関西自然保護機構会報 18(2)：95－106，1996

生態系の変化がブラックバスの増殖をもたらした！ その問題点と対策 ――環境学からの視点――

滋賀大学教育学部　鈴　木　紀　雄

DESTRUCTION OF ECOSYSTEM HAS BROUGHT ABOUT AN INCREASE OF BLACKBASS PROBLEMS AND ITS COUNTERMEASURES: FROM A STANDPOINT OF ENVIRONMENTAL STUDY

Norio SUZUKI　*Faculty of Education Shiga University.*

はじめに－この問題を考える視点

この問題を扱うにあたっての基本的な考え方をまず示しておく必要がある。従来から学際的な研究分野として環境科学が存在しているが，その中身はそれぞれの個別専門分野の寄せ集めに終わっている。本来の環境学は自然科学分野，社会科学分野，人文科学分野などから環境に関連する部分を抽出したものではなく，これらの研究成果の影響を受けつつも，それとはことなった新しい体系や方法論をもつものである。近代科学の方法論であるデカルト・ニュートン的な要素に分けて分析し，その上に立って因果関係から法則性を求めるのとは違った，新しいパラダイム（ここでは「思考の枠組み・規範」という意味，最初にこの言葉を使ったトマス・クーンの概念と異なる意味で使われている）の上に立った体系を目指すものである。近体科学の方法論では質的なものが排除され（数量絶対主義），複雑なものをできるだけ単純化して論理を構成（要素・要因主義）する性格上，時として理論が現実の姿からかけ離れたものとなることも多い。「科学的」といわれるものの中に実際には現実とかけ離れた「非科学的」なものが多いのはこのためである。

環境学はまだ確立されるまでには至っていないが，ここでは出来るだけこのような視点に立って，琵琶湖における特徴と特殊性を踏まえながら，この問題を考えてみることにした。

環境学は次のようなことを前提にしている。

(1) 環境にかかわる事象の研究を自己目的とするのではなく，環境問題そのものをどう解決するかということを第一の目的とする。

(2) 現在の学問レベルでは未知のことが多く，そのためにこれを口実に環境対策が遅れている現実がある。未知の部分があることを認めた上で，大局的な問題解決の方法を探ることを目的にしている。

「生態系」についても，環境学の体系からは従来の概念とことなってくる。たとえば，

(1) 研究者が「生態系」を外から見て論じるのではなく内部から見つめる。

(2) 「生態系」を自然生態系と人間社会系からなる多重構造を持つ統合された全生態系の中でとらえる（詳細は省くが図1にその一般的概念を示す）。

したがって，「人間は自然の一員であるので，人間は自然と共存できる生活スタイルが必要」という見方は不十分であるという立場をとる。

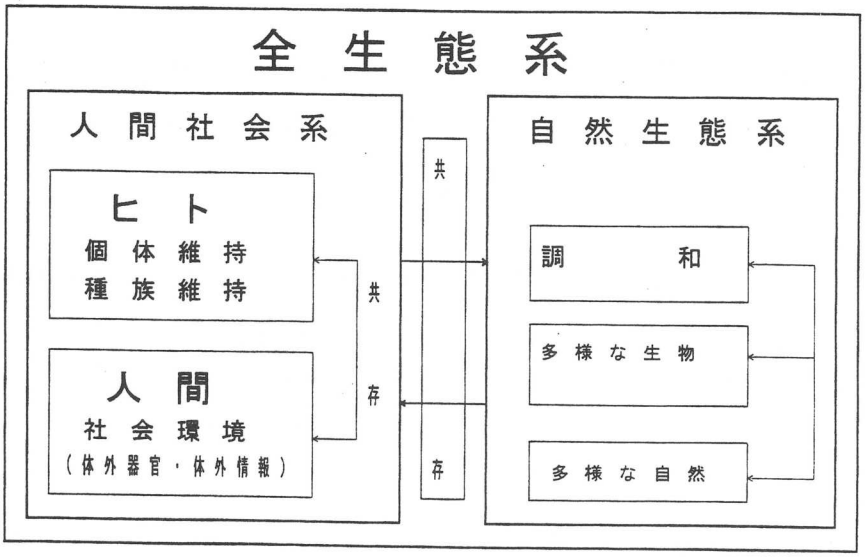


図1　全生態系の概念図.
個体維持と種族維持をはかるヒトという生物的側面と，社会環境を積極的に形成し，体外器官と体外情報をもつ人間としての社会的側面を統合した形の全生態系の中における共存の概念.

