

寒冷海域における沿岸施設の保護育成機能の解明に関する研究

研究予算：運営費交付金

研究期間：平 26～平 28

担当チーム：水産土木チーム

研究担当者：伊藤敏朗、牧田佳巳、丸山修治、
三森繁昭、大橋正臣、梶原瑠美子

【要旨】

本研究は、資源生産力向上のための技術方策に資することを目的に、港湾・漁港等の沿岸構造物が寒冷海域の水産生物種の産卵場・生息場として機能するメカニズムの解明を行った。その結果、外郭施設整備によって確保される港内静穏域は、浮遊砂の堆積により砂質帯に生息する魚類の生息環境と底生生物を餌とする魚類等の餌場環境を新たに創出することがわかった。また、外郭施設の一部である根固・被覆ブロック（隙間）は、主に岩礁域に生息している根付き魚類の生息環境として機能し、その周辺は生息する魚類等の多様性があることがわかった。

キーワード：保護育成機能、生息環境、餌場環境、多様性

1. はじめに

水産庁では、「水産物は、健全な食生活その他健康で充実した生活の基礎として重要なものであり、我が国周辺水域の漁業資源の持続的な利用と我が国漁業の持続的な発展が重要課題である（水産基本計画：H24.3）」ことを示している。また、水産資源の低迷や藻場・干潟の大幅な減少を踏まえ、水産資源の回復・増大と豊かな生態系の維持・回復を目指し、生態系全体の生産力の底上げを図るため水産生物の動態、生活史に対応した良好な生息環境空間を創出する「水産環境整備」（図-1）を推進している（水産環境整備の推進に向けて：水産庁 H22.12、漁港漁場整備長期計画：水産庁 H24.3）。



図-1 水産環境整備のイメージ¹⁾

沿岸域は、多くの水産生物種の生活史にとって成魚の生息空間のみならず、卵、仔魚、稚魚期におい

ても重要な海域であり、産卵場・生息場としての機能を有することで、資源量の維持・増大に寄与している。特に港湾・漁港を中心とする沿岸構造物においては、静穏域が確保され、構造物に海藻が繁茂することで、隠れ場・休憩場機能、餌場機能、産卵場機能が強化され、減耗率が高く生命力の弱い幼稚魚にとって貴重な保護育成場となっている。

しかし、これらの諸機能は定性的に理解されているに過ぎない。そして、生物量の評価を行う場合でも、従来は事業対象種（漁獲対象種）により評価されていたが、水産環境整備においては、①生活史の各段階における生息空間のネットワーク化の効果（連携・相乗効果）や生態系ピラミッドの他の階層（餌、捕食者）に着目した定量的な評価が求められる。また、この評価を踏まえ生息環境空間を整備するにあたって、②効率的かつ効果的な改善・修復・創出が必要とされるが、対象施設の選定や配置、並びに構造形式といった包括的な整備手法が未確立な状況である。

本研究は、沿岸構造物周辺における水産生物の利用状況とその生息環境特性を把握し、沿岸構造物と水産生物の関係を明らかにするため、北海道南西部の日本海側に位置する漁港と岩礁域において、ダイバー等による潜水調査およびネットによる水産生物の捕獲等により沿岸構造物周辺における行動範囲を把握し保護育成機能の解明を行ったものである。

2. 現地調査および調査結果

2.1 調査概要

調査対象地区は、北海道の漁港の中で、日本海南西部の岩礁域に整備され、過去の知見から港内における魚類等の生息がある程度判明している寿都地区（寿都町）と、比較対象として寿都地区に近接し、岩礁域である神恵内地区（神恵内村）を選定した（図-2）。



図-2 調査位置図

各地区の調査箇所を図-3 に、調査内容を表-1 に示す。



図-3 調査箇所図

（上段：寿都地区、下段：神恵内地区）

表-1 調査内容

方法	項目	時期	
		寿都地区	神恵内地区
採水	水質	H27年3,5,7月	H27年4,5,8月
	植物プランクトン 動物プランクトン		—
採泥	底質 底生生物	H27年3,5,7月	—
目視 (潜水技師)	藻場(現存量、被度)	H27年3,5,7月	H27年4,5,8月
	魚類	H27年3,5,7月 H28年9,11月 H29年2,3月	
刺し網	魚類	H28年9,11月 H29年2,3月	
ネット採集 (潜水技師)	藻場生物 浮遊生物	H27年3,5,7月	H27年4,5,8月
	卵 稚仔魚	H27年3,5,7月 H28年9,11月 H29年2,3月	

