

流域治水対策の市場保険活用による強化について

中川雅之（日本大学経済学部教授）、藤木秀明（日本大学理工学部助教）

1 はじめに

頻発化、激甚化する水害に対して、現在の治水対策は流域治水対策というアプローチの重要性が増している。これは、図表1にあるように、従来堤防、ダムなどのインフラ中心の治水対策を対象となる地域の土地利用政策、建築政策と連動させることで、より被害の生じにくい環境を作り上げることを目指しているものと考えられている。

つまりこの流域治水対策においては、浸水想定区域（いわゆるイエローゾーン）の公表、浸水被害防止区域（いわゆるレッドゾーン）の公表、開発行為の禁止、開発技術基準の適用、建築技術基準の適用が可能となっている。しかし、前者のイエローゾーン指定は存在するものの、後者のレッドゾーン指定について筆者らは寡聞にして把握できていない。

そもそもこの流域治水対策というアプローチは、①インフラによる災害防御、②自己保険とよばれる家計や企業の危険回避行動を組み合わせた行動と解釈することができるだろう。しかし、イエローゾーン指定は対象地域のリスク情報を開示して自己保険を促す仕組みであるとしても、レッドゾーン指定は自治体が規制的手段をとるために、当該指定に対する住民の理解、許容を前提とする必要がある。住民の理解、許容を進めるプロセスは今の流域治水対策には備わっていない。

このような政策に関しては、米国連邦洪水保険制度（NFIP）がおおいに参考になるだろう。NFIPは連邦政府がバックアップした洪水保険である。NFIPでは洪水保険の入手と氾濫原管理基準の採用、施行を結び付けた構造となっている。つまり、管轄区域の洪水氾濫に関する条例を採択、執行する権限を持つ自治体がNFIPに参加し、米国連邦緊急事態管理庁（FEMA）が定める氾濫原管理基準に沿った適切な土地利用および管理措置を採用することで、自治体の住民がNFIPの洪水保険に加入できる仕組みである。自治体は法律等で強制されるのではなく、自発的にNFIPに参加し、氾濫原管理を実施することで、地域住民がNFIPの洪水保険に加入できるようになっている。

つまり、NFIPは市場保険の保険料率よりも廉価に抑えられた保険への加入をインセンティブとして、土

地利用規制の導入を図るものとなっている。ここでは保険料率の算出について説明しよう。保険料の算出にあたっては、洪水リスクのハザードマップである洪水保険料率マップ（Flood Insurance Rate Maps：FIRM）を使用する。洪水保険料率マップは、NFIPに参加する自治体を洪水リスクの程度によって、いくつかの区域（ゾーン）に分類している。保険料率におけるNFIPの特徴として、軽減料率の存在が挙げられる。また、保険料の割引制度として、自治体評価システム（Community Rating System）がある。これは、NFIPの参加自治体がFEMAの定める氾濫原管理よりも厳格な基準で氾濫原管理を行う場合に、自治体をクラス1～10の10段階に分類し、保険料がクラスに応じて0～45%割引となる仕組みである。クラス分けは、①情報公開、②マッピングと規制、③洪水損害軽減、④警告と対応、という4つのカテゴリーにわかれた19の項目をポイント化して算出している。

このように流域治水対策自体は、その総合性、効率性から大きく評価できる政策であるが、自己保険にはコストがかかる。第2節で説明するように、浸水危険度の低い土地はリスクが高い地域に比較して高いため、リスクの低い土地という立地選択にはコストがかかる。また、開発規制や建築規制も同様にコストが住民、企業に発生する。しかし、今の流域治水対策には、自己保険を促し、規制の受容を促す制度を備えていない。このため、NFIPにならった市場保険と連動した政策として再構成する必要があるだろう。

本稿は以下のように構成される。第2節は水害リスクに応じて不動産価格が影響を受けるかを実証的に説明する。第3節はインフラ整備、自己保険、市場保険との関係を理論的に解説する。第4節はまとめである。

2 水害リスクと不動産価格

前節で解説したような自己保険行動の結果、リスクの高い地域の不動産価格は下落し、安全な地域の不動産価格は上昇するはずである。自己保険行動が実際に起きているかどうかについては、不動産価格を観察することで確認することができる。例えば寺本ほか（2008）は、大阪府と東京都における水災害リスクが地価に及ぼす影響から住民の水災害リスクに対する

