

令和 6 年 6 月 6 日現在

機関番号：12601

研究種目：基盤研究(B)（一般）

研究期間：2020～2023

課題番号：20H02250

研究課題名（和文）大都市内湾における環境管理の理念構築に資するブルーカーボン像の提示

研究課題名（英文）Blue carbon paradigm for contributing to environmental management in bays surrounded by big cities

研究代表者

佐々木 淳 (Sasaki, Jun)

東京大学・大学院新領域創成科学研究科・教授

研究者番号：50292884

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 13,900,000 円

研究成果の概要（和文）：東京湾と大阪湾を具体的対象として、海洋生態系が隔離・貯留する炭素と定義されるブルーカーボン像を明らかにすることを目的に、二酸化炭素分圧の実用的な連続観測手法の開発適用し、渦相関法やチャンバー法等を活用して、港湾域、河口湿地、藻場・干潟、沖合といった、都市内湾の様々な環境場における、炭素の吸収排出過程を定量化し、その特徴を整理した。また、ドローンと深層学習を組み合わせた海草藻場の実用的な自動分類法を開発し、砂浜に打ち上げられた海草ラックを含む海草藻場の炭素貯留評価手法を提示した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

下水道の整備された東京湾や大阪湾のような都市内湾は炭素吸収機能が高いことが一般に知られているが、夏季の底層に発生する貧酸素水塊（酸欠の底層海水）の湧昇現象（風による流れで底層水が表層に湧き上がる現象）である青潮時には大きな炭素排出となる等、都市内湾に存在する多様な環境場における炭素過程は時空間変動が大きいことを示した。ブルーカーボン政策を推進する上で、炭素の吸収・排出の動態を可視化することによってその評価の信頼性を高め、市民の理解や合意形成を図っていくために、廉価で実用的な観測手法の構築が重要であることを示唆した。

研究成果の概要（英文）：This study aims to clarify blue carbon, defined as carbon sequestered and stored in marine ecosystems, in Tokyo Bay and Osaka Bay. We developed and applied a practical continuous observation method of carbon dioxide partial pressure and quantified and characterized the carbon removal and emission processes in various environmental sites in these urban bays, such as harbor areas, estuarine wetlands, seaweed beds, and tidal flats, and offshore areas, using the eddy correlation method and chamber method as well. We also developed a practical automated classification method for seagrass beds by combining a drone and deep learning and presented a carbon storage assessment method for seagrass beds, including seaweed racks washed up on a sandy beach.

研究分野：沿岸環境学

キーワード：ブルーカーボン 内湾 数値モデル 現地観測 港湾 藻場 干潟 湿地

※科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

様式 C-19、F-19-1 (共通)

1. 研究開始当初の背景

国連環境計画による 2009 年のブルーカーボンレポートで、海洋生態系が隔離貯留する炭素と定義されたブルーカーボンは、2015 年のパリ協定において気候変動の緩和策（吸収源対策）の強化が謳われたことを契機として、政策面でも注目を集めるようになった。海洋における CO_2 吸収に関する研究は多くなされ、IPCC をはじめとして全球での試算も行われているが、生活圏に近い沿岸域における CO_2 吸収に関する研究は少なく、今後の重要課題として指摘されている。沿岸域では近年、マングローブや藻場の CO_2 吸収に着目した研究がなされるようになり、日本沿岸域の CO_2 吸収の試算も行われたが、人間活動の影響を受ける都市内湾の CO_2 吸収はそれらに含まれておらず、研究事例も限られている。東京湾や大阪湾等の都市を流域にもつ内湾では、その高い炭素吸収機能が知られているが、河口から沖合に向かって連続する、ヨシ原、干潟・浅場、港湾、沖合等の多様な環境場が存在し、都市排水等の人為影響を強く受けるため、炭素吸収機能は空間的な非一様性が高い。また、有機物分解によって貧酸素水塊中に蓄積される溶存無機炭素が、風による吹送流によって湧昇すると、 CO_2 の排出となる等、時空間変動が大きい。そのため、都市内湾における炭素の吸収・排出の時空間変動に関する定量的情報は極めて限られている。

2. 研究の目的

東京湾と大阪湾を対象とし、都市内湾の湿地、干潟、藻場、港湾等の様々な場において、 CO_2 の吸収・排出や炭素貯留に係る評価を行うことを目的とする。主なサブテーマは以下の通りである。

(1) CO_2 分圧 (pCO_2) の実用的な連続観測手法を構築し、東京湾における連続観測を実施する。特に夏季の青潮時における炭素排出の実態を明らかにする。また、東京湾富津干潟の海藻藻場を対象として、季節変動を含む藻場分布の実用的な把握手法を開発し、浜に打ち上げられた海草（海草ラック）による炭素吸収ポテンシャルを推定する。

