

水工学シリーズ 08-B-7

沿岸域におけるリスクの経済評価

名城大学 都市情報学部 教授

大野 栄治

土木学会
水工学委員会・海岸工学委員会

2008 年 8 月

沿岸域におけるリスクの経済評価

Economic Evaluation of Risk in Coastal Area

大野 栄 治

Eiji OHNO

1. はじめに

地球温暖化に伴って自然災害の発生頻度や発生規模が高まり、その影響は沿岸域の社会経済を始めとして多岐にわたると予想される。このような事態から人々の利益を守るためには、地球温暖化の影響を研究し、種々の緩和策や適応策を講じなければならない。その際、地球温暖化対策にも一般の公共事業と同様に経済効率性が求められているため、その効果に関する経済評価を行う必要がある。

現在、国土交通省が所管する公共事業の評価マニュアルのうち、沿岸域におけるリスクの経済評価に対応するものは、治水事業の評価に用いられる『治水経済調査マニュアル』である。本稿では、ヘドニック資産価値法による洪水リスク軽減の評価事例と対比しながら、治水経済調査マニュアルによるリスクの経済評価に関する課題を考察する。

2. リスクとは

本題に入る前に『リスク』の概念を定義しておくべきであるが、この概念は分野や対象によってさまざまであり、その統一的な見解は存在しない。例えば、武井(1987)はリスクの概念として、①損失の可能性、②損失の確率、③損失の原因、④危険な状態、⑤損害や損失にさらされている財産・人、⑥潜在的損失、⑦実際の損失と予想した損失の変動、⑧不確実性、という異なった意味を紹介している。しかし、Knight(1921)はリスク(risk)と不確実性(genuine uncertainty)を明確に区別している。Knightによれば、リスクは「物理的・客観的査定が得られるもの」であり、「社会が同一の確率分布を共有できるもの」として定義される。一方、不確実性は「客観的確率が測定できないもの」として区別される。

本稿で議論する自然災害のリスクは、Knight流の定義で言えば『リスク』ではなく『不確実性』である。自然災害の発生頻度や発生規模が不確実な気候変動によって物理的・客観的に査定できないという事実もある。一方、たとえ客観的確率が得られたとしても、それが今年(あるいは来年)発生するかどうかを特定できないため、人々は個々の価値観(リスク回避、リスク愛好、リスク中立)による主観的確率に基づいて行動すると考えられる。特に自然災害の場合は、多くの家計や企業が同時に被災して、巨大な被害がもたらされることが多いため、多くの人々はそのリスクを『カタストロフリスク』として捉えてリスク回避的に行動する。その際にリスク中立者の被害と比べて余分に生じるものが不安感であり、本稿ではこれをリスクの経済評価に考慮することを提案する。

3. ヘドニック資産価値法による洪水リスク軽減の経済評価

3.1 概要

これまで治水事業の便益計測は治水経済調査要綱〔建設省河川局(1970)〕に基づいて行われてきた。治水経済調査要綱は、主に洪水氾濫による物的被害の軽減額を計測するもので、土地利用の高度化(例

えば、農地から宅地へ転換)、地域住民の精神的安心感の向上など、住環境向上の便益が計測されていない。なお、1998 年より治水経済調査要綱の改定作業が始まり、2000 年に治水経済調査マニュアルが示された〔建設省河川局(1999)〕。主な変更点は、資産データ調査の方法、氾濫シミュレーションの方法、便益計算の諸条件である。しかし、土地利用高度化効果、精神的安心感向上効果などは依然として考慮されていない。

ここでは治水事業による全ての便益をヘドニック資産価値法で計測した例を示す〔高木・大野・森杉・沢木(1993)、高木(1996)、大野(2000)〕。なお、地価と土地利用が密接な関係にあることを考慮して、地価と土地利用の変化を同時に捉え、かつ簡単で実用的な計測モデルを採用している。ここで構築するモデルの特徴は、まず 1/2 メッシュ (500mメッシュ) という小ゾーン内で捉えており、土地利用の空間的な予測ができる点である。次に、交通プロジェクトの評価に使われている従来の土地利用モデルが総需要量の配分を予測しているのに対し、荒地や水田・畑などの未利用地と市街地の2種の用途に限定した上で、市街化が成長することを表現している点である。

