

人的被害の評価手法

- 治水経済調査マニュアル(案)では、「人命損傷や精神的被害の発生を防止する効果を便益として捉えることができる」としつつ、死者数が自然的要因と社会的要因により左右されるため推計は困難である等として、費用便益分析の便益項目には未計上

治水経済調査マニュアル(案)抜粋

4.6.6 人命等の人的被害 人命損傷や精神的被害の発生を防止する効果を便益として捉えることができる。

[解説]

(1) 人命被害については逸失便益を評価するホフマン法等により一応の算定は可能である。しかしながら、死者の数は洪水の発生時刻等の自然的要因や避難勧告等の社会的要因に左右されるため、その推計は困難である。

直接被害では、人命損傷の被害率、被害単価が明示されていない

(2) 被災による精神的被害については、過去に調査された事例はあるが、得られるデータが不安定であったり、他の被害項目との重複評価の問題がある。

表 治水事業のストック効果

		分類	効果(被害)の内容		
直接被害	資産被害抑止効果	一般資産被害	家 屋	居住用・事業用建物の被害	
			家庭用品	家具・自動車等の浸水被害	
			事業所償却資産	事業所固定資産のうち、土地・建物を除いた償却資産の浸水被害	
			事業所在庫資産	事業所在庫品の浸水被害	
			農漁家償却資産	農漁業生産に係わる農漁家の固定資産のうち、土地・建物を除いた償却資産の浸水被害	
		農漁家在庫資産	農漁家の在庫品の浸水被害		
		農産物被害	浸水による農作物の被害		
		公共土木施設等被害	公共土木施設、公益事業施設、農地、農業用施設の浸水被害		
		人身被害抑止効果			人命損傷
		被害防止便益	稼働被害抑止効果	営業停止被害	家 計
事 業 所	浸水した事業所の生産の停止・停滞(生産高の減少)				
公共・公益サービス	公共・公益サービスの停止・停滞				
事後的被害抑止効果	応急対策費用		家 計	浸水世帯の清掃等の事後活動、飲料水等の代替品購入に伴う新たな出費等の被害	
			事 業 所	家計と同様の被害	
			国・地方公共団体	水害廃棄物の処理費用	
				家計と同様の被害や市町村等が交付する緊急的な融資の利子、見舞金等	
間接被害抑止効果	交通途絶による波及被害		道路、鉄道、空港、港湾等	道路や鉄道等の交通の途絶に伴う周辺地域を含めた波及被害	
			ライフライン切断による波及被害	電力、水道、ガス、通信等	電力、ガス、水道等の供給停止に伴う周辺地域を含めた波及被害
	営業停止波及被害		中間製品の不足による周辺事業所の生産量の減少や病院等の公共・公益サービスの停止等による周辺地域を含めた波及被害		
	精神的被害抑止効果	資産被害に伴うもの		資産の被害による精神的打撃	
稼働被害に伴うもの		稼働被害に伴う精神的打撃			
人身被害に伴うもの		人身被害に伴う精神的打撃			
事後的被害に伴うもの		清掃労働等による精神的打撃			
波及被害に伴うもの		波及被害に伴う精神的打撃			
リスクプレミアム			被災可能性に対する不安		
高度化便益			治水安全度の向上による地価の上昇等		

既存の手法: LIFESim(手引き)

- 水害の被害指標分析の手引では、LIFESimモデル想定死者数の推計手法を提示
- 避難率の不確実性を踏まえ、0%、40%、80%を原則とする複数の避難率を設定
- 妥当性を評価するためには洪水の被災データ(年齢別住宅階数浸水深に応じた死亡率、避難率等)が必要であるが、近年の被災データを基にした検証は実施されていない。

$$\text{想定死者数} = P_0 \times (1 - \varepsilon) \times s_0 + P_1 \times (1 - \varepsilon) \times s_1$$

P_0 : 浸水区域内人口 (65 歳以上)

P_1 : 浸水区域内人口 (65 歳未満)

ε : 避難率

s_0 : 住宅階数・浸水深に応じた死亡率 (65 歳以上)

s_1 : 住宅階数・浸水深に応じた死亡率 (65 歳未満)

