

II - 83

親水性河岸の安全性に関する研究

北海道開発局開発土木研究所 正会員 ○横山 洋
 北海道開発局開発土木研究所 正会員 馬場 仁志
 北海道開発局開発土木研究所 正会員 矢部 浩規

1. はじめに

近年水に親しむことを目的に様々な河川施設が整備され、水辺の利用が増加している。一方これまで近寄ることが困難であった水辺を整備して人の利用を促すことは、水辺がもつ危険に接する機会も増加するといえる。以前は水辺に近付くことが困難であった幼児、高齢者、障害者などの利用も増加しており、これらの人たちの事故も増加することが予想される。河川利用において危険の回避は基本的には利用者の責任において行われなければならない。しかし親水施設の整備により人為的に水辺へ人を誘導する場合には、利用者に対する安全性の配慮が河川管理者にも求められている¹⁾。

河川における危険性および対人安全性に関する研究も近年行われてきている。例えば馬場ら²⁾は水難事故の事例を分析し、また現地で模擬水難事故の実験を行うことにより、河道の工夫や河川構造物の形的配慮によってフェイルセーフ機能(万一の場合に助かる可能性)が高くなることを示している。

本研究は河岸利用者へのアンケートを行い、利用状況の分析を行った。また親水性河岸において模擬水難事故の実験を行い、危険性の分析および対人安全性の向上について検討した。

2. 豊平川利用者へのアンケート調査

まず河川の利用状況を調べるため、豊平川利用者を対象にアンケートを実施した。アンケートは利用者数が多いと考えられる8月および9月の土・日曜に行った。調査区間を図-1に示す。調査区間の高水敷には、人工的な小川などが整備された公園であるウォーターガーデンやサイクリングロードなど、人の利用を目的とした様々な施設が存在する。以下図-2に調査結果について示す。

①利用者の年齢層および性別

回答者109名のうち、男性66名、女性43名である。性別に年齢層を見ると、男性は年代による利用者数に大差はなく、高齢者も多く利用している。一方女性は30代以下の利用が全体の約7割を占めており、40代以上の利用者は少ない。特に60代以上の利用は見られなかった。また、家族連れや団体での利用が多く見られた。

②利用回数

毎日利用している人から、年数回のみ利用する人まで幅広い。はじめて利用する人もかなり見られた。

③利用目的

散歩が最も多く、次いで日光浴、釣り、水遊び、スポーツ、サイクリングの利用者が多い。これらの結果より、サイクリングロード、ウォーターガーデンなど高水敷に整備されている施設の利用を目的に豊平川にくる人が多い。また散歩、スポーツ、サイ



図-1 豊平川アンケート調査区間

Study on safety of the river easily accessible to the water
 By Hiroshi YOKOYAMA, Hitoshi BABA and Hiroki YABE

