

## 新潟県粟島沿岸域の藻場における生息場適性指数 (HSI) による評価 モデル作成に関する基礎的研究

北野慎容<sup>\*1</sup>・長谷川一幸<sup>\*2 §</sup>・山本正之<sup>\*2</sup>・石川義美<sup>\*3</sup>

Preliminary Study to Develop the Habitat Suitability Index Model for  
Seaweed bed at Awashima Island, Niigata Prefecture

Shinyo Kitano<sup>\*1</sup>, Kazuyuki Hasegawa<sup>\*2 §</sup>,  
Masayuki Yamamoto<sup>\*2</sup> and Yoshimi Ishikawa<sup>\*3</sup>

**要約**：新潟県の粟島周辺海域の藻場を対象として、海藻の生息場適性評価を行うHSI（生息場適性指数）モデルの構築を試みた。粟島の北西側と南東側では、冬季卓越する北西風により波浪環境が異なり、海藻の種組成や被覆率に違いが見られたため、北西側と南東側で個別に解析を行った。モデルで使用する環境因子には「水深」「底質類型」の2項目を選定した。HSIモデルによって算出された生息場適性指数と、潜水観察によって確認された海藻被覆率を比較すると、風浪の影響が少ない南東側では、「水深」「底質類型」の2項目を用いることで、モデル構築の可能性が示唆されたが、実際の現場で適用する場合にはその他の要因による影響もモデルに取り込む必要がある。

**キーワード**：HSIモデル、藻場、環境因子

**Abstract** : Abstract : We tried to develop the habitat suitability index model for seaweed bed at Awashima Island, Niigata Prefecture. The community structure of seaweed bed is different between the northwest and the southeast side of Awashima Island under the difference of wave environment in the winter. We developed and applied the model to the northwest and southeast sides separately. HSI model had the approximate credibility to reproduce the seaweed habitat suitability in the southeast side of Awashima Island to use the water depth and bottom material type as environmental factors. To apply the HSI model in the any other site, model analysis should combine other factors which influence seaweed bed structure.

**Keywords** : HSI model, seaweed bed, environmental factors

### まえがき

藻場は、浅海域で大型海藻群落を中心とした多種多様な生物が生息する生産性の高い場である。そのため、浅海域の生態系を構成する要素として極めて重視されている。しかし、近年大型海藻群落縮小、消失し、藻場の生産性が著しく低下した海域が数多く報告されている（全国沿岸漁業振興開発協会、2002）。

そのため、現存する藻場を確保し再生していくことが望まれ、我が国では、藻場再生事業等の様々な施策が行われている。その施策の実効性を高め、浅海域の適切な海藻草類の生息場としての適性を評価することが重要である。

これまでの研究で、HSIモデルを使用した生物評価には干潟の代表生物であるアサリに対するモデル開発（新保ら、2000）やマアナゴに対するモデル（中村ら、2003）開発等が行われている。また、田中ら（2003）や高山ら（2003）は、海草類

（2006年11月21日受付、2007年3月2日受理）

\*1 株式会社 海洋リサーチ（〒145-0071東京都大田区田園調布2-9-3）

\*2 財団法人 海洋生物環境研究所 中央研究所（〒299-5105 千葉県夷隅郡御宿町岩和田300番地）

§ E-mail : hasegawa@kaiseiken.or.jp

\*3 新潟県水産海洋研究所（〒950-2171新潟県新潟市五十嵐3の町13098-8）

であるアマモに対してモデル開発を行い、定量評価を試みている。しかし、岩礁性藻場を定量的に評価するためのモデル構築はほとんど報告されていないのが現状である。

そこで本研究では、新潟県水産試験場が実施した「平成3年度磯焼け状況調査」(石川, 1993)のデータを元に岩礁性藻場に対する生息場適性指数による評価モデル(HSIモデル)の構築を試みた。

HSIモデルでは、対象とする生物の生息場環境に関わる因子を抽出し、その適性度を適性指数(SI: Suitability Index)として点数化し、生息場適性指数(HSI: Habitat Suitability Index)を求めることで生物の生息場を定量評価することが可能である(高山ら, 2003)。

## 方法

**使用したデータの概要** 「平成3年度磯焼け状況調査」(石川, 1993)では、平成3年5~8月にFig. 1に示した新潟県内の本土側3地区6カ所、粟島地区7カ所、佐渡4地区8カ所に100mまたは200mの測線を設置し、幅2m、長さ10mの間隔で、水深、海藻の被覆率(サンゴモ類は含まず)、無節サンゴモ類の占有状況および底質を潜水目視観察している。このうち本研究では、海藻種や被覆率の違いが顕著な粟島地区で行われた7測線(各200m)のデータを使用した。また、当該調査海域は、概略的にホンダワラ類の優先するガラモ場であった。

