

治水経済評価のフロンティア: 期待被害額パラダイムを越えて

FRONTIERS OF ECONOMIC VALUATION OF FLOOD MITIGATION : BEYOND EXPECTED LOSSES PARADIGMS

小林潔司¹・横松宗太²

Kiyoshi KOBAYASHI and Muneta YOKOMATSU

¹正会員 工博 京都大学教授 大学院工学研究科土木工学専攻 (〒 606-8501 京都市左京区吉田本町)

²学生会員 工修 京都大学大学院博士後期課程 工学研究科土木工学専攻 (〒 606-8501 京都市左京区吉田本町)

The calculation of expected-losses-reduction, adopted in practices of cost-benefit analysis of flood mitigation investment, fails to capture the catastrophic features of flood disaster, most typically characterized by large magnitudes of collective damage. The risk management methods to cope with flood disaster can be classified into two categories: risk control through mitigation of flood disaster and risk financing to allocate catastrophe risks through market transactions. The paper claims that the cost-benefit evaluation of mitigation investment should reflect social applicability of risk financing technology to take into account the catastrophic aspects of flood disaster. The paper presents an extended framework of economic valuation of catastrophe risk mitigation and summarizes remaining issues to be concurred in future research.

Key Words : *Cost-benefit analysis, catastrophe risk, expected losses, flood mitigation*

1. はじめに

近年、治水安全性の向上により、大規模洪水の生起頻度は確実に減少している。一方、都市空間の発展により、大規模洪水が生じれば未曾有の被害が生じる危険性も増加している。自然災害の生起頻度は稀少であるが、一度災害が生じれば多くの家計や企業・組織が同時に被災し、被害規模が巨大になる危険性がある。本研究では、このような巨大性・集合性を持つような被害リスクをカタストロフ・リスクと呼ぶ。

伝統的な費用対効果分析では、期待被害額を用いて治水経済便益を評価してきた。期待被害額を用いた評価法は、小規模な危険事象が独立に多数生起するようないリスクを前提として開発されたものである。このような評価法を巨大性・同時性を有する水害リスクの軽減を目的とする治水経済評価に用いることには限界があろう。水害リスクのカタストロフ性を考慮したような治水経済評価の方法が必要となる。

水害リスクを効果的に軽減するためには、治水事業に代表されるリスク・コントロールとソフトな施策や水害保険等によるリスク・ファイナンスの双方が必要である。治水事業は水害リスクを減少させるリスク・コントロール技術である。一方、リスクファイナンス技

術の著しい発展により、保険金支払いの原資拡大と水害保険料率の低減が可能になった。水害保険市場の拡大は、地域住民の防災意識と自己防災の向上をもたらす可能性がある。リスク・コントロール技術とリスク・ファイナンス技術を同時に考慮した望ましいリスク・マネジメント体系を確立することが重要である。

期待被害額を用いた費用対効果分析は、リスク・コントロール技術による治水経済便益を評価する方法である。費用対効果分析の導入により、治水事業の合理化が期待できる。今後、さらに費用対効果分析の枠組みを拡大し、地域住民の自己防災行動をも射程に含めた総合的な水害リスク・マネジメント体系の確立と地域住民とのリスク・コミュニケーションに資するような治水経済評価の方法論を開発する必要がある。本稿では水害リスクのカタストロフ性を考慮したような費用対効果分析の基本的な考え方を提示するとともに、今後の研究課題をとりまとめる。

