

資源投入と廃棄物誘発からみた地域間相互依存の分析
Study on Regional Interdependence of Material Input and Waste Induction

盛岡 通* 吉田 登* ○庵原 一水** 秋山 良樹***
Tohru MORIOKA* Noboru YOSHIDA* Issui IHARA** Yoshiki AKIYAMA***

ABSTRACT: These days, the shortage of final disposal site is one of the most serious problem in Japan. The waste derived from the local government is to be disposed by itself, while the waste depends on industrial activities in the other region and therefore it causes regional interdependence flow.

In this study, the structure of interdependence material input and waste is analyzed and evaluated by using Input-Output Analysis. The interrelation between internal and external demand in national 8 regions is estimated using waste intensity in each industry. As a result of the analysis, various particular in construction by-product which has largely shares in final disposal, and the relationship between material input and waste in construction activity observed.

KEYWORDS: Regional Interdependence, Input-Output Analysis, Material Input, Industrial Waste, Construction Waste

1.はじめに

平成元年以降、我が国の一般廃棄物の処分量は僅かながら減少し、産業廃棄物についてはほぼ横這いの状況にあるが、最終処分場の残余容量が逼迫する深刻な状況は依然として改善されていない。地球規模で影響を及ぼすCO₂とは異なり、廃棄物は最終的な影響範囲の限定される環境負荷であるが、廃棄される以前の財の生産・流通過程において他地域への産業・都市活動への依存が無視できないほど大きいにも関わらず、水や電源立地ほどには可視的でない相互依存のフローを有するという特徴を持つ。それ故にこれまで最終財・サービス供給の上下流での責任を明確にした広域での連担管理を困難にし、結果として自区内での処分地を確保しにくい地域では不法投棄を招くなど、国全体で見た場合に必ずしも効率的な運営が図られていない。法が規定する廃棄物以外にも建設構造物に関わる建設残土や浚渫土砂の排出量は年々増加しており、その多くが今なお内陸部に受け入れられ自然地等の環境資源の劣化を招いている。

上記の問題意識にもとづき、本研究では経済統計上把握される資源投入とともに、このような経済活動に付随して勘定されない広義の廃棄物も対象として、投入産出分析を用いた地域の資源投入と廃棄物誘発の相互依存構造の分析評価を行う。まず、地域間産業連関表を用いて産業別の廃棄物誘発量を求め、全国8地域の域内外での廃棄物誘発の相互依存構造を把握する。続いて、最終処分される廃棄物のうち大きなシェアを持つ建設副産物に着目し、建設活動に伴う物質フローについて主要資材である鉄材及びコンクリートを取り上げて資源投入について検討を行う。

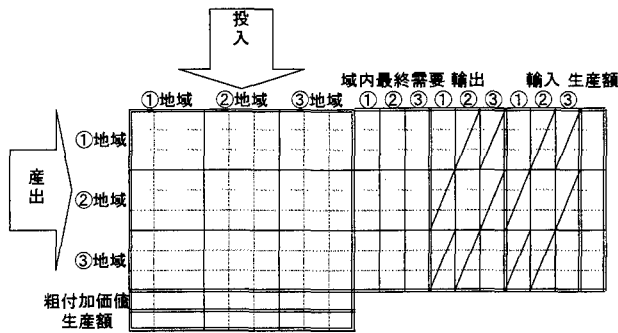
* 大阪大学工学部環境工学科 Dept. of Environmental Engineering, Osaka Univ.

** 同大学院前期課程 Graduate Student, Dept. of Environmental Engineering, Osaka Univ.

***岡山県庁 Pref. Okayama

2. 分析手法

本研究では経済活動に伴う波及的な資源投入量および廃棄物排出量を算出するため、全国9地域の1990年地域間産業連関表を分析に用いた。地域間産業連関表は同時に複数の地域を対象として、当該地域だけでなく地域間相互の財・サービスの取引関係を記述している。この結果、消費・投資等の最終需要による地域別・産業別の生産波及構造の解明が可能となる。



