

人流データによる河川・ダム湖利用者数 推計手法の提案と活用の可能性

石崎 泉¹・中川 泰成²・北村 秀之¹

¹金沢河川国道事務所 流域治水課 (〒920-8648 住所 金沢市西念4丁目23番5号) .

²金沢河川国道事務所 工務第一課 (〒920-8648 住所 金沢市西念4丁目23番5号) .

本研究では、金沢河川国道事務所が管理する手取川・梯川・手取川ダムを対象に、近年普及が進んでいる携帯端末から発信されるGPSの情報を基にした人流データを用いた河川空間及びダム湖の利用者数推計手法の検討を行った。また、河川水辺の国勢調査における「河川空間利用実態調査」と「ダム湖利用実態調査」において使用される手法と比較し、人流データを利用した代替手法の可能性について検証した。

キーワード 河川空間利用実態調査、ダム湖利用実態調査、年間利用者数の推計、人流データ

1. はじめに

(1) 河川水辺の国勢調査

河川は、古代から生活・農業・工業用水の提供により地域社会の文化・産業の発展に貢献してきた。近年では、環境教育や高齢化社会に向けた健康増進の場など利用形態・目的は多様化してきた。これらの要請に対応するため、良好な河川空間の保全・整備が必要となっている。そのため、国が管理する一級水系の国直轄区間及び国と独立行政法人水資源機構が管理するダム湖では、生息する生物、瀬淵等の環境基図、河川及びダム湖の利用実態の調査を行う「河川水辺の国勢調査」を1990年度から実施している。同調査は、河川空間及びダム湖周辺に生息・生育する生物と生息・生育環境との関係を的確に把握し生息・生育環境の保全や、利活用の状況を把握し地域の活性化への活用の基礎資料となっている。河川の利用形態の多様化に伴う、良好な河川空間の保全・整備を行う為に当調査による基礎データの収集の重要性は増している¹⁾。

(2) 人流の把握手法の変化

従来、人流の把握はアンケートやパーソントリップ調査等大規模な調査により把握する必要があり、これらの手法は費用面や即時性に課題を有している。技術の進歩に伴い、カメラやセンサーを用いて通行量や人の滞留を簡便かつ即時に把握できるようになってきた。また近年

スマートフォン等の携帯端末の普及に伴い、GPSデータを通じて携帯端末の動きを把握することが可能となり、特定の2地点間の移動人数のデータである「origin and destination data(ODデータ)」や移動軌跡のデータ(移動軌跡データ)の収集も簡便に行うことができるようになってきた。これらの通行量(カウントデータ)、滞留(滞留データ)、ODデータ、移動軌跡データ等のデータを国土交通省は「人流データ」と区分づけている²⁾。

人流データを製品として提供する企業が増加する中、国土交通省では人流データを防災、交通、観光分野など地域の課題を解決する有効な手法として利活用を促進するため、「人流データ利活用の手引き」にて、当データの有効な利用方法だけではなく、実際に自治体で活用された例を提示している²⁾。

(3) 本研究の目的

「河川水辺の国勢調査」にて現在実施されている河川空間利用実態調査及び「ダム湖利用実態調査」は調査対象地域に調査員を派遣する必要があり、多くの人員や費用を要する。他方、GPSデータから得られる人流データは現地に調査員を派遣することなく調査対象地域の人流を把握することができるため、河川空間利用実態調査で用いる手法と比較し簡便かつ効率的に河川・ダム湖の利用実態を把握できる可能性がある。しかし、河川・ダム湖の利用者推計に人流データを用いた手法の有効性については、十分に検証されていない。

本研究では、簡便な手法による河川空間及びダム湖利

用者数推計手法の検討及びその有効性の検証、従来の利用者数推計と組み合わせる有用性の探索を目的とし、金沢河川国道事務所が管理する河川の河川空間及びダム湖における利用者数推計について、「河川水辺の国勢調査」における利用実態調査による手法と人流データを用いた手法について比較・検討を行った。