(2) 大阪湾を対象に、異なる環境場での CO_2 吸収能の昼夜観測、化学平衡関係に基づく水中 pCO_2 の推定手法の適用性検証、環境統計データによる CO_2 吸収能の長期変動を明らかにする。

(3) 汽水域湿地帯における大気（湿地生態系）と水面の CO_2 フラックスを同時に連続観測することで、日中・夜間を考慮した両 CO_2 フラックスの時間変動を明らかにする。また、大阪湾の沿岸部潮間帯における環境の異なる干潟、湿地帯およびアマモ場の堆積物の炭素貯留量を試算する。

3. 研究の方法

(1) pCO_2 の連続推定手法として、塩分の連続観測値から TA を推定し、pH の連続観測値と合わせて pCO_2 を推定する手法を構築した。塩分から TA を求める際には様々な海域における採水試料に基づく TA 実測値を取得し、塩分との相関関係を求めた。また、NDIR センサーを用いて表層海水中の pCO_2 を気液平衡に基づいて直接計測する手法を構築した。夏季の東京湾奥部において係留計を設置し、自記式センサーを用いた水温、塩分、pH の連続観測を実施し、前者の手法による pCO_2 の連続推定値を得た。一方、後者の手法を用い、冬季の東京湾奥部における pCO_2 の連続計測値を取得した。これらの表層水中および大気中における pCO_2 から CO_2 フラックスを推定し、 CO_2 の吸収・排出動態を捉えた。

東京湾富津干潟の海藻藻場を対象として、四季におけるドローンを用いた藻場の空撮を行った。現地踏査や水上ドローン画像を活用してドローン空撮画像の海草分布の正解データを構築した。これらの画像の前処理手法を検討すると同時に U-Net および Feature Pyramid Network (FPN) に基づく深層学習モデルを構築し、海藻藻場の自動分類を行った。四季を対象とした自動分類の精度を評価するとともに、NPO 等の活動による簡易的な海藻藻場分布マッピング手法を構築した。ビーチに打ち上げられた海草ラックの分布についてもドローン空撮に基づく自動分類手法を構築し、現地調査における試料採取と合わせて炭素量の推定を行った。さらに、得られた海藻藻場分布から純一次生産の推定に基づく年間の炭素貯留量を推定し、海草ラックのブルーカーボンポテンシャルを推定した。

(2) 大阪湾流域圏内の淡水域として一庫ダム（兵庫県川西市）と比奈知ダム（三重県名張市）、湾奥部港湾海域の鳴尾浜（兵庫県西宮市）、人工干潟の大阪南港野鳥園（大阪府大阪市）において、観測ブイにより表層水中の pH、DO（溶存酸素濃度）、EC（電気伝導度）、水温、水位を 1 時間毎に約 2 週間、各季節で観測を行った。炭酸物質の化学平衡理論に基づき観測データから pCO_2 を算出し、大気中の CO_2 分圧 ($\text{pCO}_{2\text{air}}$) との差分 ($\Delta \text{pCO}_2 = \text{pCO}_2 - \text{pCO}_{2\text{air}}$ ：正が排出、負が吸収) を CO_2 吸収能として求めた。また、2 週間の観測期間内で晴れた日のデータのみを抽出し、同じ時間帯の pCO_2 を平均することで、各季節における平常時の値とした。

大阪湾の複数地点（鳴尾浜：湾奥部，大和川河口：汽水域，大和川：淡水域，泉佐野漁港：湾東部，せんなん里海公園：湾南部）で採水した海水試料について， $p\text{CO}_2$ の実測値と複数の推定パターンによる推定値を比較することで，大阪湾での $p\text{CO}_2$ 推定手法の適用性を確認した．海水試料は，バイアル瓶に塩化水銀を添加して不活化した状態で持ち帰り， $p\text{CO}_2$ の推定に必要な TA，DIC，pH を測定し，水温，塩分は現地にて CTD（水温・塩分・深度計）で採水時に測定した．推定には，TA，DIC，pH の観測変数の組み合わせを変えた 3 パターンと，8 種の平衡定数モデルの計 24 通りの推定値を求めた．

大阪湾浅海定線調査（実施者：大阪府環境農林水産総合研究所）の一般項目（水温，塩分）と特殊項目（pH）の観測値を用いて，大阪湾全域（観測地点：20 点）における 1975 年から 2016 年の季節毎の $p\text{CO}_2$ を算出した．算出には，大阪湾における塩分と TA の関係式により塩分から TA を求め，TA と pH を観測変数として炭酸種の平衡関係から $p\text{CO}_2$ を求めた．約 40 年間における表層と底層の $p\text{CO}_2$ の経年変化からクラスター分析により海域を分類するとともに，海域ごとに $p\text{CO}_2$ の変動トレンドを求めた．

