

## 平野部を流下する河川で発生する水難事故の特徴把握

水圏防災工学研究室：塚野音吾

指導教員：犬飼直之

### 1. 研究背景

我が国では水難事故が毎年発生しており、河川は主要な事故発生場の一つである。平野部河川は生活圏に近く、利用しやすい一方で、見た目に穏やかで浅く見える場所が多いため、危険性が過小評価されやすい。しかし実際には、局所的な急深地形、水底視認性の低下、複雑な流況が重なることで、短時間で溺水に至る危険構造が形成される場合がある。

### 2. 研究目的

本研究は、平野部河川の水難事故を対象に、地形・視認性・流況を統合して、事故発生から復帰困難化までの過程を解明することを目的とする。現地観測と数値シミュレーションで事故時に近い条件を再現・検証し、事例比較により地点固有要因と共通要因を抽出して、危険地点の判別や進入判断、復帰困難化対策に資する実務的知見を提示する。

### 3. 研究手法

各事例では、水深計測（メモリー式測深器等）、流況観測（着色剤可視化、ADCPによる流速・流向評価）、底質・水底状況調査（底質採取、水底撮影、傾斜角把握）、地形測量（UAV、RTK-GNSS）を実施した。白石川では、平面2次元の数値シミュレーションで事故時に近い流速分布・循環流を再現し、移流拡散計算により事故地点からの移動経路と到達時間を推定して、最終目撃地点・発見位置との整合を検証した。

### 4. 岡山県旭川

#### 事故概要

河川名：旭川(旭川水系一級河川)

被害者：女子中学生、60代男性

事故発生日時：2025年6月11日夕方ごろ

調査日：2025年9月11日

#### 調査内容

- ・地形把握(測量器, 測量棒)
- ・流況把握(着色剤, ADCP, 流速計)
- ・航空写真撮影(無人航空機)

### 4. 1 流況把握

着色剤散布結果を図4-1-1、図4-1-2に示す。着色剤散布の結果、散布場所①では3分後に下流へ約20m拡散し、平均流速は約0.1m/sで、比較的穏やかな流況であった。一方、散布場所②では26分後に上流へ約100m拡散し、平均流速約0.07m/sの循環流が確認された。この循環流は砂嘴周辺の流れの剥離に起因すると考えられ、流速は小さくても岸側への復帰を妨げる可能性がある。

ADCP観測では、地点①・②で下層の流速が表中層より大きく、下層で右岸方向成分が現れたのに対し、地点③では全層で低流速かつ上流向きが卓越した。以上より、本水域には層ごとに流速・流向が異なる3次元の流れ構造が存在し、復帰行動を難しくして溺水リスクを高めることが示唆された。



図 4-1-1 着色剤散布場所①

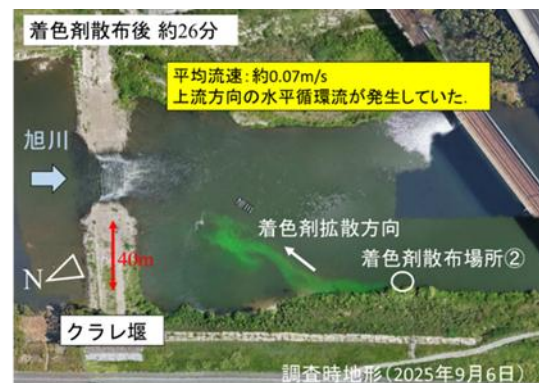


図 4-1-2 着色剤散布場所②

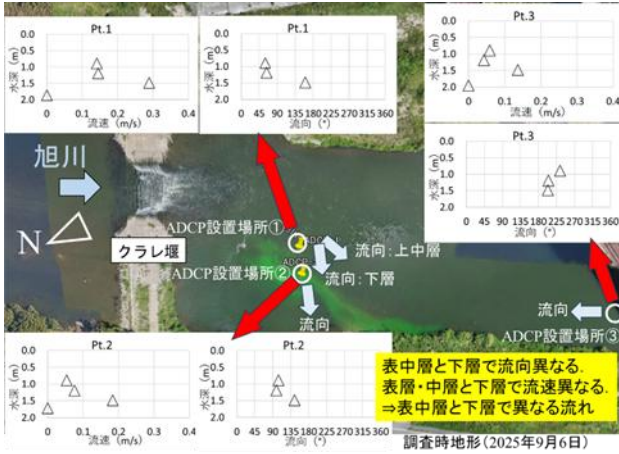


図 4-1-3 ADCP 設置場所と結果

#### 4. 2 地形把握

図 4-2-1 より、入水地点付近では水底が視認できる浅水域が広がっているが、下流方向へ進むと透明度が 0.8 m 以下となり、水底の判別が急に難しくなることが確認された。この視認性の低下により、実際の水深変化を把握しにくく、利用者は浅い地形が連続していると誤認しやすい状況であった。

