

1. はじめに

平成 20 年 6 月 14 日に発生した平成 20 年岩手・宮城内陸地震に伴って、栗原市、一関市周辺で、河道閉塞(天然ダム)が多数形成した。それらのうち、湛水池の水位上昇によって生じる上流域での浸水等と、河道閉塞(天然ダム)の決壊によって生じる下流域での洪水氾濫の危険性が高いと判断されたものは 15 箇所存在した(国土交通省国土技術政策総合研究所ら、2008)。著者らはこれらの河道閉塞(天然ダム)に対して緊急に危険度評価を行った。それらのうち 7 つの河道閉塞(天然ダム)が形成した迫川の場合について、緊急に実施した危険度評価の結果を報告するとともに、その後の河道閉塞(天然ダム)の変化について報告する。

2. 河道閉塞(天然ダム)の形成位置と時系列的変化

危険度評価は河道閉塞(天然ダム)の侵食の過程を推定し、その過程で土砂と水が流出した場合の流量の最大値を算出し、下流の河道における流下能力と比較して氾濫の有無を評価するものである。なお、今回の事例では、図-1 に示すように保全すべき人家等は河道閉塞(天然ダム)の下流側に位置していたため、下流における氾濫を評価している。手法の詳細は水野・小山内(2009)に詳細を記載したので参考にしていただきたい。

図-1 は迫川流域のうち花山ダムの上流域で形成した天然ダムの位置を示したものである。天然ダムは図中の▲印で示した 7 つの地区で形成した。家屋は 25,000 分の 1 地形図から読み取ると、上流から湯ノ倉温泉、温湯温泉、切留・穴ノ原、小川原、浅布、猪ノ沢、坂下・中村・大向、越戸、早坂、大田にある。また、迫川流域の近傍のアメダス観測所には栗駒山と駒ノ湯があるが、栗駒山の観測所は既に運用を終えていた。

写真-1 は湯浜地区で形成した河道閉塞(天然ダム)を撮影した写真で 2 つの時期の変化を示したものである。写真-1(a)から分かるように、迫川で形成した河道閉塞(天然ダム)



(a)2008 年 6 月 17 日 国総研撮影



(b)2008 年 10 月 1 日 国総研撮影

写真-1 湯浜地区の河道閉塞(天然ダム)の変化

の多くは表面が岩で覆われていた。また、写真-1(b)から分かるように、湛水池の水は河道閉塞(天然ダム)の天端の表面を流れているわけではなく、表面を覆う岩の間を伏流している。表-1 は写真から判読したものを実際として記載した。なお、湯浜、湯ノ倉、小川原地区では、湛水池の水は表面を覆う岩の間を伏流していたため、厳密な意味での越流ではないと考えて、「一」を記載した。

3. 危険度評価

3.1 河道閉塞(天然ダム)の侵食の過程の推定

危険度評価に際して想定する侵食の過程は①湛水池の水が河道閉塞(天然ダム)の天端の表面を乗り越えて下流へ流れて侵食するものと、②湛水池の水が河道閉塞(天然ダム)の中を浸透して下流端に達し、河道閉塞(天然ダム)の一部が崩れることで、湛水池の水が河道閉塞(天然ダム)を侵食するものの 2 つである。なお、本報告では伏流による水の浸透も②の過程に含まれるものとした。

