

平成 21 年 4 月 13 日現在

研究種目：若手研究(B)  
研究期間：平成 19 年度～平成 20 年度  
課題番号：19710155  
研究課題名（和文） 都市域におけるソフト的水防災政策の費用便益評価  
研究課題名（英文） Cost-benefit analysis of hardware-independent strategies for mitigating urban flood disasters  
研究代表者  
市川 温 (ICHIKAWA YUTAKA)  
山梨大学・大学院医学工学総合研究部・准教授  
研究者番号：30293963

## 研究成果の概要：

都市域においてソフト的な水防災政策（土地利用規制・建築規制）を実施した場合に生じる便益と費用を定量的に評価し、ソフト的水防災政策の費用対効果・適用性について検討した。その結果、これらの政策は一定程度の適用性を有すること、建築規制のほうが費用対効果が大きいことが明らかとなった。

## 交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007 年度	900,000	0	900,000
2008 年度	800,000	240,000	1,040,000
年度			
年度			
年度			
総計	1,700,000	240,000	1,940,000

## 研究分野：複合新領域

科研費の分科・細目：社会・安全システム科学・自然災害科学

キーワード：ソフト的水防災政策、水災害危険度、土地需給、費用便益評価

## 1. 研究開始当初の背景

都市の水災害リスクを減らすためには、水災害に対する脆弱性を対症的に減少させる手法と、流域の利用を適切に管理・規制することで水災害に対して頑健な都市をソフト的に創出していく手法の二つが考えられる。たとえば、土砂災害に対しては、砂防ダムや傾斜地崩壊対策工のようなハード的対策と同時に、土砂災害防止法、建築基準法等に法的根拠を持つ開発行為規制が存在する。これは土砂災害危険度が大きいと判断される区域を定め、その区域での土地利用や建築物に一定の規制をかけるものである。

これまで、流域管理のようなソフト的手法の重要性は指摘されながらも、水災害に対する対策は治水構造物などハード的なものを中心であった。土砂災害もその大部分は水災害の範疇に含まれているが、内外水の氾濫など、より狭い意味での水災害に対して、土砂災害と同様に、土地利用規制などのソフト的な対策をとることは可能なのだろうか。仮に、そうした規制を含むソフト的水防災対策を都市域において実施した場合、水災害被害額は減少すると期待されるが、その一方で、多くの人が平常時の利便性や快適性を損なうというマイナスの側面もある。いったい、都市域においては、ソフト的水防災政策を実施

した場合と、実施しない場合とで、どちらが有利な選択といえるのだろうか。あるいは、どの程度の管理・規制ならば合理的なのだろうか。さらには、従来型のハード的な対策と、ソフト的な対策をどのように組み合わせればよいのだろうか。

## 2. 研究の目的

以上のような観点から、本研究では、都市域においてソフト的な水防災政策を実施した場合に生じる便益（水災害被害額の減少）と費用（平常時における利便性・快適性の低下）を定量的に評価することで、ソフト的な水防災政策の費用対効果・妥当性について検討することを目的とする。具体的には、まず、水理水文学的なモデルを用いて雨水氾濫計算を行ない、対象とする流域の水災害危険度を評価する。つぎに、この水災害危険度情報に基づいて、土地利用規制・建築規制というソフト的な水防災政策を実施したときの便益と費用を比較し、政策の費用対効果を検証する。

## 3. 研究の方法

本研究の計画は大きく三つに分かれていて、

1. 雨水氾濫モデルによる水災害危険度の評価
2. 対象流域における立地均衡モデルの構築と同定
3. ソフト的な水防災政策の費用便益評価

から構成されている。

1の「雨水氾濫モデルによる水災害危険度の評価」では、対象流域の雨水氾濫モデルを構築し、これを用いて流域内の水災害危険度の地域分布を明らかにする。つぎに、2の「対象流域における立地均衡モデルの構築と同定」では、流域住民世帯の土地需要行動と地主の土地供給行動をモデル化して立地均衡モデルを作成し、実際の地代と立地量の地域分布を再現できるようにモデルを同定する。最後に3でソフト的な水防災政策（土地利用規制、建築規制）の費用便益を定量的に評価する。具体的には、1で明らかにした流域の水災害危険度に基づいて土地利用規制などの対策を実施したときに、住民世帯と地主がどのような土地供給行動を行ない、どのような土地利用状況が出現するのか、2の立地均衡モデルを用いて予測する。そして、そのような土地利用状況下における住民の正の便益（水災害被害額の減少）と負の便益（平常時における利便性等の低下）を金銭的に評価する。