粟島の南東側では、測線の基点付近から沖にかけてイソモク、ヤツマタモク、ノコギリモクと出現種の交代が見られ、それら大型海藻を中心に被

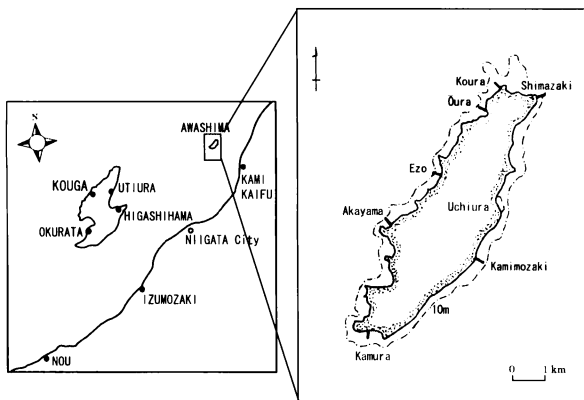


Fig. 1 Location of survey area.

覆率は60%程度観察された。一方北西側は、一部でノコギリモクを主体とした群落が被覆率60%程度観察されたが、ほとんどの場所では大型海藻のワカメや小型海藻のアミジグサ、シオグサ、フクロノリが優占していた。また、殻状海藻の無節サンゴモ類も広範囲で観察された。南東側と北西側では、藻場の植生構造に違いが見られた。そこで、粟島の南東側と北西側で別々に海藻類のHSIモデルの構築を試みた。

**海藻のHSIモデルの作成** 著者らは、若狭湾西部海域において「水深」「底質類型」により比較的精度の高い海藻類の生息場適性評価が行えることを示した(海生研, 未発表)。そこで、本研究では、水深、底質類型の2項目について、海藻被覆率と

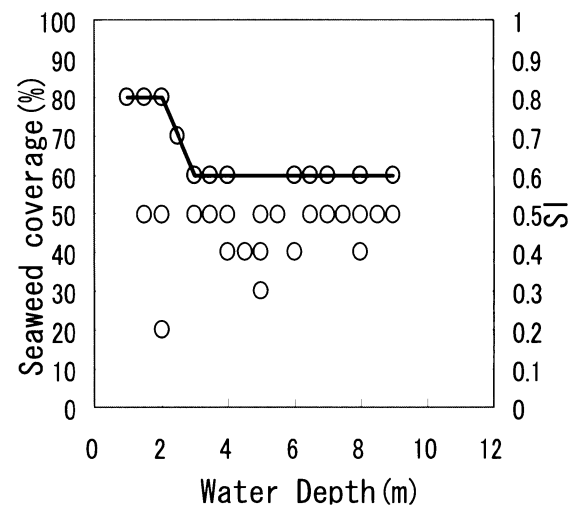
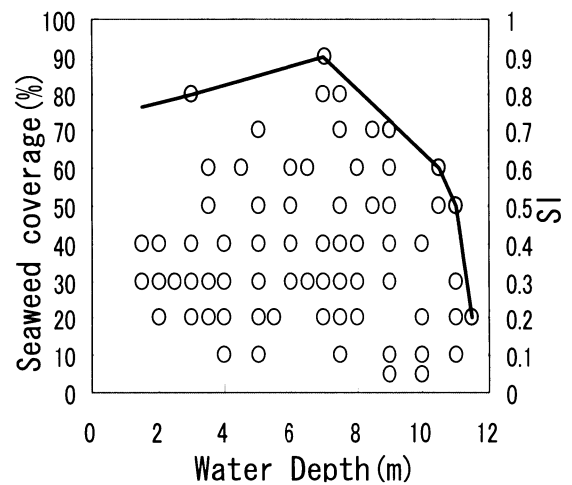


Fig. 2 Relation of seaweed coverage and water depth to SI value. Upper figure shows the northwest area (Koura, Ōura, Ezo, Akayama, Shimazaki) and lower figure shows southeast area (Kamimozaki, Kamura) in Awashima Island.

