

2012年版

財団法人環日本海環境協力センター年報

Annual Report 2012

of

Northwest Pacific Region Environmental Cooperation Center

財団法人環日本海環境協力センター

目 次

1 環境保全交流推進事業

- (1) 北東アジア地域自治体連合環境分科委員会 1
- (2) 海洋環境保全パートナーシップの形成 2
- (3) 北東アジア環境情報システムの維持・運用 2

2 環境保全調査推進事業

- (1) 漂流・漂着ごみ対策推進事業 3
- (2) 藻場復元支援マップ事業 5
- (3) 中国遼寧省との大気環境共同調査研究 6

3 環境保全施策支援事業

- (1) 普及啓発事業 6
- (2) 環日本海・環境教育学習推進事業 6
- (3) 北東アジア青少年地域環境体験プログラムの開催 7
- (4) 黄砂を対象とした広域的モニタリング体制の構築 8

4 NOWPAP 推進事業

- (1) NOWPAP 活動推進事業 10
- (2) リモートセンシングによる環境モニタリング推進事業 21
- (3) 環日本海海洋環境ウォッチ推進事業 22
- (4) 生物多様性に関する活動 22
- (5) NOWPAP 関係会議の開催及び参加 23

1 環境保全交流推進事業

(1) 北東アジア地域自治体連合環境分科委員会

「北東アジア地域自治体連合」(NEAR)は、北東アジア地域における多地域間の交流、協力を積極的、円滑に推進するために、日本海を取り巻く日本、中国、韓国、ロシアの自治体による北東アジア地域自治体会議において提唱され、1996年9月に韓国慶尚北道で開催された会議で設立された。

また、1998年10月に個々のプロジェクトあるいは課題について、その円滑な推進を支援するため、5分野の分科委員会(経済・通商、文化交流、環境、防災、一般交流)(*その後、国境地区協力、科学技術、海洋・漁業、観光の4つが新設、また、一般交流が文化交流と合併して計8分野となった)の設置が決定された。

1999年7月に、第1回の「NEAR環境分科委員会」が開催され、本分科委員会の連絡、調整、運営を行うコーディネート自治体として富山県が選出された。

ア 目的

環境に関する個別プロジェクトの円滑な実施を図るため、自治体間の意見調整、事業計画の具体化及び実現方策等について、検討、協議等を行う。

イ 会員自治体

環境分野に関心を有し、環境分科委員会に参加を希望した自治体で構成する。現在、22自治体が参加。

日 本 (9) : 青森県、新潟県、富山県、石川県、福井県、京都府、兵庫県、鳥取県、島根県

モンゴル (2) : 中央県、セレンゲ県

韓 国 (3) : 江原道、忠清南道、中央県

ロシヤ (8) : ブリヤート共和国、サハ共和国、沿海地方、ハバロフスク地方、アムール州、イルクーツク州、サハリン州、ザバイカリエ地方

ウ 事業概要

(ア) 第10回環境分科委員会の開催

a 開催日 2011年11月9日

b 場 所 富山市(オークスカナルパークホテル富山)

c 主 催 富山県、北東アジア地域自治体連合

d 参加自治体 (4か国 8自治体)

日 本(2) 富山県、鳥取県

韓 国(2) 江原道、忠清南道

ロシア(2) 沿海地方、ハバロフスク地方

・オブザーバー参加

中 国(2) 黒龍江省、河北省秦皇島市

e 内 容

(a) 各自治体における環境の現状と課題について

4自治体(鳥取県、忠清南道、ハバロフスク地方、黒龍江省)より、環境の現状と課題についての報告が行われた。

(b) 2011年個別プロジェクトの実施状況について

各自治体より、4つの個別プロジェクトの実施状況についての報告が行われた。

・黄砂を対象とした広域的モニタリング体制の構築(富山県)

・北東アジア地域環境体験プログラム(ハバロフスク地方)

・日本海・黄海沿岸の海辺の漂着物調査(富山県)

・第5回国際環境フォーラム「国境のない自然」(沿海地方)

(c) 2012年個別プロジェクトの提案状況について

各自治体より、2012年に実施する2つの個別プロジェクトが提案され、その概要説明と参加要請が行われた。

・黄砂を対象とした広域的モニタリング体制の構築(富山県)

・北東アジア地域環境体験プログラム(富山県)

(d) 次期コーディネート自治体の選出について

次期コーディネート自治体として、引き続き富山県が選出された。

(任期:2013年7月13日まで)

f 主な成果

(a) 各自治体における環境の現状と課題について

国内外の4自治体より、環境の現状と課題についての報告があり、北東アジア地域の環境の現状等について、参加自治体が相互に理解を深め、共通の認識を得た。

(b) 個別プロジェクトの実施・提案状況等について

個別プロジェクトの実施・提案状況等について熱心に意見が交わされ、北東アジア地域の環境保全を推進するため、引き続き、個別プロジェクトの積極的な提案と実施が重要であるという認識を共有した。

(2) 海洋環境保全パートナーシップの形成

環日本海地域の環境協力は、この地域の自治体担当者や大学、民間企業及び NGO 等の環境専門家が情報を共有し、連携することにより進めていくことが必要である。

このため、「産」、「学」、「官」それぞれの分野の機関、団体の専門家等とのパートナーシップを形成するための各種事業を実施した。

ア 関係地方自治体、組織の視察、研修

イ 関係会議への出席、関係学会等への参加

第5回国際環境フォーラム「国境のない自然」への参加（ロシア・沿海地方政府提唱の NEAR 環境分科委員会個別プロジェクト）

- ・開催期間 2011年10月6～7日
- ・開催地 ロシア連邦沿海地方
- ・派遣者 2名

ウ 関係機関等の情報分析

(3) 北東アジア環境情報システムの維持・運用

ア 北東アジア環境情報広場による情報の発信

北東アジア地域（日本、中国、韓国、ロシア等）の環境保全を促進するために、インターネットを介して、この地域の環境問題や環境施策、環境技術等についての情報の共有化を図るとともに、地方自治体レベルの環境保全プロジェクトの情報交換や技術協力等の活動を活性化させる。

このために、「北東アジア環境情報広場（ウェブサイト）」に日本語、中国語、韓国語、ロシア語（一部モンゴル語）、英語の5か国語で情報を発信した。

イ 北東アジア環境情報広場（日本語版）の情報更新

「環境情報広場」の内容の充実を図るため、環境分科委員会の概要や環境分科委員会の活動概要など、情報の更新及び内容の充実を図った。

北東アジア環境情報広場（日本語版）の掲載内容は以下の通りである。

(7) 環日本海地域の社会環境データベース

a 社会データ

- ・環日本海地域の全体像
- ・日本の基礎情報
- ・中国の基礎情報
- ・韓国の基礎情報
- ・ロシアの基礎情報
- ・各国の地方行政制度

b 環境データ

- ・環日本海地域の環境課題
- ・環日本海地域の環境協力
- ・日本の環境概況及び環境行政
- ・中国の環境概況及び環境行政
- ・韓国の環境概況及び環境行政
- ・ロシアの環境概況及び環境行政

c 文化・歴史データ

- ・対岸諸国の人々の生活
- ・環日本海地域の歴史

(4) 北東アジア地域自治体連合環境分科委員会の紹介

(5) 北東アジア地域自治体等の環境保全に関する情報交流

(6) 海辺の漂着物ネットワーク

(7) 関連リンク集

北東アジア環境情報広場（日本語版）の URL
http://www.npec.or.jp/northeast_asia/

2 環境保全調査研究事業

(1) 漂流・漂着ごみ対策推進事業

近年、漂流・漂着物による海岸の汚染、生態系への影響が懸念されている。このため、海辺の漂着物調査をはじめとする、海洋ごみ対策事業を実施した。

ア 海洋ごみモニタリング調査（海辺の漂着物調査）の実施

富山県の主唱により 1996 年度から実施しているもので、当初、日本国内の 10 自治体の連携・協力により開始されたが、2011 年度は、日本 13 自治体、ロシア 2 自治体、韓国 2 自治体、中国 1 自治体の計 18 自治体 38 海岸において、地元自治体や NGO・NPO などとの連携・協力により、延べ 1,254 人の参加を得て、国際共同調査として実施した。

本調査は、海洋環境保全対策、廃棄物対策、漁場保全対策のための基礎資料を得るだけでなく、調査への参加を通し、沿岸地域の住民において、「ごみを捨てない心、海の環境を守ろうとする心を育む」という共通意識を醸成することも目的としている。

(ア) 調査方法

調査範囲は、調査対象の海岸全体の漂着物が把握できるように設定し、波打ち際から内陸方向へ連続的に縦横 10m の区画（以下「調査区画」という。）を砂浜が途切れる地点まで設定し、ビニールひも等で分けけた後、漂着物を全て拾い集め、区画ごとに種類別に分類し、個数を数え、重量を測定した。

(イ) 調査結果

2011 年度調査で採集した漂着物の 100 m²あたりの漂着物平均重量は 1,922 g であり、内訳は、「プラスチック類」が 1,005 g（100 m²あたりの総重量の 52%）と最も重く、次いで「その他の人工物」351 g（同 18%）の順であった。

100 m²あたりの漂着物平均個数は 213 個であり、内訳は、「プラスチック類」が 160 個（100 m²あたりの総個数の 75%）と最も多く、次いで「発泡スチロール類」31 個（同 15%）の順であった。

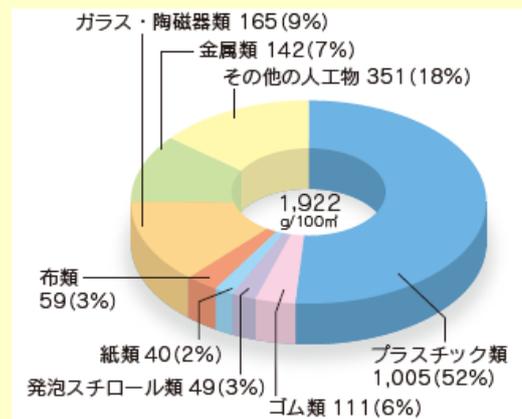


図1 2011年度海辺の漂着物調査結果
[100㎡あたりの漂着物平均重量 (g)]

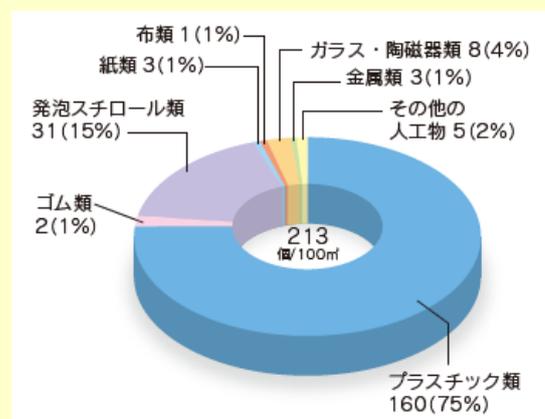


図2 2011年度海辺の漂着物調査結果
[100㎡あたりの漂着物平均個数 (個)]



