

<研究発表>

流域水質統合管理システムの開発検討

松浦謙一, 中山 敬, 福嶋俊貴

富士電機システムズ株式会社水処理統括部第二技術部(〒553-0002 大阪市福島区鷺州1丁目11番19号(富士電機大阪ビル))
E-mail: matsuura-kenichi@fesys.co.jp

概要

流域全体を対象として既存の水質観測に新たな水質センサを加えて統合的に監視・観測したデータをわかりやすい情報として提供する流域水質統合管理システムの開発を検討している。蓄積されたデータや新たなデータを基に、湖沼・河川流域での水環境の現状と変化を的確に捉え、水質モデルを構築し汚濁メカニズムの解明や予測情報を提供する機能を実現しようとしている。そのためのデータ収集システムを構築するにあたり、既存の水質観測状況を水質項目・頻度・データ公開といった観点から河川・ダム湖・湖沼について調査し、実際のデータを利用した水質現象の把握を試みた。その結果として水質リアルタイムモニタリングにより顕著な水質現象を捉えることが可能であることがわかった。ただし、水質管理のための水質モデルによる汚濁メカニズムの把握には十分とはいえず、今後、新たな水質観測項目等の検討が必要と考えている。

キーワード: 流域管理・水質センサ・リアルタイムモニタリング・水質モデル・わかりやすい情報提供

1 まえがき

2003年3月に琵琶湖・淀川流域で開催された第3回世界水フォーラムを契機として流域単位での水環境保全・創出に向けた気運が盛り上がっている。2006年3月にメキシコで開催された第4回世界水フォーラムでは枠組みテーマとして「統合的水資源管理(IWRM)の実施」が取り上げられ、統合管理も概念から実践へと着実に移行しつつある。

流域水質統合管理システム概念図をモデル流域である琵琶湖・淀川流域を例に図1に示す。対象として琵琶湖や淀川といった水域を中心に、都市活動の主体である市街地の

水道での取水や下水道からの排水、工場からの排水といった特定施設からの点源負荷のみでなく、森林・農地・道路などからの面源負荷も考慮している。また、従来は流域一体となった管理はなされておらず、データも十分活用されていなかったため行政や利水目的の枠を超えてデータを統合管理する水環境統合管理センターを構築し、水環境情報の解析や情報提供の拠点としている。¹⁾

