

多分野協働のための水循環 GIS プラットフォームの構築

佐藤裕一・佐土原聰

A Construction of GIS Platform about Water-circulation for Collaboration by Many Fields

Yuichi SATO and Satoru SADOHARA

Abstract: As a first-step of construction we have constructed the GIS layers of the land water-circulation. The important mainstay is the network layer of rivers and canals, and performing upstream and downstream analysis by using Geometric network. This network analysis functions enables the research of the potential of small hydroelectric power generation and enhances scientific evaluation about effect of sewerage works. This GIS layer-set plays a role of the platform for the collaboration by many fields.

Keywords: 河川用水ネットワーク解析 (network analysis of rivers and canals), 陸域水循環 (land water-circulation), 小水力発電可能性 (potential of small hydroelectric power generation),

1. はじめに

異なる多分野を横断する協働を支援する知的情報基盤となるGISプラットフォームの第一ステップとして、水循環のGISプラットフォームの構築に着手しており、その内容を報告する。

水循環を対象とした理由は、水が人間生活に不可欠で、多様な主体が関わり、管理が多分野にまたがって、それら横断する取り組みが求められている典型的な分野であるからである。近年「水循環基本法」の検討がなされ、水循環に関する施策について、総合的かつ一体的に推進するための、有効な手法・ツールへの要請が高まりつつあり、その一つとしても水循環のGISプラットフォームを準備する必要がある。

水循環は人々の日常生活に密接に関わっていて、今回は実践的活用を目的として地域(自治体)

スケールで作成し、実際の課題解決への適用を試みる。現場での運用により、水循環 GIS プラットフォームの有効性と限界を確認し、システムの精度を高め実用化していくことを目的にGISプラットフォームを構築する。

2. 水循環 GIS プラットフォームの概要略

2.1 水循環 GIS プラットフォームシステムの対象領域とフィールド

今回は地域スケールという設定のため、陸域の水循環に限定している。陸域での水循環は、河川・湖沼・農林地等の自然域と用水・上下水道・道路排水等の人工域、地表面での水移動・貯留と、地表面を介しての大気との降水・蒸発散、地下への浸透と湧出のやりとりに大分される。これらの陸域水循環の把握と管理を対象とする。

また具体的データを実装しシステムを運用して地域課題解決を試行するために、そのフィールドとして山梨県都留市を対象とする。

2.2 基準レイヤーとしての地表面水循環

佐藤裕一 〒287-0003 横浜市保土ヶ谷区常盤台 79-7
横浜国立大学都市イノベーション研究院佐土原研究室

Phone: 045-339-4247

E-mail: yuichi_ynu@yahoo.co.jp

陸域水循環は地表面を境界面としてその挙動が換わり、地表面は人間活動が営まれるエリアでもある。そこでの水管理が重要で、歴史的にも様々な水に対する人為的な営みが蓄積されてきた。本研究でもまず地表面での水循環を基準レイヤーと位置付け着手している。

人工水循環のうち上下水道整備は近代、対象地域では第二次大戦後で、十分に管理されているが、農業用水・生活用水は慣行的な管理であり、地域全体で十分に把握されず、データ化もされていない。しかし、都留市においては農業用水・生活用水の割合が大きく、本流桂川以外の支流域においては、取水により渇水期の流水が用水のみで、並行する河川側は全く無くなる区間が出現する。また、晴天時は全く流水せず降雨時のみ流水する山地からの小河川（沢）が多い。

河川・用水が地表面流水の中心なので、晴雨天時での流水の有無を含めて把握できる GIS ネットワークデータから着手している。この河川・用水のラインレイヤーを基幹として、上下水道等を含む地表面水循環レイヤー群を陸域水循環 GIS プラットフォームの基準レイヤーとしている。

2.3 水循環 GIS プラットフォームの活用の場面

今回のプラットフォームはまず自治体での統合的な水循環管理と、地域の現場での住民等との協働管理での活用を目指している。水循環管理の部局横断の検討や地区現場での協議合意形成のツールとして用いることを意図して、複数の画面に多様な情報を提示し、GIS で個別データ同士を関連付けて、意思決定に導くといった活用の場面を想定している。

3. 水循環 GIS プラットフォームの構築

3.1 基幹レイヤーとしての河川・用水ネットワークレイヤーの作成

晴天・降雨時で流水量・水質など様相が異なる地域の流水ネットワークを体系化・定量化するために、以下の手順で GIS 基幹レイヤーを作成した。

- ① 河川・用水を現地踏査し、晴天時の流水有無を確認し、オルソ化された自治体航空写真をベースに両岸二条線のラインデータを作成する。
- ② この二条線から GIS で中心線を作成し、河川・用水を連結しジオメトリック・ネットワークを作成する。
- ③ 調査時流向を確認してネットワークを形成し、上下流解析等を可能とする。（図 1）

