

大阪市における建物地下階の時空間分析

杉本 賢二¹⁾

¹⁾ 大阪公立大学 大学院工学研究科 e-mail: sugimoto@omu.ac.jp

本研究では、建物 GIS データとテナントデータとを用いて建物の地下階を抽出し、位置情報と形状、属性情報による同一性判定により建物動態の推定を行うことにより、時系列での建物地下階 GIS データを作成した。それを用いた分析の結果、近年は地下階面積の大きな建物が増加しており、特に北区や中央区の御堂筋線沿いで多く分布していることが明らかになった。また、郊外部では地下階面積が少ない傾向があり、中心部に偏在している地域特性が示された。

Key words : 建物データ, 地下階, テナントデータ, 建物動態

1. はじめに

都市域の拡大は、地上空間の高層化や高密度化にとどまらず、都市インフラや経済活動の場として地下空間の利用を進展させている。例えば、大阪市には、大規模な地下街・地下道が 11 施設、地下駅が 192 駅あり、鉄道利用者や買い物客など、多数が利用する場となっている¹⁾。地下空間は、地上と比べて恒温恒湿性や遮蔽性、利便性において優れた特性があるが²⁾、低い場所にあるため水害による浸水に対して脆弱であるという課題がある。実際に、1999 年の福岡豪雨や 2000 年の東海豪雨、平成 25 年台風 18 号では、地上からの氾濫水が地下に流入した結果、長期間にわたり地下鉄が不通となるなど、経済活動や市民生活に大きな影響を及ぼした³⁾。加えて、今後の気候変動によって、短時間豪雨や巨大台風といった極端現象の発生回数が増え、その強度も増すとされている⁴⁾。そのため、水害に対して脆弱な地下空間の利用を把握することは、都市の防災・減災の観点から重要である。

しかし、地下空間を形成する施設について、その分布や規模が十分に把握されていないのが現状である。地下構造のうち、公共性の高い地下鉄路線や地下街については、統計などで情報が潤沢にある¹⁾。他方で、地下道に面した建物の地下に店舗を設けた「準地下街」や、建物の地下部分に相当する「地下階」は、民有地に設置されているため規模や位置が明らかでない⁵⁾。その理由として、地下は、地上とは異なり人工衛星や航空機による広域での観測が難しく、地下階の有無を建物の外観から判断することが難しいことが挙げられる。それゆえ、既往研究^{6,7)}では建物の地上部分について時系列データを作成し、建物ストック量やフロー量を経年で定量評価しているが、建物の地下部分を対象とした分析はこれまでに行われていない。

以上の背景から、本研究では大阪市を対象として、建物地下階の経年 GIS データを作成することを目的とする。これにより、都市における地下空間利用の規模や分布、それらの変化を把握することが可能となる。そのために、建物データとテナントデータとを用いて地下階を有する建物を抽出し、建物の位置情報と形状、属性情報をもとに前後する年で同一性判定を行い、残存や滅失といった建物動態を推定する。この手法を経年で適用することで、時系列の建物地下階 GIS データを構築する。また、構築したデータを用いて地下階面積の分布や変化、配置特性について時系列分析を行う。

2. 方法

(1) 建物データ

本研究では、建物 GIS データとして、ゼンリンによる電子住宅地図データベース「Zmap TOWN」(以下、Zmap)を用いた。Zmap は、日本全国の約 6,000 万棟を対象に整備された建物データであり、各建物の平面での形状を表

すポリゴンと、それに対応した属性情報として用途や階数、名称などが付与されている。本研究では、1997年、2003年、2009年、2013年、2016年、2020年、2022年の、7時期のZmapを用いた。

(2) 地下階の抽出方法

建物の地下部分に相当する地下階は、Zmapの建物データとテナントデータとを用いて抽出する。テナントデータは、マンションやビルについて、各階・部屋に入居する事業者などが記載されているプレートを、調査員により記録しリスト化したものである⁸⁾。テナントデータには、階や部屋単位で用途や名称、階数と階種別記号が格納されている。ここで、階種別記号は、地上階がF、地下階がB、中間階はM、屋上はRとなっている。また、テナントデータは建物データと同一年の調査結果に基づいて整備されたデータであり、両者は固有の建物IDによってリンクされている。

