

「子どもの水辺」における河川学習活動の分析と 河道特性ごとの活用ポテンシャルの提示

Analysis of Education in Rivers focusing on "Children's Waterside"
and Suggestion of Available Resources in each River Characteristics

山崎健一¹・知花武佳²・山田真史³・渡部哲史⁴

Kenichi YAMAZAKI, Takeyoshi CHIBANA, Masafumi YAMADA and Satoshi WATANABE

¹非会員 工修 東京大学大学院工学系研究科 社会基盤学専攻 (〒113-8656 文京区本郷7-3-1)

²正会員 工博 東京大学大学院工学系研究科 社会基盤学専攻 准教授 (〒113-8656 文京区本郷7-3-1)

³学生会員 工修 東京大学大学院工学系研究科 社会基盤学専攻 (〒113-8656 文京区本郷7-3-1)

⁴正会員 工博 東京大学大学院工学系研究科 社会基盤学専攻 特任講師 (〒113-8656 文京区本郷7-3-1)

Recently the opportunity of child's play in rivers is decreasing because of the change of their lifestyle as well as the natural environment. It is known that child's play in nature contributes children's health and growth, and MLIT started the project of "Children's Watersides" which promotes child's river use and enhances experimental activities. In this research, the activities of "Children's Watersides" are investigated and the potentials of them are evaluated by considering individual river characteristics. The ratio of active "Children's Watersides" is only 36% (85/236) in total. The persistency of the activity is greatly depending on population density; the continuity is 85% in the city with population density more than 6,000 people /km². By focusing on the width of low water channel, it is clarified that the persistency of activities at 50-100m is low (15%) contrary to 25-50m (48%) and 100-200m (49%). Moreover, the characteristics of river banks have significant impacts on the activities. Therefore, we need to consider the management of "Children's Watersides" depending on population density and river characteristics.

Key Words: Children's Waterside, River education, The width of low water channel, Population density, River bank, River space, Children, Playing in nature

1. はじめに

(1) 背景

自然体験は環境保全の意識を高めること¹⁾や、子供の成長や健康に寄与すると言われて²⁾いる。しかし、近年では子供の多忙化などの社会的な変化^{3), 4)}や、緑地空間の縮小や自然の改変などの環境の変化^{5), 6)}により子供が自然に触れる機会は減少傾向にある。

一方、1999年に「『川に学ぶ』社会をめざして」という河川審議会の報告⁷⁾を受けて、当時の建設省・文部省・環境庁は「子どもたちの河川利用を促進し、地域における子どもたちの体験活動の充実を図る」ことを目的として、「子どもの水辺」という制度を設けた。この制度の特徴は、河川管理者や行政、学校関係者、市民団体、住民などが連携して活動を行うことにある。これは、河川体験の場を残しあるいは創出し、活用を促すための画期的な取り組みであると考えられる。しかし、「子どもの水辺」は以前のように新設される数も少なくなり、作

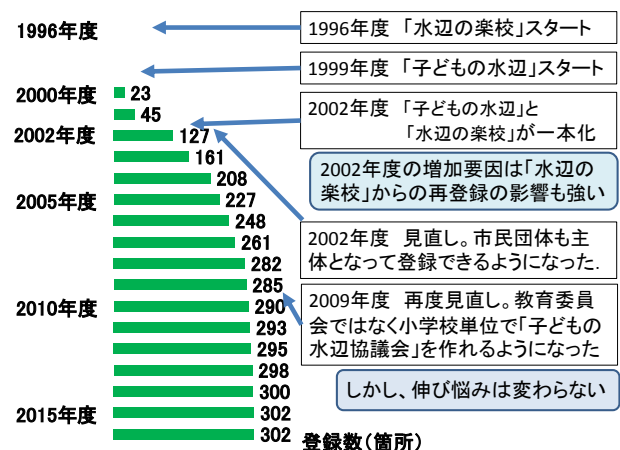


図-1 「子どもの水辺」の登録数の推移と制度の変更

られた場所でも活動が持続していない箇所も見受けられる。さらに、各活動の実態は十分把握されていないため活発な活動が持続しやすい場および放棄されやすい場の分析はできておらず改善策の提示も困難な状況である。