現在，CONSERVATION（保全派：天然資源の賢明な利用によって環境を保全することを目指す，いわば自然を人間の利益のための経済的な価値と見る ANTHROPOCENTRIC の立場）と PRESERVATION 派（保存派：自然を経済的・功利的価値と見ないで，自然それ自身の価値のために自然を保存しなければならないという自然中心主義または生命中心主義とも呼ばれる ECOCENTRIC の立場）との間で激しい対立がある。しかし，この対立は今のべた多重構造をもつ全生態系の概念からすれば，ANTHROPOCETRIC か ECOCENTRIC かという二立背反的な考えはとらない。

人と自然との関係を社会環境を含めて見ていこうとする DEEP ECOLOGY 学派（従来の生態学は SHALLOW ECOLOGY と呼ばれる）は現代社会システムと文明それ自体を変革する必要があると主張するが，この考えですら，本質は ECOCENTRIC であるため，社会派エコロジストからは「自然と一体化・自然に即した生活様式というのみで，環境問題解決のためには人口を減らすべきだというように人間自身が悪いという考えが強い」と批判を受けている。

自然保護（保全）を特別な生物種の保護，生物種の多様性，生物の生息地の保護（保全）の対象にするだけではなく，複雑な社会システムをもつ人間社会が生物全体の生存に関わる自然環境・社会環境全体の中でいかにして共存（一般には共生という言葉は生物用語よりも“共に生きる”という仏教用語の意味で使われているが，ここでは厳しい対立と共進化を伴う動的な意味をもつ共存という用語を用いる）をはかってゆくかという，従来のものよりももっと枠を広げた視点からみてゆく必要があると考えている。

琵琶湖におけるブラックバス（*Micropterus salmoides*）の現状

琵琶湖でもブラックバス（オオクチバス，最近

ではコクチバスも）による在来魚類への影響が問題になっている。この魚は1925年にアメリカのオレゴン州から移入されて芦ノ湖に住みついた魚であるが，琵琶湖では北湖の彦根市沖の湖岸で「おいさで」漁で見つかった1974年５月が最初であるとされている。漁協側は将来を心配して，この魚を捕獲したらすぐに連絡をとるようにという通知を出していた。しかし，この魚は北湖で次第に増加し，さらに1979年には南湖にも発見されるようになった。そして1983年には南湖でもこの魚が急激に増えた。そのため漁業者は危機感を強め，「ブラックバス撲滅大作戦」に乗り出した。この「撲滅大作戦」は1984年６月２日から２日間にわたって，500隻の漁船を繰り出して南湖で実行されたが，当初の漁獲予定の数十トンからは遥かに少ない850キロ程度の漁獲に終わった。こうして南湖における漁獲による「ブラックバス一掃作戦」は完全に不調に終わった。その後も同じ対策が何度かとられているがほとんど成功していない。

ブラックバスは在来の魚種に影響を与えたか？

かつては琵琶湖ではどこでも多数発見されたタナゴ類を始め，フナ，ホンモロコ，ハス，ワタカなどの在来の魚種が少なくなって場所によってはほとんど採れなくなったところがある。そして，この魚の激減の原因を多くの人はブラックバスによる捕食のせいにしている。果たしてそうなのだろうか？

実はブラックバスが増える前からすでに在来の魚が激減していたのである。たとえば，1966年ころからギギの数が激減しており，ニホンバラタナゴもタイリクバラタナゴに置き変わりつつあった。また，南湖の膳所公園付近では1973年には１回の投網でバラタナゴが100匹以上近くも一度に採集された場所であったのが，次の年の1974年（ブラックバスが南湖にも入っていない時期）にはこのバラタナゴは殆ど採れず，代わりにウシガエルのオタマジャクシが多数生息するようになった（このころ近江大橋建設中）。そして，このオタマジャクシもやがて姿を消した。

1976年の矢橋湾ではタナゴが短時間の間にいくらでも採集できた（標識法による推定個体数は約５万個体）。しかし，1978年にはタナゴはほとんど見かけなくなり，長時間かけてもわずか３匹の採集というさんざんたる状態に終わった（このころ矢橋では準備抗という名目で人工島の矢板工事が進んでいた）。

表１には瀬田川や南湖の東南岸の矢橋湾沿岸域における魚類組成が示されている。この表から在来の魚は南湖でブラックバスが急増する以前から相当数減っていたことがわかる。1973年には瀬田川（滋賀大の船着き場）にはヤリタナゴ，バラタナゴ，イチモンジタナゴ，タビラ，カネヒラ，オイカワが多数採集され，ほかに少なくとも11種類合計17種の魚が容易に採集された。矢橋湾でも1976年には湖辺でヤリタナゴ，バラタナゴ，タビラ，カネヒラ，オイカワ，ワタカ，ハスが多数採集され，他に少なくとも10種類，合計17種類の魚が採集された。しかし，まだオオクチバスが南湖に侵入していない1977年にはすでに矢橋湾の魚の数は先に述べたように少なくなり，ヤリタナゴなど８種類の魚がわずかに採集されるに過ぎなくなった。1980年になるとここの湖辺ではわずかにブルーギルがいる程度で他の魚はほとんど姿を消した（時期はいずれも７月～８月）。

