



---

# あたらしい 水産技術

---

— No.701 —

ブルーカーボン量算定マニュアル  
～Jブルークレジット制度の活用に向けて～

令和6年度

— 静岡県経済産業部 —

(水産・海洋技術研究所)

## 目次

### 第1章 はじめに

1. 本マニュアル..... 1
2. Jブルークレジット認証の考え方..... 1
3. ブルーカーボン量の算定方法..... 2

### 第2章 ブルーカーボン量算定マニュアル

1. 概要..... 3
  - 1-1 調査の目的..... 3
  - 1-2 ブルーカーボン量の算定フロー..... 3
2. 調査計画書作成..... 4
  - 2-1 調査海域の設定..... 4
  - 2-2 調査時期の設定..... 4
  - 2-3 海上作業に際し、留意すべき法令等への措置..... 4
3. 水中カメラを用いた現地調査..... 4
  - 3-1 水中カメラ等の準備..... 4
  - 3-2 水中カメラ調査..... 5
4. 藻場分布図の作成及び藻場面積の算出..... 6
  - 4-1 現地調査のデータ整理..... 6
  - 4-2 藻場分布図の作成..... 6
  - 4-3 藻場面積の算出..... 6
5. 文献値による吸収係数の算出..... 6
6. 調査による単位面積当たりの湿重量の算出..... 8
  - 6-1 坪刈り調査及び湿重量の測定..... 8
  - 6-2 湿重量算出式の作成..... 8
7. 吸収係数の算出及び文献値との比較..... 9
  - 7-1 吸収係数の算出..... 9
  - 7-2 文献値との比較..... 9
8. ブルーカーボン量の算出..... 9

### 第3章 参考事例

1. 調査計画..... 10
2. 藻場等の分布面積の調査..... 10
  - 2-1 水中カメラを用いた現地調査..... 10
  - 2-2 藻場分布図の作成及び藻場面積の算出..... 11
3. 吸収係数の算出..... 13
4. ブルーカーボン量の算定..... 14

### 第4章 フリーソフト (QGIS) 解析マニュアル

1. QGIS の起動から白地図の表示..... 15
2. 位置情報の取得..... 17
  - 2-1 GPS ファイルの場合..... 17
  - 2-2 CSV ファイルの場合..... 20
3. 調査範囲の作図..... 24

4. ボロノイ多角形による分割及び藻場分布図の作成.....	30
4-1 ボロノイ多角形による分割.....	30
4-2 藻場分布図の作成.....	32
5. 藻場面積の算出.....	45

このマニュアルは、当研究科が令和4～5年度に実施した新成長戦略研究政策課題指定枠「ブルーカーボンオフセット・クレジットの申請を可能にする藻場現存量の簡易評価手法の開発研究」における研究成果をとりまとめ、漁業者向けのマニュアルとして作成したものである。

今後、県内でのクレジット制度の活用を促進するため、本マニュアルの普及活動を継続するとともに、水産資源課や普及指導員によるクレジット制度への申請指導を行っていく。なお、県内では磯焼けが発生している海域が多く、まずは磯焼けから藻場を復活させる必要があるため、藻場造成と合わせたクレジット制度の活用を支援していく。

水産・海洋技術研究所 深層水科 主任研究員 清水一輝

## 第1章 はじめに

### 1. 本マニュアル

脱炭素社会の実現に向け、海藻などに取り込まれた炭素である“ブルーカーボン”が世界的に注目されている。我が国では、令和2年にジャパンプルーエコノミー技術研究組合（JBE）が国土交通大臣の認可のもと発足し、海藻を増やす活動をし、増えた分の海藻が資金になるJブルークレジット制度の試行が始まった。今後、この制度を活用していくことは、藻場の維持・拡大のために必要な活動資金を獲得する新たなツールとして期待されている。

Jブルークレジットの申請からクレジット認証、譲渡までの流れは図1-1のとおりで、申請者は、調査、申請書作成・提出、現地検証・申請内容確認までの対応が必要になる。本マニュアルは、ブルーカーボン量の調査手法についての研究を取りまとめたものである。



図1-1 申請書作成の流れ

(Jブルークレジット<sup>®</sup> (試行) 認証申請の手引き Ver. 2. 2. 1 より引用)

### 2. Jブルークレジット認証の考え方

Jブルークレジットは、活動組織が、例えば、海藻を増やすために、母藻投入や種苗移植、藻食性魚類の駆除活動などをして、プロジェクト実施前のブルーカーボン量(ベースライン)より増加した分のブルーカーボン量が申請の対象となり(図1-2)、申請されたブルーカーボン量が審査認証委員会で検証され、Jブルークレジットとして認証される。認証されたJブルークレジットは、JBEを介し、販売され、複数の企業によって購入される。(申請は1年単位で実施できる。)

そのため、この制度は、海藻が生えていれば申請できるものではなく、あくまでも、藻場を増やす活動をし、増えた分の藻場が申請の対象であり、何もせずにある藻場では申請できない。

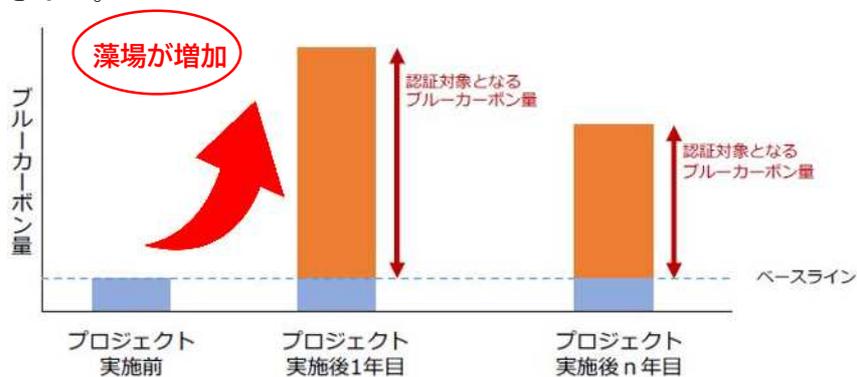


図1-2 認証対象となるブルーカーボン

(Jブルークレジット<sup>®</sup> (試行) 認証申請の手引き Ver. 2.2.1 より引用)

### 3. ブルーカーボン量の算定方法

申請するにはブルーカーボン量を算定する必要があるが、そのためには、図1-3にある藻場等の分布面積の調査と、単位面積当たりの二酸化炭素吸収量である、吸収係数が必要である。吸収係数は、式1のように文献値を使用するか、あるいは、式2のように単位面積当たりの海藻の湿重量を調査し、文献値のブルーカーボン残存率を乗じることで算出される。

申請したブルーカーボン量は、算出根拠となる調査の精度等を審査し決定する確実性（認証率）で乗じられ、最終的なブルーカーボン認証量が決まる。つまり、ある程度の調査精度がないと、多量のブルーカーボンを申請しても、多く認証されない。逆に、調査精度に固執しすぎ、調査費用をかけすぎでは本末転倒になってしまう。

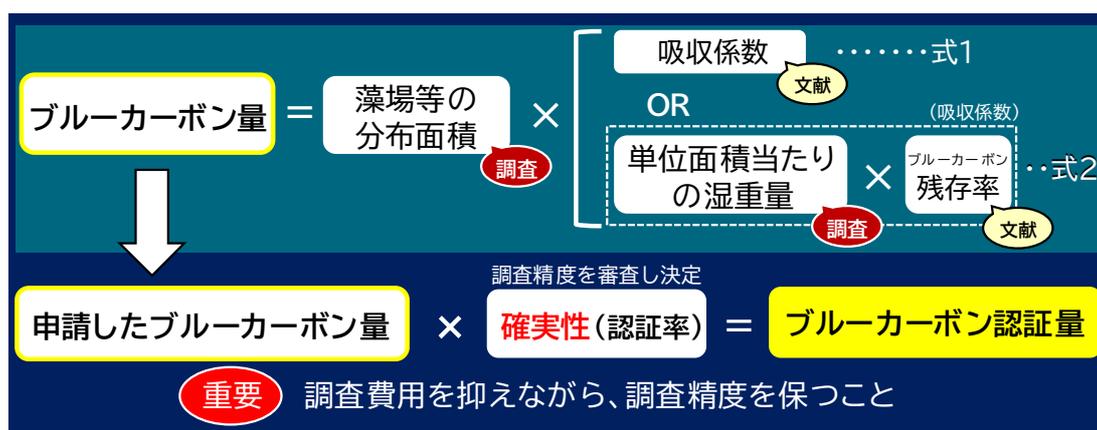


図1-3 ブルーカーボン量算定式及び認証量の決定

## 第2章 ブルーカーボン量算定マニュアル

### 1. 概要

#### 1-1 調査の目的

ブルーカーボン量を算定するのに必要な藻場等の分布面積及び海藻の単位面積当たりの湿重量（文献値を用いても良いが、確実性（認証率）を上げるために調査することが望ましい）を水中カメラを用いて簡易かつ低コストに、一定の精度で評価することを目的とする。

#### 1-2 ブルーカーボン量の算定フロー

ブルーカーボン量の算定は、以下のフロー（図2-1）を踏まえ、調査計画書を作成した上で実施する。また、前章の図1-3の式1のとおり、藻場等の分布面積の調査は必須であるが、吸収係数は文献値を用いる場合と単位面積当たりの海藻の湿重量を調査し吸収係数を算出する場合でフローが異なる。

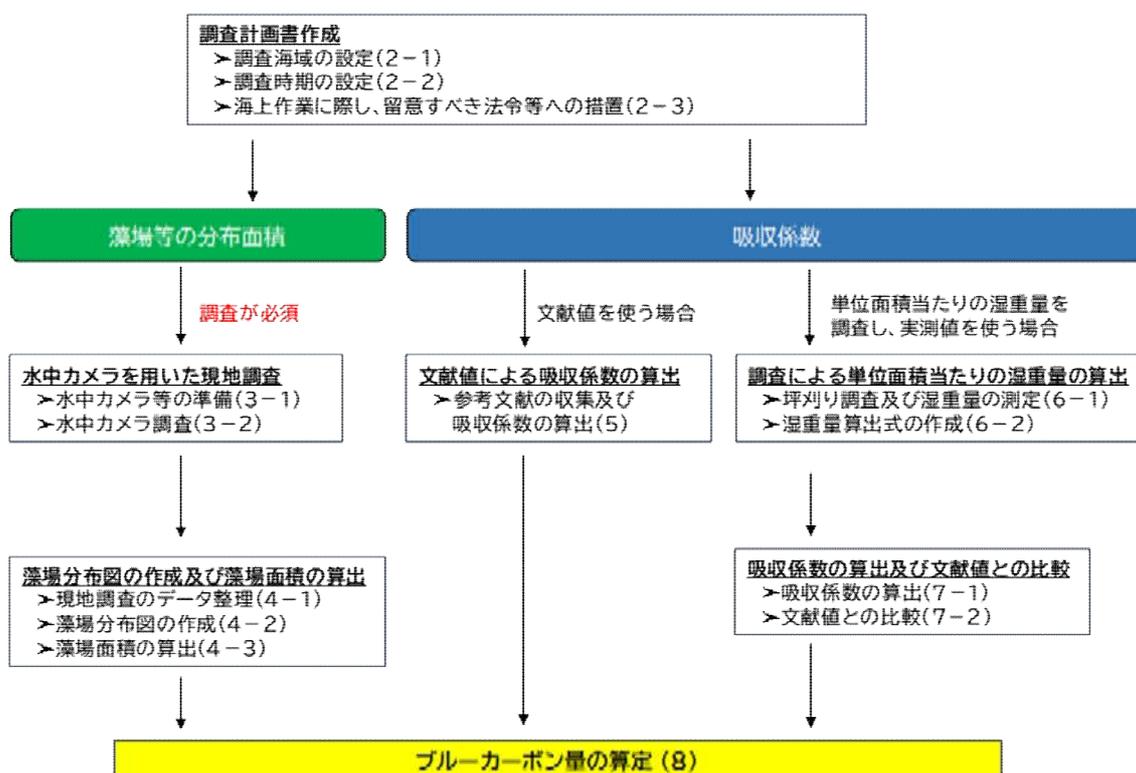


図2-1 ブルーカーボン量の算定フロー

## 2. 調査計画書作成

### 2-1 調査海域の設定

藻場を増やす活動をした活動範囲を調査海域として設定する。設定海域の緯度経度情報を予め調べておく。また、対象となる藻場の種類（カジメ、アマモなど）についても見当をつけておく。

### 2-2 調査時期の設定

Jブルークレジットの制度では、海草・海藻が最も大きくなり分布の広がりや種類を確認しやすい繁茂期に調査を行うことが望まれている。一般的な藻場の種類ごとの調査適期は表 2-1 のとおりだが、調査海域によって繁茂期が異なるので、対象藻場の調査海域での繁茂期を確認し、調査時期を設定する。

表 2-1 J ブルークレジットの対象となる主な生態系と調査適期

生態系		主な構成種	調査適期*
海草藻場	アマモ場	アマモ、コアマモ、スガモ、リュウキュウスガモ 等	初夏季
海藻藻場	ガラモ場	アカモク、ノコギリモク、ヨレモク、ホンダワラ 等	春季
	コンブ場	マコンブ、ホソメコンブ、チガイソ、アナメ 等	夏季
	アラメ場	カジメ、アラメ、スジメ、アジメ、クロメ、 等	秋季
	ワカメ場	ワカメ、ヒロメ 等	春-初夏季
	テングサ場	マクサ、オオブサ、オバクサ 等	春-夏季
マングローブ	マングローブ	通年	
干潟	-	干潮時	

\*調査適期は海域によって異なりますので、対象地域の藻場の繁茂期等調査適期をご確認ください。

(Jブルークレジット<sup>®</sup> (試行) 認証申請の手引き Ver. 2.2.1 より引用)

### 2-3 海上作業に際し、留意すべき法令等への措置

海上作業に係る海上保安部への許可申請などの法令に基づく手続きには、許可がおりるまでに長いものでは 1 か月以上を要するものもある。そのため、調査時期を考慮しながら、必要な申請を漏れなく行うこと。

また、坪刈り調査など海藻を刈り取る場合は、海藻の種類によって特別採捕許可が必要になる場合があるので、静岡県であれば水産資源課に申請を行うこと。

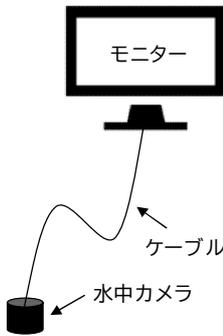
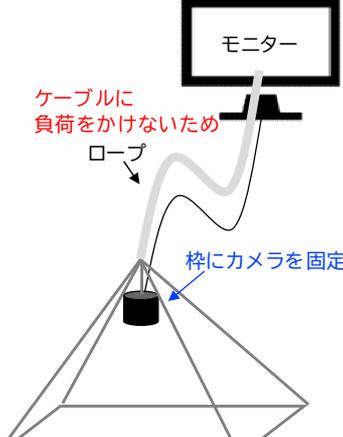
## 3. 水中カメラを用いた現地調査

### 3-1 水中カメラ等の準備

船上から海底の海藻の様子がリアルタイムに確認できるモニター付きの水中カメラを推奨するが、海藻が確認できる防水カメラであればモニターがなくても問題はない。表 2-2 に水中カメラのイメージ図を示す。ケーブルやロープの長さは調査海域の水深などを考慮して決める必要がある。

調査地点の緯度経度などの位置情報を記録するため、ハンディ GPS (ETREX 32X (GARMIN) など) を準備する。

表 2-2 水中カメラのイメージ図

例1 モニター付き水中カメラ (ケーブルによる垂下)	例2 モニター付き水中カメラ (ロープをによる垂下)	例3 モニター無し水中カメラ (ロープをによる垂下)
		

### 3-2 水中カメラ調査

調査海域において、調査船から水中カメラを垂下し（図 2-2）、モニターがある場合は、船上で被度（単位面積当たりの範囲にどのくらいの割合を海藻が覆っているか）を確認し、記録する。モニターがない場合は、カメラで撮影した後、データから被度を確認する。水中カメラを垂下した調査地点がわかるようにハンディ GPS で位置情報も記録する。



図 2-2 水中カメラ調査の模式図

#### 4. 藻場分布図の作成及び藻場面積の算出

##### 4-1 現地調査のデータ整理

現地調査から取得した調査地点ごとの位置情報（緯度経度）と被度のデータを整理する。

##### 4-2 藻場分布図の作成

第4章 フリーソフト（QGIS）解析マニュアルを参考に藻場分布図を作成する。

##### 4-3 藻場面積の算出

第4章 フリーソフト（QGIS）解析マニュアルを参考に藻場面積を算出する。

#### 5. 文献値による吸収係数の算出

単位面積当たりの二酸化炭素吸収量である吸収係数は表2-3を用いることができるが、確実性（認証率）を上げるためには、文献値を使用する場合でも、地域性や対象生態系の構成種を考慮することが重要になる（図2-3）。

表2-3 ブルーカーボン生態系ごとの単位面積あたりの吸収量（日本全国平均）

式	生態系		単位面積あたりの吸収量 (t-CO <sub>2</sub> /ha/年)
式1	海草藻場	アマモ場	4.9
	海藻藻場	ガラモ場	2.7
		コンブ場	10.3
		アラメ場	4.2
	マングローブ		68.5
干潟		2.6	

（J ブルークレジット<sup>®</sup>（試行）認証申請の手引き Ver2.2.1 より引用）

①現地観測 + 文献収集（地域性・構成種を考慮している）	設定の容易さ 吸収係数の 確からしさ
②現地観測 + 文献収集（地域性・構成種を考慮していない）	
③文献値利用（地域性・構成種を考慮している）	
④文献値利用（地域性・構成種を考慮していない）	

図2-3 吸収係数の区分と確からしさ

（J ブルークレジット<sup>®</sup>（試行）認証申請の手引き Ver. 2.2.1 より引用）

そのため、下記の式にある値のうち、含水率、P/B比、炭素含有率は、各地での調査・研究文献（第3版 磯焼け対策ガイドライン等）の収集等により設定する。その他の単位面積当たりの湿重量（表2-4）、残存率①（表2-5）、残存率②（表2-6）、生態系への変換係数（表2-7）はいずれかの表の値を参考にする。

$$\text{吸収係数} = \text{単位面積当たりの湿重量} \times (1 - \text{含水率}) \times \text{P/B比} \times \text{炭素含有率} \\ \times 44/12 \times (\text{残存率①} + \text{残存率②}) \times \text{生態系全体への変換係数}$$

表 2-4 被度階級と湿重量の関係

藻場タイプ	関係式 ※ ( ) 内は R <sup>2</sup> : 決定係数と n : 標本数	整理データ <sup>※2</sup>
アマモ場 (アマモ属)	湿重量 (kgWW/m <sup>2</sup> ) = 0.9146 × e <sup>^(0.2771 × 被度階級<sup>※1</sup>)</sup> (R <sup>2</sup> = 0.0731, n = 17)	オオアマモ、タチアマモ、アマモ、コアマモの春季、夏季のデータ 1)
アマモ場 (南方系)	湿重量 (kgWW/m <sup>2</sup> ) = 0.0176 × e <sup>^(1.0195 × 被度階級<sup>※1</sup>)</sup> (R <sup>2</sup> = 0.5043, n = 8)	ウミシヨウブ、ベニアマモ、リュウキュウスガモ等の夏季のデータ 1)
ガラモ場	湿重量 (kgWW/m <sup>2</sup> ) = 0.0279 × e <sup>^(1.2032 × 被度階級<sup>※1</sup>)</sup> (R <sup>2</sup> = 0.684, n = 42)	ガラモ場、タマハハキモク、ホンダワラ科の春季データ 2) 3) 4)
コンブ場	湿重量 (kgWW/m <sup>2</sup> ) = 0.9762 × e <sup>^(0.3855 × 被度階級<sup>※1</sup>)</sup> (R <sup>2</sup> = 0.4339, n = 28)	ミツイシコンブ、スジメの初夏、夏季データ 2)
アラメ場	湿重量 (kgWW/m <sup>2</sup> ) = 0.0311 × e <sup>^(0.9658 × 被度階級<sup>※1</sup>)</sup> (R <sup>2</sup> = 0.4291, n = 26)	クロメ、アラメ、ツルアラメの初夏、夏季データ 2) 3)
ワカメ場	湿重量 (kgWW/m <sup>2</sup> ) = 0.0673 × e <sup>^(0.7658 × 被度階級<sup>※1</sup>)</sup> (R <sup>2</sup> = 0.2758, n = 20)	ワカメ、チガイソの春季データ 2) 4)

(J ブルークレジット<sup>®</sup> (試行) 認証申請の手引き Ver2. 2. 1 より引用)

表 2-5 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

(J ブルークレジット<sup>®</sup> (試行) 認証申請の手引き Ver2. 2. 1 より引用)

表 2-6 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	
		海藻藻場	ガラモ場 (ホンダワラ型)	0.0499
			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	

(J ブルークレジット<sup>®</sup> (試行) 認証申請の手引き Ver2. 2. 1 より引用)

表 2-7 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

(Jブルークレジット<sup>®</sup> (試行) 認証申請の手引き Ver2. 2. 1 より引用)

## 6. 調査による単位面積当たりの湿重量の算出

### 6-1 坪刈り調査及び湿重量の測定

対象海藻の単位面積当たりの湿重量を算出するため、潜水作業により、1m<sup>2</sup>の方形枠を設置し、被度を観測した後、方形枠内の海藻を刈り取る(図2-4)。被度と単位面積当たりの湿重量の相関がわかるように、坪刈り作業は複数の地点で行い、また、様々な被度で行うことが望ましい。刈り取った海藻は湿重量を測定するまで、乾燥に注意すること。より高い確実性(認証率)を求めるのであれば、湿重量を測定した後、刈り取った海藻を乾燥させ、乾燥重量の測定を行い、湿重量と乾燥重量の関係から含水率を求める。

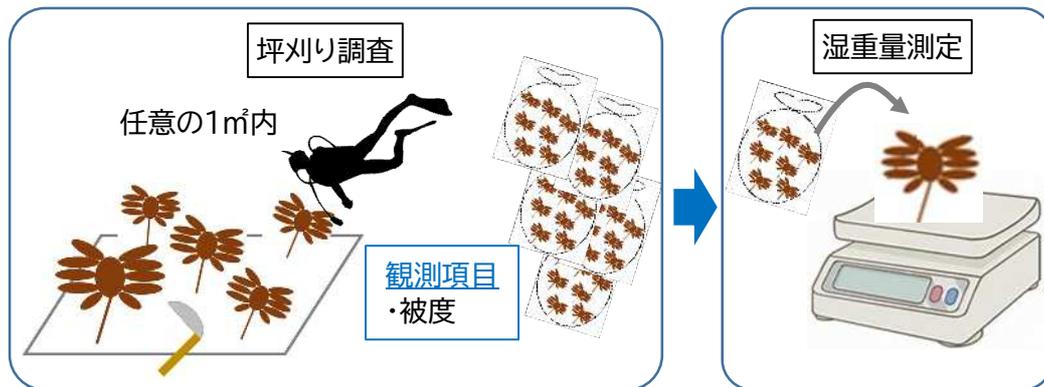


図 2-4 坪刈り調査及び湿重量の測定

### 6-2 湿重量算出式の作成

毎年申請するにあたり、潜水作業による坪刈り調査を行うことは、労力と費用の面から困難である。そこで、6-1で得られた被度と単位面積当たりの湿重量のデータを基に相関関係を確認し、湿重量算出式を作成する(図2-5)。これにより、次年度以降は、3-2の水中カメラ調査の被度のデータから単位面積当たりの湿重量を求めることができる。

