

新潟県内での河川における水難事故発生状況の把握

北海道釧路工業高校 土木科 高松慶汰朗
 長岡市消防本部 ○ 勝俣博輝
 長岡技術科学大学・環境社会基盤系 正会員 犬飼 直之

1. はじめに

新潟県には、海岸、河川、用水路、ため池等が多数存在している。夏季には県内外から海水浴や溪流遊びに訪れるなどの例が見受けられ、それにより県内全域で毎年複数の水難事故が発生している。更に、2019年末からの新型コロナウイルス感染症拡大の影響で制限されていた活動が2023年に解除されたことで、人々の行動が活発化し、今後も新潟県内では水難事故が多数発生する可能性がある。よって、今後の水難事故発生を防止するためにも事故要因を把握することが重要と考えられる。

既往研究では、県内では海辺での水難事故について多く検討をおこなってきた¹⁾が、河川域での事故について検討はおこなっていなかった。そこで本研究では、新潟県内で発生した河川での水難事故の特徴を把握し、県内の今後の水難事故防止のための知見を得ることを目的とする。

本研究では、県内の事故情報と既往調査事例と比較するとともに、底質の粒径や流れとの関係による危険度から流域ごとの危険度等を考察した。

2. 新潟県内の水難事故情報の収集

県内の水難事故状況を把握するために、本研究では、2000年から2022年の期間での県内の水難事故の報道や、新潟県、日本財団²⁾、河川財団子どもの水辺サポートセンター³⁾、警察庁等の情報をインターネットから収集し、新潟県内での水難事故の発生状況の把握した。その結果、海川域で110件の水難事故を抽出した。

3. 新潟県内の河川水難事故の特徴

(1) 水難事故発生件数および年代別発生状況

新潟県によると⁴⁾、一級河川数767河川、二級河川数400河川であり、総延長は4,895.6kmである。この河川で、2000年から2022年の間で30件の水難事故が発生した。図-1に河川域における水難事故の発生河川および発生年月日を示す。図より、事故発生時期や時間帯にはばらつきがある。図-2に年齢別の状況を示す。図より、18歳以上の成年が全体数の40%、61歳以上の高齢者は27%、17歳以下の未成年は33%であった。

(2) 水難事故件数が多い3つの河川および事故の特徴

抽出された事故のうち、事故発生数が多い河川は、図-1および図-3に示すように、魚野川で全体数の30%、信濃川で23%、阿賀野川で10%であった。事故発生原因を図-4に示す。図より、釣行中が11件、作業中



図-1 河川における水難事故事例

新潟県全域(河川)

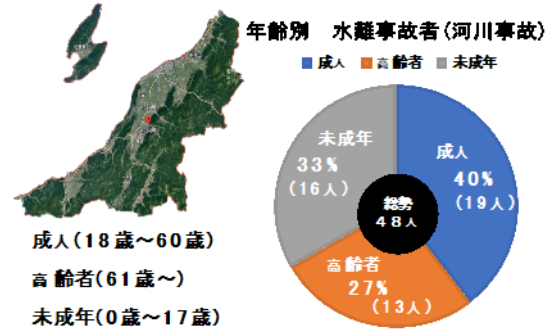


図-2 水難事故者年齢別(河川)

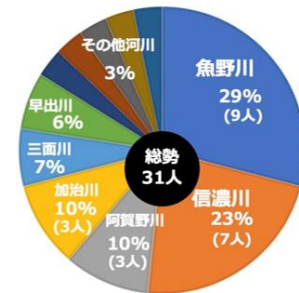


図-3 河川別水難事故者数

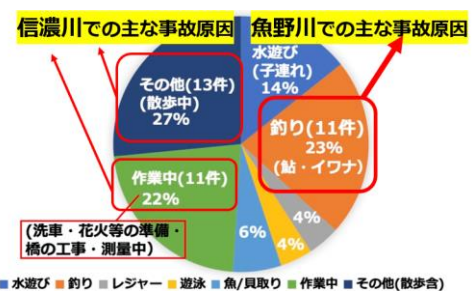


図-4 河川水難事故発生前行動

11件, その他(散歩等)13件であった。釣行中の事故は, 河川に入水した際に流され溺水する事例が多く, 図-1によると夏季から秋季にかけての鮎釣りの時期に発生している。作業中の事故では, 信濃川で打ち上げられる花火の準備中, 長生橋や大手大橋の補修工事中に事故が発生している。作業員はウエットスーツ着用, ライフジャケット未着用で作業を行っていたため, 救助が間に合わなかった。散歩中の事故では, 高齢者や外国人の転落による事故が多く, 河川増水時に様子を見に行ったりしたことや, 降雪時の視界不良によるもの, 除雪作業時に誤って転落して溺水した事例もある。



