

## 科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成25年 5月20日現在

機関番号：32665

研究種目：基盤研究 C

研究期間：2010～2012

課題番号：22560628

研究課題名（和文） 建設副産物発生量予測に基づいた静脈物流システムに関する研究

研究課題名（英文） A Study Regarding the Logistical Network System of Construction-Byproduct Processing Facilities

研究代表者

宮崎隆昌 (MIYAZAKI TAKAMASA)

日本大学・生産工学部・教授

研究者番号：80059998

研究成果の概要（和文）：本研究は、建設副産物発生－中間処理－最終処分までの建設副産物循環に着目し、副産物処理能力・輸送費最小化・CO<sub>2</sub>抑制・住環境保全を制約条件に建設副産物処理施設立地及び静脈物流システムの最適化を行うことを目的としている。地球温暖化問題に代表される二酸化炭素削減に関する環境問題は、社会的な関心事となっている。環境問題においては、建設業が担うべき役割も大きく変化しており、身近で緊急な対策を求められているものの一つとして建設副産物の問題がある、建設工事に伴って発生する建設副産物は都市部を中心として莫大な量にのぼり、十分再利用されないまま最終処分されることが多く、最終処分場の容量不足や大量な不法投棄等、環境保全上の問題を引き起こしてきた。現在、津波被害で東北沿岸域の港湾は、一部破壊されているため、早急な港湾整備の復旧が必要である。また、復旧に伴い、広域処理における環境面を考慮した物流ネットワークの構築を検討する点から、本震災の物流における環境負荷を明確にすることは環境的な指標策定において、重要であるともいえる。そこで、陸上輸送が排出する二酸化炭素量に着目し、海上輸送における環境評価を比較することで、環境面における物流ネットワーク構築の基礎資料としても調査した。

研究成果の概要（英文）：This paper proposes a system of a logistical network ,by analyzing the site-characteristics of construction-byproduct processing facilities.In recent years, it has become more difficult to obtain places to dispose construction waste as the amount of both construction by-products and discharged carbon dioxide has increased within the construction industry. In the light of this problem, our research shows a new logistical system through analyses of the geographical relations between processing facilities, urban infrastructure and urban formation by using GIS. This study advocates a view, in which the simplification of transportation, which merits sorting dismantle at construction sites and the land-use of the seaside sections, will promote recycling and more efficient logistics, and therefore, can create necessary conditions for a recycling society.Currently, the harbors of the affected Tohoku coastal areas, some of which had been destroyed by the tsunamis, require immediate attention for repairs of port facilities. Also, along with the restoration of the facilities, it is significant to clarify the environmental load for planning an environmental index, in terms of the construction of a logistical network that is environmentally feasible in wide-area transportations of waste.Accordingly, this study investigates the amount of carbon dioxide discharged from the land transportations, by comparing to the environmental evaluation of marine transportation.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	600,000	180,000	780,000
2011年度	700,000	210,000	910,000
2012年度	500,000	150,000	650,000
年度			
年度			
総計	1,800,000	540,000	2,340,000

研究分野：工学

科研費の分科・細目：建築学，都市計画・建築計画

キーワード：建設副産物・静脈物流

1. 研究開始当初の背景

従来型の「スクラップ&ビルド」から循環型の「ストック&メンテナンス」への社会構造の転換など、循環型社会を構築するために建設業が取り組んでいる中で、建設副産物の取扱いについては、特に最終処分場の残存容量など深刻な状況を抱えており、これらの解決が急務である。そのためには、廃棄物の排出場所及び量に対して、再資源化も考慮した適正な処理施設が地域的にバランスの取れた配置のもとに整備されることが望ましい。しかし、実際は排出及び中間処理施設・最終処分場立地の地域偏在があり、地域によっては長距離輸送をやむなくされたり、処理能力を超えて過剰に受け入れざるを得ないなど、不適正な処理を生み出す要因となっているとも考えられる。このような中、建設副産物発生－中間処理－最終処分までを広域的に視野に入れ、処理施設の配置や処理能力を鑑み、経済的な効率を高め、かつ地域環境に対し負荷の少ない処理施設の整備計画の実施が必要と考える。

