

平成 17 年度

「海洋問題入門」

海洋政策と海洋の持続可能な開発に関する調査研究

—海洋管理教育に関する研究報告書—

平成 18 年 3 月

海 洋 政 策 研 究 財 団  
(財団法人 シップ・アンド・オーシャン財団)

## はじめに

本報告書は、競艇の交付金による日本財団の助成を受け、平成 17 年度「海洋政策と海洋の持続可能な開発に関する調査研究」で実施した、日本の海洋管理教育のあり方の検討の結果をとりまとめたものであります。

1994 年に発効した国連海洋法条約では、広大な管轄海域を沿岸国に認めましたが、その反面、各国が自国の管轄海域を自ら管理していくことを求めています。的確な海洋管理を行うには、国際水準の海洋管理教育を行い、必要な人材を育成する必要があります。四面を海に囲まれている我が国は、世界で6番目に広い排他的経済水域を有しています。しかしながら、我が国においては、海洋を総合的に管轄する省庁がなく、また、大学においても海洋管理に関する教育コースはありません。諸外国では、まだ少数ではありますが海洋管理に関する大学院レベルのコースを設けて海洋管理に関する教育を実施しています。

海洋に係わる分野での的確な国際関係を築くためにも国連海洋法条約の解釈やその運用並びにリオの地球サミットで採択されたアジェンダ 21 の第 17 章に謳われている海洋および沿岸域の統合的管理および持続可能な開発、海洋環境保護、海洋生物資源の持続可能な利用および保全等に関する行動計画に関する知識と理解を深めることが必要であり、国としての統一した理解と実行が重要です。また、こうした海の管理に加えて、四方を海に囲まれた我が国では、テロ活動、大量破壊兵器の拡散、災害など海からの脅威に対応するための海洋安全保障の体制を整えることが必要であります。そのためにも我が国は、国際的な動向を把握して国連海洋法条約等を的確に運用できる人材を積極的に育成して、将来に備えていかなければなりません。近年では、米国、英国、カナダ、オーストラリア、韓国、中国などの海洋国家が、統合的な海洋政策および法整備を積極的に行っており、日本もこうした動きに対応するための人材が必要であります。

このような観点から、海洋政策研究財団では、我が国における海洋管理に関する高等教育がどうあるべきかを検討することとし、平成 15 年度より「海洋管理教育研究会」を組織し検討してまいりました。平成 15 年度は、海洋管理教育に関する調査と資料の収集を行い、北米地域の海洋に関する優れた学際的プログラムを有し、世界的にも評判が高い大学の海洋管理教育プログラムについての調査結果をとりまとめました。平成 16 年度は、引き続き海外における教育プログラムを調査し、それを参考にしながら日本の大学における海洋管理教育のあり方について議論を行い、モデル・カリキュラムを提言いたしました。今年度は、そのモデル・カリキュラムを実現に近づけるためには、海洋問題そのものを包括的に捉える基礎的なテキストが必要であろうとの認識から、テキスト作成について討議を重ねてまいりました。本報告書は、テキストに含まれるべき内容について、その概要をとりまとめたものであります。今後、本報告書をもとに、日本の大学において海洋管理を教育するための基礎テキストの刊行へ向けて検討する予定であります。

この報告書を我が国の海洋管理教育のあり方を検討する際の基礎資料の一つとして役立てていただければ幸いです。

平成 18 年 3 月

海洋政策研究財団  
会長 秋山昌廣

## 目次

はじめに

海洋管理教育研究会メンバー ..... i

執筆者一覧 ..... ii

「海洋問題入門」概要 ..... 1

## 海洋管理教育研究会メンバー

|        |  |
|--------|--|
| 兼原 敦子  | 立教大学法学部教授                                  |
| 岸 道郎   | 北海道大学大学院水産科学研究院教授                          |
| 来生 新   | 横浜国立大学理事・副学長                               |
| 小池 勲夫  | 東京大学海洋研究所教授                                |
| 古賀 衛   | 西南学院大学法学部教授                                |
| 白山 義久  | 京都大学フィールド科学教育研究センター<br>海域ステーション瀬戸臨海実験所長・教授 |
| 田中 博通  | 東海大学海洋学部海洋土木工学科教授                          |
| 根本 雅生  | 東京海洋大学海洋科学部助教授                             |
| 松田 治   | 広島大学名誉教授                                   |
| 松山 優治  | 東京海洋大学海洋科学部長・教授                            |
| 寺島 紘士  | 海洋政策研究財団常務理事                               |
| 大塚 万紗子 | International Ocean Institute, 海洋開発分科会委員   |

\*\*\*\*\*

### 海洋政策研究財団

|        |             |
|--------|-------------|
| 菅原 善則  | 政策研究グループ長   |
| 岡松 暁子  | 政策研究グループ研究員 |
| 菅家 英朗  | 同 上         |
| 田中 祐美子 | 同 上         |
| 韓 鍾吉   | 同 上         |
| 日野 明日香 | 同 上         |
| 福島 朋彦  | 同 上         |

(五十音順)

## 執筆者一覧

◇ 編集代表：来生新、小池勲夫、寺島紘士

| 章・節        | 執筆者（敬称略）  |
|------------|---|
| <b>第1章</b> |   |
|            | 来生新（横浜国立大学理事・副学長）   |
| <b>第2章</b> |   |
| 2-1        | 徳山英一（東京大学海洋研究所教授）   |
| 2-2        | 松山優治（東京海洋大学海洋科学部教授）   |
| 2-3        | 沖野郷子（東京大学海洋研究所助教授）  |
| 2-4        | 岸道郎（北海道大学大学院水産科学研究院教授）<br>白山義久（京都大学フィールド科学教育研究センター教授）                   |
| 2-5        | 小池勲夫（東京大学海洋研究所教授）   |
| 2-6        | 松田治（広島大学名誉教授）   |
| <b>第3章</b> |   |
| 3-1        | ① 根本雅生（東京海洋大学海洋科学部助教授）<br>② 徳山英一（前出）<br>③ ー<br>④ 中原裕幸（（社）海洋産業研究会常務理事）   |
| 3-2        | ① 山岸寛（東京海洋大学名誉教授）<br>② 大貫伸（（社）日本海難防止協会上席研究員）<br>③ 荒井誠（横浜国立大学大学院工学研究院教授） |
| 3-3        | ①②③ 来生新（前出）<br>④ 田中博通（東海大学海洋学部教授）                                       |
| 3-4        | 松田治（前出）   |
| 3-5        | 柴山知也（横浜国立大学大学院工学研究院教授）  |
| <b>第4章</b> |   |
| 4-1        | 根本雅生（前出）  |
| 4-2        | 中澤武（世界海事大学海事技術講座教授）   |
| 4-3        | 小池勲夫（前出）  |
| 4-4        | 田中博通（前出）  |
| 4-5        | 古賀衛（西南学院大学法学部教授）  |
| 4-6        | 真山全（防衛大学校国際関係学科教授）  |
| 4-7        | 兼原敦子（立教大学法学部教授）   |
| 4-8        | 寺島紘士（海洋政策研究財団常務理事）  |
| <b>第5章</b> |   |
|            | 寺島紘士（前出）  |

## 目 次

|                       |     |
|-----------------------|-----|
| 第1章 海と人間生活            | 1   |
| 第2章 海のしくみ             | 5   |
| 2-1 海と地球の歴史           | 6   |
| 2-2 海と大気、海流の流れ        | 10  |
| 2-3 海底の世界             | 15  |
| 2-4 海洋の生物と生態系         | 19  |
| 2-5 海洋での物質の循環         | 24  |
| 2-6 沿岸域／汽水域の特徴        | 31  |
| 第3章 海の開発利用と海洋環境の保護    | 33  |
| 3-1 海洋資源              | 34  |
| ① 水産資源                | 34  |
| ② 深海鉱物資源              | 37  |
| ③ バイオ資源               |     |
| ④ その他資源               | 41  |
| 3-2 海上輸送・交通           | 46  |
| ① 海運                  | 46  |
| ② 船舶起因の海洋汚染と海洋環境保護対策  | 50  |
| ③ 造船                  | 57  |
| 3-3 海洋空間の開発利用         | 62  |
| ① 沿岸域                 | 62  |
| ② EEZ・大陸棚             | 63  |
| ③ 公海・深海底              | 63  |
| ④ 海洋工事、海岸工学           | 64  |
| 3-4 陸上活動からの海洋環境の保護    | 67  |
| 3-5 国土保全・防災           | 69  |
| 第4章 海の総合管理－新たな学際的取り組み | 73  |
| 4-1 持続可能な漁業           | 74  |
| 4-2 持続可能な海運活動         | 77  |
| 4-3 海洋環境の保護／保全／再生     | 81  |
| 4-4 沿岸域の統合管理          | 85  |
| 4-5 排他的経済水域・大陸棚の管理    | 88  |
| 4-6 総合的な海洋の安全保障       | 93  |
| 4-7 海洋空間の管理           | 100 |
| 4-8 海洋問題への統合的アプローチ    | 104 |
| 第5章 今後に向けて            | 107 |

# 「海洋問題入門」 概要

# 第1章

## 海と人間生活



# 第1章 海と人間生活

来生 新 (横浜国立大学 理事・副学長)

本章は本書の序章として位置づけられるものである。それゆえ、以後の各章で議論される諸問題について、世界史的な視点と日本史的な視点の双方に立脚して、今日のわれわれが抱える海に関連する諸問題の生じた背景、経緯を概観し、読者に本書の取り扱う問題についての総合的、鳥瞰的な把握を可能にする全体像を提示することが本章の基本的な目的である。

また、本書では直接取り扱いの対象としていないが、海と人間のかかわりの重要な一部分を占める海の文化、文芸等についても一つの節を設け、海と人間のかかわりの多様性と深さについて読者の注意を喚起しておくことが「海と人間」という章のタイトルから見て必要と考えた。

## (1) 海と人間のかかわりの歴史的な展開

原始時代から今日に至るまで、海は人間の生活にとって食料を得る場であり、移動・輸送の経路を設ける場であり、工業原材料の供給の場であった。また、同時に、海洋空間に現れる自然の大きな力は、人間生活の安全を脅かし、人の命を奪う畏怖の対象でもあったが、その力を秘めた景観や海水は人の心を安らげ、生活の楽しさを与える機能をも果たして来た。

本節では、このような利用と安全の確保の関係を社会制度とのかかわりに結び付けて叙述する。世界史的、日本史的な文脈を踏まえて、国際的な制度、国内的な制度の双方に関連させて整理する。

### a. 海の恵み・脅威と人間の生活

原始時代から、今日の高度に発達した工業社会における海と人間のかかわりに至るまでのプロセスを、恩恵と脅威の二つの側面で整理する。それが社会の技術の変化を促し、習俗や文化を生み出す。人の海における諸活動が海のもたらす恩恵や脅威の質と量を変化させ、その変化が人間の陸上の活動の変化をもたらし、新たな人と海との関係の調整を必要とする状況を生じさせる。このような循環関係を、戦後日本の経済成長と環境の関係等を用いて具体例的に説明する。

同時に海は人間集団の地域的な限界を越えた交流を生み出す場であり、人と人を「つなげる海」として機能する場でもある。海は政治的な勢力圏を越えて、異なる人間集団が持つ文化、技術を自由に伝播させる経路を提供する空間であり、同時にその交流の可能性を、陸との比較でいえば、厳しい自然条件の制約によって小さくする可能性を持つ空間でもある。日本の鎖国は海を「隔てる海」として機能させた。このような海に規定される国際関係の形成、形成の阻止と制度化の関連にも言及する。

## **b. 技術の進展と海の利用**

漁業、海運業、鉱業等に関する技術変化と海の利用形態の変化の大きな流れを叙述する。また、自然災害の繰り返しとそれを克服し、あるいは緩和する技術の進展と、海の利用形態の変化を一般的な視点から記述する。

## **c. 海の利用と社会の制度（国際的な視点から）**

上記 b. で叙述する変化が、海を媒介とする人と人のかかわりを変化させ、海に関連する人々の合意と強制の仕組みも変化させる。

欧州における国民国家の成立を契機とする国際法秩序の形成、変化は、とりもなおさず海洋法秩序の変化であったこと、欧州では国際的な制海権を持つ権力主体が権力主体間の競争において決定的な優位を占め、国際的な秩序の制度化がこのような海の問題と密接にかかわっていたことを概観し、次節における日本に関する叙述との総合性を確保する。

## **(2) 日本人と海**

もっぱら日本（日本人）に焦点を当てて、海とのかかわりを時代順に整理する。それは日本による外来文化の摂取と日本化の過程の要点の整理でもある。

a.～c. 款では、日本民族の形成と海を通じての東南アジア、朝鮮半島、北方民族との交流から日本が得た技術、文化、宗教等や、中世の中国の東アジア支配の拡大と日本の海外進出の関係、15 世紀以降の欧州各国のアジア進出の文化的宗教的影響と鎖国に至るまでの大きな流れを叙述する。

d. では近代化のプロセスにおける日本と海のかかわりを概観し、最後に e. として戦後の日本にとっての海の関係の変化と今日の海洋政策の重要性を叙述する。

### **a. 古代国家形成以前の日本列島と海**

日本民族の構成と海の道。稲作、醤等のアジアモンsoon地帯の技術・文化の伝播等と海。

### **b. 古代国家の形成と海**

大和朝廷と朝鮮、中国の関係：遣唐使、遣隋使、仏教伝来等の具体例。造船の技術。

### **c. 中世日本とアジアと海**

中国のアジア支配、蒙古来襲。日本のアジア進出（倭寇）、秀吉のアジア進出の試み、山田長政。水軍の国内的、国際的位置づけ。ヨーロッパのアジア進出とキリスト教。鎖国。

### **d. 徳川幕府以降、第二次大戦までの日本の近代化と海**

鎖国政策と海：出島 琉球 対馬 中国、韓国、オランダ。江戸の経済と海

運。和船の技術と沿岸航路。幕藩制の下での漁業の発展と入会。欧米による植民地化の回避と日本人の海への心情形成 つながる海ではなく隔てる海。例外としての遭難。

明治維新と海軍、明治政府の海外進出、日清・日露戦争、朝鮮の植民地化、大東亜協和圏と海、海軍と大和

#### e. 第二次大戦後の日本と海

食糧増産と漁業：漁業法と漁港法、

第二次大戦後の高度成長期：資源小国日本の基本戦略としての臨海コンビナート形成、埋立、公害、港湾の整備、遠洋漁業。

台風・高波・津波・海岸法、1970年代以降の公害対策から環境問題へ、豊かさ  
と海、国連海洋法条約の成立、沿岸域、環太平洋・アジアの国際関係 資源小国にとっての大陸棚、200海里の意味

### (3) 海の現代的課題

21世紀における国連海洋法条約や持続可能な発展の理念の下での海をめぐる国際情勢、主要国の動向、日本の政策的対応の概観を行う。

#### a. 国連海洋法と国際政治

海洋法をめぐる先進国の対応の違い、南北問題、情報技術と海洋探査技術の進歩に伴う国境、さまざまな管轄権の主張に関する利害対立の激化という今日の問題を全般に叙述する。

#### b. アジアにおける海洋の国際情勢変化と日本

日本の置かれた国際環境を環太平洋の枠組みや中国、韓国との緊張の激化との関係で具体的に叙述し、日本の海洋政策の課題を整理する。

### (4) 海と文化・文芸

海のもたらす豊穡と脅威は人間の習俗、宗教、文化に大きな影響を与えた。海上交通を通じての人の交流は国境や政治権力の支配権を越えた文化の交流や、経済的交流をもたらししている。文化、習俗、文学、絵画等の芸術と海の関係等について簡単な叙述を試みることによって、海と人間のかかわりの深さ、文化、美意識等への影響の大きさを示す。

## 第 2 章

### 海のしくみ

## 2-1 海と地球の歴史

徳山 英一（東京大学 海洋研究所教授）

### (1) はじめに

46 億年と考えられる地球史のなかで、海を構成する水は何時・如何なるプロセスで獲得されたのであろうか？最新の惑星科学によれば、約 45 億年前に微惑星の衝突により原始地球が形成されたが、その時期に木星・土星などのガス惑星から飛来した氷天体が多量の水蒸気も併せて地球にもたらしたと考えられている。微惑星の衝突によるエネルギー、さらに水蒸気による温室効果から、この時期の地球表面は溶岩で覆われていたものと考えられている（マグマオーシャン）。原始大気はマグマオーシャンの形成により地球内部から気体物質が分離して形成されたらしい。微惑星の衝突が納まると地表は冷却を開始し、それに伴い大気中に存在していた水蒸気が凝結し雨となり地球表面に降り注ぎ、その結果原始海洋が形成されたと考えられている。つまり原始海洋は地球創成から 2-3 億年後には既に存在したらしい。

### (2) 地球史における海洋の変遷

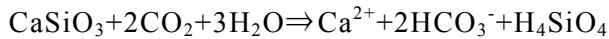
#### 海底熱水活動

原始地球において 40 億年程前には地球内部でマントル対流が既に顕在化し、プロト型プレートテクトニクスが開始したらしい。また、プルーム活動に類似した現象も併せて存在したかもしれない。つまり、拡大型海嶺火成活動や、洪水玄武岩火成活動が地球表層で活発であったと推察される。この時期地球表面はほぼ原始海水で覆われていたものと考えられるため、火山活動は海底で発生する。この場合、海底噴火口近傍ではマグマが熱源となり熱水の循環が発生する。この熱水循環は、海水が噴火口周辺から地殻にしみ込み、マグマで熱せられて噴火口から熱水として吹き出すものである。熱水循環によりマグマは  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $^3\text{He}$  などを、地球表層を覆う原始海水中に供給する。一方、循環する海水は海底を形成する玄武岩と反応し、Ca, K, のみならず Fe, Mn, Zn, Cu, などの重金属が玄武岩から熱水中に溶脱される。このプロセスは現在海底火山活動で認められる熱水活動と類似するものと考えられるが、活発な海底火山活動により原始海水組成は変化していった一ものと推察される。

#### プロト大陸の出現と風化

プレートテクトニクスの確立はプレート沈み込みが開始されたことを意味する。確立当初は未発達な島弧が形成されるのみであったと推察されるが、長期間に亘りプレートの沈み込みが継続することにより、プロト大陸が出現したと考えられる。大陸地殻の組成を  $\text{CaSiO}_3$  で代表させれば、原始大気には  $\text{CO}_2$ 、さらに陸域では降雨による河川の存在も予想されることから、現在と同様に下記

の反応 (Brocker 他; 風化) がプロト大陸で期待される。この場合、右辺にあたる  $\text{Ca}^{2+}$  (Ca は Mg に置き換えることも可)、 $2\text{HCO}_3^-$ 、 $\text{H}_4\text{SiO}_4$  は海洋に流入する。従って、原始海水組成は本プロセスによって徐々にその組成が変化していったものと推察される。



### 光合成を行う生物の出現

地球上に最初に生物が出現した時代については未だ不明である。しかし、38 数億年前の岩石から生物起源と考えられる硫化物が見つまっていることから、生命の誕生はプレートテクトニクスの開始とほぼ時を同じにしている可能性も示唆される。最初に出現した生物は現在でも熱水域で棲息している「化学合成型独立栄養微生物」に類似したものかもしれない。

36 億年程前には光合成をするバクテリア (例えば嫌気的な環境で生存する原核生物のシアノバクテリア) が出現したと言われている。しかし、光合成を行うバクテリアが隆盛を極め、大気・海洋の環境を酸化的にしたのは、出現から数億年後であったと推察される。その理由は、海水中の鉄が 2 価から 3 価となり大量に沈殿した結果形成された縞状鉄鉱石の出現は、30 億年以降であるためである。大量に発生した光合成型バクテリアは死後海底に落下し、その有機物は嫌気性微生物により分解されたであろう。ここで問題となるのは、光合成を営むバクテリアの大量発生を賄うに足りるリン酸塩・硝酸塩の海洋への源である。30 億年前の地球陸域からの大規模なリン酸塩・硝酸塩の流入は期待できない。リンについては火成岩からの供給 (火成作用によるアパタイト鉱床が存在する) が考えられる。しかし、熱水により玄武岩からリーチングされ海中に放出されたリンは、現行の熱水域では即座にスキヤベンジングされることから、海洋表層のバクテリアが使用することは難しいとの意見もある。硝酸塩は原始大気からの窒素を固定する (バクテリア?) 何らかのプロセスが有ったのかもしれない。

初期の光合成生物は原核生物のシアノバクテリアに類似するのもであったが、その後真核生物 (細胞核を有する) が誕生し、原生代の末期の海洋には大型の多細胞生物が出現した (例えばイデアカラ生物群)。生物は大型化したものの、殻や骨格の形成はなかった。この様な生物の進化に 20 数億年を要したが、この間に全球がほぼ氷河により覆われ、海洋には 1000m 以上の氷が発達した雪玉地球と呼ばれる、全地球規模の極限環境が認められる。また、プレートテクトニクスの継続により、小大陸の小衝突が繰り返され、現在の大陸に匹敵する大陸が出現し、さらに巨大化した超大陸の分裂・衝突も繰り返されたらしい。この変動は顕生代で知られるウィンルソン・サイクルに類似したものであったと考えられる。恐らく、原生代の末期では、海底地形は現在と大幅な相違はなく、また地球表面を覆う氷や、全地球における拡大型海嶺の長さの変動に起因する海水準変動の繰り返しも存在したと考えられる。

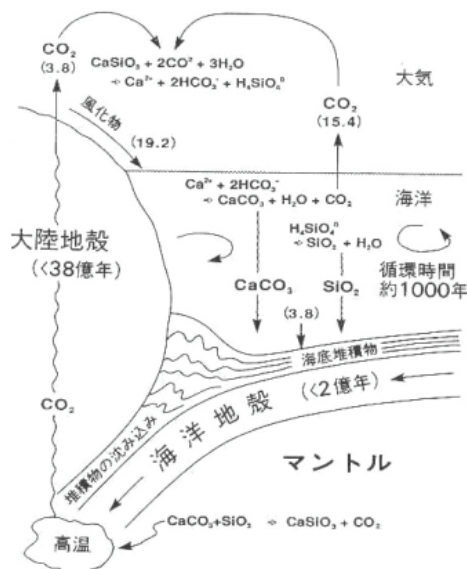
## バイオミネラリゼーション

バイオミネラリゼーションにより殻や骨格の形成が始ったのは6億数千万年以降の顕生代に入ってからである。バイオミネラリゼーションが開始されたことから、現在とほぼ変わらない地球システムに移行したと考えられる。例えば、地球表層における炭素循環における海洋の役割も、プレートテクトニクスを考慮して図1のように理解することが出来る。

つまり、このシステムにおける重要な反応 ( $\text{Ca}^{2+} + 2\text{HCO}_3^- \rightleftharpoons \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$ ) は、海洋中でのプランクトン、サンゴによるバイオミネラリゼーションにより始めて達成される。

図1

### 地球表層における二酸化炭素の循環



プレートの動きとともにマントルへ引き込まれた堆積物は高温・高圧下で鉱物の再変成を起こし、二酸化炭素が火山ガスとして放出される。その二酸化炭素は、風化に使われて海洋へ流入し、再び炭酸塩や有機物として堆積する。カッコ内の数字は、炭素の移動量(単位： $10^{12}\text{gC}/\text{年}$ )を表す。

野崎、1994

また、大気中の  $\text{CO}_2$  濃度、さらに海水中の  $\text{HCO}_3^-$  の存在量についても、このシステムを可能にする値を既に持っていたものと推察される。

## 生物の大量絶滅

顕生代には何度かの大量絶滅が知られている。特に過去1億年以降の大量絶滅については海水溶存酸素量の変動(深海)、古水温の変動(表層水&深層水)、天体衝突の有無等などの情報を加味してその原因が考察されている。9300-9100万年前の大量絶滅は、深海底生有孔虫中の絶滅率が高いこと、深海の溶存酸素量が極めて少ないこと、黒色頁岩の堆積が見られることなどから、中・深層水が停滞したための大量絶滅と考えられている。また、6640万年前大量絶滅は表層の浮遊性有孔虫が極端な絶滅率を示すことなどから天体衝突によるものと考

えられている。さらに、5500 千万年前の大量絶滅は、深海底生有孔虫と浮遊性有孔虫の殻の  $\delta^{13}\text{C}$  が共に負にシフトすること、表層海水温度、深海水温度ともに急激に高くなることなどから、深海海底堆積物に貯蔵されたメタンハイドレート的大量融解による大量絶滅と解釈されている。

#### 氷期-間氷期の繰り返し

過去 100 万年について 10 万年間隔で氷期-間氷期が繰り返すことが有孔虫殻の  $\delta^{18}\text{O}$  の変動から知られている。また、詳しく吟味すると、4 万 1 千年、2 万 3 千年周期での気候変動も認められる。この規則的変動は、地球の自転および公転の軌道変動に由来する太陽から地球への放射熱の変動を理論的に計算することにより証明された（ミランコビッチ・サイクルと呼ばれる）。有孔虫殻の  $\delta^{18}\text{O}$  の変動原因は、大陸氷河中の  $^{18}\text{O}$  は少なく、海水中に濃集するため、氷期に棲息する有孔虫殻の  $\delta^{18}\text{O}$  値は重たく、間氷期に棲息するそれは軽いためである。

#### ミレニアムスケールの気候変動

ミランコビッチ・サイクルより短周期の気候変動がグリーンランド、南極で掘削された氷の試料から認められた。このサイクルは発見した 2 名の研究者の名字から、ダンスガード・オシュガー・サイクルと名付けられている。このサイクルは  $^{10}\text{Be}$  の変動と同調することから、太陽活動の変動に由来すると考えられている。

#### 終わりに

原始地球の創成以降地球システムの変遷は、地球自体の冷却と地球外からのエネルギーの供給（太陽からのエネルギー&天体衝突）によりコントロールされた歴史といって過言でない。プレートテクトニクス、プレート活動は地球を効率的に冷却するプロセスである。地球の特徴である生命の誕生と進化も、このプロセスの 1 ページである。海洋環境は上記 2 つの要因に強く反映しており、そのゆえ海域は地球システムの解明に適したフィールドと言える。



## 2-2 海洋と大気、海洋の流れ

松山 優治（東京海洋大学 海洋科学部教授）

### (1) 海水の特性

海洋の流れ（海流）と関係する海水の特性量である温度（水温）、塩分、密度、溶存酸素量などの分布を最初に紹介する。水温は赤道域の表面で最高となり約 29℃、最低水温は−1.8℃で、塩分を含むため氷点が真水より低くなる。水温は上層で高く下層で低く成層しているが、水温変化の小さい寒帯や極域で逆転することもある。熱帯や亜熱帯では、水温は深さと共に直線的に下降するのではなく、急激に変化する層（躍層）と変化の少ない層からなる。塩分の定義は少し複雑なので本稿では省略する。簡単のため、単位質量の海水に含まれる塩の量と考えてよい。海水 1kg には 3.4~3.5%の塩が含まれ、海洋では千分率を使って、34.0~35.0‰と表現してきた。沿岸域や閉鎖系の強い内湾、極域を除けば、大半が 34.0~35.0‰の範囲に入る。海表面では蒸発の盛んな海域で塩分が高く、降水量の多い海域で低い。塩分の鉛直分布は複雑で、海域の特徴が顕著に現れる。最近、電気伝導度値から塩分を推定するので単位をつけず、塩分 34.00 のように表現する。密度は単位堆積当りの質量で、水温と塩分、圧力によって変る。しかし、密度の絶対値に対する変化量は小さいため、海水の混合、対流、内部波などに海洋特有の現象が起こる。溶存酸素量の定義や変化の説明はここでは省略する。密度と溶存酸素量は深層循環の議論で貴重な特性量として利用される。

地球表面での水温・塩分・密度の分布に加えて、南北および東西鉛直断面での分布を示しながら、相違と類似性を述べる。深層循環との関連で溶存酸素量の鉛直断面も示す。

主として、「Descriptive Physical Oceanography」（Pickard 著）から図表を引用する。

### (2) 表層の流れ

世界の表層海流の分布を見ると、大洋の中心では東西流が、大陸に近くなると南北流が卓越することが分かる。表層海流は海域による違いはあるが、およそ 1000m 深まで流れていると考えてよい。強い海流は、太平洋の黒潮、大西洋のメキシコ湾流、インド洋のソマリア海流のように大洋の西側に集中しているのが特徴である。大洋の西端を流れる海流の最大流速は 1.5~2.0m/s に達する。強い海流は大きな循環の一部であり、太黒潮を中心に海流系をみると、房総半島沖から東に向う黒潮は次第に勢力を弱め、黒潮続流、北太平洋海流と名前を変えながらアメリカ西海岸に達し、その後南下し、その後西に向きを変えて北赤道海流となって横断して黒潮に繋がる。この大規模な時計回りの循環は亜熱帯循環と呼ばれる。親潮を含む亜寒帯域には反時計回りの循環があり、亜寒帯

循環と呼ばれている。赤道付近の海流は亜熱帯・亜寒帯循環に比べて複雑に流向が変わる。西向きの北赤道海流、東向きの北赤道反流、西向きの南赤道海流と比較的狭い幅で流向の逆転が起こっている。

南極周辺を取り巻くように西から東に向う流れがあり、南極周海流と呼ばれる。流れは強くないが、表層から 4000m を越える深層まで同一方向に流れていることから流量が非常に大きい海流である。一方、インド洋には季節風に呼応した海流がある。赤道上を東西に流れるモンスーン海流とアフリカ東岸を南北に流れるソマリア海流がある。風向の変化があつて約 1 ヶ月遅れて海流の向きも変わる。海面を吹く風が海流の成因であることを示す重要な証拠である。

南北流は大量の熱を運ぶ。黒潮は暖流として高温な海水を北へ運び、親潮は低温な海水を南に運ぶことによって、熱輸送に貢献し、海洋や大気の温度をコントロールしている。黒潮統流や北太平洋海流は東流しながら、亜寒帯循環系の海流と混合しながら熱を亜寒帯・寒帯に輸送している。海洋における南北熱輸送は地球に住みやすい環境を与える重要な要因である。

日本周辺の代表的な海流は、前述の暖流系の黒潮と寒流系の親潮がある。黒潮はフィリピン東方から台湾の東を北上し、台湾の北から東シナ海に入り、沖縄本島の西側を通過して、トカラ海峡から再び太平洋に抜けて、日本南岸を東進する。房総半島沖から日本を離れ、蛇行を繰り返しながら東に向う。潮岬沖や伊豆海嶺を越えるときに流れは最も速くなる。流路のうち、潮岬から東海沿岸を東に向う流路〈直進流路〉と、潮岬で大きく南に迂回し伊豆海嶺に沿って北上してくる流路〈大蛇行流路〉がある。いずれの流路も数ヶ月から数年にわたり安定して続くことから、その特徴は注目されている。親潮は千島列島に沿って南下し、北海道沖から三陸沖に接近した後、本州を離れて黒潮と並行して東に向う。流れは黒潮ほど強くないが、黒潮より深くまで影響している。その他に東シナ海を北上し、対馬海峡から日本海に入り北上して、津軽海峡、宗谷海峡から流出する対馬海流が良く知られている。対馬海流は黒潮に比べて流れは弱く、影響する深さも 300m に達しない。流路は複雑で対馬海峡付近から 2 本あるいは 3 本に分岐して流れる。1 本は本州沿岸を東進、1 本は朝鮮半島に沿って北上し、その後、東進し秋田沖付近で合流する。津軽海峡を通過した暖流は三陸沿岸に沿って南下し（津軽暖流）、次第に勢力を弱める。一方、北海道沿岸を北上した対馬暖流の一部はオホーツク海に入り、宗谷暖流と名前を変えて知床半島付近まで流れる。対馬海流、津軽暖流、宗谷暖流は夏季に強く、冬季に弱い顕著な季節変動を示す。対馬暖流、津軽暖流、宗谷暖流はいずれも沿岸気候に影響を及ぼしている。

### (3) 深層の流れ

深層や底層の流れは表面の流れに比べて小さく、直接測流によって流速を見積もることは難しい。溶存酸素量や栄養塩、密度など地球規模での海水特性の分布から、深層水や底層水の形成域や移動する方向が見積もられてきている。Stommel(1958)によって示された深層循環パターンの模式図はあまりにも有名

である。その特徴は 1) 深層水の形成域は北太平洋北部グリーンランド沖と南極洋ウエデル海である 2) 表層水と同様に深層でも大洋の西端で流れは強い 3) 赤道を越えて南北に移動する 4) 南極周海流を經由して太平洋・インド洋に入る 5) 北太平洋が深層流の最終点になる 6) この間、3大洋全体に広がり、次第に湧昇し、主温度躍層の形成に貢献する、などである。海水特性の分布に海洋力学理論を駆使して示された単純・明快なモデルで、海洋学においてこれほど美しいものはない。その後、観測事実が増加し、南極洋ではロス海やアデレーランド沖でも深層水の形成があると示されたが、深層循環モデルに大きな変更はない。その後、ブロッカーのコンベアベルトと呼ばれる表層・深層まで含めた単純化された海洋循環モデルが示されている。

海面で十分に冷却された海水が対流によって深くまで沈降する事によって、深層水は形成される。上下層の密度差が小さいこと、大気的作用により十分に冷却される機構が働いていなければ、深層水の形成は弱められるか、あるいは途絶えることになる。大洋の熱帯・亜熱帯域では海面から熱を受けて下層へ熱を運ぶ。一方、前述の低温な深層水の湧昇により、上層へ負の熱輸送が起こっている。上層と下層からの熱輸送が釣り合って、安定した温度分布として現れている。深層水の形成が弱められると、このバランスが崩れ、時間的な遅れはあるが、次第に海洋全体が暖められる危険性が指摘される。

#### (4) 海流の成因

我々（観測者）は自転する地球上に棲んで、地球表面の海水の運動を調べてきた。湧昇や沈降という言葉を使って鉛直的な運動を述べてきたが、海洋では圧倒的に水平運動が卓越する。鉛直運動は隙間が出来たときに補うものとして捉えられることが圧倒的に多い。流速で云えば、水平流は鉛直流より2桁程度あるいはそれ以上大きいと考えて良い。自転する系で見ているにも係わらず、観測者が静止しているかのように扱うと非常に都合が良いことがある。簡単な仮想の力を考えることにより、静止系で扱える便利さがある。これをコリオリの力と呼んでいる。地球は北半球で見ると時計回りに自転している。北半球では運動に対して右直角方向にコリオリの力が働くと考えると静止系で見た運動として扱える。ちなみに南半球では左直角に働く。何かの力で起こされた海流は運動する方向と直角方向にコリオリの力が、それとは反対方向に圧力傾度力（圧力差による力）が働いている。北半球では右直角方向にコリオリの力が、左直角方向に圧力傾度力が働く。例えば、東に向かう黒潮には南向きにコリオリの力が北向きに圧力傾度力が働く。海面で見ると圧力傾度は海面差として表現できるから、圧力の高い沖側で水面が高く、圧力の低い沿岸側で水面が低くなる。黒潮の場合、水面差は0.8m~1.0mである。水位の高いほうを右手に見ながら運動が起こる。これは、北半球では気圧の高いほうを右に見て風が吹くのと同一機構である。水平運動に働くコリオリの力は速度と緯度に比例する。緯度に比例する係数について、詳細は省略するが、極で最大、赤道でゼロになる。この係数の変化が大規模な運動で非常に重要になり、その典型的な現象は

