河川利用実態の流域間比較

宮田　比奈[1]・星野　裕司[2]

[1]正会員 九州建設コンサルタント株式会社
(〒870-0946　大分県大分市大字曲 936 番地 1，E-mail:hina.miyata@gcon.jp)
[2]正会員 熊本大学 教授 くまもと水循環・減災センター
(〒860-8555 熊本県熊本市中央区黒髪 2 丁目 39 番 1 号，E-mail:hoshino @kumamoto-u.ac.jp)

河川空間は都市機能の一部を担うことで河川利用が多様化している背景から，本研究では河川利用場所と居住地との距離を含む河川利用実態を明らかにし，異なる形態的特徴を持つ流域によって河川利用の特徴を整理する事を目的とした．対象は異なる河道条件を持つ複数の一級河川とし，ポイント型流動人口データを用いた手法で行った．結果，水系毎に河川利用に特徴がみられた流域と居住地との関係性を整理し，中でも水系を共通して河川利用と居住地の関係は，河川近隣からの利用と，熊本市を含む遠方からの利用の 2 種類によって特徴づける事が出来た．

Key Words: *River use, Watershed, Distance between residence*

1. はじめに

(1) 背景と目的

身近に自然や潤いを感じることが出来る河川空間の重要性が再認識され，自然と人間のふれあいのある都市づくりが志向されている．近年の都市計画事業では，水や緑を都市の骨格軸の一つとして整備することで環境，防災機能の向上や，良好な景観の形成，緑豊かで快適なレクリエーションの場の創出などの機能を期待した「水と緑のネットワーク」の取り組みが各都道府県で取り組まれている[1]．また，まちづくりと一体的な景観形成の取り組みとして 2007 年に「かわまちづくり支援制度」が制定され，多数の実例が行われている[2]．

このように都市にとって河川空間は都市機能の一部を担い，河川利用が多様化している動きを受け河川利用者は河川近隣の居住者に限らず，河川が属する市町村或いはそれ以上の遠方から訪れる事も少なくない．特に一部の都市河川は，市街地（商業地）に位置することから，目にしたり利用したりする経験は，河川が存在する地域の住民より，それ以外の地域から通勤・通学等で往来する市民にとっても十分あり得ると考えられる．また，大規模なグラウンドやキャンプ場等を有する水辺拠点は貴重な自然環境として日常的利用だけでなく，休日のスポーツ，またはレジャー・観光目的で遠方から利用されているだろう．大塚ら[3]は，水辺空間である江戸城外堀は水辺でありながら水辺以外の様々な機能を求められ近隣住民以外の人々にも利用・認知されているとして，居住地や利用頻度を含む個人特性と価値選好の関連を明らかにしている．そこで，河川利用の特徴を個人特性，特に居住地に着目して整理する意義はあると考える．

また，多様化した河川利用を促進するためには，人々が活動しやすい河川空間の整備も重要である．親水プランに関するガイドライン[4]の中で，親水活動の分類と主な対象河川（上流，中流，下流）や横断的利用場所との適応が整理されているように，その地点の物理的環境条件（河道形状）によって親水活動の形態や利用者の特徴が異なる事は既往研究によって明らかにされている[5][6]．

そこで本研究では，流域全体を対象に河川利用者の居住地に着目した利用実態を明らかにし，流域ごとに特徴を分析，整理を行った．

ここで本稿で対象とする河川空間とは，河川区域（河道内部，護岸，高水敷，堤防）から背後地をある程度含めた範囲とする．

(2) 既往研究と本研究の位置づけ

従来の河川研究の中で，利用と空間の関係性やそれらを基にした有効なデザイン手法を明らかにした研究は蓄積が十分になされている[7][8]．特に 1990 年代後半は，中村ら[5]や西名ら[6]の研究が代表するように利用実態と空間の関係性から，自然性の高い河川にみられる形態的特徴を基盤とした河川空間のデザイン手法について提案が盛んになされている．また，現代においても鶴田ら[9]は，親

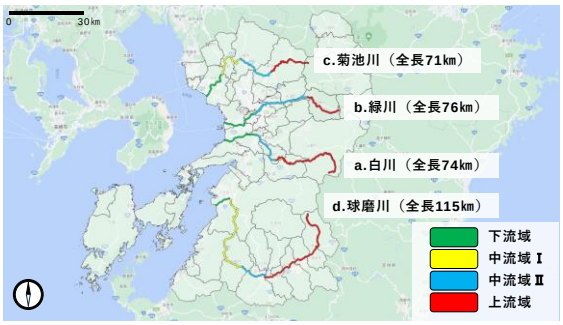


図-1　対象地の位置図

水利用を促進する水際部の形状及びその成立要件を河道特性の観点から明らかにしている．ここで山口ら[10]は，本研究と同様に河川の上・中・下流を対象に観察調査を行い，活動と空間の微地形との関係，及び活動と河川を特徴づける自然物・水面・周辺環境等との関連性を明らかにしているが，いまだ流域全体を対象とした利用実態に関する研究は少なく，河道特性が異なる流域間における利用と空間の特徴を整理した研究の蓄積は少ないといえる．

また個人特性に着目し河川利用や河川に対する意識を分析した研究には，山下らの人々の過去の水辺体験と水辺環境向上に関する地域活動への参加に着目し，水辺に対する意識や利用行動の規定要因を明らかにした一連した研究[11][12]などがある．他に，大塚ら[3]の河川ではないが水辺空間（江戸城外堀）を対象に利用頻度や居住地域，性別年齢などの個人特性と水辺空間の価値選好の関連を明らかにした研究等がある．しかし居住地との距離によって河川利用実態を明らかにした研究は見られない．以上より，居住地との距離に着目して河川利用を流域毎に特徴づける事，またそれら流域全体の利用と空間の関連を検討する事に本研究の新規性があると考える．

(3)　対象地

a)　対象地の概要と選定理由

対象地は同程度の河川規模である事を条件に，熊本県を貫流する一級河川を複数選出した(**図-1**)．対象とする区間は，各水系のうち水量，河道の長さ，流域の広さが有力な幹川のみとする．

b)　流域名称の設定

水系河川整備計画には，河川整備に向けて河川内の河道状況（川幅，瀬淵の有無，河床勾配）の他，生態系や河川景観，背後地の土地利用等をもとに流域区分が記されている．本研究では，各水系の河川整備計画で記されている流域区分をもとに，各河川で統一した名称（下流域・中流域・上流域）を設定し，整理を行った(**表-1**[4][15][16][17][18])．ただし，流域内に盆地を有するc.菊池川，d.球磨川は，中流域のうち盆地内部の市街地と山間狭窄部を分けて考えるために，河川整備計画上に記されている区分に加えて，中流域I，中流域IIと設定した．

2.　本研究の構成と手法

(1)　研究の構成

3 章では，各水系かつ流域毎の河川の利用実態結果を示す．利用実態として，対象範囲における利用数及び利用者数とその利用分布を河川縦断方向で示した．さらにそれら河川利用者の推定居住地を示した．

4 章では，3 章の結果をもとに，流域による河川利用箇所と居住地との関係性について全水系に共通する点と異なる点を整理するために，まず各水系による流域毎の河川利用箇所と居住地との関係を明らかにした．また，流域による河川利用箇所と居住地との関係性の整理を踏まえて「近隣からの利用」と「遠方からの利用」の基準を設定し，改めて利用形態を整理した．最後に，近隣からの利用や遠方からの利用がみられる箇所の空間特性を簡単に考察した．

(2)　研究の手法

a)　ポイント型流動人口データの概要

本研究では，agoop 社提供のスマートフォンアプリユーザーから取得した GPS データ 1 か月分を用いる．ポイント型流動人口データとは，ソフトバンクのスマートフォンユーザーの中で SDK を搭載したスマートフォンのアプリから収集した位置情報等のデータである．情報収集と第三者提供を承諾したユーザーのデータのみ収集し，秘匿化処理を施し，製品化している．スマートフォンにインストールしたアプリから取得しているため，データが取得されるタイミングは，アプリの操作時やユーザーが滞在・出発した時など，利用者によるスマートフォンの OS 設定や使い方により変化する[19](**表-2**)．他のデータ項目として，dailyID，年月日，時刻，座標，速度ベクトルが記載されている．ここでプライバシー保護の観点から，推定した推定居住地のエリアに対して位置情報の秘匿化や日ごとの dailyID を変更する匿名化処理を行っている．本研究では，既存の居住地推定手法を応用することで，個人匿名化された個別のデータを集計化し，個人の特定を避けつつ属性情報を分析した[20]．居住地推定手法として，一日の中で夜間のコアタイム（深夜 0 時から午前 6 時と設定）に最も頻度高く存在するエリアを被験者の居住場所と推定した．