瀬田川についても同様に今まで多くとれたタナゴが激減し，1986年にはヤリタナゴは比較的よく採れたが，あと８種類の魚はわずかしか採集できない状態となった。瀬田川に多数のブラックバスが入ったのは1987年である。明らかにブラックバスが侵入し増える以前から在来種の個体数が相当

表1　瀬田川・矢橋湾における魚類の種類組成の変化．オオクチバスの侵入・増加前からすでに在来魚種の減少がみられた．

漁種	瀬田川 1973	矢橋 1976	矢橋 1977	矢橋 1980	瀬田川 1986	瀬田川 1988	瀬田川 1991	瀬田川 1993
ヤリタラゴ	●	●	○		●	○		
バラタナゴ	●	●			○			
イチモンジタナゴ	●	○			○			
アブラボテ	○							
タビラ	●	●			○	○		
カネヒラ	●	●						
ヒガイ	○	○	○		○			
モツゴ	○	○						
タモロコ		○						
オイカワ	●	●			○			
カワムツ	○	○						
ワタカ		●						
ハス	○	●	○		○			
コイ	○	○	○	?				
フナ	○	○	○	?				
ムギツク	○		○		○			
ハゲギギ		○						
カムルチー	○	○	○					
ドンコ	○							
ヨシノボリ	○							
オオクチバス						●	●	○
ブルーギル		○	○	○	○	●	●	●

北湖1974年侵入

南湖侵入（1979）

南湖増加（1983）

瀬田川侵入（1987）

数減少していたことがわかる。

これら数々の事実から，在来の魚の種類や数の減少はブラックバスが増える以前から起こっており，この数の減少をブラックバスのせいにすることは明らかに間違っている。もちろん，ブラックバスは肉食性であるから残されたわずかの在来魚がこの魚によって打撃を受けることはあり得るが，これをもって激減の原因にする替えることは許されない。琵琶湖で在来種の減少をブラックバスのせいにする風潮がみられるが，これこそ在来種の

減少の真の原因を覆い隠す役割を果たしているとしかいえない。

何故在来種が激減し，ブラックバスが増えたのか？

それでは何故在来種，特に沿岸帯に住む魚が激減したのであろうか。琵琶湖では1942年から着手された干拓事業により内湖の全体の80％以上を占める2,521ha以上の内湖が消失した。その後，1961年には124.56ha（琵琶湖では最大規模の埋め立て）に及ぶ木の浜をはじめとする湖辺の埋め立て（22ケ所400ha以上），1972年から始まった琵琶湖総合開発による圃場整備，河川改修，湖底の浚渫，人工島の建設（72ha），湖岸堤建設（湖周の約5分の1），新規利水による大幅の水位低下などが複雑に絡み合って魚の生息条件を変えその減少につながり，湖の生態系を変えた。また，1960年代からの水質悪化の影響（富栄養化と汚染物質による影響）もこれに拍車をかけた。

これらの一つ一つの原因がそれぞれどれだけ魚に影響を与えているかという要因主義的発想でその因果関係を明らかにしなければ科学的でないとする見方があるが，このような手法はむしろ原因を不明にする役割を果たしている。圃場整備は用排水路を分離しコンクリート張りにしたため本来排水路にも住んでいた魚（ドジョウなど）が住めなくなったり，農地に使われた農薬が直接湖に排出され，湖辺の魚が忌避するため適当な産卵場所を失うなどの影響がでた所もある。河川改修は河川に住む魚の数と魚種の数を減らし，それが湖の魚にも影響を与えている。湖底の浚渫は貝類の減少によって，貝に産卵するタナゴ類に大きな打撃を与えた。同時にこれは在来の水草類の減少につながり（それだけでなく浚渫により水深が深くなることによる沈水植物の現存量減少もある），魚の生息場・産卵場を消失させるだけでなく，魚の餌の減少，水質浄化機能の低下などをもたらしている。人工島の建設，埋め立ても同様の影響を魚などに与えた。内湖は魚の産卵場・生息場として最も重要な所であった（ゲンゴロウブナの80％は早崎内湖で産卵していたという）。湖岸堤建設はヨシ群落を相当量破壊した（南湖東岸の50％以上ヨシの機能が消滅）。ヨシが残っていてもヨシ群落の株化現象はヨシ群落の機能の低下につながった。新たな水資源開発による水位低下は水草地帯の生態系を大きく変え，一時的とはいえ魚の産卵場・生息場を失なった（回復出来ないほどの影響の残った所もある）。また，水位低下はアオコの発生を促進させる（鈴木・前川・倉田，1995年日本陸水学会）ので，アオコプランクトンによる魚への影響も今後起こり得る。アナトキシンという神経毒をもつ *Anabaena flos-aquae* は日本では毒性が少ないので，現在のところ目立った影響は出ていないが，将来この魚毒性により魚が影響を受ける可能性がある。また，*Microcystis* によるミクロシスチンの毒性による魚の餌への影響，魚の卵発生への影響などもある。これだけでなく，アオコプランクトンの腐敗による無酸素状態で魚の生息場が奪われる。いずれにしても，これら一つ一つに分けて評価できない環境条件の変化が総合的に作用して魚の産卵場・稚仔魚の生息場の消失，快適な生息条件の喪失，魚の餌条件の変化によって在来魚の生息が脅かされその数が激減した。

