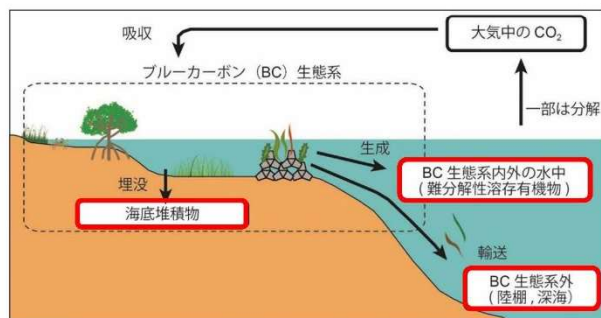


【コラム】大気中CO₂の吸収量の直接計測について

本手引書では、CO₂吸収量の計測は、実際には、図 3-2の3つの赤枠で表された「炭素貯蔵場所」に毎年貯留される炭素量を測定していることになります。つまり、この年間当たりの炭素貯留量が、大気中CO₂の年間当たり正味吸収量と等しいと仮定し、間接的にCO₂吸収量を計測していることになります。一方、技術的には高度になりますが、大気中CO₂の年間当たり正味吸収量を直接計測する、「**ガスフラックス法**」という手法もあります。詳細は以下の参考文献をご覧ください。

■ガスフラックス法に関する参考文献

・港湾におけるブルーカーボン（CO₂吸収と炭素隔離）の計測手法のガイドライン、港湾空港技術研究所資料、No.1309, 2015.



出典：桑江ら (2019)「浅海域における年間二酸化炭素吸収量の全国推計」を一部改変

図 3-2 ブルーカーボンの吸収・貯留メカニズム

ガスフラックス法は、水中CO₂分圧 (pCO_{2water}) と大気中CO₂分圧 (pCO_{2air}) を測定し、水中と大気との間のCO₂ガス交換速度を計算することによって、対象海域におけるCO₂の吸収係数を実測する方法です。

以下では、ガスフラックス法による吸収量を計測する手法について紹介します。

① 現地調査時期と場所の要件

1. 調査時期

pCO_{2water}は藻場の光合成や呼吸の影響を受けて日周期変動をします。また、藻場の現存量や基礎生産は季節変動をしています。CO₂ガス交換法ではこうしたpCO_{2water}の変化を考慮して調査時期を設定する必要があります。藻場の最盛期と衰退期を含めた年2回以上の調査、日変動をとらえるための1日2回以上（例えば早朝と夕方）の調査が推奨されます。調査頻度を多くするとより確からしい推定値が得られます。

2. 調査場所

CO₂ガス交換速度に対する藻場の効果を区別して計測するために、藻場内と藻場外の地点で計測することが必要です。藻場内の平均的な値を得るように藻場内のサンプルリング地点・地

⑤ CO₂ガス交換法によるCO₂吸収量の算定

CO₂ガス交換法によるCO₂吸収量は以下の式で算定が可能です。

$$\text{CO}_2\text{吸収量 (t-CO}_2\text{/年)} \\ = \text{藻場面積 (ha)} \times \text{フットプリント係数} \times \text{藻場によるCO}_2\text{ガス交換量 (t-CO}_2\text{/ha/年)}$$

藻場の光合成はpCO_{2water}を減少させ、藻場内の水面におけるCO₂吸収を促進させます。一方、藻場内の水は藻場外と絶えず交換しており、藻場内の水は希釈され、藻場外へと広がっていきます。この希釈・拡散の影響を補正する項がフットプリント係数になります。例えばこれまでの研究では、北海道・風蓮湖において藻場内におけるCO₂ガス交換量が0.285t-CO₂/ha/年 (Tokoro et al., 2014⁹⁾) であるのに対し、最大現存量（湿重量：約2,300 g/m²）から式2を用いて計算されるCO₂吸収量は約3.7t-CO₂/ha/年でした。フットプリントは現場の流動（移流拡散）や成層構造など物理条件に支配されるため、正確なフットプリント係数の把握にはpCO₂の多点観測や流動の実測が必要となります。