2.2 水質、動植物プランクトン

採水は、各地区1地点でバンドーン採水器を用いて上層（海面下 0.5m）および下層（海底上 0.3m）で実施し、水質および植物プランクトンを分析した。動物プランクトンは、水質調査と同じ1地点において、北原式定量ネットを使用し、1/2 水深から海表面まで鉛直曳きにより採集した。なお、植物および動物プランクトンは寿都地区のみで実施した。

表-2 に、水質調査結果を示す。

この内、SS、DO、COD、pHについては、寿都地区3月のSSを除き、日本水産資源保護協会の定めた「水産用水基準 2012 版」を満たしていることから、両地区の水質には水産生物の生息に大きな影響を与える差はないと考えられる。

表-2 水質調査結果

【寿都地区】		H27.3.30		H27.5.21		H27.7.28		水産用水基準
分析項目	単位	上層	下層	上層	下層	上層	下層	
T-N	mg/L	0.09	0.15	0.08	0.07	0.09	0.11	—
NH ₄ -N	mg/L	不検出 ^(注1)	不検出	不検出	不検出	不検出	不検出	—
NO ₂ -N	mg/L	不検出	不検出	不検出	不検出	不検出	不検出	—
NO ₃ -N	mg/L	0.051	0.048	0.009	0.009	0.005	0.020	—
T-P	mg/L	0.010	0.033	0.014	0.039	0.013	0.053	—
SS	mg/L	2	9	不検出	1	1	2	2mg/L以下 ^(注2)
チロフィカ	μg/L	0.4	0.8	0.7	0.9	2.1	1.9	—
DO	mg/L	10.2	10.4	8.8	8.7	8.0	7.0	6mg/L以上
COD _{He}	mg/L	0.5	0.9	不検出	不検出	不検出	不検出	1mg/L以下
pH	—	8.1	8.1	8.0	8.0	8.1	8.1	7.8-8.4

【神恵内地区】		H27.4.5		H27.5.25		H27.8.3		水産用水基準
分析項目	単位	上層	下層	上層	下層	上層	下層	
T-N	mg/L	0.10	0.09	0.07	0.06	0.08	0.15	—
NH ₄ -N	mg/L	不検出 ^(注1)	不検出	不検出	不検出	不検出	不検出	—
NO ₂ -N	mg/L	不検出	不検出	不検出	不検出	不検出	不検出	—
NO ₃ -N	mg/L	0.022	0.027	0.005	0.004	0.003未満	0.007	—
T-P	mg/L	0.012	0.011	0.011	0.012	0.080	0.150	—
SS	mg/L	2	2	不検出	1	不検出	1	2mg/L以下 ^(注2)
チロフィカ	μg/L	0.7	0.8	0.5	0.4	1.3	1.0	—
DO	mg/L	10.2	10.3	9.3	9.1	7.6	7.7	6mg/L以上
COD _{He}	mg/L	不検出	不検出	0.9	0.7	不検出	0.9	1mg/L以下
pH	—	8.1	8.0	8.1	8.1	8.1	8.0	7.8-8.4

(注1) 「不検出」とは定量下限値未満を示す。

(注2) 人為的に加えられる懸濁物質

図-4 に、無機三態窒素の内、唯一検出された硝酸態窒素 (NO₃-N) の推移を示す。

硝酸態窒素濃度は、両地区ともに春 (3、4 月) に最大値を示したが、寿都地区の 0.048~0.051mg/L に対し、神恵内地区は 0.022~0.027mg/L と約半分であった。この要因の一つとして、寿都地区は港内であるため、1 月から 2 月の冬季混合期に流入した高栄養塩の海水が拡散せずに滞留していたことが考えられる。

