



藻場（海草・海藻）の インベントリ報告について

令和6年2月28日

地球環境局総務課

脱炭素社会移行推進室



ブルーカーボン生態系の我が国インベントリへの計上

現状

- ◆ IPCCガイドラインでは、**マングローブ、潮汐湿地、海草藻場**の3生態系における排出・吸収量の算定方法論が示されている。**海藻藻場**については示されていない。
- ◆ 我が国以外の先進国では、豪州、米国、英国、マルタの4か国がブルーカーボンに該当する推計値をGHGインベントリに反映している。ただし、**海草藻場については豪州のみ（消失によるCO₂排出）が算定**している状況。海藻藻場の算定実績を有する国はまだ存在していない。
- ◆ 我が国では、**海草・海藻の双方**における炭素貯留量を評価する**独自モデル（Tier3）**の検討を進め、令和5年度温室効果ガス排出量算定方法検討会において方法論が確定された。

今後の方針

- ◆ 実現可能なものから速やかにインベントリへ反映する方針の下、**藻場（海草・海藻）**について、**2024年4月の我が国のGHGインベントリ（国連提出の排出・吸収量報告）にて計上予定**。**海藻藻場については世界初**。

マングローブ



2023年提出インベントリで
反映済

藻場（海草・海藻）



2024提出インベントリへ
反映予定

潮汐湿地（塩性湿地・干潟等）



今後検討

<写真>

UNEP「Blue Carbon」: <https://wedocs.unep.org/handle/20.500.11822/7772>
佐賀市HP: <https://www.city.saga.lg.jp/main/2964.html>

海草・海藻のインベントリ計上に向けた検討体制



United Nations
Framework Convention on
Climate Change

GHGインベントリ提出

【環境省脱炭素社会移行推進室】
温室効果ガス排出量算定方法検討会
(森林等の吸収源分科会)



- 国連に報告する我が国インベントリに、ブルーカーボンの吸収量を組み込むための算定方法をオーソライズ。

藻場面積の推計



【国土交通省港湾局】
地球温暖化防止に貢献するブルーカーボンの
役割に関する検討会

- マングローブ、湿地・干潟に関する温室効果ガス排出・吸収量の方法論、海草・海藻藻場のデータ収集・算定システムなどの技術的な検討を実施。
- 環境省、農水省、水産庁、経済産業省らはオブザーバーの立場として検討に参画。

藻場タイプ別の 吸収係数の設定

【農林水産省（水産庁）】
農林水産技術会議
農林水産研究推進事業委託プロジェクト研究

- 「ブルーカーボンの評価手法及び効率的藻場形成・拡大技術の開発」
- 海草・海藻藻場の炭素固定に関する方法論の開発、パラメータ開発、データ整備等を実施。令和2～6年度の5か年プロジェクト。
- 開発したCO₂貯留算定手法を「海草・海藻藻場のCO₂貯留量算定ガイドブック」として作成・公開。（令和5年11月1日）

検討スケジュール

- 農林水産技術会議プロジェクト*で開発したCO₂貯留算定手法を「海草・海藻藻場のCO₂貯留量算定ガイドブック」として作成・公開。【農林水産省】
- 港湾空港技術研究所にて作成した藻場分布面積推計手法等を用いて推計した藻場の分布面積データを、地球温暖化防止に貢献するブルーカーボンの役割に関する検討会において検討し、インベントリの活動量として適用。【国土交通省】
- 森林等の吸収源分科会における検討により対応方針が確定した事項について、温室効果ガス排出量算定方法検討会への報告・承認を経て、2024年4月に提出するインベントリに反映。【環境省】
- 継続検討課題については、2025年以降に提出するインベントリでの反映に向けて、引き続き来年度以降も検討。

海草・海藻のインベントリ計上に向けた検討スケジュール

時期	活動	主な内容	所管	
令和5年 (2023年)	10月13日	ブルーカーボンの役割検討会 (第1回) ✓	2024年提出インベントリで使用する藻場面積の推計手法の検討	国交省
	10月24日	森林等の吸収源分科会 (第1回) ✓	検討方針の確認 2024年提出インベントリに反映する算定方法の検討	環境省
	11月1日	藻場の算定ガイドブック公開 ✓	海草・海藻藻場の吸収係数に関する方法論の開発、パラメータ開発	農水省
	12月20日	森林等の吸収源分科会 (第2回) ✓	2024年提出インベントリに反映する算定方法と活動量の検討	環境省
令和6年 (2024年)	1月22日	温室効果ガス排出量算定方法検討会 ✓	2024年提出インベントリに反映する算定方法の確定	環境省
	2～3月	2024年提出インベントリの作成 ✓	2024年提出インベントリの作成（承認された算定方法や活動量の反映、排出・吸収量の算定、国家インベントリ文書（NID）の作成等）	環境省
	4月	2024年提出インベントリの提出・公表 ✓	UNFCCCへの2024年提出インベントリの提出・公表（提出期限：4/15）	環境省

