

14. 費用対効果の算出

14-1. 算出方針

下水道事業における費用効果分析マニュアル（H28.3）（以下、B/C マニュアル）より、本計画での費用効果分析は、投資費用と発現便益を時系列的に考慮する現在価値比較法を採用する。予備的な分析や事業規模が小規模である場合、短期間に終了する場合等の分析については、作業性等を考慮して簡易比較法で行うこともある。

対象期間は事業着手から整備完了後の 50 年目までの期間とし、長期対策が完了するのが 20 年後と考え、70（20+50）年目までを対象とする。

表 14-1 費用効果分析手法

現在価値比較法	下水道全体計画及び投資計画等に基づき、年度毎の整備・維持管理費用及び年度毎の発現効果を金銭評価した上で、社会的割引率を用いて現在価値に換算し、その総費用及び純便益をもって比較する方法
簡易比較法	総費用及び総便益を年当り発生費用及び便益に換算してこれを比較する方法

費用効果分析の評価指標は費用便益比を採用する。

本計画の費用効果分析は対策実施後の浸水被害額の軽減額を便益とし、対策に係る事業費を費用としてB/Cを算定する。

表 14-2 費用効果分析の算定指標

評価指標	定義	特徴
純現在価値 (NPV: Net Present Value)	$\sum_{t=1}^n \frac{B_t - C_t}{(1+r)^{t-1}}$	事業実施による純便益の大きさを比較できる。 社会的割引率によって値が変化する。
費用便益比 (CBR: Cost Benefit Ratio) ※俗に言う B/C	$\frac{\sum_{t=1}^n B_t / (1+r)^{t-1}}{\sum_{t=1}^n C_t / (1+r)^{t-1}}$	単位投資額あたりの便益の大きさにより事業の投資効率性を比較できる。 社会的割引率によって値が変化する。 事業間の比較に用いる場合は、各費目（営業費用、維持管理費用等）を便益側に計上するか、費用側に計上するか、考え方に注意が必要である。
経済的内部収益率 (EIRR: Economic Internal Rate of Return)	$\sum_{t=1}^n \frac{B_t - C_t}{(1+r_0)^{t-1}} = 0$ となる r_0	社会的割引率との比較によって事業の投資効率性を判断できる。 社会的割引率の影響を受けない。

ただし、n：評価期間、 B_t ：t年次の便益、 C_t ：t年次の費用、r：社会的割引率

14-2. 算出方法

浸水被害額の算出方法は 5-2. で設定した 100m メッシュの浸水被害額原単位を利用し、シミュレーション結果で得られた浸水状況（10m メッシュ）を重ねて算定する。

また、B/C マニュアルより、各降雨強度の被害額の差分から、年平均被害軽減額を計算する（表 14-3）。降雨強度は 5 年、7 年、10 年、30 年、50 年の 5 降雨とし、既計画の計画降雨（7 年確率 62.5mm/h）の算定方法と合わせて、トーマスプロット法をより算定する。降雨強度の算定結果を表 14-5 に示す。

表 14-3 年平均浸水被害の防止額の算定の考え方

流量規模	年平均超過確率	被害額			区間平均被害額	区間確率	区間毎の年平均被害額	年平均被害額の累計＝年平均被害軽減期待額
		①事業を実施しない場合	②事業を実施した場合	③被害軽減額(①－②)				
Q ₀	N ₀			D ₀ (= 0)	$\frac{D_0+D_1}{2}$	N ₀ ・N ₁	$d_1 = (N_0 \cdot N_1) \times \frac{D_0+D_1}{2}$	d ₁
Q ₁	N ₁			D ₁	$\frac{D_1+D_2}{2}$	N ₁ ・N ₂	$d_2 = (N_1 \cdot N_2) \times \frac{D_1+D_2}{2}$	d ₁ +d ₂
Q ₂	N ₂			D ₂	⋮	⋮	⋮	⋮
⋮	⋮			⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
Q _m	N _m			D _m	$\frac{D_{m-1}+D_m}{2}$	N _m ・N _{m+1}	$d_m = (N_{m-1} \cdot N_m) \times \frac{D_{m-1}+D_m}{2}$	d ₁ +d ₂ + ⋯+d _m

出典) 費用効果分析マニュアル (平成 28 年 12 月)