ここでは逆行列係数を $\{I - (A - MA^*)\}^{-1}$ 図 1. 地域間産業連関表の雛形（非競争移入・競争輸入型）

型とし、単位生産額当たりの廃棄物排出量は厚生省の廃棄物実態調査を用い、直接及び間接的な廃棄物誘発強度および資源消費強度を算出する。

なお、分析の際の部門分類数については、地域間産業連関表（46部門）及び産業廃棄物実態調査（32分類）を統合して30部門とし、地域数は九州と沖縄を統合して全国8地域としている。

3. 産業廃棄物の排出状況

3.1. 産業廃棄物の排出状況

1990年における廃棄物の総排出量は約4億5000万tで、そのうち3億9400万tが産業廃棄物である。各産業の産業廃棄物排出量及び直接排出強度を表に整理する。排出量の最も多いのは農業で総排出量の19.6%を占め、以下、建設業（18.0%）、電気・ガス・熱供給・水道業、（13.9%）、鉄鋼業（12.3%）が続く、これらの産業で全排出量の6割以上を占めている。

また、生産額当たりの排出量（直接排出強度）で比較すると、鉱業が15.77（t/百万円）と極めて大きく、農業5.75（t/百万円）、パルプ・紙・紙加工2.79（t/百万円）、電気・ガス・熱供給・水道業2.56（t/百万円）となり、他の産業は殆どが1（t/百万円）を下回る排出量となっている。

表 1. 業種別産業廃棄物発生量及び直接排出強度

産業	発生量 (千t/年)	排出強度 (t/百万円・年)	産業	発生量 (千t/年)	排出強度 (t/百万円・年)
農業	77390	5.747	皮革製品	153	0.125
林業	0	0.000	窯業・土石製品	17492	1.716
漁業	61	0.022	鉄鋼	48561	1.788
鉱業	34000	15.767	非鉄金属	4196	0.528
建設業	71139	0.798	金属製品	4835	0.289
食料品・たばこ	16483	0.422	一般機械器具	1750	0.055
繊維製品	1907	0.131	電気機械器具	3737	0.074
木材・木製品	3439	0.723	輸送用機械器具	3848	0.085
家具・装飾品	477	0.107	精密機械器具	230	0.049
パルプ・紙・紙加工	27502	2.794	その他製造業	355	0.062
出版・印刷	745	0.063	電気・ガス・熱供給・水道	54983	2.556
化学工業	12624	0.479	運輸・通信	512	0.011
石油製品・石炭製品	1017	0.092	販売・小売業・飲食店	4054	0.049
プラスチック製品	629	0.062	サービス	2198	0.009
ゴム製品	271	0.078	公務	12	0.001

3.2. 産業連関分析による廃棄物誘発量の算定

続いて、先に求めた業種別の産業廃棄物直接排出強度と地域間産業連関表を用いて8地域30部門の廃棄物誘発強度を算出した。結果を表2に整理する。業種別で見ると、全国的に誘発強度が大きいのは鉱業、石油・石炭製品、紙・パルプ・紙加工品、農業などとなっている。同一業種の誘発強度に地域間で大きな格差が認められたのは非鉄金属で、四国は北海道の3倍以上の値となった。地域別で比較すると、中国および九州・沖縄が全般的に誘発強度が高く、東北と関東が低い傾向にある。

