

被害期待値を用いた治水安全度バランスの評価手法と適正化に関する研究

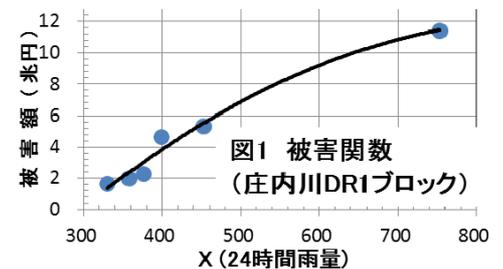
いであ株式会社 正会員 ○安田 実, 荒木 智三, 半沢 諭, 正会員 板谷越 朋樹
中部地整 企画部(前庄内川) 栗林 孝典, 庄内川河川事務所 相川 隆生, 河川部(前庄内川) 本間 一司

1. 研究の目的 直轄管理河川の治水計画の安全度は、1/100～1/200 と設定されているが、氾濫被害の規模の差を考えると必ずしも適切なバランスが確保されているとは言えないのではないかとされる。そこで、中部地方整備局が管理する 13 水系 15 河川を対象に、計画規模を越える想定最大規模までの超過洪水による浸水被害を踏まえた治水安全度バランスの評価手法について研究する。また、庄内川を代表河川として治水安全度バランスの適正化を図るため河川と流域が連携した方策を検討する。

なお、本研究は、国土交通省河川砂防技術研究開発公募制度の流域計画・流域管理課題分野で採択された平成 27・28 年度の 2 年間の委託研究であり、今回の報告はそのうちの平成 27 年度成果の一部である。

2. 研究の流れ 氾濫ブロック毎に洪水氾濫による被害期待値を算出し、被害期待値の分布状況に基づき治水安全度のバランスがどのようになっているのかを分析する。被害期待値がほぼ同様の値となることがバランスがとれていると判断することができるので、被害期待値のバラツキを分析することによって、中部地方直轄河川全体を通じた治水安全度バランスの分析が行えると考えられる。定量的な分析の一手法として、外れ値判定を行うことにより、他に比べ被害期待値が著しく大きく、バランスを欠いており、治水安全度の設定が低いと判断される氾濫ブロックを「被害甚大ブロック」として評価する。被害甚大ブロックを対象として、将来の人口減少も踏まえつつ、河川対策と氾濫域対策とを組み合わせせた洪水被害軽減対策を検討し、治水安全度バランスがどのように適正化するか検討する。

3. 被害期待値の算出方法 まず、河川の基準地点ごとに、年最大洪水に対応する降雨又は流量（「降雨等」 x ）を整理し降雨等の発生頻度を表す確率密度関数 $f(x)$ を求める。 $f(x)$ は、（一財）国土技術研究センターの水文統計ユーティリティ Ver. 5 を用いて、SLSC が 0.04 以下の関数形を求め、その中で河川整備基本方針規模の降雨等に相当する x の値が、各河川の計画値に最も近い値を示す関数形を、最も適合していると判断して $f(x)$ を定めた。



次に、氾濫ブロック毎に x を変数とする浸水被害の被害関数 $h(x)$ を求める。国土交通省の既往検討で様々な超過確率年の洪水時の想定被害額が得られているので、これをもとに 15 河川 290 氾濫ブロックについて、降雨等 x と被害額との関係を整理し、Excel を用いて多項式の近似式を求めることで被害関数を求めた（図 1）。

以上により求めた $f(x)$ と $h(x)$ の積を積分することにより、氾濫ブロック毎に被害期待値を算出する。積分範囲の設定を変えることにより、任意の洪水規模の範囲の期待値を求めることができる。例えば、洪水規模を現況河道規模 X_c 、整備計画規模 X_d 、基本方針規模 X_p 、1/1000 規模 X_l 、想定最大規模 X_m とすると、現況河道については $\int_{X_c}^{X_m} f(x)h(x)dx$ 、整備計画については $\int_{X_d}^{X_m} f(x)h(x)dx$ 、基本方針については $\int_{X_p}^{X_m} f(x)h(x)dx$ により期待値を求め、それぞれの治水安全度バランスを分析することができる。超過洪水の上限を 1/1000 規模で設定する場合には、 X_m を X_l に置き換えることで同様の分析を行うことができる。但し、被害関数の外挿は信頼性がないので、期待値の算出範囲は氾濫解析等から求められた想定氾濫被害データのある範囲に限定される。なお、積分の計算は、作業が容易であることから Excel を用いた数値積分により行った。

4. 被害期待値の算出結果と治水安全度バランスの分析 本来、全河川を対象に想定最大規模 X_m までの洪水で被害期待値を算出し、分析を行うべきところであるが、得られるデータの制約から今回は、A) 15 河川 290 氾濫ブロックを対象に X_d から X_p までの洪水（河道は整備計画）、B) 庄内川と宮川の 2 河川 12 氾濫ブロッ

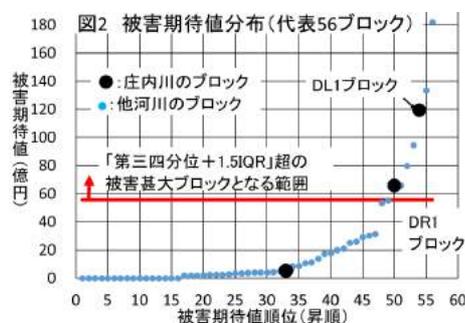
キーワード 被害期待値, 治水安全度バランス, 想定最大, 超過洪水, 人口変動, 河川流域連携

