

4d-GISによる都心街区群における 建築物ストック量の時系列分析 —名古屋市中区錦二丁目を対象として—

杉本 賢二¹・谷川 寛樹²・森田 紘圭²・加藤 博和²

¹正会員 名古屋大学大学院環境学研究科 (〒464-8601 名古屋市千種区不老町)

E-mail:k.sugimoto@urban.env.nagoya-u.ac.jp

²正会員 名古屋大学大学院環境学研究科 (〒464-8601 名古屋市千種区不老町)

日本の国土には総物質投入量のうち38%が建築物やインフラなどの形で蓄積されており, 耐用年数を迎えることにより, ストックされてきたコンクリートや鉄といった建設資材が廃棄物として排出される. したがって, 都市における物質ストックの空間分布や廃棄物となるタイミングを推計することにより, 今後の循環型社会の構築に向けた廃棄物の再資源化や適正な管理が可能となる. 本研究では, 名古屋市都心部の街区群における建築物を対象に1961年から現在までの4d-GISデータベースを構築することにより, 建築物の耐用年数と, ストック量の時系列で推計を行った. その結果, 建築物の集約化・高層化に伴い鉄筋コンクリート造へ転換が進んだことにより, ストック量は1961年の33万トンから2010年の123万トンへと約4倍に増加したことが明らかとなった. また, 建築物の耐用年数は約20年と推定され, 今後20年間にかけて現在の建築物ストック量の半分の廃棄物として排出されると予測された.

Key Words : 4d-GIS, building material, material stock, material flow

1. はじめに

環境白書¹⁾によれば, 2008年における日本の物質フローは, 17.4億トンの物質投入量のうち, その38%にあたる6.6億トンが蓄積純増である. これらは, 建築物や道路, 橋梁といったインフラ, および耐久消費財の形で国土に蓄積されている. 物質投入量に占める蓄積純増の割合は, 2002年まではほぼ50%を超えており, その後は減少傾向にあるものの, 物質ストックが建築物やインフラという形で大量に蓄積されており, 耐用年数を迎えることにより取り壊しとなる際, コンクリートや鉄, 木材といった建設時に投入された資材が廃棄物として排出される.

今後の循環型社会の構築に向けて, 廃棄物の再資源化によりこうした建設副産物を減らすことはもちろん必要である. 同時に, どういったタイミングで, どれだけの量が排出されるかを考慮した適正な廃棄物管理も不可欠である. また, 都市計画の観点からも, 街区群スケールでのまとまった更新を検討する際, 個別の建築物の更新可能性を考慮することで当該街区群の更新のしやすさを数値化することが可能となる. そのためには, 都市の移

り変わりを時間的・空間的に把握し, 都市に蓄積されている物質ストックの更新頻度とその量, それに伴う投入・廃棄に関わる物質フロー量を推計することが重要となる.

ところで, 4d-GIS (4 dimension Geographical Information System) は, 高さ情報をもつ空間データ (3d-GIS) を時系列で整備したものである. これまでに, 和歌山市²⁾や英国マンチェスター市³⁾, 京都市³⁾などにおいて, 4d-GISデータベースの構築が行われてきた. 4d-GISを利用することにより, 建物や道路などを空間的・時間的に表現することができ, 過去から現在までの歴史的なマテリアルストック・フロー分析や, 用途地域別に建築物の耐用年数の推定などが可能となる²⁾. したがって, 4d-GISデータベースを構築することで, 地域内における建築物ストックの空間分布を把握でき, 廃棄物として排出されるタイミングを知ることが可能となる.

本研究では, 名古屋市都心部の中区錦二丁目を対象地区として, 過去からの建築物のストック量の推移について時系列で分析することを目的として, 住宅地図や航空写真などから時系列の建築物空間データを有する4d-GIS

データベースの構築を行った。

2. 4d-GISの構築

(1) 対象地区の概要

名古屋市中区錦二丁目は、第二次世界大戦後に、東京の横山町や大阪の井池筋と並ぶ三大繊維問屋街の一つとして発展した。しかし、長引く不況や繊維産業自体の衰退によって問屋の廃業が進んでいる。一方、都心部であり、地下鉄駅に近いことから、近年はオフィスビルやマンション、あるいは駐車場への転換が多くなっている。

こうした錦二丁目の社会経済的地盤沈下に対し、地元地権者や繊維業者、大学関係者を中心としてまちづくり協議会が設立され、将来のまちづくり構想が採択されている。この構想では、建築物の築年数分布を元にして、古い建物を中心に個別建て替え、あるいは共同建て替えを行うことが想定されている⁴⁾。

