

下水道による内水排除に関するリスク・便益・コスト

九州大学工学部 学生員○竹下 哲也

九州大学工学部 正会員 楠田 哲也

1. はじめに

大都市では、強雨の際、地下浸透能の減少等から内水を排除しきれずに浸水するという内水被害が大きな問題となっている。そして、各都市ではその対策として、雨水管路網の整備や貯留・浸透施設の設置、排水先河川の整備が行われている。しかし、雨水管路網と排水先河川との関係に見られるように、地域によっては、一方の施設を改善しても思うように効果が上がらなかったり、全体のバランスを考慮していないために不経済な投資配分が行われていたりする。また、地域性に関わらず全国一律の計画規模を設定することも、費用を有効に利用するという点から見て不適当である。さらに従来の費用便益分析では、人命損失、交通の遅滞、公共事業が環境に与える影響等が定量的に評価されていない。そこで、本研究では下水道による内水排除について、従来定量化されていないリスク、便益、コストを加味した総合的な評価方法の検討を行う。

2. 各評価項目の説明

2. 1 リスク

リスクの定義は研究者によって様々であるが、本研究では、リスクを「人間にとって直接的、間接的に望ましくない事象の単位時間当たりの発生確率に、発生した際の一事象当たりの損失を乗じたもの」と定義する。これを式で表すと次のようになる。

リスク（被害損失／単位時間）＝ 頻度（事象／単位時間）× 被害の大きさ（被害損失／1事象）

この式をもとに内水被害のリスクを表現すると次式のようになる¹⁾。

$$R = \int_{Q_0}^{\infty} \text{Pr}(Q) \cdot D(Q) dQ \quad (1)$$

$$\equiv \sum_{Q=Q_0}^{\infty} \text{Pr}(Q) \cdot D(Q) \Delta Q \quad (2)$$

R : リスク（年平均被害額）

Pr(Q) : 流量（又は降雨）規模Qの年発生確率

D(Q) : Qのときの内水被害額

Q₀ : 下水道施設の容量（計画規模）

また、リスクの算定の手順および考慮しなければならない被害項目についてそれぞれ図1、表1に示す。被害項目については、現在の被害額の算定方法である「治水経済調査要綱」の方法（表1では「治経調」方式と略す）の中に含まれていない項目についても算定方法を設定する。その理由は、人命損失や交通の遅滞等を被害金額として定量化することで、それらの被害を施設計画に反映させることができるからである。

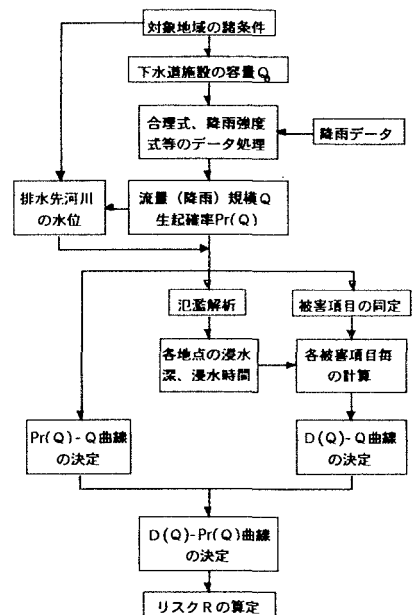
2. 2 便益

便益の算定を行う手順は、主に次のようになる。

- 1) 便益の同定を行う。
- 2) 項目毎の算定方法を決定する。
- 3) 項目毎の便益額を求める。
- 4) 1年当たりの便益額を求める。

また、下水道による内水排除がもたらす便益の項目と具体的な算定方法について、それぞれ表2、表3に示す。リスクと同様に便益の場合も、従来の方法では考慮されていない項目についてできるだけ便益金額と

