

港湾域におけるヤリイカの産卵に関する研究

谷 野 賢 二* ・ 鳴 海 日 出 人** ・ 佐 々 木 秀 郎***
北 原 繁 志*** ・ 本 間 明 宏**** ・ 黄 金 崎 清 人**

1. はじめに

港湾・漁港等の施設整備を行う上で、防波堤などの構造物は防波機能・防砂機能などの本来機能のみならず、周辺の自然環境と調和することが強く要請されている。特に、豊かな自然環境に恵まれる北海道の港は、漁場と近接しており、これら構造物の環境共生機能をより強化することの重要性が認識されてきた。

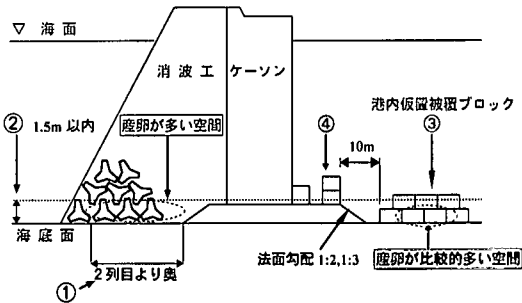
構造物が有する環境共生機能の一つに、北海道日本海・津軽海峡沿岸の港湾・漁港にみられるヤリイカ (*Loligo bleekkeri*) の産卵礁機能が挙げられる (谷野, 1997a)。

著者らは港湾・漁港域におけるヤリイカの産卵状況を把握するために、平成 7 年から 8 年にかけて現地調査を行い、港湾・漁港構造物が産卵場として機能していることを明らかにした (谷野ら, 1997b)。調査によって得られた知見に基づき、平成 8 年には新たに産卵礁機能をあわせもつコンクリートブロックを北海道津軽海峡最西端に位置する松前港に設置した。

本研究は、産卵礁ブロックの効果を検証するとともに、港湾域の天然岩礁及び構造物周辺のヤリイカの産卵と生残率およびそれに係わる産卵場の環境特性を明らかにしようとするものである。

2. 港湾域における構造物周辺の産卵とその特徴

ヤリイカは岩礁の空隙部天井に産卵する。天然岩礁におけるヤリイカの産卵礁空間の寸法は、幅 114 ± 98 cm、高さ 41 ± 16 cm、奥行 60 ± 28 cm の範囲にあった (渡島西部地区水産技術普及指導所他, 1990)。天然岩礁と同様に産卵礁空間を提供している防波堤や岸壁のコンクリート垂直壁の欠損部等は幅 20~150 cm、高さ 10~60 cm、奥行 10~50 cm の空間が最も高い頻度で産卵がみられ、海



図一 産卵場所 (松前港平成 7~9 年調査結果)

底面と平行で平坦な天井面が産卵の好条件となっている (谷野ら, 1997 b)。

一方、消波工 (コンクリートブロック乱積) や被覆ブロック等が創り出す奥行の深い空間では、コンクリート欠損部や天然岩礁における窪みなどの産卵空間、さらに、沖合に数メートル間隔で敷設された人工産卵礁では見出すことのできない産卵の特徴である。

消波ブロックおよび被覆ブロックでの産卵位置を模式的に図一に示す。消波ブロック (乱積み) では前面から 2 列目より奥側での産卵が多く (図中①)、低照度環境下での産卵が選択的に行われていることが窺える。また、産卵床は海底面より 1.5 m 以内である (図中②)。産卵の約 95% が海底面上 1 m 以内、約 87% が 80 cm 以内で確認されている。水深方向に 2 段目以上の空隙で産卵量が激減し、3 段目以上の空隙では産卵はみられない。

港内側の泊地海底面上と防波堤基礎マウンド上に仮置きされた 2 層積みの被覆ブロック産卵状況を見ると、海底面では 10~20% のブロックに産卵がみられた (図中③) が、マウンド上に設置したブロック (図中④) では産卵はみられず、急峻な地形 (法面勾配 1:2) を昇って産卵する事は極めて少ないことが示唆された。

