

電力供給量の変動を利用した地震直後からの被害把握手法 ～ 近年の被害地震への適応の試み ～

東京大学大学院 学生会員 ○山口 紀行
阪神・淡路大震災記念 人と防災未来センター 正会員 秦 康範
東京大学生産技術研究所 正会員 目黒 公郎

1. はじめに

1995年兵庫県南部地震では、地震直後の早期被害把握ができず、初動体制に大きな支障をきたした。これを教訓として、様々な早期被害推定システムが提案され、また改良が加えられてきたが、いずれのシステムも依然として多くの課題を抱えている。例えば、現在実用化されている一般的な被害推定手法では、地震計を用いた地震動情報による被害推定が行われているが、この手法では地震被害の推定は基本的に一回しかできないため、本来動的な現象である災害を適切に評価することは難しい。また、その一回きりの被害推定も、地震動の空間補完や被害関数等の問題から、精度はあまり高くない。一方、人工衛星や飛行機によるリモートセンシング技術を応用した被害評価も、回帰周期や天候の影響を受けるものや、分解能が十分でないものがあるなどの問題を有している。

筆者らはこれまでに、電力を用いて平常時から災害時、さらには復旧・復興過程に至る地域特性を継続的かつリアルタイムに評価する手法を提案してきた。そして、時刻単位の電力供給量の変動に着目すると、地震直後から精度高い被害評価が可能となることを明らかにしている¹⁾。このような手法が可能となる背景には、保存が困難で、供給と消費が同時であるという電力の性質がある。電力供給量は地域の人々の様々な活動をリアルタイムに反映する。災害時の人々の活動は災害状況の影響を強く受けるので、発災後の電力供給量は被害状況を強く反映したものとなり、結果的に電力供給量の変動から災害状況が評価できる。しかしこれまではデータ入手等の問題から兵庫県南部地震でしか検討をしてこなかった。そこで本研究では、兵庫県南部地震以降にわが国で起きた被害地震のうち、電力会社の協力によりデータを入手できた、2000年10月6日鳥取県西部地震、2001年3月24日芸予地震、2003年5月26日三陸南地震について、本手法を適用し、その有効性を検証する。

なお本研究では、データ入手の問題から配電用変電所エリアを評価エリアの単位としているが、現在、電力会社が電力を常時モニタリングし、記録している最小単位は、配電用変電所に設置されている2、3基の変圧器である。さらにシステム上は、各変圧器に接続されている7、8本の配電線ごとに電力供給量のモニタが可能である(図1)ため、本研究で提案する手法は、システムとしては、配電用変電所エリアの1/15～1/25程度の面積を単位として活用できるものである。

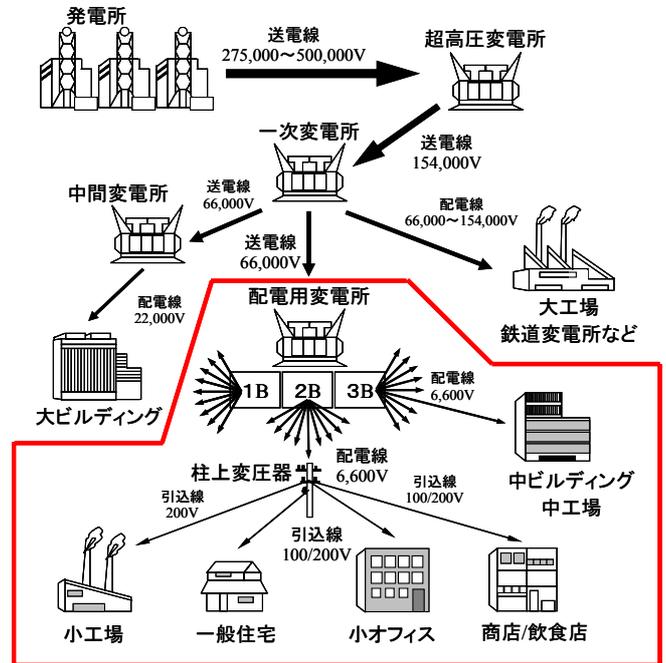


図1 電力供給系統図

2. 電力による建物被害算出法

住宅タイプ以外のオフィスや工場、店舗・飲食店といった営業タイプ需要家の多いエリア(以下、営業タイプと言う)の需要家について、地震直後に「建物が壊れて電力を全く使えない」ことを『建物被害』、この状態にある需要家の割合を『建物被害率』と定義する。図2において、平常時深夜の安定部の電力需要量(d)を、昼夜関係なく一日を通して利用する待機電力(たとえば、セキュリティシステムや冷蔵庫など)と仮定すると、地震後の深夜における安定部の電力需要落込み量(c)は、『建物被害』の需要家が、本来壊れていなければ使用している待機電力である。そこで、「 c/d =建物被害率」と定義する。

