

関サバの最適資源量の推定について

前林広樹

学籍番号:20921235

要旨

本論文の目的は、豊後水道の「速吸の瀬戸」と呼ばれる一海域でサバ資源を共有する、一本釣り船団とまき網船団の漁獲活動を規制するために必要な、持続可能資源量を求めるための適切な資源モデルを推察することである。

大分県大分市佐賀関地区の漁師は、豊後水道の「速吸の瀬戸」と呼ばれる潮流の早い海域で一本釣りの操業を行っている。彼らによって漁獲されるサバは「関サバ」と呼ばれ、徹底的な品質管理、輸送システムの確立により、全国屈指のブランド水産物として認知されるようになった。今日では1kg当たり5000円もの高値のつく高級魚として認知されている。

しかし、関サバの漁獲量は近年減少傾向にあり、資源の枯渇が心配されている。海水温の上昇、イルカの食害など原因はいろいろと考えられているが、その中でも大きな影響を与えているといわれているのが漁場およびサバ資源を共有するまき網船団の漁獲活動である。

関サバの獲れる海域では、佐賀関地区の一本釣り船団の他、その南方に位置する臼杵地区や津久見地区の中型まき網船団も操業している。網で魚群を一気に漁獲するまき網船団は、一匹ずつ魚を釣り上げる一本釣り船団よりも漁獲効率ははるかに高い。そのためまき網船団の漁獲活動によって関サバの獲れる海域のサバ資源は急激に減少してしまう。サバ資源の減少は、一本釣り船団およびまき網船団に漁獲量および漁業収入減少をもたらし、また、漁場を巡って裁判沙汰になるなど両船団間の関係が悪化する結果をつくりだしてしまった。

この事態を重く見た両船団の漁業者や大分県は、操業時間の調節や漁協の合併、まき網船団へのTAC設定など具体的な資源管理策に乗り出した。しかしこうした資源管理策は、戦後直後という古い時期に設定された漁業権や甘いTAC設定、漁業者の収入減少をもたらしてしまうオリンピック方式の弊害などの構造的問題を解決することができないという問題が指摘されている。

日本の漁業の問題点については、小松(2010)や勝川(2011)、片野(2012)を始め多くの研

究がなされてきた。しかしこれまでの研究では国の政策の欠陥について触れられることは多いものの、関サバのように地域色が強い水産物の資源管理問題について資源経済学的な観点から分析を行うものは少なかった。

そこで本論文では、ロジスティック関数および Age Structured Model をサバ資源量の関数に用いて資源経済学的な観点から、「速吸の瀬戸」という狭い海域におけるサバの最適資源量を探る。そして二つのアプローチのうち最適資源量の多い方を適切な資源管理モデルとして推察する。

さようなら、魚をありがとう。

(イギリスの SF 作家ダグラス・アダムスの 1984 年の作品のタイトル)

目次

第1章 関さばの特徴とブランド化の歴史	1
1.1 大分県大分市佐賀関地区の概要	1
1.1.2 大分県漁協佐賀関支部の特徴	2
1.3 関サバの生態的特徴と主な漁法	5
1.3.1 関さばの漁場特性	5
1.3.2 関さばの漁法	7
1.4 関さばのブランド化の歴史	8
1.5 関さばのブランド管理体制	8
第2章 まき網船団とその影響	11
2.1 一本釣り業者とまき網漁船団との対立	11
2.1.1 臼津まき網連合会の概要	11
2.1.2 資源減少問題の発生とその背景	12
2.1.3 資源減少に伴う佐賀関支店の抵抗	13
2.2 漁業者による解決策の提示	14
2.2.1 TAC 設定について	15
第3章 現状の政策の問題点	16
3.1 古い漁業権制度の弊害	16
3.2 TAC 設定に関する課題	17
3.3 オリンピック方式による両漁業者の収入減少	17
3.4 本分析の意義	18
第4章 最適資源量導出 (1) ロジスティック関数	20
4.1 資源量	20
4.2 均衡点導出	20
4.3 各船団の総収入	21
4.4 各船団の総費用	21
4.5 最適持続可能資源量の導出	22
4.6 数値分析	23
4.6.1 パラメータの設定	23
4.6.2 分析の結果	24

第5章 最適資源量導出 (2) Age Structured Model.....	25
5.1 資源量.....	25
5.2 均衡点.....	26
5.3 各船団の総収入.....	26
5.4 各船団の総費用.....	27
5.5 最適持続可能資源量の導出.....	28
5.6 数値分析.....	29
5.6.1 パラメータの設定.....	29
5.6.2 分析結果.....	30
第6章 結果の考察と今後の研究課題.....	32
6.1 第4章のモデルの追加分析と結果の考察.....	32
6.2 まとめと今後の研究課題.....	33
参考文献.....	35
あとがき.....	37

第 1 章 関さばの特徴とブランド化の歴史

この章では本研究の対象である大分県大分市佐賀関地区とそこに位置する漁協の特徴について紹介した後、彼らの漁獲対象である関サバの生態的・漁法的な情報を紹介する。その後関さばのブランド化の歴史をふりかえり、最後に現在行われているブランド管理の手法について説明する。

1.1 大分県大分市佐賀関地区の概要

大分県大分市佐賀関地区（旧大分県佐賀関町）は、大分県の東側に位置した半島先端部にあり、南側で臼杵市と接している。半島部分は別府湾ならびに豊予海峡を隔てて愛媛県佐田岬半島と相対しており、リアス式海岸などの自然豊かな景観を有している。(佐賀関町、2000)

2005 年より佐賀関町は市町村合併により大分市の一部となっている。その際に佐賀関という地名が消滅する可能性もあったが、「関さば・あじ」の故郷であるこの地名を残そうという運動が起こった結果、大分市佐賀関という地名が残された。(波積、2010, p121)

この地域は古くから漁業の盛んな町で、江戸時代は細川氏（肥後藩）の領地となり、海士は細川氏の許可を得てこしに刀を指して漁に出ていたという話が残っている。また、明治の初めより深海瀬物一本釣り漁業を行い、土佐沖や鹿児島沖、朝鮮海峡方面に出漁し、マグロ延縄、一本釣り、フカ縄を行い、大分県の遠洋漁業の発展の一役を担った。また、沿岸漁業においても一本釣り漁業では佐賀関周辺はもちろん四国沖の漁場開拓や漁法の改良に積極的に取り組み、その発展に大きな役割を果たした。後述するように、現在でも一本釣りに拘って漁業を続けている。(岡本、1992, p29)

しかし近年は過疎化が深刻化しており、昭和 30 年のピーク時に 26,093 人だった人口は平成 17 年には 11,666 人とピーク時の半数以下までになっており、減少は現在でも続いている。また平成 17 年には高齢化率が 35.89%という超高齢社会の状況にあるなど、住民の高齢化も問題となっている。過疎化・高齢化の問題として考えられているのは、地域内の就業機会の不足や地域企業の合理化、地域企業の従業員のアパート制度から持ち家制度へ

の転換などが考えられている。(大分市、2010, p2)

こうしたことから、平成 3 年に過疎地域活性化特別措置法に基づく過疎地域の指定を受け、様々な支援をうけつつ、基幹産業である農業や漁業の基盤整備や住宅地開発などを通じて地域の自立化と活性化を図っている。しかし、農業・漁業ともに深刻な後継者不足や就業者の高齢化の問題（後述）を抱えており、今後も経営基盤の安定化を図りつつ、観光資源を生かした施設の展開が求められている。(大分市、2010, p2)

1.1.2 大分県漁協佐賀関支部の特徴

現在の大分県漁協佐賀関支部の前身であり、関サバを始めとする関モノのブランド戦略において重要な役割を果たした、佐賀関町漁協は、昭和 43 年 6 月に佐賀関町の行政区域内にあった佐賀関町、佐賀関、一尺屋、神崎の 4 漁協が合併して成立した。しかし、昭和 48 年 7 月に発生した新産都の 2 期 8 号地理め立て問題で神崎地区の組合員が分離し、同年 12 月に神崎漁協を新しく設立している。しかし現在に至るまで漁業権の合併はできていない。ただ 88 年から 90 年にかけて、地区内で競合しない魚種・漁法から部分的に合併すべきではないかという動きが、一本釣り漁業について隻数を限定したうえでの餌付き漁場の行使ができるようになった。(岡本、1992, p30)

この漁協は、新産都 2 期 8 号地理め立て問題（昭和 45 年）、日鉱佐賀関町製錬所による重金属汚染問題（昭和 48 年）、臼杵湾における石油備蓄問題（昭和 56 年～57 年）、別府湾南部海域の投錨禁止問題（平成 2 年）など、外的要因による脅威にしばしば晒されてきた。

(岡本、1992, p30) 詳しい経緯は表 1 の年表を参照にしたい。特に昭和 61 年 12 月に発生した高島南側置きのみき網操業事件は、他地区の漁協との間に深刻な亀裂を生み、刑事および民事裁判にまで発展した。これについては第 2 章で詳述する。

こうした一連の問題は、賛成・反対に分かれた漁協組合員同士で深刻ないがみあいを引き起こした。反対派の組合員は、組合にある貯金の引き出しや水揚げした魚の組合への出荷の停止などを武器に抵抗し、組合の存亡が危ぶまれるまでに対立が激化したこともあった。(岡本、1992, p32)

その後佐賀関町漁業協同組合は、2002 年の大分県下 27 組合の合併により大分県漁業協同組合佐賀関支店に改組されている。漁協合併は資源管理策の設定の際に大分県漁協本店が仲介する等、資源管理のあり方に変化をもたらした。これについては第 2 章で詳述する。

