連載講義

地域循環圏：地域特性・資源特性に応じて形成する循環型社会

第3回 建設系資源のマテリアルストックとリサイクルの適正規模

JW SEMINAR

名古屋大学大学院環境学研究科　教授
谷川寛樹

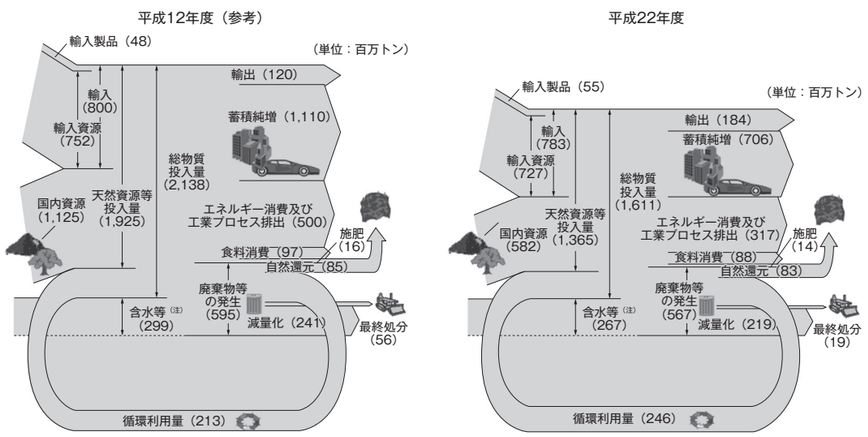
《連載にあたって》

平成24年7月に、環境省から「地域循環圏形成推進ガイドライン」が公表されました。これは、地域循環圏の形成を促進するために、主に地方公共団体等向けに策定されたガイドラインで、地域循環圏の概念・類型パターン、基本構想の策定から地域循環圏形成までの流れ、地域循環圏の形成事例などについて、基本的な考え方を整理して示したものです。本年度の連載講義は、当ガイドラインの策定に携わった「地域循環圏形成推進に向けた検討会」の委員やその有識者の方々に、4回にわたり「地域循環圏:地域特性・資源特性に応じて形成する循環型社会」と題してご解説いただきます。第3回は名古屋大学の谷川教授に「建設系資源のマテリアルストックとリサイクルの適正規模」についてご解説いただきました。

1．建設系資源リサイクルを取り巻く状況

日本全体のマテリアルバランスを概観すると、平成22年度の日本社会は約16億トンの物質を利用して経済活動を行い、約2.5億トンをリサイクルし、約1,900万トンを最終処分している（図1）[1]。平成12年度と比較すると、10年間で投入量は25%減少したが、その中でも蓄積純増は36%と大きく減少した。蓄積純増とは、主に建築物や社会基盤施設、耐久消費財として経済活動の中に蓄積されたもので、平成22年度では投入量に対して約44%を占めている。また、循環利用されている物質（約2.5億トン）の内訳としては建築物や社会基盤施設に由来するものが多くを占めると考えられ、平成20年度建設副産物実態調査結果[2]によると、建設副産物のうち建設廃棄物の再資源化量は5,841万トン（再資源化率91.5%）、建設発生土については11,610万m^3（再利用率78.6%）である。

また、平成25年5月31日に閣議決定された第三次循環型社会形成推進基本計画[3]において、建設廃棄物の分別解体等及び再資源化等は着実に進展し、建設廃棄物全般の再資源化等率は向上し高いレベルで推移していると評価され、今後も建設資材廃棄物の再資源化等を促進・普及啓発してゆくと明記されている。さらに本計画では、新たに、“今次計画では、循環型社会を形成する上で、物質のフローとともに重要な物質の「ストック」にも焦点を当てることとする”と記述され、今後社会に蓄積されている社会基盤施設や建築物といった大量の物質ストックの動向にも目を向けてゆくことを示唆している。