年平均
浸水被害額

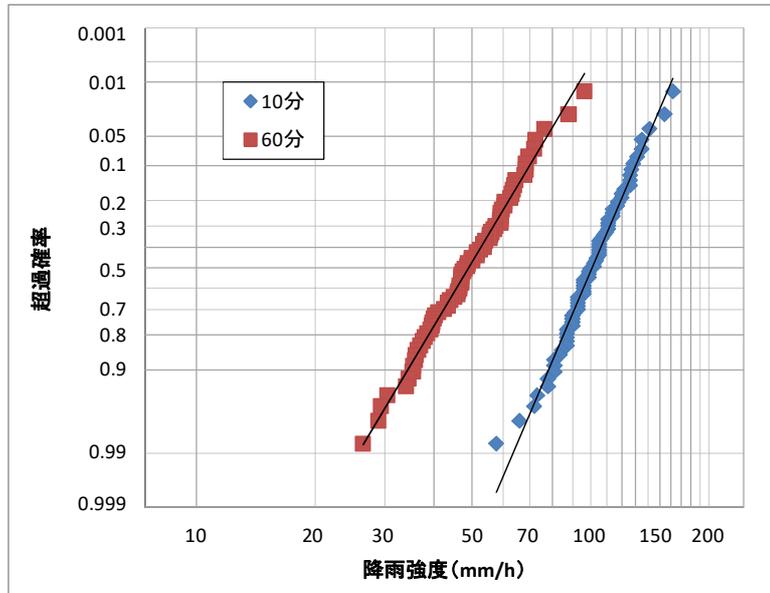


図 14-1 トーマスプロット法

表 14-4 読み取り値と降雨強度式による算出結果

確率年 年	確率降雨		特性係数による係数(タルボット型)				降雨強度式による算出値				
	110 mm/h	160 mm/h	β 10	b	α	a	10 mm/h	20 mm/h	30 mm/h	60 mm/h	120 mm/h
200	165.878	90.966	1.8235	51	111	10071	165.88	142.42	124.78	90.97	59.00
100	157.877	85.441	1.8478	49	109	9311	157.88	134.99	117.90	85.44	55.10
50	149.575	79.786	1.8747	47	107	8550	149.58	127.30	110.81	79.79	51.15
30	143.199	75.500	1.8967	46	106	7985	143.20	121.42	105.40	75.50	48.17
20	137.934	71.999	1.9158	45	105	7531	137.93	116.58	100.95	72.00	45.75
10	128.353	65.719	1.9530	42	102	6734	128.35	107.80	92.93	65.72	41.45
7	123.024	62.280	1.9753	41	101	6307	123.02	102.94	88.50	62.28	39.11
5	117.638	58.844	1.9991	40	100	5887	117.64	98.05	84.05	58.84	36.78
3	108.439	53.074	2.0432	38	98	5198	108.44	89.72	76.51	53.07	32.91
2	99.568	47.632	2.0904	36	96	4566	99.57	81.74	69.33	47.63	29.29

※再現結果のため、7年確率に若干のズレがあるが概ね整合(既計画 I = 6250/(t+40))

表 14-5 費用対効果算定に用いる降雨強度

確率年	降雨強度式	時間最大降雨 mm/h
5年	$5887/(t+40)$	58.84
7年	$6250/(t+40)$	62.50
10年	$6734/(t+42)$	65.72
30年	$7985/(t+46)$	75.50
50年	$8550/(t+47)$	79.79

