

# 卒業論文

ブラックバスとの付き合い方を考える

慶應義塾大学 経済学部 4年 31組

大沼あゆみ研究会 第4期生

学籍番号 20210795

貴家 広展

“花を与えるのは自然であり、それを編んで花輪にするのが芸術である”

ヨハン・ヴォルフガング・フォン・ゲーテ

## 目次

序章

要約

第1章 ブラックバス

- 1.1 ブラックバスとは
- 1.2 日本でのブラックバスの分布と歴史
- 1.3 ブラックバスの問題点

第2章 現状分析

- 2.1 漁業被害についての分析
- 2.2 外来生物法
- 2.3 外来侵入種による生物多様性喪失防止のための IUCN ガイドライン
- 2.4 環境省の考え
- 2.5 日本釣り振興会の考え
- 2.6 評価
- 2.7 国内外のその他外来魚

第3章 ケーススタディー

- 3.1 河口湖
- 3.2 琵琶湖
- 3.3 問題提起

第4章 モデル分析

- 4.1 モデルの設定
- 4.2 検証結果
- 4.3 考察

終章 まとめ、結論

参考文献 参考 URL

## 序章

序章として、卒業論文で「ブラックバスとの付き合い方を考える」というテーマを何故選んだのかを書いていく。

現在日本各地で、外来種<sup>1</sup>の定着が在来種に悪影響を与えているとされ、生物の種、生態系の保全が叫ばれている。北海道の例をあげると、ペットとして人気が高いアライグマが放たれたり逃げ出したりしたことにより、恵庭市を中心に自然繁殖し、現在ではその生息域が拡大している。アライグマは木を住居にするので、フクロウは営巣していた所を追い出され、雛や卵を食べられることを恐れたアオサギは巣を放棄した結果、1997年までにコロニーが消滅した。また、アライグマを見るようになるとキツネやタヌキの姿が消えるという報告もあり、生態系への悪影響が出ていると言える。

上記の例を見ると、外来種は悪影響ばかりを与え、その定着は全くメリットが無いように思えるが、私はそうは思わない。何故ならば、私が以前訪れた山梨県の河口湖では、外来種であるブラックバスを釣りの対象魚として、大きな経済効果を得ている。ブラックバス釣り客が河口湖周辺にもたらす経済効果は年間数十億円とも言われており、全国でのブラックバスの市場規模となると、1000億円相当はあると考えられている。

少なからず経済効果をもたらすブラックバスではあるが、在来種の魚を捕食することにより、悪影響を与えていることは事実であり、ブラックバスを駆除し根絶せよという意見は後を絶たない。そのような意見が出ると、釣り愛好家などを中心とした反対意見が数多く出て、激しい議論は現在でも交わされている。私がそのような議論を読んで率直に思ったことは、ブラックバスが「善い」か「悪い」のかを中心に議論しているものが多く、今後どうするべきかを中心に話を展開しているものが少ないということである。経済効果を生むことができるものを捕獲して処分してしまうということは、表現をかえると、ある資源を苦労して採ったにもかかわらず、そのまま棄てるということになると思う。仮にその資源が採った場所では害を発生するものであったとしても、その他の場所で価値を生む可能性が残されていると私は考える。

そこで今回は、ブラックバスの善し悪しをテーマに置くのではなく、既に全国に分布したこの外来種と、今後いかに付き合っていくべきかを根幹として、この卒業論文を書いていきたいと思う。

---

<sup>1</sup> 日本生態学会編『外来種ハンドブック』（2002）の定義では、過去あるいは現在の自然分布域外に導入（人為によって直接的・間接的に自然分布域外に移動させること）された種、亜種、あるいはそれ以下の分布群を指し、生存し繁殖することができるあらゆる器官、配偶子、種子、卵、無性的繁殖子を含むものをいう。その中で特に、導入もしくは拡散されることにより生物多様性を脅かすものを侵略的外来種という。

## 要約

近年全国で、外来種の定着が在来種に悪影響を与えているとされ、それをうけて 2005 年 6 月には外来生物法が施行された。外来魚であるブラックバスも例外ではなく、環境への適応能力が高く繁殖力も強いことから、1970 年代までにはほぼ全国に分布し、魚食性であり在来魚を捕食するために、湖沼の在来種激減の要因の一つとして知られている。そのために、外来生物法により「特定外来生物」に指定され、飼養、栽培、保管、運搬、輸入等について規制が行われるようになった。そのような中で私は、ゲームフィッシングの対象魚であるブラックバスがもたらす経済効果に注目し、この外来魚をひたすら駆除し根絶するのではなく、何とか付き合っていく手段はないかを考えた。

ケーススタディーとして、実際にブラックバスが生息している河口湖と琵琶湖をとりあげた。河口湖は、ブラックバスが定着してから漁協の運営が深刻なダメージを受け、遊漁承認証発行総額が 1988 年には 2 万 6 千円にまで落ち込み、その解決策として、釣り人から遊漁料を徴収するためにオオクチバスを漁業権対象魚種とした結果、1996 年には遊漁承認証発行総額が 3 億 2279 万円にまで達した。それに対して琵琶湖は、古代湖であるために生態系が多様であり、多くの固有種が生息していること等から、外来魚駆除モデル事業候補地となっている。琵琶湖においてもブラックバスが定着して以来、湖内で減少したり確認できなくなったりした生物種が増え、漁業も衰退しており、環境、経済の両面において問題を抱えている。その対策として駆除事業が行われているが、その効果は定かではない。

そこで私は、琵琶湖の現状を改善するために、二つの対策案を提唱した。1 つ目が、河口湖のようにオオクチバスを漁業権の対象として魚種認定をして、遊漁料を徴収する。2 つ目が、対費用効果が優れているという観点などから、現状のようにオオクチバスを駆除し廃棄するのではなく、釣り人から回収して利用するというものである。

しかし、私が提唱した案を実行に移すためにはいくつかの障壁がある。それは、琵琶湖が魚漁法で海区扱いとされており、第五種共同漁業権に基づき漁業協同組合が釣り人から遊漁料を徴収することができないこと。また、外来生物法により、特定外来生物であるブラックバスの運搬が原則として禁止されている点などである。

そこで、上記の障壁を乗り越えることができると仮定し、モデルを設定して分析を行った。その結果、現行の外来魚駆除事業に比べて、私が提唱した案の方が、経済的評価で優れていることが分かった。さらに、オオクチバスの生息量を低い値で保てるという結果が出たことから、環境的評価でも良い対策案であることが言えたのである。

# 第1章 ブラックバス

## 1.1 ブラックバスとは

スズキ目スズキ亜目サンフィッシュ科の淡水魚のうち、オオクチバス<sup>2</sup>、コクチバス<sup>3</sup>などの総称のことをいう。メキシコ合衆国東部からミシシッピ川水系を経て、アパラチア山脈の西側までと、五大湖周辺のアメリカのほぼ東半分を自然域としている。成魚では体長が20～70cmに達し、山上湖、ダム湖、平地の天然湖沼、小規模なため池など止水の水深7mまでの沿岸部にすみ単独生活をする。春から秋にかけては、水草地帯や障害物のある岸辺近くで活発に餌を求めて動き回り、水温が10℃前後になる晩秋には深いところへ移動し、厳寒期には障害物などの間で群れを成して越冬する。

肉食で非常に旺盛な食欲があり、魚、えび、水生昆虫などを主食とし、水面に落下した陸生昆虫や鳥の雛まで捕食する雑食性である。音を聞いたり、匂いをかぎ分けたり、色を見分けたりもできる非常に賢い魚であると同時に、体長の割には釣った時の引きが強いので、ゲームフィッシングの対象魚として世界的に人気が高い。中でもアメリカでは長年に渡り、魚類学者からルアー<sup>4</sup>メーカー、バスプロ<sup>5</sup>などの専門分野の人から、一般釣り人まで多くの人により、効率よく釣るための方法が研究されてきた。

また、環境への適応能力が高く繁殖力も強いことなどから、移入<sup>6</sup>された湖沼において在来種激滅の要因の一つと指摘されている。



オオクチバス



コクチバス

(Wikipedia より)

2 英語名「ラージマウスバス (large mouth bass)」のこと。ブラックバスのうち、日本で主に釣りの対象となっている魚なので、この論文で以降に登場するブラックバスは、オオクチバスが中心である。

3 英語名「スモールマウスバス (small mouth bass)」のこと。コクチバスはオオクチバスに比べて、水温が低い水域や水の流れがある河川でも定着が可能だとされている。

4 金属やプラスチックでできたもので、水中で動かすと小魚のように泳いだりきらめいたりするように設計されている、肉食魚を釣るための道具。

5 バス釣り大会の賞金や、企業からスポンサーを受けて生活している、バス釣り競技の選手のこと。

6 ある生物種が、人間の活動によって、自然状態で分布していなかった地域に入り込み、自然繁殖することになること。

## 1.2 日本でのブラックバスの分布と歴史

ブラックバスの日本への移入は、アメリカのカリフォルニア州サンタローザ産の種苗を輸入したものを、実業家の赤星鉄馬の計画と東京帝国大学の実施によって、1925年6月22日に、神奈川県のアサノ湖に78～91尾を放流したのが最初とされている。食用、釣り対象魚として養殖の容易な魚であることから、学術研究用として政府の許可の下に行われた試みであった。放流したものには、オオクチバス、コクチバスともに含まれていたとされるが、移殖<sup>7</sup>に成功したのはオオクチバスのみであった。

しかし、魚食性であったため、生態系への影響、漁業被害が問題視されるようになり、1965年には、アサノ湖の漁業権を管理する神奈川県は、ブラックバスの卵も含め移殖をしてはならないとした。(神奈川県内水面漁業調整規則第30条の2)

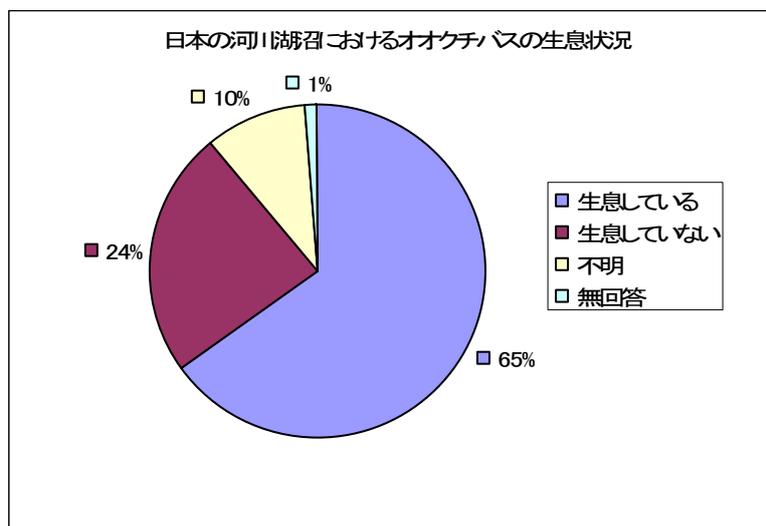
その後各地で無許可での放流が禁止されるようになったが、様々な原因により生息域を拡大していった。主たる要因として、ヘラブナなどの他の放流魚に混じっての移殖、水系を通じての自然拡散、釣り場づくりを目的とした不法放流の三点があげられる。全国湖沼河川養殖研究会外来魚研究小委員会による推定移殖時期調査によると、1925年から1969年間に移殖されたとみられる水域が17であるのに対して、1970年から1979年間にされたとみられる水域は197にも達するという結果が出ている。この1970年代の盛んな移殖により、オオクチバスは、70年代にはすでにほぼ全国に広まっていたとされている。

