

巨大自然災害発生後の生存・生活環境変化 に基づく地域のレジリエンス性評価

猪原 暁¹・渡邊 啓太²・杉本 賢二³・
加藤 博和⁴・林 良嗣⁵・中村 晋一郎⁶

¹学生会員 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:sinohara@urban.env.nagoya-u.ac.jp

²非会員 名古屋鉄道株式会社 (〒450-8501 名古屋市中村区1丁目2番4号)

³正会員 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)

⁴正会員 名古屋大学准教授 大学院環境学研究科 (同上)

⁵フェロー 名古屋大学教授 大学院環境学研究科 (同上)

⁶正会員 名古屋大学講師 大学院工学研究科 (同上)

巨大自然災害に対する防災・減災施策を講じる上で、地域のレジリエンス性（抵抗力、回復力）に関する情報を整備することが重要である。本研究では、災害によって死亡・負傷していない住民を対象に、発災以降の生存・生活環境変化の動向を踏まえ、被災者のQOL（生活の質：Quality of Life）の低下量を用いて、地域のレジリエンス性を定量評価する手法を構築した。想定されている南海トラフ地震に適用した結果、内陸部ではQOLは早期に回復するが、甚大な津波被害を被る沿岸部ではQOLの回復は遅くなるということが明らかとなった。また、東日本大震災で行われた「くしの歯作戦」の方針を基に想定した道路復旧シナリオにより、広域幹線道路周辺地域から支援が進み、QOL回復に重要な役割を果たすことを示した。

Key Words : *Quality of Life, Emergency Management, Resilience, Nankai Trough earthquake.*

1. はじめに

東日本大震災や豪雨等気象災害など、日本では近年、巨大自然災害が全国各地で発生している。こうした災害は、大量の死傷者を出すのみならず、生き残って怪我がない人たちも、日常より劣悪な生存・生活環境の中で避難生活を余儀なくされる。劣悪な環境に長期間置かれることで、負傷等はなくとも健康を損なうことや、場合によっては死に至ることもある。例えば、東日本大震災では地震や津波などによる死者・行方不明者は約18,000人であるが、被災後の関連死者数は約3,300人にも上る。

大規模災害に対する防災・減災施策を検討するに当たり、地域のレジリエンス性に関する情報整備は非常に重要である。発災直後は状況が時々刻々と変化するのに対し、情報が乏しく混乱する。その中で、限られた資源（インフラ復旧への人員投入や生活サービス供給）を適時適切な場所に供給していくことが求められる。そのため、周辺状況によって変化していく被災者の生存・生活環境を時系列で把握できる体制を整えておく必要が

ある。これは特に、発災直後における被災者の生活水準の低下抑制と、避難から復旧、復興に至るまでのより早い回復のために、事前対応策をハード・ソフトの両面から検討しておくことに資する。

本研究では、巨大自然災害発生後の被災者の生存・生活環境の時系列変化を「生活の質(Quality of Life : QOL)」指標で表し、その低下量で地域のレジリエンス性を評価する手法を構築する。これを用いて、将来の巨大自然災害発生に対する、地域のレジリエンス性を把握することを目的とする。

2. 既往研究と本研究の位置づけ

生活者の視点から災害の影響を検討する際には、生存・生活環境変化と心理変化の両方の要因を考慮する必要がある。紙野¹⁾や塚本ら²⁾は、被災者のニーズ変化とインフラ復旧状況との関係を時系列で整理しているが、定性的評価に留まっている。定量評価を試みた研究とし

て、能島ら³⁾や塩野ら⁴⁾はライフラインの機能状況と被災者ニーズ変化を考慮して被災者の生活環境とインフラの被害を評価している。高野ら⁵⁾は各種インフラの復旧状況との相互関係も含めた総合的な評価手法として、居住地における生活の質(QOL)を指標化し、災害時における被災者の生活水準を確保するために必要となるニーズの変化や、ニーズの充足にインフラ被害が及ぼす影響メカニズムの整理、そしてニーズ充足のために必要な外部からの代替物投入などを総合的に考慮した QOL 評価手法を構築している。この手法により、災害時における生活水準の時系列評価が可能であるが、適用にわたっては被災後の実際に観測されたデータが必要になるなど、データ制約が大きい。また、今後起こりうる自然災害の予測評価を可能にするまで整理がなされていない。