【調査風景】

エリア別の100㎡あたりの漂着物平均個数は、「エリアB」が384個と最も多く、次い

で「エリアD」349個の順であり、「エリアE～I」は90個未満と少ない結果であった。

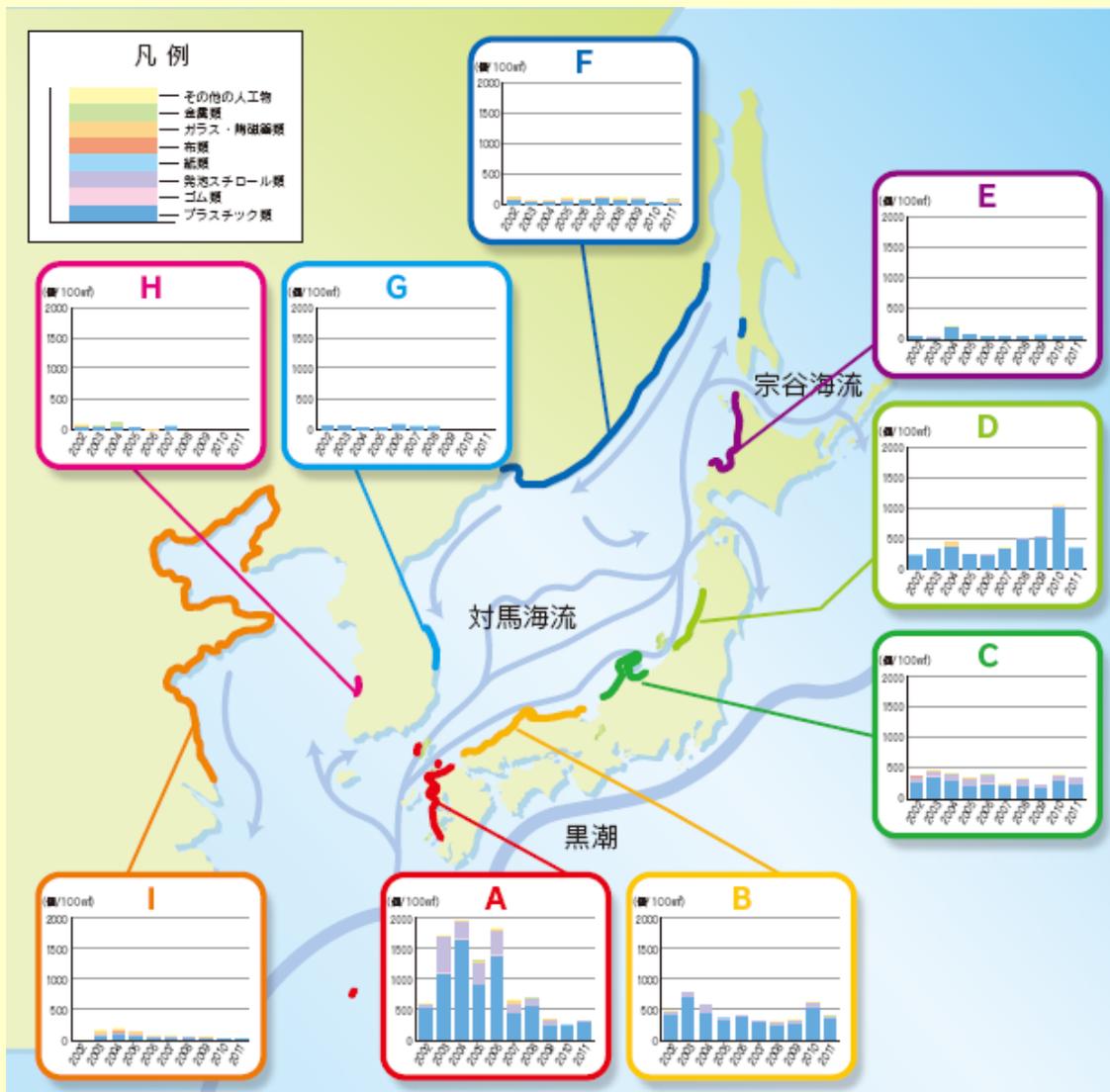


図3 100㎡あたりのエリア別漂着物個数の推移

イ 「海辺の漂着物調査」関係者会議の開催

NEAR プロジェクト海辺の漂着物調査に係る関係者が、海岸漂着物等対策の連携や交流の推進を図るために、漂着物調査の結果や各自自治体の漂着物対策について情報交換を行うとともに、海辺の漂着物調査の今後の方向性について意見交換を行った。

- (ア) 開催日 2011年11月10日(木)
- (イ) 開催場所 富山市 オークスカナルパークホテル富山
- (ロ) 参加者
 - 日本(8) 富山県、山形県、石川県、鳥取県、島根県、山口県、福岡県、長崎県

- 中国(1) 河北省秦皇島市
 - 韓国(2) 江原道、忠清南道
 - ロシア(2) 沿海地方、ハバロフスク地方
- 計 30名

(I) 内容

- a 海辺の漂着物調査の結果報告
- b 漂着物発生抑制対策についての事例紹介
 - 山形県、山口県、島根県、長崎県、河北省秦皇島市、江原道、忠清南道、ハバロフスク地方、沿海地方、富山県
- c 海辺の漂着物調査の今後の方向性の検討
 - ・NPO等に参加を呼びかけ、参加者数の拡大や産学官の連携強化を図る

- ・発生抑制対策を推進するため、廃棄物や漂着ごみを利用した工作やアート作品制作を4か国で実施



【海辺の漂着物調査関係者会議】

b 第2部

「さかなクン」トークショー

「海と環境」をテーマとした講演



【海洋ごみアクション・フォーラム】

ウ 報告書の作成

- ・海辺の漂着物調査の結果などを取りまとめた報告書を作成・配布
- ・日本語、中国語、韓国語及びロシア語の報告書概要版を作成・配布

エ 漂着物に関する情報収集・提供の実施

- ・日本、中国、韓国及びロシアの沿岸自治体に対して漂着物対策に関するアンケート調査を実施するとともに、その結果を取りまとめて提供
- ・新聞やホームページなどによる情報提供を強化
- ・海洋ごみの挙動把握や漂着量の推計などに関する事例について情報収集（文献調査）

- ①ポイ捨て、投げ捨てしない。ごみの投棄のない社会にしよう。
- ②河川、海岸や身近な場所をきれいにしよう。
- ③清掃活動、海洋ごみに関する調査や学習の機会に参加し、海洋ごみ問題の解決のためにみんなで考えよう。
- ④海の生き物のための海辺環境を守り育てよう。
- ⑤豊かな海を育む森を守り育てよう

【環日本海環境サポーターアクション5】

オ 海洋ごみアクション・フォーラムの開催

一般市民を対象に海洋ごみ問題を周知啓発し、海の大切さを理解して、海洋ごみ削減の行動を進めていただくためフォーラムを開催した。

- (ア) 開催日 2012年2月5日
- (イ) 開催場所 富山市 ボルフアートとやま
- (ウ) 参加者 一般市民 約 450名
- (エ) 内容

a 第1部

(a) 海洋環境保全の活動発表

- ・「富山湾の海洋環境保全活動への支援」
アサヒビール(株)北陸統括本部
- ・「豊かな海づくりをめざして」
魚津漁業協同組合
- ・「NPEC による海洋環境保全活動の取組」

(b) 環日本海・環境サポーターアクション 5 の宣言

(2) 藻場復元支援マップ事業

(東北地方における漁業復興のためのリモートセンシングによる藻場の被害及び復元支援マップの作成)

三井物産環境基金（東日本大震災復興助成）を活用して、東日本大震災により被害を受けた宮城県沿岸の主要な藻場について、その被害状況を衛星と航空機からのリモートセンシング技術により広域的に把握することで、被害を受けた藻場の復元・再生に必要となる情報を地元の漁業関係者やNPO等の活動主体と共有し藻場の再生支援を実施している。

2011年度は音響探査、水中カメラによる現地調査を実施するとともに、航空写真、衛星画像及び現地調査結果により被害状況の解析を行った。

ア 調査対象海域

志津川湾、仙台湾（女川湾内）、万石浦、松島湾

イ 調査方法

衛星リモートセンシング、航空機リモートセン

シング、現地調査（水中カメラ、サイドスキャンソナー）

ウ 調査結果

- ・いずれの海域でも被害の差はあるが、藻場の減少が認められた。
- ・養殖筏等の流失やがれき等の散在が認められ、がれき等の人工物の分布状況が把握できた。



調査対象海域（宮城県）

(3) 中国遼寧省との大気環境共同調査研究

中国遼寧省における黄砂や酸性雨、光化学スモッグ等大気汚染物質の実態を解明することは、遼寧省における大気汚染の改善が図られ、ひいては富山県、日本海沿岸海域の影響の軽減にも資すると考えられる。そこで、2008年度から2010年度の3年間において、遼寧省の環境に大きな影響を与え、富山県でも飛来回数が増加傾向にある黄砂を対象として、その実態を把握するための共同調査を実施したところであり、本年度においては、この3か年の調査結果を報告書に取りまとめた。

また、今後の共同調査研究について、遼寧省及び関係機関との連絡調整を行ったところ、2012年度から2014年度において酸性雨や光化学スモッグの原因となる窒素酸化物の排出源である自動車排出ガスに関する共同調査研究を実施することとなった。

3 環境保全施策支援事業

(1) 普及啓発事業

（財）環日本海環境協力センターの活動状況をホームページ(<http://www.npec.or.jp>)により情報発信、提供した。

- ・年報の掲載
- ・掲載内容の随時更新

(2) 環日本海・環境教育学習推進事業

環日本海地域の環境に関する認識の向上、保全意識の高揚、環境保全行動の推進のため、富山県内の市民を中心に、環日本海地域の環境問題に関する各種の普及啓発事業、環境教育・学習事業を展開した。

ア 環日本海環境サポーター制度

環日本海地域の環境保全に関心を持つ市民を対象にサポーター制度を創設し、サポーター向け普及啓発行事を開催した。

(ア) 制度の運用

登録者を募集し、会員証、ノベルティグッズを配付するとともに、環境イベント情報等の提供を行った。（登録者数：1,372名）

(イ) サポーター向け事業

a サポーターキックオフ・イベント

「エコライフ・アクト大会」（6月19日：富山市）において、サポーター制度の紹介や県内団体の海洋環境保全の活動発表、キックオフ宣言を行った。

- ・岩瀬小学校6年生児童
- ・魚津漁業協同組合



【キックオフ宣言】

b 体験型参加型海洋環境保全講座

体験活動（海辺の漂着物調査）、出前教室を組合わせた海洋環境保全講座を実施した。

c サポーターズ・ミーティング

「海洋ごみアクション・フォーラム」において、環境サポーター発表会を開催し、サポーター活動の成果発表、活動宣言（サポーターアクション5）を行った。

（海ごみアクションの項に掲載済）

d ジュニア向けイベント

ジュニアサポーター（中学生以下）が海辺の漂着物調査、漂着物クラフト制作等に参加した。

イ アートと海洋環境プロジェクト

幅広い市民層に対し海や環境保全への関心を喚起するため、パブリックアート等を活用した啓発を行った。

(ア) 芸術学生による漂着物を利用したパブリックアート制作

(イ) 子供たちによる漂着物アート製作体験

(ウ) 漂着物アート展 2011

市民の皆さんに、海への関心を高め、海洋ごみ問題に対して理解を深めていただくため、海岸漂着物を利用したアート作品の展示を行った。

a 実施主体

主催：氷見市海浜植物園、
（財）環日本海環境協力センター
協力：富山大学芸術文化学部

b 開催日

2011年6月2日～6月27日

c 開催場所

氷見市海浜植物園 1階特設ギャラリー

d 展示内容

海岸漂着物を利用したアート作品
制作：富山大学芸術文化学部学生
氷見市立窪小学校の4年生児童
（期間中 約3,200人が来場）



【漂着物アート展作品例】

(I) とやま環境フェア 2011

a 開催期間 2011年10月22日～23日

b 開催場所 富山産業展示館（テクノホール）

c 出典内容

子どもたちによる海の生物多様性メッセージアートの制作（子ども約200名が海の壁画づくりに参加）、海の生物学習、海水浴場の水温情報のデモ展示、パネル展示

ウ 環日本海・環境保全・海へのいざない教室

海洋環境問題の現状や一人ひとりの取組みの重要性を理解していただくため、NPEC職員による出前講座（教室）や小講義を実施した。（計37回、のべ1,773名が参加）

(3) 北東アジア地域環境体験プログラムの開催

ア 目的及び概要

自治体・経済界・学界が連携して、青少年に対して北東アジア地域における環境問題を直に体験する機会を提供することにより、現状への認識を高めるとともに、国際環境協力に対する理解を深め、自ら考え行動できる人材を育成することを目的として、富山県及びロシアハバロフスク地方の主催により、「北東アジア地域環境体験プログラム」を開催した。

(ア) 開催日 2011年8月27日～28日

(イ) 場所 ロシアハバロフスク地方

(ウ) テーマ 一緒に森を守りましょう

(I) 参加者 中学生・高校生65名（4か国7自治体）

・日本：6名（富山県6名）

・中国：12名（遼寧省6名、黒龍江省6名）

・韓国：11名（江原道4名、忠清南道7名）

・ロシア：36名（沿海地方9名、ハバロフスク地方27名）

(ウ) 概要

a 挨拶

ハバロフスク地方環境保全委員会、同森林管理局、富山県

b 基調講演

・「ハバロフスク地方における住民への環境教育・啓発」（ハバロフスク地方環境保全委員会）
・「ボロニスキー自然保護区域の「キルプ」森林保護監視所周辺の二次林の地理植物学的な研究」（アムルスク市、ハバロフスク市総合学校）

c 活動発表（6グループ）

・ホクリクサンショウウオ南限個体群の生態解明と復活・保護（富山県）
・黄砂発生状況に関する視程調査活動（忠清南道）
・生態系に関心を持ち、森林を保護する（遼寧省）

