

ブルーカーボンと Jブルークレジット制度[®]の取組状況

国立研究開発法人海上・港湾・航空技術研究所 港湾空港技術研究所
沿岸環境研究領域長

ジャパンブルーエコノミー技術研究組合 (JBE) 理事長

くわえ ともひろ
桑江 朝比呂

1. はじめに

浅海域における藻場、干潟、マングローブあるいは湿地は、水質浄化、食料供給、観光、レクリエーションといったさまざまな恵み（生態系サービス）を私たちにもたらす。その中でも、二酸化炭素（CO₂）の吸収という恵みが新たに注目されている。

海洋生物によって大気中のCO₂が取り込まれ、海洋生態系内に貯留された炭素のことを、2009年に国連環境計画（UNEP）は「ブルーカーボン」と名付けた。陸域や海洋は、地球における炭素の主要な貯蔵庫となっているが、海洋が炭素貯蔵庫として特に重要なのは、海底泥中に貯留されたブルーカーボンが長期間（数千年程度）、分解無機化されずに貯留され保存性が極めて高い点である。

海底には年間1.9億～2.4億トンの炭素が新たに埋没し貯留されると推定され、浅海域はそのうちの約73～79%（1.4億～1.9億トン）を占めるといわれている（図-1）。したがって、温室効果ガスのうち最も主要なCO₂を、大気外へ隔離し貯留させる仕組みが、海洋生態系、とりわけ浅海域において有効に機能している。

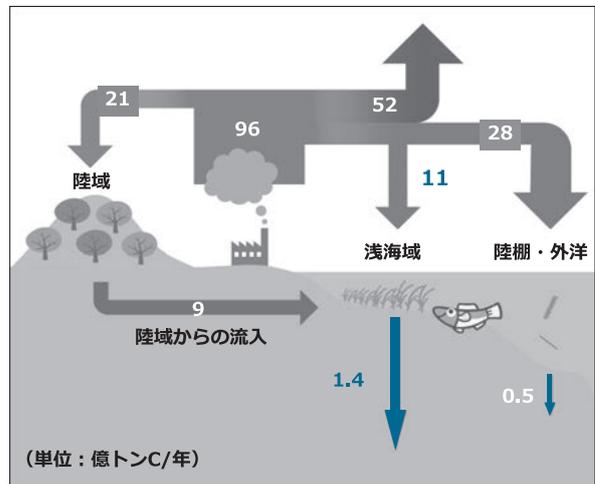


図-1 全球の生態系による大気中CO₂の吸収速度と生態系内への炭素貯留速度。浅海域の海底堆積物への炭素貯留速度は、陸棚や外洋域よりずっと速い

2. 浅海域にブルーカーボンが貯留されるメカニズム

大気-海洋間におけるCO₂ガス交換過程では、大気中のCO₂分圧と海中に溶けているCO₂分圧に差が生じた時、分圧の高い方から低い方へCO₂が取り込まれる（図-2）。したがって、大気中CO₂の吸収源となるためには、大気中より海中のCO₂分圧が低くなることが必須である。

海洋植物が光合成により取り込んだ水中のCO₂は体内で有機炭素に変換される。さらに藻場内で

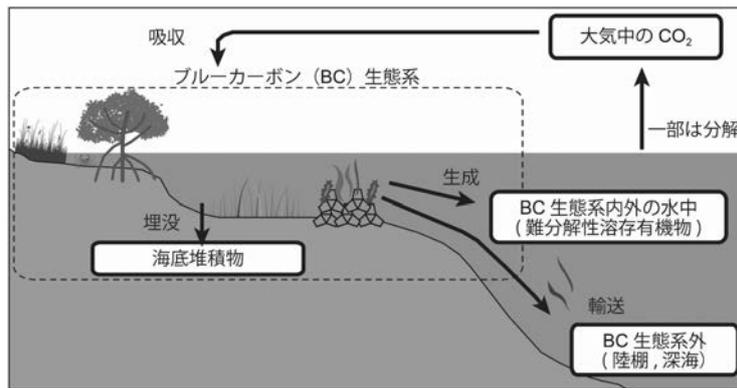


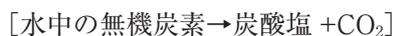
図-2 大気中のCO₂と生態系内に蓄積されている炭素との関係。太枠内は炭素プール（炭素蓄積場所）を示している。IPCC ガイドライン等では、「炭素プール内で増減した炭素量」＝「大気とのCO₂交換量」と見なされている

は、藻草体の立体構造によって水流が弱められることにより、水中に漂う有機炭素もトラップされる。例えば、瀬戸内海のアマモ場では、5千年以上の長期間、有機炭素が堆積し貯留され続けていることが報告されている。