14-3. 浸水被害額の算定

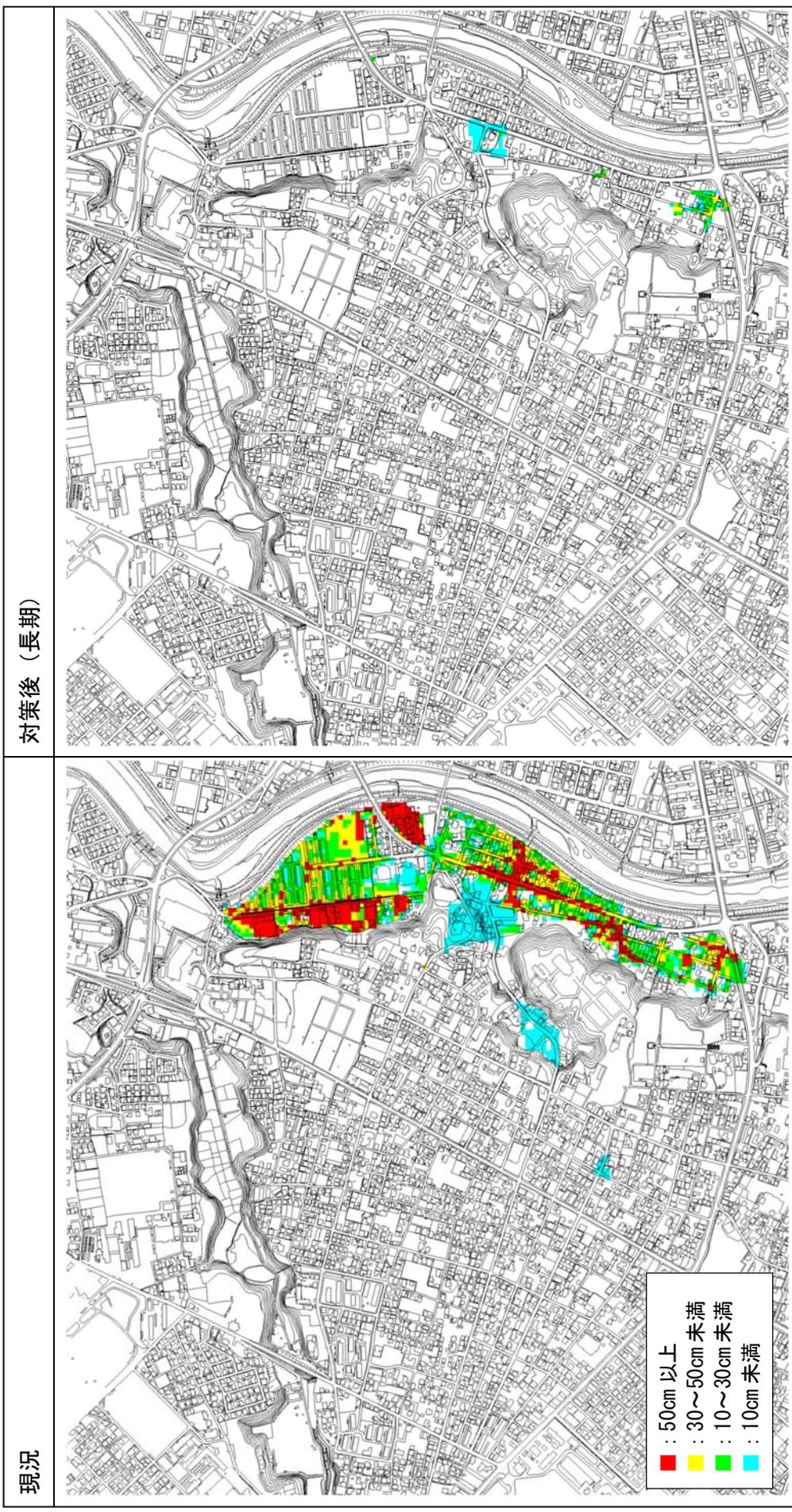
14-3-1. 浸水シミュレーション

5～50年確率の浸水シミュレーションを行う。シミュレーションケースは表 14-6 に示す。

シミュレーション結果を図 14-2～図 14-6 に示す。

表 14-6 シミュレーションケース

対策モデル	降雨	外水位
現況	5年確率降雨	HWL
	7年確率降雨	
	10年確率降雨	
	30年確率降雨	
	50年確率降雨	
対策後(長期)	5年確率降雨	
	7年確率降雨	
	10年確率降雨	
	30年確率降雨	
	50年確率降雨	