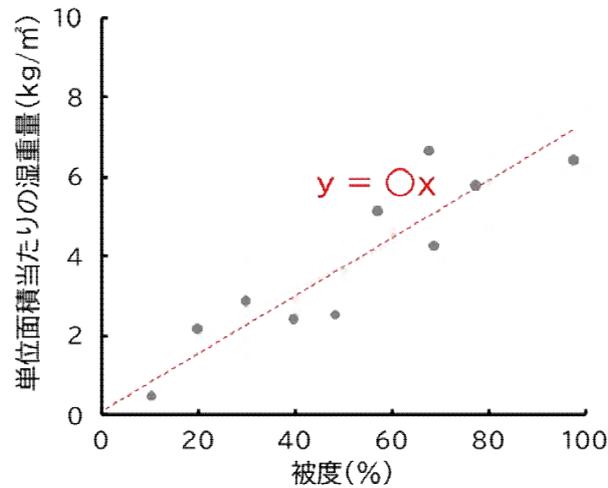


図 2-5 湿重量算出式イメージ

## 7. 吸収係数の算出及び文献値との比較

### 7-1 吸収係数の算出

坪刈り調査から実測した単位面積当たりの湿重量を 5 にある吸収係数を求める式に入れ、算出する。

### 7-2 文献値との比較

文献値を用いて算出した時の吸収係数と実測値から算出した吸収係数を比較する。実測値を用いた方が確実性（認証率）が高いとされているが、実際調査をしてみた結果、文献値に比べ、吸収係数がとても低くなる場合がある。その場合は、確実性を乗じてでも文献値の方が認証される吸収係数が高くなることもある。これまでの Jブルークレジットの確実性の評価を見ていると、あくまでも参考に過ぎないが、文献値で 70%、実測値で 90%ほどの評価となっている。参考までに、吸収係数にこれらの確実性を乗じて、比較してみることをおすすめする。

## 8. ブルーカーボン量の算出

図 1-3 の式に基づき、4-3 で求められた藻場等の分布面積と 5 または 7-1 で算出した吸収係数を乗じて、ブルーカーボン量を算出する。

### 第3章 参考事例

#### 1. 調査計画

榛南海域のカジメ藻場をモデルケースにブルーカーボン量の算定を行った。調査海域は図3-1にあるエリアA（9 ha）及びB（10.5 ha）とし、調査時期は当海域でカジメの繁茂期とされている6～7月に実施した。

また、この調査にあたっては、所管の海上保安部へ調査内容等について協議を行うとともに、カジメの採捕に係る特別採捕許可申請を静岡県水産資源課へ提出した。



エリアA	緯度	経度
a	34.69874115	138.21747382
b	34.69874115	138.22074840
c	34.69603663	138.22074840
d	34.69603663	138.21747382

エリアB	緯度	経度
a	34.68963974	138.21891176
b	34.69224266	138.21979908
c	34.69049486	138.21523473
d	34.69309780	138.21612194

図3-1 調査海域

#### 2. 藻場等の分布面積の調査

##### 2-1 水中カメラを用いた現地調査

船上から図3-2のような水中カメラを垂下し、位置情報をハンディGPSで記録した後、モニターで被度（単位面積当たりの範囲にどのくらいの割合を海藻が覆っているか）を調査した。

水中カメラはモニター付きで10万円ほどで、安価に購入できるものを使用した。水中カメラは流れなどの影響を抑え、沈みやすくするため、写真のような重りをつけた鉢植え置きに固定し、ケーブルへの負担を少なくするため、ケーブルにロープを這わせるような形に加工した。

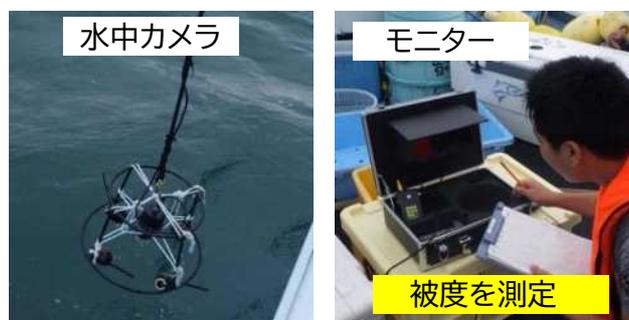


図3-2 水中カメラ調査の風景

エリア A で 26 地点、エリア B で 33 地点の調査を行った（図 3-3）。

予め決めた範囲でなるべく均等間隔になるようにランダムに船を停めてもらい調査した。そうすることで、1 時間で行える調査点が増え、1 時間で 30 地点近くを調査できた。潜水作業だと 1 時間で調査できて 4 地点ほどなので、それと比較すると、非常に効率的な調査が行えた。



図 3-3 調査地点

## 2-2 藻場分布図の作成及び藻場面積の算出

水中カメラ調査によって得られた位置情報（緯度経度）と被度のデータを基に、第 4 章 フリーソフト（QGIS）解析マニュアルに沿って、藻場分布図及び藻場面積を算出した（図 3-4）。

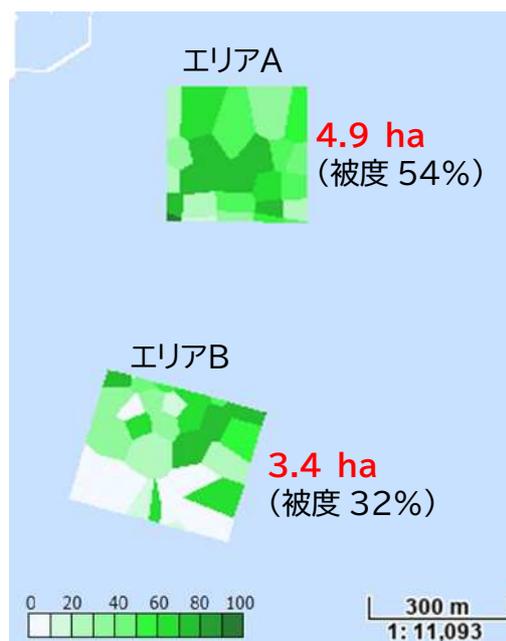


図 3-4 水中カメラ調査によって得られた藻場の分布図と面積

参考① マルチビーム音響測深機を用いた藻場調査との比較

この調査と同時期に同エリアで調査会社と連携し、専門的な技術と機器が必要であるが、正確な藻場等の分布（面積）データを取得できるマルチビーム音響測深機を用いた調査を行った（図3-5、3-6）。その結果を基準値として、水中カメラ調査によって得られた藻場面積を比較したところ、誤差は5%以下とわずかで、水中カメラ調査でも一定の精度が担保されることがわかった。

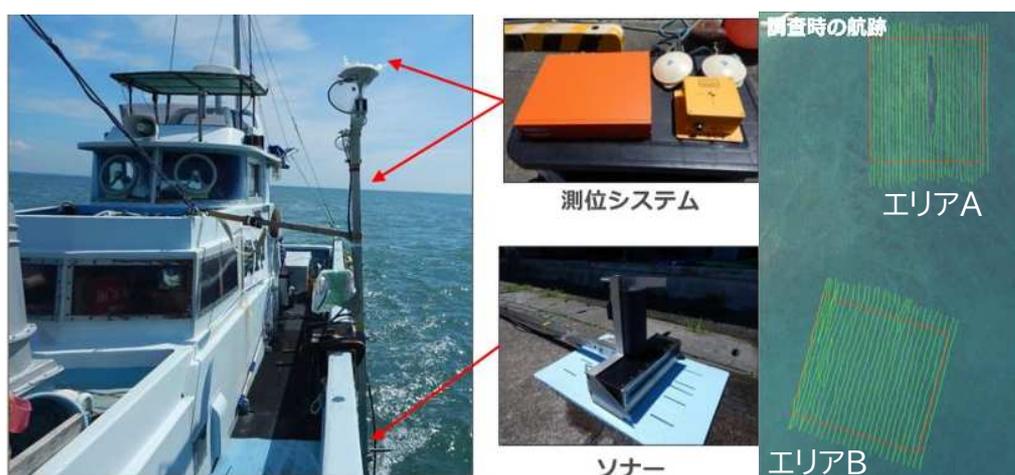


図3-5 マルチビーム調査の風景

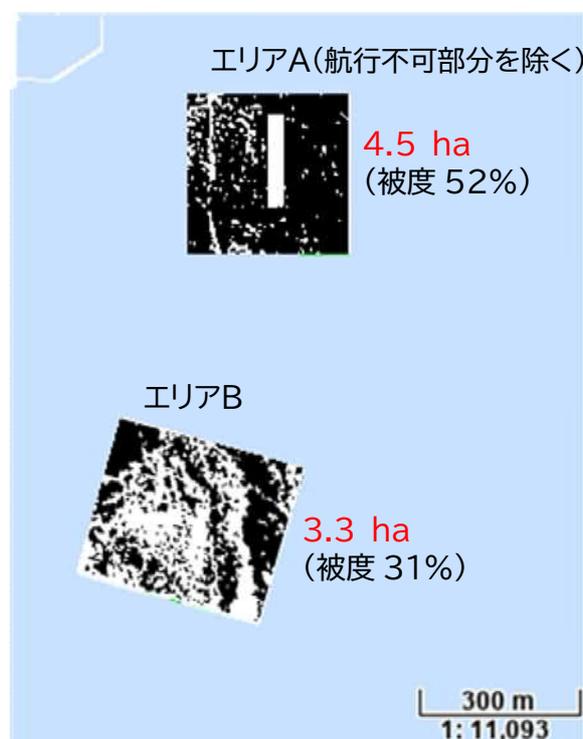


図3-6 マルチビーム調査によって得られた藻場の分布図と面積

### 3. 吸収係数の算出

まず、単位面積当たりの湿重量を調査するため、任意の1㎡、40地点について、被度を測定した後、カジメの刈り取りを行った。刈り取ったカジメは、水技研に持ち帰り、計436個体の湿重量を測定した（図3-7）。

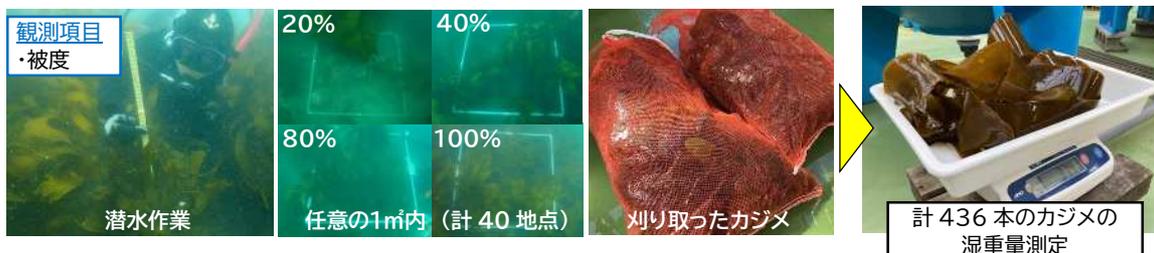


図3-7 坪刈り調査及び湿重量の測定

その結果、被度と単位面積当たりの湿重量に正の相関があることが確認できた（図3-8）。そのため、次年度以降は刈り取ることなく、先ほど示した水中カメラ調査の被度から単位面積当たりの湿重量を算出できるようになった。

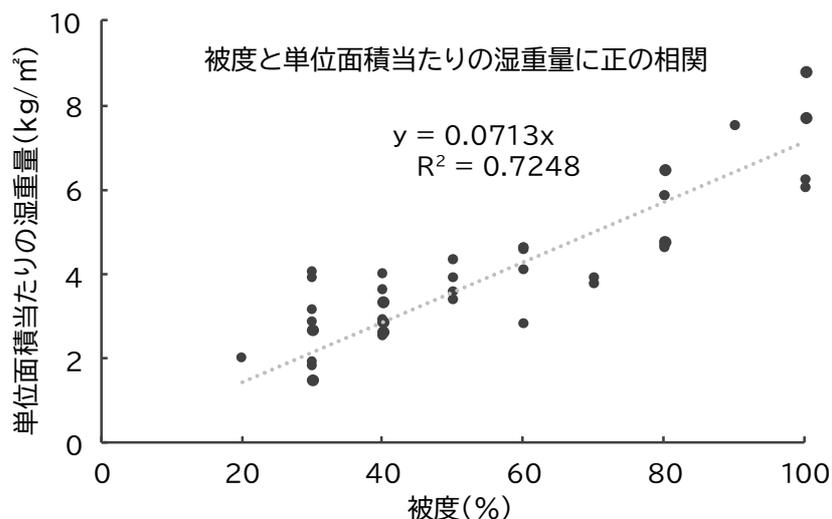


図3-8 坪刈り調査による被度と単位面積当たりの湿重量の関係式

次に実測した単位面積当たりの湿重量を使って、吸収係数を5にある式を使って、算出した。

$$\begin{aligned}
 \text{吸収係数} &= \text{単位面積当たりの湿重量(t/ha)} \times (1 - \text{含水率}) \times \text{P/B比} \times \text{炭素含有率} \\
 &\quad \times 44/12 \times (\text{残存率①} + \text{残存率②}) \times \text{生態系全体への変換係数} \\
 &= 71.3 \times (1 - 0.832) \times 1.0 \times 0.3 \times 44/12 \times (0.0472 + 0.0528) \times 1.5 \\
 &= 0.0713 \times 0.168 \times 1.0 \times 0.3 \times 44/12 \times 0.1 \times 1.5 \\
 &= 1.97 < 4.2
 \end{aligned}$$

<参考文献>

含水率、炭素含有率：人工リーフに生育したカジメ (*Ecklonia cava*) の 炭素、窒素及びリン含有量, 神奈川県環境科学センター研究報告, 2004

P/B比：Productivity of the *Ecklonia cava* community in a bay of Izu Peninsula on the Pacific coast of Japan, Botanical Magazine, Tokyo, 1987

その結果、表 2-3 の文献値のアラメ場の吸収係数 4.2 に比べて、極めて低い値になった。そのため、当該海域のカジメについては、実測により高くなるであろう確実性を考慮しても、文献値を用いた方が認証されるブルーカーボン量は多くなることが想定された。

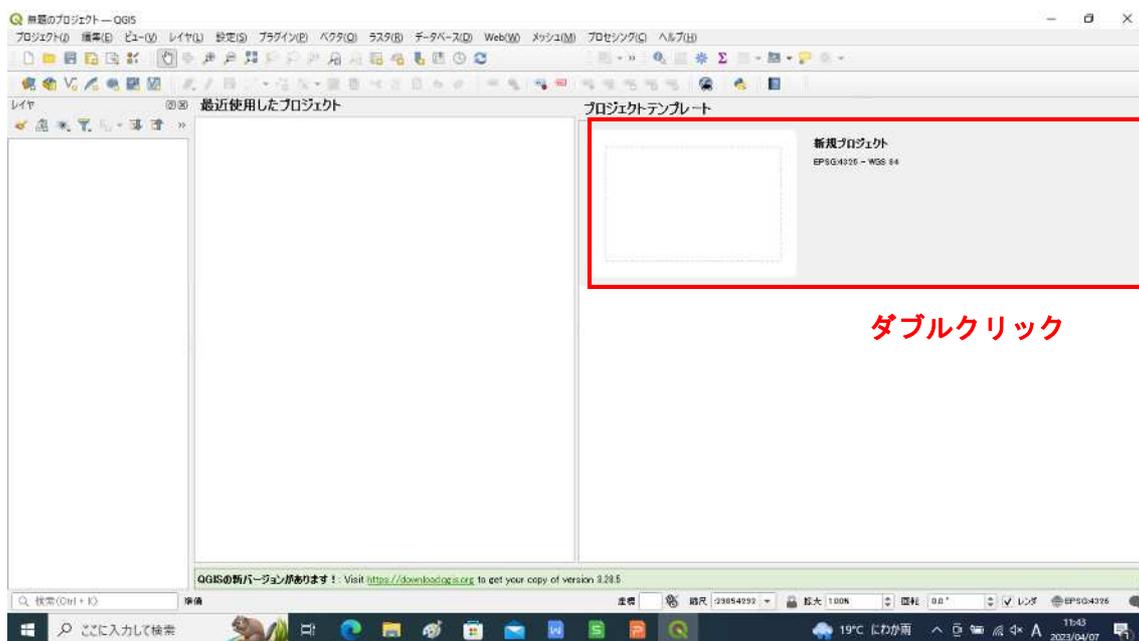
#### 4. ブルーカーボン量の算定

藻場の分布面積は図 3-4 にあるとおり、エリア A で 4.9 ha、エリア B で 3.4 ha であり、認証されるブルーカーボン量を多くするため、文献値の吸収係数 4.2 を用いて計算すると、ブルーカーボン量はエリア A で 20.6 t-CO<sub>2</sub>/年、エリア B で 14.3 t-CO<sub>2</sub>/年と算定された。

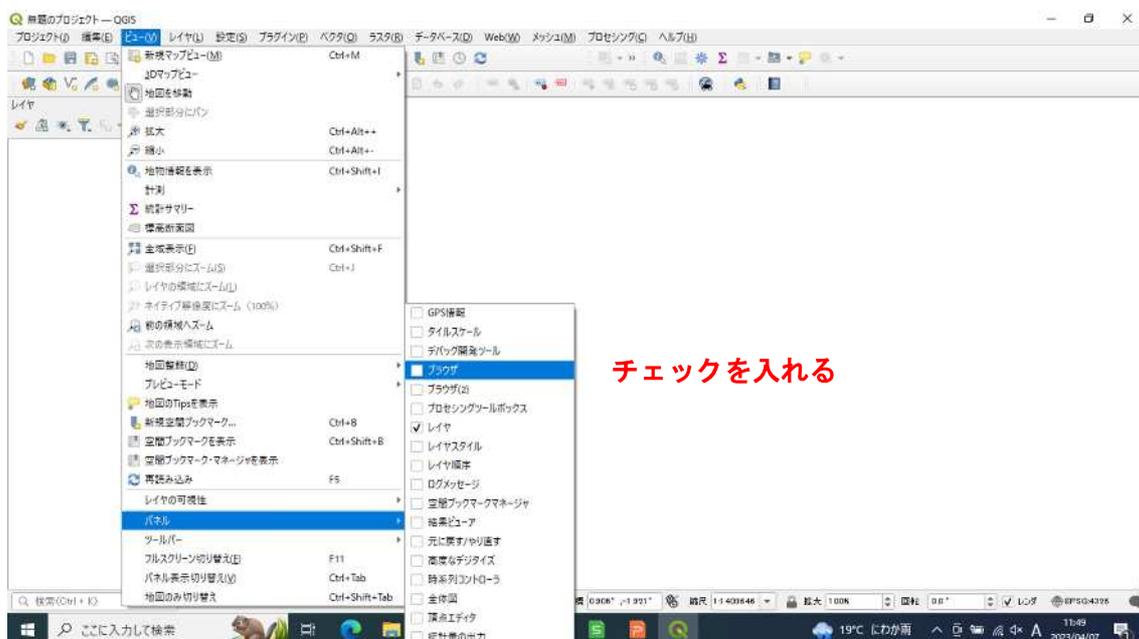
## 第4章 フリーソフト (QGIS) 解析マニュアル

### 1. QGIS の起動から白地図の表示

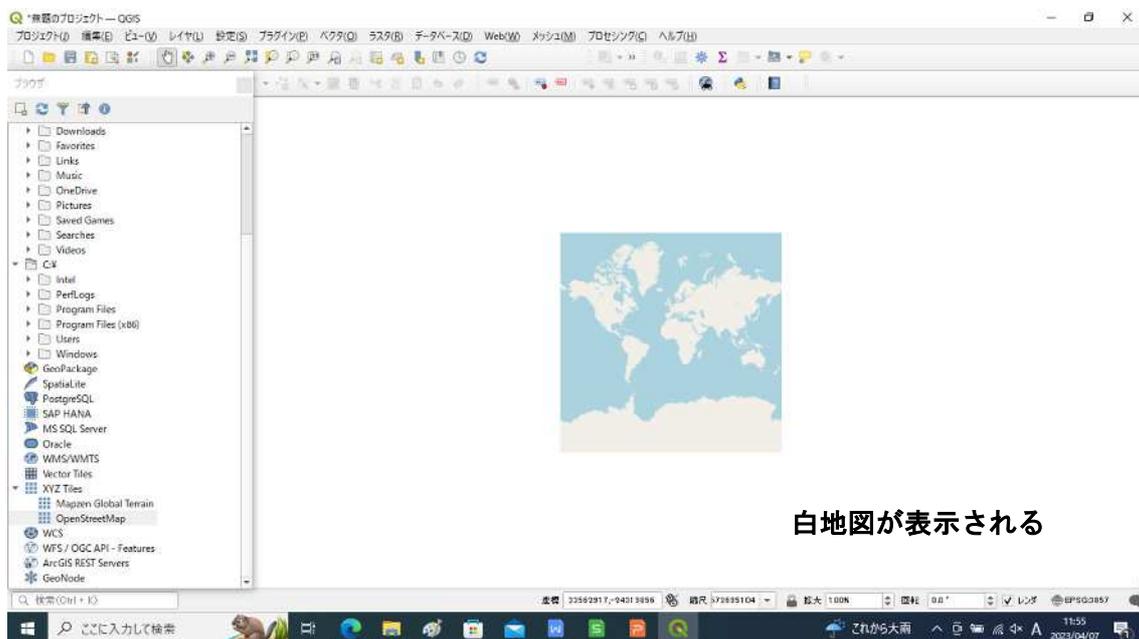
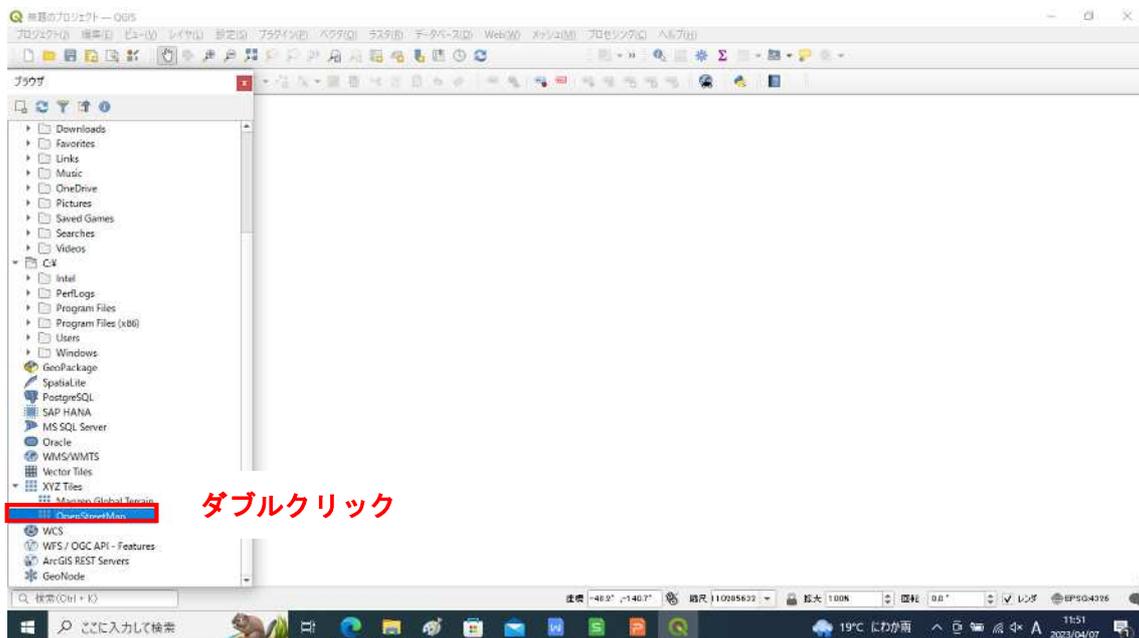
- ①QGIS を起動する。
- ②新規プロジェクトをダブルクリックし開く。



