

うふうに思っています。場所によって多少違いはあると思いますが、過去の5年くらいの波のデータを使って静穏度を検討したり、20~30年間の波データを使って設計波を出されていると思いますが、実は今回の検討で気候振動によって、対象とする期間によって波の大きさが変わってくるということが分かってきました。

ですから、例えば静穏度でいきましたら、この辺りの5年のデータを使って算出した静穏度と、この辺りの5年を使った静穏度というのは結構変わってくる可能性があると思うのです。今回得られて知見を活かして、そういう目で静穏度ですか、あるいは設計波とかを見ていったときに、最近ちょっと静穏度が良くないんだよねとか、そういうような疑問に答えられるようにもなってくるのではないかと思っています

ので、ぜひこの検討成果を実務に活かしていくみたいというふうに考えているところです(図3.1.13)。

大体、時間が来たと思いますので、以上で御説明を終わりたいと思います。どうもありがとうございました。

今後の研究の方向性

- ① 芦小牧港に加えて北海道内のナウファス観測地点の分析を進める
- ② 北海道以外のナウファス観測地点のデータを活用して、離域化(例えば太平洋)の特徴を分析する
- ③ 鮎風に加えて、低気圧との関連性を分析する
- ④ 海面水温分布、気圧分布等との関連性を分析する
- ⑤ 桜花の漁獲・漁業整備・漁業管理運営等への活用方策について検討を進める

図3.1.13

雑海藻駆除によるブルーカーボン量の検討



(一社)寒地港湾空港技術研究センター 第1調査研究部
次長
山内 功

ただいま御紹介を受けました寒地港湾空港技術研究センターの山内と申します。本日は雑海藻駆除によるブルーカーボン量の検討と題しましてお話をさせていただきたいと思います。

まず、私の内容につきましてはブルーカーボンが主題となっておりますので、最初にブルーカーボンとはというのを示したほうがいいかなと思っておりまして、ウェブ検索したところ環境省のホームページが一番上に出てきたので、ちょっとそこから引用してきました(図3.2.1)。

これによりますと、沿岸・海洋生態系が光合成によりCO₂を取り込み、その後、海底や深海

に蓄積される炭素のことをブルーカーボンというような定義にされておりまして、以前より海藻類がCO₂を吸収するというような研究は行われて來ておりましたが、近年特にJBE、ジャパンブルーエコノミー技術研究組合さんのほうで、CO₂吸収量をクレジット化し、それを販売するといったところから、非常にこの辺りブルーカーボンというのは注目されてきたな、注

ブルーカーボンとは

沿岸・底層生態系が光合成によりCO₂を取り込み、その後海底や深海に蓄積される所のこと。ブルーカーボンと呼びます。2009年に公表された国連議員会議事録(UNEP)の報告書「Blue Carbon」において紹介され、吸収対策の新しい選択肢として世界的に注目が集まるようになりました。ブルーカーボンの主要な吸収源としては、海草(海藻・海草)や底生植物、干潟、マングローブ林が挙げられ。これらは「ブルーカーボン生態系」と呼ばれています。(環境省より抜粋)

本講演の内容

「沿岸・底層生態系における放熱減碳化活動実績と実際的課題」において、丸の内局と連携して、環境省局長により指揮するCO₂吸収量を算定した結果を示すもの。2010年度、北海道開拓技術研究開発課は「世界コープ海藻」によるブルーカーボン生態系によるCO₂吸収量の実証を行った。

図3.2.1

目度が上がったなというのは個人的に思っているところでございます。

本日の講演内容につきましては、こちら示しておりますけれども寒地センターで令和5年度業務といたしまして、「北海道港湾における地球温暖化適用策、緩和策検討業務」というのを受注しまして、その中でえりも町と連携しまして、雑海藻駆除により増加する CO₂ の吸収量を算定した結果というのをお話したいと思います。

ちなみに今回の内容につきましては、2023 年度局技研で発表された「天然コンブ漁場におけるブルーカーボン生態系による CO₂ 吸収量の算出方法の確立」の内容を、大筋はそれに沿いまして、それにちょっとプラス α した内容をお話したいと思います。

まず調査概要といたしまして、今回フィールド対象となったえりも町ですけれども、こちらは天然コンブの漁獲量が 2022 年段階で 1,542 トン、良好なコンブ漁場として非常に有利なところでございまして、こちらにつきましては昔から雑海藻駆除を行って、漁場を管理してきているというような背景がございます。直近で、令和 4 年度から 5 年計画で、こちらの図に示した 7 工区、赤いライン、飛び地等がありますけれども、こちら七つの工区を 5 年間で雑海藻駆除をするというような事業を水産庁に申請して

