

矢田川弁天淵の消失原因に関する研究

愛知県庁 正会員 ○荒木 峻矢
鳥取大学大学院 正会員 檜谷 治
鳥取大学大学院 正会員 梶川 勇樹

1. はじめに

兵庫県北部を流れる 2 級河川の矢田川には、かつて、「弁天淵」と呼ばれた矢田川最大級の淵が存在し、昭和 50 年代頃までは、アユ釣りの名所、子供たちの水遊びの場として地域住民に親しまれていた(図-1)。しかしながら、現在、淵には大量の土砂が堆積し、大半が陸化している。平成 22 年度には、淵を再生するための実験的工事が行われたものの、継続的な淵の再生・維持には至らなかった。そこで現在、弁天淵再生に向けた試みがなされているが、そのためには、淵の消失原因を明らかにしておくことが必要不可欠である。

そこで、本研究では、矢田川弁天淵を対象とし、航空写真から弁天淵の変遷について考察するとともに、浅水流モデルによる河床変動計算により、淵が消失した原因について検討した。

2. 航空写真による弁天淵の変遷について

まず、図-2 に昭和 51 年および平成 6 年における弁天淵周辺の航空写真を示す¹⁾。従来、弁天淵は、矢田川左岸の屈曲部に位置する弁天岩前面に存在し、数 m 程度の水深を有していた。しかしながら、図-3 に示すように、現在は弁天岩前面には土砂が堆積し、淵の存在は確認できない。

図-2 を見ると、昭和 51 年の矢田川の流れは、弁天淵上流の弯曲部から弁天岩に向けて、比較的左岸側に寄った流れとなっていることが分かる。一方、平成 6 年の写真では、上流弯曲部から弁天岩にかけて、左岸側には砂州が形成されており、右岸堤防に沿った流れとなっている。この昭和 51 年から平成 6 年までの間、上流弯曲部には井堰が設置されていることが分かる。井堰は、右岸下流域の農業用水を確保するために設置されたものであり、航空写真の比較から、井堰の設置以降、左岸側の砂州の形成が進み、淵が消失してしまう様子が確認できた。矢田川では、図-1 に示す入江ダムが昭和 33 年に建設されており、その他河川改修も行われているものの、ここでは、井堰の設置が淵消失の最大の原因のひとつであると考えられた。