- ③メニューツールバーの「ビュー」⇒「パネル」⇒「ブラウザ」にチェックを入れる。



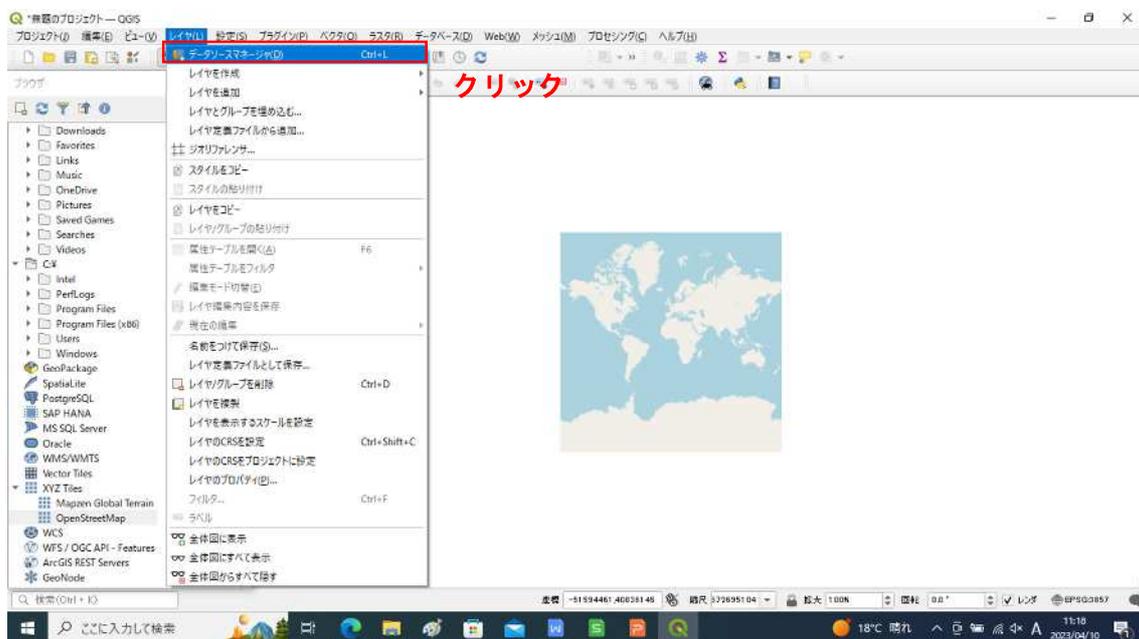
④ブラウザ画面の「XYZ Tiles」⇒「OpenStreetMap」をダブルクリックする。



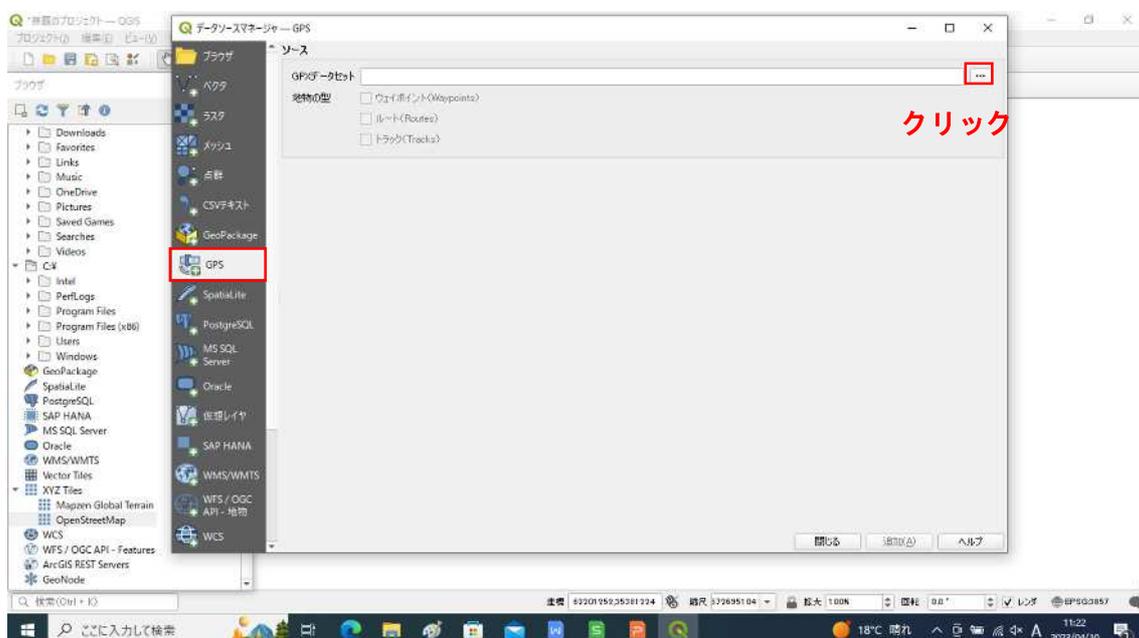
## 2. 位置情報の取得

### 2-1 GPS ファイルの場合

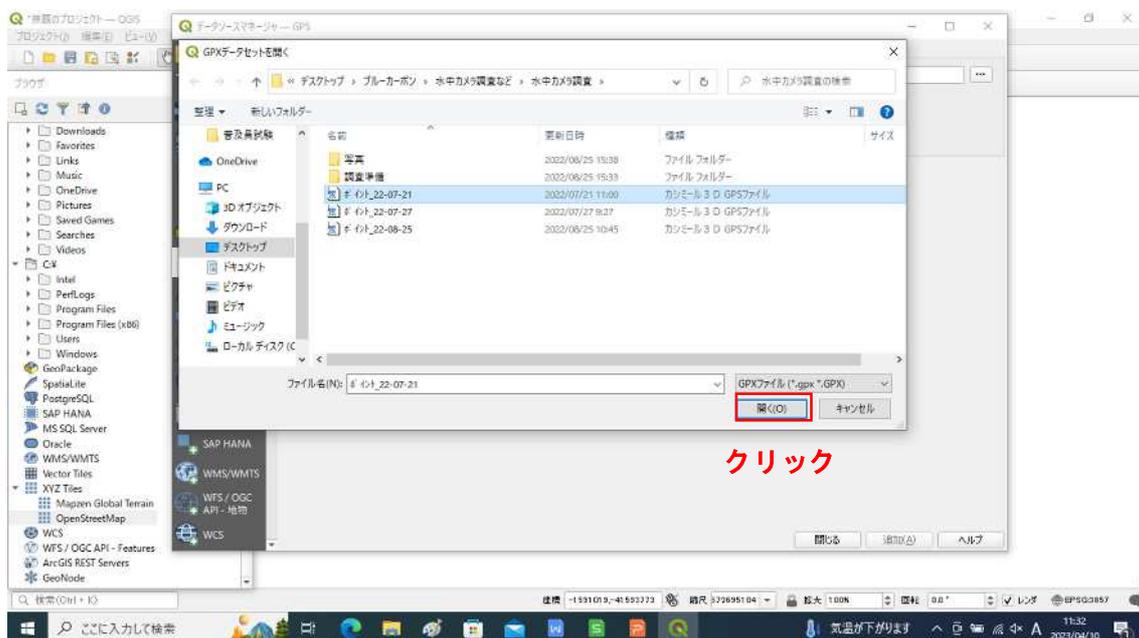
①メニューツールバーの「レイヤ」⇒「データソースマネージャ」をクリックする。



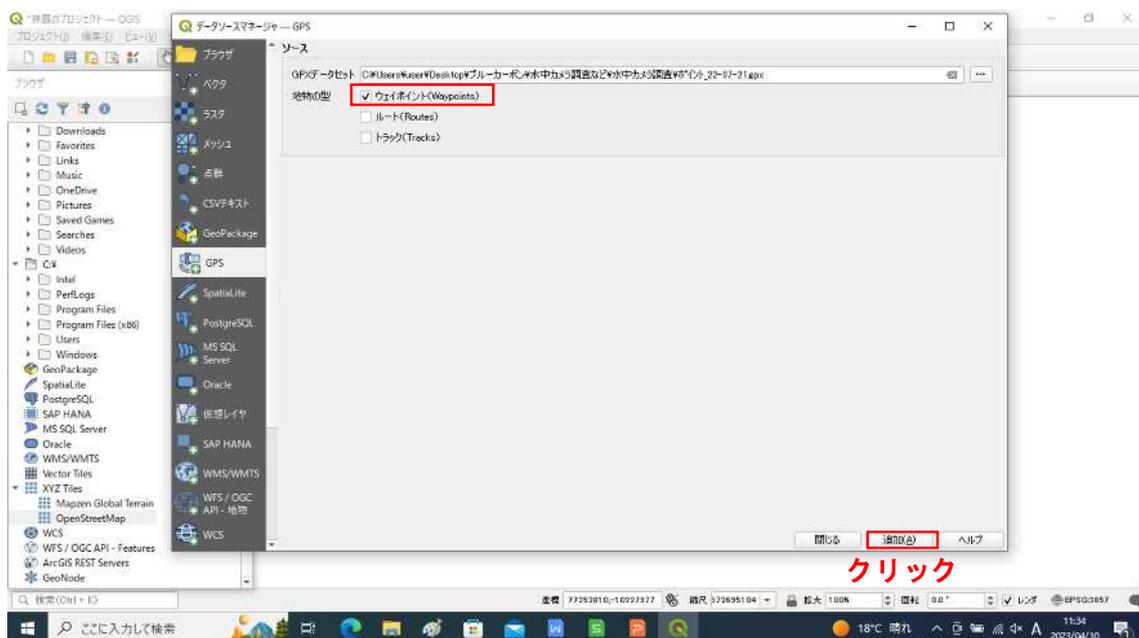
②「GPS」を選択し、右上「…」をクリックする。



③GPS ファイルを選択し、「開く」をクリックする。

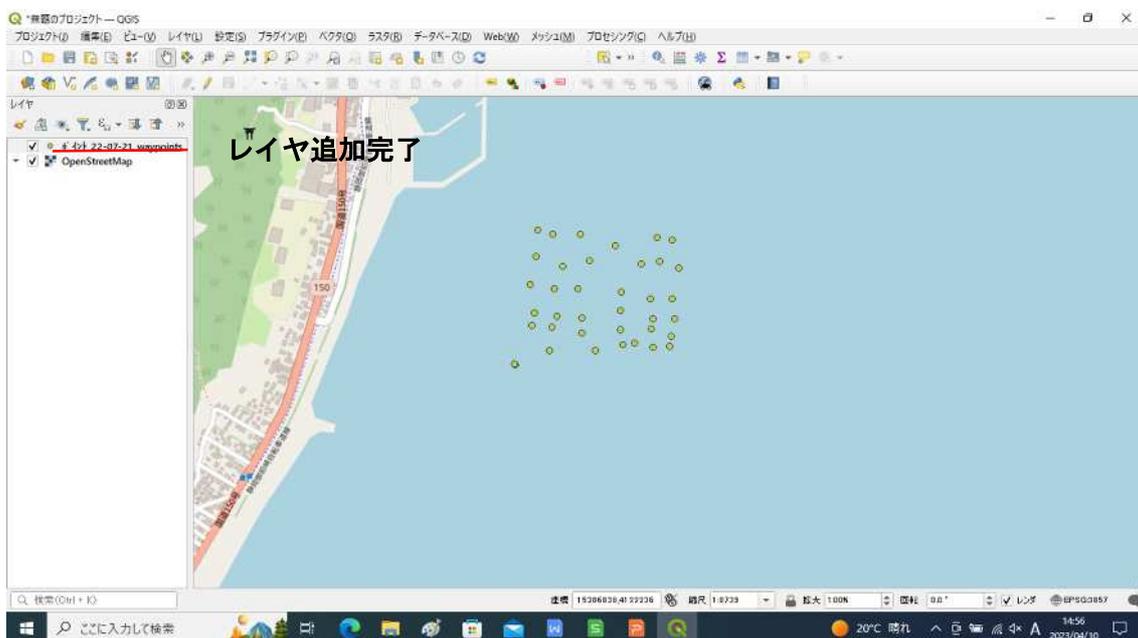
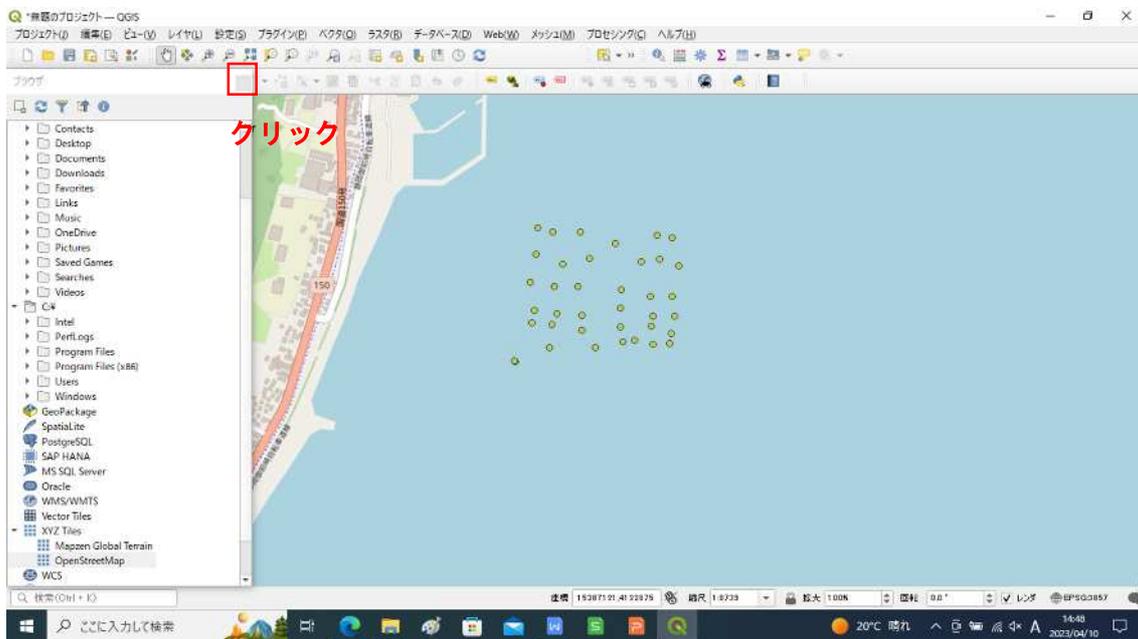


④ウェイポイントにチェックを入れ、「追加」をクリックする。

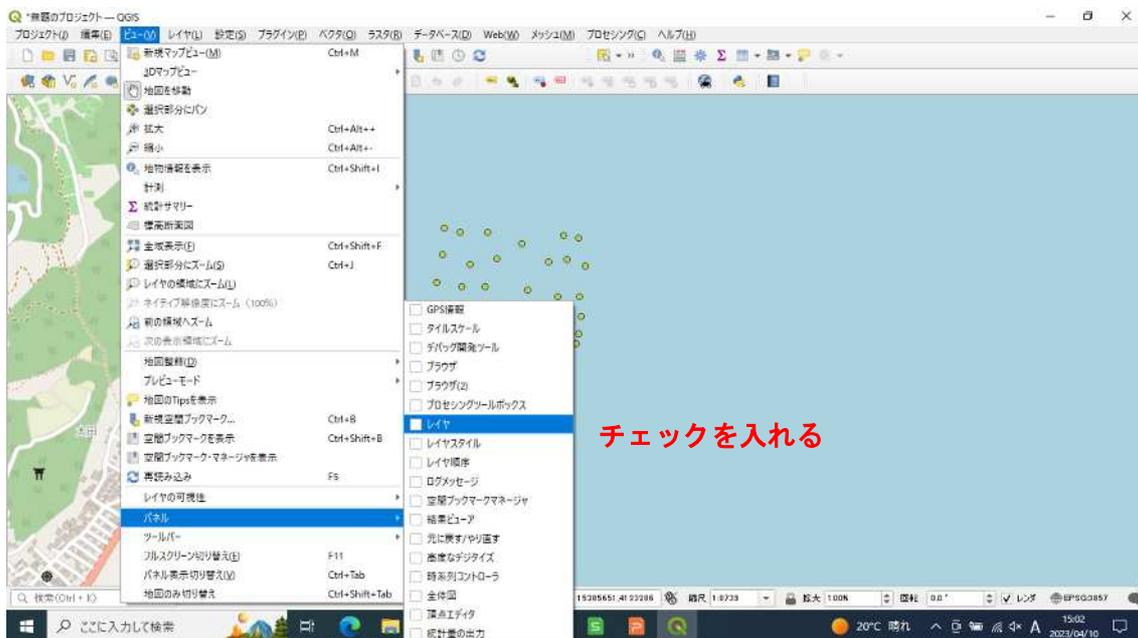


⑤追加した後は、「閉じる」をクリックし、データソースマネージャー画面を閉じる。

- ⑥地図に GPS ポイントが表示されていることを確認する。  
パネルのブラウザ画面を閉じると、レイヤ画面が表示される。  
(レイヤ画面が表示されない場合は、⑦へ)

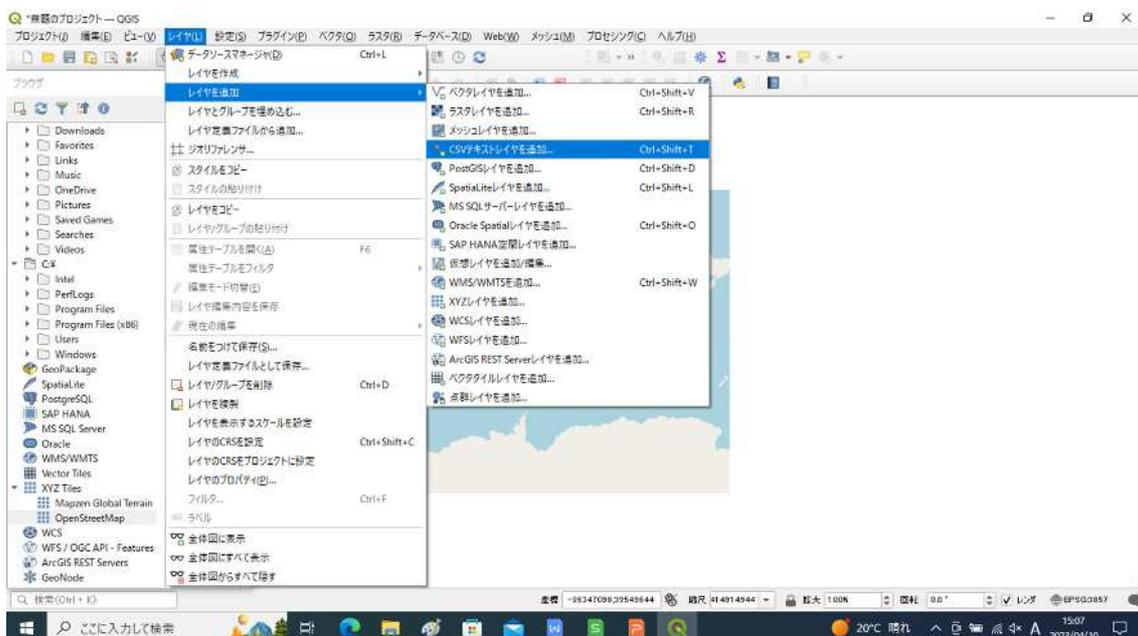


⑦メニューツールバーの「ビュー」⇒「パネル」⇒「レイヤ」にチェックを入れる。



## 2-2 CSV ファイルの場合

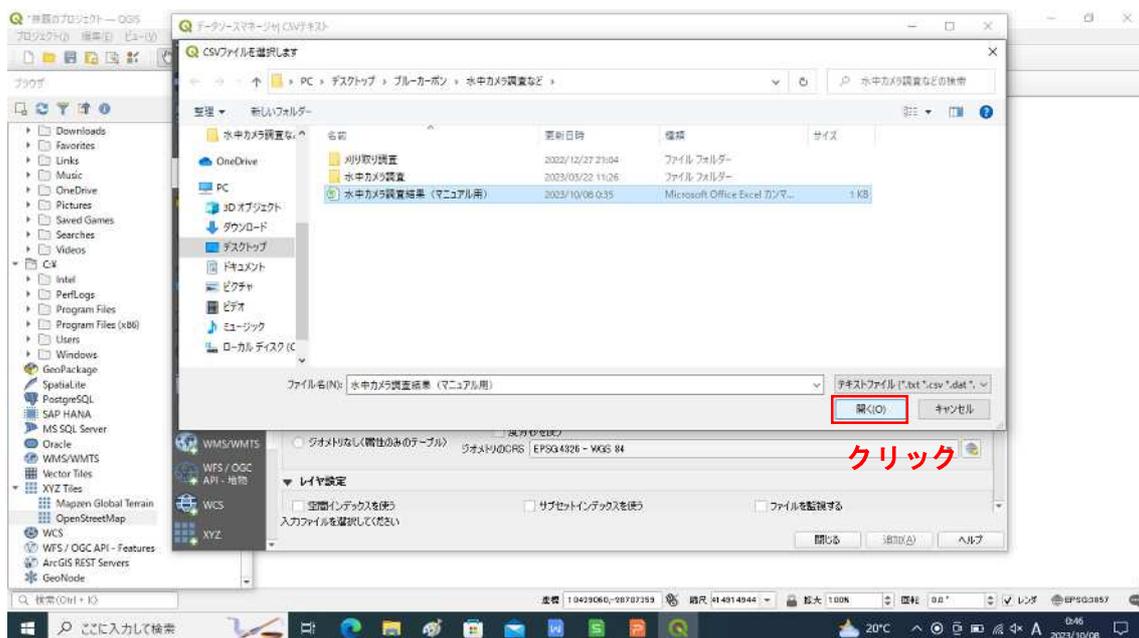
①メニューツールバーの「レイヤ」⇒「レイヤを追加」⇒「CSV テキストレイヤを追加」をクリックする。



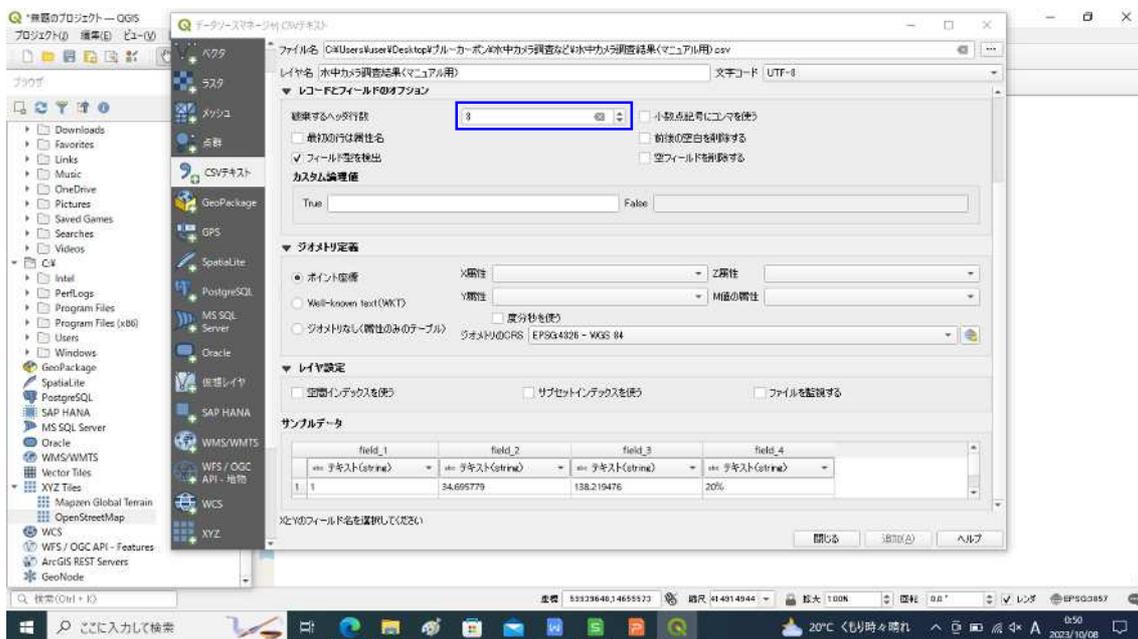
②右上「…」をクリックする。



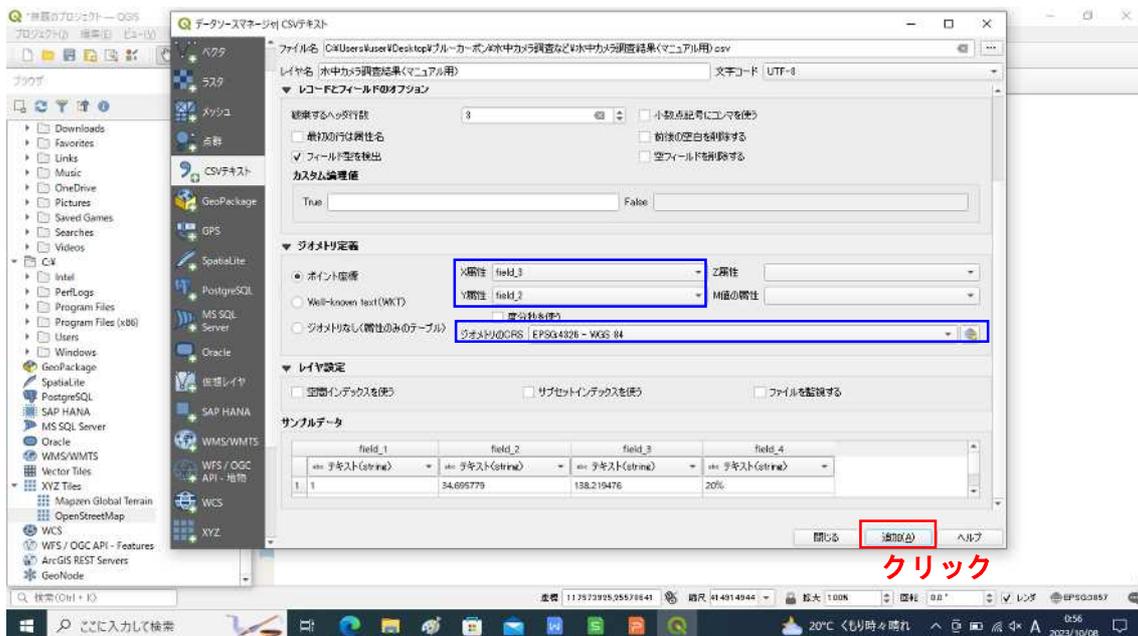
③CSV ファイルを選択し、「開く」をクリックする。



- ④破棄するヘッダ行数を下記のサンプルデータを確認して指定する。  
 (サンプルデータの1行目に緯度経度の数値がくるようにする。)