元号	月	沿革
昭和 43 年	6 月	佐賀関町、佐賀関、一尺屋、神崎の 4 漁協が合併し佐賀関漁協を設立。
昭和 45 年	9 月	漁協総代会で新産都二期埋立反対を決議。
昭和 46 年	12 月	埋立反対組合員が 250 隻の漁船で大分港まで海上デモ (県知事への陳情)
昭和 48 年	2 月	理事リコール総会 (リコール否決 553 対 431)
	6 月	日鉱佐賀関製錬所重金属汚染
	6 月	同志会 (漁協組合員) による日鉱佐賀製錬所上浦港の海上封鎖 (佐賀関方式: 金は一銭もいらぬから元の海にして戻せ)
	7 月	全役員総辞職
	7 月	神崎地区組合員が分離し、神崎漁協を設立。
	9 月	協和会 (漁協組合員) による日鉱佐賀関製錬所上浦港の海上封鎖
	10 月	県、町の調停で同志会と協和会解散、和解成立 (役員、無投票当選)
昭和 53 年	11 月	組合長事件
昭和 54 年	1 月	全役員総辞職
昭和 56 年		臼杵湾石油備蓄問題 (補償)
昭和 61 年	12 月	高島南側沖、臼杵、津久見まき網事件
昭和 63 年	2 月	買い取り販売事業開始
平成 2 年	4 月	別府湾南部海域における投錨禁止
平成 5 年		遊漁船組合との間で漁業協定を締結。 (撒き餌禁止区域と制限付き許可区域の設定)
平成 14 年		大分県下 27 漁協の合併により、大分県漁協佐賀関支店に改組
平成 15 年	11 月	撒き餌禁止区域に入った遊漁船を佐賀関支店の漁船が取り囲む事件が発生。遊漁船業者との対立が再び激化する。
平成 16 年	4 月	遊漁船組合との間の漁業協定を改訂し、違反者への罰則を設ける。
平成 22 年	6 月	臼津まき網連絡会との間で毎年 6 月の土曜日を共同休漁とする資源管理協定を締結。

表 1 対立構造を巡る大分県漁協佐賀関支部の変革¹

また組合員の減少・高齢化も深刻なものになっている。佐賀関支店の内部資料によれば、

¹ 岡本 (1992)、平野 (2003)、平野 (2004)、梅山 (2010)、波積 (2010) を元に作成。

平成 2 年には 1,042 人いた組合員が平成 21 年には 661 人まで減少している。(表 2 参照)

	佐賀関支店の組合人数		
	正組合員	準組合員	計
平成 2 年	558	484	1,042
平成 7 年	533	505	1,038
平成 12 年	444	465	909
平成 17 年	409	382	791
平成 21 年	346	315	661

表 2 佐賀関支店の組合人数および構成人員 参考：大分市過疎地域自立促進計画（平成 22 年度～平成 27 年度）p17 ²

また漁協組合員の高齢化も進んでいる。波積（2010）によれば、漁業者の年齢厚生は「60代」が 36%、「70代」が 40%と、高齢層が主力となっており、全体的な減少傾向と合わせ、漁業の存続が危ぶまれる事態になっている。(図 1 参照)

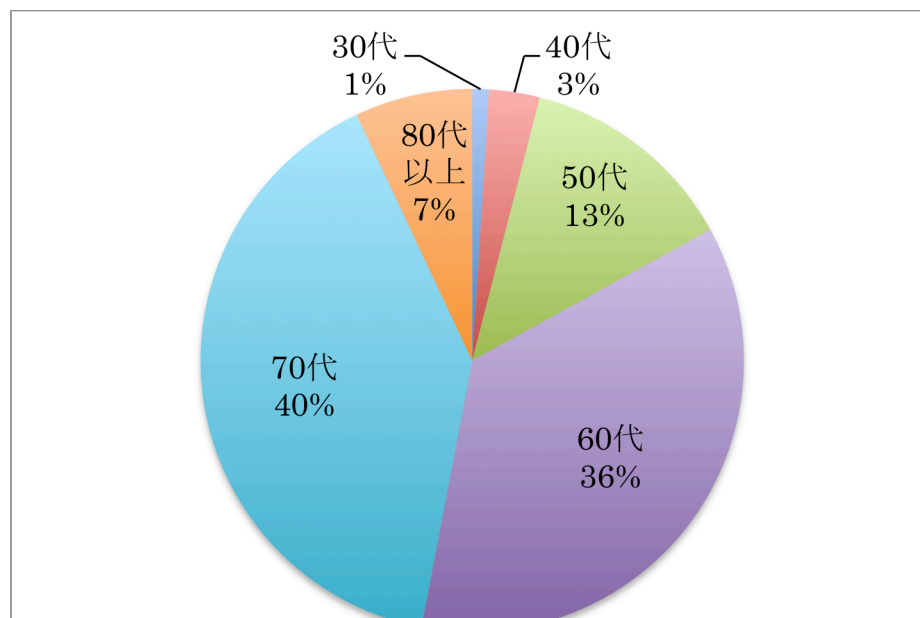


図 1 佐賀関支店 組合員年齢構成 (2009 年) 参考：波積 (2010) ³

² 大分市は漁協資料をもとに作成

³ 波積(2010)は佐賀関支店の内部資料を元に作成。

佐賀関地区の漁業者が減少する原因として波積（2010）は、現在の漁業者が自分の子どもを跡継ぎとせず、「陸の仕事」に就かせたいという気持ちが強いことを挙げている。自分の子どもに跡を継がせたくない理由としては、資源減少により安定的な収益を確保できないことも一因となっている。漁業者に高齢の漁業者が多いことは、資源管理においても悪影響を与えている。漁業者に自分たちの代で解決しようと言うインセンティブが存在しないため、関サバが減少しても改革のために立ち上がらないという問題が、佐賀関には存在している。（小松、2010, p26~27）

後継社問題は岡本（1992）を始め、古くから課題の一つとして認識されてきた。実際漁協も漁業者の高齢化に対しても動きだしている。佐賀関支店は、水産庁の漁業に泣いて確保・育成対策事業の一環である「漁業者就業フェア」にブースを出典するなど、外から就業者を募り漁業者として育てていこうという方策のもと、対策に動いている。（波積、2010, p122~123）波積（2010）はまた、佐賀関支店総務課の藤本氏にインタビューを行った結果、転職して漁業者になりたいという人にとって「佐賀関支店」は、「一本釣り」「ブランド魚」という特別な魅力があるため人気が高いという事実があることを確認している。波積（2010）は、すべてのプロセスを自分で行う必要がある一本釣りという漁法、関サバ・関アジというブランド魚を漁獲しているという誇りは確かに他にはないものであり、大変ではあるがやりがいのある仕事として評価されるには十分なものであろうと指摘している。出展したブースでは活況を博し、2010年現在フェアに参加した30代の男性1人が研修を受けている。（波積、2010, p122~123）

1.3 関サバの生態的特徴と主な漁法

関サバが獲れる豊後水道の海域は「速吸の瀬戸」と呼ばれ、多くの地理的優位性を持つ海域である。また佐賀関の漁師達はそのサバを通常より漁獲効率が悪いが、品質を保ち易い一本釣りにて漁獲していることに特徴がある。これら地理的特徴・漁法的特徴が関さばのブランド化の優位性を支えている。この節では、関サバの優位性を支える漁場特性と漁法について述べていく。

1.3.1 関さばの漁場特性

関サバの漁場は大分県大分市佐賀関の関岬と愛媛県の佐田岬の間に位置する豊予海峡の

一部区域である「速吸の瀬戸」と呼ばれる場所である。それは、特に半島突端沖にある高島の沖合にあるホゴ瀬周辺を指す。(図 2 参照)



図 2 佐賀関地区周辺の位置関係 出典：goo 地図⁴

この付近の海域には、以下のような特徴がある。

- 潮流が速く、最大流速は5～6ノットを示す。
- 黒潮系と内海系の海流がぶつかり合い、年間を通じて水温の変動が少ない。
- 海底起伏に富んでいるため、多くの栄養分を含んだ湧昇流に恵まれ、瀬などの釣りのポイントも多数存在している。
- 瀬戸内海から豊後水道に入る回遊魚が必ず通過する場所になっている。

この優良な地理的条件は根付いたサバにとって食餌を行うのに最適な環境となっており、

⁴ <http://map.goo.ne.jp/mapb.php?MAP=E131.52.40.710N33.14.41.550&ZM=4>
(2012年10月30日閲覧)

「頭の小さい、胴が太く、尾びれがしっかりしている」という条件が揃った良質なサバが育つ要因となっている。(竹之内、2004, p124)

また、ここで育つサバは、年間を通じて脂肪量が一定していることが、大分大学望月聡教授の研究(1991)によって明らかになっている。魚の腐り具合としてK値という指標があり、これが20%を超えると刺身では食べられなくなることが知られている。本来マサバはK値が高くなりやすい性質を持つ。しかし望月(1991)によれば、関サバは水揚げ時点でのK値が1%以下となっており、また20%以上になるには4日かかるため、非常に腐りにくいという性質を持っている。この年間を通じて一定を保つ脂肪量と腐りにくさは、「刺身で食べられるサバ」というブランドの特徴を示す上で重要な科学的根拠となっている。

以上の生態的特徴から、関サバはマサバという種でありながらも、他の土地とは生態を事にする

1.3.2 関さばの漁法

関サバを漁獲する漁法は一本釣りである。一匹一匹ずつ魚を釣り上げる一本釣りは、魚群を丸ごと漁獲するまき網などに比べ効率の悪い漁法である。しかし前項で述べたように佐賀関支店が漁業権を持つ海域では、海底の起伏の激しいため網を使うことが出来なかった。そのため、一本釣りを伝統的に用いるしか方法がなかった。

