

特別講演

私たちの身近な海辺「里海」における炭素貯留量の評価

国立研究開発法人 国立環境研究所 生物・生態系環境研究センター 矢部徹

共同研究者：公益財団法人東京都環境公社 東京都環境科学研究所 石井裕一、
公益財団法人ひょうご環境創造協会 兵庫県環境研究センター 宮崎一、三重県
水産研究所 国分秀樹

1 はじめに

国連環境計画（UNEP）に提唱され国際的に注目されているブルーカーボンという用語は海洋生態系の生物活動によって固定、貯留される炭素の総称である。図1に示したように2002～2011年の海域の年間炭素固定量は陸域の25億トンとほぼ同じ24億トンとされ（IPCC、2013）、固定された量の1/10程度の炭素が海底に隔離・埋設（貯留）されていると見積もられている（UNEP、2009）。我が国は島嶼国であり海岸線の総延長は約3万5000kmで世界6位、先進国では最大級であり、沿岸生態系における生物による炭素固定とその積み重ねによる炭素貯留量を定量的に評価することは、地球温暖化（気候変動）に対する緩和と適応を考える上で重要な課題である。

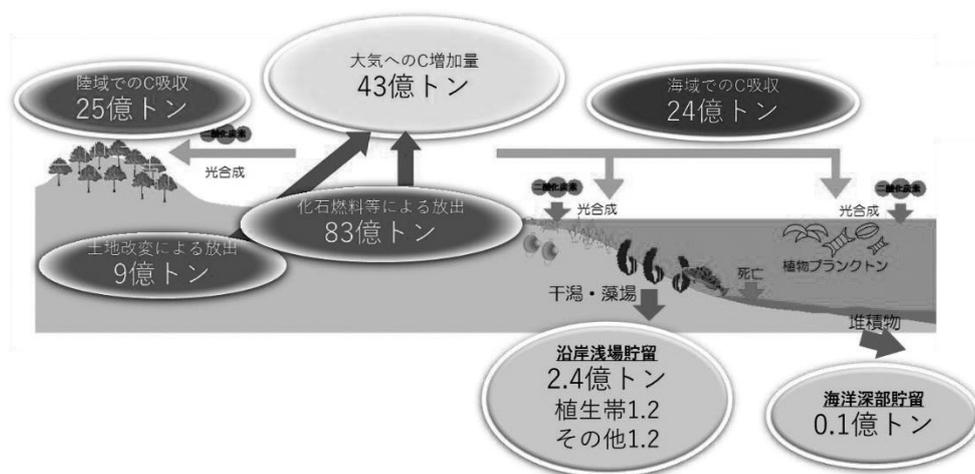


図1. 年間の全球炭素フラックス（2002-2011の平均）。

IPCC（2013）、UNEP（2009）から作成。海域の貯留量については有機炭素のみの推定。

現在までのところ亜熱帯を分布中心とするサンゴ礁やマングローブ林における研究が先行しているが、我が国の大部分を占める温帯浅海域に生息する生物は比較的短寿命で、そこでは炭素固定と同時に固定者の死亡と分解も盛んであるため炭素貯留に関する研究は不十分であ

った。演者らの研究グループは、沿岸域生態系における短寿命生物群による炭素貯留効果を定量的に評価することが重要な課題であると位置づけ、環境省環境研究総合推進費による「二次的自然「里海」の短寿命生態系におけるブルーカーボン評価に関する研究」(2014-2016)以降、川崎市環総研及び横浜市環科研も参加している国立環境研究所と地方環境研究所とのⅡ型共同研究「里海里湖流域圏が形成する生物生息環境と生態系サービスに関する検討」(2018-2020、代表機関：公益財団法人東京都環境公社 東京都環境科学研究所)を通じて現在も本課題に取り組んでおり、成果の一部は国分ら(2017)等で報告している。

もう一点、我が国の沿岸域を取り扱う際に留意せねばならない特徴がある。海洋国・水産国であるが故、沿岸域は身近な海辺、「里海(さとうみ)」として人間によるワイズユースが進められてきた歴史がある。現在では、水産業やレクリエーションによる積極的な利活用からバードサンクチュアリのような保護的な管理まで、また立地要件としても埋め立てによる面積縮小やその代償としての干潟・浅場造成や自然再生活動まで地域ごとに多様な利活用のあり方がみられる。上記のⅡ型共同研究ではそれら各地の沿岸域における利活用が沿岸域生態系における生態系サービスに及ぼす影響についても検討している。本講演では生態系サービスとしての炭素貯留に注目し、各地の里海における炭素貯留量の評価を通じて沿岸域における利活用が里海を含む地域固有の生態系サービスに及ぼす影響を検討し、第五次環境基本計画にも明記された地域循環共生圏の形成に寄与できるものと考えている。