ここでは、既存の水質リアルタイムモニタリングの現状を整理し、水質管理のためのセンサという観点から検討した。

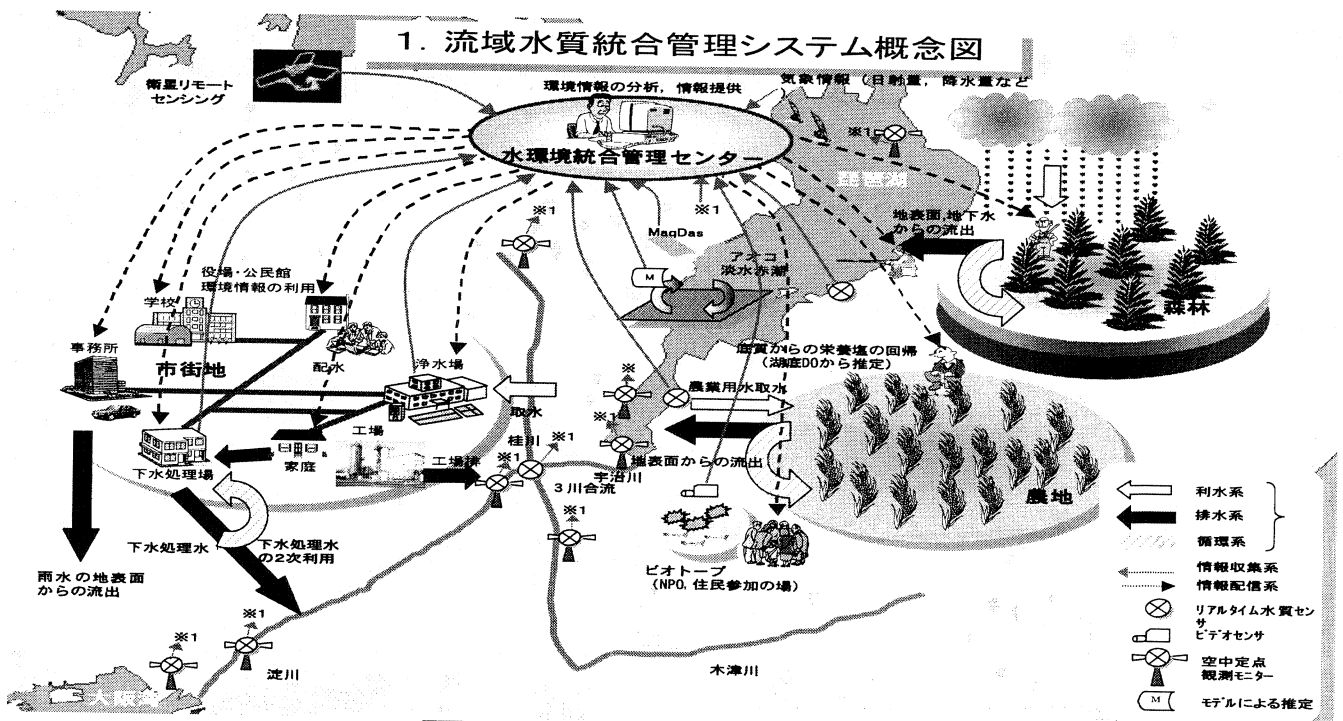


図1 流域水質統合管理システム概念図

2 水質リアルタイムモニタリングの現状

現状の水質モニタリングは定期観測が主体で環境基準の達成状況把握のために使用されているに過ぎない。望ましい水環境創出のための流域管理にはリアルタイムモニタリングが必須であるが、その現状について琵琶湖・淀川流域を対象に整理する。

2.1 河川

淀川を対象とした水質モニタリングとしては国土交通省の水文・水質データベースがあり、インターネットで公開されている。淀川には三川合流地点の上流も含めて淀川・枚方左岸、木津川・御幸橋、桂川・宮前橋、瀬田川・瀬田、瀬田川・唐橋の5箇所、水温・pH・DO・導電率・濁度・CODの6項目が1時間毎に計測されている。

2002年6月～2003年5月の1年間分のデータをダウンロードし観測地点毎に特徴が現れるか、pHを対象として図2のようにグラフ化した。1日の平均値ではなく、1時間毎リアルタイムモニタリングのデータでプロットすると特に夏季において1日でも大きく水質が変動しており、しかも琵琶湖の影響を受ける瀬田川・瀬田(上段)と上流のダム湖群の影響を受ける木津川・御幸橋(中段)、三川合流後の淀川・枚方左岸(下段)で挙動が大きく異なることがわかった。瀬田川・瀬田では琵琶湖での藻類増殖の影響を受け、春季から夏季にかけて(5月から9月)pHの上昇が見られるがゆるやかな日間変動を示す。木津川・御幸橋では日間変動が大きく、とりわけ秋季(10月から11月)に大きな変動が見られ上流ダム湖群での藻類増殖の影響と考えられた。淀川・枚方左岸では上流からの影響のみでなく、一年を通じて大きな日間変動が見られ、夏季(7月から8月)には1日で2近くの変化となっていた。