現況

対策後（長期）

図 14-2 5年確率降雨のシミュレーション結果

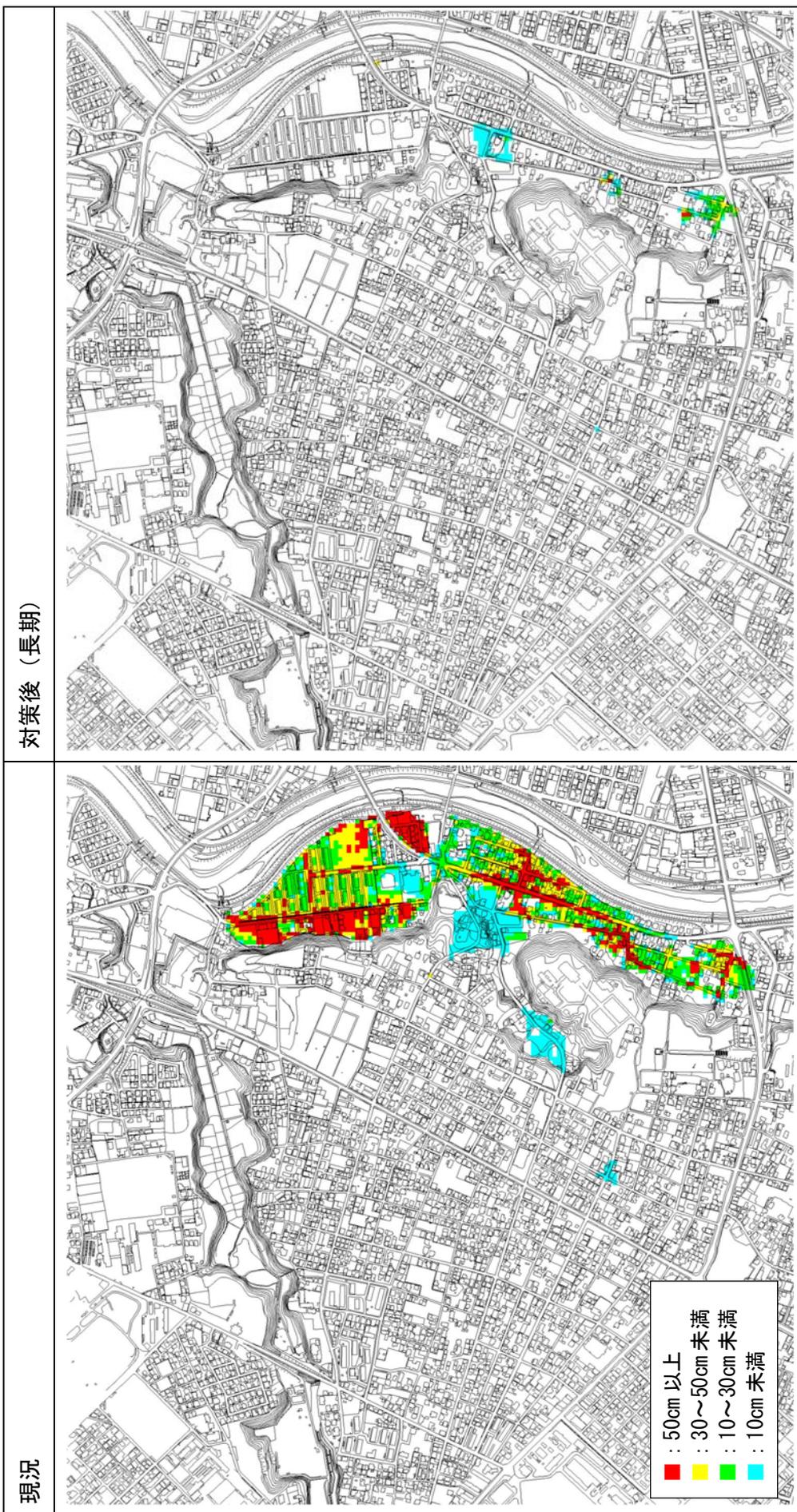


図 14-3 7年確率降雨のシミュレーション結果

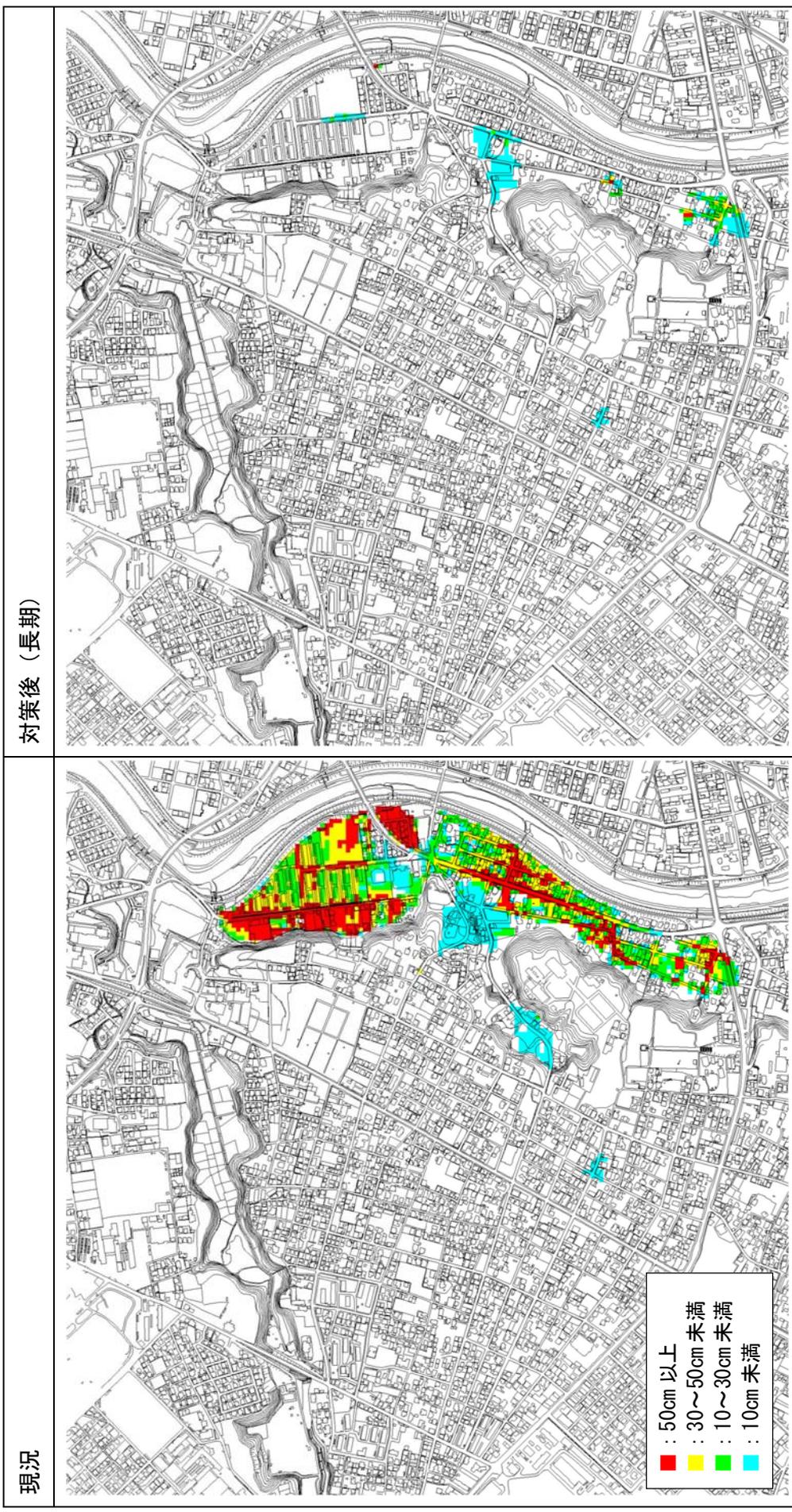


図 14-4 10年確率降雨のシミュレーション結果

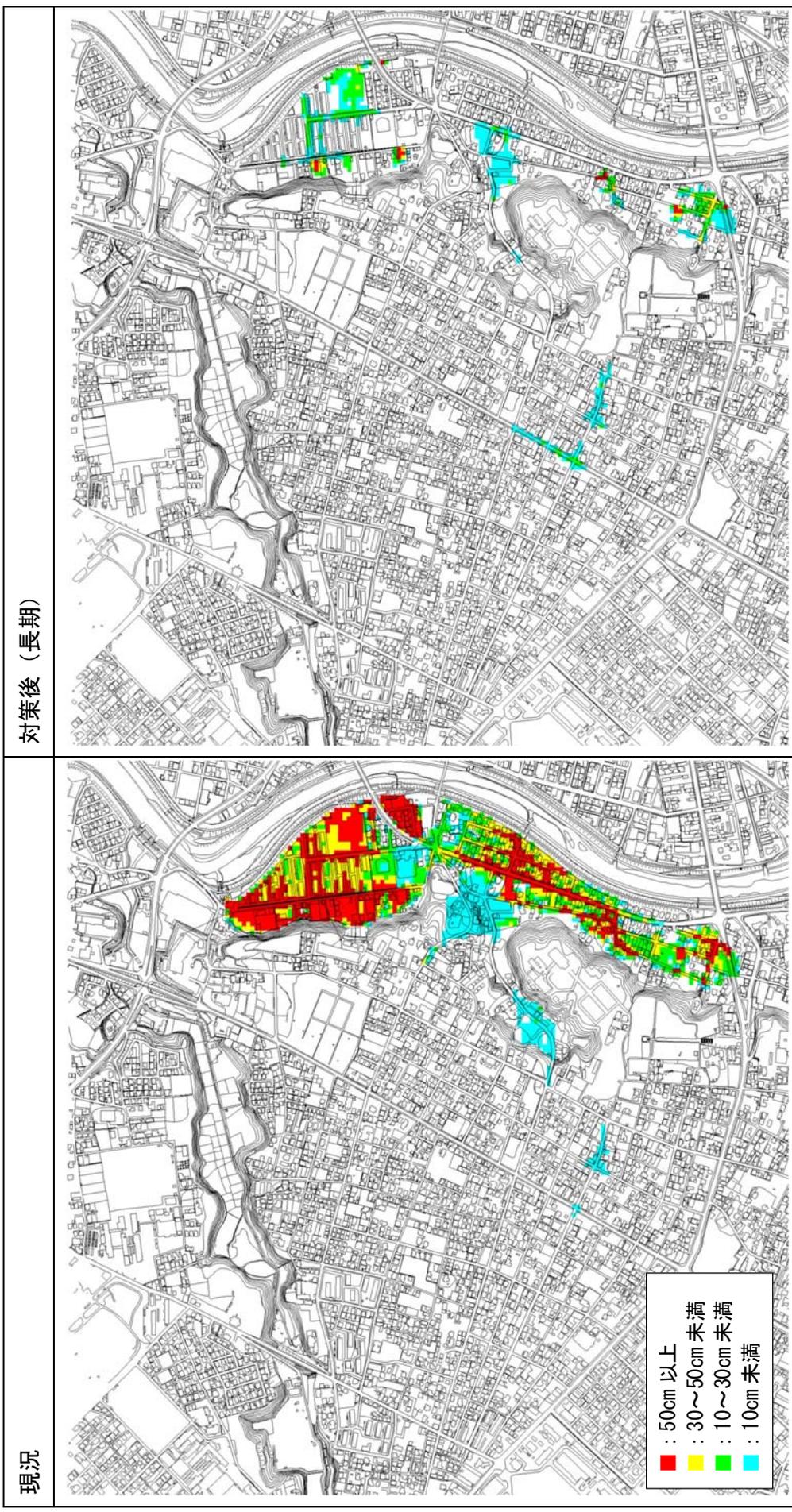


図 14-5 30年確率降雨のシミュレーション結果

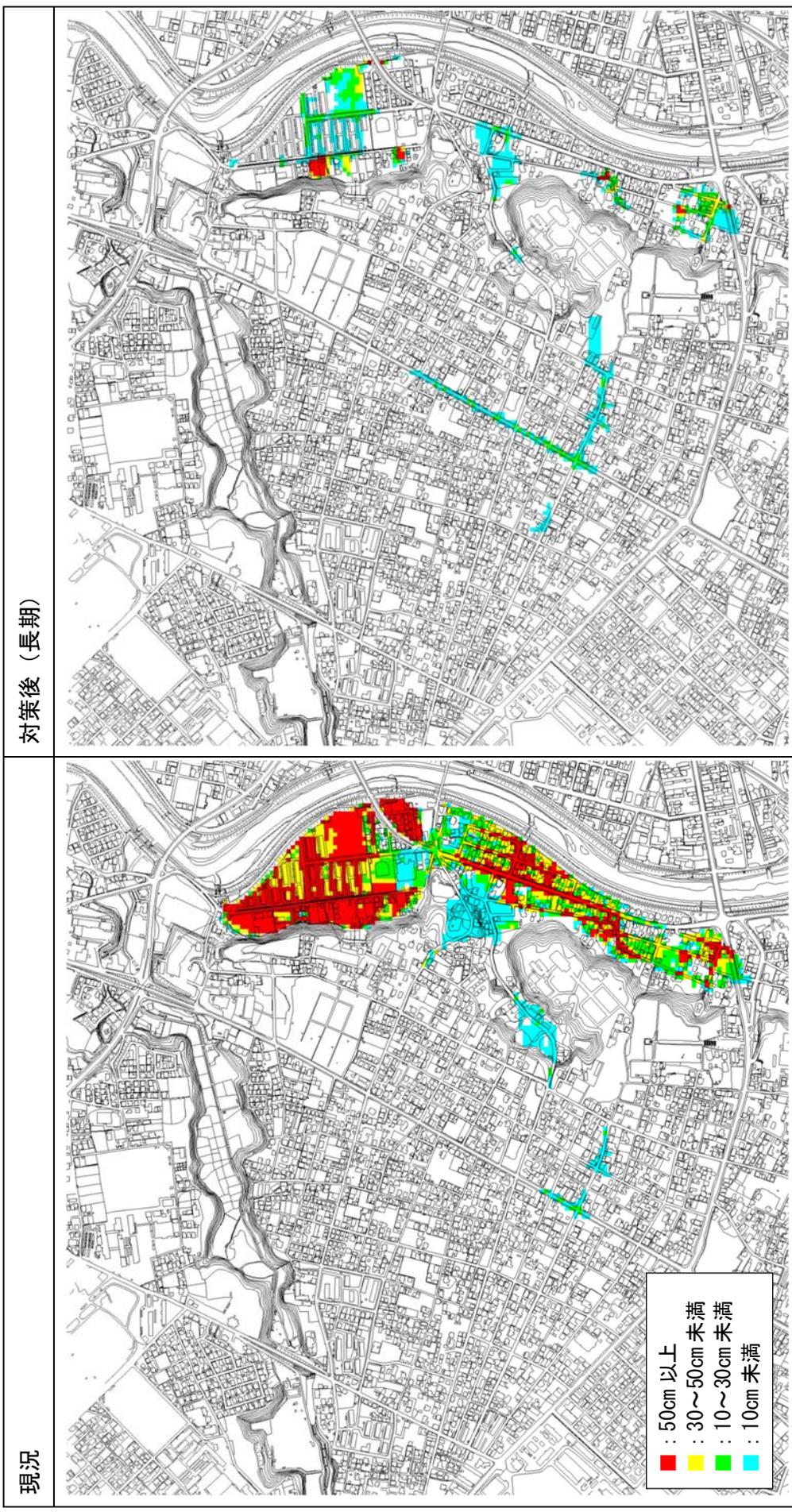


図 14-6 50年確率降雨のシミュレーション結果

14-3-2. 浸水被害額の算定

14-3-1のシミュレーション結果より、年平均被害軽減期待額を算定する。5～50年確率までの被害軽減額から、年平均被害軽減額を算定すると、403,736千円となる。

表 14-7 年平均被害軽減額の算定結果

確率年	年平均 超過確率	被害額			区間平均 被害額 (千円)	区間 確率	年平均 被害額 (千円)	年平均被害額の 累計＝年平均被害 軽減期待額 (千円)
		① 事業を実施 しない場合 (千円)	② 事業を実施 した場合 (千円)	③ 被害軽減額 (①-②) (千円)				
1/5	0.20	1,896,007	19,608	1,876,399				
					1,946,675	0.057	111,239	111,239
1/7	0.14	2,048,152	31,201	2,016,951				
					2,122,491	0.043	90,964	202,202
