

# 道路網を用いた上水道管路の延長分布の推定

小林朋美・山崎文雄

## Estimation of Water Pipeline Length from Road Network Data

Tomomi KOBAYASHI and Fumio YAMAZAKI

**Abstract:** Damage estimation for scenario earthquakes is conducted by local governments for emergency response planning. However, local governments usually do not possess detailed data of utility pipelines and generally estimate their length data. A problem of this approach is that the accuracy of pipeline length estimation is not so high. This study tries to perform the estimation of pipeline data for earthquake damage assessment more accurately. The method to estimate the pipeline length is proposed from road network data by using GIS. Then the estimation method is evaluated by comparing the estimated data with the actual pipeline data.

**Keywords:** 地震被害想定 (earthquake damage estimation), 道路網 (road network), 水道管路(water supply network), 建物 (building)

### 1. はじめに

わが国では地震が起きた際の防災体制の整備や住民の啓発のために、各自治体において地震被害想定調査が行われている。その際に使用される被害予測手法も次々に更新され、近年行われた首都圏における水道管の被害想定では、磯山ら(1998)のものや東京都の式(1997)、さらに丸山・山崎(2009)による予測手法などが用いられている。しかし、自治体においてそれらの予測に必要な情報を含んだ埋設管路データは整備されておらず、推定によって独自に作成しているのが実情である。上水道管路を例に挙げると、近年行われた首都圏の地震被害想定では、上水道管データは行政区域ごとに集計される統計量をメッシュ毎の建物棟数、もしくは夜間人口データにより比例配分して作成されたものを用いていることがわかっている(小林・山崎・永田, 2011)。後述す

小林朋美 〒263-8522 千葉県千葉市稲毛区弥生町 1-33  
千葉大学大学院工学研究科建築・都市科学専攻  
Phone:043-290-3528 E-mail:t.kobayashi@chiba-u.jp

るが、そのように推定されたデータを用いて得られる被害想定結果も高い精度があるとは言い難い。既往の研究として、Nagata *et al.* (2008) は昼夜間人口や需要家件数を用いた配水管路データの推定精度を検討しているが、この他にはまだ十分な研究がなされておらず、被害想定の前堤となるデータの精度向上は、地震被害想定の前堤となるデータの精度向上につながると考えられる。こうした背景をふまえて本研究では、GISを用いてより精度の高い被害予測のための上水道管データの構築を試みる。

### 2. 現状の上水道延長推定法の問題点

神奈川県(2009)では平成18年度水道統計に記載されている配水管路延長をもとに、各市町村において単純に建物棟数を比例配分することによってメッシュ毎の管路延長を推定していた。その場合、低層木造住宅と、高層ビルのような大きな建物をどのように評価するかが問題となる。建物の数のみが延長に影響するため、低層住宅が密集する地域では実際よりも延長が長く、高層ビルが

立ち並ぶオフィス街では短く推定されてしまうと考えられる。このように推定されたデータに基づいて行われる地震被害想定は、その正確さに疑問が生じる。したがって、より正確な管路データの予測方法が求められている。

### 3. 配水管路分布の推定

以下では GIS を用いて道路網及び建物のデータから配水管路の分布を推定する手順を示す。

#### 3.1 配水管路データの推定

上水道延長を推定するにあたって、GIS を用いて道路を指標とし推定する方法を提案し検証する。これは水道やガスなどの埋設管は基本的に道路の下に埋まっているため、道路との間には高い相関があると推測したためである。

対象エリアは埋設管の詳細なデータが得られた新潟県柏崎市とし道路網による推定法を提案した。なお、本研究では上水道の中でも配水管路の推定を目的とする。使用する配水管データは柏崎市ガス水道局より提供されたものを使用し、その属性には材質、口径、継手種別等の情報が含まれている。またもとなる道路データには、インクリメント P 株式会社提供の道路デ

