

# 授賞対象分野「生物生産、生態・環境」分野

授賞業績

## 地球環境変動下にある海洋生態系に関する研究、特にブルーカーボンの先導的研究への貢献

カルロス・M・ドゥアルテ博士

1960年7月27日生まれ(64歳)

アブドラ王立科学技術大学生物環境理工学部 特別教授

### 海洋生態系の全体像と現状を研究

地球表面の約7割を占める海洋は、気候変動の緩和や水産資源の供給など、私たちにさまざまな恵みをもたらしています。その一方、人間の活動は、二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)排出量の増加や生物圏の破壊などを通して、海洋環境に深刻な悪影響を及ぼしています。

ドゥアルテ博士は海洋の生態系を網羅的に研究し、その全体像をはじめ、人間活動による海洋の生物や生態系への影響を明らかにしてきました。これらの研究成果は1000編以上の学術論文にまとめて発表されており、海洋生物学分野に大きな功績を残すとともに、地球環境問題の解決に向けた重要な指針となっています。

2010~2011年には全球規模での海洋環境を調査するため、世界一周の「マラスピナ調査航海」が行われ、ドゥアルテ博士はこれを統括しました(図1)。この調査航海には世

界中から延べ800人の研究者が参加し、プラスチックで汚染された海洋環境の状況や、謎の多い深海の生態系の構造を明らかにするなど、数多くの成果が報告されています。



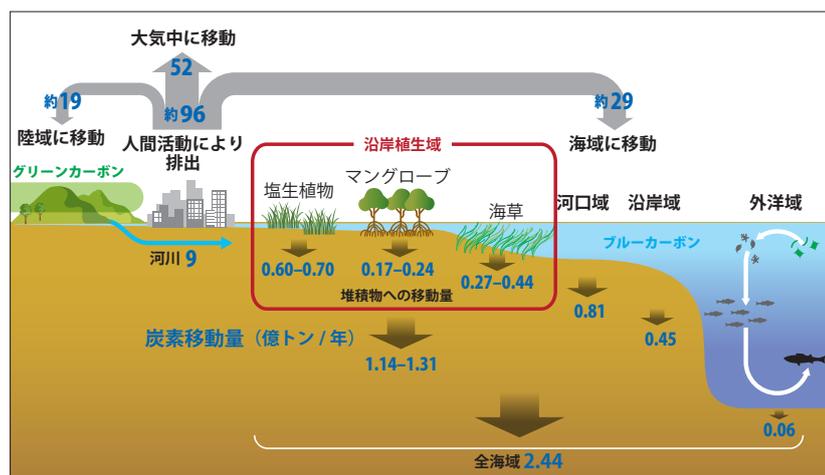
図1：ドゥアルテ博士が統括した「マラスピナ調査航海」の航路と「沿岸植生域」

沿岸植生域の出典：<https://www.thebluecarboninitiative.org/>

調査航路の出典：Duarte, C. M., *Limnology and Oceanography Bulletin* 2015, 24(1), 11-14.

### 海洋生物が吸収する炭素「ブルーカーボン」の行方

ドゥアルテ博士の研究の中でも特に重要なのは「ブルーカーボン」に関する業績です。



地球上の炭素は、大気-陸域-海域の間をCO<sub>2</sub>や有機物、化石燃料などに形を変えながら移動しています(図2)。

人間活動によって排出されるCO<sub>2</sub>のうち、およそ30%は海洋に吸収されます。海洋に吸収されるCO<sub>2</sub>のほとんどは海水に溶解込みますが、一部のCO<sub>2</sub>は植物に吸収されて、有機炭素として海洋生態系に取り込まれます。この海洋生態系

図2：炭素の移動経路と年間移動量

化石燃料の燃焼などの人間活動により年間約96億トンの炭素がCO<sub>2</sub>として排出され、そのうち約29億トンの炭素が海域に吸収される。海域に移動した炭素の一部はブルーカーボンとして生態系に取り込まれ、海底に堆積する。

大気、陸域、海域への移動量はFriedlingstein et al., *ESSD* 2022, 14(11), 4811-4900、河川經由移動量はIPCC報告書(2013)、ブルーカーボン堆積データはUNEPブルーカーボン報告書 Nellemann et al. (2009)による

