

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 6 年 6 月 3 日現在

機関番号：24405

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2018～2023

課題番号：18K04409

研究課題名（和文）ブルーカーボン生態系モデルの構築と都市浅海域における炭素貯留・隔離機能の解明

研究課題名（英文）Development of a new blue carbon ecosystem model to reveal carbon capture and storage function in urban coastal shallow waters

研究代表者

相馬 明郎（Sohma, Akio）

大阪公立大学・大学院工学研究科・教授

研究者番号：80601096

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,400,000円

研究成果の概要（和文）：都市沿岸域が持つ気候変動緩和機能を、大気-海洋-堆積物に渡る大気-海洋間のCO₂ガス交換、吸収した溶存無機炭素の生物生産による有機物・炭酸カルシウムへの固定、固定化された炭素の堆積物への貯留という一連の過程から明らかにし、予測・評価する数理生態系モデルを構築した。本モデルは、浮遊系-底生系結合、動・植物プランクトン、底生動物間の食物網、(3)地球生物化学過程、(4)炭酸平衡系、(5)輸送過程といった機構を統合し、東京湾に適用し、検証を行った。本モデルの解析から、現状から将来にわたる東京湾での気候変動緩和機能の変化とその要因が、生物・化学・物理過程の関係性から明らかにされた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

ブルーカーボン研究の多くが、炭素に関する実測値から物質収支あるいは統計手法による観測データ解析で気候変動緩和能を予測・評価するのに対し、本研究にて開発したブルーカーボン生態系モデルは、栄養塩-酸素-生物間の生態系網に加え、炭酸平衡系のメカニズムを導入し、これらについて、現地観測値と整合性を検証したモデルであり、現象の理解と予測精度を大きく進展させたものである。また、本モデルは、生物回復と水質改善の評価・予測機能も可能であり、生物回復、水質改善、気候変動緩和という生態系の持つ3機能を俯瞰的に視座し、沿岸浅海域の管理方針を決定に資するコミュニケーションプラットフォームにもなり得る。

研究成果の概要（英文）：A mathematical ecosystem model was developed to predict and evaluate the climate change mitigation function of urban coastal areas, based on a series of processes: CO₂ gas exchange between the atmosphere, ocean, and sediment; fixation of absorbed dissolved inorganic carbon into organic matter and calcium carbonate through biological production; and sequestration of the fixed carbon in sediment. The model is based on the following processes The model integrates the following mechanisms: (1) suspended-sediment-benthic coupling, (2) food web among zooplankton, phytoplankton, and benthic animals, (3) geobiochemical processes, (4) carbonic acid equilibrium system, and (5) transport processes, and was applied to Tokyo Bay for validation. The model analysis revealed changes in the climate change mitigation function in Tokyo Bay from the present to the future and the factors that contribute to these changes, based on the relationships among biological, chemical, and physical processes.

研究分野：数理生態学

キーワード：生態系モデル 炭素隔離 ブルーカーボン 炭酸平衡系 都市沿岸域 浮遊系 底生系 気候変動

1. 研究開始当初の背景

地表温度は21世紀末までに1.4~5.8度上昇するとされ(IPCC, 2013)、気候変動緩和は喫緊の課題である。海洋は、地球規模で見れば、大気CO₂を吸収し、炭素を貯留・隔離する機能を有することは、これまでも知られていた(Archer, D. 2008, IPCC, 2007)。しかし、これまでの海洋の評価に、沿岸域による炭素の貯留・隔離の効果が含まれていたか否かは不明確であった(McLeod, E. et al. 2011)。こうした中、国連環境計画(UNEP, 2009)は、海洋生物によって吸収・固定される炭素をブルーカーボンと称し、生物生産性が極めて高い沿岸海域は、その面積が全海洋の僅か1%以下であるにもかかわらず、海底堆積物への炭素蓄積は海域全体の79%を担うなど、炭素吸収源として非常に重要である可能性を提唱した。これを契機に、沿岸域の気候変動緩和機能に関する研究が世界的に本格化した。しかしながら、課題申請当時は、(a)沿岸浅海域は大気CO₂の吸収源なのか?放出源なのか?(b)どの程度、炭素を貯留・隔離するのか?また、(c)炭素の貯留・隔離を決定づけるメカニズムは何なのか?の3つの問いについては、様々な見解があり、明らかではなかった。これは、沿岸浅海域は複雑な場、すなわち、数多くの要因により状態が時空間的に大きく変化し、解析が困難な場であり、計測技術も制約され、外洋や陸棚と比較して依然として知見が乏しいからであり、また、限りある観測データの統計分析だけでは大きな不確実性が含まれるからである。さらに、(d)気候変動の緩和機能とは何か?という根本的な問いに対しても明確な定義は存在せず、大気と海洋間のCO₂ガス交換や、堆積物への埋没フラックスを切り出し、気候変動緩和機能と見なして評価している事例は見受けられたものの、大気-海水-堆積物に渡る一連の炭素循環の動きや、その外部環境に対する応答を捉える中で、気候変動緩和を予測・評価している事例はなかった。