次にブラックバスが増えた原因であるが，先に述べたように色々な開発事業によって琵琶湖の自然環境は大きく変貌した。そのため豊富な自然を備えた環境が少なくなり，生物種の多様性が減少し，自然生態系がそのため著しく不安定になった。これがある特定の生物種を急速に増殖させる原因となったのである。

もともとこれらの事業は自然改造論的考えのも

とに出来た産物であり，自然環境や社会環境に対する評価が方法論的に誤っていたこともあって，不必要または代替え可能な事業を無理に推進した結果である。そのため，湖の中ではもっとも生物種が多く自然生態系の安定に寄与している湖岸の水草地帯が面積的にも機能的にも大きく減少した。このことが湖全体の生態系の不安定性につながったとみるべきであろう。

琵琶湖ではオオカナダモ，コカナダモ，ヌマチチブ，カワヒバリガイなどのあらたな種の侵入や個体数の増加が起こったが，この中には琵琶湖の自然生態系の不安定性によるものがあると考えられる。アオミドロ，クラドホラなど糸状藻類が年によって増減することや *Uroglena*, *Microcystis*, *Anabaena*, *Oscilatoria* などある特定のプランクトンが急増するのも，この自然生態系の不安定性と何らかの関係がある。もし，自然が豊富で生物の種類組成が多様であれば，たとえ窒素・リンが多くても赤潮やアオコの発生は起こりにくい。最近大発生した*Cyanobium* sp.（以前 *Synechococcus* と呼ばれていたもの）と呼ばれるピコプランクトンの場合も同様の可能性がある。魚についても同じように在来種が減少し，種の多様性が損なわれたため，この条件下でも生息可能なある特定の魚（この場合はブラックバスとかブルーギル）が繁殖したものと思われる。いったん侵入に成功すると生態系が単純なために分布を広げ，個体数の増大が急速に起こる。

ところで特に肉食性のブラックバスについては在来種を食い尽くすので悪魚であるとして，一般の人からだけでなく，生態学を研究する人からも排斥されようとしている。新聞記事でも「嫌われものブラックバスとブルーギルー発酵させ健康ドリンク」「やっかいものー肥料に」「ブラックバスも覚悟ー外来魚捕獲へ指針」と外来性の魚に対して過激な表現をあびせかけている。生態系に攪乱を与えたが故に悪魚，害魚と見られるこれらの外来魚は現産地では生態系を攪乱しているわけではない。北米の湖では他の魚と共存しながら自己の個体維持と種族維持をはかっている。我が国でも芦ノ湖では他の魚と共存して生活していた。

問題は一部の人たち（釣り人だけではない）が移植した結果，自然生態系に攪乱がおこったのであって，非難されるべきは人間側にあって，ブラックバスやブルーギル自身には何の責任もない。

ブルーギルも外来性の移入種であるがこの魚は1963年頃に琵琶湖に1,500尾ほど，イケチョウガイの増殖用（この貝の幼生がこの魚の鰓で成長するので）に役立つということで放流されたという。悪魚扱いはこの魚たちにとっては迷惑な話である。

自然生態系に攪乱を与えるのでこれらの魚は悪魚・害魚であり，撲滅させなければならないというのであれば，人間ほど自然生態系に大きな攪乱を与えたものはないので，真っ先に人間を撲滅させなければならないという論理につながる。ブラックバスやブルーギルのみを責めるのは見当違いであり，ある意味では差別につながるし、いじめの構造にも似ている。機械的に，当てはめるのは不本意であるが，ECOCENTRIC の立場に立つ人ほどブラックバス悪魚論が多いのは，善意に解釈すれば現在の自然生態系を保護する気持ちがそれだけ強いからであろう。

ブラックバスを撲滅させようとしても琵琶湖の状況を考えると撲滅は不可能である。大きな湖の中で長年にわたって急増した魚を絶滅させることはもともと容易なことではなく，何か特別の例外的な事態が起こらない限り不可能である。また，仮にブラックバスの撲滅に成功したとしても，在来の魚が住めるような条件が整っていなければ，単にブラックバスが減っただけに終わり，また新たな別の魚種の急増を招くことになる。

