

産業連関法を用いた環境負荷発生要因の検討

八千代エンジニアリング株式会社

正会員 鶴巻 峰夫 ， 正会員 星山 英一

正会員 中田 泰輔，吉田 雅一，吉原 哲

磯部 久貴，豊嶋 拓

1. 目的

LCAにおけるインベントリ分析手法として、主に積み上げ法、産業連関法が用いられている。積み上げ法は、対象とするプロセスにおける資源、資材等の物量すべてについてのデータを積み上げるものであり、正確な数値が求められるものの、その作業には膨大な時間と労力を要する。一方、産業連関法は、産業連関表を用いる経済分析手法を応用することで検討を簡易にすることができる反面、環境負荷発生原因の解析には不向きであることが指摘されている。ただし、産業連関法を用いることでもある程度の発生要因解析が可能であり、本検討では、産業連関法によって建設部門における環境負荷発生要因の検討について試行したものである。

2. 検討の内容

2.1 対象とする産業部門

産業連関表の部門分類は、「基本分類」(列411×行527部門)を最も詳細な分類とし、これを統合した統合分類{「統合小分類」(187部門)、「統合中分類」(91部門)、「統合大分類」(32部門)}から構成される。これらのうち、建設部門について工事種類別に細分された形をとっているものが建設部門分析用産業連関表であり、68部門が設けられている。産業連関表を用いた検討を前提として同表での区分に従い、建設部門(道路)について解析を行った。また、資源消費・環境負荷排出の特性を把握するために、代表的加工・組立産業として自動車部門についても解析を行った。

2.2 検討の方法

1) 環境負荷発生要因となる資源、資材等の消費量の算出

対象とする資源・資材等は、表-1に示すとおりとし、資材消費量は原則として産業連関表の付帯表である「物量表」を用いた。ただし、「物量表」の部門区分は基本分類によっているため、さらに細分化した建設部門中の「道路部門」については、資材ごとの単価と基本取引表における取引金額から消費量を求めた。

表-1 産業連関表「物量表」で検討可能な資源・資材等

分類	検討対象の物質等
一次資源 (資材)	鉄鉱石、石灰石、砂利・碎石、碎石
一次資源 (エネルギー)	一般炭・亜炭・無煙炭、原油
エネルギー	揮発油、灯油、軽油、A重油、B・C重油、液化石油ガス、電力
資材	セメント、生コンクリート、熱間圧延鋼材、鋼管、冷延・めっき鋼材

2) 各部門における環境負荷発生量の算定

(1) 算定対象とする環境負荷の種類

事業等に伴う環境負荷量として次の3種類に分けて検討した。

エネルギー資源の直接消費により発生する環境負荷量

エネルギーの消費に伴い直接的に当該部門で発生する環境負荷量

を算定する。

資源や資材の消費によって誘発する環境負荷量

当該部門で消費する資源や資材を製品化したり、輸送したりするために発生している環境負荷量を算定する。例えば、この中には上記のエネルギーの製品化(石油であれば精製工程など)のために誘発している環境負荷も含まれている。ここではレオンチェフ逆行列を用いた分析を行っており、資材の消費などのフロー分のみが対象になっている。

固定資本形成によって誘発する環境負荷量

前述で対象外とした固定資本形成によって誘発する環境負荷量を算定する。固定資本形成による支出は産業連関表では最終需要部門に記載されており、さらに91部門での収支が付帯表の「固定資本マトリックス(公+民)」に記載されている。同表には産業各部門が固定資本形成のために投入した金額(最終需要額として)が投入先の産業部門とともに記載されており、レオンチェフ逆行列を用いた分析を用いれば、産業各部門が固定資本形成によって誘発する環境負荷量を計算することができる。

(2) 環境負荷量の算定方法

エネルギー資源の直接消費により発生する環境負荷量

$(\text{直接環境負荷発生量}) = (\text{LCI用原単位}) \times (\text{エネルギー種別毎の消費量})$

資源や資材の消費によって誘発する環境負荷量

$(\text{誘発する環境負荷発生量}) = (\text{各部門の直接環境負荷量原単位}) \times$

$\{(\text{レオンチェフ逆行列}) \times (\text{検討対象部門における最終需要額})\}$

キーワード：ライフサイクルアセスメント，環境計画，地球環境問題，物質循環システム

〒153-8639 東京都目黒区中目黒1-10-21 TEL 03-3715-8694 FAX 03-3715-1339

固定資本形成によって誘発する環境負荷量

(固定資本形成により誘発する環境負荷発生量) = (各部門の誘発を含む環境負荷量原単位)

× (検討対象部門における固定資本形成額)

上記の方法で計算された固定資本形成による環境負荷量は、固定資本の金額が直接投入された部門しか計算されないため、レオンチェフ逆行列を用いて、固定資本分の最終波及先の部門における環境負荷量についても計算した。

(最終波及先における誘発環境負荷発生量) = (各部門の直接環境負荷量原単位) ×

{(レオンチェフ逆行列) × (検討対象部門における固定資本形成額)}

3. 検討の結果

道路部門及び自動車部門における環境負荷量の検討結果を表 - 2、表 - 3に示す。エネルギー、CO₂を指標とする環境負荷発生要因を検討すると、その特徴として以下のことが挙げられる。

3.1 道路部門での環境負荷発生要因

誘発する環境負荷量が多い - CO₂排出で比較した場合、直接環境負荷と誘発環境負荷の比率は約1:13であり、誘発による負荷の割合が非常に高い。また、エネルギー消費でも直接環境負荷と誘発環境負荷の傾向は同様である。

