

トルコ大地震の復興支援への時空間情報システムの適用*

An application of Spatial-Temporal GIS for supporting the restoration activities
of the Turkey large earthquakes*

白井真人**・吉川耕司***

By Mahito USUI**・ Koji YOSHIKAWA***

1. はじめに

1999年8月17日、11月12日と連続的に発生したトルコ北西部での大地震は大規模な被害をもたらし、経済損失は160億US \$にのぼった。これはトルコのGDPの7 %に相当する。死者は17,000人以上を数え、多くの人が家屋を失った。(図-1)

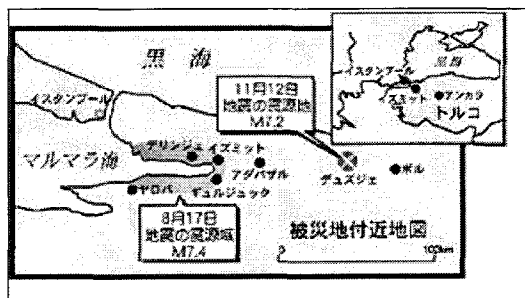


図-1 震源地の地図

2回目の地震の震源地であるドゥジェ市はイスタンブールから東に400km程の所に位置している人口75,000人の小都市である。当市は震源地と言うこともあり建物にも人にも甚大な被害を与えた。

表-1 建物倒塌数

	被害度大	被害度中	被害度小
中心都市部	3248	2279	3572
その他の県内	2311	1780	2600
合計	5559	4059	6172

*キーワード: GIS、トルコ、災害復興、都市計画

**学生員、名城大学大学院都市情報学研究科

(岐阜県可児市虹ヶ丘 4-4-3 Tel0574-69-0100
Fax 0574-69-0155)

***正員、工博、名城大学都市情報学部

(岐阜県可児市虹ヶ丘 4-4-3 Tel0574-69-0100
Fax 0574-69-0155)

また、死者数に関して1回目の地震では、270人程度と全体に占める割合は少なかった。しかし、11月12日発生した2度目の地震では震源が近い約2,600人の死傷者が出ている。(表-2)

表-2 死傷者状況

	8月17日		11月12日		合計	
	死者	負傷者	死者	負傷者	死者	負傷者
中心地(都市部)	118	813	478	1849	597	2662
その他県内	152	344	319	830	471	1174
合計	270	1157	797	2679	1068	3836

今回のドゥジェ市の復興計画の支援にあたり、阪神淡路大震災の経験を元に作成された空間情報を管理できる位相構造暗示型のデータ構造を持つDiMSISというGISを利用しての支援を行った。

本稿では、復興支援の方法と実際に行った被害分析の結果を示すことで、震災復興期における時空間情報システム利用の有用性を検証する。

2. 時空間情報の有用性について

今回、DiMSISを利用したのは活動の際以下の情報を利用することが最善であると考えたからである

- ・復興支援という点での時間情報
- ・被害分析という点での空間情報

まず時間情報を利用する目的であるが、実際の復興初期時点においては短期的に得た情報のほうが有用であったとしても、それは現在行っている災害復興に対しての分析・対策だけであって、今後起こりうる災害に対しての予防策や復興対策といった長期的な計画・予測に対してあまり意味をなさない。

そのためにも、時間ごとの復興推移のデータを常に

作成し、長期的な復興の情報を蓄積・管理すべきである。また、1年ごとに蓄積するといった長い空白を持つような情報以上に短期的に蓄積した「生きた情報」は行政業務に置いて非常に重要と考えた。

また属性情報の有用性について、ドゥジェ市近辺の地震では多くの死者と建物倒壊をもたらした。この被害に関してはいくつかの要因が重なった結果、あのような大被害をもたらした。ここから、いくつかの要因を調査することで、複数要素間の関連性を調べることでより多角的な被害分析を行うことができる。またこの分析情報の信頼度が上がれば今後行政としては有効的な都市防災計画を立てることが出来る。そのためにも属性情報の蓄積・利用が可能なこのシステムを利用した。