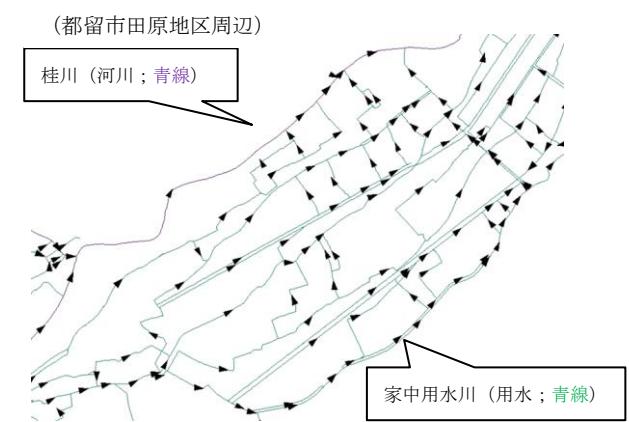


図-1 河川・用水ジオメトリック・ネットワーク図

- ④ 自治体都市計画基本図から降雨時のみ流水の河川のラインレイヤーを作成して、ジオメトリック・ネットワーク化し、晴天時流水ラインレイヤーに連結し、晴天・降雨時の流水の別を属性データで区分表示・処理する。

上記のプロセスで作成された基幹ネットワークレイヤーはライン上に様々な関連データを属性データとして付加蓄積し、データの検索・索引・処理・追加できる GIS データベース・レイヤーの役割を果たすことになる。格納される関連データと部局（()内表示）としては以下が想定される。

- ① 水質データ（環境）
- ② 水量データ（河川・用水）
- ③ 断面・形態材質等流路構造データ（河川・用水）
- ④ 堰・水門等河川・用水施設（河川・用水）
- ⑤ 現場画像

3.2 基本レイヤーの作成

この河川・用水を基幹レイヤーとして、次のような水関連の基本的データを基本レイヤーとし

て、重ね合わせ利用する。

- ① 雨水排水（管渠・道路側溝排水）レイヤー；都域の内水氾濫管理に利用。
 - ② 上下水道事業（計画・処理地区・管渠網）レイヤー；都留市の場合 GIS データとして入手。
 - ③ 雨水流し浸透に関わる建物・土地利用レイヤー；都市計画基礎調査等のデータを使用
- これらを GIS データ化し随時モニター画面で表示可能にする。

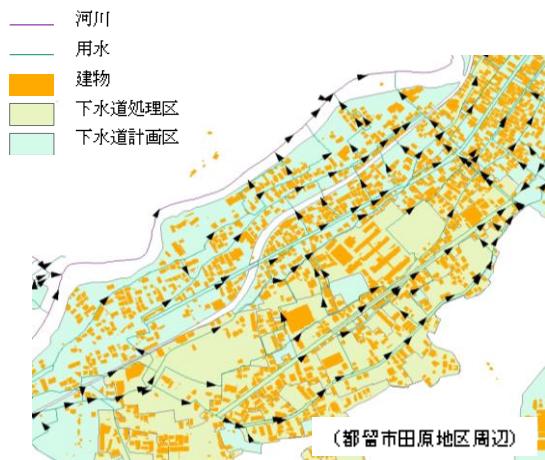


図 2. 基幹・基本レイヤーの組み合わせ事例

4. 水循環 GIS プラットフォームの適用

4.1 プラットフォームの適用と事例

これら基幹・基本レイヤーを元にデータの重ね合わせや解析のプロセスを追加することで、地域の課題に応じての適用が可能となる。以下に 2 つの事例を紹介する。水循環以外の分野の GIS データと重ね合わせ・相互解析することで、有用性が高まる。

4.2 小水力発電可能性調査への適用

都留市には行政により 3 基の小水力発電機が設置され、市内用水を活用した小水力発電事業を契機とした再生可能エネルギーによるまちづくり構想を策定しており、そのためには市内用水の小水力発電可能性の把握が必要となる。本研究ではレーザープロファイラー DEM データを利用して用水縦断面図を作成し、そこから小規模発電を考慮し 10 m 間の落差データを算出し、1 m 間隔ポイ

ント毎にその上流 10 m との落差数値を入力して、更に各ポイントのポテンシャルを理論水力公式で計算し、都留市内主要用水の小水力発電ポテンシャルを算出した。

手順は次のとおりである。

- ① 河川・用水ネットワークレイヤーから、流量の大きい用水のネットワークを抽出（都留市の場合主要河川が一級河川となっており設置が難しく、今回の調査は用水に限定した。）
 - ② それぞれの現場を確認の上、主な用水ルートについて河川用水の基幹レイヤーを使い、GIS で取水口から 1 m 毎にポイントを作成する。
 - ③ そのポイントにレーザープロファイラー DEM データ（LP データ）から標高データを取得。
 - ④ その標高データを用いて取水口からの標高差により、各用水の縦断面図を作成し、高さ補正を行う。（暗渠・側溝などの場合はデータが地表・道路面となり異なって、また補正の十分でない LP データであればノイズが多い。）
- （図 3）