の関係から適性指数を算定し、粟島沿岸の藻場における海藻類のHSIモデルの構築を試みた。

また、ここでの海藻被覆率は、殻状海藻の無節サンゴモ類を除く海藻類（タマハハキモク、アカモク、イソモク、ヨレモク、マメタワラ、ヤツマタモク、フシスジモク、ノコギリモク、ツルアラメ、ワカメ、ケウルシグサ、フクロノリ、シオグサ、エゴノリ、アミジグサ、モロイトグサ）の総被覆率を指す。

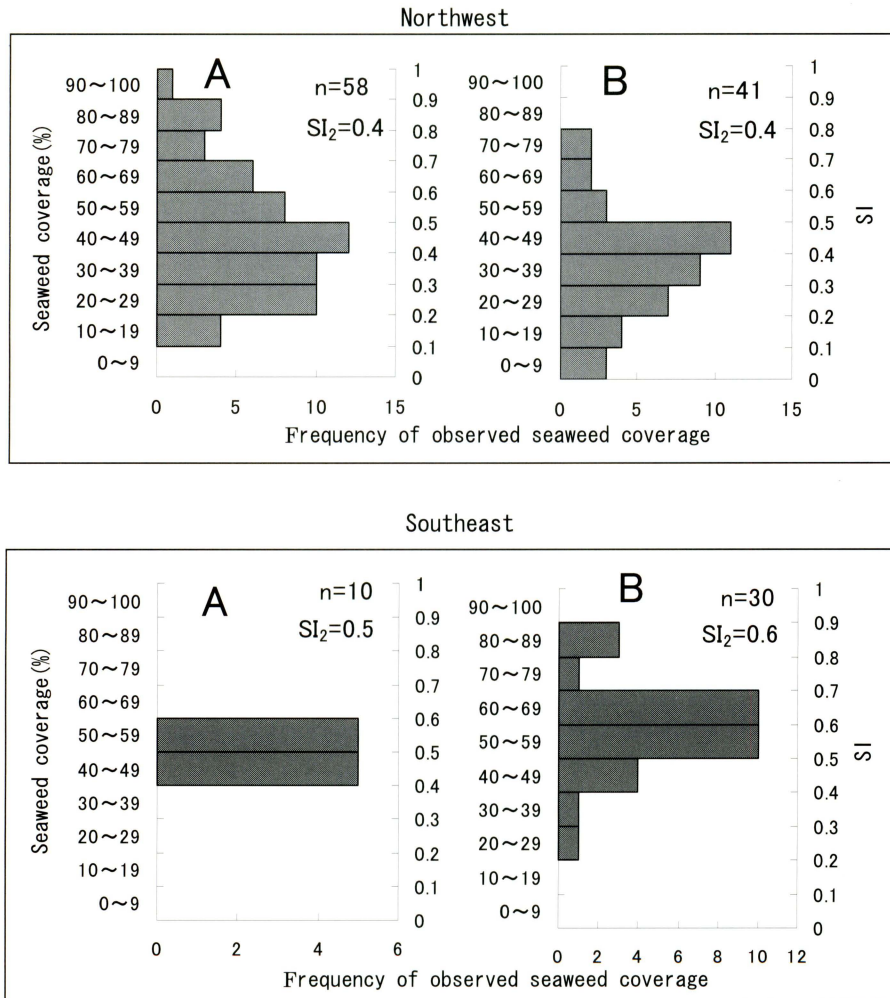
### 結 果

**水深と海藻被覆率の関係** 一般に、ホンダワラ類・クロメの被覆率は、ある深度以下になると光環境の悪化や波浪影響の減衰による植食動物の摂食圧

の増大により減少する傾向がある（今野，1985）。

Fig. 2にそれぞれ北西側、南東側の測線における海藻被覆率の観察結果と水深の関係を示した。水深の $SI_1$ 値は、各水深における最大海藻被覆率をつなぐ直線を描き算定した。本調査海域では、南東側では水深約2 m以浅で被覆率が80%となり、水深3 m以深では被覆率60%となった。また、北西側は水深7 mで海藻被覆率が最大90%となり、それ以深では被覆率は低下し、水深12mで20%となった。

**底質類型と海藻被覆率の関係** 一般に、海藻被覆率は基質の安定度合が高まるにつれて増加する（今野，1985）。そこで、底質データを長径約2.0 m以上の「岩盤・大転石」と、それより小さい「その他（転石・小転石・玉石等を含む）」に類型



**Fig. 3** Frequency histogram of seaweed coverage on each type of bottom sediment. A ; Rock · Boulder, B ; Other (mixed head-sized stone, fist-sized stone, cobbled stone). Upper figure shows the northwest area(Koura, Ōura, Ezo, Akayama, Shimazaki) and lower figure shows southeast area (Kamimozaki, Kamura) in Awashima Island.

