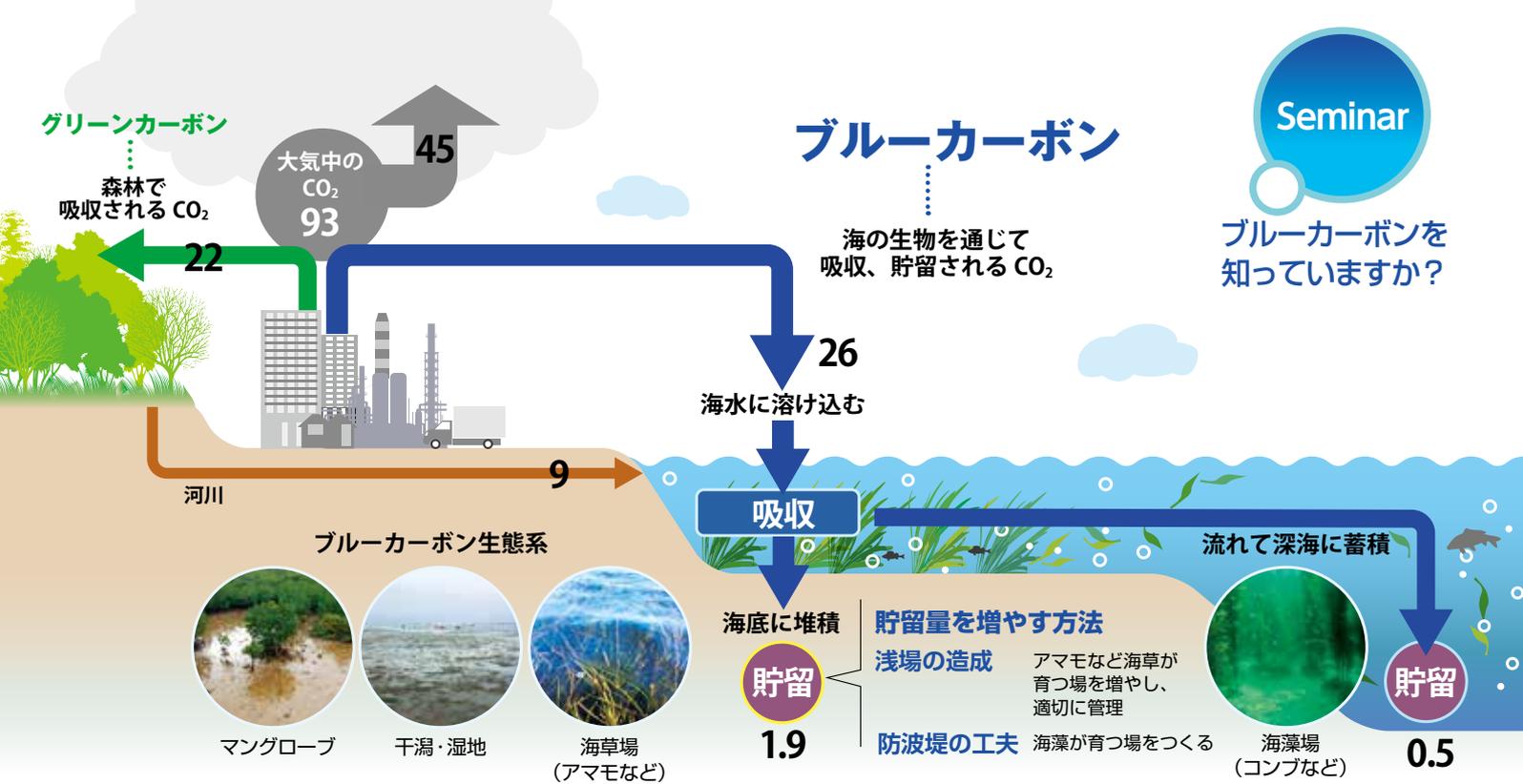


ブルーカーボンを  
知っていますか？図1 CO<sub>2</sub>吸収・貯留のメカニズム (単位: 億tC/年)