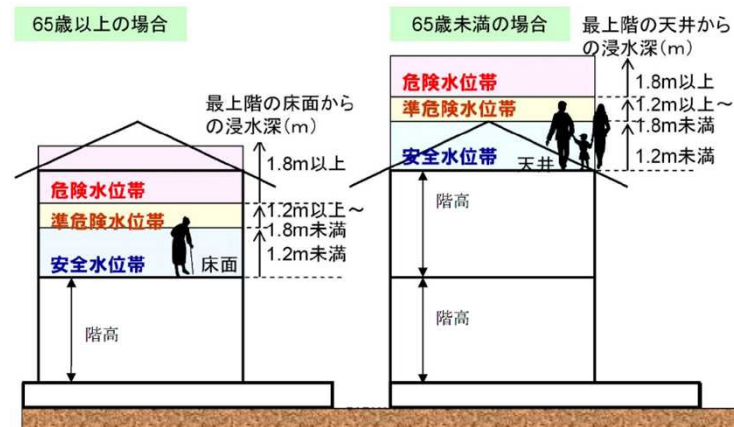
避難率 ε

浸水被害を受けた地域における避難率

災害名	発災年	避難率 (%)
長崎豪雨 ⁵⁷⁾	1982 年	13
東海豪雨 ⁵⁸⁾	2000 年	44
台風 9 号・北上川 ⁵⁹⁾	2002 年	32
新潟・福井豪雨 ⁶⁰⁾	2004 年	19 (見附市)
		23 (三条市)
		36 (中之島町)
台風 23 号豊岡水害 ⁶¹⁾	2004 年	33
カトリーナ災害 (ニューオリンズ市) ⁶²⁾	2005 年	約 80

避難率の設定は、下表を踏まえ、0%、40%、80%を原則とするが、氾濫特性・状況(天候、時間帯、曜日、地域特性)を考慮して、これとは異なる避難率を設定することも考えられる。ただし、時間帯、曜日等による避難率の不確実性から、可能な限り複数の避難率を用いて算定を行う。

死亡率:s



水位帯	死亡率 (%)
危険水位帯	91.75
準危険水位帯	12.00
安全水位帯	0.023

既存の手法：土石流対策事業の費用便益分析マニュアル(案)



- 土石流対策をはじめとする砂防事業では、人身被害数を全壊家屋数から算定し、逸失利益を求め、精神的損失額と合わせて便益に計上している。

■土石流対策事業の費用便益分析マニュアル(案)(令和3年1月)

国土交通省水管理・国土保全局砂防部

想定氾濫区域内の年齢別死者数を想定し、ライブニッツ方式により逸失利益を求めるとともに、精神的損害額を加算して人身被害を算定する。

一人当たり人身被害額 = 逸失利益 + 精神的損害額

死者・行方不明者数の想定

$$Y = 0.432 \times X$$

X: 全壊家屋数

Y: 人身被害数(死者・行方不明者数)

ライブニッツ方式による逸失利益の算定

$$L = a \times \{1 - (1 + r)^{-n}\} / r$$

L: 逸失利益(現在価値化)

a: 各期間ごとに発生する収入額(均等)

n: 労働可能期間満了時(n年後)

r: 年利率(法定利率5%)

精神的損害額

2.26億円/人※

※「公共事業評価の費用便益分析に関する技術指針(共通編)」(平成21年6月)より
注: 医療費については、適切な算定方法を設定できる場合は計上してもよい。

Jonkman et al. (2016)

人的被害は、一般的に、3つの変数として定義される、としている。

- 1 致死変数(水深、流速、水位上昇等の関数として定義)
- 2 避難変数
- 3 人口(人口密度)

避難を変数といれた評価モデルは、妥当性評価のデータの不足が課題

Vinet et al., (2012)

公的な詳細な統計データの不足 (日本:災害年報:都道府県別)

横松・小林(1999)

人命の損失を非不可逆的リスクとして経済便益評価を実施

Di Mauro et al. (2012)

