

## 水災害危険度に基づく土地利用規制政策の費用便益評価に関する研究

京都大学工学研究科 正員 市川 温  
 京都大学工学研究科 正員 堀 智晴  
 京都大学工学研究科 正員 椎葉充晴

1 はじめに 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、流域を適切に管理することで水災害に対して頑健な都市を創出する手法の二つが考えられる。これまで、流域管理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によるものが中心であった。仮に、流域管理政策を実施した場合、水災害による被災地域は減少し、被害額は軽減すると期待されるが、一方で、平常時の利便性や快適性が低下するという負の側面もある。本研究では、寝屋川流域を対象として、水災害危険度に基づいて土地利用規制政策を実施した場合に生じる費用（可処分所得や平常時における利便性の低下）と便益（水災害被害額の減少）とを比較することで、土地利用規制政策の費用対効果や妥当性について検討する。

2 土地利用規制政策の評価の手順 本研究で用いる土地利用規制政策の評価の手順は、1. 雨水氾濫解析による水災害危険度の評価、2. 土地利用規制下における立地状況の予測、3. 土地利用規制による費用便益の計測から構成される。

まず、対象流域において様々な超過確率の降雨事象に対する雨水氾濫計算を行ない、各地区で得られた最大浸水深で水災害危険度を評価する。雨水氾濫解析には平面二次元非定常流モデルを基礎とした統合型氾濫解析モデル [1] を用いる。降雨波形は中央集中型とし、降雨強度は流域内で空間的に一様とする。

つぎに、土地利用規制下での立地状況を立地均衡モデルで予測する。立地均衡モデルとは、世帯の立地選択行動と地主の住居供給行動をモデル化し、住宅の需給量が一致するという条件（立地均衡条件）のもとで、地代と立地量を算定するモデルのことである。土地利用規制下では土地の供給量が減ることから、地代は上昇し、一世帯あたりの住宅床面積は小さくなることが予想される。このような変化を立地均衡モデルで予測する。土地利用規制の対象地区は、先に求めた水災害危険度に基づいて決定する。以下

に、立地均衡モデルを構成する基礎式を示す。

世帯の立地効用：

$$V_j = dY - c \ln R_j - eT_j - fD_j \quad (1)$$

世帯の立地選択（ゾーン選択）確率：

$$P_j = \frac{\exp(\theta V_j)}{\sum_{k=1}^M \exp(\theta V_k)} \quad (2)$$

ゾーン  $j$  を選択する世帯の数：

$$N_j = NP_j \quad (3)$$

ゾーン  $j$  の一世帯あたりの住宅床面積需要量 [m<sup>2</sup>]：

$$q_j = \frac{c}{d} \frac{1}{R_j} \quad (4)$$

ゾーン  $j$  における住宅床面積供給量 [m<sup>2</sup>]：

$$L_j = K_j(1 - \sigma_j/R_j) \quad (5)$$

立地均衡式：

$$L_j = q_j N_j \quad (6)$$

ただし、添字  $j$  はゾーン番号を表し、 $j = 1 \sim M$ 、 $M$ ：全ゾーン数、 $R_j$ ：地代 [円/m<sup>2</sup>/年]、 $Y$ ：世帯の所得 [円/年]、 $T_j$ ：最寄駅までの所要時間 [分]、 $D_j$ ：最寄駅から都心主要駅までの所要時間 [分]、 $c, d, e, f, \theta$ ：パラメタ、 $N$ ：対象地域の世帯数、 $K_j$ ：住宅床面積供給可能量 [m<sup>2</sup>]、 $\sigma_j$ ：地代の最低価格 [円/m<sup>2</sup>/年] である。

最後に、土地利用規制の費用と便益を比較する。上述したように、土地利用規制を実施することで地代は上昇し、また一世帯あたりの住宅床面積は小さくなることが予想される。この負の効果を非限定等価的偏差 [2] で金銭的に評価したものを土地利用規制政策の費用と考える。一方、土地利用規制を実施すると、水災害危険度に高い地域に住む世帯が減少することから、水災害被害額は減少すると予想される。この水災害被害額の減少が土地利用規制政策の便益となる。水災害被害額の計算には、水害統計 [3] の家屋被害額および家庭用品被害額の算定手法を利用する。

### 3 費用便益評価と考察

3.1 土地利用規制に伴う費用と便益の比較 図1は、土地利用規制に伴う世帯と地主の費用、水災害年期待被害軽減額、水災害年期待被害軽減額から費用を差し引いた総便益を示したものである。

