

名古屋大学 工学部 学生会員 ○野中 一鴻

名古屋大学大学院 環境学研究科 学生会員 青柳 淳之介, 正会員 奥岡 桂次郎, 谷川 寛樹

## 1. はじめに

都市の社会経済活動により、大量の資材が投入され、一部は耐久消費財として社会に蓄積されている。耐久消費財の中でも重量割合の高い建築物や社会基盤施設といった社会インフラについては、将来的に耐用年を迎えると蓄積されていたコンクリート、鉄、木材などの資源が、解体に伴い新たなフローを発生する。循環型社会を形成するためには、このような物質の流れを把握することが重要である。環境省(2014)<sup>1)</sup>によると平成23年には15.7億トンの総物質投入量があり、5.1億トンが蓄積されており、3.8億トンの廃棄物のうち2.4億トンが循環利用される。循環型社会の形成のために、投入と廃棄の物質量の分布や排出時期を把握する必要がある。都市における社会経済活動における物質代謝を把握する手法としてマテリアルストックフロー分析(MSFA)が有効である。MSFAを行うことで、廃棄物の分布や発生量の推計を元に、ストックの有効な再生利用、再使用、発生抑制や管理が可能となる。

これまでに、Hashimoto *et al.*(2007)<sup>2)</sup>、田中ら(2013)<sup>3)</sup>が建築物等の MSFA を行った。また、Tanikawa and Hashimoto (2009)<sup>4)</sup>は、和歌山市中心部をケーススタディとして1947、1958、1974、1987、2004、計5カ年で各建築物単位の詳細な経年的な MSFA を行った。本研究では和歌山市中心部を対象にTanikawa and Hashimoto (2009)<sup>4)</sup>のデータを更新し、時間軸を考慮した6カ年の4d-GIS(四次元型地理情報システム)によるMSFAを行った。4d-GISを用いることにより詳細な時空間分析を行い、マテリアルストックフローの可視化が可能となる。また、それを用途地域別に集計することで、都市計画による環境への影響を分析することができる。

## 2. 研究手法

ケーススタディの対象地域は和歌山市中心部約11km<sup>2</sup>とした。対象地域を図-1に示す。



図-1 ケーススタディ対象地域

## (1) マテリアルストックの推計

本研究において使用した4d-GISについて、2004年のデータは和歌山市提供のデータを基盤に、1947、1958、1974、1987について航空写真等から作成した。2009は株式会社ゼンリンのz-map TOWNII<sup>5)</sup>を使用した。ケーススタディのマテリアルストックは資材投入原単位に延床面積を乗じる原単位法により推計を行った。

$$S = \sum H \times I \quad (\text{式1})$$

ただし、 $S$ :資材蓄積量、 $H$ :延床面積、 $I$ :資材投入原単位、である。資材投入原単位として表-1に示す各構造種別の原単位の値を用いた。各建築物の構造種別は、木造と非木造に分類し、非木造のうち4階以上をRC造、3階以下をS造と仮定した。延床面積は各建物の面積と階数を乗じることで算出した。

## (2) 耐用年数の推計

各年代を比較し、それぞれの建築物の消失したデータを抽出することで、耐用年数を推計した。耐用年数は同年代の各構造種別の残存率が0.5となる経過年数である。以下の(式2)に示すように成長曲線として、ロジスティック曲線を用いた。

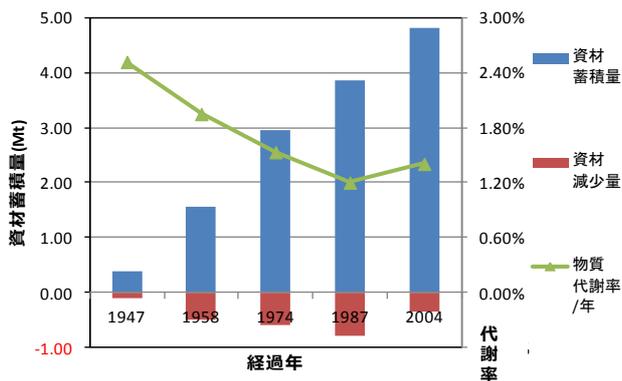
$$y(t) = \frac{K}{1 + \exp(b + at)} \quad (\text{式2})$$

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。

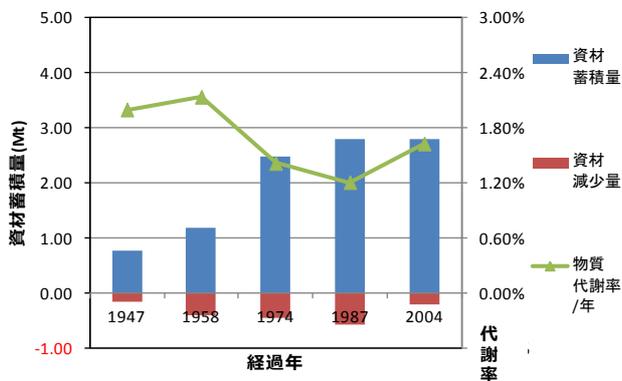
表-1 資材投入原単位 (kg/m<sup>2</sup>)

	木造	RC造	S造
砂利・石材	78	198	218
コンクリート	223	1893	635
木材	88	18	11
ガラス	5	2	1
陶磁器	52	4	1
鉄	7	59	145
アルミニウム	2	2	1
その他	32	7	15
合計	487	2183	1027

出典 Tanikawa and Hashimoto (2009)



(a) 商業系地域の資材蓄積量



(b) 住居系地域の資材蓄積量



(c) 工業系地域の資材蓄積量

図-2 用途地域別の資材蓄積量

### 3. 推計結果と考察

各用途地域の資材蓄積量と資材減少量の比較を図-2 (a), (b), (c)に示す. どの地域もマテリアルストックは増加傾向にある. 各年代の 4d-GIS を比較して消失した建物だけの資材量を資材減少量とした. また, 資材蓄積量に対する資材減少量の割合を物質代謝率とし, 1 年間での物質代謝率をグラフに示した. 商業系地域は他の 2 つの地域に比べマテリアルストックの増加傾向が顕著であることがわかる. これは建築物の高層化や構造種別の変化が他の地域よりも大きいことによる影響が考えられる. また, 各地域で 1 年あたりの物質代謝率が最大となる時期が商業系地域では 1947 年, 住居系地域では 1958 年, 工業系地域では 1974 年であると示された. 比較により, 地域によって成長の時期が異なっていたことが示唆される.

### 4. おわりに

本研究では和歌山市中心部を対象とした 6 カ年の 4d-GIS を用いてマテリアルストックフロー分析を行った. 結果として, 都市計画を起因とするケーススタディエリアの年代別, 地域別の物質代謝が明らかとなった. 今後の課題として, 構造種別の決定に際して用いた仮定の精査や, 建築年代別に資材投入原単位を適用することなどが挙げられる.

謝辞: 本研究は, 環境省環境研究総合推進費(1-1402, 2-1404), 科研費(B25281065, B26281056)の一環として行われたものである. ここに感謝の意を記します.

### 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.