(3) 大阪市を流れる淀川の河口から約 8 km 上流に位置する右岸側の湿地帯において観測を行った． CO_2 計（LI-COR 製，Li-7500），3 次元風速計（SONIC 製，SAT-540）による渦相関法を用いた湿地生態系全体の観測，表層の pH と塩分の水質から算出するバルク法を用いた観測を行って，湿地生態系と水面の CO_2 フラックスを算出した．なお，本研究では CO_2 フラックスが負の値を大気から地表面への吸収，正の値を地表面から大気への排出と定義した．

大阪湾沿岸部に位置する淀川の干潟と湿地帯，男里川の干潟，御前浜の干潟および江井島海岸のアマモ場を対象に堆積物の炭素貯留量に関する調査を行った．調査は干潮時に長さ 1.2 m の塩化ビニル製パイプ（ $\phi=5.0$ cm）を用いて，塩ビパイプが深度 1 m まで徐々に堆積物中に入るようにハンマーを用いて貫入させて，堆積物コアを各地点で 3 本ずつ採取した．持ち帰ったコア試料を 10 等分にして，それぞれの試料について乾燥かさ密度，有機炭素濃度等の性状を測定した．

4. 研究成果

(1) 東京湾奥部の多くの観測点における多項目水質計による塩分と採水試料の全アルカリ度滴定装置を用いて測定した TA の関係を図 1 に示す．同図の楕円で囲った幕張沖浚渫窪地の底層における値を除くと，両者には高い相関があることが見て取れ，塩分から TA を推定する式として提案した．

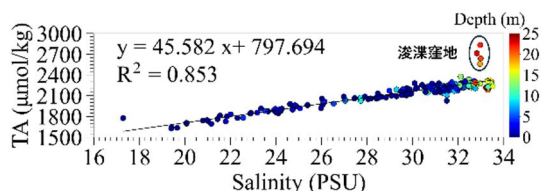


図 1 東京湾の塩分と TA の相関

2021 年 8 月下旬から 9 月中旬にかけて，船橋港内において，塩分と pH を含む水質連続観測を行い，図 2 にこの間の表層と底層の DO，表層 pH の連続観測値，および $p\text{CO}_2$ の連続指定値を示す．風向きが北東風に変化した 9 月からはじめから底層水の湧昇に伴って DO が低下し，ほぼゼロの状態が 1 週間程度継続し，青潮が発生した．同じタイミングで pH の低下が見られるが，これは底層水中において有機物分解によって DIC 濃度が上昇した pH の低い水塊が，湧昇によって表層まで到達したことを反映していると考えられる．青潮発生直前の平常時の $p\text{CO}_2$ は大気中の値（約 $410 \mu\text{atm}$ ）より低い値だったが，9 月のはじめの湧昇時から上昇し，最大値は $2,000 \mu\text{atm}$ を越える高い値となっていた．同時期の船上観測による $p\text{CO}_2$ 推定値と総合すると，平常時の値は $100 \mu\text{atm}$ のオーダー，青潮時は $1000 \mu\text{atm}$ のオーダーと推定された．さらに，この平常時の CO_2 フラックスを概算したところ，約 $400 \mu\text{mol m}^{-2} \text{h}^{-1}$ のオーダーの吸収であった．一方，青潮時の CO_2 フラックスは約 $2,500 \mu\text{mol m}^{-2} \text{h}^{-1}$ のオーダーの排出となっていた．本手法は東京湾等に存在する国土交通省のモニタリングポスト等，行政による塩分と pH の連続観測データを活用した $p\text{CO}_2$ 推定の有効性を示唆するものである．

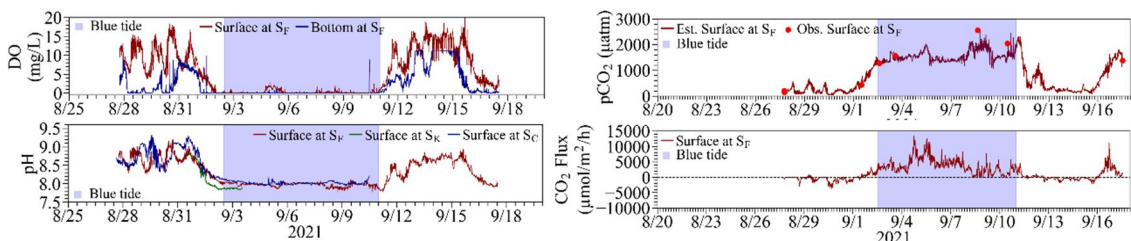


図 2 東京湾船橋港 S_F における DO（左上，表層，底層），pH（左下， S_K 検見川と S_C 千葉中央港）， $p\text{CO}_2$ （右上，赤丸は採水による推定値）， CO_2 フラックス（右下）の時系列．青背景は青潮発生期間を示す．