さらに図 4-2-2 より、入水地点から約 14 m までは水深が 0.8 m 前後で推移している一方、その直後の約 14~16 m 区間では約 1/4 勾配 (約 14°) で水深が急増していた。すなわち、本地点は「見た目には遠浅に見えるが、実際には短距離で急深化する」地形特性を有しており、足底支持を失って姿勢を崩しやすい、高リスクな水域であることが示された。



図 4-2-1 事故発生場所付近の地形状況

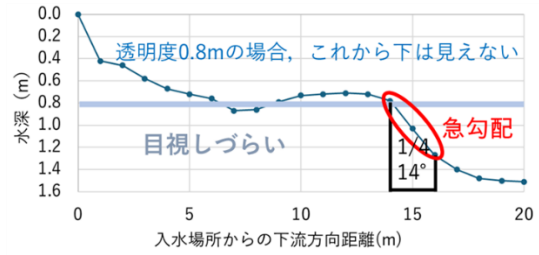


図 4-2-2 入水場所から下流方向の水深変化状況

#### 4. 3 まとめ

岡山県岡山市旭川の事例では、入水地点付近は浅く見える一方で、短距離のうちに水深が急増する地形が確認された。加えて、水底の視認性が低く、遠浅が続くように誤認しやすい条件であった。さらに、堰越流の影響に加えて砂嘴周辺で循環流が形成され、流速・流向が局所的に変化する複雑な流況が生じていた。これらの結果から、事故時には地形を過小評価したまま進入し、急深部で足底支持を失った可能性が高い。その後、主流および循環流的作用により浅水域への復帰が困難となり、溺水リスクが増大したと考えられる。すなわち本事例の事故要因は、急深地形、視認性低下、複雑流況の三要素が重なって作用した点にあると整理できる。

#### 5. 宮城県白石川

##### 事故概要

河川名：白石川 (阿武隈川水系一級河川)

被害者：女子中学生 2 名

事故発生日時：2020 年 8 月 6 日 13 時 20 分頃

調査日：2021 年 8 月 1,2 日

##### 調査内容

- ・聞き取り調査
- ・地形把握 (測量棒, 測深器)
- ・流況把握 (着色剤)
- ・航空写真撮影 (無人航空機)

##### 5. 1 流況把握

図 5-1-1 より、砂嘴先端部は入水地点付近では水底が見えるが、河川中央側へ数 m 移動すると水底が見えにくくなり、水深が急増することが確認された。このため、利用者は遠浅が続くと誤認したまま急深部へ進入し、足底支持を失う危険が高い。

図 5-1-2 より、砂嘴先端から約 3 m までは緩勾配 (約 8.5~14°) である一方、3~4 m 区間で急勾配 (約 34°) へと急変し、水平移動 1 m あたり約 1.5 m 水深が増加する。透明度を約 1 m とすると、この急変部は水面上から水底形状を把握しにくく、水深の急増を事前に認識しづらい。以上より、本地点では「視認性の低下」と「局所的急勾配」が重なることで、姿勢喪失 (転倒) や沈水に至るリスクが高まると考えられる。

さらに、急激な水深変化が事故リスクを高める要因となり得ることから、白石川の砂嘴形状に着目して落水メカニズムを整理する。白石川の底質は極粗砂に分類され、平均粒径と安息角の関係から安息角は 29~30°程度と推定される。図 5-1-4 に示す砂嘴崩壊状況から、砂嘴先端では人の荷重が加わることで局所的に砂が崩れ、足元の支持力が低下してバランスを崩し、落水に至る可能性がある。すなわち、砂嘴先端では脆弱な水底が形成されやすいことに加え、水底の視認性が低いことで危険を回避しにくく、結果として落水リスクを増大させると考えられる。

