

第 VII 部門

長期時系列 GIS データベースに基づく経年的マテリアルフロー分析を用いた
都市物質代謝の変遷に関する研究 ～和歌山市中心部におけるケーススタディ～

和歌山大学システム工学部 学生員 ○山下久美子
和歌山大学システム工学研究科 学生員 坂本 辰徳
和歌山大学システム工学部 正会員 谷川 寛樹

1. 研究の背景と目的

都市の発展は、社会的要因や経済発展等が結びついた結果であり、生産活動と消費活動を拡大することが 20 世紀までの発展形態であった。かつて我が国の大都市であった江戸では、生産・消費・廃棄・再生産をバランスさせ自然のサイクルとともに百万人を養っていたと言われている¹⁾²⁾。しかし現在の多くの都市では、その消費を支えるための生産地を域外に置くようになり、都市規模の拡大とともにその背域 (Hinterland) も拡大が続いている。時代の移り変わりと共に都市居住者の生活システムは急激に変化し、その都市機能を維持・拡大するために大量の資材を投入・消費・廃棄する都市代謝を繰り返している。自然の代謝バランスの限界を超えた物質代謝構造を持つ社会が、遅かれ早かれ持続不可能な状態に陥ることは自明である。そこで都市の発展を長期間に渡り把握するために、本研究では、江戸時代から現代までの都市物質代謝の経年変化を面的に捉え、各年代におけるマテリアルフロー分析 (Material Flow Analysis) を行い、フローの内のマテリアルストック (Material Stock) 定量化を目的とする。

2. 分析手順及び境界条件

本研究の分析の流れを図 1 に示す。

江戸時代 (1800 年前後) からの詳細な地図情報の入手が可能であった、和歌山市中心部にあたる和歌山城周辺をケーススタディ対象地区として選定する。本報告では都市におけるマテリアルフローの中でも投入される物質量の多い建設セクターに着目し、建築物と道路に関連するマテリアルストックの定量化を行う。GIS (Geographical Information Systems: 地理情報システム) を用いて各年代のデータベースを構築する。さら

に、都市構造物データベースをもとに経年的マテリアルフロー分析 (Historical Material Flow Analysis) を行い、ストック量の変遷を定量化する。

さらに、対象地区における人口数をストック量で割り、都市居住者一人当たりのストック量を算出することで、都市居住者一人が生活を営むにあたってどれだけの資源、資材を必要とするのかを具体的な数値で表す。

また、本研究での都市構造物ストック量における全体のマテリアルフローでの境界条件を図 2 に示す。都市のマテリアルフローの中で、蓄積量は投入量と排出量とほぼ同じ量を占めている。

解析する地図データとして江戸時代中期に描かれたとされる「和歌山絵図」、1886 年から 1975 年までの地形図、国土基本図、1998 年の和歌山市固定資産情報デジタルマップを用いる。表 1 に本研究で使用した地図情報の一覧を示す。GIS に取り込んだ地図をトレースし、各年代の建築物、道路の GIS データベースを構築する。さらに、対象とする都市構造物の蓄積量を推計するために、

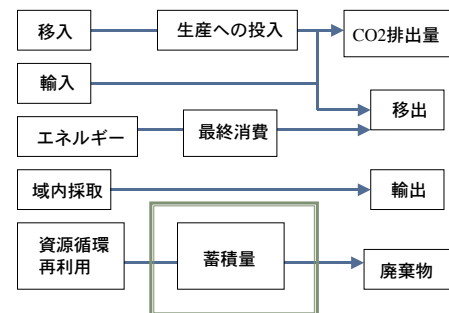


図2 本研究における境界条件

表1 本研究で用いた地図データ

時期	和暦	西暦	地図
幕末	江戸時代後期	1801~1868	和歌山絵図/早川家蔵書
明治維新	明治19	1886	地形図/国土地理院
大正初期 (戦前)	大正11	1922	
終戦直後	昭和22	1947	
高度経済成長期	昭和36	1961	国土基本図/市役所
	" 42	1967	地形図/国土地理院
	" 50	1975	国土基本図/市役所
現在	平成10	1998	和歌山市固定資産情報DM/市役所

表2 江戸時代における資材投入原単位

			資材投入原単位							
構造物	構造	単位	砂利・石材類	木材	As	セメント	陶磁器類	鉄	その他：竹	合計
旧建築物	木造、大匠	kg/m ²	154.644	231.855	0	0	152.792	0	4.957	544.247
旧建築物	木造、町家	kg/m ²	107.495	161.033	0	0	91.822	0	8.616	368.966

		東海道		人馬道			
		材質↓単位→	cm (厚さ)	kg/m ² (重量)	材質↓単位→	cm (厚さ)	kg/m ² (重量)
舗装	表層	砂利	6cm	121.2	上敷き砂利	9cm	162
	基層	盛土	30cm	540	切り込み砂利	15~30cm	606

