

# 都市河川治水事業の費用便益計算

河 野 正 男

## 1 公共事業の優先順位付け

昭和30年以降の日本経済の顕著な発展に伴い、農村から多くの人々が都市に流入した。その結果、過疎過密問題が大きな社会問題となった。都市の過密問題の一つが、都市圏の拡大によるスプロール化現象である。都市中心部への管理機能、商工業機能の集中による地価高騰あるいは住環境の悪化により、都市の中心部の人口の減少、周辺部の人口の増加により、都市圏が拡大した。このことは、都市の中小河川の洪水問題を深刻なものにした。都市化の進展以前は、山林や田畑であった地域が、次々と住宅地や道路となった。このため、雨水が土壤に浸透されにくくなり、その大半が排水路としての都市河川に流入した。そこで、かつては、洪水が発生しなかったような降雨量でも、下流域で、しばしば、洪水に見舞われる事態が起こるようになった。かくして、このような状況下にある都市では、河川の改修、下水道の整備、遊水池・調節池・分水路・地下河川の構築などの対策が実施されたのである<sup>(1)</sup>。

ところで、自治体が整備すべきインフラストラクチャすなわち社会基盤には、住宅、道路、上下水道、教育設備、清掃設備、保健・健康設備、公園、港湾設備、河川改修など多種多様な項目がある。一方、社会基盤の整備すなわち公共事業に使用できる財政資金は限られている。近年、日本経済の成熟に伴う経済成長率の低下により、財政資金の逼迫の度は一段と顕著になっている。そこで、限りある財政資金を、有効に使用するためには、財政資金の配分に当たり、社会的ニーズを考慮し、優先順位を付ける必要性がますます高くなっている。優先順位付けは、議会の予算審議の中で実施されることであるが、議会での審議あるいはその前段階である自治体の首長から提案される予算案の策定にあたって、優先順位を決めるための客観的な

判断基準が必要とされる。判断基準の一つとして、費用便益計算が考えられる。この考えの骨子は次のとおりである。

特定の公共事業を取り上げるに当たって、まず、この事業への総投資額とこの事業から見込まれる便益額とを算定し、比較する。当該事業を実施するためには、後者が前者を上回っていることが必要である。次に、各事業について、単位あたり投資額から得られる便益額を算出し、この数値の大きい事業から順に優先順位を決めていくのである。

この優先順位決定法を現実に応用するに当たっての問題点は、その便益を金額で算出することが困難な公共事業が多いことである。したがって、現実には、この方法の適用は、便益額が比較的算出されやすい事業に限られざるを得ないことを留意する必要がある。

本研究では、公共事業の費用便益計算に関する研究の手始めとして、費用便益計算の枠組みが案の形ではあるが提案され、実践で利用されている治水事業を取り上げることにした。

## 2 治水事業の費用便益計算の枠組み

治水事業の費用便益計算（治水経済調査）は、一般に『建設省河川砂防技術基準（案）』に定められている下記の手順によって行われる<sup>(2)</sup>。

### ①調査対象流量規模の設定

調査対象流量規模は、無害流量を最小、年費用・年便益比率が1と予想される場合の流量を最大とし、この両者並びに現在の改修計画の対象流量及び長期計画の対象流量を含む原則として5～6個程度の流量規模を設定する。

### ②地盤高調査

地盤高調査は、調査対象区域を原則として標高差1 m間隔に区分することにより行う。

## ③氾濫水理調査

氾濫水理調査では、①により選定した各調査対象流量規模に対応する氾濫区域（想定氾濫区域）を推定し、更に②に定める地盤高調査の結果に基づいて、想定氾濫区域について等地盤高の地区別に浸水深、浸水日数を推定する。

## ④氾濫区域資産調査

氾濫区域資産調査は、想定氾濫区域内の主要な資産を調査する。調査対象資産は、一般資産（家屋、家庭用品、事業所、農漁家の償却資産、在庫資産）、農作物、公共土木施設等（河川、道路橋梁、農業用施設、鉄道、電信電話、電力の各施設）である。この調査は、原則として等地盤高地区別に行う。

## ⑤想定被害額の算定

流量規模別想定被害額は、④に定める氾濫区域資産調査の結果に基づく種類別資産額に、③で求めた流量規模に対応した推定浸水深等に応ずる被害率を乗じて算出したものの合計額として算定する。この算定結果から、流量と想定被害額との相関式を作成し、図示する。

## ⑥想定年平均被害軽減期待額（benefit）の算定

ある計画規模の治水事業を実施する場合の想定年平均被害期待額（便益）は、次のように算出する。すなわち、幾つかの流量規模を想定し、ある流量規模と次の流量規模との間の流量の年平均生起率を、⑤で求める当該流量に応ずる想定被害額に乗じて当該流量規模の洪水発生による年平均想定被害額とし、これを流量規模の最小段階から最大の流量規模の段階まで順次累計することにより算出する。なお、流量と想定年平均被害軽減期待額との相関式を図示する。

## ⑦流量規模別想定治水事業費（cost）の算定

流量規模別の想定事業費の算定は、ある流量規模に対応できるようにするために必要な治水事業費（用地費を含む）を算出するものである。なお、流量と治水事業費との相関式を作成し図示する。

## ⑧治水事業の経済効果の把握

治水事業の経済効果は、次のようにして求める。なお、この場合、物価の上昇、氾濫区域内資産の増加に伴う被害軽減額の増大などに配慮する必要がある。

- i. ⑥により想定年平均被害軽減期待額  $B$  を、また  
⑦により流量規模別想定治水事業費  $I$  を算出

する。

- ii. 流量規模別の年費用・年便益比率（ $b/c$ ）を算定し、図示する。

年費用= $c$ 、年便益= $b$  の計算方法は次のとおりである。

$$c = \text{年利子} + \text{年償却費} = I \times \left[ i + \frac{i}{(1+i)^n - 1} \right]$$

$$= I \times \text{資本還元率}$$

$$b = B - M$$

$I$ : 流量規模別事業費

$i$ : 利子率（4.5%とする）

$n$ : 施設の耐用年数（堤防方式50年、ダム方式80年とする）

$M$ : 施設の年維持管理費（ $I$ の0.5%とする）

$B$ : 想定年平均被害軽減期待額

なお、上記算式による算定結果は、次のとおりである。

堤防方式の場合  $c = I \times 0.0506$

ダム方式の場合  $c = I \times 0.0464$

- iii. 上記算式の  $b/c$  の比が1（ $b/c = 1$ ）までの治水投資が経済的に妥当なものと想定されるので、 $b/c = 1$  の場合の事業費を把握するとともに、当該事業費に相当する計画の規模、計画高水流量、施設計画などを把握する。