2. 研究の目的

こうした中、本研究では、沿岸浅海域の気候変動緩和機能を、「大気から海洋へのCO₂吸収(炭素吸収)」「生物生産によるCO₂の有機物・炭酸カルシウムとしての固定(炭素固定)」「固定化された炭素の堆積物への貯留(炭素貯留)」という一連のプロセス(図-1)で捉え、このプロセスを構成する生物・化学・物理過程を1つ1つ解明していくという還元論的視点と、沿岸浅海域全体を河口域-湾央域、大気-海水-堆積物が時空間的に相互に連鎖した複合生態系として捉える全体論的視点の2つの視点から、沿岸浅海域の気候変動緩和機能を解明し、温暖化対策や気候変動に対する生態系ネットワークの応答・耐性を予測・評価するブルーカーボン生態系モデルを構築すること、そして、構築したモデルを、観測データが比較的存在し、十分なモデル検証が可能な東京湾に適用することで、都市沿岸域における、炭素吸収・固定・貯留機能の時空間変動の把握、鍵となるメカニズムの推定、予測・評価を行い、沿岸浅海域生態学と気候変動緩和機能の統一的理解と評価手法の基礎確立に資することを目的とした。

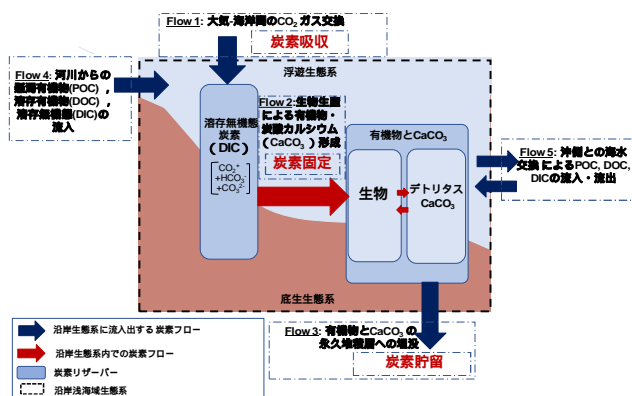


図-1 沿岸浅海域における炭素の吸収・固定・貯留機能とその周辺の炭素フロー (Sohma et al., 2018 を一部改変)

3. 研究の方法

(1) ブルーカーボン生態系モデルの開発・適用・検証

浮遊系-底生系、干潟-湾央域が生物・化学・物理過程によって時空間的に相互に連鎖しつつ、植物プランクトンによる一次生産、動物プランクトン・底生動物による二次・準高次生産、また、これらの生物や微生物による水・堆積物中の生物代謝メカニズム、さらには、大気-海洋間CO₂ガス交換を決定する上で重要な、pCO₂、溶存無機態炭素(DIC)、pH、全アルカリ度(TA)間の炭酸化学平衡系のメカニズム、を表現したブルーカーボン生態系モデルを新たに開発した。また、開発したモデルを東京湾に適用し、現状の東京湾の平年的な時空間変動の再現を試した。

(2) 炭素循環像の時空間変動 (Pattern and Variability) の解析

再現性の検証したブルーカーボン生態系モデルを用い、東京湾の浮遊系-底生系における炭素循環の時空間変化を日スケール、年スケール、100年スケールで解析した。また、炭素吸収機能、炭素固定機能、炭素貯留機能 (図-1 参照) の時空間変化を明らかにした。