大洋の西端で黒潮やメキシコ湾流のような強い海流が存在することである。

海流の成因は 2 つある。1) 海面を吹く風の応力（引っ張り力）と 2) 海面に与えられる熱や降水・蒸発の空間的な分布の差によるものである。1) について、風応力によって海面上の海水が動かされ、動かされた海水はその下の海水を動かすが、コリオリの力を受けて深さ方向にスパイラルを描く。このような仕組みで吹送流が起こるが、その影響は高々数十 m である。スパイラルを描く海水の運動を見ると、風に対して北（南）半球で右（左）直角方向に質量輸送が起こる。北半球で考えると、東向きの偏西風によって南向きの輸送が、西向きの貿易風によって北向きの輸送が起きる。風向が変わる海域に海水が溜められ、高圧部になり水位面が高くなる。この高圧部を中心とする時計回りの大規模な循環が起きる（亜熱帯循環）。この仕組みが表層循環であり、風成循環と呼ばれる。風の直接の影響は浅いが、風の分布の違いが海域に圧力分布を形成し、圧力差が深くまで影響を及ぼすことになる。2) 熱について言えば、熱帯で温められ、寒帯で冷やされることから密度に大きな差が生じる。熱膨張があつて水面が変化するので単純に説明できないが、基本的には生じた南北間の密度差が運動を引き起こすことになる。海面の運動に加えて、中層や深層の循環に影響を及ぼすものであり、熱と蒸発・降水が関係するので熱塩循環と呼ばれる。海洋大循環は風成循環と熱塩循環という 2 つの作用が重なっているが、表層循環は風成循環が深層は熱塩循環が支配的であると考えるが良い。

## (5) 海洋と大気

海流は海面上を吹く風と熱や塩分の分布に因り起る、換言すれば、太陽の放射熱を含め、大気からエネルギーを受けては起こされていると理解できる。一方、海流は熱や塩など様々なものを特定方向に運び、例えば、黒潮は太平洋の西端に沿って流れ、亜熱帯から亜寒帯へ大量に熱を運ぶ。大気も同様に極域に向かって熱を輸送するが、熱輸送量は海洋と大気は同程度と考えられている。このような熱輸送システムによって安定した地球環境が維持されている。同様なことは水循環でも起こっていることは想像できるであろう。熱に絞って話をすると、大気と海洋は海面を通して接しており、熱の交換を頻繁に行っている。黒潮の流域では大量の熱が海洋から大気へ移動している。この熱移動もまた、熱輸送システムでは計算されたものである。

安定した熱輸送システムの中で、一部で僅かな変化があるとどうなるか？それが、大きな問題となって現れる。南北間の熱輸送のバランスが少し崩れた時に温暖化あるいは低温化が進むことになる。僅かな変化であっても積み重なると次第に大きな量になる。一方、恒常的ではないが、ある期間に通常より弱められたり、強められたりすると安定状態から少しズレが生じる。例えば、太平洋の赤道付近の海流は西向き貿易風の影響を強く受けている。この結果、大量の高温海水が西側のインドネシア周辺海域に溜められ、逆に東側の海域は表層には表層下からの湧昇があり、海面の温度でさえ東西に大きな差が生じている。貿易風が弱まると支えられた力が弱まって西側に溜められた高温水の一部が解

放され、東側の水温が上昇する。この影響は海面と接する大気にも現れ、大気循環に影響を及ぼし、さらに赤道付近に限らず中緯度の気象にも影響してくる。

海洋は海面を通して熱交換していることから気候に大きな影響を及ぼす。教科書では具体例を挙げながら説明すると理解が深まると考えられる。

## 2-3 海底の世界

沖野郷子（東京大学海洋研究所助教授）

### (1) 海底と大陸

水に覆われた海底の世界を見ることは容易ではない。可視光が届くのは海洋のごく表層に限られ、惑星探査で利用されている電磁波による探査も海洋では困難である。そのため、海底は長らく私達にとって未知の世界であった。図 2-3-1 に示す世界の地形図の海の部分のほとんどは、人工衛星で観測した重力異常を元に推定された地形である。船舶での音響探査によってより詳しい構造がわかっている海域は現在でも世界の海底のうちごくわずかにすぎない。

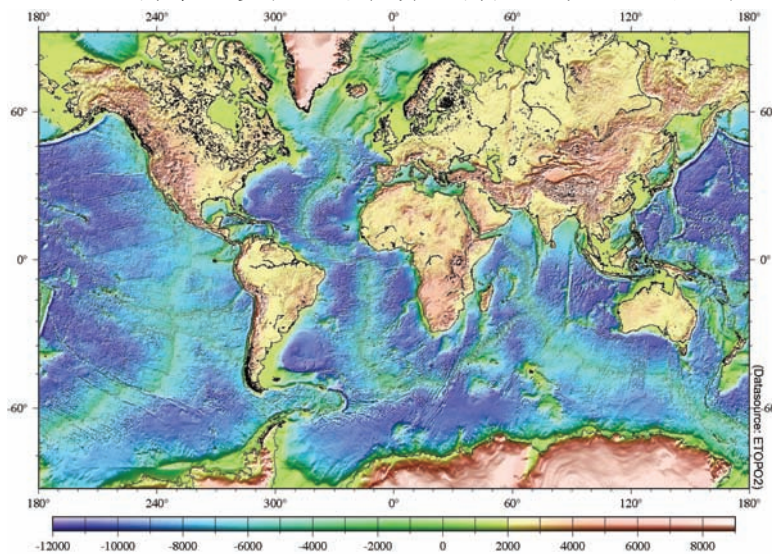


図 2-3-1 海底を含めた世界の地形図。標高・水深はETOP02データセットによるが、海域の大半は衛星高度計から得られた重力異常データから推定した地形である。

プレートテクトニクスの概念が成立して以降、海底と大陸の基本的な違いとその成り立ちが明らかになった。新しい海洋底は深海に連なる海底火山列（中央海嶺）で生産され、年間数センチの速度で地球表面を移動していく。そして大陸縁辺に至ると、再び地球深部へと沈み込む。従って、海底は常に更新されており、2 億年以上昔の

海底は既に地球上で見ることができない。一方、大陸は地球史の前半にその大半が生産されたと考えられており、海底よりも密度の低い岩石を主な構成物質としているために地球深部に容易には沈み込むことができず、プレート運動とともに地表で離合集散を繰り返す。

プレートテクトニクスがもたらしたもうひとつの重要な概念は、地球上の主な地質現象はプレート境界で起こるということである。プレート境界の大半は海底に位置し、海底火山の活動や海溝型巨大地震など、重要な現象の多くが海底で進行している。

大陸では、風化や浸食、褶曲や断層運動によって地形が変形していく。一方、海底ではこれらの作用はさほど重要ではなく、火成活動と堆積作用によって地形を作り出す過程が卓越している。火成活動は中央海嶺、大洋島、沈み込み帯にそった島弧で起こり、新しい地殻を生産する。そして生産された新しい地殻の上には時間とともに厚く堆積物がつもっていく。深海底における堆積過程は

陸上に比べてはるかに連続的であり、堆積物に含まれる微化石や元素の特徴から過去の地球環境を知ることができる。海底はきわめてダイナミックに変動する場であると同時に、過去の地球史の記録者としても重要な役割を果たしているのである。

## (2) 中央海嶺とホットスポット

大陸縁辺を離れると、深海底を特徴づけているのは大洋をぐるりと取り巻くように連なる海底山脈（中央海嶺）と深海平原に点々と列をなす海山である。これらはいずれも深海での火成活動によって形成された地形である。

中央海嶺は、総延長7万キロに及ぶ海底火山の連なりで、地球上の火成活動の7割以上がここで起こっていると見積もられている。プレートテクトニクスの枠組みで考えると、中央海嶺は、ふたつのプレートが相対的に離れていく発散型プレート境界である。ここでは、離れるプレートの間を埋めるように地球深部の岩石が上昇する。岩石は上昇し圧力が降下することにより融点が下がってその一部が溶け、マグマとなって海底に噴出して再び固化して海底となる(図2-3-2 a.)。このようにして中央海嶺で生産される海洋性地殻の上部は主に玄武岩でできており、その組成は場所によってそれほど大きな差はなく、中央海嶺玄武岩と呼ばれている。中央海嶺では、火成活動だけでなく造構運動もさかんで、海嶺に平行な正断層崖が発達し、比較的浅い正断層型の地震が発生する。また、海底に浸透した海水が海嶺軸下で熱せられ、岩石中の重金属類などを溶かし込んで再び海底面で噴出する熱水孔も中央海嶺に沿って世界中に分布しており、そこでは光合成に依存しない特異な生態系が築かれている。

深海底には中央海嶺以外にも数多くの海山が分布する。例えばハワイ諸島から北西へ点々と連なる海山列は、プレート境界とは無関係な火成活動によるものである。この海山列の並びは太平洋プレートの運動方向に一致し、海山の形成年代は西へ向かうほど古くなる。これらはホットスポットと呼ばれる地球深部に固定された起源を持つ火成活動によるもので、地球表層をプレートが移動していくにつれて過去に形成された火山が移動し、深海に火山の列が残されるのである。また、海底にはいくつか非常に大きな台地状の地形（巨大海台）も存在する。これらは地球史のある時期に短期間に集中的に溶岩が多量に噴出してできたと考えられている。

## (3) 大陸縁辺域

大陸縁辺は、大きく「受動的（非活動的）」縁辺域と「活動的」縁辺域に分けられる。受動的縁辺域は、大西洋両岸のようにプレート境界から遠く、火山もなく地震もほとんど起こらない。一方、活動的縁辺域は日本周辺のように大半はプレート沈み込み帯に位置し、多数の火山が分布し地震活動がさかんである。

受動的縁辺域では、沿岸から沖に向かって水深50~200mのほぼ平坦な広い大陸棚が広がる(図2-3-2 b.)。大陸棚は大陸の一部が海面変動により海面下に没した部分で、氷期には大部分が陸であった。受動的縁辺域においては、大陸棚

は浅海性堆積物に厚く覆われ、石油・天然ガスなどの採掘場や漁場として経済的にきわめて重要な場所となっていることが多い。大陸棚は大陸斜面と呼ばれる斜面を経て深海平原へとつながる。陸起源の砂や泥は地震などをきっかけにして海水と一緒に混濁流となって大陸斜面を流れ下り、斜面には深い海底谷が刻まれる。受動的縁辺域は、大陸地殻と海洋性地殻の遷移域となっていて、かつて大陸が分裂した時の痕跡が残されている。

一方、活動的縁辺域では海溝と島弧の形成が特徴的である（図 2-3-2 b.）。プレート沈み込み帯では、プレート境界に深い海溝が形成され、さらに上盤プレート上に火山が分布する。火山は海溝に沿って弧状に分布するので、これらを島弧—海溝系と呼ぶ。島弧火成活動は、チリなどに見られるように大陸上に位置する場合もあり、伊豆諸島のように弧状列島をなす場合もある。いずれも沈み込むプレートの影響を受けた火成活動であり、中央海嶺の火成活動とは性質を異にし、大陸性地殻を生産している。太平洋に面する南米沖などの場合は、大陸棚は狭く、大陸斜面はそのまま海溝へとつながっている。一方、太平洋西縁では、火山弧と海溝の間には厚い堆積物で埋積された前弧海盆が発達し、火山弧の大陸側には背弧海盆と呼ばれる中央海嶺型の海底拡大によって形成された盆地が発達することが多い。また、活動的縁辺域の堆積物には大陸起源もしくは島弧火成活動起源の堆積物だけではなく、沈み込むプレート上面にのっていた遠洋性の堆積物や海洋性地殻の断片が含まれることがあることが特徴的である。

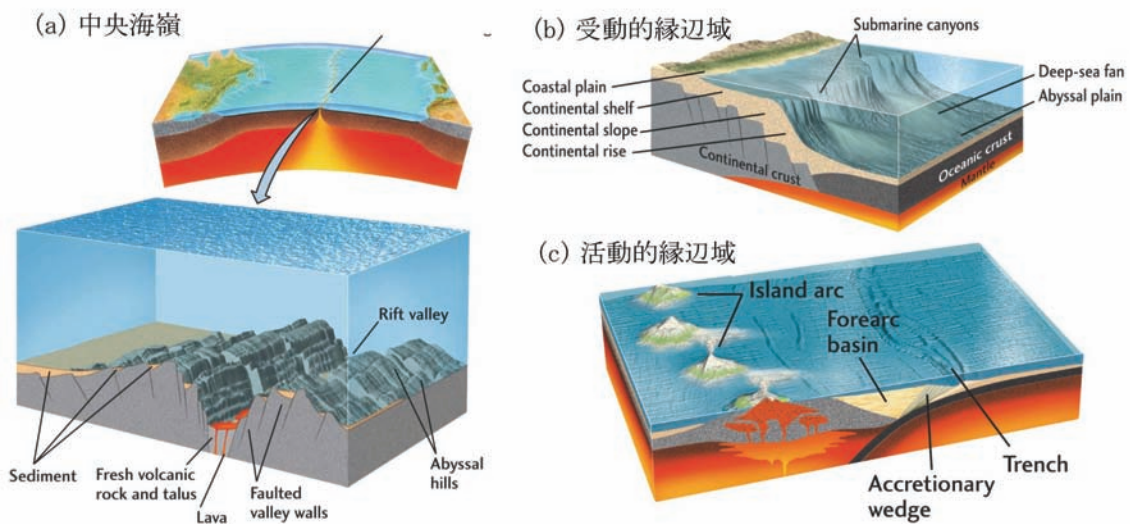


図 2-3-2 (a) 中央海嶺 (b) 受動的縁辺域 (c) 活動的縁辺域の地形と構造の模式図 (Press et al, Understanding Earth, 2003 より抜粋)

#### (4) 堆積の場としての海底

上述のように、海底は火成活動や造構運動によって新しい地形が生まれる場であるが、同時にそれらの地形を覆うように堆積物が積もっていく場でもある。深海底の堆積物は、混濁流によって陸から運搬されたタービダイトとそれ以外



の遠洋性堆積物に大別される。遠洋性堆積物中の鉱物の一部は、陸から風などによって運搬されて遠洋で沈積したもので、カオリナイトやイライトなどの粘土鉱物がこれにあたる。また、深海の火山は爆発的な噴火を伴わないため軽石や火山灰の放出は起こらないが、マグマが海底に噴出して急激に冷却された際に爆発的に粉砕された破片や、それらがさらに海水と反応して再結晶したものが堆積物中に含まれることがある。

遠洋性堆積物のなかには生物起源のものも多く含まれる。海洋中に生息するプランクトンや底生生物の遺骸は、大部分は海水中で分解されてしまうが、固い殻や骨格の一部は溶けずに残って堆積物となる。特に、有孔虫の殻や藻類の一種の破片であるココリスが堆積したものを石灰質軟泥と呼び、そのほとんどが水深 4000m より浅い海底に分布することが知られている。浮遊性有孔虫などは主に海洋表層に生息するので、石灰質軟泥が深い海に存在しないという事実は、海水中のある深さ以上では炭酸カルシウムの海水中への溶解速度が供給速度に勝るために石灰質の殻がすべて消失してしまうことを示唆している。この深さを炭酸塩補償深度 (CCD) と呼び、CCD の変動は海底の沈降、海水準の変動、深層水塊の変化や表層の生物生産力の変動と密接に関わっており、古環境復元において重要な情報となる。石灰質軟泥とは別に、珪藻や放射虫の殻が沈降して海底に堆積した珪質軟泥もまた広く世界の海底に分布する。珪質軟泥は海溝底のようなきわめて深い海底にも存在し、続成作用を経て  $\text{SiO}_2$  を主成分としたチャートと呼ばれる岩石となる。

さらに、堆積物と海水の化学反応によってできた重金属鉱床やマンガン団塊なども深海底堆積物の一種である。

## 2-4 海洋の生物と生態系（生物多様性とセンサス、生態系区分、食物連鎖、生態系モデリングなど）

白山 義久（京都大学フィールド科学教育研究センター教授）

岸 道郎（北海道大学・水産科学研究院教授）

### (1) 海洋の生物

海洋は生命誕生の場であり、現在でもその環境は生物にとって陸上に比べてはるかに生息に適している。そのため多種多様な生物が海には暮らしておりそれらを適切に分類・整理して理解することが必要である。

#### a. 海洋生物の分類

生物は現在、真性細菌界（Eubacteria）、後生細菌（古細菌）界（Metabacteria）、原真核生物界（Archaeozoa）、原生生物界（Protoctista）、クロミスタ界（Chromista）、植物界（Plantae）、菌界（Fungi）、動物界（Animalia）の8界に分類されており、海洋にはすべてのものが生息する。教科書本文では、これらの各界について、具体例をあげ簡単な解説をする。

#### b. 海洋生物の生活型に基づく区分

海洋の生物はその生活型にもとづいてプランクトン・ネクトン・ベントスと大きく3型に区分される。プランクトン(Plankton)とネクトン(Nekton)はともに海水中を主たる生息場所とするものである。両者は海流に抗して自在に水中を移動するほどの遊泳力があるかどうかで区別される。かいあし類・ヤムシ類など海流とともに移動するものをプランクトン、頭足類・魚類などプランクトンネットで捕らえられないほどの遊泳力のあるものをネクトンという。一方ベントス(Benthos)は海底を主たる生息するものである。ベントスには硬い海底に固着するもの(サンゴ・イガイなど)、海底表面を自在に移動するもの(ヒトデ・ヒラメなど)、海底に巣穴を掘って生活するもの(二枚貝など)など様々な生活様式がある。

#### c. 生物のサイズに基づく区分

生活型に基づいた各生物区分は、さらにそのサイズから細分化して扱う。教科書では、この内容についてプランクトン and/or ベントスについて具体的に解説する。

### (2) 生物群集と生態系

#### a. 生物群集

ある場に生息するすべての生物要素の集合を群集という。たとえば東京湾に生息するすべての生物を一括して東京湾の生物群集といい、これにはプランク

トン・ネクトン・ベントスのすべてが含まれる。また微細なバクテリアから大型の魚類までがすべて含まれる。

#### ① 食物連鎖

これらの多様な生物は全く無関係に生息しているわけではない。最も重要な生物間の関係は、食う食われるの関係である。陸上では、太陽光を利用して植物が成長し、生育した植物を植食性の動物たちが食物として利用し、その動物たちを肉食性の動物たちが餌として捕らえる。これらの生物の食う食われるの関係において、生物たちは、有機物の化学的エネルギーを「通貨」として、その移動によって関連付けられている。このような多様な生物間の相互関係を食物連鎖という。

#### ② エルトンのピラミッド（教科書では図を用意）

生物はこの食物連鎖のなかで階層的な構造を形成している。光合成をする植物のように無機物から有機物を生産するものは、食物連鎖の出発点に位置しており生産者とよばれる。これに対し、ほかの生物を有機物源として利用する生物を消費者とよぶ。消費者はさらに、生産者を食物とする1次消費者、1次消費者を餌とする2次消費者、2次消費者以上を餌とするさらに高次の消費者に分類され、これらは栄養段階と呼ばれる。また消費者のうち、菌類や細菌類のように捕食性でないものを特に分解者と呼ぶ。

この食物連鎖の階層構造では、より栄養段階が高次のものほど、群集を構成する個体の数および生物量が減少する。なぜならば、上位の栄養段階のものは、下位のものの有機物を100%利用することはできないからであり、一般に上位の栄養段階の生物量は、下位のものの10%程度である。このような群集構造の特徴はエルトン(Elton)が指摘したため、エルトンのピラミッドと呼ばれる。

海洋生物の典型的な群集構造では、植物プランクトンが1次生産者であり、1次消費者は小型の動物プランクトン、2次消費者は大型動物プランクトン、さらに小型魚類、中型魚類、大型魚類と食物連鎖が連なっており、陸上生態系に比べて、多数の栄養段階からなる。

各栄養段階は単一の種から構成されているわけではない。また、ある栄養段階の生物は、一つ下の栄養段階のみならず、さらに下位の栄養段階の生物もエネルギー源として利用することが多い。したがって食物連鎖は単純な直線ではなく、網の目のように複雑に絡み合っている。このような関係を「食物網」とよぶ。

### b. 生態系

生物群集という生物要素に、その生物が生息している場の物理化学的な環境要素を加え、その場の生物にかかわるすべての要素を扱う概念が「生態系」である。

#### ① 生態系を特徴づけるもの

生態系は物理化学的な環境の枠組みの中で、そこに生息する生物たちと環境との相互作用によって次第に遷移して形成されていく。したがって、その特徴

は環境によって一意に決まるものではなく、時間や生物群集の特徴も生態系の重要な要素である。

#### ② 水深に基づく生態系の区分

海洋全体は一つの生態系といえるが、さらに様々な視点から、細分化して扱うことができる。海洋生態系の特徴のひとつが、水深による生態系の区分である。陸上では枯死した樹木や生物の死骸がそのまま落下し、基本的にその場で再び樹木の養分となるのに対し、海洋では太陽の光がせいぜい上層数百メートルまでしか届かない（その深さを「有光層」という）ので、そこで暮らす生物群の死骸や糞などは深層に落下すると再び同じ場所で上層の植物の栄養として利用されることはない。そして冬に上層が冷やされて対流が起こる高緯度海域、沿岸湧昇海域（一章参照）など、限られた海域で再び栄養分として利用される。一方、深海では上層から落下してきた有光層の生物の死骸などを利用して生活する生物が存在する。そこで、教科書では、有光層・光合成補償深度などをキーワードに、表層生態系と深層生態系とに水中生態系を区分し、底生生態系では、潮上帯・潮間帯・潮下帯・漸深海帯・深海帯・超深海帯の区分とその水深幅を図示する。

#### ③ 気候帯に基づく生態系の区分

その場の気候は海洋生物に大きな影響を与えるので、陸上生態系と同じように、海洋においても熱帯・亜熱帯・温帯・亜寒帯・寒帯（極域）には特有の生態系が存在する。これは、光環境、水温、栄養塩環境、海流の影響など水平的な環境変化を支配する要因による。教科書ではこれらの特徴をさらに具体的に解説する。特に植物の1次生産の重要性を指摘し、1次生産に必要な3要素（光・温度・栄養塩）の海洋における鉛直的な構造を解説する（容易に3要素がそろわないことを強調する）。また海域ごとの成層構造の違いから、湧昇・ブルームなどの解説につなげる。

#### ④ 湧昇と鉛直対流

湧昇と対流のメカニズムについては、他の章にゆずる。湧昇や対流によって、1次生産の3要素がそろい、1次生産が活発に行われる。湧昇域、対流域の海洋の1次生産に対する貢献が如何に大きいかを指摘する。

#### ⑤ ブルーム

ブルームによる1次生産の急激な上昇（3要素がそろうことを強調）を温帯域の特性として指摘する。またこれらの1次生産の変化は深海生態系にまで影響を及ぼすことを指摘して、海洋生態系の連環を強調する。

#### ⑥ 微生物食物連鎖

生殖食物連鎖以外に微生物食物連鎖が海洋生態系において重要な役割を果たしていることを指摘する。

### (3) 生物多様性

生物多様性の保全は、生物多様性条約（CBD）の発効を受けて、すべての国の義務となっている。

#### a. 生物多様性の定義

生物多様性は CBD において、次のように定義されている。「すべての生物（陸上生態系、海洋その他の水界生態系、これらが複合した生態系その他生息又は生育の場のいかんを問わない。）の間の変異性をいうものとし、種内の多様性、種間の多様性及び生態系の多様性を含む。」

#### b. 海洋における生物多様性

従来種多様性が最も高いのは節足動物の昆虫であると考えられてきた。実際、記載されている種が一番多いのは、昆虫である。しかし、それは海洋の生物に関する本当の多様性が解明されていないためにすぎない。実際海産動物の地球規模での種多様性は非常に高いと考えられている（Grassle and Maciolek）。また分類群によっては、ほとんどその多様性は調べられておらず、未知の部分が多に多い（白山）。

この未知の部分を明らかにすべく、様々な努力がされているが、最近では CoML という国際的なプロジェクトが推進されており、成果が期待できる。

#### c. 生物多様性の地理的パターン

底生生物についてこのことが良くわかっている。水深によって種多様性が変化し、最も多様性が高いのは漸深海帯であり、そのパターンはあらゆる分類群で共通して見ることができる。このようなパターンは、中規模攪乱仮説という仮説で説明されている。

また、水平的には、深海の種多様性が北極域に近づくと減少することが知られている。これは、現生の深海生物の起源が南極にあることと関連があると考えられる。

珊瑚礁海域は種の多様性が高いことで知られているが、これは珊瑚が熱帯雨林の樹木のように海洋環境で3次元的な多様な生息環境を提供しているからである。

さらに、かい足類の生態が、大西洋と太平洋で異なることにも注目し、それは北太平洋と北大西洋の地形の変化、水温の違いに由来することを示す。

#### d. 生物多様性を保全する意義

生物多様性は環境にインパクトがあると減少する。これは特定のストレスが多い環境ではそれに耐性のある種以外死滅してしまうからである。

生物多様性を保全する意義として、

- 1) 未発見の生物由来の物質の可能性があること
- 2) 多様性の変化は生態系の健全性の反映であること
- 3) 多様性は生態系の機能の鍵であり
  - (ア) 生物群集の生産力と安定性に寄与し
  - (イ) 侵入種への対抗性の基礎となること

があげられる。

#### (4) 生態系モデリング

生態系モデリングとは、ある生態系の環境と生物群集との時空間的变化をシミュレーションするシステムを構築することである。近年の情報処理技術の急速な進歩のおかげで、シミュレーションの精度は飛躍的に向上している。

##### a. モデリングの意義

生態系モデリングの意義として、次の3点があげられる。

- 1) 過去の生態系の時空間変異を精密に復元するモデルが構築されることにより、生態系の中で重要な役割を果たしている、物理化学的環境要素ならびに生物要素を抽出することができる。
- 2) 現実に存在するもの（堤防でもよいし、養殖魚類でもよい）が生態系に及ぼしている影響を評価するために、それが存在している現状と、それが存在していない場合（多くのケースでは取り除いた実験を実際に行うことはできない）をモデルを用いて比較検討する。
- 3) モデルを使って生態系の将来像を予測することにより、その保全に必要な対策を適切に取ることができる。特にどの要素をどのように変化させた場合、どのような結果となるかを予測することによって、費用対効果の高い対策を抽出することが可能である。

##### b. 期待されるモデリング

海洋生態系の保全に資することができるようなモデルを構築することは容易ではない（その理由は物理のモデルは解くべき方程式系が正しいが、生態系は近似式にすぎないから）。とくに沿岸域の保全のためには、陸域の生態系と海域の生態系の連環をも考慮に入れたモデルを構築することが必要である。また、地球温暖化など、過去の知見に基づかない「異変」の予想を生態系モデルを用いて行うことは、実質的に不可能である。

##### c. 順応的生態系管理

環境の変動には予見不能な現象が多数あるので、現在の（また将来にわたっても）モデルが完璧に将来を予測することは不可能である。そこでモデルに基づいて保全のために実行された施策の効果を生態系のモニタリングを行うことによって検証し、同時に新たに抽出された問題点に対して、新たな施策を策定して実行するというプロセスを繰り返して、環境保全に関して考えられるベストの解を試行錯誤的に求めていこうとする順応型生態系管理の方法が近年では用いられるようになった。このような管理を行うことによって、持続可能な海洋生態系の利用がはじめて可能になるのである。

## 2-5 海洋での物質の循環

小池勲夫（東京大学海洋研究所教授）

### (1) 海洋での物質循環を駆動する要因

・地球を構成する元素は 92 種類を数えるが、これらの元素は様々な化合物を作って地球の各部分をかたち作っている。例えば地球誕生の時、高温で融解状態にあった地球内部では比重の重い鉄が選択的に中心部に集まってコアを形成し、その外側を比重の軽いマグネシウムや珪素などからなる珪酸塩鉱物がマントルを形成することによって 2 つの化学組成を持つ固相が地球内部を構成することになった。一方、高温条件下で水蒸気や窒素、二酸化炭素などで構成されるガス成分が原始大気を構成していた。地球が冷却するに従い水蒸気として大気中にあった水が凝結しこれが海洋となったが、現在、太陽系の惑星の中でその表面の約 7 割が海洋という水を主体とした液相で占められているのは地球だけである。従って地球の持つ大きな特徴の 1 つがこの海洋の存在であり、海洋の存在が地球という惑星のもう 1 つの特徴である生命圏の誕生・発展をもたらした。このような地球の歴史が現在地球表層における物質の分布・循環の仕組みを大きく規定している。

・揮発性の液相である海水は水の特性として多くの水溶性の元素を溶かしこんでいる。ここで海洋での物質循環を考える場合にキーとなるある物質の現存量とその平均滞留時間という概念を説明しておこう。まず、ある元素の現存量を求めるには、どこまでの広がりをもつボックスと考えると、物質の循環を見ることが決める必要がある。このボックスは必要に応じて定義すればよく、海洋全体を 1 つのボックスと考えるのも良いし、生物活動の盛んな海洋表層 200m を 1 つのボックスとしても良い。あるいは東京湾を 1 つのボックスとすることも出来る。いずれにしても、ここではそのボックスの内側とボックスの外側との間で注目する元素がどれくらいの速度で出入りしているかを見積もるために必要な境界としてボックスの内と外を定義しておく。海水 1L の中には約 35 g の様々な物質が存在しているがその 80% をナトリウムイオンと塩素イオンで占めている。この海水中の食塩 ( $\text{NaCl}$ ) 濃度は、どの海域・水深でも殆ど一定であることが調査の結果から分かっているので、食塩濃度に地球表面での海水の容積をかければ海洋全体を 1 つのボックスとした時のこの化合物の現存量を求めることが出来る。平均滞留時間は河川などで  $\text{NaCl}$  がどれだけ海洋に供給され、一方で海水の蒸発などによる  $\text{NaCl}$  の結晶化などでどれだけが海洋から除去されていくかの速度を推定し、現存量をその速度で割った値である。 $\text{NaCl}$  を構成するナトリウムイオンや塩素イオンは水との親和性が高いため海水中では安定して存在しており、化学反応などで海水からの除去は殆ど生じない。従って、これらの元素の海洋での平均滞留時間は 1 億年以上と推定されており、この極

めて長い滞留時間が海洋中の食塩濃度がどの海域でも殆ど一定であることの理由である。海水中の主要元素で2価の陽イオンのマグネシウムとカルシウムの平均滞留時間はそれぞれ、1200万年と100万年と推定されている。カルシウムの方が平均滞留時間が短いのは、海洋中の生物が炭酸カルシウムの殻を作りこれが海底に沈降することで活発に除去されるためである。このように平均滞留時間という概念を用いることによってそれぞれの化合物が海洋とそれを結ぶ大気・陸域・堆積物との間での循環のしやすさを見積もることが出来る。

・物質循環という言葉が英語にすると **Materials Cycling** となる。これにはある元素が化合物あるいはサイズなどの形態的な変化を伴いながら地球上を三次元的に移動し、ある時間が経つとまた元の形態あるいは化合物に戻ると言う意味がこめられている。例えば大気中の二酸化炭素が大気から海洋表層に溶け込み、植物プランクトンにより粒子状の有機炭素に変わり、それが動物プランクトンに摂餌されて、有機炭素の一部が沈降性を持つ大型の糞粒に変わって海洋の深部に鉛直輸送される。その沈降の過程で微生物などによる分解を受けて又もとの無機炭酸に酸化されるが、やがては物理的な海洋循環によって表層に戻りさらに大気に戻っていく。この場合は大気と海洋の間での循環であるが、一部の沈降した有機炭素は堆積物まで到達するので、循環には海底堆積物も入ってくる。このような化合物の形態を変えながらもとに戻る循環という捉え方をすると、海洋だけでは循環が完結しない元素の場合も多い。すでに述べたカルシウムの循環はその例であり、海洋の表層などで生物起源の殻として沈降し海底堆積物となった炭酸カルシウムの大部分は地殻変動で陸域に戻り、これが河川等による溶解を受けて海洋に戻ってくると言う循環経路をたどる。従ってこの場合は、海洋と地殻、陸域を経由して循環することになる。

・海洋内部での物質の循環を駆動する要因としては、1) 表層での海流や深層大循環、海水の蒸発といった物理的な要因と、2) 不溶性化合物の生成、沈降粒子への結合・吸着といった物理化学的要因や光合成生物による炭酸固定などのように粒状物質の生物による生成などで循環が駆動される生物的要因がある。全海洋規模で表層の溶存物質を深層へ輸送する役割を果たしている深層循環は海水の密度差による熱塩循環の1つであり、これにより北大西洋の表層水に溶解した溶存酸素が効率的に深海に輸送される。島の存在による地形的な涌昇によって栄養塩の豊富な中層の水塊が光条件の良い表層へ輸送されるのも物理的プロセスの1つである。一方、生物学的あるいは物理化学的要因にはすでに述べたような各元素の化合物を含めた形態の変化を生じさせることで、そのサイズ、海水に対する溶解度などを変化させる。二酸化炭素のような海水への溶存物質から比重の重い珪藻のようなシリカの殻を持った生物粒子やこれらを含む糞粒に表層で炭素の形態が変わることで、溶存物質とは異なる動きである海洋深部への沈降粒子としての沈降が生じる。また、生物プロセスはイオウを **DMS** の



ような揮発性の化合物に変えることでこれらのイオン化合物の海洋から大気への輸送を可能にする役割を果たす。物理化学プロセスの例としては酸素の乏しい海底堆積物から二価の鉄が溶出し、それが酸化的水中で溶解度の低い三価の鉄に変わって粒子状に形態を変えることが有機物の多い内湾ではしばしば起こっている。このように、海洋での物質循環は、生物プロセス、化学プロセス、物理プロセスが相互に係わっているため、これらの要因を総合的に解析することが必要である。

