁物質量の関数でもあります。

親和力というのは適切な言葉ではないかもしれませんが。分配係数（Kd）というものがあって、沿岸域ではセシウムは 10^3 のオーダー（注：オーダーは大きさの意味）です。海水と平衡にある堆積物の濃度は海水の数千倍ということです。現実的にはこれほど高濃度にはなっていないでしょう。

植物プランクトンへの取り込みは濃縮係数（CF）であらわされます。セシウムは 20 となっています。海水中の濃度とプランクトンの濃度の比です。あまり大きな値ではありません。セシウムの収支を考える場合には、植物プランクトンはあまり重要ではないかもしれません。ただ、食物連鎖（注：小型の生物がより大型の生物に食べられ、その生物がさらに大型の生物に食べられるという連なりのこと）のスタートとして、生態学的及び食の安心安

全ということに関しては大変重要で、ここから徐々に濃縮が始まり、大型魚に達します。先日の会合で紹介いたしましたように、このプロセスは、数年のオーダーになります。今後、海水、生物、海底土を含む総合的な長期観測は必須と思います。

< さらに追加質問： 池田会員 >（7月10日）

ヨウ素、セシウム以外の核種はどうなのでしょう。とるに足らないのか、測りにくいがあぶないものがあるのか、どちらでしょうか

< 回答： 日下部会員 >

環境放射線モニタリング指針（原子力安全委員会）によりますと、「平常運転時事故時の公衆の線量評価の対象核種」は液体に関しては以下のようにになります。

放射性ヨウ素、トリチウム、炭素 14、コバルト 60、カリウム 85、その他放射性希ガス、ストロンチウム 89、ストロンチウム 90、セシウム 134、セシウム 137

これだけ測定しておけば、まず大丈夫ということ。ところがこの指針には、事故時の液体中の線量評価対象核種が載ってない（！？）。

原子炉内には以下の3種類の放射性核種が含まれています。

（1）燃料：ウラン 235、またはプルトニウム 239。MOX 燃料（注：原子炉の使用済み核燃料中に1%程度含まれるプルトニウムを再処理により取り出した燃料）は両方含みます。福島第1の3号炉はMOX燃料使用。

（2）核分裂生成物：基本的にはウラン 235 が分裂した場合、分裂生成物の生成効率は質量数大体 95 と 140 にピークを持ちます。90 あたりの核種で一番有名なのはストロンチウム 90 ですし、140 あたりではセシウム 137、ヨウ素 131 があります。実際にはその他に種々雑多な核種があります。

（3）超ウラン元素：炉内の核反応で生成。ウラン 235 より重い元素。プルトニウムやアメリシウムが有名。

福島では、今のところ大部分沸点が低い元素、すなわちヨウ素とセシウムが大気を通して出てきてます。その他、希ガスのキセノンも出ています。アメリカ西海岸で福島起源のキセノンを検出したというのが、既に論文になってます（なんと言う速さ！！）半減期は短いですから、環境への影響はほとんどないでしょう。プルトニウムやストロンチウムが土壌で見つかってますが、大した量ではない（ような気がする）。どのように出てきたかは興味あるところです。

これから、事故が収束に向かうのであれば、大気経由での放射性核種の放出はないと思います。しかし、燃料棒に触れた水が汚染水として海に出てきますと、いろいろ種々雑多な核種が出てくるでしょう（もう出てる??）。分析精度を上げると、いろいろ見つかり、

科学的にはいろいろ面白いことになるでしょうが、放射能的にはやはりセシウム 134、セシウム 137、ストロンチウム 90 などが、一番多いと思います（このあたりは定量的には少々不確か）。その他、プルトニウム、アメリシウム、ウランは量的には結構な量がありますが、半減期は長く、放射能的には問題にならないかも知れません（流出量による）が、アルファ線をだし、体内にはいると厄介です。

私は今後はセシウムに加え、我々の環境の安心安全を担保するうえで、少なくともストロンチウム 89 や 90 と、プルトニウム 239 や 240 を海水のみならず堆積物等について測定していくべきと考えてます。ストロンチウムもプルトニウムもその測定は容易ではありませんが、やる価値はあるでしょう。

あまり定量的な記述ではありませんが、取り急ぎまとめてみました。

< 質問： 池田会員 >

放射性物質の放出はどのくらいの量ですか。

< 回答： 才野会員 >（6月3日）

37～63 万テラベクレル（注：テラベクレルは TBp と表記。テラは 10 の 12 乗）と言うのは、いわゆるヨウ素換算の値です。内訳は下の表のとおりです。ペタベクレル（注：PBq と表記。ペタは 10 の 15 乗）で表示しています。

	ヨウ素 131	セシウム 137
チェルノブイリ総放出	1800 PBq	850 PBq
福島大気放出	130～150 PBq	6～12 PBq
福島海洋放出	2.8 PBp	0.94 PBq
2号機地下たまり水	330 PBq	750 PBq

（以上は、才野が 4 月 25 日時点での情報を集めてまとめたもの）

ただしこのヨウ素換算と言うのは、海水へ出たものに関しては当てはまらないので注意が必要です。

詳しくはこちらをご覧ください。

セシウム 137 のヨウ素 131 換算係数 40 倍の根拠が下記の Appendix I (p.154) にあります。

http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/INES-2009_web.pdf

これによると、40 倍というのは大気放出されたセシウム 137 が地上に降下して、それを成人が 50 年間にわたって外部被ばくを受ける場合のヨウ素 131 等価線量（注：ヨウ素に換算した時の値という意味）のようです。海水中への放出に関しては換算係数が見当たりません。

2. 生物への影響について

< 質 問： 池田会員 >

生物への吸着，生物による濃縮はどの程度でしょうか。特に食物連鎖で高濃度になることはないでしょうか。

< 回 答： 田辺会員 >（4月29日）

有害物質の生物蓄積性を議論する場合，放出量，半減期，生物濃縮性の情報が必要です。今回の原発災害の場合，放出量の多いセシウム 137 とヨウ素 131 が最も懸念されますが，ヨウ素 131 は半減期が短いので長期的・慢性的な生物汚染と影響は小さいと考えられます。一方，セシウム 137 は半減期が長く生物濃縮性もありますので，環境中に長期間残留し食物連鎖を通して多様な海洋生物に蓄積することが予想されます。水一魚介類間の生物濃縮係数は数百倍で，上位生物の濃縮係数は千倍以下とみられており，PCBs（注：ピーシービー）等と比べるとセシウム 137 の生物濃縮係数は2～3桁ほど低いのですが，放出量が多いので海域によっては海水中の濃度が上昇し，千倍程度の濃縮でも生体リスクの閾値に達するかもしれません。海水および多様な生物種（プランクトンから海鳥・海棲哺乳動物まで）について長期モニタリングを実施し，汚染の実態と動向を理解する必要があります。

20世紀後半における海棲哺乳動物のセシウム汚染についてまとめた当方の論文を添付しておきます。Fig. 1（注：省略しています）をみれば分かるように，東北沖は世界でも有数の清浄海域でした。今回の原発災害で，この海域の生物汚染がどのように変化するのか興味が持たれるところです。また，この図から，北海やロシア陸封湖における海棲哺乳動物のセシウム汚染レベルの高いことが分かります。20世紀後半において，この地域の核の管理が不十分であったこと，事故が多発したこと等が原因と考えられますが，長期にわたり汚染源から環境へセシウム 137 が流出したことも一因と考えられ，今回の福島原発災害では早急に流出を止める対策が必要と考えられます。

今回の地震発生の1週間前に，茨城沿岸にカズハゴンドウ（イルカ）が大量に座礁し死亡しました。そのうちの9頭を愛媛大学に運び，生物環境試料バンクにホールボディ（注：体全体のこと）で冷凍保存しています。5月中旬に解剖する予定です。イルカ等鯨類の漂着はわが国沿岸で頻発しているので，今後東北沖の検体も入手できるものと考えられ，カズハゴンドウと比較することで今回の震災による化学汚染の影響が解明できるかもしれません。なお，カズハゴンドウについては，モナコのIAEA（注：世界原子力機関）から試料提供の依頼がありました。筋肉，肝臓，骨等の試料を提供する予定です。

< 質 問： 池田会員 >

生物濃縮の定義はどのようにされているのでしょうか。

< 回 答： 鈴木会員 >（6月6日）

海洋環境中での生物による有害物質の濃縮については、そのプロセスによって、いくつかの定義があります。下記の USGS（米国地質調査所）のホームページによると、

<http://toxics.usgs.gov/definitions/bioconcentration.html>

Bioconcentration – The accumulation of a chemical in the tissues of an organism as a result of direct exposure to the surrounding medium (e.g., water; i.e., it does not include food web transfer). : 食物連鎖は通らない、海水から直接の取り込み。

Bioaccumulation – General term describing a process by which chemicals are taken up by an organism either directly from exposure to a contaminated medium or by consumption of food containing the chemical. : 海水から直接と食物連鎖の両方。

Biomagnification – Biomagnification is the process whereby the tissue concentrations of a contaminant increase as it passes up the food chain through two or more trophic levels. : 食物連鎖のみ。

Bioaccumulation に対して生体内蓄積という日本語があてはめられることがあります。しかし、いずれも「生物濃縮」として表記されることがあり、それぞれのプロセスをきちんと区別して議論しないと混乱が生じるかもしれません。

3. 土壌と河川を通じた放射性核種の海洋流入について

< 質問： 池田会員 >

河川については本当の専門家だと認識しております。セシウムはかなり強い雨でないと川に流れ込みませんか。その後、どのように海まで行くのでしょうか。

< 回答： 長尾会員 >（4月28日）

我々は昨年度から、学生の研究テーマとして、福井県の九頭竜川での粒子の流出挙動を調べるために、セシウム 137、ベリリウム 7、鉛 210 の放射性核種を組み合わせた検討を進めています。雨が降らない時期でも、河川水中の懸濁粒子にセシウム 137 は検出されますが、それは、こちらの低バックグランド検出システムを使っていることが大きいです。通常の Ge（注：ゲルマニウム）検出器では、感度とバックグランド（注：汚染によらず常に存在している放射線のこと。バックグランドは「背景」という意味。）の問題で検出できませんでした。しかし、弱い降雨時には、懸濁粒子量が増え、セシウム 137 の河川水 1 リットルあたりの放射能濃度も当然増えています。つまり、降雨時には、河川流域から河川へ輸送されるセシウム 137 の量も増えると考えることが出来ます。

そのため、福島でも降雨時には粒子として運ばれるセシウム 137 は増加すると予想されます。ただし、茨城県久慈川の結果では、溶存態としてのセシウム 137 も総濃度の～50%程度あ

りますので、溶存態として動くことも十分考えられます。底泥に関しては、貝類等の底生生物への取り込みを評価することが重要だと思います。

流域からは河川を經由して海洋へ流れます。粒子態のセシウム 137 は河口域（注：河口付近のこと）である程度沈降した後に、粒径の小さな粒子がより遠方へ運ばれ、堆積物に沈降していきます。そのため、ある程度沖合までの表層堆積物の採取・測定が必要です。一方、溶存態のセシウム 137 は、一部は河口域での凝集沈殿に取り込まれますが、沿岸域に到達したセシウム 137 はそのまま、溶存態として安定に存在することが予想されます。この場合、池田先生が行う水塊流動のモデルにより、予想することは可能だと思います。生態系への影響は、海水中のセシウム 137 の放射能濃度を測定し、生物への濃縮係数から生物内への取り込みを計算することは可能です。この点は、日下部会員が詳しいと思います。

< 追加質問： 池田会員 >

建屋の地下にたまっている汚染水が海に流れているだろうと推測していますが、その流量は土壤に依りますよね。あのあたりの土壤はどんなでしょうか。

< 回答： 長尾会員 >

土壤の分類上では、灰色低地土と呼ばれる範疇に属すると思います。ただし、粘土鉱物の種類は場所により多少異なるので、確認が必要です。この辺の地質は、一番確実なデータは、福島原発建設時に調べたボーリングのコア試料のデータがあれば状況を把握することが可能です。東電は所有していると思います。

< 追加質問： 池田会員 >

一度、新聞に、粘土層なので、10 m くらい下の地下水にはセシウムが流れこまないと書いてありました。もちろんある専門家に話を聞いたものです。しかし、土壤の一般論として、一様に粘土層になっていますか。私は、絶対すきまがあると思います。そこから地下に、そして海洋に流れ出すでしょう。

< 回答： 長尾会員 >

上でも書きましたが、その地域の地質次第です。ただし、地下のある深さで地下水が流れる帯水層があり、下部に粘土等の透水性の低い鉱物から構成される層が存在することは一般的な状況です。その意味で、解説者の答えは間違いではありません。もちろん、一部は土壤の中を下方浸透し、地下水を涵養していることは事実です。その意味では、地下水を經由して流れることは可能です。ただし、地下環境では、セシウム 137 は大部分土壤の粘土鉱物等に吸着し、地下水まで到達する量はかなり小さいと予想されます。ただし、原発内での事となると話は変わってきます。それは、ドライビングフォース（注：駆動力のこと）として、注入している水が漏洩していることがあげられます。つまり、イメージとしては、絶えず水が供給され、地下水へ押し出され、それが海洋へ移動する可能性は考えら

れます。極近傍の原発敷地内とそれ以遠の環境では、考慮するシナリオを別々に考えた方が良いと思います。いずれにしても、まずは、原発敷地内の地質状況の把握が、より正確なシナリオ設定に結びつくと思います。

< もうひとつ追加質問： 池田会員 >

河川を通じた放射性元素流出はどの程度問題でしょうか。

< 回 答： 長尾会員 > (6月7日)

当面は、陸域からの主なソース（注：放出源のこと）は福島原発なので、ご検討されているモデルで問題はないと思います。ただし、今後、少なくとも3年程度の評価を行う場合には、河川からの寄与を無視することは出来ません。モデル上、現状では陸水の影響は福島原発に比べると小さいので、緊急のモデルとしては充分ですが、今後の評価まで考えるのであれば、モデルの拡張をしやすくするのであれば、現在のモデルに河川の寄与を含めることができればすばらしいと思います。もちろん、手間がかかり、煩雑になることは理解しておりますが、一応、情報としてお伝えします。

アプローチ案

流量の大きな阿武隈川と太平洋側の小さな河川の2グループに分類し、河川の寄与を考える。その場合、阿武隈川には国土交通省の水位・流量観測点があります。流量に関しては、河川流路の断面積を確定しないことには流量換算できません。そのため、国土交通省はデータの提示はいやがることが予想されます。水位の速報値はホームページで閲覧可能なので、過去の水位と流量との関係式を作成し、こちらの責任で流量の概算値を見積もることは可能です。

太平洋の小河川に関しては、福島県の管轄ですので、データは福島県が持っています。いずれにしても、河川水の放射能のデータがないと意味がありませんが、環境省では福島県と連携し、河川調査を開始したようです。また、我々も個人ベースですが、福島県の河川、阿武隈川、宇多川、新田川で観測を開始しました。そのため、陸域からのソースを入れることが可能になると思います。

< 追加質問： 池田会員 >

地下水が流入しているにもかかわらず、流出がないというのは、非科学的としか言えません。流入だけが起きているとしたら、水位は上昇し続けますが、そんなことはありません。もしあるところで平衡状態になったとしたら、そこで流入と流出が同時に起きるでしょう。また雨水などで水位が十分上がれば、流出するはずです。

< 回 答： 長尾会員 > (7月10日)

近傍での水収支は、汚染水の動きを考える場合には、非常に重要になると思います。ただし、一部の記述には地下水位の増加が懸念されるということですので、地下水の流入量は大量のものではなく、濃度が高いために問題となっていることも考えられます。また、沢の様な状況ということですので、周囲から沢に向かって透水層が配置され、水が流れ込む状況であれば、流入だけでたまる一方ということはあると思います。

いずれにしても、より詳細な事実確認が必要だと感じます。できれば、当日の資料等があると検討することは可能だと思います。また、地下水流道は1次元で考えるのではなく、少なくとも、2次元で、水平方向の流れを考えの流動特性を考えるべきだと思います。

4. 海底堆積物への蓄積

< 質 問： 池田会員 >

海底堆積物にどのくらいの放射性元素がたまるでしょうか。

< 回 答： 北里会員 > (4月12日)

放出された放射能物質は、プランクトンに取り込まれるか、粘土粒子に付着し、それが凝集して海底に沈降する。春から夏にかけてネフェロイド層（注：浮遊粒子が混じっている水の層：高濁度層）を形成するだろう。それは、ときに海底近底層数十 m の厚さにもなります。福島～茨城沖で形成された放射能を含んだネフェロイド層の粒子たちは、おそらく2つの経路で広がるのが予想できる。一つ目は、頻発する余震に伴って発生しているだろう混濁流とともに大陸斜面に広がり、最終的には海溝に堆積する。もう一つは、200～300 m の水深を南に流れる親潮潜流（注：水深数百 m 付近を海岸に沿って南下する亜寒帯系の水の流れ）に乗って南下し、最終的には相模湾の中層に達する。

底層に沿った拡散のモニタリングとしては、海底表層未攪乱堆積物の定期的な採集が必要。今から始め、数年に渡って定点観測（注：観測地点を固定して定期的に観測すること）を行うことが大切であると考えている。場所は、たとえば相模湾三崎沖水深 300 m、福島、宮城沖水深 1000 m、2000 m、4000 m、6000 m などが候補になる。なお、私ども（注：海洋研究開発機構）の緊急調査では海底表層堆積物を採集することも計画に含んでいる。

もう一つは、福島～茨城沖に沈降粒子を捕捉するセジメントトラップ（注：海中を沈降してくる粒子を捕捉する装置のこと）を係留することだが、それができるかは判断が必要である。