表-1 実施の有無を調べた活動内容

1	河川敷上での活動
1_1	河川敷上非生物あそび(クラフト、風揚げ等)
1_2	河川敷上生物調査等(虫取り、野鳥観察等)
1_3	河川敷上水辺を利用した活動(魚つかみ、釣り等)
1_4	河川敷上での環境活動(清掃、水質調査等)
2	河道内での活動
2_5	水と親しみながら川体験(水生生物調査等)
2_6	川流れ体験
2_7	ボート、カヌー、いかだ

そこで本研究では、「子どもの水辺」における河川学習活動の分析を行い、河川の特徴ごとに活用のポテンシャルを提示することを目的とした。

(2) 調査対象「子どもの水辺」の概要

「子どもの水辺」とは「各地域において、水辺を活用した体験学習や環境学習等の活動を行っている市民団体、行政、教育委員会、学校等が連携して「子どもの水辺協議会」を立ち上げ、・・・中略・・・「子どもの水辺」として登録された水辺のこと」であり、河川財団の「子どもの水辺サポートセンター」が普及・推進を行っている。

図-1は河川財団へのインタビューなどを基に作成した「子どもの水辺」の登録数の推移と制度の変更である。1996年に必要に応じて河川整備を行って水辺環境を造る「水辺の楽校」の制度が建設省により開始された。しかし、河川整備が目標になり有効活用されない事例もあり、1999年に継続的に利用されるよう「『子どもの水辺』再発見プロジェクト」が建設省・文部省・環境庁によって実施され、これが現在の「子どもの水辺」の原型となっている。これまで2回の見直しが行われており、一回目は2002年で、自治体に限らず市民団体が主体となって「子どもの水辺」協議会を作ることが可能になった。同時に「水辺の楽校」と制度を一本化したため2002年の登録数の伸びが大きくなっている。二回目は2009年で、自治体の教育委員会だけではなく小学校単位でも設けられるように変更したが、登録数の増加にはつながっていないようである。2018年3月現在、302件が登録されているが、本研究では後述するように設置箇所については302箇所の傾向を読み取り、継続率に関してはデータが揃っている236箇所において分析・考察を行う。

2. 手法

(1) 調査の概要

現状の「子どもの水辺」での河川学習を分析するために各「子どもの水辺」の情報を集めた。さらに活動の活発さや継続性に影響を与えていると考えられる河道特性や人口密度、周辺の施設を用いて分析した。

(2) データの収集と分析

a) 「子どもの水辺」のデータ

河川財団から「子どもの水辺」の名称や登録年月日、活動主体などが記載されたリストを頂いた。さらに、web上の「子どもの水辺」一覧のリスト⁹⁾から位置情報を取得した。しかし、現在の活動状況などについては、河川財団への報告が十分なされておらず、webにおいて「子どもの水辺」の名称や河川名のキーワードを検索し、活動の継続の有無（2015年以降の活動が認められる箇所を活動有りとして定義した）や活動内容を調べた。ただし、河道特性などを含めて議論するため、地図データが存在する247箇所のみを対象として活動の継続を調べた。そのうち11箇所の「子どもの水辺」が他と統合するなどしているため、236箇所から継続性などの議論を行うこととする。また、活動内容は梅津ら（1997）⁹⁾や書籍「川を活かした体験型学習プログラム」¹⁰⁾の分類を参考にしつつ、7つの内容（表-1）に分け、これらの活動の有無を同様に調べた。活動の継続が認められた85箇所の「子どもの水辺」について、7種類の内容の実施の有無これを用いてword法によりクラスタリングを行った。

b) 河道特性

google mapなどにより川幅や河道の状況を取得した。川幅は低水路幅・堤防幅を計測したが、傾向が表れた低水路幅を主に分析に使用した。設置箇所が遊水地や海であるなど測定が不可能な「子どもの水辺」も11箇所あった。また、河岸の状況として複断面河道や中小都市河川のように河岸がコンクリートで固められている河川は人工的、自然河岸が残っているまたは礫河原が形成されている河川は自然的河川とした。

c) 人口密度

2015年の国勢調査のデータを用いた。「子どもの水辺」が存在する市区町村の人口密度をその「子どもの水辺」の人口密度とした。これは「子どもの水辺」が自治体単位で先述した協議会を作り、その自治体単位でイベントや活動の広報を行い、参加者を募ることが多いためである。

d) 周辺の施設

河道特性と同様にgoogle mapやweb上の情報を用いて、「子どもの水辺」設置箇所の周辺に存在している施設が活動の活発さに与えている影響を調べた。主に周囲の施設として、小学校や公的な自然学習施設、公園などについて調べたが傾向が見られた公的な自然学習施設を主に分析に使用した。

e) インタビュー調査

河川財団及びNPO「福生子どもの水辺」のメンバーの方と福生市役所の「子どもの水辺」の担当者、NPO「とどろき水辺の楽校」のメンバーの方に対しインタビュー調査を行った。

