

4. 静脈システム形成に関する技術

4.1 生ごみ等有機系廃棄物の最適処理による環境負荷低減技術に関する研究

4.1.1 研究の概要

都市における生ごみ等の有機系廃棄物を、台所に設置したディスポーザーで粉砕して下水道管渠に排出し、下水処理場でメタンガスや有機肥料として回収することにより、ごみ収集時の臭気・害虫の発生やカラスによる被害、廃棄物処分場の逼迫等の深刻な都市問題を抜本的に改善することが可能となる。また、生ごみ搬出労働からの解放は、高齢化社会を迎える我が国にとって有効な福祉対策となる。さらにディスポーザーという新たな家電市場が生まれることにより、相当の需要創出および雇用創出が期待できる。

しかしながら、ディスポーザーの導入は、下水道施設が能力的に対応可能か否か、合流式下水道からの生ごみの排出の水環境への影響等が懸念される。そこで、環境負荷の低減、循環型社会システムの構築や高齢者福祉に資する最適な有機系廃棄物処理・循環システムの確立を目指して、ディスポーザー排水を下水道で収集する場合やディスポーザーを戸別に設置した分散型静脈系システム（分散型生ごみ処理システム）を構築する場合等、導入の形態・規模に応じた導入基準や計画手法を提案することを目的としている。

本研究は、①下水道による有機系廃棄物収集・処理技術に関する研究、②分散型静脈系システム（分散型生ごみ処理システム）の総合的計画手法に関する研究及び③ディスポーザー導入による環境影響等の総合評価に関する研究からなり、下水道とディスポーザーの組み合わせによる生ごみ収集・処理を計画する際の導入検討方法及び総合評価手法並びに分散型静脈系システムに関する総合計画手法及び構成部位の性能評価手法を構築・提案するものである。

4.1.2 研究の成果

(1) 下水道による有機系廃棄物収集・処理技術に関する研究

ディスポーザー排水を下水道で収集した場合、破砕された生ごみの管渠への堆積、下水処理場での負荷の増大、合流式下水道における公共用水域への生ごみの排出等が問題となるため、これらの影響に関する対策技術及び評価手法につき調査を行い、従来のごみ収集・焼却処理方法に代わり下水道とディスポーザーの組合せによる生ごみ収集・処理を計画する際の導入技術基準を提案した。

a) 米国におけるディスポーザー普及率及び管渠維持管理

アメリカの都市を対象にディスポーザー普及率と管渠の清掃頻度の関係を分析し、ディスポーザー導入による下水道への影響と維持管理実態を把握した。ディスポーザー普及率のデータは、都市圏毎の普及率が分かる米国統計局の住宅統計（American Housing Survey）から入手し、また、ディスポーザー普及率と下水道管渠維持管理のデータの両方が揃う都市（12箇所）を対象とし清掃頻度の関係を分析した。特異値と判断されたデンバー市については、ヒアリングを行い維持管理の詳細な実態を把握した。

b) ディスポーザー導入による生ごみの移行量及び負荷量原単位

北海道歌登町のディスポーザー設置地区と未設置地区において生ごみ量の相違を調査し（表-5）、ディスポーザーに投入される生ごみ量を推定した。また、歌登町内のディスポーザー設置済み家庭に協力を依頼し、生ごみを全量回収してディスポーザー排水を作成して水質分析を行うことにより、ディスポーザー排水の汚濁負荷量原単位を把握した。

表-5 ごみ量調査結果（可燃ごみ量及び生ごみ量）

調査地区	ごみステーション 利用者数(人)	可燃ごみ量 (g/人・日)	生ごみ混合率 (%)	生ごみ含水率 (%)	生ごみ量 (g/人・日)				
デスポーザー 設置地区	1	79	449	27	74	120			
	2	118	484	[524]	29 [44]	72 [72]	140 [231]		
	3	112	444	[379]	29 [55]	73 [77]	127 [208]		
平均	-	461	[453]	28 [49]	73 [74]	130 [220]			
デスポーザー 未設置地区	1	18	596	37	75	218			
	2	22	652	37	69	242			
	3	20	713	47	66	335			
平均	-	-	655	-	40	-	70	-	266

注) []内は、デスポーザー設置前の数値を示す。

c) 合流式下水道越流水への影響予測及び下水道施設への影響検討方法

合流式下水道へのデスポーザー導入の影響について、2つのモデル排水区を設定しデスポーザーを導入した場合に下水道からの放流負荷がどの程度増加するか推定した（表-6）。A、B排水区の結果からその影響の大きさは排水区によって大きく差があるものの、デスポーザー導入により雨天時の汚濁負荷量は増加することが分かり、合流式下水道を採用している地区では、デスポーザーによる負荷増加に対応した合流改善対策が図られていない段階でのデスポーザーの導入は避けるべきと考えられた。下水道施設への影響については、歌登町の管渠や処理場を対象に行われた現場調査の結果を踏まえ影響検討方法を構築した。

