

【養殖ワカメ】CO2吸収量算定に関する資料

1.調査概要

対象としたエリアは、ワカメ養殖を実施している長井(井尻)地区とした(図1-1)。調査は2025年2月から3月初旬にかけて実施し、実施内容は重さ測定、葉数測定、株数測定、そして空中ドローン測定である(表1-2)。



図1-1 申請対象としたエリア(長井地区：地点A~H)

表1-2 養殖ワカメの調査内容とスケジュール

作業日	調査エリア	作業内容
2025/02/14	長井(井尻)	重さ測定、葉数測定、株数測定
2025/02/20	長井(井尻)	重さ測定、葉数測定、株数測定
2025/02/24	長井(井尻) 地点A~H	空中ドローン撮影
2025/03/13	長井(井尻)	重さ測定、葉数測定、株数測定

2. 吸収量の算定方法

Jブルークレジット®認証申請の手引き¹を参考にし、1株あたりの養殖ワカメの湿重量測定と、空中ドローンによる養殖ロープ長の測定を元にCO₂吸収量を算定した。

2.1 ロープ長の計測

DJI社製の空撮ドローン「Mini 3 Fly」を使用し、高度100mでホバリングさせた状態で養殖場を撮影した。撮影した画像からロープの長さを算出する際、ロープと推定される部分に線分を引き、その線分のピクセル数を抽出した。

さらに、対象構造物における1ピクセルあたりの実距離(m)を用いて、ピクセル数を実際の距離に換算し、ロープの実長を求めた。対象構造物は図2-1に示すpoint1とpoint2の線分とし、この線分の長さは310.6ピクセルであった。また、Google Earth上で同一の対象構造物を計測したところ、実際の長さは20.67mであることが確認された。

したがって、1ピクセルあたりの実距離は 約0.0665m(0.06654861558m) と推定される。

¹ 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®認証申請の手引きーブルーカーボンを活用した気候変動対策ーVer.2.5」

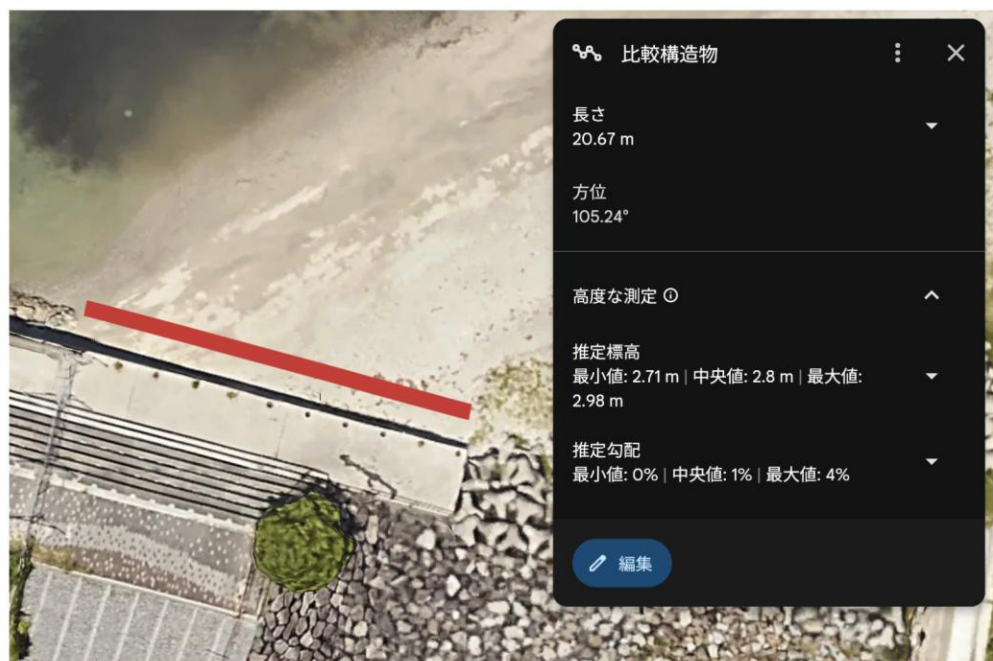


図2-1 空撮データ/Google Earthで観測した対象構造物
(上：拡大した空撮データ、下：Google Earth)

2.2 個体情報(湿重量・株数・藻体数)の測定

養殖施設全体のワカメの湿重量を算出するためには、ロープ長に基づいて以下の情報が必要となる。

- ブイ区間の合計数(2.1 空撮画像より算出)
- ブイ1区間あたりの株数
- 1株あたりの藻体数
- 1藻体あたりの湿重量

ブイ1区間あたりの株数は、担当漁業者へのヒアリングにより把握した。また、1株あたりの藻体数および1藻体の湿重量については実測により得た。これらの情報をもとに、養殖施設全体のワカメの湿重量は以下の式により算出した。なお、「株」とは物理的にまとまりを持つ単位を指し、「藻体」は独立して形を成している葉状部や枝分かれした構造の1つを指す²。

養殖施設全体のワカメの湿重量

$$=(\text{区間の合計数}) \times (\text{1区間あたりの株数}) \times (\text{1株あたりの藻体数}) \times (\text{1藻体あたりの湿重量})$$

