特集・琵琶湖およびその集水域における水問題

琵琶湖の水資源と環境

中村正久*

1. はじめに

琵琶湖は今から400～500万年ほど前に形成され、バイカル湖、タンガニーカ湖などとならび称される古代湖であり、現在でも57種類の固有種(魚類15種、貝類28種、その他プランクトン、甲殻類、水草など)が確認されている。第二次大戦後その多くが埋め立てられてしまったが、もともと湖辺には大小様々な内湖が点在し、陸域を結ぶ生態系遷移領域(エコトーン)が豊かに発達し、生物の多様性と水質の自浄作用が見事に保たれた美しい湖であった。湖辺住民は湖とそれを取りまく自然の恵みを受け、ユニークな湖の文化を育んできたこともよく知られている。貴重な生態系の保全を旨とするラムサール条約登録湿地として認定されたり世界野生生物基金によって生態系重要地域に選定されるなど、国際的な認知度も高まっている。

一方、水資源としての琵琶湖の重要性も他に類を見ないほど大きい。琵琶湖―淀川水系、すなわち琵琶湖、瀬田・宇治川、木津川、桂川を水源として利用する人口は流域内外を合わせて1600万人、そのうち一部にでも湖水が供給されている人口は1200万人という。スイス・オーストリア・ドイツにまたがるボーデン湖の場合は湖水供給人口数百万、アメリカフロリダ州のオキチョビ湖の場合は1000万強と報告されているので琵琶湖よりはるかに少ない。アメリカの五大湖は2千数百万人の生活や産業を支えているとされるが、個々の湖の水資源機能は独立しており、単一水源が支える人口とその産業活動をもってすれば、確かに琵琶湖に匹敵する湖はない。琵琶湖の水資源としての価値が世界有数と言われる所以である。

琵琶湖にはもう一つ特筆されることがある。それは琵琶湖集水域の開発と保全の問題である。1972年より25カ年をかけて遂行してきた琵琶湖総合開発は1997年3月をもって完了した。この間の県内人口は30%強増加し、工業出荷額も4倍ほどとなった。土地改良事業も広範に展開し、湖岸に隣接した圃場のみならず一部地域では平野部の最上流部に至るまで湖水の逆水灌漑が可能となり、農業用水の水不足は基本的に解消された。しかし、自然湖岸や自然河川の人工化による浄化機能の低下や産業・都市活動に伴う新しいタイプの水環境汚染は湖に様々なインパクトを与えつつある。人為的改変や汚染の程度が湖の受容能力と一定のバランスを保っている間は環境の変化も緩やかだが、個別の影響が複合されて湖の受容能力の限界をこえれば、水質は悪化し生態系の異変が取り沙汰される。前述の琵琶湖の水資源や環境の価値は集水域の発展と折り合いをつけていけるだろうか。集水域の持続的発展は琵琶湖が直面している大きな課題である。

2. 淡水資源価値の追求と水管理

資源価値の追求

前述の様に琵琶湖は多様な価値形態をもつ淡水資源として類まれな存在である。生活・産業用水源あるいは漁場としての価値、あるいはレクリエーションや観光の場、水上交通手段の場としての価値は湖そのものを直接使用することによって形成される価値である。現在、資源価値として圧倒的なのはここ数十年にわたって創出されてきた用水資源としての価値であるが、歴史的には湖辺生活の場として、また漁場としての価値が大きかった。他方、近江八景など歴史的景観や固有種を含む多様な生態系、さらには集水域と湖が一体となった自然環境の美しさなどは、我々にとっては琵琶湖が生み出す間接的な価値

*滋賀県琵琶湖研究所
Masahisa NAKAMURA

値である。こういった多様な資源価値は、治水、利水、環境保全など、流域社会と湖の歴史のかかわり合いの経緯を経て形成されてきた。

使用を前提にした湖水資源は有限だが、使用量が相対的に少なれば有限性も問題にならない。琵琶湖ではこういった状況がつい数十年ほど前まで続いていた。また、湖水資源は時間的にも空間的にも偏在している。降雨の季節変動とそれに伴う湖水水位の変化が時間的偏在の、湖辺部の形状や水深、陸域の地形や地理の特徴が空間的偏在の主たる要因であるが、この偏在を克服するため資源へのアクセスには人為的な操作が必要で、様々な技術的対応が必要となる。時間的偏在に対する技術的対応の例としては堰による流出量制御がその典型であり、空間的偏在への対応は取水口の設置や送水管の敷設が典型的な例であるが、いずれにしてもその選択肢は多数かつ多様である。