区分し、それぞれの基質で海藻被覆率の頻度を求めた結果をFig. 3に示した。その結果、北西側では、底質類型による海藻被覆率の差は認められず、両底質類型共に高頻度となった被覆率区分は40~49%であったため、SI<sub>2</sub>値を0.4とした。一方、南東側では、「岩盤・大転石」で高頻度となった被覆率区分は、40~49%、50~59%であったため、SI<sub>2</sub>値を0.5とした。また「その他（転石・小転石・玉石等を含む）」で高頻度となった被覆率区分は、50~59%、60~69%であったため、SI<sub>2</sub>値を0.6とした。

海藻のHSIモデルの算定式 生息場適性指数

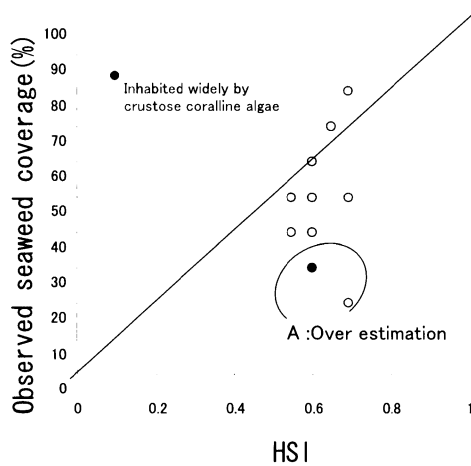
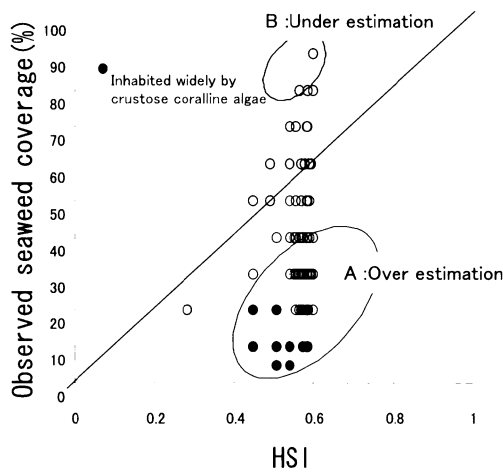


Fig. 4 Relation of observed seaweed coverage to HSI model results at the Awashima coast. A ; Over estimation, B ; Under estimation. Upper figure shows the northwest area (Koura, Ōura, Ezo, Akayama, Shimazaki) and lower figure shows southeast area (Kamimozaki, Kamura) in Awashima Island.

(HSI) は、それぞれのSI値を統合することによって算定される（鈴木ら，2001）。本研究では、上述した水深、底質類型と海藻被覆率との関係から算出した各SI値を幾何平均してHSI値を算定した。算定式を以下に示す。

$$HSI = \left[ \prod_{i=1}^n SI_i \right]^{1/n} = \sqrt[n]{SI_1 \times SI_2} \quad \dots \text{式 1}$$

(SI<sub>1</sub>: 水深, SI<sub>2</sub>: 底質類型)

HSIモデルによって算出された生息場適性指数と潜水目視によって観察された海藻被覆率観測値との関係をFig. 4に示した。粟島の北西側では、底質類型が「岩盤・大転石」の地点で海藻被覆率観測値に対してHSIが過小となった。また、概ね水深7m以浅の地点ではHSIが過大となったが、無節サンゴモ類が「非常に多い」と観察された地点もHSIが海藻被覆率観測値に対して過大であった。

一方、粟島の南東側では、HSIは海藻被覆率観測値をある程度再現することができた。ただし、無節サンゴモ類が「非常に多い」と観察された地点（測線「カムラ」の基点からの距離約80m）で、HSIは過大となった。

考 察

本研究では、新潟県粟島沿岸の岩礁域藻場における海藻類のHSIモデルの作成を試みた。水深とSI値との関係に着目すると、南東側の水深10mまでの水深帯では比較的海藻被覆率の変化は少なく、どの水深帯でもSI値は0.6以上であった。一方、北西側では海藻被覆率は水深帯によってばらつきが大きく、水深8m付近から急激にSI値も低下した。これは、南東側では比較的波浪影響が少なく、どの水深帯でも海藻群落が形成されるのに対して、北西側では冬季に波当たりが非常に強くなる場所が局所的に現れるため、群落が形成される場所とそうでない場所が混在するものと推察された。

次に、底質類型とSI値との関係に着目すると、北西側と比較して南東側でSI値がやや高く、特に基質安定度の低い底質類型「その他（転石・小転石・玉石等を含む）」のSI値が高かった。これも北西側では風浪の影響が大きいいため、比較的安定した大型の底質類型（岩盤・大転石）でも海藻が生育しないのに対し、南東側の海域では冬季の強い北西風に対して島影となるため、風浪の影響が