に取り込まれる炭素をドゥアルテ博士は「ブルーカーボン」と名付けました。

ブルーカーボンは主に2つの経路で移動します。1つは、光合成により炭素を取り込んだ植物プランクトンを動物プランクトンが食べ、それを魚が食べ…という食物連鎖を経て、糞や死体として海底に堆積する経路です。もう1つは、沿岸の植物の光合成によって炭素が取り込まれ、その植物が枯死した後に海底に堆積する経路です。これらのブルーカーボンは1000年以上にわたって海底に貯留し、大気中に戻ることはありません。

### 「沿岸植生域」は最大のブルーカーボン貯蔵庫

ドゥアルテ博士は、沿岸から外洋にかけての海域ごとのブルーカーボン量を明らかにするため、各海域の海底に堆積するブルーカーボン量を算出しました(図2)。その結果、外洋域は全海洋の90%以上の面積を占めるものの、ブルーカーボンの堆積量はわずかでした。一方、塩生植物、マングローブ、海草(図3)によって構成される「沿岸植生域」(図1)は、全海洋面積のわずか0.5%にすぎませんが、この場所に全海域の年間堆積量の50%に相当するブルーカーボンが堆積することがわかりました。また、沿岸植生域に取り込まれたブルーカーボンの一部は水流によって周辺の海域に移動して堆積することも確認しました。つまり、沿岸植生域は炭素を吸収して隔離・貯留する、最大のブルーカーボン貯蔵庫としての役割を果たしているのです。

沿岸植生域のこうした役割は知られていなかったため、この研究成果は世界に大きな衝撃を与えました。2009年の国連環境計画(UNEP)の報告書では、陸地の植物が吸収

する炭素(グリーンカーボン)とともに、地球温暖化対策における炭素吸収の新たな選択肢としてブルーカーボンが紹介され、なかでも沿岸植生域が炭素吸収の場として重要であることが指摘されました。現在では、沿岸植生域は地球温暖化を抑止する上で“最重要の生物圏”であると認識されています。

### 未来に向けた海洋生態系の保全と再生

沿岸植生域はブルーカーボンを貯留するだけでなく、豊かな生物多様性をもっており、水産資源の仔稚魚や幼生などを育むほか、強風や波浪から陸地を守る役割も果たしています。

一方で、沿岸植生域は陸と海との境に位置するため、人間活動の影響を受けやすく、埋め立てなどによって次々と生態系が破壊されてきました。2009年におけるその現存面積は、1940年代の3分の2から2分の1に減少し、現在も失われ続けています(図4)。

しかし、ドゥアルテ博士は「まだ手遅れではない」と主張し、沿岸植生域の保全や再生活動に精力的に取り組んでいます。国連機関などとも連携し、これまでに合計50海域がユネスコの世界遺産として登録されています。最近では、沿岸植生域を「自然資本」として経済システムに組み込む制度の普及にも取り組んでいます。

ドゥアルテ博士は、自身の海洋探求の経験に基づき、「現存する海洋生態系の機能をうまく活用することが持続可能な未来につながる鍵になり、今はその岐路にある」と指摘しています。ブルーカーボンの研究をはじめとするカルロス・M・ドゥアルテ博士の取り組みは、未来への希望として海洋生態系の保全・再生に向けた活動が広がる契機になっています。



図3：ブルーカーボンを取り込む沿岸植生域の代表的な植物  
マングローブとアマモの写真は国立研究開発法人水産研究・教育機構より提供

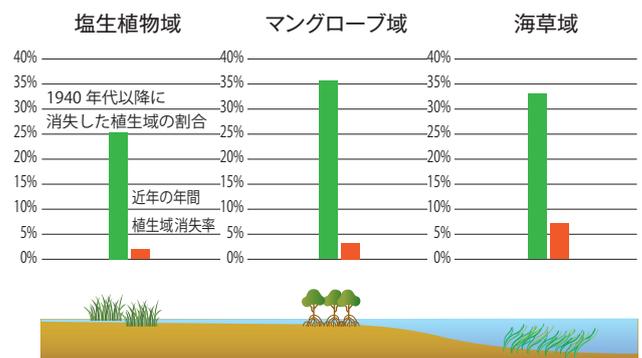


図4：塩生植物域、マングローブ域、海草域における面積の消失率  
1940年代以降に消失した植生域の割合(緑色)。これらの植生域の面積は、1940年代以降3分の2から2分の1に減少している。近年(2009年当時)においても年間数%ずつ減り続けている(橙色)。

出典：UNEPブルーカーボン報告書 Nellemann et al. (2009)