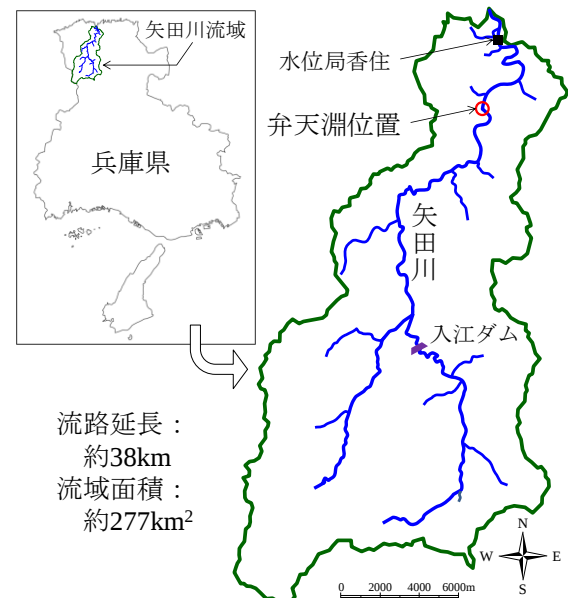


図-1 矢田川流域および弁天淵位置図

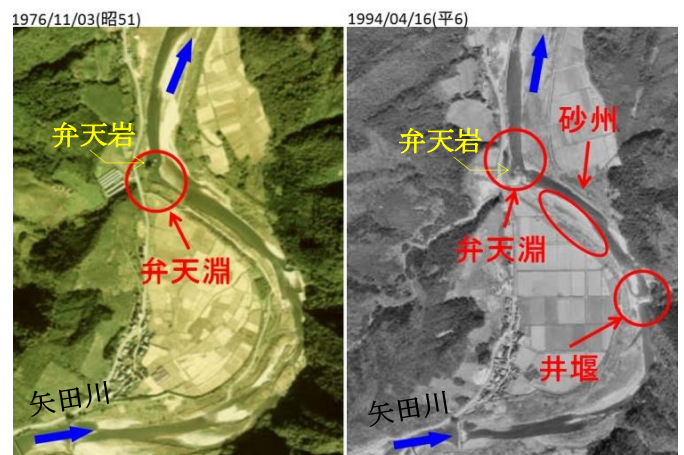


図-2 弁天淵周辺の航空写真



図-3 2013 年 8 月 7 日時点での弁天淵周辺の様子

3. 数値計算モデルと計算条件

前章の航空写真の比較から、井堰の設置が淵消失に影響しているのではないかと考察された。そこで、本研究では、浅水流モデルを用いた平面2次元の河床変動計算により、井堰の有無による弁天淵周辺の流況および河床変動状況について検討した。流れ場の計算には、水深積分された浅水流方程式を使用し、河床変動計算では一様粒径の掃流砂のみを考慮した。基礎方程式の差分化には、移流項に5次精度WENO法、時間積分には3次精度TVD Runge-Kutta法を使用した。数値モデルの詳細については、参考文献²⁾を参照されたい。

計算条件として、河床材料平均粒径 $d_m = 63.9\text{mm}$ 、粗度係数 $n = 0.036$ 、メッシュ間隔 $\Delta x = \Delta y = 2.0\text{m}$ 、計算時間間隔 $\Delta t = 0.5\text{sec}$ とした。計算ケースとして、まず、現在の流況の再現性を確認するため、図-4に示す現地地形を対象に、一定流量 $50\text{m}^3/\text{s}$ および $200\text{m}^3/\text{s}$ での流況計算を行った。流量 $50\text{m}^3/\text{s}$ については、図-1に示す香住地点水位を流量に変換し、流域面積比により弁天淵地点の流量を求め、流況曲線を作成した際の平水流量に相当する。次に、弁天岩上流左岸側の砂州を除去し(図-5)、井堰の有無による河床変動について検討した。この左岸側砂州の除去は、井堰が左岸砂州の形成に影響しているかを確認しやすくするためである。ここで、井堰の有無による検討では、図-6に示すような2011年台風12号時のハイドロを2波与えた。

4. 計算結果および考察

1) 現地流況の再現

計算結果として、図-7および図-8に、それぞれ流量 $Q = 50\text{m}^3/\text{s}$ および $Q = 200\text{m}^3/\text{s}$ 時の流速ベクトルおよび無次元限界掃流力分布を示す。

図-7(a)より、 $Q = 50\text{m}^3/\text{s}$ の平水時には、弁天岩上流域において、左岸側砂州を回避するように右岸側にみお筋が形成されている。そして、流れは弁天岩にまで到達していない。これらの状況は、図-3に示す現地の状況とほぼ同様である。図-7(b)からは、土砂移動が発生する無次元限界掃流力を0.05以上とすると、平水時にはほぼ土砂移動が発生しないことが分かる。

$Q = 200\text{m}^3/\text{s}$ の出水時である図-8(a)を見ると、弁天岩上流の左岸側において流れが発生しているものの、基本的には右岸側に集中した流れとなっている。また、図-8(b)を見ると、 $y = 600 \sim 700\text{m}$ および $y = 350 \sim 500\text{m}$ 付近で無次元限界掃流力0.1以上の値が表れており、