表-2 低水路幅と人口密度による継続率の傾向

設置箇所		低水路幅(m)						計
		~25	~50	~100	~200	200~	計測不可	
人口密度 (人/km ²)	6000~	71%	75%	100%	91%	100%	—	85%
	~6000	47%	78%	9%	50%	50%	25%	45%
	~700	11%	50%	50%	40%	50%	100%	40%
	~300	13%	33%	0%	25%	75%	33%	23%
	~100	15%	23%	0%	17%	—	0%	13%
計		25%	48%	15%	49%	65%	31%	36%

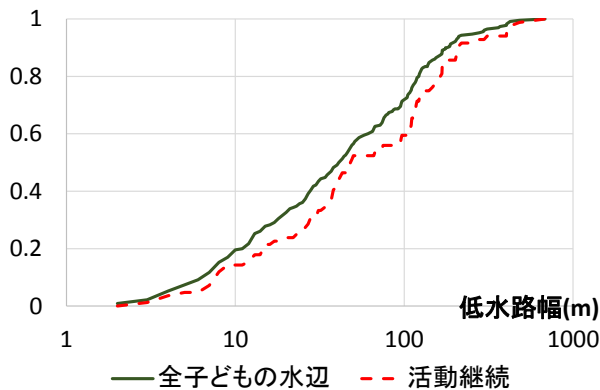


図-2 低水路幅による活動の継続の傾向。縦軸は各変数の横軸以下の累積割合を示している。

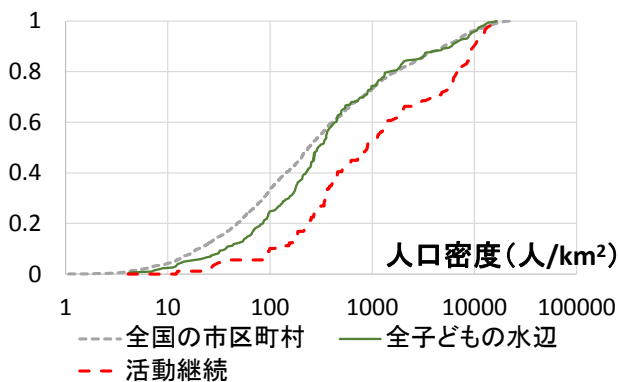


図-3 人口密度による活動の継続の傾向。縦軸は各変数の横軸以下の累積割合を示している。

3. 結果：継続性に関わる要因の分析

(1) 低水路幅による特徴

全国の河川の幅の一般的な分布との比較は難しいが、図-2より「子どもの水辺」の設置箇所の低水路幅は偏りの少ない分布であると考えられる。一方、「子どもの水辺」が継続している箇所の低水路幅は2極化の傾向が見られるため、25、50、100、200mで区切って考える。表-2は列に低水路幅を行に人口密度を取りそれぞれの活動の継続率を示している。低水路幅に着目すると、25～

50m、100m～200mの箇所は活動の継続率が48%、49%と比較的高い一方、50m～100mの箇所は継続率が14%と低い。また、低水路幅が200m以上の箇所では設置箇所数が17箇所と少ないものの、活動継続率が65%と高い。

(2) 人口密度による特徴

「子どもの水辺」の設置箇所の人口密度は全国の市区町村の分布と比較すると（図-3），100人/km²以下の自治体で少なく、100～300人/km²の自治体で多く、300人/km²以上では自治体数の割合と設置箇所の割合がほぼ一致している。また、活動継続箇所は高い人口密度の地域に多く、特に6,000人/km²以上で顕著である。これらの特徴を踏まえ、設置数が五等分されるよう100、300、700、6,000人/km²で区切った。表-2より6,000人/km²以上では継続率が85%と非常に高いことがわかる。次に、300～6,000人/km²の箇所では継続率が40%程度と平均的である。最後に、人口密度が～100、100～300、人/km²の箇所は継続率が13%、23%と低く、人口密度が小さいほど活動割合が小さくなる傾向が見られる。つまり、人口密度約300人/km²を境に「子どもの水辺」は継続しにくくなることがわかる。

