

建設にともなう環境負荷の定量化に関する研究 QUANTIFICATION OF THE ENVIRONMENTAL LOAD ASSOCIATED WITH CONSTRUCTION

銭谷賢治*、井村秀文*

Kenji ZENITANI* and Hidefumi IMURA*

(全文審査の上、受理。1994年 7 月 25 日)

ABSTRACT; LCA ("life cycle assessment") of products that analyzes the "from cradle to grave" environmental impacts of products pertinent to their production, distribution, consumption and disposal, has become a fundamental policy concept in environmental management. Similar idea can be applied to the buildings and other facilities that constitute infrastructures of cities. Here, we must quantify the environmental loads associated with the total life cycle of buildings, etc. For this purpose, a method for analyzing the environmental loads induced by construction is developed on the basis of the input-output model. The environmental loads are expressed in terms of the consumption of resources such as water, emission of various pollutants and generation of wastes. Then, the environmental loads induced to various industrial sectors by unit amount of final demand of construction sectors are calculated by using national input-output tables. It is quantitatively exhibited that the environmental loads induced by construction sectors, generally, are considerably greater than those expressed in terms of their direct consumption of resources or direct emission of pollutants.

KEYWORDS; environmental loads, environmental impact, LCA for construction, life cycle assessment, input-output analysis

1. はじめに

地球環境問題の登場を契機に、人間活動と環境との関係性を評価する視点も大きく変化しつつある。国の環境法体系は公害対策基本法から環境基本法へと転換し、環境政策の基本理念も、公害防止、自然保護と言った直截的なものから、環境の恵沢の享受と継承、環境への負荷の少ない持続的発展の可能な社会の構築と言った新しい標語によって語られる複合的な内容に変化している(環境基本法第3条及び第4条)¹⁾。これに伴い、環境管理の方法も、大気や水の質(状態)に着目して汚染防止を図るという古典的方法から、人間による様々な資源の利用過程で発生する環境負荷を総合的に評価し、その低減を図るというアプローチへと転換しつつある。その典型的な例が、製品の製造・流通・消費・廃棄の全サイクルにわたって発生する環境負荷を指標化・評価しようとするLCA(ライフサイクルアセスメント)であり、その手法確立は環境管理における重要な課題になっている²⁾。

各種の社会資本及びその他の建築物等についても、その建設・供用・廃棄にわたるライフサイクルの中で、多くの資源・エネルギーが消費され、その過程で環境への負荷が発生する(図1)。元々のLCAは消費財としての製品を主な対象とするものであるが、その考え方は資本財としての各種構造物にも適用できる。ここで、環境への負荷をそもそもどう定義し、それをどのような指標で評価するかはそれ自体今後の大きな研究課題である

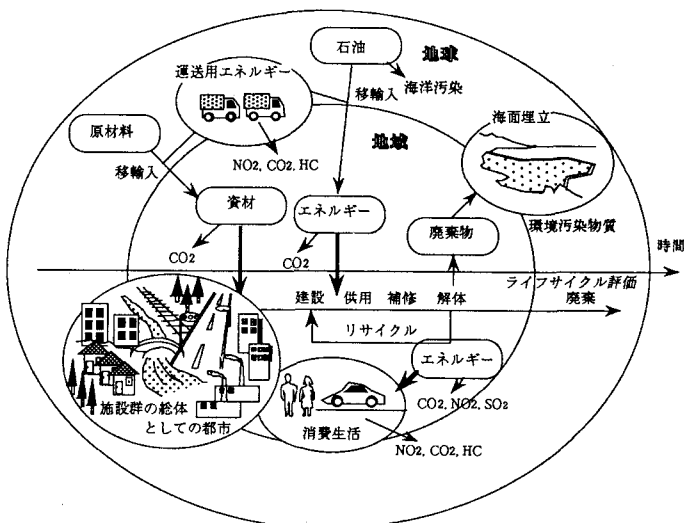


図1 建設にともなう環境インパクトの波及

*九州大学工学部環境システム工学研究センター

*Institute of Environmental Systems, Faculty of Engineering, Kyushu University

が、当面のところ、人間活動に伴う資源消費量、汚染物質排出量、廃棄物排出量等の物理的指標で評価するのが一番簡明である。様々な議論はあるものの、現在のところこれ以外に広く認知された指標が存在しないため、本報告でもこの方法を採用する。

LCAの考え方に立つと、各種建築構造物による環境負荷は、建設時点において発生する廃材や機械運転のエネルギーといった直接的な部分だけではなく、資材として使用される鉄、セメント等の生産段階で発生する環境負荷にまで遡って考える必要がある。また構造物の保守管理、その使用のために発生する負荷もある。さらには、耐用年数に達した構造物が廃棄物となって発生させるであろう負荷も大きな問題である。環境インパクト評価の関連項目は、図2に示すように互いに密接な関係にあり、全体を総括的に考えていく必要がある。こうした全体的な視点から、建設事業にともなう環境負荷を定量的に把握することが課題となるが、筆者らは、産業連関の方法により、エネルギー消費量と二酸化炭素排出量(CO₂)を指標として、社会資本整備のライフサイクルにおいて誘発される環境負荷を分析した⁹⁾。しかし、建設にともなう環境負荷としては、エネルギー・CO₂以外にも多くの項目が問題となる。このため、本研究においては、分析に必要なデータが入手できた産業廃棄物、建設廃材、工業用水、水質汚濁物質の発生について既に実施したものと同様の分析を試みる。

