

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 10 月 3 日現在

機関番号：34303

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2013～2015

課題番号：25340127

研究課題名(和文) 流域単位における統合的流域診断手法の開発とクラウド化による情報共有

研究課題名(英文) An Expression on Portable Terminals of the River and Basin Information all over Japan using Cloud based web GIS

研究代表者

原 雄一 (Hara, Yuichi)

京都学園大学・バイオ環境学部・教授

研究者番号：70434660

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,800,000円

研究成果の概要(和文)：日本全国を一級水系、二級水系、その他の水系に区分し、それぞれの流域界を地理情報システム(GIS)を用いて作成した。これらのデータをクラウド(インターネット上の仮想空間)に格納し、PC、タブレット、スマートフォンで誰もが閲覧できる仕組みを構築した。現場では現在位置が分かることから、流域のどこに自分がいるか、即座にGPS機能により判断できる。

流域を単位とし、流域の中にどのような地物、事象が存在するのか、人口や産業などはどういう現状であるか、過去にどのようなことが起こったか、などの流域単位での諸情報に関するこれまでの成果を活用し、室内および現場の双方にて総合的な流域診断を実施することが可能である。

研究成果の概要(英文)：We divided all over Japan into the primary basin, secondary basin and other basin by using the geographic information systems (GIS). These data were stored in the cloud based GIS (virtual space on the Internet), and we created a system by which anyone can browse the data on PCs, tablets and smartphones. The GPS in the smartphone can immediately show the current position in the field, we know where we are in the basin. This system is possible to implement a comprehensive basin diagnosis in both indoor and field, by using various information in the basin, for example, 'what kind of things and events exist there', 'what kind of present conditions are population or the industry', and 'what kind of things has happened in the past'.

研究分野：地理情報システム

キーワード：河川流域 地理情報システム 流域診断 スマートフォン GPS

1. 研究開始当初の背景

(1) 流域における水循環の健全化

対流圏、陸域（流域）、沿岸（海洋）において水が移動するプロセスは水循環という言葉で表現され、「水循環の健全化」が陸域での流域管理の大きな目標とされてきた。流域では、都市的な土地利用への急速な変化、森林での放棄林の増加、耕作放棄田の増加、農業水利の変化や後継者不足、流域下水道の整備に伴う中小河川の流量低下、人口の集中による汚濁負荷の増加に伴う水質悪化などが原因となり、水循環の健全性が劣化し、これを如何に回復させるかが流域での持続性において重要な課題となってきた。

(2) なぜ流域を単位とするのか

1970年代に生態学者 E.P.オダムが「流域全体を最小の単位として生態系をみなさなければならない」と言及し、生物の生息空間との関係として流域の重要性を指摘している。日本では、1977年の第三次全国総合開発計画において、流域での土地利用の可能性と限界を指摘し、流域での適正な開発と保全の誘導を図ろうとした。その後の21世紀の国土のランドデザインのなかでも、流域連携の形態の1つとして流域圏という言葉が使われている。また、1970年代に広がったエコロジカルプランニングは、生態系がもつ潜在的な機能を最大限に生かして土地利用計画を進める考え方であるが、流域を単位として議論が深められてきた。以上のように、1970年代にはすでに流域を単位とする考え方の萌芽があったが、その後の、経済や交通が急速に発展し、グローバル化していくなかで、流域をいう枠での土地利用、生態系、水循環などを考えるスタイルは忘れ去られてきたといえる。

(3) 流域診断とはどのような概念か

人間の健康にとって定期的な健康診断の仕組みが健康の維持にとって必要不可欠であると同様、流域の環境を持続的に維持するためには、流域診断の考え方が必要となってくる。流域には上流・下流の違いはもちろんのこと、空間形成の履歴など流域の特性が異なることから、過去から現在までの結果をもとに流域診断カルテを作成することが必要である。流域診断カルテが流域の住民を含むステークホルダーに広く公開・共有され、流域の環境保全や治水の安全度の向上に向けて合意形成と対応策（治療）の実施が継続的に行われる必要がある。流域診断を行うために必要となるのが指標である。人間の健康診断でいえば、体温・血圧・血液検査・肌の色つやなどが診断するための指標として挙げられる、流域でいえば、活力度・洪水の危険性・水質汚濁・生物の多様性などがこれに該当する。これらの、流域に関わる新しい概念の指標構築を進めることも本研究での重要なステップと考えている。

(4) これまでの研究の経緯と発展

日本全国に109ある一級水系を対象とした流域診断手法の開発と指標作成に関しては、研究代表者の「河川・湖沼の流域における総合的流域診断手法の開発 - 日本109流域・世界114流域・メコン川流域を事例として -」（2009、京都大学博士論文）にて発表した。しかし、一級河川は日本全体の面積の65%に過ぎない。その他の、二級河川、準用河川、沿岸部など、残りの35%の地域は、対象外となっている。本研究においては、その他の地域も含めて全国土を対象として次のステップに進むことが1つの目標となる。