1953年のイギリスの洪水における犠牲者の発生状況データとシミュレーションを用いて3つの評価手法を比較

大原、南雲(2018)

平成30年西日本豪雨の市町村別・年齢別の死者の傾向を分析

牛山ら(2021)など

1999年以降約20年間の主な風水害事例を対象に犠牲者の発生状況, 属性などに関する定量的・実証的な解析

既存の手法：他国の事例

- 諸外国では、イギリスとオランダにおいて、人的被害を費用便益分析に見込むことができるとし、イギリスでは、流速や推進等の水理諸量から、オランダでは、支払い意思額を基に算出している。

諸外国における人的被害の便益計上状況

	アメリカ	イギリス	オランダ
人数の推定	未評価	水深・流速などの洪水危険性や洪水発生の早さなどの地域特性を点数評価し、その値に要配慮者の比率などを掛け合わせることで死者数を算定している。	氾濫による想定死者数は、定量的な氾濫リスク分析により算出できる。特定の堤防リング内で氾濫が発生した場合の死亡者数は、氾濫の影響人口と避難率、被災時の死亡率によって決定している。
金額	—	1,144,890ポンド(2000年) ^{※1} ≒約1億9000万円 ^{※3}	死亡者:670万ユーロ ≒約10億円 ^{※3} 被害者:12,500ユーロ ^{※2} ≒200万円 ^{※3}
その他	—	2020年にはメンタルヘルスに関する経済的影響の評価手法も開発されている。	—

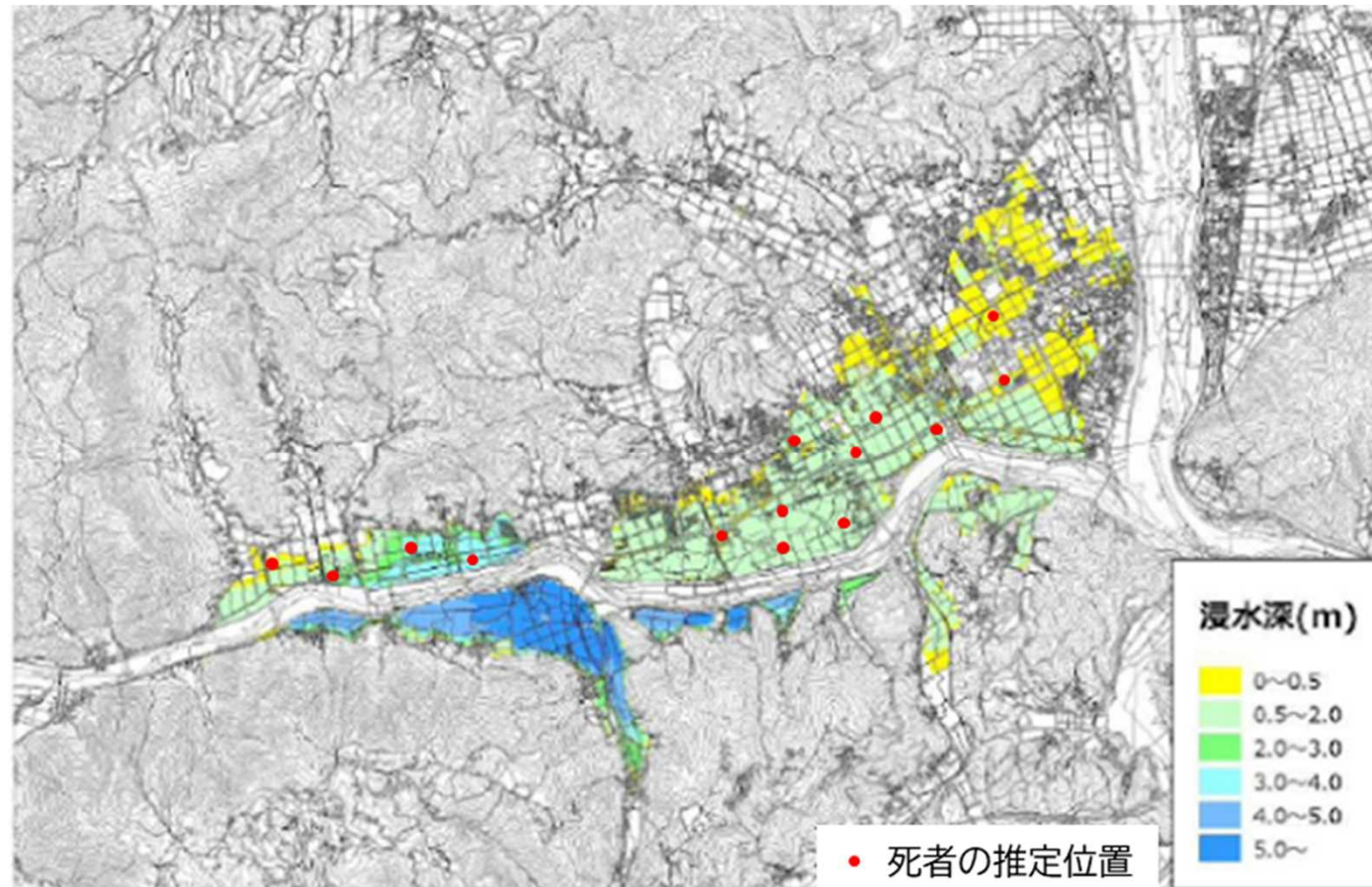
※1 明記されていないが、財務省グリーンブック(2003年版)のWTP(Willingness to Pay:支払い意思額)を参照していることから、WTPを参考に設定しているものと思われる。(※グリーンブックは2020年に改訂されており、改訂版には上記の記載はない)

