

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

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。さらに、これら従来の手法で推定できるのは、主に物理的な被害に限られる。

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^{1),2)}。そして、地震後1週間以降の電力供給量（日単位）の変動が建物被害と高い相関があり、災害時における地域モニタリング情報として電力供給量が有効であることを明らかにしている³⁾。このような手法が可能となる背景には、電力は保存が困難で、供給と消費が同時であるという性質がある。また、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が、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のである。しかしこれまでの手法では、地震直後（当日～数日後）に関しては、電力供給系の機能支障などにより、被害との相関があまり高くなかった。そこで本研究では、時刻単位の電力供給量の変動に着目して、地震直後から精度高い被害評価手法を考える。

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。

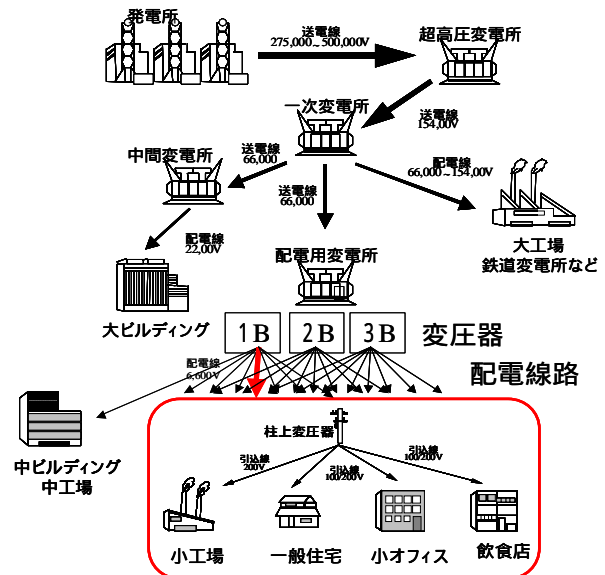


図1 電力供給系統図

2. 兵庫県南部地震前後の電力供給量変動の特徴

まず、関西電力神戸支店管内の配電用変電所エリアの中で、電力需要データと建物被害データを揃えられた64エリアについて、1995年1月の平常時と地震直後における電力需要の時間帯ごとの特徴について調べた。その結果、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）では、営業が出来なかったためと思われる、昼の電力供給量の落ち込みが目立った。またこの落ち込みは、建物被害が大きかった地域だけでなく、建物被害がそれほど大きくない地域でも見られた。さらに、深夜における電力供給量は、平常時、災害時ともに、時刻変化や日変化が少なく安定していることがわかった。一方、住宅タイプのエリアでは、営業タイプに比べ、一日を通じて、電力供給比のぶれは小さかった。しかし、被害状況に応じて、夜間の電力需要がわずかに落ち込むなど、普段と異なる傾向も見られた。

次に、兵庫県南部地震直後の電力供給量と建物被害との関係を調べた。供給支障エリアを除いた配電用変電所の供給エリアを対象として、両者の関係を時刻別に見ると、地震発生後半日程度経過したあたりから、高い負の相関を見出すことが出来た。さらに地域特性を考慮することで、地震発生後2時間程度経過したあたりから、建物被害と電力供給量の相関が格段に高くなることがわかった。

以上の分析結果と電力の特徴を踏まえ、以下では電力供給量データを用いて地震直後から被害評価を試みる。

3. 被害指標の定義

地震直後の営業タイプの需要家は、「建物が壊れて電力

キーワード 兵庫県南部地震、被害評価、リアルタイム、電力供給量、電力需要

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 Tel03-5452-6098, Fax03-5452-6438

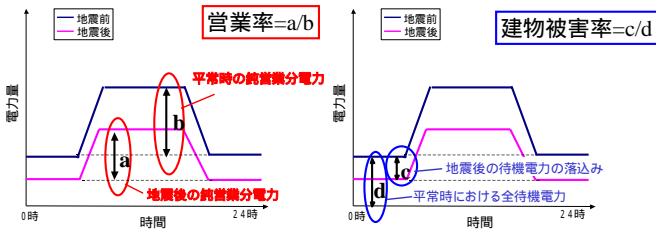


図2 建物被害率と営業率の算出(オフィスタイプの例)