この地域の一本釣りの漁法は、船尾にスパンカーを掲げ、潮に乗って、ホゴ瀬などで釣り糸を片手でたぐりながら、もう片手はエンジンをそうさし、片足で舵を取るといったものである。釣れる瀬を流れすぎると、再び船を潮上にもどして、再度同じことを繰り返す。しかし、漁場である「速吸の瀬戸」は、潮の流れが速いため、船がもっとも釣れる位置がもっとも釣れる位置を維持しながら、潮の速さ、風の方向などを見極め、操船する必要がある。関サバの漁法には、このような極めて熟練された技術が求められている。(竹之内、2004, p124)

一本釣りは技術水準の高さから漁獲圧の低い漁法として知られており、資源保護の観点から見直しも進んでいる。2009年には遠洋カツオ一本釣り漁業の一部がMSC認証を取得する⁵など、エコラベル認定によってブランド価値を高めることも可能である。

⁵ MSCとは「持続可能な漁業」と「それにより生産された水産物の普及」を実現するため、1997年に設立された国際的な非営利団体(NPO)である。日本では2009年現在、京都府底曳網漁業連合会のズワイガニとアカガレイ、遠洋カツオ一本釣り漁業の一部が登録されている。詳しくは石井(2009)を参照。

1.4 関さばのブランド化の歴史

前節に見られるような生態的・漁法的特徴もあり、佐賀関漁協で一本釣りによって水揚げされたさばはもともと通常のものに比べて高値で取引されていた。しかし全国に知られるまでになったブランド化の動きが始まるのは1980年代末期からである。(岡本、2002)

関さばの流通について、以前は全面的に仲買業者4社に依存していた。これら仲買業者は大分県の中央卸売市場を中心に販売活動を行っていた。しかし、昭和56年ごろから価格決定の決まり⁶がなかなか守られていないことに不満を持った漁業者(漁協組合員)から不満の声が聞こえるようになった。そこで、組合員の漁業所得の安定化を図るため、昭和63年2月から、漁況自身も仲買業務を行うようになった。(岡本、2002)

しかし、漁協にとって販売事業は未経験だったため、大分県内では仲買業者よりも安い値段でしか勝ってもらえなかった。そこで漁協は県外の市場開拓に力を入れるようになる。平成元年に福岡市中央卸売市場鮮魚市場内で試食会を行ったのが、その市場開拓の始まりである。以降北九州、東京、大阪でも同様の試食会を開催している。この試食会は成功を納め、入場者が注文するようになり、その輪と個々の注文量はしだいに拡大していった。(岡本、2002) またこの時期のグルメブームや、82年の「時事放談」で絶賛されるなどの「パブリシティ効果」⁷もあり、関さばの知名度は全国規模に拡大していくことになる。価格も急騰し、ブランド化前は1kg500円だったものが、1kg当たり5000円にまで上昇している。

この関さばを始めとする「関もの」の評価の向上は地元経済にも好影響をもたらした。2003年の信金中央金庫の調査⁸では、関さばと関あじによるブランド効果は5億円にのぼり、年間14万人にのぼる観光客の増加による経済効果3億円と合わせて8億円の経済効果があると試算している。

1.5 関さばのブランド管理体制

関さばのブランド化戦略が成功した理由の一つとして、水揚げから出荷までの各過程において非常に厳しいブランド管理体制が築かれたことが挙げられる。

⁶ 魚の値段は7~10日毎に開催され、漁業者・仲卸業者・漁協の3者代表が揃う「値立て委員会」で予め決められる。しかし、これによって決められた値段が守られず漁業者の中で反発が強まっていたことが、漁協が仲買業務に参入するきっかけになったと岡本(2002)は説明している。

⁷ 波積(2010) p121

⁸ 笠原(2003) p9

まず一本釣りした魚は漁船の「生け間」といわれる場所に收容されて港まで運ばれる。(望月、2000, p26) 港に水揚げされた魚は「面買い」という独特の方法を用いて魚の重さを判断している。(竹ノ内、2004, p125) 「面買い」とは、秤を使わず、泳いでいる魚の姿を水の上から見て、その重量を判断する売買方法である。こうすることで魚を傷付けたり、余計なストレスをかけることを防いでいる。(岡本、2002, p26) 水揚げされた後は魚を活かしたまま船の「生け間」(活魚槽) にいれて收容する。この「面買い」によって佐賀関の漁師は水揚げした、魚の鮮度と品質を守っている。

「面買い」によって重さが測られた魚は、日毎ごとに収められた生簀に入れられる。この生簀の中で一晩以上休ませてから出荷を行っている。(望月、2000, p26)

そして予約に応じた出荷が行われる。魚は網によって生簀からすくい上げられた直後に、脊椎切断による活け締めが一尾ずつ行われる。生簀からすくい上げられた直後に魚を活け締めすることで、致死した後の腐敗の進行を抑え、品質を保つことができる⁹。(望月、2000, p26)

締められた魚は海水シャーベット氷によって血抜きし、魚体を 5°C¹⁰に冷やして、発砲スチロールに詰められる。発砲スチロールに詰められた魚はパーチで覆われ、その上に海水シャーベット氷を敷き詰めて、航空便にて出荷される。海水シャーベット氷は、以前出荷に用いていた真水の氷に比べて冷却力が強く、氷やけもしないためより鮮度が保たれるという特徴がある。この海水シャーベット氷の導入には 3700 万円の初期投資が行われている。この一連の品質管理は大分県や大学との連携で勧められている。出荷体制についても、県の試験機関との共同調査が行われ、現行の出荷体制が検証されている。(波積、2010, p128~129)

また出荷された魚は消費者まで自動的に情報が届くような試みを実施されている。大分県漁協佐賀関支部では、関サバなど「関もの」といわれる商品を取り扱う店を指定する特約店制度を導入している。また魚体には一匹に一枚ずつタグツールを付けて、産地偽装を

⁹ 望月(2000)は、延髄を刺して致死させる「活け締め」、-1°C程度の海水氷中にマサバを投入して致死させる「温度ショック」、空気中に放置して暴れさせて致死させる「苦悶」の3つの致死方法において、死後硬直の進行速度や刺身として食べたときの歯ごたえの強さのモデルとなる筋肉破断強度を測定した。その結果、「活け締め」を行ったサバが死後硬直の進行速度が最も遅く、筋肉破断強度が最も大きいことがわかった。そのため「活け締め」がサバの市場価値・刺身として食べた時の歯ごたえを考慮する際に最も良い方法であることがわかった。

¹⁰ この5°Cという温度は関サバの歯ごたえを長時間保つ為に最適とされる温度である。最適望月(2000)は関サバをいろいろな温度で貯蔵して、歯ごたえの強さを測定した。その結果、5°Cで貯蔵した場合に歯ごたえの強い状態がもっとも長く続いていることがわかった。この5°Cという魚体温度は大分県海洋水産研究センターが測定したところ、佐賀関漁協から東京に出荷した関サバでも保たれており、大いに実践されている。

防ぐ仕組みが導入されている。(波積、2010, p130)

これらの水揚げから出荷に至るまでの、厳しい管理体制がブランドの信頼性を高め、ブランド魚としての関サバの地位を高く保つ理由となっている。2012年3月には魚が傷むのを防ぎ、かつ作業時間を短縮することが可能なベルトコンベヤーも併設された新しい荷捌き所や関連施設が整備される¹¹等、現在でもブランド価値を上げる努力を続けている。

¹¹ 「佐賀関漁港に新施設 荷捌き所など 来月運用、作業効率化」 読売新聞 2012年3月23日朝刊 35面

第2章 まき網船団とその影響

第1章で見てきたように、関さばはその生態学的特徴と漁法、さらには品質管理や販路開拓における佐賀関の漁業者の努力によって、全国的なブランド水産物へと成長した。関さばの成功はそれまで不可能と言われてきた水産物のブランド化の成功例として注目された。これをきっかけに90年代以降、全国各地で類似した動きが立ち上がる。

しかし近年関サバの漁獲量が少なくなっていることが谷川(2009)、小松(2010)など多くの研究によって指摘されている。原因としては海水温の上昇によるマサバ生息域の北上、回遊量の減少、イルカ保護による鯨類の乱獲、アジ・サバ・イワシ資源量の周期変化、餌不足など様々な要因が考えられているが、中でも古くから指摘され、激しい衝突が生じているのが佐賀関支店と漁場を共有する、まき網漁船団(臼津まき網連合会)の活動である。

本章では第1節で一本釣り船団とまき網船団の長年続く資源配分を巡る問題を述べる。その後第2節で現時点までに出ている調停策について述べた後、第3節でなおも残っている問題点について説明する。

2.1 一本釣り業者とまき網漁船団との対立

前述のように、佐賀関支店と漁場を共有するまき網船団が「速吸の瀬戸」付近におけるサバ資源の減少に大きく関わっているとされている。ここでは実際に一本釣り船団と同じ漁場で操業を行っているまき網船団(臼津まき網連合会)の概要について述べた後、一本釣り船団のサバの漁獲量の減少傾向と、一本釣り船団とまき網船団との間で長年続く資源管理を巡る対立について詳述する。

2.1.1 臼津まき網連合会の概要

臼津まき網連合会とは、大分県漁協臼杵支店や同津久見支店に所属する中型まき網船団の連合会である。事務局は津久見支店に設けられ、そちらで協議等が行われている。管轄は大分県によるものである。