1/10	0.10	2,266,302	38,271	2,228,031				
					2,458,069	0.067	163,871	366,074
1/30	0.03	2,837,606	149,500	2,688,106				
					2,824,690	0.013	37,663	403,736
1/50	0.02	3,187,873	226,599	2,961,274				

14-3-3. 総便益の算定

総便益は、評価期間70年間（整備期間20年＋耐用年数50年）の年便益の総和および、評価対象期間終了時における残存価値を加算して算出する。残存価値は総費用の10%として現在価値化する。算定結果を表14-8に示す。

■ 基準年度価格に現在価値化した年便益の評価対象期間における総和

$$B = \sum_{t=0}^{s+49} \frac{b_t}{(1+r)^t}$$

b_t : t年における年便益, r : 社会的割引率 (= 0.04), S : 整備期間 (年)

■ 評価時点価格に現在価値化した残存価値

$$C_{s+50} = \frac{0.1 \times \sum_{t=0}^{s-1} c_t}{(1+r)^{s+49}}$$

c_t : 用地費, 補償費, 間接経費, 工事諸費を除く毎年の建設費
 r : 社会的割引率 (= 0.04), S : 整備期間 (年)

表 14-8 総便益の算定

単位：千円

	経過年数 t (年後)	t年後における年便益 bt (千円)	社会的割引率 r	$bt/(1+r)^t$	残存価値
整備期間	0	0	0.04	0	
	1	0	0.04	0	
	2	0	0.04	0	
	3	0	0.04	0	
	4	0	0.04	0	
	5	0	0.04	0	
