

I. 研究成果の概要

(注) 平成 19 年 9 月に文部科学省に提出した研究成果報告書概要（様式 1）を
平成 20 年 3 月の研究終了時点の内容に一部修正したものである。

(様式1)

平成15年度～平成19年度私立大学学術研究高度化推進事業
(ハイテク・リサーチ・センター整備事業)研究成果報告書概要

- 1 学校法人名 学校法人 八戸工業大学 2 大学名 八戸工業大学
- 3 研究組織名 循環型社会技術システム研究センター 4 プロジェクト所在地 青森県八戸市大字妙字大開88-1
- 5 研究プロジェクト名 青森・岩手県境不法投棄廃棄物の低環境影響処理技術に関する研究開発

研究代表者	研究代表者名	所属部局名	職名
	庄谷 征美		学長

- 7 プロジェクト参加研究者数 21 名 8 該当審査区分 理工・情報 生物・医歯 人文・社会

9 研究プロジェクトに参加する主な研究者

研究者名	所属・職名	プロジェクトでの研究課題	プロジェクトでの役割
庄谷 征美	学長	課題全体	研究代表者 研究センター会議議長:研究全体の統括
福士 憲一	土木工学専攻・教授	第1研究班:循環型社会技術システムおよび現地再生・地域活性化策の提案、(第2研究班)現場周辺部の水質評価	研究班会議議長・研究センター会議副議長:プロジェクト全体の推進と調整 第1研究班長:同班研究の総括 (兼)第2研究班員
大津 正道	異分野融合科学研究所・教授	第1研究班:特に循環型社会技術システムと現地再生策の提案	第1研究班副班長:循環型社会技術システム・現地再生提案とりまとめ
岩村 満	異分野融合科学研究所・准教授	同上、特にリスク管理手法による住民意識調査	調査実施・分析担当
佐藤 手織	異分野融合科学研究所・准教授	同上	同上
藤田 成隆	電子電気・情報工学専攻・教授	第2研究班:環境モニタリング・汚染拡散防止の技術とシステムの研究開発、特にハイテク利用モニタリング技術の開発	第2研究班長:同班研究の総括、ハイテク利用環境モニタリングとりまとめ
田中 昇	土木工学専攻・教授	同上、特にリモートセンシングによる現地調査	現地調査・データ解析担当
苔米地 宣裕	電子電気・情報工学専攻・教授	同上	データ解析担当
川又 憲	電子電気・情報工学専攻・准教授	同上、特に現地観測システムの開発研究	現地調査・データ解析担当
熊谷 浩二	土木工学専攻・教授	同上、特に汚染拡散防止技術の開発	第2研究班副班長:汚染拡散防止研究とりまとめ (兼)第1研究班副班長:現地再生策とりまとめ
佐々木 幹夫	土木工学専攻・教授	同上、特に汚濁流出過程の解析	調査・解析担当
村中 健	異分野融合科学研究所・教授	同上、特に重金属分析と地下水流動解析	第2研究班副班長:水系・土壌分析とりまとめ
小比類巻 孝幸	機械・生物化学工学専攻・准教授	同上、特に重金属分析とVOC分析	分析・評価担当
鮎川 恵理	異分野融合科学研究所・助教	同上、特に現場細菌同定と生物叢調査	調査・分析・評価担当
鈴木 拓也	異分野融合科学研究所・助教	同上、特に現場周辺部の水質評価	調査・分析・評価担当

岡村 隆成	機械・生物化学工学専攻・教授	第3研究班:廃棄物再資源化の技術とシステムの研究開発	第3研究班長:同班研究の総括、超臨界水法ガス化関係とりまとめ (兼)第1研究班副班長:地域活性化策とりまとめ
野田 英彦	機械・生物化学工学専攻・教授	同上、特にバイオマスの超臨界水法ガス化	実験・分析・評価担当
栗原 伸夫	機械・生物化学工学専攻・教授	同上	シミュレーション・解析担当
高橋 晋	異分野融合科学研究所・講師	同上	実験・分析・評価担当
月永 洋一	建築工学専攻・教授	同上、特に廃棄物焼却灰・溶融スラグの建設材料への利用	第3研究班副班長:建設材料関係とりまとめ
阿波 稔	土木工学専攻・准教授	同上	調査・実験・分析担当
(共同研究機関等) なし	なし	なし	なし

<研究者の変更状況(研究代表者を含む)>

旧	プロジェクトでの研究課題	所属・職名	研究者氏名	プロジェクトでの役割
	水系・土壌における細菌同定	機械システム工学専攻・教授	奥田 慎一 (退職)	調査・分析・評価担当
	リモートセンシング利用の環境モニタリングデータの解析	電気電子工学専攻・教授	内山 晴夫 (退職)	データ解析担当
(変更の時期:平成17年3月31日)				
	課題全体	学長	高橋 燦吉 (退職)	研究代表者 研究センター会議議長:研究全体の統括
	計測センサーの開発	土木工学専攻・講師	佐藤 久 (退職)	開発・実験担当
(変更の時期:平成18年3月31日)				
	バイオマスの超臨界水法ガス化	機械システム工学専攻・教授	福原 長寿 (退職)	実験・分析・評価担当
(変更の時期:平成19年2月28日)				
	リスク管理手法による住民意識調査	機械システム工学専攻・教授	小野 陽 (退職)	調査実施・分析担当
(変更の時期:平成19年3月31日)				



新	変更前の所属・職名	変更(就任)後の所属・職名	研究者氏名	プロジェクトでの役割
		機械システム工学専攻・教授	野田 英彦 (追加)	実験・分析・評価担当
		機械システム工学専攻・教授	栗原 伸夫 (追加)	シミュレーション・解析担当
(変更の時期:平成15年5月19日)				
		異分野融合科学研究所・助手	鮎川 恵理 (追加)	調査・分析・評価担当
(変更の時期:平成16年8月1日)				
	土木工学専攻・教授 (当該研究プロジェクト研究員)	学長	庄谷 征美 (変更)	研究代表者 研究センター会議議長:研究全体統括
	循環型社会技術システム研究センター・任期付研究員	異分野融合科学研究所・助手	鈴木 拓也 (追加)	調査・分析・評価担当
(変更の時期:平成18年4月1日)				

[所属の名称変更] 大学院工学研究科2専攻の名称変更が認可されたため。
 ※ 機械システム工学専攻 ⇒ 機械・生物化学工学専攻 (平成19年4月1日付)
 ※ 電気電子工学専攻 ⇒ 電子電気・情報工学専攻 (平成19年4月1日付)

10 研究の概要

(1) 研究プロジェクトの目的・意義及び計画の概要

1) 研究の背景 (別紙資料1参照)

青森・岩手県境産廃不法投棄問題は国内最大級の規模であり、環境汚染の可能性、景観破壊、地域住民の不安助長、青森県南の“水がめ”である馬淵川水系への影響など、多くの問題をはらんでいる。これに対し、地元大学として本学が果たすべき役割は大きく、本学が過去集積してきた工学的・人文社会学的な知見をさらに発展させて問題の解決あるいは地元の支援を行う必要がある。

一方、従来の廃棄物処理は焼却と埋立てが主体であり、エネルギーの浪費、温室効果気体の大量発生、有害物質漏洩による二次汚染などの問題を抱えている。これらの諸問題を総合的に解決するために、環境影響が少ない廃棄物処理処分技術・システムを開発研究し、真の循環型社会を作り上げることが急務となっている。

2) 研究の目的、計画の概要 (別紙資料2参照)

本研究は、国内最大規模の産廃不法投棄問題を具体的な研究対象とし、廃棄物の低環境影響処理技術の開発研究を通じて、行政ほかとの連携のもと問題の解決と地元支援を行い、あわせて我が国および世界の循環型社会技術システムの確立・発展に寄与するものである。研究の主な課題は次のとおりである。

①循環型社会技術システムおよび現地再生・地域活性化策の提案

リスク管理手法による住民意識調査、不法投棄問題の原因分析、風評被害防止策、地域再生振興策、原状回復の方策など。

②環境モニタリング・汚染拡散防止の技術とシステムの研究開発

雨水遮水、水質・土壌汚染防止、ICT・ハイテク機器利用の環境監視、地下水流動解析、青森県の原状回復事業(鉛直遮水壁・浸出水処理等)の効果検証など。

③廃棄物再資源化の技術とシステムの研究開発

焼却灰・溶融スラグの建設材料利用、セメント原料への再資源化、バイオマスの超臨界水法ガス化分解・エネルギー生成など。

なお、構想調査段階では、①汚染拡散防止技術、②資源化技術、③モニタリング技術、④リスク管理を課題としていたが、「選定時」の留意事項、青森県による不法投棄現場原状回復事業の進展、および本研究の進捗状況を考慮して、2年目の平成16年度より課題を整理統合・重点化している。(本報告書17節参照)

3) 研究の意義

以上の開発研究を遂行することにより、次のような効果が期待できる。

①廃棄物を所管する自治体・企業等に対して研究成果を提供することにより、処理・処分の円滑化に寄与し、かつ循環型社会システムづくりに貢献できる。

②地域住民に安全・安心感を与え、かつ現地再生・地域振興策など新たな付加価値を生み出すことにより地域貢献ができる。

③他地域での同様な問題に対して、解決のモデルケースとしての情報を提供できる。

④行政・企業・住民と連携した地域密着型の研究推進を重視しており、大学と地域とのリンクのあり方についても貴重な情報を提供しうる。

(2) 研究組織

別紙資料3に研究組織を示す。なお、平成17・18年度の人事異動により、研究代表者を庄谷学長に、研究センター会議副議長を藤田学長補佐に変更している。(本報告書9節参照) これにより、第3班副班長も月永教授に変更している。また、平成19年度の大学組織改革により、センター事務局は従来の大学改革室から社会連携学術推進室に変更している。さらに、大学院工学研究科において機械システム工学専攻を機械・生物化学工学専攻に、電気電子工学専攻を電子電気・情報工学専攻に名称変更している。

組織・実施体制上の主な点は次のとおりである。

①研究組織と事務組織に分かれ、前者は具体的な研究遂行、後者は全体の事務・運営を担当している。研究代表者は庄谷学長であり、両者の最高責任者である。

②研究組織は課題に沿って3研究班体制とし、各研究班長が各々の責任者である。上部には研究全体の統括・調整等を行うための研究班会議があり、同議長がその責任者である。

③各研究班にはさらにテーマごとに研究グループがあり、各副班長が責任者である。以上、グループまたは研究班間の連携は打合会や会議等により充分に行われている。

④研究者は大学院工学研究科全4専攻(機械・生物化学工学、電子電気・情報工学、土木工学、建築工学)と異分野融合科学研究所の教員21名である。(本報告書9節参照) また、任期付研究員3名、任期付研究支援員2名を課題の必要性に応じて配置している。その他、正式な研究員以外に、リサーチアシスタント(博士後期課程学生)が関係教員の課題に応じた内容で研究補助を行っている。

⑤事務組織として研究センター会議と運営連絡会議がある。前者はセンターの最高決定機関であり、構成員は研究者全員である。後者は研究・運営全体の基本方針等の重要事項を審議する組織である。両者とも議長は研究代表者(学長)である。なお、研究センター会議には副議長として学長補佐2名(教学担当・社会連携学術推進室長、および事務担当・事務部長)も参画し、全学をあげて研究を推進している。

⑥事務局は社会連携学術推進室と大学事務部が担当し、社会連携学術推進室長、同次長、事務部長、庶務課長、会計課長も参加して全学的な支援体制を敷いている。なお、特許申請を重視して既設の「知財づくり工厩」も関係組織としている。

(3) 研究施設・設備等

使用している研究施設と主な研究装置は次のとおりである。(別紙資料4参照)

- 1) 循環型社会技術システム研究センター施設(1)：共同研究室・実験室2(K105室)、140m²
 - ①環境水元素分析装置(ICP質量分析装置、細菌同定装置)：第2研究班、研究者4名、5,000時間利用
 - ②超臨界水法ガス化装置：第3研究班、研究者4名、月50時間利用
 - ③熱分析・X線回折データ分析装置：第3研究班、研究者4名、月50時間利用
- 2) 循環型社会技術システム研究センター施設(2)：衛星情報解析室(202室)、63m²
 - ①衛星情報受信システム：第2研究班、研究者4名、常時稼働
 - ②水質連続監視システム：第2研究班、研究者4名、常時稼働
 - ③現場画像・気象観測システム：第2研究班、研究者4名、常時稼働
(上記②、③の水質センサー・カメラ・気象観測機器・通信機器等は不法投棄現場および周辺部に設置)

この他、過去に私学助成補助により整備して本研究で使用している装置として次のものがある。

- ・環境ホルモン分析装置：第2研究班、研究者2名、月50時間利用

その他、大学予算あるいは委託研究等で別途導入した各種装置・設備も活用して研究を遂行している。なお、本事業で直接整備した主な装置・設備の正式名称および詳細については本報告書13節を参照されたい。

(4)研究成果の概要

研究プロジェクトの計画や目的・意義と関連づけて、当初の目標をどれだけ達成したか記述するとともに、新たに得られた知見などについても具体的に記述してください。

現時点までの研究成果の概要および目的・意義の達成度等を、本報告書10(1)節に示した3つの主要課題ごとにまとめると次のようになる

1)循環型社会技術システムおよび現地再生・地域活性化策の提案(第1研究班)

①リスク管理手法による住民意識調査

・田子町住民、八戸・青森の廃棄物処理施設周辺住民に対する意識調査の実施
県行政に対する低評価や不満と背景、再発と風評被害の防止、地域再生の意識など重要データを取得した。結果はセンター報告会等で公開し、新聞でも大きく報道された。(別紙資料13 新聞記事No.25,26参照)

・青森・岩手両県住民の意識に関する同時比較調査の実施
問題に対する住民意識の合意形成過程・手法を調査し、問題発覚時よりは行政に対する評価は高まったこと、一度でも住民反発を招くと信頼回復が困難であること、住民への迅速対応と円滑なコミュニケーションが重要であること、両県の施策の差異による住民意識変化の違いなど重要な情報を得た。これらは、他の事例でも非常に参考となるものであり、関係自治体に情報発信しうる内容となっている。

・田子町県境不法投棄原状回復調査協議会委員への聞き取り調査の実施
住民への情報開示と双方向意見交換、原状回復後の跡地利用、最近の県の方針と姿勢に関する意見を聴取した。これにより、下記②を検討する際の基本データを取得することができた。また、他地域の同様の問題にも応用できるよう取りまとめることができた。

②原状回復手法、地域活性化策、循環型社会技術システムの提案

・資料文献調査、先進地・県内関連施設の視察調査による情報の収集
豊島・直島、青森RER、北九州エコタウン、八戸セメント、三菱製紙八戸工場、東北電力八戸火力発電所、大平洋金属などの視察・資料収集を実施した。下記の諸事項を検討する際の基本データを取得することができた。
・八戸市内の大規模事業所3社(八戸セメント、三菱製紙八戸工場、東北電力八戸火力発電所)に対して廃棄物リサイクルの現状を聞き取り調査したが、3社とも産廃の受入元・委託先の開拓に個別的努力を強いられている。安定的な産廃リサイクルを確立するには、企業間・地区内共同の産廃ネットワークや情報バンクの構築が求められている。さらには、市町村の一般廃棄物処理施設の焼却灰処理とも連携したより広範囲な処理ネットワークが必要である。
・八戸地域の資源循環型システムの実態調査のため、あおもりエコタウン関連事業所や下水処理場、農業団体を聞き取り調査した結果、各事業所の業務の特徴を生かしてゼロエミッションの目標がかなり進展していることが明らかになった。同時に、公共事業縮小下でのスラグ販路減や肥料化された農業廃棄物の販路確保難などが課題と判明した。

・廃棄物全量撤去、地域再生振興策について基本検討と一部提案
別紙資料5のような内容を今後各方面へ提言中である。なお、田子町・二戸市は現地再生・地域振興策等について模索中であるが、現在のところ青森・岩手県は廃棄物撤去を最優先しているため、振興策は具体化していない。今後、本学としても各自自治体と連携して問題の解決を図りつつ、地域再生振興の核となるように努める予定である。本研究期間終了後も引き続きの重要課題であると認識している。

2)環境モニタリング・汚染拡散防止の技術とシステムの研究開発(第2研究班)

①ICT・ハイテク機器を利用した環境モニタリング

・カメラ・気象観測機器によるモニタリング、水質センサーによる連続水質監視
現場と周辺部に設置したセンサーによる水質監視の結果から、廃棄物撤去・汚染拡散防止工事等と現場および周辺の水質に及ぼす影響の規模と時間を分析した。なお、水質・気象モニタリングデータおよび現場カメラ映像は青森県にも常時提供しており、県の汚染拡散防止・原状回復事業の実施に対して大きく貢献している。

・リモートセンシング等による温度観測・植生分析・地形解析からの産廃現場特徴の分析
各種分析機器および人工衛星データから、産廃現場の特徴と周辺に及ぼす影響を分析できた。これにより、産廃不法投棄現場に対する人工衛星を用いた新しい解析手法を開発した。また、解析により得られた知見をもとに未発見の産廃廃棄物不法投棄現場の早期発見法も開発した。

②土壌、生物、水質分析による環境モニタリング

・現場と周辺の環境水中の微量金属・化学物質、土壌分析、生物叢調査の継続実施
汚染が現場内にとどまっており、現場周辺部の環境が安全であることを確認して公開した。この結果は周辺住民の安心に繋がり、また馬淵川水系から取水する八戸圏域水道の安全に関する情報を提供したことになる。
細菌分析の結果より、危惧されていた医療系ゴミや堆肥由来の危険な細菌が含まれている可能性はきわめて低く、かつ土壌汚染の可能性も低いことを示した。

・環境モニタリングデータの集積継続と評価
青森県による汚染拡散防止・原状回復事業による地下水や浸出水の質・量の変化を測定し、事業による周辺環境への影響と環境保全への効果を評価・検証した。その結果、事業の進捗に伴って地下水と周辺部環境水の水質が良好となっていることを示した。

・地下水の流動解析と水処理の機能調査

同位体トレーサーによる雨水流動解析および地下水位観測を実施し、県の原状回復事業の効果を検証した。また、浸出水処理の状況を調査して効果を検証した。これらは、今後行われる廃棄物本格撤去にあたっての重要な基礎データとなっている。

③汚染拡散防止の技術開発

・遮水シートの物性評価、および遮水壁の構築工法の検討

キャッピングシートの実証実験および遮水シートの野外計測実験等を実施し、データの集積と解析を行った。また、遮水壁の注入材に関する実験、廃棄物の有効利用に関する実験を行い、遮水壁の最適化に関する検討を行った。

・流出モデルの検討と計算解析

現場からの雨水と化学物質の流出に関して、地下水理と分子化学反応を組み合わせた新しいモデルを構築して予測計算を行えることを示した。

・微生物を活用した汚染防止等の技術開発

現地の廃棄物を分解するための微生物実験を行い、あわせて発生するメタンガスを計測できる微生物センサーを開発した。

以上、本課題については多数の成果が得られており、論文・学会発表、特許出願、新聞・テレビ報道などで情報を公開している。(本報告書15節、別紙資料6、別紙資料13No.1～14,19～24,27,28,30,31,36～42参照)

3) 廃棄物再資源化の技術とシステムの研究開発(第3研究班)

①廃棄物の焼却・溶融による建設材料への再資源化

・現場廃棄物の焼却・溶融方法の検討と安全性の評価

特別管理廃棄物を含む現場廃棄物から焼却灰と溶融スラグを製造する方法について検討した。焼却・溶融の最適条件検索、基本物性・安全性の評価を行い、建設材料への利用可能性を検討した結果、十分に実用化できることを示した。

・廃棄物焼却灰利用のセメントおよび溶融スラグ利用の骨材の試作

環境安全性およびセメント品質の観点から県境廃棄物をセメント原料として7%程度まで利用できることを示し、試作セメントの物性評価、硬化体試料の試験等も実施した。また、骨材についてはJIS基準等を十分に満たすことを示した。従来、県境廃棄物のような特別管理廃棄物を再資源化することについては知見が無かったが、本研究で利用可能性を具体的に示したことは大きな成果である。

・廃棄物を原料としたスラグ・セメント等を用いたコンクリートの性能試験と評価

産業廃棄物溶融スラグのコンクリート用骨材としての利用システム、および廃棄物原料の性質に応じた効率的なスラグ製造方法、性能・安全性評価等の技術提案を行った。また、寒冷地での建設材料への利用を目的にコンクリート表層部の耐凍害性評価手法を開発した。

②超臨界水法ガス化による廃棄物の分解・再資源化

・バッチ試験装置による基本特性の把握

バイオマスの超臨界水法ガス化実験を実施した。温度・圧力最適条件の探索、分解反応過程の考察を行い、供給バイオマスを液状化することが重要であることを発見した。

・連続装置による本格試験とガス化特性の改善

超臨界水法ガス化の最適条件、供給バイオマスの液状化条件など重要知見を取得した。また、水素リッチガスを生成し、ガスエンジンや燃料電池への利用システムを検討・提案したことは大きな成果である。

なお、本研究課題についても論文・学会発表、特許出願、新聞・テレビ報道、自治体・企業への技術指導など多数の成果を公開している。(本報告書15節、別紙資料6、別紙資料13No.19,20,36参照)

以上、全体として研究は順調に進捗してきており、本報告書15節に記載したように数多くの研究成果が得られており、研究プロジェクト全体の目的はほぼ達成されたと考える。

<優れた成果があがった点>

青森・岩手県境不法投棄問題という日本最大級の具体的事例を対象とし、行政等との緊密で実効ある連携のもと、問題の解決あるいはその支援を行う地域密着型の研究を実施してきた。また、その成果は廃棄物処理・処分技術の発展、他の不法投棄問題解決への応用、および循環型社会システムの確立に大きく貢献しうる内容であり、具体的には次のような事項があげられる。

1) 工学的な研究のみならず、住民意識調査・リスク管理分析といったソフトな研究も併せて実施し、不法投棄の再発や風評被害の防止、さらには地域再生・振興策まで踏み込んだ提案を行った。また、それらは循環型社会技術システム確立へ向けた研究事例として他へも情報発信することが可能である。

- 2) 本研究で新規開発したICT・ハイテク機器による環境モニタリング法は、これまでに類を見ない手法であり、かつ実際に環境分析に対して有用な情報を導き出せることが明らかになったこと。
- 3) ICT・ハイテク機器と最新分析法を駆使した連続的・詳細な環境モニタリングにより、行政が実施しているモニタリングを効果的に補完・支援し、これを地域住民に情報公開して安全・安心感を提供し、あわせて青森県の汚染拡散防止と原状回復事業の実施に大きく貢献してきている。また、その成果はモデル事例として他地域へ向けて発信しうる内容であり、他の事例の問題解決にも応用できるものとなっている。
- 4) 汚染拡散防止において重要なキャッピングシートの材質について、従来は技術的な要因によってシート素材を選定することが困難であった。本研究により、その方向性を示すことができ、選定がスムーズに行える素地が出来上がった。また、最終段階で廃棄物等が残ったことを想定し、廃棄物等の安定化を図る工法の検討も行った。
- 5) 今後増大する産業廃棄物に対して、建設材料への利用や分解・ガス化といった廃棄物の再資源化技術の確立を目指し、広く環境・エネルギー・地球温暖化問題にも貢献しうる成果を示し得た。特に、従来不明であった特別管理産物の建設材料への再資源化について、一般廃棄物と混合処理できること、およびその混合可能割合などの基礎的なデータを得たことは大きな成果である。
- 6) 以上の成果は、地域の行政機関、大学等の研究機関、関係企業および地域住民との緊密な連携のもとに得られたこと。そして、この実績により、大学と地域との連携の在り方について、他地域でも応用できる貴重な情報であることが大きな特徴である。

<問題点>

プロジェクト遂行にあたって、以下のような問題点(課題)があったが、そのほとんどを実践的に解決あるいは克服して研究を推進することができている。

1) 行政ほかとの連携

本研究では、アンケート調査の実施、観測機器の現場設置、現地での試料採取など、地元の関係自治体および企業との具体的な打合せや協力が不可欠である。このため、研究開始時点から青森県、田子町、八戸市などと緊密な連携をとっている。また、撤去廃棄物を受け入れている青森RER(青南商事(株))や八戸セメント(株)ほかの企業とも情報交換を行って研究を推進している。(別紙資料2、7参照)

行政ほかとの連携および地域密着型の研究推進に関しては、「選定時」の留意事項にもあげられており、それに対する対応策については本報告書17節に詳述している。なお、センター会議副議長・研究会会議議長である福士教授は、平成18年度より青森県県境不法投棄廃棄物本格撤去計画策定技術顧問会委員に追加就任、平成19年度より青森県県境不法投棄現場原状回復対策推進協議会委員に就任(平成15年度から就任、今回再任)しており、青森県との連携はさらに密接なものとなっている。

なお、現場では常時、本学卒業生5名以上が県職員および施工業者として原状回復事業の監理・実施に携わっており、現地調査や試料採取等で具体的な支援を得ている。

2) 研究装置・設備の効率的な運用

本研究では、多数の装置・設備を導入し、膨大な数の試験・分析を行う必要がある。このため、学内に専用研究施設(実験室)を新たに定め、導入装置・設備を集中配置して効率的に運用できるようにした。(本報告書10(3)節参照) また、装置・設備を常時最適な状態に保って運転するために、専門の研究員および研究支援員を配置している。

3) 今後の課題

本節の<優れた成果があがった点>までで述べたように、本プロジェクトでは多くの研究成果と新知見が得られたが、一方では様々な制約から今後の課題として残っている事項もある。主なものをあげると次のようになり、残された研究期間で再検討を行って可能な限りとりまとめることとしている。

① 現地再生・地域活性化策、青森県南循環型社会システムの提案

・現地再生と地域活性化・振興策の提案

田子町・二戸市は現地再生・地域活性化振興策等について模索中であるが、現在のところ青森・岩手県は廃棄物撤去を最優先しているために具体的に進展していない。今後、本学としても各自治体と連携して問題の解決を図りつつ、地域再生振興の学術拠点となるべきと考えている。研究期間終了後も引き続いての重要課題であると認識しており、具体的な検討を行う予定である。なお既に、青森県に対して本研究のアンケート結果に基づき、跡地利用に関する住民意識結果を提示し、現地再生・地域振興に役立てるべく活動を開始している。

・青森県南地域の資源循環社会システムの提案

本研究では、不法投棄現場の現地再生等だけでなく、広く青森県南地域における地域産業構造に根ざした資源循環システムの特徴的な方向性を打ち出そうとしている。現在まで、八戸市内大規模事業所3社(三菱製紙八戸工場、東北電力八戸火力発電所、八戸セメント)での産廃リサイクル実態調査を行い、基本的な方向性については検討済みである。しかし、どの事業所も相互の連携が十分といえず、産廃の提供元・受入先を探すのに個別対応を強いられている。今後、その解決に向けた協同体制の構築、および公営の廃棄物処理施設との連携について検討・提案することが課題となっている。

②環境モニタリング継続の必要性

- ・平成24年度までモニタリングを継続することの必要性

本研究は、青森県が行っている廃棄物撤去および環境保全・回復の事業に密接に関連している。特に、ICT・ハイテク機器と詳細な環境分析による環境モニタリングの成果は、県が作業を行う上で重要な情報となっている。県による廃棄物の撤去は、平成19年度から本格撤去が開始されて平成24年度までに完了する計画となっており、今後も長期間継続する。そのため、本学でも環境モニタリングのデータ提供や分析結果の情報公開などを継続的に行って、行政と密接に連携していく必要がある。

- ・汎用的な不法投棄発見・分析手法の確立

本研究でこれまでに得られた知見から、産業廃棄物の環境的・物性的特性が明らかになりつつある。これらをモデル事例として、他の廃棄物問題に適用する上でより詳細かつ高度な分析を行うには、さらなる継続的なデータ収集が必要である。

- ・県の原状回復事業の効果検証

県が実施している原状回復作業(雨水の表面遮水、遮水壁構築による浸出水集水、浸出水の水処理、廃棄物の掘削・撤去)に対して、本研究はその効果に関しても検証を行い、大きな成果をあげてきている。今後、廃棄物の撤去が本格化するのに伴い、効果をさらに検証することが重要となる。この点からも研究を継続して県の事業を支援すべきと考えている。

- ・廃棄物撤去・原状回復作業終了後の評価

本研究では、原状回復の作業進捗にあわせて周辺の環境変化をモニタリングしている。今後、作業が完了した後の回復状況を科学的に評価する手法も確立していく必要がある。この点、青森県の協議会でも大きな課題となっており、本学の研究継続が望まれている。

③廃棄物再資源化の実用化に関する詳細な検討

- ・建設材料への再資源化

本研究により製造した熔融スラグ骨材は、設計基準強度がやや弱いプレキャスト(無筋および鉄筋)コンクリート製品への適用が可能となった。今後、レディーミクストコンクリートや高強度コンクリート、高耐久コンクリートへの利用技術を確認し、さらなる用途拡大をめざした追加研究を行う必要がある。

- ・超臨界水法ガス化によるバイオマスの資源化・分解

今回の実験範囲内ではCO₂の生成が少ないことから、超臨界水状態での試料の加水分解が充分か否かを再確認する必要がある。これにより、温度・圧力条件および動作時間に関する最適化を図るための追加研究が必要である。また、超臨界水プロセスに適合した液化プロセスにおいて高選択性の発現をさらに高めることで、水素リッチガス生成をより効率化することが重要な課題として残っている。

<評価体制>

(研究プロジェクトの目標等に照らした自己評価の実施や、その結果を研究費等の資源の配分へ反映させるためのルールの適切な設定、また、本プロジェクトに係る費用対効果(かけた費用に見合う効果が見られるか)について、どのように分析しているか。また、それらについて、外部(第三者)による評価を受ける体制ができていないか等について記述してください。)

1) 自己評価の実施

下記のように、センターの各組織・段階において自己評価の実施体制が整い、かつ十分に機能している。(別紙資料3参照)

①研究班ごとに会議を随時開催し、研究計画・予算・決算・成果報告等について検討評価している。これらは研究成果報告書として年1回まとめられ、上部の研究班会議と運営連絡会議へ提出されている。

②研究班会議と運営連絡会議では報告書を総合評価し、各研究班または全体に対して研究計画の修正、進捗状況や成果公開に関する指示、予算の査定等を行っている。

③研究センター会議(全体会議)は年1回以上開催され、上記②の評価結果および全体に関わる事項を審議・確認し、次年度以降の研究に反映させている。

これらは実際に機能しており、研究課題の整理統合・重点化およびセンター組織の改定・効率化(平成16年度)、および研究実績と特許申請を重視した予算査定(平成17年度)という形で現れている。(別紙資料8 例えば会議資料4 予算案を参照)

2) 外部評価の実施

①平成17年度末より外部評価委員会を設置している。構成員は北里大学、八戸高専、青森県、岩手県、八戸市、田子町および環境コンサル系企業の代表者である。別紙資料9に示したように、委員会では本研究に対する各種の意見・要望等が出ており、そのほとんどが本研究の実施にあたって考慮あるいは参考にされてきている。

②別紙資料7に示したように、本センターは青森県、田子町、八戸地域の各「協議会」、「技術部会」等および各行政担当部署と常に連携して研究を実施しており、実質的な外部評価を受けている。特に、青森県県境再生対策室とは過去6回「連絡協議会」を開催しており、全研究班の研究計画・実施内容・成果・今後の方針等について得られた評価をその後の研究実施に役立てている。

③高等教育機関(北海道大学、北里大学、八戸工業高等専門学校)との研究協力や、関連技術を有する民間企業(太平洋セメント、太平洋金属など)との共同研究体制を構築している。研究の各段階で検討会や意見交換などを実施し、プロジェクトの評価を行っている。

以上、外部評価と自己評価を実施しながら、本報告書15節に記載したように数多くの論文・学会発表等で研究成果を公開してきた。また、同節の<研究成果の公開状況>に記載したように、センター独自の講演会・報告会を毎年開催し、かつ大学ホームページも利用して広く研究成果を公開してきた。

別紙資料13に示したように、センターの活動と成果については新聞・テレビで多数報道されており、地域の関心と評価は非常に高いものがある。また、研究成果は青森県による原状回復事業および地元自治体・地域の問題解決支援と不安解消に大きく役立っており、本プロジェクトの費用対効果は極めて高いと考えられる。

<研究期間終了後の展望>

(本プロジェクト終了後における研究の継続希望の有無、有の場合は今後の研究方針、無の場合は当該研究施設・装置・設備の活用方針を記述してください。)

本プロジェクト終了後も研究の継続を希望している。これは、青森県による原状回復事業(廃棄物撤去)は平成24年度まで続いたためであり、現に非公式ながら、青森県、八戸市、田子町などから本学に対して研究継続の要望が出始めている。

これらの要望に、上記<問題点>で述べた本プロジェクトの残された課題等を加味すると、今後さらに推進すべき研究課題として次の3点があげられる。

- ①現場原状回復後の跡地利用および八戸地域も含めた地域活性化策への提言
- ②本格撤去開始に伴う環境モニタリングの継続・強化
- ③廃棄物の現地処理や資源化再利用の可能性検討

なお、以上の研究遂行にあたっては、これまでに整備された研究施設・装置・設備等のすべてが有効活用できる。また、得られる研究成果は、行政機関と地元地域が抱える問題の解決支援、および廃棄物の処理処分技術と管理システムによる循環型社会の確立に対してさらに大きく貢献しうるものと考えられる。

<研究成果の副次的効果>

(研究成果の活用状況又は今後の活用計画(実用化・企業化の見通しや、特許の申請があれば、その申請状況・取得状況等)について、記述してください。)

1)特許の出願申請

下記のように、既に環境モニタリングおよび廃棄物再資源化に関するテーマを中心に7件の特許出願を行っている。(別紙資料6参照) 今後も、研究成果とりまとめの進捗に応じてさらに申請を行う予定である。

- | | | |
|---------|------|-------------------------------|
| 第2研究班関係 | No.1 | ラジコンヘリコプターを用いた環境観測システム |
| | No.2 | 地面の熱容量分析による大規模な不法廃棄物投棄現場の探索方法 |
| | No.3 | ポーラログラフ式電極のゲル状電解液およびその作成方法 |
| | No.4 | 炭素14測定試料の調製方法と装置 |
| | No.5 | コンクリート表層部の耐凍害性評価手法 |
| 第3研究班関係 | No.6 | 廃棄物含有コンクリート及び廃棄物再資源化方法 |
| | No.7 | 超臨界水ガス化装置 |

2)原状回復・地域再生振興に対する具体的な貢献

青森県の原状回復事業(廃棄物撤去・搬出・処理、表面遮水工、鉛直遮水壁、浸出水処理、環境モニタリング)のほとんどに対して研究課題を設定しており、各場面で具体的かつ実効のある貢献ができています。特に、環境モニタリングの成果については青森・岩手両県から高い評価を得ている。

撤去廃棄物の処理場選定にあたっては、香川県豊島処理プラント、青森RER流動床還元ガス化プラント、溶鉱炉技術利用の還元溶融プラント等を比較調査した。その結果、技術・環境対策上で流動床還元ガス化プラントが最適であることを青森県に進言し、県は青森RERに処理を委託することになった。

廃棄物のセメント原料としての活用性についても研究し(特許出願No.6)、八戸セメント(株)が撤去廃棄物を受け入れる際には技術的な指導を行った。これによって、平成24年度までの完全撤去をめざして、青森RERプラントの不足気味の処理能力をカバーできる見通しを得た効果は大きい。(別紙資料13No.29,33,34参照)

3) 廃棄物や環境問題に対する教育・啓発

別紙資料10に示したように、高校生や一般を対象とした数多くの公開講座、出張講義、講演会で研究の成果をわかりやすく公開している。これらは、県境不法投棄問題、廃棄物や環境問題に関する教育・啓発に大きく役立っている。特に、地元田子町では同問題に対して、「負の遺産心理」を持った青少年が増えている。この対策として、プロジェクト終了後も地元に対する教育・啓発活動を強化するとともに、現地再生・地域振興策のひとつとして重点的に取り組む予定である

4) 他のプロジェクトへの波及効果

今後、青森エコタウン構想、環境・エネルギー産業創造特区、リサイクルポート(八戸港)など、国・県等のプロジェクトとも連携して研究を推進することも視野に入れている。すでに、青森県中小企業団体中央会による廃棄物関係事業にアドバイザーを派遣しており(岡村教授)、本研究の成果が地域振興にも活用される見通しは充分にある。

5) その他、研究成果から得られた副次的効果

①環境モニタリング関係

・ICP-MS分析法を海水微量元素分析へ応用することについて

魚介類の養分となる海洋中の植物プランクトンに関係して、海水中微量Feの化学形態別濃度分析が重要であるという報告がある。ICP-MSを用いて海水の微量元素を分析することにより、漁業振興の基礎データを得られる可能性が高い。青森県では沿岸海域における漁業は重要な産業であるので、今後、六ヶ所地域を含む沿岸海水中のFeの化学形態別濃度分析を実施したい。

・簡易有機成分分析を不法投棄現場からの流出解析等へ利用することについて

水質の紫外吸光度値は、従来から流出解析に有効とされていた。しかし、これを本研究のように大規模な現場で長期間モニターした例はなく、国内外における不適正・不法投棄事案における汚染物質流出の簡易水質項目として採用できることが確認された。

気体分析において従来難しかったサンプリング操作において、総VOCメーターを活用することで全量をモニタリングしながら高濃度場所のサンプルを確実に行えるようになった。さらに、成分分析においても成分分離能力が向上して微量成分まで分析することができるようになった。この技術は広く環境、工業分析に利用できるものと考えられる。

・水中の同位体分析について

試料水中のトリチウムの電解素子について特許申請している。また、市販の電解濃縮装置とこの電解濃縮素子を用いた電解濃縮を2段階で使用している電解濃縮方法を提案した。この方法により、再処理施設が稼働している六ヶ所地域を含む青森県太平洋沿岸の海水中トリチウム濃度を詳細に測定できることを見だし、国際会議で発表を行った。

②汚染拡散防止関係

・遮水シートの物性やキャッピングシートの物性(挙動計測)について

通気・防水シートキャッピング研究会などでその必要性が周知され、廃棄物処分場建設技術へ応用できる見通しがついた。

③廃棄物再資源化関係

・未利用資源の活用について

青森県では、セルロースを含む未利用資源が、木質系をはじめとして農業系など広い範囲に分布している。今後、これらの資源がプラント栽培等されるようになると、さらに安価に入手できることになり、本研究で開発したプラントシステムは今後適用範囲が広がることになる。

・水素リッチガスの生成について

水素リッチガスの生成に関する本研究の結果によれば、ガス改質の操作規模を縮小することができる。したがって、生成した水素を固体高分子型などの燃料電池に燃料として供給する場合、エネルギー変換効率の向上を図ることができる。さらに、固体電解質型の高温型燃料電池に燃料を供給する場合は、COやCO₂は燃料電池の電極に無害であり、改質することなく直接燃料供給することができる。したがって、固体電解質型燃料電池の効率が高いことと、改質が不要なことが相まって、高いエネルギー変換効率を実現できることになる。

・木質バイオマスガスの利用面に関して

発電プラント、特に自動車エンジンを用いた小型プラントの可能性を見極めるためのシミュレーションソフトウェアを完成した。このソフトを使ってエンジンの種々運転形態のシミュレーション解析を実施した。さらに、バイオガスの模擬ガスによるエンジンを使った燃焼試験で自動車エンジン利用の可能性を確認した。

11 キーワード(当該研究内容をよく表していると思われるものを8項目以内で記載してください。)

- (1) 青森・岩手県境不法投棄問題 (2) 廃棄物処理・処分技術 (3) 低環境影響技術
 (4) 循環型社会技術システム (5) 地域再生振興 (6) 環境モニタリング
 (7) 汚染拡散防止 (8) 廃棄物再資源化

12 施設・装置・設備・研究費の支出状況(実績概要) (千円)

年度・区分	支出額	内 訳							備考
		法人負担	私学助成	共同研究機関負担	受託研究等	寄付金	その他()		
平成十五年 度	施設	0	0	0	0	0	0	0	
	装置	61,016	30,509	30,507	0	0	0	0	
	設備	89,766	34,934	54,832	0	0	0	0	
	研究費	44,898	23,698	21,200	0	0	0	0	
平成十六年 度	施設	0	0	0	0	0	0	0	
	装置	5,600	5,600	0	0	0	0	0	
	設備	0	0	0	0	0	0	0	
	研究費	105,677	46,177	59,500	0	0	0	0	
平成十七年 度	施設	0	0	0	0	0	0	0	
	装置	7,350	7,350	0	0	0	0	0	
	設備	0	0	0	0	0	0	0	
	研究費	86,913	37,313	49,600	0	0	0	0	
平成十八年 度	施設	0	0	0	0	0	0	0	
	装置	0	0	0	0	0	0	0	
	設備	0	0	0	0	0	0	0	
	研究費	34,093	18,193	15,900	0	0	0	0	
平成十九年 度	施設	0	0	0	0	0	0	0	
	装置	0	0	0	0	0	0	0	
	設備	0	0	0	0	0	0	0	
	研究費	30,541	15,241	15,300	0	0	0	0	
総 額	施設	0	0	0	0	0	0	0	
	装置	73,966	43,459	30,507	0	0	0	0	
	設備	89,766	34,934	54,832	0	0	0	0	
	研究費	302,122	140,622	161,500	0	0	0	0	
総計	465,854	219,015	246,839	0	0	0	0		

※ 平成19年度は予定額。

13 施設・装置・設備の整備状況(私学助成を受けたものはすべて記載してください。)
 《施設》(私学助成を受けていないものも含め、使用している施設をすべて記載してください。)

施設の名 称	整備年度	研究施設面積	研究室等数	使用者数	事業経費	補助金額
該当なし						

※ 私学助成による補助事業として行った新增築により、整備前と比較して増加した面積 0 m²

《装置・設備》(私学助成を受けていないものは、主なもののみを記載してください。)

装置・設備の名称	整備年度	型 番	台 数	稼働時間数	事業経費	補助金額
(研究装置) 衛星情報受信処理 解析システム	15	EOS-N1S,N2S,N3	1	常時 h	48,405	24,202
産業廃棄物リモート センシングシステム	15	NFJT100-S100他	1	常時 h	12,611	6,305
(研究設備) 産業廃棄物リモート センシングシステム	15	FC15U-CHE006H/ LA他	1	常時 h	12,749	6,055
環境水元素分析装置	15	ELAN DRC e他	1	6,000 h	39,900	25,270
廃棄物を再資源化した建 設材料の品質および環境 全性の評価試験設備	15	TG-DTA 2200SA他	1	月50 h	37,117	23,507
プレハブ式恒温恒湿装置空 調及び冷凍機	16		1	常時 h	5,600	0
プレハブ式恒温恒湿装置用 制御装置	17		1	常時 h	7,350	0

14 研究費の支出状況 (千円)

年 度	平成 15 年度	積 算 内 訳	
小 科 目	支 出 額	主 な 使 途	主 な 内 容
教 育 研 究 経 費 支 出			
消耗品費	17,490	試験・測定機器、薬品他	17,490 センサー、恒温器、薬品、ガラス器具、ソフトウェア他
光熱水費	61	電気使用料	61 現場設備電気使用料
通信運搬費	49	回線使用料、送料他	49 電話回線使用料、送料他
印刷製本費	0		
旅費交通費	1,205	研究打合せ他	1,205 他機関との打合せ・試料採取他
報酬・委託料	5,614	委託料	5,614 実験委託他
(その他)	1,842	出版物費、修繕費、賃借料	1,842 関係出版物、装置修理、機器レンタル料他
計	26,261		
ア ル バ イ ト 関 係 支 出			
人件費支出 (兼務職員)	111	調査補助	111 時給900円 年間時間数124時間 実人数1人
教育研究経費支出	0		
計	111		
設 備 関 係 支 出(1個又は1組の価格が500万円未満のもの)			
教育研究用機器備品	17,700	計測器・データ処理機器	17,700 センサー、ドラフトチャンパー、パソコン他
図 書	826	関係図書	826 リスク管理・風評被害関係図書
計	18,526		
研 究 ス タ ッ フ 関 係 支 出			
リサーチ・アシスタント	2,268	廃棄物可燃性成分に関する調査 採取試料の分析	700 758 学内3人
ポスト・ドクター	0		
研究支援推進経費	0		
計	2,268		学内3人

年 度	平成 16 年度		
小 科 目	支 出 額	積 算 内 訳	
		主 な 使 途	金 額
教 育 研 究 経 費 支 出			
消 耗 品 費	27,262	試験・測定機器、薬品他	27,262
光 熱 水 費	178	電気使用料	178
通 信 運 搬 費	612	回線使用料、送料他	612
印 刷 製 本 費	279	印刷費	279
旅 費 交 通 費	1,300	調査・学会発表他	1,300
報 酬 ・ 委 託 料 (その他)	13,880	保守・分析委託	13,880
	833	出版物費、修繕費、賃借料	833
計	44,344		
ア ル バ イ ト 関 係 支 出			
人 件 費 支 出 (兼務職員)	127	計測・集計補助	86
		アンケート調査	41
教育研究経費支出	0		
計	127		
設 備 関 係 支 出(1個又は1組の価格が500万円未満のもの)			
教育研究用機器備品	61,097	計測機器、データ処理機器	61,097
図 書	109	関係図書	109
計	61,206		
研 究 ス タ ッ フ 関 係 支 出			
リサーチ・アシスタント	2,258	物質流出予測	1,129
		リモートセンシング情報の解析	1,129
ポスト・ドクター	9,398	廃棄物可燃性成分に関する調査	2,094
		採取試料の分析	3,708
		浸出水処理の最適化提案	3,596
研究支援推進経費	3,429	1ppb(1μg/l)以下の微量元素分析	3,429
計	15,085		

年 度	平成 17 年度		
小 科 目	支 出 額	積 算 内 訳	
		主 な 使 途	金 額
教 育 研 究 経 費 支 出			
消 耗 品 費	19,654	実験材料、試薬、データ等	19,652
光 熱 水 費	255	電気使用料	255
通 信 運 搬 費	852	回線使用料、郵送費	852
印 刷 製 本 費	470	印刷費	470
旅 費 交 通 費	2,586	調査・学会発表他	2,586
報 酬 ・ 委 託 料 (その他)	11,244	保守・分析委託	11,244
	2,181	出版物費、修繕費、賃借料	2,181
計	37,242		
ア ル バ イ ト 関 係 支 出			
人 件 費 支 出 (兼務職員)	2,031	木質バイオガス生成の研究	1,745
		水質・衛星データの整理・解析	117
		土壌水安定同位体の測定	68
		アンケート集計	40
		アンケート整理	61
教育研究経費支出	0		
計	2,031		
設 備 関 係 支 出(1個又は1組の価格が500万円未満のもの)			
教育研究用機器備品	47,365	計測機器、実験装置他	47,365
図 書	275	関係図書	275
計	47,640		
研 究 ス タ ッ フ 関 係 支 出			
リサーチ・アシスタント	2,258	物質流出予測	1,129
		リモートセンシング情報の解析	1,129
ポスト・ドクター	15,084	廃棄物の分析・再資源化の技術開発	3,889
		水質評価、微量有害化学物質分析	3,776
		調査、現地再生・地域活性化策の提案	3,651
		超臨界水ガス化法による技術開発	3,768
研究支援推進経費	3,858	1ppb(1μg/l)以下の微量元素分析	3,858
計	21,200		

年 度	平成 18 年度		
小 科 目	支 出 額	積 算 内 訳	
		主 な 使 途	金 額
教 育 研 究 経 費 支 出			
消 耗 品 費	8,796	実験器具,試薬他	8,796
光 熱 水 費	243	電気使用料	243
通 信 運 搬 費	437	回線使用料,郵送費	437
印 刷 製 本 費	90	印刷費	90
旅 費 交 通 費	1,374	調査・学会発表他	1,374
報 酬 ・ 委 託 料	12,811	保守,分析委託	12,811
(その他)	1,877	出版物費,修繕費,賃借料	1,877
計	25,628		
ア ル バ イ ト 関 係 支 出			
人件費支出 (兼務職員)	157	衛星・水質データ整理	157
教育研究経費支出	0		
計	157		
設 備 関 係 支 出(1個又は1組の価格が500万円未満のもの)			
教育研究用機器備品	8,308	計測機器,光学機器他	8,308
図 書	0		
計	8,308		
研 究 ス タ ッ フ 関 係 支 出			
リサーチ・アシスタント	4,484	物質流出予測 リモートセンシング情報の解析 建設材料利用に関する実験研究 調査分析	1,121 1,121 1,121 1,121
ポスト・ドクター	11,284	廃棄物の分析・再資源化の技術開発 調査,現地再生・地域活性化策の提案 超臨界水ガス化法による技術開発	3,888 3,734 3,662
研究支援推進経費	3,853	1ppb(1μg/l)以下の微量元素分析	3,853
計	19,621		

年 度	平成 19 年度		
小 科 目	支 出 額	積 算 内 訳	
		主 な 使 途	金 額
教 育 研 究 経 費 支 出			
消 耗 品 費	16,911	実験材料,試薬データ等	16,911
光 熱 水 費	237	電気使用料	237
通 信 運 搬 費	668	回線使用料,郵送費	668
印 刷 製 本 費	13	印刷費	13
旅 費 交 通 費	1,841	調査,研究成果発表他	1,841
報 酬 ・ 委 託 料	6,437	保守料,業務委託	6,437
(その他)	2,263	修繕費,賃借料	2,263
計	28,370		
ア ル バ イ ト 関 係 支 出			
人件費支出 (兼務職員)	90	データの整理・解析 機器分析補助	89 1
教育研究経費支出	0		
計	90		
設 備 関 係 支 出(1個又は1組の価格が500万円未満のもの)			
教育研究用機器備品	2,057	パソコン,他	2,057
図 書	24	専門図書	24
計	2,081		
研 究 ス タ ッ フ 関 係 支 出			
リサーチ・アシスタント	3,363	リモートセンシング情報の解析 建設材料利用に関する実験研究 調査分析	1,121 1,121 1,121
ポスト・ドクター	14,444	廃棄物の分析・再資源化の技術開発 調査,現地再生・地域活性化策の提案 超臨界水ガス化法による技術開発	4,934 4,803 4,707
研究支援推進経費	4,366	1ppb(1μg/l)以下の微量元素分析	4,366
計	22,173		

- 15 研究発表の状況(研究論文等公表状況。印刷中も含む。)
(以下の各項目が網羅されていれば、枠にはこだわらなくても結構です。)

《 雑誌論文 》

著者名：論文標題、雑誌名、巻、ページ、発行年

第1研究班：循環型社会技術システムおよび現地再生・地域活性化策の提案

- 1) 大津正道：青森県内の産業廃棄物処理施設と処理技術の現状、八戸工業大学異分野融合科学研究所紀要、第3巻、57-61 (2005.3)
- 2) 矢澤 一樹、大津 正道、岩村 満：青森・岩手県境の不法投棄産業廃棄物の処理に関する住民意識調査、日本リスク研究学会第18回研究発表会講演論文集、Vol.18、145-149 (2005.11)
- 3) 矢澤一樹、大津正道、岩村満、熊谷浩二、岡村隆成：青森・岩手県境不法投棄産業廃棄物の処理計画に関する住民意識調査、八戸工業大学異分野融合科学研究所紀要、Vol.4、25-35(2006.2)
- 4) 岡村隆成・大津正道・岩村満・高橋晋・矢澤一樹、北九州エコタウン事業の実状、八戸工業大学異分野融合科学研究所紀要、Vol.5、1-5(2007.2)
- 5) 矢澤 一樹、村山 明、岩村 満、大津 正道、熊谷 浩二、岡村 隆成：不法投棄産業廃棄物の処理計画に関する住民意識、八戸工業大学異分野融合科学研究所紀要、vol.5、7-10(2007.2)
- ※ 6) RESIDENTS' ATTITUDE AROUND A WASTE ILLEGAL DISPOSAL SITE; K. YAZAWA, T. AJIKI, K. KANEKO and K. KUMAGAI : SARDINIA SYMPOSIUM 2007 Eleventh International Waste Management and Landfill Symposium, Sardinia, Italia.(2007.10)
- 7) 岩村満、矢澤一樹：青森・岩手県境産廃不法投棄に関する田子町民への聞き取り調査、八戸工業大学異分野融合科学研究所紀要、vol.6、9-11(2008.2)
- 8) 岩村満、岡村隆成、大津正道、太田勝、佐々木優、高橋宏明：八戸地域における産業共生の実態に関する研究-八戸地域における資源循環型システムについて-、八戸工業大学異分野融合科学研究所紀要、vol.6、43-47(2008.2)

第2研究班：環境モニタリング・汚染拡散防止の技術とシステムの研究開発(ハイク機器利用関係)

- 1) 藤田成隆、安藤浩司、趙文輝、佐々木崇徳、川又 憲、古舘 仁、苫米地宣裕、内山晴夫、田中 昇：衛星および地上観測器を用いた産廃投棄現場とその周辺のリモートセンシングシステムの構築、八戸工業大学紀要、第24巻、45-48 (2005.3)
- 2) 安藤浩司、藤田成隆、趙文輝、佐々木崇徳、川又 憲、古舘 仁、苫米地宣裕、内山晴夫、田中 昇：衛星データなどを用いた産廃投棄現場およびその周辺の環境解析、八戸工業大学紀要、第24巻、53-56 (2005.3)
- 3) 藤田成隆、横地弓夫、小松崎年男、大田 勝：ラジコンヘリコプターを用いた産廃投棄現場の空撮とグランドトランス、八戸工業大学紀要、第24巻、49-51 (2005.3)
- 4) 藤田成隆：衛星や地上接地観測機による産業廃棄物不法投棄現場の環境観測、(財)青森県工業技術教育振興会会報、No.17、44-45 (2005.3)
- ※ 5) W. ZHAO, T. SASAKI, S. FUJITA, H. ANDO, H. FURUDATE, K. KAWAMATA, N. TOMABECHI, H. UCHIYAMA, N. TANAKA: Environmental Monitorig of Industrial Waste using Remote Sensing, Phytion, Vol.45, Fasc.4, pp.529-534 (2005.10)
- ※ 6) W. Zhao, T. Sasaki and S. Fujita: Environmental Analysis of Industrial Waste using Sattelites and On-Site Sensors, International Journal of the Society of Material Engineering for Resources, Vol.14, No.1, pp.61-64 (2006.11)
- ※ 7) T. Sasaki, W. Zhao and S. Fujita: Analysis of Detailed Geographical Features using Shadow of Satellite Images in the Case of Illegal dumping site on the border between Aomori and Iwate Prefectures, International Journal of the Society of Material Engineering for Resources, Vol.14, No.1, pp.65-68. (2006.11)
- 8) 趙文輝、佐々木崇徳、藤田成隆、高橋燦吉：産廃不法投棄現場及び周辺における水質のリモートセンシングシステムの構築とデータ収集、水処理技術、Vol.47(4)、pp.159-163 (2006)

第2研究班：環境モニタリング・汚染拡散防止の技術とシステムの研究開発(環境分析関係)

- ※ 1) S.Okitsu, S.Imura and E.Ayukawa: Micro-relief distribution of major mosses in ice-free areas along the Soya Coast, the Syowa Station area, East Antarctica, Polar Bioscience, 17, 69-82 (2003)
- 2) 富士憲一、鈴木拓也、伊藤和樹：青森・岩手県境不法投棄現場周辺部の水質に関する考察、不法投棄・不適正処分場に係わる環境修復技術に関するシンポジウム論文集、43-48 (2004.9)

- 3) 大島倫和、佐藤久佳、村中 健、小比類巻孝幸: 誘導結合プラズマ質量分析法を用いた環境水中微量有害金属元素分析、八戸工業大学異分野融合科学研究所紀要、第3巻、37-40 (2005.2)
- 4) E.S.Ayukawa, S.Imura, H.Kanda: Experimental studies on vegetating potential on bare ground in Antarctica, 八戸工業大学紀要、第24巻、109-110 (2005.3)
- ※ 5) T. Muranaka, N. Shima and H.Sato: A Study to Estimate Tritium Concentrations of 1Bq/L or Lower in Water Samples, Fusion science and Technology, Vol.48, 516-519 (2005)
- ※ 6) H.Sato, T.Muranaka, N.Shima and S.Takahashi: Characteristics of Stable Hydrogen Isotope Ratio in Precipitation in the Hachinohe Area, Japan, RADIOISOTOPES, Vol.54, 229-232 (2005)
- 7) 大島倫和、村中 健、小比類巻孝幸: 青森県・岩手県境地域における水系および土壌中微量有害金属元素分析、八戸工業大学異分野融合科学研究所紀要、第4巻、17-23 (2006.2)
- 8) 村中 健、大島倫和、小比類巻孝幸、鮎川恵理: 2006年に青森・岩手県境地域の不法投棄現場周辺で採取した水および土壌試料中の微量有害金属元素濃度に関する調査報告、八戸工業大学異分野融合科学研究所紀要、第5巻、11-15 (2006.2)
- ※ 9) Nagayoshi Shima and Takeshi Muranaka: Two-stage electrolysis to enrich tritium in environmental water, Proceedings of the International Symposium on Environmental Modeling and Radioecology, 247-250 (2007)
- ※ 10) 島 長義、村中 健: 環境水中トリチウム濃縮のための新規電解素子の特性、RADIOISOTOPES, Vol.56, No.8, 455-461 (2007)
- ※ 11) T. Suzuki, K. Fukushi: Runoff Characteristics of Micropollutants from Illegal Dumping Site of Hazardous Wastes In JAPAN. Proceedings of 11th International Waste Management and Landfill Symposium (2007)
- ※ 12) 村中 健、大島倫和、小比類巻孝幸、鮎川恵理: 誘導結合プラズマ質量分析法による青森・岩手県境地域の不法投棄現場周辺水系の無機元素分析、分析化学、(査読修正中)
- 13) 村中 健、大島倫和、鈴木達也、小比類巻孝幸、鮎川恵理: 青森・岩手県境地域における産廃不法投棄現場周辺で採取した水系及び土壌試料のICP-MS分析、八戸工業大学異分野融合科学研究所紀要、第6巻、1-7 (2008)
- 14) 小比類巻孝幸、村中 健、大島倫和、鮎川恵理: 青森・岩手県境地域の不法投棄現場における大気環境に関する調査報告、八戸工業大学異分野融合科学研究所紀要、第6巻、13-16 (2008)
- 15) 鮎川恵理、大島倫和、小比類巻孝幸、村中 健、奥田慎一: 青森・岩手県境産廃廃棄物不法投棄現場およびその周辺における土壌細菌群集解析、八戸工業大学異分野融合科学研究所紀要、第6巻、17-20 (2008)
- 16) 村中 健、島 長義、高屋敷英司、小関孝之、小野寺みゆき、是川浩志、佐藤詩織、鈴木達也: 青森・岩手県境地域の産廃不法投棄現場周辺で採取した植物、土、水試料の同位体分析、八戸工業大学異分野融合科学研究所紀要、第6巻、21-26 (2008)
- ※ 17) Takeshi Muranaka and Nagayoshi Shima: IMPROVED ELECTROLYZER FOR ENRICHMENT OF TRITIUM CONCENTRATIONS IN ENVIRONMENTAL WATER SAMPLES, Fusion Science and Technology, 査読終了

第2研究班: 環境モニタリング・汚染拡散防止の技術とシステムの研究開発(汚染拡散防止関係)

- ※ 1) 大金良彦、金子賢治、熊谷浩二: 有用微生物群による土壌中の有機塩素系化合物の分解について、地盤工学、Vol.48、377-382 (2003.11)
- 2) 大金良彦、金子賢治、熊谷浩二: 有用微生物群による土壌中の有機塩素系化合物の分解、地下水汚染・土壌汚染の環境影響とその対策に関する研究集会 (2004)
- 3) 渡辺好隆、熊谷浩二: 不法投棄廃棄物対策の活動状況および不法投棄廃棄物の減量化についての提案、不法投棄・不適正処分場に関わる環境修復技術に関するシンポジウム、39-42 (2004.9)
- ※ 4) 北沢淳史、熊谷浩二: 光ファイバセンシングによるジオンプレジンのひずみ計測基礎実験、ジオシンセティックス論文集、Vol.19、93-98 (2004.12)
- 5) 佐々木幹夫、竹内貴弘、佐藤正視: 産業廃棄物不法投棄現場からの地下水流出、東北地域災害科学研究、第41巻、227-232 (2005)
- ※ 6) J.Nakamura, M.Sakanishi, A.Kitazawa, K.Kumagai, K.Fujihashi, T.Ogasawara: Deformation measurement technology of geomembrane at controlled landfills using optical fiber sensors, 8th International Conference on Geosynthetics (2006.9)
- ※ 7) Mikio SASAKI, Masashi SATO: Waste Water Discharge Including Poisonous Substance from Illegal Waste Place, 4th International Conferences on Marine Waste Water Discharges and Coastal Environment 07-2-B (2006.11)