まき網船団の操業時間は20時以降の夜間に行っていて、昼間に操業する一本釣り船団と

は異なる時間帯になっている。しかし夜間操業に必要な照明を照らす灯船は、場所取りなどを行うため、昼間から漁場に出ている。この際に佐賀関支店の船団と衝突する場合がある。

まき網船団は稚魚から大型個体まで一網打尽に網で漁獲する漁獲法である。そのため、漁獲効率は一本釣りの1年分の漁獲量を多いときだとわずか2日で漁獲する¹²ほど高い。また未成魚と成魚の判別が水揚げされるまで分からないため、未成魚だからといってリリースできるわけではない。まき網船団の操業は一本釣り船団の漁獲対象外である未成魚資源を減らし、それが将来の漁獲対象である成魚資源・漁獲量をも減少させることにつながってしまった。詳しくは後述する。

臼津まき網連絡会に所属するまき網船の漁師は昔から関サバの育つ高島付近の海域で操業していたわけではなかった。彼らはもともと佐賀関支店の漁場より南方の、より沿岸に近い地域で操業を行っていた。ところが臼杵地区や津久見地区の沿岸付近ではイワシを始めとする漁獲対象の資源量が減少したため、彼らはより沖合の高島付近で操業するようになった。これが、後に述べる対立を生むことになる。

2.1.2 資源減少問題の発生とその背景

前項でも述べたように臼津まき網連合会の中型まき網船団は彼らの本拠地付近の沿岸で魚群が薄くなったため、高島付近まで北上して操業するようになった。佐賀関支店と漁場を共有することになる海域でまき網船団が操業を行えたのは、以下のような理由がある。

高島付近には沿岸漁業者に対しサザエやアワビなどを対象にした共同利用権が認められていて、この共同利用権の中に中型まき網漁船の操業区域も設けられている。権利関係上何も問題がないため、臼杵地区や津久見地区のまき網漁船は、技術革新が進むにつれて佐賀関支店と漁場を共有する「速吸の瀬戸」付近に北上し操業するようになった。

しかしまき網船団の漁獲効率は一本釣りよりも遥かに高く、稚魚から大型個体まで一網打尽に漁獲する。まき網船団の漁獲活動の結果、将来的に大型個体となる稚魚の数が減少し、「速吸の瀬戸」付近のサバ資源が一気に枯渇してしまった。稚魚乱獲によって大型個体が減少した結果、ブランドサバとして高い価値のつく大型個体のみを漁獲していた佐賀関支店の漁獲量は急速に悪化することになる。(小松、2010) 2010年までの6年間、漁獲量は平年を大きく下回る状況が続いており、完全ではないにせよ、その影響は大いに伺える。

¹² 波積 (2010) , p126

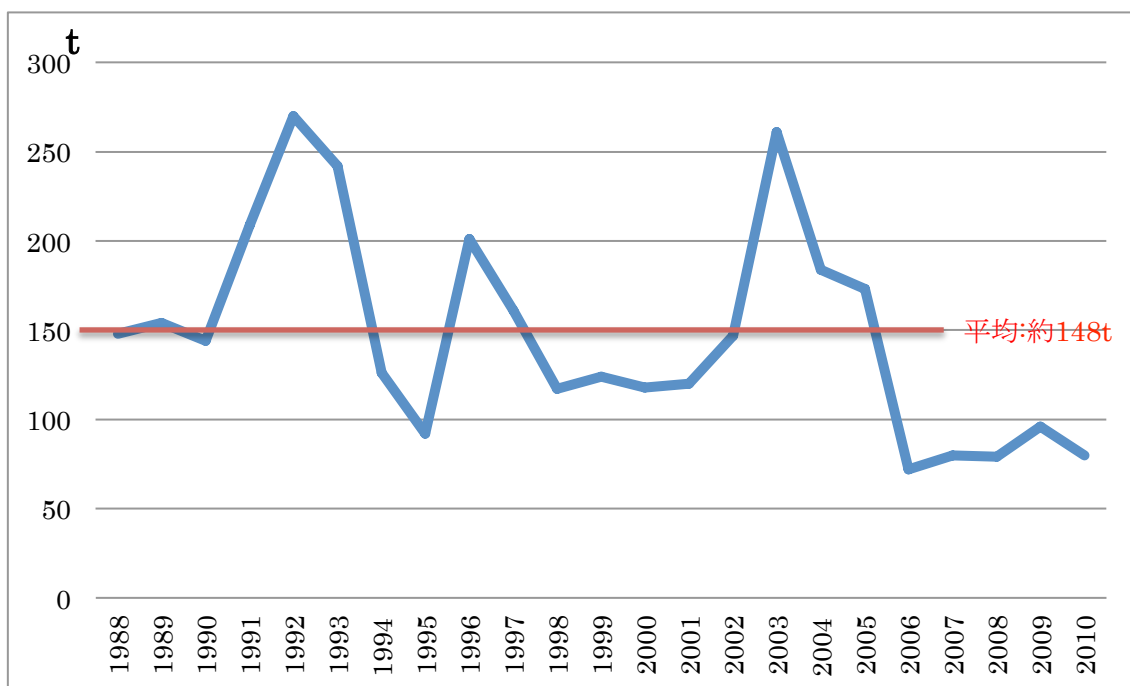


図 3 関サバの漁獲高の推移 出典：大分県水産試験場（2010）より筆者作成

また、大量漁獲を進めるまき網船団も収入が安定しているとはいえない。未成魚の漁獲による資源の減少によって漁獲量が減少している状況はまき網船団も同様である。さらに漁獲量を増やす為に船の設備の更新を計り努力量を増やした結果、費用がかさむようになった。その結果、まき網船団側も佐賀関支店と同様の収入減少の問題に直面している。

2.1.3 資源減少に伴う佐賀関支店の抵抗

まき網船団の漁獲によって自ら漁獲するサバ資源が減少していることに対し、佐賀関の漁師達は大変強い不満を抱えている。また、これを背景にした対立も絶えない。

特に昭和 61 年 12 月には、高島南側沖で臼津地区の 5 艘のまき網漁船が操業しているのを見つけ、佐賀関の漁師たちは 2～3 トンの小さな船が 150 隻集め、まき網船団を取り囲み、彼らが採っていた魚を放流させたという事件が発生している。（岡本、1992, p30）その後、佐賀関漁協はまき網船団(臼津旋網連絡会)から放流魚分の約 2 億 5000 万円の賠償を請求され、まき網操業事件は民事裁判にまで発展した。佐賀関の一本釣り漁師は敗訴し、まき網船団に 4000 万円を支払っている。

この敗訴の背景にあるのが 2.1.2 で前述した共同利用権内の問題である。大分県は、共同

利用権¹³の中に、沿岸漁業や一本釣りに比べ漁獲圧の大きい中型巻き網船の操業区域を設けている。巻き網漁業者の権利として認められているために、一本釣りの漁業者は手も足も出ず、漁獲効率の条件が不利な方が敗訴するという結果をもたらしている。(小松、2010, p26~27)

その後も佐賀関支店とまき網船団の間では、資源配分や場所取りを巡る対立が続いている。しかし資源の減少に対する危機感が両者それぞれに広まったことで、歩み寄りも進みつつある。具体的には次節で説明する。

2.2 漁業者による解決策の提示

前節で見たように佐賀関支店と臼津まき網連合会は資源配分を巡り長年激しく争ってきた。しかし資源の減少に対する危機感やこれ以上の対立を避けたいという漁業者の希望もあり、近年では歩みよりを始めている。

まず操業時間の調節を行うようになった。90年代まではまき網船団と佐賀関支店の操業時間は重なっていて、場所取りを巡る対立の要因になっていた。そこで臼津まき網連合会は、2003年より出港時間を午後4時に固定した。その結果、出港時間のバッティングを抑えることが可能になった。(山尾、2005)

次に大分県内の全ての漁協が合併され、佐賀関の一本釣り船団と臼杵・津久見のまき網船団は同じ組織に属することになった。漁協の合併後、漁業資源管理策について両船団間で合意する際に、大分市の漁協本店の仲介をうけるようになった。これにより、それまで一本釣り船団とまき網船団の間で議論が紛糾し、なかなか進展しなかった漁業資源管理策の合意・施行がスムーズになったという。¹⁴

また行政側も、佐賀関支店と臼津まき網連合会との対立を抑える為に仲裁に乗り出している。2010年には大分県の仲介によって、佐賀関支店と臼津旋網連絡会との間で、資源管理要諦を締結した。この協定により、両者はサバの産卵期にあたる6月の土曜日の共同休漁を実施することを決定している。(梅山、2010) 大分県は今後も大分県漁協と協力し、一本釣り船団とまき網船団の代表者を交えた会合の実施や試験場の科学的データを元にした漁業者が自主的に取り組める資源管理方策の検討を行っていく¹⁵としている。

そして、国の方策を受けて実施された TAC (漁獲可能総量) による政策がサバ資源保護

¹⁴ 大分県漁協津久見支店の方からの回答による。

¹⁵ 大分県水産振興課 資源管理班統括の方からの回答による。

の重要な役割を担っている。以下にその政策を詳述する。

2.2.1 TAC 設定について

1996年7月に、日本政府は国連海洋法を批准したことで、海洋生物資源の適正利用についての義務が課せられるようになった。その一環として(1)漁獲量が多く、経済的価値が高い海洋生物資源(2)資源状況が極めて悪く、緊急に保存、および管理措置を行うべき海洋生物資源、(3)日本周辺海域で外国漁船によって漁獲されている海洋生物資源について、TAC(許容漁獲量)が定められることになった。そしてマイワシ、マアジ、サンマ、スケトウダラ、ズワイガニ、スルメイカと同様にサバ類(マサバ・ゴマサバ)も TAC 設定の対象として加えられた。(松宮、2000,p139~141)