### 3 寝屋川流域治水事業の費用便益計算

#### (1) 寝屋川流域の治水事業<sup>(3)</sup>

大阪府東部の寝屋川流域は、全国有数の浸水被害の多いところである。その流域は、東西を生駒山地と上町台地に、南北を大和川と淀川に、それぞれ囲まれている。流域面積は270km<sup>2</sup>であり、その83%が低平な沖積平野である。しかも、河川の勾配は緩く、河口から約20km上流の生駒山麓まで大阪湾の潮の影響を受けている。このような低平な土地のため、雨水は、自然の状態では、流域の河川である寝屋川、第2寝屋川、恩知川、平野川等流れ込まないので、下水道のポンプによって排水されている。加えて、近年の急激な都市化により、流域の土地の保水機能および遊水機能が低下したため、治水施設がある程度整備されてきている今日でも浸水被害が起こっている。

そこで、寝屋川流域の治水環境の悪化に対処するために、次のような治水対策がとられている。

表1 主な寝屋川流域の過去の浸水被害

	流域最大降雨量		浸水被害			
	時間最大 (mm)	降雨量 (mm)	面積 (ha)	床上 (世帯)	床下 (世帯)	計 (世帯)
47年7月12~13日 梅雨前線	20.0	237.5	1,788	6,138	37,273	43,411
47年9月15~16日 台風20号	47.5	115.0	1,697	8,902	52,505	61,407
50年7月3日~4日 梅雨前線	32.0	100.5	1,266	1,875	20,808	22,683
50年8月6~7日 寒冷前線	58.0	174.5	950	828	36,555	37,383
50年8月22~23日 台風6号	25.0	93.0	137	272	5,127	5,399
51年9月8~14日 台風17号	23.0	257.0	309	21	5,696	5,717
54年 6月27日~7月2日 梅雨前線	25.0	268.5	798	1,044	12,043	13,087
54年 9月30日~10月1日 台風16号	66.0	96.0	1,035	4,045	23,691	27,736
57年8月2~3日 台風10号続く豪雨	39.5	150.5	2,046	6,778	43,262	50,040
平成元年9月2~3日 寒冷前線	25.5	221.0	104	26	1,927	1,953

(資料出所：大阪府土木部河川課)

①河道改修

流水を安全確実に流下させるために、河道の拡幅、堤防の嵩上げ、河床の掘下げ、橋梁の改築等の実施。

②分水路

寝屋川流域の洪水を域外の大河川（淀川）へ分水、放流して、本川の流量負担の軽減を図る新河川（水路）の建設。

③地下河川

道路等の公共施設の地下空間を利用した新たな放流施設の建設。建設には長年月を要するため、全区間の完成まで、完成した部分区間を貯留施設として利用。

④遊水池

河川の中・上流部で計画的に洪水を一時貯留することにより、河川の流量負担の軽減を図る施設の建設。

⑤調節池

河川から離れたところに設置され、最寄りの水路や下水道から集水することにより、その接続先である河川の流量負担の軽減を図るとともに、周辺地域の浸水被害の解消にも寄与する治水施設の建設。

⑥流域対策

都市化に伴う土地の保水機能および遊水機能の低下に対応するために、調節池、公園・学校・団地等の公共公益施設を利用した雨水貯留施設等の設置のようなハード面の対策および森林・緑地の保全、緊急時の水防・避難等のソフト面の対策。

これらの治水対策は、下図のように、相互に関連付けられ総合的な治水対策として体系化される<sup>(4)</sup>。

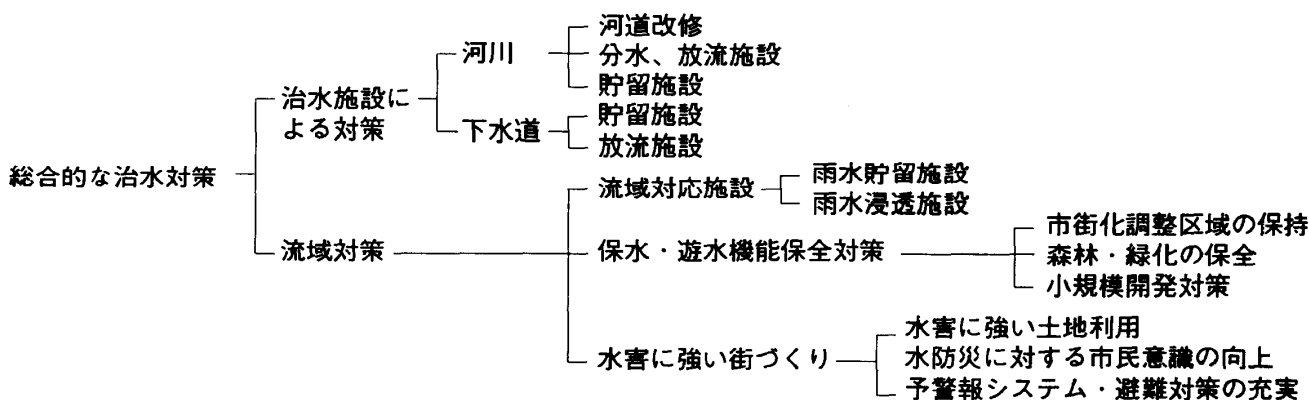
(2) 寝屋川流域治水事業の費用便益計算<sup>(5)</sup>

大阪府土木部河川課では、寝屋川流域の内水域を対象とする新治水計画（平成2年～平成21年までの20年間の計画）の経済効果（費用便益）に関して、次のような案を検討している。

①調査対象流量規模の設定

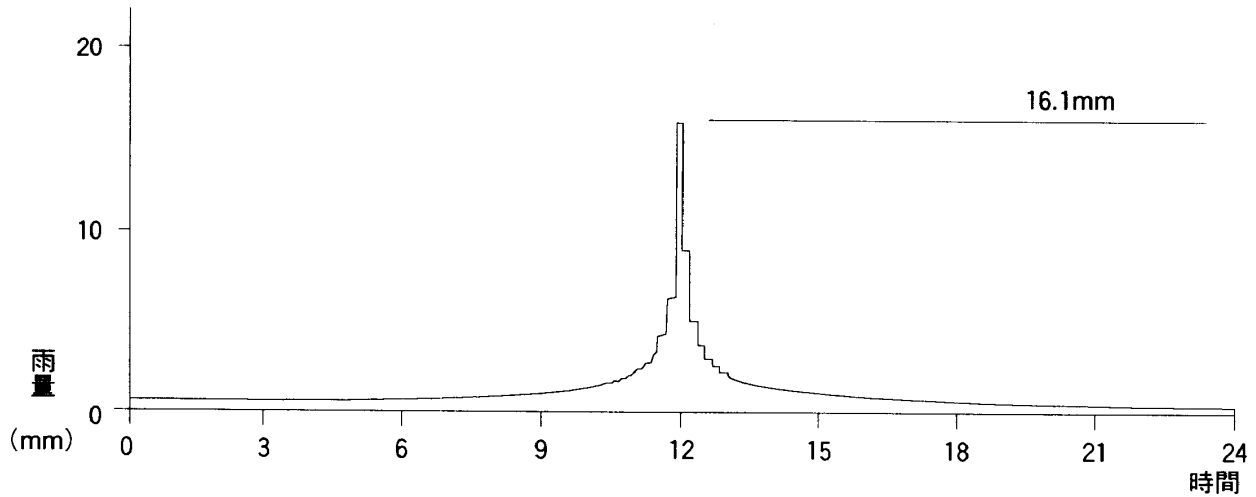
調査対象流量規模は、1.2, 1.5, 2, 3, 5, 10, 15, 20, 30, 50, 100, 200および500の13個の年に関する大阪管区気象台の確率雨量に基づいて、降雨