第3研究班：廃棄物再資源化の技術とシステムの研究開発（焼却・溶融・建設材料関係）

- ※ 1) 庄谷征美、月永洋一、阿波 稔：都市ゴミ溶融スラグ粗骨材の品質とコンクリートの強度特性、セメント・コンクリート論文集、No.58、564-570 (2004)
- ※ 2) M. Shoya, Y. Tsukinaga, M. Aba, H. Yamamichi: Basic Study on Utilization of Unlawfully Dumped Industrial Wastes for Concrete Materials, Proc. 29th Conference on Our World in Concrete and Structures, Vol.23, pp.495-500 (2004)
- ※ 3) M. Shoya, Y. Tsukinaga, M. Aba, H. Yamamichi: Recycling Molten Slag from Waste to Concrete Products and Construction Materials in Japan -A Case Study Report-, Proc. 29th Conference on Our World in Concrete and Structures, Vol.23, 289-296 (2004)
- ※ 4) M. Shoya, Y. Tsukinaga, M. Aba, H. Yamamichi: Mechanical Properties and Frost Resistance of Concrete Incorporating Waste Molten Slag as Coarse Aggregate, Proc. Third International Conference on Construction Materials (2005)
- ※ 5) M. Shoya, M. Aba: Recycling Municipals and Industrial Waste into Construction Materials -A Case Study in Tohoku District of Japan-, Proc. Third International Conference on Construction Materials (2005)
- ※ 6) M. Shoya, Y. Tsukinaga, M. Aba, H. Yamamichi: Basic Study on Characters of Molten Slag and Cement Produced with Illegally Dumped Industrial Wastes in Japan, 30th Conference on Our World in Concrete and Structures, Vol.24, pp.391-397 (2005)
- ※ 7) 阿波 稔、庄谷征美、月永洋一、菅原 隆：凍結融解作用を受けたコンクリート表層部の劣化度評価、シンポジウム：コンクリート構造物への非破壊検査の展開論文集、Vol.2, pp.243-248(2006.8)
- 8) M. Aba, M. Shoya, Y. Tsukinaga: Non-Destructive Testing for Assessing the Tightness of Cover Concrete, SEVENTH CANMET/ACI INTERNATIONAL CONFERENCE ON DURABILITY OF CONCRETE, Supplementary Papers, pp.35-52(2006.6)
- ※ 9) 権代由範、月永洋一、庄谷征美、阿波 稔、菅原 隆：チャンバー吸引セルを用いた簡易透気試験法の有用性に関する基礎的検討、シンポジウム：コンクリート構造物への非破壊検査の展開論文集、Vol.2、pp.271-276(2006.8)
- ※ 10) M. Shoya, Y. Tsukinaga, M. Aba, H. Yamamichi, T. Sugawara: Basic Study on Characters of Molten Slag for Aggregate and Cement Produced with Illegally Dumped Industrial Wastes, The Sixth International Symposium on Cement & Concrete, CANMET/ACI International Symposium on Concrete Technology for Sustainable Development, Vol.1, pp.740-746(2006.9)
- ※ 11) 阿波 稔、庄谷征美、月永洋一、菅原 隆：凍害劣化深さを指標としたコンクリートの耐久性評価、日本コンクリート工学協会、コンクリートの凍結融解抵抗性の評価方法に関するシンポジウム論文集、pp.77-82 (2006.12)
- ※ 12) 権代由範、月永洋一、庄谷征美、阿波 稔、菅原 隆：凍結融解試験法の違いによる塩化物作用下でのコンクリートの耐凍害性評価、日本コンクリート工学協会、コンクリートの凍結融解抵抗性の評価方法に関するシンポジウム論文集、pp.89-96(2006.12)
- ※ 13) 月永洋一、権代由範、庄谷征美、阿波 稔、迫井祐樹、菅原 隆：コンクリート製品の凍結融解作用によるスケーリング劣化の発生条件に関する検討、日本コンクリート工学協会、プレキャストコンクリート製品の課題と展望に関するシンポジウム論文集、pp.95-100(2008.2)

第3研究班：廃棄物再資源化の技術とシステムの研究開発（超臨界水法ガス化関係）

- ※ 1) N. Kurihara, J. Fu, Y. Shirayama, H. Furumaya: Quick Detection of Knocking Combustion Using Wavelet Transform for Spark-Ignition Engine, Proceedings of the Twelfth International Congress on Sound and Vibration, Paper No.717, 1-8 (2005)
- ※ 2) Y. Shirayama, N. Kurihara, Dynamic Simulator of Absorption Refrigerating System, Proc. of SICE Annual Conference 2005 in Okayama 1790-1794, 2005.
- ※ 3) E. Kamio, S. Takahashi, H. Noda, C. Fukuhara and T. Okamura, Liquefaction of Cellulose treated by Hot Compressed Water under Variable Temperatures, Ind. Eng. Chem. Res., 45, 4944-4953 (2006)
- ※ 4) Y. Shirayama, N. Kurihara, Simulator of Biomass Cogenerating System, Proc. of IECON' 2006, 597-602 (2006)
- 5) N. Kurihara, J. Suzuki, Y. Shirayama, J. Borg, S. Oho, An Accurate Method of Knock Detection Using Wavelet Transform for Spark-Ignition (SI) Engine, ICSV14 (2007)
- ※ 6) E. Kamio, S. Takahashi, H. Noda, C. Fukuhara and T. Okamura, Effect of heating rate on liquefaction of cellulose by hot compressed water, Chemical Eng. J., 137, 328-338 (2008)

- ※ 7) E. Kamio, H. Sato, S. Takahashi, H. Noda, C. Fukuhara and T. Okamura, Liquefaction kinetics of cellulose treated by hot compressed water under variable temperature conditions, J. mater. Sci. (2008)(in press)

(注)左欄外の(※)はレフェリー付き論文
《 図 書 》

著者名 : 書名、出版者、総ページ数、発行年

なし

《 学 会 発 表 》

発表者名 : 発表標題、学会名、開催地、発表年月

第1研究班:循環型社会技術システムおよび現地再生・地域活性化策の提案

- 1) 大津正道: 県境廃棄物問題と地域産業振興、県境産業廃棄物不法投棄問題に関する研究活動講演会、青森 (2003.9)
- 2) 大津正道: 循環型社会と八戸の経済、八戸工業大学公開講座、八戸 (2003.10)
- 3) 岩村 満: 八戸市の都市機能と地域経済、八戸工業大学公開講座、八戸 (2003.10)
- 4) 岩村 満、矢澤一樹: リスク管理手法による田子町の住民意識調査、県境産業廃棄物不法投棄問題に関する研究成果中間報告会、八戸 (2004.12)
- 5) 大津正道: 県内の処理施設と処理技術の現状、県境産業廃棄物不法投棄問題に関する研究成果中間報告会、八戸 (2004.12)
- 6) 岡村隆成: 廃棄物処理とその後の環境再生を視野に入れた施策提案、県境産業廃棄物不法投棄問題に関する研究成果中間報告会、八戸 (2004.12)
- 7) 大津正道、岩村 満、小野 陽、熊谷浩二、岡村隆成、福士憲一、矢澤一樹: 青森・岩手県境の産業廃棄物不法投棄に関する住民意識調査、第16回廃棄物学会研究発表会、仙台 (2005.10)
- 8) 矢澤一樹、大津正道、岩村満: 青森・岩手県境の不法投棄産業廃棄物の処理に関する住民意識調査、第18回日本リスク研究学会研究発表会 (2005.11)
- 9) 産業廃棄物の処理施設に対する住民意識調査; 矢澤一樹、櫻井孝徳、熊谷浩二、滝田貢, 日本建築学会東北支部研究報告会、山形大学、山形市 (2006.6)
- 10) 矢澤一樹、安食貴章、金子賢治、熊谷浩二: 廃棄物処分地周辺の住民の意識変化, 第19回日本リスク研究学会研究発表会 (2006.11)
- 11) 兒玉光多、蓬田浩之、安食貴章、金子賢治、矢澤一樹、熊谷浩二: 不法投棄現場周辺における行政の対応と住民意識の関係、平成18年度土木学会東北支部技術研究発表会 (2007.3)
- 12) 矢澤一樹・金子賢治・安食貴章・熊谷浩二: 廃棄物不法投棄に関する行政の対応と現場周辺住民の意識変化の関係、土木学会第62回年次学術講演会、広島大学、広島市、151-152 (2007.9)
- 13) 岩村満、矢澤一樹: 青森・岩手県境産廃不法投棄に関する田子町民への聞き取り調査、第18回廃棄物学会研究発表会 (2007.11)
- 14) 金田薫、矢澤一樹、金子賢治、熊谷浩二: 青森・岩手県境不法投棄現場の跡地利用および周辺地域振興策の検討、平成19年度土木学会東北支部技術研究発表会 (2008.3)

第2研究班: 環境モニタリング・汚染拡散防止の技術とシステムの研究開発(ハイク機器利用関係)

- 1) H. ANDO, S. FUJITA, K. KAWAMATA, H. FURUDATE, N. TOMABECHI, H. UCHIYAMA, N. TANAKA: Environmental Monitoring of Illegal Dumping of Industrial Waste Using Satellites and Ground Observation Apparatus, International Symposium on Food Production and Environmental Conservation in the Face of Global Environmental Deterioration, Fukuoka, JAPAN (2004)
- 2) S. FUJITA, H. ANDO, K. KAWAMATA, H. FURUDATE, N. TOMABECHI, H. UCHIYAMA, N. TANAKA: Environmental Monitoring using Remote Sensing Technology, The 6th International Symposium on Plant Responses to Air Pollution and Global Changes; From Molecular Biology to Plant Production and Ecosystem, Tsukuba, JAPAN (2004)
- 3) 藤田成隆: 衛星や地上観測機器による産業廃棄物不法投棄現場の環境観測(特別講演)、低温工学会低温工学・超伝導学会講演会、八戸 (2004)

- 4) 安藤浩司、藤田成隆、川又 憲、古舘 仁、苫米地宣裕、内山晴夫、田中 昇:衛星と地上観測器を用いた青森・岩手県境産業廃棄物不法投棄現場のリモートセンシングシステム、平成16年度電気関係学会東北支部連合大会、仙台 (2004)
- 5) 藤田成隆:衛星などによるリモートセンシング技術とその応用(特別講演)、日本航空宇宙学会・日本機械学会構造強度に関する講演会、八戸 (2004)
- 6) 藤田成隆、安藤浩司、趙 文輝、川又 憲、古舘 仁、苫米地宣裕、内山晴夫、田中 昇:リモートセンシングによる産廃不法投棄現場の環境観測、日本リモートセンシング学会第37回学術講演会、日立 (2004)
- 7) 佐々木崇徳、趙 文輝、藤田成隆:衛星写真による局所的な標高推定、日本リモートセンシング学会第38回学術講演会、野田 (2005)
- 8) 趙 文輝、佐々木崇徳、藤田成隆:衛星画像による青森・岩手県境産業廃棄物不法投棄現場の地形解析、平成17年度電気関係学会東北支部連合大会、盛岡 (2005)
- 9) 佐々木崇徳、趙文輝、藤田成隆:衛星画像による地形推定を用いた産業廃棄物不法投棄現場の投棄量推定、平成17年度電気関係学会東北支部連合大会、盛岡 (2005)
- 10) Wenhui ZHAO, Takanori SASAKI and Shigetaka FUJITA:Vegetation and Water Quality Analyses of Industrial Waste Using Remote Sensing, The 11th CEReS International Symposium on Remote Sensing, 千葉 (2005)
- 11) 藤田成隆:衛星による環境リモートセンシングと環境汚染リスク監視への応用(招待講演)、日本原子力学会2005秋の大会、八戸 (2005)
- 12) 佐々木崇徳、趙文輝、藤田成隆、山田章、川又憲、苫米地宣裕、田中昇、山村有希:ステレオペアを持たない衛星画像を用いた地形解析法の自動化、電子情報通信学会2005年総合大会、東京 (2005)
- 13) 趙文輝、佐々木崇徳、藤田成隆、山田章、川又憲、苫米地宣裕、田中昇、山村有希:衛星リモートセンシングによる産廃投棄現場およびその周辺の植生・温度解析、電子情報通信学会2005年総合大会、東京 (2005)
- 14) 趙文輝、佐々木崇徳、藤田成隆:リモートセンシングによる産廃現場の発見に関する検討、平成18年度電気関係学会東北支部連合大会、秋田 (2006)
- 15) 佐々木崇徳、佐々木央知、趙文輝、瀬戸康貴、藤田成隆:MODISセンサーを用いた産業廃棄物不法投棄現場の地表面温度変化の分析、平成18年度電気関係学会東北支部連合大会、秋田 (2006)
- 16) 佐々木央知、佐々木崇徳、趙文輝、瀬戸康貴、藤田成隆:地上設置リモートセンシング機器データによる産廃不法投棄現場およびその周辺における水質の相関関係分析、平成18年度電気関係学会東北支部連合大会、秋田 (2005)
- 17) 佐々木崇徳、趙文輝、藤田成隆、山田章、川又憲、苫米地宣裕、田中昇:衛星画像による産業廃棄物投棄現場における地表面スペクトル変化の解析、電子情報通信学会2007年総合大会、名古屋 (2006)
- 18) Wenhui Zhao, Takanori Sasaki and Shigetaka Fujita:Early detection and environmental monitoring of illegal dumping sites using analyses of spectra and land cover change, 日本リモートセンシング学会第42回学術講演会、東京 (2007)
- 19) 佐々木崇徳、趙文輝、藤田成隆、川又憲、苫米地宣裕、田中昇:未発見の産業廃棄物不法投棄現場探索のための地表面熱容量分析、日本リモートセンシング学会第42回学術講演会、東京 (2007)
- 20) 趙文輝、佐々木崇徳、千葉加奈子、藤田成隆:土地被覆変化抽出とスペクトル解析による産廃不法投棄現場の早期発見、平成19年度電気関係学会東北支部連合大会、弘前 (2007)
- 21) 千葉加奈子、佐々木崇徳、趙文輝、藤田成隆:衛星画像を用いた未発見の産業廃棄物不法投棄現場の熱学的探索法、平成19年度電気関係学会東北支部連合大会、弘前 (2007)
- 22) 佐々木崇徳、趙文輝、藤田成隆、山田章、川又憲、苫米地宣裕、田中昇:人工衛星による産業廃棄物不法投棄現場早期発見のための熱力学的解析および植生解析の併用に関する検討、電子情報通信学会2008年総合大会、北九州 (2008.3)
- 23) 佐々木崇徳、田名部義峰、二ツ森翔、藤田成隆:MODISデータ解析による大規模不法投棄現場の分類、日本リモートセンシング学会第44回学術講演会、神奈川(2008.5)(講演予定)
- 24) 田名部義峰、佐々木崇徳、二ツ森翔、藤田成隆:リモートセンシング技術を用いた参牛廃棄物不法投棄現場における水質の解析、日本リモートセンシング学会第44回学術講演会、神奈川(2008.5)(講演予定)

第2研究班:環境モニタリング・汚染拡散防止の技術とシステムの研究開発(環境分析関係)

- 1) 福士憲一、鈴木拓也、伊藤和樹、藤田成隆:青森・岩手県境不法投棄現場周辺の水質モニタリング(招待講演)、資源・素材学会2004、盛岡 (2004.9)
- 2) 佐藤久佳、村中 健、島 長義:八戸地域における降水ごとの水素・酸素安定同位体比の変動、第41回理工学における同位元素・放射線発表会、東京 (2004)
- 3) 島 長義、村中 健、佐藤久佳:標準試料水の電解濃縮定数を用いた環境水レベルトリチウムの濃度算出、第41回理工学における同位元素・放射線発表会、東京 (2004)

- 4) T.Muranaka, N.Shima and H.Sato: A Study to Estimate Tritium Concentrations of 1Bq/L or Lower in Water Samples, 7th International Conference on Tritium Science and Technology, Barden-Barden, Germany (2004)
- 5) 大寫倫和、佐藤、村中 健、小比類巻孝幸: ICP質量分析装置を用いた環境水中微量元素分析、平成16年度化学系学協会東北地方大会、盛岡 (2004)
- 6) 佐藤、村中 健、島: 八戸地域における降水の安定同位体比の特徴、第3回同位体科学研究会、名古屋 (2004)
- 7) T.Yoshida, N.Koyama, K.Sasaya, T. Kohiruimaki, S.Okuda: A Conversion and an Application of an Industrial Waste, Scallop Shells, Yielded by an Aquaculture to Multifunctional Resources, Such as a Novel Remedy and a Wall Material, 12th International Biotechnology Symposium and Exhibition (2004)
- 8) 鈴木拓也、福士憲一: 青森・岩手県境不法投棄現場周辺流域における微量化学物質の流出挙動、土木学会東北支部技術研究発表会、仙台 (2005.3)
- 9) 鈴木拓也、福士憲一: 青森・岩手県境不法投棄現場周辺流域の水質調査、日本水環境学会年会、千葉 (2005.3)
- 10) 鈴木拓也、福士憲一: 青森・岩手県境不法投棄現場周辺における微量化学成分の流出特性、全国水道技術研究発表会、米子 (2005.5)
- 11) 福士憲一: 産廃問題と水源保全—青森・岩手県境不法投棄問題を例に、日本水道協会東北地方支部第9回水道技術事例発表会特別講演概要, pp.1-36 (2005. 10)
- 12) 佐藤、村中 健、島: 八戸地域における降水の水素・酸素安定同位体比、地球惑星科学合同大会、東京 (2005)
- 13) T.Muranaka, H.Sato, N.Shima: Regional Characteristics of Stable Isotope Ratio in Precipitation at Hachinohe, in Northeast Japan, 6th International Symposium on Applied Isotope Geochemistry, Prague, Czech Rep. (2005)
- 14) 大寫倫和、村中 健、小比類巻孝幸、鮎川恵理: 産廃不法投棄現場周辺の水系・土壌中微量有害金属元素および細菌分析、日本分析化学会、名古屋 (2005)
- 15) 村中 健、佐藤久佳、高屋敷英司、小関孝之、小野すみゆき、大寫倫和: 植物試料の窒素安定同位体比の測定、化学系学協会東北地方大会、仙台市 (2005.9)
- 16) 櫻田裕仁、鈴木拓也、福士憲一: 産廃不法投棄現場周辺の水質評価—微量化学物質流出の実態調査、平成17度土木学会東北支部技術研究発表会講演概要, pp.892-893 (2006.3)
- 17) 斎藤雄太、鈴木拓也、福士憲一: 産廃不法投棄現場周辺の水質評価—微量化学物質の流出特性に及ぼす降雨・融雪の影響、平成17度土木学会東北支部技術研究発表会講演概要, pp.894-895 (2006.3)
- 18) 鈴木拓也、福士憲一: 青森・岩手県境産廃不法投棄現場周辺における微量化学物質の流出挙動、第40回水環境学会年会講演集, pp.549 (2006.3)
- 19) 島 長義、村中 健、佐藤久佳: 市販のトリチウム電解濃縮装置における装置定数、第4回同位体科学研究会、名古屋市 (2006.3)
- 20) 大寫倫和、村中 健、小比類巻孝幸: 産廃投棄現場およびその周辺で採取した水試料中微量有害金属元素分析に関するICP-MS測定条件、第67回分析化学討論会、秋田市 (2006.5)
- 21) 島 長義、村中 健: 標準試料水の電解濃縮装置定数を用いた環境水レベルトリチウムの濃度算出 (2)、第43回アイトープ・放射線研究発表会、東京 (2006.7)
- 22) 大寫倫和、村中 健、小比類巻孝幸、鮎川恵理: 青森・岩手県境産廃投棄現場およびその周辺で採取した土壌の微量有害金属元素分析、化学系学協会東北地方大会、秋田市 (2006.9)
- 23) N.Shima, T.Muranaka: TWO-STAGE ELECTROLYSIS TO ENRICH TRITIUM IN ENVIRONMENTAL WATER, International Symposium on Environmental Modeling and Radioecology, Rokkasho, Japan (2006.10)
- 24) 鈴木拓也、福士憲一: 青森・岩手県境産廃不法投棄現場周辺における微量化学物質の流出特性、第14回衛生工学シンポジウム講演論文集 pp.215-218 (2006. 11)
- 25) 鈴木拓也、福士憲一: 大規模産廃不法投棄現場周辺における微量化学物質の流出特性、第43回環境工学研究フォーラム講演集pp.95-97 (2006. 11)
- 26) 赤坂 幸史、小山 隆浩、鈴木拓也、福士憲一: 青森・岩手県境産廃不法投棄現場における汚染拡散防止対策の評価、平成18度土木学会東北支部技術研究発表会講演概要 CD-ROM (2007. 3)
- 27) 村中 健、大寫倫和、小比類巻孝幸、鮎川恵理: ICP-MSおよびIR-MSによる青森・岩手県境産廃投棄現場周辺の環境調査、第44回アイトープ・放射線研究発表会、東京 (2007.7)
- 28) 鈴木拓也、福士憲一: 青森・岩手県境産廃不法投棄現場における汚染拡散防止対策の評価、第62回土木学会年次学術講演会概要集 CD-ROM (2007. 9)
- 29) Takeshi Muranaka and Nagayoshi Shima: An Improved Electrolyser to Enrich Tritium Concentrations in Environmental Water Samples, 8th International Conference on Tritium Science and Technology, Rochester, USA (2007.9)

- 30) 大寫倫和、村中 健、小比類巻孝幸、鮎川恵理:ICP-MSによる青森・岩手県境域の産廃不法投棄現場周辺で採取した水系試料の無機元素分析、化学系学協会東北地方大会、米沢市(2007.9)
- 31) 鈴木拓也、古市徹、福土憲一、石井一英、谷川昇: 不法投棄廃棄物を対象とした嫌気性バイオレメディエーションの適用可能性、第18回廃棄物学会研究発表会講演論文集 (2007. 11) 発表予定
- 32) 鈴木拓也、古市徹、福土憲一、石井一英、谷川昇: 不法投棄廃棄物を対象とした嫌気性バイオレメディエーションの適用可能性の検討、第15回衛生工学シンポジウム講演論文集 (2007. 11) 発表予定
- 33) 村中 健、鈴木達也、是川浩志、佐藤詩織、大寫倫和: 青森・岩手県境産廃不法投棄現場周辺で採取した植物試料、水系水試料の同位体分析、応用物理学会東北支部、第62回学術講演会、講演要旨集104-105(2007.12)

第2研究班: 環境モニタリング・汚染拡散防止の技術とシステムの研究開発(汚染拡散防止関係)

- 1) 金子賢治、熊谷浩二: 下水汚泥の有効利用に関する地盤工学的アプローチ、平成14年度土木学会東北支部技術研究発表会、多賀城 (2003.3)
- 2) 佐藤正視、佐々木幹夫、竹内貴弘: 積雪寒冷地における流出解析、平成15年度東北支部技術研究発表会、秋田 (2004.3)
- 3) 佐藤 久、岡部 聡: 微小電極を用いた生物膜内の水素ガス濃度の測定、平成15年度土木学会東北支部技術研究発表会、秋田 (2004.3)
- 4) 佐藤正視、佐々木幹夫、竹内貴弘: 産業廃棄物不法投棄現場からの物質流出予測、平成16年度土木学会全国大会、名古屋 (2004.9)
- 5) 佐々木幹夫: 産業廃棄物不法投棄現場からの有害物質流出予測、東北混相流研究会 (2004)
- 6) 佐藤 久、岡部 聡: UASBグラニュール内の水素生成速度の解析、第41回環境工学研究フォーラム、宮崎 (2004.11)
- 7) 渡辺好隆、金子賢治、熊谷浩二: 不法投棄廃棄物の対策及び焼却灰の有効利用、平成16年度土木学会東北支部技術研究発表会、仙台 (2005.3)
- 8) 小笠原 優、佐々木 潤、熊谷浩二: 廃棄物処分地に用いられるキャッピングシートに関する調査・研究、平成16年度土木学会東北支部技術研究発表会、仙台 (2005.3)
- 9) 佐藤 久、岡部 聡: UASBグラニュール内の水素ガス濃度の測定、平成16年度土木学会東北支部技術研究発表会、仙台 (2005.3)
- 10) 佐々木幹夫、竹内貴弘、佐藤正視: 産業廃棄物不法投棄現場周辺の地下水汚染、平成17年度土木学会東北支部研究発表会 八戸市 (2006.3)
- 11) 熊谷浩二、菅原隆、南将人: 環境社会を建設技術から考える、平成17年土木学会度東北支部技術研究発表会、pp.2~3、八戸市 (2006.3)
- 12) 関下雄治士、金子賢治、熊谷浩二: 般廃棄物焼却灰の地盤工学的有効利用に関する基礎的研究、平成17年度土木学会東北支部技術研究発表会 pp.426~427、八戸市 (2006.3)
- 13) 山西卓哉、松本悟、金子賢治、熊谷浩二: 廃棄物処分地に用いるキャッピングシートの適用性について、平成17年度土木学会東北支部技術研究発表会、pp.430~431、八戸市 (2006.3)
- 14) 小笠原登貴雄、中村裕治、熊谷浩二、北沢淳史: 管理型土捨場におけるジオメンブレンの計測技術について、第41回地盤工学研究発表会(鹿児島)、(2006.7)
- 15) 佐々木幹夫、佐藤正視: 産業廃棄物不法投棄場からの有害物質流出課程、平成18年度土木学会東北支部研究発表会 山形市 (2007.3)
- 16) 弘中淳市、小池裕司、桜井康二、熊谷浩二: 超微粒子懸濁型地盤改良材の浸透性能、第42回地盤工学研究発表会、名古屋市 (2007.7)
- 17) 佐々木幹夫: 産業廃棄物不法投棄場からの流出汚水量の推定、平成19年度土木学会東北支部研究発表会 盛岡市 (2008.3)

第3研究班: 廃棄物再資源化の技術とシステムの研究開発(焼却・溶融・建設材料関係)

- 1) 庄谷征美、阿波 稔、山道浩仁: 青森県境不法投棄産業廃棄物を用いた建設材料に関する基礎的研究、土木学会東北支部技術研究発表会、仙台 (2005.3)
- 2) 根本康春・庄谷征美・山道浩仁: 青森・岩手県境の不法投棄産業廃棄物の建設材料への有効利用に関する基礎的研究、土木学会東北支部技術研究発表会、八戸 (2006.3)
- 3) 山道浩仁・庄谷征美・阿波 稔・月永洋一・高橋慎也: 青森県境の不法投棄産業廃棄物を原料としたセメント材料に関する研究、土木学会東北支部技術研究発表会、山形 (2007.3)
- 4) 菊池圭一・庄谷征美・阿波 稔: 溶融スラグ骨材を用いたコンクリートの品質に関する研究、土木学会東北支部技術研究発表会、山形 (2007.3)

第3研究班：廃棄物再資源化の技術とシステムの研究開発（超臨界水法ガス化関係）

- 1) 岡村隆成、福原長寿、高橋 晋、田村俊也：木質バイオマスのガス化技術における触媒適用、日本機械学会第9回動力・エネルギー技術シンポジウム、東京（2004.6）
- 2) 岡村隆成、福原長寿、高橋 晋、田村俊也：木質バイオマスの流動床炉ガス化特性、日本機械学会年次大会、札幌（2004.9）
- 3) 田村俊也、佐藤 浩、岡村隆成、高橋 晋：セルロースとリグニンのガス化特性に及ぼす雰囲気ガスの影響、日本機械学会東北支部第40期講演会、秋田（2004.9）
- 4) 神尾英治、岡村隆成、高橋 晋、野田英彦、福原長寿：高温高压水処理によるセルロースの加水分解に及ぼす昇温速度の影響、化学系学協会東北大会、仙台（2005.9）
- 5) 神尾英治、岡村隆成、高橋 晋、野田英彦、福原長寿、高温高压水処理によるセルロースの加水分解に及ぼす昇温速度の影響、化学系学協会東北大会（2005）
- 6) Eiji Kamio, Susumu Takahashi, Hidehiko Noda, Chouji Fukuhara, and Takanari Okamura, Kinetics and Mechanism of Cellulose Liquefaction in Hot Compressed Water under Variable Temperatures, ISHR& ISCTR (2006)
- 7) E. Kamio, H. Sato, S. Takahashi, H. Noda, C. Fukuhara, T. Okamura, Effect of Heating Rate on Cellulose Liquefaction by Hot Compressed Water, ISSF2006 (2006.11)
- 8) 岡村隆成、佐藤久佳、福原長寿、高橋 晋、セルロースの高温高压水での液状化に対する昇温速度の影響、第34回日本ガスタービン学会定期講演会（2006）
- 9) Yuuya SHIRAYAMA, Nobuo KURIHARA, Simulator of Biomass Cogeneration System, Proc. of IECON' 2006, Paris (France) (2006.11)
- 10) Nobuo Kurihara, Junichi Suzuki, Yuuya Shirayama, Jonathan Borg and Shigeru Oho, An Accurate Method of Knock Detection using Wavelet Transform for Spark-Ignition (SI) Engine, Proc. of ICSV14, Cairns (Australia) (2007.7)
- 11) 伊藤 渉、白山裕也、栗原伸夫、木質バイオマス発電のガス化シミュレーション、日本機械学会2007年次大会講演論文集、Vol.5, pp.59-60 (2007.9)
- 12) 墨川一人、白山裕也、栗原伸夫、木質バイオマスガスのエンジン燃焼評価、日本機械学会2007年次大会講演論文集、Vol.5, pp.61-62 (2007.9)
- 13) 佐藤久佳、高橋 晋、野田英彦、栗原伸夫、岡村隆成、神尾英治、加圧熱水を用いたセルロースの連続液化、第39回化学工学会秋季大会（2007）
- 14) 伊藤昇太、木立陽子、高橋孝滋、岡村隆成、インパルス応答による液化反応セルの滞留時間、第10回化学工学会学生大会（2008）
- 15) 奥寺聡、中村昇、齋藤智之、岡村隆成、加圧熱水を用いたセルロースの液化過程、第10回化学工学会学生大会（2008）

《研究成果の公開状況》（上記以外）

シンポジウム・学会等の実施状況、インターネットでの公開状況等

<既に実施しているもの>

- (1) センター主催の講演会・成果報告会（別紙資料11参照）
下記のとおり、過去計4回開催している。青森県、田子町、八戸市、岩手県等の行政機関や関係団体、企業および一般の方が多数参加し、当センターの研究活動が高く評価されている。
 - ・第1回 県境産業廃棄物不法投棄問題に関する研究活動講演会
平成15年9月12日、青森市にて開催、120名参加
 - ・第2回 県境産業廃棄物不法投棄問題に関する研究成果中間報告会
平成16年12月15日、八戸市にて開催、120名参加
 - ・第3回 県境産業廃棄物不法投棄問題に関する研究成果報告会・交流会
平成17年8月27日、田子町にて開催、105名参加
 - ・第4回 県境産業廃棄物不法投棄問題に関する研究成果中間報告会
平成19年3月7日、本学にて開催、110名参加
- (2) 大学ホームページによる情報公開
 - ① 研究成果等の公開（別紙資料12参照）
平成15年度より、本学ホームページ(<http://www.hi-tech.ac.jp>)に関係情報を公開している。内容は、不法投棄問題の概要、これに対する本学の取り組み、ハイテク・リサーチ・センター整備事業の概要、上記の講演会・報告会の内容などである。なお、報告内容については資料全文を掲載している。

②現場または周辺部のカメラ画像・気象モニタリングデータ・水質監視データを公開

第2研究班の成果としても公開しているもので、県による原状回復事業の進捗状況公開、地域住民の不安払拭等を目的としている。現場の気象データおよび現場・周辺部の水質については、適切なデータ処理後に適宜公開している。現場のカメラ画像に関しては、更新間隔10～15秒程度のほぼリアルタイムで映像をオンライン提供している。

なお、青森県は既に本センターの指導によりデータ受信システムを整備・稼働させており、現場の気象状況の確認など原状回復事業の実施に大いに役立っている。

(3) 高校、一般、その他に対する情報発信（別紙資料10参照）

大学主催のインターンシップ、出張講義、公開講座および各種の講演等を通じて成果の公開を行っている。これらは成果の公開のみならず、地域の高校生や一般の方に不法投棄問題とその解決の重要性および当センターが果たす役割などを啓発する重要な場となっている。また、環境教育という面からも各方面から高く評価されている。

なお、以上の成果公開状況については、新聞・テレビ等で数多く取り上げられている。当センターの活動と成果に対する地域の関心は非常に高い。（別紙資料13参照）

<これから実施する予定のもの>

(1) センター主催の最終報告会の開催

- ・第5■ 県境産業廃棄物不法投棄問題に関する研究成果最終報告会
平成20年6月頃開催予定(場所は八戸の予定)

関係機関ならびに地域へ向けて、5年間の研究成果を取りまとめて報告する。また、平成20年5月作成の本「研究成果報告書」に関して各界各層から御意見をいただき、今後の研究に反映させる機会とする。

(2) 大学ホームページによる成果公開の推進

- ・最終成果の公表等、今後とも掲載記事をさらに充実する。

(3) 高校、一般、その他に対する情報発信を充実

- ・研究終了後も、インターンシップ、出張講義、各種講座・講演会等により、積極的に成果公開を行う。
- ・青森県、田子町、八戸地域の各協議会等で、研究成果を報告する機会さらにを増やす。

16 その他の研究成果等

「15研究発表の状況」で記述した論文、学会発表等以外の研究成果があれば具体的に記入して下さい。

- 1) 八戸工業大学循環型社会技術システム研究センター：県境産業廃棄物不法投棄問題に関する研究活動講演会資料(2003.9)
- 2) 八戸工業大学循環型社会技術システム研究センター：県境産業廃棄物不法投棄問題に関する研究成果報告書(2004.12)
- 3) 八戸工業大学循環型社会技術システム研究センター：県境産業廃棄物不法投棄問題に関する研究成果報告会・交流会資料(2005.8)
- 4) 八戸工業大学循環型社会技術システム研究センター：「八戸工業大学循環型社会技術システム研究センター」、青森県原子力だより、vol.85(2006.1)
- 5) 福土憲一：地元が抱える環境問題の解決をめざして－青森・岩手県境産廃不法投棄問題に取り組む本学循環型社会技術システム研究センター、学校法人八戸工業大学広報誌「蒼穹」、No.77(2006.1)
- 6) 八戸工業大学循環型社会技術システム研究センター：平成15年度選定私立大学学術研究高度化推進事業ハイテク・リサーチ・センター整備事業 研究成果中間報告書 プロジェクト名「青森・岩手県境不法投棄廃棄物の低環境影響処理技術に関する研究開発」(2006.3)
- 7) 八戸工業大学循環型社会技術システム研究センター：県境産業廃棄物不法投棄問題に関する研究成果中間報告会資料(2006.12)
- 8) 特許出願 全7件：詳細は本報告書10(4)節<研究成果の副次的効果>および別紙資料6参照

17 「選定時」及び「中間評価時」に付された留意事項とその対応

<「選定時」に付された留意事項>

留意事項が付されていない場合は「該当なし」と記載してください。

留意事項は次のとおりである。(原文のまま)

「委員の間で採択すべきかどうかの議論があった。しかしながら、地域密着型で廃棄物の処理技術の確立を目指す緊急性の高いプロジェクトである点を考慮し採択するが、研究組織と比較し課題が広がりすぎているため、研究テーマを絞り重点化を図った上で、着実に実施されたい。なお、3年目の中間評価において、研究の進捗状況や留意事項の改善が不十分である場合、補助を打ち切る場合があるので留意されたい。」

<「選定時」に付された留意事項に対する対応>

付された留意事項に対し、どのような対応策を講じ、また、それにより、どのような成果があがったか等について、詳細に記載してください。

上記の留意事項を要約すると次の2点となる。

- (1) 地域密着型でかつ緊急性の高いプロジェクトである点を重視して研究を推進すること。
- (2) 研究テーマを絞り重点化を図った上で、着実にプロジェクトを実施すること。

これらについては、それぞれ下記のような対応策を講じてきている。

(1) に対して

本研究の目的は、廃棄物の低環境影響処理技術の研究を推進しつつ、国内最大級の不法投棄問題に対し地元大学として地域密着型で問題の解決や支援を迅速に行うことにある。このため当初より、田子町、青森県、八戸市等と連携・協力して開発研究を進めてきた。別紙資料7は行政ほかとの連携状況を図示したものであり、主な特徴は次のとおりである。

- 1) 自治体の「協議会」および下部組織の「技術部会」にセンター研究員が委員等として参画し、提言、技術指導、情報交換等を行ってきた。(別紙資料13No.15～18,32,34参照)
- 2) 行政の具体的担当部署との連携も緊密に行われ、調査研究の打合せ、技術協力・支援、情報交換など、あらゆる面で具体的かつ迅速な対応がなされてきた。
- 3) 企業や他大学との連携も行われている。特に、県境廃棄物を実際に受け入れて処理している青森RER、八戸セメントとは施設視察やアンケート調査に関する協力が得られている。
- 4) これらの連携による研究成果を地域に還元するために、成果報告会を青森市、八戸市、田子町および本学で計4回開催している。

以上、本センターは行政や企業等と緊密な連携を保ち、不法投棄問題の解決支援を具体的かつ迅速に遂行し、それを研究に活かす体制を整えてきた。本報告書10(4)節で示した研究成果のうち、特に第2研究班の環境モニタリング関係に関するものは正に地域密着・連携による成果である。なお、青森県の協議会では平成17年以降毎年、本センターの研究状況等について報告を求められるまでになっている。

また、廃棄物をセメント原料に利用している地元セメント会社に対して、本センターの研究者が青森県側アドバイザーとして技術的意見を述べるなど、地域密着連携の成果を如実に示している。

(2) に対して

本研究は当初、次のような研究課題と体制で申請・開始された。

[文部科学省申請時]

1. 汚染拡散防止技術
2. 資源化技術
 - ① エネルギー生成・利用システム
 - ② 熔融スラグ利用
3. モニタリング技術
 - ① 廃棄物投棄地域の水系・土壌分析
 - ② リモートセンシング利用
4. リスク管理

[研究開始時(平成15年度)]

- 第1部会 汚染拡散防止技術
- 第2部会 エネルギー生成・利用システム
- 第3部会 熔融スラグ利用
- 第4部会 投棄地域の水系・土壌分析
- 第5部会 リモートセンシング利用
- 第6部会 リスク管理

平成16年7月、それまでの研究進捗状況と成果を精査し、これに不法投棄問題の状況変化(原状回復事業開始、環境モニタリングや現地再生に関する地元要望の変化等)も加え、課題と体制の再検討を行った。その結果、以下の3研究班体制に改め、研究課題も統合・重点化した。また、センターの運営効率化と研究の促進を図るために研究組織全体も一部改めた。(別紙資料3参照)

[現在の研究体制と課題(平成16年7月～)]

- 第1研究班 現地再生・地域活性化と循環型社会技術システム(旧第6部会の課題見直し、人員強化)
- 第2研究班 環境モニタリング・汚染拡散防止の技術・システム(旧第1・4・5部会を統合、課題重点化)
- 第3研究班 廃棄物再資源化の技術・システム(旧第2・3部会を統合、課題重点化)

<「中間評価時」に付された留意事項>

留意事項が付されていない場合は「該当なし」と記載してください。

研究進捗状況報告書に対する評価(平成17年度実施)の記載内容は次のとおりである。(原文のまま)

[評価票①]

- 1 研究組織について: 研究体制は比較的良い。しかし、廃棄物再資源化の技術システムには、化学系の人材を入れることが望まれる。
- 2 研究施設・設備等について: 実験用の設備は十分であるのかわからない。データ処理用の設備は備わっていると見受けられる。
- 3 研究プロジェクトの進捗状況・研究成果等について: ハイテク・リサーチ・センター整備事業としては査読付論文が10件(2003年以前は除く)と少ないと見受けられる。学術フロンティア事業とする方が適している?
- 4 その他(選定時「留意事項」への対応状況等): 留意事項への対応は実施している。
- 5 総合所見 B: 資料の作成・まとめ方は非常に良い。

[評価票②]

- 1 研究組織について: 研究体制は整備されており、連携もよい。
- 2 研究施設・設備等について: 整備、利用状況はよい。
- 3 研究プロジェクトの進捗状況・研究成果等について: 地域社会との連携により成果を挙げている。
- 4 その他(選定時「留意事項」への対応状況等): (記載なし)
- 5 総合所見 A

<「中間評価時」に付された留意事項に対する対応>

付された留意事項に対し、どのような対応策を講じ、また、それにより、どのような成果があがったか等について、詳細に記載してください。

・評価票①の1について

本報告書9節に記載したように、化学工学を専門とする岡村教授、野田教授、高橋講師の3名が研究に参加している。また、15節の第3研究班分に記載したとおり、廃棄物再資源化に関して十分な研究成果をあげている。

・評価票①の2について

本報告書13節に記載のように、研究施設・装置・設備は整っており、十分に活用されている。なお、評価票②では「整備、利用状況はよい」と評価されている。

・評価票①の3について

査読付論文数は重要な評価要素であり、平成18年度「センター会議」にて研究者全員に本評価結果および今後論文数を増やすべく一層の努力を求めた。その結果、成果の取り纏めが中心となった平成18年度後半以降、査読付論文数は着実に増加し、平成19年9月現在の総数は29編となっている。なお、本研究では特許申請が7件あることも付記する。

・その他、評価票①の4・5および評価票②の1～5について

特に問題となるような指摘はなかったが、中間評価以降も評価の観点に注意して研究を進めてきている。

以上、「選定時」の留意事項および「中間評価時」の評価結果に対して、センター全体として十分な対応策を講じてきており、本報告書15節、別紙資料6、13に示したとおり多数の論文・発表、特許出願、メディア発表等があり、すべての研究課題が順調に進捗して成果をあげたことがわかる。

別紙資料集

問題の背景と解決へ

問題の背景と解決へ

県境不法投棄廃棄物の低環境影響処理技術に関する研究開発

昭和55年頃 1. 少子高齢・過疎化進行と地域将来不安の増大 … 農林業再生振興、新産業創造・誘致、処分場設置 等



平成3年 2. 山地と林産物利用 … 燃えがら・汚泥混合のパーク材堆肥化施設(県事業認可)



農林業の地盤沈下
産業廃棄物増大
首都圏での不法投棄需要

3. 産廃不法投棄場化と巨大化



平成6年 4. 苦情・告発多発
(県不対応)

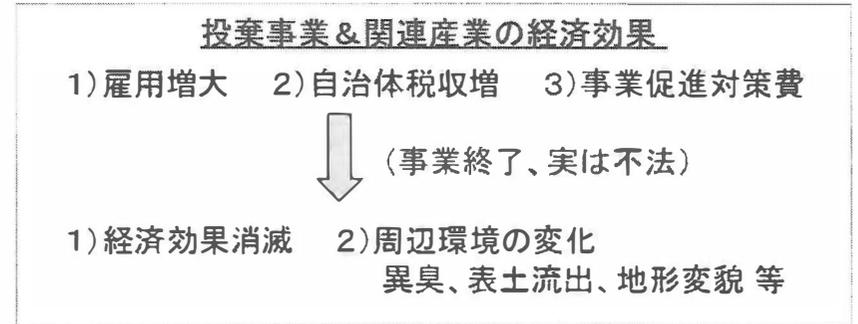


平成8年 **発覚!! 青森・岩手県境巨大不法産廃投棄**



問題の解決、地元支援へ

- 平成15年
- 1) 県行政不信 … 「全量撤去による原状回復と地域再生振興の実現」が鍵
 - 2) 原状回復(全量撤去) … 安全性の高い撤去と処理、資源化
 - 3) 汚染拡大・拡散防止 … 馬淵川流域35万住民の水源の安全性確保
 - 4) 風評被害防止 … 銘柄農産物(にんにく、トマト等)
 - 5) 地域再生振興 … “負の資産”を“地域発展の資源”と化する英知の提案

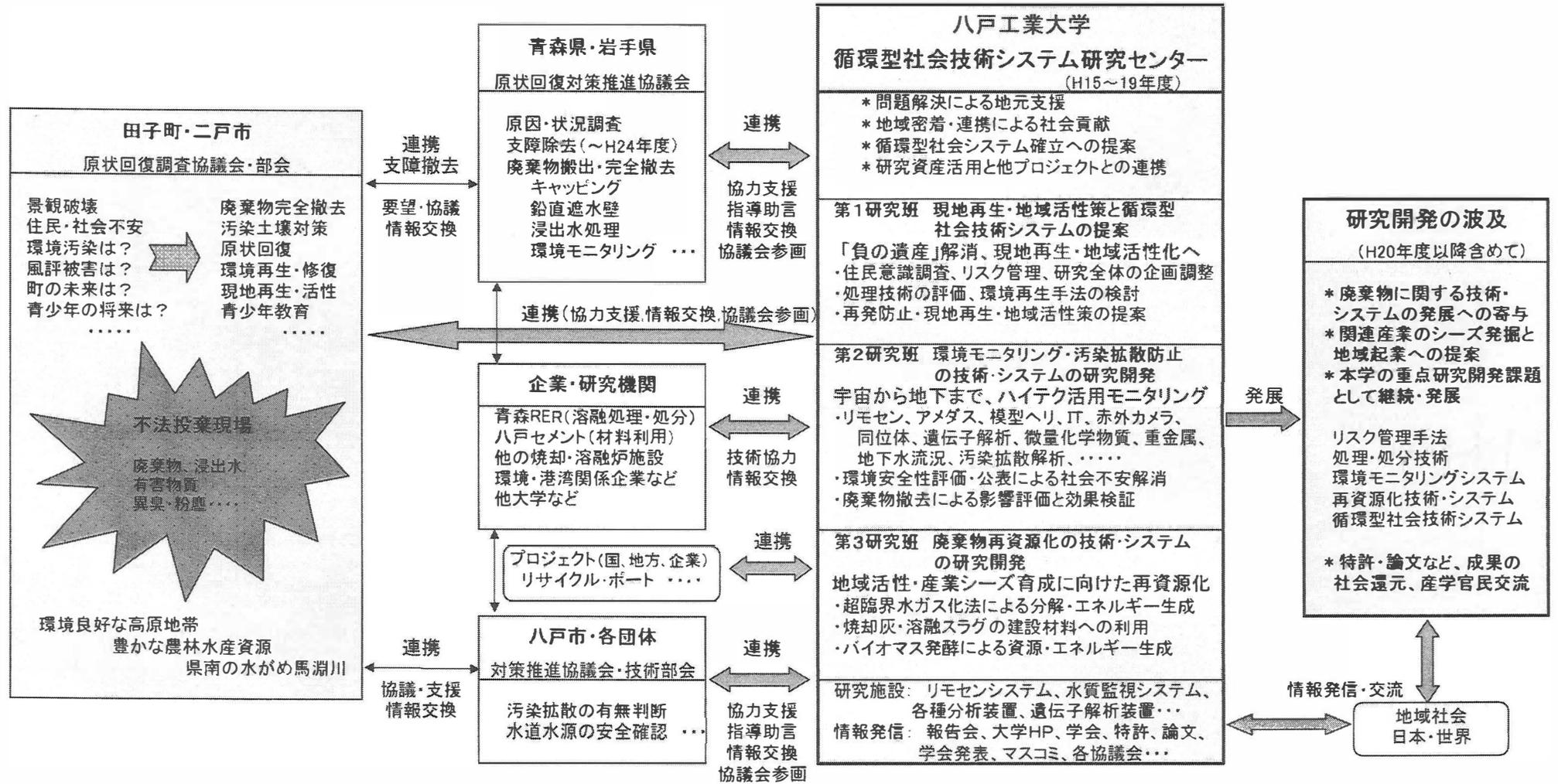


八戸工業大学循環型社会技術システム研究センター		
第1研究班	第2研究班	第3研究班
○		
○	○	○
○	○	
○		○

研究開発の全体像

研究開発の全体概要

県境不法投棄廃棄物の低環境影響処理技術に関する研究開発



研究組織図

八戸工業大学 循環型社会技術システム研究センター

研究代表者：庄谷 征美

《研究組織》

《事務組織》

研究会議

議長 (第1班班長) 福士 憲一

構成員：研究班長
その他 (岡村、熊谷)

第1研究班 (研究統括班)

〔循環型社会技術システムおよび現地再生・地域活性化の提案〕

班長 福士 憲一
副班長 岡村 隆成、熊谷 浩二、大津 正道
研究員 旧第6部会

学 外

第2研究班

〔環境モニタリング・汚染拡散防止の技術とシステム〕

班長 藤田 成隆
副班長 熊谷 浩二、村中 健
研究員 旧第1・4・5部会

第3研究班

〔廃棄物再資源化の技術とシステム〕

班長 岡村 隆成
副班長 月永 洋一
研究員 旧第2・3部会

研究センター会議

議長 (学長) 庄谷 征美
副議長 (学長補佐) 藤田 成隆
" (学長補佐) 福井 俊夫
" (研究会議議長) 福士 憲一

構成員：研究センター研究員
事務局

運営連絡会議

議長 (学長) 庄谷 征美

構成員：研究会議議長
研究班長
その他 (熊谷)
事務局

事務局

社会連携学術推進室
事務部

知財づくり工房〔特許〕

研究施設・研究装置

主な研究設備（リモセン・IT関係）

● 衛星情報受信システム
（パラボラアンテナ含む）

● 水質連続監視
システム

● 現場画像・気象
観測システム



5

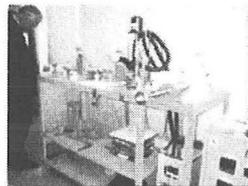
主な研究設備（環境分析関係）

● 熱分析装置・X線
回折データ分析装置

● 細菌同定装置

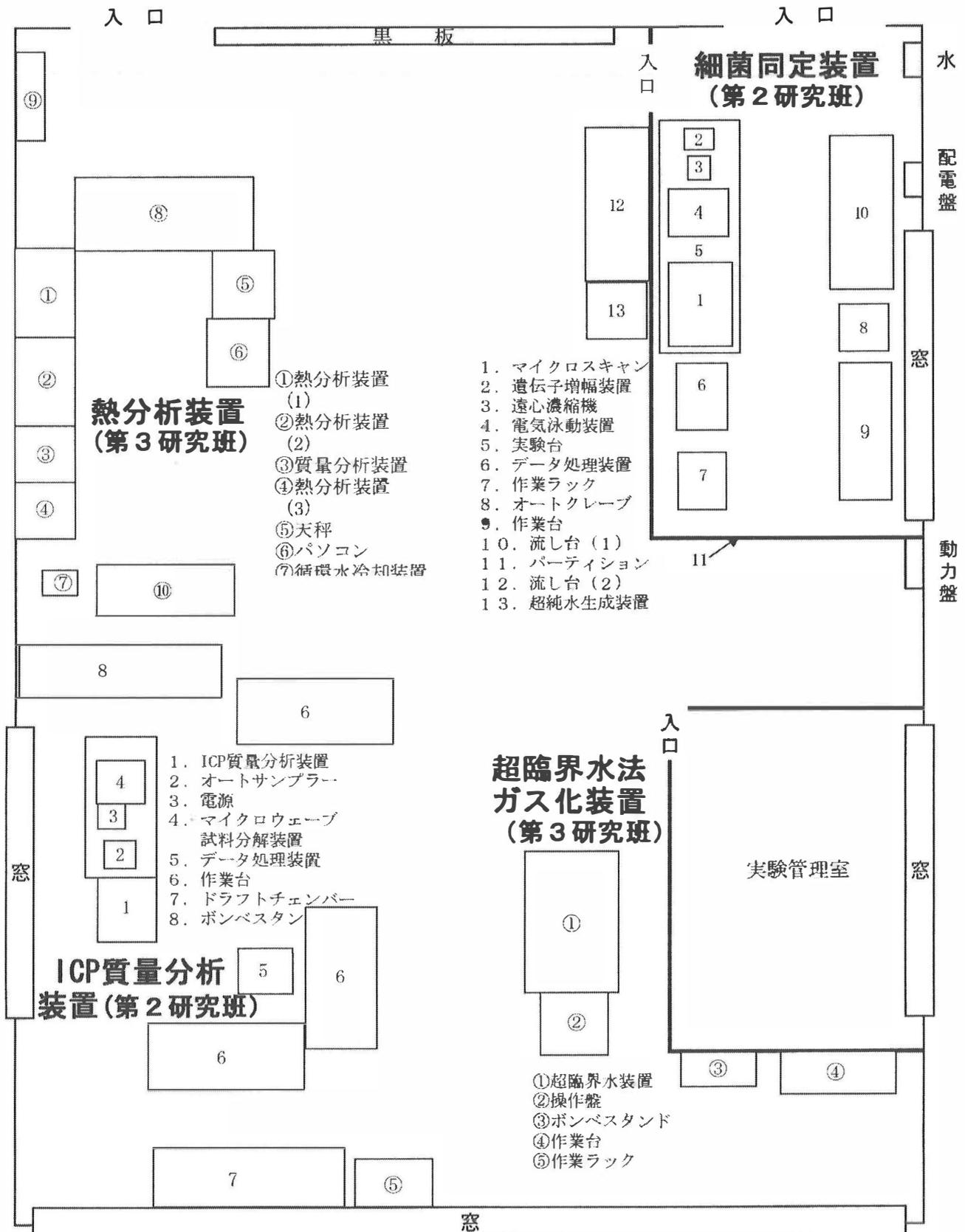
● ICP質量分析装置

● 超臨界水法ガス化
装置



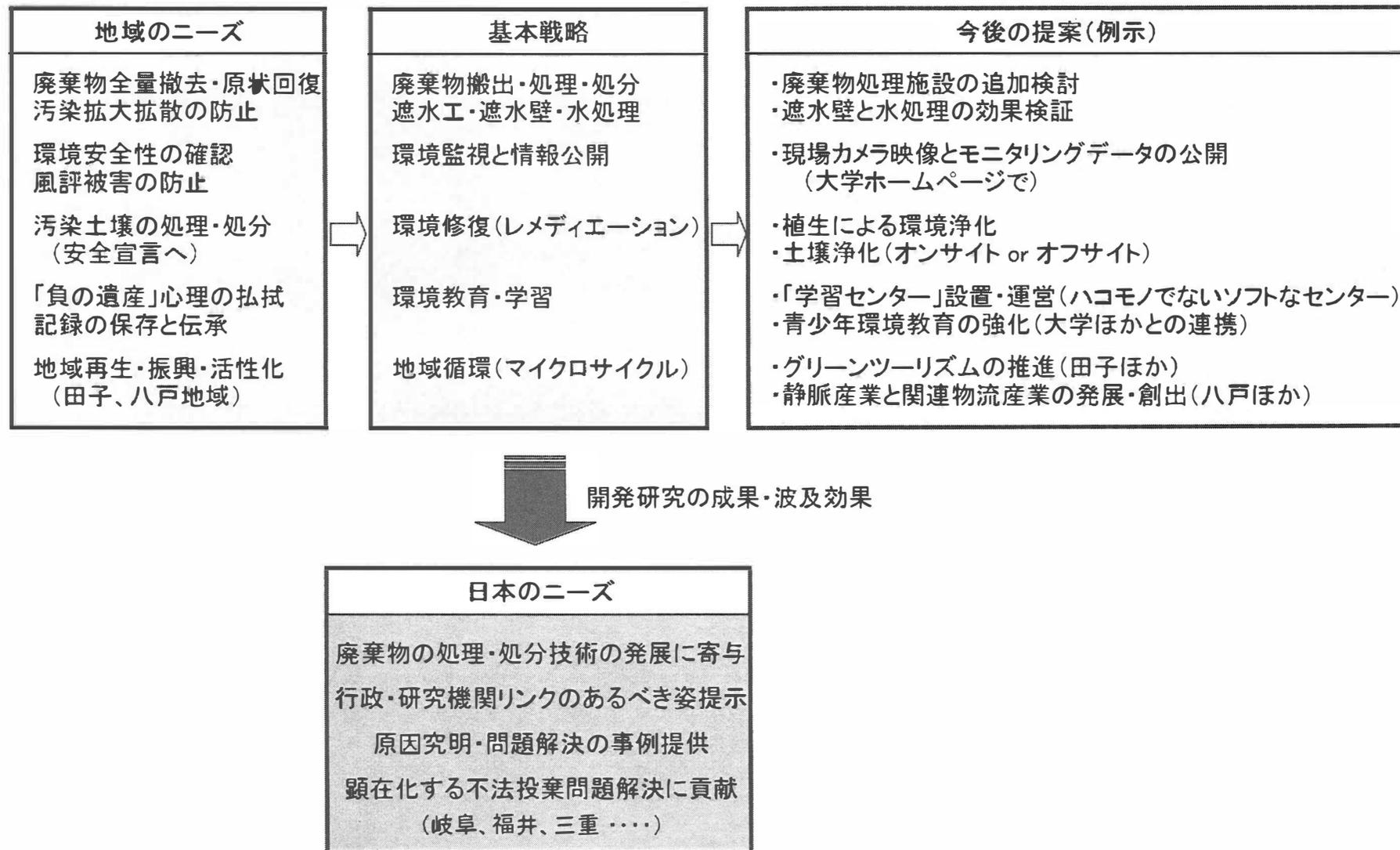
6

循環型社会技術システム研究センター施設(1)の装置配置図 (K105室)



現地再生・地域振興へ向けて

現地再生・地域振興へ向けて 県境不法投棄廃棄物の低環境影響処理技術に関する研究開発



特許出願の内容

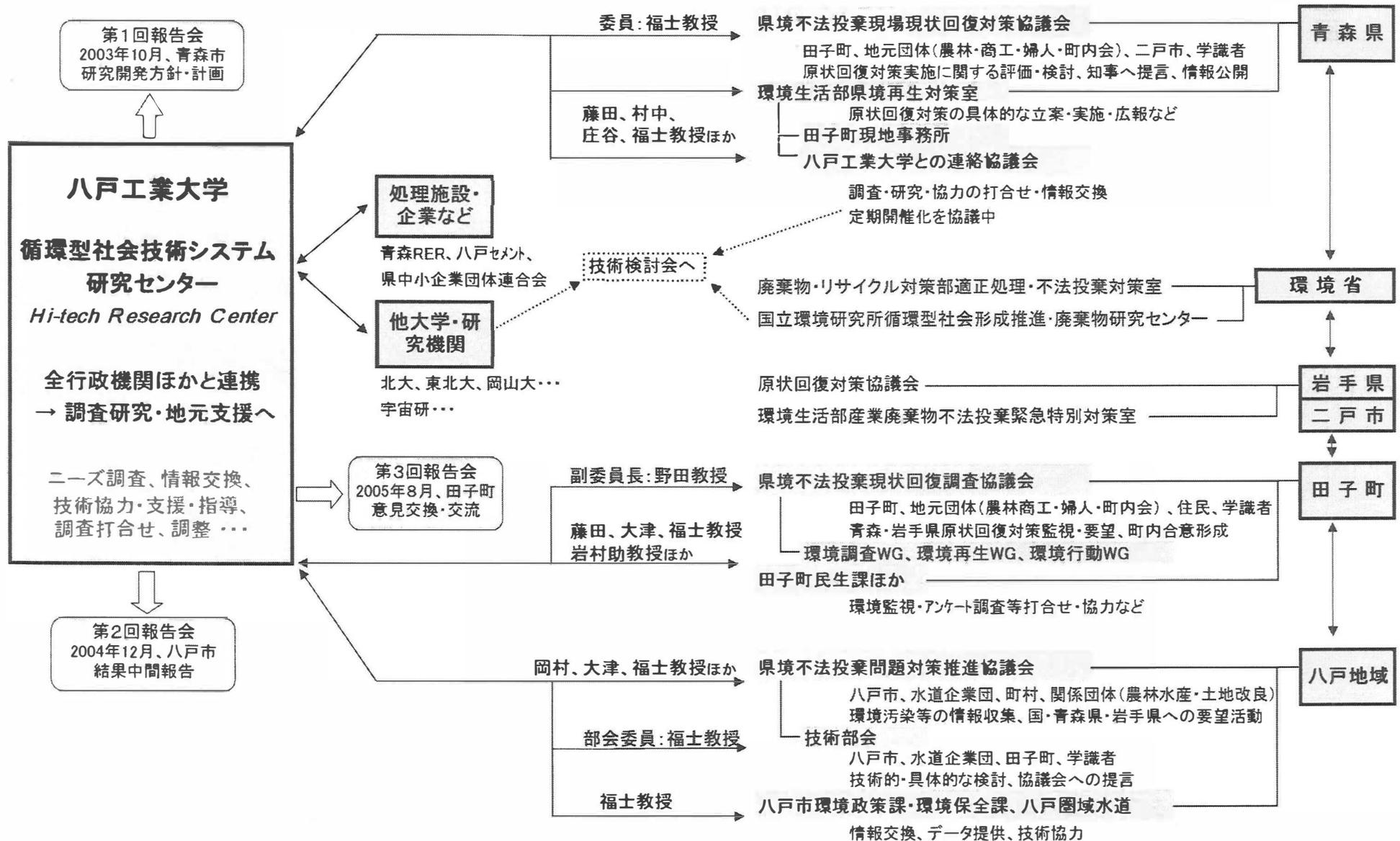
特許出願状況

特許出願番号	2005-252556
発明の名称	コンクリート表層部の耐凍害性評価手法
発明者	庄谷 征美、月永 洋一、阿波 稔
出願人	財団法人 青森県工業技術教育振興会
特許出願番号	2005-252557
発明の名称	炭素 14 測定試料の調製方法と装置
発明者	村中 健
出願人	財団法人 青森県工業技術教育振興会
特許出願番号	2005-252558
発明の名称	廃棄物含有コンクリート及び廃棄物再資源化方法
発明者	庄谷 征美、松崎 晴美、阿波 稔
出願人	財団法人 青森県工業技術教育振興会
特許出願番号	2005-252576
発明の名称	ポーラログラフ式電極のゲル状電解液およびその作成方法
発明者	佐藤 久、安川 基行
出願人	財団法人 青森県工業技術教育振興会
特許出願番号	2005-252577
発明の名称	ラジコンヘリコプターを用いた環境観測システム
発明者	藤田 成隆
出願人	財団法人 青森県工業技術教育振興会
特許出願番号	2005-258454
発明の名称	超臨界水ガス化装置
発明者	岡村 隆成
出願人	財団法人 青森県工業技術教育振興会
特許出願番号	2007-225164
発明の名称	地面の熱容量分析による大規模な不法廃棄物投棄現場の探索方法
発明者	藤田 成隆、佐々木 崇徳
出願人	財団法人 青森県工業技術教育振興会

