

# 気候変動下における治水施設の計画安全度に関する研究 Safety Level of Flood Control Facilities under Climate Change

○照屋 央\* 高橋 諒佑\*\* 後藤 章\*\*\*

○Yo TERUYA\*, Ryosuke TAKAHASHI\*\*, Akira GOTO\*\*\*

## 1 背景および目的

ダムや堤防等治水施設の計画安全度の決定方法について、橋爪は治水対策費用と対策を越えて起こりうる洪水被害額の期待値の合計（総社会費用）が最小となる安全度を経済的に最適な計画安全度（最適治水安全度）と定義し、那珂川を対象に治水対策の経済評価を行った。その結果、現行の評価指標である費用対効果（B/C）により定められる安全度は、過大な値となる可能性を示した<sup>1)</sup>。本研究では、近年の気候変動を考慮し、豪雨確率の変化に応じた最適治水安全度について分析する。

## 2 研究方法

研究対象地は 1986 年、1998 年に大きな洪水が発生した栃木県那珂川とする。最適治水安全度算出の流れを Fig.1 に示す。

### 2.1 超過洪水被害額の期待値曲線の作成

**(1)洪水被害額の算出**：流出モデル，洪水氾濫モデル，治水経済調査マニュアル等を用い，治水対策を行わない場合の洪水被害額を様々な洪水規模（雨量  $x$ ）ごとに算出し，洪水規模と洪水被害額の関数  $y = g(x)$  を求める。**(2)超過洪水被害額の期待値算出**：超過洪水被害額の期待値算出方法を Fig.2 に示す。計画安全度  $s$  を数通り設定し，計画安全度に対する雨量  $R_n(s)$  を算出する。設定した計画安全度において関数  $y = g(x)$  と，豪雨の発生確率密度関数  $f(x)$  から，超過洪水被害額の期待値  $Z = E[y]$  を算出する。この期待値を設定した計画安全度毎に算出し，計画安全度と超過洪水被害額の期待値関数  $z = h(s)$  を得る。

**2.2 治水対策費用曲線の作成** 治水施設としてダムと堤防を想定する。計画安全度  $s$  を数通り設定し，設定した計画安全度を満たすのに必要な費用を過去の建設記録等を基に推定する。この結果から治水対策費用の関数  $w = i(s)$  を求める。

**2.3 最適治水安全度の決定** 最適治水安全度の決定方法を Fig.3 に示す。治水対策費用と超過洪水被害額の期待値の合計  $h(s) + i(s)$  が最小となる最適治水安全度を求める。

**2.4 気候変動が最適治水安全度を与える影響** 現在までのデータに現れる豪雨発生確率の

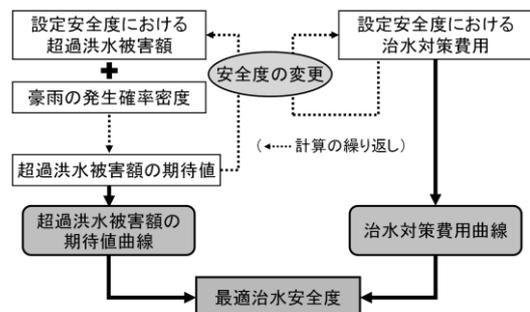


Fig.1 最適治水安全度算出の流れ

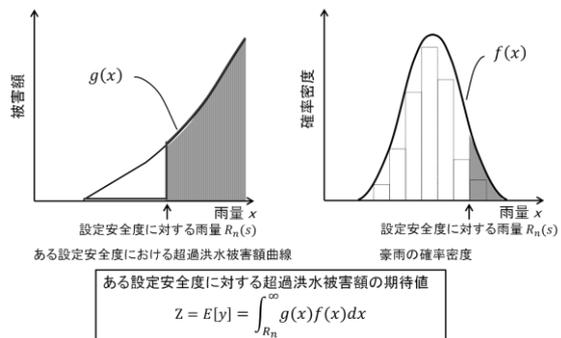


Fig.2 超過洪水被害額の期待値の算出

\* 宇都宮大学 大学院農学研究科 (Graduate school of Agriculture, Utsunomiya University)

\*\* 株式会社 長大 (CHODAI CO., LTD.)