図-5 魚野川調査区域

3. 魚野側水系および他河川での水難事故発生例

前章より, 事故発生流域や事故原因がある程度把握できたが, ここでは, 他地域での事故発生状況について著者らが過去に実施した例を示す。ここでは, 新潟県魚野川水系, 宮城県白石川, 東京都多摩川, 屋久島中間川の4河川について示す。これらの河川では, 流況把握, 水深計測, 底質採取, 水底写真撮影などを実施している。



図-6 白石川調査区域

(1) 新潟県魚野川

図-5に魚野川の調査区域を示す。新潟県魚沼市から湯沢町を流れる流域であり, 新潟県内でも規模が大きい河川である。ここでは, 溪流や瀬などにおける釣行中の事故が多発している。溪流での事故では岩からの滑落が考えられ, 瀬での事故では足場が悪い中で流される事故が考えられる。魚野川での中央粒径は40mmとされており, それによる安息角は $30^{\circ} \sim 36^{\circ}$ となる。

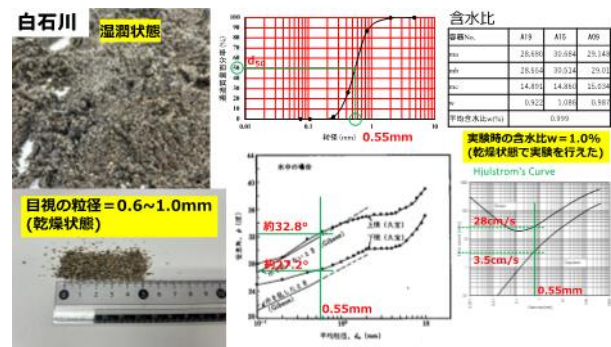


図-7 白石川粒径・安息角

(2) 宮城県白石川

図-6に, 宮城県白石川⁵⁾での調査区域を示す。現場は白石川が阿武隈川と合流する約700m手前である。ここでは川岸から沖へむけて延伸する砂嘴付近で事故は発生した。砂嘴の川岸付近では透明度の高い遠浅地形であるが, 先端部では急勾配地形である。ここでは, 流れの乱れで水面から下の状況を把握できずに, 遠浅地形が継続すると誤認しやすい地形状況であった。図-7に事故現場の底質の中央粒径などを示す。ここでの中央粒径は0.55mmであり, 安息角は 30° 程度であった。これらより, 急勾配地形では, 比較的細かい砂であり, ほぼ安息角勾配であったため, 踏み込むと底質が崩壊・沈降する状態であり, 足元が不安定な状況であった。



図-8 多摩川調査区域

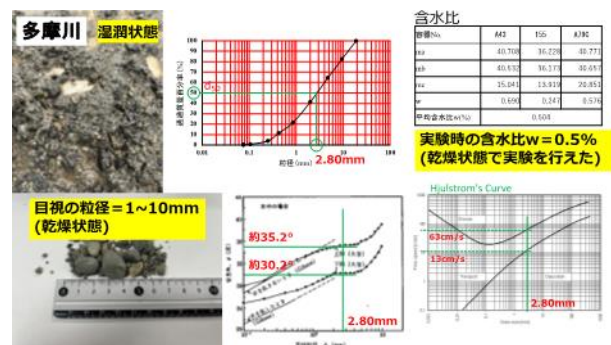


図-9 多摩川粒径・安息角

(3) 東京都多摩川

図-8に、東京都日野市多摩川水系秋川での調査区域を示す。場所は多摩川と秋川が合流する約1 km 上流であり、現場では、下流側に堰があり、秋川へ小河川が流入する地形となっている。ここでは堰の影響で流れは停滞気味である。河岸付近では遠浅の地形に見えるが、河川中央付近では水面反射や透明度の問題で水底が見えず、遠浅が継続する地形と誤認しやすい地形であった。図-9に底質の状況を示す。ここでは、底質の粒径は礫や砂が混合し不均一であったが、中央粒径2.80 mm であり、安息角は30° ~35° であった。