いずれにしても、原水爆実験の折に放出されたセシウムのピークがいまだに、堆積層上部にみられることを考えると、放射性物質が、水中の物理、化学、生物だけをみることは片手落ちであると思う。

< 質 問： 池田会員 > (7月中旬)

海水中の放射性元素は海水と共に流れていくので、渦拡散などによって8月には、1 Bq/Lから0.1 Bq/L程度に低下するでしょう。一方で、陸圏から河川や地下水を通じて流入する元素は、風応力が海面に働いて作られる海底エクマン層によって表層から海底近くに運ばれる分、植物プランクトンに吸着して沈降する分、動物プランクトンや海洋生物に取り込まれてデトリタスとなる分が、徐々に陸棚海底に蓄積するでしょう。海水から海底土壤に移行する量を把握する必要があります。さらに底棲動物に移行する量も知りたいところです。

< 回 答： 角皆静男会員 >

定量的議論なら大歓迎です。私には、アルカリ金属のセシウムがそう簡単に堆積するとは考えられません。いったん海底に達しても(メカニズムはいろいろ)、回帰する部分が多いでしょう。

海洋におけるセシウムの平均滞留時間は百万年の桁です。いったん粒子(有機物など)に付いても、だんだん海水に戻るでしょう。ただ、土壤中のセシウムが高温で焼き物状態の大粒子になっていけば、簡単には溶けないかもしれません。

アルカリ金属及びアルカリ土類金属の大きい順に並べた海水中元素の log(海水中濃度/地殻中濃度)、すなわち濃度比の対数を取り、それに10を加えた値は、ナトリウム:9.7、マグネシウム:8.9、ストロンチウム:8.4、カリウム:8.2、カルシウム:8.2、リチウム:7.9、ルビジウム:7.1、セシウム:6.8。要するにセシウムは地殻中で海水中の1000倍程度の濃度になる。

< 回 答： 鈴木靖会員 >

厚労省第3回水道水における放射性物質対策検討会

<http://www.mhlw.go.jp/stf/shingi/2r9852000001fhol.html>

ここにある資料1 中間とりまとめ資料の52-54ページあたりに浄水処理での放射性セシウムの挙動について触れられています。

<http://www.mhlw.go.jp/stf/shingi/2r9852000001fhol-att/2r9852000001fhth.pdf>

水田の調査によると、放射性セシウムの濃度は

水田表面水 7.4-15.8 Bq/L

水田土壌 3000-3700 Bq/kg (水を含んだ状態)

だそうです。1ケースだけの測定ですが、海水と海底土壌でも同じような状況になっているのではないのでしょうか。

< 回 答： 乙坂重嘉会員 >

角皆さんのご指摘のとおり、セシウムは海底に堆積しにくい元素です。一方で、セシウムのイオンと鉱物の結晶の空隙との大きさの関係から、セシウムが結晶の層間に挟まりやすいことがわかっています。海水に粒子（イライトなどの鉱物）を懸濁させた接触実験では、海水から鉱物へセシウムを取り込む速度が、粒子の濃度に概ね比例するという結果が得られています (Nyffeler et al., *Geochim. Cosmochim. Acta* 48, 1513, 1984 他)。下記の日下部さんのご意見にあるセラフィールドでの計算 (Kobayashi et al., *J. Nucl. Sci. Technol.* 44, 238, 2007) も、この考え方に基づいています。

沿岸域、特に津波直後は、懸濁粒子の濃度が極めて高いと思われ、この場合、セシウムが「粒子化」する確率は増え、沿岸の堆積物中にはセシウムが堆積します。一般に、海水中の懸濁物濃度は、陸からの距離とともに急激に減少するので、沖合いでのセシウムの堆積量はかなり減ると思いますが、沿岸の堆積物が再輸送されれば、沖合いの堆積物から放射性セシウムが見つかることもおかしくないと考えます。

沿岸域では、ある程度は海底に残ることを前提に調査をしたほうがよいと思っています。

< 回 答 : 日下部正志会員 >

セシウムがアルカリ金属（注：元素を性質にしたがって並べた周期表で、最も左側に位置する第1族のうち、水素を除いた元素のこと）に属しているからといって、海洋では他のアルカリ金属と似たような挙動とるかといえば、そうとも言い切れないと思います。

まず residence time（注：滞留時間）について。下に Broecker and Peng からのデータを抜粋します。単位は百万年。カリウムは 1200 万年、セシウムは 33 万年。百万年はありません。セシウムだけが有意に短いことが分かります。

Residence time（単位：百万年）Li 2.8、Na 55、K 12、Rb 3、Cs 0.33

セシウムは海底の粘土鉱物に吸着することは良く知られています。例えば、沿岸の堆積物の年代測定にセシウム 137 の分布パターンが使われてます。得られた年代は鉛 210 による年代測定の見積もりとも決して矛盾しません。仮にセシウムは堆積物にいったん落ちても簡単に再度溶け出すのであれば、セシウム 137 の分布は年代測定に使うことはできません。この分野の論文はたくさんあります。また、沿岸域では、堆積速度とセシウム 137 の inventory（注：存在量）の相関もかなり良いです（海生研のデータ）。その他、実際に堆積物への取り込み、または堆積物との結合状態に関する論文も出ております。手元にある論文では、堆積物中のセシウムは大きく分けて reversible phase（注：可逆相、逆に戻ることができる段階のこと）、slowly reversible phase（注：緩可逆相、逆に戻ることができるが時間がかかる段階のこと）、irreversible phase（注：非可逆相、戻らない段階のこと）の3つがあり、最初はゆるく粘土鉱物に結合して（reversible phase）、時間が経つにつれ堆積物への結合が強まり、最終的には不可逆的に堆積物に取り込まれるとしています (Borretzen, P., and B. Salbu, *J. Environ. Radioact.*, 61 (2002), 1-20)。さらに、日本近海の海水中のセシウム 137 と

ストロンチウム 90 の比は大体一定(1.4)ですが、深層水中では明らかにその比は小さく(0.2)、逆に堆積物中ではその比は5に上昇します。沿岸域ではストロンチウム 90 に比べセシウム 137 がはるかに堆積物へ移行しやすいことを示しています(稲富・他、放射線科学, 52(3), 34-38(2009))。

セシウムはいったん外洋の清浄な海水中に移動すると、保存性成分として挙動しますが、沿岸ではその限りでないというのが私のセシウムのイメージです。セシウムのグローバルの分布のシミュレーションは移流拡散で大体説明できますが(論文多数)、例えば、イギリスのセラフィールド(Sellafield)から出たセシウムのシミュレーションでは、粒子の寄与を考慮しなければうまく実態と合わないという報告もあったような気がします(どの論文だったか今手元にない)。

今後福島から出たセシウムの移動プロセスをシミュレートする場合には、是非 scavenging (注: 海水に溶けていたものが粒子に吸着し、それが沈降することにより海水から除かれるプロセス)を考慮したモデルを作っていただきたいものです。大部分は溶存として物理的に移動拡散希釈のプロセスを経るとしても、出た量が膨大ですから、わずかが沿岸の堆積物に蓄積するなら、生態系への影響、特に水産物への影響は非常に大きいことが考えられます。irreversible phase にあるのなら、底棲動物(注: 海底付近で生息する動物)には影響しないはずですが、結構それまでには時間がかかるでしょうし、沈殿の形態は様々なものが考えられますから、しっかり堆積物へのフラックスはつかんでおきたいものです。Cs-rich (注: セシウムが豊富な)粘土鉱物が底棲動物の体内に入ったらどうなるかも興味あるところです。

< 追加質問: 池田会員 >

角皆会員の回答を解釈すると、オーダーでは、セシウムは重量あたりで海水の1000倍程度まで濃くなると考えてよいのでしょうか。その厚さはどのくらいですか。それとも厚さは考慮する必要はないのでしょうか。それらを考えた上で、底棲生物への移行は海底土壌の0.1くらいと見積もっていいですか。

< 回答: 森田貴己さん(水産庁研究管理官) >

海底土から海産物への移行については、もっと調べれば論文があると思いますが、私の手許にある論文は、J. Radiat. Res., 19, 93-99 (1978)ぐらいです。この中では、海底土からのセシウム 137 の移行割合(海産物中の濃度/海底土中の濃度)は、ゴカイ(汽水性: 注: 汽水とは海水と淡水が混じった水のこと) 0.179、海藻(紅藻類) 0.069、二枚貝 0.045 と示されています。また、私自身が以前深海性ナマコ中のセシウム 137 を測定したことがありますが、ナマコの体の中の泥のセシウム 137 濃度は、ナマコを採集した地点の海底土中のセシウム 137 濃度とほぼ同じであり、ナマコ被のうちの中セシウム 137 は、体中や周辺の海底土中の濃度の約 0.04 でした。陸上の土壌中ではセシウム 137 はかなり強く粘土に吸着する

らしいので、海底土中でも同様に強く吸着しているのか、海産物への移行はこのぐらいです。ただ、今回は非常に高濃度のセシウム 137 が海底土から検出されていますし、十分に吸着する前に海産物に取り込まれる可能性も否定できないので、底魚の調査は、かなり重視しています。

5. 海産物への影響

< 質問： 池田会員 >

いろいろな魚類があるので、放射能汚染を受けやすいもの、受けにくいものを教えてください。

< 回答： 片山知史さん（東北大学） >（7月12日）

東北の沿岸魚類専門として、コメントさせていただきますが、定量的な話は全くできないので、パターン化して認識しましょう、という程度です。代謝（注：生体内で起こるエネルギーを取り出すための化学反応のこと）・濃縮については不勉強で判らないのですが、生活パターンから整理しました。

魚類が汚染される原則

1. 生息している海水が高濃度に汚染されていること。しかもその場に長時間生息していること。
2. 餌が高濃度に汚染されていること。しかも摂食量が多く、代謝し同化した量が多いこと。

（4月？のコウナゴは、両方だったと考えられる）

A: 浮魚・回遊魚：北上中のマイワシやサバ類（スルメイカも？）の分布域は、希釈されている外海で、しかも数週間で通過するので、汚染の可能性は低い。これから南下するサンマも。マグロ・カツオ類は、より外海なので汚染の可能性は低い。秋から南下するサケは、沿岸に接岸するものの、滞在期間は数週間であり、餌をほとんど食べないので汚染の可能性は低い。

B: 浮魚・沿岸定着性：上記コウナゴと同様、汚染の可能性が高い。

C: 底魚・回遊魚：マダラ、スケソウダラは秋から南下し、特にマダラは沿岸に近寄る。牡鹿半島以北は、汚染の可能性が低いものの、仙台湾に入った個体は注意。ただし、仙台湾のものも産卵まではあまり餌を食べないので、汚染の可能性は中程度。しかし、産卵後の春季は摂食量が著しく多いので、汚染の可能性は高い。しかも、その後北上する個体も多いので、北向きへの拡大が懸念される。

D: 底魚・沿岸定着性：ヒラメやスズキなどは比較的水柱の生産を利用するので汚染の可能性は中程度。しかし生活領域や食物を海底に依存しているカレイ類（マガレイ、ヤナギムシガレイ、ミギガレイ、アカガレイなど）マアナゴ、キアンコウ、エゾイソアイナメ、タコ類（ヤナギダコ、ミズダコなど）は、汚染の可能性が高い。エビ類、カニ類も。

E: 極沿岸の砂潜二枚貝：ホッキガイ、アカガイ、コタマガイ、チョウセンハマグリなどは、底生珪藻や懸濁物を摂食しているので、極めて汚染の可能性が高い。

F: 養殖対象種：マガキ、ホタテガイ、マボヤ、ワカメ、コンブ、ノリは、牡鹿半島以北が中心なので、当面は心配ないが、海流の変化（汚染物質の拡大）によっては、注意を要する。特に海藻類は、多く蓄積されるであろう。

G: 河川および河口域の生物：陸域からの放射性物質が集積している状況。中流域のアユは一段落したが、下流域・河口域のヤマトシジミ、アサリについては、汚染の可能性は中程度。ただし、河川間の差が大きい。

上記は当面の推察です。有害金属や残留性有機汚染物質の例から察すると、多少外海でも長期的な蓄積も考えられると思います。

6. 放射性元素の測定法

< 質問： 池田会員 >（7月下旬）

放射性元素の測定法に簡略な方法（緊急測定）と高精度を得られる方法があると聞きましたが、何が違うのですか。

< 回答： 植松会員 >

放射線にはアルファ、ベータ、ガンマ線の3種類があります。そのうちで波長によって元素を特定できるガンマ線の測定について説明します。

ガンマ線測定装置でよく使われているものには2種類あります。丸い缶詰状で、測定できる面は缶の上面（同軸型と呼びます）だけです。もう一つはその缶の真ん中に試験管が差し込める穴（井戸型）があります。穴の壁面でも測定できます。

同軸型の検出器の上に点状の試料を置くと、そこから出て来る放射線の下半球部分が計測できます。しかし、井戸型では穴の底に試料を入れるとほぼ全球状に放出される放射線を計測できます。その試験管は数ミリリットル程度の容量しかありません。

緊急測定の場合、同軸型で、缶詰を全部覆うような凹型の容器を逆さにして、2Lの海水を入れて、濃度に応じて時間を調整し計測する方法です。もし、濃度が低ければ、計測時間をもっと長くすれば測定可能ですが、バックグラウンド（試料がない場合）レベルに依存し、バックグラウンドが高くなっている東日本では、測定時間が長ければ計測できるもの

でもありません。現在の政府放射能対策支援本部の緊急測定方法では海水の放射能濃度の検出限界値は、ヨウ素 131 が約 4 Bq/L、セシウム 134 が約 6 Bq/L、セシウム 137 が約 9 Bq/L です。これらを下回る場合は、不検出と記載されています。

今回の緊急時測定は 2 L ではなく、500 ml の海水を容器に入れて同軸型検出器の上に置いて測定するようになり、ますます検出限界が上がったということです。同じ検出効率だとしても、1/4 のカウント数しか得る事ができません（実際には少し効率がいいようです）。例えば、カウント数が 100 カウントであった場合、その計数誤差は、ルート 100、100+/-10、25 カウントになればルート 25 となります。すなわち 2 L の時と比べ誤差は 2 倍になります。実際には、バックグラウンドがあるので、もっと誤差が増えます。

< 追加質問： 池田会員 >

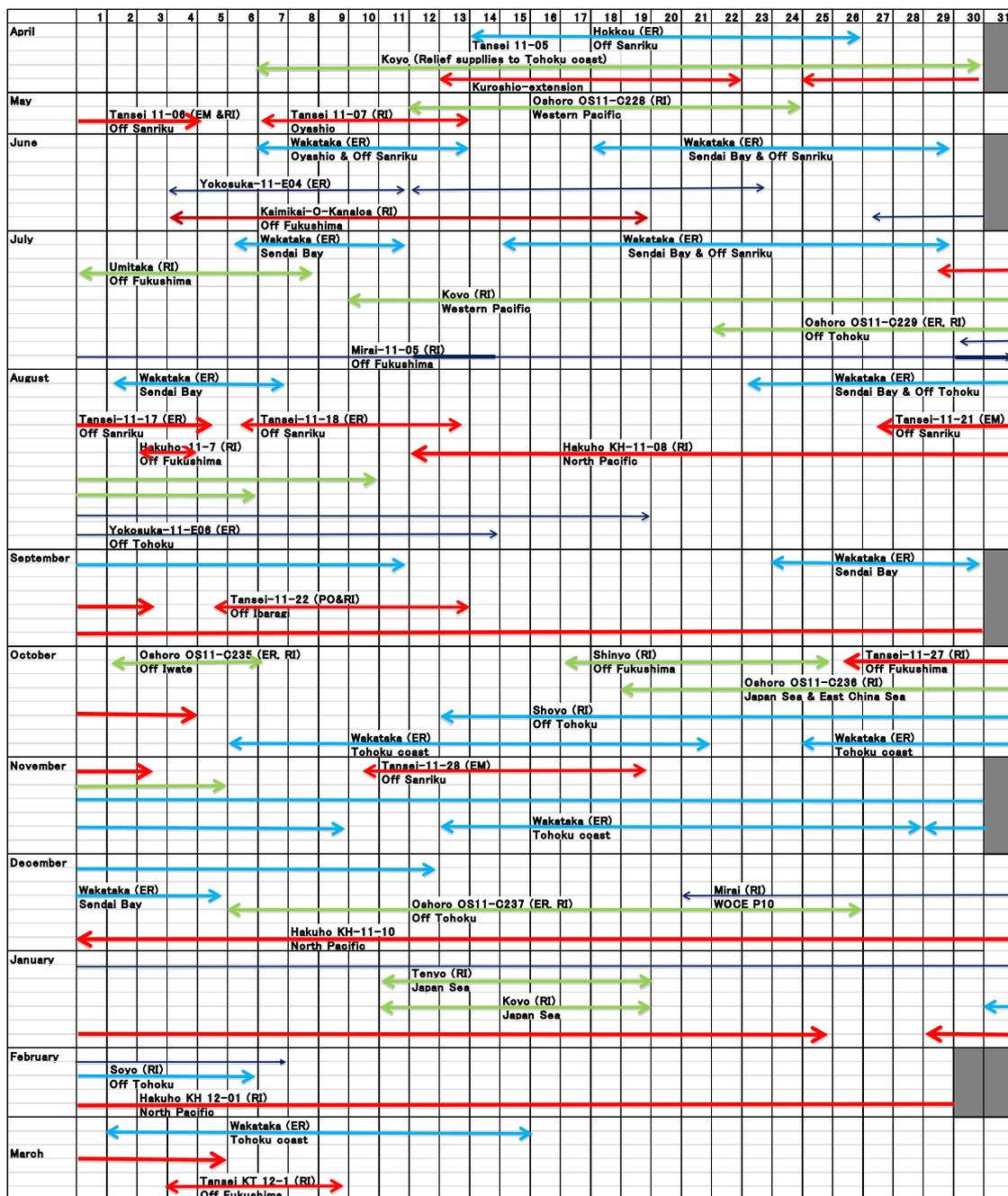
高精度で測定するには海水の量を増やすのですか。それとも前処理をするのですか。

< 回 答： 植松会員 >

必須なのは前処理です。さらに海水の量を増やせば測定時間を短縮することができます。海水中のセシウムを選択的に吸着する AMP という試薬を入れて、その沈殿を回収して、その粉末を井戸型測定用試験管に詰めて、計測するという方法です。最近の検出器の計測効率が改善され、2 L の海水中のセシウム量があれば、低バックグラウンドの状態の検出器では十分測定可能ということです。一試料について 24 時間計測ということもよくあります。場合によれば、一週間測定ということも聞きます。20 L の海水から濃縮すると、計測時間が短縮できます。