2. 研究の目的

本研究は、建設副産物発生－中間処理－最終処分までの建設副産物循環に着目し、副産物処理能力・輸送費最小化・CO2抑制・住環境保全を制約条件に建設副産物処理施設立地及び静脈物流システムの最適化を行うことを目的としている。

3. 研究の方法

本研究では、大容量化・高速化したPCによる自己開発GIS・市販GISを用いて、中間処理施設の最適な立地計画の解明を試み、解析による土地利用の分類は、田、畑、農用、森林、荒地、建物用地、幹線交通用地、湖沼、海浜、海水、ゴルフ場の11カテゴリーとなっており、本領域のメッシュを使用して中間処理施設から半径1km圏内の土地利用解析

を行う。

また、GISにより静脈物流における海上輸送の二酸化炭素削減を視野に分析を試み、トラックによる輸送よりも海上輸送による静脈物流の形成を確立することが環境面においては望ましいとの結論を導きだし、今後の被災地復興に対して、港湾を活用したリサイクル産業地域としてのポテンシャルの優位性を証明する。経済産業省・国土交通省が定義している物流分野の二酸化炭素排出量に関する算定方法ガイドラインの改良トンキロ法（経済産業省・国土交通省：2007）に従い、トラック1台（10t車・ディーゼル車）の二酸化炭素の排出量を用いて、現状の広域処理によって排出される二酸化炭素の解明を試みた。

また、海上輸送における環境評価と比較するため、同条件で処理施設に近接する港湾を活用したケースとして輸送船を利用した際の二酸化炭素排出量を算定し、比較・考察を行う。明確な輸送距離を検証するため、海上輸送の経路は、災害がれきの仮置場から最近隣の港湾までを「陸上輸送」、被災地港湾～受け入れ処理施設の最近隣に立地する港湾までを「海上輸送」、港湾から処理施設までを「陸上輸送」とした合計距離を測定し、二酸化炭素の排出量を算定している。なお、海上輸送の算定には、従来トンキロ法（船舶用）、陸上輸送では改良トンキロ法（トラック用）を使用している。

4. 研究成果

対象領域に立地する中間処理施設の29施設中、沿岸域の工業地域に23施設と比較的沿岸域に沿って多く立地していることが判明した。これらの施設の土地利用用途の大半は建物用地・海水であり、立地点より沿岸域の工業地域に多く立地している。また、中間処理施設は、沿岸域に立地する主要交通網に近接していることがわかる。中間処理施設とIC

は5kmの範囲内に立地関係が形成されていることが明らかになった。また、対象施設におけるICとの平均距離を換算すると、主要用途の大半が海水になっているポイントが1.52kmと、海水以外のポイントが2.78kmと分かれ平均値において両者のアクセスポイントが1.26km離れていた。

一方、今回の被災地（石巻市・気仙沼市）の広域処理先の平均距離を表1に示す。石巻市では、1都・4県に処理先が分布されており、最長距離では1000kmを超えるところもあった。従来の廃棄物処理はコスト・環境面において発生地域内での処理が望ましいが、対象地の宮城県から発生した災害がれきの総量は、1200万tと大量であるうえ、同様の津波被害を受けた隣県の岩手県が、395万tもの災害がれきが発生している現状（環境省HP：2011）より、近隣地域内による処理を行うことは困難であり、全国に分布させている結果となっている。なお、環境省では、宮城県の災害がれき総排出量の内126万tを広域処理として計画している。また、気仙沼市においては、山形県内を中心に静脈物流が形成されており、石巻市に比べて短距離であるが、輸送距離は100kmを超えており、静脈物流の形成としては、環境的に好ましいとは言い難い。