- ⑤下記のサンプルデータを参照し、X 属性には経度が表記されている列を、Y 属性には緯度が表記されている列を選択する。ジオメトリの CRS は使用している CRS を選択する。全ての選択が完了したら、「追加」をクリックする。



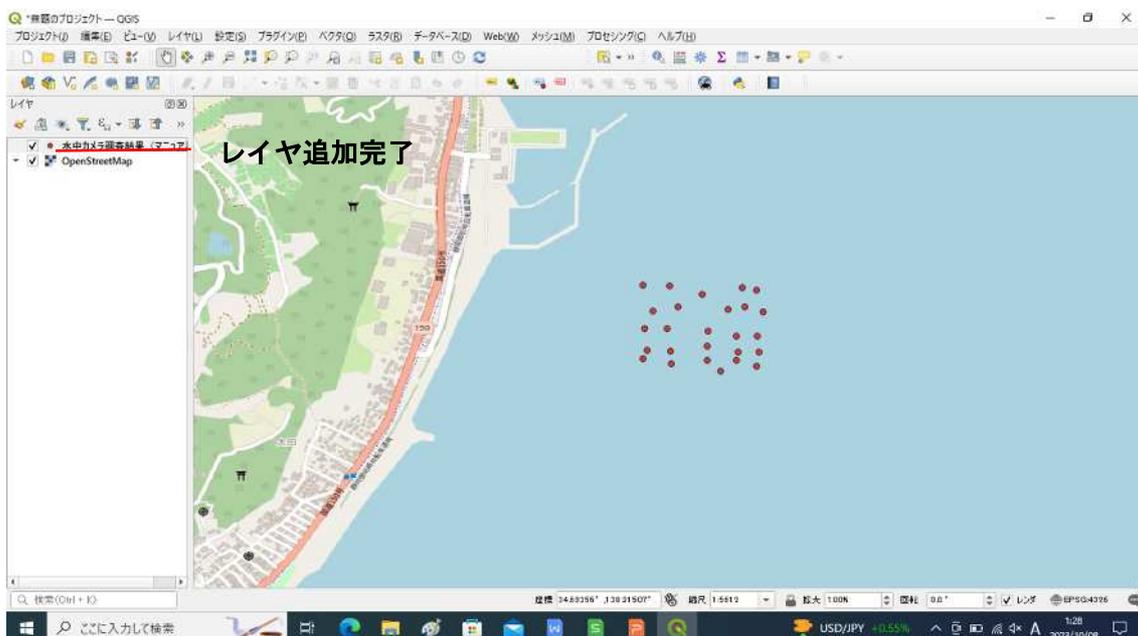
⑥ 「閉じる」をクリックし、データソースマネージャ | CSV テキスト画面を閉じる。



⑦ 地図に GPS ポイントが表示されていることを確認する。

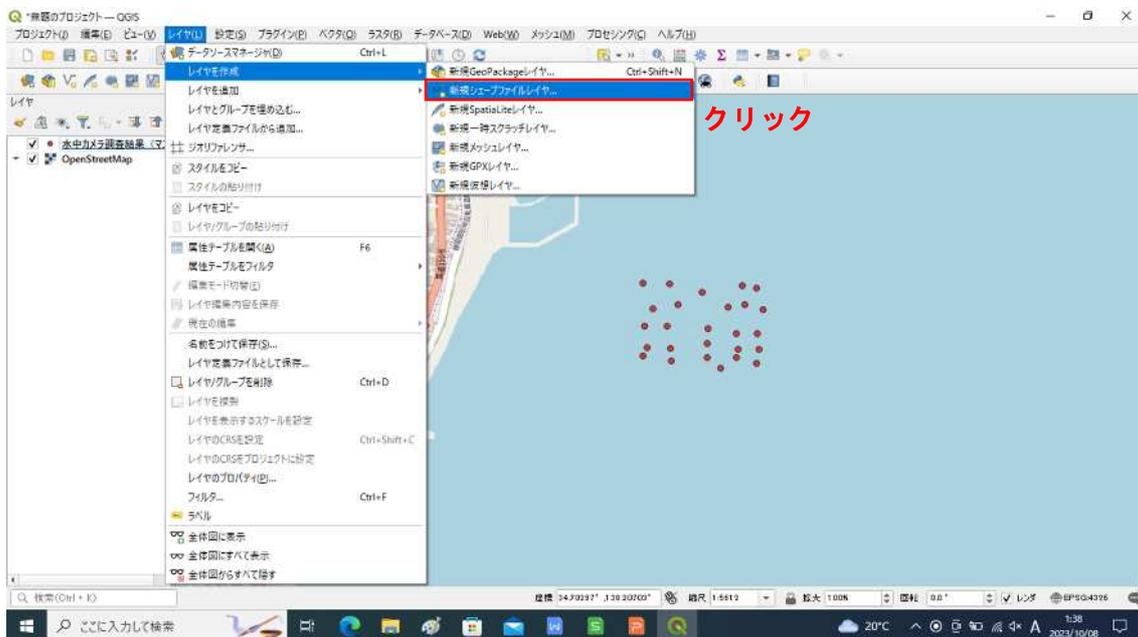
レイヤ画面でもレイヤが追加されたことを確認する。

(レイヤ画面が表示されない場合は、2-1 ⑦を参照)

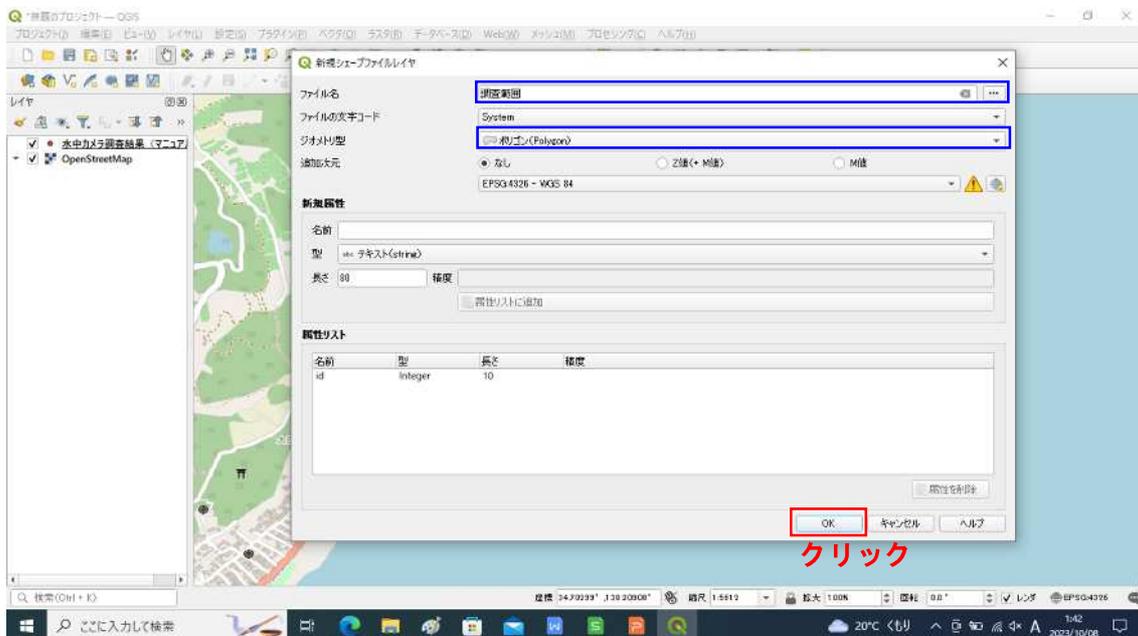


### 3. 調査範囲の作図

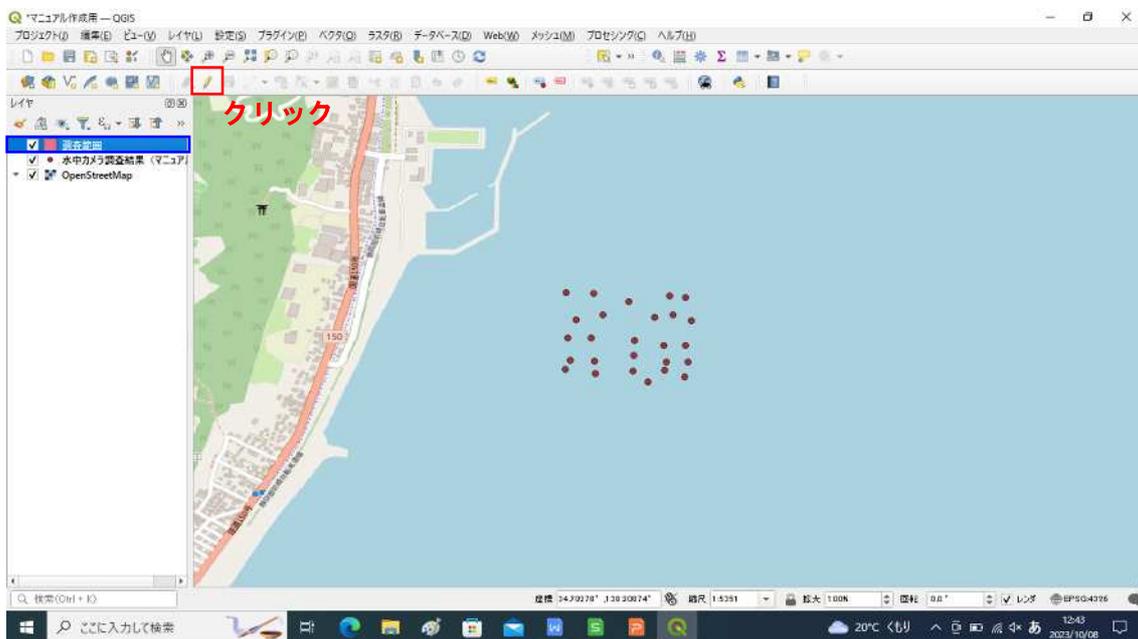
①メニューツールバーの「レイヤ」⇒「レイヤを作成」⇒「新規シェープファイルレイヤ」をクリックする。



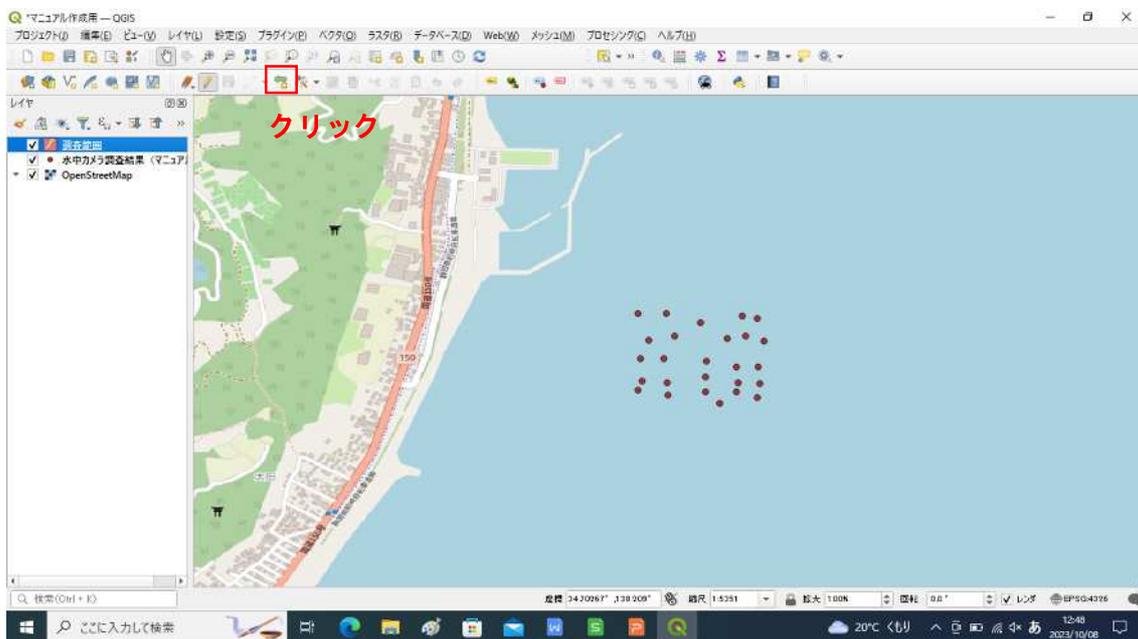
②ファイル名を「(例) 調査範囲」と入力し、ジオメトリ型は「ポリゴン」を選択し、「OK」をクリックする。



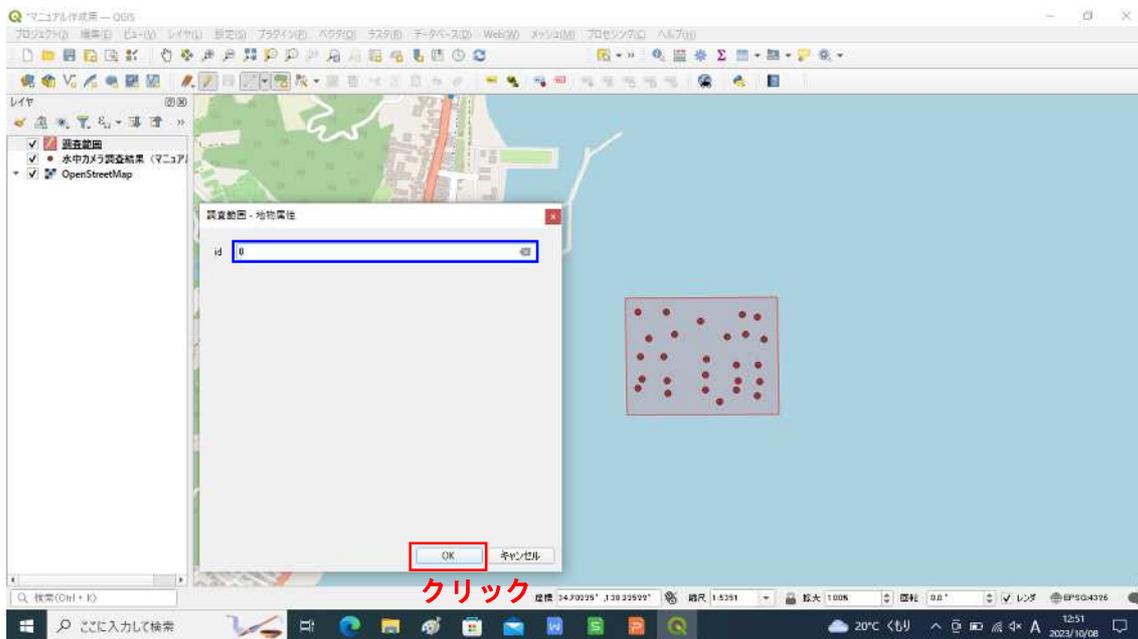
③レイヤ画面の「(例) 調査範囲」を選択し、「編集モード切り替え」ボタンをクリックする。



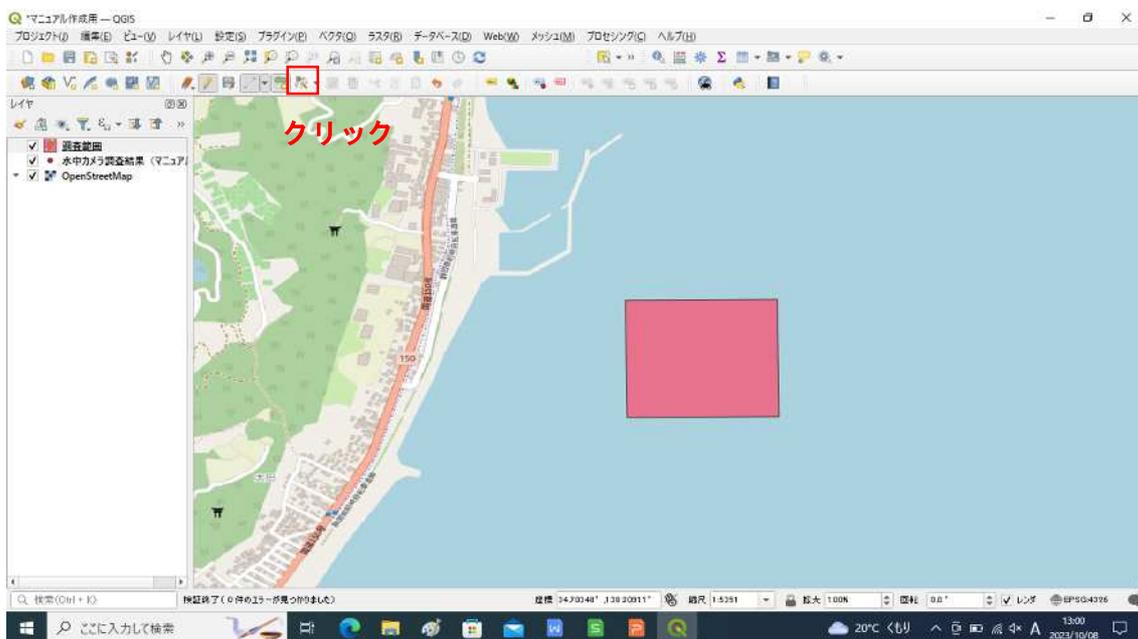
④「ポリゴン地物を追加」ボタンをクリックする。



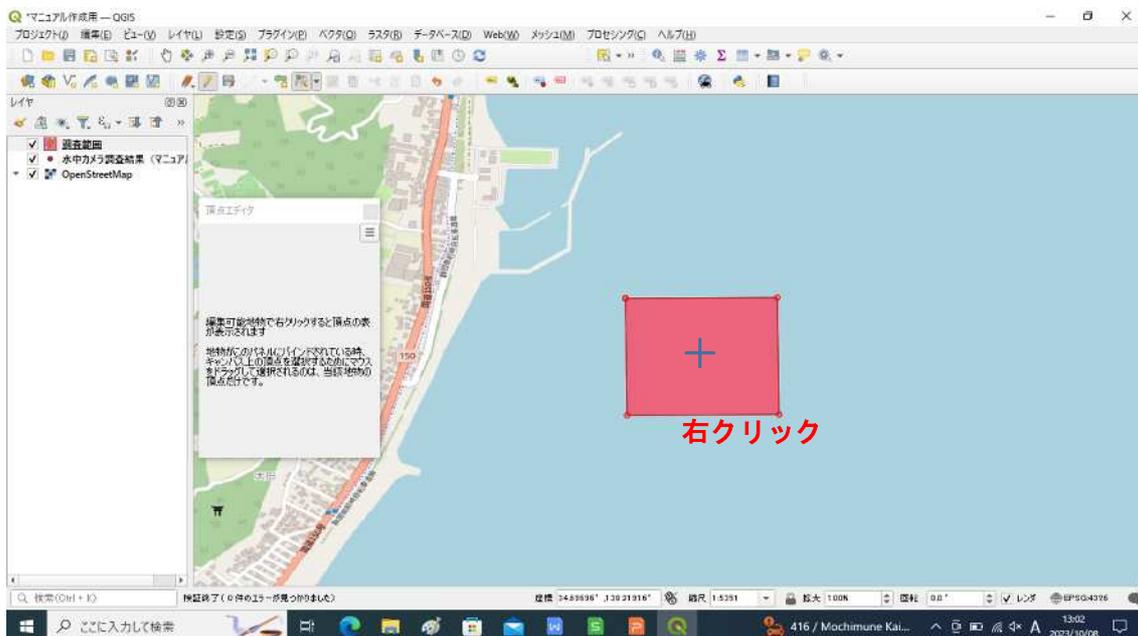
- ⑤地図上で調査範囲のポリゴンを描く。各頂点を左クリックで決定し、作図が完了したら、右クリックする。右クリックすると、「(例) 調査範囲」 - 地物属性 画面が出るので、idを数値で入力し、「OK」をクリックする。