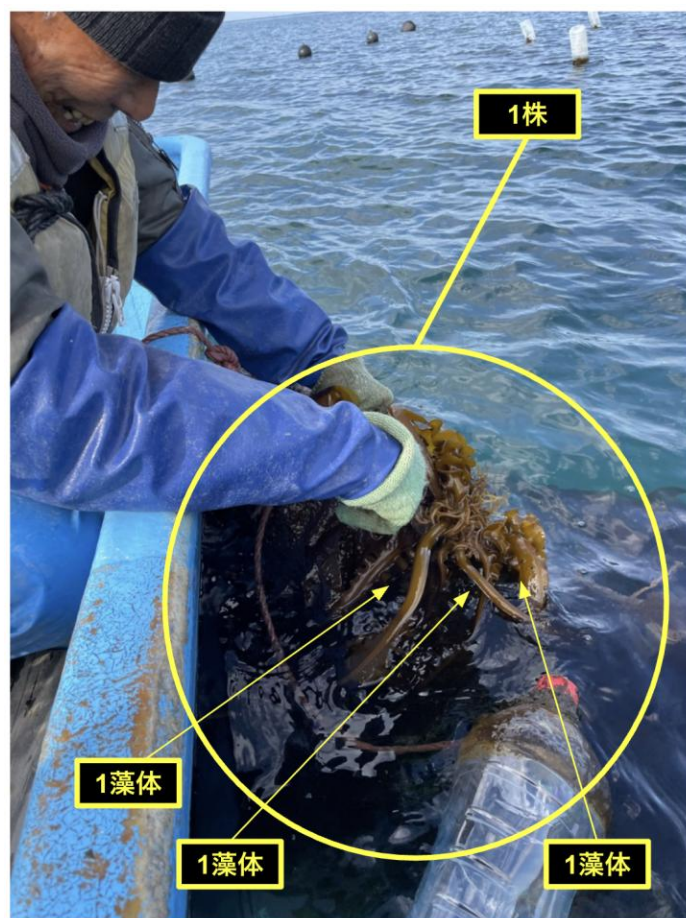


図2-2 個体情報の測定の様子

² 難波宣明(2013)岩手県産ワカメ地方株の形態的変異. 日本藻類学会誌, 30(2), 37–45.

2.3 CO₂吸収量の算定

養殖施設のロープ長で算定する場合は以下の式で算定される¹。養殖ロープ長 L_f については「2.1 ロープ長の計測」、水揚量 W_y については「2.2 個体情報(湿重量・株数・藻体数)の測定」章で記載のとおりに算定した。また、残置量 W_r については漁業担当者へのヒアリングより、基本的に全て水揚げしていることがわかっているため、0とした。他係数(含水率、等)については文献値を引用した。

- P_w : 含水率³ ... 0.90
- P_c : 炭素含有率⁴ ... 0.327
- R_b : P/B比⁵ ... 1.3
- Pr_1 : 残存係数①⁴ ... 0.0472
- Pr_2 : 残存係数②⁴ ... 0.0279
- C_e : 生態系全体への変換係数⁵ ... 1.0

CO₂ 吸収量

$$= L_f \times \left[\left\{ \frac{(W_y + W_r)}{L_f} \right\} \times (1 - P_w) \times P_c \times R_b \times 44/12 \times (P_{r1} + P_{r2}) - \left\{ \frac{W_y}{L_f} \right\} \times (1 - P_w) \times P_c \times 44/12 \times P_{r1} \right] \times C_e$$

L_f : 養殖ロープ長 (m) W_y : 水揚量 (トン) W_r : 残置量 (トン)

P_w : 含水率 P_c : 炭素含有率 P_{r1} : 残存係数① P_{r2} : 残存係数②

C_e : 生態系全体への変換係数

図2-3 CO₂吸収量算定式(【式 2-2】ロープ養殖施設のロープ長で算定する場合)

³ 西條恭平(2024)二酸化炭素吸収量向上に向けた海藻養殖手法に関する研究. 2023年度, 東京海洋大学大学院 海洋科学技術研究. P.30から、ワカメの藻体部重量割合の過半数以上を占める葉状部(Blade)の(乾燥重量/湿重量=約0.1)から逆算し、(1-0.1=0.9)を含水率とした。

⁴ 水産総合研究センター(2003)三陸沿岸の藻場における炭素吸収量把握の試み(平成14年10月～平成15年3月)。2-4 を参照した。

⁵ 水産庁(2021, 令和3年4月一部改訂2022年4月)養殖業事業性評価ガイドライン ～藻類養殖～. 水産庁

3. 長井地区の養殖施設の吸収量算定

3.1 養殖施設

養殖施設は大きく地点A~Hの8箇所に分れており、それぞれ同じ条件の養殖施設を使用している。養殖ロープは5mごとにブイで繋がれており、ブイ区間には約6~7株のワカメが養殖されている(図3-1)。

