

2004年度 三田祭論文

海洋資源パート

## 海洋資源としてのクジラの最適管理

慶應義塾大学経済学部

大沼あゆみ研究会 海洋資源パート

大澤 勇紀

海津 恵

門 鉄平

芝山 直也

村松 康平

## 目次

序章	3
第1章 資源としての鯨の利用方法	4
第2章 捕鯨の歴史	6
第3章 管理方式の変遷の流れ	9
第4章 鯨の資源量	12
第5章 捕鯨に対する各国の姿勢	14
5.1 捕鯨に対する日本の姿勢	14
5.2 捕鯨に対する各国の姿勢	14
第6章 ケーススタディによる最適鯨資源管理	17
6.1 最適捕獲問題	17
6.2 増殖関数 $F(X, t)$ の設定	18
6.3 鯨の存在価値 $W_A$ の設定	22
6.4 鯨の利用価値 $W_E$ の設定	24
6.5 捕鯨によって保全される魚の便益	27
6.6 最適捕獲量の考察	32
6.7 捕鯨の管理とITQ	42
結論	44
参考文献	45

## 序章

現在、世界的に数多くの動植物が絶滅もしくは個体数の減少の危機にさらされている。とりわけ海洋哺乳類の個体数の減少は深刻である場合が多く、世界的な動物保護の動きもあり、世界的に捕鯨は現在まで禁止されている。この捕鯨禁止は1946年に締結された国際捕鯨取締条約（ICRW）に基づいている。一部では密漁や各国の生態調査、民族文化としての例外的捕鯨許可などにより捕鯨は行われているが、ごく小規模なものである。世界には日本をはじめ古くから捕鯨を行ってきた地域も多く、捕鯨の再開を唱える声は年々高まってきている。一方、動物保護や倫理的観点の違いから捕鯨を反対する声も多く、捕鯨問題は世界的な問題となっている。以下の章で、捕鯨がどのようにして世界的な問題となり、保護という流れになっていったか経緯を述べていくとともに、鯨の利用方法や捕鯨の歴史などにも触れていく。

そんな中、近年ミンク鯨などの一部の資源量が、過去の乱獲後の保護による回復などにより、良好な状態にあることがわかってきている。その一方で米国などの反捕鯨国は依然として捕鯨反対の立場を崩していない。もともと欧米などの先進国には鯨を食べる食文化を野蛮なものと思なす考えが広がっており、またイルカや鯨などの海洋哺乳類へのイメージから捕鯨に抵抗感を示している。このような考え方がIWCでも採択されている。しかしながらこのような考え方はいささか感情的ではないだろうか。そもそも再生産可能な野生生物資源は、持続可能な範囲内であれば利用可能であり、鯨もその例外ではない。何より食文化や習慣はそれぞれの国、地域で歴史的に形成されてきたもので相互の理解が必要なものである。さらに、近年の人口増加に伴う食料問題の深刻化の緩和に、海洋資源、とりわけ鯨の果たす役割が大きくなるという意見もある。捕鯨はこのような食糧問題の解決にむけても行うべきことであろう。さらに捕鯨の正当性をより詳しく調べるため、実際に捕鯨を行うと仮定し、諸々の条件の下、どの程度鯨を捕獲することが可能であるかどうかを、ミンク鯨を例にシミュレーションを行っていく。これらのことを中心に我々は持続的な捕鯨の可能性について調べ、考察を行う。

# 第1章 資源としてのクジラの利用方法

資源としてのクジラの利用方法を見ると、日本と欧米ではクジラの利用の歴史に大きな違いがあることに注目しなければならない。

日本では、クジラを縄文時代から生活の中で利用してきた。当時の技術では捕鯨は不可能であったため、漂流したクジラを利用していた。食用としての鯨肉はもちろん、骨器として利用され、縄文時代中期には土器群の底に鯨の背椎骨を回転台、あるいは製作台として使用した痕跡があるものが多く確認されている。土器底に鯨の背椎骨の圧痕を有することから、その背椎骨を縄文中期において回転台として使用して土器製作を試みたことが窺える。弥生時代に入ると、食料としてはもちろん、骨製骨剣、鉾先、紡錘車といったものに鯨骨が利用され、鯨骨の利用が広まっていったことがわかる。江戸時代中期には鯨油駆除法（水田の蝗害防除）が発案され稲作の必需品として需要が増大した。化学薬品がない時代には、鯨油が農薬として重宝された。さらに、鯨が動物性食品としての需要も急増した。江戸時代の鯨体七十ヶ所の部分の調理方法と食べ方が「鯨肉調味方」（天保三年刊の“勇魚取絵詞”の付録）に書かれている。食べ方としては、鍋焼、あるいは、揚げ物がほとんどであった。鯨肉の保存法としては、塩蔵しかなかったため、このような食べ方が適していたのだろう。このように、鯨は捨てるところがないといわれるほど利用の途が多く、鯨肉と軟骨（松浦漬や玄海漬など）は食用、鯨髭・歯は筭（こうがい）・櫛などの細工、髭毛は鋼に、鯨皮は膠（にかわ）や鯨油に、筋は弓弦などの武具に、鯨骨は鯨油や肥料に、血は薬用に、脂肪は鯨油に、糞は香料（竜涎香（りゅうぜんこう））に用いられていた。

一方、欧米では、鯨油、鯨髭、鯨歯のみを利用し、鯨肉をはじめとする他の部分はほとんど廃棄していた。鯨髭は、傘の骨、鞭、婦人のコルセットやペチコートなどの細長い骨などの材料だった。鯨髭は、熱して形をかえ、冷やしてその形を整える事ができ、今日のプラスチックのように利用されていた。例えば、米の傘は、鋼鉄製の骨ができるまでは鯨髭製の骨であった。また、婦人の着るパニエ（仏語で鳥かご）にも、鯨髭が利用されていた。次に鯨油については、1859年にアメリカのペンシルベニアで石油が発見されるまで鯨油が灯油やローソクの原料となっていた。当時のアメリカでは、現在のように電気の灯はなかったため、鯨油の灯油（ランプ用）が必需品だった。

このように、鯨は資源としてほぼ全身を利用することができ、石油の発見で鯨油の需要が減った現在でも、各部位が多岐にわたる用途に利用することが可能である。

以下の表は現在のクジラ利用の用途を表す。

ハクジラ

部分	使用目的	利用用途
頭	機械油などにつかわれた	ジェット機、宇宙開発などの重要部分

千筋	ラケットのガット	柔軟性
骨ほか	ゼラチン	食料
	にかわ	工業材料
	薬カプセル	薬
	印画紙	写真等
歯	パイプ・印材	きれい・硬い
	靴べら	きれい・硬い
	ブローチ・ペンダント	きれい・硬い
	タイピン	きれい・硬い
抹香油	クレヨン	絵画
	鉛筆の芯	原料
	口紅	クリーム
	軟膏	薬品
	洗剤	可塑剤
肉	赤肉	食用
	ソーセージ	食用
内臓	ホルモン	脳下垂体・甲状腺・すい臓
	肝油	サプリメント
	肥料	肥料
	飼料	飼料
	香水	香水原料
	クジラエキス	スープ・ラーメン

ヒゲクジラ

部分	使用目的	役立ち部分
ヒゲ	釣竿の穂先など沢山利用	柔軟性に富みきれいで加工しやすい
畝	ベーコン	食用
鯨油	石鹸	洗面・洗濯
	硬化油	原料
	マーガリン	食用
	ショートニング	食用
	グリセリン	ダイナマイト

	パン	マーガリン使用
	ケーキ	マーガリン使用
かぶら	松浦漬け	缶詰
	かぶら	かぶら漬け
すのこ	缶詰	原料
内臓	ホルモン	薬品
	肝油	サプリメント
	肥料	肥料
	飼料	飼料
	スープの素	ラーメン・スープ
骨	ゼラチン	菓子ほか
皮・肉	本皮	食用
	サラシ鯨	食用
	焼肉缶詰	食用
	赤肉	食用・原料
	ハムソーセージ	食用
	刺身	食用
尾	オバイケ	食用

ハクジラ...マッコウクジラ、コマッコウ、イッカク、カワゴンドウ、アカボウクジラ類  
ヒゲクジラ...セミクジラ類、コセミクジラ、コククジラ、ナガスクジラ類

## 第2章 捕鯨の歴史

鯨類は他の動物性資源に比べれば個体あたりの生産量が高く、狩猟において利点が多いため、有史以前より世界各地で捕獲あるいは漂着鯨の利用が行われていた。9世紀頃、ノルウェー、フランス、スペインが捕鯨開始され、捕鯨はビスケー湾に来遊するセミ鯨を漁獲していたバスク人によって、11世紀頃に組織化され、以降大西洋北東部海域を中心に捕鯨は展開された。この捕鯨を古代捕鯨（グリーンランド捕鯨）という。古代捕鯨は主にセミ鯨とホッキョク鯨を捕獲対象としていた。日本では12世紀頃から手鋸による捕鯨が開始していたが、粗放的であった。しかし1606年に紀州太地浦で組織的な捕鯨が始まり、1675年には網取り式捕鯨が考案され、それにより捕鯨が急速に普及し、多くの集落に鯨組が生まれた。

ヨーロッパの古代捕鯨に対し、1712年米国でマッコウ鯨漁（アメリカ式捕鯨）が興った。アメリカ式捕鯨とは400トンクラスの帆船を母船とし、これに搭載した4隻の捕鯨ボートによって捕獲を行う操業形態であり、マッコウクジラとセミ鯨を主対象として大西洋、インド洋、太平洋と順にその操業範囲を展開した。その後ヨーロッパ諸国にも普及したが、アメリカ合衆国に置いて特に発展したため、アメリカ式捕鯨と呼ばれた。このとき年間1万頭以上のマッコウクジラが捕獲されるにいたった。この結果、捕鯨生産物の鯨油の輸出によってアメリカ合衆国の歳入は急激に増大し、捕鯨は合衆国を一躍一等国へと押し上げた。しかし19世紀後半になると漁場の荒廃、石油の発見による鯨油価の低下やゴールドラッシュによる労働力の不足などから、アメリカ式捕鯨は徐々に衰退し始め、1898年の操業を最期に事実上消滅した。また、日本沿岸にまで到達したアメリカ式の捕鯨の影響などで寄り鯨が減少したため日本の網取り式捕鯨は衰退の一途をたどり、1904年を最期に姿を消した。

古代捕鯨やアメリカ式捕鯨は19世紀後半には捕鯨対象であるセミ鯨（遊泳速度の遅い鯨）の資源量が低下し、これらの旧式捕鯨では難しくなったが、こうした中1864年にノルウェーで近代捕鯨（ノルウェー式）が発展した。これは速力の速い汽船によるものであり、尾部に綱をつけたモリによって鯨を捕獲する漁法である。この漁法によってそれまで捕獲が困難であったシロナガスクジラなどの高速遊泳種の捕獲が可能となった。1899年には日本でもノルウェー式捕鯨が導入されている。以降近代捕鯨は各海域へ進出し諸外国にもこの漁法が普及していった。また1903年に世界最初の鯨工船（オランダ）がスピッツベルゲン海域に出漁し、1904年ノルウェーが南ジョージア島に捕鯨基地を設営、南氷洋捕鯨も開幕し1924年にはスリップウェー（1）を備えた捕鯨工船（母船）の導入を経て、近代捕鯨は目覚ましい進歩を遂げた。南極海捕鯨は年々発展を続け（1934年、日本が南氷洋での母船式捕鯨に参入）、1930年/31年漁期にはシロナガスクジラを中心に捕獲数としてはピークとなる37465頭が捕獲され、主に鯨油（360万バレル）が生産された。

このような流れの中、鯨類資源保護に対する国際的な努力もみられ、1937年には第一回国際捕鯨協定が締結されている。しかし、この協定はセミクジラとコククジラの禁漁のみに機能するに終わった。この反省に基づき1946年に主要捕鯨国15カ国による国際捕鯨取締条約が締結された。1948年にはこの条約の下に国際捕鯨委員会（IWC）（2）が設立され、以降鯨類資源の国際的管理の役割を担うことになった。日本は1951年にIWCに加盟している。IWCは具体的管理政策として1959年にオリンピック方式を廃止し、1962年に国別割当制に改め実施しており、資源減少の激しい南氷洋ザトウ鯨の捕獲禁止（1963年）、南氷洋シロナガス鯨の捕獲禁止（1964年）とするなど力を発揮している。また石油の普及による鯨油価の暴落から欧米諸国は次々に捕鯨から撤

退し、世界的に鯨類管理強化の気運が高まったのもIWCを後押しした。1940年にはアメリカ、1963年にはイギリスがそれぞれ捕鯨を中止している。1972年、国連人間環境会議で「商業捕鯨10年間モラトリアム勧告案」が採択され、シロナガス換算(BWU)方式の廃止、鯨種別捕獲頭数枠の設定がなされ、ノルウェーが南氷洋捕鯨から撤退したのもこの頃である。またこのとき、日本がミンク捕鯨を開始している。

1975年になると資源の三分類方式による新管理方式(NMP)を導入した。鯨類資源管理は格段に進歩したものの資源の悪化はなかなか改善せず、翌年には南氷洋ナガス鯨の捕獲禁止、さらに2年後の78年には南氷洋イワシ鯨の捕獲禁止が決定された。このような流れを受けて日本やソ連などの捕鯨国は、捕獲枠の減少の代替策としてミンククジラの捕獲を本格化したが、ミンククジラは資源管理が工場して以降に資源開発が始まり、資源調査の強化や資源量に対する捕獲枠の低いことで、資源の悪化を招くことなく捕鯨が行われた。

80年代になると、IWCにおける捕鯨国の比率は極端に低くなり82年には3年間のモラトリアムによる段階的商業捕鯨停止の提案が採決された。日本、ソ連、ノルウェーなどの捕鯨国はこの採択に対し、反対したが各国とも対外関係を考慮し88年までに商業捕鯨を全面停止した。IWCは現在資源の包括的評価実地の年代に入り、すでに評価が終了した鯨類もあるが、捕獲再開についてはまだ合意ができていない。具体的に87年、日本は南氷洋での商業捕鯨を中止し、調査捕鯨を開始しており、翌年にはミンク鯨とマッコウ鯨の沿岸捕鯨を中止している。また管理の面では92年にIWCで改訂管理方式(RMP)が提案されている。93年ノルウェーが商業捕鯨を再開しており、94年には日本が北西太平洋でミンク鯨の調査捕鯨を開始、2000年にはニタリ鯨とマッコウ鯨を追加して第二期北西太平洋鯨類捕獲調査も開始している。なお、現在商業捕鯨以外の捕鯨として、アラスカエスキモーや極東のチュコト族が生存捕鯨としてホッキョククジラやコククジラを捕獲している。また先に挙げた日本のようにノルウェー、アイスランドが科学調査を目的としたいわゆる調査捕鯨を行っている。