行政ほかとの連携状況

行政ほかとの連携状況

県境不法投棄廃棄物の低環境影響処理技術に関する研究開発



センター会議審議資料(平成17年度、抜粋)

循環型社会技術システム研究センター会議

日 時：平成17年7月21日（木）10：30から

場 所：大会議室

次 第

1. 学長挨拶

2. 議 題

- (1) 平成16年度研究成果報告書について
- (2) 平成17年度研究方針および予算について
- (3) 文部科学省による中間評価への対応について
- (4) 田子町での報告・交流会の実施について
- (5) 研究成果中間報告書の作成について

3. その他

- (1) 特許申請について

配付資料

1. 中間評価審査合格をめざして … 資料 1
2. 田子町との協議、青森県との協議の内容報告 … 資料 2
3. 研究開発の全体概要 … 資料 3
4. 平成17年度予算（案） … 資料 4
5. 「私立大学学術研究高度化推進事業」の研究進捗状況報告書の作成について … 資料 5
6. 中間評価審査（研究進捗状況報告書作成）への対応 … 資料 6
7. 県境産業廃棄物不法投棄問題に関する研究成果報告会・交流会（案） … 資料 7
8. 研究成果中間報告書の作成（案） … 資料 8
9. 〈新聞記事〉ミニ観測衛星をシリーズ化 … 資料 9

平成 17 年 6 月 9 日、7 月 21 日
HRC 福士憲一

中間評価審査合格をめざして - 到達点と今後の主要課題

H16 年度報告書などを総合すると下記のようなになる。

全体としての到達点

- 1) 研究設備と体制がほぼ整い、具体的なデータや成果も出てきている。
- 2) 青森県、田子町、八戸市、企業など、地域社会との連携も軌道に乗った。
- 3) 研究活動の広報、成果の発表についても順調に進んでいる。
- 4) ただし、データの収集・解析・評価・応用について不十分なグループが多い。
- 5) また、具体的な成果の公表について不十分なグループがある。特に特許出願。

第 1 研究班の主要課題

<大津、岩村ほか>

- 1) 田子町住民アンケートの解析評価：自由記述部分、結論など
- 2) RER および八戸セメント周辺住民アンケートの実施と解析評価
- 3) 結果のまとめ → 別紙資料 3 「シナリオ」を意識した方向と内容で

<福士、岡村、大津ほか>

- 4) 地域再生・地域活性策の提案
 - ①田子町との協議（6/22 実施）による内容吟味 ● or 新たな提案 → 別紙資料 2・3
 - ②田子町での報告・交流会で住民との対話（8/27 予定） → 別紙資料 7

第 2 研究班の主要課題

<藤田ほか>

- 1) モニタリングシステムによるデータ（水質・リモセン）の解析・評価（福士も支援可）
- 2) 画像データと水質データの大学 HP 公開に関するシステム整備と実施

<村中ほか>

- 3) 土壌中の重金属分析データの収集と解析・評価。同位体トレーサによる評価。
- 4) 細菌叢構造の分析データの蓄積と一部評価

<福士ほか>

- 5) 現場周辺部の水質評価データの充実、および融雪期と降雨時の水質特性の検討
- 6) 浸出水処理施設稼働の効果検証

<熊谷、佐々木、佐藤>

- 7) 汚濁物質流出過程と汚染拡散防止技術に関する具体的なデータの蓄積・評価・公表
- 8) 遮水壁築造の効果検証ー地下水位のモニタリングと流出過程の検討（福士も支援可）
- 9) バイオマス発酵分解・エネルギー生成。マイクロセンサー開発（場合により 3 班へ）

第 3 研究班の主要課題

<岡村、高橋ほか>

- 1) 超臨界水ガス化の実験データの充実と評価、およびシステム化への試案

<庄谷、阿波ほか>

- 2) 焼却・溶融に関する実験データの充実と評価、およびシステム化への試案

以 上

田子町との協議、青森県との協議の内容報告

1. 田子町との協議

6/22（水）15:40～16:50、岡村と福士が田子町中澤課長を訪問して下記内容で協議。

(1) 「HRC 報告会・交流会」の開催について

- ・8/27 田子町で開催することで基本合意。詳細は資料7のとおり

(2) 現地再生・地域活性化に関する地元動向等の調査

以下、中澤課長より聞いた情報を概括したもの。いずれにしても、不確定な事項が多く、町協議会に3部会を設置して本格的な協議が始まったばかりとのこと。

- ①田子町としては、H24年完全撤去が当面の最重要課題。
 - ・青森県に6/17付で質問要望書を提出
- ②汚染土壌の扱いと「原状回復」の定義について、県と町の重要争点になる可能性あり。
 - ・元の状態とは？ 元の土壌≠土壌環境基準（県行政としてはあくまでも基準か）
 - ・環境修復、環境再生、土壌浄化には各種方法あり。どれを考えるかも未決
 - ・いずれにしても「安全宣言」の前提として重要
- ③現場土地は、将来とも県有地のままと希望。
 - ・後日問題が発生した場合の対応を考えれば、町としては県有地のままと。
- ④現地再生や地域活性化について方向性は未決。
 - ・少なくとも数年先には結論をと考えるが、検討時間スケールそのものに各論あり
 - ・ハコモノ派、農業派、自然派、積極派、無関心派など意見が異なる。
 - ・風評被害を避けるためにも沈黙・完全撤去（騒がない方がよい派）も多い。
 - ・町長選挙の結果などにも影響される。
 - ・費用負担が少なく効果的な方法しか採用できない
 - ・町協議会と部会の意見は、町として最大限尊重する
- ⑤「学習センター」設置の考えも一部にはある。
 - ・浸出水処理施設建屋の活用もありうる
 - ・町外からの利用客も大事だが、むしろ地元住民・小中高生へ向けた視点が重要
 - ・「負の遺産・考え方」から町の将来を前向きに考えて発言・行動できる人材や素地を
- ⑥廃棄物の現地処理についても各論ある。
 - ・期限まで完全撤去なら不要論、元々町の性格上反対論、撤去後も地元広域処理場としての活用論など、さまざまな意見あり
- ⑦その他
 - ・青森県からの各種補助事業（農林、道路、教育関係など）の継続は希望する
 - ・八戸工業大学との連携協力は今後も歓迎する
 - ・弘前大のような「すっぱ抜き研究」（生物遺伝子損傷調査）はやめてもらいたい。慎重な調査研究と評価を。研究成果は事前に見せてもらいたい。

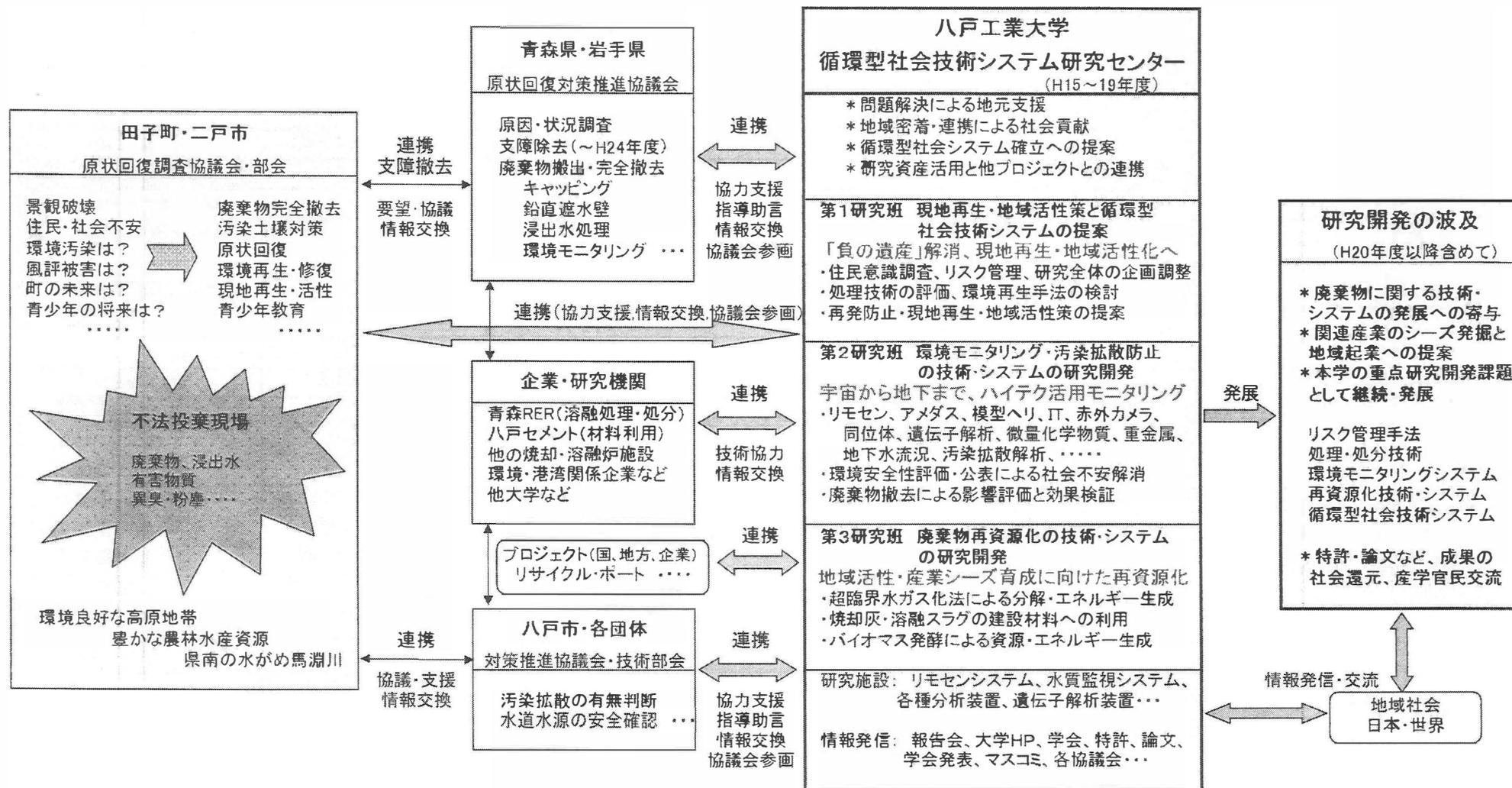
2. 青森県との技術的な協議

7/1（金）13:30～環境建設工学科会議室で開催。福士と村中が出席

- (1) 土壌分析調査、同位体トレーサ調査、生物叢調査などに関する説明・打合せ（村中）
- (2) 表面遮水工と鉛直遮水壁の効果検証に関する打合せ、その他（福士）
 - ・場内・周辺部8箇所に連続記録地下水位計を設置し（本学予算）、効果検証することで合意。
 - ・県が県境に設置の5箇所のデータとあわせて解析する予定（一部北大との共同もありうる）
- (3) 水質監視機器の移設等に関する打合せ（藤田、後日別途打合せ）
 - ・本学の水質計が県の正式な水処理施設モニタに採用

以上

研究開発の全体概要 県境不法投棄廃棄物の低環境影響処理技術に関する研究開発



HRC 循環型社会技術システム研究センター 平成17年度予算(案)

平成17年度研究体制	第1班	第2班			第3班		小計(第1～3班直接経費)	事務・管理費	計	ポスト・ドクター等経費	合計
	リスク管理手法による現地再生・地域活性化策の提	環境モニタリング・汚染拡散防止の技術とシステム			廃棄物再資源化の技術とシステム						
		富士	熊谷	村中	藤田	岡村					
教育研究経費	1,750,000	2,500,000	5,800,000	18,950,000	10,430,000	18,000,000	57,430,000	3,000,000	60,430,000		60,430,000
消耗品費	300,000	1,000,000	3,000,000	10,950,000	9,980,000	3,000,000	28,230,000	500,000	28,730,000		28,730,000
光熱水費				300,000			300,000		300,000		300,000
通信運搬費	500,000			400,000			900,000	100,000	1,000,000		1,000,000
印刷製本費	200,000			500,000	50,000	(記入ミス)	750,000	500,000	1,250,000		1,250,000
旅費交通費	500,000	500,000	800,000	800,000	400,000	500,000	3,500,000	300,000	3,800,000		3,800,000
賃借料							0	100,000	100,000		100,000
報酬・委託料	250,000	1,000,000	2,000,000	4,000,000		8,000,000	15,250,000	1,500,000	16,750,000		16,750,000
設備改修費				2,000,000	(カメラ等修理)	6,500,000	8,500,000		8,500,000		8,500,000
アルバイト関係支出	250,000	200,000		150,000	1,900,000		2,500,000		2,500,000		2,500,000
設備関係支出	800,000	8,600,000	14,500,000	21,200,000	16,760,000	0	61,860,000	0	61,860,000		61,860,000
教育研究用機器備品	300,000	8,300,000	14,500,000	16,200,000	16,600,000		55,900,000		55,900,000		55,900,000
図書	500,000	300,000	(重複・一部変更)		160,000		960,000		960,000		960,000
ホームページ公開システム				5,000,000			5,000,000		5,000,000		5,000,000
ポスト・ドクター等経費										25,400,000	25,400,000
知財・特許関係経費								10,000,000	10,000,000		10,000,000
要望額 計	2,800,000	11,300,000	20,300,000	40,300,000	29,090,000	18,000,000	121,790,000	13,000,000	134,790,000	25,400,000	160,190,000

小計最大額 = 97,600,000 ←総額13600万－事務管理費1300万－ポストドク費2540万
 平均圧縮率 = 80.14 % (事務管理経費とポストドク費は圧縮しない)

圧縮率をそのまま適用	2,243,862	9,055,587	16,268,002	32,295,591	23,312,127	14,424,830	97,600,000	13,000,000	110,600,000	25,400,000	136,000,000
予算配分額(査定案)	1,800,000	4,940,000	17,140,000	35,340,000	23,940,000	14,440,000	97,600,000	13,000,000	110,600,000	25,400,000	136,000,000

査定説明

① ② ③ ④ ⑤ ⑥

- ①各費目とも節約できるものが多く、全体的に減額。
- ②研究実績が不足している。機器備品(流量水質測定装置)を減額。流量水質測定は富士グループと共同で実施。
佐藤講師(廃棄物発酵・水素生成の研究)は、今後第3班へ移行する方向で検討する。
- ③全有機炭素計は②と重複要望のため削除。地下水位計は重点要望のため増額。旅費、機器備品について若干減額。
- ④落雷によるカメラ破損の修理、HP公開システムは重点要望。各費目について若干減額。

- ⑤各費目について若干減額。
- ⑥各費目について若干減額。

* 知財・特許取得関係経費を重視。

外部評価委員会(第1回)会議記録

八戸工業大学循環型社会技術システム研究センター
外部評価委員会（第1回） 会議記録

日 時： 平成18年3月6日（月）14:30～16:30
場 所： 八戸工業大学本館3階307会議室
出席委員： 八戸工業高等専門学校建設環境工学科教授 矢口 淳一
青森県県境再生対策室環境再生対策監 鎌田 啓一（堤 基史室長代理）
岩手県産業廃棄物不法投棄緊急特別対策室長 滝川 義明
八戸市環境部環境政策課 四戸 和則（中村政幸課長代理）
田子町町民課 古郡 晴季（中澤一郎課長代理）
エヌ・エス環境(株)青森支店技術部次長 石井 正男（八木橋清昭支店長代理）
欠席委員： 北里大学獣医畜産学部生物生産環境学科長 田中 勝明
本学出席者： 八戸工業大学大学院工学研究科土木工学専攻主任・教授 福士 憲一
同 建築工学専攻主任・教授 熊谷 浩二
八戸工業大学大学改革室次長 池田 政勝
同 職員 畑中 広明

（進行： 熊谷浩二）

1. 挨拶および趣旨説明

会議に先立って、当センター会議副議長の福士より、センター設立の経緯、研究開発の概要、および外部評価の必要性等について挨拶・説明を行った。

2. 委員紹介

引き続き、外部評価委員および本学出席者の自己紹介を行った。

3. 議事

(1) 研究施設の視察

議事に先立って、当センターの研究開発に関連した研究施設・設備の視察を行った。視察の対象は次のとおりである。

- ・ K105 共同研究室・実験室2：熱分析・X線回折解析装置、ICP質量分析装置、超臨界水法ガス化実験装置、遺伝子解析装置ほか
- ・ 202 衛星情報解析室：衛星情報受信処理解析システム、産業廃棄物リモートセンシングシステムほか
- ・ C201 環境工学研究室：ガスクロマト質量分析装置ほか

(2) 研究内容の報告

福士から、配付資料およびパワーポイント資料により、当センターの設立経緯、研究の背景、計画、特徴、およびこれまでの研究成果について説明を行った。

(3) 質疑応答

以上の視察・報告に基づいて、質疑応答・意見交換等を行った。主な内容および当センターとしての対応（予定含む）は次のとおりである。敬称略

・ 滝川：研究タイトルに「低環境影響」とあるが、これに関して何か具体的な成果は？また、社会システムとしても提案すべきである。

→ センター：直接的には廃棄物再資源化関係の成果がある。環境モニタリング関係の成

果も広い意味で該当する。社会システムとしての「低環境影響」に関する提案も今後重視して研究開発を進めたい。(全研究班)

・滝川：超臨界水法ガス化のコストおよび「売り・特徴」は？

→ センター：詳細については、第3研究班より後日回答する。(本資料末尾参照)

・滝川：水質測定結果を一般向けにわかりやすく示す良い方法はないか？

→ センター：表と数値のみでは確かにわかりづらい。センターでは既に経年変化などをグラフ化し、青森県協議会等で報告して好評を得ている。岩手県側データについても今後グラフ化することを検討したい。(第2研究班) その他、青森県は農産物・魚類中の化学物質分析を行って公表している。

・矢口：上記に関連して、浸出水や処理水によるバイオアッセイも検討したらどうか？

→ センター：結果について評価が困難な場合が多く、今のところ予定はない。

→ 鎌田：青森県が変異原性試験を行ったことがあるが、特に問題の結果は出ていない。

・滝川：産廃のセメント・建設材料利用の研究について、何か具体的な用途等があるに進めているのか？岩手県では資源化認定制度ということで、実績はまだ少ないが既にスタートしているが。

→ センター：一廃については既に研究開発済みであるが、現場にあるような特管産廃についての研究・使用実績は少ない。この点を今回の研究では重視している。(第3研究班)

・滝川：VOCのうちで重いものは地下へ浸透するという解釈でよいのか？

→ センター：そのことにも着目して既に調査研究中である。現在のところ、物質によって地下水への流出特性が異なっているという結果は得られている。(第2研究班)

・鎌田：H19年度で研究は終わりなのか？実際の現場に研究成果を応用するのか？H20年度以降も継続して、現場へ適用できる研究あるいは実証的な研究も行ってもらいたい。

→ センター：補助事業はH19年度で終了するが、大学としては継続したいと考えている。実際への応用についてはH18年度以降の重要課題として認識している。特に、コストと安全を考えた廃棄物撤去・原状回復の研究が重要だと考えている。(全研究班)

・四戸：住民意識調査については経年変化をとってみたらどうか？また、調査の母数を増やすべきではないか？

→ センター：第1研究班で検討してみたい。

・矢口：第3研究班の研究内容と現場への応用との関係がわかりづらい。

→ センター：超臨界水については、即現場応用ということではない。また、建設資材利用については、上述のように特管混入の廃棄物を対象とした研究開発であることが特徴である。

・滝川：現地再生・地域振興策に関連して、H19年度中に現地をどのようにするか方針を決める必要が出てくる。この点、青森・岩手両県に共通する研究開発を御願いたい。

→ センター：そのとおりであり、H18年度以降の重要課題であると考えている。(第1研究班)

・四戸：八戸でのアンケート調査結果を早く公表して欲しい。

→ センター：現在集計作業中であり、まとも次第公表する。(第1研究班)

(4) その他

次回委員会は平成 18 年度中に開催する予定である。

○ 配付資料

- ・平成 15 年度選定「私立大学学術研究高度化推進事業」(ハイテク・リサーチ・センター整備事業) 研究進捗状況報告書
- ・委員会構成員

○ 追加説明：超臨界水法ガス化に関して (第 3 研究班長：岡村教授)

現在、超臨界水ガス化技術の技術評価を行っている段階で、現状のガス化技術とのコスト比較は、残念ながら実施していない。

超臨界水ガス化法の特徴を以下に示すと、

- ・高温・高圧の水熱状態での有機物の反応であるため、反応が極めて早く数分のオーダーでガス化ができる。
 - ・例えば、メタン発酵では処理期間が長く、機器が大規模になるが、超臨界水法では、機器がコンパクトにできる。
 - ・ガス成分として、水素割合が 50%以上期待できるので、燃料電池への適用が可能である。
 - ・生成ガスの圧力が高いので、燃料として高圧状態が必要なガスタービンにも有効である。
- 以上から、コスト的にも現状システムと太刀打ちできるところまで行くことを期待している。

(記録：福士)

研究成果の公開状況
(学会発表以外の講演・講座・見学会等)

研究成果の公開状況(学会発表以外の講演・講座・見学会等)

注) HRC : ハイテク・リサーチ・センター (循環型社会技術システム研究センター)

No.	年度	講演・講座・見学会等名称	開催月日	開催場所	発表者・担当者	参加人数
1	平成15年度	環境フロンティア研究会講演 「県境不法投棄問題について」	平成15年6月 6日	八戸高専	熊谷	20人
2		八戸工業大学公開講座 「八戸市の都市機能と地域経済」 (八戸の循環型社会づくり)	平成15年11月8日	八戸市公民館	大津 岩村	26人
3	平成16年度	八戸工業大学公開講座 「宇宙からの環境観測」	平成16年5月22日	ホテルリッチフィールド'仙台	藤田	40人
4		同上 「地上からの環境観測」	同上	同上	川又	40人
5		HRC研究装置・施設公開	平成16年6月 9日	八戸工業大学	山道ほか	30人
6		八戸工業高校生ほかインターンシ ップ 「衛星などを利用したリモートセン シング・システム」	平成16年6月18日 平成16年6月25日 平成16年7月 2日	八戸工業大学・田子町	藤田	45人 45人 60人
7		八戸工業大学母親モニターによる HRC衛星情報解析室見学	平成16年7月 8日	八戸工業大学	藤田	20人
8		高校への出張講義 「青森・岩手県境不法投棄問題の 解決をめざして」	平成16年7月22日	八戸南高校	福士	20人
9		田子高校生インターンシップ 「衛星などを利用したリモートセン シング・システム」	平成16年8月11日	八戸工業大学	藤田	30人
10		同上 「不法投棄問題とセンターの取り 組み」	平成16年8月12日	八戸工業大学	福士	30人
11		青森県高等学校教育研究会工学 部会工業研究大会 「衛星などを用いたリモートセンシ ング技術による産廃投棄現場・周 辺の環境観測」	平成16年8月17日	青森工業高校	藤田	260人
12		岩手大学、弘前大学によるHRC衛 星情報解析室の見学	平成16年8月24日	八戸工業大学	藤田	2人
13		青森県あすなろマスターカレッジ 講座 「環境講座－県境の産廃問題」	平成16年8月24日	八戸工業大学	福士	8人
14		高校への出張講義 「廃棄物の処理処分－青森・岩手 県境不法投棄問題の解決をめざ して」	平成16年8月26日	五戸高校	福士	95人

15		市内およびその周辺企業による HRC衛星情報解析室の見学	平成16年8月31日	八戸工業大学	藤田	30人
16		技術士会東北支部講演会 「県境不法投棄廃棄物対策の現況」	平成16年9月 4日	八戸工業大学	熊谷	100名
17		不法投棄・不適正処分場に係る環境修復技術に関するシンポジウム	平成16年9月	仙台		
18		HRC衛星情報解析室公開 HRC試験分析機器室公開 HRC研究内容展示(工大フェア)	平成16年10月23日	八戸工業大学	古館、大 篤、高橋 ほか	100人
19		馬淵川グランドワーク講演会 「県境不法投棄現場周辺部の水質評価」	平成17年3月17日	八戸市下長公民館	福士	17人
20		HRC研究内容展示(学位記授与式展示)	平成17年3月19日	八戸工業大学	大篤	50人
21	平成17年度	地盤工学会東北支部講演会 「不法投棄廃棄物における地盤工学的諸問題」	平成17年5月21日	シーガルビューホテル(八戸)	熊谷	50名
22		通気・防水シートキャッピング研究会講演会 「不法投棄・不適正処分の現状と課題」	平成17年5月25日	日本大学理工学部	熊谷	50名
23		青森県県境不法投棄現場原状回復対策協議会にて報告 「八戸工業大学による研究内容の情報提供」	平成17年7月30日	三八教育会館	福士	60人
24		第9回水道技術事例発表会にて講演「産廃問題と水源保全」	平成17年10月13日	アップルパレス青森(青森市)	福士	
25		あきぎん・いわぎん・あおぎんビジネス商談会へ出展	平成17年10月21日	秋田県立武道館	鈴木	
26		エヌエス環境(株)第12回社内発表会にて講演「青森・岩手県境不法投棄問題の解決へ向けてー八戸工業大学の取り組み」	平成17年10月21日	青森グランドホテル	福士	
27	平成18年度	「青森県南地方における資源循環型社会の構築に向けて」	平成18年6月	東北電力(株)	大津	
28		環境フロンティア研究会発表 「県境廃棄物対策と地盤環境技術」	平成18年7月24日	八戸高専	熊谷	
29		八戸工業大学公開講座 「青森・岩手県境不法投棄現場を見に行こう！」	平成18年9月2日	八戸工業大学・田子町	鈴木	33人

30		高齢者教室にて講義「県境不法投棄問題と八戸工業大学の取り組み」	平成18年10月18日	八戸市南郷区	福士	
31	平成19年度	八戸工業大学公開講座 「青森・岩手県境不法投棄現場を見に行こう！」	平成19年9月1日	八戸工業大学・田子町	鈴木	46人

2006八戸工業大学公開講座

青森・岩手県境

不法投棄現場を見に行こう！

日時：平成18年9月2日(土)

13:00～17:30

会場：八戸工業大学および田子町(産廃不法投棄現場)

定員：45名(先着順)

申し込み締め切り：9月1日(金)

受講料：一般：1000円、高校生以下：500円

詳細は裏面をご覧ください。

国内有数の大規模産業廃棄物不法投棄現場で行われている
廃棄物撤去事業や最先端の有害物浄化施設などの環境建設技術を
わかりやすく解説します。

【申し込み方法】

はがき、電話、FAXまたはメールでお願い致します。

①住所、②氏名、③電話番号、④職業(または学校名)
を明記の上、申し込み下さい。

【申し込み・問い合わせ先】

八戸工業大学 環境建設工学科 公開講座係

〒031-8501 青森県八戸市大字妙字大開88-1

TEL: 0178-25-8067、FAX: 0178-25-0722、

E-mail: tsuzuki@hi-tech.ac.jp (担当：鈴木)

主催：八戸工業大学 工学部 環境建設工学科

後援：青森県、八戸市、八戸市教育委員会

（NHK）八戸支局、青森放送、青森テレビ、青森朝日放送、東奥日報社、デーリ―東北新聞社、
八戸テレビ放送、コミュニティラジオ局BeFM、青森県工業技術教育振興会

公開講座日程

日時：平成18年9月2日(土)

- 13:00 八戸工業大学バス停前集合 (駐車場有)
- ◎ 13:20 八戸市営バス 十六日町バス停
- ◎ 13:35 八戸市営バス 田面木バス停
- ◎ 14:15 道の駅 三戸
- 14:50 不法投棄現場 到着
現場および浸出水処理施設 見学
- 15:40 不法投棄現場 出発
- ◎ 16:15 道の駅 三戸
- ◎ 16:55 八戸市営バス 田面木バス停
- ◎ 17:10 八戸市営バス 三日町バス停
- 17:30 八戸工業大学 到着 (解散)

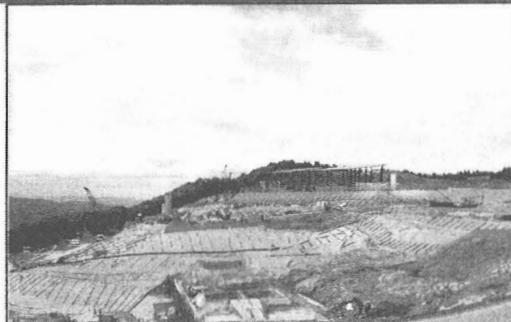
◎印は、移動途中での乗車および下車可能を意味しています。

※ 途中での乗車および下車を希望の方は、申し込み時にその旨をお伝え下さい。
なお、時刻はあくまでも予定であり、交通事情により多少前後する場合があります。

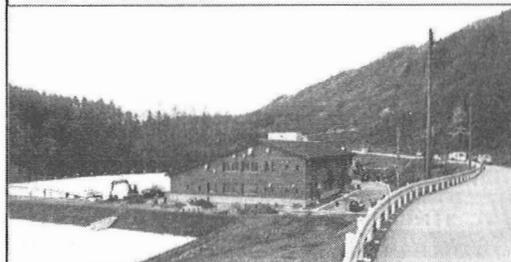
公開講座概要

国内有数の大規模産業廃棄物不法投棄現場で行われている廃棄物撤去事業や汚染拡散防止工事、そして最先端の有害物浄化施設などの環境建設技術をわかりやすく解説します。

また、本事案に対する八戸工業大学の大型研究プロジェクトおよびその中で中心的な役割を果たしている環境建設工学科の取り組みについても説明します。



廃棄物撤去事業および汚染拡散防止工事が進む不法投棄現場



浸出水処理施設(不法投棄現場から浸み出た有害な水を浄化する施設)

八戸工業大学 工学部 環境建設工学科 ホームページ

<http://web.civil.hi-tech.ac.jp/>

2007八戸工業大学公開講座

青森・岩手県境

不法投棄現場を見に行こう！

日時:平成19年9月1日(土)

12:00~17:30

会場:八戸工業大学および田子町(産廃不法投棄現場)

定員:45名(先着順)

申し込み締め切り:8月29日(水)

受講料:一般:500円、生徒・学生:無料

詳細は裏面をご覧ください。

国内有数の大規模産業廃棄物不法投棄現場で行われている
廃棄物撤去事業や最先端の有害物浄化施設などの環境建設技術を
わかりやすく解説します。

【申し込み方法】

はがき、電話、FAXまたはメールでお願い致します。

①氏名、②電話番号、③職業(または学校名)、
を明記の上、申し込み下さい。

【申し込み・問い合わせ先】

八戸工業大学 環境建設工学科 公開講座係

〒031-8501 青森県八戸市大字妙字大開88-1

TEL: 0178-25-8067、または 0178-25-8030

FAX: 0178-25-0722

E-mail: tsuzuki@hi-tech.ac.jp (担当:鈴木)

主催:八戸工業大学 工学部 環境建設工学科

後援:青森県、八戸市、八戸市教育委員会

八戸支局、青森放送、青森テレビ、青森朝日放送、東奥日報社、デーリー東北新聞社、八戸テレビ放送、
コミュニティラジオ局B・FM、青森県工業技術教育振興会

八戸工業大学 工学部 環境建設工学科 <http://web.civil.hi-tech.ac.jp>

2007年 八戸工業大学公開講座

青森・岩手県境不法投棄現場を見に行こう！

日時：平成19年9月1日(土)

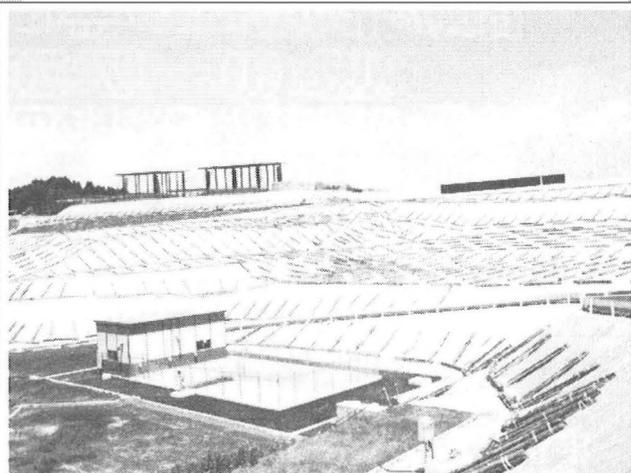
- 12:00 八戸工業大学バス停前集合 (駐車場有)
- ◎ 12:20 八戸市営バス 十六日町バス停
- ◎ 12:35 八戸市営バス 田面木バス停
- ◎ 12:45 八戸駅 東口 (ユートリー前)
- ◎ 13:15 道の駅 三戸
- 13:50 不法投棄現場 到着
現場および浸出水処理施設 見学
- 15:40 不法投棄現場 出発
- ◎ 16:15 道の駅 三戸
- ◎ 16:45 八戸駅 東口 (ユートリー前)
- ◎ 16:55 八戸市営バス 田面木バス停
- ◎ 17:10 八戸市営バス 三日町バス停
- 17:30 八戸工業大学 到着 (解散)

◎印は、移動途中での乗車および降車可能を意味しています。

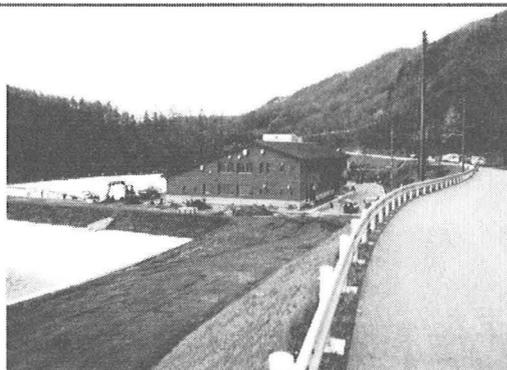
※ 途中での乗降車を希望の方は、申し込み時にその旨をお伝え下さい。

なお、時刻はあくまでも予定であり、交通事情により多少前後する場合があります。

国内有数の大規模産業廃棄物不法投棄現場で行われている廃棄物撤去事業や汚染拡散防止工事、そして最先端の有害物浄化施設などの環境建設技術をわかりやすく解説します。
また、本事案に対する八戸工業大学の大型研究プロジェクトおよびその中で中心的な役割を果たしている環境建設工学科の取り組みについても説明します。



汚染拡散防止工事が完了し、本格的な廃棄物撤去事業が始まった不法投棄現場



浸出水処理施設(不法投棄現場から浸み出た有害な水を浄化する施設)

FAX専用参加申込書 (この紙面を表にして、送信してください。) **FAX:0178-25-0722**

No.	氏名	職業	連絡先(電話番号など)	途中乗降場所
1				
2				
3				
4				
5				

センター主催研究活動講演会
・成果中間報告会資料

八戸工業大学 県境産業廃棄物不法投棄問題に関する 研究活動講演会

日時：2003年9月12日(金)

14:00～16:30 (受付開始 13:30)

場所：青森グランドホテル

青森市新町 1-1-23 Tel: 017-723-1011

参加定員：120名

参加費：無料

(9月9日(火)まで、下記要領でお申込下さい)

基調講演「八戸工業大学の教育研究と地域貢献」

学長 高橋燦吉

趣旨説明「県境産業廃棄物不法投棄問題への
本学の取り組み」

大学改革室長 増田陽一郎

報告1「不法投棄現地の状況と、資源化等に
関する研究」

教授 岡村隆成

報告2「過去・将来にわたる環境監視技術と
産業への展開」

教授 藤田成隆

報告3「県境廃棄物問題と地域産業振興」

教授 大津正道

総括

教授 熊谷浩二

参加お申込の際は、電話、FAX、または E-mailで、
①講演会に参加する旨、②氏名、③住所、④電話番号、⑤勤務先
をお知らせ下さい。

主催：八戸工業大学循環型社会技術システム研究センター

後援：財団法人 青森県工業技術教育振興会

お申込先：八戸工業大学 大学改革室

〒031-8501 青森県八戸市大字妙字大開88-1

TEL 0178-25-8005・8103 FAX 0178-25-1966 E-mail kaikaku@hi-tech.ac.jp

八戸工業大学

循環型社会技術システム研究センター
(大学院・異分野融合科学研究所)

県境産業廃棄物不法投棄問題に関する 研究成果中間報告会

日時：平成16年12月15日(水)
13:30～16:30 (受付開始 13:00)

場所：八戸地域地場産業振興センター
(ユートリー)

八戸市一番町一丁目9-22 Tel: 0178-27-2227

参加費：無料

(12月7日(火)まで、下記要領でお申し込み下さい)

13:30 開会挨拶 学長 高橋燦吉
13:40 研究の概要と進捗状況 教授 福士憲一

13:55 第1研究班報告
(1) リスク管理手法による田子町の住民意識調査 助教授 岩村 満
(2) 県内の処理施設と処理技術の現状 教授 大津正道
(3) 廃棄物処理とその後の環境再生を視野に入れた施策提案 教授 岡村隆成

14:50 第2研究班報告
(1) リモートセンシングによる現場およびその周辺の環境観測 教授 藤田成隆
(2) 現場周辺部の水質分析結果とその評価 教授 福士憲一
(3) 汚染状況モニタリング技術の開発 講師 佐藤 久

15:40 第3研究班報告
(1) 超臨界水ガス化法による廃棄物の分解 教授 岡村隆成
(2) 廃棄物の建設材料への利用 講師 阿波 稔

16:20 総括および閉会挨拶 教授 増田陽一郎

主催：八戸工業大学循環型社会技術システム研究センター

後援：青森県/岩手県/八戸環境保全会/財団法人 青森県工業技術教育振興会

参加申し込み・問い合わせ先：八戸工業大学 大学改革室

〒031-8501 青森県八戸市大字妙字大開88-1

参加お申し込みの際は下記の電話、FAX、またはメールで、①報告会に参加する旨、

②氏名、③住所、④電話番号、⑤勤務先をお知らせ下さい。

TEL 0178-25-8005・8102 FAX 0178-25-1966 E-mail kaikaku@hi-tech.ac.jp

八戸工業大学

循環型社会技術システム研究センター

県境産業廃棄物不法投棄問題に関する 研究成果報告会・交流会

日時：平成17年8月27日(土)

報告会 14:30～16:30 (受付開始 13:30)

交流会 17:00～19:00

場所：田子町中央公民館

三戸郡田子町大字田子字柏木田169

Tel:0179-20-7070 (代表)

参加費：報告会 無料

交流会 1,000円

(当日受付で徴収いたします。)

報告会

14:30 開会挨拶

学長・研究センター会議議長 (研究代表者)
高橋燦吉

14:40 研究報告

土木工学専攻・研究センター副議長・教授
福士憲一

15:20 質疑応答

16:20 閉会挨拶

学長補佐・研究センター会議副議長
増田陽一郎

交流会

17:00～19:00

主催：八戸工業大学循環型社会技術システム研究センター

後援：田子町/青森県/岩手県/八戸環境保全会/財団法人 青森県工業技術教育振興会

参加申し込み・問い合わせ先：八戸工業大学 大学改革室

〒031-8501 青森県八戸市大字妙字大開88-1

TEL 0178-25-8005 □ 8102 FAX 0178-25-1966 E-mail kaikaku@hi-tech.ac.jp

文部科学省ハイテク・リサーチ・センター整備事業

八戸工業大学 平成 18 年度

県境産業廃棄物不法投棄問題に関する

研究成果報告会

日 時：平成 19 年 3 月 7 日 (水) 13:30 ~ 16:00

場 所：八戸工業大学AVホール

(八戸市大字妙字大開88-1 TEL 0178-25-3111)

参加費：無 料

申込み：2 月 26 日 (月) までに、FAXまたはメールで

「機関名」「氏名」「電話番号」を明記の上、下記の

申込み先まで



《プログラム》

13:30 開会挨拶 学長・研究センター会議議長(研究代表者) 庄谷 征美

13:35 文部科学省中間評価結果報告

大学院土木工学専攻・研究センター会議副議長・教授 福土憲一

13:45 基調報告「原状回復事業の進捗状況と廃棄物本格撤去計画について」

青森県県境再生対策室 報道監 山田秀二

14:35 研究報告 6 件 (センター所属研究員他による成果報告)

15:35 質疑応答

15:50 閉会挨拶 学長補佐・研究センター会議副議長 増田陽一郎

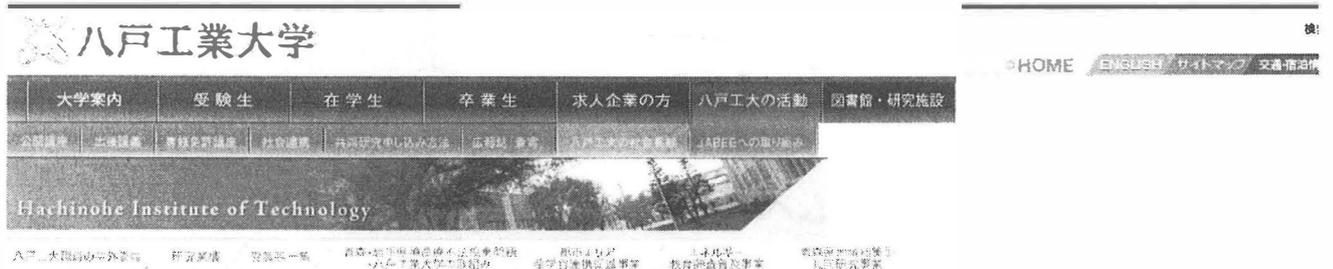


【申込み・問合せ先】八戸工業大学 大学改革室 〒031-8501 八戸市大字妙字大開 88-1

TEL 0178-25-8005・8102 FAX 0178-25-1966 E-mail kaikaku@hi-tech.ac.jp

主催：八戸工業大学循環型社会技術システム研究センター 後援：(財)青森県工業技術教育振興会

大学ホームページによる成果公開(抜粋)



青森・岩手県境産廃不法投棄問題・八戸工業大学の取組

- ④ 県境不法投棄問題に関する研究成果報告書を掲載中
- ⑤ 「研究成果中間報告書」を発刊しました
- ④ 県境産廃問題に関する第3回報告会を開催しました
- ④ 県境不法投棄問題に関する研究成果中間報告書を掲載中
- ⑤ 「青森・岩手県境不法投棄廃棄物の低環境影響処理技術に関する研究開発」文部科学省ハイテク・リサーチ・センター整備事業への申請が採択される
 - 青森・岩手県境不法投棄廃棄物問題とは
 - 「循環型社会技術システム研究センター」を設立
 - 文部科学省ハイテク・リサーチ・センター整備事業

平成18年度県境産廃問題に関する報告会を開催しました。

去る3月7日、本学で平成18年度報告会を開催し、自治体など学外関係者66名を含む110名が参加して、各種報告や活発な意見交換を行いました。冒頭、庄谷学長(研究代表者)の挨拶に引き続き、福士より文科省の中間評価結果を示し、概ね合格の評価を得たこと、平成19年度まで国庫補助が継続されることを報告しました。

次いで、青森県県境再生対策室の山田報道監より「現状回復事業の進捗状況と廃棄物本格撤去計画について」と題して基調報告を頂きました。公の多数の場では初の報告であり、本格撤去の具体的な内容など当センターの研究推進にとっても大変参考となる内容でした。

後半は当センターによる研究成果報告で、第1～3研究班の全分野計6件の発表を行いました。テーマは、行政対応と住民意識、ハイテクシステム環境監視、汚染防止対策による水質変化、現場と周辺部の環境調査、廃棄物のコンクリート材料利用、超臨界水によるセルロース連続液化です。今回はいずれも、若手研究者による発表とし、内容も高度かつ斬新なものが多く、活発な質疑・意見交換がなされました。

今年度は研究プロジェクトの最終年度にあたります。地域活性化・振興策の提案なども含め、地域と連携して研究をさらに推進し、文科省への最終報告書提出、最終成果報告会の開催など、研究のまとめに入っていきたいと考えています。

http://www.hi-tech.ac.jp/katsudou/h_kouken_bsa.htm

2007/09/25

八戸工大の社会貢献

2/19 ページ

- 環七の
- 研究開発プロジェクトのあまし
- 産官・自治体、企業、市民とも連携した研究開発
- 研究センターの活動と調査研究内容
 - ・ 講演会の開催
 - ・ 調査研究の企画計画
 - ・ 調査研究の進捗状況



3月7日(水)平成18年度 県境産廃問題に関する研究成果報告会の案内はこちら

2. 「研究成果中間報告書」を発刊しました

本学の循環型社会技術システム研究センターでは、このたび「青森・岩手県境不法投棄廃棄物の低環境影響処理技術に関する研究開発」の成果中間報告書を刊行しました。

本研究開発は、文科省補助によるハイテク・リサーチ・センター整備事業のひとつで、平成15年度から継続実施しているものです。

研究開始から3年経過し、平成17年度には文科省へ「研究進捗状況報告書(中間評価報告書)」を提出したことを機会に、これまでの研究成果をとりまとめたものです。全227ページにわたる膨大な研究資料で、研究成果として数々の論文、研究発表内容等が全文掲載されています。また、本研究では特許出願が6件にものぼっていることが特徴であり、その概要も掲載されています。

主な内容は次のとおりです。

- 1 研究成果中間報告書の発刊に当たって
 - ・ センター長挨拶
 - ・ 研究開発の概要・組織など
- 2 研究発表(雑誌論文)
 - ・ 査読付論文の全文
 - ・ 報文その他論文の全文

http://www.hi-tech.ac.jp/katsudou/h_kouken_bsa.htm

2007/09/25

- 3 研究発表(学会発表等)
- ・国内外各学会発表の講演概要集等の全文
- 4 知的財産(特許出願状況)
- ・出願特許の概要(計6件)



本報告書はすでに、学内はもとより関係機関(国、県、市町村、教育関係ほか)に送付済みです。なお、残部少数ですが、御希望の方は本学改革室へ御連絡・相談ください。

(研究センター会議副議長・土木工学専攻主任教授 福士憲一 記)

- 県境産廃の研究成果6件 八工大が特許出願(東奥日報)
- 県境産廃の”今”ネットで公開へ(東奥日報)
- 産廃現場 カメラ画像・センサーデータ公開へ(八戸工業大学)

3. 県境産廃問題に関する第3回報告会を開催しました

平成17年8月27日、田子町中央公民館で研究成果報告会を開催しました。(案内ポスター参照)学外79名、学内26名の計105名もの参加者があり、盛況のうちに終了しました。(新聞報道記事参照[デリー東北]・[東奥日報])

http://www.hi-tech.ac.jp/katsudou/h_kouken_bsa.htm

2007/09/25



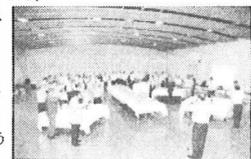
今回は、第1回(平成15年、青森市)、第2回(平成16年、八戸市)に続いて開催されたものですが、これまでとは異なり、地元田子町の方々へと広く意見交換をすることに重点をおきました。

学長挨拶の後、研究報告(PDFファイル)を受けて、約1時間にわたって活発な意見交換を行い、増田学長補佐によるまとめを行って閉会しました。意見交換の内容については、質疑応答概要(PDFファイル)を御覧ください。当研究センターとしては、これらの貴重な御意見を参考に、今後とも県境不法投棄問題の解決支援に取り組んでいきます。



なお、報告会の内容については、当日の参加者にアンケートをお願いしました。その結果は、報告内容がわかりやすかった(79%)、満足した(69%)、今後も報告会を期待している(97%)ということで、おおむね好評でした。

報告会終了後には、初の試みとして交流会も開催しました。田子町の松橋町長さんほか学外33名、学内24名の計57名が参加し、さらに活発な意見交換と交流を行うことができました。テーブルには、田子特産のニンニク、牛肉、酒まんじゅうなどの御馳走が並び、大変おいしくいただきました。この安全でおいしい素晴らしい食べ物を守るためにも、県境問題を一刻も早く解決しなければ・・・、この思いをさらに強くしたところです。以上、開催にあたって御協力をいただきました田子町の方々へ厚く御礼申し上げます。研究センターとしては、今後もこのような報告会や交流会を開催する予定です。御期待ください。(福士憲一 記)



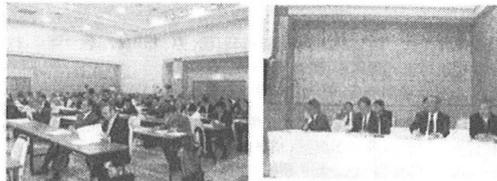
http://www.hi-tech.ac.jp/katsudou/h_kouken_bsa.htm

2007/09/25

4. 県境不法投棄問題に関する研究成果中間報告書を掲載中

八戸工業大学では、大きな社会問題になっております青森・岩手県境産業廃棄物不法投棄問題に関する研究開発を目的に、平成15年4月大学院および異分野融合科学研究所の教員で組織する「循環型社会技術システム研究センター」を設立し、循環型社会技術システムおよび現地再生・地域活性化策、環境モニタリング・汚染拡散防止の技術とシステム、廃棄物再資源化の技術とシステムの研究開発に目下取り組んでいるところです。

12月15日、当研究センターでのこれまでの研究成果について報告するため、中間報告会を開催しました。詳しくは報告書(PDF)をご覧ください。



- 表紙
- ハイテクリサーチセンター第二回報告会に寄せて
学長・研究センター会議議長(研究代表) 高橋 崇吉
- 目次
- 研究の概要と進捗状況
大学院土木工学専攻・研究センター会議副議長・教授 福士 憲一
- 第一研究班報告「循環型社会技術システムおよび現地再生・地域活性化策の提案」
リスク管理手法による田子町の住民意識調査
異分野融合科学研究所・助教授 岩村 満 他2名

http://www.hi-tech.ac.jp/katsudou/h_kouken_bsa.htm

2007/09/25

八戸工大の社会貢献

6/19 ページ

県内の処理施設と処理技術の現状

異分野融合科学研究所・教授 大津 正道
廃棄物処理とその後の環境再生を視野に入れた提案
大学院機械システム工学専攻・教授 岡村 隆成

- 第二研究班報告「環境モニタリング・汚染拡散防止の技術とシステム」
リモートセンシングによる現場およびその周辺環境観測
大学院電気電子工学専攻・教授 藤田 成隆 他7名
現場周辺部の水質評価および微量化学物質の分析
大学院土木工学専攻・教授 福士 憲一 他1名
現場周辺水系採取水試料中の微量有害金属元素分析
異分野融合科学研究所・教授 村中 健 他2名
現場周辺の細菌叢構造変化
大学院機械システム工学専攻・教授 奥田 慎一 他2名
汚染状況モニタリング技術の開発
大学院土木工学専攻・教授 熊谷 浩二 他2名
- 第三研究班報告「廃棄物再資源化の技術とシステム」
超臨界水ガス化法による廃棄物の分解
大学院機械システム工学専攻・教授 岡村 隆成 他4名
廃棄物の建設材料への利用
大学院土木工学専攻・教授 庄谷 征美 他3名

日時:	平成16年12月15日(水)13:30~16:30(受付13:00開始)
場所:	八戸地域地場産業振興センター(ユートリー)(八戸市一番町一丁目9番22号 0178-27-2327)
参加費:	無料

プログラム



http://www.hi-tech.ac.jp/katsudou/h_kouken_bsa.htm

2007/09/25

Ⅱ. 研究成果の詳細

1. 循環型社会技術システムおよび現地再生・地域活性化策の提案

青森・岩手県境の不法投棄問題の解決にあたっては、技術的な検討・支援のほかに、ソフト面からの調査分析と提案が必要である。

そこで本研究では、次の2点を目的として住民に対する意識調査や企業に対する聞き取り調査等を行うこととした。

- 1) リスク管理手法を用いて地域住民にアンケートや聞き取り調査を行い、不法投棄問題の原因分析を行い、風評被害防止策、地域再生振興策、原状回復の方策などを提案すること。
- 2) 地域活性化の方向を循環型社会の構築という観点から提起するために、青森県南地域の事業所への聞き取り調査などを通して、地域社会の環境を活かしつつ広く県南の産業構造の再配置をも視野に入れた地域活性化策を提起すること。

1-1 リスク管理手法による住民意識調査と原状回復・地域再生策の検討

1-1-1 県境不法投棄事案に対する行政の対応が住民意識に与える影響の分析

(1) 研究の背景と目的

廃棄物処分場建設等の行政施策を円滑に進めるためには、地域住民とのコミュニケーション・合意形成が重要である。近年、地域のまちづくりや「迷惑施設」建設など、住民との合意形成が必要な事柄に対して、様々な手法が用いられるようになってきた。例えば、行政と住民が議論するワークショップ、公共政策の意思決定過程に住民を参加させるパブリックインボルブメント、条例を制定しようとする場合に住民意見を募集するパブリックコメントなどである^{1) 2)}。しかし、このような合意形成手法については、開催時期や実施方法等について課題が残されており、合理的な手法は未だ確立されていない。

廃棄物処分場に関する事案に対しても、行政と住民との合意形成手法に関する研究が進められている³⁻⁷⁾。これらの研究のほとんどが、廃棄物問題に関して住民との合意形成手法を確立するためには、住民の意識に与える種々の要因について分析・把握することが重要であることを指摘している。そこで本研究では、住民の意識変化と行政の対応手法の関係について検討するため、青森・岩手県境不法投棄事案⁸⁻¹³⁾を対象とし、次の観点から現場周辺の住民に対してアンケート調査を行った。

- 問題発覚からの行政対応経緯とそれに応じた住民意識変化に関する時系列的な検討
- 青森・岩手両県の行政対応手法の違いが住民の意識変化に与える影響に関する検討

(2) 調査方法と内容

①住民意識アンケート調査の概要

年表の作成： 各自治体・新聞社のホームページ¹⁴⁻¹⁷⁾や文献¹¹⁾を基に、本問題に対する年表を作成し(図-1)、事業者・青森県・岩手県・住民等に分けて本事案に関連する動向について整理した。なお、本年表はアンケート調査に添付した。

青森・岩手県境廃棄物不法投棄問題の時系列

経過 番号	年月日	事業者の動き	県の動き		住民の動き		その他	備考
			青森県	岩手県	田子町	二戸市		
	S56.7.23	青森県から産業廃棄物処分費の計可取得						
	S56.8.10	岩手県から産業廃棄物処分費の計可取得						
	H11.4.19	会社関係者から事業場内での不法投棄、証拠隠滅をしているとの情報あり						
①	H11.11.30						岩手・青森県警察合同捜査本部が産業廃棄物処理違反で強制捜査着手	
	H12.5.24	三栄化学工業株式会社(以下、三栄化学)、鶴岡衛生株式会社(以下、鶴岡衛生)の社長ら5人逮捕					両県警の合同捜査本部が産業廃棄物処理違反で三栄化学、鶴岡衛生の社長らを逮捕	三栄化学・鶴岡衛生は、平成11年4月から11月にかけて、田子町遺跡から二戸市上斗米の原野に、計458回にわたり、木くずや腐プラスチック、金属物などを圧縮処理した産業廃棄物(以下、産廃)約8000トン不法投棄した疑い
②	H12.7.28			岩手県及び二戸市、二戸側の住民説明会開催(第1回)		説明会にて、恒常的に続いてきたとみられる不法投棄の事実から、注意を懸念する声が増次ぐ		説明会にて、産廃今のところ、生活や健康に影響のある物質は出ていないと述べる

図-1 青森・岩手県境不法投棄問題に関する年表の例

アンケート調査票、質問項目： 住民意識に影響を与えたと思われる主要な項目を年表から抽出し、図-2 に示すような調査票を作成した。抽出項目を表-1 に示す。また、図-1 の年表には各項目に対応する番号を最左欄に付している。質問項目は平成 11 年 11 月の問題発覚時からアンケートを実施した平成 18 年 12 月までの 11 項目であり、各時期に青森・岩手県それぞれに対してどのように感じていたかを 5 段階の選択形式により質問した。さらに、1) 居住地域の行政の解決方針に納得した時期とその理由(現在も納得していない場合にはその理由)、2) 特に考えが変化した時期や出来事および印象に残っていること、の 2 点について自由記述欄を設けた。また、回答者の属性のほか、参考までに廃棄物撤去後の環境再生・地域活性化・跡地利用に関する意見を自由記述により質問した。

表-1 不法投棄問題に対する行政の主な対応

日時	項目 No.	出来事
平成 11. 11	1	問題発覚
平成 12. 7 平成 13. 2	2	岩手県、第 1 回住民説明会 青森県、第 1 回住民説明会
平成 14. 3	3	青森県、現地封じ込めを表明 岩手県、原則撤去を表明
平成 14. 6 平成 14. 7	4	両県合同検討委員会 両県合同住民説明会
平成 15. 8	5	青森県知事が全量撤去方針表明
平成 16. 3 平成 16. 5	6	青森県仮設浄化プラント稼働 浸出水処理施設工事開始
平成 16. 8~12	7	廃棄物の撤去開始
平成 18. 9	8	岩手県が推定量修正
平成 18. 9	9	青森県が廃棄物本格撤去計画書(案)発表
平成 18. 12	10	今現在(アンケート実施時点)

アンケート調査票

以下の質問に対して、あてはまるものに○を付けてお答え下さい。

I. 自治体の対応に対する意識の変化についてお尋ねします。

I-1 下に挙げた時点での青森県および岩手県の対応に対してどのように感じていましたか。

	年表 との 対応		分から ない	良い	やや 良い	普通	やや 不満	不満
問題発覚 (H11.11.)	1	青森	0	1	2	3	4	5
		岩手	0	1	2	3	4	5
第1回住民説明会開催 岩手県 (H12.7) 青森県	2	青森	0	1	2	3	4	5
		岩手	0	1	2	3	4	5
青森県「現地封じ込み案」を 表明、岩手県が原則撤去表	3	青森	0	1	2	3	4	5
		岩手	0	1	2	3	4	5

図-2 アンケート調査票

アンケートの対象： 現場周辺の青森県田子町、岩手県二戸市の住民を電話帳からランダムにそれぞれ300件ずつ抽出した。調査票は年表と共に平成18年12月20日に郵送し、回答期限を12月31日までの約二週間と設定した。回収数は76件、回収率は青森県田子町10.3%、岩手県二戸市14.7%であった。

②回答者の個人属性

図-3(a)に回答者の年齢分布を示す。対象者を電話帳から抽出したため、送付先は主に世帯主宛となっており、回答者は50代以上の割合が85%を占めている。

図-3(b)は性別の分布であり、約9割が男性であった。

図-3(c)は回答者の職業分布を示している。就業者が66.7%、無職が33.3%であり、農業従事者が26.7%と最も多く、本地域の特徴が現れている。

図-3(d)は回答者の居住地域分布を示しており、回答者の4割が青森県側、6割が岩手県側に居住している。本研究の主目的は両県の行政対応の違いとそれによる住民意識の関係を検討することであるが、回答者の居住地域分布について両地域で極端な差は無く、以下の分析には十分なものと言える。

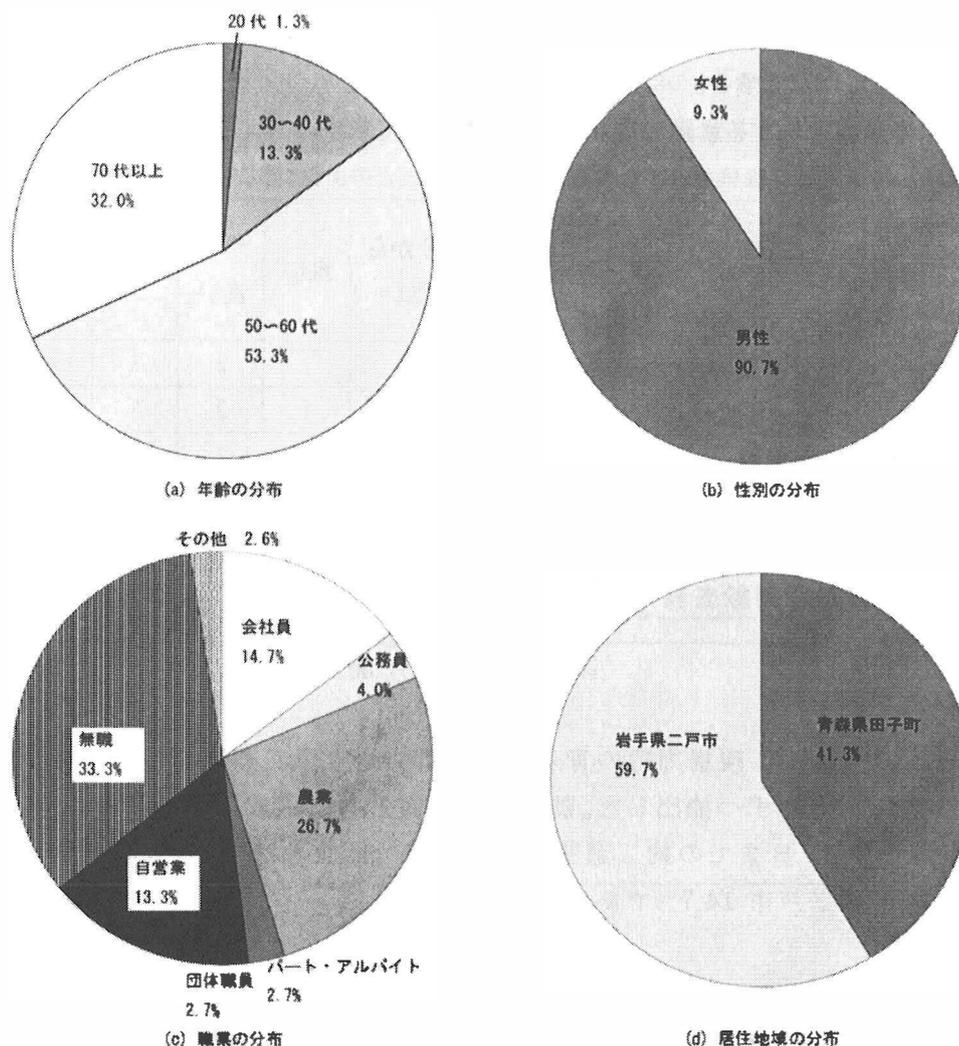


図-3 回答者の属性

(3) 調査結果と考察

①行政の対応に対する住民意識の変化

表-1 に示した本事案の主要項目における住民意識の調査結果について、青森県、岩手県それぞれに対する結果を図-4 と図-5 に示す。図の縦軸は表-1 に示した項目 No.を示しており、横軸は回答率である。各項目の結果をまとめ、考察を加えると次のようになる。