## (2) 栄養塩の分布と循環

・海洋での物質循環の大きな特徴は、二酸化炭素の有機粒子化という植物プランクトンの働きを含めて多様な生物活動が物質の循環とリンクしていることである。その植物プランクトンの一次生産は、水温、光条件などと並んで窒素やリンなどの無機栄養塩の供給が生産の律速因子としての役割を持っており、物質循環の中でも栄養塩の循環に関する研究がこれまでも盛んに行われた。植物プランクトンによる光合成は表層からの光が到達する表層 100-200mまでに限られるので栄養塩濃度の分布もこの表層域での濃度がどのようなプロセスで制御されているかを知ることが重要である。一般に外洋域では栄養塩は光合成の盛んな表層で濃度が低く、中層以深で増加するパターンを示すが、栄養塩が低い海洋表層への供給は主に次の3つのプロセスで行われる。1つは栄養塩が豊富な中層の水塊が表層に供給される物理過程であり、これには海底地形や島の存在などによる地域的な湧昇と、赤道付近での表層での大規模な物理的循環の結果として生じる湧昇などがある。また、大気温の年変動が大きい寒冷な海域では、表面付近の水塊が冬期に冷却されその結果比重が重くなり表層での混合層が深くなることによって中層の豊富な栄養塩が冬期の間に表層に供給される。このような明確な表層での栄養塩の季節変化は、北半球では40度以北の亜寒帯域で顕著である。一方、亜熱帯域では表層が常に大気によって暖められているために表層での密度勾配が年間を通じて強く、その結果として鉛直混合が阻害されるため、表層での栄養塩は低い状態が継続することになる。このような亜熱帯域では表層における栄養塩の供給は、一度生物体に取り込まれ有機化した窒素やリンが、生物過程で分解されアンモニアや無機リン酸の形で水中に供給されることによって起こる。あるいは窒素の場合は、生物的な窒素固定によって溶存している無機窒素が有機窒素に変わりそれが分解されるプロセスでも供給される。もう1つの栄養塩の海洋表層への供給過程として大気由来で供給されるものがある。例えば沿岸域では陸域から、硝酸イオン、アンモニアイオンなどが大気を通じて表層へ供給されている。さらに沿岸の浅海域では堆積物中で有機物の分解で生成した栄養塩が底層水に戻り、さらに表層に供給される場合も多く、このようなプロセスを水圏・堆積物相互作用 (Benthic-Pelagic Coupling) と呼んでいる。このように、表層での栄養塩の分布は、その季節変化も含めて海洋表層・大気との物理的な相互作用に大きく支配されており、そのような大きな枠の中で生物過程による取り込みや再生産が起こっていること

を理解する必要がある。

### (3) 炭素・窒素・リンなど生元素の海洋での循環

・生物は、それぞれの種の違いなどによって体を構成する主要元素である C,N,P の要求量が異なり、その結果として各生物の C,N,P 組成には大きな幅が生じてくる。さらにこれらの生物群集が他の生物により捕食されあるいは死んだ後分解されるプロセスにも大きな違いがある。前節で示したように無機態の窒素やリンは海洋でも生態系の一次生産の主要な制御因子の1つと考えられており、どのような要因で窒素やリンの無機化・有機化が支配されているかは生物活動と生元素循環の共役を考える場合の重要な課題である。さらに珪素は海洋での一次生産特に新生産に重要な珪藻の増殖とリンクするため重要な生元素の1つと考えられる。ここでは2つの事例をあげて様々な有機物における主要生元素の生物による分別過程や生物によるについて考察する。

・外洋域では硝酸イオンや無機リン酸は深くなるにつれて増加し、一方溶存酸素濃度は減少することは古くから知られていた(図1)。これは表層で生産された生物有機物が沈降中に分解されることを示しているが、外洋域では生産される有機物の組成は比較的一定であることが多くの植物プランクトン、動物プランクトンの分析から示され、この有機物組成(C:N:P=106:16:1)を Redfield ratio と呼んだ。その水塊における栄養塩の増加と溶存酸素の減少量もこの仮想的な有機物の完全酸化を仮定した値と定量的にほぼ一致することから、海洋の中・深層では溶存酸素による有機物の完全酸化が主要な分解過程であることが推定された。一方、マリンスノーなどの表層から深層へ海洋で鉛直的に輸送される有機物は深層になるにつれて、まずリン、ついで窒素の相対的な割合が減少し、逆に有機炭素の割合が増加することが良く知られている。このことは微生物などによる有機物の分解のさい、まず結合の弱いリン化合物がはずれ、さらに蛋白などの窒素化合物も糖類に比べるとより選択的に分解されることを示している。この2つの事例は有機物分解における C,N,P の分別の程度は時間の関数であり、時間軸を短くするほど分別が大きいことを示唆している。

・珪素は海洋生態系の主要な植物プランクトンである、珪藻の殻を構成する必須生元素であり、その必要な量は窒素とほぼ同程度である。従って珪藻の増殖は他の栄養塩と並んで珪素の供給によっても制限される。この点で、最近沿岸と外洋で珪素の供給の変化が植物プランクトンの種組成を変えることによって引き起こされる2つの現象が提起された。1つは沿岸域における珪藻群集から渦鞭毛藻などの赤潮構成種への変化であり、この原因にはダム等による河川からの珪素の供給速度の減少が1つと考えられている。もう1つは外洋域での植物プランクトン群集に対する珪素律速が起きることで植物プランクトンの種組成が変わり、その結果海洋表層での新生産の割合が変化するという現象である。現在の海洋では、植物プランクトンの増殖を律速しているのは主要栄養塩とし

での硝酸イオン、あるいは鉄などの微量元素であるが、太平洋の赤道湧昇域ではこれらの生元素よりも珪素の供給が少なく、低い珪藻の濃度に抑えられていることが示されている。

#### (4) 微量あるいは金属元素の鉛直分布と循環

・これまで得られている多くの元素の海洋での鉛直分布をまとめたものを図 2 に示すが、鉛直分布にはそれぞれの元素で特徴を持つことが分かる。硝酸イオンや無機態リンなどの栄養塩は海洋表層で低く中層以深で増加するパターンを示すことはすでに述べた。このような鉛直分布を示す元素の場合を栄養塩型の分布と呼びその代表的な金属元素に鉄、ニッケル、銅などがある。これらが栄養塩型の鉛直分布を示すことから、窒素やリンのように表層で生物によって取り込まれ、鉛直輸送されて中・深層で再度溶存化されるプロセスをとっていると考えられ、事実このような元素はいずれも生物に必須の生元素であることが知られている。一方、アルミニウムや鉛などは表層に比べて中・深層で減少する分布を示す。この理由はこれらの元素が海水中ではイオンとして安定に存在しにくく、例えばアルミニウムの場合は溶解度の極めて低い水酸化アルミニウムとして海水中の様々な粒子に吸着され急速に沈降除去されてしまう為と考えられている。さらに表層から深層まで殆ど濃度変化のない微量元素も存在する。モリブデンやウランなどはその例であるが、これらはいずれも海水中で安定した溶存するイオン型を取りうる性質を持っていることが知られている。このように各元素の鉛直分布を調べることでこれらの元素の循環プロセスについての手がかりを得ることが出来る。

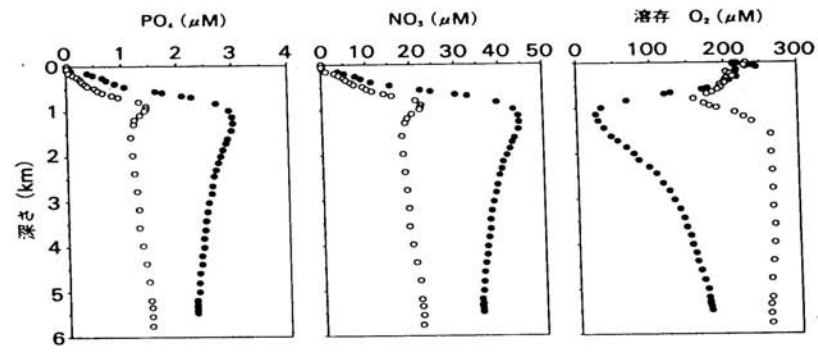
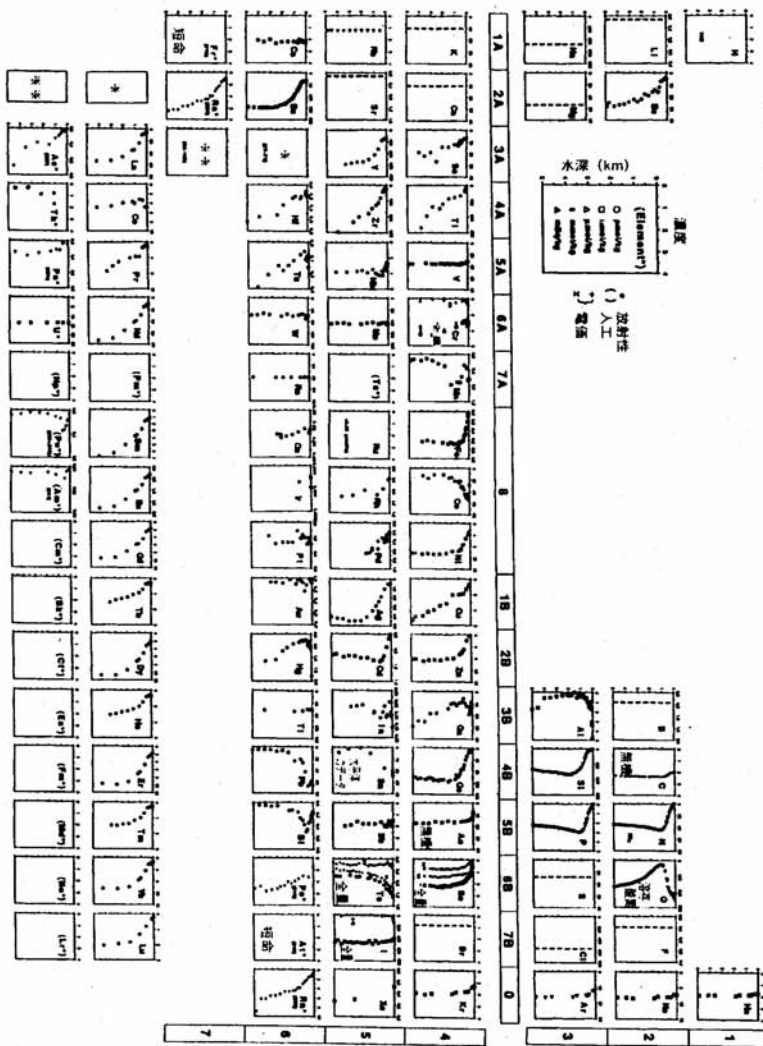


図1 海洋における栄養塩の鉛直分布  
 (出典：地球温暖化と海 (野崎義行著、東大出版、117 ページ))



※ラウタノイド ※アクチノイド  
 Nozaki, Y.: "Encyclopedia of Ocean Sciences" (eds. Steele, J. H., Thorpe, S. A. & Turekian, K. K.), p.840-845, p.844, Figure 1, Academic Press (2001).  
 参考文献

図2 海洋における微量あるいは金属元素の鉛直分布  
 (出典：理科年表、環境編第2版 (丸善、179 ページ))

## 2-6 沿岸域 / 汽水域の特徴

松田 治（広島大学名誉教授）

### （1）沿岸域 / 汽水域の重要性

海洋の中における沿岸域 / 汽水域は、最も人間生活に関係が深くかつ一般的には生産性の極めて高い海である。陸域の様々な人間活動の影響は、河川を通して海域に及ぶことが多く、これらの影響はまず河口を中心にした汽水域から沿岸域全体に及ぶことが多い。従って、沿岸域 / 汽水域は陸上の人間活動や汚染源の影響を最も受けやすいと同時に、陸域から流入する栄養塩類による高い基礎生産に基づく生物生産性をそなえている。以上から、沿岸域 / 汽水域は環境汚染と生物資源の利用の両面で非常に重要な海域であることが分かる。さらに、沿岸域 / 汽水域は、人と海の間、親水性や景観などに関しても重要な海域である。ここでは沿岸域 / 汽水域に特徴的な環境と生態系の成り立ちとその重要性を中心に説明する。

### （2）陸域と海域の相互作用

一般的に沿岸域は海岸線をはさんでこれに接する陸域と海域を一体化してとらえる概念で、沿岸陸域と沿岸海域の両者を含む。沿岸陸域と沿岸海域は空間的につながっているだけでなく、水や大気、生物の動きなどを通じて強い相互関係を持っている。陸水と海水が強い相互作用をもつ汽水域は、大陸では日本におけるよりも遥かに広い水域であり、海水が河口から数 100km も遡上することも希ではないし、大河川の影響は広範囲な海域に及ぶ。海岸線をはさんだ比較的狭い空間でも顕著な陸域と海域の相互作用がみられる。干潟は潮汐に応じて干出したり冠水したりするという意味では、陸域と海域の相互作用の仲立ちをする役割や緩衝作用を持っており、沿岸のマングローブ林などもこのような性格を持っている。この項では陸域と海域の相互作用を、水の作用、大気的作用、生物的作用、人間活動の影響などの観点から考察する。

### （3）沿岸域 / 汽水域の環境劣化

沿岸域 / 汽水域は人間活動の影響を最も受けやすいためにその環境は劣化しやすい。実際、多くの沿岸域 / 汽水域の環境は歴史的に大きく変化した。干拓、埋め立て、浚渫、海砂採取などによる海岸や海底の形状変化も著しい。日本の主要海湾では、このような環境改変や環境劣化の影響を受けて多くの藻場や干潟が失われた。藻場や干潟などに代表される浅場は生物生息環境や物質循環に関係しても、極めて重要な機能を持っているので、藻場や干潟などの浅場が失われたことは浅場の機能が失われたことも意味している。水質で示される環境劣化も著しい場合が少なくない。毒性の強い重金属や化学物質による汚染の他、近年では内分泌攪乱物質、いわゆる「環境ホルモン」による汚染も注目されて

いる。毒物ではない一般の有機物や栄養塩類の流入に伴う富栄養化がもたらした赤潮や貧酸素水塊の発生、底質の劣化に伴う問題も深刻である。ここでは、沿岸域 / 汽水域の環境劣化のメカニズムと生態系や水産資源への影響について述べる。

#### (4) 沿岸域 / 汽水域の環境保全と自然再生

沿岸域 / 汽水域の環境保全策には様々なものがあるが、代表的なものとして汚濁負荷の削減、埋立の抑制や保護区の設定などがある。東京湾、伊勢湾、瀬戸内海で実施されている COD と N, P の流入負荷総量規制はこれらの負荷量の削減と水質の改善に一定の効果をもたらした。しかし、水質が改善されても、生物生息環境や生態系の改善が進まない反省から、近年では、環境修復や自然再生的な方策が重要性を増している。2002 年には自然再生推進法も制定された。この法律は推進法のため、強制力を伴わないが、いくつかの新しい観点を含んでいる。自然再生には技術的な側面のみならず、行政のあり方や住民参加など、地域の取り組み方も非常に重要である。ここでは環境保全と自然再生のあり方について、実例を示しながら解説する。

#### (5) 沿岸域 / 汽水域についての国際的な取り組み

沿岸域 / 汽水域は世界的に見て問題が大きいと、各国共通の課題を中心にした様々な取り組みがなされている。研究面では IGBP (地球圏・生物圏国際共同研究計画) のコア・プロジェクトの一つである LOICZ (Land-Ocean Interaction in Coastal Zone : 沿岸域における陸域海域相互作用) は沿岸域 / 汽水域の国際的な研究として特徴あるものである。このプロジェクトは当初、自然科学系のプロジェクトとして発足したが、後に人間活動の影響部門 (Human Dimension) が追加された。このことから沿岸域 / 汽水域における社会・経済的な側面の重要性が理解できる。政府間や行政的な取り組みはリオの地球サミット (国連環境開発会議) における行動計画「アジェンダ 21」や国連海洋法条約の発効 (1994) に基づくものが少なくない。この項では沿岸域 / 汽水域に関する代表的な国際的な取り組みを取りあげ、あわせて我が国の現状についても述べる。

#### (6) 沿岸域 / 汽水域の統合的管理

沿岸域環境の著しい劣化、すなわち、水質や底質の汚染、藻場・干潟の喪失、水産被害の多発などが、近年、多くの国で顕在化し世界的に重要な共通課題となっている。また、沿岸域には様々な人間活動が集中するため、沿岸域利用者間の競合や摩擦も激しくなっている。このような状況のもとに、沿岸域の管理は、沿岸陸域と沿岸海域を一体化して統合的になされるべきであるという考え方が発達した。このような考え方に基づいてアメリカ合衆国では、早くも 1970 年代には沿岸域管理法が制定され、その後の国際的な動向の端緒となった。ここでは、世界各国における沿岸域統合管理の現状と問題点について説明する。

## 第 3 章

# 海の開発利用と 海洋環境の保護



## 3-1 海洋資源

### ① 水産資源

根本 雅生（東京海洋大学 海洋科学部助教授）

#### (1) 水産資源の特徴

海洋および内水面で、その生涯の全てあるいは大部分をおくる動植物を総称して水生生物と呼ぶ。水生生物のうち、食糧としての利用をはじめ、ヒトが何らかの目的で利用するものが水産資源である。水産資源は、他の天然資源とは異なるいくつかの特徴を持つ。第一の特徴は、自律更新性である。水産資源は天然の生物資源のひとつであり、漁獲されたり、他の大型生物に捕食されて減少する一方で、親が子を生み出すこと（再生産）によって維持・更新される。第二の特徴は、無主物性である。農耕地とは異なり、一般に水面については公共のものとされてきた。したがって、そこに生息する水産資源は、水中にある間は無主物であり、漁獲されてはじめて所有権が発生する。第三の特徴は、不確実性である。漁業や各種の調査を通じて得た情報から、資源の量的・質的变化やそれらへの漁獲の影響を評価する。また、再生産関係は基本的にはその時点での資源量によって調整されるが、自然環境の変動によっても影響を受ける。

#### (2) 漁業生産の動向

漁業生産は「とる漁業」と「つくる漁業」とに大別される。国連食糧農業機関（FAO）の集計によると、世界の水産物の生産量は、過去 30 年間でほぼ 2 倍に増加している。1970 年代初頭ではその大部分が漁獲によるものであったが、1980 年代以降、養殖生産が拡大した。また、生産を地域別にみると、30 年前には日本、米国、カナダ、EU および旧ソ連で世界の生産量の 40% 以上を占めていたが、近年では 20% を下回るようになった。一方、途上国での生産が高まっており、中でも中国は、世界の生産量の約 3 分の 1 を占める世界第一位の生産国となった。

日本の漁業生産量は、1948 年には約 250 万 t であった。その後、沖合から遠洋へと漁場を拡大し、1965 年には約 690 万 t となり、さらにマイワシの漁獲量が急増したこともあり、1984 年には史上最高の約 1,282 万 t に達した。しかし、それ以降は減少傾向となり、2002 年には 600 万 t を下回った。2003 年における漁業・養殖業の生産量は、608 万 3,357 t で、前年に比べ 20 万 3,566 t（3.5%）増加した。このうち、海面漁業の漁獲量は約 472 万 t、部門別にみると、遠洋漁業約 60 万 t、沖合漁業約 254 万 t、沿岸漁業約 157 万 t である。また、海面養殖業の収穫量は約 125 万 t である。

#### (3) 水産資源をとりまく問題点と対策

乱獲：一般に、漁業の発展過程のある段階で、漁獲努力量の増大が逆に総漁獲

量の減少をもたらすようになった状態を乱獲という。この場合、漁獲物を構成する魚体の小型化も目立つようになる。このような漁業の発展にともない乱獲が発生する背景には、水産資源の特徴が関係している。水産資源は無主物であり、漁獲によって所有権が発生する。そのため、利益が生じる限り新規参入、あるいは漁獲努力量の投入が見込まれる。そして、漁獲努力量は生産額と費用が等しくなり、収益がゼロとなる水準まで増加する。このような適正水準を超えた漁獲努力量の投入により乱獲が起こる。したがって、個別の漁業者への漁獲量の割当や漁獲努力量の制限等を行い、水産資源に対する影響を緩和する必要がある。

混獲：ある漁業種において、目的とする魚介類以外の生物を同時に捕獲することを混獲という。各種漁具は、ある程度の漁獲選択性を有しているが、目的とする水産資源だけを漁獲できるほど精巧にはできていない。そのため、保護すべき稚仔や捕獲が禁止されている動物等を、目的の水産資源と一緒に捕獲してしまうことになる。これが、ある時には単なる水産資源の保護のみならず、環境保護などの国際問題に発展することもある。

#### (4) 海洋環境保全

漁業は、海洋および内水面の生態系を構成する水生生物の一部を利用する産業であり、環境および生態系を良好な状態に保全していくことは、漁業の健全かつ持続的な発展を図り、安全な水産物の生産と供給を行っていく上で極めて重要な課題である。

再生産可能な水産資源を利用する漁業では、資源管理型漁業、つくり育てる漁業、藻場・干潟をはじめとする漁場保全等を推進していく必要がある。また、オゾン層破壊による紫外線照射量の増大、地球温暖化による海水温や海面の上昇等は、漁業に直接影響を及ぼす問題であり、漁業の健全な発展を確保するためにも、温室効果ガス等の排出削減に取り組むことが必要となってくる。化学物質対策に関しても、単にヒトの健康保護の視点だけでなく、水産資源を含めた生態系に対する影響という点も視野に入れて考える必要がある。

藻場・干潟は、重要な漁場であるばかりではなく、水産生物の産卵、幼稚魚の成育等の資源生産の場としての機能や、有機物の分解、窒素・りん等の栄養塩の取り込みによる水質浄化等、さまざまな機能を有している。そして、砂浜や岩礁等も、水産生物の生息・成育の場として漁業生産を支えている。また、森林の有する水源のかん養、土砂の流出防止、栄養分の供給等の機能が、海域の生物の成育環境や生態系を保全する効果を有することが認識されるようになり、海域の生物資源を陸域の環境と一体的に管理しようとする試みとして、植林活動等が全国的な展開をみせている。

参考文献

農林水産省統計部：平成 15 年漁業・養殖業生産統計年報．農林統計協会、東京、2005；  
19-20.

農林統計協会：図説漁業白書（平成 12 年度版）．農林統計協会、東京、2000；110-117.

水産海洋ハンドブック編集委員会：水産海洋ハンドブック．生物研究社、東京、2004；  
129-132.

## ② 深海鉱物資源

徳山英一（東京大学海洋研究所教授）

### (1) はじめに

21世紀の早い時期に銅、ニッケル、コバルト、白金他の鉱物資源は需要が供給を上回るのではとの試算が行われている。この種の試算において、供給側の根拠は陸上の埋蔵量が根拠となっている。一方で採鉱・製造技術の革新は目覚ましく、従来は経済的に採算がとれないことから、賦存量として含まれていなかった低品位な鉱床が利用可能となり、また新素材開発、製造過程での素材の節約が進み、近々に供給不足から価格の高騰が引き起こされる可能性は低いとする意見も多い。しかし、多くの人口を抱える発展途上国の発展は目覚ましく、長期的視野に立てば上記した素材の不足する時代が直ぐそこまで来ていると言っ  
て間違いのないであろう。そこで、注目されるのは、これまで全く回収・利用されることが無かった深海底資源である。しかし、深海底資源を現実に利用可能な資源とするためには、鉱床の成因、探査、採掘、選鉱、運搬等に関する基礎研究と新技術の開発のみならず、開発と環境保全を両立させるための基礎研究・技術開発が不可欠である。

### (2) 地球科学的視点からの深海鉱物資源分布

鉱物資源は地質学的時間スケールの地球の営みにより形成された。深海鉱物資源についても例外ではなく、成因について地球科学的条件が満たされている海域でのみ形成されたといつて過言でない。地球科学的特徴をもっとも端的に表現するのは海底地形図、そして海域テクトニック・マップである。従って、まず最初に世界の海域を地形・テクトニクス  
の視点からゾーニングすることにする。それらは下記の4つに大別することが出来る。第1はプレート沈み込み境界およびその近傍に位置する島弧・海溝系型である。第2は海洋性プレートの中央部に位置し、水深4000-6000mの比較的平坦な海底と、その上に分布する海山および海台から構成される深海平原型である。第3は大陸の縁辺に位置しプレート境界で活発な地学現象が認められない陸-海非活動境界型である。そして、第4は新たに海のプレートが形成される拡大海嶺型である。

海底鉱物資源の特性と分布は上記4つのゾーニングと密接に関連している。すなわち、21世紀の新しい資源として我が国が世界のフロントランナーとして研究開発を推進しているメタンハイドレートは島弧・海溝系型と陸-海非活動境界型に産出する。また、金、銀、銅他の有用金属が濃集した熱水起源の硫化物&鉄マンガン酸化物は島弧・海溝系型と拡大海嶺型に産出する。一方、ニッケル、銅、コバルト、白金、希土類元素などが濃集する海水起源と続成起源の鉄マンガン酸化物（マンガン団塊、コバルト・クラスト）は深海平原型に産出する。

#### a. メタンハイドレート

メタンハイドレートはメタンガスと水から構成される水和物（クラスレート）であり、外見は氷に類似した物質である。メタンガス+水とメタンハイドレートの関係は相平衡により支配されている。温度・圧力に注目した場合、500m 以深の一般の深海底ではメタンハイドレートは安定に存在することが出来る。従って、十分なメタンガスが存在する場合、深海の表層堆積物中にメタンハイドレートは何処にでも存在可能である。メタンハイドレートを形成するメタンガスの起源は堆積物中に含まれる有機物がメタン発酵細菌により分解・形成されたメタンガスが大半を占めると考えられている。しかし、現在エネルギー資源として使用されている天然ガスと同様に、地殻深部まで埋積された有機物が地熱の上昇により分解・形成された熱分解起源のものも報告されている。特に石油が地下深部に存在する海域の表層堆積物中から回収されたメタンハイドレートは、後者に由来するものが多い。

#### 島弧・海溝系型；

陸域から海底河川を経由して海溝底に流入した堆積物はプレートの沈み込みにともない、陸側に押し付けられ付加プリズムが形成される。その際に堆積物の間隙水は強制的に排水され、堆積物中を移動するが、堆積物に含まれる有機物が微生物により分解・形成されたメタンガスも水とともに上方に移動し、その一部が表層付近でメタンハイドレートを形成すると考えられている。また、プレートの沈み込みにより引き起こされた海溝陸側斜面の活発な地殻の隆起は、メタンハイドレートの移動・集積を促進する。さらに、陸域からもたらされる粗粒堆積物は、メタンガスの深部からの移動通路の役割をするのみならず、メタンハイドレートを貯蔵する格好の媒体である。海底堆積物中のメタンハイドレートは、音波を利用したリーモートセンシングで BSR (Bottom Simulating Reflector) としてその存在を知ることが出来る。現在までに実施された調査結果では、我が国周辺では静岡沖から高知沖に多量のメタンハイドレートが存在することが知られている。また、南西諸島海溝、北海道沖日本海、さらにオホーツク海他にもその存在が知られている (図 1)。

#### 陸-海非活動境界型；

陸-海非活動境界においてもメタンハイドレートは確認される。例えば米国東海岸沖、カナダ北極海沿岸沖、南極海沿岸沖、黒海、メキシコ湾、ノルウェー沖他である。その形成には島弧・海溝系型メタンハイドレートと同様な移動・集積プロセスが考えられている。しかし、活発な地殻隆起運動は期待できないことから、やや異なった移動・集積プロセスと推察される。つまり、陸-海非活動境界型メタンハイドレートを含む堆積物中の有機物含有量は一般に高いことから、海溝系型に比べ大規模な後背地からのメタンガスの集積は必要がないのかもしれない。また、陸-海非活動境界型には海底油田が存在することもしばしばあり、地殻深部の海底油田から海底面へ漏れ出した熱分解型メタンガスに由来するメ

タンハイドレートも見つかっている。

## **b. 熱水鉱床**

海底熱水鉱床は海底地殻に浸透した海水がマグマなどの熱源によって高温になり、岩石から重金属を溶脱し、割れ目などを通じて海底に噴出する際、海面又は海面下において、主に硫化物として沈殿したものである。金属に富む熱水鉱床が形成される条件として、高温マグマなどの熱源と高い地温勾配、熱交換と熱水循環に適した地下の割れ目、定常的に熱源と通路を供給する地質条件、の三つが提案されている。実際に、400℃を超える熱水の噴出が観察されている。

### 島弧・海溝系型；

島弧・海溝系型においては現在および過去の地質時代において、上記の条件を満たしている。我が国周辺域では伊豆・小笠原海嶺、九州・パラオ海嶺（過去に伊豆・小笠原海嶺と合体していた）、沖縄トラフ、千島列島である。

火成活動はその成因から2つに大別される。1つは島弧型火成活動と呼ばれ、例えば三宅島噴火が海底で発生する場合である。伊豆・小笠原海嶺の明神海丘、水曜海山などでは海底火山活動に伴う熱水噴出と、大規模な含金銀塊状硫化物鉱床が確認されている。特に、明神海丘では詳細な調査が実施され、埋蔵鉱量は陸上の黒鉱鉱床に匹敵する900万トンが見積もられている。また、鉱石の金属含有量は平均値で金20ppm、銀1400ppmを超すと報告されている。

もう一つはリフト型火成活動である。この火山活動は、伊豆小笠原海嶺でほぼ南北に直線状に配列する島弧型活火山の列（火山前線）より西側に平行して分布する。また、東シナ海の沖縄トラフ内にも海底熱水活動を伴う火山活動が認められる。この熱水活動により形成されたチムニーは高濃度の希少金属が含まれており、例えば金の含有量が高いことが知られている。

さらに、最近の調査では2千数百万年前に大規模な火成活動が存在したと考えられる九州・パラオ海嶺においても、熱水鉱床が存在する兆候が報告されている。このことにより、熱水鉱床の存在が期待できる海域は、過去に火成活動が存在した海域も含まれることから、従来に比較して大きく広がった。

### 拡大海嶺型；

拡大海嶺型海域は熱水鉱床形成の条件を最も満たしているといつて過言でない。太平洋プレートが現在形成されつつある東太平洋海膨、またアメリカ西海岸沖のファンデフカ海嶺では大規模な熱水鉱床が見つかっている。

## **c. マンガン団塊およびコバルトリッチ・マンガンクラスト鉱床**

### 深海平原型；

マンガン団塊およびコバルトリッチ・マンガンクラスト鉱床の成因は海水起源と続成起源が考えられている。団塊・クラストは海底面で海水と接している場合に成長するが、その成長速度は100万年に数mmの速度と非常に遅い。その

ため、堆積速度が成長速度に勝っている場合、団塊・クラストは埋積されてしまい、成長が止る。陸域から遠く離れている深海平原は堆積速度が極めて遅いが、堆積速度が団塊・クラストの成長速度に勝る条件が常に満足されるわけではない。この条件に最適な場所は、深海平原に存在する海山および海台の山麓である。その理由は、山麓から山体にかけては深層流の影響により海底面侵食が期待されるためである。また、海水起源のマンガン団塊・クラストの酸化物層厚は、海底の年齢との関連が指摘されており、厚いクラスト・団塊は古い基盤をもつ海山などに多い傾向がある。

我が国の近海では、プレートの年代が1億数千万年と古い太平洋プレート南鳥島周辺海域は、上記の形成環境に適しており、実際に有用金属の純度が高いことが知られている。一方、フィリピン海プレート沖ノ鳥島周辺海域はプレートの年代が2千数百万〜4千数百年と若いのが、1980年代以降の多数の調査によって、地形的高まりを主体に団塊・クラストが散在し、一部は高濃集、高品位であることがわかってきた。

### (3) 深海鉱物資源の開発と環境保全

資源・エネルギー供給は、これまで陸域および沿岸域から賄われてきた。しかし、陸域および沿岸域からの供給は21世紀の早い時期に限界を向かえることは自明であり、それらの確保は、地球環境問題と並んで、人類共通の深刻な問題となりつつある。

しかし、これまで人類の手が及ばず地球の営みが営々と継続していた深海域の環境を、深海鉱物資源の開発により破壊することは極めて危険である。その理由は、深海での営みは地球システムの一翼を担っており、その一翼が破壊されることは地球システム自体を狂わす恐れが有るためである。特に、熱水鉱床域、さらにメタンハイドレート鉱床域に棲息する化学合成型生物群集の破壊、マンガン団塊採取による深海底生生物群集の破壊等は、まず第一に考慮されねば成らない。人類に残された最後のフロンティアとして深海域開発が現実の課題となりつつある。そこで、深海資源開発・研究の実態、現状を概観し、大陸棚管理・開発へのシナリオを構築することが性急に望まれる。

## ④ その他の資源

中原裕幸（（社）海洋産業研究会常務理事）

### (1) ここで取り上げる資源

その他の海洋資源としてわれわれが利用できるものに、“海水資源”と“海洋エネルギー資源”がある。

前者では、海水それ自体の資源的利用として、ここでは、いわゆる「海洋深層水」と「海水溶存物質」としてのウランとリチウムについて取り上げることとする。海洋深層水の方は海洋温度差発電の副産物利用から端を発しているが、今や単独でしかもわが国では産業化が進んでいる分野である。

後者は、自然エネルギーあるいは再生可能エネルギーという広いカテゴリーのなかに包含されるもので、海洋特有のエネルギーとしては波力、潮力、潮汐、海水温度差、海水濃度差などを利用して主として電気エネルギーとして取り出すとするものである。ただし、海洋特有のものではないが、たとえば太陽光・太陽熱エネルギー利用や風力エネルギー利用であっても、洋上ソーラー発電のようにそのハードウェアの立地を洋上に求めるとき、海洋におけるエネルギー利用の一環として取り扱われることも多い。とりわけ洋上風力発電は自然エネルギー利用の中でもっとも有望視されるとともに海外で洋上における大規模発電施設も実際に建設されているので、特に注目されるものである。ただし、電力に変換する効率の問題と発電能力が不安定であることが大きな課題としてつきまとっている。

以下、順次、概要をのべていく。

### (2) 海洋深層水

#### a. 海洋深層水とは何か。

一般に「海洋深層水」と呼ばれて広く活用されているのは、光合成が行われるよりも深い水深、一般に 2~300m よりも深い層にある海水であって、“冷温特性”、“富栄養特性”、“清浄特性”のほか“ミネラル含有特性”を有するものを指す。旧来の海洋学でいう深層水とは数千 m 単位の文字通りの深海における層の海水を言い、ここでいう海洋深層水はしたがって学問としての海洋科学上の概念ではなく、それを取水して利用する産業利用上の概念である。冷温特性については、太平洋側では水深 700m 程度で水温 10℃以下、日本海側では、日本海固有冷水と呼ばれる特有の水塊構造のため水深 300m 程度で水温 5℃以下となるもので、表層海水とは異なって周年で冷温状態にある特性のことを言う。富栄養特性とは、沿岸表層で赤潮を引き起こすような高次のレベルの富栄養という意味ではなく、外洋性であっても表層海水に比べて窒素（N）・りん（P）などの栄養塩類の濃度が比較的高いという意味である。清浄特性とは、沿岸表層のように陸起源の汚染にさらされることなくバクテリアや細菌数が少ないという特性のことをさす。ミネラル含有性については海水である限り、表層でも



