

「酒田港大浜海岸における生物多様性創出実験」経過報告（その3）

～多様な主体の協働による港湾の環境創出と利活用～

○中西敬（徳島大学）、小野慶市（林建設工業㈱）、西村博一（日建工学㈱）、佐藤一道（セカンドリーフ㈱）
 阿部諭（山形県立 酒田光陵高等学校）、本間伸栄（山形県立 加茂水産高等学校）
 佐藤司（国立高等専門学校機構 鶴岡工業高等専門学校）、岸本誠司（NPO 法人パートナーシップオフィス）
 ○：発表者

1. はじめに

本取り組みは、国土交通省東北地方整備局酒田港湾事務所が2015年に公募した「生物多様性創出方策としての藻場造成実証実験」に応募してスタートしたものです。酒田市大浜海岸の離岸堤陸側（図1.1）に、アミノ酸を混和したコンクリートブロックを設置し、微細藻類・大型藻類の生長促進・藻場造成効果をモニタリングにより確認することが当初の目的でした。



図 1.1 活動場所

2015年度（第1ステージ）は、地元のダイビングスクール（セカンドリーフ㈱）を中心に、企業や東北公益文科大学の学生、レクリエーションダイバー、さらに山形県水産試験場の指導などによるゆるやかな連携でスタートしました（図1.2上）。

2016年度からの第2ステージでは、大浜海岸を研究や教育、環境学習や体験活動の場として活用することに目的を拡大し、加茂水産高等学校、鶴岡工業高等専門学校、酒田光陵高等学校とともに新たな取り組みを初めました。

そして第3ステージとなる2017年度からは、漁業関係者によって構成された「酒田港藻場づくりの会」、漂着ゴミなど地域の課題に広く取り組む「NPO 法人パートナーシップオフィス」「庄内海浜美化ボランティア」がメンバーに加わり、「陸と海をつなぐ循環」を活動のテーマに加え、取り組みを拡大・継続しています（図1.2下）。

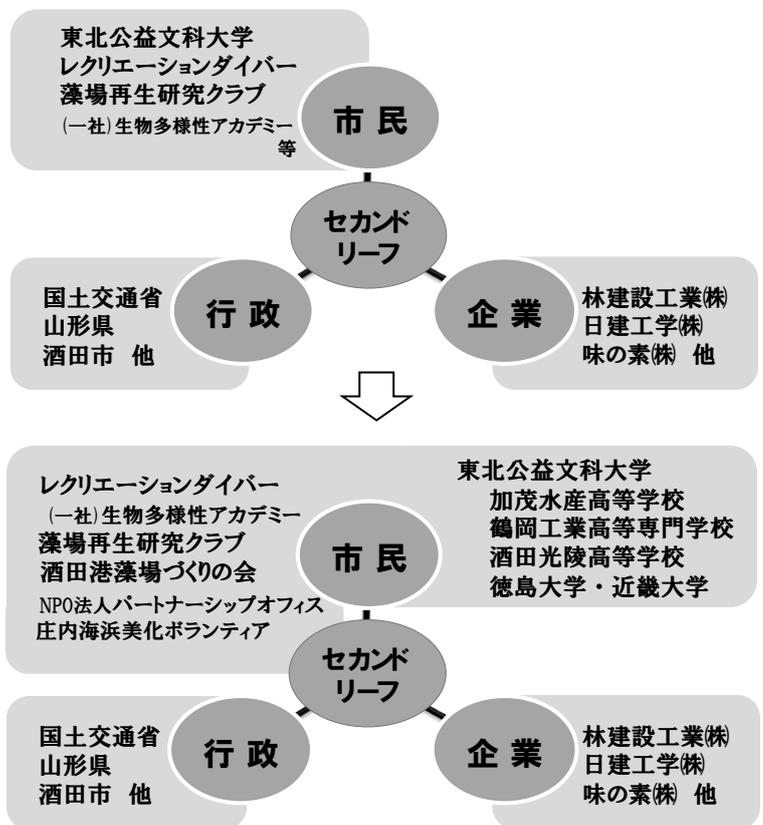


図 1.2 取り組みの連携（上：第1ステージ、下：第3ステージ）

本取り組みの特徴は、①「連携」と「プロセス」を重視すること、②海藻・藻場やそこに産卵・生育する魚に加え、海岸地形の変化、海岸に漂流・漂着するゴミを個別のテーマに設定し、それぞれの関係性を考えること、③海・港の環境を私たちの日常生活と関連付けて考えることであるといえます（図 1.3）。

