研究課題	ドローン撮影と水中カメラを併用した藻場モニタリング手法の研究
副題	～水産高校生が担う海底オアシスの保全～
キーワード	ICT 活用　情報活用能力　情報教育　課題解決能力　主体的･対話的で深い学び
学校/団体 名	山形県立加茂水産高等学校
所在地	〒９９７-１２０４　山形県鶴岡市加茂字大崩５９５
ホームページ	http://www.kamosuisan-h.ed.jp/

１．研究の背景

山形県では、漁業者を中心とした活動である水産庁主導の水産多面的機能発揮対策事業に参加している。その活動の中で本校では、現在全国で問題となっている海藻が消失する現象である『磯焼け』に着目し、漁業者と共に藻場の保全・再生事業に取り組んできた（図 1)。磯焼けの原因としては、ウニや藻食魚などの食害生物や環境条件の変化など様々なものが考えられており、今現在も磯焼けの被害は増加している。そのため、被害の現状をさらに詳細に調べるため、本校では、特定海域の海藻の量を評価するモニタリングに関する学習を展開してきた。

これまで本校で実施してきたモニタリング手法は、授業で学んだダイビング技術を駆使して、海底に 1 m^2 コドラートを設置して記録写真を撮り、海藻の密生具合を 0～5 段階で数値化するものを採用してきた。またこれまでに、山形県の離島「飛島」をフィールドとして、コドラードを使用し 9 m^2 の範囲を複数個所測定した(図 2)。しかしながら、欠点として水中という活動制限のある中での撮影は、1 時間で 10 か所程度の記録に留まるため、広い海域に対して極めて狭い範囲の情報しか得ることができなかった。また、スマートフォンを介して 1 人 1 台カメラは充実しているといえるが、水中カメラの台数は限られており、扱える生徒も限られてきた。そこで、水中写真の撮影手法について十分に学ばせることができていない現状を改善する必要もあった。

図１　モニタリングに取り組む様子

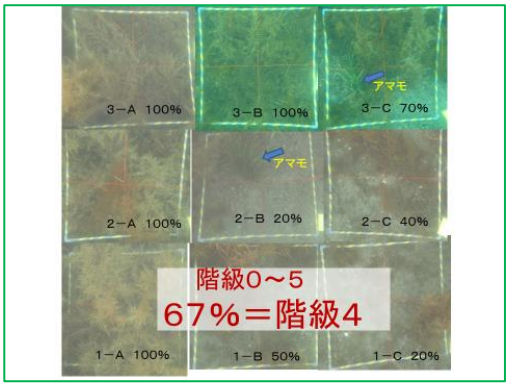

図２　モニタリングの結果

２．研究の目的

前述のモニタリング手法に改良を加えて、簡単に広い範囲を撮影できるドローンを導入した新たなモニタリング手法を構築することとした。この技術は、東京海洋大学館山ステーションの実習で取り上げられており、有効性が確認されている。そこで本研究では、**ドローンを活用してより広い海域を短期間でモニタリング表現すること、および漁業者や水産試験場職員との交流**

を通して、生徒の海洋環境に対する意識の向上を図ることを目的とした。

３．研究の経過

調査海域は、学校裏の岩礁域を生かした海水浴場「レインボービーチ」に設定した(図 3)。本海域では、水中カメラおよびドローンを主なツールとして用い(図 4)、表 1 に表した内容を実施した。取り組みはダイビング技術を定着させた上で、従来通りのモニタリング手法の学習を取り入れた(図 5)。研究助成を通して水中カメラが整備されたことで、2 人(バディシステム)で 1 台扱えることとなり、充実した実習が可能となった。また、ドローンの扱いについては、教員が山形県ドローン協会の講習を受講して、技術的な安全性と、法的な確認をしたうえで取り組んだ。画像処理やデザインについても、当協会からアドバイスを受けながら実施した。

表 1　令和元年度　研究の経過

時期	主な取り組み内容	評価のための取り組み
5月	座学で研究に対する取り組みの説明	海洋環境に対する理解度を知るため調査①
6月	調査海域のガラモ場の海藻の同定	
7月	ドローン講習会を実施	
	座学で研究に対する中間振り返りと今後の説明	海洋環境に対する理解度を知るため調査②
9月	調査海域の航空写真撮影・海底モニタリング	
10月	航空写真と海底写真の組合せ作業	
11月	全国アマモサミットinみやぎで口頭発表	資料作成を通した振り返りと、質疑に対する整理
12月	高校生アートフォーラム展ポスター展示	資料作成を通した振り返り
	アクアフィッシュ研修会で口頭発表	資料作成を通した振り返りと、質疑に対する整理
	座学で研究を振り返る	海洋環境に対する理解度を知るため調査③・生徒感想