項目 No.1： 問題発覚時の住民の行政に対する評価である。発覚時には青森県に対して不満傾向が強く、約 70%の住民が不満あるいはやや不満と回答している。一方、岩手県に対しては 35%程度であり、青森県に対するものと比べてほぼ半分程度であった。これは、不法投棄現場を所有し問題を引き起こした事業者の本社が青森県八戸市にあり、青森県が認可した業者であったため、住民の意識には青森県の監督責任に対しての不満が強かったものと考えられる。

項目 No.2： 各県が行った第 1 回住民説明会に対しての質問である。青森県に対しては不満傾向が 6 割を占めているのに対し、岩手県に対する不満傾向は 2 割以下である。これは、岩手県が問題発覚から約 8 ヶ月後に開催したのに対して、青森県はさらに半年後に開催していることが原因と推測される。各県とも問題発覚後に現場の現状について調査を開

始しているが、青森県の方が廃棄物の量が多く深く堆積していたために調査に時間が掛かったといった経緯もある。

2つの行政の対応が住民に見えるため、余計に青森県への不満が大きくなった可能性もあり、この時期の両県の足並みの乱れが主な原因であると考えられる。したがって、可能な限り早期に住民との対話をする機会を作り、対話する姿勢を示すことが周辺住民との合意形成のための第一段階としては非常に重要である。また、調査途中であっても情報を住民に逐次開示していく必要があると考えられる。

項目 No. 3： 不法投棄現場に対する対策を両県が発表した時点である。両県に対する住民意識の差が最も大きく異なっている。青森県は現地封じ込め案、岩手県は原則全量撤去案を表明した。項目 No.5 で青森県が全量撤去を表明した際には、良い傾向が6割以上となっていることから、住民は全量撤去を望んでおり、項目 No.3 の時点では青森県と住民の間には大きな意見の乖離があったと考えられる。逆に岩手県は全量撤去を表明したことで、県の対応に好意的な意見が7割を超えている。方針を正式に表明する前に十分に住民とコミュニケーションを図り、説明をすることが重要であると考えられる。

項目 No. 4： 平成14年6月に青森・岩手両県の合同検討委員会が設置され、翌月には合同の住民説明会が実施された時である。青森県に対する住民の意識は、項目 No.4 において急激に改善し、「良い」とする評価が大幅に増加し、それまで1割に満たなかった「良い」とする評価が3割を超えた。同時に「不満」とする評価は、項目 No.3 の時点では7割に達していたのに対し、この時点では1割以下となっている。

問題発覚時から足並みの乱れが目立っていた二つの行政の施策が統一されたことで、住民意識が大幅に改善されたと考えられる。岩手県への意識は「良い」と評価する人が減少しているが、「不満」とする評価がそれほど

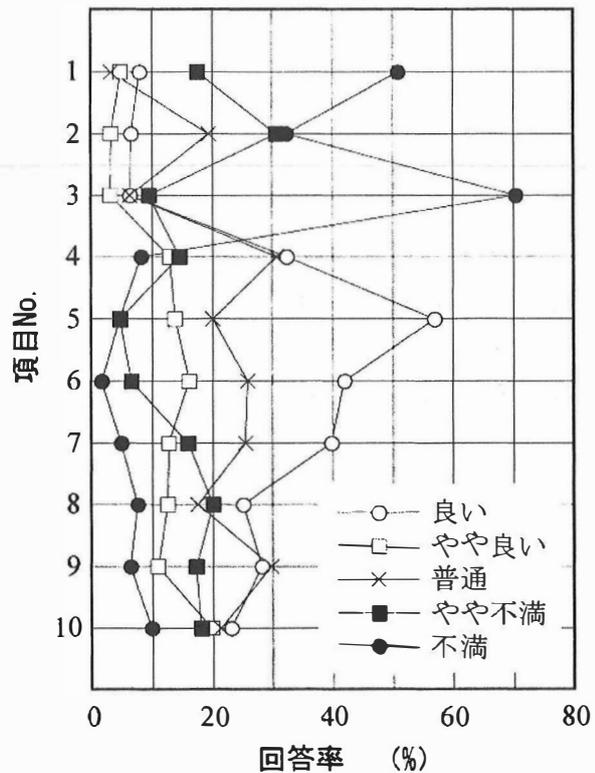


図-4 青森県の対応に対する周辺住民の意識

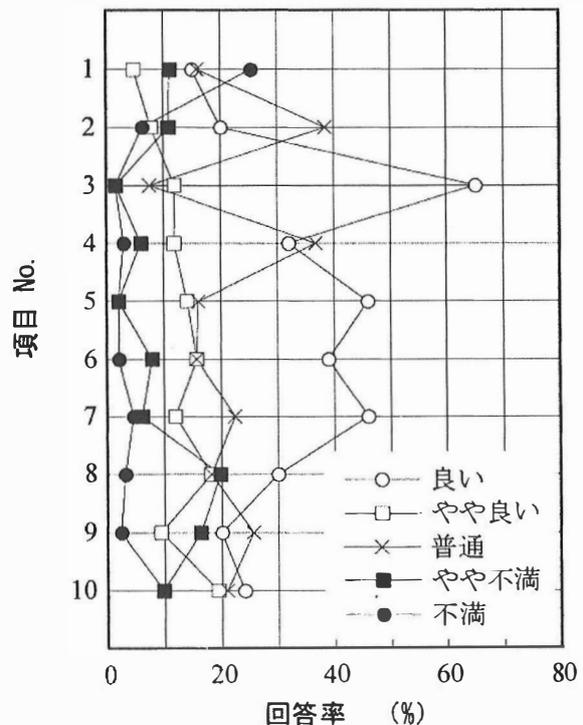


図-5 岩手県の対応に対する周辺住民の意識

増加しておらず、両県の施策の統一化が全体として評価されているといえる。

項目 No.5： 平成 15 年 8 月に青森県知事が不法投棄廃棄物全量撤去の方針を表明した時点である。青森県への評価はこの時点で「良い」とする評価がピークに達している。周辺住民の意見は全量撤去であり、県知事が正式にこれを表明したことで、周辺住民が県の施策を高く評価したことがわかる。

これ以降に関して： 両県ともに良い評価の割合が不満とする評価より多くなっている。現在は住民の両県に対する不満は 30%程度以下といえる。ただし、青森県に対する方が現在でも若干不満傾向にあり、項目 No.3 での現地封じ込め案発表による信用低下が、4 年以上経過した現在の評価にまで影響していると思われる。岩手県の対応に関しては、迅速に説明会を開催し早期の段階で住民の望む全量撤去を表明したことにより、青森県に比べて不満は少なく、良い傾向になっていると思われる。特に、項目 No.8 は岩手県が廃棄物の推定量を修正した時点であるが、岩手県に対する「不満」とする評価はそれほど増加していない。

「良い」とする評価の方が 3 割程度あり、大幅に上回っている。問題発覚の初期段階から迅速に住民との意見交換を行い、住民の意見を反映させた「全量撤去案」を打ち出したことで、住民の岩手県の施策を評価する意識が強く、その後も高い評価を保っていると考えられる。

項目 No. 6 仮設浄化プラント稼働および項目 No.7 撤去開始： 「良い」とする評価が 4 割以上を保っているが、項目 No.7 の時点実際に撤去が開始されると青森県に対しての「やや不満」が 1 割程度増加している。これは、自由記述欄に「ゴミを運ぶトラックの数が減らない」との回答が複数あり、撤去を行う際に廃棄物運搬用のトラックが青森県田子町中心部付近を通過することにより周辺住民に多少の不満があると推測される。方針を決定する以前に「全量撤去」や「現地封じ込め」といった案について十分に住民が理解できていなかった可能性もあると考えられる。

最後に、青森県田子町と岩手県二戸市の住民が自分の居住する県に対する評価について分析した結果をそれぞれ図-6 と図-7 に示す。自分の居住する県に対する評価と全体の評価において若干の違いが現れたのは青森県に対する田子町

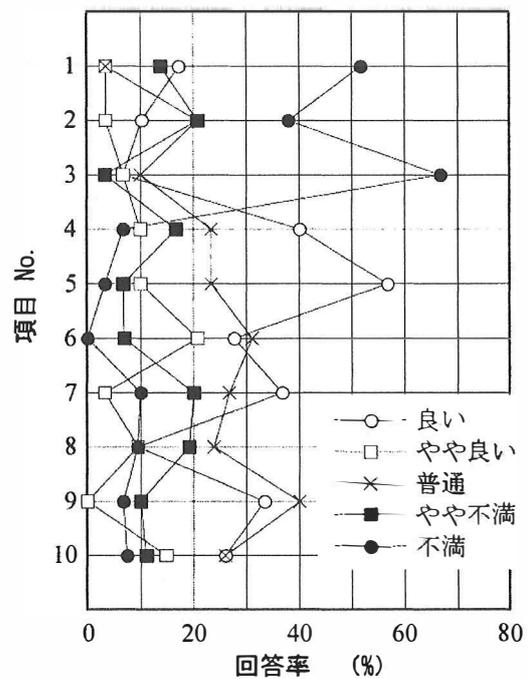


図-6 青森県の対応に対する田子町住民の意識

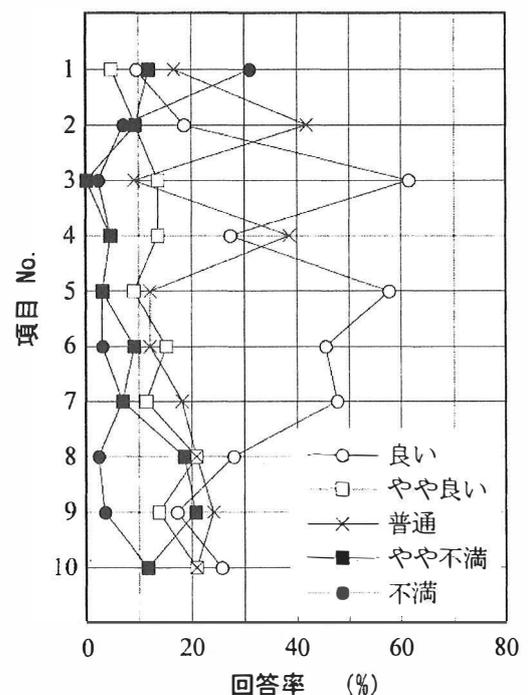


図-7 岩手県の対応に対する二戸市住民の意識

住民の評価である。田子町側の住民だけの青森県に対する評価を抽出すると、より敏感に反応していることがわかる。特に自分が居住する青森県の対応については、より多くの不満を抱いているように感じられる。岩手県に対する二戸市住民の評価については特に全体の評価と比べて違いが見られない。

②不法投棄問題の解決方針に対する自由記述

本調査では、次の2点について自由記述により質問も行っている。

1) 居住地域の行政の解決方針に納得した時期とその理由(現在も納得していない場合にはその理由): 回答結果を整理して表-2に示す。両県とも約45%が無回答であったが、回答したうちの約7割は自分の居住地域の行政の解決方針に現在は理解を示している。また、ここでも青森県より岩手県の方が住民の理解が得られており、回答した人の9割以上は納得している。一方、納得していない理由としては、特に青森県に対して問題発覚が遅すぎるといった点が表面化した平成11年以前の行政に対する不満や、行政の対応の遅さを指摘する声が多い。岩手県に対しては少数意見であるが、税金を使って全量撤去することに反対する意見もある。

表-2 現在の行政に対する意識とその理由

現在の意識	居住地域	回答率	主な理由
納得していない	青森県	19.4%	<ul style="list-style-type: none"> ・問題の発覚自体が遅すぎる ・対応が遅すぎる ・県には納得しているが田子町に不満 ・トラックの数が減らず時間が掛かりそう
	岩手県	6.8%	<ul style="list-style-type: none"> ・全量撤去に反対、事業者の責任で撤去すべき ・対応が遅すぎる
納得した	青森県	35.5%	<ul style="list-style-type: none"> ・県の努力が分かるから ・両県が方針を一致させ国(環境省)を動かしたから ・全量撤去の方針を示したから
	岩手県	47.7%	<ul style="list-style-type: none"> ・両県が方針を一致させ国(環境省)を動かしたから ・全量撤去の方針を示したから ・県の方針が一貫している
無回答	青森県	45.1%	-
	岩手県	45.5%	-

納得した人の主な理由はほぼ両県に対して共通であり、県が全量撤去を表明したからが最も多い。両県が方針を一致させたことを理由として挙げる人や、国を動かしたこと(平成15年10月に国が本事案に対する基本方針を表明)を評価する声も多い。これらは、前述の住民意識の変化結果とも合致している。また、青森県の努力を評価する意見や岩手県の方針の一貫性を評価する意見もある。納得の時期は、ほとんどが全量撤去を表明した時を挙げている。

2) 特に考えが変化した時期や出来事および印象に残っていること： 行政に対する意見が変化した時は1)の回答とほぼ同様であり、全量撤去表明時が最も多い結果となった。本事案において住民の意見は「全量撤去」であり、その第一歩である撤去表明の時点で住民の考えが変化したと考えられる。なお、本事案に対して印象に残っている出来事として、以下の点があげられている。

- ・不法投棄に関与した事業者社長の自殺
- ・子供の月刊雑誌にこの問題が掲載された
- ・全国的に有名になってしまった
- ・現地見学でひどい状況を目の当たりにした
- ・知事が最終的に全量撤去を表明した
- ・発覚当初の行政の他人事のような説明
- ・住民が反対している封じ込め案を突然提示した

行政の施策は必ずしも住民の意見に沿えない場合もあるが、住民との合意を図るためには計画段階から住民とコミュニケーションを図り、情報の開示・説明を行ってゆくことが必要である。

(4) まとめと今後の課題

本研究では、住民意識合意形成手法に関して実証的なデータを収集することを目的に、2県にまたがる青森・岩手県境廃棄物不法投棄事案を対象として、問題発生から時系列を追った住民意識アンケート調査を実施した。2県に跨る実際の事案を対象とした貴重なアンケート調査の結果、以下の点があらためて実証された。

- ① 問題発覚直後あるいは計画段階等の早期の行政の対応が重要であること
- ② 計画を正式に発表する前に住民とのコミュニケーションが重要であること
- ③ 住民の行政に対する不信感は簡単には回復しないこと
- ④ 行政が複数に跨るような事案については、行政が早急に意思統一・足並みを揃える必要があること

現在では、問題が発覚した当時と比べて行政の対応が住民に評価されつつある。しかし、青森県の「現地封じ込め案」のように一度でも住民に支持されない対応をした場合、行政が住民の信頼を取り戻すのは難しく、長期に亘ってこの影響が及んでいる。住民に対して迅速に対応し、情報を開示することやコミュニケーションを密にとることが重要であり、住民の理解を得るきっかけにもなるのではないかと考えられる。

なお、本研究の内容は、矢澤一樹・金子賢治・福士憲一・熊谷浩二の連名で廃棄物学会論文誌に投稿中であることを付記する。

参考文献

- 1) 土木学会誌編集委員会編：合意形成論 総論賛成・各論反対のジレンマ、土木学会、(2004)
- 2) リスク研究学会編：リスク学事典、TBSブリタニカ、(2000)
- 3) 松藤敏彦、ベンノ・ラバディアン、藤本有華、田中信壽：廃棄物焼却施設・埋立地に対する住民の意識と建設反対の要因、廃棄物学会、第16巻、第3号、pp.232-243(2005)
- 4) 松藤敏彦、藤本有華：廃棄物処理施設周辺住民の反対理由に関するヒアリング調査分析、廃棄物学会論文誌、第18巻、第6号、pp.400-409(2007)
- 5) 秋山貴、原科幸彦、大迫政浩：廃棄物処理施設に対する住民の迷惑感と距離の関係：

- 廃棄物学会論文誌、第 16 巻、第 6 号、pp.429-440 (2005)
- 6) 笹尾俊明、柘植隆宏：廃棄物広域処理施設の設置計画における住民の選好形成に関する研究、廃棄物学会論文誌、第 16 巻、第 4 号、pp.256-265 (2005)
 - 7) 日本リスク研究学会：日本リスク研究学会第 18 回春期講演シンポジウム演論予稿集「廃棄物処理と住民参加型リスクマネジメント」、(2005)
 - 8) 鎌田啓一：青森・岩手県境不法投棄事案に対する青森県の取り組み、廃棄物学会誌、第 18 巻、第 2 号、pp.90-96 (2007)
 - 9) 滝川義明：青森・岩手県境不法投棄事案への岩手県の取り組み、廃棄物学会誌、第 18 巻、第 2 号、pp.97-102 (2007)
 - 10) 青山和史：不法投棄対策における土木技術の現状と展望、廃棄物学会誌、第 18 巻、第 2 号、pp.103-109 (2007)
 - 11) 岩手県資源循環政策研究会：青森・岩手県境産業廃棄物不法投棄事件、第一法規株式会社、(2003)
 - 12) 佐々木秀幸・藤原忠司・小山田哲也・平野高広・菅原龍江・白藤裕久・八重樫貴宗：岩手・青森県境不法投棄物を溶融したスラグの骨材としての特性、コンクリート工学年次論文集、Vol. 28、No. 1、pp. 107-112、(2006)
 - 13) 笹尾俊明：青森・岩手県境産廃不法投棄現場の環境再生に関する社会経済的評価、環境経済・政策学会年報、第 10 号 (環境再生)、46-59、(2005)
 - 14) 青森県県境再生ホームページ：<http://www.kenkyo.pref.aomori.jp/>
 - 15) 岩手県産廃対策室ホームページ：
<http://www.pref.iwate.jp/hp0315/haikibutu/tokubetutop.htm>
 - 16) 田子町ホームページ：田子の声、<http://www.takkonokoe.jp/index.html>
 - 17) デーリー東北新聞社ホームページ：地域特報版県境産廃事件、
<http://www.daily-tohoku.co.jp/>

1-1-2 青森・岩手県境不法投棄現場の跡地利用・地域再生の検討

(1) 研究の背景と目的

廃棄物不法投棄現場の復旧作業終了後、有効かつ地域住民が納得する跡地利用案を策定・実現することは、不法投棄問題における重要な課題の一つである。そこで、不法投棄現場復旧後の跡地利用計画作成に対して有用な住民の選好といった情報を把握するため、青森・岩手県境産業廃棄物不法投棄現場¹⁻⁶⁾を対象として跡地利用計画について検討する。なお、本現場の跡地利用については、全量撤去・原状回復作業が終了次第開始される予定となっており、具体的には現在計画中である。

本研究ではまず、①現場周辺地域の住民に対して原状回復・環境再生・地域活性化に関する自由記述形式の住民意識調査を実施し、周辺住民の望む撤去作業終了後の跡地利用案を大まかに把握した。次に、この結果から、②代表的かつ実現の可能性の高い幾つかについて跡地利用計画案を作成し、費用および利点等についても示した上で、再度周辺住民および両県を代表する市の住民に対して跡地利用選好調査を実施し、住民の望む跡地利用計画について検討した。

(2) 調査方法と内容

①住民意識調査（事前の概要把握）

原状回復・環境再生・地域活性化に関する現場周辺住民の意識調査を実施し、住民の望む跡地利用案について概要を把握した。本調査は、不法投棄現場周辺地域の住民意識変化を検討するアンケート調査⁷⁾の一部として行った。（1-1-2節参照）質問は自由記述形式とし、「県境不法投棄現場の原状回復・環境再生・地域活性化に関してご意見等ございましたら、以下にご記入をお願いします。」とした。

意見を整理した結果を表-1に示す。不法投棄現場周辺の住民の意見を大別すると、「自然復元」「廃棄物処理施設」「啓発施設」「複合施設」となる。それぞれの具体的な記述内容は表中に示す通りである。また、具体的な意見は記述されていないが、安心・安全な地造成りや両県が協力して取り組むべきこと等も指摘されている。

表-1 周辺住民の跡地利用に関する主な意見

跡地利用案分類	記述内容
自然復元	<ul style="list-style-type: none"> ・広葉樹の山を作り、きれいな水を熊原川に流し、水害のない河川にする ・現場は山林にして下さい ・落葉広葉樹の自然林として再生してほしい ・美しい自然を戻し、子孫に残してやりたい ・緑化し自然公園として運用してはどうか
処理施設	<ul style="list-style-type: none"> ・産廃処理工場が稼働できるような施策を実施すべき ・産廃を現地で処理すれば地元から雇用が見込め、地域活性化に繋がる ・現地に処理施設を建て回復処理していく方法が一番よかった

	<ul style="list-style-type: none"> ・現地に大処理工場を施設し、永続的に操業した方がよい
啓発施設	<ul style="list-style-type: none"> ・地元でも常に関心を持ち続ける様な工夫がほしい ・森林公園を作り、「環境破壊の戒め」とする施設を作る ・今後の戒めにしてもらいたい
複合施設	<ul style="list-style-type: none"> ・環境改善への指針となるクリーンセンター等の施設を運営し、二度と繰り返さないよう施設と併用させる ・ミニゴルフ場等を作ることで自然と融合しながら健康増進を図る
その他の復旧後に対する意見	<ul style="list-style-type: none"> ・安心して住める町にしてほしい ・住民の健康に害のないようにしてほしい ・風評被害等農業に影響がでないように ・環境再生事業は、両県一体で取り組む必要(現場はひとつ) ・岩手・青森両県ともこの負の遺産を負い目に感じることなく、両県民が他の県民にこの経験を活かして廃棄物や環境について胸を張って「我が県は環境の先進県である。」と言えるような施策、情報発信をお願いしたい

②跡地利用選好調査（本研究による詳細調査）

調査の概要： 上記①の結果から跡地利用案を選抜して利用計画を作成した。作成した計画の概要は表-2のとおりである。表中に示した費用額は、各計画の面積や容積などを考慮して費用を概算し、これを青森県と岩手県の県民一人あたりの金額で示している。なお、廃棄物処理場や環境教育施設については、建設後の維持費・便益等は考慮していない。また、各計画に要する費用は既存の類似の施設の実績を考慮して概算した。

表-2 各跡地利用計画の概要

計画 NO..	計画案	条件
(a)	更地	面積 27 万、費用額 0 円
(b)	植林	面積 27 万、費用額 20 円
(c)	中規模公益廃棄物処理施設	面積 9 万、容積 12.7 万、費用額 530 円
(d)	小規模公益廃棄物処理施設	面積 5.2 万、容積 6.9 万、費用額 250 円
(e)	小規模環境教育施設	面積 0.22 万、費用額 250 円
(f)	中規模環境教育施設	面積 0.5 万、費用額 400 円
(g)	複合施設	廃棄物処理場と環境教育施設等の組み合わせ
	複合施設 A	(c)と(e)の複合施設
	複合施設 B	(d)と(e)の複合施設
	複合施設 C	(c)と(f)の複合施設
	複合施設 D	(d)と(f)の複合施設

アンケート調査票： 各計画の概要および良い点・悪い点等の説明文を加えて作成した。図-1 に計画(a)を例として設問を示す。(a)～(g)の各計画のそれぞれについて、このような5段階選択式により質問した。また複合環境施設については、表-2 に示したように組み合わせを変え、最も良いと思うものを選択してもらうこととした。さらに、回答者の属性に加えて、1) 跡地利用計画への意見、2) 原状回復・環境再生・地域活性化への意見を自由記述により質問した。

1-1 下記の跡地利用案に対してどのように感じますか、あてはまるものに○を付けてお答え下さい。

(a) 更地 (面積 27 万㎡、費用負担額 0 円)

不法投棄廃棄物の全量撤去と処理施設の撤去後、掘削地に盛土をして平地にし、そのまま放置するとします。費用がほとんどかからず、時間をかけて自然に回復すると考えられます。ただし、地域振興に対するメリットは何もありません。

1. 非常に良い 2. 良い 3. 普通 4. 悪い 5. 非常に悪い 6. わからない

図-1 跡地利用計画に関する設問例

調査票は、現場周辺地域の住民（田子町、二戸市）、各県を代表する市の住民（青森市・八戸市・盛岡市）を対象とし、電話帳から抽出した田子町約 250 件、二戸市約 340 件、青森市・八戸市・盛岡市に各 600 件の合計 2390 件に送付した。調査期間は H20 年 1 月 16 日～1 月 31 日とした。

回答者の個人属性： 回収量は全体で 601 件、回収率は約 25%であった。図-2 に回答者の個人属性分布を示す。年齢の分布は、図-2(a)のように 20 代が非常に少なく、50 代以上で 85%以上を占めている。居住地域の分布は、図-2(b)のように八戸市と盛岡市が約 23%を占め、青森市 17%、二戸市と田子町が約 10%であった。なお、その他の地域が若干あるが、転居にともない対象地域外になった住民に転送されたものと考えられる。

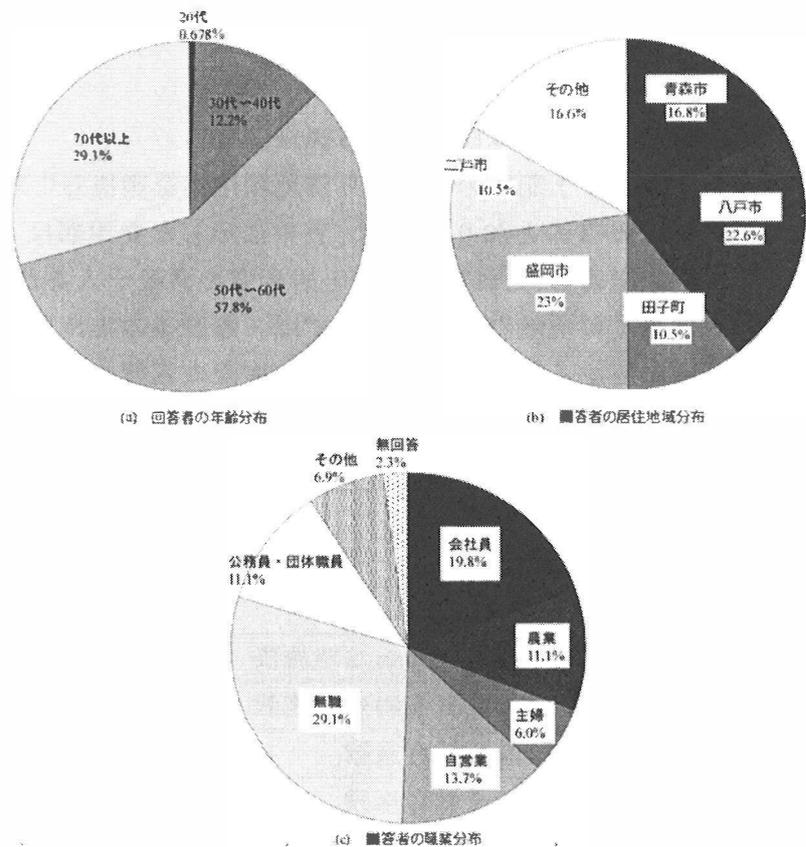


図-2 跡地利用選好調査の回答者の属性

図-2(c)は職業構成を示しているが、会社員が約 20%、自営業が 13.7%、農業が 11.5%などとなっている。また、高齢の回答者が多いこともあって、無職の回答者が約 30%を占めた。

(a)の更地にする計画より少なく、調査前の予想と大きく異なる結果となった。周辺環境に適切に配慮し、周辺住民に十分な説明を行うことで、廃棄物減量化等のための施設や処分場を建設する計画が住民に受け入れられる可能性を示唆している。

計画(e)、(f)に対して： 不法投棄資料館や公園、リサイクルプラザ、廃棄物処理施設などを併設した環境教育施設を提案するものである。計画(e)の小規模施設の方に好意的な評価を示す人が多い。(e)が良いと回答は約47%であり、このような施設に対して賛成の意見は多い。ただし、さほど規模の大きくない施設が望まれている。

計画(g)に対して： 複合施設建設の案で、約35%の人が賛成している。(前掲図-4参照) 回答者全体の評価は、中規模廃棄物処理施設と小規模環境教育施設を併設した複合環境施設Aを最も支持する人が多く、上記の設問による結果とほぼ同様の回答となっている。

②跡地利用計画に対する居住地域別の評価

現場周辺地域（田子町・二戸市）と各県を代表する市（青森市・八戸市・盛岡市）との違いについて検討した。図-5に現場周辺地域、図-6に各県代表の住民の評価結果を示す。

全体として： 現場周辺に比べて、各県代表住民の方が本研究の跡地利用計画に対して全体的に好意的な評価が多い。ただし、(b)植林案、(c)中規模公益廃棄物処理場案、(e)小規模環境教育施設案に対して「非常に良い」あるいは「良い」と回答した人の比率について、下記のように差がある。

計画(b)植林案に対して： 現場周辺地域が約62%、各県代

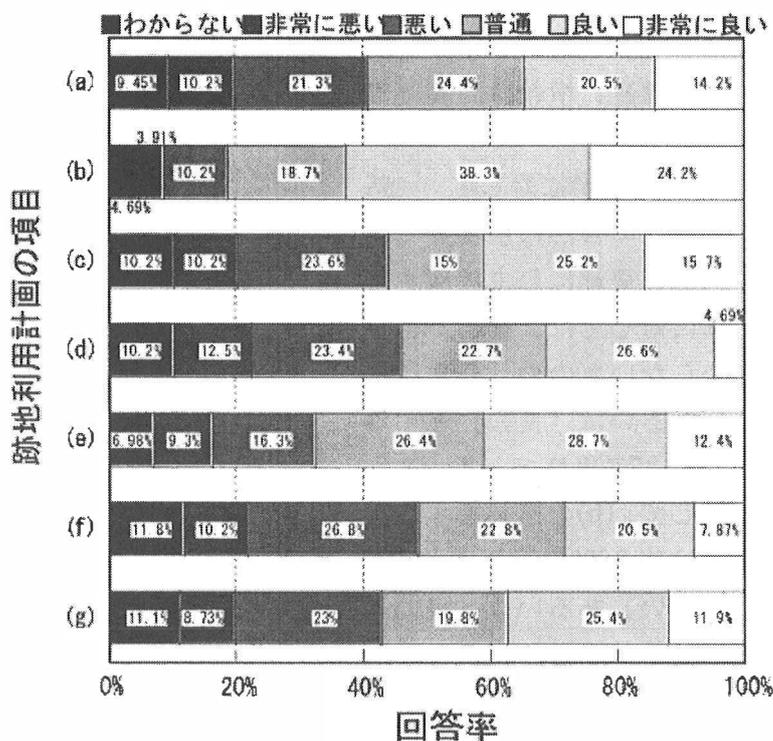


図-5 現場周辺地域住民の評価

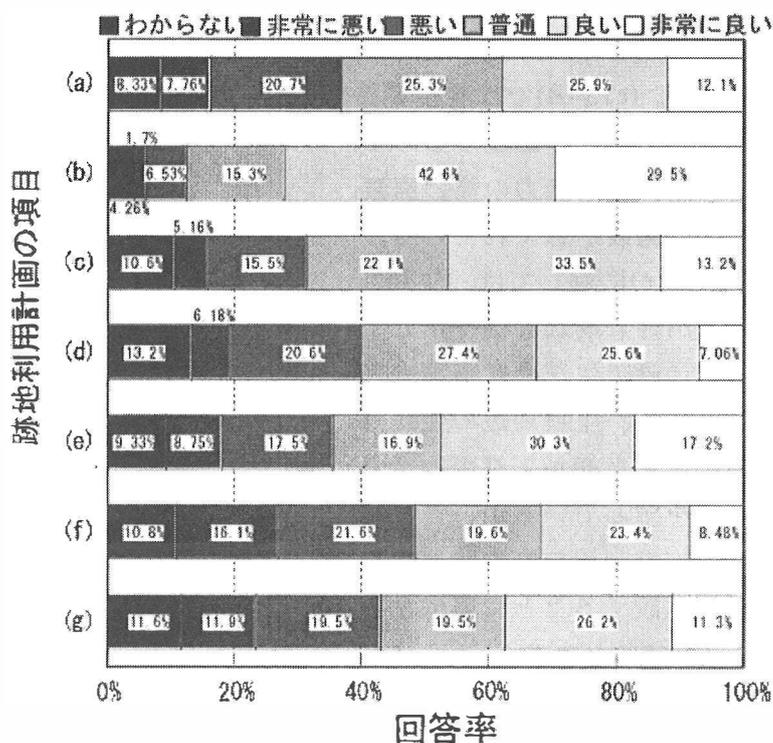


図-6 各県を代表する市の住民の評価

表地域が約72%となっている。現場周辺には林業関係者がいるにも関わらず、各県代表地域よりも少なくなっている。現場周辺地域には、植林後の維持管理など植林に対して比較的詳しい人が逆には多いためではないかとも考えられる。

計画(c) 中規模廃棄物処理場案に対して： 現場周辺地域が約41%で、各県代表地域は約47%と差がややある。また、計画(e)小規模環境教育施設案についても現場周辺地域が約41%、各県代表地域で約48%となっている。青森市、八戸市、盛岡市の住民にとっては処理施設等建設によるメリットはほとんど考えられないが、負担額が最も多い計画(c)に対しても賛成の意見が多い。県全体の問題として捉えており、金銭的負担にも係わらず現地再生に協力的であることは注目される。

複合環境施設に対して： 現場周辺地域では複合環境施設 A（中規模公益廃棄物処理場と小規模環境教育施設の組み合わせ）、および複合環境施設 B（小規模公益廃棄物処理場と小規模環境教育施設の組み合わせ）の評価に比較的差はない。各県代表地域は複合環境施設 A が多くなっている。

③跡地利用計画に対する職業別の評価

会社員と農業従事者の評価について図-7、図-8 に示す。両図の比較から、計画(b)植林案と計画(c)中規模公益廃棄物処理場案について、「非常に良い」あるいは「良い」と回答した人の比率に差がある。

計画(b)植林案に対して： 会社員の「良い」とする評価が約67%であり、回答者全体の評価と同様である。これに対して、農業経営者では約73%となっている。農業にとっては周辺の自然環境が非常に重要であるため、植林案賛成への比率が高いものと考えられる。

項目(c) 中規模廃棄物処理場案に対して： 賛成者は会社員が約47%、農業経営者が約33%となっ

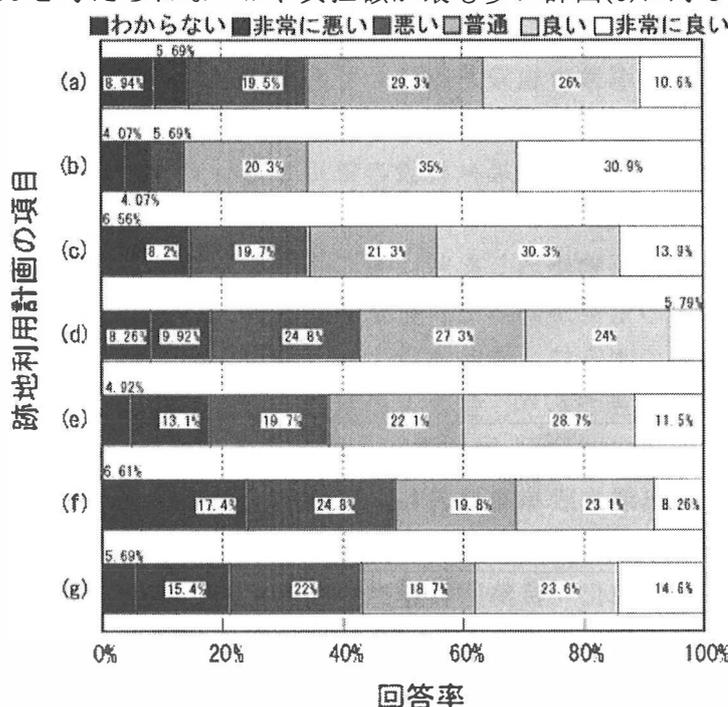


図-7 跡地利用計画に対する会社員の評価

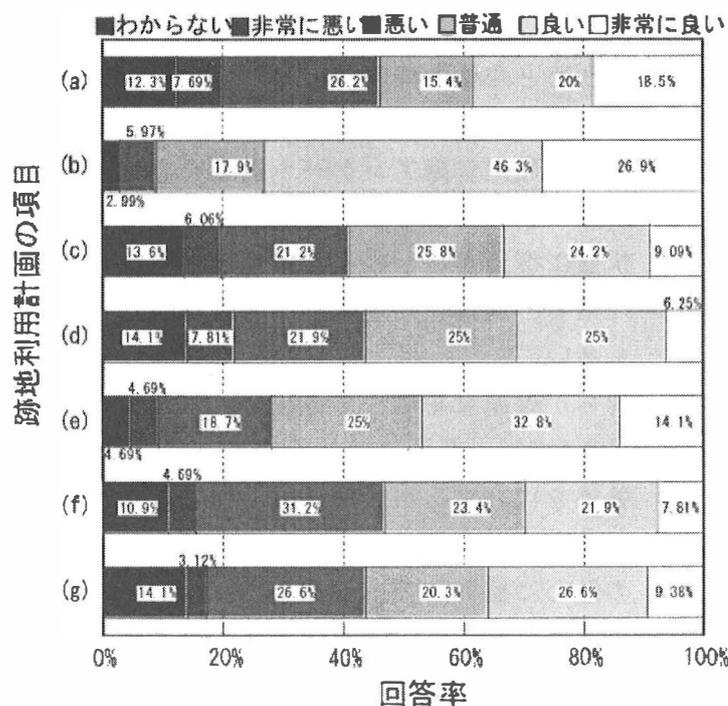


図-8 跡地利用計画に対する農業従事者の評価

ており大きな差が生じている。上記と同様に、廃棄物処理場の建設により周辺の自然環境への影響について懸念を示しているものと考えられる。前述のように、廃棄物処理場等を建設する場合には、地下水や土などの安全性について農業従事者の不安を解消することが周辺住民の合意を得るための鍵となる。

④自由記述欄への意見

1) 跡地利用計画に関する意見

- ・ 廃棄物処理施設を建設すべきではない
- ・ 環境教育施設を運営しても集客が望めるのは始めだけ
- ・ 何もしなくて良い
- ・ 健康施設・福祉施設の併用したレクリエーション等が行え、子供たちが利用できる集会施設が良い
- ・ 廃棄物処理した時に生じる熱を利用する生産施設を建設したらどうか

などの意見があった。否定的な意見では、廃棄物処理施設に対するものが最も多かった。前述のように、施設建設には4割以上の人が賛成ではあるものの、強い反対意見があることも事実であり、住民との対話・合意形成が重要となると思われる。

2) 原状回復・環境再生・地域活性化に関する意見

- ・ 処理施設等を建設し、周辺住民を雇用する
- ・ 跡地利用と地域活性化は離して考えるべき
- ・ 緑地化・自然回復等次世代に自然を残すことが必要
- ・ 複合環境施設を建設して地域活性化できれば最も良い
- ・ 農業従事者が安心して安全な農作物を生産・販売できる環境を望む
- ・ 地域を越えた交流の場にする

などの意見があった。

(4) まとめと今後の課題

本研究では、青森・岩手県境廃棄物不法投棄問題を対象として、不法投棄現場の跡地利用案に関する住民意識アンケート調査を実施した。その結果、次の点が明らかとなった。

- ① 周辺の住民および各県を代表する市の住民には様々な意見があり、植林をして元の状態に還元するといった意見が最も多い。
- ② ただし、廃棄物処理施設や教育施設など何らかの施設を建設することに肯定的な人も多い。
- ③ 何らかの施設を建設する場合、中規模の公益廃棄物処理施設や小規模の環境教育施設を併設し、周囲に植林を施すような施設も住民には受け入れられる可能性がある。
- ④ 各県を代表する市の住民は、現場と一定距離があるにもかかわらず、不法投棄問題を県や地域全体のものとして捉えており、ある程度の費用負担があっても現場再生のために協力的であること、跡地に処理施設を建設することに肯定的な意見も多い。

以上、本研究により、今後の不法投棄事案の跡地利用計画に対しても有用な住民の選好意識をある程度把握することができた。

なお、本研究の内容は、矢澤一樹・金田薫・金子賢治・熊谷浩二の連名で廃棄物学会論

文誌に投稿中であることを付記する。

参考文献

- 18) 鎌田啓一：青森・岩手県境不法投棄事案に対する青森県の取り組み、廃棄物学会誌、第18巻、第2号、pp. 90-96 (2007)
- 19) 滝川義明：青森・岩手県境不法投棄事案への岩手県の取り組み、廃棄物学会誌、第18巻、第2号、pp. 97-102 (2007)
- 20) 青山和史：不法投棄対策における土木技術の現状と展望、廃棄物学会誌、第18巻、第2号、pp. 103-109 (2007)
- 21) 岩手県資源循環政策研究会：青森・岩手県境産業廃棄物不法投棄事件、第一法規株式会社、(2003)
- 22) 佐々木秀幸・藤原忠司・小山田哲也・平野高広・菅原龍江・白藤裕久・八重樫貴宗：岩手・青森県境不法投棄物を溶融したスラグの骨材としての特性、コンクリート工学年次論文集、Vol. 28、No. 1、pp. 107-112、(2006)
- 23) 笹尾俊明：青森・岩手県境産廃不法投棄現場の環境再生に関する社会経済的評価、環境経済・政策学会年報、第10号（環境再生）、46-59、(2005)
- 24) 矢澤一樹・金子賢治・福士憲一・熊谷浩二：青森・岩手県境不法投棄事案に対するアンケート調査に基づく住民意識に与える行政の対応の影響分析、廃棄物学会論文誌、投稿中

不法投棄産業廃棄物の処理計画に関する住民意識

矢澤 一樹*・村山 明**・岩村 満***・大津 正道****
熊谷 浩二*****・岡村 隆成*****

A Local Residents' Attitude Survey Concerning Transaction Plan of Industrial Waste Disposed Illegally

Kazuki YAZAWA*, Akira MURAYAMA**, Mitsuru IWAMURA***, Masamichi OHTSU****,
Koji KUMAGAI***** and Takanari OKAMURA*****

Abstract

We carried out the attitude survey of residents to the transaction plan of the industrial waste disposed illegally. As the result of this survey we found that we must completely survey an environment with surrounding area and disclose information to habitants in order to advance the transaction scheme of industrial waste. Additionally we must make the best use of the industrial waste, so it becomes easy to obtain the understanding of surrounding habitants.

As information transmission, there is great difference of recognition between local government and residents. So it becomes indispensable to exchange information among residents, local government, and universities.

Key words: industrial waste, illegal disposal, intermediate treatment facilities, questionnaire survey, transaction plan

1. まえがき

青森・岩手県境の産業廃棄物における不法投棄は、青森県および岩手県で、「特定産業廃棄物に起因する支障の除去等に関する特別措置法」に基づいて期限内完了をめざして、平成15年から24年度までの10年間で全量撤去・処理を実施する予定である。青森県側では、不法投棄現場から約70kmの距離にあるB市の廃棄物処理業者と40kmの距離にあるC市のセメント会社の既存の施設で処理されている。岩手県側ではセメント会社を中心として、岩手県内の受け入れ可能な4施設で処理されている。

本論文では、青森・岩手県境の産業廃棄物不法投棄現場周辺地域であるA町住民および処理施設のあるB市、C市住民の意識調査を行っている。その結果から、アンケート時点での状況がどのようにとらえられているかを分析している。

2. 概要および処理の現状

2.1 アンケートまでの概要

表1にアンケート前後の青森県の説明会と、処理施設での状況を示す。A町のアンケート調査は、B市の施設での受入が発表され近隣住民への説明会が行われ始めた頃に行った。B市のアンケート調査は、施設への搬入が始まって約8ヶ月後頃に行った。C市のアンケート調査は施設での受入が発表され近隣住民への説明会が行われその後、搬入が始まって約1ヶ月後頃に行った。

2.2 処理の現状

A町の不法投棄現場では水分低下などの処理後に搬出および浸出水の処理や遮水壁の工事が行われている。B市の処理施設では搬入された廃棄物を減量・無害化するためにガス化溶融炉処理をしている。C市のセメント会社では搬入された廃棄物をセメントキルンで焼成し、セメント原料としている。

3. 処分地周辺地域でのアンケート

3.1 調査概要

不法投棄現場のあるA町住民を対象に不法投棄されたことについての意識調査を行った。意識調査は役場民生課の協力を得て、全世帯2,286件に対して郵送により行った。回収数は422件で、回収率は18.5%であった。調査項目は大別して「不法投棄についての関心」、「不法投

平成19年1月5日受理

* 循環型社会技術システム研究センター・研究員

** 建築工学専攻・大学院生

*** 異分野融合科学研究所・助教授

**** 異分野融合科学研究所・教授

***** 土木工学専攻・教授

***** 機械システム工学専攻・教授

表1 アンケート前後の青森県の説明会と処理施設での状況

項目	平成15年	平成16年		平成17年	
	9	3	9	3	9
青森県が全量撤去を基本とする原状回復方針を表明	●H15.8				
B市処理施設周辺 説明会			H16.7 ●		
A町アンケート			H16.10.6~10.22 ◀▶		
B市処理施設 処分試行(5日間)			H16.11 ●		
B市処理施設 処分開始			H16.12 ●		
C市処理施設周辺 説明会				H17.4~ ●	
C市処理施設 処分試行(2日間)				H17.4 ●	
C市処理施設 処分開始				H17.5~ ●	
C市アンケート				H17.7.12~8.31 ◀▶	
B市アンケート				H17.7.21~8.31 ◀▶	

棄の影響についての認識」,「これまでの自治体の対応・対策についての評価,および農産物対策についての評価」の3点である。その結果の一部を以下に述べる。

3.2 不法投棄の影響についての認識

設問「不法投棄の影響として何が気になりますか。」として質問した結果を図1に示す。「土壌や水質」が80%,「地域のイメージ」が68%,「販売する農産物や食品」が64%,「自分自身や家族の健康」が49%となっている。

また,設問「影響がどの程度気になりますか」として尋ねた結果,「大変気になる」と「少し気になる」あわせて92%に達している。

3.3 これまでの自治体の対応・対策についての評価

設問「これまでの青森県の対策・対応をどのように評価しますか。」として尋ねた結果「不満」と答えた方が45%であり,不満の理由は,情報公開40%,処理対策54%,住民の意見の尊重60%であった。

3.4 まとめ

不法投棄されたA町において,その影響について「土壌や水質」,「地域のイメージ」,「販売する農産物や食品」,「自分自身や家族の健康」の影響を不安に思っている。多くの人がその影響を気にしている。また,これまでの県の対策・対応について回答者の約半数が不満である。不満の理由として「住民の意見の尊重」の不足があげられていた。これは自由記述においても同様の傾向が見られ,意見の約半数が自治体に対する不満や批判を記述していた。その中心となるのは自治体の対応の遅れや情報の伝達についてが,あげられていた。これらのことから,住民との対話や,不安をなくす情報公開を積極的に進めていくことの必要性を示している。

自由記述においては,それら自治体に対する批判も見

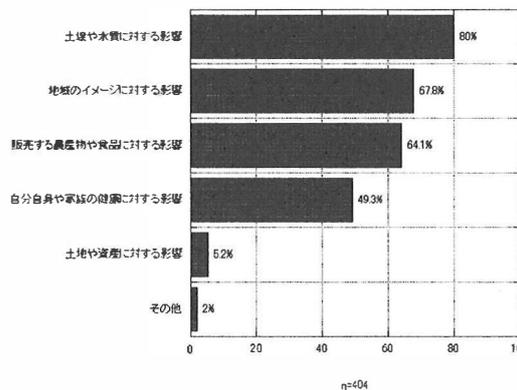


図1 A町どのような影響があるかの構成(複数回答3つまで)

られるが「一部の心ない人のために県の財政を使って処理しなければいけない事は残念な事だと思います。行政の方々は大変なお仕事だと思いますがどうかA町のために頑張って良いA町にして行ってくださいお願いします。」「とにかく,この事にたずさわる皆様(職員他)には,骨身のおれることではしょうが,がんばって頂きたい。」など,不法投棄事件に対する対応をしている関係者に対しての励ましが見られる。このことから,住民との対話や,情報公開が行われていたものと思われる。

4. 処理施設周辺地域でのアンケート

4.1 調査概要

不法投棄現場から搬出した産業廃棄物を処理している施設が立地するB市(人口約30万人,世帯数約13万世帯)及び,C市(人口約25万人,世帯数約10万世帯)の両地域の住民の意識調査を行った。調査対象は,B市及びC市の全域の住民に対し,電話帳から系統抽出によりそれぞれ約1,200件を選び出しアンケート調査票を郵送

不法投棄産業廃棄物の処理計画に関する住民意識

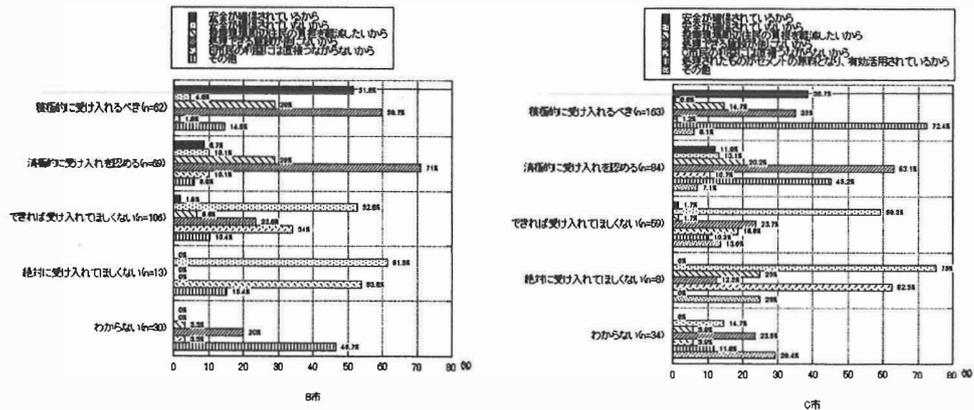


図2 B市およびC市居住している地域内への受け入れ賛否の理由の構成（複数回答）

で送付した。B市の調査は、回収281件、回収率24.2%である。C市の調査は、回収349件、回収率30.3%である。調査項目は大別して「回答者の自身について」、「不法投棄についての関心」、「不法投棄産業廃棄物の処理の影響」、「これまでの自治体や処理施設の対策・対応への評価」の4点である。その結果の一部を以下に述べる。

4.2 県境不法投棄に関する関心

(1) 居住している地域内での処理の認知

設問「県境不法投棄の産業廃棄物をB市（あるいはC市）で処理をしていることを知っていますか。」として質問した結果、B市（あるいはC市）の処理施設において不法投棄された産業廃棄物が処理されていることを知っている人はB市では74%、C市では85%であった。

住民が自分の居住している地域内で他地域の産業廃棄物の処理を行っていることを認知している割合はB市、C市ともに高い。

(2) 居住地域への受け入れ

設問「県境不法投棄の産業廃棄物をB市（あるいはC市）で受け入れ、処理をしていることをどう思いますか。」として質問した結果、B市では「積極的に受け入れるべき」、「消極的に受け入れを認める」の受け入れを容認する回答をあわせて47%であり、C市ではあわせて70%に達している。B市とC市では、住民の処理に対する理解はともに高く、とくにC市では多数を占めている。

受け入れ賛否の理由を尋ねた結果を図2に示す。B市では「積極的に受け入れるべき」理由として主なものは、「安全が確保されているから」32件、「処理できる施設が他にないから」37件、「投棄現場周辺住民の負担軽減」18件であった。「消極的に受け入れを認める」理由として、「処理できる施設が他にないから」49件、「投棄現場周辺住民の負担軽減」20件があげられる。

C市では「積極的に受け入れるべき」理由として主なものは、「産業廃棄物の有効活用」118件、「安全が確保され

ている」63件、「処理できる施設が他にないから」57件であった。「消極的に受け入れを認める」理由として、「処理できる施設が他にないから」53件、「産業廃棄物の有効活用」38件、「投棄現場周辺住民の負担軽減」17件、「安全が確保されているから」10件があげられる。

B市、C市ともに、産業廃棄物受け入れの理由として、「処理できる施設が他にないから」を、多数の住民があげている。このことは、産業廃棄物処理のためには既存の施設の利用は避けられないと住民が理解していると思われる、A町での自由記述と同様に処理対策の関係者への理解が伺える。

4.3 不法投棄産業廃棄物の処理の影響

設問「どのような影響があると思いますか」として質問した結果を図3に示す。B市では「影響がない」と回答した住民は16%である。他方、影響があるとの回答は「大気」に対する影響が56%で最大であり、「健康」、「販売する農産物や食品」、「地域のイメージ」に対する影響への回答はそれぞれ40%程度である。

C市では「影響がない」と回答した住民は36%である。他方、影響があるとの回答は「大気」に対する影響が47%で最大であり、「健康」、「販売する農産物や食品」、「地域のイメージ」に対する影響への回答はそれぞれ20%程度である。

また、B市、C市ともに「大気」に対する影響が有ると思う住民の割合が高く、「健康」、「販売する農産物や食品」、「地域のイメージ」への影響を懸念している住民も多い。このことは、処理方法がガス化溶解やセメントの焼成など大気汚染物質の排出がイメージされている事を示している。

設問「影響がどの程度気になりますか」として質問した結果、B市では「大変気になる」、「少し気になる」の影響を気にしている住民はあわせて78%である。C市では「大変気になる」、「少し気になる」の影響を気にして

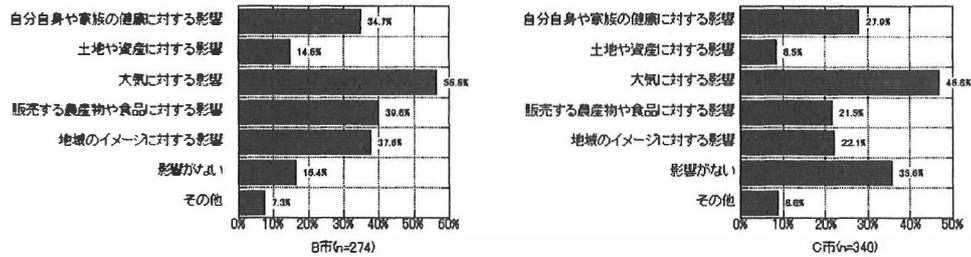


図3 B市およびC市のような影響があるかの構成 (複数回答3つまで)

いる住民はあわせて62%である。

B市,C市ともに半数以上が、いずれかの影響を気にしている。今後とも、住民の不安をなくす対応をする必要がある。

4.4 これまでの自治体・処理施設の対策・対応に対する評価

設問「これまでの青森県の対策・対応をどのように評価しますか。」として尋ねた結果「不満」と答えて方がB市では58%,C市では43%であり、その理由は、B市およびC市ともに多いのは、「情報公開」、「処理対策」、「住民の意見の尊重」の順であった。処理対策に対する不満が3~4割あるがその倍以上にコミュニケーションの取り方への不満が出ており、対応の難しさが伺われる。

4.5 まとめ

B市,C市ともに県境の産業廃棄物の不法投棄に対する関心が高く、搬入された廃棄物を居住地域内で処理を行っていることを認知している割合も高い。

また、「大気」、「健康」、「販売する農産物や食品」、「地域のイメージ」への影響を懸念している住民も多く、半数以上の住民がいずれかの影響を気にしている。このことから、住民の不安をなくす情報公開をさらに積極的に進めていくことの必要性を示している。

産業廃棄物受入れの理由として、「処理できる施設が他にないから」を多数の住民があげている。このことは、産業廃棄物処理のためには既存の施設の利用は避けられないと住民が認識していることがうかがわれる。

この調査において大量の不法投棄産業廃棄物が見過ごされたことが大きな問題であるが、その対策のために真剣に取り組む処理を具体化していることを多くの住民の方々が理解していることを明らかにできたと考えている。

5. あとがき

今回の調査の結果から、処分地周辺地域の住民意識調

査からは、住民との対話や、不安をなくす対策や情報公開を積極的に進めていくことの必要がある事が明らかになった。

処理施設のある地域の住民意識調査からは処理を受け入れる住民は多いものの、処分地周辺地域と同じように、住民の不安をなくす対策や情報公開等をさらに積極的に進めていく必要がある事、また、産業廃棄物の有効活用(資源としての利用)をできる場合の方が受け入れられやすい事が明らかになった。

特に、自治体と住民の間で、情報の伝達の度合いや内容についての認識に差異があると思われるので、今後コミュニケーションを今まで以上にを行い、住民、自治体、大学などの十分な情報交換が必要である。

謝辞：本研究は「文部科学省ハイテク・リサーチ・センター整備事業(平成15年度~平成19年度)」により行われたものである。

アンケートに協力いただいた方々に深く感謝いたします。

文 献

- 1) 大津正道, 岩村 満, 小野 陽, 熊谷浩二, 岡村隆成, 福士憲一, 矢澤一樹: 青森・岩手県境の産廃の不法投棄に関する住民意識調査, 第16回廃棄物学会研究発表会講演論文集, (2005)
- 2) 矢澤一樹, 大津正道, 岩村 満: 青森・岩手県境の不法投棄産業廃棄物の処理に関する住民意識調査, 日本リスク研究学会第18回研究発表会講演論文集第18巻, (2005)
- 3) 矢澤一樹, 櫻井孝徳, 熊谷浩二, 滝田 貢: 産業廃棄物の処理施設に対する住民意識調査, 日本建築学会東北支部研究報告集, 第69号計画系, pp.99-102 (2006)
- 4) 青森県県境再生対策室ホームページ (<http://www.kenkyo.pref.aomori.jp/>)
- 5) 日本リスク研究学会編, (株)TBSブリタニカ発行: リスク学事典, (2000)
- 6) 日本リスク研究学会: 日本リスク研究学会第18回春期講演シンポジウム演論予稿集「廃棄物処理と住民参加型リスクマネジメント」, (2005)
- 7) 岩手県資源循環政策研究会: 青森・岩手県境産業廃棄物不法投棄事件, 第一法規株式会社発行, (2003)

1-2 不法投棄事案の解決を通じた地域活性化・循環型社会システムの提案

(1) 研究の背景と目的

青森・岩手県境の不法投棄問題の解決方向は、資源循環型社会システムの中で地域の安全と活性化をめざすことにあると考えられる。

なぜならば、本事案に先行して起こった香川県豊島の産廃不法投棄（80年代）は、公害調停で解決を図られた、いわば大量消費・大量廃棄時代の最後の事案だったと言える。これに対して、青森・岩手県境の場合は、持続的な発展が可能な資源循環型社会の構築という90年代からの新たな時代理念の入り口で起こった事件である。したがって、その解決方向は、単に不法投棄物の処理にとどまるのではなく、これからの循環型社会の形成を促進することをめざして、現地の安全な再生を確保しつつ、資源リサイクルを活用した地域社会の活性化策をめざすべきだからである。

そこで、地域活性化の方向を循環型社会の構築という観点から提起するために、青森県南地域の事業所への聞き取り調査などを通して、地域社会の環境を活かしつつ広く県南の産業構造の再配置をも視野に入れた地域活性化策を提起することを目的に調査研究を行うこととした。

(2) 研究の方法・内容

①八戸市内の大規模事業所の産廃リサイクル聞き取り調査

八戸市内の大規模事業所3社（八戸セメント、三菱製紙八戸工場、東北電力八戸火力発電所）に対して、廃棄物リサイクルの現状について聞き取り調査を行い、これを元に県南地域の資源循環型システムの現状と課題を把握した。