表-1　各対象河川の流域設定区間

		下流域	中流域	上流域
a.白川	区間	小磧橋(17k30)～河口	立野(45k40)～小磧橋付近(17k30)	源流～立野(45k40)
	河道特性	河床材料は砂礫を含み瀬淵が連続して現れる．固定堰により湛水区間も存在する.	河床材料に玉石や砂礫等を多く含み瀬淵が連続して現れ，大きな蛇行を繰り返す.	河床材料に砂礫や砂利を多く含み瀬淵が連続して現れる.
	背後地の土地利用	市街部，水田（熊本平野）	市街部．水田	山間部
	河床勾配	約 1/1000～1/1700	約 1/200～1/400 程度	約 1/60～1/100 程度

		下流域	中流域	上流域
b.緑川	区間	高田堰(14k20)～河口	鵜ノ瀬堰付近(30k00)～高田堰(14k20)	源流～鵜ノ瀬堰付近(30k00)
	河道特性	感潮域，或いは複数の堰による湛水面と自然な河岸形状を有する.	河道蛇行による連続する瀬淵と，砂礫河原の出現.	連続した河道特性による瀬淵や砂礫河原の出現，渓谷環境により巨石が点在する.
	背後地の土地利用	水田，大型施設	水田，市街部	水田，山間部
	河床勾配	約 1/1,000～1/7,000 程度	約 1/300～1/600 程度	約 1/10～1/200 程度

		下流域	中流域I	中流域II	上流域
c.菊池川	区間	白石頭首工(14k40)～河口	山鹿大堰(32k00)～白石頭首工(14k43)	菊池橋付近(49k80)～山鹿大堰(32k00)	源流～菊池橋付近(49k80)
	河道特性	感潮区間であり，砂質土で形成される干潟が広がる.	瀬淵が連続して分布し，瀬にはアユの産卵場があり，河岸には山付き林等が点在する.	取水堰による淡水域が点在し，間に瀬淵が分布.	渓谷環境を形成.
	背後地の土地利用	水田（玉野平野），市街部	山間部(山付き林等)	水田(菊池盆地)	自然林，菊池渓谷，阿蘇くじゅう国立公園（源流付近）
	河床勾配	約 1/3,000 程度	約 1/1,300～1/2,000 程度	約 1/500～1/1,300 程度	約 1/60～1/150 程度

		下流域	中流域I	中流域II	上流域
d.球磨川	区間	遙拝堰(9k00)～河口	球磨村渡(52k400)～遙拝堰(9k00)	曙橋付近(63k000)～球磨村渡(52k400)	源流～曙橋付近(63k000)
	河道特性	汽水域，感潮域の区間が存在し，水際にはヨシ群落等が分布.	河床勾配が急であり，川岸は巨岩・奇岩が連なり、瀬と淵が連続して現れる.	蛇行しながら流下し，水際部，高水敷に豊かな生態系を持つ.	渓谷環境を形成.
	背後地の土地利用	市街部	山間部	水田(人吉盆地)，市街部	自然林，九州中央山地国定公園・奥球磨県立自然公園（源流付近）
	河床勾配	1/7,000 程度	1/300～1/1,000 程度		1/200～1/600 程度

表-2　OS 別 ログ取得間隔 （2021 年 9 月 1 日分）

OS	ログ取得間隔	
	平均値	中央値
iOS	6.70 分	1.00 分
Android	7.94 分	5.00 分

表-3　携帯電話の位置情報を利用した人々の時空間分布に関するデータと特徴

	提供元	長所	短所
a.モバイル空間統計（人口分布統計）	株式会社 NTT ドコモ	・任意の日時における地域内人口を 500m メッシュ単位で把握できる.	・移動者と滞留者を区別する事が出来ない.
b.モバイル空間統計（人口流動統計）		・60 分単位の発着地点のデータから人流を推測することが出来る. ・c より標本率が高く高精度である.	・60 分単位のデータであるため，高速道する人々の移動軌跡を捉える事は厳しく，秘匿処理の影響も大きい.
c.混雑統計®		・最短約 5 分間隔の移動者の位置情報（緯度・軽度）をもとに人流を統計的に知ることが出来る.	・特定のアプリユーザーが対象であるため標本率が低い.
d.Agoop（point 型流動人口データ）	株式会社 Agoop	・携帯キャリアを問わない.	

b) ポイント型流動人口データを用いた既往研究の動向

これまで都市内滞留者や移動者の傾向を把握するため，様々な人口統計が整備・提供され，多くの研究がなされてきた．特に近年では，動的に変化する携帯電話の位置情報を利用した，人々の時空間分布に関するデータが整備・提供されるようになった．具体的には「モバイル空間統計（人口分布統計）」，「モバイル空間統計（人口流動統計）」，「混雑統計®」，「Agoop（ポイント型流動人口データ）」等が挙げられるが，以上データには時間単位，空間単位，標本率等の面でそれぞれ長所短所がある(表-3)[21]．

本研究で扱う Agoop（以下，ポイント型流動人口データ）は，特定アプリをインストールした携帯電話利用者の位置情報に基づくデータであり，携帯キャリアを問わないものの標本率は低い点に注意する必要がある．ここで，実施検討段階であるポイント型流動人口データの実用化に向けて，都市計画交通分野[22]や防災分野[23]等多岐にわたる分野で検討が行われている．岡田ら[24]は沿岸環境の評価手法として，Agoop のポイント型流動人口データを含む携帯電話の位置情報を用いた来場者数の推定方法を考案し，その有効性を検証している．

(3) 使用データの概要

a) 対象日(表-4)

対象日は，2020 年 9 月の 1 か月のうち，終日晴れであることを条件に 13 日分（平日 6 日分，休日 7 日分）を対象とした．ここで 2020 年 9 月の特徴として，大型連休（9 月 19 日（土）から 9 月 22 日（火））が存在している．1 か月分の Point 数及び ID 数の変移をみると，Point 数 ID 数共に別日に比べて多い特徴が確認された(図-2)．

b) 使用データの抽出過程

元データのうち対象日における総数は，point 数 12,388,125，dailyID 数 128,517 であった．この全国データから熊本県内に位置するデータに絞った結果，減少率は point 数 99.0%，dailyID 数 98.8%であった．続いて，各河川空間内の point に絞り，以下の選定作業を行った．選定作業における条件は，イ.データの正確性（Accuracy 値が 200m 以下[注 1)]），ロ.河川空間内の交通手段が歩行である（歩行速度 1.5m/s 以下[25]），ハ.連続した河川利用（河川空間内の point 数が 2 以上）と設定した．

(4) 水系及び流域による対象範囲に含まれるデータの検討

Q-GIS 上での処理にあたって，河川空間の距離を設定する必要がある．そこで，膨大なデータを機械的に処理

表-4 対象日の概要

		曜日	天候	最高気温(℃)	最低気温(℃)
平日	9/8	火	晴のち曇	3.4	21.7
	9/10	木	晴のち曇	31.7	21.2
	9/14	月	曇のち晴	30.2	20.2
	9/28	月	晴のち曇	27.2	16.9
	9/29	火	晴のち曇	28.7	15.2
	9/30	水	曇のち晴	27.1	18.9
休日	9/13	日	晴	30.3	21.7
	9/19	土	曇	26.5	18.3
	9/20	日	曇のり晴	26.9	17.1
	9/21	月（敬老の日）	晴のち曇	28.1	13.3
	9/22	火（秋分の日）	晴のち曇	29.1	16.0
	9/26	土	曇	27.8	19.8
	9/27	日	晴	27.5	17.3

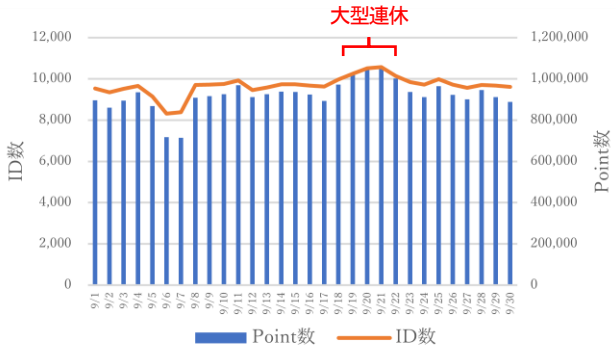


図-2 2020 年 9 月 1 か月分の point 数と ID 数の変移

する事を踏まえ，河川流軸から両岸 100m区間を流域全体で一律の基準とした．河川流軸から両岸 100m の範囲は，4 水系流域を通して大まかに河道を含む事を確認した上で設定した．しかし，流域によって川幅や高水敷の有無等，河道条件が異なる事によるデータの漏れが懸念されるため，本稿では流域による対象範囲内に含まれるデータの特徴を，3 章 1 節にて示す各水系の利用実態に即して，考察を行うことでデータの不足を補うこととする．考察内容は 3 章 1 節にて後述する．