1990年代初頭には、沖縄県を除く全ての都道府県で無許可での放流が禁止された(内水面漁業調整規則)が、平成14年6月に実施された、全国内水面漁業協同組合連合会の調査では、オオクチバスは45都道府県で生息が確認され、コクチバスに関しても35都道府県において生息が確認された。

---

<sup>7</sup> ある種を、本来生息していない水域に放流して繁殖させること。

図 1



(全国内水面漁業協同組合連合会の平成 14 年 6 月の調査結果より作成)

コクチバスが日本に定着していったのは、長野県野尻湖や、福島県楡原湖で生息が確認された 1991～1992 年以降のことであった。コクチバス、オオクチバスの亜種であるフロリダオオクチバスの拡散に関しては、無許可での放流が禁止された後に拡がっているものであり、特にコクチバスに関しては、他の放流魚の産地ではないところから拡散していることから、混入の可能性は否定される為、明らかな不法放流により拡がったといえる。このことが、ブラックバスの移殖放流が各都道府県の漁業調整規則で全国的に規制されるきっかけとなった。

### 1.3 ブラックバスの問題点

大きな点としてあげられるのは、その食性である。在来種であるヨシノボリや、タナゴなどを食べ、生態系への影響、漁業被害が問題視されている。

日本の湖でのオオクチバスの一般的な食性として、ダム湖や山上湖ではヨシノボリ類やオイカワとエビ類を、沼型の湖ではザリガニやエビ類を主食とする。また、水域の地形などの環境や、餌になる生物の組成などによっても柔軟に食性を変化させる。その食性の変化は、オオクチバス自身の成長に伴ってもおこり、三重県名張市の青蓮寺湖では<sup>8</sup>、小型のオオクチバスはヨシノボリ類を主食とし、30cmより大きなオオクチバスになると、ブルーギル (4～10cm) や、ウグイ (6～14cm) といった大型の魚の重要度が増す。

具体的な摂食量として、体重 100 グラムのオオクチバスの 1 年間の摂食量は 350 グラム

<sup>8</sup> 『川と湖沼の侵略者ブラックバスーその生物学と生態系への影響』より。

程度との調査結果<sup>9</sup>がある。

上記の食性が、様々な問題を生み出してしまう背景には、優れた繁殖能力がある。水温 16～20℃前後の春～初夏になると、雄が作ったすり鉢状の巣で産卵が行われ、体長 20cmの 3 年魚の抱卵数は 17,200～29,500 個に達し<sup>10</sup>、孵化後 3 週間くらいまでは雄親に保護される。イワナの産卵数が 300 個前後であることと比べると、その桁違いの卵数に驚かされる。そして、孵化後 20 日前後までの生残率が 4%前後といわれており、計算すると 688～1180 匹が残ることになる。その中のほとんどが成魚になれないにしろ、成魚になったものはまた同量の卵を産むことになるのだから、繁殖能力の高さがうかがえる。

その他間接的な問題として、ブラックバスに限った問題ではないが、釣りに訪れた人が残すゴミ問題などがある。具体例をあげると、使い捨てられたルアーのプラスチック製ワームから、環境ホルモンの可能性が疑われている有害物質が溶け出していることが問題になっている。プラスチックをやわらかくするためにワームに含まれているフタル酸ジエチルヘキシル (DEHP) は、1 週間で数%が溶け出すことが確認されており、DEHP は生殖機能への悪影響が指摘されている。それを受けて神奈川県のアサギ湖では、平成 12 年 3 月 1 日より、プラスチックワームを用いた釣りを禁止にした。

まとめると、ブラックバスは柔軟な食性と強い繁殖力を擁しており、様々な環境に対する適応能力が優れている。そのため、小規模な移入であっても確実に定着することができ、定着して膨大な量の餌を捕食することにより、生態系や漁業に影響が出て、定着したブラックバスを釣るために訪れた人が、さらに二次的な問題を起こすことがあるということである。



ブラックバスによる捕食

<sup>9</sup> 平成 15 年度ブラックバス・ブルーギルが在来生物群集及び生態系に与える影響と対策調査報告書より。

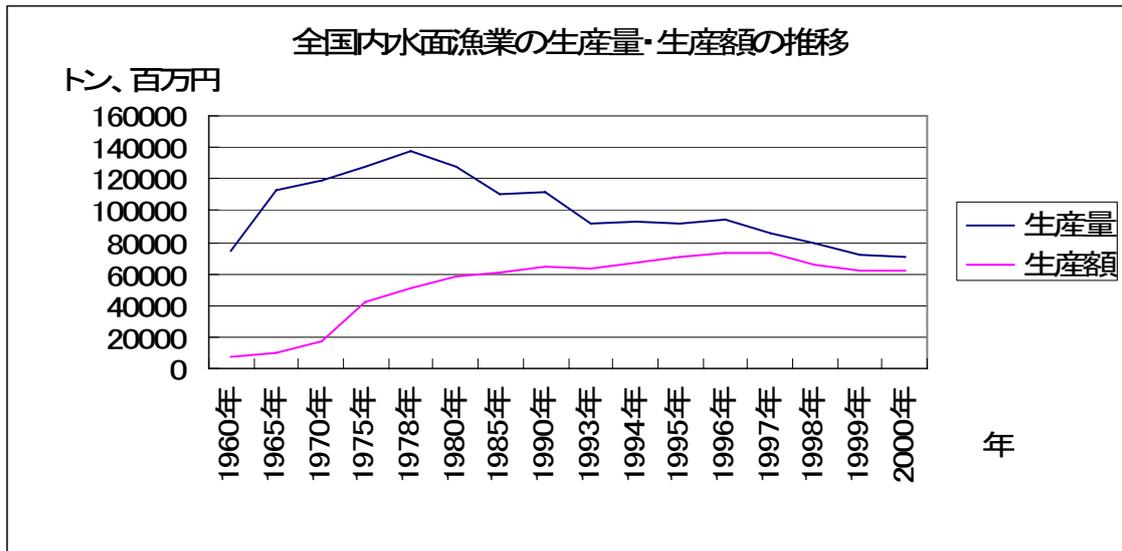
<sup>10</sup> 独立行政法人国立環境研究所より。

## 第2章 現状分析

### 2.1 漁業被害についての分析

1.3において、ブラックバスによる漁業被害が問題視されていると書いたが、その実態についての分析を行っていく。

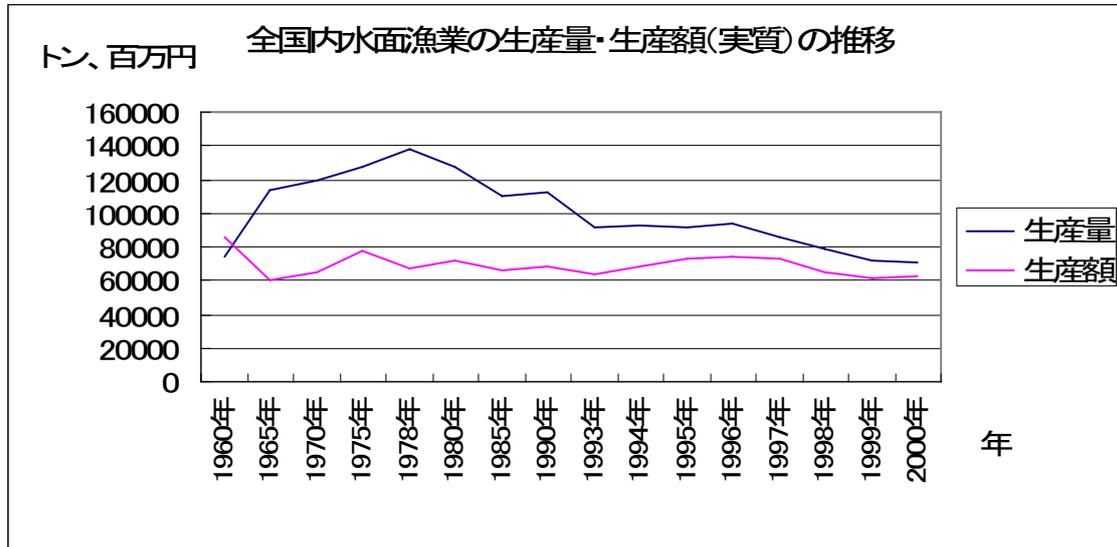
図2



(農林水産省、漁業・養殖業生産統計年報より作成)

内水面漁業とは、河川や湖沼においての、水産動植物をとったり養殖したりする事業を行うものである。図2から、全国内水面漁業の生産額は、ブラックバスがまだ全国的に拡散していなかった1960年代に比べると、大幅に上昇したと見ることができる。しかし、図2の生産額は物価が反映されていない名目のものであり、2000年の消費者物価指数(魚介類)を100とすると、1960年の指数は9.41となり、物価の格差は非常に大きなものになる。漁業被害について分析するためには、物価を考慮した実質生産額を算出する必要があるため、以下にそれを示す。

図 3



実質生産額を見ると、1960年～2000年までほぼ横ばいであることが分かる。1970年代にはブラックバスが既に全国に拡散していたということを考えると、全国で見れば、ブラックバスによる漁業への影響は、経済的視点から見る限りでは大きな影響は無いとすることができる。

しかし、生産量を見てみると、1978年の13.8万トンを頭に減少が続いており、2000年には7.1万トンとなった。このことから、全国の河川や湖沼において、水産動植物にとっては昔に比べて住みにくい環境になっていると考えられ、環境的視点から見ると影響が出ていると感じる。住みにくい環境になった原因を考える時に、頭に浮かぶのがブラックバスの影響である。1978年頃には全国に定着していただろうから、1.3で述べた、柔軟な食性と強い繁殖力を擁しており、様々な環境に対する優れた適応能力を持つブラックバスが、環境を変えたと考えることができる。

環境が変わった原因としてはそれだけに留まらず、他にも考えることができる。例えば琵琶湖では、1960年代から沿岸域の急激な開発が始まり、それに伴い水質の悪化が進行していった。また、湖周辺にあった内湖や水田などが減少したり変化したりし、ヨシ原の面積は1950年代以降に約半分となったとされている。そのようなことが全国でも起こっていたと考えると、産卵場が少なくなるなど、やはり住みにくい環境となってしまったのであろう。

序章でも述べた通り、環境を悪化させた最大の要因をここで見つけ出すのではなく、変化してしまった環境を、今後どうするべきかを頭に入れながらこの後を進めていきたい。

続いて、外来生物に関する法律、ガイドライン、各種団体の考えを見ていった後に、それに対する評価を行っていく。

## 2.2 外来生物法

正式名称は「特定外来生物による生態系等に係る被害の防止に関する法律」であり、2005年6月より施行された。

この法律の目的は、日本在来の生物を捕食したり、これらと競合したりして生態系を損ねたり、人の生命、身体、農林水産業に被害を与えたりするおそれのある外来生物による被害を防止し、生物の多様性の確保、人の生命、身体の保護、農林水産業の健全な発展に寄与することを通じて、国民生活の安定向上を目指すことである。

この法律では、上記の外来生物（侵略的外来種）を「特定外来生物」等として、学者などの意見を聞いた上で環境大臣によって指定され、その飼養、栽培、保管、運搬、輸入等について規制を行うとともに、必要に応じて国や自治体が野外等の外来生物の防除を行うことを定めることができる。特定外来生物は、生きているものに限られ、個体だけではなく、卵、種子、器官なども含まれる。また、特定外来生物と同様の被害をもたらす恐れがあるものの、その実態がよくわかっていない海外起源の外来生物は、「未判定外来生物」に指定される。

特定外来生物にはどのような動物が指定されるのかを、以下に見ていく。2005年1月31日に環境省が発表した、特定外来生物に指定する第一陣の候補リストには、6分類群の32種と1科4属、合わせて37の動植物が入った。