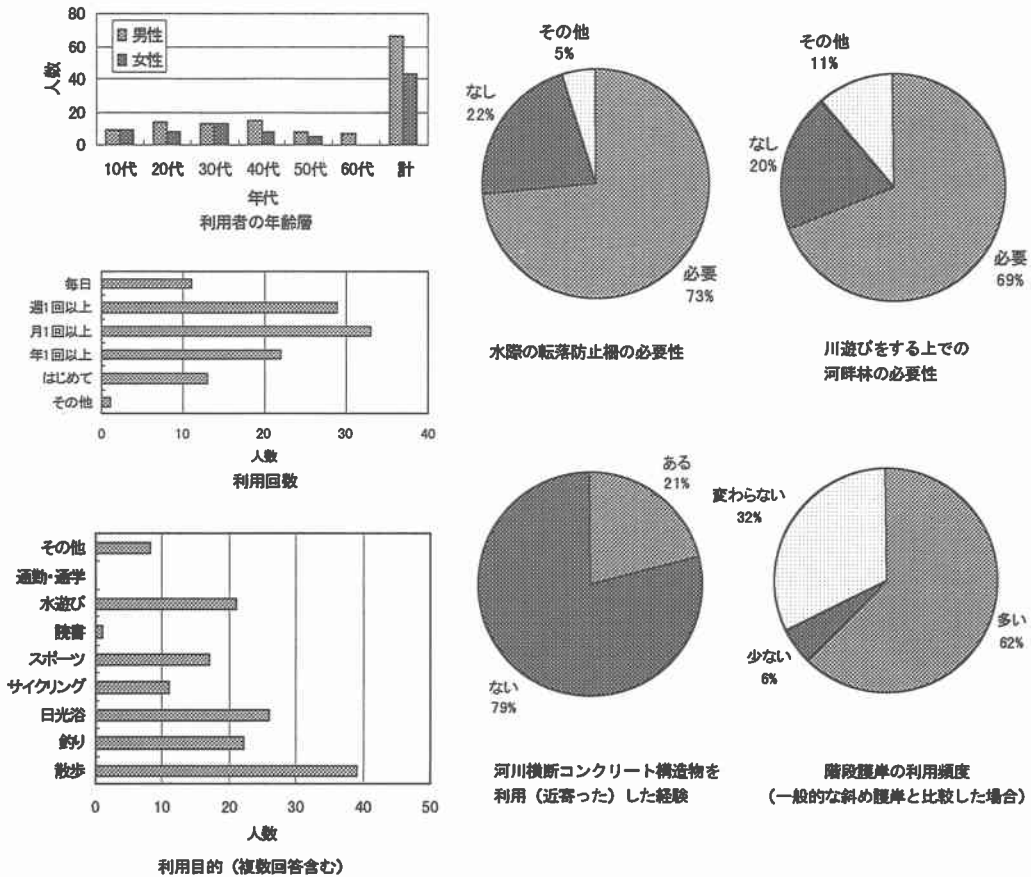


図-2 豊平川アンケート調査の結果

クリングなどの通過型利用者が多いといえる。水遊びはウォーターガーデン利用者が多く、豊平川の水辺を利用する人はあまり見られなかった。

④利用時におけるけがについて

実際に豊平川でけがをした経験がある人は109名中6人である。いずれもけがの程度は軽く、擦り傷、打撲であった。けがをした場所については、魚道付近で3人、護岸で1人、河岸で2人である。積極的に水辺に近付いている人は少ないといえる。

⑤豊平川河岸について

水際への転落防止柵の必要性については、必要と思う人が70%以上を占める。これは豊平川が急流河川であり、また利用者の中には子供連れが多く、見た目にも危険であると感じられるためと考えられる。河畔林の必要性については半数以上の人があるほうがよいと考えている。床止工など横断コンクリート構造物に近寄ったことがある人は21%であり、水辺に近付く人は少ないといえる。また一般的な斜め護岸より階段護岸を利用することが多いと答えた人は61%であり、階段護岸の整備が川により近づきやすい状況を作っているといえる。

アンケート結果より、豊平川利用者の大半は高水敷に整備された施設を利用しており、水辺まで近付いて利用している人は少ない。

3. 人体模型漂流実験

3-1 実験の概要

次いで親水性河岸から人が水中に転落した状況を想定した模擬水難事故の実験を行う。実験は山鼻川で親水性河岸を整備している区間（全長 100m、低水路幅 20m）で行った。実験区間下流端は豊平川との合流点である。実験流量は小規模（ $Q=1.34\text{m}^3/\text{s}$ ）、大規模（ $Q=21.1\text{m}^3/\text{s}$ ）の2種類である。写真-1 に実験箇所の様子を示す。左右岸は植石平板による勾配 1:2 の斜面であり、河床は植石護床ブロックを敷き詰めてある。なお河床の護床ブロック間には足がはさまる程度の間隙がある。実験区間の途中には段差工が数段連続して設置してある。段差部分は直線的ではなく、石を用いて変化をつけている。流量が小さい時には河岸沿いに堆積した土砂が水面から現れている。また多数の巨石が人工的に配置されている。



写真-1 実験箇所の様子 (流量大)