3. 結果 各水系における利用実態

本章では，各水系及び流域によるポイント型流動人口データと対象範囲の適応性を検討した上で，各水系の利用実態結果を明らかにした．以下，point 数を河川利用数，dailyID 数を河川利用者数と示す．

(1) ポイント型流動人口データと対象範囲の適応性

a) 河川横断方向の構成要素によるデータの集計

表-5　流域による横断構成要素ごとの利用数とその割合

	a.白川			b.緑川			c.菊池川				d.球磨川			
	下	中	上	下	中	上	下	中I	中II	上	下	中I	中II	上
合計 ｜ 割合	38162	5996	56	76	240	576	45	339	219	958	18	288	791	317
	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
i .堤内地	26531	5290	45	6	20	484	3	308	104	592	0	157	736	261
	0.70	0.88	0.80	0.08	0.08	0.84	0.07	0.91	0.47	0.62	0.00	0.55	0.93	0.82
ii .堤防敷上	1608	619	6	16	34	0	0	2	76	41	1	16	6	1
	0.04	0.10	0.11	0.21	0.14	0.00	0.00	0.01	0.35	0.04	0.06	0.06	0.01	0.00
iii.高水敷上	7291	21	3	17	134	49	23	7	22	12	4	8	3	11
	0.19	0.00	0.05	0.22	0.56	0.09	0.51	0.02	0.10	0.01	0.22	0.03	0.00	0.03
iv.水際部, 河道内部	796	55	0	12	45	27	15	13	5	201	9	104	35	30
	0.02	0.01	0.00	0.16	0.19	0.05	0.33	0.04	0.02	0.21	0.50	0.36	0.04	0.09
v .橋梁上	1936	10	2	24	6	2	3	9	11	110	4	2	8	13
	0.05	0.00	0.04	0.32	0.03	0.00	0.07	0.03	0.05	0.11	0.22	0.01	0.01	0.04
vi.不明	0	1	0	1	1	14	1	0	1	2	0	1	3	1
	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.02	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

※i~viの中で最も割合の高い構成要素を赤字で示す.

利用実態の把握と対象範囲におけるデータの適応性を確認するため，河川空間を横断方向の構成要素によって集計を行った(表-5)．河川空間の構成要素は，i.堤内地，ii.堤防敷，iii.高水敷，iv.水際部，河道内部，また河川構造物であるv.橋梁を含めた6つとした[26]．ただし，掘込型や山間狭窄部の場合は，ii.堤防敷を抜いた 5 つと設定している(図-3,4).

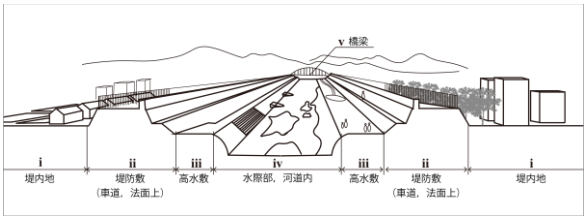


図-3　河川構成要素の区分（築堤型）

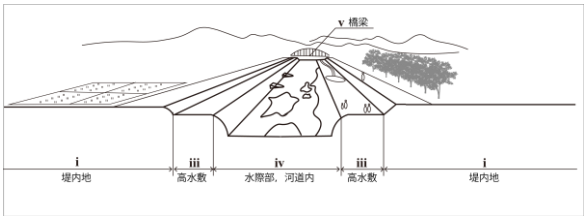


図-4　河川構成要素の区分（堀込型，山間狭窄部の場合）

b)　各水系及び流域におけるデータの留意点

対象範囲（河川流軸から両岸へ 100m）におけるポイント型流動人口データの留意点に関して検討を行った．まず，4 水系に共通する特徴として，下流域の河口付近では対象範囲以上に川幅が広く，高水敷や堤防敷，堤内地が対象範囲に含まれない事が挙げられる．特に，平均川幅が他河川と比較して広い特徴を持つ b.緑川では，下流域から中流域にかけて，高水敷地を広く設けることで，洪水時には遊水地として活用した轡塘等，歴史的治水技術が河岸形状として残っている．そのため，b.緑川では，下流域に加えて中流域においても，高水敷地や堤防敷を含まない区間が一部存在する事が考えられる．

また，a.白川の下流域及び中流域では，一部区間で特殊堤を設けており，河川と背後地（市街部や住宅街）の距離が他水系に比べて近い．そのため，a.白川下流域および中流域では，対象範囲に堤内地（市街部や住宅街等）の利用を含む区間が一部存在する事が考えられる．

(1)　水系による利用実態（利用数，利用者数，利用分布）

河川利用実態の中で，各水系及び流域による河川利用数と河川利用者数の結果を整理した(表-6)．また，各水系の利用分布を示すために，河川利用の point を Illustrator を用いて縦断河床勾配図に描画した.

a)　a.白川

a.白川は，利用数及び利用者数が他水系と比べて多い特徴を持つ(図-5)．表-7 によると全流域を通して，堤内地の利用が約 7 割以上を占めている．また，流域による利用数は下流域の市街部，或いは中流域の市街部郊外に帯のように連続して集中していることが分かる(図-6,7)．これは平日休日に共通してみられた．ここで 1 節 b 項で述べたように，堤内地（市街部や住宅街等）の利用が一部含まれていると考えられるため，全てが河川利用とは限らない点に注意が必要である.

b)　b.緑川

b.緑川流域全体の利用数と利用者数は，対象水系の中で最も少ない値であった．データ数は少ないのものの，利用分布をみると，平日休日共通して中下流域までは利用が広範囲に点在している(図-8,9)．一方で，上流域で

表-6　水系/流域による河川利用数，および河川利用者数

		a.白川			b.緑川			c.菊池川				d.球磨川			
		下	中	上	下	中	上	下	中I	中II	上	下	中I	中II	上
平日	point 数|割合	14,806	7,055	181	32	117	132	24	29	273	155	6	257	215	240
	（%）	67	32	1	11	42	47	5	6	57	32	1	36	30	33
	dailyID 数|割合	1,316	463	20	14	11	17	12	10	23	26	3	41	26	25
	（%）	73	26	1	33	26	40	17	14	32	37	3	43	27	26
	point 数/dailyID 当たり	11.3	15.2	8.2	2.3	10.6	7.8	2.0	2.9	11.9	6.0	2.0	6.3	8.3	9.6
休日	point 数|割合	16,738	8,321	194	52	194	746	5	59	652	1,131	22	289	188	397
	（%）	66	33	1	5	20	75	0	3	35	61	2	32	21	44
	dailyID 数|割合	1,405	503	40	20	24	37	3	15	41	86	6	49	33	28
	（%）	72	26	2	25	30	46	2	10	28	59	5	42	28	24
	point 数/dailyID 当たり	11.9	16.5	4.9	2.6	8.1	20.2	1.7	3.9	15.9	13.2	3.7	5.9	5.7	14.2