- ・原州地域におけるグリーン分野での持続可能な活動と環境キャンペーン（江原道）
- ・エレナ島における「アラリヤ」エコ部隊の森林保全活動（沿海地方）
- ・環境調査 — 割り箸（黒龍江省）

d 森林保護に関する環境体験活動1

（場所：校外教育センター敷地内）

- ・参加者による植樹活動（記念並木道づくり）

e 環境関連視察

- ・ハバロフスク地方の代表的な自然環境であるアムール川を視察

f 森林保護に関する環境体験活動2

（場所：校外教育センター敷地内）

- ・害虫対策や害虫の種類について標本等による講義
- ・森林火災対策の講義
- ・ロシア極東地域、日本、中国、韓国に生育する樹木種の紹介
- ・苗木用の種植えの実習体験実習

g 閉会式

（場所：校外教育センターメインホール）

- ・環境宣言文 2011 の発表（ハバロフスク地方の生徒から発表）



【環境体験（植樹活動（記念並木道づくり））】

韓国：江原道、忠清南道、慶尚南道
ロシア：沿海地方、ハバロフスク地方

c 調査方法

あらかじめ設定した目標物について庁舎、校舎、ビル等の屋上や窓から観測し、目視によって目標物が見えたかどうか記録し、その距離から視程を求める。

d 調査結果

- ・天気が悪くなるに従い、また黄砂の飛来時に視程が短くなる傾向が確認された。
- ・晴れや曇りと比較して、黄砂の視程は平均的に短くなることが確認された。
- ・視程と粒子状物質等の濃度と比較すると、黄砂では、視程が短い場合、粒子状物質等の濃度が高いという傾向が顕著であることが確認された。
- ・黄砂の発生源に近い韓国から日本、ロシアと、視程が短くなる状況が移ってくる様子が確認された。

(4) 黄砂を対象とした広域的モニタリング体制の構築

国内外の経済界・学界・自治体がネットワークを構築し、黄砂の実態や影響を把握するための簡易モニタリング（視程調査）を実施した。

ア 統一手法による視程調査

(ア) 2011 年調査

a 調査期間

2011 年 3 月～5 月の勤務日・登校日

b 調査場所

日本、韓国、ロシアの 3 カ国 8 自治体の経済界、学界、自治体 59 団体

日本：山形県、富山県、鳥取県

4 NOWPAP 推進事業

国連環境計画（UNEP）の主導のもとに、日本、韓国、中国及びロシアにより「北西太平洋地域海行動計画（NOWPAP）」が推進されている。

（財）環日本海環境協力センター（NPEC）は「特殊モニタリング・沿岸環境評価地域活動センター（CEARAC）」に指定されており、NOWPAP 活動を推進するため事業を実施している。

(1) NOWPAP 活動推進事業

ア 評価結果を用いた NOWPAP 富栄養化状況評価手順書の検証

(ア) 目的

本事業は、北西太平洋地域海行動計画を支援することを目的として、北東大西洋の海洋環境保護を目的とするオスロ・パリ条約における富栄養化状況評価にかかる共通手順（OSPAR Common Procedure for Identification of Eutrophication Status）を参考に作成した NOWPAP 富栄養化状況評価手順を検証することを目的とする。このため、日本においては、九州北西部海域と富山湾を対象海域として、中国では長江河口および周辺海域、韓国ではチンヘ湾およびロシアではピョートル大帝湾を選定してケーススタディを実施し、選定海域の富栄養化状況の評価するとともに、手順書の問題点の抽出と改善に向けた検討を行った。

(イ) 概要

海という共有財産を国家間で共有する環日本海地域では、富栄養化の問題はもはや一カ国の問題ではなく、国際的枠組みのもと対策が必要とされている。1994年に国連環境計画が採択し、日本、中国、韓国およびロシアの4ヶ国が参加する北西太平洋地域海行動計画（NOWPAP）では、特殊モニタリング・沿岸環境評価活動センター（CEARAC）が主体となり、NOWPAP 参加国の専門家とともに、富栄養化状況評価のための共通の手順書、「NOWPAP 富栄養化状況評価手順書」が2009年6月に作成された。

本手順書の作成にあたっては、富山湾をモデル海域として NOWPAP 地域に適用できる富栄養化評価手順の確立を目的としたケーススタディ（富山湾ケーススタディ）を実施してきた。また、本手順書では衛星データの有用性に着目し、富栄養化状況および影響の評価における衛星データの活用方法および衛星データによる評価結果の検証方法も組み入れた。富栄養化の評価は、富栄養化に

関する生化学的な値との絶対的な比較のみで評価するのではなく、経年的な増加・減少傾向によるトレンド検定も取り入れた。基準値やトレンド検定の手法の検討にあたっては、（財）環日本海環境協力センターに設置した環日本海海洋環境検討委員会並びに富山湾プロジェクト調査研究委員会のレビューを受けた。

2010年6月には、NOWPAP 加盟国（中国、日本、韓国およびロシア）から、それぞれモデル海域が選定され、NOWPAP 富栄養化状況評価手順書を用いて富栄養化状況の評価するケーススタディが実施し、2011年12月にはケーススタディを統合して、'Integrated Report on Eutrophication Assessment in Selected sea Areas in the NOWPAP Region: Evaluation of the NOWPAP Common Procedure'（NOWPAP CEARAC, 2011）

（NOWPAP 地域の選定海域における富栄養化評価統合報告書）を作成した。

(ウ) NOWPAP 地域の選定海域における富栄養化評価統合報告書の概要

a はじめに

北西太平洋地域海行動計画(NOWPAP)は、中国、日本、韓国およびロシアの4カ国間で1994年に締結された。NOWPAPは、国連環境計画(UNEP)地域海行動計画(Regional Seas Programme)のひとつとして位置付けられている。なお、地域海行動計画は、1972年にスウェーデンのストックホルムで開催された国連人間環境会議を受け、1974年に提唱されたものである。地域海計画は、海洋・沿岸環境の持続可能な管理・利用を通じ、悪化する世界の海洋・沿岸地域の環境問題に取り組むことを目的としている。現在、UNEP支援のもと13の地域海計画が設置され、143を超える国々が参加している。

富栄養化を評価するために、多くの評価手法が開発されている。良く知られた例として、OSPAR 共通評価手法、HELCOM 富栄養化評価ツール、アメリカ海洋大気圏局国家エスチャリー富栄養化評価およびエスチャリー栄養段階評価がある。NOWPAP の枠組みにおいても、CEARAC は NOWPAP 富栄養化状況評価手順書を開発した。NOWPAP 加盟国は、それぞれの国において海域を選定し、NOWPAP 富栄養化状況評価手順書を適応し、富栄養化評価に対する本手法の有効性を評価した。選定海域は、中国から長江河口海域および周辺海域、日本から九州北西部海域と富山湾、

韓国からチンヘ湾、ロシアからピョートル大帝湾が選ばれた。評価の目的は、この地域における人為的な富栄養化を緩和、規制するための議論を促す材料を提供することにある。

報告書は、NOWPAP 富栄養化状況評価手順書を用いて選定海域で評価を行った結果についてのものであり、さらに、評価項目や参照値によって富栄養化を評価することについて、技術的な問題点について認識を深めた。

b 評価手法とデータ

NOWPAP 富栄養化状況評価手順書に基づき、富栄養化に関連する水質項目データを収集し、(1) 栄養塩の増加の程度、(2) 栄養塩の増加の直接的影響、(3) 栄養塩の増加の間接的影響、(4) その他の可能性のある影響の 4 つのカテゴリに分類した。収集した情報やデータは、濃度レベルや発生回数並びにトレンド（増加傾向、減少傾向もしくは増減傾向なし）によって評価を実施した。レベルとトレンドの組み合わせによって、富栄養化の状況を 6 類型化、すなわち High-Increase(HI)、High-No Trend(HN)、High-Decrease(HD)、Low-Increase(LI)、Low-No Trend(LN)および Low-Decrease(LD)に当てはめた。富栄養化レベルを High か Low に区分するには、それぞれの選定海域で設定した参照値よりも高いか低いかで決定した。DO の項目による評価では、他の富栄養化関連項目とは逆のレベル判定を行った。すなわち、健全な海洋環境では高い濃度の DO が保たれる必要があることから、DO が高い場合に Low、低い場合に High と評価した。時系列データにおけるトレンド検定では、中国と日本においてはノンパラメトリック法である Mann-Kendall 法を用い、韓国では統計的手法は用いられず、ロシアにおいてはパラメトリック法が用いられた。

NOWPAP 富栄養化状況評価手順書においては、レベルとトレンドのどちらか一方だけでは、長期間にわたる富栄養化の変化に伴う現象を評価することができないため、レベルとトレンドの組み合わせによって富栄養化状況を評価している。ある水質評価項目をレベルだけで評価した場合、現在、低い富栄養化レベルであったとしても、近い将来に高いレベルになることを見落とす危険性がある。反対に、トレンドだけでは、早急に富栄養化防止対策が必要な海域を検出することができなくなる。6 類型による富栄養化分類は、富栄養化対策への管理行動計画を立てる場合に有効である。

c NOWPAP 加盟国の選定海域における富栄養化状況の評価

(a) 長江河口海域（中国）

長江河口海域の富栄養化状況は、HI と評価された。カテゴリ I において長江からの窒素とリンの負荷量が大きかった。河川由来の溶存態無機窒素 (DIN) 負荷量は 1973-2007 年にかけて増加傾向が認められたのに対し、溶存態無機リン (DIP) 負荷量は 1964-2007 年にかけて増減傾向がなかった。長江河口海域における年平均 DIN 濃度は、直近 3 カ年(2005-2007 年)において参照値(0.4 mg/L, 28.6 μM)を超え、1963-2007 年に増加傾向が認められた。年平均 DIP 濃度は直近 3 カ年において参照値(0.03 mg/L, 0.97 μM)以下であったが、増加傾向が認められた。DIN/DIP 比は 1963-2007 年に増減傾向が認められなかった。カテゴリ II では、年最大クロロフィル a 濃度は参照値(20 μg/L)よりも低かったが、赤潮の発生回数は 1990-2009 年に増加傾向を示した。カテゴリ III では、DO と COD は、ともに参照値(それぞれ 2 mg/L と 4 mg/L)以下であった。これらの結果に基づくと、長江からの栄養塩負荷量が大きく、河口海域の栄養塩濃度が高くなっていると結論付けられる。

長江河口海域では、富栄養化による生態系の異変を示す様々な現象が報告されている。例えば、無酸素/貧酸素水塊の拡大、赤潮や有害有毒藻類、グリーンタイドおよびクラゲの大発生である。また、三峡ダムの建設によって河川水の滞留時間が延長されることによりケイ素の供給が減少し、海域における植物プランクトンの種組成や基礎生産に影響を及ぼすことも指摘されている。したがって、長江河口海域の海洋環境を改善するためには、長江からの窒素とリンの負荷量を削減し、栄養塩濃度のバランスを保つことが必要である。

(b) 九州北西部海域（日本）

博多湾におけるカテゴリ I では、河川由来の TN、TP 負荷量には減少傾向が認められた。しかし、下水処理場からの TN 負荷量は増加傾向を示した。10 地点中 8 地点で冬季 DIN 濃度は参照値を超え、増加傾向を示した。年平均クロロフィル a 濃度と年最大クロロフィル a 濃度もまた参照値を超え、赤潮の発生も直近 3 カ年の間に発生が確認された。カテゴリ II において、富栄養化レベルが高いと評価された。カテゴリ III では、富栄養化レベルは低いと評価された。博多湾において、海洋環境のバランスのとれた生物生産を維持するた

めに窒素とリンの負荷量を制御することが重要である。また、珪藻類や鞭毛藻類の赤潮発生回数を削減することも考慮すべきである。

洞海湾と関門海峡については、洞海湾では TN、TP 濃度は 1970 年代から 1990 年代にかけて大幅に減少した。また、COD も 1970 年代から 1990 年代にかけて減少しここ 10 年の濃度は安定している。反対に、関門海峡では富栄養化の兆候は見られず富栄養化による影響はないと考えられる。

九州中間海域では、TN、TP、冬季の DIN および冬季の DIP 濃度は低かった。しかし、近年、鞭毛藻とヤコウチュウによる赤潮の発生が数多く見られた。また、コクロディニウム・ポリクリコイデス *Cochlidinium polykrikoides* が対馬暖流によって韓国から運ばれてきたことも確認されている。したがって、このサブエリアでみられた鞭毛藻やヤコウチュウによる赤潮は、対馬暖流の流れに関係していると考えられる。

九州沖合海域では、DO を除く全ての評価項目で、LN もしくは N と評価された。それゆえ、このサブエリアでは富栄養化は大きな問題はないと考えられるが、2005 年には低 DO の現象が生じている。

栄養塩負荷量の制御が課題となっている博多湾を除き、九州北西部海域における富栄養化状況のほとんどが LN と評価された。九州北西部海域において、下水処理場における栄養塩負荷の削減が進められた。海域における栄養塩濃度が低下した結果、沿岸における基礎生産、すなわち、魚類、ノリ *Porphyra* spp. 養殖、海藻の成長などの海産物の生産力の低下を引き起こす。このような貧栄養化は、日本の瀬戸内海でも報告されており、生物生産を維持するために適当な栄養塩管理が求められる。

(c) 富山湾 (日本)