TAC 設定については次のように行う。まず国が指定する魚種別に資源調査・漁獲可能量の設定を行い、大型まき網漁業等の大臣管理漁業に所属する漁船団と中型まき網などの都道府県知事管理漁業の漁船団に応じて魚種別に配分し、それぞれが資源量を管理する。ここまでが国による基本計画である。次に、都道府県が国から配分された TAC をもとに具体的管理方法などを決定し、漁法別に配分を行う。この際に調整委員会による意見聴衆や独自の魚種を指定した TAC 設定などを行う場合もある。そして漁法別に配分された漁獲量に応じて各漁船団は操業を行う。もし漁船団が指定された漁獲量配分を超えそうなときは、国や自治体の実績の好評や指導、助言、勧告を行い、超えた場合は採捕の停止命令がでる。(松宮、2000, p142~143)

大分県でもこの方針に基づいて知事管轄漁業に所属する船団に対し、漁法別に資源配分を行っている。臼津まき網連合会を始めとする県内の中型まき網船団も、県によって TAC が設定され、サバ資源の保護につなげている。

しかし、佐賀関支店の一本釣り船団はこの TAC 設定の対象外になっている。そのため関サバの保護につながっているかどうかはわからない。また後述するが、日本の TAC の設定には多数の問題点が指摘されている。これについては後に詳述する。

第3章 現状の政策の問題点

前章で見たように佐賀関支店と臼津まき網連合会は、長年続く資源配分問題の解決に対し歩み寄りを始めている。しかし、数十年にわたる対立構造は未だに続いていて、資源管理策の制定もなかなか定まらない状況は今も変わっていない。その理由は、(1) まき網船の技術進歩を無視した古い漁業権制度の弊害、(2) 漁協合併による交渉の難航化、(3) 現行の「オリンピック方式」による資源管理の結果として現れた一本釣り船団・まき網船団双方の収入減少という構造的問題が存在することによる。以下に3つの構造的問題を項分けして説明する。

3.1 古い漁業権制度の弊害

2.1.4 で述べたように一本釣り船団とまき網船団が漁場を巡る民事・刑事裁判を起こした際に、まき網船団の勝訴の根拠となったのが高島付近の共同利用権内に設けられた中型まき網船の操業許可である。

しかし大分県が認めたこの制度について、その区分けを疑問視する意見が研究者および現場の漁業者から出ている。小松(2010)は、2.1で前述した共同利用権内に設けた巻き網漁船の操業区域について「戦後直後の古い線引きであり、公海自由の原則で、漁船の大型化を推進したときの遺物」とし、魚群探知機や漁網などが改良されるなどの巻き網漁船の漁獲能力の進歩を考慮せずに残存した古い漁業権の制度を問題視している。また筆者がヒアリングした佐賀関地区の漁師も、「船が木製の時代に作られた協定を現代の船に適用することはおかしい。10年ごとに漁区を見直すべき。」と不満の声を漏らしている¹⁶。

また共同利用権の制度自体を疑問視する声もある。小松(2010)は漁業権の歴史を振り返り、共同利用権の制度自体を現状に合わないものであることを示唆している。共同利用権は戦後の漁業法改正に伴い、明治時代の漁業権(専用漁業権)からイワシやサバなど浮魚を外したものであった。

¹⁶ 佐賀関支店の一本釣り漁師に対する筆者のインタビューによる。

3.2 TAC 設定に関する課題

第二に国・自治体の TAC 設定そのものに多くの問題点が指摘されていることがあげられる。日本政府の TAC 設定における問題については、小松（2008）、勝川(2011)、谷津・渡邊(2011)など多くの研究者から批判されてきた。また大分県という自治体レベルにおいても問題が多数見られる¹⁷。以下にその具体的な例を示す。

- TAC で定められた漁獲量が ABC(生物学的許容漁獲量)を上回ることが多く、持続可能性が疑われている。小松（2008）によればマイワシやサバ類の TAC は ABC の数倍~10 倍もの数値がつけられているなど、乖離の大きさも甚だしいものになっている。
- TAC を超過した漁獲があっても何も罰則がない。そのため、乱獲しても何も支障がなく、各船団が資源管理に取り組むインセンティブに欠ける。
- 大分県に配分されたサバ類の TAC は若干量¹⁸とされていて、具体的な数値が定められていない。そのため、どの程度まで漁獲するかが漁業者にはわからない。
- まき網船に比べて、高島付近の海域で操業する漁船数が圧倒的に多い佐賀関支店の一本釣り漁は TAC の設定外になっている。そのため彼らは完全なオープンアクセスの状況である。

こうした事情から、佐賀関支店および周辺のまき網漁船が漁獲する資源管理の手法として TAC が有効に活用されていない。そのため、現状では TAC によって管理されているというよりは、事実上のオープンアクセスの状況にあると考えられる。

3.3 オリンピック方式による両漁業者の収入減少

第三に仮にまき網船団側に対し ABC を考慮した TAC を課しても、現状の漁獲量制限政策の下では、漁獲効率などから大量の魚を漁獲できるまき網船団側も操業時間の短縮など

¹⁷ 大分県水産振興課へのヒアリングによる。

¹⁸ 大分県水産振興課および大分県漁協津久見支店へのヒアリングによる。

によって利潤が改善しないという状況にあることが挙げられる。現行の漁業の資源管理方式は「オリンピック方式」といわれるものである。これは、漁師は漁期が始まった後、早いもの勝ちで共有資源である水産物を漁獲し、全体の漁獲量が漁獲枠に達成したら漁業を終了するという政策である。この制度のもとでは、まき網などの漁獲効率の高い漁業方式では、水産資源に対し自然の生産力を大きく上回る漁獲圧が加えられ、非常に早いペースで漁獲枠まで達してしまう。そのためまき網船の漁期は短くなりがちである。また漁期が短くなると、漁師はその短い漁期の中でより早くより多く穫ろうと努力するため、結果的に早獲り競争に拍車がかかってしまう。そして操業時間の減少による収入確保機会の減少、努力量増加に伴う費用の増大に伴い、漁師の収益は大幅に悪化してしまう。(勝川、2011)

今回の臼津まき網連合会も今述べたようなメカニズムによって収入減少の問題が起きている。また佐賀関支店も前述したように収入減少に苦しんでいる状況である。双方が不十分な資源管理策による収入減少に苦しんでいる現在の状況では、一方が資源配分政策を訴えても、もう一方が「生活がかかっている」と譲らず資源配分政策が流れてしまうケースが多い。そのため大胆な資源管理策に踏み切れず、資源状況をさらに悪化させてしまい、収入も今以上に悪化するという悪循環に陥っている。

またオリンピック方式によって早獲り競争の激化は、漁獲量減少に伴う収入の悪化を進行させるだけでなく、漁業者が漁獲ばかりに注力し事後処理を雑にしてしまうという問題も発生させる。この品質管理の乱雑化は価格の低迷を起こし、収入の更なる低迷を引き起こしてしまう。(勝川、2011)

早獲り競争によって事後処理が雑になれば、現行の資源管理方法はまき網船団側が進める津サバのブランド化戦略を推進する際の大きな阻害要因になる。そのため、オリンピック方式はサバのブランド化戦略推進による価格の増加を図ることも困難にしてしまうといえる。

3.4 本分析の意義

前節までに見たような問題は、(1) 国の設けた法的基準や執行する行政側の不備、(2) 漁業者の収入など経済学的な観点の欠如に原因があると思われる。このうち、日本政府が設定する漁業規制の不備については小松(2010)を始めとする漁業学者が行政を厳しく批判している。

ただし、経済学的な観点から日本の漁業を見た分析は多いとはいえない。勝川(2011)や片野(2012)など近年では多少現れるようになったものの、その数は限定される。また、

今回の関サバのように地域色の強い水産資源に関する資源経済的分析についての先行研究は、さらに少なくなってしまう。

また、サバを始めとする回遊魚に関して、豊後水道の「速吸の瀬戸」という一地域に生息する根付きのサバ、というような漁場単位の地域を限定した魚群の資源管理策に関しては、資源経済学的な分析があまりなされておらず、モデルも作られていない。そこで、本論文では、ロジスティック関数を用いたモデルと **Age Structured Model** を資源量の関数として設定した場合の持続可能最適資源量を求め、根付きのサバを初めとする地域限定の色彩の強い魚類を保全する為の適切な資源管理モデルを探っていく。具体的には(1) 未成魚・成魚それぞれの資源量を区別せずに導出するロジスティック関数を使った余剰生産量モデルによって導出された最適資源量と(2) 未成魚の資源量の変化が成魚の資源量の変化に対応して全体としてのサバ資源量が増減する **Age Structured Model** によって導出された最適資源量を比較し、漁業の持続可能性を保つのに必要なサバ資源量はどちらが多いかを判断する。最終的に持続可能なサバ資源量が多い方が最適な導出法であると考え、今後の資源政策に活かすべきであると提案する。

第4章 最適資源量導出 (1) ロジスティック関数

本章では、ロジスティック関数を用いた場合の最適資源量について検討する。導出過程については、河田 (2008) の静学的最適資源量の導出モデルの手法を参考に組み立てた。

4.1 資源量

$t+1$ 期におけるサバの資源量を X_{t+1} と置く。これは、 r は自然増殖率、 K は環境容量を表すパラメータ (定数) とおいて、

$$X_t = rX_t \left(\frac{1-X_t}{K} \right) - (f^F + f^N)X_t \dots (1.1)$$

と表すことができる。

なお、 f^F は一本釣り船団による漁獲死亡率、 f^N はまき網船団による漁獲死亡率を表し、

$$f^F = q^F E_t^F \dots (1.2)$$

$$f^N = q^N E_t^N \dots (1.3)$$

と表すことができる。ここで、 q^F 、 q^N はそれぞれ一本釣り船団、まき網船団の漁獲効率を表す定数である。また E_t^F 、 E_t^N はそれぞれ t 期における一本釣り船団、まき網船団の漁獲努力量を表す。