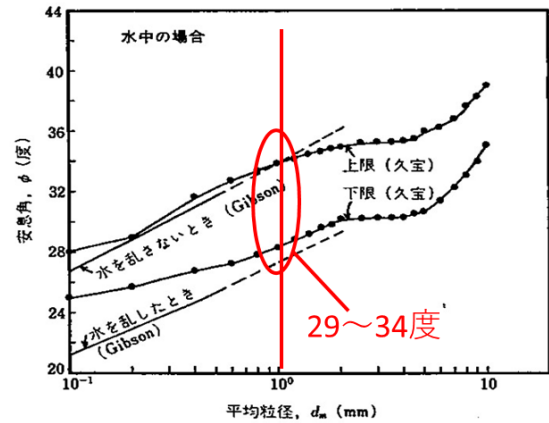


図 5-1-3 平均粒径と安息角

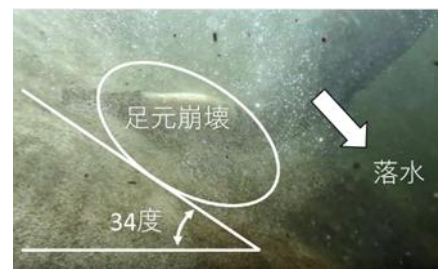


図 5-1-4 白石川の砂嘴の崩壊

## 5. 2 流況把握

着色剤追跡により、白石川では砂嘴先端の下流側に、主流とは逆向きの上流向き水平循環流が形成されることを確認した (図 5-2-1)。主流は下流方向へ流下する一方、岸沿いでは上流向きの流れが生じ、砂嘴先端へ向かう逆向き流れが発達しており、事故発生場所付近はこの循環の影響を受ける配置となっていた。また、砂嘴長は約 40 m で、先端部周辺で流れが分岐・再合流することで局所的に複雑な流況が生じていた。このような循環流は主流へ復帰する動きを妨げ、沈水後に浅水域へ戻ることを困難にする要因となり得る。以上の結果を踏まえ、事故地点周辺の流速場および循環構造を定量化するため、数値シミュレーションを実施した。



図 5-1-1 事故現場付近の砂嘴の様子

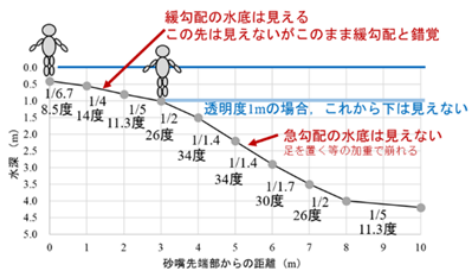


図 5-1-2 砂嘴の水深変化状態

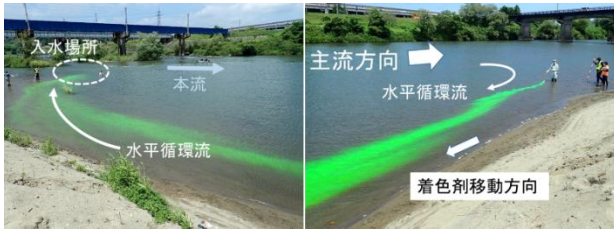


図 5-2-1 着色剤の散布

### 5. 3 流れの数値シミュレーション

現地調査で得られた地形情報および流況観測結果を基に、事故発生区間における流れの特徴を数値的に再現し、事故発生要因の検討を行った。今回のシミュレーションでは、図に示す連続式および運動方程式を平面 2 次元で陽的に差分化したモデルを使用しました。また、溺水者の流下経路を把握するために、拡散方程式も同様に差分化し、流れの計算と同時に行った。

ここで、連続式は次のように示す。

$$\frac{\partial \xi}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \{(\xi + h)u\} + \frac{\partial}{\partial y} \{(\xi + h)v\} = \frac{\partial b}{\partial t} \quad (3.1)$$

