



WWFジャパン 琵琶湖サイエンスレポート

琵琶湖におけるオオクチバスの影響評価

目次

1. 研究の目的と背景
2. 研究手法と解析手順
3. 適切な単位努力の設定
4. オオクチバスデータの社会的背景調査とCPUE 漁獲量の推定
5. オオクチバスの交差相関法による影響評価
6. オオクチバスの回帰分析による影響評価
7. まとめと今後の課題

2004 年 11 月
WWF ジャパン 自然保護室 淡水生態系担当
博士（社会工学） 水野 敏明

この研究調査報告書は、2004 年の琉球大学で行われた日本魚類学会の年会における研究発表内容の概要をまとめたものです。研究の詳細や専門的内容についてはお問い合わせください。研究調査報告書の内容を無断で引用・転載することを固くお断りします。

1. 研究の目的と背景

現在、琵琶湖においては琵琶湖の固有種の多さが外来生物の影響を受けているといわれています。特に、オオクチバスの影響は大きいといわれており、オオクチバスの影響が、どのような魚種にどの程度あるのか明確にすることが緊急の課題になっています。ところが、オオクチバスのデータは通常の水産資源解析の技法では取扱いが難しく、必要にもかかわらず精緻な定量的解析はほとんど行われてきませんでした。そこで、この研究調査では、あらゆるデータの定量的解析を得意とする社会工学の技法を用いて、琵琶湖の代表的な固有種（ニゴロブナ、ホンモロコ）に対する、科学的なオオクチバスの影響評価を行ないました。

2. 研究手法と解析手順

水産資源解析の技法で、オオクチバスの影響評価が難しかった要因は主に2つあります。一つ目は、琵琶湖の水産資源のデータは、精緻な水産資源解析では必須となる「単位努力（CPUE）」の推定が難しいということです。二つ目はオオクチバスの漁獲資源データの社会的背景の推移が激しく、データを一様に扱った解析が難しいということです。これは、例えばオオクチバスの買取価格が「高い場合」と「ほとんどない場合」では、漁獲しようとするインセンティブが異なるため、漁獲データに反映されてしまうということです。

実はこうした一見難しいこのような問題も、からまったひもを解くように、しっかりした手順と計画を立てることによって、統計解析の技法が適用できます（図1）。今回の研究では、上記の問題に対応して次のような解析計画を立てて、できる限り精緻な定量的な影響評価を行いました。

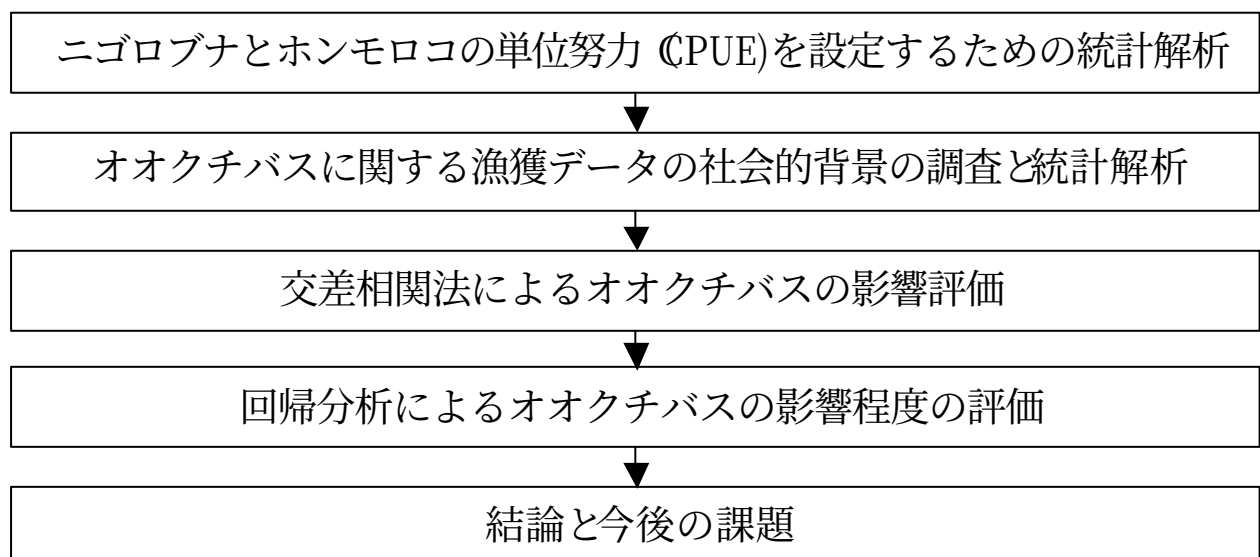


図1 解析手順のフロー

3. 適切な単位努力の設定

琵琶湖の漁獲データで単位努力量を設定するのが困難な理由には、主に2つあります。一つ目は、琵琶湖には多用な漁法が存在するということです。二つ目は、非常に多くの魚種が漁獲されているということです。そこで、まず最初に漁獲と漁法の関係に統計解析を行って適切な単位努力量を設定しました。

