

沿岸分野における気候変動対応で 解決すべき課題アンケート調査結果

Survey results on issues to address in coastal climate change adaptation

有川 太郎^{1*}・桑江 朝比呂²

Taro ARIKAWA^{1*} and Tomohiro KUWAE²

¹ 中央大学 海岸・港湾研究室

² 国立研究開発法人 港湾空港技術研究所

¹ Coastal Engineering Lab., Chuo University

² Port and Airport Research Institute

摘 要

本研究は、2019 年と 2022 年に実施された「今後の我が国の沿岸分野における気候変動対応で取り組むべき課題に関する意識調査」を比較分析し、研究者の関心の変化や新たなトレンドを明らかにした。2019 年の調査では、自然現象や人間活動への影響に関するキーワードが多く挙げられたが、2022 年の調査では適応策や緩和策に関連するキーワードが増加した。特に「洋上風力発電」や「沿岸土地利用の変化」といった新たなキーワードが上位にランクインし、具体的な気候変動対策への関心が高まっていることが示された。この変化は、気候変動に対する社会的及び政策的な関心の高まりを反映しており、今後の研究と政策に対する重要な指針を提供するものである。また、地域間連携の促進や若年層への教育も重要である。定期的なモニタリングにより、気候変動に対する研究者や政策立案者の関心の変化を継続的に把握し、迅速かつ適切に対応することが可能となる。

キーワード： アンケート調査、沿岸適応策、関心度、緩和策、気候変動

Key words： survey, coastal adaptation measures, interest level, mitigation measures, climate change

1. はじめに

気候変動は、地球規模での重大な課題であり、その影響は特に沿岸地域において顕著である。沿岸地域は、海面上昇、極端気象、台風や高潮などの自然災害に対して脆弱であり、これらの現象は気候変動の進行に伴い頻度と強度が増している。これにより、沿岸地域の生態系、住民の生活環境、経済活動に多大な影響を及ぼすことが懸念されている。

これまでに多くの研究が、気候変動が沿岸地域に与える影響について取り組んできたが、具体的な適応策や緩和策の実施には限界がある。本研究の目的は、日本の沿岸地域における気候変動対応の課題に関する研究者の関心を把握し、今後の研究や政策に活かすことである。特に、2019 年(桑江ほか, 2021)と 2022 年(澁谷ほか, 2023)に実施された意識調査を比較することで、研究者の関心の変化や新たなトレンドを明らかにし、将来的な研究や政策の方向性を示すことを目指している。

本研究は、以下の 3 つのステップで進められた。

まず、2019 年と 2022 年に実施された調査の方法論を詳細に述べ、調査設計やデータ収集の手法を比較する。次に、調査結果を分析し、回答者の属性や選ばれたキーワードの変化を明らかにする。最後に、これらの結果に基づき、今後の研究や政策に対する具体的な提言を行う。

さらに、気候変動対応のための自然ベースの解決策やグリーン・グレーインフラの重要性が近年注目されている。Kuwaie and Crooks(2021)は、自然と人為的な技術を組み合わせたハイブリッド型インフラの利点について論じており、これにより気候変動の緩和と適応の双方が達成できると指摘している。また、日本における沿岸適応の現状と課題についてのレビューによると、気候変動に対する適応策は地域ごとの特性を考慮した柔軟なアプローチが必要であるとされている(Kato and Tajima, 2023)。

本研究の意義は、気候変動対応に関する研究者の関心の変化を捉えることで、最新の科学的知見を政策に反映させ、効果的な適応策や緩和策を策定するための基盤を提供する点にある。気候変動の進行に

受付：2024 年 5 月 19 日、受理：2024 年 8 月 21 日

* 〒112-8551 東京都文京区春日 1-13-27, E-mail : taro.arikawa.38d@g.chuo-u.ac.jp

伴い、迅速かつ柔軟な対応が求められており、本研究がその一助となることを期待している。

2. 方法論

2.1 2019 年及び 2022 年に実施された

気候変動対応に関する意識調査の方法論

本研究では、2019 年と 2022 年に実施された「今後の我が国の沿岸分野における気候変動対応で取り組むべき課題に関する意識調査」の方法論を比較し、研究者の関心の変化を分析した。以下にそれぞれの調査方法について詳細を述べる。表 1 に、比較を整理したものを示した。