一方、こういった資源価値の追求に伴い、いくつかの新たな問題が生ずる。まず、もともと存在していた資源価値にしても新たに創出されたそれにしても、使用を欲する当事者全てがその価値を公平に享受できるわけではない。たとえば水量調整をめぐる利害の対立は、当該地域内においても(農業と漁業、地域開発と自然保護、などの対立)、上流と下流の関係においても(水量の増減、水位や水深の変化)起こり得る。さらに、技術的対応が世代を越えて長期的な影響を伴う場合、その価値の継承や価値観の共有などについて難しい判断を強いられることになる。

治水：洪水被害の軽減

琵琶湖の管理は歴史的には治水問題、とくに稲作への被害を軽減する必要性から始まった。歴史的には湖の水位上昇による水害は頻発(江戸時代の記録では2年に1回程度、明治29(1886)年の3.76mが最大規模記録)していたが、約100年前に、唯一の流出河川、瀬田川の流出口に堰を築き(明治38(1895)年)同時に淀川を改修(明治33~42(1890~1899)年)することによって洪水は大幅に減った。その後も琵琶湖の水管理の主目的は洪水防御におかれ、瀬田川の疎通能力の向上を目的とした淀川河水統制第1期事業(昭和18~27(1943~1952)年)、淀川水系改修基本計画(昭和32年~42年(1957~1977))、淀川水系工事実施基本計画(昭和46(1971)年以降現在まで)などの河川改修事業に引き継がれていった。

治水から大規模利水へ：琵琶湖総合開発

1972年、琵琶湖総合開発事業が開始された。このプロジェクトの主たる目的は、淀川下流域の生活用水や農工業用水の受容を満たすための水資源量の新規開発であり、新しい水利施設を建造することによって最大毎秒40立方メートルの湖水を瀬田川経由で下流に放流し、増大する水需要に対応することであった。これによって引き起こされる最大1.5メートルの湖水面低下に対応するための水管理施設や河川改修を含む洪水防御のための湖辺施設の建造も合わせて計画に含まれた。また、琵琶湖集水域の地域開発事業および環境インフラ整備事業は、滋賀県側の強い要望に下流府県や国が合意する形で成立した。その財政的枠組みは、滋賀県と下流の府県や自治体に加え、国も関与して出来上がった。

この事業は、簡単に言えば、国、滋賀県および下流府県が協力し、湖辺の水管理、水利用施設を整備すると同時に集水域の管理をうけもつ滋賀県の社会資本の一部もあわせて総合的に整備し、琵琶湖の資源価値を高めようというものであった。当初10年計画でスタートしたこの計画は、事業進捗の遅れを理由に11年目の1982年に10年間の延長をみた。1992年には更に5年の計画延長があったが、これは主として社会資本整備関連事業が完了するための追加措置という色彩が強い。この間、二度の石油ショックもあり、わが国の産業政策は大きく変化した。工業形態や工場立地は大きく様変わりし、省エネや事業所における用水の循環利用が進んだため、当時の下流府県の工業用水需要予測は結果的に当たらなかったということになる。そういう問題が大きくクローズアップされ係争の一つの焦点にもなったが、水量の安定的確保と上下流域のバランスのとれた地域開発という目的が結果的に社会的認知を得て完了を迎えたと言って良いであろう。

3. 環境保全の歴史的経緯

二度の期限延長を経て1997年度末に完了した琵琶湖総合開発事業はもともと治水、水資源開発、地域開発を三本の柱とする計画だった。時代の変遷とともに環境保全に対する上下流住民の意識の高まりもあって、事業の内容も変化した。とくに、1982年の事業延長時には、1977年の赤潮の発生や1979年の富栄養化防止条例の制定を受ける形で一連の環境保全事業が追加された。

