

# ハタハタ産卵に関する物理環境について

(独) 土木研究所寒地土木研究所

○関口 浩二  
渡辺 光弘

ハタハタは北海道周辺海域に広く分布しているが、近年ハタハタの資源量減少が著しいため、産卵場所となる産卵群落の人工的な造成が求められている。これまで、沿岸構造物にハタハタ産卵礁機能を付加することを目的として、沿岸構造物に人工海藻を設置し、産卵時期における産卵状況は確認している。しかしながら、ハタハタ産卵時の波浪等の産卵場環境に関する知見は知られていない。このため、著者らは産卵時の物理環境を数値解析することにより、ハタハタの産卵場環境の指標を示唆するものである。

キーワード：自然環境、再生・回復

## 1. はじめに

北海道周辺海域は有用な水産資源であるハタハタの産卵場として、大型海藻の繁茂場が形成されていた。しかし、近年の磯焼け現象の進行により、大型海藻の生育が阻害されたため、ハタハタの資源量は著しく減少している。このため、ハタハタの資源量増加を図るため、沿岸構造物にハタハタ産卵機能を付加することを目的として、産卵群落の人工的な造成手法の開発が求められている。

ハタハタの産卵群落の造成方法としては、①ハタハタの産卵にとって価値の高い大型海藻であるホンダワラ類の育成・増殖、②ホンダワラ類に類似した人工海藻の設置などが考えられた。このうち、①については、ホンダワラ類の育成・増殖への対応が短期的には困難であった。②については、すでにホンダワラ類に類似した人工海藻が技術開発されており、太平洋側の苫小牧港において産卵確認がされていた。

そこで、北海道日本海側の増毛町雄冬漁港では、漁港周辺海域において磯焼け現象が著しく進行しているため、ホンダワラ類に類似した人工海藻に着目し、沿岸構造物に人工海藻を設置する方法が採用されている。また、人工海藻設置後の平成20年度から産卵調査を実施し、ハタハタの産卵状況が把握されている。

ハタハタの産卵は、産卵回遊ルートにおける水深、水温および波浪が、深く関与していると推定されている。特に冬季の産卵期間において、ある程度海水温度が低下した産卵環境が必要であることがわかっている。しかしながら、ハタハタ産卵時の波浪等の産卵場環境に関する知見は知られていない。

本研究では、このハタハタ産卵時の物理環境に着目し、現地調査や数値解析モデルを用いることにより、ハタハタ産卵と物理環境（水温、波浪）との関係を解明し、さ

らに、人工海藻の設置適地を提案するものである。

## 2. 人工海藻の検討手順

雄冬漁港の人工海藻設置箇所において、産卵状況および産卵に関する物理環境を現地調査し、数値解析を行い、人工海藻の設置適地を提案するため、図-1に示すフローチャートに従って検討することとした。