3. 1採捕魚種構成に基づく各漁獲手法の特性解析

漁獲魚種と漁法の関係について、「滋賀の水産」に記載されている各漁法別の各魚種の漁獲データをもちいて、相関分析を行いました。次にその結果を利用して、琵琶湖の代表的な魚種と特に相関がでていた、「小糸網 刺網」(えり 落とし網を含む)、「やな」、「沖びき網」の4漁法に焦点を当て、魚種構成に基づいてグループ内平均連結方でクラスター分析を行いました(図2)。その結果「小糸網」、「えり」は他の漁法と比較して類似の漁獲魚種構成であることが判明しました。その解析結果に加えて、双方の漁法ともにニゴロブナやホンモロコの主な漁獲漁法でもあることから、この両漁法に着目しました。

努力量の単位となりそうな「動力船の数」や「経営体数」などの指標データと両漁法の漁獲データとの相関分析を行った結果、「経営体数」の相関が高く、ニゴロブナやホンモロコの漁獲データを解析する際には、もっとも適切な努力の単位であることが、統計解析によって明らかとなりました。

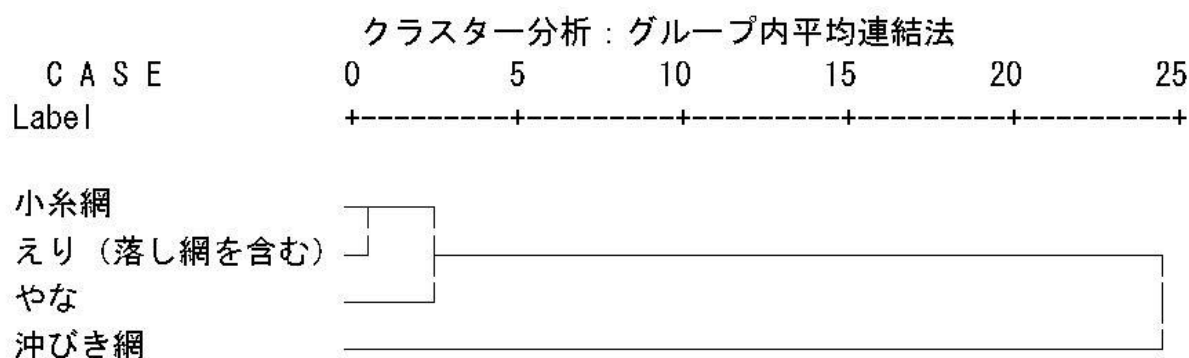


図2 クラスター分析結果

3. 2単位努力量を用いた既存データの変換

漁獲量の既存データ(図3)を単位努力量である「経営体数」を用いて漁獲データの変換を行いました(図4)。この変換後のデータは、おおよそ「漁業の一経営体あたり、一年間にとれる量」を示しています。このようなデータ変換によって、「漁業者の人数の減少による漁獲量の減少」の影響をデータから排除することができます。

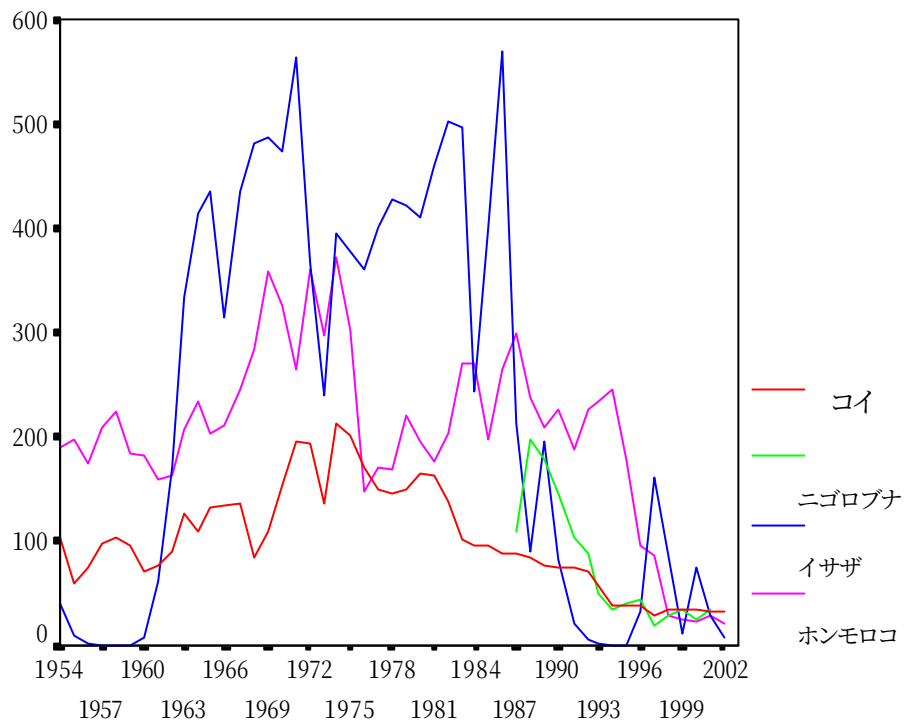


図3 代表的魚種の漁獲量データ (単位：トン)