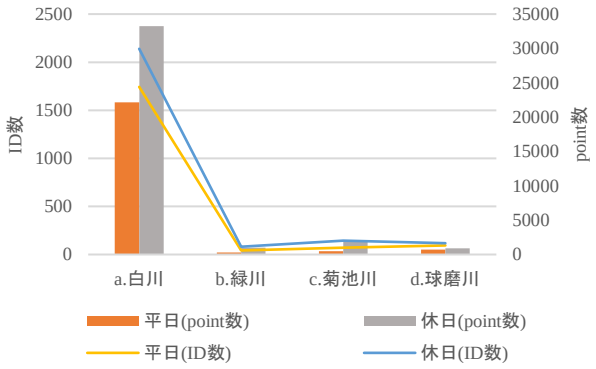


図-5　水系による河川利用数，および河川利用者数

はある特定の箇所に利用が集中している事が分かる．

ここで休日の全流域の利用数は，平日と比較して休日がおよそ 5.7 倍の値をとり，平日と休日の利用差が大きい特徴がみられる．この要因の一つとして，上流域のある特定の箇所に集中した利用の影響が考えられる．この休日上流域の利用の偏りは，利用者数の増加とともに一人当たりの point 数が増加したことが分かる． つまり，緑川上流域の休日には特定の個所に利用者数，及び利用数が非常に集中していることが考えられる．

c)　c.菊池川

c.菊池川での平日利用は，流域全体のうち約 57%が市街部を含む中流域IIに偏りがみられた．一方で，中流域IIと同様に市街部を含む下流域では利用数が少なかった．これは，1 節で述べた川幅の広い下流域において，対象範囲に高水敷や河川敷が含まれていない影響と考えられ，本来はより多い利用がみられる可能性がある事が推測される．また，休日の上流域の利用数が約 61%と特別に多く，上流域に利用の偏りがみられた．利用分布では，b.緑川と同様に上流域の利用はある特定の箇所に集中した利用がみられた．また，山間狭窄部の中流域Iでは平日休日ともに一部特定の箇所に集中しているが，ほとんどが広範囲に点在していることが分かる(図-10,11).

d)　d.球磨川

d.球磨川では，両日ともに全流域の利用数のうち山間狭窄部である中流域Iが約 32～36%，上流域が約 33~44%と同程度に最も多い割合を占めている事が挙げられる．これは，市街部を含む下流域及び中流域IIよりも高い値を示している．この流域による利用の割合は平日休日ともに同程度の割合で利用されていた．利用分布は上流域と中流域I，IIでは集中して利用されているが，下流域では点在して利用が見られた(図-12,13)．また，平日休日で比較すると流域全体の利用数は平日に比べて休日の増加率は約 25%，かつ利用者数の増加率は約 22%であり，平日休日の河川利用の数や分布の差異が小さいと考えられる．

(4)　居住地に着目した利用実態

本節では，各水系ごとに河川利用者の居住地を推測した結果を示す．Q-GIS を用いて，平日休日の居住地分布と，居住地と河川利用場所との関係性を描画した．また，最も利用者数の多く見られた小学校区を合わせて整理した．

a)　a.白川(図-14,15,表-7)

a.白川の河川利用者の居住地は，平日休日に共通して熊本市内からの来訪者が多く見られることが特徴として挙げられる．特に来訪者が多く見られた小学校区では，両日とも共通した沿川に位置する校区（城東小学校，白川小学校区，本条小学校区，龍田小学校区）が挙げられている．また，両日に共通して，熊本市内からの来訪者の他に河川軸から 20 ㎞以上距離の離れた隣接市街部（玉名市，山鹿市など）からの来訪者が確認された．休日の場合，居住地の分布がより広範囲に拡がり，25 ㎞