実施しているところに、このブルーカーボンというのも進めていきたいというところの背景から、この令和 4 年度に雑海藻駆除を行った面積といたしましたら 11.5 ha、ここを対象としまして、藻場分布調査を実施して CO₂ 吸収量を整理したという形になります（図 3.2.2）。

まず、調査の一つとして、藻場面積を算定するためドローン空撮を実施しました。ドローン空撮につきましては、えりも町が所有しているドローンを使って、えりも町の職員が飛ばして撮影するという形をとっております。ただ、調査計画につきましては事前に打ち合わせを行いまして、いろいろ協議した形で計画を立てて、そこで実施するという形になっております（図 3.2.3）。

実際、撮影なのですけれどもえりも町はなかなか風が強い地域ということがございまして、できるだけコンブ漁が始まる 7 月の前に調査を実施したかったところではあるのですけれども、飛ばすのが職員ということもありますし、日常業務もなかなか忙しいというような背景がございまして、結局撮影が終わったのが 8 月の下旬くらい、調査がちょっと遅れてしまったというようなところがあります。

ドローン空撮につきましては、これもまた皆さん御存じのとおりドローンで撮影しますと、画像の中心部から離れるに従ってレンズの歪み

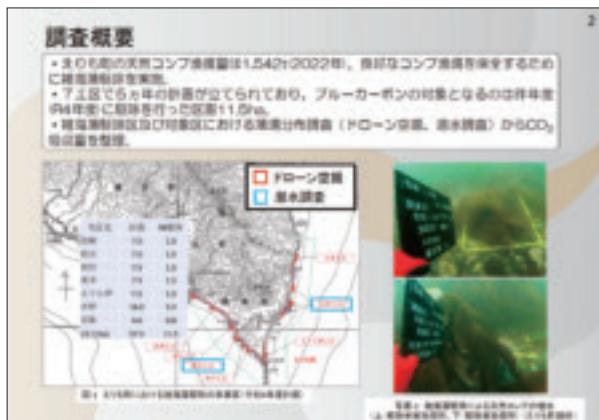


図 3.2.2



図 3.2.3

が入っているということで、これを補正するオルソ化をしなければいけないということがございまして、こちらもここまで町のほうでやってもらいまして、オルソ化した画像というのはこのように、こちらは7工区のうちの一つと歌別地区というところで、この工区全体と、その中でこの黄色い枠線で示したのが、雑海藻駆除を行った駆除区と、その近郊に設置した対象区という、このような形で調査区域に設定して7工区全て撮影を実施しております（図3.2.4）。

このオルソ化された画像をえりも町から提供していただきまして、こちらの業務の中で藻場面積というのを算定しました。この藻場面積の出し方というのは、ある種、原始的な形で人の目によって藻場の範囲をハッチングするというような形でやっております（図3.2.5）。

潜水調査を行った箇所の色を基準といたしまして、そこから人の目で藻場面積をハッチングして、それをQGISで数値化したという形で、その結果といたしまして全7工区で4.693ha、雑海藻駆除を行った面積の比率を見てみると、全体量40%で藻場が生えていたということを確認できました。これで藻場面積というのは、ある程度把握できたということで、続きまして、潜水調査の内容及び結果を示していきたいと思います。

潜水調査は、こちらのコンブ漁が始まる直前



図3.2.4

6月30日に実施しました。こちらの潜水調査につきましても、えりも町の職員にダイバーがいるという事で、こちらも職員が潜って調査を行いました。実際に漁組の船を借りてダイバーが潜って藻場の状況を調査しました。調査としては、方形枠を置いてその中の海藻類を刈り取って、陸上で種の判別と重量を計測するというところ、ここまで町の方にお願いしてやってもらっております（図3.2.6）。

ただ、やはりちょっとマンパワーが足りないということで、本来であれば全7工区で潜水調査を実施したかったのですけれども、さすがにそこまではちょっと難しいということを言われまして、7工区のうち2工区を代表として、歌別地区と庶野地区という2工区。こちらで、駆除区と対象区をそれぞれ3地点、1工区につき



図3.2.5



図3.2.6

6地点、2工区で全12地点、潜水調査を行って海藻の状況を調べました。

こちらが海藻現存量の結果となります。上段の表が駆除区、下段が対象区となっておりまして、出現する海藻といたしましては、ミツイシコンブやスジメ、ウガノモクといった褐藻類であったり、紅藻、スガモというところが出現しております。この表だと分かりづらいですけれども、こちらの右の棒グラフで、上段が庶野の対象区と駆除区の海藻現存量、下が歌別地区となっておりますけれども、こちらを見ていただきますと、庶野では対象区、天然藻場の部分はミツイシコンブとウガノモクというのが、それぞれ半々くらいの割合で10kg程度の現存量というところ。これが雑海藻駆除を行ったところでは、基本的にミツイシコンブのみが確認できまして、その現存量につきましても60kgを超えるような、非常にコンブの繁茂が確認されている結果となっておりました(図3.2.7)。

