

第Ⅶ部門

4d-GIS による構造物を対象とした北九州市の動態分析

名古屋大学工学部 学生会員 ○正木晃平

名古屋大学大学院環境学研究科 学生会員 佐藤大起, 正会員 奥岡桂次郎, 谷川寛樹

1. はじめに

我が国では、戦後の高度経済成長期において資源の大量投入、廃棄(物質フロー)をすることで発展すると同時に建築物や社会基盤として資源を蓄積(物質ストック)してきた。循環型社会の形成には、計画的且つ効率的な物質フローの管理が必要である。環境省(2016)¹⁾によると、2013年の我が国の物質フローの総物質投入量約16.7億トンのうち、およそ3分の1の5.2億トンが建築物やインフラ構造物に関する物質フローであり、循環型社会を形成する上で構造物に着目した建設系マテリアルストック・フロー(以下ストック・フロー)分析は有効である。さらに、単年ではなく時系列で分析することで、過去の傾向を把握し、将来予測を含めた都市動態分析が可能となる。

ストック・フローに関する既往研究は様々行われており、対象地域や推計方法は用いる手法に依存する。長岡ら(2009)²⁾やHashimoto et al. (2007)³⁾は統計情報を用いて推計を行った。統計情報による推計は日本全国といった広域エリアを対象としており、対象範囲のストック総量と全体の傾向の把握が可能な点に優位性がある。しかし、実際には対象範囲内で社会的条件や地理的条件による人口の偏りや、発展進度に差が生じるため、詳細地域におけるストック・フローの把握は困難である。そこで、Tanikawa et al. (2009)⁴⁾は、和歌山市中心部とマンチェスター市中心部を対象に3DのGIS(地理情報)データを時系列に重ねた4d-GIS(4dimension Geographic Information System)を構築し、ストックの経年変化と併せて建築物の廃棄量・耐用年数を推計した。GISを用いることで詳細地域の各構造物に着目し、地域ごとの特徴を捉えることが可能となる。しかし、4d-GISを用いた既往研究は限られており、より多くの地域を対象とした4d-GISの構築が必要である。

本研究では、建設系ストックの時間的変化の可視化と都市動態分析を目的とし、詳細な4d-GISを構築する

ことで基礎部(建築物を支え地盤に定着させる部分)と建物部(基礎部以外の部分)のストック・フローを推計した。対象市域は、日本で先駆けて人口減少が進行する北九州市⁵⁾であり、用いたデータは、1986年、1995年、2000年、2005年、2010年、2014年の6年代のGISデータ⁶⁾を包括する。

2. 研究方法

2.1 マテリアルストック推計方法

本研究では、建築物の延床面積(建築物面積に階数を乗じた面積)に構造種別資材投入原単位を乗ずる原単位法により、各建築物のストックを推計した。構造種別資材投入原単位は、建築物の構造種別(木造、鉄骨造、RC造)に単位面積あたりの資材投入量を示し、資材として、コンクリートや木材、鉄、砂利・石材、モルタル、ガラス、陶磁器、アルミニウムなどが挙げられる。原単位は建築物の建物部と基礎部で異なり、耐震基準の改正で資材投入量は増加傾向にあるため、年代や階数でも異なる。本研究では、Tanikawa et al.(2009)⁴⁾によって時系列に整備された原単位を使用した。

2.2 マテリアルフロー推計方法

4d-GISにより都市の経年変化を観測し、フローを推計した。GIS上で、ある2つの年代を見比べ、古い年代のみに存在する建築物を滅失建築物、新しい年代のみに存在する建築物を着工建築物とし、それぞれを抽出し、ストック推計と同様、原単位法で推計した。さらに、下記式2.1によりストックの増加量を示す蓄積純増を求めた。

$$TI_s = I_s - D_s \quad (2.1)$$

s : 構造, TI : 蓄積純増, I : 投入量, D : 排出量

3. 研究結果と考察

3.1 マテリアルストック推計結果

八幡東区における資材別、構造別のストック推計を

図-1 に、1986 年と 2014 年のストック推計値を表-1 に示す。図-1 における縦軸はストック量を示し、正の値は建築物建物部のストック量に対応し、負の値は基礎部のストック量に対応する。建物部・基礎部ともに、コンクリートが建築物の投入資材の大部分を占めることが判明した。鉄骨造について、ストックが建物部で 54 万トン、基礎部では 101 万トン減少し、合計ストックは 155 万トン減少した。RC 造は建物部で 213 万トン、基礎部で 133 万トン増加し、合計ストックは 346 万トン増加した。これは、八幡製鉄所を筆頭に製鉄業で栄えた地域である八幡東区において、同製鉄所の遊休地開発で工場等の鉄骨造の建築物が減少し、大学などの RC 造が増加したことが影響している。また、RC 造が増加し、コンクリートの投入量が増加する中で、コンクリートの効率的且つ計画的な利用が循環型社会形成に重要であることが示された。