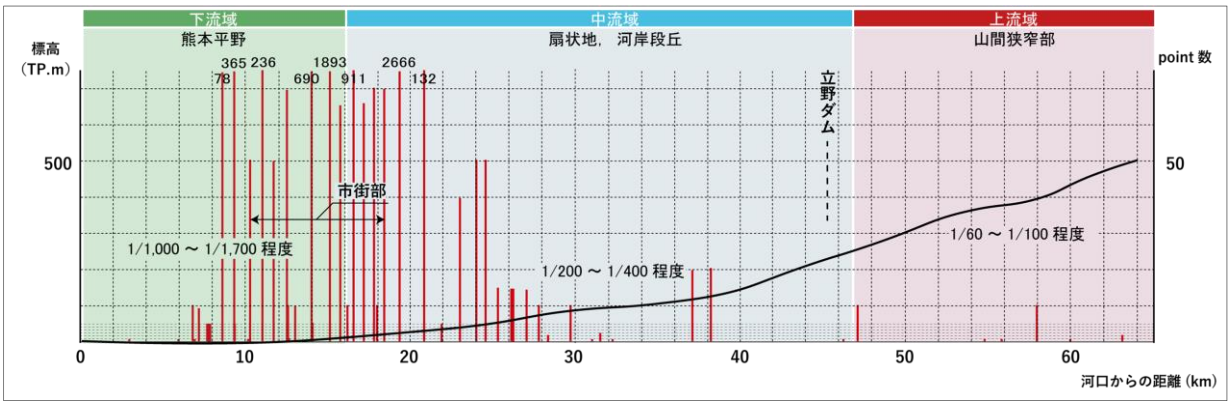


図-6　a. 白川（平日）　河床勾配縦断図に反映した沿川利用の分布

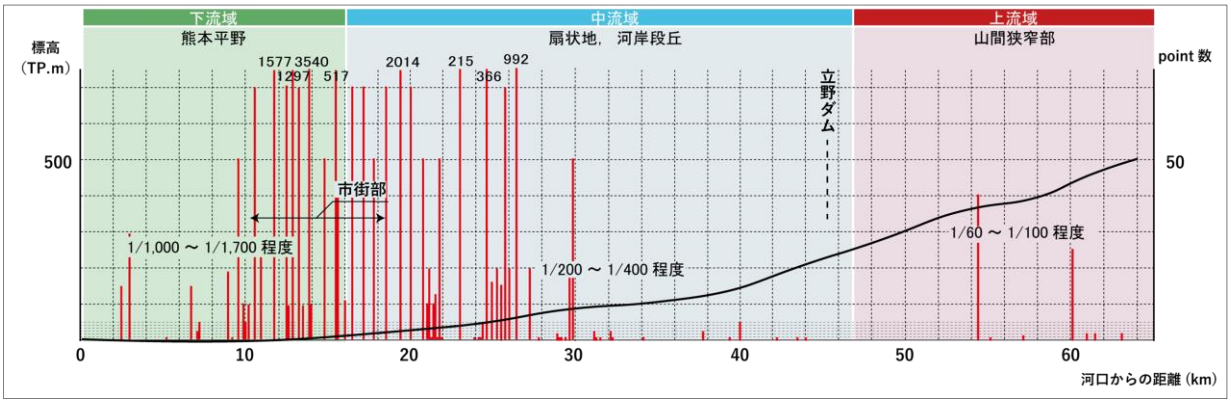


図-7　a. 白川（休日）　河床勾配縦断図に反映した沿川利用の分布

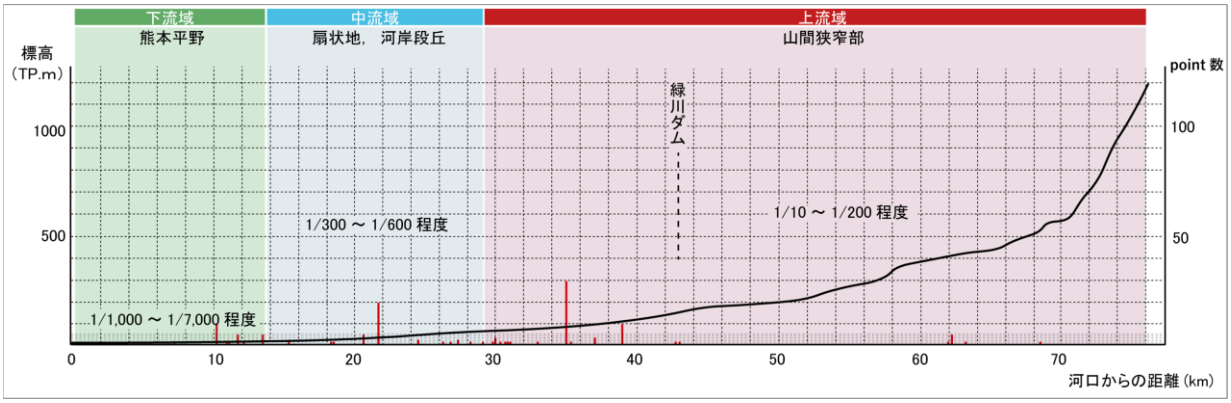


図-8　b. 緑川（平日）　河床勾配縦断図に反映した沿川利用の分布

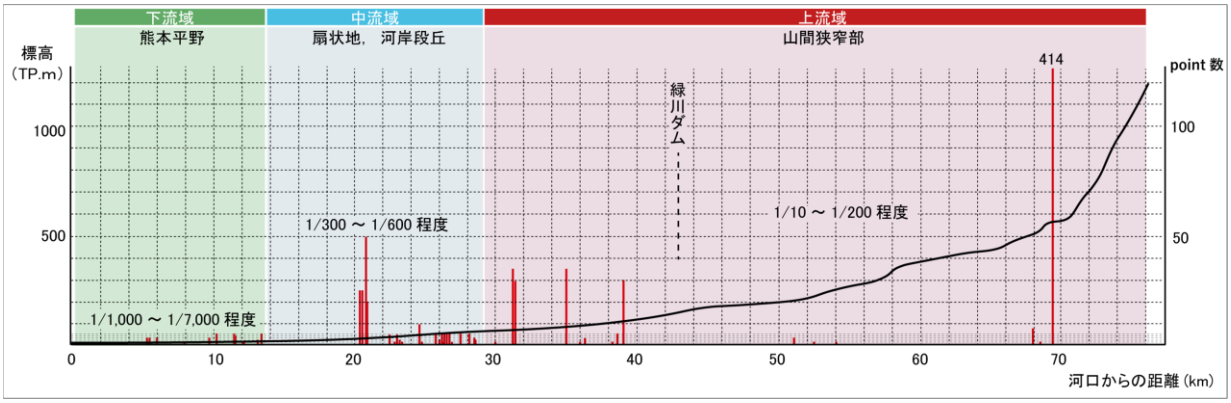


図-9　b. 緑川（休日）　河床勾配縦断図に反映した沿川利用の分布

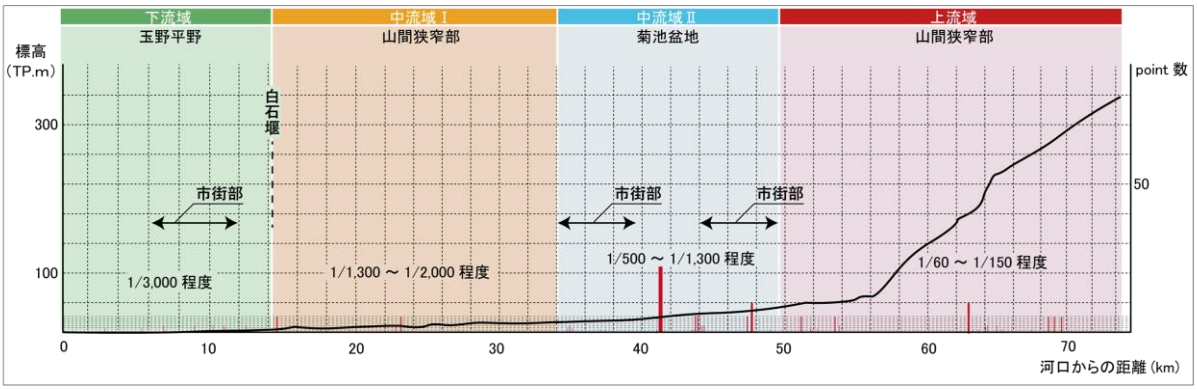


図-10　c. 菊池川（平日）　河床勾配縦断図に反映した沿川利用の分布

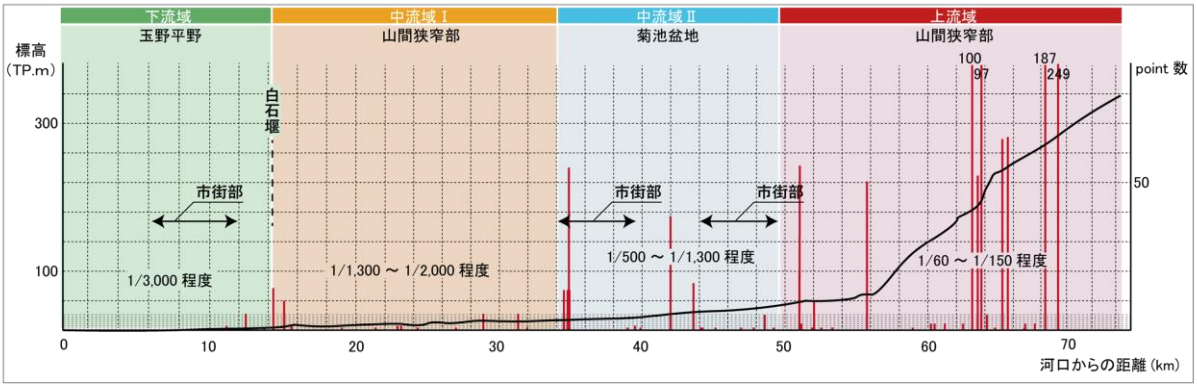


図-11　c. 菊池川（休日）　河床勾配縦断図に反映した沿川利用の分布

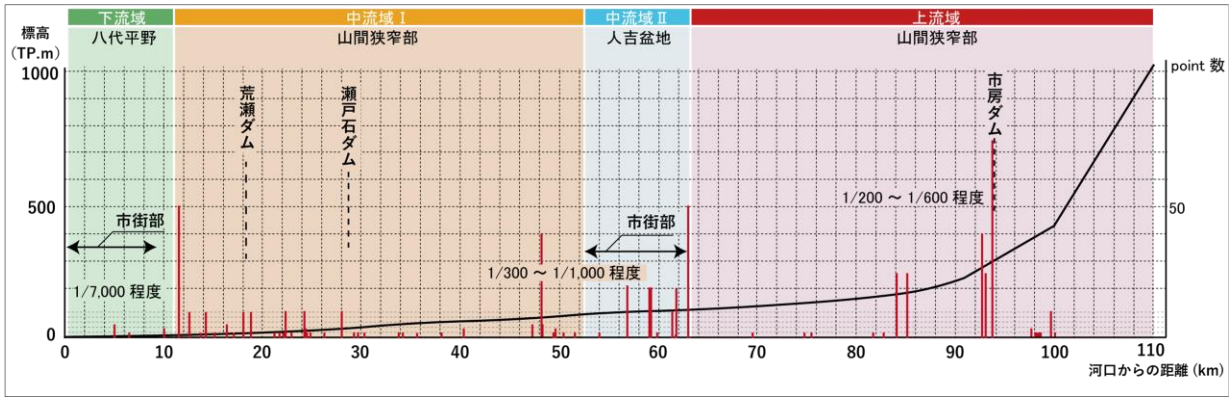


図-12　d. 球磨川（平日）　河床勾配縦断図に反映した沿川利用の分布

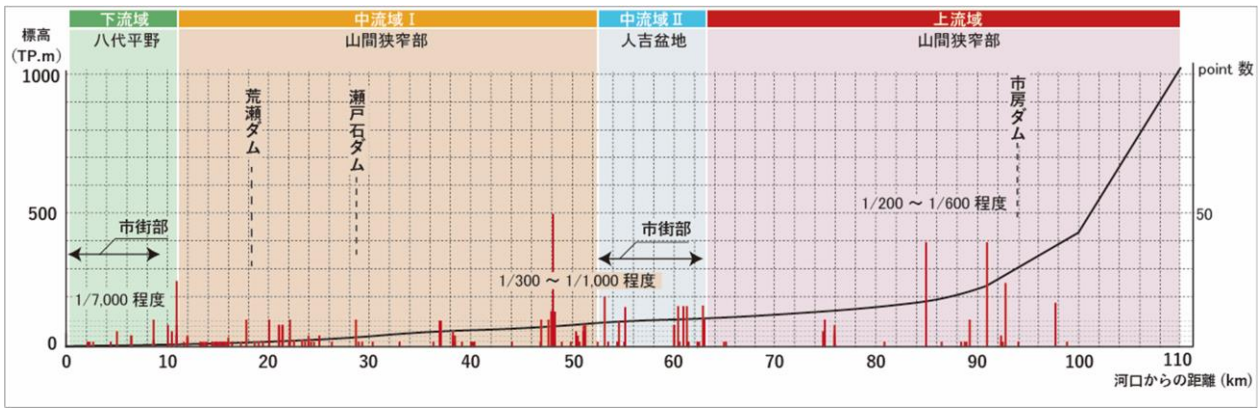


図-13　d. 球磨川（休日）　河床勾配縦断図に反映した沿川利用の分布

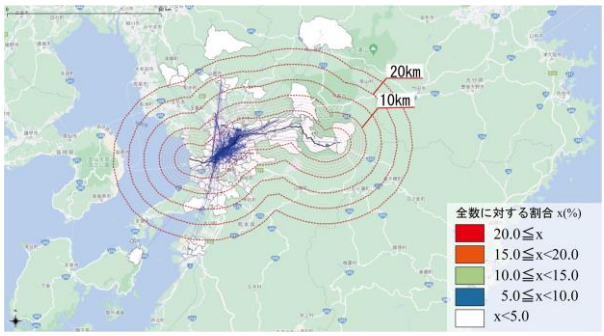


図-14　a.白川（平日）の居住地分布

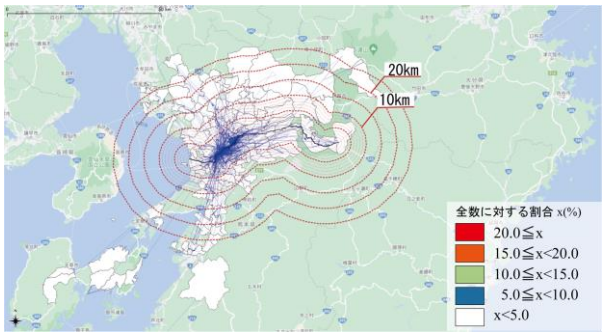


図-15　a.白川（休日）の居住地分布

表-7　a.白川の河川利用の多い小学校区

a.白川					
平日			休日		
小学校区	dailyID数	全数に対する割合	小学校区	dailyID数	全数に対する割合
城東小学校	3374	0.08	城東小学校	3565	0.12
本荘小学校	3360	0.08	白川小学校	2006	0.06
白川小学校	2260	0.05	本荘小学校	1863	0.06
慶徳小学校	2026	0.05	龍田小学校	1526	0.05
向山小学校	1988	0.05			
龍田小学校	1970	0.05			