富山湾には 5 つの一級河川が流入している。これらの河川由来の TN 負荷量では、1985-2007 年に増減傾向が認められなかったが、富山湾に流入する最大河川である神通川の TN 負荷量には増加傾向が認められた。また、河川由来の TP 負荷量には減少傾向が認められた。一方、富山湾における栄養塩濃度は、参照値以下であった。年最大クロロフィル a 濃度は参照値(20 µg/L)以下であり、増減傾向はなかった。年平均クロロフィル a 濃度は参照値(5 µg/L)以下であり、増減傾向はなかった。

富山湾沿岸海域において、全てのカテゴリで LN と評価された。しかし、カテゴリ I の評価項目の

なかで、神通川からの TN 負荷量に増加傾向が見られ削減することが必要と考えられる。カテゴリ III の評価項目のなかで、DO の減少傾向や COD の増加傾向を示す地点があり、栄養塩負荷量(特に窒素)を削減することにより、DO や COD の改善を図る必要があると考えられる。

富山湾沿岸海域と同様に、富山湾中間海域の全てのカテゴリにおいて富栄養化状況は LN と評価された。しかし、西部の 2 地点において TN、TP 濃度に増加傾向が認められ、富栄養化が進行している可能性がある。さらに、富山湾沿岸海域でも見られた DO の減少傾向と COD の増加傾向が数地点で確認された。したがって、富山湾沿岸海域において富栄養化対策をとることによって、富山湾中間海域の海洋環境も改善すると考えられる。

富山湾沖合海域は、カテゴリ I、II および IV の結果から富栄養化の影響は小さいと考えられる。富山湾沿岸海域や中間海域で見られた DO の減少傾向と COD の増加傾向が同様に認められた。

富山湾における 3 つのサブエリアにおいて、富栄養化のレベルは低いと考えられ、ほとんどの評価項目で増減傾向が認められなかったが、神通川の TN 負荷量についてのみ増加傾向が見られた。全てのサブエリアにおいて DO の減少傾向や COD の増加傾向を示す地点があった。したがって、富山湾における富栄養化の影響を緩和するために神通川からの栄養塩負荷を削減する方法を検討する必要がある。河川への主な TN 負荷源は、工場(68%)、生活排水(4%)および面源負荷(28%)と報じられている。このため、TN 負荷量を削減するためには、工場や面源負荷からの排出量を削減することが有効な手段であると考えられる。

(d) チンヘ湾 (韓国)

チンヘ湾における富栄養化は 2002 年以降改善傾向にあるが、Masan-Haengam 湾やチンヘ湾奥部では依然として富栄養化が問題となっている。カテゴリ I において、TN、TP 濃度は 2002-2008 年にかけて半減したが、依然として参照値を超える状況である。冬季の DIN、DIP 濃度は参照値以下で減少傾向が認められており、冬季 DIN/DIP 比もまた参照値以下で減少傾向が認められている。カテゴリ II では、年平均クロロフィル a 濃度は減少傾向が見られたが参照値を超えている。珪藻類による赤潮発生回数は減少傾向にある。カテゴリ III と IV では、アレキサンドリウム *Alexandrium* 属による麻痺性貝毒が報告されている。

チンヘ湾への栄養塩負荷量は概して減少傾向にあるが、依然として富栄養化レベルが高い状況にあり、特に Masan-Haengam 湾は顕著である。したがって、報告書では水質改善を図るために下水処理場の増設や海底泥の浚渫を行うことが推奨されている。

(e) ピョートル大帝湾 (ロシア)

ピョートル大帝湾において、ウスリー湾と南部ピョートル大帝湾が LN と評価されたのに対し、アムール湾は HI と評価された。ピョートル大帝湾においては、アムール湾における富栄養化対策が求められる。反対に、ウスリー湾や南部ピョートル大帝湾における富栄養化の影響は小さいと考えられる。アムール湾に流入するラズドルナヤ河と沿海地方の最大都市であるウラジオストク市がアムール湾に面しており、これら 2 つが栄養塩の主な供給源となっている。表層における栄養塩濃度は低いものの、底層では高くなっている。その要因は、表層に供給された栄養塩が生物ポンプによって底層に運び込まれた結果と考えられる。雨期にラズドルナヤ河から供給された栄養塩はすみやかに珪藻類の植物プランクトンに取り込まれ、海底に沈降し分解される。結果として、夏季に底層の貧酸素化水塊の発生が認められる。富栄養化の影響は表層よりもむしろ底層に顕著に現れ、底層における貧酸素を改善することが最重要課題である。

d 栄養塩の排出源と負荷量

(a) 陸域起源の栄養塩

ケーススタディ報告書では、河川由来の TN、TP 負荷量に関する情報が提供されている。長江からの負荷量は、他の選定海域に流入する河川の約 100 倍以上大きい。日本の九州北西部海域と富山湾、韓国のチンヘ湾、ロシアのピョートル大帝湾への TN、TP 負荷量はほとんど同じレベルである。長江の流量は NOWPAP 地域で最大であり、その栄養塩負荷量も最大である。長江河口海域における栄養塩負荷に関連したいくつかの研究では、窒素とリンの濃度は 1960 年代と比較して上昇していることが報告されている。中国国内における経済成長に伴い栄養塩負荷も 1960 年代から 2010 年代にかけて大きく増加しており、農業肥料や家庭排水が主な排出源と考えられている。

博多湾は、洞海湾や関門海峡と同様に TN、TP 負荷量は減少傾向を示した。これらのサブエリア

では、下水処理の改善や工場からの排水規制を強化したことから栄養塩負荷量が削減された。一方、九州中間海域における TN、TP 負荷量には増減傾向が認められなかった。

富山湾では、TN 負荷量には増減傾向がなかったが、TP 負荷量には減少傾向が認められた。また、神通川では TN 負荷量の増加傾向が見られたが、全河川では変化が認められなかった。なお、富山県は工場からの排水に対し規制を強化したことから窒素やリンの負荷が削減されている。

チンヘ湾への河川由来の栄養塩負荷量については、長期間のデータがなかったことから評価できなかった。チンヘ湾における TN、TP、冬季 DIN および冬季 DIP 濃度が減少していたことから、陸域起源の栄養塩負荷量は着実に減少したと考えられる。2005 年までは、冬季 DIN/DIP 比はレッドフィールド比を上回っていたが、2006 年以降レッドフィールド比の 16 に近付いている。言い換えれば、DIN/DIP 比によって栄養塩負荷量に対する適切な管理が行われているかどうかかわかる。

ロシアのアムール湾への栄養塩負荷量の 70% 以上を占めるラズドルナヤ河からの負荷は、4-9 月に 70-90% が供給されている。河川からの DIN、DIP 負荷量は 2001-2007 年に増加傾向がある。河川からの栄養塩負荷に伴う富栄養化は、アムール湾における生物群集の遷移に影響を与え、汚染に強い種が増加している。

(b) 大気降水物からの栄養塩

大気降水物による海洋環境に与える影響や被害に関する情報は少ない。大気降水物は海域への栄養塩負荷源、特に窒素負荷源のひとつとして認識されている。東シナ海では、アンモニウム塩と硝酸塩の降水物量は、長江からの負荷量とほぼ同等であることが報じられている。陸域起源のエアロゾル降水物は、主な海洋への栄養塩負荷源のひとつである。大気由来の窒素負荷が東部 NOWPAP 地域の海域における基礎生産に与える影響について、物理-生態系結合モデルを用いた研究が行われている。大気窒素降水物によって、日本海沿岸における移出生産の 10% 以上が維持されている。大気降水物や河川に由来する窒素が増加することによって、北西太平洋の調査海域の大部分において窒素制限からリン制限に変化している。大気降水物による窒素の増加は、海洋生態系における富栄養化と生物生産に影響を及ぼしており、大気汚染の進行に伴って大気由来窒素が増加することが懸

念されている。大気経路で拡散、沈降した物質は早く広く分布するため、大気由来窒素は植物プランクトンに利用されやすい。これら大気降下物は広域汚染をもたらし、さらに富栄養化と越境問題を引き起こす。

c) 他の可能性のある栄養塩源

海域における栄養塩をもたらす供給源は、他の起源もある。その供給源のなかでは、沖合に由来するものが最も多い。沖合海水の栄養塩濃度は低い、総量が多いため海水の循環による基礎生産に対する影響は大きいと考えられる。また、海底に堆積した栄養塩もまた重要であり、海水に再溶出する可能性がある。海底における低酸化が進行した場合、さらに栄養塩は再溶出しやすくなる。陸域起源の栄養塩負荷量が削減されても、過去に堆積した栄養塩が再溶出することによって、削減効果が早急に現れないであろう。

水産養殖による富栄養化への影響も懸念される。魚貝類養殖は海底に残餌や糞をもたらす、富栄養化の要因となる。海藻養殖は海藻が栄養塩を吸収して成長することから、富栄養化を防止する機能がある。

海域に栄養塩をもたらす要因のひとつに、海底湧水がある。このタイプの栄養塩負荷は日本の富山湾で報告があり、一方、韓国のマサン湾では工業化に伴って汚染された地下水が海域に悪影響を与えていることが報告されている。

c) NOWPAP 加盟国の選定海域における富栄養化評価結果の比較

選定海域において NOWPAP 富栄養化状況評価手順書を用いた富栄養化状況結果を比較した。NOWPAP 加盟国における富栄養化に係る環境評価項目は、それぞれ独自の参照値が用いられていることから、加盟国の間で富栄養化状況を比較することは困難であった。しかし、NOWPAP 富栄養化状況評価手順書に基づいた 6 類型化によって、NOWPAP 海域の富栄養化状況が比較できるようになった。評価に用いたデータは、選定海域ごとで時空間的に異なっていることや、参照値自体の数値の取り方が異なっているが、NOWPAP 富栄養化状況評価手順書は、専門家によって設定された規準によって富栄養化の危険性がある海域を検出するのに役立つ手法であることが確認できた。特に HI と評価された海域において、富栄養化の対策を立てるために、その原因を突き止めることが必要である。

f) NOWPAP 加盟国の選定海域における共通評価項目の類型結果の比較

DIN 濃度、DIP 濃度、DIN/DIP 比、年最大クロロフィル a 濃度、年平均クロロフィル a 濃度および DO が加盟国間で共通して使用された評価項目間で、お互いに比較が可能であった。しかし、これらの共通した評価項目についても、取得されたデータに時間的、空間的に相違が見られた。中国では年平均 DIN, DIP, DIN/DIP 比が使用されたのに対し、日本と韓国では冬季のデータが使用された。ロシアにおいては観測航海ごとの平均値が利用された。さらに、ロシアにおいては表層に加え、底層の DIN、DIP 濃度も評価項目に使用された。日本とロシアのケーススタディにおいては地点ごとの評価結果によって富栄養化状況を類型化したのに対し、中国と韓国のケーススタディでは空間的に平均した値によって評価が行われた。中国と日本では年最大クロロフィル a 濃度が評価項目として使用されたのに対し、韓国とロシアのアムール湾では使用されなかった。DO に関しては日本と韓国が表層、中国では底層、ロシアでは表層と底層の両方のデータが使用された。年平均クロロフィル a 濃度は、全ての加盟国で使用されお互いに比較が可能であった。

評価項目の属性には相違があったにも関わらず、それぞれのカテゴリにおける富栄養化状況を 6 類型化することによって、視覚的に比較することが可能となった。DIN 濃度に関しては、長江河口海域、博多湾およびアムール湾において HI と評価された。同時に、DIP 濃度では、アムール湾だけが HI と評価された。DIN/DIP 比に関しては、長江河口海域と博多湾がそれぞれ HN と HI と評価され、窒素過剰によって窒素とリンのバランスが崩れていることが示唆された。九州中間海域と富山湾の全サブエリアでは DIN/DIP 比が HN と評価されたが、冬季 DIN 濃度と DIP 濃度が参照値以下であったことから富栄養化の問題となることはないと考えられる。年最大クロロフィル a 濃度については、長江河口海域において LN、博多湾において HD、洞海湾と関門海峡、南部ピョートル大帝湾において HN と評価された。従って 3 つのサブエリアは「富栄養化レベルが高い」と評価された。年平均クロロフィル a 濃度については、博多湾とチンヘ湾で HD、洞海湾と関門海峡および Masan-Haengam 湾で HN と評価された。九州沖合海域の DO は表層における原因不明の低濃度が観測されたことから HN と評価された。さらに、アムール湾の DO では、夏季の底層 DO の貧酸化によって HI と評価された。

g NOWPAP 富栄養化状況評価手順書の評価

(a) 共通評価手順書による評価の達成点

NOWPAP 富栄養化状況評価手順書は、NOWPAP CEARAC によって 2009 年に作成され、NOWPAP 加盟国の選定海域において富栄養化の評価を本手順書により実施した。それぞれのケーススタディ報告書では異なった参照値が採用されていたが、本手順書を用いることによって富栄養化の類型化が可能となった。収集したデータとそれぞれの参照値を比較することによって、参照値を超えた場合に「富栄養化レベルが高い」、参照値以下であった場合に「富栄養化レベルが低い」と評価した。さらに、評価項目データの経年的な推移に関して統計的に有意であった場合に、「増加傾向」、「減少傾向」および「増減傾向なし」の 3 つに分類した。結果として、レベルとトレンドの組み合わせによって 6 類型に分類した。