## CO<sub>2</sub>を吸収するだけでなく、 さまざまな自然の恵みを生み出しています



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 沿岸環境研究グループ長

### 桑江 朝比呂氏

気候変動や地球温暖化の原因とされる大気中のCO<sub>2</sub>を、緑の森林が光合成によって吸収して体内に貯め込む炭素「グリーンカーボン」に対して、青い海で育つ海草などが吸収し海底や海中に貯め込む炭素が「ブルーカーボン」(図1)と呼ばれていることを知っていますか。最近では海草だけでなく、コンブなど海藻のCO<sub>2</sub>吸収能力も大きいことがわかってきており、「海の森づくり」の役割にも期待が集まっています。新たな温暖化防止対策として注目されているブルーカーボンについて、国立研究開発法人海上・港湾・航空技術研究所の桑江朝比呂氏にお話を伺いました。

### 常識を覆す挑戦

——桑江先生の研究チームは2014年、アマモ場が年間を通じて大気中のCO<sub>2</sub>吸収源となっていることを世界で初めて示されました。なぜ桑江先生はブルーカーボンを研究テーマとされたのですか。ブルーカーボンとの出会いをお聞かせください。

桑江 私の研究生活は、多様な生物を育む豊かな海を実現するための干潟や藻場の自然再生から始まりました。そして地球温暖化がクローズアップされた2005年ごろ、これまで取り組んできた研究と海のCO<sub>2</sub>吸収能力を関連づけられないかと考えるようになりました。

海では外洋がCO<sub>2</sub>を吸収していることはよく知られていましたが、沿岸域は駄目だろうというのが一般常識でした。河口や内湾には生活排水などが流れ込み、有機物が分解されるため、むしろCO<sub>2</sub>の放出源とされていたからです。そこで、沿岸域には有機物分解を上回るだけの光合成能力があるのでは？と仮説を立てました。

常識を覆す挑戦が始まりました。この場所でCO<sub>2</sub>が吸収されていないければ仮説は成立しないだろうというくらい海草がたくさんある場所を探し、見つけたのが北海道の風蓮湖ふうれんこでした。大きくて水深が浅く、海水混じりの汽水

海は常に大量のCO<sub>2</sub>を吸収し、放出しています。黄～赤の水域は大気中CO<sub>2</sub>の放出源、青～紫の水域は吸収源であることを示しています。

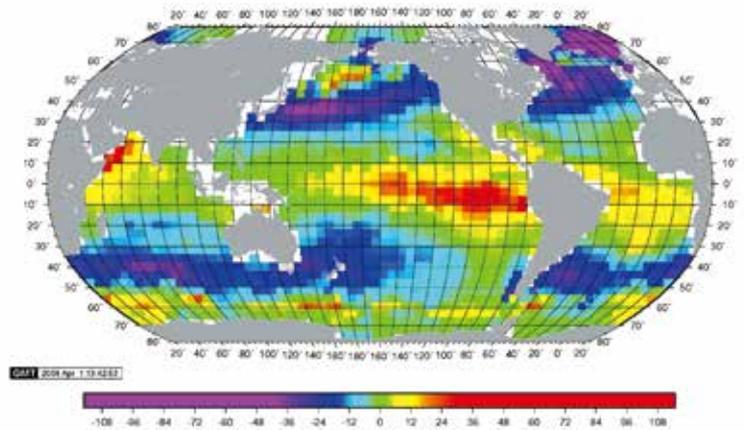


図2 大気-水間のCO<sub>2</sub>交換量 (gC/m<sup>2</sup>/年)

湖で、船がまともに航行できないくらいアマモが繁茂しています。CO<sub>2</sub>の吸収量と放出量を観測した結果、年間を通じて吸収源になっていることがわかりました。ブルーカーボンと出会ったのは、風蓮湖で研究を始めた2年目の2009年でした。言葉の響きが良く、ブレイクすると直感しました。アマモ場が大気中のCO<sub>2</sub>を吸収して、炭素が堆積物として貯まっていくイメージがすぐに描けました。