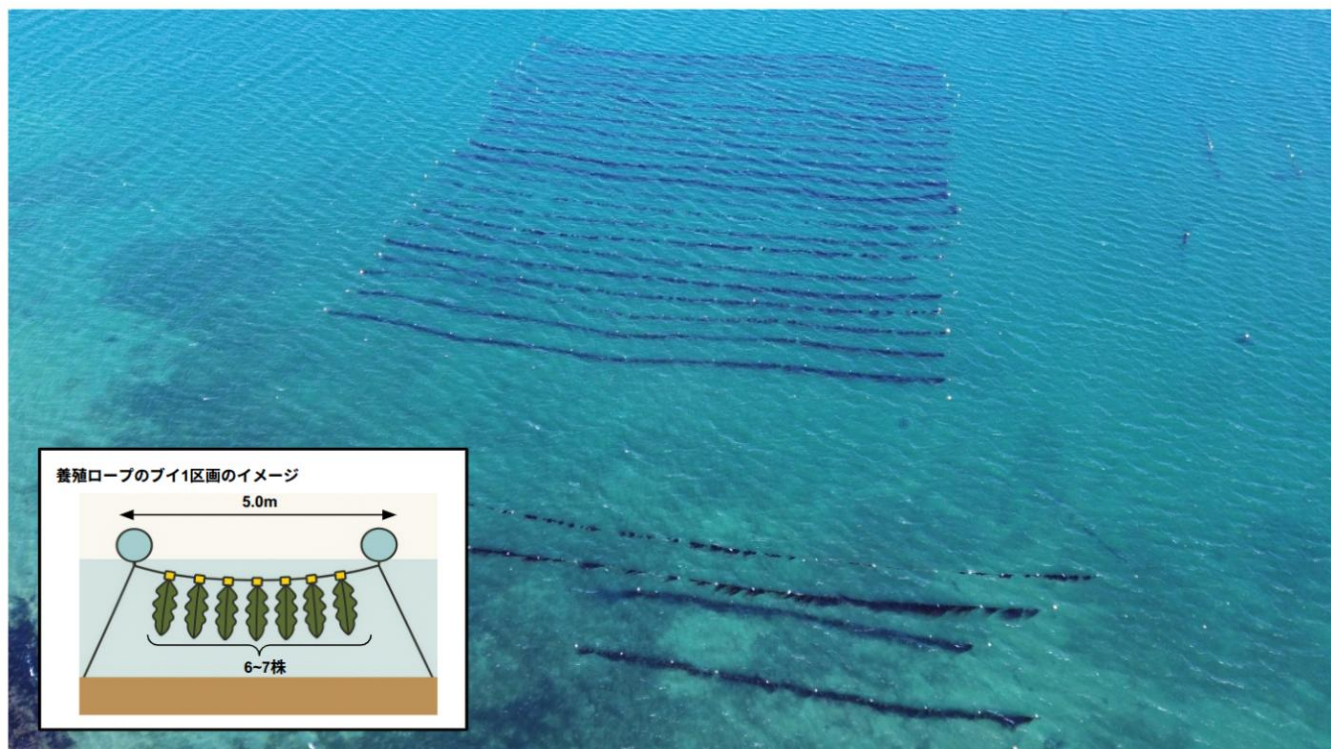


図3-1 養殖の様子

3.2 湿重量の算定・藻体のカウント

養殖ワカメ1株あたりの藻体数を把握するため、2025年2月14日に地点Eでランダムに採取した株の藻体数を測定したところ、平均1株あたり約24藻体が生えていることを確認した(1株目：26藻体/1株、2株目：32藻体/1株、3株目：14藻体/1株)。漁業者のヒアリングにて1株あたり20~30体の藻体があることを確認しており、妥当な数値であることがわかった。

また、2025年3月13日に地点Eでランダムに5つの藻体を刈り取り、湿重量を計測した。その結果、平均して0.534kg/1藻体であることがわかり、つまり1株あたり平均して12.816kgであることが推測できる(図3-2、図3-3)。さらに1区画あたり6~7株養殖されていることから、1区画あたり83.304kg (=12.816kg×6.5株)であることが推定される。