図4

分類群	種名	種数(種類数)
哺乳類	タイワンザル、カニクイザル、アカゲザル、アライグマ、カニクイアライグマ、ジャワマンゲース、クリハラリス(タイワンリス含む)、トウブハイロリス、ヌートリア、フクロギツネ、キョン	11種
鳥類	ガビチョウ、カオグロガビチョウ、カオジロガビチョウ、ソウシチョウ	4種
爬虫類	カミツキガメ、グリーンアノール、ブラウンアノール、ミナミオオガシラ、タイワンスジオ、タイワンハブ	6種
両生類	オオヒキガエル	1種
魚類	オオクチバス、コクチバス、ブルーギル、チャンネルキャットフィッシュ	4種
昆虫類	ヒアリ、アカカミアリ、アルゼンチンアリ	3種
無脊椎動物	ゴケグモ属のうち4種(セアカゴケグモ、ハイロゴケグモ、ジュウサンボシゴケグモ、クロゴケグモ)、イトグモ属のうち3種、ジョウゴグモ科のうち2属全種、キョクトウサソリ科全種	1科、4属(5種類)
植物	ナガエツルノゲイトウ、ブラジルチドメグサ、ミズヒマワリ	3種
	合計	1科4属32種(37種類)

(環境省ホームページより転用)

外来クワガタやミシシッピアカミミガメ（ミドリガメ）、チュウゴクモクズガニ（上海ガニ）などは、生態系への影響が指摘されているが規制が難しいなどとして候補リストから外され、要注意外来生物として公表された。そして、引き続き指定が検討された結果、特定外来生物の第二次指定について、平成 17 年 12 月 14 日付けで公布された。環境省では、平成 18 年 2 月 1 日に、新たに 43 の生物が特定外来生物に指定されることになり、そこにはモズクガニ属（上海ガニ）も含まれることになった。

これらの生物を輸入する場合は、事前に環境大臣に対して届け出る必要がある。輸入をする際は、税関でその生物が特定外来生物または未判定外来生物かどうかをチェックすることになるが、特定外来生物等と外見がよく似ていて、すぐに判別することが困難な生物がいる場合がある。これらは「種類名証明書の添付が必要な生物」といい、外国の政府機関等が発行した、その生物の種類名が記載されている証明書を、輸入の際に添付しなければ輸入することができない。

上記の法律を違反すると、罰則が与えられることになっている。例えば、特定外来生物を野外に放ったり、植えたり、まいたりした場合や、飼養等の許可を受けていない者に対して、特定外来生物を販売もしくは頒布した場合は、個人では懲役 3 年以下もしくは 300 万円以下の罰金となり、法人では 1 億円以下の罰金を支払うこととなる。

### 外来生物法におけるブラックバスの立場

オオクチバスは、釣り業界や愛好者の反対もあって、分類別の専門家会合で候補リストから外され、一旦は半年をめどに検討することが決定した。2005 年 2 月 3 日から 1 ヶ月間、37 種の第一次候補リストへの国民の意見を公募した、特定外来生物選定に関するパブリックコメントでは、応募総数 11 万 3792 件のうち、オオクチバス選定反対の意見が 9 万 5620 件となり、37 種へのコメント全体の 84%を占めたことから、その反対の大きさがうかがえる。しかしその後、環境相が「指定回避は先送りと批判されても仕方ない」として担当部局に再検討を指示した結果、一転して、特定外来生物リストに盛り込まれることになった。

この法律により、特定外来生物リストに盛り込まれた結果、ブラックバスの輸入、飼養、運搬、移殖は原則として禁止されることになった。そうなったとはいえ、ブラックバスを釣ること自体や、キャッチアンドリリース<sup>11</sup>が規制されるようになったわけではない。

---

<sup>11</sup> 釣り上げた魚をその場で逃がすこと。

## 2.3 外来侵入種による生物多様性喪失防止のための IUCN ガイドライン

このガイドラインは、2000年2月に、国際的な自然保護の連合団体である国際自然保護連合（IUCN）の、種の保存委員会（SSC）がまとめたものである。

ガイドラインを公表するにあたっての背景として、生物多様性は世界中で多くの脅威に直面しており、その主な脅威の一つとして、外来侵入種による生物学上の侵入であると科学者や政府によって確認されており、侵入の衝撃は、地球規模で在来種と生態系に損害を与えているのかもしれないといった点がある。

このガイドラインの目標は、外来侵入種の有害な影響による生物多様性のさらなる損失を防ぐとともに、できるかぎり適切に、生態系、生息地あるいは種を脅かすその外来種の導入を防ぎ、管理し、根絶するために政府と管理機関を手助けすることとしている。

そのために必要となることとして、このガイドラインでは以下の7つのことが書かれている。

1. 先進国と発展途上国および世界の全地域において、土着の生物の多様性に影響を及ぼす主要な問題として、外来侵入種の認識を高めること。
2. 国家的および国際的行動を必要とする優先問題として、外来侵入種導入の防止を奨励すること。
3. 意図しない導入の数を最小化すること、および外来種の認定されていない導入を防ぐこと。
4. 生物学上管理目的を含めた意図的な導入は、生物多様性への潜在的な衝撃に対して十分顧慮し、前もって正しく評価されることを保証すること。
5. 外来侵入種の、根絶および管理キャンペーン計画の開発と履行を奨励し、このキャンペーン計画の有効性を高めること。
6. 外来侵入種の根絶と管理と同様、外来種の導入を規制するために、国家立法と国際協力のための包括的枠組の開発を奨励すること。
7. 外来侵入種の問題を世界中に問い掛けるために必要な、調査と十分な知識基盤の開発と割当てを奨励すること。

中でもこのガイドラインでは、管理者の反応を強めるという側面に最も焦点を当てている。それは、異質者侵入を防ぎ、定着した異質者を根絶するか管理するか立場に置かれている管理者へ、緊急に情報を流す必要があるからとされている。

その他の具体的なガイドラインの一部として、以下のようなものがある。

- ・たとえ、長期間の潜在的な外来種侵入の影響が科学的に不確実であっても、潜在的な外来種侵入の導入を防ぐためには、迅速な行動がふさわしい。
- ・外来種という面においては、ある導入が無害であるだろうという筋の通った見込みがなければ、その導入は、有害でありそうなものとして取扱われるべきである。

- ・ 広範囲に渡り色々な方法と手段で起こる、意図しない導入を管理することは大変困難である。本来、意図しない導入を最小化する最も実用的な手段は、主要通路を確認し、規制することである。通路は国々と地域間で変化するが、貿易ルートを通して多くの外来種の意図しない行動が起こることは良く知られている。
- ・ 根絶は、生態学的に可能でなく完成するのに必要な財政的および政治的責任をもっていないならば、企てるべきではない。

## 2.4 環境省の考え

環境省は2006年から、琵琶湖など国内6つの湖沼で、ブラックバスやブルーギルなどの有害外来魚駆除に乗り出している。その6つの湖沼は、貴重な昆虫や魚の生息地であったり、環境省の保護水面やラムサール条約登録湿地に指定されたりしている所であり、2005年12月20日以内示の財務省原案には、マングースやアライグマの防除費用と合わせて、3億5000万円を計上した。特にブラックバスやブルーギルは大きな被害を出しているとして、優先的な駆除を決めている。

捕獲や新たな侵入を防ぐ監視などの手法を組み合わせ、3年間かけてほかの湖沼にも役立つ効率的な駆除の手法を確立することを目指している。湖沼別にそれぞれのタイプに合った駆除実施計画を立て、例えばため池では水を抜いて外来魚を干し出す手法を重視したり、琵琶湖では内湖があることに着目して、水際での産卵対策などを検討したりしている。

## 2.5 日本釣り振興会の考え

日本釣り振興会の考えとして、「スミワケ案」というものがある。これは、採捕したブラックバスを殺さずに他の水域に放流し、在来種から隔離して両者の共存体制を整備することを目的としている。速やかにバスの密放流を止めさせ、バスと在来種が共存できるような管理体制を作るためには、バス釣りファンの協力が欠かせないとしている。しかし、バスの駆除作業にバス釣りファンの協力を求めようとしても、釣り上げたバスを殺すことを嫌がる人が多くそのことがネックになるので、子供達に生物の命の大切さを理解させることも大事であるといった考えである。

期待される効果として、バスを収容した水域を釣り場として解放すれば、子供達に手軽な釣り場を提供でき、そのことは密放流の防止にも役立つし、釣りを楽しませることが自然教育などにもなり、そこに多くの釣り人が集まることにより、地域の経済開発にも貢献できるといった点がある。

バスを収容する水域として選ばれるところは、地元を受け入れ状態が整っており、しかも収容したバスが逃げ出せない隔離水域であることを条件とする。自然保護上の問題については、問題があれば地元の受け入れ態勢が整わないはずである。あくまで地元が主体な

ので、こんな水域を選ぶべきだという具体的な基準などはないが、農業用のため池のような水域に、全国で20～30箇所用意したいという案である。

## 2.6 評価

外来生物法により、オオクチバスが特定外来生物に指定され、運搬などに規制がかかり、販売すると罰金を支払う必要性が出てきた。後に紹介するが、捕獲されたブラックバスを養鶏用飼料として利用したり、食材として消費したりするといった動きが最近では出てきている。そこには、運搬や販売といった行為が必要となるので、それを規制するということは、現在価値がないとされているものに価値を見出そうという動きまでも規制していることと同じであると、私は感じる。

そもそも、特定外来生物選定に関するパブリックコメントで、応募総数の84%がオオクチバス選定に反対したのにも関わらず、環境相の一言で一転して特定外来生物に盛り込むことにした点には、疑問を感じる。とりあえず特定外来生物に指定するのではなく、調査などを重ねたうえで決断してもらい、指定することで生じる問題なども良く考慮していただきたい。

外来侵入種による生物多様性喪失防止のためのIUCNガイドラインに関しては、外来生物と最も身近に向き合っている、管理者の反応を強めることに焦点をあてている点は評価できる。しかし、外来侵入種の生物学上の侵入によって引き起こされる、農林水産業などの経済への影響がこのガイドラインには書かれていない。

環境省の有害外来魚駆除には、マングースやアライグマの防除費用と合わせて、3億5000万円が計上されている。ただ、後に記す琵琶湖における水産有害生物駆除対策事業においては、平成14年度には4億4068万円の費用がかかっていることを考えると、3億5000万円という数字は少ないように感じる。

日本釣り振興会のスミワケ案に関しては、外来種の導入には、それが無害であるだろうという筋の通った見込みが必要であるという、IUCNガイドラインに賛同するとともに、ブラックバスの放流が無害である見込みが記されていないので、説得力に欠けると感じる。また、バスを収容する水域の条件として、地元を受け入れ状態が整っており、バスが逃げ出せない隔離水域をあげているが、その水域は決して多くの数を見込めないと思う。

## 2.7 国内外のその他外来魚

### ブルーギル

ブラックバスに次ぐ代表的な外来魚としてあげられる。スズキ目スズキ亜目サンフィッシュ科の魚で、北アメリカ東部を原産地とする。成魚の体長は20センチ前後であり、湖や

池など水の流れがあまりない淡水域に生息する。捕食するものは、水生昆虫、甲殻類、貝類、小魚に留まらず、小動物や水草まで食べる雑食性で、特に魚の卵を好んで食べる食卵性の傾向がある。また、ブラックバス以上の繁殖力と環境適応力を持ち合わせている。