したがって、同地区において建築物の4d-GSIデータベースを作成することにより、建築物の築年数を把握するだけではなく、推定される耐用年数から建て替え時期を予測することは、まちづくり計画を検討する際に非常に有用である。更に、計画を実行した場合の建て替えの際に発生する廃棄物量を予測することが可能となる。

(2) 4d-GISデータベースの構築

錦二丁目における建築物の4d-GISデータベースを、住宅地図⁵⁾、航空写真⁷⁾、および住宅地図の空間データ⁸⁾を統合することにより構築した。

まず、現在(2010年)の建築物の空間データとして、ゼンリンによる住宅地図の空間データである、Zmap TOWN II 2008/2009年度版⁹⁾と、紙媒体の住宅地図⁶⁾を用いて作成した。次に、現在の建築物データをもとにして、1961年まで、概ね5年毎の建築物データを作成した。その際に、1年代前のデータと、住宅地図⁵⁾および航空写真⁷⁾とを参照して、建物形状や記載されている名称に大きな変更があった場合には建て替えが行われたと判断している。

しかし、後述するように、建築物ストック量の推計には、建物の構造種別に関する情報が必要となるが、Zmap TOWN II にはそうした建物情報が含まれていない。建築物の構造種別を判断するには、各々の建物について、外観や資料などから判断する方法が確実ではあるが、本研究のように過去の建築物が対象となる場合にはそうした方法を用いることができない。

したがって、構造種別の設定について、以下に示すよ

表-1 構造種別ごとの建築物棟数の推移

年	W	S	RC	合計
1961	16	400	69	485
1965	21	327	103	451
1970	20	250	144	414
1975	16	210	170	396
1981	15	185	216	416
1985	12	182	224	418
1990	16	144	232	392
1995	15	123	232	370
2000	15	111	228	354
2005	18	111	240	369
2010	14	106	221	341

うに住宅地図による名称と、階数によって振り分けを行った。すなわち、

1. 住宅地図に建築物の名称として、寺院名、あるいは個人名が記載されているなど、戸建住宅であることが明らかな場合→「木造」
2. それ以外の建築物で、階数が4階未満の建築物→「鉄骨造」
3. それ以外の建築物→「鉄筋コンクリート造」

の順に判別を行った。

表-1に建築物の構造種別ごとの棟数の推移を示す。また、図-1に4d-GISデータベースに含まれる建築物データを例として、いくつかの年代について階数による3dポリゴンとして示している。1961年から1975年までは鉄骨造が半数を占めていたが、その後は鉄筋コンクリート造の建築物が増えており、2010年には65%を占めるまでになっている。また、建築物の総数は減少傾向にあることから、いくつかの建物がビルなどの高層化された建築物に集約されていると考えられる。一方で、木造の建築物は大きな変動がなく10-20棟ほどで推移している。これは、錦二丁目には戸建住宅はほとんど見られず、古くからある寺院などが今も現存しているためである。

(3) 耐用年数の推定

建築物の4d-GISデータベースを構築したことにより、各建築物の竣工年、取り壊し年がわかることで、建物の耐用年数を推定することが可能になる。図-2に各年代に竣工された建築物が、時間経過とともにどの程度の割合が残っているかを表す残存率について示している。竣工年代が古いほど残存率が低くなる傾向が見られるが、この理由として、資材投入量が少ないために建築物の耐久性が低くなっており、そのために耐用年数が短くなっていると考えられる。