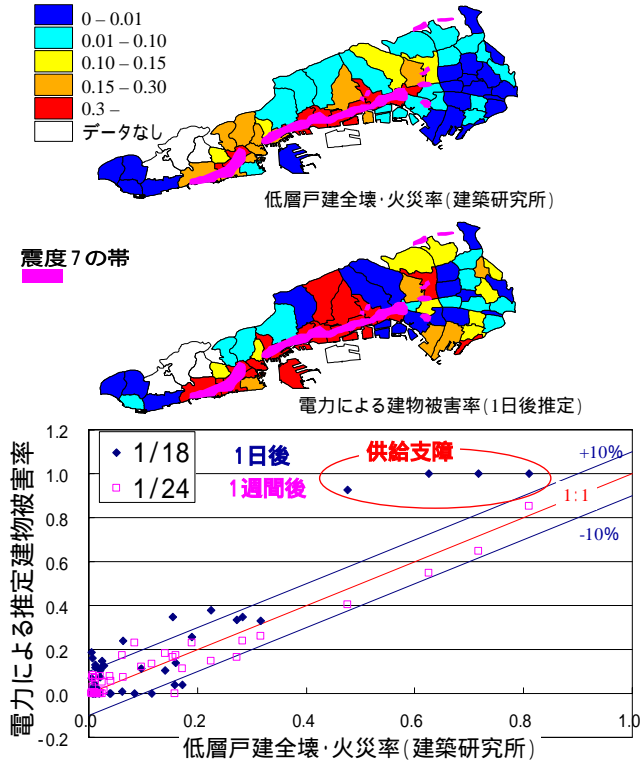


図3 全壊火災率と電力による推定建物被害率の比

を全く使えない」もの(以下、『建物被害』)、「建物は壊れていない、もしくは被害が軽微なので本来は電力を使用できるが、営業活動が出来ず待機電力以外の電力をほぼ使わない」もの(以下、『非営業』)、「営業活動を行い、ほぼ通常通り電力を使用する」もの(以下、『営業』)の3つの状態のいずれかに当てはまると仮定し、各状態にある需要家の割合を、それぞれ『建物被害率』、『非営業率』、『営業率』と定義した。

4. 電力による建物被害率の算出

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。

上記の定義に基づいて、兵庫県南部地震直後の電力による推定建物被害率と建築研究所の低層戸建全壊・火災率⁴⁾を比較したものが図3である。深夜の時間帯まで待てば、すなわち、地震後半日から1日程度で、被害の全容が把握できることがわかる。なお供給支障エリアについては、電力供給者が配電線路単位で把握できるので、当該エリアを取り除くことで、建物被害率の推定が可能になると言える。

5. 電力による営業率の算出

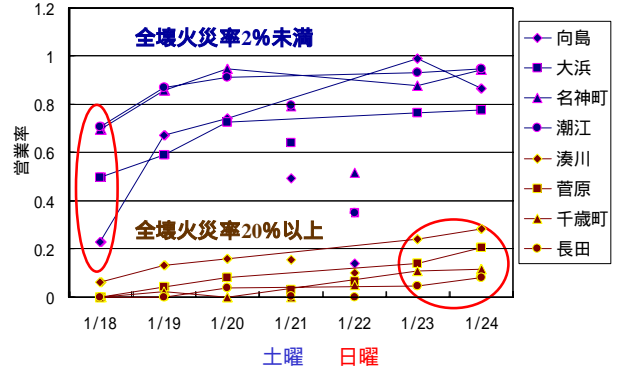


図4 営業率の推移

図2において、平常時の昼間における安定部の電力需要量から、平常時深夜の安定部の電力需要を差し引いたもの(b)は、純粋に昼間の営業活動だけに使う電力量であると仮定すると、地震前後の純営業分電力量の比を、『 $a/b =$ 営業率』と定義できる。

図4は営業タイプの構成率が50%以上の配電用変電所において、営業率の推移を表したものである。土曜と日曜は平日に比べて需要が低下するので、ここでは線を結んでいない。建物被害の小さい地域では、地震の翌日はあまり営業活動ができていないが、数日で回復している。一方、被害が大きい地域では、電力供給が復旧しても、営業率は低いままである。また、全壊・火災率5%あたりを境にして、営業率の推移の特徴が大きく変化することがわかる。

6. おわりに

電力供給量のデータから、地震直後の建物被害や人間活動を定量的に評価することが可能なことを実証できた。今後は、地震発生時刻と電力需要カーブの特徴を考慮することで、地震直後2~3時間で被害の全体像をつかめるようにする予定である。

参考文献

- 1) 秦康範・川北潤・目黒公郎・山崎文雄・片山恒雄: 発生時刻と継続時間を考慮した都市停電の影響度評価, 土木学会論文集, No.717/I-61, pp.107-117, 2002.
- 2) 秦康範・目黒公郎: 電力供給量を利用した被災地のリアルタイム復旧・復興モニタリング, 第11回日本地震工学シンポジウム講演論文集, pp.2335-2338, 2002.
- 3) 秦康範・目黒公郎: 電力供給量の変化に着目した建物被害評価に関する基礎研究, 土木学会論文集, No.696/I-58, pp.185-195, 2002.
- 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.