

治水対策と併せた 水害保険制度についての方法論

平子 遼¹・北村 幸定²・白柳 博章³

¹ 学生員 大阪府立大学工業高等専門学校 専攻科総合工学システム専攻土木工学コース (〒572-8572 大阪府寝屋川市幸町 26-12)

E-mail: f17015@osaka-pct.ac.jp

² 正会員 大阪府立大学工業高等専門学校 専攻科総合工学システム専攻土木工学コース (〒572-8572 大阪府寝屋川市幸町 26-12)

E-mail: kitamura@osaka-pct.ac.jp

³ 正会員 摂南大学 理工学部都市環境工学科 (〒572-8508 大阪府寝屋川市池田中町 17-8)

E-mail: smk1-gflbn3_nsdcschsal4@maia.eonet.ne.jp

日本は世界的に見ても災害のリスクが高い地域となっており、古くから災害のリスクと隣り合わせで経済を発展させてきた。特に治水事業は開発や物流に対して利便性の高い平野部の利用拡大に多大な恩恵を与えており、現在の日本では物的・人的資産ともに平野部に集中している。しかし、平野部の災害発生頻度は低下したことに對し、治水事業の想定を上回る災害が発生した際には資産の集中している場所への被害から被害の拡大が問題となっている。被災リスクを下げる方法として従来の治水対策だけに頼る方法ではこれからの人口減少社会・インフラ更新期に対応することができないと考えられる。そこで、被災した資産を回復するために用いられる水害保険の保険料から治水事業に資金を捻出する方法論を展開する。ソフトとハードの複合的なリスクマネジメントから地域全体の災害リスクの軽減を期待するものである。

Key Words: flood insurance system, economic damage, risk management, resilience

1. 背景と目的

(1) 日本における水害の特徴

日本の経済は平野部を中心に発展している。これは治水事業の進展によって、水害リスクの高かった沖積平野に人々が生活を営めるようになったことが挙げられる。沖積平野は河川の働きによって作られたなだらかな平野であるため、水の確保が容易なことや平地が続くことから開発のしやすい環境が整っている。しかし、治水事業がなされた現代においても災害ポテンシャルの高い地域であることには変わりなく、度々水害によって物的・人的被害が発生している。特に、平野部の開発によって遊水機能を持っていた田畑やため池がなくなることで排水は河川や下水道などの排水路に集中すること、築堤などの事業により河川水面より低い土地に資産が集中していることが、開発がすすめられた現代の大きな問題点である。現代の水害の特徴として、災害発生頻度は低くなっているものの、想定を上回る降雨が発生した時などはより多くの資産に被害を与えることが挙げられる。

(2) 水害に対するリスクマネジメント

災害を防ぐリスクマネジメントには、図1のようにハード面を整備するリスクコントロールと被害を受けた後に回復する能力を高めるリスクファイナンスの2つの側面がある。リスクコントロールについて、水害対策では従来人間生活の領域内にリスクの要因となる水を排除する方針が採られてきた。ダム建設や築堤、低地からの雨水のポンプ排水が挙げられる。しかし、自然界に生きる我々人間の生活を自然環境から完全に分離できるものではなく、また将来に人口減少社会が迫っていると考えられることから莫大な社会資本整備費を捻出することが不可能であることが考えられる。このことから、近年治水緑地の整備や地下河川、地下貯水池の整備といった遊水機能を持たせた施設の建設も進められている。これは、想定を超える降雨などにより我々の資産に被害をもたらすと考えられる場合において、すべての雨水を河川など排水路に放流するのではなく、一時的に生活領域内に雨水をためておき、降雨が収まるなどリスクが低下した後には排水するといった方法である。これにより、我々の生活領域内では災害に対するリスクと隣り合わせになるこ

とになるが、破堤などの大規模な被害をもたらすリスクから床下浸水などの軽微なリスクに転換することができる。

前述のリスクについては、軽微な被害で回復可能な可逆的リスクと、人命の喪失などに代表される不可逆的リスクがあり、リスクマネジメントのなかでは不可逆的リスクを可逆的リスクに転換し、さらには可逆的リスクも低減させることが必要になる。このとき、破堤が発生したときには多くの人々の命が失われたり、資産が大きく損なわれたりするなどの不可逆的リスクがあるが、これを資産の少ないエリアの被害や床下浸水などの軽微な資産被害といった可逆的リスクに転換している。床下浸水などの家財の被害を回復するためのものとしてリスクファイナンスに分類される水害保険がある。