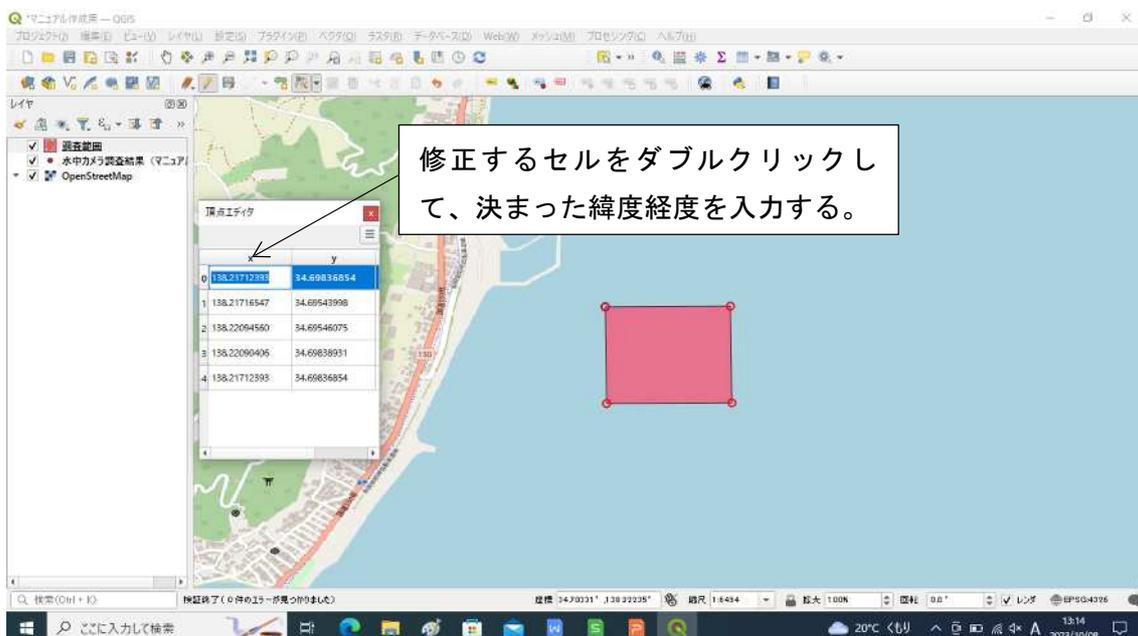
- ⑥「頂点ツール」ボタンをクリックする。



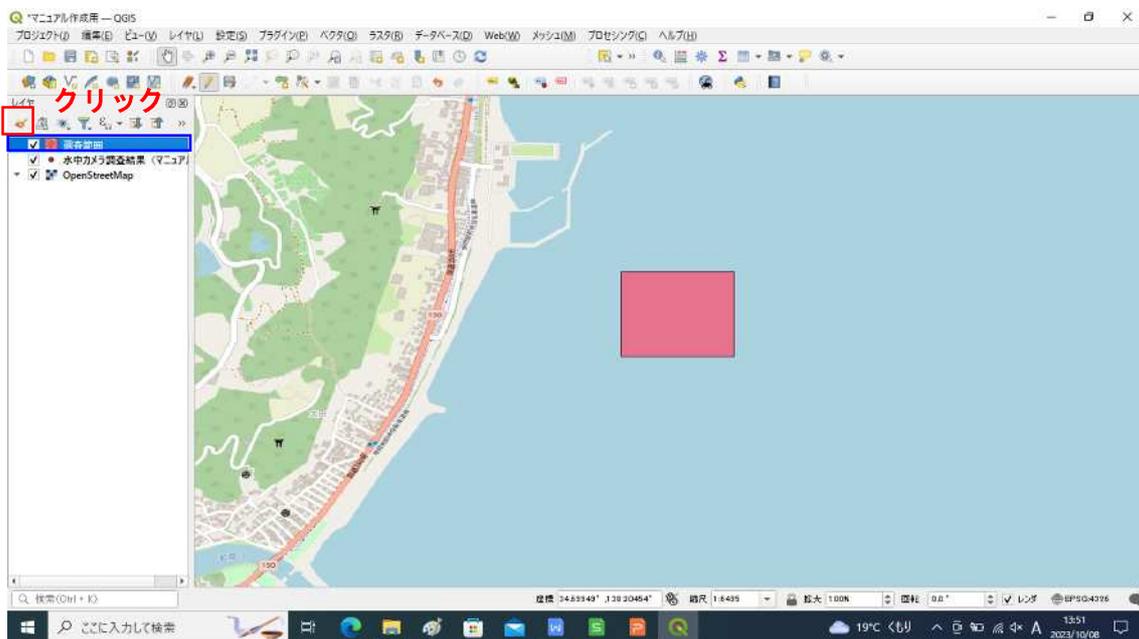
⑦カーソルを頂点を編集する図形の中に持っていき、右クリックする。



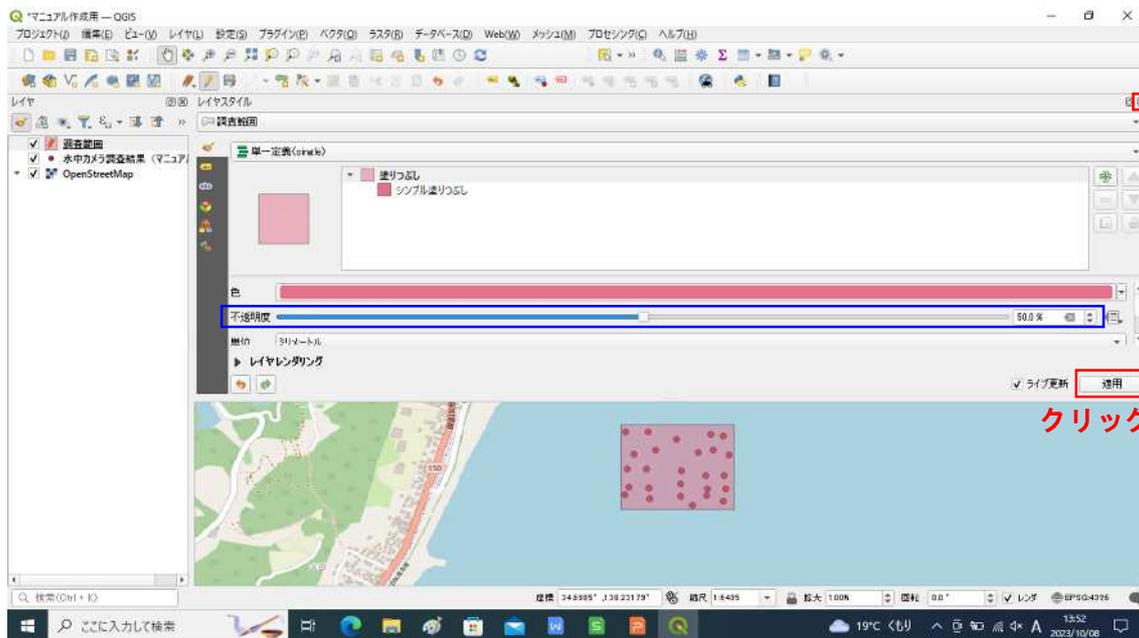
⑧頂点エディタ画面に各頂点の緯度経度情報が表示される。決まった緯度経度情報により調査範囲を指定する場合は、修正するセルをダブルクリックして、決まった緯度経度を入力する。入力後、頂点エディタ画面を閉じる。



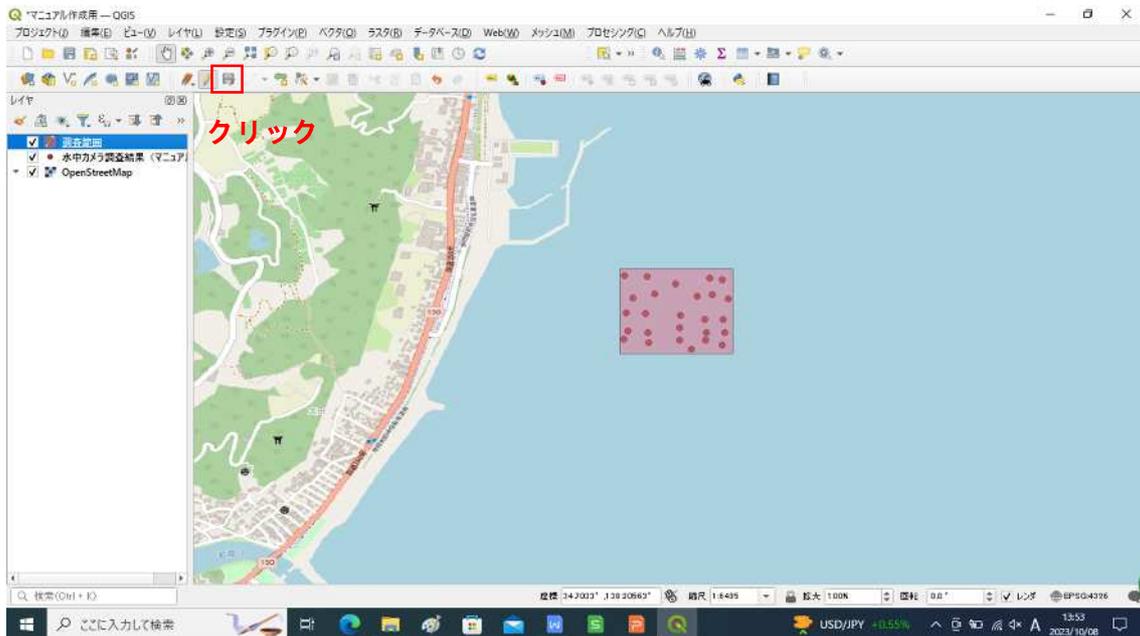
⑨レイヤ画面の「(例) 調査範囲」を選択し、「レイヤのスタイルパネル」ボタンをクリックする。



⑩調査範囲のポリゴンの色の透明度を下げることで、ポリゴン内の GPS ポイントのマーカが見えるようにする。透明度を選択した上で、「適用」をクリックし、レイヤスタイル画面を閉じる。



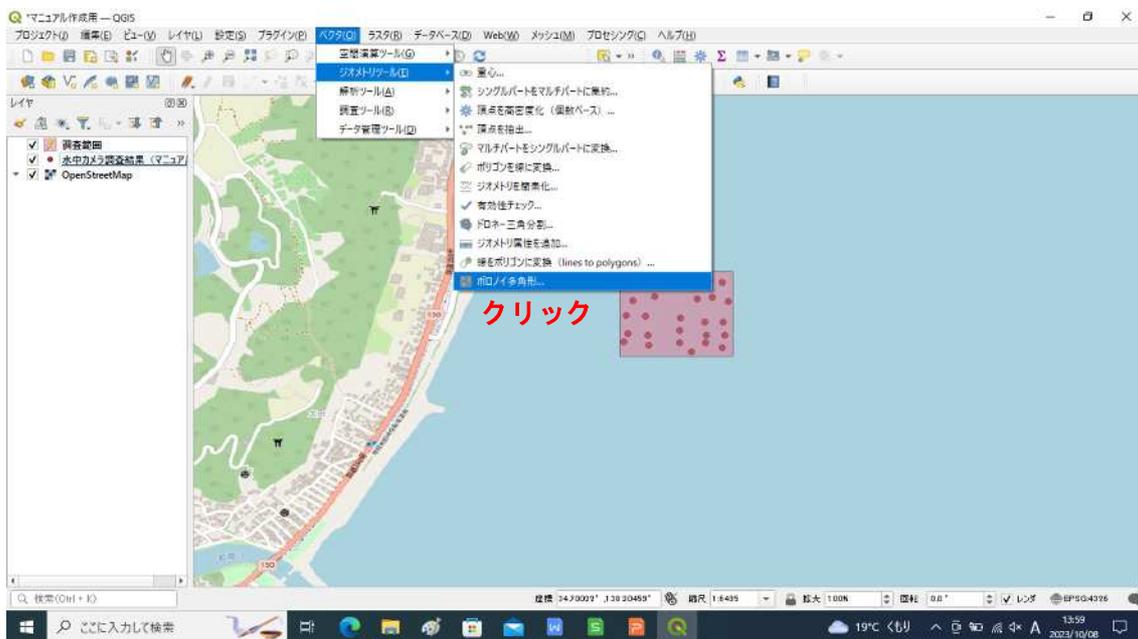
⑪ 「レイヤ編集内容を保存」ボタンをクリックする。



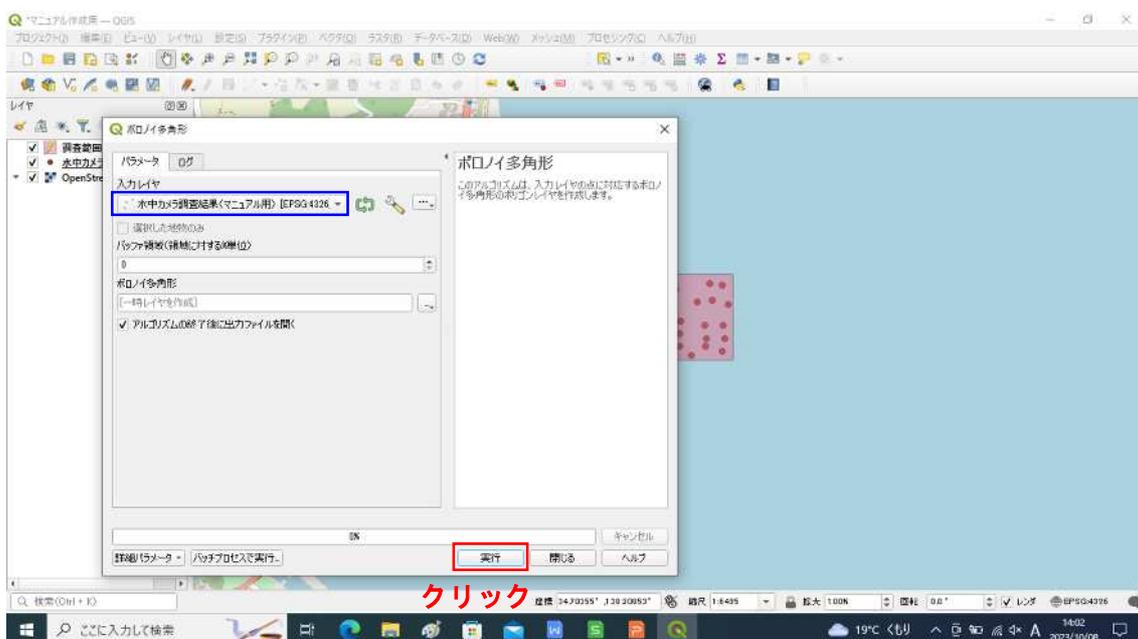
#### 4. ボロノイ多角形による分割及び藻場分布図の作成

##### 4-1 ボロノイ多角形による分割

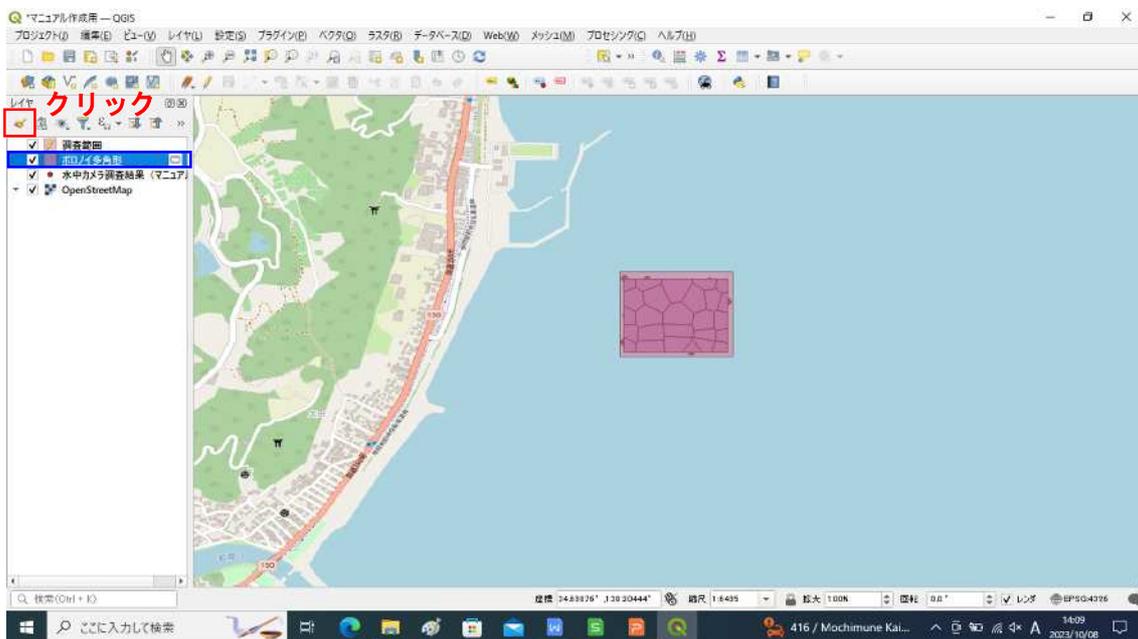
①メニューツールバーの「ベクタ」⇒「ジオメトリツール」⇒「ボロノイ多角形」をクリックする。



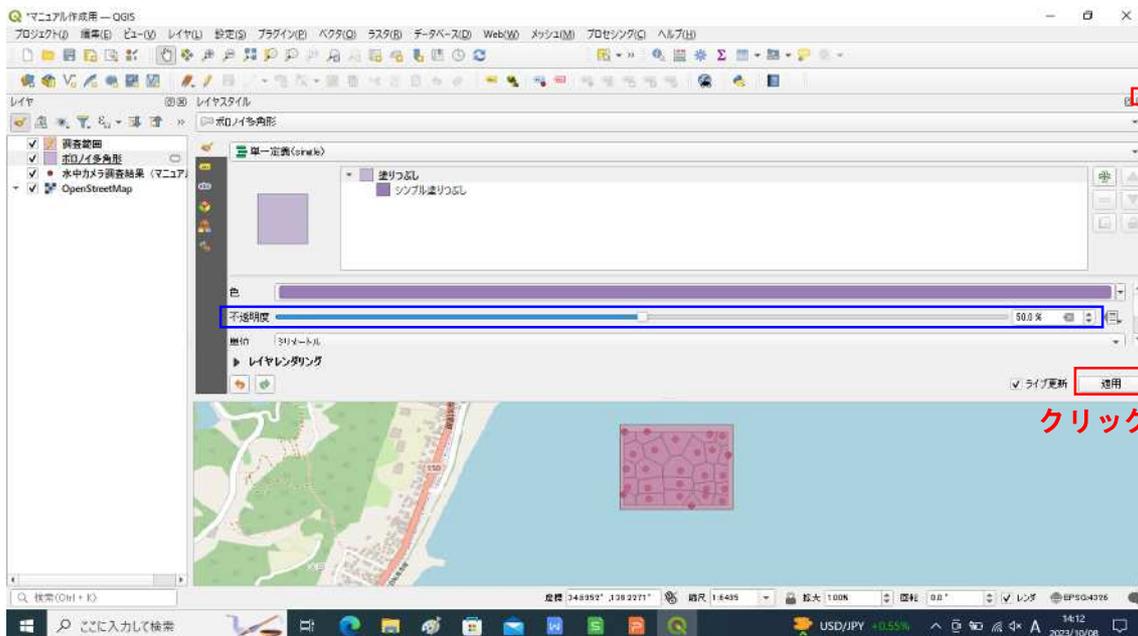
②入力レイヤとして地図上に落とし込んだ GPS ポイントのレイヤを選択し、「実行」をクリックし、ボロノイ多角形画面を閉じる。



- ③レイヤ画面の「ボロノイ多角形」を選択し、「レイヤのスタイルパネル」ボタンをクリックする。

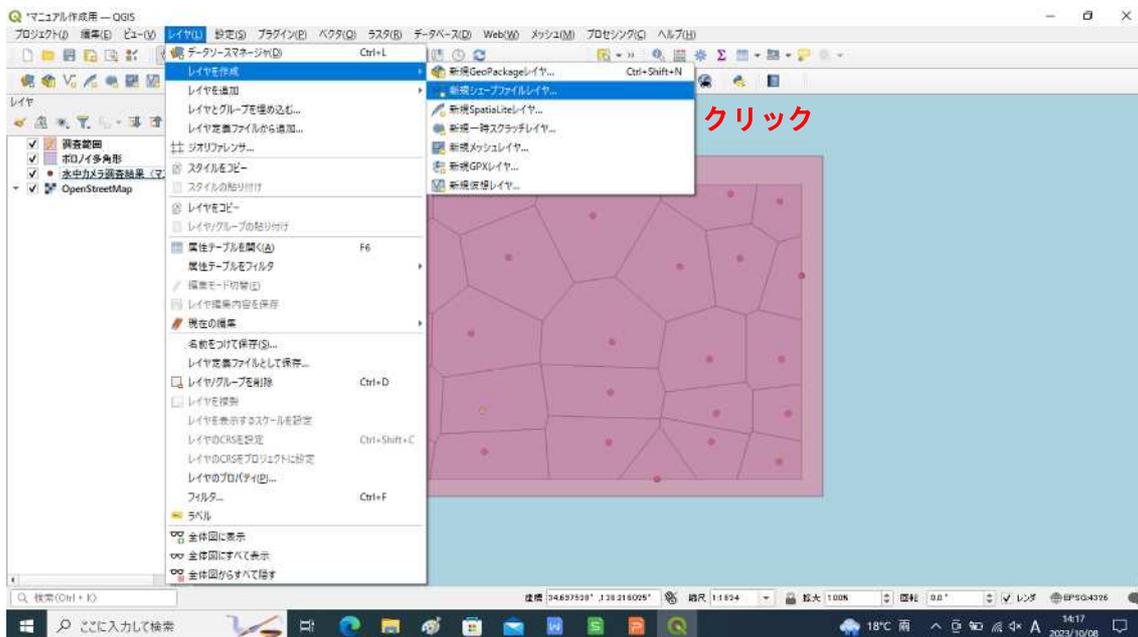


- ④ボロノイ多角形の色を透明度を下げることで、GPSポイントのマーカが見えるようにする。透明度を選択した上で、「適用」をクリックし、レイヤスタイル画面を閉じる。

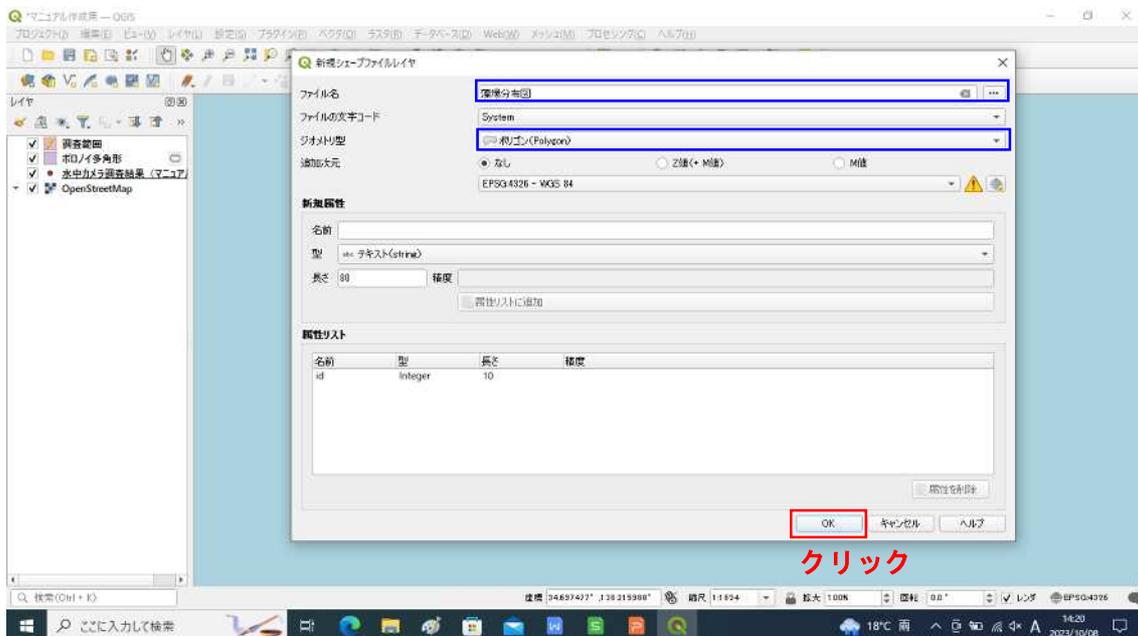


## 4-2 藻場分布図の作成

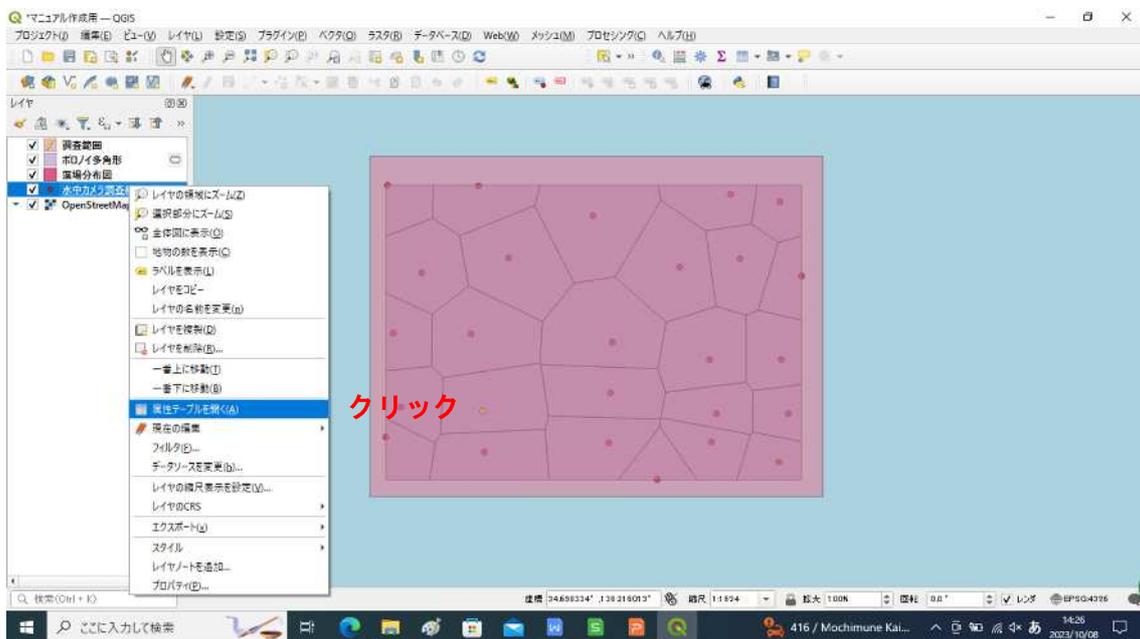
①メニューツールバーの「レイヤ」⇒「レイヤを作成」⇒「新規シェープファイルレイヤ」をクリックする。