図1 総合的な治水対策の体系



(資料出所：大阪府土木部河川課)

図2 確率規模別降雨波形 (1/5)



(資料出所：大阪府土木部河川課)

表2 資産単価表

項目		単 価				備 考	
家屋資産		115.4千円/m <sup>2</sup>				大阪府	
家庭用品		4,054千円/世帯				全国平均	
農漁家資産		償却資産		在庫資産		3.2人/戸	
		2,893千円/戸		342千円/戸			
事業所資産	民営Aグループ	鉱業	6,214千円/人		1,697千円/人		0.05%
		製造業	3,348	4,991	3,783	3,183	78.7%
		運輸通信	3,337	千円/人	695	千円/人	19.6%
		電気ガス	99,953		4,016		1.7%
	民営Bグループ	建設業	1,112		4,342		12.7%
		卸売小売	1,585	2,375	3,038	2,845	56.0%
		金融保健	3,451	千円/人	384	千円/人	7.5%
		不動産	12,969		17,271		2.8%
		サービス	3,451		384		21.0%
	学校公務	サービス	3,451	3,451	384	384	58.1%
	公務	3,451	千円/人	384	千円/人	41.9%	
農作物	水稲	価格 × 平均収量 = 農作物価格				大阪府	
		332千円/トン × 410kg/10a = 136.12千円/10a					
	畑作物	50年度粗生産額 × 物価指数 = 農作物価格				昭和50年生産農業所得統計	
		1,188千円/10a × 140.2 = 1,665.6千円/10a					

(資料出所：大阪府土木部河川課)

強度式を作成し、中央集中型の降雨計画により、集水区別の流出計算を実施して求める。なお、計画流出率は、新治水計画で用いている集水区別流出率 (f=0.42~0.80, 平均0.60) である<sup>(6)</sup>。

図2は、5年に1度の確率雨量の場合の降雨波形

を示している。流出計算に当たり、この種の降雨波形が13個想定される。

②地盤高調査および氾濫区域資産調査

これらの調査では、「昭和53年度淀川治水経済調査報告書」(昭和54年3月、近畿地方建設局淀川工事事務所)において算出された1/4メッシュデータ (231m×285m=6.584ha) を使用する。

③氾濫水理調査

氾濫形態は貯留型を想定し、集水区内地盤高の低い方から順次浸水するものとし、上述のメッシュ別に浸水深を求める。浸水深は、現行計画では、一応現行事業認可値の下水道施設が完成したものと想定し、現行事業認可値以上の集水区別流量を浸水量とみなすことにより算出される。

④想定被害額の算定

氾濫水理調査、氾濫区域資産調査および表2の資料に基づいて、資産種類別想定被害額を求める。

一般資産(家屋、家庭用品、事業所の償却資産・在庫資産、農漁家の償却資産・在庫資産)および農産物の想定被害額は、表2の単価に、該当する被害数量すなわち建物面積 (m<sup>2</sup>)、世帯数、戸数、人数、農地面積 (10a) 等に乗じて求める<sup>(7)</sup>。また、事業所の営業停止被害額として一般資産の想定被害額の6%<sup>(8)</sup>が、そして公共土施設の被害額として一般資産の想定被害額の66.1%<sup>(9)</sup>が、それぞれ計上される。

現行計画および新治水計画による治水安全度

表3 洪水規模別想定被害額

(単位：百万円)

洪水規模 ケース	家屋	家庭 用品	農漁家		事業所		営業 停止	農作物		公共 施設	被害額	浸水戸数*		
			償却	在庫	償却	在庫		水稻	畑作物			床下	床上	
現 行 計 画	1/1.2	6308.	202.	0.	0.	1835.	878.	553.	10.	21.	6096.	15902.	11724.	578.
	1/1.5	18067.	403.	0.	0.	3670.	1756.	1434.	27.	60.	15795.	41213.	26812.	578.
	1/2	34021.	785.	1.	0.	5584.	2694.	2585.	64.	124.	28480.	74338.	35134.	1097.
	1/3	53501.	1922.	3.	1.	13233.	6405.	4504.	113.	198.	49618.	129497.	39704.	3261.
	1/5	78635.	4003.	8.	1.	25252.	12470.	7222.	177.	289.	79564.	207621.	48868.	5507.
	1/10	110457.	7094.	17.	2.	43543.	21859.	10978.	256.	415.	120944.	315564.	61114.	8161.
	1/15	145212.	10868.	27.	4.	64217.	32453.	15167.	338.	550.	167088.	435925.	64697.	10118.
	1/20	182908.	15065.	39.	6.	85850.	43635.	19650.	426.	696.	216479.	564775.	68952.	11334.
	1/30	224154.	20421.	54.	8.	111696.	57754.	24845.	518.	858.	273712.	714021.	73069.	13113.
	1/50	270840.	27359.	75.	12.	146675.	76929.	31313.	618.	1060.	344969.	899849.	79896.	15930.
	1/100	328211.	36748.	101.	16.	192117.	102105.	39558.	739.	1276.	435795.	1136664.	95171.	21182.
	1/200	394862.	48203.	136.	21.	243267.	130459.	49017.	877.	1531.	540003.	1408375.	108816.	26235.
	1/500	473575.	62958.	177.	28.	305659.	165413.	60469.	1027.	1858.	666163.	1737326.	126367.	31365.
治 水 安 全 度 1/40 対 応	1/1.2	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
	1/1.5	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
	1/2	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
	1/3	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
	1/5	113.	0.	0.	0.	0.	0.	7.	0.	0.	75.	195.	192.	0.
	1/10	563.	0.	0.	0.	0.	0.	34.	0.	0.	372.	970.	609.	0.
	1/15	1655.	0.	0.	0.	0.	0.	99.	0.	2.	1094.	2851.	1721.	0.
	1/20	2747.	0.	0.	0.	0.	0.	165.	0.	4.	1816.	4733.	1721.	0.
	1/30	3840.	0.	0.	0.	0.	0.	230.	1.	6.	2538.	6615.	1721.	0.
	1/50	5456.	0.	0.	0.	0.	0.	327.	2.	8.	3607.	9401.	3084.	0.
	1/100	7371.	0.	0.	0.	0.	0.	442.	5.	10.	4872.	12701.	4137.	0.
	1/200	11566.	69.	0.	0.	338.	175.	729.	23.	24.	8030.	20954.	9455.	199.
	1/500	28710.	589.	1.	0.	2642.	1324.	1996.	82.	95.	21989.	57429.	35219.	1491.

