

余命減少量による 巨大地震の生命・健康被害評価

山下 雄大¹・杉本 賢二²・加藤 博和³・林 良嗣⁴

¹非会員 名古屋大学大学院環境学研究科 (〒464-8603 名古屋市千種区不老町)

E-mail: yyama@urban.env.nagoya-u.ac.jp

²正会員 和歌山大学システム工学部

³正会員 名古屋大学大学院環境学研究科

³正会員 中部大学大学院工学研究科

巨大地震による被害は、地震動や津波が直接もたらす被害だけでなく、発災後に生じる二次被害も大きい。その緩和のためには、避難所における傷病発生や、病院の対応能力低下による疾病・二次死亡を減らすことが重要であり、事前対策だけでなく、発災後の適切な復旧活動も大切である。そこで本研究では、余命指標である障害調整生存年(DALY)を用いて、巨大地震による人的被害を、発災当日から1ヶ月後まで二次被害を含め推計する手法を構築し、南海トラフ巨大地震の愛知・三重・静岡県への被害評価に適用した。この手法によって、被災後のレジリエンス性向上に資する施策検討が可能となった。

Key Words : *Life expectancy indicator, Resilience, Secondary human damage*

1. はじめに

東日本大震災は多くの死者・重傷者を発生させたが、発災時の津波や建物倒壊などによるものだけでなく、避難生活において発生した傷病や、不安・ストレスが原因となる二次被害も多く、死者・行方不明者に関してみると全体の約10分の1にあたる。二次被害が全ての被害の半分以上を占めた事例として2004年に発生した新潟県中越地震があり、災害関連死も多く報告されている。二次被害が生じる要因として、ライフラインの供給力低下による衛生環境の悪化や、病院の被災に伴う医療対応能力の低下などが考えられる。このような二次被害を含めて地震による生命・健康被害を予測・評価する手法が必要である。

本研究では、巨大自然災害が人の生命・健康に与える被害量の総量を二次被害も含めて評価する方法論を用いて、地震を対象に発生から一定期間の被害量を、後述する余命指標を用いて把握する。具体的には、南海トラフ巨大地震が発生した際の愛知県・静岡県・三重県における被害量を算出し、早期復旧シナリオを実施した場合の効果を評価する。

2. 余命指標を用いた人的被害の予測手法とシナリオの設定

(1) 余命指標の考え方と適用する手法

余命指標とは、人間に本源的かつ平等に与えられた価値である余命を用いて、死亡者・負傷者数のみでは捉えられない疾病負担を定量的に評価する指標である(池田ら, 1998)。その代表的な指標である障害調整生存年(Disability Adjusted Life Year : DALY)は、外的要因によって失われた健康な1年を基準に、集団の健康状態を死亡損失および障害損失として、余命尺度で捉える。

橘ら(2014)は、DALYを用いて災害時の生命・健康への被害量を、間接被害も考慮して算出する手法を構築し、発災から1ヵ月後までの人的被害量を算出している。本研究ではこの手法を用いて推計を行う。全体フローを図-1に示す。

まず直接的被害として、地震発生後の初期被害のうち大きな割合を占める、地震動による建物倒壊と、津波による被害を算出する。その後、建物倒壊や浸水被害によって避難生活を余儀なくされる人や、家が無事でも電力や水道などライフラインの支障によって生活の質が低下する人が出る。また、道路寸断や避難者数増加に伴い、発災数日後から物資が不足する事態も起こる。こういった不便から、衛生環境悪化や、被災者の免疫力低下が生じ、傷病発生率が増加し、重傷・軽傷者の対応に追われる病院はさらに対応が困難となる。加えて、長期間家に戻れない不安やストレス、持病の悪化による二次死亡も発生する。これら全てに伴う傷病発生数や治療対応数を、

1日ごとに推計しDALY値に変換する。

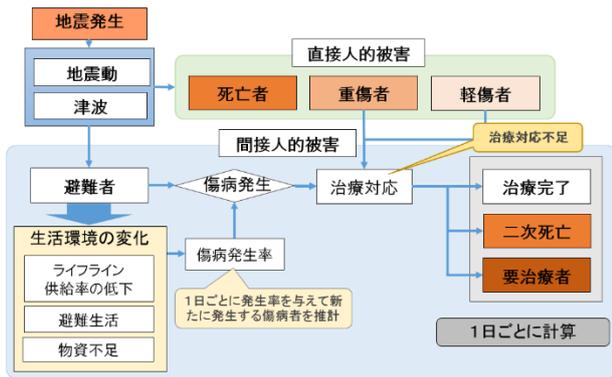


図-1 DALY算出のフロー

(2) 評価する施策シナリオの設定

本研究では災害トリアージを大規模に行った場合を取り上げ、それがDALY値増加を抑制する効果を検討する。災害トリアージとは、災害で多くの傷病者が発生した場合に、傷病の緊急度や程度に応じ、適切な搬送・治療を行うことである。巨大地震直後は、瓦礫の散乱や道路損壊、渋滞により、市町村外の病院に早急に向かうことは困難であるが、治療の優先順位を適切に判別し、ヘリコプターなどの災害用移動手段を用いて安全な病院に搬送し治療することで、救われる命も多くあると見込まれる。そこで、医療対応不足が発生する市区町村の患者を、医療体制が整っている地域へ搬送し、より早く治療するというシナリオを検討する。

