

などを押しつけられたりしていること、将来的に開発が進めば大きな環境影響が予想されること、などが注目される。

この章の内容構成としては、①官民の国際協力の難しさを示す雛形的な事例とされる豆満江開発、②汚染が集約的に現れる日本海自体の現状とタンカーからの油流失事故の対応、③ロシアの森林と核廃棄物投棄問題の概観、④海洋および大気分野における国際協力体制などが検討される。

4. 環境協力型地域構築へのアプローチ

21世紀においては、各国政府、地方自治体・地方政府、NGO、そして市民自らが、地域協力の秩序として新しい枠組みを提起し、中国沿海部の維持可能な発展の支援、中央アジア・東シベリアの生態系への影響の少ない資源開発、朝鮮半島北部の環境に十分配慮した改革開放、ロシア極東部

の開発から軍備管理を含めた核廃棄物管理に至る包括的な環境協力を様々なレベルで具体的に実践していくべきである。特に、これからの環日本海地域が協働で取り組むべき共通の環境問題では、地球市民レベルの解決を図るとともに、身近な生活レベルでの環境負荷の小さな地域づくりが必要であり、その際には、地方自治体・NGO・企業などのパートナーシップがより重要となる。なお、沿岸各国間それぞれの関係、とりわけ北朝鮮との関係をどのように改善、(再)構築していくために、多くの対話のルートを確認しておくことが必要である。とりわけ、学術・学会活動、NPO・NGOのネットワーク、そして地方政府・自治体の間の交流に北朝鮮からの参加を促し、北朝鮮の地域協力への係わりを環境保全の側面から支援していくことが強く求められている。

地球エコシステムとしての地中隔離

— CO₂分離・地中隔離・植物工場の導入 —

久留島守広（東洋大学）

1. はじめに

温室効果ガス削減のため省エネルギー、新エネルギー、燃料転換などの努力が国内外で行われている。

しかしながら、発展途上国では引続き増大するエネルギー需要を化石燃料に依存すること等から、世界のエネルギー供給の見通し（OECD/IEA “World Energy Outlook 2002 Edition”）では、現在（2000年実績で、石炭・石油・ガス等で79.5%）及び将来（2020年見通し同83.5%）とも大部分は化石燃料に依存するとされている。

このため、化石燃料からのCO₂の回収・利用をわが国はもとより、発展途上国も含めた世界における短・中期的な対応の柱とすることが不可避であろう。

ここでは、メジャーなエネルギー供給源への対応と地球全体を活用するものとして「地球エコシステム」と仮称してみたい。

2. CO₂分離・回収技術（脱炭技術）

（株）東芝は、体積の400倍の二酸化炭素を吸収できる画期的なCO₂吸収セラミックスを開発した。この材料は、二酸化炭素と反応しやすいリチウム

(Li) と腐食しにくいシリカ (SiO₂) とを組み合わせたりチウムシリケート (Li₄SiO₂) という粉末状の物質で、反応式： $\text{Li}_4\text{SiO}_4 + \text{CO}_2 = \text{Li}_2\text{SiO}_3 + \text{Li}_2\text{CO}_3$ により二酸化炭素の吸収・再生を繰り返すことができる。この吸収材のCO₂吸収温度は500～600度と高く、反応熱は回収して蒸気発生や発電などに再利用できる。この吸収材を活用して火力発電などからの排煙中のCO₂排出量を、小さなエネルギー・ペナルティで大きく削減できる。

このため、東芝(株)中川、東京農工大学堀尾ら、及び筆者は、火力発電システムなどからのCO₂排出量削減を目的に、セラミックス吸収材を用いた次世代二酸化炭素回収・利用システムの研究開発につき、特許出願を行うとともに、先導研究を行っている。

3. CO₂を活用する植物工場の概念確立

(株)日建設計は、居室用高効率光ダクトシステムを開発し、人工光に代わる照明設備の実用化を可能とした。

回収CO₂を固定し、かつ有効利用できる手法として生物的固定（バイオマス・エネルギー、植林などが知られている）を挙げることが出来るが、生物的固定を効率的に行うには、自然光や熱を効

率的に利用する必要がある。このため、回収CO₂の施肥、光ダクトシステムを利用した自然光の高密度化利用、および廃熱を効率的に利用できる植物工場概念を確立し、この構想を展開したCO₂利用植物工場群の実現性について検討し、その構想を具体化する。さらに、前述のCO₂分離・回収技術（脱炭技術）と地中隔離等と組み合わせることにより、地球エコシステムとしての実用性を有することを検証する。

