

GIS に TMR 指標を重畳した建設ストックのリサイクル性評価に関する研究 —北九州市におけるケーススタディー—

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

京都大学大学院 非会員 山末英嗣

北九州市立大学 非会員 深堀秀敏

1. はじめに

環境・循環型社会・生物多様性白書¹⁾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 億トンが都市構造物などの形で蓄積する蓄積純増である。こうした都市構造物は潜在的な資源あるいは廃棄物である。高度経済成長期に大量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、今後多くの建設副産物の発生が予想されている。循環型社会構築に向けてそのリサイクルは重要であり、建設リサイクル法によりリサイクル率は上昇している。その一方で、リサイクルによる環境への影響を評価することも重要である。それは、都市に蓄積する資源を用いることが、天然資源を用いることよりもどのくらい環境にとって良いのかという問題と同義だと考えられる。そこで本研究では、都市の建築物に関する資材蓄積量の推計ならびに排出された建設副産物を定量化した。その上で都市構造物の資材におけるリサイクル性について関与物質総量 (TMR 指標) の観点から評価を行った。

2. 研究手法

本研究では、詳細な GIS データ (2000 年, 2005 年) が入手できた福岡県北九州市を研究対象地とする。GIS データには建築物の情報 (延床面積, 構造, 建築年など) が含まれている。

2-1. 建設ストックの推計

建設ストックは、GIS データより抽出した構造別、建築年代別の建築物の延床面積と資材蓄積原単位を乗じることで推計する (式 1)。本研究で用いる原単位は、稲津ら¹⁾の研究によって整備された資材蓄積原単位である (表 1)。

$$Stock = \sum_n \sum_i (I_{n,t} * S_{n,t}) \quad (式 1)$$

ここで、 $I_{n,t}$ は構造種 n の建築年代 t における資材蓄積原単位、 $S_{n,t}$ は構造種 n の建築年代 t における建築物の延床面積を表す。

2-2. 建設副産物量の推計

建設副産物量の推計は、建設ストックの推計と同様に行う。まず 2000 年から 2005 年にかけて滅失した建築物を GIS データから把握する。把握した建築物のデータより構造別、建築年代別に延床面積を抽出し、資材蓄積原単位を乗じることで求める (式 1)。

2-3. リサイクル性評価

リサイクル性評価には、山末ら³⁾が考案した TMR 指標を用いる。自然鉱石 (天然資源) から得る元素 1kg に必要な TMR を NO-TMR (kg/kg)、都市鉱石 (都市に蓄積する資材) からリサイクル等を経て得る元素 1kg に必要な TMR を UO-TMR (kg/kg) とする。UO-TMR は、建築構造別、木材リサイクル率別、希釈量により増減する。NO-TMR は原田ら⁴⁾により報告されている値 (Fe = 8 kg/kg, Al = 48 kg/kg) を用いる。ここで、TMR は直接投入量、間接投入量、隠れたフローで表わせられる。UO-TMR および NO-TMR のフレームワーク³⁾によると、TMR は鉱石中の元素濃度をベースとしてリサイクルや輸送などのプロセスに必要な物質投入量を負の影響として加味したものとみなすことができ、TMR が小さい値の場合、環境への影響、すなわち環境影響量が比較的小さいと考えることができる。このことから、UO-TMR が NO-TMR よりも小さい場合、そのリサイクルが環境に対して負荷が小さく、有効であるといえる。本研究では、NO-TMR および UO-TMR と推計した資材蓄積量からそれぞれにおける TMR を算出し、その結果を比較することでリサイクルの有効性として定義したリサイクル性の評価を行う。

3. 結果

図1に2000年における建設ストックを推計した結果を示す。市中心部において建設ストックが集中していることが分かる。全ての建築物における建設ストックの合計は6900万トンであった。資材別にみると、セメントコンクリートが最も多く、全体の70%を占める。コンクリート系資材を除くと、鉄関係と木材の占める割合が大きく、それぞれコンクリート系資材を除いた全体の約50%、約25%となった。本研究においてリサイクル性を評価した鉄とアルミニウムに関してみると、鉄関係は330万トン、アルミニウムは10万トンであることが分かった。2000年から2005年にかけて排出された建設副産物量を推計した結果、全体で310万トンとなり、ストック全体の約4.5%であった。