引用文献

- 1) Weiss,R.F.(1974) Carbon dioxide in water and seawater: the solubility of a non-ideal gas. Marine Chemistry 2:203-215.
- 2) Wanninkhof, Rik, (2014), Relationship between wind speed and gas exchange over the ocean revisited, Limnol. Oceanogr. Methods, 12, doi:10.4319/lom.2014.12.351.
- 3) 近藤 (2000) 地表面に近い大気科学-理解と応用, 東京大学出版会
- 4) Jähne, B., Heinz, G. and Dietrich, W. (1987) Measurement of the diffusion coefficients of sparingly soluble gases in water. Journal of Geophysical Research: Oceans 92:10767-10776.
- 5) Tatsuki Tokoro, Shinya Hosokawa, Eiichi Miyoshi, Kazufumi Tada, Kenta Watanabe, Shigeru Montani, Hajime Kayanne, and Tomohiro Kuwae, Net uptake of atmospheric CO₂ by coastal submerged aquatic vegetation. Global Change Biology 20:1873-1884.

5 CO2吸収量の算定方法の選択「養殖ロープの長さ」の追加 手引き P 21~37

第4章 調査・算定

4.1 CO2吸収量の把握のための計画検討

4.1.1 CO2吸収量の算定方法の選定

沿岸域のアマモ等の海草藻場生態系、コンブ等の海藻藻場生態系、マングローブ生態系、干潟生態系は、光合成などによって大気からCO₂を吸収し、吸収されたCO₂の一部は土壌や海水中、深海に留まります。このCO₂は数百年の単位で貯留されることから、これらの生態系は大気中のCO₂を正味で吸収する場となります。Jブルークレジット制度は、この正味で吸収されたCO₂（ブルーカーボン）を対象としています。

CO₂吸収量は、プロジェクトの実施によって変動する対象生態系の分布面積に純一次生産量[§]（以下「生産量」という）から推定した吸収係数（単位面積当たりのCO₂吸収量）を掛けることで求められます。算定の方法は以下に示す方法があり、式1はすべての対象生態系に適用可能で、式2は海草藻場生態系と海藻藻場生態系の場合に使用することが可能です。なお、海藻養殖の場合は、筏や網など面積が計測しやすい場合は養殖施設の面積を、ロープ養殖など面積を計測することが難しい場合は、養殖ロープの長さを用いて算定することが可能です。養殖ロープの長さを用いる場合は、式2-2に示す通り、単位ロープ当たりの湿重量とブルーカーボン残存率を掛けることでCO₂吸収量を求めることが可能です。

また、「対象生態系の分布面積・養殖施設の面積」と「単位面積当たりの湿重量」、「単位ロープ長当たりの湿重量」は現地調査等から計測することを基本とし、「単位面積当たりの吸収量」と「ブルーカーボン残存率」は文献値等を使用します。

図 4-2を参考に、プロジェクト内容を考慮したうえで実施可能な算定方法を選択し、必要な調査等を検討してください。なお、調査方法については4.2 項に、吸収係数については4.3 項に詳細をまとめていますので、そちらをご覧ください。

