

都市水害の被害想定に関する研究 ～長崎市域および寝屋川流域を対象として～

京都大学大学院 工学研究科

都市社会工学専攻

都市耐水研究室 修士二回生 桑野靖子

1.1 研究の背景と目的

背景

- ・近年、日本の水害による死者数は減少傾向にあるものの、単位面積あたりの被害額は年々増加している。
- ・水害の際の避難行動中の事故も多数発生している。

目的

- ・水害の際の人的被害・物的被害想定手法について考察し、既存の手法の想定に、新たな視点を加えることで、より現状に即した被害想定手法のあり方について検討する。

§ 1.2 発表の流れ

1. 水害の際の被害想定手法

1.1 人的被害想定手法

- (1) Life-Simモデル(米)を用いた在宅状況の死者数想定
- (2) 比力を用いた避難行動中の危険性の評価

1.2 物的被害想定手法

- (1) 治水経済調査マニュアルによる被害想定
(家屋被害・家庭用品被害・事業所償却資産および在庫資産被害・営業停止損失)
- (2) 羽鳥らの研究による家屋被害額の算定
- (3) 環境省の指針にもとづいた水害廃棄物処理費用の算定

2. 適用対象地域および降雨条件

- 2.1 長崎市中島川流域の概要
- 2.2 寝屋川流域の概要
- 2.3 二つの領域に与えた外力

3. 氾濫解析結果と被害想定結果

4. 結論



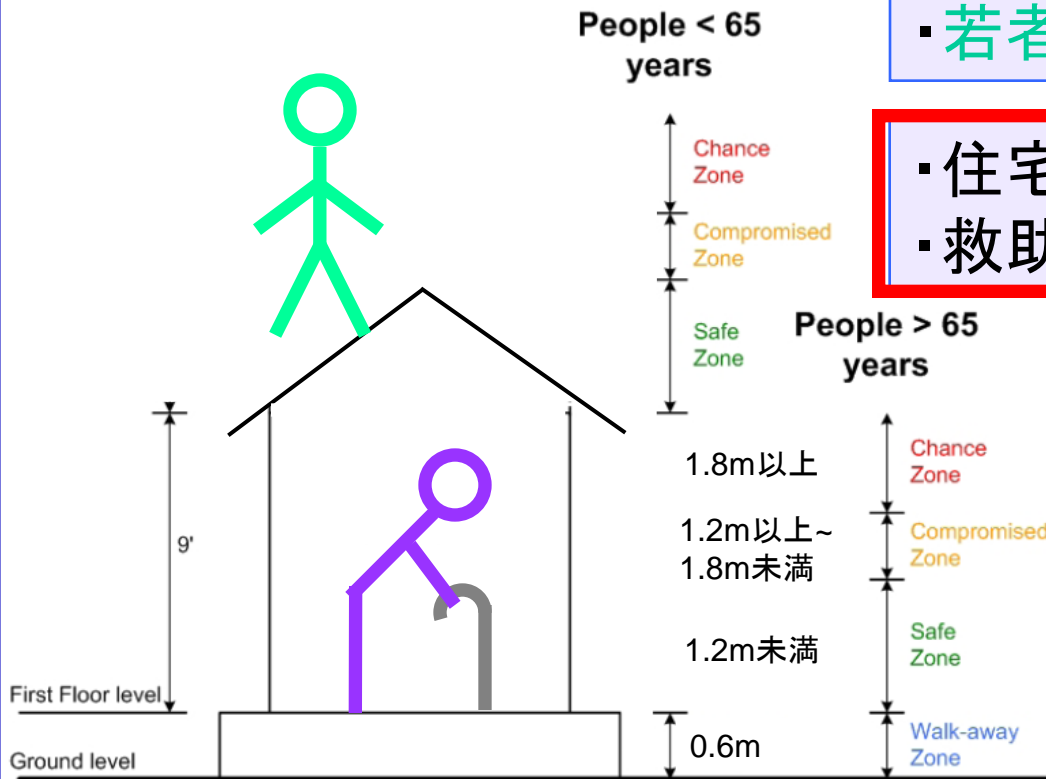
§ 2. 被害想定手法

§ 2.1 被害算定の方法(1)～人的被害～

死者数(在宅状況)の算定 ~Life Sim モデル~

- ・高齢者は最上階まで避難可能
- ・若者は屋根の上へ避難可能

- ・住宅外への避難率 } 0~100%に
- ・救助率 } 設定可能



名称	死亡率
Chance Zone 危険水位帯	91.75%
Compromised Zone 準危険水位帯	12.00%
Safe Zone 安全水位帯	0.023%
Walk-away Zone 徒歩避難可能水位帯	0.000%

