

低炭素流域システム研究

Study of the low carbon water cycle management system for watershed

生態系グループ グループ長 柏木 才助
リバーフロント研究所 主任研究員 井上 智夫
企画グループ 研究員 後藤 勝洋

1. 研究の目的

気候変動による環境変化は、海面上昇、洪水、渇水等、そのほとんどが水を通じて顕在化する。一方、我が国における水システムは、人口増加・都市発展に追従して構築され、河川下流からのポンプアップによる上流側都市への上水道、供給のように、エネルギー使用・環境負荷両面で必ずしも持続的とはいえない。

この水システムに対し、緩和策（使用エネルギー低減等）・適応策（水災害対策等）の推進による低炭素社会の形成に向けた社会システム改革が急務であるが、表流水に過度に依存する現在のシステムでは、緩和・適応両策の推進による生態系への影響把握まで含めた、総合的で調和ある対策には多くの限界が予想される。

この課題を克服するためには、大きな水資源ポテンシャルである地下水の適切な利用が不可欠である。しかし、地下水脈の状態や、滞留時間、土壌まで含めた地下圏の浄化ポテンシャルを含め、その挙動や実態が解明できていないために、地下水資源の管理（利用促進、行為制限）が殆どなされていない。ここに大きな社会的ニーズが潜在している。

本研究では、地下水の実態解明、表流水と地下水が一体化した水循環モデルの開発、緩和策・適応策の推進による水システムの見直し、それに伴う水・生態系への影響把握を可能にし、生態系サービス最大化を果たす「低炭素流域システム（水資源・水環境の総合保全利用システム）」の構築を見据え、課題と研究の方向性を整理考察した。

2. 水システムの課題

現在の水システムの課題を相模川・酒匂川流域、紫川流域を例に整理した。

2-1 相模川・酒匂川流域

神奈川県相模川・酒匂川流域では、高度成長期の水需給のひっ迫を背景に出来るだけ多くの水利権を確保したいとの事情から、水資源の開発は下流の基準点を対象に進められた。この結果、水道用水は一旦河口

付近まで流下した水を標高の高い位置にある浄水場に押し上げて浄水、配水するシステムとなり、そのポンプアップ費用に年間30億円程度を必要とし、エネルギー消費、CO₂排出から見ると合理的とは言えない形態となっている。水需要の増加が落ち着きを見せている現在の状況から、水道事業関係者は、施設の更新時期にあわせ取水体系を見直していけないかとの問題意識を持ってきている。

単純に取水を上流に振り替えることは、取水地点下流の環境を悪化させることになることから、関係者の合意を形成することには困難が予想される。

また、流域の人口、資産の増加が進んだことを背景に、治水、水利用の両面から安全確保は大きな課題となっている。

低炭素社会の形成に向け、これらの課題を総合的、全体的に解決するためには、流域に存在するすべての水（表流水、地下水）すべての施設を活用した水循環系全体を活用する新たな水システムの形成を指向する必要がある。

2-2 紫川流域

北九州市の紫川流域では、流域の市街化進展に伴う下水道整備が進捗している。現在の下水道システムは、下流に設置された処理場で一括処理を行い、処理水は紫川へ還流することなくほとんどが海域へ直接放流され、一部が再利用されている状況である。一方、都市化が進展した中で親しみやすい水辺、泳げる紫川を求める住民の要請が強まっているが、紫川の日常の流量は都市化以前に比べ減少していることから、日常流量の回復が課題であるとともに、水質も改善が必要となっている。このため、北九州市では、下水道施設の更新時期にあわせ、分散処理により河川水量の回復を目指せないかとの志向が出てきている。

また、近年、ゲリラ的集中豪雨による水害が頻発しているが、河川改修に依存した対策では限界があることから流域全体で取り組む治水の必要性が高まっている。

これらの課題に対処するためには、水循環系全体の現状、本来の姿を解明した上で、流域の地形、地質など自然条件に合った土地利用、貯留浸透施策、取排水体系を再構築していく必要がある。

3. 表流水、地下水一体の水循環解明技術

これまで、水循環解析にはタンクモデル、シェアモデル等が用いられてきているが、いずれも表流水と地下水は別々に解析され、浸透、湧出を連動して一体的に解析するには至っていなかった。

