

慶應義塾大学経済学部 大沼あゆみ研究会第10期生態系班

ゼニガタアザラシと暮らすまち

～北海道襟裳岬～

青木 志保美

岩下 彩聖

辻 遥一

和田 沙弓

目次

序論.....	2
第1章　ゼニガタアザラシの生態と襟裳岬.....	2
1-1. 身体の特徴.....	2
1-2. 性格.....	3
1-3. 繁殖.....	4
1-4. 生息地.....	4
1-5. 襟裳岬.....	5
1-6. えりも町の観光とゼニガタアザラシ.....	6
第2章　レッドリストとゼニガタアザラシ.....	6
2-1. 日本のレッドリストの歴史と特徴.....	6
2-2. 第四次レッドリストの動向.....	8
2-3. レッドリストの中のゼニガタアザラシ.....	9
2-4. 絶滅危惧ⅠB類に位置づけられた理由.....	9
2-5. 絶滅危惧種ⅠB類から絶滅危惧種Ⅱ類への変更.....	11
第3章　襟裳岬における漁業被害.....	11
3-1. 被害の概要.....	11
3-2. 被害の実情.....	12
3-3. 被害に対する漁師の考え方.....	15
第4章　現状政策.....	16
4-1. ゼニガタアザラシの保護管理計画.....	16
4-2. 第一回保護管理検討会.....	17
4-3. 第二回保護管理検討会.....	18
第5章　モデル分析.....	20
5-1. 関数の導入.....	20
5-2. 最適な頭数の分析-1.....	20
5-3. 最適な頭数の分析-2.....	28
5-4. 補足.....	30

序論

人為的な原因による生態系の破壊や動植物の絶滅が、世界規模で叫ばれるようになって久しい。日本もその例外ではなく、現在 100 種以上の動植物が絶滅し、3000 種以上が絶滅の危機に瀕している。そして絶滅危惧種が増加の一途をたどる一方で、絶滅危惧種を保護する動きも着実に拡大してきた。

しかし保護活動が拡大するにしたがって、以前は顕在化していなかった新たな問題も浮上することとなった。希少種の個体数が回復したことで、人間の経済活動に悪影響を与える事態が発生したのだ。準絶滅危惧種に指定されているトドによる漁業被害の問題はその一例である。被害額は年間 10 億円を超えており、大規模な駆除活動が現在進められている。このような希少種と人間の共生を巡る問題を解決するためには、保護と駆除のバランスを見極めることが重要となってくる。本論文では、絶滅危惧種Ⅱ類であるゼニガタアザラシが襟裳岬において引き起こしている漁業被害に焦点を当て、漁業被害を受ける漁師、捕殺費用を負担する行政、観光収入を得る営業者、以上三者の得失を合計したときに、利潤が最大となるアザラシの頭数について、分析及び考察していく。

第 1 章 ゼニガタアザラシの生態と襟裳岬

1-1. 身体の特徴

ゼニガタアザラシ (*Phoca vitulina*) は、鰭脚目アザラシ科キタアザラシ亜科ゴマフアザラシ属に分類され、ニホンアシカが絶滅したとされる今、日本の海岸で繁殖する唯一の鰭脚類である。成獣の体長はオス 190 cm メス 170 cm、体重はオス 170 kg メス 140 kg に達し、ゴマフアザラシやクラカケアザラシなどの他のゴマフアザラシ属より大型である。ただし、北海道に生息するものはこれよりも大きく、オスでは体長 2メートルになるものもある。体の色は、暗色型と明色型の 2 種類あり、日本で生息しているゼニガタアザラシは多くが暗色型で明色型はごくまれに見られる。暗色型は、黒地に、黄色っぽい輪の模様で、明色型は、地が茶色やグレーになり、ゴマフアザラシと良く似ている。そのため、昔はゴマフアザラシと同じ種類と考えられることもあったが、現在では骨格の違いや、生態の違いから、別の種類であることがはっきりしている。また、頬歯が大きいこと、歯が斜めに生えることも、ゴマフとは違う点である。寿命は約 30 年である。ゼニガタアザラシの名前は、黒い体にある白いリング状の模様

が穴の開いた古銭に似ている事に由来する。この模様は産まれてから死ぬまで一生変わることがない。



図1 ゼニガタアザラシ

出所:【図鑑】世界のアザラシの種類画像一覧

<http://matome.naver.jp/odai/2131832300441486301/21...>

1-2. 性格

ゼニガタアザラシは年間を通して上陸場で強い集合性を見せる。しかし、アシカやセイウチのように折り重なるわけではなく微妙な隙間が保たれている。体が触れ合うことを極端に嫌うゼニガタアザラシは、他の個体が触れたり接近しすぎたりすると前鰭をすばやく動かして相手の体を引っかいたり声を出して威嚇する。けれど完全に追い払う事はなく、体が触れ合わないぐらいの間隔が開けば満足するのである。また、陸上での移動能力が極端に低いため、何か異変を感じるとすぐに海中へと逃げる習性がある。一頭が水に戻っただけで全てのアザラシが落ちることは珍しい事ではない。カモメなどが騒いだけで落ちることもあり、陸上ではかなりの臆病者である。しばらくして一頭が陸に上がるとぞくぞくとまた上がりだす。上陸しているアザラシの数が多ければ多いほど捕食者などの接近に早く気づくことができ、そして各個体の警戒頻度は低くなる。ゼニガタアザラシは接近しすぎるのは嫌うが、独りでは安心して休息できないのである。

またゼニガタアザラシは、アシカなどの他の鰭脚類と同様に非常に知能が高い。おたる水族館、しながわ水族館ではアザラシに芸を教え、ショーを行っている点に注目しても、その知能の高さがうかがえる。環境省も「アザラシは学

習能力が高く、特定のアザラシに常習性がある」(野生生物課)と発表している。

1-3. 繁殖

鰭脚類はオスもメスも発情期だけ回遊から繁殖場に戻ってきて上陸し、非繁殖期に採餌回遊するのが基本的なパターンである。しかしゼニガタアザラシの場合、メスは回遊するがオスは回遊せずに1年中上陸場に姿を現す。その理由は交尾の方法にある。ゼニガタアザラシは水中で交尾するが他のアザラシたちはほとんどの場合陸上で行う。陸上で交尾するアザラシたちはメスを他のオスから守るためにハーレムを作り、繁殖期の約1ヶ月間絶食しなければならない。この為に餌を大量に食べて体力をつけなければならないのである。ゼニガタアザラシの場合は水中で交尾を行う為、守るべき縄張りは水中である。陸上と違って水中の縄張りを守るのは広い上に3次元であるので簡単ではない。水中に適応したアザラシにとっては体力をつけて愚鈍になるよりも、スリムで敏捷に動けるほうが水中では有利なためと考えられている。そして常に自分の繁殖場にとどまることで海底の地形を熟知していく。同じ個体が上陸していることは個体識別で確認されている。回遊しないで1年中繁殖場にとどまっていることで、オス同士はお互いを認識していくと考えられる。

1-4. 生息地

ゼニガタアザラシの生息地は太平洋と大西洋の北部に広く分布している。日本では北海道東部(太平洋側)に生息し、最南端である襟裳岬から根室半島にかけての岩礁帯に集団で休息し、繁殖も同じ岩礁で行われる。



※青色の部分が生息地

図2 ゼニガタアザラシの生息地

出所：ウィキペディアコモンズ <http://ja.wikipedia.org/wiki/%E3%8...>

1-5. 襟裳岬

襟裳岬周辺でゼニガタアザラシによる漁業被害が深刻化していることを受け、日本でのゼニガタアザラシの生息地の中で、この論文では襟裳岬に注目する。環境省や地元の漁業関係者が16日、襟裳岬があるえりも町で対策検討会を開き、環境省側が上限を40頭として捕殺をする調査を来年3月までに行うことを明らかにした。



図3 襟裳岬の位置

出所：北海道のアザラシたち <http://marimo.xrea.jp/seal/index.html>

襟裳岬（えりもみさき）は、北海道幌泉郡えりも町えりも岬に属し、太平洋に面する岬で、日高山脈の最南端に位置し、太平洋に向かって南へ突き出している。気象的には積雪寒冷地帯である本道にあって、沿岸地域では海洋性気候を示し、比較的温暖で四季及び昼夜の変化も少なく過ごしやすい気候であり、降雪量は少ないが降水量はやや多い地域となっている。西からの暖流と東からの寒流の潮目にあたり、良好な漁場としても知られている。この地域の基幹産業は水産業と軽種馬生産を主体とした農業であり、水産業は地域の生活基盤を支える重要な産業となっている。漁業については、コンブ・フノリ・ウニ・ハタハタなどを対象とした浅海漁業と、サケ定置網漁業、ツブカゴ漁業、ケガニカゴ漁業、タコ漁業、カレイ刺し網漁業の漁船漁業が主体となっている。サケの定置網漁業に関して、サケの回帰率はここ3年低水準にあり、サケの漁獲量減少に伴い被害率が増加するという問題をかかえている。サケ以外の漁獲量には大きな変化はない。

また、襟裳岬のゼニガタアザラシはこの地域への定着性が強く、他の地域の個体群との交流は少ない。ここで生まれたゼニガタアザラシは、この地で育ち、この地で繁殖をする。幼獣の死亡率は海外より高く、個体数はここ5年では増加数鈍化傾向にある。

1-6. えりも町の観光とゼニガタアザラシ

えりも町は、豊富な水産資源に恵まれているのみならず、壮大な自然景観も数多く有しており、「漁業と観光のまち」と称されるほど観光業も盛んである。世界有数の漁場である襟裳岬をはじめ、庶野から隣町である広尾町への約 30 キロメートルにわたり急峻な大地を目の当たりにできる黄金道路や、上空から見るとハートの形をしている豊似湖などが代表的な観光地だ。訪れる観光客は年間 30 万人以上に及ぶ。