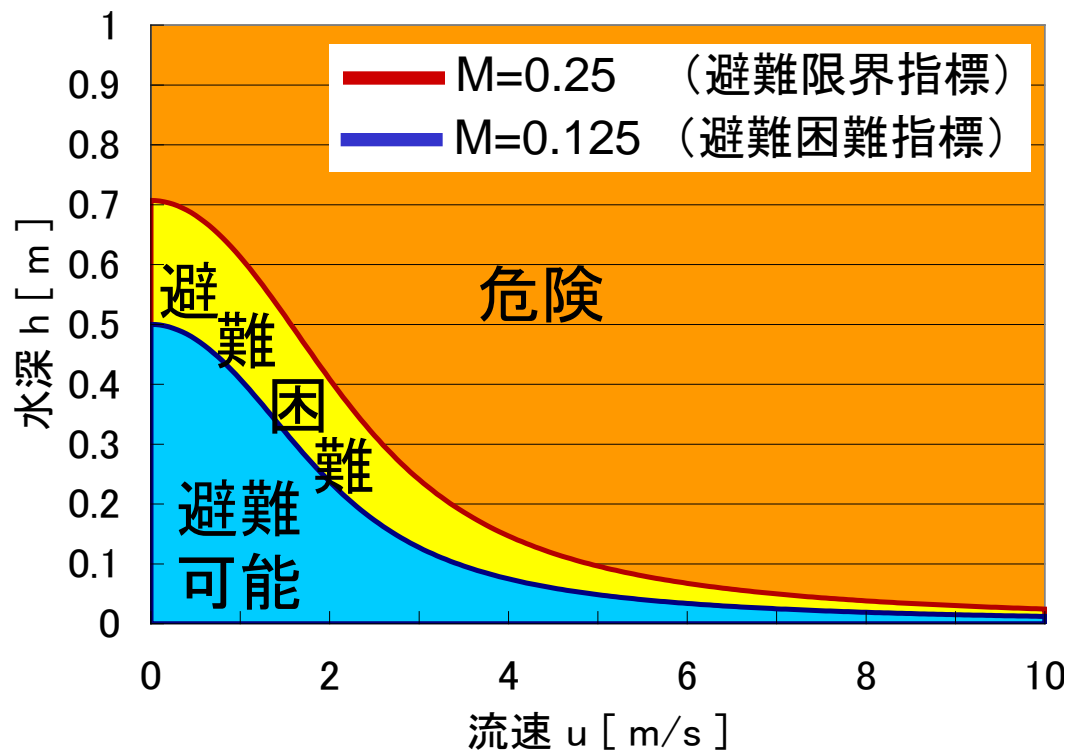
§ 2.2 被害算定の方法(2)～人的被害～

避難行動中の危険性の評価 ～比力を用いて～

$$M = \frac{h^2}{2} + \frac{u^2 h}{g}$$

M: 比力、h: 水深、u: 流速、g: 重力加速度

避難者属性	避難困難指標 [m ³ /m]	避難限界指標 [m ³ /m]
成人男性	0.125	0.250
成人女性	0.100	0.200
高齢男性	0.100	0.200
高齢女性	0.080	0.160



成人男性が避難困難および避難限界となる際の水深と流速の関係

§ 2.3 被害算定の方法(3)~物的被害~

治水経済調査マニュアル、環境省作成の指針、羽鳥らの研究を参考に算定

大分類	細分類	算定方法
直接被害	家屋被害	床面積 × 都道府県別家屋1m ² 当たり評価額 × 被害率
	家庭用品被害	世帯数 × 1世帯当たり家庭用品評価額 × 被害率
	事業所償却資産被害	従業者数 × 従業者1人当たり償却資産評価額 × 被害率
	事業所在庫資産被害	従業者数 × 従業者1人当たり在庫資産評価額 × 被害率
	全・半壊家屋被害	床面積 × 都道府県別家屋1m ² 当たり評価額 × 破壊率
間接被害	営業停止・停滞損失	従業者数 × (営業停止日数 + 営業停滞日数/2) × 付加価値額(円/(人・日))
その他	廃棄物発生量(t)	3.79 × 床上浸水家屋数 + 0.08 × 床下浸水家屋数
	ごみ処理費用	廃棄物発生量 × 1t当たりごみ処理費用

(直接被害・間接被害算定式は治水経済調査マニュアルより)

(廃棄物発生量・ごみ処理費用算定式は環境省作成の指針より)

(全・半壊家屋被害額は羽鳥らの算定式より)