(3) 炭素貯留の鍵となるメカニズム (Process and Interaction) の解明

上で明らかにした、炭素吸収機能、炭素固定機能、炭素貯留機能を支配する生物・化学・物理過程を解析し、解析結果から、生態系ネットワーク全体の応答と応答連鎖の仕組みを把握し、気候変動緩和機能のカギとなる素過程を明らかにした。

(4) 温暖化・貧酸素化シナリオに伴う気候変動緩和機能の応答評価

気候変動シナリオ (RCP2.5, RCP8.5 等) による水温上昇、pH 変化、あるいは、貧酸素化といった現象が、「大気から海洋への CO₂ 吸収」「生物生産による CO₂ の有機物・炭酸カルシウムとしての固定」「固定化された炭素の堆積物への貯留」という一連のプロセスに与える応答を定量的に分析し、気候変動緩和機能の応答性を予測・評価した。

4. 研究成果

(1) ブルーカーボン生態系モデルの構築

大気 - 浮遊生態系 底生生態系間の相互依存性, (b) 底生生態系と浮遊生態系に介在する底生動物 植物プランクトン - 動物プランクトンからなる食物網 (補食被食関係), (c) 海洋中の CO₂ 分圧を制御する炭酸平衡系の化学 (CO₂ 分圧: pCO₂、水中に溶解している二酸化炭素: DIC、全アルカリ度: TA、pH の関係性) とそれに及ぼす生物代謝の影響, (d) 植物プランクトンの生物生産性, (e) 微生物による有機物の無機化過程, (d) 生態系への流れ場に関わる生物・化学・物理過程を網羅的に考慮した、ブルーカーボン生態系モデル: EMAGIN_B.C (the Ecosystem Model for Aquatic Geological Integrated Network for Blue Carbon) を構築した (Sohma et al., 2018)。図-2 に本モデルで表現した浮遊生態系、底生生態系の構成要素 (四角) と生物・化学過程 (矢印) を示す。

(2) ブルーカーボン生態系モデルの適用と妥当性の検証

開発したブルーカーボン生態系モデルを主に東京湾に適用した。本モデルの駆動力となる気象条件、流入負荷、湾口境界値は、1998年~2002年の観測値から1年周期の規定関数を作成し入力した。計算は1年で元に戻る年周期定常状態に達するまで行い、この計算結果を近年の平年的な東京湾の生態系動態と見なし解析した。本モデルは、観測値を概ね再現した。図-3、図-4に pCO₂, pH の湾央域での計算値と観測値の比較を示す (Sohma et al., 2018, 相馬ら, 2018)。

(3) 炭素の生成消費メカニズムの解明

東京湾に適用し、検証を終えたモデルを用いて、東京湾浮遊系、底生系の炭素の生成消費メカニズムを解析した (図-5)。解析の結果、DIC の消費には、植物プランクトンの光合成、DIC の生成には、底生系における有機物の無機化と底生動物の呼吸が大きく寄与して