千葉中央港における 2022 年冬季から初春の表層における $p\text{CO}_2$ の連続計測結果を図 3 に示す．同図には表層と底層における採水分析に基づく $p\text{CO}_2$ 推定値を併せて示すが，計測値と推定値はよく整合していた．同期間の海面における $p\text{CO}_2$ フラックス推定値（負値が大気から海水への吸

収を表す) は約 $500 \mu\text{mol m}^{-2} \text{h}^{-1}$ の吸収となっていた。この時期の pCO_2 の変動は夏季に比べて小さく、湧昇時には上昇が見られたが夏季に見られた大きな排出傾向は確認されなかった。

東京湾富津干潟の海草藻場分布の推定の例を図 4 に示す。緑線が推定された藻場ポリゴンであり、藻場の様子が写った拡大画像をその左右に示す。四季のデータを用いた FPN による全体精度は 0.965 であった。四季の一つのデータを用いてモデルを構築し、それを各季節に適用して精度検証を行ったところ、冬季のデータを採用したときに全体精度が 0.917 (夏) から 0.933 (秋) の範囲となり、最も高い精度が得られた。2020 年度の冬季から 2021 年度の春季に至る四季の藻場面積は 0.59km^2 から 6.4km^2 の間となり、春季から夏季に向かって最大値をとり、その後春季に向かって減少する傾向が見られた。砂浜に打ち上げられた海草ラックは純 1 次生産の約 1% と推定され、その適切な管理は貯留に貢献することを示唆した。

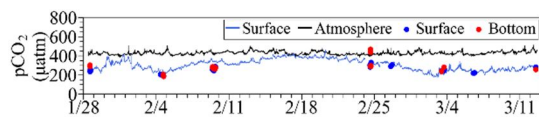


図 3 2022 年の千葉中央港の表層水 (青線) と大気 (黒線) の pCO_2 計測値と採水による表層 (青丸) と底層 (赤丸) の推定値

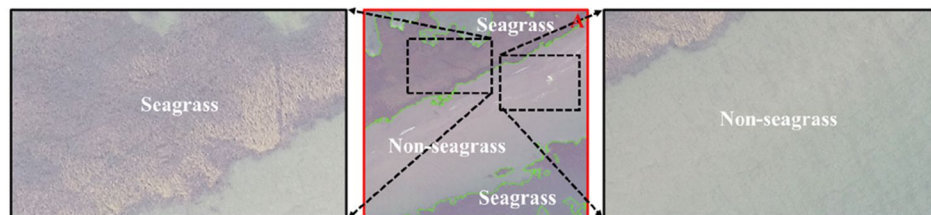


図 4 東京湾富津干潟における FPN による海草藻場分類ポリゴン (中、緑) と拡大写真 (左右)

(2) 異なる環境場における pCO_2 の観測結果を比較すると、 pCO_2 の日内変動の変動幅に差はあるものの、全ての水域で pCO_2 は日中に減少する一方、夜間に増加する傾向が確認できた。特に、都市排水の影響を強く受け、富栄養化や底層の貧酸素化が顕在化する港湾海域 (鳴尾浜) では日内変化が大きかった。人工干潟の大阪南港野島園は、夜間に大気への排出となることもあったが、日内での平均値は全ての季節において大気から海域へ CO_2 を吸収しており、生物活動の高い干潟浅海域は CO_2 の吸収源として機能していることが確認できた (図 5)。一方、港湾海域は春と秋に排出となっており、夏場に底層に溜まった CO_2 が秋に排出されることが示唆された。

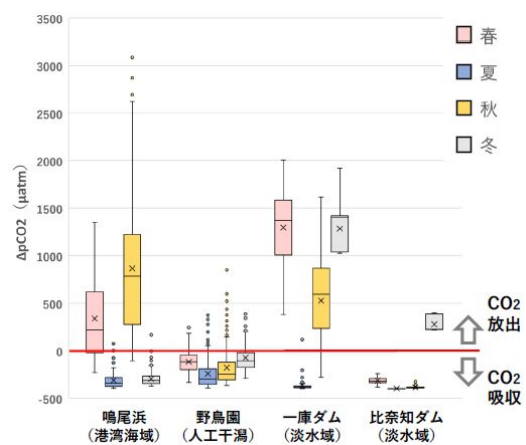


図 5 異なる環境をもつ水域の季節別 ΔpCO_2

pCO_2 推定手法の大阪湾への適用性を検証したところ、河川と河口域では観測変数に pH を用いるパターンの誤差が小さく、外洋に近い海域では DIC-TA による推定パターンの誤差が小さかった (図 6)。また、各観測変数の測定誤差に対する推定結果の変化率を比較した結果、pH の影響度が TA や DIC に比べて大きく、pH の観測精度には特に注意が必要であることが明らかとなった。