表-6 下水道から放流される雨天時汚濁負荷量^{*1}のデスポーザーの有無による比較

	水質項目	デスポーザー 無 (t/年)	デスポーザー 有 (t/年)	増加率 (%)
A排水区 ^{*2}	BOD	21.4	25.2	17.8
B排水区 ^{*2}	BOD	43.5	61.3	40.9
福岡市（中部処理区） ^{*3}	COD	680.7	979.2	43.9
福岡市（西部処理区） ^{*3}	COD	18.0	21.9	21.7

*1 雨天汚濁負荷量は（雨天時越流水+簡易処理水+雨天時高級処理水）の汚濁負荷量

*2 参考資料4

*3 「デスポーザー導入による下水道施設への影響に関する調査研究報告書」、2001年3月下水道技術開発連絡会議、
(財)下水道新技術推進機構

(2) 分散型静脈系システム（分散型生ごみ処理システム）の総合計画方法及び性能評価方法

デスポーザー排水を直接下水道に投入できない場合等における生ごみの効率的な処理と、この生ごみ処理の過程で発生する資源の有効利用手法に関する総合的な計画手法と、分散型静脈系システム（分散型生ごみ処理システム）を構成する部位に関する性能評価手法を開発した。

a) 分散型静脈系システム（分散型生ごみ処理システム）の総合計画手法

都市部におけるデスポーザー排水処理システムについては、既往データを収集・分析を中心として研究を進めたが、農村部における生ごみ処理に関するデータが乏しかたため、茨城県の農村地域を対象として、フィールド実験を実施し、デスポーザー使用前後の生ごみの組成、発生量、台所排水の水量・濃度、台所におけるゴミ排出行動の変化等に関して詳細な調査を実施した。

これらの基礎的データに基づき、分散型生ごみ処理システムのLCC及びLCCO₂に関する総合的な評価手法を構築した。

b) 分散型静脈系システム（分散型生ごみ処理システム）の性能評価方法

分散型生ごみ処理システムは、①生ごみを破砕するデスポーザー、②破砕された生ごみを台所排水とともに搬送する排水配管システム、③破砕された生ごみ+台所排水を下水道に排出できる程度まで処理する排水処理

システムによって構成される。

本研究においては、上記①～③を組み合わせたシステム全体の性能評価手法を構築するとともに、上記①については破碎性能、上記②については、排水性能、③については排水処理性能を中心として、その性能を評価するための手法を開発した。

(3) ディスポーザー導入による環境影響等の総合評価に関する研究

ディスポーザーの導入により生ごみ処理における地球温暖化ガス、エネルギー、処理コストの削減が期待できるが、下水処理施設側では温暖化ガス、エネルギー、コストの増大につながり、地域社会全体で見た場合には社会的コストが増加する可能性があり、合流式下水道から雨天時に未処理で排出される生ごみの水環境への影響も懸念されたため、ディスポーザーを利用した生ごみ収集システムによる環境負荷やコストを総合評価する手法及び基準を開発した。

a) ディスポーザー使用に伴う住民の利便性便益の評価手法

歌登町におけるディスポーザー導入による住民の利便性向上につき、仮想評価法（CVM; Contingent Valuation Method）を適用して経済評価を行い、利便性便益を含むディスポーザー導入に関わる費用効果分析の手法を提示した。歌登町における調査では、町営住宅（全戸に設置）と一般住宅（希望者のみ公募で設置）の両方を対象として、支払意思額（WTP; Willingness To Pay）を計測した。

b) ディスポーザー導入のライフサイクルアセスメントによる評価手法

ディスポーザー導入による下水道システム、ごみ処理システム及び住民生活への影響を、環境面から総合的に評価するために、ライフサイクルアセスメントによる評価手法を構築し、北海道歌登町を検討対象地域としてケーススタディを実施した。特に、歌登町におけるディスポーザー導入による管渠清掃時の環境負荷増加を推定（図-7）するために、北海道内の自治体を対象に管渠清掃に関するアンケート調査を行い、歌登町に適用するための高圧洗浄車・揚泥車・給水車の直接原単位（燃料消費量）及び間接原単位（製造）を求めた。