現在、(株)日建設計及びNEDOの共同研究として、高効率光ダクトシステムを植物工場、ビル、地下施設等に広く適用するための諸条件の抽出、コスト試算及びCO₂排出抑制効果の試算等を行っている。

4. 事業化の展望

上記のシステムの社会への導入において、その前提となる地中隔離の対象フィールドについて、NEDOにおけるわが国の調査結果から、貯留能力の高い帯水層が日本海側北部沿岸及び太平洋沿岸全域に存在することが確認されている。この構造的な帯水層が確認された地域は、陸域16カ所、海域13カ所の計29カ所におよび、その隔離能力は約15億トンと見込まれる。

表1に示すように、国内の大規模発生源の集計

表1 わが国のCO₂大規模発生源

	年間排出量（炭素換算）		排出ガスの特性		
	排出総量 (1999年度)	1箇所あたり (万トン)	CO ₂ 濃度 (%)	その他排ガス中物質	排ガス温度
石炭火力発電所 (電力事業)	3831万t	平均規模：約54 大規模：210～280	13～15	SOx：30～70ppm ダスト：5～25mg/Nm ³	100度前後
石油火力発電所 (電力事業)	1695万t	平均規模：約9.8 大規模：180～250	12～13	SOx：～100ppm	100度以下
天然ガス火力発電所 (電力事業)	2790万t	平均規模：約24 大規模：100～130	8～10	不純物は少ないが水分が 15～17%と多い	100度前後
一貫製鉄所 (高炉＋転炉)	3585万t	平均規模：約84 大規模：93	高炉ガス：22 熱風炉ガス：27	高炉ガスにはCO、H ₂ の 含有量が高い	数百度
セメント工場 (キルン保有工場)	887万t	平均規模：約46 大規模：95	23～37	SOx：～30ppm ダスト：50mg/Nm ³ 程度	100度前後

及びこれらに、上記システムを適応した場合の試算によると、我が国のCO₂排出量の内、1990年を基準とした削減目標6%の約2割、年間15百万トン（全体の約1.2%）をこのフィールドに地中隔離すると仮定して、約100年分に当たる。

さらに、環日本海に目を転じると、サハリンに

おける石油・ガス田など地中隔離の対象として有望と思われるフィールド、またわが国との間のパイプライン敷設に伴うCO₂輸送ライン確立の可能性も考えられる。このため、今後の導入の可能性・費用負担のあり方など、その社会的コストとともに推進方策を今後とも示して参りたい。

COMMENT

桂 木 健 次（福岡工業大学）

近年、内外において、ハイテク農業の「植物工場」という多様な生態系の持続的進化に貢献することを目標とした生物生産システムに関する基礎的ならびに先端技術の開発等の応用的研究が着手されている。本報告は、食料の安定生産、ならびに健康、環境保全、省資源に役立つために閉鎖的または半閉鎖的な空間内において、植物およびそれに付随する生物さらにはそれらの代謝物質などを計画生産し、また生産物を貯蔵、加工、流通、利用するための合理的システムとして建設しようとするもので、今後益々重要性を増すと考えられる。

植物工場システム研究の範囲には、環境保全、計測、制御、経営、ビジネスモデル、安全性などに関する工学的、農学生命科学的手法が必要で、地球環境保全効果を得るための社会への導入計画においては、その前提となる地中隔離の適地フィールドの探索が求められて来ていた。報告者（日建設計・NEDO共同研究）では、日本海側北部沿岸及び大平洋沿岸全域、サハリン沖域に排出CO₂の貯蔵隔離能力が15億トン（1990年基準の削減目標6%の2割に相当）との高い構造的帯水層が見

込まれることが明らかにされた。このことから、現在進められ計画されているサハリン1・2・3プロジェクト及びパイプライン敷設とうまく組み合わせれば、事業化の展望が大いに見込まれる。サハリンエナジー社に係わる日本国際開発銀行の融資手順の検討にも反映されて欲しい。

自然との共生を進める世界最大級のエネルギー開発プロジェクトサハリン2では、その周辺域に自然が数多く残っている。島の南部になるプラント建設現場の敷地内にはサケやマスが産卵のため遡上する川が流れ、また北部の開発現場近辺にはアザラシ、アシカ、セイウチ、コククジラ、ペンギンなど希少動物が数多く生息しているので、事前の環境調査を行うなど地域環境に十分な配慮をしたプロジェクトの遂行が求められる。地中隔離の有望フィールドとされている天然ガス液化基地の建設予定地のサハリン島南部プリゴロドノイエ地区にあり、北海道稚内より約160km、フェリーで約5時間程度の近距離、サハリン州の州都ユジノサハリンスクからは約50kmの所に位置するからである。