いずれにしても，この問題の解決は自然生態系

と人間社会系との共存（詳細は省略したが図１参照）をはかりながら，生物の多様性を高め，在来魚種とブラックバスとの共存をはかる道しかないと考える。

移入種との共存は可能か？

そこで在来種との間で共存が可能であるかを考えなければならない。もともと外来種は一時的には急増しても長い時間をかければいつかは安定するという事実がある。しかし，これを待つのでは遅すぎる。むしろ，積極的に共存可能な状況を探り共存可能な条件を早く整えることが重要である。

1988年から1990年にわたる矢橋湾内のブラックバスの調査（太田・鈴木・山尾・吉田・森田・中川・駒井）で明らかになったことは，この魚は１日２食で朝方と夕方に摂食するが，朝方はヨシノボリなどの魚類が多く，夕方はエビ類を多食する。もっとも水域（河川に近いところ）によっては胃の中に多量の水生昆虫が混入していることもある（北米では動物プランクトン，水生昆虫，陸上昆虫など餌の種類は様々である）。

ところで1990年頃から少なくとも南湖ではオオクチバスの個体数は減少しはじめ，逆にブルーギルの個体数が増加し始めた。しかも，1989年にはオオクチバスの餌の種類組成（いずれも10・11月で比較）に変化がみられ，1988年，魚のみの比率が54.4％であったのが1989年1990年には約20％以下と大きく減少している（表２）。餌の魚種も1990年にはヨシノボリが極端に減った（表３）。

表２　ブラックバスの餌の種類組成の年変化.

1989年から餌組成の中で魚の比率が激減し，ブルーギルを除いて自然界では他の種類の魚の数が減っていることを物語る.

	魚	エ　ビ	魚＋エビ	空胃率
1988年10・11月	54.4％	21.3％	24.3％	19.5％
1989年10・11月	19.5％	68.8％	11.7％	41.2％
1990年10・11月	17.5％	71.2％	11.3％	36.2％
この間，ブラックバスの採集が困難で計測出来ず				
1995年10・11月	31.4％	49.2％	19.4％	69.7％
1996年９・10月	27.0％	49.9％	23.1％	48.1％

表３　ブラックバスの餌の魚種の年変化.

1990年から餌の中のヨシノボリが減りブルーギルが増加している．少なくとも1995年以後には再びヨシノボリがやや増加.

	ヨシノボリ	その他の魚	ブルーギル
１９８８年	＋＋＋＋＋＋＋＋	＋	－
１９８９年	＋＋＋＋＋＋＋＋	＋	＋
１９９０年	－	＋	＋＋＋
１９９５年	－	＋＋＋＋	＋
１９９６年	＋＋	＋＋＋	＋

いくつかの調査結果から1990年からオオクチバスの個体数が減少したのはオオクチバスの餌生物が著しく減少したためだと考えられる。

1990年にはブルーギルが逆に増えているが，魚食性のオオクチバスはこれを主要な餌として利用することが出来ない。実験ではオオクチバスは餌としてはブルーギルと他の魚種との間に選択性に違いがみられ，明らかにブルーギルに対する選択率（どちらを先に選ぶか）や摂餌率（どちらの方を多く摂食するか）が少なかった（表４）。しかし，同じブルーギルでも背鰭のないブルーギルに対しては餌選択率や摂餌率が高くなる。ブルーギルは背鰭などを用いて威嚇行動（オオクチバスに出逢うと鰭を立てて防御姿勢）をしめすが，これがオオクチバスの捕食行動を抑制させる効果を持っているようである。ブラックバスの胃の中にブルーギルが入っている例が見られるが，ブラックバスは一旦餌としてブルーギルを捕食しても，背鰭などが邪魔になって吐き出す例もあり，次第に学習効果によって，ブルーギルを忌避するようになる（鈴木・田中，1994，日本陸水学会）。

表４　ブラックバスの餌選択性.

ブラックバスはブルーギルに対して選択性が低いがブルーギルの背鰭を除去するとブルーギル選択性は増す.
選択率＝最初に選んだ回数／実験回数
摂餌率＝摂食した回数／実験回数

正常の魚の比較

	ブルーギル	他種の魚	
選択率	11.1％	81.7％	＊＊
摂餌率	27.8％	100.0％	＊

ブルーギルの背鰭の有無の比較

	正　常	背鰭なし	
選択率	29.1％	71.0％	＊＊
摂餌率	36.2％	82.7％	＊＊

＊：５％レベルの有意差　＊＊：１％レベルの有意差

ところで，1991年から減り始めたブラックバスは1995年から再び増加傾向を示した。これは一つには1994年頃からエビの量が増えたこと（漁獲高には大きな変化はみられないが取れ過ぎで破棄したところもある），在来魚も若干増えてきたことによると考えられる。上等（1995年），太田（1996年）によって得られたブラックバスの餌種類組成（魚の種類組成とエビとの比率）と空胃率（表２，表３参照）からこのように判断した（空胃率が高ければ外界の餌が少なく，空胃率が低ければ外界の餌が多いと仮定）。このことから琵琶湖ではブラックバスはもとの数に戻りつつあると考えられる。これらのことからブラックバスの数が安定期に入ったとは考えられない。