図1 リスクの算定手順



して定量化を試みるべきである。

2. 3 コスト

コストは現在、主に流域別下水道整備総合計画の費用関数等によって算定が行われている。しかし、このコストには建設材料の生産過程において算定されることのない環境財の消費分（社会的費用）が含まれていない。また、森林の減少に見られる環境破壊は、リスクの増大とともにその対策としての公共事業をも増加させているが、その理由の一つには、現在のコスト計算では環境保全によるリスク減に比べ、公共事業によるリスク減の方が安価であるという現状がある。そのため、上の方法で求めたコストに社会的費用を見込んだ割り増し係数を掛ける等、環境破壊がコストに反映されるような工夫が必要である。

3. 総合評価

リスク・便益・コストの総合評価の指標として次式を定義し、得られるZをここでは純便益と呼ぶことにする。

$$Z=B-R-C \quad (3)$$

また、各施設のコストを $c_1, c_2, c_3, \dots$ とくと、地域の純便益Zは次のような関数で表現できる。

$$Z=f(c_1, c_2, c_3, \dots) \quad (4)$$

本研究の目的は、内水排除における地域の財政上の制約条件

$$c_1+c_2+c_3+\dots=C \quad (5)$$

においてZを最大にする最適解を求めることにある。したがって、どの施設に優先的に予算を配分すればよいかという分析を行う必要がある。

4. 今後の検討課題

内水排除に関係する施設としては、主に1) 雨水管路網 2) ポンプ施設 3) 排水先河川 4) 貯留・浸透施設が挙げられる。また、これらに加えて森林や海水位上昇等の環境的要素も内水排除に深く関わっている。本研究では今後、上で述べた各施設を配置した約40km²の仮想流域を想定し、その中で降雨量、勾配、市街化率、各施設のコスト配分、人口、社会資本、計画規模等を変化させながらリスク、便益、コストの計算を行い、それらの因子が純便益に与える影響を解析する予定である。⁴⁾

参考文献

- 1) 山口高志, 吉川勝秀, 角田 学: 治水計画の策定および評価に関する研究 (I), 土木研究所報告第156号, (1981/3)
- 2) 鈴木 章: 浸水被害額の定量化方法に関する検討, 下水道協会誌, vol.27, No.312, (1990/5)
- 3) John A.Dixon, Richard A.Carpenter, Louise A. Fallon, Paul B.Sherman and Supachit Manopimoke, 長谷川 弘訳: 環境はいくらか 環境の経済評価入門, 築地書館 (1991)
- 4) 栗城 稔, 木内 豪, 田中義人, 笹川精一: 費用便益評価に基づく河川と下水道の雨水処理分担の決定, 下水道協会誌, vol.32, No.380, (1995/1)

表1 被害項目と算定方法

	被害項目	算定方法
直接被害	家屋・家財被害 事業所資産被害 農産物・農漁家 資産被害	「治経調」方式
	公共施設・公益 事業等被害	実績による推定
	人命損失	統計的生命の価値 自動車事故の対人賠償額
	怪我・病気	医療費+収入減+慰謝料
	文化財被害	修復費+文化財価値の減少
	水質被害	消毒費、魚介類生産高低 下等
間接被害	事業所営業停止損 失	「治経調」方式
	清掃費	実績による推定
	交通の遅滞	被害者数×損失時間×時 間評価額
	精神的損害	家屋・家財被害の 50% ²⁾

表2 便益の項目と内容

項目	内 容
リスクの減少	内水被害額の減少
環境の質の改善	内水氾濫減少による住環境等 の質の改善
経済的効果	対象地域の環境の質の改善や 安全性の向上等が人口や社会 資本に与える効果（雇用の創 出等）
精神的効果	安全性向上による住民の安心 感

表3 便益の算定方法

項目	算定方法
環境の質の改善	整備地域と未整備地域との家屋 や土地の価値の差 ³⁾
経済的効果	整備地域と未整備地域（対象地 域）との一人当たりの所得格差 ×対象地域の就業者人口
精神的効果	その1：安心感を得ることに対 する支払意思額をアンケート調 査で調べる。 その2：同様の安心感を得るた めに取る他の手段（引っ越し、 保険など）にかかる費用で推定