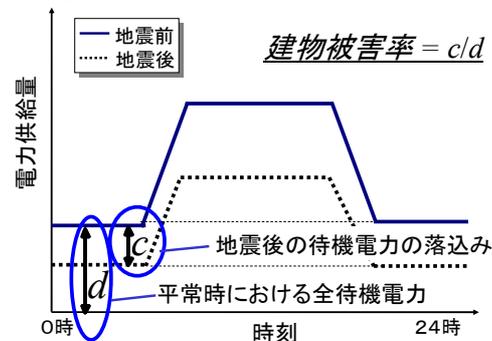


図2 建物被害率の算出(オフィスタイプの例)

キーワード 電力, 被害評価, 鳥取県西部地震, 芸予地震, 三陸南地震

連絡先 〒153-8505 東京都目黒区駒場 4-6-1 東京大学生産技術研究所 B 棟 目黒研究室 Tel03-5452-6437, Fax03-5452-6438

3. 各地域における被害推定結果の検討

上記の定義に基づいて配電用変電所単位で算出した、鳥取県西部地震直後の電力変動による推定建物被害率と当時のDIS(旧国土庁による地震防災情報システム)による推定被害率及び被害調査に基づく実際の被害率^{2), 3)}を地図上で比較したものが図3である。当時のDISによる推定は、建物倒壊数が約8,000棟だったが、実際は434棟であった。一方、本手法による建物倒壊数は約1,000棟となり、精度が高いことがわかった。図4は、被害調査による実際の全壊率と本手法による建物被害率との関係をプロットしたものである。兵庫県南部地震での被害評価と同程度の精度¹⁾で、鳥取県西部地震の被害推定ができていることがわかる。

図5と図6は、それぞれ三陸南地震、芸予地震で震度6弱を記録した地域と、その地域に電力を供給する配電用変電所の地震前後の平日3日間の電力供給量の推移を示している。地震前後で兵庫県南部地震時のような大きな落ち込みがほとんどなく、電力による推定建物被害率を求めても、概ね数%~10%の変動幅に収まっている。一方で、地震前後で気温差が5℃~10℃ある場合は、電力供給量が大きく変動し、落ち込み量を正しく把握できない。この問題は、現在筆者らが別途開発を進めている、平常時の時刻ごとの電力需要を把握する年間モデル⁵⁾により解決をはかる。

4. 被害の小さい地震における本手法の特徴

今回、検討した3つの被害地震は、比較的被害が小さいものであった。特に、配電エリアにおける全壊率が1%に満たない地域では、電力量の変動のみで被害率を直接的に議論することは難しい。なぜなら、平常時においても、電力供給