表1 各処分場までの平均輸送距離

石巻市		
処分場名	陸上輸送距離(km)	海上輸送距離(km)
I-1	229.0	79.7
I-2	131.9	148.7
I-3	101.2	89.8
I-4	114.8	107.4
I-5	96.4	87.7
I-6	98.6	91.4
I-7	292.4	298.6
I-8	246.6	247.3
I-9	349.4	484.9
I-10	1069.6	1223.9
I-11	1063.1	1229.4
気仙沼市		
処分場名	陸上輸送距離(km)	海上輸送距離(km)
K-1	112.2	192.8
K-2	113.5	197.2
K-3	115.8	197.7
K-4	133.7	196.5

表2 輸送別の二酸化炭素排出量

石巻市		
処分場名	CO2排出量(kg)	CO2排出量(kg)
I-1	146.5	127.9
I-2	84.4	80.6
I-3	64.8	53.0
I-4	73.5	64.2
I-5	61.7	51.6
I-6	63.1	54.0
I-7	187.1	137.5
I-8	157.9	105.9
I-9	223.6	199.9
I-10	684.6	481.3
I-11	680.5	484.8
気仙沼市		
処分場名	CO2排出量(kg)	CO2排出量(kg)
K-1	71.8	91.8
K-2	72.6	94.6
K-3	74.1	94.9
K-4	85.6	94.1

次に各仮置き場から受け入れ処理施設までの物流の中で排出された二酸化炭素の平均値を表2に示す。二酸化炭素排出量は、輸送距離に伴い増加することが一般的であるが、陸上輸送の物流と海上輸送の物流とを比較すると、海上輸送の方が長距離化した場合、石巻市では、二酸化炭素の排出量が陸上輸送に比べて少ないことが分かった。しかし、気仙沼市では、海上輸送の方が陸上輸送に比べて、二酸化炭素の排出量が大きい結果となった。

以上の研究結果より、建設副産物の静脈物流の形成は、主要交通網に近接し、工業地域に多く立地されていることが明らかになった。これは、中間処理施設における敷地確保の背景として、迷惑施設の一面を持ち住民の反発が大きく立地が困難な現状がある。そこで、中間処理施設では、住宅集中地区から離れている工業地域といった比較的立地が容易である地域に関して、中間処理施設の密集や施設規模が大きいものが立地されるという傾向から推測される。

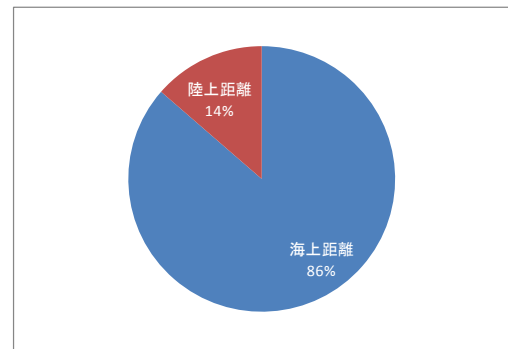
その点から、建設副産物を受け入れる用地が十分に確保できている上に交通の立地条件が加わることで沿岸域に立地する中間処理施設の稼働率の高さにつながっていると考えられる。また、ここでは、中間処理施設から生産されるリサイクル製品は、企業の生産活動と考えられることから、処分施設としてではなく、生産性を持つ工場として、置き換えて考えると、工業地域に立地することは住宅集中地域から最遠化が可能であるうえ、物流率の向上を図る上では高速道路に隣接することが望ましい。

高速道路に近接することにおける環境面でのメリットとしては、一般道路に比べ、高速道路の活用はモビリティの拡大に大きく寄与することから、環境面において、混雑する一般道路を走行した場合に比べて、CO<sub>2</sub>排出量は削減され、同じ交通の量を流すのであれば、高速道路の利用率を上げれば上げるほど環境面でメリットが大きくなることが挙げられる。

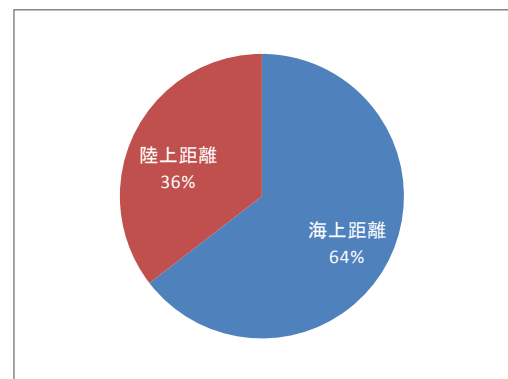
また、広域処理に伴うトラックの長距離輸送は、距離に応じて大量に二酸化炭素を排出し、環境に負荷を与える一方、輸送距離の内、海上輸送の割合を高めるとトラック同様の長距離化になった場合でも、暫定的ではあるが、陸上輸送に比べて二酸化炭素の排出量を抑えることができると考えられる。