#### 1) スリップウェー

捕鯨船から母船へ捕獲した鯨を引き渡す際に、鯨が引き上げられる滑り台のような通路で、母船の後部に設置されている。スリップウェーが導入されたことによって解体作業を甲板上で行うことが可能となり、作業行程の効率が格段に向上した。スリップウェーの発明は近代捕鯨史上重要な技術革新であったといえる。

#### 2) IWCについて

International Whaling Commissionの略で、1946年に作られ1948年に発効した国際捕鯨取締条約(International Convention for the Regulation of Whaling - 略称ICRW)に

基づき捕鯨の管理を実施する機関である。どんな国でもアメリカ政府に通告すれば、加盟国となる事ができ、脱退は 1 月 1 日までにアメリカ政府にその意思を通告すれば同年の 6 月末日をもって有効となる。

IWC としての意思決定は本会議 (Plenary) で決められるが、専門的な事項に関しては下部組織としての技術委員会 (Technical Committee)、科学委員会 (Scientific Committee)、財務運営委員会 (Finance and Administration Committee) であらかじめ審議され助言や勧告を本会議に対して行っている。議長の任期は 3 年で、出版物の発行や会議開催の準備など事務一般は事務局 (Secretariat) が行っている。また、IWC の運営に関し、財務運営委員会の範疇外にある事項に関して助言を与える諮問委員会 (Advisory Committee) の設置が 1997 年に決められた。

条約には 1946 年に起草された本文の他に付表 (英名 Schedule) と呼ばれる付属の部分があり、鯨の捕獲頭数、捕鯨シーズン、鯨の系統群の定義、その他捕鯨に関わる細かい具体的な規定は付表に記述され、頻繁に修正されてきている。商業捕鯨のモラトリアムやサンクチュアリーなども付表に記載される事項である。この付表を修正するのは、本会議に参加して投票で棄権しなかった国の 4 分の 3 の多数決で可能である (加盟国の 4 分の 3 ではない)。付表は条約の一部であり、国際法上の拘束力があるが、その一方で加盟国の意思表示である決議は、2 分の 1 の多数決で可決されるが、こちらには法的拘束力がないのは、例えば国会決議 (「法案の採択」と混同しないように) が法律でないのと同様である。

ただし、モラトリアムやサンクチュアリーの採択など、付表の修正に対して異議のある加盟国は異議申し立ての手続きをとる事によって、決定事項の適用の対象外となる。例えば、1982 年の商業捕鯨モラトリアムの決定の際、ノルウェーは異議申し立ての手続きをとったため、現在でも合法的に捕鯨をしている。1994 の南氷洋のサンクチュアリーの採択に際しても、日本は異議申し立ての手続きをとっている (モラトリアム決定の際にも異議申し立てを行ったが後年撤回している)。この異議申し立てのメカニズムは、1946 年の条約起草の際、アメリカの強い主張によって加えられた。

ここでの問題は多数決によって付表の修正が行われているということである。そのために IWC の科学委員会が年間 2000 頭の捕獲は鯨資源にまったく影響を与えないという結論を出したにもかかわらず、捕鯨国より反捕鯨国のほうが多いため、IWC の本会議では捕鯨再開が否決されるという矛盾が起きてしまっている。

### 第 3 章 管理方式の変遷

鯨類、とりわけ大型鯨類の激減の大きな原因として管理方式は大きな意味を持つ。鯨における管理方式とは、ある特定の鯨に対し、捕獲枠を設定しそのもとで頭数の管理を行っていく管理の規定のことである。捕鯨が世界中でまだ一般的なものとして認知されていた

時代の管理方式は、鯨の乱獲を助長するものであった。そのため、近年の管理方式は乱獲抑制の意味合いが強くなってきており、当然以前に比べ捕獲枠は小さなものとなっている。そこで、この章では管理方式の変換の流れを述べていきたい。

### 1．オリンピック方式（1950年代まで）

世界全体での捕獲頭数の制限枠を規定し、その枠内での自由競争を行うという管理方式。各船団が自由に捕鯨を行い、毎週捕獲した頭数をノルウェーのサンディフィヨルドにある国際捕鯨統計局に報告することで、統計局に集まった情報を基に捕獲枠に達する日を予測し、各船団に通知、その時点で全ての操業を停止するという特徴を持っている。捕獲枠に達するまで自由競争が行われるという特徴により、各船団の競争を煽り、資源の早期枯渇へと導く結果となった。

### 2．シロナガスクジラ換算（BWU）方式（戦後～1970年代前半）

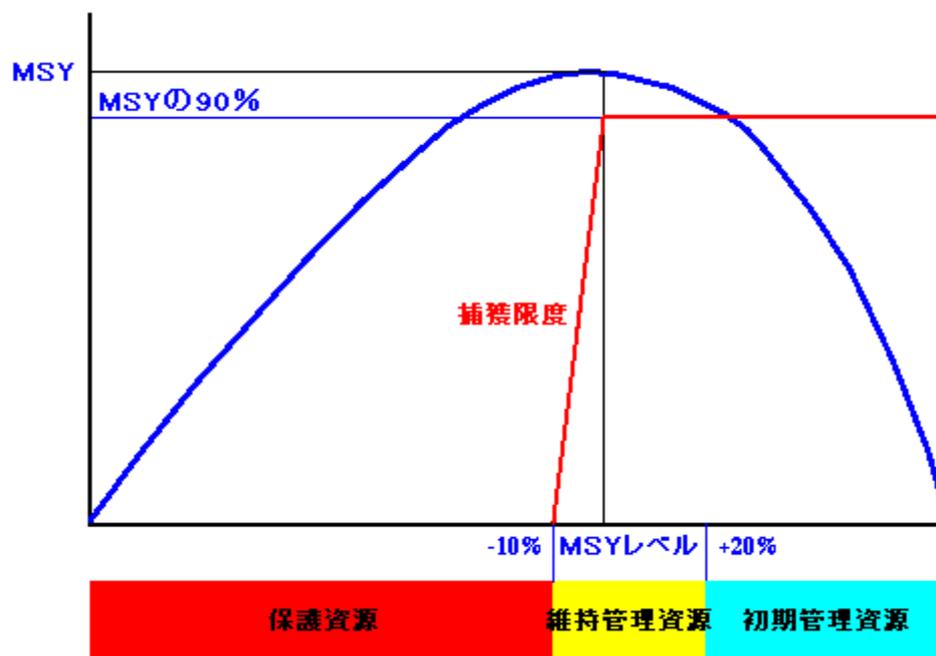
第二次大戦の後、国際捕鯨委員会（IWC）が設置されてからの南氷洋における捕獲枠の設定に用いられた方式。（方式自体は戦前から用いられていた。）ナガスクジラ（Fin Whales）は2頭、ザトウクジラ（Humpback Whales）は2.5頭、イワシクジラ（Sei Whales）は6頭を、それぞれシロナガスクジラ1頭の捕獲に等しいとしそれぞれの国の枠内でさまざまな種類のクジラの捕鯨に対応できるという特徴を持つ。鯨油の生産が目的であった西欧諸国が生産調整のために導入した方式であり、効率の良い大きな鯨類が狙われ、大きい鯨類から順に資源状況が悪化するという結果を誘導した。とりわけシロナガスクジラが乱獲される結果となった。

### 3．1 新管理方式（NMP）（1975年～）

1974年のIWC会議におけるオーストラリアの提案に基づいて、科学委員会での検討の後、1975年の南氷洋捕鯨から採用された新たな管理方式、三分類方式あるいはMSY（最大持続生産量）方式と呼ばれる方式。鯨資源を初期管理資源、維持管理資源、保護資源とよばれる3つのカテゴリーに分類した上で、保護資源を捕獲禁止とし、維持管理資源と初期管理資源からその最大持続生産量の一定割合の捕獲を許可するという資源管理方式である。（下図参照）

資源量が保護水準（この場合初期資源の54%）になると捕獲禁止になるというのが大きな特徴である。MSYとは資源の繁殖率が最高に達する最適水準で年間に増える資源の量のこと、MSY時の資源量は捕獲開始以前の初期資源量の50～70%程度が一般的である。初期資源量、MSYなどの具体的な数値の設定が必要となるが、資源量の頭数を決定する要因、例えば出生率や死亡率のパラメータなどを正確にできない。また鯨の正確な全数調査は現実的に不可能であり、パラメータの値をめぐり捕鯨側と反捕鯨側とで対立するという結果になり失敗したといえる。

下に、新管理方式の捕獲枠を示したグラフを示す。横軸は鯨の資源総量、縦軸が増殖量を表し、図の曲線が各資源量における増殖量、MSYレベルを軸に曲がっている直線が捕獲枠を示している。資源量の程度ごとにおける捕獲枠が明瞭に見て取れる。



(捕鯨ライブラリーホームページより)

#### 4. 改訂管理方式 (RMP) (1992年～)

NMPの欠陥を改善するため1986年からさまざまな方式がテストされ、1992年に新たに採択されることとなった管理方式。捕獲限度が年により大きく変動せず、資源量が危険なレベルにまで落ちず、持続的な捕獲が可能となる管理方式を目標として管理方式の開発が行われ、さまざまな科学者により新たな管理方式が提案され、J・クックの提案した方式が採用された。より資源の枯渇のリスクが低い方式で、正確なパラメータを必要とせず、諸々の不確実性のもとでも推定資源量と過去の捕獲記録だけで捕獲枠を算出できることが可能という特徴を持っている。具体的には過去からの資源推定量と捕獲頭数のデータを用い、捕獲可能な頭数のシミュレーションを行う。将来起こりうる最悪の状況(ウイルスの蔓延や大災害など)を考慮し、何万通りものシミュレーションを行い、捕獲枠を決定する。そのため捕獲許可量は比較的小さいものとなる。

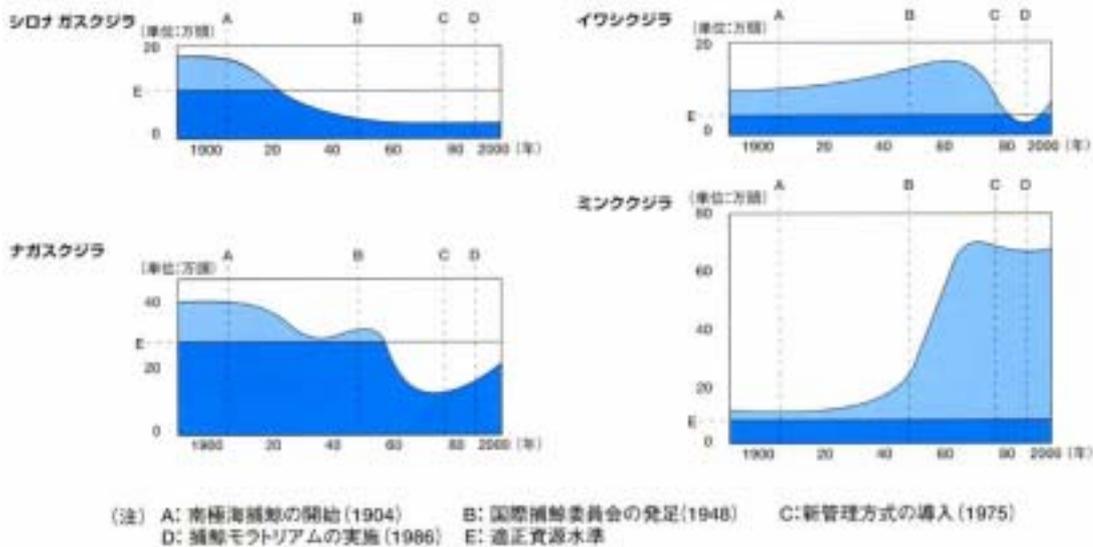
## 第4章 鯨の資源量

この章では、捕鯨に対し各国がどのような価値感を持っているかについてみていく。はじめに現在の鯨の資源量とこれまでの資源量の推移、そしてその背景についてとりあげる。その後、捕鯨に対し日本はどのような立場をとっているか、また世界ではどのように考えられているかについてとりあげ考察していく。

現在確認されている鯨の種類は84種類である。そのうち14種類がヒゲクジラ類、残り70種類がハクジラ類となっている。そのうち主な種の資源量は以下の通りである。

	北太平洋	北大西洋	南半球	計
ミンククジラ	25,000	149,000	761,000	935,000
シロナガスクジラ	1,650	500	6,300	8,450
ナガスクジラ	16,600	47,300	12,000	75,900
イワシクジラ	20,000	10,300	17,000	47,300
ニタリクジラ	23,800	11,570	89,000	124,370
ザトウクジラ	2,500	800	20,000	23,300
セミクジラ	750	8,000	3,000	11,750
ホッキョククジラ	50	190,000	NA	190,050
コククジラ	26,300	NA	NA	26,300
マッコウクジラ	472,000	190,000	318,000	980,000
ヒレナガゴンドウ	NA	780,000	200,000	980,000

表から、種類によって資源量が豊富なものとそうでないものがあることがわかる。では次に、南極海におけるシロナガスクジラ、ナガスクジラ、イワシクジラ、ミンククジラの時間経過での資源量の推移を見ていく。



(資料：財団法人 日本鯨類研究所)

以前、鯨は機械油や食用油をとるために捕獲されていた。そのときはじめに狙われたのが、大型鯨類であるシロナガスクジラやザトウクジラである。それは大型のものほど鯨油生産効率が高かったからである。1930年代初頭、シロナガスクジラ、ザトウクジラは南極海における乱獲の対象となり、急激に数が減ってしまった。大型鯨類が大量に捕獲され資源量が減ってくると、次に見つけやすい中型鯨類が狙われるようになった。その代表がイワシクジラである。そのような理由から、上の表で資源量が激減する時期が大型鯨類と中型鯨類で異なっている。その一方で、ミンククジラは小型故に捕鯨の主対象とならず、餌を競合するシロナガスクジラが減少したために、急速に繁殖し数を増やした。商業捕鯨モラトリアムの導入以後、多くの鯨類資源が回復しつつあるが、シロナガスクジラはいまだに回復していない。その理由は様々であるが、一説には、繁殖力の強いミンククジラが大幅に増加したことによって、シロナガスクジラは餌を奪われ、その回復を遅らせているとの説がある。

現在、こんなにも資源量が豊富であるにもかかわらず、ミンククジラの商業捕鯨は禁止されている。資源量を増やすことが良いこととは限らない。一定の種が増えすぎてしまうことにより、自然の生態系のバランスを崩すことにもなる。シロナガスクジラの資源量が回復しないのも、その影響のひとつと考えていいだろう。また、海の生物の中で鯨だけを保護していると、鯨だけ数が増えてしまい、その餌となる魚が減ってしまうと考えられる。

## 第5章 捕鯨に対する各国の姿勢

### 5.1 捕鯨に対する日本の姿勢

日本では捕鯨問題に対し、世界が野生生物資源を合理的に利用する際の秩序維持に向けた貢献の一環として捉えていて、現在、下記の4つの基本的立場を示している。

(以下水産庁捕鯨班ホームページより)