2.1.1 2019 年の調査方法

2019 年の調査は、日本の沿岸地域における気候変動対応の課題に関する研究者の関心を把握することを目的として実施された。調査設計においては、IPCC 第 5 次報告書(IPCC AR5)を参考に、気候変動カテゴリ(自然現象, 人間活動への影響, 緩和・適応策)及び学術分野(物理, 化学, 生物, 生態系, その他)に基づいて広範なキーワードを抽出し整理した。アンケートは Google Forms を用い、主要 19 学会(例: 土木学会, 日本沿岸域学会, 日本海洋学会, 日本水産学会など)の学会員に対してインターネットを通じて配布された。

調査対象は、主に日本の沿岸分野に関連する主要 19 学会の学会員であった。データ収集期間は 2019 年 8 月 5 日から 10 月 5 日までで、合計 421 件の回答が得られた。データ分析では、優先順位を付けてキー

ワードを選択し(1 位に 3 点, 2 位に 2 点, 3 位に 1 点を付与), 各キーワードのスコアを算定した。

2.1.2 2022 年の調査方法

2022 年の調査は、2019 年以降の社会情勢の変化が研究者の課題意識にどのように影響したかを把握することを目的として実施された。調査設計においては、2019 年と同様の方法でキーワードを選定し、新たに「洋上風力発電」や「沿岸土地利用の変化」といったキーワードを追加した。アンケートは 2019 年と同じく Google Forms を使用し、主要 19 学会の学会員に配布された。

調査対象は、2019 年と同じく主要 19 学会の学会員であった。データ収集期間は 2022 年 9 月 22 日から 2023 年 2 月 13 日までで、合計 135 件の回答が得られた。データ分析では、2019 年と同様に優先順位を付けてキーワードを選択し、各キーワードのスコアを算定した。さらに、回答理由として「減災」「国土保全」「生活環境」「経済」「生物生態系の重要性」を調査した。

2.2 調査回答者の属性及びキーワードスコアの比較分析

調査回答者の属性の比較では、年齢、性別、職業、研究歴、所属学会、気候変動研究経験の有無などのデータを比較した。キーワードのスコア比較では、2019 年と 2022 年の調査結果を基に、各キーワードのスコアの変化を分析し、新たに上位にランクインしたキーワードやランク外になったキーワードを特定した。表 2 にそのまとめを記す。

表 1 調査方法論の比較.

項目	2019 年の調査	2022 年の調査
調査目的	日本の沿岸地域における気候変動対応の課題に関する研究者の関心の把握	社会情勢の変化が研究者の課題意識にどのように影響したかを検討
調査設計	- キーワード選定: IPCC 第 5 次報告書 (IPCC AR5) を参考に、気候変動カテゴリ及び学術分野に基づいて抽出 - アンケート形式: Google Forms を使用	2019 年と同様の方法でキーワードを選定, 新たに「洋上風力発電」や「沿岸土地利用の変化」などを追加 - アンケート形式: Google Forms を使用
調査対象	土木学会, 日本沿岸域学会, 日本海洋学会, 日本水産学会などの主要 19 学会の学会員	土木学会, 日本沿岸域学会, 日本海洋学会, 日本水産学会などの主要 19 学会の学会員
データ収集期間	2019 年 8 月 5 日～10 月 5 日	2022 年 9 月 22 日～2023 年 2 月 13 日
回答数	421 件	135 件
データ分析	- 優先順位を付けてキーワードを選択 (1 位に 3 点, 2 位に 2 点, 3 位に 1 点を付与) - 各キーワードのスコアを算定	- 優先順位を付けてキーワードを選択 (1 位に 3 点, 2 位に 2 点, 3 位に 1 点を付与) - 各キーワードのスコアを算定 - 回答理由(減災, 国土保全, 生活環境, 経済, 生物生態系の重要性)も調査

表 2 比較と分析.