全数に対する割合が 0.05 より小さい校区は割愛した.
※熊本市内の小学校区を下線で示す.

以上離れた天草市からの来訪も見られた.

b)　b.緑川(図-16,17,表-8)

b.緑川では，平日は河川に接する小学校区から河川への利用が殆どであり，居住域は河川沿いに留まっている．平日に河川への来訪者がみられた小学校区のうち約 54%（富合小学校，甲佐小学校，励徳小学校，白旗小学校，砥用小学校）は沿川の小学校区であった．一方，休日の河川利用は熊本市内から多くの利用がみられ，居住域は緑川沿川の他に熊本市内へ広がりをみせた．休日に最も多い河川利用がみられた居住地は，熊本市西区に位置する春日小学校区が約 17%と特段に多い値をとり，他約 32%（弓削小学校，尾ノ上小学校，田迎小学校，飽田南

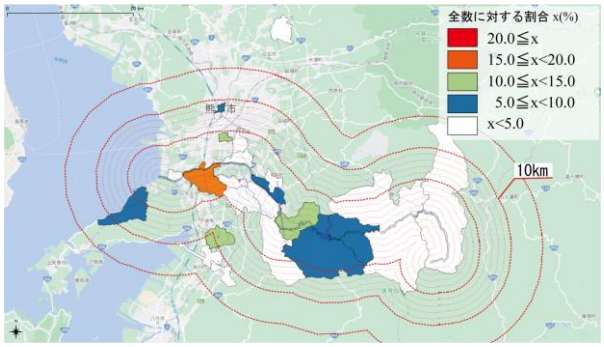


図-16　b.緑川（平日）の居住地分布

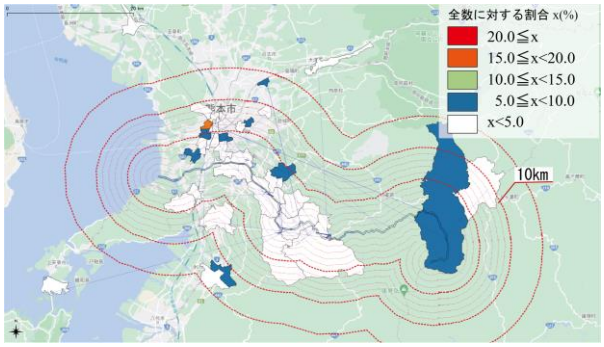


図-17　b.緑川（休日）の居住地分布

表-8　b.緑川の河川利用の多い小学校区

b.緑川					
平日			休日		
小学校区	dailyID数	全数に対する割合	小学校区	dai-lyID数	全数に対する割合
富合小学校	97	0.15	春日小学校	176	0.17
甲佐小学校	88	0.14	木倉小学校	94	0.09
田迎小学校	83	0.13	弓削小学校	85	0.08
豊福小学校	62	0.10	小川小学校	76	0.07
網田小学校	58	0.09	尾ノ上小学校	73	0.07
励徳小学校	56	0.09	清和小学校	60	0.06
壺川小学校	56	0.09	田迎小学校	59	0.06
白旗小学校	51	0.08	飽田南小学校	59	0.06
砥用小学校	49	0.08	白坪小学校	52	0.05

全数に対する割合が 0.05 より小さい校区は割愛した.
※熊本市内の小学校区を下線で示す.

小学校，白坪小学校）が熊本市内からの来訪者であった.

d)　c.菊池川(図-18,19,表-9)

c.菊池川では，平日休日ともに中流域Iより上流において，沿川小学校区からの利用が複数みられた．特に，休日に最も河川利用が多く見られた小学校区は，約 14%の利用を占めた七城小学校区は，沿川かつ中流域IIの市街部に位置する.

また，菊池川では沿川からの利用に加えて，両日とも，15 km以上離れた熊本市内からの利用が一定数みられたことも特徴であるといえる．このため，菊池川の居住域は沿川に加えて熊本市内に限定した範囲を示している.

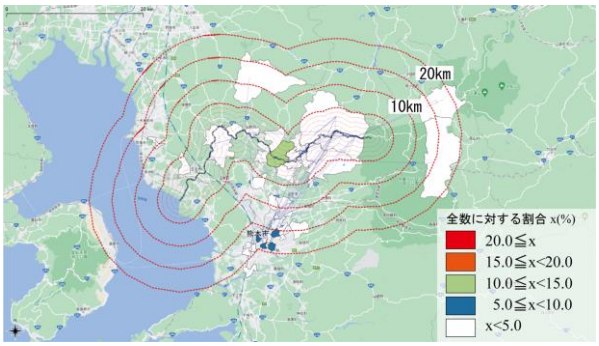


図-18　c.菊池川（平日）の居住地分布

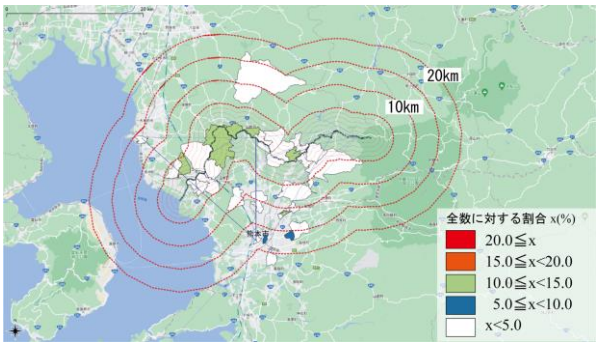


図-19　c.菊池川（休日）の居住地分布

表-9　c.菊池川の河川利用の多い小学校区

c.菊池川					
平日			休日		
小学校区	dailyID 数	全数に対する割合	小学校区	dailyID 数	全数に対する割合
菊之池小学校	94	0.13	七城小学校	227	0.14
山鹿小学校	94	0.13	隈府小学校	148	0.09
築山小学校	86	0.12	山鹿小学校	133	0.08
菊水小学校	81	0.11	砂取小学校	112	0.07
武蔵小学校	80	0.11	白山小学校	97	0.06
長嶺小学校	64	0.09	西原小学校	89	0.05
大江小学校	62	0.08	城東小学校	81	0.05

全数に対する割合が 0.05 より小さい校区は割愛した.
※熊本市内の小学校区を下線で示す.

