

(仮 訳)

## 海洋の未来：人間の活動が海洋システムに及ぼす影響

人間活動が世界中の海洋に大きな変化をもたらしている。鍵となる要因の1つは、人間の活動によって生じた大気中の二酸化炭素（CO<sub>2</sub>）濃度の上昇である。これにより、海洋の酸性化、海水温上昇、貧酸素化、海洋循環の変化、海面の継続的な上昇、海の生物生産や生物多様性に変化が生じている。その他の要因として、栄養塩・化学物質・プラスチックによる汚染、水産物の乱獲、侵入生物種の蔓延が挙げられる。

海洋におけるこれらの変化のすべてが、地球上の多くの地域における人類の福利と人間社会に重大な影響を与える。G7 諸国の科学アカデミーは以下の事項を提起する。(1) CO<sub>2</sub> 排出量を国家レベルで抑制する。(2) 人為的な海洋汚染を削減し、規制を強化する。(3) 水産物の乱獲を防止し、科学的調査に基づいた管理によって海洋の生物多様性と生態系の機能を維持する。(4) 国際的な科学協力を推進し、海洋の変化および人間社会と環境への影響を予測・管理・緩和する。

海洋は地表全体の3分の2を占め、生物地球化学循環における重要な役割を果たしている。また、地球上の生物多様性の多くが海洋に依存している。海は何百万もの人々の生活を支え、急激に増加する人口に食物を提供する役割での貢献度をますます高めている。海洋は今、2つの大きな脅威に直面している。

- 脅威の一つは主に温室効果ガスの排出に関わるもので、海水温と海水面の上昇、海洋の酸性化、海洋表層の成層化と海洋循環の変化などが含まれる。これらは海洋全体の生産力を変化させる。
- この他の地球全体または地域的な脅威として、洪水、海に流入する化学物質・栄養塩・プラスチックによる汚染、乱獲、石油・ガス・鉱物などの資源の採取、生息域の損傷や大規模な沿岸構造物の建設などの人間活動が挙げられる。

これらを含めた変化によって、生物多様性や海洋生物生産性、ひいては人口や人間の活動に対する深刻な影響が特に沿岸域や島々において更に悪化しつつある。

海洋は熱容量が非常に大きく、地球温暖化によって生じた温度上昇の90%以上が海洋によって吸収され、数年から数十年の時間幅で地域から地域へと再分配が行われている。海洋はまた、化石燃料により排出されたCO<sub>2</sub>の約4分の1から3分の1を吸収している。人間の活動により大気中のCO<sub>2</sub>量が増加し続ける限り、また、増加が抑止されても海洋と大気の間で平衡状態となるまで、海

洋による炭素取り込みが続けられるだろう。化石燃料により排出された CO<sub>2</sub> の大部分は海の表層に溶け込み、海洋の深層へ運ばれ、深海底の堆物中の炭酸塩によって中和される。しかし、このプロセスは何万年もの歳月を要するため、次世代にとって今後増え続ける CO<sub>2</sub> にこのような緩慢な自然の循環で対応することは困難である。

海の表層への CO<sub>2</sub> の取り込みは、海洋酸性化を含め、相互に関連する多くの変化を海洋化学に引き起こしている。これらの変化による主要な海洋生態系への影響は、ようやく解明され始めたばかりだが、多くの海洋生物のエネルギー・バランス・生理・行動・生存への影響が見られる。海洋動植物が炭酸カルシウムを使って外殻や骨格を形成する能力への影響が特に懸念される。海洋による CO<sub>2</sub> の取り込みは生物多様性・食物網・漁業などの海洋生態系サービスへの深刻な影響を生じる可能性がある。

地球温暖化そのものが、海水面の温度を変化させ、そのため海水中の CO<sub>2</sub> と酸素の溶解度に変化が生じている。また海洋の密度成層や海水循環パターンにも変化が生じている。地球温暖化は、海水循環に変化を引き起こす。極域ではその変化が特に明白である。北極海の海氷が溶ける夏にはこの問題が顕著であり、南極半島の沿岸域の気候と海洋生物に大きな影響を与える。極地におけるこのような変化は、さらに世界中の天候・気候・生態系への変化を引き起こし、それらは干ばつや異常気象として各地で観測されている。