なお、ホソメコンブが発芽する冬季には 0.07 mg/L (=5μM) 以上の硝酸態窒素が必要と考えられている²⁾。これに対し、比較する時期は冬に対して春と若干異なるが、両地区とも低栄養塩であるといえる。

図-5 に、これらの無機塩類を餌とする植物プランクトンの現存量の指標となるクロロフィル a 濃度の推移を示す。

植物プランクトンは、冬季に表層に運ばれた栄養塩を利用することで春季に大增殖し、これが頂点に達すると栄養塩は消費し尽くされ、夏季に向かって急激に減少するとされている³⁾。しかし、両地区とも栄養塩である硝酸態窒素濃度は減少したが、クロロフィル a 濃度は春に対して夏が高くなっていた。

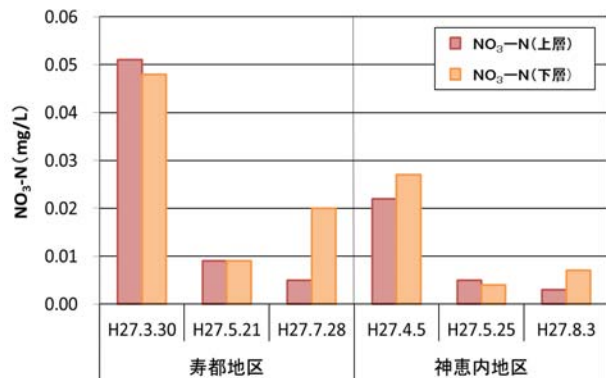


図-4 硝酸態窒素の推移

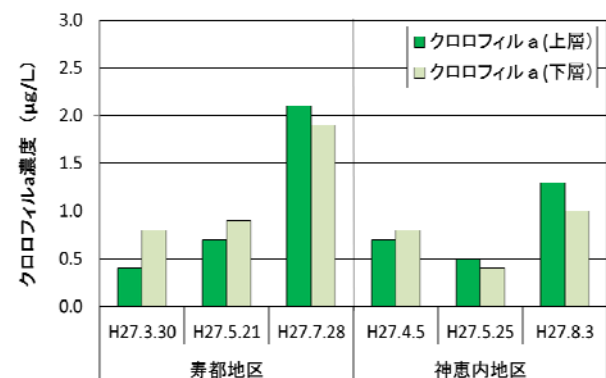


図-5 クロロフィル a 濃度の推移

特に寿都地区では、春の 0.4~0.8μg/L に対して夏は 1.9~2.1μg/L と 3 倍程度に増加した。これより、植物プランクトンは動物プランクトンや小さな魚の餌として水産資源の生産量を支える基礎となっていることから、寿都地区の港内域は神恵内地区の港外域に比べ生産性が高いといえる。

図-6 に、寿都地区において確認された植物プランクトンの種類別細胞数を示す。

7 月の下層以外は全て珪藻綱が優占し、種の同定ができたものの中で主な出現種は *Chaetoceros sociale* (円心目 キートケロス科) と *Cerataulina pelagica* (円心目 ビドゥルフィア科) ある。*Chaetoceros sociale* は春季に、*Cerataulina pelagica* は夏季に多く出現する⁴⁾もので、海洋の生態系において無機物から有機物を合成する一次生産者として重要なプランクトンである。

7 月の下層において優占したクリプト藻は、特に寒冷地、貧栄養域、深水層などでは多く、このような環境では一次生産へ大きく寄与していると考えられている。また低次捕食者の餌としても重要な存在であることが報告されている⁵⁾。