2. 概要

(1) 河川水辺の国勢調査の調査内容

金沢河川国道事務所では、河辺水辺の国勢調査を手取川・梯川の2河川及び手取川ダム(図-1)にて実施しており、魚類、底生動物、植物、鳥類、両生類・爬虫類・哺乳類、陸上昆虫類等の6種の生物の調査の他、早瀬、淵、止水域、干潟、流入支川、護岸及び河川横断工作物等の調査(河川環境基図作成調査)、河川・ダム湖の利用箇所・目的と年間推計利用者数の調査(河川空間利用実態調査・ダム湖利用実態調査)が実施されている³⁾。

河川空間利用実態調査は「平成30年度版 河川水辺の国勢調査マニュアル(案) (河川空間利用実態調査編)」(河川空間調査マニュアル)に、ダム湖利用実態調査は「2024(令和6)年度版 河川水辺の国勢調査マニュアル [ダム湖版]」(ダム湖調査マニュアル)に従い、それぞれ5年に1度実施されている⁴⁾⁵⁾。河川空間利用実態調査及びダム湖利用実態調査は、各マニュアルに規定された日時に調査を行い、季節ごとの平日・休日の日数を乗算して年間利用者数を推計する。利用者人数の計測は調査対象となる河川・ダム湖について調査範囲を細分し、細分した各区間に調査員を派遣することで実施する⁴⁾⁵⁾。

(2) 人流データ²⁾

人流データはカメラ、センサー、携帯端末等により人

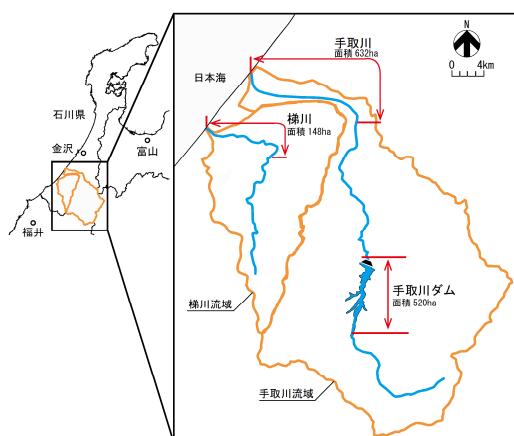


図-1 金沢河川国道事務所管轄する河川・ダム
(面積は利用実態調査における調査範囲)

流を計測されたデータがあり、カウントデータや滞留データについては上記のいずれの手法によっても計測することができるが、各手法により適した目的は異なる。

駅や空港等の主要スポットや屋内、地下道などの特定のスポットにて利用者数の実数に近い値のカウントデータ及び滞留データを把握したい場合はカメラ、センサー等により直接人数を計測する手法や同地点に設置したWi-Fiパケットセンサー、ビーコンにより携帯端末から発せられた電波を補足する手法が有効である。ただし、電波を補足できる端末は特定のアプリケーションの使用やBluetoothの使用が必要である。市域全体など広範囲においてカウントデータ及び滞留データを把握する場合はGPSにより携帯端末の動きを捕捉する手法が有用である。一方で、GPSを用いたカウントデータ及び滞留データの計測では個人の特定を防止するため、GPSデータを提供する企業によりデータを取得可能である地理範囲及び時間範囲が異なる弱点がある(表-1)。

携帯端末を用いた人流データの計測では、ODデータや移動軌跡データのほか、情報端末に登録した居住地、性別、年代などの属性情報を把握できる。また、収集した属性情報を基に、同様の属性を有する母集団が更に大きな集団の中で占める割合を基にし、補正を加えることで、日本の総人口への拡大処理を行った人数を推計する「拡大推計」を行うことができる。

本研究では、図-1に示す2河川1ダムの広い範囲において利用者推計を実施する。また、「河川空間利用実態調査」及び「ダム湖利用実態調査」における利用者推計は、堤内地側の居住者やダム管理施設の就労者を除外して利用者数推計を行う必要があるため、本研究で用いる人流データとして、GPSデータにより携帯端末の移動記録を把握することにより得られる人流データを採用した。

(3) 金沢河川国道事務所が管轄する河川・ダム

a) 手取川

手取川は白山を水源とし、白山市、小松市、能美市、能美郡川北町(川北町)の3市1町を流れる急流河川である。河川利用の特徴として、春季から秋季にかけて釣りの利用者が見られる。また、川北町コミュニティ&スポーツ公園(右岸6-8 k)、十八河原公園高水敷(右岸14-15 k)等、高水敷において公園の整備が進んでいるため、高水敷の利用も多い。2019年に実施された河川空間利用実態