#### 持続的開発の原則の維持

国連環境開発会議(UNCED)で合意された持続的開発(Sustainable Development)の原則に基づき、再生産可能な野生生物資源は管理されるべきであり、鯨もその例外ではない。

#### 科学的事実の尊重

捕鯨問題を始め、全ての海洋資源の管理や海洋生態系の保全に関する問題は、感情や一部先進国の世論に基づき解決すべきではなく、科学的かつ客観的な事実に基づき解決を図るべきである。

#### 食糧問題への長期的対策

国連環境開発会議(UNCED)で合意された持続的開発(Sustainable Development)の原則に基づき、再生産可能な野生生物資源は管理されるべきであり、鯨もその例外ではない。

#### 各国固有の文化伝統の尊重

食習慣・食文化はそれぞれの地域、置かれた環境などにより、歴史的に形成されてきたものであり、相互理解の精神により尊重されるべきである。

以上のように、日本は鯨を最も大切な水産資源のひとつとして、この資源の持続的利用を唱えている。その上で、現在日本政府はIWCに対し、ミンククジラの150頭捕獲枠を要求しているが、いまだ認められていない。この日本が要求している捕獲枠150頭は、改定管理方式(RMP)を用いて算出されたものである。よって、この枠内で捕獲し続けたとしても、資源量にはまったく影響はないといえる。

### 5.2 捕鯨に対する各国の世論

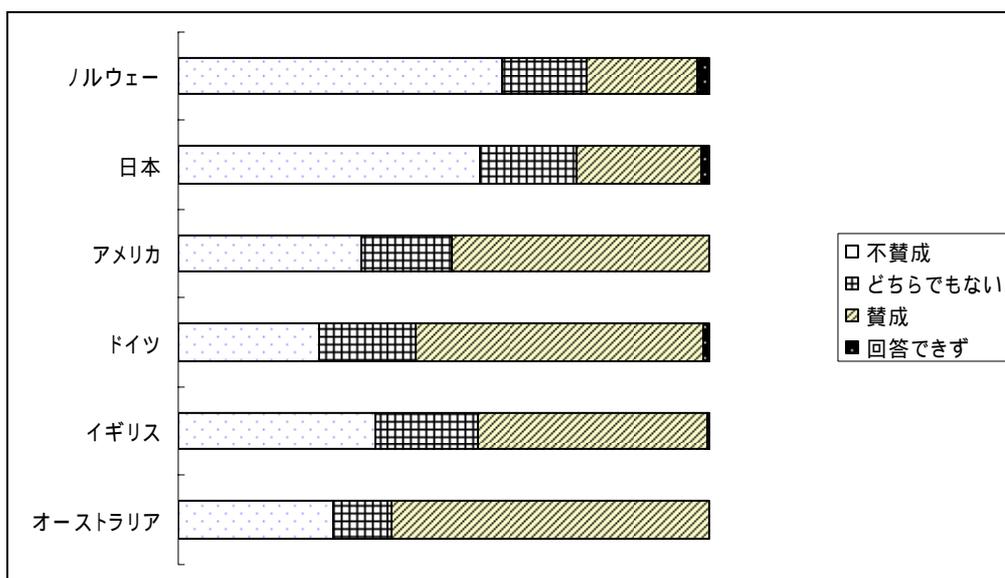
捕鯨問題は、世界各国で関心事としてとりあげられてきた。捕鯨問題を考えるに際し、大きく分けて2つの側面がある。

一つは科学的側面である。現在の資源量はどのくらいであるのか、そして初期資源はどのくらいであるのか、資源量と捕獲数の関係はどのようになっているのかなどである。さらに、鯨種間の量的関係、生態系と鯨の関わり、などの生物学的部分も含まれる。

もう一つは文化論による側面である。食文化、動物に対する考え方などである。日本、ノルウェー、アイスランド、グリーンランドの人々は鯨肉を食するが、そのような食べる習慣がない人にとっては鯨肉は忌み避ける対象となる。

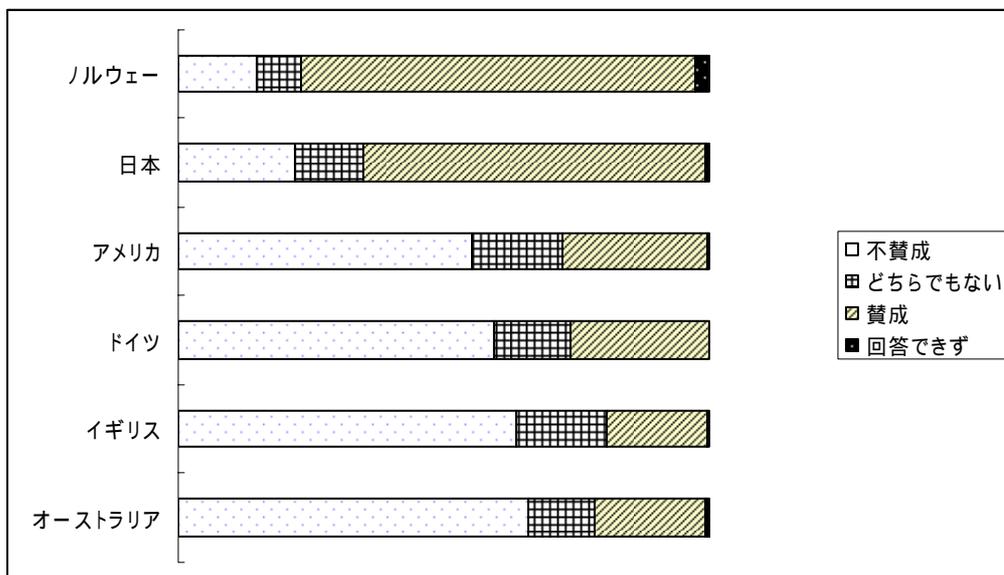
これらの傾向は、主要国で行われた世論調査の結果からもみられる。Gallup Canadaが行った捕鯨に関する世論調査の結果、“Public Attitudes to Whales” Results of a Six-Country Survey (1992年8月) に示されている。

「どんな条件下でも捕鯨に反対」



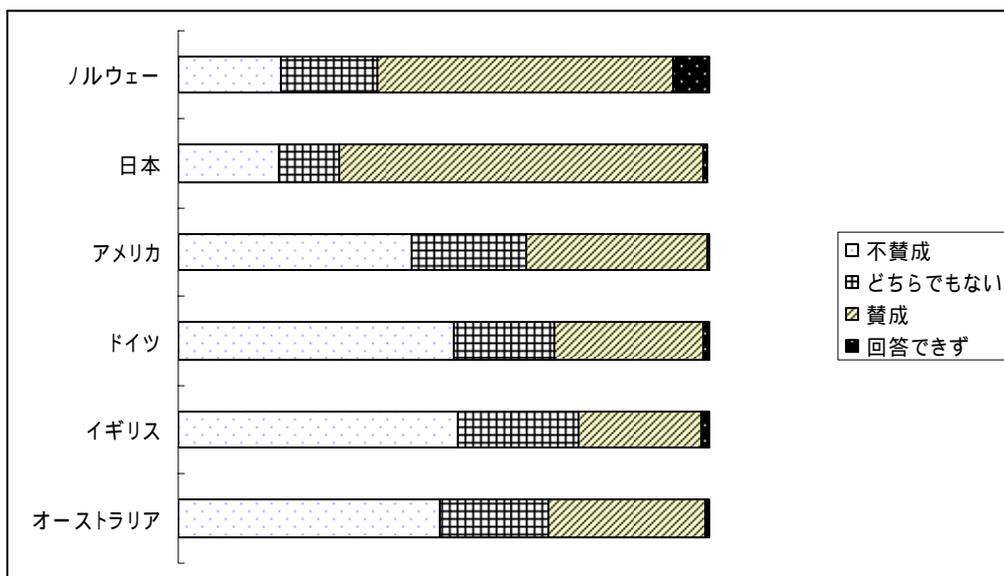
この「どんな条件下でも捕鯨に反対」という設問は、科学的根拠の有無にかかわらず捕鯨に反対かどうかという質問であり、個人の捕鯨に対する主観が明快に表れている。ノルウェー、日本など鯨肉を食する文化があった国では捕鯨反対に不賛成の傾向が強く、一方鯨肉をほとんど食さないアメリカ、ドイツ、イギリス、オーストラリアでは賛成の傾向がある。では、科学的根拠をもった捕鯨に対して、各国はどのような意見をもっているだろうか。

「合理的に管理されれば捕鯨は許されるべき」



この設問で捕鯨に対して不賛成が多いということから、反捕鯨の理由が科学的側面による判断ではないことがわかる。加えて、ノルウェー、日本の2国と、アメリカ、ドイツ、イギリス、オーストラリアの4国との不賛成率の差に大きな開きがあることが注目される。では最後に、文化的側面の世論をみていく。

「経済的・文化的必要性から捕鯨を認めるべき」



各国が経済的と文化的のどちらに重点を置いているかはわからないが、ここからもノルウェー、日本の2国と、アメリカ、ドイツ、イギリス、オーストラリアの4国との賛成率に差があることがわかる。

以上から、反捕鯨が拡がりを見せている非捕鯨4ヶ国、そして捕鯨反対が少数派である捕鯨国2ヶ国においては、鯨の管理・利用に対する世論の姿勢にかなりの相違があることがわかる。

## 第6章 ケーススタディによる最適鯨資源管理

さてここから実際に商業捕鯨を実地した場合の最適クジラ資源量を考察していく。考察を行うにあたってソルバーを用いる。ここではミンククジラに着目して考えていくわけだが、それはミンククジラの生態、現状を考えてのことである。一般的にミンククジラとはクジラ目ヒゲクジラ亜目ナガスクジラ科に属する種であり、南北両半球の熱帯から極海氷縁まで広く分布し、沿岸海域や湾内で見られることも多い。主としてオキアミと群集性の小型魚類を食する。通常は単独または2から3頭で行動する。摂餌のために温帯の低温域から極圏の沿岸または湾内に集まることがあり、南極海の集合群では数百頭になることもある。ヒゲクジラ類では最も個体数の多い種であり南氷洋ミンククジラは約761,000頭以上(1990年IWCで合意)、北西太平洋ミンククジラは約25,000頭(1991年IWCで合意)と推計されている。過去に大規模な捕鯨対象にならなかったこと、他のクジラより繁殖の間隔が短いこと、競合する大型鯨種(シロナガスクジラ等)が捕鯨により減少し、餌が豊富になったこと等の理由で生息数が急激に増加したものと推測される。

注)ここでソルバーとは、最適化分析と呼ばれることもあるコマンドセットの要素の1つである。ソルバーを使えば、ワークシートの目的セルと呼ばれるセルに入力されている数式の最適値を求めることができ、目的セルの数式に直接または間接的に関係する複数のセルを使って実行される。ソルバーでは、変化させるセルと呼ばれるセルの値を変化させつつ、目的セルの数式の計算を行い、最適の解を見つけ出す。また、制約条件式を指定して、問題モデルで使用する値に制限をつけることができる。制約条件式では、目的セルの数式に影響を与える他のセルを参照することができる。ソルバーを使うことによって、あるセルの最大値または最小値を求めるために、ほかのセルの値を変化させることができる。たとえば、広告予算額を変更して、利益予想額への影響を確認することができるのである。

### 6 - 1 最適捕獲問題

$Y_t$ を $X_t$ と同じ単位で測定される収穫量とする。鯨は再生可能資源と考え、このとき資源の動学は、

$$X_{t+1} - X_t = F(X_t) - Y_t \quad (1.1)$$

と表される。ここで、

$X_t$  : t 期の資源量

$F(X_t)$  : 資源の純増殖関数

$Y_t$  : 捕獲量

である。これを条件とし、この先捕鯨が行われることとしたときどのくらいの捕獲枠が最適化について考察を行う。ここでは純便益の現在価値である、

$$= \sum_{t=0}^T {}^t(W_A + W_E + W_M) \quad (1.2)$$

を最大化するような捕獲量  $Y_t$  を求める。ここでいう  $W_A$ 、 $W_E$ 、 $W_M$  とは、

$W_A$  : 鯨の存在価値

$W_E$  : 鯨の利用価値

$W_M$  : 捕鯨によって保全される魚の便益

である。また、 $r$  とは割引因子を示し、割引率を  $i$  としたとき、

$$r = \frac{1}{1+i} \quad (1.3)$$

である。

## 6 - 2 増殖関数 $F(X_t)$ の設定

t 期に増えた資源量を表す関数  $F(X_t)$  を設定するに際し、新管理方式 (NMP) のなか利用される出生率  $f_t$  の式を用いて考える。ここで、出生率  $f_t$  は、

$$f_t = f_0 \left[ 1 + A \left\{ 1 - \left( \frac{X_t}{K} \right)^z \right\} \right] \quad (1.4)$$

である。ここで、

$f_t$  : t 期の出生率

$A$  : 係数

$X_t$  : t 期の資源量

$K$  : 環境容量

$z$  : 係数 (MSY レベルが環境容量の何パーセントに対応するかが決まる。)

である。また、この資源動態モデルの設定において、

- 再生産は密度依存型である。つまり、資源量によって繁殖数が増える。
- 環境収容力は一定である。
- 捕獲開始前の資源は平衡状態である。つまり、出生率と死亡率が等しい状態である。

を仮定とする。t 期の増殖数  $F(X_t)$  は、出生率に資源量を掛けて自然死亡率を引いたも

のになる。ここで出生数を  $f_t X_t = B(X_t)$ 、自然死亡数を  $D(X_t)$  とすると、増殖数  $F(X_t)$  は、

$$F(X_t) = B(X_t) - D(X_t) \quad (1.5)$$

と表すことができる。ここで出生数  $B(X_t)$  は、

$$\begin{aligned} B(X_t) &= f_t X_t \\ &= f_0 X_t \left[ 1 + A \left\{ 1 - \left( \frac{X_t}{K} \right)^z \right\} \right] \end{aligned} \quad (1.6)$$

と示せる。 $X_t = K$  のとき、 $F(X_t) = 0$  であるので、 $B(K) = D(K)$  となる。また、(1.6) 式に  $K$  を代入すると、

$$\begin{aligned} B(K) &= f_0 K \left[ 1 + A \left\{ 1 - \left( \frac{K}{K} \right)^z \right\} \right] \\ &= f_0 K = D(K) \end{aligned} \quad (1.7)$$

となる。ここから、 $f_0$  が自然死亡率に等しいことがわかる。したがって、 $X_t \neq K$  の場合も、等式

$$D(X_t) = f_0 X_t \quad (1.8)$$

が成立する。(1.5) 式に (1.6) (1.8) 式を代入すると、

$$\begin{aligned} F(X_t) &= B(X_t) - D(X_t) \\ &= f_0 X_t \left[ 1 + A \left\{ 1 - \left( \frac{X_t}{K} \right)^z \right\} \right] - f_0 X_t \\ &= f_0 A X_t \left\{ 1 - \left( \frac{X_t}{K} \right)^z \right\} \end{aligned} \quad (1.9)$$