\*一般家庭戸数のみからなる。45cm以上は床上。それ以下は床下。

(資料出所：大阪府土木部河川課)

表4 事業費概算

施設名	規模 (最大流量)	単 価		事業費	
		施設費	集水費		
放 流 施 設	寝屋川北部地下放水路	83m³/s	1.6億円/m³/s/km	2~3億円/m³/s	1483億円
	南北縦断地下放水路	60	1.6	2~3	696
	寝屋川南部地下放水路	142	1.6	2~3	1202
	なにわ大放水路	73	1.6	2~3	960
	九条深江線放水路	41	1.6	2	602
	ポンプ増強	131	4.6億円/m³/s	3	996
	計	530			5939
貯留施設	180万m³	4.5万円/m³ ~15万円/m³	2~3億円/m³/s	1958	
流域対応施設	398万m³	2万円/m³	-	796	
合計				8693	

(資料出所：大阪府土木部河川課)

(1/40) 対応後の洪水規模別の想定被害額を対照表示したものが表3である。表3中、右端の方の3欄すなわち被害額、床上および床下浸水戸数のいずれも、各洪水規模ケースについて、新治水計画の方が

大幅に数値が小さくなっている。

⑤年平均被害軽減額の算定

i) 事業費の算定

事業費は、下記表4の施設が昭和61年度に全て完

表5 年平均被害軽減期待額の算出方法

洪水流量規模	年平均超過確率	$Q_{n+1} \sim Q_n$ の年平均生起確率	流量規模に応ずる想定被害額	$Q_{n+1} \sim Q_n$ 区間の平均想定被害額	生起確率 × 区間平均想定被害額 (=年平均被害額)	年平均被害額の累計 (当該流量規模までの年平均被害軽減額)
$Q_n$	$N_0$	—	$L_0 (=0)$	—	—	—
$Q_1$	$N_1$	$N_0 - N_1$	$L_1$	$\frac{L_0 + L_1}{2}$	$(N_0 - N_1) \times \frac{L_0 + L_1}{2}$	$(N_0 - N_1) \times \frac{L_0 + L_1}{2}$
$Q_2$	$N_2$	$N_1 - N_2$	$L_2$	$\frac{L_1 + L_2}{2}$	$(N_1 - N_2) \times \frac{L_1 + L_2}{2}$	$(N_0 - N_1) \times \frac{L_0 + L_1}{2}$ + $(N_1 - N_2) \times \frac{L_1 + L_2}{2}$
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
$Q_m$	$N_m$	$N_{m-1} - N_m$	$L_m$	$\frac{L_{m-1} + L_m}{2}$	$(N_{m-1} - N_m) \times \frac{L_{m-1} + L_m}{2}$	$(N_0 - N_1) \times \frac{L_0 + L_1}{2} + \dots + (N_{m-1} - N_m) \times \frac{L_{m-1} + L_m}{2}$

(出典：日本河川協会編『二訂 建設省河川砂防技術基準 (案) 調査編』1986年)

表6 想定平均被害軽減期待額

単位 (百万円)

		①	②	③	④	⑤	累 計
		年平均超過確率	区間生起確率	想定被害額	区間平均被害額	②×④	
現 行 計 画	1/1.2	0.833	0.0	15902.	0.	0.	0.
	1/1.5	0.667	0.167	41213.	28558.	4758.	4758.
	1/2	0.500	0.167	74338.	57776.	9631.	14389.
	1/3	0.333	0.167	129497.	101918.	16990.	31379.
	1/5	0.200	0.133	207621.	168559.	22469.	53848.
	1/10	0.100	0.100	315564.	261592.	26159.	80007.
	1/15	0.067	0.033	435925.	375744.	12512.	92519.
	1/20	0.050	0.017	564755.	500340.	8356.	100875.
	1/30	0.033	0.017	714021.	639388.	10678.	111552.
	1/50	0.020	0.013	899849.	806935.	10732.	122285.
	1/100	0.010	0.010	1136664.	1018257.	10183.	132467.
	1/200	0.005	0.005	1408375.	1272519.	6363.	138830.
1/500	0.002	0.003	1737326.	1572850.	4719.	143548.	
治 水 安 全 度 1/40 対 応		年平均超過確率	区間生起確率	想定被害額	区間平均被害額	②×④	累 計
	1/1.2	0.833	0.0	0.	0.	0.	0.
	1/1.5	0.667	0.167	0.	0.	0.	0.
	1/2	0.500	0.167	0.	0.	0.	0.
	1/3	0.333	0.167	0.	0.	0.	0.
	1/5	0.200	0.133	195.	97.	13.	13.
	1/10	0.100	0.100	970.	582.	58.	71.
	1/15	0.067	0.033	2851.	1910.	64.	135.
	1/20	0.050	0.017	4733.	3792.	63.	198.
	1/30	0.033	0.017	6615.	5674.	95.	293.
	1/50	0.020	0.013	9401.	8008.	107.	399.
	1/100	0.010	0.010	12701.	11051.	111.	510.
1/200	0.005	0.005	20954.	16827.	84.	594.	
1/500	0.002	0.003	57429.	39191.	118.	712.	