一方、滋賀県環境政策もこの前後から、1970年代の公害防止・水質汚濁防止行政の枠を超えた新たな展開をめざし、様々な試行錯誤を開始する。富栄養化防止条例の制定に続き、1981年には環境アセスメント要項が制定された。また、1984年の国の湖沼法の制定に伴って琵琶湖は指定湖沼にされ、1987年の琵琶湖水質保全計画と総合的な地域環境計画としての「湖国環境プラン」策定につながった。さらに琵琶湖の環境保全を世界的な湖沼環境保全運動の象徴的存在とすべく、第一回世界湖沼会議が琵琶湖畔で開催されたのも1984年のことであった。

1980年代の琵琶湖は、こういった一連の水質保全行政課題が琵琶湖総合開発という量をめぐる資源価値の追求事業と並行して進んだ時代であった。たとえば、湖水の水質改善の切り札として期待された下水道整備事業が本格的に進捗し始めたのも1970年代後半からであり、1980年代も半ばに入ってから下水道整備にかかる期待は膨らんでいった。逆に言えば、下水道整備を除き、取り立てて有効な手だてが見当たらず、自ずから下水道による水質改善効果に楽観的な見通しをもたざるを得なかった、というのが実情かも知れない。しかし、下水道整備の進捗が急速といっても年に1～2%整備率が向上するのが精一杯で、遅れる生活排水対策に市民の積極的関与を期待するなど、環境行政に新しい手法の模索が始まるのもこの頃である。一方、1988年から三年にわたり南湖の水質を直接的に改善する技術的可能性の検討に試行錯誤を重ねたが、これといった新しい展開を見せることなく1980年代の終わりを迎えた。

1990年代に入るや、やおら琵琶湖総合開発計画の

二度目の延長が政治課題としてうかびあがり、それまでの琵琶湖保全行政に本質的に欠けていた視点、湖沼生態系の保全が水質改善と合わせて資源価値回復の重要なコンセプトとしてクローズアップされ始めた。当初から総合開発事業に伴う湖岸域の改変が生態系にマイナスの影響を引き起こすと指摘する声はあったが、実際にその影響が目に見える形であらわれると、市民も行政も強い関心を持たざるを得ないことになった。それでも広範に展開する地域開発や経済発展への大きな流れは琵琶湖とその集水域の環境保全の基本理念の形成に逆に大きな重荷となっていた。これらの潮流がまがりなりにも合流し始めるのは総合開発計画事業の完了が迫りつつある頃であった。

4. 渇水対応に見る資源価値回復と課題

琵琶湖の降水量には、年平均値の低下と経年変動幅の増大という二つの大きな変動傾向がみられる。前者については、1960年代後半からの平均積雪量10.3億 m^3 に対する、88年の7.2億 m^3 、89年の3.5億 m^3 、90年の5.4億 m^3 という数字があげられる。後者については、1993年の冷夏、1994年の大渇水、1995年春先の記録的な降雨の後の猛暑と、異常気象といわれる現象が記憶に新しい。こういった変動傾向は、当然、水資源の有効利用を難しくする。とくに、1994年夏は歴史的な大渇水に見舞われ、水位は、記録がとられるようになってから最低のマイナス1.23mまで低下した。この渇水時に、琵琶湖北湖の一部の漁港では藍藻類が大量に発生し、アオコ状態を呈した。アオコ発生は1983年以来南湖では確認されている

図-1 総リン（TP）の経年変化（出典：滋賀県）

写真1 94.9.20 湖北町延勝寺ヤナギ（-89cm）

写真2 94. 8. 25 宇山市木浜沖 (−96cm)

が、北湖ではじめてであった。渇水が引き金になったとは言えようが、アオコ発生はそれ以前から徐々に整いつつあった。暖冬化傾向で積雪が減少し、融雪とともに湖底に供給される酸素量が不足してきたことが北湖の水質悪化の一因といわれているが、一旦変調をきたした湖の水質はなかなか回復しないため、恒常的なアオコの発生が危惧されるようになった。

水位低下でもう一つ心配されたのは、干上がった湖岸の水草、魚介類、底生動物などに回復不能のダメージが生じ、生態系のバランスが崩れてしまうことだった。これは、結果的に確認できなかった。一回きりの大規模水位低下で回復不能となるほど琵琶湖の生態系は脆弱でないのか、それとも我々が生態系への深刻な影響を見逃しているのか、それはこれから何年か経てみなければ分からない。赤潮が琵琶湖ではじめて発生したのは1977年で、1986年を除きその後も発生が続いている。前述の通り、1982年の琵琶湖総合開発計画延長時には計画を一部改定し、水利事業などに加えて水質監視施設の整備や下水道など環境関連事業への大幅な追加予算措置がとられた。そのため、計画は水資源開発一辺倒から環境問題への配慮を含むものに変質したと言われている。しかし、昨今の北湖でのアオコ発生や水位変動による生態系への影響は、琵琶湖総合開発の水量への対応に比べて水質や生態系への配慮がまだ大きな課題として残っていることを示している。