海草・海藻のインベントリ計上に向けた検討の概要



検討内容

- 今回、検討・整理を行った主な内容は下記のとおり

項目	概要
基本方針 (p.5)	海草藻場、海藻藻場の双方を対象。現存藻場で吸収固定された炭素貯留量の算定方法と、藻場が消失した場合の排出量計算の必要性について整理を実施。
人為性の整理 (p.6)	我が国の法令や藻場管理対策の状況を踏まえ、全藻場を吸収源の算定対象とする人為的管理地と整理。
浚渫・掘削時の排出 (p.6)	藻場消失時の炭素蓄積変化の算定は湿地ガイドラインのTier 1方法論を適用。同方法論と、浚渫・掘削等の実態を踏まえ、専門家判断により排出量の算定は不要と整理。
炭素貯留推定の方法論 (p.7)	藻場の炭素循環を踏まえて国内の研究結果より構築され、農林水産技術会議プロジェクト*で整理が行われたTier 3モデルにより、長期貯留炭素を吸収量として計算する方法論を採用。
算定対象 (p.8)	農林水産技術会議プロジェクト*の整理に従い、自然藻場16タイプ・9海区別の藻場区分を利用。
係数の設定 (p.9~10)	農林水産技術会議プロジェクト*で整理された、⑤の藻場区分に対応する吸収係数を利用（各藻場タイプ、海区別のバイオマス量は、2024年提出では、全時系列一定値を用いて計算）。
活動量(藻場面積) (p.11~13)	1990～直近年について、⑤の藻場区分別の藻場面積を、過去の環境省調査と近年を対象に実施した藻場分布推計モデルによる面積データを用いて構築。

吸収量
(p.14~15) ④の方法論を適用し、⑤の藻場区分別に、⑥の吸収係数に⑦の活動量を乗じて計算した炭素貯留量を合計して、我が国全体の吸収量を計算。

*農林水産省 みどりの食料システム戦略実現技術開発・実証事業のうち農林水産研究の推進（委託プロジェクト研究）「ブルーカーボンの評価手法及び効率的藻場形成・拡大技術の開発（JPJ008722）」

海草藻場・海藻藻場の算定（基本方針）

基本方針

- 「湿地ガイドライン」では、海草藻場（seagrass meadows）の除去による既存炭素蓄積の消失、再湛水・植生回復・造成による炭素の新規貯留に関する方法論が提示されている。
- 我が国では、海草・海藻藻場の炭素循環に関する知見を踏まえて構築した、海草・海藻藻場双方を対象としたモデルによる100年以上の貯留期間を有する炭素貯留分をCO₂吸収量として算定する新規の方法論を適用することとした。
- これは藻場生態系が光合成を通じて取り込んだ有機炭素のうち、消費・分解されずに、「堆積」、「深海輸送」、「難分解性粒子状有機炭素（RPOC）」、「難分解性溶存有機炭素（RDOC）」の4つのプロセスを通じ、長期間残存貯留する炭素量を算定したものとなる。

IPCC湿地ガイドラインの炭素増減に関する方法論

対象区分 炭素プール		IPCC湿地ガイドラインによる方法論			
		維持	造成・再生	消失	排水
海草藻場	バイオマス	ガイダンスなし(独自のTier3方法論を適用した場合のみ算定可)	Tier2以上でのみ考慮 方法論と吸収係数提示	土地利用変化の方法論（係数提示）	ガイダンスなし
	枯死有機物			泥炭採掘の方法論適用（実質無視）	
	土壌			掘削に伴うものについて方法論と係数提示	
海藻藻場		ガイダンスなし		ガイダンスなし	

我が国では、維持・造成・再生を含む現存する海草・海藻藻場生態系からの流送（堆積、深海輸送、RPOC貯留、RDOC貯留）に伴う炭素貯留を算定するTier 3の方法論を構築。現在、藻場による吸収（炭素貯留）については、湿地ガイドラインのTier 1、2の適用を含めて、諸外国では当該算定の実績はないため、世界初の取組となる。

左記のモデルでは、藻場生態系消失分は、消失分だけ年間吸収量が減少する効果として算定されることになるため、藻場が消失したからといって排出量が上昇するわけではない。ただし、IPCCガイドラインの方法論に従い、開発行為（土地利用変化、掘削）による藻場生態系の損失に由来する炭素損失は排出量として算定対象。現在、豪州が浚渫（Capital Dredging）によるバイオマス・土壌由来排出量を算定・報告。