3.2 対象地域およびプロジェクト

ここでは岐阜市近郊を流れる境川における治水事業(計画対象降雨 50mm/hr, 総事業費約 320 億円, 完了予定 2000 年)を対象とする。境川は流域面積約 50km²の中小河川であり、近年、流域内の都市化が著しく、流域の自然保水機能が低下しているため、たびたび浸水被害に見舞われており、流域全体での治水対策が急務となっている。

なお、便益計測は想定氾濫区域を対象に、1/2 メッシュ (500mメッシュ) を基本単位として行うものとする。対象地域内の 1/2 メッシュの総数は 57 個である(図-1)。

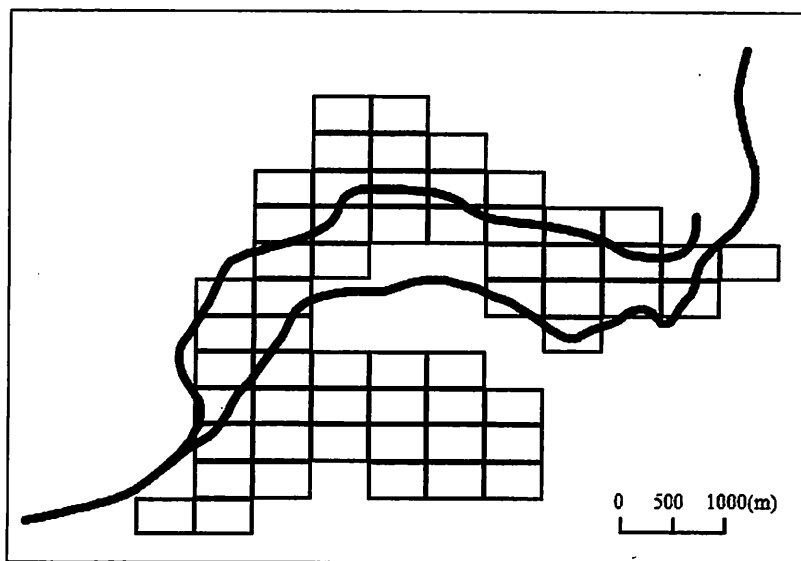


図-1 境川想定氾濫区域メッシュ分割図

3.3 便益計測モデル

先に述べたように、地価と土地利用は密接に連動することから、治水事業による便益を土地の資産価値で計測するためには、土地利用の予測が必要である。

治水事業を実施した場合、その事業規模にもよるが、治水安全度の向上により土地利用まで変化する地域と土地利用が変化するまでには至らない地域があろう。土地利用が変化する地域では、地価は変化前の土地利用(例えば、農地)の価格から新しい土地利用(例えば、宅地)の価格へと上昇する。便益の計測にあたっては、事業実施の有無を比較することから、前者の地価は、治水事業を実施しなかった

場合の将来時点における価格とし、後者の地価は、治水事業を実施した場合の将来時点における価格としなければならない。同様に、土地利用が変化しない地域でも、治水事業を実施した場合の将来時点における地価が、治水安全度が向上していることに伴って実施しなかった場合の将来時点の地価より高くなっている分を求める必要がある。したがって、治水事業を実施したことによる地価の上昇を考える場合は、この2種類の地価の増加分を考えなくてはならない。一方、治水事業を実施しない場合でも、治水事業以外の他の要因、例えば、道路整備や下水道整備などにより地価は上昇するが、言うまでもなく、これらの効果と治水事業の効果とを分離する必要がある（図-2）。

