

東海大学大学院 平成 29 年度博士論文

日本周辺海域における
アブラツノザメ *Squalus suckleyi* の資源学的研究

指導 田中 彰 教授

東海大学大学院生物科学研究科

生物科学専攻

矢野 寿和

- この学位申請論文には、Fisheries Science および Fisheries Oceanography に掲載された下記の公刊論文の内容が含まれる。両学術雑誌に掲載された公刊論文の内容を学位申請論文に用いることに加えて、学位申請論文を機関リポジトリ[電子書庫システム]で公開することの承諾を得ている。

Yano, T., Hattori, T., Tamukai, T., and Ohshimo, S. (2017a) Body-length frequency and spatial segregation of the North Pacific spiny dogfish *Squalus suckleyi* in Tsugaru Strait, northern Japan. Fish. Sci. 83:917–928.

Yano, T., Ohshimo, S., Kanaïwa, M., Hattori, T., Fukuwaka, M., Nagasawa, T., and Tanaka, S. (2017b) Spatial distribution analysis of the North Pacific spiny dogfish, *Squalus suckleyi*, in the North Pacific using generalized additive models. Fish. Oceanogr. 26:668–679.

背景と目的

アブラツノザメ *Squalus suckleyi* は、ツノザメ科に属する北太平洋固有の小型のサメで、冷温帯から亜寒帯域の海洋生態系における鍵種のひとつである。背側は白斑を伴う暗褐色ないし灰色、腹側は白色の体色を呈し、背鰭基部前方には和名の由来である棘が認められる。肝臓からは同じく和名の由来のひとつである肝油が精製され、栄養補助食品として利用される一方、魚肉は刺身や煮物、照り焼き等で食されるほか、ちくわ等の練り製品原料としても用いられる。近年では、卵はウナギ仔魚の餌料として、軟骨は健康補助食品として利活用され、本種の用途は多様化している。

絶滅の恐れのある野生動植物の種の国際取引に関する条約 (Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora, CITES) は、国際取引規制により野生動植物の保護を図ることを目的とした国際条約で、同条約の対象種は附属書と呼ばれる 3 種類に区分された規制対象種名一覧に掲載される。アブラツノザメは、この内のひとつである CITES の附属書IIへの掲載が過去 2 回提案された。いずれの提案も否決されたが、日本周辺海域のアブラツノザメ資源については、1950 年代の漁獲量激減や沖合底びき網漁業で漁獲された本種の単位漁獲努力量当り漁獲量 (catch per unit effort, CPUE) の減少から同附属書への掲載基準を満たすと判断されている。近年のアブラツノザメ資源については国際自然保護連合のレッドリストによる評価が存在し、最新の評価におけるレッドリストカテゴリーは、北太平洋東部の“絶滅危惧II類”および北太平洋西部の“絶滅危惧IB 類”から“軽度懸念”へと引き下げられている。同判定は、北太平洋の東西に生息するアブラツノザメに遺伝的差異が認められないとの知見に基づく単一個体群としての評価であり、北太平洋西部については資源状態が不明なため、明らかにする必要性が指摘されている。

アブラツノザメを含むサメ類の多くは硬骨魚類と比較して成長が遅く、成熟年齢も高齢で、産仔数も少なく、内的自然増加率が非常に小さい。このような生物特性を有する種は過剰な漁獲圧に対し脆弱で、乱獲等によって個体群が縮小した際に、その応答として漁獲物の体サイズ組成の小型化や早熟化が観察される。このことから、利用資源の健全性を継続的に把握するためには、生物特性に関する情報を定期的に蓄積することが必要とされ、近年注目される海洋生態系の保全を考慮した資源の持続的利用を図る上でも重要である。日本では、アブラツノザメが多獲されていた 1950 年代に本種の回遊や食性、繁殖生態等に関する様々な情報の整理が行われたものの、1960 年代以降のこれらに関する知見は乏しい。