有する海水の特性ではあるが、水深数百 m 以深の層にある海水は特にその特性が強いことを言う。

#### **b. 取り組みの歴史**

海洋深層水の資源的利用の始まりは、歴史的には 1970,80 年代におけるアメリカ・ハワイでの後述の海水温度差発電の副産物利用としてスタートした。汲み上げられる深層水を発電サイクル利用のあとでそのまま放流、廃棄するのではなくこれを別の目的に利用しようとしたのである。熱帯に立地するハワイで海洋深層水の冷温特性を利用して寒流系のアワビやロブスターの養殖を試みるなどの取り組みがそれである。富栄養特性や清浄特性を利用して、有用海藻類の大量培養も行われており、今日も続いている。

しかし、日本では発電目的を当初から切り捨てて、深層水それ自体の特性利用による事業や商品化を目指す動きとして新たに登場してきた。高知県や富山県を先頭にして今や全国で 10 ヶ所以上で海洋深層水の取水管が敷設され、水産利用や非水産利用が商業的に行われている。これはわが国だけで発達してきた極めて注目すべきものである。

#### **c. 資源利用の内容**

深層水利用による事業や商品化の具体的内容は、上記のように大別して「水産利用」と「非水産利用」に分けられる。「水産利用」では“冷温特性”を利用した寒流系魚介類の養殖のほか、“清浄特性”を利用したバクテリア・フリーでの魚病対策にも用いられている。

しかしなんといっても海洋深層水を有名にしているのは、「非水産利用」であって、たとえば、化粧品、タラソセラピー、健康食品などがある。高知県では関連企業約 100 社、年間約 100 億円産業にまで育ってきている。

#### **d. 技術システムの内容**

海洋深層水の技術構成は、取水システムと利用システムを柱としている。「取水システム」の方は海底パイプラインを敷設する取水管方式が太宗を占めているが、洋上方式と呼ばれる洋上プラットフォーム（バージ、フロート）を浮かべて垂直に取水管を垂下する方式とがある。「利用システム」としては、水産利用の場合のように、取水した深層水をそのまま原水で利用するものと、脱塩して淡水にしてから利用するものに分かれる。非水産利用は脱塩利用による。

### **(3) 海水溶存物質（ウラン、リチウム）**

海水中には多様な物質が溶け込んで存在している。N（硝酸塩）、P（リン酸塩）、Si（珪素）が特に多いが、そのほかに、Mo（モリブデン）、Ba（バナジウム）、などと並んでウランやリチウムが注目されている。

しかしながら、海水中の溶存率がいずれも極めて薄いので、これらを回収する技術がまだ研究途上であり、産業利用の段階までには至っていない。海水ウ

ランは、結局のところは原子力利用に向けた原料供給源の多様化を図るために、海水中の無尽蔵ともいえる溶存物に注目して取り組まれているものである。海水中の薄い溶存状態を回収する吸着剤の開発がキーとなっており、これを包み込んだ膜状の垂れ幕を船舶で曳航しながら回収する実験が細々であるが進められてきた。

リチウムの方は、ウランの原子力利用よりも民生、産業利用としての燃料電池の普及を背景にして注目されてきているものであるが、これもまたウラン以上に吸着技術が開発途上でしかないので、将来技術分野と言えるものである。

#### **(4) 洋上風力発電**

##### **a. ヨーロッパの先進事例**

海洋における再生可能エネルギーでもっとも注目されているのが洋上風力発電である。正確に表現するなら風力発電装置の洋上立地であるが、陸上立地に比べて洋上の方が格段に優位性を秘めている。第一に、洋上の方が風エネルギーが強い。第二に、陸上と違って山や建物のような遮蔽物や障害物がないので乱流が少なく、安定している。街なかを歩いていて風がなくても海岸へ行けば風があるという体験を誰しもが持っているはずなので、洋上風力の優位性は容易に理解できよう。

その洋上風力発電にもっとも早くから取り組んできているのはヨーロッパで、原子力発電所の事故の経験や石油危機の反省からそれ以降の地道な取り組みとして自然エネルギー、再生可能エネルギー利用の技術開発が続けられてきた。特に、デンマーク、ドイツ、オランダ、イギリスなどが先進的である。

##### **b. 技術システムの内容**

洋上風力発電の技術システムは、着底型と浮体型に大別される。ヨーロッパは基本的に着底型がほとんどである。洋上型は日本で浮体式構造物の利用からよく提案されているものである。

着底式の場合、そのシステム構成は、基礎＋タワー＋発電機＋ブレード＋海底送電ケーブル、というシンプルなシステム構成になっている。基礎部は、重力式と杭打式（モノパイル式と組杭式）がある。浮体型は、浮体式構造物の上に風車を搭載する方式で、水深がやや深い沖合いに適しているが、海岸からの距離が遠いぶん送電にやや難があり、浮体のうえで海水を電気分解して水素を製造してそれを陸上へ船舶輸送するかのいずれかが考えられている。後者は水素利用社会の進展度が左右することは言うまでもない。

ヨーロッパでは大規模利用が進んで、Offshore Wind Farm と呼ばれる風車数 10 基規模のものが既に建設され、発電運転をしている。わが国でも北海道瀬棚港に 2 基の洋上風車が初めて建設されたが、本格的な大規模展開にはまだ至っていない。その主たる理由は、立地海域の選定が漁業との関係でなかなか進まないことと、電力会社による買い取り価格の問題が障害となっていること、不安定な洋上風力による電気を陸上の幹線配電網（系統連係という）とつなぐこと

の技術上の問題などが解決すべき課題となっているからである。

### (5) 海洋温度差発電 (OTEC)

表層水の高温と低層水の低温との温度差を利用して、フロンやアンモニアなどの低温の沸点を有する媒体を用いてタービンを回して発電する技術で、基本概念それ自体は19世紀からあった。英語では、Ocean Thermal Energy Conversionといい、その頭文字をとってOTECと略称される。

その後、アメリカのハワイでの浮体式バージに発電装置を搭載したMini-OTECと呼ばれる実証実験から、取水管方式によるOTEC実験へと発展してきた。ハワイでは、現在、自然エネルギー研究機構(NELHA: Natural Energy laboratory of Hawaii Authority)が設置されてすでに11本の取水管が敷設されている。そのうち実際に取水しているのは4,5本であるが、昨年、水深約900mから約15,000トン/日という大口径取水管が敷設された。海洋深層水の項で述べたように、NELHAでは発電後の深層水を利用しての新商品開発のために企業をテナントとして受け入れての産業化の取り組みがなされている。

なお、OTECについては日本も先進国の一つであり、佐賀大学の前学長である上原教授が開発したウエハラ・サイクルと呼ばれるシステムで効率向上が図られている。このサイクルの発電システムを洋上バージに搭載しての実証実験がインド沖で行われた実績がある。課題は、依然として発電コストの低減である。

### (6) 波力発電

海洋エネルギー利用でもっとも長い歴史と技術の多様性を誇っているのが、この波力発電である。それでも一般的には経済性の壁をなかなか越えられず苦戦している。技術システムとしては、波の上下動を利用するものと、堤防などへの打ち込み力を利用したものとに分かれる。

上下動を利用したものの先駆けとしては、旧海洋科学技術センター(JAMSTEC)が取り組んだ浮体構造物の中に空気室を作りその中の空気の圧縮、移動でタービンを回す方式を使った日本海側の山形県鶴岡市沖で実験した「海明」、あるいは三重県で実証実験をした「マイティホェール」が有名である。

港湾の防波堤の堤体を利用して中をくりぬいた空気室を作って波の打ち込み力を利用して空気の圧縮、移動でタービンを回転させる方式が、酒田港や東北電力(株)原町火力発電所の堤防で事例がある。

なお、波力発電については、イギリスが海面上下動利用型で活発に研究を続けているほか、ノルウェーでは断崖海岸を利用して縦型の打ち込み力利用技術の実証事業が続けられている。

### (7) 潮汐・潮流発電

潮汐発電は、いわば海岸線にダムを造成して潮汐すなわち干満差を利用して

上げ潮時に大量の海水を貯めて、下げ潮時に放水ルートに放流してタービンを回して発電する方式である。海岸線の大規模工事を伴うため、最近では必ずしも評価を得ているものではないが、事例としてはフランスに、ドゴール大統領の時代に建設したランスの潮汐発電所がある。

その後、干満差の大きなカナダのセントローレンス川や韓国で構想例があるが、環境問題もあって進展はない。

それに代わって、最近は潮流発電の方が再び注目されるようになってきた。80年代に構想は多く出されたものの技術課題および採算性の面で棚上げされてきたが、洋上風力発電の進展にともなって、海面下のタワー構造物に水中風車を設置しての発電実験が本格化してきた。遅い海流の流速を早めるために天然の狭水路を活用したり、人工的にそうしたレンズ効果を有する水路構造物を設置して水中風車を回す方式である。海水の方が空気よりも密度が濃いのでエネルギーは大きいため、再認識されてきているものである。これもヨーロッパでの取り組みが先行しており、わが国では机上検討しか行われていない。

## 3-2 海上輸送・交通

### ① 海運

山岸 寛（東京海洋大学 名誉教授）

#### (1) 海運の基本的認識

a. 海運は伝統的に国民経済への貢献が大であるといわれてきた。しかし、それは自国籍船が自国の貨物や外国の貨物を輸送し、その対価として運賃を取得できるときである。近年における海運の国民経済に対する役割は国によりかなり異なる様相を呈している。

国際経済の構造が逐次変化するのと同様に、国際海運の構造も国別においても、船種別においても、時々刻々変貌を遂げている。それはどのような理由によるのであろうか。

b. 国際海運市場は定期船市場とバルク SHIPPING 市場に大別される。両者はそれぞれ全く異なる貨物を輸送対象とする。その市場の性格は全く異なっている。競争市場であるか、それとも保護市場であるか、競争がどの程度であるか、独占がどの程度であるか、など市場や競争についてのさまざまな疑問や関心が高まるのは海運市場だけではない。しかし、海運における競争は一般に他産業に比べて激烈となりやすい。ときには、破滅的な競争に陥ることがある。それはいかなる理由に基づくのであろうか。

c. 国際経済の発達の結果、世界の船腹量は年々増加している。しかし、日本や欧米などの先進国では、1970年代以降、自国の海運が衰退し、かわって、開発途上国の海運が著しく成長するようになった。先進国においては、経済が成長する中で、海運だけが発展しないのはなぜか、その本質を探ることはきわめて重要である。この場合、国際海運においては、登録料が安く、法人税がかからず、船員に対する規制が極端にゆるい制度を適用する便宜置籍国と当該国に登録された船舶（一般に便宜置籍船という）の存在を重視すべきである。輸送サービスの質的向上と輸送コストの低廉性を追求する現代の国際海運および国際物流においては常に自国籍船と便宜置籍船の経済性の問題に注視すべきは言うまでもない。

d. 国際海運は絶えず変化している。したがって、新しい資料に基づいて現状を正しく理解することが重要である。つまり、国際海運がどのように展開されているのか、この点を詳細に、しかも正しく理解することが必要である。具体的には、海運とはどのようなものであり、他産業と比べてどのような点で異なるのか、国際海運が今後どのように変化するのか、そして今後わが国の海運はどのように推移し、どのように国民経済に貢献するのか、など多角的に分析する

ことが重要となる。

## (2) 海運市場と企業経営

a. 海運市場は定期船市場とバルク SHIPPING 市場の二つから成り立っていることから海運の経営においても、定期船を主体とする企業（定期船企業）とバルク SHIPPING を主体とする企業（不定期船企業およびタンカー企業）に大別される。定期船市場では、カルテル的性格が強く、そこでは企業間の競争を抑制し、経営の安定を重視するという考え方が支配的であったが、近年においては、定期船市場を取り巻く環境変化によって、カルテル的性格は薄れつつあり、かわって自由競争的性格が目立つようになっている。

一方、バルク SHIPPING 市場は、世界単一市場である。原則として、いかなる荷主も、船主も、いつ、どこで市場に参入し、どこの市場で脱退しても自由である。伝統的に、自由競争の原理が尊重され、企業間の取り決めなど規制に類するものは一切存在しない。したがって、バルク SHIPPING 市場では、競争は激しく、運賃は変動しやすく、採算は短期間のうちに極度に悪化するという市場独特の行動がみられる。

b. 海運企業の経営については、海運市場そのものが極めて複雑な性格をもつことから、企業が採算に合う事業展開を確保することは容易ではない。どの市場をみても、激しい競争、企業戦略の類似性、運賃水準の低迷という図式が描かれている。その場合、各企業ともいかなる戦略を用いて経営を維持すべきであるかという問題に絶えず直面している。

海運は常に国際市場を相手にしていること、海運市況が変動的であることなどの理由から、投機色の強い産業としての特徴をもっており、他産業に比べて企業の負担は極めて重い。

c. 海運企業は現在および将来の市況を的確に把握し、効率的な経営に努めることを重視すべきであるが、それとともに持続的な経営を目指す努力も必要となる。前述のように投機色の強い産業としての性格から、定期船およびバルク SHIPPING の両部門において、市場からの撤退を余儀なくされる企業があとをたたない。したがって、海運市場がどのように形成され、その中で海運経営がどのように展開されるべきかを逐一検証し、海運経営の本質を探ることが重要となる。

## (3) 海運経営の実践

a. 世界の貿易量は年々増加している。その大半は海上輸送に依存している。また、近年、海上輸送と陸上輸送を直結する物流システムが一般的となっている。

海運経営を考察する場合、①国際貿易の中で海上輸送はどのようにかわっているのか、②それがどのような役割を担っているのか、③輸送業者はどのよ

うな立場から効率的な輸送サービスを提供すべきなのか、④荷主（メーカーや商社）はどのようなサービスを要求しているのか、⑤生産から消費までの過程において物流コストをいかに引き下げるべきか、などについて幅広く考察することが必要となる。

**b.** コンテナ船は世界における経済の動向とほぼ歩調を合わせて発展している。われわれの生活の中で、コンテナ船は機械や自動車部品のほか、肉や野菜などの食料品にいたるまで企業活動や個人生活の面でいろいろと関係している。定期船経営を考察する場合、国際間における貿易や物流において果たすコンテナ船の役割について詳細に検証することが重要となる。

その場合、国際貿易における海上コンテナ輸送の役割についてさまざまな角度から考察しなければならない。欧米およびアジア諸国のコンテナ船市場はどのような仕組みとなっているのか、経済のグローバル化の中でコンテナ輸送はどのような立場から展開すべきか、輸送業者はどのような立場から荷主のニーズに対応すべきか、これらに基づいて製品がメーカーや商社から消費者の手に渡るまでのプロセスを実証的に分析し、物流の効率化とは何かを解明することが重要である。

**c.** 世界経済の発展に伴い、輸送サービスのグローバル化は定着している。

① 定期船市場では、伝統的に、海運同盟の結成に基づいて各航路の秩序維持が保たれてきたが、盟外船主の台頭などを契機として競争的な様相を呈し、それに応じて輸送サービスも特定の狭い航路を往復する輸送システムだけでなく、できるだけ幅広く航路を開設し、臨機応変に定期船市場を活用する輸送システムが主流となっている。定期船における輸送サービスのグローバル化がそれである。

② 輸送サービスのグローバル化は基本的には定期船市場全体にわたる広域的な輸送活動の展開を意味する。したがって、それは少なくとも太平洋航路と大西洋航路の組み合わせ、太平洋航路と欧州航路の組み合わせ、および大西洋航路と欧州航路の組み合わせという3つの基幹航路を網羅した輸送システムの展開が必要となり、将来的にはこれら基幹航路のほかに多数のマイナー航路をも包含して一つの輸送システムを構築することも必要となる。

③ 輸送サービスのグローバル化はメガ・キャリアの発展を前提としている。定期船サービスの多くの部分はこのメガ・キャリアによって供給されている。なぜならば、メガ・キャリアは資本、経歴、実績、信用力などの面で定期船市場における指導的な地位を構築してきた企業によって構成されており、他の企業の追随を許さぬ経営規模と実力を兼ね備えているからである。もちろん、激しい競争が展開される中、メガ・キャリアがさらにグローバル化に向けて発想の転換を図ることが考えられる。このような定期船経営のグローバル化が発生した背景について分析することも必要である。

④ 輸送サービスのグローバル化はバルク SHIPPING 市場においても定着して

いる。経済が成長し、輸送対象貨物が増大するほど、専用船の役割が高くなる。先進国のみならず、世界経済発展の担い手となっているアジア地域においても、今後発展が期待される地域においても、タンカー、鉄鉱石専用船、石炭専用船、穀物専用船など原材料物資輸送が量的に増加するのは確実である。その場合、荷主側は競争市場の中でどのような輸送戦略が要求されるのか、一方船社側はどのような採算的な輸送活動が必要であるのか、など時々刻々変化する環境の中で具体的かつ的確な経営戦略を構築し、世界経済や国民経済の発展に貢献することが求められている。

#### **(4) 自国海運に対する国家助成**

**a.** 海運の国民経済的役割や国際市場における企業間の熾烈な競争などの理由で、伝統的に自国海運に対しては、国家による助成措置が講じられてきた。その場合、船舶に対する建造補助や船員に対する運航補助などの金銭的な助成を基本とする直接助成と税制上の優遇措置を中心とする間接助成が最も数多く適用されてきた。国により異なるが、1980年代以降先進国では間接助成中心の助成策が採られている。

**b.** 欧州諸国では、1980年代半ば以降、自国海運の衰退を懸念し、国際船舶登録制度という斬新な海運政策を導入して、海運企業のコスト負担の軽減と国際競争力の強化を通じて自国海運の維持を目指す動きが強まった。国によりその歳月は異なり、またその成果は若干異なるが、各国とも所期の目的が達成されている。

**c.** これに対して、わが国では、1947年から1994年まで計画造船制度のもとで自国籍船と自国船員の増加を目指してきた。わが国海運のコストが安い時代には、高度経済成長に即して船舶の建造促進効果は現出されたが、主として経済成長下で円高基調の時代に入ると、自国籍を義務付けた計画造船制度の経済効果を期待することは不可能となり、船舶の海外進出による海運の空洞化現象が急速な勢いで進行した。

**d.** 1980年代後半以降、わが国では規制緩和を旗印とした海運政策に移行し、海運経営の多角化を容認するなど企業活動の自由を尊重する政策が中心となり、海運業に対する助成策は一段と軽微なものとなった。

わが国海運の衰退を防止するために、1996年に国際船舶制度が導入されたが、2006年までの10年間に日本籍船と日本人船員は大幅に減少しており、所期の目的は達成されていない。

わが国海運や世界海運を取り巻く環境は、特に1980年代以降著しく変化している。自国海運と国家支援は常に緊密な関係にあることを過去の歴史は証明している。



## ② 船舶起因の海洋汚染と海洋環境保護対策

大貫 伸 ((社) 日本海難防止協会 上席研究員)

恒常的な海洋汚染の主因は、都市排水等の陸域と考えられるが、船舶起因の海洋汚染も決して見過ごすことはできない事象である。

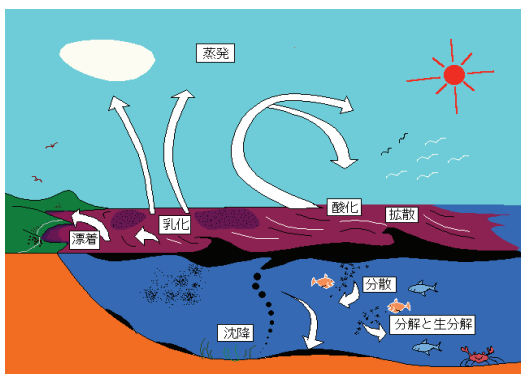
船舶起因の汚染源としては油、(油以外の) 有害危険物、廃物(ごみ)、汚水・し尿、船底防汚塗料、バラスト水等多岐にわたるものが考えられる。しかしながら、我々が特に憂慮すべきは、タンカーの海難等に伴う油又は有害危険物の大量流出による短時間、かつ、局所的な海洋汚染であろう。当該汚染は海洋又は海岸が持つ自然浄化能力をはるかに逸脱し、防除活動、清掃活動等の人的な復旧作業が必要となるケースが多い。

### (1) 船舶起因の油による海洋汚染と海洋環境保護対策

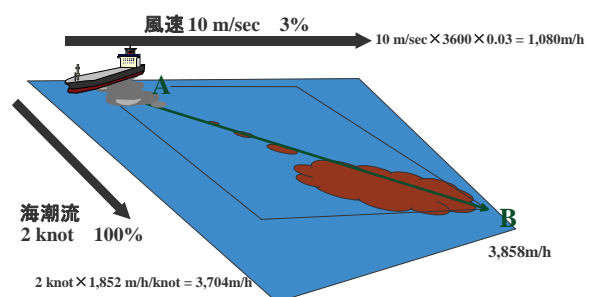
海洋には様々な原因により、日々刻々と大量の油が流入している。1993年の「ITOPF(国際タンカー船主汚染防止連盟)」の試算では、世界の海洋に流入する炭化水素の総量は年間平均約320万トンに及ぶとしている。

一位は陸上起因(都市排水等)によるもので、118万トン(37%)である。二位は船舶運航に伴う機関室内のビルジ(油分が含まれた汚水)又は油タンカーの貨物倉洗浄水の排出によるもので、108万トン(33%)である。三位が海難等の事故に伴う排出で、38万トン(12%)である。

海洋流入油のうち、約3/1は一般に石油分解菌と呼ばれるバクテリアによって消化分解される。石油分解菌は量・種類の差こそあれ、世界中どここの海にも存在する。また、残り約2/3は大気中への蒸発、又は大気もしくは海水中の酸素による酸化分解がなされる。太陽光中の紫外線は当該作用を促進させる働きがある。



図：流出油の挙動



図：流出油の漂流予測メカニズム  
(海潮流速の100%及び風速の3%の合成ベクトル)

しかしながら、事故による海洋への油の流入は特別である。タンカー事故による海洋への油の流入は大量、かつ、局所的なものとなりがちである。結果、自然浄化能力を逸脱し、海洋環境の破壊に直結するほか、沿岸域に漂着し社会・経済活動へダメージを与えるおそれがある。したがって、その多くは人為的な防除活動又は清掃活動が必要となる。

なお、タンカーによる油の輸送にあたっては座礁、衝突、船体破断等の海難に起因する大規模な油流出事故の脅威が常に付きまとうことを忘れてはならない。以下に、タンカーによる大規模油流出事故について取りまとめた。

最近 15 年間、世界ではタンカーによる 2 万 KL 以上の大量油流出事故は 9 件発生している。2003 年 7 月、パキスタンのカラチ港外では、マルタ船籍の原油タンカー「タスマン・スピリット」が荒天下で座礁した。結果、船体が破断し、積荷の原油推定約 18,000～20,000KL が流出、付近沿岸域を汚染した。

2002 年 11 月、スペイン沖の大西洋では、バハマ船籍の重油タンカー「プレステージ」の船体が荒天下で破断、やがて沈没に至った。結果、積荷の重油推定約 20,000～40,000KL が流出、延べ 2,900km に及ぶスペイン沿岸域を汚染した。1999 年 12 月、フランス沖の大西洋では、マルタ船籍の重油タンカー「エリカ」の船体が荒天下で破断、積荷の重油推定約 18,000～20,000KL が流出し、同国ブルターニュ地方の 400km に及ぶ沿岸域を汚染した。

その他、1997 年 10 月シンガポール海峡で発生した「エボイコス」の事故、1996 年 12 月、イギリスで発生した「シーエンプレス」の事故、1995 年 7 月、韓国で発生した「シープリンス」の事故、1993 年 1 月、アンダマン海で発生した「マークス・ナビゲーター」及び英国で発生した「ブレアー」、1992 年 12 月、スペインで発生した「エイジアンシー」の事故、これらはいずれも 20,000KL 以上の大量の油流出を伴うタンカー事故であった。

| 船名          | 発生現場   | 発生年月  | 流出油種 | 流出・燃焼量/KL<br>(推定含む) | 発端   |
|-------------|--------|-------|------|---------------------|------|
| タスマン・スピリット  | パキスタン  | 03・7  | 原油   | 18,000～20,000       | 座礁   |
| プレステージ      | スペイン   | 02・11 | 重油   | 20,000～40,000       | 船体破断 |
| エリカ         | フランス   | 99・12 | 重油   | 18,000～20,000       | 船体破断 |
| エボイコス       | シンガポール | 97・10 | 重油   | 28,000              | 衝突   |
| シーエンプレス     | イギリス   | 96・2  | 原油   | 78,000              | 座礁   |
| シープリンス      | 韓国     | 95・2  | 原油   | 96,000              | 座礁   |
| マークス・ナビゲーター | アンダマン海 | 93・1  | 原油   | 28,000              | 衝突   |
| ブレアー        | イギリス   | 93・1  | 原油   | 94,000              | 座礁   |
| エイジアンシー     | スペイン   | 92・12 | 原油   | 81,000              | 座礁   |

表：タンカーによる大規模油流出事故（世界、最近 15 年間）

2 万 KL という数字は、過去の事例をさらに遡ると決して大きな数字ではな

いことがわかる。有史以来のタンカーによる大規模油流出事故ベスト 5 を次表に示す。

| 船名                 | 発生現場          | 発生年月  | 流出油種 | 流出・燃焼量／KL<br>(推定含む) | 発端            |
|--------------------|---------------|-------|------|---------------------|---------------|
| カストロ・デ・ベルバー        | 南アフリカ沖<br>大西洋 | 83・8  | 原油   | 297,000             | 火災・爆発<br>船体破断 |
| アモコカディス            | フランス沿岸        | 78・3  | 原油   | 260,000             | 漂流・座礁<br>船体破断 |
| オデッセイ              | カナダ沖<br>大西洋   | 88・11 | 原油   | 163,000             | 船体破断          |
| アトランティック・エン<br>プレス | トバコ沖<br>カリブ海  | 79・7  | 原油   | 162,000             | 衝突<br>火災      |
| ヘブン                | ジェノバ港<br>地中海  | 91・4  | 原油   | 159,000             | 爆発・火災         |

表：タンカーによる大規模油流出事故（世界、有史以来）

一方、我が国のケースでは、1965年5月、ノルウェー籍の原油タンカー「ヘイムバード」が室蘭港での着岸作業中に爆発・炎上した事故が最大である。海上に流出又は燃焼した油の量は56,000KLに達し、火災は28日間も続いた。

1971年11月、リベリア籍の原油タンカー「ジュリアナ」は、新潟港外で錨泊中、荒天のため圧流されて座礁、船体が二分した。結果、積荷の原油約7,200KLが海上に流出し、水産資源等が大打撃を受けた事故が第二位である。



写真：ナホトカ重油流出事故



写真：ジュリアナ原油流出事故

第三位がロシア船籍のタンカー「ナホトカ」による重油流出事故である。1997年1月2日未明、同船は悪天候の日本海を航行中に突然船体が折損、船尾部はその場で沈没、船首部は半没状態で漂流を始めた。船首部は5日後に、福井県三国町の海岸に漂着した。この事故により、6,240KLのC重油が海上に流れ出した。その一部が、島根県から秋田県に及ぶ日本海側の1府8県の海岸に漂着

し、沿岸域の自然環境、社会・経済活動等に対し甚大な被害をもたらした。

以下、第四位が1966年11月、紀伊水道での「銀光丸」の衝突事故、第五位が1997年7月、東京湾での「ダイヤモンドグレース」座礁事故となっている。

| 船名         | 発生現場   | 発生年月  | 流出油種 | 流出・燃焼量／KL<br>(推定含む) | 発端      |
|------------|--------|-------|------|---------------------|---------|
| ヘイムバード     | 室蘭港内   | 65・5  | 原油   | 56,000              | 岸壁衝突・火災 |
| ジュリアナ      | 新潟港外   | 71・11 | 原油   | 7,200               | 座礁・船体破断 |
| ナホトカ       | 日本海沿岸  | 97・1  | 重油   | 6,240               | 船体破断    |
| 銀光丸        | 紀伊水道   | 66・11 | 原油   | 4,200               | 衝突      |
| ダイヤモンドグレース | 東京湾中ノ瀬 | 97・7  | 原油   | 1,550               | 座礁      |

表：タンカーによる大規模油流出事故（日本、有史以来）

タンカー海難等による油流出量は石油の荷動き量の増加に伴い増加し、1970年代にピークを迎えた。しかし、その後は年々減少傾向にある。これは各国政府並びに海運業界及び石油業界による、ハード・ソフト両面における様々な海洋環境保護対策が功を奏した結果であると言える。

言うまでもなく、船舶（特に外航船）は国境を越えて常に移動を繰り返す交通機関である。また、航海の途上には「公海」が存在し、世界の海は一つにつながっている。また、海洋環境保全に関する地域規制が多発した場合、海運・石油業界の対応は煩雑を極める。したがって、船舶が関係する海洋環境保全問題に適切に対応するためには、地球的規模による、統一的な取り組みが必要不可欠である。こうしたことから、当該取り組みは、国際海事機関（IMO）における審議を経た国際規則の策定・改正等が主体となっている。

近年、ハード面での対策の一つとして、タンカーに対しダブルハル（二重船殻）構造を強制化する国際規則が導入され、シングルハル（一重船殻）タンカーの排除に加速がかかっている。当該対策は座礁又は衝突に伴う大規模油流出事故のリスクの低減に、大きく寄与するものであるとして評価されている。

また、近年、ソフト面での対策の一つとして、タンカー等の船舶及びその運航会社に対し国際安全管理コード（ISMコード）の導入が強制化され、人的ミスに伴う海難を防止するための安全運航体制の確立が求められている。

今後も引き続き、サブスタンダード船（安全又は環境に係る国際ルールを遵守できない低品質船）の排除、老朽化タンカー対策等、各種海洋環境保護対策に係る国際議論がIMOの場を通じ繰り返されることとなろう。

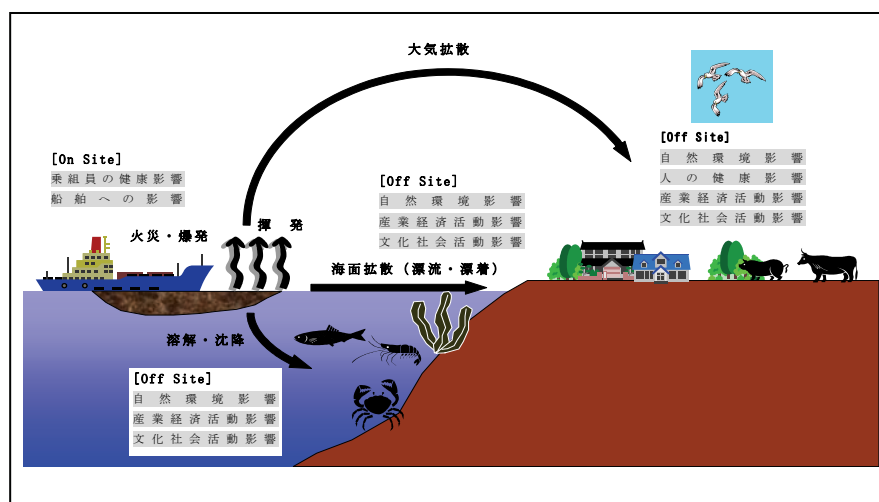
## (2) 船舶起因の有害危険物による海洋汚染と海洋環境保護対策

「油以外の物質であって、海洋環境への流出が人体に危険を及ぼし、生物資源及び海洋生物を害し、環境に損害を与え、又は海洋の正当な使用を妨げる可能性のあるもの」、これらの物質を海事の世界では一括して“HNS(Hazardous and noxious substances)”と称している。

具体的には液体状又は固体状のケミカルもしくは薬品類、原材料等に加え、ガス類、核燃料物質あるいは放射性廃棄物等が HNS に該当する。例えばケミカルの場合、タンカーによって輸送される液体状の品目として国際条約に定められたものだけでも 565 品目にのぼり、さらに、化学記号が若干違った類似物質まで入れると、その数は 2~3 万に達すると言われている。それ以外の固体状の物質を含め、また、製品名・商品名まで考慮した場合、その品目数はさらに 2 桁は増えると言われている。

HNS の流出事故対策は、目下、海事の世界において最大の課題の一つである。HNS の物理・化学的特性は千差万別である。流出後の挙動も海面を漂流するもの、大気中に蒸発するもの、海中を浮遊するもの、海水に溶解するもの、海底に沈降するもの、さらに、これらを複合した挙動を行うものなど極めて複雑である。毒性に関しても、哺乳類に対しては低レベルであっても、水生生物には高レベルなもの、あるいはその逆のものなど、決して一様ではない。

そのため、HNS 流出事故への対応は、油のように比較的画一的なものではない。HNS 流出時の対応あたっては、時に流出物が見えない不安、毒性・可燃性ガスの脅威、深刻な人体・自然環境・社会活動等への影響等に立ち向かう必要があり、それぞれの物理・化学的特性に応じた高度な専門知識及び技能を必要とする。



図：HNS の流出事故影響のメカニズム

なお、1993 年から 1999 年までの 7 年間、我が国周辺海域では、例えばケミ

カルタンカー及びLPG・LNGタンカーによる海難は69件発生しているものの、幸いなことに、実際に積荷が流出した事例は、うち3件にとどまっている。世界全体でもHNSの流出事故はわずか23件であった。