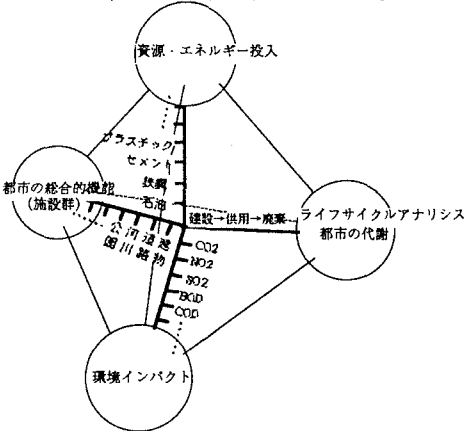


図2 環境インパクトの評価の項目

2. 環境負荷評価の方法

環境負荷の評価方法としては大きく2つが考えられる。1つは、建設に投入される資材や施工工程を1つ1つに分解し、それぞれの部分について負荷を定量化した上でその総和によって全体の負荷を評価しようとする「積み上げ法」である。もう1つは、産業連関分析を利用する方法で、土木・建設部門の最終需要によって、各産業部門に対してどれだけの資源消費や汚染物質排出が誘発されるかを分析するものである。前者の積み上げ法の場合、個々の部分的評価はある程度正確に実行できたとしても、ダブルカウント等の問題があり、部分の総和が全体についての正しい評価にはならない可能性がある。しかし、同じ機能を持つ資材や工法でもどちらの方がより環境負荷が小さいかといった部分的な問題についての細かな比較には有効である¹⁰⁾。他方、産業連関分析は、産業分類数が最大400程度に限定されるため、建設資材の細かな差異まで考慮することは出来ない反面、他産業への誘発も考慮した全体的な評価が可能になるという利点がある。このため建設事業による各種資源の消費の分析が最近いくつか実行されている¹³⁾¹⁵⁾。しかし、エネルギー・CO₂以外

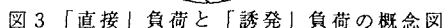
表1 産業別環境負荷発生量 (水質汚濁指標は1991年、他は全て1985年)

の環境負荷項目についての分析はほとんど実行されていない。その大きな原因は、産業分類ごとの汚染物質や廃棄物の排出量データが未整備なためである。

現在のところ、環境負荷の項目として整備されているデータは、産業中分類(30分類程度)についてであり、この範囲では、産業廃棄物、工業用水、水質汚濁物質のデータが同

	産業廃棄物 (1000 t/年)	建設廃材 (1000 t/年)	BOD負荷量 (kg/年)	COD負荷量 (kg/年)	T-N負荷量 (kg/年)	T-P負荷量 (kg/年)	SS負荷量 (kg/年)	工業用水 (m ³)
農林業	62,690	0	432,525	932,210	20,440	10,220	574,510	0
漁業	12	0	9,855	12,410	730	5,475	3,285	0
鉱業	26,017	0	181,040	1,903,110	36,500	1,460	5,266,220	0
飲料	8,763	0	33,702,640	37,244,600	1,348,310	711,020	29,772,685	5,665,488
食料品	3,330	0	2,944,820	6,307,930	2,404,255	77,380	3,002,855	1,125,035
繊維工業製品	2,629	0	12,739,230	23,347,590	1,518,035	109,135	9,225,010	3,389,173
衣服・その他の繊維製品	115	0	95,995	138,700	2,555	365	35,040	59,024
製材・木製品	4,034	0	86,870	71,540	3,650	365	54,385	87,830
家具・装飾品	425	0	34,675	41,975	3,285	2,920	25,915	45,954
パルプ・紙	12,800	0	71,171,350	368,343,400	9,547,305	928,925	102,166,420	15,609,871
出版・印刷	870	0	50,370	78,840	3,285	730	75,920	20,075
化学工業	10,364	0	107,913,345	834,012,955	46,298,790	7,551,120	150,579,290	54,668,241
石油・石炭製品	1,533	0	863,955	56,679,025	69,343,795	174,105	13,596,250	11,865,073
プラスチック製品	949	0	5,960,450	6,834,625	47,450	1,825	1,215,815	1,907,932
ゴム製品	290	0	205,130	255,960	223,745	5,840	654,810	1,020,351
なめし皮・毛皮	263	0	132,860	83,950	64,970	365	91,250	32,533
皮革・土石製品	17,941	0	388,725	739,125	75,920	12,775	2,419,220	5,089,375
鉄鋼業	50,098	0	438,365	232,507,190	122,015,120	219,365	123,971,885	51,413,065
非鉄金属	2,150	0	1,075,655	50,604,235	2,672,530	70,810	13,675,820	5,027,485
金属製品	4,452	0	4,421,975	772,705	413,545	108,405	1,633,375	1,062,316
一般機械	2,152	0	612,105	686,200	375,950	41,610	633,275	1,790,159
電気機械	3,811	0	2,870,350	2,346,220	1,719,150	125,195	1,971,730	4,135,591
輸送機械	4,450	0	2,137,005	2,617,780	711,385	224,840	1,176,395	10,546,197
精密機械	177	0	269,005	174,835	67,525	17,885	171,550	230,514
その他製造工業製品	729	0	102,565	70,810	9,125	730	102,565	209,017
建設	57,481	48948	3,845	4,919	173	970	11,500	0
電力・ガス	27,748	0	37,194,960	91,420,820	41,928,280	2,880,580	41,735,195	0
運輸・通信業	582	0	111,690	103,295	59,130	6,205	113,880	0
公務	500	0	262,435	409,530	87,235	154,395	463,550	0
分類不明	3,441	0	28,007,910	17,475,105	1,628,265	2,876,930	35,671,450	0