表 2.地域別・業種別の産業廃棄物誘発強度

	北海道	東北	関東	中部	近畿	中国	四国	九州・沖縄
農業	7.60	7.08	7.28	7.44	7.72	7.39	7.16	7.41
林業	0.47	0.58	0.79	0.64	0.68	0.54	0.61	0.60
漁業	0.89	0.89	1.10	1.04	0.92	0.89	0.91	0.98
鉱業	16.72	16.64	16.73	16.89	16.81	16.84	16.80	16.89
建設業	2.18	2.16	2.05	2.10	2.09	2.23	2.35	2.26
食料品・たばこ	3.01	2.76	2.85	3.00	2.92	2.70	2.84	3.27
繊維製品	1.06	0.96	1.17	1.36	1.28	1.00	1.13	1.15
木材・木製品	1.48	1.42	1.53	1.57	1.53	1.53	1.48	1.46
家具・装飾品	1.19	1.15	1.24	1.24	1.35	1.20	1.04	1.16
パルプ・紙・加工品	5.40	4.94	5.19	5.17	4.90	5.09	5.38	5.23
出版・印刷	1.23	1.45	1.09	1.18	1.24	1.27	1.25	1.23
化学工業製品	1.95	1.92	2.01	2.24	1.94	2.84	2.31	2.70
石油・石炭製品	8.47	7.57	8.69	8.60	8.69	8.51	8.12	8.66
プラスチック製品	1.14	1.05	1.10	1.11	1.18	1.23	1.19	1.21
ゴム製品	0.99	1.31	1.18	1.29	1.18	1.38	1.00	1.41
皮革製品	1.16	1.05	1.07	0.91	1.33	0.86	0.88	0.91
窯業・土石製品	5.33	4.78	4.77	4.15	4.33	4.95	5.36	5.09
鉄鋼業	6.36	5.22	5.66	5.38	5.86	6.41	5.53	6.46
非鉄金属	3.17	6.78	3.61	3.27	3.66	6.48	10.03	7.77
金属製品	2.24	2.17	2.18	2.19	2.19	2.34	2.67	2.60
一般機械	1.28	1.19	1.23	1.27	1.28	1.33	1.30	1.37
電気機械	1.17	1.02	0.96	1.10	1.11	1.25	1.11	1.18
輸送用機械	1.34	1.35	1.32	1.27	1.44	1.37	1.70	1.45
精密機械	0.85	0.85	0.80	0.86	0.81	1.06	0.94	0.91
その他の製造業	1.74	1.52	1.47	1.44	1.41	1.67	1.89	1.86
電気・ガス・熱・水道	4.76	3.94	4.69	5.31	4.81	4.95	4.26	4.88
運輸・通信業	0.66	0.51	0.61	0.61	0.59	0.61	0.59	0.60
卸・小売・飲食店	0.41	0.36	0.38	0.38	0.39	0.38	0.38	0.39
サービス業	0.50	0.44	0.43	0.49	0.46	0.47	0.49	0.52
公務	0.46	0.37	0.44	0.45	0.46	0.46	0.38	0.45

(単位:t/百万円)

4.地域間の相互依存構造

4.1.各地域の産業廃棄物排出構造

廃棄物の誘発構造を分析するに当たり、まず各地域の直接排出量の把握を行う。1990 年における各地域の業種別産業廃棄物排出量を図 2 に示す。ここでは業種数を 14 分類に集約している。排出量の最も多い地域は関東の 1 億 3700 万 t であり、全国に対する比率は 35%で、次いで排出量の多い近畿 (6400 万 t) の 2 倍以上のウェイトを占めている。各地域の業種別排出量の構成を見ると、関東・中部では建設業が最も多く、近畿・四国では鉄鋼業、他の 4 地域では農業の排出量が全体の 30~40%を占めている。産業別の排出量構成は各地域で異なるが、いずれの地域でも建設業及び電気・ガス・熱・水道業はそれぞれ 10%以上の比重を占めている。

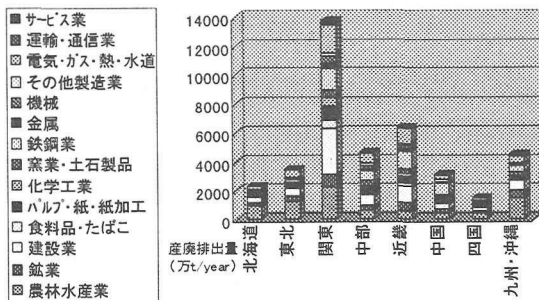


図 2.各地域の業種別産業廃棄物発生量

表 3.各地域の産廃排出量及び生産額の全国比

	北海道	東北	関東	中部	近畿	中国	四国	九州・沖縄
産廃排出量	58	87	348	117	161	78	37	113
生産額	36	60	425	129	176	64	27	83

各地域の産業廃棄物排出量と生産額の対全国比を比較すると、関東・中部・近畿の 3 地域では生産額の比率より排出量の比率が低く、他の地域では逆に比率が高い。これは前者における農業及び鉱業の生産額に対するウェイトが低く、サービス業のウェイトが高いことに起因するものと考えられる。