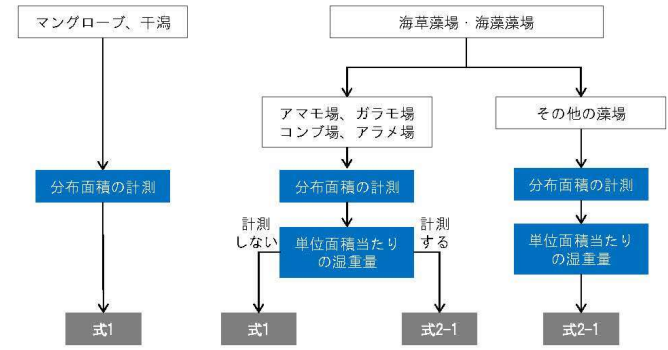


図 4-2 (1) 算定式の選定フロー（養殖海藻藻場以外）

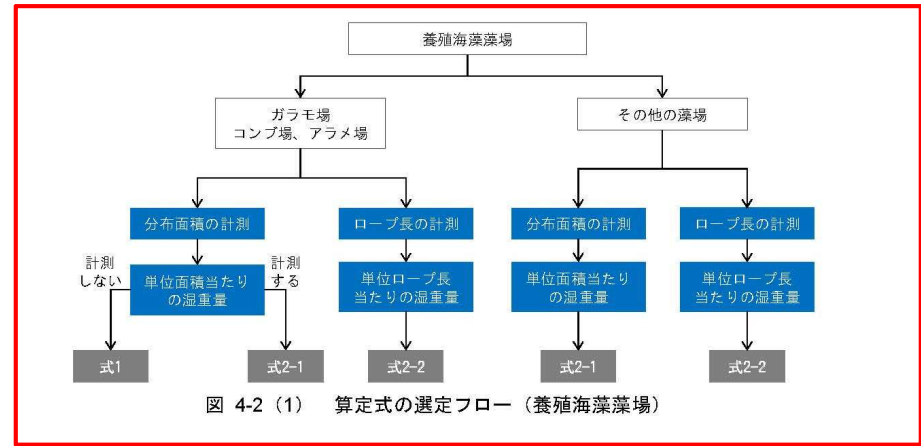


図 4-2 (1) 算定式の選定フロー（養殖海藻藻場）

面積等	吸収係数	式
対象生態系の分布面積 ・養殖施設の面積	単位面積当たりの吸収量	式1
対象生態系の分布面積 ・養殖施設の面積	単位面積当たりの湿重量 × ブルーカーボン残存率	式2-1
養殖ロープの長さ	単位ロープ長当たりの湿重量 × ブルーカーボン残存率	式2-2

対象生態系の分布面積は、一定以上被度の面積や被度毎の面積を用います。ロープ養殖など、養殖施設の面積の計測が困難な場合は、面積の代わりに、養殖ロープの長さをを用いることも可能です。

吸収係数とは、単位面積当たりのCO₂吸収量です。藻場生態系の場合は、単位面積当たりの湿重量とブルーカーボン残存率を掛けて求めることも可能です。また、面積の代わりに養殖ロープ長を用いる場合は、単位ロープ長当たりの湿重量とブルーカーボン残存率を掛けて求めることも可能です。

図 4-1 生産量からのCO₂吸収量の算定方法

§ 「第6章 用語集」参照 (p.55)

5 CO2吸収量の算定方法の選択「養殖ロープの長さ」の追加

手引き P 21~37

CO₂吸収量は、以下の式で算定が可能です。

■藻場生態系を対象に算定する場合

【式 1】

CO₂吸収量 = 対象生態系の分布面積 × 単位面積当たりの吸収量

- ⇒ 「対象生態系の分布面積」は、4.2.2 分布面積の把握方法 参照 (p.25)
- ⇒ 「単位面積当たりの吸収量」は、4.3.1 (3) 単位面積当たりの吸収量 参照 (p.40)

【式 2】

CO₂吸収量
= 対象生態系の分布面積 × 単位面積当たりの湿重量 × 藻場の CO₂換算ブルーカーボン残存率
= 対象生態系の分布面積 × 単位面積当たりの湿重量 × (1-含水率) × P/B比[§] × 炭素含有率
× 44/12 × (残存率①[※] + 残存率②[※]) × 生態系全体への変換係数

- ⇒ 「対象生態系の分布面積」は、4.2.2 分布面積の把握方法 参照 (p.25)
- ⇒ 「単位面積当たりの湿重量」は、4.2.3 単位面積当たりの湿重量の把握方法 参照 (p.33)
- ⇒ 「含水率・P/B比[§]・炭素含有率」は、4.3.1 (2) 含水率・P/B比・ 参照 (p.39)
- ⇒ 「残存率」は、4.3.1 (4) 残存率参照 (p.41) ※残存率① (藻体残存率)、残存率② (DOC[§]/藻体比×RDOC[§])
- ⇒ 「生態系全体への変換係数」は、4.3.1 (5) 生態系全体への変換係数 参照 (p.41)