この富栄養化評価結果を用いることによって、栄養塩負荷量 (TN、TP 負荷量)、評価項目 (DIN 濃度、DIP 濃度、DIN/DIP 比、年最大クロロフィル a 濃度、年平均クロロフィル a 濃度および DO) について、加盟国間で比較が可能となった。この評価が、富栄養化の原因及び対策を特定する手助けになると考えられる。

(b) 評価項目の時間的、空間的相違

NOWPAP 富栄養化状況評価手順書では、年データ(例えば、年平均、年最大値、年間発生回数)を使用することを推奨しており、専門家が富栄養化を評価する際に、季節平均、生データなどの他の時間間隔データの使用も認めた。また、NOWPAP 富栄養化状況評価手順書では、評価項目の水平および鉛直方向のスケールを厳密に定めていない。これらの融通性により、時空間的に異なった評価項目を収集、解析することが可能となり、NOWPAP 富栄養化状況評価手順書が適用しやすくなっている。

評価データの時空間的スケールは、場所によって様々であった。したがって、それぞれの海域において NOWPAP 富栄養化状況評価手順書を用いた 6 類型による比較は、専門家によって生データを慎重に解釈したうえで行う必要がある。

この評価項目の時空間的相違は、CEARAC が当初 NOWPAP 富栄養化状況評価手順書を作成した際にも、NOWPAP 地域における CEARAC フォーカルポイントや専門家から指摘、予想されていた。専門家による評価項目の選定については科学的な

判断によって、ある程度解決できると考えられた。しかし、加盟国間で評価項目データの時空間的相違を統一するための標準化手法が必要であり、特に富栄養化評価結果を NOWPAP 地域全域で比較する際に標準化手法が重要になると考えられる。

(c) 評価カテゴリーの分類規準

NOWPAP 富栄養化状況評価手順書では、カテゴリごとに 1 つの評価結果を選択すべきとしている。また、海域における富栄養化状況を最も適切に表す類型を選択するという手法以外に特段のルールを決めていない。

中国のケーススタディでは多数決によるカテゴリ判定を採用した。すなわち、カテゴリ内にある評価項目の判定結果から、最も優勢な類型をカテゴリ判定とした。日本のケーススタディもまた多数決によるカテゴリ判定を採用した。韓国とロシアのケーススタディではカテゴリごとの判定を行っていなかったが、中国と日本の方法に従って類型化した。

一方、OSPAR 共通評価手順書および HELCOM 富栄養化評価手法では、「ワンアウト・オールアウト」手法による判定が用いられており、誤った判定をしてしまう危険性があるものの、問題がある可能性の高い海域を検出する能力に優れた手法と考えられる。従って、今後のケーススタディにおいて「ワンアウト・オールアウト」手法を試験的に適用してみることも考えられる。

(d) 参照値の設定

富栄養化評価に使用した多くの参照値は、全ての加盟国間でそれぞれ異なっていた。中国における参照値は、'National Water Quality Standard of China'および Bricker *et al.* (2003)に基づき設定されていた。日本における参照値は、水質汚濁に係る環境基準および水産用水基準が採用されていた。韓国では、チンヘ湾に近く富栄養化の影響を受けていないキジャン海域における濃度を基に参照値が設定された。ロシアでは中央政府によって最大許容濃度が定められているが、DIN 濃度の基準値が非常に高く設定されている。そのため、ロシアの富栄養化評価における参照値は、底層において最低限必要な DO を Redfield, Ketchum and Richards (RKR)モデルに当てはめて算出した。

上述したとおり、それぞれのケーススタディ海域で用いられた参照値の決め方が異なっていた。したがって、異なる評価海域における 6 類型によ

る結果の比較には、生データの精査と解釈が必要になってくる。それぞれの海域における環境収容能力を考慮しながら、参照値を設定するための標準化手法が求められる。

(e) 富栄養化予備評価のためのリモートセンシング技術の適用

NOWPAP 富栄養化状況評価手順書では、富栄養化評価に衛星リモートセンシング技術の利用が推奨されている。富栄養化の現象のひとつに植物プランクトン現存量の増大がある。そのため、クロロフィル a 濃度は、植物プランクトン現存量の指標とみなすことができ、富栄養化の指標に用いることができる。クロロフィル a 濃度は、NOWPAP 富栄養化状況評価手順書ではカテゴリ II に分類されており、現場観測よりも広い範囲で時間的に密度の高いデータが海色リモートセンシング技術によって得ることができる。

富栄養化状況予備評価を行うために、衛星クロロフィル a 濃度の時空間的な利点を生かし、時系列衛星データを用いた新しい手法を開発した。この方法は、それぞれの選定海域で適用を試みた。現場クロロフィル a 濃度と比較することによって衛星データの信頼性が確認できた九州北西部海域と富山湾においては、衛星の結果を用いてサブエリア区分に利用した。他の選定海域では、衛星クロロフィル a の解析から得た予備評価結果と NOWPAP 富栄養化状況評価手順書を適用して得た結果と比較した。リモートセンシング技術はある程度富栄養化の危険性のある海域を認識する可能性があることが示された。しかし、高濁度水における衛星クロロフィル a 濃度は誤差を含んでいた。

h 結論

選定海域におけるケーススタディにおいて、NOWPAP 富栄養化状況評価手順書を用いて富栄養化評価を実施した。評価結果は 6 類型によって示され、それぞれの海域において富栄養化状況の要因が調べられた。同時に、ケーススタディを通じて NOWPAP 富栄養化状況評価手順書の適合性を検証した。NOWPAP 加盟国の間で富栄養化状況の比較が可能であったが、NOWPAP 地域全域における富栄養化評価を実施するため、手順書の改善が必要である。

i NOWPAP 地域における富栄養化対策への推奨 (a) NOWPAP 地域全域にわたる富栄養化状況総合評価

ケーススタディは、地理的に限られた海域だけで行われた。今後、富栄養化状況統合評価では、NOWPAP 地域全域の評価が期待される。しかし、評価データや参照値の統一、衛星クロロフィル a 濃度に関するアルゴリズムの検証(特に高濁度沿岸水について)、栄養塩の大気降下物量(特に窒素について)といった観点から、NOWPAP 富栄養化状況評価手順書を改善することが必要である。ケーススタディ海域の増大や沖合海域を含めた評価海域の拡大が推奨される。

OSPAR や HELCOM を良い事例として、NOWPAP 加盟国はそれぞれの国における参照値の設定方法を決めるべきである。OSPAR や HELCOM における富栄養化評価手法では、参照地点、歴史的データ、生態系モデルおよび専門家による判断をもとに参照値を設定している。また、攪乱や自然の変動を考慮に入れ、参照値の上下に許容範囲を定めた許容偏差という考え方を取り入れている。これらの手法についても NOWPAP 富栄養化状況評価手順書に取り入れることも考慮しなければならない。

地理的適応範囲、利用可能なデータなどの NOWPAP 富栄養化状況評価手順書を用いた富栄養化評価における限界点を補うため、北西太平洋地域内外で報告された論文や報告書から富栄養化、生態系モデルおよび観測データの利用等に関する文献をレビューすることが推奨される。

(b) 地域共有モニタリングプログラムのためのデータベース化

NOWPAP 地域では、依然として沿岸海域のモニタリングは国家の責務ととらえられており、4 カ国が協働する監視プログラムは依然として整備されていない。NOWPAP の目的のひとつは、地域内で利用可能な専門的技術と施設を最大限活用し、地域に基づく連携・統合モニタリングデータ収集システムによって地域の海洋環境を評価することである。富栄養化に関しても、地域連携モニタリングプログラムに基づくデータベースの確立を図らなければならない。

(c) 沿岸域および河川流域の統合的管理に向けた富栄養化評価結果の反映

選定海域における富栄養化に関連する問題を解

決するためには、海域へ流入する栄養塩を減少させる必要がある。人為起源による栄養塩排出源は、工業、下水処理場、都市排水、農業、養殖業、土壌侵食など非常に変化に富む。栄養塩管理に効果的な方法のひとつとして、沿岸域および河川流域の統合的管理 (ICARM) がある。ICARM に関する活動を実施している汚染モニタリング地域活動センター (POMRAC) と協力することによって、それぞれの流域における具体的な管理計画が立てられることが推奨される。結果として、富栄養化管理に向けた対策や関連法律が国家・地域・国際的な政策のもとに策定されるであろう。

(d) NOWPAP 地域における海洋環境に与える富栄養化の負の影響評価

富栄養化は海洋環境に対して様々な負の影響を与えることが良く知られているが、NOWPAP 地域における国際的な枠組みの中で、富栄養化の影響について量的な評価が実施されたことはほとんどない。CEARAC では、赤潮に関するプランクトン種組成や水産業への経済被害を含め、有害有毒赤潮に関するデータの収集を行ってきた。このような情報を基に、得られた富栄養化の評価結果と負の影響について、さらに解析を進めなければならない。また、生物多様性の劣化をもたらす底生生物群集、大型海藻および海草への影響についても研究を進めることが重要である。

(e) 栄養塩の適正管理に向けた生態系モデルの導入

栄養塩濃度の上昇は、様々な人為的活動によって引き起こされ、時に富栄養化を引き起こす。しかし、栄養塩は海域における生物生産にとって必要不可欠な物質であることを忘れてはならない。

日本の典型的な閉鎖性海域である東京湾、伊勢湾および瀬戸内海では、「水質総量規制」によって陸域からの TN、TP および COD 排出量に関する規制を実施した。この規制は富栄養化管理に有効であったが、未だに赤潮や海底における貧酸素水塊の発生は完全には防げていない。さらに効果的な手法のひとつに、海洋生態系における円滑な栄養塩や炭素などの物質循環を維持できる適正な栄養塩レベルを理解するために、生態系モデルが利用できる。生態系モデルは、より効果的な栄養塩管理を開発し実行に移すのに役立つ。究極的には、富栄養化状況を予測するために、物理モデルや衛星データを生態系モデルに統合することも必要である。

j 各選定海域における衛星による富栄養化予備評価手法の検証

衛星データのみで、予備的に潜在的な富栄養化海域を検出することを目的とし、NOWPAP 各国の各モデル海域において、13 年間の時系列衛星クロロフィル a データが示した平均濃度と各ピクセルにおける増減トレンドから NOWPAP 富栄養化状況評価手順書に基づいた 6 類型化に分類し、ケーススタディの結果と比較検証した。

得られた結果から、衛星による手法は選定海域のある場所において富栄養化の可能性のある海域を検出できることが示された。リモートセンシング技術による富栄養化予備評価は、ある場合において富栄養化の危険性のある海域を見つけ出す可能性を有している。しかし、衛星によって得られたクロロフィル a 濃度は高濁度水においてある程度誤差を含んでおり、高濁度水に対応するため新しく開発したアルゴリズムによってこれらの誤差を解決できると考えられる。富栄養化の危険性のある海域をより明確に示すためには富栄養化予備評価のための新たなアルゴリズムを使うことが期待され、そのためには、NOWPAP 富栄養化状況評価手順書を用いた包括的な富栄養化状況評価のために、さらなる現場観測項目の分析が求められる。

ア 衛星データの精度検証

(7) 調査の目的

現在、衛星リモートセンシングによって観測された海色データからは、赤潮及び富栄養化などと関連する植物プランクトン現存量の指標とされるクロロフィル a 濃度の推定が、広範囲かつ定期的な可能である。しかし海色リモートセンシングは、外洋域ではその推定手法がほぼ確立されているが、沿岸域においては陸域起源と考えられる SS や有色溶存有機物 (CDOM) の影響を受ける等の問題がある。また、NOWPAP 富栄養化状況評価手順書 (2009) では、海域の富栄養化について衛星データを利用することとしている。そこで、衛星リモートセンシングデータを利用して富栄養化をモニタリングすることの有効性と限界を明らかにするために、富山湾をモデル海域として、衛星のクロロフィル a 濃度と現場で測定されたクロロフィル a 濃度との関係や、両者の関係に及ぼす CDOM の影響について検討した。

(イ) 結果の概要

a 衛星データの取得・解析

環日本海海洋環境ウォッチシステムにおいて、富山湾の現場調査の実施日と同日に衛星データの取得されている場合、MODIS (AQUA) または MODIS (TERRA) の JAXA アルゴリズムによるクロロフィル a 濃度データを取得した。マッチアップに使用した衛星データは、現場調査地点に相当するメッシュ (1 km×1 km) のクロロフィル a 濃度とし、現場で採水した検体分析によるクロロフィル a 濃度との相関関係の解析に供した。2011 年度の衛星データの時期、マッチアップ地点数及びセンサは以下のとおりであった。