図-7 に、寿都地区において確認された動物プランクトンの種類別個体数を示す。

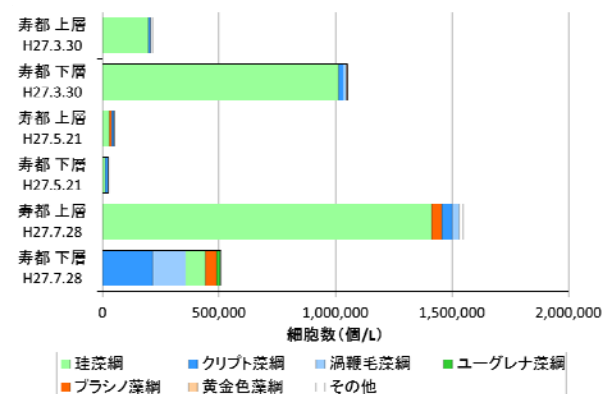


図-6 植物プランクトンの種類別細胞数



図-7 動物プランクトンの種類別個体数

動物プランクトンは、植物プランクトンと同様に7月に最も多く確認された。全ての調査において顎脚（橈脚）綱が優占し、種の同定ができたものの中で主な出現種は *Pseudocalanus newmani*（カラヌス目クラウソカラヌス科）と *Oithona similis*（キクロプス目 オイトナ科）である。これらは、*Pseudocalanus newmani* は日本周辺では親潮流域（内湾にもよく出現）に、*Oithona similis* は日本各各地の内湾・沿岸・外洋に分布する⁴⁾もので、海洋生態系の高次の生物（魚類など）の餌料として重要なプランクトンである。

2.3 底質、底生生物

両地区は岩礁域であるが、寿都地区の港内には砂質帯が確認された（神恵内地区は未確認）。これは、外郭施設の漁港整備によって港内に静穏域が創出され、浮遊砂が堆積したと考えられる。

採泥は、寿都地区港内の1地点でスミスマッキンタイヤ採泥器を用いて海底表層の底質を採集し、底質および底生生物を分析した。

表-3に、底質調査結果を示す。

日本水産資源保護協会の定めた「水産用水基準2012版」と比較すると、3月における全硫化物が水産用水基準の0.2mg/gを大幅に超える0.62mg/gであった。全硫化物は有機物の分解に伴う酸素消費により嫌氣的な状態になることで増加する。これに対し、有機物のおおよその目安として用いられる化学的酸素要求量(COD_{sed})は全て基準値内であった。

表-3 底質調査結果

【寿都地区】

分析項目	単位	H27.3.30	H27.5.21	H27.7.28	水産用水基準
T-N	mg/g乾泥	1.0	1.4	1.4	—
T-P	mg/g乾泥	0.7	0.7	0.4	—
TOC	mg/g乾泥	9.03	8.99	9.68	—
COD _{sed}	mg/g乾泥	7.1	6.4	6.5	20mg/g以下
全硫化物	mg/g乾泥	0.62	0.18	0.12	0.2mg/g以下
含水比	%	73.5	86.2	45.0	—

図-8に、底生生物の種類別個体数を示す。

出現個体数は3月が最も多く、各月とも多毛綱が優占していた。種が同定できた多毛綱の中で多く出現していたのは、*Nephtys polybranchia*（サシバゴカイ目 シロガネゴカイ科）と *Scoletoma longifolia*（イソメ目 ギボシイソメ科）で、魚類等の餌料となっ

ている底生生物である^{6,7)}。

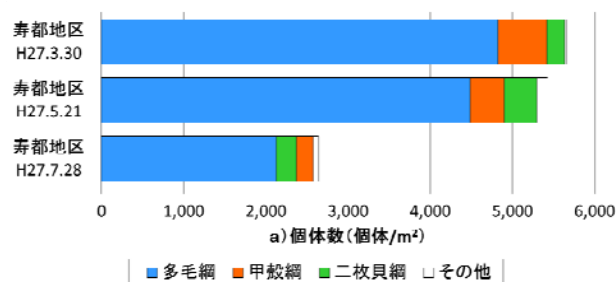


図-8 底生生物の種類別個体数

農林水産大臣が定めた持続的な養殖生産の確保を図るための基本方針では、「いけす等の養殖施設の直下の水底においてゴカイ等の多毛類その他これに類する底生生物が生息していること」が改善目標として定められている⁸⁾。

これより、3月に全硫化物が水産用水基準を大幅に超えていたが、同時にゴカイ等の底生生物の個体数が最も多く出現していることから、寿都地区港内の底質環境は水産生物の生息に大きな影響はないと考えられる。