当然，琵琶湖では在来種が激減しているので（特に沿岸帯に生息する魚種），ブラックバスとの共存には，まず，これらの魚を以前の状態に近い形に増やし魚類の多様性を大きくしなければならない。ブラックバスには天敵がいないので個体数の制御作用が効かないというが（餌による制御作用はすでに述べたように認められる），例えばビワコオオナマズはブラックバスを捕食する。同時に，人間の側も新しい食文化の創造によってブラックバスが漁業の対象の一つになるようにすることも必要である。いま，給食にブラックバスが供せられているが，これだけでなく他にも大いに利用する方法が採られるべきであろう。

どのように対処すべきか？

在来種との共存をはかるための手法としてもっとも重要なことは，本来の在来種の減少につながった自然環境を改善し，復元をはかることである。その中で最も重要なのがヨシを中心とする沿岸帯の生態系の復元である。豊富な生物種の生息を可能にし，多様な機能と生態系の安定に寄与してい

るヨシ群落を保全する意義は魚種の復元だけでなく大きい。それはヨシをはじめとする水生植物帯は他の水域と比べものにならないほど多くの種類の生物が生息できる構造を持っているため水の浄化，漁業生産の場，湖辺の侵食防止，景観形成など多様な機能を発揮できるからである。

ヨシ群落はある一つの働きだけのためだけに存在しない。ヨシ群落の特徴は人工的に作られた水をきれいにするための下水処理場や魚を育てるだけの養殖場と違って，総合的かつ多様な機能を備えているところに大きな特徴がある。ヨシが持つ水浄化機能についても，単に系内の窒素・リン・有機物という物質の量的変化だけにとどまらず，ヨシ群落内の多面的な機能や生物群集の多様性と安定化に支えられてそれが機能している。

ヨシの機能について経済的評価を試みると次のような結果となる。ただし，経済的評価の可能な事項は論理的に ANTHROPOCENTRIC の立場に立った評価しかできない。漁業面の経済的評価についてはコイ・フナ・モロコの生産額のみであるが，収入の資本見積もり法により 650 億円（資産評価価値をV，年収をR，利子率をｉとしたとき，V＝R／ｉ），水浄化については流域下水道の建設費・維持費・管理費を含めて有機物処理あたりの費用を求め，ヨシ群落内の有機物分解能からヨシの有機物浄化に関わる経済的評価を行い合計約 134 億円という値を算出した。このほか，湖辺の侵食防止については護岸工事費とヨシ群落生育地の総湖岸延長距離から約93億円，景観等の評価については，ヨシ保護における支払い意志（WTP）を疑似市場法（CVM）によって求め，756 億円と算定した。したがって，総評価額は約1,630 億円となった（市場・鈴木，1996年，環境科学会）。

ただし，この総評価額は (1) 枯死した茎の浄化，(2) ヒメタニシなど微生物以外による浄化，(3) 窒素・リンなどの除去，(4) エビ漁，フナズシなどの加工業，ヨシ業者など，(5) 内湖のヨシ群落などなどの評価を行っていないので，この額は相当過小評価されている。

また，人間の経済活動に関連しない生物の生息場，自然そのものの価値など ECOCENTRIC な面からの評価は理論的に経済的評価が不可能で，これを考慮するとその価値はさらに大きくなる。

滋賀県の資料では湖辺の現在のヨシ群落は1953年の 260 ha から半減しているので，ヨシ群落の復元には 1,630 億円以上の費用を費やすには十分の根拠があるので多額の費用をかけてでもそれを実行すべきである。

しかし，現在進められている復元事業には色々な問題がある。いくつかのところで，ヨシの人工造成が行われているが，現在のヨシ人工造成地は水位がマイナス20cm（平常でも夏期にはこの水位以下になる）になると，ほとんどの人工ヨシは水面から干上がって陸ヨシ化してしまう。また，その沖側にはブロックや礫で囲まれ，水深が急に深くなっているので，ヨシ帯が沖に拡大されないばかりか，沈水植物も生育出来ない。そのため魚の産卵場所，仔稚魚・成魚の生育場所としての役割はほとんど果たしていない。また，魚の産卵用に浮きヨシが造成されたものが琵琶湖のいくつかの場所で見られる。これは魚の産卵には成功しても，餌が十分でなく（ヨシの茎につく餌が浮きヨシにはみられない），魚の稚魚がどれだけうまく育つかわからない。また，自然のヨシ帯とちがって隠れ家がないためにオオクチバスの捕食に出逢ったりしている。水草地帯がもつ総合的な機能を再生するという発想はなく，魚の産卵という一つの目的しか持たない浮きヨシの造成という工学的発想がここにもにじみ出ている。