意識について、河川の氾濫解析結果を基に分析したものであり、東京都の場合は洪水による浸水リスクにより地価に負の影響がみられ、リスクに対して回避的な行動がみられることを示した。

第2節では、齋藤ほか（2012）の分析結果を紹介する。2003年に公表された水害ハザードマップの浸水深が、地価形成に与えるさまざまな要因を制御した上で、深度に応じて地価がどれだけ割引かれるのかを、すべての年度をプールしたクロスセクション推定で検証していく。

愛知県内を流れる新川及び日光川、境川流域のハザードマップは、50mメッシュでデジタル整備されており、想定される洪水が発生した場合に当該地域がどの程度の深さ浸水するのか（以下、浸水深という）が記載されている。このデジタル情報を、公示地価データ、及び町丁目ベースの土地特性データとマッチングをさせることにより、浸水深が地価にどの程度影響を与えているのかについて計測することが可能となる。

1983年から2010年のデータをプールした横断分析では、より多くのサンプル数を用いることにより、推定される係数値の安定性を確保している。この分析により、浸水深が地価にどのような影響を与えているかを大きくとらえることができる。被説明変数は、公示された地価（1平米あたりの地価）の自然対数値（ P_i ）とする。一方、説明変数には、地価公示データに含まれているものとして、用途を分けるダミー変数として、低層住居専用地域ダミーの $Zone_low_i$ 、中高層住居専用地域ダミー（ $Zone_mid_i$ ）、商業地域ダミー（ $Zone_com_i$ ）、工業地域ダミー（ $Zone_fac_i$ ）、市街化調整区域ダミー（ $Zone_urb_i$ ）容積率の対数値（ $Yoseki_i$ ）、最寄り駅までの距離の対数値（ $Kyori_{i,t}$ 、メートル）を用いている。さらに名古屋市の都心までの距離として、栄駅までの直線距離の対数値（ $Sakae_i$ 、メートル）を便利さの指標として説明変数として加えている。この他、水道、ガス、下水道の整備状況をあらわすダミー変数と各年度ダミーを説明変数として加えている。

分析の焦点となる説明変数は、浸水深の対数値（ $depth_i$ 、メートル）である。浸水深の係数の推計値が負であれば、洪水の際の浸水の深さが深いほど、地価が割引かれる傾向にあることを示している。以上の説明変数を用いて、すべての年度をプールした基本モデルを以下のように特定化する。定数項の基準は、低層住居専用地域としている。

$$P_i = \beta_0 + \beta_1 Depth_i + \beta_2 Zone_low_i + \beta_3 Zone_mid_i + \beta_4 Zone_com_i + \beta_5 Zone_fac_i + \beta_6 Zone_urb_i + \beta_7 Yoseki_i + \beta_8 Area_i + \beta_9 Kyori_i + \beta_{10} Sakae_i + \varepsilon_i \quad (1)$$

この基本モデルである第(1)式の推定結果を図表2で報告している。浸水深以外の説明変数の推定結果は次のようである。最寄り駅までの距離、栄駅までの距

離などのコントロール変数についてはいずれも予測どおりの符号で有意な結果を得ている。

焦点となる浸水深（ $Depth_i$ ）の係数値であるが、係数値が1%水準で有意に負の値（弾性値で-0.2229）を示している。このことは、浸水深が深い地域ほど地価が大きく割り引かれていることを示している。地価の属性をコントロールした上で、浸水深がどのような影響を与えているのかを、基本モデルにおいてみて、浸水深と地価の負の関係が示された。

3

流域治水対策と水害に関する公共保険の組み合わせの理論的根拠

次に理論的にインフラ整備、自己保険、市場保険の関係を整理し、NFIPのような市場保険を活用した政策の意味を検討しよう。期待効用仮説は、特定の事象の発生に関して不確実性が存在する場合、個々の経済主体は、その事象の発生確率を考慮した期待効用を最大化する行動をとり、不確実性をヘッジする保険市場が成立している場合、効率的な状態が実現することを示唆する。