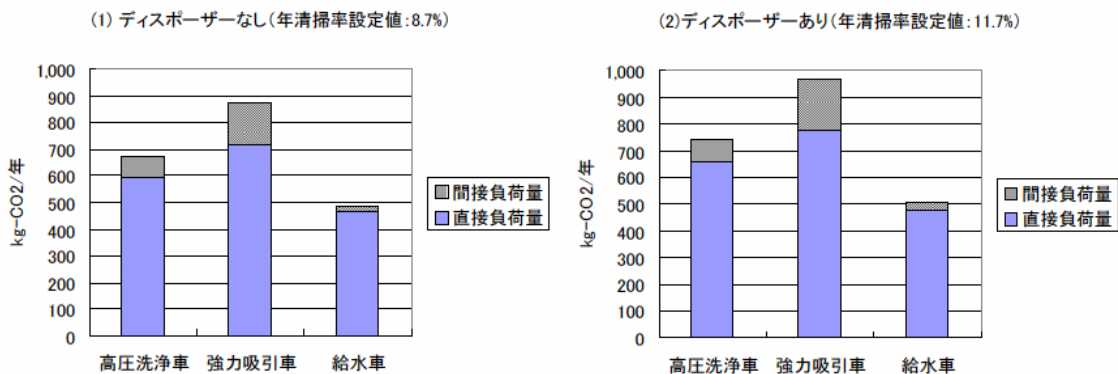


図-7 歌登町におけるディスポーザー導入による管渠清掃のLCA評価

(対象管渠:塩ビ管Φ200mm, 延長 13,210m, 堆積深 23.5%, 清掃車輛の札幌市からの往復移動含む.)

4.1.3 施策への反映

ディスポーザー排水の下水道施設による収集及び処理に関しては、生ごみ移行量及び負荷量原単位を把握し、また、下水道施設への影響検討方法及びライフサイクルアセスメント等による総合的な評価手法を構築した。これらの成果は、ガイドライン「ディスポーザー導入時の影響判定の考え方」（国土交通省下水道部・国土技術政策総合研究所下水道研究部、平成17年7月）に反映され、下水道によるディスポーザー導入の影響検討に活用される。

分散型静脈系システムに関しては、分散型生ごみ処理システムの総合計画手法及び分散型生ごみ処理システムを構成する部位の性能評価方法を構築し、これらの成果が「自立循環型住宅への設計ガイドライン」を通して住宅の計画・設計に活用されるとともに、性能評価手法の有効活用による適切なシステムの普及促進につながる。

4.1.4 今後の課題

研究成果において、当初の目標は十分達成されたと考えられる。

ディスポーザ排水の下水道施設による収集及び処理に関しては、ガイドラインが策定されたことを受け、今後実施される関連調査研究及び導入影響評価につきフォローしていくことが課題として挙げられる。また、分散型静脈系システム（分散型生ごみ処理システム）に関しては、街区・地区レベルにおける公共的サブインフラとしての生ごみ処理システムについても検討していくことが課題としてあげられる。

成果の公表

- 2002年9月、資源循環型住宅システムの開発について（浄化槽地域の資源循環の可能性と評価）、梅原敏正・山海敏弘、日本建築学会、D-1分冊 489～490
- 2002年9月、ディスポーザ組込型住宅における浄化槽処理水及び雨水のリサイクルシステム、日本水環境学会、梅原敏正・山海敏弘、3-D-16-4 501
- 2002年9月、生ごみディスポーザ処理システムと環境保全、山海敏弘、日本水環境学会
- 2002年9月、超高層集合住宅用ディスポーザ排水配管システムの性能検証手法に関する研究、日本建築学会、山海敏弘ほか No.559 57-65
- 2003年9月、資源循環型住宅システムの開発について－浄化槽地域での資源循環実証実験－、日本建築学会大会学術講演梗概集、梅原敏正・山海敏弘、D-2 環境工学II P189
- 2003年10月、生活排水対策としての浄化槽の性能試験による検証・評価、山海敏弘、水環境学会シンポジウム講演集、P60
- 2004年8月、資源循環型住宅システムの開発 その3 要素技術と性能評価の概要、山海敏弘ほか、日本建築学会大会学術講演梗概集、D-1分冊、P519
- 2004年8月、資源循環型住宅システムの開発研究 その4 節水器具による環境負荷低減効果及び経済効果の試算、山内大助・山海敏弘ほか、日本建築学会大会学術講演梗概集、D-1分冊、P521
- 2004年8月、資源循環型住宅システムの開発研究 その5 家庭用ごみ処理設備の負荷削減効果の検証、竹崎義則・山海敏弘、日本建築学会大会学術講演梗概集、D-1分冊、P523
- 2004年8月、資源循環型住宅システムの開発研究 その6 雨水・再利用水の水質評価、山海敏弘ほか、日本建築学会大会学術講演梗概集、D-1分冊、P525
- 2004年8月、住宅用ディスポーザ導入による水環境への影響評価、山海敏弘ほか、日本建築学会大会学術講演梗概集、D-1分冊、P531
- 2004年8月、パッシブクーリングシステムに関する研究 屋上緑化の熱的検証と物質移動係数の算出、山海敏弘ほか、日本建築学会大会学術講演梗概集、D-2分冊、P347
- 2005年9月、資源循環型住宅システムの開発研究 その7 水まわり、節水型機器の負荷削減・経済効果の検討、山内大助・山海敏弘ほか、建築学会大会学術講演梗概集、2005年、D-1分冊、p.471
- 2005年9月、資源循環型住宅システムの開発研究 その8 屋上緑化への再利用水の適用、竹崎義則・山海敏弘ほか、建築学会大会学術講演梗概集、2005年、D-1分冊、p.473
- 2005年9月、資源循環型住宅システムの開発研究 その9 屋上緑化利用水の水質管理、中村伸也・山海敏弘ほか、建築学会大会学術講演梗概集、2005年、D-1分冊、p.475
- 2005年9月、屋上緑化・屋根散水の省エネルギー効果に関するシミュレーション、井上賢治・山海敏弘ほか、建築学会大会学術講演梗概集、2005年、D-2分冊、p.633
- 2005年9月、資源循環型住宅システムの開発 常時灌水型屋根緑化の熱的検証と物質移動係数、小栗健・山海敏弘ほか、建築学会大会学術講演梗概集、2005年、D-2分冊、p.635
- 2005年7月、ディスポーザによる分散型生ごみ処理システムに関する実態調査（農村地区に設置した分散型生ごみ処理システム）、山海敏弘、空気調和・衛生工学会学術講演会講演論文集、Vol.2005, No.2, Page713-716
- 2005年7月、資源循環型住宅システムの開発研究 屋上緑化利用水の水質管理、中村伸也・山海敏弘ほか、空気調和・衛生工学会学術講演会講演論文集、Vol.2005, No.3, Page1569-1572