図 3　学校とレインボービーチ

図 4　ドローンと水中カメラ

４．代表的な実践

(1) 海底モニタリング

海底記録写真の基本は、1 m^2 コドラートを水平・直角で画面最大に収めることが求められる(図 5)。この際、深い場所における記録は難しく、一定の水深で身体を止める技術（中性浮力）

が必要となる(図 6)。記録写真はピントがあわなかったり、コドラートが上手におさめられなかったりする場合があったため、撮影数をこなす必要があった。そのため、2 人で 1 台のカメラを所持し、撮影した写真を比較して、上手に撮影できた班のものを記録写真として採用した。

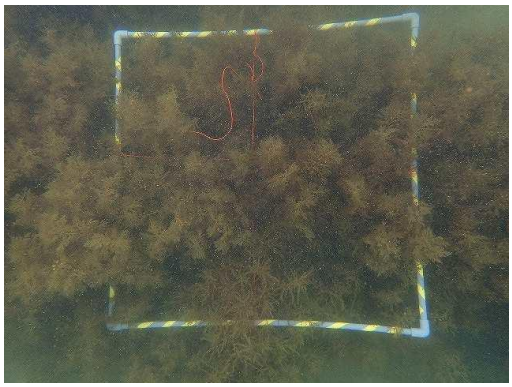

図 5　海底モニタリング記録の良い例

図 6　中性浮力と撮影の様子

(2) 海藻の同定作業

山形県の重要な藻場はホンダワラ系の海草群であるガラモ場となる。しかしながら、これらの群は同定が困難なため、実際の種類は明らかにされていなかった。そこで、水産試験場職員の協力を得て調べた結果、アカモク・ノコギリモク・ジョロモク・イソモク・トゲモク・マメタワラ・ヤツマタモク・フシスジモクの8種で構成されていることが明らかとなった。

図 7　ガラモ場の様子

図 8　海藻同定の様子

(3) ドローンによる航空撮影

生徒のドローンに対する反応は高かったが、講習会を通じて、活用するには高い知識と技術が要求されることが判ったため、生徒操縦による航空撮影は断念した。そこで、それに代わる授業目標として、操縦に触れさせることと、ツールとしての可能性を伝えることに重点を置いた。また、撮影は海が穏やかで、天候が良い日に限られるため、計画通り進められないこともあった。さらに、撮影は高度を下げ、海藻が鮮明に撮れた方が良いが、高度が低いと写真枚数が増えてしまうというデメリットがあった。そのため、海底の画像精度とバランスには試行錯誤を重ねた。

(4) 画像処理

当初、高度 50 m での自動撮影を取り入れたところ一度に約 200 枚の写真が撮影された。これ

図 9　ドローン講習の様子

図 10　生徒が操作している様子

を自動継ぎ合わせソフトで表現することを予定していたが、このソフトが想定以上に高額であったため断念した。そこで、生徒との相談から、パワーポイントを使用して手作業で継ぎ合わせて作成することとした。一枚の断片的な航空写真は、中心部の精度は高いが、端に行くほど歪みが生じていくため、適度なトリミングを行い、張り合わせを行った(図 11)。結果は図 12 の通りとなり、労力に対して非常に見づらくなってしまった。そこで、航空法で定められている 150 m 以下に近い高度で広域撮影をした画像 1 枚を採用することとした(図 13)。これに海底モニタリング写真を組み合わせて、水深と評価数値を入れてモニタリング記録の完成とした(図 14)。

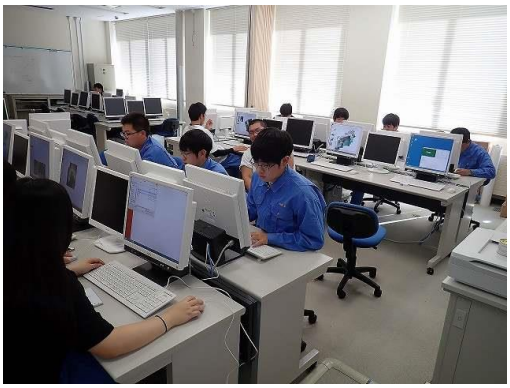

図 11　画像処理の様子

図 12　生徒のよる手動継合せ画像

図 13　調査海域の航空画像

図 14　モニタリング記録の完成形

(5) 発表

この一連の研究を、「全国アマモサミット in みやぎ（図 15)」と、山形県水産試験場や鶴岡市立加茂水族館の職員等が一堂に会する研修会「アクアフィッシュ研修会（図 16)」において口頭発表を実施した。専門知識が豊富な大人の前で発表することで、内容の深いディスカッションをすることができた。また、その他ポスター掲示も行い成果を発信することができた。