他方、本研究では扱わないが、インフラや医療施設の機能状況が発災後に被災者の生命・健康に及ぼす影響を評価する研究として、橘ら⁶⁾は大規模自然災害による被災者の生命及び健康へのダメージを時系列で予測し、余命指標 DALY (障害調整年数)を用いて定量評価を行っている。DALY は罹患や傷害に起因する障害の程度を重みとしてどれだけ健康な 1 年が失われたかという尺度で算定するもので、外的要因から災害による人的被害の生活支障を評価している。本研究で扱う QOL 指標において、被災者の主観的なニーズから生存・生活環境を評価することによって、先述の DALY 評価と併せて被災者の生活水準を総合的に評価することが可能となる。

本研究では、被災者の生存・生活環境を QOL 値で定量評価し、被災後の大きな低下からその後の回復過程までを時系列で評価する。図-1 に大規模災害発生後の QOL 水準変化とレジリエンス性に関する概略図を示す。レジリエンス性はこの QOL 水準の平常時からの低下量の時間積分値として捉え、この積分値が小さければ、災害に対するレジリエンス性が高い地域といえる。なお、図-1 のうち、生命・健康と二次死亡は扱わず、直接被害による死亡および負傷と生存・生活環境を対象に評価を行う。特に、生存・生活環境の部分の QOL 評価を詳細に検討する。

3. 巨大自然災害による生存・生活環境変化評価システム

(1) システムの基本的な考え方

都市環境の QOL 評価の考え方としてして、Myers⁷⁾は環境の物理量と個人の主観的評価値の両面から計測される「住みよさ」の程度、言い換えれば「生活の充実度」と定義している。加知ら⁸⁾は日常生活を想定し、QOL の構成要素を交通利便性(AC)、居住快適性(AM)、安全安心性(SS)に区分し、それら外環境の物理量に対し、居住す

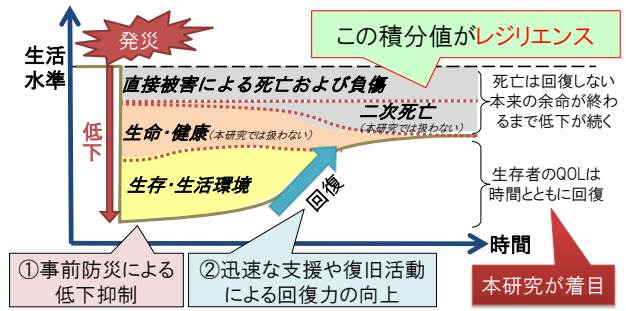


図-1 大規模災害発生後の QOL 水準の変化とレジリエンス

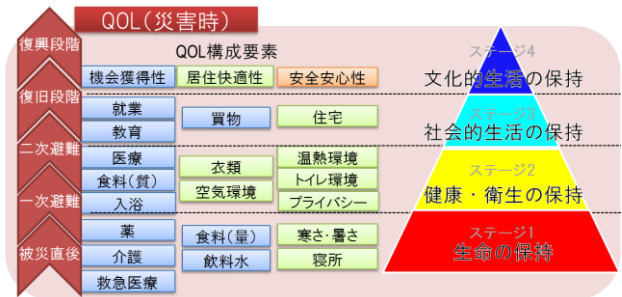


図-2 災害時の QOL 構成要素の時系列変化と概念

る個人の価値観を乗じて QOL の定量化を試みている。

一方、大規模災害発生時は、生存条件が脅かされる状況であるため、居住者が重きをおくニーズは平常時と大きく様変わりする。被災直後には生命の維持、その後は健康状態の維持、といったニーズが求められるようになる。さらに、被災地の環境変化に伴い、被災者のニーズは時々刻々と変化することが想定される。したがって、災害時における被災者の QOL は、各時点において顕在化するニーズと、そのニーズに対応する周辺環境の双方を考慮した上で評価する必要がある。

(2) 災害時 QOL の決定構造

Maslow⁹⁾は、人間には生理的欲求、安全の欲求、社会的欲求、尊厳欲求、自己実現欲求という 5 段階からなる基本的な欲求構造が存在するとしている。下位による欲求が満たされるにつれて上位にある欲求が高まるという仮説であり、人間の潜在的な欲求構造を可視化したものとして知られている。被災者のニーズ変化をそのまま上記に当てはめることは困難であるが、本研究での評価システムでは、周辺環境と被災者のニーズの変化に対応した災害時の QOL 決定構造になっていると定義する。

災害時の QOL は、ステージ 1) 生命の保持、ステージ 2) 健康・衛生の保持、ステージ 3) 社会的生活の保持、ステージ 4) 文化的生活の保持の全 4 段階で構成され、下位から上位へ階層が構成される。この際、ステージ 4) 文化的生活の保持は平常時のニーズとして顕在化