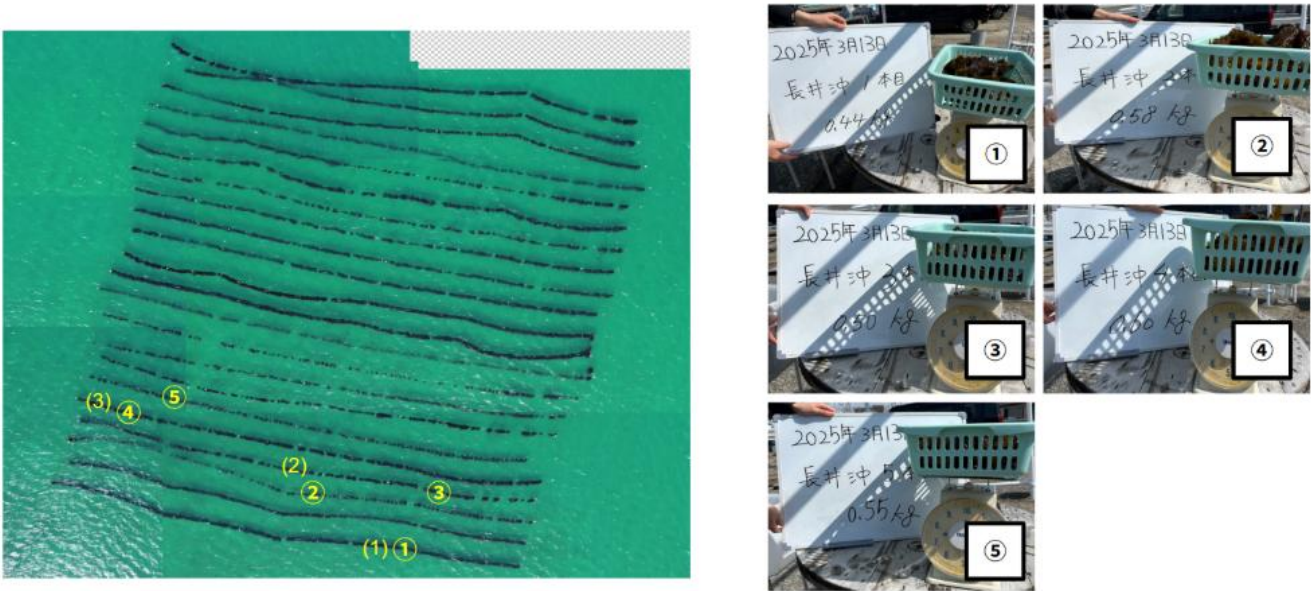


図3-2 刈り取りを実施した場所と測定の様子

表3-3 刈り取った藻体の湿重量と藻体数

刈取点	①	②	③	④	⑤	平均
1藻体あたりの湿重量(kg)	0.440	0.580	0.500	0.600	0.550	0.534

カウントした点	(1)	(2)	(3)	平均
藻体カウント数(体)	26	32	14	24

3.3 ロープ長の測定

2.1節で示した方法を元に、空撮データを元に各エリアのロープ長を算定した。結果を図3-4~図3-19に示す。



図3-4 地点Aにおけるドローン空撮写真

表3-5 地点Aにおける養殖ロープ長

地点	ピクセル距離	1m/pixel	ロープ長(m)	合計ロープ長	ブイ区間数	合計区間数	湿重量/区画	合計湿重量(t)
A-1	675.636291	0.0665486155 8	44.962659802	638.71053380 9	9	140	0.083304	11.66256
A-2	629.499717		41.892334674		9			
A-3	653.731056		43.504896738		11			
A-4	671.014575		44.655091000		9			
A-5	677.178315		45.065279364		10			
A-6	626.960169		41.723331271		9			
A-7	586.294731		39.0171102670		9			
A-8	579.693213		38.577780786		9			
A-9	609.917319		40.589153198		8			
A-10	618.757821		41.177476367		9			
A-11	637.100937		42.398185342		10			
A-12	677.61936		45.094630298		9			
A-13	626.907897		41.719852642		10			
A-14	646.037271		42.992885998		9			
A-15	681.304536		45.339873659		10			



図3-6 地点Bにおけるドローン空撮写真

表3-7 地点Bにおける養殖ロープ長

地点	ピクセル距離	1m/pixel	ロープ長(m)	合計ロープ長	ブイ区間数	合計区間数	湿重量/区画	合計湿重量(t)
B-1	491.5818	0.0665486155 8	32.714088234	65.727465557	8	16	0.083304	1.332864
B-2	496.0791		33.013377323		8			

