

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部 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. はじめに

都市では人間活動を支えるために、大量の資源を投入・廃棄する代謝を繰り返している。都市機能を維持するためには、この複雑な物質循環の構造を体系的にとらえ定量化することが必要である。また、循環型社会の成熟度を評価するためには、都市内の物質循環のみならず、都市外とのマテリアルバランスおよび域外依存度を考慮することも必要である。そこで本研究では、地域マテリアルバランスの経年変化を通じて、都市活動の変化を定量化することを目的とする。データ収集状況より、北九州市をケーススタディ対象地区として取り上げ、1970年より2000年まで10年ごとのマテリアルフロー（Material Flow, 以下MF）を推計し、一般的なMF図を作成する。なお、MFの推計手法については、筆者らの研究グループがこれまで行ってきた積み上げ法による推計に加えて、環境省の委託により三菱総合研究所がまとめた「地域物質循環フロー解析等調査報告書」¹⁾による方法を組み合わせて行った。さらに、推計されたMFより、都市への直接投入量がどのように変化したのかを示す指標として、一人あたりの直接物質投入量（DMI/cap. : Direct Material Input per capita）および、DMI/cap. から産出量（輸出、移出）を差し引いた、一人あたりの域内消費量（固定蓄積分含む）を指標として取り上げた。マテリアルフロー分析（Material Flow Analysis, 以下MFA）では、総物質必要量（TMR : Total Material Requirement）が一般的に指標として用いられるが、本研究ではそのベースとなるDMIをまず推計し、研究の基礎を築くことを目的とした。

2. 分析フロー

本研究の分析の流れを、図1に示す。マテリアルフロー分析に従い、都市へのインプット（投入）、アウトプット（排出）、スループット（消費、蓄積等）という3

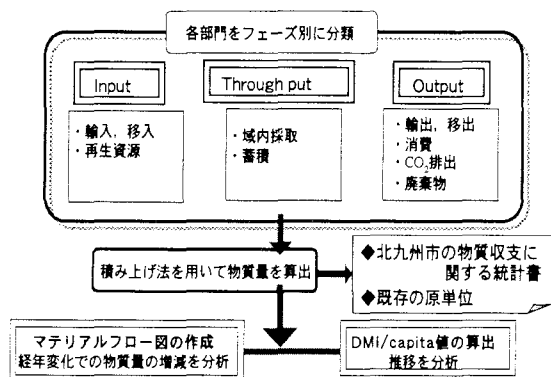


図1 研究フロー

つの視点からとらえ、物質循環に関わる製造、運輸、エネルギー転換といった部門を各フェーズ別に分類する。対象とするMFの範囲としては、生産から流通、消費、廃棄、処理・リサイクルまでを取り扱い、CO₂排出量はその排出起源の化石燃料等を燃焼する際に放出される部分を推計の対象とする。各省庁より発行された統計書からデータを抽出し、MFの経年変化とDMIを推計する。

3. 北九州市におけるマテリアルフローの定量化

3.1 マテリアルフローの推計手法

分類したフェーズのうち輸出入、移出入、廃棄物（再生資源）、域内採取は表1に示す既存の統計書を用いて、北九州市における具体的な数値を抽出した。消費量については、まず家庭内消費の算出に「家計調査年報」を用い、1世帯当たりの1ヶ月の消費数量を消費金額で割って計算する品目1個当たりの数量原単位に「全国消費実態調査」に記された1年間の北九州市の消費金額と全世帯数に乗じれば、消費量が算出される。工業製品消費量では、「工業統計表」の品目編で原単位を計算し、これに市町村編に載っている製造品出荷額を乗じる。

蓄積量の建築物量を求めるには、「建築統計年報」より着工建築の構造別延べ床面積に既存の原単位⁸⁾を乗じることで推計する。道路の推計は「道路統計年報」より舗装種類別道路延長の増加分に道路の幅員を舗装種別に各々仮定し、乗じることで道路面積を推計して道路構造物の投入資材原単位⁸⁾を乗じて算出する。また耐久消費財については、家庭内消費量で算定した量から耐久消費量と考えられる品目を選び、「地域物質循環フロー解析等調査報告書」に記載されていた1世帯当たりの消費数量としての品目別推計消費量に乗じることで求められる。

CO₂排出量の推計には、「エネルギー生産・需給統計年報」と「資源統計年報」による消費量にCO₂排出係数⁹⁾を乗じて算出した。

3.2 マテリアルフローの経年変化

3.1で示した推計方法を用いて10年毎のマテリアルフロー図を作成し、北九州市における物質代謝の年代別変動量の概観を行う。

表1 各フェーズの推計に用いた統計書

輸移入・輸移出	北九州統計年報 北九州港湾統計表
域内採取…化石燃料・金属鉱物 …農水林	エネルギー生産・需給統計年報、資源統計年報 作物統計年報、野菜生産出荷統計、 漁業・養殖業生産統計年報、木材需給報告書
蓄積…建築物 …道路 …耐久消費財	建築統計年報 道路統計年報 家計調査年報、全国消費実態調査
CO ₂ 排出	エネルギー生産・需給統計年報
消費…家庭内消費 …工業消費	家計調査年報、全国消費実態調査 工業統計表(品目編、市町村編)
廃棄物	北九州統計年報
再生資源	北九州統計年報