経済全体を眺めてみると、各産業は相互に取引関係を結びながら生産活動を営み、複雑な依存関係で結ばれている。例えば建設業のエネルギー消費について見ると、それ自身が直接消費するのは建設機械の運転に要する分などで、その量は比較的小さい。しかし、建設資材の形で間接的なエネルギー消費を考慮すれば、その消費量は大きなものになる。その他の環境負荷の発生についても同様である。このため環境負荷の評価に当たっては、「直接」負荷



本論で対象となる分析年次は1985年を基本とし、環境項目について入手可能なデータが産業中分類程度であるため、30分類の産業連関統合表（1985年）¹⁶⁾を利用することとする。建設部門内での差異を分析する場合にはこれに19部門からなる建設部門分析用産業連関表（1985年）¹⁷⁾を付加する。環境負荷データは、表1のように同一の産業分類で整理した。産業連関モデルによる代表的な計算手法としては輸入財を考慮しない（I-A）¹⁸⁾型と、輸入財を考慮した（I-A-M）¹⁹⁾型があるが、本研究では国内だけに着目するため前者によって誘発環境負荷原単位を求める。次いで、この原単位に最終需要額を乗じて誘発に起因する環境負荷量を算出した。また、直接排出原単位は産業ごとの直接排出量を最終需要額で除して求めた。

3. 計算結果

産業ごとの産業廃棄物の原単位と排出量を示したものが表

	直接原単位 (t/百万円)	誘発原単位 (t/百万円)	直接排出量 (1000t)	誘発排出量 (1000t)
農林業	17.11	4.18	62,690	15,334
漁業	0.01	0.28	12	261
鉱業	343.14	1.76	26,017	133
食料品	0.46	1.95	8,763	37,087
飲料、飼料	0.44	1.31	3,330	9,879
繊維工業製品	0.81	1.14	2,629	3,721
衣服	0.02	0.6	115	2,861
製材、木製品	46.71	2.71	4,034	234
家具、装飾品	0.26	1.07	425	1,777
パルプ、紙	33.6	2.75	12,800	1,049
出版、印刷	0.7	0.78	870	960
化学工業	2.27	1.11	10,364	5,079
石油、石炭製品	0.49	1.08	1,533	3,417
プラスチック製品	1.38	0.67	949	460
ゴム製品	0.28	0.74	290	764
なめし革、毛皮	0.33	0.82	263	659
窯業、土石製品	17.59	2.95	17,941	3,005
鉄鋼業	16.69	4.33	50,998	13,000
非鉄金属	2.37	0.79	2,150	718
金属製品	2.52	1.69	4,452	2,993
一般機械	0.13	0.84	2,152	14,070
電気機械	0.16	0.6	3,811	14,413
輸送機械	0.21	0.82	4,450	17,159
精密機械	0.06	0.43	177	1,371
その他の製造工業製品	0.23	0.72	729	2,315
建設	1.13	1.88	57,481	95,535
電力、ガス	4.14	1.84	27,748	12,349
運輸、通信業	0.04	0.35	582	5,551
公務	0.03	0.24	500	4,068
その他の産業	0.02	0.27	3,441	40,578

2である。農林業、鉱業などの一次産業では、直接原単位・排出量の方が大きく、建設部門では、誘発原単位・排出量の方が大きい。特に、誘発排出量では建設が群を抜いて大きい。これは、資材の供給を他産業に大きく依存している建設部門の特色を示すものである。このように、建設部門で誘発排出量が大きいのは、取引額の大きい他の鉄鋼、セメント等の産業への波及の結果である。

次に、建設各部門が他産業に誘発した産業廃棄物排出量の原単位と排出量（他産業への誘発分のみ）を建設部門内部で比較したものが図4、5である。各部門とも原単位ではあまり差がないが、排出量では、木造、鉄筋コンクリート造、鉄骨造等の建築部門からの誘発が大きい。