項目	内容
回答者の属性の比較	年齢, 性別, 職業, 研究歴, 所属学会, 気候変動研究経験の有無などの属性を比較
キーワードのスコア比較	2019 年と 2022 年の調査結果を基に、各キーワードのスコアの変化を分析、新たに上位にランクインしたキーワードやランク外になったキーワードを特定
調査結果の意義	調査結果に基づき、気候変動対応の研究や政策に対する新たな洞察や提言を導出

3. 調査結果の比較分析

3.1 調査回答者の属性

2019年の調査では421件の回答が得られ、2022年の調査では135件の回答が得られた。以下に、両年の回答者の主要な属性について述べる。

まず、年齢分布については、両年ともに30代から50代の比率が高く、特に40代が最も多かった。性別に関しては、2019年も2022年も男性が約8割を占めており、女性の回答者は少なかった。職業別では、2019年の回答者の多くが教育研究機関(大学や高専)及び公的研究機関に所属していたが、2022年の調査では民間企業に所属する回答者の割合が増加していた。

研究歴に関しては、両年ともに10年以上の研究歴を持つ回答者が約8割を占めており、熟練した研究者が多数を占めていることが分かる。また、居住地については、関東地方在住者が最も多く、次いで近畿地方と北海道が多かった。気候変動研究の経験有無については、2019年と2022年ともに約半数が気候変動研究の経験を有していた。

なお、2019年、2022年のアンケート調査の回答数が異なっていることについては、明確な理由はわかりかねる。そのため、所属学会のバラツキなども変化しているものの、所属学会に応じたバイアスがかかるかどうかはわかりかねるため、この点におけるバイアスについては、今後の課題としたい。

3.2 キーワードの変化と分析

3.2.1 全体的な傾向

調査では、回答者に対して気候変動対応に関する課題として重要なキーワードを選択してもらい、その結果を分析した。キーワードは、IPCC第5次報告書(IPCC AR5)を参考に、自然現象、人間活動への影響、緩和・適応策といったカテゴリに分けて整理された。

2019年の調査では、トップ10キーワードとして「気温・海水温」「生物多様性の減少」「海面上昇」「極端気象・気候」「温室効果ガス」「生態系サービスの劣化」「台風・低気圧」「水産物の減少」「国土減少・海岸侵食」「漁業管理」が選ばれた。これらのキーワードは、主に自然現象や人間活動への影響に関連するものであった。

一方、2022年の調査では、「極端気象・気候」「気温・海水温」「海面上昇」「浸水被害」「国土減少・海岸侵食」「生物多様性の減少」「台風・低気圧」「洋上風力発電」「水産物の減少」「沿岸土地利用の変化」がトップ10キーワードとして選ばれた。注目すべきは、新たに「洋上風力発電」や「沿岸土地利用の変化」といったキーワードがランクインしている点である。これらのキーワードの登場は、再生可能エネルギーの導入や土地利用計画の見直しといった、具体的な適応策や緩和策に対する関心の高まりを示して

表3 2019年と2022年のトップ10キーワード。

ランク	2019年のキーワード	2022年のキーワード
1	気温・海水温	極端気象・気候
2	生物多様性の減少	気温・海水温
3	海面上昇	海面上昇
4	極端気象・気候	浸水被害
5	温室効果ガス	国土減少・海岸侵食
6	生態系サービスの劣化	生物多様性の減少
7	台風・低気圧	台風・低気圧
8	水産物の減少	洋上風力発電
9	国土減少・海岸侵食	水産物の減少
10	漁業管理	沿岸土地利用の変化

いる。以下に、2019年と2022年のトップ10キーワードを比較した表3を示す。

3.2.2 個別の傾向

表4は、2019年と2022年における各系・領域(物理、化学、生物、生態系、その他)と各カテゴリ(自然現象、人間活動への影響、緩和・適応策)に対するキーワードの一覧である。黄色でハイライトされているキーワードは、2019年の調査と2022年の調査とを比較した際にランクを5位以上上げたものであり、下線でハイライトされたキーワードは、両年の調査で10位以内にランクされているものである。

黄色でハイライトされたキーワード(ランクを大きく上げたキーワード)は、[物理]領域で多い。特に、[人間活動への影響]と[緩和・適応策への影響]のカテゴリに対する関心が上昇していることが分かる。そのため、気候変動の影響に対する新たな関心や技術的・実践的対策への注目の高まりを示していると考えられる。特に、具体的な被害や適応策に対する関心が顕著に増加している。

下線でハイライトされたキーワード(両年で持続的にトップ10にランクされているキーワード)は、[自然現象]及び[人間活動への影響]のカテゴリにある。特に、[物理]及び[生物]領域に多く、気候変動の影響が長期的に重要であり、引き続き研究と対策が必要とされていることを示していると推測される。

図1は、ランキングを関心度に変えて示したものであり、ランキング1位が最も関心度が高くなるようにして表現したものである。つまり、図の右上に位置するキーワードは、2019年と2022年の両年で高い関心を持たれていることを示し、逆に、左下に位置するキーワードは、両年で低い関心度にとどまっていることを示す。

