

ダム下流区間における浸水リスクの把握と重点注視箇所の評価

パシフィックコンサルタンツ（株） ○正会員 濱口 舜 浅野 寿雄 尾ノ井 龍仁 非会員 池江 幸治
中部地方整備局 蓮ダム管理所 非会員 松村 宏昭 平井 源太

1. はじめに

平成 30 年 7 月豪雨を受け、ダム下流区間における氾濫リスクがクローズアップされている。ダム下流区間はダムの防災操作により安全性が確保されているが、近年では、ダムの貯留機能の限界により、異常洪水時防災操作を余儀なくされるケースも見られる。

今後も、気候変動の影響により、水害の更なる頻発・激甚化が懸念されることも踏まえると、ダム下流区間のリスクを把握することは極めて重要である。

蓮ダム下流区間は、地形は谷底平野で、僅かな平野部の川沿いや一段高い段丘に集落や防災拠点が分散して立地している。また、中山間地区の少子高齢化が進行する地域であり、地形や資産に起因する地域リスクや、家屋の立地や重要施設の立地による人的リスクに留意した上で、適切な適応策やハード・ソフトの事前防災を講じる必要がある。

本論文では、ダム下流に分散する氾濫域について、地域リスクと人的リスクに分けた地区別リスクの見える化と、評価項目のポートフォリオ分析による優先順位評価を試みた。

2. 対象区間の特性

対象区間は、三重県を流れる一級河川櫛田川の、蓮ダム下流～直轄区間上流端の約 57km である。対象となる地域は、中山間地域の松阪市（旧飯高町・旧飯南町）と多気町（旧勢和村、津田地域）であり、旧飯高町・旧飯南町の各地区の人口はピークの 1 万人台から現在は 5,000 人未満まで減少し、65 歳以上の高齢者率が高い（約 40~50%）。地域間の交通は、河川沿いの幹線道路にて繋がれ、不通時は地域が分断される（氾濫域は山地に囲まれアクセス路は限定）。また、H31.3 に松阪市都市計画マスタープランが策定され、上流森地域は「自然資源の保全・活用や観光資源の活用による地域活性化の促進」、宮前地域及び粥見地域は「地域核の機能充実」が挙げられている。蓮ダムでは、一日ダム体験や自然体験交流会等など、ダムの利活用がされている。

3. 氾濫特性

対象区間の氾濫特性は、河道形態は掘込河道であるため氾濫時は氾濫原の谷底平野と一体で流下する流下型であり、一部では貯留型の浸水形態が見られる。家屋の多くは高台にあるものの、川沿いの集落では H6.9 に浸水実績が有る。L2 規模の浸水は、浸水実績に比べ広範囲に浸水し、例えば、中上流地域で地域振興局や道の駅

の浸水、特別養護老人ホーム等多数の要配慮者利用施設の浸水が見られる。また、流体力により登下校の通学路である道路沿いの家屋等が倒壊、河岸侵食では全川に渡り広範囲の家屋倒壊の恐れがある（河岸から 50~150m 程度）。ダム放流と越水の関係では、異常洪水時防災操作開始から越水までは極短時間で発生し、ダム直下の地区にて概ね 20~30 分後、中・上流の地区で概ね 60 分後、中流の地区で概ね 90 分後、中・下流の地区で概ね 80~120 分後である。

4. 浸水解析条件

当該区間の L2 規模における浸水位及び浸水被害を算定することを目的とし、「洪水浸水想定区域図作成マニュアル（第 4 版）H27.7」に従い、モデル構築及び氾濫解析を実施した（掘込み河道のため越流計算のみ）。解析条件を表-1 に示す。

表-1 水理解析条件一覧

項目	設定内容
計画規模	想定最大規模降雨（H2.9 洪水波形）
洪水調節	蓮ダム（現行操作、定量 350m³/s 放流） ダム満杯時：異常洪水時防災操作
解析手法	河道：一次元不定流 氾濫：二次元不定流(10m メッシュ)
解析河道	櫛田川直轄上流端～蓮ダム下流
下流端水位	直轄上流端水位ハイドロ（想定最大）

5. 分析結果と考察

作成した想定最大規模降雨による浸水想定区域図の結果を受けて、櫛田川上流域における関連地区の浸水リスクを評価（5 項目のレーダーチャート及びポートフォリオ分析）し、リスクの大小を地区毎にまとめた。

表-2 レーダーチャートによる評価項目

項目	評価内容
【地域リスク】 ①氾濫リスク	・地区内の浸水深の占める割合 ・地区の平均浸水深
【人的リスク】 ②家屋浸水リスク	・床上床下浸水戸数 ・家屋平均浸水深
【地域リスク】 ③浸水発生時間	・異常洪水時防災操作開始からの越水開始時間
【人的リスク】 ④重要施設浸水	・防災拠点の浸水深 ・防災拠点の有無
【地域リスク】 ⑤被害額	・地区別の被害額

キーワード ダム下流浸水想定、水害リスク、中山間地区、レーダーチャート分析、ポートフォリオ分析
連絡先 〒530-0004 大阪市北区堂島浜一丁目 2 番 1 号 パシフィックコンサルタンツ(株) TEL 06-4799-7351

