

ISO2394 に基づく日本国内の水害に対する統計的人命価値の算出

中央大学 学生会員 ○荻野 紗瑛子 中央大学 正会員 佐藤 尚次

1. はじめに

ISO2394「構造物の信頼性に関する一般原則」・付属書 G「人命安全に関する最適化と基準」¹⁾には LQI(Life Quality Index)つまり生活の質の指標に関する記載がある。

LQI の背景となる根本原理は、「健康や人命安全の向上への投資に対する社会的な選好が、出生時平均寿命、一人当たりの国民総生産、労働時間と余暇時間の比などから記述できる」という考え方である。この考え方によって、一人の命を追加で救助するために必要かつ支払い可能な支出を導出することができる。また中川らの研究から²⁾、大災害を想定した際、防災に対する社会的支払意思額と統計的人命価値は国の経済力によって左右され、国ごとに異なることが明らかになっている。

2. 研究目的

中川らの研究より国ごとで統計的人命価値が異なることが分かっている。一方で、日本国内に目を向けると、各都道府県の経済力には差がある。しかし、その差によって都道府県ごとの社会的支払意思額はどの程度異なるのかについては未だ明らかにされていない。そこで、本研究では実際に、都道府県ごとに防災対策にかけられるコストの限度額がどの程度変化するか算出し、比較することを目的とする。

3. 対象とする災害

対象とする災害は、洪水、内水、高潮、津波、土石流等の水害とする。国土交通省が発表している水害統計調査より作成した過去52年間の水害被害者数の累計結果を図-1に示す。過去52年間で水害による死亡者数が100人以上となっている都道府県は23県、50人以上100人未満が10県、50人未満が14県となっている。このように、水害は日本全国で広く発生していることから都道府県ごとの比較がしやすいと考え、水害を対象としていく。

対象とする防災対策は、経済力が直接反映されるハード的防災対策である、水害時避難ビルとする。この施設は、避難した住民を災害の危険性がなくなるまでの一定期間滞在させる指定避難所ではなく、ひとまず災害の危険を回避するための指定緊急避難場所として利用される施設である。水害時避難ビルの指定条件としては、大阪市の場合、原則として鉄筋コンクリート(RC)造または鉄骨鉄筋コンクリート(SRC)造であること、新耐震基準を満たしていること、

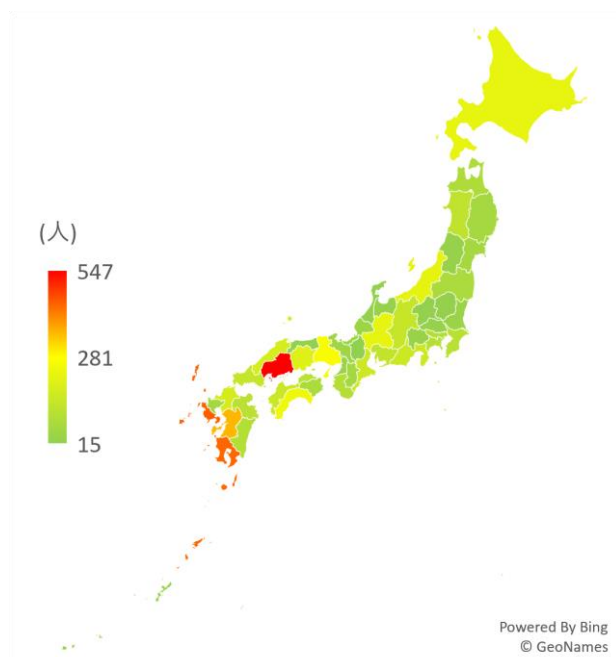


図-1 過去52年間（1967～2018年）の水害被害者数

高さが3階相当以上であることとしている。

4. 社会的支払意思額の算出

ISO2394では、あるリスク削減活動が行われるときの一人の命を救うために投資されるべき社会的支払意思額(SWTP)を次式(1)で与えている。

$$SWTP = \frac{g}{q} \frac{de_d}{e_d} \approx \frac{g}{q} C_x dm = G_x dm \quad (1)$$

ここで、 g は国民一人当たりの国民総生産(GDP)[億円]、 e_d は平均寿命を割り引いた年齢[歳]、 q は消費に使用できる資金と健康寿命とのトレードオフに関する尺度、 m は死亡率[%]である。今回は都道府県ごとの比較のため、国民一人当たりの国民総生産は、県民一人あたりの県内総生産(GPP)[億円]を用いる。

また、 q は式(2)のように表すことができ、経済活動に割り振られる時間の比 w に依存する。ここで w は労働時間を余暇時間で割ったものである。

$$q = \frac{w}{(1-w)\beta} \quad (2)$$

また、 β はコブ-ダグラス型の弾力性の定数で、発展途上国では0.6、先進国では0.7とされており、今回は一律0.7とする。

また、 de_d/e_d は平均余命の変化を意味し、

キーワード ISO2394, 社会的支払意思額, 防災投資, 水害

連絡先 〒112-8551 東京都文京区春日 1-13-27 中央大学 TEL: 03-3817-1816

$$\frac{de_d}{e_d} \approx \Delta \cdot \frac{\frac{d}{d\Delta} \int_0^{a_u} \exp(-\int_0^{a_u} [\mu(\tau) + \Delta] d\tau) da \big|_{\Delta=0}}{\int_0^{a_u} l(a) da} = \Delta \frac{\int_0^{a_u} al(a) da}{\int_0^{a_u} l(a) da} \quad (3)$$