一方、歌別地区につきましては、対象区、天然藻場の部分につきましては、こちらはスガモが生えていると、これが10kg程度入っている工区だったので、これが雑海藻駆除によって、こちらもミツイシコンブに置き換わったと。ただ、海藻の現存量、ボリューム 자체は天然藻場では10kg程度だったのが、それが半減5kg、6kg程度と、両的には庶野とは非

常に差があるというような結果が得られました。

この結果によつても、非常に工区によって藻場の現存量が大きく違うということが分かりまして、この結果を見ても全7工区を見てみたかったなということを改めて思いました。

以上が現地調査結果となりまして、ここからはその調査結果を用いまして、CO₂の吸収量の算定を行っていきます。

算定方法につきましては、現在、JBEの理事長を務めております港空研の桑江さんらのチームによって発表された、こちらの式を用いまして計算しました。こちらの式は、CO₂吸収係数と藻場面積を掛け合わせることで、CO₂吸収量を求めるという式になっておりまして、CO₂吸収係数というのは海藻現存量と各種係数を掛け合わせて求めるという内容となっております。下にいろいろ各係数の説明を記載しておりますので、こちらの説明につきましては割愛させていただきます(図3.2.8)。

今回、えりも町のCO₂吸収量を算定するに当たってのパラメータをこの表で示しております。この海藻現存量というのは、現地調査、潜水調査で調べた海藻の種類ごとの重量となっております。この駆除区のミツイシコンブ35kgとありますけれども、先ほど示した庶野と歌別でミツイシコンブの現存量に非常に差があると

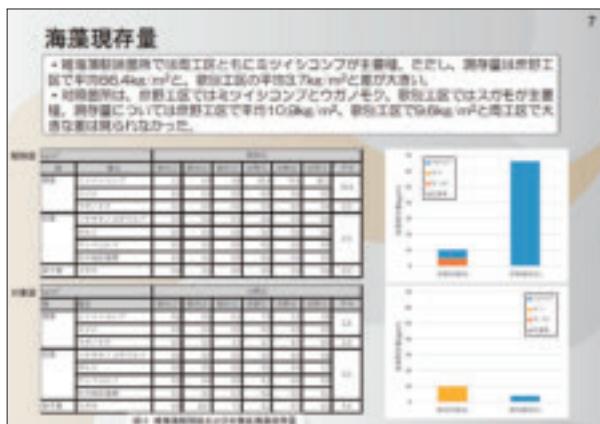


図3.2.7

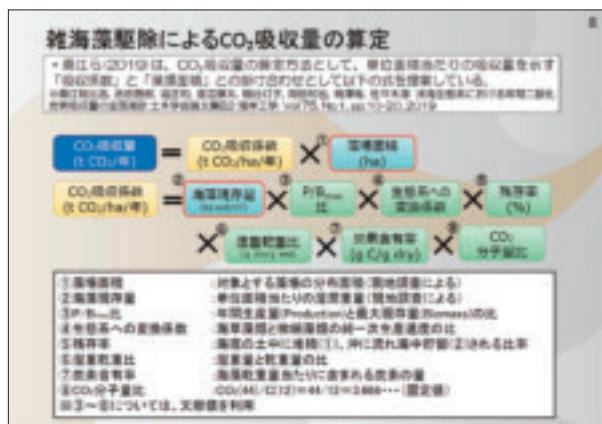


図3.2.8

いう結果であったのですけれども、ここでは、その2地区の平均値として35という数字を用いております。対象区につきましては、それぞれ算出した種ごとに海藻現存量と出しまして、それぞれ、文献等から引用したパラメータを設定して計算しております（図3.2.9）。

この結果、CO₂吸収量というのは駆除区につきましては19.4、対象区というのは、この全ての種類を平均して4.3という結果が得られました。ちなみに、こちらのパラメータの数字につきましては、局技研の論文等では引用した文献等を詳細記載しておりますので、興味のある方は、そちらのほうの参照をお願いします。

実際、雑海藻駆除を行って、どのくらいCO₂吸収量が増えたかというのを、こちらの式で求めております。まず、先ほど出しました雑海藻駆除を行った工区の吸収量19.4、これに藻場面積4.69を掛けまして91と。ただ、CO₂吸収量増加量というのは、雑海藻駆除を行った部分から、それに手をつけなかった天然の藻場部分を差し引く必要があります、それをここではベースラインと言いますけれども、これは対象区の吸収係数で、同じ藻場面積を掛けてやって、そこで得られた吸収係数。これが雑海藻駆除を行わなかった際にそこにあったであろう吸収量ということで、実際にクレジットの対象となるようなCO₂吸収量というのは、この駆除区の