2 材料と方法

国内の代表的閉鎖性海域であり人間活動と関わる里海でもある東京湾、伊勢湾、大阪湾3海域の13水域を対象とし、短寿命生物であり一次生産者でもある海草・海藻類の藻場や大型植物が優占していない干潟等での野外調査を通じ、大型植物および表在藻類、底生動物(優占種)の種組成及び現存量を計測した。

藻場・干潟等における短寿命生物各種およびそれぞれの生息場における底質表層を試料として室内生分解性試験を行った。試料を実験前に十分に乾燥させた後、ボールミルを用いて微粉碎化することで分解の初期過程を促進させ、実験試料は好気条件下で適切な攪拌を与えることで最終的な難分解性物質の炭素含有量を迅速に求めることを目的とした。

羽根付きフラスコに各種粉体サンプルと人工海水、植種用海水を入れ、20℃暗所恒温室において100rpmで攪拌して試験に供した。別途検討した燃焼温度可変法によってCNコーダーを用いて懸濁態有機炭

素量（POC）および懸濁態無機炭素量（PIC）を計測した。濾液は分光光度計を用いて 260 nm における吸光度 E260 を計測後、水中全有機態炭素計にて DOC および DIC を計測した。採取・計測は実験開始から試料を投入直後に回収した 0 日後から 1、3、10、20、50、100、200 日後に実施した。難分解性炭素の残存率から炭素貯留の原単位を算出した。各海域における炭素貯留量の算出は図 2 に示すスキームに従って算出した。

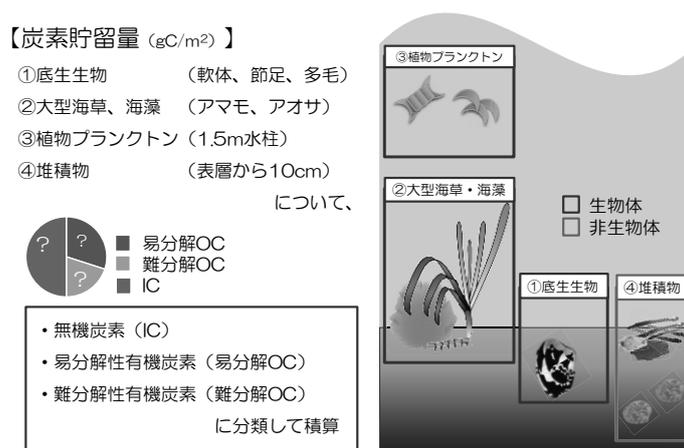


図 2. 各海域における炭素貯留量の算出のスキーム

前述したように今回扱った 13 水域では市民による潮干狩りや水産業による利用強度がそれぞれ異なる。そこで市民による利活用の実態調査として、春の大潮干潮時でありかつ、ゴールデンウィーク前後の土日休日の晴天日の干潮時に空撮および現地での目視調査を行った。得られた航空写真に対する目視判読により藻場・干潟の利用者数を推定し、採取量の目視調査とあわせて利用強度の指標とした。水産利用については水揚げ統計資料を活用した。最終的にこれらの里海水域を対象として、その炭素貯留量と里海の利活用強度や自然再生活動の有無の関係について考察した。

3 結果

分解試験から推定した易・難分解性炭素率と生物量調査の結果を用いて試算した各水域における形態別炭素貯留量を図 3 に示した。総炭素貯留量は東京湾の葛西臨海公園の西なぎさで最も低く、伊勢湾の松名瀬で最も高くなった。どの海域においても 80% 以上は無機炭素及び難分解性有機物であることが確認できた。また、底生生物等の生物体（バイオマス）由来よりも堆積物等の遺骸（ネクロマス）等の非生物体由来のほうが炭素貯留量は多くなり、特に堆積物中遺骸としての貝殻等無機炭素及び生体死亡後の難分解性有機物が主体であった。以上

より、藻場・干潟において生育する生物によって内部生産由来の炭素貯留に加えて、藻場、干潟が備えている浮遊物の沈降等の物質集積促進（セディメントトラップ効果）といった生態系機能を鑑み、藻場・干潟が立地することで周辺生態系の流入、漂着由来の炭素貯留効果も大きいことが予想される。大気と海面の境界における炭素フラックスの評価に比べて、より長期的な時間スケールに基づく炭素貯留効果が示されたと考えている。