(4) 鹿児島県屋久島町中間川

図-10に鹿児島県屋久島町中間川の調査区域を示す。調査現場は屋久島の中間川の河口から約30 m 上流である。河岸の砂で急勾配地形が形成されており、ここで事故が発生した。図-11に事故現場の底質の中央粒径などを示す。ここでの中央粒径は1.35 mm であり、安息角は30° 程度であった。ここでは、透明度高く河岸から水底の状況を見ることは可能であるが、ほぼ安息角となる急勾配地形であるため、足を踏み入れると斜面は崩壊しやすい状況であった。

(5) 4 河川の底質の特徴

4 河川での底質の中央粒径やその粒径での安息角、さらには浸食状況や堆積状況となる流速などの情報を表-1に示す。表より、各地域での中央粒径は不均一であるが、その成分で構成される斜面の安息角はいずれも30° 前後である。

浸食と体積の目安となる流速を比較すると、浸食や堆積傾向となる流速は、粒径の大きさに対応する。新潟県魚野川は屋久島町中間川の粒径の約2倍の大きさであり、対応して流速も増大する。また、小さい粒径の底質は浮遊砂として輸送され、粒径が小さいほど、斜面を形成する安息角が小さくなる傾向がある。しかし、白石川や屋久島のように中央粒径は2 mm 以下で小さいが、踏み込んだ荷重で斜面が崩壊する危険性があり、このような河川に入水する場合には、特に注意が必要であると考えられる。この場合、無理に脱出しようとせず、河川の流に身を任せるなどの対応が重要となる。

魚野川のように粒径が大きい河川では、細かい浮遊砂の他に大柄の礫などは掃流砂として移動する。これらの礫は固定されておらず、踏み込んだ際に不安定でバランスを崩しやすい。掃流砂の粒径が大きいほど平均流速が速くなり、危険性が增大することが考えられる。魚野川での浸食傾向の流速は比較河川の中で一番流速が速い。

表-1 各河川粒径・安息角・侵食堆積流速

河川名	白石川	中間川	多摩川	魚野川
中央粒径 d_{50}	0.55mm	1.35mm	2.80mm	40mm
侵食流速	0.28m/s以上	0.4m/s以上	0.63m/s以上	2.5m/s以上
堆積流速	0.035m/s以下	0.07m/s以下	0.13m/s以下	0.6m/s以下
安息角上限	33度	34度	36度	36度
安息角下限	27度	28度	30度	30度



図-10 中間川調査区域

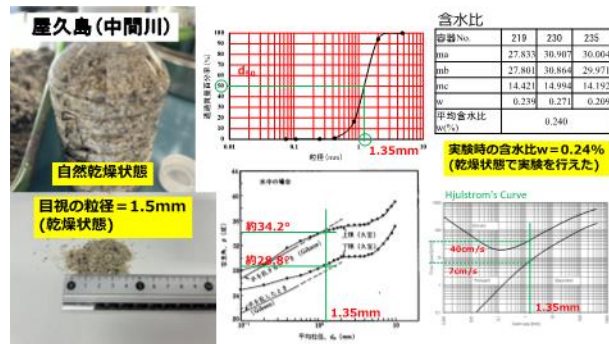


図-11 中間川粒径・安息角

4. 動水圧と流速の関係(水平力)

河川内で人体が流れから受ける水平力(水平方向の動水圧)を算出た。動水圧は式(1)を用いて流速と断面積から求めた。

$$F = 0.5\rho C_D v^2 A \quad (1)$$

ここで、 ρ :水の密度 C_D :抵抗係数 A :物体の面積であり、成人男性、成人女性、10歳男児、10歳女児について流速0.5 m/s~3.0 m/s までの水平力を算出した。

また、図-12に成人男性が水深0.5 m 程度の瀬階において身体(足部)にかかる水平力を、表-2に、水深1 m 程度の瀬階における身体の水平力を示す。

図より、瀬階における成人男性の身体にかかる水平力は流速2 m/s の場合、30 kg となり、電動自転車一台程度の加重がかかる。この場合姿勢保持は困難となると考えられる。

次に、瀬階における成人男性の水平力は流速2 m/s の場合、約160 kg のとなり、成人男性2.5人分程度の加重がかかる。この場合、水中で姿勢を保つことは困難となると考えられる。このように、瀬階における小水深の場所でも危険であることがわかる。また水位が増大すると水平力は更に増大することから、ダムの放水や急な天候悪化による増水に注意が必要であると考えられる。