必須なのは測定試料の体積を減らすための前処理です。さらに前処理をする海水の量を増やせば測定時間を短縮することができます。海水中のセシウムを選択的に吸着する AMP という試薬を入れて、その沈殿を回収して、その粉末を井戸型測定用試験管に詰めて、計測するという方法です。最近の検出器の計測効率が改善され、2 L の海水中のセシウム量があれば、低バックグラウンドの状態の検出器では表層海水であれば事故前のセシウム 137 のレベル（1-2mBq/L 程度）は十分測定可能ということです。一試料について 24 時間計測ということもよくあります。場合によれば、一週間測定ということも聞きます。20 L の海水から濃縮すると、計測時間が短縮できます。

5.11. 震災対応・関連航海（政府モニタリングを除く）



RI：放射能試料採集

ER：生態系調査

PO：海流等海洋物理調査

EM：地震関連地学調査

5.12. 公開シンポジウム「海から見た東日本大震災」

共催: 日本海洋学会・東京海洋大学

日時: 2011年10月15日(土) 13時30分～17時

場所: 東京海洋大学 品川キャンパス 講義棟 大講義室

<プログラム>

13:30-13:40 日本海洋学会会長挨拶 花輪 公雄(東北大学)

座長 小川 浩史(東京大学)

13:40-14:20 地震と津波の概要 藤本 博己(東北大学)

14:20-15:00 津波の生態系影響 鈴木 昌弘(産業技術総合研究所)

座長 神田 穰太(東京海洋大学)

15:15-15:55 放射性物質の放出・拡散 本多 牧生(海洋研究開発機構)

15:55-16:35 放射性物質の生態系への拡散 石丸 隆(東京海洋大学)

16:35-17:00 総合討論

<開催趣旨>

本年3月11日に発生した「東北地方太平洋沖大地震」は、マグニチュード9.0という我が国観測史上最大の超巨大地震であった。地震そのものによる被害に加え、津波による沿岸域に対する甚大な被害や、さらにそれに引き続く福島第一原子力発電所の事故による放射性物質の放出にともなう被害が加わり、戦後最悪の災害となった。

津波は藻場、干潟、岩礁域といった沿岸生態系に大きな擾乱を与えたはずである。しかしながら、津波による大規模な生態系擾乱が詳細に観測されたことは稀で、これまで海の中で何が起こっているのかは、想像の域を出ない。一方、原発事故によって海へと流出した放射性物質は、海流に流されながら拡散し、その一部は、生物に取り込まれて生態系の中を循環しているはずである。

地震から5か月が経過した現在、沿岸の生態系回復に関する調査も少しずつ始められている。また、放射性物質の海洋への拡散に関しても、初期から継続している政府によるモニタリングに加え、

高精度な測定や生態系調査を含む研究者による航海もいくつか実施されている。本シンポジウムでは、十分なデータとはいえない段階ではあるが、これまでの知見をもとに放射性物質による海洋汚染や生態系破壊の現状を報告するとともに、中・長期的な研究や復興に向けた方向性を紹介して、議論したい。

5.13. サイエンスアゴラ 2011 参加企画 シンポジウム

「東日本大震災後の海洋汚染の広がりとその影響」

日 時:2011年11月19日(土)15時30分-17時

場 所:日本科学未来館 7階 みらい CAN ホール(収容定員 300名)

<http://www.miraikan.jst.go.jp/guide/route/>

主 催:日本海洋学会震災対応ワーキング・グループ

趣 旨

東日本大震災にともなう大津波と福島原発事故によって大量の有害化学物質と放射性物質が海へ流出した。また福島原発から大気に漏出した放射性物質は風に運ばれた後、広い海域の海面に落下した。これらの有害化学物質と放射性物質の広がり方と海洋生態への影響について、何が分かっている、何が分かっているのか、を海洋学会会員が解説する。その後のパネルディスカッションでは、海洋学会会員と非専門家で構成されるパネリストが、フロアの一般参加者を交えて、海洋汚染対策と海洋環境の保全・防災にかかわる海洋の監視・調査・研究の今後の進め方について意見交換を行う。

ご質問・ご意見の事前受付サイト: http://jfnaoki.s112.xrea.com/sci_agora/clipmail.html

プログラム

15:30~15:35 開会挨拶・趣旨説明 市川洋(海洋研究開発機構)

15:35~15:50 講演 植松光夫(東京大学)

「海洋放射能汚染の広がりを測る:わかること・わからないこと」

15:50~16:05 講演 升本順夫(海洋研究開発機構)

「海洋放射能汚染の広がりを再現する:わかること・わからないこと」

16:05~16:55 パネルディスカッション

「海洋の環境保全・防災にかかわる監視・調査・研究の今後」

パネリスト(50音順)

植松光夫(東京大学)、尾林彩乃(サイエンスカフェ水戸)、

日下部正志(海洋生物環境研究所)、鈴木昌弘(産業技術総合研究所)、

難波美帆(早稲田大学)、升本順夫(海洋研究開発機構)

コーディネーター 市川洋(海洋研究開発機構)

16:55~17:00 閉会挨拶 花輪公雄(日本海洋学会長、東北大学)

5.14. 2011 年秋季大会ナイトセッション

「東日本大震災と海洋学会震災対応ワーキンググループの活動」

主催：日本海洋学会震災対応ワーキンググループ

コンビナー：池田元美（北海道大学），津田 敦（東京大学，副会長）

日時：2011 年 9 月 29 日（木） 18：00-20：00

会場：東海大学清水キャンパス

開催趣旨

東日本大震災の海洋環境へのインパクトを解明し軽減することは、海洋科学の専門家が取り組むべき課題である。我が国の専門家がこの責務に取り組んでこそ、国際社会への責務が果たせる。2011 年 4 月 14 日に池田元美会員ら有志によって開催された「震災にともなう海洋汚染に関する相談会」には 100 人以上の参加があり、学会に対する期待を痛感すると共に、情報交換・提供の重要性が指摘された。相談会の提言を受け、日本海洋学会では、幹事会メンバーおよび各方面の専門家を中心とする震災対応ワーキンググループ（WG）を設置し、その下に、観測・監視、分析・サンプリング、数値モデリング、生態系、広報・アウトリーチの 5 つのサブワーキンググループ（SWG）を設けた。

各 SWG は担当する分野において、情報の収集、解説の付与、提言などの活動を行い、そのアウトプットは主に、新たに立ち上げた「東日本大震災関連特設サイト」（URL: <http://www.kaiyo-gakkai.jp/main/sinsai>）を通して公開されている。

今後の活動としては、研究集会および一般向け講演会の立案や、より時間スケールの長い立場で考えなくてはならない生態系回復に関する活動などが挙げられる。また、現在、計画されている航海や解析結果も今後の研究集会や学会の場で発表されていくことになるが、その結果を踏まえて、新たな方向性を見出していくのも大事な使命であるとする。本ナイトセッションでは WG のこれまでの活動を紹介し、多くの方々との議論を進める中で、WG の活動を会員や社会への貢献できる方向性を模索する機会としたい。

プログラム

18：00-18：10	趣旨説明	池田元美（北海道大学） 座長 池田元美（北海道大学）
18：10-18：40	東日本大震災と日本海洋学会	花輪 公雄（東北大学）
18：40-18：50	観測・モニタリング WG 報告	津田 敦（東京大学）
18：50-19：00	分析・サンプリング WG 報告	植松 光夫（東京大学）
19：00-19：10	モデリング WG 報告	池田 元美（北海道大学）

- 19 : 10-19 : 20 生態系 WG 報告 鈴木 昌弘 (産総研)
- 19 : 20-19 : 30 広報・アウトリーチ報告 川合 義美 (JAMSTEC)
- 座長：津田 敦 (東京大学)
- 19 : 30-20 : 00 総合討論

5.15. 2012 年春季大会シンポジウム

「東日本大震災と海洋研究ならびに学会活動」

主 催：日本海洋学会 震災対応ワーキンググループ

コンビナー：花輪公雄（東北大学），津田敦（東京大学），池田元美（北海道大学），
植松光夫（東京大学）

日 時：2012 年 3 月 26 日(月)，13：00～17：15

会 場：筑波大学

<要 旨>

2011 年 3 月 11 日に発生した超巨大地震「東北地方太平洋沖地震」による東日本大震災から 1 年が経過しようとしている。この大震災では、地震の激しい揺れによる被害や発生した大津波による被害とともに、福島第一原子力発電所の事故により海洋への放射性物質の流出が起こった。このような状況に対し、海洋学会は震災対応ワーキンググループを設置し、提言、公開シンポジウム、市民との意見交換会（サイエンスアゴラ）、サンプリングマニュアルの作成、震災対応航海情報の収集と公開などを行い、モニタリングや震災対応研究へのサポートを模索してきた。一年が経過しようとしている現在、放射性物質の海洋拡散や津波からの生態系の破壊に関して、調査研究の成果が少しずつではあるが発表されるようになった。本シンポジウムでは、これらの研究成果を報告するとともに、現在までの調査や研究を俯瞰し、今後の研究やモニタリングのあり方、さらには学会の機能と責務などを議論することを目的とする。

<プログラム>

13:00-13:10 開催趣旨説明

花輪公雄（東北大学）

13:10-14:50 Part I. 研究発表—分かってきた海洋汚染と生態系破壊—

座長 植松光夫（東京大学）

1. 福島原発事故による人工放射性物質の海洋環境への流入と拡散状況の広域観測

植松光夫（東京大学）・青山道夫（気象研究所）

2. 海洋沈降粒子による人工放射性物質の鉛直輸送の実測

本多牧生・川上創（海洋研究開発機構）

3. 海洋堆積物中への人工放射性物質の輸送・蓄積過程と分布

乙坂重嘉（日本原子力研究開発機構）

4. 海洋における人工放射性物質の輸送拡散モデルによる再現と予測

津旨大輔（電力中央研究所）・モデリングサブワーキンググループ

5. 東日本大震災（地震と津波）による海洋生態系への影響の実態

鈴木昌弘（産業技術総合研究所）

14:50-15:10 休憩

15:10-16:30 Part II. 大震災に対する研究者の対応・学会の対応について

座長 小川浩史（東京大学）

1. 震災対応 WG 活動報告

津田敦（東京大学）

2. 20 km 圏内海域における放射性物質の分布状態

神田穰太・石丸隆（東京海洋大学）・加藤義久（東海大学）・津田敦（東京大学）

3. 東北マリンサイエンス拠点が目指すもの

木暮一啓（東京大学）

4. 研究者・学会からの情報発信およびアウトリーチ活動

市川洋（海洋研究開発機構）

16:30-17:15 Part III. 総合討論—今後の課題は何か—

座長 池田元美（北海道大学）

5.16. 日本海洋学会・東海大学海洋学部 共催 市民講演会

「東日本大震災による海洋放射能汚染の現状と今後」

日 時：9月17日（月）13:00 - 16:00

場 所：清水ふれあいホール（静岡市清水区役所内 3F 旧議事堂）

<http://www.city.shizuoka.jp/deps/simizu/gijoato.html>

平成23年3月11日に発生した「東北地方太平洋沖大地震」は、マグニチュード9.0という我が国観測史上最大の超巨大地震であった。地震そのものによる被害に加え、津波による沿岸域に対する甚大な被害が重なり、それに引き続く福島第一原子力発電所の事故により、大量の人工放射性物質が周辺環境へ漏出するに至り、さらに大きな被害をもたらした。日本海洋学会は、震災直後に「震災対応ワーキンググループ」を設置し、情報の収集、政府への提言、観測や分析のボランティア活動、一般市民への情報提供やアウトリーチ活動を行ってきた。原子力発電所の事故と海洋への放射性物質の放出は、我々にとって未経験の事故であり暗中模索で活動を始めたが、震災から1年半が経過し、事故の全体像、時間経過が次第に明らかになりつつある。本市民講演会の目的は、研究者が最新の情報を提供するとともに、市民と研究者間の双方向の意思疎通を意識し、中期的・長期的な研究や復興に向けた方向性と課題を議論することである。

<プログラム>

- 13:00-13:05 会長挨拶（花輪公雄・東北大）
座長 千賀康弘（東海大）
- 13:10-13:40 海からみる暮らしの中の放射能
－知っておくべき放射性物質の動き－（青野辰雄・放医研）
- 13:40-14:10 福島原発事故の放射能を海で計る
－海の中でどこまでどう広がったのか－（植松光夫、東大）
- 14:10-14:40 放射性物質の数値モデルによる拡散予測
－計算機によって分布を把握し、将来を予測できるか－（池田元美、北大）
- 14:40-15:10 放射性物質の生態系内での移行
－海洋生物にとりこまれる放射性物質－（神田穰太、東京海洋大）
休憩（15：10-15：20）
- 15:20-15:55 パネルディスカッション
座長 津田敦（東大）
パネラー（講演者、野平光司（東海大卒業生）、池辺靖（日本科学未来館））
- 15:55-16:00 閉会の辞 久保田雅久（東海大）

5.17. サイエンスアゴラ 2012 参加企画 (Bb-653) シンポジウム

「共に語ろう、東日本大震災後の海洋科学研究と教育」

日 時：2012年11月11日10時15分～12時
場 所：産業技術総合研究所臨海副都心センター
別館11階会議室1
主 催：日本海洋学会教育問題研究会

趣 旨

東日本大震災後の安心・安全な国民生活の実現には科学技術の貢献が不可欠である。しかし、東日本大震災とその直後の原発事故の発生を契機として、科学者の社会的役割、科学者の情報発信、科学者と国・企業の関係、クライシスコミュニケーション、リスクコミュニケーション、科学教育などについての議論が各所で行われている。このような東日本大震災後の社会における海洋科学の教育・研究の在り方について、日本海洋学会会員が海洋科学を専門としない人々と直接語り合う場として、本シンポジウムを開催する。

プログラム

10:15～10:20 開会挨拶・趣旨説明 市川 洋 (海洋研究開発機構)

10:20～10:35 講演 花輪 公雄 (東北大学)

東日本大震災対応WGの活動とこれから

10:35～10:50 講演 津田 敦 (東京大学)

東日本大震災復興のための海洋科学研究

ー「東北マリンサイエンス拠点形成事業」の概要ー

10:50～11:05 講演 岸 道郎 (北海道大学)

東日本大震災後の大学における海洋教育

ー教科書作りと卒業論文指導ー

11:05～12:00 パネルディスカッション

日本大震災後の社会における海洋科学の教育・研究の在り方

パネリスト (50音順)

岸 道郎 (北海道大学)、高梨直紘 (東京大学、天文学普及プロジェクト天プラ)、津田 敦

(東京大学)、花輪公雄 (東北大学)、

横山雅俊 (NPO 法人市民科学研究室)

コーディネーター 市川洋 (海洋研究開発機構)

5.18. 海洋学会春季大会シンポジウム

「東日本大震災による放射性物質汚染：堆積物の謎に迫る」

日時：2013年3月25日

場所：東京海洋大学

コンビーナー：池田元美、神田穰太

これまでの知見と本シンポジウムで発表された観測結果に基づいて、放射性セシウム蓄積量の推定を試みました。コンビーナーが中心となり、乙坂重嘉氏にも同等かそれ以上に参加していただいて、まとめを作成しました。シンポジウム発表者と特にコメントを出して下さった参加者の皆様に点検していただき、本サイトに掲示します。

推定を複数示すポイントは、基本的な前提が共通なら、植物プランクトン量などの見積もりがある程度異なっても、蓄積量の多寡は同じになることを示すためです。また推定をするにあたり、3人で深く議論した点を示して、それらが妥当であるか否かご意見をいただくこととしました。最後に観測された特徴から堆積物への蓄積プロセスに関して読み取れることを列挙しました。これについても皆様のアイデアを歓迎いたします。

プログラム

9：30～12：00

趣旨説明：池田元美

日下部正志「堆積物表層における ^{134}Cs 及び ^{137}Cs 濃度の分布とその時間的变化」

乙坂重嘉「堆積物中への放射性セシウムの初期沈着過程」

神田穰太「生物活動による堆積物への蓄積」

長尾誠也「河川を含めた陸水経由の蓄積」

加藤義久・乙坂重嘉・小畑 元「福島沖海底堆積物中における放射性セシウムのインベントリー」

安倍大介「高解像度マッピング調査で見られた海底の放射性セシウム分布の特徴」

池原研・入野智久・渡邊豊「密度流による放射性セシウムの輸送と堆積：三陸沖の地震／津波イベント堆積物の分析から」

木田新一郎「 ^{137}Cs の海底堆積物への移行を含めた数値シミュレーション」

三角和弘「海底土の ^{137}Cs のモデリング」

12：00～13：00

議論（パネルディスカッション・スタイル）

司会：池田元美

パネラー：日下部正志、乙坂重嘉、神田穰太、長尾誠也

コメンテーター：廣瀬勝己、山田正俊

コンビナーによるまとめ

問題設定

以下のいずれのプロセスによって、震災直後（2011年秋まで）東日本沿岸に注目すると、セシウム137がどのくらい堆積物に蓄積したのか、またその他のプロセスを考える必要があるか