2011 年 5 月 19 日、3 地点、AQUA
2011 年 5 月 19 日、8 地点、TERRA
2011 年 6 月 14 日、9 地点、AQUA
2011 年 6 月 14 日、4 地点、TERRA
2011 年 7 月 5 日、4 地点、AQUA
2011 年 7 月 5 日、6 地点、TERRA
2011 年 8 月 31 日、8 地点、AQUA
2011 年 9 月 28 日、9 地点、AQUA
2011 年 9 月 28 日、9 地点、TERRA
2011 年 10 月 27 日、9 地点、TERRA

b 衛星データ、過去のクロロフィル a でのマッチアップの検証

環日本海海洋環境ウォッチシステムにおいて、富山湾の現場調査の実施日と同日の MODIS (AQUA または TERRA) のクロロフィル a 濃度データを取得し、現場で採水した検体分析によるクロロフィル a 濃度との相関関係の解析に供した。選別前と選別後のデータについて衛星データとモニタリング調査データの関係を調べた。MODIS (TERRA) においては、本年度において 44 地点のマッチアップの追加ができた。また、MODIS (AQUA) の場合は、53 地点のマッチアップの追加ができた。

MODIS (TERRA) では、データ選別を行ったところ衛星クロロフィル a 濃度と現場クロロフィル a 濃度の相関が良くなり、傾きが 0.351 になった。MODIS (AQUA) のデータ選別後では両者の相関がさらに良くなり、傾きが 0.702 と 1 に近づいた。現時点では、衛星センサとして MODIS (AQUA) を用いる方が精度良いと判断される。

マッチアップデータについてクロロフィル a 濃度の推定誤差 (現場クロロフィル a 濃度－衛星クロロフィル a 濃度) / 現場クロロフィル a 濃度に対す

る SS 及び CDOM の関係を、それぞれセンサ別にみた。MODIS (TERRA) で得られた推定誤差と SS 及び CDOM との間には濃度比例的な相関関係は弱く、統計的に有意な関係はみられなかった。MODIS (AQUA) で得られた推定誤差と SS 及び CDOM との間においても濃度比例的な相関関係は弱かった。MODIS (AQUA) で得られる衛星クロロフィル a 濃度は、SS や CDOM 濃度が上昇するに従い、過小評価する傾向がみられた。

ウ富山湾海域モニタリング調査

(ア) 調査の目的

NOWPAP 富栄養化状況評価手順書の検証に必要な富栄養化に関連する現場測定データを収集するため、定期的に採水業務、現場測定、化学分析、水中分光放射計 (PRR) による水中放射輝度・照度の測定、及び CTD 計による水深 50 m までの塩分・水温の観測を実施する。

(イ) 調査概要

本調査において、富栄養化に関連する現場測定データを収集するため富山湾海域モニタリング調査を行う。また、NOWPAP 富栄養化状況評価手順書 (以下、手順書) の検証及び改善のため、データ取得を継続するとともに、富山湾海域富栄養化評価データセットを活用して、富山湾におけるケーススタディを行った。調査研究の実施にあたっては、(財) 環日本海環境協力センターを中心に、名古屋大学、富山大学及び富山高等専門学校 (以下、富山高専と略記する。) の共同研究プロジェクトとして実施した (以下これを、「富山湾プロジェクト」と称する)。

富山湾プロジェクトを推進するにあたり、NPEC に設置され、国内の有識者によって構成される「環日本海海洋環境検討委員会」を活用し、指導・助言をいただいた。また、本研究に参画する名古屋大学、富山大学及び富山高専や、富山県環境科学センター及び富山県環境保全課の研究者及び有識者によって構成される「富山湾プロジェクト調査研究委員会」及び「富山湾プロジェクトワーキンググループ」を設置し、調査・研究の推進を図った。

(ウ) 調査研究方法

a 調査地点及び調査船

富山湾における水質の把握と、シートルースデータの収集のため、富山湾奥の 9 地点 (図 1-1)、富山湾中央 1 地点及び外洋 1 地点 (図 1-2) の合計 11

地点において年 9 回の調査を実施した。湾奥の調査では富山高専所属の実習艇「さざなみ」（総トン数 15 トン）を、また、湾中央と外洋の調査では、富山県農林水産総合技術センター水産研究所漁業調査船「立山丸」（総トン数 160 トン）を用いた。

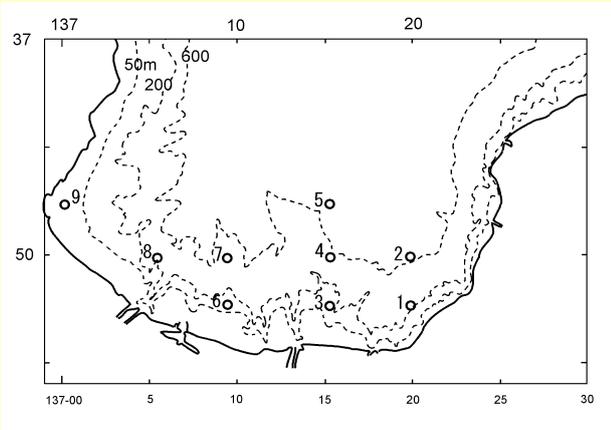


図 1-1 調査点位置（富山湾奥）

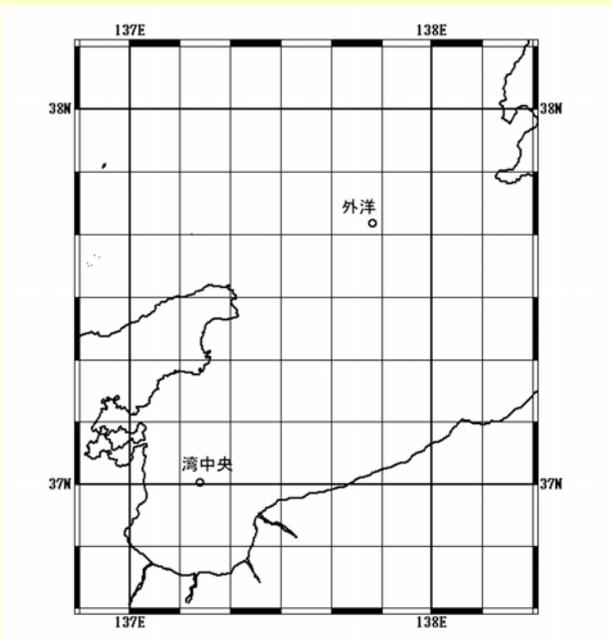


図 1-2 調査点位置（湾中央、外洋）

b 調査・分析方法

(a) 船上での現場測定等

「さざなみ」による調査では、pH、表面水温、透明度及び水色を測定し、水中分光放射計（Biospherical 社製 PRR600）による水深 30 m まで水中下向き分光照度と上向き分光輝度の鉛直分布観測を行った。また、海洋環境の把握のため、水温・塩分・水深計（CTD）による水深 50 m までの水温及び塩分の鉛直分布観測を行った。表面水温は棒状温度計、透明度はセッキ板、水色はフ

ォーレル・ウーレ水色計により測定した。表層水をバケツで採水し、DO、クロロフィル a 濃度、SS、溶存態無機窒素及び有色溶存有機物（CDOM）の測定に供した。なお、調査地点 3 と 5 では、表層水のほかに水深 0.5 m 及び 2 m から採水器を用いて海水を採取し、よく等量混合した後、クロロフィル a の分析に供した。また、溶存酸素は、0.5 m と 2 m をそれぞれ測定し平均値を求めた。このほか、船上において気温、雲量、風向、風速、波浪を観測した。

「立山丸」による調査では、採水バケツにより表層から採取した検体を実験室に持ち帰り、クロロフィル a 濃度、SS 及び CDOM の測定に供した。なお、上記の調査のほか、富山高専は、「若潮丸」（総トン数 231 トン）による CTD 及び超音波式多層流向流速計（ADCP）による調査を実施した。

(b) 実験室での分析

NPEC は、採取した検体について、DO、SS、CDOM 及びクロロフィル a 濃度の分析を行った。SS、クロロフィル a 濃度及び CDOM の分析は、「衛星海色データ校正・検証のための海洋観測指針」（地球科学技術フォーラム/地球観測委員会海洋環境サイエンスチーム編、2001）によった。DO の分析は、JIS K0102 32.1 ウィンクラー・アジ化ナトリウム変法によった。

富山大学が採取した検体については、富山大学が形態別窒素（全窒素、懸濁態窒素、溶存態有機窒素、溶存態無機窒素（アンモニア性窒素、亜硝酸性窒素、硝酸性窒素）、形態別リン（全リン、溶存態別リン、溶存態オルトリン酸、懸濁態リン）、クロロフィル a 濃度及び COD_{Mn}（全 COD、溶存態 COD）の分析を行った。なお、クロロフィル a 濃度の分析方法は、富山大学では吸光光度法、NPEC では蛍光光度法によった。

(I) 調査結果の概要

「さざなみ」による富山湾奥の調査は、2011 年 5 月～2012 年 3 月の間に合計 9 回実施した。「立山丸」による湾中央と外洋の調査は、2011 年 4 月～2012 月の間に合計 10 回実施した。

現場における測定等項目は、水温、塩分、pH、透明度、水色、PRR 観測（水中放射輝度等）及び CTD 観測（層別水温、塩分）であった。また、船上において採水し、実験室に持ち帰った後、形態別 COD_{Mn}、DO、クロロフィル a 濃度、全リン、形態

別リン、全窒素、硝酸態窒素、亜硝酸態窒素、アンモニア態窒素等の分析を行った。

a クロロフィル a 濃度、SS、有色溶存有機物 (CDOM) 及び透明度

クロロフィル a 濃度、SS、CDOM 及び透明度のデータ解析を行った。2011 年度におけるクロロフィル a 濃度の推移について、富山湾東部沿岸においては 6 月 14 日にクロロフィル a 濃度が最も高くなった。地点 1 では 8.4 $\mu\text{g/L}$ に達した。また、湾西部では地点 6 の 8 月 31 日にピークがみられ 5.4 $\mu\text{g/L}$ という濃度が観察された。SS では、7 月 5 日の地点 1 において最大値 6.5 mg/L が観測された。CDOM では、8 月 31 日の地点 1 において最大値 0.429 m^{-1} が観測された。河川水の影響が大きい地点 1、3、6 において比較的数字が高かった。

透明度は、CDOM が高かった同じ地点 1、3、6 において数値が低く、沖合の地点 5、9 においては河川の影響を受けにくく、数値が大きかった。概ね、クロロフィル a 濃度、SS 及び CDOM と逆の推移を示した。

現場での採水試料のクロロフィル a 濃度、SS、CDOM 及び透明度の相互の関係を調べ、富山湾沿岸海域では、これらが相互にどのような関係にあるかを 2010~2011 年度の観測データを用いて検討した。透明度は、クロロフィル a 濃度、CDOM 及び SS と負相関を示した。一方、クロロフィル a 濃度と SS、クロロフィル a 濃度と CDOM、SS と CDOM とは正の相関を示した。クロロフィル a 濃度と SS はかなり相関 ($r = 0.554$) があり、SS の主体が植物プランクトンであることが推察される。クロロフィル a 濃度と透明度の関係、CDOM と透明度の関係、SS と透明度の関係には、それぞれやや強い負の相関がみられた (それぞれ $r = 0.560, 0.662, 0.567$)。

2008~2011 年度における DIN 濃度の推移について、湾東部と湾西部にわけて概説する。湾東部では、神通川の河口に近い地点 3 において DIN 濃度が高く、6 月 14 日には 0.94 mg/L という値が検出された。季節による DIN 濃度の変動は明瞭ではなかったが、5~9 月が高く、10~3 月は低い傾向があった。湾西部は、湾東部と比較して濃度が低かった。

b 9 年分のデータを利用したリモートセンシング アルゴリズムの検証

富山湾プロジェクトでは、9 年間にわたって、衛星リモートセンシング検証用のデータを蓄積してきた。ここではこれまで蓄積された 9 年分のデータを利用して、一般的に利用されるクロロフィル a 用の水中アルゴリズムである OC4v4 と OC3、SS と CDOM の水中アルゴリズムとして最近 NOWPAP 海域である黄海・東シナ海海域で開発された Siswanto et al. (2011) の検証を行った。

現在名古屋大学にあるこれまでに取得されたデータ数は、全測点 680 の中で、クロロフィル a 665 データ、SS 646 データ、CDOM 651 データであった。水中分光放射データの中には、Rrs を求める時点の処理の段階でデータ取得時点に問題のあるデータが多く含まれていた。問題点の多くは、雲などによる測定時の天空光の大きな変動によってデータが不安定、水中センサが波によって大きく振れることによってデータが不安定、水中センサが船の影響などに入ることによって起こる水中放射の深さ方向の逆転現象などである。これらはデータ取得時にもう少し配慮することによって、ある程度は避けられるデータ損失である。これらのデータを除くと、データ数は 419 であった。