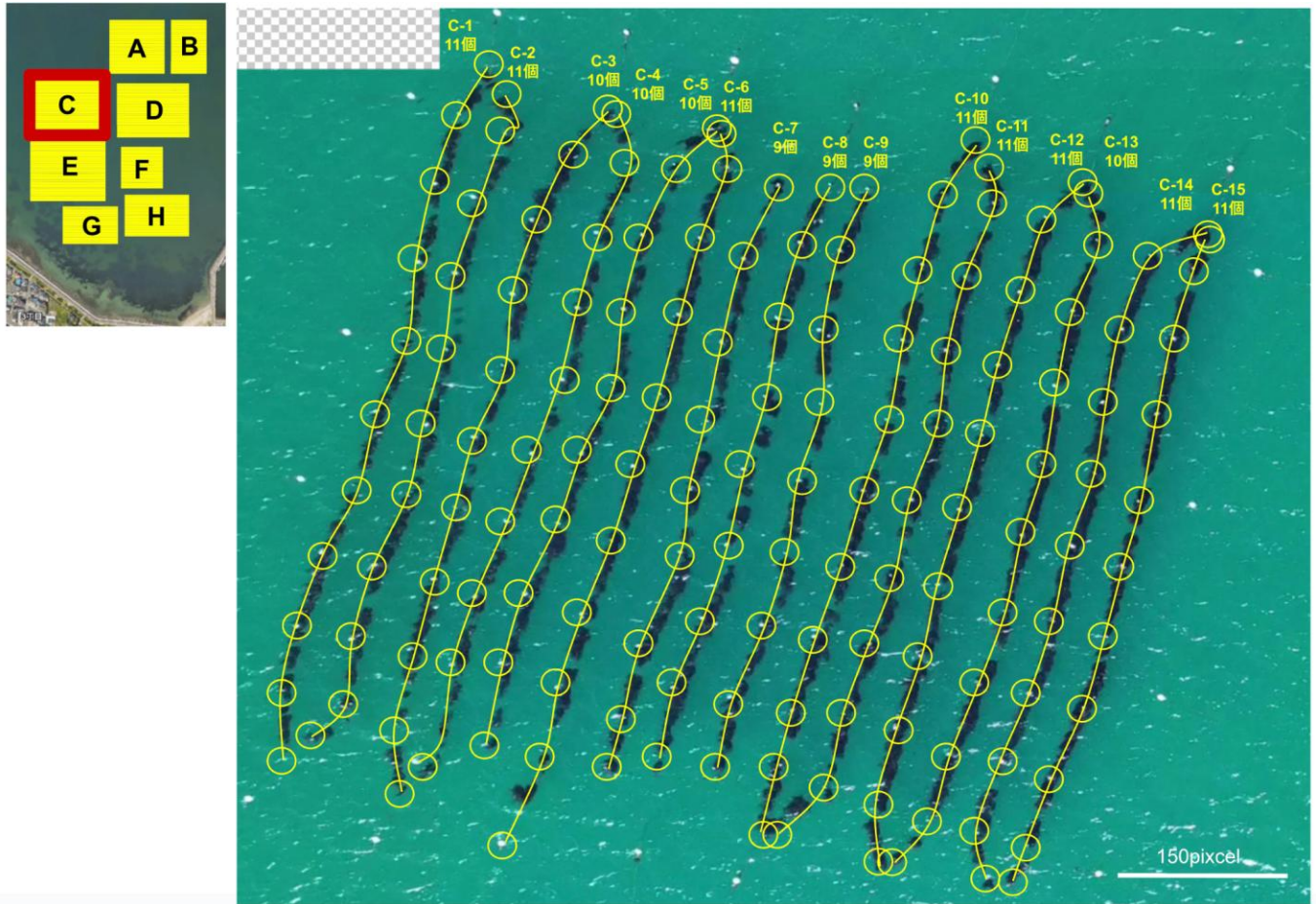


図3-8 地点Cにおけるドローン空撮写真

表3-9 地点Cにおける養殖ロープ長

地点	ピクセル距離	1m/pixel	ロープ長(m)	合計ロープ長	ブイ区間数	合計区間数	湿重量/区画	合計湿重量(t)
C-1	626.83929	0.0665486155 8	41.715286941	607.80046221 6	10	140	0.083304	11.66256
C-2	615.60873		40.967908720		10			
C-3	642.81393		42.778377117		9			
C-4	632.8575		42.115790484		9			
C-5	585.71073		38.978238212		9			
C-6	633.83562		42.180883016		10			
C-7	530.58258		35.309536150		8			
C-8	535.50189		35.636909420		8			
C-9	530.6994		35.317310359		8			
C-10	678.53214		45.155374544		10			
C-11	600.05583		39.932884757		10			
C-12	647.16696		43.068065237		10			
C-13	625.32162		41.614288103		9			
C-14	636.32943		42.346842619		10			
C-15	611.32401		40.682766536		10			



図3-10 地点Dにおけるドローン空撮写真

表3-11 地点Dにおける養殖ロープ長

地点	ピクセル距離	1m/pixel	ロープ長(m)	合計ロープ長	ブイ区間数	合計区間数	湿重量/区画	合計湿重量(t)
D-1	679.98447	0.0665486155 8	45.252025094	887.16766065 5	9	175	0.083304	14.5782
D-2	690.80121		45.971864166		9			
D-3	712.88415		47.441453251		10			
D-4	693.77616		46.169842970		11			
D-5	697.78863		46.436867294		10			
D-6	699.633		46.559607564		10			
D-7	701.34471		46.673519495		9			
D-8	738.63702		49.155271097		10			
D-9	699.2964		46.537207300		9			
D-10	739.12212		49.187553831		9			
D-11	738.87462		49.171083048		9			
D-12	736.31943		49.001038691		9			
D-13	674.92755		44.915494069		8			
D-14	683.46729		45.483801944		9			
D-15	681.36552		45.343932060		9			
D-16	683.1693		45.463971122		9			
D-17	705.14829		46.926642478		9			
D-18	698.69943		46.497479773		9			
D-19	675.88191		44.979005406		8			