また、ハード的な治水対策における費用対効

果との比較や、様々な治水対策の組合せに関する検討を行なう。

## 4. 研究成果

以上の手法を、大阪府寝屋川流域に適用し、土地利用規制政策と建築規制政策の費用便益を評価した。

寝屋川流域は大阪府東部に広がる流域である。流域面積は約270 km<sup>2</sup>であり、大阪府の面積の約14%を占める。流域の約4分の3は、地盤が河川水面より低い低平地となっており、これらの地域では降った雨はそのままでは河川に流入できず、いったん下水道によって集められ、ポンプにより河川に排水されている。本地域では河川改修が進んだことにより、平成以降の被災家屋数は減少しつつある。しかし急激な都市化によって市街化区域は75%を超えており、内水域からの雨水流出量が増大し、排水施設の能力を超え浸水する内水被害は依然として繰り返されている。最近では平成9年8月にも床上・床下浸水合わせて9213世帯という浸水被害が発生している。大阪府と流域12市は、寝屋川流域水害対策計画（2006年2月15日策定）に基づき、河道改修や治水緑地、流域調節池等の貯留施設、地下河川による放流施設等の整備、流出抑制対策などを行っている。

### (1) 土地利用規制の費用便益評価

#### ① 世帯の費用

土地利用規制の実施にともなって、地代が上昇して世帯の可処分所得が低下したり、世帯が所有できる住宅床面積が減少したりする。こういった効用水準の低下を世帯の費用として計測する。ただし、一般に世帯の効用は貨幣の単位を持たないので、ここでは、土地利用規制の有無による世帯の効用の変化分を所得の変化に換算して、間接的に世帯の費用を算出する。

各再現期間の降雨に基づいて土地利用規制を実施したときに各所得層の世帯が一年間に負担する費用を図1に示す。これを見ると、規制レベルを強めるにしたがって、世帯の負担する費用は増加する。また所得が高いほど負担する費用の額は高くなっている。

図2は費用を各所得層の所得で除して、所得に対する費用の割合として示したものである。この場合は、いずれの規制レベルにおいても所得が低いほど費用の割合が大きくなっている。また規制レベルを強めるに従って各所得層の費用の割合は増加するが、低所得層の増加傾向が他の層よりも大きいことが読み取れる。

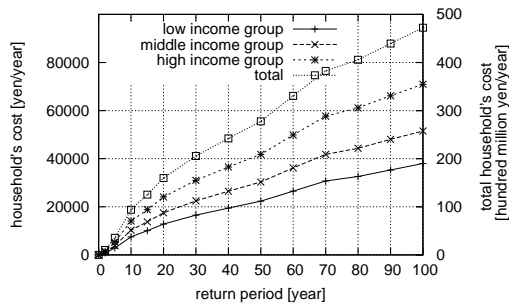


図 1 所得層別一世帯あたりの費用

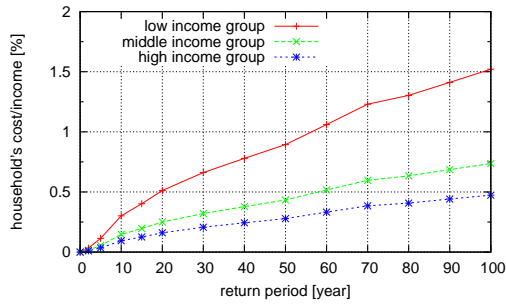


図 2 世帯の費用の所得に対する割合

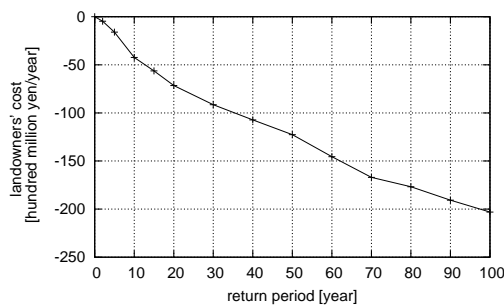


図 3 地主の費用

② 地主の費用

地主の費用は、土地利用規制なしの場合の供給者余剰から、規制を実施した場合の供給者余剰を引いたものとして定義される。寝屋川流域において算出した地主の土地利用規制に伴う費用を図 3 に示す。地主の費用は負となっていることから、土地利用規制が実施されても、地主が支払うことになる費用は発生せず、むしろ利益をうけることがわかる。これは、土地利用規制が実施されれば、住宅地として供給できる土地の面積は減少するものの、地代の上昇によってそのマイナスが打ち消されるからである。規制レベルが強まるにしたがって地主の利益は増加している。