羽鳥らの算定式

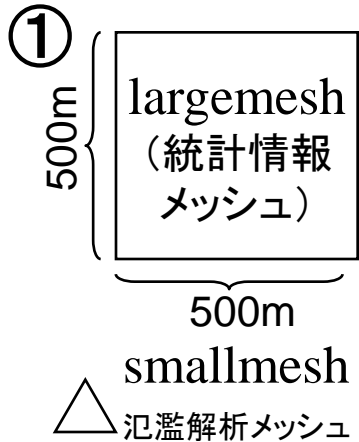
$$D = 9\sqrt{h} \cdot v$$

D : 破壊率 (全被害家屋中の全・半壊家屋の占める比率)
 h : 水深、 v : 流速

§ 2.4 氾濫解析結果から被害額を算定

氾濫解析メッシュと統計情報メッシュは、大きさ・形状が異なるため、以下の手順であてはめを行う。

例: 家庭用品被害額 = 世帯数 × 1世帯当たり家庭用品評価額 × 被害率



$$A_1 \times \frac{\text{smallmeshの面積}}{\text{largetmeshの面積}} = a_1$$

↑

largetmesh1
の中の世帯数

↑

smallmesh1
の中の世帯数

③ a_1 の浸水深 = 1.0m \Rightarrow a_1 の被害率 = 0.6

表1 浸水深別被害率

浸水深	床下	床上		
		50cm未満	50~99cm	100cm~
被害率	0.01	0.1	0.3	0.6

④

$$a_1 \times \text{1世帯当たり} \times 0.6$$

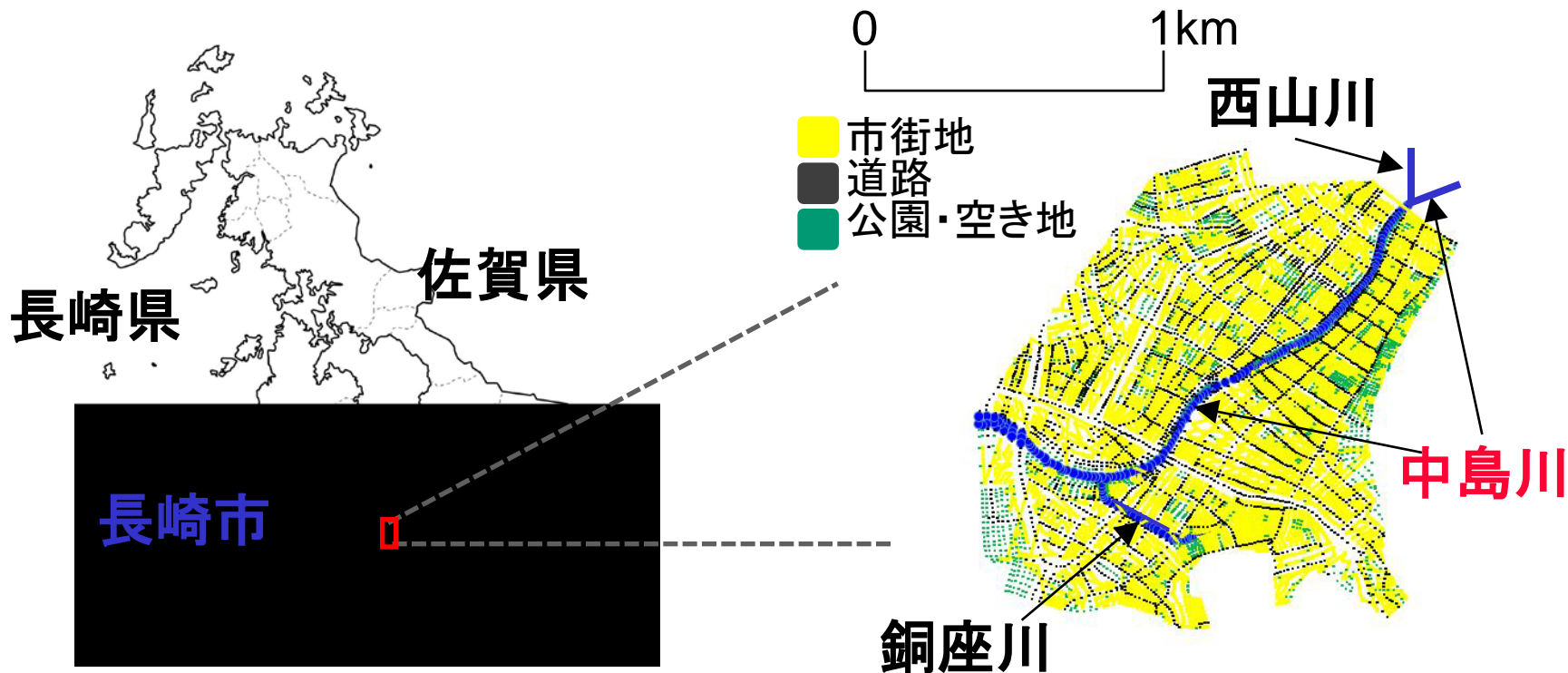
家庭用品評価額

= 被害額

§ 3. 適用対象地域および降雨条件

§ 3.1 長崎市中島川流域

中島川流域の概要

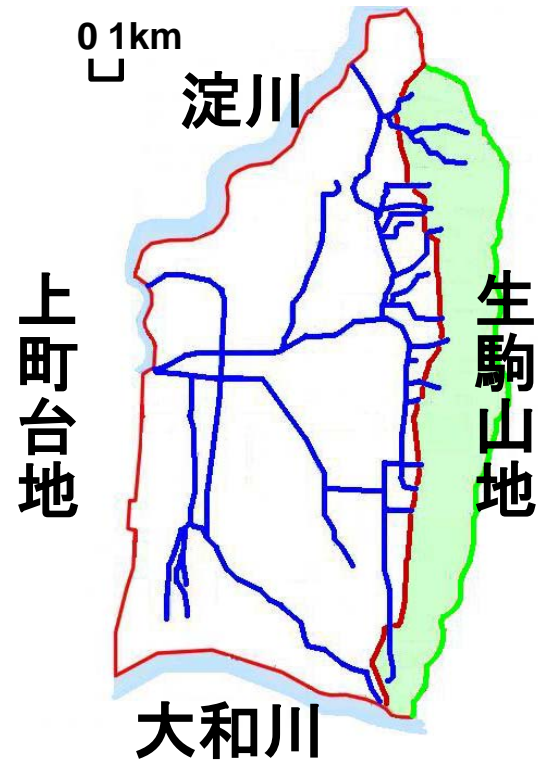
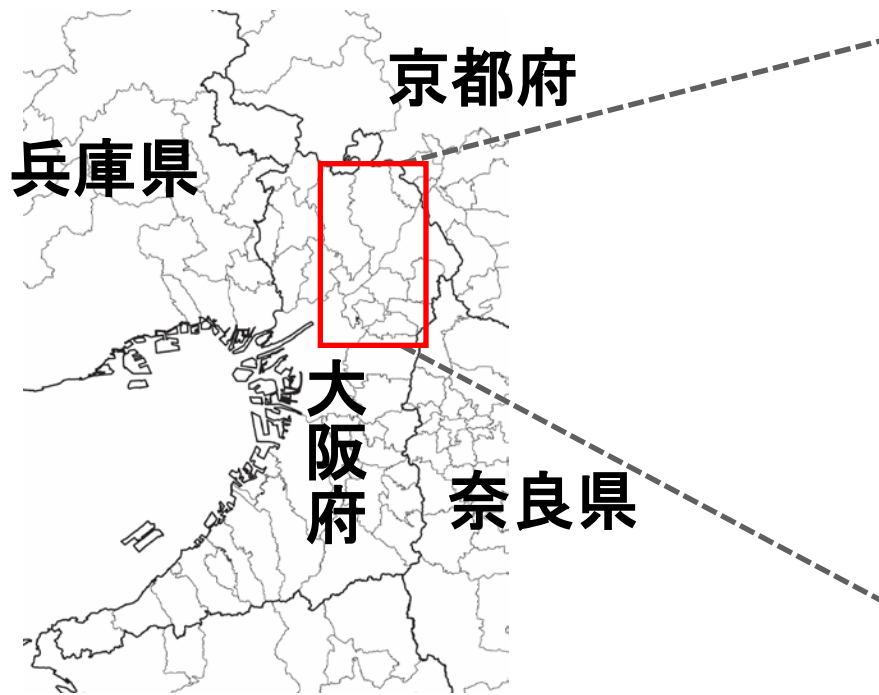