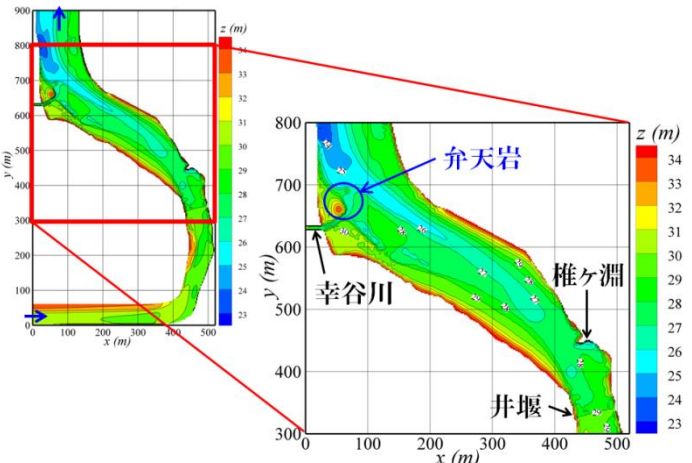


図-4 現地河床形状と計算領域

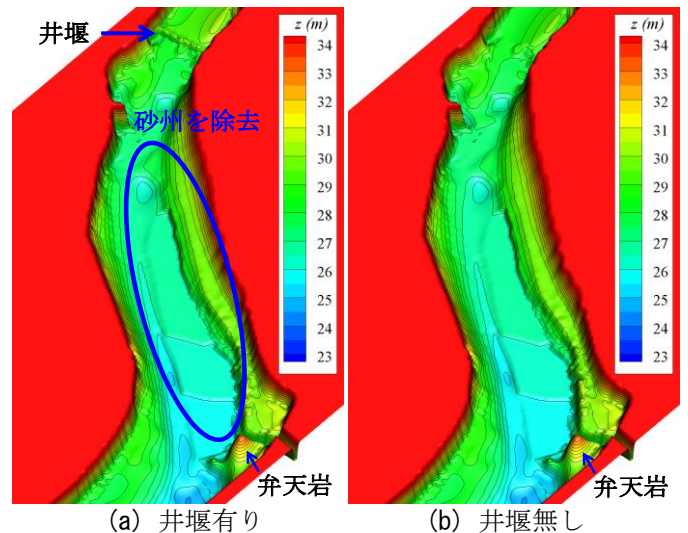


図-5 砂州除去後の河床形状

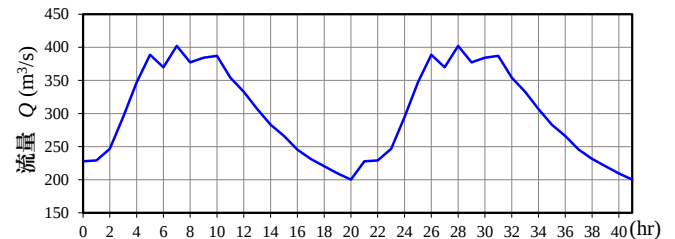


図-6 2011年台風12号時ハイドロ(2波)

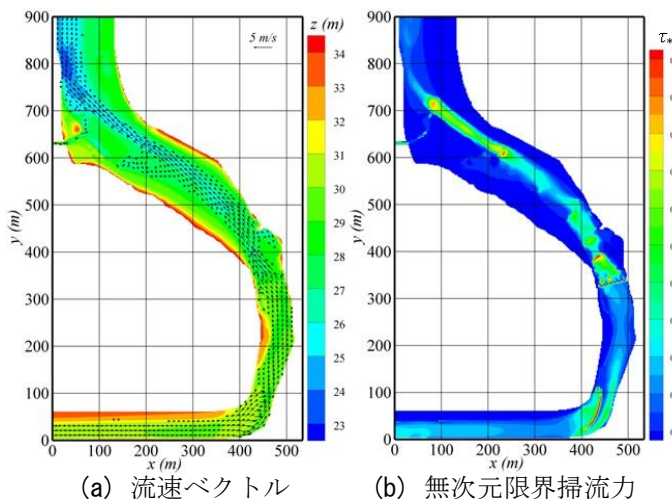


図-7 $Q = 50\text{m}^3/\text{s}$ 時の流況

土砂移動が発生する状況となっている。しかしながら、弁天岩周辺の $y = 600 \sim 700\text{m}$ 付近で土砂移動が発生する領域は、基本的に右岸みお筋に沿った領域である。したがって、現在の河床形状下では、 $200\text{m}^3/\text{s}$ 程度の流量では弁天岩周辺での河床変動は発生しない。

2) 井堰の有無による影響について

計算結果として、図-6 に示すハイドロを与えた時の最終的な河床変動量および流速ベクトル ($Q = 200\text{m}^3/\text{s}$) について、井堰有りの場合を図-9 に、無しの場合を図-10 にそれぞれ示す。

井堰有りの場合、図-9(a) から、弁天岩上流の左岸側で土砂堆積が発生している様子が分かる。一方の井堰無しである図-10(a)を見ると、左岸側では洗掘が発生しており、さらに右岸側での土砂堆積が顕著となっている。また、流速ベクトルをそれぞれ比較すると、弁天岩上流域での左岸側での流れが、井堰有りに比べて井堰無しの方が強い。これは、井堰無しでは、図-4 に示される井堰直下にある椎ヶ淵の大岩により、流れが強く左岸方向へと向けられたためではないかと考えられる。一方、井堰が有る場合には、井堰により流向が規定されてしまうため、椎ヶ淵の大岩に向けた流れが弱く、その結果、左岸方向への流れも弱くなったものと考えられる。

以上、井堰の有無による計算結果の考察からも、弁天淵消失の原因が井堰の設置にあるものと考えられる。

5. まとめ

本研究では、兵庫県北部を流れる矢田川弁天淵の消失原因に関し、航空写真および数値計算により、その原因の特定を試みた。その結果、淵の消失原因が井堰の設置にあることがほぼ特定された。