(3) 低水路幅と人口密度の双方を考慮した特徴の考察

以下の4つのことが明らかになった。第一に、人口密度が6,000人/km²以上の「子どもの水辺」では、低水路幅によらず活動の継続率は高いことが明らかになった。これは、人口が多いため活動を行う市民団体の構成員や参加者も多いことが要因の一つと考えられる。つまり大きい都市では「子どもの水辺」協議会などが設置され活動が始まると河道の状況の影響は小さく継続しやすいと言える。第二に、人口密度が6,000人/km²以下の箇所では、50～100mの低水路幅で活動の継続率が低いことが示された。人口密度が300～700人/km²の箇所では継続率が50%となっているが、6箇所中（1箇所は統合されたため母数から除いている）3箇所と母数は少なく、6,000人/km²以下の地域では低水路幅が50～100mの32箇所中4箇所のみでしか活動が継続していないという傾向を考えると、活動が行いにくい低水路幅であると推察できる。その要因として、流量が大きく簡単には河道に入れない一方で低水路幅がこの程度の河川は単断面または高水敷の広くな

表-3 地域別の継続数と活動継続率（登録数は位置情報があるもののみの数を記載している。）

	北海道	東北	関東	北陸	中部	近畿	中国	四国	九州	全国計
活動継続数	8	3	28	2	17	7	13	0	7	85
登録数*	32	11	46	12	42	19	33	7	34	236
活動継続率	25%	27%	61%	17%	40%	37%	39%	0%	21%	36%

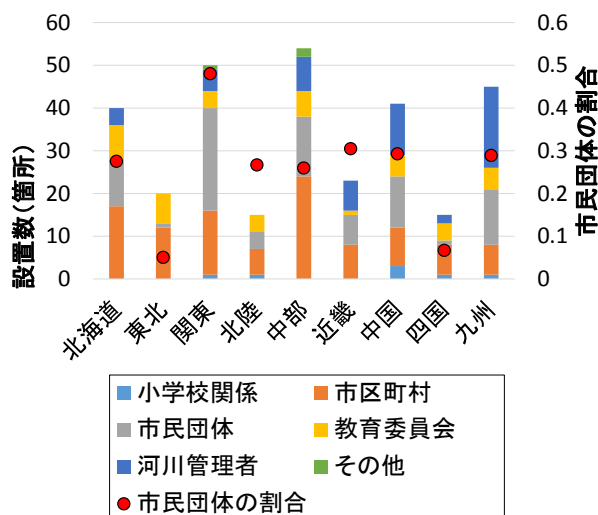


図-4 地域別の子どもの水辺の設置数と代表団体区分

い複断面であるためと考えられる。第三に、低水路幅が200m以上の箇所では母数は少ないものの活動の継続率は高い。これは、下流部の平野に位置するため低水路幅が広く、人口密度の高い都市部であることが多いためであると考えられる。また、流量が大きい箇所に設置する際は活動が行いやすい箇所が限られ、河口部の干潟や本川脇の流路など良い場所を事前に選択しているためとも考えられる。第四に、低水路幅が25～50mの箇所では人口密度が低くとも活動が行いやすい傾向がある。もちろん人口密度が小さいほど活動の継続率は小さくなるが、他の低水路幅と比較して大きい継続率を示している。これはこの低水路幅は扱いやすく活動が行いやすいためと考えられる。

(4) 地域別の特徴

a) 設置箇所

地域別の設置数をみると図-4のように地域による偏りが大きいことがわかる。登録されている「子どもの水辺」は北海道、関東、中部、中国、九州地方でそれぞれ40箇所以上と多いが、東北、北陸、近畿、四国地方で少ない。特に関東地方では市民団体が主体となっている割合が高く、これが設置数の多い要因の一つと考えられる。一方、中国・九州地方は河川管理者が主体となっている箇所が多いが、山田ら(2016)¹¹⁾が述べているように河川管理者が積極的に住民や自治体に働きかけることで河川への関心を高めることにつながっていると言える。

