

論文審査の結果の要旨

氏名 ブアニエ エチエヌ

水産資源涵養を目的に開発されてきた人工魚礁であるが、近年、効果的に天然魚礁の機能を模倣できるならば、消失した自然ハビタットの代替えが可能ではないかという考えから、自然保全ツールとして期待されている。そこで、この可能性について検討した。本論文は、次に述べる4章から構成されている。

第1章では、まず、人工魚礁について Seaman (2000)の定義を採用し、海洋生物資源に関連した物理、生物、社会経済的過程に影響を及ぼす海底上に意図的に設置した1つあるいはそれ以上の人工物とした。天然魚礁に置き換わるハビタットとしての人工魚礁の好適性を判定する場合、人工魚礁と出現との間に直接的連関がない通過種と、密接な関係がある定住種とを区別し、定住種について比較することが必要となる。現在までの人工魚礁の研究では魚類群集を重視していること、本研究で解析するデータが魚類群集だけであることから、人工魚礁に集まる魚類を対象とした。

第2章では、定住種と通過種を区分する現状の方法がなぜ不適當か論じた。定住種を、Relini (1994)は全調査回数中、最低50%に出現する種、Costello and Myers (1996)は全調査時に出現する種、Talbot et al. (1978)は、少なくとも2回の連続した調査に出現する種と定義しており、共通の区分法がなかった。また、生態学理論に基づく区分法は長期間のデータセットが必要で、実際に適用するのは困難なことを述べた。

第3章では、人工魚礁に出現する定住種と通過種を区別する、効率的で客観的な、また、正確に、それぞれの種のハビタットとの連関のレベルと、通過種から定住種に変わるレベルとを決定できる Habitat Association Index (ハビタット連関指数:HAI)を考案した。ハビタットとの連関の強さを示す HSI を無次元の指数として次式で定義した。なお、添え字 j は j という種を表す。

$$HAI_j = \ln(Alt_j + e) \times \left(\frac{MP_j + MA_j}{AP_j + AA_j} \right) \times \left(\frac{N}{n_j} \right)$$

ここで、 Alt_j は全調査回数における j 種の出現と不出現が変わった回数、 e は自然対数の底、 MP_j と MA_j は j 種の最大連続出現回数と最大連続不出現回数、 AP_j と AA_j は j 種の平均連続出現回数と平均連続不出現回数、 N は全調査回数、 n_j は j 種の全出現回数である。この指数の特徴は、季節、年など時間スケールによらず、同じような結果が得られること、ある種が初めて出現する前の不出現および最後に出現してからの不出現の両方を MA_j と AA_j で排除でき、意味のない不出現や間違った解釈につながる不出現を排除でき

ることである。 HAI_j は調査回ごとの j 種の出現頻度が高くなれば低くなる。出現種を 2 つのグループに分ける組み合わせを考え、それぞれの組み合わせに多重分散解析を行い、出現率と HAI に及ぼす組み合わせの効果を、Pillai のトレースと関係する p 値を用いて評価し、有意性を判定できる。そして、最も異なるグループを Pillai のトレースの $\text{partial } \eta^2$ に注目し、1 に最も近いものを探すことで判定できる。なお、調査が異なる設計で行われた場合には、 HAI の値を直接比較できない。

第 4 章では、 HAI を 2 例の事例に適用し、検討した。岩手県船越湾南部の底深 2.5-3 m に設置された 6 m^3 の体積もつテトラポッドでつくられた人工魚礁と近くの天然魚礁とに出現する魚類を調べた。カサゴ、マダイ、ウミタナゴの 3 種が HAI により定住種として区別された。漁獲された全種を用いると、人工魚礁と天然魚礁の間の種の類似レベルは常に 50% 以下と低かった。しかし、上述の 3 種に着目すると全調査で人工魚礁と天然魚礁の間の 3 種の出現は 100% 重なり、完全な類似を示した。この結果は、定住種は両方の場所で同一で、人工魚礁で天然魚礁を置き換え可能であることを意味していた。

岡山県沖合には、カサゴの減少したハビタットの代替のため、最小 3.125 m^3 から、最大 646.4 m^3 までの範囲にある 4 種の異なった構造の人工魚礁が設置されている。これらの魚礁のデータを比較したところ、自然ハビタットとの構造的類似性が高い 1 基のみカサゴが定住種となっており、人工魚礁の構造が消失した自然ハビタットに置き換わる能力に大きな違いを生じさせることを示唆していた。

以上、これらの成果は今後の海洋における環境修復に応用可能であり、環境学の研究として価値あるものである。なお、本論文第 2 章の一部は、佐川龍之、小松輝久、高木儀昌との共同研究であるが、論文提出者が主体となって分析及び検証を行ったもので、論文提出者の寄与が十分であると判断する。

したがって、博士（環境学）の学位を授与できると認める。