ここで災害が発生しない状態を状態1、災害が発生した状態を状態0とする。このとき、災害は確率 P で発生し、インフラ整備が行われていない0期における状態1と状態0の期待所得を I_{10}, I_{00} とする。この場合、公的主体はインフラ整備により都市を災害に対して安全なものにし、迅速な救援・援助体制を整えることにより、災害時の期待損失を低下させ、 I_{01} （ $I_{00} < I_{01}$ ）の所得を確保することができる。図表3に示したように、このような災害被害を軽減する施策の実施により、家計の期待所得は E_0 点（ I_{00}, I_{10} ）から E_1 点（ I_{01}, I_{10} ）に移動し、効用水準は U_0 から U_1 に上昇する。

しかし、家計等の経済主体は自己保険、自己防衛（Ehrlich and Becker(1972)）と称される危険回避行動をとることによって、被災時の期待損失を減らすことができる。例えば、水害危険度の高い地域に住まない、高床式等水害に強い建築構造を選択する、雨水貯留施設を設置する等一定のコストをかけて水害対策を行うことにより、水害の発生確率や水害が発生した場合の損失を減少させることができる。図表4のTNを家計の危険回避行動を前提とした機会曲線とすれば、この家計は $I_{10}-I_{12}$ という災害が起こらない状態1におけるコストを支払うことで、災害が起こった状態0の所得を $I_{02}-I_{01}$ だけ増高させる（自己保険）ことでより高い効用水準 U_2 に達している。

さらに家計は市場において水災保険を容易に購入することができるとする。この場合の保険料率を $-\frac{dI_1}{dI_0} = \pi$ とすれば、家計はこの価格で状態0と状態1の所得を交換することが可能になる。このときに家計が直面する機会曲線は、図表3の曲線TNに接する π の傾きをもつ直線ABとなる。ここではいわゆるフェアな保険料率の $\frac{P}{1-P}$ 地震保険が存在する場合の機会曲

線を描いている。図表5では自己保険による機会曲線と市場保険による機会曲線が、初期状態の I_{01} で接しているため、家計は全く自己保険を行わず I_{03} - I_{01} の市場保険を購入することで、より高い効用水準 U_3 に達している。つまりこの場合、市場保険が自己保険をクラウドアウトするモラルハザードが生じていることになる。

ここで、地域住民の自己保険による投資額の地域全体の投資額が増えれば、自己保険の効率性が向上し、災害(による被害)の発生確率 p が低下するものとしよう。つまり、一定の地域で水害リスクの高い地域には居住しない、水害による被害を軽減する建物構造を選択する、雨水貯留施設を設置することで当該地域の保水機能を高めるという共同行動をとることで、具体的には自己保険の機会曲線の(平均的な)傾きを緩やかなものとして、市場保険の保険料を低下させるものとしよう。

例えば、特定の地域に居住する家計に対しては、一定の自己保険投資を義務付けるような政策を実施したとしよう。これをこの節では流域治水対策を実施したケースとする。この場合、自己保険の効率性が向上するために、機会費用曲線の平均的な傾きが緩やかになって、外側にシフトする。その場合の均衡が図表4に描かれている。この場合、新しい機会曲線 TN' と無差別曲線が E_4 で接しているため、効用水準は U_4 に上昇している(図表6)。

図表7では自己保険のみならず、市場保険も利用可能な状態を描いている。前述のとおり、流域治水対策を実施することで、地域全体の災害の発生(によって被害を受ける)リスクは低下しているため、市場保険の機会費用曲線の傾きは緩やかなものになっている。この結果、 E_5 で均衡し、より高い効用水準 U_5 を家計は享受できるようになっている。この場合、自己保険の機会曲線と市場保険の機会曲線は I_{02} で接している。このため家計は、 I_{02} - I_{01} の自己保険を実施し、 I_{05} - I_{02} の市場保険を購入することとなっている。

図表6、図表7から流域治水対策という政策の意味を再検討してみよう。流域治水対策という政策を、対象となる地域の住民や企業などの一定水準の自己保険を義務付けあるいは、促すことを通じて、自己保険の機会曲線の外側へのシフト、地域全体の被災リスクを軽減する政策だと考えよう。図表5の I_{10} - I_{13} と図表7の I_{10} - I_{15} は同じ額として描いている。同じ費用負担で、図表7の方がより高い効用水準 U_5 に到達している。なぜ図表7のような状態を自然に実現できないのだろうか。