3. 位相構造暗示型について

ドゥジェで使用したDiMSISは前述の機能に加えもう一つ独特の機能がある。それは従来のGISと異なりトポロジーを持たない。現在使用されているほとんどのGISソフトはトポロジー構造を採用している。これは地形ごとで構成情報を持つという物で、地形を変えたり中の属性情報を更新するたびに、トポロジー情報はすべて書き直さなくてはならないというものがある。

行政業務にGISを導入しているにも関わらず活用されていないという話をよく聞く。これは情報が更新されず陳腐化してしまい利用しないまま放置されるからである。

原因としてデータ更新の煩雑さが挙げられる。これはデータ構造が複雑なため行政職員が頻繁なデータの更新を行うことが不可能に近いために、行政情報の最新性がすぐになくなってしまうからである。

この問題を解消するための一つの手段としてトポロジーを利用しない「位相構造暗示型」という概念が考えられた。

「位相構造暗示型」とはトポロジーを使わないでデータ管理をする方法である。トポロジー型式は少しの変更でも地形ごと再定義を行わなければならなかったのに対し、この方法では線ごとに情報を持たせることで、そのまま新しい地形を形成出来るようになった。つまり、線を一本増やすというような簡単な操作で新しい情報に更新することができる。このように簡単に新しい情報を更新できるということは行政の日常業務においてはきわ

めて有益なことである。

4. 震災復興支援の方針

支援の方針としては、震災後の動乱の中で、既存の情報を最大限に活用し、あえて簡便な分析方法を探ることとした。これは、復興計画のための基礎データとしての市当局からの具体的ニーズに直接的に応えるためである。ドゥジェ市一帯は頻繁に地震がおこる地域であることから今後は市職員のみで操作や分析が行える状況を目指すという意図によるものである。具体的には、

1. 有効な基本図と震災状況の調査図を整理し、デジタル化を行い、これと並行して現状の情報収集を行って総合データとして入力していく。
2. これを元に全総括的な状況把握を行うとともに、復興の推移を管理する。
3. 行政が意志決定を行う際の判断材料として有効な情報を提供する。

以上を基本方針として定めた。

1についてはDiMSISの位相構造暗示型のデータ構造の特長を生かし、紙地図をもとにデジタル化した基本図情報へ直接、倒壊情報の入力や復興状況の写真の登録を行っている。更新の手続きも簡単なので、ドゥジェ市職員が当初から入力作業を担当し情報の蓄積を引き続き行っている。

3について、ドゥジェ市は人口75,000人のうち45,000人を地盤が軟弱であることが発見された現市街地から、市北部の地盤上に建設中の新市街に移転させる計画を持っている。一方、現市街地では経験上の判断から、3階建て以上の建物の新設を禁止し、現況建物についても4階以上の部分をカットする指導を行おうとしている。同様に、レンガでの建築も禁止する予定である。

こうしたある意味強権的な施策を行うに当たって、妥当性を裏打ちできるデータ、すなわち、実際に北部に比べ現市街地での建物倒壊率が高い、あるいは4階建て以上の建物の倒壊率が高いことを定量的に示す必要性が市当局にはあった。そこで、2においてもこうした分析を可能とする情報を優先して収集することにした。