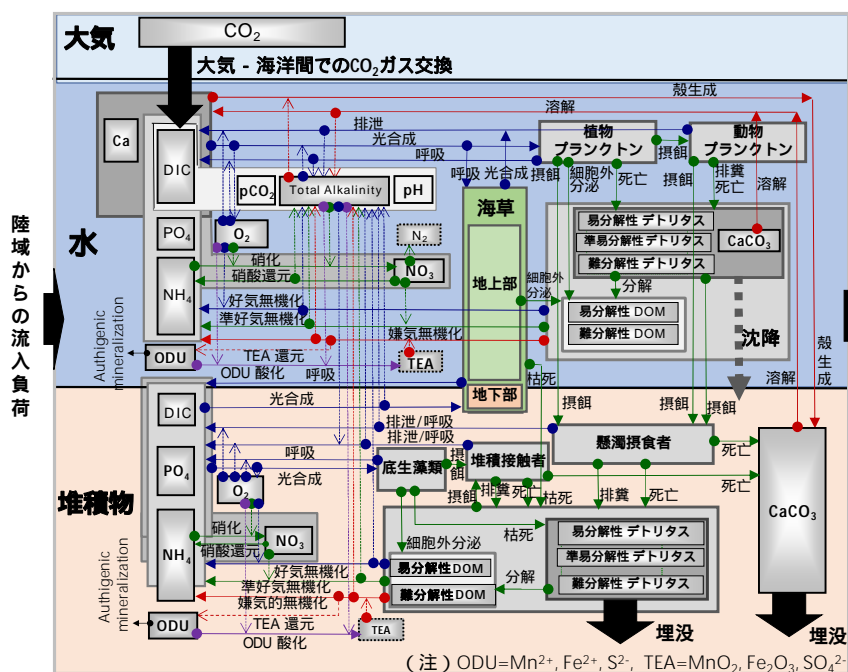


図-2 ブルーカーボン生態系モデル:EMAGIN_B.C (the Ecosystem Model for Aquatic Geological Integrated Network for Blue Carbon,) で表現した生態系の構成要素と生物・化学過程 (Sohma et al., 2018)

いることが明らかとなった(Sohma et al., 2018)。

(4) 大気-海洋間 CO₂ ガス交換の空間分布とその支配要因の解明

東京湾における大気-海洋間 CO₂ 交換の時空間分布を計算し、河口域は大気へ CO₂ を放出していた。また、湾中央域、干潟域は共に CO₂ を吸収するものの、干潟域は、大気 CO₂ の吸収量が湾中央域に比べ、小さい場であることが明らかとなった。次に、大気-海洋間 CO₂ 交換の支配要因である溶存無機態炭素(DIC)、全アルカリ度(TA)の生物化学過程による生成・消費を解析し、DIC では光合成による浮遊系表層での DIC 消費、TA では有機物の嫌氣的無機化による底生系での TA 生成が、他の生物化学過程に比べ大きいことが定量的に明らかとなった。また、生物化学過程による DIC、TA の生成・消費を 0 とする感度解析を行い、浮遊系表層での DIC 消費と底生系での TA 生成が、大気 CO₂ の吸収促進に大きく寄与することを定量的に示した。特に底生系での TA 生成が、大気-海洋間 CO₂ 交換に大きな影響を与える結果は、本研究分野に新しい見地を与えた(未発表)。加えて、河口域は大気へ CO₂ を放出する場であるものの、光合成による大気 CO₂ 吸収が最も大きい場でもあり、干潟域は底生動物による生物化学過程が活発なため、大気 CO₂ を吸収する働きが最も小さい場であることも明らかとなった (Sohma and Okada, 2020)。

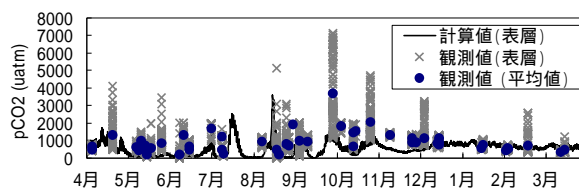


図-3 pCO₂ の観測値とモデル計算値の比較

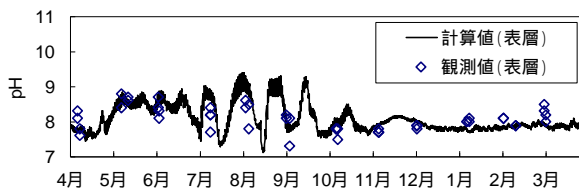


図-4 pH の観測値とモデル計算値の比較

(5) 酸性化による生物の影響が気候変動緩和機能に与える影響の分析

海洋生物の代謝変化を pH の関数でモデル化し、気候変動緩和機能に関わる物理・化学・生物過程とその相互作用を網羅的に解析する生態系モデル EMAGIN-B.C. に新たに組込んだ。また、このモデルを東京湾に適用し、観測値と計算値の比較からモデルを検証し、その妥当性を確認した。さらに RCP2.5、RCP8.5 シナリオに基づく 2000 A.D. ~ 2100 A.D. の予測を実施し、(1) 炭素吸収機能は、2000 A.D. から 2040 A.D. までは pH 低下に伴い低下するものの、2040 A.D. 以降は、光合成増加によって増加に転じること、(2) 炭素固定機能は、植物プランクトンの光合成速度の増加に伴い 100 年間を通して増加すること、(3) 炭素貯留機能は、2060 A.D. までは、有機物量増加に伴い貯留量は増加するものの、2060 年以降は、酸性化による炭酸カルシウム溶解に伴い貯留量が減少することを示した。これらの結果は、ブルーカーボン機能の将来予測に新しい見地を与えた(大町, 相馬 2021, 2022)。

