

### 3. 流域水質管理システムの要素

九州大学工学部建設都市工学科

楠田 哲也

わが国では都市、農山村いずれにおいても都市現象が見られ、現在求められている地球環境への配慮とは裏腹に、消費者の欲求を満たす、いいかえれば高利潤を生み出す生産活動、節約よりは利便性の高い日常生活を目指した生産・生活様式の充実にむけて社会が動いている。このままでは資源・エネルギー・水消費量や廃棄物量の増大、農業用地の荒廃、価値のつけようのない環境質の劣化など、人類の生存基盤すべてにわたって問題が近々顕になると懸念される。問題を水に限っても水循環構造に由来する量的質的問題が上流から下流・受水域にかけてすでに生じている。一部は上下流問題として受益者と受害者の相克として表面化しているし、他にも農山村地域における水域の富栄養化現象や地下水汚染、農業を根幹にすえた明治時代からの水利用慣行の調整、受水域の富栄養化防止のための都市排水処理の高度化への要求、河川水流の特性変化による生態系への影響、都市内環境用水の保持など問題は山積している。この問題の解消には現在の水管理システムを将来を見すえたシステムに改めていく必要がある。制度は硬直化したものではなく適応性の高いものに、支援技術はリモートセンシングのような情報収集機能や高速情報処理機能を活用したものに、また意志決定は住民の意向を尊重しつつも環境全体やコストを配慮したものと改善していく必要がある。

#### 3. 1 水管理システム再考の必要性

現在、流域単位での水管理が求められているのは、流域あるいはそれより広域の治水、水循環利用、農業水産業などの生産、水環境保全を総体的にかつ弾力的に調和させて行かなければ、いずれシステム破壊が起こると予想されているからである。その具体的な理由として、

- 1) 用水（水道水、工業用水、農業用水）や地下水の水質の劣化、および劣化にともなう安全性の低下
- 2) 受水域の富栄養化、およびそれにともなう生態系の量的質的劣化と環境質の低下
- 3) 治水安全度の向上
- 4) 地下水位の低下
- 5) 環境保全用水の不足
- 6) 都市用水の不足と利水安全度の向上
- 7) 水循環・利用の意志決定に関わる住民の意向の尊重
- 8) 利水の高コスト化

等が挙げられる。これらの問題には高負担を覚悟すれば技術的に解決できるものもかなりあるが、資源や環境への影響を鑑みると望ましくないものが多い。制度上の枠組みの修正や技術の適正な選択、たとえばneatな技術の利用によりこれらの問題に対応できれば環境への悪影響や高負担を避けられることになる。

#### 3. 2 システムの評価指標

これらの問題点をシステム的に取り扱って解決していくためには、その目標を具体的に表す指標が要る。前述の問題点をもとに必要となる指標を用途別に示すと以下ようになる。

- 1) 水質：水道水・・・毒性物質濃度、病原性微生物量、臭気、味、温度、見た目のきれいさ  
農業用水・・・栄養塩濃度、塩分、水温、濁度、pH  
水産・環境用水・・・毒性物質濃度、懸濁物質濃度、栄養塩濃度、塩分、水温、pH  
工業用水・・・懸濁物質濃度、溶存態物質濃度  
地下水質・・・毒性物質濃度、病原性微生物量、栄養塩濃度、塩分

2) 水量：水道水、農業用水、工業用水・・・安定供給

環境用水・・・安定供給+時間変動

治水・・・・・・ピーク流量

3) 水質 x 水量：環境・・・流下フラックス

4) 環境：生態系多様性

治水安全性

5) 施設建設・供用による環境負荷

6) 費用便益：一人当たりおよび社会としての負担額と便益、住民満足度

これらの指標のもとで、流域の水管理のための要素と構造、およびこの構造が作り出している自然的、社会的問題点を考える必要がある。さらに、利用する水、保持している水をLCAの観点から検討することも地球環境配慮のために必要となる。

### 3. 3 流域の水管理と課題

流域としての総合的な管理が必要なことはいうまでもない。施設からシステムを決めるのではなくシステムから施設を決める発想が必要である。ここでは空間別の管理システムに関わる問題点を順にあげる。

**降雨：**わが国では量的に少雨傾向にあるところが少なくない。平均値として変化が見られないところでも、年平均値の変動が過去に比べ大きくなっている。このため計画降水量の見直しとそれにともなう施設計画の変更が必要となっている。単年度の水収支計画を複数年度計画にする必要もある。質的には降水の汚染が進み、酸性雨も一部地域で問題となりつつある。

**流域：**治水のための森林保全や水道水源・地下水・受水域の水質保全のための流域の面源負荷、単独浄化槽排水・農畜産排水汚染対策が焦眉の急である。行政上の課題として各種対策の費用負担と維持管理方法の検討がある。制度上の課題として行政区界（消費域）と流域界（供給域）の不一致の解消がある。

**地下水：**質量ともに管理主体が未定であり、このため地下水位の保全、硝酸の高濃度化、有機塩素化合物・重金属汚染などに対する対策が遅れている。

**河川：**量的には治水を別にして水利権の調整が今後の最も重要な課題となっている。河川水質は下水道の普及とともに劇的に改善されてきているが、その一方で都市環境用水としての流量確保、河道の生態系保全が課題となっている。堤外地における生態系保全・水質浄化は堤内地と一体化して計画することにより効率が一層向上するはずである。