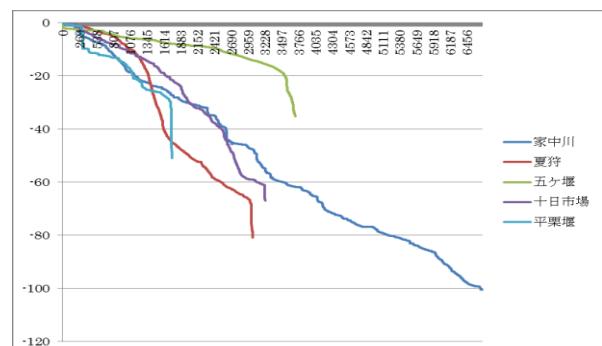


図 3. 都留市内主要用水縦断面図

- ⑤ 補正後のポイントデータにその 10 m 上流との標高差分を属性として付加する。（小水力発電の場合小規模なので 10 m 区間前後の落差を利用していることから 10 m とした。）
- ⑥ その用水のレイヤー線分（分岐点間）の流量を測定して、それを線分属性として入力。
- ⑦ 各点の理論水力値を次の公式で算出し、

$$W = 9.8HQ$$

W ; 理論水力(kw)、 H ; 落差(m)、 Q ; 流量(m^3)
各地点の理論水力値とする。

- ⑧ 現在4基の小水力発電機が稼働しているので、その地点の発電量と照合し理論水力値を確認する。(図4)

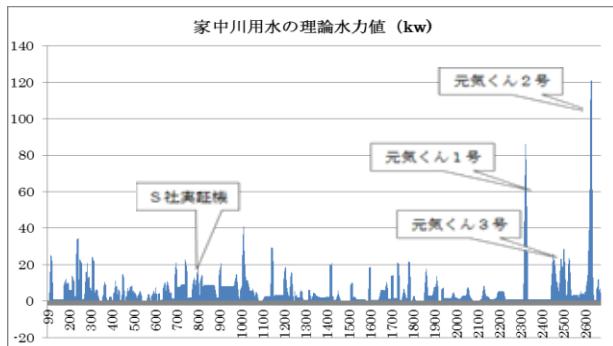


図4. 稼働小水力発電設置場所との照合

GISとLPデータを組合せることで比較的簡単に全域のポテンシャル（理論水力値）を把握できた。結果としては稼働中の小水力発電機は最もポテンシャルの高い立地が選択されており、市内用水にはいくつかの適地はあるものの、現在の技術ではポテンシャルを利用できる限界があり、立地に応じた適切な対応が必要であることがわかる。

4.3 下水道事業の水質向上効果評価への適用

都留市においては、下水道普及率が20%台であり、市内を流れている用水が下水化しており、その普及率向上が望まれている。その普及により清流を取り戻す事が、喫緊の課題でもあり、市民の理解と協力が欠かせない。そのために下水道事業の効果を定量的に関係市民に示す必要があり、水循環プラットフォームを活用してそれを試みる。

作業は以下のとおりである。

- ① 都留市の全域での水質を詳細に把握するために基幹レイヤーと下水道事業レイヤーを活用し市の水質調査に追加して調査するポイントを抽出する。(図2)
- ② 家庭排水と農業活動が水質汚染源として考え

られるので、GISプラットフォームの上下流解析機能など活用して、都留市の家屋データや人口分布、耕作地分布などに配慮して、調査ポイントを決定した。(図5)



図5. 地点選定における上流解析機能活用事例

- ③ 84調査地点で一斉に水質・水量調査を実施し、現在データを解析中で、それを水循環プラットフォームで市民に提示しながら、市民協働による水質向上策や清流化した用水を活かしたまちづくりの検討へ展開することを予定。

4.4 その他の分野協働への展開

この水循環プラットフォームを活用して水温が安定した湧水・用水のヒートポンプ利用の研究を進めており、同様に冬季に気温より高い湧水の温度を利用した伝統野菜「水掛け菜」栽培のエネルギーの工学的研究を準備している。

水循環GISプラットフォームはデータを蓄積しながら、自治体の水関連部局横断による協働のツールとして活用していくことを目的としている。また下水道普及等水に関係する課題の市民との協働を促進するプラットフォームとしての活用を想定し、その他分野への適用を模索している。

謝辞

本論文に關係するデータ提供とご支援を都留市にいただきました。またGISの作業については氣賀沢千代氏をはじめとするESRIジャパン株式会社のスタッフの皆様のご指導・ご支援を賜りました。関係の皆様に深く感謝申し上げます。