(6) 新しい無機化モデルの開発と適用 貧酸素化と炭素貯留量の関係性の解明

貧酸素化に伴う有機物無機化速度を微生物活動の代謝エネルギーの観点から新たに定式化し、本式を EMAGIN-B.C. に組込んだ新モデル EMAGIN-B.C.-MR を東京湾に適用し、観測値との比較によるモデル検証を行った。また、感度解析は、8 月の酸素濃度を、盤州干潟領域以外の海底で

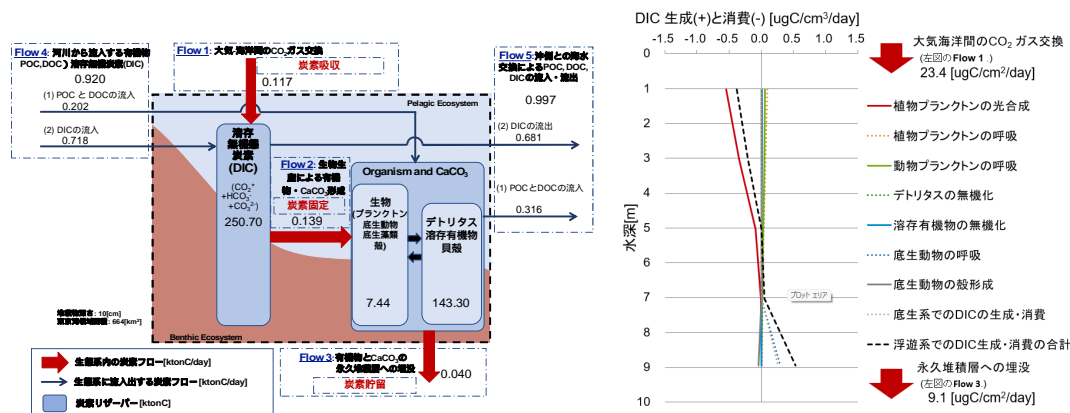


図-5 東京湾 664km² での炭素循環(左)と DIC の生成消費過程メカニズム(右)の年平均値

(Sohma et al., 2018 を一部改変)

Case1(0 mgO₂/L), Case2(5 mgO₂/L)の2ケースに設定し, 酸素濃度の違いによる炭素貯留量の差を100年間の時系列変化で比較した。この感度解析の結果から, 貧酸素化は, 懸濁態有機炭素(POC)埋没量が増加し, CaCO₃埋没量が減少し, それらの合計である炭素埋没量(貯留量)が増加すること, そして, その主要因は, (1)貧酸素化に伴う有機物無機化速度の低下とそれに伴う堆積POC現存量の増加, (2)底生動物の酸欠死に伴う殻形成の減少とそれによるCaCO₃現存量の減少であることが明らかとなった(石塚, 相馬 2021)。

(7) コミュニケーションプラットフォームとしての活用

沿岸浅海域の生態系モデルにおいて, 浮遊系と底生系の相互作用や食物連鎖まで含めた炭素貯留プロセスを組み込んだものは存在せず, ブルーカーボン生態系モデル自体が新規性・独創性の高いツールである。また, 多くのブルーカーボン研究が, 炭素に関する実測値と質量保存則から導かれる物質収支, あるいは統計的手法による観測データの解析で評価しているのに対し, 本モデルでは, 栄養塩と酸素と生物間の生物・化学・物理過程を介した生態系連鎖に加え, 新たに, 炭素分圧(pCO₂), pH, 溶存無機態炭素(DIC), 全アルカリ度(TA)の生物・化学・物理過程による変動メカニズムも導入し, これら現地観測値と整合性を検証してモデル構築を行ったため, 現象の理解と予測精度を大きく進展させるものであった。また, 本モデルは, 気候変動緩和の評価・予測機能のみならず, 「生物回復(ゆたかな海)」と「水質改善(きれいな海)」の評価・予測機能も可能(Sohma et al., 2005)であり, 結果として, 「生物回復」, 「水質改善」, 「気候変動緩和」という生態系の持つ3機能を俯瞰的・包括的に視座しつつ, 都市沿岸浅海域の管理方針を決定する際のコミュニケーションプラットフォームにもなり得る。さらに, 地球規模における沿岸浅海域の気候変動緩和機能の理解を大きく進展させるツールとなる可能性がある。

参考文献:本報告書に記載した研究成果に関する主な文献

Sohma, A., Shibuki, H., Nakajima, F., Kubo, A., & Kuwae, T. (2018). Modeling a coastal ecosystem to estimate climate change mitigation and a model demonstration in Tokyo Bay. *Ecological modelling*, 384, 261-289.

