

MIPS 評価指標を用いた下水道ネットワークの評価に関する研究 -北九州市を対象としたケーススタディ-

名古屋大学 学生会員 ○石原 和弥
名古屋大学大学院 学生会員 前新 将
名古屋大学大学院 正会員 谷川 寛樹
北九州市立大学 非会員 深堀 秀敏

1. はじめに

都市の建設, 都市機能の維持・管理のためには絶えず大量の資材が投入され, これらは社会インフラストラクチャーとして膨大な量が蓄積されている. その結果として, 様々なサービスが発生する一方, 今後, 高度経済成長期に蓄積されてきた都市構造物が更新時期を迎えるにあたり, 排出される建設副産物の増大が予想される. 環境・循環型社会・生物多様性白書によると2007年度の日本におけるマテリアルフロー推計は, 総物質投入量が18億トン, そのうち7億トンが建築物や社会インフラの形で蓄積する蓄積純増である. 社会資本として増加したストックは, 耐用年数経過後に廃棄されることから, 投入量とそれに伴うサービスの増加を比較し, ストックの増加を適切な量に抑えることは, 持続可能な都市システムを構築するために重要である. 社会インフラの中でも, 上下水道や道路基盤, 建築物基礎といった地下構造物の更新時には, 地上ストックに比べ, 建設副産物を含めた多くのマテリアルフローが生じる可能性がある. そこで本研究では, 都市ストック全体の6%を占める下水道 (Hashimoto, S. et al, 2007) を対象に, そのストック量を推計した. その上でMIPS (Material Input Per unit of Service) の概念を応用し, 下水道におけるサービスの評価を行った.

2. ストック量の推計方法

北九州市全体の下水道管・マンホール本体・マンホール蓋を下水道ストックとする. 下水道管におけるストック量は管径, 延長距離をGISデータから抽出し, 管径別・年代別に整備された原単位(長岡ら, 2008)を乗じることで求める(表1). マンホール本体は内径, 外径および, 深さより体積を求め, それに無筋コンクリートの単位体積重量を乗じることで推計する. マン

ホール蓋は径, 厚さより体積を求め, 鋳鉄の単位体積重量を乗じることでストック量を推計する.

3. MIPS 評価方法

MIPS とは製品の全生涯にわたるサービス単位当たりの物質集約度, すなわち, サービス単位や機能単位当たりの物質消費量を意味する. E.シュミット=ブレークによるとMIPSは以下のように定義される.

$$MIPS = MI/S \quad S = n \times p \quad (\text{式1})$$

MI:物質投入量, S:サービス発生量,

n:利用回数(時間), p:同時に利用する人数

MIPS はサービスを提供する最終製品について定義され, 最終製品の建造や製造に使用される原料や補助材などについては適用されない. 本研究では, 下水道を都市機能(サービス)を提供する最終製品と見なし, MIPS 評価を行う. 社会インフラが発生するサービスは多岐にわたり, 波及効果も大きく, 特定が困難であるため, 下水処理量をサービス量とする. 処理量のデータが得られた1966年から評価を行う. ここで, 物質投入量を建設年データから求めるが, 設備の運用のための物質投入を考慮する必要がある. 物質が投入されてから耐用年数を迎えたときに更新を行うとし, 再び物質投入が行われるとする. ここで耐用年数を下水道管, マンホール本体において50年, マンホール蓋において30年とする. 本研究ではストック量とサービスを比較するため, MIは式2で表わせられる.

$$MI = \sum MI_{in,t} \quad (\text{式2})$$

$MI_{in,t}$: t年における物質投入量

4. 結果および考察

MIPS 評価を行った結果を図1に示す. 下水道ストック量は1966年から2004年までの間で約12.3倍にな

っていることが分かった。北九州市で 1970 年, 1972 年, 1979 年に新たに下水浄化センターが運転を開始し, 処理水量が増加したため, MIPS は減少している。しかし, それ以降, 処理水量はほとんど変化していないが, ストック量は増加しているため MIPS は増加している。今後, 北九州市の人口は減少することが予想され, それに伴い処理水量も減少する可能性がある。したがって, MIPS は増加していくことが予想される。また, サービス量をその年までの累積処理水量と考えた場合についての結果を図 2 に示す。MIPS は高度経済成長期に大量に物質投入が行われた際に微増している。しかし, 年数が経過するにつれ, サービス量は増加するため最終的には 0 に近づくことがわかった。