これらのことから、寿都地区港内の外郭施設整備に起因していると考えられる有機物の堆積は、底生生物やこれを餌とする魚類等の餌場環境を創出しているといえる。

2.4 藻場、藻場生物、浮遊生物

藻場・藻場生物調査は、各地区の測線上において、寿都地区は港奥部から防波堤に沿って、神恵内地区は汀線から沖に向かって、潜水技師により10m毎に方形枠(1m×1m)を設置し、海藻被度の目視観察を行うとともに、測線上で海藻類が最も繁茂している箇所を対象として、海藻と生物を採取し、海藻現存量と藻場生物量を分析した。また、浮遊生物の採集は、潜水技師により角型に改良したマルチネット(開口部1.0m×0.5m)を用いて測線上の藻場の表面とその表層を曳網した。

写真-1に両地区の5月の海藻類の生育状況を、図-9に海藻現存量と被度の推移を示す。

集計にあたっては、生物生息場の観点から立体的な海藻を対象とし、殻状海藻のイソガラ属、イワノカワ科、無節サンゴモは除いた。

港内である寿都地区は、岩礁域である神恵内地区と比較して、各月とも海藻現存量が少なく海藻被度も小さかった。寿都地区の3,5月はケウルシグサが

優占している。これはケウルシグサが植食動物の摂食を妨げる物質を体内に有している⁹⁾ことや、弱い波浪でもよく動き回る構造を持ち、波によってブロック表面を掃き回る¹⁰⁾ことで、流速の小さい港内環境においても、寿都地区の磯焼けの原因として問題となっているキタムラサキウニなどの植食動物の摂餌を回避していることが推察される。神恵内地区は岩礁域であり、ホソメコンブとワカメが優占していた。



寿都 測点 20 (水深 3.8m) 寿都 測点 50 (水深 3.8m)
(イダシ科等) (イトグサ属、ケウルシグサ等)



神恵内 測点 60 (水深 1.4m) 神恵内 測点 100 (水深 4.9m)
(ホソメコンブ、ワカメ等) (イカガラ属等)

写真-1 海藻類の生育状況 (5月調査)

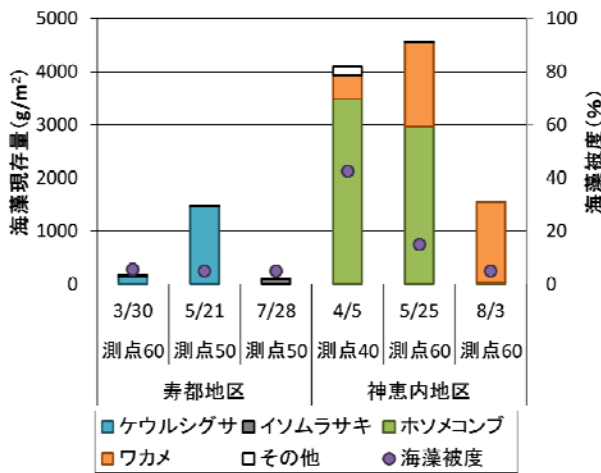


図-9 海藻現存量と海藻被度の推移

図-10 に、両地区において確認された藻場生物の種類別個体数を示す。

出現個体数は、寿都地区が 489~1,108 個体/m²、神恵内地区が 168~3,424 個体/m²であり、神恵内地

区で多い時期が見られた。出現率は両地区、各月とも甲殻綱が優占し、甲殻綱の中で多く出現していたのは、寿都地区では *Corophium* sp. (端脚目 ドロクダムシ科 ドロクダムシ属) と *Pontogeneia* sp. (端脚目 アゴナガヨコエビ科 アゴナガヨコエビ属)、神恵内地区では *Dynoides* sp. (等脚目 コツブムシ科 シリケンウミセミ属) と *Jassa* sp. (端脚目 カマキリヨコエビ科 カマキリヨコエビ属) であった。これらは植物体上をはったり葉間を水中で泳いだりする移動性動物群に分類され¹¹⁾、底生生物同様に魚類等の餌料となっている生物である^{6,7)}。

図-11 に、両地区において確認された浮遊生物の種類別個体数を示す。

出現個体数は、寿都地区が 72~716 個体/100m 曳網、神恵内地区が 0~170 個体/100m 曳網であり、寿都地区の 5, 7 月調査で多い傾向が見られた。出現率