また、指標の内容として、治水、利水、環境という3つのカテゴリーの総合化を実施したが、その後、災害リスクや生物多様

性の問題などが注目されるようになり、流域診断の指標構成に関しても再検討の必要がある。特に、自然科学系の指標への偏りが大きく、人文社会系の指標に関してあまり触れられていない。本研究ではより幅広い総合化を実施し、文理連携を目指した、総合的指標の構築を進める。

次に、近年大きく変化した事項として、インターネットを活用したクラウド環境の構築が挙げられる。地図の分野でも、クラウド化が進行中であり、単に地図を閲覧するというだけでなく、タブレット型 PC やスマートフォンにて、相互のアクセスが可能となり、流域情報のプラットフォームが構築できるようになった。普段、ポケットやカバンに入っている IT 端末から情報の閲覧と入力を双方向で行うことができる。これによって、多数の参加者から流域情報を得ることが可能となり、これまでにない新しい流域診断へのステップが築けるものと考えられる。

2 . 研究の目的

国土の持続可能性を検討する際に、流域という単位を基本として進める「流域思想」が萌芽しつつある。流域が、水の自然の循環を通じて、持続性を進める際に最も適した空間と考えられるからである。一方で、流域という空間認識は、通常の私たちの意識の中には希薄である。この両者の溝を埋めることが本研究の出発点となる。流域単位で持続可能な社会を構築するためには、流域の状況を人間の健康診断と同じく「診断」し、特徴抽出などの結果を「可視化」できる仕組みが必要である。その結果の共有から、私たちを取り巻く環境の現状や変化に気づき、適切な「処方箋」を描くことへとつながる。流域を基本単位として国土全体を俯瞰し、水はどこからきて、どこに行くか、といった基本概念の理解から、流

域の現状をすくい取ることができる指標の構築、さらに流域の特性を共有できる仕組みを作ることが本研究の目的である。

3 . 研究の方法

本研究は、初年度に全国土を対象として、既存のデータに加えて詳細な地形データや衛星データの判読から流域区分を実施する。一級河川などの大きな流域の境界は、ほぼ確定しているが、その内部のサブ流域の区分や、沿岸部での流域境界は不明な地域も多く、地形の詳細な起伏や衛星データなどから判定を行う。次年度は、区分した流域単位での流域診断のための情報として、自然、社会、産業など広範囲の情報の整理を行い、流域診断のための指標構築を行う。指標構築に際しては、流域への意識が深まり、新たな気づきが起こることを念頭に組み立てる。最終年度は、診断結果の可視化とクラウド化による診断結果の共有を実施する。これらの一連の研究にかかる作業は、地理情報システムとタブレットやスマートフォンなどの携帯端末を主要機器として実施する。

4 . 研究成果

クラウド GIS の技術を応用して、全国の一級・二級水系の河川および流域情報をスマートフォン等の携帯端末で確認できる仕組みを構築した。全国に一級河川 13,989(109 水系)、二級河川 7,084 (2,723 水系) 準用河川 14,253 (2,524 水系) 合計 35,326 の河川が存在している。これらの河川と流域に関する情報を水系単位に整理し、現地で諸情報を把握することを目的としている。特に現地での河川の名称確認、水系全体での河川ネットワークの把握に重点をおいている。

(1)河川ネットワーク、流域区分の基本情報

日本全国の河川ネットワークや流域区分は、国土交通省の国土数値情報からダウンロード可能となっている。国土数値情報の河川のデータは、全ての河川名称を属性として持っているのではなく、名称不明の河川が多くあるが、全国をカバーした情報として貴重である。ダウンロードしたデータを GIS で表示させると河川ネットワークと流域区分は、和歌山県内を流下する二級水系日置川（ひきがわ）を例にとると、以下のとおりなる。



図1 日置川水系の河川ネットワークと流域区分

日置川水系の場合、全流域を41に細分化されており、これが流域の最小の単位となる。各流域の単位ポリゴンには属性情報として、一級水系、主要二級水系、複合水系、出口のない水系、対象外地域の5つの番号が付与されている。この属性情報を使って、日置川水系全体をひと塊の流域として表示することができる。一級水系など流域面積が大きい場合は、分割IDを属性値として新たに付与した。このIDを使って面積の大きい流域を主要な支川を中心としたサブ流域に区分することができる。一級