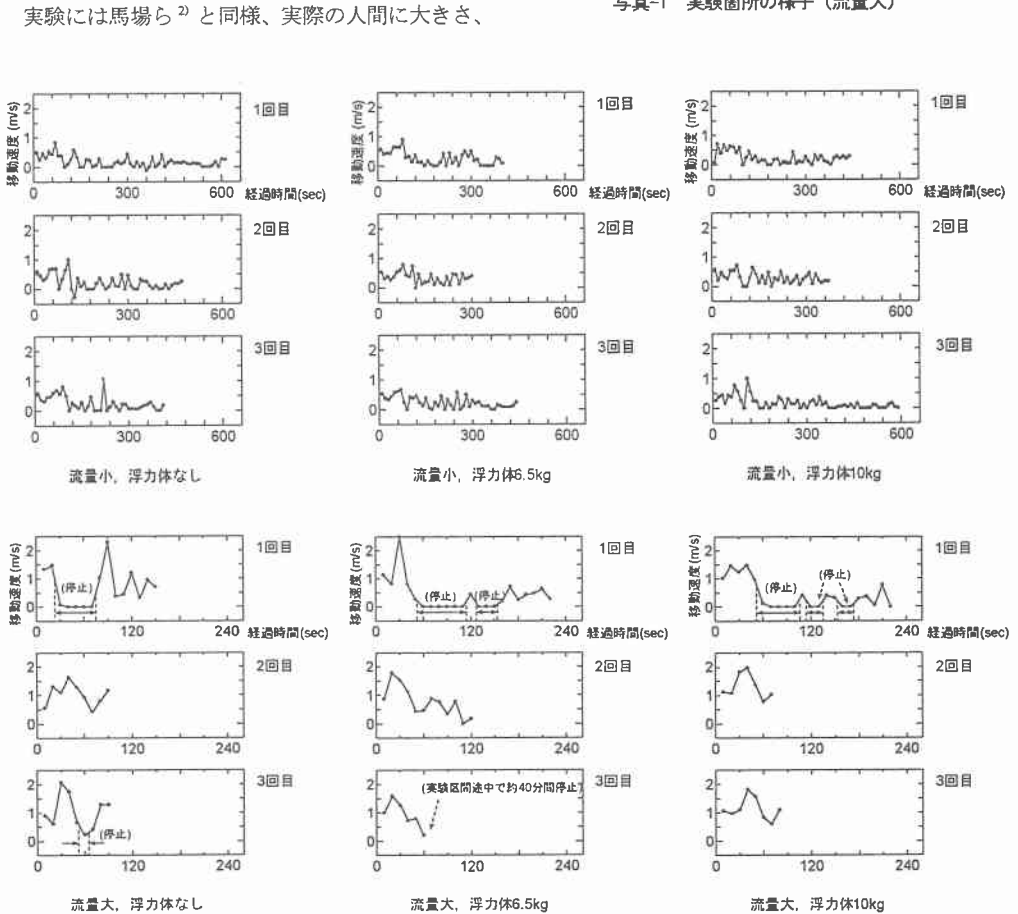


図-3 人体模型移動速度

体重 (70kg)、関節構造、比重を近づけてある防水加工を施した人体模型を用いた。人体模型を実験区間上流端から流し始め、移動状況をビデオカメラ、写真により追跡し、目視により流況を観察した。浮力による人体模型流下状況の変化を検討するため、実験は各流量ごとに、浮力体なしの場合、浮力体 6.5kg および 10kg の場合の 3 条件で行い、各条件につき 3 回実験を繰り返した。

3-2 実験結果

図-3 は 10 秒ごとの人体模型の移動軌跡から算出した移動速度である。移動速度が連続して 0 になっているのは人体模型が停止し続けている状態、負の時はバックウォッシュなどにより逆流している状態を示している。

流量が小さい場合、川の流れも遅いため人体模型の移動もゆっくりである。また移動速度がしばしば 0 になるが、これは人体模型が浅くなっている川底や段差、巨石に捕えられることにより頻繁に停止しているためである。特に段差が連続する区間およびその前後では、10~30 秒おきに人体模型が停止した。また流量が小さい場合、人体模型は一度停止するとほとんどの場合そのまま滞留したため、人為的に人体模型を流れに戻し追跡を再開した。人体模型は浅くなっている川底に体が引っ掛かり止まることが多かったが、写真-2 に示すように、巨石に体の一部(手足、頭部など)がぶつかって止まる場合もしばしば見られた。なお浮力の違いによる移動速度の差はみられなかった。

次いで流量が大きい場合について実験結果を検証する。図-3 をみると、移動速度は流量が小さいときに比べ明らかに大きく、最大 2.5m/s に達する時もあった。実験区間下流端の豊平川合流点付近でも移動速度が 1m/s 以上あることが多い。一方、人体模型の移動速度が急に 0 になっている場合もみられる。これは人体模型が河道の巨石にとらえられたり、バックウォッシュに巻き込まれたりしたためである。人体模型を 9 回投下したうち、実験区間で途中 1 度も停止せずに下流端まで流下したのは 4 回、巨石や段差などで途中 1 度は停止したことがあるのは 5 回である。写真-3 のように段差によるバックウォッシュに巻き込まれたり、写真-4 のように巨石に人体模型が激しく衝突したり、あるいは写真-5 のように護床

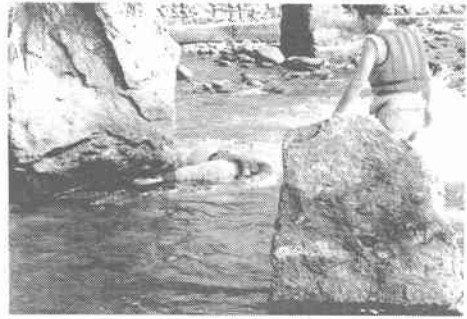


写真-2 巨石に衝突して停止した人体模型 (流量小)