この図から、特に、「浸水被害」(201)や「極端気象・気候」(204)は、高潮や豪雨に対するリスクへの対応が重要視されていることを示している。また、「洋上風力発電」(303)は再生可能エネルギーとしての注目度が高まっていることを示している。一方

表4 各キーワードの変化。(黄色のハイライトは、両年で5位以上ランクを上げたキーワードであり、下線のハイライトは、両年ともに10位以内にランクインしたキーワードである)

カテゴリ							
自然現象			人間活動への影響		緩和・適応策		
(系・領域)	物理	101	海面上昇	201	浸水被害	301	ハード(構造物、施設など)による浸水対策
		102	海流・海洋構造	202	塩水被害	302	沿岸土地利用の変更
		103	台風・低気圧	203	国土減少・海岸侵食		(居住地、産業立地)
		104	気温・海水温	204	極端気象・気候	303	洋上風力
		105	降水・積雪・乾燥	205	施設機能低下	304	海水冷却
		106	淡水(河川、地下水)流入			305	リスク管理
						306	ガバナンス・制度の改善
	化学	111	温室効果ガス	—		311	海洋アルカリ化
		112	栄養塩・濁度			312	海洋での CCS
		113	海洋酸性化				(二酸化炭素の回収と貯留)
	114	貧酸素					
	生物	121	海洋動物	221	生物多様性の減少	321	品種改良
		122	海洋植物	222	水産物の減少		(有用生物の高水温耐性化)
		123	海洋生物	223	生物の生息域の移動	322	漁業管理
				224	藻場の磯焼け		
				225	サンゴ白化・消滅		
生態系	—		231	生態系サービスの劣化	331	生態系管理(外来種、自然再生)	
					332	グリーンインフラ	
					333	ブルーカーボン	
その他	191	上記以外の自然現象	291	上記以外の自然現象	391	上記以外の緩和策	
					392	(CO ₂ 排出抑制、吸収源対策など)	
						上記以外の適応策	
						(被害の軽減策など)	
	991	その他(分類に該当しない課題)					
	999	課題はない					

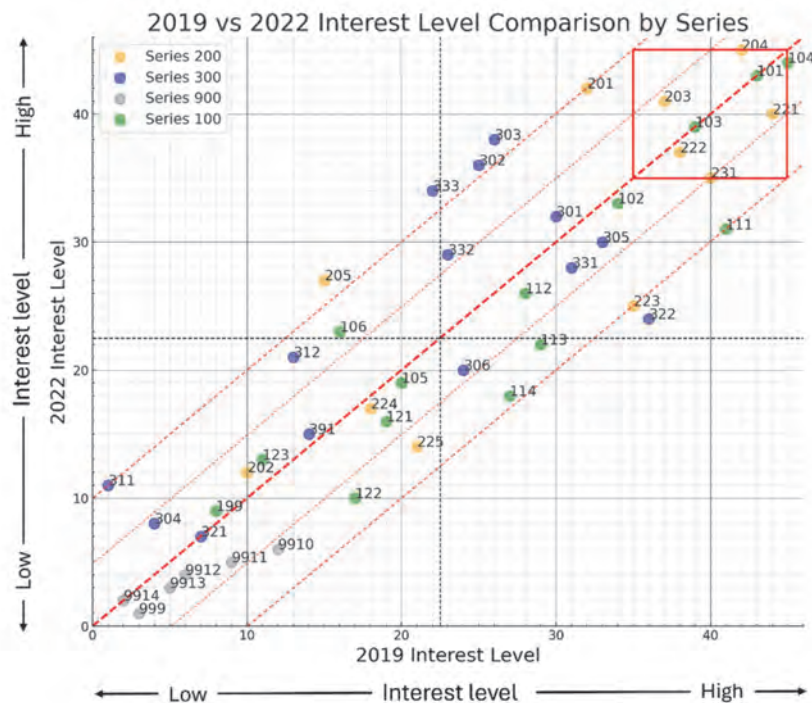


図1 関心度(ランクを逆にした数字)の変化。(番号は表4参照)