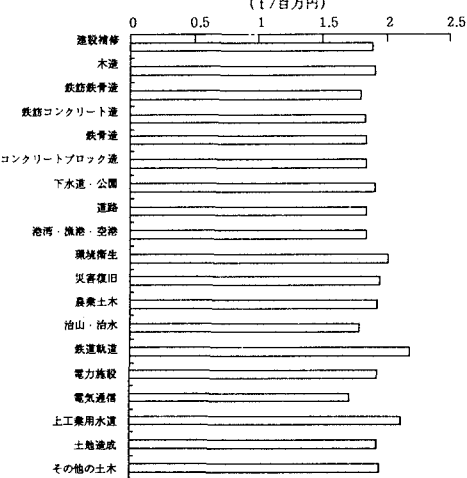


図4 建設各部門の産業廃棄物
誘発原単位

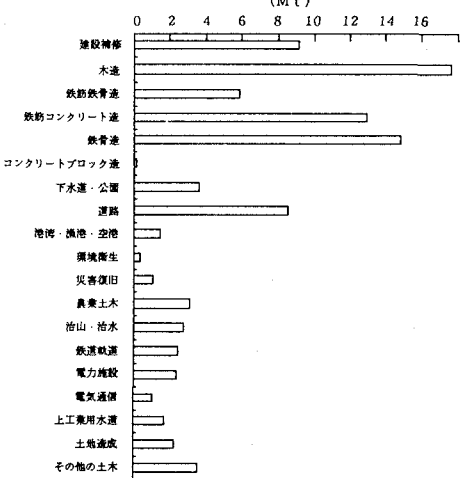


図5 建設各部門の産業廃棄物
誘発排出量

3-2 建設廃材¹¹⁰⁾

建設廃材については、他の項目と異なり、直接排出するのは建設部門だけである。したがって、建設以外の各産業が、建設部門に対してどれだけの建設廃材発生を誘発するかが問題であり、その結果を示したのが図6である。

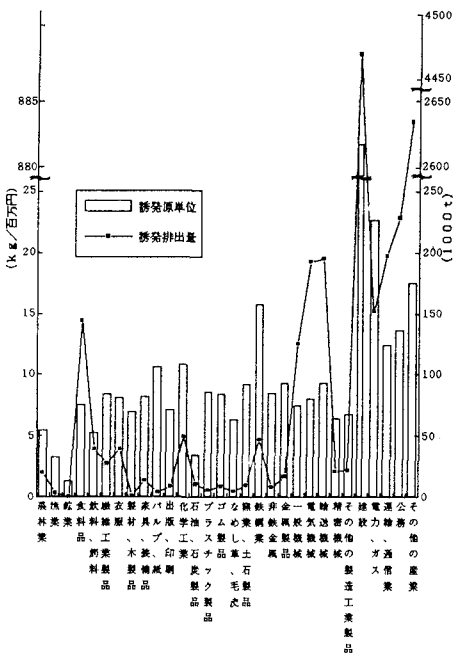


図6 産業別建設廃材誘発原単位と排出量

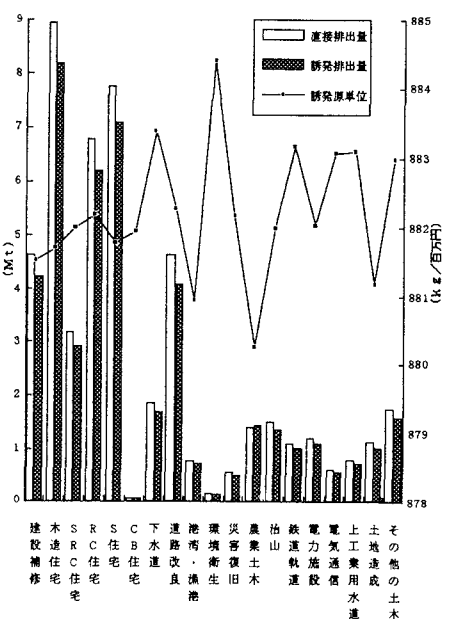


図7 建設各部門の建設廃材
原単位及び排出量

次に、建設各部門での建設廃材の原単位と排出量を示したものが図7である。環境衛生部門で誘発原単位が大きく、木造、鉄筋コンクリート造、鉄骨造における排出量も大きい。なお、建設廃材については、どの建設部門においても直接の方が誘発の排出量より大きくなっている。これは、建設廃材は他の産業廃棄物とは異なり、その全てが建設部門自体からの直接排出であるためである。

3-3 工業用水¹¹⁾

産業ごとの工業用水の原単位と排出量を示したものが表3である。直接原単位で見ると、基礎素材型産業であるパルプ業、化学工業、鉄鋼業が他の産業を圧して大きな値を示している。これに対して、誘発原単位では産業間の差が小さくなっている。また、直接排出量ではやはりパルプ業、化学工業、鉄鋼業で直接排出量が大きい。誘発排出量では建設が一番大きくなっている。これも、資材の供給を他産業に大きく依存している建設部門の特色を示すものである。

次に、建設各部門の工業用水の原単位と排出量（他産業への誘発分のみ）を示したものが図8である。木造、鉄筋コンクリート造、鉄骨造は、他部門に比べて誘発原単位はそれほど大きくないが誘発排出総量はかなり大きい。これは直接排出量の大きい鉄鋼業等の影響である。

3-4 水質汚濁指標

産業ごとの水質汚濁負荷の排出原単位を示したものが表4であり、排出量を示したものが表5である。パルプ業や化学工業の直接原単位は大きい。建設業の場合、ここでも、直接原単位に比べて誘発原単位が大きい。