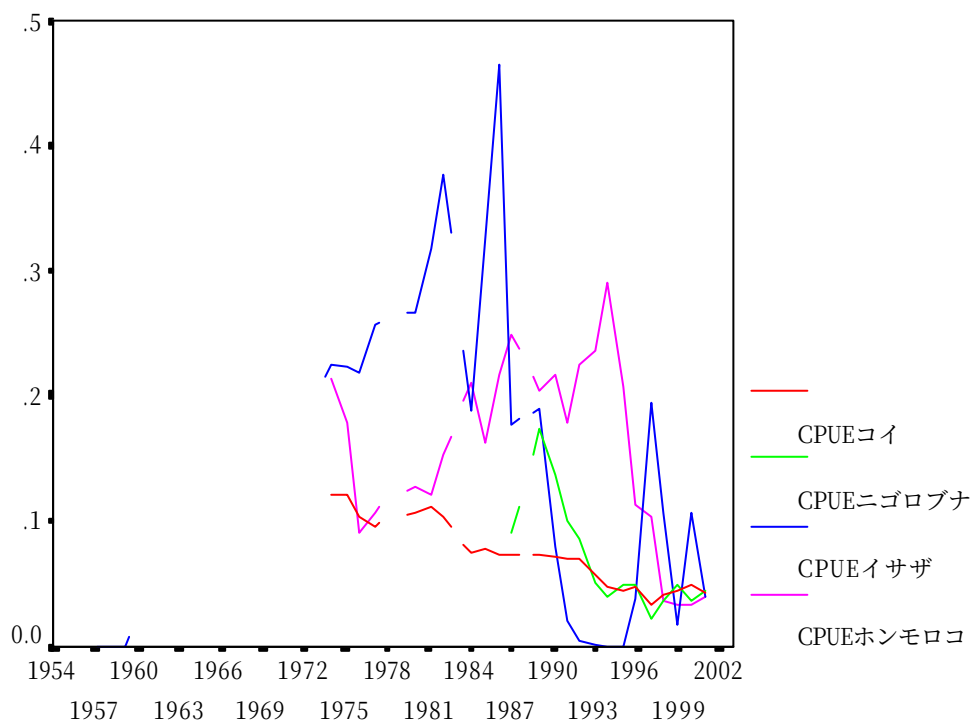


図4 単位努力量あたりの漁獲量データ 単位：トン)

4. オオクチバスデータの社会的背景調査とCPUE 漁獲量の推定

4. 1近畿農政局にオオクチバスの漁獲データが上げられた時期の概要

オオクチバスはもともと琵琶湖の漁獲対象魚でなかったため、1980 年代前半まで、漁獲データが計測されていませんでした。外来魚として本格的回収が進んできた 1987 年から近畿農政局のデータに上げられるようになりました。

4. 2滋賀県の魚連による社会的状況の概要 漁獲インセンティブの変動)

滋賀県では 1980 年代以前にも各漁業組合などによる外来魚駆除が行われていました。県の魚連のレベルで回収作業が本格化したのは 1980 年代後半であり、1989 年からは「kg」あたりの買取価格が提示されるようになりました。ところが 1995 年からは、1 日あたりの出船量に対してお金が支払われるようになり、2000 年には「kg」あたりの買取が復活しました。

4. 3社会的背景と漁獲データの関係についての統計解析

水産資源解析でもよく利用される、多変量解析の技法は、社会調査法や経済学などの社会的な事象を分析するのにも適用することができます。本研究では、漁師の漁獲インセンティブとなる kg あたりの買取価格の有無が漁獲量のデータに影響が与えるかどうかについて統計解析を行いました。

その結果、「買取価格の有無」は、オオクチバスの漁獲データと相関（ピアソンの相関係数 0.689：1%水準で有意（両側））が有り、買取価格が無いときの漁獲データと有る時の漁獲データを一樣に扱うことはできないことが統計解析によって明らかとなりました。そのため、オオクチバスのデータを漁獲資源データとして用いて統計解析を行う際には、少なくとも買い取り価格の有るときと無いときの 2 つに分ける必要が有ることが判明しました。ただし、「価格差」そのものによる漁獲量への影響は、有意な相関がみられませんでした。

4. 4オオクチバスのデータについての結論

買取価格が有る年のうち、1989 年から 1993 年と 2000 年から 2001 年は一定の買い取り価格があるものの、2002 年と 2003 年は買い取り価格が 350 円と 500 円と 2 種類時期別に設定されているための他の時期と同様に扱えないとしました。そのため、1989 年から 1993 年と 2000 年から 2001 年を中心として解析を行なうことにしました（図 5）。