(資料出所：大阪府土木部河川課)

成したもとして、昭和61年価格で計算する。

事業費は大別して施設費と集水費からなり、原則として、次の算式によって求められる。計算結果は表4のとおりである。<sup>(10)</sup>

$$\text{事業費} = \text{施設費} + \text{集水費} = (\text{流量} \times \text{放水路延長}^{(11)} \times \text{施設費単価}) + (\text{流量} \times \text{集水費単価})$$

ii) 想定年平均被害軽減期待額 (benefit) の算定

Benefitの算出方法の概要については、2の⑥で紹介した。表5は、Benefitの具体的な算出手順をまとめたものである<sup>(12)</sup>。

表3の資料を利用し、表5の算出方法により、想定年平均被害軽減期待額の計算をしたものが表6である。

表6より、年平均被害額は、現行計画に基づくと1,435億円であり、新治水計画の治水安全度(1/40)に基づくと7億円であるから、想定年平均被害軽減額は、差額の1,428億円とされる。

iii) 費用便益の比較

治水事業の経済効果(費用便益)の計算方法については、2の⑧で紹介した。そこで示された計算方法を念頭において、年費用(c)および年便益(b)を計算する。

$$c = \text{年利子} + \text{年償却費} = \text{事業費}(I) \times \text{資本還元率} \\ \text{利率を} 4.5\% \text{とし、施設の耐用年数を} 80 \text{年とすると、資本還元率は} 0.0464 \text{となる}^{(13)}。 \text{したがって、} \\ c = I \times 0.0464 \quad (I = 8693 \text{億円, 表4参照})$$

$$b = \text{年平均被害軽減期待額}(B) - \text{施設の年間維持管理費}(M)$$

Mはダム方式の場合、事業費(I)の0.5%とされる。

以上により、治水投資が経済的に妥当か否かを知るための比率(b/c)を求める。

$$\frac{b}{c} = \frac{B - M}{I \times 0.0464} = \frac{B - I \times 0.005}{I \times 0.0464} = \\ \frac{1,428 - 8,963 \times 0.005}{8,963 \times 0.0464} = \frac{1384.54}{403.34} = 3.34$$

純便益(b)の80年間の現在価値を求め、それを事業費(I)で割っても同様の比率が得られる。寝屋川流域の新治水計画における諸施設への投資(I)は、十分経済効果があるといえる。

以上、大阪府土木部河川課によって案として検討されている寝屋川流域の治水事業に関する経済調査(費用便益計算)は、本稿の2で紹介した『建設省河川砂防技術基準(案)』の経済調査の手順に忠実に従っているとみることができる。

#### 4 帷子川流域治水事業の費用便益計算

(1) 帷子川流域の治水事業<sup>(14)</sup>

帷子川は、源流を横浜市旭区西北端の上川井町付近に発する二級河川である。流域は、旭区、保土ヶ谷区、西区および神奈川区にわたっている。流下の途中で、二俣川、中堀川、今井川等の支流を合流し、下流域では石崎川、新田間川、派新田間川などの派川を分合流して、横浜港に注いでいる。流路延長は約17km、流域面積は57.9km<sup>2</sup>である。河川勾配は、中流の中堀川

表7 過去の主な浸水被害

	発生年月日	降雨量		浸水被害			
		最大時間降雨	最大日雨量	床上浸水戸数	床下浸水戸数	床上浸水面積	床下浸水面積
台風22号	昭和33年 9月26日	mm 39.1	mm 287.2	戸 2,851	戸 1,803	ha 78	ha 105
集中豪雨	昭和36年 6月28・29日	58.2	213.4	354	684	14	75
〃	昭和49年 7月8日	42.6	107.0	353	1,211	19	63
台風20号の高潮	昭和54年 10月19日	16.5	89.0	431	159	21	14
台風20号	平成2年 9月30日	48.0	178.0	396	251	15	20

注 降雨については横浜地方气象台、被害については横浜市消防局の資料等から作成。

(資料出所：神奈川県土木部・横浜市下水道局)





表8 想定被害区域内の住宅・事業所等の戸数

家屋の種類	戸数	備考
住宅		
1戸建	4401	アパート荘622戸を含む
マンション	119*1	
事業所		
商業	2325	個人診療所84戸を含む 医療法人の病院6戸を含む
工業(1)*2	544	
工業(2)*3	19	
金融機関	31	
学校	11	
公共造物(1)	53	
公共建物(2)	19	
寺社	23	

- \*1 一棟当り平均20戸入居と仮定
- \*2 中小規模事業所
- \*3 大規模事業所

れていることから、この年度に作成された地図により、推定被害戸数を把握することが望ましいのであるが、該当する地図が得られなかったため、平成5年版の地図を使用した。つまり、昭和63年以降、各種の家屋数には変化がないものと仮定したことになる。流域の現地調査をしたところでは、帷子川周辺の平地の想定浸水区域は家屋が密集しており、この区域の家屋の戸数や家屋の種類割合は、将来も大幅に変化する可能性は低いと考えられる。(18)

i) 住宅

表8より、住宅の戸数は6,781 (4401+119×20) 戸である。また、平成5年の横浜市住宅1戸当たり平均床面積は68.86m<sup>2</sup>である(19)。

ii) 事業所

学校および寺社を含む事業所は、表8に基づいて、大規模事業所と中小規模事業所に分けて、戸数と1戸当たり平均床面積を出すことにした。

表8より、商業関係事業所は2,325戸である。「商業統計(平成3年)」によると、神奈川県下では1戸当たり平均売場面積は73.35m<sup>2</sup>である(20)。この種の事業所の大半が住宅と併用されていることを考えて、1戸当たり家屋の平均床面積を、売場面積の1.5倍の113.0m<sup>2</sup>と仮定した。

中小規模の工業事業所を意味する工業(1)には、中小規模の公共造物(1)を加算し、その総戸数を597戸とする。大規模事業所である工業(2)には、金融機関、学校、大規模の公共造物(2)および寺社を加算して、そ

の総戸数を103戸とする。

次に、1戸当たり平均床面積であるが、工業(1)については、現地調査の折りの観察結果から、商業と同様の規模とみなすことにする。工業(2)については、「工業統計(平成2年)」により、横浜・横須賀工業地区の1事業所当たりの平均建築面積6,762.0m<sup>2</sup>を使用する(21)。

以上により、各種家屋の評価額は次のとおりとなる。

住宅 6,781戸×68.86m<sup>2</sup>×117.3千円/m<sup>2</sup>=  
82,788,401.72千円

商業 2,325戸×113.0m<sup>2</sup>×177.3千円/m<sup>2</sup>=  
46,581,142.50千円

工業(1) 597戸×113.0m<sup>2</sup>×177.3千円/m<sup>2</sup>=  
11,600,207.10千円

工業(2) 103戸×6,762.0m<sup>2</sup>×177.3千円/m<sup>2</sup>=  
123,486,967.80千円

合計 264,456,719.12千円

②家庭用品(家具)

1世帯当たりの家庭用品評価額として、前述の「治水経済調査要綱」の平成5年の評価額5,100千円/世帯をGNPデフレーターで修正した。昭和63年度評価額4,687.6千円/世帯を使用する。世帯数は、前記の住宅6,781戸中のアパート・荘622戸に平均5世帯の入居があるものとする3,110世帯が居住していることになるので、総数9,269世帯である。かくして、家庭用品全体の評価額は次のように算出される。