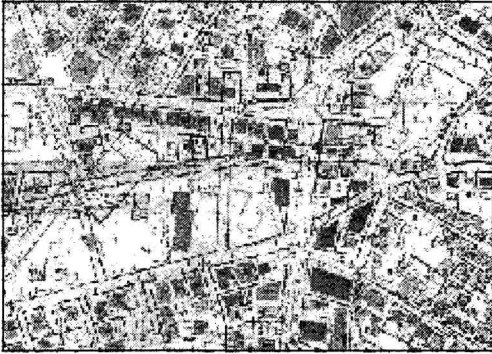
5. 整備した情報

(1) 基本データ

基本データとしては、紙ベースの基本図(図-2)より、道路・河川棟の地物、等高線、建物形状をデジタル

化し、「地形データ」を形成した。

また今後の復興都市計画の策定や、住民の資産管理にも対応できるよう筆界もデジタル化し、「土地データ」として作成している。



図－2 地形データ作成に用いた基本図

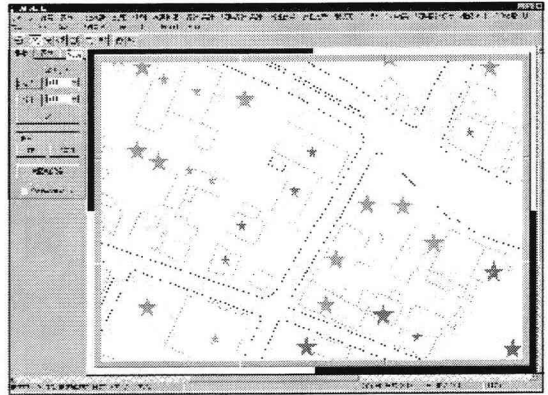
(2) 現況データ

ドゥジェ市では、定点的・定期的観測を導入しようという試みがあり、現在、町や建物の変化の様子をデジタルカメラなどで記録し、その地区の属性情報として登録している。時空間情報管理に優れたこのシステムを用いることで、復興過程のモニタリング、すなわち年々変化する震災後の町の様子を記録し、そのデータから復興を阻害する要因の発見およびその後の復興政策などに利用されることが期待される。

(3) 建物被害データ

ドゥジェ市職員の見アヒングの結果、震災直後に建物の階数と被害状況を調査したプロット図が存在することが確認された。しかし、紙ベースのため調査結果の有効利用がなされていない状況であった。そこで、後に示す建物倒壊率分析に用いるために、この情報をDiMSIS上に蓄積することにした。図－3に示すように全壊は赤、半壊は黄、生活に支障無しは灰色と建物被害情報の色分けをしたコネクタを階数と建材質といった属性情報とともに入力していく。この作業においても、位相構造暗示型データ構造の特長が生かされた。すなわち、建物形状ポリゴンとの関係を定義する必要がないので、代表点を入力するだけでよく、また後に基図に建物形状が存在しなくても代表点の登録を行うことが出来るため、入

力作業の迅速化が図れた。



図－3 家屋被害度データの表示例

(4) データ間の構成

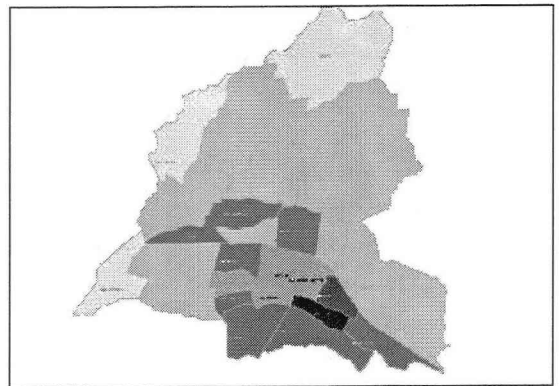
上記の方法で取得した情報は筆界や、地形図のような線の情報と地名や建物被害度などの点の情報と分けられデータとして収納される。ドゥジェ市行政が決定した住宅街の建設と3階以上は建築物は許可しないという建築規制をサポートするという目的から、利用した情報は地形情報や道路情報など最低限必要な情報の他は建物被害の情報のみに絞った。

6. 家屋被害分析

前節までで蓄積した情報を元に、状況把握や意志決定を支援するための家屋被害に関する簡便な分析を行った。

(1) 被害分析

DiMSIS上で全壊建物の全建物に占める割合を36の地区単位で集計した情報から図－4で示すような地区ごとの家屋被害分布図を作成した。



図－4 家屋被害分布図(濃い色ほど被害が大きい)

図から市街地と北部の地域との被害の格差が明確になり、北部郊外への住宅地移転を行うことの妥当性を確認することが出来た。

(2) 建物階数別の倒壊率

全地域を対象に、階数別に全壊・半壊棟の全建物が占める割合を集計した。各建物の階数情報をあらかじめ入力してあるので、全11,000棟に関する計算も瞬時に行える。今回はこれを全て調べ被害分析に必要な要素のみを抜き出して簡便な分析にかけた。