また、x および y 方向の運動方程式は、それぞれ 2 式で示す。

$$\frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} + g \frac{\partial \xi}{\partial x} - A_h \left( \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} \right) - \frac{gu\sqrt{u^2 + v^2}}{(\xi + h)C^2} = 0 \quad (3.2a)$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} + u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} + g \frac{\partial \xi}{\partial y} - A_h \left( \frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} \right) - \frac{gv\sqrt{u^2 + v^2}}{(\xi + h)C^2} = 0 \quad (3.2b)$$

t: 時間, Ah, Av: 水平・鉛直渦動粘性係数

C: Chezy 係数

$$\frac{\partial c}{\partial t} + u \frac{\partial c}{\partial x} + v \frac{\partial c}{\partial y} - A_h \left( \frac{\partial^2 c}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 c}{\partial y^2} \right) = 0 \quad (3.3)$$

u は x 方向流速, v は y 方向流速, C は濃度

Ah は水平渦動粘性係数

シミュレーションに使用した地形は、調査で得られた地形データを用いた。計算条件は、船岡観測所の河川流量を入力して水域の流況を計算した。

次に、図 5-3-1 にシミュレーション結果を示す。数値シミュレーションの結果、事故発生場所周辺では、瀬からの流れの合流により複雑な流況が形成され、砂嘴周辺には低流速の水平循環流が生じることを確認した。この循環流は、

極粗砂の堆積・維持に關与する可能性が高い。また、粒子追跡では、推定事故発生場所から最終目撃場所まで最短約 6 分で到達し、その後発見場所付近にも到達した。発見場所周辺では、床固め地形の影響により滞留しやすい傾向が示され、現地観測結果と概ね整合した。

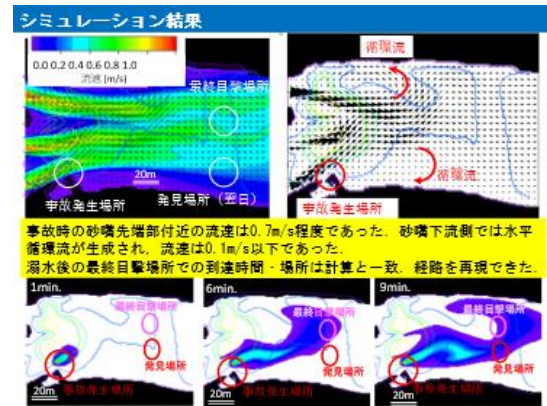


図 5-3-1 シミュレーション結果

## 6. 福岡県犬鳴川

事故概要

河川名：犬鳴川（遠賀川水系一級河川）

被害者：小学校高学年の女兒 3 名

事故発生日時：2023 年 7 月 21 日

調査日：2023 年 8 月 26 日

調査内容

- ・聞き取り調査
- ・地形把握（測量棒，測深器）
- ・底質把握（底質採取，水底勾配，水底撮影）
- ・航空写真撮影（無人航空機）

### 6. 1 地形把握

入水地点近傍では水底が視認できる一方、進行方向の先では反射の影響で水底が見えず、遠浅が続くように誤認しやすい状況であった。そのため、利用者が地形を過小評価したまま事故発生場所へ進入し、急な水深変化に直面する危険性が高いと考えられる。

図 6-1-2 より、入水地点からわずか 0.7 m 前進しただけで水深が約 0.4 m 増加しており、水底勾配は約 30°（水中計測でも約 27°）の急斜面であることが確認できる。このため、見た目は穏やか

な浅水域であっても、短距離で足底支持を失いやすく、転倒・沈水につながる危険な地形条件であったと考えられる。



図 6-1-1 犬鳴川の地形状況

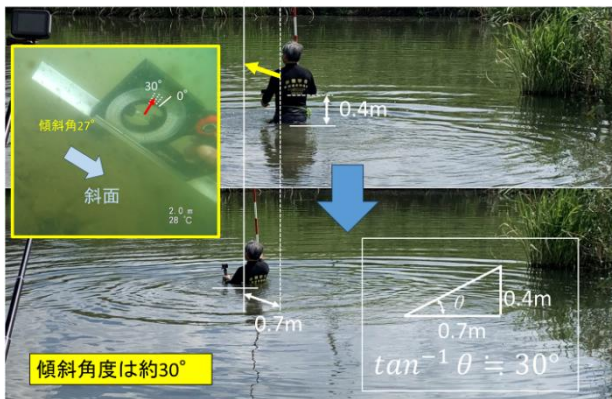


図 6-1-2 犬鳴川水深変化状況

## 6. 2 まとめ

調査の結果、犬鳴川の事故現場は、入水地点近傍では浅く見える一方で、河川中央方向へわずかに進むと急勾配により水深が急増する地形であり、見かけの安全性と実際の危険性に大きな乖離があった。このため、水面反射による地形誤認のまま進入して急深部で足底支持を失い、いったん姿勢を崩すと短時間で回復が難しくなる条件にあったと考えられる。以上より、本事例の主因は、視認性低下と急深地形の重畳にあると結論づけられる。