水害保険では予め被保険者から徴収した保険金を、水害を被った被保険者に支払いし、リスクからの回復を図るものである。図2では水害保険が適用されたときとされていないときの資産の増加を模式的に表したものである。被災したことによる資産の減少に対して水害保険を適用していない場合には自己資金による回復のみによるため回復は軽微であるが、水害保険が適用される場合には保険料支払いによって資産の大きな回復を見込むことができる。しかし、持家世帯における水災補償のある保険や共済に加入している世帯は 66%¹⁾にとどまっており、ほぼ全世帯が加入している海外と比較しても低い数字であることがわかる。この要因として、内閣府の水害に対する備えに関する世論調査²⁾によると災害は起きないか起こっても補償以外で対応ができると考えている人や掛け金が補償に見合わないと考えている人が多いことがわかる。前者については災害リスクが極めて低い地域に住んでいる住人も含まれていると考えられるが、自分の居住地の災害リスクの適切な認識ができていない人の比率も少なくないだろう。後者は補償率の低さが挙げられる。これは同時に広範囲に被害をもたらす水害では補償金支払いが莫大となるため、被災額の全額ではなく上限額や比率の設定がなされている。

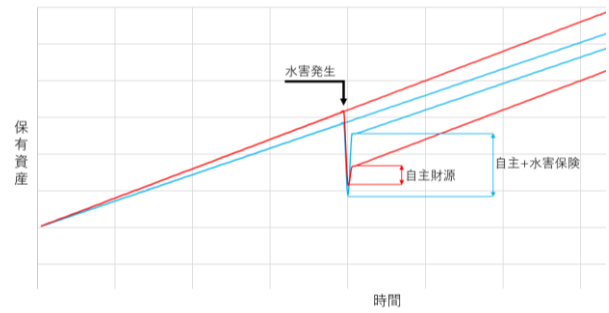


図2 水害保険適用時の資産変動の様子

(3) 本論の目的

被災リスクの多い日本において、不可逆的リスクを減らし、可逆的リスクからの回復を高めるための方法論を検討する。このために、治水事業に対して投資する目的も兼ね備えた水害保険を提案し、実現可能性や効果の検証を試みる。

2. 治水事業を併せた水害保険の提案

本提案では、治水事業を実施するための保険商品を販売することを挙げている。治水事業を実施することにより災害の発生率と発生した際の被害の軽減を図ることができる。被保険者は水害に対する資産の被害を軽減することができるので、リスクを低減することができたと言える。万が一治水事業での整備度を上回る水害が発生したときに被保険者は被害を受けることになるが、その際には保険会社から補償金が支払われる。このときの補償金は治水事業によって被災度が低減されているので従来の保険商品より高水準の支払いが可能になると考えられる。また、これらの制度を円滑に回す上で重要な点が水害リスクの分析とハザードマップ作成などによる住民に対するリスクの認知である。これらは被保険者の購入のための指標を示すものであり、居住地の災害リスクを適切に把握することによって保険商品の購入という動機付けができる。また、リスクに対する治水対策を決定することで事業費の算定ができ、保険料率の設定が可能になる。保険商品の売り上げから治水事業の事業費を一部まかなうことによって事業主体となる行政の費用負担が軽減され、より高水準な維持管理がなると考えられ、この点からも被災のリスクは低減されるものと考えられる。

