

シジミ漁業再生戦略研究

霞ヶ浦漁業研究会

代表 濱田 篤信

茨城県

I 目的と方法

ヤマトシジミおよびセタシジミは、日常の食卓に欠かせないわたしたちの食材であり、内水面漁業の最重要漁獲対象種である。戦後は、アユと並んで漁業者の生活を支えた天の恵みであった。しかし、気がついてみれば、全国の殆どすべてのシジミ産地でシジミの減産が続き、近い将来にシジミ漁業が消失する恐れさえある。このことは「生物多様性」の著しい損傷を示す現象で、私たち人間を包含する地域の崩壊を示唆する現象で見過ごすことはできない。本研究では昭和 40 年頃から活発になった水資源開発や治水対策を目的とする大規模公共事業の生態系への影響を軸にこのテーマをとりあげた。なお、紙面の都合上、詳細を記載できない。詳細の一部はすでに投稿、公表したが逐次各紙への投稿を予定している。また、本報告とは別に本報告（原本）を取りまとめているので、必要である場合には参照して戴きたい。

研究戦略

(1) 研究の方法

本研究の最大のねらいは、全国的に減少をつづけるシジミ類の漁獲量変動の原因を構造的に明らかにすることである。この目的を達成するために時空間的連続性と全国の動向を重視した。漁獲や人間活動の歴史について、過去に蓄積された観測値や調査資料あるいは公共事業や河川工事に関する資料を収集、解析を行うこととし、そこから得られた結果を現場の観察や観測で補い確認するようにした。

調査研究の対象とした水域は、利根水系、那珂川水系、十三湖および琵琶湖である。

(2) 資料

基本的資料として農林水産省経済局統計情報部「漁業・養殖生産統計年報（財団法人農林水産統計協会）」、「茨城県公共域の水質」および国土交通省各地の河川事務所のホームページで公開されている情報を用いた。詳細は引用文献に記載した。

(3) 現場における観測・水質調査等の方法

調査方法に用いた方法は以下のとおりである。

流速：プロペラ式流速計（DentanCM-1BN）によった。

水質 水温・塩分・濁度：堀場多目的水質分析計、溶存酸素量：YSI 社 DO メータ 57
栄養塩類：Strickland&Parsons の方法により光電比色計を用いて測定した。

生産力：涸沼川中央部流心におけるウィングラー現場法。水面から 0.5m 間隔に 3.0m の深さまで 100ml の暗ビン明ビンを 11：00～15：00 までの 4 時間垂下放置し、前後の酸素消費量を測定してもとめた。

(4) シジミの呼吸量の測定

プラスチック容器（直径 12cm 高さ 8cm）に収容し、容器内に 1.0l/h の水を流入出させ、流入口と流出口の酸素濃度差に流量を乗じて求めた。

II 利根水系

1 霞ヶ浦北浦の漁業の興亡

霞ヶ浦北浦および利根川のヤマトシジミは、1963年に霞ヶ浦下流の常陸川河口部に建設された常陸川水門、1971年に利根川に常陸川水門と並んで建設された利根河口堰の影響が大きく、現在シジミの生息は困難な状態にあり当然漁業も成り立たない。詳細にみるとシジミ漁業の発生から利根川および常陸川の河川工事が影響を与えていることがわかる（図1）。漁獲量の増加には霞ヶ浦と利根川を結ぶ北利根川の改修工事の影響が大きい。

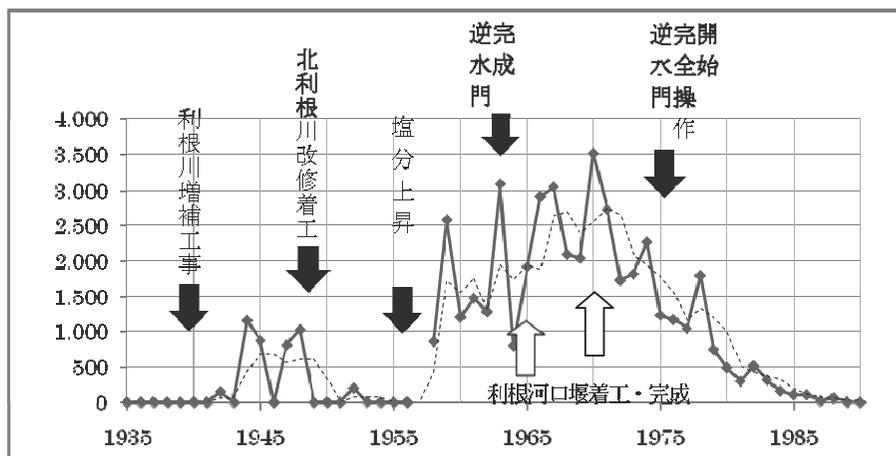


図1 霞ヶ浦北浦におけるシジミ漁獲量の推移（漁獲量：トン）

これに対し漁獲量の減少については、まず利根河口堰の建設によって霞ヶ浦に逆流しシジミの生産を支えた利根川河川水の逆流量が減少し、漁獲量が減少するが、1975年から実施された霞ヶ浦開発事業による利水事業のための常陸川水門の逆流を許さない完全操作によって消滅した。

2 利根川におけるシジミ漁業

生産構造

利根川のシジミ漁獲量は、1953年頃から始まり1960～1980年間には10000トンを超えるようになる。最盛期の1969年には38000トンに達していた。1971年の利根河口堰建設の影響で漁業は消失に向かうが、稚貝の移植放流で1985年頃まで漁業が継続されていた。

今回の調査で明らかになった最も重要なのは、利根川のヤマトシジミの生産が霞ヶ浦北浦の基礎生産によって支えられているという点である。

図2を見ると利根川のシジミ漁獲量と利根川上流の霞ヶ浦の酸素飽和度の間に相関関係が認められる（ $r^2=0.83$ 、1955～1969）。特に利根河口堰の完成する直前までの期間には酸素飽和度と漁獲量が特選会系を示し勾配も大きく、利根川のシジミの生産が霞ヶ浦で生産された植物プランクトンによって支えられていたことがわかる。しかし、利根河口堰が完成する1971年以降、さらに1980年頃からは、霞ヶ浦の影響は認められるが、その効果は従来の20%程度に低下している。