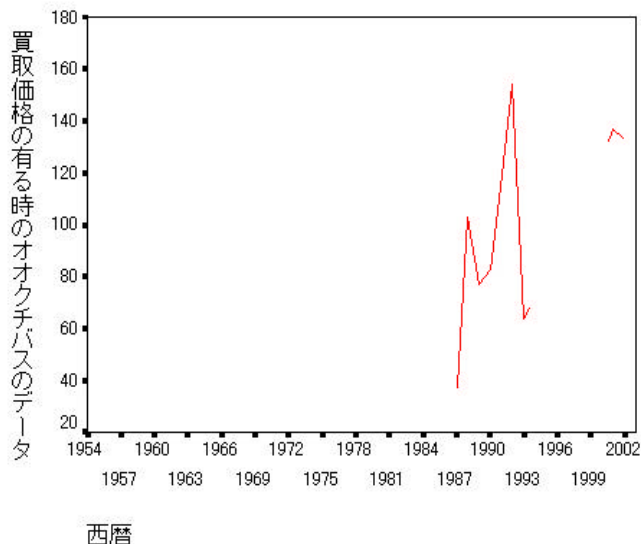


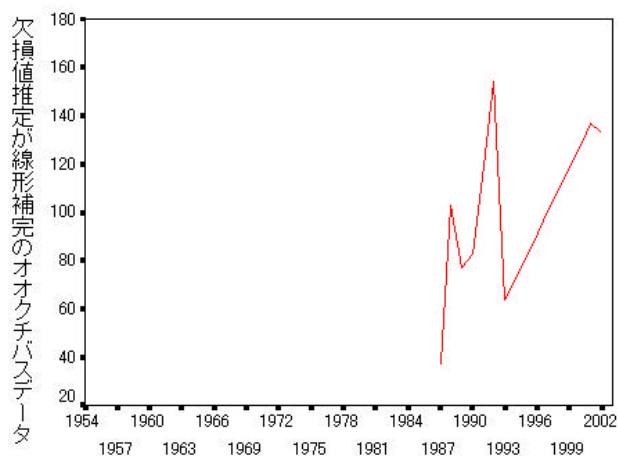
図5 買取価格のある期間の漁獲データ（2002 年と 2003 年を除く）

4. 5 オオクチバスの漁獲データの推定

1989 年から 1993 年と 2000 年から 2001 年のデータについて、統計学の手法を用いて欠損値を便宜的に補完しました。このような時系列データに便宜的に欠損値を扱う手法は多種知られていますが、本研究では、統計ソフトウェアで標準的に設定されている欠損値置き換えのための推定方法を用いて、2 種類の欠損値を補完したオオクチバスのデータを推定しました（図 6、図 8）。こうして得られた線型補完や線型トレンドによる推定データに対して、「経営体数」を単位努力量として CPUE を求めました（図 7、図 9）。こうして統計学的な推定により示された変化のようすは、買取価格がないときの漁獲変動状況と比較してみても、右上がりの傾き具合など共通点をもつ結果となりました（図 10）。

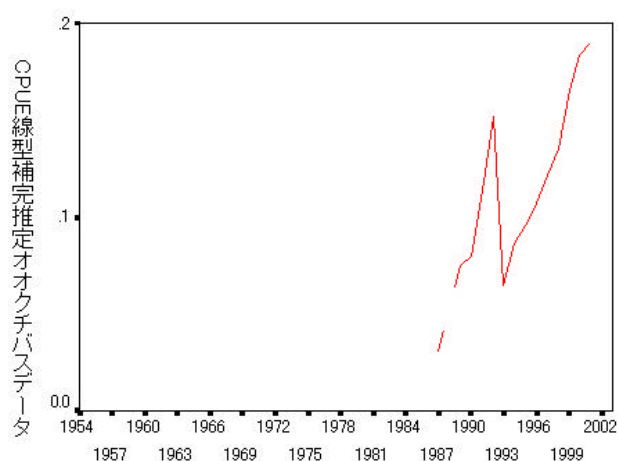
（ア）線形補完の手法：

[線型補間] 線型補間を使用して欠損値を置換します。欠損値の前の最後の有効値および欠損値の後の最初の有効値が補間に使用されます。系列の最初のケースまたは最後のケースに欠損値がある場合は、欠損値は置換されません。