図表7のような状態を実現するためには、対象地域の家計や企業が一定水準以上の自己保険投資を行うことで、自己保険の機会曲線の外側へのシフト、市場保険の機会曲線の傾きの低下を実現する必要がある。このことは自己保険投資が規模の経済を有していることに基づく。しかし、図表5に描かれているように、市

場保険が活用可能な状態では家計は自己保険よりも市場保険の方が効率的にリスクをヘッジできるため、自己保険投資を全く行わない。このため、公共部門が一定の自己保険投資を強制あるいは財政・金融上の措置により促すが必要になる。つまり、流域治水対策とは、 I_{02} - I_{01} の自己保険を強制、財政・金融上の促しを行うことで、より効率的に家計や企業の水害リスクのヘッジを可能とする政策と考えることができよう。

4 まとめと含意

本論文をまとめると、第1節で、頻発化、激甚化する水害に対して、現在の治水対策は流域治水対策というアプローチの重要性が増していることを議論した。第2節で、水害リスクと不動産価格の関係性を議論した上で、第3節で流域治水対策と水害に関する公共保険の組み合わせの理論的根拠を示し、流域治水対策に対してより効率的に家計や企業の水害リスクのヘッジを可能とすることを示した。

社会資本(インフラストラクチャー)の老朽化に対応すべく、政府は国土強靱化対策と銘打って様々な対策を行っているものの、わが国がおかれた財政状況は、政府債務残高に対するGDP比率は200%を超えているなど世界の中でも深刻な部類に入る。また、日本銀行が昨年春に政策転換を行ったことから、今後は長期金利が上昇し、国債費の利払い負担が増加することが見込まれ、我が国の財政支出の制約となることが懸念される状況にある。災害対策に対応する保険の活用は、地震保険が既に行われているところであるが、米国のNFIPを参考として水害対策にも活用することは、保険という金融手法が持つ機能が持つリスクマネジメント能力を活用することにより、財政負担を抑制しつつも、国民の自助と政府による公助が連携することによって、災害に対する事前の備えと事後の安心確保を両立しうる手法として有益であり、政府及び地方公共団体が、関係業界と連携して取り組むことを期待したい。

【参考文献】

- ・ 齊藤誠・中川雅之・山鹿久木(2012)、「浸水危険度公表が地価に与える影響：新川、境川、日光川流域のケース」、『人間行動から考える地震リスクのマネジメント：新しい社会制度を設計する』、齊藤誠・中川雅之編著、勁草書房
- ・ 寺本雅子、西澤諒亮、市川 温、立川康人、椎葉充晴(2008)「地価分析を用いた水災害リスクに対する住民意識の評価に関する研究」、水工学論文集、Vol. 52、pp.457462
- ・ Ehlich, Isaac and Gary S. Becker(1972), "Market Insurance, Self Insurance and Self Protection," *Journal of Political Economy*, 80, 623-648.

図表 1：流域治水対策



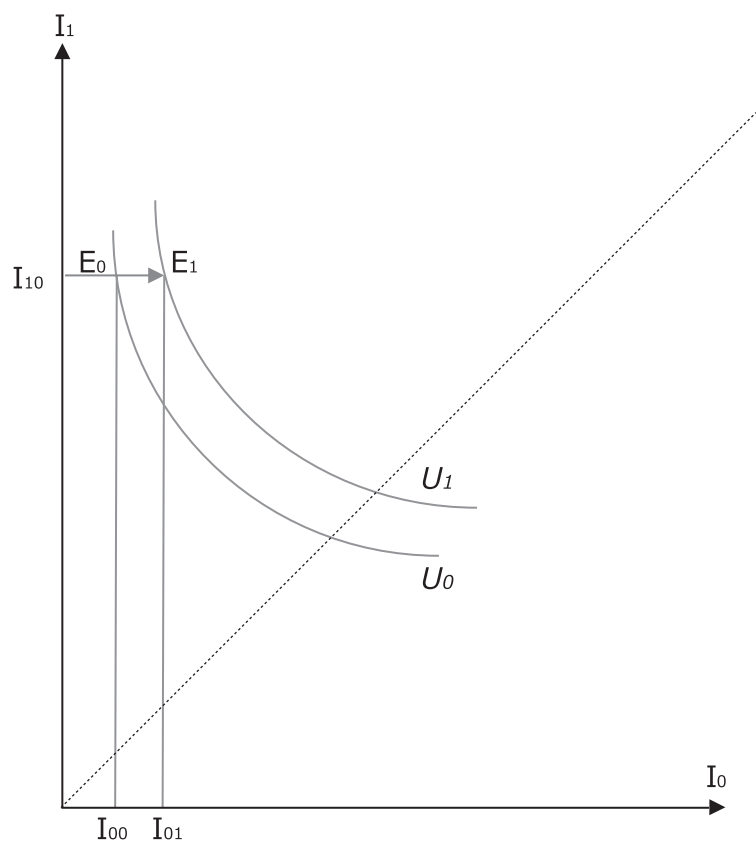
流域治水のイメージ図
(国土交通省HPから引用 <https://www.mlit.go.jp/river/kasen/suisin/index.html>)