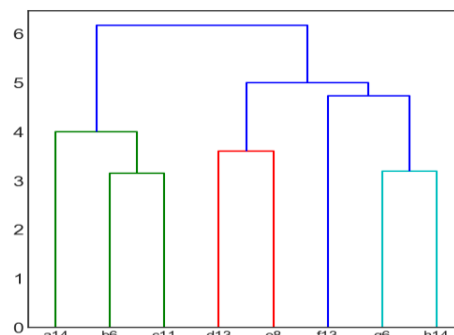


図-5 活動内容によるクラスター分析：8つに分類

b) 継続性

全国236箇所中活動の継続が認められた「子どもの水辺」は85箇所であり、割合にして36%であった。地域別に継続率をみると（表-3）、関東地方が61%と最も高く、続いて中部、中国、近畿地方が高く、それぞれ40、39、37%であった。継続率が高い要因は、先程の述べたように関東・中部・近畿地方は設置された場所の人口密度が高いことで説明ができる。特に関東地方の多摩川流域では継続箇所が20箇所中17箇所と高い継続率を示したが、下流部の世田谷区で約15,000人/km²、中流部の福生市で6,000人/km²弱と人口密度が非常に高いことで説明できる。しかし、「福生子どもの水辺」、「とどろき水辺の楽校」にインタビュー調査を行ったが、活発な活動を行っているものの、スタッフ不足や高齢化といった問題を抱えていることが判明した。一方、中国地方は例外的に低い人口密度に対し活動が継続しているが、山間地から谷底平野にかけて活動が継続している箇所が、18か所中8箇所（44%）と多い。全国的な傾向として人口密度が700人/km²以下であると活動の継続率が小さくなることと比較すると、「子どもの水辺」を活用できていると考えられる。この要因として、小学校などを拠点としてPTAなどと連携して活動が行えていることなどが挙げられる。

(5) 自然学習センターの活動拠点としての役割

公的な自然学習施設と紐付けられて設置された「子どもの水辺」は活動の継続率は高いことが示された。母数は9箇所と少ないものの、7箇所77%で活動の継続が見られた。継続率が高い要因として、自然学習センターには職員が常駐しており、仕事の一貫として「子どもの水辺」の活動を行っていることと、活動拠点として施設が役割を果たしていることが挙げられる。

表-4 カテゴリーごとの各活動の実施率

		活動内容(各種類は表1を参照)									合計 (平均実施数)
		河川敷上での活動					河道内での活動				
		1_1	1_2	1_3	1_4	小計	2_5	2_6	2_7	小計	
カテゴリー	a14	7%	43%	36%	100%	186%	7%	0%	43%	50%	236%
	b6	0%	100%	0%	100%	200%	100%	50%	33%	183%	383%
	c11	18%	0%	0%	100%	118%	100%	0%	27%	127%	245%
	d13	0%	38%	0%	0%	38%	69%	0%	8%	77%	115%
	e8	0%	13%	25%	0%	38%	75%	100%	50%	225%	263%
	f13	100%	62%	15%	46%	223%	77%	69%	15%	162%	385%
	g6	0%	0%	100%	33%	133%	100%	17%	0%	117%	250%
	h14	79%	50%	100%	14%	243%	64%	7%	43%	114%	357%

表-5 カテゴリーごとの特徴

カテゴリー	活動内容の特徴	カテゴリー内の河川の傾向		
		低水路幅 の中央値 (m)	人口密度 の中央値 (人/km ²)	自然的: 人工的: その他
a14	低水路内には入らずに、清掃活動のみが多い。	69	679	3:11:00
b6	河川敷・低水路内とも活発で、河川敷では虫とり、環境活動が多い。	41	8156	3:03:00
c11	環境活動と水に親しむ活動のみが多い。	33	1998	3:07:01
d13	河川敷上の活動は少なく、低水路内で水に親しむ活動のみ。	50	287	6:05:02
e8	河川敷上の活動は少ないが、低水路内では活動が活発である。	43	351	6:02:00
f13	河川敷・低水路内とも活発で、河川敷ではクラフト、虫とりが多い	115	1324	8:04:01
g6	魚釣りや水に親しむ活動のみが多い。	24	743	4:02:00
h14	河川敷上での活動が多いが、低水路内は平均的	106	1140	5:08:01
	〈活動が継続している「子どもの水辺」全て〉	49	911	38:42:05