地下階の抽出方法は、以下の通りである。まず、テナントデータから階種別記号が「地下階(B)」に該当するデータのみを抽出する。次に、抽出したデータをもとに、建物IDごとに地下階数の最大値を集計する。続いて、地下階数の最大値を建物データの建物IDと対応させ統合し、建物データの属性情報に地下階数を付与する。最後に、建物形状を表すポリゴンから算出した平面上での建物面積に、地下階数を乗じることで地下階面積が算出される。

(3) 年代間の建物同一性判定

建物の残存や竣工、滅失といった経年による建物動態について、朝隈ら⁹⁾による経年での建物の位置情報と形状、属性情報の比較による同一性判定を行った。具体的には、以下の操作による。

- i) 前後する年の建物データを、位置情報に基づいて最近隣同士を空間結合する。
- ii) 結合した建物データのうち、前後する年で建物面積の差が10%内の建物は「残存」とする。
- iii) ii)に該当しない建物のうち、前後の時期で階数が同一で、かつどちらの建物名称にも同一の文字列を含む建物は「残存」とする。
- iv) 「残存」に該当しない建物は、「新築」あるいは「滅失」とする。

これらの判定により、各建物には前後の期間で変化のない「残存」か、変化のある「新築」あるいは「滅失」のいずれかの状態を表す属性が付与される。以上により、各時期のストックだけでなく、建物動態にもとづくフローについても算出することが可能になる。

3. 結果

(1) 大阪市における経年変化

表1に、地下階を有する建物数と地下階面積の推移を示す。1997年から2016年にかけて建物棟数は増加傾向にあるが、それ以降は減少し、2022年には2016年から約110棟減の2,810棟となった。なお、2022年のZmapでは、大阪市における総建物数は660,867棟であることから、建物総数に占める地下階を有する建物の割合は0.4%と算出された。また、建物面積は建物数と同様に近年は減少傾向にある。しかし、地下階面積は、建物数がピークとなった2013年以降もほぼ横ばいか微増である。このように、棟数が減少している一方で地下階面積が増加していることから、近年は大きな地下階面積を有する建物が増加しているといえる。

表2に、区別に集計した地下階面積の推移を示す。2022年において地下階面積が大きい区は、北区、中央区、阿倍野区、西区の順であり、このうち北区と中央区で大阪市の地下階面積の7割弱を占めている。他方で、此花区や東住

表1 地下階を有する建物の棟数と面積の推移

年	建物数 [棟]	建物面積 [m ²]	地下階面積 [m ²]
1997年	2,656	1,553,545	2,277,343
2003年	2,795	1,585,346	2,305,625
2009年	2,865	1,663,927	2,476,448
2013年	2,881	1,745,364	2,660,126
2016年	2,925	1,729,165	2,635,839
2020年	2,829	1,713,983	2,664,875
2022年	2,810	1,706,960	2,653,169

吉区、大正区といった沿岸部で面積が小さい傾向がある。次に、年別にみると、1997年には北区と中央区の地下階面積は同程度であったが、それ以降は中央区が横ばいであるのに対し、北区は2013年以降に急増し、2022年には1997年に比べて20%弱の増加となっている。また、阿倍野区では2009年から2016年にかけて面積が急増しているが、これは「あべのキューズモール」(地下階面積 68,528m²)や「あべのハルカス」(地下階面積 17,116m²)といった、地下階面積が非常に大きな建物の竣工されたことに起因している。このように、近年では面積の大きな商業施設が増えているため、地下階面積の増加につながっている。現在、大阪駅周辺では大規模な開発や建替えが行われているため、北区や中央区では今後も地下階面積は増加していくと予測される。