この Rrs を用いて、OC4v4 および OC3 で推定したクロロフィル a は、現場のクロロフィル a と、それぞれ $R^2=0.520, R^2=0.503$ の相関を示した。また OC4v4 に関しては 70% を超すデータが $x_2 \sim x_{0.5}$ の間に入り、過大評価が 9%、過小評価が 20% であり、OC3 では過大評価 13%、過小評価 21% であった。過大評価のうち 3 点が x_{10} を超しており、過小評価のうち OC4v4 では 3 点、OC3 では 5 点が $x_{0.1}$ 以下であった。これらの誤差に関しては、SS や CDOM、あるいは Rrs555 などと全体的には強い相関があるわけではなく、現状ではその理由にははっきりしていない。今後、データ精度をも含めて、さらに検討していく必要がある。

一方、SS と CDOM に関しては、 $r^2=0.398, 0.356$ と、クロロフィル a よりも低い相関となっている。SS に関しては、70% は $x_2 \sim x_{0.5}$ に含まれ、過大評価が 8%、過小評価が 22%、 x_{10} 以上 0 点、 $x_{0.1}$ 以下 3 点である。CDOM に関しては、 $x_2 \sim x_{0.5}$ に含まれるデータが 59% で、過大評価 35%、過小評価 6%、 x_{10} 以上 1 点、 $x_{0.1}$ 以下 0 点であった。この結果は、この手法が同じ NOWPAP 海域ではあるが黄海・東シナ海という大きく光学的条件が異なると考えられる場所で開発されたことを考慮する

と、悪い結果ではない。

このようにこれまで富山湾プロジェクトで取得してきた、水中分光照度計およびクロロフィル a, SS, CDOM のデータを用いて、既存の経験的な手法の誤差を評価できた。クロロフィル a と SS で 70%、CDOM で 59% のデータが $x2 \sim x0.5$ の範囲に含まれている結果はこれらの手法が、富山湾に対してかなり適応できることを示している。しかし、一方で誤差の大きい点も多いため、さらに検討を進める必要がある。

今回のデータセットに関しては、それぞれの測定値自体にまだ不確定な部分が残っているため、測定値のチェックを行う必要がある。特にまず今回の検討結果を踏まえて、再び個々のデータに関して確認を行う必要がある。また他のプロジェクト等のデータセットとの比較や、他の測定グループとの比較検討を行うことが望ましい。

また今回のようなデータセットができたことで、今後衛星データの検証に関しても、Rrs 自体の検証が可能となった。それによって、衛星データの誤差が水中アルゴリズムの誤差なのか、大気補正の誤差なのかを絞り込むことが可能である。特に、現在韓国の静止衛星海色センサ GOCI のデータが定常的に出ているため、そのデータの検証を行うことが必要である。またアメリカの長期観測データに関しては SeaWiFS から MODIS そして、今後 VIIRS へ移行していくため、その間のセンサの偏りがないことを確認していくことが重要である。

今後の水中アルゴリズムの開発に関しては、これまで何度かこのプロジェクトでも行ってきたように、この大量のデータセットによって富山湾の適した経験的な手法を開発することが可能である。一方、2010 年の報告書に記述したように、現在潜在的な光学特性 (IOP: Inherent Optical Properties) を利用した手法を考量したアルゴリズムの開発が進んでいる。現在のプロジェクトでは CDOM 以外の吸収や散乱などの潜在的な光学的特性は測定されておらず、今後植物プランクトンを含んだ粒子の吸収や後方散乱係数を測定する必要がある。さらに、生物多様性にも関連のある植物プランクトン機能タイプ (PFT: Phytoplankton Functional Type) や赤潮のアルゴリズムの開発も進んでいる。これらのアルゴリズムの開発のためには、HPLC を利用して植物プランクトンの分類群別の色素の測定や海面上からの輝度の測定が必要である。今後、プロジェクトでもこれらの新しい観測項目を含めた観測体制に切り替えていく必要がある。

c 溶存形態別リン、全窒素などの栄養塩等動態

2011 年 5 月から 2012 年 1 月までのクロロフィル a (植物プランクトンの目安) と全リンの関係、懸濁態リンとの関係、溶存態オルトリン酸との関係を調べた。春季から秋季においてクロロフィル a が増加しても、懸濁態リンが増加する傾向は見られなかった。クロロフィル a と全リン、クロロフィル a と懸濁態リン、クロロフィル a と溶存態オルトリン酸の間にほとんど相関は認められなかった。溶存態オルトリン酸が検出されるのは、クロロフィル a がほとんど検出されないときである。

氷見沿岸、滑川沿岸における形態別リンの年間変化では、概して、氷見沿岸よりも滑川沿岸のほうがリン濃度は高かった。

氷見沿岸、滑川沿岸の両方の地点において、冬季において溶存態オルトリン酸が出てくる。植物プランクトンの増殖が盛んな春季から秋季にかけて、溶存態オルトリン酸は植物プランクトンに取り込まれ、懸濁態リン (植物プランクトンそのもの、その死がいや分解途中のもの) や、溶存態有機リン (植物プランクトンによって合成された ATP や ADP など) に変化する。冬季には、溶存態オルトリン酸は植物プランクトンに消費されず残ると考えられる。また、溶存態オルトリン酸は春季から秋季において減少し、秋季から冬季において濃度が増加する季節変化が見られた。また、この年間変化は、1999 年から毎年、再現性よく生じている。

d 実船・実地観測による富山湾の海洋環境計測

(a) 練習船「若潮丸」による CTD/ADCP 計測

「若潮丸」では新湊沖約 5 海里、水深約 800 m の定点を定めて、原則月 1 回の CTD 観測を実施している。ここでは、2008 年 6 月から 2012 年 1 月までのデータについて考察する。

年により変動はあるものの、どの年も季節的な変動が見られる。8~9 月は約 20°C 以上の暖水が水深 150m 付近まで成層し、冬場は 150m 付近まで混合層が形成されている。また 50m 以浅の表層部は河川水の影響により低塩分となっているが、この量は季節的な変化ではなく、観測時の気象海象、河川からの流入量により変化するものと思える。

2010 年 8 月の ADCP 観測結果より、能登半島の北方海域では、50~100cm/s 程度の西から東への大きな流れがあることが分かった。これが、水深約 80m までは影響していた。そして、能登半島の北方の東岸沖には、東から西への流れが存在し、これが水深約 80m まで影響していることが分か

る。この2つの流れは、富山トラフ周辺海域で、時計回りの大きな渦を形成していることが予測できる。8月27日の衛星画像では、富山湾沿岸域に高いクロロフィル a 分布が存在し、これが富山湾北西部において大きな弧を描き、これは ADCP データが環流の一部を捉えていた。

(b) 実習艇「さざなみ」による CTD/ADCP 計測

海水温度の特性として、10月頃から表層の海水温度が20℃を下回るようになり、3月までは冬期に起こる鉛直混合により海水温度が一定となる傾向が見えている。しかし、5月においては、海水温度は15℃以下であるが、鉛直混合が発生していない。このことから、5月において、冬場から夏場の傾向に変化していく事が分かる。また、St.3,4,5を比較すると沿岸に近いSt.3ほど表層の海水温度が低くなっており、河川水の流入による影響が考えられる。また、大河川の付近のSt.1,3,6と、付近に大河川が無いSt.9を比較してみても、St.9の表層は大きく低下していないことから、特に神通川の流入による影響が大きいと考えられる。全体考察として、夏季の表層の海水温度は温められるので、水深約10~20m付近まで高温で成層する直接影響している傾向を示している。そして、冬期は外気により海水が冷やされて、鉛直混合が発生している。そのほか、St.9の河川水影響が見られないことから小矢部川や庄川からの河川水は、原則として東の方向に進んでいると推測される。

塩分の特性としては、2011年10月、11月、2012年1月において鉛直混合の傾向が示されている。また、St.3,4,5を比較すると、沿岸に近いSt.3ほど表層塩分が小さい値であり、ここでも河川水の流入による影響が推測される。尚、8月の塩分が全体的に低いが、これは観測日前日の数日間大量の雨が降り、これが河川水として流入した影響だと思える。尚、5月17日の観測では赤潮が視認されたが、この地点において前後のステーションと明確な差異は確認できなかった。

e 富山湾で観察された植物プランクトン

富栄養化の現象のひとつとして、赤潮の発生がある。富山湾における赤潮植物プランクトンの発生状況を確認するため、定点3において主な植物プランクトンの出現状況を観察した。2011年度の富山湾(St.3)において、主に出現した植物プランクトンの多くは珪藻類であった。また、植物プランクトン等の大量発生による海水の着色現象(赤潮)は確認されなかった。

(2) リモートセンシングによる環境モニタリングに関する活動及び赤潮・有害藻類の異常繁殖(HAB)に関する活動

ア 環日本海海洋環境検討委員会の開催

(ア) 開催目的

CEARAC の活動分野である「富栄養化状況評価」、「赤潮/HAB(有害藻類の異常繁殖)」及び「リモートセンシングを活用した海洋環境モニタリング」について助言を得るため、国内の専門家からなる環日本海海洋環境検討委員会を開催した。

(イ) 開催日

- ・第1回 2011年7月11日
- ・第2回 2012年2月20日

(ロ) 場所

第1回、第2回とも
オフィス東京事務所 L2 会議室(東京)

(イ) 内容

a 第1回

- ・NOWPAP CEARAC の2010/2011年の活動実績及び当面の活動計画について
- ・WG3の活動に関し、HAB ケーススタディ報告書及びHAB 統合報告書の更新、HAB 統合ウェブサイトの更新について
- ・WG4の活動に関し、海洋環境リモートセンシング統合報告書の更新、第3回海洋環境リモートセンシングデータ解析研修、リモートセンシング情報ネットワークの充実について
- ・富栄養化状況評価の活動について
- ・生物多様性に関する活動の状況・予定について
- ・2012/2013年のNOWPAP CEARACの活動方針について
- ・NOWPAP 推進事業の実施状況について

b 第2回

- ・NOWPAP CEARAC の2010/2011年の活動実績及び当面の活動計画について
- ・NOWPAP CEARAC の2010/2011年の活動結果について
- ・NOWPAP CEARAC の2012/2013年の活動計画の概要について
- ・2012/2013年に実施予定のNOWPAP 富栄養化状況評価手順書の改良について
- ・東北における藻場リモートセンシング事業について
- ・生物多様性の保全に向けたNOWPAP CEARAC の2012/2013年の活動について

㉑) 検討委員会委員

委員	所属及び職名
浅沼 市男	東京情報大学 総合情報学部 環境情報学科 教授
石坂 丞二	名古屋大学 地球水循環研究センター 教授
今井 一郎	北海道大学大学院 水産科学研究院 海洋生物資源科学部門 海洋生物学 分野 浮遊生物学領域 教授
川村 宏	東北大学大学院 理学研究科 教授
小松 輝久	東京大学 大気海洋研究所 准教授
福代 康夫 (委員長)	東京大学 アジア生物資源環境研究センター長
古谷 研	東京大学大学院農学生命科学研究科 水圏生物科学専攻 教授
松岡 敷充	長崎大学 環東シナ海海洋 環境資源研究センター 教授
松田 治	広島大学 名誉教授
柳 哲雄	九州大学 応用力学研究所長
山田真知子	福岡女子大学 国際文理学部 環境科学科 教授

(役職名等は2012年3月現在)

イ3回 NOWPAP リモートセンシングデータ解析研修の開催

(NOWPAP/PICES/WESTPAC 合同研修)

㉑) 開催目的

NOWPAP 各国及びその他の国・地域の研究者、学生等を対象に、海洋リモートセンシング技術の習得にかかる支援を行うことにより、海洋及び沿岸環境のモニタリング及び環境評価を実施するための能力構築に貢献することを目的として開催した。

㉒) 開催概要

a 開催日 2011年10月8日～12日

b 場所 極東連邦大学 (ロシア ウラジオストク)

c 主催等

主催：NOWPAP、PICES、IOC/WESTPAC
地域主催者 ロシア科学アカデミー極東支部太平洋

海洋学研究所、ロシア極東連邦大学

協賛 IOCCG (国際海色研究グループ)

事務局 NOWPAP CEARAC

d 講師

日本、中国、韓国、ロシア、ドイツ、アメリカの
研究者等 11名

e 受講者

日本、中国、韓国、ロシア、インド、インドネシア、
フィリピン)の研究者、学生等 23名

f 内容

研修は、講義及びコンピュータ演習から構成され、外洋及び海洋環境における衛星リモートセンシングデータの利活用方法やリモートセンシング技術の利点、適用範囲等にかかる技術が付与された。