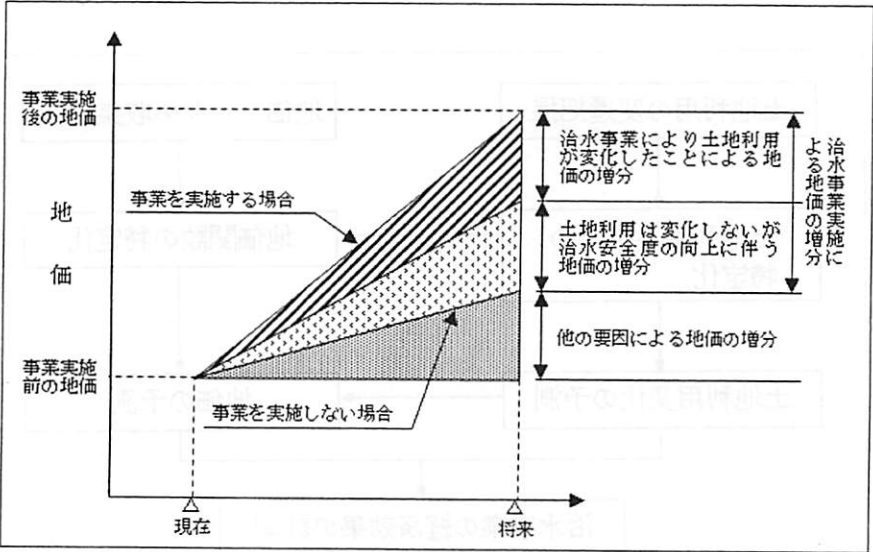


図-2 治水事業による土地利用変化と地価の上昇

以上の考え方によると、治水事業による便益は図-3 の斜線部分で表すことができる。さらに、この斜線部分の面積は次式で計算できる。

$$\Delta P_{(t)} = \{Y_{2(t)}^b - Y_{2(t)}^a\} \times A_{(t)}^a + \{Y_{2(t)}^b - Y_{1(t)}^a\} \times \{A_{(t)}^b - A_{(t)}^a\} \tag{1}$$

ただし、 $\Delta P_{(t)}$ ：t 時点の資産価値の変化分、 $Y_{1(t)}$ ：t 時点の未利用地地価、 $Y_{2(t)}$ ：t 時点の宅地地価、 $A_{(t)}$ ：t 時点の宅地面積、 a, b ：治水事業を実施しない場合、実施する場合を示す添字。

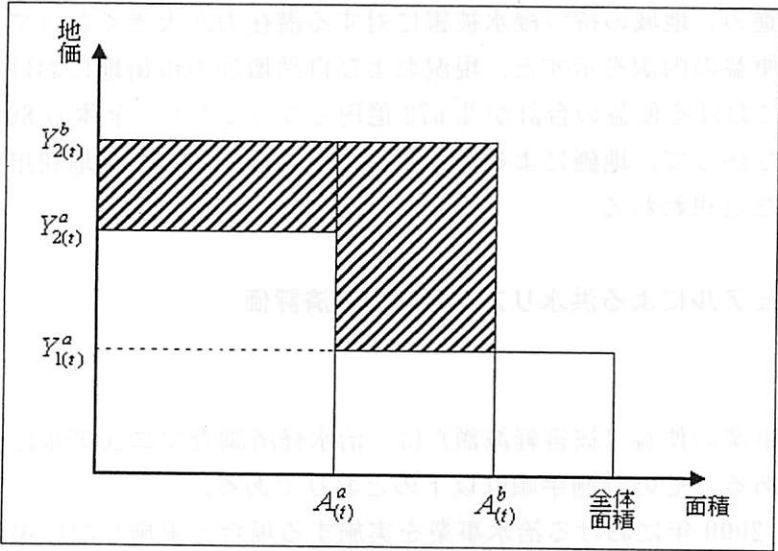


図-3 治水事業による便益の計測方法

式(1)の第1項は図-3の左上斜線部分(土地利用が変化しない地域での地価の増加分)であり、また第2項は右上斜線部分(土地利用が変化した地域での地価の増加分)を示す。なお、式(1)で計算される便益を次のようにして年便益に変換することができる。