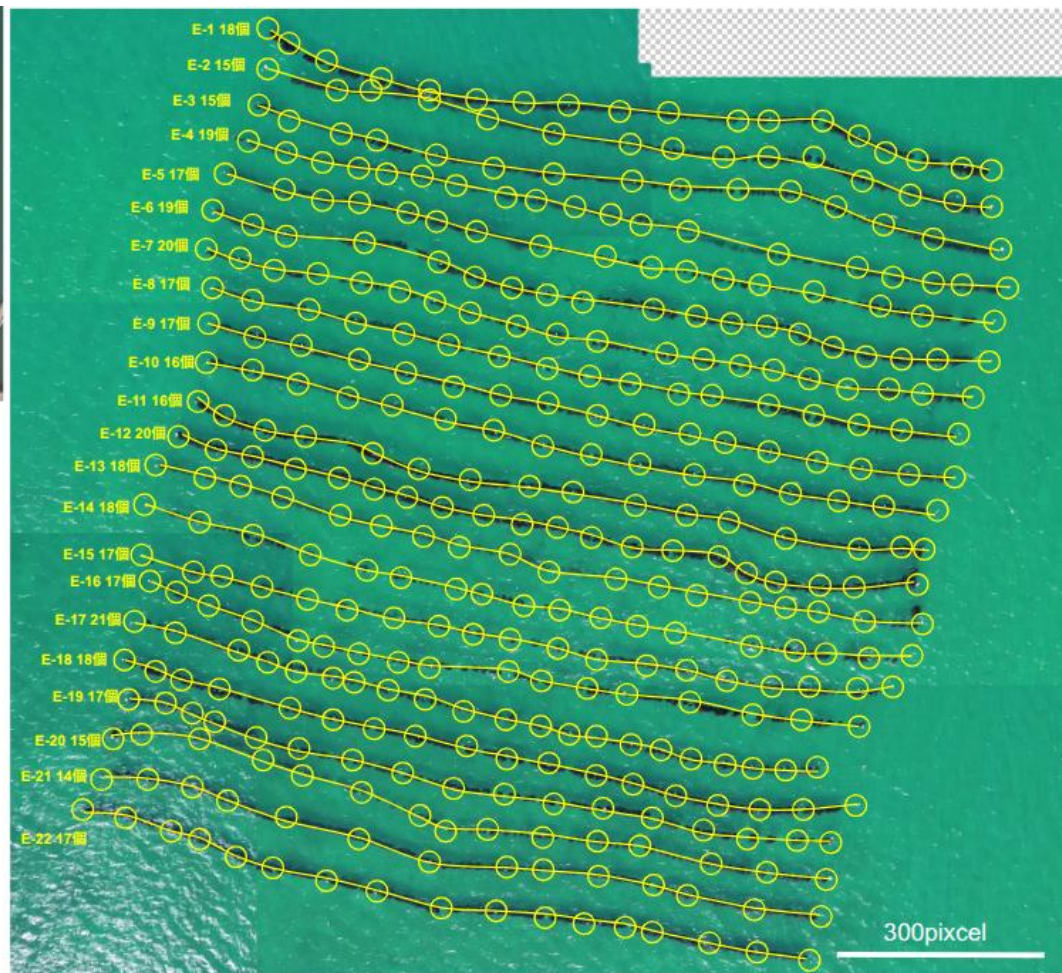


図3-12 地点Eにおけるドローン空撮写真

表3-13 地点Eにおける養殖ロープ長

地点	ピクセル距離	1m/pixel	ロープ長(m)	合計ロープ長	ブイ区間数	合計区間数	湿重量/区画	合計湿重量(t)
E-1	975.3061347	0.0665486155 8	64.905273031	1457.7092141 08	17	359	0.083304	29.906136
E-2	948.9322323		63.150126339		14			
E-3	994.6903563		66.195266143		14			
E-4	1045.70858		69.590458286		18			
E-5	1002.993176		66.747807286		16			
E-6	1045.511678		69.577354730		18			
E-7	1027.190865		68.358129982		19			
E-8	1012.334019		67.369427489		16			
E-9	1013.439278		67.442980912		16			
E-10	969.7544568		64.535816553		15			
E-11	1003.676502		66.793281678		15			
E-12	1007.670115		67.059051108		19			
E-13	1054.366783		70.166649735		17			
E-14	1000.365528		66.572940942		17			
E-15	990.3578247		65.906942163		16			
E-16	984.0645045		65.488130416		16			
E-17	913.2565923		60.775961887		20			
E-18	974.1514788		64.828432279		17			
E-19	972.4610025		64.715933422		16			
E-20	999.3604356		66.506053455		14			
E-21	975.8693988		64.942757477		13			
E-22	992.9648907		66.080438796		16			