表-1 人流データの把握手法と適用可能な範囲

手法	カウント	滞留	OD	移動軌跡
カメラ センサー	◎	×	◎	
Wi-Fiパケットセンサー ビーコン	○	計測できる端末に条件がある	×	
GPS	○	提供元により精度・範囲に差	◎	

◎:適した手法、○:有用だが一部課題が存在、×:適用不可能

調査では、利用場所は高水敷が49%と最も多く、次いで堤防が40%、水際が7%、水面が4%であった。利用形態としては散策等が72%と最も多く、次いでスポーツが17%、釣りが7%、水遊びが4%であった。2019年における年間河川空間利用者数は約221千人と報告されている¹⁾。

b) 梶川

梶川は白山山系大日連峰鈴ヶ岳を水源とし、小松市、能美市の2市を流れる緩流河川である。河川利用の特徴として、年間を通して散策やジョギングなどによる堤防の利用が多いという特徴がある。2019年に実施された河川空間利用実態調査では、利用場所は堤防が47%と最も多く、次いで水際が24%、高水敷が21%、水面が8%であった。利用形態としては散策等が66%と最も多く、次いで釣りが22%、スポーツと水遊びが6%であった。2019年における年間河川空間利用者数は約77千人と報告されている¹⁾。

c) 手取川ダム

手取川ダムは、手取川上流域にある国土交通省が管轄するダムである。ダム湖周辺の利用の特徴としてダム湖周辺の散策を目的とした利用が多いという特徴がある。

2019年に実施されたダム湖利用実態調査では、ダム湖周辺の散策を目的とした利用が全利用目的の80%近くを占めていることが報告されている。また、2019年における年間利用者数は約14千人と報告されている⁶⁾。

3. 手法

(1) 河川空間調査マニュアル及びダム湖調査マニュアルに基づく推計(従来手法)

a) 季節及び計測日時の設定

本研究では、河川空間調査マニュアル及びダム湖空間調査マニュアルに基づき、2024年3月1日から同年5月31日を春季、2024年6月1日から同年8月31日を夏季、2024年9月1日から同年11月30日を秋季、2024年12月1日から2025年2月28日を冬季に設定した⁴⁾⁵⁾。

各季節における時間帯は手取川・梶川及び手取川ダムで過去に実施した河川空間利用実態調査の手法を踏まえ、

表-2 従来手法による調査実施日

季節	調査日		
	休日	1回目	2024年4月29日
春季	平日	2回目	2024年5月5日
	休日	3回目	2024年5月20日
夏季	休日	4回目	2024年7月28日
	平日	5回目	2024年7月29日
秋季	休日	6回目	2024年11月3日
冬季	休日	7回目	2025年1月13日

日の出、日の入りの時刻を春季と夏季は5時から19時、秋季と冬季は7時から17時とした。利用者数の計測は表-2に示す実施日に行った⁴⁾⁵⁾。尚、手取川ダムでは降雪のため冬季の利用者数計測を実施しなかった。

b) 利用者の計測

表-2の日時に河川空間調査マニュアル及びダム湖調査マニュアルに基づく手法で手取川・梶川・手取川ダムにおいて人数のカウントを行った。

各日の調査は1回の計測につき1時間実施した。その後、2時間の間隔を空けて同一箇所にて再び1時間計測を実施した。この計測を調査日の該当する季節の日の出から日没の間まで繰り返し実施した。

(2) 人流データによる利用者推計

本研究では人流データとして「KDDI Location Analyzer」(KDDI株式会社)によるデータを用いた。人流データ使用に当たり計測対象区間において、河川・ダム湖の利用を目的としない車・公共交通による移動者を計測から除外するため、手取川・梶川・手取川ダムの計測対象河川・ダム湖について図-2のとおり地区を区分し、各区間の滞在時間が15分未満の利用者については計測から除外した。