図表 2：基本モデルの推定結果

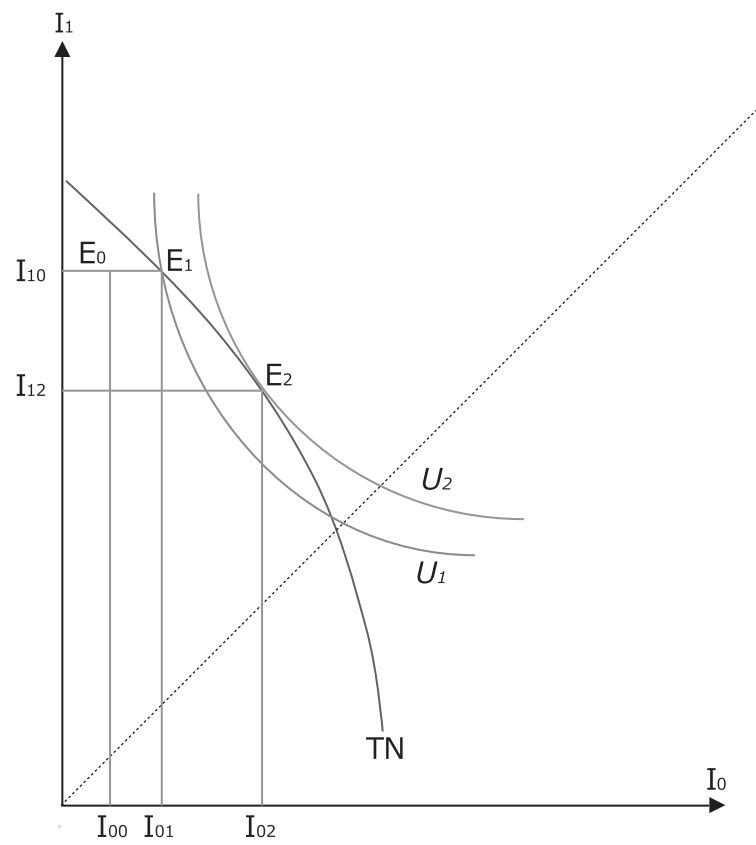
	係数値		標準偏差
浸水深	－ 0.2229	***	0.0195
地積	0.0139	**	0.0064
容積率	0.0674	***	0.0161
最寄り駅までの距離	－ 0.0413	***	0.0038
栄駅までの距離	－ 0.1250	***	0.0077
水道ダミー	0.8672	***	0.0290
ガスダミー	0.1068	***	0.0076
下水道ダミー	0.1052	***	0.0060
中高住専ダミー	－ 0.0455	***	0.0139
商業地ダミー	0.3031	***	0.0190
工業地ダミー	－ 0.1081	***	0.0172
市街化調整区域ダミー	－ 0.3330	***	0.0197
定数項	11.5218	***	0.1328
サンプル数	5394		
R ²	0.692		