で、関心度が一貫して高いキーワードとして「気温・海水温」(104)があり、気候変動の影響が直接的に表れる重要な指標として依然として高い関心を持たれている。また、「国土減少・海岸侵食」(203)は沿岸地域の保全が長期的に重要視されていることを示している。他方、関心度が低下したキーワードとして「栄養塩・濃度」(112)や「貧酸素」(114)などがあり、他の問題が優先されていることを示している。また、「品種改良(有用生物の高水温耐性化)」(321)は直接的な影響や緩和策が優先されていることを示している。

4. 議論

4.1 研究焦点の変化

2019年と2022年の調査結果を比較すると、研究者の関心が大きくシフトしていることが分かる。2019年の調査では、自然現象や人間活動への影響に関するキーワードが多く上位にランクインしていた。具体的には、気温・海水温、生物多様性の減少、海面上昇、極端気象・気候、温室効果ガスといった自然現象に関連する項目が中心であった。しかし、2022年の調査では、適応策や緩和策に関連するキーワードが増加している。例えば、「洋上風力発電」や「沿岸土地利用の変化」といった新たなトピックが上位にランクインしており、気候変動に対する具体的な対策に関する関心が高まっていることが伺える。

この変化は、近年の社会情勢や政策の影響を反映している。特に、2050年カーボンニュートラル宣言(環境省, 2021)や再生可能エネルギーの普及に向けた政策が研究者の関心を引き付けている。また、頻発する自然災害への対応として、防災・減災策の重要性が再認識されている。このように、気候変動研究の焦点が変化しつつあることは、今後の研究の方向性を示す重要な指標となる。

4.2 新たなトレンドとその意味

2022年の調査で新たに注目された「洋上風力発電」や「沿岸土地利用の変化」といったキーワードは、気候変動に対する具体的な適応策や緩和策としての意義が大きい。洋上風力発電は、再生可能エネルギーの1つとして、カーボンニュートラル実現に向けた重要な技術である。その導入は、エネルギーの安定供給と環境保護を両立させる可能性を秘めている。

また、沿岸土地利用の変化は、気候変動による海面上昇や極端気象に対応するための土地利用計画の見直しを示唆している。これには、浸水被害の軽減や生態系の保全といった多岐にわたる課題が含まれている。これらの新たなトレンドは、気候変動対策がより具体的で実践的な段階に進化していることを示しており、今後の研究や政策に大きな影響を与え

ると考えられる。

4.3 調査結果の活用に向けて

このような関心度に対する調査結果を用いて、変化の大きなキーワードについての対応策を検討することで、研究の方向性を明確にし、効果的な戦略を打ち出すことができると考えられる。関心が上がったキーワードについては、その理由を分析し、研究を強化することが求められる。一方、関心が下がったキーワードについては、その原因を明らかにし、必要に応じて啓発活動や研究資源の再配分を検討する必要がある。

調査結果から、「洋上風力発電」や「沿岸土地利用の変化」のキーワードは、2019年と比較して2022年の調査で関心が高まっていることが示された。再生可能エネルギーの導入とその環境影響についての詳細な研究を進めることで、持続可能なエネルギー開発を促進することが求められる。また、極端気象や浸水被害に対する適応策の強化も重要である。防災・減災策の効果的な実施に向けて、最新の研究成果を政策に反映させることが必要であり、地域ごとの災害リスク評価とそれに基づく適応策の策定が求められる。

さらに、沿岸地域の気候変動対応には地域間の連携が不可欠である。調査結果を基に、地域ごとの実情に合わせた適応策の開発とその共有を進めることで、地域全体での効果的な気候変動対応が可能となる。また、生物多様性の保全や生態系サービスの劣化防止を考慮した持続可能な開発が求められる。環境DNAなどの先端技術を活用し、モニタリング体制の強化とデータ共有を進めることで、生態系の健全性を維持するための科学的基盤が提供される。

また、気候変動への意識向上を図るため、教育機関や公的機関を通じた啓発活動を強化する必要がある。特に、若年層への教育が重要であり、気候変動の影響と適応策についての理解を深めるためのプログラムの開発が求められる。これにより、将来世代の気候変動対応能力が向上し、持続可能な社会の実現に寄与するであろう。

このように、関心度やそのトレンドの変化を「研究資源の配分、政策形成、教育・啓蒙活動、及び実践的な対策」などに結びつけ、調査結果に基づいたバランスの取れた効率的・効果的な気候変動適応策を活用していくことが重要である。