②八戸地域の資源循環型システムの実態調査

八戸市内のあおもりエコタウン関連事業所や下水処理場、農業団体を聞き取り調査し、八戸地区の各産業のゼロエミッションの達成度と課題を把握した。

(3) 研究の結果と考察

①八戸市内の大規模事業所の産廃リサイクルの現状・課題

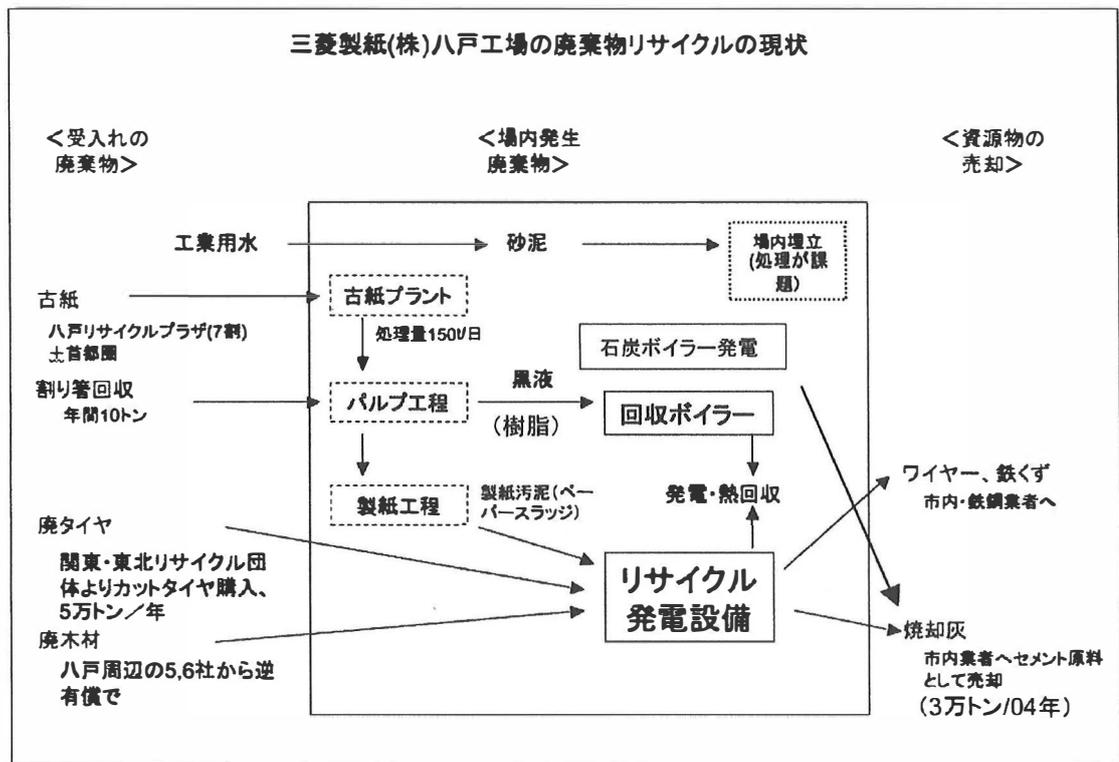
a. 3事業所の産廃リサイクルの現状

第1の三菱製紙八戸工場の廃棄物受入は、古紙・カッタタイヤが中心で、外部への廃棄物売却は石炭焼却灰・金属クズなどである。3社中でリサイクルの規模は最大であり、また自己中間処理・再生利用として廃棄物発電を実施している。課題として、受入可能なように選別・加工できる中間処理組織が必要だが、現状では個別企業ベースでネットワークを構築中である。

第2の八戸セメントは、リサイクルの優等生たるセメント業界の名に恥じず、県南だけでなく広く県内外から産廃を受入中である。ただし、わずかの未処理成分のため受入不可の地域産廃があるのが残念である（脱塩処理しない焼却灰・汚泥・ビニール類、重金属灰、固化されない食品廃棄物）。

第3の東北電力火力発電所の産廃リサイクルは3社中もっとも小規模で、重原油焼却灰

や用水汚泥の外部委託のみとなっている。



b. 考察

3事業所ともに、個別企業毎に産廃の提供元・委託先の開拓に努力しているのが現状である。産廃リサイクル持続のカギは、受入量の安定供給と処理先・委託先（販路先）の確保であり、ビジネスとして成り立つかである。そのためにも、リサイクルを安定させるには、個別企業努力をこえた企業間・地区内協同の産廃ネットワーク・情報バンクの構築が必要である。その場合、一般廃棄物処理と産廃処理を統合した、より広範囲な処理ネットワークの構築も、視野に入れねばならないと考えられる。(大津、2006.6、様式1・報告書概要 16-6a))

②八戸地域の資源循環型システムの実態調査

八戸地域の資源循環型システムにおいて大手素材産業5社によるエコタウン事業、それと関係する事業や業種でのリサイクル事業の展開により、ゼロエミッションが顕著に進行している。取り分け、八戸セメントの役割が大きいが、大太平洋金属や八戸製錬の役目も大きな比重を占める。また、本業がゼロエミッションに密接な係りをもつ東北東京製鋼や八戸製錬の活動も特徴的である。これらの2事業所では本業が生産—販売—回収—再生利用のリサイクルを実現している。

他方、農業においてもリサイクルが進展しており、長いもの残渣、鶏糞、豚糞が肥料に再生利用されている。農業では、こうしたリサイクルに八戸広域農協や組合が大きな役割を担っている。但し、そこにも大量に派生するスラグや汚泥の処理の問題が存在し、その一つの方途として東北東京製鋼ではスラグの削減を、八戸製錬ではスラグの用途拡大に取

り組んでいる。(岩村・岡村・大津ほか、2008.2)

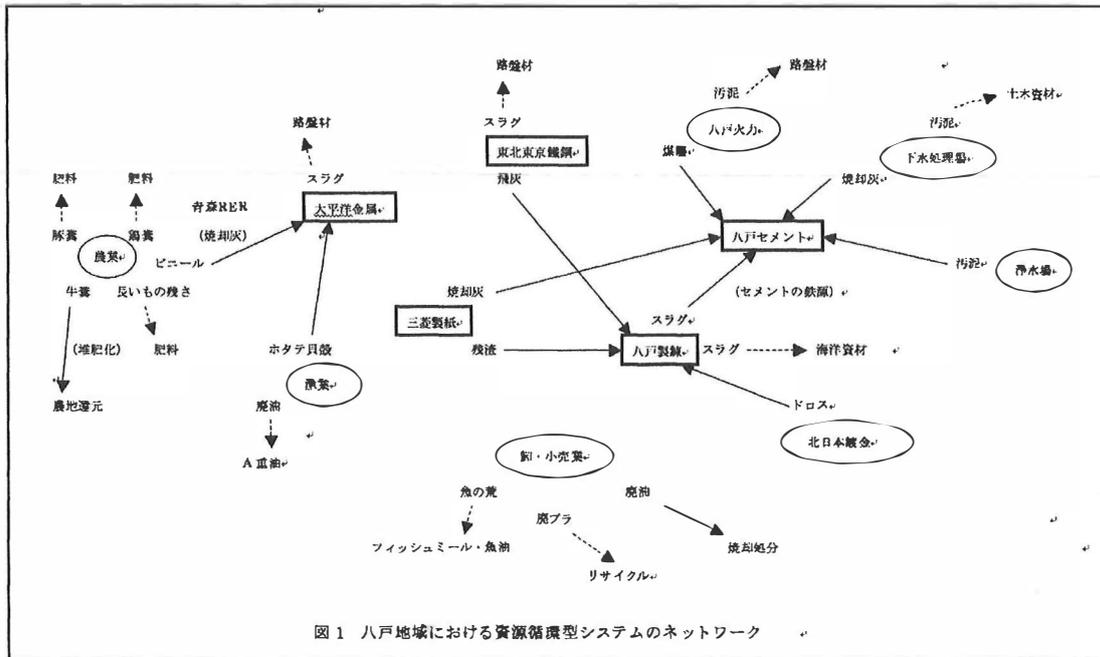


図1 八戸地域における資源循環型システムのネットワーク

(4) まとめと今後の課題

八戸地域の大規模3事業所の聞き取り調査、および同地域の循環型システムの実態調査の結果から、次の2点が指摘できる。

①青森県南地域における資源循環型社会構築の方向と今後の課題

青森県循環型社会形成推進計画(2006.3)でも指摘されているように、県内の産廃発生量の圧倒的部分を占める三八地区(発生量の70%、排出量の57%)では、産廃処理の事業所間ネットワークの必要性が、2つの観点から述べられている。第1に、建設業がれき・製造業汚泥増加に対応するリサイクルシステム、リサイクルルートの促進、第2に、あおもりエコタウンでの自区内(八戸地区内)処理や企業間の連携、共同処理の推進である。

本調査結果からすれば、このような建設業部門やエコタウン事業参加企業間のネットワークだけではなく、これから求められているのは、より広範な業種間ネットワークの構築であり、さらには事業所から排出される産廃処理と一般家庭から排出される一般廃棄物処理の2つを有機的に融合させうるような、より広範囲な廃棄物リサイクルシステムの構築であるといえよう。

②八戸地域の各種部門における資源循環型システムの実態と問題点

八戸地域の資源循環型システムの実態を各種の産業部門別に見た場合、幾つかの課題も窺える。素材産業ではスラグの排出抑制や有効活用が求められている。現在、スラグは路盤材やケーソンの中詰として用いられているが、公共事業の減退する最中であってスラグは他の用途へ転換されねば早晩、廃棄処分せざるを得ないものと推測される。こうした事態は八戸東部終末処理場の下水汚泥の処分の現状から十分推測される。

尚、スラグを減少させる対策として、東北東京鐵鋼では社内で排出する粉体カーボンやダストをコークス代わりに使って成果を上げている。こうして、東北東京鐵鋼では独自の施設によって前処理を行うことで、スクラップ原料を単に鉄の原料として使うだけでなく、スラグ減少のための有効活用に道を開いている。また、八戸製鍊では自ら中間処理を行うことでスラグの有効利用への途を切り開いている。このように、スラグそのものの排出を減らしたり、或いは何らかの処理を行うことで路盤材以外への用途を見出す方法が模索されねばならない。

また、八戸東部終末処理場での課題の解決は、現在行き詰っている汚泥処理への新たな展望を開くためにも急を要する。

次いで、農業廃棄物の処理に目を向けると、鶏糞や豚糞、更には長いもの残渣が肥料に再利用され、牛糞が堆肥化されている。リサイクルがかなり進展しているのが見て取れる。そこでは、八戸広域農協が回収の役目を担ったり、組合が鶏糞から肥料を生産するために組織されたり、生産農家の役割を代替している組織の存在が窺える。但し、鶏糞のリサイクル製品である肥料の販売において、第一ブローラーはコストの面から赤字を強いられており、何らかの対応が求められている。

なお、本研究の内容は、岩村満、岡村隆成、大津正道、太田勝の連名で廃棄物学会誌に投稿中であることを付記する。

研究成果（主要な論文等。なお、成果の全リストについては様式1 概要 15・16 参照）

八戸地域における産業共生の実態に関する研究

—— 八戸地域における資源循環型システムについて ——

岩村 満*・岡村 隆成**・大津 正道***
太田 勝****・佐々木 優*****・高橋 宏明*****

A Report on the Industrial Symbiosis in Hachinohe Area

—— a Resource Recycling-oriented System in Hachinohe Area ——

Mitsuru IWAMURA*¹, Takanari OKAMURA*², Masamichi OHTSU*³,
Masaru OHTA*⁴, You SASAKI*⁵ and Hiroaki TAKAHASHI*⁵

Abstract

We examined a resources recycling-oriented system in Hachinohe area. Then we recognized an industrial symbiosis of five big material industry in Hachinohe area. And in the agriculture, electric industry・water supply and drainage operations, wholesale and retail industry, fishery we found the extensive development of recycle system. But we found the several problems. There is a risk that the diminishing of public works could damage the utility of slag discharged from these projects. The fertilizer and fish meal which is made from fowl droppings and bony parts of a fish is unprofitable.

Key words : industrial symbiosis, material industry, fertilizer, fish meal, unprofitable

八戸市を中心とした青森県内地域は、平成14年に「あおりエコタウンプラン」が承認され、大太平洋金属株式会社、八戸製錬株式会社、東北東京鉄鋼株式会社などが連携してゼロエミッションに取り組んでいるほか、八戸セメント株式会社、三菱製紙株式会社八戸工場などもリサイクル事業に取り組んでいる。他の地域のエコタウンの多くは、エコタウン承認後の誘致企業であることが少なくないが、あおりエコタウンの特徴は、高度成長期以来の既存の誘致企業が臨海型素材産業、装置産業の技術を応用し、ゼロエミッションに取り組んでいるところにある。つまり、環境・リサイクル事業による地域の産業再生の取り組みとしても注目を集めている。これらを纏めてみれば、以下のようなになる（図1参照）。

焼却灰・ホタテ貝殻リサイクル事業と 飛灰リサイクル事業

大太平洋金属（株）は、フェロニッケル（ステンレスの原材料）の生産量、質において世界規模の生産工場です。その溶融還元炉の技術を活用して、金属と非金属に完全分離する技術、を有している。また、八戸製錬（株）も重金属が含まれる飛灰から製錬技術を活用して、亜鉛、鉛等

を生成するとともに人工スラグに分離する技術を有している。これらの技術と設備を活かして、市町村からでる一般廃棄物の焼却灰と、ホタテの貝殻（*ホタテは青森県の特産）を溶融し、無害スラグという形で再資源化している。スラグは道路の路盤材や海洋資材（漁礁など）に再活用している。また、希少な重貴金属も取り出すことができ、有価物として取引している。これによって、焼却灰を埋立処理する必要がなくなり、完全ゼロエミッションを実現することができる。

ASR（自動車シュレッダーダスト）リサイクル事業

東北東京鉄鋼（株）は、鉄筋棒鋼などの生産技術を転用し、廃家電や廃自動車の資源リサイクル事業に着手している。

自動車リサイクル法の施行により、自動車のリサイクル率を上げることが求められている。自動車を破碎した際にでる自動車シュレッダーダスト（ASR）は埋立処分となる厄介者です。同社の施設では、ASRを溶融し、有用金属と電炉燃料として取り出すゼロエミッションを可能にした。(1)の事業とも連携し、平成18年度4月から本格稼働している。

その他のあおりエコタウン企業の事業

三菱製紙（株）八戸工場は、パルプからの一貫生産工場、三菱製紙生産量の半分以上を占める主力工場であ

平成20年1月7日受理
* 生物環境化学工学科・准教授
** 生物環境化学工学科・教授
*** 感性デザイン学科・教授
**** 機械情報技術学科・講師
***** 生物環境化学工学科・4年生

八戸工業大学異分野融合研究所紀要 第6巻

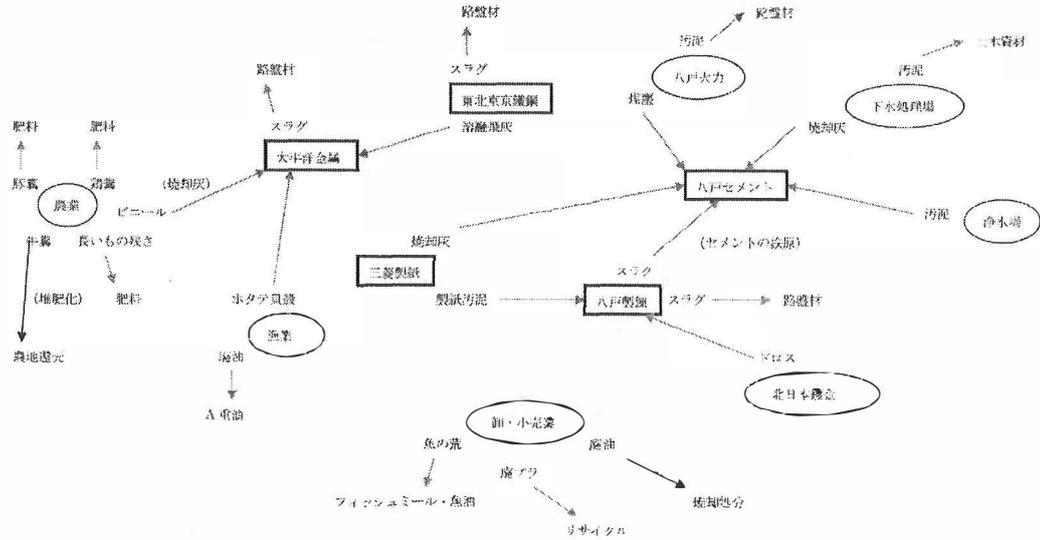


図1 八戸地域における資源循環型システムのネットワーク

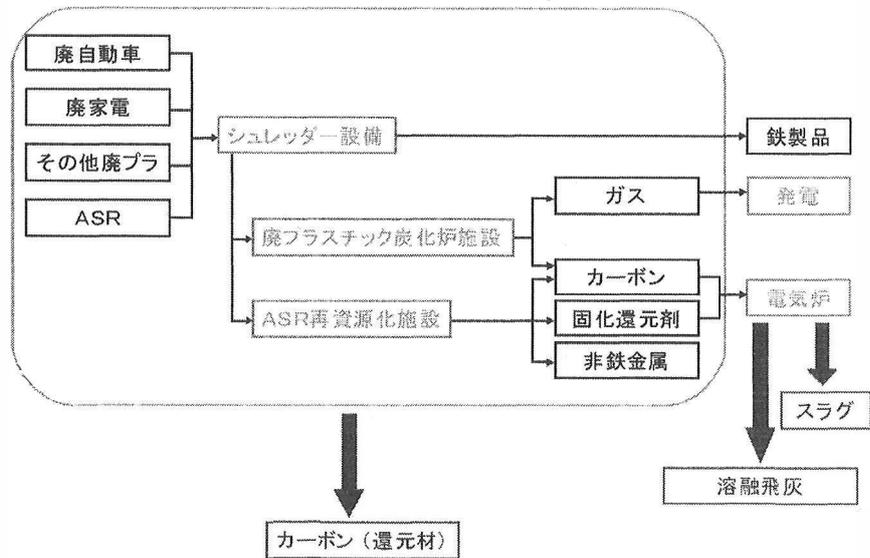


図2 東北東京製鋼のエコタウン事業への取組み

る。海外で植林事業を行う一方、工場からの廃棄物をバイオマス燃料化し、廃タイヤの混焼による発電設備を設置するなど、環境とエネルギーに配慮した工場となっている。

また、八戸セメント(株)は、セメント原料・燃料に古タイヤや上水道汚泥など、本来廃棄処分される資源を活用している。上記のエコタウン企業との連携をはかり、廃棄物をセメントの原燃料として受入れている。

総合静脈物流拠点港。循環型社会の形成を促進するために、海上輸送による効率的な静脈物流ネットワークを構築し、臨海部におけるリサイクル産業の拠点化をすすめるために整備される港湾のこと。港湾施設整備やス

トックヤード等、静脈物流拠点にふさわしい設備の整備が求められています。八戸港は平成14年に指定。

八戸地域は古くから蓄積された金属溶融還元、金属製錬技術を活用して資源循環型地域づくりの拠点となっている。そこで以下では、そうした技術を備えた東北東京製鋼と八戸製錬の活動の実態を見てゆく。というのは、両事業所とも八戸地域における生産活動の経歴が長く、地場産業との結びつきも広い範囲に及んでおり、従って、地域の資源循環型社会の構築にも深く係わっているものと推察されるからである。

先ず初めに、東北東京製鋼についてみる。同社は、「地場から回収し、再生して地場に返す」の方針のもとに、

八戸地域における産業共生の実態に関する研究

地域に密着した生産活動を営んでいる。同社は鉄筋用棒鋼を生産している。同社のエコタウン事業への取組は図2に示される。原料となる鉄スクラップと資源リサイクルから回収される鉄は、それぞれ、盛岡以北と北東北三県・北海道から収集されている。鉄スクラップの主たるものは建設廃材のH鋼と鉄筋である。他方、資源リサイクルの中心となるのは廃自動車であり、ひと月当たり一万台処理されており、7,500トンの鉄が回収されている。この廃自動車から回収される鉄は同社で取り扱われる鉄の20~30%を占めている。H鋼や鉄筋、及び廃自動車から回収される鉄は高品位の鉄を生産するために有用なものとなっている。取り分け、JIS規格のN500を超えるN785の高品位鉄鋼が生産されるためには必要不可欠である。このように主として北東北から集められる鉄はリサイクル事業の中心をなす。

建設廃材の供給は今後とも安定的に続くものと見做される。鋼材の需要は30年位であり、1960年代の高度経済成長期の建物が寿命に近づきつつあり、そうした建物から出た鋼材のリサイクルが現在進んでいるためである。

原料の確保が安定化していると同時に、製品の販路も北東北を中心に展開している。それは民間需要に加え、新幹線、核燃、原発（東道り、大間）が需要先である。

このように東北東京鉄鋼は原料の集回エリアは北東北を中心とし、また、その製品の販路も北東北、取り分け青森県に集中している。将に鉄のリサイクル事業を通して、地域の資源循環型社会に深く係っていると見える。

ただ、同社では2万5千トンから3万トンのスラグが排出されている。これは現在、路盤材として製品化されているけれども、公共事業が減少していることから、他の用途が早急に検討されねばならない。スラグの派生は製鋼工程においてコークスや石灰が使われ、またスクラップ鉄そのものにゴミが含まれているからである。こうした事態への対処の仕方として、一つの方向性を示す

のが同社の社内リサイクルである。ASR（自動車破碎残渣）から選別回収される粉体カーボンやダスト（RPF）が鉄を作る際に、コークス代わりとして使われている。これがスラグを減少させる手立ての一つとなる可能性がある。

ところで、資源循環型地域づくりのもう一つの拠点となっているのが、金属製錬技術を活用している八戸製錬である。次に、この事業所についてみてゆくと、同社はより密接に地域と係り合っている。

同社は主に亜鉛と鉛を生産し、その他の派生物としてスラグ、カドニウム、石膏、硫酸を生産している。同社はISP炉という溶鉱炉で亜鉛、鉛を生産している。同社の特徴がいくつか挙げられる。まず第一にISP炉を利用しているため、中間処理が不要であると同時に、リサイクル事業が本業と一体化している。即ち、ここで使われる原料が鉱石だけでなく、リサイクル原料と廃棄物がこの鉱石と一緒に高炉で精錬されている。また、ゼロエミッションへの取り組みも活発であり、社内では排ガス・廃熱利用の発電が実施されている。更に、地域的なゼロエミッションにも係っており、セメントの鉄源としてスラグを供給している（年間4万トン）。スラグを鉄源として利用するためには脱亜鉛、脱鉛が要求され、同社ではフーミング炉を用いることでこの要求に答えている。尚、三菱製紙の製紙汚泥がカルシウム分を含むので、石灰の代わりに利用している。

ところで、先のリサイクル原料は原料全体の31%を占め、その主たるものはドロス（酸化金属）、粗酸化亜鉛、集塵ダストである。ドロスの亜鉛、鉛の含有量は50%くらいであり、有価物として回収している。また、廃棄物は原料の8%を占め、溶融飛灰、重金属スラッジ、金属屑などである。廃棄物の亜鉛、鉛の含有量は僅か3%に過ぎず逆有償で回収してくる。こうした関係を示したのが図3である。

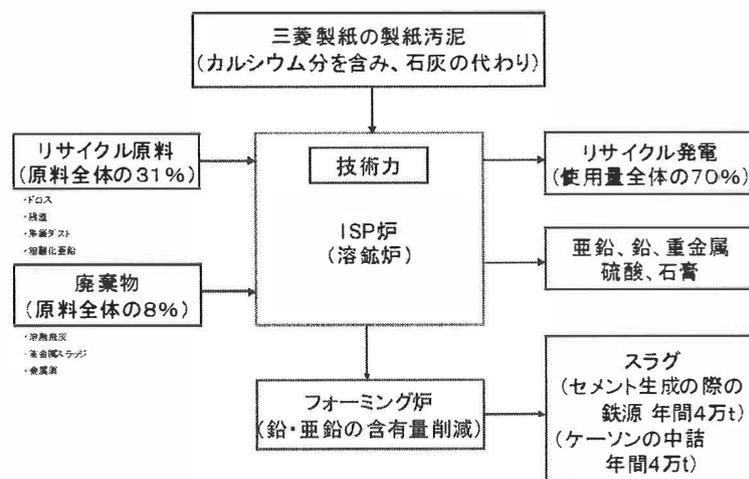


図3 八戸製錬所のエコタウン事業への取組み

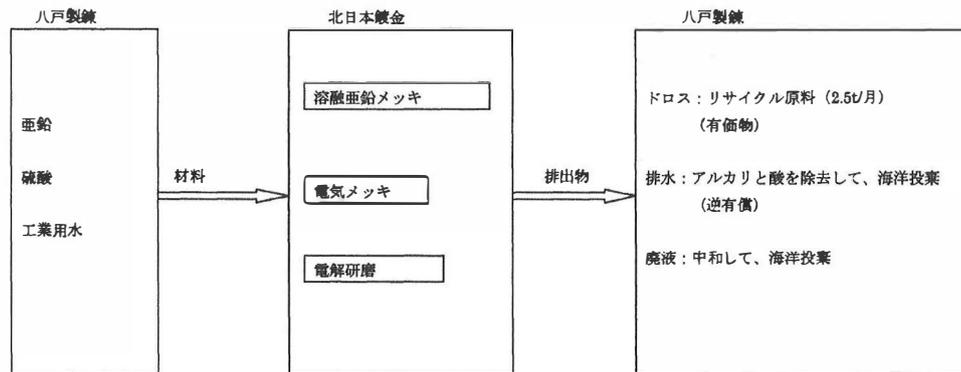


図4 ゼロエミッションに係る北日本鍍金と八戸製錬とのつながり

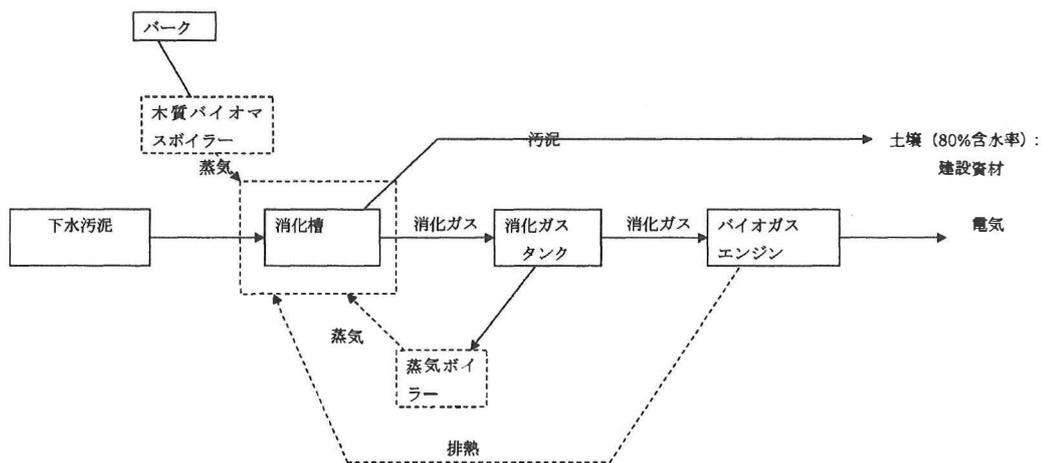


図5 八戸市東部終末処理場における下水汚泥の処理状況

リサイクル原料のドロスは北日本鍍金から回収し、またダストは東北東京鐵鋼から回収する自動車ダストである。

このようにリサイクル原料、製紙汚泥の利用、或いは、スラグのセメント原料としての供出にみられるように、広く深く地域と係った生産活動が行われている。

同社の課題として、スラグの対策が要求されている。年間8万トンも排出されているスラグはその4万トンはセメント原料となるが、残りの4万トンはケーソンの中詰めとして使われており、これは景気の変動によって取り扱ひ量に変化する。もし、販売不可能の場合はゴミとして最終処分場へ持って行くことを余儀なくされる。

次に、八戸精錬との関係で北日本鍍金についてみてみる。

北日本鍍金には昭和57年に資本金9,000万円(八戸鉄鋼団地協同組合5,000万円、組員3,000万円出資)で設立された。主要な業務は溶融亜鉛鍍金、その他に電気鍍金、電解研磨を行う。取引対象は八戸地域が主で、青森県と岩手県の一部が含まれる。廃棄物の処理は以下の如くである。主な廃棄物はドロスであり、月2.5万トンの割

合で八戸精錬に引き取られていく。ドロスは亜鉛や鉛の含有量によって後から代金をもらい、年間900万円位の支払いを受けている。排水は配水管を通して八戸精錬に逆有償で送付し、八戸精錬ではアルカリと酸を除去した後海へ流す。また廃液は15%の希硫酸でこれも八戸精錬がタンクローリーで回収して、中和した後、海へ流している。更に、針金や鉄屑は業者が無料で回収していく。尚、鍍金に使う亜鉛、硫酸、工業用水は八戸精錬から購入する。こうした関係を図4に示した。

このようにみえてくると、北日本鍍金は地域に密着した業務を営んでいる一方、その業務を遂行する上で、八戸精錬との緊密な関係にあることが判る。

続いて、地域の生活に関連した循環型社会形成の一つの柱となるものとして、下水処理場の対応を見てみる。

ここでは八戸市の東部週末処理場の状況について検討する。同処理場では市内の役8万人分の下水、1日約3万m³が処理されている。下水処理の過程において1日平均約3千m³の消化ガス(CH₄が約60%、CO₂が約40%)が発生しており、これが、消化ガスタンクに集められ、発電用のバイオガスエンジンの燃料として、また、消化槽

八戸地域における産業共生の実態に関する研究

表1 八戸地域における農業廃棄物のリサイクルの現状

種目	排出物	排出者	回収者	最終処理業者の 引き取り条件	最終処理業者	リサイクル製品
耕作農業 (長いも生産)	長いもの皮や 切れ端	農家	八戸広域農協	逆有償(生産者, 農協負担)	東北有機・サー クルファーム	肥料
施設園芸 (イチゴ栽培)	ビニール	農家	八戸広域農協	逆有償(生産者, 農協負担)	青森 RER	焼却処分後、焼却灰は大平洋金属 へ逆有償
養鶏	鶏糞	養鶏農家	組合(国, 県, 三沢市, 生産 者が設立)	—	組合	肥料(3万t/年), 第一プロイラー が販売
養豚	豚糞	美保野 ポーク	—	—	美保野ポーク	肥料(2万袋/年, 15kg/1袋)
畜産	牛糞	畜産農家	—	—	畜産農家	堆肥(農地へ還元)

の加温用の蒸気ボイラーの燃料として利用されている。尚、消化槽にはパークを燃料とした木質バイオマスボイラーからも蒸気が送られ53°Cに消化槽の温度を保ちメタ発酵させるために使われている。

こうした関係は図5に示される。

消化槽においてガスを抜かれた汚泥は道路両側斜面のノリ面を保護する土壌として使われている。道路のノリ面の土壌としての利用は減少してきており、業者は販売不振のためにこうした土壌を野積みしている現状である。別の用途への転換が模索されている状況にある。

更に、青森県の産業廃棄物の27%を排出し、その第一位を閉めている農業廃棄物について、八戸地域におけるリサイクルの実状を見てみる。

耕作農業における八戸地域の特徴は長いも生産にある。長いも生産農業は長いもの皮や切れ端を排出しており、それを八戸地域農協が専用コンテナで回収しており、その量は年間288トンにのぼっている。これらの排出物は生産農家と八戸広域農協が負担し、逆有償で東北有機とサークルファームに回収されている。両者は長いもの皮や切れ端から肥料を生産し、販売している。

施設園芸によるイチゴ栽培も八戸地域の特徴である。ここではハウス用のビニールが排出される。八戸広域農協はそれらを年間54トン回収し、青森RERへ逆有償で供出している。費用は長いもと同様である。青森RERはそれを焼却処分し、焼却灰を三池製錬と大平洋金属に集めてもらっている。こうして、最終的には廃棄物を出さない形になっている。

養鶏の糞のリサイクルも進んでいる。養鶏農家の排出する糞は、国・県・三沢市・生産者が作る組合に引き取られ、組合で肥料にリサイクルされており、その量は年間3万トンに達している。そうした肥料は第一プロイラーに引き取られ、販売されている。

養豚についてもその糞のリサイクルが進んでいる。美保野ポークは常時39,000頭あまりの豚を飼育し、そのう

ち、年間3,600頭を出荷している。農場から排出される糞は工場でコンポストの中で強制発行され、堆肥化した後に、肥料に生産されている。1袋15kgの肥料が年間2万袋生産されている。その需要先は弘前のリング農家である。

畜産は一般畜産農家によって営まれており、牛の糞は農家が堆肥化し、農地に還元されている。このリサイクルが最も典型的に行われているのが田子地域である。田子産ブランドの米と野菜はこうした糞を活用した有機栽培によって行われている。

以上のように、リサイクルが極めて順調に展開されているかのように見受けられる。しかし、ここにも問題が内在している。長いもの残渣や廃ビニールや一部農協の負担で逆有償で回収されているのであり、本来は全額、排出先である農家が負担すべきものである。また、養鶏から生産された肥料を扱う第一プロイラーも赤字で販売しているのが現状であり、何らかの対策が求められている。

課題として次のことが言える。素材産業においてはスラグの排出抑制や有効活用が求められている。現在、路盤材やケーソンの中詰として用いられているが、公共事業の減退する最中であってはスラグは他の用途へ転換されねば早晩、廃棄処分されねばならなくなるものと推測される。こうした事態は八戸東部処理場の下水汚泥の処理の現状から十分推測される。尚、スラグを減少させる対策として、東北東京鉄鋼では社内ですら排出する粉体ガープンやダストをコークス代わりに使って成果を上げている。また、八戸製錬では自ら中間処理を行うことでスラグの有効利用を図っている。ところで、農業廃棄物の処理においても回収を行う八戸広域農協がその経費の一部を負担するという状況にあり、何らかの改善が望まれる。さらに養鶏の糞のリサイクル製品である肥料の第一プロイラーに赤字販売を強いるものであり、何らかの対応が求められている。

2. 環境モニタリング・汚染拡散防止の技術とシステムの研究開発

2-1 ICT・ハイテク機器を利用した環境モニタリング

(1) 研究の背景と目的

国内最大級の規模である青森・岩手県境の不法投棄問題は、総面積約 27 ha、廃棄物投棄量約 82 万 m³と、その規模のため周辺環境に与える影響が非常に大きい。こういったケースに関する研究報告例は少なく、水質・土壌汚染の規模の大きさや、汚染拡散速度、またそれに起因する周辺の植生や生態系への影響など、不明な点が非常に多い。この問題に対して、従来のような水質サンプリング等による分析のみでは全体の状況を把握しきることは困難な上、継続的な監視も危険が伴い困難である。また、廃棄物撤去・環境回復作業に関しても、作業の有効性や環境回復状況の把握のためにも、不法投棄現場とその周辺を含む区域の全体的かつ継続的な解析が必要である。このような状況に対して有効な手段としてリモートセンシングが考えられる。リモートセンシングは遠隔性・継続性・広域性において、従来解析と比較して有利な点が多い。しかしながらこういったケースに対する適用例は無く、設置方法から解析方法に至るまで検討すべき点が多い。

そこで本研究では、現場設置センサーと人工衛星を併用したリモートセンシングシステムの開発と、このシステムにより得られたデータの解析法の開発およびそれによる環境評価を行い、適切な情報公開により汚染拡散の予測と防止、風評被害防止、環境回復状況の評価等に役立てることを目的とした。さらに、これをモデルケースとして、他の大規模不法投棄現場への応用を視野に入れ、従来にはなかった大規模不法投棄現場の早期発見法の開発も行った。

(2) 研究の方法・内容

①環境解析リモートセンシングシステムの構築と設置

産廃不法投棄現場の継続的な環境解析を目的として、現場設置センサー群と人工衛星を用いた監視システムを構築した（藤田・安藤ほか、2004.2）。以下にその詳細を述べる。

a. 現場設置センサーによる環境解析システム

不法投棄現場の水質を継続的に監視するために、現場付近とその周辺 5カ所に pH、導電率、水温を計測する水質センサー（観測ポイント 2 は流量計も設置）を、現場の気温、風速、風向、降水量等を測定するために気象計を、さらに現場の状況をリアルタイムに把握するための赤外線カメラを設置した。これらの機器の設置場所を図 1 に示す。



■水質分析器

- ① 新水現地
- ② 旧水源地の下流域
- ③ 熊原川付近
- ④ 浸出水処理施設入口
- ⑤ 浸出水処理施設出口

■赤外線カメラと気象計

- ① 赤外線カメラ・気象計
- ② 赤外線カメラ

図1 現場設置観測機器の設置場所

ポイント1（田子町新水源付近）およびポイント3（熊原川付近）は現場とは異なる水系であるために解析の際の基準値として用いた。ポイント2（旧水源地）は現場の下流域である。ポイント4（処理施設入口）は現場からの浸出水を集めた処理施設入り口に設置されており、現場直近の水質を直接観測している。ポイント5（処理施設出口）はポイント4を浸出水処理施設で化学・生物処理を行い中和と汚染物質除去を行った水であり、処理後の水は下流域のポイント2と合流している。

これらの計測機器により得られたデータは無線 LAN を用いて旧上郷中学校へと送信され、そこから高速電話回線を用いて本学にリアルタイムに送信されてくる。このシステムの概略を図2に示す。

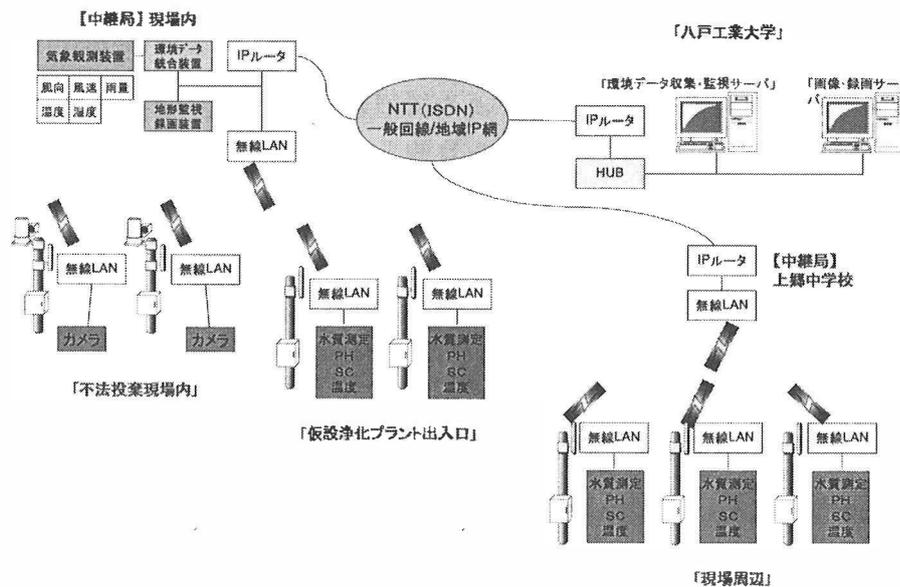


図2 地上観測器によるリモートセンシングシステム

なお、この水質データおよび気象データによる環境モニタリングの成果は、青森県にも手今日しており、件が作業を行う上で重要な情報となっている。また、現場設置カメラの映像および水質データについては Web ページ上で一般公開しており、工事の進捗および水質

の改善状況について一般市民が閲覧できるようにしている。

b. 人工衛星による環境解析システム

現場とその周辺を広域的かつ継続的に解析することを目的として、人工衛星受信・解析システムを構築した。システムの概略を図3に示す。

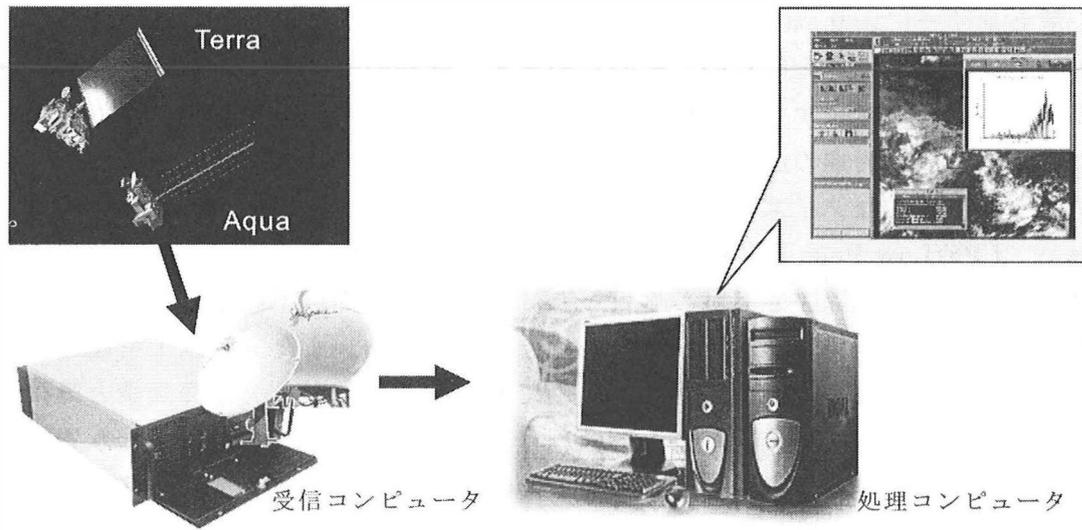


図3 人工衛星受信・解析システム

受信する人工衛星およびセンサーは、空間分解能と波長分解能、解析できる環境情報等を総合的に判断して、アメリカ NASA の地球観測衛星 Terra (EOS-AM1)、Aqua (EOS-PM1)の2機に搭載されている MODIS(中分解能撮像分光放射計)とし、受信・解析システムは米 Sea Space 社の TeraScan を採用した。システムの概略を図3に示す。MODIS は空間分解能は 250m~1km で、波長に関しては可視光から長波長赤外までの 36 チャンネルの受信域を持ち、これらを用いて大気、海洋、陸域の全域にわたって様々な解析を行うことが可能である。また、これを補完する形で空間分解能の高い他の衛星データを解析する為のソフトウェアとして米 RSI 社の ENVI も導入した。

②解析方法の開発と環境評価

構築されたシステムにより継続的なデータを取得・蓄積した上で、実際の現場におけるさまざまな特徴と取得したデータを比較し、その対応関係を明らかにした。具体的には水質についてはデータと実際の工事等の進捗状況、あるいは各センサー間相関をとりその関連性を明らかにした。その際に必要な情報を適切に表示するためのデータ処理方法について検討を行った。人工衛星については現場の状況変化を高解像度衛星で光学的に分析し、植生、スペクトルおよび熱学的な変化について対応付けを行った。さらにこれを補強するために実際に現場に赴きグラントルース（現地測定）を行い、対応付けを強化した。

その上で開発した解析手法に基づき、現場からの汚染拡散状況の把握と撤去・回復作業の効果について、検討および評価を行った。

③大規模不法投棄現場早期発見法の開発

解析により得られた知見を元に、熱容量解析およびスペクトル解析に基づき、未発見の

大規模不法投棄現場を早期に発見する方法を開発した。

(3) 研究の結果と考察

①水質分析法と評価

現場設置センサーにより取得したデータには多くのノイズがあり、そのままでは本質的な水質の改善状況などは見えにくい。そのためまず、既知の外乱要素を排除した。具体的には昼夜の温度差など起因する1日周期の成分、浸出水浄化施設の稼働状況や環境回復作業等に起因する1週間周期の成分、季節による1年周期の成分などをフーリエ解析により除去した。また、微小なノイズによるデータの変動は本質的な水質変動を見る上では不要であるため、LPF(Low Pass Filter)によりその成分を取り除いた。さらに大きな外乱要因として降雨による影響を除去する試みを行った。降雨量が一定以下の場合にはセンサーによる水質データは雨により希釈された分のデータとして表れる。また一定以上を超えるとすべて雨のデータとして観測されてしまう。そこで気象計のデータを元に降雨量と降雨時間による影響を調べたところ降雨開始からある程度のタイムラグを経てセンサー水質に影響を及ぼすことがわかった(趙・佐々木ほか、2006.4)。そこで、降雨量データと水質データの相関を時間をずらしながら取り、極大値をとる時点で降雨の影響をキャンセルする処理を加えた。これにより外乱要因を押さえた水質解析が可能となった。なお水質の大部分が雨となってしまう閾値については、ポイント①および③との相関が高くなった場合を基準とした。これは一定以上の降水にたいして本来相関の低いはずの測定ポイントが一様に飴の影響を受けるため水質の変動状況が等しくなることに基づいている。

解析の結果、水質状況については現場付近ポイント4及びその下流であるポイント2においてpHがアルカリ性を示しており、また導電率もポイント1などの通常の水質と比較して高い傾向を示した。このことと現場での実地調査の結果をあわせるとポイント2付近の水質まで汚染が広がっている事がわかった。これと同時に、周辺の水質サンプリングやポイント2の変動傾向から、現在汚染の増加・拡散はそこで留まっていることも明らかになった(趙・佐々木ほか、2006.4)。

さらに継続的な解析を行った結果、現場の浸出水を測定しているポイント4について、図4に示すように撤去作業の進捗に従って導電率が単調減少をしていることが明らかになった(田名部・佐々木ほか、2008.5)。また、pHについても同様の傾向が見られた。これは現場の汚染物質の大部分を占める汚泥・堆肥類により本来の水質と比べてアルカリ性によっていた物が、プラスチック遮水シートによる水質汚染の抑制と汚染源の撤去により回復していることを表している。

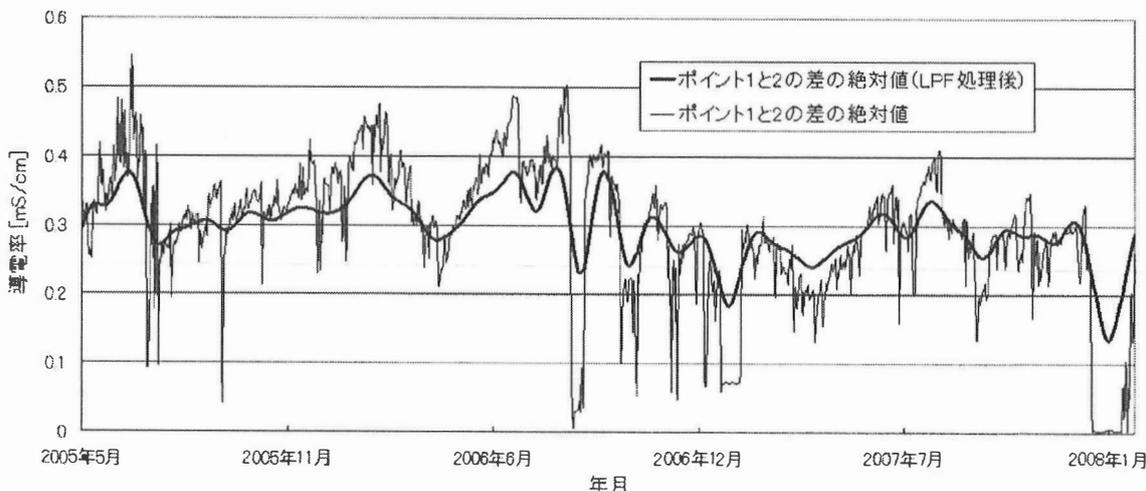


図4 ポイント2における導電率の推移

②衛星による環境解析と評価

人工衛星による解析を行う上でもっとも問題となったのは空間分解能である。MODISは植生で250m、可視画像で500m、それ以外の解析では1kmの空間分解能しか持っていない。産業廃棄物不法投棄現場は大規模とはいえMODISにすれば高々数ピクセルの中に収まってしまう。空間分解能に関しては高解像度の衛星を用いる事も考えられるが、一方でこういった高分解能衛星ではチャンネル数が少ないことと受信波長帯が狭いことなどから、植生以外の各種分析が十分に行えない。そのため従来では、人工衛星はこういったケースに用いられることがなかった。

そこで本研究では、データの比較点同士の差分と時間変化とを用いて、分解能が低くてもそのピクセル内の変化を抽出する方法を開発した。空間分解能が低いと言っても、受信したポイントのデータには現場の各種情報が含まれているので、差分をとることで値の高低差を取り、その差が本質的な差か誤差かを時間的なデータ解析を行うことで判断する。この方法を用いて現場とその近傍の地表温度差の比較を行った。温度計算には大気の吸収が起こりにくい窓領域であるMODISの31、32チャンネルのデータを中心に使い、Plank輻射方程式に基づいた計算により算出した。以下に計算式を示す。

$$T_s = \frac{hc}{\lambda k} \left[\ln \left(\frac{2hc^2}{\lambda^5 I_p(\lambda)} + 1 \right) \right]^{-1} \quad (2.1.1)$$

現場と周辺との温度の差を求め、数週間程度のデータを時間的に解析し、平均と分散を求めることで本質的に温度差があるかどうかを判断した。その結果、図5に示すように測定開始時の2003年から2004年時点で現場は付近の地表温度と比べて恒常的にわずかに高い温度を示しており、その差は年を減るにつれて小さくなり現在ではほぼ温度差がない状態まで落ち着いている。これは撤去作業により発熱源である発酵性の廃棄物が減少したことに対応している。このように人工衛星から地表温度を測定することで撤去作業の有効性と効果を継続的に監視できることを示すことが出来た(佐々木・趙・藤田ほか、2006.8)。

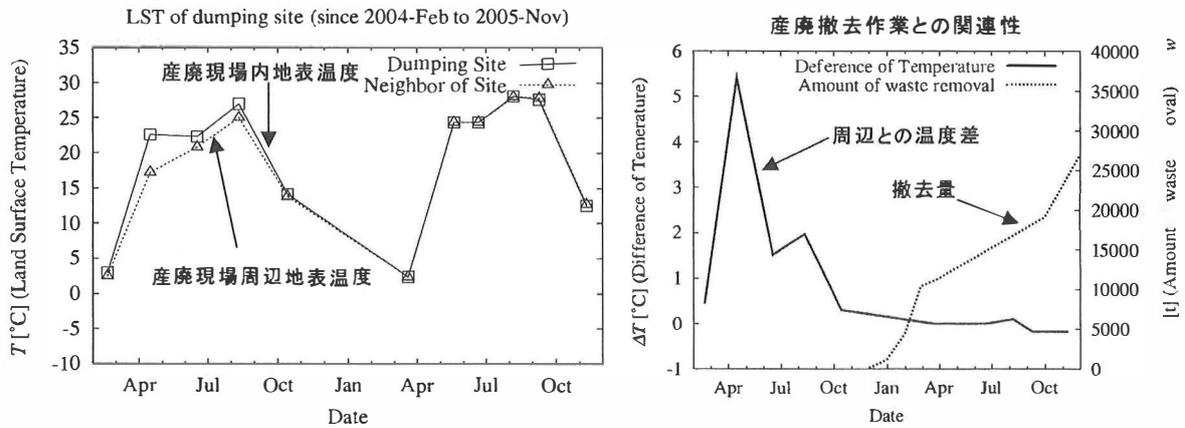


図5 産廃不法投棄現場とその付近の地表温度比較および撤去作業との関連性

③大規模不法投棄現場早期発見法

産業廃棄物が生物的・化学的反応により発熱している場合は、MODISにより地表温度の比較を行えばその状況を把握することは可能である。しかし、廃棄物によっては発熱が起らない物もあり、これらについては適用ができなかった。そこで、廃棄物不法投棄現場において地表および地中の構成物質が周囲とは異なることに注目し、物質によって違いの出る熱容量による分析を試みた。

熱容量は吸収エネルギーと温度上昇分の比によって表される。まず、衛星の昼夜それぞれのスペクトル分布より日中の温度上昇分 ΔT を求めた。これは式(2.1.1)の温度計算と同様の Plank 輻射方程式に基づいて算出した。次に衛星による画像取得日時等を元にその時点での入射太陽エネルギー E_{sol} を求めた。これは気象庁の観測データなどを利用して算出した。さらに大気透過率 ε と地表放射率 τ_λ を考慮しながら MODIS による観測スペクトル I_{obs} と太陽光に含まれない赤外領域から輻射スペクトル $I_{bbr}(\lambda)$ 元に、吸収エネルギー ΔE を算出した。熱容量 C は吸収エネルギーと温度上昇の比で求めることが出来る。これらの式を以下に示す。

$$\left. \begin{aligned} \Delta T &= T_{day} - T_{night} \\ \Delta E &= E_{sol} - \int \left\{ \frac{I_{obs}(\lambda)}{\varepsilon \tau_\lambda} - I_{bbr}(\lambda) \right\} d\lambda \\ C &= \frac{\Delta E}{\Delta T} \end{aligned} \right\} \quad (2.1.2)$$

この結果、産業廃棄物不法投棄現場とその周辺とで熱容量に差が現れることがわかった。これは廃棄物などの周辺の土壌とは異なる物質が存在することによる熱容量の変化であると考えられる。これらのことから、衛星データによる熱容量分析を行うことで、未発見の産業廃棄物不法投棄現場を早期に発見する手がかりになりうることを示すことが出来た(佐々木・趙・藤田ほか、2007.5)。

表 1 産廃不法投棄現場とその周辺との熱容量比較

	田子	豊島	岐阜
C ₁ [J/K](現場)	7.83×10 ⁸	5.59×10 ⁸	8.24×10 ⁸
C ₂ [J/K](現場付近 A)	7.51×10 ⁸	7.73×10 ⁸	7.67×10 ⁸
C ₃ [J/K](現場付近 B)	7.50×10 ⁸	7.74×10 ⁸	7.70×10 ⁸
C ₁ /C ₂ (熱容量比)	1.04	0.72	1.07

一方、産廃不法投棄現場は人目につきにくい山間部などにある場合が多く、その際周辺に比較して現場だけ植物が極端に少ないと考えられる。また、2 時期以上のデータを比較するとその変化の仕方にも周辺との差が見られると考えられる。そこで、MODIS のスペクトルデータから正規化植生指数 (NDVI) を求め、これを元に比較を行った。2003 年 5 月 2004 年 6 月に撮影された青森・岩手県境酸敗不法現場周辺 10km×10km の SPOT 画像をもとに NDVI を算出し、植生の変化を見た結果、図 6 に示すように、植生が大きく変化していることが確認できた。この手法により、産廃現場の可能性の高い場所を抽出することができることを示した。(趙・佐々木・藤田ほか、2007.8)

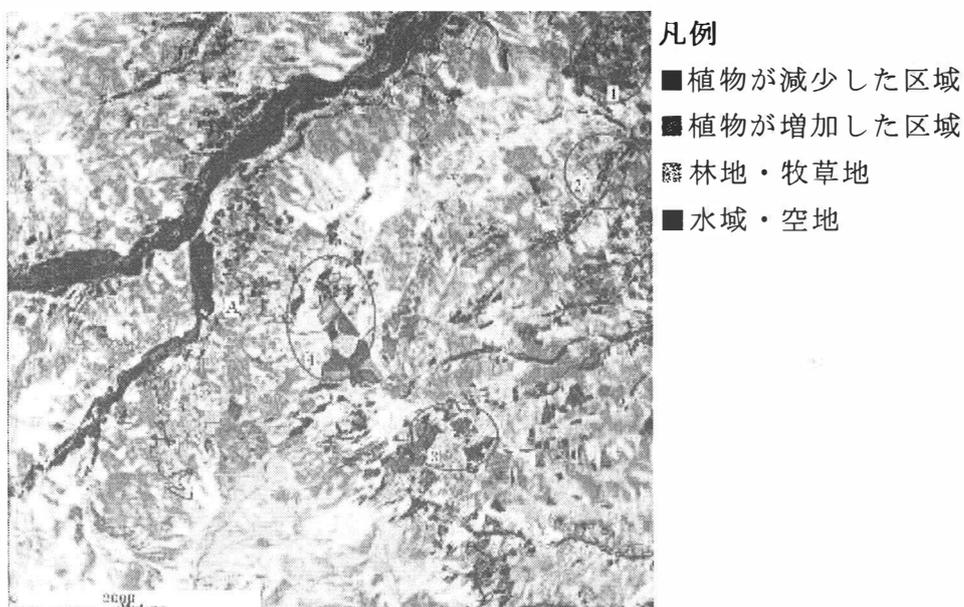


図 6 産廃不法投棄現場可能性の高い区域の抽出

これらの手法に加え、スペクトル解析による地表面の材質の違いや、地表温度の違いをもとに、既知の産廃投棄現場数カ所について差が現れるかどうか検討を行った。解析の結果、熱容量についてはほぼすべての投棄現場に共通して周辺との熱容量が異なるという特徴が得られた。また、その他の解析についてはそれぞれ地理的特徴と廃棄物の種類に応じて差が現れるケースが異なることを明らかにした。

この結果から、複数の解析法を重みをつけて組み合わせることにより、産廃不法投棄現

場の可能性と、そのタイプを同時に検出するための指針を示すことができた（佐々木・田名部ほか、2008.5）。

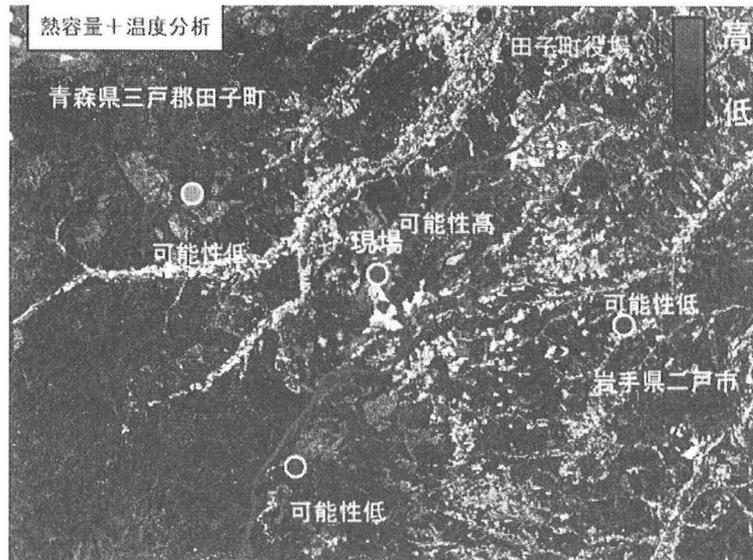


図7 熱容量解析をベースとした早期発見法による解析結果

（4）まとめと今後の課題

本研究では青森・岩手県境産業廃棄物不法投棄現場に対してハイテク機器による環境解析システムの構築および、データの効果的な解析手法の開発および環境評価を行った。水質分析の結果からは、廃棄物に起因する環境汚染の拡散はポイント2周辺までで止まっていることと、廃棄物撤去・原状回復作業によって水質が徐々に改善しており、作業が効果を上げていることが確認できた。また衛星情報の解析結果からは不法投棄現場およびその周辺の温度・植生・スペクトル分布などに特徴があることがわかり、温度については作業開始時には周辺と比較して温度差があったものが、作業の進捗に伴い差が減少してきていることを確認し、衛星による作業進捗および効果の評価も可能であることを示した。さらにこれらの知見をモデルケースとした他の大規模不法投棄事案への応用の一つとして、未発見大規模不法投棄現場の早期発見法の開発を行った。早期発見法の有効性は国内各地の多くの既知の不法投棄現場への適用によって確認できた。

残された課題としてあげられるのは、まずモニタリングの継続である。青森県が行っている廃棄物撤去・環境回復事業は平成24年に完了する計画となっており、本研究はこれと密接に関わっている。そのため今後も継続的に環境モニタリングのデータ提供や解析結果の情報公開を行って行政と密接に連携していく必要がある。またこれと同時に作業の効果検証も継続的に行い行政の事業の支援を行う必要がある。さらに作業完了後の環境回復状況を科学的に評価する手法についても確立していく必要がある。各種解析法を汎用的に他に適用する事に関しては、より詳細かつ高度な分析を行うために、さらに継続的なデータ収集およびケーススタディーを積み重ね、最適化および精度向上を図る必要がある。

2-2 土壌・生物・水質分析による環境モニタリング

(1) 研究の背景と目的

青森県田子町と岩手県二戸市にまたがる県境地域に産業廃棄物が多量に不法投棄されていることが1998年に発覚した。産廃の種類は多様であり、焼却灰、堆肥、廃油、RDPなどの他、医療系廃棄物も含まれていた。不法投棄現場は標高が約450mと高く、青森県側へ標高が下っている地形から、産業廃棄物からの浸出水及びそれに混じった懸濁物が青森県側に流出しており、地域環境への影響、特に、八戸地域市町村の飲料水源となっている馬淵川の支流にそれらの浸出水が流れ込むことが懸念された。そのため、2003年に産廃撤去に関する特別措置法が10年という期限付きで制定され、青森県当局でははじめに現場を遮水壁で囲い、降水の影響を防ぐため廃棄物をキャッピングシートで覆い、導水路によって浸出水を水処理施設に誘導し処理を行う施策をとり、それと共に産廃の撤去作業を行っている。

このようにはじめに不法投棄廃棄物からの浸出水及び懸濁物が現場から拡散するのを防ぐ手立てを講じたのは賢明な判断であったと考えられるが、産業廃棄物の不法投棄が発覚してから、このような施策が行われるまでに約5年の歳月が過ぎ、その間に流れた浸出水及び懸濁物等に含まれる有害微量無機物、有機物のこの地域への拡散はないのか。浸出水及び懸濁物等の拡散を防ぐために水処理施設が2005年から稼働しているが、この水処理施設によって処理され、公共水域（沢筋）に放出される放流水の性状は周辺の水系と比較してどうなのか。産廃撤去のための産廃掘り起こし作業に伴い、土壌から大気へ発散するVOC（揮発性有機化合物）の程度はどうなのか。医療系廃棄物と関連して、不法投棄現場及びその周辺の土壌細菌群集はどのようになっているか。以上のような点が調査すべき課題として上げられる。

そこで本研究では上記のような観点から現場及びその周辺の土壌、生物、水質、及び大気を定期的に試料として採取し、産廃の影響を受けていないと考えられる地点で採取した試料との比較を無機分析、有機分析、細菌分析、同位体分析の手法を用いて行い、地域的な差異、経時的な変動を調査し、この地域における産業廃棄物の実態とその流出挙動を調査し、流出機構の解析を行うことで汚染拡散防止事業の策定に寄与することを目的とした。