4.2.地域間の廃棄物誘発構造の分析

次に、産業連関分析より得られた地域別・産業部門別誘発強度に域内外の最終需要額を乗じることにより誘発量の各地域別内訳を求め、産業廃棄物誘発に関する地域間の相互依存構造を定量的に把握する。

図 3 に域内外への誘発量を示す。正の誘発量は域内への依存、負の誘発量は域外への依存を表し、移入に伴い域外依存が高まると地域内の直接排出量は本来の誘発量より少なくなる。域内・域外ともに最も誘発量が多いのは関東で、近畿、中部が続く。最終消費に伴う域内外誘発量に対する域外誘発量の割合は、それぞれ、北海道(20.2%)、東北(25.5%)、関東(14.0%)、中部(21.0%)、近畿(21.6%)、中国(22.9%)、四国(25.4%)、九州・沖縄(20.9%)で、関東では域外への依存度が低く、東北や四国では依存度が高い構造として捉えられる。

各地域の他地域への廃棄物誘発量をみると、関東以外の地域の関東への誘発量が多く、東北では 50% を越えている(図 4)。また、域外最終需要による各地域の誘発量では関東に次いで中部・近畿がほぼ並んでいる。東北は 60%以上が関東によって誘発されている。

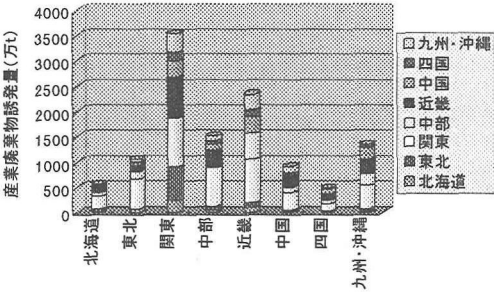


図 4.各地域の最終需要の他地域産廃誘発量

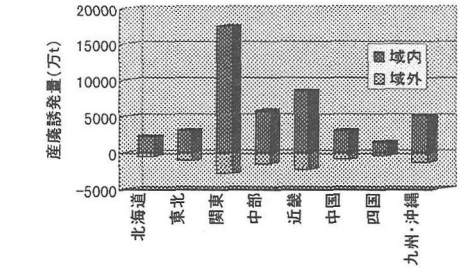


図 3.域内外最終需要別の産業廃棄物誘発量

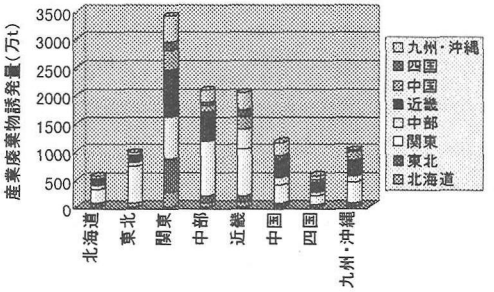


図 5.各地域の域外最終需要による産廃誘発量

5.建設構造物に関わる資源投入及び副産物誘発構造

5.1.建設副産物の発生・処理の現状

廃棄物問題では廃棄物の発生構造とともに、中間処理を経た後の最終処分が重要となる。図 6 に産業廃棄物の種類別排出量と処分量の比率を示す。建設業による産業廃棄物のうち大きな比重を占める建設廃材の排出量は 7100 万 t で、産業廃棄物全体の排出量の 16% を占める。建設廃材の再利用率は 48%、減容化率は 3%と両者を合わせて 51%であり、産業廃棄物全体での再利用・減容化率の平均値 78%に比べて低い。この結果、最終処分量でみると 3260 万 t となり、総最終処分量 8400 万 t に対してその 40%を占めている。

建設活動に伴う副次的生産物は建設副産物と呼ばれ、大きく建設残土類と建設廃棄物に分類される。このうち、建設残土の搬出量は建設省によると全国で 3 億 7540 万 m³(7 億 9000 万 t) であり、その 60%は内陸処分されている。この様に、建設副産物は最終処分において大きなシェアを有する。建設副産物の排出量および排出強度を表 4 に整理する。続いて建設副産物の誘発構造を行う。