5. 結論

本研究では、2019年と2022年に実施された「今後の我が国の沿岸分野における気候変動対応で取り組むべき課題に関する意識調査」を比較分析し、研究者の関心の変化や新たなトレンドを明らかにした。主な発見として、自然現象や人間活動への影響に関するキーワードが多かった2019年の調査に対

し、2022年の調査では適応策や緩和策に関連するキーワードが増加したことが挙げられる。また、「洋上風力発電」や「沿岸土地利用の変化」といった新しいキーワードが上位にランクインし、気候変動対策に対する具体的な関心が高まっていることが示された。

この変化は、気候変動に対する社会的及び政策的な関心の高まりを反映しており、今後の研究と政策に対する重要な指針を提供するものである。特に、再生可能エネルギーの導入や防災・減災策の強化、生物多様性の保全といった具体的な対策が求められている。また、地域間連携の促進や若年層への教育といった取り組みも重要である。

将来に向けて、これらの発見を基にした研究の拡充と政策の実施が不可欠である。気候変動への適応策や緩和策の研究を進めるとともに、その成果を効果的に政策に反映させることで、持続可能な社会の実現に貢献することが求められる。本研究は、そのための基盤を提供するものであり、今後の気候変動対応における重要なステップになることを期待する。

さらに、本研究のような意識調査を定期的を実施することで、気候変動に対する研究者や政策立案者の関心の変化を継続的に把握し、迅速かつ適切に対応することが可能となる。定期的なモニタリングは、気候変動への対策が効果を上げているかどうかを評価するためにも重要であり、新たな課題の早期発見と対応を促進する。このようなモニタリング活動を通じて、研究と政策の連携を強化し、効果的な気候変動対応策を継続的に進化させていくことが求められる。

引用文献

- IPCC 第5次報告書(AR5) <https://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/ipcc/ar5/index.html> (2024年4月30日確認)
- 環境省(2021)2050年カーボンニュートラルを巡る国内外の動き、令和2年度環境省温室効果ガス排出量算定方法検討会(第1回)、参考資料6, 2021年1月27日。 <https://www.env.go.jp/content/900445133.pdf> (2024年4月30日確認)

Kato, F. and Tajima, Y. (2023) Coastal adaptation to climate change in Japan: a review. *Coastal Engineering Journal*, 65(4), 597–619. <https://doi.org/10.1080/21664250.2023.2259187>

Kuwae, T. and Crooks, S. (2021) Linking climate change mitigation and adaptation through coastal green-gray infrastructure: a perspective. *Coastal Engineering Journal*, 63(3), 188–199. <https://doi.org/10.1080/21664250.2021.1935581>

桑江朝比呂・三戸勇吾・有川太郎・石川洋一・木所英昭・澁谷容子・志村智也・清野聡子・羽角華奈子・茂木博匡・山北剛久・李漢洙・金洙洙・久保田真一・倉原義之介・辻尾大樹・二宮順一・伴野雅之・古市尚基・安田誠宏・森 信人・武若聡(2021)今後の我が国の沿岸分野における気候変動対応で取り組むべき課題に関する意向調査。土木学会論文集 B2(海岸工学), 77, 1, 1–17.

澁谷容子・三戸勇吾・有川太郎・桑江朝比呂(2023)国内の沿岸分野における気候変動対応の課題 2019年から2022年における課題認識の変化。第30回海洋工学シンポジウム, OES30-A0027, 2023.



有川 太郎／Taro ARIKAWA

2000年東京大学大学院工学系研究課社会基盤工学専攻修了(博士(工学))。同年4月より、運輸省港湾技術研究所研究官、2002年、港湾空港技術研究所 主任研究官、2015年4月より現職。津波や高潮など沿岸域における災害研究を専門として、論文、新聞誌上等への掲載多数。また、避難やデジタルツインなど、災害や気候変動に対する適応研究に力を入れている。書籍には、「どうする!? 巨大津波」(日本評論社)など。



桑江 朝比呂／Tomohiro KUWAE

1995年京都大学大学院農学研究科修了。同年4月より、運輸省港湾技術研究所研究官、2001年、港湾空港技術研究所(PARI)主任研究官、2016年、同研究所沿岸環境研究グループ長、2022年10月より現職。また、2020年7月からは、ジャパンブルーエコノミー技術研究組合(JBE)理事長を兼任。国内におけるブルーカーボンの先駆者として、論文、書籍、新聞誌上等への掲載多数。専門はブルーカーボンに加え、沿岸生態系、環境工学、気候変動対策、環境価値の定量化など。