水産資源を持続的かつ合理的に利用するためには、漁獲量の動向や生物学的知見の情報から資源の健全性を判断するのみでなく、蓄積された情報を用いて資源状態を正しく評価し、適切に管理することが重要である。アブラツノザメは、日本の沿岸域に生息するサメの中では特に重要な水産有用種であり、各種の情報が整理された 1950 年代当時には、本種の漁獲量激減や再生産力の低さを根拠として資源の減少が危惧されていたものの、現在までに十分な資源学的研究は行われていない。本研究では、アブラツノザメの資源評価に必要な地理的分布や漁獲量、資源量指数を推定するとともに、近年の生物特性を解明することで、生物学および水産資源学の両面から包括的に本種の資源状態を把握することを目的とした。

総 括

北太平洋全域におけるアブラツノザメの分布については、日本周辺海域の知見が乏しいことから主分布域の評価が不十分であった。そこで、本種の地理的分布を明らかにすることを目的とし、1972–2011 年に北太平洋の広範で実施された流し網調査データを用い一般化加法モデル (generalized additive model, GAM) にて分布の推定を行い、水温や餌生物との関連性についても検討した。北太平洋の東西で異なる海洋環境の影響を反映するために、当該海域を赤池情報量基準に基づく海域分割により東西に二分し、各海域でモデルを構築した。アブラツノザメの出現確率が高い海域は、東部海域ではアラスカ湾東部沿岸域からクイーン・シャーロット湾に、西部海域では日本海北部に示され、両海域間は比較的低い出現確率で分布がつながっていた。本種の出現確率は6–12°C の水温範囲で高まったが、ピークは東西で異なった。西部海域ではマイワシ *Sardinops melanostictus* とスケトウダラ *Gadus chalcogrammus*、東部海域ではツメイカ *Onychoteuthis borealijaponica* がアブラツノザメの出現に影響し、これらの餌生物と同時に漁獲された際に本種の出現確率はより高まり、アブラツノザメが利用する餌生物に分布を適応させる可能性が示唆された。本種資源を持続的に利用するために、高い出現確率が示された 2 海域の資源について、評価および管理を行う必要性が認められた。

日本のアブラツノザメ漁獲量は、一部の年を除き正確な統計が存在しないことから長期的に不明である。そこで、本種の長期にわたる漁獲量変動を把握することを目的とし、各年の漁獲量の推定を行った。1953–1967 年のみ都道府県別にサメ類の種別漁獲統計が整備されていたため、この間の都道府県別サメ類漁獲量に占めるアブラツノザメの漁獲量割合から不明年の漁獲量を推定した。本種の経年的漁獲量はその変動に基づき、1894–1919 年の漁獲量低水準期、1920–1949 年の漁獲量増大期、1950–1963 年の漁獲量激減期、1964 年以降の漁獲量安定期の 4 つに区別でき、各期の備える特徴は日本の史実と一致した。漁獲量増大期には硬骨魚類と比較して保存性の高いサメ肉が一般的に食され、1940 年代後半以降、世界有数の肝油生産国に成長した日本では、天然ビタミン A 油精製のための主要原料として、アブラツノザメの肝臓への需要も急速に高まった。漁獲量激減期には合成ビタミン A の開発および普及に伴う国際取引の減少に起因する魚種単価の下落や冷蔵・冷凍設備の発達に伴うサメ以外の水産種に対する需要の増加が確認され、それらがアブラツノザメの漁獲量急減に影響したと考えられた。これらのことから、アブラツノザメのような高需要と低需要の落差が大きい魚種については、漁獲量動向は資源状態の概観に不適であると判断され、CPUE 等による資源動向の把握が極めて重要であることが明らかとなった。1990 年以降の漁獲量は 2,800–4,500 トンで横ばいに推移していた。アブラツノザメは、北海道や青森県等の北日本から多獲されており、津軽海峡やその周辺海域が本種の漁場として重要であることが示された。