以上のように数々の観光地を有するえりも町であるが、野生動物のウォッチングが盛んになってきている現在、限られた岩礁でしか観察できないゼニガタアザラシはとりわけ観光資源として注目を集めている。これをうけて、近年ではアザラシウォッチングツアーという形でゼニガタアザラシを利用しようという動きが活発になっている。カヤックに乗り岩礁に近づいて観察するツアーや、漁師の経営する民宿に泊まることで漁船に乗って行うツアーなど形態は様々であるが、ゼニガタアザラシの生態系を壊さないように配慮されている。また、陸上から双眼鏡や望遠鏡を使用して観察する方法もあり、風をテーマにした博物館である「風の館」では年間を通してゼニガタアザラシを観察できる展望室が完備されている。このようにゼニガタアザラシはえりも町において観光資源の一つとして重要な位置を占めている。

第 2 章 レッドリストとゼニガタアザラシ

2-1. 日本のレッドリストの歴史と特徴

日本における最も代表的なレッドリストは、環境省によって作成されているものである。そこで、本章では環境省作成のレッドリストに焦点を絞って解説していく。

環境省では、1986 年度より「緊急に保護を要する動植物の種の選定調査」を行い、その結果を踏まえて 1991 年に環境省版レッドデータブック「日本の絶滅のおそれのある野生生物－脊椎動物編」及び「日本の絶滅のおそれのある野生生物－無脊椎動物編」を作成した。この時レッドリストは作成されなかったが、これが初めてのレッドデータブックであった。

第二次レッドリスト及びレッドデータブック作成に向けた見直し作業は 1995 年に開始された。そして、2000 年 4 月までに動植物全ての分類群についてレッドリストを公表し、2006 年 8 月までにレッドデータブックについても全てが刊行された。

また、この第二次レッドリストより日本独自の新しいカテゴリーが導入された。図 4 から分かるように、カテゴリーには 8 種類あり、絶滅の危険性によって部類分けがされており、IUCN が使用しているものとは基準が異なっている。

絶滅 (EX)	・我が国ではすでに絶滅したと考えられる種
野生絶滅 (EW)	・飼育・栽培下でのみ存続している種
絶滅危惧 I A 類 (CR)	・ごく近い将来における野生での絶滅の危険性が極めて高いもの
絶滅危惧 I B 類 (EN)	・I A 類ほどではないが、近い将来における野生での絶滅の危険性が高いもの
絶滅危惧 II 類 (VU)	・絶滅の危険が増大している種
準絶滅危惧 (NT)	・現時点での絶滅危険度は小さいが、生息条件の変化によっては「絶滅危惧」に移行する可能性のある種
情報不足 (DD)	・評価するだけの情報が不足している種
絶滅のおそれのある地域個体群 (LP)	・地域的に孤立している個体群で、絶滅のおそれが高いもの

※赤が絶滅のおそれのある種（絶滅危惧種）

図 4 日本のレッドリストにおけるカテゴリーの概要

出所：生物多様性情報システム http://www.biodic.go.jp/rdb/rdb_f.html
より作成

これには以下のような理由がある。IUCN は、国家・政府機関・非政府機関によって構成され、1948 年に設立された国際的な自然保護機関であり、1994 年に、減少率等の数値による客観的な評価基準に基づく新しいカテゴリーを採択した。そこで環境省は第二次レッドリスト作成時において、この新しい基準とカテゴリーに従うことにした。しかし、日本では数値的に評価が可能なデータが得られない種も多いなどの理由から、定性的要件と定量的要件を組み合わせた新たなカテゴリーを策定することとなったのである。具体的には、低リスク/保全対策依存 (LR/cd)、低リスク/軽度懸念 (LR/lc)、未評価 (NE) に相当するカテゴリーが設定されていない

第三次レッドリストは 2002 年に見直し作業が開始され、2007 年 8 月までにすべての分類群における公表が完了した。

最新の第四次レッドリストは 2008 年に見直し作業が開始され、2012 年 8 月に 9 分類群について取りまとめられ公表された。なお、この第四次レッドリストについては、次節において詳しく解説していく。第四次レッドリストに基づくレッドデータブックは、2014 年に公開予定である

2-2. 第四次レッドリストの動向

第四次レッドリストにおいては、前回の第三次レッドリストに向けた見直し後の生息・生育状況・生育環境の変化などの最新の知見を収集し検討が行われた。ここでは、本論文に関係の深い動物に限定して検討していく。そしてその結果を一部抜粋したものが表 1 である。なお、汽水・淡水魚類については 2012 年 10 月 8 日現在公表されていない。

	評価対象 種数	絶滅 EX	絶滅危惧 I A 類 CR	絶滅危惧 I B 類 EN	絶滅危惧 II 類 VU	掲載種数 合計
哺乳類	160 (180)	7 (4)	12 (15)	12 (20)	10 (7)	63 (73)
鳥類	約 700 (約 700)	14 (13)	23 (21)	31 (32)	43 (39)	150 (141)
爬虫類	98 (98)	0 (0)	4 (3)	9 (10)	23 (18)	56 (53)
両生類	66 (62)	0 (0)	1 (1)	10 (9)	11 (11)	43 (36)
昆虫類	約 32000 (約 32000)	4 (3)	65 (110)	106	187 (129)	868 (564)
貝類	約 3200 (約 1100)	19 (22)	244 (163)		319 (214)	1126 (747)
その他 無脊椎 動物	約 5300 (約 4200)	0 (0)	20 (17)		41 (39)	146 (136)
動物小 計		44 (42)	537 (401)		634 (457)	2452 (1750)

※表中の括弧内の数字は第三次レッドリスト(2006、2007年公表)の種数を示す。

※昆虫類は今回から、絶滅危惧 I 類をさらに I A 類(CR)と I B 類(EN)に区分して評価を行った。

表 1 環境省第四次レッドリスト(2012)掲載種数表

出所：生物多様性情報システム

<http://www.biodic.go.jp/rdb/RL2012/RL2012siryo4.pdf> より作成

カテゴリー別に第三次レッドリストと比較してみると、日本における生物多様

性が失われ続けている現状が見えてくる。掲載種数合計は 702 種増加し、絶滅種も 2 種増加している。また、絶滅危惧Ⅰ類及び絶滅危惧Ⅱ類に選定された種は、絶滅の危険性のある種であると考えられる。この 2 つのカテゴリーに属する 7 分類群合計の総数は、第三次レッドリストでは 858 種であったが、第四次レッドリストでは 1171 種となり、313 種増加している。この一因としては、貝類における評価対象の拡大も挙げられる。しかしそれを考慮したとしても、日本の野生生物が置かれている状況が依然として厳しいことを示す結果であると言える。

2-3. レッドリストの中のゼニガタアザラシ

前項で見たように、日本における絶滅危惧種は増加の一途をたどっている。そして、本論文で取り上げるゼニガタアザラシも絶滅の危険に晒されているとして、レッドリストに掲載されている動物の一種である。

ゼニガタアザラシは、1980 年代までに生息数が著しく減少してしまっていたことから、初版レッドデータブックからすでに危急種として位置づけられていた。減少の主な理由は、毛皮・肉・脂肪採取のための乱獲、漁網への羅網、もともと限定的だった繁殖場の環境悪化による縮小などであった。また、生息地の条件が限られている点も個体数の減少に拍車をかけていた。他の種のアザラシと比べても沿岸性の強い種であり、出産や休息のため外敵の接近しにくい岩礁地が必要だったのである。その後、前述したカテゴリーの改訂に伴い、第二次・第三次レッドリストにおいては絶滅危惧ⅠB 類に認定され、最新の第四次レッドリストにおいては絶滅危惧Ⅱ類となった。

さて、新しいカテゴリーにおいて、なぜゼニガタアザラシは絶滅危惧種に認定されたのだろうか。次節からは、絶滅危惧ⅠB 類に位置づけられた 3 つの理由と、絶滅危惧Ⅱ類に変更された理由について論じていく。

2-4. 絶滅危惧ⅠB 類に位置づけられた理由

第一に、分布域の面からの理由を挙げる。ゼニガタアザラシは世界的に見ると北太平洋や北大西洋の沿岸域に広く分布するが、日本では北海道の襟裳岬から根室半島にかけての沿岸域にのみ分布している。北海道での分布域全体としては記録のある 1940 年頃と、第二次レッドリスト作成時の調査において大きな変化はなかった。しかし、少しずつではあるが確実に分布域は縮小している。例えば、1960 年代 100 頭以上いたユルリ島付近や、150~200 頭いたと思われる霧多布地区では、その後上陸場が消滅またはそれに近い状態となり、調査時

まで回復していない。さらにこの当時以降、維持されてきた主要な繁殖場は大黒島、襟裳岬、ゴメ岩であったが、調査時における主要な繁殖場は大黒島の1つの岩礁と襟裳岬だけに限定されている。以上より、第二次レッドリスト作成に向けた調査時において、日本のゼニガタアザラシが繁殖・生息可能な環境は非常に限られていたことが分かる。



図5 北海道の島

出所：日本の島へ行こう

<http://imagic.qee.jp/sima/hokkaido/hokkaido.html>

第二に、個体数の面からの理由を挙げる。1940年頃、北海道東部沿岸域では1,500頭ほどの生息があったものと推定されている。しかしその後、斑紋の美しさからゴマフアザラシよりも毛皮が高値で取引されるようになり、選択的に大量捕獲が進められた。加えて、上陸場破壊等も行われたため、1960～70年頃には約半数の600～900頭に減少した。その後、1970年代から1984年までの北海道東域の生息数は約350頭と推定されていたが、1996年の統計調査では最大555頭が記録された。そして、1980年代後半以降は微増が続いている。しかし、かつては1500頭生息していたことを考えると、個体数の回復は十分だとは言えないと考えられていた。

第三に、時代的背景の面からの理由を挙げる。ゼニガタアザラシの主な生息地である北海道では、サケ定置網漁業が伝統的な主力漁業のひとつであり、道内の年間水揚げ量の10%以上を占めている。そのため、サケ定置網において網にかかってしまうゼニガタアザラシが、1970年代から1980年代初めにかけて少なくとも20～30頭あり、これはこの当時の生息推定数の5.7～8.6%である。加えて、特に問題視すべきなのは若齢個体が多いことであり、出生数の40～60%に達していた。また、前述の通りコンブ漁場整備の名のもとに1950年代から行