西暦

図6 欠損値推定が線型補完のオオクチバスデータ

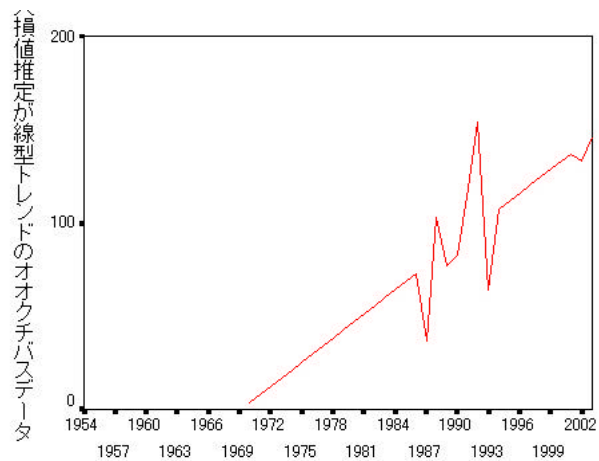


西暦

図7 CPUE 線型補完推定オオクチバスデータ

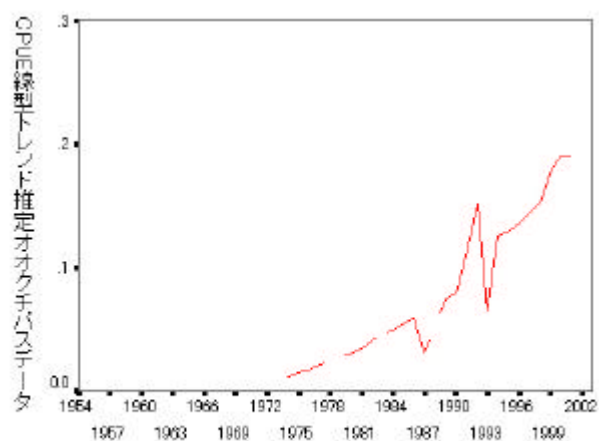
(イ) 線型トレンドを用いた手法：

[その点における線型トレンド] 欠損値を、その点の線型トレンドと置換します。既存の系列は $1 \sim n$ のスケールの指標変数で回帰されます。欠損値はその予測値で置換されます。



西暦

図8 欠損値推定が線型トレンドのオオクチバスデータ



西暦

図9 CPUE 線型トレンド推定オオクチバスデータ

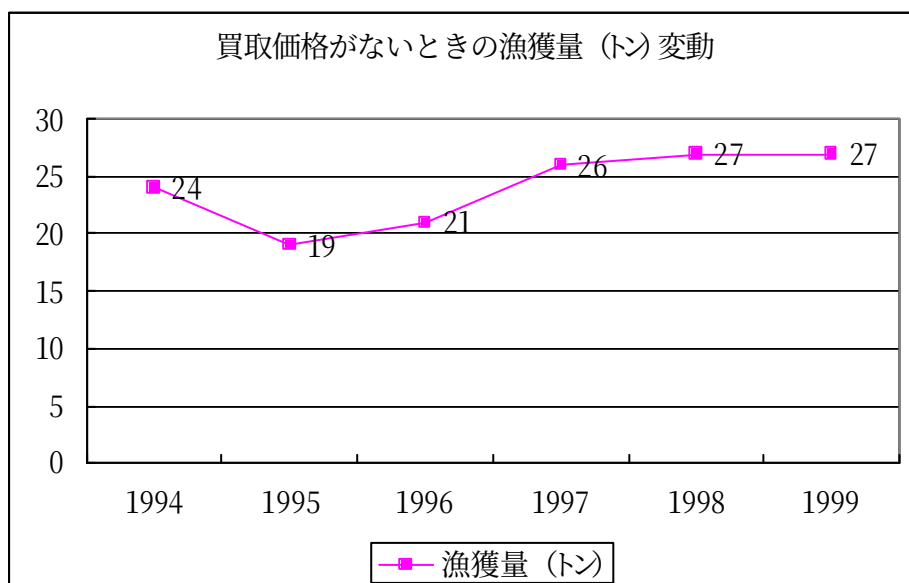


図10 買取価格がないときの漁獲量 (トン) 変動

5. オオクチバスの交差相関法による影響評価

生態系の変動はロトカ・ボルテラによる式で代表されるように、ある種の個体群の影響による変動は1年後や2年後に遅れてでてくる可能性もあります。こうした、タイムラグの影響にも配慮するため、本研究では交差相関法を用いて、オオクチバスの影響が当該年だけではなく、他の年にも効いているかどうか解析を行いました。

5. 2 ニゴロブナへの交差相関法からみた影響評価

2種の推定データの各々結果をみると 図 11、図 12)、線型トレンド」で推定したものが負の信頼限界を超えています。こうした結果から、ニゴロブナへの負の影響は変動が線型トレンドに似ている場合に科学的に影響が起きていると言えます。しかしながら、線型補完」ので推定した変動が負の信頼限界を超えていません。そのため、オオクチバスのニゴロブナへの影響は、科学的にみて 負の影響がある可能性が高い」といえます。また、信頼限界に達していないものの実際にはオオクチバスが2年先の減少の先行指標になっている可能性がグラフからうかがえます。この結果は、「その時点でオオクチバスに捕食されているフナは、2年後に漁獲対象となる大きさとなるものが多い」という仮説を立てて考えると非常に現実には当てはまっている結果と考えられます。