近年の生物特性を把握することを目的とし、2013 年 10 月から 2015 年 6 月に津軽海峡およびその周辺海域で漁獲されたアブラツノザメ 1,718 個体を用いて繁殖特性や食性を調査した。50%成熟体長は雄で 60.6cm、雌で 73.4cm であった。既存の知見と比較した結果、近年の成熟体長は雌雄ともに 1950 年代と変化していないと考えられた。出産時期は 1–3 月と推定され、出産後 3 ヶ月以内に排卵が生じ受精卵は子宮内へ供給されると考えられた。一腹当りの胎仔数は卵殻卵保有個体で 3–22 個体、胎仔発育個体で 1–34 個体であった。一腹当りの胎仔数は、子宮内胎仔の成長段階に基づく

計数方法の違いによって有意に異なり、同体長における胎仔数は卵殻卵保有個体で有意に多く、胎仔発育個体の保有する胎仔数は流出の影響を受けると考えられた。卵殻卵計数による胎仔数の把握は、生鮮状態下においてのみ使用可能であるとの欠点が存在するが、アブラツノザメの産仔数を把握する上で最も適した方法であると考えられた。食性は雌雄で類似し、体長 60cm を境に甲殻類食性から魚食性へと変化した。出現種の半数程度は 1 度のみの出現であり、既存の報告と同様に本種は日和見的に多様な餌生物を利用すると考えられた。一方で、生息環境中に多数存在する餌生物グループを選択的に利用することも示された。マイワシやスケトウダラ、オキアミ類、イカ類は餌生物としての重要度が高く、過去と同様の知見が得られた。本種は通常小型の餌生物を利用するが、利用可能な状況下においては大型の餌生物も捕食することが示された。また、沖合・底層域と沿岸・浅海域で食性は異なり、海洋生態系モデル等に本種の食性情報を取り込む際には季節別海域別に考慮する必要があることが明らかとなった。

津軽海峡におけるアブラツノザメの漁獲物体長組成を明らかにするため、主要水揚げ港である三厩および大間漁港で底はえ縄漁法により漁獲された本種の銘柄別漁獲量データを用いて、カーネル密度推定により体長組成を推定した。三厩では体長 65–85cm、大間では体長 55–75cm の個体が多獲されており、体サイズによる生息場所分離が観察された。三厩ではアブラツノザメを 2–6 月に多獲する一方、大間では周年漁獲しており、各漁場の漁獲状況は季節的に異なっていた。このような漁獲状況の違いは、各漁場の底層水温の季節差により生じると考えられた。三厩では雌、大間では雄が多獲され、雌雄による生息場所の分離が示唆された。三厩および大間漁港の漁獲物平均体長は、銘柄別漁獲量割合に変化がみられた年を境に有意に変化していた。漁獲物平均体長の変化は、漁業形態の変化によって生じたものであり、資源の減少に起因するものではないと考えられ、漁獲物の体長組成に極端な小型化は観察されなかった。

アブラツノザメ資源の評価を行うことを目的とし、津軽海峡で操業する底はえ縄漁業の標準化 CPUE から資源動向を把握し、観測誤差を仮定した非平衡余剰生産モデルにより資源量を推定した。GAM を用いて推定した季節や海洋環境の影響を除去した標準化 CPUE は、増減しつつもおおむね横ばいで推移し、資源は比較的安定していると考えられた。また、本種が多獲されていた 1950 年代の非標準化 CPUE は、1979 年以降のものと比較し同程度ないし低い水準にあり、資源の減少は確認されなかった。1979 年以降の資源量は、持続生産可能な水準以上で推移していた。1991–1992 年、1995 年および 2000 年の漁獲圧は若干高いとの結果が神戸プロットにより得られたが、その他の年では資源の利用状態と漁獲圧の強度は過度ではないと評価され、資源は乱獲状態にないことが示された。

考 察

本研究では生物学および水産資源学的調査に基づき、世界で初めて北太平洋西部海域におけるアブラツノザメの資源状態を明らかにした。日本周辺海域のアブラツノザメ資源については、1950 年代から 1960 年代前半にかけての漁獲量激減に加えて、沖合底びき網漁業のミナル CPUE も減少を示すことから低水準にあるとされてきた。本研究により、1930 年以降の日本では多数のアブラツノザメが漁獲されていたことが明らかとなり、生物学的知見が得られた 1950 年代までには強い漁

