

道路整備における環境負荷のライフサイクルアセスメント

○東北大学 学生員 小岩真之
 東北大学 正 員 鈴木登夫
 東北大学 フェロー 宮本和明

1. 背景と目的

従来の産業構造は個々の産業が大量の資源投入と大量廃棄によって環境に多大な負荷を与えてきた。

このため、従来廃棄物と見なされてきたものに資源としての価値を見いだしていくことで、ある産業の廃棄物を他産業の資源として活用し、廃棄物ゼロを目指す新たな資源循環型産業集団を構成する概念「ゼロエミッション」を国連大学が提唱している。本研究では経済学的にみてより適切な「最適エミッション」と読みかえる立場に立っている。

道路整備事業も、大量の表土を除去・移動し直接的に環境を破壊するだけでなく、建設、維持管理、利用の各段階で大量の資源を投入し、最終的に大量の廃棄物を排出している。

従って、道路整備事業についても従来の狭い枠組みでの環境事前評価だけでなく、環境マネジメントと呼ばれる広い枠組みで捉える必要がある。それによって、個々の段階での副産物に対する対応技術だけでなく全ライフサイクルに渡って他産業との間で資源を循環させるシステムを構築する必要がある。

そこで本研究では、まず資源循環型産業システムの基本概念を構築し、さらに従来の産業連関分析に資源循環過程を明示的に取り込むことで基本概念を分析するモデルを開発した。そのモデルによって実際の道路整備事業のライフサイクルを通じて環境負荷量を計量することにより、事業計画の新しい評価の視点を追加することを目指している。

2. 道路整備による廃棄物の波及排出量

本研究では、道路計画における路線選定等により高架、切り盛り、トンネルの主要構造部分の距離が異なる場合の最終的な波及廃棄物量を、図1に示すフローチャートで求めることを目指している。

本編では図1のフローチャートの2重線に囲まれた各産業活動に伴う波及効果についての定式化を中心に報告するものである。

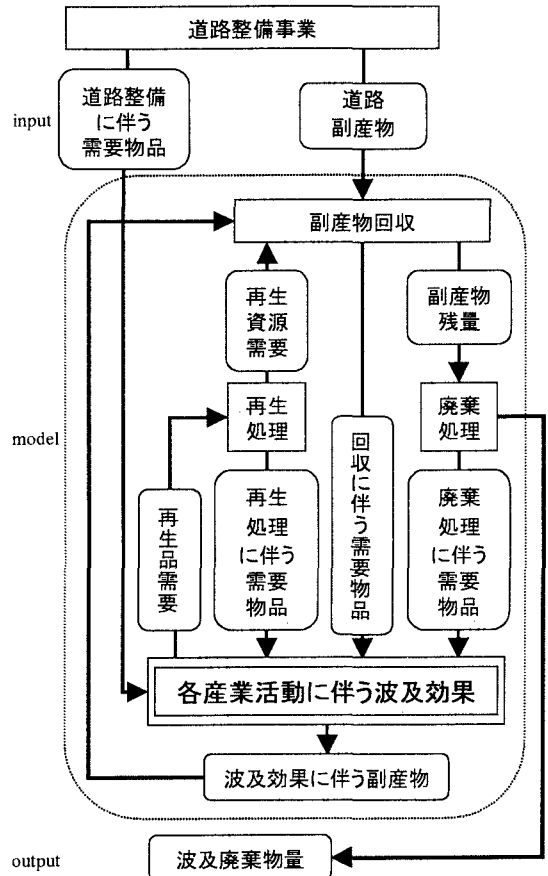


図1：本研究の流れ

3. 資源循環モデル

3.1. 資源循環過程を明示したSNA型産業連関表

図1の model 枠内で示される各産業間の資源循環過程を数値的に表現するため、表1のようなSNA型産業連関表を提案する。全て貨幣価値で記述されるため、列和と行和は共に総生産額を表し、値は一致する。