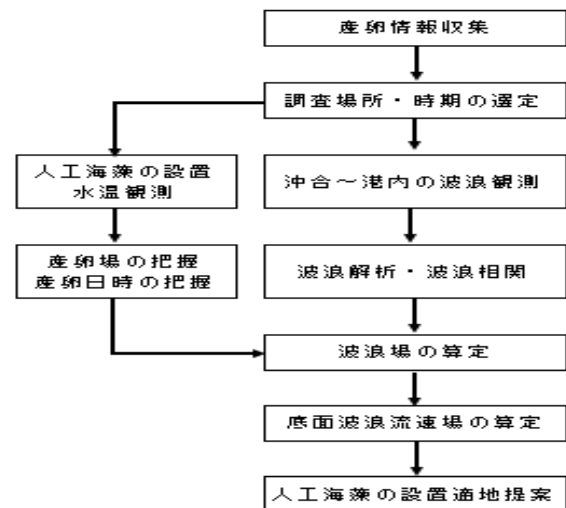


図-1 人工海藻の検討フローチャート

## 3. 産卵情報収集及び現地調査

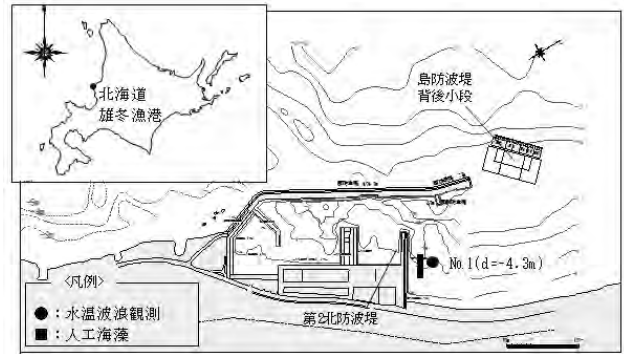
### (1) 産卵情報収集

雄冬漁港において、ハタハタの産卵行動と産卵場環境に係る情報収集を行った。また、ハタハタ漁に従事している漁業者からヒアリング調査を行った。調査結果は、表-1の通りである。

## (2) 調査位置

現地調査位置は、図一2に示す増毛町雄冬漁港周辺である。人工海藻設置断面図は図一3に示す。また、人工海藻の設置写真を写真一1に示す。

海底の地質が砂質土であるため、海底面にコンクリートブロック5個を8mピッチで設置されている。また、コンクリートブロック上に人工海藻を設置するためには、小型鉄リングを取り付けて、設置の効率性、安定性に配慮されている。人工海藻は、平成19年9月に第2北防波堤東側に40個設置されており、設置後3年が経過している。



図一2 雄冬漁港調査位置図

## (3) 調査方法

産卵調査は、平成22年12月9日から12月27日までの間、ハタハタの産卵状況と産卵量を、水中カメラ撮影または水中ビデオ撮影により調べた。物理環境調査は、人工海藻設置箇所近傍 (No.1) に水温計測機能付き自記式波高計を1台設置し、平成22年12月2日から12月17日までの15昼夜観測した。

## 4. 数値解析モデル

ハタハタ産卵の物理環境を解析する数値解析モデルには、海底の底面波浪流速の計算が可能なモデルを用いた。

### (1) 波浪場計算

砕波帯を含む平面的な波浪場を解析するために、ブジネスクモデルを用いて数値計算を行った。底面波浪流速については、波浪場の計算結果から次式により算出した。

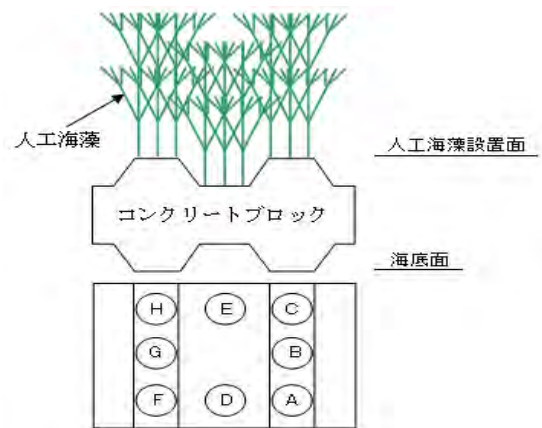
$$u = \pi H / T * \cosh(k(h-z)) / \sinh(kh) \text{、} k = 2\pi / L$$

ここに、u: 底面波浪流速、H: 波高、T: 周期、

L: 波長、h: 水深、z: 水位である。

### (2) 波浪解析の条件

ブジネスクモデルを用いて波浪解析を行うため、図一4に示す2,500m×1,500mの計算領域 (波向NWの場合) を設定し、格子間隔を10mとした。水深データの作成に当たっては、波の入射方向の両側に余裕幅1L以上を確保し、防波堤の基礎マウンドについては、海底地形を嵩上げて表した。