注：含水等：廃棄物等の含水等（汚泥、家畜ふん尿、し尿、廃酸、廃アルカリ）及び経済活動に伴う土砂等の随伴投入（鉱業、建設業、上水道業の汚泥及び鉱業の鉱さい）

資料：環境省

http://www.env.go.jp/policy/hakusyo/h25/html/hj13020301.html#n2_3_1_1

図1　我が国における物質フロー

構造物の社会的／物質的な寿命は、直接リサイクルするべき物質の発生量に影響を与えることから、現存するストックの状況を詳細に知ることは、将来なすべきリサイクルを検討するベースデータとなり得る。さらに、本計画では、前計画に引き続き、物質利用に関する指標として、資源生産性、循環利用率および最終処分量について明確な数値目標を示している。日本全体での資源生産性の目標値は46万円/トン（平成32年度）と設定され、平成22年度の37.4万円/トンに比べ、23%の向上を目指している。しかし、建設業は10万円/トン前後と他産業に比べ低くなっているが、原材料に重量物が多いこと、労働力集約型産業で機械化に限界があること、公共工事では高付加価値製品を生み出しにくいこと、建設業の生み出す製品（建築物や道路、下水道など）が新たな経済活動の基盤となること等がその理由として考えられる。

このように、建設系リサイクルは、日本全体のマテリアルバランスにも大きな影響を及ぼすだけでなく、そのフローに加えてストックの状況にも目を向けることが重要である。

先回の解説にもあったように，地域循環圏の基本概念には、地域で循環可能な資源はなるべく地域で循環させ、地域での循環が困難なものについては循環の輪を広域化させていくといった考え方が含まれる。そのような視点で建設副産物を概観すると、単位重量あたりの取引価格や規制の状況によって、地域循環圏の圏域の大きさが異なってくる。特に重量と体積が大きくなりがちなセメントコンクリート塊は、域内の中間処理場の位置やその能力だけでなく、中間処理場から販売されるリサイクル材の需要動向が、その処理量に影響を及ぼすことになる。そのため、建設副産物の発生量予測、新規建設工事による需要予測、および中間処理場の処理能力について分析を行うことが必要である。

2．地理情報システムを用いた建設ストック現存量と廃棄予測

今後の建設副産物の地域循環圏について検討を行うためには、現状の構造物について詳細に分析し、建設副産物の発生について「いつ」「どこで」「どのような」「どのくらいの」といった情報を整理する必要がある。そのためには、建築物の固定資産情報や道路台帳、上下水道敷設図面等、地方自治体の中でも異なる部局が所有する情報が必要となる。これらの情報に加えて、建設時の工事記録を合わせることができれば、既に蓄積されている建設資材の種類や量が明らかになり、建設副産物のリサイクルにも大きく寄与することができると考えられる。さらに、一定規格に基づく庁内統合型GISを導入できれば、全国規模での建設副産物の発生予測も可能になると考えられる。しかし、個人情報保護法などの法規制や部局オリジナル仕様での既存GISシステムが障壁となり、現状では実現している自治体は少ない。

そこで筆者の研究グループでは、簡易的に建設資材ストックを推計するため、全国の建設統計による分析に加えて、建築物、道路、鉄道、下水道、港湾等のGISデータを収集し、現存する構造物に蓄積されている物質量の推計を行っている[4), 5)など]。各構造物の規模、構造、利用方法といった属性に応じた建設資材投入原単位を作成し、GISデータに適用することで、建設系物資循環について検討を行いやすいデータの構築を行っている。さらに地上部と地下部に分けて推計を行うことで、リサイクル性についても考慮している。図2は、2009年に存在していた建築物、道路、鉄道の物質ストックについてGISを用いて視覚的に表示したものである。奇しくも先の東日本大震災では、本データベースに津波の遡上範囲を重ねることにより、建築物や道路などの瓦礫量の推計を行うことができた[6]。