2. カタストロフ・リスクの経済評価

(1) 従来の研究概要

不確実性下における経済便益評価に関しては膨大な理論的・実証的な研究蓄積がある。それらの研究系譜

に関しては、すでに上田¹⁾、多々納²⁾等が詳細に検討しており、改めて言及する必要はないだろう。これら既存の便益評価指標は、1) 危険事象の小規模性、2) 危険事象の独立な到着という前提のもとで導出されたものである。一方、自然災害が生起する確率は極めて稀少であるが、一度生起すれば多くの家計が同時に被災し巨大な被害が生じる危険性がある。同時性、巨大性という特徴を持つカストロフ・リスクを対象とした経済便益指標に関しては、ほとんど研究が蓄積されていない。集合リスクに関しては、個人間におけるリスクの最適配分に関する研究がある³⁾。社会全体でのリスク回避便益は個々人のリスク回避便益を相関構造を考慮しながら集計化することにより定義される。しかし、カストロフ・リスクは、多くの個人が同時に被災するという特徴がある。社会全体がカストロフ・リスクに直面する場合、社会のリスク回避便益を個々人のリスク回避便益の和として単純に表現することはできない。第2に、非可逆的なカストロフ・リスクの回避便益をとりあげた研究がある⁴⁾。例えば、重大な原子力事故等のカストロフが生じれば、すべての家計が同時に死亡するという危険性がある。カストロフ回避の問題は代表的個人の死亡回避の問題に置換され、代表的個人の行動分析を通じてカストロフ回避便益を計測している。事故が発生すれば社会全体が消滅することを想定しているため、カストロフ・リスクの配分方法を議論する余地はない。

(2) カストロフ・リスク

小林・横松は同時性・巨大性を持つカストロフ・リスクを「2段階くじ」で表現できることを示した⁵⁾。「2段階くじ」の第1段階目の「くじ」では「被災する家計の総数 N (言い換えれば、富の総損失額)」が「くじ」により選ばれる。第2段階目の「くじ」では、すべての家計の中から被災する N 人の家計が無作為に選ばれる。すなわち、自然災害リスクの特徴は、個々の家計が直面する個人リスク (第2段階目のリスク) と社会全体が直面する集合リスク (第1段階目のリスク) により構成される複合的な2段階のリスクとして表現される点にある。

自動車保険等の伝統的な損害保険は個人リスクを対象とするものである。個々の家計がそれぞれランダムに損害を被る場合、個人リスクを家計全体でプールすることができる。この場合、大数の法則により、社会全体の総期待被害額の時間を通じた分散は非常に小さくなり、集合リスクは著しく減少する。集合リスクが存在しない理想的な状況においては、個々の家計の被害リスクの軽減効果を期待被害額の変化により評価できる。しかし、同時性・巨大性を持つ水害リスクの場合、

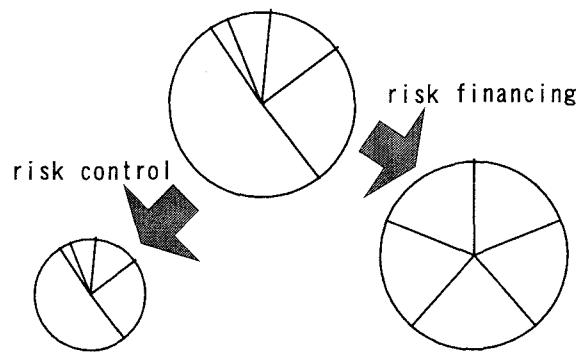


図-1 リスク・コントロールとリスク・ファイナンス

集合リスクを表す「第1段階目のくじ」が問題となる。多くの保険加入者が同時に被害を被った場合、保険加入者全体の富が減少するため、保険加入者による相互保険は有効に機能しない。カストロフな被害が生じた場合、家計が互いに助け合うことには限界が生じ、社会全体として大きなロスが生じる。社会全体で生じる巨大な集合リスクをヘッジするためには、対象地域の家計や災害保険の加入者だけによる相互補助だけでなく、より広範囲の地域における家計や企業の間でリスクを分散するシステムが必要となる。後述するように、近年のファイナンス技術の発達により、国際資本市場を通じて災害リスクを分散することが可能となってきた。被害が巨大であるほど、災害リスクをヘッジするためにより多くの費用を要することになる。治水事業の経済便益は、治水事業が存在しなかった場合に存在するカストロフ・リスクを国際資本市場でヘッジする際に要する費用を用いて評価できる。

(3) リスク・コントロールとリスク・ファイナンス

水害リスクを制御する方法として、1) 災害リスク事象の生起確率そのものを減少させる技術 (リスク・コントロール)、2) 水害により生じた被害を社会全体に分散させる技術 (リスク・ファイナンス) がある。治水事業は水害の生起確率や被害額を減少させるリスク・コントロールである。緊急時における避難・誘導システムや交通・情報・通信システムの管理・運営技術、復旧マネジメント手法も重要なリスク・コントロールである。一方、水害保険等によるリスク・ファイナンスはリスクを分散する手段である。水害が生じた場合、保険金の支払いにより被災者とそうでない家計の間で富の再配分が行われる。しかし、被災者に保険金の支払いが行われたとしても、社会全体で生じた富の総損失額が変化するわけではない。被害額が他人に移転しただけである。図-1において、円の大きさは社会全体で