少なく、不安定な底質類型（転石・小転石・玉石等を含む）でも海藻が生育するためと推察された。

林（1997）は、栗島の南東側では、波打ち際から水深1.5m程度までホンダワラ類のイソモク、カイフモク、トゲモクなどが繁茂し、それ以深でもヤツマタモクとノコギリモクが優占していたのに対し、北西側では水深1.5m程度の潮下帯直下で南東側と同様なホンダワラ類の生育が見られるものの、それ以深の水深12mまでは多年生大型海藻は見られず、磯焼け状態であったと報告している。この原因を林（1997）は波浪・漂砂・栄養塩などの物理・化学的要因の影響だと推察している。

正確な海藻の生息場適性評価を行うには、海域の特性に応じてモデル構築を行う必要があるものと考えられる。そこで本研究では、冬季における風浪の影響が異なり、藻場の構造に相違が見られた北西側5測線、南東側2測線において計算を行った。その結果、北西側ではHSIモデルの精度が低く、南東側では概ねHSIモデルの精度は高かった。このことから、風浪の影響が少ない南東海域では、「水深」「底質類型」の2項目を用いたHSIモデルの有効性が示唆された。一方、精度の低い栗島北西海域は冬季の北西風の影響を強く受けるため、HSIモデルの環境因子に風浪の影響を取り込む必要があると推察された。

北西測線の「小浦」では水深7m以浅での計算の精度が低かったが、これはこの地点が他の測線に比べて底面が起伏に富んでおり、そのために底面流速が複雑になっている可能性がある。このことから、風浪の影響以外でも局所的に底面の流速が計算の精度に影響していることが示唆された。また、北西側、南東側ともに無節サンゴモ類が非常に多く観察された測線の計算の精度が低かった。海藻が無いために無節サンゴモ類が優占しているのか、無節サンゴモ類が優先するために海藻が無いのか、はっきりとした要因が明らかではないため本研究では無節サンゴモ類をモデルに取り込んでいない。

このように、HSIモデルを実際の藻場の評価に適用する場合には、現場の状況に応じて適切な環境要因をモデルに取り込むことが重要になると考えられる。HSIモデルの特徴として、各環境要因の重要度を全て同等として扱ってしまう（長谷川ら、2007）ため、個別の環境要因の影響度は不明である。今後、解析対象とする海域や海藻種ごとに環境要因間の重み付けを行うことも必要である

う。

## 謝 辞

本稿のとりまとめに際し、ご指導をいただいた当研究所の実証試験場長太田雅隆博士ならび道津光生博士、三浦正治氏に深く感謝します。また、データの整理、図表の作成の補助をして頂いた当研究所契約所員の関マリ子氏にお礼を申し上げます。

## 引用文献

- 長谷川一幸・山本正之・北野慎容・岡本信(2007). 藻場における大型海藻類の生育適地評価手法としてのHSIモデルの適合性の検討. 水産工学, **43**, 207-210.
- 林育夫(1997). 棘皮動物と巻貝類の共存下における摂食活動. 磯焼けの発生機構の解明と予測技術の開発, 農林水産省農林水産会議事務局, pp. 71-80.
- 石川義美(1993). 磯焼け状況調査. 新潟県水産試験場年報, 新潟県水産試験場, pp. 94-111.
- 今野敏徳(1985). ガラモ場・カジメ場の植生構造. 月刊海洋科学, **17**, 57-65.
- 新保裕美・田中昌宏・池谷毅・越川義功(2000). アサリを対象とした生物生息地適性評価モデル. 海岸工学論文集, **47**, 1111-1115.
- 鈴木誠・磯部雅彦・佐々木淳(2001). アサリの生息密度の推定法に関する研究. 海岸工学論文集, **48**, 1391-1395.
- 高山百合子・上野成三・勝井秀博・林文慶・山木克則・田中昌宏(2003). 江奈湾の藻場分布データに基づいたアマモのHSIモデル. 海岸工学論文集, **50**, 1136-1140.
- 田中昌宏・上野成三・林文慶・新保祐美・高山百合子(2003). 沿岸自然再生の計画・設計を支援する環境評価手法に関する一考察. 土木学会論文集, **741**, 89-94.
- 中村義治・吉田司・有山啓之・矢持進・玉井恭一・入江隆彦・小出水規行・坂上雄康・小谷野喜二(2003). 大阪湾におけるマアナゴの分布移動特性と生息地適性評価モデル. 海岸工学論文集, **50**, 1151-1155.
- 全国沿岸漁業振興開発協会(2002). 磯焼け診断指針作成事業報告書. 74pp.