われてきた岩礁爆破も、生息地破壊の要因になっていた。その後、釧路・根室などでは岩礁爆破は行われなくなったが、サケ定置網による被害は続いている。以上より、ゼニガタアザラシの減少には、時代的背景も大きく影響していたことが分かる。

2-5. 絶滅危惧種ⅠB類から絶滅危惧種Ⅱ類への変更

前述したように、北海道の襟裳岬から根室半島にかけて分布しているゼニガタアザラシは、第三次レッドリストでは絶滅危惧ⅠB類であった。しかし、最新の第四次レッドリストでは絶滅危惧Ⅱ類にランクを下げる結果となった。これには主に二つの理由が挙げられる。第一に、近年の調査によって個体数の増加傾向が認められ、換毛期の8月頃には900頭以上が確認されるようになったこと。第二に、襟裳地域の個体群の状況は安定していることである。つまり第四次レッドリストにおいて、ゼニガタアザラシは絶滅の危険性が以前よりも低くなったと判断されたと言える。

第3章 襟裳岬における漁業被害

ここまで述べてきたように、ゼニガタアザラシは襟裳岬に古くから定住する動物であり、存続が危ぶまれている絶滅危惧種である。しかし最近になって個体数が増え、「ゼニガタアザラシによる漁業被害が増加している」という理由で、捕殺されようとしている。この章では、ゼニガタアザラシの捕殺の原因となっている「漁業被害の増加」についてみていく。

3-1. 被害の概要

今回扱う襟裳岬における漁業被害とは、サケの定置網漁への被害である。定置網漁は、未明に漁港を出発し定置網のある場所まで行って、すでに網の中にいるサケをとらえる、というものである。その性質ゆえに、サケをとらえる夜明けまでの間サケが網の中に大量に存在し、ゼニガタアザラシによる漁業被害が起きてしまう。北海道のほかの地域でも、トドなどによる同様の漁業被害が起きている。被害には、網を突き破って壊してしまうというような「定置網そのものへの被害」と、網の中のサケを食べられるという「食害」の二種類があるが、ゼニガタアザラシの場合はトドなどと比べて体が小さいため、網への被害はほとんど確認されていない。被害量については、ゼニガタアザラシによって頭部のみ食べられてしまったサケや、腹部のみ食べられたサケなど、明らか

に被害を受けたものを「被害本数」として算出している。

3-2. 被害の実情

当節では、前節で述べたサケの漁業被害の実情について記していく。ここでは、えりも漁協によって調べられた、「襟裳岬付近の秋サケ定置漁業の水揚とゼニガタアザラシの被害」のデータを引用する。この文献には、襟裳岬における主要な 5 つの定置網における漁業被害と、それにかかわる様々なデータがのっている。「主要な 5 つの定置網」ということは、この文献の中には述べられていないが、このデータの漁業被害額の合計の推移と、えりも町の漁業被害額の推移がほとんど一致していることからそう判断できる。ただし 2003 年度のデータは 4 つの定置網のデータになっているため、他年度との比較には使うことができない。まず、襟裳岬におけるゼニガタアザラシの頭数の推移をみる。

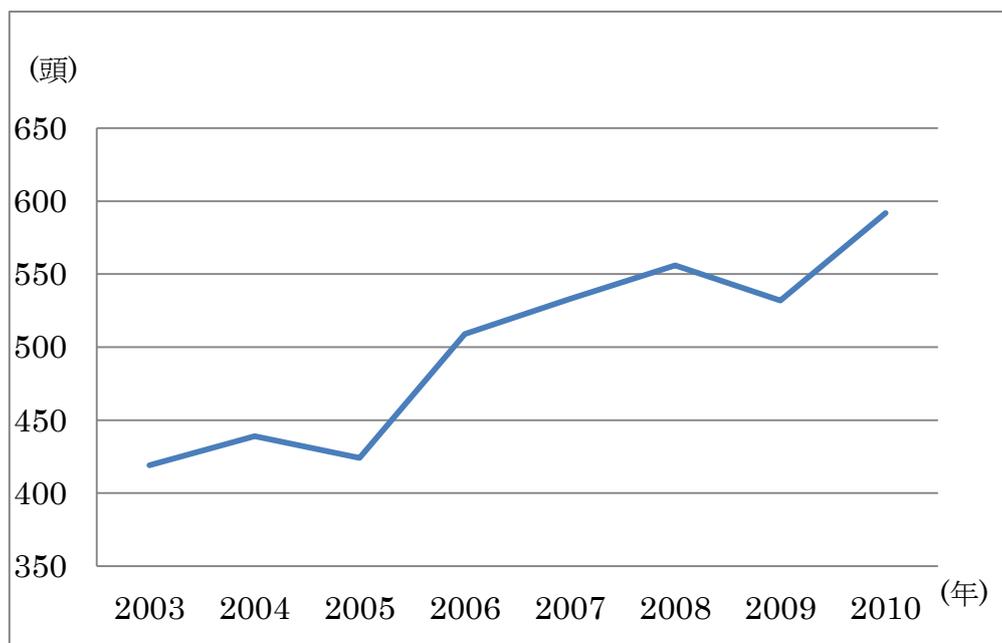


図 6 ゼニガタアザラシの頭数の変化

出所：襟裳岬付近の秋サケ定置漁業の水揚とゼニガタアザラシの被害
http://hokkaido.env.go.jp/to_2012/data/120530ai.pdf より作成

図 6 より、年が経つにつれ頭数は増加傾向にあることがわかる。

次に、サケの被害本数についてみる。

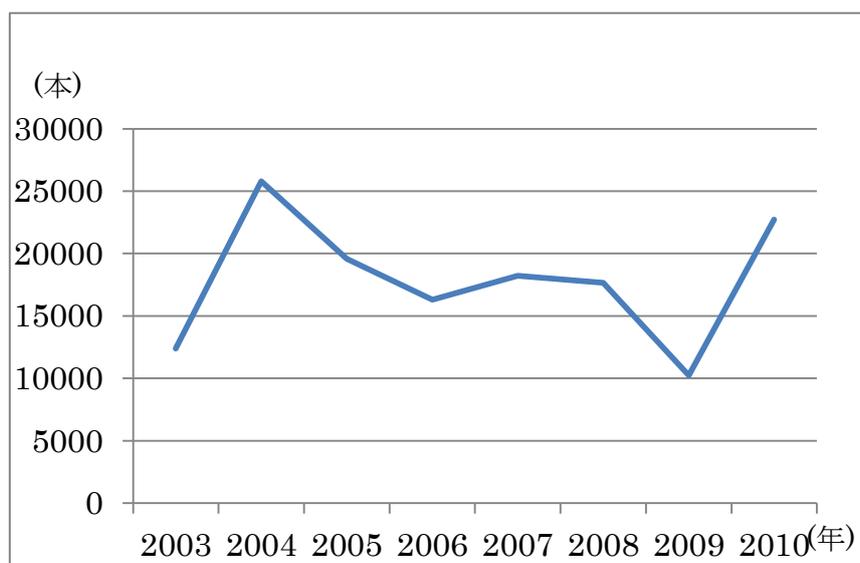


図 7 被害本数の変化

出所：襟裳岬付近の秋サケ定置漁業の水揚とゼニガタアザラシの被害
http://hokkaido.env.go.jp/to_2012/data/120530ai.pdf より作成

図 7 を見ただけでは、被害本数が増えたとは言にくい。図 6 で示した通りアザラシの頭数が増えていることを考えると、アザラシ 1 頭当たりの被害量は減っていると判断できる。しかし、実際にはこの間に被害額は増加している。それを示したのが図 8 である。

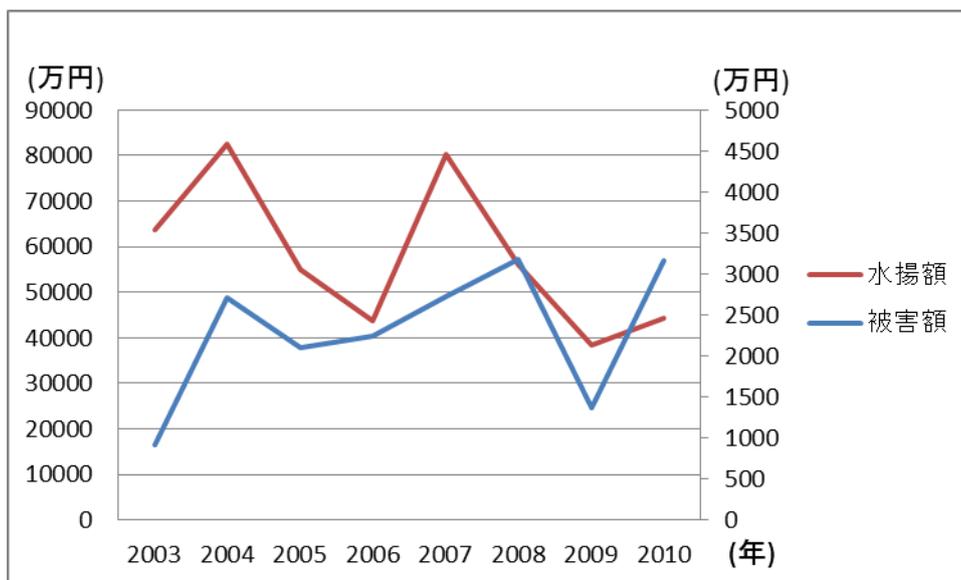


図 8 水揚額と被害額の変化

出所：襟裳岬付近の秋サケ定置漁業の水揚とゼニガタアザラシの被害
http://hokkaido.env.go.jp/to_2012/data/120530ai.pdf より作成

左の縦軸が水揚げ額を表し、右の縦軸が被害額を表している。水揚げ額は減少傾向、被害額は増加傾向にあるといえる。2004年~2007年ごろまで2000~3000万円で推移していた被害額が、2008年、2010年には3000万円を超えている。被害量が増加していないにもかかわらず被害額が増加しているのは、サケの価格が上昇しているからであると考えられる。