(2) 空間分布の経年変化

建物データの形状は複雑であるため、都市スケールで見ると解像度の制約から個々の建物を識別することや、地域の変化や傾向を把握することは難しい。そのため、本研究では分布の可視化や地域特性の把握を目的として、地下階面積をメッシュ単位で集計した。図1に、4分の1地域メッシュ(250m)単位で集計した地下階の空間分布を示す。表2で示したように、地下階面積は北区と中央区で多く分布しているが、これらの区の中でも、特に大阪駅から難波駅にかけての御堂筋線沿いにおいて面積の大きなメッシュが顕著である。それ以外の地域では、天王寺駅や京橋駅といった商業地区だけでなく、大規模な展示会場のある南港周辺で面積の大きなメッシュが散見される。一

表2 大阪24区の地下階面積の推移 (m²)

区名	1997年	2003年	2009年	2013年	2016年	2020年	2022年
都島区	24,911	30,027	30,038	31,216	31,635	32,473	32,227
福島区	17,532	15,517	23,784	24,096	24,096	22,105	22,105
此花区	1,747	25,48	2,002	1,002	1,002	1,191	1,191
西区	129,686	132,728	135,575	144,629	144,154	142,844	144,763
港区	42,096	40,480	53,253	49,648	48,718	48,982	48,983
大正区	10,597	9,302	9,198	9,691	9,691	9,691	9,959
天王寺区	61,011	63,042	83,045	86,486	87,817	86,622	86,788
浪速区	39,898	39,428	75,284	82,001	80,291	75,791	83,592
西淀川区	4,129	6,168	10,881	9,608	9,369	11,127	8,416
東淀川区	24,006	23,202	22,686	23,440	22,747	22,757	15,502
東成区	6,618	6,669	7,331	8,068	8,261	7,752	7,627
生野区	1,555	1,851	4,623	4,467	3,599	4,194	3,701
旭区	2,824	4,318	7,283	7,016	7,016	5,998	5,998
城東区	10,110	11,223	8,585	9,904	9,948	9,930	9,930
阿倍野区	40,461	59,885	84,164	142,486	183,564	184,058	183,775
住吉区	10,210	11,156	13,119	15,629	15,712	14,498	13,836
東住吉区	4,969	4,561	5,281	5,484	5,481	5,305	5,305
西成区	4,647	12,549	7,405	5,350	5,399	5,423	5,907
淀川区	75,504	62,758	62,621	70,618	70,618	72,705	70,816
鶴見区	8,178	9,975	13,249	14,751	14,751	14,751	14,751
住之江区	99,661	94,265	71,932	65,023	65,023	66,268	64,910
平野区	6,901	9,030	9,283	9,309	9,438	9,438	9,424
北区	833,431	834,546	859,843	956,827	945,454	991,487	982,410
中央区	816,662	820,398	875,987	849,110	832,054	819,484	821,252