するものと扱い、本研究では危機的な第 1 段階から平常時と同じ第 4 段階に回復するまでの QOL ステージ変化を扱う。周辺環境および心理変化を考慮した災害時の QOL 構成要素の時系列変化と概念を図-2 に示す。

(3) 災害時QOL評価システム

a) システムの概要

災害時のQOL評価システムの全体構成を図-3に示す。このシステムは、小地区単位（4分の1地域メッシュ単位、一辺の長さ約250m）で、被災者ニーズの時系列変化に対して、各時点のQOL構成要素とインフラの整備状況との関係からニーズの充足状況を判定し、QOL水準を導出する構造となっている。

b) QOL構成各要素の充足・非充足判定方法

QOL 構成各要素が充足されるために必要なインフラ等の要件が揃った場合を充足可能、それ以外の場合を充足不可能と判定する。QOL 構成各要素は、1)その場で充足可能な要素と、2)移動により充足される要素の2種類が存在する。充足・非充足の判定方法は以下のように整理される。

1) その場で充足可能な QOL 構成要素：

QOL 構成要素を支えるインフラが全て機能している場合に充足可能と判定。

2) 移動によって充足される QOL 構成要素：

道路や公共交通の接続性を考慮し、居住地から到達可能な範囲を特定し、その到達可能範囲内に目的施設があれば充足可能と判定。

例えば、「入浴機会の確保」には「住宅」と「ライフライン(上下水道・ガス)」，もしくは「交通機関」と「入浴施設」の組み合わせのうち、少なくともどちらか一方が正常に機能(復旧)している必要があることが示されている。この関係は式(1)のように定式化される。

$$y = (x_1 \wedge x_2) \vee (x_3 \wedge x_4) \quad (1)$$

ここで、yは入浴機会、x₁は住宅、x₂はライフライン(上下水道・ガス)、x₃は交通機関、x₄は入浴施設に対応する。各変数は充足・機能している場合は1、非充足・機能停止の場合は0となる。

c) QOLステージ判定とQOL値

階層型の QOL 決定構造では、下位ステージの構成要素が充足されるにつれて上位ステージに移行する。これに従えば、下位ステージの構成要素が徐々に充足されるにつれて上位ステージに移行するものと考えられる。しかし、下位ステージでは、QOL 構成各要素についての要素が重要であるかという順位づけをすることが困難であり、どの要素が欠落してもそのステージの生活水準は確保されない。したがって、下位ステージの QOL 構成各要素が全て充足可能であれば上位ステージに移行す