これらのことから霞ヶ浦北浦という遊水地をもつ利根川では、利根川河川水が潮汐で遊

水池の霞ヶ浦北浦に送り込まれシジミの餌となる植物プランクトンが生産された後、下流にあるシジミ漁場の霞ヶ浦北浦湖尻部、常陸利根川、利根川へ運搬されシジミの生産を支

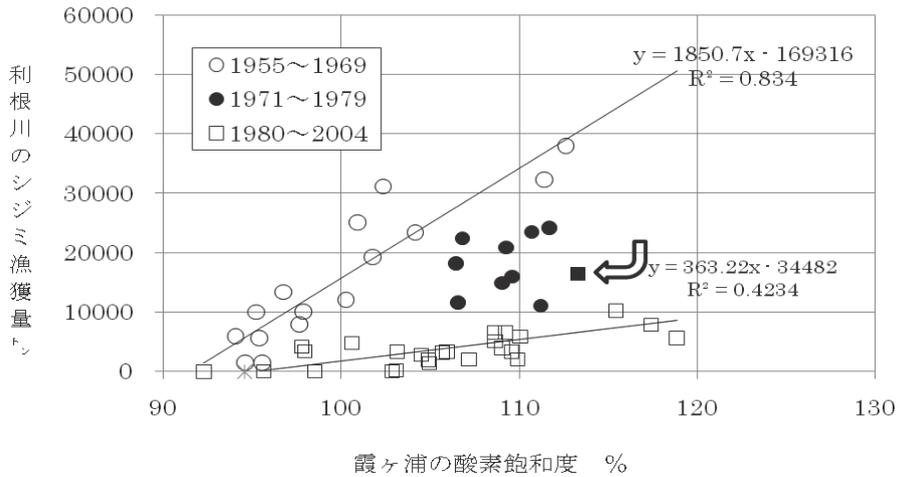


図2 霞ヶ浦の酸素飽和度と利根川のシジミ漁獲量

えていたことがわかる。また、一旦、河口にまで流下した植物プランクトンを中心とする懸濁態有機物は潮汐によって河口より上流のシジミ漁場に返送されシジミに利用される。

植物プランクトンの生産を支える下流からの利根川からの逆流水は、基礎生産に寄与するだけではなくヤマトシジミの発生や代謝に必要な塩素イオンの供給の担い手ともなっている。利根川水系におけるヤマトシジミの生産構造模式図を図3に示す。

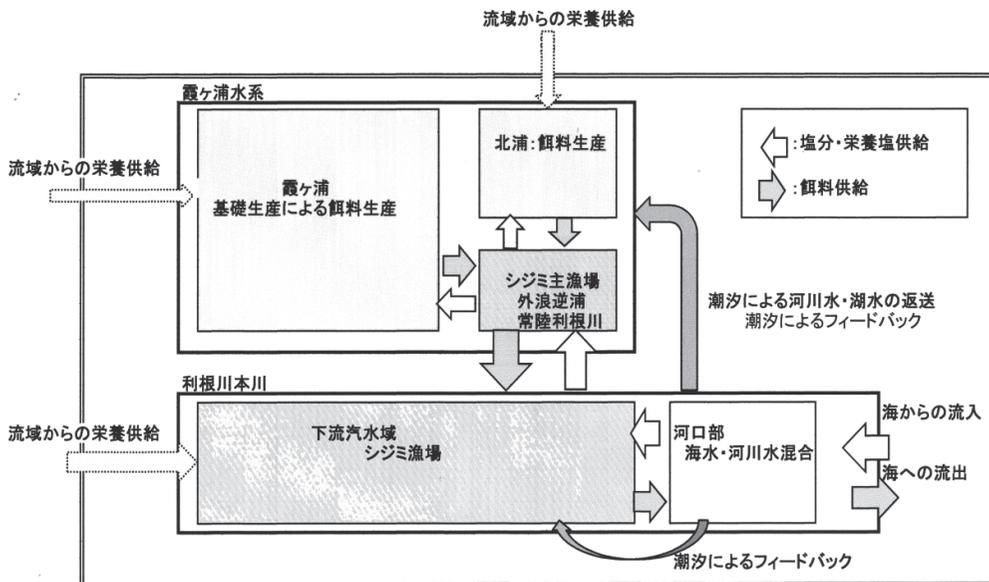


図3 利根川水系におけるヤマトシジミの生産構造模式図

江戸時代末期以降、利根川下流域と霞ヶ浦と利根川を繋ぐ常陸利根川の閉塞化、淡水化が進んで、ヤマトシジミの生息環境が失われていく。明治初期から始まる利根川水系の河川改修工事によって常陸利根川水域に塩分が遡上、ヤマトシジミの産卵、幼生の発生が可能となる状態が出現する。発生した幼生が着底した後は、稚貝が成長し漁獲対象となるまでの成貝に成長するための餌料が必要であるが、河川改修によって利根川と霞ヶ浦の水の疎通が促進されたことによって霞ヶ浦北浦湖内での珪藻やその他のプランクトンの生産が活発となり、餌料としてヤマトシジミ稚貝に供給されるようになった。このことによって生残率や成長速度が向上、まず利根川と常陸利根川合流点付近にヤマトシジミの分布域が確保されるようになる。ここから関連水系にヤマトシジミ幼生が分散、ヤマトシジミの生産水域が広がっていく。

潮汐によって利根川の河川水が霞ヶ浦北浦に逆流遡上し、湖内でも基礎生産が高まるようになると、生産された珪藻類や detritus 状の有機物が、河川改修によって加速された流動によって浮遊懸濁し漁場に運ばれ、ヤマトシジミの摂食・成長を促し生産を高める。

しかし、ヤマトシジミの生産条件がピークに達すると同時に利根河口堰が建設され餌料生産の場である霞ヶ浦北浦への栄養塩類の供給が断たれる。餌料の生産および供給が低下しヤマトシジミの生産・再生産が停止することになった。

なお、本章の詳細については「利根川水系におけるシジミ漁業の興亡—そのメカニズム、霞ヶ浦研究会報 13、1-17.2010」に投稿、掲載された。また、その内容を「日本科学者会議第 18 回総合学術研究集会予稿集 ISSN0913-6584. 「21 世紀：人類の転換期における科学の役割。多様性と普遍性の矛盾を考える」に発表した。

Ⅲ 那珂川水系

1 漁業動向と問題点

ヤマトシジミの漁場は河口近くで那珂川に繋がる涸沼、涸沼と那珂川を繋ぐ涸沼川である。かつては那珂川本川も重要な漁礁であったが、現在では殆ど機能していない。

那珂川水系におけるヤマトシジミの漁獲量は図 4 に示すように 1955 年頃から増え始め急上昇し 1974 年に 6300 トンのピークに達したが、その減少の一途をたどり、2007 年にはわずか 334 トンにまで低減した。その後は、回復傾向を示しはしているが、1978 年頃からの直線的な漁獲量下降の原因解明が第一の課題である。那珂川および涸沼では、大きな開発