①の過程に至るまでの時間は平成 20 年 6 月 25 日時点での湛水池の残容量を湛水池への実際の流入流量で割った値とした。

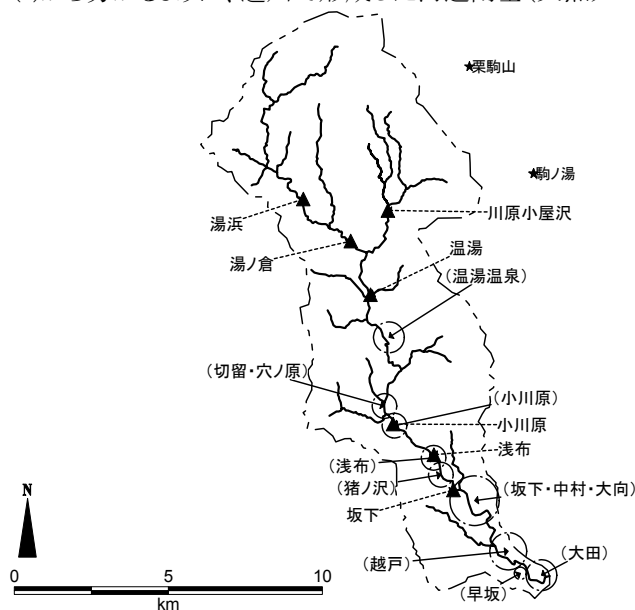


図-1 迫川流域と河道閉塞(天然ダム)・集落の位置

表－1 推定と実際の比較

天然ダム の地区	天然ダムの 形状			地震前 の河床勾 配 [deg.]	推定		実際	
	高さ [m]	幅 [m]	長さ [m]		越流の 開始日	浸潤線の 到達日	越流の 開始日	浸潤線の 到達日
湯浜	45	50	1200	2.49	2008年8月3日	2013年2月24日	－	2008年6月26日
湯ノ倉	20	53	630	2.05	2008年6月28日	2011年5月30日	－	2008年6月29日
小川原	10	30	580	0.50	2008年6月17日	2015年7月14日	－	2008年6月17日
浅布	8	40	210	0.92	2008年6月17日	2009年9月6日	2008年6月17日	2008年6月16日

②の過程に至るまでの時間は式(1)により算出した。

$$T = L / \{k(\sin \theta + H/L)\} \quad \dots\dots\dots (1)$$

ここで、T:時間[s]、L:河道閉塞(天然ダム)の長さ[m]、k:透水係数[m/s]、 θ :元河床勾配[deg.]、H:元河床から河道閉塞(天然ダム)の天端の表面まで高さ[m]である。透水係数が不明であったため、 $k=0.0001$ [m/s]とした。

表－1は計算に用いた河道閉塞(天然ダム)の形状と推定結果、及び、実際との比較を示したものである。なお、河道閉塞(天然ダム)の形状は平成20年6月25日までに得られた情報であるため、現在の最新の情報を反映していないことに留意していただきたい。また、評価時点において、川原小屋沢、温湯、坂下地区で形成した河道閉塞(天然ダム)は越流を始めていたか、あるいは、救助活動に伴って開削されていたため、表－1から外した。いずれの河道閉塞(天然ダム)でも、①の過程に至るまでの時間が②の過程に至るまでの時間より短かったため、河道閉塞(天然ダム)の侵食の過程は①であると推定された。

3. 2 河道閉塞(天然ダム)の下流における氾濫の有無の評価

3. 2の検討結果から、①の過程が生じた場合の土砂と水が流出した場合の流量の最大値を式(2)(Costa, 1988)と(3)(田畑ら、2001)により推定した。また、湯浜地区、湯ノ倉地区、川原小屋沢地区の天然ダムは地震前の溪床勾配が土石流区間にあたるため、式(2)と式(3)に加えて「降雨量に基づいて算出する土石流ピーク流量」も算出した。

$$Q = 181(V \cdot h / 10^6)^{0.43} \quad \dots\dots\dots (2)$$

$$q/q_m = 0.542 \left[(gH^3) / \tan \theta \cdot q_m \cdot 10^3 \right]^{0.565} \quad \dots\dots (3)$$

ここで、Q:ピーク流量[m³/s]、V:湛水量[m³]、q:単位幅あたりのピーク流量[m³/s/m]、 q_m :湛水池に流入する水量の単位幅あたりの流入流量[m³/s/m]、g:重力加速度(=9.81[m/s²])、 θ :河床勾配[deg.]である。式(3)に代入する流入流量として、湛水池へ流入する水量を実績値とした場合と近傍の駒ノ湯アメダス観測所における既往最大24時間雨量からの推定値とした場合の2ケースを想定した。なお、駒ノ湯アメダス観測所における既往最大24時間雨量は平成元年8月27日午前5時から翌日午前5時までの283mmであった。