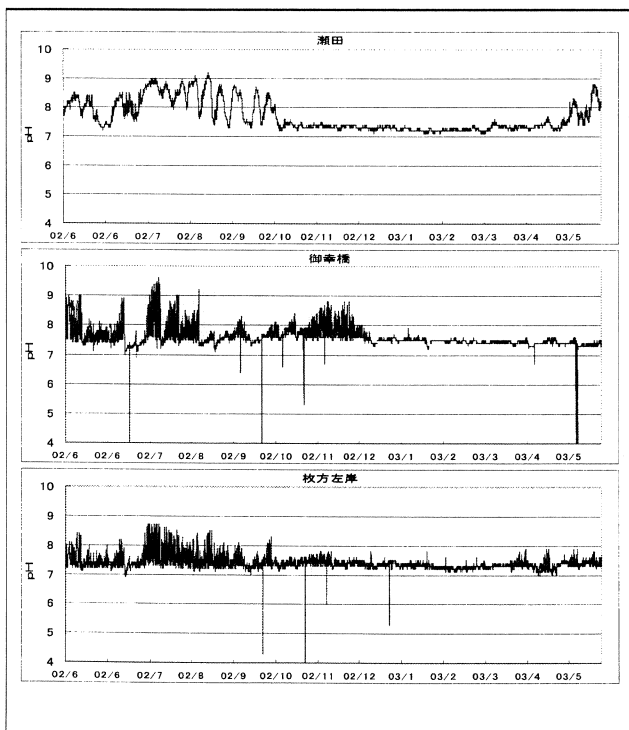


図2 河川リアルタイムモニタリング例(pH)

2.2 湖沼

琵琶湖を対象とした水質モニタリングとしては水資源機構で管理され、前述の水文・水質データベースで公開されているデータがある。

安曇川沖総合自動観測所における水深方向の計測について検討した。自動観測では6水深で6時間毎に水温・pH・DO・濁度・導電率が計測されている。夏季(8月1日)の水温の変化をグラフ化すると図3のようになり、明確な水温成層がみられた。

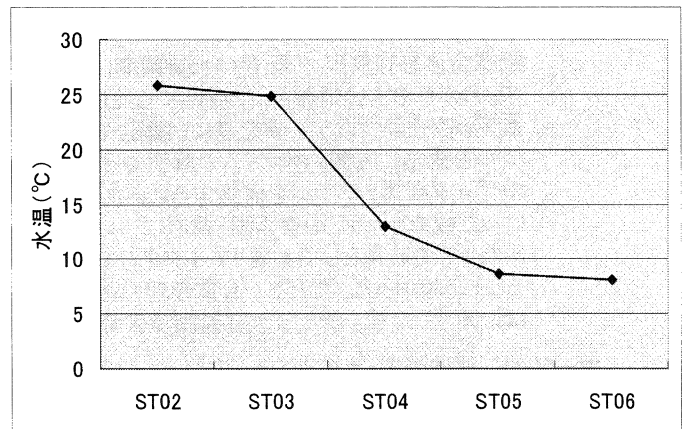


図3 水温の水深分布

水温成層の形成と水質への影響を検討するためにST03とST06の2005年4月から9月の水質変化をグラフ化すると図4のようになった。上層部では水温にもかかわらずDOはほぼ一定でありDO飽和率は上昇する傾向にあった。一方底層では水温はほとんど変化しないがDOは低下傾向がみられ、有機物分解に伴うDO消費が考えられた。