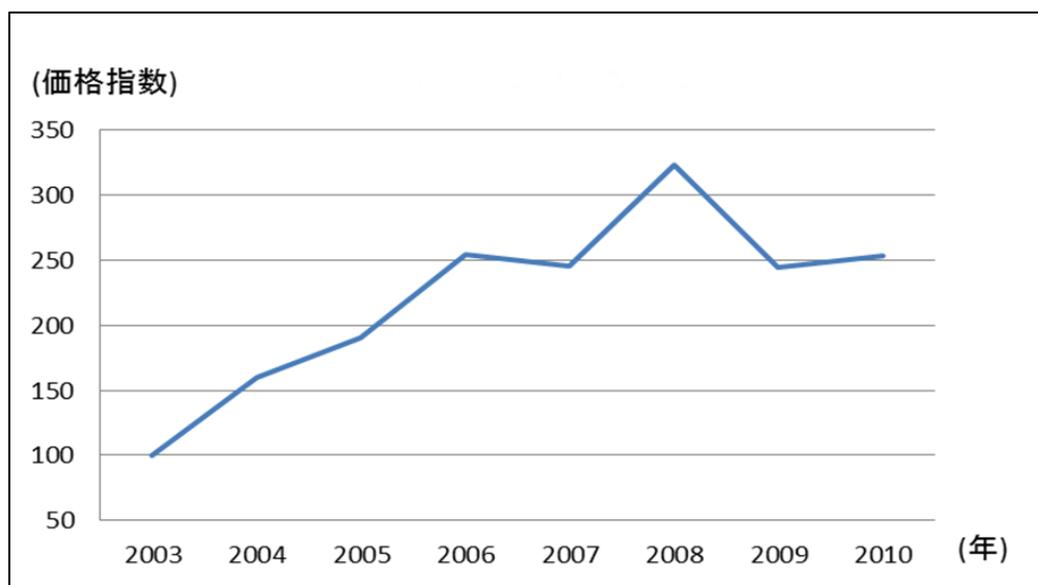


図9 サケの価格指数の変化

出所：襟裳岬付近の秋サケ定置漁業の水揚げとゼニガタアザラシの被害
http://hokkaido.env.go.jp/to_2012/data/120530ai.pdf より作成

そこで次に、サケの価格の変化を見てみる。図9は、2003年のサケの卸売価格を100としたときの価格指数である。2003年から価格は上がり、2010年には約2.5倍になっていることがわかる。また、ここで「被害率」について考える。被害額を水揚げ額で割ることで、「被害率」は産出される。その推移を示すと図10となる。

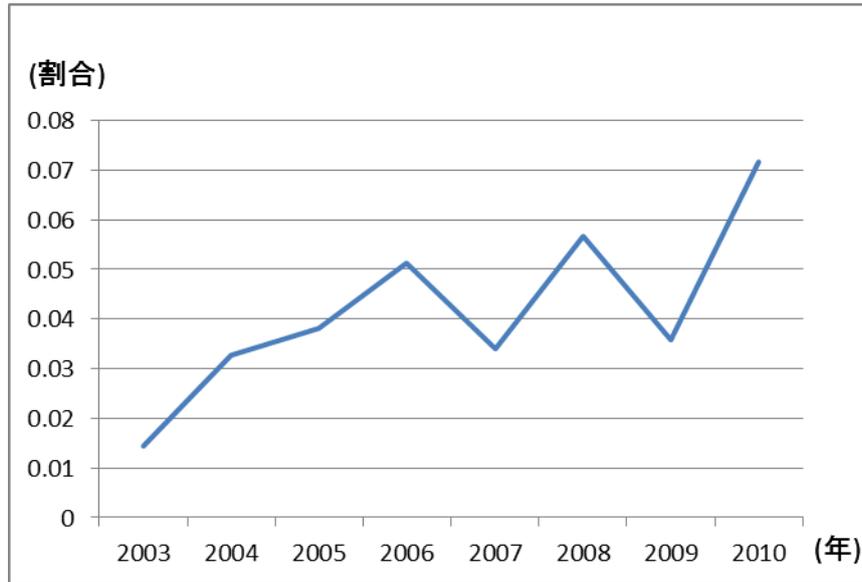


図 10 被害率の変化

出所：襟裳岬付近の秋サケ定置漁業の水揚げとゼニガタアザラシの被害
http://hokkaido.env.go.jp/to_2012/data/120530ai.pdf より作成

図 10 に示した通り、被害率は年を追うごとに上昇している。

以上のデータを整理して被害の実情をまとめる。

- 1、サケの被害本数は変わっていない。
- 2、サケの価格が上昇し、被害額も上がっている。
- 3、しかし水揚げ額が減少しているため、被害率も上がっている。

したがって「ゼニガタアザラシによる漁業被害が増加している」というのは、絶対的な被害量が増えているということではなく、相対的に増えているということであると判断できる。

3-3. 被害に対する漁師の考え方

ゼニガタアザラシの保護活動が行われる前から、ゼニガタアザラシによる漁業被害は確認されていた。しかし、被害を受けている漁師も、ゼニガタアザラシが絶滅すべきだと考えているわけではない。以下の文章は、1980年に行われた海獣談話会の内容を記した文献(松本博之編『海洋環境保全の人類学』(2011))を引用したものである。

「漁業被害を含めてゼニガタアザラシとの共存を考えようとした「えりもシールクラブ」であるが、ここでの被害はかなりの程度、主観に左右される被害でもあった。被害は安定してサケがとれている時はさほど問題にならず、水揚げが少なくなると、感情的にも経済的にも大きく浮かび上がってくるものだった。だからといって、豊漁の時に被害がなかったわけではない。被害があっても、「儲けがあるからいいべき」という感覚があった。「えりもシールクラブ」では、「漁師はいい加減なものだ。サケの稚魚の放流だって、戻ってくるのは僅かなもの。また、人間も豊かなんだ。食うぶんだけとればいいと思っている」と聞き 18)、えりも漁業組合では「ゼニガタアザラシは自然環境だが、増えすぎて人間環境を侵している。とはいえ、ここには自然があるから、ゼニガタがいるんだ」と聞いた。

ここにあるのは、「野生生物だから保護しなくてはならない」という、イデオロギー的な道徳ではない。被害がひどく感じられなければ「いい加減（＝いい塩梅）」にゼニガタアザラシを気にすることなく、「適当に（＝柔軟にバランスをとって）」付き合ってきたという事実である。そして、漁師たちは、被害が大きくゼニガタアザラシ憎しになったときにも、ゼニガタアザラシが同じ海に依存して生きているという意識を持っていた。ゼニガタアザラシを害獣に固定することなく、そこにいるべき存在として許容してきたのは、被害に対する「いい加減」の効用といえる。共に生きるという道徳が、そこにはある。」

以上の文章から、漁師がゼニガタアザラシと共生していきたい、と考えていることがわかる。しかし、それはあくまで「共生」であって、ゼニガタアザラシを「保護」するという考えとは異なる、という点にも留意しておかねばならない。

第4章 現状政策

4-1. ゼニガタアザラシの保護管理計画

絶滅危惧種であるゼニガタアザラシを対象に、現在、環境省主導でゼニガタアザラシの保護管理計画が検討されている。希少鳥獣の個体数を管理する計画策定は全国初であり、慎重に議論が進められている。平成24度より実施されているこの保護管理検討会は、環境省の地方支分部局である北海道地方環境事務所にて開催されており、その目的はえりも地域のゼニガタアザラシ個体群の安定的な存続とゼニガタアザラシによる水産業被害の軽減を図るために、特定鳥獣保護管理計画に準ずる計画をたて、実質的に科学的かつ順応的な管理を実行

することである。検討会の実施は平成 24 年度から 25 年度までの 2 年間で予定しており、平成 26 年度以降施行する保護管理計画の策定を行う。平成 26 年度より計画に基づいて管理を開始し、一方でモニタリングを並行することで順応的な管理を実現する予定である。メンバーは座長である日本獣医生命科学大学獣医学科野生動物学教室教授の羽山伸一氏を中心に、有識者をもって構成されている。

4-2. 第一回保護管理検討会

ここからは、2012 年 10 月現在で既に実施された第一回及び第二回保護管理検討会の詳細と、今後の検討スケジュール、そして計画策定・実施への流れを説明する。

平成 24 年 4 月 28 日に第一回ゼニガタアザラシ保護管理検討会が行われ、平成 24 年度の事業内容及び今後の進め方が決定された。決定事項としては、平成 24 年度は対策技術の確立と実証にむけた取り組みを実施するということである。着手する内容は主に三点あり、被害防除、個体数調整、モニタリングである。地元漁業者、関係者と調整し、地元の理解を得た上で、上記のうち準備が整ったものから実証事業を開始する。

被害防除法として挙げたのは主に次の二点である。一点目は、スズメ爆音機などを使用してゼニガタアザラシが苦痛を感じるレベルの音を出すことにより被害を防ぐ方法である。今後、この音響装置による忌避の効果について調査を進めていく。二点目は、定置網の改良によりアザラシの侵入を防止する方法である。この策は漁業被害の軽減に最も効果があると考えられている。

また、個体数調整に関しては主に三点について議論がなされた。一点目は、ゼニガタアザラシの捕獲時期の設定であり、繁殖期である 4 月～6 月上旬は避けるということで合意した。二点目は、捕獲手法に関する内容である。銃での捕獲については繁殖場での実施を避け、捕獲した個体は必ず回収する必要があるとされた。また、網による捕獲については動物福祉の観点から、溺死してしまう方法は避けて行う必要があるとし、これらの条件を満たす捕獲手法によってゼニガタアザラシの個体数調整は実施される。三点目は、捕獲可能数である。ゼニガタアザラシは前述のとおり、環境省第 4 次レッドリストにおいて絶滅危惧Ⅱ種に指定されており、本来保護が必要とされる生物種である。そのため、保護と駆除をバランス良く行うことが求められる。捕獲頭数は個体群維持可能な範囲で算定しなければならないが、精度の高い推定や過去のデータ、科学的知見が少なく、即断的な決定はゼニガタアザラシ個体群の絶滅につながる恐れがある。第一回検討会では、襟裳岬に 600 頭前後生息するゼニガタアザラシを