推計により完成したマテリアルフロー図(1970,2000)を図2に、1970年を基準値として見た時の経年変化をグラフ化したものを図3に示す。

1970年と2000年とを比較すると、蓄積量(ストックへの追加)は減少したが、投入量と産出量は大幅に増加している。今後、総投入量の削減に向けて具体的な対策が求められる。

図3は、年代別の物質収支の増減を表している。廃棄物量と最終消費量の増加が他の値と比べて著しく、2000年の廃棄量は1970年比で350%、最終消費量は1970年比約170%であることが明らかとなった。

3.3 DMI/cap. と一人当たりの域内消費量の推移

北九州市への総投入量(輸入、移入)を総人口で割り、一人あたりの総投入量(DMI/cap.)を算出した。また、総投入量から産出量を引いた一人当たりの域内消費量を算出した(図4)。DMI/cap.は年々増加しており、一人当たりの域内消費量については、50tを越えるDMI/cap.に比べ、約20tほどであることがわかった。北九州市は貿易港がある関係上、同市を素通りして域外へ移出される物資も多いことから、域内への投入は総投入量の約4割ほどに留まっている。

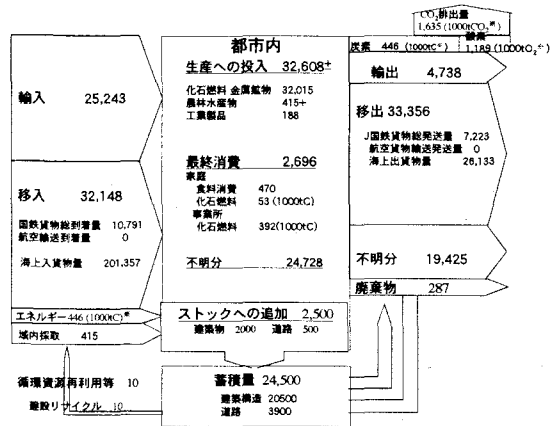
4. まとめと今後の課題

マテリアルフローにあたって、本報告ではデータ不足により集計できなかった項目があるが、投入、蓄積、排出量は年々増加傾向にある。また、域外依存度が高く、循環資源量が低いことも明らかになった。総投入量と廃棄物量の値を最小化にし、提供されるサービスを一定に保つことが重要である。

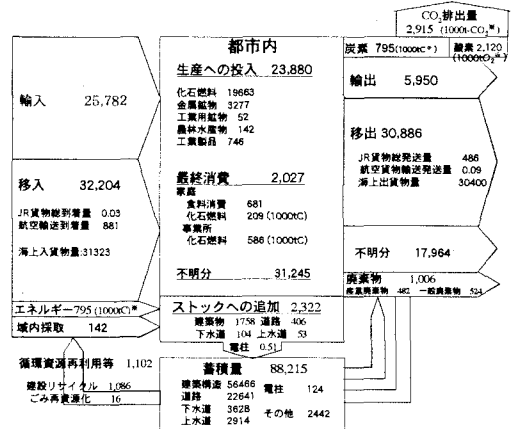
今後の課題は、本報告で集計できなかった部分を把握することと、耐久財のように時間遅れで排出される物質量を適切に表現できるようにすることである。また、資源開発段階で発生する隠れたフロー(Hidden Material Flow, HMF)の推計を行い、フロー図への挿入すること、DMIにHMFを加えたTMRを算出し、直接的な環境負荷だけでなく、間接的な環境負荷についても地域MFAとして評価できるようにすることが必要である。

【参考文献】

- 1)三菱総合研究所：地域物質循環フロー解析等調査報告書(2000,2001)
- 2)北九州市：平成14年版北九州統計年鑑
- 3)農林水産省：作物統計、野菜生産出荷統計、漁業・養殖業生産統計年報
- 4)通商産業省：エネルギー生産・需給統計年報、資源統計年報、工業統計表
- 5)総務庁：家計調査年報、全国消費実態調査
- 6)全国道路利用者会議：道路統計年報
- 7)建設物価調査会：建築統計年報
- 8)齋藤 章恵：道路構造物資材投入原単位、建築構造物資材投入原単位
- 9)群馬県環境生活部環境政策課：地球温暖化対策推進計画
- 10)環境省：平成13年度版循環型社会白書 第1章、第1節



< 1970 年 >



< 2000 年 >

図2 北九州市のマテリアルフロー図

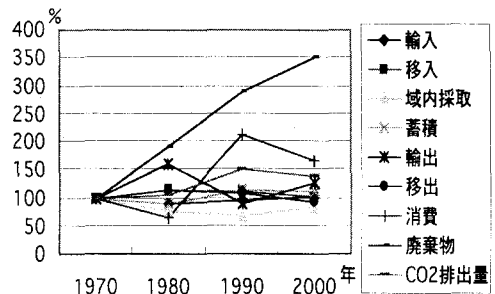
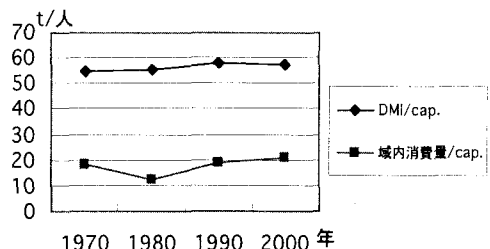


図3 マテリアルフローの年代別推移



1970 1980 1990 2000 年

図4 一人当たりの域内消費量