※2 死亡者:人命の金銭的な価値ではなく、平均的な死亡リスクを低減させるための支払意思額の総計。530人のインターネットアンケート結果から決定された。(文献では680万ユーロ)、被害者:被害者の財産への重大でない損害と避難の個人的費用(支払意思額の調査と、平均で5人に1人の避難者が被害者になるという仮定に基づく)を示している。

※3 1ポンド=166円、1ユーロ=157円の場合(2023.08時点)

検討の方向性

- 近年の水害実態を踏まえて、水理諸量等から死者数を推計するモデルを検討
- 水理諸量との関係分析が完了次第、本研究会で紹介予定



※図はイメージ

(参考)LifeSIMモデルのケーススタディ

平成30年7月豪雨における真備地区の人的被害

- 手引の推計手法により求めた結果、浸水範囲にかかる5次メッシュ人口は14,139人であった。
- 避難率80%と想定した場合、想定死者数は約70人であり、実際の死者数(51名)と乖離がある。

【推計手法】

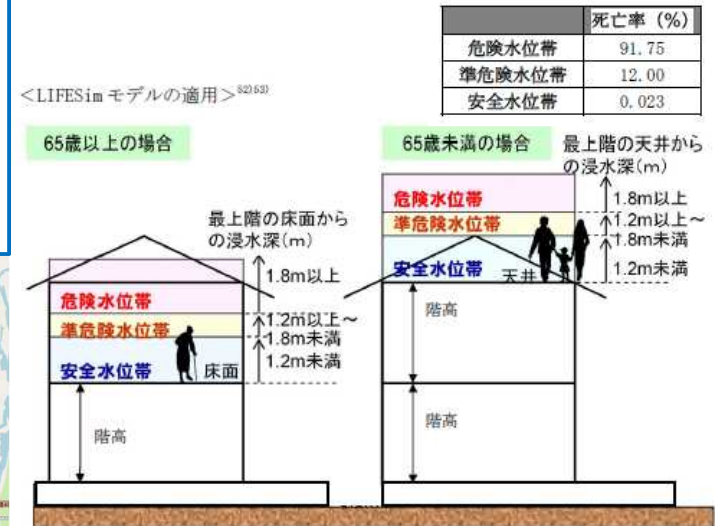
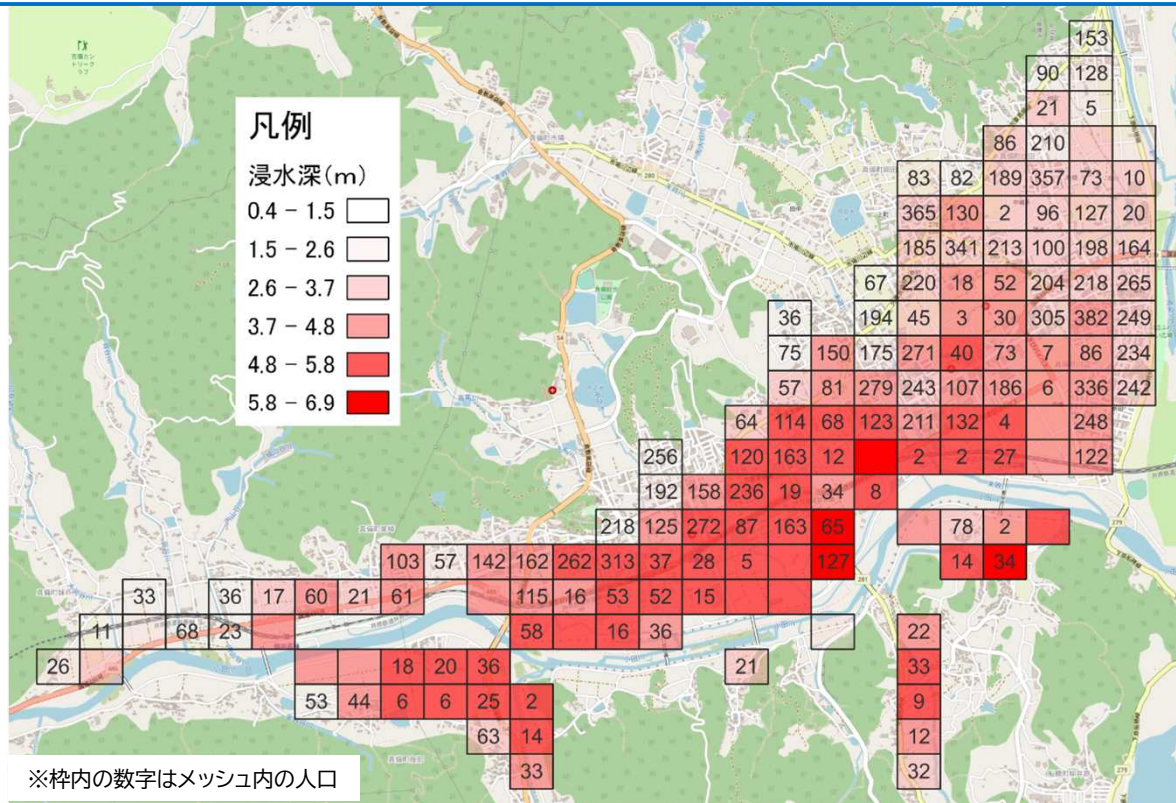
$$\text{想定死者数} = P_0 \times (1 - \varepsilon) \times s_0 + P_1 \times (1 - \varepsilon) \times s_1$$

P_0 : 浸水区域内人口(65歳以上)

P_1 : 浸水区域内人口(65歳未満) ε : 避難率

s_0 : 住宅階数・浸水深に応じた死亡率(65歳以上)

s_1 : 住宅階数・浸水深に応じた死亡率(65歳未満)



	想定死者数 合計
避難率0%	349人
避難率40%	210人
避難率80%	70人

※国土地理院 浸水想定図の浸水深を利用
 ※人口は2015年国勢調査の5次メッシュ人口を利用
 ※建物階数人口は、国勢調査の「建物階数別人口(岡山県)」を基に、「1・2階」を基に住宅・土地統計調査の「建物階数別住宅数(岡山県)」により分離し、3～5階建は3階、6～10階建は6階、11階建以上は11階として計算。なお、年齢不詳は65歳未満として計算。
 ※国勢調査は個人情報保護のため、年齢別人口の一部が秘匿化されている。浸水域内では、65歳未満人口を9,574人、65歳以上人口を4,280人として計算。

(参考)LifeSIMモデルのケーススタディ

【推計手法】

$$\text{想定死者数} = P_0 \times (1 - \varepsilon) \times s_0 + P_1 \times (1 - \varepsilon) \times s_1$$