が成立する。ここで後の説明の便宜上、 $f_0 A = r$  とし、よって最終的に増殖関数は、

$$F(X_t) = r X_t \left\{ 1 - \left( \frac{X_t}{K} \right)^z \right\} \quad (1.10)$$

である。

ここで設定された増殖関数を鯨の場合に当てはめる。ここで二つの係数  $z$  と  $r$ 、加えて、環境容量  $K$  を設定する必要がある。

#### $z$ の設定

最大維持生産量のことを  $MSY$  といい、その時の資源量を  $MSYL$  という。増殖関数  $F(X_t)$  において、 $MSYL$  が環境容量の何パーセントに対応するかを決める係数が  $z$  であった。では、 $MSYL$  が環境容量に対してどのくらいの値になるのだろうか。一般的な魚の増殖関数

を考えると、MSYL を環境容量の 50 パーセントとすることが多い。一方鯨の場合は、MSYL を環境容量の 60 パーセントに設定している。そして、この MSYL = 0.6K における  $z$  は、 $z = 2.39$  である。この  $z = 2.39$  の値は、IWC の科学調査において、実際に使われている値を採用した。

#### r の設定

IWC では繁殖率を表すパラメーターとして、MSYR (= MSY/MSYL) が用いられていて、この MSYR の範囲が 0.01 ~ 0.04 で採用されている。Z の設定において、MSYL が環境容量の 60 パーセントになるように設定した。その上で、この MSYR は  $X_t = 0.6K$  の時の  $F(X_t)/X_t$  の値となる。したがって、

$$\begin{aligned} MSYR &= \frac{F(0.6K)}{0.6K} \\ &= r(1 - 0.6^{2.39}) \end{aligned} \quad (1.11)$$

となり、これを移行すると、

$$r = \frac{MSYR}{1 - 0.6^{2.39}} \quad (1.12)$$

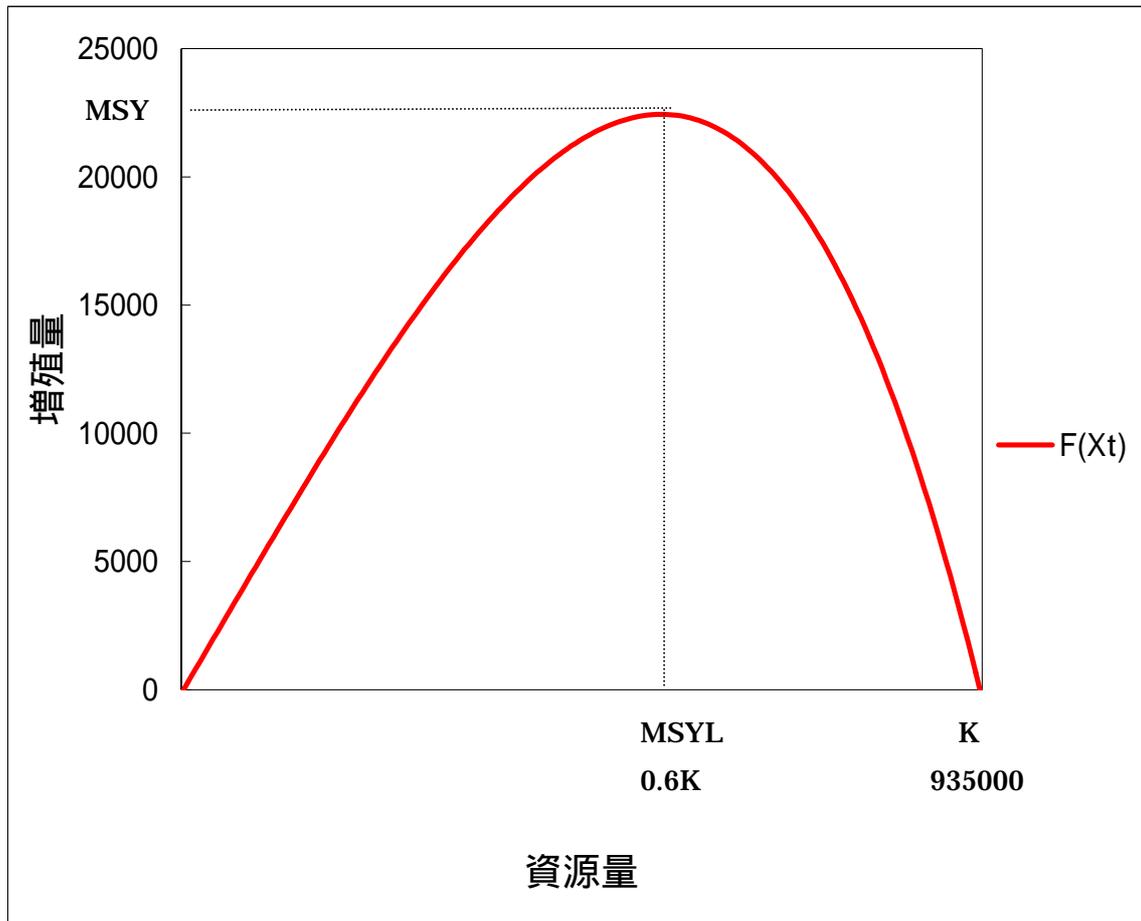
と、 $r$  が求められる。この後、MSYR = 0.04 として用いていく。

#### K の設定

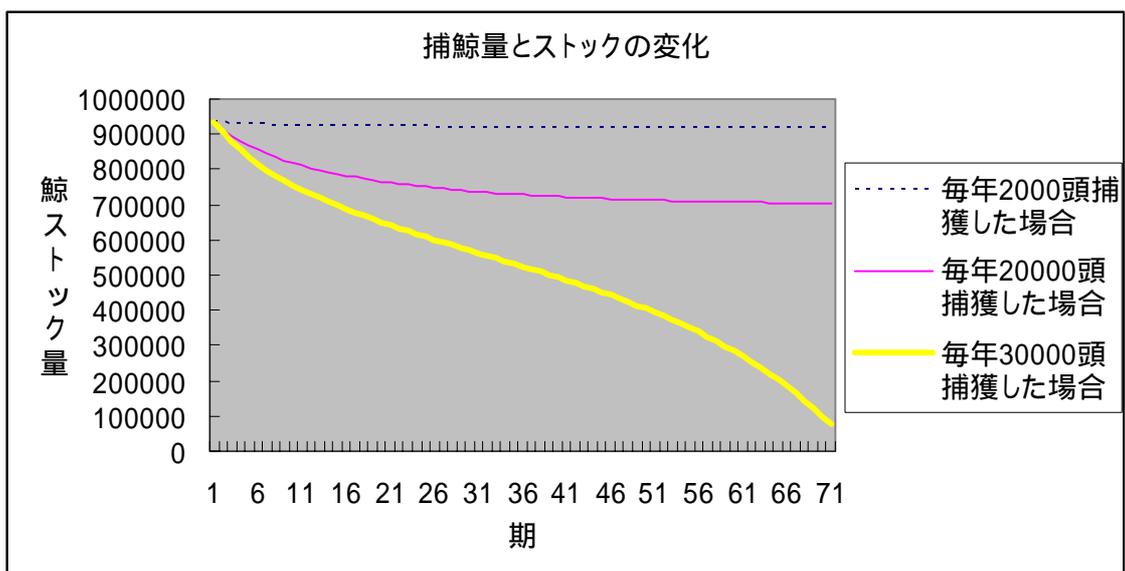
前述の資源量の変化のところでも挙げた図からわかるように、ミンククジラの資源量は 1970 年代以降大きく変化をしていない。ここから、ミンククジラの環境容量  $K$  は現在の資源量である 935000 頭であると考えられる。この先、海洋環境の変化に伴って環境容量が変わることはもちろんあり得るが、それは何年毎かにフィードバックすることとする。

以上、 $z$ 、 $r$ 、 $K$  の値を(1.10)式に代入した式と、そのグラフは次のようになる。

$$F(X_t) = \frac{0.04}{1 - 0.6^{2.39}} X_t \left\{ 1 - \left( \frac{X_t}{935000} \right)^{2.39} \right\} \quad (1.13)$$



次に、このような増殖関数を設定してみたが実際、捕獲がストックにどのような影響を与えるのかを示してみる。



このグラフは捕鯨量を一定としたときの鯨のストック量の変化を示した図である。毎年 2000 頭ずつ捕鯨を行うと 10 期くらいから捕鯨量と鯨の増える量がほぼ等しくなるため、鯨のストック量はほぼ変わらなくなる。毎年 20000 頭ずつ捕鯨を行った場合も 40 期ほどでストックの量は変化しなくなる。毎年 30000 頭ずつ捕鯨を行っていくと、前述の二つとは異なる結果が出てくる。鯨の増殖量が最も大きくなる時、すなわち鯨ストックの量が MSYL である 561000 頭に近づくまではストックの減少量は逡減していつている。しかし、561000 頭より減ると毎期の増殖量が減っていくため、ストックの減少量は逡増していつている。このように MSYL の量のときに増殖量は最大となるので、531000 頭まではストックの減少量は逡減していき、それよりもストック量が減ると減少量は逡増するということになる。

### 6.3 鯨の存在価値 $W_A$ の設定

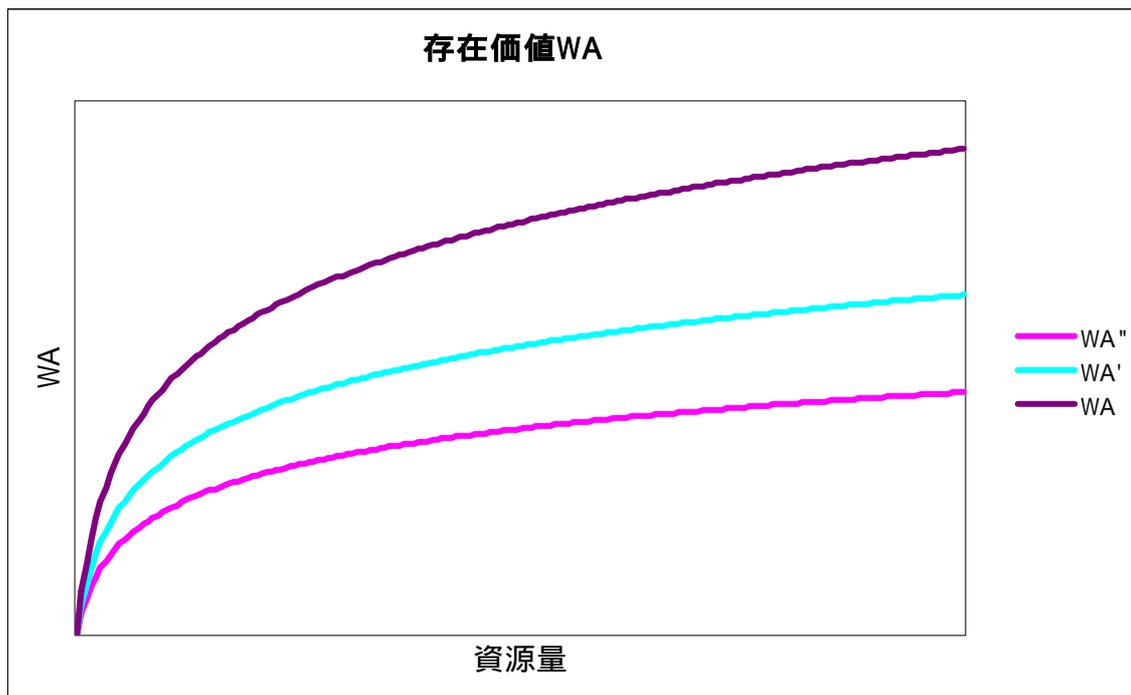
これは、クジラを鯨肉として用いたり鯨油として用いたりするなどの経済的利用による価値ではなく、クジラが存在することそのものによる効用を表すものである。では、この存在価値は資源量の増減によってどのように変化するだろうか。

例えば、資源量が 100 万頭のとくと、100 頭のとくと 1 頭あたりの存在価値を考えてみる。資源量が 100 万頭の時は、一種のクジラの資源量としては豊富であり、そこから 1 頭減ることは資源量の 100 万分の 1 が減ったことを意味する。一方、100 頭しかないときは、1 頭減ってしまうことは資源量の 100 分の 1 が減ってしまうことになる。前者と後者とでは、後者の資源のほうが希少価値は高いと考えられ、よってその存在価値も高いと考えられる。これはグラフにおいて、横軸を資源量とおいたとき、限界存在価値は資源量の増加とともに逡減していく形となる。

次の例として、ここに A さんと B さんがいたとする。A さんは動物が好きな人であり、B さんは動物に関心がないとする。これは極端な例であるが、このとき A さん、B さんにとってクジラ 1 頭あたりの存在価値は、A さんの方が高いといえるだろう。このように各人にとって、クジラ 1 頭あたりの存在価値は異なる。この違いを示すのに係数  $a$  を利用する。以上から、クジラの存在価値  $W_A$  は、

$$W_A = a \log(X_t + 1)$$

で示すことが出来る。グラフで示すと、下図のようになる。 $a$  の値が大きければグラフは上にスライドし、 $a$  の値が小さければ下にスライドする。



では、係数  $a$  の値はどのように求めることができるだろうか。

前項で存在価値の式を設定した。  $a$  の値は個人によって変化するものである。ここでは、データをもとに、米国での存在価値における係数  $a_A$  の値を導く。ここで、ここで利用するデータは、米国で調査された「WTP for endangered species, Loomis and Hollyer, 1993」のなかのシロナガスクジラの WTP データを用いる。WTP (Willingness to pay) とは、ある環境を受け入れるのにいくら支払う意思があるかを示すものである。

WTP(US\$)	
Blue Whale (シロナガスクジラ)	40 per household

(資料: Valuing the Environment in Developing Countries : Case Studies)

上記から米国におけるシロナガスクジラの存在価値を求める。このとき、

- ◆ シロナガスクジラ資源量： 8,450 頭
- ◆ アメリカ合衆国総人口 (2004 年)： 2 億 9476 万人
- ◆ 平均世帯数 (2003 年)： 2.6 人
- ◆ 為替レート： 1 ドル = 110 円
- ◆ 1 人あたり名目 GDP (2001 年)： 米国 35,317 ドル、日本 32,610 ドル

と設定する。すると、米国におけるシロナガスクジラ 1 頭に対する WTP は、

[米国におけるシロナガスクジラ全体に対する WTP ( US ドル )]

$$WTP = \frac{40}{2.6} \times 29,476 = 45.34769231 \quad ( 1 .14 )$$

[米国におけるシロナガスクジラ 1 頭に対する WTP ( US ドル )]

$$WTP = \frac{45.34769231}{8450} = 0.00536659 \quad ( 1 .15 )$$

となる。この価値を日本円に換算すると、

[日本価値への換算米国におけるシロナガスクジラ 1 頭に対する WTP ( 億円 )]

$$WTP = 0.00536659 \times \frac{32610}{35317} \times 110 = 0.54507738 \quad ( 1 .16 )$$