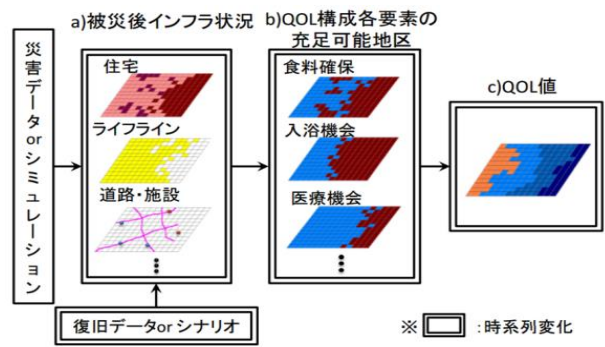


図-3 災害時 QOL 評価システムの全体構成

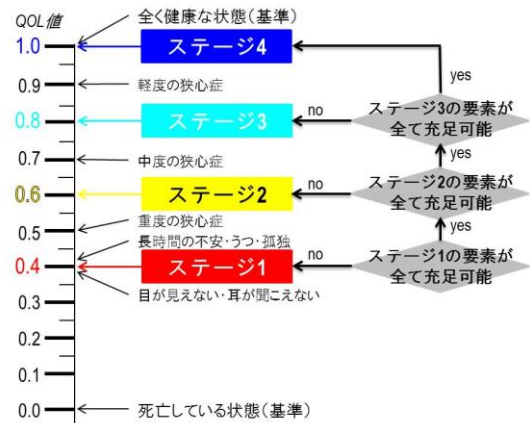


図-4 QOL ステージの判定と各ステージの QOL 値と医療分野の QOL 参考値の対応関係

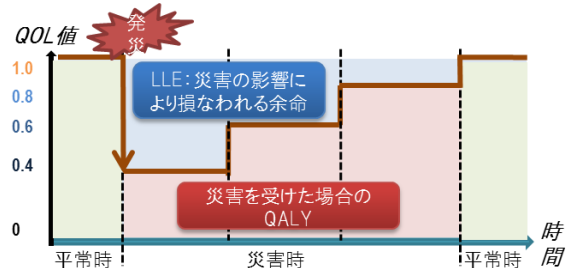


図-5 QOL ステージの変化と損失余命の関係

るとして判定をする。

なお、各ステージにおける QOL 値は一定であるとし、各ステージの QOL 値を、医療分野において時間損失法により求められた QOL 値の参考値(小笠原, 2007¹⁰)との比較から定量化される。平常時または文化的生活の保持の段階(ステージ 4)を全く健康な状態と同等の 1 と仮定し、生命の保持段階(ステージ 1)を 0.4、健康・衛生の保持の段階(ステージ 2)を 0.6、社会的生活の保持の段階(ステージ 3)を 0.8 としている。図-4 に QOL ステージの判定と各ステージの QOL 値と医療分野の QOL 参考値の対応関係を示す。

d) 余命指標への換算

「生活の質により調整された生存年数(Quality Adjusted Life Year : QALY)」を用いて健康状態を震災直後から復興段階までトータルで評価する。QALY は、健康状態に関連した生活の質(Health Related QOL : HRQOL)で調整される生存年数であり、死亡している状態を 0、全く健康な状態を 1 で表し、その他の健康状態を 0~1 の値としたときに、その状態の継続年数を掛け合わせて算出される QOL の時間積分である。

本研究では災害影響評価を目的とするため、式(2)で示すように災害が発生しなかった場合の QALY から、災害が発生した場合の QALY を差し引いた、損失余命 LLE(Loss of Life Expectancy)で評価する。図-5 に QOL ステージの変化と損失余命の関係を示す。

$$LLE_{pl} = \int_0^i \{1 - W_{pt}^{QOL}(t)\} dt \quad (2)$$

ここで、 LLE_{pl} は地区 l の災害影響による健康な個人 p の損失余命、 t は震災から復興・復興までの期間、 W_{pt}^{QOL} は健康な個人 p が地区 l で t 日目に居住することで得られる QOL 値である。

(4) 直接被害の算出方法

直接被害については、内閣府中央防災会議より発表されている南海トラフ地震による被害想定報告書¹¹⁾および国土技術政策総合研究所の地震・津波被害想定マニュアル¹²⁾に従い、直接被害による死傷者数を算出する。本研究では、秋山ら¹³⁾が推計整備した建物ポイントデータを用い、小地区単位での被害判定を行う。ここでは、地震による人的被害と津波による人的被害について述べる。

a) 地震による人的被害

地震動による直接被害の算出フローを図-6に示す。まず、想定地震の震度分布と震度別倒壊率により建物の全半壊棟数および全壊棟数を算出する。死者は全壊時に発生するとし、建物内滞留率と死亡係数を乗じて求める。一方、負傷者は全半壊時に発生するものとし、建物内滞留率と負傷係数より求め、津波被害時の避難判定の際に使用する。建物倒壊、津波から生還し、建物が全壊、全半壊した棟数から避難者数を算出する。

b) 津波による人的被害

津波による直接被害の算出フローを図-7に示す。まず、想定地震により津波浸水深および津波到達時間と想定浸水域内の居住人口から、各々が居住建物から避難先(浸水域外、津波避難タワー、10階以上の建物)まで避難できるかを判定する。具体的には居住建物と避難先を結ぶ最短距離について、避難速度や避難開始時間に応じて津波到達時間までに到達可能かネットワーク計算を行う。避難判定により避難が完了する場合は無傷、避難が未完了である場合は津波に巻き込まれるものとし、その際の