図-2 琵琶湖総合計画の投資額の推移 (出典：滋賀県)

5. 資源価値の回復に向けた政策的枠組みの検討

資源価値の追求とその影響

豊富な水量と良好な水質、健全な生態系は水資源としての湖の価値を形成する最も基本的かつ重要な構成要因であることは言うまでもない。従って湖の資源価値は、その使用目的に沿った水量、水質、生態系によって規定される。しかし、豊富な水量はともかく、良好な水質や健全な生態系は普遍的なものではない。水質や生態系は水量の変化や汚染などの外的要因に敏感に反応する。湖の「直接使用を可能とさせる資源価値」、たとえば用水としての価値は、貯水、取水、送水、あるいは処理技術など、資源活用目的に応じた個別技術を適用することによって向上させることが出来る。そういった技術的対応が、水量、水質、生態系にならマイナスの影響を及ぼさなければ、同じ湖の資源価値を直接的に(たとえば漁業や水泳)使用したりあるいは間接的に(たとえば船舶の航行)使用しても資源価値が減少することはない。実際、我々は一般に技術的対応を最大限に活用することによって直接使用が可能な資源価値を追求する。ところが前述したように、「直接使用の資源価値」は有限であり、また、使用が競合すれば一方の資源価値の向上が他の資源価値の減少を引き起こす。さらに、たとえば水位操作など、資源価値を左右する操作をすれば、水質や生態系に重大

図一 3 有機物濃度 (COD) の経年変化 (出典: 滋賀県)

写真 3 抽水植物帯一中主町吉川

な影響を引き起こすこともあり、結果的に歴史的景観や、固有種を含む多様な生態系の存在など間接的な価値までも喪失してしまうことがある。

琵琶湖の直接使用が可能な資源価値は、ここ数十年の間に、取水、送水、水処理技術などの発展などによって大きく向上した。用水取水量の大幅な増加に伴う生産規模の拡大、洪水防御機能の強化による土地資産価値の増加、湖辺へのアクセスや様々なアメニティ施設の建設によるレクリエーション価値の増加、さらには地域経済開発ポテンシャル全般の向上などがそれにあたる。しかし、この間に起こった湖内生態系の異変や湖辺自然生態系の喪失は、用水の質のみならず自然的景観などの間接的な資源価値の低下も懸念させるようになった。琵琶湖総合開発計画という時代背景の中で大きく変貌してきた集水域社会は、今この課題に直面している。

量の追求と質の回復

琵琶湖総合開発25年の事業が全て完了し、最大毎秒40m³の新規放流という「水量をめぐる資源価値の創出」を目的としたこの大事業は一段落する。「質をめぐる資源価値（良好な湖の水質、健全な生態系）の創出」は当初からその目的とされていなかったが、その間の環境保全行政の枠組みの中で対応の取り組みはなされてきた。しかし、水質改善について環境保全事業は期待されたほどの効果は発揮し得なかったし、生態系の保全に関する効果的な対応は、ヨシ保全条例の他はほとんど手がかりがないまま現在に至っている。その間、プランクトンの異常増殖を含め、生態系異変の兆候とも考えられる現象が以前より頻繁にみられるようになった。

水量の場合と異なり、水質を客観的に記述することは非常に難しい。たとえば、琵琶湖の水質が改善に向かいつつあるのか、悪化しつつあるのか、あるいは横這い状態なのかはとりあげる水質指標や統計的記述の方法によって微妙に異なる。栄養塩については、リンは明らかに減少傾向を示しているが、窒素は増加傾向を示している。ある種の有機物量指標については流入量が減っているにも関わらず湖中濃度は増加している。他に、底質中の栄養塩の溶出や微量有害化学物質の影響、水質形成に関わる生物の役割など、調査に多大な費用や労力がかかるものは得られたデータの量も限られ、全貌が明らかになっているとはとても言い難い。