人為性の整理

- 海岸法における「海岸保全基本方針」に基づき、我が国のすべての海岸線を区分し、当該区分毎に、海岸環境の整備と保全を含む総合的な海岸の保全を実施することを目的とした「海岸保全基本計画」が策定されている。
 - 海岸保全基本方針では、「自然と共生する海岸環境の保全と整備を図る」こと、海岸保全施設整備において、「干潟や藻場を含む自然環境の保全に配慮する」ことなどが述べられている。
- 第4期海洋基本計画（令和5年4月閣議決定）では、政府が総合的かつ計画的に講ずべき海洋に関する施策として、沿岸域の総合的管理が挙げられている。
- 上記のように、我が国の海洋に関する諸施策は総合的に推進することとされていることから、沿岸域全体を人為的管理対象地とみなすこととした。

（補足）

各国のGHGインベントリでは、比較的管理地は広めに把握することが主流となっている。原生状態の土地が多い米のアラスカ州、加、南米の熱帯雨林を多く有する国などでは、鉄道・道路からのアクセス距離（例：10km以内）で管理地を規定している様な場合もあり、人為的な影響を受けやすい環境下にあることも、管理地把握の説明として活用されている。

浚渫・掘削時の排出

- 海草藻場の消失時の炭素蓄積変化算定については、湿地ガイドラインのTier 1に準じた算定方法を適用する。以下の理由により、炭素蓄積の損失の算定は実施しない。
 - バイオマスについては、木本が存在しない生態系では短期で生育・分解を繰り返すことから、土地の草本と同様に、長期貯留に回らない有機物中炭素の吸収・排出は算定不要である。また枯死有機物はマングローブ林のみが算定対象となっているため藻場の消失時は損失算定は不要となる。
 - 土壌については藻場の存在している場所において、浚渫・掘削に伴う陸揚げを行った場合は、深さ1mまでに含まれる炭素量が好気分解によるCO₂排出算定対象となるが、浚渫・掘削を最も行っていると考えられる港湾区域について、藻場消失の影響を整理した結果、浚渫・掘削に伴う藻場の消失が実態として軽微であると判断できたことから、CO₂排出の算定上無視できると「専門家判断」を実施した。

海草藻場・海藻藻場の算定（炭素貯留推計の方法論）

炭素貯留推計の方法論

- 海草・海藻藻場のブルーカーボン貯留量評価モデルは、農林水産技術会議プロジェクトによりまとめられた以下の方法論を適用する。

$$\text{藻場による吸収量 (全国値)} = \text{各藻場タイプによるCO}_2\text{吸収量 (貯留量) の合計} = \text{吸収係数 (t-CO}_2\text{/ha/yr)} \times \text{活動量 (面積) (ha)}$$

$$\text{藻場タイプjの吸収係数 (gCO}_2\text{/m}^2\text{/year)} = \frac{\text{CO}_2\text{隔離量} \times \text{残存率の総和}}{\text{現存量をCO}_2\text{量に換算する項}} \times \text{Ccont}_j \times \frac{44}{12} \times E_j$$

$$\begin{aligned} & (P/B_{max})_j \times B_{max} \times r_{2j} && \text{: 堆積貯留} \\ + & (P/B_{max})_j \times B_{max} \times r_{3j} && \text{: 深海貯留} \\ + & (P/B_{max})_j \times B_{max} \times r_{1j} \times (1-r_{2j}-r_{3j}) && \text{: 難分解貯留} \\ + & B_{max} \times r_{4j} && \text{: RDOC貯留} \end{aligned}$$

$$= B_{max} \times \left[\frac{(P/B_{max})_j \times \{r_{1j} + (r_{2j} + r_{3j})(1-r_{1j})\}}{\text{CO}_2\text{隔離量} \times \text{残存率の総和のうち、現存量以外の項}} + r_{4j} \right]$$

最大現存量
(乾燥重量)

CO₂隔離量 × 残存率の総和のうち、現存量以外の項

現存量をCO₂量に
換算する項

生態系
変換係数

$$\text{吸収係数} = \text{吸収ポテンシャル} \times B_{max} \times E_j$$

B_{max} : 最大現存量(gDW/m²)、
 P/B_{max} : 単位面積当たりの一次生産量・最大現存量の比の標準値(gDW y⁻¹ m⁻²/gDW m⁻²)、
 r_1 : 難分解貯留の残存率(無次元)、
 r_2 : 堆積貯留の残存率(無次元)、
 r_3 : 深海貯留の残存率(無次元)、
 r_4 : RDOC貯留の残存率(RDOC残存率を計算するための係数を含んだ値) (gDW y⁻¹ m⁻²/gDW m⁻²)、
 $Ccont$: 炭素含有率(gC/gDW)
 E : 生態系変換係数 (海藻の現存量を補正する係数)