家庭用品 9,269世帯×4,687.6千円/世帯=  
43,449,364.4千円

③事業所償却資産・在庫資産

「治水経済調査要綱」には、平成5年について産業分類別事業所従業員1人当たり償却資産評価額および在庫資産評価額が示されている。これらの金額をGNPデフレーターで昭和63年度評価額に修正した金額を使用する。

a) 償却資産

	修正前評価額	修正後評価額
商業 (卸売業・小売業)	2,249千円/人	2,067.7千円/人
工業(製造業)	4,828千円/人	4,437.6千円/人
金融業 (金融・保険業)	5,572千円/人	5,121.4千円/人
公務・サービス業	5,572千円/人	5,121.4千円/人

商業については、「商業統計(平成3年)」より、神奈

川県下の卸売業・小売業1事業所当たり平均従業員数である6.1人を使用する<sup>(22)</sup>。中小規模の工業事業所である工業(1)については、商業と同様の6.1人を適用する。大規模事業所である工業(2)については、「工業統計(平成2年)」の横浜・横須賀工業地区の平均従業員数173.9人を使用する<sup>(23)</sup>。表8中の残余の事業所である金融機関、学校、公共建造物(1)・(2)および寺社については、平均従業員数に関する適切な資料を入手し得なかったため、低目の推計を行うという視点から、商業と同様の従業員数の6.1人を適用する。償却資産の評価額は次のとおりである。

業種別償却資産評価額

商業 6.1人×2,325事業所×2,067.7千円/人＝  
29,325,155.25千円  
工業(1) 6.1人×544事業所×4,437.6千円/人＝  
14,725,731.84千円  
工業(2) 173.9人×19事業所×4,437.6千円/人＝  
14,662,274.16千円  
金融機関 6.1人×31事業所×5,121.4千円/人＝  
968,456.74千円  
公務(学校等) 6.1人×137事業所×5,121.4千円/人＝  
4,279,953.98千円  
合計 63,961,571.97千円

b) 在庫資産

下記の業種別従業員の1人当たりの在庫資産評価額に、上記の業種別の平均従業員数を乗じて業種別在庫資産評価額合計を算出する。

	修正前評価額	修正後評価額
商業 (卸売業・小売業)	3,010千円/人	2,766.6千円/人
工業(製造業)	3,749千円/人	3,445.8千円/人
金融 (金融業・保険業)	545千円/人	500.9千円/人
公務・サービス業	545千円/人	500.9千円/人

業種別在庫資産評価額

商業 6.1人×2,325事業所×2,766.6千円/人＝  
39,237,304.50千円  
工業(1) 6.1人×544事業所×3,445.8千円/人＝  
11,434,542.72千円  
工業(2) 173.9人×19事業所×3,445.8千円/人＝  
11,385,267.78千円  
金融機関 6.1人×31事業所×500.9千円/人＝  
94,720.19千円

表9 想定浸水区域の資産評価額

(単位：億円)

項目	資産評価額
家屋	2,644.62
家庭用品	434.49
償却資産	632.62
在庫資産	625.70
合計	4337.43

公務(学校等) 6.1人×137事業所×500.9千円/人＝  
418,602.13千円  
合計 62,570,437.32千円

以上の計算結果をまとめたものが表9である。

④想定被害額の計算

『建設省砂防技術基準(案)』では、想定被害額は、一般資産(家屋、家庭用品、事業所の償却資産および在庫資産等)については、下記表10<sup>(24)</sup>の被害率を、等地盤高区別・資産種類別資産額に乗じて算出することになっているので、この方法を試みることにした。

本研究では、昭和33年の22号台風による浸水区域を、想定浸水区域としている。そこで、等地盤高区別つまり床下浸水および床上浸水の区別をするに当たって、当時の資料を使用する。表7より二つの区別の基準を利用することができる。すなわち、一つの基準は床上浸水および床下浸水に関わる戸数の比であり、もう一つは面積の比である。戸数の比は61.3%対38.7%であり、面積の比は42.6%対57.4%である。表10より明らかかなように、床上浸水の方が被害率が高くなっており、このため想定被害額も大きく算定されることになる。この種の費用便益計算に当たって、想定被害額の推計に当たり複数の方法がある場合には、想定被害額が低くなる方法を選択すべきであると考えるので、本研究では、面積の比を利用することにする。

表10の資料を使用するに当たり、浸水深を決めなければならぬ。適切な資料がないので、最低の被害率を適用するという視点から、浸水深は50cm未満とする。さらに、家屋については、グループを決める必要がある。先にして記したように、帷子川の上流部の勾配は1/110とかなり急であるが、下流部は緩やかであ

ることを勘案して、Bグループとする。

以上により、一般資産の想定被害額は下記のように計算される。

#### 床下浸水

想定浸水区域の家屋資産額×床下浸水率×被害率  
 $2,644.62\text{億円} \times 0.574 \times 0.03 = 45.54\text{億円}$

#### 床上浸水

想定被害区域の種類別資産額×床上浸水率×被害率  
 家屋  $2,644.62\text{億円} \times 0.426 \times 0.083 = 93.51\text{億円}$   
 家庭用品  $434.49\text{億円} \times 0.426 \times 0.086 = 15.92\text{億円}$   
 償却資産  $632.62\text{億円} \times 0.426 \times 0.180 = 48.51\text{億円}$   
 在庫資産  $625.70\text{億円} \times 0.426 \times 0.127 = 33.85\text{億円}$   
 床下浸水および床上浸水合計 237.33億円

『建設省砂防技術基準(案)』では、一般資産の他、事業所の営業停止および公共土木施設(河川、道路橋梁、農業用施設、鉄道、電信電話、電力等の各施設)の想定被害額の算出に触れている<sup>(25)</sup>。

#### 営業停止

一般資産の被害想定額の6%を見積もることとしている。すなわち、

$$237.33\text{億円} \times 0.06 = 14.24\text{億円}$$

#### 公共土木事業等

次のいずれかの方法で算出することとしている。

- (イ)過去の被害実績を基礎として算出する。なお、この際、物価の上昇及び調査時点までの施設の実質増を考慮する。
- (ロ)類似の他の河川についての流量・公共土木施設等被害額曲線を参考として算出する。
- (ハ)水害統計の結果等により算出される全国の一般資産被害額に対する公共土木施設等被害額の比率を参考として算出する。
- (ニ)公共土木施設等資産額に、当該河川の一般資産想定被害額と一般資産額との比率を乗じたものを参考として算出する。