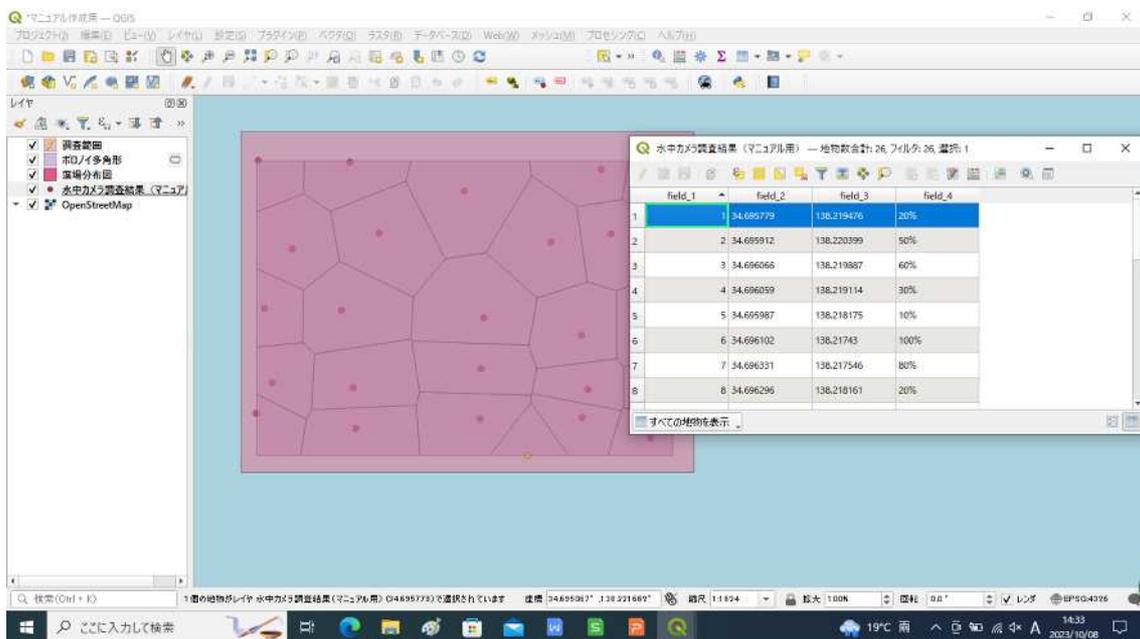
②ファイル名を「(例) 藻場分布図」と入力し、ジオメトリ型は「ポリゴン」を選択し、「OK」をクリックする。



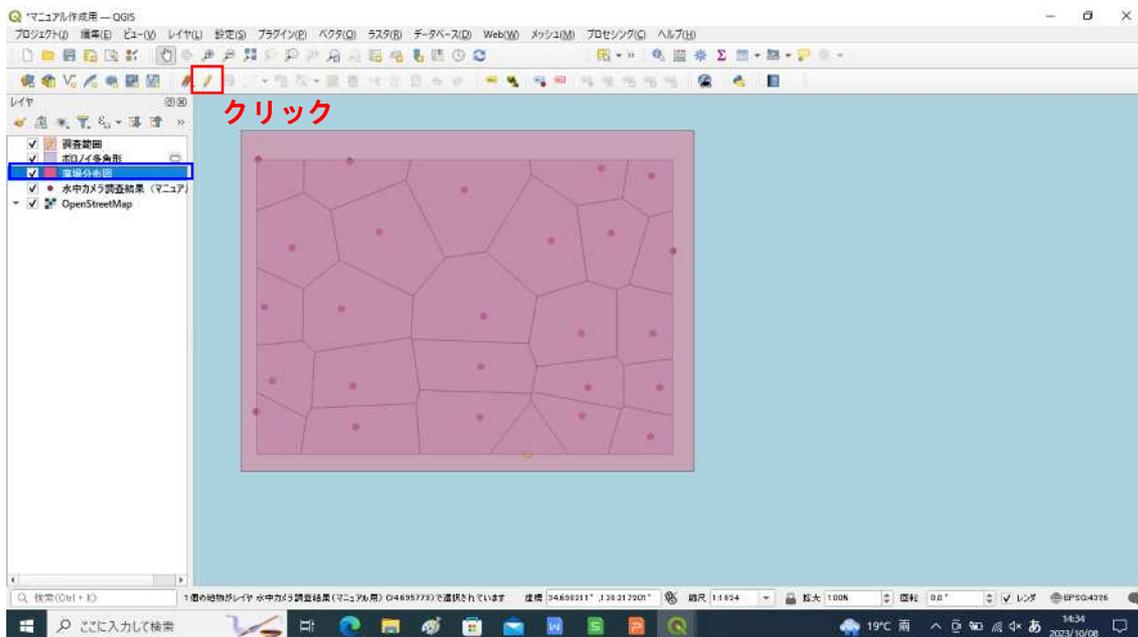
- ③レイヤ画面の地図上に落とし込んだ GPS ポイントのレイヤを選択し、右クリック、「属性テーブルを開く」をクリックする。



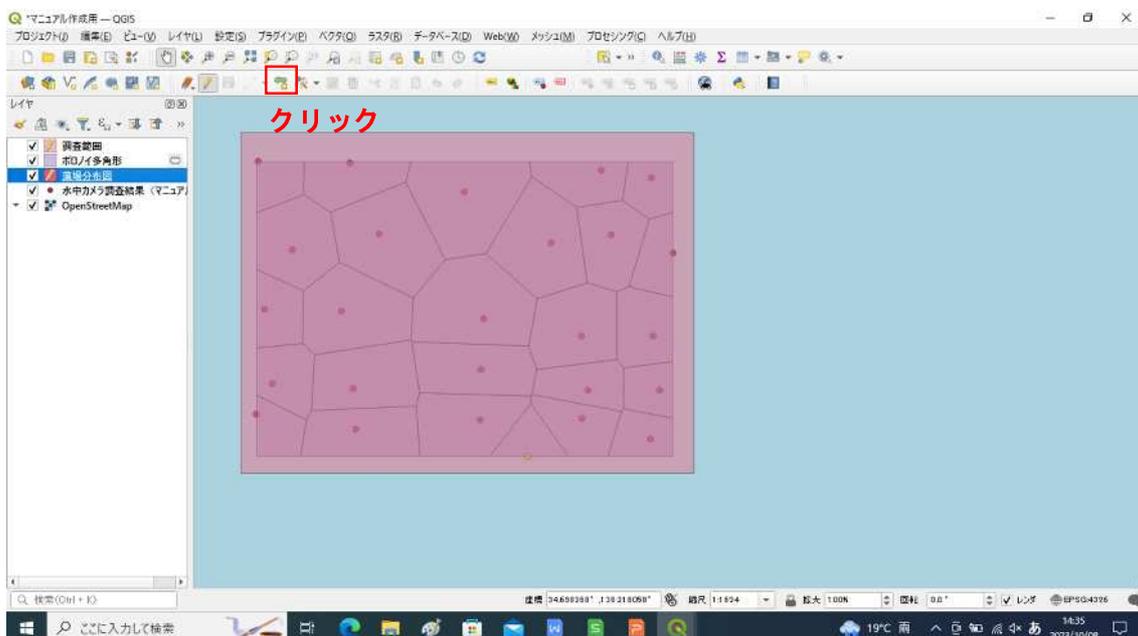
- ④属性テーブルが表示される。



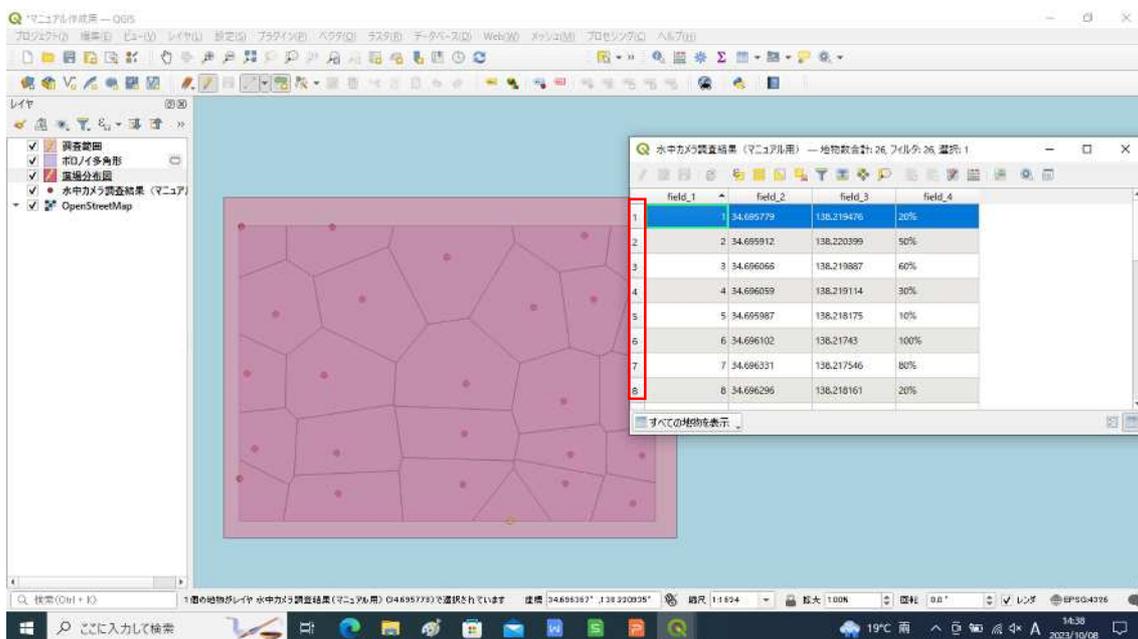
- ⑤レイヤ画面の「(例) 藻場分布図」を選択し、「編集モード切り替え」ボタンをクリックする。調査範囲のポリゴンの色同様に「レイヤのスタイルパネル」ボタンから透明度を下げた方が作業はしやすくなる。



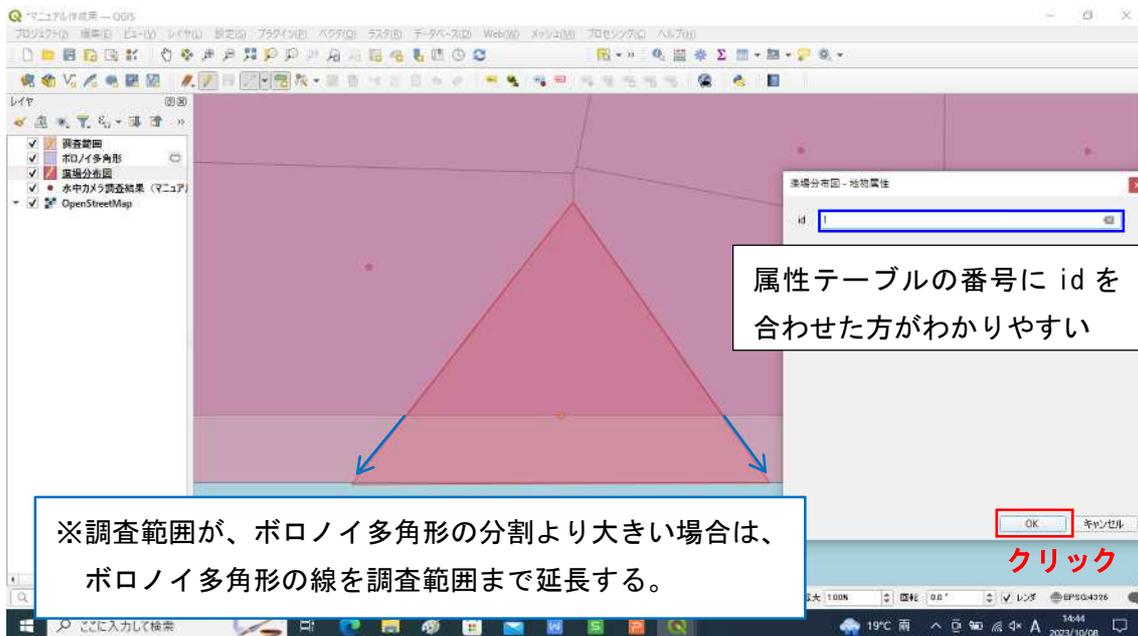
- ⑥「ポリゴン地物を追加」ボタンをクリックする。



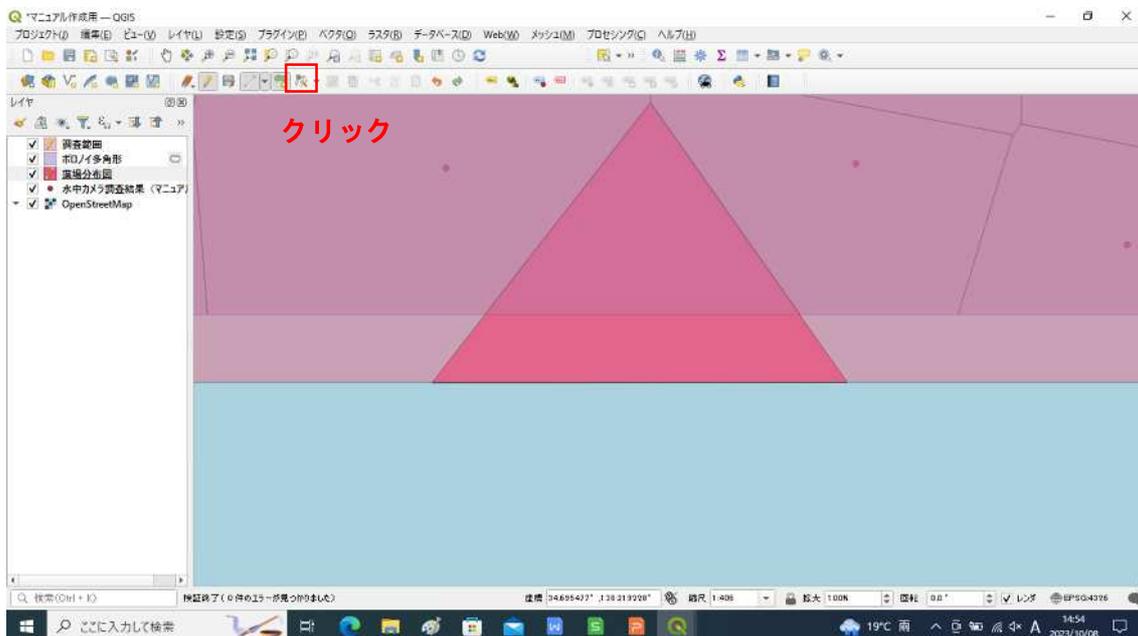
- ⑦属性テーブルの左にある番号をクリックすると、該当する地図上の地点マーカーの色が変わる。そのため、属性テーブルを確認しながら、上から順番にこれからの作業を行っていく。



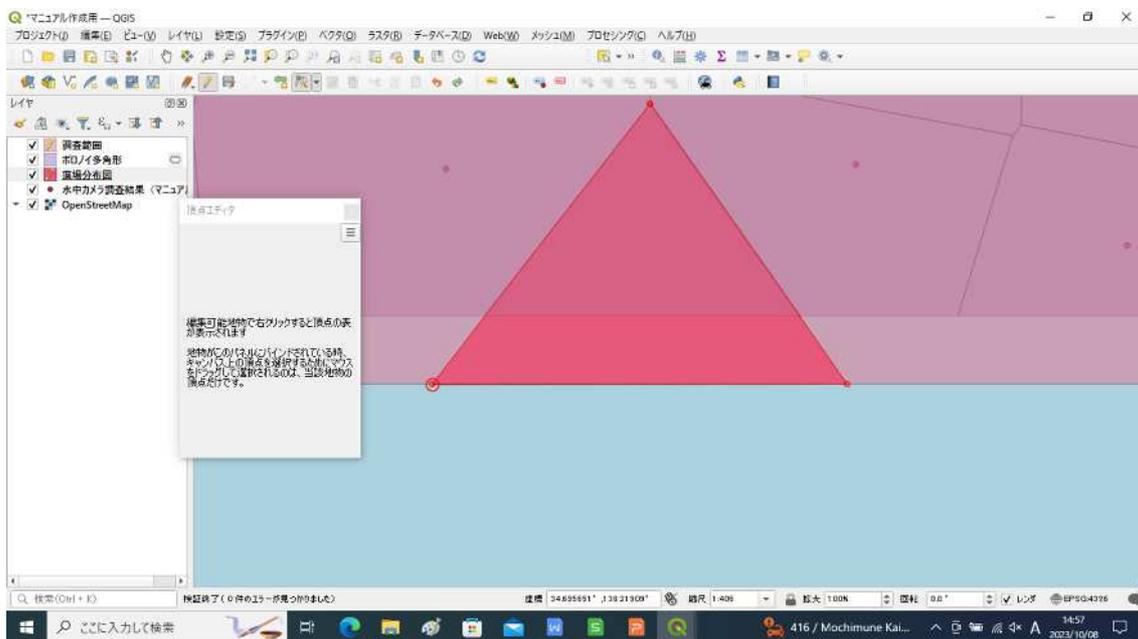
- ⑧地図上でボロノイ多角形による分割に基づいて、各地点ごとのポリゴンを作図する。各頂点を左クリックで決定し、作図が完了したら、右クリックする。右クリックすると、「(例) 藻場分布図」 - 地物属性 画面が出るので、id を数値で入力し、「OK」をクリックする。



⑨頂点の位置を微調整する場合は、「頂点ツール」ボタンをクリックする。

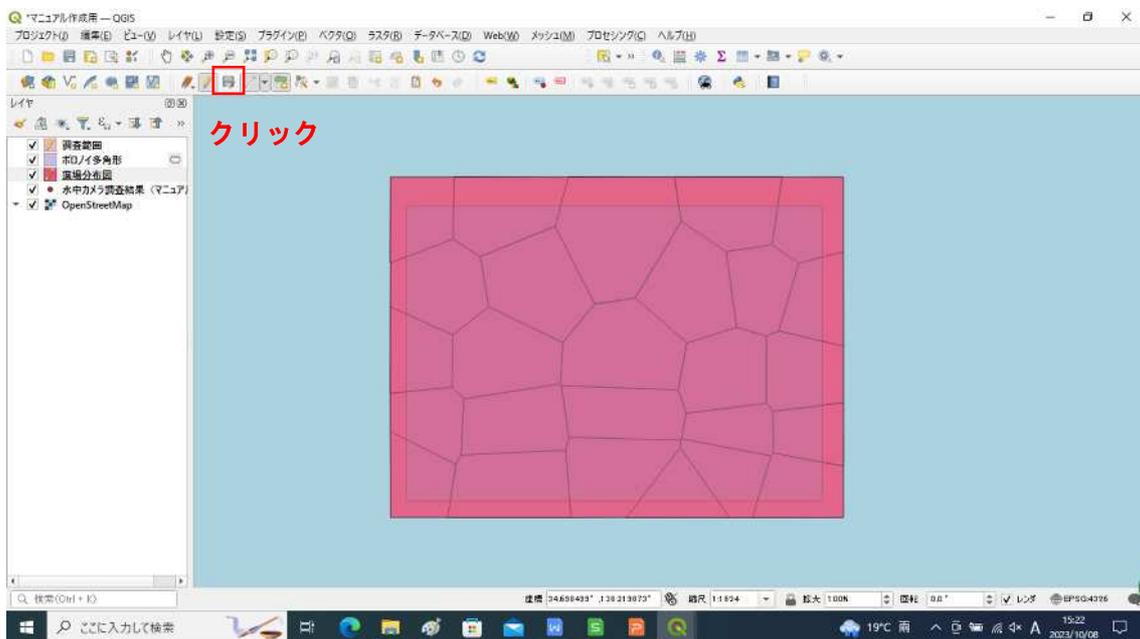


⑩移動する頂点をクリックし選択し、適当な位置に移動できたらもう一回クリックする。

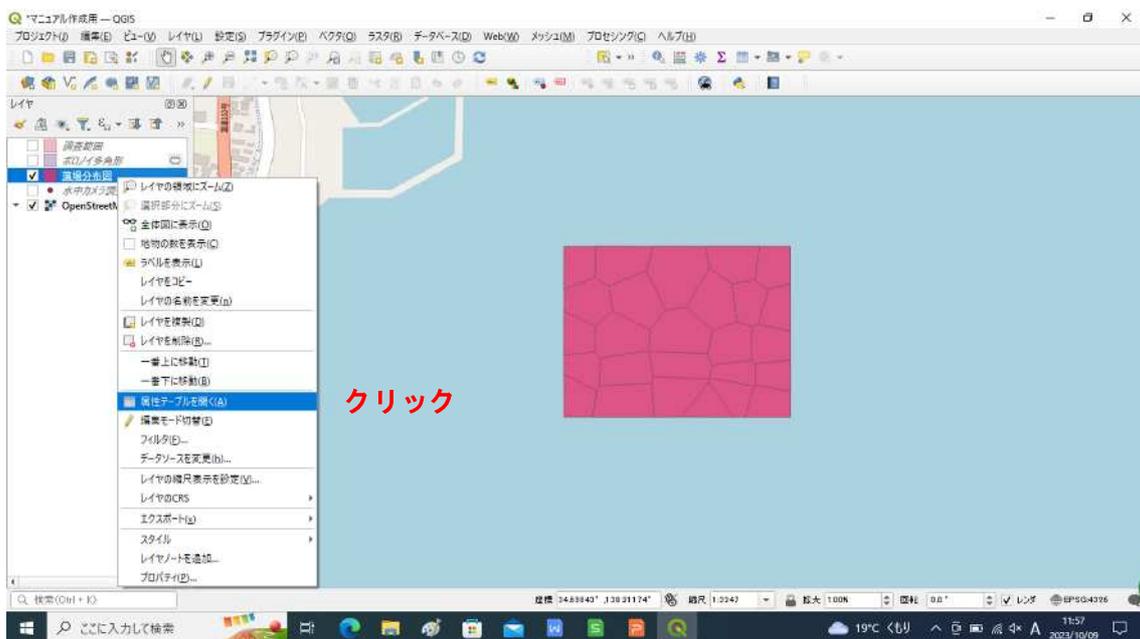


⑪属性テーブルの番号順に上述の⑧⑨⑩の作業を繰り返し行い、各地点ごとのポリゴンを作図する。

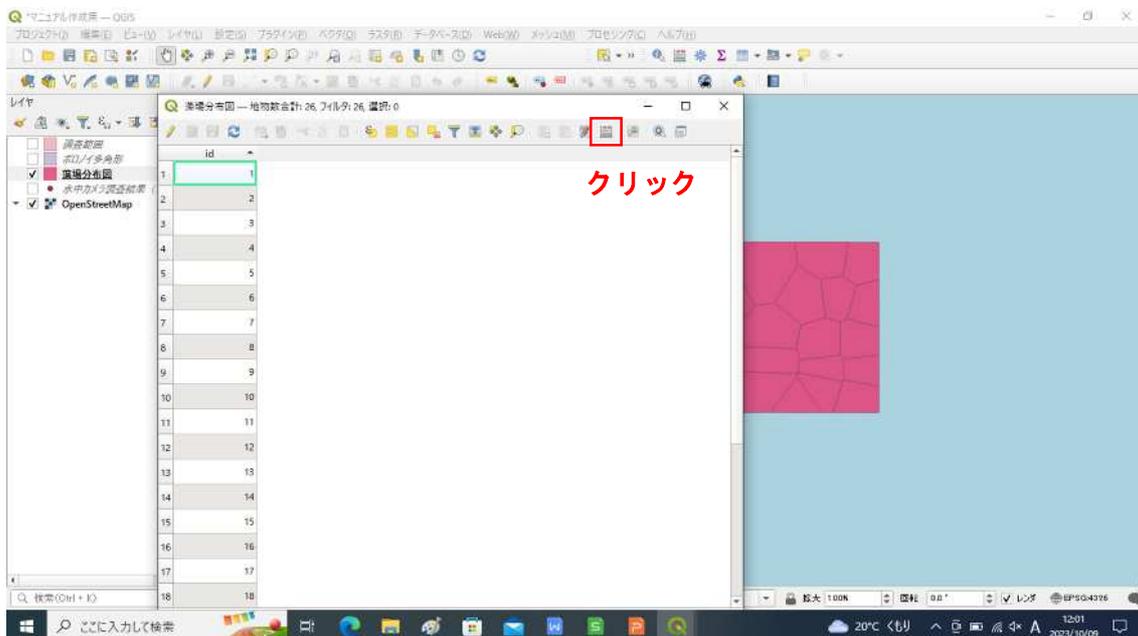
⑫各地点ごとのポリゴンを作図が完了したら、「レイヤ編集内容を保存」ボタンをクリックする。