- (1) 植物プランクトンに吸収または吸着の後、沈降・堆積した
- (2) 植物プランクトンを食べた動物プランクトンの糞などデトリタス性の懸濁粒子に移行するか、あるいは粒子に直接吸着し、沈降・堆積した
- (3) 震災に伴って流入、あるいは海底から再懸濁した海水中の土砂や堆積物に吸着し、沈降・堆積した
- (4) 高濃度汚染水が風成流や風による混合によって海底まで送られ、堆積物に直接吸着した
- (5) 河川あるいは陸面で土砂に吸着し、河川水とともに海洋に流れ込んで堆積した

現時点での所見

観測された南北200 km程度に広がる高濃度の蓄積を説明するには、次の状態のいずれかが必要である。

- 通常考えられるより一桁高い植物プランクトンの生長（生産）があった
- 震災に伴い沿岸から流れ込むか、海底から再懸濁した鉱物粒子が非常に高い濃度で存在し、それと同じ深度に高濃度放射性セシウムが存在
- 海底土直上に高濃度放射性セシウムを含む海水が到達し、堆積物内部で速やかに放射性セシウムを含む海水が移動・拡散するか、堆積物が攪拌されてセシウムを下方に運ぶ
- 大きな河川の河口周辺においては、陸上で吸着した放射性セシウムが土砂と共に流入し、高い濃度に蓄積している

5.19. 原子力規制委員会提出資料

福島原発からの放射性元素直接放出による海洋汚染（モデリング部分のみ抜粋）

池田元美

要旨

主たる視点として、福島原発事故を例にとり、重大な影響を受ける可能性のある地域（沿岸域）の拡がりに注目する。基準となる放射性元素の濃度を設定する必要があると考え、セシウム137の濃度について、海水で100 Bq/L、海底堆積物で100 Bq/kgを基準値とする。また20 Bq/Lと20 Bq/kgにも注目する。その理由は、海水を飲用することはないものの、福島沖で平均すると、魚などの海産物に5倍程度の濃度となって現れており、それぞれの基準によって、海産物では緊急時（事故後1年間）の摂取限度500 Bq/kg、それ以降の摂取限度100 Bq/Kgとなるからである。これを目安として考えることとし、さらに予防原則に基づいた低い濃度の設定を付録Cに記した。

濃度分布を推定する方法を記すと、観測値がある場合はそれに準拠するが、時空間的に密ではないので、シミュレーション結果によって補充し、拡がりを記述する。わが国では6つの異なるモデルを利用するグループが協力しており、それらの多数が示す結果を引用する。なお外国のモデルが時として大きくはずれる値を示していることには留意を促す。海洋循環モデルは移流拡散の機能を持ち、黒潮流路など流速場を決める主要な成分は、衛星データなどを用いて実際の場に十分近いものとしている。風応力は大気の再解析場から求めており、河川流量は気候値（平年値）を用いた。

海洋への直接放出量（大気経由ではない部分）については、東京電力による4月上旬のみの放出推定値として約1 PBq（Petaは10の15乗）が出されているのに対し、シミュレーション分布を観測値に合わせる逆推定によれば3 PBqかそれ以上になる。

事故発生から2ヶ月程度の期間において、福島県沖が最も高く、30 km沖でも100 Bq/Lに達した。福島以外は観測値が非常に少ないので、シミュレーションに基づいて推定するしかないが、茨城・福島県境で20 Bq/L、宮城県沖にも同等の汚染域が広がった。距離で表すと、100km近く南北に離れた沿岸域まで、海水に高濃度汚染が広がったことになる。モデルによって、北方に拡がる傾向が強いものと、逆に南方に拡がるものがあるので、この違いを作る要因をさらに分析し、妥当なモデル設定を探求しているところである。

1年あるいはそれ以上の時間スケールでは、海水中の汚染は格段に下がったものの、福島県沖はもちろん、茨城県全域と宮城県全域の沖で（100 m深くらいまで）の海底堆積物に20 Bq/kgを越える値が出ている。文部科学省が主導した観測のうち、茨城県沖の1箇所と宮城県沖の1箇所において500 Bq/kg前後の高い値が見られる。すなわち、150 kmくらい南北に離れた沿岸域で、海底堆積物に高濃度が出ている。この高濃度放射性元素が海水から直接堆積物に吸着したのか、生物起源物質に付着してから堆積したのかまだ不明であるが、少なくとも海流に乗って移動したのは確かなので、海洋モデルを使って数例を示すこと、また追

加実験を実施することも可能である。

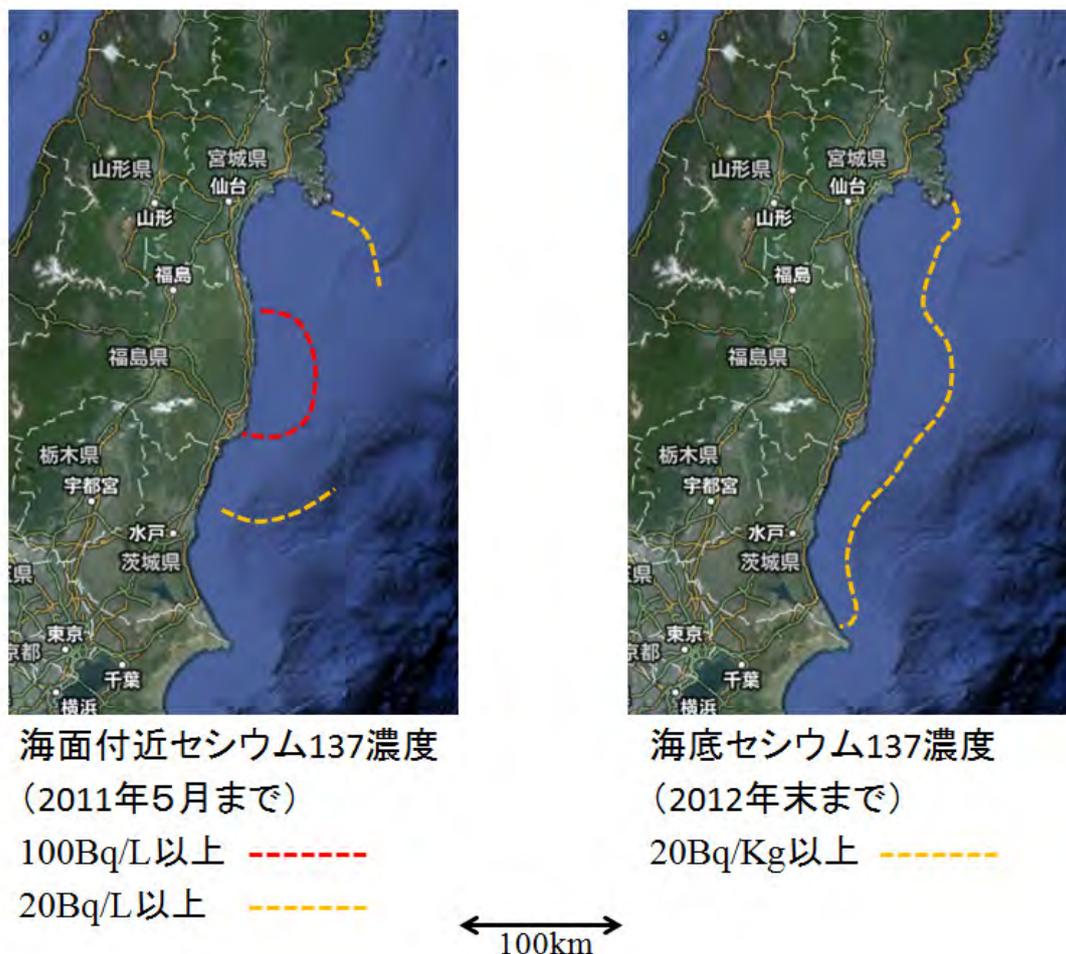


図1 観測値とシミュレーションから推定した汚染分布概観

福島原発以外のケースについては、研究課題として実行したケースはあるが、同一の原発について複数のモデルを用いたところはない。しかしながら、単一モデル結果として有意義と考えられるなら、その結果を提供することは可能である。

1. セシウム 137 の観測データ

3月下旬から福島原発沖で政府の委託調査としてJAMSTECが行った観測により、海面近くの採水に基づいてセシウム 134 と 137 などの濃度を得ることができた。原発近傍を除くと、100 Bq/L 前後の濃度から 10 Bq/L までが見える (図 2)。12 日間の調査期間では、徐々に沖方向に汚染が広がっていった。このデータは、この報告で示すように、モデル・シミュレーションの結果と比較することによって、モデルの検証、および放射性元素の放出量を逆に推定することに用いられた。

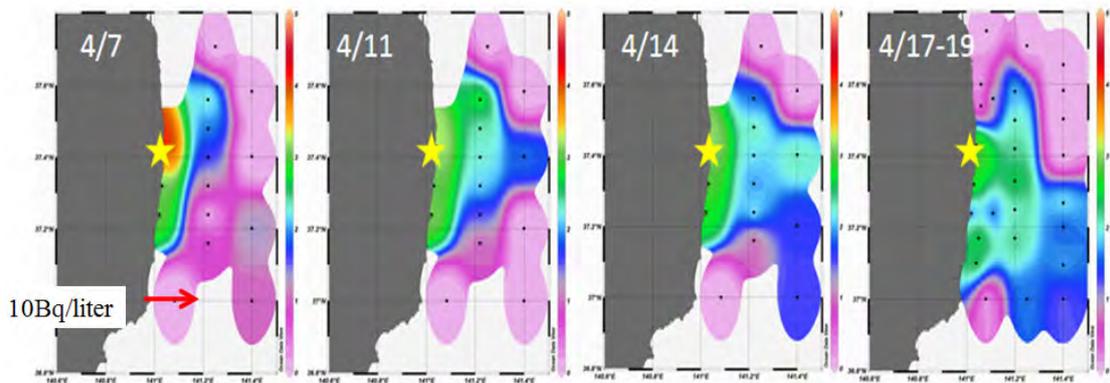


図2 23年4月、福島原発から15 kmと30 km沖の調査点におけるセシウム137の濃度。青が100 Bq/L前後の濃度を示す。

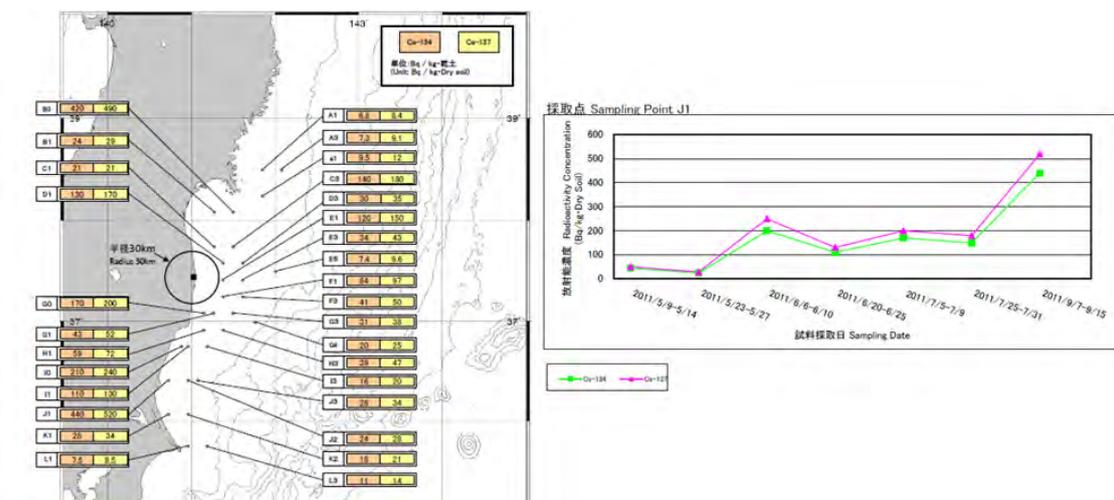


図3 (左) 23年9月、文部科学省の調査による海底堆積物のセシウム134と137の濃度。(右) 茨城沖の高濃度を示す調査点における時系列(23年5月から9月まで)。

図3に示すのは、海底から堆積物を採取し、セシウム134と137の濃度を計測したデータである。茨城から宮城に至る沿岸から100 km程度の領域で調査しており、その分布は10から150 Bq/kg程度であるが、2点では格段に高い500 Bq/kg程度を示すなど、非常に不均一である。高濃度を示す2点のうち茨城沖の点では、徐々に濃度を高くしているが、この傾向が全体を代表しているわけではない。おそらく海底地形や土壌の状態によって、高濃度粒子が集積するなど、未説明のプロセスが起きている可能性が高い。

2. シミュレーションモデルの解説

従来のモデルには2つの系列がある。ひとつは、沿岸付近の高解像度モデルによって、温排水のアセスメントを行うもの、もうひとつは、黒潮・親潮混合域の中規模現象を含めて扱い、流速、水温などの再解析を行うものである。

2 a. 沿岸付近の高解像度モデル

いくつかのモデルが開発されており、ROMS(Regional Ocean Modeling System)、JCOPE (Japan Coastal Ocean Predictability Experiment)、FVCOM (有限体積モデルを用いている)などの例がある。一例を示すと、モデル領域は海岸から約100kmの幅と、海岸に沿って約300kmの長さを持つ。水平解像度は1km×1km程度、鉛直には200m程度の海洋上層に20層を持つ。この上層より下には静止海水を仮定し、水深が上層より浅い海底地形のある部分では、地形に準拠したシグマ座標で表す。次に示す外洋域モデルにネスティングして、黒潮などによる流速場と水塊条件の影響を取り入れる。このモデルを再解析気象データから求めた風応力によって駆動する。再解析気象データの代わりに、気象庁の全球モデルGSMを境界条件とした領域気象モデル(NuWFAS)から求めた風応力を用いることも試している。潮汐流は弱いものの、モデルに取り込んでいる。

放射性物質は原発から放出する量を決め、その移流と拡散をモデルで計算する。放射性物質は沈降しないものとしても、2ヶ月程度の期間における海水中の濃度については十分な精度を持つ。また大気を経由する降下を加えることも可能であり、その結果も出している。

2 b. 黒潮・親潮混合域の中規模渦解像モデル

中規模現象を含む海洋循環場のシミュレーションは、放射性物質の移動・拡散を含まないモデルとして進められてきた。JCOPE2はその一例であり、多くのモデルに共通している概要は次のとおりである。モデル領域は日本東海岸から日付変更線あたりまでの黒潮・親潮混合域とし、解像度は3km×3km程度までの高解像度も可能である。海面高度計および水温のデータを用いて現実の循環場を再現することを目的にしている。

これに福島沖で4月上旬に粒子を入れて、時間変化していく海洋循環場を予測した結果を図4に示す。粒子追跡による放射性元素の分布には、3週間で1500km東に移動している部分もある。このモデルでは沿岸近傍の循環を再現することが難しいが、沿岸モデルをネスティングすることによって、放射性元素の移動と拡散を再現することを試みた。

本報告には載せていないが、このモデルを用いて1年後、2年後の分布を示すことは可能である。震災の被災国であるとは言え、原発からの放射性元素を太平洋に拡散させた加害国として国際的責任を果たすためには、長期間のシミュレーションと海洋調査によって、汚染分布に関する情報を広く提供することが必要であろう。

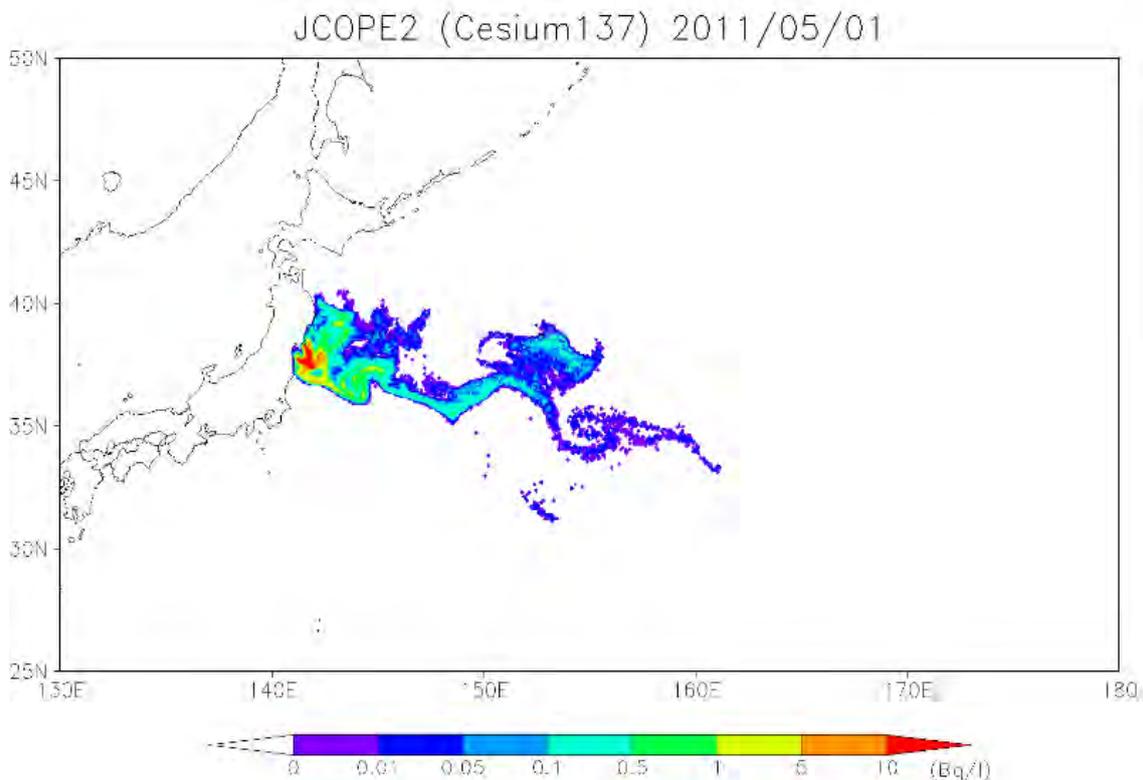


図4 JCOPE2 のシミュレーション結果 (5月1日)。色は濃度 (Bq/L) を示す。

3. モデルで検討する要素とシミュレーション方法

沿岸モデルには、沿岸域 (10~30 km 幅) の風成循環と河川水などによる密度流を正確に再現し、また海底地形の効果、および現場の速度・密度構造によって決められる鉛直混合を含むことが必須である。このモデルと中規模渦解像のできる外洋モデルをネスティングし、放射性元素放出源の情報を導入する。