計算の結果、湯浜地区の天然ダムの場合で15～838m³/s、湯ノ倉地区の場合で10～528m³/s、川原小屋沢地区の場合で15～572m³/s、温湯温泉地区の場合で1～85m³/s、小川原地区の場合で4～161m³/s、浅布地区の場合で3～144m³/s、坂下地区の場合で1～57m³/sとなり、ピーク流量は最大で838 m³/sと推定できた。

流れが等流状態であると仮定して各集落付近の流下能力

を推定したところ、最低でも温湯温泉で230m³/s、小川原・切留で1850m³/s、浅布で1194m³/s、猪ノ沢・坂下・中村・大向で260m³/s、早坂で1110m³/s、大田で180m³/s程度あることが分かった。これより、温湯温泉、猪ノ沢、大田の集落で流下能力がピーク流量の最大値を下回るため、それらの地区で氾濫の生じる可能性があるかと推定できた。

4. 考察

今回の危険度判定を行った箇所では、対策工事の着手前に河道閉塞(天然ダム)が急激に侵食し、かつ、その前後で測量成果や写真といった記録を収集したものなかった。そこで、河道閉塞(天然ダム)の侵食の過程について、推定と実際を比較してみる。

表－1より、越流の開始日については浅布地区の事例だけであるが、推定と実際は一致した。これは実際の水位の上昇速度から推定したことと、浅布地区の天然ダムの高さが低く、湛水池の水が天然ダムを乗り越える時間が短かったことによると考えられる。一方、浸潤線の到達日は実際には3～9年ほど早かった。湯浜地区と湯ノ倉地区の場合、水が天然ダムの下流端として想定した位置よりも上流側で湧き出していたことを踏まえると、天然ダムの下流端の位置を下流側に想定したため、浸潤線が天然ダムの下流端に到達する時間を大きく推定してしまったと考えられる。また、天然ダムの表面が石礫で覆われており、水が想定よりも速く浸透したことや、複数の崩壊が一つの天然ダムを形成したことから、天然ダムの内部は均質ではなく、場所によっては水が透水しにくいところもあったことも要因となつたと考えられる。

5. おわりに

河道閉塞(天然ダム)への危険度評価を今後行う際の基礎資料として、迫川流域で実施した事例を紹介するとともに、河道閉塞(天然ダム)の侵食の過程についての推定と実際とを比較したところ、次のような点が明らかになった。

1)一事例しかなかったものの、越流の開始日の推定は実際と一致した。

2)浸潤線の到達日の推定は実際よりもかなり遅かった。

特に、浸潤線の到達日についての推定を精度よく行うために、天然ダムの形状をどのように想定すればよいかという点について、今後研究を進める必要があると考えている。

最後になりましたが、今回の危険度判定を行うに当たり現地調査の便宜を図っていただいた自衛隊の方々、河道閉塞(天然ダム)の形状に関するデータを提供していただいた東北地方整備局の方々、並びに、関係各位の皆様に感謝の意を表します。

引用文献

- 国土交通省国土技術政策総合研究所、独立行政法人土木研究所、独立行政法人建築研究所緊急調査団(2008):平成20年岩手・宮城内陸地震の緊急調査速報、土木技術資料Vol.50, No.8, p.4-7
- J. Costa (1988): Floods From Dam Failure, Flood Geomorphology, p.436-439
- 田畑茂清、池島剛、井上公夫、水山高久(2001):天然ダム決壊による洪水のピーク流量の簡易予測に関する研究、砂防学会誌、Vol.54, No.4, p.73-76
- 水野秀明、小山内信智(2009):迫川で形成した河道閉塞(天然ダム)の危険度評価に関する考察、国総研資料第522号、55pp.