の富の損失を表す。リスク・コントロール技術は社会全体で生起する富の損失の減少をもたらす。一方、リスク・ファイナンス技術は災害により生じる被害を家計間で分散する。ある特定の被害者に被害が集中した場合、被害者が被る心理的被害は膨大なものになるだろう。しかし、被害を多くの家計の間で分散すれば、個々の人間が被る心理的被害はわずかなものですむ。期待被害額を用いた便益評価は、図-1における円の大きさのみに着目しており、個人が被る心理的被害には関心を払わない。期待被害額を用いる限り、リスク・ファイナンスによる心理的被害の減少効果は評価されない。

3. 治水経済評価の諸問題

(1) 期待被害額評価の限界

伝統的な費用対効果分析では、治水経済便益を期待被害額の減少効果で評価する。この方法が正当化されるためには、1) 家計が被った被害が水害保険によりフルカバーされ、2) 災害で生じた被害が保険金の支給により瞬時に元の状況に復元でき、3) 水害保険市場において給付・反給付の原則⁶⁾ (保険料が期待保険金額に一致するという原則) が成立する、という3つの条件が成立していることが前提となる。リスク・ファイナンス技術の発展により、水害保険料をある程度低減できよう。しかし、水害リスクは保険会社にとってもやはり危険なリスクであり、保険料には期待保険金額の他に保険会社のリスク・プレミアム (保険会社がリスクを避けるために必要とする安全率) が加算される。すなわち、給付・反給付の原則が成立しない⁵⁾。保険料が期待保険金額にある一定の割合 (1以上) マークアップされた水準に決定されるため、家計にとって水害保険は常に割高な商品となりフルカバーの水害保険を購入しようとするインセンティブは存在しない⁷⁾。水害による被害が水害保険によりフルカバーされていない以上、家計は期待被害額で評価される以上の心理的被害リスクに直面することとなる。治水経済便益を直接的な富の損失だけでなく、心理的被害の軽減効果をも含めて評価する場合、水害により生じた被害を「誰が負担するのか」という問題を避けて通ることができない。

(2) 心理的被害とリスク・プレミアム

期待被害額に基づいた治水経済評価の問題点を明らかにするために、永久に同一の画地上に住み続ける家計の行動を考えよう⁷⁾。家計は家屋や家財等の物的資産と金融資産という2種類の資産を用いて富を蓄積する。家計は水害による被災リスクを水害保険によりヘッジする。水害が生じれば、家屋の損壊や家財の損失により物的資産に被害が生じる。災害により物的資産を喪