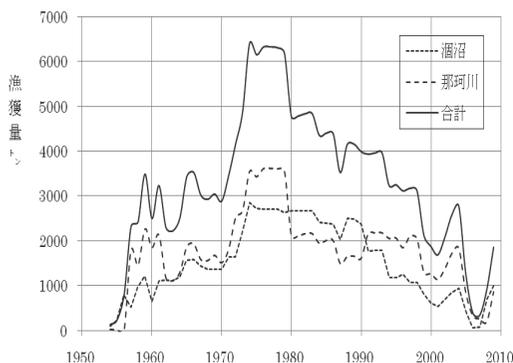


図 4 那珂川水系のシジミの漁獲変動

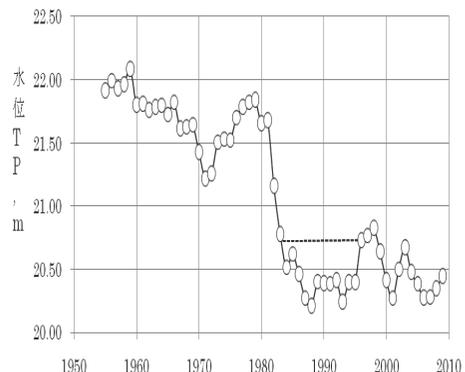


図 5 那珂川の水位変動（野口地点）

事業は、行われてこなかったが、現在、国土交通省によって進められている霞ヶ浦導水事業の影響評価も必要である。

2 河川改修事業の影響 — 河川の水位と漁獲量

那珂川（野口地点）の水位は河川改修等の影響で低下を続けてきた。1979年にTP 21.98mあった水位は、現在、20.5mまで低下しており、30年間で1.5m低下している。この変化に着目し水位と漁獲量の関係を検討したところ図5のように、資源増大期には水位が低下する程、漁獲量は増加した。これに対し、資源減衰期に入ると、逆に水位低下にともない漁獲量が減少することがわかった。

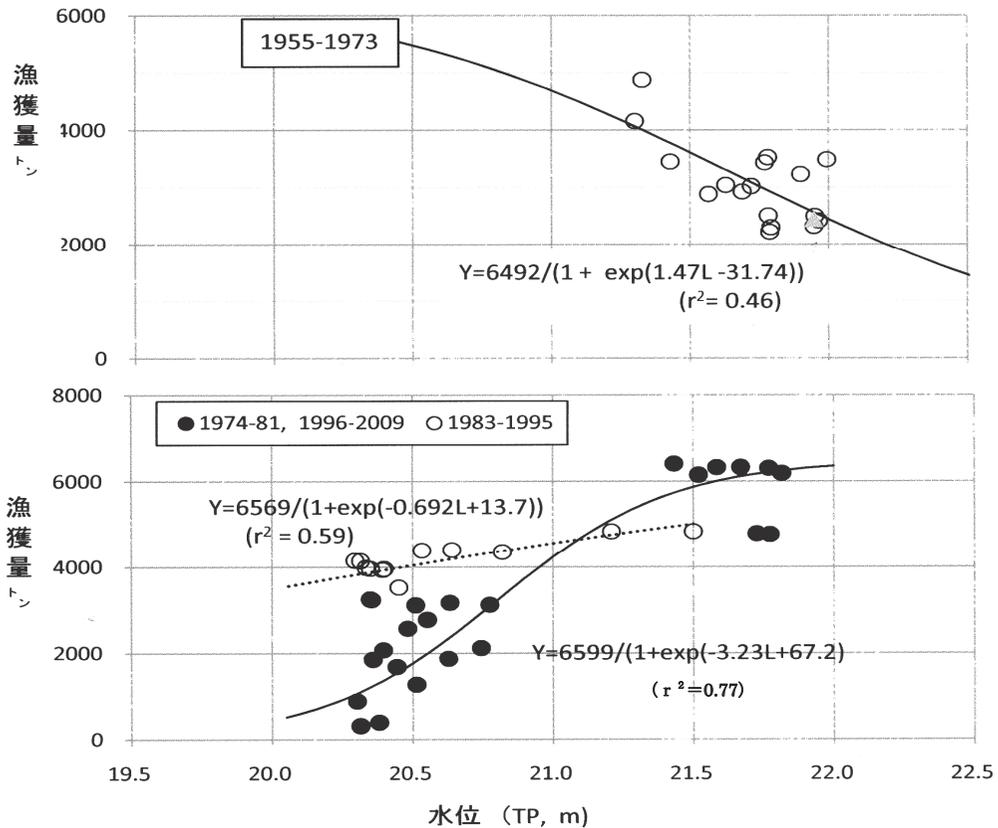


図5 那珂川における水位とシジミ漁獲量との関係
 上段：資源増大期（1955～1973）、下段：資源減衰期
 （漁獲量：那珂川・濁沼の合計値、水位：那珂川野口地先の低水位値）

水位と漁獲量の関係は、ロジスティック曲線で次のように近似することができる。

資源増大期（1955－1974）-----	$y = 6492 / (1 + \exp(1.47L - 31.7))$	$(r^2 = 0.46)$
資源減衰期 1（1975-82, 1996-2009）-----	$y = 6599 / (1 + \exp(-3.23L + 67.2))$	$(r^2 = 0.77)$

3 シジミの減産原因についての仮説の設定と証明

仮説の設定

資源減衰期になると、なぜ、那珂川の水位低下にともない、ヤマトシジミの漁獲量が減少するのかについて、利根川水系の研究の成果を踏まえ、次のような仮説を設定した。

那珂川本川の河川改修がすすむと、那珂川から流下してきた河川水は、潮汐で逆流する場合に、本川を逆流遡上しやすくなる。一方、河口付近で本川に合流する支流涸沼川への逆流量は、本川への逆流量増によって減少、涸沼川をへて涸沼へ逆流していた流量が減少する。その結果、那珂川水系のシジミの餌料生産の場である涸沼の基礎生産速度やシジミへの餌料供給速度が低下し、シジミの生産量が低下する。

仮説の証明

潮汐によって那珂川から涸沼へ逆流する河川水量を過去 30 年に遡って求める方法として主漁場の上流および下流の溶存酸素量の差、シジミの現存量およびシジミの酸素消費量からいくつかの仮定を設けて逆流量を算出した(図 6)。

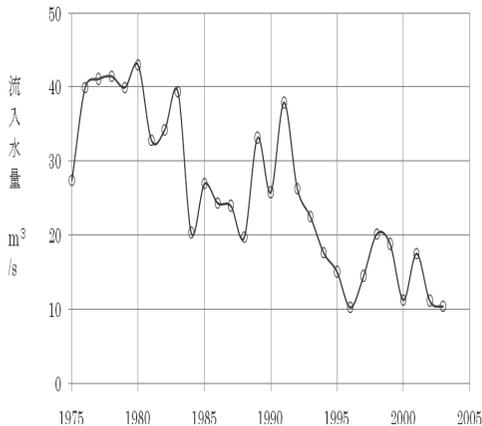


図 6 涸沼へ逆流量の変化 (推定値)