\*\*\* 宇都宮大学 農学部 (Faculty of Agriculture, Utsunomiya University)

キーワード：治水対策，計画安全度，気候変動，豪雨確率

変化を用い、それが最適治水安全度に与える影響を検証する。

### 3 結果および考察

3.1 豪雨確率の変化の検証 対数正規確率紙に年最大2日間雨量の非超過確率をプロット（ワイブルプロット方式）した結果を Fig.4 に示す。なお、気候変動による豪雨確率の変化を検証するため、1964～1985年を前期、1986～2011年を後期とした。前期に比べ、後期は同程度の降雨に対する非超過確率が低いことから、近年の気候変動により、豪雨の発生確率が増加していると考えられる。

### 3.2 豪雨確率の変化に応じた最適治水安全度の分析

3.1 の前期、後期について最適治水安全度を算出した結果を Fig.5, Fig.6, Table1 に示す。このとき、治水対策費用は治水構造物の耐用年数を60年とし、1年あたりの金額としている。前期ではリターンピリオド22年であった最適治水安全度は、後期では40年となった。また、後期のリターンピリオドを前期の豪雨確率のもとで換算した場合、287年と非常に高い値となった。これらの結果から、気候変動に伴う豪雨の頻発化により、高い最適治水安全度が求められることが分かった。また、このような高い計画安全度の治水対策を従来のハード中心の洪水防止策で行うことは難しい。そこで、今後は土地利用規制や危機管理対策などによる洪水被害額の抑制方策について検討していく必要がある。

### 4 まとめ

橋爪の理論に基づく治水施設の最適治水安全度に関する新たな知見として、近年の気候変動を考慮し、豪雨確率の変化に応じた最適治水安全度について分析した。その結果、近年の気候変動により、大きな豪雨の発生する確率が増加しており、より高い最適治水安全度の水準が求められることが分かった。

今後、浸水対策や危機管理対策といった被害軽減策の導入の条件下における最適治水安全度について分析など、更なる知見の蓄積が必要である。また、それらを基に治水施設の評価方法を確立し、治水施設、流域対策、被害軽減策等の組み合わせによるバランスの取れた治水計画の方向性を示す。

<参考文献> 1) 橋爪司 (2004) : 治水対策の経済評価に関する研究, 宇都宮大学修士論文

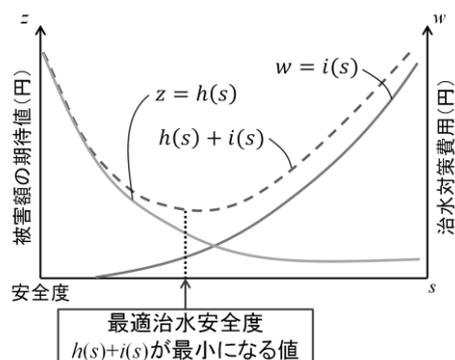


Fig.3 最適治水安全度の決定方法

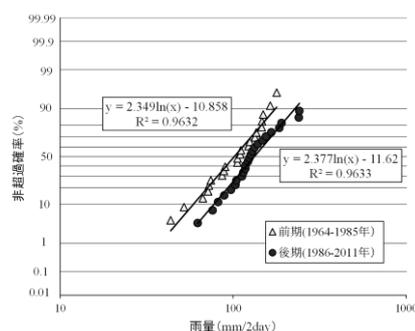


Fig.4 年最大2日間雨量の非超過確率

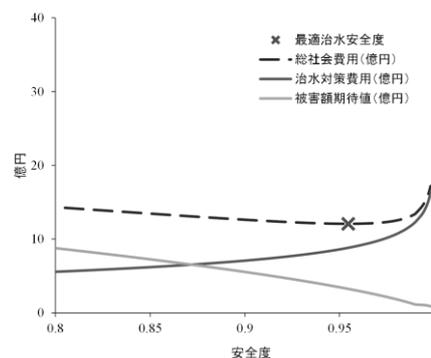


Fig.5 最適治水安全度(前期)

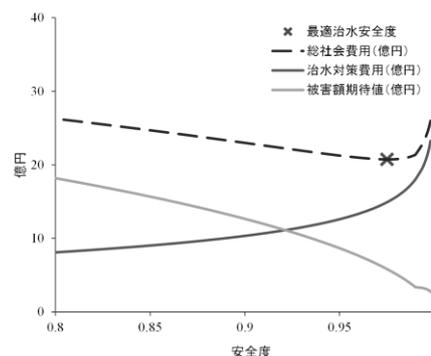


Fig.6 最適治水安全度(後期)

Table1 最適治水安全度の比較

耐用年数	最適治水安全度	最適治水安全度RP(年)	前期のRPに換算(年)
60年			
前期	0.955	22	
後期	0.975	40	287
全体	0.967	30	79

※RP: リターンピリオド