浸水影響範囲に位置する各地区のリスクを、項目ごとに点数評価し、項目は①氾濫リスク②家屋浸水リスク③浸水発生時間④避難リスク⑤被害額の5項目とした。このうち、①・③・⑤は、地域の地形や位置、立地に起因するリスクのため「地域リスク」に分類し、②・④は人命に直接関係するリスクとして「人的リスク」に分類した。点数は1～5まで重みを持たせて評価し、全地区に対する各地区の評価を行うことで相対的なリスク状況を把握した。各地区の分析例を図-1に示す。

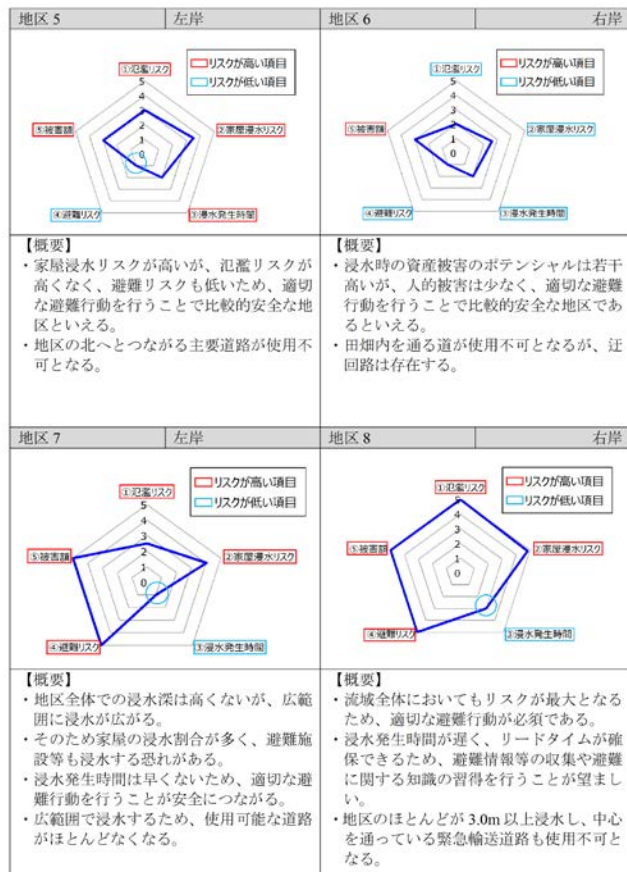


図-1 地区別リスク評価例（レーダーチャート分析）

次に、レーダーチャートの評価点にて配点した5点を、X軸・Y軸の3点を中央値としてリスクを4マスに分類したポートフォリオを作成し（図-2、図-3）、各項目間での危険度を評価した（5項目×2通り＝10ケース）。その4マスのグループ1を5点、グループ2及び3を3点、グループ4を1点と配点し、10ケースの得点を「全10ケースの平均」、「地域・人的」、「地域・地域」、「人的・人的」の平均値をリスク小、リスク中、リスク大として評価した。「人的・人的」の組み合わせは1つのみであるため、全10ケースの平均、地域・人的、地域・地域を表-3の閾値にてリスク大・中・小に分類した結果、ダム直下の地区（地区22・29）、中・上流地区（地区18・19・20）、中・下流地区（地区4・8）においてリスクが高いことが示された。