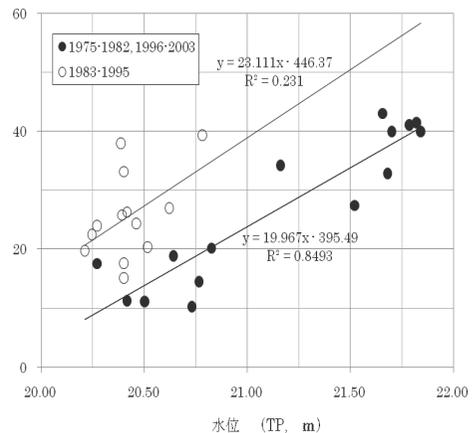


図 7 水位と流入水量の関係

上記の方法で算出した涸沼への流入水量は、1980 年には $42\text{m}^3/\text{s}$ であるが、以後減衰を続け現在では当時の 1/4 の $10\text{m}^3/\text{s}$ にまでに低下しており、推定流入水量は、図 5 の水位変動と同傾向で減少した。また、水位と算出した流入水量との相関関係を検討したところ、特に水位低下が激しかった 1983-95 年の期間をのぞくと、水位と流入水量 (推定値) の間に高い相関関係 ($r^2 = 0.84$) が認めれ、前述の仮説が証明された。

4 河川流量のシジミ漁業への影響評価

以上の検討で、河川改修による水位低下や河川形状の変化が涸沼への逆流量を減少させるなどの変化によってヤマトシジミの生産に影響を与えていることが実証された。水位低下の問題は、しかし、基本的には、流量の問題である。水位変動を梃子に漁場への流入量が増減し、シジミ生産に影響を与えているのである。この「水位—流量—シジミ」とい

う二重構造のために「流量とシジミ」の関係が、見えにくくなっている。したがって「流量とシジミの生産との関係」を明らかにするためには、水位変動の段階的低下を視野にいれて両者の関係を検討しなければならない。

図8に流量と漁獲量の間関係を図示した。両者の関係は、全期間については相関関係

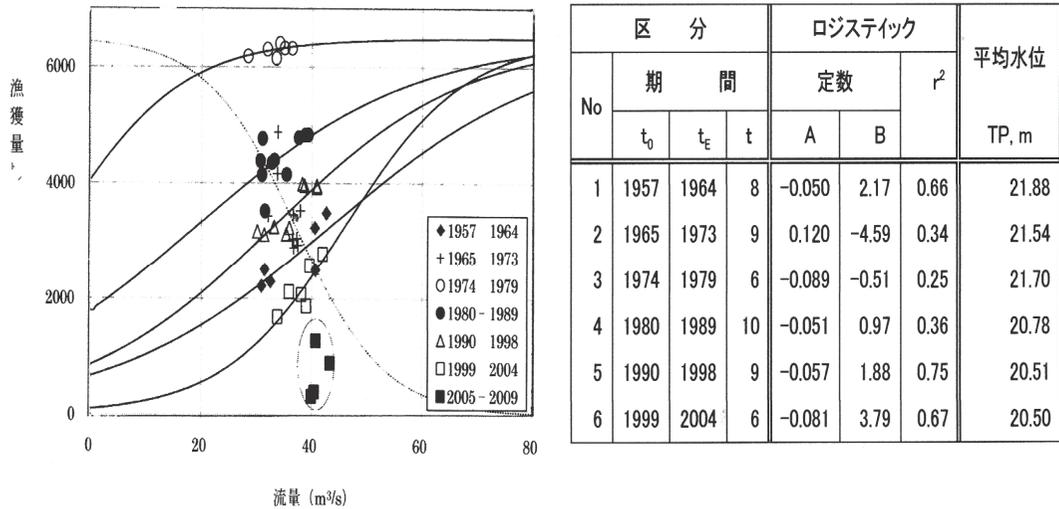


図8 流量と漁獲量の関係 両者の関係を全6期に分けてロジスティック曲線で近似。

t₀:初めの年、 t_E:終わりの年、 t:持続時間(年). 流量 Q(m³/s): 野口地点低水流量

ロジスティック回帰 $Y=Y_{max}/(1+\exp(AQ+B))$

は、認められないが、6-10年単位で検討すると両者の関係が見えてくる。流量と漁獲量の間には程度の差はあるが全期間にわたって相関関係が認められるが、1990年以降顕著になる。2004年以降は水位に関係なく漁獲量が低下する。

以上の検討から、河川流量も水位同様、シジミの生産を支配する重要な要因であることがわかる。

5 漁獲量の予測と霞ヶ浦導水事業の影響評価

水位と流量が水系のシジミ漁獲量に及ぼす影響が明らかになったので「霞ヶ浦導水事業」による那珂川からの取水の影響を予測することができる。

流量 Q と漁獲量 Y の関係は次式で近似できる。

$$Y = Y_{max} / (1 + \exp(A \cdot Q + B))$$

A , B はともに定数で、水位によって変化する。また、 Y_{max} は、図8の実測値を統計処理し算出した6500トンである。 $A = -0.081$ $B = 3.79$ を上式に代入し、河川流量毎の漁獲量を推定することができる。

現在の水位(TP20.5m)および流量(低水流量 $Q=35\text{m}^3/\text{s}$) で漁獲量を推定すると上式から漁獲量を算出すると $Y=2982$ トンが得られる。霞ヶ浦導水事業で $10\text{m}^3/\text{s}$ 取水すると $Y=$

2064 トン、15 m³/s 取水すると Y=1666 トンに漁獲量が低下する。また、水位が現在よりも 0.25m 低下した場合には、同様に取水前では Y=2270 トンであるが、10 m³/s 取水で Y=1479 トン、15 m³/s 取水では Y=1164 トンと漁獲量が 40~50% に低下する。

5 涸沼の生物多様性への影響。

ここで明らかにしたようにヤマトシジミ漁獲量の減少の主因は、那珂川の流量と水位である。河川改修事業は、シジミ漁獲量の段階的低下を引き起こしてきた。それぞれの段階で那珂川に新しい河川環境が生まれ、そのことによってシジミへの餌料供給の場である涸沼の基礎生産や高次生産あるいは生態系全体が変遷を遂げてきた。シジミ漁獲量減少は、その一側面であるに過ぎない。過去には 500 トンの漁獲があった地域個体群のニシン（涸沼ニシンとよばれる）が、いまでは 1 年に数尾しか見られない深刻な状態にある。最近ではマハゼが、同様の状態にあり、ウグイ（マルタを含む）、ウナギについても同様に減少が続いている。

2020 年完成をめざして現在進められている「霞ヶ浦導水事業」については 15m³/s 取水のヤマトシジミに対する影響も極めて深刻なものと予測した。しかし、問題はそれだけにとどまるものではない。全国的にも少なくなってきた数少ない汽水湖の生態系の存続に係る重要な問題である。その生態系の機能と構造が破壊されれば、その被害額は計り知れないものになると考えられる。それについても費用対効果を行い事業への対応を再考すべきである。