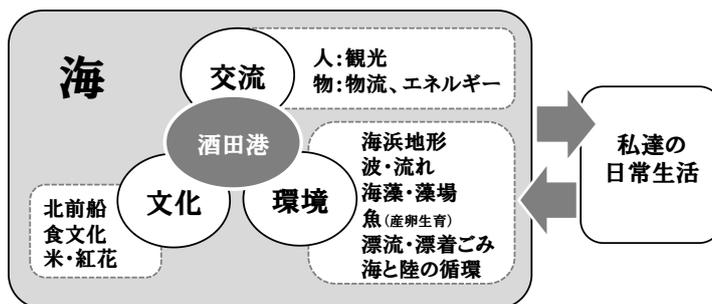


図 1.3 取り組みの全体フレーム

本稿では昨年度（2018 年度）に引き続き、これまでの活動経過の概要、今年度新たに取り組んだドローン空撮による各種データの把握について紹介します。

2. 多様な主体による藻場づくりの試み

2.1 海藻の繁殖基盤の設置

大浜海岸離岸堤陸側の砂質の海底に海藻の付着基盤を設置することにより藻場の造成を試みました。ここでは付着基盤としてアミノ酸の一種のアルギニンをコンクリートに混和した環境活性コンクリート（以下アミコンと記す）を使用しました。アミコンは徐々に溶出するアルギニンが海中のコンクリート構造物表面の藻類の生長を促すものです。2015 年 5 月にアミコン（セメント重量比 3%のアルギニンを添加）で制作したコンクリートブロック 4t 凸型 6 基を実験箇所（水深約 3mの砂質の海底）に設置しました。また同日、海藻胞子の着生を促すため、漁業者から提供を受けたアカモクの母藻を袋に詰めるなどして設置しました。



2015 年の調査では、アカモク、ヤツマタモクの生長が確認され、アカモクについては葉長が 2.5m を越え海面に漂う生長が確認されました。2016 年の調査では、前年に生長・成熟した海藻の胞子から育ったと推察されるアカモク等の海藻が再生産している状況が確認されました。



写真 2.1 海藻に植え付けられたハタハタの卵塊

さらに 2019 年 3 月の調査では、ブロックに繁茂する海藻に産み付けられたハタハタの卵塊を確認することができ、港内に形成された藻場が多様な生物の生育・再生産の場となり、ひいては水産資源の増殖に寄与する可能性が示唆されました。

2.2 母藻の供給

岩礁性の藻場が成立するためには付着基盤が不可欠ですが、併せて胞子（種）を供給する母藻の存在が欠かせません。周辺に海藻が繁茂し胞子の供給が期待できる場所では、基盤を設置するとそこに胞子が供給され海藻が育ち始めます。大浜海岸には母藻となる大型海藻が少ないため、酒田港藻場づくりの会が離岸堤の数地点にアカモク等の母藻を供給し、着生・生育の状況をモニタリングしています。母藻を供給するという少しの手助けによって、藻場が広がることが期待されます。

2.3 継続的なモニタリング

(1) 加茂水産高等学校水産生物部による取り組み

加茂水産高等学校では2016年度から継続して、海藻の付着基盤として設置された実験ブロック表面の海藻の分布状態を潜水にてモニタリングしています。併せて、海藻を捕食して生長に害を及ぼす可能性がある生物（食害生物）である小型巻貝やウニの有無、さらには個体数を確認してきました。

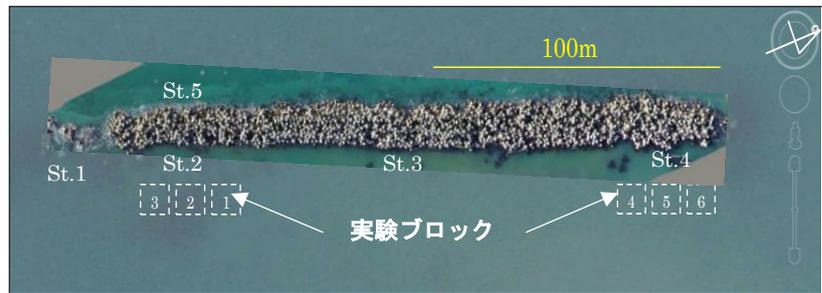


図 2.1 位置図（ブロックの大きさは誇張して表示）

残念ながら今年度は天候・日程の調整がつかずモニタリングを実施できませんでしたが、昨年度までの海藻の被度の推移は表 2.1 に示すとおりで、ブロックによって差異があるものの実験ブロック表面の一定の範囲に海藻が分布した状態が続いていることが観察されています。