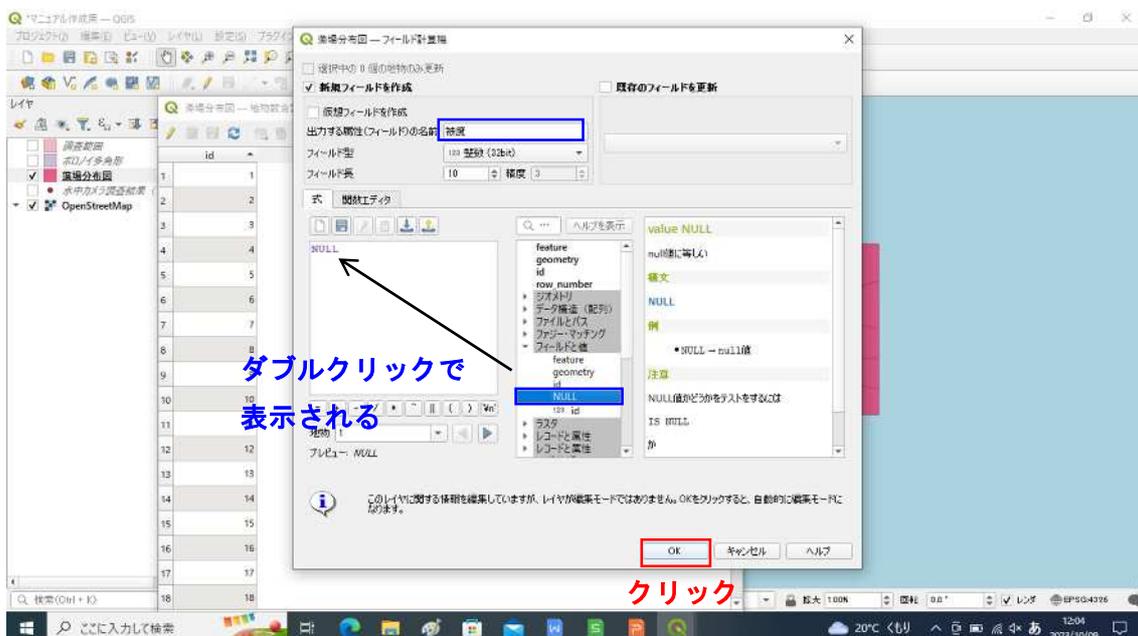
⑬レイヤ画面の各地点ごとのポリゴンを作成したレイヤ「(例) 藻場分布図」を選択し、右クリック、「属性テーブルを開く」をクリックする。



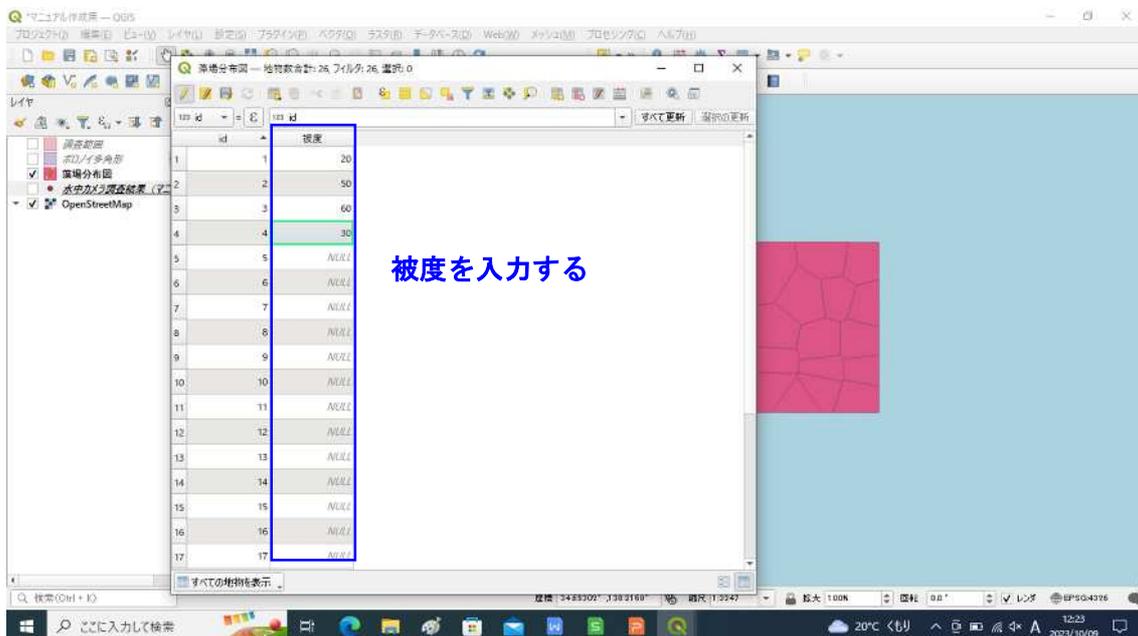
⑭ 「フィールド計算機」 ボタンをクリックする。



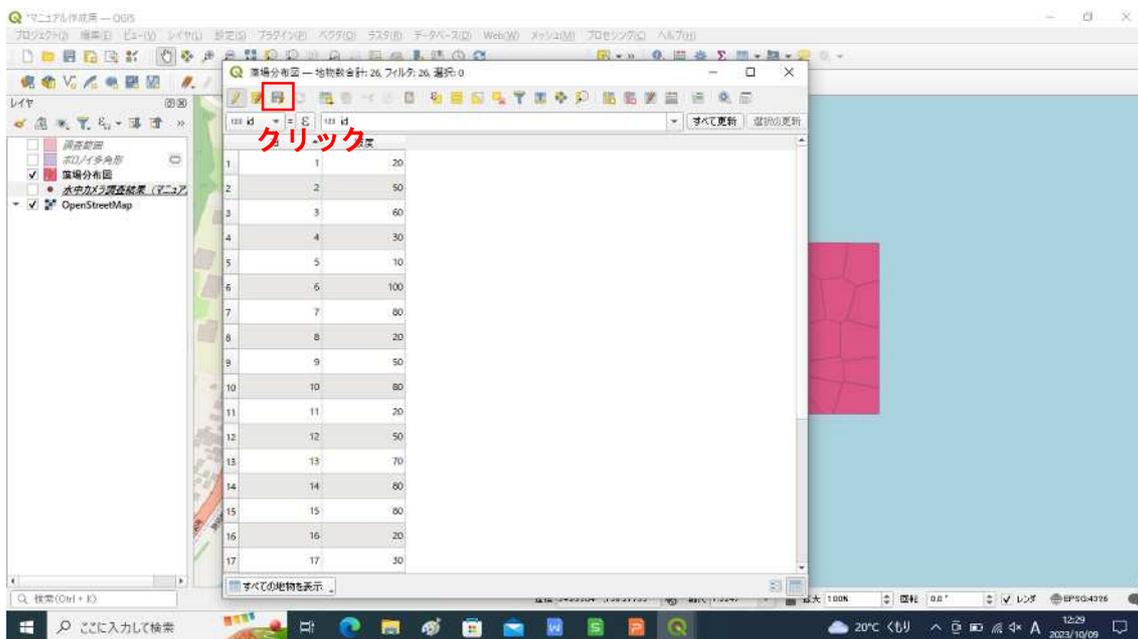
⑮ 出力する属性 (フィールド) の名前に「被度」と入力する。中央のリストの「フィールドと値」を開き、「NULL」をダブルクリックし、式を挿入する。その後、「OK」をクリックする。



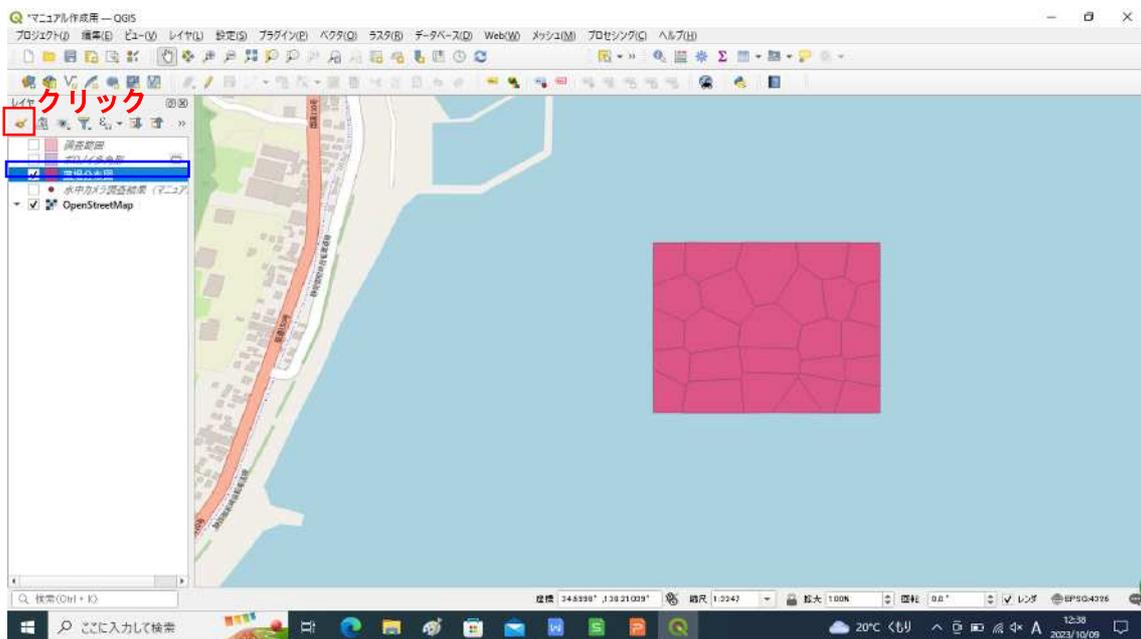
⑩被度のフィールドが表示されるので、ポイントごとの被度を入力する。



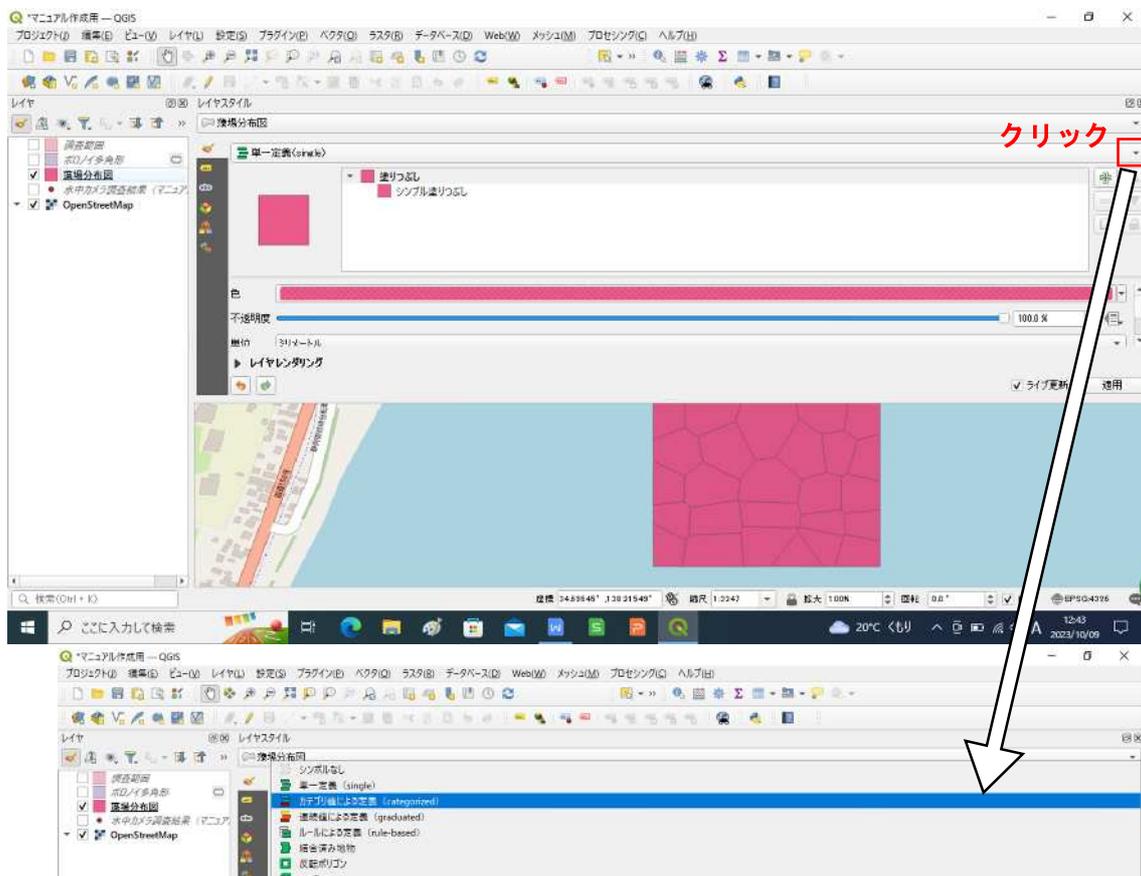
⑪被度の入力完了したら、「編集内容を保存」ボタンをクリックし、属性テーブルを閉じる。



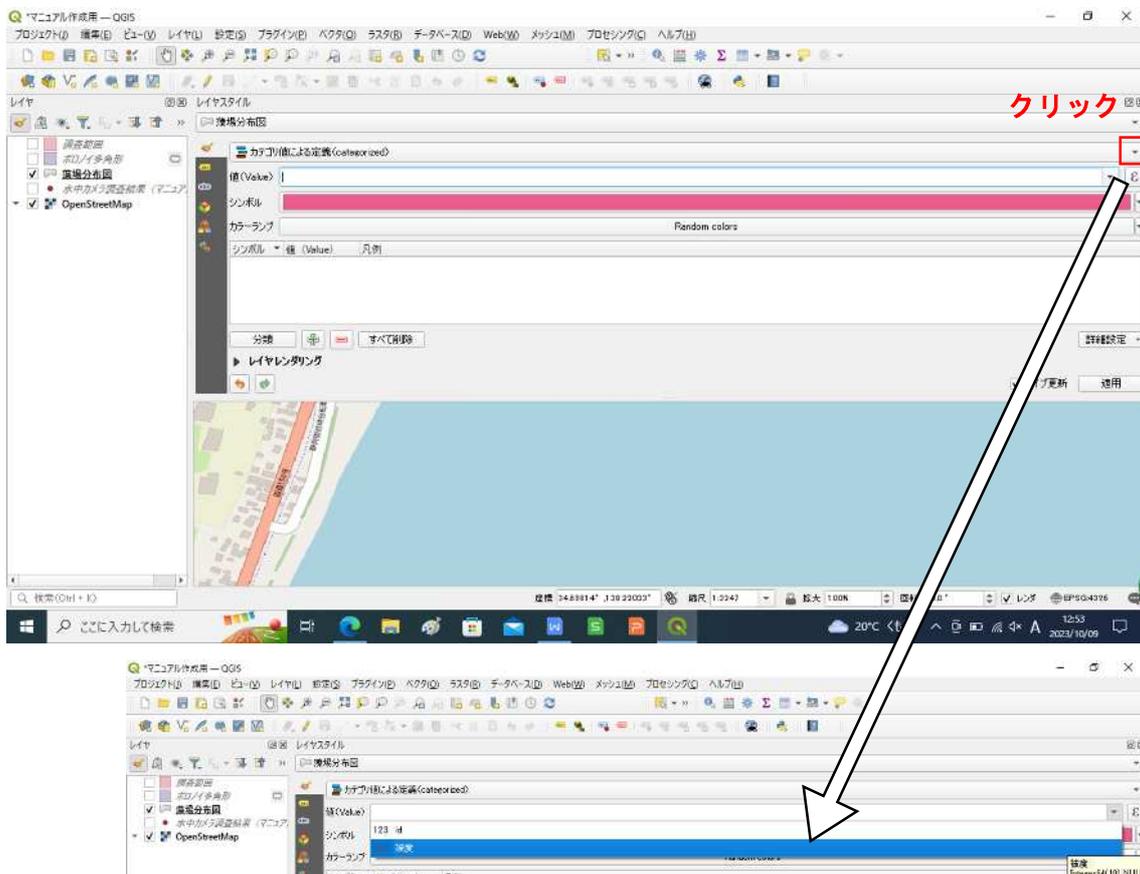
⑱ レイヤ画面の各地点ごとのポリゴンを作成したレイヤ「(例) 藻場分布図」を選択し、「レイヤのスタイルパネル」ボタンをクリックする。



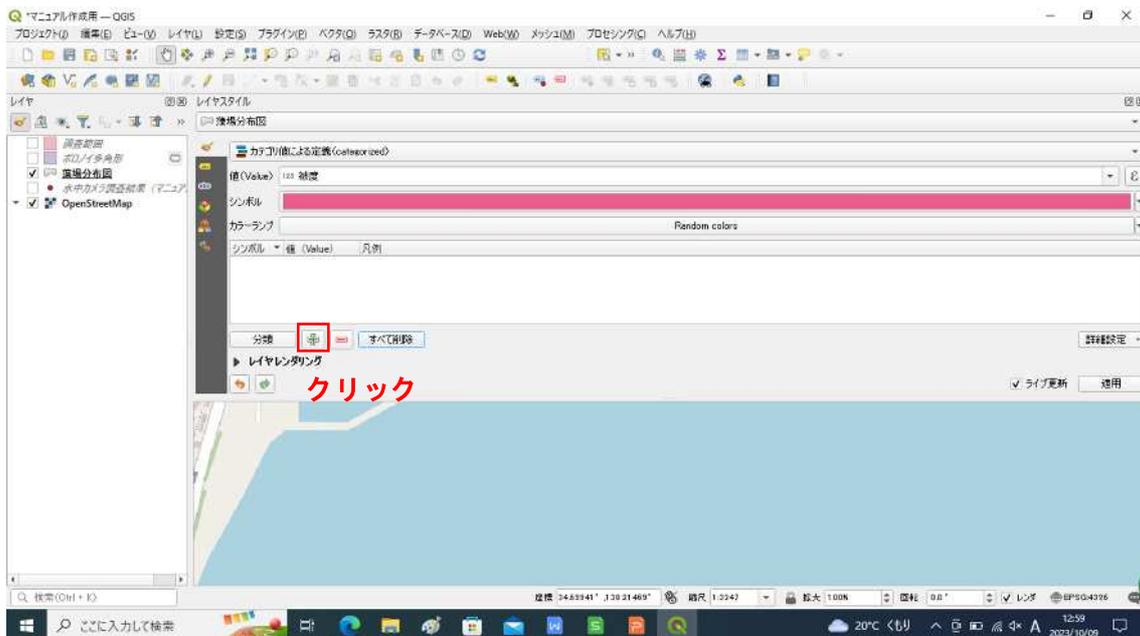
⑲ ドロップダウンをクリックし、リストから「カテゴリー値による定義」を選択する。



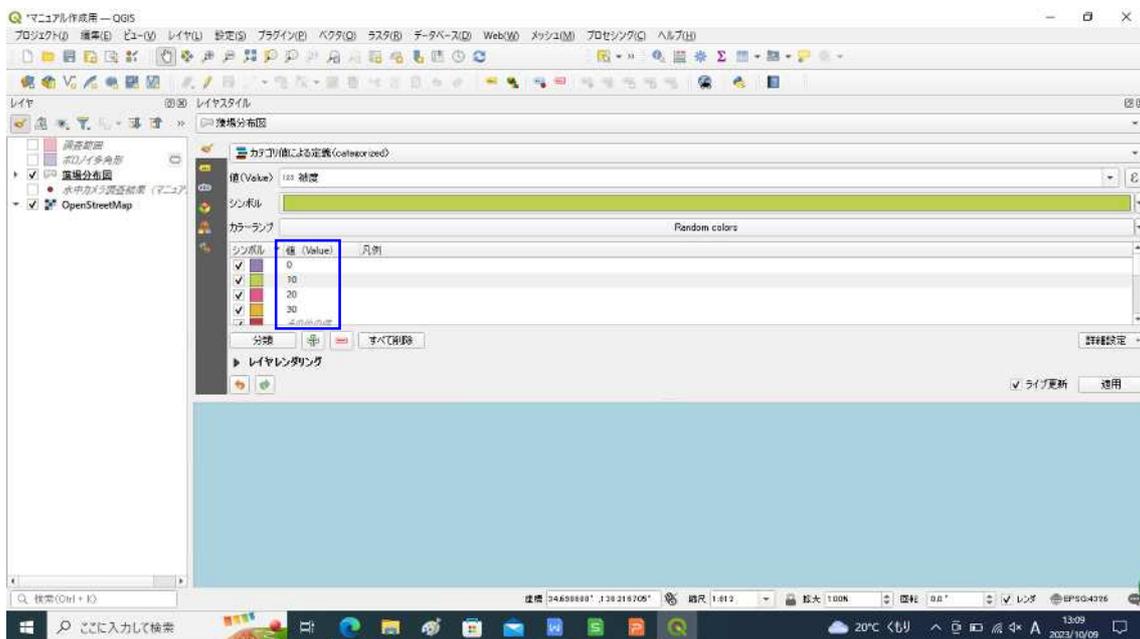
⑳値 (Value)のドロップダウンをクリックし、「被度」を選択する。



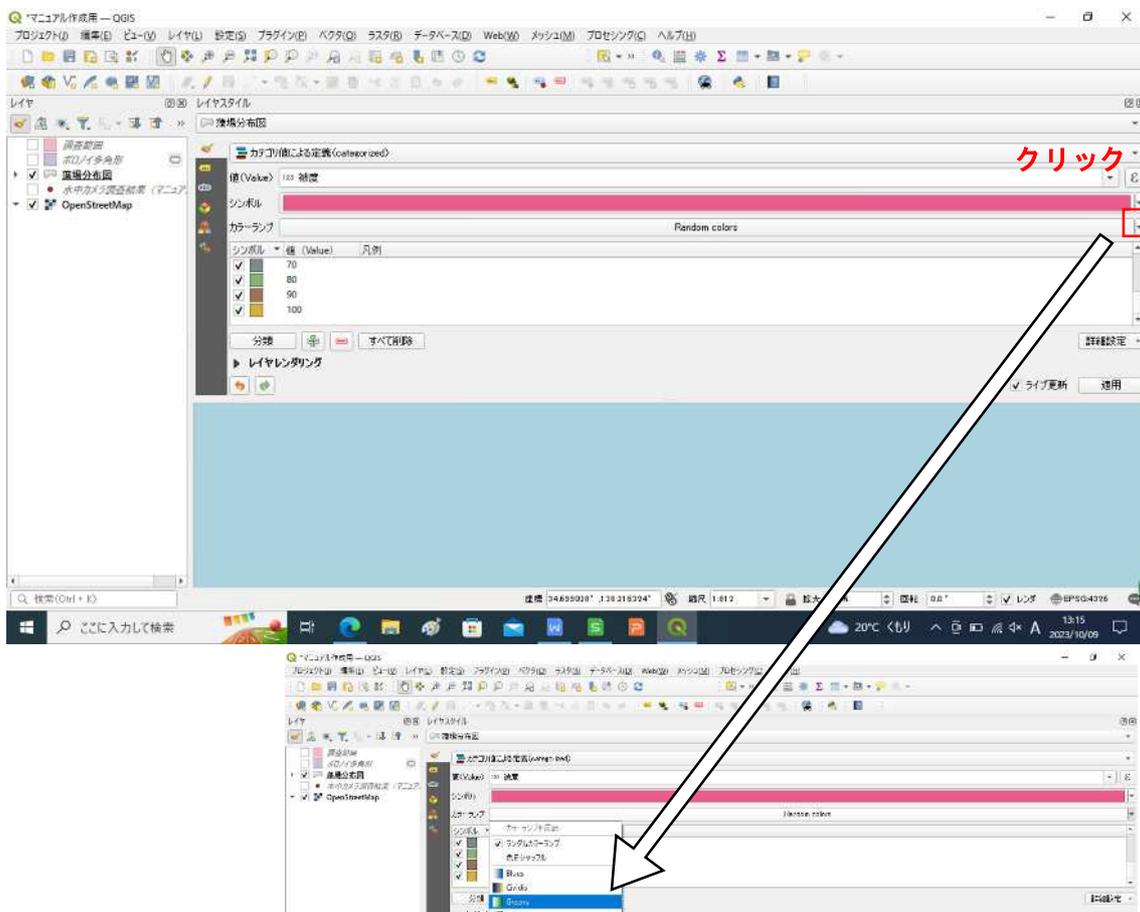
㉑「+ (追加)」ボタンを11回クリックする。  
(被度 11 パターン (0~100%) のカテゴリで分類するため。)