ヨシは湖底が急勾配になっているところでは株化が起こったり生育がうまくゆかない。湖底を平坦な斜面（松岡の研究によると一般には 2.3 度以

下）にし，底質を改善しながら，湖岸付近の水の動きを考慮した改善が必要である。可能であれば，ヨシの生育に妨害になる建造物は撤去する必要がある。湖岸堤を作ったところには捨て石がたくさんある。この障害物も除かなければヨシはうまく育たない。水質が直接・間接にヨシの茎を弱めていることから，水質そのものもよくしていく必要もある。かつては，河口付近にはヨシが繁茂していたが，現在ではほとんど河川改修のためになくなっている。これらの再生はもちろんのこと，内陸部全体の自然浄化の機能を高める対策が同時に必要となる。びわ湖の新たな水資源の開発で，びわ湖は大幅な水位低下を招く。その際，沈水植物は相当枯死するしヨシ群落の機能も損なわれる。それだけでなくアオコ発生も起こりやすくなる。また沖側にある沈水植物の衰退はさらにヨシ群落の崩壊に拍車をかけるという悪循環も起こる。このことからも社会システムを含めた水利用のあり方を考える必要がある（鈴木　環境科学会 1996)。

ヨシ保全に対する住民の意識

ヨシ群落の保全のためには県民の同意と協力が必要である。残念ながらヨシ群落の重要性についての認識はまだまだ少ない。アンケート調査ではヨシ群落に対する関心度が強いとその重要性の認識も高くなる（「ヨシに大変関心がある」人は「ヨシは大変重要」とするが87％，全体の平均は53％)。ヨシを壊す湖周道路建設の可否についても，ヨシは大変重要と考える人は，「出来るだけ道路は作らない方がよい」が61％（全体平均は53％）と多く，「絶対作ってはいけない」と厳しく考えている人も12％ある（他のグループの平均は２－３％）が，道路の利用の仕方からみると，ドライブなど自動車を多く使う人は，「道路は必要であるので一部ヨシ群落を壊しても仕方がない」が増える（36％から41％)。これに対して，自然観察，散策に湖辺を利用する人は，「ヨシ群落を壊しても仕方がない」とする人は少ない（それぞれ8.3％，16.3％)。

一方，「絶対道路を造ってはならない」と厳しく考える人は自然観察（25.0％)，ヨット・ボート利用（20.0％）に多く，ドライブ（3.8％)，風景を楽しむ（5.8％)，水泳（5.1％）は極めて少ない。建前としてはヨシの保全が重要と考える人でも，道路を利用する立場に立つと道路建設を是認する方向にシフトし，ヨシ群落保全に対する意識に変化が生じる。しかし，ヨシについて講演や講義をきく機会が多くなると関心が高くなったと答える人が多くなる（80％を越える)。ヨシ保全のために「道路はできるだけ作らない方がよい」が47％から66％，「道路は絶対作ってはいけない」が２％から６％と増加し，「一部ヨシを壊しても仕方がない」と考える人が42％から15％に減少する。ドライブをする人でさえ「出来るだけ作らない方が良い」とする人が26％から48％に増える。このようにヨシに対する関心やヨシの重要性の認識は講義や講演によって大きく変わる（図２)。これらのことから大学・高校・中学・小学校など教育機関や社会教育で果たす役割も大きい（鈴木・藤本，1996　日本陸水学会)。

規制について

ブラックバスが移入されたことによって在来の魚などの生態が大きく変わる場合もある。そのため，その対策として生物相の攪乱を防ぐため移入行為に対する厳しい規制が必要であるという見解が出てくる。未然に生態系攪乱防止のため移入種の厳しい規制を行うことは必要であるが，それだけでは不十分である。同時に移入種が侵入する事態が起こっても，それに耐えられるような自然生