獲圧が加わっていたことが推察された。アブラツノザメでは過度の漁獲による個体群縮小時の応答として、早熟化が生じることが報告されている。本種漁獲量の激減によって示唆される個体群縮小に対して、1950年代と近年で雌雄の成熟サイズに変化は認められなかった。同結果については、1950年代の成熟サイズが既に個体群縮小を反映していたとの解釈の他に、生物学的観点に基づき資源の減少は認められないとの解釈が可能である。本研究により、漁獲量の動向は資源状態の概観に不適であることが示され、CPUEを用いた資源動向の把握が極めて重要であることが明らかとなった。アブラツノザメの nominal CPUE は 1950年代と比較し 1979年以降は高い水準にあり、資源の減少は観察されなかった。このことから、長期間変化していない本種の成熟サイズは生物学的観点から資源の健全性を支持するとともに、日本では漁獲量激減に同調する規模の資源の激減は存在しないことを明らかにした。日本周辺海域における 1979年以降のアブラツノザメ資源量は持続生産可能な水準以上で推移しており、資源は適切に利用されていた。アブラツノザメの自然死亡率は低いことから、本種資源は漁業活動の調整により安定的に供給可能となる特徴を有すると考えられた。本研究で採用した余剰生産モデルについては、長寿命の魚種への適用に対する不適切性が指摘されている。アブラツノザメは長寿命であることが知られるが、年齢および成長については解決すべき課題が多い。本研究では結果の頑健性を重視し、年齢構成を考慮しない資源評価手法を採用したが、将来的にアブラツノザメの年齢査定法を確立し、本種の年齢と成長を明らかにした上で年齢構成を考慮した高度な資源評価を実施し、本研究で得られた結果と比較することが望まれる。

水産資源を持続的に利用するために、管理方策について検討を行うことが大切である。日本のアブラツノザメ資源は長期間安定しているため、現在のところ管理のために特別に必要とされる課題や喫緊性を要する問題は確認されない。このことから、本種については資源の減少が生じた際の回復措置に関する提言を行うことが大切であると考ええる。資源減少時の回復措置として、加入乱獲時には雌雄の生息場所分離に関する知見の応用が最も有効であると判断され、雌雄別に漁獲圧を調整することで、減少した資源の増加を図ることが可能であると考えられる。実際に、雌の成熟個体が優占すると考えられる三厩では、1999年以降の漁獲圧減少後に資源の増加が観察されている。また、本研究ではアブラツノザメの成熟サイズや出産時期を明らかにした。これらの情報に基づき妊娠個体の保護を推進することで、資源の早急な回復を図ることも可能であると考えられた。成長乱獲時には三厩や大間の漁業者によって取り組まれているような未成熟個体の再放流が有効な回復措置として機能すると考えられるが、その効果を明らかにするには、再放流後の生残率や未成熟個体の行動様式を解明する必要がある。

結 論

北太平洋東部におけるアブラツノザメ資源については、資源学的研究によりその安定状態が知られる一方、西部についてはこれまで明らかとされてこなかった。本研究では生物学的および水産資源学的調査に基づき、世界で初めて北太平洋西部におけるアブラツノザメの資源状態を明らかにした。1950年代の漁獲量の激減は当時の経済的価値の変化に伴うものであり、漁獲量動向のみで資源動態を把握する不適切性が示された。過去と比較し近年の生物特性に変化は観察されず、資源は安定し横ばいで推移していたことから、持続生産可能であると判断された。また、津軽海峡および

その周辺海域で確認された本種の出産時期や雌雄の生息場所分離に関する知見は、資源減少時の回復措置に応用可能であると考えられた。本研究により、北太平洋西部海域におけるアブラツノザメ資源の健全性が示され、北太平洋全域の本種資源は安定的であることが明らかとなった。