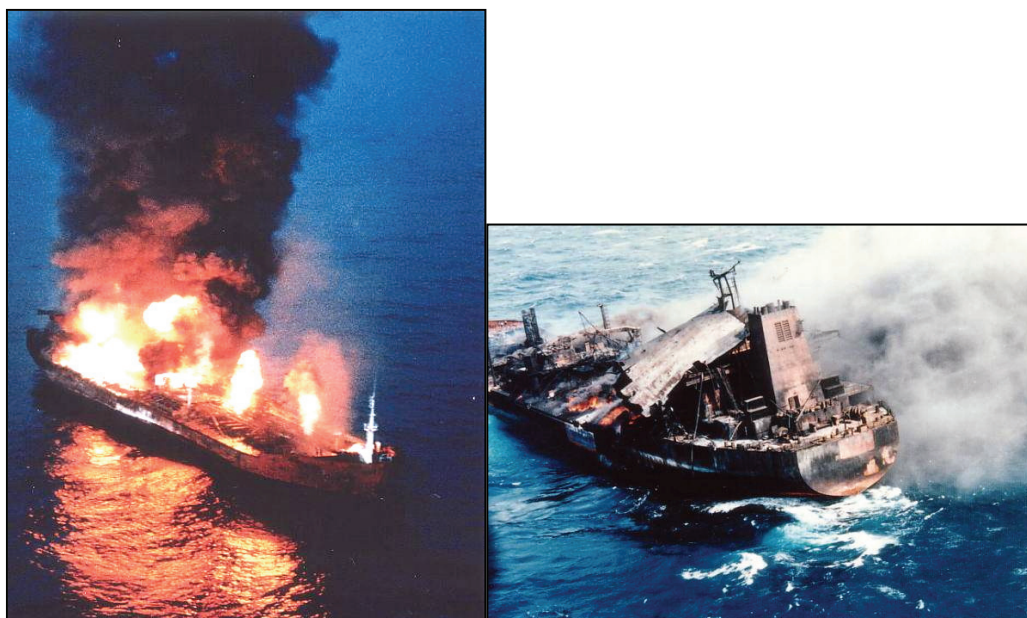
|      | World | Japan |
|------|-------|-------|
| 1993 | 5     | 1     |
| 1994 | 2     | 1     |
| 1995 | 3     |       |
| 1996 | 4     |       |
| 1997 | 3     | 1     |
| 1998 | 5     |       |
| 1999 | 1     |       |
|      | 23    | 3     |

表：HNSの海上流出事故の発生件数（世界・日本／1993年～1999年）

件数は少ないものの、ひとたび発生した際の被害が極めて深刻となるのが、HNSの海上流出事故の大きな特徴である。

我が国の代表的な事例としては、古くは1974年11月9日、東京湾の中ノ瀬航路北口付近で発生した、LPGタンカー「第10雄洋丸（43,723総トン）」と貨物船「パシフィック・アリス（10,874総トン）」が衝突・炎上し、双方の乗組員67名のうち33名が死亡した事故が挙げられる。

また、比較的最近の事例では、1989年3月14日、千葉県野島崎沖で発生した、ケミカルタンカー「マースグサール（20,038総トン）」の爆発・沈没事故が挙げられる。



写真：マースグサールの海難

同日午前5時45分頃、野島崎から110度、55海里の海上において、米国ヒューストンからパナマ運河経由横浜向けのリベリア籍のケミカルタンカー

(23,038 総トン、英国人 4 名、フィリピン人、19 名、計 23 名乗組、積荷アクリロニトリル、メタノール等約 36,000 トン)が火災中であることを自衛艦が発見した。

第三管区海上保安本部は対策本部を設置し、巡視船艇、航空機、ヘリコプター、特殊救難隊等を出動させ、行方不明者の捜索及び監視・警戒を実施した。また、海上自衛隊からも自衛艦及びヘリコプターが出動し捜索を実施した。同船は爆発炎上を繰り返しながら漂流を続けていたが、熱風と有毒ガスのため、同船には、400～500m まで接近するのが限界であったという。銚子海上保安部では、館山及び銚子周辺の沿岸漁港に対し、漁船が現場付近に出漁しないよう指導した。

同船から事前に「荒天のため、7 番タンクの加熱装置又は積載貨物である苛性ソーダの損傷が予想される。」とのテレックス連絡があったという。最終的に乗組員 23 名の手がかりは得られず、同船は犬吠埼東南東約 210 海里において沈没した。

近年、2003 年 3 月、OPRC 条約 HNS 議定書が IMO における審議を経て採択された。同議定書は従来、油による汚染事故への準備及び対応を目的としていた OPRC 条約を HNS の分野に拡大適用したものである。同議定書は、HNS 海上流出事故への各国の準備・対応体制の強化及び各国間の協力体制の構築を柱としている。

前述のとおり、HNS 流出事故への対応は油のように画一的なものではない。したがって、同議定書批准・実施にあたっては、防除・防災手法及び体制の構築、HNS の特性に応じた資材・装備の確定及び配備、専門家チームの育成及び教育、訓練手法の確立、支援ツール（挙動予測シミュレーション、データベース等）の開発・整備等様々なハードルが待ち受けている。

こうした課題は、油の世界ではすでにほとんどが解決されていると言っても過言ではないが、HNS の世界では未完成の状態である。同議定書は本年中にも我が国批准及び発効要件の充足が予想される。

HNS 流出事故に関する海洋環境保護対策は、ようやくスタートラインに立ったところである。

### ③ 造船

荒井 誠（横浜国立大学大学院工学研究院教授）

#### (1) 船舶による輸送の重要性

我が国の物流における船舶の役割は極めて大きく、国内貨物では 42%、国際貨物では 99%が船舶を用いた輸送によっている。これは、船舶が輸送コスト的に有利な極めて省エネルギーな輸送手段であるためである。また、世界の物流においても海上輸送は重要な役割を占めており、特に近年はアジアを中心とした経済活動の活発化による国際海上物流の急激な伸びが注目を集めている。図 1 は世界の海上荷動量の推移を示している。図より分かるように乾貨物の伸びが大きい。

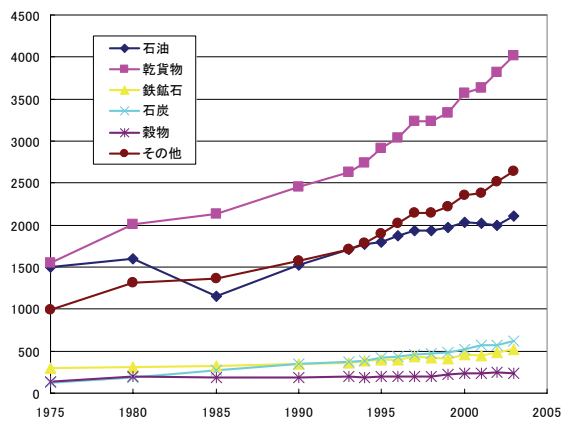


図 1 世界の海上荷動量推移

(単位:百万 MT、日本船主協会データより作成)

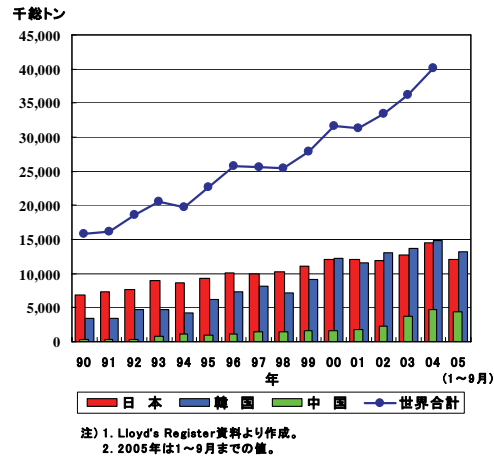


図 2 世界の造船竣工量の推移

(日本造船工業会資料)

#### (2) 造船業の歴史と現在の主要船舶

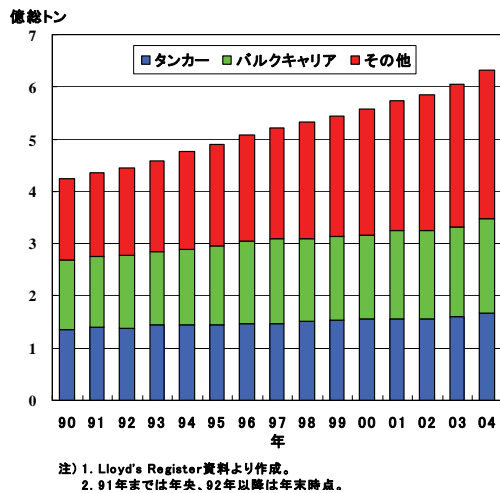
船舶の設計から艀装（船体の工事と装備）の完了までを造船といい、また、ドックや大型クレーンを備えた専門の工場を造船所という。船舶が設計図通りの形状に建造されるようになったのは 19 世紀以降といわれている。これは船体の主たる材料が木から鋼材に変わったためで、鋼材を使う場合には各部分の形状を事前に正確に決定していないと製作にとりかかれないためである。また、鋼材を使うことにより多数の職種が共同で働くようになり、大規模な設備も必要とするようになった。

日本の近代造船業は欧米の技術導入からスタートしたが、1956 年には建造量でイギリスを抜き世界 1 位になった。特に高度成長期には大型化によるスケールメリットや同型船の建造によるコストダウンによって日本は世界の造船の約半分を建造量するまでに急成長した。現在も建造量において韓国と並び世界のトップレベルを維持している（図 2 参照）。なお、近年の中国の建造量急増は



注目に値する。

つぎに船舶の種類をみると、図3に示されているようにタンカーとばら積み貨物船（バルクキャリア）の船腹量はほぼ横ばいであるが、「その他」に分類される船舶が急増している。これは、図1に示されている乾貨物輸送の急増を主として担っているコンテナ船の船腹量の伸びによるところが大きい。この他の主な船種としては、液化天然ガスを運ぶLNG船、自動車運搬船、客船、艦艇等がある。



注) 1. Lloyd's Register資料より作成。  
2. 91年までは年央、92年以降は年末時点。

図3 船種別船腹量推移  
(日本造船工業会資料)

表1 港湾コンテナ取扱量世界ランク  
(日本海事新聞)

| コンテナ貨物取扱量05年実績 |        |       |       |
|----------------|--------|-------|-------|
| 順位(昨年)         | 港湾     | 取扱量   | 前年比   |
| 1 (2)          | シンガポール | 2,320 | 8.7%  |
| 2 (1)          | 香港     | 2,242 | 2.0%  |
| 3 (3)          | 上海     | 1,808 | 24.3% |
| 4 (4)          | 深圳※    | 1,620 | 18.6% |
| 5 (5)          | 釜山     | 1,184 | 3.0%  |
| 6 (6)          | 高雄     | 947   | ▲2.5% |
| 7 (7)          | ロッテルダム | 930   | 12.0% |
| 8 (9)          | ハンブルク  | 810   | 15.5% |
| 9 (10)         | ドバイ    | 762   | 18.5% |
| 10 (8)         | ロサンゼルス | 748   | 2.2%  |

(注) 単位: 万TEU。 ※は(塩田、赤湾、蛇口の合計)。各港湾当局や政府の発表を基に本紙が集計。 ▲はマイナス。

### (3) 船舶と国際経済

ここでは、造船業界で最近注目されている二つの船種（大型コンテナ船とLNG船）に関連した話題を述べる。

#### ・大型コンテナ船

先にも述べたように現在の乾貨物輸送の主役はコンテナ船である。コンテナ船は規格化されたアルミ合金製コンテナに入れた貨物を大量に輸送する船舶である。この船の利点は、優れた荷役効率、陸上輸送への効率的な接続、積み荷の損傷の低減等にあり、コンテナ搭載に適した船型および艙装を施した専用船として海上物流に革命をもたらした。長距離輸送に用いられる大型コンテナ船は船速が24-25ノット程度の高速船で前述の利点とも相まって輸送時間の総合的な短縮が図られている。コンテナ船の大型化は1980年代後半にポストパナマックス型と呼ばれるパナマ運河通過の制約条件を課さない大型船が出現して以来急速に進展した。その結果、最大船型は1990年当時の4,600TEU [注1]から、現在の10,000TEU程度まで短時間で大型化が進んだ。

コンテナ船の大型化は輸送効率の向上を目指したものであるが、コンテナ輸送の進展は船社のアライアンス [注2] やハブ港 [注3] をめぐる競争といった

注目すべき現象をもたらしている。特にアジアでは各国が自国の港湾をハブ港とすべく激しく競っている。当然のことながらハブ港をもてば効率的な貨物輸送の恩恵にあずかることができる。一方ハブを持たない国や地域はローカル港からハブ港まで貨物を積み出してから大型船に積み替えない限り長距離海上輸送のネットワークに接続できないため、経済的に極めて不利になる。ハブ港争いにおいて、世界の生産工場となった中国の主要港が有利であることはもちろんだが、周辺国も国際競争力を維持するために荷役の効率化やコスト削減等により対抗している。ハブ港争いにおける我が国の現状は、各地の港湾が地域振興の観点からハブ港宣言をし、それを調整しきれていない点で憂慮すべき状況といえる。力のある釜山や高雄などに国内貨物を集約している周辺国に比べ、我が国は貨物の集約が図れず共倒れになる危険性が高い。参考までに世界の港湾のコンテナ貨物取扱実績を表 1 に示す。かつては上位にランクされていた日本の港湾は残念ながらトップテンから姿を消している。

[注 1] TEU: コンテナのサイズには 40 フィートと 20 フィートの 2 種類がある。20 フィートに換算した時のコンテナ数を TEU (Twenty-foot Equivalent Unit) と呼びコンテナ船の積載能力を示す。

[注 2] アライアンス (同盟): 船社はサービス向上と規模のメリットを生かすため数社間で同盟を結び共同運航を行っている。

[注 3] ハブ港: 周辺の地域の代表港として貨物の集約がなされる大型港である。ハブ港とハブ港の間に長距離海上輸送を担う大型コンテナ船を就航させ規模のメリットを活かす。ハブ港と地方港の間は小型のコンテナ船に積み替えて輸送する。

#### ・ LNG 船

液化天然ガス (LNG, Liquefied Natural Gas) を運ぶ大型船舶を LNG 船と呼ぶ。我が国は従来からクリーンエネルギーである LNG を使用してきたが、近年アジア地域を中心に LNG の需要が高まってきた。また、石油資源埋蔵量に不安を抱くアメリカが LNG の輸入を本格的に開始するという予測から LNG 船の建造ブームとなっている。拡大する LNG 輸送において注意すべきは輸送システムの安全性である。ハード面では、急速な船型の大型化に技術的に対応できるかという問題がある。従来の標準船型は積載量 12.5~13.5 万立米であったが、現在韓国が建造中の大型 LNG 船は 20 万立米以上の超大型船である。従来の造船業においては、ある船種の大型化が進む場合は一隻一隻徐々にサイズを大きくするという方法がとられてきた。しかし、LNG 船の場合はあまりにも大型化が急であり、各種の問題が今後表面化する可能性がある。たとえば、大型 LNG 船では容積効率の悪い球形モス型タンクは採用せずらく、メンブレン方式が主流となっている。メンブレン方式は半載時の液揺れ (スロッシング) の問題がまだクリア出来ていない。また運航面においても、急速な LNG 船隻数の増加によって、高度な技術を要する LNG 船運航に対応できる優秀な船員の確保が

難しくなっているという問題もある。LNG 船は-162 度の極低温・可燃性液体を運ぶため、過去においては運航面でも建造面でも最高の技術をもったプレイヤーのみが参入できる特殊な分野であった。近年のこの分野におけるいわば大衆化は、今後注意深く見守る必要がある現象といえよう。

#### (4) 造船・船舶と安全・環境問題

船舶は世界の至る所に人や物資を運んでいる。従って、船舶に係る安全や環境問題は一国のみで解決できるものではなく、世界各国が協力して対応すべきものである。このため船舶に関連する安全・環境問題は国際海事機関(IMO、International Maritime Organization)にて検討がなされる。たとえば、油タンカーの座礁事故が契機になってタンカーの船体構造をダブルハルに変更するなどの大きな改革が IMO を中心になされてきた。これまでに多くの改善がなされてきたとはいえ、排気ガスの問題、塗料による海洋汚染など船舶が関係する問題はまだまだ多い。ここでは、現在大きな問題となっているバラスト水管理と老朽船の解撤について述べる。

##### ・バラスト水管理

バラスト水とは、空荷の船体を安定に保つために積載される海水のことである。生粋が浅くなる空荷状態でプロペラが水面上に出るのを防ぎ、また荒れた海での安定性確保のため、バラスト水は船舶にとってなくてはならないものである。ところで、船舶のバラスト水には様々な生物が混入している。これらの生物が船舶の移動にともない本来生息していない海域に運ばれバラスト水と共に排水されると、排水された海域に外来生物として定着し、海洋環境や人々の健康に有害な影響を与える可能性があることが新たな海洋問題の一つとなった。この問題に対処するために 2004 年 2 月に採択された IMO のバラスト水管理条約によると、最も早いケースで 2009 年以降の新造船でバラスト水処理装置の設置が義務づけられることになる。この条約の発効には加盟国の内の一定数以上の国が受諾すること及びそれらの国の登録船腹量が一定値を超えることが条件になっているため、期日が来たからといってすぐに条約が発効されるとは限らない。さらに、条約の厳しい条件をクリアできる処理方法が現状まだ開発できていないという問題もある。しかしながら、造船業界にとっては非常に重要な課題であり、場合によっては船体構造や船体艤装が大幅に変わる可能性もある。

・老朽船の解撤

我が国は新造船を大量に建造しているが、老朽化した大型船舶のスクラップは自国内で行っていない。現在、大規模な解撤は、インド、バングラデッシュ、中国などの途上国で行われている。劣悪な労働条件のもと人海戦術で解体作業が行われており、アスベストや PCB、TBT 等の有害物質が作業者に与える影響や、解体時に垂れ流しにされる残油や汚泥が海洋環境に与える影響が懸念されている。これからの造船業は船舶の建造のみを考えるのではなく、解撤の安全性・効率性までを考慮した船造りを目指す必要があるだろう。



図4 バングラデッシュの船舶解撤場  
(海洋政策研究財団)

### 3-3 海洋空間の開発利用

#### ① 沿岸域

来生 新 (横浜国立大学 理事・副学長)

沿岸域の定義とその自然特性、わが国における利用実態を述べる。その上で、現在、沿岸域の管理において問題となっている諸問題を紹介し、それに対処するための手法とその機能の限界について叙述する。最後にそれを受けて今後の統合管理の方向性を検討する。

##### (1) 沿岸域の定義と自然特性

- ・ 沿岸域の定義
- ・ 沿岸域の自然特性

##### (2) わが国における沿岸域利用の実態

国土面積の約3割 総人口の約5割 3大湾の人口密度全国平均の10倍 沿岸に位置する市町村の工業出荷額は全国の5割 商業年間販売額は全国の6割

- ・ 日本の沿岸域 →水産物を含めた生産拠点、財産の集積、交通の要所、生活の拠点、余暇の場、

##### (3) 沿岸域で発生している諸問題

- ・ 水質汚濁：赤潮 養殖漁業 船底塗料（環境ホルモン）
- ・ 船舶事故による油流出
- ・ 海岸漂着ごみ 生物の漂着（鯨）
- ・ 海岸侵食 砂利採取 干潟の減少 藻場の減少 埋立
- ・ 海岸利用等による生態系への影響
- ・ レジャーと漁業の調整 レジャー利用間の調整 放置艇
- ・ 臨海部の土地の低利用
- ・ 海岸事業と生態系破壊 海岸事業とレジャー利用 護岸・離岸堤等の整備による景観の悪化 防災対策の遅れ

##### (4) 沿岸域環境の保全のための諸手法とその限界

- ・ 法制度の概観
- ・ 計画手法の概観

##### (5) 沿岸域管理の今後の展開に向けて

\*参考 沿岸域総合管理研究会提言の資料編

- ② EEZ・大陸棚
- ③ 公海・深海底

来生 新 (横浜国立大学 理事・副学長)

執筆のポイントとなる項目は、開発に関連する国際的な法制度の概要と、主要国の現実の開発活動の主要な動き、日本の現在の政策、これらの活動がもたらす環境への影響に関する議論の整理、近未来の方向性である。

双方構成は基本的に同じと考えている。3-3②EEZ・大陸棚を例に取れば以下のような構成になる。

#### a. EEZの開発制度

- ・生物資源及び非生物資源の探査、開発、保存及び管理のための主権的権利および関連する日本の法制度（広く実態を紹介）
- ・その他の経済的探査・開発のための主権的権利および関連する日本の法制度（広く実態を紹介）
- ・人工島、設備、構築物の設置及び利用、海洋の科学的調査、海洋環境の保護及び保全に関する管轄権および日本の法制度（広く実態を紹介）
- ・生物資源の保存と最適利用促進の義務と日本における生物資源の漁獲可能量と漁獲能力の決定、余剰分に関連する協定（広く実態を紹介）
- ・主要国の動き  
アメリカ 中国 韓国 ロシアその他日本と利害関係の大きなところを中心に紹介。
- ・EEZの開発と環境問題
- ・日本の対応の問題点と将来方向

#### b. 大陸棚の開発制度

- ・探査および天然資源開発の主権的権利および日本の法制度ならびに行使の実態
- ・主要国の動き
- ・大陸棚の開発と環境問題
- ・日本の対応の問題点と将来方向

#### ④ 海洋工事、海岸工学

田中 博通（東海大学 海洋学部教授）

(1) 我が国の海岸線総延長は約 34,800km であり、そのうち海岸保全施設等により防護施設が必要とされる海岸延長は約 15,000km である。この海岸保全施設は高潮や津波等の防災機能と海岸侵食防止や自然海浜喪失防止または自然海浜復元をはかる諸施設がある。

我が国では沿岸域に人口と経済的な施設が集中していることから、生命と財産を守るための海岸保全施設が必要とされる。海岸線に近い地域では、地下水の過剰な汲みあげにより地盤高が低下し、高波時に越波する災害が生じている。今後、地球温暖化による海面上昇が予測されることから、それを見込んで防波堤の設計を行うことが大切となる。

また、大陸のプレート境界で発生する地震によって引き起こされる津波から守るために全国各地に津波防波堤と津波水門が建設されている。釜石湾には、水深 60m の位置に津波防波堤が建設された。

(2) 港湾施設の造成や拡充、工場等の産業施設と臨海公園やレジャー施設を建造することを目的として、明治以降に臨海部の埋立てを行ってきた。埋め立て面積は 1974 年の 4,050ha をピークに減少している。これは経済の状況に左右されるが、1999 年に総合的な視点に基づく海岸管理を行うために海岸の防護と利用だけでなく環境保全と整備を目的として改正された海岸法の趣旨によるところも大きい。公有水面埋立法も環境保全と災害防止のみならず、市町村長だけでなく利害を有する者が意見書を提出することができ、ある意味では住民意見が反映されることになった。

(3) 我が国の港湾は、重要港湾が 128 港（うち特定重要港湾 23 港）、地方港湾が 951 港、漁港は第 1 種から第 4 種まで含めると 2,924 港となる。港湾設備は港湾の用途で異なるが、工業港を例にとると埠頭、荷揚げ設備（クレーン、コンベア等）と倉庫で構成されている。特にコンテナ船などを扱う重要港湾では水深 15m のバースとなっている。災害時に緊急物資と避難者の海上輸送が想定されることから、新潟地震による液状化被害を教訓に耐震強化岸壁として設計されている。

(4) 防波堤の形式を大別すると、直立護岸と傾斜護岸になる。また、下部が傾斜護岸で上部が直立護岸のものを混成堤という。これら形式は、海浜の岸沖距離、設置水深、海岸の勾配、背後地の状況により決定される。前浜が比較的広い場合、より前のり面勾配が緩やかな護岸を緩傾斜堤といい、景観と親水性に富んでいる。

次に海岸侵食対策として用いられる工法について述べる。土砂供給量が減少し、漂砂量が減少すると海岸侵食が起きる。侵食対策工法の一つに突堤がある。これは岸から沖に突き出た構造物であり、上手側に漂砂を捕捉する機能がある。形状として、I型、L型、T型があり、一般にはI型が用いられている。この突堤を設置することにより、下手側が侵食されることに注意を要する。また、突堤は沿岸漂砂による河口閉塞と港口埋没防止対策に用いられている。特に、河川水の流路を確保するために河口に設置したものを導流堤という。他の海岸侵食対策工法として、離岸堤がある。これは海岸線に平行に岸から離れて設置されるものであり、離岸堤で遮蔽された波は離岸堤両端で回折するとともに離岸堤中央に進むにつれて波高が減衰することから漂砂は離岸堤背後の中央に堆積することになる。その結果、離岸堤背後ではトンボロ地形が形成される。海岸環境と海水交換を考慮して、富士海岸では堤脚式の離岸堤が設置された。また、離岸堤の中で天端が海面よりも低いものを潜堤といい、消波効果は減少するものの海水交換と景観には優れている。

(5) 関西国際空港や中部国際空港のような海上空港は埋め立てによる人工島である。近年、超大型浮体式構造物（メガフロート）によって海上空港建設する実証試験が行われ、幅 120m、長さ 1,000m のフロートで中型航空機の離発着実験を行った。開発されたメガフロートはポンツーン型であり、地震の影響を受けない、自然環境に与える影響が少ない、地盤沈下の影響がない、内部空間が使えるといった利点がある。メガフロートは、海上空港だけでなく、海上都市構想へも応用できる。

(6) 海洋工事の多くは石油や上水のパイプラインと電話線の敷設工事であった。また、海洋温度差発電（OTEC; Ocean Thermal Energy Conversion）は、1981年に東京電力がナウル共和国で 120kw の発電に、1982年には九州電力が徳之島で 50kw の発電の実証試験を行った。その成果として、200m 以深の海洋深層水の特長である低温度性、富栄養性、清浄性、恒常性が把握され、その特長を水産業、工業、商業に利活用するために高知県室戸の海洋深層水取水施設を始めとして全国各地に施設が建設されている。海洋深層水の取水地点は水深 300m から 600m の地点であり、この時の管長は 3000m から 4000m になる。取水管としてポリエチレン管（鉄線鎧装を含む）を使用する場合は、ターンテーブルに管全長を巻き、特殊敷設船を使用して管を送り出しながら敷設する。他の工法としてパイプラインを敷設するために開発された浮遊曳航法と海底曳航法がある。

また、海洋において石油・天然ガス・鉱物資源を掘削するための海洋構築物をプラットフォームという。従来は固定式生産設備が主流であったが、採掘地点が分散しているときに移動することが可能である浮体式掘削設備が現在は多くなってきた。水深と海底地形で掘削装置の構造形式は決まる。構造形式を大別すると、固定式として着地型、甲板昇降型、重力式・人工島、浮遊式として船



型、半潜水型がある。今後、地球温暖化防止対策としてほとんど利活用していなかった波エネルギーから電力を得る波力発電装置と北欧では盛んに設置されている海洋風力発電装置の実用化を行っていく必要がある。

(7) 海岸工学という分野が明確になったのは 1950 年であると言われている。海岸工学は、海洋工事、港湾工事または沿岸環境の整備と保全を行う上で必要となる波高と波向の推算、波力の算定、漂砂量の算定を行う。実際には、気象学、海洋学、地質学、工学、生態学などの広い知識が必要とされ総合的な学問分野である。持続可能な社会と環境を目指すには、海洋と沿岸域において生物、生態系への影響や地域環境との調和を図る必要がある。

使用すべき図表

- (1)港の種類を表
- (2)護岸の種類と機能の図
- (3)関西国際空港とメガフロートの写真
- (4)浮遊曳航法、海底曳航法、特殊敷設船工法の解説図
- (5)海上掘削施設（プラットホーム）の図
- (6)海岸工学の分野のフロー図

### 3-4 陸上活動からの海洋環境の保護

松田 治（広島大学名誉教授）

#### (1) 開発と保護：持続性の考え方

陸上活動の海洋環境への影響は、かつては陸域の近傍に限られていたが、人口の増大、産業活動の大規模集中化などにより沿岸海域はもとより、地球環境規模で拡大するところとなった。このような状況の下では陸上活動からの海洋環境の保護の考え方が是非とも必要である。海洋環境保護と人間活動の両者を肯定しながらバランスさせる基本的な考え方として「環境」と「開発」を一体的に統合する「持続可能な開発（Sustainable Development: SD）」の原則が重要である。この原則は1992年、リオの地球サミット（国連環境開発会議）で採択されたものであるが、現在では、開発と保護に関する最も基本的な考え方となっている。ここでは、主として持続性と「持続可能な開発」について説明する。また、我が国では持続性の高い人間活動と環境保全のあり方の例として、伝統的な「里山」の管理手法がある。近年では、これにならった「里海」の考え方が提唱されているので、持続性の高い「里海」のあり方についても考察する。

#### (2) 社会経済活動の影響の仕方

人間の社会経済活動が海洋環境に影響を及ぼす際の影響の仕方には様々な形がある。影響を及ぼす側として、代表的なものだけでも、鉱工業、水産漁業、交通海運、観光ツーリズム、レジャーや埋め立て、浚渫、港湾建設などの土木事業などがある。一方、影響を受ける側としては、水質や底質、生物相、水産資源などの基本的なもの他に、生態系、物質循環系などのさまざまな全体システムがある。また、影響の仕方としては物理的、化学的、生物的なプロセスが考えられるし、媒体としても水、大気、海底など様々なものがある。影響の仕方を理解することは、対策などを考える上でも必要なため、ここでは、どのような人間活動がどのようにして海洋環境に具体的な影響を及ぼすのかを、代表的な影響の仕方の事例を示しながら解説する。

#### (3) 閉鎖性海域の環境問題

海の開発利用と陸上活動の影響を最も顕著に受けるのは、沿岸海域の中でも、特に閉鎖性海域と呼ばれる海域である。閉鎖性海域はその地形的、海洋学的な特性から、開放的な海湾に比べると流入汚染物質の滞留時間が長くなるため、環境問題が顕在化しやすい。このような理由から、陸上活動からの海洋環境の保護が最も必要な海域は閉鎖性海域であるということもできる。実際、多くの国々で閉鎖性海域は深刻な問題をかかえているので、問題の共有とその解決のために EMECS（世界閉鎖性海域環境保全会議）などの国際的な活動が続けられている。ここでは閉鎖性海域の環境問題の全体像を展望するとともに、

EMECS の活動などを紹介する。

#### (4) 閉鎖性海域の事例研究

ここでは前項に述べた閉鎖性海域の環境問題の事例研究として、瀬戸内海、チェサピーク湾、バルト海、マニラ湾、ジャカルタ湾など各地の代表的な閉鎖性海域の現状と問題点について説明し、また、それぞれにどのような対策が講じられているかを紹介する。

#### (5) 人為的な影響を包括的に評価する「海健康診断」

人間の社会経済活動が海洋環境に及ぼす影響を評価するためには、基本的な海洋環境のモニタリングが是非とも必要である。ここでは、まず沿岸海域を中心に環境モニタリングの現状と問題点について明らかにする。現行の環境モニタリングの多くは特定の点における限られた水質の計測などの場合が多く、生態系や物質循環系などへの影響を評価するには著しく不十分である。このような認識から、最近では、より包括的に海の状態を評価する新たなモニタリング手法として「海健康診断」が提唱されている。この手法では、海健康度が、大きくは「生態系の安定性」と「物質循環の円滑さ」の二つの視点から評価される仕組みになっており、これらがより具体的な定量化できる指標により評価される。ここでは、「海健康診断」の基本的な手法と診断事例について説明する。

#### (6) 国際的な枠組みと地域計画

海洋環境の保護・保全に関しては、様々な国際的な枠組みと多くの地域計画が存在する。

包括的な枠組みとしては、リオの地球サミット（国連環境開発会議）における行動計画「アジェンダ 21」と、これに基づいた国連持続可能な開発委員会（UNCSD）があり、リオの 10 年後には「持続可能な開発に関する世界サミット（WSSD）」も開催された。WSSD の実施計画では「海洋環境の陸上活動からの保護に関する世界行動計画（GPA）」の実施促進も明記された。1994 に発効した国連海洋法条約は極めて重要な国際的な枠組みである。この条約は各国に適切な海洋管理を求めており、特に人間活動が海洋環境に重大な影響を及ぼすまでに発展したことを重視して、海洋環境の保護・保全に関する部分を設けて各国の義務を明記している。また、アジアでは東アジア海域環境管理パートナーシップ（PEMSEA）のプログラムが実施され、沿岸域統合管理のプロジェクトなどが特定のサイトで進められている。この項では海洋環境の保護・保全に関する国際的な枠組みと地域計画について代表的なものを紹介する。

### 3-5 国土保全・防災

柴山 知也（横浜国立大学大学院工学研究院教授）

#### (1) 海岸侵食の進行

海岸環境システムの変化は複雑な因果関係から成立しており、現在の工学をもってしても予測できる時間的・空間的な範囲は限られている。沿岸域開発における侵食問題は、工学的知識の欠如とそれに起因する輻轉化した沿岸域の利用にある。国の施策として臨海型産業を育成しようとする要求が性急かつ無配慮な開発に結びつく場合に、急激な沿岸環境システムの変化が生じてきた。

日本では明治以来、沿岸域の開発を積極的に行ってきたため、開発当時には予期できなかった環境システムの変化を数多く経験してきている。信濃川大河津分水路の通水による新潟海岸の急速な侵食、埋め立て用土砂の採取のためにあけられた東京湾海底の大きな穴に起因する青潮の発生などを例として挙げる事が出来る。これらの事例は、開発行為というインパクトに対して環境システムの変化が時間的に遅れて立ち現われた例である。このことは開発の対象・内容・規模により環境システム変化との因果関係の複雑さや変化の出現期間に差異があることを示唆する。全地球規模で環境システムが変動しつつある今日、解析手法を持つ工学研究者の立場から発展途上国の沿岸開発に対して具体的に助言していくことが重要である。失敗例を含めて、これまでの日本が蓄積してきた経験と知見を活用する必要がある。

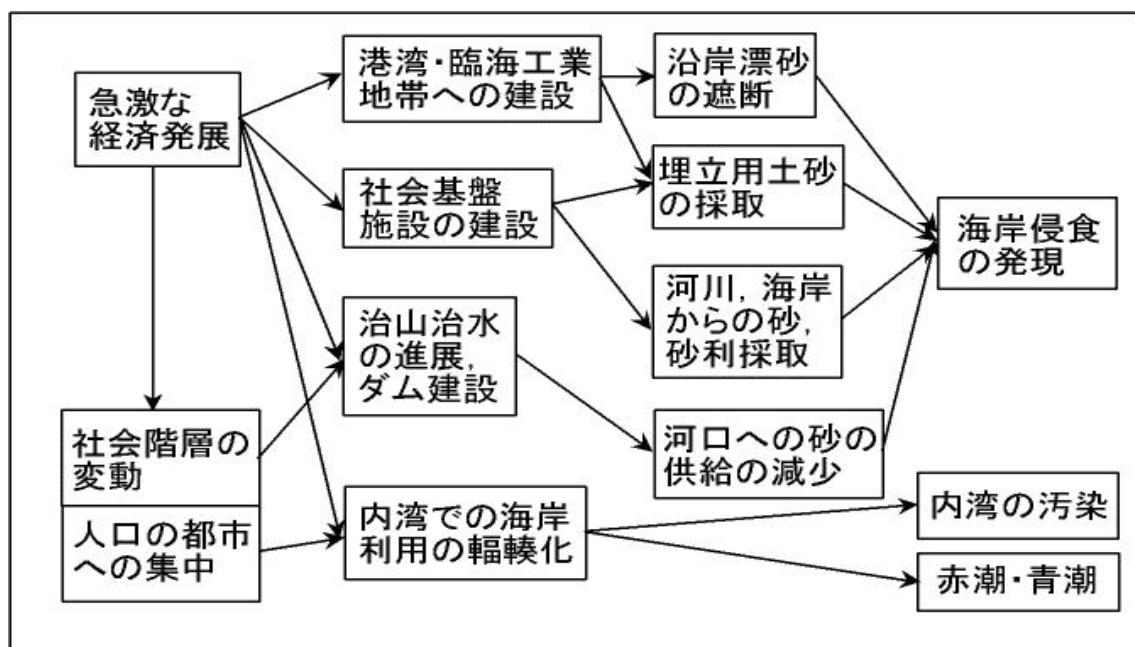


図1：日本とアジア地域での海岸問題の発現過程<sup>1)</sup>

図1は、日本の1945年以降の経験を基礎として、東南アジア各国に共通する海岸問題の発現過程をモデル化したものであり、それぞれの社会の発展段階に応じて発現の時期は異なるものの共通の過程を踏んでいくとの仮定の下に作成されている<sup>1)</sup>。換言すれば、経済の発展段階を時間座標にすることで海岸問題を1つの時系列に並べることができると考えているわけである。