流出解析: kinematicwaveモデル
氾濫解析: 非構造格子による平面二次元解析
(河道部分を含む)

対象領域	面積	1.5km ²
	人口	2万4千人
	高齢化率	21%

§ 3.2 大阪府寝屋川流域

寝屋川流域の概要



流出解析: kinnematicwaveモデル
氾濫解析: 非構造格子による平面二次元解析
(河道部分は独立して計算)
下水道を考慮

対象領域

面積

250km²

人口

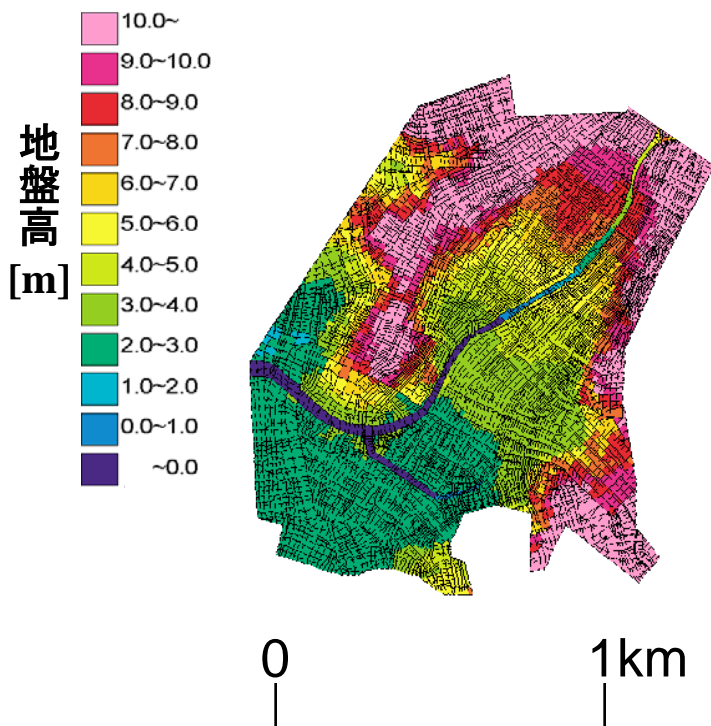
200万人

高齢化率

18%

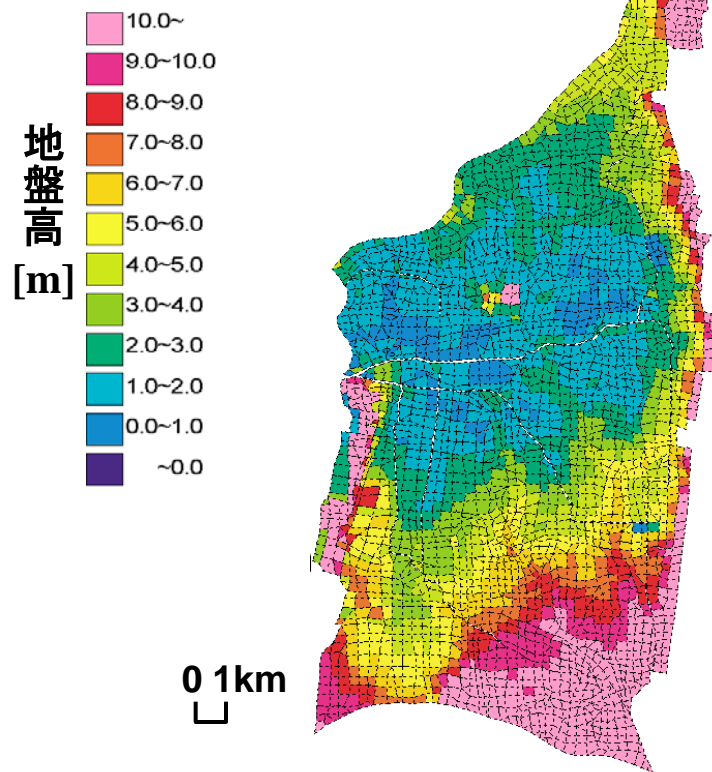
3.3 対象領域の地形的特徴

中島川流域



- ・急勾配
- ・水害の際、
氾濫流は大きな流速を伴う恐れ

寝屋川流域



- ・緩勾配
- ・領域内の3/4が、雨水が自然に
河川に排出されない『内水域』

§ 3.4 氾濫計算時の降雨条件

降雨継続時間1時間、5時間の条件で、再現期間を0~200年まで10年間隔で変化させ氾濫計算を行う

*Fair*式
$$r_t^T = \frac{bT^m}{(t+a)^n}$$

r_t^T : T 年 t 継続時間確率降雨量

T : 確率年

t : 降雨継続時間

a, b, m, n : *Fair* 式パラメータ

(独立行政法人土木研究所

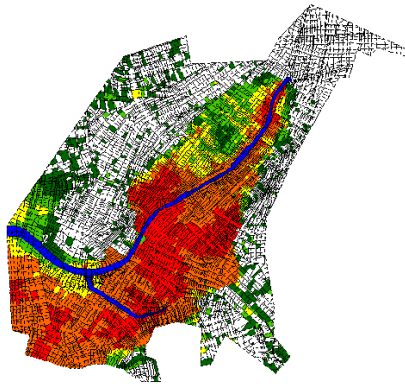
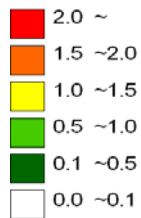
「アメダス確率降雨計算プログラム」より)

§ 4. 氾濫解析結果および被害想定

§ 4.1 氾濫解析結果 (降雨継続時間1時間、再現期間200年)