海草藻場・海藻藻場の算定（算定対象）

算定対象

- 16の自然藻場タイプを対象に、排出係数の検討過程で設定された9海区別に実施する。

藻場タイプ別の算定対象貯留プロセス（ r_1, r_2, r_3, r_4 の係数が設定されているもの）

藻場タイプ		主要種	貯留プロセス				
			堆積貯留	深海貯留	RPOC貯留	RDOC貯留	
海草藻場	アマモ型	アマモ, スゲアマモ, コアマモなど	○	○	○	○	
	タチアマモ型	タチアマモ	○	○	○	○	
	スガモ型	スガモ, エビアマモなど		○	○	○	
	亜熱帯小型	ウミヒルモ類, マツバウミジグサ, コアマモ（亜熱帯型）など	○	○	○	○	
	亜熱帯中型	リュウキュウスガモ, ベニアマモリュウキュウアマモなど	○	○	○	○	
	亜熱帯大型	ウミショウブ	○	○	○	○	
海藻藻場	コンブ類	マコンブ型	マコンブ, ホソメコンブ, ガゴメコンブなど		○	○	○
		ナガコンブ型	ナガコンブ, スジメ, アイヌワカメなど		○	○	○
	アラメ・カジメ類	アラメ型	アラメ, サガラメなど		○	○	○
		カジメ型	カジメ, クロメなど		○	○	○
		ワカメ型	ワカメ, ヒロメなど		○	○	○
	ガラモ類	温帯性ホンダワラ型	アカモク, ホンダワラ, ノギリモクなど	○	○	○	○
		亜熱帯性ホンダワラ型	ヒイラギモク, ヒメハモク, ヤバネモクなど		○	○	○
	小型海藻類	小型緑藻型	ヒトエグサ, アナアオサ, ミルなど		○	○	○
		小型紅藻型	マクサ, ツノマタ, スサビノリなど		○	○	○
		小型褐藻型	アミジグサ, ヒバマタ, ヤハズグサなど		○	○	○

海草藻場・海藻藻場の算定（係数の設定①）

係数の設定（吸収ポテンシャル）

- 「吸収ポテンシャル」は、乾燥重量で求めた各藻場の現存量Bmax 1gが年間に貯留するCO₂量（gCO₂/gDW/yr）。藻場タイプ別、海区別に設定。この吸収ポテンシャルにバイオマス量（gDW/m²）を乗じると吸収係数となる。

藻場タイプ・海域区分別の吸収ポテンシャル

藻場タイプ	北海道	東北太平洋	日本海北部	日本海南部	中部太平洋	瀬戸内海	四国太平洋	九州東シナ	南西諸島
アマモ	0.663	0.715	0.656	0.675	0.656	0.712	0.675	0.695	
タチアマモ	0.591	0.610	0.591	0.591	0.591				
スガモ	0.613	0.613	0.613	0.613	0.613				
亜熱帯小型									1.164
亜熱帯中型									0.758
亜熱帯大型									0.545
マコンブ	0.068	0.068	0.068						
ナガコンブ	0.078								
アラメ		0.098		0.098	0.129		0.129	0.098	
カジメ		0.124	0.124	0.124	0.100	0.124	0.100	0.112	
ワカメ	0.062	0.062	0.062	0.062	0.062	0.062	0.062	0.062	
温帯性ホンダワラ	0.098	0.101	0.109	0.099	0.125	0.101	0.131	0.103	
亜熱帯性ホンダワラ							0.093	0.093	0.093
小型緑藻	0.126	0.126	0.126	0.126	0.126	0.126	0.126	0.126	0.126
小型褐藻	0.063	0.063	0.063	0.063	0.063	0.063	0.063	0.063	0.063
小型紅藻	0.069	0.069	0.069	0.069	0.069	0.069	0.069	0.069	0.069

海草藻場・海藻藻場の算定（係数の設定②）

係数の設定（吸収係数）

- 藻場タイプ別、海区別に、現状のバイオマス量を反映して、各貯留プロセスを合計した面積当たりの吸収係数（ $\text{gCO}_2/\text{m}^2/\text{yr}$ ）は下表の通り。

藻場タイプ・海域区別の吸収係数

藻場タイプ	北海道	東北太平洋	日本海北部	日本海南部	中部太平洋	瀬戸内海	四国太平洋	九州東シナ	南西諸島
アマモ	490.39	224.11	593.20	381.56	593.20	232.10	381.56	280.52	
タチアマモ	847.77	212.74	847.77	847.77	847.77				
スガモ	2039.74	1780.41	713.21	713.21	535.52				
亜熱帯小型									108.79
亜熱帯中型									305.91
亜熱帯大型									336.35
マコンブ	164.18	468.66	468.66						
ナガコンブ	110.70								
アラメ		274.72		127.16	423.02		162.69	127.16	
カジメ		61.55	15.54	151.57	49.39	126.08	25.24	20.28	
ワカメ	58.48	116.28	58.48	25.70	23.71	47.49	12.23	15.83	
温帯性ホンダワラ	312.03	158.86	60.50	219.24	31.56	155.21	27.33	105.50	
亜熱帯性ホンダワラ							128.51	21.31	41.97
小型緑藻	4.16	9.95	5.54	7.05	6.05	9.70	1.89	4.16	17.76
小型褐藻	112.69	7.91	11.68	63.91	1.19	19.90	30.51	14.88	9.35
小型紅藻	52.38	22.90	56.94	17.57	1.52	30.24	22.76	15.98	4.36