春季から冬季における全日の人流データを用いて手取川・梶川・手取川ダムの年間利用者数の計測を行った。手取川ダムにおいては手取川ダム管理支所及びダム湖畔の住宅地については計測対象外とした。また、KDDI株式会社に属性情報を提供することに同意した利用者について、携帯端末に登録されている居住地の情報を元に、利用者における居住地別構成比を算出した。

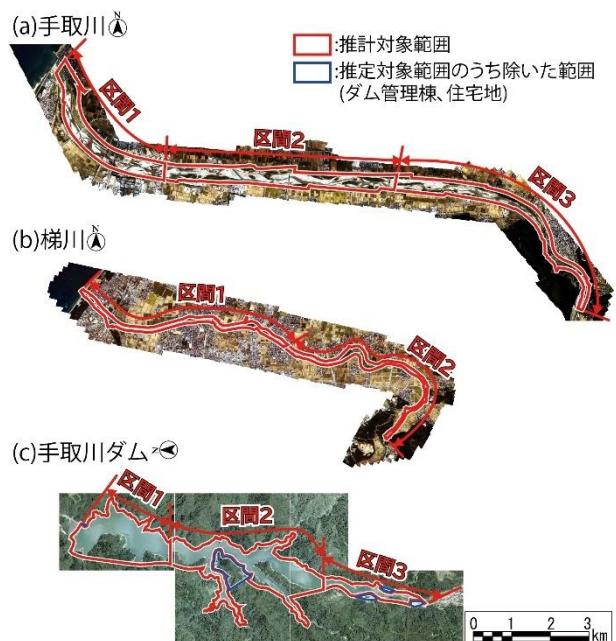


図-2 計測区域の細分

4. 結果

(1) 2手法による利用者推計の比較

図-3に従来手法及び人流データを用いた手法により推計した利用者数を示す。

手取川では、年間を通じて人流データを用いた手法による推計値が従来手法による推計値より大きくなつた。特に、秋季で2手法間の差が大きくなり、約32千人(約2.1倍)の差が生じた。

梯川では夏季、秋季、冬季において、人流データを用いた手法による推計値が従来手法による推計値より大きくなつた。一方で、春季は、従来手法による推計値が人流データを用いた手法による推計値より顕著に大きくなり、約32千人(約1.7倍)の差が生じた。

手取川ダムでは、春季、夏季は、2手法による推計値に顕著な差は見られなかつた。一方で、秋季は、人流データを用いた手法による推計値が従来の手法による推計値より大きくなつた(約1.6倍)。