日本への移入経緯は、1960年、現在の天皇陛下が日米修好100周年記念の際に、アメリカから贈呈され手土産として日本に持ち帰ったのが移入の始まりである。その後、当時の水産庁淡水区水産試験場が繁殖させ、全国各地の水産試験場に分与していったことにより全国各地に拡大していった。また、プリンスフィッシュとして、各地で放流されたという記録も残されている。さらに、ブラックバスの餌として放流された可能性も指摘されているが、在来の生態系を脅かすものとして、1990年代頃から駆除が行われるようになっていく。



ブルーギル

### カダヤシ

アメリカ東部及び南部原産の淡水魚で、蚊を生物学的にコントロールすることを目的として、20世紀初頭に導入されて以来、世界中の多くの水路で害魚となっている。蚊の天敵としては既に効果がないと考えられており、商業的に価値のある魚の卵や、存在が脅かされている希少な魚や無脊椎動物を食べてしまう。一度入り込むと除去するのは難しいので、その影響を少なくする最良の方法としては、それ以上増えないようにコントロールすることがあげられる。カダヤシが広がる最大の理由である蚊をコントロールする機関による国際的な放流は、いまだに続いている。



カダヤシ

## ナイルパーチ

1954年に、乱獲を原因とする固有種の漁獲量の激減を中和することを目的として、アフリカのビクトリア湖に導入された。しかし、他の種を捕食したり、餌の競合をしたりした結果、200以上の固有種を絶滅させた。ナイルパーチの肉は、他の魚よりも油が多いので、この魚を乾かすために多くの木が燃料として切り倒されている。このために起こる浸食と排水は、流れ出す栄養分の量を増加させ、湖をアオコ<sup>12</sup>とホテイアオイ<sup>13</sup>の侵入に無防備な状態にしてしまう。アオコとホテイアオイは、湖での酸素不足をもたらし、多くの魚が死亡する原因となる。ナイルパーチの商業的開発は、地域の人々を伝統的な漁業や水産物加工の仕事から立ち退かせてしまい、導入の影響は遠くまで及び、環境のみならず湖に依存している地域社会も荒廃させてしまった。



ナイルパーチ

(画像はIUCN日本委員会より)

---

<sup>12</sup> 湖沼で植物プランクトンが大発生して、水面が濃い緑色を呈する現象のことで、特に藍藻類が湖面に集積する場合を示すことが多い。

<sup>13</sup> 南米原産の水草で、各地の湖沼などで大繁殖して問題を引き起こしている。

## 第3章 ケーススタディー

この章では、実際にオオクチバスが生息している湖を見ていくことにする。山梨県河口湖と、滋賀県琵琶湖をとりあげるのだが、両湖は相反する特徴をもっている。河口湖は、オオクチバスの漁業権が認められていて、合法的に放流されている自然湖の代表。琵琶湖は、外来魚駆除モデル事業候補地となっている。

### 3.1 河口湖

オオクチバスを第五種共同漁業権の対象として、魚種認定をしている湖である。第五種共同漁業権とは、一定の水面を共同に利用して漁業を営む権利で、水産業協同組合法に基づいて組織された漁業共同組合でなければ免許を受けることができず、免許を受けた漁協は、漁業権対象魚種ごとに放流などの増殖をすることが義務づけられている。なお、コクチバス及びブルーギルは漁業権の対象とはされておらず、コクチバスに対しては絶対駆除を表明している。その他の対象魚種としては、ニジマス、フナ、コイ、ワカサギ、オイカワ、ウナギ、モロコがある。

外来生物法施行後も、条件つきでオオクチバスの放流、飼育が認められている。その条件とは、湖の流出水路に三重の網を施してオオクチバスが外部に出ることを防ぐことや、持ち出しを防ぐための監視体制の強化などがあげられる。河口湖漁業協同組合では、オオクチバスの放流情報を毎回発信しており、それによると、養殖したオオクチバスを年間約35トン放流している。

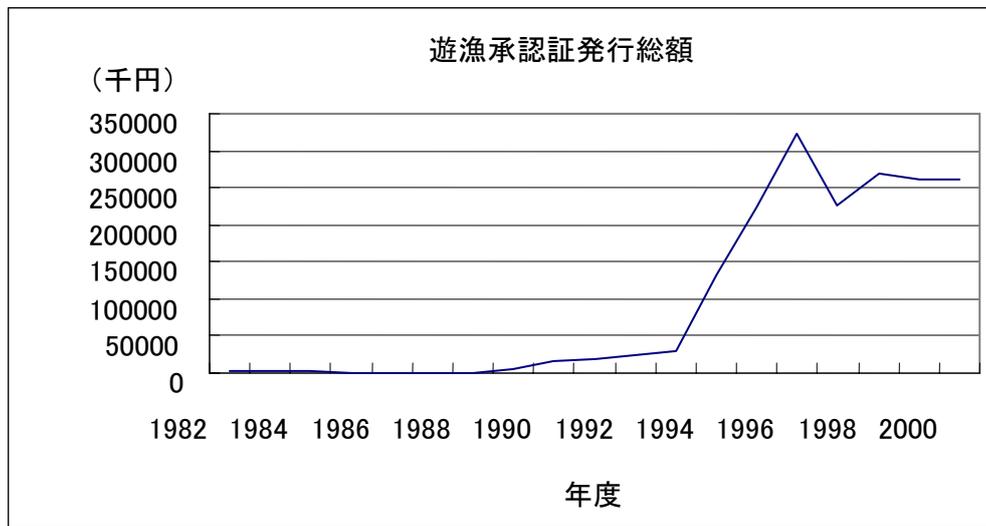
多くの場合、漁業協同組合が義務として行っている増殖や漁場の管理に関する費用を、組合員と同様に遊漁者にも負担させるために、遊漁者に遊漁承認証を発行して、遊漁料というものを徴収する。河口湖でも、年間約 30 万人<sup>14</sup>訪れるオオクチバスを対象魚とする釣り人から、遊漁料<sup>15</sup>を徴収している。以下に、河口湖における遊漁承認証発行総額の推移を示すとともに、その歴史について書いていくことにする。

---

<sup>14</sup> 山梨県庁調べ

<sup>15</sup> 河口湖では、高校生以上から1日1050円を徴収し、中学生以下は半額。

図 5



(河口湖漁業協同組合資料より作成)

河口湖では昔から、移入種のカサギを漁獲対象とした専門の漁業者が少数ながら存在し、カサギを狙う釣り客も集めていた。そのような中で、最初にオオクチバスが確認されたのは 1973 年であり、1975 年頃から漁協で食害が問題になり、1978 年からは、山梨県水産技術センターによるオオクチバス資源生態調査が開始された。そして、1984 年頃からオオクチバスが増加し、1985 年の調査では、漁獲されたもののうちオオクチバスが個体数比で 94%、重量比で 96%を占めるに至った。時を同じくして、主要魚種であったカサギが極度の不漁となり、1982 年には 304 万円あった遊漁承認証発行総額は、1988 年には 2 万 6 千円にまで落ち込んだ。原因究明の調査が行われた結果、稚魚期以前の段階ですでにカサギ資源量が急減していることと、それがオオクチバスの直接的な食害によるものではないことが判明した。しかし、漁協はカサギの復活を願い、地元の援助を受けながらも以前にも増して卵の放流を行ったが、その甲斐もなく不漁は解決できなかった。そうして漁協の運営は深刻な状態となり、その解決策として、多くの人を訪れていたオオクチバスの釣り人から遊漁料を徴収するために、それまで害魚としていたオオクチバスを漁業権魚種とすることを選択し、1988 年に周辺 3 町村（河口湖町、勝山村、足和田村）とともにオオクチバスの漁業権免許について山梨県に要望書を提出した。翌年の 1989 年にはオオクチバスが漁業権対象魚種となり、その年の遊漁承認証発行総額は 800 万円と急増した。既に相当多くのオオクチバスが生息していたことから、漁業権免許の影響についても大きな論争にはならず、免許時の公聴会においても反対意見は無かった。1985 年に設立された日本バスクラブ (NBC) を中心としたトーナメントが定期的に行われることになって、河口湖はブラックバス釣り場として定着した。1994 年からはニジマスも漁業権魚種に加え、ブラッ

クバスが釣りにくい冬季の対象魚として人気を集め、フライフィッシング<sup>16</sup>専用区域の設置や遊漁承認証自動販売機の設置などの管理努力もあって、1996年には遊漁承認証発行総額は3億2279万円にまで達し、過去最高となった。

しかし近年では、遊漁者による迷惑駐車、排せつ行為による湖の汚染、ゴミの放置、釣り糸等の放置による環境への悪影響が深刻な問題となって生じている。そのため、これらの問題を解決するために、2001年から周辺3町村が河口湖で遊漁行為を行う者に対して、法定外目的税として遊漁料に上乘せする、遊漁税の徴収を新たに行っている。1人1日200円を徴収し、その税収は年間5000万円に達する。その税収は、河口湖及びその周辺地域における環境の保全、環境の美化、駐車場等の施設整備にあてられている。



河口湖  
(河口湖漁業協同組合より)

### 3.2 琵琶湖

日本で最大の面積(670.33km<sup>2</sup>)を誇り、湖沼水質保全特別措置法で指定されている湖である。琵琶湖大橋を挟んだ北側部分を北湖、南側部分を南湖と呼び、水質や水の流れなどが異なる。2.1でも述べたが、1960年代以降の高度成長に伴って、湖にゴミが入るのを防ぐ役割を果たしていたヨシ原や内湖が減少し、自浄作用が薄れたために湖水の水質汚濁や富栄養化がすすんでしまった。

琵琶湖最大の特徴として、その起源の古さがあげられる。湖ができたのは400~600万年前とされており、三重県の上野地方に地殻変動によってできた湖が次第に北に移動し、比良三系によって止められる形で現在の位置に至ったとされる。世界の湖と比較しても、バイカル湖、タンガニカ湖に次いで3番目にふるい古代湖であるとされている。そのため、琵琶湖の生態系は多様で、1000種類を超える動植物が生息している。また、58種の固有種

<sup>16</sup> 釣り針に水鳥や鳥の羽を巻いて、虫などに見立てた擬餌針を使ってする釣り。

<sup>17</sup>が生息しており、そのうち 28 種が貝類で、特に巻貝類のカワニナ類は湖内で最も多様な種分化が進んだ分類群で、15 種もの固有種が棲んでいる。その他固有種の具体例としては、ホンモロコ（コイ科）、アブラヒガイ（コイ科）、ビワコミズシタダミ、セタシジミ、サンネンモ（ヒルムシロ科）、ネジレモ（トチカガミ科）などがある。このように数多くの生物が生息しているため、外来種による生態系攪乱、生物多様性喪失という観点が目されやすい。

その他の特徴として、琵琶湖は漁業法では海区とされており、海と同様のものとして扱われているという点がある。そのため、他の湖沼河川では成り立っている、第五種共同漁業権に基づき漁業協同組合が釣り人から遊漁料を徴収し、それを原資に漁業協同組合が第五種共同漁業権対象の魚種を放流するといった、釣り人と漁協の共存共栄関係が琵琶湖には存在しない。そのために、魚を獲って売るといった形の純粋な漁業が存在しているだけなのである。

琵琶湖は毎年約 5 万羽の水鳥が訪れる飛来地になっており、1993 年には、ラムサール条約登録湿地に認定された。ラムサール条約とは、条約に関する最初の国際会議が開催されたイランの都市ラムサールにちなんだ通称で、正式名称は「特に水鳥の生息地として国際的に重要な湿地に関する条約」である。1971 年に制定され、1975 年に発効した湿原の保全に関する国際条約で、水鳥にとって貴重な生息地である湿地を乱開発などから守る目的で作られた。締約国は水鳥の生息にとって重要な湿地を指定して、指定湿地の適正な利用と保全について計画をまとめ実施することになっている。2005 年現在、締結国は 147、登録湿地数は 1524 に及んでいる。日本はこの条約に 1980 年に加入し、琵琶湖の他に指定湿地となっている所として、釧路湿原や尾瀬などがある。