港湾、漁港などの建設により沿岸漂砂が遮断され、場所的な不均衡から海岸侵食が起こる事例は日本において頻発している事例である。ここではそれ以外の事例を取り上げる。3つの事例は、信濃川の大河津分水路の建設に伴って新潟海岸で海岸侵食が生じた例、東京湾岸の埋め立て用土砂の採取のために空けられた沿岸部海底の穴が青潮の発生原因となっている例、および安倍川から海岸に供給される土砂量の変化と静岡海岸を例とした海岸侵食問題<sup>2)</sup>である。

日本の海岸侵食問題には、治山治水の進展の他にもう一つの要因が絡んでいる。川砂の大量採取に起因する海岸侵食である。1964年の東京オリンピックに向けて建設された大規模建設工事(東海道新幹線・東名高速道路など)では、建設用資材としてコンクリート用骨材が必要とされたが、1965年頃まで大量の川砂が骨材として使用された。川砂の大量採取により河口域の漂砂が減少したことによって、海岸侵食が引き起こされた。静岡海岸では1968年まで安倍川河口での川砂の採集が行われていた。その後海岸侵食の進展に伴い、川砂の採取は中止された。一方、海岸線には海外侵食に対処するために離岸堤が続々と建設され、海岸線の静的な平衡状態(砂が移動しない状態)が作られた。この後25年間に河口への土砂供給は回復したものの、今度は静的平衡によって別の海岸侵食が生じ始めた。すなわち離岸堤の働きで砂の移動が静止し河口から漂砂の下手側へ砂が供給されることがないために、下手側に向けて海岸侵食が徐々に進行している。これは海岸侵食問題が日本の産業化の進展と社会基盤整備の歴史と密接な関係を持っていることを示す事例である。

## (2) 高潮と高波

高潮は台風の進行に伴って発生する。低い気圧による海水の吸い上げと、風による流れが岸にせき止められて海面が上昇する吹き寄せの2つの作用によって引き起こされる。台風による高波の発生と同時に起こるため、沿岸域に大きな被害を引き起こす。日本では昭和30年代に伊勢湾台風(昭和34年9月)などの高潮被害が頻発したために、高潮防潮堤が大阪湾、伊勢湾、東京湾を中心に建設された。最近まで台風のコースが運良く大都市圏の高潮の危険コースをはずれていたこともあり、大規模な高潮被害を免れてきたといえる。

Hurricane Katrina(2005年8月)による高潮、高波被害の実態から、日本の高潮、高波被害対策に資する教訓を得ることができる。被災の全体的な特徴としては広域性(延長300km以上に渡る被災、州を越えての長距離避難など)、甚大性(死者1,200人余り、膨大な数の避難者、都市機能の停止など)、長期性(今も避難を余儀なくされている多数の人々、都市の衰退への動きなど)が挙げられる。しかし、被災の際には自治体ごとにその対応が異なったため、

Wavelandのように住民が避難していなかったところと Pascagoulaのように前夜に住民が避難していた所では当然に被害の出現、復興のプロセスも異なっている。このような被害の多様性を分析した上で、日本における被害計画を地域の多様性の前提に立って練り上げていく必要がある。

### (3) 津波

津波は海底で地震が起こり、断層変異によって急激に海水面が変化することによって起こる。日本は歴史的にも多くの津波に襲われている。1896年6月 明治三陸地震では2万2000人が亡くなった例があり、最近の例では北海道奥尻島に1993年7月12日津波が来襲し、200人あまりが亡くなっている。

2004年12月26日に発生したスマトラ沖地震の津波調査からは多くの教訓を得ることができる。津波の高さで一概に被害が決まるわけではなく、自然的・社会的な条件から被害の発現の仕方が多様であることがわかった。例えば、スリランカ南部のハンバントータでの津波痕跡高は10.6mであったが、ポルヘナの海岸はさんご礁に守られていたため津波高は低かった。それ故、家屋は残っていたものの、屋内で溺死した人が多かった。また、インドネシアのアチェ市内では、津波被害が平面的に内陸部に広がっており、西部のレプングでは、海岸から800mにわたって泥の荒野が広がっていた。隣のリティングでは、半島の丘の上を津波が乗り越えており、津波痕跡高は48.9mと今回の津波での最大の痕跡高を計測した。

スマトラ島北西部海岸に押し寄せたような津波が来襲した場合、建物等の被災を海岸構造物で守るには限界があり、早期警報による高地避難以外の対応を取ることは極めて難しかったと思われる。また、スリランカ南部では地震発生から津波到達まで約1.5時間であったが、スマトラ島北部の場合には30分ほどで第一波が来襲し、時間的余裕もなかった。現在、日本の海岸では津波ハザードマップの作成を進めているが、スマトラ島北西部とスリランカ南部でその被害状況が異なるように、地域によってどのような津波（地震）を想定すれば良いのかは異なる。また、同一の地域でも数十年に一回動く断層運動に基づく津波予測図と400年、1000年に一回の地震による津波予測図とは異なり、幾通りかの浸水予測図が作成されることになる。これらの予測図をどのように活用するかは地域、状況、個人によって変わってくる。今後は提供される資料を基に、地域をどのくらいリスクに対してどのように守っていくのか、住民が行政との協力の下、自らの問題として考え、対応していく必要がある。その際、リスクの定量化という問題が今後の重要課題である。

### (4) 温暖化と海面上昇

温暖化の進行についての証拠は数多くあり、温暖化の進行についてはいくつかのシナリオが設定されている。海面上昇については必ずしも因果関係を含めてすべてが明らかになったわけではないが、上昇の傾向にあることは確かである。量的に何m/年かということについては、温暖化についてもいくつかのシナ

リオがあるため、確かな数字を挙げることはできない。

地球温暖化に伴う水位の上昇に伴い、地下水への塩水の混入、洪水の際に内水排除が困難になるなどの問題が考えられる。また、一般に豊かな生態系を形成している干潟や浅海域などが水深の変化により消失することも問題となる。

海岸侵食への影響については、実際の砂浜の現象にはいろいろの原因が複合的に絡むため、検証は容易ではない。太平洋の島々では海面上昇の顕著な効果による海岸侵食が発生している。

---

#### 参考文献

- 1) 柴山知也・柴山真琴・東江隆夫(1996):途上国の発展段階に位置づけた海岸問題発現の比較研究、海岸工学論文集、43(2)、1291-1295.
- 2) 宇多高明、鈴木忠彦、大石守伸、山本吉道、板橋直樹 (1994) : 静岡海岸の沿岸漂砂量およびその分布形の評価、海岸工学論文集、4巻 1(1), pp. 536 - 540.

## 第4章

### 海の総合管理

— 新たな学際的取り組み



## 4-1 持続可能な漁業

根本 雅生（東京海洋大学 海洋科学部助教授）

1992年に環境と開発に関する国連会議（地球サミット）が開催され、「持続可能な開発」という考え方を基本理念とする広範な人類の行動計画（アジェンダ 21）が採択された。この行動計画では、水産資源に対しても、生物の生息環境を守ることと、海洋生物資源の持続可能な利用および保全を行うための明確な行動指針が示された。また、国連海洋法条約が1994年に発効し、水産資源の利用に関しても国際的な基本ルールが確立された。この条約では、沿岸から最大200海里までの水産資源を排他的に利用する権利を沿岸国に与えているが、同時に沿岸国の義務も明確に規定している。このような国際情勢の中で、1996年に同条約を批准した日本も、1997年から6魚種に、1998年からは7魚種に対してTAC制度を導入した。

### （1）資源管理制度

我が国における資源管理は、漁業法、水産資源保護法、海洋生物資源の保存と管理に関する法律（資源管理法）の3つに基づき行われている。

資源管理法は、我が国の排他的経済水域（EEZ）内の主要な水産資源について年間の漁獲可能量（TAC）を定めて管理を行うもので、国連海洋法条約を批准したことにともない1996年に制定され、1997年より実施された。一方、TAC制度導入後も、我が国周辺水域の水産資源の多くが低水準にとどまっていることから、2001年からは漁獲努力量の計画的な削減等による資源回復計画制度が開始された。これにともない、資源管理法が改正され、資源回復計画の対象資源については、1年間に許容される漁獲努力量の上限を漁獲努力可能量（TAE）として定めて管理することとなった。また、比較のために、外国における漁業管理制度について概要をまとめる。

### （2）国際漁業交渉

#### a. 二国間の漁業関係

韓国・中国との関係：韓国との間では、1999年1月に発効した「漁業に関する日本国と大韓民国との間の協定」に、また、中国との間では、2000年6月に発効した「漁業に関する日本国と中華人民共和国との間の協定」に基づき、日韓・日中漁業共同委員会での協議結果を尊重し、相互の操業条件を決定し、両国漁船はともに相手国から受けた許可および漁獲割当の範囲で、相手国水域において操業を行っている。

ロシアとの関係：ロシアとの間では、「日ソ地先沖合漁業協定」に基づき、相手国の200海里水域内に入漁を行っている。日ロ漁業委員会における協議の後に、操業条件を決定し、両国漁船はともに相手国から受けた許可および漁獲割当の

範囲で、相手国水域において操業を行っている。また、その他に「日ソ漁業協力協定」や「北方四島周辺操業枠組み協定」がある。

その他：太平洋島諸国、アフリカ諸国の 200 海里水域内においては、政府間もしくは民間による協定の締結により、日本漁船の操業が確保されている。

## **b. 多国間の漁業関係**

地域漁業管理機関：広範囲を回遊するカツオ・マグロ類等について、ある一定の広がりをもつ水域の中で、漁業管理をするための条約に基づいて設置される国際機関である。カツオ・マグロ類の地域漁業管理機関としては、大西洋まぐろ類保存国際委員会（ICCAT）、インド洋まぐろ類委員会（IOCT）、みなみまぐろ類保存委員会（CCSBT）、全米熱帯まぐろ類委員会（IATTC）等がある。これらの地域漁業管理機関は、関係国の参加により、対象水域における対象資源の保存・管理のための措置を決定する。その他として、地域の漁業資源全般を対象とする北西大西洋漁業機関（NAFO）や公海域での溯河性資源の漁獲を禁止する北太平洋溯河性魚類委員会（NPAFC）等がある。

### **(3) IUU 漁業の抑止**

マグロ類は、海洋を広く回遊することから、その資源の持続的利用を図るためには多くの国々の協力が必要であり、従来から大西洋等の水域毎に地域漁業管理機関が設立され、国際的な資源管理が行われてきた。しかし、これら地域漁業管理機関に加盟・協力していない国に船籍をおいて、無秩序な操業を行う「違法・無報告・無規制（IUU）漁業」の存在が報告されており、その廃絶が緊急の課題となっている。その対策として、日本では 2003 年 11 月から冷凍クロマグロ、冷凍メバチ、冷凍メカジキを対象に、輸入に際して地域漁業管理機関の正規許可船リスト（ポジティブリスト）に登録された漁船で漁獲されたものであること等の確認が必要となり、この確認がなされなければ、日本に輸入できないこととなった。

### **(4) 資源管理と漁業管理**

水産資源を維持・管理するということは、水産資源の自律更新性に基づいて、生物学的な立場から水産資源の持続性の確保を図るものである。しかし、資源という言葉には経済的な概念が含まれており、単に生物学的にみた水産資源の絶滅の危機を回避するというにとどまらず、ヒトにとって望ましい資源水準に維持・回復させることを意図している。一方、漁業を管理するということは、社会的・経済的な価値基準からみて望ましい状態に漁業活動を調整し、必要に応じては再編することである。しかし、漁業というものが天然の生物資源を対象として行われるものである以上、社会的・経済的な目標を達成する上で、漁獲対象資源の持続性の確保は無視できない条件である。このように、資源管理と漁業管理は実行する上で区別できるものではなく、一貫したものとして取り扱う必要がある。

参考文献

農林統計協会：図説水産白書（平成 15 年度版）．農林統計協会，東京，2004；41-50.

水産海洋ハンドブック編集委員会：水産海洋ハンドブック．生物研究社，東京，2004；  
129-132.

## 4-2 持続可能な海運活動

中澤 武（世界海事大学 海事技術講座教授）

### 担当項目の教育内容

海洋を利用した経済活動である海運は、海を効果的に利用し、そこから得られる恩恵を追求することによって発展を続けてきた。しかしながら近年の海洋政策では、恩恵追求に力点を置いたこれまでの体系から、持続可能な海運活動を如何にして実現するか力点を移した、新たな体系への転換が求められている。このような転換に対応するためには、海賊やテロ行為などに関連する安全保障問題をも含めた、広義の海上における安全の維持と管理に関する問題と、海運という人間活動に伴って海洋や大気に及ぼす環境問題をバランスよく総合的に解決するための政策立案能力並びに実行能力が必要となる。

持続可能な海運活動を展開するために、海上における安全管理並びに環境保全に関連する諸要素を分類してみると、船舶の製造および運航に伴う主として技術に関する要素、安全と環境管理の観点から、関連する活動に対して課される規制に関する要素、更には、海運に関わるユーザー並びに利害関係者が関連する情報を共有し、かつ人材育成を推進するために必要な教育に関する要素に大別されよう。これらの要素は、相互に強い関連性を持つばかりか、主として社会的、経済的要求の影響を強く受けるという特性を持っている。更に、海運の舞台となる海洋は、国境のない全地球的なものであることに加え、近年特に海運活動が安価な労働力を求め、その多国籍化が進む中で、これら三要素は国際的視点で捕らえなければ意味をなさず、言語や文化や習慣の違いなどを理解できる国際的感覚が要求される。従って、持続可能な海運活動を展開するためには、図 1 に示すとおり、海運に関連する技術的な問題を理解するために必要な自然科学系分野の基礎的な知識のみならず、法律、経済、教育、文化などの社会科学系分野をも含めた学際的な領域に亘る知識が要求される。

本項目における教育内容は、これらの観点に基づき、海運の総合的な安全管理並びに環境管理に向けて取り組まれている最近の新しい動きを、技術、規制、教育の三要素と海運に求められる社会的あるいは経済的要請との相互関係に関連付けながら展開する。まず、海運の総合的な安全管理分野については、安全で効率的な海上輸送を実現するために必要な技術的要求と経済的要求並びに SOLAS 条約 [注 1] に代表される船舶の航行の安全に関する国際条約等の規制問題との相互関係を解説する。また、海運に関連した環境管理についても同様に、主として航行中の船舶から発生する環境負荷軽減のための技術的要求と経済的要求との関係や、船舶の航行に起因する環境汚染の防止を目的とした MARPOL73/78 条約 [注 2] やバラスト水管理条約などの実際について解説すると共に、近年着目され始めた、老朽船の処分に伴う環境負荷を低減することを目的とした船舶のリサイクルの最新情報についても国際海事機関 [注 3]

での議論を中心に説明を加える。

更に海運に係る利害関係者間の情報共有を促進すると共に、将来の海運を支え、海洋のユーザーとなる専門家の人材育成のために必要不可欠な教育問題についても、様々なレベルに対応した教育・訓練を効果的に提供するための最新技術や、船舶の安全かつ効率的な運航と環境保全を確保するのに最低限必要な知識と技能の基準を定めた STCW 条約 [注 4] の内容や条約の効果的な実施のための取り組みなどについても解説する。

さらに、海上の安全と海洋環境保全に関係する技術的問題についての政府間の協力機構として設立された国際海事機関におけるこれまでの活動や、採択された国際条約等について概説を加えるとともに、国際海事機関によって設立された世界海事大学における開発途上国の海運関係者達に提供する教育プログラムならびに研究活動について解説し、海事教育の重要性について理解させる。さらに、欧州を中心とした持続可能な海運活動を展開するための最近の動向について、実例を踏まえながら解説する。

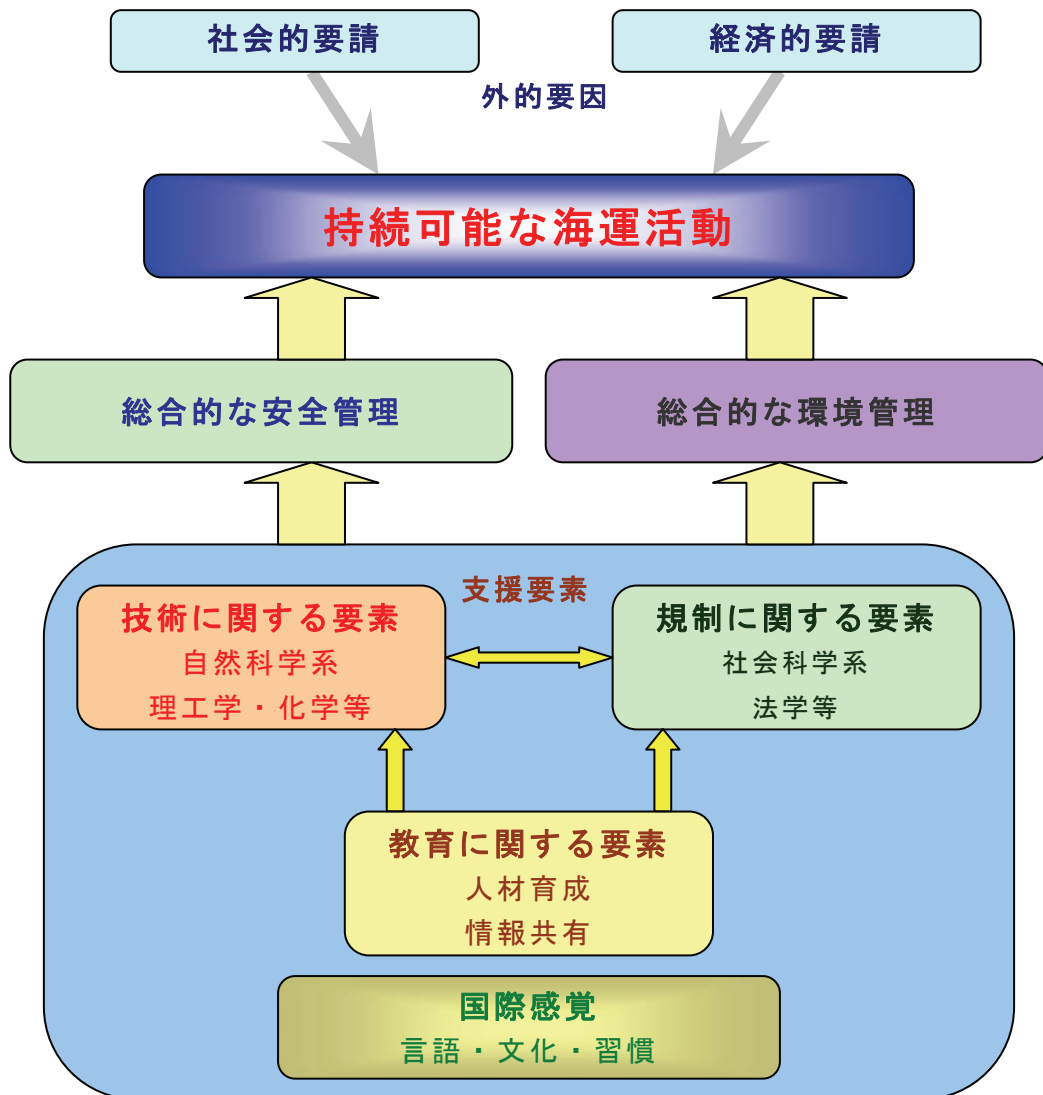


図 1 持続可能な海運活動の概念図

## 担当項目の細目次

### 4-2 持続可能な海運活動

#### (1) 船舶の効率的な運航と海運の総合的な安全管理

##### a. 効率的かつ安全な運航に対する経済的要求と技術革新

経済的要求と技術革新が相互に関連しながら発展を続けてきた海運活動を両者の相互関係に着目して解説し、最近の海運の総合的な安全管理手法を紹介する。

##### b. 船舶の航行の安全に関する国際条約

SOLAS 条約を中心に、船舶の航行の安全に関する国際条約について解説し、条約の実効性を高めるために各国の主管庁等が実施している検査等について説明する。

#### (2) 海運活動に伴う環境負荷と総合的な環境管理

##### a. 船舶に起因する環境負荷

船舶の運航に伴う海洋と大気それぞれに対する環境負荷を概説するとともに、流出油など事故による環境汚染問題の対策、船舶のリサイクルについて解説する。

##### b. 船舶に起因する汚染の防止に関する国際条約

MARPOL 条約やバラスト水管理条約等を中心に、船舶の航行に起因する汚染防止のための国際的ルールおよびその実効性を高めるための方策について説明する。

#### (3) 人材の育成と情報の共有

##### a. 海洋政策の基盤整備としての人材育成問題

技術に関する要素と規制に関する要素と並んで、海運の総合的な安全管理および環境管理の重要な要素である教育問題について、人材育成を中心に、その重要性とその方法について解説する。

##### b. 船員の能力および資格に関する国際条約

海運活動の基盤を形成している船員の知識・技能および資格制度の国際的基準を定めた STCW 条約の内容と、実効性を高めるための方策について説明する。

#### (4) 海事に関連する国際的な活動

##### a. 国際海事機関の役割と関連する国際条約

*Safe, secure and efficient shipping on clean oceans* のスローガンを掲げた国際海事機関の役割と、機関で採択された安全、環境に関連する国際条約について概説する。

##### b. 世界海事大学の貢献と国際協力

開発途上国の海事行政官や海事教育者の養成を目的に設立された世界海事

大学の国際海事社会に対する貢献と、最近の海事分野における国際協力の実際について解説する。

**(5) 持続可能な海運活動に関する諸外国の対応**

欧州を中心とした国々における、持続可能な海運活動に関する現状について、最新情報を解説する。

- 
- [注 1] 海上人命安全条約：船舶の航行安全性および乗客、乗組員の安全を確保するために必要な船舶の構造や設備などの技術的基準を定めた国際条約。
- [注 2] 海洋汚染防止条約：船舶の運航に伴う環境汚染を防止するために、船舶の構造や設備に関する基準を定めた国際条約。
- [注 3] **International Maritime Organization**：海上の安全と環境保全に関する技術的問題についての政府間の協力機構で、国連の専門機関として 1958 年に設立。本部ロンドン。
- [注 4] 船員の訓練・資格証明・当直基準に関する国際条約：船員の運航・当直維持に必要な知識や能力基準を定めた国際条約。

### 4-3 海洋環境の保護／保全／再生

小池勲夫（東京大学海洋研究所教授）

#### (1) 沿岸域における保護／保全／再生の考え方

・海洋環境の保護／保全と言った場合、その意味するところは、現在、未来の人類に対して海洋環境が重要な役割を果たすと考えられるのでその保護／保全が必要であるとするのが海洋の統合的管理としての立場である。従って、自然科学における海洋環境や海洋生態系のような人間活動とは独立した見方とは異なり、ここには“人類に対しての”という価値観が海洋環境に入っていることがポイントである。海洋管理としての海洋環境の保護／保全の難しさは、この海洋に対する価値観が同じ人間でも大きく違うところである。地球全体の環境に関しても 1992 年の地球環境サミットで「持続的な開発」の概念が出され、持続可能な社会とはどのような社会なのかの論議が様々な場で行われている。しかし、地球温暖化問題と密接にリンクするエネルギー利用 1 つをとって見ても、生活水準・経済活動などの先進国と発展途上国での違いを根底にして議論は大きく異なり収斂を見ていない。

・海洋環境を見た場合、オイルタンカーによる油の流失防止や多くの海洋生物への負の影響の極めて大きい人工有機物の DDT、PCB の海洋汚染などの場合は、これらが海洋の生態系のみならず人間に対しても重要な問題であるというコンセンサスは比較的得やすい。従って、これらの問題は価値観に関する合意の段階は比較的速やかに終わり、いかに効果的にその汚染を防ぐかという制度上、技術上の検討が行われ、すでに国際的な合意のもとでこれらの防止策が進められている。一方、沿岸・内湾の富栄養化や埋め立てなどは、地域的な海洋環境の改変・劣化という意味では最も影響の大きいものであるが、関係者の価値観ももっとも直接的には利害の相違が大きいため対立構造が良く生じる。我が国の場合、沿岸・内湾域での対立の多くは従来、国、地方自治体、企業体などの開発者側とその海域での漁業権を持つ漁業者との利害の対立という形で起こってきた。しかし、近年沿岸域の環境の持つ多面的価値が多くの市民によって認識されるようになるとより輻輳した対立構造がおきるようになった。これらの価値観の異なる当事者間でどのようにして意見を集約していく仕組みとしてアメリカやヨーロッパでは以前から環境アセスメント法の制定がなされている。我が国でも環境アセスメントの制度が地方自治体などで独自に設定され、国としても大規模開発に対して閣議決定によるアセスメントを規定した前段階を経て 1999 年に環境アセスメント法が施行された。これらの具体的な事例・問題点に関しては別項で示すことにする。しかし、海洋環境の保護・保全をどのような視点で行うかがすべての関係者に問われており、その為に必要なのは海洋の環境が人類に与える利益に対する正しい認識であろう。さらにそれを支える基盤



となるのが、海洋、特に人間活動と関連の深い沿岸域の持つ様々な機能に対する確かな科学的理解と、その知識の共有化であろう。残念ながら沿岸域の多様な生態系を含めたシステムとしての科学的な理解は完全ではなく、その予測も難しいのが現状である。しかし、我々の価値観の判断はこれらの現在の知識のもとで行われるので、そのための情報の発信とその共有化は沿岸域の様々な研究に携わっているものの責務であろう。

## (2) 海洋汚染の増大と沿岸域の保全

ここでは、我が国での海洋汚染がどのように増大しそれに対してどのような海洋の保全策がとられたかを論議する。これに関係して多くの国際的な取り決め、条約が作られているが、それについても国際対応と国内対応について事例を紹介する。

## (3) 干潟・浅海域生態系（サンゴ礁、海草藻場など）の保全・再生

・我が国は南北 20 度の幅を持った島国であるため国土面積に対して極めて長い海岸線（約 32170km）を持っている。しかし、1998 年にはその約 1/3 が護岸工事などがされた人工海岸になっており、1978 年から 1998 年の 20 年の間にその長さは約 2600 km も増加している。特に都市域では自然海岸が乏しくなっており、このように我が国で人工海岸が増加する理由に、沿岸地域に人口が多く津波や高潮などの自然災害に対する防御や海岸浸食などの防護が必要なことが挙げられる。都市周辺では埋め立てなどによる海岸の人工化が盛んに行われ、例えば人口が集中している東京湾では自然海岸がわずか 8% しか残っていない。このような都市域での自然海岸の喪失は、海も含む自然との接触が必要な市民生活に対する開発による負の成果であるという認識が強まり、その結果として都市部周辺では埋め立て地の先に人工海岸を造成し、都市域の市民が海に親しめるような努力もなされている。これがいわゆる海洋環境の再生にあたる。

・浅海域は海底まで光が到達するために、海藻藻場、海草藻場などに代表される底生の一次生産者を含む生態系が維持されている。また、干潟などの潮間帯も底生微細藻類を含む豊かな生物群集が分布している。これらは、陸域と海洋との間のフィルターのような役割を果たしており、陸域からの栄養塩を含む沿岸汚染物質は除去され、これを自浄作用と呼んでいる。また干潟や藻場などは渡り鳥を含む多様な生物群集を維持できる生産性の高い“湿地” Wetland としての役割も持っており、環境省が示した我が国における約 500 の重要湿地の内 150 が干潟・藻場で占められている。さらに、これらの浅海の生態系が水産生物の産卵場や稚魚の生育場として機能していることは多くの調査・研究から確認されている。しかし、これらの潮間帯や浅海域の多くは風波などの物理的営力が小さい内湾にその多くが位置しているために、人口の多い我が国では埋め立てなどの大規模な土木工事によりその規模は著しく減少した。例えば環境省の資料によれば我が国における干潟は 1945 年から 1978 年の約 30 年間の間に

30%も減少した。また、海草藻場に関しても瀬戸内海や東京湾では大きく減少したことが報告されている。これらの我が国における干潟や藻場の減少に対して、現在あるものの保全、あるいは失われたものの再生を行おうとする地方公共団体および NGO による試みも最近では盛んになってきた。これには、次節でふれる環境アセスメント法により大規模開発ではその開発で消失した生態系機能を代替えするような生態系をその周辺で創出する方向での検討が推奨されていることも影響している。しかし、沿岸域・浅海域での生態系はその海域固有の様々な条件によって維持されていることが多いため、このようなこれまでの機能を保持した新たな生態系の創出にはまだ多くの問題が残されている。

・浅海域の保全という観点からは我が国など先進国の経済活動が東南アジアなどの海岸・浅海域の改変を進めているという点は注視すべきである。東南アジアの海岸線は熱帯域に属するので塩生植物であるマングローブ林が発達している場合が多い。さらにその先の波当たりの弱い内湾域の砂泥堆積物には海草藻場が広がっている。このような海岸のあちこちには小さな漁村が点在し、自給的な漁業が行われてきた。このマングローブ林は地域住民による水田への転換や燃料確保のための伐採により徐々にその面積を縮小してきた。しかし、70年代から80年代にかけて外貨を稼ぐ輸出産業とエビの養殖が台湾や東南アジアで盛んになり現在に至るまでその規模は急速に増大している。その主な輸出先は日本があり、我が国は世界の主要なエビ輸入国である。この淡水と海水の混じった汽水で生育するエビの養殖の場としてマングローブ林の改変が行われている。インド、インドネシア、タイなどにおいては、マングローブ林を伐採した後の養殖池での集約的な養殖によりエビを生産しており、この結果、東南アジアでは膨大な面積のマングローブ林が消失した。インドネシア、タイではこの数10年でマングローブ林の約半分が消失したと推定されているが、その多くはエビの養殖のためと考えられている。さらにこれらの高密度のエビの養殖はその排水によって周辺海域を栄養塩や薬品添加物で汚染するため沿岸環境を劣化させる。エビの集約養殖のもう1つの問題点は集約性がもたらす病害の発生による養殖池の放棄であり集約した池では5年程度しか養殖を維持することが出来ないとされている。しかし、エビの集約養殖は高い収益性を持つため数年で利益が挙げられるため、事業者にとっては放棄して新しい池を作ることはあまり問題ではない。マングローブ林の伐採は炭を得るためにも行われており、これも地域での利用から、先進国でのバーベキュー用の炭のような輸出も行われるようになったこともこれらの海岸資源の消失を加速させている。マングローブ林は熱帯海岸においては、そこでの生物生産を支えているとともに自然の防波堤のような役割も果たしているため、地域住民は高収益のエビ養殖とマングローブ林の維持による持続的な生活の2つの選択を迫られている。このような熱帯の沿岸域の劣化は現在我が国を含む多くの国の自然保護団体の関心と呼んでおり、当該国の行政的な働きに合わせて放棄された土地でのマングローブ林の再生の努力が行われている。

#### **(4) 海洋環境保護／保全と環境アセスメント法**

・海岸域での埋め立て、陸域からの汚染物質の沿岸域への流入など様々な人間活動は多くの法的な規制を受けているため、これらの法的規制が沿岸海域を含む環境の保全に果たすべき役割は大きい。すでに第1節で示したように我が国でも、様々な人間活動による土地利用と環境保全との両立を図るために環境アセスメントが制定・施行されたが、これに対する批判は多い。沿岸域の開発はその多くが国や地方公共団体などで計画される公共事業の形で我が国では行われている。長良川河口堰事業、諫早湾干拓事業、神戸空港開発、東京湾横断道路開発などがこれにあたるが、これらの事業の準備段階では行政の決定事項として計画され、計画立案の段階から予算化されて実施まで長期にわたることが多い。しかしその間の状況変化などが殆ど考慮されないまま進められることが多いので、環境アセスメント法があってもあまり機能していないと考える立場の人もある。これらの批判に答える事項として行政機関における立案段階からの情報公開が必須であり、最近制定された情報公開法がその役割を果たすことが期待されている。さらに、地方自治体などで実施されている公聴会などの制度を取り入れ関係者の意見を広く集めること、第三者的性格を持つアセスメントの審査機関がないことも問題とされている。沿岸域に限らず環境保全に対する国民の関心が高まっている現在、より環境に配慮した土地利用を進めていくために役立つ法律として行くことが必要である。

#### **(5) 新たな環境影響評価システムの構築に向けて**

この節ではこれまでの環境影響評価の手法の問題点を検討し、それらを克服した新たなシステムを作るのにはどうすればよいかについて検討する。

## 4-4 沿岸域の統合管理

田中 博通（東海大学 海洋学部教授）

### (1) 海陸一体の沿岸域圏管理

海上で蒸発した水は大気により陸域に輸送され、上昇気流の発生によって降雨となる。流域に降った雨は表層流出するか、地面に浸透して徐々に流出する二次流出となって多くは河川に流入する。おもに河川の上・中流において、森林土壌に含有している地質（岩石）から溶出したミネラルとバイオマスが無機化された養分を含み、下流の人間活動が行われている地域においては多くの有機物と有害物質が河川に流入する。この河川水が沿岸域に外的負荷として流出することから、沿岸域の水質と底質が悪化し、自然環境のバランスが崩れることになる。

我が国では沿岸域に人口が集中し、とりわけ産業やレクリエーション等の諸施設が臨海部にあることから沿岸域への環境負荷が増大している。また、微生物や太陽光で分解されにくいプラスチック等の石油製品や国土の荒廃による樹木や草類が河川から沿岸域に流出し、その多くは海岸に漂着し、一部は海洋を漂流する。