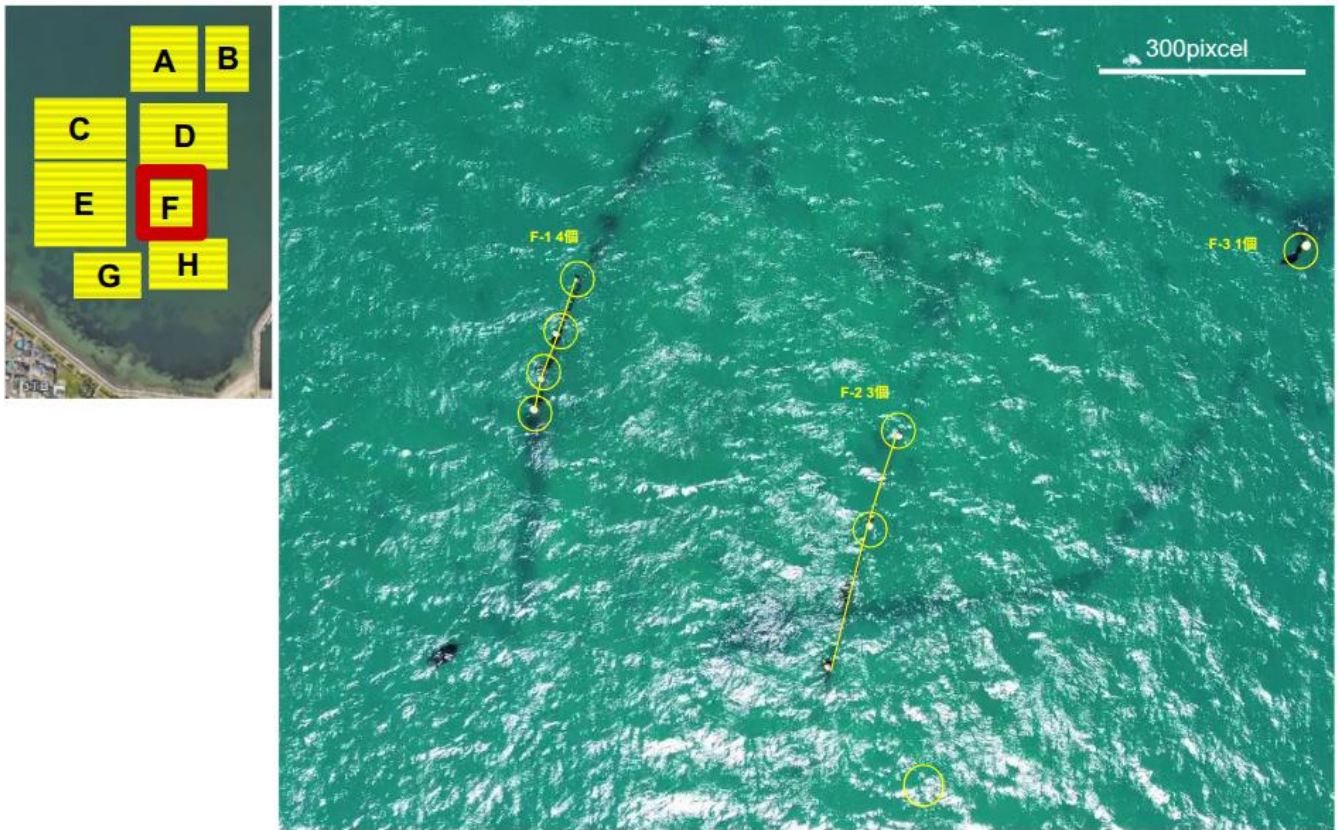


図3-14 地点Fにおけるドローン空撮写真

表3-15 地点Fにおける養殖ロープ長

地点	ピクセル距離	1m/pixel	ロープ長(m)	合計ロープ長	ブイ区間数	合計区間数	湿重量/区画	合計湿重量(t)
F-1	248.98752	0.0665486155 8	16.569774753	39.622665058	3	5	0.083304	0.41652
F-2	346.40676		23.052890306		2			
F-3	-		-		0			

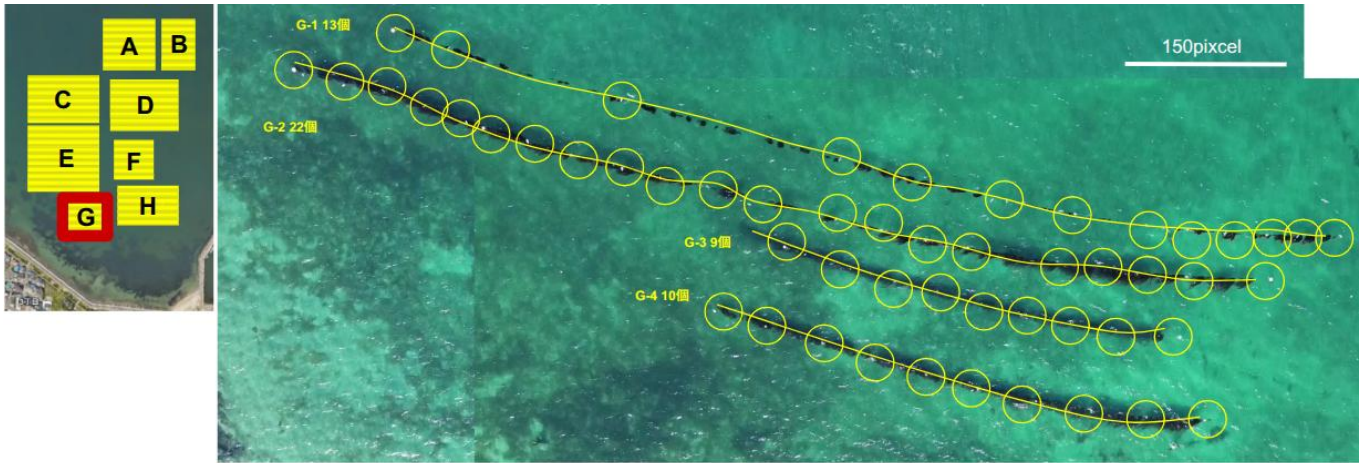


図3-16 地点Gにおけるドローン空撮写真

表3-17 地点Gにおける養殖ロープ長

地点	ピクセル距離	1m/pixel	ロープ長(m)	合計ロープ長	ブイ区間数	合計区間数	湿重量/区画	合計湿重量(t)
G-1	937.413477	0.0665486155 8	62.383569120	189.10451109 4	12	50	0.083304	4.1652
G-2	996.545979		66.318755264		21			
G-3	402.8779755		26.810971517		8			
G-4	504.7620435		33.591215192		9			