本章の内容については、「涸沼におけるヤマトシジミの漁獲量変動の原因解明」と題する論文の「霞ヶ浦研究会報 14 号, 2011」への投稿を予定している。

IV 十三湖

十三湖の漁獲量は、現在約 2000 トンであり、宍道湖、小川原湖、涸沼に続く全国第 4 位のヤマトシジミの産地である。全国各地の産地でシジミが減少する中で、いまも高い生産力を維持している貴重な汽水湖である。流域面積 2540km² の岩木川が流入し日本海に注ぐ。上流には世界自然遺産に指定された白神山地を有し、自然に恵まれた環境下にあるが、現在、5 年後の完成を目指し津軽ダム本体の建設が進められている。この津軽ダムは 1960 年に完成した目屋ダムを包含する貯水容量 14000 万 m³ の津軽ダムを建設し、治水および利水により大きな効果を期待するものである。貯水容量は、目屋ダムの約 40 倍で、この新たなダム建設のシジミ漁業への影響が懸念される。地元漁業者への聞き取り調査では、この事業による影響や被害は問題にされていなかったという。しかしながら、より多くの水を貯留し利用することになれば、当然のことではあるが影響がおよぶ。本来、新しいダム建設にともない事前の環境影響調査が必要であるが、完成後にも環境影響事後調査が必要である。こうした点を視野にいれて十三湖を取り上げ検討した。

1 シジミ漁獲量の推移

十三湖は日本海に注ぐ汽水湖である。上流からは岩木川、山田川、鳥谷川が流入する。前述した霞ヶ浦や涸沼のように利根川、那珂川のように比較的長い河川を介することなく、わずかに 300m の水路で日本海に開口している。

十三湖におけるシジミの漁獲量は 1959 年までは 500 トン以下で推移しているが、1960 年から増え 1971 年まで 1300 - 3000 トンの高水準で推移している。このシジミ漁獲量の増加

は、開口部への導流堤建設併せて行われた浚渫等の改修工事の影響でヤマトシジミの生態的環境が整ったからと考えられる。その後7年間は急激に減少低水準が続いた。この漁獲量減少の原因は、採り過ぎとされているが、1972、1975、1977年の3回にわたって起こった洪水の影響が大きいのではないかと考えられる。この一連の洪水への対策として1978年から段階的な河川改修事業が行われ、このことが1996年までの漁獲量増加をもたらしているからである。

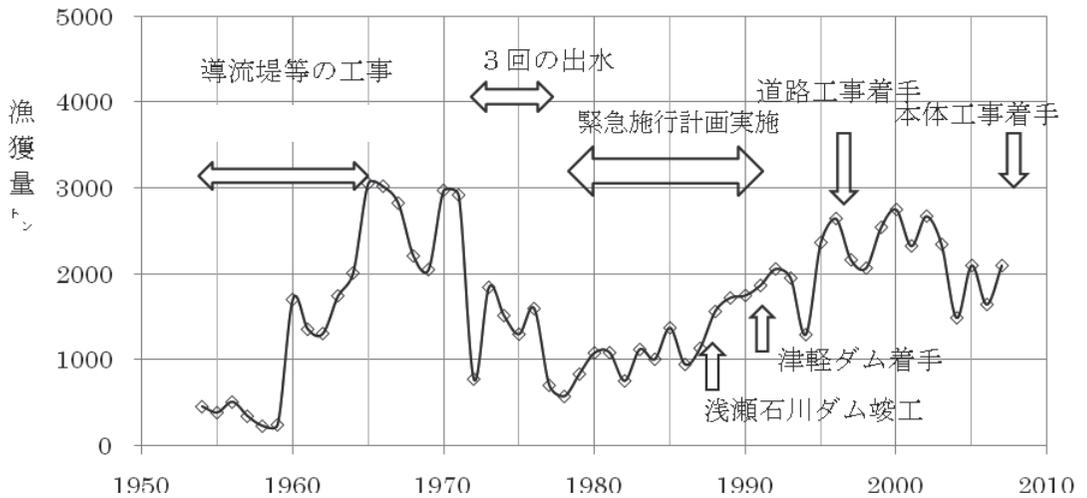


図9 十三湖におけるシジミ漁獲量の推移

2 流量の推移と漁獲量

岩木川五所川原地点の流量（豊水流量、平水流量、低水流量）の時系列変化を図示した（流量；日本河川協会 2007）。

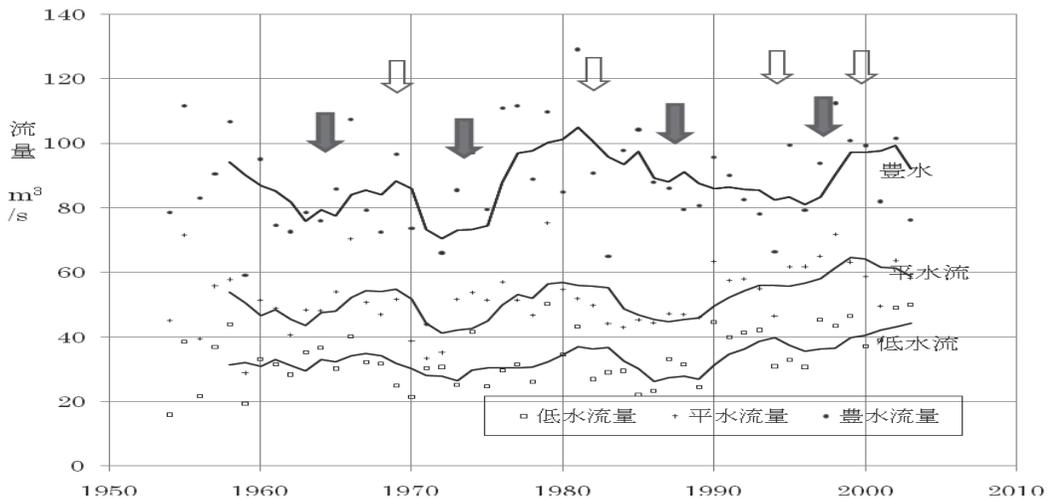


図10 岩木川（御所河原地点）の流量の推移（実線：5年移動平均値）
矢印（黒）：流量の[下降⇒上昇]の推移点、矢印（白）：流量のピークを示す

平水流量をみると 1963 年、1973 年、1985 年に極小値を示し、その前後で増加減少傾向を示している。低水流量や豊水流量についても 1988 年頃までは、ほぼ同様の傾向で変動を示しているが、1989 年以降、1996 年までの期間には、平水流量と低水流量が低下していくのに対し豊水流量が逆に減少していく。豊水流量は、1996 年からは減少から上昇に転じておりこの時点でも流量に変化が生じている。この豊水流量と平水・低水流量との変動傾向の差は、1988 年の浅瀬石川ダム竣工の年と一致しているのでダムによる水資源の管理の影響と見られる。以上のように河川流量の変化は約 10 年周期で発生しており、下降から上昇への変極点は 1963, 1973, 1985 および 1996 年である。