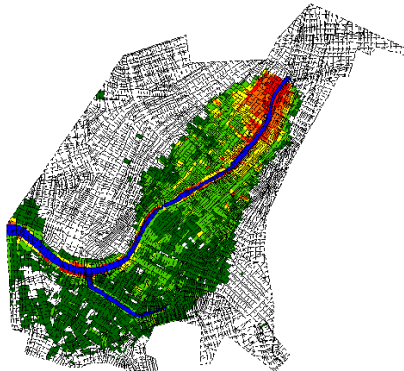
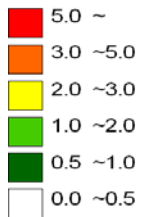
中島川流域

DEPTH [m]



最大浸水深図

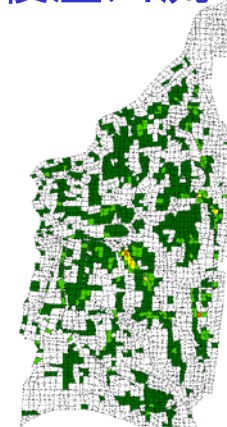
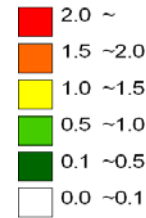
velocity [m/s]



最大流速分布図

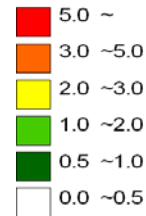
寝屋川流域

DEPTH [m]



最大浸水深図

velocity [m/s]



最大流速分布図

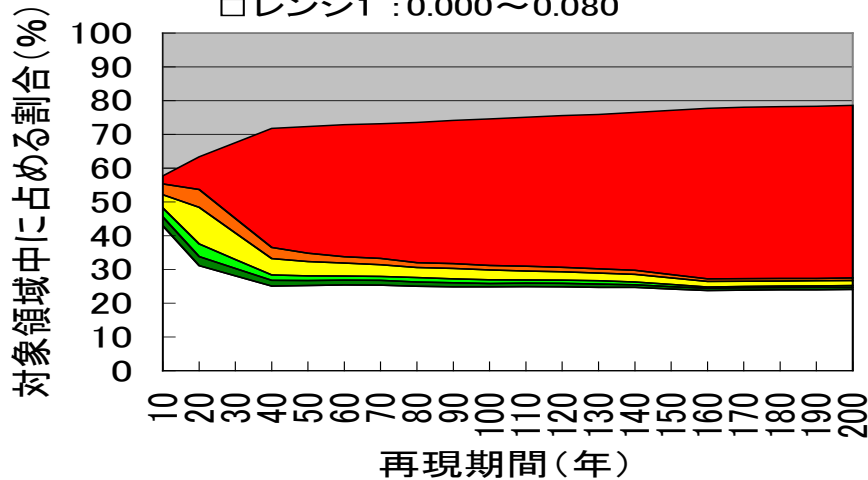
同じ再現期間で比較すると、水深・流速ともに中島川流域の方が大きい

§ 4.2 氾濫解析結果(3)再現期間ごとの比力の分布

比力レンジ別の対象領域中に占める割合

中島川流域

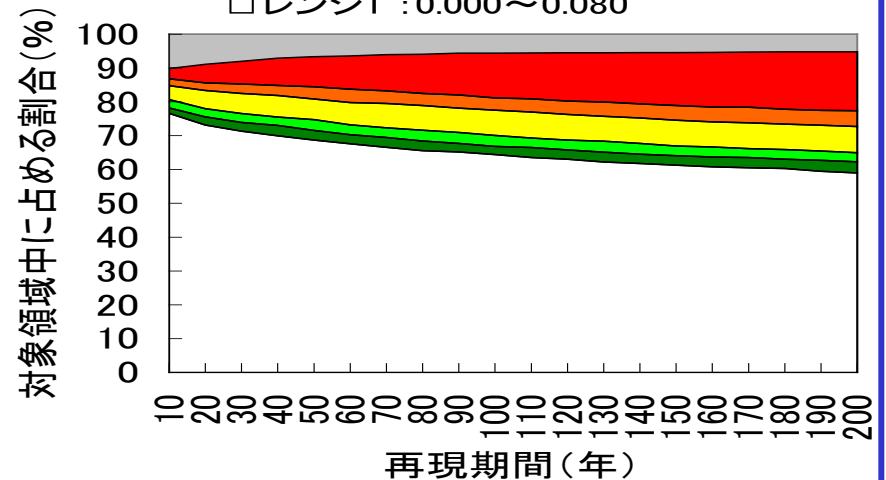
- レンジ6 : 0.250 ~
 - レンジ5 : 0.200 ~ 0.250
 - レンジ4 : 0.125 ~ 0.200
 - レンジ3 : 0.1000 ~ 0.125
 - レンジ2 : 0.080 ~ 0.1000
 - レンジ1 : 0.000 ~ 0.080
- [m³/m]



比力が0.25以上(避難限界)となる領域は、再現期間が40年より長い場合には、40%以上を占める。

寝屋川流域

- レンジ6 : 0.250 ~
 - レンジ5 : 0.200 ~ 0.250
 - レンジ4 : 0.125 ~ 0.200
 - レンジ3 : 0.1000 ~ 0.125
 - レンジ2 : 0.080 ~ 0.1000
 - レンジ1 : 0.000 ~ 0.080
- [m³/m]