	6	0	0.04	0	
	7	0	0.04	0	
	8	0	0.04	0	
	9	0	0.04	0	
	10	0	0.04	0	
	11	0	0.04	0	
	12	0	0.04	0	
	13	0	0.04	0	
	14	0	0.04	0	
	15	0	0.04	0	
	16	0	0.04	0	
	17	0	0.04	0	
	18	0	0.04	0	
19	0	0.04	0		
耐用年数期間	20	403,736	0.04	184,260	
	21	403,736	0.04	177,173	
	22	403,736	0.04	170,359	
	23	403,736	0.04	163,806	
	24	403,736	0.04	157,506	
	25	403,736	0.04	151,448	
	26	403,736	0.04	145,623	
	27	403,736	0.04	140,022	
	28	403,736	0.04	134,637	
	29	403,736	0.04	129,459	
	30	403,736	0.04	124,479	
	31	403,736	0.04	119,692	
	32	403,736	0.04	115,088	
	33	403,736	0.04	110,662	
	34	403,736	0.04	106,406	
	35	403,736	0.04	102,313	
	36	403,736	0.04	98,378	
	37	403,736	0.04	94,594	
	38	403,736	0.04	90,956	
	39	403,736	0.04	87,458	
	40	403,736	0.04	84,094	
	41	403,736	0.04	80,859	
	42	403,736	0.04	77,749	
	43	403,736	0.04	74,759	
	44	403,736	0.04	71,884	
	45	403,736	0.04	69,119	
	46	403,736	0.04	66,461	
	47	403,736	0.04	63,904	
	48	403,736	0.04	61,447	
	49	403,736	0.04	59,083	
	50	403,736	0.04	56,811	
	51	403,736	0.04	54,626	
	52	403,736	0.04	52,525	
	53	403,736	0.04	50,505	
	54	403,736	0.04	48,562	
	55	403,736	0.04	46,694	
	56	403,736	0.04	44,898	
	57	403,736	0.04	43,172	
	58	403,736	0.04	41,511	
	59	403,736	0.04	39,915	
	60	403,736	0.04	38,379	
	61	403,736	0.04	36,903	
	62	403,736	0.04	35,484	
	63	403,736	0.04	34,119	
	64	403,736	0.04	32,807	
	65	403,736	0.04	31,545	
	66	403,736	0.04	30,332	
	67	403,736	0.04	29,165	
	68	403,736	0.04	28,043	
69	403,736	0.04	26,965	10,271	
小計				4,116,638	10,271
総便益					4,126,910