相馬明郎, 中居瑞貴, 久保篤史, & 桑江朝比呂. (2018). 東京湾河口域における大気-海洋間 CO₂ フラックスの通年変化とその要因~ 炭酸化学理論を組込んだ生態系モデルによる解析~. *土木学会論文集 B2 (海岸工学)*, 74(2), I_1267-I_1272.

岡田大知, 相馬明郎. (2019). 東京湾における底生生態系が大気-海洋間 CO₂ フラックスに与える影響, *令和元年度海洋理工学会秋季大会要旨集*

Sohma, A., Okada D. (2021). Effects of benthic biochemical processes on air-sea CO₂ flux, ECSA 58 - EMECS 13: Estuaries and coastal seas in the Anthropocene – Structure, functions, services and management conference proceeding.

大町佳史, 相馬明郎. (2022). 海洋生物の pH 依存性が炭素吸収・固定・貯留機能に与える影響. *土木学会論文集 B2 (海岸工学)*, 78(2), I_901-I_906.

大町佳史, 相馬明郎. (2023). 東京湾における気候変動緩和機能の将来予測—海洋酸性化の影響を考慮した内湾複合生態系モデルによる解析—. *土木学会論文集*, 79(17), 23-17154.

石塚航大, 相馬明郎. (2022). 貧酸素化に伴う有機物無機化の変化が炭素吸収・貯留機能に与える影響, *2022年度土木学会関西支部年次学術講演要旨集*

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計10件（うち査読付論文 8件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 10件）

1. 著者名 大町 佳史, 相馬 明郎	4. 巻 79
2. 論文標題 東京湾における気候変動緩和機能の将来予測 海洋酸性化の影響を考慮した内湾複合生態系モデルによる解析	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 n/a ~ n/a
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2208/jscej.23-17154	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 大町 佳史, 相馬 明郎	4. 巻 78
2. 論文標題 海洋生物のpH依存性が炭素吸収・固定・貯留機能に与える影響	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 土木学会論文集B2(海岸工学)/78 巻 (2022) 2 号	6. 最初と最後の頁 I_901 ~ I_906
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_901	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 Akio Sohma, Riku Imada, Tetsuya Nishikawa, Hisashi Shibuki	4. 巻 467
2. 論文標題 Modeling the life cycle of four types of phytoplankton and their bloom mechanisms in a benthic-pelagic coupled ecosystem	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Ecological modelling	6. 最初と最後の頁 1-37
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.ecolmodel.2022.109882	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 相馬 明郎, 小西 颯人, 戸田 慎治, 名倉 亮太, 渋木 尚, 茂木 博匡, 桑江 朝比呂	4. 巻 76(2)
2. 論文標題 マングローブ・海草複合生態系による気候変動緩和のメカニズム～数理モデル解析～	5. 発行年 2020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_961 - I_966
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2208/kaigan.76.2_I_961	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 相馬 明郎	4. 巻 18
2. 論文標題 都市沿岸域の生態系機能 - 目指す姿を数理モデルで考える -	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 環境アセスメント学会誌	6. 最初と最後の頁 33 ~ 38
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.20714/jsia.18.1_33	査読の有無 無
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 重松 孝昌、川久保 俊、柳 憲一郎、嘉名 光市、相馬 明郎、佐々木 裕也、川岸 啓人	4. 巻 18
2. 論文標題 パネルディスカッション 「湾岸未来都市のあるべき環境像を模索する」	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 環境アセスメント学会誌	6. 最初と最後の頁 39 ~ 49
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.20714/jsia.18.1_39	査読の有無 無
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 Akio Sohma, Hisashi Shibuki, Fumiyuki Nakajima, Atsushi Kubo, Tomohiro Kuwae	4. 巻 384
2. 論文標題 Modeling a coastal ecosystem to estimate climate change mitigation and a model demonstration in Tokyo Bay	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Ecological Modelling	6. 最初と最後の頁 261-289
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.ecolmodel.2018.04.019	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 相馬 明郎、中居 瑞貴、久保 篤史、桑江 朝比呂	4. 巻 第74巻 2号
2. 論文標題 東京湾河口域における大気-海洋間CO2フラックスの通年変化とその要因 ~炭酸化学理論を組込んだ生態系モデルによる解析~	5. 発行年 2018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_1267-I_1272
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2208/kaigan.74.1_1267	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 相馬 明郎, 春田 拓郎	4. 巻 第74巻 2号
2. 論文標題 東京湾における海底溶存酸素濃度の経年変化とその要因 ~ 生態系モデル解析 ~	5. 発行年 2018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_1273-I_1278
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2208/kaigan.74.I_1273	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34件 (うち招待講演 9件 / うち国際学会 4件)