誘発環境負荷ではセメントに関わる部門での負荷量が多い - 誘発する環境負荷量では、エネルギー供給部門での負荷が多いが、セメントに関わる「セメント・セメント製品」及び鋼材に関する部門、その製造エネルギーである「石炭製品」部門での誘発も大きい。

表 - 2 道路事業における環境負荷発生量

業種	部門(91部門)	CO ₂ (t-C)			エネルギー(千Mcal)		
		直接消費による	誘発による	合計	直接消費による	誘発による	合計
エネルギー消費	石炭・亜炭	-	164	164	-	11,961	11,961
	原油・天然ガス	-	2	2	-	69	69
	石油製品	673,139	212,222	885,361	8,595,435	2,923,769	11,519,204
	石炭製品	-	1,701,918	1,701,918	-	30,170,673	30,170,673
	電力	-	1,102,140	1,102,140	190,363	14,500,895	14,691,258
	ガス・熱供給	6,682	7,039	13,721	118,972	70,573	189,545
資材・製品	金属鉱物	-	2	2	-	137	137
	非金属鉱物	-	29,552	29,552	-	612,937	612,937
	セメント・セメント製品	-	2,943,676	2,943,676	-	11,740,595	11,740,595
	鉄鉄・粗鋼	-	1,105,972	1,105,972	-	10,013,937	10,013,937
	鋼材	-	87,313	87,313	-	1,954,089	1,954,089
	鑄造品・その他の鉄鋼製品	-	46,081	46,081	-	524,117	524,117
	非鉄金属加工製品	-	12,867	12,867	-	295,480	295,480
	建設・建築用金属製品	-	18,008	18,008	-	477,712	477,712
	自動車	-	2,466	2,466	-	63,482	63,482
	船舶・同修理	-	71	71	-	1,723	1,723
	土木	-	-	-	-	-	-
その他	-	318,829	318,829	-	6,070,696	6,070,696	
その他	-	1,410,088	1,410,088	-	8,686,682	8,686,682	
合計		679,822	8,998,408	9,678,230	8,904,769	88,119,527	97,024,296

3.2 自動車部門での環境負荷発生要因

誘発する環境負荷量の比率が大きい - CO₂排出で比較した場合、直接環境負荷と誘発する環境負荷の比率は約1:30であり、誘発による負荷の割合が極めて高い。この傾向はエネルギー消費でも同様である。

誘発環境負荷では鋼材関連の部門での消費が多い - 鋼材に関わる「鉄鉄・粗鋼」及びその製造エネルギーである「電力」部門での誘発が大きい。

表 - 3 自動車部門における環境負荷発生量

業種	部門(91部門)	CO ₂ (t-C)				エネルギー(千Mcal)					
		直接消費による	誘発による		合計*	直接消費による	誘発による		合計*		
			最終需要	固定資本			最終需要	固定資本			
エネルギー消費	石炭・亜炭	-	150	-	157	308	-	10,949	-	11,488	22,437
	原油・天然ガス	-	5	-	33	38	-	229	-	1,416	1,645
	石油製品	841,683	522,505	-	63,203	1,427,391	11,128,569	7,198,516	-	870,744	19,197,829
	石炭製品	-	1,241,279	-	164,532	1,405,811	-	22,004,719	-	2,916,733	24,921,452
	電力	-	8,568,988	-	589,031	9,158,019	1,417,255	112,742,533	-	7,749,899	121,909,687
	ガス・熱供給	90,314	87,667	-	4,896	182,877	1,609,233	878,989	-	49,085	2,537,307
資材・製品	金属鉱物	-	21	-	50	71	-	1,180	-	2,741	3,921
	非金属鉱物	-	4,783	-	3,552	8,335	-	99,204	-	73,679	172,883
	セメント・セメント製品	-	54,119	-	265,391	319,510	-	215,850	-	1,058,489	1,274,338
	鉄鉄・粗鋼	-	5,982,412	-	726,525	6,708,938	-	54,167,309	-	6,578,270	60,745,579
	鋼材	-	454,410	-	55,268	509,678	-	10,169,822	-	1,236,905	11,406,727
	鑄造品・その他の鉄鋼製品	-	858,833	-	70,973	929,806	-	9,768,236	-	807,236	10,575,472
	非鉄金属加工製品	-	145,211	-	8,795	154,006	-	3,334,713	-	201,971	3,536,684
	建設・建築用金属製品	-	1,639	206	3,972	5,611	-	43,476	2,630	105,363	148,839
	自動車	-	2,031,222	6,822	1,185	2,032,407	-	52,285,459	105,159	30,500	52,315,959
	船舶・同修理	-	260	-	23	283	-	6,296	-	561	6,858
	土木	-	-	553,282	39,880	39,880	-	-	6,076,727	669,091	669,091
その他	-	3,217,671	2,026,893	313,104	3,530,776	-	82,416,968	26,616,476	6,648,630	89,065,598	
その他	-	3,097,926	166,029	442,662	3,540,588	-	8,686,682	2,500,937	6,289,125	14,975,807	
合計		931,997	26,269,104	2,753,231	2,753,231	29,954,332	14,155,056	364,031,128	35,301,929	35,301,929	413,488,113

*:(=直接消費による+最終需要+最終波及先での分類)

4. 考察

産業連関法を用いて道路部門及び自動車部門における環境負荷発生要因について検討することができた。今後は他の建設部門やこれらに関連する製造業等を対象とした同様の検討を行い、各部門間での比較等を行うことで、環境負荷削減対策立案の一助となると考える。