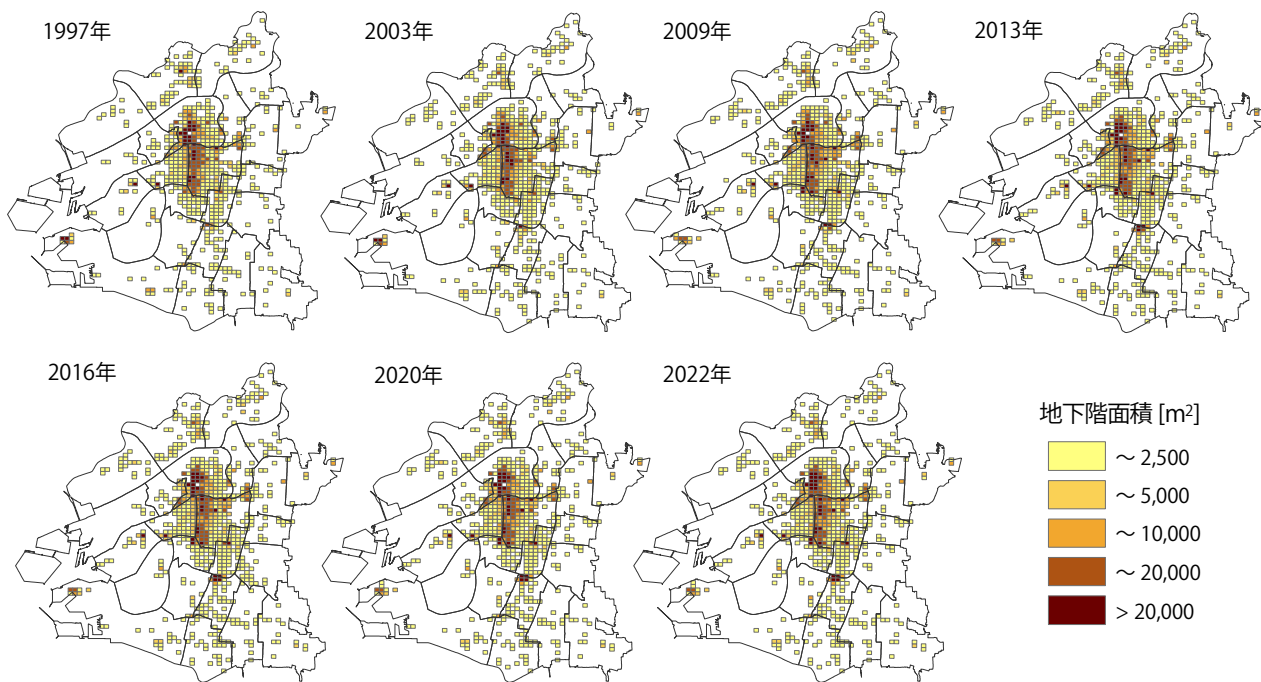


図1 地下階面積の空間分布 (1997~2022年)

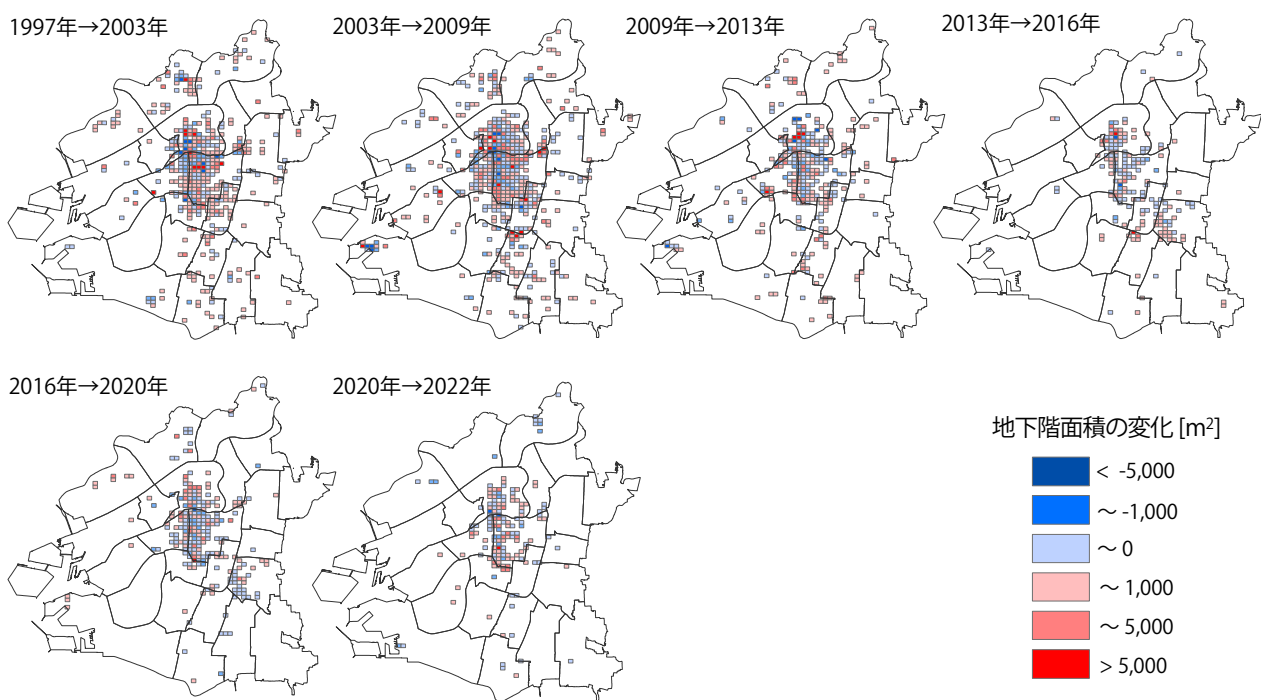


図2 地下階面積の変化 (1997~2022年)