【謝辞】 本研究を行うにあたり、兵庫県但馬県民局新温泉土木事務所河川砂防課から水位データおよび資料等を提供して頂きました。ここに記して感謝の意を表します。

【参考文献】 1) 国土地理院：地図・空中写真閲覧サービス, <http://www.gsi.go.jp/tizu-kutyu.html>, 2014 年 3 月 31 日参照. 2) Kajikawa, Y., and Hinokidani, O.: Numerical Simulation of 2-D Bed Deformation in a Slit Sabo Dam, Proceedings of 35th IAHR World Congress, USB, Theme C, A11452, September 2013.

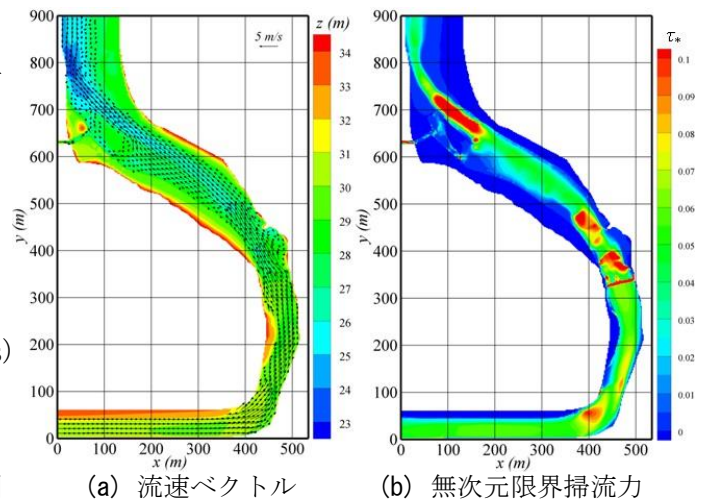


図-8 $Q = 200\text{m}^3/\text{s}$ 時の流況

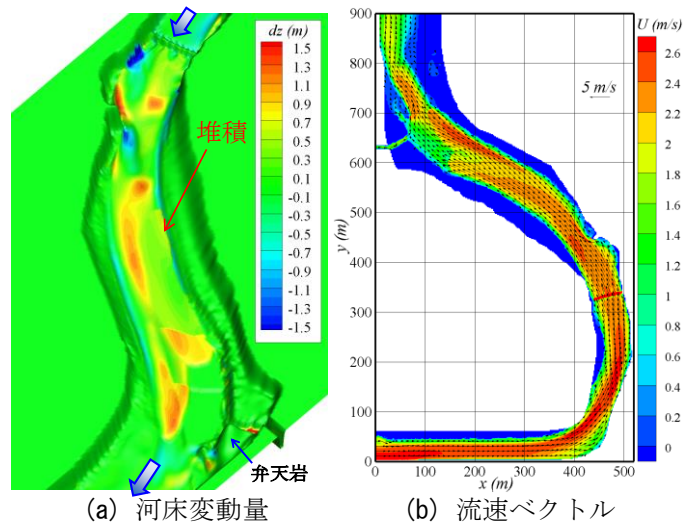


図-9 井堰有りの場合

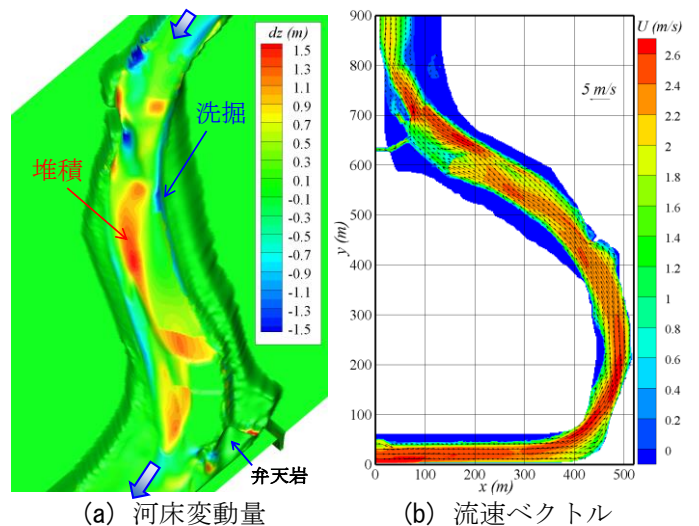


図-10 井堰無しの場合