次に、建設各部門での水質汚濁指標の原単位と排出量（他産業への誘発分のみ）の比較を示したものが表6である。全体的に見て環境衛生部門で原単位が大きい。特に目立つのがCODについてである。これは、同部門の取引の中で鉄鋼業の占める割合が大きいためである。排出総量では木造、鉄筋コンクリート造、鉄骨造が大きい。環境衛生は原単位では大きいものの、排出総量ではそれほど大きくはない。

3-5 福岡市における環境負荷誘発排出量

以上において、建設部門を含む各産業の直接ないし誘発排出量と原単位を求めた。その結果を発展的に利用する課題としては、例えば、都市を単位として、そこでの活動が全体としてどのような環境負荷をもたらししているかの評価が考えられる。福岡市についてそうした分析を試みた結果を表7に示す。これは、同市の産業連関表¹²⁾を30分類に整理し、その各産業の最終需要合計に上で得られた原単位を乗じることによって求めたものである。

ここで、地域を対象とした分析において、全国一律の誘発原単位値を用いることについては疑問がないわけではない。しかし、ある地域で使用されるあらゆる財について、その生産地を特定して環境負荷を論ずることは容易ではない。また、現在利用できる産業連関表の性格上、中間投入されるさまざまな財のそれぞれがどの地域に由来するもの

表3 産業別工業用水発生原単位及び排出量
(直接及び誘発)

	直接原単位 (m^3 / 百万円)	誘発原単位 (m^3 / 百万円)	直接排出量 (m^3)	誘発排出量 (m^3)
農林業	0	0.29	0	1,068,494
漁業	0	0.18	0	168,028
鉱業	0	0.03	0	2,005
食料品	0.3	0.51	5,665,488	9,759,744
飲料、飼料	0.15	0.42	1,125,035	3,139,050
繊維工業製品	1.04	1.19	3,389,173	3,889,186
衣服	0.01	0.56	59,024	2,668,182
製材、木製品	1.02	0.33	87,830	28,292
家具、装飾品	0.03	0.6	45,954	987,443
パルプ、			3.04	15,609,871
出版、印刷	0.02	0.76	20,075	934,398
化学工業	12	3.53	0	16,094,441
石油、石炭製品	3.76	0.74	11,865,073	2,332,477
プラスチック製品	2.78	1.42	1,907,932	973,044
ゴム製品	0.99	1.31	1,020,351	1,354,159
なめし革、毛皮	0.04	0.41	32,533	331,284
窯業、土石製品	4.99	0.97	5,089,375	994,303
鉄鋼業	17.13	4.11	0	12,348,455
非鉄金属	5.54	1.05	5,027,485	955,290
金属製品	0.6	1.3	1,062,316	2,301,191
一般機械	0.11	0.74	1,790,159	12,428,182
電気機械	0.17	0.6	4,135,591	14,344,854
輸送機械	0.5	1.05	10,546,197	22,119,473
精密機械	0.07	0.42	230,514	1,323,747
その他の製造工業製品	0.07	0.66	209,017	2,097,905
建設	0	0.52	0	26,129,698
電力、ガス	0	0.16	0	1,056,842
運輸、通信業	0	0.25	0	3,949,010
公務	0	0.13	0	2,131,759
その他の産業	0	0.19	0	27,932,663