方で、中心部から離れる地域ほど面積は小さくなるという、地下階面積の偏在さが明らかになった。

図2に、各年における地下階面積の変化を示す。特に、1997年から2003年までの増減に見られるように、2013年までは変化のあるメッシュが多く見られる。しかし、2016年以降は変化のあるメッシュは、主に北区や中央区など地下階面積が大きな地域に存在しており、郊外ではほとんど変化がみられない。

(3) 課題

本研究で構築した地下階データには、大きく分けて2つの課題がある。まず、テナントデータの網羅性に関する

制約が挙げられる。テナントデータは、原則としてビルやマンションなどの現地調査によるものであり、立ち入りが制限や入居者が明記されていない部屋が存在すると入居者データが作成されない可能性がある。とりわけ、テナントデータの作成対象となっていない個人宅に地下階がある場合は、外見から判断することは非常に困難である。2つ目は、同一性判定の基準に関する課題である。本研究で適用した既往研究⁷⁾では、東京23区を対象として判定手法を開発したが、大阪市においても精度良く適用可能かどうかは検証されていない。さらに、本研究で対象とした1990年代後半には金融機関を中心に企業の統廃合が盛んに行われており、同一性の判定を建物名称での判定には誤判定を含む可能性があり、判定基準は検討の余地がある。

4. おわりに

本研究では、大阪市を対象とした建物地下階の経年 GIS データを作成することを目的に、建物データとテナントデータとを用いて地下階を有する建物を抽出するとともに、位置情報と形状、属性情報に基づく同一性判定による建物動態の推定を行うことで、時系列の建物地下階 GIS データを構築した。構築した GIS データを用いた分析により、大阪市では地下階を有する建物が減少しているが、地下階面積は増加していることから、大きな地下階面積を持つ建物が増えていることが明らかになった。また、北区と中央区で地下階面積が多く、特に北区では増加が顕著であった。今後の課題として、他都市における本研究での抽出方法の適用と検証、地下階データと浸水想定区域との重ね合わせにより、被害が予想される地下階の特定や避難方法に関する検討などが挙げられる。

謝辞

本研究は、東京大学空間情報科学研究センター共同研究(No.1024)の成果の一部である。ここに記して謝意を表す。

参考文献

- 1) 大阪市 (2018) : 大阪市地下空間浸水対策ガイドライン, 大阪市地下空間浸水対策協議会, p.2.
- 2) 松尾稔・林良嗣 (1998) : 都市の地下空間 -開発・利用の技術と制度-, 鹿島出版会, p.1.
- 3) 国土交通省 : 地下空間の浸水事例, <https://www.mlit.go.jp/river/bousai/main/saigai/jouhou/jieisuibou/bousai-gensai-suibou01-kako.html> (accessed, 2023/08/30).
- 4) IPCC (2023) : Climate Change 2023: AR6 Synthesis Report, Intergovernmental Panel on Climate Change, p.87.
- 5) 廣井悠・地下街減災研究会 (2018) : 知られざる地下街, 河出書房, p.15.
- 6) 青柳淳之介, 杉本賢二, 奥岡桂次郎, 谷川寛樹 (2015) : 名古屋市中心部における 4d-GIS を用いた都市の経年変化による MSFA に関する研究. 土木学会論文集 G (環境), Vol.71, No.6, pp.II_467-II_474.
- 7) 朝隈友哉・奥岡桂次郎・谷川寛樹 (2018) : 建築物の年代間での同一性判定を用いた東京都市圏における更新量の推計, 環境情報科学学術研究論文集, 第 32 巻, pp.13-18.
- 8) 内田宗治 (2014) : ゼンリン住宅地図と最新ネット地図の秘密, 実業之日本社, p.30.