通常財・サービスと異なり、負の価値を持つ副産物、廃棄物については物ではなく副産物回収、廃棄物処理というサービスの流れで記述している。

表 1：副産物リサイクルを明示した SNA 型産業連関表

	通常財 v	再生財 r	回収サービス z	処理サービス w	通常産業 v	回収業 z	処理業 w	最終需要	計
通常財 v					U_{vv}	U_{vz}	U_{vw}	f_v	q_v
再生財 r					U_{rv}	U_{rz}	U_{rw}	f_r	q_r
回収サービス z					U_{zv}	U_{zz}	U_{zw}	f_z	q_z
処理サービス w						U_{wz}			q_w
環境汚染物 e					U_{ev}	U_{ez}	U_{ew}	f_e	q_e
通常産業 v	V_{vv}								g_v
再生産業 r		V_{rr}							g_r
回収業 z			V_{zz}						g_z
処理業 w				V_{ww}					g_w
付加価値					y_v	y_z	y_w		
計	q_v	q_r	q_z	q_w	g_v	g_z	g_w		

まず、副産物を排出する各産業及び最終需要は、 U_{zv} , U_{zz} , U_{zw} , f_z だけ副産物回収サービスを購入する。そして、 V_{zz} だけ回収サービスを産出する回収業がその副産物を回収する。副産物のうち需要がある分についてを再生財とし、残りを廃棄物と定義する。従って

副産物総量＝再生財総量－廃棄物総量 (1) となる。

再生財は、再生業が再生処理して V_{rr} だけ産出する。残りの廃棄物を排出する回収業は、 U_{wz} だけ廃棄物処理サービスを購入する。そして、 V_{ww} だけ処理サービスを産出する回収業がその廃棄物を処理する。

3.2. 定式化

まず、通常財、再生財、回収サービスについて通常の SNA 型の産業連関分析と同様にして波及産出額を求める。それに (1) 式の関係を用いることでリサイクルと廃棄物処理過程を内生化させる。

すると、処理サービス波及総生産額 q_w は

$$q_w = \left(I - \begin{pmatrix} H_v & H_r & H_z \end{pmatrix} \begin{pmatrix} B_{vw} \\ B_{rw} \\ B_{ww} \end{pmatrix} D_{ww} \right)^{-1} \begin{pmatrix} f_v \\ f_r \\ f_z \end{pmatrix} \quad (2)$$

となる。ここで、

$$B \equiv U\hat{g}^{-1}, D \equiv V\hat{q}^{-1}, G \equiv (I - BD)^{-1},$$

$$\begin{aligned} H_v &= \hat{p}_w (\hat{p}_z^{-1} G_{zv} - \hat{p}_r^{-1} G_{rv}), \\ H_v &= \hat{p}_w (\hat{p}_z^{-1} G_{zr} - \hat{p}_r^{-1} G_{rr}), \\ H_v &= \hat{p}_w (\hat{p}_z^{-1} G_{zz} - \hat{p}_r^{-1} G_{rz}) \end{aligned}$$

p : 価格ベクトル

とする。B, D は産業技術仮定による係数行列、G はレオンチェフ逆行列、H は (1) 式の関係を表している。この (2) 式は図 1 の model 枠内の流れ内生化し波及廃棄物量を算出する式になっている。

図 1 のフローチャートに従って、まず道路構造延長ベクトル l (高架 l_1 , トンネル l_2 , 切り盛り l_3) から需要物品量、副産物量を求める。それを最終需要として (2) 式に代入し、物量単位に直せば道路整備事業のライフサイクル全体での最終的な波及廃棄物量が求まる。

4. まとめ

本研究では、資源循環過程を明示したモデルを構築し、道路整備における廃棄物の波及排出量を算出する方法を提案した。

今後、具体的なデータを用いた数値分析を行う予定である。

参考文献

- 清水紀行他 (1998): 地域基盤整備におけるゼロエミッション, 平成 9 年度 土木学会東北支部技術研究発表会
- 中村慎一郎 (1996): 「廃棄物リサイクルの産業連関モデル」 早稲田大学政治経済学雑誌, 第 328 号