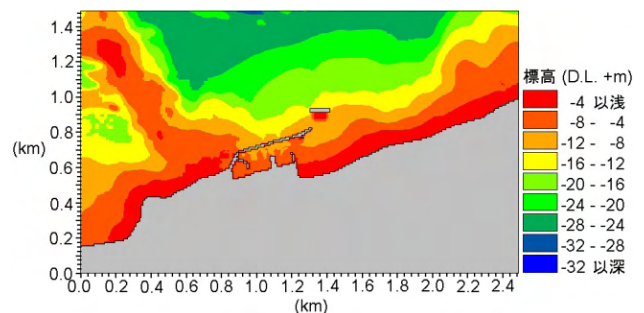
図一3 人工海藻設置断面図



写真一1 人工海藻設置写真

表一1 産卵行動と産卵場環境

①	産卵期間は、沿岸水温が7℃～8℃になる12月上旬～中旬頃の2週間程度である。
②	産卵親魚は、海底面を這うようにして沿岸藻場へ接近する。水深としては、2m前後の藻場に多く産卵する。
③	産卵基質となる海藻は、比較的限定された範囲にのみ分布する。
④	卵は固着沈性卵で、卵塊を海藻の幹や枝に産み付ける。産卵基質は、主にホンダワラ類が挙げられる。
⑤	孵化後の稚魚は潜砂行動をとる。河川は産卵場への回帰時の記録となっている可能性が示唆されている。



図一4 計算領域平面図

## 5. 結果および考察

### (1) 産卵調査

ハタハタ産卵後の卵塊付着状況を写真—2に示し、産卵直後のビデオ映像を写真—3に示す。また、水中カメラ撮影による産卵調査については表—2に示し、人工海藻設置水深と産卵量との関係については図—5に示す。

水中ビデオ撮影により、ブロックNo. 1の地点において12月11日2:00前後に2回の産卵シーンが撮影され、ハタハタの産卵状況および産卵日時が初めて確認がされた。また、水中カメラ撮影(1日1回)により、ハタハタの産卵場だけでなく、産卵調査日間の産卵量(卵塊の付着・脱落)が確認された。卵塊付着量は12月10日が21個と最も多く、その後は、数個付着し数個脱落することが繰り返された。産卵調査の結果から、産卵期間は12月9日から12月22日までと推定した。

産卵特性としては、次のことが取り上げられる。

- ①産卵調査結果によると、産卵は夜間に行われ、産卵量は産卵期の初期に多い。
- ②水深-1.5m~-2.5mに設置した人工海藻に多く産卵する。
- ③卵塊付着後であっても、波浪等の原因により、全体量の2割程度が脱落する。

### (2) 水温調査

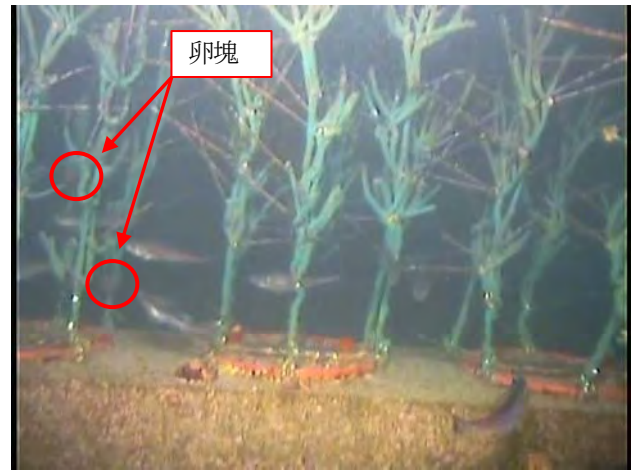
水温調査結果を図—6に示す。

ハタハタの産卵期間は、①厚田海域の産卵実績では水温7~8℃になる頃に産卵を開始すること、②漁業関係者ヒアリングによると12月中旬には産卵を終了すること、から12月上旬~下旬と予測していた。ハタハタ産卵期間中である12月9日から17日までの観測地点No. 1における水温観測値は6.2~9.6℃、平均値は8.3℃であった。

水温観測結果によると、ハタハタの産卵は水温が8℃台に下がった頃に開始しており、雄冬漁港では、厚田海域の産卵実績である産卵開始水温(7~8℃)よりも1℃程度高いことが確認された。