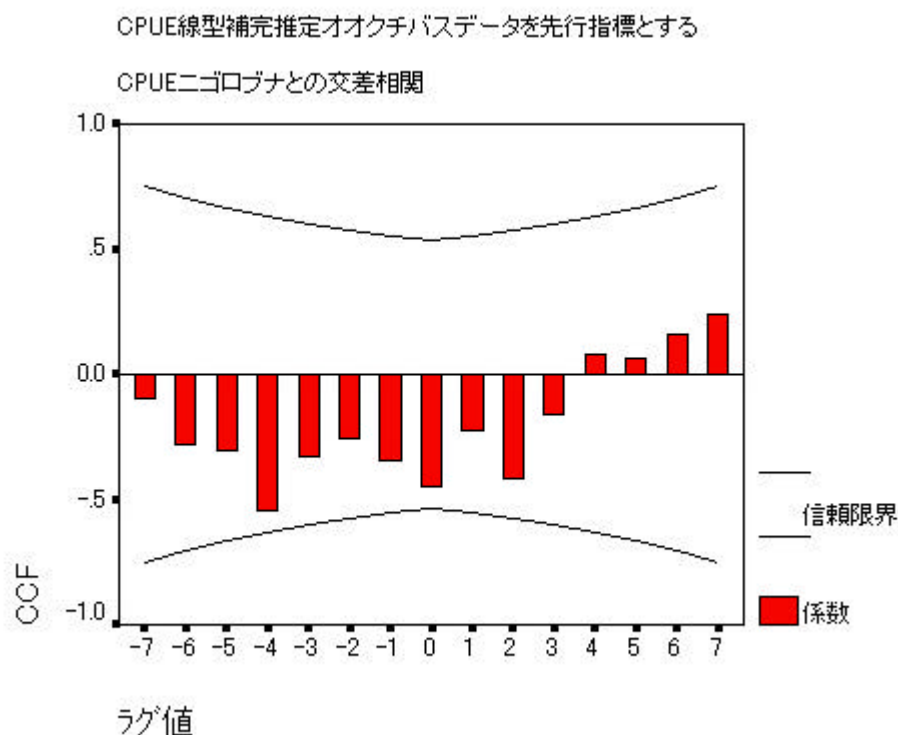


図 1 1 CPUE 線型補完推定オオクチバスデータと CPUE ニゴロブナとの交差相関分析グラフ

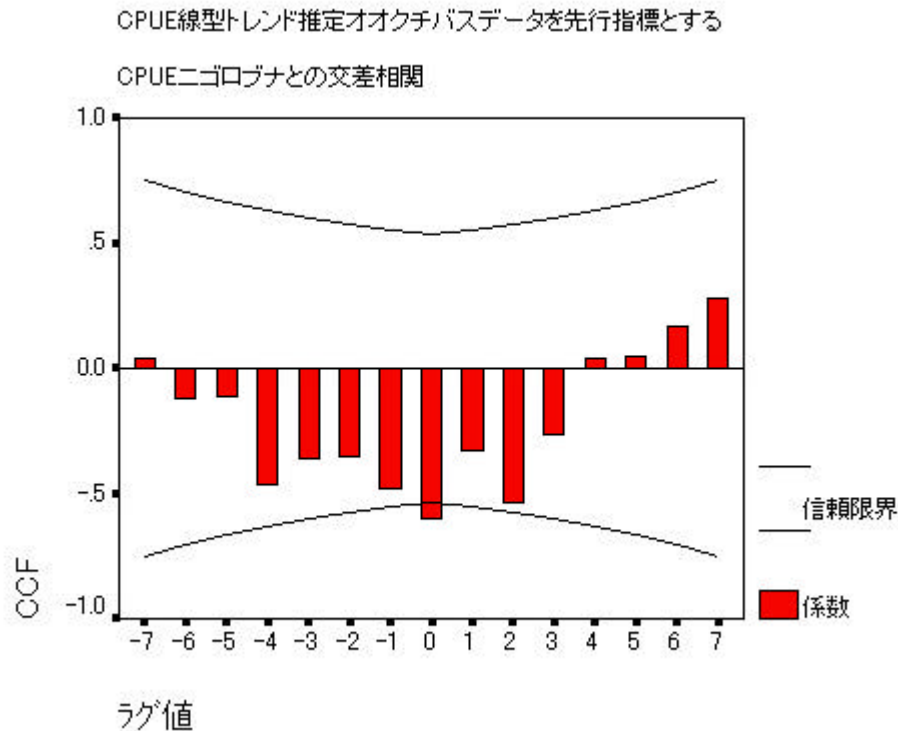


図12 CPUE 線型トレンド推定オオクチバスデータとCPUE ニゴロブナとの交差相関分析グラフ

5. 3ホンモロコへの交差相関法からみた影響評価

ホンモロコへの影響は、2種類の推定データのどちらも負の信頼限界を超えており(図13、図14)、また、既存の知見との矛盾もないため、科学的に負の影響がある」といえます。また、ニゴロブナの場合のように、タイムラグで影響を与えているわけではなく、非常に即効的に影響が生じていることが判明しました。