**ダム：**水質では富栄養化防止が主要課題である。上流河川における対策だけでなく上流域対策を一元化して行えるように制度上の調整が必要である。濁水と低温水の放流を減らし河川生態系や水田への影響を減ずる努力はすでになされている。水量では雨期対応のダム操作基準の固定化が無効放流を一部で生み出しているのでその有効利用を計る必要がある。

**水道：**上水取水地点と下水処理水放流地点の逆転は都市の水循環構造上根本的な課題となっている。水道の広域化は水源の安定化に役立っているが、その反面上質の水道水の給水の可能性を減らしている。また、用水供給事業の進展は水道事業体個々の水源の確保の意欲を失わせている面がある。水質の低下はミネラルウォーターによる二元給水を実質的にもたらしめている。

**農業用水：**今後の食糧確保方策を国策として確定した上で、農業用水のあり方を検討する必要がある。一方的な都市用水への転用は将来に禍根を残す可能性がある。水質的には、青立ちを防ぐために高窒素濃度化を避ける必要がある。また構造改善による一過型水利用は利便性を高めはしたものの流亡と用水量を増やし環境負荷を増している。

**浄化槽：**現在の放流水質にはかなりの問題があり改善を要する。合併浄化槽の方が望ましい。他施設との機能分担調整が必須である。また、その処理水が個々循環するようになるとかなりの環境変化が生じる可能性がある。

下水道：規模に応じて他の排水処理施設との機能分担を再検討する時期に来ている。大都市では処理水再利用による処理場位置の調整が更新時期の課題となる。また、高度処理化のための用地難や負担増、受水域の富栄養化と処理水放流口の位置の変更などに課題を残している。汚泥処理も別の課題としてある。

再利用：下水処理水再利用の心理的抵抗感の一部は安全性への懸念に由来している。コスト高が基本的な問題である。ほとんどの施設で循環が始まると水循環の様相が変化するので再検討が必要である。

海水淡水化：多エネルギー消費、高コストが課題であるが、他の用水供給施設の規模や耐用年数との関係で優位となりうることもある。今後の人口減、産業構造変化による水消費量の削減可能性の判断が要であろう。

環境：水産用水を含め2次汚濁防止が課題である。一方、生態系保全、アメニティへの要望に応じることが求められている。

システム化：流域と水を行政上一体化し、評価のための境界をできるだけ広げるようにする。

3. 4 管理システムの階層化と適用性

水管理システムを制度、地域計画、施設計画、対応的管理に区分しそれぞれの関連事項を表3.1に示す。

表3. 1 水管理システム要素の分類

|      | 制度的対応                                                   | 地域計画段階対応                                                                                                                          | 施設計画対応                                                                                                                                          | 対応的管理                                                                                       |
|------|---------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| 対応   | 国土計画<br>慣行水利権調整<br>暫定水利権設定<br>流域一体化行政<br>水源転用<br>行政相互協力 | 土地利用計画<br>治水計画<br>森林保全・水田維持<br>環境保全計画<br>降水量変動考慮貯水計画<br>広域導水<br>各種調整池<br>送水量配分計画<br>農業用水取水位置<br>上水水源位置<br>下水処理場・放流口位置<br>酸化池・湿地設置 | 雨水浸透施設<br>地下水利用<br>ダム放流量の操作<br>処理水再利用・雑用水道設置<br>下水高度処理<br>各種浄化施設選択と設置<br>河川水質改善施設<br>合流式下水道・浄化槽対策<br>面源負荷削減施設<br>海水浄化施設・海水交換<br>水辺空間<br>生態系保全施設 | 用水の緊急用途変更<br>ダム放流水流量水温濁度管理<br>水道圧力調整<br>流量調整<br>節水要請・装置<br>取水制限<br>浄水器<br>下水処理レベル調整<br>施設管理 |
| 支援情報 | 要求水質構造<br>水消費構造<br>各種統計                                 | GIS<br>各種統計<br>植生・流出率<br>流域微気象解析                                                                                                  | GIS<br>各種統計<br>施設機能調節幅                                                                                                                          | 降雨情報<br>水質水量モニタ<br>リアルタイム操作<br>インターネット<br>アンケート調査                                           |

システムにある要素を組み込み、それが供用されるようになるとその要素が常にあるという前提で利用者側の態勢ができあがる。わが国の場合、あるシステムが作動しないことがあるという危険率を念頭において住民が利用態勢を決めることは少ない。したがって、如何なる効率の良いシステムをつくっても限界まで利用が進み、結局安全度、安定度から見ると改善前と同じになりかねない。制度的に施設に余裕を常に残せるようにすれば、同じ轍を通ることにならないと思われる。

3. 5 水管理支援技術の展開

水管理システムの管理・対応性を向上させる一つの支援技術として、システム内外の情報の実時間把握がある。システム要素の機能状況、外的条件としての降雨量予測、評価としての住民の要望などである。GIS、広域レーダーシステム、双方向通信システムとしてのインターネット、地域放送など急速に進展している情報技術を積極的に活用する方向に向かうと思われる。