十分な資料を入手することができなかったため、帷子川および寝屋川の現地調査をした結果により、いずれも大都市の河川ということで類似しているところがあることを考慮して、寝屋川に関して公共土木施設等想定被害額を算定するに当たって一般資産想定被害額に適用された66.1%を参考として、若干低目の65%を一般資産想定被害額に適用することにした。

$$237.33\text{億円} \times 0.65 = 154.26\text{億円}$$

以上の計算により、一般資産、営業停止および公共

土木施設等の想定被害額合計は405.83億円になる。このほか、『建設省砂防技術基準(案)』では、人命救助、政府・地方公共団体等が実施する応急対策費用、融資に対する支払利子および運輸・通信・電力・水道・ガス等の公共サービスの供給機能の停止による被害等も算定することが望ましいとしている<sup>(26)</sup>が、本研究では、資料不足のため、試算をしなかった。

#### ⑤費用便益の比較

『建設省砂防技術基準(案)』に従えば、確率雨量に基づく各種流量規模を想定し、それぞれの流量規模別想定被害額を推定しなければならないのであるが、資料が得られなかったため、時間雨量80mm程度の降雨量があった場合の想定被害額405.83億円のみを算出した。さらに、この時間雨量は20年に1度の割合で発生し、それ以下の降雨量の場合には、既存の河川改修により対応でき、被害は発生しないものとする。したがって、想定被害額が想定被害軽減額となる。また、帷子川分水路完成後の維持管理費は、総投資額の0.5%とする。これらの仮定により、帷子川分水路の80年間の便益の現在価値を計算すると565.74億円となる。

$$\text{純便益の現在価値} = B \left[ \frac{1}{(1+i)^{20}} + \frac{1}{(1+i)^{40}} + \frac{1}{(1+i)^{60}} + \frac{1}{(1+i)^{80}} \right] - 000.5I \left[ \frac{1}{(1+i)} + \frac{1}{(1+i)^2} + \dots + \frac{1}{(1+i)^{80}} \right] = 565.74\text{億円}$$

$$\text{ただし、} B = 405.83\text{億円} \quad I = 390\text{億円} \quad i = 4.5\%$$

帷子川分水路計画に対する総投資額が390億円とされていることから、この計画による便益の現在価値が1.45倍上回っていることになる。同様の計算を、時間雨量80mmの降雨が30年に1度あるものとし、分水路の耐用年数を90年として、実施してみると、便益の現在価値は102.50億円である。この場合は、総投資額を下回る。

## 5 今後の研究課題

大阪府土木部河川課による寝屋川流域治水事業の費用便益計算の試算ならびに筆者が行った帷子川分水路に関する費用便益計算の試算に関して、今後検討すべき課題を幾つか指摘し、結びに代えることにしたい。

寝屋川流域治水事業の費用便益計算は、先に指摘するように、『建設省砂防技術基準(案)』に沿った形でされており、筆者による帷子川分水路の費用便益計算の参考になった。

- (1) 調査対象流量規模の設定および氾濫水理調査

表10 推定浸水深等に対応する被害率

資産種類等		浸水深等	床下浸水	床上浸水					土砂堆積(床上)	
				50cm未満	50～99cm	100～199cm	200～299cm	300cm以上	50cm未満	50cm以上
家屋	Aグループ	}	0.03	0.053	0.072	0.109	0.152	0.220	}	}
	Bグループ			0.083	0.126	0.177	0.266	0.344		
	Cグループ			0.124	0.210	0.308	0.439	0.572		
家庭用品				0.086	0.191	0.331	0.499	0.690	0.50	0.69
事業所	償却資産			0.180	0.314	0.419	0.539	0.632	0.54	0.63
	在庫資産			0.127	0.276	0.379	0.479	0.562	0.48	0.56
農漁家	償却資産			0.156	0.237	0.297	0.366	0.450	0.37	0.45
	在庫資産			0.199	0.370	0.491	0.576	0.692	0.58	0.69

注) 1. 床上浸水200cm以上棟数の45%, 土砂堆積50cm以上棟数の50%は, 全壊として被害率1とし, 別計算して加える。

2. 家屋のA, B, Cのグループ区分は, 地盤勾配による区分で, Aは1/1000以下, Bは1/500~1/1000, Cは1/500以上である。

(出典: 日本河川協会編『二訂 建設省河川砂防技術基準(案)調査編』1986年課)

寝屋川流域治水事業のケースのように, 気象台のデータによる降雨確率を使用し, 精度の高い各種流量規模を設定し, その結果に基づいて氾濫区域を定めるという方法を取り得ない場合, 筆者が行ったように過年度の氾濫被害データ(被害時の降雨量, 氾濫区域等)に基づいて推計せざるを得ない。この場合, 将来, 被害をもたらすような降雨が, 計画期間中に, どの程度の雨量で, いかなる年生起確率で生じるかを見積もることは, それらが, 被害額の大きさに直接反映されるために, 重要である。

帷子川流域については, 時間雨量80mmの降雨が20年ないし30年に1度降り, その氾濫区域は過年度の最大氾濫区域と同区域と仮定した。この仮定は, 寝屋川流域のそれに比較すると, 大雑把なものといわざるを得ない。

## (2) 氾濫区域資産調査

氾濫区域の資産額の推計に当たってのポイントは, 住宅数および各種事業所数とこれらが保有する各種資産の単位当たり評価額である。住宅や事業所の数を勘定するにあたり, 事業所をどの程度の種類に分類するかが大事である。事業所の種類により, その家屋, 償却資産および在庫資産の評価額が異なってくる。帷子川流域については, 当初, 住宅を2種, 事業所を8種に分けていたが, 各種事業所の建築面積や従業員数等の資料が得られないために, 最終的には, 4種にまとめた。

各種資産の単位当たり評価額は, 「治水経済調査要綱」の資料を利用した。これらの評価額は, 全国平均

(ただし家屋1m<sup>2</sup>当たり評価額は都道府県別)のものであるので, 全国規模で, 治水事業の費用便益計算の結果を比較する場合には有効である。しかし, 特定の地域の治水事業の費用便益計算を行う場合には, 各種資産について, その地域の評価額を利用することが望ましい。特に, 地域によって評価額に大きな隔たりのある家屋について, このことが当てはまる。

被害額の算定に当たり, 各種資産について, その単位当たり評価額が変化しないと仮定しているが, 長い期間中には, 資産の質の変化により, 同種の資産の評価額が変化するものと考えられる。過年度の観察によれば, 概して, 質の変化により, 単位当たり資産の金額は高くなっているといえよう。そこで, 計画時点での単位当たり資産評価額を, 治水施設完成年度に, 一定の比率で引き上げる必要があろう。

先に, 『建設省河川砂防技術基準(案)』から引用したことであるが, 電力, 水道, ガス, 通信および運輸等の公共サービスが, 市民生活に欠かせないものとなっていることに鑑み, これらのサービスの供給機能停止による評価額の算定を試みる必要である。