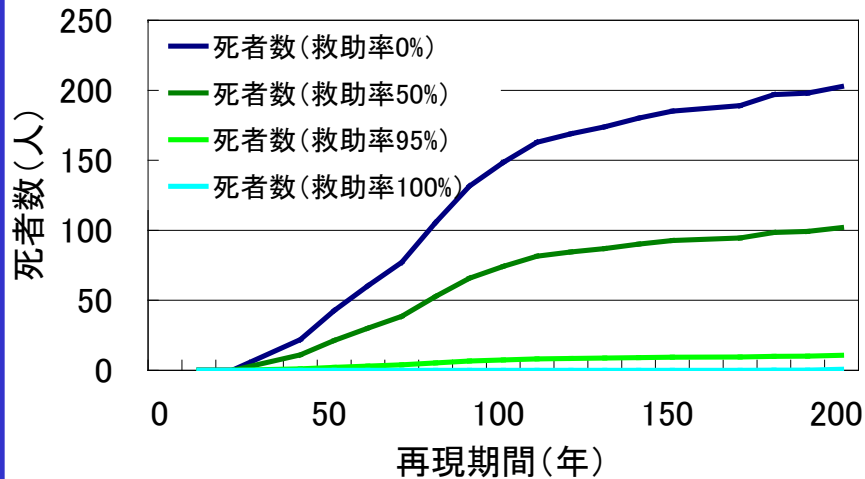
比力が0.25以上(避難限界)となる領域は、5%~15%の範囲内で、全再現期間を通して緩やかに増加する。

§ 4.3 人的被害想定結果 (1)

Life-Simモデルによる在宅状況の死者数想定結果

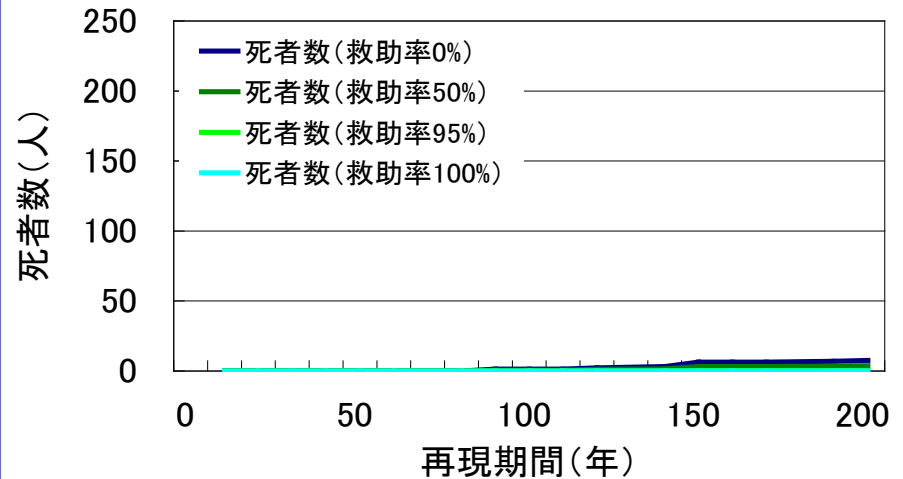
- 避難率: 0%で固定
- 救助率: 0%、5%、95%、100%の4パターン

中島川流域



再現期間200年、救助率95%の場合、
人口2万4千人中死者数は11人、
1万人あたりでは5人が死亡する。

寝屋川流域



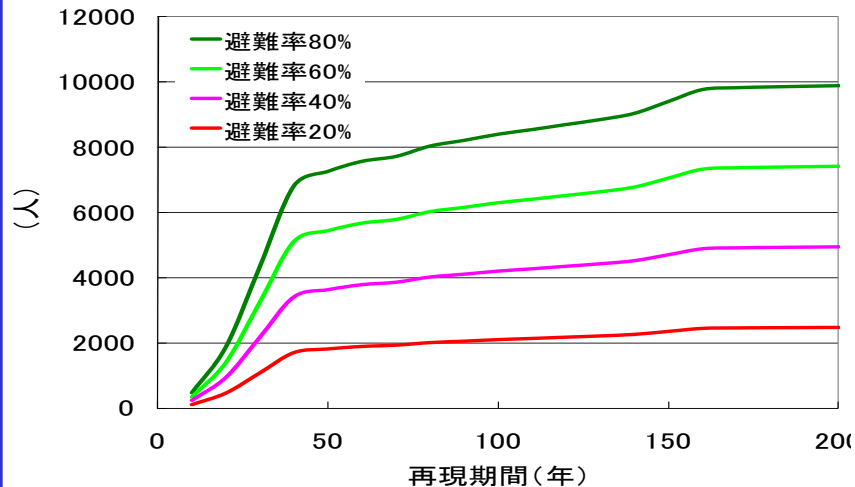
再現期間200年、救助率95%の場合、
人口200万人中死者数は0.4人、
1万人あたりでは0.002人が死亡する。