海草藻場・海藻藻場の算定（活動量）

活動量（藻場面積）

- 前述の吸収係数の設定に用いた藻場タイプ別（16タイプ）・海區別（9タイプ）の面積を活動量として利用する。
- **2024年4月提出GHGインベントリに関する方針**

1990年～直近年までの時系列面積は、単一データ、モデルで作成できないことから、2024年提出インベントリでは、以下のデータ・方法論を適用する。

- 1990年・・・環境省 自然環境保全基礎調査^{注1,注2)} 第4回調査データ
- 1991～1998年・・・1990年と1999年で線形内挿
- 1999年・・・環境省自然環境保全基礎調査^{注2)} 第5回調査データ
- 2000～2017年・・・1999年と2018年で線形内挿
- 2018年～2021年・・・藻場分布推計モデル*から推計
- 2022年・・・2020年と2021年の変化から外挿

注1) 南西諸島が含まれていないため、南西諸島のみ2018年と2019年の変化から1990年まで外挿。

注2) 藻場区分が農林水産技術会議プロジェクトの藻場区分より大きいため、農林水産技術会議プロジェクトによる2018-2020年の藻場面積で比例配分して各藻場区分の面積を推計。

* 藻場分布推計モデル

港湾空港技術研究所で作成した、地形・底質・クロロフィル濃度・水温などの環境データと藻場推定アルゴリズムを用いた藻場分布面積推計手法

- 計算条件：対象海域 日本全国の水深0～50m範囲、空間解像度 250m。
- 水温・クロロフィル濃度はGCOM-C（地球観測衛星「しきさい」JAXA）の情報を利用。

■ 将来のGHGインベントリ提出におけるデータ把握・改善予定

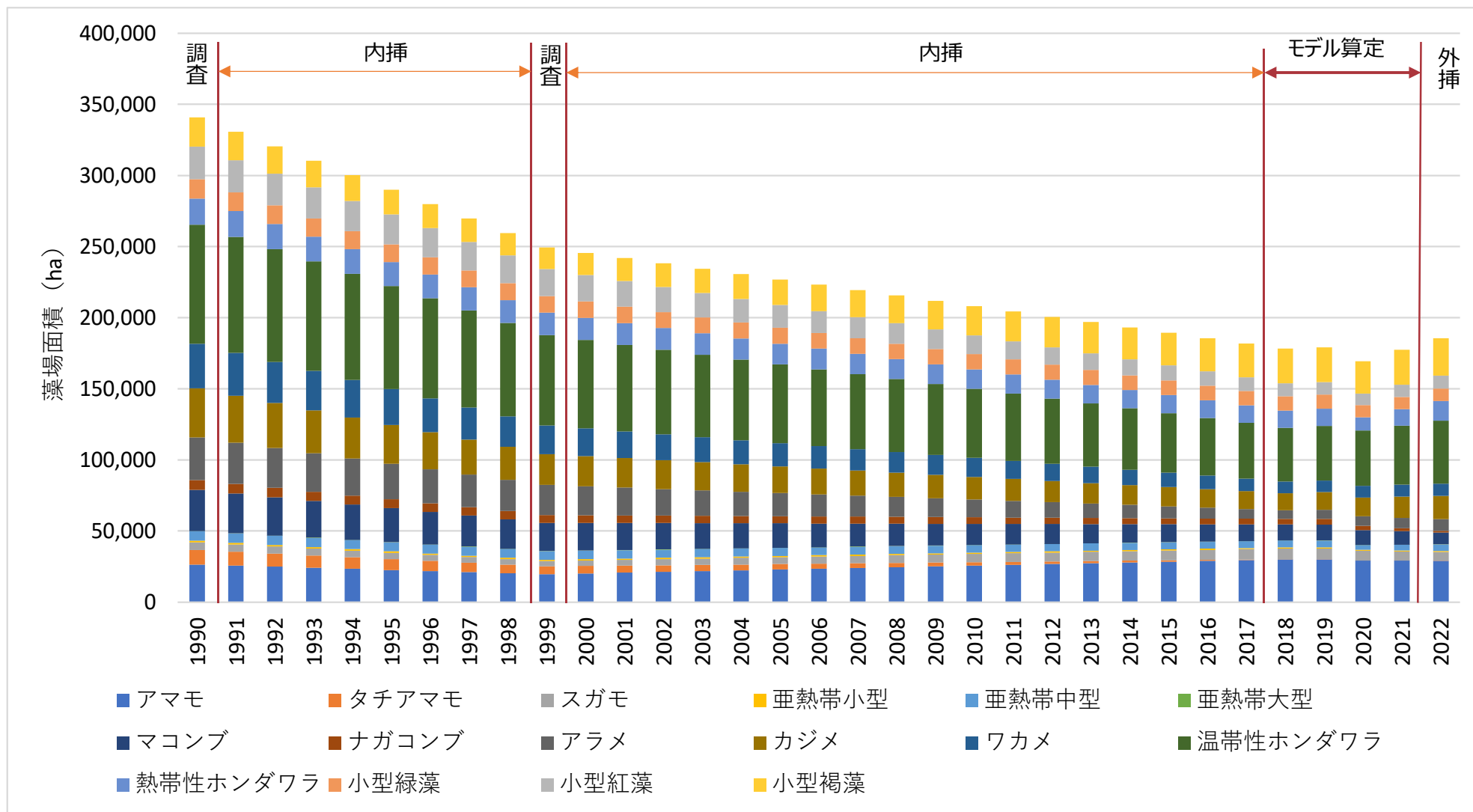
将来のGHGインベントリ提出では、国土交通省が国立研究開発法人海上・港湾・航空技術研究所 港湾空港技術研究所に委託して開発したアーカイブシステムに格納される衛星データ・ドローン計測データ等を踏まえた面積推計の実施予定。必要に応じて、過去の時系列における面積推計の更新・再計算を実施する（計算を実施する年次はデータ入手性、CO₂吸収係数の計算年、政策的な必要性等を踏まえて検討）。