1. 発表者名 相馬明郎・森井裕・佐藤達明・渋谷尚
2. 発表標題 豊かな海と気候変動緩和の両得に資する大阪湾・播磨灘生態系モデルの開発
3. 学会等名 第70回海岸工学講演会 2023年11月 土木学会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 相馬明郎, 両國彰人, 渋谷尚, 桑江朝比呂
2. 発表標題 マングローブ生態系における日スケールの炭素動態とメカニズム-数理生態系モデル による解析
3. 学会等名 第70回海岸工学講演会 2023年11月 土木学会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 相馬明郎
2. 発表標題 東京湾での気候変動緩和と豊かな海再生 - 大気・水・堆積物を巡るこれまでとこれから
3. 学会等名 第23回東京湾シンポジウム (招待講演)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 相馬明郎
2. 発表標題 沿岸生態系のデータサイエンス・プロセスモデルの変遷と統計モデルの展望ー
3. 学会等名 第26回日本水環境学会シンポジウム 2023年09月 (招待講演)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 石塚航大, 相馬明郎
2. 発表標題 貧酸素化に伴う有機物無機化の変化が炭素吸収・貯留機能に与える影響
3. 学会等名 2022年度土木学会関西支部年次学術講演会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 荒木隆希, 相馬明郎
2. 発表標題 気候変動がマングローブ・海草・サンゴ複合生態系の炭素吸収・固定・貯留機能に与える影響
3. 学会等名 2022年度土木学会関西支部年次学術講演会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Akio Sohma, Daichi Okada
2. 発表標題 Effects of benthic biochemical processes on air-sea CO2 flux
3. 学会等名 ECSA 58 - EMECS 13: Estuaries and coastal seas in the Anthropocene - Structure, functions, services and management conference (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Ecosystem model study on the cause of oligotrophication in Harima-nada sea -the effect on nutrient concentration by rivers, bivalves and surrounding sea
2. 発表標題 Momoko Anna Furukawa, Akio Sohma
3. 学会等名 Water and Environment Technology Conference Online 2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 相馬明郎, 戸田慎治, 渋木尚, 茂木博匡, 桑江朝比呂
2. 発表標題 サンゴ・海草・マングローブ複合生態系の気候変動緩和機能とサンゴの役割
3. 学会等名 第68回海岸工学講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 大町佳史, 相馬明郎
2. 発表標題 海洋酸性化による生物代謝の変化が炭素吸収・固定・貯留機能に与える影響
3. 学会等名 海洋理工学会 令和3年(2021年)度秋季大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 両國 彰人, 相馬 明郎
2. 発表標題 マングローブ-海草生態系の気候変動の緩和と河川水質の関係性
3. 学会等名 海洋理工学会 令和3年(2021年)度秋季大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 大町佳史, 相馬明郎
2. 発表標題 海洋生物のpH依存性が 炭素吸収・固定・貯留機能に与える影響
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 両國彰人, 相馬明郎
2. 発表標題 河川水質が マングローブ・海草複合生態系の 炭素吸収・固定・貯留機能に与える影響
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 名倉亮太, 相馬明郎
2. 発表標題 マングローブ - 干潟 - 海草生態系における気候変動緩和機能の解析
3. 学会等名 令和2年度土木学会関西支部年次学術講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 岡田大知, 相馬明郎
2. 発表標題 底生生態系が大気・海洋間のCO ₂ 吸収・放出に与える影響
3. 学会等名 2019年度土木学会関西支部年次学術講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 戸田慎治, 相馬明郎
2. 発表標題 数理モデルを用いた海草生態系による気候変動緩和とそのメカニズム解明の試み
3. 学会等名 2019年度土木学会関西支部年次学術講演会 2019年05月
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 相馬明郎, 八木宏, 高山百合子
2. 発表標題 東京湾の環境の変遷
3. 学会等名 比較沿岸環境工学に基づく今後の大阪湾研究に関する調査研究委員会講習会(招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Akio SOHMA, Riku IMADA, Tetsuya NISHIKAWA, Hisashi SHIBUKI