400頭に減らすような200頭前後の捕獲可能数を算定したが、この値はモニタリング等と並行しながら順応的に変化させる必要がある。

最後に、対策の効果検証であるモニタリングについて、生物学的モニタリングと社会学的モニタリングの二種類の観点から行うことが決定された。生物学的モニタリングには、生息数及び混獲数、捕獲個体数、混獲個体や捕獲個体の性比や年齢、遺伝的多様性といった要素がある。一方、社会学的モニタリングには、被害量、漁獲量、被害率、魚価、被害範囲、漁業者の被害意識、漁家経営状況、対策コスト等がある。上記に挙げた要素のうち、優先順位の高いものから取り組むとされた。なお、モニタリングは漁業者等の第三者が行い、研究者が検証するという形で行う。

4-3. 第二回保護管理検討会

平成24年6月16日実施のゼニガタアザラシ第二回保護管理検討会では、第一回の内容を実行に移すための具体的な検討が行われた。被害防除手法、24年度の捕獲調査、モニタリングという三点について試行に向けての手段や数値目標が詳細に決定した。また、新たな検討課題についても話し合われた。

第一に、被害防除手法に関しては、9・10月頃の秋のサケの遡上時期に音波による方法での試行を行うことが決定された。ゼニガタアザラシには高い学習能力があり、表2の取組事例からも分かるように時間が経つと音響装置に慣れてしまう。そこで、アザラシが慣れてしまうことを防ぎ、長期的に効果を持続させるために、音の異なる既存の忌避音波装置を複数組み合わせる実施を検討した。

	手法	効果	問題点	可能性
音	ラジオ	数日程度	慣れてしまう	×
	轟音玉、ピストル	序々に慣れ	慣れてしまう	△
	シールスクラム	数日程度	慣れてしまう	×
	スズメ爆音機	岩礁など共鳴する箇所では有効 (海中での効果は不明)	地域住民に迷惑がかかる 海中では減衰著しい	△

表2 被害防除取組事例

出所：北海道地方環境事務所ホームページ

<http://hokkaido.env.go.jp/>より作成

また、第一回検討会で被害防除法として挙げられた網の改良に関しては、ゼニ

ガタアザラシの定置網への侵入を防ぐためにスリットの導入が検討された。しかし、えりも地域の定置網の構造からスリットは難しいと判断されたため、音響装置による被害防除法を有効手段とし、試行段階に入る。

第二に、平成 24 年度の捕獲調査に関しては、本格的な保護管理の実施ではなく、個体数調整の実施可能性について検証することを目的とした。今後ゼニガタアザラシ保護管理計画を策定するために、どのような方法で捕獲が可能か、個体数調整の効果や個体群への影響について検討する。今年度の捕獲調査は、環境省がえりも漁業協同組合に委託して行う。実施の際は、ゼニガタアザラシだけでなく周囲の環境や倫理問題への配慮が重要であることが示された。例として、ゼニガタアザラシに関しては個体群の安定や捕獲による知見の収集等が挙げられた。周囲の環境への配慮としては、漁業被害の軽減、観光や住民生活といった地域社会への影響、倫理的には動物福祉への配慮が挙げられた。また、捕獲方法に関しては、刺し網と銃が使用される。刺し網とは、ゼニガタアザラシが遊泳する場所を遮断するように網を張り、その網目に頭部を入り込ませて捕獲するための漁具のことである。(図 11 参照)

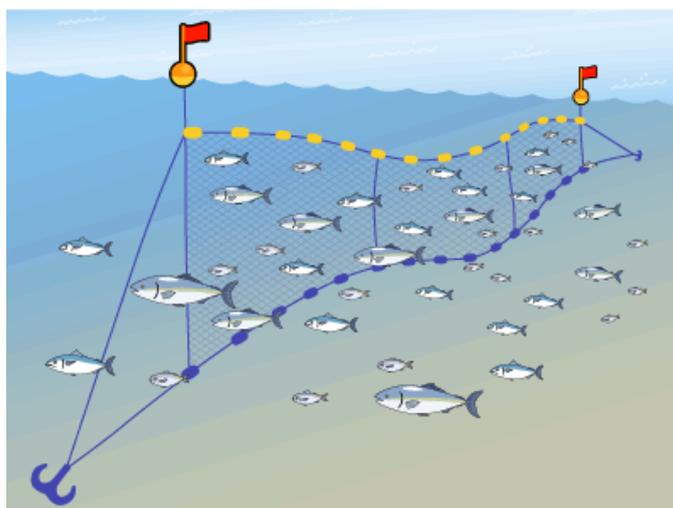


図 11 刺し網

出所：西日本魚市株式会社ホームページ

<http://www.nishiuo.co.jp/fishing.html> より作成

使用器具に加え、具体的な方法や実施時期等の詳細も決定された。刺し網による手法は、6月下旬から7月上旬にかけてえりも岬岩礁の周辺で行い、あらかじめ仕掛けた刺し網に和船を用いて岩礁にいるゼニガタアザラシを追い込み、溺死させないタイミングで、海上でできるだけ苦痛を与えない方法で止め刺しするというものである。その後個体は引き上げて回収する。一方、銃による捕獲は7月上旬から8月頃にかけて、えりも岬岩礁を避け岩礁と海上の双方で行う。

えりも岬岩礁を避ける理由は、繁殖場である上に、観光客等への影響があるためである。岩礁での捕獲は、岩礁を見下ろすことができ、かつ、足場のよい場所から、岩礁上にいるゼニガタアザラシを射撃して行う。その後射撃した個体は回収する。海上では、漁船上で海上のゼニガタアザラシを銃により捕獲し、和船等により回収するという手法をとる。また、捕獲数について、40頭を上限に試験的に捕獲、そのうち捕殺上限は30頭とすることを決定した。捕獲上限の40頭という数値は、個体数を600頭と想定したときに年率約3%の増加率の下では毎年20頭捕獲しなければ増加するため、20頭を2倍して算出した。

第三に、モニタリングについては、保護管理の実施及び対策の効果検証として、モニタリングを行い更なる知見の集積や計画の見直しを行うことが不可欠であるとした。第一回で挙げられた項目について、地元漁業関連者と連携して進めていく。

最後に、新たな方針として、第一回で議題に挙げた主な3点に加えて、専門家から被害対策に関連した以下に記す意見があり、今後検討していくこととなった。それは、町役場が調整役となって、漁業全般やエコツーリズムなども含めて地域のあり方について議論する場を設け、その中の一部として、被害対策を議論するべきであるというものである。このような視点が必要とされるのは、サケの回帰率の低下といった根本的な漁業資源に関する問題もあり、アザラシの被害問題のみを単独で検討しても、漁業とアザラシの共存問題は解決しないためである。この件は社会的、科学的な関心の高いテーマであるため、オープンな場での議論開催を平成25年度に行うことが決定した。

第5章 モデル分析

私たちの論文の主旨は、襟裳岬に生息するゼニガタアザラシの最適頭数を検証することである。そのうえで、特にゼニガタアザラシから影響を受ける3つの金銭的な主体（補殺費用、観光収入、および漁業被害）の得失を合計したときに、利潤が最大となるアザラシの頭数を分析する。以下の分析では、アザラシの頭数が変化することで、補殺費用、観光収入、漁業被害がどのように推移するかを考察する。

5-1. 関数の導入

まず初めに、この分析では、補殺費用を負担する行政、観光収入を得る営業者、漁業被害を受ける漁師の3つの主体を想定する。パラメータは以下のように定義する。

X_t : t 期のゼニガタアザラシの頭数 ($0 \leq X_t \leq K$)
K : 襟裳岬におけるゼニガタアザラシの環境収容頭数
r : ゼニガタアザラシの自然増加率

C : 補殺費用
b : 1 頭あたり補殺するのにかかる費用
 H_t : t 期の補殺頭数

Z : 漁業被害額
Y : サケの来遊数
p : サケの価格
 θ : 正の定数
 ε : 定数 ($0 < \varepsilon < 1$)

T : 観光収入
 α : 正の定数
 β : 正の定数

まず、t 期のゼニガタアザラシの頭数に関して

$$X_{t+1} = X_t + rX_t\left(1 - \frac{X_t}{K}\right)$$

と定義する。これはゼニガタアザラシが襟裳岬において、K 頭に達するまで緩やかに増加するという考察に基づく。

次に、補殺費用に関して

$$C = bH_t$$

と定義する。b は人件費や出動費などの補殺の際に毎回かかる費用を想定する。また、アザラシの頭数を一定に保つためには、

$$H_t = rX_t\left(1 - \frac{X_t}{K}\right)$$

を満たさなければならない。この式から C を X_t の関数の形に変形すると

$$C = brX_t - \frac{brX_t^2}{K}$$

となる。

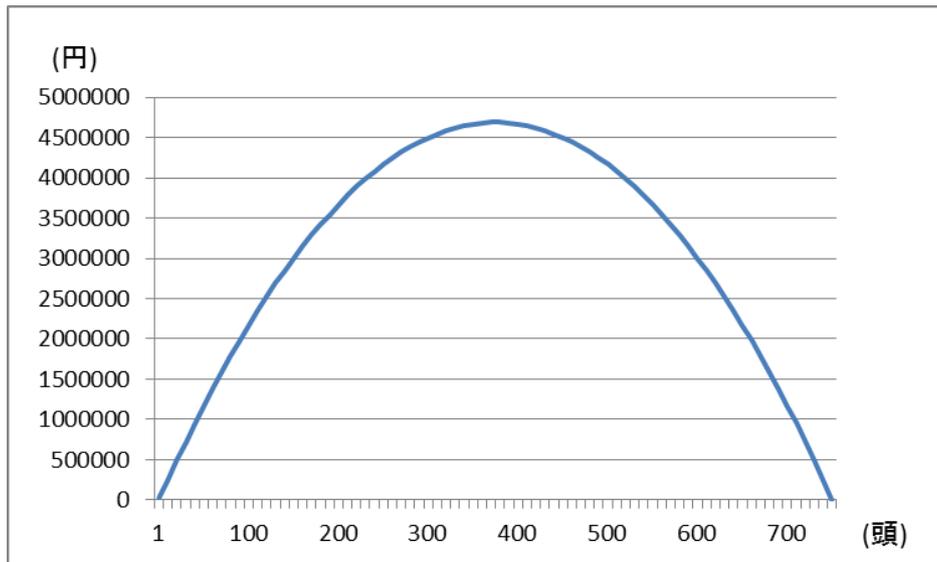


図 12 補殺コスト

ただし、 $b = 500,000$ $r = 0.05$ $K = 750$

続いて、漁業被害額に関して

$$Z = \theta XY^\varepsilon p$$

と定義する。この式はアザラシの頭数、サケの価格、サケの来遊量が増加するほど漁業被害額も増加することを示す。 θ, ε はどれくらい増加するかを現実的にする正の定数とする。

