

治水対策の経済評価に関する理論的考察

A theoretical consideration on economic evaluation of flood control measures

橋爪司* 後藤章** 水谷正一**

HASHIZUME Tsukasa, GOTO Akira, MIZUTANI Masakazu

1. はじめに

背景 わが国は、気象的・地形的に洪水が発生しやすく、治水対策が必要不可欠なものとされている。しかし、洪水の発生頻度や発生規模を正確に予測することは難しく、最適な治水対策を行うことは容易ではない。また最近、地球温暖化や異常気象による豪雨の発生によって治水安全度の低下が懸念される一方、公共事業批判や財政難による経済的な問題、治水対策構造物による生態系の破壊や河川の汚濁といった環境問題より、「ダムは無駄」といった議論が起こっている。一般に、治水構造物による治水対策の規模は大規模になり、治水対策に掛かる費用も大きなものとなっている。しかし、治水対策を大きくしても洪水が全て防止できるわけではなく、現在の治水対策は洪水被害軽減効果からみて費用のほうが過大になっている可能性がある。そのため、適正な治水対策の再検討が必要とされている。**現在の治水対策の問題** **ハード的な治水対策**: 現在のハード的な治水対策は、計画した洪水流量以下の洪水を閉じこめるものである。これは、洪水被害を0か1かで考えるものであり超過洪水による被害は分析対象外となっている。これでは、近年見られるような異常気象による豪雨が発生した場合に無責任であるといえる。 **治水対策の妥当性評価**: 現在の治水対策は、費用便益分析に基づいて妥当性を評価している。すなわち $B/C > 1$ (B: 被害軽減効果、C: 治水対策費用) を満たすことを条件としている。しかし、これで適当な投資水準といえるのか疑問がある。 **基本高水(計画洪水流量)**: 基本高水は、治水対策で対象とする洪水流量であり、所定の安全度に基づいて決定されている。この基本高水の決定には、降雨の選定やカバー率の決定など曖昧な点が多い。**研究目的** 本研究では、洪水を閉じこめる治水対策ではなく、溢れる事態もあることを前提とし、治水対策に掛かる投資費用と洪水被害額の期待値の合計が最小となるような、経済的に最適な治水対策の決定手法を検討する。一方、洪水の危険にさらされているのは流域内でも特定の地域であり、河川が溢れることを前提とすると、この地域にさらなるリスクを負わせる形となる。そこで洪水保険のような補完的な被害対策についての検討も必要となる。本報では、この目的を達成するための方法論を提示するとともに、若干の理論的考察から現状の $B/C > 1$ に基づく治水対策投資が、ここでいう経済的な最適解よりも大きなものとなることを示す。

2. 最適治水投資規模の決定方法

治水対策安全度ごとの洪水被害額の算出: シミュレーションによって求めた自然河川の流量と洪水被害額データを用い、以下のような方法によって求める。1)安全度を設定する。2)設定した治水対策に対して、多数の超過豪雨を想定し、それぞれの場合の超過洪水流量を計算。3)過去の超過洪水被害額データを基に超過洪水流量に対応する洪水被害額を推定。

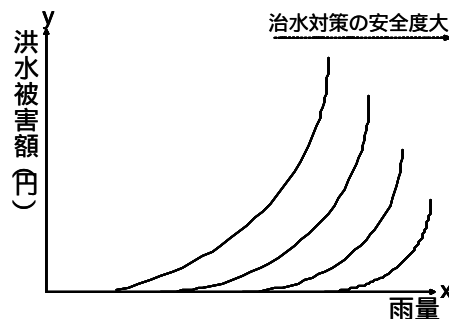


Fig.1 治水対策ごとの洪水被害額
Flood damage costs for different levels of flood control measures

*宇都宮大学大学院(Graduate School of Agriculture Utsunomiya Univ.) **宇都宮大学農学部(Utsunomiya Univ.)

そして、1)~3)を、安全度を変えて繰り返し行う。算出した洪水被害額をグラフで表すと Fig.1 のようになり、治水対策安全度ごとに $y = g(x)$ の関数を求めることが出来る。