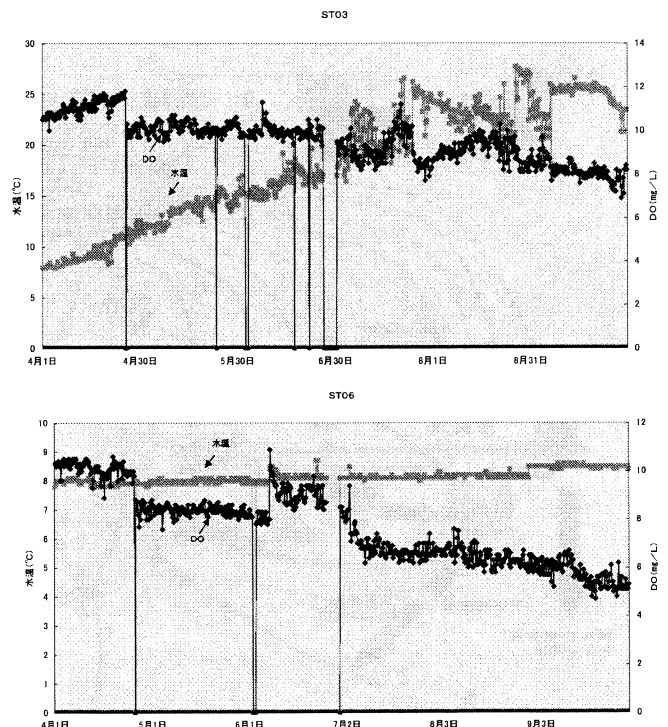


図4 水温とDOの関係

2.3 ダム湖

ダム湖における水質リアルタイムモニタリングとしては(独)水資源機構が管理しているダムにおいて流入水・ダム湖内・放流水のモニタリングが実施されている。流入水と放流水については水温と濁度を1時間毎に計測し、ダム湖内では濁度・水温・導電率・pH・DO・クロロフィルaを水深1m単位で通常は1日1回計測している。(ただし、淡水赤潮やアオコといった水質異常発生時には追加計測も実施されていた。)

今回(独)水資源機構 H ダム管理所よりデータを提供いただき、典型的な水質現象について解析した。ダム湖内水質の水深方向の分布を検討することにより、いくつかの水質現象が見られた。²⁾ここでは降雨時の濁度の変化について検討する。

9月29日の約100mmの降雨時における濁度の水深方向の挙動を解析した。なお、降雨データについては気象庁の近傍アメダスデータを使用し、流量データは国土交通省ダム諸量データベースから入手して使用した。

9月29日には図5のように総降雨量98mm(最大時間降雨は21時の32mm)というかなり激しい雨が降り、降雨としては二山型と考えられた。

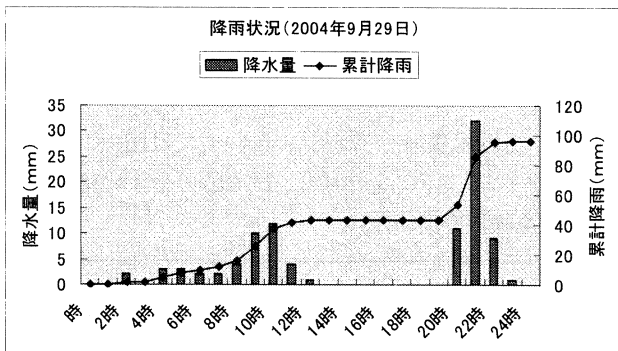


図5 降雨状況(2004年9月29日)

後半のピーク降雨に伴い図6のように流入量が急激に増加し(ピークの9月30日3時には360m³/S)、30日0時から放流量を150m³/Sに増大して対応していた。

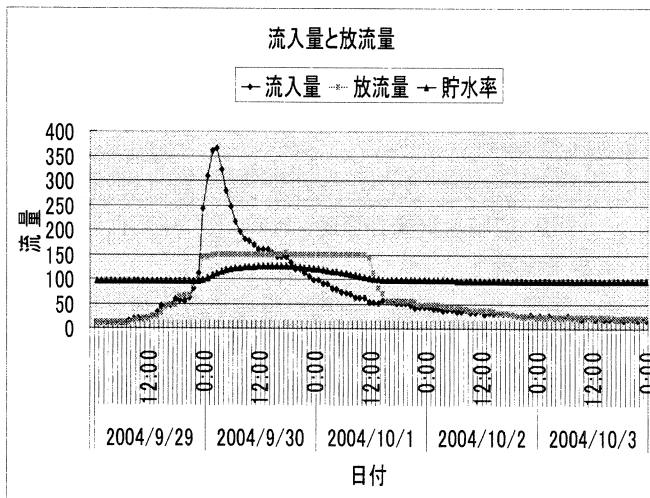


図6 降雨時の流入量と放流量

水質モニタリングデータとしては10月1日から8日までのデータを入手し濁度の変動を解析した。

降雨に伴う流入水への影響を確認するために最も早期データである10月1日の時間変化をグラフ化すると図7のようになり、残念ながら上記流量の減少と同じタイミングとなり流入水濁度のピークは捉えきれなかったが降雨終了後の濁度低下は確認できた。しかし、放流水には10月1日にも影響が残っており50度以上という高濁水が継続していた。

