

学 位 論 文 題 名

Ecological study on demersal fish community off
Sendai Bay, northern Japan, with special reference
to niche dynamics among dominant fishes

（仙台湾沖合底生魚類群集の生態学的研究
－特に優占種間のニッチ動態について－）

学位論文内容の要旨

自然界において、全ての種は他種との関わりの中で生活している。この関係は、捕食－被食関係および排他的競合関係で要約される。前者が捕食者の個体維持過程、または被食者の自然死亡要因として極めて重要である一方、後者は群集の形成・維持機構を解明するため、その理解が不可欠である。野外における海洋生物の種間関係の研究は、岩礁固着性生物などで顕著な成果が挙げられている反面、沖合・外洋域では著しく立ち遅れているのが現状である。この原因として、種間競争の存在を証明するために必要な、構成種の除去などの群集構造への人為的な操作や、個体群の分布域を網羅した調査が、不可能なことが挙げられる。しかし、物理環境の変化に対応した構成種の分布の変化、または資源変動にともなう構成種の密度変化を実験系として捉え、その中でのニッチ動態を基に種間相互作用の有無を推定することは可能であろう。

以上の背景のもと、本研究では、仙台湾沖の100～500mの水深帯で1989～1992年の4年間にわたり、調査船による着底トロール調査で収集した、春季(5月)および秋季(11月)の延べ255地点での漁獲物資料、および底生魚類8,560個体の胃内容物試料を用いて、以下の分析を行なった。

まず、(1)群集構造の変化を季節毎に分析して優占種を抽出し、次に(2)これら優占種の基本ニッチとして生息場所および食性を明らかにした。以上の結果を基に、(3)食物ギルドおよび食物網構造を推定し、当海域の底生魚類群集の生産構造を明らか

にした。そして最後に、(4)優占種の豊度とニッチ重複度の経年的変化から種間競争の程度を推定し、群集構造の規定要因を論じた。

(1) 群集構造の経時的変化

水温・塩分関係から、調査海域の底層は、春季には津軽暖流水、親潮系水および底層冷水、秋季には津軽暖流水、底層冷水および黒潮系水の影響下にあり、7℃以上の高水温は津軽暖流水または黒潮系水によって、もたらされたことがわかった。

調査海域では、5月にはマダラ (*Gadus macrocephalus*)、スケトウダラ (*Theragra chalcogramma*) およびイトヒキダラ (*Laemonema longipes*) の3種、11月はこれにエゾイソアイナメ (*Physiculus maximowiczii*) を加えた4魚種が常に群集の全生体重量の70～90%を占めた。しかし、季節および深度帯毎にみた各優占種の豊度(標準化CPUE)には3.8～50.3倍のレンジの経年変化が認められた。

採集地点の種組成に基づく類型化によって、調査海域は比較的低い類似度レベル(10～20%)で、4つ以内の地点群(*assemblage*)に分けられた。これら地点群の分布は、主に水深や水温の変化に対応しており、結局は優占種の物理環境への応答を反映していることが示唆された。

(2) 優占種の分布と食性

優占種毎の各季節における物理環境ニッチの中心と幅の指標として、分布水深と水温に関して、生体重量で重みづけした平均値およびその廻りの偏差を求め、経年的に種間比較した。その結果、分布水深は5月のイトヒキダラを例外に大きく重複していた。一方、分布水温の上限はエゾイソアイナメ(14℃以上) > マダラおよびスケトウダラ(約8℃) > イトヒキダラ(約4℃) の順に高かった。以上から、各魚種間での水温耐性の違いが分布を規定しているが、マダラとスケトウダラの間では生息場所ニッチが潜在的に重複していることが明らかとなった。

優占種の食性は、魚種・季節および海域により異なったが、いずれの種でも特定の餌生物への特殊化は認められず、その食性は基本的には捕食者－被食者間のサイズ関係および現場の餌生物相によって規定され、優占種間では食物ニッチが潜在的に重複していると考えられた。