平日では約 28%（武蔵小学校，長嶺小学校，大江小学校），休日では約 23%（砂取小学校，白山小学校，西原小学校，城東小学校）が熊本市内からの来訪者であった.

e） d.球磨川(図-20,21 表-10)

d.球磨川では，平日休日ともに下流域，中流域IIにそれぞれ位置する八代市街部（高田小学校区），人吉市街部（人吉東小学校区）から来訪する利用者が多く見られた．特に平日の河川利用者数のうち約 20%が人吉東小学校区からの来訪者であり，偏った居住者数の値を示した．また，市街部に加えて，両日ともに山間部狭窄部である中流域Iと上流域からの利用者数が多くみられた．特に上流域の球磨郡水上村に位置する岩野小学校区では休日

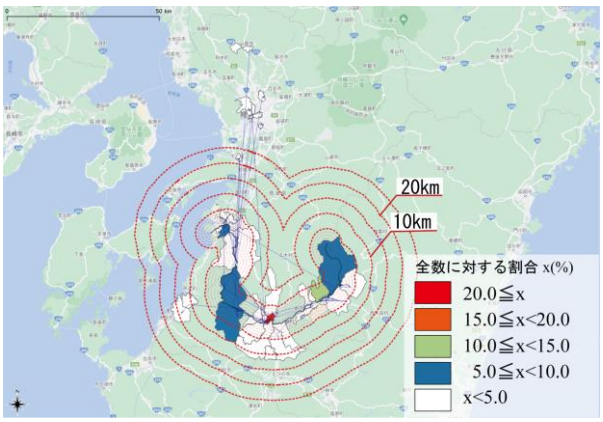


図-20　d.球磨川（平日）の居住地分布

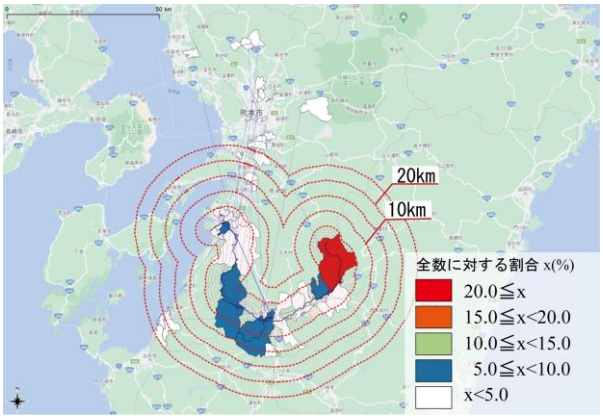


図-21　d.球磨川（休日）の居住地分布

表-10　d.球磨川の河川利用の多い小学校区

d.球磨川					
平日			休日		
小学校区	dailyID 数	全数に対する割合	小学校区	dailyID 数	全数に対する割合
人吉東小学校	564	0.20	岩野小学校	425	0.18
黒肥地小学校	297	0.11	高田小学校	173	0.07
岩野小学校	197	0.07	東間小学校	166	0.07
高田小学校	189	0.07	黒肥地小学校	164	0.07
一勝地小学校	164	0.06	一勝地小学校	162	0.07
			人吉東小学校	138	0.06
			西瀬小学校	116	0.05

全数に対する割合が 0.05 より小さい校区は割愛した.

の河川利用のうち約 18%を占める結果となった.

4.　考察　各水系における利用実態の流域間比較

本章では，流域による河川利用箇所と居住地との関係性について 4 水系に共通する点と異なる点を整理するために，3 章で示した利用実態をもとに，まず各水系による流域毎の河川利用箇所と居住地との関係を明らかにした．また，流域による河川利用箇所と居住地との関係性

表-11　水系による近隣・遠方利用数及び利用者数

		a.白川			b.緑川			c.菊池川				d.球磨川			
		下	中	上	下	中	上	下	中Ⅰ	中Ⅱ	上	下	中Ⅰ	中Ⅱ	上
近隣利用	Point 数	5052	5900	36	9	28	77	0	292	106	113	8	62	190	379
	dailyID 数	195	129	16	4	2	8	0	1	3	11	15	7	18	12
	dailyID 数 各水系に占める割合(%)	57.4	37.9	4.7	28.6	14.3	57.1	0.0	6.7	20.0	73.3	7.5	11.5	27.0	54.0
遠方利用	Point 数	33110	10475	224	56	212	569	45	47	113	845	18	287	137	227
	dailyID 数	2642	843	43	29	32	44	15	23	54	108	3	33	47	18
	dailyID 数 各水系に占める割合(%)	74.9	23.9	1.2	27.6	30.5	41.9	7.5	11.5	27.0	54.0	3.0	32.7	46.5	17.8



図-22　流域ごとの居住地による利用タイプ

の整理を踏まえて「近隣からの利用」と「遠方からの利用」と基準を設定し，改めて利用形態を整理した．最後に，居住地タイプの特徴がみられた緑川をケーススタディに，流域の中で，近隣或いは遠方からの利用に特徴がみられた箇所の空間特性を簡単に整理した．

(1)　河川利用における代表的な居住地タイプ

3 節 4 節より各水系の河川利用と居住地の特徴を捉える上で，河川利用場所と同流域内から来訪する「近隣利用」と，熊本市内など遠距離から来訪する「遠方利用」の 2 区分が重要であると考える．そこで本節では，小学校区を基準として河川利用と居住地の関係性を 2 種類設定した．1 点目は河川の近隣住民が日常的に河川を利用する「近隣利用」である．これは，河川利用場所に接する小学校区で居住地が確認された場合とした．2 点目は遠方住民が河川を利用しに訪れる「遠方利用」である．これは，河川利用場所に接しない小学校区に居住地が確認された場合とした．そこで，近隣利用と遠方利用に分類される各水系の河川利用数及び利用者数を整理した(表-11).

(2)　水系及び流域による河川利用と居住地との関係

a)　流域による居住地に着目した利用の特徴

1 節で提案した居住地による利用タイプについて，4 水系及び流域毎に整理した(図-22)．まず上流域で居住地との関係性に共通点がみられた水系は，b.緑川と c.菊池川であった．この 2 水系の上流域は共に河川近隣の小学校区と遠方（特に熊本市内）の小学校区から利用が多く確認された．さらに利用分布として，2 水系共に利用がある特定の箇所に集中してみられており，以上 2 点が上流域の特徴であると考えられる．

その他（中流域・中流域II，中流域I，下流域）は，居住地との関係に水系による共通点はなく，各水系によって特徴が出る結果となった．まず，中流域・中流域IIでは，a.白川と d.球磨川に近隣の小学校からの利用が 30%以上 40%未満，また b.緑川と d.球磨川に遠方からの利用が 30%以上 50%未満の割合であり，他流域より若干多い傾向がみられた．さらに利用分布として，a.白川を除く 2 水系で利用がある特定の箇所に集中してみられており，以上が中流域・中流域IIの特徴であると考えられる．

続いて c.菊池川，d.球磨川のみ対象である中流域Iでは，居住地と利用分布ともに顕著な特徴は見られなかった．

最後に下流域では a.白川のみ特徴がみられた．下流域の a.白川では，近隣からの利用が 50%以上 60%未満，遠方からの利用が 70%以上の割合であり，他流域より顕著に多い特徴がみられた．また下流域の他水系では，利用数は多くはないものの利用分布が点在型と共通しており，以上が下流域の特徴であると考えられる．

b)　利用形態に沿った空間特性の特徴（緑川のケーススタディ）

流域の中で，近隣或いは遠方からの利用に特徴がみられた箇所の空間特性を簡単に整理した．ここで対象河川のうち上流域，中流域で居住地タイプの特徴がみられた緑川をケーススタディとして示す．

まず上流域のうち近隣利用，遠方利用ともに利用者数の割合が多く見られた区間(霊台橋 38k90，船津ダム



図-23　上流域の抽出箇所



図-24　中流域の抽出箇所



写真-1　近隣利用,遠方利用あり箇所（霊台橋 38k40）



写真-2　遠方利用あり箇所（乙女橋 20k60）

39k40)では，堤内地だけでなく水際部・河道内にも point がみられた(図-23)．ここで，当該箇所には国指定重要文化財である霊台橋等が存在し，観光拠点としても機能している．Pointの分布より，霊台橋とその周辺の水辺拠点の一連した利用であると考えられる．これは，文化財である霊台橋が観光拠点として機能しているだけでなく，霊台橋周辺の水辺整備によって水際部まで散策や休憩等の利用が可能である影響と考えられる(写真-1)．以上より，近隣，遠方利用が集中してみられた当該箇所の空間の特徴として，観光拠点があり，かつ水辺にアクセスしやすい河岸形状として整備されていることの 2 点が考えられる．

また上流域のうち，遠方利用のみ利用者数の割合が多くみられた区間(源流　71k00)ではある特定の水辺拠点において堤内地と水際部・河道内部に point の集中がみられた．そこで，堤内地での利用の集中がみられた水辺拠点（緑仙峡キャンプ場・フィッシングパーク　73k20）と利用がみられない水辺拠点（猿ヶ城キャンプ場　53k50）を比較した所，緑仙峡キャンプ場・フィッシングパークでは水辺拠点に，釣り等の機能が設けられていることが特徴的であった．渓谷部である当範囲一帯はヤマメなどの魚類が生息しており，渓流釣りが有名である．そこで特に魚釣りなどの機能を備えた水辺拠点では，堤内地と水際部・河道内部の一連したヤマメ釣り等の利用が行われていると考えられる．以上より，遠方利用が集中してみられた当該箇所の空間の特徴として，水辺のアクティビティを想定した水辺拠点の有無が考えられる．

