

第Ⅶ部門 建設物における素材別マテリアルストック・フロー分析

名古屋大学工学部 学生会員 ○山本大睦, 藤田恭介

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

都市の発展に伴い、現代社会は大量の資源の生産・消費・廃棄に基づく発展を遂げてきた。限りある資源を有効利用するため、大量廃棄型の社会からの早急な脱却が求められ、資源の採取・消費・廃棄に関する全量を定量的に把握することが重要である。平成25年の日本の物質フローを概観すると、国内資源投入量5.88億トンうち、建設資材として使われる土石系資源の投入量が89%を占めている(環境省, 2016¹⁾)。そのため、建設資材の有効利用、循環利用を推進することが資源の投入量や廃棄量の低減や二酸化炭素をはじめとする温室効果ガスの削減を促し、循環型社会・低炭素社会の形成に向けた大きな一歩となる。

社会基盤施設・建築物における物質ストック・フローに関する既往研究として、醍醐ら(2009²⁾)、加用ら(2008³⁾)、松井ら(2015⁴⁾)が挙げられる。醍醐らは、統計データを用いて日本の鉄鋼材の物質ストック量を導出した。加用らは、住宅ストック戸数に着目し日本の木材資源フローの変化及び木材資源の二酸化炭素排出量削減の評価を行った。松井らは建築着工面積と投入量原単位から土石系資源の詳細な物質ストック・フローの将来推計を行い、生産量から二酸化炭素排出削減量を推計した。主要な建設資材である土石系資源・木材・鋼材の物質ストック・フローの推計方法は各既往研究でそれぞれ異なるため、統一された推計方法が必要である。本研究では、生産統計を用いて土石系資源・木材・鋼材の物質ストック・フローを把握するとともに各資材の生産における二酸化炭素排出量を各資材の生産量と炭素排出原単位より推計し、比較することでマテリアルストック・フロー分析を行った。

2. 研究方法

2.1 投入量及び排出量の算定

建設資材の投入量は資材の生産量から着工や加工に伴う排出量を減じることで算出し、排出量は着工や加工に伴う排出量と解体に伴う排出量の合計とし、蓄積純増は歩留まりを考慮した投入量から解体に伴う排出量を減じることで算出した。

建設物に対する土石系資源の投入量はセメント、碎石、砂利、アスファルトの生産量から、戻りコンクリートの排出量と新築・増改築、修繕に伴うコンクリート塊、アスファルト・コンクリート塊の排出量を減じることで算出した。排出量は戻りコンクリートの排出量とコンクリート塊、アスファルト・コンクリート塊の新築・増改築、修繕に伴う排出量、解体によるストックからの排出量の合計とした。

鋼材の投入量は建築用、土木用の普通鋼材の生産量と輸入量の合計から在庫と加工スクラップの排出量を減じることで算出した。排出量は加工スクラップ排出量と解体による老廃スクラップ排出量の合計とした。

木材の投入量は製材品、合板、パーティクルボードの生産量と製材品、合板の輸入量の合計から在庫と新築、増改築に伴う建設発生木材の排出量を減じることで算出した。排出量は建築増改築に伴う建設発生木材の排出量と解体による発生木材の排出量の合計とした。

なお、上記の土石系資源、鋼材、木材それぞれの蓄積量は蓄積純増量を投入量から解体に伴う排出量を減じることで算出し、山下ら(2015⁵⁾)の1990年時点の蓄積量に1991年から2015年の蓄積純増を積算することで算出した。

2.2 各資材の二酸化炭素排出量の算定

建設物に対する土石系資源、鋼材、木材それぞれの生産量に酒井ら(1996⁶⁾)の炭素排出量原単位を乗じることで算出した。なお、セメントは普通ポルトランドセ

Hiromu YAMAMOTO, Kengo MATSUI, kyosuke FUJITA, Keijiro OKUOKA and Hiroki TANIKAWA

Yamamoto.hiromu@i.mbox.nagoya-u.ac.jp

メント、高炉セメント、フライアッシュセメントの3つに分け、プロセス起源の排出量を考慮した。鋼材は電気炉由来、転炉由来の2つに分けた。木材は原料の樹林が山林で成長している家庭で、大気中の二酸化炭素を固定しているとした。