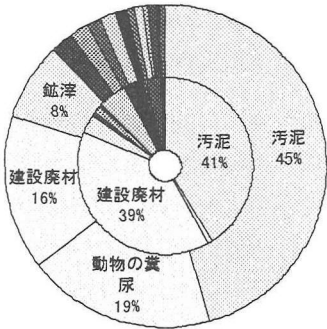


図 6.産業廃棄物の排出量および処分量の構成

表 4.建設副産物の地域別発生状況

	建設廃棄物		建設残土	
	排出量 (万t)	排出強度 (t/百万円)	搬出量 (万m ³)	搬出強度 (m ³ /千円)
北海道	281	0.68	2400	0.54
東北	468	0.75	3300	0.50
関東	2808	0.77	10300	0.26
中部	936	1.11	6000	0.67
近畿	1310	1.00	5100	0.36
中国	374	0.77	3000	0.58
四国	187	0.80	1900	0.76
九州・沖縄	749	0.96	5600	0.67

5.2. 資源投入及び建設副産物誘発構造の分析

まず、構造物の物質代謝の指標として 1990 年における建築物の着工・除去面積を図 7 に示す。構造物は建設過程で廃棄物を誘発するとともに、将来解体除去の対象となる潜在的な廃棄物であるといえる。大規模な都市集積を有する地域では木造の除去と非木造の着工量が大きく、スクラップアンドビルドによる構造物ストックの質的な変化が窺える。今後、構造物が集積し処分地不足が深刻な地域において、非木造の更新による廃棄物流動が想定される。

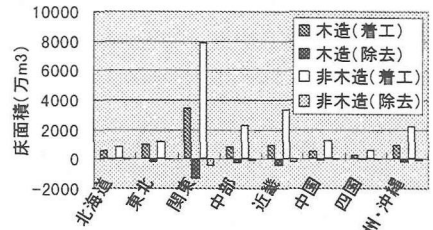


図 7. 各地域の着工および除去床面積(1990)

(1) 建設副産物の誘発構造

次に、廃棄物処分問題において大きなウェイトを占める建設副産物について、その誘発構造を定量化した。建設副産物では他地域・他産業部門からの誘発はほとんど認められず、各地域の誘発量の構成は建設業の直接排出と同じ構造となった。各地域における建設廃棄物および建設残土類の誘発量の全国比は産業廃棄物全体と比べ、関東、中部、近畿の比重が 62.6% からそれぞれ 66.8% と 70.1% となり、最終処分場の確保が特に困難な地域に誘発および排出が集中している。

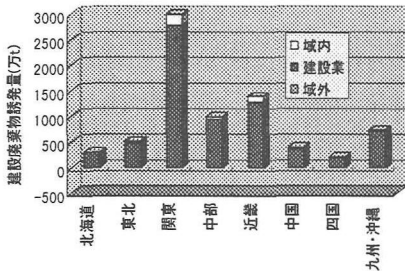


図 8. 各地域の建設廃棄物誘発量

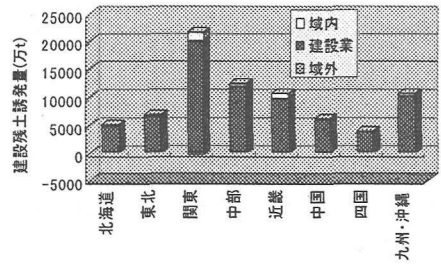


図 9. 各地域の建設残土誘発量

(2) 資源投入誘発

消費量の大きい資源の中で建設業に関連のある鉄鉱石および骨材を取り上げ、資源投入誘発量を算出した。1990 年の鉄鉱石および骨材の消費量は 1 億 0600 万 t・3 億 2300 万 t で、それぞれ鉄鋼業と窯業・土石部門で直接消費されるものとして誘発量を求めた。

鉄鉱石・骨材ともに建設業による投入誘発は全地域で域内のみ認められた。鉄鉱石については、四国では域内誘発の半分が建設業に由来し、関東、近畿、九州・沖縄の地域でも 30% を上回り、次いで投入量の多い一般機械の 2 倍の比重を占めている。骨材では北海道、東北で域内誘発の 80% 前後となっている。