となる。ここで、存在価値  $W_A$  の式を  $X_t$  で微分すると、

$$\frac{dW_A}{dX_t} = \frac{a_A}{(X_t + 1)} \quad ( 1 .17 )$$

である。この式の、右辺 = 0.54507738 として、 $X_t$  にシロナガスクジラの資源量 8450 頭を当てはめて  $a_A$  を求めると、

$$a_A = (8450 + 1) \times 0.54507738 = 4606.44895 \quad ( 1 .18 )$$

と求まる。

では、この値は何を示すのだろうか。シロナガスクジラは資源量が少なく、ミンククジラに比べて希少価値が高いと考えられる。ここで存在価値が種の違いによって差がなく、資源量に影響するものとする。そのうえで、シロナガスクジラとミンククジラが同じ資源量であるとき、クジラ 1 頭あたりの存在価値は両者とも同じであるといえる。上で求めた  $a$  の値は、シロナガスクジラのデータを利用したものであるが、以上の理由から、次項のソルバーによるミンククジラの捕獲枠シミュレーションにおいて、この  $a_A$  の値を利用する。

また、米国では捕鯨に反対を唱える人が多い。よって捕鯨に賛成である日本にとってのクジラの存在価値と比べて、米国にとっての存在価値は高いものと考えられる。よって今回求めた  $a_A$  もまた、存在価値平均の係数に比べて高めの値であると考えられる。後のソルバーによるケーススタディでは、 $a_A$  を捕鯨反対国の例ということで利用する。

次に、日本などの捕鯨賛成国の場合の  $a_B$  について考える。ここで、存在価値は捕鯨反対国と比較した場合相対的に小さい値になることが予想され、5.2 で扱った世論調査の結果から求めると、米国等の  $a_A$  の 48% という値をとるのがよいと考える。

よって、 $a_B = 0.48 \times a_A = 2211.09549$  という値が求められる。

## 6.4 鯨の利用価値 $W_E$ の設定

クジラの利用価値とは捕鯨を再開したときにクジラから得られる便益を、価格を使って表した数値である。価格は鯨から取れる肉の便益を基に作成した。

そしてクジラの捕獲量は以下の表のようになる。

	シロナガス	ナガス	ザトウ	イワシ	ニタリ	マッコウ	総数
昭和 35	502	10421	282	2342		5307	18854
40	49	6761	43	12774		4840	24467
41		2498		13813	20	5525	21856
42	3	1313		12705	21	6007	20049
43		1395		11744	171	6851	20161
44		2473		7552	89	7014	17128
45		2416		7214	73	7344	17047
46		2215		6844	270	6183	15512
47		1760		6576	130	5573	14039
48		1441		4672	73	5082	11268
49		945		3862	709	4579	10095
50		727		2735	804	5184	9450
51		118		1316	661	4132	6227
52				1237	725	3312	5274

ここで各クジラを、体重を元にしてミンククジラに換算して考えることにする。具体的な値としてシロナガスクジラ一頭をミンククジラ 18.75 頭分とする。同様にナガスクジラはミンククジラ 9.375 頭分、ザトウクジラは 4.375 頭分、イワシクジラは 4.375 頭分、ニタリクジラは 3.125 頭分、マッコウクジラは 6.25 頭分とする。この換算をした後の捕獲数は以下のようになる。

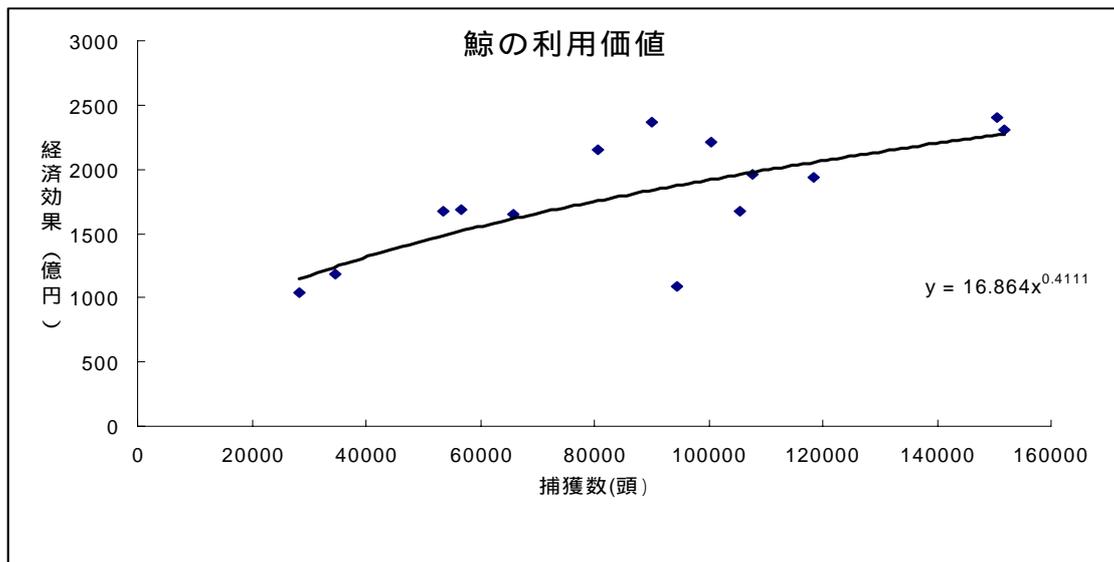
	シロナガス	ナガス	ザトウ	イワシ	ニタリ	マッコウ	総数
昭和 35	9412.5	97696.875	1233.75	10246.25		33168.75	151758
40	918.75	63384.375	188.125	55886.25		30250	150628
41		23418.75		60431.875	62.5	34531.25	118444

42	56.25	12309.375		55584.375	65.625	37543.75	105559
43		13078.125		51380	534.375	42818.75	107811
44		23184.375		33040	278.125	43837.5	100340
45		22650		31561.25	228.125	45900	100339
46		20765.625		29942.5	843.75	38643.75	90196
47		16500		28770	406.25	34831.25	80508
48		13509.375		20440	228.125	31762.5	65940
49		8859.375		16896.25	2215.625	28618.75	56590
50		6815.625		11965.625	2512.5	32400	53694
51		1106.25		5757.5	2065.625	25825	34754
52				5411.875	2265.625	20700	28378

ここでクジラの利用価値を求めるために各年に取れたクジラの頭数に各年の鯨肉の価格、そして各年のクジラの価格を現在の価値に直すために消費者物価指数を基にした数を掛ける。すると以下のようなになる。

	各年の鯨肉の価格 (Kg あたり)	物価指数	捕鯨量 (Kg)	クジラの利用価値(億)
昭和 35	134.3	2.95857988	440098562.5	1748.675649
40	227	2.30414747	436819750	2284.748462
41	258	2.12765957	343488687.5	1885.533646
42	287	1.96078431	306122187.5	1722.687604
43	310	1.76678445	312652625	1712.40837
44	375	1.6722408	290986000	1824.744983
45	456	1.66666667	290984187.5	2211.479825
46	534	1.69491525	261567312.5	2367.405845
47	557	1.65289256	233471750	2149.483715
48	630	1.37362637	191226000	1654.840385
49	820	1.25628141	164111000	1690.590704
50	1031	1.04384134	155711875	1675.771849
51	1230	0.95238095	100787687.5	1180.655768
52	1390	0.90497738	82294750	1035.200928

そしてクジラの各年の利用価値の推移は以下のようなグラフとなる。



以上のことから

$$W_E = 16.684Y_t^{0.4111} \quad (1.19)$$

となる。

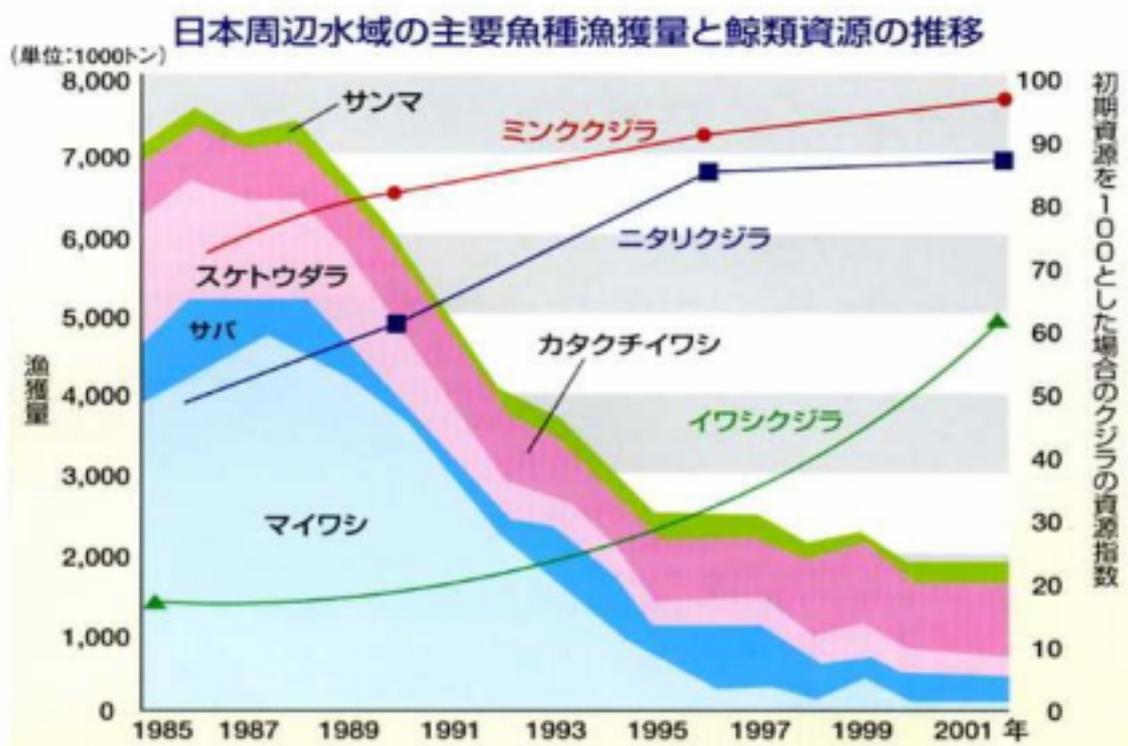
## 6.5 捕鯨によって保全される魚の便益

### 鯨類と漁業

現在、漁業と海産製哺乳動物(クジラ、アザラシ、ラッコ、アシカ)との競合について、世界の漁業関係者にとって大きな懸念となっている。特にクジラによる漁業資源の捕食の問題は世界的レベルでかなり以前から確認されており、自国の漁業を発展させようとしている国々にとっては大きな問題となっている。また、クジラの資源水準が過去の水準まで回復した場合、漁業に直接的ないし間接的影響が出るのが懸念されている。直接的影響とは、クジラがイワシ、ニシン、タラ、サケ、サンマ、イカ等の商業対象魚種を捕食することで、漁獲高に大きな影響を与えることであり、間接的影響とは海洋の生態系の頂点に立つクジラが多くの魚を捕食することにより、マグロ等の商業対象魚を餌とする魚に影響を与えることである。実際に行われた調査から、クジラ全体の年間捕食量は24900~43600万トンと言われ、これは世界の年間漁獲量9000万トンと比べて、約3~5倍と、非常に大きく、人間の食料となる水産資源に大きな影響を与えていることが推測できる。

実際、日本近海でミンククジラが捕食するカタクチイワシやサンマといった重要漁業対象種の量は、人間の捕獲量の30%に相当し、北東大西洋でも、ミンククジラが年間63万

3000 トンのニシンを捕食しており、この量はノルウェーも漁獲量の半分以上に相当している。また、1986 年の捕鯨モラトリウム以来、クジラは増加を続け、日本近海では 2 倍に増えたのに対して、これに相反して日本の漁獲量は 1986 年をピークに減少をたどり、1980 年代に 1200 万トンであった漁獲量は、現在では 600 万トン以下に減少した( グラフ参照 )。



( 出典：日本鯨類研究所 )

このような漁獲高の増減は、ある一定の期間を経て変動をすることが知られている。しかし一方では、鯨類の中には漁船の存在を大量の魚が発見できる可能性と想定するものもあると言われ、漁獲量の減少といった問題においては鯨による影響は無視できない。このようなことから食物連鎖の頂点であるクジラを含め、生態系のバランスを保ちながら持続的に海洋資源の利用を行う必要が叫ばれている。

このような状況から、捕鯨を行い、資源量の増大したミンククジラを間引きことで、魚資源を守ることに繋がると考えることが可能である。ここでは、ミンククジラを捕獲することで、魚資源が守られることから得られる便益のモデルを作成していく。

ミンククジラはカタクチイワシ、マイワシ、サンマ、スケトウダラ、マサバ、スルメイカ、オキアミを主に捕食している。ミンククジラにの食性については経年変化が認められ、その時々でもっとも豊富な生物を捕食していると考えられている。このとき、

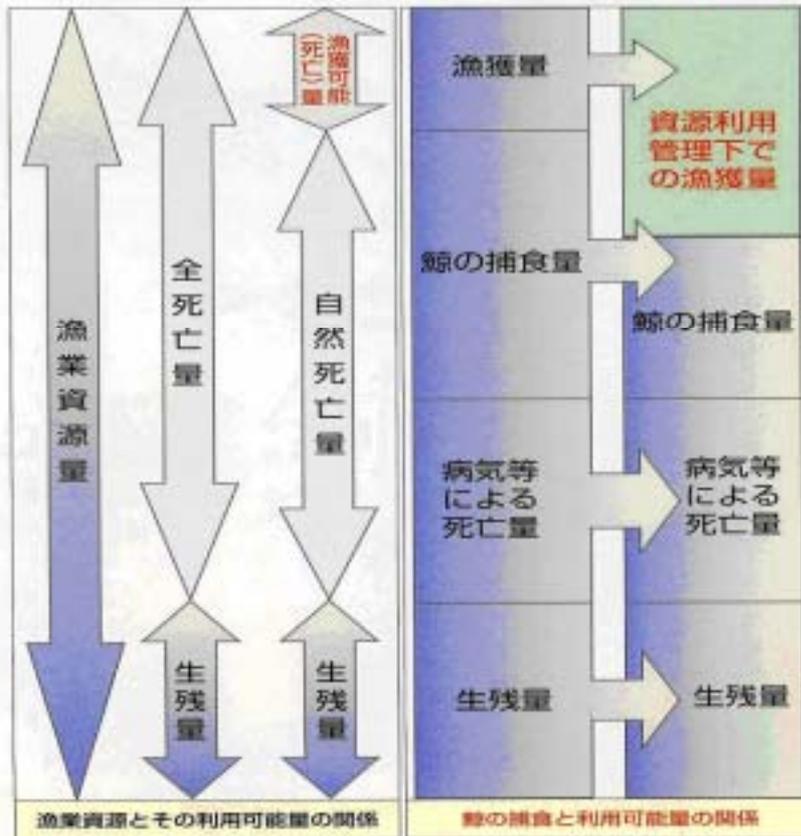
- 仮定      ミンククジラが捕食する魚はすべてマイワシとして置き換える
- 仮定      マイワシの、 $Z$ ：全死亡係数  $F$ ：漁獲死亡係数  $M$ ：自然死亡係数 とおき、この割合は一定とする
- 仮定       $Z = F + M$ 、かつ  $Z$  は一定とする。
- 仮定      マイワシ総漁獲量： $A$    ミンククジラの捕食量： $A_w$    人間の漁獲量： $A_p$  とおく。
- $A = A_w + A_p$  とおく。
- 仮定      マイワシのストックは一定とし、総漁獲量  $A$  も常に一定とする。