## 7. 平野部を流下する水難事故の共通点

平野部河川の3事例に共通して確認された要

因は、①短距離で水深が急増する急深地形、②透明度低下や水面反射に起因する水底視認性の低下、③循環流の形成や流向・流速の急変を伴う複雑流況であった。これらが重なることで、外観上は浅く安全に見える地点でも、数歩の移動で急深部に到達し、足底支持を失って姿勢を崩しやすい条件が形成される。さらに、沈水後は循環流や局所的な強流によって下流側へ押し戻される、あるいは岸側・浅水域への移動が阻害されるため、自力での復帰が困難となり、溺水リスクが増大すると考えられる。加えて、視認性が低い環境では危険地形の認知が遅れ、退避行動の開始が遅延する可能性がある。以上より、事故は「進入の容易さ」から「地形誤認」、「急深部での姿勢喪失」を経て「復帰困難」へと至る連鎖過程をとりやすい点が特徴である。

## 8. まとめ

### ①砂嘴の形成要因

白石川では、砂嘴周辺に水平循環流が確認された。循環流域の流速は概ね  $0.1 \text{ m/s}$  以下であり、粒径との関係から堆積傾向となるため、砂嘴の発達・維持に寄与すると考えられる。

### ②事故地点への接近容易性

平野部河川では、階段・スロープ等の進入路により水辺へ容易に接近できる。アクセスのしやすさが入水行動を促し、事故リスクを高める可能性がある。

### ③事故形態の多様性

水難事故は、転落・滑落・急激な水深変化など複数パターンで発生する。特に都市周辺では、構造物起因の事故が生じやすい。

### ④水底視認性低下による地形誤認

透明度低下や水面反射により、急勾配部・深みの位置を水面上から把握しにくい。その結果、「遠浅が続く」という誤認が生じ、進入判断を誤る危険が高まる。

### ⑤急激な水深変化地形の存在

入水直後は浅く見えても、数歩先で急深となる地形が多く確認された。視認困難条件と重なることで、支持喪失から沈水に至る可能性が高い。

## ⑥複雑流況による復帰困難化

主流とは異なる循環流・流向変化が存在し、岸へ戻る行動を阻害する。特に砂嘴周辺では、沈水後の自己復帰を困難にする流れが確認された。

## ⑦地形材料特性と局所不安定化

砂嘴先端部は安息角に近い急斜面で、足元崩壊が生じやすい。局所的な崩れが姿勢喪失を誘発し、沈水リスクを増大させる。

### 9. 今後の事故発生防止のために

#### ① 平野部河川の本質的リスク

平野部河川は穏やかに見えても、浅瀬の先に急深部や複雑流況が連続し、局所的に高リスク領域が形成される。

#### ② 事故進展の共通プロセス

3事例に共通して、進入しやすさ→地形誤認→「急深部での姿勢喪失→循環流下での復帰困難という段階的な事故連鎖が確認された。

#### ③ 有効な危険評価の視点

事故予防には、以下3指標の重なりを同時評価することが重要である。

- ・浅瀬先端の急深化境界
- ・水底不可視化が始まる視認閾値域
- ・循環流が生じる流況域

#### ④ 対策の方向性（地点対策＋行動対策）

- ・地点対策：危険域の明示，進入動線の制御，注意喚起表示の適正配置
- ・行動対策：学校・地域での啓発「見えている浅瀬の先が危険」

### 10. 今後の課題

#### ①時々刻々と変化する条件の整理

事故発生時の流量・濁度・水位変動は再現が難しく、調査時の状態との差が残り得る。今後は、流量条件や降雨履歴の違いに伴う地形・流況・視認性の変化を整理し、危険性が高まる条件（閾値）を定量化する必要がある。

#### ②視認性評価の定量化・指標化

透明度や水面反射は、観測時刻・日射・風などに左右される。今後は、「水底が認識できなくなる距離（視認閾値域）」を写真解析や簡易計測等で定量化し、危険地形（急深化境界）との位

置関係を指標として整理することが求められる。

#### ③流況観測と数値計算の高度化

循環流や流向急変は局所的かつ三次元的である可能性がある。今後は ADCP 等の観測密度の向上に加え、必要に応じて3次元計算や乱流・構造物（床固め・堰など）の影響を考慮し、復帰困難化に直結する流れ構造をより精緻に把握する必要がある。