3. 構造物の産卵礁としての機能の検証

3.1 消波工底部設置型ブロック

産卵に適する空隙がない小重量の消波ブロックや脚部の傾斜が急なブロックなどを用いて消波ブロック被覆堤や捨ブロック式傾斜堤を建設する場合に、ブロック法先

* 正会員 工博 北海道東海大学教授 工学部海洋開発工学科
** 正会員 日本データサービス株式会社 調査設計部
*** 正会員 北海道開発局 開発土木研究所 環境水工部 水産土木研究室
**** 北海道開発局 函館開発建設部 松前港湾建設事務所長

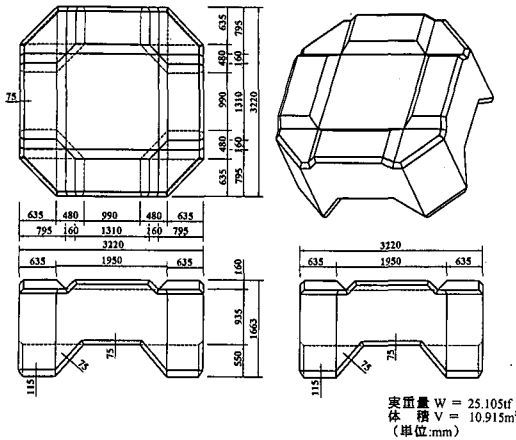


図-2 産卵礁の構造

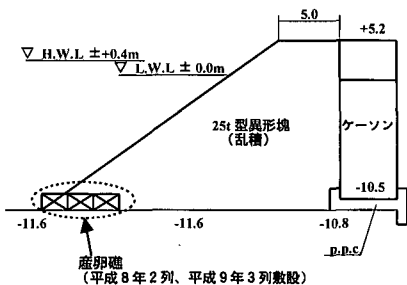


図-3 産卵礁の設置断面

に産卵に適する空間を形成するために、ブロック最下段以下に示す消波工底部設置型ブロック（以下産卵礁と略す）を敷設し、堤体に産卵礁機能を付加することができる。

産卵礁の構造を図-2に、設置断面を図-3に示す。産卵礁の開口部は、高さ55cm、幅99～1950cmである。産卵礁は消波ブロックの積層に耐え得る構造とした。

3.2 調査の位置と項目

構造物の産卵礁機能の効果を明らかにするため、産卵礁部、隣接する既設消波ブロック部及び近隣の天然岩礁について産卵量の目視観測、生残率、卵囊長、卵数などの分析を行った。さらに、卵の生残に係わる重要な物理環境因子である波高・流況・水中照度・浮遊砂量等の調査を行った（図-4、5）。

4. 産卵特性

4.1 産卵位置

産卵礁での産卵位置を図-6に示す。産卵回遊・接岸群が少ない3月14日では、ヤリイカは奥側（ケーソン側）の産卵礁から優先的に産卵している。接岸群の増加に伴って奥側の産卵床の空白面積が減少すると（3月16