これに対し、漁獲量変動は 1960, 1973, 1986, 1994 年の 4 カ所に変極点が認められる。河川流量変動の変極点は、数年のズレは見られるが、それぞれ 1963⇒漁獲 1960、1973⇒漁獲 1973、1985⇒漁獲 1986、1996⇒漁獲 1984 年に対応している。

これらの河川流量下降から上昇への推移点は、1985 年を除き、1961 年：囲囲繞堤完成、1973 年：岩木川水系工事実施基本計画改定、1979 年：岩木川緊急施行計画着工、1992 年：同事業竣工の時期に当たる。

河川工事とシジミの生産

これらのことから十三湖におけるシジミ漁獲量が河川改修等による流量変化の影響を受けて変動してきたものと考えられる。流量と漁獲量の関係を以下のように 4 区分に分けて検討してみると漁獲量と流量との間に以下の相関関係が認められる。

第 1 期	1954－1958	$Y = -7.8. Q + 628$ ($r^2=0.75$)
第 2 期	1959－1968	$Y = 110. Q + 1555$ ($r^2=0.48$)
第 3 期	1969－1981	明瞭な相関関係は見られない
第 4 期	1982－2003	$Y = 47.7. Q + 116$ ($r^2=0.44$)

漁獲量は 1978 年からの「激甚災害対策特別緊急事業」によって回復に向かったが、単位流量当たり漁獲量は $47.7 \text{ トン}/\text{m}^3$ で頭打ちの状態となっており、1971 年の $110 \text{ トン}/\text{m}^3$ の半分の水準にとどまったままで完全に 1971 年の状態に復した訳ではない。1971 年の流量は 33.26 、2003 年のそれは 58.30m^3 である。単位流量当たり漁獲量が 1971 年の状態に戻すことができれば 2003 年の漁獲量 2341 は、約 5000 トンとなるはずである。1978 年からの漁獲量上昇は、1996 年でとまり、その後は横ばい状態である。十三湖のヤマトシジミの生産能力が 5000 トンなのかどうか、単位流量当たり生産量が 110 にもどらず 47 に止まっている原因を明らかにしなければならない。津軽ダム着工後の工事の影響や今後の津軽ダム関連事業の影響等も今後検討課題である。

V 琵琶湖

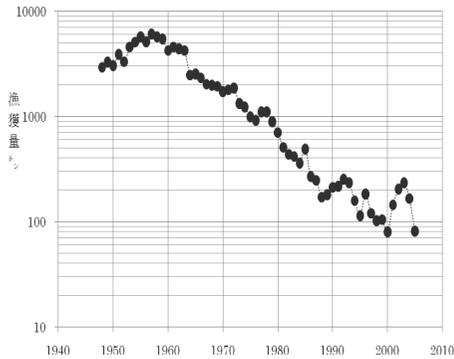
セタシジミはヤマトシジミと異なる生態的特徴を有している。産卵発生には特定の塩分を必要とせず浮遊幼生期を経ず仔貝として湖底で生活を始める等の差である。セタシジミをとりあげることは、全国のシジミ資源変動の構造解析にも有効な情報を与えてくれるものと考えられる。このことが琵琶湖のセタシジミをとりあげた理由の一つである。滋賀県水産試験場による 1988 年のセタシジミに関する総合的な調査では、セタシジミの資源量減

少は、漁獲強度の増大にともなう親貝の減少が、第一の原因とされている。さらに、砂利採取による漁場面積の減少、富栄養化の進行や水生植物の繁茂による底質の悪化が指摘されている。また、1960年および1964年の断続的な減少については、農薬による斃死、1964年についてはコカナダモの大繁茂が原因とされ、これらいくつかの要因が複合して資源減少をもたらしたという。開発事業がシジミに与える影響については、水位低下が生物に与える影響を調査し、水位低下が生物におよぼす影響を総合的に論じた報告がある（西野 1986）が、セタシジミについては具体的な影響については言及されていない。本研究では、琵琶湖についても開発や河川工事に焦点を絞って検討する。

1 漁獲量変動解析

(1) 漁獲量の推移

シジミ漁獲量は1943年から1957年まで増える。1963年まで4000トン进行維持するが1959年に約1000トンの段差が生じて低下する。農薬PCPの原因とされるが新洗堰竣工の時期にも当たる。1964年からは、シジミ漁獲量の減少が始まる。図1-1 漁獲量変動に指数曲線を適用し年代分画し、区分ごとに減少速度をもとめたものが表1である。



1-1 琵琶湖のシジミ漁獲量推移

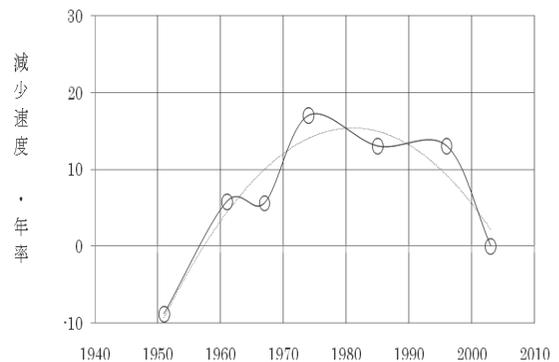


図1-2 シジミ漁獲量減少速度の推移

表1 漁獲変動の年代区分

No.	年代区分	変動傾向	r^2	年代小区分	変動傾向	r^2	区分に対応する事業
1	1948-1957	$Y = Y_0 \exp(0.085X)$	0.88	—	—	—	瀬田川浚渫
2	1958-1971	$Y = Y_0 \exp(-0.102X)$	0.92	1958-1963	$Y = Y_0 \exp(-0.058X)$	0.71	同上および洗堰竣工
				1964-1971	$Y = Y_0 \exp(-0.056X)$	0.92	
3	1972-1991	$Y = Y_0 \exp(-0.122X)$	0.94	1972-1976	$Y = Y_0 \exp(-0.170X)$	0.94	琵琶湖総合開発事業
				1978-1991	$Y = Y_0 \exp(-0.133X)$	0.89	
4	1992-200	下降⇒上昇⇒下降	—	1992-2000	$Y = Y_0 \exp(-0.131X)$	0.81	琵琶湖開発総合管理
				2001-2005	増加⇒減少	-	

この表の減少速度（年率%）をもとめ図示した（図1-2）。これよりシジミの減少が最も激しい期間が1970～1990年、すなわち琵琶湖総合開発の期間であることがわかる。

(2) 流入量・洗堰放流量とシジミ漁獲量の関係

流入量と漁獲量を図示したものが図 1 3 である。また、洗堰放流量との関係が図 1 4 である（流入量：逆算流入量および洗堰放流量のデータは琵琶湖河川事務所 2005）。