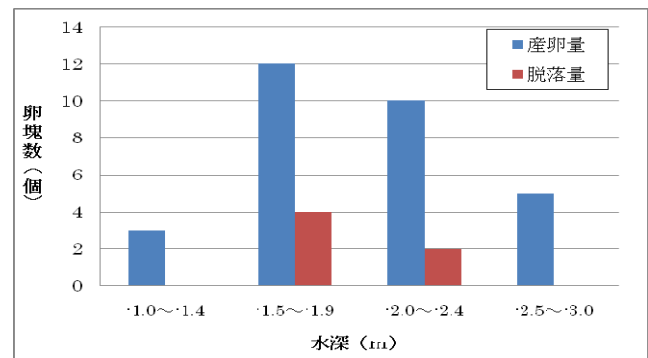
写真—2 卵塊付着状況写真(平成22年12月10日)



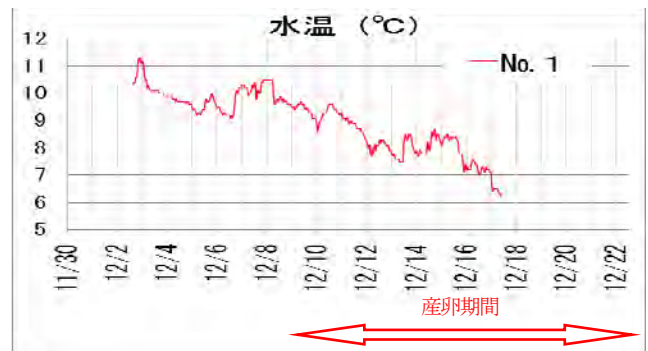
写真—3 産卵直後ビデオ映像(平成22年12月11日2:15)

表—2 産卵調査表

No.	設置水深	付着 脱落	12月 10日	12月 11日	12月 17日	12月 19日	12月 22日	計
1	-2.6	付着	2	+3	0	0	0	5
2	-2.0	付着	2	0	0	0	0	2
3	-2.0	付着 脱落	7 —	0 -1	+1 0	0 -1	0 0	8 -2
4	-1.5	付着 脱落	7 —	0 -3	+4 0	0 -1	+1 0	12 -4
5	-1.3	付着	3	0	0	0	0	3
計		付着 脱落	21 —	+3 -4	+5 0	0 -2	+1 0	30 -6



図—5 人工海藻設置水深と産卵量との関係



図—6 水温観測グラフ(平成22年12月)



### (3) 波浪調査

観測地点No. 1における波高観測結果を図一7に示す。

水中ビデオによる産卵シーン撮影時（12月11日2:00）における沖波（留萌港観測値）は、波向NW、波高1.23m、周期6.3sであり、観測地点No. 1における有義波高は0.25mであった。また、12月9日から17日までの観測地点No. 1における有義波高は0.07～0.94m、平均値は0.45mであった。

### (4) 波浪場解析

#### a) 波浪場解析モデルの相似関係

波浪場解析に当たり、水中ビデオにより産卵シーンが撮影された時（12月11日2:00）を、ケースAとして計算することとした。

ケースAにおける波浪入力値は、沖波の浅水変形を考慮し、波向NW、波高1.14m、周期6.3sとした。ケースAの波浪場解析を行い、波浪場を波高分布図で表したのが図一8である。波浪場解析を行った結果、表一3のとおり観測地点No. 1における波高解析値は0.26mとなり、波高観測値（0.25m）と比較して計算誤差が4%と小さく、良く相似した。