外洋モデルにはデータ同化の手法を用いて、海洋物理観測データに整合する海域結合モデルのシミュレーション結果を求める。多くの場合に、JCOPE2 を用いた。放射性元素については、観測データと比較してモデル内の分布を修正することも考慮し、その水平フラックスをモデルから求める。さらに放出源の情報と比較して、放出源とモデルの双方を検討する。

いくつかの沿岸域のモデルを検証し、不確かさを特定するため、モデル相互比較 (Model Inter-comparison) を行う。駆動力、解像度、力学過程など基本的な要素は共通にしたが、外洋モデルとのネスティング方法にモデル間で違いがあり、シミュレーション結果の相違もネスティング方法の違いに起因するケースが多いと判断している。

放射性元素のふるまいについては、大型生物や海底堆積物に永く存在する可能性のあるセシウム 137 についてシミュレーションを行った。植物プランクトンへの付着、食物連鎖による濃縮、堆積物への吸着を見積もることは重要であるが、現時点ではモデル比較を行

う段階になっていない。今後さらに検討する要素として、表層から浅い海底への Ekman 流、鉛直対流などに伴う堆積物吸着も推算することとしている。河川と土壌を通じた放射性元素の海洋流入を考慮し、その重要性を見積もることも重要であると認識している。

以下にこれまで行ったモデル設定の詳細を記す。

風応力：共通の風応力場として、ASCAT（0.25 度格子）を用意した。各モデルで他の風応力場も用いたシミュレーションを行い、風応力データへの依存を調べている。

河川流量：特に流量の多い季節は河川水による低塩分水の挙動が重要になることも考えられるので、季節変動する気候値を用いた。実測データを用いたケースも感度実験として行うことを推奨している。

海面熱・淡水フラックス：沿岸モデルには重要でないと考えられる。外洋モデルで長期間（1 年間以上）の比較を行う場合は十分な注意を要する。

潮汐（含む残差流）：潮汐を振動流としてその力学過程を取り入れたモデルと、鉛直混合などをパラメータ化し変動周期の長い成分への影響だけを見るモデルの両方がある。結果としては、放射能分布への影響は小さい。

モデルのスピンアップ：1～2 カ月とし、その後 2 カ月程度の期間で比較を行う。

4. シミュレーション結果（海洋拡散モデルの相互比較）

23 年 3 月末に福島第一原発から放出された放射能汚染水が、最初の 2、3 ヶ月の期間でどのように日本近海で拡がったかに注目し、モデルの相互比較を行った。この比較によって、より信頼に足るモデル・シミュレーションが示せれば、1 年以上経過した段階で海底土に依然として蓄積する放射性元素の分布を説明する一助とできるし、また観測値と付き合わせることで、放出量を推定する作業にも必須の要素となると考えた次第である。

汚染域の分布を決めるメカニズムについて、基本要素を述べる。沿岸を南向きに流れる海流は、低塩分水によって作られており、河川水流入あるいは初期条件、そしてモデルへの復元力として与えられた。気象条件によって、北向き・南向きの沿岸流ができる状態を再現するのは、再解析気象データによる風応力である。以上 2 つのメカニズムによって、放射性物質が流出した直後（1～2 週間）の分布が決まる。その後、黒潮流路と中規模渦（直径 100-200 km 程度）が重要な要素となり、黒潮域への取り込み、日付変更線あたりまでの東向き移動と南北への拡散を支配する。黒潮・親潮の流路、流速、そして中規模渦の場所、大きさ、強さについては、衛星データを主とした情報をモデルに取り入れて、流速場を再構築しており、現段階で最も妥当な方法と考えられる。

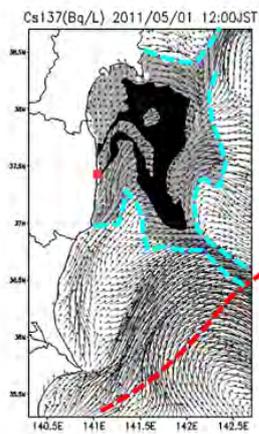
参加している 6 グループともこれらの条件を満たしてモデル構築を行ってきた。ただし、沿岸モデルと外洋モデルを組み合わせる際に、海洋の再解析に依存する流れ場を、沿岸モデルがどこまで妥当に取り入れているかが重要になり、図 5 に示すように放射性元素の水平分布はモデル間で違いもある。その一因は、茨城沿岸から東経 143 度に至る領域で、黒潮の北方向への蛇行（高気圧性渦を含む）と低気圧性渦の挙動が、モデル間で多少異なる

ことである。中規模現象が沿岸流に及ぼす影響に注意を払う必要があり、外洋モデルの流れ場を沿岸モデルに反映する方法を吟味し、すべてのモデルでおおよそ妥当な結果を得た。

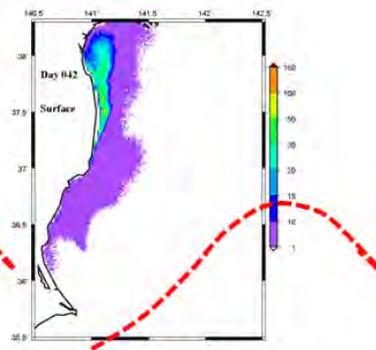
Cs-137

赤破線: 黒潮流軸

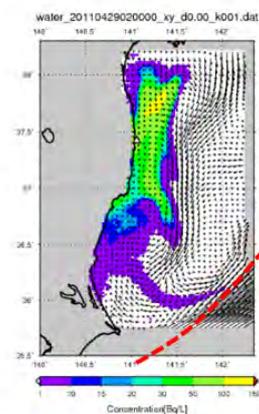
沿岸モデル
+ 黒潮親潮モデル
モデル担当代表



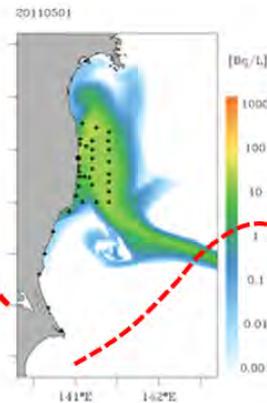
JCOPE-T
+JCOPE2
宮澤(JAMSTEC)



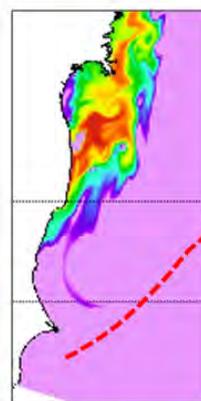
MSSG
+JCOPE2
崔(JAMSTEC)



Kyoto-U
+Kyoto-U
小林(原研)



ROMS
+JCOPE2
津旨(電中研)



ROMS-L2
+ROMS-L1
+JCOPE2
内山(神戸大)

図5 6グループのうち5つのモデル結果比較(23年5月1日)。赤破線は黒潮流軸の位置を示す。濃度を示す色は異なるが、高い所は100 Bq/L近く、水色破線(JCOPE)と青から紫色が10 Bq/L程度を示している。

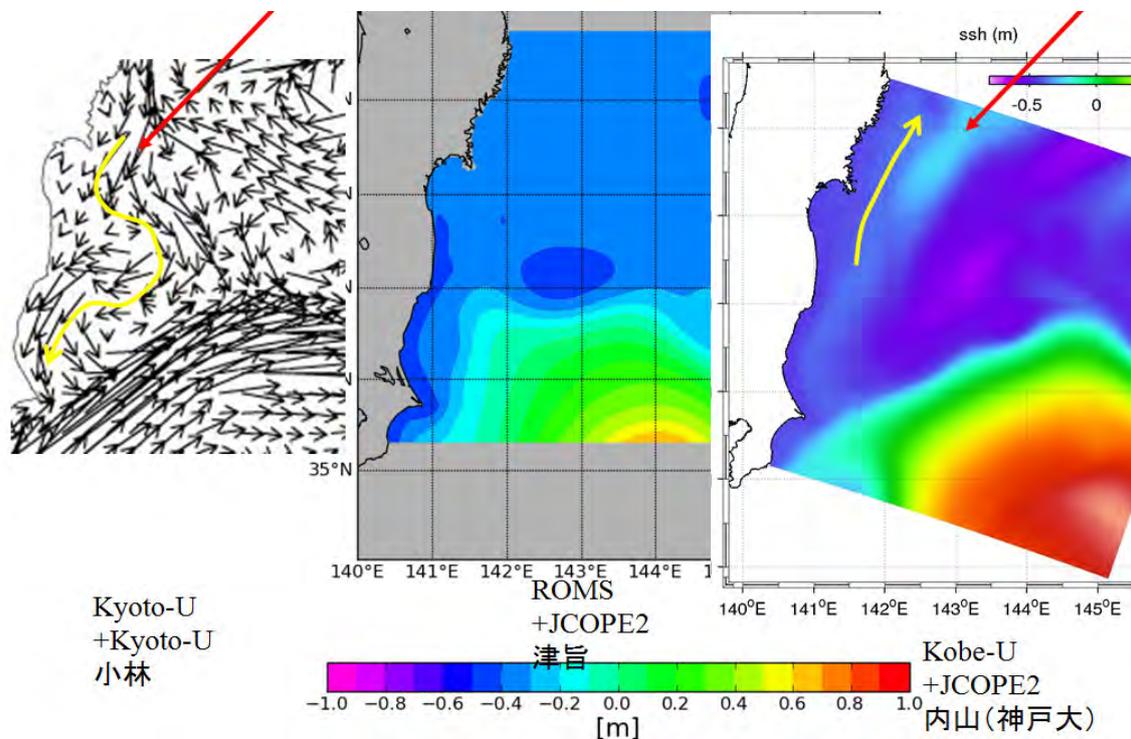
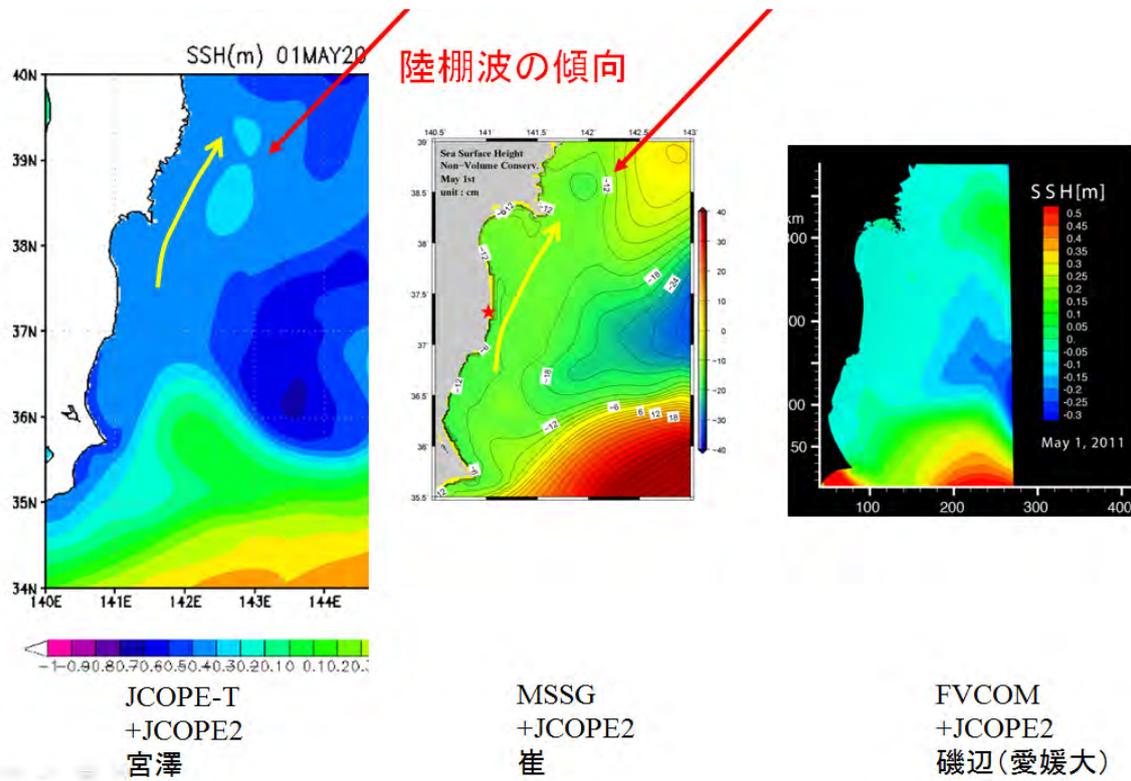


図6 6つのモデルにおける海面力学高度あるいは海面流速(23年5月1日)。赤(青)は力学高度が高い(低い)ことを示す。黄色矢印は沿岸流の方向を示す。

モデル間の相違でもう一点気がつくことは、沿岸近くの汚染域が南方に広がるか、北方に広がるかの違いである。この原因を探るには、海面近くの流れ場とそれに対応する海面力学高度をモデル間で比較するのが第一にとる方法である。図 6 に示すように、南方に広がるモデルでは南向きの流れが卓越しており、北方に広がるモデルでは北向きの流れが支配的である。ただし、低塩分水の存在と風応力にはほとんど違いが無いので、沿岸モデルが外洋モデルに動かされるメカニズム、すなわち陸棚波の形成に相違があると考えられる。現在、この点をさらに探求しているところである。

ここまで水平方向の分布を中心に述べてきたが、鉛直方向にも海水の混合が起きれば、海面近くの濃度は下がる。鉛直混合の強弱によって海面近くの濃度は減増するが、4 月以降は 30 m 程度の混合層（よく混合した層）とするのが妥当であろう。

データによるモデルの検証について、若干のコメントを述べる。原発事故の直後にドリフターを投入した。ドリフターはある深度を流れに沿って流れ、定期的に浮上して位置を知らせる。その深度が 100 乃至 200 m であるので、海面流速と対応しない可能性もある。また、海面水温は水温の高低によって、高気圧性と低気圧性の渦を表すが、その厚さについては他の情報を要することに注意すべきである。震災後 1-2 カ月の放射性元素データは、採取点が限られているので、土壌データなどから推定することが有効かもしれない。茨城沿岸の海底土に高濃度が現れているので、そこはかなり高い濃度（50 Bq/L 程度）を持った海水が流れていた可能性はあるだろう。

放射性元素放出については、原発周辺海域（10 km 程度まで）の海水データを用いたモデル検証と逆推定法により、3-4 PBq、あるいはそれ以上のセシウム 137 が放出されたと考えるのが妥当である。

付録 A. 日本以外のモデル・シミュレーション

○フランス Sirocco モデルによる予測

国際原子力機関（IAEA）の要請を受け、フランスの研究機関と大学が共同で開発、運用している。福島第一原子力発電所の事故の後、本州東方海域に焦点を当てたモデルが作られ、移流拡散法による放射性核種の分布のシミュレーションを行っている。その説明と計算結果は <http://sirocco.omp.obs-mip.fr/outils/Symphonie/Produits/Japan/SymphoniePreviJapan.htm> で見る事が出来る。

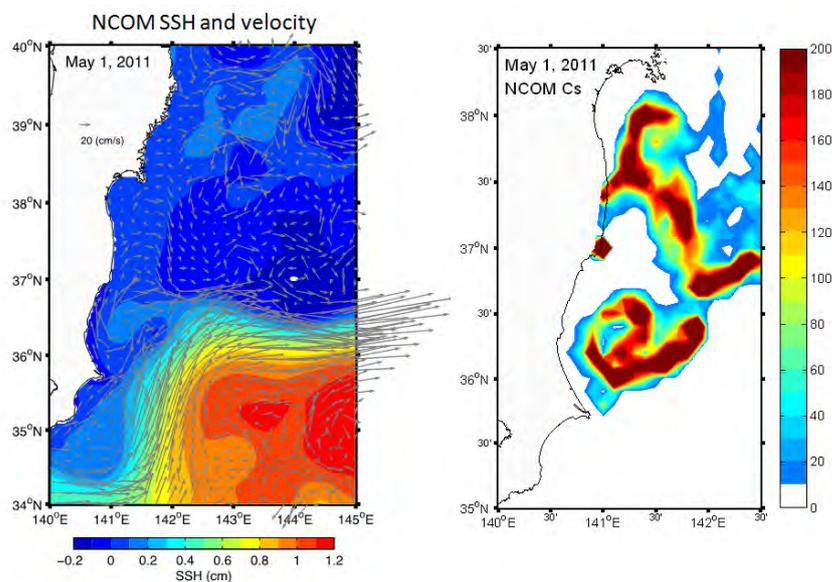
○米国 NCOM（Navy Coastal Ocean Model）モデルによる予測