表-3 リスク分類の閾値

グループ区分	閾値
リスク大	4～5点
リスク中	2～4点
リスク小	1～2点

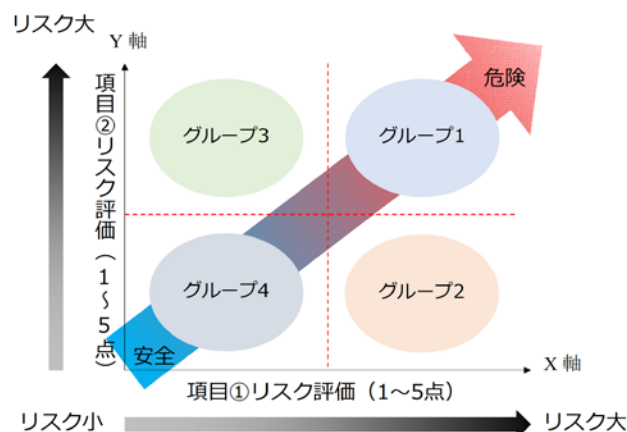


図-2 ポートフォリオ分析イメージ

02 氾濫リスク × 浸水発生時間

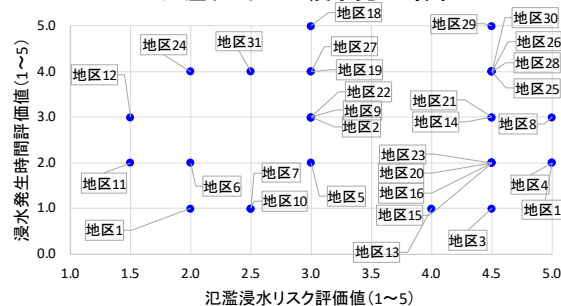


図-3 ポートフォリオ分析結果例

表-4 リスク分類結果（外力：想定最大規模）

No.	分析内容	リスク別	下流地区					中下流地区					中上流地区					ダム直下地区							
			地域リスク	人的リスク	地域・人的	地域・地域	人的・人的	地域リスク	人的リスク	地域・人的	地域・地域	人的・人的	地域リスク	人的リスク	地域・人的	地域・地域	人的・人的	地域リスク	人的リスク	地域・人的	地域・地域	人的・人的			
1	地域としてのリスクの大小、家屋浸水発生箇所とのリスクの大小	地域リスク 人的リスク	1.0	3.0	3.0	5.0	5.0	1.0	3.0	3.0	5.0	5.0	3.0	3.0	3.0	5.0	5.0	3.0	3.0	3.0	5.0	5.0	3.0	3.0	3.0
2	地域としてのリスクの大小、地域としての浸水発生時間の早さ	地域リスク 地域リスク	1.0	5.0	3.0	3.0	3.0	1.0	5.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	5.0	5.0	3.0	3.0	3.0	5.0	5.0	3.0	3.0	3.0
3	地域としてのリスクの大小、地域としての避難リスクの大小	地域リスク 人的リスク	1.0	5.0	3.0	3.0	3.0	1.0	5.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	5.0	5.0	3.0	3.0	3.0	5.0	5.0	3.0	3.0	3.0
4	地域としてのリスクの大小、地域としての浸水被害箇所のリスクの大小	地域リスク 人的リスク	1.0	3.0	3.0	3.0	3.0	1.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
5	家屋浸水発生箇所のリスクの大小、地域としての浸水発生時間の早さ	人的リスク 人的リスク	1.0	3.0	1.0	3.0	3.0	1.0	3.0	1.0	3.0	3.0	1.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
6	家屋浸水発生箇所のリスクの大小、地域としての避難リスクの大小	人的リスク 人的リスク	1.0	3.0	1.0	3.0	3.0	1.0	3.0	1.0	3.0	3.0	1.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
7	家屋浸水発生箇所のリスクの大小、地域としての浸水被害箇所のリスクの大小	人的リスク 人的リスク	1.0	1.0	1.0	5.0	3.0	1.0	1.0	1.0	5.0	3.0	1.0	1.0	1.0	5.0	3.0	1.0	1.0	1.0	5.0	3.0	1.0	1.0	1.0
8	地域としての浸水被害箇所とのリスクの大小、地域としての避難リスクの大小	地域リスク 人的リスク	1.0	5.0	3.0	3.0	3.0	1.0	5.0	3.0	3.0	3.0	1.0	5.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
9	地域としての浸水被害箇所とのリスクの大小、地域としての浸水発生時間の早さ	地域リスク 人的リスク	1.0	3.0	1.0	3.0	3.0	1.0	3.0	1.0	3.0	3.0	1.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
10	地域としての浸水被害箇所とのリスクの大小、地域としての浸水発生時間の早さ	地域リスク 人的リスク	1.0	3.0	1.0	3.0	3.0	1.0	3.0	1.0	3.0	3.0	1.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
全項目平均			1.0	3.4	1.1	2.7	3.4	1.0	3.4	1.1	2.7	3.4	1.0	3.4	1.1	2.7	3.4	1.0	3.4	1.1	2.7	3.4	1.0	3.4	1.1
地域リスク・人的リスクの平均			1.0	3.1	1.1	2.7	3.4	1.0	3.1	1.1	2.7	3.4	1.0	3.1	1.1	2.7	3.4	1.0	3.1	1.1	2.7	3.4	1.0	3.1	1.1
地域リスク・地域リスクの平均			1.0	3.1	1.1	2.7	3.4	1.0	3.1	1.1	2.7	3.4	1.0	3.1	1.1	2.7	3.4	1.0	3.1	1.1	2.7	3.4	1.0	3.1	1.1
人的リスク・人的リスクの平均			1.0	3.1	1.1	2.7	3.4	1.0	3.1	1.1	2.7	3.4	1.0	3.1	1.1	2.7	3.4	1.0	3.1	1.1	2.7	3.4	1.0	3.1	1.1

5. おわりに

本論文では、近年リスクが顕在化したダム下流の浸水リスクの特徴分析と見える化を実施した。リスクを点数化することで、地域の地形や立地の特徴、人命損失のリスクを相対的に評価し、より重点的に注視や対策を行うべき箇所を抽出できることが示された。今後、洪水規模毎のダム放流量の違いを踏まえたリスク評価等を行い、ダム下流住民の適正なリスクの理解を進めることで、地域防災力の向上に繋げていきたいと考える。

参考文献：1)異常豪雨の頻発化に備えたダムの洪水調節機能と情報の充実に向けて（提言）平成30年12月。2)大規模広域豪雨を踏まえた水災害対策のあり方について～複合的な災害にも多層的に備える緊急対策～答申 平成30年12月。3)気候変動を踏まえた治水計画のあり方 提言 令和元年10月