4. カテゴリーごとの活動の特徴

2_(2)_a)の通りに実施している活動の種類の有無によってクラスタリングを行い、分類後に含まれる数等を考慮して8つのカテゴリーに分けた(図-5)。各カテゴリーのアルファベットは順に振り、数字は含まれる数である。各種活動の実施率を表-4に示し、活動内容の特徴及び各カテゴリー内の河川の傾向、つまり低水路幅・人口密度の中央値、河岸が自然的か人工的かの比率を表-5で示す。各カテゴリーには、例外も存在するが、低水路幅や人口密度、河岸の状況に近い「子どもの水辺」が分類されている。これより、行われる活動内容が決定される背景には河川の特徴が現れていると言える。つまり、人口密度や河道特性、河岸の特徴は、先に述べたように継続率に対しても、さらには、活動内容や活発さに対しても影響を与えることがわかる。そこで、この8つのカテゴリーをもとに特徴の近い河川に設置された「子どもの水辺」を分析し、活動内容やその要因等を考察する。

(1) a14およびc11：人工的な河岸で環境活動が主である

a14およびc11ともに「1_4、清掃などの環境活動」の実施率が100%となっている。これは河川美化活動などから「子どもの水辺」の活動が始まっているためと考えられる。両者の差は「2_5、水と親しむ活動」の実施率

に見られ、a14で低くc11で高い。その活動を阻む要因としては、三面張の河川で低水路に下りにくいことや本川が大きく低水路内での活動が行いにくいことが挙げられる。しかし、c11の「ふるさと侍従川」は清掃活動の延長として水生生物調査などを行っており、また、c11の「中川やしお子どもの水辺」は本川脇に水路を設け活動を行っている。このように環境活動から水に親しむ活動へと活動を広げられる可能性があることがわかる。

(2) b6：人口密度が高く活発な活動を行っている

b6は人口密度が高く「1_2、生物調査などの活動」、「1_4、清掃などの環境活動」、「2_5、水と親しむ活動」の実施率が100%である。低水路幅や河岸に特徴は見られないが、高い人口密度によって幅の広い活動が可能になっていると言える。また、「矢田川子どもの水辺」などは本川に合流する前の支川において活動を行っており、広い河川敷上と小さい河道を活用している。

(3) d13：活動の実施種類が少ない

d13は活動の種類の合計が最も少なく活動の種類が1つの箇所も多い。活動の情報がwebには十分載っていない、または、活動があまり活発ではないためと考えられる。d13は人口密度が6,000人/km²を超える箇所もいくつかあるが、人口密度が小さい自治体に多く、小学校を拠点として住民と連携を取りながら活動を行っている。

(4) e8およびg6：自然的な河川で低水路幅もやや小さい

e8およびg6は自然的な護岸を有し「2_5, 水と親しむ活動」の実施率は75, 100%と共に高い。両者の差は、e8は人口密度が小さく「2_6, 川流れ体験」の実施率が100%と高く、一方、g6は低水路幅が小さく「1_3, 水辺を利用した活動」が100%と高いという特徴がある。e8は人口密度が低い上流部に下流部から参加者を募っている箇所が、「たきかわ子どもの水辺」など4箇所入っており上流部をレジャーとして活用していることがわかる。一方、g6は低水路内外で魚つかみや水生生物調査などを主として行っており、礫河原などの自然的な河岸を活用していることがわかる。

(5) f13およびh14：低水路幅が大きく河川敷上で活発

f13およびh14は低水路幅が大きく、河川敷上での活動が223, 243%と実施率が高い。これは低水路幅が大きいことで河川敷も広くなり活動しやすいためである。両者の差はf13において河岸が自然的な箇所が多く「2_6, 川流れ体験」の実施率が69%と、h14の7%と比べ高いことである。また、干潟を活用することで低水路内でも活発な活動を行っている「子どもの水辺」もある。例えば「馬入水辺の楽校」などは河口部に位置し干潟を用いて水生生物調査や川流れ体験などを行っている。