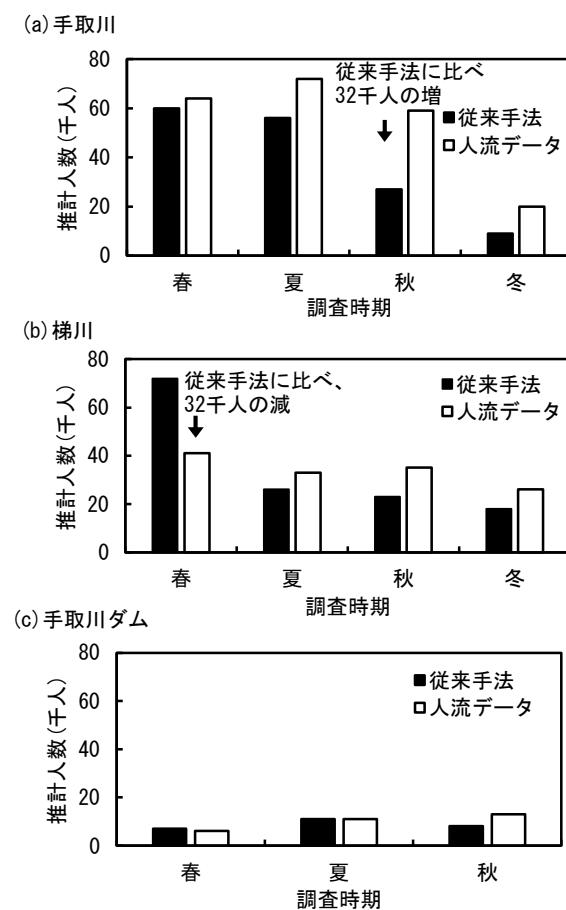


図3 2手法における推計利用者数

(2) 利用者数における居住地の割合

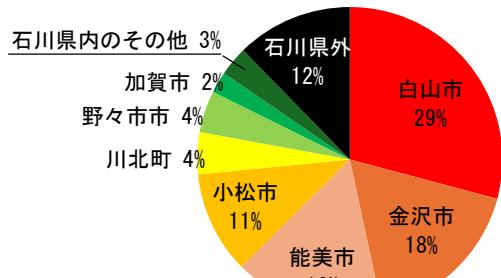
図-4に人流データによる手取川、梯川、手取川ダムの3箇所の利用者の居住地別構成比を示す。

手取川における構成比は、白山市に居住する利用者が29%と最も多くなつた。次いで、金沢市に居住する利用者が18%、能美市に居住する利用者が16%となつた。県外からの利用者の割合は12%であった。

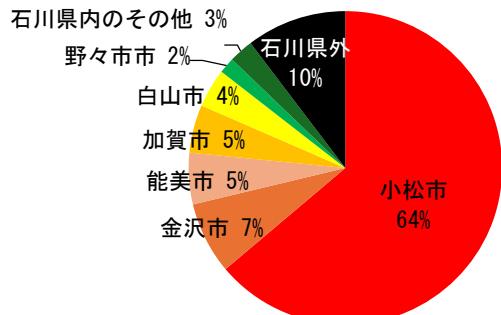
梯川における構成比は、小松市に居住する利用者が64%と最も多くなつた。次いで、金沢市に居住する利用者が7%，能美市に居住する利用者が5%となつた。また、県外からの利用者の割合は10%であった。

手取川ダムにおける構成比は、白山市に居住する利用者が41%と最も多くなつた。次いで、小松市に居住する利用者が23%，金沢市に居住する利用者が13%となつた。また、県外からの利用者の割合は17%であった。

(a) 手取川



(b) 梯川



(c) 手取川ダム

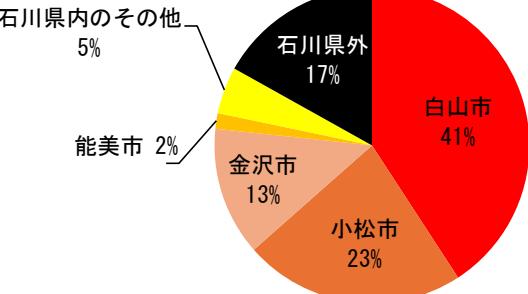


図4 計測対象における利用者の居住地構成比

(3) 2手法間におけるコストの比較

図-5に2手法による利用者推計に要したコストを従来手法による梯川の利用者推計に要したコストで除算した結果を示す。従来手法のコストについて、手取川及び手取川ダムの2地点で梯川にて利用者推計に要したコストの2倍以上となった。一方、人流データを用いた手法では、従来手法と比較し、手取川と手取川ダムは2割以下、梯川は4割以下となった。

5. 考察

(1) 2手法による利用者推計の比較

従来手法と人流データを用いた手法による推計利用者数を比較したところ、手取川では年間を通じて、梯川では春季を除くすべての季節で人流データを用いた手法による推計値が従来手法による推計値より大きくなつた。

この要因として、従来手法では利用者の平均滞在時間を2時間と仮定し、2時間ごとに計測を行うため、計測時間外の利用者は計測できない。一方、人流データを用いた手法では従来手法で生じる計測間隔の2時間の間の利用者数を計測することができる可能性がある。そのため、人流データを用いた手法による推計者数が従来手法による推計値より大きくなつた可能性がある。

手取川では秋季に2手法間の差が最も大きく、約32千人の差が生じた。この要因として、秋季調査日前日の大雨に伴う洪水の影響による可能性がある。調査日前日の2024年11月2日は、大雨により基準観測所である鶴来観測所において水位が平水位から約2 mの上昇する洪水が発生した(図-6)。11月3日は、天候は晴天であり水位は平水位を約0.5 m上回る程度の水位まで低下したが、濁水が流れる状況であった⁷⁾。2019年の河川空間利用実態調査によると、手取川では高水敷の利用比率が高い。洪水の影響により、スポーツ等長時間の利用を目的とした利用者数の減少と堤防における散策等の利用時間の短い利用者数の割合の増加が生じた可能性がある。従来手法