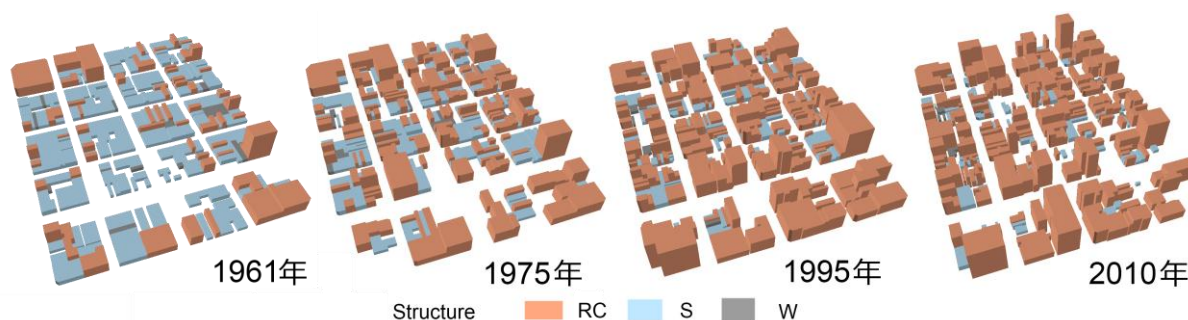


図-1 建築物 4d-GIS データベースにおける空間データの例

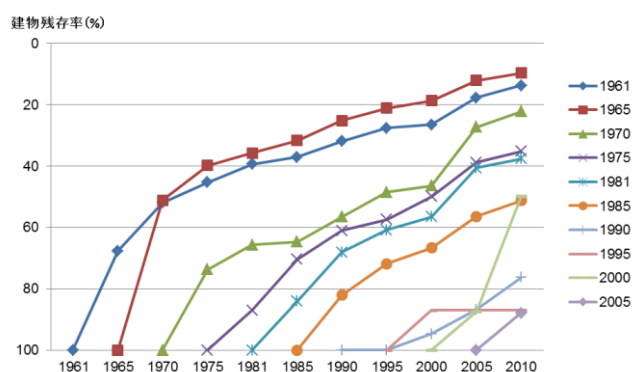


図-2 竣工年代別の建物残存率

また、残存率が50%を下回った築年数を、建築物の耐用年数であると仮定すると、錦二丁目では15～25年と推定される。なお、既存研究では、和歌山市の商業地区における耐用年数は20年と推定されており²⁾、本研究での推定結果とほぼ同じ年数である。

3. 建築物ストック量の推計

(1) ストック量の推定方法

本研究では、前節で構築した4d-GISデータベースを用いて建築物ストック量を推計する方法として、原単位法を用いた。原単位法とは、各建築物の延床面積に、延床面積あたりに投入された建設資材投入量（以下、資源投入原単位）を乗じることにより、建築物ストック量を推計する手法である⁹⁾。

t 年における建築物ストック量 MS_t は、

$$MS_t = \sum (H_i \times I_{ij}) \quad (1)$$

として推計される。ここで、 H ：建築物の延床面積 (m^2)、 I ：資源投入原単位 (kg/m^2) であり、添字の i は建築物、 j は構造種類をそれぞれ表している。また、延

床面積は、建築物のポリゴン面積に階数を乗じた値を用いた。

建設時の資材投入量は耐震基準法などの法律や要綱などにより、基準量が定められている。そのため、過去の建築物ストック量の推計において、その竣工年代に合わせた資材投入原単位を用いることにより、より実勢に近い推計値を得ることができる。本研究では、表-2に示すように、東岸ら¹⁰⁾による、時系列で整備された原単位を用いた。なお、原単位はコンクリートや木材、ガラスといった投入資材の種類ごとの値であるが、本研究では建築物ストック量を推計するために、合計値を用いている。

(2) 推定結果

図-3に建築物の構造種別ごとのストック量の推移を示す。対象期間において、建築物ストック量は一貫して増加傾向にあり、1961年には33万トンであったが、2010年にはその約4倍である123万トンまで増加していることが明らかになった。こうした建築物ストック量の増加の背景には、表-1で示したように、建物構造が鉄骨造から鉄筋コンクリート造へ転換が進み、高層化による延床面積が大きくなったことで、より多くの資材が投入された結果であると考えられる。

また、図-4に各年代において竣工された建築物によって増加したストック量を示す。2000年以前は15年ごとに追加ストック量が大きくなる年がみられるが、最近の2005と2010年にはこれまでの傾向とは異なり、それぞれ25万トン、15万トンの建築物ストック量が地区内に蓄積されている。図-2において推定した建築物の残存率が将来も続く仮定すると、耐用年数を迎える2015～2030年までの間に、現在の建築ストック量の半分ほどが取り壊しとなることで、大量の廃棄物が発生することが予測される。

表-2 建築物に関する資材投入原単位 (文献10より)

		単位: kg/m ²				
構造種類		建設年代				
		1959	1971	1974	1981	2000
W造	建物	175.5	175.9	175.9	183.2	183.4
	基礎	193.9	267.4	267.4	267.4	304.1
S造 (2階)	建物	259.7	259.7	259.7	259.7	259.7
	基礎	492.2	558.6	558.6	558.6	643.4
S造 (3階)	建物	292.3	292.3	314.2	314.2	314.2
	基礎	558.6	558.6	558.6	558.6	643.4
RC造	建物	1119.2	1122.4	1122.4	1122.4	1122.4
	基礎	721.3	721.3	721.3	721.3	721.3