図2に鉄スクラップを棒鋼としてリサイクルする場合の結果を示す。この結果は、UO-TMRとNO-TMRにおけるTMRの差分値を示している。値が大きいほど（緑色）環境への影響が小さいことを意味する。木材リサイクル率が0%のとき、一部の地域でリサイクルが有効ではないが、多くの地域でリサイクルが有効となった。また、市中心部においてその有効性が示されている。これは、多くのストックが存在する市中心部においてUO-TMRが低い建築物が多く存在したため、そのぶん差分値も大きくなったものと考えられる。しかし、圧延鋼としてのリサイクルは、そのすべてがNO-TMRを超えるため、リサイクルが有効でないと結論づけた。その他、アルミスクラップをアルミダイカストとしてリサイクルする場合について評価を行った結果、木材リサイクル率を上げていくことで多くの地域でリサイクルが有効となり、環境への影響を大きく減少させられることが分かった。

4. おわりに

本研究では、北九州市における資材蓄積量の推計および2000年から2005年の間に排出された建設副産物

を定量化した。その上で建設ストックの一つである鉄とアルミニウムに関するリサイクル性について評価を行った。今後は、建築物の耐用年数推計に基づく建設副産物を定量化し、TMR指標を用いてそのリサイクル性を評価することにより、「何を、何に」リサイクルするのか、「いつ、どこで」回収することが望ましいのかを考察していく。

謝辞

本研究の一部は、環境省環境研究総合推進費（E-0806）および（S-6-4）、科研費（C-21612005）の支援を受けたものである。

関係者各位に深謝致します。

参考文献

- 1) 環境省 平成22年版環境・循環型社会・生物多様性白書, 2010
- 2) 稲津亮・谷川寛樹・大西暁生・東修・石峰・井村秀文 複数年の空間情報を用いた都市重量の変化に関する研究—建築物・道路を対象とした和歌山市中心部でのケーススタディ, 環境情報科学論文集, Vol.23, pp.89-91, 2009
- 3) Yamasue,E., Minamino,R., Numata K., Murakami,S., Daigo,I., Nakajima,K., Hashimoto,S., Okumura,H. and Ishihara,K. N. Novel Evaluation Method of element Recyclability from Urban Mine : Concept of Urban Ore TMR, Materials Transactions, Vol.50, No.6, pp.1536-1540, 2009
- 4) 原田幸明 「希少資源・元素戦略への取り組み」希少資源・元素の現状, Materia Japan, Vol.46, No.8, pp.543-548, 2007

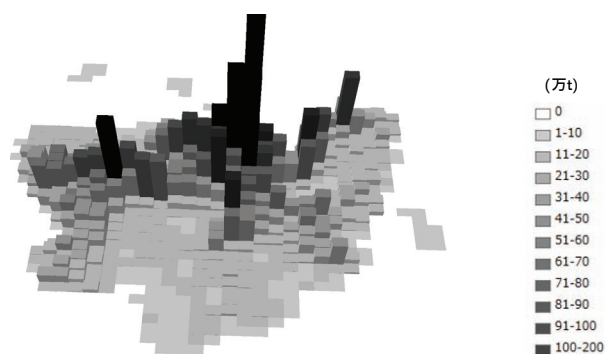


図1 建設ストック

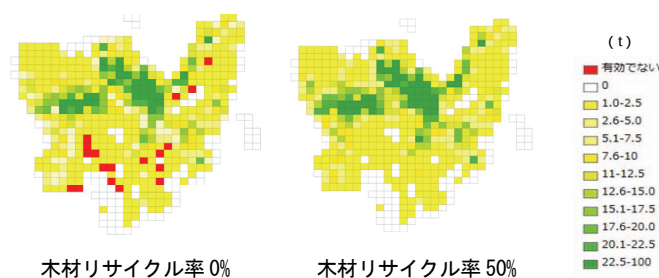


図2 鉄スクラップのリサイクル性

表1 資材蓄積原単位 (kg/m²)

年代	～1958	1959～	1971～	1974～	1981～
木造	125.2	180.6	184.8	221.8	458.0
SRC	1885	2055	2055	2055	2109
RC	1540	2025	2027	2027	2182
S	919	928	974	974	981