注 1) ***, **, * は 1%, 5%, 10% 水準で統計的に有意であることを表す。
注 2) 標準偏差は頑健推定による値である。

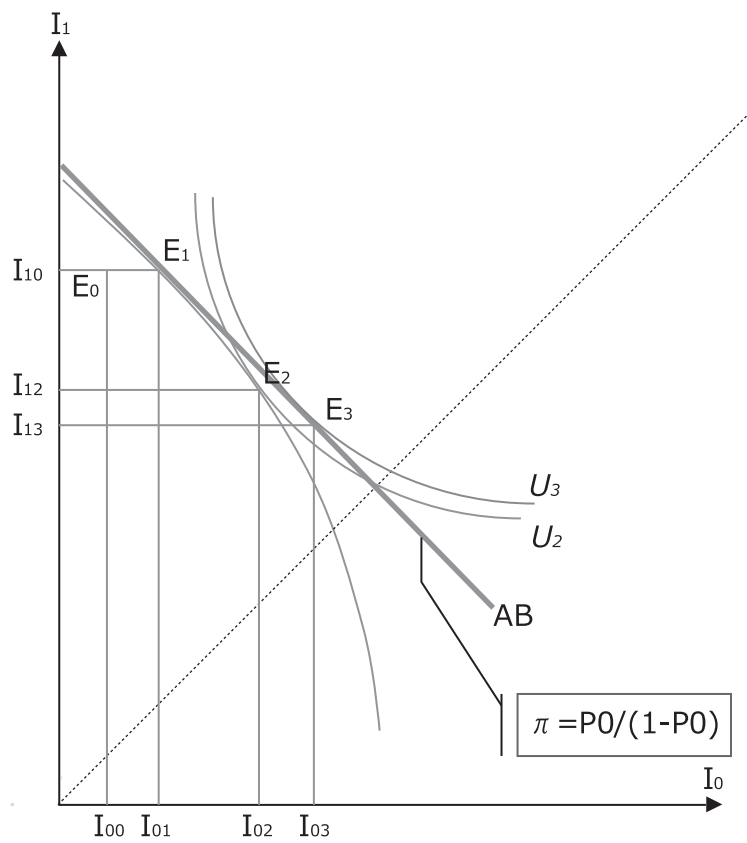
図表 3：インフラ整備の効果



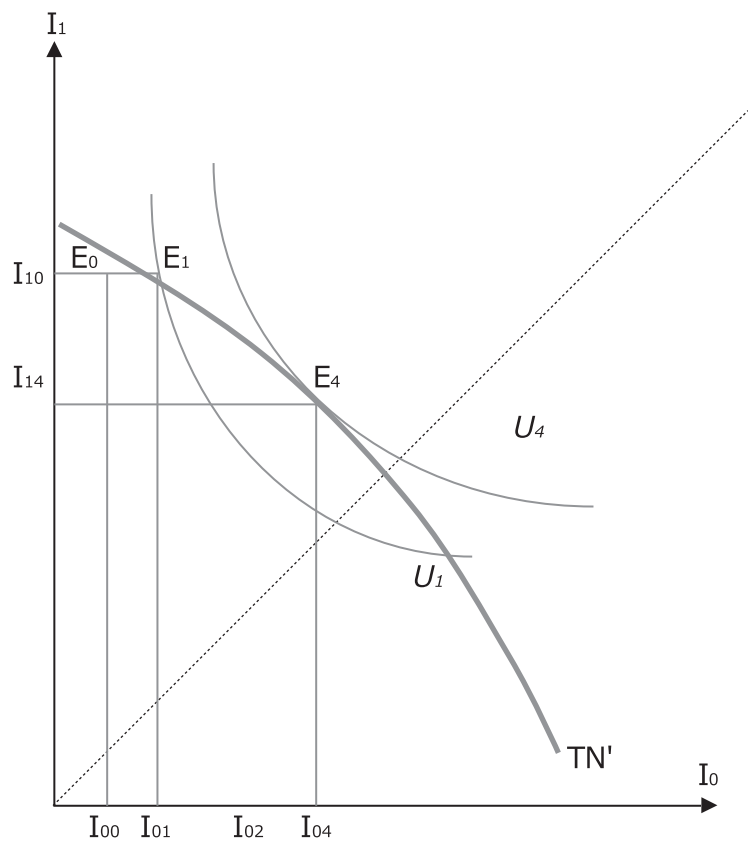
図表 4：自己保険の効果



図表 5 : 自己保険と市場保険の組み合わせ



図表 6：流域治水対策+自己保険



図表 7：流域治水対策+自己保険+市場保険