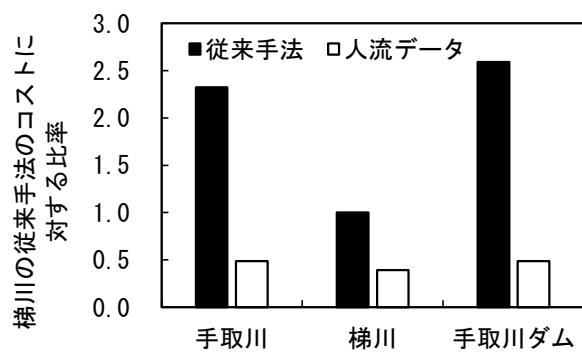


図-5 調査対象河川・ダム湖における利用者推計コストの比較

では、調査間隔の2時間の間における河川利用者については計測できない。一方、人流データを用いた手法は、従来手法では調査しない日時においても利用者数を計測できるため、秋季の大きな差が生じた可能性がある。

梯川では、春季において、従来の手法による推計値が人流データを用いた手法による推計値より約32千人多くなつた。この要因として、2手法間の同一人物に関するカウント手法の違いによる可能性がある。河川空間調査マニュアルでは、2時間毎にカウントした利用者数の合計を1日の利用者数とすることが定められている。そのため、同一の調査範囲から利用客が2時間以上移動せず、複数回の調査においてカウント対象になった場合、他方、人流データを用いる手法では、利用客が携帯する端末による移動軌跡等から同一人物の照合が可能であり、多重カウントを防ぐことができる。

春季の平日調査日では、複数箇所で工事が実施され、多数の工事関係者が河川空間を利用した(図-7)。工事関係者は業務の性質上、同一箇所に長時間滞在する。そのため、従来手法では、工事関係者について、同一人物を多重カウントした可能性があるが、人流データを用いた手法では多重カウントを防ぐことができた可能性がある。同日に従来手法にて推計した利用者数は72,306人であり、このうち、工事関係者数は39,157人であった。この値の差は33,149人となり、人流データを用いた手法による推計利用者である40,709人を下回り、梯川における他の季節と同様の傾向が確認できた。尚、人流データを用いた手法では釣りなど長時間の利用を目的とした利用者と工事関係者の判別ができないため、工事関係者ののみの利用者推計は実施することができなかった。

梯川では手取川同様、秋季調査日前日の11月2日に、水位基準観測所である埴田観測所において氾濫注意水位の2.50 mを上回る3.06 mまで上昇する洪水が発生した⁸⁾。しかし、秋季の調査においては2手法による推計値とも



図-6 秋季の手取川における洪水の状況(川北大橋付近)



図-7 梯川における春季の工事状況

他の季節との間に顕著な差は確認されなかった。この要因として、梯川では堤防の利用が多いため、手取川ほど高水敷利用の制限の影響を受けなかった可能性がある。また、埴田観測所より下流に位置する小松大橋及び牧観測所では、水位は上昇したが、水防団待機水位をわずかに超過する程度であった⁸⁾。梯川では、釣りを目的とした利用が多い地点は河口であるため、大雨による水位上昇による影響を大きく受けなかった可能性がある。

手取川ダムにおいて、春季、夏季は人流データと従来手法による推計値が同程度となった。一方で、秋季は人流データによる利用者推計値が従来手法による利用者推計値より大きくなかった。この要因として、従来手法により利用者数を計測した日時が秋季は祝日に当たる11月3日であった。調査範囲で工事が実施していた場合、祝日には工事が休止するため、同工事に従事する工事関係者の計測を行うことはできない。このことが、利用者推計において過少な推計となった可能性がある。

(2) 利用者数推計コストの比較検証

従来手法では、手取川及び手取川ダムに要するコストが梯川の2倍以上となった。これは、手取川及び手取川ダムの調査範囲が梯川と比較して広いため、従来手法による調査では1日あたり4名体制で実施しているが、梯川では1日あたり2名体制で実施していることによると考えられる。人流データを用いた手法による利用者推計は、手取川や手取川ダムといった調査範囲の大きい河川・ダム湖だけでなく、梯川のような調査範囲の小さい河川においてもコストの削減を図ることができると考えられる。