- 国土交通省都市・地域整備局下水道部, 国土技術政策総合研究所下水道研究部『ディスポージャー導入による影響評価に関する研究報告—ディスポージャー導入時の影響判定の考え方—』, 国総研資料 No.222 (2005)
- 国土交通省都市・地域整備局下水道部, 国土技術政策総合研究所下水道研究部, 北海道建設部公園下水道課, 歌登町『ディスポージャー導入社会実験に関する調査報告書』, 国総研資料 No.226 (2005)
- 吉田敏章, 山縣弘樹, 森田弘昭「北海道歌登町におけるディスポージャー導入の費用効果分析に関する研究」環境技術, 32(12), pp62-71 (2003)
- 吉田綾子, 山縣弘樹, 斎野秀幸, 森田弘昭「北海道歌登町におけるディスポージャー排水の負荷原単位に関する調査」, 下水道協会誌, 41(504), pp134-146 (2004)
- 吉田綾子, 行方馨, 高橋正宏, 森田弘昭「北海道歌登町におけるディスポージャーの導入による下水管渠への影響調査」, 下水道協会誌, 42(514), pp153-164 (2005)
- 吉田綾子, 山縣弘樹, 高橋正宏, 森田弘昭「北海道歌登町におけるディスポージャー導入による下水処理場への影響評価」, 下水道協会誌, 42(517), pp103-114 (2005)
- 山縣弘樹, 吉田綾子, 高橋正宏, 森田弘昭「北海道歌登町における下水管渠清掃時の環境負荷量に関する研究」, 下水道協会誌, 43(525) (2006) (掲載予定)
- 森田弘昭「米国におけるディスポージャー実態調査報告」, 土木技術資料, 45(3), pp12-13 (2003)
- 山縣弘樹, 吉田敏章, 濱田知幸, 野口綾子, 森田弘昭, 三谷哲也「下水道へのディスポージャー導入施策の費用効果分析」土木技術資料, 45(10), pp30-35 (2003)
- 野口綾子, 藤生和也「家庭系生ごみ処理におけるディスポージャー利用の可能性—北海道歌登町ディスポージャー導入社会実験の事例—」月刊廃棄物, 29(346), pp18-24 (2003)
- 吉田綾子, 藤生和也「北海道歌登町におけるディスポージャー導入社会実験について」生活と環境, 49(11), pp33-36 (2004)
- 吉田綾子, 山縣弘樹「ディスポージャー導入時の環境評価の試算事例」土木技術資料, 47(2), pp40-45 (2005)
- 吉田綾子「北海道歌登町におけるディスポージャー導入の社会実験—ディスポージャーに投入される厨芥に関する調査事例—」都市清掃, 59(266), pp127-131 (2005)
- 吉田敏章, 濱田知幸, 山縣弘樹, 吉田綾子「「ディスポージャー社会実験報告」—負荷原単位調査—」, 土木技術資料, 48(4), pp40-45 (2006)
- 吉川史江, 野口綾子, 森田弘昭「ディスポージャー排水を含む汚水の性状把握」第40回下水道研究発表会講演集, pp231-233 (2003)
- 山縣弘樹, 野口綾子, 森田弘昭「米国におけるディスポージャー普及率と下水管渠清掃頻度の関係の考察」, 第40回下水道研究発表会講演集, pp246-248 (2003)
- Noguchi, A., Hamada, T., Yamagata, H., Morita, H. 'Impacts of Food Waste Disposers on Sewage System', Asian Watergual 2003 IWA Asia-pacific regional Conference proceedings, p75 (2003)
- 山縣弘樹, 吉田敏章, 濱田知幸, 野口綾子, 森田弘昭, 三谷哲也「生ごみの分別手段としてのディスポージャーの効果および利便性評価」第31回環境システム研究論文発表会講演集, pp357-363 (2003)
- Yoshida, A., Hamada, T., Yamagata, H., Fujiu, K. 'Impacts of Food Waste Disposers on Sewage Systems', Proceedings of the 9th Japanese-German Workshop on Waste Water and Sludge Treatment (Technical note of National Institute for Land Infrastructure Management No.186) pp69-74 (2004)
- 吉田綾子, 山縣弘樹, 高橋正宏「ディスポージャー導入が下水道システムへ及ぼす影響」第41回下水道研究発表会講演集, pp155-157 (2004)
- 濱田知幸, 吉田綾子, 高橋正宏「厨芥由来管渠内堆積物の掃流特性に関する研究」第41回下水道研究発表会講演集, pp158-160 (2004)
- 吉田綾子, 山縣弘樹, 高橋正宏, 森田弘昭「ディスポージャーの導入が下水道システムに及ぼす影響」第4回環境技術学会研究発表会予稿集, pp80-81 (2004)
- 吉田綾子, 山縣弘樹, 高橋正宏「ディスポージャー使用に係わる原単位調査」第39回日本水環境学会年会講演集, p359 (2005)