この条件の下で、捕鯨を行うことで救われる魚資源の便益  $W_M$  とする。仮定 は、簡略化のために、ミンククジラの捕食している魚をすべてマイワシに置き換えるものであり、からは、常に同じ割合で魚の漁獲が行われているとする。より、漁獲高全体をミンククジラと人間で競合しているとして、より、年間の漁獲総量が常に一定となる。

### 漁業資源と鯨の利用との関係を示す模式図

モデルを構築することにより、鯨の捕食量を調整することによって「どれだけの漁業資源が利用できるようになるか」といったシミュレーションが可能となる。

モラトリアム下  
の場合      クジラ利用する  
場合



(資料:第2期北西太平洋鯨類捕獲調査 JAPAN )

このとき、漁獲から得られる便益は人間の漁獲量  $A_p$  のうち、捕鯨を行うことによって多く取れるようになる  $A_p$  の増加分と、価格  $P$  の積であらわせる。つまり、捕鯨を行うことによって保全される魚の便益は、捕鯨したミンク鯨の頭数に、1頭あたりのミンククジラ年間捕食量 55t かけたもの (=救われた魚) と、価格  $P$  の積である。このとき、マイワシの価格はマイワシの需要曲線に応じて変化するものとする。

それでは、ここからは実際のデータにもとづいてモデルを作っていく。

まず、人間の漁獲量である。人間の全世界の漁獲量 9000 万トンのうち、5000 万トンが鯨類と競合しているとする。また、日本鯨類研究所の調査捕鯨の結果から推測されたミンククジラの餌の年間消費量を  $b$  とおき、1頭あたり 55 トンである。これに世界全体のミンククジラの生息頭数 93 万 5000 頭をかけると、5142.5 万トン 5000 万トンとなる。

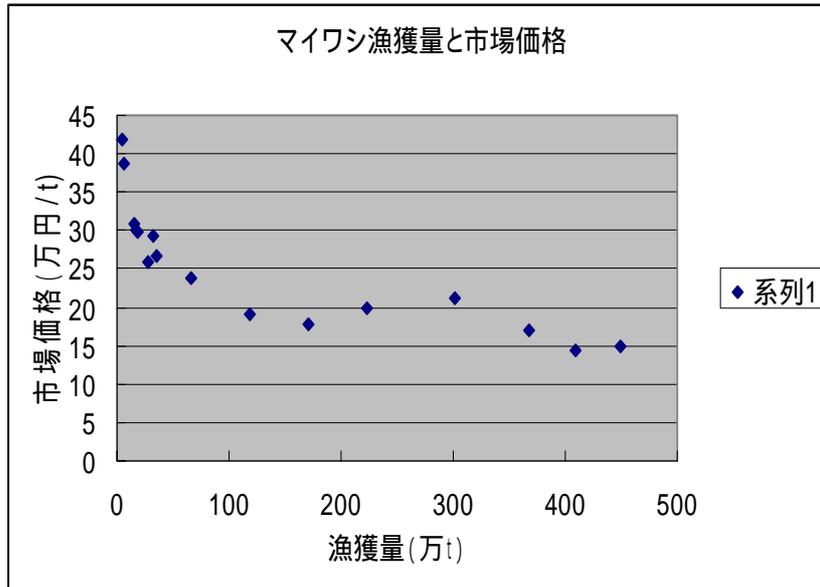
以上から、総漁獲量  $A = 10000$  万トンとなり、 $10000 = A_w + A_p$  となる。これを、捕鯨を行っていない時点での人間とミンククジラでの資源配分とする。

次に、イワシの需要関数の設定である。

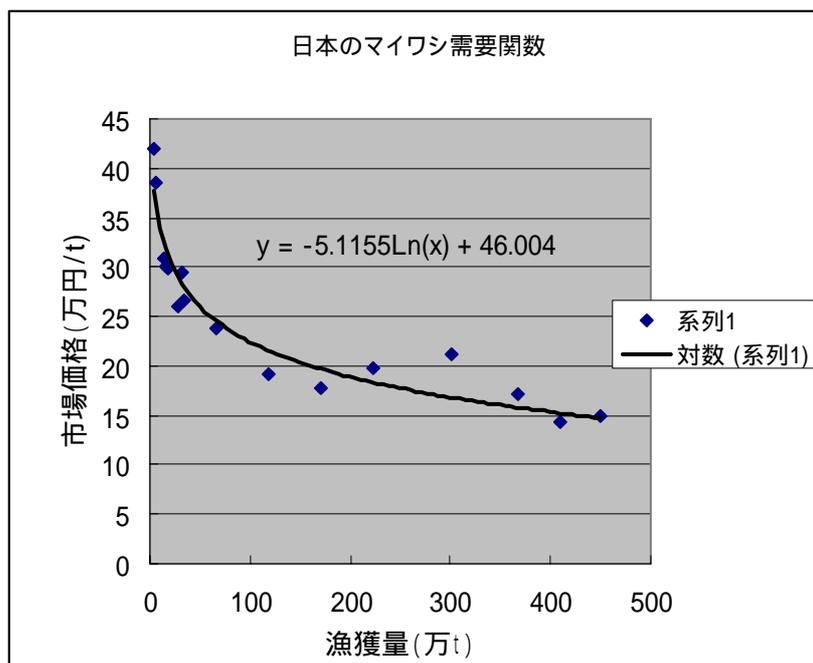
実際の年間漁獲量と市場価格のデータをもとに、マイワシの需要関数を求める。データに関しては、社団法人 漁業情報サービスセンター (<http://www.jafic.or.jp/>) と農林水産庁水産庁のものを参考にした。以下がそのデータである。

まいわしの漁獲量、産地市場価格、消費地卸売価格				
		漁獲量	産地市場価格	消費地卸売価格
		(t)	(1kg当たり円)	(まいわし生鮮) (1kg当たり円)
1988	(S63)	4 488 411	16	150
1989	(H1)	4 098 989	16	144
1990	(H2)	3 678 229	20	171
1991	(H3)	3 010 498	24	211
1992	(H4)	2 223 766	25	198
1993	(H5)	1 713 687	22	178
1994	(H6)	1 188 848	31	192
1995	(H7)	661 391	57	238
1996	(H8)	319 354	58	294
1997	(H9)	284 054	59	260
1998	(H10)	167 073	81	300
1999	(H11)	351 207	60	267
2000	(H12)	149 600	91	308
2001	(H13)	180 000	73	299
2002	(H14)	50 000	180	419
2003	(H15)	58 000	168	386
注意事項				
産地市場価格は、S63～H4までは205漁港、H5～H7までは204漁港、H8～H10までは206漁港、H11は205漁港の調査結果による。				
また、消費地卸売価格は、10都市(札幌、仙台、東京、横浜、名古屋、京都、大阪、神戸、広島、福岡)に所在する中央卸売市場での調査結果による。				

このとき、マイワシの需要関数を求めていく。漁獲量と消費地卸売価格を散布図で表すと以下のようなになる



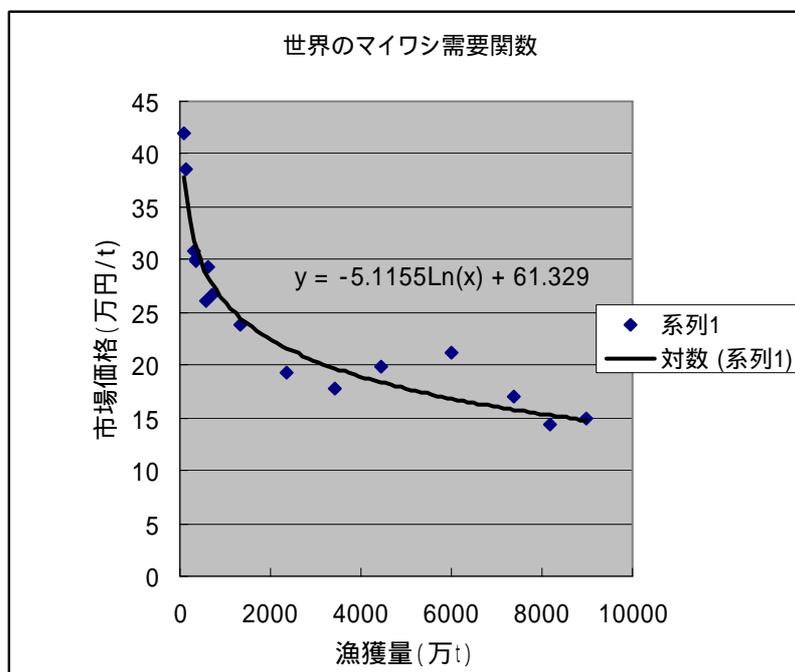
このとき、このグラフの近時曲線を求める。これが、日本における需要関数である。それを以下に記す。



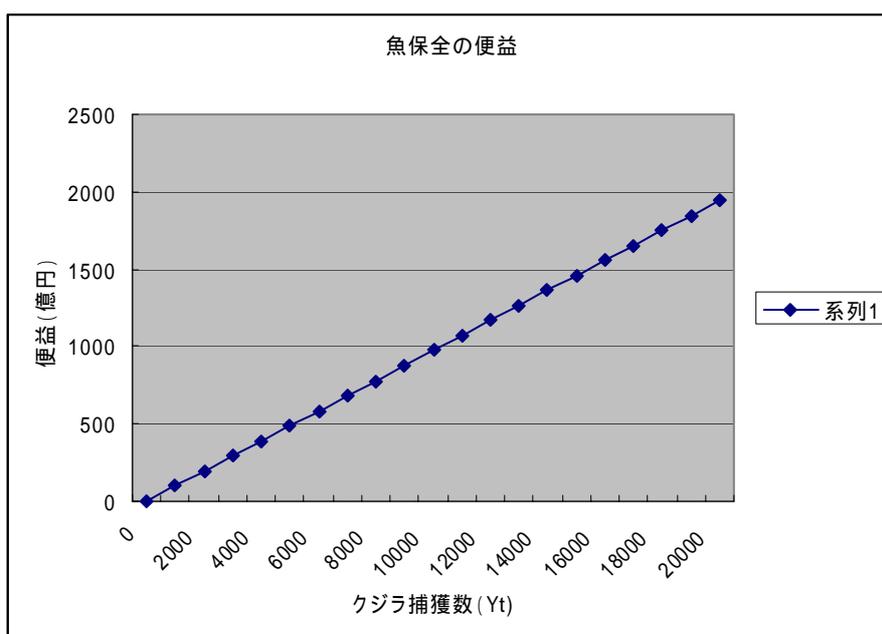
ただしここで注意しなければならないのは、このとき考える必要があるのはマイワシだけでなく、人間、クジラ両方で競合している魚について考えるのであり、そのために巢で手の魚をマイワシと仮定したのである。また、日本ではなく、世界全体の漁獲量になおす必要がある。

このとき、上で示したと売り、人間とクジラによるマイワシの総漁獲量は 10000 と仮定されていることから、人間がもっともマイワシを漁獲したときの漁獲量を 9000、クジラの捕

食量を 1000 と仮定し、全世界のマイワシの需要関数は上にある日本のグラフの漁獲量をおよそ 20 倍したものと同一形になるとする。するとグラフは以下ようになる。



よって市場価格  $P = -5.1155\ln(Ap) + 61.329$  と表される。この式によって、マイワシの価格が求まり、これと捕鯨を行うことによって増加した魚の漁獲量と価格の積が、捕鯨を行うことによって救われる魚の便益となる。クジラの捕獲量と魚保全の便益の関係は以下のグラフのようになる。



## 6.6 最適捕獲量の考察

以上より、クジラの利用価値、捕鯨を行うことで救われる魚の便益が設定された。これより、経済学的に効用を最大化するようなクジラの最適捕獲量を求めていく。そのうえで、  
捕鯨を行う場合、行わない場合  
存在価値を変化させた場合  
利用価値が0の場合

の3つのケースを設定してみていく。はじめに、ソルバーによるシミュレーションを行ううえで必要な、エクセルのワークシートの設定をする。

### [ワークシートの設定]

まず始めにワークシートに、各パラメータを設定する。このとき、 $r$ 、 $z$ は増殖関数の係数、 $K$ は環境容量、 $MSYR$ はミンククジラの繁殖率、 $\delta$ は割引率、 $\beta$ は割引因子を示している。

次に、A列に「 $t$ 」と記入し、その下に0,1,...,10の数値を入れる。 $T=9$ が最終期であり、第10期のミンククジラ資源ストック $X_{10}$ に重みを与えるため、 $T+1=10$ 期を含める。

次にB列に $X_t$ と記入する。初期のストック $X_0=935000$ であるため、これを記入する。以下のストック水準については、各期の収穫量 $Y_t$ と、増殖量 $F(X_t)$ に依存する。

C列には、各期の収穫量「 $Y_t$ 」を記入する。

次に、増殖関数 $F(X_t)$ を設定する。このとき増殖関数は、

$$F(X_t) = rX_t \left(1 - \left(\frac{X_t}{K}\right)^{2.39}\right)$$

であるから、D11には $\$B\$1 * B11 * (1 - (B11/\$B\$2)^{\$B\$3})$ と記入し、D12以下も同様になる。ここで、 $X_0$ 、 $Y_t$ 、 $F(X_t)$ がそろったので、 $X_t$ についても決めることができ、このとき $X_{t+1} = X_t + F(x_t) - Y_t$ となり、 $B12 = B11 + D11 - C1$ となり、B13以下も同様である。

次に、クジラ存在価値 $WA$ 、クジラ利用価値 $WE$ 、魚保全の便益 $WM$ についての設定を行っていく。

まず、 $WA$ である。 $WA = a \ln(X_{t+1})$ によって決定する。このため、 $E11 = \$B\$5 * \ln(B11+1)$ と入力しE11~E20までも同様である。E21には、最終期の資源ストックに重み付けを行い、10期までにすべてのストックを使い切ってしまうのではなく、実際には存在する10期以降に資源ストックを残しておくインセンティブを設定する。このとき、最終期E21は、1~9期までの存在価値を設定する式の50倍とし、 $E21 = 50 * \$B\$5 * \ln(B21+1)$ とあらわされる。