3.2 マテリアルフロー推計結果

八幡東区における構造別の各年代のフローと蓄積純増の推計値を表-2 に示す。蓄積純増は合計ストックの増加量であり、各年代における合計ストックの増減傾向が簡単に判断できる。結果から、木造の変化は小さく、鉄骨造は減少傾向にあり、RC 造は増加傾向にある。また、1986-1995 年における木造と 2000-2005 年における RC 造の蓄積純増はほぼ等しいに関わらず、排出量は木造が

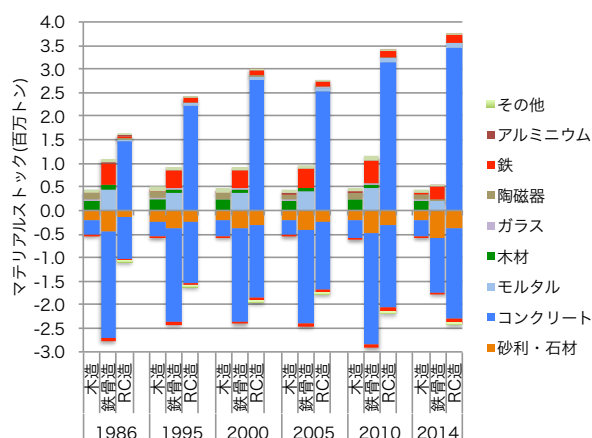


図-1 マテリアルストック推計結果

表-1 1986 年、2014 年ストック推計結果(百万トン)

	建物部		基礎部		建築物	
	1986	2014	1986	2014	1986	2014
木造	0.45	0.44	0.51	0.56	0.96	1.00
鉄骨造	1.10	0.56	2.77	1.76	3.87	2.31
RC造	1.60	3.73	1.06	2.39	2.66	6.12
合計	3.15	4.73	4.35	4.71	7.49	9.44

表-2 マテリアルフロー推計結果(百万トン)

	排出量			投入量			蓄積純増		
	木造	鉄骨造	RC造	木造	鉄骨造	RC造	木造	鉄骨造	RC造
1986-1995	0.014	0.411	0.038	0.035	0.303	0.438	0.020	-0.108	0.400
1995-2000	0.074	0.454	0.496	0.061	0.385	1.150	-0.013	-0.069	0.654
2000-2005	0.046	0.343	0.284	0.022	0.190	0.304	-0.024	-0.153	0.021
2005-2010	0.045	0.099	0.143	0.040	0.328	0.627	-0.005	0.229	0.483
2010-2014	0.020	0.197	0.064	0.020	0.076	0.200	0.000	-0.121	0.136

1.4 万トンに対し RC 造は 28.4 万トンとおよそ 20 倍である。同様に RC 造への投入量は木造のおよそ 9 倍である。このように、蓄積純増は同程度であっても、排出量と投入量は構造によって大きな差が伺える。

4. おわりに

本研究では、北九州市における時間的変化の可視化と動態分析を目的とし、構造物のストック・フロー推計をした。1986 年から 2014 年の八幡東区において、鉄骨造の建築物が 387 万トンから 231 万トンへ減少傾向にあり、RC 造が 266 万トンから 612 万トンへ増加傾向にあった。年代によってフローの増減量も異なった。

本研究では、年代や対象地域が限られており、より正確な現在における都市動態を把握するために、対象区とより新しい年代の追加を拡充し、詳細なストック・フローの推計が必要である。また、ストック・フローの推計には原単位が大きく影響するため、より精緻な原単位を吟味する必要がある。本研究では、建築物の構造を木造、鉄骨造、RC 造の 3 種類に分類し推計を行ったが、今後は、煉瓦造やコンクリートブロック造など他の構造も考慮する必要がある。

謝辞：本研究は、日本学術振興会科学研究費補助金(基盤研究(B)26281056, (B)15H02863, (B)15H02862)の一環として実施したものである。ここに記して謝意を表する。

参考文献

- 1) 環境省：平成 28 年度版環境・循環型社会・生物多様白書，p169，2016。
- 2) 長岡耕平，稲津亮，東岸芳浩，谷川寛樹，橋本征二：全国の都道府県における地下と地上のマテリアルストックに関する研究，土木学会環境システム研究論文集，Vol. 37，pp. 303-308，2009。
- 3) Hashimoto, S. Tanikawa, H. Moriguchi, Y. : Where will large amounts of materials accumulated within the economy go?-A material flow analysis of construction minerals for Japan, Waste Management, Vol. 27, No. 12, pp. 1725-1738, 2007。
- 4) Tanikawa, H. Hashimoto, S. : Urban stock over time : spatial material stock analysis using 4d-GIS, Building Research & Information, 37(5), pp. 483-502, 2009。
- 5) 北九州市経済産業局：北九州市経済・産業データ集，2015。
- 6) 北九州市立大学：北九州市都市計画 GIS データ，2016。