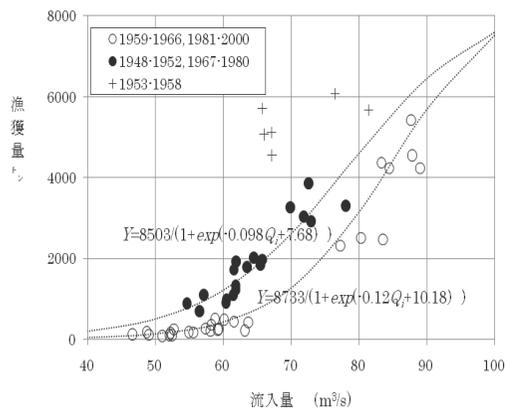


図 1 3 流入量と漁獲量の関係

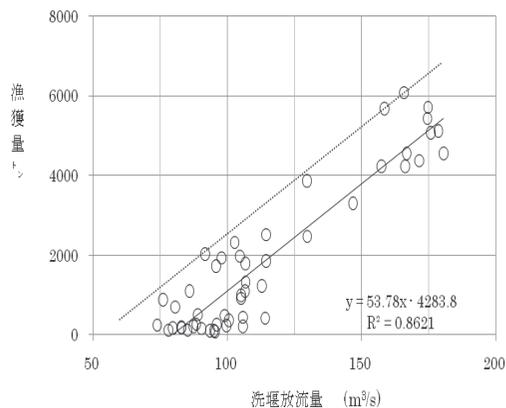


図 1 4 洗堰放流量と漁獲量の関係

表 2 流入量と漁獲量の関係へのロジスティック曲線の適用

期 間	A	B	Y_m	回帰式	r^2
1953—1958	-0.026	1.24	8357	$Y = 8357 / (1 + \exp(-0.026Q + 1.24))$	0.36
1948—1952 1967—1980	-0.098	7.68	8506	$Y = 8506 / (1 + \exp(-0.098Q + 7.68))$	0.85
1959—1966 1981—2000	-0.120	10.18	8733	$Y = 8733 / (1 + \exp(-0.120Q + 10.18))$	0.95

流入量と漁獲量の関係は、表 2 の時代区分ごとにまとめるとロジスティック曲線で近似でき相関係数も高く流入量が重要な要因であることがわかる。

また洗堰放流量と漁獲量との間にも図 1 4 に示したように高い相関関係が認められる（漁獲量に対する洗堰放流量は、発生から漁獲までの年数を 4 年とし、漁獲 3 年前から当年までの 4 年間の平均値）。

(3) 水位 (BSL,m) とシジミ漁獲量の関係

琵琶湖の水位とシジミ漁獲量の間を直線回帰を適用すると以下の結果が得られる。ただし、漁獲量に対する水位は漁獲年の 3 年前から当年までの 4 年間の平均値である。

【水位 H と漁獲量の関係】

$$\begin{aligned}
 1948\sim 1963 \text{ 年} & \text{-----} & Y &= -4399.H + 2472 & (r^2 &= 0.59) \\
 1964\sim 1974 \text{ 年} & \text{-----} & Y &= -3428.H + 351 & (r^2 &= 0.59) \\
 1975\sim 2000 \text{ 年} & \text{-----} & Y &= 1681.H + 1444 & (r^2 &= 0.68)
 \end{aligned}$$

2 流入量、洗堰放流量、水位からの漁獲量予測

以上のように漁獲量 Y は、流入量 Q_i 、洗堰放流量 Q_A 、水位 H 、が三大要因と考えられるが、その他の要因 E によることになる。すなわち、 $Y = f(Q_i, Q_A, H, E)$ 。

流入量との関係は、図 1 3 から次式となる

$$Y = Y_m / (1 + \exp(A \cdot Q_i + B)) \text{ ----- (1)}$$

(1) 式に表2の Y_m, A, B の値と流入量 Q_i を代入し、計算上の漁獲量を求める。こうして求めた漁獲量計算値は流入量だけを要因としているから、次に実際の漁獲量と計算値の間の差（漁獲量差分=実漁獲量 - 漁獲量推定値1）求めた。この差分と洗堰放流との相関関係を求めたものが以下である。

1948～1962	$\Delta Y = 30.5 Q_A - 3251$	($r^2=0.77$)
1963～1972	$\Delta Y = 10.9 Q_A - 1892$	($r^2=0.46$)
1973～2000	$\Delta Y = 2.55 Q_A - 162$	($r^2=0.26$)

Q_A は洗堰放流量

このことから洗堰放流量の影響を考慮した漁獲量 Y' は次式となる。

$$Y' = Y_m / (1 + \exp(A \cdot Q_i + B)) + \Delta Y \text{ ----- (2)}$$

次に (2) 式に Y_m, A, B, Q_i および ΔY (洗堰放流量 Q_A を用いて算出) を代入し、流入量と洗堰放流からもとめた漁獲量計算値2をもとめ実漁獲量との差を求める (H は水位)。

1948～1959	$\Delta Y' = -5167H - 58$	($r^2=0.54$)
1960～1970	$\Delta Y' = 4311H - 2450$	($r^2=0.26$)
1971～2000	$\Delta Y' = 349H - 297$	($r^2=0.063$)

上式に水位の値を用いて $\Delta Y'$ を求めると次式から、流入量、洗堰放流量および水位を考慮した漁獲量計算値 Y'' を求めることができる。

$$Y'' = Y_m / (1 + \exp(A \cdot Q_i + B)) + \Delta Y + \Delta Y' \text{ ----- (3)}$$