- Yoshida, A., Yamagata, H., Takahashi, M., Morita, H. 'Impact of the Introduction of Garbage Grinders on Sewage Systems', ASPIRE220, 5P5, July, 2005, Singapore
- 山縣弘樹, 岡本順, 森田弘昭「ディスポーザー導入の環境影響評価」第42回下水道研究発表会講演集, pp160-163 (2005)
- 芥川至, 吉田綾子, 藤生和也「ディスポーザー排水の性状変化に関する基礎的研究」第42回下水道研究発表会講演集, pp163-165 (2005)
- 吉田綾子, 山縣弘樹, 藤生和也「ディスポーザー排水の汚濁負荷原単位に関する調査事例」第42回下水道研究発表会講演集, pp166-168 (2005)
- 田本典秀, 吉田綾子, 山縣弘樹, 藤生和也「北海道歌登町におけるディスポーザー導入による下水処理場への影響調査」第42回下水道研究発表会講演集, pp172-174 (2005)
- 吉田綾子, 山縣弘樹, 吉田敏章, 森田弘昭「ディスポーザーに投入される厨芥に関する調査」第5回環境技術学会研究発表会予稿集, pp57-58 (2005)
- 吉田綾子, 浜田知幸「ディスポーザー排水の原単位と下水管渠への影響」第13回衛生工学シンポジウム論文集, pp23-26 (2005)
- 吉田敏章, 山縣弘樹「社会システムへのディスポーザーの影響」第13回衛生工学シンポジウム論文集, pp27-34 (2005)
- 吉田敏章, 山縣弘樹, 吉田綾子, 藤生和也, 森田弘昭「北海道歌登町におけるディスポーザー導入の経済性評価に関する研究」第33回環境システム研究論文発表会, pp21-26 (2005)
- 吉田綾子, 山縣弘樹, 藤生和也, 酒井憲司, 森田弘昭「ディスポーザーの使用実態および投入厨芥に関する調査」第16回廃棄物学会研究発表会講演論文集, pp270-272 (2005)

4.2 静脈物流ネットワークの計画手法に関する研究

4.2.1 研究の概要

将来の我が国経済社会の持続的な発展のため、海運等を活用した低コスト、省エネルギー、境負荷の静脈物流ネットワークを形成する必要がある。特に廃棄物の海上輸送については、現在比較的小型の船舶による輸送が行われているが、拠点港を設けて大型船で輸送することにより、輸送コストの削減が期待される（リサイクルポート構想：国土交通省港湾局）。

本研究では、わが国における静脈物流ネットワーク構築のための基礎的な知見とすることを主眼に、(1)現在の廃棄物の広域輸送の実態把握と静脈物流ネットワーク対象品目の選定、(2)廃棄物の広域的な流動量に関する推計モデルの構築、ならびに(3)海上輸送を活用した静脈物流ネットワーク構築の効果の検証を行った。

4.2.2 研究の成果

(1) 廃棄物の広域輸送の実態把握と静脈物流ネットワーク対象品目の選定

主要な廃棄物について、「廃棄物の発生→中間処理→最終処理→再利用、最終処分」の一連の処理の過程を品目別に整理し、またこれらの過程における廃棄物の物理的な移動状況（広域輸送の状況、海運利用状況）について把握を行った。また、広域移動を行う要因と、海運利用の要因についても把握した。