続いて中流域のうち，遠方利用の利用者数が多く見られた区間(乙女橋　20k60)では，堤内地だけでなく水際部・河道内にも pointがみられた(図-24)．ここで，当該箇所を含めた中流域には，広い高水敷を利用した河川公園やグラウンドが多数整備されている．その中で，遠方利用のみられた当該箇所と利用のみられない水辺拠点（河川敷広場　21k90）を比較したところ，河道蛇行により出現した瀬上が“アユの産卵場所”となっている事，さらに当該水辺拠点が河道内へアクセスしやすい河岸形状が違いとして挙げられた(写真-2)．ここで，国土交通省九州地方整備局が 2009 年に発行した川の通信簿[9]によると，水遊びや釣り，キャンプ，カヤック等の利用が報告されており，実際に高水敷と河道内の一連した利用が行われていると推測される．以上より，遠方利用が集中してみられた当該箇所の空間の特徴として，特徴的な魚類が生息し，かつ水辺にアクセスしやすい河岸形状であることの 2 点が考えられる．

6.　おわりに

(1)　本研究の成果

本研究の成果は以下の通り．

- 対象水系を河道条件や土地利用に応じた流域に区切り，範囲設定を行った．さらにポイント型流動人口データを用いて，水系及び流域による利用の特徴（利用数，利用者数，利用分布，居住地）を明らかにした．（3 章）
- 3 章の結果をもとに，水系毎に河川利用に特徴がみられた流域と居住地との関係性を整理した．整理の結果，河川利用と居住地の関係は河川近隣からの利用と，熊本市を含む遠方からの利用の 2 種類に区分できた．また，水系に共通した流域毎の利用の特徴を示した．

・緑川をケーススタディとして，近隣利用及び遠方利用の影響要因として，以下の空間特性が考えられた．（4 章）

○上流域のうち，近隣利用，遠方利用ともに利用者数の割合が多く見られた区間では，「観光拠点があること」，かつ「水辺にアクセスしやすい河岸形状」がみられた．
○上流域のうち，遠方利用のみ利用者数の割合が多くみられた区間では，「水辺のアクティビティを想定した水辺拠点の有無」がみられた．
○中流域のうち，遠方利用の利用者数が多く見られた区間では，「特徴的な魚類が生息すること」，かつ「水辺にアクセスしやすい河岸形状であること」がみられた．

(2) 今後の課題

今後の展望として本研究の研究手法を応用し，ビッグデータを用いた河川利用実態に関する研究への応用が考えられる．その中で以下の課題が挙げられた．

a) ビッグデータを用いた河川利用範囲の設定

本研究ではビッグデータを効率的に処理を行うために，河川軸から両岸 100m 区間の範囲設定を流域一律で行ったが，3 章 1 節で述べたように高水敷上の漏れや堤内地のデータが多く含まれていた．今後はより精度の高い河川利用を把握するために，水系或いは流域によって河川横断方向の構成要素とその規模を考慮した範囲設定を行う必要がある．

b) 利用形態の判別精度の向上

本研究ではポイント型流動人口データを用いて，point 数・ID 数，または point の分布箇所をもとに空間特性との照らし合わせを行ったが，利用形態については空間特性をもとにした推測に留まっている．岡田ら[24]もポイント型流動人口データの課題として，利用形態（散歩，レクリエーション等）の違いを把握する必要性を示している．よって，今後はポイント型流動人口データを用いて利用の特徴がみられた箇所について現地観察調査を行い，より実態に近い河川利用と空間の関係性をみる必要がある．

NOTES

注1) Accuracy 値とはスマートフォンが測位した位置情報の水平方向の GPS 精度を意味し，円の半径（m）で示される．ここで GPS の衛星電波の届きにくい場所や反射が起こる場所（室内等）を除くために，対象範囲である 200m を基準とし，Accuracy 値が 200m より高い Point は除外した．

REFERENCES

1) 国土交通省：水と緑のネットワーク
2) 国土交通省水管理・国土保全局：かわまちづくりホームページ https://www.mlit.go.jp/river/kankyo/main/kankyou/machizukuri/（閲覧日：2023 年 2 月 6 日）
3) 大塚佳臣，麻永隆，栗栖聖，窪田亜矢，中谷隼，花木啓祐：空間構成要素と市民の特性に着目した江戸城外堀の価値選考評価，土木学会論文集 G（環境），Vol.67，No.6（環境システム研究論文集 第 39 巻），pp.Ⅱ_173-Ⅱ_182，2011
4) 財団法人リバーフロント整備センター：川の親水プランのデザイン　これからの親水計画ガイドライン，山海堂，p.22，1995,[財団法人リバーフロント整備センター：川の親水プランのデザイン　これからの親水計画ガイドライン，山海堂，p.22，1995
5) 中村良夫，岡田一天，吉村美毅：河川空間における人の動きのパターンの分析とその河川景観設計への適用，土木計画学研究・論文集，No.5，pp.115-122，1987
6) 西名大作，村上三郎，大地啓子：都市内河川空間における住民の利用行動特性の分析，日本建築学会計画系論文集，第 525 号，pp.75-82，1999
7) 渡辺秀俊，畔柳昭雄：都市住民のオープンスペース利用行動に見られる水辺空間の選好性に関する研究－居住環境における水辺空間価値に関する研究　その 3，日本建築学会計画系論文集，第 471 号，pp.203-212，1995
8) 金那英，畔柳昭雄：都市河川のオープンスペースに見られる地域住民の親水行動に関する研究，ランドスケープ研究，第 69 巻，5 号，pp.747-750
9) 鶴田舞，萱場祐一，星野裕司，中村圭吾：親水利用しやすい水際部形状の成立要件の検討－砂州の形成に着目して－，河川技術論文集，第 26 巻，pp.295-300，2020
10) 山口勝，北村真一：河川における活動と空間の関連性の分析，土木計画学研究・論文集，No.6，pp.113-120，1988
11) 山下三平，元永秀，坂本紘二，平野宗男，天本豊子：河川環境イメージの形成過程と河川利用行動特性，第 33 回水理講演会論文集，pp.631-636，1989
12) 山下三平，元永秀，田中繁之，坂本紘二，平野宗男：水辺に関する履歴に基づいた住民の都市河川評価と利用頻度の分析，水工学論文集，第 34 巻，pp.31-36,1990
13) 国土交通省：白川水系河川整備計画－大臣，知事管理区間－（令和 2 年 1 月）
14) 国土交通省：緑川水系河川整備計画－国管理区間－（平成 25 年 1 月）
15) 国土交通省　菊池川水系河川整備計画－国管理区間－（平成 23 年 9 月）
16) 国土交通省：球磨川水系河川整備計画［国管理区間］（令和 4 年 8 月）[国土交通省：球磨川水系河川整備計画［国管理区間］（令和 4 年 8 月）]
17) 国土交通省：球磨川水系河川維持管理計画（平成 24

年 4 月）
18) 株式会社 Agoop：ポイント型流動人口データ仕様書 第 2.1 版，2022 年 1 月
19) 関本義秀：人々の流動データの基礎的な処理・分手法について，写真測量とリモートセンシング，52 巻，6 号，pp.321-326，2013
20) 大佛俊泰，早坂遼：携帯電話を用いた都市内移動者の時空間分布推定：日本建築学会計画系論文集，第 84 巻，第 762 号，pp.1853-1862，2019
21) 清水光輝，西宏章，岸本達也：スマートフォンの時空間情報を用いた街路網における歩行者密度および速度の推定，日本都市計画学会都市計画報告集，No.18，pp.64-71，2019
22) 若生凌，関本義秀，金杉洋，柴崎亮介：GPS データを用いた東日本大震災における人々の経路選択行動分析，土木学会論文集 D3（土木計画学），Vol70，No.5（土木計画学研究・論文集第 31 巻），pp.I_681-I_688，2014
23) 岡田知也，三戸勇吾：携帯電話の位置情報を用いた沿岸域の環境価値に関する来場者数の推定方法，土木学会論文集 B2（海岸工学），Vol.77，No.2，pp.I_1087-I_1092，2021
24) 日本建築学会：建築設計資料集成拡張編－人間，丸善，p.59
25) 土木学会：水辺の景観設計，p.2，景観構成要素より著者が作成
26) 国土交通省：川の通信簿（甲佐町河川公園），2009 http://www.qsr.mlit.go.jp/nkawa/tsusinbo/2009/midori_05.html（閲覧日：1 月 30 日）