5. 結論

本研究で得られた結論は以下の通りである。

- (1) 低水路幅と人口密度を合わせて考えると、人口密度が6,000人/km²以上であると低水路幅によらず平均85%の高い継続率となり、母数は少ないものの低水路幅が200m以上の箇所では継続率が高いこと。
- (2) さらに、6,000人/km²以下の箇所では50~100mの低水路幅で活動が継続されにくく、一方25~50mの低水路幅では人口密度が小さくとも活動が継続しやすいこと。
- (3) 地方別に設置数・継続率が異なり、関東地方では多摩川を中心に活発で、人口密度に対し中国地方が活発であること。
- (4) 自然学習センターのような施設を拠点として活動を行うことにより継続率が高まること。
- (5) 活動内容の傾向は人口密度や低水路幅や河岸の状態などの河道特性によって異なること。

さらに、河道特性ごとに活性化ポテンシャルを示した。

- (1) 人工的な河岸は三面張などで活動が行いにくいだが、環境活動の延長として水に親しむ活動を行うことや、本川脇の水路を活用することができる。
- (2) 人口密度が高ければ、河川の特徴によらず、活発な活動を行うことができる。
- (3) 人口密度が小さく活動の実施率が少なくとも、小学校等を拠点として住民と連携を取ることで、活動を継続

させることは可能である。

(4) 河岸が自然的であれば、同様に人口密度が多くなるとも、下流部からレジャーとして参加者を募る方法もある。また、河岸が自然的で低水路幅が小さい河川では魚釣りや低水路内での水生生物調査など、生き物の学習を行いやすい環境である。

(5) 低水路幅が大きいと河川敷上での活動が活発に行いやすい。また、干潟を活用することで低水路幅が大きくとも低水路内での活動を行うことが可能になる。

以上のことに注意し、適切な低水路幅や河川への近づきやすさを踏まえ場を選び、効率的な河川学習を実施することで継続した活動が行えると考える。これにより、多くの人が幼少期に河川での体験を行うことで防災や河川環境に関心を持つ人が増えることを期待する。

謝辞：本研究は、公益財団法人河川財団の「河川基金」の支援のもとに実施されました。また、同じく河川財団「子どもの水辺サポートセンター」の担当者様や「福生子どもの水辺」の担当者様、福生市役所の担当者様、「とどろき水辺の楽校」の担当者様には貴重なお話を伺うことができました。記して御礼申し上げます。

参考文献

- 1) Pyle, Robert Michael : The THUNDER TREE, 2011
- 2) Soga, Masashi, Kevin J. Gaston. : Extinction of experience: the loss of human-nature interactions, *Frontiers in Ecology and the Environment* 14.2, pp.94-101, 2016
- 3) 村瀬浩二, 落合優 : 子どもの遊びを取り巻く環境とその促進要因: 世代間を比較して, *体育学研究* 52.2, pp.187-200, 2007
- 4) 大西宏治 : 岐阜県羽島市における子どもの生活空間の世代間変化, *地理学評論 Ser. A* 71.9, pp.679-701, 1998
- 5) 丸山敦史, 浅野志保, 菊池眞夫 : 小学校における農業体験学習の効果: 東京都練馬区を事例として, *千葉大学園芸学部学術報告* 58, pp.59-66, 2004
- 6) 藤永豪 : 山間地域における子どもの遊び空間の変容: 長野県四賀村保福寺町地区の事例, *新地理* 49.1, pp.1-18, 2001
- 7) 河川審議会 : 「川に学ぶ」社会をめざして, 1998
- 8) 河川財団 : 「子どもの水辺」の一覧データ
<http://www.kasen.or.jp/cgi-bin/database/database.cgi?cmd=al>
参照2018.4.1
- 9) 海津ゆりえ, 宮川浩, 真板昭夫, 上杉哲郎 : 子供・親子・高齢者の身近な自然とのふれあい活動に関する研究, *ランドスケープ研究* 60(5), pp.647-652, 1996
- 10) 河川環境管理財団 : 川を活かした体験学習プログラム, 2011
- 11) 山田真史, 知花武佳, 原田大輔 : 河川整備計画策定プロセスにおける住民関与手続きの活性化要因に関する分析, *河川技術論文集* 23, pp.341-346, 2017

(2018.4.3受付)