2. 発表標題 Modelling the life cycles of harmful diatoms and its application to the benthic-pelagic coupled ecosystem model, to reveal the mechanisms of the bleaching in aquacultured nori
3. 学会等名 The International Society for Ecological Modelling, Global Conference 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 岡田大知, 相馬明郎
2. 発表標題 東京湾における底生生態系が大気-海洋間 CO2フラックスに与える影響
3. 学会等名 令和元年度海洋理工学会度秋季大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 戸田慎治, 相馬明郎, 渋木 尚, 茂木博匡, 桑江朝比呂
2. 発表標題 亜熱帯海草生態系の気候変動緩和機能とメカニズム解明の試み
3. 学会等名 令和元年度海洋理工学会度秋季大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 相馬明郎
2. 発表標題 沿岸生態系がもたらす ”豊かな海” と ”気候変動緩和 ” の両得
3. 学会等名 SDGs Tech Meeting (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 相馬明郎
2. 発表標題 生態系の数理モデル化のこれまでとこれから
3. 学会等名 生態系工学研究会H30年度第2回RACES セミナー (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 小西颯人, 相馬明郎, 渋木尚, 豊田健志, 茂木博匡, 桑江朝比呂
2. 発表標題 炭素吸収・隔離・貯留機能の評価を目的としたマングローブ生態系モデル開発の試み
3. 学会等名 海洋理工学会平成30年度秋期大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Hirofumi Maki, Akio Sohma, Hisashi Shibuki, Kenji Toyoda, Anirban Akhand, Kenta Watanabe, Tatsuki Tokoro, Tomomi Inoue, Hiroya Yamano, Masayuki Banno, Yasuyuki Nakagawa, Hiroyuki Matsuda, Tomohiro Kuawe
2. 発表標題 The estimation of CO2 flux in Japanese coastal ecosystems using a numerical model
3. 学会等名 第34回個体群生態学会（招待講演）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 相馬明郎
2. 発表標題 数理モデリングと沿岸環境問題の関係性~その変遷と展望~
3. 学会等名 第54回水工学に関する夏期研修会（招待講演）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 小西颯人, 相馬明郎
2. 発表標題 マングローブ生態系プロトタイプモデルによる炭素吸収・貯留・隔離機能の推定
3. 学会等名 平成30年度土木学会関西支部年次学術講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 宮田侑真, 相馬明郎
2. 発表標題 東京湾における炭素貯留・隔離機能と一次生産の関係性~生態系モデルによる解析~
3. 学会等名 平成30年度土木学会関西支部年次学術講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Hirofumi MOKI, Akio SOHMA, Hisashi SHIBUKI, Kenji TOYODA, Anirban AKHAND, Kenta WATANABE, Tatsuki TOKORO, Tomomi INOUE, Hiroya YAMANO, Masayuki BANNO, Yasuyuki NAKAGAWA, Hiroyuki MATSUDA, Tomohiro KUAWA
2. 発表標題 The estimation of CO2 flux in subtropical coastal ecosystems using a numerical model
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2018年大会（国際学会）
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 Tomohiro Kuwae, Jota Kanda, Atsushi Kubo, Fumiyuki Nakajima, Hiroshi Ogawa, Akio Sohma, Masahiro Suzumura	4. 発行年 2019年
2. 出版社 Springer Nature Singapore Pte Ltd. 2019	5. 総ページ数 373
3. 書名 Blue Carbon in Shallow Coastal Ecosystems, Carbon Dynamics, Policy, and Implementation., Chapter 11: "CO2 Uptake in the Shallow Coastal Ecosystems Affected by Anthropogenic Impacts."	

〔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

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