■養殖藻場[※]を対象に算定する場合

【式 2-1】 養殖施設の面積で算定する場合

CO₂吸収量
= 養殖施設の面積 × 単位面積当たりの湿重量 × 藻場の CO₂換算ブルーカーボン残存率
= 養殖面積 × [(水揚量+残置面積×単位面積当たりの残置量)/養殖面積] × (1-含水率) × 炭素含有率
× P/B比[§] × 44/12 × (残存率①[※]+残存率②[※])
-(水揚量/養殖面積) × (1-含水率) × 炭素含有率 × 44/12 × 残存率①[※]]
× 生態系全体への変換係数[※]

- ⇒ 「単位面積当たりの湿重量」は、4.2.3 単位面積当たりの湿重量の把握方法 参照 (p.33)
- ⇒ 「含水率・P/B比[§]・炭素含有率」は、4.3.1 (2) 含水率・P/B比・ 参照 (p.39)
- ⇒ 「残存率」は、4.3.1 (4) 残存率参照 (p.41) ※残存率① (藻体残存率)、残存率② (DOC[§]/藻体比×RDOC[§])
- ⇒ 「生態系全体への変換係数」は、1 を使用 (付着藻類の状況により 1 以上)

【式 2-2】 ロープ養殖施設のロープ長で算定する場合

CO₂吸収量
= 養殖ロープの長さ × 単位ロープ長当たりの湿重量 × 藻場の CO₂換算ブルーカーボン残存率
= 養殖ロープの長さ × [(水揚量+残置ロープの長さ×単位ロープ長当たりの残置量)/養殖ロープの長さ] ×
(1-含水率) × 炭素含有率 × P/B比[§] × 44/12 × (残存率①[※]+残存率②[※])
- 養殖ロープの長さ × (水揚量/養殖ロープの長さ) × (1-含水率) × 炭素含有率 × 44/12 × 残存率①[※]]
× 生態系全体への変換係数[※]

- ⇒ 「単位ロープ長当たりの湿重量」は、4.2.3 単位面積当たりの湿重量の把握方法 参照 (p.33)
- ⇒ 「含水率・P/B比[§]・炭素含有率」は、4.3.1 (2) 含水率・P/B比・ 参照 (p.39)
- ⇒ 「残存率」は、4.3.1 (4) 残存率参照 (p.41) ※残存率① (藻体残存率)、残存率② (DOC[§]/藻体比×RDOC[§])
- ⇒ 「生態系全体への変換係数」は、1 を使用 (付着藻類の状況により 1 以上)

※養殖藻場のうち、p.8 に示す対象プロジェクトの実施範囲が対象となります。

6 「調査研究による残存率」の更新

(4) 残存率

ブルーカーボンは、藻場生態系が吸収した炭素のうち藻体として藻場内や深海に堆積する炭素と海中に貯留される難分解性有機炭素のことをいいます。

残存率①は、1年間で生産される藻体に対する藻場内や藻場外に堆積する炭素の割合です。

残存率②は、1年間で海中に貯留される難分解性溶解有機炭素の割合です。

残存率は、調査・研究による文献値の利用が可能です。

表 4-10 調査・研究による残存率①

式	生態系	残存率①	出展
式2	海草藻場	0.1620	1
	海藻藻場	0.0472	2
	養殖藻場	0.0472	2

※算定式は p.37 参照

出典 1：浅海生態系における年間二酸化炭素吸収量の全国推計（表 4-9 No.2）

出典 2：Krause-Jensen&Duarte, 2016, Substantial role of macroalgae in marine carbon sequestration, Nature Geoscience