## 追い風となったパリ協定

——ブルーカーボンとはどのような考え方で、どのように生まれたのでしょうか。

**桑江** 2009年10月に発表されたUNEP(国連環境計画)報告書の中で、海洋生物でも特に沿岸域の生態系によりCO<sub>2</sub>を吸収・固定される炭素がブルーカーボンと命名されました。報告書の大半はカルロス・ドゥアルテ氏(サウジアラビア・アブドラ王立科学技術大学紅海研究センター長)が書いており、沿岸域の生態系がCO<sub>2</sub>吸収源としてポテンシャルを持っているというブルーカーボンの考え方を体系化しました。対象となった生態系はマングローブ、海草、塩性湿地です。IPCC(国連気候変動に関する政府間パネル)ガイドラインにも、その3つだけが現在もブルーカーボン生態系として定められています。

——ブルーカーボンという言葉を聞くようになったのは最近のことです。転機となった出来事があったのでしょうか。

**桑江** COP21(国連気候変動枠組条約第21回締約国会議)でパリ協定が採択され、2016年に発効したことが何よりも大きかったです。パリ協定では各国が温室効果ガス削減に向けた数値目標を明記した約束草案を掲げました。CO<sub>2</sub>の吸収源や排出抑制につながるものを全て組み入れていかなければ目標達成は難しい。そこで注目されたのがブルーカーボンです。

パリ協定では、CO<sub>2</sub>吸収源の重要性が認識されました。それまでは京都議定書に則ってCO<sub>2</sub>の排出量や吸収量が算定されていましたが、ルールが非常に厳格で、新しい技術や考え方を取り入れづらい枠組みでした。一方、パリ協定は科学的な根拠があれば、新しい技術や考え方を認める柔軟性を持つと考えられています。ブルーカーボンにとってパリ協定は追い風となりました。

## 世界に広がるブルーカーボンの活用

——ブルーカーボンがどのくらい活用されているのかを教えてください。

**桑江** 国連気候変動枠組条約でブルーカーボン生態系からのCO<sub>2</sub>吸収や排出の報告は義務化されていません。任意

算定となっています。そのため、少し前まではブルーカーボンを活用していたのはオーストラリアだけでした。オーストラリアは海岸線が長く、ブルーカーボン生態系であるマングローブ、海草、塩性湿地が全てそろっており、沿岸海域はCO<sub>2</sub>吸収に優れ(図2)、この分野の研究も進んでいました。こうした背景の下、オーストラリアは世界に先駆けて2017年からブルーカーボン生態系からのCO<sub>2</sub>吸収や排出の報告を始めています。現在はアメリカ、UAEも計測を始めており、中国や韓国、インドネシアが準備を始めています。これから6カ国が近い将来ブルーカーボンでCO<sub>2</sub>吸収量を算定するようになります。

——日本は活用していないのですか。

**桑江** 残念ながらまだ活用できておらず、これらの国々にもっと早く加わりたかったところです。2017年にブルーカーボン研究会が設立され、オプザバーとして国土交通省、水産庁、環境省が入り、私も委員を務めています。ブルーカーボンに関する課題を明らかにするとともに、藻場などの拡大に向けた持続的な取り組みを行うための枠組みを検討しています。

日本にはマングローブは少なく、塩性湿地も北海道の一部だけです。しかし海草は多く、コンブなどの大型海藻も豊富です。さらに東京湾など内湾や

日本は地球温暖化対策計画(2016年5月閣議決定)で、2030年度の温室効果ガス削減目標として26%(2013年度比)を掲げています。森林が重要な吸収源であることは将来的にも変わりありませんが、ブルーカーボン生態系のCO<sub>2</sub>吸収量は農地土壌と同等くらい、都市緑地よりも大きい可能性があり、そのCO<sub>2</sub>削減効果が期待されています。