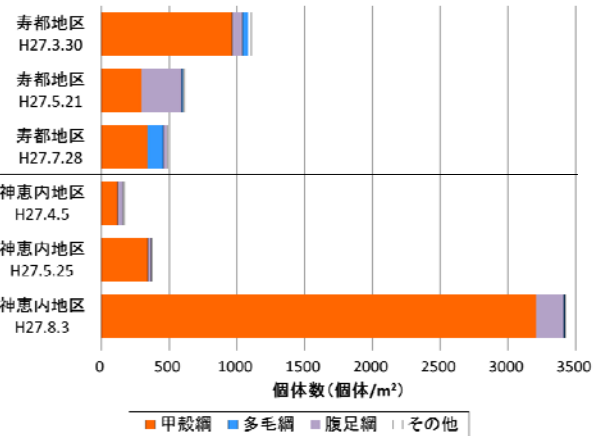


図-10 藻場生物の種類別個体数

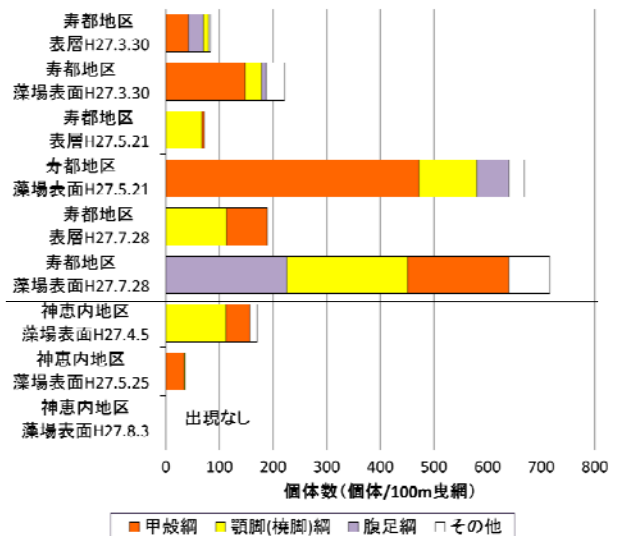


図-11 浮遊生物の種類別個体数

多種多様な魚類の生息環境として適しているといえる。

また、魚類の種類数は港口部である st.8 が最も多く、特に9月、11月の底層で多く確認された。これより、沖合から回遊してきた魚種等がここに留まり、港内外を行き来しているものと考えられる。

表-8 魚類の地点別出現種（寿都地区）（H28）

種名	岸壁		外郭		
	st.1	st.4	st.3	st.6	st.8
ウミタナゴ科	○	○	○		○
アオタナゴ			○	○	
ウミタナゴ			○		○
カジカ科	○	○			
オニカジカ				○	○
ギスカジカ			○	○	
ケムシカジカ		○			○
ハゼ科	○				
アサヒアナハゼ	○	○	○	○	○
リュウグウハゼ			○	○	○
タウエガジ科	○		○		
フサカサゴ科					○
アイナメ			○	○	○
スジアイナメ					○
クジメ		○	○	○	○
クロソイ			○	○	○
オウゴンムラソイ			○	○	○
アカブチムラソイ			○		
エゾメバル			○	○	○
キツネメバル					○
ペロ			○		○
ヒラメ			○		
カレイ科		○			
クダヤガラ				○	
フサギンポ				○	○
イソバテング					○
エゾグサウオ					○
スズメダイ					○
マイワシ				○	
カタクチイワシ			○		○
マサバ				○	
ミズダコ	○	○	○		
計(32種類)	6	7	17	13	20

表-9 沿岸構造物周辺の生息種（魚類）の多様性（寿都地区）（H28）

年	地区	区域	調査月	卵	稚仔魚	魚類	魚類の多様性		
							γ 多様性	α 多様性	β 多様性
							(港内全域)	(各地点)	地点間(γ/α)
H28	寿都	st.1	9月	0	3	6	32	6	5.33
		st.2		0	2	未実施		-	-
		st.3		2	3	17		17	1.88
		st.4	11月	0	4	7		7	4.57
		st.5		1	0	未実施		-	-
		st.6	3月	0	4	13		13	2.46
		st.7		2	3	未実施		-	-
		st.8	1	4	20	20		1.60	
		st.9	1	1	未実施	-		-	
		st.10	2	1	未実施	-		-	
		st.11	1	2	未実施	-		-	
計(種類数)				3	7	32	-	-	-

