

災害リスクの不認知と防災政策の動学的不整合性に関する一考察

(株)丸和運輸機関 正会員 ○ 江崎 史昭
鳥取大学工学部 正会員 横松 宗太
鳥取大学工学部 正会員 喜多 秀行

1. はじめに

水害の危険性が高い河川に大規模な堤防が整備されており、堤防の背後の沿岸地域に多くの住民が居住している地域が所々に存在する。もし水害の危険性があらかじめわかっていたら、大規模な堤防を整備するよりも、そのような地域には人が住まないことが最も経済的であろう。それでは現実に見受けられる大規模な堤防は、家計が居住する時点では水害リスクのレベルは不明であり、居住後にリスクが解明されたために建設されたものばかりなのだろうか。また、今後、水害の危険性がわかっている場合には、危険度情報を公開することによって家計に当該地域に居住しないように誘導することは可能であろうか。

近年、ハザードマップ等を通じた災害危険度情報の公開が進んでいる。しかし住民は必ずしも危険度情報に対応した居住地選択や耐震補強、保険購入を行っていない。本研究では、自然災害リスクに関する情報が提供されているにもかかわらず家計が合理的判断によってリスクを認知しない現象について説明する。家計は水害の危険性を知らないわけではなく、多くの住民が氾濫河川流域に居住すれば政府が堤防整備を行わざるを得なくなることを合理的に予測して危険地域に立地する。その結果、無駄な堤防整備支出が生じる。

本研究ではリスク「不認知」を、リスク情報の非対称性や非存在ではなく、情報を「無視する」という意味で用いる。本研究では、家計のリスク不認知の結果、政府のリスク管理政策に動学的不整合性が生じる可能性について示すことを目的とする。

2. モデル

M 人の家計が、水害が発生する恐れのある危険地域（地域F）と安全地域（地域S）の間で居住地を選択する問題を考える。危険地域に居住する家計数を m 、地域Sに居住する家計数を $(M-m)$ で表す。各地域の生産は家計の労働と土地を投入して行われる。土地は各地域の地主に所有されており、地域に固定された資本である。水害が生起すると、地域Fの労働生産性が低下する。地域Fの生産関数は次式で表される。

$$f(m, \theta) = (a - \theta)m - \frac{b}{2}m^2, \quad \theta = \begin{cases} 0 & \text{for prob.}(1-p) \\ \delta(>0) & \text{for prob. } p \end{cases} \quad (1)$$

水害の生起確率を p とする。家計の労働所得は労働の限界生産性 $(a - \theta - bm)$ である。全ての家計はリスク中立的であり、期待効用は労働所得の期待値に一致するとする。

$$v_F = (1-p)(a - bm) + p(a - bm - \delta) = a - bm - p\delta \quad (2)$$

地域Fの土地のレント R は次式となる。

$$R_F = f(m, \theta) - f_L(m, \theta)m = \frac{b}{2}m^2 \quad (3)$$

地域Sは地域Fと等しい生産技術をもつと仮定する。地域Sの生産関数、労働所得およびレントはそれぞれ $f(M-m, 0)$ 、 $v_S = a - b(M-m)$ 、 $R_S = b(M-m)^2/2$ となる。社会厚生関数を次式で定義する。

$$SW = mv_F + (M-m)v_S + R_F + R_S \quad (4)$$

政府の利得は社会厚生 SW とする。また、政府が費用 c を投じて堤防整備を行えば（戦略B）地域Fの水害生起確率は0となる。行わなければ（戦略N）水害の生起確率は p のままである。一方、個々の家計の意思決定は居住地選択である。家計は同質的とする。政府と代表的家計と間のゲームを図1、図2に展開型及び戦略型表現により表す。

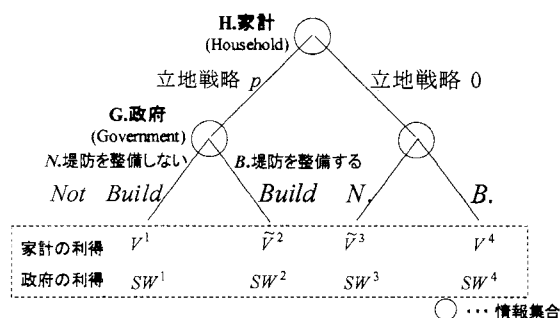


図1 展開型ゲーム

		政府 (G)	
		整備する Build	整備しない Not build
家計 (H)	立地戦略0	(V^4, SW^4)	(V^3, SW^3)
	立地戦略p	(V^2, SW^2)	(V^1, SW^1)

図2 戦略型ゲーム

政府は SW が大きくなるように事前に防災政策を決定してアナウンスする。すなわち「堤防整備は行わないため、地域 F のリスクは p のままである」か「堤防整備を行うため、地域 F のリスクは 0 となる」かをアナウンスする。その後に家計が地域間の居住地選択を行う。家計の戦略は水害リスクを 0 と想定して居住地選択をするか（戦略 0），水害リスクを p と想定して居住地選択をするか（戦略 p ）のいずれかとなる。家計の戦略をより正確に表現すると、「どのような水害生起確率と整合的な居住地均衡を実現させるか」に相当することになる。このとき、家計は政府によってアナウンスされた防災政策に反するリスクの想定に基づいて行動する、すなわち政府によるリスク情報を無視した行動をとる可能性がある。立地均衡（ m , $M-m$ ）は想定した水害生起確率の下で両地域の期待効用が一致する状態で与えられる。立地均衡後に政府は再度、堤防整備の決定をする。