環境統計データによる大阪湾の pCO_2 の長期変動特性より、表層、底層ともに高水温期には pCO_2 の空間勾配が形成され、湾奥部の表層は pCO_2 が低く大気の CO_2 を吸収する傾向にあったのに対して、湾奥部の底層は pCO_2 が高く CO_2 が蓄積していた (図 7)。大阪湾は表層、底層ともに湾奥部、湾中部、湾南部、湾口部の 4 つの海域に分類され、都市排水の影響を強く受ける湾奥部は激しい季節変動を伴いながら増加するのに対して、湾口部では季節変動が小さかった。また、大阪湾全体における pCO_2 の増加トレンドは $2.3 \mu\text{atm/y}$ と北西太平洋で観測された表面海水よりもやや大きく、湾奥部の表層が $1.3 \mu\text{atm/y}$ と最も小さく、底層は $5.8 \mu\text{atm/y}$ と最も高く、鉛直方向で異なる特徴を有していた。

Roy, et al., 1993
Goyet and Poisson, 1989
Dickson and Millero, 1987
Mehrbach et al., 1973
Cai and Wang, 1998
Lueker et al., 2000
Mojica Prieto et al., 2002
Millero, 2010

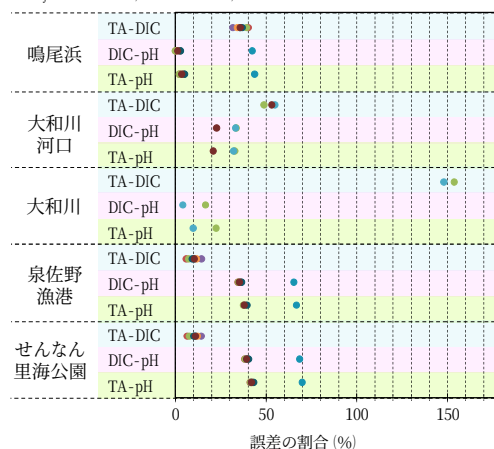


図 6 pCO_2 の実測値に対する推定値の誤差の割合

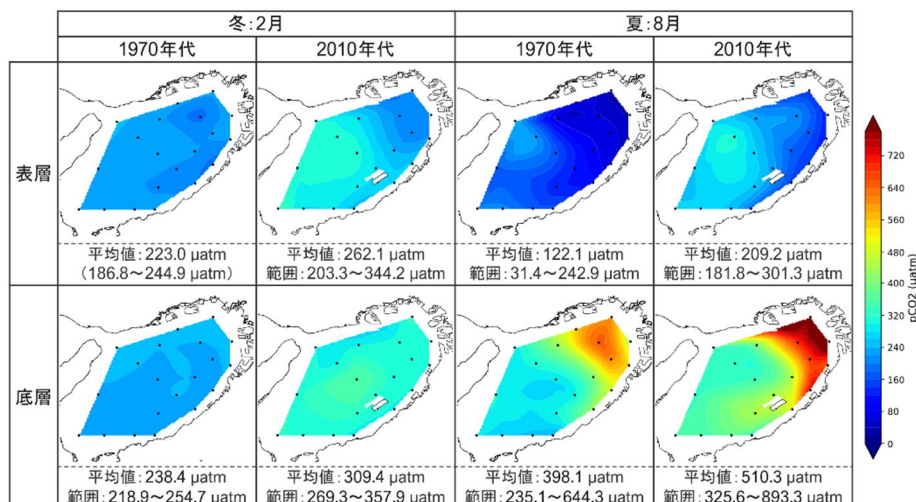


図 7 2月と8月における1970年代と2010年代の表層と底層の月平均pCO₂推定値の空間分布

(3) 湿地生態系のCO₂フラックスは吸収・排出サイクルによる変動が大きいのに対して、水面のCO₂フラックスは変動が小さく、排出傾向にあった(図8a)。湿地生態系のCO₂フラックスは春に変動しながらも吸収傾向であり、夏から秋にかけて変動が小さくなると同時に排出傾向になって、冬から春にかけて変動は大きくなっていった。春と夏の湿地生態系のCO₂フラックスは日中に減少して吸収を示しているのに対して、夜間に増加して排出傾向であった。冬の水面のCO₂フラックスは他の季節に比べて変動が小さく、冬を除いた季節のCO₂フラックスは昼間に減少しているのに対して、夜間に増加傾向であった。湿地生態系のCO₂フラックスはヨシが生長する春から夏にかけて光合成の影響により、CO₂は吸収されていた。また、水面のCO₂フラックスはほとんどの時間帯で排出となっており、湿地生態系のCO₂フラックスに比べると時間変動は小さかったが、積算することで水面のCO₂フラックスは湿地生態系のCO₂フラックスと同程度、もしくは大きくなることがあった(図8b)。さらに、重回帰分析を用いたCO₂フラックスに及ぼす要因について、湿地生態系のCO₂フラックスの日中は日射量、夜間は鉛直風速の寄与が高かった。水面のCO₂フラックスについて、日中・夜間ともに水温、潮位および堰からの放流量が寄与していた。