§ 4.4 人的被害想定結果 (2) 避難行動中の危険度

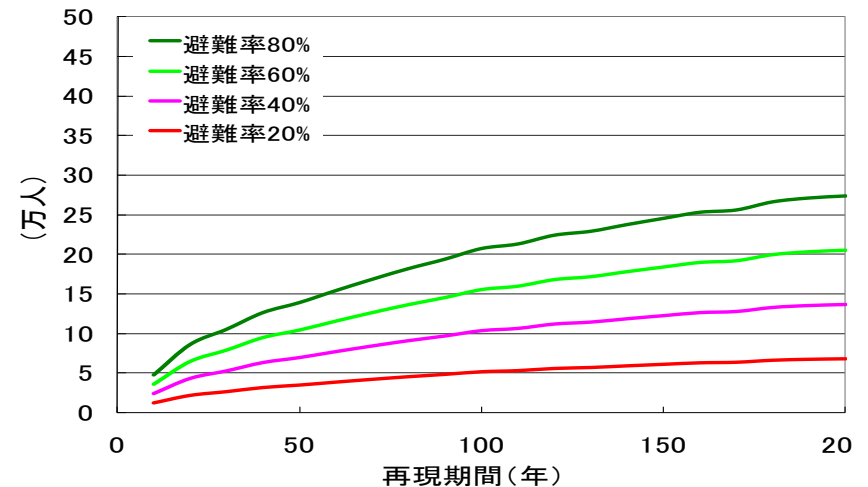
避難行動中に避難限界に達する人数

避難率: 20%、40%、60%、80%の4パターン

中島川流域



寝屋川流域



再現期間200年、避難率20%の場合、
人口2万4千人中、避難行動中に
避難限界に達する人数は、2472人、
1万人あたりでは1030人である。

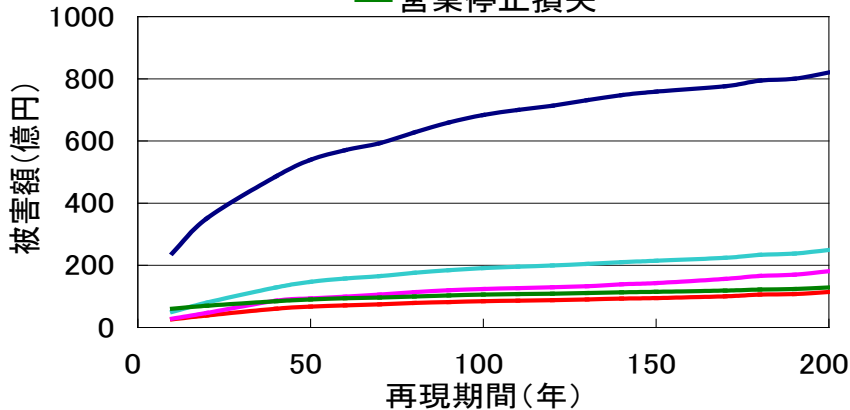
再現期間200年、避難率20%の場合、
人口200万人中、避難行動中に
避難限界に達する人数は、68591人、
1万人あたりでは343人である。

§ 4.5 物的被害想定結果 (1)

治水経済調査マニュアルによる被害想定結果

中島川流域

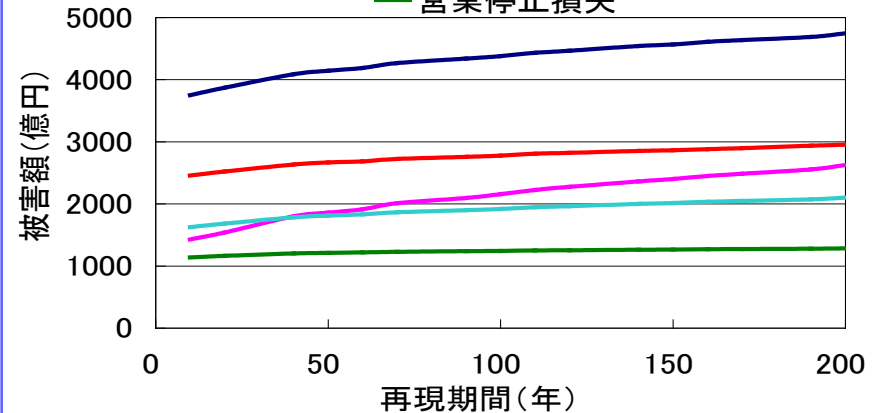
- 家屋被害
- 家庭用品被害
- 事業所償却被害
- 事業所在庫被害
- 営業停止損失



再現期間が50年より長くなると、被害額の増加の仕方は緩やかになり、最大(再現期間200年)で、事業所償却資産被害額は820億円、その他の項目の被害額は200億円前後となる。

寝屋川流域

- 家屋被害
- 家庭用品被害
- 事業所償却被害
- 事業所在庫被害
- 営業停止損失

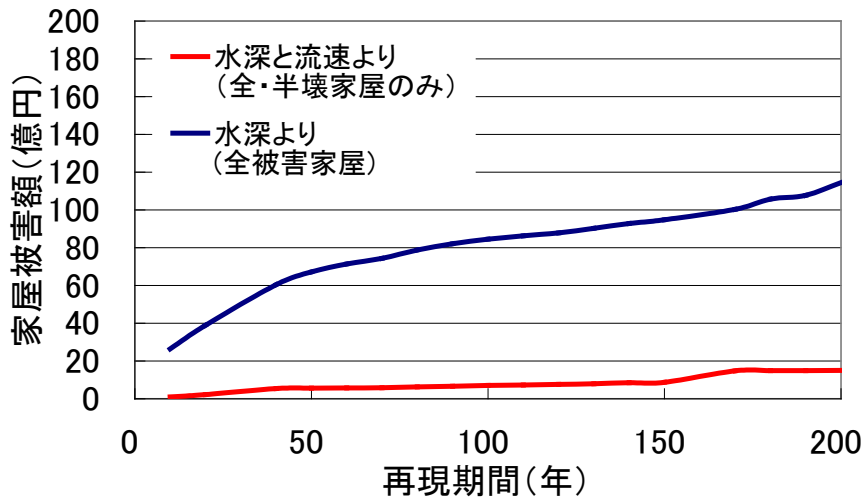


全再現期間を通して、再現期間を長くしても、被害額の増加は緩やかであり、最大(再現期間200年)で、事業所償却資産被害額は4800億円、その他の項目の被害額は1000億～3000億円程度となる。

§ 4.6 物的被害想定結果 (2)