3. 堤防整備の費用負担ルールと均衡

堤防の整備にかかる費用 c について全ての家計の負担が均しいケース（ケース i）を考えよう。各家計は $\xi c/M$ ，各地主は $(1-\xi)c/2$ を負担とする。 ξ は家計と地主の費用負担割合を示す。家計が戦略 p 及び戦略 0 をとった場合の均衡家計数はそれぞれ次式となる。

$$m_p = \frac{1}{2b}(bM - p\delta) \quad , \quad m_0 = \frac{M}{2} \quad (5)$$

上式より $m_p < m_0$ が成り立つ。戦略の組み合わせを（家計の戦略，政府の戦略）により表現しよう。図 2 より，戦略の組 (p, B) 及び $(0, N)$ は家計がリスクを無視した場合の立地均衡を示す。災害情報を無視して立地行動をとる場合には，立地均衡は，家計が想定する生起確率と整合的な，見せかけの効用が一致するように与えられることになる。紙面の都合上，詳説は省略する。ケース i における水害の真の生起確率 p とゲームの均衡解（家計の戦略，政府の戦略）の関係を図 3 に示す。

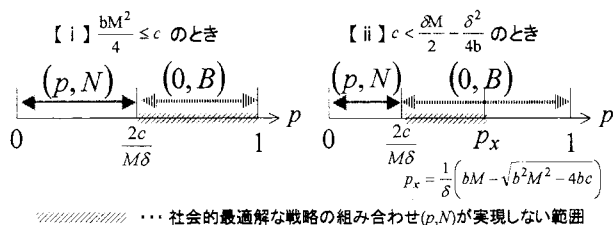


図3 堤防整備費用と実現する均衡解

真の水害リスク p が大きな範囲で $(0, B)$ の均衡が生起することがわかる。 p が大きいほど社会的最適解が「堤防整備をせずに，少数の家計しか地域 F に住まない」であるにもかかわらず，家計がリスクを無視して半数の家計が地域 F に立地し，その結果政府

が堤防を整備せざるを得ないという非効率的な均衡が実現する。水害リスク p が大きくなるほど政府の堤防整備の効果が上昇し，堤防整備が実施されやすくなることを家計が合理的に予測するためである。また，技術進歩等により堤防整備費用が小さくなる場合にも費用対効果が改善される。図 3【ii】のように防災技術の向上が家計のリスク不認知を誘発することになる。また，リスク不認知が発生する状況における各地域の地主のレントを社会的最適解の場合と比較したところ，家計のリスク不認知は安全地域 S の地主のレントを引き下げることがわかった。

次に危険地域の主体のみが堤防整備費用を負担するケース（ケース ii）について考える。地域 F の家計は $\eta c/m$ ，地主は $(1-\eta)c$ を負担とする。 η は家計と地主の費用負担割合を示す。 $M=1.0, a=1.0, b=2.5, \delta=0.4, c=0.15$ として数値計算を行った。

表1 均衡解が社会的最適解 (p , N) とならない範囲

家計の費用負担割合	i) のケース	リスク不認知が生じる p の幅	ii) のケース	リスク不認知が生じる p の幅
0	$0.7500 < p < 0.8014$	0.0514	$0.7500 < p < 0.8014$	0.0514
0.5	$0.7500 < p < 0.8014$	0.0514	$0.7628 < p < 0.8161$	0.0533
1	$0.7500 < p < 0.8014$	0.0514	$0.8715 < p < 0.8715$	1.0×10^{-5}

表2 費用負担割合と均衡家計数の変化

家計の費用負担割合	i) のケース		ii) のケース	
	実現値	社会的最適値	実現値	社会的最適値
0		> 0.499	0.500	> 0.499
0.5	0.500	> 0.470	0.468	> 0.467
1		> 0.440	0.430	< 0.430

表 1 より，ケース ii の費用負担ルールのもとで，地域 F に居住する家計への堤防整備費用の負担割合を 1 に近づければ，家計のリスク不認知を伴う均衡 $(0, B)$ が実現する真の水害リスク p の範囲を狭くできることが確認できる。これは家計に地域 S に居住して堤防整備費用の負担を回避しようとする動機が生じるためである。表 2 は地域 F の家計に全ての費用を負担させると，地域 F の均衡家計数は社会的最適な家計数よりも小さくなることを示している。一方，堤防を整備することが望ましい社会環境においては，社会全体で堤防整備費用を負担することが望ましいことが分かった。それは人口が $(M/2, M/2)$ であるときに，2 地域のレントの和が最大となるからである。

4. おわりに

本研究ではリスク情報の公開のみでは家計を望ましい立地選択に導けない状況について記述した。そして家計が合理的にリスク情報を無視する場合に，防災投資の費用負担のインセンティブを与えて立地を誘導する可能性について検討した。