藻場から流出した流れ藻の一部は沖合に流れ、さらにその一部は沈降して深海まで輸送される。深海に到達した有機炭素はたとえ分解無機化されたとしても、再び海表面に達するまでには数千年を要する。そのため、この深海への輸送は長期間炭素を貯留するための重要なメカニズムと見なされている。

あるいは、海草・海藻類の成長過程で体表面から分泌する溶存有機炭素の一部には難分解成分が含まれる。この難分解性溶存有機炭素の正体は、実はいまだ明らかではない。

水中の無機炭素（炭酸、重炭酸、CO₂）からは、貝類の殻やサンゴの骨格といった炭酸塩も形成される（石灰化）。この炭酸塩の貯留過程も大気中CO₂の吸収に寄与すると思われがちであるが、実は、石灰化の化学反応式は、



と表される。したがって、石灰化はCO₂分圧を上昇させてしまうため大気中CO₂の吸収に寄与しない。

3. 炭素貯留量もCO₂の正味吸収量と見なす理由

森林生態系や海洋生態系がどのくらいのCO₂を大気から吸収しているのかを直接計測する手法として、渦相関法やチャンバー法などが知られている。しかしながら、直接計測する手法は、高度な専門技術が必要でありかつ計測器の費用も高いため、現状では研究レベルでの適用にとどまっている。したがって、実務用に作成されている気候変動に関する政府間パネル (IPCC: Intergovernmental Panel on Climate Change) のガイドラインでは、直接計測の代わりに「生態系内で増減した炭素量」＝「大気とのCO₂交換量」と見なすことによって、生態系内への炭素増減量を計測するよう定めている。

すなわち、生態系内への炭素蓄積量が増加すると、その分大気中のCO₂を吸収したと見なす(図-2)。海草藻場、塩性湿地、マングローブといった砂泥性の浅海生態系は「ブルーカーボン生態系」と呼ばれ、植物体ではなく海底泥がブルーカーボンの主要な貯蔵場所となっている。

気候変動の緩和の観点から見ると、長期間で見た場合の海面でのCO₂ガス交換による大気中CO₂の正味吸収（吸収した総CO₂量>放出した総CO₂量）は直接的な過程であり、海中の炭素

プールへの貯留による大気へのCO₂回帰の抑制は間接的な過程である(図-2)。この二つは全く別の過程であり、どちらも気候変動の緩和には有効である。どちらがより重要かについては論争があるだろうが、長期的に大気中のCO₂を正味吸収し、なおかつ、炭素を海中に長期間貯留することの両方ができれば、気候変動の緩和にとってより好ましいのは論を待たないだろう。

4. 浅海域におけるCO₂吸収速度の推計

CO₂吸収速度の観測や解析は、現在広がりを見せている。日本では海草藻場に加え、海藻藻場、干潟、湿地、サンゴ礁などで観測が進められている。炭素貯留機能が高いことで知られるブルーカーボン生態系(海草藻場、マングローブ、塩性湿地)だけではなく、大気中CO₂の吸収源として潜在能力を有する海藻藻場、干潟、サンゴ礁、内湾域も含んだ浅海域全体を対象とした大気中CO₂の吸収速度の全球推計では、11(-63~80)億トンC/年と推定された(図-1)。

これまで浅海生態系によるCO₂吸収量の日本全国の推計がなかったため、2019年に初めて全国推計が行われた⁵⁾。その結果、現状におけるCO₂吸収量の平均値は132万トンCO₂/年、上限値は404万トンCO₂/年と見積られた(図-3)。その内訳を見ると、コンブ類やホンダワラ類といった岩礁性の海藻藻場の寄与が最も大きく、次いでアマモ場などの砂泥性の海草藻場となっている(図-4)。

日本における現在の最も大きなCO₂吸収源は森林であるが、高樹齢化に伴い2030年までには大幅な減少が予想されている。それに伴い、前述の2030年における浅海生態系の試算を仮に用いると、全吸収源による吸収量に対して平均値で約4%、上限値で約12%と、現在よりも大きな寄与が見込まれることになる。

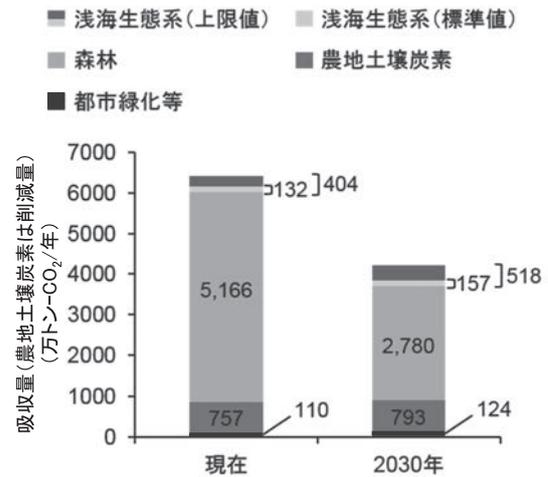


図-3 浅海生態系(マングローブ、海草藻場、海藻藻場、干潟)におけるCO₂吸収量の全国推計値と我が国の他の吸収源の値(温暖化対策計画参照)との比較。現在と2030年における自然生態系を対象とした既往文献から得られた吸収係数の平均値と上限値(不確実性を考慮し、統計的に全データの95%が入る範囲の上限)を示している。2030年の試算は、浅海生態系の保全・再生が進捗した場合の面積増加を仮定している