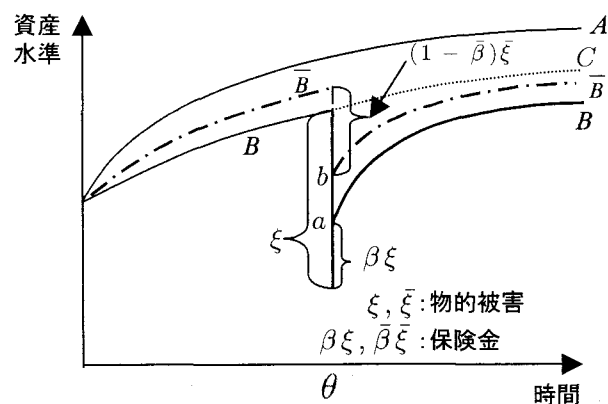


図-2 資産の変化過程と経済便益

失した場合、家計の物的資産と金融資産の蓄積過程は修正を余儀なくされる。家計はそれ以降の人生設計を見直し、失った資産の回復に努めるだろう。

図-2に家計の総資産の形成過程を示している。簡単のために、水害以外の自然災害の可能性はないと考える。経路Aは水害リスクが存在しない家計の総資産形成過程を示している。水害リスクを持つ家計の資産形成経路Bは、水害保険料を支払うため経路Aより下方に位置する。時刻 θ に水害が発生し、家計の総資産が ξ 単位だけ下方にジャンプしたとしよう。ここで、1) 水害保険により被害額が完全に補償される場合、2) 被害額の一部のみが補償される場合という2種類のシナリオを考える。まず、保険金により被害額が完全に補償される場合を考える。その場合、家計の総資産の蓄積過程は、時刻 θ 以降も災害が生起しなかった場合と同様の経路 (破線で表される経路C) 上を推移していく。つぎに、被害額が水害保険により完全には補償されない場合を考えよう。経路B (実線) では、 ξ の被害に対して $\beta\xi$ ($1 \geq \beta \geq 0$) だけの保険金が支給される場合の資産蓄積経路を示している。家計は保険金と金融資産の保有残高に基づいて、被災後の最適な物的資産と金融資産の組み合わせを決定する。資産の再配分の後、点aから被災後における資産形成過程が開始する。家計の資産形成経路は時刻 θ 以降、被災しない場合 (経路C) よりも常に下方に位置し、資産喪失の心理的被害が長期間にわたって発生する。このような被災以降に生じる長期的な資産喪失の効果を「事後的被害」と呼ぼう。

治水事業により時刻 θ に生じた被害が ξ から $\bar{\xi}$ ($\bar{\xi} < \xi$) に減少したと考えよう。水害保険により被害額が完全に補償される場合、治水事業の直接的な経済効果は水害保険料の減少として現れる。水害保険に給付・反給付原則が成立している場合、水害保険料の節約額は期待被害額の減少量に一致する。したがって、治水経済便益を

期待被害額の減少額の現在価値で評価できる。つぎに、水害保険で完全には補償されない場合を考えよう。いま、保険金が $\beta\bar{\xi}$ だけ支給されたとしよう。すなわち、被害額は $(1-\beta)\bar{\xi}$ となる。この場合、被災後の資産は図-2における点 b より経路 \bar{B} （1点鎖線）に従って変化する。この変化を大きく2つの成分に分解しよう。第1に防災投資により災害時の被害額が減少すれば、再出発点が上方に移動して災害時点以降の資産の蓄積過程に変化が生じる。すなわち、「事後的被害の減少効果」が生じる。再び、図-2の経路 B と \bar{B} を比較して欲しい。初期時点から時刻 θ までの資産形成の過程に関しても防災投資がある場合とない場合では異なった経路を辿っている。防災投資により災害保険料が節約できれば、家計は節約額の一部を資産形成に充当することができる。このように、家計の物的資産形成が生涯にわたって増加する効果を「資産の高度化効果」と呼ぶ。当然のことながら、資産の高度化効果の中には災害保険料の節約効果が含まれている。

以上で議論したように、治水経済便益は水害保険の利用可能性に依存している。給付・反給付原則を満足する水害保険が完備されており、家計が水害リスクを十分に理解している場合、合理的な家計は、フルカバーの水害保険を購入する。家計の水害リスクは水害保険により完全にヘッジされ、リスクのない資産形成が可能となる。治水事業による「事後的被害の減少効果」は存在しない。それに対して被害額を完全には担保できない場合、被災者は資産を元の状態に戻すことはできない。家計は水害リスクを除去することができず、治水経済便益として「事後的被害の減少効果」と「資産の高度化効果」が発生する。

家計がフルカバーの水害保険に加入するか否かは、水害保険のリスク・プレミアムに大きく依存する。リスク・プレミアムを、水害保険料を期待保険金額で除した値と定義しよう。水害保険に給付・反給付の原則が適用できる場合にはリスク・プレミアムは最小値1をとる。横松・小林は、家計がCobb=Douglas型効用関数を有する場合、「事後的被害の減少効果」と「資産の高度化効果」の総和として表される治水経済便益が、従来の費用便益分析で用いられてきた期待被害軽減額に災害保険のリスク・プレミアムを乗じた値に一致することを理論的に証明した⁷⁾。この方法は極めて簡便であり実用性も高い。しかし、わが国では水害保険市場が未整備であり、現在のところ各流域における現実の水害リスクを反映したリスク・プレミアムに関する情報は得られないのが実状である。2002年に保険業界のビッグバンが実施されるが、水害保険の市場開放が急速に進展することが予想される。水害保険のリスク・プレミアムに関する情報が蓄積されれば、市場評価に基づいた