91からベースライン、対象区の20.2に差し引いて、さらに調査に使った船から排出したCO₂排出量、これも差し引いて70.6というのが算出できました（図3.2.10）。

ただ、我々これを検討する際に、そもそも雑海藻駆除を行うに当たっては重機を使用しているのですけれども、その排出量というのを考慮する必要があるのではないかという形になりました、一応算出した結果、それは20トン程度と、やっぱり結構大きいなという形で、これを70.6からさらに20トン引かなければいけないのかなという考えでいたのですけれども、たまたまクレジット申請する前に、JBEの柔江さんとちょっと会う機会がありまして、その際にちょっと確認したところ、雑海藻駆除自体のCO₂排出量というのは漁業生産の一環とみなしているために、クレジット申請する際にはそれを差し引く必要はないということを聞かれたために、我々としてはCO₂吸収量が増えるので、それは幸いということで、この70.6という形の数字をCO₂吸収量として採用しました。

実際、えりも町が主体となって、えりも町とえりも漁業協同組合、そしてえりも岬の緑を守る会というNPO法人、この3社共同でJBEにクレジット申請しました。こちらがクレジット申請した時のPRシートという形になっておりまして、これはJBEのホームページで公表さ

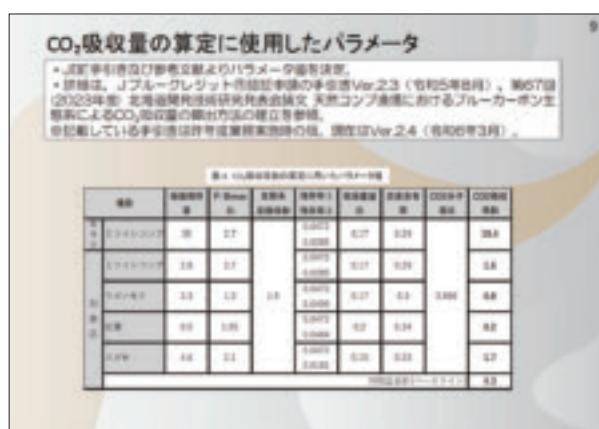


図3.2.9



図3.2.10

れている図となっております（図 3.2.11）。これを申請して、JBE でいろいろ内部審査を行った結果、藻場面積としては申請の 95%、吸収係数は 90% の確実性と評価されまして、最終的に JBL クレジットとしましては、60.4 トンというのが認証を受けました。ここには記載しておりませんけれども、実際この 60.4 トンというのは、JBE のホームページで公募をかけまして、えりも町のほうからは売れたというような報告を受けました。金額等は非公表という形なので、ここでは発表を差し控えたいと思います。

今回やった中で、いろいろ課題点として出てきました。ここに四つ示しておりますけれども、ちょっとすみません時間が来たので、ある程度このような記載されている状況が課題と今後の改善点ということが挙げられました（図 3.2.12）。

この中で 1 点、四つ目の空撮画像から藻場面積の特定に労力と経験が必要と。これはやはり慣れている人でないと、なかなか画像からこれが藻場かどうかという判断が難しいということです、これを何とか解消できないかということで、北海道開発局では、北海道大学情報学部と連携しまして、AI による自動で藻場面積を算出する研究というのを今現在推進しているところでございます。これがその AI モデルの主要構図という形で、一般的なトランسفォームという

モデルに、さらにその上からアダプターと呼ばれる藻場に特化した学習という 2 段階形式で、画像から藻場面積を出すというような構造となっておりまして、これも昨年度、R5 年度から開発を進めまして、現段階では出来上がったモデルの精度向上を行って、一応 3か年計画という形になっておりますので、今後どのような形で実装していくかというところを今後いろいろ検討していくかという形となっております。この詳細な内容につきましては、今年の秋田県で実施した海岸工学の中で発表されておりますので、気になる方はそちらの論文を参照していただければと思います（図 3.2.13）。

以上で発表を終わりたいと思います。

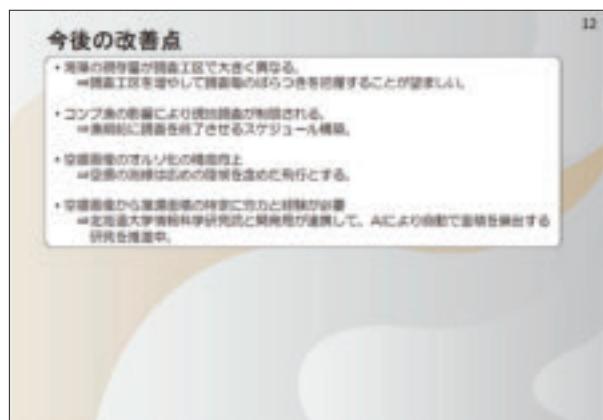


図 3.2.12



図 3.2.11



図 3.2.13