(3) 食物ギルドおよび食物網構造

全ての魚種を対象として食性の類型化を各季節毎に行ない、得られたデンドログラムを基に、食物ギルド構造を明らかにした。全魚種は、多くの場合まず2つのギルド、浮遊・遊泳性生物食者とベントス食者に大別された。前者はさらに、オキア

ミ(*Euhpausia pacifica*)食者、ホタルイカ(*Watasenia scintillans*)食者、ハダカイワシ科魚類食者などに細分された。しかし、これらのギルドは通常多数の魚種を含み、バリオマスの点でも卓越した。一方、ベントス食者ギルドは、多毛類、十脚甲殻類、ヨコエビ類、クモヒトデ類、イソギンチャク類、小型底生性魚類などの様々な下位ギルドに細分された。これらのギルドは通常1~3種のための捕食者から成り、群集全体に占める割合は低かった。以上の結果より、浮遊・遊泳生物食者ギルドが特定の餌生物への多数の捕食者の収斂で特徴づけられる一方で、底生生物食者ギルドは様々な餌生物への食性の多様化で特徴づけられることが明らかとなった。

群集構造の分析で明らかにされた地点群のうち、十分な採集地点数を含む16の地点群について、食物網構造を明らかにした。ここでは、捕食者と被食者を結ぶ鎖環の太さとして、捕食者の優占度と、捕食者の食性に占める餌生物の乾重量組成の積を用いた。この値は、地点群内の底生魚類による全捕食に占める、或る捕食-被食関係の相対的重要性を示す。餌生物をa)浮遊・遊泳性生物、b)底生生物およびc)漁船より投棄された魚類(サンマ *Cololabis saira*)の3タイプに大別し、各々の地点群における各餌タイプの重要性を検討したところ、分析の対象とした全地点群で、a)が最も重要であった。各地点群における最重要餌生物としてはオキアミ、中深層性魚類、橈脚類、マイワシ(*Sardinops melanostictus*)および遊泳性エビ(*Sergestes similis*)のいずれかが挙げられた。これらの生物は、日周鉛直移動を行うことが知られており、当群集への物質・エネルギーの流転経路として極めて重要であることが示された。餌タイプの重要性は季節により異なった。すなわち、春季ではa)の重要性が圧倒的に高かった(88.0~100%)のに対し、秋季にa)は最低55.1%まで減少し、b)およびc)の重要性は各々最高34.3%および23.9%まで増加した。以上の結果は、当海域における透光層内での基礎生産力が懸濁・沈降有機物を基盤とする生産力よりも高いことのみならず、当海域で数十年間にわたって行われてきたトロール漁業による、乱獲や海底環境の破壊をも反映していると考えられた。

(4) 優占種間のニッチ動態

以上の結果をふまえ、「優占種の豊度の変化は種間関係に一方的に作用する」との作業仮説のもとに、優占種の豊度の変動に応じた生息場所および食物ニッチの種間重複度の推移を明らかにし、優占種間の排他的競合の有無を推定した。その結果、いずれの種間でも種間競争は認められなかった。この原因は、当海域の底生魚類群集は、その構造が、優占種の加入前の初期死亡や加入後の漁獲圧、または物理環境

の変動等の密度独立的要因によって決定される、非飽和(非平衡)群集であるためと考えられた。

学位論文審査の要旨

主 査 教 授 島 崎 健 二

副 査 教 授 高 橋 豊 美

副 査 助 教 授 小 城 春 雄

学 位 論 文 題 名

Ecological study on demersal fish community off
Sendai Bay, northern Japan, with special reference
to niche dynamics among dominant fishes

(仙台湾沖合底生魚類群集の生態学的研究

—特に優占種間のニッチ動態について—)

自然界における種間関係は、捕食—被食関係および排他的競合関係で要約される。前者が捕食者の個体維持過程、または被食者の自然死で要因として極めて重要である一方、後者は群集の形成・維持機構を解明するため、その理解が不可欠である。しかし、沖合・外洋域におけるこの分野の研究は著しく立ち遅れているのが現状である。この原因として、種間競争の存在を証明するために必要な、構成種の除去などの群集構造への人為的な操作や、個体群の分布域を網羅した調査が、不可能なことが挙げられる。

