

○京都大学防災研究所 宮田秀介
立命館大学理工学部 里深好文
京都大学防災研究所 藤田正治

1. はじめに

山地流域において発生する土砂濃度の比較的低い急激な出水現象であるフラッシュフラッド（鉄砲水）は、規模が小さくとも人的被害につながることが多い。フラッシュフラッドの発生要因としては、局所的な集中豪雨、集水性の高い地形、大量の地下水湧出と並んで、短時間で決壊する小規模な河道閉塞（天然ダム）が指摘されている。大規模な天然ダムの決壊に関する研究は数多く行われているものの、短時間で決壊する小規模河道閉塞に関する研究例は非常に少なく（例えば、小田ら，2010），現地スケールでは全くない。そこで本研究では、実際にフラッシュフラッドが観測され、さらに河道閉塞の痕跡がみられた水無川の事例を用いて、小規模河道閉塞によるフラッシュフラッド発生の可能性と発生する場合にはその洪水流量とタイミングについて検討を行う。

2. 新潟県南魚沼市・水無川において発生したフラッシュフラッドの概要

水無川は信濃川水系魚野川の支川であり、八海山等の急峻な山地を源流にもつ流域である。2008 年 7 月 27 日に源流域において、14:00 ごろより短時間かつ局所的な豪雨があり、フラッシュフラッドが発生した（長井・田村，2009）。本イベントでは中～下流部においてフラッシュフラッド先頭部が段波を形成して流下する様子が観察されており、流域中流部の大倉水位観測所では 10 分間に 1.22m という非常に急激な水位上昇が観測された。また現地踏査によると、上流部では支川（スナゴ沢）から土石流による流入土砂が水無川本川に河道閉塞を形成し、降雨中に決壊したとみられている。このことは、スナゴ沢より約 650m 下流地点において流量が増加した後、豪雨中にも関わらずいったん水位が低下し、14:30 以降に水位が再上昇した報告からも裏付けられる。

3. 計算モデルおよび計算条件

本研究で、河道閉塞の侵食・決壊過程を計算するために、側岸侵食を考慮した二次元河床変動計算モデル（高橋・里深，1999）を用いた。河道閉塞がお

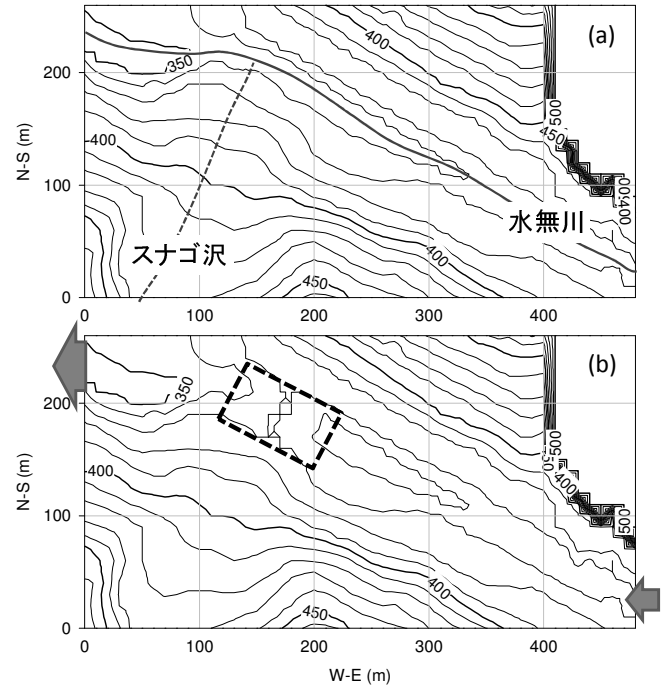


図 1. 計算領域の(a)元地形と(b)河道閉塞発生時の地形図。太点線は河道閉塞，灰色矢印は流入口と流出口を示す。

こった、スナゴ沢と水無川本川の合流点付近を計算領域とし、地形図より座標データを作成した。現地の痕跡より、高さ約 15m、幅約 50m の台形型の河道閉塞を仮定した（図 1）。河道閉塞の土砂量は約 14,000m³である。

長井・田村（2009）より読み取った八海雨量観測所の雨量データから、単位図法を用いて流入ハイドログラフを求めた。単位図法を用いる際に必要となる有効降雨（流出率 f ）については、0.5 から 1.0 までを 0.1 刻みで与えた 6 通りの流入ハイドログラフを設定した。河道閉塞の発生時刻は 14:30 から 15:20 の間に 5 分刻みで与え、河道閉塞発生時を初期条件として計算を行った。したがって、流入ハイドログラフ 6 通り、閉塞発生時刻 11 通りの計 66 ケースについて解析した。計算時間間隔は 0.2 秒、縦横断方向の計算格子間隔は 10m、マニングの粗度係数は 0.03、一様砂の粒径は 0.03m とした。

4. 計算結果と考察

図 2 に河道閉塞発生時刻 14:45、流出率 1.0 の河床

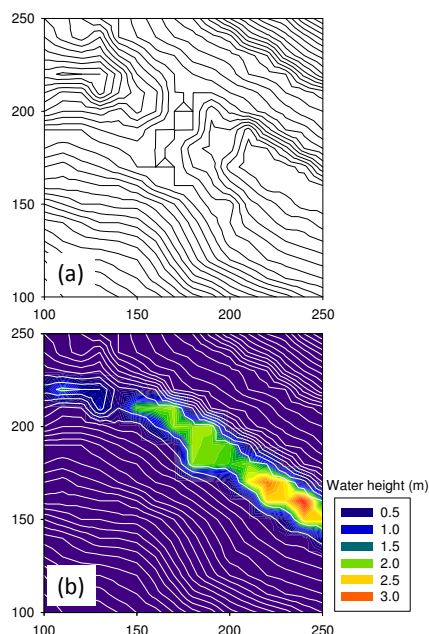


図2. 河道閉塞発生(a)直後、(b)決壊後の地形図および水深分布計算結果. 河道閉塞発生時刻 14:45, 流出率 1.0 として計算した.