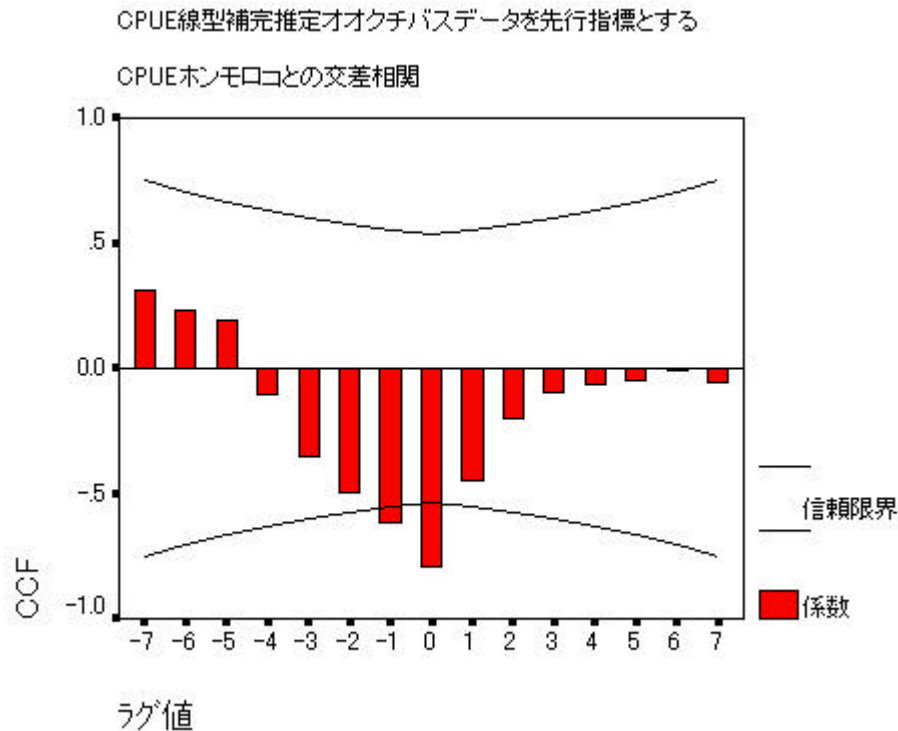


図1 3 CPUE 線型補完推定オオクチバスデータと CPUE ホンモロコとの交差相関分析グラフ

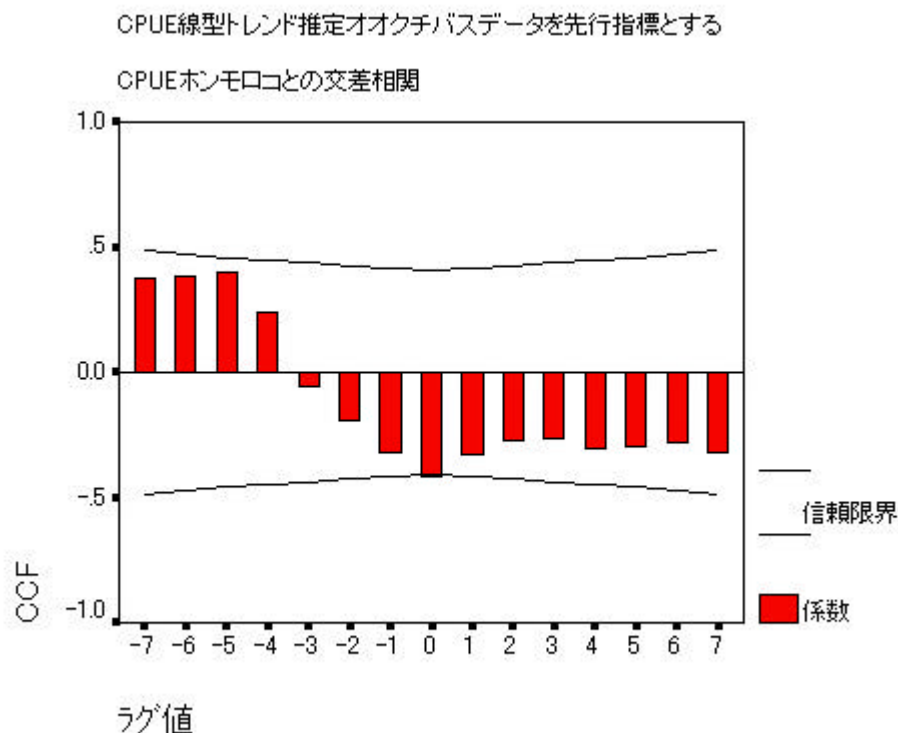


図1 4 CPUE 線型トレンド推定オオクチバスデータと CPUE ホンモロコとの交差相関分析グラフ

6. オオクチバスの回帰分析による影響評価

環境省自然環境局野生生物課が編集した「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」の 6 ページにも出ているように、オオクチバスがホンモロコやニゴロブナを捕食して影響を与えていることは確認されています。しかしながら、ホンモロコやニゴロブナの漁獲変動には、内湖などの護岸や水質などの影響もあることが予想されます。こうした影響がどの程度説明できるのかということを見るために、CPUE 線型補完推定オオクチバスデータと CPUE ホンモロコについての回帰分析を行いました（図 15）。影響の関係を予測する回帰直線の傾きから、負の影響があることが確認されます。加えて、決定係数が 0.6 程度（ R^2 乗 0.625、調整済み R^2 乗 0.594）であり、ホンモロコの変動のうちおよそ 6割はオオクチバスで説明がつくという結果が出ました。もちろん、データは推定値であるため実際には 6割前後がオオクチバスの影響で説明できると、科学的な見地から言えます。