2003 年には、「滋賀県琵琶湖レジャー利用の適正化に関する条例」が施行された。この条例は通称琵琶湖ルールと呼ばれており、湖周辺におけるプレジャーボートによる暴走行為、ゴミの放置、湖岸周辺道路への迷惑駐車など、レジャー活動のあり方が個人個人の単なる問題では済まない状況になってきたことを背景として、レジャー活動が、琵琶湖の自然環境や周辺に住む人達などに対して迷惑や負担をかけないようにという観点で示された、レジャー活動の指針である。具体的には、プレジャーボートの航行規制水域での航行禁止、2 サイクルエンジンの使用禁止、水鳥の営巣地への配慮などのことがあげられ、釣りなどのレジャー活動を通じて捕獲された外来魚を再放流することもこの条例により禁止された。

---

<sup>17</sup> ある地域にしか生息、繁殖しない生物種のこと。



琵琶湖  
(琵琶湖と環境より)

### 生息する魚の推移

外来魚としては、1968年に、琵琶湖の内湖である西ノ湖でブルーギルが確認された。当時西ノ湖での淡水真珠養殖にこのブルーギルが用いられており、そこから逃げ出したのがルーツであるとみられている。1974年には彦根（北湖）沿岸でオオクチバスが初めて見つかかり、1979年には南湖でも発見された。オオクチバスは、1984年から駆除されるようになったものの、1980年代後半には大繁殖をした。その駆除量は、1992年をピークとして近年は減少しており、オオクチバスは少ない量で安定していると考えられる。なお、コクチバスは繁殖には至っていないとされている。1990年代後半には、外来種ではないが、ワカサギが湖内で急増した。

琵琶湖沿岸域における魚類調査の結果より、代表的な生物の個体数比率と（重量比率）は以下のようなになる。

- ・オオクチバス 5.2% (30%)
- ・ブルーギル 8.1% (15%)
- ・ヨシノボリ 47.6% (12%)
- ・ヒガイ 5.6% (6%)

琵琶湖南湖における魚類相の調査より、1975～1985年と1992年を比較すると以下のようなになる。

- ・新しく出現した種 1種 ヌマチチブ（外来魚）
- ・増加した種 3種 オオクチバスなど
- ・変化しなかった種 3種 アユなど
- ・減少した種 9種 ヒガイ、ヨシノボリなど
- ・確認できなくなった種 15種 シロヒレタビラ、ホンモロコなど

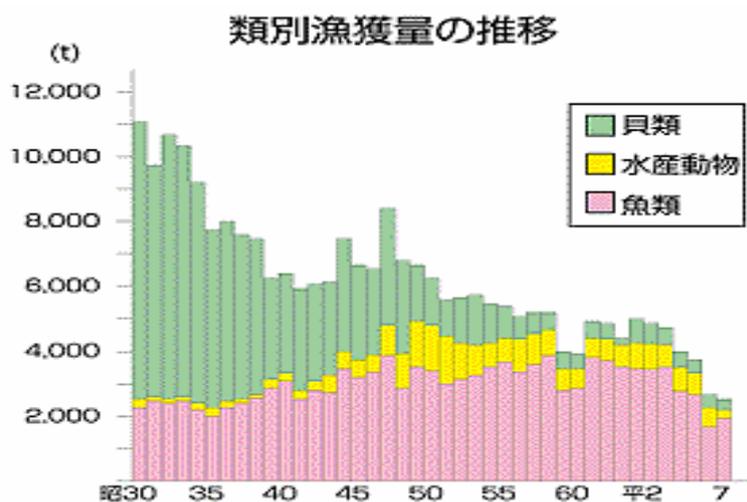
これを見ると、増加した種に比べて、減少または確認できなくなった種のほうが圧倒的に多いことがわかる。そして、確認できなくなった種であるホンモロコは、琵琶湖の固有種として知られている。



ホンモロコ  
(琵琶湖と環境より)

## 漁業

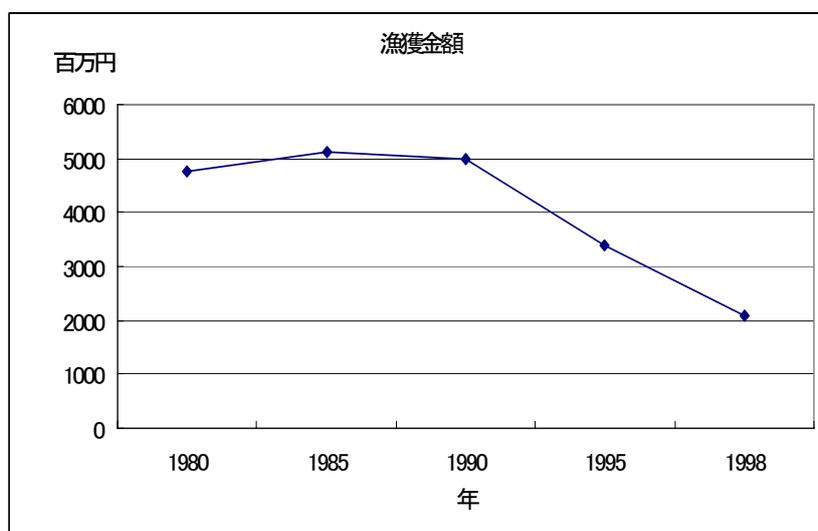
図 6



(琵琶湖と環境のホームページより引用)

図 6 より、総漁獲量が昭和 30 年以来減少していることが分かる。内訳を見てみると、水産動物、魚類にはさほど大きな変化が見られないのに対して、貝類の漁獲量の減少が著しいということが分かる。ただ、近年を見ると、魚類の漁獲量の減少が大きい。以下に琵琶湖の漁獲金額を示すが、これを見ても、近年は漁業が衰退していることが分かる。

図 7



(農林水産省、内水面漁業生産統計調査より作成)

### 外来魚対策事業

滋賀県では、外来魚全般の現存量を 1999 年推定で 3000 トンとして、駆除作戦を実施している。平成 14 年度水産有害生物駆除対策事業においては、4 億 4068 万円の費用をかけて、523.1 トンの外来魚を駆除した。ノーリリースありがとう券事業では、598 万 9 千円の費用をかけて、15.915 トンの外来魚を回収した。この事業は、釣った外来魚をリリースせず、引き換え所に持ち込んだものに対し 500 グラムあたり 100 円相当の券と交換され、その券は滋賀県内 32 ヶ所の協力店舗で利用でき、平成 15 年 7 月 5 日から 9 月 5 日までの 63 日間に 3 万枚が交換された。



ノーリリースありがとう券

## ブラックバスの駆除について

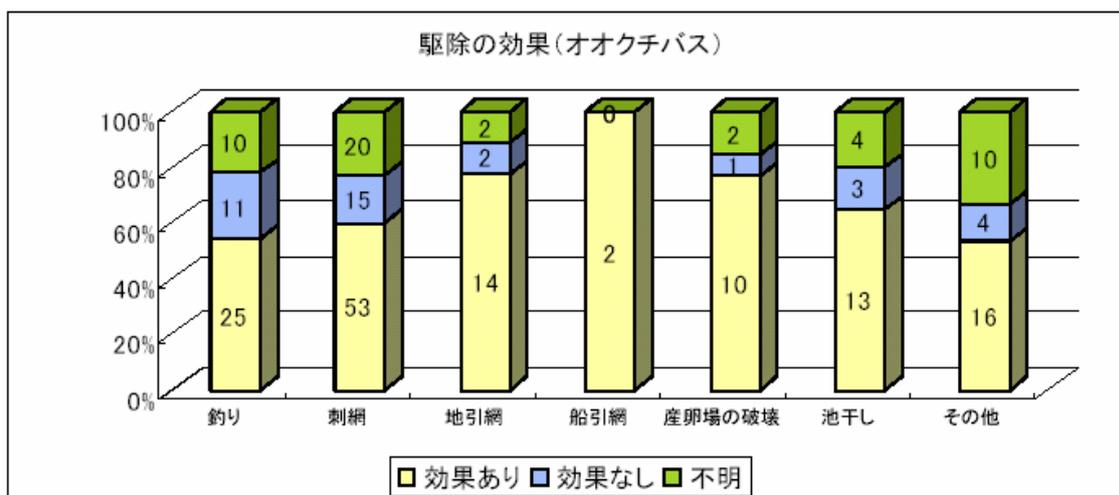
方法としては、網により捕獲する方法、一定の場所に巣を作って産卵する性質を有するためそこで卵を除去する方法、小規模な溜池では水抜きによって一匹ずつ取る方法がある。近年は船に積載した電気ショッカーによる一括駆除も試みられている。

他にも、ブラックバスの習性としてオスがメスの卵に放精後、他のオスが卵に近付くのを阻む習性があることから、体格が大きく強いオスを精子が体外に出ないようにする手術で不妊化させ、そのオスに積極的に卵の受精を妨害させようという計画もある。滋賀県水産試験場で研究されているこの方法では、体長 30cmを超える大型の個体を捕獲して不妊化させることで、相当数の受精を妨害できると見ている。これにより旺盛なバスの繁殖率を低下させることができ、一括駆除などと違い環境への悪影響も無いことから期待されている。

また、ブラックバスを普通に釣ってリリースしても、その 1 割は死ぬと言われており、結果的に釣るという行為そのものもブラックバスの増加に抑止を多少かけているとも言えることから、駆除にはより環境負荷の少ない釣りという手段が最適であるという意見もある。

平成 14 年度の全国内水面漁業共同組合連合会の調査結果では、オオクチバスに関して、136 漁協において刺し網、地引き網、産卵場破壊等の駆除事業が実施され、29 漁協において買い取り事業が行われている。それぞれの駆除方法の効果について、以下の図に示す。

図 8



その他の駆除方法

投網 (23)、ヤナ(3)、定置網 (2)、ふくろ網(1)、延縄(1)、テンカラ網(1)

(平成 14 年度全国内水面漁業共同組合連合会の調査結果論文より引用)

この章では、河口湖と琵琶湖をとりあげてのケーススタディーを行ったが、以下に、これまでのところから気付いたことを問題提起として書いていく。

### 3.3 問題提起

現状分析とケーススタディーから気付いたことは、琵琶湖は何らかの対策をする必要があるということである。その根拠を以下に書く。全国内水面漁業の生産額が1960年以降ほぼ横ばいであることに比べると、琵琶湖の生産額は、1998年の生産額が1990年の半分以下となっており、深刻なダメージを受けていると考えることができる。河口湖では、1988年に遊漁承認証発行総額が2万6千円にまで落ち込んで過去最低となったが、その翌年にはオオクチバスを漁業権対象魚種とし、その年の遊漁承認証発行総額は800万円に急増した。このように、経済的に価値を生む可能性のあるオオクチバスを、琵琶湖において利用しようという動きが全くないからである。

では、琵琶湖でどのような対策をうてば良いのかを私なりに考えていきたい。1つ目として、河口湖のようにオオクチバスを漁業権の対象として魚種認定をして、遊漁料を徴収する。その理由として、琵琶湖にオオクチバスを釣りに訪れる人は年間70万人と規模が大きく、同30万人である河口湖が年間約2億5千万円の遊漁料収入があることを考えると、この対策をとるとそれ以上の収入が期待できる。