ータ（2009年）を、建物データは柏崎市役所税務課内の「中越沖地震関連デジタルデータ利活用協議会」より提供されたものを使用した。

#### 3.2 GIS を用いた配水管路の推定方法

柏崎市には建物が密集する市街地とそうでないエリアとが存在する。そのような市街地状況が異なるエリアでは同様に評価することは困難と考えられる。そこで、人口集中地区（DID）を指標として地区を限定することを導入する。DID という共通の尺度を基準として地域を限定することにより、市街地状況が異なる地域毎に比較ができると考えた。DID 区域のデータは国土交通省が公表する国土数値情報よりダウンロードした平成 20 年に作成されたものを使用する。市街地状況の異なる DID の内側と外側では各々の推定法を考慮すべきであると考えられる。

##### 3.2.1 DID 区域内での推定法

DID の内側は市街地といえ、建物も密集したエリアとなっている。そのため水道の需要も多くあり、全ての道路に配水管が埋設されているとした。ゆえに道路のラインデータがそのまま推定する配水管路のラインデータになるとする（図-1）。DID 内における推定延長および実延長の総

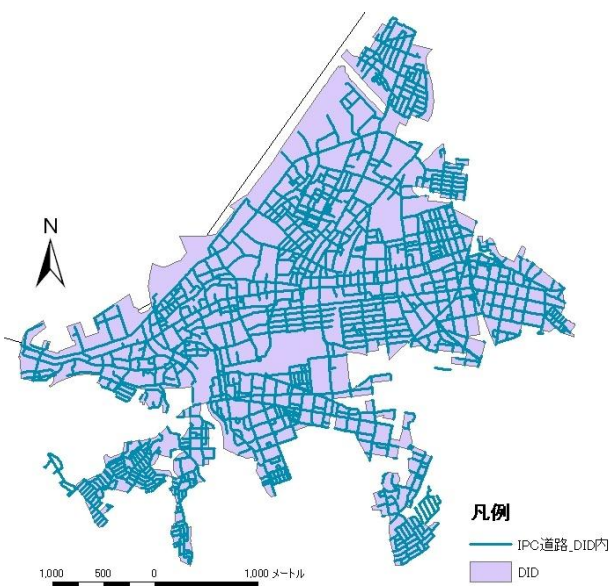


図-1 柏崎市 DID 内において推定した配水管網

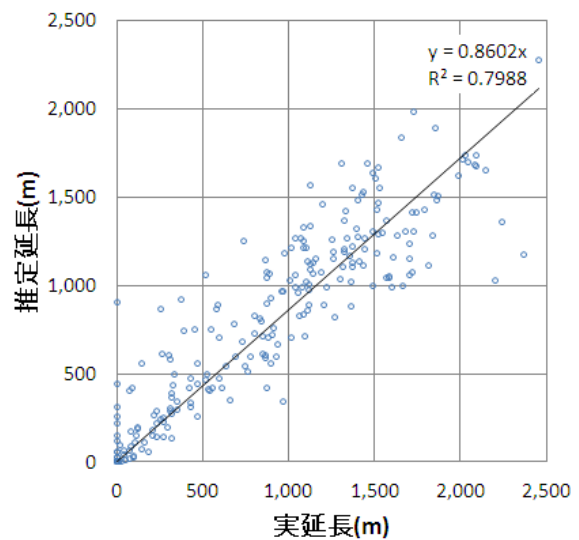


図-2 メッシュ毎の配水管推定延長と実延長の対応  
(柏崎市 DID 内)