図-12に、寿都地区の構造物周辺において、以下の魚類の出現状況を把握し、漁港周辺における魚類等の行動特性を調査月ごとに整理した。主な魚類を写真-3に示す。

○夏季（9月）

- ・回遊性の魚種（カタクチイワシ(st.3,8)、マサバ(st.6)）
- ・岩礁域に生息する魚種（メバル類(st.3,6,8)、アイナメ類(st.8)）

- ・季節的に深淺移動し砂泥域に生息するヒラメ(st.3)
- ・カタクチイワシの卵は港内(st.3,8)と港外(st.9,10)

○秋季（11月）

- ・岩礁域に生息するメバル類(st.3,6,8) 特にst.3,8に多い

- ・回遊性のマイワシ(st.6)

- ・寿都湾奥の朱太川に生息するとされるアユ仔魚(st.1,4)

○冬季（2,3月）

- ・岩礁域に生息するメバル類、アイナメ類や、カジカ類(st.3,6,8)

- ・冬季から春季が産卵期であるスケトウダラの卵(st.7,11)・稚仔魚(st.3)



カタクチイワシ (H28.9)



マサバ (H28.9)



ヒラメ (H28.9)



エゾメバル (H28.9)

写真-3 観察された主な魚類

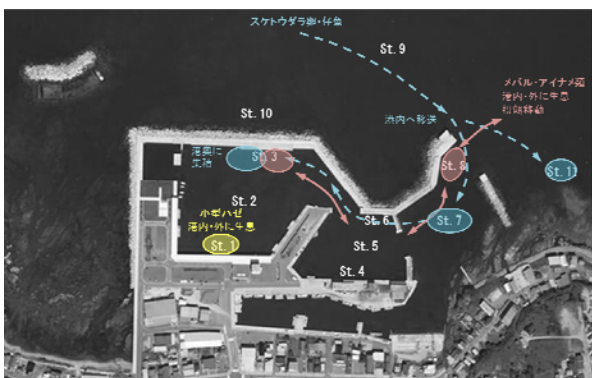
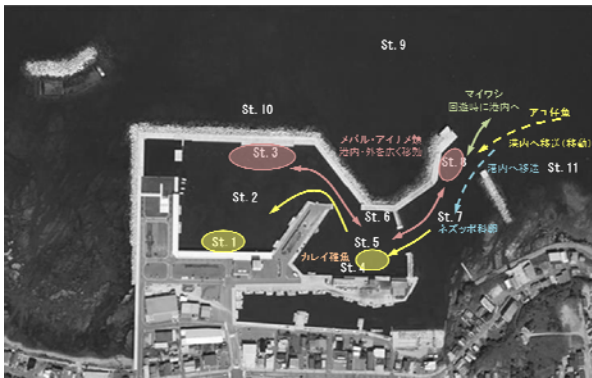
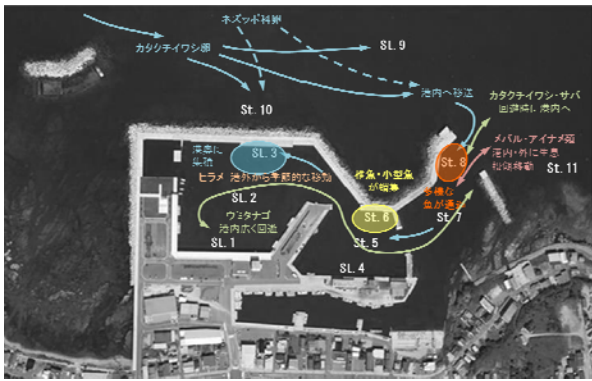


図-12 漁港周辺における魚類の分布状況
(上段から H28.9、H28.11、H29.2、H29.3)