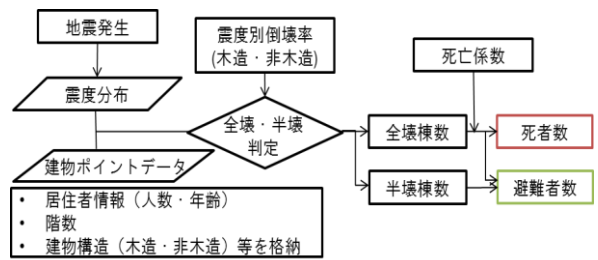


図-6 地震動による被害算出フロー

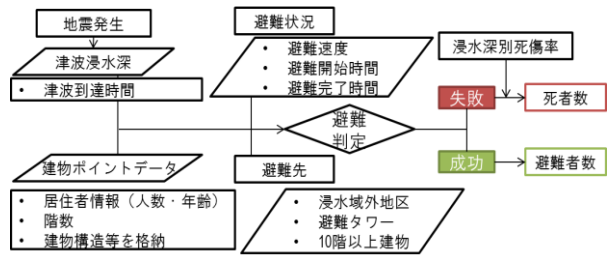


図-7 津波による被害算出フロー

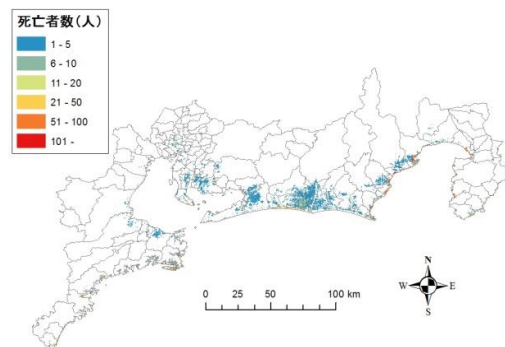


図-8 死亡者数の推計値

浸水深と浸水深別死者率から死者数を算出する。なお、地震動による建物倒壊に伴う自力脱出困難者は津波からの避難ができないものとする。浸水深別死者率については内閣府中央防災会議が設定した浸水深別の死者率を用いる。

4. 南海トラフ地震を対象としたケーススタディ

(1) 地震及び津波の想定

第3章で説明した大規模災害発生時のQOL評価手法を、南海トラフ巨大地震によって甚大な被害が想定される静岡県、愛知県、三重県に適用し、これらの地域のレジリエンスを小地区単位(4分の1地域メッシュ単位)で評価する。地震の前提条件として、震度分布は内閣府中央防災会議の強震断層モデルにおける最大ケースを採用する。津波は、津波断層モデルにおける「駿河湾～紀伊半島沖に大すべり域」を設定する。

表-1 QOL構成各要素とインフラの関係

QOL構成要素	インフラ・建物・サービス																																							
	居住施設			住宅性能/設備						ライフライン			便利施設		教育施設			交通			防災施設		支援助物資				臨時施設		人的支援											
	避難所	仮設住宅	住宅	安全性	衛生	快適性	電気	水道	ガス	大規模小売店	小売店	スーパー	介護施設	小学校	中学校	高校	就業施設	公共交通	自動車	ガソリン	防波堤	水門	河川堤防	備蓄	飲料水	食料	生活用品	医薬品	燃料	電源車	給水車	通信	臨時診療所	仮設トイレ	仮設風呂	瓦礫撤去	各種サービス			
4	機会獲得性										○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○																		
	居住快適性																																							
	安全安心性	○																						○	○															
3	教育														○	○																								
	就業																	○																						
	買物												○							○	○	○																		
	住宅																																							
2	医療												○																								○			
	食料(質)																										○													
	入浴	○	○										○	○																									○	
	トイレ	○	○										○	○																									○	
	衣類																																							
	空気環境																																						○	
	温熱環境																																							○
	プライバシー																																							○
1	救急医療	○	○										○	○																									○	
	薬	○	○										○	○																									○	
	飲料水	○	○										○	○																									○	
	食料(量)	○											○	○																									○	
	寝るところ	○	○										○	○																									○	
	薬さ・書さ	○	○										○	○																									○	
	介護	○	○										○	○																									○	

(2) 直接被害の予測

図-8 に地震と津波による死者数について 250m メッシュでの分布を示す。このときの想定は、震災発生時刻を深夜、建物内滞留率を 1 としている。また、津波避難の可否判定の際は、東日本大震災の事例を参考に、避難速度を大人: 2.65km/h、65 歳以上の高齢者: 1.96km/h とし、避難の開始時間は早期避難者率が高い場合の発災 5 分後: 70%、発災 15 分後: 20%、津波到達後避難: 10% と設定している。

その結果、死亡者数は静岡県115,310人、愛知県13,470人、三重県36,750人（内閣府試算：静岡県約109,000人、愛知県約23,000人、三重県約43,000人）となった。

(3) 使用データ

QOL 構成各要素とインフラ・建物・サービス要件を表-1 にまとめる。これは、縦軸がステージごとの QOL 構成各要素、横軸がインフラ項目を示しており、表中の○印は QOL 構成各要素の充足に関連するインフラ項目を示している。インフラ項目で網掛け部分が今回考慮したインフラ・建物・サービス要件である。また、QOL 構成各要素の網掛け部分は今回考慮する要素である。ただし、薬の確保（ステージ 1）、空気環境（ステージ 2）、就業機会（ステージ 3）、住宅（ステージ 3）はデータの制約上推計することが困難であったため、推計から除外している。また、分析に利用したデータを表-2 に示す。