米国海洋大気庁（NOAA）と海軍海洋研究所（NOO）が協力して運用している。粒子追跡法を用いた計算を行っており、ホームページでは、日本付近をネスティング手法で細かくした流れ場のアニメーションが公開されている。

http://www.opc.ncep.noaa.gov/newNCOM/NCOM_currents.shtml

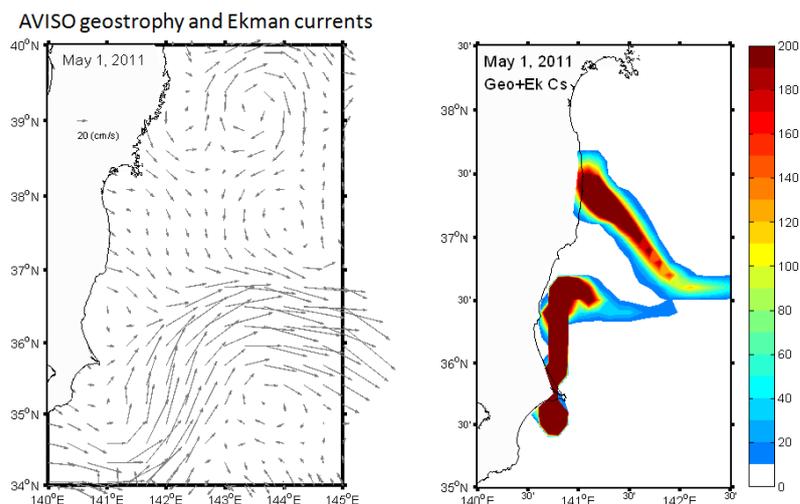
○Woods Hole Oceanographic Institution によるセシウム分布のシミュレーション

WHOI の Steve Jayne 氏らは2通りの方法で流速場を求め、そこに福島原子力発電所からの海洋流入を与えて、セシウム 137 の濃度分布を計算した。ひとつは、Navy coastal Ocean Model (NCOM) 水平解像度 3km を Global HYCOM に nesting したものである。潮汐は Oregon State Model を用い、SSH, SST と T-S 観測値が同化されている。



図A1 NCOMによる海面高度と流速場、および混合層内のセシウム 137 (5月1日)。

もうひとつの方法では、AVISO 地衡流場(水平解像度 1/3x1/3 度) に 海面下 Ekman 流 (水平解像度 2x2 度)を加えた流速場を用いた。水平解像度が十分でないため沿岸域近くの流速場は妥当でないが、数ヶ月経過して外洋へ流出したセシウムの分布は NCOM の結果に近い。



図A2 AVISO地衡流場に海面下Ekman流を加えた流速場、セシウム 137の分布(5月1日)。

図A1とA2は吉田祥子氏提供

付録B. 福島原発以外のケース

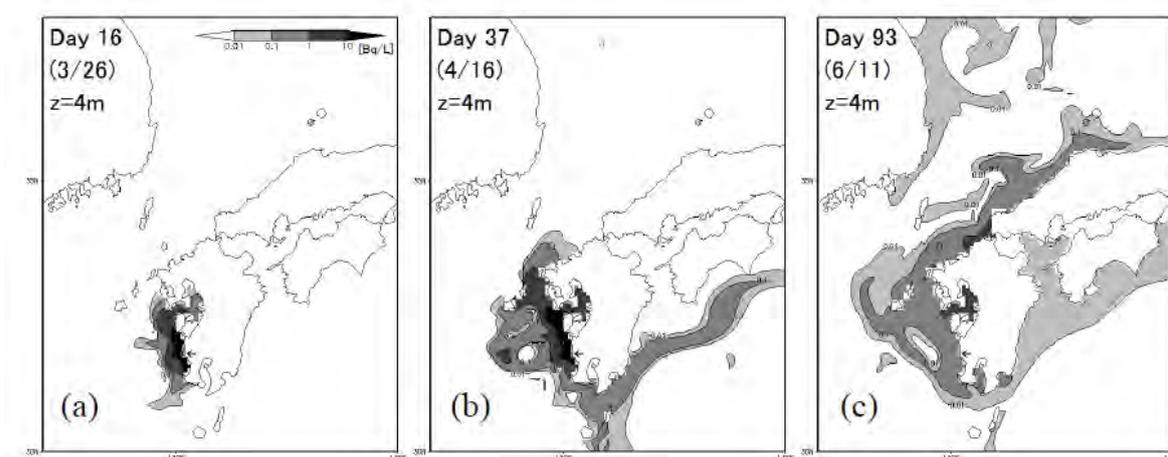
研究課題として実行したケースはあるが、同一の原発について複数のモデルを用いたところはない。単一モデルとしても有意義と考えるので、その結果を提供する。

Ba. 川内原発

現実的な海況を再現・予測することのできるデータ同化モデル(分解能約7.4 kmメッシュ)の流動場を用いて、川内原発付近を起源とする受動トレーサーの輸送過程をシミュレーションした。23年3月11日からの1ヶ月間に10 PBqの放射性元素が海水中に流出したと仮定し、その濃度を移流拡散方程式によって計算した。半減期は考慮せず、中立トレーサーと仮定した。水温や塩分と同様に鉛直拡散はNoh and Kim (1999)法を用いた。

図B1に示す計算結果では、1ヶ月間、約15 km 沖合での最高値は60 Bq/L に達したが、放出停止後は最高濃度部が北方へ移動し、有明海内外では長期間にわたって1 Bq/L 以上の状態が続いた。起源付近の濃度は比較的速やかに低下し、2ヶ月後には1 Bq/L を下回った。一部は南方へも輸送され、流出から約1ヶ月後に黒潮に乗ると、速やかに太平洋沿岸域へ広がった。太平洋に比べて、日本海へのトレーサー輸送速度は遅い。黒潮と対馬暖流の移流速度の差と考えられる。しかし濃度は日本海側が高く、長崎市付近で13 Bq/L (4月下旬)、博多付近で1.5 Bq/L (5月下旬) に達する。また、5月後半から韓国東岸でも濃度が上昇する。東シナ海で水深100~200 mの深さまで拡散した放射性元素が、対馬海峡西水道の底部を伝って韓国海域に達し、沿岸湧昇によって表層に現れたものである。

以上はある一つのシナリオに基づいてシミュレーションした分布であるので、流況や気象条件によって状況は変わる。少なくとも、川内原発から排出された物質は、あまり沖合へ拡散せず東シナ海・太平洋・日本海の沿岸域に高濃度帯を形成する恐れがあり、さらに隣国にまで達する可能性がある。



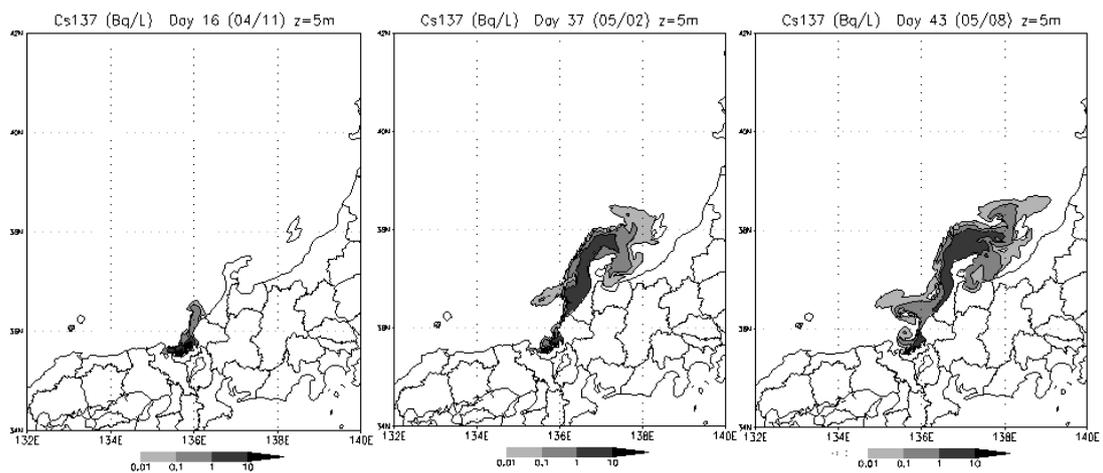
図B1 川内原発から放出された放射性元素のシミュレーション結果 (広瀬直毅氏提供)

Bb. 大飯原発

広瀬（日本海洋学会 2011 年度秋季大会講演 233）が行った川内原発周辺の海洋放射性元素拡散シミュレーションと同様に、東日本大震災での福島第一原発の事故による海洋放射性物質拡散をふまえ、他の原発についても万一の場合を想定し排出物の輸送過程をある程度想定するべきであるとし、大飯原発（福井県）付近を起源とする受動トレーサーの輸送過程をシミュレーションした。

現実的な海況を再現・予測することのできるデータ同化モデル JCOPE-T (Miyazawa et al., BioGeoSciences Discuss, 2012; 分解能約 3 km メッシュ) の 1 時間間隔 3 次元流動場を用いた。受動トレーサーの放出は、福島第一原発から事故により海洋に直接流出したセシウム 137 と同様であるとした。すなわち、2011 年 3 月 26 日から 2011 年 5 月 8 日まで、5.9 PBq 流出するとした推定シナリオ（流出時間変化は Tsumune et al. 2012, J. Environmental Radioactivity, 流出総量は Miyazawa et al. 2012 に従う）を想定した。半減期として 30.1 年を考慮し、蒸発も沈殿もしない中立トレーサーと仮定した。移流項の差分化はフラックス修正法(Boris and Book, 1973)、水平・鉛直拡散は調和型拡散項で表現し、水平拡散係数は Smagolinsky(1963) によるものとし、Smagolinsky 係数として 0.1 を与えた。鉛直拡散係数は、Mellor and Blumberg (2004)による混合層モデルから算出した。

表層の流出分布（図B2）は、受動トレーサーが対馬暖流第一分枝に沿って日本海沿岸を北上する様子を示している。放出後1ヶ月を過ぎると、1 Bq/L以上の濃度域が能登半島沿岸に比較的広く分布することが特徴的である。対馬暖流は季節によって流量は変わるが、石川県西岸まで方向はほぼ一定であり、沖合いに広がるよりも沿岸近くに拡散することに注意をしたい。



図B2 大飯原発から放出された放射性元素のシミュレーション結果（宮澤泰正氏・升本順夫氏提供）

5.20. 分析・サンプリングサブワーキンググループ放射線打合せ議事録

2011年7月21日 13:30-18:00

東京大学大気海洋研究所 219号室

出席者：

植松光夫・東京大学大気海洋研究所・教授

白井厚太郎・東京大学大気海洋研究所・助教

鈴木昌弘・産業技術総合研究所・グループ長

長尾誠也・金沢大学環日本海域環境研究センター・教授

永井尚生・日本大学文理学部・教授

青野辰雄・放射線医学総合研究所・調査役

日下部正志・海洋生物環境研究所・研究員

磯山直彦・海洋生物環境研究所・研究員

渡邊豊・北海道大学地球環境科学研究所・准教授

青山道夫・気象研究所・主任研究官

杉崎宏哉・中央水産研究所・主任研究員

加藤 義久・東海大学海洋学部・教授

乙坂 重嘉・日本原子力研究開発機構

津旨大輔・電力中央研究所・主任研究員

芳村毅・電力中央研究所・主任研究員

才野敏郎・海洋研究開発機構地球環境変動領域・プログラムディレクター

豊田栄・東京工業大学・助教

神田穰太・東京海洋大学・教授

津田敦・東京大学大気海洋研究所・教授

石丸隆・東京海洋大学・教授

西田周平・東京大学大気海洋研究所・教授

大気海洋研植松による前説

現状把握

試料と分析状況の把握

今後の採取計画

取る人と計る人

データの取りまとめ

発表の形態

ワーキンググループ機能説明

サンプル採取計画概要

文科省海域モニタリングとの兼ね合い

大気海洋研植松氏発表

福島事故概要説明

大気拡散モデル

SPEEDI のモデル

実際の放出量はどうなっている？

文科省水産庁，海生研，JAMSTEC，水産総研による調査：我々はどうすべき？

ARGO による流れ

海域での今後の移動（生物，堆積物）

本日の検討内容

気象庁青山氏発表

過去の核実験によるフォールアウトによる知見

今回の事故による放出量および放射線量の推移

青山氏の計算による放出量推定値 合計 8.2 PBq

堆積物の推定値

提案：高感度分析，積分値が必要

日本郵船に表面海水サンプリングを以来（北太平洋広域をカバー）

今後の観測予定(with JAMSTEC)

使用可能なゲルマ検出器

プランクトンの分析方法について議論（真空乾燥）

クロスコンタミに気を配る必要がある

J-RAPID

AMP 処理方法の議論（青山氏：基本的な分析化学の素養があれば簡単）

バブリングはしないように（コンタミの危険性あり）

標準試料として使える海水を準備予定

Sr、Pu は気象庁で計ることになりそう

海水試料は Cs の AMP 処理後にどうするか（他の核種のために保存？）

2L の海水で Pu は計れる

Q(不明)AMP は市販品で OK? A(青山) 自分で合成した物の方が良い. Kg 単位で合成済みなので譲渡可能. 市販のは収率が悪い. 青山氏の実験結果からはキャリアを入れる必要がある.

今後 AMP をどうするか？文科省は市販の AMP を使っているからデータが怪しい可能性がある？AMP を合成する？

海洋学会ワーキンググループとしての立ち位地. ボランティアベースでやるか研究ベースでやるか.

他の研究機関とどう AMP を共有していくか. 2L ベース(1 回 0.4g)で分析していけばとりあえず十分量はある. 放医研も AMP を保有している. ワーキングメンバーには無償配布する.

Cs-134 に関する議論 (知識不足でフォローできず)

AMP で落とした後の沈殿を回収できなければ, 溶かして溶液ベースでもオッケー
実際に手を動かして海水 Cs-134, Cs-137 を分析するのは誰? 青山氏と永井氏? 誰が分析する? 海生研? KANSO? ワーキングとしてどのようなスキームで分析していくか.

ボランティアベースか研究ベースか整理が必要, どうすべき?

分析試料はアーカイブを作るべき.

JAMSTEC やらその他機関の試料の ND の試料を再測定すべきではないのか→ワーキングで提言があれば JAMSTEC は助かる.

Q 商船の試料はワーキングとの兼ね合いはどうする? A まだわからない. 商船の試料は別のバジェットによるもの

Q 行政がデータを出さないようにといった場合にはどうする? A 基本的には研究ベースという文科省のお墨付きがあるので多分大丈夫であろう.

C そもそもワーキングといているが, ワーキングの捉え方もそれぞれなのではないか. 「ワーキンググループによる提言」に関してはコンセンサスが得られているであろう (by 渡邊氏)

Q 海水の濾過はどうする? A 青山氏は原則的には濾過をしている. 政府系は濾過してないのでは. サンプルの処理方法がこれまでだいぶ混乱していたが, 今はだいぶ落ち着いてきているのでは.

Q 硝酸は研究室に帰ってからで良い? A 船上で添加がベターだが, 緊急時にはしようがない (マニュアルは緊急モニタリング仕様)

Q なぜ硝酸? A セシウムとの相性が良い

電中研津旨氏発表

ソースに関して

Cs と I の比はずっと一定→大気経由ではなさそう, 直接漏洩

比が変動→雨起源

観測値から推定した漏洩モデルと漏洩量

モデルの結果

大気からのフォールアウトモデル

移送モデル結果

C 津旨氏のモデル デポジションを考える必要

Q 出続けている量は実際はどれくらい？A 事故当時の放出量の3桁低い。

Q いつ頃事故の影響が見えなくなる？A4年後でもBKGよりも一桁高いところが存在するだろう。

A (by 青山氏) 核実験の結果を参考にすればだいたい30年くらいで見えなくなるのでは。

C いつまでモニタリングを続けるひつようがあるのか。

金沢大長尾氏発表

河川の結果：

汚染以前と比べ3桁高い，溶存はバルクの15%程度（ほとんど粒子），堆積物は高い

沿岸域の結果：

東北はバックグラウンドより少し高いくらい（大気起源だろう），福島小名浜は高い

Q 分析法は？ AAMP

KH-11-07 でサンプル採取予定

測定項目：

^{134, 137}Cs 河川水，海水，堆積物，

^{239, 249}Pu 福島第一知覚の沿岸域の海水堆積物

海生研日下部氏発表

311 前：原発沖合の放射能モニタリング

311 後：表面，底層海水，堆積物（従来から），広域調査開始，

今後の予定：文科省と協議中

Q 測定核種たくさんあるが，データはどう公表される？ A 文科省次第だけど...
データは速やかに公表する予定。

Q Sr90 の分析は？

Q 隠し持った海水試料でIを分析する予定は？ A Csは計る。（フォローできず）

C 各自で採取したサンプルだけでは不十分なのは。みんなの試料をあわせるべきでは。

Q to 原子力機構乙坂氏 原研は文科省の委託なのか？ A 自発的

C 文科省との兼ね合い

Q to 才野氏 JAMSTECは研究ベースでやるのか，モニタリングベースでやるのか。

A いろいろ複雑。

C 政府系の場合データ発表に制約がでるか？

JAMSTEC 才野氏発表

みらいによる試料採取：懸濁粒子，動物プランクトン，海水，大気塵

大気塵：早く論文にする予定

大気経由のシュミレーション 升本氏と

今実施中のみらい航海：福島沖に定点観測点を設置

C いろいろなサンプルがあるので，他の核種を分析したい人は融通するようにした方が良いのでは．

QJAMSTEC としては文科省絡みのモニタリングはある？ない？A よくわからない．今のところはないが，どうなるかわからない．

C 定点観測について：A 定点観測にはみんなの協力（や要請を上げる事？）が必要

C by 植松氏 みんなで協力して研究するスキームの確立が必要（科研費かプロジェクト）

Q 航海の公募はいつ？ A 秋に公募

C by 渡邊氏 定点観測は重要なので，JAMSTEC か才野氏から盛り上げていただきたい

Q セディメントとラップは来年まで？ A 北と南はずっとやるつもり

原子力機構乙坂氏発表

JAEA の海洋調査：

文科省モニタリングへ参加

独自調査（直接海洋に関係）：海洋調査，核種分析(129I)，海洋拡散シュミレーション

独自調査（間接）WSPEED 以後フォローできず

ソースターム

コウナゴ

堆積物

Q by 渡邊氏 放出量は I の方が Cs より大きい？A Yes

Q by 渡邊氏 129I を研究する意義は？ A I129 自体は被爆に影響はないが，I131 の影響がどうであったかという事を調べるために有用．

Q トリチウムや 14C を原研でモニタリングする予定は？ A いまのところない．トリチウムは分析してみた所，それほど高くなかった．

Q トリチウムはそもそも出るの？ A 出ない事はないだろうけどわからない．

QIAEA のオーストラリア主導権の件に関して，メルはかかわっているの？ A 今聞いているところ．

C 国際的な枠組みにどう参加していくか.