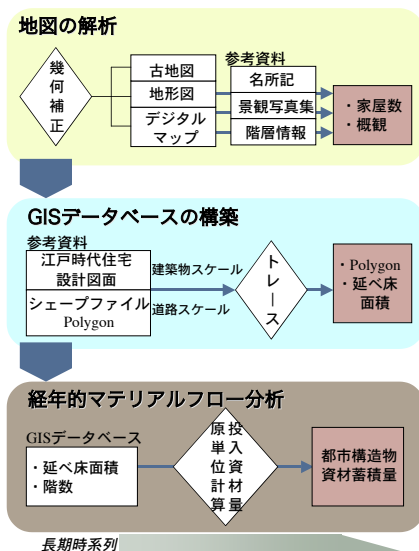


図1 研究の流れ



図3 GISによる歴史的変遷の再現

資材投入量原単位を乗じ算出する。

3. 都市物質代謝の定量化

3.1 GIS データベースの構築

ベースとなる地図をトレースし GIS により都市構造物のシェープファイルを作成し、属性情報として階数や床面積の情報を付加することでデータベースの構築を行う。昭和～現代までのデータベースについては、構造・階数は現地調査と当時の景観を納めた写真集⁵⁾⁶⁾等からデータを抽出し、江戸期の建築物に関しては、名所記「紀伊国名所図会」³⁾と「重要文化財住宅移築修理工事報告書」⁴⁾の江戸時代建設住宅設計図面を参考にデータベースの構築を行う。その際、小規模な住宅や町家等は江戸時代期に本対象地区で一般的だった建築物の構造を用い推計する。

3.2 建設セクターにおける資材投入原単位

表2に本研究で算出した江戸時代における住宅の資材投入原単位を示す。江戸時代の建築構造物原単位については、GIS データベースの構築に用いた設計図面から求め、また道路原単位の算出に関しては、日本道路協会によって監修された日本道路史を参考にした。

- ・ 建築物：0.369t/m²（町人住宅）、0.544t/m²（武家住宅）
- ・ 道路：0.162t/m²（表層：厚さ 9cm）、0.606t/m²（基層：厚さ 15～30cm）

昭和後期からの建築構造物原単位と道路原単位は、同研究室内で算出された数値を用いる。

3.3 経年的マテリアルフロー分析

構築した経年 GIS データベースを元に、都市構造物に関する資材量のストックを計算し、その推移を対象地区における人口推移と比較する。ストックの算出については、GIS を用いて算出された各年代の建築物延床面積、道路面積に資材投入量原単位を乗じて、資材量を算出する。

4. 結論と今後の課題

本研究では経年的な物質代謝の定量化を目的とし、建設セクターにおけるマテリアルストックの定量化を行った。以下に本研究で得られた知見をまとめる。

- 1) 現代のストック量は、江戸時代と比較して 5.3 倍である。
- 2) 一人当たりのストック量は、江戸時代と現代とでは 1.8 倍の差がある。
- 3) 人口推移の上昇とストック量の上昇はほぼ比例している。

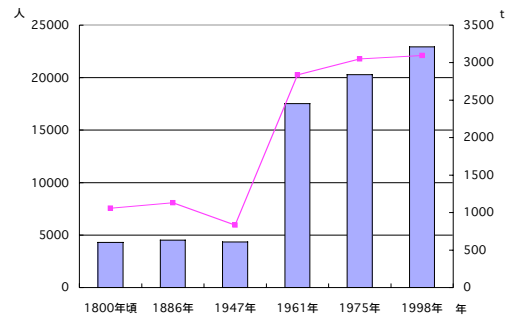


図4 建設部門によるマテリアルストックの推移及び対象地区における人口推移⁷⁾

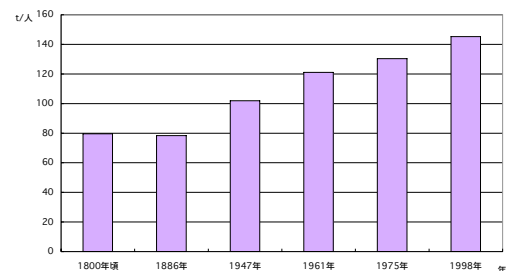


図5 一人当たりのストック量推移

また、今後の課題は以下の通りである。

- 1) 投入量，排出量も含めた経年マテリアルフロー図を作成する。
- 2) 資源開発段階で生じる隠れたフロー（Hidden Flow）を時系列で求めて、経年的マテリアルフロー分析を行い、フロー図に挿入する。
- 3) 建築物において用途別，構造別のより詳細なストック量を算出する。
- 4) 都市構造物以外の物質代謝に関する量を定量化し、より詳細なマテリアルフロー図を作成する。

【参考文献】

- 1) 石川英輔：大江戸えころじ事情。講談社，2003
- 2) 農産漁村文化協会：江戸時代にみる日本型環境保全の源流，2002
- 3) 高市志友他：紀伊国名所図会，9～221 ページ，1811
- 4) 和歌山県文化財研究会：重要文化財住宅移築修理工事報告書，和歌山県教育委員会，1971,1986
- 5) 神坂次郎：和歌山市今昔写真帖，郷土出版社，2004
- 6) 安藤精一他：目で見ると和歌山市の 100 年，郷土出版社，1994
- 7) 和歌山県企画部統計課：和歌山県統