対象とするライフラインは電力、水道、ガスとし、復旧シナリオは、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¹⁴⁾によるライフライン復旧曲線に従い作成した。なお、津波浸水域は機能停止と仮定する。また、対象とする交通インフラは道路とする。中部地方幹

表-2 利用データ一覧

データ項目	出典
建物ポイントデータ	秋山ら(2013)
避難所	国土数値情報: 避難施設データ
備蓄	愛知県危機管理局: 愛知県の備蓄量一覧、三重県広域防災拠点施設基本構想
医療施設	国土数値情報: 医療施設データ
介護施設	国土数値情報: 介護施設データ
入浴施設	国土数値情報: 入浴施設データ
学校	国土数値情報: 学校データ
福祉施設	国土数値情報: 福祉施設データ
スーパー	株式会社JPS: 日本スーパー名鑑ポイントデータ
ライフライン供給率 (電力・水道・ガス)	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: 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
道路ネットワーク	ESRI JAPAN: ArcGISデータコレクション
緊急輸送道路	国土数値情報: 緊急輸送道路データ
燃料給油所	国土数値情報: 燃料給油所

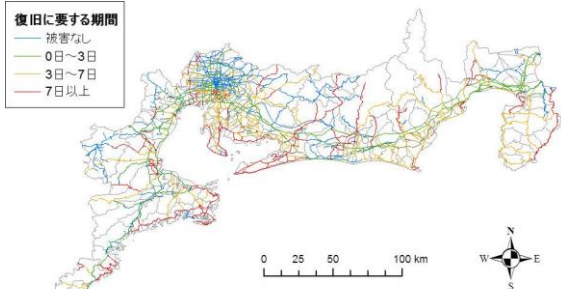


図-9 道路復旧シナリオ

線道路協議会道路管理防災・震災対策検討分科会¹⁵⁾の基本方針に従い、1)高速道路等の広域支援ルート、2)沿岸部（被災地）アクセスルート、3)沿岸沿いルート、の優先順序で啓開していくとする。図-9に今回用いた道路復