3. 結果と考察

3.1 投入量、排出量及び蓄積量の推計結果

2015年における投入量において、骨材は1.46億トン、砂利・碎石は1.44億トン、アスファルト4199万トン、セメント3469万トン、鋼材は2100万トン、木材は1480万トンであり、合計は3.99億トンとなった。また、1990年と2015年の資材別の投入量を比較すると土石系資源は56.2%、鋼材は49.7%、木材は28.2%減少しており、特に土石系資源の割合が大きいことがわかる。

2015年の排出量において、土石系資源は6087万トン、鋼材は967万トン、木材は310万トンであり、1995年の9681万トンをピークに減少傾向が続いたが、近年は横ばいとなった。

図-1に土石系資源、鋼材、木材の各年代の蓄積量をまとめた。2015年の蓄積量において、土石系資源は296.8億トン、鋼材は9.1億トン、木材は6.4億トンとなった。投入量の減少と蓄積量の増加から、社会基盤施設や建築物の整備が進んだことがわかる。また、定量化された物質ストックから、今後更新を迎える社会基盤施設や建設物から排出される建設副産物について考慮することが可能であると考えられる。

3.2 生産に伴う二酸化炭素排出量の推計結果

1990年から2015年までで二酸化炭素排出量は25%

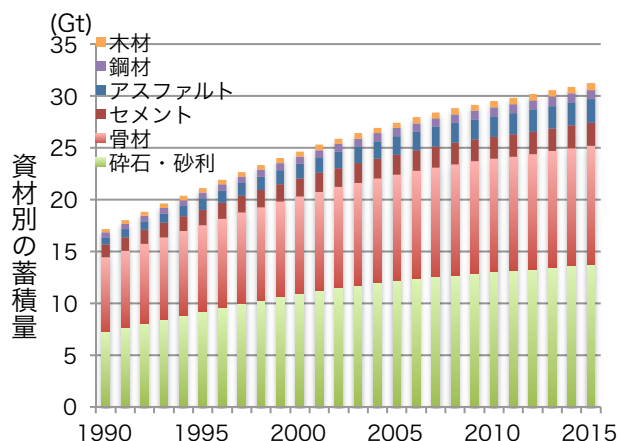


図-1 資材別の蓄積量

削減された。2015年の資材別の排出量の割合はセメント3140万CO₂トン、骨材8.5万CO₂トン、木材-680.1万CO₂トン、鋼材1195万CO₂トンとなった。二酸化炭素排出量の観点からみると鋼材や木材の影響が大きいことがわかる。建設物の物質フロー・ストックの把握において、2015年のストックの95%を占める土石系資源の物質フロー・ストックに焦点が合わされやすいが、鋼材、木材の物質フロー・ストックにも着目していく必要がある。

4. おわりに

本研究では、主要な建設資材である土石系資源、鋼材、木材の物質ストック・フローを把握するとともに、各資材の生産における二酸化炭素排出量の推計を行い、マテリアルフロー分析を行った。2015年の二酸化炭素排出量では鋼材が1195万CO₂トンで推計した排出量の33%を占める。循環型社会、低炭素社会の形成には土石系資源の循環利用だけでなく、鋼材の循環利用も利用を進めていくことが重要である。

今後の課題として、今回推計を行った土石系資源、鋼材、木材以外の銅、アルミニウム、ガラスといった建設資材の物質ストック・フローの把握が必要である。二酸化炭素排出量においては生産についての推計であるため、輸送や廃棄などにおける排出量の推計も行う必要がある。

謝辞：本研究は、日本学術振興会科学研究費(基盤研究(B)26281056, (B)15H02863, (B)15H02862)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，2016
- 2) 醍醐市朗，五十嵐佑馬，松野泰也，足立芳寛：日本における鉄鋼材の物質ストック量の導出，鉄と鋼，vol.93，No.1，pp.66-70，2007
- 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の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.11309-11317，2015.
- 5) 山下剛弥，奥岡桂次郎，谷川寛樹：マテリアルストックデータベースの拡充と利用効率の検討，土木学会論文集G(環境)，Vol.71，No.6，pp.11319-11327，2015
- 6) 酒井寛二，漆崎昇，加賀洋，下山真人：建築物のライフサイクル二酸化炭素排出量とその抑制方策に関する研究，日本建築学会計画系論文集，vol.484，p105，1996