次に WE の設定であるが、 $WE=16.864Yt^{0.4111}$  で設定される。そのため、 $F11=16.864 * C11^{0.4111}$  と設定され、以下も同様である。

WM の設定も同様に作成した式に従い、設定を行う。その際にイワシの価格  $Pm$ 、イワシの漁獲量  $Ap$  が必要であるため、ワークシートに載せておく。

最後に、J 列に  $PVNBt$  と記入する。 $PVNBt$  とは、クジラから得られる現在価値を表す。すなわち、 $WA$  と  $WE$  と  $WM$  の合計を割引因子 で割り引いたものである。

この  $PVNBt$  の合計が、 $PVNB$  と表され、割引現在価値の合計である。

以上の条件で、考察を行っていく。

#### **捕鯨を行う場合、行わない場合**

ここでは、捕鯨を行ったときと行わないときとで現在価値にどのような違いが出るかを考察する。はじめに、アメリカの実際のデータに基づいた値  $a = 4606.44895$  の場合に固定し、比較を行う。

ワークシート 1

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	r=	0.056735								
2	K=	935000								
3	z=	2.39								
4	MSYR=	0.04								
5	a=	4606.449								
6	b=	55								
7	$\delta$ =	0.01								
8	$\rho$ =	0.990099								
9										
10	t	Xt	Yt	F(Xt)	WA	WE	Ap	p	WM	PVNBt
11	0	935000	2000	0	63330.9	379.62	5011	17.739	195.13	63905.609
12	1	933000	2000	270.21	63321	379.62	5011	17.739	195.13	63263.114
13	2	931270.2	2000	502.34	63312.4	379.62	5011	17.739	195.13	62628.367
14	3	929772.5	2000	702.13	63305	379.62	5011	17.739	195.13	62001.088
15	4	928474.7	2000	874.38	63298.6	379.62	5011	17.739	195.13	61381.032
16	5	927349.1	2000	1023.1	63293	379.62	5011	17.739	195.13	60767.982
17	6	926372.2	2000	1151.7	63288.2	379.62	5011	17.739	195.13	60161.745
18	7	925523.9	2000	1263	63283.9	379.62	5011	17.739	195.13	59562.148
19	8	924786.8	2000	1359.4	63280.3	379.62	5011	17.739	195.13	58969.035
20	9	924146.2	2000	1442.9	63277.1	379.62	5011	17.739	195.13	58382.265
21	10	923589.2	0	1515.5	3163715	0	5000	17.75	0	2864069.6
		Y=	20000						PVNB=	3475091.9

上に示したワークシート 1 は、 $Y_t = 2000$  のときの状況を表している。つまり、IWC が示している示している、年間 2000 頭の捕獲枠でミンククジラを捕獲したときの割引価値の合計は 3475091 となる。次に、捕鯨を行わない場合について見てみる。この場合の  $Y_t$  は 0 である。したがって、下に示すワークシート 2 のようになる。

## ワークシート 2

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	r=	0.056735								
2	K=	935000								
3	z=	2.39								
4	MSYR=	0.04								
5	a=	4606.449								
6	b=	55								
7	$\delta$ =	0.01								
8	$\rho$ =	0.990099								
9										
10	t	Xt	Yt	F(Xt)	WA	WE	Ap	p	WM	PVNBt
11	0	935000	0	0	63330.9	0	5000	17.75	0	63330.855
12	1	935000	0	0	63330.9	0	5000	17.75	0	62703.817
13	2	935000	0	0	63330.9	0	5000	17.75	0	62082.987
14	3	935000	0	0	63330.9	0	5000	17.75	0	61468.304
15	4	935000	0	0	63330.9	0	5000	17.75	0	60859.707
16	5	935000	0	0	63330.9	0	5000	17.75	0	60257.136
17	6	935000	0	0	63330.9	0	5000	17.75	0	59660.531
18	7	935000	0	0	63330.9	0	5000	17.75	0	59069.832
19	8	935000	0	0	63330.9	0	5000	17.75	0	58484.982
20	9	935000	0	0	63330.9	0	5000	17.75	0	57905.923
21	10	935000	0	0	3166543	0	5000	17.75	0	2866629.9
		Y=	0						PVNB=	3472453.9

このときの割引現在価値の合計は 3472453 となり、 $Y_t = 2000$  で捕獲したときのものより小さくなる。よって、捕鯨を行ったほうが経済的に得られる効用が高いといえる。

### 存在価値を変化させた場合

ここでは、捕鯨を行う場合で、存在価値  $W_A$  を変化させたとき捕獲量にどのような違いが出るかを考察していく。

では、なぜここで存在価値を変化させた場合について考察する必要があるのだろうか。存在価値の設定については 6.3 項でとりあげた。そこからもわかるように、国・人によって捕鯨に対する価値観は異なり、よって存在価値も変化するものと考えられる。一般的に捕鯨に反対する国では、そうでない国と比べて存在価値が高いと考えられる。今、資源量が豊富な種に対しても捕鯨が禁止されている理由のひとつが、捕鯨への価値観の違いである。つまり、捕鯨を行うとなった場合でも、それだけ捕鯨に対する価値観が違うのだから、それを考慮して捕獲量を設定する必要があるといえる。

それでは、具体的に  $W_A$  式の係数  $a$  を 1000, 4000, 8000 と変化させてみていく。また、実際のアメリカのデータに基づいて求められた値  $a = 4606.44895$  を入れて考察を行う。

#### ケース 1 $a=1000$

ワークシート 3.1

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	r=	0.056735								
2	K=	935000								
3	z=	2.39								
4	MSYR=	0.04								
5	a=	1000								
6	b=	55								
7	$\delta$ =	0.01								
8	$\rho$ =	0.990099								
9										
10	t	Xt	Yt	F(Xt)	WA	WE	Ap	p	WM	PVNBt
11	0	935000	2000	0	13748	379.62	5011	17.739	195.13	14323.056
12	1	933000	2000	270.21	13746	379.62	5011	17.739	195.13	14179.124
13	2	931270.2	2000	502.34	13744	379.62	5011	17.739	195.13	14036.917
14	3	929772.5	2000	702.13	13743	379.62	5011	17.739	195.13	13896.376
15	4	928474.7	2000	874.38	13741	379.62	5011	17.739	195.13	13757.446
16	5	927349.1	2000	1023.1	13740	379.62	5011	17.739	195.13	13620.079
17	6	926372.2	2000	1151.7	13739	379.62	5011	17.739	195.13	13484.234
18	7	925523.9	2000	1263	13738	379.62	5011	17.739	195.13	13349.872
19	8	924786.8	2000	1359.4	13737	379.62	5011	17.739	195.13	13216.959
20	9	924146.2	2000	1442.9	13737	379.62	5011	17.739	195.13	13085.465
21	10	923589.2	0	1515.5	686801	0	5000	17.75	0	621752.15
			20000						PVNB=	758701.68

上のワークシート 3.1 は、 $Y_t = 2000$  と置いたケースを表している。これをソルバーを用いて最大化する。このとき、変化するセルは、収穫量  $Y_t$  なので C11 から C20 とする。また、このときの制約条件は、ストック  $X_t$ 、収穫量  $Y_t$  とともに正の数であるため、 $\$C\$11:\$C\$20 > 0$ 、 $\$B\$11:\$B\$21 > 0$  となる。以下のワークシート 3.2 はソルバーを用いて結果である。

ワークシート 3.2

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	r=	0.056735								
2	K=	935000								
3	z=	2.39								
4	MSYR=	0.04								
5	a=	1000								
6	b=	55								
7	$\delta$ =	0.01								
8	$\rho$ =	0.990099								
9										
10	t	Xt	Yt	F(Xt)	WA	WE	Ap	p	WM	PVNBt
11	0	935000	163875	0	13748	2322.7	5901.3	16.902	15234	31305.351
12	1	771125.3	91204	16146	13556	1825.4	5501.6	17.261	8658.6	23801.655
13	2	696067.3	62183	19984	13453	1559.5	5342	17.412	5955	20554.545
14	3	653867.9	50362	21317	13391	1430	5277	17.474	4840.2	19082.67
15	4	624823	44063	21922	13345	1353.6	5242.3	17.508	4243	18202.714
16	5	602681.9	41390	22223	13309	1319.2	5227.6	17.523	3988.9	17713.643
17	6	583515.1	41763	22378	13277	1324.1	5229.7	17.521	4024.4	17545.82
18	7	564130.2	44477	22439	13243	1358.8	5244.6	17.506	4282.4	17613.641
19	8	542091.8	50217	22397	13203	1428.3	5276.2	17.475	4826.5	17969.142
20	9	514272.6	61907	22186	13151	1556.6	5340.5	17.413	5929	18868.485
21	10	474551.5	0	21600	653506	0	5000	17.75	0	591610.8
			651440						PVNB=	794268.47

上のワークシート 3.1 のときより、割引現在価値の合計が増大したことがわかる。また、このときは、1~9 期までの 10 年間の捕獲量の合計が 651440 頭と、IWC の出している 1 年間に 2000~4500 頭という数字を大きく上回っている。このことは、クジラの存在価値が、クジラの利用価値、魚保全の便益と比較したとき相対的に小さいため、クジラ資源を保つことよりも、捕獲して利用することが選択されているためであると考えられる。

#### ケース 2 a = 4000

このケースも上の場合と同様に、ソルバーを用いて割引現在価値の合計を最大化し、最適収穫量を求める。変化させるセル、制約条件ともにケース 1 と同様である。以下のワークシート 4 がその結果である。

#### ワークシート 4

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	r=	0.056735								
2	K=	935000								
3	z=	2.39								
4	MSYR=	0.04								
5	a=	4000								
6	b=	55								
7	$\delta$ =	0.01								
8	$\rho$ =	0.990099								
9										
10	t	Xt	Yt	F(Xt)	WA	WE	Ap	p	WM	PVNBt
11	0	935000	60771	0	54993.2	1544.8	5334.2	17.419	5822.2	62360.274
12	1	874228.9	26517	7359.7	54724.4	1098.5	5145.8	17.603	2567.4	57812.16
13	2	855071.2	14090	9329.4	54635.8	847.08	5077.5	17.672	1369.5	55732.13
14	3	850310.2	8407.6	9794	54613.4	685.07	5046.2	17.703	818.63	54466.735
15	4	851696.5	5371.5	9659.7	54619.9	569.83	5029.5	17.72	523.52	53539.377
16	5	855984.7	3582	9239.1	54640	482.39	5019.7	17.73	349.3	52779.445
17	6	861641.9	2459.9	8672.1	54666.4	413.34	5013.5	17.736	239.97	52113.654
18	7	867854	1725.2	8033.2	54695.1	357.25	5009.5	17.741	168.34	51505.344
19	8	874162	1229.8	7366.9	54724.1	310.83	5006.8	17.743	120.01	50934.652
20	9	880299.1	864.2	6701.6	54752.1	268.87	5004.8	17.745	84.346	50384.96
21	10	886136.5	0	6053	2738925	0	5000	17.75	0	2479513.5
		Y=	125019						PVNB=	3021142.2

この結果からは、10年間の捕獲量が125019頭となり、IWCの示す年間2000～4500頭という数値に、上のa=1000のときより近づいたことがわかる。これは、利用価値、魚保全の便益と比較したときの、存在価値の大きさが、より適度な値に近づいてきているといえるであろう。

### ケース3 a = 8000

上の2つのモデルと同じ条件の下で、ソルバーを用いて、割引現在価値の合計を最大化し、最適収穫量を求める。すると、以下のワークシート5のようになる。

### ワークシート5

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	r=	0.056735								
2	K=	935000								
3	z=	2.39								
4	MSYR=	0.04								
5	a=	8000								
6	b=	55								
7	$\delta$ =	0.01								
8	$\rho$ =	0.990099								
9										
10	t	Xt	Yt	F(Xt)	WA	WE	Ap	p	WM	PVNBt
11	0	935000	3587.2	0	109986	482.68	5019.7	17.73	349.81	110818.91
12	1	931412.8	2337.1	483.26	109956	404.73	5012.9	17.737	227.99	109493.46
13	2	929559	1606.4	730.53	109940	346.92	5008.8	17.741	156.75	108267.23
14	3	928683.1	1128.8	846.78	109932	300.07	5006.2	17.744	110.16	107097.27
15	4	928401.1	806.47	884.12	109930	261.34	5004.4	17.746	78.713	105967.12
16	5	928478.8	583.46	873.84	109930	228.77	5003.2	17.747	56.951	104866.89
17	6	928769.2	426.33	835.37	109933	201.09	5002.3	17.748	41.616	103790.44
18	7	929178.2	314.77	781.11	109936	177.51	5001.7	17.749	30.727	102733.95
19	8	929644.5	233.85	719.16	109940	157.1	5001.3	17.749	22.828	101694.34
20	9	930129.8	191.94	654.56	109945	144.85	5001.1	17.749	18.738	100676.34
21	10	930592.5	0	592.89	5497431	0	5000	17.75	0	4976752.7
		Y=	11216						PVNB=	6032158.6

結果は上のようになる。10年間の収穫量の合計は11216頭となり、IWCの示す1年間に2000～4500頭と比較して、小さい値である。これは、利用価値、魚保全の便益と比較したとき、存在価値の大きいために、クジラを捕獲するよりも、大きな資源を保つことのほうがより大きな効用が得られるためである。

#### ケース4 - 1 アメリカの存在価値を入れる場合

これまでに示してきたとおり、アメリカの存在価値に基づいた考察を行う。a = 4606.44895 と設定し、その他の条件は上と同じである。ソルバーで最適収穫量を求めると、以下ようになる。

#### ワークシート 6.1

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	r=	0.056735								
2	K=	935000								
3	z=	2.39								
4	MSYR=	0.04								
5	a=	4606.449								
6	b=	55								
7	$\delta$ =	0.01								
8	$\rho$ =	0.990099								
9										
10	t	Xt	Yt	F(Xt)	WA	WE	Ap	p	WM	PVNBt
11	0	935000	41830	0	63330.9	1324.9	5230.1	17.52	4030.8	68686.555
12	1	893170.1	18324	5250.8	63120	943.7	5100.8	17.648	1778.7	65190.477
13	2	880096.5	9804.2	6723.8	63052.1	729.74	5053.9	17.695	954.19	63460.476
14	3	877016.1	5867.4	7059.6	63035.9	590.89	5032.3	17.717	571.75	62310.518
15	4	878208.3	3751.3	6930.2	63042.2	491.64	5020.6	17.729	365.8	61406.298
16	5	881387.1	2502.8	6581.9	63058.8	416.29	5013.8	17.736	244.15	60626.711
17	6	885466.2	1719.8	6128.3	63080.1	356.79	5009.5	17.741	167.81	59918.516
18	7	889874.6	1207.6	5629.5	63103	308.51	5006.6	17.744	117.84	59254.972
19	8	894296.5	861.88	5120.2	63125.8	268.57	5004.7	17.745	84.119	58621.347
20	9	898554.9	623.11	4621.2	63147.7	235.04	5003.4	17.747	60.82	58008.984
21	10	902553	0	4145.1	3158408	0	5000	17.75	0	2859265.6
		Y=	86492						PVNB=	3476750.4