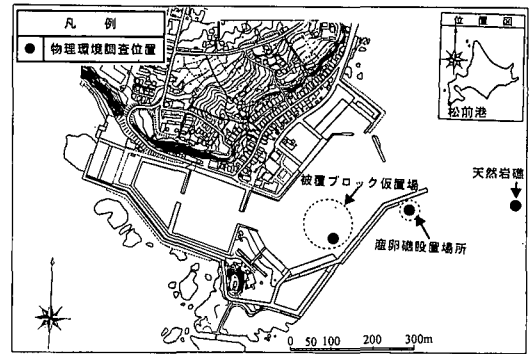


図-4 調査位置

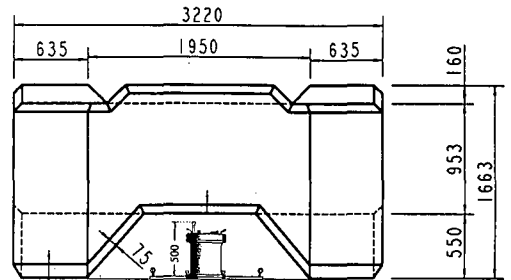


図-5 産卵礁下の流況観測状況

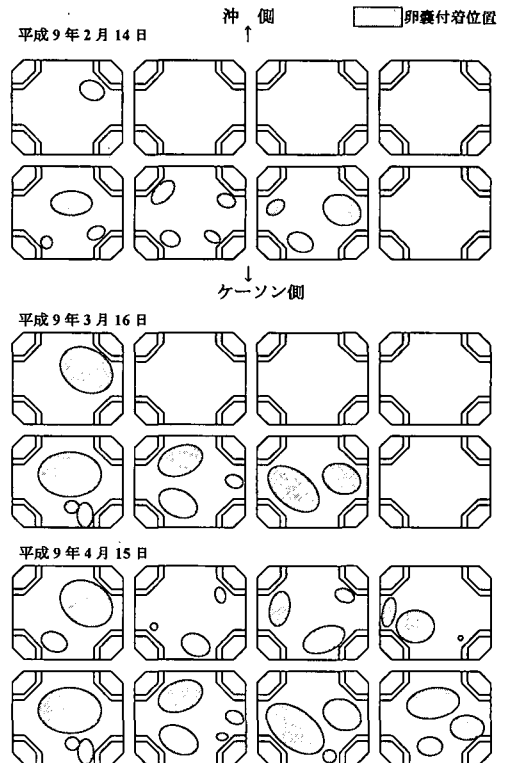


図-6 産卵礁におけるヤリイカ卵の付着状況

日), 前面(沖側)産卵床への産卵が増加している(4月15日)。先に述べたように、これは低照度の空間への選択的な産卵傾向を示しているとともに、適当な産卵空間が得られないときには不適条件での産卵を行うことを表したのと考えられる。

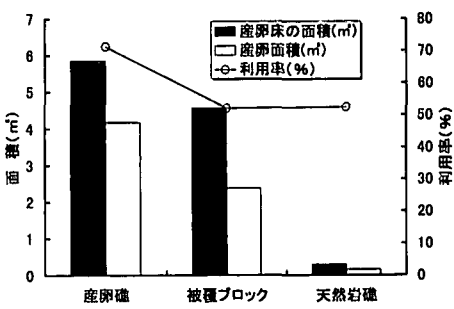
4.2 産卵空間と産卵率

表一1に産卵が確認された産卵空間と産卵率(調査基数に対しての発見した割合)を示す。消波ブロックA~Cの内部方向への調査は、法先から奥へ3個列びまで行った。仮置き被覆ブロックは平面的に並べられた一角の2辺で下段15×5個、上段5×3個について、産卵礁ブロックは8個全部について調査した。構造物での卵嚢が発見された天井高さは、40~55 cmの範囲で、その約63%が50~55 cmの範囲内であった。また、天井面が水平な方が産卵率は高い。産卵礁での産卵率は100%であった。

4.3 産卵量

図一7に産卵礁ブロック、被覆ブロック、天然岩礁における1ヶ所当たりの平均産卵面積と利用率(産卵面積÷産卵床面積×100)を示す。なお、消波ブロックについては産卵床面積の定義が困難なので、利用率の算定を行っていない。図からわかるように、天然岩礁と比較すると人工構造物の方が産卵床面積が大きく、利用率も上回っている。

表一2に単位面積当たりの卵嚢付着量と卵嚢及び卵の計測結果を示す。表からわかるように、天然岩礁と人工構造物を比較すると、人工構造物の方が1房当たりの



図一7 産卵床の面積と利用率(松前港, 1997)

平均卵数では1.3~1.5倍、単位面積当たりの卵嚢数は1.2~1.3倍上回っている。

4.3 生残率

各調査位置におけるヤリイカ卵の平均生残率を図一8に示す。同図より、平成9年3月16日より約1ヶ月後の4月15日には、港内に仮置きしている被覆ブロック33.4%、天然岩礁45.1%と極端に低下している。この期間に採集された卵は全て発生初期(発生段階I)のものであり、この期の減耗が天然岩礁と港内被覆ブロックで極めて大きい。