5. 新潟県内の河川危険度把握

魚野川の支川を上流域、下流域に分け河川内を瀬と淵に分類し、インターネットなどから取得した画像から水位と流速を判断し、犬飼ら⁶⁾の流速と水位からの避難困難度の表にあてはめ、各河川の避難危険度を把握した。図-13 に各流域の状況を示す。図より、大源太川は避難行動が容易な水位と流速であり、三國川や佐梨川、水無川が避難困難であると考えられる。これらは取得画像における平均的な流況から判断した結果であり、場所よっての避難困難度を把握する必要がある。

6. まとめ

本研究では新潟県内の河川における水難事故の発生状況を把握するとともに、事故原因の考察を行った。その結果、新潟県では魚野川や信濃川で事故が多く、釣行中、作業中、散歩時の転落などの事故が多い。魚野川では釣行中の事故が多いことから水位や流速、水中安息角や水平力より危険度を判断した。水平力は、成人男性の場合、膝程度の水深でも約 30 kg の力がかかるり、体全身であると約 160 kg の水平力が作用する。水底の底質を比較すると新潟県内の河川の粒径は既往研究の白石川等に比べ、大きく、底質で斜面を形成する安息角も大きい。水位と流速の関係から魚野川の支川において避難困難度を比較することで、河川危険箇所を把握することが可能であり、今後の水難事故防止に寄与できる可能性がある。

参考文献

- 1) 犬飼直之ら, "新潟東港周辺における突堤で囲まれたカस्प地形海岸での離岸流の生成機構について", 土木学会論文集 B2 (海岸工学), Vol. 71, No.2, I 1687-I 1692, 2015.
- 2) "水辺の事故の現状と分析～安全・安心に水と親しむために～", 日本財団, 2018.
- 3) "川の水難事故マップ", 河川財団, <https://www.kasen.or.jp/mizube/tabid118.html>, 2022.
- 4) "新潟県の河川一覧", 新潟県, <https://www.pref.niigata.lg.jp/sec/kasankanri/1202317242294.html>, 2019.
- 5) 犬飼直之, 安倍淳, 斎藤秀俊, "宮城県白石川での 2020 年中学生溺水事故時の地形および流況の特徴の把握", 土木学会関東支部新潟会研究調査発表会論文集, 40 巻, II-106, p.4, 2022.
- 6) 犬飼直之, 篠原将也, 山本浩, 江尻義史, 大竹剛史, "砂浜を遡上する波浪で水難事故が発生する可能性のある新潟県内の海岸の把握について", 土木学会論文集 B2 (海岸工学), Vol. 73, No.2, I 1471-I 1476, 2017.

表-2 体全身にかかる水平力(kg)

年齢\流速	0.5 m/s	1.0 m/s	1.5 m/s	2.0 m/s	2.5 m/s	3.0 m/s
成人男性	10.5	41.8	94.1	167.3	261.4	376.4
成人女性	9.7	38.9	87.5	155.5	242.9	349.8
10歳男児	6.5	25.8	58.1	103.3	161.4	232.5
10歳女児	6.0	24.0	54.0	95.9	149.9	215.9

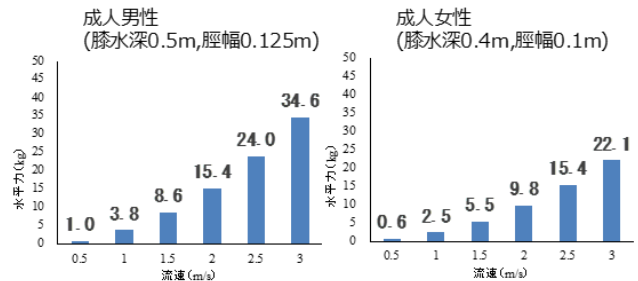


図-12 成人の片足にかかる水平力

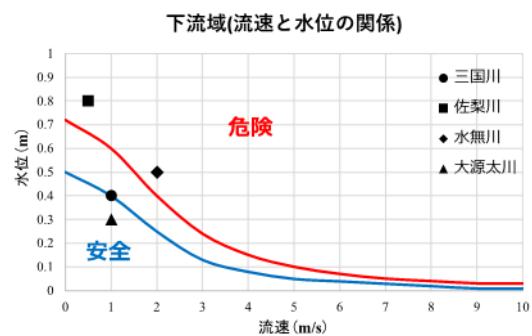


図-13 魚野川流域での避難危険度