$$B = \Delta P_{(t)} \times r \quad (2)$$

ただし、 B ：年便益、 r ：社会的割引率(年4%)。

治水事業による便益を計測するためには、式(1)を用いて図-4に示すような手順で行えばよい。

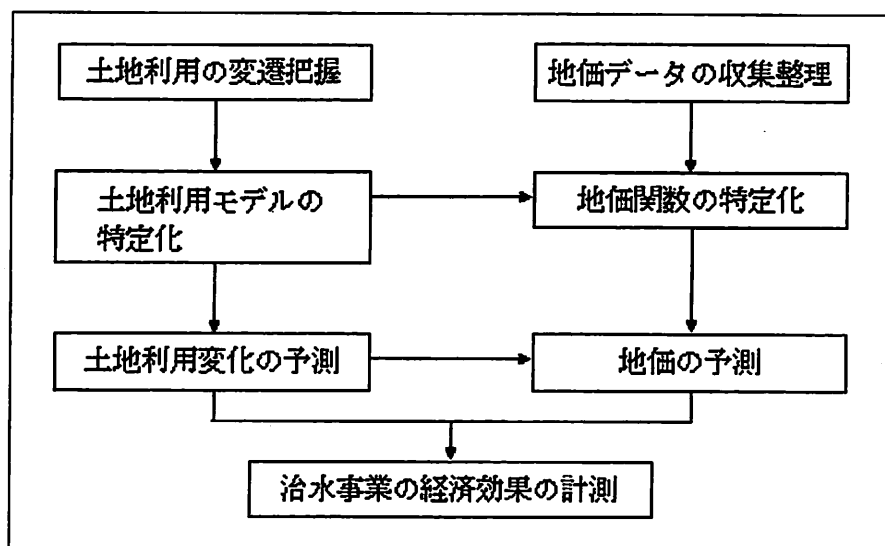


図-4 治水事業による便益の計測手順

3.4 便益計測結果

治水事業を実施する場合と実施しない場合における市街化面積および地価の推定値を式(1)に代入してメッシュ毎に便益を計測し、総便益を算出した。また、式(2)より年便益を算出した。その結果、総便益は3,095億円、年便益は124億円となった。境川の治水事業の総事業費は約320億円であるため、費用便益比は9.7を示し、プロジェクトの効果は非常に大きいという結果が得られた。これは、境川が近年まで1.5年に1回の確率で発生する降雨規模にしか対応できていないのかかわらず、想定氾濫区域内の市街化が急速に進み、地域の持つ浸水被害に対する潜在力が大きくなってしまったことが原因と考えられる。また、総便益の内訳を示すと、現況および自然増加の市街地における便益の合計が422億円、新規増加の市街地における便益の合計が2,673億円となっており、全体の80%以上が新規増加分に対する便益である。したがって、地価による治水事業の便益計測では、土地利用変化の予測が重要であることが明らかになったと思われる。

4. 治水経済調査マニュアルによる洪水リスク軽減の経済評価

4.1 計測手順

ここで計測する治水事業の便益(被害軽減額)は、治水経済調査マニュアルに土地利用の変化を考慮した方法によるものである。その計測手順は以下のとおりである。

手順1) 前節で予測した2000年における治水事業を実施する場合と実施しない場合のメッシュ毎の市街化面積を用いる。

手順 2) メッシュ毎の市街化面積に資産単価（メッシュ毎に家屋や家庭用品などの 1992 年現況資産額を現況市街化面積で割って算出したもの）を乗じて、メッシュ毎の資産額を求める。

手順 3) 治水事業を実施する場合と実施しない場合のそれぞれについて、各降雨確率（1, 1/2, 1/3, 1/5, 1/10, 1/20, 1/40）に相当する降雨が発生した場合に生ずる浸水深を求める。

手順 4) 各メッシュの資産額に、治水事業を実施する場合と実施しない場合の浸水深に応じた被害率を乗じ、各発生確率を掛けて合計した期待被害額を算出し、その差を期待被害軽減額とする。これを式で表すと次式のようになる。

$$\Delta D = \sum_{i=1}^6 (\phi_{i-1} - \phi_i) f_i^a C^a - \sum_{i=1}^6 (\phi_{i-1} - \phi_i) f_i^b C^b \quad (3)$$

ただし、 ΔD ：期待被害軽減額 [円]， ϕ_i ：降雨確率（ $i=0, \dots, 6$ ）， f_i ：浸水深に対応した被害率（ $i=0, \dots, 6$ ）， C ：資産額， a, b ：治水事業を実施しない場合，実施する場合を示す添字。