写真-3 段差によるバックウォッシュに巻き込まれた人体模型 (流量大)



写真-4 巨石に衝突する人体模型 (流量大)



写真-5 護床ブロックの隙間に足がはさまり停止した人体模型 (流量大)

ブロックの隙間に足がはさまり停止するなど危険な状況が観察された。人体模型の停滞時間については、10秒足らずで脱出した場合もあるが、1分間停滞することも見られた。中には人体模型が停滞したまま脱出できなくなることがあり、しばらく待った後に人為的に人体模型を動かして流れに戻した場合もある。また浮力体6.5kg、通水3回目では人体模型が実験区間途中の段差で水中に沈んで約40分停滞し、その後突然移動を再開した。なお浮力が変化しても移動状況に大きな差はみられなかった。

3-3 実験の考察

流量が小さい場合、人体模型は移動中に河床に体がぶつかることにより頻繁に停止しており、自力脱出および救出は容易であると考えられる。また豊平川合流点手前の人体模型移動速度は遅いため、本流に押し流される危険も小さい。しかし巨石が河道全体に存在しているために流下中に体がしばしば巨石にぶつかっており、流れが遅いとはいえ人体への危険性は小さくない。また護床ブロックの隙間に足などをはさんでけがをする恐れもある。

一方、流量が大きいつきには人体模型の移動速度は大きく、すなわち河岸から落下した人が短時間のうちに豊平川合流点まで到達する。そのため万一水中に人が転落した場合、河岸に漂着することができずに豊平川本流に押し流される危険がある。また流下時において、人体模型が巨石に頻繁にかつ激しくぶつかっているのが観察された。中には頭部が巨石に激しく衝突している場合もあり、大けがや死亡事故にもつながりかねない極めて危険な状況である。また人体模型が巨石に捕えられたり、段差で生じたバックウォッシュに巻き込まれてしばらく脱出できなくなることも多く見られた。このように体が動かない状態で人体模型の頭部が水没している場合も見られた。すなわち呼吸が長時間にわたりできない状況に陥る可能性もあり、溺死など深刻な事故につながる危険がある。また護床ブロックの隙間に足などが捕らえられ、動けなくなるケースも見られた。このような隙間は水面から見ただけではわからないことが多い。しかし水辺を利用する上で危険性の高い箇所がわかりにくいということは問題である。

またいずれの流量においても、浮力体の有無あるいは浮力の大きさによる人体移動状況の変化は見られなかった。むしろ河道の流況が人体の移動状況を決定していることがわかる。

以上から親水性河岸において、多くの危険性が潜んでいる可能性があることがわかる。親水施設の中には人が利用することを前提としているものも多く、また人が利用しないものでも水辺の危険性を低減し、フェイルセーフ機能を高めることが必要である。その方法について以下に挙げる。

- (1)河床に配置されている巨石の配置を変更し、エディーを形成するようにする。例えば河岸に水制的に巨石を配置して川の中央部との間に流速差を作ることにより、水面で中央から河岸に向かう流れを生じさせる。そのため万一川に転落しても合流点まで到達する前に河岸に漂着して救出される可能性が高くなると考えられる。
- (2)水中の見えない部分に隙間があると、足をとられるなど危険性が高くなる。安全性を高めるには、例えば玉石などで隙間を埋めることなどが考えられる。

4. おわりに

本研究では豊平川を対象に利用状況の調査を行った。その結果水辺まで近付いている利用者は少なかったが、これは豊平川が急流河川であり水辺まで近付きにくいこと、また高水敷が整備され、水辺付近に比べて利用しやすいためと考えられる。今後は水辺の利用が積極的になされている他の河川を対象に同様の調査を行い、利用状況の検討、解析を行う。

また現地実験により、親水性河岸に潜在する対人危険性について検証を行い、対人安全性を高めるための方法について提案を行った。親水施設を整備する際に人工的に巨石や段差などの構造物を設置する場合、整備後に河川の流況がどのように変化するかを検討し、危険性を低減すると同時にフェイルセーフ機能を高めることが必要である。今後はその他の親水施設について現地調査を行い、潜在する危険性および対人安全

性について検証し、必要であれば同様の現地実験を行う予定である。

また今後は親水性河岸のみでなく、一般の河岸も含めてより対人安全性を高めるための方法についても提案していく予定である。

参考文献

- 1) 河川管理研究会：親水施設における安全対策の基本的考えについて，建設省河川局，1996.12
- 2) 佐藤耕治，馬場仁志：河川水難事故の危険度軽減に関する研究、土木学会第53回年次学術講演会講演概要集第Ⅱ部，pp144-145，1998