治水経済評価が可能になるだろう。

(3) 将来リスクの割引率

治水経済便益を測定するためには、将来時点におけるリスクを現在価値で評価するための割引率が重要となる。治水事業に限らず公共事業における割引率に関して多くの論議がある⁸⁾。割引率に関わる詳細な議論は本稿の域を越える。ここでは割引率に災害の生起確率を含めるべきか否かに関して言及しておこう。この問題は、対象とするリスクが「非可逆的」か否かに関する。非可逆的リスクとは、人命の損失や社会の喪失といった事象のように、一度その事象が生じた場合、2度とはもとに戻らないようなリスクである。筆者らは非可逆的リスクの割引率としては、防災投資の経済便益を行うための主観的割引率として通常の主観的時間選好率に死亡率（災害の到着率）を加算した一般化割引率を用いることが適切であることを指摘した⁹⁾。一方、災害が終了した後も人生設計を見直すことにより復興過程を開始できる場合には、主観的割引率として家計の主観的時間選好率を用いることが適切であることも導いている⁷⁾。死亡事象という非可逆的リスクの場合でも、個人が子供達に資産を残すことに対して純粋な利他的効用を持つ場合には、割引率として主観的時間選好率を用いることが正当化できる。したがって、一般の公共事業の場合と同様に、治水事業がもたらす将来便益を主観的時間選好率を用いて割り引くことが適切だろう。なお、水害により集落が壊滅する危険性があるような非可逆的リスクが認められれば、水害の生起確率を含めた割引率を用いることが正当化できる場合もあろう。この場合、治水経済便益は水害の生起確率の減少（割引率の減少）効果を通じて評価できる。

(4) 治水経済評価の高度化

治水安全性が低い段階では災害により生じる物的な期待損失も大きく、期待被害額を用いた費用対効果分析の意義は大きい。しかし、治水安全性の向上に伴って、小規模・多頻度の水害の生起頻度は減少し、家計の防災意識は低下していく。しかし、大規模・稀少頻度の水害というカタストロフ・リスクが減少したわけではない。高度化した水害リスクを軽減するためには、治水事業等によるリスク制御技術だけでなく、リスク・ファイナンス技術による家計の自己防災行動等、総合的な水害リスク・マネジメントが必要とされる。したがって、治水事業の費用対効果分析の内容も、総合的なマネジメント体系と整合性がとれるように高度化される必要がある。行政と地域住民の間に健全なリスク・コミュニケーションを確立するためにも、心理的被害も考慮したきめ細かな水害被害の予測と、水害リスク

に関する詳細な情報公開が必要である。治水経済評価は、地域住民がどのような自己防災行動を採用しているかと無関係ではない。3.(2)で家計の心理的被害の軽減効果を含めた治水経済便益が、期待被害額に水害保険のリスク・プレミアムを乗じた水準になることを示した。ここで提案した治水経済便益は、家計が水害保険の購入等の自己責任による合理的な危険回避行動を採用する場合を想定したものである。家計が自己責任に基づく防災行動を採用しない場合、治水経済便益はリスク・プレミアムを考慮した総合的な経済便益よりもはるかに大きい値となるだろう。しかし、水害リスクをすべて治水事業により軽減することは効率的な方法ではない。家計も自己責任による防災努力を行うべきである。災害保険市場で観察できるリスク・プレミアムは、家計が防災努力を行うことによって達成可能な被害軽減額に関する1つの努力目標として位置づけることができる。

4. 自己責任原理と治水経済性の市場評価

(1) ファイナンス技術と水害保険

1990年代に入り災害保険に対する国際再保険市場における再保険料が増加した。その主たる原因は、ハリケーン・アンドリュー、ノースリッジ地震等に代表されるように数兆円規模の保険金支払いを必要とする災害が生じたことによる。このことは、カルフォルニア州、フロリダ州に高額所得者が人口集中したことにより、保険金支払いのリスクが増加した結果である¹⁰⁾。これに対して、国際的な損害保険市場（再保険市場を含める）だけでは市場規模が小さすぎ、災害リスクを十分に吸収できないという問題が顕在化してきた。このような状況を背景として、損害保険市場よりはるかに規模の大きい国際資本市場において、災害証券(CAT Bond)の売買を通じて保険金支払いの原資を調達する手法が実用化された。災害リスクは経済リスクと無相関であり、投機家はCAT Bondの購入により投機リスクを分散化することが可能となる。この手法は、「2段階のくじ」として表されるカタストロフ・リスクの第1段階の集合リスクをCAT Bondの販売を通じて分散するとともに、被災者に対する保険金支払いの原資を調達しようとするものである。小林・横松等はパレート最適なりリスク配分が可能となるような理想的なCAT Bondの設計とそれを原資とする災害保険を提案し、このような災害保険が完備した状況における防災投資の経済便益を計測する方法を提案している⁵⁾。さらに、最適なりリスク分散方法が整備された場合でも、災害保険のリスク・プレミアムは1以上の値を持つことを示した。現実には、災害リスクの内容に正確に対応したようなCAT