4.2 便益計測結果

2000 年におけるメッシュ毎の資産額を求め、想定氾濫区域内で合計した結果、資産総額は、治水事業を実施する場合 7,255 億円，実施しない場合 6,656 億円となり、治水事業によって資産額が約 600 億円増加すると予測された。メッシュ毎の資産額および降雨確率、被害率を式 (3) に代入して期待被害額を算出した。表-1 は、その計算過程と結果の対象地域内での合計値を示したものであり、治水事業を実施する場合 30 億円，実施しない場合 76 億円となっている。したがって、治水事業による期待被害軽減額は 46 億円となる。

表-1 治水事業実施の有無による被害額

	降雨確率	被害額 [億円]	期待被害額 [億円]
治水事業を実施 する場合	1/2	0.000	0.000
	1/3	0.000	0.000
	1/5	68.75	4.572
	1/10	112.5	9.062
	1/20	159.6	6.801
	1/40	216.1	9.391
	合計	-	29.83
治水事業を実施 しない場合	1/2	42.23	10.56
	1/3	85.60	10.67
	1/5	134.8	14.66
	1/10	187.6	16.12
	1/20	237.4	10.63
	1/40	288.9	13.16
	合計	-	75.79

4.3 考察

ここで算出された期待被害軽減額は年額であり、式 (2) の考え方で総額を計算すると 1,150 億円となる。これまでの計測結果を表-2 に整理する。表-2 より、被害軽減額は土地の資産価値増加分の約 1/3 であることがわかる。このことから考察できることは、被害軽減額には住環境の向上（土地利用の高度化、地域住民の精神的安心感の向上など）という間接効果が含まれていないということである。なお、

土地の資産価値増加分の計算では 2000 年の地価（価格自体はデフレーターを考慮しているので 1992 年価格〔建設省河川局 (1992) 〕を用いているのに対し、被害軽減額は 1992 年の資産単価で算出している。そこで、土地の資産価値増加分を 1992 年の地価で評価すると 1,726 億円となる。したがって、治水事業による便益の 1/3～2/3 が間接効果であると言えそうである。

表-2 治水事業による洪水リスク削減便益

	資産価値増加分 (本モデル)	被害軽減額 (治水経済調査マニュアル)
年便益 [億円/年]	124	46
総便益 [億円]	3,095	1,150

注) 社会的割引率は年 4%とする。

5. おわりに

本稿では、治水経済調査マニュアルによる洪水リスク削減の経済評価を通じて、人々が認識する被害額は期待被害額（＝「生起確率×被害額」の積分值）の約 2 倍であることを示した。この関係は損害保険の再保険市場でも確認されており、総保険料（掛け金）は総保険金（受け取り）の約 2～3 倍となっている。また、CVM（Contingent Valuation Method：仮想市場評価法）によりリスク回避のための支払意思額を計測した事例においても、期待被害額と同額の支払意思額があることが確認されている。

しかし、巨大地震が各地で発生している近年、人々はリスク回避に対して敏感に反応しており、その不安感の貨幣換算値は今後益々増加すると予想される。その結果として、リスク回避のための支払意思額が所得を超えるという非現実的な事態も起こりうる。このことは CVM 研究の分野でも論争になり、現在、環境被害に対する損害賠償の算定において CVM は用いられていない [大野 (2000)]。したがって、リスクに対する不安感をリスクの経済評価に考慮することについては、さらなる検討が必要である。

参考文献

- 1) 大野栄治編著 (2000), 『環境経済評価の実務』, 勁草書房.
- 2) 高木朗義 (1996), 『防災投資の便益評価手法に関する研究』, 岐阜大学博士論文.
- 3) 高木朗義・大野栄治・森杉壽芳・沢木真次 (1993), 治水事業の経済効果計測に関する研究, 『土木計画学研究・論文集』, No. 11, pp. 191-198.
- 4) 建設省河川局編 (1970), 『治水経済調査要綱』.
- 5) 建設省河川局編 (1992), 『治水経済調査要綱－各種資産評価単価およびデフレーター』.
- 6) 建設省河川局編 (1999), 『治水経済調査マニュアル (案)』.