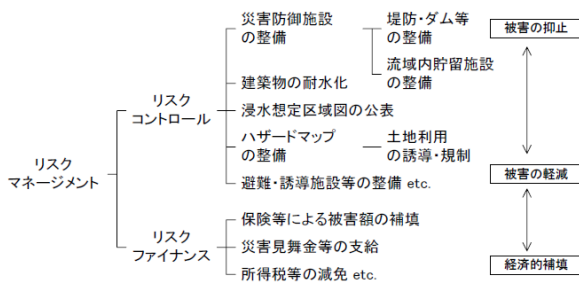


図1 災害リスクマネジメントの多面的要素³⁾

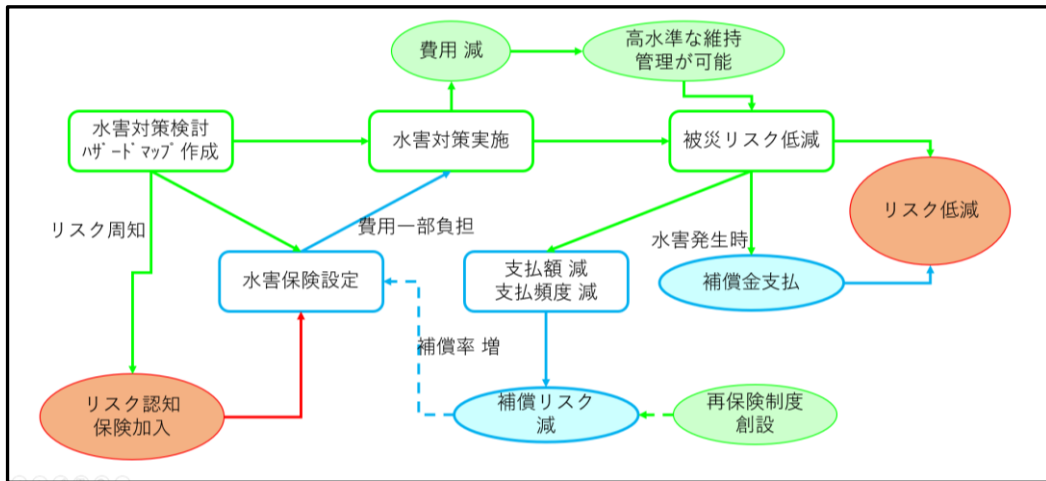


図3 提案する保険商品による効果波及の想定図

3. リスクと保険商品の価値の算定モデル

(1) リスクの定量的評価

自然災害の定量的指標は一般に式(1)のような多変量関数として評価される⁴⁾.

$$\text{Risk} = f(H, E, V, Re)$$

このとき、 H は自然災害の規模や発生確率を反映した危険度(Hazard), E は自然災害に荒らされる度合いを表す暴露量(Exposure), V は自然災害に対する脆弱性(Vulnerability), Re は災害に対する強靱度(Resilience)を示している. ここからそれぞれのの重みをつけて、評価指標を作成する. 水害の発生によるリスクは、災害の規模 H と物的資産 I , 人的資産 P , 復元力 Re の関係するから、

$$\text{Risk} = \frac{H \times (I + P)}{Re} \quad (1)$$

と表すことができる. この時、 P_R を地域における降雨確率, I_R を降雨強度, P_C を流域における治水事業の整備充実度, P_M を治水事業の維持管理度, R_L を土地リスクとすると、

$$H = \frac{P_R \times I_R}{P_C \times P_M} \times R_L \quad (2)$$

と表すことができ、ここに任意の降雨強度を与えたときの浸水シミュレーターを用いて計算することができる.

(2) 保険商品の価値の算定

前節で定義した変数を用いて保険商品の価値の算定を試みる. 式(4)のブラックショールズの公式⁵⁾より、現時点 t から保険支払い時もしくは満期時 T の間のコールオプションの価値は、

$$f(S, t) = S \times N\left(\frac{u}{\sigma\sqrt{x}} + \sigma\sqrt{x}\right) - Xe^{-rx} \times N\left(\frac{u}{\sigma\sqrt{x}}\right) \quad (3)$$

となり、この時 $f(S,t)$ は保険商品の価値、 S は保険商品の購入価格、 σ は保険のボラティリティ、 r は非危険利子率(満期時支払い率)、 X は補償金の支払い金額である. N は平均 0, 分散 1 の標準正規分布における、

$$N(a) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^a e^{-\frac{z^2}{2}} dz$$

としている. x と u は

$$x = T - t \quad (4)$$

$$u = \log \frac{S}{X} + \left(r - \frac{\sigma^2}{2}\right)(T - t) \quad (5)$$

として変数変換できる.

これらの内容から変数を整理すると、

$$f(S, t) = S \times N\left(\frac{u}{H\sqrt{x}} + H\sqrt{x}\right) - \{H(I + P)\} \times e^{-rx} \times N\left(\frac{u}{H\sqrt{x}}\right) \quad (6)$$

として、評価ができる.

※考察等については発表時に説明する.

参考文献

- 1) 内閣府防災担当：保険・共催による備えの促進に関する検討会 報告, pp.15, 2017
- 2) 内閣府政府広報室：「水害に対する備えに関する世論調査」の概要, pp.110-119, 2016.2.
- 3) 吉岡ら：洪水保険制度の諸外国との比較および考察, 河川技術論文集, 第 8 号, pp.167-172, 2002.6
- 4) 伊藤ら：自然災害科学 121 Vol.36, No.1, pp.73-86, 日本自然災害学会, 2017.
- 5) 石村貞夫, 石村園子: 金融・証券のための ブラックショールズ微分方程式, 東京図書, 1999.

STUDY OF THE METHODOLOGY OF FLOOD INSURANCE WITH FLOOD CONTROL

Ryo HIRAKO, Yukisada KITAMURA and Hiroaki SHIRAYANAGI

In Japan, many floods occur for a long time. We have taken various risk management to protect our lives from there harm. For example, construction of banks and anti-flood pond. However, these countermeasures have problem to spend a lot of cost. Furthermore, we are able to reduce economic damage by flood insurance. However, insurance participation rate is low by deficient compensation and lack of perception of risk. On this study, we suggest new flood insurance system for joint risk control as flood control project and risk finance as flood insurance. Flood control project is worked by insurance product sales in this system. The victims of flood are able to receive insurance participation if unanticipated flood damage is suffered. The system is expected to reinforce resilience from flood damage.