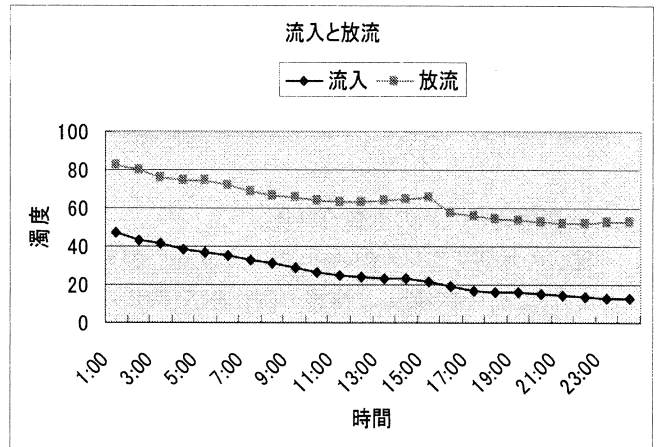


図7 降雨後の濁度変化(流入水・放流水)

豪雨による高濁水がダム湖内をどのように移動しているかを10月2日から2日毎にグラフ化すると図10のようになった。(水面から5m間隔で表示)降雨から2日たっているため表層での変化は捉えきれないが、2日には10m付近に50度のピークがあったものが4日には15m付近へピークが移行し、6日には湖底付近が30度でピークとなり、全体として上層部から濁度が低下しその影響が下層へ移動している様子が見て取れた。

水深15m付近にピークが残るため水温成層の影響を検討したが、降雨に伴う混合のためか明確な成層は確認できなかった。

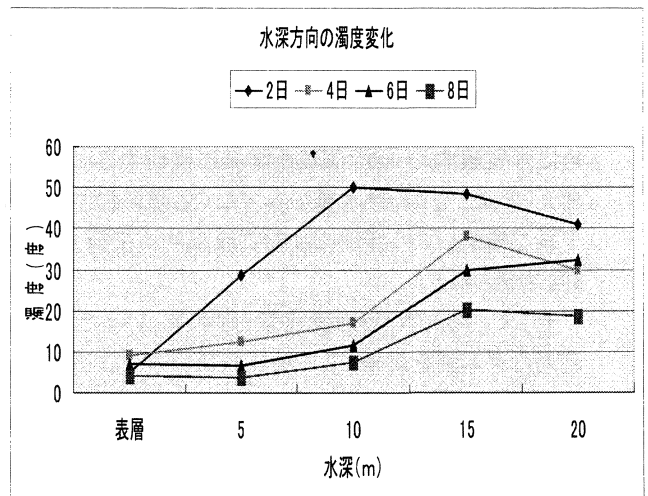


図8 濁度の経時変化

表1 水質リアルタイム現状のまとめ

| 対象 | 河川 | ダム湖 | 湖沼 | 海域 |
|------------|-------------|-------------|-------------|----------------|
| 場所 | 淀川 | 淀川水系 | 琵琶湖 | 東京湾 |
| モニタリングポイント | 枚方左岸 | Hダム | 安曇川沖中央 | 千葉ポスト |
| 情報提供元 | 水文・水質データベース | — | 水文・水質データベース | 東京湾リアルタイム水質データ |
| 項目 | 水温 | ○ | ○ | ○ |
| | pH | ○ | ○ | ○ |
| | DO | ○ | ○ | ○ |
| | 導電率 | ○ | ○ | ○ |
| | 濁度 | ○ | ○ | ○ |
| | COD | ○ | ○ | ○ |
| | chl-a | ○ | ○ | ○ |
| | NH4-N | ○ | ○ | ○ |
| 塩分 | | | | ○ |
| データ周期 | 1時間 | 1日 | 1時間 | 1時間 |
| その他 | | 水深1m毎に測定 | 6水深測定 | 水深1m毎に測定 |
| | | 流入・放流は1時間周期 | | |