海草藻場・海藻藻場の算定（面積推計結果①）

面積推計結果（藻場タイプ別）

■ 藻場面積を藻場区分別に集計した場合の1990～2022年の面積推移（試算値※）は下図の通り。

藻場タイプ別の面積



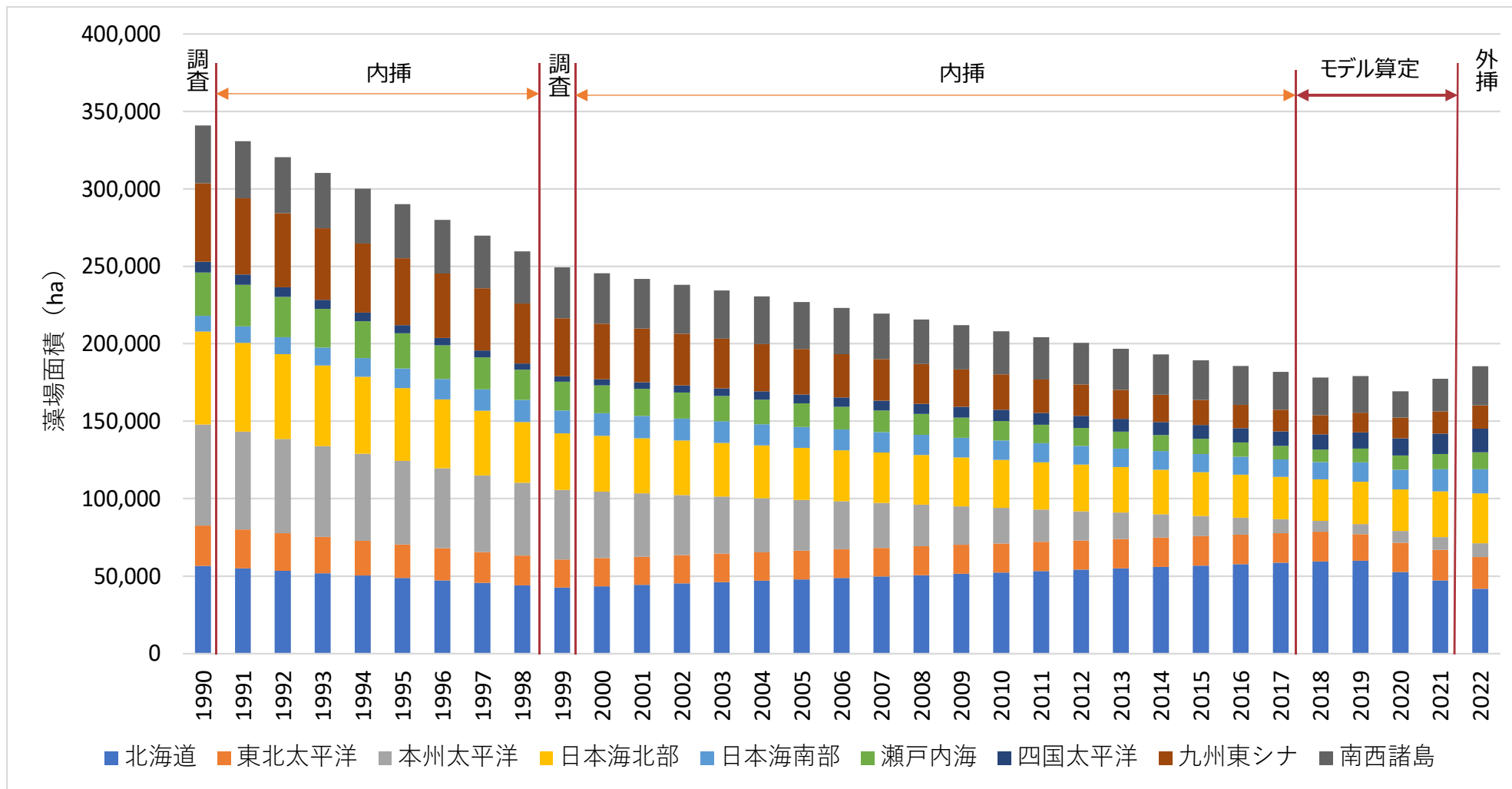
※2024年1月時点の試算値であり、2024年提出GHGインベントリとは値が異なる可能性がある。（2022年値は2020年と2021年の変化から外挿）