Bondを設計することは不可能である。現実の災害保険は個人リスク、集合リスクの組み合わせにより定義される状態と1対1には対応しない不完全な保険とならざるを得ない。したがって、保険会社も保険金支払いのリスクを負担することになり、災害保険のリスク・プレミアムは無視できない値をとることが予想される。災害リスクの特性を可能な限り反映しうるCAT Bondの設計と、災害保険のリスク・プレミアムの設定方法に関する研究が今後に残された大きな課題である。

(2) 水害保険と自己責任原理

水害保険の効用は、1)被災者の復興のための原資を給付するだけでなく、2)家計に自己責任による防災行動をとる誘因を与えることにある。例えば、建築物の耐水化の水準や居住地域により水害保険率が変化する場合、家計は水害保険料率を節約できるような防災行動をとる可能性がある。このように、理論的には水害保険の普及により、家計の防災意識の向上と自己防災行動の活性化が期待できる。しかし、残念ながら、わが国において水害保険の普及率はそれほど大きくないのが実状である。災害保険の先進国であるアメリカ合衆国においても、家計の水害リスクの認知水準が不十分であることが報告されている¹⁰⁾。災害保険の普及度が十分でない理由は数多く存在する。まず、災害情報の開示の問題があげられる。現在、ハザードマップにより水害リスク情報が公開されているが、詳細な情報であるとは言い難く認知度も十分ではない。また、家計が行政による被災時の救済処置を期待すれば水害保険を購入する誘因を持たないだろう。このように家計のリスクの不完全認知¹¹⁾や道徳的危険、保険市場における取引費用¹²⁾が存在する場合、水害保険市場は失敗する可能性がある。一方、水害保険を強制保険として制度化するという考え方もあるが、被害者保護が目的の自賠償保険と異なり、自己の財産の回復が目的である水害保険の強制化は法的に無理があるという意見もある。地方自治体が住民から税という形で保険料を徴収し、その資金を原資として水害保険を運用するという方法も考えられる¹³⁾。あるいは、政府による強制保険と市場を通じた水害保険の取引という混合保険システム¹⁴⁾が有用な場合もあろう。今後、家計の水害リスク認知の不完全性、家計のモラルハザードを克服しうる望ましい水害保険制度に関する研究を多方面から蓄積していく必要がある。

(3) リスク・コミュニケーション

治水安全度が向上すればするほど、住民は水害の危険性を無視するようになる。治水安全性は無料で確保できるものではない。家計は水害保険への加入という

具体的な問題に直面することにより、水害保険の料率を通じて自分が直面している水害リスクを真剣に認知することになろう。水害保険の強制化に関しては種々問題があり、必ずしも望ましいリスク・ファイナンス手法であるとは思えない。しかし、家計が防災意識を高めたり、水害リスクを的確に認知するためにも、積極的なPR活動を通じて水害保険の普及を図る努力を行うべきだろう。治水事業の効果は、水害保険の料率の減少効果として、市場評価されることになる。家計は水害保険の料率という価格情報を通じて、自らが直面する水害リスクを知ることが可能となる。水害保険の普及は行政と地域住民が、市場メカニズムを通じてリスク・コミュニケーションを図るための1つの重要な手段である。このようなリスク・コミュニケーションを確立するためには、水害リスク情報の開示を含め、各種の制度的な条件を整備する必要がある。水害リスクの市場評価を行うためには、個々の画地における水害リスクを評価（格付け）する必要がある。格付けを行うプロフェッショナルの養成やその国際的な資格認定の制度が必要となる。2002年には保険市場のビッグバンが予定されており、この種の制度整備は焦眉の急となっている。現時点において実現可能な方法は、不動産売買、あるいは新築・立て替え時期に、災害リスクの判定結果の届け出を義務づけることであろう。水害保険の購入の有無は最終的に本人の自由意思に委ねるとしても、その意思を確認するという手続きを義務づけることも検討に値しよう。