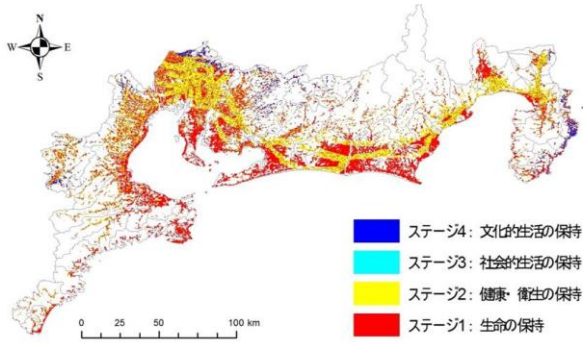


図-10 発災から3日後のQOLステージ

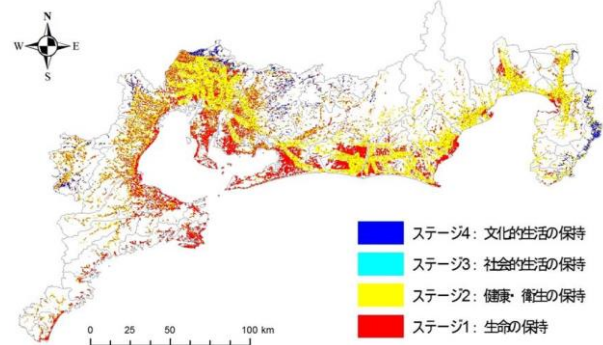


図-11 発災から7日後のQOLステージ

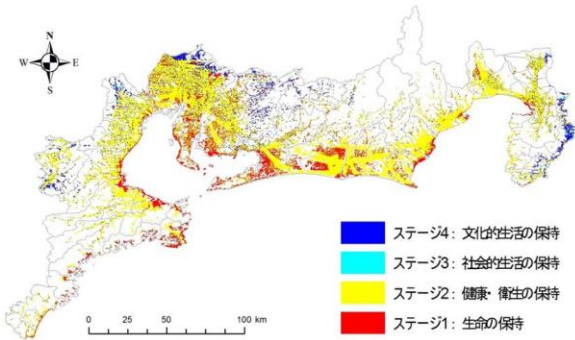


図-12 発災から20日後のQOLステージ

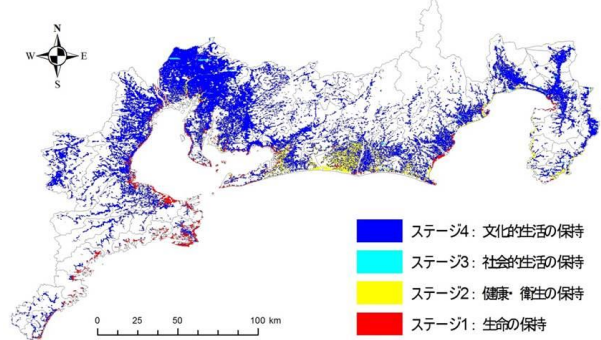


図-13 発災から60日後のQOLステージ

旧シナリオを示す。

(4) 結果

a)QOLステージの変化

南海トラフ地震発災日を基準日(0日目)とし、被災後のQOL変化が顕著な約2か月後までの各地区におけるQOLステージの変化を図-10から図-13に示す。

全体の傾向として、内陸部のQOLが先行して回復している一方で、沿岸部では津波被害によるインフラ損壊が甚大であり、沿岸部居住者は避難生活を強いられるため回復に時間を要している。発災から3日後には、道路啓開の進展に伴い関東方面と関西方面を結ぶ東名高速道路、新東名高速道路などの広域幹線網周辺地区のQOLが回復し、徐々に沿岸部へと広がり、生命の保持の段階(ステージ1)から健康・衛生の保持の段階(ステージ2)に移行している。計測震度が5強程度の三重県北部や愛知県北部、伊豆半島の東側ではすでに平常時(文化的生活の保持の段階)の生活レベルまで回復する。

発災から7日が経過すると、道路啓開作業が沿岸部まで到達し、津波浸水域の沿岸部でも生命の保持の段階から健康・衛生の保持の段階への移行が始まっている。しかし、特に三重県松阪市や志摩市以南のような、他地域からのアクセス性が乏しく道路啓開作業が遅れる地域には、未だ生命の保持の段階の地区が集中しており、このような地域では、道路網の未整備区間を解消するなど

ダンダンシーの確保が必要であるといえる。

発災から20日後には、電力などのライフラインの供給が安定化し、大規模崩壊した道路も道路啓開の段階から応急復旧の段階となり一般開放も進むため、地震動や津波の直接被害が大きかった地域でも社会的生活の保持の段階、あるいは文化的生活の保持の段階への移行がみられる。

発災から60日後には内陸部ではほとんどの地域で文化的生活の保持の段階までQOLは回復しているが、沿岸部でも特に津波被害が大きい地域では依然として健康・衛生の保持の段階にとどまっている。このように低ステージの状態が長期化する地域では、被災直後から一時移転を検討することも必要であり、QOLステージが高い地域で受け入れ準備しておくことも重要となる。

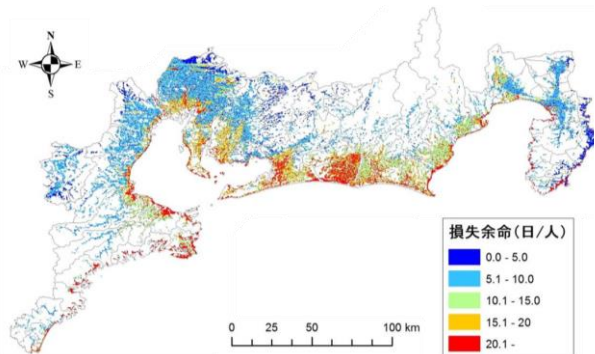


図-14 損失余命の推計結果

b) 損失余命算出結果

図-14 は南海トラフ地震発災日を基準日とし、基準日から 30 日後、60 日後までの約 2 か月間で被災地区に住み続けた場合の 1 人当たりの損失余命を表している。この損失余命が大きいほど、災害の影響が大きい地区であるといえる。

津波被害を受ける沿岸部では QOL の回復が遅れるため大きい値を示しているが、同じ沿岸部でも道路復旧シナリオにおいて早期復旧した高速道路周辺地区は他の沿岸部と比較して小さい値となっている。一方で、内陸部では早急な QOL ステージの回復により小さい値になっている。

c) 各QOLステージの人口割合の推移

図-15 に各 QOL ステージの人口割合の推移を示す。

ここでの人口とは、被災後も被災前に居住している地区に住み続けているとしており、居住地区から他地区への移転などによる人口増減は考慮していない。

被災から 20 日目までは時間の経過とともに道路啓開が進み、他地区から避難地域への物資供給など支援が活発となるため、生命の保持の段階から健康・衛生の保持の段階へ移行が目立つ。20 日を過ぎてからは道路の応急復旧が徐々に完了し始め水道やガスといったライフラインの供給率も平常時に大幅に近づくため、健康・衛生の保持の段階から社会的生活の保持の段階、文化的生活の保持の段階へと移行する。