日本の沿岸部における深刻な問題として、干潟と藻場の消失がある。干潟と藻場は、動植物プランクトンと底生生物の生態系が交わり、生物生産が盛んなであるとともに生物多様性の高い所である。干潟と藻場の消失は、沿岸域の開発が主因である。また、干潟と藻場の消失は、沿岸漁業へ直接的な影響をもたらすだけでなく、人間生活に対しても自然の循環系として影響を与えることになる。

1998年第五次総合開発計画において、沿岸域は人類共有の財産であり子孫に引き継ぐべき貴重な国土空間として適正に保全・利用するために関係者の意見を反映して沿岸域圏を総合的に管理するといった、「沿岸域管理」の指針を示した。これは、1999年に改正された海岸法において、総合的な視点に立って海岸管理を行うために「海岸の防護」と「利用」だけでなく「環境の保全と整備」が目的となった。また、アジェンダ21の第17章においても「海洋および沿岸域の統合管理」を各国に求めている。

### (2) 沿岸域管理のあり方（地方主体と住民参加）

沿岸域に関係する対象者は、個人（生活者）、漁業者、産業者（工業、農業）にわたる。また、沿岸域を管理する行政機関は、国土交通省、水産庁、海上保安庁、地方自治体である。これらの関係者と行政機関が縦横に関係していることから、沿岸域を統合的に管理するためには、利害関係を明確にした法整備が必要である。「21世紀の国土のグランドデザイン」推進連絡会議が2000年に策定した「沿岸域圏総合管理計画策定のための指針」において、沿岸域管理計画は

行政機関、民間機関、漁業者、住民、NPO等の沿岸域圏に関わる多様な関係者が十分な調整を図り、公平性、効率性等が確保された計画にすることが必要であるとしている。また、2005年に総合的な国土形成を図るために「国土総合開発法」の一部を改正した「国土形成計画法」では、海域の利用と保全を明記している。持続可能な沿岸域の環境創造を図るためには、関係機関と行政機関のみならず、地域住民とNPOやNGO等の団体の協力を得ることが大切である。改正された河川法と海岸法が示すように住民意見を把握し、整備計画に反映し、連携（協働）して整備と保全を図ることが財政的、効率的、教育的にも重要である。

現在、海岸保全基本計画や河川整備計画は、住民、学識者、地方自治体関係者（行政）で構成される委員会での意見を反映して整備計画案を作り、その案を公示することによって住民意見を求め、その意見を反映して最終的な整備計画を策定する。住民が主体的となって環境整備・保全を行うためには、情報を公開し、さらには住民意見を取り入れることが効率的である。

自治体やNPOなど全国各地で組織されている海岸清掃活動を行っている団体やウミガメ等の海岸生息動植物の保護団体、海岸侵食等の防災に対する期成同盟等の団体は、沿岸域を統合的に管理する上で必要となる組織である。これら団体の自主的な活動はボランティアの性格があり、教育的にも効果がある。また、経済的に成熟した社会において欠落した人間関係を呼び戻す効果も期待できる。従って、行政機関は、地方主体による自主的な沿岸域管理をめざして、沿岸域に関わる団体と十分に協議し、協力するとともに、支援しながら沿岸域の諸問題に対処することが肝要である。

### (3) 大規模閉鎖性海域の管理

内湾、内海のように周囲を陸域で囲まれた閉鎖性の高い海域を閉鎖性海域という。1993年に環境庁(環境省)によって88の海域が閉鎖性海域に指定された。そのうち東京湾、鹿児島湾など一部を除いて湾口最大水深、湾内最大水深ともに100mに満たない水深の浅い湾がほとんどである。しかも湾口部が狭いので、海水交換が悪い。湾内に流入した汚染物質は、湾内の流れによって拡散・混合・希釈し、海水交換が行われることで比較的健全な水質となるが、閉鎖性海域はこの海水交換が小さいため、流入してくる汚染物質が流出しにくく、水質汚濁物質が湾内に蓄積する。閉鎖性海域の汚染は、流入してくる窒素・リン等の栄養塩類である外部負荷と、植物プランクトンの増殖による有機物による内部生産に起因するものがある。人口や産業が集中する大都市や工業地帯に面している閉鎖性海域では、栄養塩類が過剰に流入することにより水質が悪化し、富栄養化による水質汚染が問題となっている。栄養塩類が豊富にあると植物プランクトンが異常繁殖して海水が赤褐色になる赤潮現象と、底層の無酸素水塊が水面に移動して海水が青色に変色する青潮が発生する。閉鎖性海域で赤潮と青潮の発生によって、過去に魚介類が死滅する被害が起きている。

湾の閉鎖性を示す指標を閉鎖度指数(e)といい、この値が大きいほど海水交

換は小さくなり、富栄養化のおそれがあることを示す。

$$\text{閉鎖度指数} = \frac{\sqrt{S} \times D_1}{W \times D_2}$$

ここで、 $W$ ：湾口幅（その海域の入口の幅）、 $S$ ：その海域の内部の面積  
 $D_1$ ：その海域の最深部の水深、 $D_2$ ：その海域の入口での最深部の水深

水質汚濁防止法では、この指標が1以上である海域を排水規制対象としており、 $e > 2$  は閉鎖性、 $e < 0.8$  は開放性、 $0.8 < e < 2$  は半閉鎖に分けることができる。因みに、東京湾、伊勢湾、瀬戸内海の閉鎖度指数はそれぞれ 1.78、1.52、1.13 であり、海水交換が悪いとされる大村湾、鹿児島湾の閉鎖度指数は 54.3、6.26 である。

閉鎖性海域は生活、漁業、産業、観光にとって自然条件と立地条件が恵まれていることから、その周辺は人口だけでなく多くの施設が集中している。しかし、前述したように海水交換が悪いことと環境負荷が多きいことから、多くの環境問題が発生している。地中海、バルト海、タイ湾、チェサピーク湾や東京湾、伊勢湾、瀬戸内海等の国内外の閉鎖性海域で沿岸生物の生態系と水質汚染等の問題があり、1990年世界閉鎖性海域環境保全会議（EMECS '90）が行われ、閉鎖性海域に関する情報と技術を交換して、環境保全と適正な利用について討議を行った。大規模な閉鎖性海域を管理するためには、この会議のテーマである環境管理、水質管理、管理のための技術支援、管理における国際協力が重要となる。大規模閉鎖性海域を総合的に管理し、自然回復と保全を行う場合、対象地域が広く、関係する行政機関と事業者が多岐にわたり、検討項目が異種異分野で多くあることから、国がイニシアチブをとって取り組まなければ総合的に解決することはできない問題である。

そもそも沿岸域に関する問題は、山・川・海といった一貫した国土のあり方が問われる問題である。

#### 使用すべき図表

- (1) 水の循環と沿岸域への付加の図（大スケール、中スケール、小スケール）
- (2) 海岸に関する市民活動の図
- (3) 88の閉鎖性海域の図
- (4) 閉鎖度指数の定義図と主な湾の閉鎖度指数と水質の表

## 4-5 排他的経済水域・大陸棚の管理

古賀 衛（西南学院大学 法学部教授）

### (1) 排他的経済水域・大陸棚の歴史と背景

排他的経済水域・大陸棚制度の法的枠組みは、その成立までの歴史に由来するものが多い。そこで、今日の制度に影響を与えた歴史について概観する。

以下は、その主な項目である。

**1945年 米国トルーマン大統領大陸棚宣言** イギリス資本によるテキサス沖合海底石油の開発を防止する意図で出された。領海3海里制度に手をつけずに管轄権の拡大を正当化するために、海底石油資源の賦存状態と大陸棚の陸地領土との一体性を強調したこと、大陸棚資源に対する権利を当然に沿岸国に帰属する固有の権利とした。

**1945年 メキシコ大統領大陸棚宣言** 米国との境界を意識した隣国の大陸棚宣言。境界画定問題のはしりであり、途上国の関心を呼びかけとなった。

**1947年 チリ大統領宣言** 上記の宣言が南米諸国に波及。南米太平洋岸の地形は、大陸棚を持たず、海底石油資源もないので、沿岸国は大陸棚の上部水域に及ぶものとし、200海里の範囲で主権を有するものとした。いわゆる200海里領海宣言であるが、法的には、大陸棚に基づく権利として正当化された。

**1952年 サンチャゴ宣言** チリ、ペルー、コロンビアの間で200海里領海を相互承認する。200海里水域を国際的に承認した最初の例。

**1952年 韓国大統領大陸棚宣言** いわゆる李承晩ライン。

**1958年 大陸棚条約**（第1次国連海洋法会議）大陸棚制度を条約化した。

**1967年 マルタ大使パルドの提案** 大陸棚条約が規定する（大陸棚の範囲を）「開発可能なところまで」とすることに対して、これでは深海底も大陸棚資源開発の対象になる可能性があるとして、大陸棚の範囲を超える海底について国際制度を設けることを提案。第3次国連海洋法会議開催のきっかけとなった。

**1969年 北海大陸棚事件** 大陸棚条約第1～3条の慣習法化を認め、大陸棚の基本的性格を確認した。

**1970年 モンテビデオ宣言**

**1972年 サントドミンゴ宣言、ヤウンデ決議**

第3次国連海洋法会議の開催に向けて、各地域で政策の表明が行われた。その中で、途上国は200海里水域の実定法化を主張した。モンテビデオ宣言は南米諸国の間、サントドミンゴ宣言はカリブ海諸国の間で200海里水域を宣言するもの。ヤウンデ決議は、これらの宣言をベースに途上国グループと先進国（遠洋漁業実施国）の主張を調整しようとするもので、今日の排他的経済水域の原型となった

**1970年代** 資源有限論、（途上国の）天然資源に対する恒久主権などの概念が影響を及ぼした。

**1973～1982年 第3次国連海洋法会議**（国連海洋法条約の採択）

**1976年 米国200海里漁業水域設定** 日本は一貫して排他的経済水域制度に反対していたが、米国がこれを設定したので、翌年日本も設定した。

**1983年 米国排他的経済水域設定** 米国は、海洋法条約に署名もせずに、経済水域を設定し、海底資源を含む経済水域制度を慣習法と位置づけた。

## (2) この海域の法的枠組み

排他的経済水域と大陸棚は、主権の範囲としての領海と国際的空間としての公海の間にあつて、法的に複雑な地位をもっている。

この海域にはさまざまな法が適用される。理論的には、国際法（海洋法）の許容する限度で、諸国が各々個別に制定する国内法（法令）によって規律される。しかし、実際には国際法と国内法はどちらか一方が優位であるとか授權的關係にあるのではなく、相互に調整しあいながら一つの秩序を作りだしている。

わが国大陸棚法制度の基礎知識を学ぶために、**オデコ・ニホン・S・A事件**（東京地裁、高裁）の判例研究を行う。

オデコ・ニホン社（原告）は、日本とアメリカ企業の共同出資によりパナマで設立された会社で、海底油田およびガス井の掘削を主な事業としていた。1971年から1973年にかけて、同社は、日本企業との請負契約により島根県、山口県、福島県沖の大陸棚で掘削作業を行い、対価として合計1540万ドル（事件当時約48億円）の収入を得た。これについて、東京国税庁は、外国法人に対する課税処分を決定した。その根拠は、上記の収入が法人税法第138条1号にいう「国内において行う事業から・・・生ずる所得」にあたり、外国法人にも課税することができるというものであった。これに対して、同社は、課税処分の取消を求めて東京地裁・東京高裁で争った。

裁判所は、次の理由で会社側の申立を退けた（地裁・高裁同旨）。①大陸棚制度の基本理念は大陸棚条約第1～3条に表わされ、その後の国家実行によって慣習法となっていることが、北海大陸棚事件における国際司法裁判所の判決によって確認された。したがって、日本は大陸棚条約に加入していなくても大陸棚を探索し鉱物資源を開発する主権的権利を行使することができる、②大陸棚に対する主権的権利は、探索、開発またはこれらに関連する活動を対象にする限り、領域主権の延長であり、主権の一側面たる課税権を当然に含む。主権的権利は、領域主権の公海海底区域への延長という概念に基づく国家固有の権利であり、明示的宣言に依存しない。③憲法第84条はあらたに租税を課す場合に特別の立法措置を要求するが、大陸棚における法人税法の適用は、施行地域が日本の属地的管轄権の及ぶ範囲と同じであることによるものなので、特別の立法措置を必要としない。

要約すると、この判決は次のことを判示した。①大陸棚制度は慣習法となっており、日本の大陸棚には当然に日本の法令が適用される、②大陸棚に対する主権的権利には、鉱物資源の探索、開発に関する管轄権だけでなく、関連活動に関する管轄権（掘削請負業務に対する課税権など）も含まれる。③大陸棚の



開発には、特別の立法措置がなくても、既存の法令が適用される。

排他的経済水域についても、この判例から、慣習法となった事項については当然に主権的権利を行使することができるといえる。大陸棚と排他的経済水域の大きな違いは、前者が明示的な宣言がなくても当然に適用されるのに対し(海洋法条約第 77 条 3)、後者は沿岸国が 200 海里の範囲で設定できるだけである(同条約第 57 条)。したがって、大陸棚については、直接国内法を適用することができる(後で、適用範囲や解釈が争われることはありうる)が、経済水域については、事前に立法措置が必要になる。

### (3) 排他的経済水域・大陸棚制度の概要

#### a. 排他的経済水域と大陸棚の関係

距岸 200 海里以内の海底は、大陸棚であるとともに経済水域の一部でもある。したがって、各々に基づく制度または規定が抵触しない限り、両方の制度または規定が適用されることになる。ただし、国連海洋法条約では、排他的経済水域制度に基づく海底およびその下についての権利は、大陸棚の規定によって行使される(第 56 条 3)。その限りで、海底は大陸棚としての性質が優先されるように見えるが、両制度は、主権的権利の内容および権利行使に対する制約が微妙に異なるので、即座に 200 海里内の海底では大陸棚制度が優先的に適用されるということには慎重を要する。海底の境界画定では、距離を基準にする経済水域制度の方が日本の国益に適している。世界の境界画定に関する国家実行も、経済水域と大陸棚の境界を同じに扱う単一境界を距離基準で定める傾向が強い。

#### b. 排他的経済水域

海洋法交渉の経緯から、範囲については 200 海里水域を採用しながら、漁業規制・管理について沿岸国に主権的権利を認め、余剰分について外国人の参入を認める。沿岸国の主権的権利は領域主権ではない。沿岸国は、漁業資源の利用について優先的権利を有するが、漁業資源は再生可能性を有するため、資源量が減少しない限度(最大許容漁獲量)まで自国民が利用しない場合は、その残り(余剰分)を外国人に利用させなければならない。

一見合理的な制度であるが、余剰分の算定や許可手続は沿岸国の思惑に影響されやすい。実際、外国漁船を雇用(請負)して漁獲したものを自国の生産として輸出することも可能なので、余剰分が保証されているとはいえない。すべての沿岸国が客観的に余剰分を決定し、調整するための技術的基準と制度が望まれるが、未解決である。

漁獲量=余剰分の制度は、魚種別に適用される。魚種別に経済水域内の漁獲許容量と実際の利用量を調査しなければならない。広い海域で、それを調査し算定するための施設と人員が必要になる。

日本は、海洋法条約の批准にあたって、「排他的経済水域及び大陸棚に関する法律」および関連法令を制定した。とくに排他的経済水域に関しては、「排他的

経済水域における漁業等に関する主権的権利の行使等に関する法律」、「海洋生物資源の保存及び管理に関する法律」、「水産資源保護法の一部を改正する法律」（以上、水産三法）を制定し、その施行令、施行規則（たとえば、違反外国漁船の拿捕に係る担保金の提供に関する命令など）を定めた。

日本周辺海域の漁業については、1997年に中国と、1999年に韓国と新しい漁業協定を締結した。日中間では、尖閣諸島周辺を含む広い海域で暫定的な共同管理水域を設けている。日韓間では、相互に経済水域の設定を認め、竹島周辺海域について暫定水域を設け、両国国民が操業できるものとした。

海洋法条約の経済水域制度に含まれる持続的生産の考え方は、後に環境保護と生物保護の分野でさまざまな条約・法令に採り入れられている。

### c. 大陸棚

大陸棚の範囲については、大陸棚条約の「水深 200 メートル＋開発可能性」の基準から、海洋法会議の審議を経て、陸性地層の外端＝コンチネンタル・マージンをまで、またはそれが 200 海里より少ないときは 200 海里までとなった。わが国の場合、ほとんどの大陸棚は 200 海里内に含まれるので、200 海里までとなり、経済水域と重なる。

探索・開発については、排他的経済水域と異なり、沿岸国が完全に排他的な管轄権を有する。沿岸国は、大陸棚の資源を利用するか否かに関わらず、他国の利用を認める義務を負わない。

探索・開発の対象は、海底とその下の鉱物資源および定着性生物資源（かに、ひらめなど）である。しかし、規制の内容については明らかでない。

鉱物資源とくに石油・天然ガスの探索については、ほとんどの海底を区割りして探索の許可申請を受け付ける制度を設けているが、領海外で商業規模の開発が行われている所はない。

東シナ海の間線より中国側に設けられた中国の天然ガス田は、大規模に開発が進められ、来年から商業規模の生産を前提に本土との間にパイプライン計画が進められているという。

国連海洋法条約では、コンチネンタル・マージンが 200 海里より外まで延びている場合は、一定の手続にしたがってその外端まで大陸棚を取得することができる。今の所では、太平洋小笠原諸島周辺に数箇所、延伸できる可能性のある海底が発見されている。

延伸の手続きは、海洋法条約第 76 条に規定する条件に合致する地層データを同条約で設けられた大陸棚限界委員会に提出し、第 76 条に合致する旨の勧告を受けることである。同委員会はすでに活動を始めているが、これまでに申請を提出したロシアが勧告を拒否されたことに鑑みて、厳しい審査が予想されるので、相当量の探査データを集積する必要があると予想される。そのため、政府は専用の物理探査船を備船して調査を始めているが、申請提出までに十分なデータを得られるかどうか微妙なところである。

#### d. その他の問題

経済水域・大陸棚の範囲については、隣接国との間で境界画定の争いがあるが、この背景には、隣接国間で領土紛争がある。これは、本項の主題（海域管理）から離れるので取り扱わないが、問題は領土紛争の判断基準（実効的占有など）だけでなく、紛争解決手続と国際関係の問題に関わる。

排他的経済水域・大陸棚に含まれる海域は、領海・接続水域の外側にあつて公海の性質をもつ。同時に、日本の場合は、隣接国との間で出入国管理、検疫、密輸取締などの保安活動、防衛などの活動空間でもある。これについては、他の項で取り扱われる主題に関わるものもあり、あらためて総合的に検討すべきであろう。

## 4-6 総合的な海洋の安全保障

真山 全（防衛大学校 国際関係学科教授）

### (1) 国家・国際社会の安全保障と海洋の安全保障

#### a. 安全保障の概念

安全保障とは、伝統的には、国家の領域と独立が外国からの武力によって脅かされないようその安全を確保することをいう。しかし、近時、さらに広い観点からこの語をとらえることが多くなった。これは、国家の安全に対する脅威として、武力以外のその比重が高まったからである。具体的には、資源や環境といった分野で生じる問題が国家の安全により係わるようになり、かかる分野での問題も安全保障の問題として認識されるに至った。

このような多様な脅威の発生によって、個別国家が単独でこれらに対処することは益々困難となってきた。このことを一つの背景として、単なる国家の集合体とは異なる国際社会ないし国際共同体なる概念が20世紀後半に生じ、その安全を如何に確保するかという問題意識も生じてきたのである。さらに、国家という主体やそれを構成員とする国際社会ではなく、そこで生活する人そのものに着目して、その生存の十全な確保の視点から、人間の安全保障という概念も提示されている。

このように、安全保障は、個別国家のそれであっても「総合的」安全保障といわれるが如く多様な側面を持っている。また、国家の安全保障は、国際社会の安全保障と有機的に連関する。

しかしながら、国家の場合であれ国際社会全体の場合であれ、安全保障の中核的部分は、戦争、武力行使といった暴力行為を如何に排除していくかという点にあることは、現在においても変わりはないであろう。また、最近、国家以外の主体による大規模なテロが多発しつつあり、上記の意味での安全保障に新側面を加えるに至っている。

#### b. 安全保障と海洋

このような意味での、つまり、暴力からの安全という意味での安全保障と海洋はどのように係わるのであろうか。海洋は、内水、領海及び群島水域からなる領水、資源等に対する主権的権利又は管轄権を沿岸国が有する排他的経済水域(EEZ)及び大陸棚、さらにその外側の公海及び深海底に分割されている。

こうした海洋の地理的区分によって沿岸国の権限の範囲が異なるのであるから、それぞれにおいて沿岸国がその安全のためにとりうる措置の範囲や程度に相違が生じる。このことを念頭に置きつつ、海洋で生じるか又は海洋を経由してなされる暴力行為から国家や国際社会の安全を如何に確保するかを見ることがとする。

## (2) 沿岸国領域の保全と外国船舶通航の確保

### a. 無害性の判断基準

航海技術未発達時代においては、沿岸海域こそが international highway であった。こうした沿岸海域での外国船舶の通航は、沿岸国の安全保障上の要請と対立することもある。沿岸国としては、自国への脅威となるようなものの通航をできるだけ排除したいと思う一方、国際交通の確保の観点からは、沿岸国による規制は小さい方が好都合である。この双方の要請を調整するものとして領海における無害通航制度が位置付けられる。沿岸国は、その領海内で無害でない通航を行う船舶や沿岸国法令違反を行う船舶を排除したり取り締まることができる。これに関しての基本的な枠組は、海洋法で一応整備されているといえる。もっとも、基本的な法的枠組はあるとしても、いくらかの論点が残る。

まず、大問題であった領海幅員に関する争いは終息したとはいえ、基線、直線基線、湾口閉鎖線や群島基線等の引き方に関する問題がなお残り、いずれの海域が領海その他の領域になるのかが争われる。

さらに、領海に関しては、外国船舶の通航の無害性の判断につき解釈上の問題が残っている。すなわち、従前から無害性判断の基準を行為態様別基準のみとするかこれに加えて船種積荷別基準も併用するかの対立が存在しており、この争いは完全には終息していない [注 1]。

この対立が顕著にあらわれるのが、沿岸国の安全保障に重大な影響を及ぼす軍艦の通航の場合である。無害通航権がそもそも軍艦にも認められるのか否かを含め議論がなされ、実際、冷戦時代には、軍艦の無害通航権を主張する米と外国軍艦の領海内通航に一定の規制をかけようとするソ連との間で衝突も生じた。この種の問題は、商業目的で運航される商船であっても、大型タンカーや危険物を輸送する船舶の場合にも生じよう。なお、日本は、その非核三原則から核兵器搭載軍艦の通航を無害とはしてこなかった [注 2]。この立場の妥当性を海洋法から検討する必要もある。

### b. 国際海峡における通過通航

領海であっても国際海峡とされる海域では、通過通航制度の導入によって、無害性基準は無関係となった。換言すれば、無害でなくとも継続的で迅速であれば、通航と上空飛行は許容されるのである。このため、沿岸国としては、通常の領海よりも一層強い意味で安全保障上の懸念を感じることもあるであろう。

この懸念は、いずれの領海が国際海峡となるのかを巡ってもあらわれる。また、通過通航制度は、潜水船の潜航通航を許容すると解されることもあり、ある海域が国際海峡となるとしても、当該の海域と無害通航のみが認められる通常の領海との地理的な境目をどのように定めるかという実際上の問題も生じる。

日本は、1977年に領海を12海里に拡張する際に、非核三原則と国際海峡の通過通航制度との調整を迫られた。津軽海峡等いくらかの海峡は、領海12海里とすれば、確実に国際海峡となろう。そうなれば、そこは、非核三原則の地理的適用範囲となると同時に、核兵器搭載艦をも含めた船舶と航空機に通過通航

権が認められる海域となる。この両者の調整の必要から、結局、日本は、津軽海峡等のいわゆる特定五海域内領海の 12 海里への拡張による国際海峡化を見送ったとされる [注 3]。この方策によって自国の政策と海洋法上の要請が衝突することを回避したのである。

### c. 沿岸国の警備能力

無害通航権や通過通航権が行使されるとはいえ、領海は、沿岸国領域主権が及び、従って、そこでの治安の維持は、沿岸国に委ねられる。しかし、沿岸国が十分な海上警察力を有さない場合には、実際上の問題が生じる。例えば、東南アジアでは、海上警察力が必ずしも十分ではないことや、多島海であるとの地理的条件もあって、領海内でのいわゆる武装強盗が多発している。

領海では、他国による法執行活動はできない。従って、海上警察部隊が弱体である国の領海に他国の海上警察が進入して執行をなすためには、当該沿岸国の同意や特別の協定その他の別段の法的枠組を用意しなければならない。このように、特定の海域についてはあるが、沿岸国単独の治安維持では不十分な場合の新たな枠組が求められている。2004 年のいわゆる東南アジア海賊対策地域協力協定がその例であるが、沿岸国領域主権と外国による取締協力の関係についてさらに詰めるべき論点が残ろう。

日本に目を転じれば、いわゆる不審船事件に伴い、内水や領海における法執行措置に関心が向くようになった [注 4]。不審船事件は、海洋法上の大問題を惹起せしめたり、海洋法上の新たな枠組の形成を要求するものではなかったが、領海内における法執行措置の強度を上げる必要が指摘され、海上保安庁法改正が行われるとともに海上保安庁兵力の増強がはかられるに至った。

特定の海域における多数国間の協力にせよ、沿岸国単独の行為にせよ、領海における外国船舶に対する措置については、沿岸国領域の保全と無害な外国船舶の通航確保の双方の要請に配慮しなければならないことに留意すべきである。

## (3) EEZ における沿岸国の権限

### a. 外国による軍事的活動

領海を超える EEZ は、船舶の通航と航空機の上空飛行につき公海と同じく自由な海域である。他方、資源等に関する主権的権利や管轄権は、沿岸国に属する。この EEZ では、境界画定問題の他に、沿岸国の権限と他の諸国の利用の調整につき問題が生じることがある。

これは、国連海洋法条約に明文の規定がないような活動に関連して発生することが多い。例えば、EEZ での軍事的活動については、同条約に具体的な定めはなく、従来から、そこにおける軍事的活動が沿岸国の規制下に置かれるのか、それとも、EEZ に及ぶような公海の自由の一部として自由になしうるのかにつき争いがあった。途上国等には前者の立場をとるものがある一方、米等は、明確に後者の見解を表明してきた。具体的には、EEZ における軍事演習、軍事情報収集、軍事機器設置や兵器実験等が争われるであろう。

## **b. 外国による軍事的調査**

最近しばしば議論されるのが、EEZにおける海洋調査である。EEZにおける海洋の科学的調査は、全人類の知見の向上のためなされ、従って、沿岸国も通常の場合には許可を与えるとされる。これに対し、外国による資源探査は、認められない。しかしながら、科学的調査と資源探査の境目は不分明である。両者とも同様の手段を用い、その対象も同じであるからである。

科学的調査と資源探査の区分に加えて、EEZにおける軍事的活動の一である軍事目的調査の位置付けも議論の対象となる。EEZでの軍事目的調査に関する明文規定も国連海洋法条約にはなく、ここにも海軍国と沿岸国との対立の契機が含まれている。

日本は、全世界で行動する米海軍にその安全保障を相当程度依存していることもあって、軍事目的調査を公然とは非難しにくい立場にあるといえよう。他方、日本は、近隣諸国による日本EEZ内における軍事目的調査を当然ながら排除したいと考えている。ここに、安全保障上米に依存していることと沿岸国としての利益の確保の間のジレンマがある〔注5〕。

## **c. 外国軍艦及び非商業目的政府船舶の扱い**

EEZ内で外国漁船が操業を行っていたり、外国私有船舶等が資源探査や無許可の海洋科学調査を実施していれば、海洋法及び関連国内法令に基づき沿岸国は、必要な措置を講ずることができる。しかし、海洋観測艦のような外国軍艦や非商業目的政府船舶の場合には、仮に資源探査をなしていてもその有する執行管轄権からの免除からして、沿岸国は、直接的な措置をとりえないと通常は理解されている。また、EEZが船舶の通航の点で公海と同じであるから、これらの船舶のEEZ外退去要求にも困難が生じる。

かかる管轄権の免除が常に存在するのか、逆にいえば、特に非商業目的政府船舶の免除が失われる場合があるのかが検討される必要がある。また、免除との関係では、資源探査という行為そのものの法的性格も検討されなければならないであろう。

### **(4) 公海上の法秩序維持**

#### **a. 旗国主義とその例外**

いずれの国の領域でもない公海では、旗国主義が適用されている。旗国主義によって、いずれの船舶もその旗国の管轄権に服することになるから、全体としての公海の法秩序も維持される。また、旗国主義によって船舶は、旗国以外の国の管轄権行使から原則として免れ、このことにより公海における干渉が排除され、航行自由が確保される。なお、法秩序維持の観点からは、旗国による実効的な統制に疑問のある便宜置籍船の問題が指摘されてきたのは周知の通りである。

旗国主義には例外もあって、国連海洋法条約は、海賊行為等、旗国以外の国

が干渉できる場合を列挙している。海賊行為は、同条約上、私的目的による公海上又はいずれの国の領域でもない場所での他の船舶又は航空機に対する略奪等の暴力行為である旨定義され、普遍主義によってこれを取り締まることができる。

但し、航行の自由確保の側面を有する旗国主義が浸食されることを防止するため、海賊概念の安易な拡張を警戒しなければならない。古くは海底電線の毀損から、新しくは1985年のアキレ・ラウロ号乗取のような同一船舶内での犯罪行為の取り締まりのため海賊概念の拡張が企図されたことがあった。後者のような乗取事案については、この事件を契機に「海洋航行の安全に対する不法な行為の防止に関する条約」(SUA条約)が1988年に採択されている。しかし、同条約でも乗取事案を完全に海賊行為並に扱っているのではない。このように、海上犯罪取締においては、常に航行利益の確保との間で緊張関係が生じる。いわゆる海上テロや今後発生するであろう新たな海上犯罪の取締においても、航行の自由を侵害しないように留意する必要がある。

#### **b. 大量破壊兵器の拡散阻止**

奴隷輸送を巡る19世紀の議論が示すように、従来は、特定の物品等の輸送のみを理由とする公海上での干渉は、武力紛争時の捕獲等を除いては許容されてこなかった。麻薬輸送であっても、特定国間の臨検協定のような別段の合意がなければ、公海上での取り締まりは許容されていない。

しかるに最近、船舶による大量破壊兵器の輸送を阻止し、その拡散を防止しようとする動きが顕著となった。その端緒となったのは、2002年のソサン号臨検事件であった。本件事件は、当時行われていた武力紛争との関連で、海上捕獲としての臨検という説明も不可能ではなく、臨検という行為の説明の仕方は複数あったものと思われる。

その後、本格的に大量破壊兵器船舶輸送防止のための法的枠組の検討が行われ、結局、いわゆる拡散防止構想(Proliferation Security Initiative)(PSI)を経て、SUA条約の改正の動きへとつながっていく。

こうした一連の措置は、従来の個別国家に対する脅威ないしその法益侵害の観点のみからではなく、国際社会全体に対して脅威となる行為を海上において除去するという要請に応えるという側面を持つものである点が注目される。他方、かかる脅威認識の普遍性には疑問がないわけではなからう。

### **(5) 武力紛争と安全保障**

#### **a. 領域、船舶又は航空機に対する武力攻撃**

領海を含む領域又は船舶若しくは航空機に対する武力攻撃が発生した場合、領域国又は旗国若しくは登録国は、自衛権を行使しうる。自衛権行使要件に関しては、いかなる行為が国連憲章第51条のいう「武力攻撃(armed attack)」を構成するかが議論されていた。これには、武力攻撃という行為の主体の問題と行為の烈度の問題が含まれる。



前者については、従来、国家の実質的意味における軍隊の侵攻を想定し、そのように想定することで特段の実際上の不都合はなかった [注 6]。しかし、国家の軍隊以外の機関による暴力行為をどう捉えるかの問題は以前から認識されていた。例えば、海上警察部隊による大規模で高烈度の暴力行為が漁船団等に法執行を理由になされたときに、これを武力攻撃と認識できるかである。

加えて、2001年9月の対米大規模テロ以降、私的集団による行為が武力攻撃を構成し、被害国は自衛権行使のトリガーを引くことができるか、という論点も議論されるようになった。対米大規模テロのような行為、例えば、大型タンカーの破壊のような行為が領水内で生じた場合、いかなる法的枠組で対応するのかが問われる。

後者の烈度問題については、軍隊の行為であっても問題となる。外国軍艦であって無害通航をしていないものが領海内あり、それが沿岸国からの退去要請に応じない場合、どのような対処ができるかという問題が提起される。当該外国軍艦が発砲その他の暴力行為を大規模又は組織的に行えば、自衛権による対処が可能となろうから、法的処理は比較的容易である。しかし、そうではない場合、例えばスウェーデン領水潜水艦侵入事件のように、侵入潜水艦は特段の暴力行為をなさないものの、執拗な退去要請に応じないというときには、沿岸国は実力を使用しての退去措置の法的説明に窮することが考えられる。

#### **b. 武力紛争の存在の法効果**

武力攻撃が発生したとされれば、攻撃の対象国は、自衛権行使を開始し、そこで生じる暴力行為の応酬は、武力紛争を構成すると考えられよう。かかる事態が発生したならば、武力紛争法の適用が始まり、それによって、暴力行為に直接参加できるものの範囲が戦闘員資格を有するものに限定される。戦闘員資格は、原則的には軍隊構成員にのみ与えられ、警察機関はそれを付与されない。

低烈度の暴力行為がエスカレートしていけば、いずれかの段階で武力紛争となる。暴力行為のなされる事態に投入される海上警察部隊をその本国が国際法上文民機関と位置付けているのであれば、武力紛争となった段階で暴力行為へのその参加が文民機関の敵対行為への参加と相手国に認識される可能性もある。米沿岸警備隊のような国際法上の軍隊ではなく純粹の文民機関と日本が認識する海上保安庁のなすであろう行為の性格を武力紛争法を視野に入れつつ確認しておく必要がある。

#### **c. 武力紛争非当事国の領域、船舶又は航空機の安全**

自国が武力紛争の当事国とならずとも、他の国家間に武力紛争が発生すれば、海上におけるその船舶及び航空機の安全に大きな影響が生じる。伝統的な国際法では、武力紛争当事国以外は、中立国となり、中立義務の履行を要求された。具体的には、武力紛争当事国による中立国領域での作戦行動を中立国は阻止しなければならず、公海上では中立国商船は武力紛争当事国が行う捕獲や封鎖を容認しなければならない。