海草藻場・海藻藻場の算定（面積推計結果②）

面積推計結果（海区別）

■ 藻場面積を海区別に集計した場合の1990～2022年の面積推移（試算値※）は下図の通り。

海区別の藻場面積



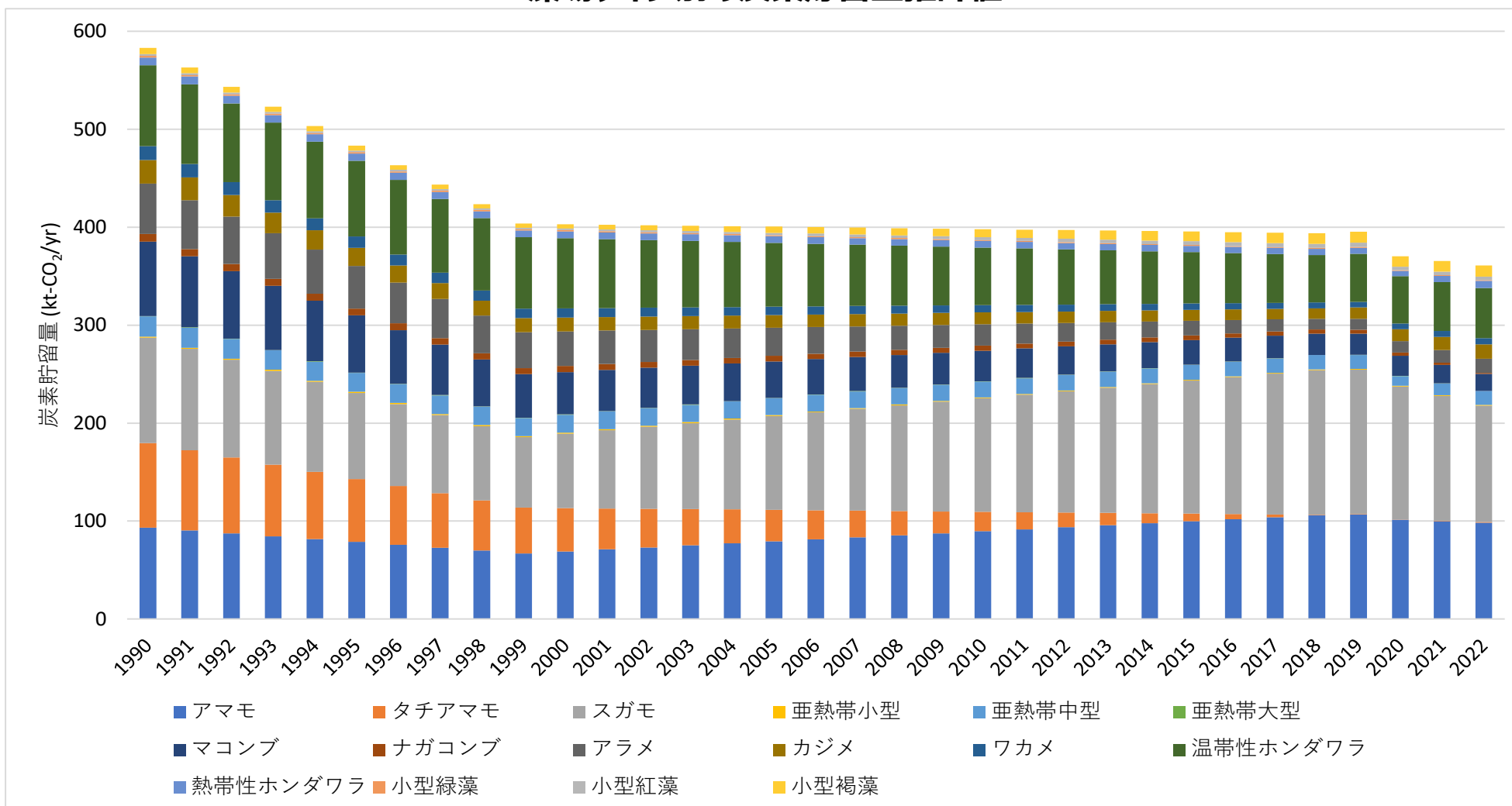
※2024年1月時点の試算値であり、2024年提出GHGインベントリとは値が異なる可能性がある。（2022年値は2020年と2021年の変化から外挿）