この結果、波浪場解析モデルとして使用したビジネスモデルは、雄冬漁港の波浪場を良く再現することを確認した。

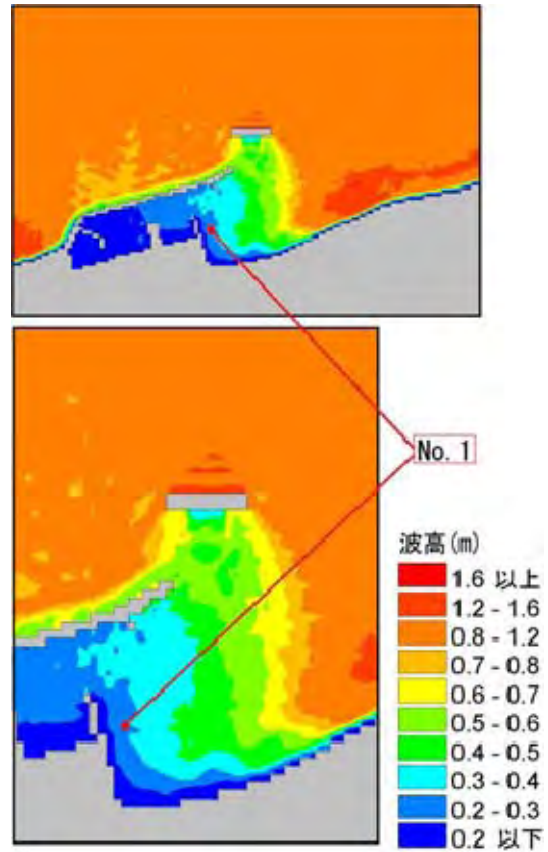
#### b) ハタハタ産卵場と底面波浪流速場との関係

ケースAにおける波浪場解析を行い、ハタハタ産卵場（人工海藻設置箇所）と底面波浪流速ベクトルを平面分布図で表したのが図一9および図一10である。

図一9および図一10から、次の点を考察する。①人工海藻設置箇所周辺は、水深が浅くなるほど底面波浪流速は大きくなる傾向がある。②人工海藻設置箇所周辺は、沖側の防波堤に被覆されているため、底面波浪流速は、北側は大きく、南側は小さくなる傾向がある。③ハタハタの好適な産卵場は、①と②の関係から、人工海藻設置箇所周辺に限定される。



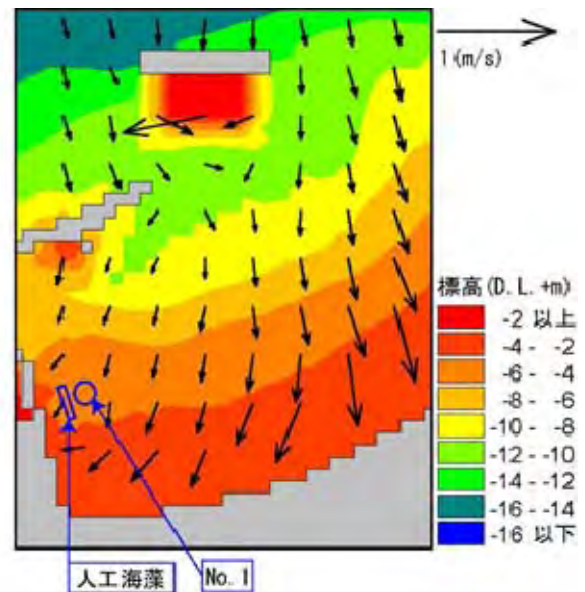
図一7 波高観測グラフ(平成22年12月)



図一8 波浪場解析図（ケースA）

表一3 波浪解析値・観測値比較表

比較位置	No. 1
波高観測値	0.25m
波高解析値	0.26m
計算誤差	4%



図一9 産卵場と底面波浪流速ベクトル分布との関係（ケースA）（コンターは水深）

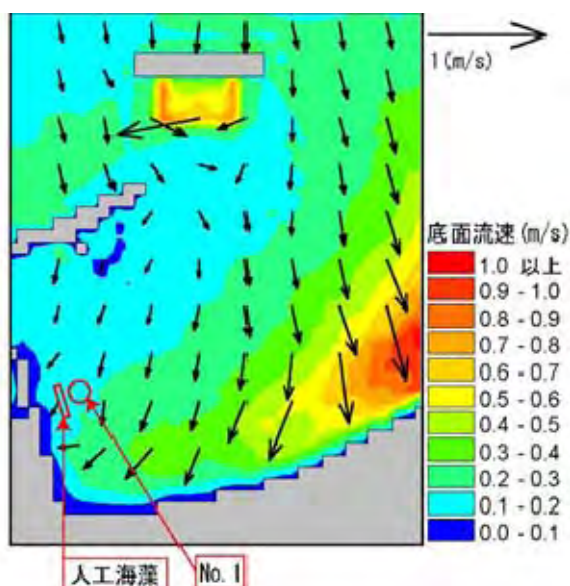


図-10 産卵場と底面波浪流速ベクトル分布との関係 (ケースA) (コンターは底面波浪流速)