5. おわりに

本研究では, 北九州市における下水道のストック量を推計した。その上で MIPS 評価を行った。評価対象の物質投入量は定量化することが可能であるが, そのサービスを特定することには慎重な議論が必要である。今後は, サービスの定量化も含めて, 他の都市構造物に対しても評価を行い, 都市全体におけるストックについて考察していく。

謝辞

本研究の一部は環境省地球環境研究総合推進費 (E-0806) および (S-6-4), 科研費 (C-21612005) の支援により実施されたものである。関係者各位に深く感謝します。

参考文献

1. 長岡耕平・稲津亮・東岸芳浩・谷川寛樹・橋本征二(2009) : 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, pp303-308
2. Hashimoto, S., Tanikawa, H. and Moriguchi, Y (2007) Where will large amounts of materials accumulated within the economy go? -A material flow analysis of construction minerals for Japan, Volume 27, Issue 12, pp1725-1738
3. 谷川寛樹・松本亨・井村秀文 (1999) : 都市構造物に関連したマテリアルストックの推計・評価に関する研究, 土木学会環境システム研究, vol.27, pp347-354
4. E.シュミット=ブレーク, 「ファクター10」, シュプリングー・フェアラーク社, 1997

5. 環境省 平成 22 年度版循環型社会白書, 2010 参照
6. 日本グラウンドマンホール工業会, ふたの耐用年数・処分期限期間, 日本グラウンドマンホール工業会ホームページ <<http://www.jgma.gr.jp/manhole/taiyou.htm>>, 2010.10.31 参照
7. 総務省(2010.12.1 更新) 基本耐用年数表, 新地方公会計制度実務研究会報告書ホームページ <http://www.soumu.go.jp/main_sosiki/kenkyu/chikoujiken/>, 2010.11.2 参照

表 1 原単位 (kg/m²)

管径600mm以下原単位 (kg/m)							
年代	砂利・石材 (基礎)	砂利・石材 (管)	セメント	鉄	陶磁器	プラスチック	その他
～1982	206.1	48.3	13.6	2.5	6.8	3	2.2
2004	150	26	7.3	1.8	3.1	4.6	1.5
管径600mm～2000mm原単位 (kg/m)							
年代	砂利・石材 (基礎)	砂利・石材 (管)	セメント	鉄	陶磁器	プラスチック	その他
～1982	2132.3	814.6	229.8	83.3	0	2.8	35.6
2004	2153.7	1125.9	317.6	107.6	0	9.4	34
管径2000mm以上原単位 (kg/m)							
年代	砂利・石材 (基礎)	砂利・石材 (管)	セメント	鉄	陶磁器	プラスチック	その他
～1982	15478.1	7606.8	2145.8	403.7	0	11	404.5
2004	16856.8	8830.9	2491.1	497.5	0	12.3	355.3

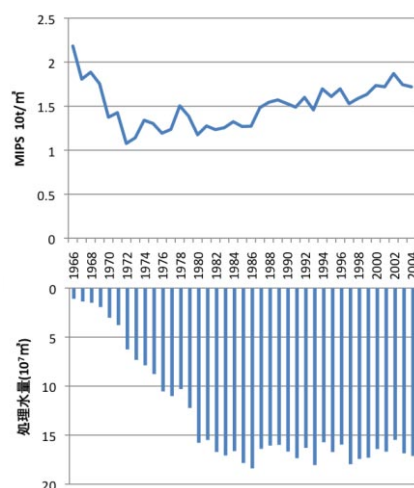


図 1 サービスとストック量の関係:
年間処理水量をサービスとしてとらえた場合

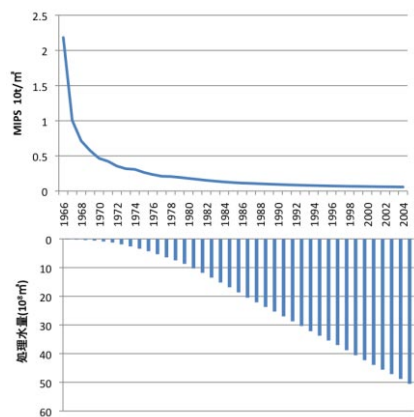


図 2 サービスとストック量の関係:
累積処理水量をサービスとしてとらえた場合