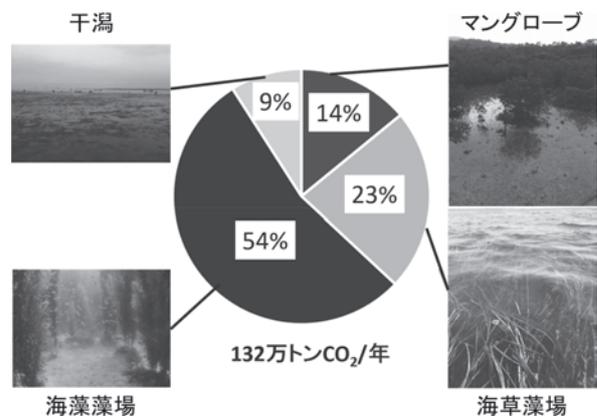


図-4 浅海生態系におけるCO₂吸収量の全国推計値(図-3の現在値)の内訳

5. ネガティブエミッション技術としてのブルーカーボン

海洋や陸域のような吸収源については、大気中のCO₂を直接除去する技術、すなわちネガティブエミッション技術(Negative Emission Technologies: NETs)としての評価もされ始め

ている。NETsには、森林管理や土壌管理、あるいは湿地・沿岸域（ブルーカーボン生態系）再生といった自然ベースの技術、直接大気中のCO₂を捕捉し貯留する工業ベースの技術、あるいは、バイオマスエネルギーを利用しその時に排出されるCO₂を回収し貯留サイトへ輸送し封入するBECCS（Bio-Energy with Carbon Capture and Storage）といったハイブリッド技術が提案されている。ここでは、NETsの自然ベースと工業ベースの二つの技術を比較してみる。

第一に、自然ベースの技術は、社会実装への障壁が小さく、持続可能といった長所がある。海洋鉄散布をはじめ、CCS（Carbon Capture and Storage）や藻類バイオ燃料プラントといった工業ベースの技術は、コスト、製造・輸送過程におけるCO₂排出、環境への悪影響などの諸問題を多かれ少なかれ抱えることになり、社会実装のためには解決すべき障壁が存在する。一方、自然ベースの技術はこの障壁が小さい。

第二に、自然ベースの技術は、気候変動の緩和だけでなく、多くの副産物、言い換えるとさまざまなコベネフィット（食料供給、水質浄化、観光、減災などの生態系サービス）も期待できる。

第三に、自然ベースの技術は、自然プロセスを用いた緩和策のため、工業ベースの技術より不確実性が高く、さらに、効率が低い（例えば、大気からのCO₂吸収速度が遅い）といった短所がある。

以上をまとめると、ブルーカーボンを活用した技術を導入するにあたっては、社会実装への障壁が少なく、コベネフィットが得られるという長所と、隔離・貯留やCO₂除去効率が低いという短所を念頭におく必要がある。

6. 政策上の今後の展望と課題

令和元年度からは国土交通省が事務局、農林水産省、環境省がオブザーバーとなった地球温暖化防止に貢献するブルーカーボンの役割に関する検討会が設置され、日本の地球温暖化対策計画に浅

海生態系を新たな吸収源として定めるとともに、「GHGインベントリ登録」に向けた検討が開始された。

排出源対策によるCO₂排出削減の総量は、吸収源対策によるCO₂吸収総量よりもはるかに上回ると予想できるため、ゼロエミッション達成には排出源対策が有効である。しかし、鉄鋼、セメント産業、船舶輸送、航空、そして自動車による運輸など、排出ゼロがどうしても難しい産業セクターでは、ネットゼロ目標の達成に吸収源対策を導入し、排出を相殺する必要がある。つまり、ゼロエミッション達成には吸収源対策は必須となることから、ブルーカーボンを活用した気候変動対策はこれまで以上に重要な意味を持つ。

日本における2030年目標（2013年比46%削減）や2050年カーボンニュートラルを達成するためには、一刻も早い社会実装が必要である。そのため、気候変動対応として方向性、定性的に良いと思われる取り組みであれば、定量的にやや不確実な部分があったとしてもまずは行動に着手できるようにすることが望ましい。