海草藻場・海藻藻場の算定（炭素貯留量推計結果①）

炭素貯留量推計結果（藻場タイプ別）

- 今回の方法論、排出係数、活動量（面積データ）を踏まえた年間炭素貯留量の推計結果（試算値*）は下図の通り。年間炭素貯留量は減少傾向となっている。

藻場タイプ別の炭素貯留量推計値



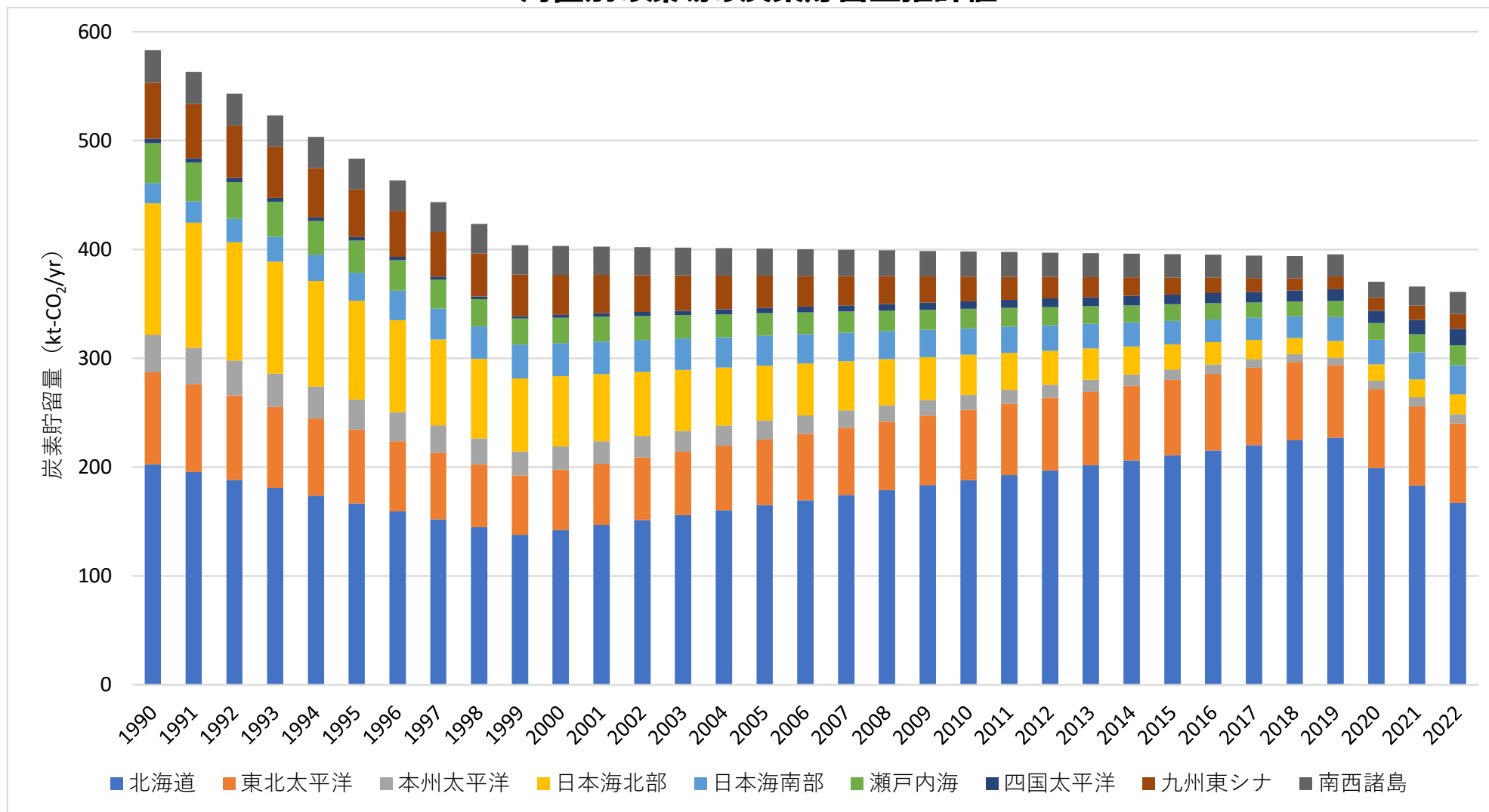
*2024年1月時点の試算値であり、2024年提出GHGインベントリとは値が異なる可能性がある。（2022年値は2020年と2021年の変化から外挿）

海草藻場・海藻藻場の算定（炭素貯留量推計結果②）

炭素貯留量推計結果（海区別）

■ 海区別の炭素貯留量推計結果（試算値※）は下図の通り。

海区別の藻場の炭素貯留量推計値



※2024年1月時点の試算値であり、2024年提出GHGインベントリとは値が異なる可能性がある。（2022年値は2020年と2021年の変化から外挿）