3 水質管理のための水質センサ

現状の水質リアルタイムモニタリング状況を整理すると、表のようになる。(参考として海域の例も表示)河川・ダム湖では標準的なセンサ仕様が決められており、ほぼ同様な項目が計測されている。最近では水温・pH・DO・導電率・濁度といった複数項目を1台の機器で計測できる多項目水質センサの採用も増えている。

ダム湖・湖沼・海域では水深方向の計測も実施されており、特定水深やセンサを上下させることにより1m毎にデータが把握されている。水深方向の計測により水温成層の上下での水質現象の把握が可能となり、水質管理への有効な情報が入手可能となる。また、閉鎖性水域であるためクロロフィルa(chl-a)が計測されており、アオコや赤潮発生時には挙動把握が可能となっている。(ダム湖の淡水赤潮の例)

また、対象の特性によるセンサとしては淀川水系の河川ではアンモニア性窒素(NH₄-N)、湖沼では環境基準項目のCODが計測され、海域では塩分が計測(センサは導電率)されている。

計測周期としては1時間間隔が多いが、ダム湖では通常はダム湖内では水深方向に計測するためか1日1回となっていた。(流入・放流は1時間周期)

水質リアルタイムモニタリングの現状でまとめたように上記センサを利用することにより、いくつかの典型的な水質現象を捉えることができた。しかし、望ましい水環境を実現するために水質現象のメカニズムを詳細に検討するには不十分と考えられた。とりわけ水質のみでなく生態系も含めた水質モデルを構築しての評価には物質収支的に把握することが重要と考えられる。

そこで、流入水量・放流量・貯水量といった水量把握が容易なダム湖を対象として物質収支計算による評価を行ったところダム湖により現象が異なり、またBOD・COD・T-Nといった物質によっても挙動が異なることがわかった。²⁾ただし、水質項目としては定期観測(月に1回)データしか利用できずリアルタイムデータでの評価が必要と考えている。

4 おわりに

流域水質統合管理システムの開発検討として既存の水質リアルタイムモニタリングの現状について整理し、いくつかの水質現象を捉えることができた。しかし、水質モデルによる水質現象の詳細な検討には物質収支的な解析をリアルタイムデータを利用して実施する必要があると考えられた。

そこで、データの充実しているダム湖を対象により短周期(1時間単位)で湖内の水深方向の水質を把握することにより有効な水質管理につなげるように詳細な検討を今後予定している。

また、流域水質統合管理システムとしては図9に示すようなプロトタイプシステムを作成し、よりわかりやすい情報提供についても検討を進めたい。

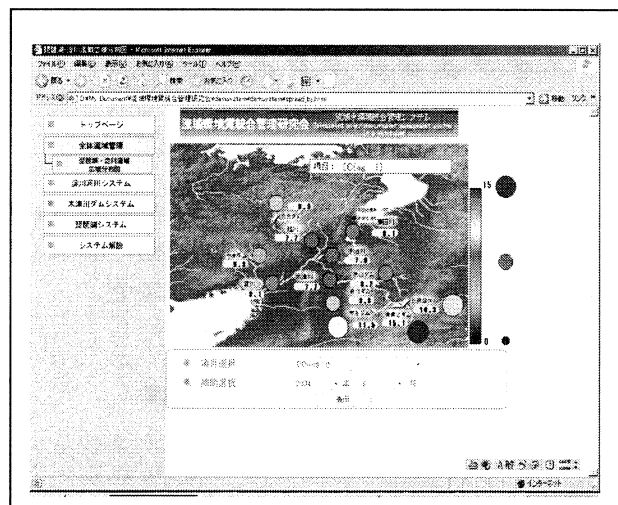


図9 流域水質統合管理システム(プロトタイプ)

<参考文献>

- 1) 福嶋・中山・松浦, 「流域水環境統合管理システムの開発－琵琶湖・淀川流域をモデルとして－」, 日本水環境学会関西支部第5回研究発表会講演集, p32-33, 2005
- 2) 宗宮・福嶋・中山, 「ダム湖を対象とした水質統合管理支援システムの開発」, 環境衛生工学研究, 2006(投稿中)