

第IV部門

南海トラフ地震における各地域の道路ネットワークレジリエンス評価

京都大学工学部地球工学科 学生員 ○鎌谷 崇史
 京都大学大学院工学研究科 学生員 中尾 聡史
 (財)計量計画研究所 正会員 毛利 雄一
 (社)システム科学研究所 正会員 東 徹
 京都大学大学院工学研究科 正会員 藤井 聡

1. 研究の背景と目的

我が国は巨大な自然災害のリスクが高く、近年ではインフラ強化等による国土の強靭性（レジリエンス）確保が重要な政策目標とされている。強靭化を合理的に進めるためには、どの災害に対してどのインフラがどの程度脆弱であるかを把握し、優先度や対策効果を定量的に明らかにする必要があるが、現在のところそのような知見は十分ではない。そこで本研究では道路ネットワークの強靭性に注目し、南海トラフ巨大地震と首都直下型地震を想定して、過去の震災時のプローブデータから推定された道路リンクの破断率および速度低下率を用い、災害発生時の地域間移動の所要時間変化を推計して、地域道路ネットワークの強靭性評価を行うことを目的とする。

2. 研究手法

本研究では、過去の分析手法並びに既往研究の課題に基づき、強靭性評価のためのモデルシステムを構築した。第一段階として、東日本大震災発生時の民間プローブデータの車両通行実績から、通行が観測されなかった道路を破断した道路とし、震度別・道路種別に破断確率を推定した。同様に速度低下率も推定した。

第二段階として、国土交通省制定の207生活圏ゾーンから南海トラフ巨大地震・首都直下型地震それぞれの“被災地生活圏”を内閣府中央防災会議の被害想定に基づき選出し、前段階で推定した破断率によって道路をランダムに破断させ、被災後道路ネットワークのデータセットを得た。

第三段階として、地震発生前後の生活圏間の所要時間を計算した。所要時間は最寄りICまでのアクセス時間、高速道路上のラインホール旅行時間、ICから目的地までのイグレス時間の和として定義し、被災地外生活圏においては生活圏代表都市役場から最寄りICまでを代表アクセス/イグレス時間、被災地生活圏においては各1kmメッシュからそれぞれアクセス/イグレス時間を計算し、平均してその生活圏のアクセス/イグレス時間とした。また、被災地内の所要時間の計算の際は第一段階で推定した速度低下率を各道路リンクの法定速度に乗じた。207生活圏同士のすべてのペアについて所要時間変化率を計算したのち、以下の式によりレジリエンススコアを定義した。

$$R_i = \frac{\sum_j (k_{ij} R_{ij}) + \sum_j (k_{ji} R_{ji})}{\sum_j k_{ij} + \sum_j k_{ji}}$$

R_i : 生活圏 i のレジリエンススコア

R_{ij} : 生活圏 i-j 間の地震発生前後の所要時間変化率

k_{ij} : 生活圏 i-j 間の観測交通量（道路交通センサスに基づく）

また、各種強靭化施策の効果を把握するべく、同様の計算を対策後の場合についても行った。

- 第四次全国総合開発計画に基づき、全国に新たに高速道路が整備された。
 - 都市地域の緊急輸送道路の無電柱化が完了し、都市地域の道路破断率が低下した。
 - 全国の橋梁の耐震化が完了し、すべての橋梁リンクが破断しなくなった。
- ことを想定し、対策前と比較して地震発生後の所要時間がどれだけ短縮されたかを計算した。

3. 分析結果

最も所要時間の増加が確認された生活圏を記した表と算出したスコアに応じて色分けした地図を下記に示す。

表1：スコア上位生活圏

南海トラフ巨大地震			首都直下型地震		
順位	生活圏	スコア	順位	生活圏	スコア
1	伊勢志摩（三重県）	135.19%	1	川崎（神奈川県）	111.23%
2	三好（徳島県）	129.65%	2	横浜（神奈川県）	109.66%
3	宇和島（愛媛県）	129.02%	3	相模原（神奈川県）	107.35%
4	中部（静岡県）	127.47%	4	船橋（千葉県）	107.02%
5	西部（静岡県）	126.58%	5	千葉（千葉県）	105.94%

