

用途地域の経年変化による都市構造物の物質蓄積量・物質代謝の定量化

名古屋大学 学生会員 ○野中一鴻

名古屋大学大学院 学生会員 青柳淳之介

名古屋大学大学院 正会員 奥岡桂次郎 谷川寛樹

1. はじめに

環境白書¹⁾によると、2011年における日本の物質フローにおける蓄積純増は5.1億トンであり、物質フローに伴い大量の物質蓄積が存在すると考えられる。都市部では構造物を建設・維持する際に大量の物質フローが発生し、鋼材・コンクリート・木材といった建築資材として蓄積している。建築物や社会基盤施設といった都市構造物は耐用年数を迎えることで廃棄物として排出されるため、現在蓄積している都市構造物から今後大量に廃棄物となって排出される可能性がある。

循環型社会の構築に向けて、都市を維持・管理する上で廃棄物の発生源となる物質蓄積や、都市構造物の更新頻度である物質代謝を詳細に把握することが重要である。また、都市計画法に基づく用途地域によって建築物の規模や構造に規制があり、建築物における物質蓄積・物質代謝に影響すると考えられる。物質蓄積・物質代謝を詳細に分析する手段としてマテリアルストックフロー分析(MSFA)が挙げられる。

これまでに、Hashimoto et al.(2007)²⁾、田中ら(2013)³⁾が統計データを用いることで国や県単位といった広範囲での都市構造物のMSFAを行った。しかし、本研究では用途地域の経年変化による物質蓄積・物質代謝を定量化するため、地域性を考慮した詳細なGISデータを利用した。Tanikawa and Hashimoto(2009)⁴⁾は和歌山市中心部を対象地域として1947年、1958年、1974年、1987年、2004年、計5カ年のGISデータを用いた経年での建築物単位での詳細なMSFAを行った。本研究ではTanikawa and Hashimoto(2009)⁴⁾のデータを更新し、2009年を追加した計6カ年とした。また、用途地域の変遷による物質蓄積および物質代謝の影響を定量化するため、対象地域の中から用途地域の変遷が確認された地域を抽出し、詳細に分析した。

2. 推計方法

本研究における対象地域は和歌山県中心部約11km²とした。また、用途地域の変遷が物質蓄積・物質代謝に与える影響を定量化するため、対象地域内において用途地域の変遷が見られる地域とそうでない地域を比較した。和歌山城以西は1947年から2009年にかけて

経年で住居地域であり、以下この地域をA地域と称す。和歌山城以东は1947年から1987年にかけて住居地域であったが、1987年から2004年にかけて商業地域に変更された地域であり、以下これをB地域と称す。

2.1 マテリアルストックの推計

本研究ではGISを用いた建築物単位での詳細な解析を行った。用いた6カ年のデータの中で2004年のデータは和歌山市から提供された行政データであり、1947年、1958年、1974年、1987年のデータは航空写真や住宅地図等から構築した。2009年は株式会社ゼンリンのZ-map TOWNII⁵⁾を使用した。行政データよりも建築物のデータの精度が低く、今後、データを精査する必要がある。上記の6カ年で対象地域内の物質蓄積量は原単位法を用い、資材投入原単位に延べ床面積を乗じることで推計した。資材投入原単位として図-1に示す構造種別の原単位の値を用いた。Z-map TOWNII⁵⁾における建築物を表すポリゴンには構造種別のデータが無いため、戸建住居を木造と仮定し、戸建住居以外を非木造とした。非木造のうち3階以下の建築物をS造、4階以上の建築物をRC造であると仮定した。

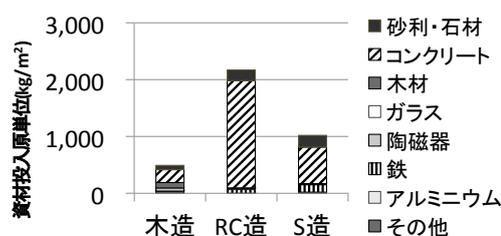


図-1 構造種別の資材投入原単位

出典 Tanikawa and Hashimoto (2009)

2.2 ロジスティック曲線を用いた耐用年数の推計

各年代のGISデータを比較し、各建築物の建築年と滅失年を入力することで、建築物の残存率曲線を求め、建築年別の耐用年数を推計した。耐用年数として、各建築年の残存率が0.5となる経過年数を平均の耐用年数として推計した。建築物は建設後ある一定の期間利用された後、取り壊されると考えられるため、残存率曲線は以下(式2)のロジスティック曲線を用いた。

$$y(t) = \frac{K}{1 + \exp(bt)} \quad (式2)$$

ただし、 $y(t)$:経過年数 t (年)における残存率、 K :飽和定数、 a 、 b :パラメータ、である。

3. 結果と考察

3.1 マテリアルストック推計結果

地域 A と地域 B の推計結果を図-2 に示す。A 地域と B 地域を比較するため、マテリアルストックをそれぞれの面積で除した。A 地域はマテリアルストックが 1974 年からほとんど変化がないのに対し、B 地域では経年で増加傾向が続いている。また、地域 B は地域 A よりも 2009 年における単位面積あたりのマテリアルストックが約 2.4 倍大きい結果となった。B 地域における沿道に商業地域に変更されたことで比較的階数の高い商業施設複合型のマンションが複数立ち並んだことが起因すると考えられる。