しかし、発災から 60 日が経過しても未だ生命の保持の段階にある地区が約 3%あり、発災後の迅速な支援体制の構築が求められる。あるいは、発災前の事前対策として、こうした地区への居住規制や避難体制の充実を図る必要がある。

5. おわりに

大規模自然災害による被災者の QOL 低下量の時系列変化を小地区単位で評価する手法を、南海トラフ地震において甚大な被害が予想される静岡県、愛知県、三重県に適用し、得られた QOL 低下量から地域のレジリエンス性を評価した。その結果以下の知見が得られた。

a) 南海トラフ地震の最大ケースでは、対象地域の内陸部では QOL は回復したが、甚大な津波被害を被った沿岸部において発生約 2 か月後も依然として生命の危機に瀕する地区があることが明らかになった。

b) 三重県の南部などの他地域からのアクセス性が乏しい地域では QOL の回復に多く時間を要する。このことから、ミッシングリンクの存在やネットワークのリダンダンシーの確保が QOL 回復に重要な役割を果たすことが示された。

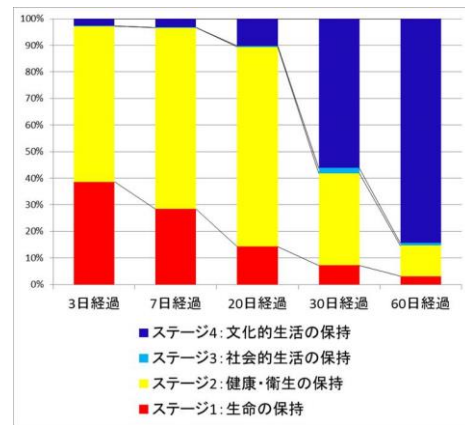


図-15 QOL各ステージの人口割合の推移

謝辞：本研究は、文部科学省のグリーン・ネットワーク・オブ・エクセレンス(GRENE)事業 環境情報分野「環境情報技術を用いたレジリエントな国土のデザイン」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る。

参考文献

- 1) 紙野桂人：これからの安全都市づくり，学芸出版，pp.160, 1995.
- 2) 塚本直幸，波床正敏：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，32巻，pp.719-724, 1997.
- 3) 能島暢呂，亀田弘行，林春男：地震時のライフライン機能障害に対する利用者の対応システムを考慮した生活支障の評価法，地域安全学会論文報告集，No. 3, pp.195-202, 1993.
- 4) 塩野計司，中林一樹，高野公男：震災時生活支障の予測マップ，地域安全学会論文報告集，pp.387-394, 1995.
- 5) 高野剛志，森田紘圭，戸川卓哉，福本雅之，三室碧人，加藤博和，林良嗣：東日本大震災における被災者生活環境の時間的変化の評価，土木学会論文集 D3 (土木計画学)，Vol.69, No.5, pp.125-135, 2013.
- 6) 橘竜瞳，森田紘圭，加藤博和，林良嗣，杉本賢二，秋山祐樹：大規模自然災害に伴う生命・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.49, CD-ROM(61), 2014.
- 7) Myers, D. : Building Knowledge about Quality of Life for Urban Planning, APA journal, pp.79-106, 1998.
- 8) 加知範康，加藤博和，林良嗣，森杉雅史：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, 2006.
- 9) Maslow, A. H. : A Theory of Human Motivation, *Psychological Review*, Vol. 50, No. 4, pp. 370-396, 1943.
- 10) 小笠原克彦：費用便益分析とQOL，日放技学誌，Vol.63, No.7, pp.791-795, 2007.

- 11) 内閣府中央防災会議：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，2012.
- 12) 国土交通省 国土技術政策総合研究所：公共土木施設の地震・津波被害想定マニュアル，2008.
- 13) 秋山祐樹，小川芳樹，仙石裕明，柴崎亮介，加藤孝明：大規模地震時における国土スケールの災害リスク・地域災害対応力評価のためのミクロな空間データの基盤整備，第47回土木計画学研究・講演集（CD-ROM. 392），2013.
- 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：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，2012.
- 15) 中部地方幹線道路協議会：中部版くしの歯作戦，道路管理防災・震災対策検討分科会，2014.

EVALUATION OF REGIONAL RESILIENCE BASED ON THE CHANGE
IN THE SURVIVAL AND LIFE ENVIRONMENT AFTER LARGE-SCALE DISASTERS

Satoru INOHARA, Keita WATANABE, Kenji SUGIMOTO,
Hirokazu KATO, Yoshitsugu HAYASHI and Shinichiro NAKAMURA