平成9年6月14日での平均生残率は、産卵礁83.8%、消波ブロック75.6%、被覆ブロック19.8%、天然岩礁20.5%であり産卵礁と消波ブロックで高い。

表一1 産卵空間と産卵率

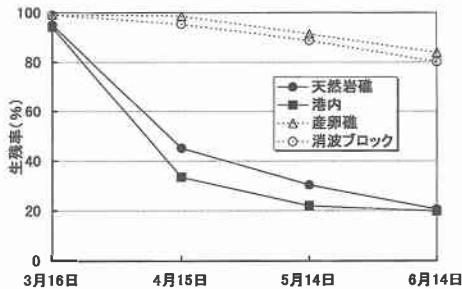
空間の名称	天井高さ	種類	天井面の傾き	産卵率	調査基数	備考
ブロックA	55 cm	消波	傾斜(約9度)	3.3%	60	
ブロックB	54 cm	消波	傾斜(約21度)	2%以下	50	
ブロックC	40 cm	消波	水平	5.0%	70	
ブロックD	55 cm	被覆	水平	12%	75	下段
				5.0%	20	上段
産卵礁	55 cm	特殊	水平	100%	8	
天然岩礁	平均23 cm		ほぼ水平	3ヶ所/2.4 km	—	

(松前港, 1997.6.13)

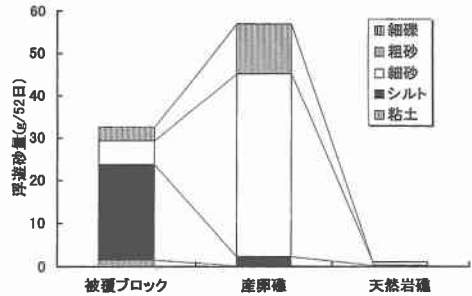
表一2 産卵量及び計測結果(平均値)

項目	消波ブロック	被覆ブロック	天然岩礁	産卵礁
100 cm²当たりの産卵房数	26.3	28.4	20.9	25.5
卵嚢長 (cm)	8.41	8.80	7.50	8.50
卵嚢幅 (cm)	0.85	0.80	0.90	0.90
卵嚢重量 (g-wet)	3.49	3.50	3.30	3.50
1房当たりの平均卵数	43.7	42.3	32.1	48.1

(松前港, 1997)



図一8 ヤリイカ卵の平均生残率（松前港，1997）



図一9 浮遊砂（松前港，1997. 5～7）

5. 物理環境

5.1 浮遊砂量，シルト含有率と流速

生残率を低下させる原因には、微弱流速による水質の悪化(溶存酸素の欠乏等)，浮遊砂が卵囊表面に付着することによる酸素欠乏などが考えられる。

写真一1は、港内被覆ブロックの卵囊の状態を示したものである。卵囊の表面にシルト分が付着し、また、脱落した卵もみられる。

この時期の流速の代表値と浮遊砂量を表一3、図一9に示す。港内（被覆ブロック下）の浮遊砂量は産卵礁に次

いで高く、かつ、全捕砂量の内72.3%が粘土・シルト分で占めている。また、港内の流速は高波浪時においても最大で5.42 cm/sec(瞬時値最大)と小さい。これらのことが、シルト分の卵囊表面への付着を促進し、被覆ブロック部における死卵の発生確率を高めたものと推定される。一方、産卵礁下では港内よりも浮遊砂量が約1.7倍も多くなっているが、平均流速が大きく、シルト・粘土分が少ない。そのため、産卵礁では流れによる卵囊への酸素補給とシルト分の付着阻止が行われ、生残率95%以上の好適な環境が形成されているものと推察される。

5.2 低照度環境での産卵

産卵場所の高照度は、正常な孵化を阻害する要因の一つに挙げられる(新潟県，1984)。それは、卵囊の表面に珪藻が付着することにより酸素欠乏となるためである。写真一2は、松前港の天然岩礁において産卵された卵囊である。卵囊表面には珪藻が付着し、死卵（白濁卵）が多くみられる。

図一10は産卵実績のある天然岩礁での水中照度を示したものである。天然岩礁では最大で約10,000 lux（5～7月）と高く、産卵礁では天然岩礁の1%未満、消波ブロック及び被覆ブロックでは5%未満であった。

天然岩礁では先に示したように高照度で珪藻が増殖する環境下にある。一方、流速と浮遊砂をみると、流速はスカラー平均流速で8 cm/sあり、浮遊砂量砂は1.08 g/52日と少ない。これらのことから天然の産卵礁における卵の低生残率は高照度による卵囊への珪藻付着が原因と