1 haあたりの炭素貯留量について干潟は36–117 tC/ha、湿地帯は89 tC/ha、アマモ場は39 tC/haと推定され、淀川の干潟の1 haあたりの炭素貯留量が最も高かった(図9a)。また、面積を考慮した炭素貯留量は35–374 tCと推定され、淀川の湿地帯が有機炭素を最も貯留していた(図9b)。堆積物上にヨシ等の植物体が生育している場合の平均現存量と堆積物による炭素貯留量を比較した結果、堆積物による炭素貯留量の方が高かった。植物体が存在することで、炭素貯留に寄与しており、堆積物の上部の植物体と合わせて炭素を貯留していた。

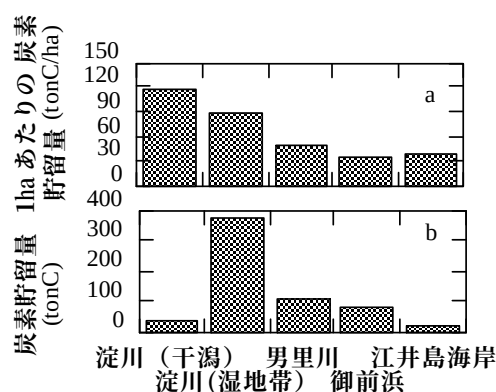


図 8 1 ha 当たりの炭素貯留量 (a) と対象面積で積分した炭素貯留量

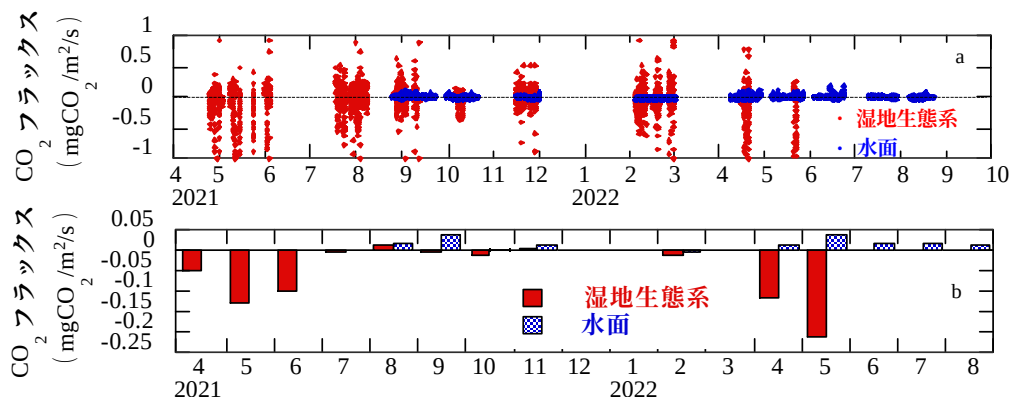


図 9 湿地生態系と水面のCO₂フラックスの時間変動 (a) と各月の積算値 (b)

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計16件（うち査読付論文 14件／うち国際共著 0件／うちオープンアクセス 5件）

1. 著者名 Chen J., Sasaki, J., Guo, Z., Endo, M.	4. 巻 293
2. 論文標題 UAV-based seagrass wrack orthophotos classification for estimating blue carbon	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Estuarine, Coastal and Shelf Science	6. 最初と最後の頁 108476～108476
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.ecss.2023.108476	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 —

1. 著者名 大谷 壮介, 山里 輝	4. 巻 79
2. 論文標題 汽水域湿地帯における連続観測による大気と水面の二酸化炭素フラックスの変動特性	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 土木学会論文集	6. 最初と最後の頁 23-17147
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.2208/jscej.23-17147	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 —

1. 著者名 遠藤 徹, 上村 健太, 小倉 一輝	4. 巻 79
2. 論文標題 炭酸系の化学平衡に基づく水中二酸化炭素濃度の推定手法の精度と適用性	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 土木学会論文集	6. 最初と最後の頁 23-17190
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.2208/jscej.22-01000	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 —

1. 著者名 Chen, J., Sasaki, J., Guo, Z., Endo, M.	4. 巻 293
2. 論文標題 UAV-based seagrass wrack orthophotos classification for estimating blue carbon	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Estuarine, Coastal and Shelf Science	6. 最初と最後の頁 108476～108476
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.ecss.2023.108476	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 —

1. 著者名 佐々木 淳	4. 巻 144
2. 論文標題 東京湾における環境再生と気候変動の緩和に向けて	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 HEDORO	6. 最初と最後の頁 40～49
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 —