表 4-11 調査・研究による残存率②

式	生態系	藻場タイプ	残存率②
式2	海草藻場	アマモ場（アマモ型）	0.0181
		ガラモ場（ホンダワラ型）	0.0499
	海藻藻場	コンブ場（コンブ型）	0.0285
		アラメ場（アラメ・カジメ型）	0.0528
		ワカメ場（ワカメ・小型褐藻類型）	0.0279
		テングサ場（紅藻型）	0.0484
		ノリ型	0.0206
		サンゴモ型	0.0484
		緑藻型	0.0699
	養殖藻場	コンブ（コンブ型）	0.0285
		ワカメ（ワカメ・小型褐藻類型）	0.0279
		ノリ（ノリ型）	0.0206

※算定式は p.37 参照

出典：港湾空港技術研究所 未発表資料

(5) 生態系全体への変換係数

生態系全体への変換係数は、以下に示すとおりです。

表 4-12 調査・研究による生態系全体への変換係数

式	生態系	藻場タイプ	生態系全体への変換係数
式2	海草藻場	アマモ場	2.12
		ガラモ場	1.50
	海藻藻場	コンブ場	1.50
		アラメ場	1.50

出典：浅海生態系における年間二酸化炭素吸収量の全国推計（表 4-9 No.2）

Jブルークレジット®

2023年11月13日現在

各種手数料一覧

ジャパンブルーエコノミー技術研究組合
Jブルークレジット制度運営事務局

- 1 クレジット審査、認証、発行関係
 - 1.1 当初申請手数料→無料
 - 1.2 クレジット認証決定後の手数料
 - 1.2.1 発行されるべきクレジットの全部について、当組合が実施することとなる購入申込者公募手続きへの参加申込みをした場合→公募譲渡回収代金の一部を契約約款に基づき手数料として精算控除いたします。
 - 1.2.2 1.2.1 以外の場合
クレジット認証発行手数料 税抜 100,000円(消費税等 10%額 10,000円別途加算)

 - 2 クレジット管理簿関係
 - 2.1 クレジット保有名義の取得（譲渡）に基づく名義変更登録申請手数料
 - 2.1.1 当組合が実施する購入申込者公募譲渡における取得（譲渡）の場合→無料
 - 2.1.2 2.1.1 以外の場合（相対取引）の名義変更登録申請手数料
次の①と②の各式により算出される各金額の合計額
 - ① 税抜 1,000円(消費税等 10%額 100円別途加算)
 $\times (\text{取引当事者数}-1) \times \text{クレジット親番数} \times \text{取引契約数}$
※ クレジット親番数：現行クレジットのシリアル番号のうち - (ハイフン) の前まで (202xJBCr000yy-) の数。
※ 取引契約数：契約件数。
 - ② 公募譲渡平均単価* $\times 5\% \times \text{相対取引クレジット数量}$
 - 2.2 クレジット無効化登録に係る申請等手数料
 - 2.2.1 クレジットを譲渡により取得した保有名義人による無効化申請→無料
 - 2.2.2 クレジットを発行により当初保有した保有名義人による無効化申請
次の式により算出される額
公募譲渡平均単価* $\times 8\% \times \text{無効化申請クレジット数量}$
- 公募譲渡平均単価***
当組合が実施した購入申込者公募について直近 2 年以内に公表した公募譲渡税抜総額の総和を公募譲渡総量の総和で除した金額 (1,000 円未満端数切捨) にこれについての消費税等 10%額を加算した額

【参考額】 2023 年 11 月 13 日現在の公募譲渡平均単価
税抜 65,000[円/t-CO₂] (消費税等 10%額 6,500円別途加算)
- 3 オフセット証書発行関係
 - 証書 1 通あたり 税抜 19,800円(消費税等 10%額 1,980円別途加算)
- ※ 本各種手数料一覧の記載項目については、当分の間、弾力的に運用することとし、当組合が適当と認める場合には、任意に減免の措置を講ずることがあります。また、本各種手数料一覧の内容等は予告なく変更される場合があります。