連絡先 〒154-8585 東京都世田谷区駒沢 3 丁目 15 番 1 号 いであ株式会社 TEL03-4544-7600

クを対象に X_p から X_i までの洪水（河道は現況）、の 2 ケースについて分析を行った。分析の対象となる治水安全度は、A)は整備計画、B)は基本方針となる。但し、A)では基本方針規模を越える被害が含まれていない、B)では基本方針までの事業で軽減される被害が含まれている、など A)B)ともそれぞれの治水安全度について正しく分析しているとは言えないが、評価手法の検討としては有効であると考えられる。

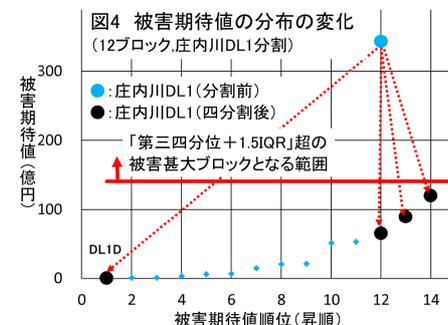
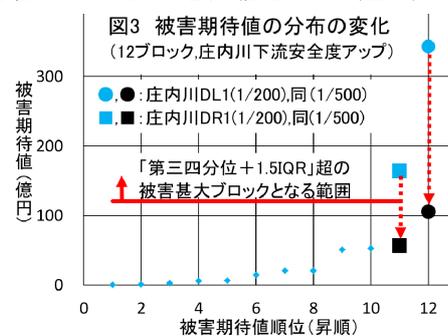
ケース A)の被害期待値は、分布範囲 0~182 億円、平均値 5.42 億円、標準偏差 18.66 億円、変動係数 345% となり非常にバラツキが大きい結果となった。値が 0 もしくは 0 に近いブロックが非常に多く、2 億円以下の範囲で 73%を占めた。超過外力が十分カバーされていないこともあるが、氾濫区域が小さかったり、資産が少ない氾濫ブロックが多いためである。これらの氾濫ブロックには、水系一貫等の観点から相対的に安全度の設定が高くなっていると思われるものが多く含まれていると思われる。そこで、各河川の治水安全度の設定に際し、資産などが集中し、その河川の安全度設定の根拠となったと思われる氾濫ブロック（「代表ブロック」と言う。）を対象に絞り込んだ分析を行う。代表ブロックは、(a)各河川の同一計画治水安全度区間の中で資産額最大のブロック及びこれと同程度の資産額を有するブロック、(b)各河川の同一計画治水安全度区間の中で「平均資産額+標準偏差」より大きな資産額を有するブロック、(c)15 河川を通じて同一計画治水安全度の区分ごとに(a)(b)で選定されたブロックの平均資産額より大きい資産額を有するブロック、の(a)(b)(c)3つの観点から 56 ブロックを選定した。

代表ブロックの期待値は、分布範囲 0~182 億円、平均値 21.10 億円、標準偏差 36.98 億円、変動係数 175%となった。変動係数が小さくなっているが、バラツキは大きく安全度バランスが保持されているとは言えない。視覚的にバラツキを判断するため、値の小さいものから順に図にプロットして分布を見たところ、期待値が大きいものほどより大きくずれていることが分かった（図 2）。データ分布が正規分布からかけ離れていることから、四分位範囲（IQR）を用いた外れ値判定を行うこととし、値が「第三四分位+1.5IQR」の範囲にあるかどうかで判定を行った。その結果、庄内川の最下流部左右岸の DR1,DL1 の 2 ブロックを含む 7 ブロックが被害甚大ブロックと評価された（図 2）。



5. 治水安全度バランスの適正化方策の検討 庄内川 DL1 ブロックをモデルに、安全度バランスを適正化する方策をいくつか想定し検討した。改善目標を「被害期待値が「第三四分位+1.5IQR」を越える被害甚大ブロックとならないこと」とし、仮に次の 3 方策を考え被害期待値の変化を試算した。分析はケース B)（人口は将来）とした。

- (1) 該当河川区間の計画治水安全度を 1/200 から 1/500 に向上させてみる。なお、対岸 DR1 ブロックも 1/500 とする。改善目標を達成する（図 3）。
- (2) DL1 ブロックで今後見込まれる 8.8%の人口減少分を氾濫面積 77.9km²の中で浸水深が大きく被害が最も大きい 6.5km²の区域から集中的に減少させてみる。期待値は 18%程度減少するが目標達成には至らない。
- (3) 今後の人口減少により土地利用の流動化が起き得ると想定し、DL1 ブロック内において二線堤機能を有する連続盛土構造物を築造し、氾濫ブロックを 4 分割してみる。氾濫拡大が制約されると想定し、被害が減少するとすると、DL1 ブロックは目標を達成する（図 4）。



6. まとめ 本年度の研究の結果、被害期待値を用いた治水安全度バランスの評価手法が有効であることが示された。今後、15 河川について想定最大洪水を対象とした分析、推定死者数等被害額以外の指標を用いた分析、堤防強化対策や氾濫域対策メニューを追加した分析等を行って、評価手法の向上を図る予定である。

7. 謝辞 本研究は、中部地方整備局及び関係事務所から河川・氾濫区域等の諸元、雨量・流量等の水文量、想定氾濫被害等の諸データの提供を受けて実施致しました。ここに感謝申し上げます。