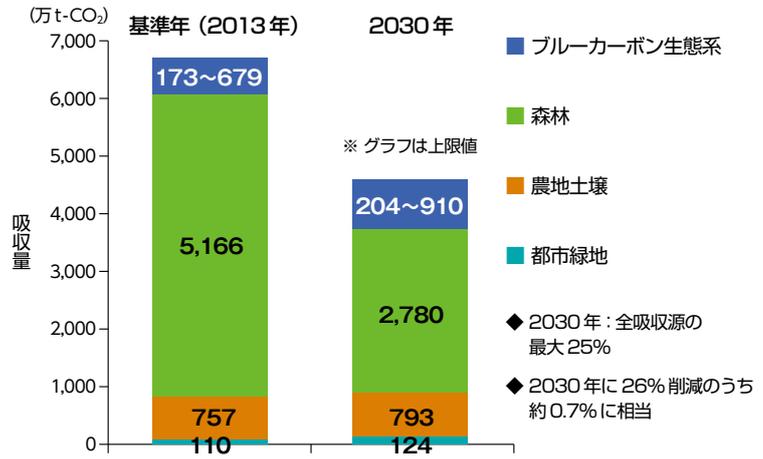


図3 2030年のCO<sub>2</sub>吸収量の見込み

入り江が多く存在します。そのためブルーカーボン研究会では、藻場や干潟、内湾を新たな吸収源として算定対象に入れました。IPCCガイドラインに含まれていない生態系をあえて入れたのは、それらを認めてもらうためです。そうでなければ日本のメリットが活かせません。ただ、それを可能にするのがパリ協定の基本思想です。

## ブルーカーボン貯蔵国の可能性を秘めている日本

——なぜ海藻がブルーカーボン生態系に入っていないかったのでしょうか。

桑江 泥の中に炭素を貯めていくプロセスを重視したからです。3つのブルーカーボン生態系は全て泥や砂に生えています。コンブやワカメは岩礁に生えているため、その場で炭素が貯まっていると考えると考えられていました。確かにその場に炭素は貯まらないのですが、海藻は流れ藻として深海に落ちていくため、違う場所に炭素は貯まっています。深海底に堆積されると数千年レベルで隔離されCO<sub>2</sub>が固定化されます。大型海藻は海草以上にCO<sub>2</sub>吸収能力が高いことが国内外の研究で明らかになってきています。科学的な知見を積み上げていけば、IPCCガイドラインにその内容が反映され、ブルーカーボン生態系に海藻が認められるだろう

と考えています。そうなると海藻場や海藻の養殖場もCO<sub>2</sub>吸収源に算定できます。アジアは大型海藻を育てて食べる文化を持っています。日本、中国、韓国がブルーカーボンをリードしていくことになるでしょう。

——日本の研究はどのように行われているのでしょうか。

桑江 海藻のCO<sub>2</sub>吸収量は場所に依って変化します。海洋環境が海藻に合っていれば光合成活性が高くなります。そのため、例えば水温が10℃上がると吸収能力がどのくらい高まるのか、どのくらいの光の強さで吸収速度はどのくらいになるのかといったデータを集め、モデル化に取り組んでいます。日本版モデルができる、任意の場所の水温と水深と光量など重要な環境条件さえわかれば、単位面積当たりのCO<sub>2</sub>吸収量を推定できるようになります。

IPCCガイドラインにも既存値はあります。その国で測れなかった場合、既存値を使ってもいいことになっています。ただ、日本はおそらく既存値よりも、日本版モデルで算出したほうがCO<sub>2</sub>吸収量は多くなるはずですが、なぜなら日本は地理条件に恵まれているからです。ペルー沿岸など熱帯海域はCO<sub>2</sub>放出源であるため、海草や海藻を増やしても差し引きでCO<sub>2</sub>を吸収しないかもしれないが、日本の沿岸海域

はCO<sub>2</sub>吸収に優れ(図2)、日本は主要なブルーカーボン貯蔵国となる可能性を秘めています。2030年のCO<sub>2</sub>吸収量の見込み(図3)では、ブルーカーボン生態系の数値を幅広い範囲で書いています。下限値は何もしない自然の生態系で既存値を使った場合です。これをどれだけ上限値に近づけていくかが勝負だと思っています。優れた海藻場・藻場再生技術を持っているポテンシャルを活かしたいところです。