(2) 研究の方法・内容

①無機分析

ICP-MS法による微量有害無機元素分析（村中・大嶋ほか、2007.12）

誘導結合型プラズマ質量分析法（ICP-MS法）によって産廃不法投棄現場及び周辺水系で採取した水試料及び土壌試料中の微量有害金属元素（ヒ素、セレン、カドミウム、鉛）濃度の経時変化を調査した。これらの元素については水質汚濁に係る環境基準値 $10\mu\text{L}^{-1}$ が設定されている。ICP-MSはPerkinElmer社製のElan DRC-eを使用した。定量分析の検量線を作成するための標準溶液はSPEX製ICP汎用混合液XSTC-469を用い、内部標準液は和光純薬製原子吸光標準液のIn溶液とPt溶液を用いた。又、装置状態の確認にはPerkinElmer社製の検出限界試験溶液を用いた。

着目した質量数は ^{75}As 、 ^{78}Se 、 ^{111}Cd 、 ^{208}Pb であり、内標準としてはAs、Se、Cdについては

^{115}In を、 Pb については ^{195}Pt を用いた。又、 As 及び Se についてはアルゴンを含むイオンの同重体干渉を除去するためにメタンガスを用いた DRC モードを使用した。 Cd 、及び Pb については DRC を使用しない、スタンダードモードによる測定を行った。

図 1 に試料採取地点を示す。

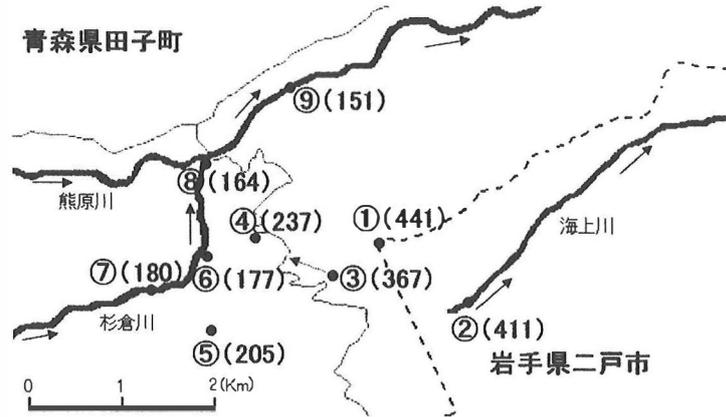


図 1 不法投棄現場周辺試料採取地点

- ①不法投棄現場内、②海上川上流、③浸出水処理施設、④旧水源、⑤新水源
- ⑥小坂沢、⑦杉倉川杉倉橋付近、⑧熊原川落合橋付近、⑨熊原川平成橋付近

図 1 において各地点のカッコ内の数字は高度を示し、破線は青森県と岩手県の県境を示す。又、太い実線は河川を示し、矢印は流れの方向を示す。細い実線は付近の主要な道路である。③の浸出水処理施設では処理施設への導入水(③-1)と処理後の放流水(③-2)を試料水として採取した。④の旧水源とは以前、簡易水道として使用されたが、産廃浸出水の流出方向に位置するという理由で、使用を中止した湧水から流れ出ている沢水を試料とした。⑤の新水源とはその後、簡易水道水源として使用されている湧水の採取地点、⑥は④と⑤の間の沢筋の沢水である。⑦、⑧、⑨は河川水からの採取地点であり、このうち、⑦は産廃現場からの浸出水の影響がないと考えられる上流域の地点、⑨は下流域の地点、⑧はそれらの中間地点である。

土壌試料の採取地点は①の現場内、④の旧水源、⑨の平成橋付近の 3 地点である。①は汚染されている可能性が高い地点として、④は現場からの浸出水の影響が考えられる地点として、⑨は現場からの汚染がないと思われる地点として選択した。

②有機分析

本研究では、青森・岩手県境産業廃棄物不法投棄現場を対象に調査を行った。図 2 に不法投棄現場周辺流域の断面図を示す。不法投棄現場は、八戸圏域水道企業団の取水源である馬淵川上流域に位置している。調査地点は、旧水源下流沢を対象とした。この沢には、過去二十数年間にわたり現場より浸出水が流出した地点である。なお、浸出水は岩手県側にも流出しているが、地形条件から青森県側への流出が多い。現在は、表面遮水シート、鉛直遮水壁、浸出水処理施設などの汚染拡散防止対策が進められており、現場からの有害物質の流出は抑止されている。調査項目は、沢流量、一般水質項目(pH, EC, TOC, DOC, E260, SS)および不法投棄廃棄物由来の微量化学物質を対象とした。なお、不法投棄廃棄

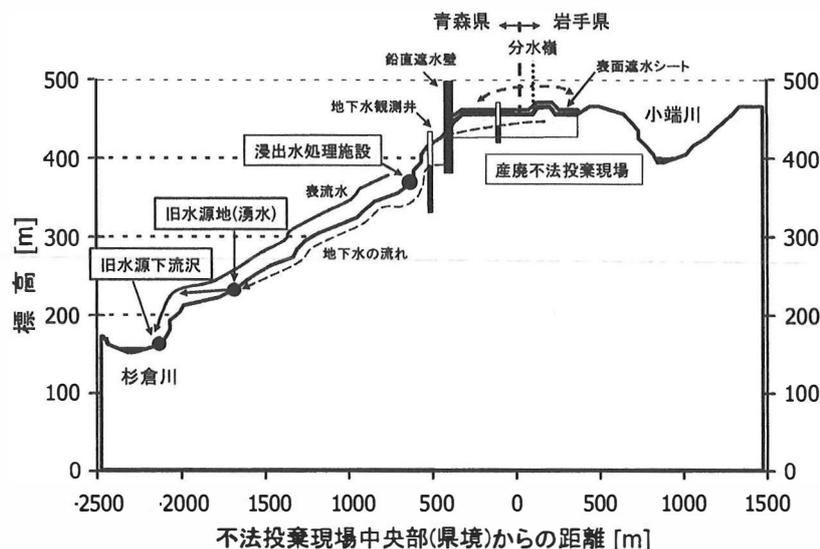


図2 不法投棄現場周辺断面図

表1 不法投棄現場浸出水より検出される化学物質類およびその化学的特性

化学物質名	Cas.	分子量	Log P *	化学物質名	Cas.	分子量	Log P *
1 Trimethyl phosphate	512-56-1	140.1	-0.65	26 o-Chlorophenol	95-57-8	128.6	2.15
2 2,2'-azobis(isobutyronitrile)	78-67-1	164.2	1.10	27 m-Chlorophenol	108-43-0	128.6	2.50
3 Acetophenone	98-86-2	120.2	1.58	28 p-Chlorophenol	106-48-9	128.6	2.39
4 Triethyl phosphate	78-40-0	182.2	0.80	29 2,3-Dichlorophenol	576-24-9	163.0	2.84
5 Isophoron	78-59-1	138.2		30 2,4-Dichlorophenol	120-83-2	163.0	3.06
6 Benzothiazole	95-16-9	135.2	2.01	31 2,5-Dichlorophenol	583-78-8	163.0	3.06
7 o-Chloronitrobenzene	88-73-3	157.6	2.24	32 2,6-Dichlorophenol	87-65-0	163.0	2.75
8 p-Chloronitrobenzene	100-00-5	157.6	2.39	33 3,4-Dichlorophenol	95-77-2	163.0	3.33
9 2,4-dinitrotoluene	121-14-2	182.1	1.98	34 3,5-Dichlorophenol	591-35-5	163.0	3.62
10 2-aminobenzothiazole	136-95-8	150.2		35 2,3,6-Trichlorophenol	933-75-5	197.5	3.77
11 Tributyl phosphate	126-73-8	266.3	4.00	36 2,4,6-Trichlorophenol	88-06-2	197.5	3.69
12 Benzophenone	119-61-9	182.2	3.18	37 4-Etylphenol	123-07-9	122.2	2.58
13 p-toluenesulfonamide	70-55-3	199.3		38 2-tert-Butylphenol	88-18-6	150.2	3.31
14 Tris(2-chloroethyl) phosphate	115-96-8	285.5	1.44	39 3-tert-Butylphenol	585-34-2	150.2	3.30
15 N-butylbenzenesulfonamide	3622-84-2	213.3		40 4-tert-Butylphenol	98-54-4	150.2	3.31
16 Tris(1,3-dichloro 2-propyl) phosph	13674-87-	430.9	3.65	41 4-n-Butylphenol	1638-22-8	150.2	3.65
17 Triphenyl phosphate	115-86-6	326.3	4.59	42 4-n-Pentylphenol	14938-35-3		
18 Tris (2-butoxyethyl) phosphate	78-51-3	398.5	3.75	43 4-n-Hexylphenol	2446-69-7	178.3	
19 2-Ethylhexyl diphenyl phosphate	1241-94-7	362.4	5.73	44 4-tert-Octylphenol	140-66-9	206.3	5.31
20 Tris(2-ethylhexyl) phosphate	78-42-2	434.7		45 4-n-Heptylphenol	1987-50-4	192.3	
21 Triscresyl phosphate	1330-78-5	368.4		46 Nonylphenol	25154-52-	220.4	5.76
22 Phenol	108-95-2	94.1	1.46	47 4-n-Octylphenol	1806-26-4	206.3	
23 o-Ceresol	95-48-7	108.1	1.95	48 Pentachlorophenol	87-86-5	266.3	5.12
24 m-Ceresol	108-39-4	108.1	1.96	49 Bisphenol-A	80-05-7	228.3	
25 p-Ceresol	106-44-5	108.1	1.94				

*SRC Physical Properties Database

物由来の微量化学物質とは、予備調査により浸出水から検出された化学物質群の一部である。表1に本研究で対象とした化学物質群の化学的特性を示す。

平成17年から降雨および融雪連続水質調査を行っている。採水は、一般水質項目に関しては、自動採水器を用いて一定時間間隔で採水を行った。微量化学物質に関しては、採水瓶で直接採水した。沢流量は、超音波式および水圧式水位計により越流深（水位）を観測し、流量公式(四角堰)を用い算出した。廃棄物由来の化学物質は、試料水を0.1MHC1でpH2.0以下に調整後、ジクロロメタンを用い液々抽出を行った。抽出液を脱水後、ロータリーエバポレーターにより減圧濃縮および窒素ガス吹きつけにより濃縮を行い分析に供した。分析は、ガスクロマトグラフ質量分析計(GC/MS)で行った。

大気環境中総VOC分析（小比類巻ほか、2008.2）

大気中のVOC調査については測定地点を不法投棄現場に絞り、2005年11月、2006年

5月と11月、及び2007年11月の4回行った。廃棄物や表土をスコップで20~30cm程掘り起こし、そこから発揮するVOCの濃度測定と気体サンプルの採取を行った。

大気中の総VOC濃度測定にはRAE Systems社製VOC連続モニター装置ppbRAE Plusを使用した。この装置はポータブル型でありながら、毎分400mLの気体を装置内に取り込み、気体に含まれるVOC濃度をイソブチレン換算で1ppbから2,000ppmの間で広範囲に測定できる。又、装置内に取り込んだ気体をポンプ出口から採取できるため、アルミ製ガス採取パックをシリコンチューブにて取り付け、GC分析用の気体採取を行った。

採取した気体に含まれるVOCの種類を特定するため、(株)島津製作所製GC分析装置GC-2014を用いた。使用したカラムは高分解能ガラスカラムSBS-120である。

③細菌分析

土壌細菌群集解析 (鮎川ほか、2008.2)

土壌細菌の分布や生育は土壌中の栄養塩濃度、化学物質に影響を受けるため、産業廃棄物の不法投棄により、現場及びその周辺の土壌細菌群集に何らかの変化が生じている可能性がある。そのような土壌微生物群集の解析には変性剤濃度勾配ゲル電気泳動法(DGGE法)が数多く用いられている。この方法は土壌試料から直接DNAの抽出を行うため、従来の平板培養法では検出不可能であった微生物を含めた解析が可能であり、微生物群集を対象とした解析を行う上で有効な方法とされている。

調査地は不法投棄現場場内(図1①)、海上川上流(図1②)、旧水源(図1④)、新水源(図1⑤)、現場近くのため池付近(図1①から東へ300m付近)、場内隣接森林(図1①から西へ150m付近)の6か所で、試料採取は2004年11月、2005年5月、11月、2006年5月、11月、及び2007年5月の6回である。これらの調査地点において表層から深さ約5cmまでの土壌を滅菌済み容器に採取し、DNA抽出までは冷蔵庫(5℃)で保管した。

各土壌試料を約0.5g分取したのち、微生物由来のDNAを抽出し、これを鋳型としてPCR法により16SrDNAの約200bpを増幅した。PCRにより目的配列が増幅されたことを確認するために、2%アガロースゲルによるPCR産物の電気泳動を行った。DGGEはDcode DGGEコンプリートシステム(BIORAD, CA, USA)を用いて行った。変性剤濃度勾配は電気泳動方向に30%から60%までとし、ポリアクリルアミドゲル濃度は10%とした。ゲル変性剤には尿素とホルムアミドを用い、泳動条件は電圧200V、泳動時間3.5時間とした。泳動後、変性剤濃度勾配ゲルをSyber Greenで染色し、染色されたDNAがUV照射下で発する励起光をCCDカメラで撮影した。撮影したゲルの画像は画像解析用ソフトウェアを用いてバンドの位置と有無の確認を行ったのち、主成分分析を行った。

DGGEにより得られたバンドの塩基配列解析を以下の方法で行った。DGGE解析により得られたバンドをテンプレートとし、DGGE用プライマーを用いて、16SrDNAの約200bpを増幅した。その後、PCR産物の2%アガロースゲル電気泳動を行い、目的の長さと考えられる増幅断片を確認した。得られたPCR産物を再度同様の方法でDGGEによる泳動をし、バンドの純度を確認後、バンド部分のゲルを切り出した。このバンドをテンプレートとし、PCR増幅用プライマーを用いてPCR反応を行い、得られた産物をQIA quick PCRで精製した。

精製したPCR産物をテンプレートとし、シーケンシング反応に供した。シーケイシン

グ反応は ABI PRISM BigDye Terminator Kit(Applied Biosystems, CA, USA)とシーケンシングプライヤーを用い、Gene Amp PCR System 9600(Applied Biosystems, CA, USA)上で行った。反応生成物は DyeEx2.0 Spin Kit(QIAGEN, Hilden, Germany)を用いて精製し、ABI PRISM 3100 DNA Sequencer (Applied Biosystems, CA, USA)で配列解析を行った。得られたバンドの配列と類似の塩基配列を国際塩基配列データベース (GenBank/EMBL/DDBJ) から検索するため BLAST による相同性検索を行った。

④同位体分析

植物、土、水試料の同位体分析 (村中ほか、2008.12)

土壌中の窒素安定同位体比は供給源によってある範囲の同位体比を示す。大気中窒素の同位体比を基準として、パーミル (‰) 単位で化学肥料が使われていれば $\delta^{15}\text{N}$ 値は $-8 \sim +3$ 、有機肥料が含まれていれば $+3 \sim +15$ 、家庭排水が混入している場合は $+10 \sim +14$ などと変化する。ところで、青森・岩手県境産廃不法投棄現場では収集産業廃棄物の中にパーク等の有機廃棄物が多く、産廃業者は有機廃棄物の堆肥化を試みていた。したがって、その影響が産廃土壌に及び、産廃からの浸出水として標高の低い地域に拡散することが考えられる。そこで、産廃現場周辺で採取した植物試料 (よもぎ) 及び土壌試料について、 $\delta^{15}\text{N}$ 値の地域的、経時的な変化を調査した。

採取した植物試料は乾燥後微粉化し、約 4mg をスズカプセルに包み、土壌試料の場合は乾燥後、網目が 2mm 角の篩で粗い砂を除き測定試料とし、燃焼・還元して窒素ガスとして安定同位体比質量分析計 (Delta Plus, サーマフィッシャーサイエンティフィック社) に導入、測定した。測定標準試料としてはグリシン (昭光通商) を用いた。

降水の地下への浸透速度を調べる方法として土をボーリングコア試料として採取し、これを数 cm 間隔に切断して含有水を取り出し、水の酸素・水素安定同位体比を調べる方法が行われている。この方法により安定同位体比の鉛直プロファイルに年周期が観察され、そこから浸透速度が求められる。これまで、八戸地域の降水の水素安定同位体比に関する測定 (H.Sato, T.Muranaka et al., 2005.7) を行っていたのでその経験を生かし、産廃浸出水の処理施設に近い場所のボーリング許可を得て、約 8m のボーリングコア試料を採取し、これを 30cm 間隔に切断し、高速冷却遠心機 (50A-IVD、佐久間製作所) により土壌水を得て、その土壌水の水素安定同位体比の鉛直プロファイルの測定を試みた。

もう一つの同位体分析は、六ヶ所村に立地した原子燃料再処理施設との関連で、環境水中のトリチウム分析 (T.Muranaka et al., 2005.7/8、島・村中ほか、2007.8) に関する経験を有するので、その技術を生かして産廃投棄現場周辺水系水試料のトリチウム濃度測定を行い、産廃投棄現場周辺の水系を区別することを試みた。採取した水試料は始めに不純物を除くために常圧蒸留処理を行い、その後、体積減容率 20 倍の電解濃縮を行った。電解濃縮には市販の電解濃縮装置 (Tripure XZ027, Permelec Electrode) を用い、その後、低バック液体シンチレーションシステム (LB-II、アロカ) でトリチウム濃度を測定した。

(3) 研究の結果と考察

①無機分析

ICP-MS 法による微量有害無機元素分析 (村中・大瀧ほか、2007.12)

空試験試料に関する計数値の 3σ で定義される検出下限値は μL^{-1} 単位で As : 0.007、Se:0.02、Cd:0.002、Pb:0.1 程度である。又、定量下限値は μL^{-1} 単位で As : 0.08、Se:0.17、Cd:0.03、Pb:0.16 である (村中・大瀧ほか、2007.2)。定量分析の信頼性を確認するために、得られた検量線を用いて無機元素分析用河川水標準物質 (JSAC0302、日本分析化学会) について分析を行った。得られた測定値は認証値の範囲内にあり良好な結果を得た。更に、実試料での定量分析の信頼性を確認するために、不法投棄現場で採取した試料水に対して標準溶液及び空試験溶液を同量添加して、標準溶液添加回収試験を行った。回収率として測定度数 5 回の平均値として、As : 101%、Se:105%、Cd:98%、Pb:92%を得た。

採取試料水の定量分析結果を図 3 に示す。

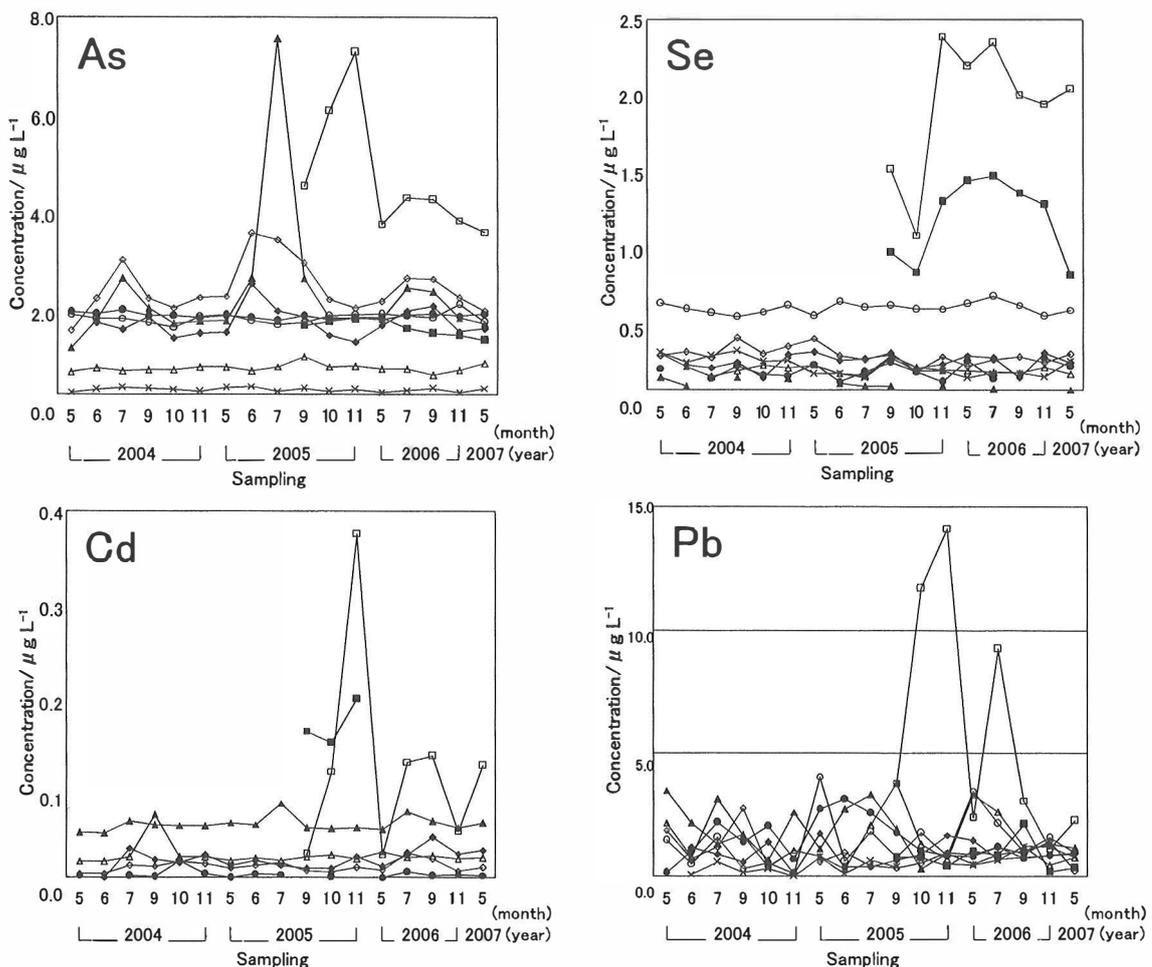


図 3 採取した水系水試料中のヒ素、セレン、カドミウム、鉛濃度の経時変化

② : × (海上川上流)、③-1 : □ (処理施設への導入水)、③-2 : ■ (水処理プラントからの放流水)、④ : ○ (旧水源)、⑤ : ● (新水源)、⑥ : △ (小板沢)、⑦ : ▲ (杉倉川の杉倉橋付近)、⑧ : ◇ (熊原川落合橋付近)、⑨ : ◆ (熊原川平成橋付近)

ヒ素 産廃からの浸出水で処理施設への導入水③-1 の濃度は水質汚濁に係る環境基準値を超えないものの、周辺水系と比較して濃度が高い場合があるが、処理放流水③-2 の濃

度は $2 \mu\text{g L}^{-1}$ 以下に減少している。旧水源湧水からの沢水④の濃度は測定期間を通じて $2 \mu\text{g L}^{-1}$ 以下であり、濃度の増加傾向は観察されなかった。2005年7月に採取した杉倉川橋付近の河川水⑦のヒ素濃度は例外的に通常の値より高い値を示した。これは採取前の降雨によって一時的に懸濁物が河川水中に多く流出したためである。

セレン 産廃からの浸出水③-1中の濃度は環境基準値を超えないものの、他の試料水と比較して高い濃度を示している。処理放流水③-2の濃度は $1.5 \mu\text{g L}^{-1}$ 以下に低下しているが、他の3元素と比較して低下の割合が少ない。旧水源湧水からの沢水④の濃度は⑤～⑨の沢水、河川水と比較して全測定期間を通じてやや高い値を示している。浸出水処理施設が稼働した2005年6月の前後で濃度変化が見られないのは前述のように水処理施設による濃度減少の割合が少ないためではないかと考えられる。

カドミウム 産廃からの浸出水③-1は $0.5 \mu\text{g L}^{-1}$ を超えない。処理放流水③-2の濃度は低く、 $0.2 \mu\text{g L}^{-1}$ 以下である。

鉛 産廃現場からの浸出水③-1の濃度は毎回大きく変動し、環境基準値を超える場合があったが、処理放流水③-2の濃度は $2.5 \mu\text{g L}^{-1}$ 以下となっている。

表2に土壤試料の測定結果を示す。(村中・大寫ほか、2008.2)

表2 不法投棄現場内及び周辺土壤に関する測定結果

元素	採取年月	④旧水源			⑨平成橋付近	元素	採取年月	④旧水源			⑨平成橋付近		
		①現場内	上	下				底	①現場内	上		下	底
As	2005	9	2.63	—	4.70	—	0.48	9	0.45	—	0.44	—	0.51
		10	2.15	—	9.29	—	N.D.	10	0.43	—	0.77	—	0.38
		11	1.86	—	12.56	—	N.D.	11	0.83	—	0.61	—	0.63
	2006	5	4.88	—	12.09	—	N.D.	5	0.49	—	0.86	—	0.4
		7	4.36	—	8.49	—	0.09	7	0.72	—	0.53	—	0.31
		9	9.10	8.45	8.41	—	8.39	9	0.88	0.57	0.75	—	0.73
		11	8.48	2.37	10.18	—	5.21	11	0.91	0.46	0.69	—	0.58
	2007	5	3.72	10.36	2.68	—	1.97	5	0.43	0.52	0.86	—	0.30
		7	4.09	3.71	16.80	2.26	1.96	7	0.30	0.37	0.37	0.49	1.08
		9	1.03	1.90	12.21	2.01	3.38	9	0.26	0.42	0.63	0.26	0.44
		11	6.94	13.61	5.42	6.35	1.51	11	0.52	0.67	0.48	0.45	0.48

元素	採取年月	④旧水源			⑨平成橋付近	元素	採取年月	④旧水源			⑨平成橋付近		
		①現場内	上	下				底	①現場内	上		下	底
Cd	2005	9	0.06	—	0.05	—	4.69	9	5.40	—	4.73	—	2.26
		10	0.05	—	0.08	—	1.48	10	4.11	—	8.78	—	0.92
		11	0.04	—	0.10	—	0.92	11	2.64	—	12.46	—	0.91
	2006	5	0.12	—	0.09	—	0.4	5	21.27	—	7.96	—	0.32
		7	0.10	—	0.04	—	0.44	7	8.28	—	6.06	—	0.78
		9	0.21	0.08	0.08	—	0.1	9	18.04	7.17	8.48	—	3.95
		11	0.22	0.06	0.10	—	0.18	11	29.38	3.34	11.21	—	4.95
	2007	5	0.10	0.09	0.06	—	0.05	5	7.48	8.41	2.43	—	4.53
		7	0.09	0.10	0.09	N.D.	0.3	7	8.57	3.17	10.32	1.53	1.28
		9	0.04	0.09	0.10	0.04	0.09	9	2.76	3.63	10.58	2.87	7.04
		11	0.20	0.16	0.09	0.09	0.06	11	13.54	13.75	5.59	7.26	3.42

“N.D.”は測定値が定量下限値未満、“—”は試料に採取を示す。

④旧水源付近では当初は水系水試料採取地点近く(表2では旧水源下と表記)の1ヶ所の採取であったが、より状況を詳しく観察するため、旧水源下よりも浸出水処理施設に近い地点(旧水源上と表記)と水系水試料を採取した沢底(旧水源底と表記)の2か所を追加した。

ヒ素 ①の現場内、④の旧水源上及び旧水源下で高い値を示す場合が多く、特に、旧水源上、及び旧水源下では環境基準値 $10 \mu\text{g L}^{-1}$ を超える場合があった。

セレン 試料採取した全地点で全期間において環境基準値未満であった。

カドミウム 環境基準値よりもはるかに低く、①の現場内、④の旧水源3試料よりも⑨

平成橋付近で高めの値を得る場合が多く、産廃の影響は考える必要はない。

鉛 ①の現場内、④の旧水源上、及び旧水源下で高い値を示す場合が多く、環境基準値 $10 \mu\text{g/L}^{-1}$ を超える場合もあった。

②有機分析

有機微量汚染物質の実態調査結果

図4に現場周辺の降水量、沢流量および化学物質の流出濃度を示す。特に毎年2月下旬から5月中旬までの融雪期に流量が増加することがわかる。このことから、当該現場での化学物質の流出のモニタリングは、融雪期を中心に行った。DOC および E260 とともに流出濃度は、融雪期に高いものの2005年から2007年にかけて減少傾向にある。同様に、廃棄物由来の化学物質である Benzothiazole や N-butylbenzenesulfonamide も融雪期は濃度が高いが、それ以降は流出濃度が減少していることがわかった。融雪期に濃度が増加した原因として、沢流量増加により冬期に周辺土壌に蓄積されていた強疎水性の微量化学物質が融雪浸透水等を駆動力として流出するためと考えられる。他の微量化学物質に関しても変動していないものが若干あったが、全体的には減少の傾向がみられた。

図5は、一般有機成分 (E260) と微量化学物質の流出濃度の関係を示したものである。DOC についても同様の結果を得た。降雨・融雪ともに一般有機成分と微量化学物質の流出挙動に相関が見られる。このことから、一般有機成分 (フミン質主体) が当該物質のキャリアとして機能していることも考えられるが、当該物質の $\log P$ (オクタノール-水分配係数) は 2~3 程度であり、一般有機成分への収着等は考えにくい。おそらく、土壌浸透流の影響により土壌から一般有機成分と同様の希釈などを受け、流出したと考えられる。

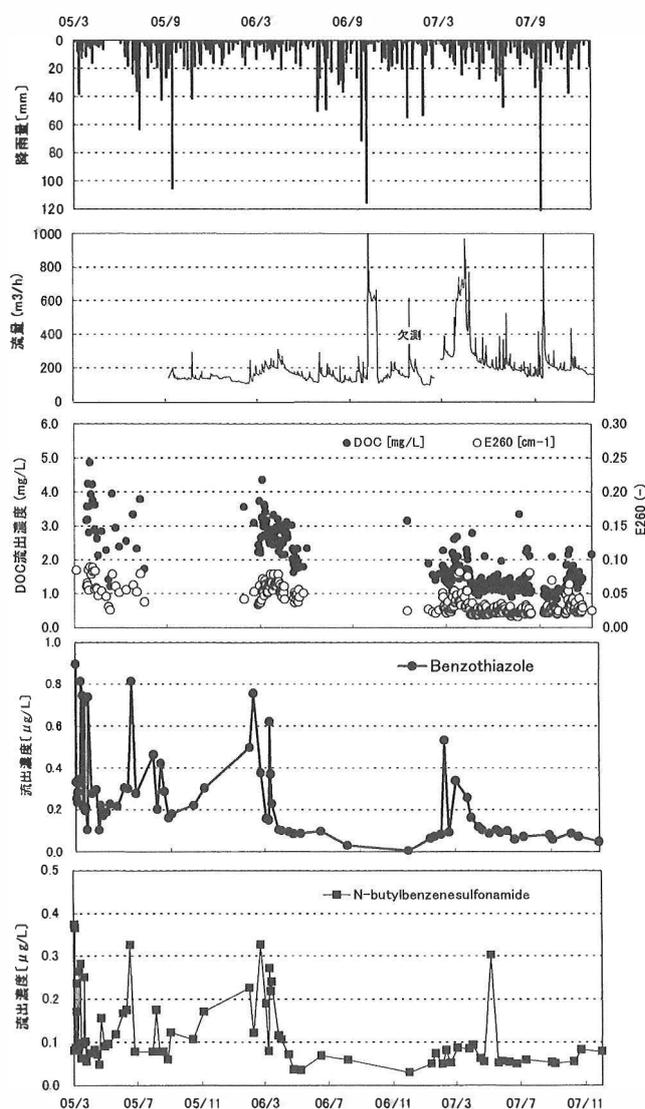


図4 現場周辺の降水量、沢流量および化学物質の流出濃度

Benzothiazole の様に、降雨・融雪ともに同様の流出傾向を示しているが多かった。一方、降雨と融雪で異なった挙動を示している物質もあり、この流出パターンの違いは、物質特性に由来する土壤中の存在形態や降雨・融雪における土壤浸透流特性の差によるものと思われる。詳細に関しては、今後の検討課題にしたい。

なお、有機成分の一般的指標である E260 や DOC が微量化学物質と同様の挙動を示していることから、当該物質の流出を把握する簡便な指標として利用できる可能性がある。なお、本検討は溶存態のみであるが、今後は懸濁態を含めた土壤からの流出特性に関して検討を行う予定である。

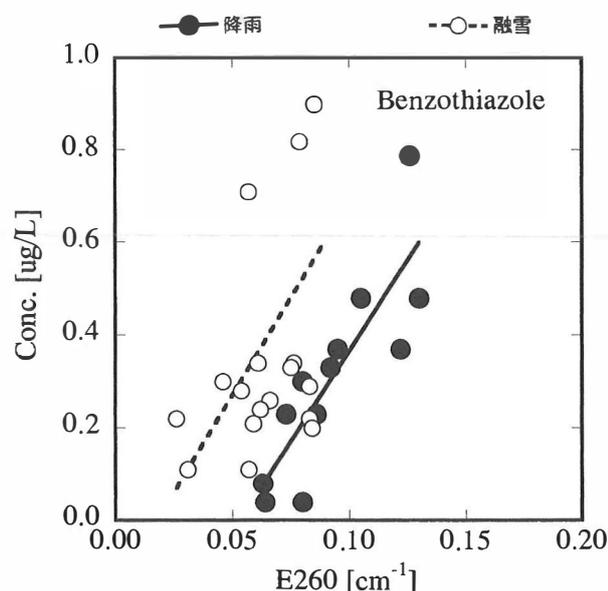


図 5 一般有機成分と Benzothiazole の流出濃度の関係

大気環境中総 VOC 分析 (小比類巻ほか、2008.2)

2005 年 11 月に採取した総 VOC 濃度は採掘産廃物上では 1,000ppm 以上、埋立土壤上でも 100ppm 以上と高い値を示し、廃棄物移設作業によって大気汚染が発生していることを確認した。埋立土壤から 100ppm の揮発成分が認められる環境は、高濃度 VOC の長期暴露による健康上の問題が懸念される状態であった。

このため、未撤去の廃棄物上にシートを被せる囲い込みが始められ、2006 年 5 月では廃棄物上では依然として 800ppm と依然として高濃度であったが、埋立土壤では 1ppm と改善傾向が見られた。さらに 2006 年秋にはほぼ全ての廃棄物の囲い込みが完了し、廃棄物の撤去も進み、2006 年 11 月の埋立土壤では屋内と同等の 0.25ppm 以下まで改善されていた。廃棄物から直接測定した VOC も 3.7ppm 以下に改善された。2007 年 11 月の調査では、廃棄物の撤去が更に進んでおり、総 VOC は 182ppb 以下と更に改善されていた。

2006 年 11 月に採取した現場廃棄物上の大気 GC 分析結果から、大気に含まれる VOC 成分は 20 種類以上で、汚染の種類が多岐に渡ることが確認できた。検出された VOC 成分としては酢酸エチル、イソブタノール、トルエン、m-キシレン、o-キシレンなど有害性が認められる物質も含まれている。しかし、既存のデータと比較した場合、各有害 VOC 成分とも 50~100ppm と言われる管理濃度を超えていない。更に、2007 年 11 月には廃棄物撤去の効果が現れ、それぞれのピーク強度は 1 割程度まで減少しており、特に、検出に時間がかかる高分子のピークが見られなくなり、GC 分析の結果からも廃棄物の撤去に伴う大気汚染の改善が裏付けられた。

③細菌分析

土壤細菌群集解析 (鮎川ほか、2008.2)

DGGE バンドパターンの相違を明らかにするため主成分分析を行った。その結果、2004年11月、2005年5月、11月、2006年5月までに採取された4回の土壌細菌群集については不法投棄現場のバンドパターンその周辺で採取した土壌細菌群集と顕著な相違は見られないが、2006年11月と2007年5月に採取された2回は不法投棄現場のバンドパターンはその他の調査地点と著しく異なることが判明した。その理由はこの2回の採取時は、廃棄物撤去に伴い不法投棄現場において適切な土壌の採取が不可能であったため、褐色の泥状の廃棄物自体の細菌群集を解析したことによると考えられる。このように、産業廃棄物自体の細菌群集は、投棄からおおよそ10年程度経た時点においても周辺土壌の細菌群集と顕著な相違が見られることが明らかになった。

2007年5月には不法投棄現場に隣接する森林の土壌を採取したが、そのバンドパターンは不法投棄の影響が最も少ないと予想された海上川と同様であることから、廃棄物を含んだ土壌の飛散による汚染の可能性は低いと考えられる。又、2004年11月から2006年5月までに不法投棄現場内で採取された土壌の細菌群集のバンドパターンは周辺地域のものと顕著な違いがみられなかったことから、廃棄物による周辺微生物群集への影響は小さいと考えられる。

DGGEにより得られたバンドの塩基配列解析により、すでに報告のある塩基配列と全く同様の配列も見られたが、多くは不明であった。これは解析されたバンドの塩基数が200bpと短いことが一因であると考えられる。なお、不法投棄された廃棄物には堆肥、医療系廃棄物などが混入していたが、今回の分析からは大腸菌や病原性細菌の検出は見られなかった。

④同位体分析

植物、土、水試料の同位体分析（村中ほか、2008.2）

図6に採取した植物試料（よもぎ）の $\delta^{15}\text{N}$ の経時変化を示す。植物試料として“よもぎ”を選んだのは、“よもぎ”は生育範囲が広いためである。①は産廃不法投棄現場、④は旧水源、⑦は平成橋付近である。

図6から、平成橋付近の“よもぎ”の $\delta^{15}\text{N}$ 値は0%前後の値を示しているのに対し、現場に生育している“よもぎ”の $\delta^{15}\text{N}$ 値は減少傾向にあること、これに対して旧水源付近に生育している“よもぎ”の $\delta^{15}\text{N}$ 値はやや高くなってきているように見受けられるので、継続した観察が必要である。

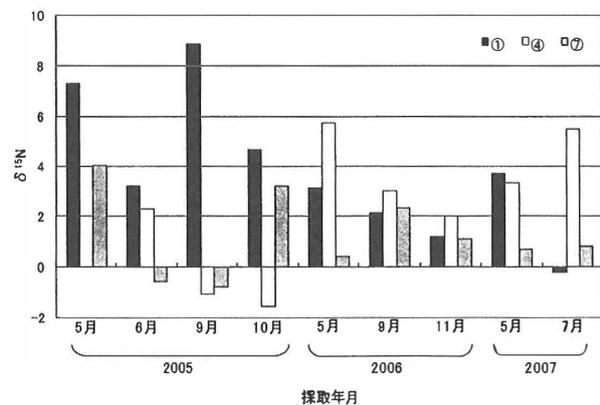


図6 採取した“よもぎ”の $\delta^{15}\text{N}$ 値の経時変化

2006年9月と11月に採取した土壌試料の $\delta^{15}\text{N}$ 値は、①現場、現場近くのため池付近、③水処理施設付近、④旧水源付近では4~5%、⑤新水源、⑦杉倉橋付近、⑨では平成橋付近では2~3%の値を示し、“よもぎ”の $\delta^{15}\text{N}$ 値と比較してやや高い値を示した。この傾向は植物試料が根から窒素成分を吸収する際に、窒素14の方が窒素15よりも吸収されや

すいという同位体分別によると考えられる。

ボーリング採取した土コア試料から得た土壌水の δD 値は地表に近い深さ 1m までの部分は -50% よりもやや高く、深さ 1m から 4~5m まで次第に δD の値が -60% 程度まで低下し、6~8m の深さでは再びやや増加した。 δD 鉛直プロファイルには明瞭なピークが観察されなかった。この原因は主としてコアの区分がやや長過ぎたためではないかと考えている。今後、土コア区分の間隔を短くすることにより、産廃浸出水の地下浸透速度を推定できる年周期が観察できるものと思われる。

2005 年 7 月に採取した水系水試料のトリチウム濃度は BqL^{-1} 単位で現場近くのため池 0.788 ± 0.049 、④旧水源 0.922 ± 0.056 、⑤新水源 0.823 ± 0.050 、⑦杉倉川橋付近 0.792 ± 0.049 、⑨平成橋 0.752 ± 0.046 であり、旧水源湧水からの沢水のトリチウム濃度が、他の 4 試料のトリチウム濃度と比較して $0.1BqL^{-1}$ かそれ以上大きい値を示した。このことは、旧水源水系には現場付近のため池、新水源、及び杉倉川、熊原川の河川水とは違った水が混合していることを示唆している。

⑤汚染物質の流出挙動解析

図 5 は、連続調査時の各微量化学物質の相対流出濃度合計量 ($\Sigma (C-C_0)$) と $\log P$ の関係を示したものである。相対濃度は降雨・融雪前後でそれぞれ $C_0 (=1)$ [-], $C = C' / \bar{C}$ [-] と定義した。ここで、 C' : 降雨・融雪時の流出濃度 [g/L] および \bar{C} : 降雨前(融雪後)流出濃度の平均値 [g/L] である。本来、流出負荷量を検討する場合、物質量 (= 流量 \times 濃度) で評価すべきであるが、調査において流量を計測するための水位観測が土砂等の流入により正確に行うことができなかった。そこで、本研究では流出負荷量の代替指標として相対流出濃度の合計量を求めることで流出挙動を把握する簡便な方法で評価を試みた。図より、 $\log P$ が大きな(強疎水性)物質ほど流出量が増加する。これは、土壌内に蓄積されていた強疎水性物質が、降雨等による急激な浸透水の増加により脱着を起こし流出したものと考えられる。一方、弱疎水性物質で流出量が少ないのは、土壌との親和性が比較的に弱いため蓄積が比較的少なく浸透水の増加による影響を受け難いためと推察した。

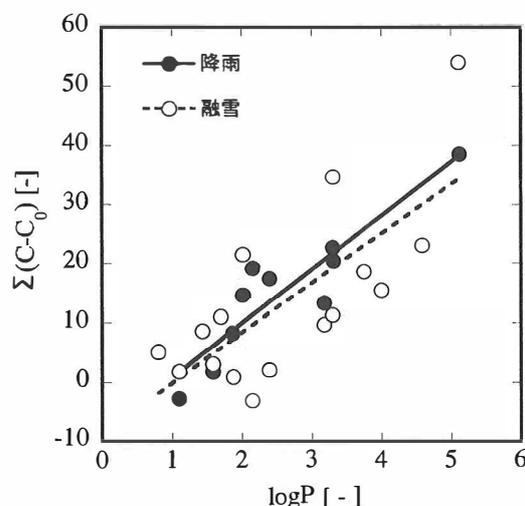


図5 相対流出濃度合計量と $\log P$ の関係

(4) まとめと今後の課題

①無機分析

ICP-MS 法による微量有害無機元素分析

青森・岩手県境地域に不法投棄された産廃からの浸出水の影響について、水質汚濁に係る環境基準の設定されているヒ素、セレン、カドミウム、及び鉛に着目し、産廃現場周辺水系水試料中の濃度を ICP-MS 法によって定量分析し、以下の結果を得た。

1) 分析を行った 2004 年 5 月から 2007 年 5 月までに採取した試料水中のヒ素、セレン、カドミウム、及び鉛の濃度は水処理施設への導入水を除いて、全て、水質汚濁に係る環境基準値以下であり、ヒ素は $3.5 \mu\text{g L}^{-1}$ 以下（ただし、降雨による懸濁物を含む河川水 1 試料を除く）セレンは $1.5 \mu\text{g L}^{-1}$ 以下、カドミウムは $0.2 \mu\text{g L}^{-1}$ 以下、鉛は $4.1 \mu\text{g L}^{-1}$ 以下であった。

2) 調査した 4 元素とも、経時的に濃度が増加する傾向は観察されなかった。

3) しかし、水処理施設に近い、旧水源湧水からの沢水のセレン濃度は他の地点で採取した水系水試料よりも常にやや高い値を示した。

水系水試料に関する測定結果から産廃浸出水は水処理施設によって溶存物を減少させて放流されているが、着目した無機元素の中ではセレン濃度がそれ程低減されてはならず、そのため旧水源付近のセレン濃度が他の地点よりもやや高い傾向を示している。

また、土壌試料に関する測定結果から、現場のヒ素、鉛濃度は減少傾向にあるのに対し、旧水源付近ではやや増加傾向にあるので、今後も継続して試料採取による環境モニタリングを行い、特に、旧水源地区、及びそれより高度の低い地点における無機元素濃度の経時変化を観察する必要がある。

②有機分析

有機微量汚染物質の実態調査結果

実不法投棄廃棄物より検出される化学物質を指標として用い、迅速かつ簡易なモニタリング手法の開発の検討を行った。本研究で得られた結果を以下に示す。

1) 当該廃棄物から検出される化学物質を指標としてモニタリングを行った結果、降雨および融雪時には、比較的高濃度で微量化学物質が検出されることがわかった。これは、土壌に蓄積した当該物質が流出したためと思われる。

2) 降雨・融雪ともに一般有機成分と微量化学物質の流出挙動に相関が見られた。一般有機成分の指標である E260 や DOC が微量化学物質の流出挙動を予測する簡便な流出指標として利用できる可能性がある。

VOC 濃度の経年調査

廃棄物撤去のための掘り起こし作業が始まった直後は周辺の大気環境に影響が懸念される VOC 濃度であった。しかし、囲い込みを伴った撤去作業の結果、2006 年から現場大気の総 VOC 濃度は大幅に減少し、2007 年現在では全く問題ないレベルまで改善された。

③細菌分析

今回の DGGE 分析においては、バンドの塩基数が 200bp と少なく、多くのバンドに対応する細菌は不明であったが、DGGE バンドパターンの主成分分析から、廃棄物を含む土

壤の飛散による周辺土壌微生物群集への影響は少ないと考えられる。また、不法投棄された廃棄物は堆肥や医療系廃棄物を含んでいるが、大腸菌や病原性細菌は検出されなかった。

④同位体分析

植物、土、水試料の同位体分析

“よもぎ”の $\delta^{15}\text{N}$ 値は経時的に、現場内では低下しつつあるが、水処理施設付近、旧水源付近ではやや増加傾向にあった。土壌試料の $\delta^{15}\text{N}$ 値、及びボーリングコア試料中の土壌水の δD 値の鉛直プロファイルを測定した。現場周辺水系のトリチウム濃度を測定し、旧水源湧水からの沢水で採取した水試料のトリチウム濃度が他の試料水と比較して高く、水系の性状が異なることを確認した。

以上の結果から、旧水源付近は他の現場周辺と異なり、産廃からの浸出水の影響が懸念されるので、旧水源及びその下流地域のモニタリングの継続が望まれる。

⑤汚染物質の流出挙動解析

相対流出濃度合計量と $\log\text{P}$ を用いて当該物質の流出特性を検討した結果、降雨・融雪ともに強疎水性物質ほど流出しやすいことがわかった。

青森・岩手県境地域の不法投棄現場における大気環境に関する調査報告

小比類巻 孝幸*・村 中 健**・大 嶋 倫 和***
鮎 川 恵 理****

Analysis of VOC Concentration of Atmosphere for Dumped Waste at the Boundary Area between Aomori and Iwate Prefecture

Takayuki KOHIRUIMAKI, Takeshi MURANAKA, Norikazu OOSHIMA
and Eri S. AYUKAWA

Abstract

The volatile organic compound (VOC) of atmosphere for dumped waste are having a concern effect on around the boundary area between Aomori and Iwate prefecture. Total VOC concentration was analyzed use the handheld VOC monitor, and VOC molecules were identified by the gas chromatography. As a result, concentration of VOC on the waste dispose site atmosphere in Nov. 2005 was over $1,000 \times 10^3$ ppb that include an environmental influence materials, the isobutylene and xylene. But the VOC concentration in Nov. 2007 was decreased to an environmental standard by enclosure and withdraw the dumped waste.

Key words: dumped waste, atmospheric pollution, VOC, gas chromatography

1. はじめに

青森・岩手県境産廃不法投棄現場周辺への汚染拡散防止のため、平成15年から水系および土壌中の金属元素分析を継続して行っている¹⁾。分析開始の平成15年当初は産廃の撤去が始まったばかりであり、投棄現場は大半が被覆土壌に覆われていたが、平成16年度の調査では、産廃物撤去のための掘り起こし作業に伴い、投棄現場に設置されている青森県環境生活部県境再生対策室現地事務所を中心とした広範囲で大気中に拡散する有機物質の臭気が強くなり、土壌から大気中に発散するVOC (volatile organic compounds: 揮発性有機化合物) の影響が懸念されるようになった。VOCは大気中で気体状となる有機化合物の総称であり、トルエン、キシレン、酢酸エチルなど健康への影響が報告されている多種多様な物質も含まれる。そのため、有機系大気汚染物質の拡散状況の調査を目的に、平成17年11月から3年間、現場周辺の大気分析を行った。

本報告では、現場土壌中およびその周辺の大気中のVOCについて、総VOC濃度および種類を、平成17年11月から3年間調査した結果をまとめた。

2. 調査方法

2.1 調査地点

図1は県境産廃不法投棄現場周辺の地図である。現場表土には、廃棄物を被覆した粘土質土壌、廃棄物露出部分および元からの土壌の部分があったため、測定地点は投棄現場に絞り、現場のそれぞれの異なる表土から大気中に発散するVOCを調査した。

調査は、平成17年11月、平成18年5月、平成18年11月および平成19年11月の計4回行った。図2のように、廃棄物や表土をスコップで20~30cm程度掘り起こし、そこから揮発するVOCの濃度測定と気体サンプルの採取を行った。

2.2 大気中の総VOC濃度測定

大気中の総VOC濃度測定には、RAE Systems社製VOC連続モニター装置ppbRAE Plusを使用した。ppbRAE Plusの性能諸元を表1に示す。このVOC連続モニター装置はポータブル型でありながら、内部のポンプにて毎分400mlの気体を装置内に取り込み、気体に含まれるVOC濃度をイソブチレン換算で最低1.00ppbから最高2,000ppm間での広範囲で測定できるという特徴を持つ。また、装置内に取り込んだ気体をポンプ出口から採取できるため、GLサイエンス(株)のアルミ製ガス採集パックをシリコンチューブにて取り付け、GC分析用の気体の採取も行った。

2.3 GC分析

採取した気体中に含まれる揮発性有機化合物の種類を

平成20年1月7日受理

* 大学院機械・生物化学工学専攻/生物環境化学工学科・准教授

** 大学院機械・生物化学工学専攻/生物環境化学工学科・教授・異分野融合科学研究所併任

*** 循環型社会技術システム研究センター・任期付研究支援員

**** 生物環境化学工学科・助教・異分野融合科学

- 2) (株) RAE Systems ホームページ (<http://www.raesystems.jp/>)
- 3) Lucy Pryde Eubanks, et al., "Chemistry in Context: Applying Chemistry to Society, Fifth Edition", A Project of the American Chemical Society (2006)
- 4) 石油化学工業協会製品安全データシート MSDS. No. 7
- 5) 石油化学工業協会製品安全データシート MSDS. No. 14
- 6) 石油化学工業協会製品安全データシート MSDS. No. 17
- 7) (株) 島津製作所: キャピラリガスクロ応用データ集, C180-0037.

青森・岩手県境産業廃棄物不法投棄現場および その周辺における土壌細菌群集解析

鮎川 恵理*・大 嶋 倫 和**・小比類巻 孝幸***
村 中 健****・奥 田 慎 一*****

The Bacterial Community Structure in the Soils Sampled in the Area Illegally Disposed Industrial Waste, the Boundary Area between Aomori and Iwate Prefecture

Eri S. AYUKAWA*, Tomokazu OHSHIMA**, Takayuki KOHIRUIMAKI***,
Takeshi MURANAKA**** and Shinichi OKUDA*****

Abstract

The bacterial community structures in the soils sampled in the area where industrial waste were illegally disposed, the boundary area between Aomori and Iwate prefecture were studied by using denaturing gradient gel electrophoresis (DGGE). The soil samplings were held 6 times from Nov. 2004 to May, 2007. The DGGE profiles and principal-component analysis (PCA) demonstrated the bacterial community in the waste was apparently different from the other communities in the soils sampled around the area, nevertheless the dumping was more than 10 years before. The communities in the most of the sampled soils showed common pattern and this result had never changed through the sampling. These results suggest that the bacterial communities in the waste were apparently differed from the local communities, but these in the sampled soils were not affected by the illegal disposal.

Key words: DGGE, bacterial community, soil, illegal waste

1. はじめに

青森県田子町と岩手県二戸市にまたがる 27 ha の広大な土地に焼却灰、堆肥、汚泥、廃油、RDF などの推定 82 万 m³ もの産業廃棄物が不法に投棄され、大きな社会問題となっている。廃棄物からは主にテトラクロロエチレン、トリクロロエチレン、ジクロロメタンおよびベンゼンなどの揮発性有機化合物や、一部に鉛、ダイオキシン類が基準を超過して検出されるなど、複合汚染の状況を呈している¹⁾。さらには、注射器などの医療系廃棄物も不法に投棄されていた。この問題は 1998 年 12 月に発覚し、その後廃棄物の撤去が進められているが、本格撤去までの間は廃棄物表面に全面的に遮水シートを敷設しているに過ぎず、廃棄物の飛散などによる地域の土壌汚染が心配されている。

土壌細菌の分布や生育は土壌中の栄養塩濃度、化学物質などの影響により制限される²⁾ため、上述のような産

業廃棄物の不法投棄により、現場およびその周辺の土壌細菌群集に何らかの変化が生じている可能性が考えられる。近年、土壌微生物群集の解析には、変性剤濃度勾配ゲル電気泳動法 (DGGE; Denaturing Gradient Gel Electrophoresis) が数多く用いられている。この方法は、土壌試料から直接 DNA の抽出を行うため、従来の平板培養法では検出不可能であった微生物を含めた解析が可能であり、群集を対象とした解析を行う上で有効な方法とされている³⁾。そこで本研究では、青森・岩手県境産業廃棄物不法投棄現場およびその周辺における土壌細菌群集について、DGGE 法を用いて明らかにし不法投棄の土壌細菌群集に対する影響を明らかにすることを目的とする。

2. 調査地および方法

2.1. 調査地

調査地は青森県田子町遠瀬の産業廃棄物不法投棄現場とその周辺の 6 地点とした (図 1)。採取は 2004 年 11 月 25 日, 2005 年 5 月 25 日, 11 月 24 日, 2006 年 5 月 25 日, 11 月 16 日, 2007 年 5 月 18 日の合計 6 回行った。調査点番号, 調査点名, 標高, 不法投棄現場からの距離を表 1 に示す。(1) 海上川は, 海上川沿いのスギの生育する斜面で, 水系も異なり不法投棄の影響がもっとも少ないと予

平成 20 年 1 月 7 日受理

* 生物環境化学工学科・異分野融合科学研究所・助教

** 循環型社会技術システム研究センター・研究員

*** 大学院工学研究科機械・生物システム工学専攻・生物環境化学工学科・准教授

**** 大学院工学研究科機械・生物システム工学専攻・生物環境化学工学科・異分野融合科学研究所・教授

***** 八戸工業大学名誉教授

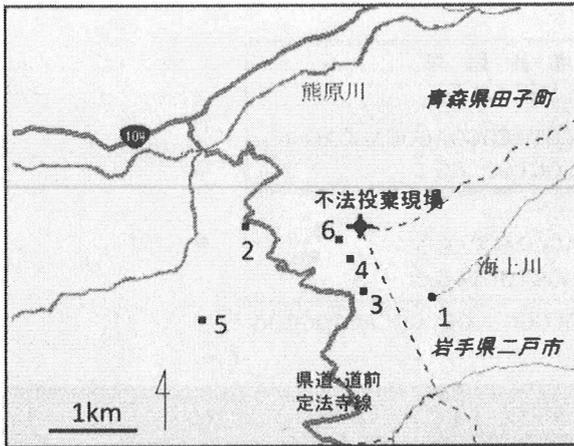


図1 調査地地図および土壌採取地点(青森県田子町)。各番号は表1の調査点番号に一致する。

表1 土壌採取を行った調査点, 調査点番号, 標高, 現場からの距離

調査点名	調査点番号	標高(m)	現場からの距離(m)
海上川	1	411	1,464
旧水源	2	237	1,964
ため池	3	440	357
場内	4	450	—
新水源	5	205	3,035
場内隣接森林	6	—	—

想される地点, (2) 旧水源は約 30 m ほどの距離をあけて畑のある草地で, 産業廃棄物の不法投棄が発覚するまで地域住民の水源として利用されていた場所であり, 調査期間を通じて, 定期的な草刈りが行われていた。(3) ため池は不法投棄現場から至近距離で, 10 m ほど離れたところに畑があり, 採取はため池にそそぐ, 沢近くのミズナラの根元で行った。(4) 場内は不法投棄現場内のことを示すが, 産廃の撤去にともない同じ場所からの採取が難しくなった。そのため, 2006 年 11 月 26 日, 2007 年 5 月 18 日の採取時には, 遮水シートに覆われていた褐色の泥状の廃棄物自体を採取し, 分析に用いた。(5) 新水源は不法投棄発覚後, 新たに設けられた水源で不法投棄現場から離れた場所で水系も異なり, 森林に囲まれた場所である。また, 2007 年 5 月 18 日の採取時には不法投棄現場に接する森林の土壌も採取し, (6) 場内隣接森林の試料とした。これらの調査点において, 表層から深さ約 5 cm までの土壌を滅菌済容器に採取し, DNA の抽出までは冷蔵庫 (5°C) で保管した。

2.2. 変性剤濃度勾配ゲル電気泳動 (DGGE)

各試料土壌約 0.5 g を分取したのち, Fast Prep Kit for soil (BIO101, Ohio, USA) を用いて, キット付属のマニュアルに従い, 微生物群集由来の DNA を抽出した。抽出した DNA を鋳型として PCR 法により 16SrDNA の

約 200 bp (*Escherichia coli*, No. 341-534) を増幅した。その際に使用されたプライマーは表 2 の通りである。DNA ポリメラーゼには AmpliTaq Gold (Applied Biosystems, CA, USA), サーマルサイクラーには Gene Amp System 9600 (Applied Biosystems, CA, USA) を用いた。PCR の条件は 94°C, 7 分 + (94°C, 60 秒 - 65 ~ 55°C, 60 秒 - 72°C, 120 秒) × 20 サイクル (2 サイクル毎にアニーリング温度が 1°C 下がるように設定) + (94°C, 60 秒 - 55°C, 60 秒 - 72°C, 120 秒) × 15 サイクル + 72°C, 10 分⁴⁾で行った。

PCR により目的配列が増幅されたことを確認するために, 2% アガロースゲルによる PCR 産物の電気泳動を行った。具体的には, 紫外線照射下でアガロースゲル中に電気泳動された増幅断片とマーカーである 100 bp DNA Ladder (TOYOBO, 大阪) を比較し, 目的の長さの増幅断片について確認を行った。

DGGE は Dcode DGGE コンプリートシステム (BIO RAD, CA, USA) を用いて行った。変性剤濃度勾配は電気泳動方向に 30% → 60% とし, ポリアクリルアミドゲル濃度は 10% とした。ゲル変性剤には尿素 (BIO RAD, CA, USA) とホルムアミド (BIO RAD, CA, USA) を用い, 泳動条件は電圧 200 V, 泳動時間 3.5 時間とした。

泳動後, 変性剤濃度勾配ゲルを Syber Green (タカラバイオ, 滋賀) で染色し, 染色された DNA が UV (310 nm) 照射下で発する励起光を CCD カメラで撮影した。撮影したゲルの画像は, 画像解析用ソフトウェアの ImageJ 1.38x (by Wayne Rasband) を用いてバンドの位置と有無の確認を行ったのち, 主成分分析 (principal-component analysis; PCA) を行った。

2.3. DGGE により得られたバンドの塩基配列解析

2004 年 11 月 25 日, 2006 年 5 月 25 日, 2007 年 5 月 18 日に採取した試料においては, DGGE により得られたバンドの塩基配列解析を以下の方法で行った。DGGE 解析により得られたバンドをテンプレートとし, DGGE 用プライマー (表 2) を用いて 16SrDNA の約 200 bp を増幅した。PCR 条件は DGGE の際に行われた条件と同様とした。その後, PCR 産物を 2% アガロースゲル電気泳動を行い, 目的の長さと考えられる増幅断片を確認した。得られた PCR 産物を再度同様の方法で DGGE による泳動をし, バンドの純度を確認後バンド部分のゲルを切り出した。このバンドをテンプレートとし, PCR 増幅用プライマー (表 2) を用いて, 94°C, 10 分 + (94°C, 30 秒 - 48 分, 1 分 - 72°C, 90 秒) × 25 サイクル + 72°C, 10 分で PCR 反応を行い得られた産物を QIA quick PCR Purification Kit (QIAGEN, Hilden, Germany) を用いて精製, 塩基配列解析の試料とした。

精製した PCR 産物をテンプレートとし, シーケンシング反応に供した。シーケンシング反応は ABI

表2 使用プライマー

プライマー	方向性	塩基配列
DGGE用		
GC-341f	Forward	5'-GC クランプ-CCTACGGGAGGCAGCAG-3'
534r	Reverse	5'-ATTACCGCGGCTGCTGG-3'
PCR増幅・シーケンス用		
341f	Forward	5'-CCTACGGGAGGCAGCAG-3'
534r	Reverse	5'-ATTACCGCGGCTGCTGG-3'

GC クランプ; CGCCCGCCGCGCGGGCGGGCGGGGCGGGGCACGGGGG

PRISM BigDye Terminator Kit (Applied Biosystems, CA, USA)とシーケンシングプライマー(表2)を用い、Gene Amp PCR System 9600 (Applied Biosystems, CA, USA)上で行った。反応生成物はDyeEx 2.0 Spin Kit (QIAGEN, Hilden, Germany)を用いて精製し、ABI PRISM 3100 DNA Sequencer (Applied Biosystems, CA, USA)で配列解析を行った。得られたバンドの配列と類似の塩基配列を国際塩基配列データベース(GenBank/EMBL/DDBJ)から検索するためBLASTによる相同性検索を行った。

3. 結果および考察

各調査点でのDGGEパターン(2007年5月21日採取分)を図2に示す。このような結果で得られた各調査点間のバンドパターンの相違を明らかにするために行った主成分分析の結果を図3に示す。主成分分析とは、バンドパターンの類似性を2次元のグラフを用いて視覚化する方法で、電気泳動ゲル上でバンドパターンの類似しているサンプル同士は近くに、似ていないサンプルほど遠くに離れてプロットされる。図3から、2006年5月25日までに採取された4回の土壌細菌群集については、不法投棄現場(場内, 調査点4)のバンドパターンはその周辺の群集と顕著な相違はみられない。しかしながら、2006年11月16日と2007年5月18日に採取された2回では、不法投棄現場(場内, 調査点4)のバンドパターンがその他の調査点と著しく異なる。この2回の採取時は、廃棄物撤去に伴い不法投棄現場において適切な土壌の採取が不可能であったため、褐色の泥状の廃棄物自体の細菌群集の解析をしたことによるものと考えられる。このように、産業廃棄物自体の細菌群集は、投棄からおよそ10年程度経た時点においても周辺土壌の細菌群集と顕著な相違がみられることが明らかになった。2007年5月18日においては、不法投棄現場に隣接する森林の土壌を採取した(場内隣接森林, 調査点6)が、そのバンドパターンは不法投棄の影響が最も少ないと予想された海上川(調査点1)と同様であることから、廃棄物を含んだ土壌の飛散による汚染の可能性は低いと考えられる。また、2004年11月25日から2006年5月25日までの採取日

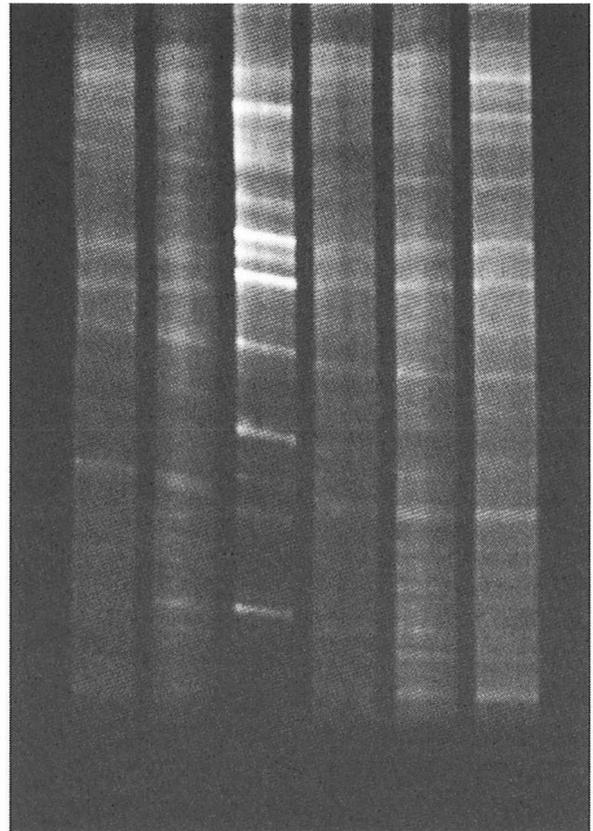


図2 2007年5月18日に採取された土壌細菌群集のDGGEバンドパターン。一番左のレーンより、旧水源(2)、ため池(3)、場内(4)、場内隣接森林、(6)海上川(1)、新水源(5)で採取された土壌サンプルのバンドパターンを示す。左から3番目のレーンのバンドパターンが著しく他とは異なっていることがわかる。

において、不法投棄現場内(場内, 調査点4)から採取された土壌の細菌群集のバンドパターンは周辺地域のものと顕著な違いがみられなかったことから、廃棄物による周辺の土壌微生物群集への影響は小さいと考えられる。

DGGEにより得られたバンドの塩基配列配列解析により、すでに報告のある塩基配列とまったく同様の配列もみられた。そのうちのいくつかは、*Bosea thiioxidans*, *Microvirga subterranea*のように種名まで特定できたが、多くは不明であった。これは、解析されたバンドの塩基数が約200bpと短いことが一因であると考えられ

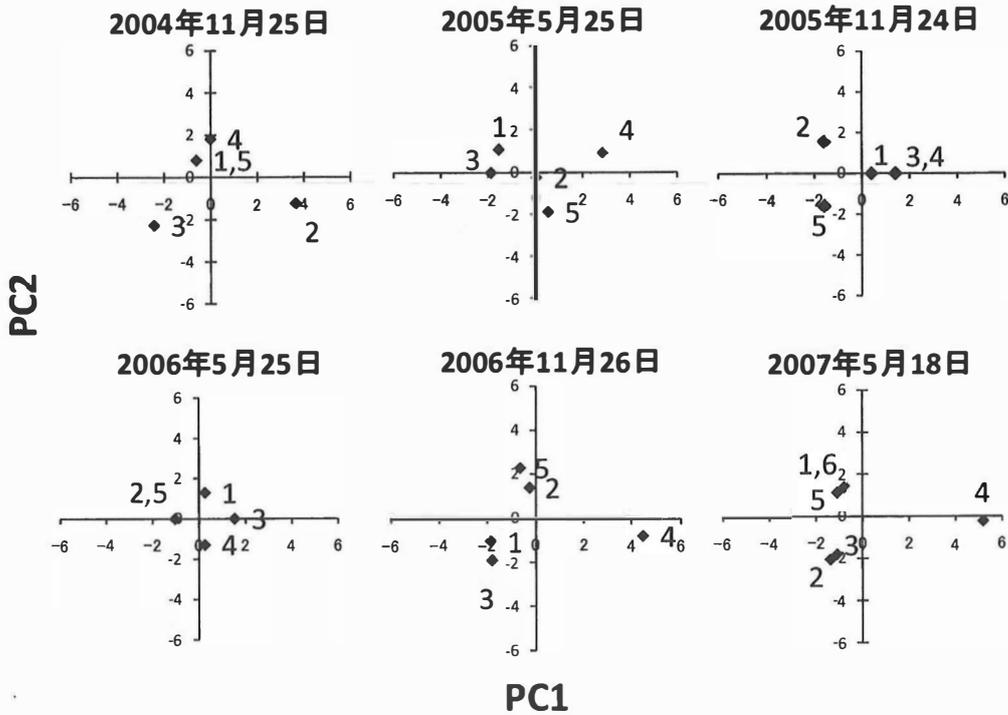


図3 DGGE バンドパターンの主成分分析結果。番号は調査点番号を示す。

る。不法投棄された廃棄物には、堆肥、医療系廃棄物などが混入していたが、今回の分析からは大腸菌群や病原性細菌の検出はみられなかった。

謝辞：本研究では、筑波大学大学院生命環境科学研究科内山裕夫教授に DGGE の方法についてご教示いただきました。ここに記して御礼申し上げます。

引用文献

1) 宇良直子, 則松 勇, 佐藤善栄, 船山重則 (2005) 青森・

岩手県境不法投棄対策における浸出水貯留池の土質遮水層の建設, 土と基礎 53, 5, 11-13.