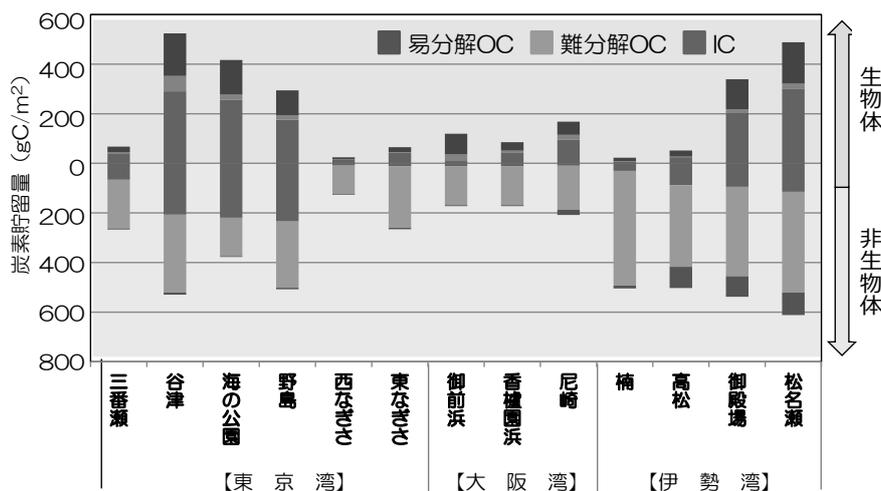


図 3 各水域における単位面積あたりの形態別総炭素貯留量。上は生物体由来、下は非生物体由来を示す

次に、里海の利活用と生態系サービスの一つである炭素貯留の関係探索について説明する。我が国の特徴である沿岸域の利活用を鑑み、里海の評価指標として検討したのは里山の評価指標である **SATOYAMA index** である。当該指標は土地被覆のモザイク性が高い地域では複数の生育地を利用する生物の生育や固有性に重要である、という生態学的な研究報告に立脚した指数である。里海でも同様の知見を活用するが、環境省の里海づくり手引き書によれば里海には保全・再生要素に加え、活動要素が不可欠とされている。そこで里海の評価には景観のモザイク性に加え、水産やレジャーによる利活用強度を併せて評価する必要があると考えた。本課題では、各調査水域において **Simpson** の多様度指数を適用した干潟内の景観多様度と遊漁者・漁業者による活用度を統合した利用強度を算出し、それらの和を「里海評価指標」として地域間の比較を行った。その結果を図 4 に示す。

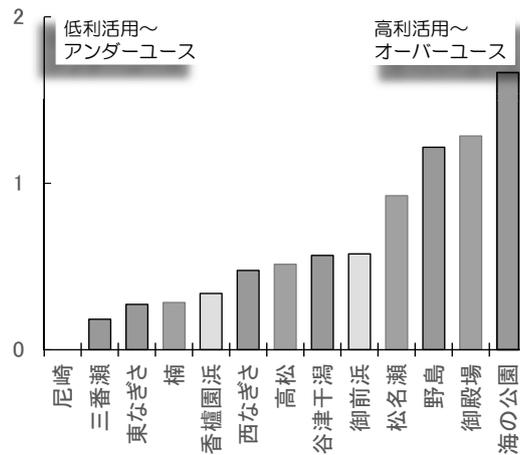


図 4 13 水域における里海評価指標

里海評価指標と炭素貯留量との関係を検討したところ、潮干狩り利用客数の極めて多い水域はオーバーユースと評価され、今後は利用制限の方向性を検討することに加えて水域内に藻場や後背湿地の整備による景観多様度の増加を図ることで炭素貯留量を維持、あるいは増加させる可能性があることが示された。

この里海評価指標と炭素貯留量との関係性を、環境省が推奨し全国各地で推進されている「豊かな海」づくりや「里海創生」活動を目指した取組み事例で検証した。三重県「英虞湾における遊休地の利用による自然再生活動（石淵池）」の事例は環境省豊かな海の取組み地域 10 に選定され、海と陸を遮断していた水門の開放によって遊休地と沿岸の再生を目指している取組みである。山口県「樫野川における流域一体の取組」は豊かな海の取組み地域 10 に加えて、森川里海連携を目指した平成 28 年度地域循環共生圏構築に向けた実証地域 10 にも選定されており、山口湾に注ぐ樫野川河口干潟における流域一環での自然再生活動としてアサリ等干潟生物の復活を目指して耕耘、網掛け、竹柵設置等を実施している。両者とも自然再生活動により景観多様性と利用強度が増し、炭素貯留量が上昇したことが確認された。このことから、里海創生活動は沿岸浅海域の新たな評価軸である生態系サービスとしての炭素貯留を通じて、地域固有の便益価値を高めることが期待できると結論付けた。