水系淀川の場合、5つの分割IDとし、これをもとに、図2に示すとおり、琵琶湖流域、木津川流域、桂川流域、淀川流域、猪名川流域のサブ流域に分割表示できる。



図2 一級水系淀川の分割IDによるサブ流域

(2)クラウドGISの仕組み

河川ネットワークと流域区分に関する全国のGISデータをクラウドGISの技術を用いてクラウドにアップロードし、携帯端末であるスマートフォンあるいはタブレットを用いて現場で表示させる。クラウドGISとしては、米国ESRI社のArcGIS Onlineを使用し、携帯端末側のアプリケーションとしては、同じく米国ESRI社のCollector for ArcGISおよびExplorer for ArcGISを用いた。この両者は同様な機能を有するが、Collector for ArcGISはライセンス契約が必要であり、データ入力や修正を行うことができる。一方、Explorer for ArcGISに関しては、データの閲覧のみであるが、ライセンス契約が不要であり、誰もが携帯端末にインストールして利用することができる。

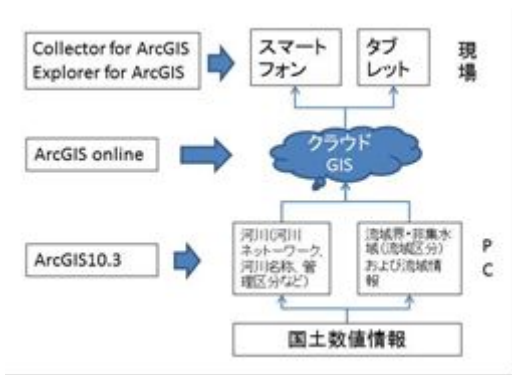


図3 クラウドGISの構築

(3) 現場でのクラウドGISの利活用

現場では、現在地の確認は、最も重要な要素の一つである。持参した地形図とコンパス、周辺の地物をもとに総合的に現在地を特定することがこれまでの方法であり、これに加えて、GPS機能を有する携帯端末による位置確認が可能となった。GPSの誤差が大きい初期の段階では、参考程度であり携帯端末の価格の問題もあって普及は限定的であった。近年、多くのスマートフォンやタブレットにGPSが内蔵されるようになり、独自のGPS専用の衛星（みちびきなど）の参入により、誤差が改善され、手軽に利用できる利点から利用者が増大してきた。背景地図も国土地理院の馴染みのある地形図で表示できるアプリケーションもあり、現場での正確な位置確認を行える水準になってきたといえる。

背景地図と現在地の2つの要素の上に、新たに主題となるレイヤーを加えることで、広い範囲での活用が期待できる。本論文では、新たな主題レイヤーとして、河川ネットワークと流域区分を取り上げた。現場では、多くの河川に遭遇するが、河川名称を把握したくとも、持参する地図には表示されていない場合も多い。Google Mapsのオンライン地図は、自然地物の注記が元々手薄であることに加えて、圏外では使用できない。目の前の河川がどこから流れてどの川に合流し、最終的にどの河川で海に注ぐ

のか、河川ネットワークを広域的に把握することも困難である。

以上のような制約された現場での環境条件、すなわち、河川名の入った地図が手元にない、河川名称の現場表示がない、圏外でWEB地図が使えない、広域の河川ネットワークが把握できない、といった条件下で、本研究でのクラウドGISは有効に機能する。構築されたクラウドGISを現場でスマートフォンのCollector for ArcGISで利用する場合、事前に訪問する地域の背景地図をダウンロードすることで、圏外でも利用することができる。ただし、誰もが利用できるExplorer for ArcGISには現時点でこの機能はない。

Collector for ArcGISを起動し、現場で開くと図4のような画面となる。一部地域の例であるが、基本的に、①背景地図、②丸印（現在位置）、主題レイヤー（本件では、河川ネットワークと流域界）から構成される。河川ネットワークには属性として、名称、管理区分などがある。流域界は、一級河川、主要二級河川、複合水系などの属性が表示される。



図4 Collector for ArcGISの画面

(4) 結果のまとめ

① 国土数値情報の河川と流域界に関する公開データをダウンロードし、クラウドGISとして現地で閲覧可能な仕組みを構築した。

② 現場において、携帯端末のアプリケーションを使用し、現在地、背景地図、主題レイヤー（河川ネットワークと流域界）を表示できる。

電波の届かない圏外でも、目の前の河川の名称と広域的な河川ネットワーク、さらにどの流域に属するかなどを理解できる。

5. 主な発表論文等

（研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線）

〔学会発表〕（計2件）

原雄一 片山篤、クラウドGISによる全国の河川・流域情報の携帯端末での表示、地理情報システム学会 2015年10月11日 慶應義塾大学（東京都港区）

原雄一 佐藤祐一 片山篤、琵琶湖淀川流域を対象とした流域診断手法の開発とクラウドGISによる情報共有 - 日本版Surf Your Watershed を目指して - 、地理情報システム学会 2015年11月7日

6. 研究組織

(1) 研究代表者

原 雄一 (HARA, Yuichi)
京都学園大学・バイオ環境学部・教授
研究者番号：70434660

(2) 研究分担者

佐藤 祐一 (SATO, Yuichi)
滋賀県琵琶湖環境科学研究センター・研究員
研究者番号：30450878