このモデルは静学分析のため、以降では t 期を考慮せずに考える。

4.2 均衡点導出

次に(1.1)式にどのような均衡点があるのかを調べる。

均衡点では資源量が変化しないので、 $\frac{dX}{dt} = 0$ とおく。このとき、

$$r\left(1 - \frac{X}{K}\right)X = q^F E_t^F X + q^N E_t^N X \cdots (1.4)$$

が成立する。この式は均衡点においては、純増加率に等しい資源量が持続的な漁獲量であることを示している。以下、この値を持続的捕獲量 Y として表す。

4.3 各船団の総収入

持続的捕獲量の制約を受けた両船団の総収入を以下に表す。

一本釣り船団の漁獲するサバの 1kg 当たりの価格（関サバの価格）を p^F 、まき網船団の漁獲するサバの 1kg 当たりの価格を p^N とおくと、両船団の収入を合計した総収入 TR は

$$TR = p^F Y = p^F r\left(1 - \frac{X}{K}\right)X + p^N r\left(1 - \frac{X}{K}\right)X \cdots (1.5)$$

と表すことができる。

4.4 各船団の総費用

総収入同様、持続的漁獲量の制約を受けた各船団の総費用を表す。

一本釣り船団・まき網船団の両船団の費用を足した TC を同船団の努力量 E^F の線形関数であると仮定すると、

$$TC(E^F, E^N) = c(E^F + E^N) \cdots (1.7)$$

と表すことができる。

ここで、総費用 $TC(E^F, E^N)$ を両船団の捕獲量 $f^F X + f^E X$ で割ったものを捕獲活動の単位費用とよび、 u で表すとす。すると、(1.2) 式、(1.3) 式、(1.7) 式から、

$$\frac{TC(E)}{f^F X + f^E X} = u(X) = \frac{c(E^F + E^N)}{(q^F E^F + q^N E^N)X} \cdots (1.8)$$

という式が導出できる。このように捕獲活動の単位費用 u はサバ資源量 X の減少関数になっている。

次に持続的捕獲量 Y と資源量の関数として表す場合の総費用関数を見る。(1.2)式、(1.3)

式、(1.7)式より、 $TC(f^F X + f^E X, X) = \frac{c(E^F + E^N)(f^F X + f^E X)}{X(q^F E^F + q^N E^N)}$ となる。

ここで、捕獲量が持続的捕獲量 Y ならば、 $f^F X + f^E X$ を Y に置き換えて、

$$TC(Y, X) = \frac{c(E^F + E^N)}{X(q^F E^F + q^N E^N)} \cdot \cdot \cdot (1.9)$$

と表すことが出来る。

最後に資源量の関数として表す場合の総費用関数を考える。このとき、 $f^F X + f^E X = Y = r\left(1 - \frac{X}{K}\right)X$ が成り立つことから、

$$TC(Y) = \frac{c(E^F + E^N)r}{(q^F E^F + q^N E^N)} \left(1 - \frac{X}{K}\right) \cdot \cdot \cdot (1.10)$$

となる。

4.5 最適持続可能資源量の導出

両船団の総利潤 π は、(1.5) 式、(1.10) 式より、

$$\pi = TR - TC(Y) = \left\{ p^F r \left(1 - \frac{X}{K}\right) X + p^E r \left(1 - \frac{X}{K}\right) X \right\} - \frac{c(E^F + E^N)r}{(q^F E^F + q^N E^N)} \left(1 - \frac{X}{K}\right) \cdot \cdot \cdot (1.11)$$

と表すことができる。よって、最適化のための一階の条件より最適持続可能資源量 X^* は、

$$X^* = \frac{K}{2} + \frac{c(E^F + E^N)}{2(p^F + p^N)(q^F E^F + q^N E^N)} \cdot \cdot \cdot (1.12)$$

と導出される。

4.6 数値分析

本節では、前節までに示した数式モデルの各パラメータに、具体的な値を代入して、エクセルを使って行った分析の結果を示す。

4.6.1 パラメータの設定

まず、漁獲したサバの価格について述べる。一本釣り船団が漁獲したサバの価格（関サバの価格） p^F は大分市都町の飲食店「佐賀関支店協力居酒屋 B-Dama~びーだま」の店主の方より 1kg5000 円が相場という話を伺ったため、 $p^F = 5000$ とした。まき網船団が漁獲したサバについては、境港漁港の魚価 250 円¹⁹を元に、 $p^N = 250$ と設定した。

次に各船団の漁獲努力量については、実際に「速吸の瀬戸」付近で操業している一本釣り船、まき網船の数から推定することにした。これは大分県漁協津久見支店への聞き取り調査により、一本釣り船が 300 隻、まき網船が 5 隻操業していることがわかった。よって、 $E^F = 300$ 、 $E^N = 5$ と置いた。

サバの自己増殖率については、Jennings ら(1998)の研究を元にタイセイヨウサバの自己増殖率を元に $r = 0.36$ と置いた。

その他のパラメータについては、先行研究が見つからない、あるいは聞き取り調査でも判明しなかったことから筆者が恣意的に設定した。具体的には $c = 100000$ 、 $q^F = 0.0005$ 、 $q^N = 0.05$ 、 $K = 720000$ と設定している。

以下の表に各パラメータの具体的な値についてまとめておく。

¹⁹ 財団法人魚価安定基金（2012）p32 より。なお、境港でのサバの魚価・1kg250 円というものは同港でのサバの水揚量が極端に少ないときのものである。今回の対象である臼杵支店や津久見支店の中型まき網船団のサバの漁獲量は境港よりもはるかに少ないものであり、「津サバ」というブランドサバも展開しようとしている。そのため、通常のみき網船団の漁獲したサバの魚価よりも高い 1kg250 円を p^N の値として設定した。

パラメータ	具体的数値
r	0.36
K	720000
q^F	0.0005
q^N	0.05
E^F	300
E^N	5
c	100000
p^F	5000
p^N	250

表 3 ロジスティック関数のモデルにおける各パラメータの値

4.6.2 分析の結果

4.6.1 で設定したパラメータをエクセルに入力し、分析の結果を得た。結果として、「速吸の瀬戸」付近におけるサバの最適持続可能資源量は $X^* \doteq 367261.9048$ と導出された。

第5章 最適資源量導出 (2) Age Structured Model

本章では、未成魚・成魚それぞれの資源量を考慮した場合の数式モデルを説明する。成魚のみを漁獲する一本釣り船団と成魚・未成魚両方を漁獲するまき網船団が漁場を共有する漁場における漁業活動の現状について、数式モデルを設定して分析する。具体的にはサバの資源量・各船団の利潤関数から各船団の最適努力量を求め、それに基づき成魚・未成魚それぞれにおける資源量や各船団の利潤の変化について見ていくことにする。

2 船団が操業する海域で、成魚・未成魚それぞれの資源量の変化が資源量や利潤の変化に結び付く関数としては、Soknhoft ら(2012)の Age Structured Model の資源量モデルがある。これを基にしつつ、「速吸の瀬戸」付近の海域における資源量および各船団の収入の現状を表すモデルをつくる。なお、導出過程については、第4章同様、河田(2008)の静学的最適資源量の導出モデルの手法を参考に組み立てた。

5.1 資源量

Soknhoft ら(2012)の Age Structured Model の資源量モデルに基づき、 $t+1$ 期の未成魚資源量、未成魚資源量をそれぞれ表す。一本釣り船団は成魚のみを漁獲し、まき網船団は成魚と未成魚双方を漁獲する。

$t+1$ 期の未成魚資源量は、 t 期における成魚および未成魚の産卵量によって増加し、まき網船団の漁獲に伴い減少すると仮定する。

$$X_{0,t} = R(X_{1,t-1}, X_{2,t-1}) \cdot \cdot \cdot (2.1)$$

$$X_{1,t} = s_0 X_{0,t-1} \cdot \cdot \cdot (2.2)$$

$$X_{2,t} = s_1 [1 - f^N] X_{1,t-1} + s_2 [1 - f^F - f^N] X_{2,t-1} \cdot \cdot \cdot (2.3)$$

ここで、 $R(X_{1,t}, X_{2,t})$ は t 期に産まれてくる未成魚のことを表し、

$$R(X_{1,t}, X_{2,t}) = \frac{a(X_{1,t-1} + \alpha X_{2,t-1})}{b + (X_{1,t-1} + \alpha X_{2,t-1})} \cdot \cdot \cdot (2.4)$$

と表せる。(1.4)の右辺は、成魚の方が未成魚よりも性成熟度が高く、産まれてくる未成魚の数が多いうことを意味する。

なお、 f^F は一本釣り船団による漁獲死亡率、 f^N はまき網船団による漁獲死亡率を表し、

$$f^F = q^F E_t^F \cdot \cdot \cdot (2.5)$$

$$f^N = q^N E_t^N \cdot \cdot \cdot (2.6)$$

と表すことができる。ここで、 q^F 、 q^N はそれぞれ一本釣り船団、まき網船団の漁獲効率を表す定数である。また E_t^F 、 E_t^N はそれぞれ t 期における一本釣り船団、まき網船団の漁獲努力を表す。