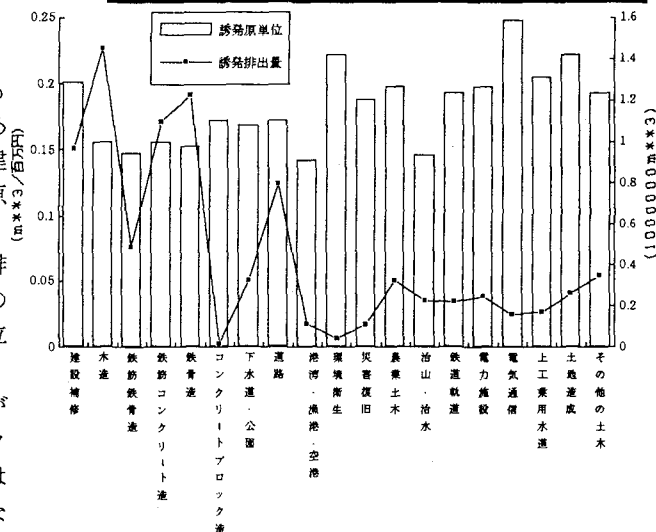


図8 建設各部門の工業用水の誘発原単位と排出量

表4 産業別水質汚濁指標原単位（直接及び誘発）

	BOD直接原単位 (kg/百万円)	BOD誘発原単位 (kg/百万円)	COD直接原単位 (kg/百万円)	COD誘発原単位 (kg/百万円)	T-N直接原単位 (kg/百万円)	T-N誘発原単位 (kg/百万円)	T-P直接原単位 (kg/百万円)	T-P誘発原単位 (kg/百万円)	SS直接原単位 (kg/百万円)	SS誘発原単位 (kg/百万円)
農林業	0.72	0.49	4.36	2.84	0.38	0.31	0.03	0.02	1.03	0.71
漁業	0.33	0.37	1.71	1.79	0.46	0.35	0.02	0.02	0.49	0.53
鉱業	0.05	0.04	0.40	0.21	0.08	0.05	0.00	0.00	0.44	0.07
食料品	2.12	2.09	5.60	6.65	0.49	0.68	0.06	0.07	2.27	2.40
飲料、飼料	1.12	1.18	4.94	5.38	0.65	0.71	0.04	0.04	1.52	1.63
繊維工業製品	3.49	2.38	13.64	10.66	1.10	0.96	0.11	0.09	3.55	2.67
衣服	1.63	2.41	6.85	10.63	0.61	1.01	0.05	0.09	1.81	2.78
製材、木製品	0.74	0.39	4.44	2.31	0.47	0.30	0.03	0.02	1.11	0.60
家具、装備品	0.99	0.93	6.47	5.94	0.97	0.93	0.04	0.05	1.87	1.71
パルプ、紙	13.07	1.27	68.36	6.86	2.42	0.52	0.21	0.04	18.77	1.66
出版、印刷	2.91	0.96	15.64	5.25	0.71	0.38	0.07	0.03	4.17	1.39
化学工業	7.13	2.24	53.39	16.07	3.61	1.32	0.48	0.15	10.09	3.22
石油、石炭製品	0.17	0.12	3.96	1.20	4.14	0.85	0.02	0.01	1.15	0.36
プラスチック製品	3.27	1.16	17.73	7.39	1.30	0.69	0.15	0.07	3.52	1.57
ゴム製品	2.13	1.53	14.08	9.90	1.23	0.95	0.12	0.09	3.14	2.23
なめし革、毛皮	1.26	1.64	5.56	7.34	0.50	0.71	0.04	0.06	1.56	2.06
窯業、土石製品	0.70	0.39	4.09	2.26	0.77	0.44	0.03	0.02	1.47	0.70
鉄鋼業	0.49	0.39	20.23	6.14	10.07	2.65	0.05	0.03	10.15	2.77
非鉄金属	0.58	0.31	12.94	3.25	0.91	0.37	0.04	0.02	3.06	0.83
金属製品	0.84	0.42	7.50	3.86	2.85	1.30	0.04	0.02	3.30	1.54
一般機械	0.45	0.66	4.56	5.77	1.50	1.72	0.03	0.04	1.81	2.16
電気機械	0.77	0.97	5.02	6.29	0.85	1.07	0.04	0.05	1.47	1.83
輸送機械	0.68	0.97	5.45	7.32	1.26	1.59	0.05	0.06	1.76	2.30
精密機械	0.62	0.86	3.85	5.32	0.59	0.83	0.03	0.05	1.12	1.54
その他の製造工業製品	1.39	1.46	8.67	9.06	0.75	0.88	0.06	0.07	2.09	2.21
建設	0.52	0.79	3.89	5.69	0.99	1.38	0.03	0.04	1.36	1.93
電力、ガス	2.07	0.86	6.03	3.05	2.62	1.10	0.16	0.06	2.54	1.15
運輸、通信業	0.35	0.39	2.19	2.43	0.74	0.64	0.02	0.02	0.67	0.74
公務	0.31	0.53	1.54	2.80	0.31	0.54	0.03	0.04	0.49	0.87
その他の産業	0.62	0.67	2.86	3.31	0.31	0.41	0.04	0.04	0.88	0.98

表5 産業別水質汚濁指標排出量（直接及び誘発）

	BOD直接排出量 (t)	BOD誘発排出量 (t)	COD直接排出量 (t)	COD誘発排出量 (t)	T-N直接排出量 (t)	T-N誘発排出量 (t)	T-P直接排出量 (t)	T-P誘発排出量 (t)	SS直接排出量 (t)	SS誘発排出量 (t)
農林業	2,636	1,787	15,973	10,404	1,407	1,151	127	89	3,773	2,611
漁業	310	343	1,607	1,686	432	328	16	16	460	495
鉱業	4	3	30	16	6	4	0	0	33	5
食料品	40,433	39,701	106,615	126,483	9,333	13,020	1,180	1,327	43,249	45,606
飲料、飼料	8,439	8,898	37,333	40,599	4,892	5,380	274	326	11,443	12,340
繊維工業製品	11,394	7,757	44,531	34,802	3,577	3,135	346	291	11,601	8,722
衣服	7,757	11,491	32,694	50,726	2,928	4,817	260	423	8,653	13,275
製材、木製品	64	34	383	199	41	26	3	2	96	52
家具、装備品	1,640	1,535	10,719	9,833	1,609	1,545	73	75	3,093	2,830
パルプ、紙	4,978	485	26,040	2,615	920	197	80	14	7,151	707
出版、印刷	3,591	1,185	19,325	6,487	882	470	81	39	5,156	1,721
化学工業	32,506	10,207	243,320	73,226	16,461	6,034	2,182	668	45,968	14,683
石油、石炭製品	528	367	12,507	3,803	13,066	2,676	53	25	3,642	1,126
プラスチック製品	2,243	796	12,156	5,064	893	471	103	46	2,411	1,077
ゴム製品	2,207	1,586	14,568	10,244	1,276	983	129	93	3,245	2,310
なめし革、毛皮	1,017	1,317	4,473	5,907	400	573	33	48	1,252	1,659
窯業、土石製品	718	396	4,173	2,308	787	451	35	22	1,495	709
鉄鋼業	1,459	1,179	60,743	18,434	30,219	7,942	141	84	30,481	8,308
非鉄金属	526	278	11,741	2,945	829	336	35	17	2,772	751
金属製品	1,488	743	13,263	6,832	5,041	2,294	70	43	5,833	2,721
一般機械	7,576	11,040	76,169	96,391	25,125	28,698	468	667	30,259	36,160
電気機械	18,382	23,124	119,786	150,011	20,283	25,519	954	1,250	34,993	43,692
輸送機械	14,273	20,383	114,326	153,516	26,493	33,367	967	1,303	36,991	48,323
精密機械	1,966	2,717	12,142	16,806	1,853	2,618	100	142	3,540	4,868
その他の製造工業製品	4,446	4,658	27,681	28,921	2,382	2,615	195	222	6,667	7,045
建設	26,218	40,217	197,128	288,519	50,122	69,831	1,341	2,141	68,857	97,821
電力、ガス	13,859	5,789	40,429	20,458	17,580	7,405	1,045	415	17,017	7,732
運輸、通信業	5,498	6,271	34,748	38,605	11,734	10,187	293	355	10,585	11,777
公務	5,188	8,928	25,706	46,752	5,164	8,995	418	624	8,263	14,582
その他の産業	93,221	101,349	429,649	497,367	47,111	61,579	5,360	5,594	132,093	147,353