本研究では、都道府県単位で、治療対応可能人数に合わせて患者を割り振ることで、どれほど差が出るかを検討する。また、避難所生活における衛生環境の悪化による傷病・死亡を減らす施策として、メッシュごとの高齢者割合を算出し、高齢者が多いメッシュから優先的に被災地域外の施設に搬送する方法を検討する。これは、復興庁(2014)より、二次死亡者のうち高齢者(66歳以上)の割合が88.9%を占めていることから、不安やストレスなど、精神状態の変化や、インフルエンザなどの感染症による二次死亡を減らすことができると考えたためである。

3. 南海トラフ巨大地震の被害量予測と施策導入による効果

(1) 想定するケース

南海トラフ巨大地震を対象に内閣府が作成した被害想定のうち、東海地方の被害が最大となる組み合わせのケースについて被害量を算出する。想定する震度分布データは、「あらゆる可能性を考慮した最大のケース」を、津波浸水深は、被害が最も大きくなる、ケース①「駿河

湾から紀伊半島沖に大すべり域+超大すべり域を設定したケース」を用いる。また、地震発生時刻を午前5時とし、建物滞留率を100%と仮定して被害量を算出する。

(2) 被害量の時間推移と分布

DALY値の1日ごとの推移を図-2に示す。単位(day/day)は、1日あたりの障害継続期間である。この図から、軽傷者よりも重傷者のDALY値が大きいことや、時間とともに減少していく様子を読み取れる。二次死亡者数は発災から1週間以内は増加率が高く、徐々に増加は鈍っていくが、死亡の場合DALY増加はその死亡者の本来持っていた余命の分だけ続くので、DALY値に占める割合は小さくない。また、合計値の推移を見ると、発災当日に一気に増加したDALY値が、時間経過とともに低下していく様子を読み取れる。軽傷者の治療はすぐに完了するが、重傷者は障害継続期間が長く、病院の対応力に制限があるため、発災から1ヵ月後も治療は完了していない。

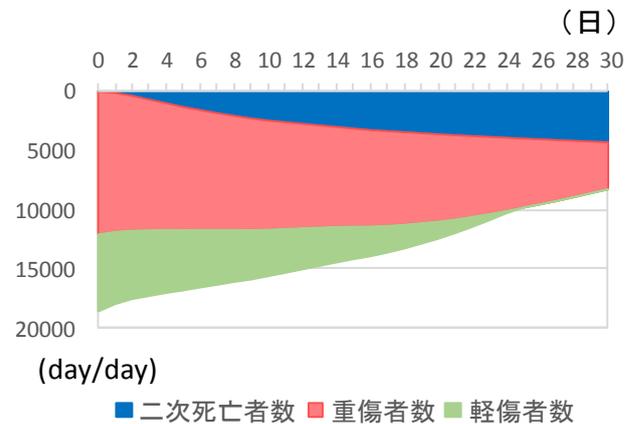


図-2 傷病の重度別DALY値の推移(愛知・三重・静岡県)

続いて、図-3と図-4に発災当日と発災1ヵ月後の、各メッシュにおける死亡者数、重傷者数、軽傷者数、無傷者数の各合計値でDALY値を除いた、被災者1人あたりのDALY値の分布を示す。浜松市や豊橋市など直接被害の大きい地域では死者数が多いため、発災から1ヶ月が経過してもDALY値に大きな変化は見られないが、名古屋市周辺や静岡市では、病院の治療によるDALY値の低下が読み取れる。