(4) 効率性と衡平性

費用対効果分析の課題は個人間リスク配分における衡平性の問題である。小林・横松は、カタストロフ・リスクを対象とする災害保険市場均衡解は効率的なリスク配分を達成するが、富の期待限界効用の小さいタイプの家計（富の大きい家計）に、より大きな重みが割り当てられたような逆進的なリスク配分をもたらすことを示した⁵⁾。言い換えれば、水害保険の購入層は裕福な家計に限られ、貧しい家計は水害保険を購入する誘因を持たない。貧困者層は常に水害リスクに晒されることになる。家計が水害保険によりリスクヘッジできない場合、一度災害が生じれば多大な心理的被害が生じる可能性がある。特に、人命の損失の危険性がある場合、防災投資に対する支払い意思額は極めて大きな値をとるだろう。水害保険でリスクをヘッジできない家計に関しては、被災後に生じる人生設計の変更という具体的な情報に基づいて被害状態をきめ細かに検討することが必要である。このような人生設計の変更がもたらす心理的被害額は、物的資産の損害による金銭的被害額よりもかなり大きな値になるだろう。

5. おわりに

伝統的な費用対効果分析では、治水事業の経済便益を期待被害額で評価する方法が採用されてきた。大規模な洪水が生じれば、多くの家計や企業が同時に被災し、巨大な被害が生じる危険性がある。期待被害額に基づく方法は、水害リスクが有する同時性・巨大性というカタストロフ・リスクの特性を十分に評価できないという限界がある。本研究では、水害リスクを軽減する方法として治水事業に代表されるリスク・コントロール手法と水害保険というリスク・ファイナンス手法の双方があることを指摘した。高度化した水害リスクに対処するためには、リスク・コントロール、リスク・ファイナンス手法を組み合わせた効果的なリスク管理体系を構築していく必要がある。それと併せて、費用対効果分析の枠組みの高度化を図る必要がある。本稿では水害リスクのカタストロフ性を考慮した費用対効果分析の基本的な考え方について議論したものであるが、それを通じて今後に残された研究課題のいくつかを示しえたと考える。

参考文献

- 1) 上田孝行：防災投資の便益評価-不確実性と不均衡の概念を念頭において、土木計画学研究・論文集，No. 14，pp.17-34，1997。
- 2) 多々納裕一：不確実性下のプロジェクト評価：課題と展望，土木計画学研究・論文集，No.15，pp. 19-30，1998。
- 3) Starrett, D. A.: On the social risk premium, in: Heller, W. P., Starr, R. M., and Starrett, D.A.(eds.) *Social Choice and Public Decision Making: Essays in Honor of Kenneth J. Arrow*, Vol. 1, pp.159-176, Cambridge University Press, 1986.
- 4) Johansson P.-O. and Löfgren, K.-G.: Wealth from optimal health, *Journal of Health Economics*, Vol. 14, pp.65-79, 1995.
- 5) 小林潔司，横松宗太：カタストロフ・リスクと防災投資の経済評価，土木学会論文集，No. 639/IV-46，pp. 39-52，2000。
- 6) 植草益編：現代日本の損害保険産業，NTT出版，1999。
- 7) 横松宗太，小林潔司：防災投資による物的被害リスクの軽減便益，土木学会論文集（投稿中）。
- 8) Stiglitz, J. E.: *Economics of the Public Sector*, W. W. Norton, 1986.
- 9) 横松宗太，小林潔司：防災投資による非可逆リスクの軽減効果に関する経済便益評価，土木計画学研究・論文集，No.16，pp.393-402，1999。
- 10) Froot, K. A. (ed.): *The Financing of Catastrophe Risk*, The University of Chicago Press, 1999.
- 11) Kunreuther, H. et al.: *Disaster Insurance Protection: Public Policy Lessons*, John Wiley, 1978.
- 12) 酒井泰弘：不確実性の経済学，有斐閣，1982。
- 13) 横松宗太，小林潔司：自治体保険による地域間最適リスク配分，土木計画学研究・論文集，（投稿中）。
- 14) Blomqvist, Å. and Johansson, P.-O.: Economic efficiency and mixed public/private insurance, *Journal of Public Economics*, Vol. 66, pp. 505-516, 1997.

(2000.4.17 受付)