(3) 環日本海海洋環境ウォッチ推進事業

ア 事業の経緯

(財) 環日本海環境協力センターが、リモートセンシングによる海洋環境モニタリング技術の開発及び解析データ等を NOWPAP 関係国を含む国内外へ提供等を行うこととなったことから、環境省は、富山県射水市の富山県環境科学センター内に、2002年3月に人工衛星受信施設を設置・整備し、その管理運営は当センターが行っている。

イ 管理運営

アメリカの NOAA、Aqua、Terra 衛星やヨーロッパの MeTop 衛星の受信データを記録するとともに加工処理し、ホームページ上でそのデータを発信している。

ウ 機能強化

2011年度においては、環日本海海洋環境ウォッチホームページを改訂し、更なるデータ利用促進のため、データ活用事例を追加した。

(4) 生物多様性に関する活動

ア 生物多様性海洋環境評価検討委員会の開催

㉑) 開催目的

生物多様性を指標とした海洋環境評価手法の開発について助言をいただくため、生物多様性海洋環境評価検討委員会を開催した。

(i) 開催日

- ・第1回 2011年7月25日
- ・第2回 2012年3月7日

(ii) 場所

- ・第1回 オフィス東京事務所 C5会議室 (東京)
- ・第2回 オフィス東京事務所 F会議室 (東京)

(i) 内容

a 第1回

- ・2011年の活動状況について
- ・2012-2013年の活動計画について

b 第2回

- ・2011年度の活動について
- ・2012-2013年の活動計画について
- ・NOWPAP 地域における海洋生物多様性の保全・持続的利用に関する地域報告書について

(カ) 検討委員会委員

委員	所属及び職名
白山 義久	京都大学 フィールド科学教育研究センター長
佐藤 建明	富山県農林水産総合技術センター 水産研究所長
中田 英昭	長崎大学大学院 生産科学研究科長
原島 省	元独立行政法人国立環境研究所 水圏環境研究領域 海洋環境研究室長
福代 康夫	東京大学 アジア生物資源環境研究センター長
松田 治 (委員長)	広島大学名誉教授

(役職名等は2012年3月現在)

イ 生物多様性を指標とした海洋環境評価手法の開発

昨年度開発した新たな海洋環境評価手法のNOWPAP各国への導入に向けて必要となる、海洋生物多様性の保全・管理に関する情報収集の必要性をNOWPAPに対して提言するとともに、国内における地域活動の充実、地域ネットワークの構築を図るための連携体制を構築した。

(ア) 実施内容

- ・海洋生物多様性の保全及び生態系サービスの持続的利用に関する取組みを提言
- ・日本海海岸生物観察マニュアルの作成
- ・北陸地域関係機関の連携体制の構築

ウ NOWPAP 地域における海洋生物多様性及び富栄養化に関する専門家会合の開催

(ア) 目的

CEARAC における海洋生物多様性及び富栄養化の活動の当面の方向性、特に2012～2013年の活動の具体的内容について検討するため開催した。

(イ) 開催概要

- a 開催日 2011年8月4日～5日
- b 場所 富山市 (タワー111 スカイホール)
- c 出席者
 - ・海洋生物多様性及び富栄養化に関する日中韓露の専門家
 - ・HELCOM、NOAA及びPICESの海洋環境保全の専門家
 - ・NOWPAP コーディネーター 等 計約30名

d 内容

(a) 海洋生物多様性に関する今後の取組みについて

日中韓露における海洋生物多様性の保全、海洋保護区の設定等に関する取組み状況について検討し、次の3種の活動を候補とし、今後更に絞り込むこととした。

- ・北西太平洋地域において生態学的及び生物学的に重要な海域を設定する際の基準の詳細を定めること
- ・北西太平洋地域の海洋生物多様性の共通の指標を設定するための枠組み(体制)を構築すること
- ・北西太平洋地域の各国において設定されている海洋保護区の効果を評価すること

(b) 富栄養化に関する今後の取組みについて

富栄養化に関してはCEARAC が、富山湾をモデルとして状況評価手法を作成した。この手法を用いて日中韓露の各国が行った試行的な状況評価の結果が報告され、将来の活動を検討し、手法の改善を行った上で再評価を行うことが適当であるとした。

(5) NOWPAP 関係会議の開催及び参加

ア 第9回CEARACフォーカルポイント会合の開催

CEARACの活動をレビューし、今後の活動方針を議論するための調整・助言会合(フォーカルポイント会合(FPM))を開催した。

(ア) 開催日 2011年9月6日～7日

(イ) 場所 富山市 (タワー111 会議室)

(ウ) 主催 CEARAC

(エ) 参加者 中国、日本、韓国、ロシアの各国の代表(フォーカルポイント)、NOWPAP RCU コーディネーター、地域活動センターの所長、CEARAC 事務局など約17名

(カ) 内容

a 開会

- ・CEARAC 所長から開会の辞が述べられた。

b 会合の構成

Vladimir SHULKIN 氏(ロシア)が本会合の議長に選ばれ、Junlong LI 氏(中国)が書記に選ばれた。

c 2010-2011年のCEARACの活動報告について

- ・CEARAC 所長が2010-2011年のCEARACの活動実績及び予算の執行状況を報告し、承認された。

- 有害藻類の異常増殖に関する統合報告書の更新
- リモートセンシング統合報告書の更新
- 富栄養化状況評価に関する報告書の作成
- 第3回リモートセンシング・データ解析研修の準備
- 生物多様性を指標とした新しい海洋環境評価手法の開発

d 2012-2013 年の CEARAC の活動計画及び予算案について

- ・2011年12月中国で開催が予定されている第16回NOWPAP 政府間会合に提出する2012-2013年のCEARAC の活動計画と予算について議論が行われた。
- NOWPAP海域全体の評価に向けた、富栄養化状況評価の共通手順書の改良
- NOWPAP海域における海洋保護区の状況等に関する報告書の作成
- 第4回リモートセンシング・データ解析研修の開催

e 議事概要の採択・閉会

- ・2日間の話し合いの結果をまとめた報告書（議事概要）を採択して会議は終了した。

フォーカルポイントリスト（2011年9月現在）

国名	氏名	所属
中国	Mr. Guihua DONG	中国国家環境観測センター
	Mr. Junlong LI	中国国家環境観測センター
日本	中村 祥	環境省
	福代 康夫	東京大学
	石坂 丞二	名古屋大学
韓国	Dr. ChangKyu LEE	韓国国立水産科学院
ロシア	Dr. Vladimir SHULKIN	ロシア科学院
	Dr. Leonid MITNIK	ロシア科学院

イ 第9回 DINRAC フォーカルポイント会議への出席

第9回 DINRAC（データ・情報ネットワーク地域活動センター）FPM が中国で開催され、当センターからは CEARAC 主任研究員が出席した。

(ア) 開催日 2011年4月26日～28日

(イ) 場所 中国・杭州

(ウ) 主催 DINRAC

(I) 参加者 中国、日本、韓国、ロシアの各国の代表(フォーカルポイント)、NOWPAP RCU、他の NOWPAP 地域活動センターの所長など

(オ) 内容

- ・2010-2011年の活動計画・予算の活動報告
- Web GIS システムについて
- DINRAC ホームページの改訂について
- 2011年の活動予定の外来種に関する国際ワークショップの開催の中止について
- ・新しい活動の承認
- 海洋侵入生物種の図集(写真集)の編集
- NOWPAP 加盟国の海水や堆積物(汚染物質などを含む)の質についての有効なデータや情報の収集
- 沿岸・海洋汚染防止に関して NOWPAP 加盟国が取っている政策・施策の年次概要の編集
- ・2012-2013年の活動計画・予算について

ウ 第14回 MERRAC フォーカルポイント会議等への出席

第14回 MERRAC（海洋環境緊急準備・対応地域活動センター）FPM 及び第6回国家担当機関会合が韓国で開催され、当センターからは CEARAC 所長が出席した。

(ア) 開催日 2011年6月7日～10日

(イ) 場所 韓国・田川

(ウ) 主催 MERRAC

(I) 参加者 中国、日本、韓国、ロシアの各国の代表(フォーカルポイント)、NOWPAP RCU、他の NOWPAP 地域活動センターの所長など

(オ) 内容

- ・2010-2011年の活動計画・予算の活動報告
- ・新しい活動計画の検討
- NOWPAP 地域での油流出事故が及ぼす環境への影響についての評価
- 海洋汚染被害、民事責任、補償に関する法律の情報収集
- 2012年韓国麗水世界博覧会期間中の2012年5-6月に、韓国において本格的な油流出対策訓練を実施
- ・2012-2013年の活動計画・予算について

エ 第9回 POMRAC フォーカルポイント会議への出席

第9回 POMRAC (汚染モニタリング地域活動センター) FPM がハバロフスクで開催され、当センターからは CEARAC 所長が出席した。

- (ア) 開催日 2011年10月25日～26日
(イ) 場所 ロシア・ハバロフスク
(ウ) 主催 POMRAC
(エ) 参加者 中国、日本、韓国、ロシアの各国の代表(フォーカルポイント)、NOWPAP RCU、他の NOWPAP 地域活動センターの所長など

(オ) 内容

- ・2010-2011年の活動計画・予算の活動報告
 - WG1 について
 - WG2 について
 - ICARMWG について
 - Reference Database について
- ・新しい活動の承認
 - NOWPAP 地域における沿岸環境の残留毒性物(PTS)に関する地域概要の編集
 - 社会経済、気候変動、生物多様性保全により焦点をあてた NOWPAP 地域における「海洋環境報告書」第2版の編集
 - NOWPAP 加盟国における生態系評価、海洋空間計画、生態系管理などの手法を用いた地域概要の編集
 - 統合沿岸計画・管理の地域ガイドラインの作成
- ・2012-2013年の活動計画・予算について

オ 第16回 NOWPAP 政府間会合 (IGM) への出席

第16回 NOWPAP IGM が中国で開催され、当センターからは CEARAC 所長が出席した。

- (ア) 開催日 2011年12月20日～22日
(イ) 場所 中国・北京
(ウ) 主催 NOWPAP RCU
(エ) 参加者 中国、日本、韓国、ロシアの各国の代表、NOWPAP RCU、NOWPAP 地域活動センターの所長、UNEP 本部代表など

(オ) 内容

- ・第15回以降の NOWPAP の活動報告
- ・各 RAC の 2010-2011 年の活動実績及び 2012-2013 年の活動計画について協議
- ・NOWPAP 地域調整部の運営要綱の改訂及び NOWPAP 技術報告書の質の改善に関する指針

の採択

- ・NOWPAP 信託基金について拠出増額への働きかけ
- ・2012-2017年 NOWPAP 中期戦略に関しては、各参加国の意見を反映し、2012年1-2月中に完成させることが決定されました。

カ PICES FUTURE ワークショップへの参加

PICES において生態系の現状を把握して、生態系に影響を及ぼす要因の評価を行い、生態系の変動を予測していくための活動を実施する新たなワーキンググループを設立するための国際ワークショップが開催され、当センターからは CEARAC 主任研究員が出席し、CEARAC の沿岸環境評価手法について発表を行った。

- (ア) 開催日 2011年4月26日～28日
(イ) 場所 アメリカ・ハワイ
(ウ) 主催 PICES
(エ) 参加者 日本・中国・韓国・ロシア・アメリカ等の専門家

(オ) 内容

- ・各地域で取組まれている生態系評価に係る活動紹介が行われたほか、新規ワーキンググループの設立趣旨や活動内容、ToR 案についての議論が行われた。

キ NOWPAP ICC (国際海岸清掃) キャンペーン及び海洋ごみワークショップへの出席

NOWPAP ICC キャンペーンが中国で開催され、当センターからは CEARAC 主任研究員が出席した。

- (ア) 開催日 2011年9月20日～21日
(イ) 場所 中国・連雲港
(ウ) 主催 NOWPAP RCU、中国環境保護部、江蘇省環境保護局、連雲港市
(エ) 参加者 NOWPAP 参加国の代表(NOWPAP 海洋ごみ担当や ICC コーディネーターを含む)、4つの NOWPAP RAC、オーシャンコンサーバンシー、そして地元の人たちや専門家、NGO など

(オ) 内容

- ・海洋ごみ管理ワークショップの開催
- ・地域行動計画の担当者会議
- ・国際海岸清掃活動の実施

ク PICES 第 20 回年次会合への出席

PICES の第 20 回年次会合がロシアで開催され、当センターからは CEARAC 主任研究員が出席した。

- (ア) 開催日 2011 年 10 月 14 日～23 日
- (イ) 場 所 ロシア ハバロフスク
- (ウ) 主 催 PICES
- (エ) 参加者 日本・中国・韓国・ロシア・カナダ・アメリカ等 16 カ国の専門家