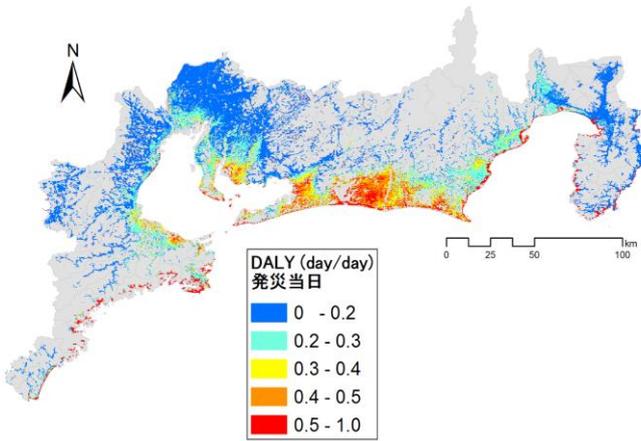


図-3 発災当日の1人あたりDALY値の分布

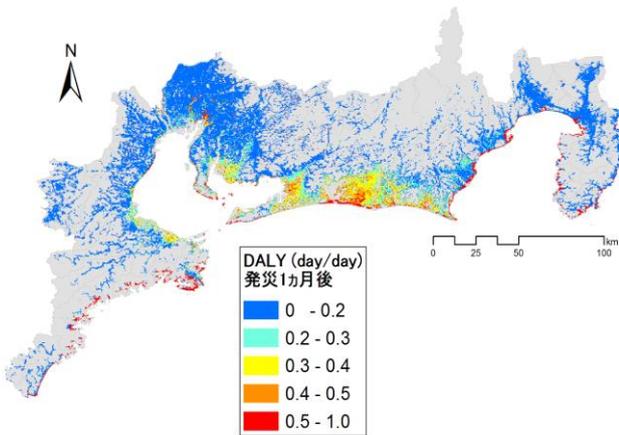


図-4 発災1ヵ月後の1人あたりDALY値の分布

(3) 被害量低減施策の検討

2章の(2)で設定した施策シナリオについて、DALY値低減効果を検討する。まず、この検討を行う上で、2つの仮定をおく。

- ・都道府県単位で、治療対応可能な病院に患者を適切に配分
- ・高齢者の避難者人数が多いメッシュから優先的に、安全で衛生環境の整った病院や施設に搬送

DALY値の時間推移を算出した結果を図-5に示す。二

次死亡者、重傷者、軽傷者ともに、施策無しの場合に比べて治療完了までの期間が短縮し、DALY値の総量は約25%減少する。また、DALY値の5日ごとの変化を表-1に示す。

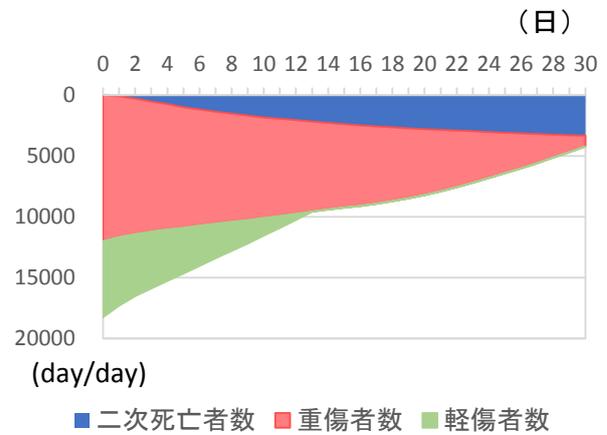


図-5 施策導入によるDALY値の推移（東海3県）

4. 結論

本研究では、巨大地震による生命・健康への被害を余命指標 DALY によって定量的に評価する方法を用いて、災害トリアージを例に被害量削減施策の効果を定量的に検討した。

本研究で得られた知見を以下に整理する。

- ・DALY 値に占める二次死亡の割合が小さくないことが分かった。災害関連死を減らす取り組みが重要である
- ・傷病発生率は、人口密度が高く初期被害が大きな地域ほど高い傾向がある。そのような地域では、病院の治療対応遅れがより深刻になる可能性がある
- ・治療によって、傷病者の DALY 値は1ヶ月で大きく低下する。直接被害による死亡者の影響が大きく、その割合は地域間であまり変わらない
- ・医療対応については、都道府県単位で患者を適切に配分することで、より多くの患者の治療完了時期が改善できる余地がある

表-1 施策導入による DALY の 5 日ごとの推移

	施策導入前				施策導入後			
	二次死亡 (人)	重傷者 (人)	軽傷者 (人)	DALY (day/day)	二次死亡 (人)	重傷者 (人)	軽傷者 (人)	DALY (day/day)
当日	16	20,110	67,919	18,602	10	19,943	65,119	18,227
5 日後	1,320	17,336	53,070	16,816	990	16,494	39,325	14,662
10 日後	2,467	15,346	41,027	15,613	1,830	13,768	15,260	11,556
15 日後	3,136	13,799	28,775	14,178	2,388	11,414	0	9,236
20 日後	3,622	12,292	15,176	12,454	2,793	9,040	0	8,217
25 日後	3,986	9,731	0	9,825	3,087	5,554	0	6,419
30 日後	4,303	6,615	0	8,272	3,341	1,464	0	4,219