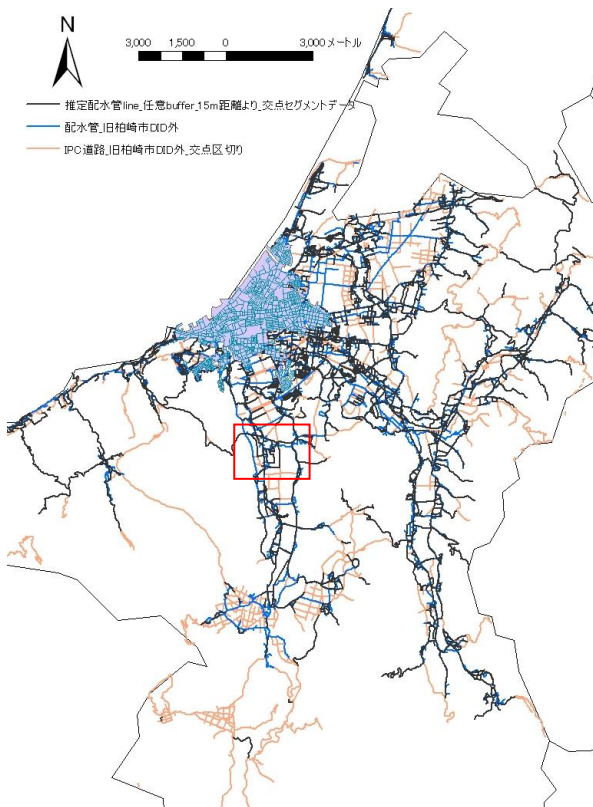


図-3 道路網から推定した配水管路分布

延長はそれぞれ 191,558m, 209,731m と近い値となった。また DID 内における 250m メッシュ毎の配水管の推定延長を算出し、図-2 に両者の対応を示す。さらに原点固定の回帰直線を求めたところその傾きは 1 よりも小さくなっている。つまり推定延長が実延長よりも小さくなっているメッシュが多数存在することを表している。GIS 上にて詳細を見たところ、これは 1 本の道路に対して配水管が 2 本埋設されていることや、私道などの道路データに含まれていない道路下に配水管が埋設されている箇所もあることが要因であると考えられる。しかし、両者の間には高い相関性が得られておりこの推定法の精度は高いといえる。

### 3.2.2 DID 区域の外側での推定法

DID の外側では水道の需要がある建物が点在しているため、どの道路に配水管が埋設されているかを考える必要がある。その指標として建物データを用いた。このデータは建物の中心がポイン

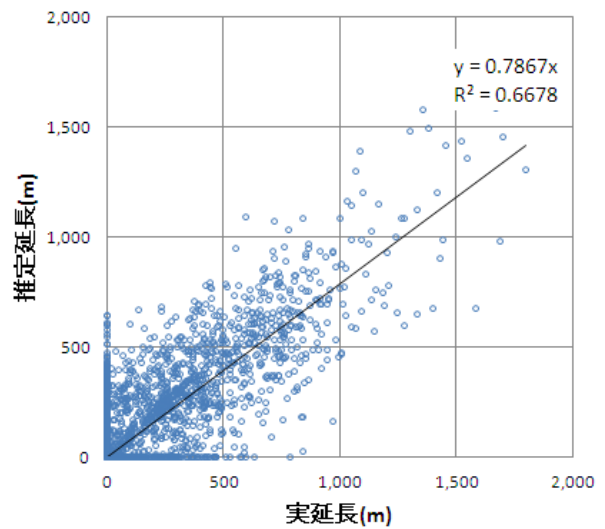


図-4 メッシュ毎の配水管推定延長と実延長の対応  
(柏崎市 DID 外)

ト化されたものである。また道路のラインデータにおいては交点から交点までを一つのセグメントとした。これは、交点同士の間道路では配水管が途切れることなく埋設されていると考えたためである。

まず、建物の各ポイントから最も近い道路ラインまでの距離を算出し、建物のポイントを中心にその距離を半径とした同心円を作成した。さらに作成された同心円と重なる道路のラインを抽出し、それが推定する配水管路であるとした。また抽出する際には同心円半径がある一定の大きさ以上のものを除外する。これは、道路下に埋設されている配水管を利用しているのは道路沿いに存在する建物が主であると考えたためである。除外する基準となる同心円半径を 15m とし、配水管路を推定したところ市内におけるその総延長は 513,632m となった。これは半径 10m での 439,955m や半径 20m での 549,431m に比べ、配水管実延長 494,648m に近い値となった。そのため、本研究では半径 15m を基準とし、それ以上の半径をもつ同心円を除外することとする。図-3 に建物と道路データから推定した配水管路分布を示した。また図-4 は、250m メッシュ毎の配水管の推