キーワード：土地利用規制, 水災害危険度, 雨水氾濫解析, 立地均衡モデル, 費用便益評価

住所：〒 606-8501 京都市左京区吉田本町, 電話：075-753-5096, ファックス：075-753-4907

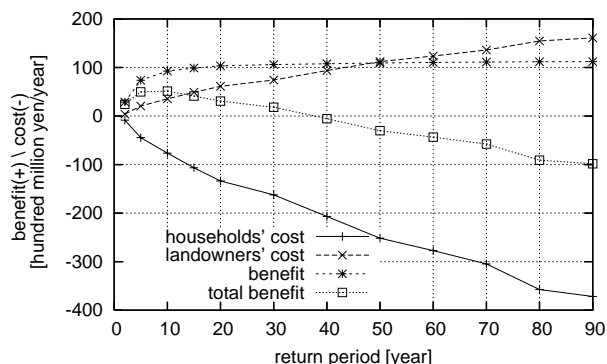


図1 土地利用規制に伴う費用, 便益, および総便益

比較的弱いレベル(再現期間2~30年相当)の土地利用規制では総便益が正となり、社会的な便益が費用を上回っている。すなわち、比較的高い頻度で浸水する地区については住宅地として利用しないほうが社会的にみてメリットがあるということになる。再現期間40年相当の土地利用規制では費用と便益がほぼ一致し、それより強い規制下では、地代の上昇など世帯の負担する費用が便益を上回っている。したがって、寝屋川流域では、再現期間40年相当を超えた土地利用規制は過剰であるということがわかる。

3.2 土地利用規制政策とハード的対策との比較 寝屋川流域総合治水対策を参考として、土地利用規制とハード的治水対策を比較する。比較にあたっては、再現期間40年相当の中央集中型降雨(以下、1/40中央集中型降雨)を基準とする。

総合治水対策は、河道改修、分水路・地下河川・遊水地・流域調節池・雨水流出抑制施設の設置から構成されている。遊水地と分水路については、雨水氾濫解析で考慮済みなので、残りの河道改修、地下河川、流域調節池、雨水流出抑制施設を用いた治水対策に必要な費用を算定する。地下河川と流域調節池については、下水道と接続する工事費も考慮する。

河道改修と地下河川の建設は、洪水を安全に流すための事業であり、総合治水対策のベースとなる部分である。1/40中央集中型降雨に対しても、総合治水対策の計画と同程度の整備が必要と考えられるため、総合治水対策における未整備の部分がここで考えるべきハード的対策に該当する。河道改修・地下河川の未整備部分の事業費は、平成16年度時点でそれぞれ400億円、2150億円となっている。

流域調節池の残事業費は約2100億円である。ただし、流域調節池は貯留施設であり、基準とする降雨波

形によって施設規模は大きく異なる。ここでは、1/40中央集中型降雨を与えたときに流域調節池で貯留すべき雨水の体積を算出し(72万 $m^3$ )、この値から既設の流域調節池の総貯留量(13万 $m^3$ )を引いたうえで、流域調節池の建設単価(15.6万円/ $m^3$ )を乗じたもの(920億円)を、流域調節池に関する費用とする。

雨水流出抑制施設も同様に、貯留する雨水の体積を算出し(200万 $m^3$ )、施設の整備単価(7万円/ $m^3$ )を乗じたもの(1400億円)を費用とする。

最後に下水道網関連の費用であるが、平成16年度時点での残事業費は約1300億円となっている。

以上より、ハード的対策に伴う全費用は6170億円と算定され、施設供用期間(50年間)1年あたりの費用は123億円/年と計算される。これに、施設の年間維持管理費の5億円/年を加えた、128億円/年がハード的対策に必要な費用ということになる。一方、土地利用規制(再現期間40年相当)に伴う費用は、世帯の費用(207億円/年)と地主の費用(-94億円/年)の和であり、113億円/年と算定される。

単純には、土地利用規制政策のほうが15億円/年ほど費用が少なく、ハード的対策より有利ということになるが、上述のハード的対策には一部外水対応の部分が含まれていること、土地利用規制では直接被被害は防げるものの、規制地区の浸水による間接被害は防げないことを考えると、土地利用規制が一方的に有利であるとはいえない。しかし、両者の費用が同程度であることから、土地利用規制も治水事業の一つのメニューとして考慮に値すると考えられる。

4 まとめ 本研究では、寝屋川流域を対象として、土地利用規制政策に伴う費用と便益を比較し、土地利用規制政策の費用対効果や妥当性を検討した。その結果、対象流域においては、再現期間が2~30年相当の比較的弱いレベルでの土地利用規制では総便益が正になり、社会的な便益が費用を上回ること、土地利用規制政策とハード的対策の費用は同程度であり、土地利用規制も治水事業の一つのメニューとして考慮に値すると考えられることなどが明らかとなった。

#### 参考文献

- [1] 川池健司: 川池健司・井上和也・戸田圭一・坂井広正・相良亮輔: 低平地河川流域における内水氾濫解析法とその寝屋川流域への適用, 水工学論文集, 第46巻, pp. 367-372, 2002.
- [2] 森杉壽芳編: 社会資本整備の便益評価, 勁草書房, 1997.
- [3] 国土交通省河川局: 平成14年版水害統計, 2004.