海洋大石丸氏発表

食品の安全の重要性

福島沖で調査概要説明

C by 植松氏 サンプルをどう分配して分析するか, 発表形態をどうするか

C by 渡邊氏 北大は大気塵は一定だから分析を中止しようと考えている. 北大アイソトープセンターで分析余力もあるかも. もし試料の分析がさばききれない場合は受け入れ可能かもしれない.

C by 植松氏 分析体制をどうするか. 一カ所でまとめて分析した方がクウォリテイコントロールが良いのでは. 例えば水は気象庁に送るようにするとか.

A by 青山氏 一部は受け入れ可能だが, 優先順位もある.

C by KANSO 学生をアルバイトとして受け入れて, 技術を供与して, 分析体制を整えるという事も可能かもしれない.

A by 植松氏 学生も忙しいから厳しいかも

C by 津田氏 底生生物はどう分析するか

A by 乙坂氏 種類分けして, 灰化した試料が一番良い

C by 渡邊氏 灰化は大変なのでは?

A by 乙坂氏 灰化が大変だったら, 乾燥までして, その後灰化は外注という手もあり. 小さい試料(プランクトンなど)の灰化はある程度はできる.

C 大きなのは水産庁でやってるのでは

A 水産庁は人手が足りない

C 石丸氏の試料の素晴らしさは, 水プランクトンベントス泥まで全てそろえている所. これは貴重.

C まずは乾燥試料を分析してスクリーニング. それで必要であれば灰化に回したらよいのでは.

C by 植松氏 みんなで共有の高感度な分析容器を購入して地下で分析

C by 乙坂氏 油の多い魚は乾燥しづらいかも.

日大永井氏発表

I, Cs の分析

Cs: AMP でガンマ

I: 溶媒抽出 AMS

まとまったサンプルを分析したい. 濃いサンプルならある程度分析できるだろう.

東工大豊田氏

KOK, 미래のサンプル

測定器はないので試料を分配している

131I, 134, 137C, それと 35S

陸域大気降水モニタリング@すずかけ台. 福島大気

波崎のサンプルは気象研に送っている.

C by 植松氏 定点として波崎は大事.

35S のでき方

放医研青野氏発表

所内で環境放射能部門は消えかかっていたが、震災後見直されている.

研究所として、健康影響への線量評価がメインのように感じる.

放医研は、文科省の海洋モニタリングには参加していない

環境省が、海水浴場の線量評価を行っている.

厚生労働省に、コウナゴから高濃度の放射性物質が検出された後に説明を求められた。研究分科会に研究費がついた.

東海大加藤氏発表

望星丸 B0-11-04 航海 (2011 年 6 月 11 日~6 月 20 日) における清水港から根室港に至る測線での観測結果 (塩分, 温度, ADCP など) および表層水および鉛直各層海水試料採取について報告. 今後のサンプリング計画についても提案.

水産研究所杉崎氏発表

緊急対応用データとしてモニタリング中. データはウェブ上で公開.

研究レベルのデータは他の研究機関の協力が必要

植松氏まとめ

Q by 渡邊氏 お金の事. A by 植松氏 6 月 XX 日までさかのぼりお金が出せる. 430 万程度. 東大総長裁量費 300 万. ポリビンやハワイ大のサンプル瓶を購入した. まだ若干の余裕. テフロン容器を購入予定. AMP も購入できる. 共通して使えるものを購入しようと考えている.

Q by 青山氏 処理をする海水 100 サンプルのプライオリティを決めなくて良い?

A by 植松氏 青山氏が決めれば良いのでは.

C by 青山氏 東海大, 海洋大の試料がとりあえずの候補

2011年7月21日 SWG 会合まとめ

7月21日の海洋放射能試料測定検討ワークショップでの情報交換は非常に有意義でした。個々に採取した試料で成果を纏めるグループもあるかと思いますが、公開できるデータを出していただけるみなさんとの協力体勢の中で今後の具体的な流れを纏めてみました。

ご意見、ご質問は、植松まで。この流れには、なんの拘束力もありませんし、これを機会に植松も含め、関係者同士で相談していただければ、幸いです。

特に低濃度であるが、多くの放射性核種の測定が必要な生物試料等については、青山が対応して、金沢大学の尾小屋地下測定施設やEUのグループへの測定依頼をアレンジします。

(1) 海水

担当：青山 Cs-137 分析用黄色い AMP の配布。標準線源試料の配布。超低濃度試料測定のアレンジ。

濃縮と計測：Cs-137；永井、長尾、加藤、青山 (KANSO:太田)、青野、渡邊 I-129；乙坂

(2) 懸濁物 現状では、測定検出限界以下の量しか採取できず。大量濾過法、複数試料を纏めて同時計測するなど、検討の余地あり。

担当：乙坂 カートリッジフィルター試料の処理方法の確立。小畑 カートリッジの配布。

計測：乙坂、蒲生？

(3) 動物プランクトン(ZP)まで

担当：石丸、神田 試料の真空乾燥処理 パンク寸前で小川、鈴村の真空乾燥器を動員

計測：青野、青山 超低濃度試料測定のアレンジ。

採取された試料はすべて乾燥し、U8 容器、あるいは収まる容器に保存し、青野に送る。

(4) ZP 以上の海洋生物

担当：石丸、神田 試料の真空乾燥処理 パンク寸前で小川、鈴村の真空乾燥器を動員

計測：青野、青山 超低濃度試料測定のアレンジ。

(5) 堆積物（採取、計測は各自で）

担当：加藤 関係グループの試料採取点情報やデータの取り纏め

計測：加藤、乙坂、青野、長尾

日本海洋学会震災対応 WG 分析・サンプリング SWG

世話人 植松 光夫

日本海洋学会震災対応ワーキンググループ

計測 SWG（分析・サンプリングサブワーキンググループ）会議

2012年1月6日 13:00～18:00

東京海洋大学品川キャンパス 2号館 2階会議室

植松 はじめに

- 会議の趣旨説明：（1）各機関の進捗状況の把握、（2）得られている結果の速報、（3）何がわかって何をすべきか、（4）今後の予定（航海、報告、結果の公表）。
- これまでに得られた試料数は、海水 2500、粒子 190、生物 277、堆積物 619、大気 63。
- 直近の主なイベントの告知：Ocean Sciences meeting（2月、Salt Lake City）、海洋学会春季大会/シンポジウム（3月、つくば）、ASLO Summer meeting（7月、大津）。

植松 海洋大気中エアロゾル中の放射性物質の分布

- KH-11-08 次航海、東大柏キャンパス他でのエアロゾル観測結果の報告、 ^{137}Cs 、 ^{131}I 共に4/12頃に福島沖で高濃度を観測。
- KT-11-21 航海で得られた海水中 ^{134}Cs の鉛直分布、150 mまで検出。
- 波崎での観測結果の紹介で6月上旬から濃度上昇。

青山 海水試料採取状況と進捗状況

- 事故前の北太平洋での ^{137}Cs 存在量と循環に関する解説、最新の関東平野における ^{137}Cs 降下量、海洋観測結果の報告。
- 海水柱内の ^{134}Cs 、 ^{137}Cs の存在量から、海洋表面への沈着量を見積もった。
- 北太平洋における事故直前の ^{137}Cs 存在量は60PBq程度。
- 11月までに、福島第一原発近傍の表層海水の濃度は数kBq/L、沖合では1～100 mBq/L程度まで減少。
- NYK 航海（北太平洋横断）の結果、4-5月は全ての点で ^{137}Cs が検出、 ^{134}Cs は西側海域

で検出。9月には5点で¹³⁷Cs、1点で¹³⁴Csを検出。濃度分布は局所的。

- 海洋シミュレーションとの比較の結果、factor 2程度で一致。モデルは外洋での沈着量不足か？
- 大気から北太平洋への降下量は10.5 PBq（暫定値：近傍海域7PBq + 外洋域3.5PBq）。
- （質問）フロントの南側をどのくらい調査すべきか？

永井 KOK 試料（日大 + 気象研）の測定経過報告

- KOK 航海で採取した試料の処理状況の報告。
- ¹³⁴, ¹³⁷Cs と ¹²⁹I 分析法の紹介。
- ¹²⁹I は最大で 1e+08 atoms/L 程度、放射性 Cs と正の相関。
- KOK のデータは web で公表予定
- AMP 恒量化の方法について：水分を測定して具体的な乾燥を決定の予定。真空引き禁止。
- （コメント）存在量を知りたいので、鉛直分布もぜひ公表してほしい。

張

- KH-11-07 航海（7月）の報告（概要と試料分配状況）
- 福島沖堆積物の5 cm付近で硫酸還元層。Cold seep 海域なので、本来ならば表層に見られるはずだが、表面が turbidite で覆われている。turbidite 層まで¹³⁴, ¹³⁷Cs が存在することを確認。
- GEOTRACES から積極的な情報提供の依頼有り。学会 HP の英語版、対応連絡先の明示が必要。
- スペイン、フランス、ドイツから分析協力の打診有り。
- （コメント）沿岸の¹³⁷Cs 存在量（約 1MBq/m²）は妥当か？

本多 MR11-05 みらい航海で得られた各種試料の計測状況

- MR11-03（5月）、MR11-05（7月）航海の報告
- MR11-03：北緯40度以北で比較的高い¹³⁷Cs濃度を観測。シミュレーションとの比較の結果、大気が供給源と推測。定点 K2, S1 のプランクトン分析結果：¹³⁷Cs は 30 Bq/kg-wet 程度。
- MR11-05：福島沿岸（水深150-200m?）堆積物表層からは、1000 Bq/kg を超える¹³⁷Cs を検出。
- 定点 K2 で回収した沈降粒子試料の分析結果：500 m 層では 3/25 から、4800 m 層では 4月から¹³⁷Cs を検出。大気シミュレーションと比較した結果、10日から2週間で沈降か？
- 沈降粒子の試料量が少ないので、十分な分析が困難。測定が長引くと、他の成分分析

計画にも影響。

- (コメント) 沈降粒子はCsを除去して、他の核種分析も分析すべき。EUの第2陣でエントリーすべき。

乙坂 福島周辺海域における海水中のヨウ素¹²⁹I分布

- KT-11-06, B0-11-05, KH-11-07, KT-11-27で採取した海水の¹²⁹Iの分析結果。
- 事故後の表層水中の¹²⁹I濃度は、最大で $9e+08$ atoms/L, 平均で $1e+08$ 程度。事故前から約一桁増加。とはいっても現在の世界平均濃度よりは低い。
- ¹³¹I分布の再構築も計画中。放出時の核種組成については、要検討。
- 茨城沿岸海域の堆積物中の¹³⁷Cs分布の報告。浅海域では10 cm深まで濃度勾配なし。沖合のシルト帯の堆積物で比較的高い¹³⁷Csを観測。福島沖から再輸送か?
- IAEA/RCAプロジェクトで、堆積物の標準試料の作製の打診有り。うまく調整して、国内の関係機関にも配分できるようにしたい。

石丸 海洋大の放射能対応航海の計測の進捗状況

- 海鷹丸、福島沿岸での調査航海の概要。
- 水産庁のモニタリング結果のreview: 必ずしも時間と共に減少しているとは言えない。
- 文科省のモニタリング結果(堆積物)のreview: 特に福島第一原発北側の堆積物の不確かさはどの程度なのか?
- (コメント) 放射性⁹⁰Srの分析結果もあった方がよい。

青野 海水、堆積物、生物試料の計測状況

- 各機関で採取したベントス、プランクトン、魚試料(部位別)の分析状況の概要。
- 代表魚種を選定し分析、多くの試料で放射性Csと^{110m}Agを検出。
- Pu, 放射性Srも今後分析する予定。
- (コメント) 青野の負担が大きすぎるのでは?

西川 KOKや淡青丸の生物試料採取の状況

- KOK航海の概要: 観測結果を投稿中
- 海水中の¹³⁷Cs分布は暖水渦の位置と関係がありそう。
- 動物プランクトンからは放射性Csと^{110m}Agが検出。
- 動物プランクトンは濃縮係数に幅がある。バルクではなく、分類群ごとの評価が必要。
- 来年度は5月に淡青丸航海の予定。希望があれば海水の採取も可能。

ジェンキンズ KT-11-17航海で底生生物・堆積物班で採集した試料

- KT-11-17航海の概要。海底地すべりによる生態系への影響が主なスコープ。岩手一宮

城沖を調査。

- 生物班（ジェンキンス）と堆積物班（池原・入野・渡辺）が主なチーム。濁度分布（芦）とも連携して実施。
- 水深 3300 m 層で高い濁度層。
- 震災前に表層だったと思われる堆積物の上に、turbidite 層がある。厚さ 5 cm～10 cm。
- ベントスは陸棚から大陸斜面上部で多い。北側は棘皮動物、南側は環形動物が主。
- ほぼ全ての観測点の堆積物で放射性 Cs を検出。海溝の観測点（水深 5000 m）でも。

日下部 海生研による福島沖海水と堆積物試料の測定状況

- これまでの文科省モニタリングの概要。
- 海水分析：アーカイブサンプル（5月～7月）の精密分析にも着手できそう。鉛直分布も。
- 堆積物分析：現状は 0-3 cm 層のみ。そろそろ鉛直分布も出したい。
- 平成 24 年度は、年 4 回程度の予定（計画中）。
- （コメント）公表時の分析結果に uncertainty をつけてほしい。
- （コメント）データ公表だけではなく、解析結果もつけるべきでは？

長尾 河川から沿岸域への放射性物質の計測状況

- 陸域から沿岸、沿岸から外洋への放射性物質の移行研究の概要。
- 陸域-沿岸：河川水中の放射性 Cs 濃度は、流域表面への Cs の蓄積量に応じて変化しているようである。
- KT-11-22 航海（福島～茨城沿岸）の結果、河川水より高い濃度の¹³⁷Cs が表層海水から検出。とは言っても河川からの供給は重要。
- 放射性セシウムは河川流出の大部分は粒子態。特に降雨時に懸濁粒子が流出するので、海洋への input はパルス的。
- 沿岸-外洋：MR11-05 の海水・堆積物分析結果。外洋でも表層で 400 mBq/L の¹³⁴Cs を観測。堆積物も水深 7000 m 付近のところで検出。
- 日本海の表層水中の放射性 Cs の分布の報告。震災後に日本海北部沿岸で¹³⁴Cs を検出。対馬暖流の流入により徐々に減少傾向。

山敷 河川からの放射性物質の流出

- 阿武隈川での観測の概要。流量・流速・濁度と浮遊砂サンプラーによる懸濁物の採取。濁度と懸濁物濃度から粒子態の放射性 Cs 流出量を解析。
- 観測期間中（約 2 ヶ月間）懸濁態の¹³⁷Cs 流出量は、 1.8×10^{11} Bq。溶存態の流出量 2.1×10^9 Bq に比べて二桁大きい。大部分は懸濁態。
- 同一河川でも、フラックスは流域によって異なる。懸濁物がトラップされやすいとこ

ろもある。

- 懸濁物の流出はイベント時（降雨等）を押さえることが重要。測定装置の設置場所に配慮すべき。
- （コメント）平均濃度は流量（懸濁物流出量？）のタイムステップ毎に重み付けするべき。

津旨 海洋拡散モデル計算の延長した結果

- 福島第一原発からの放射性 Cs の放出量推定：直接漏洩の開始は I-131/Cs-137 の解析により 3/26 からと推定している。
- 施設からの継続的な source としては、5号機、6号機の冷却系が稼働中なので、シルトフェンス内の海水を冷却水として構外に流出。施設近傍の堆積物からの溶出も無視できないかもしれないが、安全基準以下である。
- 施設近傍のシミュレーション：第一原発の結果は良好。第二原発はやや過小評価。
- 沖合のシミュレーション：直接放出、大気沈着に加えて、モデル境界からの側方流入を考慮することにより、良好な結果。7月までは直接放出の寄与が大きい模様。
- IRSN（フランス）による放出量推定は、日本とは見積もり方が大きく異なり、過大評価であり、仮定に問題あると指摘。

山田 新学術領域での海洋放射能の体制について

- 申請中の新学術領域研究「福島第一原子力発電所事故により放出された放射性核種の環境動態の学際的研究」の概要。
- 観測、モデル、分析のグループが連携して、包括的な拡散過程の解明を目指す。海洋関連では、二つの計画研究、分布状況の把握（山田）と海洋生態系への濃縮状況の把握（神田）が加わって申請中である。
- 分布状況の把握グループは、海水（山田）と粒子（本多）のサブグループで構成。海水については、1 PBq のオーダーで収支を見積もること、粒子については、表層から深層への輸送フラックスを見積もることがゴール。
- 海洋生態系への濃縮状況の把握グループは、漁業者の意思決定のための情報提供もゴールの一つ。
- 5年計画のうちの最初の2年が主な観測・分析のフェーズ。2年目、3年目には一期2年間の公募研究を募集し、より幅広い分野の研究も展開。

植松 総合討論

- 「はじめに」の項目を受けて会議振り返り
- (1) 各機関の進捗状況の把握：上記報告の通り。事前アンケートをまとめて後日配布予定。

- (2) 得られている結果の速報：上記報告の通り。
- (3) 何がわかって何をすべきか：
 - 適当な時期に一旦まとめ（総括論文の出版やワークショップ開催?）を計画すべき。
 - 堆積物の分析確度向上については、標準試料作製の検討を継続（乙坂）。
 - 今後求められる課題については、新学術領域研究の申請内容に盛り込まれている。
- (4) 今後の予定（航海、報告、結果の公表）：まずは OSM と海洋学会。
- EU への計測依頼試料は 1 回目は 40 試料、その後の試料については、3 月末にシンポジウム時に検討する。

出席者リスト

青野 辰雄	放射線医学総合研究所
青山 道夫	気象研究所
池原 研	産業技術総合研究所
石丸 隆	東京海洋大学
伊藤 友加里	東京海洋大学
植松 光夫	東京大学
太田 秀和	KANSO テクノス
乙坂 重嘉	日本原子力研究開発機構
神田 穰太	東京海洋大学
日下部 正志	海洋生物環境研究所
ジェンキンズ・	
ロバート	横浜国立大学
張 勁	富山大学
津旨 大輔	電力中央研究所
永井 尚生	日本大学文理学部
長尾 誠也	金沢大学
西川 淳	東京大学
本多 牧生	JAMSTEC
前田 義明	電力中央研究所
三角 和弘	電力中央研究所
山敷 庸亮	京都大学
山田 正俊	弘前大学



EUROPEAN COMMISSION
JOINT RESEARCH CENTRE

Institute for Reference Materials and Measurements
Institute Director

Geel, 10 November 2011
JRC.DG.D/WM/ddh ARES(2011) 121 22 24

Prof. Dr. Kimio Hanawa
President of the Oceanographic Society of Japan
Department of Geophysics, Tohoku University
6-3 Aramaki-aza-Aoba, Aoba-ku, Sendai 980-8578
Japan

Subject: your letter of 19 October 2011
Request for low-level measurements in the IRMM underground laboratory HADES

Dear Professor Hanawa,

Thank you very much for your letter of 19 October 2011 asking us for performing measurements in our underground laboratory HADES. The study of the ocean inventory of radionuclides released during the Fukushima reactor accident seems to me of high importance and will have a high standing in the field once completed successfully. So, we are honoured by your request.