5.2 均衡点

前章で述べたように、持続的な漁獲量は資源の準増加量に等しい。このモデルを用いる場合、 t 期における未成魚の持続可能漁獲量 $Y_{1,t}$ 、成魚の持続可能漁獲量 $Y_{2,t}$ はそれぞれ

$$Y_{1,t} = q^N E_t^N X_{1,t} = s_0 R(X_{1,t}, X_{2,t}) = s_0 \frac{a(X_{1,t} + \alpha X_{2,t})}{b + (X_{1,t} + \alpha X_{2,t})} \cdot \cdot \cdot (2.7)$$

$$Y_{2,t} = q^F E_t^F X_{2,t} + q^N E_t^N X_{2,t} = s_1 [1 - q^N E_{t-1}^N] X_{1,t-1} + s_2 [1 - q^F E_t^F - q^N E_{t-1}^N] X_{2,t-1} \cdot \cdot \cdot (2.8)$$

と表せる。

5.3 各船団の総収入

持続可能漁獲量の制約に伴う、一本釣り船団およびまき網船団双方の収入を合計した総収入 $TR(X)$ は、

$$TR(X) = (p^F \beta Y_{2,t}) + \{p^N Y_{1,t} + p^N (1 - \beta) Y_{2,t}\} \cdot \cdot \cdot (2.9)$$

と表すことができる。

なお、 β は漁獲される成魚サバのうち一本釣りで漁獲されるものの割合を示すパラメー

タである。また、 $(1-\beta)$ は成魚サバのうちまき網船団に漁獲されるものを示す。 p^F 、 p^N はそ
 r ぞれ、一本釣り船団・まき網船団が漁獲するサバの価格を表す定数である。

5.4 各船団の総費用

第4章のロジスティック関数を使ったモデルと同じように、持続的漁獲量の制約を受け
 た各船団の総費用を表す。

一本釣り船団・まき網船団の両船団の費用を足した TC を同船団の努力量 E^F の線形関数
 であると仮定すると、

$$TC(E^F, E^N) = c(E^F + E^N) \cdot \cdot \cdot (2.10)$$

と表すことができる。

ここで、総費用 $TC(E^F, E^N)$ を両船団の捕獲量 $f^F X + f^E X$ で割ったものを捕獲活動の単位費用
 とよび、 v で表すとする。すると、(2.2)式、(2.3)式、(2.10)式から、

$$v(X) = \frac{c(E^F + E^N)}{(q^F E^F X_{2,t} + q^N E^N X_{1,t} + q^N E^N X_{2,t})} \cdot \cdot \cdot (2.11)$$

という式が導出できる。このように捕獲活動の単位費用 v はサバ資源量 X の減少関数にな
 っている。

次に持続的捕獲量 Y と資源量の関数として表す場合の総費用関数を見る。(2.2)式、(2.3)

式、(2.11)式より、 $TC(q^F E^F X_{2,t} + q^N E^N X_{1,t} + q^N E^N X_{2,t}, X) = \frac{c(E^F + E^N)(f^F X + f^E X)}{(q^F E^F X_{2,t} + q^N E^N X_{1,t} + q^N E^N X_{2,t})}$ とな

る。ここで、捕獲量が持続的捕獲量 Y ならば、 $f^F X + f^E X$ を Y に置き換えて、

$$TC(Y, X) = \frac{c(E^F + E^N)}{(q^F E^F X_{2,t} + q^N E^N X_{1,t} + q^N E^N X_{2,t})} (Y_{1,t} + Y_{2,t}) \cdot \cdot \cdot (2.12)$$

と表すことが出来る。

最後に資源量の関数として表す場合の総費用関数を考える。

$$\begin{aligned}
TC(X) = & \\
v(X)s_0 \frac{a(X_{1,t} + \alpha X_{2,t})}{b + (X_{1,t} + \alpha X_{2,t})} + v(X)\beta \cdot \{s_1[1 - q^N E_{t-1}^N]X_{1,t-1} + s_2[1 - q^F E_t^F - q^N E_{t-1}^N]X_{2,t-1}\} + & \\
v(X)(1 - \beta) \cdot \{s_1[1 - q^N E_{t-1}^N]X_{1,t-1} + s_2[1 - q^F E_t^F - q^N E_{t-1}^N]X_{2,t-1}\} \cdot \cdot \cdot & (2.13)
\end{aligned}$$

となる。

5.5 最適持続可能資源量の導出

この節では、一本釣り船団とまき網船団の利潤を足し合わせた総利潤から、それぞれの船団が想定する最適持続可能資源量を導出する。そして、両者を足し合わせたものを **Age Structured Model** が想定する最適持続可能資源量として導出する。

一本釣り船団の利潤とまき網船団の利潤を足した総利潤は、

$$\begin{aligned}
\pi = TR(X) - TC(Y) & \\
= [(p^F \beta Y_{2,t}) + \{p^N Y_{1,t} + p^N (1 - \beta) Y_{2,t}\}] - v(X)s_0 \frac{a(X_{1,t} + \alpha X_{2,t})}{b + (X_{1,t} + \alpha X_{2,t})} & \\
+ v(X)\beta \cdot \{s_1[1 - q^N E_{t-1}^N]X_{1,t-1} + s_2[1 - q^F E_t^F - q^N E_{t-1}^N]X_{2,t-1}\} & \\
+ v(X)(1 - \beta) \cdot \{s_1[1 - q^N E_{t-1}^N]X_{1,t-1} + s_2[1 - q^F E_t^F - q^N E_{t-1}^N]X_{2,t-1}\} & \\
\cdot \cdot \cdot & (2.14)
\end{aligned}$$

と表せる。

最適化のための一階条件（限界収入=限界費用）より、一本釣り船団が想定する最適持続可能資源量は、

$$X^{F*} = \beta X_{2,t} = \frac{\partial v(X)}{\partial E^F} \cdot \frac{s_2 q^F X_{2,t-1}}{p^F q^F} \cdot \cdot \cdot (2.15)$$

と表せる。なお、

$$\frac{\partial v(X)}{\partial E^F} = \frac{cE^N(q^F E^F X_{2,t-1} + q^N E^N X_{1,t-1} + q^N E^N X_{2,t-1}) - c(E^F + E^N) \cdot q^F X_{2,t-1}}{(q^F E^F X_{2,t-1} + q^N E^N X_{1,t-1} + q^N E^N X_{2,t-1})^2} \cdot \dots \quad (2.16)$$

である。

同様に、まき網船団が想定する最適持続可能資源量の値も

$$X^{N*} = X_{1,t} + (1 - \beta)X_{2,t} = \frac{\partial v(X)}{\partial E^N} \cdot \frac{s_1 q^N X_{1,t-1} + s_2 q^N X_{2,t-1}}{p^N q^N} \cdot \dots \quad (2.17)$$

と導出することが出来る。

なお、

$$\frac{\partial v(X)}{\partial E^N} = \frac{cE^F(q^F E^F X_{2,t-1} + q^N E^N X_{1,t-1} + q^N E^N X_{2,t-1}) - c(E^F + E^N) \cdot q^N (X_{1,t-1} + X_{2,t-1})}{(q^F E^F X_{2,t-1} + q^N E^N X_{1,t-1} + q^N E^N X_{2,t-1})^2} \cdot \dots \quad (2.18)$$

である。

「速吸の瀬戸」付近に生息するサバの最適持続可能資源量は、(2.15) ~ (2.18)式より、

$$X_t^* = X^{F*} + X^{N*} = \beta X_{2,t} + X_{1,t} + (1 - \beta)X_{2,t} = X_{1,t} + X_{2,t} \cdot \dots \quad (2.19)$$

となる。

5.6 数値分析

本節では、前節までに示した数式モデルの各パラメータに、具体的な値を代入して、エクセルを使って行った分析の結果を示す。

5.6.1 パラメータの設定

まず、漁獲したサバの価格 p^F 、 p^N については、第4章と同じ値 ($p^F = 5000$ 、 $p^N = 250$)と設定した。各船団の漁獲努力量 E^F 、 E^N 、費用のパラメータ c についてもそれぞれ同様に、 $E^F = 300$ 、 $E^N = 5$ 、 $c = 100000$ とした。

次に未成魚サバの自然生存率 s_0 については、谷津・渡邊（2011）が 99%のサバが孵化後 1年目に死亡すると紹介していることから、 $s_0 = 0.01$ と設定した。

その他の値については第 4 章と同様、先行研究や聞き取り調査では不明な点であったことから、筆者が恣意的に設定した。具体的には、 $s_1 = 0.1$ 、 $s_2 = 0.1$ 、 $a = 15000000$ 、 $b = 5000000$ 、 $\alpha = 1.5$ という値に設定している。ただ、 $t-1$ 期の未成魚の資源量 $X_{1,t-1}$ 、成魚の資源量 $X_{2,t-1}$ については、両者を足し合わせた合計が第 4 章の環境容量 $K = 720000$ と同じ値になるよう、それぞれ $X_{1,t-1} = 480000$ 、 $X_{2,t-1} = 240000$ と設定した。

パラメータ	具体的数値
s_0	0.01
s_1	0.1
s_2	0.1
a	15000000
b	5000000
α	1.5
q^F	0.0005
q^N	0.05
E^F	300
E^N	5
c	100000
p^F	5000
p^N	250
$X_{1,t-1}$	480000
$X_{2,t-1}$	240000

表 4 Age Structured model における各パラメータの値

5.6.2 分析結果

前節までのモデルで示した数式に、表 4 の値を各パラメータに代入してエクセルで求める。その結果、 $X^{F*} \doteq 0.701345679$ 、 $X^{N*} \doteq 33222.22222$ と導出された。従って、Age Structured Model を用いた最適持続可能資源量 X^* は、この 2 つの値を足し合わせて、 $X^* \doteq 367261.9048$ と求められる。この値は第 4 章のロジスティック関数を用いたものに比