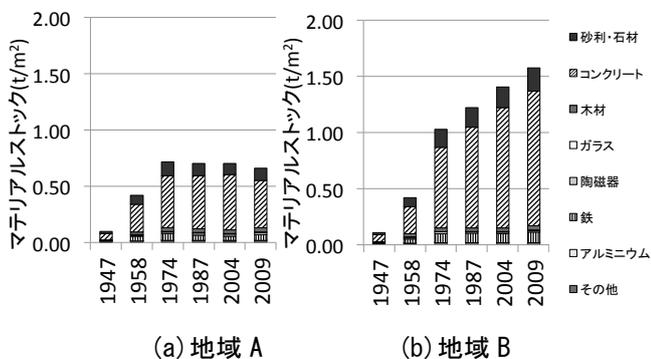


図-2 単位面積あたりのマテリアルストック推計結果

3.2 物質フローおよび耐用年数推計結果

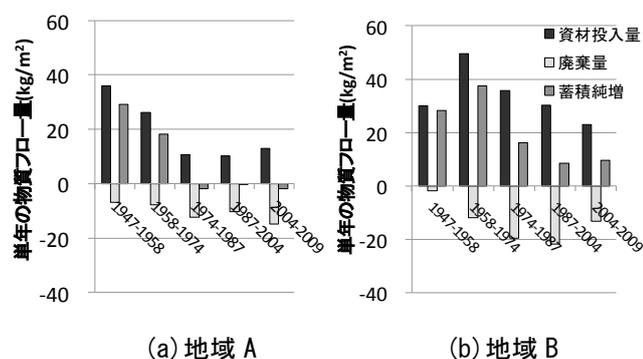


図-3 単年面積あたりの物質フロー推計結果

図-3 に地域 A と地域 B の面積あたりの単年の物質フローを示す。マテリアルストック同様に単位面積あたりの物質フローとし、資材投入量に伴う廃棄量を定量化した。また、経年で比較するため 1 年あたりの物質フローとした。

地域 A より地域 B のほうが比較的物質フローが大きな値を示した。A 地域では 1947 年から 1958 年にかけての資材投入量をピークに減少に転じ、1974 年以降資材投入量とマテリアルストックの変動は見られなかったが廃棄量が微増した。一方、B 地域では 1958 年から

1974 年における資材投入量をピークに減少しているものの、経年でマテリアルストックが増加した。

表-1 建築年別平均耐用年数

用途地域	建築年	a	b	K	耐用年数(年)
商業地域	1947年	0.04	0.31	1.90	17.3
	1958年	0.04	-0.45	1.50	26.4
	1974年	0.08	-1.89	1.15	28.4
工業地域	1947年	0.04	-0.05	1.90	27.6
	1958年	0.04	-0.49	1.50	29.0
	1974年	0.07	-1.88	1.15	30.9
住居地域	1947年	0.03	0.15	1.90	28.5
	1958年	0.03	-0.52	1.50	35.6
	1974年	0.07	-1.89	1.15	32.8

また、耐用年数は用途地域ごとに推計し、表-1 に示した。建築年が新しくなるにつれて各用途地域で耐用年数が長くなった。また、用途地域で比較した場合、耐用年数は商業地域、工業地域、住居地域の順に短い結果となった。

用途地域が変更されることで、建ぺい率や容積率が変更され敷地面積あたりに建設できる建築物の延床面積の上限が上ること、マテリアルストックと物質フローが増加することが示唆された。物質フローについて 2004 年から 2009 年にかけての廃棄量は地域 A と地域 B でほぼ変わらないものの、マテリアルストックとして大きな値を示し、さらに耐用年数の短い商業地域である地域 B から、今後大量の廃棄の可能性がある。

4. おわりに

本研究では和歌山市中心部を対象とした 6 年間の経年の GIS データを用いて MSFA を行った。結果として用途地域の変遷に伴うマテリアルストックと物質フローが明らかとなった。今後の課題として、道路データを GIS データに導入することで、都市構造物のマテリアルストックと物質フローの精査をすることなどが挙げられる。

謝辞：本研究を遂行するにあたり、環境省環境研究総合推進費(1-1402, 2-1404)、日本学術振興会科学研究費補助金(基盤研究(B)26281056)の支援を受けている。

参考文献

- 1)環境省：環境・循環型社会・生物多様性白書，p173，2014。
- 2)S. Hashimoto, H. Tanikawa, Y. Moriguchi: 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.
- 3)田中健介，早川容平，奥岡桂次郎，杉本賢二，谷川寛樹：都道府県における建築物・社会基盤施設の経年マテリアルストック推計に関する研究，環境システム研究論文集，Vol.41, pp.25-34, 2013.
- 4)H. Tanikawa, S. Hashimoto: Urban stock over time: spatial material stock analysis using 4d-GIS, Building Research & Information, Volume 37, (5) (6), 483 - 502, 2009.
- 5)株式会社ゼンリン：Z-map TOWNII, 2009.