この中立法は、国連憲章による武力行使違法化の達成と集団的安全保障体制の整備によって、その存立基盤を脅かされており、武力紛争非当事国の領域、その船舶や航空機が武力紛争当事国との関係でいかなる法的地位にあるかは、不明確となっている。このような武力紛争の当事国と非当事国の法的関係の分析も海洋における後者の活動の安全の確保にとり重要である。加えて、伝統的な中立法成立時には存在しなかった EEZ 等の海域が武力紛争法上どのように扱われるかの問題も生じている。

---

[注 1] 国連海洋法条約第 19 条の 1 項と 2 項の関係をどう捉えるかの問題である。

[注 2] 1980 年に事故で航行不能となったソ連原子力潜水艦が曳航されて日本領海を通過した際にも非核三原則が問題となった。

[注 3] 改正後の日本領海法でも依然特定海域の特則は維持されている。

[注 4] 奄美大島沖不審船事件は、日本 EEZ 内で生じた。

[注 5] 通過通航権と非核三原則の調整においても同種のジレンマがある。

[注 6] 但し、イスラエル領域に対するパレスチナ・ゲリラによる越境作戦のように、国家以外の主体による行為の法的性格が問題となったことがあった。

## 4-7 海洋空間の管理

兼原 敦子（立教大学 法学部教授）

### (1) 海洋に関する法的枠組

a. 海洋を利用し管理するためには、科学や技術とともに、法が重要な手段の一つとなる。ここでは、海洋に関する国際法的枠組として、国連海洋法条約（1982年採択、1994年発効、日本は1996年に批准）を中心として、国際法の一分野としての海洋法の基本的な構造とその歴史および動向を明らかにする。

b. 一方で、国家は、海洋利用および管理に関する諸々の国内法を制定している（日本についていえば、たとえば、領海及び接続水域に関する法律、排他的経済水域及び大陸棚に関する法律、漁業法、海上汚染防止法、海上保安庁法など）。他方で、海洋は、それを通じて他国と接触する空間であり、すべての国が海洋の利用（海上交通・漁業・資源開発・軍事演習など）に利益を見出すので、諸国の海洋利用を規制して利益を調整し、さらには国際社会の共通利益を実現するための海洋法が、国際法のもっとも伝統的な一分野として発展してきている。各国の海洋に関する国内法は、国際法（海洋法）を国内的に履行するための措置でもある。

c. 海洋法は、国際公法の一部であり国家の海洋に関連する国際関係を規律する諸原則・規則である。海洋法の生成過程では、海上武力紛争法の展開が重要な部分を構成していた（戦時捕獲・海上封鎖・私掠船禁止・中立などに関する法）。現在では国際法上、武力行使の違法化のもとで平時と戦時との区別が意義を失ったため、海洋法も、原則としては、武力紛争の発生していない事態への適用を想定する法（海洋の平和利用に関する法）である。海域での（武力行使とは異なる）法執行に伴う実力行使も、こうした海洋法の適用を受ける。

### (2) 海洋法の法源

a. 国際法の主な成立形式（法源）には、条約と慣習法がある。条約は当事国のみを拘束するが、慣習法は原則として国際社会のすべての国を拘束する。海洋法では、豊富な条約群と慣習法を総体として、それらの原則・規則群の相互作用により複雑な規律が実現している。

b. 海洋法は、とりわけ海洋大国の国家実践を通じた慣習国際法の成立と学説による洗練を伴って、その基本的な構造が形成されてきた。1958年に、公海条約、領海および接続水域条約、大陸棚条約、公海漁業資源保存条約（ジュネーブ4条約）が成立した。これらの条約に含まれる基本的な原則群は、慣習法として確立しており、すべての国に効力が及ぶ。1982年の国連海洋法条約は、ジ

ユネーヴ 4 条約を統合しただけではなく新たな海洋制度の設立も含み、320 ケ条からなり 11 の附属書をもち、「海の憲法」ともよばれる大部の条約である。深海底開発（1994 年国連海洋法条約第 11 部実施協定）と漁業資源保存（1995 年公海漁業実施協定）に関しては、同条約の実施協定の締結もすすんでいる。加えて、漁業資源保存、海洋環境保護、シージャック防止、海上の生命の安全などの特定事項に関する条約が、国際社会の一般的な範囲の国を当事国とする一般条約のみならず、特定の地域の諸国が当事国となる地域条約として数多く採択されている。

c. 日本は、国連海洋法条約を 1996 年に批准し、それに伴い多くの国内立法措置を取り（排他的経済水域及び大陸棚に関する法律、排他的経済水域における漁業等に関する主権的権利の行使に関する法律などの制定、既存の領海法の改正など）、同条約の国内的履行をはかっている。

### **(3) 海洋法の歴史的展開：近代における公海と領海の二元制度の成立から現代の多元的海域制度の展開へ**

a. 近代にイギリスやオランダが海軍国として強力になると、スペインやポルトガルによる広大な海洋領有に異議をとらえた。海洋法史上最も有名な論争（「海洋自由論」対「閉鎖海論」）を経て、諸国が植民地経営のために、海上通商・交通の自由を必要とした 17 世紀の終わりには、海洋自由論が定着した。同時に、諸国の実践にも支えられて、狭い沿岸海域への沿岸国の権利が認められた。そして、18 世紀から 19 世紀における通商自由主義の支持を受けて、「広い公海と狭い領海」という海洋の二元制度が確立した。

b. すべての国は、公海の自由を享受する。航行・上空飛行・漁獲・科学的調査・海底電線及び海底パイプラインを敷設する自由などである。公海へは、いずれの国も主権を及ぼすことはできない。公海上の船舶へはその国籍国（旗国）が規律を及ぼし、旗国が自国船舶による公海秩序に適合した利用を確保することにより、公海における秩序の維持がはかられている（旗国主義）。なお、漁獲の自由は、公海制度が確立していく近代から 20 世紀にかけては、公海の自由の主要な一つであった。けれども、とくに 20 世紀後半より、地域条約や一般条約により、公海漁業についての国際規制が急速に進展し、その結果として現在では、公海における「漁獲の自由」は、かなりの程度に制限されている。

c. 領海では沿岸国が領域主権をもつ。沿岸国の主権は、漁業・通商・秩序維持・軍事・衛生・出入国管理などのすべての事項に及ぶし、（後述の無害通航権の制度を例外として）領海内の外国船舶に対しても及ぶ。領海の幅員については、「広い公海、狭い領海」として、長らく 3 カイリ説が多く个国家実践により支持を受けていたが、国連海洋法条約は、これを 12 カイリと定めた。

領域主権に対する重要な例外は、領海では外国船舶に無害通航権が認められ

ていることである。外国船舶は、沿岸国の平和・秩序又は安全を害さない限り、その通航は無害であり権利として保護される。沿岸国は、外国船舶の無害通航を阻害するような方法で外国船舶に対して権利を行使してはならない。外国船舶が、沿岸国の法令に違反する違法漁業、沿岸国の防衛又は安全を害するような情報収集、国連海洋法条約に違反する故意かつ重大な海洋汚染行為などを行ってれば、それらは無害通航とは認められない。その場合には、沿岸国は、当該外国船舶を停船させた上で、乗船検査・捜査・拿捕などの措置を取り、さらに違法行為の審理および処罰などを行うことができる。

#### **(4) 海洋法の新たな動向：資源志向**

a. 伝統的海洋二元制度は、欧米海洋大国の実践を基礎として成立したが、20世紀になり新独立諸国（多くは途上国）が国際法団体に加わり、自らの利益に適合する新海洋法秩序の形成をはかった。その結果、国連海洋法条約では、海運・通商中心の海洋法から資源志向の海洋法への重点の移行と、海洋の海域単位での権利配分から機能的な権利配分への転換という、二つの特徴が海洋法に導入された。

b. 米国はじめ先進国の実践が集積した結果ではあるが、すでに1958年大陸棚条約も、この二つの特徴を有している。同条約は、大陸棚という海底区域に関して、沿岸国に、大陸棚資源の開発・探査のためという資源開発目的の（に限定された）主権的権利を与えた。海域単位での包括的な権利配分を基礎とする伝統的な領海・公海の二元制度に対して、上部水域は公海でありながら海底は沿岸国の主権的権利の及ぶ大陸棚であるという点で、海洋の機能的権利配分が出現した。また、資源志向とは関わらないが、1958年領海及び接続水域に関する条約が規定する接続水域制度も、海域の「機能的配分」を実現した制度である。接続水域は、通関・財政・出入国管理・衛生という特定事項に関して、領海沿岸国の執行管轄権のみが及ぶ海域である。

c. 国連海洋法条約は、天然資源の探査・開発・海洋環境保護・科学調査などに関する沿岸国の権利を認める排他的経済水域制度を定めた。それは、途上国を中心として、沿岸国がとくに漁業資源に対する権利を主張する実践を集積してきた成果である。ここに挙げた事項以外の事項については（航行・上空飛行など）、同じ水域であっても、公海としての法的地位をもつ。これも、海域の「機能的」配分である。排他的経済水域は、沿岸から200カイリに及ぶ海域であり、これにより地球上の海洋の大きな部分がいずれかの国の排他的経済水域となる。（航行・上空飛行などに関しては）公海としての地位を維持するとはいえ、排他的経済水域制度は、「広い公海」への重大な変更を実現した。

#### **(5) 海洋法における国際利益の強調：**

海洋利用の「自由」から海洋の「管理」へ

a. 途上国の資源志向の主張は、深海底制度において、海洋における国際共通利益の強調と結びついた。途上国の強い主張により、国連海洋法条約は、本来は公海の海底であり自由開発の原則（公海の自由の原則）が適用されえた深海底につき、国際機構による開発と利益の衡平配分を骨子とする深海底制度を設けた。もっとも、同制度に対する先進国の反対は強く、1994年国連海洋法条約第11部実施協定では、深海底制度の基本的な原則に対する実質的な修正も行われている。

b. 国際共通利益実現のために、公海漁業資源の保存について、国連海洋法条約はいくつかの一般的規定をおくにとどまるが、1995年の公海漁業実施協定に加えて、北大西洋漁業機構、日本も当事国である南マグロ保存条約、2000年高度回遊性魚種保存管理条約などのように、地域的機構や条約が発達している。同様に、国連海洋法条約12部で海洋環境の保護と保全に関する規定群が成立し、国際海事機関の主導により採択された1973年MARPOL条約をはじめとする一般条約や、北海や地中海などの諸国を当事国とする地域条約も集積している。

c. 海洋法は、海賊・奴隷取引などの事項につき、旗国主義の例外として公海上の外国船舶への臨検を認めてきた。国連海洋法条約の定める臨検対象事項（海賊・奴隷取引・公海からの無許可放送・無国籍・自国籍船でありながら外国の旗の掲揚）以外に、別途の条約により、漁業資源保存・公海上の麻薬取引・国際テロ防止などにつき、旗国以外の国による執行を認める実践が増加しつつある。国際共通利益の保護・実現のために、旗国主義による予定調和的な公海秩序の実現という想定が修正・変更を迫られている。

d. ここに挙げた海洋法の現代的に特徴的な傾向は、海洋（利用）の「自由」から海洋の「管理」の時代への移行と評価されることがある。

## 4-8 海洋問題への統合的アプローチ

寺島 紘士（海洋政策研究財団常務理事）

### （1）統合的・国際的アプローチの進展

20世紀後半に入ると、自然界の出来事が相互に密接な関連を有していること、そして、人間社会の活動がそれらに大きな影響を与えていることが強く認識されるようになった。私たちは、これらを地球環境問題として捉え、地球レベルの視野を持って取り組んでいくことを求められている。このような変化の中で、地球の表面の7割を占める海洋空間の諸問題に対しても統合的アプローチの必要性が強調されるようになってきた。1982年に採択され、海洋に始めて明文の統一的な法的枠組みとルールをもたらした国連海洋法条約も、その前文で「海洋空間の諸問題が相互に密接な関連を有しおよび全体として検討される必要があることを認識し」と謳っている。

海洋は、実に149カ国がその周囲を囲む巨大な空間である。水で満たされ、相互に密接な関連を有している海洋の事象は、海洋の一部からとき・ところを越えて他の部分に様々な形で伝播・影響する。このような海洋空間の問題は、国内、国際と問題を分けて取り組むことが難しい。そこで、国際的な取組みが、各国の海洋問題の取組みをリードするようになったのが20世紀後半からの特徴である。本節では、1990年代以降のそのような海洋管理の政策面の取組みの進展について取り上げていくこととする。

### （2）持続可能な開発とアジェンダ 21

国連海洋法条約発効の2年前の1992年、世界各国が参加してブラジルのリオ・デ・ジャネイロで国連環境開発会議（リオ地球サミット）が開催された。サミットでは、それまで対立概念として論じてきた「環境」と「開発」を不可分なものとして「持続可能な開発」原則に統合する「環境と開発に関するリオ宣言」が発表された。

この会議で採択された持続可能な開発のための行動計画「アジェンダ 21」は、人間の生存にとって重要な開発資源の保護と管理について、大気、森林、生態系、農業、生物多様性、淡水資源、廃棄物などとともに、海洋を取り上げ、第17章「海洋と沿岸域の保護及びこれらの生物資源の保護、合理的利用及び開発」を設けた。

第17章の序文は、持続可能な開発のための各国の政策と行動計画及び国際法の機能・役割との関係について次のように述べている。

「海洋環境は、地球の生命支持システムに不可欠な構成部分であり、持続可能な開発の機会を提供する積極的な資産である。国際法は、本章で述べる国連海洋法条約の規定に示されているとおり、国の権利と義務を定めており、海洋および沿岸域とその資源の保護および持続可能な開発を追求する上での

国際的基礎となっている。そのためには、各国、小地域、地域及び全地球レベルで、海洋及および沿岸域の管理と開発に対する新しいアプローチ、内容において統合され、範囲においては予防的で将来を先取りしたアプローチが必要である。それは以下のプログラム分野に反映されている。

- (a) 沿岸域及び排他的経済水域を含む海域の統合的管理及び持続可能な開発
- (b) 海洋環境保護
- (c) 公海の海洋生物資源の持続可能な利用および保全
- (d) 領海内の海洋生物資源の持続可能な利用および保全
- (e) 海洋環境の管理および気候変動に関する不確実性への対応
- (f) 地域協力を含む国際協力及び調整の強化
- (g) 小規模な島嶼の持続可能な開発 [注 1]

第 17 章は、これに続いて、これらの 7 つのプログラム分野について、詳細な行動計画を定めており、これ以降今日に至るまで、海洋問題に取り組む際の基本的政策枠組みを提供している。

第 17 章の冒頭のプログラム分野『沿岸域及び排他的経済水域を含む海域の統合的管理及び持続可能な開発』では、「沿岸国は、自国の管轄下にある沿岸域及び海洋環境の総合管理と持続可能な開発を自らの義務とする [注 2]」ことを目標とし、「各沿岸国は、地方と全国の双方のレベルで、沿岸域、海域とその資源の総合管理と持続可能な開発のための適切な調整機構（ハイレベルの政策立案機関など）を設立するべきである [注 3]」として、各国の海洋政策の「海洋管理」へのパラダイムの転換と意識改革ならびにそれに基づく新しい取り組みを各国に求めている。

この行動計画アジェンダ 21 で取り上げられ、その後新たな条約や具体的行動計画へと発展したものを例示すると、陸上活動からの海洋環境の保護に関する世界行動計画（1995 年）、危険物質及び有害物質の海上輸送に伴う損害についての責任 および補償に関する国際条約（1996 年）、2001 年の船舶の有害な防汚染塗料システムの管理に関する国際条約（2002 年）、船舶からのプラスチックおよび沈殿物質の規制及び管理のための国際条約（2004 年）などがある。

### (3) WSSD 実施計画

リオ地球サミットから 10 年後の 2002 年には南アフリカのヨハネスブルグで持続可能な開発世界サミット（WSSD）が開催された。WSSD では、リオ地球サミット以降の 10 年間の取り組みをレビューし、今後の持続可能な開発の取り組みについて討議した結果、「持続可能な開発」が国際間の中心的協議事項であることを再確認し、アジェンダ 21 をさらに具体的に進めるための WSSD 実施計画や官民がパートナーとなって取り組むタイプ 2 イニシアチブを採択した。

WSSD 実施計画では、海洋に関して、改めて国連海洋法条約及びアジェンダ 21 が海洋に関する基本的な法的・政策的枠組みであることを確認して、その加入・実施促進を掲げるとともに、海洋及び沿岸の統合的な管理の促進などの分野



横断的問題をはじめとして、漁業、生物多様性と生態系の保護、海洋汚染（特に陸上起因汚染）、海上輸送の安全と環境保護、海洋環境と科学及び小島嶼国における持続可能な開発などに関する具体的な実施事項を取り上げている。しかも、そのうちの 10 を越える事項には目標達成期限が明記されている。わが国は、これが法的拘束力を伴わないソフト・ローであるとして軽視せず、これらを十分に検討し、自らの政策に取り入れてその実施に努めるとともに国際協力を行なうことが求められている。

#### **(4) PEMSEA と東アジア海域の持続可能な開発戦略**

東アジアでは、12 カ国が参加して持続可能な開発の実施や閉鎖性・半閉鎖性海域の環境対策、統合沿岸域管理の取組みを推進する東アジア海域環境管理パートナーシップ（PEMSEA）が実施されている。同プログラムは、1994 年にスタートしており、2003 年には、マレーシアで開催された東アジア海洋会議の東アジア 12 カ国の閣僚級会合において「東アジア海域の持続可能な開発戦略 SDS-SEA」を採択した。同戦略は、WSSD の東アジア海域での実施促進を目指しており、アジア海域の持続可能な開発のために 20 の目標と 228 の具体的行動計画を示して、関係国の自発的な実施を求めている。

PEMSEA は、この SDA-SEA を東アジア海域で実施を推進するため、現在第 2 期目のまとめを行い、2007 年以降の第 3 期の取り組み体制の整備を準備しており、新たな進展を迎えようとしている。

海洋問題は、その国際的性格に照らせば、このような共同プログラムの下で各国が国際的に協調し、かつ、主体性をもって自主的に取り組むのに適しており、行動計画方式はそのためのツールとして優れている。わが国は、もっと積極的関心を持ってこれに参画する必要がある。

---

[注 1] 『アジェンダ 21－持続可能な開発のための人類の行動計画－』第 17 章 A17. 1

[注 2] 同上第 17 章 A17. 5

[注 3] 同上第 17 章 A17. 6

# 第 5 章

## 今後に向けて

## 第5章 今後に向けて

寺島 紘士（海洋政策研究財団常務理事）

国連海洋法条約（以下「海洋法条約」）の発効、アジェンダ 21 の採択から 10 年余が経過した。海洋法条約がもたらした新海洋秩序の下で科学・技術の発達を背景に人間活動の海域への拡大が続いており、海洋の管理と持続可能な開発のため総合的な海洋政策の策定と実行は、各国および国際社会にとって、ますます重要な課題となっている。

海洋は人類が日常起居する生活圏から外れた空間であり、それを管理するためには、科学的知見、技術力、経済力、そして何よりも管理にむけた政治的意思とそれを実現するための法制度及び社会システムが必要である。どの国にとってもこれは容易なことではない。このため、条約発効の初期においては、海洋の総合的管理に対する各国の取り組みの差はそれほど目立たなかった。しかし、条約発効から 10 年を経過した現在では、熱心に取り組んできた国と、そうでない国との差は次第に明確になってきている。

### (1) 世界各国の海洋政策の取り組み

現在では多くの国々が総合的な海洋政策の策定・実施に取り組んでいる。先頭を切って既に実施段階に入っているのは、カナダとオーストラリアなどであるが、米国も、海洋政策審議会の報告を受けて 2004 末に米国海洋行動計画を策定して新たな海洋政策の実施に動き出した。さらに近隣の中国。韓国も熱心な取り組みを行なっている。

#### a. 米国等

世界最大の管轄海域（＝領海 + 排他的経済水域）を有する米国は、既に 1960 年代末から海洋・沿岸域の問題に取り組み、各国に先駆けて、海洋政策の策定、沿岸域管理法の制定、海洋保護区、海洋研究助成制度（シー・グラント）の制定、海洋大気庁（NOAA）の設置などを行ってきた。さらに、近年の新たな状況に対応するため、2000 年に特別法により海洋政策審議会（以下「審議会」）を設置して新たな海洋政策の策定に取り組んできたが、同審議会は、2004 年 9 月に 3 年余の審議を終えて報告書『21 世紀の海洋の青写真』を発表した。これは、新たな米国の国家海洋政策の枠組みを冒頭に掲げ、海洋の様々な活動や問題に対する政策を論じ、海洋に関する科学技術の研究や教育・周知を取り上げた包括的、かつ、詳細なものである。この報告書は、米国の海洋政策に対して 212 の勧告を行なっている。

これを受けて、ブッシュ米国大統領は、2004 年 12 月、閣僚級の海洋政策委員会を設立する大統領令を発令するとともに、『米国海洋行動計画』を策定し、議会に提出した。この行動計画は、審議会の勧告の実行に向けて、当面の短期

行動計画を明らかにするとともに、米国の海洋政策の方向を示す今後の長期行動計画の概要を定めるものである。

中でも注目されるのが、既存の海洋管理システムでは新海洋政策を効果的に実行できないとして、新たな国家海洋政策の枠組みの構築を審議会が勧告したことに対する対応である。行動計画は、この点について、様々な分野にまたがる海洋問題に総合的に対応するため、大統領及び必要に応じて行政省庁長官に対し、海洋関係の問題に関する政策の策定又は実施について助言する閣僚級の海洋政策委員会を設立することとし、さらにその活動を支援するために、海洋科学技術・資源管理統合省庁間委員会をはじめとするいくつかの下部組織を新設している。また、海洋政策審議会が国家海洋大気庁（NOAA）の強化を勧告したのを受けて、商務省内に NOAA を設置する NOAA 基本法を議会に提出している。

行動計画のハイライトには、このほか、漁業管理の改善、全地球観測ネットワークの構築などが掲げられている。資源、環境から海上輸送、科学技術、安全保障にいたるまで、世界の海洋に関する政策や行動をリードしてきた米国が、新たに 21 世紀の海洋政策を掲げて動き出した影響は大きく、その動きを注視していく必要がある。

カナダは、水産・環境・海上交通・沿岸警察関係行政をあわせて担当する漁業海洋省を設けて海洋問題を総括する機能を持たせ、1997 年には海洋法を制定した。これに基づいて 2002 年、カナダ漁業海洋省は、海洋管理と政府内の政策・計画の調整の統合的アプローチ並びに生態系アプローチを遂行するための「カナダ海洋戦略」を策定し、さらに、2005 年カナダ海洋行動計画を策定して海洋の管理に取り組んでいる。

このほか、米州では、ブラジル、メキシコなどが積極的に海洋政策に取り組んでいる。

## **b. アジア**

アジアでは、韓国、中国が総合的な海洋政策の策定・実施に一步先んじている。特に、中国は、2002 年に公布・施行した海域使用管理法により海域の国家所有を明確にする海域使用権制度、海域を様々な種類の機能に区分して海洋の開発と管理の基礎とする海域機能区域制度および海域有料利用制度の 3 つの基本的制度を設け、これにより、海域の管理と持続可能な開発を進めている。また、無人島の管理の強化とその生態学的環境の保護を目的として制定した「無人島の保護及び利用の管理に関する規則」により海域管理に重要な役割を果たす無人島の管理強化を図っている。

韓国は、1996 年にそれまで関係省庁によって分割管理されていた海洋および沿岸域の管理行政を統合して「海洋水産部」を創設し、積極的に海洋および沿岸域の統合的管理に取り組んでいる。1999 年には、統合的な沿岸域管理を基本理念とする沿岸域管理法を制定し、さらに、2002 年には、海洋および海洋資源の効率的な管理・保全および開発・利用ならびに海洋産業の育成のための政府の

基本政策を定める海洋水産発展基本法を制定している。

このほかアジアでは、インド、タイ、ベトナム、フィリピン、インドネシアなど国々が海洋政策の取組みを進めている。

### c. 太平洋地域

オーストラリアは、1998年末に「オーストラリア海洋政策：保護、理解、賢明な利用」を策定、また、1999年には「環境保護・生物多様性法」を制定して海洋の総合的管理に取り組んでいる。環境・遺産大臣を長とし、産業・科学・資源、漁業、観光、運輸の各大臣で構成する海洋閣僚会議が海洋政策の実施を監督しており、世界の海洋管理の取組みの先頭を走っている。

また、太平洋に点在する島嶼国が協議して、2002年に「太平洋島嶼地域海洋政策」を採択しているが、さらに2004年2月に開催された太平洋島嶼地域海洋フォーラムでその実施プロセス開始が合意され、太平洋島嶼国は「統合戦略行動」を定めて地域海洋政策の実施に取り組んでいる。広大な海域を管轄する太平洋島嶼国の地域的な取組みとして注目される。

### d. 欧州等

英国は、2002年に Stewardship (管理) を海洋管理の基本原則に据えて「清潔、健康、安全、生産的・生物多様性の高い海洋」のビジョン実現を目指す海洋管理報告書『私たちの海を護る』を発表したが、これを受けて2005年5月には管轄海域の統合的評価に関する報告書『海の状態』を取りまとめた。同報告書は、気候変動による海洋生態系の変化、工業地帯の海域の環境悪化、人間活動が生態系に及ぼす悪影響などを確認し、立法を含む海洋政策の発展と関連政府機関間の調整促進を求めている。これを受けて、現在、英国環境・食糧・地域省は2006年11月までを目途に海洋法案の作成作業に入っている。

海洋法案では、海洋資源の利用と保護にむけて、海洋と沿岸環境の持続可能な開発のためのより良いシステムを構築すること、持続可能性を確保しつつ開発者がより簡単に承認を取得できる海洋資源管理システムを導入すること、いくつかの海洋関係機能は英国政府に留保するとともにその他を地方行政にゆだねる統合システムを作ることを目指している。具体的には、海洋資源の開発と保護のための優先順位、ガイダンス、環境基準などを定める「海洋空間計画」策定、海洋開発の承認体制の重複の排除と透明性の確保を目指す「海洋承認」制度の確立、漁業、環境監視、承認などを行なう「海洋管理機構」の設立、特定の種を対象とした伝統的アプローチではなくて海洋生物多様性全般を空間的に保護できる柔軟な法的保護の枠組み「海洋自然保護」の構築、沿岸及び河口域管理の強化、漁業と海洋資源管理の統合などが検討されている。

海洋に熱心なポルトガルのバローソ首相を2004年11月委員長に迎えた欧州委員会は、欧州が持続可能な方法でより多くの海洋の利益を享受するために、2005年3月から海洋に関連する、又はこれに影響を与える全ての経済活動及びこれらを扱う海洋政策について調査を開始した。この取組みは、漁業・海事、環

境、運輸、エネルギー、研究、地域政策、産業の7名の欧州委員会委員で構成されるグループによって進められている。その下に作業班がつくられ、2006年6月までにグリーン・ペーパーを欧州委員会で採択すべく現在作業中である。

グリーンペーパーの内容は、なぜ現状が不満足であるか、なぜ全体的アプローチが海事活動に必要で、それが欧州の価値を高める政策策定につながるのかを説明するものとされている。検討される政策の具体的な事柄としては、沿岸海域の海洋活動に関する空間計画、欧州の海事クラスターや船員の競争力、捜索救難・漁業検査、海上事故・油濁の防止・密入国・密輸・テロへの効果的対応、沿岸域管理、EEZ・公海の管理、持続可能な経済発展に必要な科学技術と研究、海底マッピングなどが上がっている。

このような欧州委員会の積極的な動きは域内各国にも強い影響を与えており、これまで行政レベルでの取り組みで海洋政策をカバーしてきたフランスが、2005年10月に今後10年間の海洋政策策定にむけてハイレベルの専門家チームを発足させる首相決定を行なった。このほかでは、ポルトガル、ノルウェー、オランダなどの海洋政策への取り組みの動きが目立ってきている。

欧州とアジアにまたがるロシアは、1998年海洋資源の開発利用のため「世界海洋」プログラムを策定し、2001年には首相をヘッドとする海洋委員会を組織し、「海洋ドクトリン」をつくって海洋政策に取り組んできた。これまでは、主として国内に焦点を当てて関係省庁が個別に取り組んで来た海洋問題に対する総合的な取り組みを検討していたが、最近国際関係、特に近隣諸国との関係に目を向けてきている。

## (2) 日本の取り組み

近年、日本周辺海域においては海洋空間の境界画定や海洋資源・環境の管理について近隣諸国との対立が顕在化し、国民の目がわが国の広大な海域に注がれ、海への関心が高まっている。

### a. 近隣諸国との競合

中国との間では、中国による東シナ海の日中中間線付近の石油ガス田開発、沖ノ鳥島は排他的経済水域（以下「EEZ」）を持たない「岩」とする発言、海洋法条約や日中合意違反の海洋調査、中国原子力潜水艦による石垣島周辺の日本領海侵犯などをめぐって日中間で様々な事件・出来事が起こり、対立・緊張が高まっている。これらは、海洋法条約による新しい海洋秩序の下で沿岸国の領海・EEZ・大陸棚などの管轄海域が大きく海域に拡大したため、海洋を挟んで向かい合う近隣諸国間でそれぞれの海域が相互に大きく重複し、これをめぐって海洋資源・環境の管理について新たな競争が始まっていることの一例でもある。

これらの情勢を背景に、2004年8月には、200海里を超えて延びているわが国の大陸棚等の調査および海洋資源等に関する施策について、関係省庁間の緊密な連携を図るため、内閣に内閣副官房長官を議長とする「大陸棚調査・海洋資源等に関する関係省庁連絡会議」が設置された。内閣官房副長官を議長とする

海洋関係の関係省庁連絡会議は、1980年に設置された海洋開発関係省庁連絡会議に次いで二つ目である。

さらに、日本最南端の沖ノ鳥島については、EEZ・大陸を設定できない岩であると中国が2004年4月に突然主張して、中国が海洋法条約に違反してわが国の同意を得ずに行なっている同島周辺の海洋調査を正当化したことから、問題として浮上した。その後2004年初冬から2005年にかけて2度にわたり日本財団視察団が派遣され、地球温暖化による海面上昇により水没の危険も予測される同島に厳しい自然状況を含めて同島の現状や利用可能性が明らかになるにつれて国民の関心が高まり、これを受けて政府も灯台の設置や島の再生・利用に向けた取り組みを開始した。このように、沖ノ鳥島のような管轄海域の拠点となる遠隔離島は、わが国海域管理に重要な役割を果たしており、その管理について今後とも施策を着実に講じていくことが必要である。

## b. 国土形成計画

他方、近年、国内的には人々の関心は、高度成長の過程で失われた沿岸域の自然環境や資源の再生、景観や人と海とのかかわりの回復に大きく向けられてきており、各地で、また、様々なレベルで沿岸域の再生・回復の取り組みが行なわれている。また、2004年12月に起こったインド洋スマトラ沖の大地震・津波を契機として、津波・高潮などの自然災害の脅威が改めて認識され、生命・財産を守る防災・減災対策の重要性が改めて痛感された。

以上に述べてきたような内外の状況を背景に、開発志向から成熟型への社会の変化に適切に対応するために国土総合開発法が改正され、人口、産業その他の社会経済構造の変化への的確な対応、地域の特性に応じた自立的発展する地域社会、国際競争力の強化及び科学技術の振興等による活力ある経済社会、安全が確保された国民生活並びに地球環境の保全にも寄与する豊かな環境の基盤となる国土の形成、さらに地方公共団体の自主的な取り組みを尊重しつつ国が本来果たすべき役割を全うすること等を国土形成計画の基本理念とする国土形成計画法が2005年7月に成立・公布された。海洋政策の観点からは、国土形成計画の計画事項に「EEZ・大陸棚に関する事項を含む海域の利用と保全」が新たに加えられた。これは、国の計画に、拡大したわが国の管轄海域が取り上げられた大きな一歩である。国土形成計画全国計画は、2007年中ごろまでに策定される予定である。

## c. 海洋政策提言と今後の方向

海洋に対する国民の関心の高まりを受けて、2005年に入って民間・非政府部門の様々な組織・団体からわが国に必要な海洋政策についての提言が出されている。

7月には、日本学術会議海洋科学研究連絡委員会が「海洋に係わる学術の統合的推進の必要性－包括的海洋政策策定への提言－」と題する報告書を発表した。

また、11月には、(社)日本経済団体連合会が、「海洋開発のための重要課題について」と題して、大陸棚調査の着実な実施、自然災害等に対する安全・安心の確保、海洋資源の開発及び海洋開発推進体制の整備の4項目について政策提言を行なった。

さらに、同じく11月に海洋政策研究財団が「海洋と日本 21世紀の海洋政策への提言」と題して総合的な海洋政策の提言を行なった。これは、2002年に日本財団が行なった「海洋と日本 21世紀におけるわが国の海洋政策に関する提言」以降の内外情勢、政策研究の進展を踏まえて、海洋の総合的な管理と持続可能な開発に関する政策を包括的に提言したものである。提言は最重要点として、今後取り組むべき海洋政策の具体的重要事項を示す「海洋政策大綱」の策定、総合的な海洋政策推進の要となる「海洋基本法」の制定、総合的海洋政策を担当する「海洋担当大臣」の任命等行政機構の整備を強調し、さらに海に拡大した「国土」の管理政策として、EEZ・大陸棚の管理の枠組み構築、海洋安全保障の確立、海洋環境の保護・保全・再生の推進、海洋資源の開発推進、統合沿岸域管理システムの構築、海洋情報の整備、研究・教育とアウトリーチの推進についてそれぞれ具体的施策を提言している。

近年の、内外の海洋・沿岸域の総合的な管理に向けた取組みの進展、特に東シナ海を中心としたわが国周辺海域における資源・環境・安全保障等の問題の顕在化により、これらに対応するためのわが国の海洋政策に対する政治家、メディアさらにこれを支える国民の関心がようやく高まりを見せてきた。今後は、海洋政策研究財団の「21世紀の海洋政策への提言」に取り上げられている「海洋政策大綱の策定」「海洋基本法の制定」「海洋担当大臣の任命」を軸に、わが国の海洋の総合的管理に対する取組みが進展していくことが期待される。





この報告書は、競艇交付金による日本財団の助成金を受けて作成しました。

平成17年度 「海洋問題入門」  
(海洋政策と海洋の持続可能な開発に関する調査研究  
－海洋管理教育に関する研究報告書)

平成18年3月発行

発行 海洋政策研究財団 (財団法人シップ・アンド・オーシャン財団)

〒105-0001 東京都港区虎ノ門1-15-16 海洋船舶ビル

TEL 03-3502-1828 FAX 03-3502-2033

<http://www.sof.or.jp>

本書の無断転載、複写、複製を禁じます。

ISBN4-88404-174-7