#### ④危険地点抽出の一般化と実務適用

現地計測やシミュレーションは有効だが、すべての地点で同等に実施することは難しい。今後は、①急深化境界，②視認閾値域，③循環流域の「重なり」を現場で簡易に判定できるチェックリスト化・簡易計測手順化を進め、河川管理・学校教育・地域啓発へ接続する必要がある。

### 参考文献

- 1) 警察庁生活安全局生活安全企画課：令和6年における水難の概況等，2025  
[https://www.npa.go.jp/publications/statistics/safetylife/r06\\_suinan\\_gaikyou.pdf](https://www.npa.go.jp/publications/statistics/safetylife/r06_suinan_gaikyou.pdf)
- 2) 国土交通省：水文水質データベース  
<https://www1.river.go.jp/>
- 3) 国土交通省：水文水質観測所情報「三野」，水文水質データベース  
<https://www1.river.go.jp/cgi-bin/SiteInfo.exe?ID=307121287708030>
- 4) 国土交通省：水文水質観測所情報「船岡大橋」，水文水質データベース  
<http://www1.river.go.jp/cgi-bin/SiteInfo.exe?ID=302011282206100>
- 5) 国土交通省：水文水質観測所情報「宮田橋」，水文水質データベース  
<https://www1.river.go.jp/cgi-bin/SiteInfo.exe?ID=309011289902190>
- 6) 気象庁：過去の気象データ検索  
<https://www.data.jma.go.jp/stats/etrn/index.php>
- 7) tenki.jp：実況天気図（過去）  
<https://tenki.jp/past/chart/>

8) Google : Google マップ

<https://www.google.co.jp/maps>

9) 株式会社東邦電探 : ポータブル型電流速計  
CMT-10C 「とびうお君」

[https://www.dentan.co.jp/products/portable\\_ryusoku/](https://www.dentan.co.jp/products/portable_ryusoku/)

10) KSB 瀬戸内海放送 : 岡山市の旭川で水難事故  
女子中学生と男性 (69) が死亡 警察「川は  
見た目以上に危険 溺れた人を見つけたらまず  
110 番を」

<https://news.ksb.co.jp/article/15837709>

11) 産経ニュース : 川で流された中学 2 年の女  
子生徒と救助男性が死亡 「遊んでいたら浅瀬か  
ら転落」 岡山

<https://www.sankei.com/article/20250611->

[U5426ARROFMFXIBYUBIDSBXQQA/](https://www.sankei.com/article/20250611-U5426ARROFMFXIBYUBIDSBXQQA/)

12) 毎日新聞 : 川に流され中 1 少女 2 人不明 川  
遊び中 宮城・柴田

<https://mainichi.jp/articles/20200806/k00/00m/040/14>

[6000c](https://mainichi.jp/articles/20200806/k00/00m/040/146000c)

13) 産経ニュース : 宮城の川で女性 2 人発見,  
死亡確認 流された中 1 か

<https://www.sankei.com/article/20200807->

[XYXMXU73LNKIPFOYFIRLFDPTGM/](https://www.sankei.com/article/20200807-XYXMXU73LNKIPFOYFIRLFDPTGM/)

14) Adobe : Adobe Photoshop とは? こだわりが  
伝えられる画像編集ツール

<https://www.adobe.com/jp/products/photoshop/beginner.html>

15) Agisoft (紹介ページ) : PhotoScan

<http://www.kobeseiko.co.jp/soft/PhotoScan.html>

16) 国土地理院 : オルソ画像とは

<https://www.gsi.go.jp/gazochosa/gazochosa40002.html>

↓

17) Yahoo!ニュース (エキスパート) : 福岡・小  
6 女兒 3 人はなぜ溺れたのか 「隠れため池」を緊急  
検証する

<https://news.yahoo.co.jp/expert/articles/83f2f1682b49>

[ffd9f40e99161a2846ccd040698b](https://news.yahoo.co.jp/expert/articles/83f2f1682b49ffd9f40e99161a2846ccd040698b)

18) 朝日新聞 : 女子児童 3 人, 川でおぼれ死亡  
夏休み初日 福岡県の犬鳴川

<https://www.asahi.com/articles/ASR7P4SJJR7PTIPE00H.html>