

第Ⅶ部門

社会基盤施設・建築物における素材別物質ストック・フロー分析

名古屋大学工学部 学生会員 ○藤田恭介, 稲垣空

名古屋大学大学院環境学研究科 学生会員 松井健吾, 正会員 奥岡桂次郎, 谷川寛樹

1. はじめに

我が国では、多大な廃棄物の抑制やリサイクル推進のため、2000年代より天然資源の消費及び最終処分を抑制し、環境負荷の低減が可能な循環型社会形成を推進してきた。循環型社会構築に向けて、資源の採取、消費、廃棄を包括する物質フローを定量評価する必要がある(環境省, 2013¹⁾)。他方、物質フローは既に蓄積された物質ストックに関連しており、現存するストックの機能を最大化するストック型社会の形成も不可欠である。ストック型社会を形成する上で、ストックの定量化を行う必要がある。特に建設部門では産業廃棄物の業種別排出量の19%を占め、国内資源の大部分を占める土石系資源が多量に投入されており、社会基盤施設・建築物は物質ストック・フロー全体に大きく関わる。

社会基盤施設・建築物における物質のストック・フローに関する既往研究として、醍醐ら(2009)²⁾、加用ら(2008)³⁾、松井ら(2015)⁴⁾が挙げられる。醍醐らは鋼材の国内投入量を整備し、鋼材の使用と廃棄について動的に分析することで鉄鋼材の蓄積量を把握した。加用らは、丸太換算での住宅用建築構造物の木材需用量を算定した。松井らは着工量と資材投入原単位から土石系資源の蓄積量を推計した。各推計方法は各々異なっており、推計対象の範囲が異なる。持続可能な資源管理をする上で、環境省の物質フローに対応した、ストックとフローの関係について明示する必要がある。本研究では、社会基盤施設・建築物に投入される資材の存在規模、利用状況、将来利用可能量の把握を目的とし、土石系資源、木材、鋼材の物質フローを生産統計及び副産物実態調査より共通した方法で算出することにより、素材ごとの蓄積量を推計した。社会基盤施設・建築物は社会に滞留する期間が長期にわたるため、物質ストックの動態について主要な傾向を把握することが可能である。

2. 研究方法

2.1 投入及び廃棄量の算定

社会基盤施設・建築物に対する土石系資源の投入量は松井ら(2015)を参考に、全国における土石系資源出荷量を推計した。建設における着工量にセメント、砕石、砂利の都道府県別資材投入原単位を乗じた値を合計して全国の建設における土石系資源の出荷量を算出した。廃棄量は建設副産物実態調査(国土交通省)⁵⁾によるアスファルト・コンクリート塊、コンクリート塊の排出量より推計した。

木材については林野庁森林林業白書⁶⁾の国産材・外材別の木材需要(供給)量から各年の用材の総需用量を求め、用材の総需用量の約4割を建設用の需用量とした。木材の総需用量は丸太換算の体積で算出されているため、加用ら(2008)による容積密度 $0.45(t/m^3)$ を乗じることにより重量による木材の投入量を算出した。廃棄量は建設副産物実態調査(国土交通省)の建設発生木材の排出量より推計した。

鋼材については鉄鋼統計要覧の普通鋼材品種別用途部門別受注の建設用途の受注量から各年の鋼材の投入量を算出した。廃棄量は鉄スクラップ統計から各年の老廃スクラップの量を算出し、老廃スクラップのうち建設に占める割合を4割(リサイクルデータブック2015)⁷⁾として推計した。

2.2 蓄積純増及びストックの算定

蓄積純増は投入量と廃棄量の差により算定した。物質ストックは各年毎の蓄積純増を累計することで算出した。物質ストックにおいて式(1)を適用しており、右辺第一項は初期ストック、右辺第二項は蓄積純増の累計を示す。

$$S(\tau) = S(t_0 - 1) + \sum_{t=t_0}^{\tau} \{F^{in}(t) - F^{out}(t)\} \quad (\text{式 } 1)$$

$S(\tau)$: τ 期末におけるストック, $S(t_0-1)$: 初期ストック

F^{in} : 当期中の投入量, F^{out} : 当期中の廃棄量

Kyosuke FUJITA, Kengo MATSUI, Sora INAGAKI, Keijiro OKUOKA and Hiroki TANIKAWA

fujitakyosuke0206@gmail.com

3. 結果と考察

表-1 に土石系資源の物質ストック・フローの推計を示す。表-1 より 2000 年代から、土石系資源の投入量が年々 60 万トンほど少なくなっている。土木工事業が少なくなり着工量が減少したことによって、投入量も小さくなったことが要因である。また木材や鋼材に比べて投入量が極めて多いこと、及び物質ストック量の変化が 5 倍以上であることから、建設における土石系資源の占める割合が最も高く、社会基盤施設・建築物の物質ストック量に大きな影響を及ぼしていることが示唆された。