③ 土地利用規制に伴う便益

土地利用規制による便益は、水災害被害額

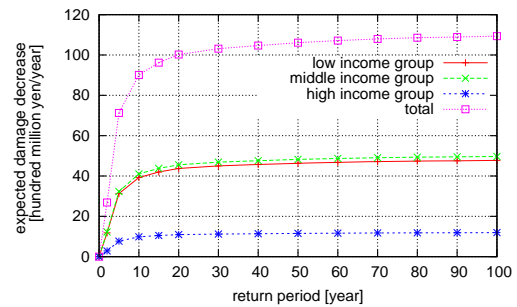


図 4 土地利用規制に伴う水災害被害軽減額（所得層全体および流域全体）

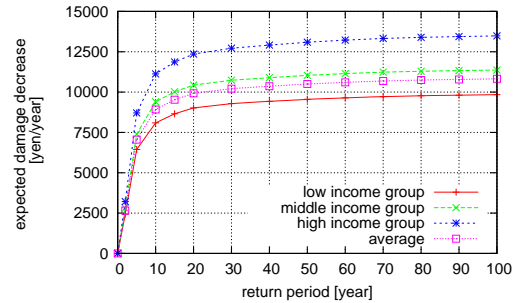


図 5 各所得層一世帯あたりの水災害被害軽減額

の軽減分として算出される。現況ならびに土地利用規制下での水災害被害額の年間期待値を水害統計に示されている手順にしたがって算出し、その差から軽減額を求めた。

図 4 に、各規制レベルに対する水災害年期待被害軽減額の推移を示す。金額は各所得層ごとの総額、および地域全体の総額である。もっとも弱い規制である再現期間 2 年の土地利用規制であっても、年間期待値で約 27 億円の被害額が軽減されると算定された。各所得層ごとの現況での期待被害額の総額は低所得層で 48 億円、中所得層で 50 億円、高所得層で 12 億円である。再現期間が 20～30 年をすぎると被害軽減額はほとんど変化せず、現況の期待被害額に漸近しており、水災害被害はほとんどなくなっている。また、所得層ごとに一世帯あたりに換算した年期待被害軽減額を見ると（図 5）、所得が高いほど軽減額が大きい。再現期間 20 年の降雨を基準とした土地利用規制の場合の年期待被害軽減額は、低所得層で 9021 円/年、中所得層で 10430 円/年、高所得層で 12358 円/年となっている。

④ 考察

寝屋川流域における土地利用規制に伴う費用と便益を比較し、本政策の妥当性および有効性を検証する。図 6 は、地域全体での世帯の費用、地主の費用、および水災害年期待被害軽減額をまとめたものである。また、水

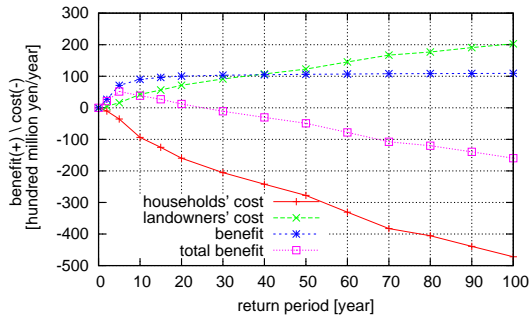


図 6 土地利用規制に伴う費用・便益・総便益

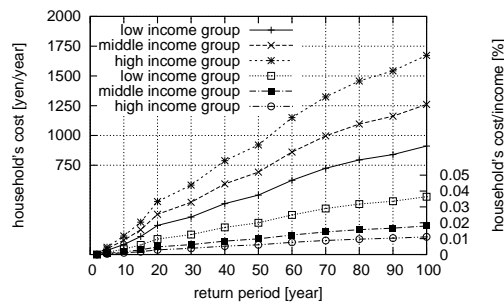


図 7 建築規制に伴う一世帯あたりの費用

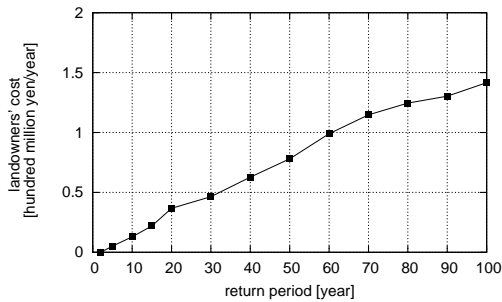


図 8 建築規制に伴う地主の費用

災害年期待被害額からすべての費用を差し引いた値を総便益として示す。総便益が正になっているところでは、社会的便益が費用を上回っていることになる。この図より、再現期間で 25 年までの弱いレベルの土地利用規制を行なった場合は総便益が正であるが、それより強い規制では費用が高み、総便益は負の方向へ大きくなるのがわかる。総便益は再現期間で 5 年の規制レベルのときに最大となっており、本流域においては、再現期間 5 年程度の雨（時間 45mm 程度）で浸水するような、浸水常襲地域を対象として土地利用規制を実施することで大きな効果のあることが示された。