これは、海上輸送によって二酸化炭素削減が見込めた石巻市と海上輸送の方が陸上輸送よりも高くなった気仙沼市を輸送距離の割合で比較すると、石巻市の海上輸送の平均値が86%（全246ルート）、気仙沼市の輸送割合の平均値が64%（全72ルート）であっ

た点から、海上輸送の利用比率を8割程度まで高めることで二酸化炭素の排出量が低減され、視野に入れた輸送が形成できると考慮できる（図）。



石巻市



気仙沼市

図 海上輸送における輸送距離の割合

以上、静脈物流における海上輸送の二酸化炭素削減を視野に分析を試み、トラックによる輸送よりも海上輸送による静脈物流の形成を確立することが環境面においては望ましいと結論を示し、今後の被災地復興に対して、港湾を活用したリサイクル産業地域としてのポテンシャルの優位性を記した。

しかし、本研究の対象項目は二酸化炭素であり、海上輸送に伴う輸送の場合、コンテナ船に用いられる重油が極めて粗悪であり、トラックが使用するディーゼル燃料に比べ、単位時間出力当たり数千倍もの硫黄酸化物を排出するといった二酸化炭素以外の環境的な項目も考慮する必要がある。

よって、今後の研究の課題として、船舶におけるバイオディーゼルの使用など、環境エネルギーの活用を視野に入れた静脈物流の環境形成についても分析していきたい。

## 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 1 件)

- ① 宮原俊介・徳山啓太・宮崎隆昌 : A STUDY REGARDING THE LOGISTICAL NETWORK OF CONSTRUCTION-BYPRODUCT PROCESSING FACILITIES, Recent Advances in Marine Science and Tech. 2010, Vol.10/ No.1, 135-142, 2011. 12. 10, 査読あり

[学会発表] (計 7 件)

- ① 宮原俊介・中澤公伯・宮崎隆昌 : 千葉県における建設副産物静脈物流の最適化に関する研究, 日本建築学会大会, 2011. 8. 23, 早稲田大学
- ② 徳山敬汰・松崎広太・宮原俊介・宮崎隆昌 : 建築構造物の解体事例における建設副産物の排出量に関する基礎的研究 その 1 使用用途別解体事例における建設副産物排出量原単位, 日本建築学会大会, 2011. 8. 23, 早稲田大学
- ③ 松崎広太・徳山敬汰・宮原俊介・宮崎隆昌 : 建築構造物の解体事例における建設副産物の排出量に関する基礎的研究 その 2 解体処理プロセスにおける二酸化炭素排出量原単位量, 日本建築学会大会, 2011. 8. 23, 早稲田大学
- ④ 宮崎隆昌 : 兵庫県における建設副産物のリサイクルシステムの構築に関する研究, 日本建築学会大会, 2010. 9. 9, 富山大学
- ⑤ 徳山敬汰・宮崎隆昌 : 千葉県の解体事例における建設副産物処理の効率化に関する研究 日本建築学会大会, 2010. 9. 9, 富山大学
- ⑥ 宮原俊介・宮崎隆昌 : 建設混合廃棄物の再資源化および静脈物流に関する研究, 日本建築学会大会, 2010. 9. 9, 富山大学
- ⑦ 副新太郎・宮崎隆昌 : 千葉県東葛地域における土地利用変化要因の抽出とその指標化 沿岸域と内陸部の比較・考察, 日本建築学会大会, 2010. 9. 9, 富山大学

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

宮崎隆昌 (MIYAZAKI TAKAMASA)

日本大学・生産工学部・教授

研究者番号 : 80059998