表-4 波浪流速解析値 (ケースA)

ブロックNo.	1	2	3	4	5
H1/3(m)	0.23	0.23	0.27	0.25	0.25
海底面水深(m)	-3.8	-3.2	-3.2	-2.7	-2.5
人工海藻設置面の水深(m)	-2.6	-2.0	-2.0	-1.5	-1.3
人工海藻設置面の波浪流速(cm/s)	16	18	21	21	22

### C) 産卵時の人工海藻設置面の波浪流速

人工海藻設置箇所において、ケースAにおける人工海藻設置面の波浪流速の解析を行い、一覧表にしたのが表-4である。

ケースAにおいては、コンクリートブロック No. 1 に限り産卵が確認されたため、産卵時の人工海藻設置面の波浪流速は、16cm/s程度であると推定した。

## 6. まとめ

ハタハタの産卵機構を解明するため、北海道増毛町雄冬漁港に設置されている人工海藻を活用し、現地調査や数値解析モデルを用いて、ハタハタ産卵と物理環境(水温、波浪)との関係を検討した結果、次のことが明らかとなった。

- ① 産卵量は、人工海藻設置水深-1.5m~-2.5mに多いことが確認された。また、ハタハタの産卵は夜間に行われ、産卵量は産卵期間の初期に多いことが確認された。
- ② 北海道厚田海域におけるハタハタ産卵開始温度は7~8℃であるが、雄冬漁港においては、9℃付近であることが確認された。

- ③ ハタハタ産卵時の人工海藻設置面の波浪流速に関する知見は知られていなかったが、16cm/s程度であることが推定できた。しかしながら、今回のハタハタの産卵調査により産卵日時が確認できたのは1件(産卵個数2個)だけであったため、今後は更なる産卵時データの蓄積(水中ビデオ撮影、港内波浪観測等)が必要である。
- ④ 人工海藻設置箇所は、好適な産卵水深帯であることが確認できた。さらに、波浪場の底面波浪流速ベクトル分布図からは、人工海藻設置箇所は、沖側が防波堤により被覆され、波浪流速がほど良く低下しているため、好適な波浪流速場が創出されていると推定する。このことから、この考えを他の沿岸域へ適用すると、事前に波浪場解析を行うことにより、人工海藻の設置適地を提案することが可能になると考える。

以上のように、本研究で用いた数値解析モデルは、ハタハタ産卵場におけるハタハタ産卵と物理環境との関係を解明するために有効であることがわかった。

平成22年度、水産庁は水産環境整備の推進を検討しており、その基本方針の中で資源・環境変動への対応を取り上げている。具体的には、生息環境空間を実験生態系フィールドと捉えて、新たな技術開発や実験の場として活用を図ることが重要であるとしている。

著者らは、今後ともこの技術検討方針に則り、最終的には天然藻場造成によるハタハタ生産力の底上げを目指していきたいと考える。

### 参考文献

- 1) 渡辺光弘, 前田優, 東館雅樹: 雄冬漁港におけるハタハタ産卵状況について, 平成21年度北海道開発局技術研究発表会, 2009.
- 2) 渡辺光弘, 東館雅樹, 土門史紀, 村上俊哉: ハタハタ産卵基質となる人工海藻の効果について, 平成22年度日本水産工学会学術講演会, pp. 69-72, 2010.
- 3) 渡辺安廣: 道西日本海におけるハタハタの資源管理について, 育てる漁業, 平成8年11月 No. 282, pp2-9, 1996.