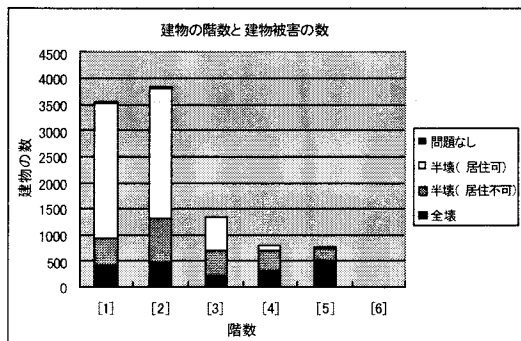


図-5. 階数と倒壊した建物の割合

集計の結果4階以上の建物では被害度が格段に大きくなるのがわかり今回の地震を教訓に3階以上の建築を禁止するという市当局の意志決定を後押しすることができた。上の2つ以外にも後押しできるバックデータ（表-5、表-6など）を得ることができた。これは前述の問題（住宅街移転と階数制限）についてのデータであるが被害分布地図で見るより北部と市街地では数字でみると一層被害の格差が見て取ることが出来る。このように簡単な分析で出した簡単な情報ではあるが行政への情報提供という点では十分な効果があった。また、この情報は新しいデータとして蓄積して他の情報を得るための材料とする。

表-3. 建物被害度情報(一部抜粋)

地名	全壊	半壊	一部使用可	使用可	総計	全壊・半壊
KARAHACMUSA	11	2	74	7	94	13
MERGIC KOYU	10	20	59	0	89	30
KULTURMAH	280	381	208	7	876	661
AZMIMILLIMAH	158	236	533	1	928	394

表-4. 建物階数別被害度(一部抜粋)

階数	1	2	3	4	5	6	総計	3階以上
KARAHACMUSA	43	25	8	3	7	0	86	18
MERGIC KOYU	48	32	5	0	0	0	85	5
KULTURMAH	176	273	82	126	168	2	827	378
AZMIMILLIMAH	184	329	174	83	60	0	830	317

(3) 建物構造別の倒壊率

階数別の分析と同様の方法で建物構造別の被害も

集計を行った。この結果、全壊の建物にしろレンガ造りの構造の割合が群を抜いていることがわかる。これは、レンガの値段が安く、また扱いやすいと言うことがあり、現在ドゥジェ市の住宅建材として普及しているからである。

行政職員も含め筆者らはこの主観的な情報と客観的な情報としての下の図-5のようなデータと両方の情報をあわせることで多面的な被害把握を行うことが出来た。

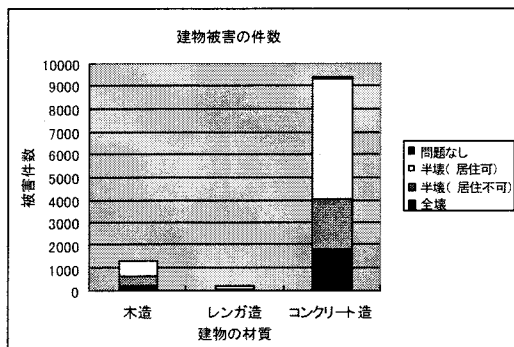


図-6. 建物の材質と倒壊度の割合

7. 経過について

現在ドゥジェ市では前述の住宅団地の建築が急ピッチで進められており、間もなく完成をむかえる。この住宅団地のデータも整備始められており、こちらの手元にそれらの地形情報が届き始めている。このデータはドゥジェ市市役所の職員の手で作成・加工された情報である。このことから行政職員による新しい情報の作成・蓄積は順調であることがわかる。今後、これらの情報から今回の地震のより詳しい被害分析を行い、都市計画の策定の補助を行う予定である。

8. おわりに

このように災害復興期において実際に使える情報は限られており、少ない情報から有用な分析手段を考える必要がある。そのことをふまえると導入初期段階では今回のような簡単な分析手法が有効であった。しかし、今後も引き続き被害分析調査を行っていくならばより高度な分析手法を利用していくべきである。

(参考文献)

1) 梶谷義雄、吉川耕司、角本繁、畑山満則: 時空間情報システムによるトルコドゥジェ地震の家屋被害分析、地域安全学会 2000