しかし、問題もある。それは、琵琶湖が漁業法で海区とされていることである。そのため、他の湖沼河川では成り立っている第五種共同漁業権に基づき、漁業協同組合が釣り人から遊漁料を徴収するということが、現状のままではできないのである。琵琶湖においては、上記のように多額の遊漁料収入が見込まれるので、私は特例を認めるべきであると考ええる。また、河口湖においては象徴となる固有の魚がおらず、オオクチバスを魚種認定した際に、生態系攪乱、生物多様性といった言葉が取りざたされることが少なかったのに対して、琵琶湖には1000種類を超える動植物と58の固有種が生息しているために、外来種であるオオクチバスを魚種認定するためには、多くの障壁があると考えられる。

琵琶湖は外来魚駆除モデル事業候補地となっていて、外来魚駆除作戦を実施しており、平成14年度水産有害生物駆除対策事業において、4億4068万円の費用をかけて、523.1トンの外来魚が駆除し廃棄された。そういった中で私が提唱する2つ目の対策案は、オオクチバスを駆除し廃棄するのではなく、釣り人から回収して利用する。その根拠としてまずあげられるのが、回収して利用する方が、対費用効果が優れているという点である。前述の水産有害生物駆除対策事業では、オオクチバスは駆除し廃棄された訳だが、費用を駆除量で割った対費用効果は、842円/kgである。それに比べて、ノーリリースありがとう券事業という回収事業では、598万9千円の費用をかけて15.915トンの外来魚が回収されたこ

とから、その対費用効果は 376 円/kgとなり、比べると半分以下である。費用が安いということでその効果が不安視されるが、図 8 を見ると、釣って回収した場合でも、他の駆除方法と比べてその効果が見劣るということがないことが分かる。またその他の根拠としては、釣り人から回収するという点で、釣り人による外来魚の密放流のリスクを軽減することができるという点があげられる。

回収したオオクチバスの利用方法としては、養鶏用飼料として利用、賛否両論ある食材としての消費などがあり、新たな収入源となる可能性がある。一般的に、清流以外の河川や沼などに住む魚は泥臭いと言われてはいるが、オオクチバスは白身でありけして不味くはない魚であるとされており、琵琶湖近辺などでは特産の鮎寿司と同様ななれずしを作り、ピワズズキという名称で試験的に販売しているところもある。バス料理愛好家などからは、フライ、ソテー、煮物、ムニエル等が推奨されているが、寄生虫の問題があるために生で食べる事には向いていない。

しかしこのように利用するためにも、大きな問題が存在している。それは、外来生物法により、特定外来生物であるブラックバスの運搬が原則として禁止されている点である。養鶏用飼料とするにも食材として消費するにも、長期的に考えるとブラックバスの運搬は必要不可欠であるので、有効利用のための運搬は認めるべきであると私は考える。ただ、たとえ法で認められたとしても、回収されたブラックバスが売れるような市場やシステムを構築する必要がある。

## 第4章 モデル分析

問題提起で私が提唱した琵琶湖の対策として、オオクチバスを漁業権の対象として魚種認定をして遊漁料を徴収することと、オオクチバスを駆除し廃棄するのではなく釣り人から回収して利用することをあげた。では、果たしてこの対策が意味のあるものとなるのかを、以下でモデルをたてて分析していきたいと思う。なお、前述した法律面やシステムの問題はクリアできるものとして話をすすめていく。

### 4.1 モデルの設定

#### オオクチバスの生態に関するモデルの設定

オオクチバスの生態に関しては、まだまだ不確実な点が多く、数理生態学などでも決定的なものが存在していない。なので、実際のものに近づくよう考慮し、オリジナルなものを設定していく。

- ① オオクチバスは7歳<sup>18</sup>で死亡すると仮定する。
- ② 7歳になるまでの毎年の生存率を70%とする。
- ③ 2歳～7歳まで産卵を繰り返し、1.3で述べたとおり、孵化後20日前後で650匹が残るとする。そして、その中のa(確立係数)が1年を過ごすことができるとする。aの値は後に決定する。
- ④ 琵琶湖における、各年齢のオオクチバスの体格の決定。オオクチバスの各年齢における体長は以下のようにになっている。

図9

オオクチバスの体長(単位: cm)

水体名(所在地)	調査年	0歳魚	1歳魚	2歳魚	3歳魚	4歳魚	5歳魚	6歳魚
河口湖(山梨県)	1978、80、89の平均値	6.1	13.5	21.1	24.4	28.4		
琵琶湖(滋賀県)	1985	7.7	19.1	28	37.2			
Flint Creek貯水池(アーカンサス州)	1988	-	23.5	37.5	45.9	50.8	53.8	55.5

(『ブラックバス・ブルーギルが在来生物群集及び生態系に与える影響と対策』より作成)

オオクチバスの生息量や捕獲量などは、重量(特にトン)で表現されることが多いので、各年齢の重量を把握する必要がある。長野県水産試験場発表の、ブラックバ

18 『川と湖沼の侵略者ブラックバス—その生物学と生態系への影響』より。

ス等の湖沼河川への影響調査書によると、体長 X と体重 Y の関係は  $y=0.0213x^3.0674$  となることから、図 9 の数値を X に代入して体重 Y を求めることにする。その結果は以下の通りになった。

図 10

オオクチバスの体重 (単位: g)

水体名(所在地)	調査年	0歳魚	1歳魚	2歳魚	3歳魚	4歳魚	5歳魚	6歳魚
河口湖(山梨県)	1978、80、89の平均値	5.461354	62.45474	245.7444	383.7595	611.3477		
琵琶湖(滋賀県)	1985	11.15838	181.0595	585.3184	1399.146			
Clinton Creek貯水池(アーカンサス州)	1988	-	341.9741	1434.046	2665.777	3638.698	4338.915	4773.357

以上より、琵琶湖の0歳魚の体重を11g、1歳魚を181g、2歳魚を585g、3歳魚を1400gとし、データがない4歳以降も3歳魚と同様の1400gと設定する。

ここまでのモデル設定から以下のことが分かる。

	0歳魚	1歳魚	2歳魚	3歳魚	4歳魚	5歳魚	6歳魚	7歳魚	合計
生存率	1	0.7	0.49	0.343	0.2401	0.16807	0.117649	0.0823543	
体重(g)	11	181	585	1400	1400	1400	1400	1400	
生存率×体重	11	126.7	286.65	480.2	336.14	235.298	164.7086	115.29602	1755.9926
総重量(トン)	0.0062643	0.0721529	0.163241	0.2734636	0.1914245	0.1339971	0.093798	0.0656586	1
総数(匹)	569.47848	398.63493	279.04445	195.33112	136.73178	95.712247	66.998573	46.899001	1788.8306

例えば、1トンのオオクチバスを捕獲したとしたら、そこには1歳魚が、 $(126.7 / 1755.9926) \times 1 = 0.0721529$ より、約72. kg含まれることが分かる。また、1歳魚は1匹181gであることから、そこには1歳魚が、 $72152.9 / 181 = 398.63493$ より、約400匹含まれるということも分かる。

⑤ オオクチバスの増殖の仕方の決定。①、②、③より以下のようになる。

生息数 (匹)

	0歳魚	1歳魚	2歳魚	3歳魚	4歳魚	5歳魚	6歳魚	7歳魚
1期	$F_{(1,0)}$	$F_{(1,1)}$	$F_{(1,2)}$	$F_{(1,3)}$	$F_{(1,4)}$	$F_{(1,5)}$	$F_{(1,6)}$	$F_{(1,7)}$
2期	$F_{(2,0)}$	$F_{(2,1)}$	$F_{(2,2)}$	$F_{(2,3)}$	$F_{(2,4)}$	$F_{(2,5)}$	$F_{(2,6)}$	$F_{(2,7)}$

捕獲量 (匹)

	0歳魚	1歳魚	2歳魚	3歳魚	4歳魚	5歳魚	6歳魚	7歳魚	合計(トン)
1期	$Q_{(1,0)}$	$Q_{(1,1)}$	$Q_{(1,2)}$	$Q_{(1,3)}$	$Q_{(1,4)}$	$Q_{(1,5)}$	$Q_{(1,6)}$	$Q_{(1,7)}$	$Q_t$

$$F(1, 1) = F(1, 0) \times 0.7$$

$$F(1, 2) = F(1, 1) \times 0.7$$

$$F(2, 0) = (F(1, 2) + F(1, 3) + F(1, 4) + F(1, 5) + F(1, 6) + F(1, 7) - Q(1, 2) - Q(1, 3) - Q(1, 4) - Q(1, 5) - Q(1, 6) - Q(1, 7)) \times a \times 650 / 2$$

$$F(2, 1) = (F(1, 0) - Q(1, 0)) \times 0.7$$

$$F(2, 2) = (F(1, 1) - Q(1, 1)) \times 0.7$$

$$Q(1, 0) = 569.47848 \times Qt \quad (\text{前ページの表より})$$

$$Q(1, 1) = 398.63493 \times Qt$$

⑥ 琵琶湖におけるオオクチバスの存在量の決定。滋賀県では、外来魚全般の現存量を1999年推定で3000トンとしている。そこで、3.2(生息する魚の推移)で紹介した魚類調査結果を見てみると、重量比率はオオクチバスが30%、ブルーギルが15%となっている。琵琶湖にいる外来魚が、オオクチバスとブルーギルだけであると仮定し、最近ブルーギルが増えてきているということを考慮して、外来魚に占めるオオクチバスの重量比率を60%とする。そうすると、1999年には約1800トン存在していたと考えることができる。

⑦ ③で設定したaの値の決定。滋賀県水産課が1999年度から本格的に開始した、外来魚駆除事業では、同年より外来魚を年間300トン(この論文ではそのうちオオクチバスが180トンと仮定)捕獲し、2008年には推定量の半分の1500トン(オオクチバスは900トンと仮定)に減らすとした。今回は、この事業が予定通りの成果をうむと仮定して、今までたてたモデルから逆算した結果、a=0.003という値を得た。非常に小さな数字となったが、成魚が出会う確立と、近年増加しているブルーギルからの捕食から無事に逃れられる確立を掛け合わせた数値であると考え、納得することはできる。a=0.003を代入して計算した結果は以下のようになる。

オオクチバスの生息数と生息重量の動態

期	0歳魚	1歳魚	2歳魚	3歳魚	4歳魚	5歳魚	6歳魚	7歳魚	計(匹)	捕獲量(トン)	計(トン)
1	1000000	700000	490000	343000	240100	168070	117649	82354.3	3141173	180	1755.993
2	1261108	628245.7	439772	307840.4	215488.3	150841.8	105589.3	73912.48	3182798	180	1579.992
3	1117072	811021.4	389544	272680.8	190876.6	133613.6	93529.51	65470.66	3073809	180	1445.605
4	973036.4	710196.3	517487	237521.2	166264.8	116385.4	81469.77	57028.84	2859390	180	1347.233
5	1002717	609371.2	446909.4	327081.3	141653.1	99157.18	69410.03	48587.02	2744886	180	1326.128
6	960442.2	630147.8	376331.8	277677	204345.2	81928.98	57350.28	40145.2	2628368	180	1253.917
7	867798.1	600555.3	390875.4	228272.7	169762.2	125813.4	45290.54	31703.38	2460071	180	1231.094
8	822888.8	535704.4	370160.7	238453.2	135179.2	101605.3	76009.65	23261.56	2303263	180	1103.147
9	777016.9	504267.9	324765.1	223952.9	142305.5	77397.2	59063.97	44764.93	2153534	180	1032.562
10	706407.5	472157.6	302759.5	192175.9	132155.3	82385.66	42118.3	32902.96	1963063	180	949.6674
11	620849.4	422730.9	280282.3	176772.1	109911.4	75280.5	45610.22	21040.99	1752478	180	840.407
12	547139.2	362840.3	245683.7	161038	99128.72	59709.81	40636.61	23485.33	1539662	180	737.7561
13	469904.2	311243.2	203760.2	136819	88114.88	52161.9	29737.12	20003.8	1311744	180	630.878
14	373296.1	257178.7	167642.2	107472.5	71161.55	44452.21	24453.59	12374.16	1058031	180	505.0505
15	272831.5	189553	129797.1	82189.94	50619.05	32584.88	19056.81	8675.69	785307.9	180	371.9884