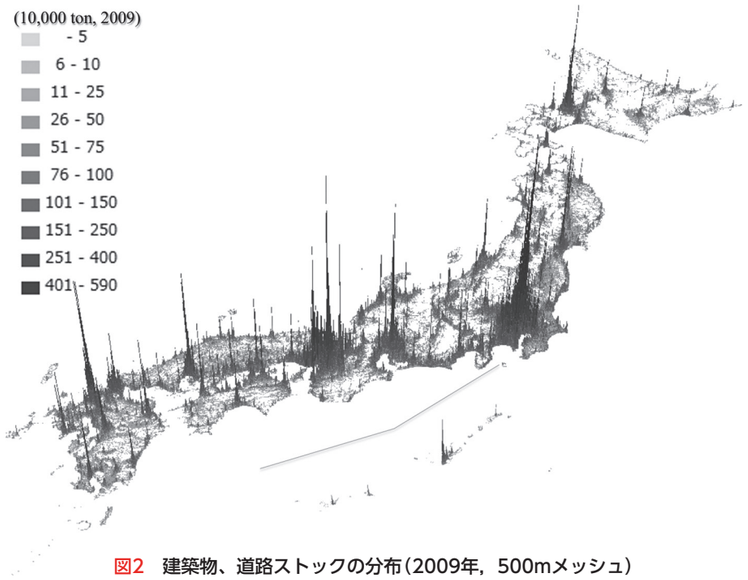


図2　建築物、道路ストックの分布（2009年，500mメッシュ）

このようなデータベースを経年で構築することができれば、各構造物の耐用年数の推計にも利用することが可能となり、構造物毎の補修等の情報を合わせることで、建設副産物の発生量予測を行うことが可能となる。先述の通り、地方自治体内にはこれらの推計を行う情報は既に揃っていることから、地理情報、工事情報の自治体内部局間利用が進み、情報を分析できる（労働余力のある）職員の配置を望む。

3．コンクリート塊の長期的な循環圏形成に向けて

コンクリート塊については、既出の平成20年度建設副産物実態調査によると97.3%の再資源化率であり、高い水準になっていることが分かる。これらはそのほとんどが道路や駐車場などの路盤材等の再生砕石（クラッシャーラン、RC）や再生砂（再生コンクリート砂）として利用されている。一方で、再生骨材の生産は1万5千トンであり、コンクリート塊の再資源化量の3,043万トンに比べると低い水準となっている。コンクリート用再生骨材（再生砂利）については、既にJISが制定されており、品質別に3種類の規格（H,M,L）に分類され、一般用途のコンクリートにも利用できる高品質再生骨材も含まれる。また、高品質再生骨材では、同プロセスにて再生洗砂（セメント成分が低い砂）も生産される。

再生砕石、再生砂、再生骨材、再生洗砂の需給については、需要側、つまり公共工事や大型駐車場の建設といった工事の有無により大きく影響を受ける。ある再生骨材プラントにてヒアリングを行ったところ、高品質再生骨材の生産プロセスにおいて再生洗砂も一定量生産されるが、片方の需要が低くストックヤードが満杯になった時点で全ての生産プロセスを停止せざるを得ず、その影響で、原材料となるコンクリート塊の受入を停止するとのことであった。つまり、処理量と単位重量の大きい再生資材をより上流側へリサイクルする場合は、高度な技術プロセスだけでなく、リサイクルプロセスで出てくる製品すべての販売スピードが概ね一致するか、広大なストックヤードを持つ施設が必要となってくる。また、主な受入先となる公共工事では搬入材の原材料産地の表記を求める場合もあり、再生資材の場合、産地証明などの表記方法が難しくなる場合もある。このように、再生骨材の生産能力が高い施設でも、思わぬボトルネックが存在し、地域循環圏形成の障害要因ともなり得る。そのため、自治体でのグリーン資源認証制度やグリーン購入制度などの行政による支援や政治判断によりボトルネックを解消することが必要である。