豪雨量の確率分布: 洪水被害を水文統計上の期待値として算出するために、河川の豪雨量を確率として表す必要がある。この豪雨量の確率密度関数を $f(x)$ とする。 **洪水被害額の期待値:** 豪雨量の発生確率密度関数 $f(x)$ と、安全度ごとに求めた洪水被害額と洪水規模(豪雨量)の関数 $y = g(x)$ より、 n 年間における洪水被害額の期待値 $Z = E[y]$ を算出する。

$$Z = E[y] = n \times \int_0^{\infty} g(x)f(x)dx \quad n: \text{治水対策の耐久年}$$

そして、安全度ごとに求めた期待値から、Fig.2 のような洪水被害額の期待値と安全度に関するグラフ(関数 $z = h(s)$) を作成することが出来ると考えられる。 **治水対策費用:** 治水対策費用は安全度を上げるにつれ増加する傾向にある。そこで、実際に行われている治水対策費用を調査し、安全度との関係を表すと Fig.3 のようなグラフ(関数 $w = i(s)$) を作成できると考えられる。なお治水対策費用は、同じ安全度でも、工種の組み合わせによって変化するので、建設が可能でありかつ費用が最小となる治水対策を選定する。 **経済的に最適な安全度の決定:** Fig.4 のように洪水被害の期待値(Fig.2)と治水対策に掛かる費用(Fig.3)を合わせたグラフを用い、治水対策費用と被害額の期待値の合計 $h(s) + i(s)$ 、すなわち社会全体の負担額が最小となる安全度を求め、経済的に最適な治水対策とする。

3. 現在の治水対策との比較

現在の治水対策は、 $B/C > 1$ となるように計画されている。これは、Fig.5 で表す妥当投資の限界点($B = C$)まで投資が可能とされる。この点は経済的最適点より右に位置し、 $B/C > 1$ で妥当性を評価する限り治水投資が過大となる傾向にあることが示される。

4. まとめ

経済的に最適な治水対策規模の決定手法を示した。また、現在の治水対策規模と本研究で示した治水対策規模を比較した結果、社会全体が負担する金額が、本研究で示した治水対策規模の方が少なくなった。

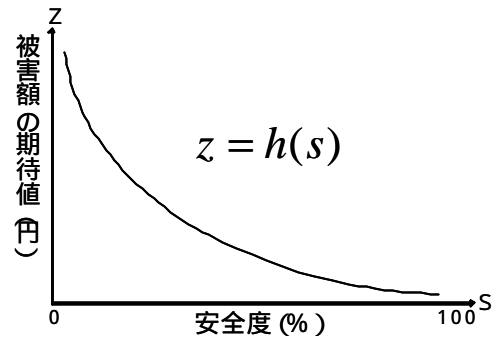


Fig.2 被害額の期待値と安全度
Relation between expected value of damage cost and planning reliability

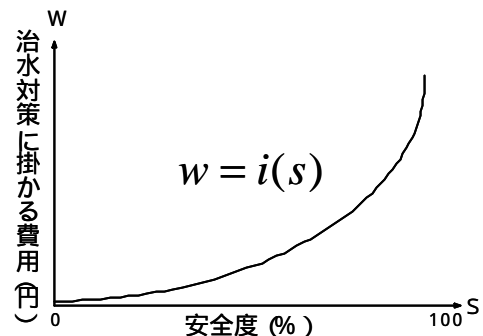


Fig.3 治水対策に掛かる金額と安全度
Flood control measure cost and planning reliability

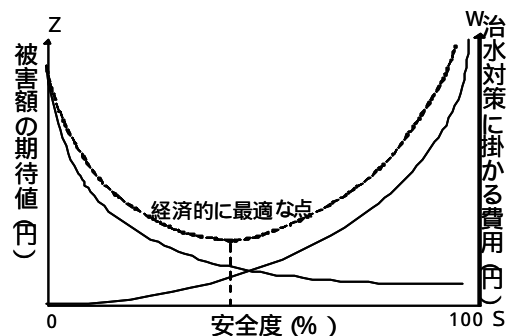


Fig.4 経済的に最適な安全度
Economically optimum planning reliability

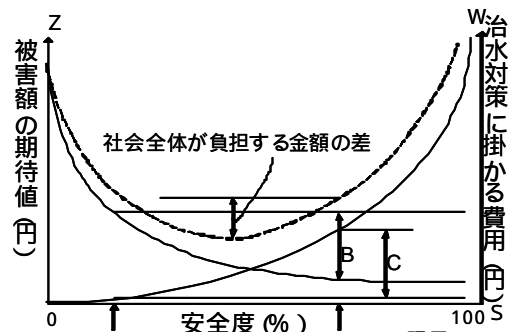


Fig.5 現在の治水対策との比較
Comparison with present flood control measure

【参考文献】 品川守ら(1992); 洪水ハイドログラフの形成過程と治水対策の効果に関する研究、"水文・水質源学会誌第5巻3号

高木朗義ら(1996); 立地均衡モデルを用いた治水投資の便益手法に関する研究、"土木計画学会論文集 No13