本研究は、仙台湾沖の100～500mの水深帯に分布する底生魚類群集を対象に、物理環境の変化に対応した構成種の分布の変化、または資源変動にともなう構成種の密度変化を実験系として捉え、その中でのニッチ動態を基に種間相互作用の有無を推定し、群集構造の規定要因を論じたものであり、特記すべき点を要約すると次のように示し得る。まず、トロール漁獲物資料の分析により、調査海域では、常に3～4種のタラ目魚類が優占し、季節および深度帯毎にみたその豊度が、水塊構造の変化に対応して数倍から数十倍のレンジで変動した。これと、群集は採集地点の種組成に基づく類型化によって、これら魚種のいずれかが優占する地点群に分離し、その分布は、主に水深や水温の変化に対応しており、結局は優占種の物理環境への応答を反映していることを示した。

次に、これら優占種の基本ニッチとしての生息場所および食性を分析し、種間で潜在的にニッチが重複しているかを明らかにした。優占種体長群毎の各季節における物理環境ニッチの中心と幅の指標として、分布水深と水温に関して、生体重量で重みづけした平均値およびその廻りの偏差を求め、経年的に種間比較したところ、分布水深はほとんどの種間ペアで大きく重複していたが、分布水温の上限はエゾイソアイナメ(14℃以上) > マダラおよびスケトウダラ(約8℃) > イトヒ

キダラ(約4℃)の順に高かったため、各魚種間での水温耐性の違いが分布を規定しているが、マダラとスケトウダラの間では、生息場所ニッチが潜在的に重複していることを明らかにした。優占種の食性は、魚種、季節および海域により異なったが、いずれの種でも特定の餌生物への特殊化は認められず、その食性は基本的には捕食者-被食者間のサイズ関係および現場の餌生物相によって規定され、優占種間では食物ニッチが潜在的に重複していることを指摘した。

さらに、全魚種8,560個体の胃内容物分析結果に基づき、食物ギルドおよび食物網構造を明らかにしている。底生魚類はオキアミ、ホタルイカ、中深層性魚類等の各食者から成る浮遊・遊泳性生物食者ギルドと、多毛類、十脚甲殻類、ヨコエビ類、クモヒトデ類、イソギンチャク類等の各食者から成る底生生物食者ギルドに区分され、前者が少数の下位ギルドに数量的に卓越する多数の種を含んだ一方で、後者が多数の下位ギルドに数量的に劣勢な少数の魚種を含んだことから、浮遊・遊泳性生物食者ギルドが特定の餌生物への多数の捕食者の収斂で特徴づけられる一方で、底生生物食者ギルドは、様々な餌生物への食性の多様化で特徴づけられることを指摘している。また、食物網構造の分析から、いずれの地点群でも浮遊・遊泳性餌生物の重要性が高かったことを明らかにし、この原因として、調査海域における有機・懸濁物を基盤とする生産力が弱いことのみならず、数十年間にわたって行われてきたトロール漁業による、乱獲や海底環境の破壊をも反映していることを推察している。

以上の結果をふまえ、優占種の豊度の変動に応じた生息場所および食物ニッチの種間重複度の推移から、優占種間の排他的競合の有無を推定したところ、いずれの種間でも種間競争は認められず、その原因は当海域の底生魚類群集が、優占種の加入前の初期死亡や加入後の漁獲圧、または物理環境の変動等の密度独立的要因によってその構造が決定される、非平衡群集であったためと結論している。

以上の成果は、時空間的に密度の高い資料の解析に基づき、従来その解明が困難とされてきた開放水域の群集における種間関係の有無を明らかにしたにとどまらず、亜寒帯海域で優占するタラ目魚類の生態に関して、貴重な知見をもたらしたものとして高い評価が与えられる。よって、審査担当者は本論文が博士(水産学)の学位請求論文として相当の価値を有するものとして認定した。