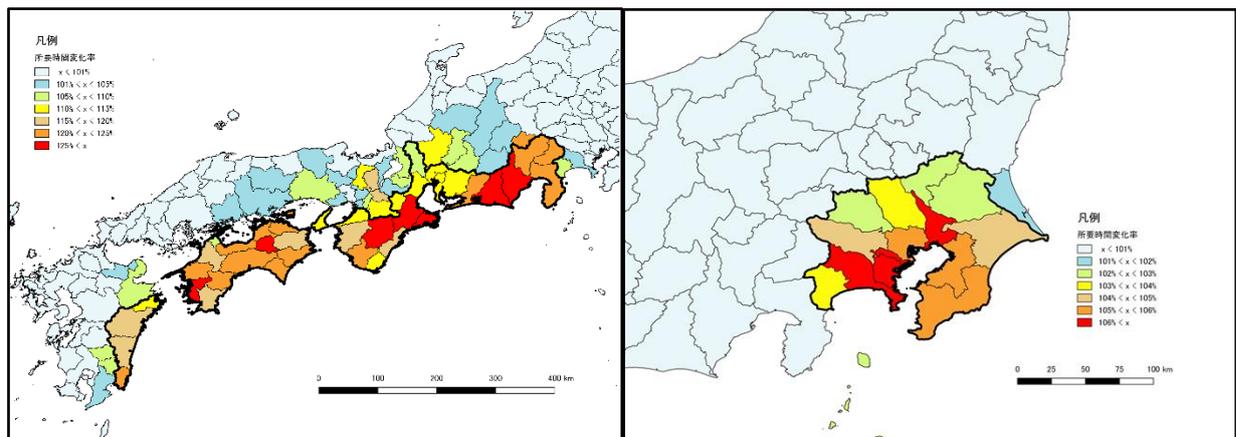


図1：色分け地図（左：南海トラフ巨大地震、右：首都直下型地震）（太枠内が被災地）

計算の結果、特に南海トラフ巨大地震の被災地生活圏内において所要時間の大きな増加が確認された。特に紀伊半島南部、四国南部での増加が大きく、これらの地域の高速道路の少なさを反映していると考えられる。また、静岡県においても大きな増加が確認されたが、これは静岡市や浜松市へ人口が集中していることから、道路ネットワークもそれらの都市に集中している可能性を示唆しているとみられる。

南海トラフ巨大地震の影響をより詳しく調べるべく、「都市道路ネットワークのレジリエンス評価」も行った。全国の政令指定都市ならびに被災地生活圏内の主要都市（計82都市）それぞれの役所間の所要時間変化を同様に分析した結果、新たに日南市といった高速道路から離れた都市の脆弱性が示唆された。富田林市が最も脆弱であるとの結果が得られたが、この結果は富田林市役所付近の道路リンクの破断の影響によるものと考えられる。

また、強靱化施策によって地震後の所要時間が被災地生活圏において10-30%程度短縮されるという結果となった。特に新規道路沿線の生活圏で短縮効果が大きかったが、被災地生活圏すべてで短縮効果がみられたことから、無電柱化や橋梁耐震化といった強靱化施策も地震の被害の軽減に効果があることが示された。

表2：スコア上位都市

南海トラフ巨大地震		
順位	都市	スコア
1	富田林市（大阪府）	150.25%
2	日南市（宮崎県）	145.17%
3	松阪市（三重県）	139.00%
4	高松市（香川県）	138.41%
5	津市（三重県）	136.82%

4. 結論

本研究では地域間所要時間変化の推計を基に、地域道路ネットワークの強靱性評価を行った。その結果、四国や近畿、東海地方などの南海トラフ巨大地震の被災想定エリア内の広い範囲において、脆弱な地域道路ネットワークの存在が示唆された。また、新規道路整備等の強靱化施策による改善効果も明らかになった。分析手法の信頼性を高めるための津波による浸水や液状化、復興の速さなどの他の指標の導入ならびに十分な回数のモンテカルロシミュレーションの実行などが今後の課題となるであろう。