広域輸送の適性に関する要因は、廃棄物の処理、処分能力による。すなわち現状では廃棄物の適切な処理を行える業者の存在や、管理型の最終処分場の存在、また処理された廃棄物の再利用を行う業者の存在がその主な要因となっている。一方近年ではアジア地域を中心に海外への輸出需要も高まりつつある。海上輸送の適性については臨海部産業との関連（臨海部関連産業による廃棄物の発生ないしは再利用の受け入れ）、貨物形態（大ロット、大量輸送）があることが分かった。この考察を踏まえ対象品目を表-7の4つに分類した。

表-7 海上輸送ネットワークの適性からみた廃棄物分

	海上輸送あり	海上輸送なし
広域輸送あり	分類A	分類C
広域輸送なし	分類B	分類D

Aは、臨海部の産業から排出される廃棄物を他地域の臨海部産業が受け入れる場合、または廃棄物の輸出を行うものが主である。Bは近距離（例えば東京湾内）において輸送が行われるものである。Cは広域輸送の実績はあるが海運利用率が低いものであり、例えば内陸で分散的に発生する廃棄物は、陸送により受け入れ先へ輸送される。Dは主に地域内において処理・処分されるものである。これらのうち、Aと判定された品目を、海上輸送による廃棄物輸送のネットワーク化による輸送コスト削減の可能性のあるものとして選定した。表-8にこの具体的品目と適正があると判断された要因を示す。

(2) 廃棄物の広域流動量推計モデルの構築

今後静脈物流ネットワークを形成するためには、廃棄物の広域的な流動量の予測が必要となる。このため、廃棄物の品目別に、廃棄物の広域流動量を推計するモデルの構築を試みた。

表-8 表-7 において分類Aとされた廃棄物の品目とその要因

廃棄物品目		広域輸送の適性があると考えられる要因	海運利用の適性があると考えられる理由
汚泥	最終	・中間処理後に再利用されるものは、地域内での処理の可能性。 ただし最終処分については、管理型処分場への広域移動の可能性。	・肥料やレンガ等に再利用される場合が多く、利用者も農業や建設業等であるため海運利用の可能性小。ただし臨海部の管理型最終処分場へ搬入する場合には海運利用の可能性。
鉱さい(スラグ)	中間	・発生源である鉄鋼業から受入先のセメント工場への広域移動の可能性。	・関連企(鉄鋼業、セメント工場)が臨海部に立地し、一定量の輸送量が発生する。また再生利用としての輸出もあることから海運利用の可能性。
	最終		
燃え殻(石炭灰等)	中間	・発生源である鉄鋼業から受入先のセメント工場への広域移動の可能性。	・関連企業が臨海部に立地し、また一定の輸送量が発生することから海運利用可能性。
	最終	・最終処分にまわるものは、管理型処分場への広域移動の可能性。	
古紙(紙くず)	最終	・直納業者から地域内への紙・パルプメーカーへのトラック輸送が中心であるが、輸出実績があり、アジア向けの需要増加が見込まれている。	・臨海部の製紙メーカー間での再利用、または輸出について海運利用の可能性。
金属くず(鉄スクラップ)	最終	・処理業者から地域内への鉄鋼・非鉄金属業へのトラック輸送が想定され広域輸送の可能性小。 ただし輸出実績があり、アジア向けの需要増加が見込まれている。	・輸出として海運利用の可能性。
ばいじん	中間	・発生源である鉄鋼業や石炭火力発電所から受入先のセメント工場への広域移動の可能性。	・関連企業が臨海部に立地し、また一定の輸送量が発生することから海運利用可能性大。
	最終	・最終処分について処分場への広域移動の可能性。	
がれき類(建設廃材)	最終	・処理業者から地域内への鉄鋼・非鉄金属業へのトラック輸送が広域輸送の可能性小。 ・輸出需要が見込まれている。	・輸出として海運利用の可能性。

目的変数は地域間（都道府県間）の廃棄物毎の地域間流動量であり、説明変数は、①都道府県別の廃棄物排出量、②同じく処理能力（中間処理施設能力、最終処分場受け入れ残余量）、ならびに③地域間の距離、である。モデル形は重回帰分析とし、廃棄物種類ごとに、また安定型、管理型に分けて構築した。その結果説明力が良好であったケースが見られた一方、説明力の低い廃棄物種類が多く見られるという結果となった。これは導入した説明変数が少なかったためであるが、入手可能な統計データに制約があったことがその一因である。今後は、単純な重回帰分析ではなく、廃棄物処理のプロセス、実態を十分に踏まえたモデルの構築が必要である。