生態系の場合には、さらに厄介な問題が数多くある。ことを最も困難にしているのは生態系の変化や異変を示す単純な量的指標が存在しないことである。生物の消長は、様々な原因で、ときには大きな振幅を伴って起こっている。渇水などの外的な攪乱が湖岸生物に与える影響の大きさは、生物種によって大きく異なることは前述した。また、外来種の導入などでみられるように、食物連鎖を通して起こる異変は時には思いもよらない形であらわれる。

こういった背景もあって「質をめぐる資源価値の回復」を目的とする新たな政策的枠組みの必要性が大きく浮かび上がってきた。通称「ポスト琵琶湖」なる名称の下で進んでいる政策的枠組みの検討だが、その位置づけと内容の確立はこれからの課題である。行政的には現行の法制度や行政システムの中で、この目的を達成する具体的メニューの作成が課題と言うことになる。これは、総じて言えば、今後

約20年程度を視野に入れ、ポイントソース負荷削減事業の進捗度を大幅に高め、同時にノンポイントソース対策への移行を模索する、ということになろう。しかし、実際にどの程度の資源価値の回復が達成されるか必ずしも明確でない。こういった行政的な枠組みはそれとして、「質的資源価値の回復」に向けた国家的展望を持った政策的枠組みは一体どうあるべきなのか。

6. 世紀タイムスケールの政策を

政策的枠組みの形成は具体的な達成目標が明示的に表現できてはじめて可能となる。琵琶湖総合開発計画のような「量的資源価値の創造」を目的とする場合には利害の対立を政治的に調整する難しさは伴ったものの、目標の提示自体は比較的明確であった。しかし、「質的資源価値の回復」の場合にはそれほど単純な図式にはなり得ない。たとえば環境基準の達成を目標として量の計画（たとえば下水道整備）を進めるといった従来の計画手法を、多様な生態系の回復を目標とするといった質の計画に直接当てはめることは無理である。湖の水質改善の主要政策手段となるであろうノンポイントソース負荷削減の場合をとっても、個別対策の費用効果はもちろん、望ましい事業の進め方さえ現時点では明確に表現することは難しい。

結論から言えば湖の「質」とは、それをつくりあげている環境要因の総体、すなわち集水域の最上流胆から湖心に至る流況そのものを意味しており、その望ましさが「あり様」として反映されていなければ改善の達成度を課題とする政策対応となり得ない。むしろ「質」の回復に向けた取り組みそのものが目標とならざるを得ないのである。仮に「質」の回復の目標を過去のある時点に設定すれば、その時

点の水質や生態系をつくりあげていた自然と人間の関係の「在り様」こそが重大な関心事となる。「総合的な保全のための新たな特別の仕組み」の創出にはこの点を具体的かつ説得力豊かに展開することが必要であり、それは、琵琶湖総合開発計画を含む「量」をめぐるこれまでの取り組みとそれに伴う琵琶湖集水域の変貌そのものを、詳細に吟味した検討に基づかなければ意味がない。

ここ数十年の琵琶湖集水域の土地利用と水況の変貌は著しく、過去に遡ってその時点の流況の「在り様」を実現することは不可能である。しかし、それ以前に存在した流況が水質の形成や生態系の保全にはたしていた役割はあまりにも大きかった。きめの細かい水の循環機能、多様かつ有効に働いた汚染抑留機能、効果的な自然浄化作用など、すでに失われた流況の「在り様」を別の形で有効に再現するためにはどのような可能性が残されているのか。いま、これを明らかにする調査検討が進められている。

1896年の大洪水を契機に本格的に始まった琵琶湖への「量」に関する人為的関与は、洪水防御対策から水資源開発に展開し、今、水質、生態系といった「質」に関する関与に本格的な移行を遂げようとしている。いま、この人類の課題を、新しい世紀的眺望をもって追求する政策的コミットメントとその実現に向けた持続的な取り組みが強く求められている。

追 記

本稿は「琵琶湖の淡水資源としての価値とその保全方策」(瀬戸内海研究フォーラム in ひょうご, 1996年9月18日, 神戸市, にて発表, 「クリーン関西」, (財)関西環境管理技術センター, 1997年3月号に掲載) を一部加筆修正したものである。写真1～3は琵琶湖研究所浜瑞悦治氏より提供いただいた。