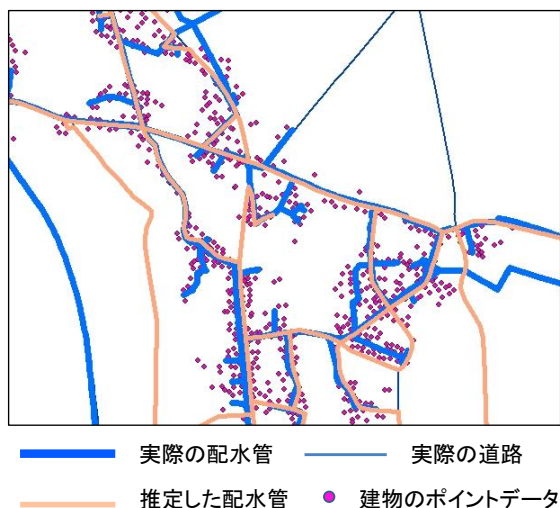


図-5 配水管，道路，建物 GIS データの一部拡大

定延長と実延長を算出し，両者の対応を示したものである。その結果，ある程度高い相関が見受けられるが，双方の延長が異なっている箇所も多く存在する。また原点固定の回帰直線を求めたところ，その傾きは1よりも小さくなっているため推定延長が実延長よりも小さくなっているメッシュが多数存在する。GIS 上にて詳細を見たところ，DID 区域内の場合と同様に私道などの今回使用した道路データに含まれていない道路に配水管が埋設されていることが要因として考えられる。図-5 は図-4 の四角で囲った部分を拡大したものであるが，ここからも確認することができる。一方で，実際には配水管が存在しないのにであると推定してしまった箇所もあった。このような状況は周辺の建物が少ないのに対し，交点間の距離が大きく一つのセグメントのラインが長くなっている道路で主にみられた。これは，道路沿いの建物が一棟でも存在すると，その建物ポイント中心の同心円に道路のラインが重なってしまい，交点間の長いセグメントがそのまま配水管であると推定されてしまったからである。ゆえに DID 区域外において，道路と建物データを用いて配水管路を推定する方法はその有効性を確認することはできるものの，建物と道路データの関係においてさらなる検討が必要であるといえる。

#### 4. まとめ

本研究では GIS を用いて，DID の内側と外側それぞれにおいて道路網をもとに配水管路分布を推定する方法を提案した。その結果，DID 区域内においては比較的高い精度での推定が可能であることがわかった。一方で，DID 区域外では道路だけでなく建物データも用いることによって配水管路分布を推定する方法を提案した。その推定法においてある程度の精度は認められるものの，まだ十分であるとは言い難い。よって今後は，埋設管の位置を建物と道路の関係性において詳細に検討を重ねるとともに，道路に2本埋設されている配水管や道路データの精度の問題も考慮することで，さらなる推定法の精度向上へとつなげていきたいと考えている。

#### 謝辞

本研究で使用した新潟県柏崎市における配水管路データは柏崎市ガス水道局より，提供して頂きました。記して感謝申し上げます。

#### 参考文献

- 磯山龍二，石田栄介，湯根清二，白水暢：水道管路の地震被害予測に関する研究，水道協会雑誌，第761号，pp.25-40，1998。
- 国土交通省，国土数値情報ダウンロードサービス：  
<http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/index.html>
- 小林朋美，山崎文雄，永田茂：地震被害想定のための都市基盤データに基づく上水道管路延長分布の推定，地域安全学会論文集，No.15，pp.163-168，2011。
- 日本水道協会：「水道統計（平成十八年度）」
- 丸山喜久，山崎文雄：近年の地震データを加味したマクロな配水管被害予測式の改良，土木学会 地震工学研究発表会論文集 第30巻，pp.565-574，2009。
- S. Nagata, K. Kageyama and K. Yamamoto, An Emergency Restoration Model for Water Supply Network Damage due to Earthquakes, *Journal of Disaster Research*, Vol. 3, No. 6, 2008.