謝辞：本研究は、環境省環境研究総合推進費 2-1706 「再生可能都市への転換戦略—気候変動と巨大自然災害にシなやかに対応するために—」および環境省環境経済の政策研究「国民総幸福最大化と低炭素化を両立させる都市・地域縮退戦略策定モデル」の一環として実施したものである。ここに感謝の意を表す。

参考文献

- 1)池田俊也・田端航也(1998)：わが国における障害調整生存年(DALY)一簡便法による推計の試み—, 医療と社会, Vol.8, No.3, pp.83-98.
- 2)石黒保直・吉田徹・遠藤秀彦(2012)：東日本大震災における岩手県立釜石病院を受診した傷病者の疾病構造および病院搬送の実態についての研究
- 3)上田耕蔵(2005)：関連死の発生機序とその予防, 総合看護 pp.17-28.
- 4)荻尾七臣(2000)：阪神淡路大震災にみられた心血管系疾患の成因解析-高齢社会における急性ストレスのインパクト-日本内科学会誌, 89, pp.142-153.
- 5)加知範康・加藤博和・林良嗣・森杉雅史(2007)：余命指標を用いた生活環境質(QOL)評価と市街地拡大抑制策検討への適用, 土木学会論文集 D, Vol. 62, No. 4, pp.558-573.
- 6)唐津佑一朗・福本雅之・森田紘圭・柴原尚希・加藤博和・林良嗣(2013)：津波リスクを考慮した土地利用計画による被害費用低減効果の推計手法, 平成 24 年度土木学会中部支部研究発表会講演概要集, pp.319-320.
- 7)国土交通省(2012)：東日本大震災の津波被災現況調査
- 8)塩崎由人・加藤孝明・菅野寛(2014)：自然災害に対する都市のレジリエンス：概念のレビュー, 土木計画学研究, 講演集, Vol.47
- 9)静岡県健康福祉部(2013)：静岡県医療救護計画

10)城仁士(1995)：阪神大震災における災害ストレスの実態調査, 平成 7 年度ひょうご科学技術創造協会「阪神・淡路大震災に関連する緊急調査研究助成」研究実績報告書, 28p.

11)高野剛志・戸川卓哉・三室碧人・加藤博和・林良嗣(2012)：被災者の QOL 水準に基づく小地区単位の災害影響時系列評価システム, 土木計画学研究, 講演集, Vol.45

12)橋竜瞳・森田紘圭・杉本賢二・加藤博和・林良嗣・秋山祐樹(2014)：大規模自然災害による生命・健康・生活へのダメージの余命指標を用いた評価, 土木計画学研究, 講演集, Vol.47

13)塚本直幸・波床正敏(1997)：都市インフラ機能低下への人々の対応行動とインフラの整備要件, 土木計画学シンポジウムテキスト, 第 32 巻, pp.719-724.

14)東京大学地震研究所・防災科学技術研究所・京都大学防災研究所(2012)：首都直下地震防災・減災特別プロジェクト 総括成果報告書

15)内閣府(2013)：避難に関する総合的対策の推進に関する実態調査結果報告書

16)内閣府中央防災会議(2012)：南海トラフの巨大地震 建物被害・人的被害の被害想定項目及び手法の概要, 南海トラフ巨大地震対策検討ワーキンググループ

17)日本老年医学会(2011)：高齢者災害時医療ガイドライン

18)復興庁(2012)：東日本大震災における震災関連死に関する報告, 震災関連死に関する検討会

19)松井克浩(2005)：被災生活におけるニーズと支援：中越地震「生活アンケート」の試み, 日本行動計量学会第 33 回大会.

20)Marthe R. Gold, David Stevenson and Dennis G Fryback (2002)：HALYS AND QALYS AND DALYS, OH MY: Similarities and Differences in Summary Measures of Population Health, Annu. Rev. Public Health, 23, pp.115-134.

(?)

EVALUATION OF LIFE AND HEALTH DAMAGES CAUSED BY GREAT EARTHQUAKE APPLYING THE LIFE EXPECTANCY INDICATOR

Yudai YAMASHITA, Kenji SUGIMOTO, Hirokazu KATO, Yoshitsugu HAYASHI

The damage by the massive earthquake is not only direct damage but also a large impact of secondary damage caused by ground motion or tsunami after the accident occurred. In order to reduce it, it is important to reduce the disease and secondary death caused by the occurrence of injuries in shelters and decrease of response capacity in hospitals. This study constructs a method to estimate direct and indirect human damage by great earthquakes. Its indicator is disability-adjusted life years (DALY). This method enables us to analyze policies for improving resilience after disasters.