ブルーカーボンによるCO₂吸収量が、地球温暖化対策計画に基づくインベントリに登録されるには、環境省の温室効果ガス排出量算定方法検討会にて承認を得る必要がある。現在は、現状のブルーカーボンによるCO₂吸収量の算定の具体的な手法を詰めている。その結果、令和5年度よりマングローブ、さらに令和6年度より海草藻場と海藻藻場がGHGインベントリとして算定された。海藻藻場のインベントリ算定は世界初である。

さらに、国土交通省 港湾局では、2022年12月から海洋植物が持つCO₂吸収や水質浄化といった効果に着目、ブルーカーボン生態系を活用したCO₂吸収源の拡大によるカーボンニュートラルの実現への貢献や生物多様性による豊かな海の実現を目指し、ブルーインフラの拡大を進めるため、「命を育むみなのブルーインフラ拡大プロジェクト」を開始した。本プロジェクトでは、港湾施設の技術基準において、ブルーインフラ導入の検討を義務化するなどの検討がされている。

7. 社会実装上の今後の展望と課題

2020年7月には国土交通大臣の認可により「ジャパンブルーエコノミー技術研究組合」(以下、「JBE」という)が設立された。ブルーカーボンを含む海洋生態系の保全、再生そして活用などブルーエコノミー事業の活性化を図ることを目的とした技術(方法論)の研究開発を、異なる分野と立場の研究者、技術者、実務家らが密に連携して実施することを目的としている。

JBEでは、2020年度に「Jブルークレジット®」と呼ばれるカーボンクレジット制度を創設し、クレジット認証・証書発行・公募を初めて実施した(図-5)。2023年度までに、独立した専門委員により構成された審査認証委員会の意見を受け、41件のプロジェクトについて総量約6,000トンCO₂のJブルークレジットを認証、発行した。

Jブルークレジットは、民間セクターが運営する「ボランタリークレジット」に分類され、政府や国際機関が運営する「コンプライアンスクレジット」ではないため、地球温暖化対策の推進に関

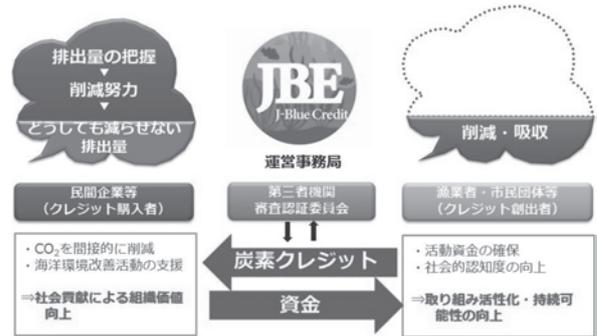


図-5 ジャパンブルーエコノミー技術研究組合(JBE)におけるブルーカーボンクレジット制度の仕組み

する法律(地球温暖化対策推進法)によるCO₂排出量報告においてマイナス計上することはできない。一方、ボランタリークレジットの購入者は、カーボンオフセットなど気候変動対策に関するさまざまな取り組みにおいて、コンプライアンスクレジットよりも幅広い活用方法が選択できるなどの利点がある。

また、JBEでは、2050年ネットゼロに向けてブルーカーボンを最大限に活用し、吸収源を拡大するための新たな環境計測技術についても開発を開始している(図-6)。

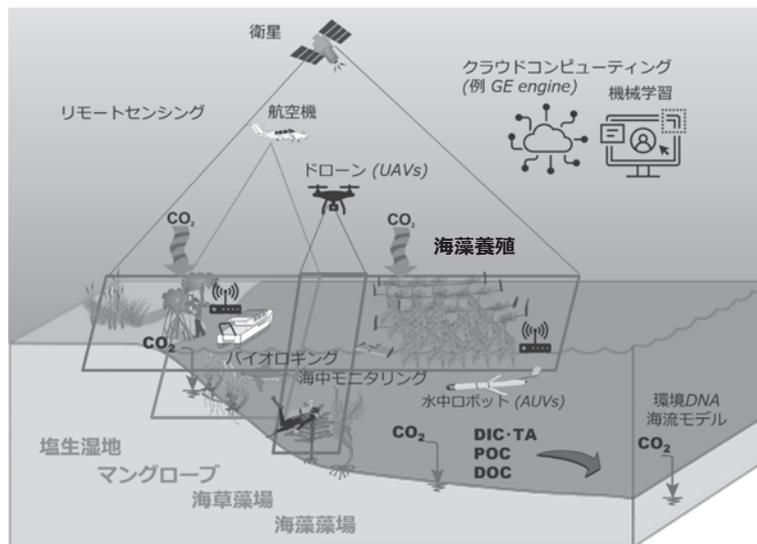


図-6 2050年ネットゼロに向けて必要と考えられる、新たな環境計測技術