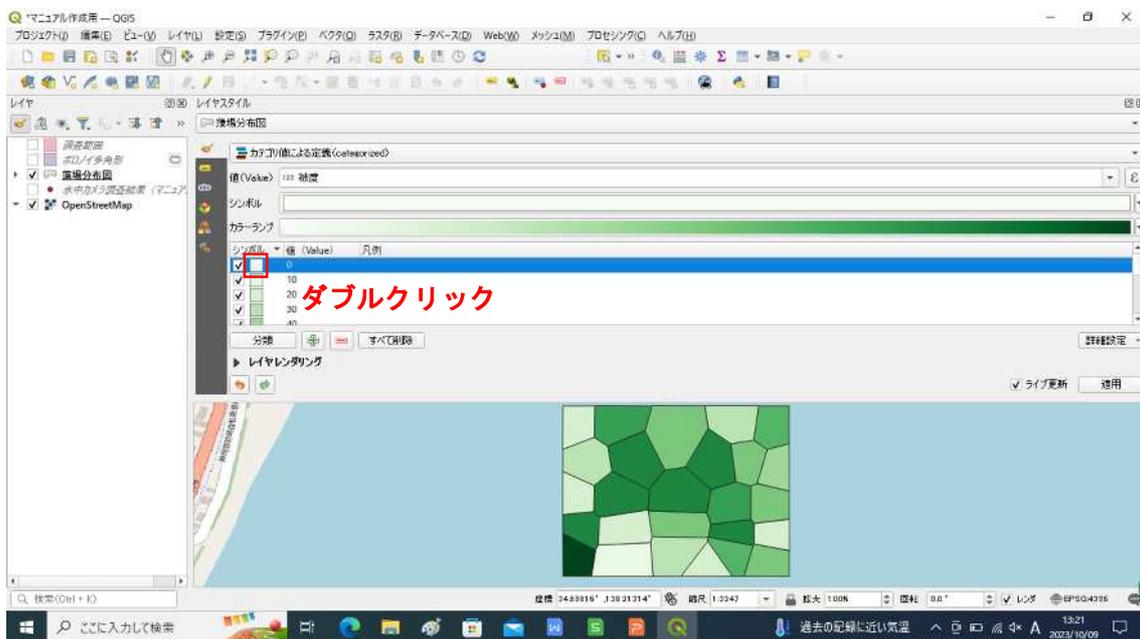
⑫値 (Value) の列に上から 0、10、20、30、40、50、60、70、80、90、100 と入力する。



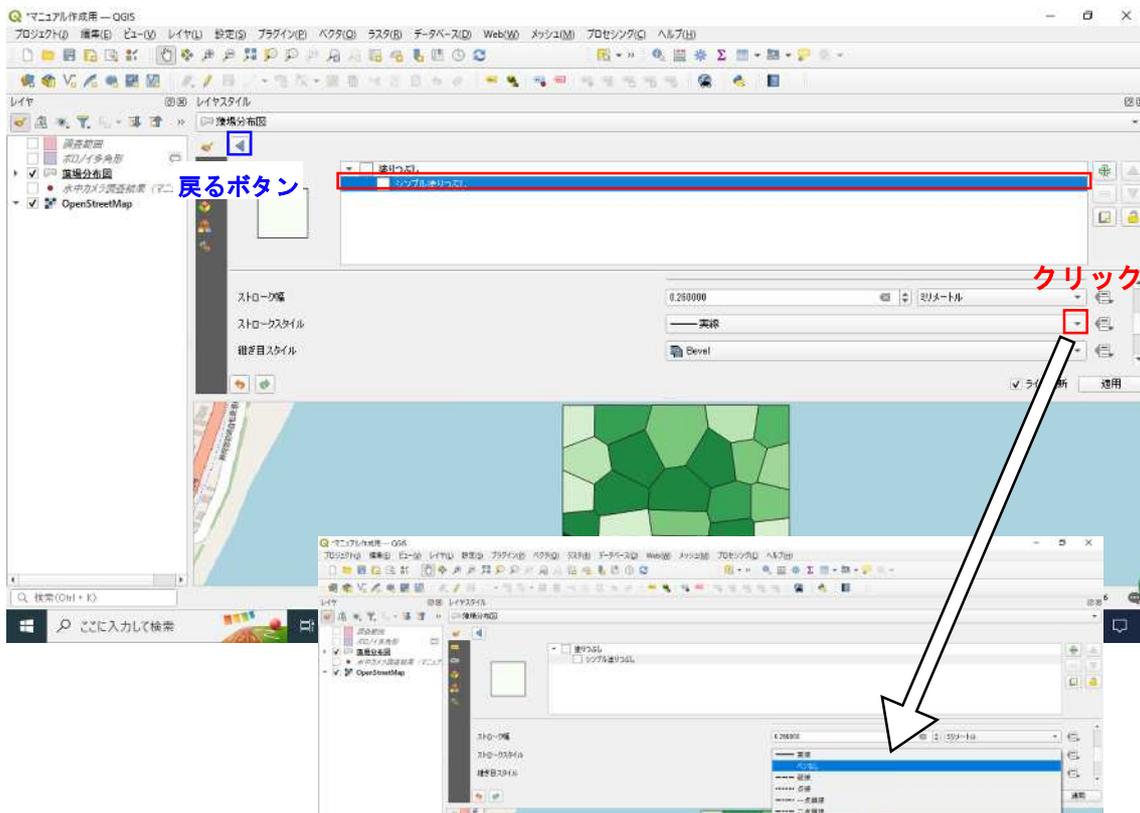
⑬カラーランプのドロップダウンをクリックし、「Greens」を選択する。



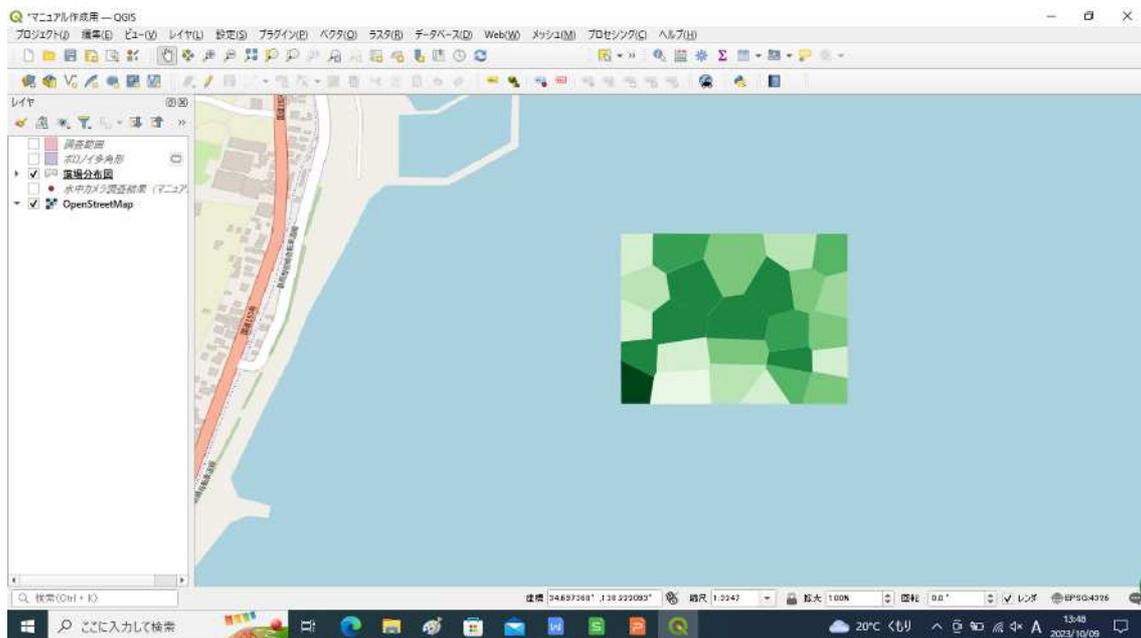
④被度に応じた藻場分布図が作成できたが、各ポリゴンの枠線は必要ないので、削除する。各カテゴリのシンボルの列の「□」をダブルクリックする。



⑤「シンプル塗りつぶし」をクリックし、下記にあるストロークスタイルのドロップダウンをクリックし、「ペンなし」を選択する。④⑤の作業を 11 カテゴリで行い、完了したら、「適用」をクリックし、レイヤスタイル画面を閉じる。

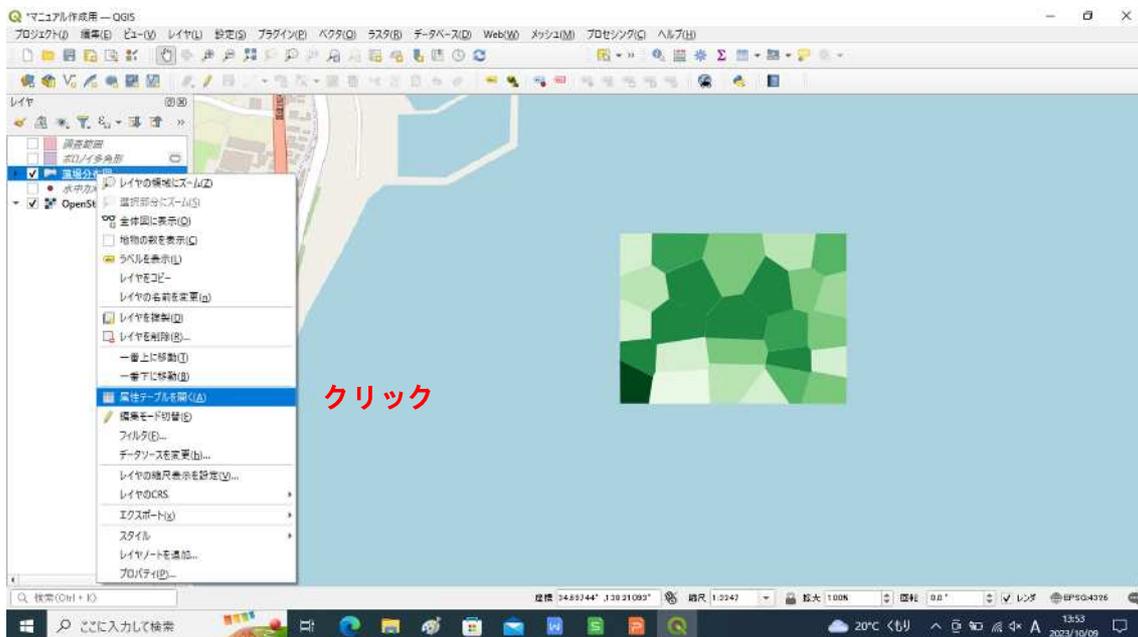


⑳下図のような藻場分布図が作成される。

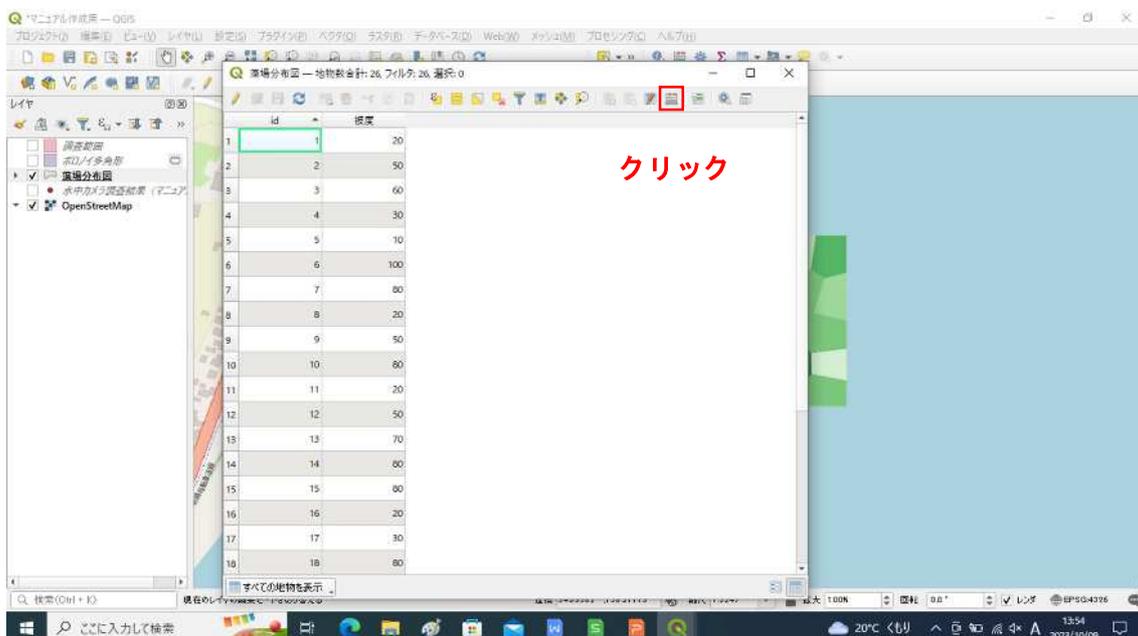


## 5. 藻場面積の算出

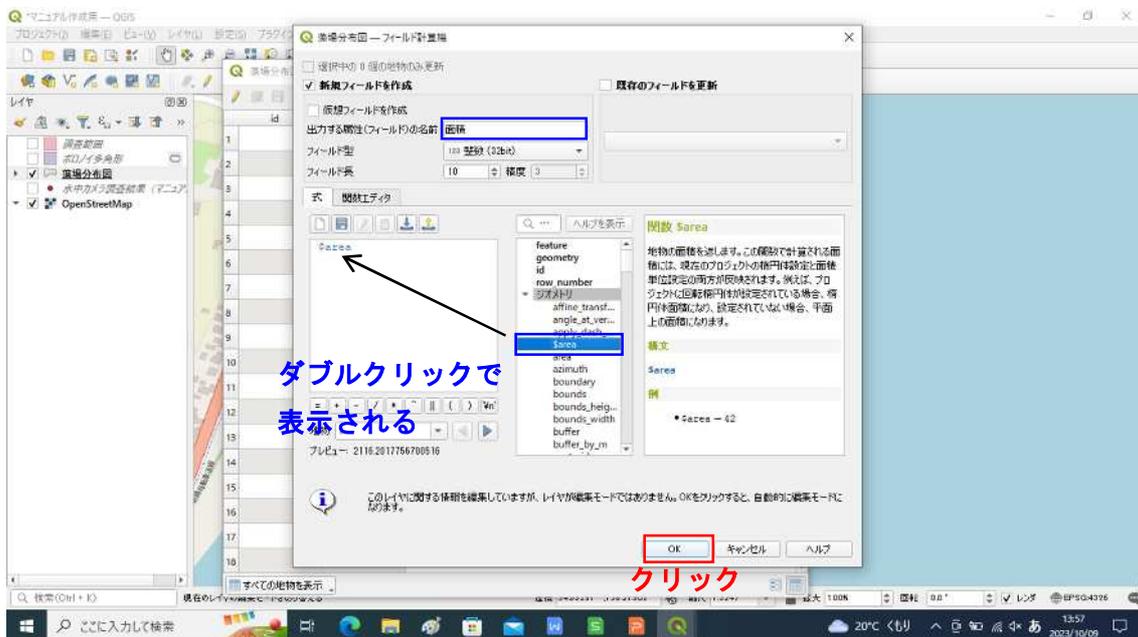
- ①レイヤ画面の各地点ごとのポリゴンを作成したレイヤ「(例) 藻場分布図」を選択し、右クリック、「属性テーブルを開く」をクリックする。



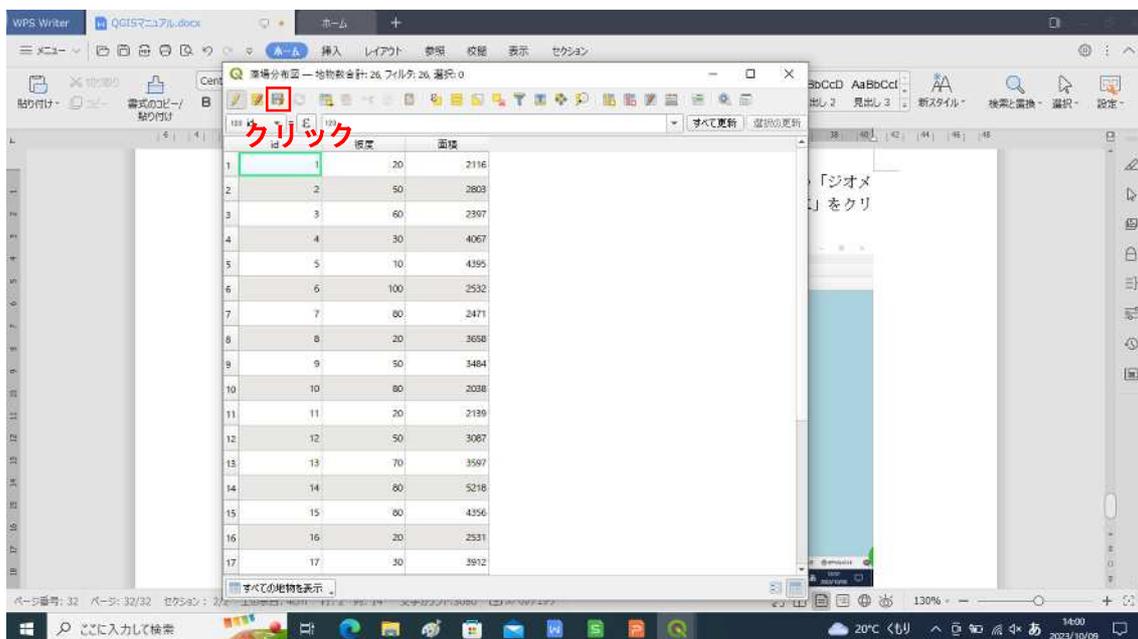
- ②「フィールド計算機」ボタンをクリックする。



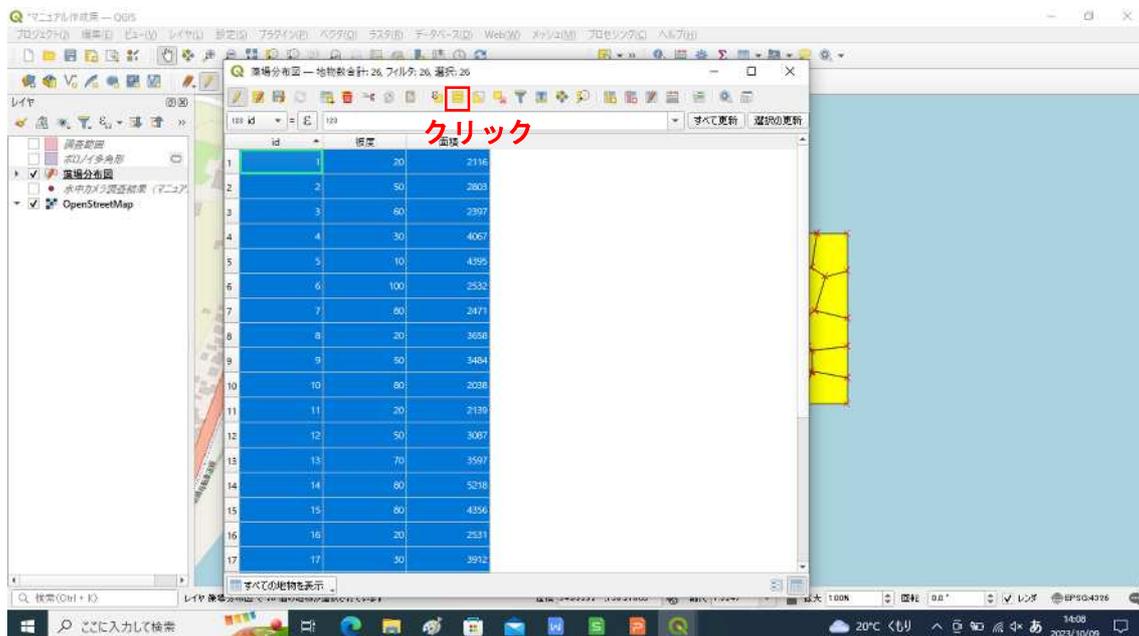
- ③出力する属性（フィールド）の名前に「面積」と入力する。中央のリストの「ジオメトリ」を開き、「\$area」をダブルクリックし、式を挿入する。その後、「OK」をクリックする。



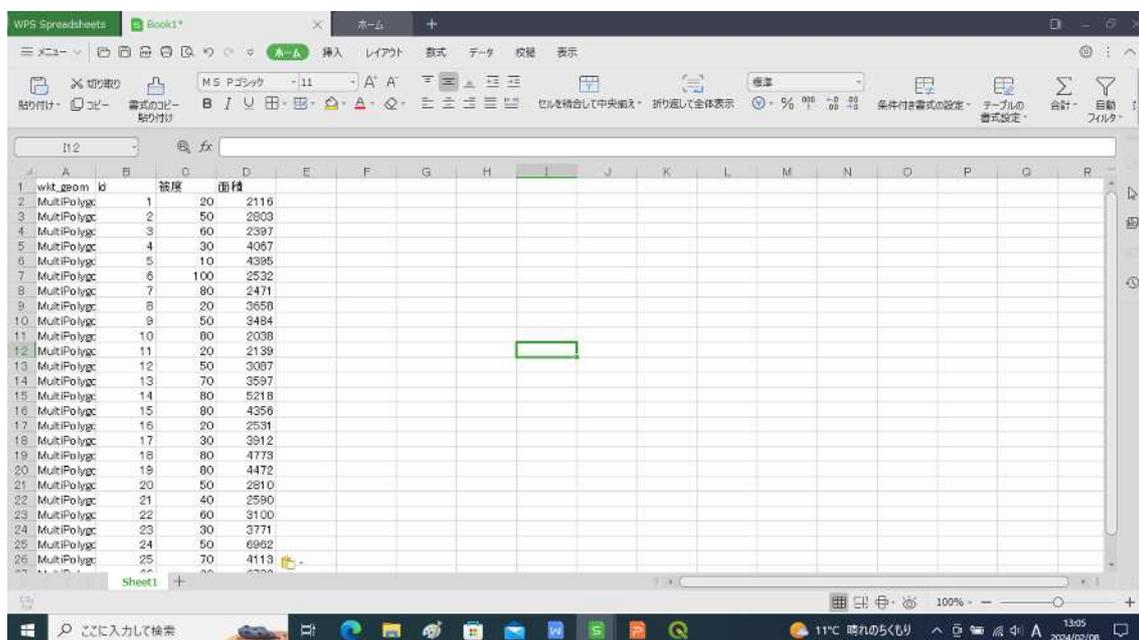
- ④面積が表示されたことを確認したら、「編集内容を保存」ボタンをクリックし、属性テーブルを閉じる。



⑤ 「すべて選択」 ボタンをクリックし、「CTRL + C」 を押し、コピーする。



⑥ Excel を起動し、形式なし貼り付けを行う。一番左の 1 列は削除する。



⑦藻場面積は、各ポリゴンの面積×被度で求められる。

id	被度	面積	藻場面積
1	1	20	2116
2	2	50	2800
3	3	60	2387
4	4	30	4067
5	5	10	4395
6	6	100	2532
7	7	80	2471
8	8	20	3658
9	9	50	3484
10	10	60	2008
11	11	20	2139
12	12	50	3087
13	13	70	3597
14	14	80	5218
15	15	80	4356
16	16	20	2531
17	17	30	3912
18	18	80	4773
19	19	80	4472
20	20	50	2810
21	21	40	2580
22	22	60	3100
23	23	30	3771
24	24	50	6962
25	25	70	4113
26	26	20	6700
27	27	20	6700

⑧各ポリゴン内の藻場面積を合計することで、調査範囲内の藻場面積を算出できる。

id	被度	面積	藻場面積
5	10	4395	439.5
6	100	2532	253.2
7	80	2471	1976.8
8	20	3658	731.6
9	50	3484	1742
10	60	2008	1606.4
11	20	2139	427.8
12	50	3087	1543.5
13	70	3597	2517.9
14	80	5218	4174.4
15	80	4356	3484.8
16	20	2531	506.2
17	30	3912	1173.6
18	80	4773	3818.4
19	80	4472	3577.6
20	50	2810	1405
21	40	2580	1036
22	60	3100	1860
23	30	3771	1131.3
24	50	6962	3481
25	70	4113	2879.1
26	20	2792	546.4
合計		90124	=SUM(D2:D27)