(2) 建築規制の費用便益評価

① 世帯の費用

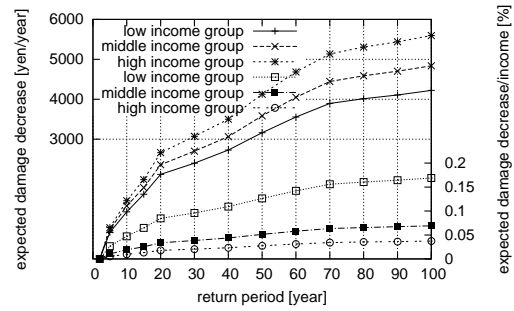


図 9 建築規制に伴う年期待水災害被害軽減額

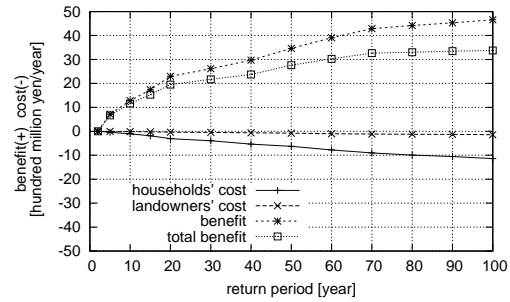


図 10 建築規制に伴う費用・便益・総便益

図 7 は建築規制に伴う一世帯あたりの費用を示したものである。左の縦軸は一世帯あたりの費用そのものであり、右の縦軸はそれを各所得層の所得で除して、所得に対する費用の割合としたものである。いずれも各所得層に対して示している。これをみると、所得が高いほど大きな額を負担することになるが、所得に対する割合では低所得層ほど相対的な負担が大きくなっていることがわかる。

② 地主の費用

図 8 は地主の費用である。再現期間で 60 年相当の規制を実施した場合で年間約 1 億円、再現期間で 100 年相当の規制を実施した場合で年間約 1.5 億円弱という額になっている。

③ 建築規制に伴う便益

図 9 は、建築規制の実施によって生じる便益、すなわち、水災害被害軽減額の年間期待値を示したものである。図 7 と同様、左の縦軸が一世帯あたりの水災害年期待被害軽減額そのもの、右の縦軸がそれを各所得層の所得で除したものである。所得が高いほど、水災害被害軽減額そのものは大きくなっている。一方、所得に対する割合は低所得層のほうが大きくなっている。

④ 考察

以上の結果より、大阪地域を対象とした建

築規制に伴う費用・便益・総便益をとりまとめたものが図 10 である。これをみると、大阪地域においては、今回検討の対象とした建築規制ではいずれも総便益が正となっていることがわかる。規制の程度を強めるにしたがって、世帯と地主のいずれの費用も増えていっているものの、規制による水災害被害額の軽減も大きくなっており、再現期間で 70 年相当の規制までは総便益が増大している。その後総便益はほぼ一定となっており、このあたりが総便益のピークのようにも思えるが、再現期間で 100 年以上の規制を実施した場合を検討していないため、その結果は定かではない。

## 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 2 件)

- ① 寺本 雅子・西澤 諒亮・市川 温・立川 康人・椎葉 充晴、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、52 巻、457-462、2008、査読有
- ② 市川温・水越悠文・川池健司・堀智晴・椎葉充晴、雨水氾濫計算格子データ作成支援システムの開発、水工学論文集、52 巻、439-444、2008、査読有

[学会発表] (計 4 件)

- ① 寺本雅子、水災害危険度に基づく流域管理政策の費用便益評価に関する研究、土木学会年次学術講演会、2008 年 9 月 11 日、東北大学
- ② 西澤 諒亮、水災害危険度に基づく流域管理政策に関する研究、水文・水資源学会 2008 年研究発表会、2008 年 8 月 24 日、東京大学
- ③ 水越悠文、雨水氾濫計算格子データ作成支援システムの開発、土木学会年次学術講演会、2007 年 9 月 12 日、広島大学
- ④ 西澤 諒亮、水災害危険度が地価に与える影響について、土木学会年次学術講演会、2007 年 9 月 12 日、広島大学

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

市川 温 (ICHIKAWA YUTAKA)

山梨大学・大学院医学工学総合研究部・准教授

研究者番号：30293963

(2) 研究分担者：なし

(3) 連携研究者：なし