写真一1 表面にシルト分が付着し、脱落する卵もみられる（松前港，1997. 6. 14）

表一3 流 速

項 目	被覆ブロック	天然岩礁	産卵礁
高波浪時（6月26，27日，有義波高 $H_{1/3}$ 2.31 m，周期 $T_{1/3}$ 6.2 s）			
最大流速 (cm/s)	5.42	15.0	32.0
スカラー平均流速 (cm/s)	3.80	8.84	18.1
静穏時（7月20日，有義波高 $H_{1/3}$ 0.02 m，周期 $T_{1/3}$ 6.1 s）			
最大流速 (cm/s)	2.38	15.0	5.00
スカラー平均流速 (cm/s)	1.9	6.77	2.69

（松前港，1997）

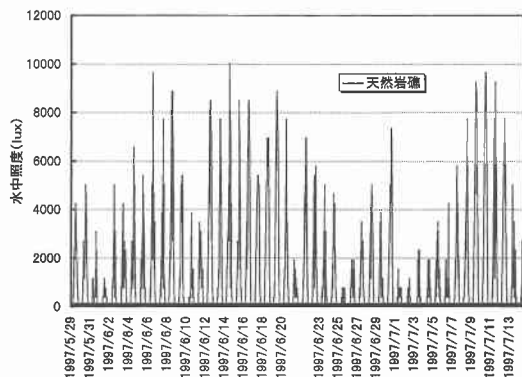


図-10 水中照度 (松前港, 1997. 5~7)



写真-2 表面に珪藻が付着している卵嚢 (松前港, 1997)

考えられる。

5.1, 5.2 の物理環境条件と生残率の関係から, 松前港においては, 防波堤の消波工部は近隣の天然の産卵礁よりも卵の発生に適した環境が形成されているといえる。

6. お わ り

本研究を要約すると以下のとおりである。

(1) 消波ブロック及び被覆ブロックにおけるヤリイ

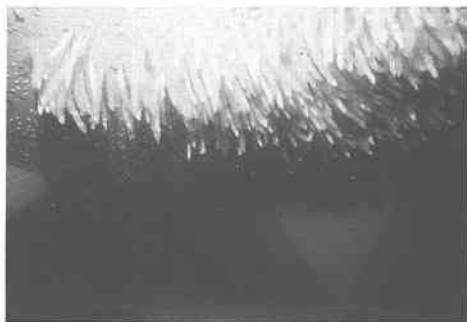


写真-3 正常な卵の発生状況 産卵礁 (松前港, 1997)

カの産卵部位は, 次のような選択性がみられる。

- ① 産卵位置は海底面より 1.5 m 以内である。
- ② 低照度環境下であるブロック奥側での産卵が多い。
- ③ 急峻な地形を昇ったの産卵はみられない。
- ④ 天井面が, 水平な方が産卵率は高い。

(2) 消波工にヤリイカ産卵礁ブロックを設置し, その効果について近隣の天然岩礁, 港内外に設置された既設ブロックと比較した。その結果は次の通りである。

- ① 産卵礁ブロックでは, 産卵率が 100% であった。
- ② 防波堤外側の消波工部は卵の生残率が 84%~76%, 近隣の天然岩礁が 21% であり, 天然岩礁と比較して卵の発生に適した環境を形成している。

参 考 文 献

- 谷野賢二 (1997a): 防波堤の産卵礁機能—ヤリイカを対象として—ヘドロ (68), 底質浄化協会, pp. 1-5.
- 谷野賢二・北原繁志・斉藤二郎・本間明宏・伊藤洋一・鳴海日出人 (1997b): 防波堤のヤリイカ産卵礁機能に関する研究, 海岸工学論文集, 第 36 巻, pp. 1136-1140.
- 渡島西部地区水産技術普及指導所・松前町水産課・松前町中央漁業協同組合・北海道水産部 (1990): 北海道松前町におけるヤリイカ資源増大対策と展開方向, 新潟県 (1984): 昭和 56, 57 年度大規模増殖場造成事業調査報告書, 174 p.