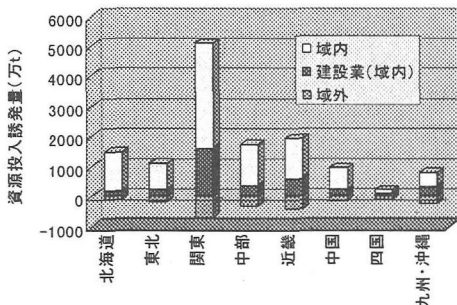


図 10. 建設業の鉄鉱石投入誘発量

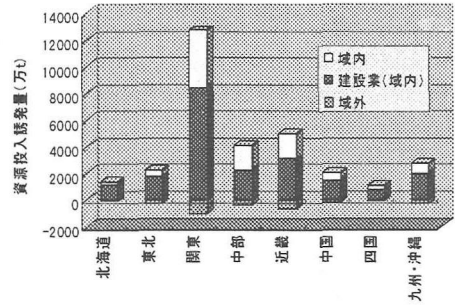


図 11. 建設業の骨材投入誘発量

6.まとめ

本研究は全国8地域の産業廃棄物排出および資源投入を産業連関分析を用いて定量化し、地域間の相互依存構造の分析を行ったものである。分析の結果を以下に整理する。

- 1)産業廃棄物の直接排出量について、地域別では関東が最も多く、全体の約1/3を占める。各地域の業種別を見ると、関東および中部、近畿など排出量の多い地域では建設業の比重が大きく、中国では鉄鋼業、他の地域では農業が3～4割を占めている。
- 2)最終需要による産業廃棄物の誘発量は関東が最も多いが、他地域への依存度は最も低い。他の地域は域外への誘発量が総誘発量の2割以上を占め、東北と四国では1/4に達している。
- 3)建設副産物の排出は関東に約1/4、中部と近畿を含めた3地域に7割が集中している。また、建設副産物については他地域・他産業部門からの誘発はほとんど認められなかった。
- 4)鉄鉱石の投入誘発量は建設業が最も多く、他の産業部門に対して2倍以上の誘発量となった。また、骨材の投入誘発へも大きく寄与している。今回セメント生産に由来する石灰石は取り扱わなかったが、岩石・砂利・石灰石は日本の資源投入の6割を占めており、資源投入誘発に大きなウェイトを占めているものと考えられる。

環境負荷因子としての廃棄物はCO₂と比較すると排出過程への依存度が高く、空間的な影響範囲が限られてくる。今後の課題としては、物種類別の誘発量に対応するとともに、廃棄物誘発構造と地域のアクティビティの関連性についての分析や、資源投入や廃棄物誘発を通じた環境影響を検討するため資源採取地や最終処分場の分布状況の整理などが挙げられる。

参考文献

- 1)通商産業大臣官房調査統計部：平成2年地域間産業連関表 一作成結果報告書—(1997)
- 2)宮沢健一：産業連関分析入門、日本経済新聞社(1975)
- 3)厚生省生活環境審議会廃棄物処理部門会・産業廃棄物専門委員会：今後の産業廃棄物対策の基本的について、都市と廃棄物 Vol.27, No.1, pp27-36(1997)
- 4)入江登志男・園山哲夫：廃棄物等の処理と人工島、土木学会誌 Vol.78, No.12, pp22-28(1993)
- 5)土木学会広域処分小委員会：平成7年度広域最終処分場計画調査・廃棄物海面埋立環境保全調査報告書 pp36-44(1996)
- 6)天野耕二・伊藤昌隆・池田康太郎・柳沢幸雄：セメント・コンクリートに関わる総資源消費について、環境システム研究 Vol.24, pp425-429(1996)
- 7)今井一之・片岡賢一・花木道治：建設発生残土の現状と問題点、環境システム研究 Vol.24, pp607-613(1996)
- 8)桑原一男：建築設備の解体とリサイクルの現状、空気調和・衛生工学 Vol.71, No.1, pp11-16(1997)

データ出典

- 9)通商産業大臣官房調査統計部：平成2年地域間産業連関表46部門取引価格表
- 10)厚生省水道環境部産業廃棄物対策室：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)
- 11)建設副産物リサイクル広報推進会議：総合建設副産物対策(1996)
- 12)通商産業大臣官房調査統計部：平成2年生コンクリート統計年報
- 13)通商産業大臣官房調査統計部資源エネルギー統計調査室：資源統計年報
- 14)建設省建設経済局調査情報課：建築統計年報