(3) 海上輸送を活用した静脈物流ネットワーク構築の効果の検証

リサイクルポート構想においては、海上輸送ネットワークを活用した静脈物流の効率化（輸送コストの削減）が政策目的として示されているが、その際の効果については検証されていない。先に適正があると判断された品目のなかから、日本から中国への金属くずの輸出を対象としたケーススタディによりこの効果の検証を行った。ネットワーク化の概念を図-8に示す。現在は個別に海上輸送が行われているが、拠点港を設けることで大型船導入による海上輸送コスト削減が期待できる。この一方で拠点港での積み替えコストが発生し、ネットワーク化の効果はこれらのトレードオフによって決定される。このため拠点港は、積み替えコストが最小となるよう、輸送先までの貨物量が最も多い港湾とすることが必要である。

ネットワーク化の効果についてケーススタディ（金属くず、対中国輸出）による試算を行った。使用した貨

物量データは税関統計（平成 16 年）である。現在は図-9 における各港湾から各々輸出されているが、全国の 8 ブロックにそれぞれ拠点港を設ける場合を想定した。輸送船舶は、拠点港までの輸送は国内輸送で現在多く用いられている 499GT クラスとした。また、拠点港から先の輸送における船舶は、拠点港で既存港湾施設が活用できる最大の船型とし、新規投資を行わないことを前提とした。表-9 にネットワーク化によるコストの変化（年間値）を示す。3 大湾地域以外では輸送ネットワーク導入効果（輸送コスト削減）があることが確認された。3 大湾地域でコスト増となっているのは各港湾の貨物量が多く現状で既に比較的大型の船舶が用いられており、拠点化による海上輸送コスト削減の効果よりも、積み替えコストが上回るためである。この一方で地方港における大型の港湾施設を用いれば施設の有効活用を図りながら輸送の効率化が可能であることが示唆される。

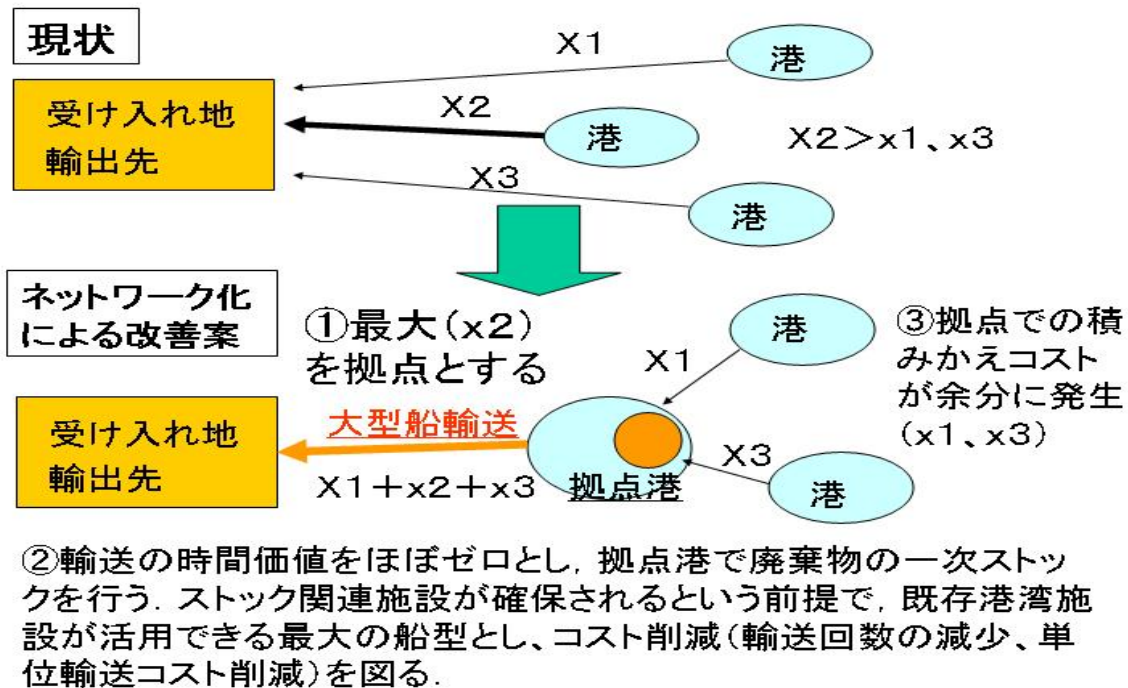


図-8 ネットワーク化の概念

4.2.3 施策への反映

本研究において得られた知見は、今後海上輸送を用いた静脈物流ネットワークの具現化を行う際（対象品目の選定ならびに対象港湾の選定など）に活用されることが想定される。

4.2.4 今後の課題

海上輸送を用いた静脈物流ネットワーク構築においては対象施設が必要となるがその規模を算定するためには廃棄物の広域流動量の予測が必要となる。今後関連データの整備を図り、需要予測手法を開発することが必要である。またネットワーク化における拠点港の選定の最適化を行う手法の開発も必要である。