海洋の水温上昇と陸氷の融解によって地球上の平均海水位は上昇しつつある。この傾向は今後数十年、そして数世紀にわたってさらに早いペースで続くものと思われる。2100年には、平均海水位は現在よりも1メートル以上、地域によっては1.4メートル上昇すると予想される。社会的な影響として、海岸線の後退や海水位の極端な変化（高潮による洪水等）、沿岸部のインフラ・天然資源・生物多様性の喪失などが予想される。これらの影響は、対策費用の増加、住民の立ち退きや環境難民の移住に結びつく結果となる。

海洋の循環と混合の作用により、海洋生物の成長に欠かせない酸素や栄養塩が供給される。そのため、予想される物理的变化は、海洋の生産性・生物多様性・生態系などの機能や水産業に影響を及ぼす。陸域での人間の活動は、栄養塩を含む汚染物質を沿岸域に放出する。栄養塩は、藻類の異常発生を引き起こし、沈降した藻類は分解され、海中の酸素濃度の低下を招き、沿岸に貧酸素水塊（デッドゾーン）が形成される。生物分解できない海洋ごみや有害化学物質などが海中の食物連鎖内で蓄積されていくが、人間を含め、海産物消費生物への影響はまだ解明されていない。海洋のあらゆる深さにプラスチックの破片が蓄積され、海洋生物への有害な影響が認められる。また、外来種が

入り込み、生態系を攪乱し、漁業や観光業に影響を及ぼしている。

乱獲は、生物多様性や生産性、ひいては漁業の将来、海洋生態系の復元力に悪影響を与えるものとして、世界的に深刻な問題である。最近では、乱獲を止め、枯渇していた漁場を回復させ、経済・社会・環境へ利益をもたらすことが可能であることが証明されている。違法・無報告・無規制での漁業は、漁場管理を損ね、食糧安全保障や海洋の復元性を脅かす。海岸線の変更や養殖など、沿岸域での人間の活動も、海洋生態系損傷の一因である。こうした活動は、海洋生態系を脆弱にし、海水温上昇、海洋酸性化、汚染、富栄養化などの影響と相まって、状況をさらに悪化させている。

予見される最も深刻な影響を防ぐためには、以下の行動が必要である。

### 1. CO<sub>2</sub>排出量に関する各国の進路の変更

- 国家レベルで排出を削減し、脱炭素経済への変革を加速する。
- 資源や物資の使用における持続可能性の概念など、環境政策に海洋を組み込む。
- 国連気候変動枠組条約（UN Framework Convention on Climate Change: FCCC）の目標達成を推進し、短期の経済効果を重視するあまり、気候と海洋の変化によって生じる短期・長期コストを度外視している、という問題を克服する。

### 2. 人為的海洋汚染を削減し、規制を強化する

- 肥料の使用、人や動物による下水放流、養殖による富栄養化を削減する。流域の下水管理を改善する。
- ゴミの投棄を止め、廃棄物や有害物質の排出を規制する。あらゆるものから発生するプラスチック片の海洋システムへの流入を削減するため、緊急行動を起こす。
- 国際海運や養殖を通しての不注意による外来種の持ち込みを減らす。バラスト水の放出規制を強化する。
- 国家の規制および国際的な規制によって定められた、海上活動のあらゆる側面における高い国際基準を実施する。また、海上監視や科学的な海洋観測のための協力関係を改善する。

### 3. 乱獲を止め、科学的調査・研究を基礎とする責任ある管理によって、海洋の生物多様性と生態系の機能を維持する

- 自然の魚類個体群とそれらが依存する生態系を保護し、回復する。また、公海を含めた海洋保護区のネットワークを構築する。
- 持続可能な方法で漁業を管理し、違法・無報告・無規制の漁業を根絶する。

4. 海洋の将来の変化及び人間社会と環境に対する影響をより良く予測・管理・緩和するため、国際的な科学協力を推進する

- 国際協力を強化し、媒介するリーダーシップを発揮する。研究施設・データ・モデルへのアクセスを改善し、海洋の物理・化学・生物的動態及び人類の福利と海洋生態系間の相互作用に関する知識を強化する。
- 国際的な協調を増進し、持続的な海洋観測のために必要なインフラや能力構築を推進する。