写真　再生骨材プラント

＜コンクリート塊の需給バランスと循環圏域の評価事例＞

上述のようにコンクリート塊は、その供給側として建築物等からの排出量、需要側として道路工事等への投入量のバランスを長期的に考慮して、再生骨材プラントの処理能力やその輸送距離を検討し、地域循環圏の検討を行う必要がある。国土交通省では、再生資材の利用について、工事現場から40km圏内に再資源化施設がある場合は、原則再生骨材及び再生加熱アスファルトを利用するとしている。そこで、適正な圏域を推計するために、全国市町村を対象に、解体によるコンクリート塊排出量と道路着工によるコンクリート再生材投入量とを比較し、将来の人口動向、建築物面積、構造物耐用年数等を加味して、循環圏域規模最適化モデルを構築した[7)]。図3にマルチエージェントモデルを用いた圏域規模の最適化モデルの概要を示す。このモデルは、市町村毎にコンクリート塊の発生量と再生砕石の需要量を比較して、近隣の市町村への搬出・搬入量とその輸送距離を最適化するモデルである。

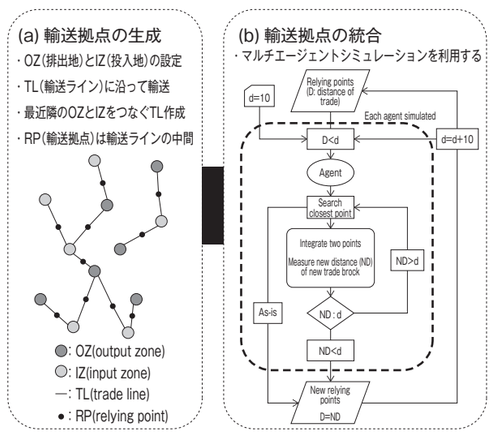


図3　地域循環圏域規模の最適化モデルの概要

このモデルを用いて、2010年の市町村毎の需給バランスをもとに循環圏の大きさを変化させ、コンクリート塊の余剰もしくは不足がどの程度発生するのかを全国規模で表したものが図4である。ここでは、a）循環圏域を都道府県内にとどめた場合、b）20kmまでの輸送を行った場合、c）50kmまでの輸送を行った場合に分けたところ、コンクリート塊が不足する地域は少なくなるものの、圏域を広げても余剰地域は確実に存在することが視覚的に認識できる。

コンクリート塊の発生源となる建築物等の耐用年数が長寿命化する場合、新規着工量や建築構造に大幅な変化がない場合、将来にわたる発生量は漸減する。図5はこのモデルを用いて、循環圏域の規模とコンクリート塊輸送可能量との関係を表した結果である。ここでの輸送可能量とは、市町村内でオーバーフローしたコンクリート塊のうち、循環圏拡大により処理可能となる輸送量を示している。2050年の予測値に関しては構造物の耐用年数を現状の2倍にしたシナリオを追加している。2010年では、40kmの圏域までは総輸送量の増加が見られ、さらに大きな圏域になると徐々に輸送量の増加率は減ってくることから、最適な圏域は40kmあたりであることが分かる。また、2050年では、コンクリート塊の発生量も減少に転じるため、2010年に比べると輸送量は減少し、さらに構造物の耐用年数が2倍になることで輸送量は減り20kmの圏域規模で増加率が極大になる。このように、発生源と需要側の状況により圏域規模が大きく異なることが分かる。