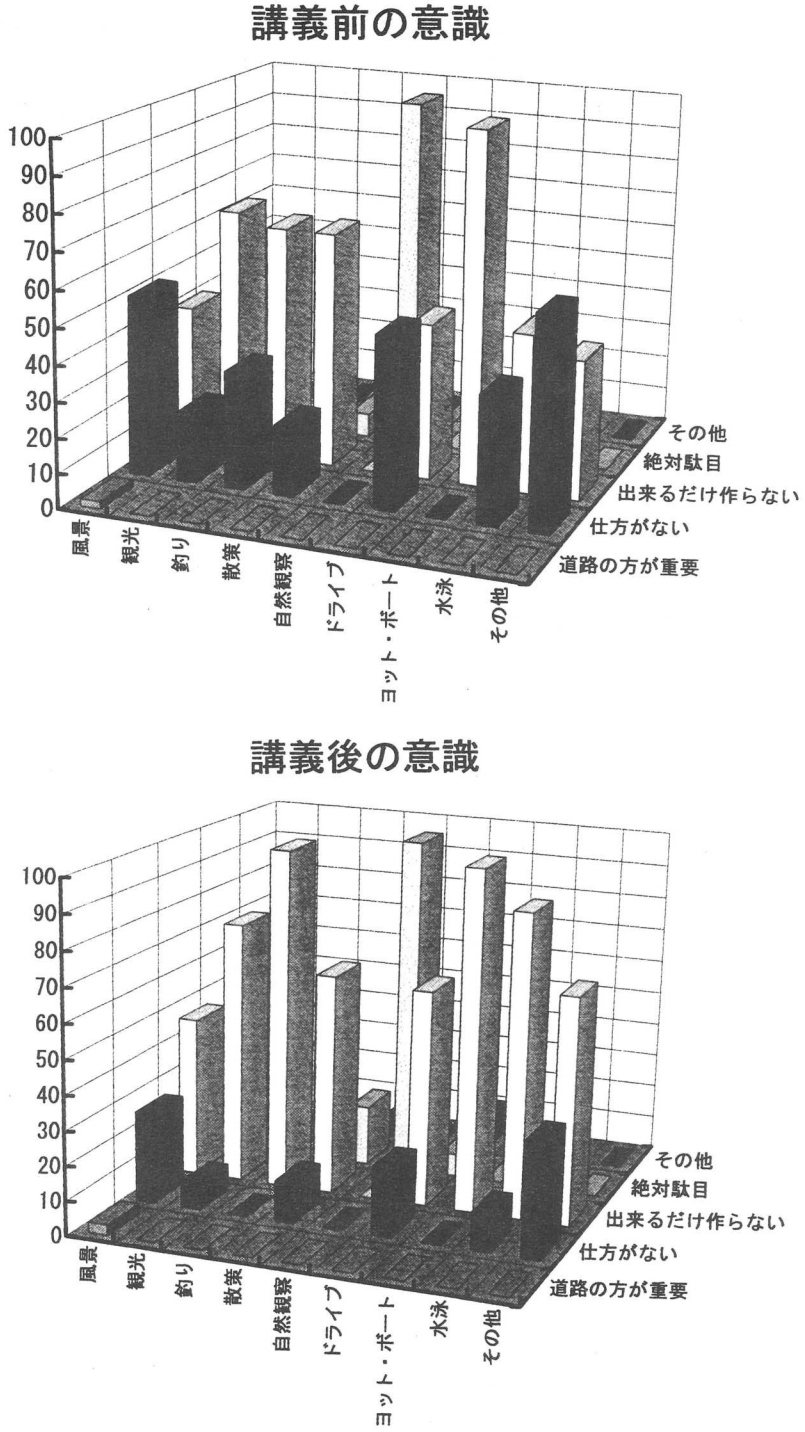


図 2　講義によるヨシ群落に対する認識の影響.

講義や講演によってヨシに対する関心・重要度，ヨシ群落を破壊する道路建設に対する見方が大きく変化する.

態系を維持出来るような社会的システム（自然的システムではない）が形成されなければならない。現在，環境保全に環境管理計画が策定されて，規制や管理で問題を解決しようとする流れがあるが，さしあたって，このような対策をとる必要性を否定するものではないが，決して好ましいことではない。この方向はむしろ人間の管理社会の形成につながるおそれがあるからである。

今までの環境管理論的（因果関係・量的評価が必要）工学社会から生態共存論的（今までの価値観から脱出して新しい自然の摂理の中で生きる価値観をもつ社会）生態的社会への転換が時間はかかるが必要なことである。

キャッチ・アンド・リリーズが良くないという。しかし，中には生物をとった後にはもとに戻さなければいけないと教えられたからという若い釣り人もいる。流行を追い，マニュアル化され，規格化された社会の中で生きているこの工学的社会の中で，一種の釣りブーム，釣りのスタイル，釣りのマナーなどが形成されている。環境教育はこのような社会的状況の中に立って行われなければたんなるしつけの問題に終わる可能性が強い（鈴木，環境教育試論：水環境学会誌VOL 17，1994）。これらのことはしつけの問題だけで終わることのできない複雑な問題をもっている。自立（独自性）と自律（セルフコントロール）がもてるような社会システムの形成がどうしても求められている。湖の環境保全のためには，一次産業（ここでは漁業）が重視されなければならない。このためには琵琶湖に生息する魚類の保全が必要であるが，ブラックバス問題をきっかけに湖の生態系の保全・修復がはかられることになれば，ブラックバスは悪魚どころか琵琶湖保全に多大の貢献を果たしたことになる。