1999 年を 1 期として、その期のオオクチバスの存在量を約 1800 トンにするために、0 歳魚の生息数を 100 万匹にした。そして毎年 180 トンを捕獲していくと、2008 年にあたる 10 期には、900 トン近い数値となっている。

なお、滋賀県は 2003 年時点（5 期にあたる）の琵琶湖における外来魚生息数を、1918 トン（オオクチバスは 1151 トンと考える）としており、近年の駆除事業が予定より多くの量を捕獲していることを踏まえると、このモデルは信頼することができると言える。

### オオクチバスに関わる経済モデルの設定

まず、記号を以下のようにする。

期	生息総量(トン)	捕獲総量(トン)	遊漁料(円)	利用価値(円)	漁業収入(円)	環境価値(円)	駆除費用(円)	回収費用(円)
1	F1	Q1	L1	U1	I1	E1	X1	Y1
t+1	Ft+1	Qt+1	Lt+1	Ut+1	It+1	Et+1	Xt+1	Yt+1

- ⑧ 遊漁料の設定。琵琶湖にオオクチバスを釣りに訪れる人は年間 70 万人と規模が大きく、河口湖は同 30 万人で年間約 2 億 5 千万円の遊漁料収入があることから、L1 が 5 億に近づくように設定する。琵琶湖では、釣った魚を再放流することが認められていないので、捕獲が全て釣り人による回収だとすると、捕獲総量と遊漁料は比例の関係となる。なので、生息総量がいくら多くても捕獲総量がゼロであるなら、遊漁料もゼロになるモデルを作成する必要がある。ただし、オオクチバスの生息総量が増えれば湖に出向く釣り人も増えると予想できるので、 $L_{t+1}=2777777 \times Q_{t+1} \times (F_{t+1}/F_1)$  とする。2777777 という数値は、Q1=180 の場合に L1 を 5 億に近づけるための係数である。釣り人が 180 トンも回収できるのかと感ずるかもしれないが、70 万人で割ると、1 人あたり 257 g となり可能な数値であると言える。
- ⑨ 利用価値の設定。利用価値とは、釣り人から回収されたオオクチバスが、養鶏用飼料や食材として売れる市場システムができたと仮定して、漁協が得ることのできる収入である。ノーリリースありがとう券事業では 1 kg あたり 200 円で引き換えられており、これと同等の価値で売れるとして、 $U_{t+1}=200 \times Q_{t+1} \times 1000$  とする。
- ⑩ 漁業収入の設定。漁業収入は、最も不確実なパラメーターであると考えている。それは、琵琶湖において近年はオオクチバスの生息数が少なくなったと言われているにもかかわらず、漁獲金額が大きく減少しているからである。そこで、漁業収入がモデル分析において大きな決定要因とならないように、ある程度の目安を予め定めてモデルを作成したいと思う。具体的には、1 期の漁業収入を約 20 億円（1998 年の琵琶湖の

漁獲金額が約 20 億円なので) とし、每期 180 トンの捕獲を繰り返した  $t+14$  期には、約 30 億円にまで漁業収入が回復するとしたい。そして、 $t+2$  期の漁業収入には、前 3 年の生息総量である、 $F_1$ 、 $F_{t+1}$ 、 $F_{t+2}$  のパラメーターを関連させたいと考えている。以上を踏まえて、 $I_1=3400000000-(F_1 \times 3) \times 265000$  とし、 $I_{t+1}=3400000000-(F_1 \times 2 + F_{t+1}) \times 265000$  とし、 $I_{t+2}=3400000000-(F_1 + F_{t+1} + F_{t+2}) \times 265000$  とする。

- ⑪ 環境価値の設定。私が考える環境価値とは、琵琶湖の多様な生態系の経済的価値である。しかしその価値を算出するのは大変困難であるため、ここでは、水資源・環境学会の『水資源・環境研究第 17 巻』に掲載されている、黒川哲治、西澤栄一郎が行った、「琵琶湖における外来魚問題を事例にした、生物多様性の保全に向けた外来種対策の経済的評価」を利用することにする。

その内容は、ブラックバス等の外来魚による琵琶湖の在来魚への影響や生物多様性の損失を、CVM<sup>19</sup>を用いて金銭的に評価するものである。アンケートは、「琵琶湖の在来魚を 1960 年代の状態に戻すため、今後 15 年にわたりブラックバスおよびブルーギルの駆除を行い、外来魚の生息数をほぼゼロにするという事業を県が計画したとする。毎年いくらまでなら、あなたの家計が納めた税金を他の公的サービスからこの事業にまわしてもよいと思うか。」といったものであった。そして分析の結果、滋賀県内の 1 世帯あたりの外来魚駆除事業に対する WTP<sup>20</sup>は平均 2969 円となり、滋賀県全世帯の総支払い意志額(TWTP)は 14 億 675.7 万円となったと書かれている。今回私が設定したモデルが 15 期までなのは、このアンケートを反映したためである。

さて、ここでのモデル設定では以下のことを踏まえたい。

- ・ モデルはオオクチバスの生息総量に反映されるものになりたい。それは、オオクチバスの生息総量が減れば、人々は琵琶湖の生態系への価値をより大きなものにとらえると思うからである。
- ・ 15 年後のオオクチバスの生息数をほぼゼロにするためには、今回のモデルでは、毎年により 190 トン捕獲する必要がある。
- ・ 滋賀県全世帯の総支払い意志額の 14 億 675.7 万円の 6 割がオオクチバスへのものだとすると、每期 190 トンの捕獲を続けることで、毎年により 8 億 4405 万 4200 円を琵琶湖の多様な生態系の価値として見出し、15 年間では総額 126 億 6081 万 3000 円に及ぶ。

<sup>19</sup> CVM(Contingent Valuation Method)とは、仮想評価法と訳され、市民などにアンケートを行い、環境の価値を金額で評価する手法のこと。

<sup>20</sup> WTP(Willingness to Pay)とは、支払い意志額と訳され、ある財やサービスに対して最大限支払っても良い金額のこと。

以上より、15年間毎年190トンを捕獲した場合に、環境価値の総和が126億6000万に近づくような、オオクチバスの生息総量に反映されるモデルを作成することにした。その結果が、 $E_{t+1}=(F_1-F_{t+1})\times 1080000$ である。

- ⑫ 駆除費用の設定。3.3で求めた、駆除の対費用効果が842円/kgであることを利用する。また、オオクチバスの生息総量が少なくなればなるほど、技術的に駆除が困難となり、費用も高くなると考えることができる。よって、 $X_{t+1}=842\times 1000\times Q_{t+1}\times (F_1/F_{t+1})$ とすることにする。
- ⑬ 回収費用の設定。3.3で求めた、回収の対費用効果が376円/kgであることを利用する。上記の駆除とは異なり、回収は釣り人が行うものなので、オオクチバスの生息量が少なくなったからといって、費用が高くなることはない。苦勞をするのは釣り人である。よって、 $Y_{t+1}=376\times 1000\times Q_{t+1}$ とする。

## 4.2 検証結果

これから、設定したモデルを用いて、以下の2つを比較し検証していく。

- ・ 滋賀県水産課が1999年度から本格的に開始した、同年より外来魚を年間300トン（この論文ではそのうちオオクチバスが180トンと仮定）捕獲するという外来魚駆除事業。
- ・ 私が提唱した対策である、オオクチバスを漁業権の対象として魚種認定をして遊漁料を徴収し、オオクチバスを駆除し廃棄するのではなく釣り人から回収して利用する。

結果の考察は、次の4.3で行う。

- ① 外来魚駆除事業がこのまま継続された場合。

期	捕獲量(トン)	生息量(トン)	漁業収入(円)	環境価値(円)	駆除費用(円)	割引現在価値(円)
1	180	1755.99262	2003985867	0	151560000	1852425867
2	180	1579.99238	2050625931	190080262.4	168442737.7	1973584244
3	180	1445.60547	2132878525	335218118.5	184101573	2071650858
4	180	1347.23321	2241199770	441460166.1	197544300.5	2146736323
5	180	1326.1285	2308473697	464253250.5	200688124.6	2116022705
6	180	1253.91734	2359271054	542241306	212245443.7	2107110997
7	180	1231.0942	2390047891	566890294.7	216180241.7	2045195776
8	180	1103.14674	2449138058	705073555.3	241253709	2070184798
9	180	1032.56159	2507797331	781305510.9	257745633.5	2051741879
10	180	949.667421	2582375427	870831214.5	280243625.8	2045320251
11	180	840.407014	2652001453	988832454.6	316677796.7	2040743493
12	180	737.756135	2730124899	1099695404	360740126.4	2028299331
13	180	630.878046	2814604083	1215123740	421853705.5	2008999309
14	180	505.050452	2903473572	1351017541	526953773.2	1976792637
15	180	371.988438	3000402012	1494724516	715447616	1908994691
					合計	30443803159

モデル検証において、最も注目したいのが、割引現在価値の合計である。割引現在価値とは、(収入－費用)を割引率0.05で考慮して算出したものであり、15期に渡り琵琶湖から生みだされる純収入の現在価値のことである。この場合は、t期の漁業収入を $I_t$ 、環境価値を $E_t$ 、駆除費用を $X_t$ とすると、合計値は
$$\sum_{t=1}^{15} \left( \frac{1}{(1+0.05)^{t-1}} \right) (I_t + E_t - X_t)$$
となる。

その結果、割引現在価値合計が304億4380万3159円となった。なお、1期は1999年を示すと考えることができる。

② ここでは、割引現在価値の合計が最大となるような、外来魚駆除計画について検証する。

そのためには、以下の制約条件付最大化問題を解く必要がある。

最大化するもの ・ 割引現在価値の合計

制約条件 ・ 6 歳魚、7 歳魚の生息数量の否負。(分析を行うにあたって、数値が負となってしまう機会が多かったため、制約条件とする)  
 ・ オオクチバスの生息量 (トン) が、初期の値の 1 割を下回ることはない。つまり、必ず 175.5 トン以上となる。(根絶させるのは実現可能性が低いと判断したため)  
 ・ 捕獲量は、0 以上 270 以下とする。(これを設けないと、初期の捕獲量が莫大なものとなってしまうことが予想されるので、ここも実現可能性を考慮し、外来魚駆除事業の予定捕獲量 180 トンの 1.5 倍を上限とした)

変化させるもの ・ 毎期の捕獲量

以上の問題を、ソルバー<sup>21</sup>を用いて解いた。その結果を以下に示す。

期	捕獲量(トン)	生息量(トン)	漁業収入(円)	環境価値(円)	駆除費用(円)	割引現在価値(円)
1	270	1755.99262	2003985867	0	227340000	1776645867
2	270	1489.76396	2074536461	287526948.7	267966853.8	1994377672
3	270	1262.51774	2205307305	532952872.9	316199408.8	2196880516
4	270	1056.89208	2390568948	755028584.1	377718189.1	2390998245
5	270	926.895384	2539729122	895425014.4	430693009.1	2471777605
6	270	737.479028	2678864380	1099994679	541313511.4	2536701652
7	135.992624	597.937236	2800487413	1250699815	336274960.7	2772124731
8	270	455.019528	2925534515	1405050939	877341163.1	2454156246
9	113.263207	254.717618	3053466289	1621377002	657452904.3	2719127946
10	3.1718E-12	187.900756	3162125956	1693539214	2.49579E-05	3130005062
11	0	196.276159	3230692949	1684493778	0	3017498275
12	0	208.450814	3242953652	1671345151	0	2873288730
13	0	231.860537	3231304310	1646062650	0	2715900426
14	0	240.749914	3219518765	1636462122	0	2575230343
15	0	262.808213	3205114054	1612639159	0	2433292753
合計						38058006069