## (3) 総投資額への利子の考慮

治水事業の便益の現在価値の計算に当たっては, 利子が考慮に入れられる。しかし, 寝屋川流域および帷子川流域のいずれについても, 治水施設の完成までに毎年度支出される金額を合計した総投資額(8,963億円, 390億円)のみが取り上げられ, 利子が考慮されない。ダムを建設してそれより取水する場合の1単位当たり原水コストの算定に当たっては, ダム建設の

ための投資支出は工期の6割の時点で全て行われるものとし、残余の完成までの4割の期間の利子が考慮に入れられる。それ故、総事業費は総投資額より大きくなる。治水事業の費用便益計算においても、利子を考慮して総事業費を算定すべきと考える<sup>(27)</sup>。

#### (4) 維持管理費の推定

治水事業費は概して金額が巨額に上るために、相対的に金額が小さい治水施設の維持管理費については注意が向けられることは少ない。一般に、ダムやその他の治水施設の維持管理費は総事業費の0.5%が使用される。施設の規模を問わず、その維持管理費が総事業費の0.5%で発生することはないので、特定の治水事業について、維持管理費が適切に見積もれる場合には、見積値を使用すべきである。

#### 注

- 1) 横浜市下水道局『横浜市の下水道と河川』横浜市、1994年、23-40頁。大阪府土木部『土木行政の概要(平成6年度)』大阪府、1994、52-55頁。広島県土木建築部『土木建築行政の概要(平成5年度)』広島県、1993年、87-92頁。
- 2) 建設省河川局監修、日本河川協会編『二訂 建設省河川砂防技術基準(案) 調査編』山海堂、昭和61年、603-609頁。
- 3) 大阪府土木部河川課より発行されている下記の資料に依拠している。『寝屋川』、『寝屋川流域の流域対策』および『RIVERS IN OSAKA 大阪の河川』
- 4) 大阪府土木部河川課の好意により、地下河川(寝屋川南部地下河川・加美調節池)、遊水池(寝屋川治水緑地)、河道改修(住道駅前大橋)等の現場を案内してもらった。また、後日、寝屋川導水路、寝屋川、土佐堀川、安治川からなる寝屋川流域の現地調査を実施した。
- 5) 大阪府土木部河川課でのヒヤリングおよび同課よりの提供資料に依拠している。大阪府土木部河川課の重ね重ねの好意に感謝する次第である。また、広島県土木建築部河川課でもヒヤリングを行い資料を頂戴した記して謝意を表したい。
- 6) 流出率は、一雨の降水量に対する総流出量(基底流出量を除く)の比である。
- 7) 事業所の償却資産および在庫資産の単価は民間Aグループ、Bグループおよび学校公務の3グループの平均単価が使用される。グループ別資産別単価は次のようにして計算される。例えば、民間Aグループの償却資産の平均単価4,991千円/人は、民間Aグループに属する産業の平均単価に、備考欄の同一行の百分比(%)をそれぞれ乗じて得た金額を合算することによって求められる。この百分比は、民間Aグループに属する各産業

の従業員数を同グループの総従業員数で割った商、つまり大阪府下のグループ別の従業員数に関する構成比(昭和56年事業所統計による)である。その他のグループ別資産別平均単価も同様の方法で算出する。

- 8) 日本河川協会編、前掲書、607頁。
- 9) 大阪府編『水害統計』より、昭和42~52年の平均値を使用。
- 10) 寝屋川北部および南部放水路については、それらの事業計画が長期にわたるために、放水路(地下トンネル)の部分完成区間を暫定貯留施設として利用するものとして、費用便益(経済効果)計算を行っている。また、南北縦断地下放水路および九条深江線放水路についてはポンプ場移転補償費が含まれている。これらの諸要因により、事業費は本文中の計算式により求めた金額と異なる。
- 11) 貯留施設については、放水路延長という項目は不要。
- 12) 表5中の年平均超過確率とは、ある洪水流量規模以上のことが起こる確率である。具体的には、例えば、100年確率洪水とは、これ以上の洪水流量の起こる確率が1/100(0.01)である流量をいう。
- 13) 資本還元率については、利子率、耐用年数および固定資産税率を勘案して、経済企画庁長官が国の関係行政機関の長と協議した決めることになっている。洪水調節に関する施設については0.0464(利子率4.5%)である(建設省河川局監修、全国河川総合開発促進期成同盟編『日本の多目的ダム』山海堂、1980年、46-52頁)。
- 14) 横浜市下水道局編『下水道局報』NO.32、昭和57年1月、11頁。神奈川県土木部・横浜市下水道局編『帷子川分水路』(パンフレット)
- 15) 『ゼンリン住宅地図'93平成5年版 横浜市旭区』、『同保土ヶ谷区』および『同西区』(株)ゼンリン、1992年。
- 16) 帷子川上流域から二俣川、中堀川および今井川のと分流点、さらには石崎川、新田間川、派新田間川を経て横浜港に至る流路の現地調査は実施した。
- 17) 建設省河川局河川計画課、前掲要綱、2頁。都道府県別に、下記の方法で求めた木造建物評価額と非木造建物評価額とを、当該都道府県の木造建物総延床面積と非木造建物総延床面積の構成比で加重平均したものである。木造(非木造)建物評価額=木造(非木造)建物m<sup>2</sup>当たり建築費×補正係数×残価率
- 18) 一戸建てに代えてマンションが増える可能性がある。
- 19) 総務庁統計局編『平成5年 住宅統計調査報告 第3巻 その14 神奈川県』日本統計協会 平成7年、28頁。
- 20) 通商産業省大臣官房調査統計部編『平成3年 商業統計表 第2巻 産業編(都道府県表)』大蔵省印刷局、平成4年、78頁。
- 21) 通商産業省大臣官房調査統計部編『平成2年 工

- 業統計表 用地・用水編』大蔵省印刷局，平成4年，58頁。
- 22) 通商産業省大臣官房調査統計部編，前掲書，76頁。小売業のみでは5.2人である。
- 23) 通商産業省大臣官房調査統計部編，前掲書，58頁。
- 24) 建設省河川局監修，日本河川協会編，前掲書，606頁。
- 25) 建設省河川局監修，日本河川協会編，前掲書，607頁。
- 26) 建設省河川局監修，日本河川協会編，前掲書，607頁。
- 27) 河野正男「水資源と会計」会計，131(1)，1987年1月，52-56頁。本研究は平成6～7年度科学研究費による研究の一部である。調査研究にあたり，神奈川県横浜治水事務所より，資料提供，助言，他府県の土木部河川課の紹介等の多大な支援を頂いた。記して感謝の気持を表したい。
- [かわの まさお 横浜国立大学経営学部教授]