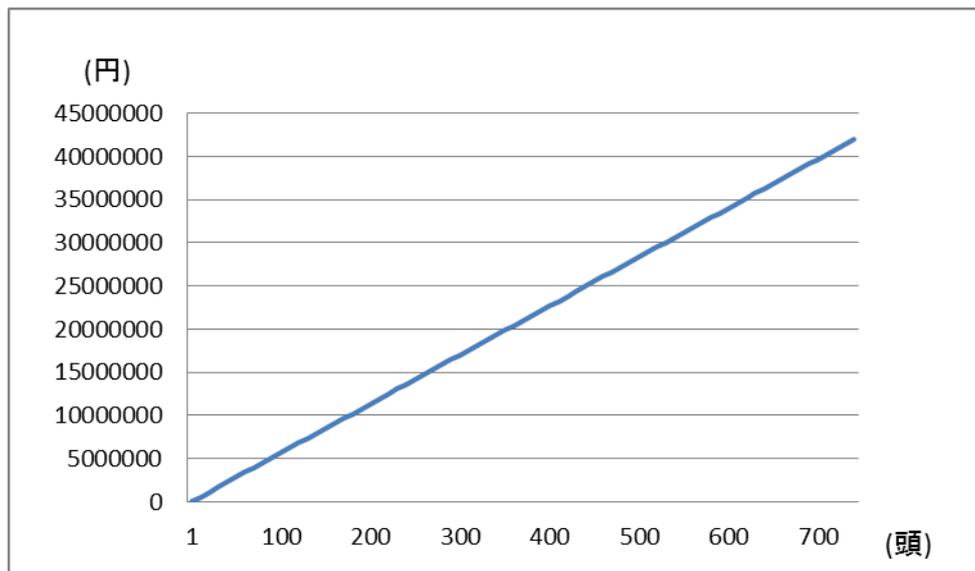


図 13 漁業被害額

ただし、 $\theta = 80$ $Y = 8,000,000$ $p = 1,400$ $\beta = 8,000,000$

最後に、観光収入に関して

$$T = \alpha \log X_t + \beta$$

と定義する。これは、アザラシの頭数が増加するほど観光客がアザラシに遭遇する確率が上がり観光客を呼び込めるという想定と、限界収入は減少するという想定に基づく。

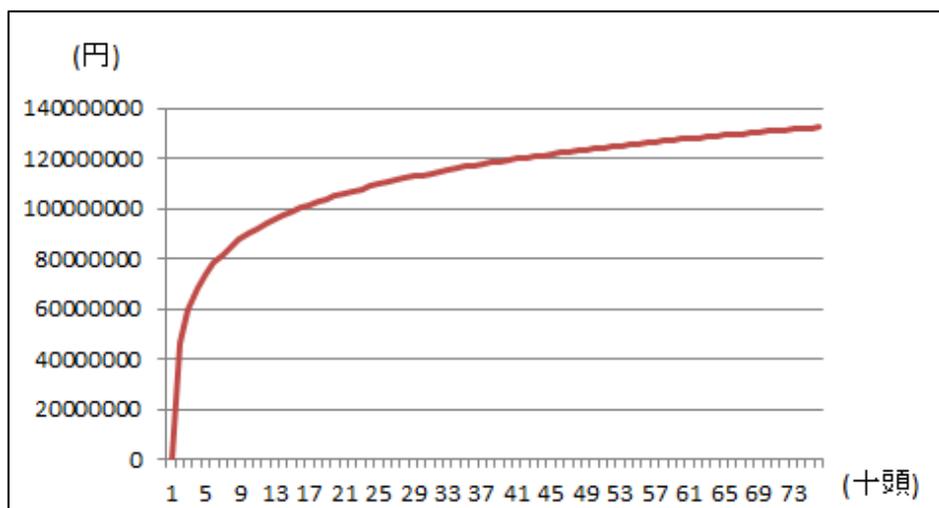


図 14 観光収入

ただし、 $\alpha = 20,000,000$

以上の関数を用いて、ゼニガタアザラシが与える経済的影響を

$$F(X_t) = T - C - Z$$

と定義する。これは単純にアザラシの頭数の増減によって変化する三つの関数を足し引きしたもので、この論文の核となる式である。

これを X_t の関数にすると

$$F(X_t) = \alpha \log X_t + \beta + \frac{br}{K} X_t^2 - (br + \theta Y^\varepsilon) X_t$$

と変形できる。

5-2. 最適な頭数の分析-1

今回の分析では、 $T - C - Z$ を最大化するので、

$$\alpha \log X_t + \beta + \frac{br}{K} X_t^2 - (br + \theta Y^\epsilon p) X_t$$

が最大となるような X_t を求めればよい。

そこで、上式を微分する。

$$\frac{\partial(T - C - Z)}{\partial X_t} = \frac{2br}{K} X_t - (\theta Y^\epsilon p + br) + \frac{\alpha}{X_t}$$

よって、

$$\frac{2br}{K} X_t - (\theta Y^\epsilon p + br) + \frac{\alpha}{X_t} = 0$$

を満たす X_t を求める。

前提条件(どの主体もゼニガタアザラシの絶滅は望んでいない)より X_t は 0 が最適とはならないため、この式を X_t 倍して

$$\frac{2br}{K} X_t^2 - (\theta Y^\epsilon p + br) X_t + \alpha = 0$$

という形にし、この2次方程式の解を求める。

2次方程式の解の公式より、

$$X_t = \frac{K \left[\theta Y^\epsilon p + br \pm \sqrt{(\theta Y^\epsilon p + br)^2 - \frac{8bra}{K}} \right]}{4br}$$

が求められる。小さいほうの解を γ 、大きいほうの解を ω とおく。

この時、 $\frac{\partial(T-C-Z)}{\partial X_t}$ は下に凸な2次関数であるから、 $T - C - Z$ は $X_t = \gamma$ のときに極

大値となり、 $X_t = \omega$ となるときに極小値となる。

今回の分析では $T - C - Z$ を最大化するため、極大値となる $X_t = \gamma$ が最適なゼニガタアザラシの頭数の候補になるといえる。

また、 $0 < X_t \leq K$ であるので、 $\omega < K$ の時、 $X_t = K$ となる場合も、最適なゼニガタアザラシの頭数の候補となりうる。

この、 $X_t^* = K$ という状態は、捕殺を行わないということを表している。

$$(\theta Y^\epsilon p + br)^2 < \frac{8bra}{K}$$

の時には、 $T - C - Z$ は極値が存在しない増加関数となるため、 $X_t = K$ が最適な頭数となる。

以上より、最適な頭数 X_t^* は

$$X_t^* = \frac{K \left[\theta Y^\epsilon p + br - \sqrt{(\theta Y^\epsilon p + br)^2 - \frac{8bra}{K}} \right]}{4br}$$

または、

$$X_t^* = K$$

という式で表せる。

X_t に 2 つの値を代入して比べると、どちらが最適であるか判断することができる。

以降では、上記の 2 式のうち前者の式のパラメータの変化と最適な頭数の関係について分析する。そのため以降における「最適な頭数」という表記は前者の式を表しているものとする。

X_t^* の分析

ここからは、サケの来遊数などのパラメータが変化したときに最適な頭数 X_t^* がどう変化するかを分析するために、式を各パラメータで偏微分する。

Yの変化

$$\frac{\partial X_t^*}{\partial Y} = \frac{K\theta\epsilon Y^{\epsilon-1}p}{4br} \left[1 - \frac{\theta Y^\epsilon p + br}{\sqrt{(\theta Y^\epsilon p + br)^2 - \frac{8bra}{K}}} \right]$$

いずれのパラメータも正の数であることから、

$$\sqrt{(\theta Y^\epsilon p + br)^2 - \frac{8bra}{K}} < \sqrt{(\theta Y^\epsilon p + br)^2} = \theta Y^\epsilon p + br$$

であることがわかる。

よって、

$$\frac{\theta Y^\varepsilon p + br}{\sqrt{(\theta Y^\varepsilon p + br)^2 - \frac{8br\alpha}{K}}} > 1$$

となるので、 $\frac{\partial X_t^*}{\partial Y}$ は常に負の値を示し、 Y が増加すれば X_t^* が減少することがわかる。

p の変化

$$\frac{\partial X_t^*}{\partial p} = \frac{K\theta Y^\varepsilon}{4br} \left[1 - \frac{\theta Y^\varepsilon p + br}{\sqrt{(\theta Y^\varepsilon p + br)^2 - \frac{8br\alpha}{K}}} \right]$$

いずれのパラメータも正の数であることから、

$$\sqrt{(\theta Y^\varepsilon p + br)^2 - \frac{8br\alpha}{K}} < \sqrt{(\theta Y^\varepsilon p + br)^2} = \theta Y^\varepsilon p + br$$

であることがわかる。

よって、

$$\frac{\theta Y^\varepsilon p + br}{\sqrt{(\theta Y^\varepsilon p + br)^2 - \frac{8br\alpha}{K}}} > 1$$

となるので、 $\frac{\partial X_t^*}{\partial p}$ は常に負の値を示し、 p が増加すれば X_t^* が減少することがわかる。

α の変化

$$\frac{\partial X_t^*}{\partial \alpha} = \frac{1}{\sqrt{(\theta Y^\varepsilon p + br)^2 - \frac{8br\alpha}{K}}}$$

α が増加すれば X_t^* も増加する。

続いて上記の2式のうち後者の式のパラメータの変化と最適な頭数の関係について分析する。そのため以降における「最適な頭数」という表記は後者の式を表しているものとする。