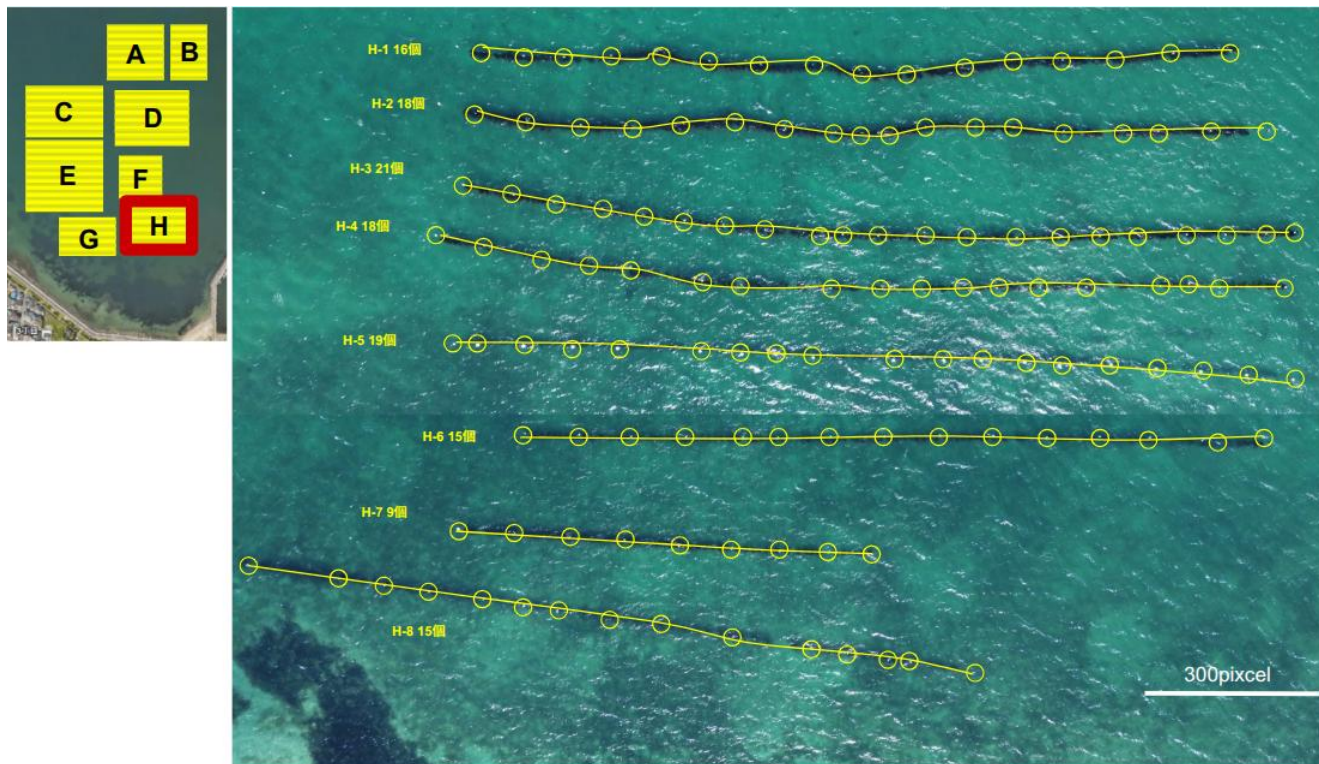


図3-18 地点Hにおけるドローン空撮写真

表3-19 地点Hにおける養殖ロープ長

地点	ピクセル距離	1m/pixel	ロープ長(m)	合計ロープ長	ブイ区間数	合計区間数	湿重量/区画	合計湿重量(t)
H-1	948.4845219	0.0665486155 8	63.120331832	484.95684509 1	15	123	0.083304	10.246392
H-2	950.1836238		63.233404711		17			
H-3	1022.245934		68.029051657		20			
H-4	1026.063521		68.283106826		17			
H-5	1003.876736		66.806607020		18			
H-6	903.7134891		60.140881581		14			
H-7	515.8821037		34.331239801		8			
H-8	916.8067755		61.012221664		14			

4. CO2吸収量の算定

4.1 測定結果

3章で測定した結果を元に図2-3の算定式に従い、CO₂吸収量を算定した。その結果を表4-1に示す。
地点A~Hでの合計CO₂吸収量は0.4968631226(t)であることが推算された。小数点以下5桁の切り捨て
0.49686 t-CO₂/年と算出できる。

表4-1 CO2算定結果

地点A~Hの合計		残置量t (Wr)	含水比 (Pw)	炭素含有比 (Pc)	P/B比 (Rb)	残存係数① (Pr1)	残存係数② (Pr2)	変換係数 (Ce)	CO2吸収量 (t)
合計湿重量t (Wy)	ロープ長m (Lf)								
83.970432	4370.799357893	0	0.9	0.32	1.3	0.0472	0.0279	1	0.4968631226