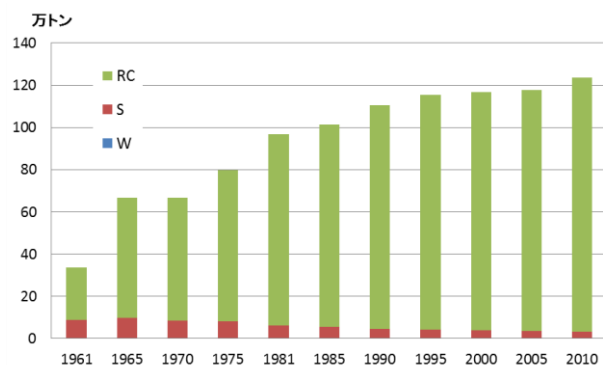


図-3 建築物ストック量の推移

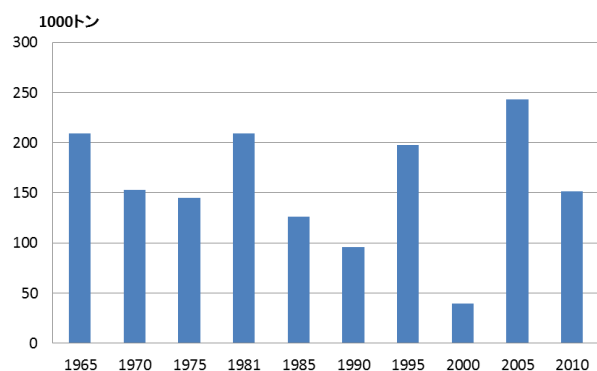


図-4 各年代の追加建築物ストック量

4. まとめと今後の課題

本研究では、名古屋市中区錦二丁目を対象として、過去から現在までの建築物ストック量の推移を推計することを目的として、建築物の4d-GISデータベースの構築を行った。データベースにより明らかとなったこととして、まず、1975年以降は複数の建物の集約化による高層化に

よって鉄筋コンクリート造の建築物が増え、それに伴い蓄積されたストック量が増加傾向にあることが挙げられる。具体的には、1961年には33万トンであった建築物ストック量が2010年には約4倍の123万トンまで増加している。次に、竣工年代からの建物残存率から推定された耐用年数は15～25年であり、この傾向が将来も続くとは仮定すると、2020～30年ごろに、近年急激に増加した建築物ストックが廃棄物となって排出されることが予測される。今後の課題としては、錦二丁目まちづくり構想の方針が実施されることにより、都市デザインごとの建築物ストック量の将来推移がどのように変化するかについて分析を行うことが挙げられる。

謝辞: 本研究は、環境省・環境総合推進費 (E-1105) の支援により実施された。ここに記して謝意を表する。

参考文献

- 1) 環境省：平成 23 年版環境白書・循環型社会白書・生物多様性白書，2011。
- 2) Tanikawa, H. and S. Hashimoto : Urban stock over time : spatial material stock analysis using 4d-GIS, *Building Research and Information*, Vol. 37, pp.483-502, 2009.
- 3) 矢野桂司, 中谷友樹, 河角龍典, 田中覚 (編) : 京都の歴史 GIS, ナカニシヤ出版, 2011。
- 4) 鈴木雄三, 宮田将門, 村山顕人 : 地区まちづくりにおける環境技術の導入可能性に関する研究, 土木計画学研究講演集, Vol.45, 2012。
- 5) 住宅地図協会 (編) : 全商工住宅案内図帳, 名古屋市中区 1961, 1965, 1970, 1975 年版。
- 6) ゼンリン : ゼンリン住宅地図, 名古屋市中区 1981, 1985, 1990, 1995, 2000, 2005, 2010 年版。
- 7) 国土地理院 : 国土変遷アーカイブ 空中写真閲覧 (<http://archive.gsi.jp/airphoto/>) , 2012。
- 8) ゼンリン : Zmap TOWN II 2008/2009 年度, 2011。
- 9) 谷川寛樹, 大西暁生, 高平洋祐, 橋本征二, 東修, 白川博章, 井村秀文 : “ストック型” かつ “低炭素型” 社会へ向けた都市構造物の 物質・エネルギー消費の 4D マッピング: 名古屋市の建築物を対象としたケーススタディ, 日本 LCA 学会誌, Vol.6, pp.92-101, 2010。
- 10) 東岸芳浩, 稲津亮, 内藤瑞枝, 谷川寛樹, 橋本征二 : 都市構造物における経年的資材投入原単位の推計に関する研究, 第 19 回廃棄物学会研究発表会講演論文集, pp.147-149, 2008。

(2012.8.3 受付)

TIME-SERIES ANALYSIS OF BUILDING MATERIAL STOCK - CASE STUDY OF NISHIKI 2-CHOME, NAKA-KU, NAGOYA-

Kenji SUGIMOTO, Hiroki TANIKAWA, Hiroyoshi MORITA and Hirokazu KATO