1. 著者名 佐々木 淳	4. 巻 193
2. 論文標題 ブルーカーボン生態系の活用ーその特徴と温室効果ガス吸収源対策への貢献ー	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 ベース設計資料	6. 最初と最後の頁 47～50
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 —

1. 著者名 大谷 壮介, 山里 輝	4. 巻 79
2. 論文標題 汽水域湿地帯における連続観測による大気と水面の二酸化炭素フラックスの変動特性	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 土木学会論文集	6. 最初と最後の頁 23-17147
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.2208/jscej.23-17147	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 —

1. 著者名 遠藤 徹, 上村 健太, 小倉 一輝	4. 巻 79
2. 論文標題 炭酸系の化学平衡に基づく水中二酸化炭素濃度の推定手法の精度と適用性	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 土木学会論文集	6. 最初と最後の頁 23-17190
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.2208/jscej.22-01000	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 —

1. 著者名 Endo, M., Zhao, Y., Nakamura, W., Sasaki, J.	4. 巻 9
2. 論文標題 A practical pCO ₂ estimation and carbonate dynamics at an event of hypoxic water upwelling in Tokyo Bay	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Frontiers in Marine Science	6. 最初と最後の頁 1016199
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fmars.2022.1016199	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 —

1. 著者名 遠藤 雅実, SUN Jing, 佐々木 淳	4. 巻 78
2. 論文標題 東京湾奥部港湾域における冬季の二酸化炭素分圧の連続観測	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 土木学会論文集B2(海岸工学)	6. 最初と最後の頁 I_799~I_804
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2208/kaigan.78.2_I_799	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 —

1. 著者名 中村 航, 遠藤 雅実, 佐々木 淳, 遠藤 徹, 趙 悦, 上村 健太, 小倉 一輝	4. 巻 78
2. 論文標題 炭酸化学理論に基づく汽水域における水中CO ₂ 分圧の推定精度	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 土木学会論文集B2(海岸工学)	6. 最初と最後の頁 I_805~I_810
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2208/kaigan.78.2_I_805	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 —

1. 著者名 Liu, F., Sasaki, J., Chen, J., Wang, Y.	4. 巻 114
2. 論文標題 Numerical assessment of coastal multihazard vulnerability in Tokyo Bay	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Natural Hazards	6. 最初と最後の頁 3597~3625
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s11069-022-05533-2	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 —

1. 著者名 Wang K., Nakamura, Y., Sasaki, J., Inoue, T., Higa, H., Suzuki, T., Hafeez Muhammad Ali	4. 巻 64
2. 論文標題 An effective process-based modeling approach for predicting hypoxia and blue tide in Tokyo Bay	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Coastal Engineering Journal	6. 最初と最後の頁 458~476
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/21664250.2022.2119011	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 —

1. 著者名 Chen, J. and Sasaki, J.	4. 巻 13
2. 論文標題 Mapping of Subtidal and Intertidal Seagrass Meadows via Application of the Feature Pyramid Network to Unmanned Aerial Vehicle Orthophotos	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Remote Sensing	6. 最初と最後の頁 4880
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/rs13234880	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 —

1. 著者名 遠藤徹・中谷健二・中道優	4. 巻 77
2. 論文標題 大阪湾におけるCO2分圧の長期変動特性に着目した海域分類に関する研究	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 土木学会論文集B2 (海岸工学)	6. 最初と最後の頁 835-840
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2208/kaigan.77.2_I_835	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 —

1. 著者名 Maung Win Sithu, Sasaki Jun	4. 巻 13
2. 論文標題 Assessing the Natural Recovery of Mangroves after Human Disturbance Using Neural Network Classification and Sentinel-2 Imagery in Wunbaik Mangrove Forest, Myanmar	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Remote Sensing	6. 最初と最後の頁 52
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/rs13010052	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 —