## 豊かな海の実現を目指して

——日本の海域と海藻場・藻場再生の現状を教えてください。

桑江 藻場や干潟は埋め立てられてきました。その分だけアマモ場の面積も減りましたが、この10年くらいは増えてきています。全国的に海がきれいになり、かつては水が濁っていて光が届かず、アマモが生えなかったような深い水深帯でも生えるようになりました。ただ、海がきれいになるということは、一方で魚のエサが減り、水産物が獲れなくなる可能性もあるということです。赤潮がよく発生していた1970〜80年代アサリやノリがよく獲れました。栄養やエサがたくさんあったからだとも言えます。実は、「きれいな海＝豊かな海」ではないのです。見た目が透明で海水浴に適した場所は、得てして魚や



実験水槽のアマモ

アマモの葉は高い水温下で早く枯れてしまうという現象を突き止めました。アマモ場の再生には、地球温暖化や海流の変化による水温上昇の影響も考慮する必要があることを明らかにしました。



実験水槽

干潟の土と自然の海水を引き入れて浅瀬に近い条件で実験生態系をつくり、水底に根を張り、光合成によってCO<sub>2</sub>を吸収する動きのあるアマモが、どのような条件でどのくらい生長するのかなどについて調べています。



人工干潟実験施設

水質浄化や自然景観保全など、野鳥がもたらす自然の恵み(サービス)を持続的に受けられるような干潟をつくるため、日本の干潟に大群で飛来するトウネンを飼育し、干潟の生態系に鳥が与える影響を調べています。



貝は多くありません。北の海は濁っています。豊かです。しかし近年の水温上昇によって、北の海ではウニなどが繁殖し海藻を食べる勢いが増し、磯焼け(海の砂漠化)が進行しています。

こうしたなか、各地で藻場や干潟を再生する取り組みが行われています。材料となる砂や泥、鉄鋼スラグをうまく調達すること、砂などが流れず地盤が安定化すること、光が届く浅い水深帯であることなどの条件を確保できれば、藻場の再生は可能です。ただし漁業関係者の理解が得られるかという問題があります。品質が管理されている鉄鋼スラグは安全性に問題がないにもかかわらず、一部の方たちにはいまだに拒否反応があります。

## 便益を可視化する

——多くの関係者の同意を得るためには、どうしたらいいでしょうか。

桑江 海草場や藻場が再生されることで、どのくらいの便益が生まれ、どのような生態系サービスを得られるのかを可視化することが大事だと考えています。CO<sub>2</sub>を吸収するだけでなく、そこに魚が集まり、どのくらい漁獲高が増えるのか。海草場や藻場があると環境教育や研究活動が盛んになり、どのくらいの価値を生み出すのか。全てを金銭算定する手法をまとめつつあります。

さらに一般の方々にもアマモの植付やワカメの収穫などを手伝っていただくことが大事だと思っています。新日鉄住金などブルーカーボン研究に関心のある企業は、自社で実証海域を持ち、いろいろ取り組まれています。そうした海域を一般の方々に見ていただく機会をぜひ増やしていただきたいですね。定量的なデータ収集だけでは世間になかなか浸透していきません。体験して意識を高めていただく場の提供も必要です。

## 自然資本と人工資本の境界を開く

——今後の展望をお聞かせください。

桑江 最近グリーンインフラ(自然資本)という言葉が流行っています。防災機能の一部を藻場が担ったり、サンゴが消波効果を発揮したり、そういった研究もしています。船による荷役や減災・防災のための堤防など、コンクリートや鉄の構造物で人工的に整備されたグレーインフラ(人工資本)は今後も必要です。から、自然資本と人工資本の中間に位置するような技術開発が求められています。鉄鋼スラグや浚渫土砂を使ったグレーとグリーンをつなぐような技術もその一つです。ブルーカーボンは地球温暖化対策だけでなく、自然資本と人工資本の境界領域の技術開発を促すなど、さらなる発展が期待されています。