謝 辞

本研究は環境省環境研究総合推進費 1-1407 二次的自然「里海」の短寿命生態系におけるブルーカーボン評価に関する研究（H26-28 年度）により実施された。また、その研究過程では木幡邦男（元埼玉県環境科学国際センター長）、矢持進（大阪市立大学名誉教授）、渋谷一彦（東京工業大学名誉教授）各先生、国環研と地環研のⅡ型共同研究「干潟・

浅場や藻場が里海里湖流域圏において担う生態系機能と注目生物種との関係」(2015-2017)、「里海里湖流域圏が形成する生物生息環境と生態系サービスに関する検討」(2018-2020 研究担当者の皆さんから貴重な助言と情報を寄せて頂いたことに深く感謝します。

参考文献

国分秀樹 (三重県・水産研), 石井裕一 (都環研), 宮崎 一 (兵庫県・環研セ), 矢部 徹 (国環研) (2017) ブルーカーボン評価に向けた伊勢湾内干潟アマモ場における炭素貯留量の試算. 土木学会論文集 B2 (海岸工学) 73(2), I_1261-I_1266.

IPCC (2013) Climate Change 2013 : The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Stocker, Cambridge University Press, USA, 1535 pp.

UNEP (2009) Blue Carbon. A Rapid Response Assessment. United Nations Environment Programme. Birkeland Trykkeri AS, Norway, 80pp.

特別講師 矢部 徹（やべ とおる）先生のプロフィール

生 年 月 : 1965 年 4 月 53 才
所 属 : 国立研究開発法人 国立環境研究所 生物・生態系環境研究センター 生態系機能評価研究室
専 門 : 水界生態学、生態系管理、生態系機能、生態系サービス
所属学会等 : 日本水環境学会、日本陸水学会、日本生態学会、汽水域研究会、水草研究会、日本湿地学会

略 歴 :

1984 年 3 月 私立 開成高等学校 卒業
1989 年 3 月 千葉大学 理学部 生物学科 卒業
1996 年 3 月 千葉大学 大学院 自然科学研究科 (環境科学専攻) 学位取得 博士 (理学)
1996 年 9 月 島根大学 講師 (研究機関研究員) 汽水域研究センター非常勤研究員
1997 年 9 月 環境庁 国立環境研究所 生物圏環境部 生態機構研究室 研究員
2010 年 4 月 独立行政法人 国立環境研究所 生物圏環境研究領域 生態遺伝研究室 主任研究員
2016 年 4 月 国立研究開発法人 国立環境研究所 生物・生態系環境研究センター 生態系機能評価研究室 主任研究員

職 務 内 容 : 干潟・藻場が里海里湖流域圏において担う生態系機能及び生態系サービスに関する検討、二次的自然「里海」の短寿命生態系におけるブルーカーボン評価に関する研究、沿岸域における外来種等の迷惑生物の生態学的基礎的知見の収集と生物多様性への影響、管理・抑制技術に関する研究

主な対外活動 : 1. 環境省関東地方環境事務所「国指定谷津鳥獣保護区保全事業」に関する検討委員会ヒアリング対応 (2011～) 2. 国立環境研究所と地方環境研究所等とのC型共同研究 (2003～)、II型共同研究 (2011～) 3. 日本陸水学会「陸水学雑誌」編集委員 (2007-2011)、日本水環境学会「水環境学会誌」査読部会委員 (2009-2012)、汽水域研究会「Laguna」編集委員 (2013～) 4. 成城大学共通教育センター講義 (2015～) 5. 第17回東京湾シンポジウム、ラムサールシンポジウム 2016 in 中海・宍道湖、世界湿地の日まつり「やつひがたサイエンスカフェ」等での発表講演等

著書・報告書 : ・海草の生態-海の中の草原. (1996) 「週刊 朝日百科 植物の世界 119号 水圏の植生・極限の植生」, 朝日新聞社 (共著)
・干潟生態系のレストレーションに際しての生態系機能評価. (2002) ランドスケープ研究, (65)4, 286-289, (共著).
・東京湾におけるグリーントイドを引き起こす侵入アオサの実態. (2015) 水環境学会誌 38(2), (共著).
・ブルーカーボン評価に向けた伊勢湾内干潟アマモ場における炭素貯留量の試算. (2017) 土木学会論文集 B2 (海岸工学) 73(2), (共著).