3. まとめ

本研究では、北海道日本海に位置する寿都地区(漁港)と神恵内地区(岩礁域)を対象に現地調査を実施し、寒冷海域の港湾・漁港等の沿岸構造物における水産生物の行動特性および保護育成機能について検討を行った。その結果、以下のことがわかった。

- 1) 両地区の水質環境は、水産生物の生息に大きな影響はないと考えられる。
- 2) 外郭施設の漁港整備に起因していると考えられる港内の砂質化は、砂質帯に生息する魚類の生息環境を新たに創出し、また、多毛綱などの底生生物を餌とする魚類等の餌場環境も創出していると考えられる。
- 3) 藻場は、甲殻綱などの生物が生息することで、これらを餌とする魚類等の餌場機能を有していると考えられる。
- 4) 港内に静穏域を創出する外郭施設整備は、浮遊生物を餌とする魚類等の餌場を強化していると考えられる。
- 5) 外郭施設の一部である根固・被覆ブロック(隙間)は、主に岩礁域に生息する根付き魚類の生息環境として機能していると考えられる。
- 6) 外郭施設の港内側は岸壁前面と比較して、魚類の種類数が多く多様性がある。
- 7) 寿都地区の構造物周辺における魚類の季節別・地点別出現状況より、その行動特性を把握した。

今後は、本研究成果に加えて、産卵場や避難場として港内を利用するメカニズムを解明し、水産生物の生息環境としての沿岸構造物評価技術を確立するとともに、沿岸構造物の保護育成機能強化のための港湾・漁港等整備手法の開発を行っていくことが重要である。

参考文献

- 1) 農林水産省 HP:「水産環境整備の推進」、2015
- 2) 水田浩之, 鳴海日出人, 山本弘敏:「ホソメコンブ配偶体の生長・成熟に及ぼす窒素・リンの影響」、水産増殖 49(2), 175-180, 2001
- 3) 川原田裕:「海洋科学基礎講座 6 海洋プランクトン」、33-37、東海大学出版会、1975
- 4) 千原光雄・村野正昭:「日本産海洋プランクトン検索図説」、東海大学出版会、1997
- 5) 日本光合成学会編:「光合成事典 (Web 版)」,クリプト

植物」、2015年4月公開

- 6) 水島敏博・鳥澤雅:「漁業生物図鑑 新 北のさかなたち」、北海道新聞社、2003
- 7) 社団法人全国豊かな海づくり推進協会:「主要対象生物の発育段階の生態的に知見の収集・整理報告」
- 8) 農林水産省:「持続的な養殖生産の確保を図るための基本方針」、平成11年8月30日(農林水産省告示第1122号)
- 9) 堀輝三:「藻類の生活史集成 第2巻 褐藻・紅藻類」、1993
- 10) 川俣茂:「三陸沿岸磯根漁場の底生生物群集の構造とその成因」、水産工学研究所研究報15、1-24、1994
- 11) 新崎盛敏・堀越増興・菊池泰二:「海洋科学基礎講座 5 海藻・ベントス」、東海大学出版会、1976

RESEARCH ON HOW COASTAL STRUCTURES PROTECT AND FOSTER AQUATIC ORGANISMS IN COLD SEA AREAS

Research Period : FY2014-2016

Research Team : Fisheries Engineering

Research Team

Author : ITO Toshiaki

MAKITA Yoshimi

MARUYAMA Shuji

MIMORI Shigeaki

OHASHI Masami

KAJIHARA Rumiko

Abstract : With the purpose of contributing to technical methods of improving the production of resources, this research examined how coastal structures such as ports and fishery harbors work as spawning grounds and habitats for aquatic organisms in cold sea areas.

The results showed that tranquil areas secured by protective facilities in the harbor serve as habitats for fishes inhabiting sandy zones that form from the sedimentation of suspended sediment and as feeding grounds for fishes feeding on benthos.

Also found is that the crevices of foot protection and armor blocks, which are parts of protective facilities of harbors, function as habitats for rockfishes, which live mainly in rock reef areas, and that the areas surrounding foot protection and armor blocks have a diversity of fishes living there.

Key words : protecting and fostering aquatic organisms, habitats, feeding grounds, diversity