形状変化および水位分布を示す。現地での痕跡調査結果と同様に、河道閉塞部の右岸側が侵食されて流路を形成しており、実際の現象を良好に再現することができた。

流出率 $f=1.0$ の河川流流量の計算例を図3に示す。河道閉塞がない場合のピーク洪水流出量が $222.6\text{m}^3/\text{s}$

であったのに対し、河道閉塞が発生した場合には、いずれの発生時刻においても $400\text{m}^3/\text{s}$ 以上の大きいピーク洪水流出が発生した。いずれのケースにおいても、河道閉塞部の越流が始まると侵食が急速に進行し、洪水流量が急激に増加した。また、降雨ピーク中に河道閉塞が発生したケースよりも、閉塞部の越流および侵食が始まったタイミングに流入量が増加するケースにおいてピーク洪水流出量が最大となった。一方、閉塞部において越流が始まるまでの時間は、平均流入量が多いほど短くなることが示された(図4)。

図5に河道閉塞時刻と流出率の各条件におけるピーク洪水流出量を示す。全体的な傾向としては、流出率が多い、すなわち流入量が多いほどピーク洪水流出量が大きくなった。ただし、河道閉塞のタ

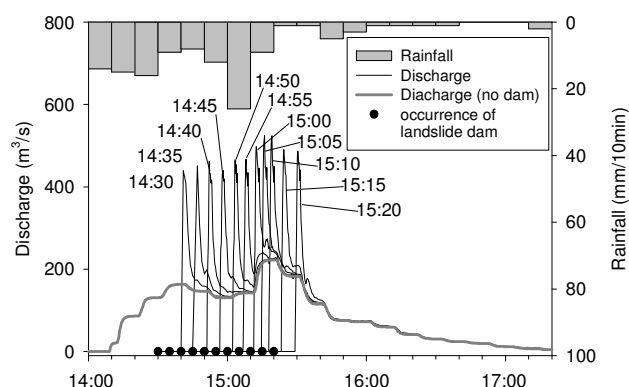


図3. 流出率 1.0 の洪水流出量計算結果. 図中の時刻は河道閉塞発生時刻を示す.

イミングによっては、流出率とピーク洪水流出量の関係が逆転した。これは、ピーク洪水流出量が越流開始時での流入量に大きく影響を受けるためと考えられる。

5. まとめ

短時間小規模河道閉塞によるフラッシュフラッド発生について、痕跡が確認された実際の事例をもとに二次元河床変動計算モデルを用いて河道閉塞発生のタイミングおよび流入ハイドログラフが洪水流出に及ぼす影響について基礎的な検討を行った。その結果、小規模河道閉塞が短時間で決壊に至り、急激な洪水流出量の増加をもたらすことが確認された。また、ピーク洪水流出量は、河道閉塞の越流開始時における流入量が大きく影響を及ぼすことが明らかとなった。したがって、短時間小規模河道閉塞によって発生するフラッシュフラッドの予測に向けては、短い時間刻みでの雨量予測が非常に重要といえる。

引用文献

- 小田・水山・宮本 (2010) : 砂防学会誌, 63(3), 3-10.
高橋・里深 (1999) : 京大防災研年報 42, B-2, 189-200.
長井・田村 (2009) : 土木技術資料, 51-9, 32-37.

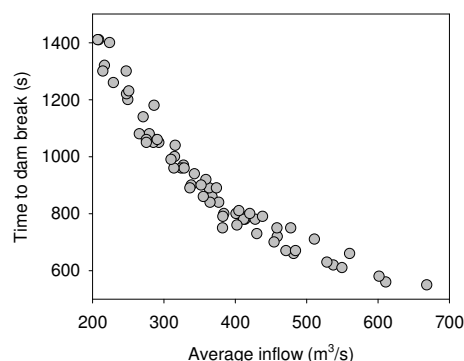


図4. 河道閉塞決壊までの平均流入量と時間の関係.

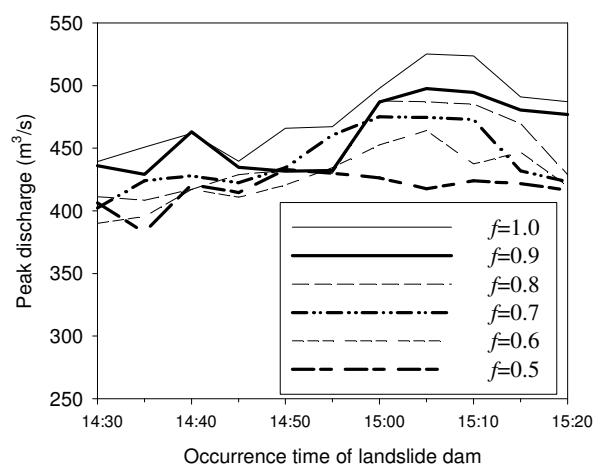


図5. 河道閉塞発生時刻とピーク洪水流出量の関係.