14-4. 費用の算定

14-4-1. 年度別事業費

費用は対策の概算事業費とし、12章で算定した概算事業費を使用する。一般的に費用には維持管理費を考慮するが、今回の対象施設のほとんどが管渠、調整池であり機械設備は小規模のゲートポンプだけのため、考慮しないものとする。また、年度別建設費については、段階的対策計画において、当面、中期、長期に整備時期が分けられているため、各整備時期で段階的対策の事業費を等配分する（表 14-9）。

14-4-2. 総費用の算定

総費用は事業整備期間の20年間分を計上する。算出結果を表 14-10 に示す。

表 14-10 総費用の算定

(単位:千円)

	経過年数 t (年後)	各年の事業費 Ct (千円)	社会的割引率 r	現在価値化した 各年の費用 $Ct/(1+r)^t$
整備 期間	0	73,978	0.04	73,978
	1	73,978	0.04	71,133
	2	73,978	0.04	68,397
	3	73,978	0.04	65,766
	4	73,978	0.04	63,237
	5	78,000	0.04	64,110
	6	78,000	0.04	61,645
	7	78,000	0.04	59,274
	8	78,000	0.04	56,994
	9	78,000	0.04	54,802
	10	77,801	0.04	52,560
	11	77,801	0.04	50,538
	12	77,801	0.04	48,594
	13	77,801	0.04	46,725
	14	77,801	0.04	44,928
	15	77,801	0.04	43,200
	16	77,801	0.04	41,539
	17	77,801	0.04	39,941
	18	77,801	0.04	38,405
19	77,801	0.04	36,928	
耐用 年 数 期 間	20	0	0.04	0
	21	0	0.04	0
	22	0	0.04	0
	23	0	0.04	0
	24	0	0.04	0
	25	0	0.04	0
	26	0	0.04	0
	27	0	0.04	0
	28	0	0.04	0
	29	0	0.04	0
	30	0	0.04	0
	31	0	0.04	0
	32	0	0.04	0
	33	0	0.04	0
	34	0	0.04	0
	35	0	0.04	0
	36	0	0.04	0
	37	0	0.04	0
	38	0	0.04	0
	39	0	0.04	0
	40	0	0.04	0
	41	0	0.04	0
	42	0	0.04	0
	43	0	0.04	0
	44	0	0.04	0
	45	0	0.04	0
	46	0	0.04	0
	47	0	0.04	0
	48	0	0.04	0
	49	0	0.04	0
	50	0	0.04	0
	51	0	0.04	0
	52	0	0.04	0
	53	0	0.04	0
	54	0	0.04	0
	55	0	0.04	0
	56	0	0.04	0
	57	0	0.04	0
	58	0	0.04	0
	59	0	0.04	0
	60	0	0.04	0
	61	0	0.04	0
	62	0	0.04	0
	63	0	0.04	0
	64	0	0.04	0
	65	0	0.04	0
	66	0	0.04	0
	67	0	0.04	0
	68	0	0.04	0
	69	0	0.04	0
総費用		1,537,900		1,082,692

14-5. 費用対効果の算定

算定した総便益と総費用より費用対効果を算定した。費用対効果は3.8 (>1.0) となった。

表 14-11 費用対効果の算定結果

総便益 B (千円)	総費用 C (千円)	費用便益比 B/C
4,126,910	1,082,692	3.8