表6 水質汚濁物質の他産業によって誘発される排出原単位及び負荷量

	BOD (kg/百万円)	COD (kg/百万円)	T-N (kg/百万円)	T-P (kg/百万円)	SS (kg/百万円)	BOD (t)	COD (t)	T-N (t)	T-P (t)	SS (t)
建設補修	0.33	2.13	0.44	0.02	0.67	1,578	10,236	2,145	88	3,197
木造住宅	0.28	1.74	0.32	0.02	0.52	2,630	16,093	2,935	147	4,793
SRC住宅	0.28	1.86	0.41	0.02	0.60	922	6,114	1,359	53	1,980
RC住宅	0.28	1.81	0.39	0.02	0.57	1,973	12,717	2,713	112	4,038
S住宅	0.28	1.87	0.42	0.02	0.61	2,203	14,969	3,433	126	4,901
CB住宅	0.28	1.72	0.35	0.02	0.53	24	152	31	1	47
下水道	0.33	2.15	0.45	0.02	0.67	631	4,122	867	36	1,288
道路改良	0.23	1.47	0.32	0.01	0.47	1,067	6,839	1,525	62	2,170
港湾・漁港	0.21	1.41	0.34	0.01	0.45	170	1,142	273	10	370
環境衛生	0.42	2.79	0.52	0.02	0.82	75	493	92	4	145
災害復旧	0.22	1.34	0.30	0.01	0.43	125	777	173	7	248
農業土木	0.28	1.77	0.41	0.02	0.57	448	2,888	655	26	925
治山	0.24	1.56	0.34	0.01	0.50	384	2,440	527	22	780
鉄道軌道	0.26	1.87	0.47	0.02	0.63	301	2,145	541	18	724
電力施設	0.26	1.88	0.47	0.02	0.64	327	2,361	586	19	799
電気通信	0.24	1.59	0.33	0.01	0.49	154	1,010	212	9	314
上工業用水道	0.30	2.03	0.46	0.02	0.65	244	1,674	383	14	538
土地造成	0.27	1.69	0.36	0.02	0.52	308	1,989	420	18	612
その他の土木	0.30	2.04	0.46	0.02	0.66	543	3,713	853	31	1,208

表7 福岡市における環境負荷誘発排出量

であるかを特定することは困難である。

また、実際問題として、ある地域の活動は外部のさまざまな地域との財・サービスの交易によって成り立っており、誘発原単位の地域差は、直接原単位のそれよりは小さいものと推測される。地域の特性を明示的に表す直接原単位については、地域固有の値を用いるのが望ましいが、誘発原単位についてはその意味内容からも全国平均値を用いることにはむしろそれなりの意味があると言える。

4. まとめ

産業連関分析の方法により、現在入手可能なデータ制約の範囲で、建設部門によって誘発される環境負荷の定量化を試みた。建設部門の場合、ほとんどの項目について、誘発環境負荷の方が直接負荷より大きい。これは、資材供給を他の産業、特に鉄鋼、セメント等の基礎素材型産業に依存している建設業の特徴である。

建設部門間の比較結果を見ると、原単位については、環境項目ごとにそれぞれ異なる特性を示している。しかし、排出総量では、一般的傾向として、木造、鉄筋コンクリート造、鉄骨造からの誘発環境負荷が大きい。これは、部門自体の最終需要額が大きいことの反映である。

建設廃材については、建設業自身が他産業からの誘発を受けている面があるが、その割合は大きくない。これ以外の項目では、総じて言えば、建設業は、他の産業に対して環境負荷を誘発している部門であると言える。