成果の公表

- 1) 海上輸送による静脈物流のネットワーク化に関する基礎的考察 平成 17 年度土木学会年次講演会論文集、港湾研究部 北澤，安部

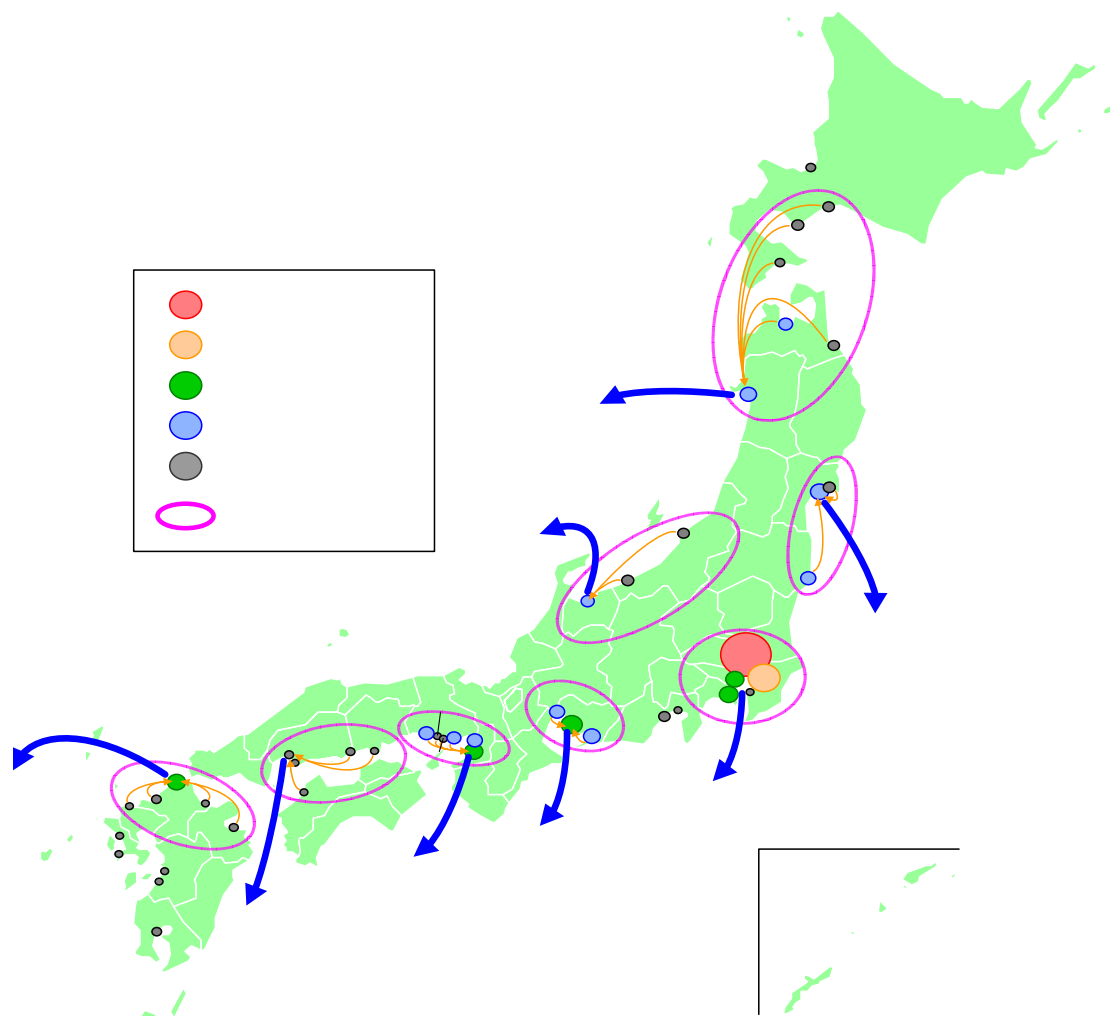


図-9 ネットワーク化の具体例（金属くずの中国輸出）

表-9 ネットワーク化による輸送コスト変化の試算

	① 東京湾	② 伊勢湾	③ 大阪湾	④ 北東北・ 北海道	⑤ 東北南岸	⑥ 日本海 沿岸	⑦ 瀬戸内海 沿岸	⑧ 北部九州
A. 海上輸送の削減コスト(-)	53,720	13,442	14,902	18,083	22,769	9,394	8,604	18,187
B. 拠点港での積み替え発生コスト(+)	108,269	20,438	32,019	20,357	14,083	8,394	11,305	13,930
C. 利用船型の変化に伴う積出し荷役削減コスト(-)	31,342	6,874	10,885	4,981	3,734	1,589	4,415	2,346
D. 拠点港でのストックヤード使用料(+)	829	55	86	25	41	21	109	87
拠点導入によるネットワーク化の効果 (発生輸送削減コスト)	-24,036	-176	-6,318	2,682	12,379	2,569	1,604	6,516

※図内に示す港
輸出実績のあ

40万トン

20万トン

10万トン

5万トン

1万トン