結果は上のワークシート 6 のようになる。このときのミンククジラの収穫量は 10 年間で 86492 頭で、IWC の示す値よりやや大きい。つまり、アメリカのようなクジラの存在価値が大きな国でも、利用価値が認められるのであれば捕鯨を行ったほうが経済的により大きな効用を得られるのである。

#### ケース 4 - 2 日本など捕鯨賛成国の場合

これは、クジラ存在価値の設定のところで触れたように、捕鯨賛成国の場合は相対的に存在価値が小さくなることが予想できる。この場合は  $a = 2211.09549$  という値を採用し、考察を行う。すると、以下のようなになる。

#### ワークシート 6.2

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	r=	0.0567								
2	K=	935000								
3	z=	2.39								
4	MSYR=	0.04								
5	a=	2211.1								
6	b=	55								
7	$\delta$ =	0.01								
8	$\rho$ =	0.9901								
9										
10	t	Xt	Yt	FX(t)	WA	WE	Ap	p	WM	PVNBt
11	0	935000	110460	0	30398.8	1975	5607.5	17.173	10433	42806.7
12	1	824540	59173	12141	30120.8	1528	5325.5	17.437	5674.8	37323.6
13	2	777508	35576	15726	29991	1239.6	5195.7	17.563	3436.5	34667
14	3	757658	26582	16983	29933.8	1099.6	5146.2	17.612	2574.9	33608.3
15	4	748059	19470	17538	29905.6	967.52	5107.1	17.651	1890.2	32763.3
16	5	746127	14955	17646	29899.9	868.07	5082.3	17.676	1453.9	32221.8
17	6	748818	11513	17495	29907.8	779.57	5063.3	17.695	1120.5	31807.9
18	7	754800	8910.5	17152	29925.4	701.62	5049	17.709	867.89	31494.9
19	8	763041	6943.1	16656	29949.4	633.23	5038.2	17.72	676.69	31259.4
20	9	772755	5358.1	16041	29977.4	569.24	5029.5	17.729	522.47	31069.1
21	10	783437	0	15322	1500388	0	5000	17.759	0	1500388
22		Y=	298941						PVNB=	1839410

この結果から、存在価値が相対的に小さい、捕鯨賛成の国ではより大きなクジラの捕獲が、より大きな便益を生むことが分かる。

### 利用価値が0の場合

上の結果から、アメリカのような鯨の存在価値が非常に大きい地域であっても、利用価値が認められれば捕鯨を行ったほうが経済学的に大きな効用が得られることがわかった。

しかし、実際にはアメリカで根強い捕鯨反対論がある。その根底にあるものとして、現在彼らはクジラを利用していない。このため、食肉などといった利用価値を見出せないのが原因のひとつではないだろうか。そこで、アメリカのような社会を例にとって考えるために利用価値がない（WE=0）場合の考察を行う。

まず、現在の状況を、以下のワークシート7.1で表す。現在は捕鯨が行われていないため、捕獲量 Yt は0である。また、利用価値もゼロである。

### ワークシート7.1

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	r=	0.0567								
2	K=	935000								
3	z=	2.39								
4	MSYR=	0.04								
5	a=	4606.4								
6	b=	55								
7	$\delta$ =	0.01								
8	$\rho$ =	0.9901								
9										
10	t	Xt	Yt	F(xt)	WA	WE	Ap	p	WM	PVNBt
11	0	935000	0	0	63330.9	0	5000	17.75	0	63330.86
12	1	935000	0	0	63330.9	0	5000	17.75	0	62703.82
13	2	935000	0	0	63330.9	0	5000	17.75	0	62082.99
14	3	935000	0	0	63330.9	0	5000	17.75	0	61468.3
15	4	935000	0	0	63330.9	0	5000	17.75	0	60859.71
16	5	935000	0	0	63330.9	0	5000	17.75	0	60257.14
17	6	935000	0	0	63330.9	0	5000	17.75	0	59660.53
18	7	935000	0	0	63330.9	0	5000	17.75	0	59069.83
19	8	935000	0	0	63330.9	0	5000	17.75	0	58484.98
20	9	935000	0	0	63330.9	0	5000	17.75	0	57905.92
21	10	935000	0	0	3166543	0	5000	17.75	0	2866630
		Y=	0						PVNB=	3472454

このとき、ソルバーを用いて最適捕獲量を求める。結果は以下のワークシート 7.2 のようになる。

ワークシート 7.2

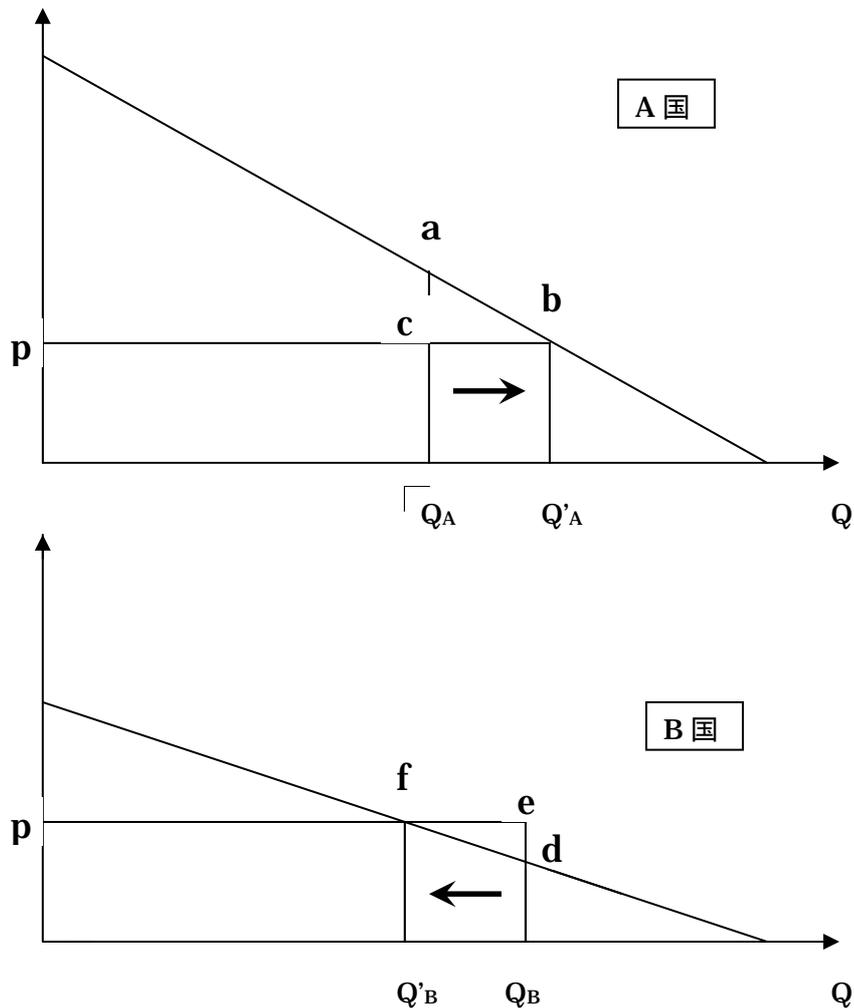
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	r=	0.0567								
2	K=	935000								
3	z=	2.39								
4	MSYR=	0.04								
5	a=	4606.4								
6	b=	55								
7	$\delta$ =	0.01								
8	$\rho$ =	0.9901								
9										
10	t	Xt	Yt	F(Xt)	WA	WE	Ap	p	WM	PVNBt
11	0	935000	36496	0	63330.9	0	5200.7	17.549	3522.6	66853.44
12	1	898504	0	4627.3	63147.4	0	5000	17.75	0	62522.22
13	2	903131	0	4075.6	63171.1	0	5000	17.75	0	61926.39
14	3	907207	0	3581.4	63191.9	0	5000	17.75	0	61333.39
15	4	910788	0	3140.7	63210	0	5000	17.75	0	60743.57
16	5	913929	0	2749.2	63225.9	0	5000	17.75	0	60157.23
17	6	916678	0	2402.6	63239.7	0	5000	17.75	0	59574.65
18	7	919081	0	2096.8	63251.8	0	5000	17.75	0	58996.05
19	8	921177	0	1827.7	63262.2	0	5000	17.75	0	58421.62
20	9	923005	0	1591.3	63271.4	0	5000	17.75	0	57851.54
21	10	924596	0	1384.2	3163966	0	5000	17.75	0	2864297
		Y=	36496						PVNB=	3472677

結果から、わずかではあるが捕鯨を行ったほうが経済的に大きな効用が得られることがわかる。これは、捕鯨を行うことは利用価値だけではなく、魚資源の保全にもつながるため、ある程度まで増えすぎたクジラを間引くことも必要なのだということである。したがって、利用価値を考えない場合であっても、生態系のバランスを保つためにその頂点にあるクジラを管理していくことは必要である。

## 6.7 捕鯨の管理と ITQ

この章では捕鯨が認められたときの、管理方法について分析する。これまでミンククジラ捕鯨活動における最適捕鯨量を考えてきたのだが、ここでは仮に世界における最適捕鯨量が決定したとする。このとき捕鯨量内分配の枠組みとして ITQ 制度が活用することができる。ITQ 制度とは、1976 年の漁業保全・管理法によって税（水揚げ税等）の使用が禁止され、排他的経済水域 200 カイリが設定されたことをうけて、それまで提案されていた水揚げ税に代わる新たな生物経済学的管理政策のことである。具体的に、まず年間に利用する資源の全体量（TAC：この場合の最適捕鯨量）を決定する。これによって、資源利用上限（最適捕鯨量）が設けられる。次にこの資源利用量を各団体に一定の割合で配分する。ITQ 制度の特色としてはこの割り当てられた許可証を自由に売買できるということである。こ

のにより漁獲費用が大量にかかる国は、漁獲費用が少ない国に金銭を通じ、ITQ を譲渡することが可能となる。ミンククジラは南極海、北大西洋、北太平洋にわたり広範囲に生息しているが、公海に多く生息しているので捕鯨をする際に各国の海域内だけでなく公海で捕鯨できるとすると、ミンククジラ捕鯨に ITQ 制度を導入した際の影響は図 1 - 1 から分析することができる。ここでは捕鯨国が A 国、B 国しかないと仮定する。また両国の限界効用曲線は異なるとし、初期の各国の ITQ の割り当て一定の割合で配分されると仮定する。ここで初期の A 国、B 国の ITQ の割り当て量を  $Q_A$ 、 $Q_B$  とする。A 国は B 国より限界効用が大きいので、B 国から ITQ を購入する。そしてこの取引は各国の限界効用が等しくなる点  $Q'_A$ 、 $Q'_B$  まで行われる。このときの ITQ の価格を  $p$  とする。この取引を行うことにより A 国は ITQ を買う費用として  $Q_A - Q'_A$   $bc$  を支払うが、そのとき効用  $Q_A - Q'_A$   $ab$  を得ることができる。よって差し引き  $acb$  分の利益を得ることができる。このことは B 国においても同様のことがいえるので、B 国は  $fde$  の利益を得ることができる。このように ITQ の取引を行うことにより両国の効用を高めることができるので、ITQ 制度を捕鯨に導入することは有益だといえることができる。ここで新たに捕鯨活動を行おうとする国があった場合、どのように ITQ を配分するかという問題がある。ここで単に新規参入国に ITQ を割り振るということにすると、クジラの利用を目的とするのではなく、ITQ 売買をした国がでてくるだろう。これを防ぐために以下のような政策が有効なのではないか。新規参入国には一定の ITQ の取引禁止期間を設けることとする。このようにすることにより初期設備投資の費用を各国に負担がかかるため、ただ ITQ 売買を通じた営利目的だけのために ITQ を所持しようとする働きを防ぐことができる。



## 結論

鯨類は人間のためだけでなく、その他多くの海洋生物にとっても大切な水産資源の一つである。また海洋資源はそれぞれが複雑に絡み合っており、そのため適切な鯨類の管理は海洋環境を維持するためにも重要となっている。経済的な面から見ると、最適な管理に基づいた捕鯨をすることで利益がでることがわかった。同じように存在価値の面に着目したときも、人や国、そして文化によってそれぞれクジラに対する存在価値の差異はあれど、捕鯨をすることによって多少の差はあるが利益を得ることができる。また、クジラの利用

価値が認められないような場合でも、他の生態系に与える影響を考慮すると、海の生態系の頂点に立つクジラの資源管理を行い、適切な資源量を保っていく必要がある。

現在、世界では人口が爆発的に増えたことにより、食糧難の地域が多々見受けられ、食料問題は世界規模の大きな問題として取り上げられている。このような問題のひとつの解決の糸口として、海洋資源としてのクジラの問題はさらに多く議論されるべき問題であり、これから捕鯨が身近な存在となることは十分考えられるのである。鯨類は文化的・経済的にも関わってくることから自然環境、社会環境及び経済環境を考慮する必要があり、捕鯨は倫理的・政治的な理由で捕鯨制限されるべきではなく、科学的な根拠に基づくべきであるといえる。そうすることによってクジラ資源の持続可能な利用を実現することができるのではないか。

## 【参考文献】

桜本和美・加藤秀弘・田中昌一『鯨類資源の研究と管理』恒星社厚生閣 1991年

J. M. コンラッド『資源経済学』岩波書店 2002年

David Pearce, Corin Pearce, Charles Palmer『Valuing the Environment in Developing Countries : Case Studies』Edward Elgar Pub 2002年

財団法人日本鯨類研究所・水産庁監修『南極海鯨類捕獲調査』

財団法人日本鯨類研究所『捕鯨と世論』

財団法人日本鯨類研究所・独立行政法人 水産総合研究センター遠洋水産研究所

水産庁監修『第2期 北大西洋鯨類捕獲調査 JAPAN 本格調査』

財団法人日本鯨類研究所 HP<http://www.icrwhale.org/>

日本捕鯨協会 HP<http://www.whaling.jp/>

水産庁捕鯨班 HP<http://www.jfa.maff.go.jp/whale/indexjp.htm>

捕鯨ライブラリー<http://luna.pos.to/whale/jpn.html>

## この論文を書くにあたりお世話になった方々

諸貫秀樹 氏（農林水産省水産庁 資源管理部遠洋課 捕鯨班）

山下直樹 氏（農林水産省大臣官房統計部 生産流通管理統計課 漁業生産統計班）

石川創 氏（財団法人 日本鯨類研究所）

袴田高志 氏（財団法人 日本鯨類研究所）

財団法人 日本鯨類研究所の皆様