べ、極めて小さいものになっている。

第6章 結果の考察と今後の研究課題

本章では第4章のロジスティック関数、第5章の Age Structured Model それぞれの分析結果を踏まえて、どちらが適切なのか考察を行う。そして今後必要とされる課題について検討する。

6.1 第4章のモデルの追加分析と結果の考察

前章第6節で見たように、Age Structured Model を用いたモデルで導出されたサバの最適持続可能資源量の値はロジスティック関数を用いたモデルに比べ極めて小さいものになっている。そのため、ロジスティック関数を用いたモデルに関して、環境容量の値を変えて改めて検討した。その結果を以下の表に示す。

K（環境容量）の値	X*（最適持続可能資源量）の値
720000	367261.9048
600000	307261.9048
480000	247261.9048
240000	127261.9048
120000	67261.9048
60000	37261.9048
30000	22261.9048

表 5 ロジスティック関数を用いたモデルにおける K と X* の関係

上の表を見ると、K の値を相当少なめに置かない限り（第4章で用いた値の24分の1）ロジスティック関数を用いた場合の X* の値は、Age Structured Model を解いた X* の値よりも小さくならないことがわかった。このときの K の値は、第5章で設定した成魚・未成魚の t-1 期の資源量 ($X_{1,t-1} = 480000$ 、 $X_{2,t-1} = 240000$) に比べ大分小さいものになっている。

て、現実味に欠ける。

今回の論文はモデルを解いて導出される最適持続可能資源量の値が大きくなる方を適切な資源管理モデルとして判断する。そのため、ロジスティック関数の方が「速吸の瀬戸」付近の資源量を推定するのに適切なモデルであると考えた。

この理由としては、Age Structured Model の結果として求められる最適持続可能資源量の値には、成魚・未成魚それぞれの自然生存率が分子に含まれているが、ロジスティック関数を用いて求めたものには増殖率や自然生存率に関するパラメータは含まれていないことが挙げられる。増殖率や自然生存率はいずれも 0 以上 1 以下のパラメータのため、分子に存在する場合、値を小さなものにする働きを持つ。よって増殖率が最適持続可能資源量の式に含まれていることが、Age Structured Model で解くと過小な資源量が導出されてしまう理由として考えられる。

6.2 まとめと今後の研究課題

本研究では、地域と密着に関わっている関サバという資源の持続可能性を資源経済学的に分析する際には、ロジスティック関数と Age Structured Model のうち、どちらが適切かということの研究意義とした。その結果、最適持続可能資源量の値がより大きなものになる、ロジスティック関数を用いたモデルの方が適切であるという結論を見いだすことができた。

しかし本研究では、問題が複雑であることもあり、多くの研究課題が残ってしまった。以下にその一例を示す。

まず関サバの生態的特徴についての先行研究が少なく、また大分県による調査の蓄積も乏しかったため、環境容量や成魚の自然生存率など分析を行う際に重要となる値について筆者が適当に置いた値を用いて分析を行うことしかできなかった。そのため導出した値の正確さに欠けるものになってしまったと思われる。今後国や大分県による生態調査が進み、正確なデータが蓄積された後にもう一度具体的な値を導出することが必要かと思われる。

次に数式モデルとしては、国や大分県から各船団に課せられた規制や漁業者による努力量や漁獲量の自主規制について、利潤最大化の制約条件として導入できなかったことが悔やまれる。具体的には、TAC 設定やまき網船団が行う操業時間の変更、双方船団が合意した休漁日の設定といった措置である。これらの条件をモデルの中に組み込むことが今後の研究に向けた大きな課題といえる。

また静学的分析だけに留まったことは大きな限界となった。今後は動学モデルを作成し、

長期間にわたるサバ資源量の推移を明らかにしていくことは重要な課題だと考える。

最後に関サバという全国的なブランド魚を扱ったにも関わらず、数式モデルの中で組み込んだ要素が、パラメータだけに留めてしまったのが悔やまれる。特にまき網船団の漁獲活動が資源の小型化につながり、結果として関サバのブランド価値の低下につながるという過程をうまく描くことができなかった。今後の分析では、一本釣り船団・まき網船団の漁獲活動や資源量の増減によって変わるブランド価値についても考慮したモデルを作成したいと思う。

参考文献

- 梅山崇,2010,「関アジ：対立”手打ち” 漁協佐賀関支店と臼津まき網連絡会、共同
休漁の協定締結へ」,毎日新聞 2010年6月2日 西部朝刊第21面
- 大分市,2010,「大分市過疎地域自立促進計画(平成22年度～平成27年度)」(大分市、
2010.9)
- 大分県漁業協同組合佐賀関支店ホームページ,
2008,<http://www.sekijajisekisaba.or.jp/>(2013年1月22日閲覧)
- 大分県水産試験場,2011,「平成22年度大分県水産事業報告」,p52(大分県水産試験
場,2011.3)
- 岡本喜七郎,1992,「関アジ・関サバの販売戦略」,西日本漁業経済学会編,『漁業経済論
集』,第33巻第1号,p29～35(毎日学術フォーラム,1992)
- 岡本喜七郎,2002,「「関サバ」ブランドが確立するまで ”一本釣りの瀬付き魚”なら
ではの価値観の実現」,『アクアネット』2002年10月号,p26～31(湊文
社,2002.9)
- 笠原博,2003,「地域産品の地域ブランド化のために一農水産品を活かした地域活性化
の可能性を探る」,『地域調査情報 15-2』(信金中央金庫総合研究所,
2003.10)
- 片野歩,2012,「日本の水産業は復活できる！」(日本経済新聞出版社,2012.5)
- 勝川俊雄,2012,「漁業という日本の問題」(NTT出版,2012.4)
- 河田幸視,2008,「生物資源の経済学入門」(大学教育出版,2008.1)
- 小松正之,2010,「日本の食卓から魚が消える日」(日本経済新聞出版社,2010.6)
- 財団法人魚価安定基金,2012,「平成23年度国産水産物安定供給推進事業関係調査報告
書 「サバ類産地魚価に影響を与える生産・流通・消費の動向」」(財団法人
魚価安定基金,2012.3)
- Jennings.S., Reynold.J.D., Mills.S.C., 1998,"Life history correlates of response to
fisher exploitation", 『Proc Biol Sci.』,No.265 Vol.1393,p333～339(The
Royal Society,Bethesda,1998.2)
- Skonhoft.A, Vestergaard.N, Quass.M,2012,"Optimal harvest in an age structured

- model with different fishing selectivity", 『Environmental & Resource Economics』, No.51 Vol.4, p525~544 (Axel Springer AG, Berlin, 2012.4)
- 竹ノ内徳人, 2004, 「地域漁業の振興とクラスター戦略～佐賀関漁業のブランド化戦略を事例として」, 『漁業経済研究』, 第 48 巻第 3 号, p117~136 (毎日学術フォーラム, 2004.6)
- 谷川尚哉, 2009, 「日本の水産業の現状と課題」, 『中央学院大学人間・自然論叢』, 第 29 巻, p79~89 (中央学院大学, 2009.7)
- 波積真理, 2010, 「第二創業期を迎えた「関さば・あじ」のブランド展開」, 婁小波・波積真理・日高健編, 『水産物ブランド化戦略の理論と実践 地域資源を価値創造するマーケティング』, p121~136 (北斗書房, 2010.6)
- 平野美紀, 2003, 「豊後水道の関サバ・関アジ、漁場めぐり対立—漁業者と遊漁船業」 毎日新聞大分版 2003 年 11 月 19 日, 第 21 面
- 平野美紀, 2004, 「関アジ問題が集結 漁場利用で協定—漁協・遊漁船組合」 毎日新聞大分版 2004 年 4 月 29 日 第 23 面
- 松宮義晴, 2000, 「魚をとりながら増やす」 (成山堂書店, 2000.4)
- 望月聡, 2000, 「「関サバ」の美味しさの科学」 『アクアネット』, 2000 年 7 月号 (湊文社, 2000.6)
- 望月聡, 1989, 「豊後水道で漁獲されたマサバの形態と一般成分」, 『大分大学教育学部紀要』, 第 11 巻第 1 号, p101~105 (大分大学教育学部, 1989.3)
- 谷津明彦、渡邊千夏子, 2011, 「減ったマイワシ、増えるマサバ—わかりやすい資源変動のしくみ—」 (成山堂書店, 2011.3)
- 山尾和之, 2004, 「これからのまき網漁業を考える 次世代漁業者達の提言」, 第 9 回全国青年・女性漁業者交流大会資料, p21~25 (全国漁業協同組合連合会, 2004.3)
- 読売新聞, 2012, 「佐賀関漁港に新施設 荷捌き所など 来月運用、作業効率化」, 読売新聞大分版 2012 年 3 月 23 日朝刊第 35 面

あとがき

今回の調査では、「速吸の瀬戸」付近における資源管理の現状やパラメータの数値などの情報を入手する際に、大分県水産振興課、大分県漁協津久見支店、大分県漁協佐賀関支店および大分市都町の飲食店「佐賀関支店協力居酒屋 B-Dama~びーだま」の方々に協力していただきました。ここに調査のご協力に対しお礼を申し上げたいと思います。

今回の卒業論文は自らの力不足のため、数式モデルの作成に難航し、大騒ぎを起こして、ゼミ生を始め多くの人に迷惑をかけてしまいました。ここにお詫びを申し上げます。

最後になりましたが、大沼先生および澤田先生には卒論執筆にあたり多くのアドバイスを頂きました。お忙しい中、ご協力していただきありがとうございました。