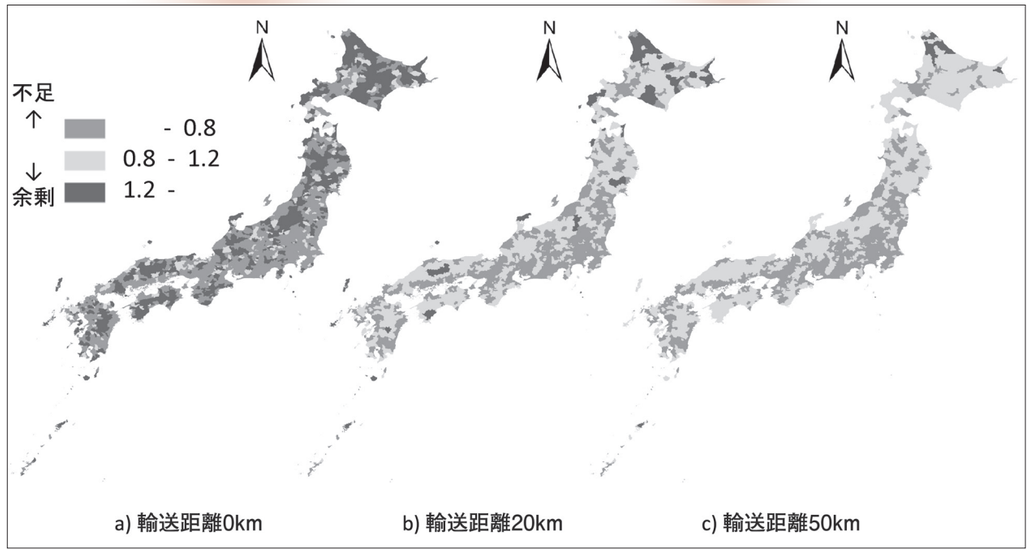


図4　循環圏域拡大によるコンクリート塊の需給バランスの変化（2010年）
（＊数値が大きいほど不足が多い地域）

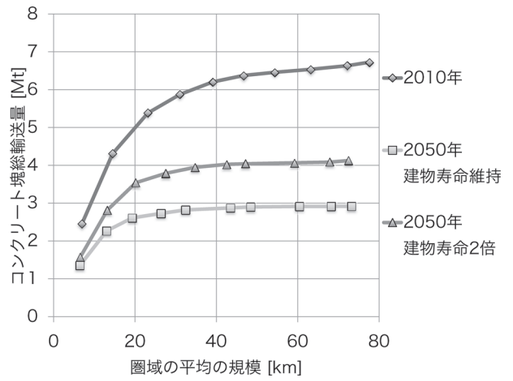


図5　コンクリート塊の循環圏域の規模と輸送可能量との関係（全国）

4．持続的な建設副産物の地域循環圏の実現に向けて

現在の日本における建設副産物の高い再生利用率は、道路工事をはじめとする公共工事によって支えられていると言っても過言ではない。建設廃棄物に占める割合の高いコンクリート塊に注目しても、現在の道路工事に頼るリサイクルシステムでは、将来供給過剰となり、行き先を失ってしまう可能性がある。上述した建設リサイクルシステム自体のボトルネックを解消すること、マクロ的な視点にたって戦略的なリサイクル施設の配置および規制の緩和を行うことが重要である。今後は、防潮・護岸施設や消波ブロックなど、これまで主にバージン材が利用されていた分野への再生資源の継続的利用へ向けた取組についても検討を続けたい。

謝辞
本項の内容の一部は、環境省環境研究総合推進費補助金（K2351）の補助を受けたものである。

参考文献
1）環境省（2013）環境白書　平成25年版
2）国土交通省（2010）平成20年度建設副産物実態調査報告書
3）環境省（2013）第三次循環型社会形成推進基本計画
4）Tanikawa,H., S. Hashimoto（2009）Urban stock over time: spatial material stock analysis using 4d-GIS, Building Research & Information, 37-5-6,483-502
5）長岡耕平, 谷川寛樹, 吉田登, 東修, 大西暁生, 石峰, 井村秀文（2009）全国都道府県・政令都市における建設資材ストックの集積・分布傾向に関する研究、環境情報科学論文集，23，83－88
6）平川隆之、黒岩史、鬼頭祐介、田中健介、谷川寛樹（2011）東日本大震災により失った建設ストックの推計、日本LCA学会誌，7－4，374－378
7）奥岡桂次郎、大西暁生、谷川寛樹（2013）コンクリート塊の地域循環圏に関する将来分析、土木学会環境システム研究講演集、40、印刷中