表 2.1 ブロック別海藻被度の推移

	実験ブロック No.1		実験ブロック No.2		実験ブロック No.3	
	被度	階級	被度	階級	被度	階級
平成 28 年度	10	2	30	3	30	3
平成 29 年度	5~25	2	25~50	3	25~50	3
平成 30 年度	5~25	2	25~50	3	25~50	3

*被度：海藻の生育状況を表す方法で、海底面における海藻の割合を表すもの。測定は、海藻群落の上の方径枠を置き、枠内の海藻割合を目視で観察し最小1から最大5の階級で表す。

(2) 酒田港藻場づくりの会による取り組み

2017年度から、酒田港藻場づくりの会（漁業者、ダイバー、NPO 等にて構成）が活動を開始し、港内の複数の地点（埋立護岸、大浜海岸北側離岸堤、大浜海岸突堤等）において潜水調査を行い海藻分布状況のモニタリングをとおして海藻の生育に適した条件の調査・検討を進めています。また、海藻の繁殖を促し魚類の産卵育成の場とすべく、母藻の供給、海藻等生物の生育・生息基盤となる消波ブロック表面の更新（ブロック表面の付着生物をはぎ取り、新たな世代の付着生物の生育を期待するもの）を続けています。

昨年度に図 2.1 の st2、st4 に母藻を設置しましたが、再生産は確認できず、一方離岸堤沖側の st.5 で海藻の繁茂が確認されました。このようなモニタリングにより離岸堤における海藻生育に適した場所並びに環境要因について考察を進めています。現時点では①波当たり、②砂の堆積が海藻の生育を左右する大きな要因であると考えており、引き続き海藻の生育と環境要因とを関連付けてモニタリングしていく予定です。

なお、これまでの調査からは、海藻を餌として食べ海藻の生長に影響を及ぼすような食害生物が比較的少ないことが分かり、適切なタイミングで海藻の基盤となるブロックを設置するとともに母藻を供給することによって、酒田港内並びに大浜海岸において藻場を造成・拡大することが可能であると判断しています。

3. 海岸地形、漂着ゴミのモニタリング

3.1 海岸測量調査 酒田光陵高等学校

酒田光陵高等学校では、地形の変化を測量することにより、波の力と生物の状態の相互関係を探り生物多様性創出への寄与することを目的として、平成 2016 年度から酒田港外港地区北側の離岸堤水域の汀線測量を実施しています(図 3.1)。測量方法は陸上の基準点にトータルステーションを設置し、潜水士が海面で構えたピンポールに合わせて距離及び高さを測り、測量結果から測線ごとの海底地形を把握し、水深の変化及び地形変化の傾向を把握するものです。

今年度は新たな取り組みとして、無人航空機(UAV : Unmanned Aerial Vehicle、以下ドローンと記す)を用いた航空測量を実施しました。10月12日、11月4日、26日に林建設工業㈱の指導を受け、ドローンによる空撮を行い(写真 3.1)、その結果を 3D 化ソフト Bentley 社製 Context Capture を用いて 3D 画像・情報として整理しました。なお、空撮は「無人航空機(UAV)を用いた公共測量(国土地理院)」に基づきラップ率・解像度などの品質を確保できるように専用アプリにて自動飛行・撮影を実施しました。また、当該地域は人口密集地域(DID)と風車に隣接し、広範囲の目視外飛行となるため国土交通省「無人航空機の飛行に係る許可・承認」(東空運第 20284 号、東空検第 9534 号)扱いとして空撮を行いました。

ドローンの空撮画像(写真 3.2)を活用することによって、①波の進入、②波の回折、③トンボロ形成と砂の堆積による浅場の拡大、④発生した濁りの滞留状況などを確認することができ、離岸堤周辺の生物生育環境を考える上で貴重なデータとなりました。



図 3.1 海岸測量の測線配置



写真 3.1 上：空撮状況、下：使用したドローン (DJI 社製 INSPIRE1)



写真 3.2 離岸堤の空撮画像 (下が沖側)

また、空撮データを 3D 化することによって、離岸堤や突堤等の港湾施設や砂浜などの面的水際空間の維持管理に活用できる情報になるものと考えられます。例えば、離岸堤の 2D 映像を 3D 化し、さらに空間位置情報として蓄積活用することによって(図 3.2)、生物多様性の創出検討のための情報としてだけでなく、波浪などの外力による消波ブロックの移動、離岸堤の変形等を正確に把握することができ、防災や減災に役立てることができるのではないかと考えています。