最適な頭数が K 頭となるパターンは2つ存在する。

1つ目は、経済的純便益 $T - Z - C$ を微分した式

$$\frac{2br}{K}X_t^2 - (\theta Y^\epsilon p + br)X_t + \alpha = 0$$

の判別式が解をもたない時、すなわち

$$(\theta Y^\epsilon p + br)^2 - \frac{8br\alpha}{K} < 0$$

が成り立つときである。このとき経済的純便益 $T - C - Z$ は単調に増加するので、アザラシの最適頭数は環境収容頭数 K となる。

この不等式が成り立つのは、アザラシの観光価値 α が大きいとき、サケの来遊量 Y およびサケの価格 p が減少したときに起こりうる。

2つ目は、経済的準便益 $T - Z - C$ を微分した式

$$\frac{2br}{K}X_t^2 - (\theta Y^\epsilon p + br)X_t + \alpha = 0$$

の判別式が解をもつときでも、経済的純便益が極小値をとるときのアザラシの頭数 X が環境収容頭数 K より小さいときには、最適な頭数が K (環境収容頭数)となる可能性がある。

経済的純便益 $T - Z - C$ に

$$X_t^* = \frac{K \left[\theta Y^\epsilon p + br - \sqrt{(\theta Y^\epsilon p + br)^2 - \frac{8br\alpha}{K}} \right]}{4br}$$

を代入したものが、

$$X_t^* = K$$

を代入したものより小さいとき、アザラシの最適頭数は環境収容頭数 K となる。

結論

モデル分析から、以下の結果が得られた。

1. サケの価格・来遊数が増加すると、最適なゼニガタアザラシの頭数は減少する。

これは、サケの価格が上昇すると漁業被害額が増加し、来遊数が増加すると被害量が増えてしまうためである。

2. ゼニガタアザラシの観光資源としての魅力が上昇すると、最適なゼニガタアザラシの頭数は増加する。

以上二つの結果から、

・観光資源としての価値が一定以上高い($\alpha > \frac{K}{8G}(F + G)^2$)場合、捕殺を行わずに K 頭に近づけるのが望ましい。

・それ以外の場合においては、 K 頭の時と $\frac{K \left[\theta Y^\epsilon p + br - \sqrt{(\theta Y^\epsilon p + br)^2 - \frac{8br\alpha}{K}} \right]}{4br}$ 頭の時とで $T - C - Z$ を比較して大きいほうが最適な頭数となる。後者が大きい場合、サケの価格が上昇したり、来遊数が増加したりしたときには頭数を減らし、一方観光資源としての価値が上昇したときには頭数を増やすことが望ましい。という結論が得られる。

5-3. 最適な頭数の分析-2

b (一頭当たりの捕殺コスト) について

ここまでのモデルでは、1 頭当たりの捕殺コストは一定であると考えてきた。しかし実際には、個体数が多いほどサーチコストなどが低くなり、1 頭当たりの捕殺コストが安くなるということも考えられる。

そこで本節では、捕殺コストの式を変えて最適な X について分析し、今までのモデルとの比較を行う。

前節までの捕殺コストは

$$C = brX_t \left(1 - \frac{X_t}{K}\right)$$

という式で表されていた。

本節では個体数増加に伴ってコストが低下する考えるので、この式を $\frac{1}{X_t}$ 倍

し、正の定数 τ をかけて値を調整する。

よって本節での捕殺コストを表す式は、

$$C = \tau br \left(1 - \frac{X_t}{K}\right)$$

となる。

$X_t = 0$ の時には捕殺は行われず、捕殺コストも発生しないため、 $X_t > 0$ とする。

この時 $T - C - Z$ は、

$$\alpha \log X_t + \left(\frac{\tau br}{K} - \theta Y^\epsilon p\right) X_t + \beta - \tau br$$

となる。

この式を、 X_t で微分すると、

$$\frac{\partial(T - Z - C)}{\partial X_t} = \left(\frac{\tau br}{K} - \theta Y^\epsilon p\right) + \frac{\alpha}{X_t}$$

となるので、このモデルにおける最適な X_t (以降 X_t^{**} とする)は、

$$X_t^{**} = \frac{\alpha}{\theta Y^\epsilon p - \frac{\tau br}{K}}$$

であるとわかる。

$\theta Y^\epsilon p > \frac{br}{K}$ のときは、 X_t^{**} は正の値となる。襟裳岬に生息できるゼニガタアザラシ

は最大でも K 頭なので、 $X_t^{**} > K$ となることはこのモデルにおいてはありえない。

よってその場合は $X_t^{**} = K$ となる。

次に、パラメータが変化したときに X_t^{**} がどう変化するか考える。

α が増加すれば X_t^{**} は増加し、 Y, p が増加すれば X_t^{**} は減少する。

この結果は、最適な頭数の分析-1と同じである。

しかし、本節の経済的純便益のモデルでは極値が一つであるため、 $X_t^{**} < K$ が成り立つとき、必ず X_t^{**} が最適なゼニガタアザラシの頭数となる。

結論

モデル分析から、以下の結果が得られた。

1. ゼニガタアザラシの観光資源としての魅力が上昇すると、最適なゼニガタアザラシの頭数は増加する。
2. サケの価格が増加すると、最適なゼニガタアザラシの頭数は減少する。
3. サケの来遊数が増加すると、最適なゼニガタアザラシの頭数は減少する。
4. 一頭あたりの捕殺コストは一定であるモデルでは、環境の状態によって X_t^* ではなく環境収容頭数が最適なゼニガタアザラシの頭数となる場合がある。

以上四つの結果と、前節までの結論から

・「一頭あたりの捕殺コストが安くなる」という考えのモデルと「一頭あたりの捕殺コストは一定である」という考えのモデルでは、最適な頭数には違いが出るものの、パラメータの変化が最適なアザラシの頭数に与える影響は変わらない。

・「一頭あたりの捕殺コストは一定である」と考えたモデルにおいては、少しの環境の変化であっても、捕殺するか捕殺しないかを慎重に決める必要がある。

という結論が得られる。

5-4. 補足

パラメータに実数を当てはめるとどのようになるかを分析する。

分析-1

$$K = 750$$

$$Y = 80,000,000$$

$$p = 1,400$$

$$b = 500,000$$

$$r = 0.05$$

$$\alpha = 20,000,000$$

$$\beta = 5,000,000$$

$$\theta = 0.6$$

$$\varepsilon = 0.265$$

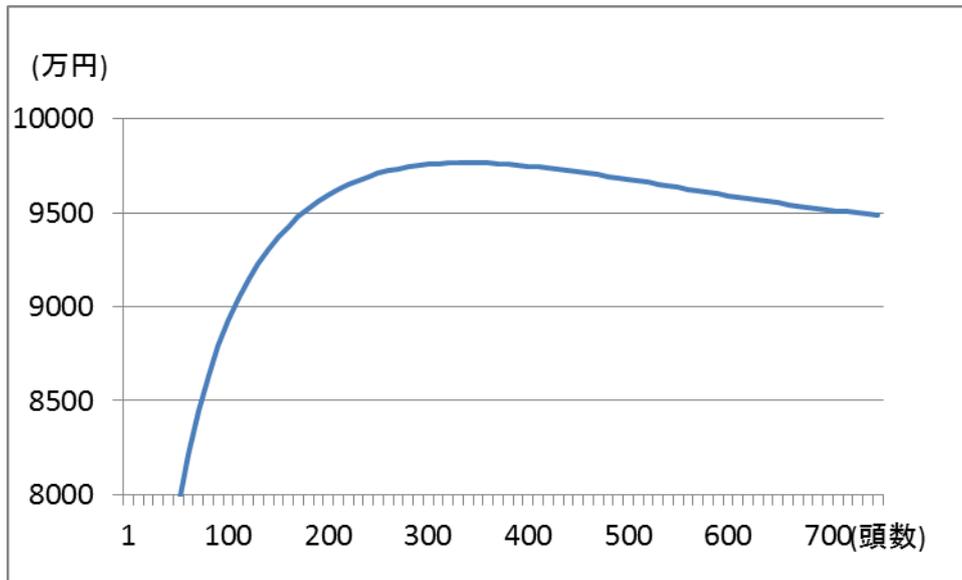


図 16 経済的純便益(分析 1)

このとき、

$$\gamma \cong 338, \omega \cong 887$$

となる。

$X_t = 338$ のとき、

$$T - Z - C = 97,653,786.06$$

そして、 $K < \omega$ であるため、経済的純便益を最大化するようなゼニガタアザラシの頭数 X_t^* は

$$X_t^* = 338$$

となる。

この関数は、 b が変化するとどうなるだろうか。

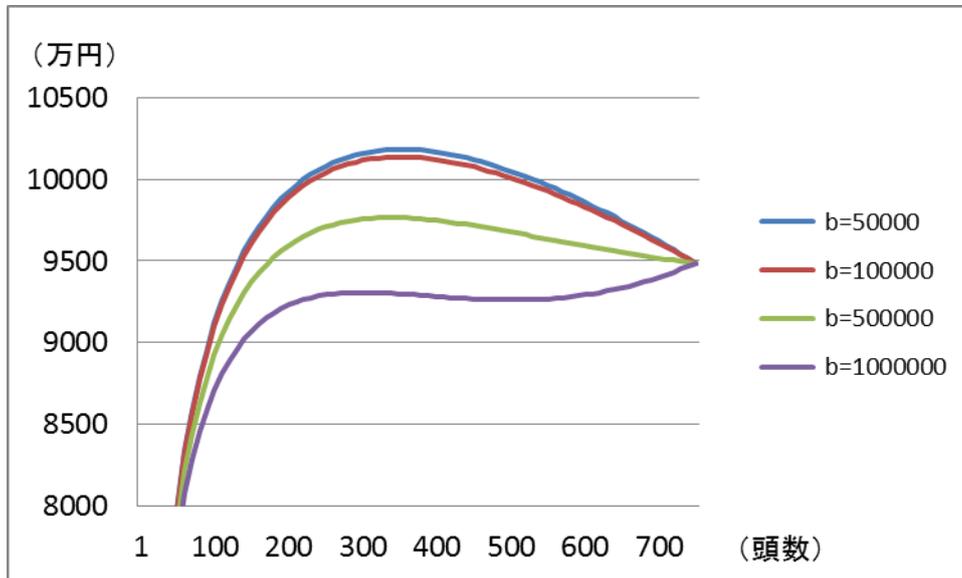


図 17 b の変化と最適な頭数の関係

$b = 50,000$ の時

$$X_t^* \cong 352$$

$b = 100,000$ の時

$$X_t^* \cong 351$$

$b = 500,000$ の時

$$X_t^* \cong 338$$

$b = 1,000,000$ の時

$$X_t^* = K = 750$$

(この時、関数は $X_t \cong 300$ の時に極大値となる)