また、地下水は目に見えないため、これをビジュアルに表現するのも困難であった。

これに対し、近年、日本の関係者が共同で取り組んだ表流水・地下水を一体で物理現象に従って解析し、かつ、時間変化と空間表現を可能とした「4次元水循環マネージメント」の手法が整備されつつある。

この手法は、水循環を、

人為による水の移動のない状態での水循環（表流水解析でいえば自然流況戻しに相当し、いわば過去の再現的なもの）

ダム、取水、排水等人為による水の移動を考慮した現在の水循環

将来の気候変動、各種開発等、今後の自然条件、社会変化動向を見据えたシナリオに基づく、水循環の予測

の3つのフェーズで解明していくものである。

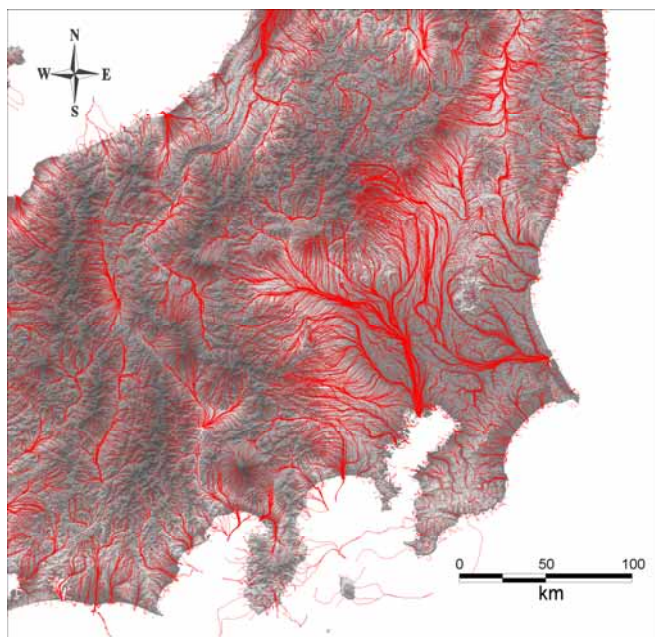


図-1 解析事例（フェーズ1）

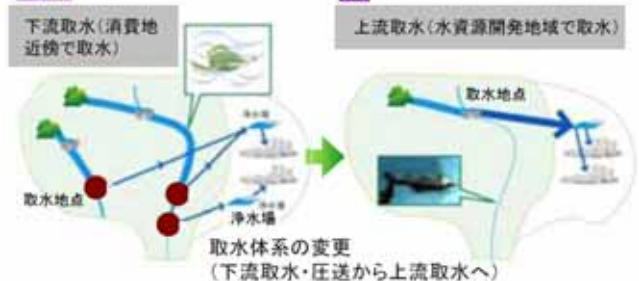
出典：地図環境テクノロジー資料

4. 新たな水循環管理システムのイメージ

低炭素社会の構築に向けた表流水・地下水一体の水循環管理施策として、エネルギー最小の取水体系構築、地下水と表流水の一体的利用、分散型排水処理体系の構築、CO2を排出しない汚泥処理などの施策を整理し、施策イメージ概要をまとめた。イメージの一例を示す。

エネルギー最小の取水体系構築

- 地下水利用管理のルール化 → 水循環に見合った利用
- 日常流量の増加 → 河川環境の保全・再生
- 緊急時は地下水利用により補完 → 洪水被害軽減
- 増加した貯留施設空容量は治水 → 治水機能向上へ活用など



地下水と表流水の一体的連携利用

- 重力を活かし日常取水位置は上流に設定 → 低炭素社会へ寄与
- 緊急時は下流取水、地下水 → 洪水被害軽減利用により補完など



図-2 低炭素社会形成に資する水循環施策例

5. 今後の研究の方向性

近年、水に関する基本的法体系議論がなされ、地下水を公水として位置付ける方向が示されている。このためには、表流水・地下水一体の水循環の状況をきちっと解明し、誰でも容易に理解できる「見える化」が必須であり、4次元水循環マネージメントはこれを実現する強力なツールである。

全国の主要流域での表流水・地下水の一体解明をスピードを上げて進める必要がある。