ここでは合計値が、380 億 5800 万 6069 円となった。

<sup>21</sup>複数の変数を含む数式を制約条件とし、制約条件の範囲内で目標値を得るための解の組み合わせを求める、エクセルに含まれる機能。

- ③ 私が提唱した対策の場合。つまり、オオクチバスを漁業権の対象として魚種認定をして遊漁料を徴収し、オオクチバスを駆除し廃棄するのではなく釣り人から回収して利用する場合。ここでも割引現在価値の合計が最大となるような回収計画を求め、その結果は以下の通りとなった。

期	捕獲量(トン)	生息量(トン)	遊漁料(円)	利用価値(円)	漁業収入(円)	環境価値(円)	回収費用(円)	割引現在価値(円)
1	270	1755.99262	749999790	54000000	2003985867	0	101520000	2706465657
2	270	1489.76396	636291205	54000000	2074536461	287526948.7	101520000	2810318681
3	270	1262.51774	539232356	54000000	2205307305	532952872.9	101520000	2929680303
4	270	1056.89208	451407841	54000000	2390568948	755028584.1	101520000	3066178921
5	270	926.895384	395885117	54000000	2539729122	895425014.4	101520000	3112710653
6	270	737.479028	314983736	54000000	2678864380	1099994679	101520000	3170399788
7	135.992624	597.937236	128630999	27198524.7	2800487413	1250699815	51133226.46	3101184273
8	270	455.019528	194342816	54000000	2925534515	1405050939	101520000	3182010465
9	113.263207	254.717618	45637572	22652641.5	3053466289	1621377002	42586965.99	3181514920
10	3.2442E-12	187.900756	9.643E-07	6.4883E-07	3162125956	1693539214	1.21981E-06	3130005062
11	30.5962097	193.406295	9360799.1	6119241.94	3231453463	1687593231	11504174.84	3022308797
12	24.2750728	175.5	6739262.2	4855014.55	3252446132	1706932030	9127427.358	2901088013
13	4.85721055	175.5	1348462.1	971442.111	3255732332	1706932030	1826311.168	2763672061
14	18.575085	175.5	5156827.7	3715017	3260477500	1706932030	6984231.959	2635324373
15	0.04280117	175.5	11882.491	8560.2345	3260477500	1706932030	16093.24087	2508881560
合計								44221743527

この場合の割引現在価値の合計値は、 $t$  期の遊漁料を  $L_t$ 、利用価値を  $U_t$ 、漁業収入を  $I_t$ 、環境価値を  $E_t$ 、回収費用を  $Y_t$  とすると、 $\sum_{t=1}^{15} \left( \frac{1}{(1+0.05)^{t-1}} \right) (L_t + U_t + I_t + E_t - Y_t)$  となる。

②と同様にして条件付最大化問題を解いた結果、合計値は 442 億 2174 万 3527 円となった。

### 4.3 考察

まず、モデル検証①でみた、毎期の捕獲量が180トンの現行の外来魚駆除事業に比べて、②で扱った最適捕獲計画における場合の方が、割引現在価値の合計が約75億円上回った。最適計画の方が、漁業収入が早期に回復し、それとともに環境価値も増加していったことが要因であると言える。このことから、外来魚駆除事業においては早期捕獲が望ましいということが言え、これは、「外来種の影響が科学的に不確実であっても、迅速な行動がふさわしい」とする、IUCNガイドラインに通ずるところがある。

続いて、最適捕獲計画における外来魚駆除事業と、私が提唱した対策が実行された③の場合を比べると、後者の方が、割引現在価値の合計が約60億円上回った。遊漁料を徴収し、駆除をするのではなく釣り人から回収して利用する場合でも、漁業収入が回復し、環境価値も大きなものとなった点が、この結果を生んだのだろう。③の検証結果の中で、特筆すべきポイントがある。それは、③においての12～15期のオオクチバスの生息量が、175.5トンの最低ラインを保っている点である。それに対して②の結果を見ると、一度捕獲を止めるとそれが再開されることがなく、その後オオクチバスの生息量は増加していく。このことから、釣り人から遊漁料を徴収してオオクチバスを回収する制度を導入すると、常にオオクチバスを捕獲し続ける効果を生むことが分かる。

次に、色々なケースについて考えることにする。現行の制度のまま、15年間オオクチバスの捕獲を一切行わなかった場合は、15期のオオクチバスの生息量が4581トン、漁業収入が1839万円、環境価値は-30億5104万円と損害へと転じ、割引現在価値の合計は47億5728万円となることが分かった。この値は捕獲を行った場合を大きく下回り、オオクチバスを放置するという事は決してあってはならないと言える。

モデル分析を行っていった時に、いくら琵琶湖でオオクチバスの再放流が禁止されているとはいえ、オオクチバス1kgを回収所に持っていても200円にしかならないようでは、条例に違反して再放流を行ってしまうのではないかといった疑問が湧いた。そこで、モデル分析では376円/kgで計算した回収費用が、何円/kgまでなら②で算出した割引現在価値の合計を下回らないかを③で計算した結果、約3700円/kgとなった。つまり、約3500円/kg以内でオオクチバスを釣り人から回収する限り、駆除し廃棄するよりも良いということである。遊漁料の相場が約1000円/日であることを考えると、オオクチバスの回収額を約3500円/kg以内に設定することは、釣り人からの回収率増加、再放流削減のインセンティブとなると思う。そもそも遊漁料を徴収するには、対象魚種の放流などを行わなくてはならないが、琵琶湖ではその実現可能性が低いので、回収額の高額設定は、遊漁料を支払う釣り人に対する代償としての意味を持つとも考えられる。

## 終章 まとめ、結論

この卒業論文では、外来魚であるブラックバス（オオクチバスが中心）が生息している所は、今後どのような対策をたてれば良いかを主題においた。そして、実際にブラックバスが生息している場所の代表として、琵琶湖をとりあげ分析を行ってきた。

琵琶湖では、オオクチバスが発見されて以来、減少したり確認できなくなったりした生物種が増え、古代湖としての豊かな生態系が崩れかけている。ただ、オオクチバスの増加と時を同じくして自然環境の人為的改変も起きていたので、オオクチバスと生態系崩壊を直接的に結びつけることはできない。あくまで生態系が危機に直面しているという事実のみをとらえ、近年では漁業も影を潜めていることから、環境、経済の両面において問題を抱えていて、オオクチバスが生息している琵琶湖の今後について考えてきた。

現状分析を通じて、河口湖では、オオクチバスを漁業権対象魚種として釣り人から遊漁料を徴収することで、漁協が復活したことを知った。そして、現在琵琶湖が外来魚対策として行っている駆除よりも、釣り人からの回収を行う方が、対費用効果が優れていることが分かった。そのことを踏まえて、琵琶湖においては、オオクチバスを漁業権の対象として魚種認定をし、遊漁料を徴収して、オオクチバスを現行のように駆除し廃棄するのではなく、釣り人から回収して利用すべきなのではないかという考えに至った。

4章でモデルを設定して、私が提唱した考えと、現行の外来魚対策として駆除事業を比較検証した結果、前者の方が金銭的評価では優れていることが分かった。琵琶湖が現在オオクチバスを漁業権の対象としていないのは、県民の財産である固有種や生態系を守っていくという方向で、食害を減らして財産を守るために駆除を行っているからであるようだが、今回のモデル検証では、私が提案した対策の方がオオクチバスの生息量を低い値で保てる結果が出たことから、金銭面だけではなく、生態系保全の面でも優れていると言える。ブラックバスが全国に分布していった要因の一つに、釣り人による違法放流があげられるが、駆除するのではなく釣り人からの回収を行うことは、釣り人によるブラックバスの更なる違法放流のリスクを軽減することにもつながるのではないだろうか。

しかし、今回提案した対策が速やかに実行されるためには、外来生物法や漁業法などの法律面の規制を打ち破らなくてはならない。例えば、漁業法では漁業権の一斉切り替えが10年に1度とされており、仮に外来魚を漁業権対象魚種とすることが全ての面において最適であることが証明されたとしても、早期にそれを実行に移すことはできない。外来種などに規制を設けるのは構わないが、もしある種において有効利用などが発見された場合に、その規制が足かせとなってしまうのではないと思う。

卒業論文としてブラックバスについて書いてきたが、ブラックバスに関しては多くの文献が出ている。その中で中心となっていたのはやはり生態系の問題であったが、経済面を踏まえて生態系との関わりを書いていたものは一握りであった。私も生態系を保全することは極めて重要であると思うが、無闇やたらに保全を訴えるつもりは無い。生態系を管理維持するためには多くの費用がかかるので、そこへ費やす資金のことを考慮したうえで、議論をする必要があるのではないか。私はそのように思いながらここまで書いてきたので、提案した対策が導入された場合に生じる新たな資金は、失われた環境の復元や、在来魚の放流などに投入されることを期待して終えることにする。

以上

## 参考文献

- ・ 日本生態学会編、2002、『外来種ハンドブック』、地人書館
- ・ 環境省、2004、『ブラックバス・ブルーギルが在来生物群集及び生態系に与える影響と対策』、財団法人自然環境研究センター
- ・ 秋月岩魚、2003、『警告！ますます広がるブラックバス汚染』、宝島社
- ・ 青柳純、2003、『ブラックバスがいじめられるホントの理由』、つり人社
- ・ 日本魚類学会自然保護委員会、2002、『川と湖沼の侵略者ブラックバスーその生物学と生態系への影響』、恒星社厚生閣
- ・ 琵琶湖百科編集委員会、2001、『知ってますかこの湖を 琵琶湖を語る 50 章』、サンライズ出版
- ・ 寺本英、1997、『数理生態学』、朝倉書店
- ・ J・M・コンラッド、2002、『資源経済学』、岩波書店
- ・ 水資源・環境学会、2004、『水資源・環境研究第 17 巻』

## 参考 URL

- ・ 全国内水面漁業協同組合連合会 <http://www.naisuimen.or.jp/>
- ・ 独立行政法人国立環境研究所 <http://www.nies.go.jp/index-j.html>
- ・ 日本銀行 <http://www.boj.or.jp/>
- ・ 河口湖漁業協同組合 <http://www.kawag.jp/>
- ・ 山梨県庁 <http://www.pref.yamanashi.jp/pref/index.jsp>
- ・ 滋賀県水産試験場 <http://www.pref.shiga.jp/g/suisan-s/>
- ・ 農林水産省 <http://www.maff.go.jp/>
- ・ 環境省 <http://www.env.go.jp/>
- ・ WWF ジャパン <http://www.wwf.or.jp/index.htm>
- ・ 琵琶湖と環境 <http://www.pref.shiga.jp/biwako/koai/>
- ・ IUCN日本委員会 <http://www.iucn.jp/>
- ・ 長野県水産試験場、平成 14 年 3 月、『ブラックバス問題を考える～ブラックバス等の湖沼河川への影響調査書～』 <http://www.janis.or.jp/agri-or/nsuishi/bass/bass.pdf>
- ・ Wikipedia  
<http://ja.wikipedia.org/wiki/%E3%83%A1%E3%82%A4%E3%83%B3%E3%83%9A%E3%83%BC%E3%82%B8>