環境負荷の評価項目としては、本論文で取り上げたもの以外にも多数考えられる。例えば、土地利用、海面埋立面積、自然資源の利用量などである。また、異なる項目ごとの評価を全体としてどう評価すべきかという問題もある。こうした課題は、製品に関するLCAの問題とも共通しており、この分野における今後の研究の進展にあわせて検討していきたい。また、特定の都市あるいは地域を対象として、そこでの社会資本施設等の建設・整備にともなう環境負荷を総体として評価していきたいと考えている。

参考文献

- [1] 増原義剛編：図でみる環境基本法，中央法規，pp.146-147，1994
- [2] 環境庁編：平成4年版環境白書，大蔵省印刷局，pp.321-323，1992
- [3] 池田秀昭、井村秀文：「社会資本整備にともなう環境インパクトの定量化に関する研究」，環境システム研究，Vol.21，pp.192-199，1993
- [4] 池村雅司：「公共事業とエネルギー消費・環境負荷（CO₂）－コンクリートとの関連に着目して－」，平成5年度土木学会全国大会研究討論会資料（コンクリートと環境），1993
- [5] 岡本英靖、酒井寛二、漆崎昇：「土木工事における炭素排出量の推定」，土木学会第1回地球環境シンポジウム講演集，pp.93-98，1993
- [6] 総務庁編：昭和60年産業連関表－計数編(2)－，全国統計協会連合会，pp.771-782，1989
- [7] 建設省建設経済局調査情報課監修：昭和60年建設部門分析用産業連関表，建設物価調査会，1989
- [8] (財)地球・人間環境フォーラム：環境要覧'93/'94，古今書院，pp.61，1993
- [9] 厚生省・産業廃棄物対策室：産業廃棄物の排出及び処理状況について－平成2年度実績－，1993
- [10] 日本開発銀行：建設系廃棄物の発生量予測とその対応策，調査，1993
- [11] 通商産業大臣官房調査統計部：昭和60年工業統計表（用地・用水編），大蔵省印刷局，1987
- [12] 福岡市経済局：福岡市産業連関表（昭和60年）〔磁気データ〕

	産業廃棄物 (1000 t)	建設廃材 (t)	工業用水 (1000m ³)	BOD (t)	COD (t)	T-N (t)	T-P (t)	SS (t)
農林業	553.0	722.3	38.3	95.1	576.0	50.7	4.6	136.1
漁業	8.2	95.4	5.3	9.7	50.3	13.5	0.5	14.4
鉱業	18.1	13.5	0.3	0.6	4.1	0.8	0.0	4.5
食品	582.4	2262.2	152.4	634.9	1674.0	146.5	18.5	679.1
飲料、飼料	205.5	820.3	66.0	175.5	776.3	101.7	5.7	238.0
繊維工業製品	51.7	381.1	54.0	158.2	618.2	49.7	4.8	161.1
衣服	55.9	755.8	52.2	151.4	638.1	57.2	5.1	168.9
製材・木製品	54.8	141.4	6.7	15.0	89.7	9.5	0.8	22.4
家具・装飾品	44.4	340.1	24.8	40.9	267.5	40.2	1.8	77.2
パルプ	143.2	550.1	158.0	679.3	3553.5	125.5	10.9	975.9
出版・印刷	57.0	527.9	55.7	213.0	1146.2	52.3	4.8	305.8
化学工業	128.3	1249.8	406.3	820.9	6144.9	415.7	55.1	1160.9
石油、石炭製品	181.0	570.4	123.8	28.0	662.6	692.1	2.8	192.9
プラスチック製品	31.8	408.7	67.1	154.6	838.1	61.6	7.1	166.2
ゴム製品	13.2	149.9	23.4	38.0	251.1	22.0	2.2	55.9
なめし皮・毛皮	11.3	88.4	5.7	17.4	76.7	6.9	0.6	21.5
窯業・土石製品	199.2	626.4	65.6	47.6	276.6	52.1	2.3	99.1
鉄鋼業	176.7	643.7	167.7	19.8	825.4	410.6	1.9	414.2
非鉄金属	17.5	188.4	23.2	12.8	285.5	20.2	0.8	67.4
金属製品	155.2	853.4	119.2	77.2	687.7	261.4	3.6	302.5
一般機械	224.2	1994.9	197.0	120.7	1213.5	400.3	7.5	482.1
電気機械	144.2	1926.8	143.1	183.9	1198.2	202.9	9.5	350.0
輸送機械	194.7	2215.3	249.8	161.9	1296.7	300.5	11.0	419.6
精密機械	15.1	224.4	14.6	21.7	133.7	20.4	1.1	39.0
その他の製造工業製品	36.7	341.4	33.4	70.5	438.6	37.7	3.1	105.6
建設	1193.9	558863.9	329.5	423.9	2903.6	651.1	20.4	964.7
電力、ガス	253.3	3118.0	22.0	284.3	829.4	360.7	21.5	349.1
運輸、通信業	156.1	5553.7	111.7	154.5	976.4	329.7	8.2	297.4
公務	49.4	2767.4	26.4	62.9	311.7	62.6	5.1	100.2
その他の産業	465.4	30145.0	327.1	1067.5	4920.2	539.5	61.4	1512.7