以上から、 b が増加すると、関数の極大値である X_t は減少すると推測できる。

また、 b がある一定以上の数値に至ると、 $X_t^*=K$ になることがわかる。

分析-2

$$K = 750$$

$$Y = 80,000,000$$

$$p = 1,400$$

$$b = 500,000$$

$$r = 0.05$$

$$\alpha = 20,000,000$$

$$\beta = 5,000,000$$

$$\theta = 0.6$$

$$\varepsilon = 0.265$$

$$\tau = 600$$

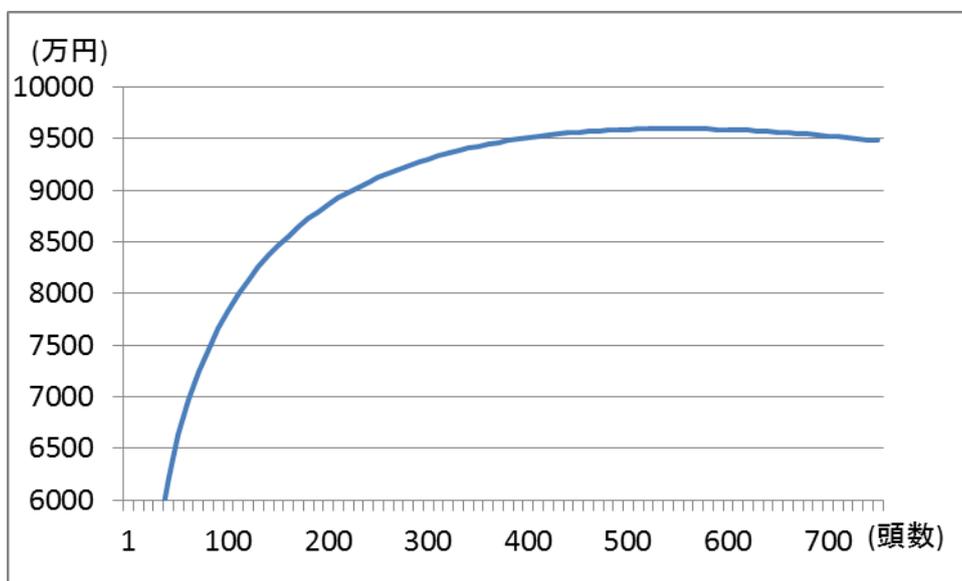


図 19 経済的純便益(T-Z-C)(分析 2)

この時、経済的純便益を最大化するゼニガタアザラシの頭数 X_t^{**} は

$$X_t^{**} \cong 545$$

となる。

そして $X_t = 544$ のとき、

$$T - C - Z = 95,292,692.44$$

となる。

捕殺コストが単調減少するこのモデルで分析すると、他のモデルよりも最適なゼニガタアザラシの頭数が多くなる傾向があると言える。

最後に、分析 1 と 2 の経済的純便益のグラフを比較すると、以下のようなになる。

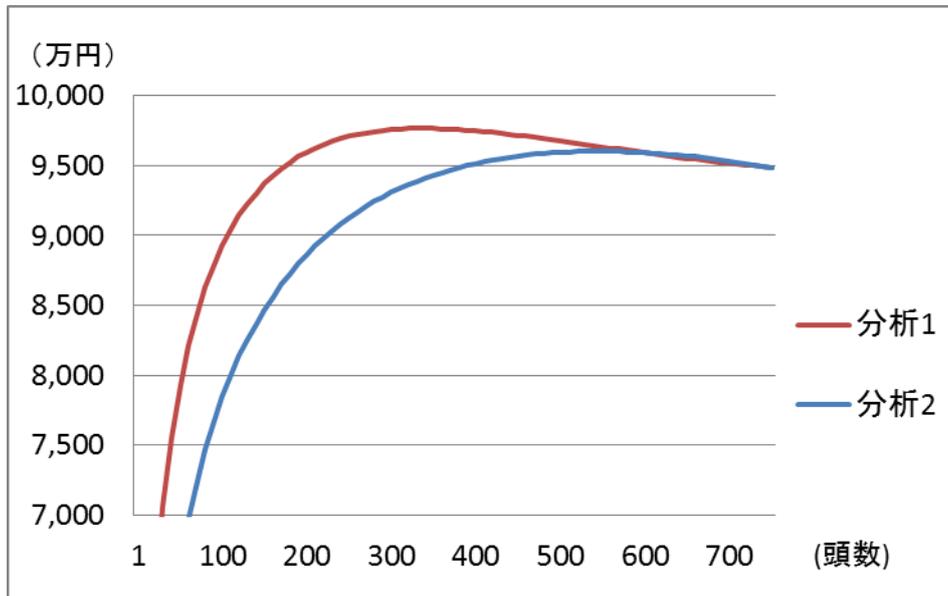


図 20 分析 1 と 2 の経済的純便益の比較

最適な頭数は、分析 1 のモデルで考えたほうが少なくなる、ということがわかる。

これは、分析 2 の場合には個体数が多ければ多いほど捕殺コストが下がるために起こると考えられる。

【参考文献】

- (1) 北海道地方環境事務所「襟裳岬付近の秋サケ定置漁業の水揚げとゼニガタアザラシの被害」(2012年11月22日参照)
http://hokkaido.env.go.jp/to_2012/data/120530ai.pdf
- (2) 北海道地方環境事務所「レッドリスト及び鳥獣保護法におけるゼニガタアザラシの取扱いについて」(2012年11月22日参照)
http://hokkaido.env.go.jp/to_2012/data/120530ac.pdf
- (3) 北海道地方環境事務所「ゼニガタアザラシの保護管理計画作成準備のための専門家ワークショップ」(2012年11月22日参照)
http://hokkaido.env.go.jp/to_2012/data/120530af.pdf
- (4) Web ゼニ部屋「漁業とゼニガタアザラシ」(2012年11月22日参照)
<http://www.geocities.jp/zenibeya/zenigata1/gyogyou/gyogyou.html>
- (5) えりも町「まち・えりも町」(2012年11月19日参照)
<http://www.town.erimo.hokkaido.jp/gaiyo.html>
- (6) えりも町「観光へのご案内」(2012年11月19日参照)
http://www.town.erimo.hokkaido.jp/kanko_spot.html
- (7) アザラシについて「アザラシウォッチングツアー」(2012年11月19日参照)
<http://www.geocities.jp/zenibeya/zenigata1/watching/watching1.html>
- (8) 環境省「環境省第4次レッドリスト(2012)掲載種数表」(2012年11月19日参照)
<http://www.biodic.go.jp/rdb/RL2012/RL2012siryo4.pdf>
- (9) 環境省「レッドリストカテゴリー(環境省, 2007)」(2012年11月19日参照)
http://www.env.go.jp/press/file_view.php?serial=9953&hou_id=8648
- (10) 環境省「注目される種のカテゴリー(ランク)とその変更理由」(2012年11月19日参照)
<http://www.biodic.go.jp/rdb/RL2012/RL2012siryo6.pdf>
- (11) 生物多様性情報システム「絶滅危惧種情報」(2012年11月19日参照)
http://www.biodic.go.jp/rdb/rdb_f.html
- (12) 日本の島へ行こう「北海道の島」(2012年11月19日参照)
<http://imagic.gee.jp/sima/hokkaido/hokkaido.html>
- (13) IUCN 日本委員会「IUCN レッドリスト」(2012年11月19日参照)
<http://www.iucn.jp/species/redlist.html>

(14) 『毎日新聞』2012. 「漁業被害：トド、アザラシ…年10億円超 北海道に海獣対策本部」6月21日(2012年8月30日参照)

<https://dbs-g-search-or-jp.kras1.lib.keio.ac.jp:2443/aps/WSKR/main.jsp?ssid=20120901014402528gsh-ap01>

(15) 独立行政法人水産総合研究センター北海道区水産研究所「さけます来遊速報(平成22年度)」(2012年8月26日参照)

<http://salmon.fra.affrc.go.jp/zousyoku/H22salmon/h22salmon.htm>

(16) 関礼子「自然環境保全からみた漁村の多面的機能」(2012年8月26日参照)

<http://home.hiroshima-u.ac.jp/~yamao/taikai/seki.pdf>

(17) 一般社団法人全国漁業就業者確保育成センター「沿岸漁業定置網漁」(2012年8月26日参照)

http://www.ryoushi.jp/gyogyou/engan/engan_01.html

(18) 北海道の漁業図鑑「さけ定置網漁業」(2012年8月26日参照)

<http://www.fishexp.hro.or.jp/shidousyo/fishery/gyogyou/saketei/saketei.htm>

(19) 襟裳岬に生息するゼニガタアザラシの最大上陸確認数(2012年8月26日参照)

http://hokkaido.env.go.jp/to_2012/data/120530ai.pdf

(20) 北海道地方環境事務所「<報道発表>(お知らせ)平成24年度ゼニガタアザラシ保護管理検討会の開催について」(2012年11月20日参照)

http://hokkaido.env.go.jp/pre_2012/0426a.html

(21) 北海道地方環境事務所「<結果報告>平成24年度ゼニガタアザラシ保護管理検討会」(2012年11月20日参照)

http://hokkaido.env.go.jp/to_2012/0530a.html

(22) 北海道地方環境事務所「<結果報告>平成24年度第2回ゼニガタアザラシ保護管理検討会」(2012年11月20日参照)

http://hokkaido.env.go.jp/to_2012/0814a.html

(23) 松本博之編『海洋環境保全の人類学』
国立民族学博物館調査報告 97:49—71 (2011)