(3) 人流データによる利用者推計の可能性

人流データを用いた手法による推計では従来手法と異なり、より低い費用で図-5に示した居住地別の利用者の割合についても把握できる可能性がある。また、特定の調査日や調査を実施する定点以外の人流データを把握することも容易であり、本研究における手取川、手取川ダムのような広範囲において調査推計に用いることができる。一方で、現地における調査と比較し、GPSのデータのみでは河川空間及びダム湖の利用目的の把握は難しい。この要因として、人流データの計測にGPSによる携帯端末の位置を把握する手法を用いる場合一定サイズのメッシュ内の利用者の移動を記録するが、「KDDI Location Analyzer」はメッシュが最小で10 mであり、特定の地点の細分は難しいためである⁹⁾。同サービスはGPSデータの採取を20歳以上に限定しているためより年少の個人の人流を把握できない弱点もある。また、GPSを用いた人流データについては個人の特定を防ぐため、人流の少ない時間帯のデータを消去する「秘匿化取得」によるデータの校正のため、拡大推計による利用者推計においてもこの校正の影響を大きく受ける。そのため、利用者推計を行

う際には、目的を明確に設定し、両手法の使い分けまたは重用することが必要であると考えられる。

6. あとがき

本研究では、GPS型人流データを活用し、河川・ダム湖における年間利用者数を推計する手法の有効性の検討を目的とし、従来手法との比較検証を行った。人流データを用いた推計手法は、従来手法より低いコストで年間利用者数の推計を行うことができる上、従来の手法では得ることができない各利用者の属性を把握する手法として有用である。しかし、同手法は河川やダム湖の現地調査を実施しないため、利用実態調査における河川及びダム湖の利用箇所及び利用目的について把握することができない。他方、従来手法は、現地に赴くため、利用形態や利用場所ごとに利用者数を推計できる。以上より、目的や対象地域の特性に応じて、従来手法と人流データを用いた推計手法の使い分け、または補完的に併用することが重要である。今後は、人流データを用いた手法が、広域的かつ効率的な利用実態の把握を可能とし、水辺空間の持続的利用に向けた河川整備計画の立案に寄与することを期待し、更なる検証を進めたい。

謝辞：本論文作成に当たり、ご指導・ご助言いただきました関係者の皆様に感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 国土交通省:令和元年度河川水辺の国勢調査結果〔河川版〕(河川空間利用実態調査), 2024.
- 2) 国土交通省:地域課題解決のための人流データ利活用の手引き改訂版v1. 2, 2024.
- 3) 国土交通省:平成28年度版河川水辺の国勢調査基本調査マニュアル〔河川版〕, 2016.
- 4) 国土交通省:平成30年度版河川水辺の国勢調査マニュアル(案) (河川空間利用実態調査編), 2018.
- 5) 国土交通省:2024年度版河川水辺の国勢調査マニュアル〔ダム湖版〕(ダム湖利用実態調査編), 2024.
- 6) 国土交通省:令和元年度河川水辺の国勢調査結果〔河川版〕(ダム湖間利用実態調査), 2024.
- 7) 国土交通省:水理水文データベース-水系一括検索(手取川), (<http://www.river.go.jp/cgi-bin/SrchSiteSuiData2.exe?SUIKEI=84043000&BGNDATE=20241102&ENDDATE=20241103&ID=304111284412080:0201:>), 2025年7月25日閲覧
- 8) 国土交通省:水理水文データベース-水系一括検索(梯川), (<http://www.river.go.jp/cgi-bin/SrchSiteSuiData2.exe?SUIKEI=84044000&BGNDATE=20241102&ENDDATE=20241103&ID=304121284412010:0201;304121284412020:0201;304121284412030:0201:>), 2025年7月25日閲覧
- 9) 技研商事インターナショナル株式会社:KDDI Location Analyzer, (<https://www.giken.co.jp/service/kla/>), 2025年7月25日閲覧