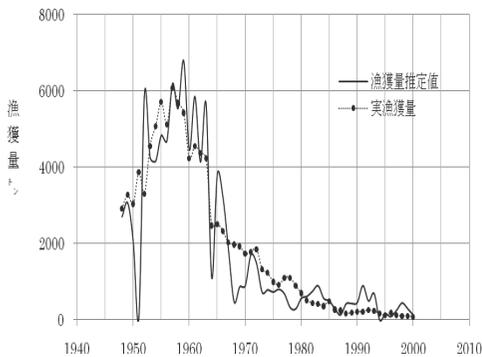


図15 実漁獲量と計算値の比較

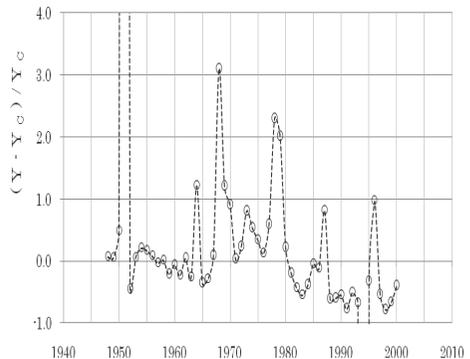


図16 その他の要因の影響の推定

4 セタシジミ生産のメカニズムと今後の課題

セタシジミの漁獲量減少は、この琵琶湖固有種の絶滅に関する問題ではあるが、漁獲強度の増強などのセタシジミだけに独立的に作用するのではなく、琵琶湖全体の生態系のなかの物質循環によって引き起こされた基礎生産の質的变化によって引き起こされた現象であること推察される。詳細は本報告に譲るが、一次消費者と二次消費者への基礎生産物の分配の断続的变化の始点となっている1967年、分配の連続的变化の始点である1972年には酸素量の低下や栄養塩類の増加が起こっており、このことが原因の一環にあると思われるが、そうした現象を引き起こしている第一次原因は、温暖化に代表される自然現象なのか、それとも琵琶湖総合開発をはじめとする人間活動なのかが問われる。後者であろう。1961年6月に竣工した新洗堰、これと並行して行われた瀬田川の浚渫は琵琶湖総合開発のための環境整備であり、このセタシジミの減少問題の原点がここにある。1960年に発生したセタシジミの大量へい死とそれに続くコカナダモ大繁茂によるセタシジミの減少も、一次原因をここに求めることもできそうである。新洗堰建設と瀬田川浚渫を勘案した上で琵琶湖水資源開発の生態系に与えた影響の解明が、なお、課題として残されている。

VI 全国のシジミ漁業の動向と今後の展望

本研究でとりあげた4つの水域の内、3水域で急激な漁獲減少が起こっており、その原因は河川改修や水資源開発事業の影響であることがわかった。十三湖についてもシジミの漁獲量は、なお、高水準をたもってはいるが減衰の兆しが伺え、さらに津軽ダムの竣工も近い。全国的にもシジミ漁獲量の減少が激しく(図17)、原因究明と対策が急がれる。

全国シジミ漁業の動向

全国のシジミ漁獲量は、1970年を境に減少に転じている。ここでも水資源開発の影響を視野に、図中に水資源開発基本計画水系指定の時期を矢印で示した。

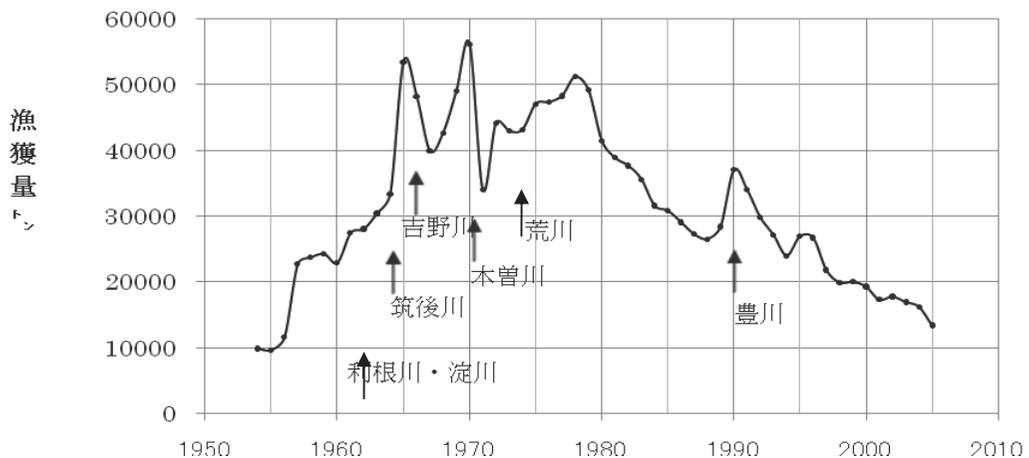


図17 水資源開発基本計画水系指定の時期とシジミ漁獲量の推移

↑：水資源開発基本計画水系指定を示す

水資源開発基本計画の水系指定は1962年の利根川、淀川に始まり、図中に示したように

5 河川が続く。1974年の荒川指定の5年後の1979年から全国のシジミ漁獲量の減少がはじまる。

シジミ漁業再生戦略のための提言

なぜ、こうした大規模公共事業が、シジミの生産を低減させるのか。霞ヶ浦、利根川、長良川の例にあるように河口堰が建設されている場合には、淡水化、流動低下による酸素欠乏、底質の悪化が、原因となって生産性の低下や死滅が発生することは言うまでもない。しかし、水資源開発で水量が減少した場合にも流量の減少に比例するように漁獲量が減少する。

基礎生産の速度の減少・質的劣化、流速の低下によるシジミへの餌料供給速度の低下、流速の低下による餌料供給速度の低下や低層の水質悪化、流速低下と成層の発達による汽水生成能力の低下が主要因となって、シジミ生産量の低下が起こる。

以上の検討結果をふまえシジミ漁業と生物多様性確保のために以下の提言を行う。

I 公共事業の影響評価を行い、そのシジミや生物多様性への影響を認識する

わが国のシジミ漁獲量は、最盛期の56000トンの1/4にまで低下しなお減少を続けている。解決の第一歩は、水資源開発や治水のための公共事業の影響の大きさと実態を認識することである。

II 公共事業事後の影響評価の義務化

本調査で公共事業の影響を一部明らかにしたが、研究は緒に就いたばかりで未解決のまま残されている課題も多い。形式的調査研究に決別し、公共事業の影響評価（事後調査）を義務付け、事業の効果を評価した上で、その成果を次のステップにいかす仕組み作りが必要である。

III. 現在計画されている開発事業の事前調査と事業の再評価

今後、従来のように開発が続けば最盛期の1/4にまで低下したシジミ資源は、壊滅的となる。現在、宍道湖周辺では「斐伊川・神戸川総合治水計画」がすすめられている。那珂川では「霞ヶ浦導水事業」が、十三湖の上流では「津軽ダム」建設が進められている。これらの開発事業が、従来と同じようにシジミや生物多様性、あるいは生態系への配慮なしに進められれば、全国のシジミ漁業への影響は計り知れない。事業実施前に詳細な事前調査を行い事業の再評価を行う必要がある。

IV 新しい水資源開発管理に向けた取り組みの必要性

3.11の東日本大震災の教訓の一つは、原子力エネルギーをめぐる議論され始めた「脱原発」であるが、同じレベルの重要テーマが、水問題である。水源一元化をめざす現行の水資源開発は、大きな危険をはらんでいる。水源の多元化と多様な目的をもつ新しい時代の水資源開発管理法を構築することが急務である。開発によって系の物質循環を劣化させた部分も決して小さくはない。河川改修については、限度を超えた拡幅、河岸の人工化の見直しや生物多様性保全や食糧生産機能を有するサブシステムを造成すべきである。

引用文献

浜田篤信 2009. 茨城県における河川開発と漁業生産. 霞ヶ浦研究会報, 21, 30-47.

中村幹雄 2000. 日本のシジミ漁業. たたら書房.

農林水産省 1954~2004. 漁業養殖業生産統計年報.

東北地方整備局青森河川国道事務所 2006. 第一回岩木川整備委員会資料

国土交通省近畿地方整備局琵琶湖河川事務所. 琵琶湖の現状と変遷、環境情報整理ノート.

