

## 論 文 審 査 の 結 果 の 要 旨

申請者氏名 澤山 周平

---

高い一次生産性と生物多様性を有し、多くの生態系サービスを提供するサンゴ礁生態系は極めて重要である。近年、生物多様性条約にもとづく海洋保護区設置の取り組みの活発化もあり、サンゴ礁域の生態学的情報のニーズと重要性が高まっている。サンゴ礁魚類の既往研究は、魚類の多様性や個体数密度などに影響を及ぼす可能性があるハビタットの空間的広がりを含む配置についての概念を無視してきた。ハビタットを効率的にマッピングする衛星リモートセンシングに着目し、これにより作成したハビタットマップと、サンゴ礁魚類の種組成、個体数密度などのデータとを組み合わせる解析を行い、ハビタットの広がりおよび空間配置がサンゴ礁魚類群集にどのような影響を及ぼしているかを明らかにすることを目的として本研究は行なわれた。地球上で最も魚類の多様性が高いとされる Coral Triangle 域に含まれるインドネシアのスラウェシ島南西部スペルモンデ諸島の 3 つの島を調査地として選んだ。論文の骨子は以下のとおりである。

### 1. リモートセンシングによるサンゴ礁ハビタットマップ作成手法の検討

DGPS と水中ビデオカメラで取得したグラントゥールスデータを基に、最尤法により衛星画像中のピクセルを、生サンゴ、死サンゴ、海草、砂礫に自動分類した。空間解像度の異なる複数のマルチスペクトルの AVNIR-2、WorldView-2、パンシャープン WorldView-2 の衛星画像を用い、DI 指数法および本研究で開発した近赤外線の中での減衰を利用して底深を 2 層に分けて解析する深度帯マスキング法の 2 種類の放射量補正法により分類した。得られたハビタットマップの精度を比較した結果、WorldView-2 画像 (2013 年 9 月撮影、空間解像度 2.0 m) に深度帯マスキング法を適用した場合に全体の分類精度が最も高かった。そこで、このハビタットマップをもとに以下の解析を行った。

### 2. 魚類目視調査区の設定

ハビタットマップから各島の西側礁斜面に発達したサンゴ礁が分布していることを確かめ、魚類研究の対象地とした。ハビタットマップをもとに砂礫域の貧サンゴ域と、生サンゴの豊富な豊サンゴ域に含まれる砂礫域から最も距離が近い縁辺域、砂礫域から最も遠い中央域、縁辺域と中央域の間の移行域の計 4 海域を定義した。2013 年と 2014 年の 6 月に貧サンゴ域、縁辺域、移行域、中央域の 4 海域に正方形の調査区 (20m×20m) をそれぞれ 5、9、7、8 区ずつ設定し調査を行った。各調査区に 20m のラインを 7.5m 間隔で 3 本ずつ平行に設置し、幅 5m の範囲の潜水目視観察によりトランセクト内に出現した魚種と一部の魚種については出現個体数を記録した。

### 3. サンゴ礁の空間分布パターンと魚類の群集組成および多様性の関係

4 海域間の魚類群集の種多様性や種組成を比較した結果、平均出現種数、総出現種数およびその海域に特異的に出現した種の数はいずれも縁辺域で最も多かった。希薄化曲線を用いて4海域の種多様性を同じ調査面積に補正して比較しても、同様の結果が得られた。スズメダイ科やハゼ科など特定の分類群における種多様性も縁辺域で高い場合が多かった。縁辺域は中央域や移行域に比べて極めて高い魚類の種多様性を有することが明らかとなった。

### 4. サンゴ礁の空間分布パターンと魚類の個体数密度の関係

サンゴ礁生態系内で特に重要な機能群の肉食性魚類とサンゴ食性魚類のグループまたは種について、個体数密度指数の平均値を各海域間で比較したところ、偏性サンゴ食性チョウチョウオ類およびその主な構成種 *Chaetodon octofasciatus* は縁辺域において他の富サンゴ域よりも有意に高かった ( $P < 0.01$ )。さらに、各海域の面積と魚類の個体数密度のデータから対象地全体の個体数を推定する手法を考案し、その有用性を検討するため複数の前提条件下で推定した結果、*C. octofasciatus* の個体数推定では富サンゴ域の空間配置を考慮した場合と考慮しなかった場合で推定値が大きく異なることを確かめた。

### 5. ハビタット空間配置とエッジ効果

衛星リモートセンシングにより、サンゴ礁魚類群集の多様性や種の個体数密度が貧サンゴ域と富サンゴ域の境界である縁辺域で高くなるエッジ効果があることを本研究は世界で初めて明らかにした。従来のサンゴ礁魚類に関する生態学的研究ではサンゴの被度ばかりが重要視される傾向にあったが、ハビタットの空間配置を考慮しなければならないことを初めて具体的事例から示した。また、本研究で得られた知見は、衛星リモートセンシングが今後のサンゴ礁魚類の効果的な保全の上で鍵となる技術であることも示した。

以上、本論文の研究結果は、衛星リモートセンシングと魚類目視調査を用いてサンゴ礁における魚類分布に及ぼすハビタットの空間分布と配置の影響を明らかにしたものであり、水産資源学上、保全生物学上の貢献は大きい。よって、審査委員一同は本論文が博士（農学）の学位論文として価値あるものと判断した。