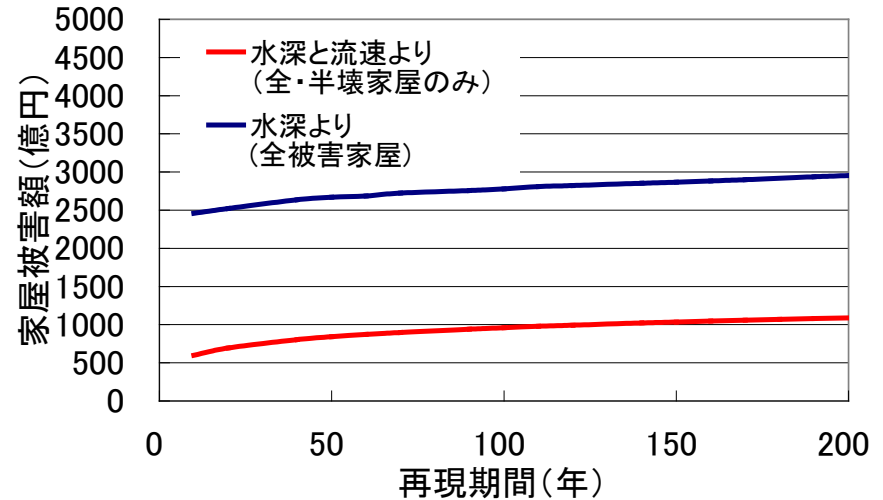
手法の違いによる家屋被害額想定結果の比較

中島川流域



全再現期間を通して、羽鳥らの式から、水深と流速を基準に求めた全・半壊家屋被害額は、治水経済調査マニュアルから、水深を基準に求めた全レベル(床下浸水～全・半壊家屋まで)の家屋被害額のうち、2割程度を占める。

寝屋川流域

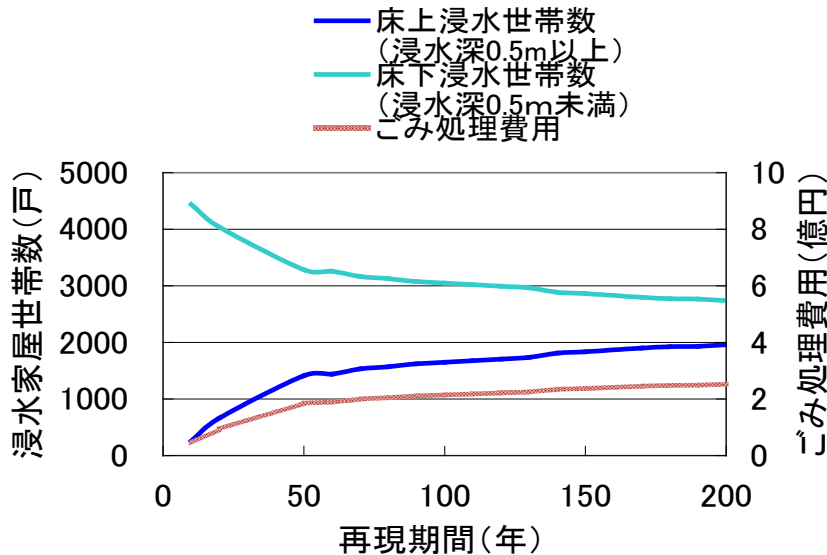


全再現期間を通して、羽鳥らの式から、水深と流速を基準に求めた全・半壊家屋被害額は、治水経済調査マニュアルから、水深を基準に求めた全レベル(床下浸水～全・半壊家屋まで)の家屋被害額のうち、2割程度を占める。

§ 4.7 物的被害想定結果 (3)

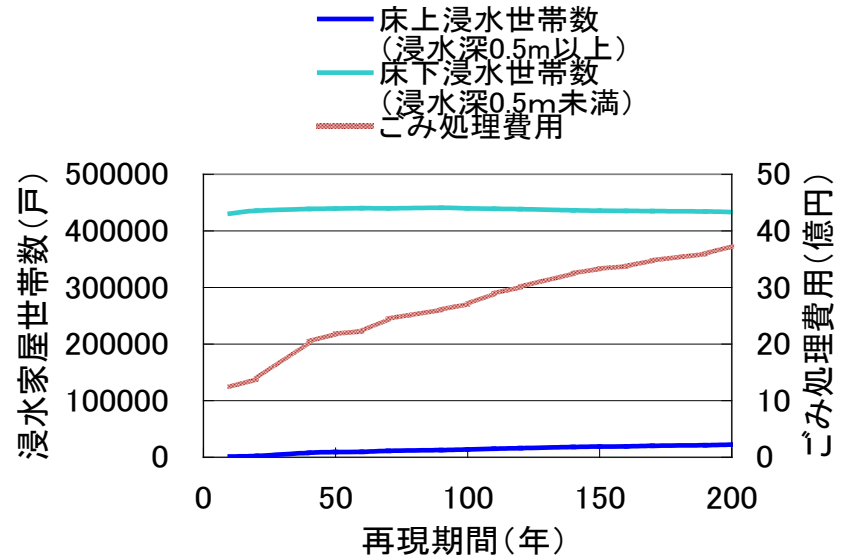
環境省の指針による水害廃棄物処理費用の算定結果

中島川流域



再現期間が長くなると、床下浸水世帯数は緩やかに増加する一方、床下浸水世帯数は緩やかに減少する。水害廃棄物処理費用は、最大(再現期間200年)で**2億5千万円**となる。

寝屋川流域



全再現期間を通して、床下浸水世帯数はほぼ一定であるが、床上浸水世帯数は、再現期間が長くなると緩やかに増加する。水害廃棄物処理費用は、最大(再現期間200年)で**37億円**となる。



§ 5. 結論

§ 5.1 結論

人的被害

- ・人的被害については、在宅状況の死者数を算定するLife-Simモデルと、避難行動中の危険にさらされる人数を算定する比力を用いた方法では、算定結果が大きく異なった。
- ・『死者数』と『危険にさらされる人数』を同じ意味で用いることは出来ないが、避難中の事故が多数起きている現状を踏まえ、状況に応じた避難の是非をより詳細に検討する必要がある。

物的被害

- ・物的被害については、治水経済調査マニュアルを用いて被害想定を行うとともに、全・半壊家屋被害については、羽鳥らの研究を参考に算定を試みた。
- ・環境省の指針にもとづき算定した水害廃棄物処理費用については、家屋被害額などと比べれば金額は小さいものの、自治体が一括して負担する費用であるため、これを試算することは有意義である。