2) Varnam A.H. and Evans M.G. (2000) Environmental Microbiology, Manson Publishing, London.
 3) 石井浩介, 中川達功, 福井 学 (2001) 技法シリーズ 微生物生態学への変性剤濃度勾配ゲル電気泳動法の応用, 日本微生物生態学会誌 15, 59-73.
 4) Muyzer G., deWaal E.C. and Uitterlinden A.G. (1993) Profiling of complex microbial populations by denaturing gradient gel electrophoresis analysis of polymerase chain reaction-amplified genes coding for 16S rDNA. Appl. Environ. Microbiol., 59, 695-700.

青森・岩手県境地域の産廃不法投棄現場周辺で採取した 植物，土，水試料の同位体分析

村中 健*・島 長 義**・高屋敷 英 司***
小 関 孝 之***・小野寺 みゆき***・是 川 浩 志****
佐 藤 詩 織****・鈴 木 達 也*****

Isotope Analysis of Plant, Soil and Water Samples Collected around an Illegal Dumping Site of Industrial Waste at the Boundary between Aomori and Iwate Prefectures

Takeshi MURANAKA*, Nagayoshi SHIMA**, Eiji TAKAYASHIKI***,
Takayuki KOZEKI***, Miyuki ONODERA***, Hiroshi KOREKAWA****,
Shiori SATO**** and Tatuya SUZUKI*****

Abstract

We analyzed nitrogen stable isotope ratio in plant and soil samples collected around an illegal dumping site of industrial waste at the boundary between Aomori and Iwate prefectures to study the influence of the leaching water from the illegal dumped waste. We also analyzed hydrogen stable isotope ratio in the rinsed water from a core sample of soil drilled near the leaching water plant and investigated tritium concentration in stream water sampled around the dumping site.

From these collected results, it was guessed that a stream used previously as a simplified water service is suspicious to be polluted by the leaching water from the illegal dumping site.

Key words: isotope analysis, dumped waste, leaching water, pollution, Aomori and Iwate prefectures

1. はじめに

青森・岩手県境地域に大量に不法投棄された産廃から滲出水が流出しており，周辺地域及び周辺流域水系への影響が懸念された。そのため，八戸工業大学では平成15年度から学内で「青森・岩手県境不法投棄廃棄物の低環境影響処理技術に関する研究開発」というプロジェクト研究の体制を整え，文科省の私立大学学術研究高度化推進事業への申請・採択を得て研究を行っている¹⁾。

その中で環境モニタリングとして，産廃不法投棄現場周辺の植物試料，土壌，及び水系試料について，環境同位体に着目した調査を行っている。具体的には，現場周辺で採取した植物試料及び土壌試料の窒素安定同位体比分析，土壌水の水素安定同位体比分析及び水系水試料のトリチウム濃度測定を行った。これらの環境同位体測定の意義，分析方法及び結果について報告する。

2. 環境同位体測定の意義

2.1 安定同位体比分析

水素，炭素，窒素及び酸素の安定同位体組成を Table 1 に示す²⁾。水素には質量数1の軽水素の他に質量数2の水素安定同位体（重水素）が0.0156%存在する。炭素では炭素12の他に炭素13が1.11%，窒素では窒素14の他に窒素15が0.37%，酸素では酸素16の他に酸素17が0.037%，酸素18が0.20%存在する。このような安定同位体組成は固定されたものではなく，気象現象，火山活動，生物活動，又は人間活動による物質循環の中で同位体の割合は変動する。そこで，このような同位体比を計測することによって，それらの元素を含む物質の来歴に関する情報が得られることが次第に明らかになっており，安定同位体分析が地球化学，生態学，農学等広い分野で使用されるようになってきている³⁻⁷⁾。

2.1.1 植物及び土壌試料の窒素安定同位体比分析

環境中の窒素安定同位体比は供給源ごとにある範囲の同位体比を示す。Table 2 にそれらの範囲を示す⁸⁾。ここで $\delta^{15}\text{N}$ は大気中窒素の窒素14と窒素15の濃度比を基準として(1)式で定義される。すなわち， $R = {}^{15}\text{N}/{}^{14}\text{N}$ であり， R_{AIR} は Table 1 から計算される標準大気中の ${}^{15}\text{N}/{}^{14}\text{N}$ であり， R_{SAMPLE} は試料中の ${}^{15}\text{N}/{}^{14}\text{N}$ である。

平成20年1月7日受理

* 大学院工学研究科機械・生物化学工学専攻/生物環境化学工学科・教授・異分野融合科学研究所併任

** 大学院機械・生物化学工学専攻・研究生

*** 平成17年度生物環境化学工学科・卒研究生

**** 平成18年度生物環境化学工学科・卒研究生

***** 平成19年度生物環境化学工学科・卒研究生

Table 1 水素, 炭素, 窒素及び酸素の安定同位体組成

H	C	N	O
¹ H 99.9844	¹² C 98.89	¹⁴ N 99.63	¹⁶ O 99.763
² D 0.0156	¹³ C 1.11	¹⁵ N 0.37	¹⁷ O 0.037
			¹⁸ O 0.200

単位 (%)

Table 2 環境中の窒素安定同位体比 $\delta^{15}\text{N}$ (‰) 値の範囲

種類	$\delta^{15}\text{N}$ 値の範囲
大気 (基準)	0
化学肥料	-8~+3
有機肥料	+3~+15
家庭排水	+10~+14
下水処理水	+11~+17

単位 (‰)

$$\delta^{15}\text{N} = \left(\frac{R_{\text{SAMPLE}}}{R_{\text{AIR}}} - 1 \right) \times 1000 \quad (\text{‰}) \quad (1)$$

Table 2 に示したように基準となる大気中窒素の $\delta^{15}\text{N}$ 値を 0 (‰) とすると有機肥料の $\delta^{15}\text{N}$ 値は 3~15 (‰) と正の値を示す。

ところで、青森・岩手県境産廃不法投棄現場では収集産業廃棄物の中にパーク等の有機廃棄物が多く、産廃業者は有機廃棄物の堆肥化を試みていた。したがって、その影響が産廃土壤に及び、それが産廃からの滲出水によって標高の低い地域に拡散することが考えられる。そこで、滲出水の影響がある地域に生育する植物では、影響のない地域に生育する植物と比較して、植物中の窒素安定同位体比が大きい値を示すと推定され、そのことによって産廃からの滲出水の影響のある地点とそうでない地点とが区別できるはずである。このような考えから産廃現場周辺で採取した植物試料(よもぎ)、及び土壌試料に関する窒素安定同位体比分析を行った。

2.1.2 土壌水の水素安定同位体比分析

降水の地下への浸透速度を調べる方法として土をボーリングコア試料として採取し、これを数 cm 間隔に切断して、含有水を取り出して酸素・水素安定同位体比を調べることが行われ、安定同位体比の鉛直プロファイルに年周期が観察されている⁹⁾。夏季には気温が高く質量の軽い元素の蒸発散が大きいので、夏季降水による土壌水の安定同位体比は他の季節の降水による土壌水よりも大きい値を示す傾向にあるためである。

我々は以前、八戸地域の降水の水素安定同位体比の特徴を調べたことがあり¹⁰⁾、その経験を生かして産廃滲出水の地下浸透に関する情報を得るため土壌水の水素安定同位体比 δD の鉛直プロファイルを求めることを試みた。 δD は (2) 式で定義される。

$$\delta D = \left(\frac{R_{\text{SAMPLE}}}{R_{\text{SMOW}}} - 1 \right) \times 1000 \quad (\text{‰}) \quad (2)$$

ここで R_{SMOW} は標準海水 (Standard Mean Ocean Water) に関する重水素と軽水素の組成比である¹⁾。

2.2 環境放射能分析

炭素 14 及びトリチウムは自然界でも人工的にも生成する放射性核種であり環境分析に用いられている。このうち、炭素 14 は縄文時代等の遺跡発掘炭化物の年代測定に利用されている¹¹⁾¹²⁾。一方、トリチウムに関しては核実験や原発運転に伴い環境中に放出されるので、環境水や生物体内の地域的、経時的な変動解析¹³⁾¹⁴⁾が行われており、又、トリチウムをトレーサーとして地下水涵養、河川水と地下水の関係に関する研究も行われている¹⁵⁾¹⁶⁾。

環境水中のトリチウム濃度はこれまで六ヶ所村に建設された再処理施設との関連で建設前のバックグラウンド調査¹⁷⁾や試料水の電解濃縮前処理の研究¹⁸⁾¹⁹⁾を行ってきたので、その技術を生かして県境産廃不法投棄現場周辺水系のトリチウム濃度測定を行い、水系の差異を調べた。

3. 分析方法

3.1 試料採取

青森・岩手県境産廃不法投棄現場周辺の試料採取場所を Fig. 1 に示す²⁰⁾。採取地点として (1) 産廃不法投棄現場 (457), (2) 現場近くにあるため池 (443), (3) 滲出水処理施設 (366), (4) 以前に使われていた簡易水道水源 (旧水源) 付近 (241), (5) 現在の簡易水道水源 (新水源) (215), (6) 杉倉川の杉倉川橋付近 (200), (7) 熊原川の平成橋付近 (150) である。ここで採取地の後のカッコ内の数字は標高 (m) を示す²¹⁾。産廃からの滲出水は導管で滲出水処理施設に集められ、水処理後に放流されて

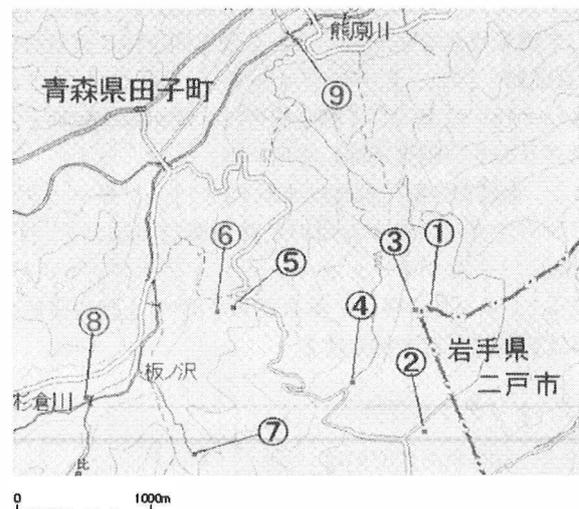


Fig. 1 試料採取地点

いる。旧水源は水処理施設よりも約 125 m 位低い標高にあり、水処理施設が完成する前は滲出水の影響が懸念された地点であった。また、新水源はその影響がないと考えられる地点、河川水のうち、杉倉川橋付近は上流域で産廃滲出水の影響がないと考えられる地点、熊原川の平成橋付近は下流域に位置する。

窒素安定同位体比を測定するための植物試料としていろいろな場所に生育が見られる“よもぎ”を選んだ。試料採取は 2005 年 5 月から 2007 年 9 月までに 9 回行った。土壌試料は 2006 年 9 月と 11 月に採取した。又、水系トリチウム分析のための水試料は上記採取地点のうち (2) ため池、(4) 旧水源、(5) 新水源、(6) 杉倉川橋付近、(7) 平成橋付近の 5 地点で 2005 年 7 月に採取した。

土壌水の水素安定同位体比分析のためにボーリングを行った地点は (3) 滲出水処理施設付近で、この施設が竣工する前に稼働していた仮設水処理施設の近くの地点であり、青森県の担当部署を通して地権者の許可を得て、2005 年 11 月に地下 10 m まで直径 5 cm のコア試料を業者に委託して採掘した。

3.2 安定同位体比分析

3.2.1 前処理

窒素安定同位体比測定のための植物試料は乾燥、微粉化後、約 4 mg をスズカプセルに包んで約 2 mm 角の測定試料を各採取試料につき、3 個作成した。

窒素安定同位体比測定のための土壌試料は乾燥機で 30°C、48 時間乾燥し、その後、網目が 2 mm 角の篩で粗い砂を取り除き、スズカプセルに約 5 mg を封入して測定試料とした。

水素安定同位体比測定のための土壌ボーリングコア試料は 30 cm 刻みに分割し、高速冷却遠心機 (50A-IVD, 佐久間製作所) で 4°C、7,500 rpm の回転数で 30 分間脱水して土壌水を得た。

3.2.2 測定

窒素安定同位体比は元素分析計で測定試料を燃焼・還元して窒素ガスを生成し、これを安定同位体比質量分析計 (Delta Plus, サーマフィッシャーサイエンティフィック社) に導入して測定を行う。測定標準試料としてはグリシン (昭光通商) を用いた。

また、水素安定同位体比は水試料約 1.2 μL をマイクロシリンジでクロム粉末を用いた熱分解前処理装置 (H/Device, サーマフィッシャーサイエンティフィック社) に注入し、水を熱分解して水素ガスを得¹⁰⁾、上記の安定同位体比質量分析計で測定する。

3.3 トリチウム分析

3.3.1 試料水の蒸留処理

トリチウム以外の放射性核種や含有有機物などの不純物を除去し、不純物付着によるトリチウム電解濃縮装置

の故障を防ぐため、トリチウム分析法²²⁾に基づき常圧蒸留法を用い試料水の精製処理を行った。そのマニュアルでは試料水 70 ml に対し KMnO₄、Na₂O₂ をそれぞれ 0.1 g 添加することになっているので、試料水量に合わせてその割合で薬品の添加量を調節した。蒸留後の試料水に KMnO₄ 等が混入するため、混入物除去を目的とし蒸留後の試料水を薬品無添加で再度蒸留した。この処理により各試料水の蒸留後の電気伝導率は 10 μS/cm 以下の値を示した。

電解濃縮処理後の試料水中に残っている不純物ならびに濃縮装置から溶出するイオン²³⁾による液体シンチレーション計数測定への影響を防ぐため、電解濃縮後、薬品を添加せずに再び常圧蒸留して不純物の除去を行った。

3.3.2 電解濃縮処理

近年の環境水中におけるトリチウム濃度は、液シンの検出限界の観点から前処理として試料水の電気分解によりトリチウム濃度を濃縮する電解濃縮処理が必須である。本研究では、市販のトリチウム電解濃縮装置 (Tripure XZ027, Permelec Electrode) を用い、初期水量 $V_i=1,000$ g から最終水量 $V_f=50$ g、体積減容倍率 20 倍の条件で電解濃縮処理を行った。この電解濃縮装置は最大電流 50 A という大電流での電解濃縮が可能であり、最終水量は水位センサーで水位を感知し自動的に装置を停止させる。電流値 50 A の電解では、水素ガスと酸素ガスの発生量が多く試料水位が上下し、変動が激しくなるため水位センサーによる自動停止位置に誤差が生じる。又、試料水量が少なくなるため、試料水温度が上昇する。そのため、ある程度電解が進行したら電解電流を低下させる必要がある。本研究では、初期水量 1,000 g から 150 g までを電流値 50 A で、150 g から最終水量 50 g までを電流値 20 A に設定し電解を行った。

3.3.3 トリチウム濃度測定

電解濃縮により試料水中ではトリチウムと共に重水素が濃縮される。この関係は (3) 式として定義される。(3) 式から装置定数 k を求め (4) 式に適用することで環境試料水の電解前トリチウム濃度を算出することができる²⁴⁾。

$$k = \ln(T_f/T_i) / \ln(D_f/D_i) \dots\dots\dots (3)$$

$$T_i = T_f / (D_f/D_i)^k \dots\dots\dots (4)$$

ここで、 T_i : 電解前トリチウム濃度 [Bq/L]、 D_i : 電解前重水素濃度 [%]、 T_f : 電解後トリチウム濃度 [Bq/L]、 D_f : 電解後重水素濃度 [%] である。

4. 結果と考察

4.1 植物試料の窒素安定同位体比

Table 3 に採取したよもぎの $\delta^{15}\text{N}$ 値を示す。“—”は

Table 3 採取したよもぎの $\delta^{15}\text{N}$ 値

試料採取地点	2005年				2006年			2007年	
	5月	6月	9月	10月	5月	9月	11月	5月	7月
① 現場	7.29	3.23	8.88	4.69	3.15	2.15	1.20	3.75	-0.20
② 現場付近池	-	-	-	-	3.20	-0.18	-0.13	1.91	1.15
③ 水処理施設付近	-	-	-	5.82	4.80	2.80	6.51	5.09	3.23
④ 旧水源	-	2.29	-1.07	-1.55	5.75	3.05	2.01	3.38	5.51
⑤ 新水源	-	-	-	-	-0.26	-0.87	0.30	-1.27	-0.39
⑥ 杉倉川橋付近	-	-	-1.26	-	-0.70	-0.02	1.51	-0.82	-2.78
⑦ 平成橋(熊原川)付近	4.06	-0.57	-0.80	3.23	0.40	2.35	1.10	0.70	0.83

単位 (%)

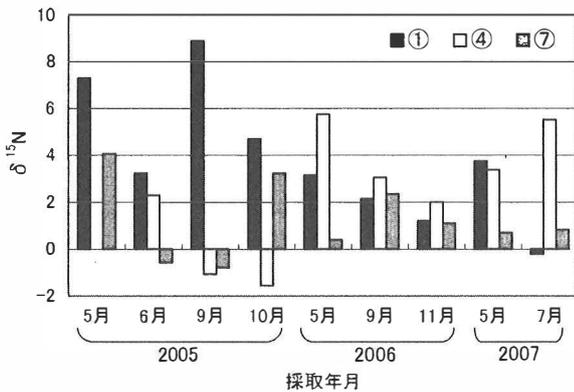


Fig. 2 採取したよもぎの $\delta^{15}\text{N}$ の経時変化

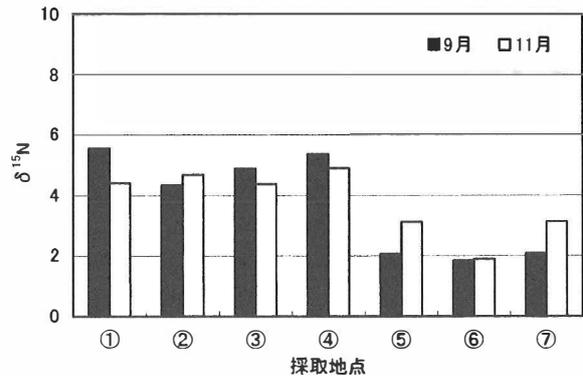


Fig. 3 採取した土壌の $\delta^{15}\text{N}$

Table 4 採取した土壌の $\delta^{15}\text{N}$ 値

試料採取地点	2006年	
	9月	11月
① 現場	5.55	4.40
② 現場付近池	4.33	4.68
③ 水処理施設付近	4.88	4.37
④ 旧水源	5.36	4.90
⑤ 新水源	2.07	3.12
⑥ 杉倉川橋付近	1.84	1.90
⑦ 平成橋(熊原川)付近	2.09	3.13

単位 (%)

試料を採取していないことを示す。Table 3 のデータのうち、① 不法投棄現場、④ 旧水源、⑦ 平成橋付近で採取した試料の $\delta^{15}\text{N}$ 値の経時変化を Fig. 2 に示した。この図から平成橋付近のよもぎの $\delta^{15}\text{N}$ 値は大気中窒素の $\delta^{15}\text{N}$ 値すなわち、0% 前後の値を示しているのに対し、現場に生育しているよもぎの $\delta^{15}\text{N}$ 値は減少傾向にあり、又、旧水源付近に生育しているよもぎの $\delta^{15}\text{N}$ 値はやや高くなってきているように見受けられるので継続した観察が必要である。

4.2 土壌試料の窒素安定同位体比

Table 4 及び Fig. 3 に 2006 年 9 月と 11 月に植物試料

を採取した地点の土壌の $\delta^{15}\text{N}$ 値を示す。現場、現場近くのため池の傍、水処理施設付近、旧水源付近では 4% ~ 5% 程度、新水源、杉倉川橋付近、平成橋付近では 2% ~ 3% 程度の値を示した。土壌の $\delta^{15}\text{N}$ 値は植物試料の $\delta^{15}\text{N}$ 値と比較して変動が少ないように見られる。また、これらの値はよもぎの $\delta^{15}\text{N}$ 値と比較してやや高い値を示している。この傾向は植物の根から窒素成分が吸収される際に窒素 14 の方が窒素 15 よりも吸収されやすいという同位体分別によると考えられる。しかし、土壌の $\delta^{15}\text{N}$ 値が植物の $\delta^{15}\text{N}$ 値の変動とどのように関連しているかについては測定回数が少ないので明確ではなく、さらに測定を進める必要がある。

4.3 土壌水の水素安定同位体比

Table 5 にボーリング採取した土コア試料から得た土壌水の δD 値を示す。8 m より深い部分の試料は採掘に外部から水を投入したため測定から除外した。 δD として -46.2% ~ -60.8% の範囲の値を得た。Fig. 4 にボーリング採取した土コア試料から得た土壌水の δD の鉛直プロファイルを示す。以前、八戸地域で採取した降水の δD を測定しているが、それらの単純平均値は -53.8% であった¹⁰⁾。深さ 1 m 以内の土壌水の δD 値がこの値より大きいのは表層土壌中の水分蒸発の際の同位体分別によると推定される。深さ 1 ~ 3 m の土壌水の δD 値は降

Table 5 ボーリング採取した土コア試料から得た土壌水の δD

深さ (m)	δD (‰)	深さ (m)	δD (‰)
0-0.33	-48.8	4.00-4.33	-60.2
0.33-0.66	-47.5	4.33-4.66	-59.4
0.66-1.00	-46.2	4.66-4.00	-59.6
1.00-1.33	-54.7	5.00-5.33	-60.8
1.33-1.66	-55.7	5.33-5.66	-60.8
1.66-2.00	-54.5	5.66-6.00	-57.9
2.00-2.33	-54.3	6.00-6.33	-58.1
2.33-2.66	-54.5	6.33-6.66	-59.1
2.66-3.00	-54.0	6.66-7.00	-59.2
3.00-3.33	-56.4	7.00-7.33	-58.4
3.33-3.66	-55.7	7.33-7.66	-57.3
3.66-4.00	-56.9	7.66-8.00	-

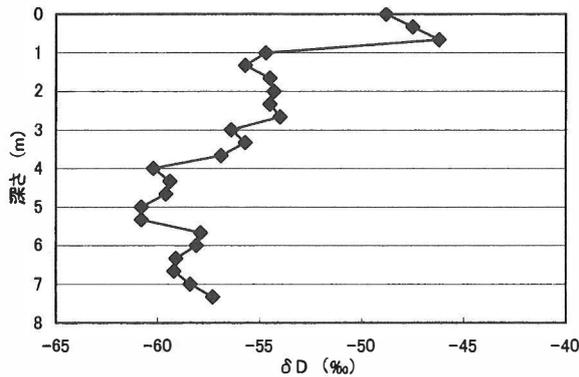


Fig. 4 ボーリング採取した土コア試料から得た土壌水の δD 鉛直プロフィール

水の平均値に近く、深さが 4 m 以下では δD 値が低下している。

今回の測定では年周期の指標となる δD 値の明瞭なピークが観察されなかったのは、採掘の仕方と土コアの区分が 30 cm と長かったためではないかと考えている。今後、試料採掘の方法を改良し、土壌コア間隔を短くして測定データを増やすことによってクリアな測定結果が得られるものと思われる。

4.4 水系水試料のトリチウム濃度

Table 6 に産廃不法投棄現場周辺の水系水試料のトリチウム濃度を示す。表中の 1 回目, 2 回目とは測定の再現性を確認するため, 同一採取試料水から 2 度ずつ蒸留, 電解濃縮の前処理を行い, 測定バイアルを 2 本作成し, 測定を行ったことを示す。1 回目と 2 回目試料間のトリチウム濃度の差異は少なく再現性が確認された。これらの平均値を Fig. 5 のように数直線上に示すと, 旧水源付近の試料水のトリチウム濃度が他の 4 試料水と比較して約 0.1 Bq/L かそれ以上大きい値を示している。一般に環境水中のトリチウム濃度の違いは降水と地下水の混じり具合, 集水域の違いを反映していると言われている¹⁰⁾。したがって, 旧水源付近の水系は新水源及び杉倉川, 熊原川の河川水とは違った水が混合していると考えられる。

5. ま と め

青森・岩手県境産廃不法投棄現場周辺で採取した植物試料, 土壌及び水系水試料の同位体分析を行い, 以下の

Table 6 採取した水系試料のトリチウム濃度

試料採取地点	トリチウム濃度 (Bq/L)		
	1 回目	2 回目	平均
② 現場付近池	0.807 ± 0.071	0.771 ± 0.068	0.788 ± 0.049
④ 旧水源	0.940 ± 0.081	0.905 ± 0.078	0.922 ± 0.056
⑤ 新水源	0.809 ± 0.070	0.838 ± 0.072	0.823 ± 0.050
⑥ 杉倉川橋付近	0.771 ± 0.067	0.815 ± 0.071	0.792 ± 0.049
⑦ 平成橋 (熊原川) 付近	0.744 ± 0.066	0.708 ± 0.063	0.725 ± 0.046

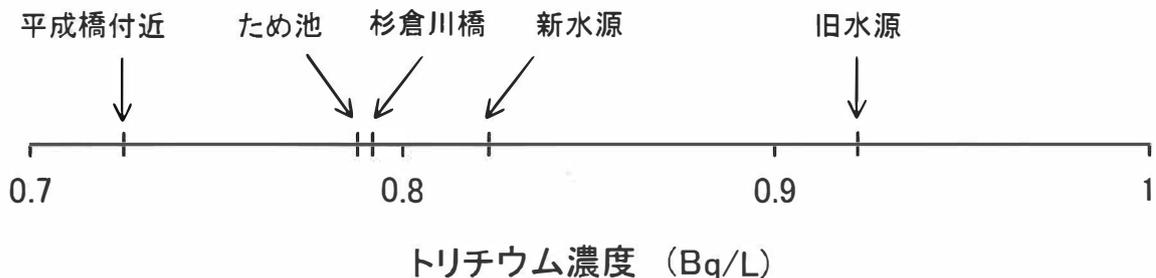


Fig. 5 採取した水系試料のトリチウム濃度

結果を得た。

- (1) よもぎの窒素安定同位体比の値は経時的に、現場内では低下しつつあるが、水処理施設付近、及び旧水源付近ではやや高くなる傾向が見られた。
- (2) 植物試料の窒素安定同位体比は土壌の窒素安定同位体比よりもやや高い値をとることを確認した。
- (3) ボーリンク土コア試料中の土壌水の水素安定同位体比の鉛直プロファイルを測定した。
- (4) 現場周辺水系のトリチウム濃度を測定し、旧水源付近で採取した水試料のトリチウム濃度が他の4試料水と比較して0.1 Bq/Lかそれ以上高く、水系の性状が異なることを確認した。
- (5) 上記(1)と(4)の結果から、旧水源付近は他の現場周辺と異なり、産廃からの滲出水の影響が懸念されるので、この場所でモニタリングの継続が必要である。

謝辞：本研究は私立大学学術研究高度化推進事業（ハイテク・リサーチ・センター整備事業）の補助を受けて行われました。又、試料採取の際に協力して頂いた青森県環境生活部県境再生対策室の方々に感謝致します。

文 献

- 1) 八戸工業大学循環型社会技術システム研究センター：「青森・岩手県境不法投棄廃棄物の低環境影響処理技術に関する研究開発」, 平成15年度選定私立大学学術研究高度化推進事業, ハイテク・リサーチ・センター整備事業, 中間報告書 (2006)
- 2) 酒井 均, 松久幸敬: 安定同位体地球化学, p. 5, 東京大学出版会 (1996)
- 3) K. Lajtha and R.H. Michner: Stable Isotopes in Ecology and Environmental Science, Blackwell Scientific Publications, London (1994)
- 4) E. Wada, T. Yoneyama, M. Minagawa, T. Ando and B.D. Fry: Stable Isotopes in the Biosphere, Kyoto University Press Japan (1995)
- 5) J. Hoefs: Stable Isotope Geochemistry, 5th, Revised and Updated Edition, Springer-Verlag Berlin (2004)
- 6) J. ヘフス著, 和田秀樹, 服部陽子訳: 同位体地球化学の基礎, シュプリンガー・ジャパン (2007)
- 7) 長谷川周一, 波多野隆介, 岡崎正規編, 日本土壤肥料学会監修: 環境負荷を予測する—モニタリングからモデリングへ—, 博友社 (2002)
- 8) TORAY TECHNO 技術資料 No. 0402
- 9) 藪崎志穂, 田瀬則雄, 辻村真貴: 同位体科学, No. 2, pp. 41-44 (2006)
- 10) H. Sato, T. Muranaka, N. Shima and S. Takahashi: RADIOISOTOPES, Vol. 54, pp. 229-232 (2005)
- 11) 馬淵久夫, 富永 健: 考古学と化学をむすぶ, 第3章 考古学における¹⁴C年代測定, 東京大学出版会, pp. 55-82 (2000)
- 12) 中村俊夫, 福澤仁之編: 高精度年代決定法とその応用—第四紀を中心として—, 海洋出版株式会社, pp. 1-49 (1999)
- 13) 高島良正編: 環境トリチウムの変動測定とその解析, 昭和63年度文部省科学研究費報告書 (1989)
- 14) 高島良正編: 生物を含む環境トリチウムの変動解析, 平成元年度文部省科学研究費補助金報告書 (1990)
- 15) 日本地下水学会編: 21世紀の地下水管理, 雨水浸透・地下水涵養, 理工図書, pp. 69-73 (2001)
- 16) 榎根 勇: 地下水の世界, NHK ブックス, pp. 120-125 (1997)
- 17) 村中 健, 本田和也: 八戸工業大学紀要第16巻, pp. 169-175 (1997)
- 18) N. Shima and T. Muranaka: Proceedings of the International Symposium on Environmental Modeling and Radioecology, Rokkasho, Japan, pp. 247-250 (2006)
- 19) 島 長義, 村中 健: RADIOISOTOPES, Vol. 56, pp. 455-461 (2007)
- 20) <http://map.yahoo.co.jp>: Yahoo 地図情報 (一部改変)
- 21) 村中 健, 大島倫和, 小比類卷孝幸, 鮎川恵理: BUNSEI KAGAKU, Vol. 56, pp. 1177-1181 (2007)
- 22) 文部科学省: トリチウム分析法, pp. 4-5, (財)日本分析センター (2002)
- 23) 小金澤孝之他: RADIOISOTOPES, Vol. 53, pp. 277-285 (2004)
- 24) 垣内正久: RADIOISOTOPES, Vol. 48, pp. 79-86 (1999)

青森・岩手県境地域における産廃不法投棄現場周辺で採取した 水系及び土壌試料の ICP-MS 分析

村中 健*・大 嶋 倫 和**・鈴 木 達 也***
小比類巻 孝幸****・鮎 川 恵 理*****

Analysis of Water and Soil Samples Collected around an Illegal Dumping Site of Industrial Waste at the Boundary between Aomori and Iwate Prefecutures by ICP-MS

Takeshi MURANAKA*, Norikazu OSHIMA**, Tatuya SUZUKI***,
Takayuki KOHIRUIMAKI**** and Eri S. AYUKAWA*****

Abstract

We investigated the inorganic elements in water and soil samples collected around an illegal dumping site at the boundary between Aomori and Iwate prefectures. The selenium concentrations in the sample water collected from a stream used previously as a simplified water service were always higher than those collected from other streams, although the concentrations are below the environmental standard value of 10 $\mu\text{g/L}$. Then some elements such as Na and Mg etc. in the sample water and the trace and toxic elements in the rinsed water from soil samples collected from this site were studied and it was showed that this site is suspicious to be polluted by the leaching water from the illegal dumping site.

Key words: dumped waste, ICP-MS, water sample, soil sample

1. はじめに

青森・岩手県境地域の産廃不法投棄現場からの滲出水の性状と現場周辺水系に対する影響を誘導結合プラズマ質量分析法 (ICP-MS 法) によって 2004 年度から調査している。2006 年度までは微量有害金属元素 ^{75}As , ^{78}Se , ^{111}Cd , ^{202}Hg , ^{208}Pb に着目して調査を行ってきた。結果として対象 5 元素共不法投棄現場周辺の水系試料水については環境基準値未満であることを確認している¹⁾。

しかし、滲出水が旧水源の Se 濃度に影響を与えている傾向を見出したので²⁾、今年度はより調査を深めるため着目元素を増やした。さらに、試料水の前処理方法を比較した。本報告では水系試料の継続調査の結果と公定法に基づいた¹⁾ 土壌からの溶出水に関する測定結果を報告する。

2. 試料採取

Fig. 1 に試料採取地点を示す。各地点の詳細については分析化学第 56 巻 12 号 (2007) に示した²⁾。

水系試料については ②~⑨ から 9 ケ所で採取、土壌試料については ①, ④ (3 ケ所), ⑨ で採取した。

3. 分析方法

3.1 水系試料

昨年度までの採取試料水の前処理は、水質汚濁に係る元素濃度の環境基準値との比較を行うために、採取試料水中の溶存元素だけでなく、懸濁物中の元素を含む全量測定を行うこととしたので、採取試料水 1 L に対して、硝酸 10 mL を添加して pH を約 1 とし、その後、孔径 0.45 μm 、材質セルロースアセテートのメンブレンフィルターでろ過して測定を行った。しかし、降雨の影響で懸濁物が多量に含まれる河川水では、懸濁物中の元素が測定濃度に影響するので、一部の試料でろ過を先に行いその後硝酸添加して溶存元素のみの検液も調製した。定量には内部標準法を用いた¹⁾。

また、今年度から Na, Mg, Ca, Ba を測定に加えた。この測定に使用した試料の前処理はろ過を先に行った後硝酸を添加した。すなわち、懸濁物を除去し、試料水溶存元素濃度を測定した。定量には絶対検量線法を用いた。

平成 20 年 1 月 7 日受理

* 大学院工学研究科機械・生物化学工学専攻/生物環境化学工学科・教授・異分野融合科学研究所併任

** 循環型社会技術システム研究センター・任期付研究支援員

*** 生物環境化学工学科・4 年

**** 大学院工学研究科機械・生物化学工学専攻/生物環境化学工学科・准教授

***** 生物環境化学工学科・助教・異分野融合科学研究所併任

3.2 土壌試料

昨年の紀要に示した土壌試料からの検液作成方法で¹⁾、2005年9月から2007年11月までの全ての試料について検液を作成し測定した。

測定元素はAs, Se, Cd, Pbであり、内部標準法を用い

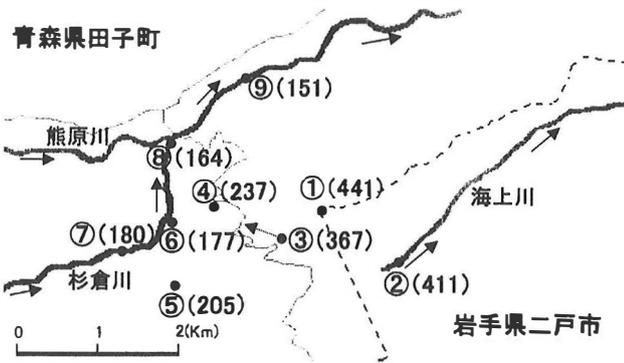


Fig. 1 不法投棄現場付近試料採取地点²⁾
 ① 不法投棄現場内 ② 海上川上流 ③ 滲出水処理施設 (③-1 導入水, ③-2 処理水) ④ 旧水源 ⑤ 新水源 ⑥ 小坂沢 ⑦ 杉倉川の杉倉川橋付近 ⑧ 熊原川上流の落合橋付近 ⑨ 熊原川下流の平成橋付近

て定量した。

4. 結 果

4.1 水系試料の測定結果

Table 1-1~Table 1-5 に2004年5月から2007年11月に採取した水系試料に関する測定結果を示す。

各元素の環境基準値はAs, Se, Cd, Pbでは10 μg/L, Hgでは0.5 μg/Lである。また、定量下限値はAsでは0.08 μg/L, Seでは0.17 μg/L, Cdでは0.03 μg/L, Pbでは0.16 μg/L, Hgでは0.24 μg/Lである¹⁾。

現場周辺環境試料水は2007年9月の⑧の落合橋付近のAsを除いて環境基準値未満であった。2007年9月の落合橋付近で採取した試料水は前日からの降雨のため懸濁物が多く、その影響でAs濃度が上昇したと推定される。

4.1.1 ヒ素と鉛の相関について

Fig. 2 に⑦の杉倉川橋付近で採取した河川水中のAsとPb濃度の相関を示す。

Asは降雨の影響で濃度が上昇した場合が2度(2005年7月, 2007年9月)あるが、それ以外ではバラツキは

Table 1-1 水系試料のAsに関する測定結果

硝酸添加後ろ過										
採取年月	② 海上川上流	③-1 導入水	③-2 処理水	④ 旧水源	⑤ 新水源	⑥ 小坂沢	⑦ 杉倉川橋付近	⑧ 落合橋付近	⑨ 平成橋付近	
2004	5	N.D.	—	1.68	1.74	0.48	0.98	1.35	—	
	6	0.10	—	1.59	1.69	0.55	1.59	2.03	1.52	
	7	0.14	—	1.61	1.78	0.49	2.46	2.85	1.38	
	9	0.12	—	1.51	1.66	0.51	1.83	2.03	1.65	
	10	0.12	—	1.43	1.66	0.51	1.49	1.83	1.19	
	11	N.D.	—	1.64	1.63	0.57	1.55	2.06	1.30	
2005	5	0.14	—	1.68	1.66	0.58	1.56	2.08	1.31	
	6	0.18	—	1.57	1.62	0.50	2.46	3.41	2.35	
	7	N.D.	—	1.48	1.55	0.58	7.55	3.29	1.77	
	9	0.12	4.42	1.46	1.52	0.80	2.46	2.79	1.65	
	10	N.D.	6.02	1.53	1.65	1.57	0.58	1.61	2.02	1.26
	11	0.11	7.27	1.63	1.68	1.62	0.60	1.60	1.82	1.10
2006	5	N.D.	3.61	1.62	1.70	1.58	0.54	1.60	1.97	1.47
	7	0.10	4.18	1.41	1.66	1.68	0.53	2.26	2.46	1.77
	9	0.13	4.14	1.29	1.62	1.71	0.42	2.17	2.45	1.87
	11	N.D.	3.69	1.26	1.91	1.67	0.51	1.61	2.04	1.34
2007	5	0.14	3.45	1.14	1.54	1.71	0.66	1.50	1.76	1.39
	7	0.16	3.51	1.18	1.45	1.77	0.49	1.90	2.45	1.73
	9	0.61	1.74	1.21	0.95	1.39	0.38	8.56	14.76	9.59
	11	0.15	2.80	0.53	1.34	1.69	0.28	1.41	1.60	1.09

(単位 μg/L)

ろ過後硝酸添加										
採取年月	② 海上川上流	③-1 導入水	③-2 処理水	④ 旧水源	⑤ 新水源	⑥ 小坂沢	⑦ 杉倉川橋付近	⑧ 落合橋付近	⑨ 平成橋付近	
2007	7	—	—	1.62	1.47	—	—	1.92	—	1.77
	9	—	—	1.42	0.91	—	—	1.54	—	1.19
	11	—	—	0.75	1.51	—	—	1.31	—	0.97

“N.D.”は測定値が定量下限値未満, “—”は試料未採取を示す。

(単位 μg/L)

Table 1-2 水系試料の Se に関する測定結果

硝酸添加後ろ過										
採取年月	② 海上川 上流	③-1 導入水	③-2 処理水	④ 旧水源	⑤ 新水源	⑥ 小板沢	⑦ 杉倉川橋 付近	⑧ 落合橋 付近	⑨ 平成橋 付近	
2004	5	0.25	—	—	0.58	N.D.	0.25	N.D.	0.23	—
	6	0.19	—	—	0.54	N.D.	N.D.	N.D.	0.26	0.17
	7	0.23	—	—	0.52	N.D.	N.D.	N.D.	0.22	N.D.
	9	0.26	—	—	0.49	N.D.	N.D.	N.D.	0.35	0.19
	10	0.19	—	—	0.53	N.D.	N.D.	N.D.	0.25	N.D.
	11	0.20	—	—	0.57	N.D.	N.D.	N.D.	0.30	0.24
2005	5	N.D.	—	—	0.50	0.18	0.17	N.D.	0.35	0.26
	6	N.D.	—	—	0.59	N.D.	N.D.	N.D.	0.23	0.20
	7	N.D.	—	—	0.56	N.D.	N.D.	N.D.	0.20	0.21
	9	0.22	1.49	0.93	0.57	N.D.	0.23	N.D.	0.25	0.24
	10	N.D.	1.05	0.80	0.54	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
	11	N.D.	2.39	1.27	0.55	N.D.	N.D.	N.D.	0.23	0.17
2006	5	N.D.	2.19	1.42	0.58	0.20	N.D.	N.D.	N.D.	0.23
	7	N.D.	2.35	1.45	0.64	N.D.	N.D.	N.D.	0.20	0.22
	9	N.D.	1.99	1.33	0.57	N.D.	N.D.	N.D.	0.23	N.D.
	11	N.D.	1.94	1.26	0.50	0.22	N.D.	N.D.	0.18	0.25
2007	5	0.20	2.03	0.77	0.54	N.D.	N.D.	N.D.	0.24	0.18
	7	0.21	1.33	0.79	0.37	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
	9	N.D.	0.80	0.93	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.23
	11	0.37	1.62	0.39	0.56	0.30	0.22	0.27	0.26	0.28

(単位 $\mu\text{g/L}$)

ろ過後硝酸添加										
採取年月	② 海上川 上流	③-1 導入水	③-2 処理水	④ 旧水源	⑤ 新水源	⑥ 小板沢	⑦ 杉倉川橋 付近	⑧ 落合橋 付近	⑨ 平成橋 付近	
2007	7	—	—	0.49	0.40	—	—	N.D.	—	N.D.
	9	—	—	0.94	N.D.	—	—	N.D.	—	0.20
	11	—	—	0.32	0.46	—	—	0.33	—	0.17

“N.D.”は測定値が定量下限値未満，“—”は試料未採取を示す。

(単位 $\mu\text{g/L}$)

Table 1-3 水系試料の Cd に関する測定結果

硝酸添加後ろ過										
採取年月	② 海上川 上流	③-1 導入水	③-2 処理水	④ 旧水源	⑤ 新水源	⑥ 小板沢	⑦ 杉倉川橋 付近	⑧ 落合橋 付近	⑨ 平成橋 付近	
2004	5	N.D.	—	—	N.D.	N.D.	N.D.	0.05	N.D.	—
	6	N.D.	—	—	N.D.	N.D.	N.D.	0.05	N.D.	N.D.
	7	N.D.	—	—	N.D.	N.D.	N.D.	0.06	N.D.	0.03
	9	N.D.	—	—	N.D.	N.D.	N.D.	0.06	N.D.	N.D.
	10	N.D.	—	—	N.D.	N.D.	N.D.	0.06	N.D.	N.D.
	11	N.D.	—	—	N.D.	N.D.	N.D.	0.06	N.D.	N.D.
2005	5	N.D.	—	—	N.D.	N.D.	N.D.	0.06	N.D.	N.D.
	6	N.D.	—	—	N.D.	N.D.	N.D.	0.06	N.D.	N.D.
	7	N.D.	—	—	N.D.	N.D.	N.D.	0.08	N.D.	N.D.
	9	N.D.	N.D.	0.16	N.D.	N.D.	N.D.	0.05	N.D.	N.D.
	10	N.D.	0.12	0.15	N.D.	N.D.	N.D.	0.05	N.D.	N.D.
	11	N.D.	0.38	0.20	N.D.	N.D.	N.D.	0.05	N.D.	N.D.
2006	5	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.05	N.D.	N.D.
	7	N.D.	0.13	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.07	N.D.	N.D.
	9	N.D.	0.13	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.06	N.D.	0.04
	11	N.D.	0.05	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.05	N.D.	N.D.
2007	5	N.D.	0.12	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.06	N.D.	0.03
	7	N.D.	0.04	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
	9	0.05	0.25	N.D.	N.D.	N.D.	0.03	0.12	0.15	0.27
	11	N.D.	0.48	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.

(単位 $\mu\text{g/L}$)

ろ過後硝酸添加										
採取年月	② 海上川 上流	③-1 導入水	③-2 処理水	④ 旧水源	⑤ 新水源	⑥ 小板沢	⑦ 杉倉川橋 付近	⑧ 落合橋 付近	⑨ 平成橋 付近	
2007	7	—	—	N.D.	N.D.	—	—	N.D.	—	N.D.
	9	—	—	N.D.	N.D.	—	—	N.D.	—	0.03
	11	—	—	N.D.	N.D.	—	—	N.D.	—	N.D.

“N.D.”は測定値が定量下限値未満，“—”は試料未採取を示す。

(単位 $\mu\text{g/L}$)

Table 1-4 水系試料のPbに関する測定結果

硝酸添加後ろ過										
採取年月	② 海上川 上流	③-1 導入水	③-2 処理水	④ 旧水源	⑤ 新水源	⑥ 小板沢	⑦ 杉倉川橋 付近	⑧ 落合橋 付近	⑨ 平成橋 付近	
2004	5	N.D.	—	—	1.45	N.D.	2.17	3.51	1.86	—
	6	N.D.	—	—	0.52	1.00	0.79	2.14	0.68	1.15
	7	0.58	—	—	1.57	2.20	3.14	1.31	1.19	0.91
	9	0.17	—	—	0.33	1.37	1.66	1.69	2.75	0.57
	10	0.34	—	—	0.54	2.03	0.40	0.66	0.40	1.39
	11	N.D.	—	—	0.12	0.72	1.06	2.59	N.D.	N.D.
2005	5	0.76	—	—	4.08	2.71	0.83	1.11	0.60	1.75
	6	N.D.	—	—	0.63	3.14	0.33	2.73	0.97	0.38
	7	0.68	—	—	1.80	2.57	2.07	3.33	0.42	0.41
	9	0.39	3.81	0.77	0.78	1.78	3.82	1.91	0.35	0.65
	10	N.D.	11.71	0.80	1.77	1.06	1.30	0.30	0.55	0.89
	11	0.52	14.15	0.44	0.85	0.84	0.71	0.93	0.99	1.67
2006	5	0.47	2.38	1.06	3.51	0.82	3.33	0.52	0.88	1.45
	7	0.67	9.27	0.85	2.16	1.19	2.61	0.90	1.20	0.71
	9	1.25	3.08	2.11	1.01	0.73	1.20	1.06	0.91	0.79
	11	1.20	1.12	0.20	1.58	0.86	0.49	1.30	1.44	0.86
2007	5	0.76	2.26	0.35	0.97	0.97	0.78	1.16	0.23	0.92
	7	0.38	0.80	0.75	N.D.	0.35	N.D.	0.50	0.81	1.10
	9	0.74	8.67	N.D.	N.D.	N.D.	0.57	3.35	7.10	9.26
	11	N.D.	*	N.D.	N.D.	1.06	0.28	1.09	0.85	1.14

(単位 μg/L)

ろ過後硝酸添加

採取年月	② 海上川 上流	③-1 導入水	③-2 処理水	④ 旧水源	⑤ 新水源	⑥ 小板沢	⑦ 杉倉川橋 付近	⑧ 落合橋 付近	⑨ 平成橋 付近	
2007	7	—	—	0.24	0.65	—	—	0.60	—	1.53
	9	—	—	N.D.	0.16	—	—	N.D.	—	N.D.
	11	—	—	N.D.	N.D.	—	—	N.D.	—	N.D.