反対に、4割前後はそれ以外の影響であるといえます（図 16）。これには、生息適地の減少や、水質汚染、さらに、ホンモロコの放流などが深く関係しているものと考えられます。

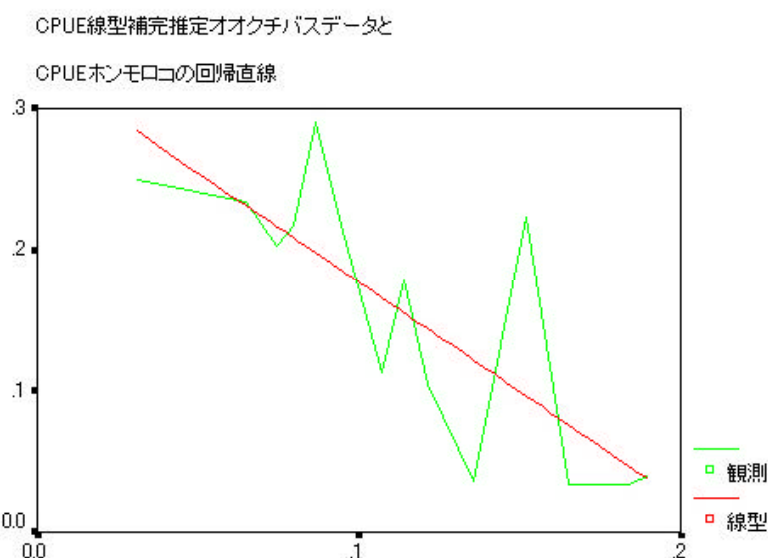


図 1 5 CPUE 線型補完推定オオクチバスデータと CPUE ホンモロコとの回帰分析結果

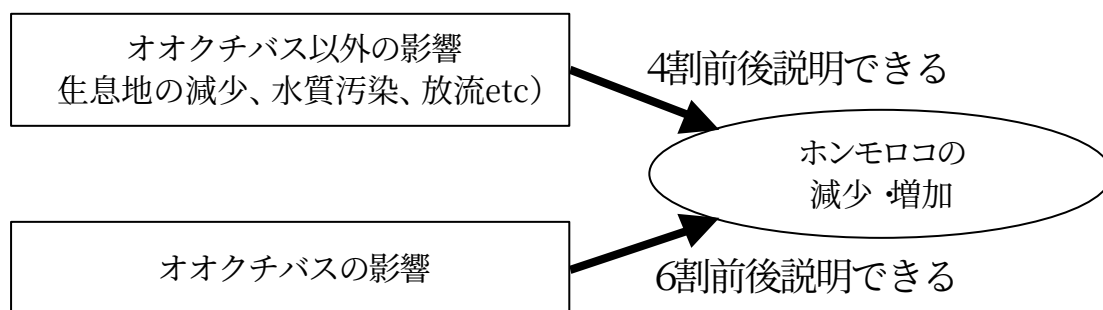


図 1 6 オオクチバスの影響とオオクチバス以外の影響の概念図

7. まとめと今後の課題

今回の研究結果から、オオクチバスの影響を科学的な知見で定量的に影響を評

価した場合に、オオクチバスの存在はホンモロコに 負の影響がある」言えます。さらに、ホンモロコに与える影響のうち6割前後はオオクチバスのものだといえます。しかし、ニゴロブナに関しては 負の影響がある可能性が高い」とまでしかいえない結果となりました。これは、解析を行う時にもっとも基本としたのが 1980 年代後半から1990年代前半のデータであるためかもしれません。そのため、ニゴロブナが急速にいなくなったといわれる1980 年代の精度の高いデータが見つかった場合にはニゴロブナへの影響が明確になる可能性が残されています。こうした定量的技法を用いて、数多くいる琵琶湖の他の魚種へのオオクチバスの影響を科学的に明らかにしていくことが今後の課題となっています。