で表され、 $\mu(\tau)$ は τ 歳の時の死亡率[%]、 Δ は人命リスク低減率、 a_u は生命表において生存率[%]が示されている最大の年齢[歳]、 $l(a)$ は 生存時間関数である年齢 a 歳における生き残る割合[%]を意味している。人命リスク低減率 Δ は、被害が大きい災害から対策が行われると仮定して、被害者数が最も多かった年の被害者数を、県人口で割ったものを用いる。生命表における最大の年齢 a_u は、厚生労働省が発表している都道府県別生命表の最大の年齢99歳を用いる。 e_d は、年齢の平均化が導入される。これは防災施設の建設など人命安全性改善の行動が、様々な年齢に対して異なる影響を与えることを考慮するために行われる。本研究では、水害時避難ビルは高齢者に多い歩行が困難な人には有効性が少ないため、考慮する。また、人命救助が現在ではなく将来的に行われることを考慮するために現在価値への割引率を導入する。

本研究では、式(1)から社会的支払意思額の算出を行い、都道府県ごとに建設費用をどれだけ支払えるのか明らかにする。

5. 社会的支払意思額の算出結果

表-1 に、SWTP の算出結果を示す。長崎県が最大値、上位 25%が岡山県、上位 50%が愛知県、上位 75%が石川県、最小値が埼玉県になっている。

長崎県と埼玉県を比較すると、約 350 倍もの差があることが分かる。日本国内では、平均余命や経済活動に割り振られる時間などはあまり差がないが、災害の発生のしやすさに大きく差があるためと考えられる。

図-2 に SWTP のヒストグラムを示す。2000 円以下が 17 県、2000 円より多く、6000 円以下は 14 県、6000 円より多いのは 16 県となっている。

また、図-2 に算出結果を用いて色分けをしたものを示す。特に長崎県、島根県、高知県が SWTP が大きいことが分かる。その理由として、被害者数が最も多かった年の被害者数が人口に対して大きくなったからであると考えられる。

6. おわりに

今回は、都道府県ごとの社会的支払意思額 SWTP を算出し、防災への投資の限度額に大きく差があることを明らかにした。

しかし、本研究ではあくまで都道府県が自力で補おうとする場合のみを対象にしている。そのため、国としてどの都道府県にどの程度投資すればよいのか、ということについては考慮していない。

したがって、本研究の結果から国内の防災のレベルを一律にするための最適な投資水準を求めることを今後の課題とする。

表-1 SWTP の算出結果

	GPP	q	Δ	ded/ed	SWTP
	100万円/人				円/人
長崎県	3.38	0.62	2.17E-04	9.32E-03	50795.8
岡山県	4.10	0.64	4.48E-05	1.93E-03	12298.7
愛知県	5.36	0.65	9.35E-06	4.02E-04	3298.0
石川県	4.08	0.85	7.80E-06	3.36E-04	1618.4
埼玉県	3.21	0.65	6.88E-07	2.95E-05	145.4

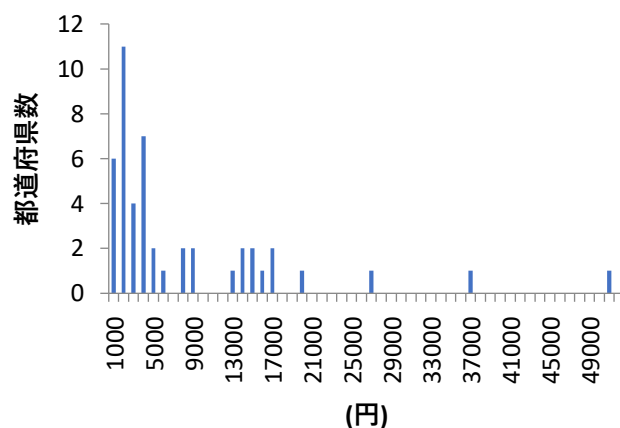


図-2 SWTP のヒストグラム

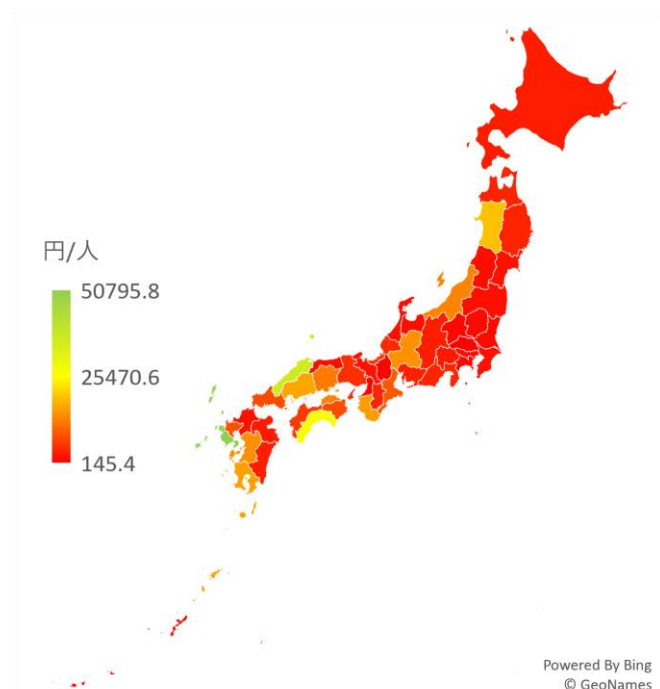


図-3 都道府県別の SWTP

参考文献

- 1) ISO : ISO2394, 構造物の信頼性に関する一般原則 第4版, 2015.
- 2) 佐藤尚次, 中川碧 : ISO2394 に基づく統計的人命価値の算出及び津波避難施設への国別適正投資水準の比較～スマトラ島沖地震を例として～, JCROSSAR 論文集, 2019.