表-1 土石系資源の物質ストック・フロー

(単位：百万トン)

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
投入量	17.5	17.0	17.6	16.8	17.1	20.8	18.4	17.1
廃棄量	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	6.5	6.5
蓄積純増	10.3	9.8	10.4	9.6	9.9	13.6	11.9	10.6
ストック	10.3	20.1	30.4	40.0	49.9	63.5	75.4	85.9
	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
投入量	15.5	15.5	15.6	14.7	13.9	13.3	12.7	12.8
廃棄量	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5
蓄積純増	9.0	9.0	9.1	8.2	7.4	6.8	6.2	6.3
ストック	9	18	27	35	43	49	56	62

表-2 に木材の物質ストック・フローの推計を示す。表-2 から木材の投入量も土石系資源同様、毎年 10 万トンほど小さくなった。これは木材住宅の減少が原因であり、投入量が減少することにより、蓄積純増及び物質ストック量についても土石系資源ほど大きな傾向の変化はない。

表-2 木材の物質ストック・フロー

(単位：百万トン)

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
投入量	2.0	2.0	2.0	1.9	2.0	2.0	2.0	2.0
廃棄量	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.6	0.6	0.6
蓄積純増	1.2	1.2	1.2	1.1	1.2	1.4	1.4	1.3
ストック	1.2	2.4	3.6	4.7	5.9	7.3	8.7	10.0
	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
投入量	1.7	1.8	1.8	1.6	1.6	1.6	1.6	1.5
廃棄量	0.6	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
蓄積純増	1.0	1.1	1.3	1.2	1.1	1.1	1.2	1.1
ストック	11.0	12.1	13.5	14.6	15.7	16.8	18.0	19.1

表-3 に鋼材の物質ストック・フローの推計を示す。表-3 から鉄の投入量は 1990 年代半ばから 2000 年代にかけて土石系資源や木材に比べてなだらかに毎年 10 万トンほど減少している。土木工事業が減少し、木材住宅の着工量も減少している一方で、社会基盤施設・建築物の高層化が進んだためである。また廃棄量

も投入量と同様になだらかな減少をしているため、物質ストック量の変化量は毎年一定に近い値となった。

表-3 鋼材の物質ストック・フロー

(単位：百万トン)

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
投入量	1.9	1.7	1.5	1.4	1.4	1.4	1.5	1.4
廃棄量	1.0	1.0	0.9	0.9	1.0	1.0	1.1	1.1
蓄積純増	0.8	0.7	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3
ストック	0.8	1.6	2.1	2.5	2.9	3.4	3.8	4.1
	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
投入量	1.3	1.4	1.4	1.3	1.4	1.3	1.3	1.3
廃棄量	1.0	1.0	1.1	1.1	1.2	0.9	0.9	0.9
蓄積純増	0.3	0.3	0.3	0.2	0.1	0.4	0.4	0.4
ストック	4.4	4.7	5.0	5.2	5.3	5.7	6.1	6.6

4. おわりに

本研究では、社会基盤施設・建築物に投入に関わる土石系資源、木材、鋼材の素材別物質ストック・フローの推計を行った。

今後の課題として、土石系資源及び木材の廃棄量の推計を年の近い建設副産物実態調査から得られた値を使っているため、各年の廃棄量を知る必要がある。また木材について建設副産物の混合廃棄物に含まれる木材の量を考慮することや、住宅用需用量だけでなく、公共物も含んだ需用量にすることが必要である。社会基盤施設・建築物に最も含まれる金属として鋼材に着目したが、非鉄金属についての物質ストック・フローの推計を行う必要がある。

謝辞：本研究は、環境省第 III 期環境経済の政策研究「我が国に蓄積されている資源のストックに関する調査・検討」、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(基盤研究(B)26281056)の一環として実施したものである。ここに記して謝意を表する。

参考文献

- 1) 環境省：物質フロー指標と取組指標，2013
- 2) 醍醐市郎：鉄・鉄鋼材における下流側の物質ストック勘定，平成 20 年度廃棄物処理等科学研究報告書，pp52-56，2009。
- 3) 加用千裕，荒巻俊也，花木啓祐：木材資源フローに着目した温室効果ガス排出削減政策シナリオ評価フレームの構築，土木学会論文集 Vol 64，pp207-220，2008。
- 4) 松井健吾，長谷川正利，高木重定，奥岡桂次郎，谷川寛樹：低炭素化に向けた日本全国の土石系資源ストックフローの将来シナリオ分析，土木学会論文集 Vol 71，No.6，pp II 309-II 317，2015。
- 5) 国土交通省：建築副産物実態調査，1990-2012。
- 6) 林野庁：森林林業白書，5 章木材受給と木材産業，2009。
- 7) 一般社団法人産業管理協会：リサイクルデータブック，2015