図 15　全国アマモサミットで発表

図 16　アクアフィッシュ研修会で発表

５．研究の成果

一枚の広域の航空写真に、海底モニタリング画像と水深表示を入れることで、広域の海底情報がイメージしやすいものとなった。これにより、広い海域を短時間でモニタリングし、表現することが可能となった。

以上の研究を踏まえ、生徒の海洋環境に対する興味関心や、知識の定着が高まることを予想して、13 名の生徒を対象にアンケートを 5 月 24 日・7 月 17 日・12 月 19 日の 3 回実施した。質問は以下の 4 項目である。

① 山形県の海域において、海洋環境の問題について３つ挙げなさい（地球温暖化以外)。

② レインボービーチのガラモ場を形成する海藻の種類を３つ挙げなさい。

③ 海洋植物が、海洋環境にどの様な良い影響を与えているのか３つ挙げなさい。

④ 藻場の造成・保全方法には具体的にどのような手法があるか３つ挙げなさい。

その結果を図 17 に表した。1 回目は、藻場に対する取り組みの説明を授業展開したことで、③に対しての知識が伸びていた。2 回目は、種の同定自習後で、種類について知識が伸びたものの、時間の経過とともに、③の値が低下していた。3 回目は、発表会を通して振り返りもすることができ、全体的に値が増加していた。全体的に、研究を通した成長が確認できたと考えられるが、値の増加が少なかった①、④の項目については、次年度の課題である。そのため、関係教員でこれら項目を意識した授業展開が望まれる。

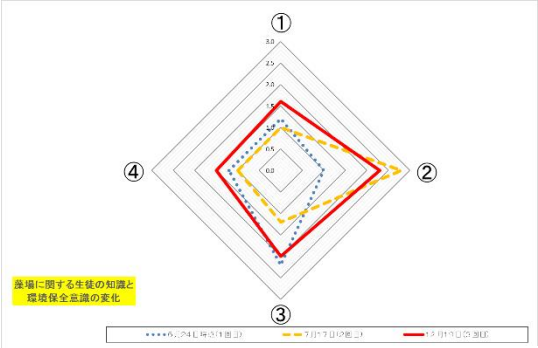

図 17　藻場に対する生徒の意識と環境保全意識の変化（13 名の平均）

６．今後の課題・展望

技術の進歩と共に表現の可能性は広まっていくため、時代にあわせた専門教育も ICT 技術と有効な機器を利用して改善していく必要がある。今回、海底の様子は 1 m^2 コドラートで海底を表現したが、当初想定していた、海底の様子を 360 度画像表現することは出来なかった。そのため、今後さらなる研究が望まれる。

また、発表時に話題となった内容で、航空写真から海藻の種類まで特定できないかとの要望に近い質問が出た。これは今後の技術の向上が待たれる。

さらに、今回のモニタリングは 9 月に行ったが、海藻が比較的少ない時期であった。そのため、次年度は、四季を通して海藻が一番繁茂する 5 月に同様なモニタリングを行うことを予定している。そして、本海域で構築された技術をモデルとし、他海域でも同様にモニタリングを行えるようにすることが望まれる。

７．おわりに

当研究を通して、本校にドローンの技術が定着したことは意義深い。本校は、水産試験場と水族館が隣接していることで、人的交流からも可能性の幅が広がることを期待している。

現在、漁業者と共に、授業を通して水産資源であるアワビの合同ダイビング放流が計画されている。その海域には餌となる藻場の広がりが不可欠である。ここでは、記録ではなく、積極的な海域の評価が求められる。当研究で培った技術は広く応用展開できる。地域連携を通して、生徒の海洋環境に関する知識と、意識の高揚をはかっていきたい。

８．参考文献

・　藤田大介（2011）「環境・生態系保全活動ハンドブック」　全国漁業協同組合連合会
　pp.2～13

・　山田充哉・渡辺一俊・南部亮元・干川裕・福田裕毅・秋野秀樹・梶原美子・桑原久実 ・
　森口朗彦（2017）「ドローンを用いた広域藻場調査」
　水産工学Vol.54 No. 2, pp.121～125