〔学会発表〕 計23件（うち招待講演 5件／うち国際学会 6件）

1. 発表者名 Sasaki, J., Endo, M., Wataru, N., Ishida, K., Chen, J.
2. 発表標題 Carbon removal and emission processes and the promotion of climate change mitigation in Tokyo Bay
3. 学会等名 14th International Conference on Coasts, Ports and Marine Structures（招待講演）（国際学会）
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Endo, M., Sasaki, J.
2. 発表標題 Continuous observation of pCO ₂ in Autumn in the head of Tokyo Bay
3. 学会等名 11th International Conference on Asian and Pacific Coasts（国際学会）
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 石田紘大, 佐々木淳, Chen Jundong
2. 発表標題 流動モデルを用いた東京湾のノリ漁場における栄養塩の起源解析
3. 学会等名 土木学会海岸工学講演会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Sasaki, J., Endo, M., Wataru, N., Ishida, K., Chen, J.
2. 発表標題 Carbon removal and emission processes and the promotion of climate change mitigation in Tokyo Bay
3. 学会等名 14th International Conference on Coasts, Ports and Marine Structures（招待講演）（国際学会）
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 遠藤雅実, 王傑, 佐々木淳
2. 発表標題 東京湾富津海岸におけるアマモの炭素固定量に関する現地実験
3. 学会等名 日本沿岸域学会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Endo, M., Sasaki, J.
2. 発表標題 Continuous observation of pCO ₂ in Autumn in the head of Tokyo Bay
3. 学会等名 11th International Conference on Asian and Pacific Coasts (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 石田紘大, 佐々木淳, Chen Jundong
2. 発表標題 流動モデルを用いた東京湾のノリ漁場における栄養塩の起源解析
3. 学会等名 土木学会海岸工学講演会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 古木健太郎, 大谷壮介, 東和之, 遠藤徹
2. 発表標題 淀川汽水域の干潟および湿地帯における堆積物の有機炭素貯留量の試算
3. 学会等名 2023年度関西土木工学交流発表会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Sasaki, J.
2. 発表標題 Towards a resilient and abundant urban bay under climate change through adaptation and mitigation measures linked with ecosystem services
3. 学会等名 The 17th East Asia-Pacific Conference on Structural Engineering and Construction (EASEC-17) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 佐々木 淳
2. 発表標題 ブルーカーボンのこれまでとこれから
3. 学会等名 第17回海の再生全国会議 in 東京湾 (招待講演)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 ○遠藤雅実, Sun Jing, 佐々木淳
2. 発表標題 東京湾奥部港湾域における冬季の二酸化炭素分圧の連続観測
3. 学会等名 第69回土木学会海岸工学講演会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 ○中村航, 遠藤雅実, 佐々木淳, 遠藤徹, 趙悦, 上村健太, 小倉一輝
2. 発表標題 炭酸化学理論に基づく汽水域における水中CO2分圧の推定精度
3. 学会等名 第69回土木学会海岸工学講演会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 ○遠藤雅実, 趙悦, 佐々木淳
2. 発表標題 東京湾奥部港湾環境における二酸化炭素分圧測定に関する検討
3. 学会等名 第34回日本沿岸域学会研究討論会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 ○ Chen, J. and Sasaki, J.
2. 発表標題 Mapping of Seagrass Meadows via Application of the Feature Pyramid Network to Unmanned Aerial Vehicle Orthophotos
3. 学会等名 第69回土木学会海岸工学講演会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 ○山里輝, 大谷壮介
2. 発表標題 河口湿地帯の大気および水面における二酸化炭素フラックスの観測
3. 学会等名 第29回瀬戸内海研究フォーラムin和歌山
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 ○大谷壮介, 遠藤徹
2. 発表標題 大阪湾沿岸部における二酸化炭素分圧の空間分布
3. 学会等名 第29回瀬戸内海研究フォーラムin和歌山
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 ○小倉一輝, 遠藤徹, 上村健太, 酒井大樹
2. 発表標題 水質連続モニタリングによる港湾、干潟およびダム貯水池のCO2変動特性の把握
3. 学会等名 2022年度土木学会関西支部年次学術講演会@関西大学
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 ○細木拓志, 遠藤徹
2. 発表標題 環境統計データによる大阪湾と播磨灘における二酸化炭素吸収量の推定
3. 学会等名 2022年度土木学会関西支部年次学術講演会@関西大学
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Wang, K., Nakamura, Y., Sasaki, J., Inoue, T., Higa, H., Suzuki, T.
2. 発表標題 3-dimensional process-based ecosystem model for hypoxia and blue tide and its application to Tokyo Bay
3. 学会等名 第68回海岸工学講演会（土木学会）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Sasaki, J.
2. 発表標題 Estuarine environmental processes and management from the past toward future
3. 学会等名 3rd JSCE-CCES Joint Symposium of Civil Engineering（招待講演）（国際学会）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 遠藤 徹・中谷健二・中道 優
2. 発表標題 大阪湾におけるCO2分圧の長期変動特性に着目した海域分類に関する研究
3. 学会等名 第68回海岸工学講演会, オンライン
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 中道優・遠藤徹
2. 発表標題 大阪湾における40年間の表層CO2分圧の時空間変動と海域分布特性に関する研究
3. 学会等名 2021年度土木学会関西支部年次学術講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 済木智貴・遠藤徹・原田範子
2. 発表標題 大和川におけるCO2濃度の日内変動とその変動要因に関する研究
3. 学会等名 2020年度土木学会関西支部年次学術講演会
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

—

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究 分担 者	遠藤 徹 (Endo Toru) (00527773)	大阪公立大学・大学院工学研究科・准教授 (24405)	

6. 研究組織（つづき）

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究 分 担 者	大谷 壮介 (Otani Sosuke) (60554219)	大阪公立大学工業高等専門学校・その他部局等・准教授 (54401)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------