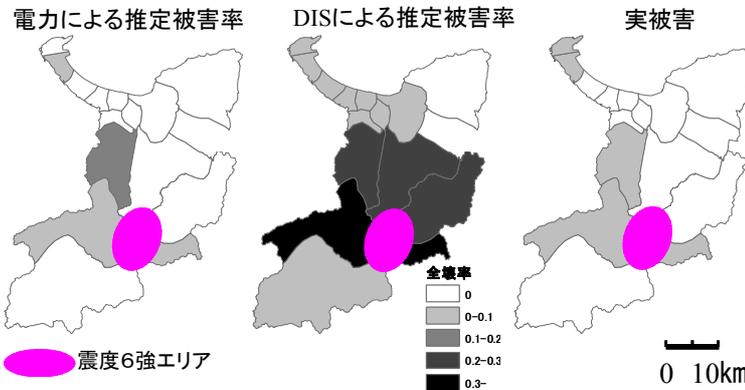


図3 鳥取県西部地震における被害推定の比較

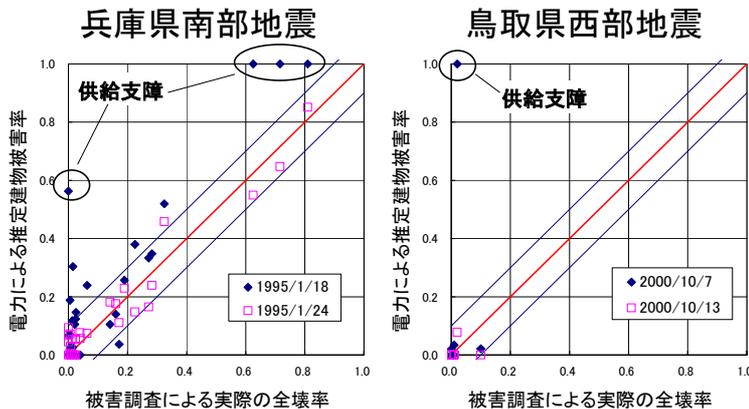


図4 実被害との比較^{2), 3), 4)}

量は数%の変動が見られるからである。今後、数%の被害率を議論していくためには、電力需要モデルの作成、データ精度の向上、被災シナリオの作成等が必要となってくる。また、DISをはじめとするワンアクションの被害推定システムと異なり、本手法では仮に初期に被害を大きめに、あるいは小さめに見積もったとしても、随時電力情報が更新され、実際の被害量に近付いていくフィードバック機能も有効活用できる。

5. おわりに

鳥取県西部地震、芸予地震、三陸南地震といった様々な被害地震についても、電力供給量のデータから建物被害を把握できることを検証した。今後は、地震直後2~3時間で、より高精度に被害の全体像を掴めるようにする予定である。

謝辞

貴重な電力供給データをご提供いただいた東北電力(株)、関西電力(株)、中国電力(株)に感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 山口紀行・秦康範・目黒公郎: 電力供給量の変動を利用した地震直後からの被害把握の試み, 土木学会第58回年次学術講演会概要集, I-346, pp.691-692, 2003.
- 2) 久美田岳, 小檜山雅之, 山崎文雄: 2000年鳥取県西部地震の米子市調査結果における木造住宅被害の特性, 地域安全学会論文集, No. 4, pp.135-142, 2002.
- 3) 水越熏, 石田寛, 鳥澤一晃: 平成12年鳥取県西部地震による建物被害の分析, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp.167-168, 2001.
- 4) 建設省建築研究所: 平成7年兵庫県南部地震被害調査最終報告書, 1996.
- 5) 飯田亮一・秦康範・目黒公郎: 配電用変電所を単位とした時刻別電力需要予測モデル構築のための基礎的研究, 土木学会第59回年次学術講演, 2004, (投稿中)

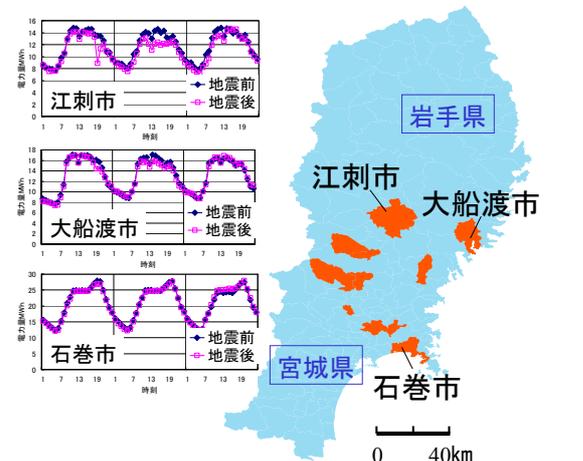


図5 三陸南地震における震度6弱の地域の電力推移

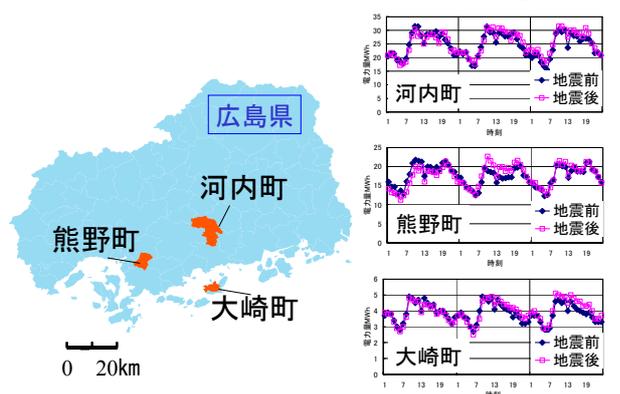


図6 芸予地震における震度6弱の地域の電力推移