P_0 : 浸水区域内人口 (65 歳以上)

P_1 : 浸水区域内人口 (65 歳未満)

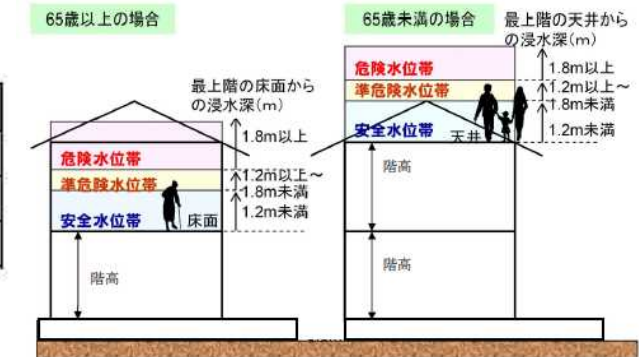
ε : 避難率

s_0 : 住宅階数・浸水深に応じた死亡率 (65 歳以上)

s_1 : 住宅階数・浸水深に応じた死亡率 (65 歳未満)

	死亡率 (%)
危険水位帯	91.75
準危険水位帯	12.00
安全水位帯	0.023

<LIFESimモデルの適用>⁵⁰⁾⁵¹⁾



【推計の考え方】

- 「高齢者」については国勢調査 (65 歳以上) の人口データを使用する。
- 65 歳以上の場合には住宅・建物の最上階の居住階まで避難し、65 歳未満の場合にはさらに屋根の上等に避難することとする。避難した先の床面からの最大浸水深により、危険水位帯、準危険水位帯、安全水位帯の3 つに危険度を分類する。以上のように年齢、建物の階数から危険度別の人数を算出し、各々の分類毎に設定した死亡率を乗じて想定死者数を推計する。
- 実際の計算においては、計算メッシュ毎に、年齢別 (65 歳以上、未満)、居住する住宅の階数別 (1 階、2 階、3 階以上) に分類した人口に危険度を乗じた値の総和から想定死者数を算出する。
- なお、既往水害における避難率は大きな幅があるため、避難率は0%、40%、80%の3 つのケースを設定することとする。

<参照データ>

- 「年齢別人口」、「階数別世帯数」については国勢調査を使用する。国勢調査には、1 階建、2 階建の区別がないため、住宅・土地統計調査51) の「建物階数別住宅数」を用いて、建物階数別の世帯数を算出し、建物階数別の世帯数を用いて年齢別人口を按分することで「階数別人口」を求める。市町村等の資料があれば、それを活用することも考えられる。

<1 階床高の設定>

- LIFESim モデルでは2feet (約60cm) と設定されているが、本手引においては下記により50cm と設定する。

<階高の設定>

- LIFESim モデルでは1 階の床から2 階の床までを約2.7m と設定している。下記により、我が国においても天井高さに梁高、床厚を加えると約2.7~2.9m と考えられる50) ことから、2.7m と設定する。

(参考)H29高梁川直轄河川改修事業(小田川合流点付替え)における ケーススタディ

昭和47年7月実績規模(戦後最大規模)の洪水における人的被害

- LifeSIMによるモデルにおいて、戦後最大規模の昭和47年7月実績規模の洪水が発生した場合の想定死者数は、小田川流域で101人(避難率40%)と想定される



※「想定死者数」の考え方

- 浸水による想定死者数を避難率別に推計する。
- 計算メッシュ毎に、年齢別(65歳以上、未満)、居住する住宅の階数別(1階、2階、3階以上)に分類した人口に危険度を乗じた値の総和から想定死者数を算出する。
- 既往水害における避難率は大きな幅があるため、避難率は0%、40%、80%の3つのケースを設定する。

※「浸水範囲・浸水深」の考え方:戦後最大規模の昭和47年7月実績規模の洪水で評価(中下流域全体を対象)

※「建物構成」の考え方:国勢調査データを基に土地統計で1階、2階を分離し、1階、2階、3階以上で分類して計算