図 3.2 空撮映像の空間位置情報化

3.2 海岸漂着ごみ調査 (独) 国立高専機構 鶴岡工業高等専門学校 佐藤司研究室 NPO 法人 パートナーシップオフィス

山形県の海岸には毎年多くのごみが漂着します。県は「山形県海岸漂着物対策推進地域計画」を策定し平成 23 年から、本計画に基づき行政、地域、教育機関、企業などが効果的に連携・活動し着実に漂着ごみの減量へとつながっています。一方で、これらの取組みが県全体に持続的に浸透していくためにも教育機関における学生への環境マインドの植付けを継続的に実施することが重要といえます。このような考え方にに基づき、鶴岡工業高等専門学校、佐藤司研究室では環境学習の一環として、大浜海岸において、①漂着ごみの現況調査、②海岸清掃装置の試作、③浮遊するマイクロプラスチックの調査並びに開発中の回収装置(写真 3.3)を使った海岸上のマイクロプラスチック回収及び分析に取り組んでいます。



写真 3.4 開発中の漂着マイクロプラスチック回収装置

今年度は、新たな取り組みとして NPO 法人パートナーシップオフィスの協力を得てドローン(DJI ファントム 4 プロ)による航空撮影により、流木等の漂着物の分布を面的に把握しました(写真 3.4)。



写真 3.4 海岸に漂着する流木の目視調査(左)とドローンによる撮影(右)

今後は前述のような3D化により、大型漂着物の特性を定量的に把握する試みを進めていきたいと考えています。このようにドローンを用いたモニタリングを行うことによって、これまでの目視や回収、コドラート法による海岸漂着物調査に比べより広域・面的に漂着ごみの分布を把握することが可能であるとともに、経時的な変化を把握することによってごみの漂着特性、さらには効果的な回収・利用方法に関する検討が可能になると考えています。

4. 海と陸をつなぐ循環づくり

4.1 海藻を利用した堆肥づくり

私達の日常生活から出る排水、山や田畑から流れ出る水には有用な栄養塩が含まれます。やがてそれらは海に至り、植物プランクトンや海藻によって吸収固定され生長に使われます。

海と陸をつなぐ循環を考えた場合、最も望ましい循環は私達が海藻を食料として利用し、生活排水となり川から海へと栄養塩が供給され、再び海藻の生長に利用されそれが豊かな海づくりの一助となることです。

しかし、海岸に漂着する海藻など食用に適さないものの多くは有効に利用されないことから、ここでは海藻を集めて落ち葉などの有機物と混合し堆肥化する取り組みを進めています。堆肥を用いて食用となる野菜を育てまた利用するといった循環系を形成すべく、参加校においてコンポスト器を用いた海藻堆肥づくりに取り組んでいます。なお、目標の一つは地域のシンボルともいえる紅花を育て港の景観づくりに寄与することです。

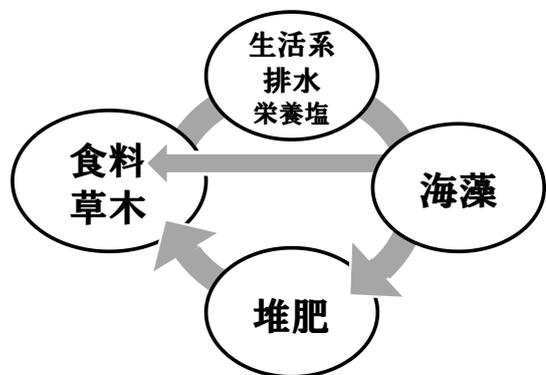


図 4.1 海と陸をつなぐ栄養塩循環のイメージ

4.2 流木を利用した炭づくり

鶴岡工業高等専門学校佐藤司研究室では、これまで飛島において海岸に漂着した流木を回収し、移動式簡易炭焼き窯を用いて炭焼きを行い、作った炭を島民が利用するという島内再資源化システムを構築するための調査・研究が行われてきました。そこで培われた技術を大浜海岸で生かすべく、流木の回収・炭づくり・炭の利用に向けた準備と調整を進めています。

多くの流木は河川を通じて海そして海岸へと漂着すると考えられることから、漂着した流木を燃料としてもしくは土壌改良材等として利用できれば、これも海と陸をつなぐ循環の一つとなるのではないかと期待されます。

5. まとめ

一般市民が港の環境に関わることはなかなかありません。しかしここでは、ダイビングスクール、そこに集まるダイバーや学生、漁業関係者、そしてNPOやボランティア団体、さらには地元の教育機関にまで「ゆるやかで多様な連携」が広がったこと、そして活動が継続していることが大きな成果であると考えています。

また、ここでの取り組みは海と港の環境を対象にしたものですが、海側から私達の生活を見直す良い機会になっているとも言えます。海を健全で豊かなものにするということは、ひいては私たちの生活を健全で豊かな状態にし、持続可能な地域を実現することにつながるのではないのでしょうか。