I have been in contact with the responsible staff of our Nuclear Physics unit and learnt that the measurements you request are technically very challenging but in principle possible to carry out in the underground laboratory HADES. An important pre-requisite is that the pre-concentration of the water samples is successful in removing 40K, which should be the case using the Aoyama-method. The 120 samples that you specified in your request will need substantial measurements time in order to reach the very low detection limits that you specify, but we should be able to allocate time for that. We find it an excellent idea and a good metrological approach to have an inter-comparison of samples between the partners in this project in order to guarantee the quality of data produced.

All in all, I thank you again for addressing our institute with your request and confirm that we are willing to collaborate with you. Our contact person for the measurements will be Mikael Hult from our Nuclear Physics unit (Mikael.Hult@ec.europa.eu).

Given the difficult circumstances under which you have to work at the moment and the relevance of this work for the research carried out in our both organisations, I fully endorse this collaboration.

Yours sincerely,

A handwritten signature in cursive script, appearing to read 'K. Maruszewski', written in dark ink.

Prof. Dr. K. Maruszewski
Director

補足資料 5.22

「東日本大震災関連特設サイト」掲載 東日本大震災関連記事一覧
(http://kaiyo-gakkai.jp/jos/category/geje2011_artcl 所収)

投稿年月日	題 目
2013年05月27日	まとめ:「東日本大震災による放射性物質汚染:堆積物の謎に迫る」 2013年3月25日 海洋学会春季大会シンポジウム
2013年01月04日	アンケートのお願い
2012年10月30日	福島沖の魚の放射能についての報道
2012年10月23日	The Colloquium “Fukushima and the Ocean” 一般公開講演会のお知らせ
2012年10月19日	種々の疑問に関する専門家の意見 (追加)
2012年09月10日	東北マリンサイエンス拠点形成事業—海洋生態系の調査研究— のウェブサイト
2012年06月22日	海洋分散シミュレーション比較の論文掲載
2012年05月05日	海洋拡散モデルの相互比較について
2012年03月21日	Ocean Sciences Meeting 報告
2012年01月24日	「東北マリンサイエンス拠点形成事業」ミニシンポジウムの開催 について
2012年01月16日	サイエンスアゴラ J O S シンポジウム開催報告
2011年11月29日	「東北マリンサイエンス拠点形成事業」 公募開始等
2011年11月22日	「東北マリンサイエンス拠点形成事業」 公募説明会 (11/25) 実 施について
2011年11月21日	論文・出版物のページ作成
2011年11月14日	震災対応航海情報 III
2011年10月18日	公開シンポジウム「海から見た東日本大震災」
2011年09月20日	震災対応航海情報 II
2011年09月09日	サイエンスアゴラ 2011 参加企画シンポジウム「東日本大震災後の 海洋汚染の広がりとその影響」
2011年09月07日	東日本大震災による海洋生態系影響の実態把握と今後の対応策の 検討 (提言)
2011年09月06日	種々の疑問に関する専門家の意見
2011年08月24日	IRSN 海洋汚染報告改訂版全訳と解説
2011年07月25日	福島第一原子力発電所事故に関する海洋汚染調査について (提言)
2011年07月18日	「みらい」MR11-05 航海における調査の紹介

2011年07月11日	池田名誉教授セミナー
2011年06月22日	望星丸航海情報（追加）
2011年06月20日	セディメントトラップ観測情報取りまとめ(2011年6月20日更新)
2011年06月20日	花輪教授出前講座（5月19日）
2011年06月20日	大槌湾の物理化学環境およびプランクトン調査
2011年06月13日	震災対応航海情報（追加）
2011年06月13日	米国調査船による調査航海のブログ公開
2011年06月08日	震災対応航海情報
2011年06月08日	第12回海洋基本法フォローアップ研究会開催
2011年06月03日	米国研究船による海洋放射能調査航海
2011年05月25日	モデリング・サブグループからの提案
2011年05月24日	放射能測定用海洋試料採取・計測の基本推奨方法
2011年05月16日	福島第一原子力発電所の事故に起因する海洋汚染モニタリングと観測に関する提言
2011年05月08日	「震災にともなう海洋汚染に関する相談会」からの提言に対する学会長の見解
2011年04月30日	「震災にともなう海洋汚染に関する相談会（4月14日開催）」からの提言
2011年04月30日	「震災にともなう海洋汚染に関する相談会」からの提言

5.23. 震災関連論文リスト

【査読付論文】

- Aoyama, M., D. Tsumune, and Y. Hamajima (2012) Distribution of ^{137}Cs and ^{134}Cs in the North Pacific Ocean: impacts of the TEPCO Fukushima-Daiichi NPP accident. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*. DOI 10.1007/s10967-012-2033-2
- Aoyama, M., et al. (2012) Temporal variation of ^{134}Cs and ^{137}Cs activities in surface water at stations along the coastline near the Fukushima Dai-ichi Nuclear Power Plant accident site, Japan. *Geochem. J.*, 46, 321-325.
- Aoyama, M., M. Uematsu, D. Tsumune and Y. Hamajima (2013) Surface pathway of radioactive plume of TEPCO Fukushima NPP1 released ^{134}Cs and ^{137}Cs . *Biogeosciences*, 10, 3067-3078.
- Bu, W. T., J. Zheng, T. Aono, K. Tagami, S. Uchida, J. Zhang, M. C. Honda, Q. J. Guo, and M. Yamada (2013) Vertical distributions of plutonium isotopes in marine sediment cores off the Fukushima coast after the Fukushima Dai-ichi Nuclear Power Plant accident. *Biogeosciences*, 10, 2497–2511.
- Buesseler, K., M. Aoyama, and M. Fukasawa (2011) Impacts of the Fukushima nuclear power plants on marine radioactivity. *Environmental Science and Technology*, 45 (23), 9931–9935, DOI: 10.1021/es202816c.
- Buesseler, K. O., S. R. Jayne, N. S. Fisher, I. I. Rypina, H. Baumann, Z. Baumann, C. F. Breier, E. M. Douglass, J. George, A. M. Macdonald, H. Miyamoto, J. Nishikawa, S. M. Pike, and S. Yoshida (2011) Fukushima-derived radionuclides in the ocean and biota off Japan *PNAS* 109 (16) 5984-5988.
- Choi, Y., Kida, S., and Takahasi, K. (2013), The impact of oceanic circulation and phase transfer on the dispersion of radionuclides released from the Fukushima Dai-ichi Nuclear Power Plant, *Biogeosciences*, (in press)
- Honda, M. C., Aono, T., Aoyama, M., Hamajima, Y., Kawakami, H., Kitamura, M., Masumoto, Y., Miyazawa, Y., Takigawa, M., and T. Saino (2012) Dispersion of artificial caesium-134 and -137 in the western North Pacific one month after the Fukushima accident. *Geochemical Journal*, 46, pp.e1-e9
- Honda, M. C., H. Kawakami, S. Watanabe and T. Saino (2013) Concentration and vertical flux of Fukushima-derived radiocesium in sinking particles from two sites in the Northwestern Pacific Ocean. *Biogeosciences* 10, 3525-3534.
- Inoue, M., Kofuji, H., Murakami, T., Oikawa, S., Yamamoto, M., Nagao, S., Hamajima, Y. and Misonoo, J. (2012) Spatial variations of low levels of ^{134}Cs and ^{137}Cs in seawaters within the Sea of Japan after the Fukushima Dai-ichi Nuclear Power Plant accident. *Appl. Radiat. Isot.* (in press)

- Inoue, M., Kofuji, H., Nagao, S., Yamamoto, M., Hamajima, Y., Yoshida, K., Fujimoto, K., Takada, T. and Isoda, Y. (2012) Lateral variation of ^{134}Cs and ^{137}Cs concentrations in surface seawater in and around the Japan Sea after the Fukushima Dai-ichi Nuclear Power Plant accident. *J. Environ. Radioactivity*, 109, 45-51.
- Inoue, M., Kofuji, H., Hamajima, Y., Nagao, S., Yoshida, K. and Yamamoto, M. (2012) ^{134}Cs and ^{137}Cs activities in coastal seawater along Northern Sanriku and Tsugaru Strait, northeastern Japan, after Fukushima Nuclear Power Plant accident. *J. Environ. Radioactivity*, 111, 116-119.
- Inoue, M., Kofuji, H., Nagao, S., Yamamoto, M., Hamajima, Y., Fujimoto, K., Yoshida, K., Hayakawa, K., Suzuki, A., Takashiro, H. and Minakawa, M. (2012) Low-levels of ^{134}Cs and ^{137}Cs in surface seawaters around the Japanese Archipelago after the Fukushima Dai-ichi Nuclear Power Plant accident in 2011. *Geochem. J.*, 46, 311-320.
- Kawamura, H., T. Kobayashi, A. Furuno, T. In, Y. Ishikawa, T. Nakayama, S. Shima, and T. Awaji (2011) Preliminary numerical experiments on oceanic dispersion of ^{131}I and ^{137}Cs discharged into the ocean because of the Fukushima daiichi nuclear power plant disaster. *Journal of Nuclear Science and Technology* 48, 11. 1349-1356.
- Kobayashi, T., H. Nagai, M. Chino, H. Kawamura (2013) Source term estimation of atmospheric release due to the Fukushima Dai-ichi Nuclear Power Plant accident by atmospheric and oceanic dispersion simulations, *J. Nucl. Sci. Technol.*, 50, 255-264.
- Masumoto, Y., Y. Miyazawa, D. Tsumune, T. Tsubono, T. Kobayashi, H. Kawamura, C. Estournel, P. Marsaleix, L. Lanerolle, A. Mehra, and Z. D. Garraffo (2012) Oceanic dispersion simulations of ^{137}Cs released from the Fukushima Daiichi nuclear power plant. *Elements*, 8, pp.207-212.
- Miyazawa, Y., Y. Masumoto, S. M. Varlamov, T. Miyama, M. Takigawa, M. Honda and T. Saino (2013) Inverse estimation of source parameters of oceanic radioactivity dispersion models associated with the Fukushima accident. *Biogeosciences* 10, 2349-2363.
- Oguri, K., Kawamura, K., Sakaguchi, A., Toyofuku, T., Kasaya, T., Murayama, M., Glud, R. N., Kitazato, H., (2013) Hadal disturbance in the Japan Trench induced by the 2011 Tohoku-Oki Earthquake. *Scientific Reports*, 3, 1915, DOI:10.1038/srep01915.
- Otosaka, S., and T. Kobayashi (2013) Sedimentation and remobilization of radiocesium in the coastal area of Ibaraki, 70 km south of the Fukushima Dai-ichi Nuclear Power Plant. *Environmental Monitoring and Assessment*, 185, 5419–5433, doi:10.1007/s10661-012-2956-7.
- Povinec, P.P., K. Hirose, and M. Aoyama (2012) Radiostrontium in the Western north pacific: characteristics, behavior, and the fukushima impact. *Environmental Science & Technology*, 46, 10356-63.
- Povinec, P.P. et al. (2013) Cesium, iodine and tritium in NW Pacific waters – a comparison of the Fukushima impact with global fallout. *Biogeosciences Discussion* 10, 6377-6416.

- Rypina, I. I., S. R. Jayne, S. Yoshida, A. M. Macdonald, E. Douglass, and K. Buesseler (2013) Short-term Dispersal of Fukushima-derived Radionuclides off Japan: Modeling Efforts and Model-data Intercomparison. Biogeosciences MS No.: bg-2012-551, available on line at Biogeosciences Discussions. (in press)
- Suzuki, T., Otsuka, S., Kuwabara, J., Kawamura, H., and Kobayashi, T. (2013) Iodine-129 concentration in seawater near Fukushima before and after the accident at the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant, Biogeosciences Discuss., 10, 1401-1419, doi:10.5194/bgd-10-1401-2013.
- Tsumune, D., T. Tsubono, M. Aoyama, and K. Hirose (2012) Distribution of oceanic ^{137}Cs from the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant simulated numerically by a regional ocean model. Journal of Environmental Radioactivity, 111, 100-108.
- Tsumune, D., "One-year, regional-scale simulation of ^{137}Cs radioactivity in the ocean following the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant accident", Biogeosciences Discuss.
- 内山雄介・石井倫生・津旨大輔・宮澤泰正 (2012) 福島第一原子力発電所を放出源とする放射性セシウム ^{137}Cs の沿岸域での分散特性, 土木学会論文集 B2 (海岸工学), 68, I_931-I_935
- Zheng, J., T. Aono, S. Uchida, J. Zhang and M.C. Honda (2012) Distribution of Pu isotopes in marine sediments in the Pacific 30 km off Fukushima after the Fukushima Daiichi nuclear power plant accident. Geochemical Journal, 46, 361-369.

【解説記事】

- 青山道夫 (2011) 福島原子力発電所事故による海洋汚染. 東京理科大 科学フォーラム 2011.11月号、42-45.
- 青山道夫 (2012) 「海洋に放出された放射性物質の長期地球規模での挙動」別冊化学「検証！福島第一原発事故」2012年4月号別冊、33-38.
- 及川真司、渡部輝久、日下部正志、中原元和、御園生淳 (2011) 海洋環境放射能と生物影響。海洋と生物, vol.33(3) 262-272
- 大西光代 (2011) 「みんなで復興するための津波学」、RikaTan 理科の探検 2011年6月号、緊急特集：地震がもたらした災害-津波・原発事故・心の傷、文一総合出版、p 51-55
- 大西光代 (2011) 第2章津波編・編著、大災害の理科知識Q & A250、新潮社、pp 95
- 乙坂重嘉 (2013) 海底堆積物中の放射性セシウム濃度の推移. ISOTOPE NEWS, 2013年6月号 (Vol.710), 12-15.
- 乙坂重嘉, 小林卓也 (2013) 海洋への放射性物質の流出と汚染の実態. 水環境学会誌 36, 95-98.
- 日下部正志 (2011) 環境における放射性核種の分布と動態 3. 海洋における人工放射性核種の動態 -福島原発由来核種は海洋でどう動くか? 日本原子力学会誌「アトモス」

53(11), 29-33.

- 日下部正志 (2012) 海洋における人工放射性核種の動態。海洋と生物 vol.34(3), 217-230.
- 杉本隆成 (2012) 「報告 震災復興の自然条件-再生可能エネルギーの地域特性と活用-」
文明、17 : 21-23
- 谷口 旭 (2012) 海洋生態系の再生計画はどうあるべきか。環境情報科学, 41-2: 35-38.
- 花輪公雄, (2012) 日本海洋学会 東日本大震災と海洋研究者の活動。環境技術, 41(8),
472-476
- 花輪公雄, (2013) 大震災と原発事故による海洋の生態系攪乱と放射能汚染。「今を生きる」,
第5巻第10章, 東北大学出版会、167-182.
- 廣瀬勝己 (2011) 海洋の放射性物質の動態と計測。ぶんせき 2011.8 446-450.
- 宮澤泰正 (2011) 海洋中の汚染物質輸送シミュレーション, 数学セミナー2011年12月号, 50,
46-50. 日本評論社
- 宮澤泰正, 升本順夫 (2012) 2011年福島第一原子力発電所事故に伴う放射性物質の海中輸送
シミュレーション, シミュレーション (日本シミュレーション学会誌) , 31, 227-233.

【報告書】

電力中央研究所:

研究報告書 「福島第一原子力発電所から漏洩した ^{137}Cs の海洋拡散シミュレーション」

独立行政法人水産総合研究センター:

放射性物質影響解明調査事業報告書(平成24年5月14日)

前編 (PDF : 3,007KB) 後編 (PDF : 1,351KB) 付表 (PDF : 527KB)

水生生物における放射性物質の挙動について (PDF : 1,055KB)