“N.D.”は測定値が定量下限値未満，“—”は試料未採取，“*”は測定結果検討中を示す。(単位 μg/L)

Table 1-5 水系試料のHgに関する測定結果

硝酸添加後ろ過										
採取年月	② 海上川 上流	③-1 導入水	③-2 処理水	④ 旧水源	⑤ 新水源	⑥ 小板沢	⑦ 杉倉川橋 付近	⑧ 落合橋 付近	⑨ 平成橋 付近	
2004	5	N.D.	—	—	N.D.	0.26	N.D.	N.D.	N.D.	—
	6	N.D.	—	—	0.26	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
	7	N.D.	—	—	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
	9	0.27	—	—	0.25	0.25	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
	10	0.25	—	—	0.29	0.25	0.25	N.D.	0.25	N.D.
	11	0.25	—	—	0.25	N.D.	N.D.	N.D.	0.24	0.24
2005	5	N.D.	—	—	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
	6	N.D.	—	—	0.42	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
	7	N.D.	—	—	0.37	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
	9	N.D.	0.34	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
	10	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
	11	N.D.	0.79	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
2006	5	N.D.	0.50	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
	7	N.D.	0.85	0.29	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
	9	0.24	1.11	0.48	0.45	0.44	N.D.	N.D.	N.D.	0.34
	11	0.43	0.71	0.42	0.43	0.38	0.35	0.35	0.34	0.36

“N.D.”は測定値が定量下限値未満，“—”は試料未採取を示す。(単位 μg/L)

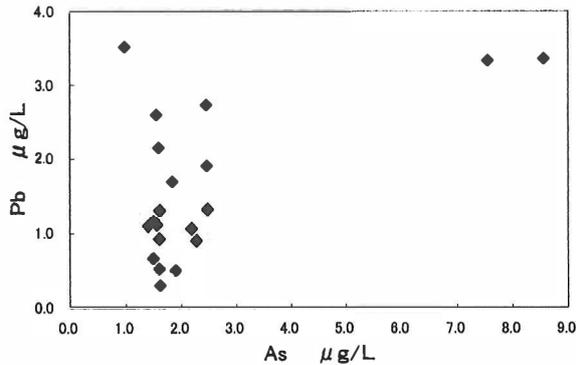


Fig. 2 杉倉川橋付近で採取した試料水のヒ素と鉛濃度の相関

少なかった。それに対して Pb は降雨により As 濃度が高かった場合は同様に高い濃度を示したが、それ以外でも濃度が高い場合もあり、降雨の影響がない場合でもバラツキが大きかった。

4.1.2 前処理方法の違いによる比較

前処理方法を変更したのは 2007 年 7 月, 9 月, 11 月に採取した ③-2 の処理水, ④ の旧水源, ⑦ の杉倉川橋付近, ⑨ の平成橋付近の試料水である。このうち、降雨の影響で懸濁物が特に多かった試料は 2007 年 9 月に採取した ⑦ の杉倉川橋付近と ⑨ の平成橋付近の試料水である。

Table 1-1, Table 1-3 及び Table 1-4 の中で、2007 年 9 月に採取した、⑦ の杉倉川橋付近と ⑨ の平成橋付近の試料水の硝酸添加後ろ過とろ過後硝酸添加調製した場合の濃度を比較すると、As, Cd 及び Pb では懸濁物が多い場合には前処理方法の違いにより濃度が変化した。特に As と Pb ではその差が大きく、懸濁物中には As と Pb が含まれており、硝酸によって溶出したと判断できる。一方 Table 1-2 の Se では、前処理の方法に依らず同程度の濃度であった。したがって、Se は懸濁物中には少ないと推定される。

4.1.3 セレンについて

Fig. 3 に ④ の旧水源の Se 濃度と、⑦ の杉倉川橋付近, ⑧ の落合橋付近及び ⑨ の平成橋付近の Se の濃度を比較した図を示す。なお、④ の旧水源の 2007 年 9 月, ⑦ の杉倉川橋付近の 2004 年 5 月から 2007 年 9 月, ⑧ の落合橋付近の 2005 年 10 月, 2006 年 5 月, 2007 年 7 月と 9 月, ⑨ の平成橋付近の 2004 年 7 月と 10 月, 2005 年 10 月, 2006 年 9 月, 2007 年 7 月の濃度は試料水を採取し、測定を行ったが、定量下限値未満であったので記載していない。また、⑨ の平成橋付近の 2004 年 5 月は試料未採取である。

④ の旧水源の濃度は落合橋付近や平成橋付近の河川水と比較して全測定期間を通してやや高い値を示した。

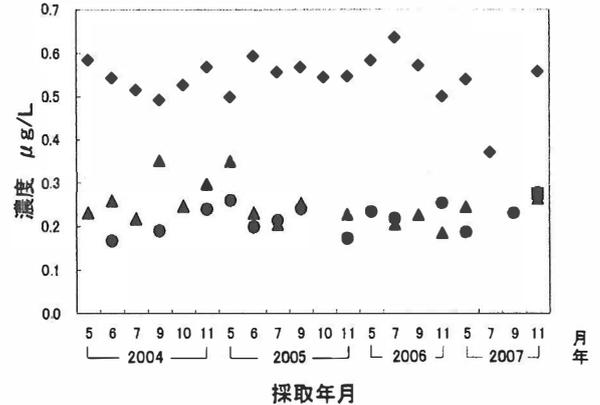


Fig. 3 採取水系水試料のセレン濃度

◆; ④ 旧水源, ■; ⑦ 杉倉川橋付近, ▲; ⑧ 落合橋付近, ●; ⑨ 平成橋付近

この図において、下記の試料水中のセレン濃度は定量下限値未満である。④ 旧水源 2007 年 9 月, ⑦ 杉倉川橋付近 2004 年 5 月~2007 年 9 月, ⑧ 落合橋付近 2005 年 10 月, 2006 年 5 月, 2007 年 7 月と 9 月, ⑨ 平成橋付近 2004 年 7 月と 10 月, 2005 年 10 月, 2006 年 9 月, 2007 年 7 月。⑨ 平成橋付近 2004 年 5 月は試料未採取。

Table 2 水系試料の Na, Mg, Ca, Ba に関する測定結果

元素	③-2 処理水	④ 旧水源	⑦ 杉倉川橋 付近	⑨ 平成橋 付近
Na	34.26	1.19	0.36	0.41
Mg	34.04	7.77	0.82	1.44
Ca	28.25	16.29	2.53	4.77
Ba	22.07	18.96	6.74	6.53

(単位 Na, Mg, Ca mg/L Ba μg/L)

4.2 追加元素に関する測定結果

4.1.3 で述べたように、Se 濃度は ④ の旧水源で他の水系試料水よりも高い濃度を示したことから、セレン以外でも同じような傾向を示す元素があるのではないかと考え調査を行った。試料の採取地点は Fig. 1 に示した ③-2 の水処理施設処理水, ④ の旧水源, ⑦ の杉倉川橋付近, ⑨ の平成橋付近である。Na, Mg, Ca, Ba についての測定結果を Table 2 に示す。

測定した 4 元素共に ③-2 の滲出水処理施設の処理水で最も濃度が高く、④ の旧水源でも比較的高い濃度を示した。この結果から ④ の旧水源の水質が産廃現場内からの滲出水と関連があると推定できる。

4.3 土壌試料の測定結果

土壌の採取地点は Fig. 1 に示した ① の現場内, ④ の旧水源, ⑨ の平成橋付近の 3 地点である。① の現場内は汚染されている可能性が高い地点として、④ の旧水源付近は現場からの滲出水の影響が考えられる地点として、

⑨の平成橋付近は現場からの汚染がないと思われる地点として選択した。④の旧水源付近では、当初は水系試料採取地点近く(旧水源下と表記)の1ヶ所の採取であったが、より状況を詳しく観察するため、旧水源下よりも滲出水処理施設に近い地点(旧水源上と表記)と水系試料を採取した地点の沢底(旧水源底と表記)の2ヶ所を追加した。測定結果を Table 3 に示す。環境基準値及び定量下限値は各元素について水系試料と同じ値である。

As に着目すると、①の現場内、④の旧水源上及び旧水源下で高い値を示す場合が多く、特に④の旧水源上と旧水源下では環境基準値を超える場合もあった。Se では試料採取した全地点及び全時期で同程度の濃度で、環境基準値未満であった。Cd では環境基準値よりもはるかに低く①の現場内、④の旧水源3試料よりも⑨の平成橋付近で高めの値を得る場合が多かった。したがって、産廃の影響は考える必要がない。Pb では①の現場内、④の旧水源上及び旧水源下で高い値を示す場合が多く、環境基準値を超える場合もあった。

As と Pb について環境基準値を超えたのは、As では④の旧水源上で2007年5月及び11月、旧水源下で2005年11月、2006年5月と11月、2007年7月と9月に採取試料であり、2007年11月に旧水源下で採取した試料の16.80 µg/L が最大で、環境基準値の約1.7倍であった。

Pb では①の現場内で2006年5月、9月及び11月、2007年11月、④の旧水源上で2007年11月、旧水源下で2005年11月、2006年11月、2007年7月と9月に採取した試料であり、現場内では環境基準値の3倍程度の値が2006年11月に得られているが、周辺では2007年11月に旧水源上で採取した試料の13.75 µg/L が最大で環境基準値の1.4倍弱であった。

As, Pb 濃度共に現場では2006年に高く、2007年には減少傾向があるのに対し、旧水源ではむしろ2007年に高い傾向が観察された。したがって、今後どのように推移するのか、モニタリングの継続が必要である。

5. ま と め

- (1) 分析を行った2004年5月から2007年11月までに採取した現場周辺水系試料水中のヒ素、セレン、カドミウム、鉛、水銀の濃度は水質汚濁に係る環境基準値未満であった。なお、2007年9月に落合橋付近で採取した河川水中のヒ素濃度は降雨による懸濁物の影響による例外である。
- (2) 水処理施設に近い、旧水源のセレン濃度は他の地点で採取した水系試料水よりも高かった。
- (3) 新たに着目したナトリウム、マグネシウム、カルシウム、バリウムはいずれも産廃滲出水処理施設放流水及び旧水源で濃度が高く、旧水源には産廃滲出水の影響があると推定できる。

Table 3 不法投棄現場内及び周辺土壌の測定結果

元素	採取年月	① 現場内		④ 旧水源		⑨ 平成橋付近	
		上	底	下	底		
As	2005	9	2.63	—	4.70	—	0.48
		10	2.15	—	9.29	—	N.D.
		11	1.86	—	12.56	—	N.D.
	2006	5	4.88	—	12.09	—	N.D.
		7	4.36	—	8.49	—	0.09
		9	9.10	8.45	8.41	—	8.39
		11	8.48	2.37	10.18	—	5.21
	2007	5	3.72	10.36	2.68	—	1.97
		7	4.09	3.71	16.80	2.26	1.96
9		1.03	1.90	12.21	2.01	3.38	
11		6.94	13.61	5.42	6.35	1.51	

元素	採取年月	① 現場内		④ 旧水源		⑨ 平成橋付近	
		上	底	下	底		
Se	2005	9	0.45	—	0.44	—	0.51
		10	0.43	—	0.77	—	0.38
		11	0.83	—	0.61	—	0.63
	2006	5	0.49	—	0.86	—	0.40
		7	0.72	—	0.53	—	0.31
		9	0.88	0.57	0.75	—	0.73
		11	0.91	0.46	0.69	—	0.58
	2007	5	0.43	0.52	0.86	—	0.30
		7	0.30	0.37	0.37	0.49	1.08
9		0.26	0.42	0.63	0.26	0.44	
11		0.52	0.67	0.48	0.45	0.48	

元素	採取年月	① 現場内		④ 旧水源		⑨ 平成橋付近	
		上	底	下	底		
Cd	2005	9	0.06	—	0.05	—	4.69
		10	0.05	—	0.08	—	1.48
		11	0.04	—	0.10	—	0.92
	2006	5	0.12	—	0.09	—	0.40
		7	0.10	—	0.04	—	0.44
		9	0.21	0.08	0.08	—	0.10
		11	0.22	0.06	0.10	—	0.18
	2007	5	0.10	0.09	0.06	—	0.05
		7	0.09	0.10	0.09	N.D.	0.30
9		0.04	0.09	0.10	0.04	0.09	
11		0.20	0.16	0.09	0.09	0.06	

元素	採取年月	① 現場内		④ 旧水源		⑨ 平成橋付近	
		上	底	下	底		
Pb	2005	9	5.40	—	4.73	—	2.26
		10	4.11	—	8.78	—	0.92
		11	2.64	—	12.46	—	0.91
	2006	5	21.27	—	7.96	—	0.32
		7	8.28	—	6.06	—	0.78
		9	18.04	7.17	8.48	—	3.95
		11	29.38	3.34	11.21	—	4.95
	2007	5	7.48	8.41	2.43	—	4.53
		7	8.57	3.17	10.32	1.53	1.28
9		2.76	3.63	10.58	2.87	7.04	
11		13.54	13.75	5.59	7.26	3.42	

“N.D.”は測定値が定量下限値未満, “—”は試料未採取を示す。
(単位 µg/L)

- (4) 土壌溶出水中のヒ素,鉛の濃度は現場内及び旧水源付近で環境基準値を超える場合があり,この点からも産廃滲出水の影響が旧水源地域に及んでいると推測される。
- (5) (2)～(4)の結果から,今後も旧水源付近のモニタリングを継続することが重要である。

謝辞:本研究は「文部科学省ハイテク・リサーチ・センター整備事業(平成15年度～平成19年度)」による私学助成を得て行われました。試料採取の際に協力して頂いた青森県環境生活部県境再生対策室の方々に感謝致します。

文 献

- 1) 村中 健,大嶋倫和,小比類巻孝幸,鮎川恵理:2006年に青森・岩手県境地域の不法投棄現場周辺で採取した水および土壌試料中の微量有害金属元素濃度に関する調査報告,八戸工業大学異分野融合科学研究所紀要 第5巻,pp.11～15(2007)
- 2) 村中 健,大嶋倫和,小比類巻孝幸,鮎川恵理:誘導結合プラズマ質量分析法による青森・岩手県境地域の産廃不法投棄現場周辺水系の無機元素分析,分析化学 第56巻12号,pp.1177～1781(2007)

2-3 汚染拡散防止の技術開発

(1) 研究の背景と目的

青森と岩手県境に大規模な産業廃棄物不法投棄現場があり、この現場からの有害物質の流出が起きている。この現場の地下は汚染され、地下水に以前には無かった物質が含まれ流出している。この現場周辺からの物質流出の予測を行うためには、①現地土壌における拡散現象を考慮した場合の物質移動、②地下水層の汚染・浄化過程の解明、③馬淵川への物質流出量の推定、④下流域が安全となる時期の推定、⑤産業廃棄物不法投棄現場の環境の復元までの推定を行う必要がある。本研究では、有害物質の流出課程、地下水の汚染課程、河川への流出課程を明らかにし、汚染物質の拡散課程の解明により拡散防止の技術開発の一助とすることを研究の目的にしている。

(2) 研究の方法・内容

次のような内容で研究を実施した。

- ① 文献調査・現地調査により不法投棄現場の現況を正確に把握する。
- ② 不法投棄現場からの流出物質の計測および文献調査を実施する。
- ③ 過去 20 年分の気象データを整理する（降水量、気温）
- ④ 積雪融雪課程を解明する。
- ⑤ 有効降水量の算定を実施する。
- ⑥ ゴミの日生産量を推定する。
- ⑦ ゴミからの有害物質の流出量を推定する。
- ⑧ 地下の汚染課程を解明する
- ⑨ 河川への流出課程を検討する。

(3) 研究の成果と考察

① 汚染源の規模と有害物質

不法投棄現場は以下のようなになる。

(a) 位置：場 所：岩手県二戸市上斗米地内(16ha)と青森県田子町茂市地内(11ha)にまたがる原野 0.27km²（青森県三戸郡田子町大字茂市字川倉ノ上 28-1、28-2、及び 28-3）。

(b) 原因者：三栄化学工業(株)(八戸市、産業廃棄物処理業)、縣南衛生(株)(埼玉県、産業廃棄物処理業)。

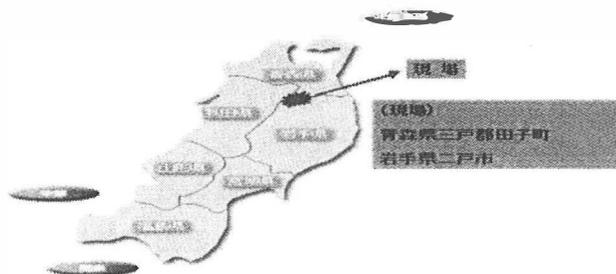


図 2.3.1 不法投棄現場の位置

(c) 廃棄物量：燃え殻、汚泥、廃油、RDF(廃プラスチック等の可燃性廃棄物を圧縮固形燃料化)等青森側約 67 万 m³、岩手側約 18 万 8 千トン。青森県側における特定産業廃棄物及びこれに起因する汚染土壌等の範囲、種類、量等は、高密度電気探査 9 側線 (2,790m)、ボーリング調査 (15 孔) 及び廃棄物、土壌分析結果から、平均断面法により算出した結果は、堆肥様物：183,200m³、焼却灰主体：262,590m³、RDF 様物：55,088m³、汚泥主体：74,505m³、一時仮置場 (堆肥様物)：33,000m³、中間処理場 (堆肥様物)：63,000m³、合計 671,383m³ となる。青森県側における有害産業廃棄物量は、ボーリングにより採取した試料を分析した結果から、金属等を含む産業廃棄物に係る判定基準を定める省令 (昭和 48 年総理府令第 5 号) の各項の第一欄に掲げる物質の各基準に適合しない範囲を平均断面法で算定し、揮発性有機化合物 (VOC) 及びダイオキシシン (DXN) により汚染されている廃棄物の量を推定した。さらに医療系廃棄物調査を実施した結果から、堆肥様物、焼却灰主体、RDF 主体の廃棄物層及び中間処理場において医療系廃棄物の混在が確認されたことから、現場は、水平方向及び鉛直方向に全体的に医療系廃棄物が混在していると推定された。平均断面法により推定した有害産業廃棄物量は、堆肥様物：183,200m³、焼却灰主体：262,590m³、RDF 様物：55,088m³、汚泥主体：14,070m³、一時仮置場 (堆肥様物)：33,000m³、中間処理場 (堆肥様物)：63,000m³、合計 610,943m³ となつて青森県側におけるその他廃棄物は、有害産業廃棄物以外のその他廃棄物量は、平均断面法により推計した廃棄物総量 (約 670,000m³) から、廃棄物分類毎に推計した (2) の有害産業廃棄物を差し引いた量とし、堆肥様物：0m³、焼却灰主体：0m³、RDF 様物：0m³、汚泥主体：60,435m³、一時仮置場 (堆肥様物)：0m³、中間処理場 (堆肥様物)：0m³、合計 60,435m³ となる。汚染土壌のこれまでの調査結果では、廃棄物の下層の土壌に、金属等を含む産業廃棄物に係る判定基準を定める省令 (昭和 48 年総理府令第 5 号) 基準を超える地点は認められていない。しかし、1 カ所でテトラクロロエチレンが土壌環境基準を超えて検出されているため、撤去又は浄化の対策が必要であるが、検出地点が 1 カ所のみであるため、現時点では平面分布及び鉛直分布を特定することができず、汚染土壌量は推計できない。

(d) 有害物質の種類

青森県側の産業廃棄物不法投棄地点近くの堰堤ヒューム管からの浸出水の有害物質はジクロロメタン、1,2 ジクロロエタン、ベンゼンが検出されている。これは、石炭乾留あるいは石油の改質で得られる無色の液体であり、種々の合成樹脂、合成ゴム、合成洗剤、各種薬品の製造原料となっており、ガソリン中に存在し、排気ガスとして環境中に放出される。造血組織に毒性を示し、白血病を含む血液変化の原因物質であり、発がん物質として分類している。

現地には、ホウ素、鉛、テトラクロロエチレン、シス-1,2-ジクロロエチレン、トリクロロエチレンがあるものと推定されている。これらは、半導体の洗浄やドライクリーニングに広く使用された物質で、発がん性の疑いがあるとされている。急性中毒症状としては中枢神経に影響を与える。ダイオキシシン類 (発ガン性物質) も検出されている。



図 2.3.2 青森県側のゴミの堆積状況

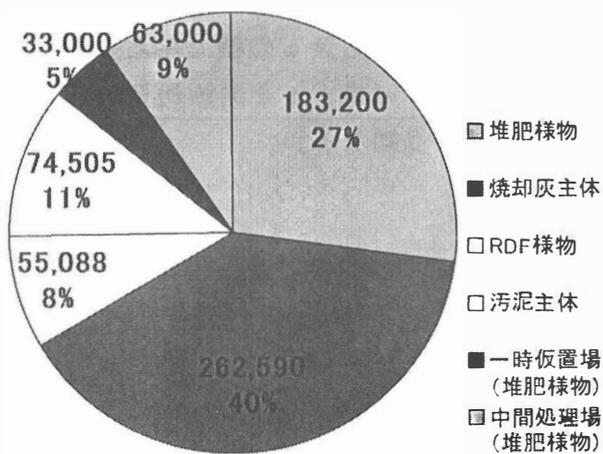
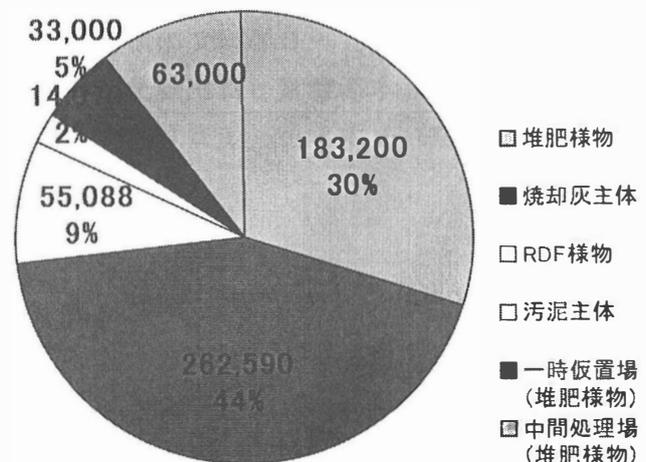


図 2.3.3 特定産業廃棄物の分類



2.3.4 有害産業廃棄物の分類

(e) 地下水に含まれている有害物質

図 3. 1 は青森県による現場近くの沢水に含まれる塩素イオン濃度と電気伝導度の測定結果を示したものである。図より、値は平成 14 年までは年々増加しており、測定結果は廃棄物により、現場近くの地下水が汚染されていることを示している。

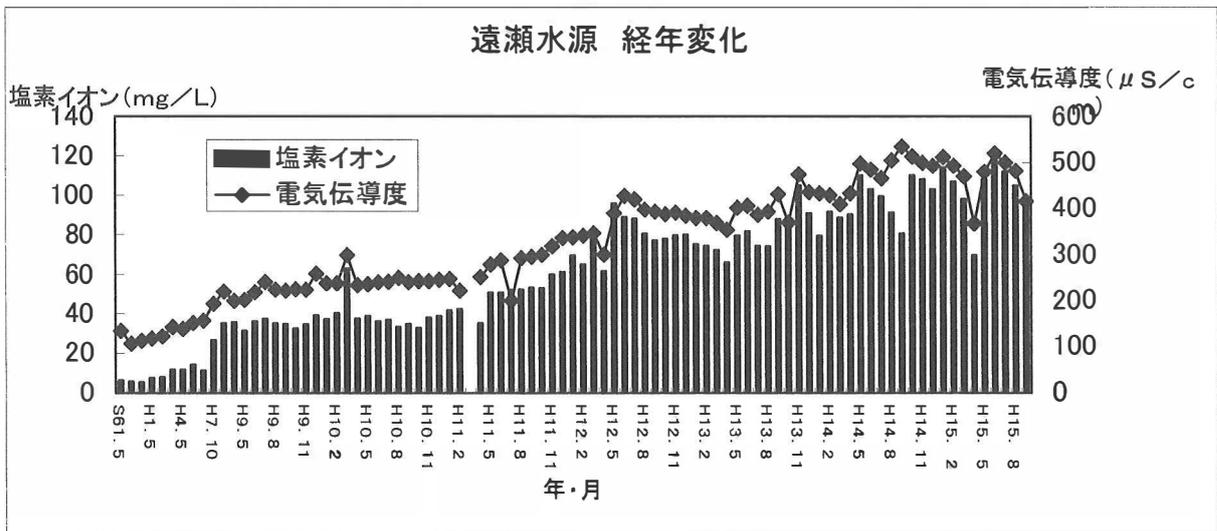


図 2.3.5 現場近くの地下水に含まれる物質の変化

② ゴミの日取扱量の推定

この現場におけるゴミの取り扱いは人間の営みと同じで、正規分布にしたがっているものとする。従って、一日のゴミの貯留量 v は基本活動量 p と比例定数 a の積で与えられる。ここに、基本活動量 p は正規分布の度数分布で表される。いま、 t を開始初日からの時間（日単位）とすると、 t 日目のゴミの日貯留量は次のようになる。

$$v(t) = ap(t) \quad m^3 / day \quad (1)$$

ここに、

a : 定数

$$p = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} \exp\left(-\frac{(t-t_m)^2}{2\sigma^2}\right) \quad (2)$$

t 日目までのゴミ貯留量は次のようになる。

$$V(t) = \int_0^t ap(t) dt \quad m^3 \quad (3)$$

1987 年より、ゴミの貯留を初め、順調に営業を続けていたが、諸条件により 2000 年に突如としてやめているので、2000 年をピークとして考えることができる。従って、平均年 t_m は次のようになる。

$$\begin{aligned}
 t_m &= (2000 - 1987) \times 365 + 4 \\
 &= 4749 \text{ day} \quad (4)
 \end{aligned}$$

2000年までのゴミの総量は82万m³となっているのでゴミ総量は次式のようになる。

$$\begin{aligned}
 V_0 &= \int_0^{t_m} ap(t)dt \quad m^3 \quad (5) \\
 &= a \int_0^{t_m} p(t)dt \\
 &\cong a \frac{1}{2} \quad (6)
 \end{aligned}$$

故に

$$a = 2V_0 \quad m^3 \quad (7)$$

よって、t日目のゴミの総貯留量は次式のようになる。

$$V(t) = 2V_0 \int_0^t \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} \exp\left\{-\frac{(t-t_m)^2}{2\sigma^2}\right\} dt \quad m^3 \quad (8)$$

ここに、

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (t_i - t_m)^2}{N}} \quad (9)$$

$$= 2742 \text{ day}$$

$$t_m = 4749 \text{ day}$$

$$N = 2t_m \quad (10)$$

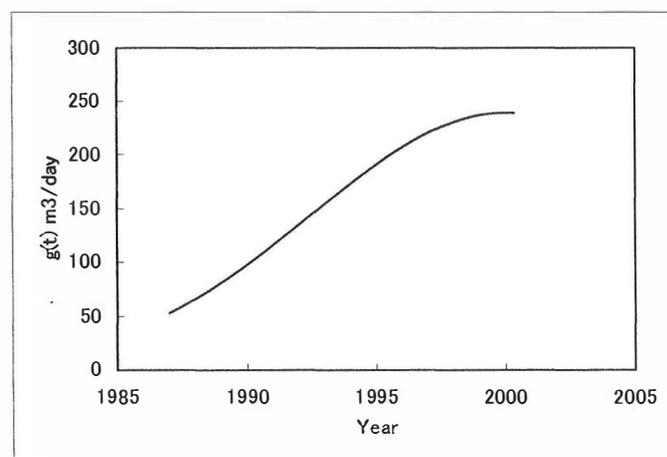


図2.3.6 ゴミの日生産量

③. 有害物質の生産

有害物質Mは、ゴミの量V (t) と降水量R (t) に比例して生産されるものとし、溶出係数 c を通して次のように生産されるものとする。

$$M(t) = \iint cR(t)V(t-\tau)d\tau dt \quad (11)$$

ここに、

c : 物質溶出係数

R : 降水量

V : ゴミ量

物質の溶出係数はそのゴミがそれまでに受けた水量が多ければ多いほど小さくなるので次式のように表される。

$$c = c_0 \exp(-c_1 \int_{\tau}^t R(t-\tau)d\tau) \quad (12)$$

④ 地下の汚染および河川への流出課程

現地は融雪の影響が考えられるのでこの流出予測には精度の良い積雪・融雪モデルが必要となる。積雪量および融雪量は八巻・佐々木 (2 0 0 0) ¹⁾ と同様に以下のように表せるものとする。すなわち、時刻 t における積雪深 S_t および雨量 R_t は 1 つ前の時刻における積雪深 S_{t-1} 、降雪量 s_t 、融雪量 R_{mt} および温度判定による雨量 (以下、相当雨量と記す) R_{rt} により式 (13) および (14) のように与えられる。ここに、添字 t は時間、t - 1 は 1 ステップ前の時間、m は融雪、r は真の降雨を意味している。

$$S_t = S_{t-1} + s_t - R_{mt} \quad (13)$$

$$R_t = R_{rt} + R_{mt} \quad (14)$$

ここに、降雪量 s_t は気温低下に伴う冰雪化関数 a、高度上昇に伴う降雪量の増加係数 f、および降水量 r で与えられ、また、融雪量 R_{mt} は融雪関数 b、気温上昇に伴う融雪強度の係数 c、および気温 T_t で、そして、相当雨量 R_{rt} は冰雪化関数 a と降水量 r_t により次式 (15) ~ (18) のように与えられる。

$$s_t = afr_t \quad (15)$$

$$\begin{aligned} R_{mt} &= bcT_t \\ &= S_{t-1} \quad bcT_t \geq S_{t-1} \end{aligned} \quad (16, 17)$$

$$R_{rt} = (1-a)r_t \quad (18)$$

ここで、上式 (15) ~ (18) における a および b は気温の関数であり、それらは次式 (19) および (20) で与えられる。

$$\begin{aligned}
 a &= 0 & T_t > T_m \\
 &= 1 & T_t < T_i \\
 &= 1 - \frac{T_t - T_i}{T_m - T_i} & T_i \leq T_t \leq T_m
 \end{aligned} \tag{19}$$

$$\begin{aligned}
 b &= 1 & T > T_m \\
 &= 0 & T_t < T_i \\
 &= \frac{T_t - T_i}{T_m - T_i} & T_i \leq T_t \leq T_m
 \end{aligned} \tag{20}$$

ここに、

T_m : 流域すべてで雪が融け始める時の限界温度

T_i : 流域内の降水がすべて雪になる時の限界温度

本研究の積雪・融雪モデルを検証するために本対象地区と隣り合う浅瀬石川ダム流域における流出解析を行ってみる。浅瀬石川ダムは浅瀬石川上流域の標高 200m の地点にあり、浅瀬石川は 1 級河川岩木川の支川であり、南八甲田山の櫛ヶ峰を源流としている。浅瀬石川ダムは青森県内最大規模のダムで洪水調節などの治水、発電、農工業・上水などの利水を目的にしている多目的ダムであり、流域面積は 225.5km² を有し、この流域は標高 1516.5m の櫛ヶ峰を始め標高 1011.0m の御鼻部山などの高い山に囲まれた山間域にある。前述のようにこの流域は本研究対象域と隣り合っているがそれだけでなく同様の気象、地形特性を有している。流出予測は図 2.3.7 に示す 3 段のタンクモデルにより行う。

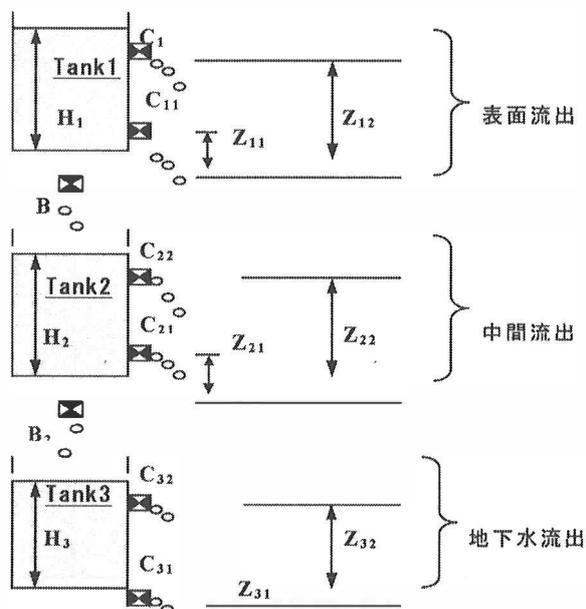


図 2.3.7 タンクモデルの概要

各タンクは側面の2つの流出孔と底面の浸透孔からなる。ただし、最下段の底面には浸透孔はない。最上段から表流水、浅層地下水、深層地下水に対応した各定数を設定している（記述省略）。蒸発量はHamonの式を用い、これより時間あたりの量を推算して1時間単位で流出計算を行っている。

図2.3.8に計算結果を示したが実測値に良く一致していることが分かる。八巻・佐々木¹⁾の結果は融雪期の後半に計算値と実測値に不一致が見られるが本研究ではこれが改善されている。すなわち、八巻・佐々木は流域を1つにして式(19)および(20)を適用したが本研究では標高200mごとに流域を分割してそれぞれの流域に対して式(19)および(20)を適用したため融雪期後半に計算値が実測値からずれるようなことが改善されている。降水量と気温は浅瀬石川ダムにおける観測地を用いたのでこの分割流域における融雪と冰雪化の限界温度 T_m および T_i は次のように設定している。

$$T_m = 2^{\circ}\text{C}, \quad T_i = 0^{\circ}\text{C} \quad (21)$$

標高の高い流域は式(21)を基準にして100mで 0.6°C の気温低下があるものとして T_m および T_i を設定している（実際の計算では100m当たり 0.6°C 加算して T_m および T_i を設定し、気温はそのまま使用）。 T_m の設定は流域の高低差を考慮したもので対象流域が同一の標高になっているのであれば T_m は T_i に等しくとってよい。

標高の高い流域では式(15)に示した高度上昇に伴う降雪量の増加係数 f および式(16)に示した気温上昇に伴う融雪強度の係数 c を次式のようにとっている。

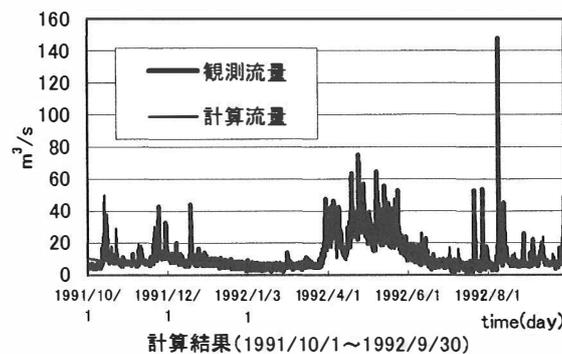


図 2.3.9 浅瀬石川ダム流域の流出予測

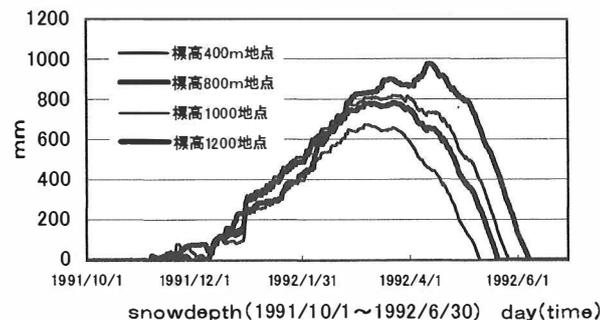


図 2.3.10 積雪・融雪モデルによる山間域の積雪深

$$f = 3, \quad c = \frac{1}{12} \quad (22)$$

ここに、 f はその土地の地形および気象特性に応じて変化し、 c は残雪の融雪速度に関係して変わり、これら2つの定数 f および c は融雪期の水量と融雪終了時期に大きな影響を及ぼす。

図2.3.10は図2.3.9に示した融雪出水を与えた流域の積雪量予測値を示したものであり水換算深で示されている。図より標高1000mの流域では4月に水深換算0.8m程度の残雪量となっており、この時期の比重は0.3~0.5程度であり、これより積雪深を考えると1.6~2.4mとなり実際の積雪深²⁾に一致する範囲にある。また、図によると、1000mよりも標高が低いところでは3月上、中旬ころより山間の残雪が減り始め、4月になると急激に融雪が始まることになるがこの傾向も実際の積雪深変化²⁾に一致している。

地下の物質拡散係数は地下の層厚と水粒子の速度との積のオーダーであるとするとき次のようになる。

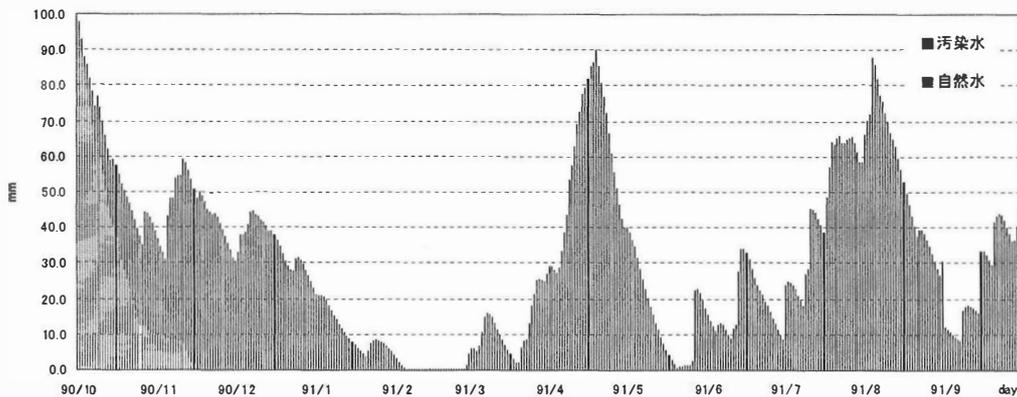


図 2.3.11 浅層地下の汚染 約 50 日で汚染

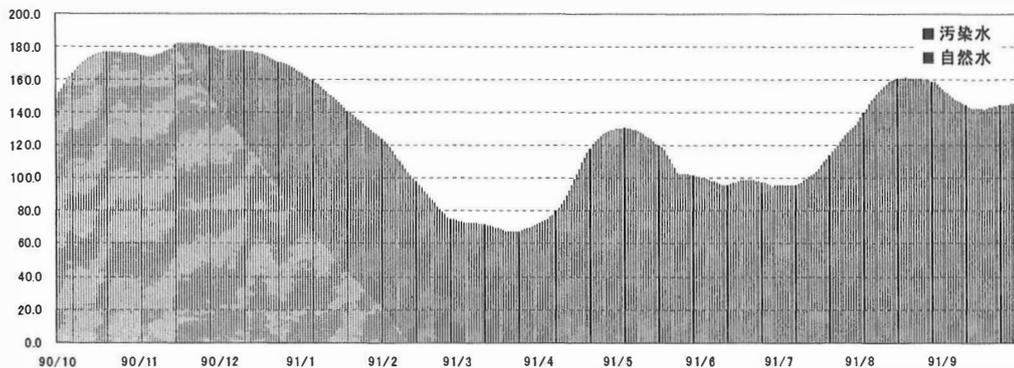


図 2.3.12 深層地下の汚染 約 140 日で汚染

図2.3.11および図2.3.12に示したように地下の浅い部分の汚染は拡散がないものとした場合約50日で地下に浸透してきた汚染物質が層全体を占めるようになり、深層の地下

は汚染されるまで約140日かかっている。拡散係数は深層地下で $10^{-9} \text{ m}^2/\text{s}$ のオーダーとなる

(4) まとめと今後課題

青森・岩手県境産業廃棄物不法投棄現場周辺ではゴミが置かれたときからこの現場を点源とする有害物質の拡散が始まっている。有害物質の流出過程の解明と流域の自然回復過程を解明するために本研究ではゴミの日貯留量を推定した。次に、有害物質の溶解は降水をとおしていることから有効降水量の推定を行った。計算値は隣接する河川流出と良い一致を示し、精度の良い降水量を推定できていると考える。次に地下の汚染課程を検討し、地下の透水係数を推定し、地下の汚染が深部まで進んでいることを明らかにした。河川への汚染物質流出量は本研究で提案したモデルによる推定量と定性的な一致を示している。今後は、定量的な推定をするためにゴミの溶解係数の精度の良い研究が望まれる。

3. 廃棄物再資源化の技術とシステムの研究開発

3-1 廃棄物の焼却・溶融による建設材料への再資源化

(1) 研究の背景と目的

建設材料学の分野では、種々の産業から排出される廃棄物や副産物を再資源化するための技術の一環として、廃棄物のセメント原料や製造工程での処理・利用が積極的に進められている。これは、セメント産業で廃棄物を処理することにより、その製造プラント内で廃棄物の減量化・無害化、さらには製品化に至るまでの一貫したプロセス管理が可能であり、資源循環システムの構築が比較的容易であることによる。また、近年、良質な骨材資源の枯渇化と相まって、廃棄物や副産物を溶融固化したスラグをコンクリート用骨材として利用するための研究が鋭意行われている。そして、一般廃棄物などに由来する溶融スラグは、2006年に「一般廃棄物、下水汚泥又はそれらの焼却灰を溶融固化したコンクリート用溶融スラグ骨材」として JIS A 5031 に制定された。しかしながら、産業廃棄物を溶融固化したスラグについては、試験研究データが不足していることから JIS 化が見送られている。

一方、青森・岩手県境に不法投棄された国内最大規模の産業廃棄物は、周辺環境の汚染、景観の破壊など、両県にとって大きな問題となっている。そこで本研究では、この不法投棄産業廃棄物（以下、産業廃棄物と呼ぶ）をセメントの原料やコンクリート用骨材などの建設材料として再資源化し、利用するための技術とシステムを確立することを目的としたものである。

以下に具体的な研究項目を示す。

- ①産業廃棄物を原料としたセメントの製造と品質評価
- ②産業廃棄物を溶融固化したコンクリート用スラグ骨材の製造と品質評価、利用システムの構築
- ③寒冷地におけるコンクリート材料の耐久性評価技術の開発

(2) 研究の方法・内容

①産業廃棄物を原料としたセメントの製造と品質評価

・本研究で用いた産業廃棄物を焼却した灰の主な化学組成は、 SiO_2 、 Al_2O_3 、 CaO である。そのことから、セメント原料への利用が有望であると考えられ、産業廃棄物を原料として用いたセメントの試験製造を行った。セメント原料に対する産業廃棄物の調合割合は、3.5%（水準-1）、7.1%（水準-2）および 20.0%（水準-3）の 3 水準とした。また、製造した試製セメントは、普通ポルトランドセメントと同等の鉱物組成となるように産業廃棄物を含めたセメント原材料の割合を設定した。

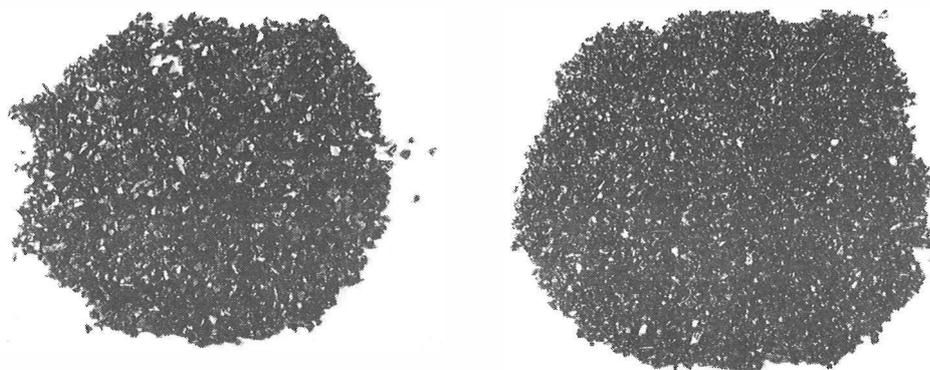
・産業廃棄物を原料とした試製セメントの品質評価を目的として、そのセメントを用いたコンクリートの性能試験を行った。試験は、力学的特性として圧縮強度試験（JIS A 1108）および引張強度試験（JIS A 1113）を行った。また、コンクリート供試体よりモルタル片を採取し、水銀圧入式ポロシメータにより細孔径分布を測定した。なお、コンクリートの水セメント比は、45%、55%および 65%の 3 ケースとした。

・試製セメントより硬化セメントペーストを作成した。そして、セメント水和物であるケイ酸カルシウム水和物や水酸化カルシウムを定量的に評価した。分析方法は、重液分離操

作によりセメント水和物のみを分離・抽出し、熱重量分析により行った。

②産業廃棄物を溶融固化したコンクリート用スラグ骨材の製造と品質評価、利用システムの構築

・産業廃棄物を乾燥・磁選し、1,500℃に設定したアーク式溶融炉にて溶融処理を行った。そして、冷却方法の異なる2種類の溶融スラグを製造した。冷却方法を空冷としたスラグ(AS)は、廃棄物の溶融後、炉内で12時間かけて徐々に冷却させ、回収し破碎したものである。一方、水冷スラグ(WS)は、廃棄物の溶融後、冷却用水槽に溶融物を流し込み、急激に冷却させ乾燥・破碎し製造した。(写真-1)



空冷スラグ (AS)

水冷スラグ (WS)

写真-1 産業廃棄物溶融スラグ

・製造した産業廃棄物溶融スラグをコンクリート用細骨材として使用するための品質試験を行った。また、一般に溶融スラグ細骨材は、SiO₂を主成分とすることからアルカリシリカ反応性を有することが懸念される。そこで、アルカリシリカ反応性試験を行った。試験はJIS A 5031に準じたモルタルバー法とJIS A 1804に準じた迅速法を実施した。なお、迅速法では長さ変化率を測定し、試験結果をモルタルバー法と比較した。

・溶融スラグを細骨材として用いたコンクリートの性能試験を実施した。溶融スラグの混合率は、細骨材の容積に対して0%、50%および100%とした。また、コンクリートの水セメント比は50%、空気量は5%とした。フレッシュコンクリートの試験はブリーディング試験を行い、硬化コンクリートの力学的特性に関わる試験は圧縮強度試験(JIS A 1108)、引張強度試験(JIS A 1113)および静弾性係数の測定を実施した。さらに、寒冷地における耐久性を確認する目的でコンクリートの凍結融解試験(JIS A 1148 A法)を行い、さらに、リニアトラバース法(ASTM C 457)による気泡分布を測定した。

・以上の結果を踏まえて、産業廃棄物を溶融固化したコンクリート用溶融スラグ骨材の品質基準とその利用システムについて検討した。

③寒冷地におけるコンクリート材料の耐久性評価技術の開発

・特に寒冷地において産業廃棄物溶融スラグを使用する場合、凍結融解作用による性能低下が大きな課題となる。そこで、寒冷地での材料利用を目的にコンクリート表層部の耐久性評価手法の開発を行った。本手法は、研究室独自に開発したコンクリート表層部の任意

深さ位置での強度測定を可能とした改良プルオフ法およびチャンバー吸引セルを用いた簡易透気試験法より構成される。

・実験で用いたコンクリートでは、水セメント比 (W/C) および目標空気量 (Air) の組合せを変化させた 4 配合とした。さらに、凍結融作用によるコンクリート供試体の暴露 (試験) 面および材齢の影響を評価するため、供試体の暴露面積体積比 (A/V (cm^2/cm^3)) : 1 面 ($0.1\text{cm}^2/\text{cm}^3$), 2 面 ($0.2\text{cm}^2/\text{cm}^3$), 6 面 ($0.45\text{cm}^2/\text{cm}^3$) と材齢 (6 日、10 日、28 日) を変化させ試験を行った。

・凍結融解試験開始前と試験期間中における供試体のたわみ一次共鳴振動数より算出される相対動弾性係数 (あるいは修正相対動弾性係数) が目安で 80%、60%、40% に達した時点において簡易引張強度試験 (改良プルオフ試験) を行った。そして、表層部コンクリートの力学的特性の側面から凍害劣化深さを評価した。

(3) 研究の結果と考察

①産業廃棄物を原料としたセメントの製造と品質評価

・試製セメントを用いたコンクリートの圧縮強度は、市販の普通ポルトランドセメントを用いたコンクリートと比較して、材齢 7 日から 28 日において、不法投棄産業廃棄物の調合割合が高く、水セメント比が低いケースほど低下する傾向にある。しかし、水セメント比 45% のコンクリートであっても、廃棄物の調合割合が 7.0% 以下であれば市販の普通ポルトランドセメントと比較して強度低下率は 10% 程度以下であった。さらに、廃棄物の調合割合が低い水準-1 (3.5%) および水準-2 (7.0%) の試製セメントを用いたコンクリートの長期材齢 (91 日) における圧縮強度は、普通ポルトランドセメントのそれと同程度になることが確認された。(M. Shoya, Y. Tsukinaga, M. Aba, 2006)

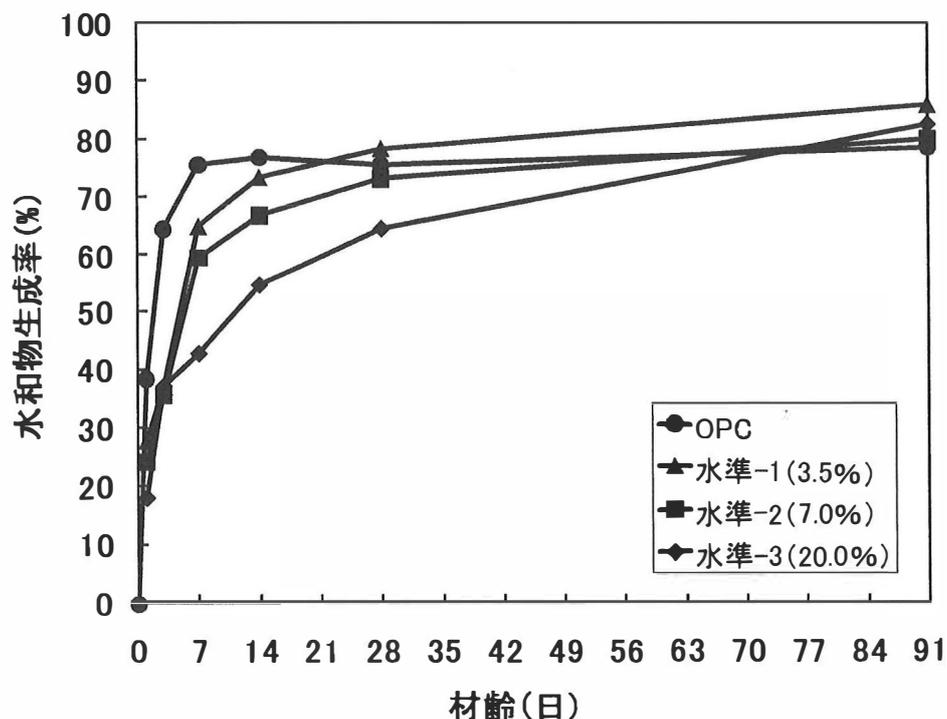


図-1 試製セメントペースの水和物生成率と材齢との関係

・材齢 28 日におけるコンクリートの圧縮強度と引張強度との関係は、1/7～1/13 の範囲にあり、普通ポルトランドセメントを用いたコンクリートと同レベルである。

・細孔径分布（材齢 28 日）を測定した結果、試製セメントおよび市販の普通ポルトランドセメントともに、いずれの水セメント比においても同様の分布形状を示した。また、廃棄物の調合割合を変化させても総細孔量には大きな差は見られなかった。しかし、不法投棄産業廃棄物の調合割合が高く、水セメント比が低い試製セメントほど 100nm 付近の細孔が増加し、50nm 程度以下の細孔は減少する傾向にあることが確認された。(M. Shoya, Y. Tsukinaga, M. Aba, 2006)

・試製セメントを用いた硬化セメントペーストの水和物生成量は、材齢初期において市販の普通ポルトランドセメントより低下する傾向にある。特に、廃棄物の調合割合を 20% (水準-3) としたセメントの水和物生成量は、普通ポルトランドセメントと比較して材齢 7 日で約 55%、材齢 28 日で約 90%であった。(図-1) さらに、セメント水和物の分析結果より、水酸化カルシウムの生成量は、廃棄物の調合割合が増加しても大きな変化は見られな
いか、ケイ酸カルシウム水和物 (C-S-H) の量が大きく低下することを明らかにした。これは、廃棄物に由来する銅化合物 (CuO) の影響ではないかと考えられる。

・以上のことから、廃棄物調合割合を 20%まで著しく増加させた場合、ケイ酸カルシウム水和物の生成が大きく遅延し、それが原因となり初期材齢でのコンクリート圧縮強度の低下や 50nm 程度以下の細孔量の減少が生じたものと考えられる。

・さらに、セメント品質および環境安全性（微量成分）の観点から総合的に判断し、産業廃棄物をセメントの原材料の一部として 7%程度まで利用できることを示した。

②産業廃棄物を溶融固化したコンクリート用スラグ骨材の製造と品質評価、利用システムの構築

・製造した溶融スラグの有害物質の溶出量および含有量は土壌汚染対策法に係わる環境基準に準じて定められた JIS A 5031「コンクリート用溶融スラグ骨材（一般廃棄物）」の基準を満足することを確認した。さらに、コンクリート用細骨材としての密度、吸水率などの物理的な品質規格を十分に満足するものであることを明らかにした。(表-1) なお、製造した溶融スラグの表面は、いずれも滑らかなガラス質であった。(M. Shoya, Y. Tsukinaga, M. Aba, 2006)

表-1 産業廃棄物溶融スラグの物理的品質（一例）

試料	表乾密度 (g/cm ³)	絶乾密度 (g/cm ³)	吸水率 (%)	ig. loss (%)	
				700°C	1000°C
水冷スラグ	2.66	2.65	0.43	-0.48	-0.86
空冷スラグ	2.74	2.73	0.33	-1.23	-1.15
JIS A 5031	-	2.5以上	3.0以下	-	-

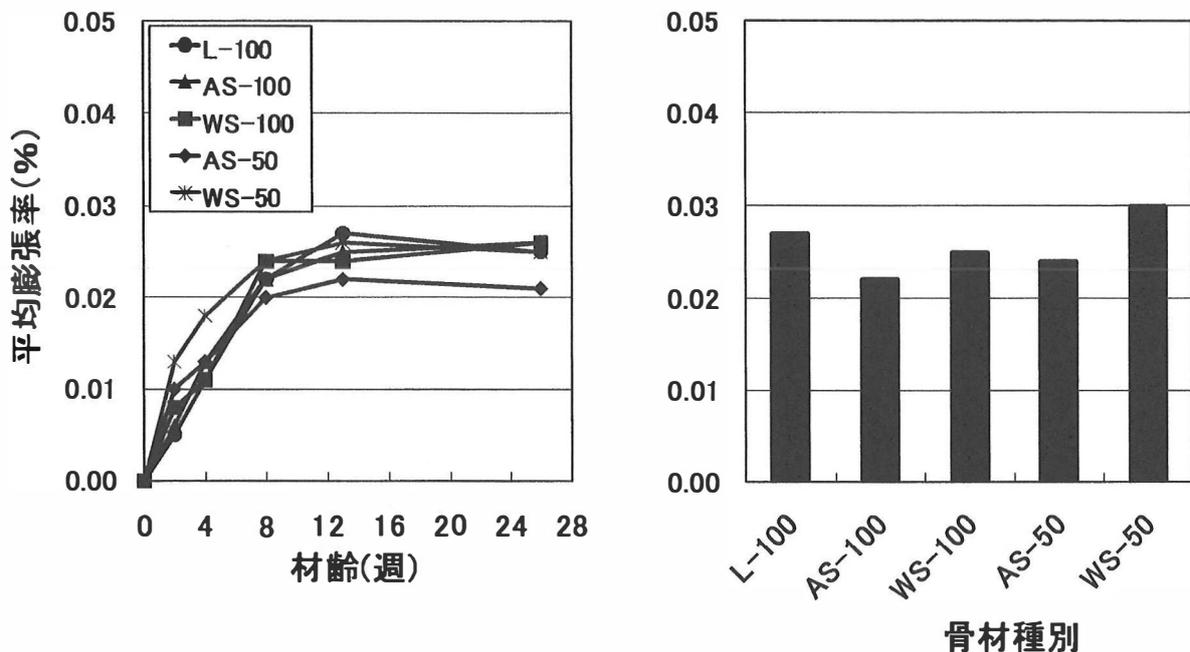


図-2 アルカリ骨材反応試験結果

・モルタルバー法および迅速法により溶融スラグ骨材のアルカリ骨材反応性試験を実施した。空冷および水冷いずれの廃棄物溶融スラグ細骨材においてもモルタルバー法（6カ月）による平均膨張率は最大で0.02～0.03%であり、アルカリシリカ反応性は無害と判定される。また、迅速法における煮沸後の長さ変化率も0.02～0.03%を示した。（図-2）このことから、本研究で製造した廃棄物溶融スラグ細骨材は、アルカリシリカ反応性に対し無害であることが確認された。さらに、多少のばらつきは見られるものの、迅速法とモルタルバー法（6カ月）の膨張率には対応関係にあることが認められる。これより、試験の簡便性から廃棄物溶融スラグのアルカリシリカ反応性を迅速法によって評価できるものと判断される。

・廃棄物溶融スラグ細骨材を混合したコンクリートは、 $0.5\text{cm}^3/\text{cm}^2$ 以上の過度のブリーディングが発生し、特に水冷スラグを100%単身で使用したコンクリートにおいては、最終ブリーディング量が $0.71\text{cm}^3/\text{cm}^2$ となった。この原因として、所定のスランプを得るための単位水量が多いこと、廃棄物溶融スラグ細骨材の表面がガラス質であることなどが影響しているものと考えられる。

・廃棄物溶融スラグ細骨材を100%単身で使用したコンクリート（AS-100、WS-100）の圧縮強度は、比較用として用いた石灰石砕砂を用いたコンクリート（L-100）と比較し28日強度において空冷スラグで約20%、水冷スラグで約30%の強度低下が認められた。しかし、廃棄物溶融スラグ細骨材を50%混合したコンクリート（AS-50、WS-50）の場合、空冷スラグで約15%、水冷スラグで約20%の強度低下となり、スラグ混合率を減少させることにより、圧縮強度の低下が抑制される傾向にある。（図-3）これは、フレッシュコンクリートのブリーディングの増加に起因した初期欠陥の影響や溶融スラグ細骨材の表面がガラス質であることからセメントペーストとの付着が低下したことなどによるものと考えられる。この傾向はコンクリート強度が増加するほど顕著になるものと思われ、これま

で JIS 化された一般廃棄物の熔融スラグと同様の結果であった。このことから、本研究で使用した廃棄物熔融スラグ細骨材は、一般廃棄物熔融スラグ細骨材と同様に圧縮強度 35N/mm^2 以下のコンクリートへの適用が考えられる。

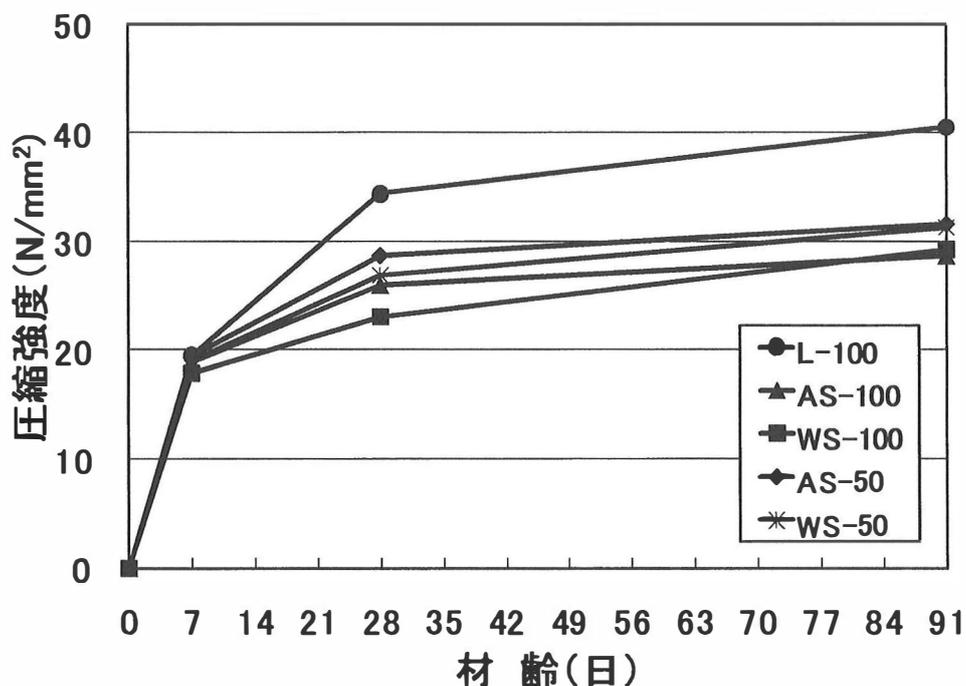


図-3 廃棄物熔融スラグを用いたコンクリートの圧縮強度試験結果

・廃棄物熔融スラグ細骨材を用いたコンクリートの圧縮強度と引張強度、静弾性係数との関係は、一般的な砕石（石灰岩）と同レベルであることが分かった。

・廃棄物熔融スラグ細骨材を用いたコンクリートの凍結融解試験の結果、凍結融解 100 サイクル以前に相対動弾性係数が 60% 以下に低下し、凍結融解抵抗性に極めて劣る傾向が認められた。熔融スラグの混合率を 50% とした場合であっても大きな改善効果は確認されなかった。これは、フレッシュコンクリートにおける過度なブリーディングの発生が原因と判断される。

・廃棄物熔融スラグを用いたコンクリートの気泡分布は、 $120\mu\text{m}$ 以下の微小な気泡が減少する傾向にあった。また、硬化コンクリートの空気量は 4.0% 程度の範囲にあるが、その気泡間隔係数は、比較用の石灰岩砕砂と比べて $50\sim 200\mu\text{m}$ 程度増大した。このことから、廃棄物熔融スラグは、粗大な空気泡を巻き込み安い性質があると思われ、このことも凍結融解抵抗を低下させた一因と考えられる。

・そこで、石灰石微粉末の混和によりブリーディング量を $0.2\text{cm}^3/\text{cm}^2$ 以下に抑制し、さらに AE 剤添加量を増加させ、目標空気量を 7.0% としたコンクリートを作成して凍結融解試験を実施した。その結果、廃棄物熔融スラグを 100% 単身で用いたコンクリートであっても、凍結融解 300 サイクルにおける相対動弾性係数が 60% 以上の十分な耐久性が確保された。(図-4)

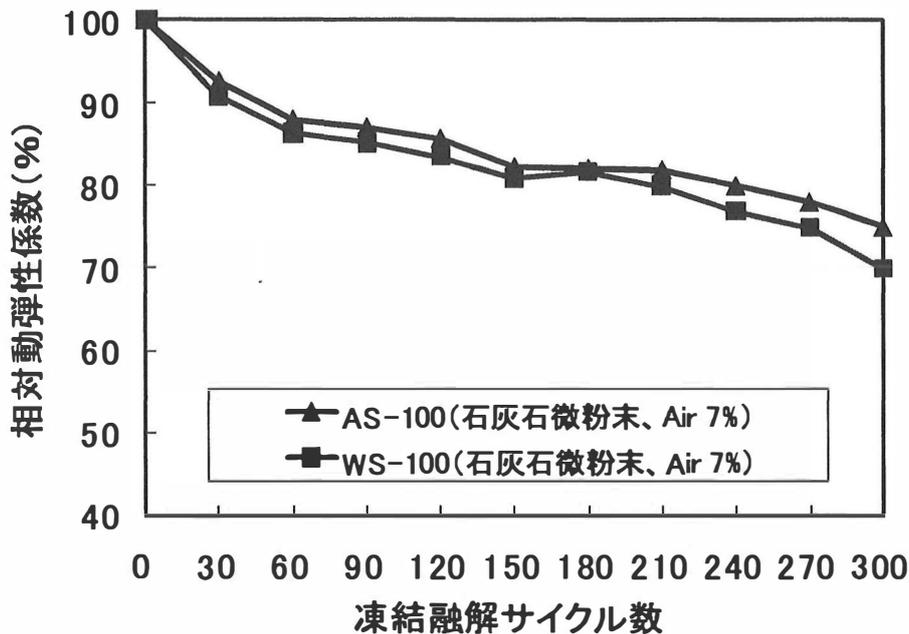


図-4 凍結融解試験結果 (石灰石微粉末、Air 7%)

・これまでの成果を踏まえ、青森県独自の「産業廃棄物を溶融固化したコンクリート用溶融スラグ骨材を使用したコンクリート製品に係る認定基準」を制定した。本基準は、産業廃棄物溶融スラグの環境安全性の評価・管理およびコンクリート用骨材としての品質を示したものである。これにより、圧縮強度 35N/mm^2 以下のコンクリートと用途は限定的であるが、産業廃棄物を溶融固化したコンクリート用溶融スラグ骨材の利用のための枠組み（システム）が整備された。

③寒冷地におけるコンクリート材料の耐久性評価技術の開発

・材齢 28 日より試験を開始したケースでは、凍結融解サイクル数が 0 サイクル時のプルオフ強度を基準としたプルオフ強度低下率は、凍結融解サイクルの進行に伴い徐々に増加し、プルオフ強度低下率が、およそ 20%以上になると凍害劣化の進行が加速する傾向にあることを確認した。また、供試体の暴露面積の違いによる影響を同一配合により比較すると、2 面暴露 ($A/V : 0.2\text{cm}^2/\text{cm}^3$) の条件は、1 面暴露 ($A/V : 0.1\text{cm}^2/\text{cm}^3$) の場合より、プルオフ強度低下率が急激に増加する傾向が見られた。(阿波・庄谷・月永、2006)

・若材齢コンクリートのプルオフ強度は、試験開始直後から急速に増大する傾向にある。材齢 6 日および材齢 10 日で試験を開始した場合、供試体中心部 (50mm 位置) のプルオフ強度は、それぞれ約 50 サイクルおよび約 100 サイクル時点で 60%程度まで低下した。

・プルオフ強度を指標としてコンクリートの凍害劣化深さを評価するための基礎的な考え方を示した。また、本研究で定義された凍害劣化深さと凍結融解サイクル数との関係は直線式で近似できることが分かった。さらに、これらの関係式より与えられる凍害劣化速度 (R_i) および潜伏期間 (N_i) を用いて、任意の凍結融解サイクルにおける凍害劣化深さ (F_i) を推定できるものと考えられる。(阿波・庄谷・月永、2006)

・さらに、チャンバー吸引セルを用いた簡易透気試験は、圧力低下量が $10\text{kPa} \sim 75\text{kPa}$ の

範囲において圧力低下量と圧力低下時間の平方根が直線関係で表わされることから、その直線より求まる勾配を簡易透気係数として採用することが可能である。また、この試験より得られる簡易透気係数は、トレント法による透気係数およびアウトプット法による透気係数と相互に良好な対応関係にあることから、物質移動抵抗性の側面から耐久性を評価するための指標として有望であることを示した。

(4) まとめと今後の課題

- ・セメント原料に対する産業廃棄物の調合割合（3.5%、7.1%、20.0%）を変化させ、普通ポルトランドセメントの試験製造を行った。製造した試製セメントを用いたコンクリートの力学的特性について実験的に明らかにした。さらに、モルタルの細孔分布性状やセメント水和物の組成を定量的に評価し、現象の考察を行った。以上の研究より、環境安全性およびセメント品質の観点から、産業廃棄物をセメント原料として7%程度まで利用できることを示した。
- ・モルタルバー法および迅速法により溶融スラグ骨材のアルカリ骨材反応性試験を実施し、両試験の関係を整理した。そして、迅速法による溶融スラグ骨材の品質管理の妥当性について示した。
- ・溶融実験炉（アーク炉）を用い、冷却方法（水冷および徐冷）の異なる産業廃棄物溶融スラグを製造した。また、製造した溶融スラグの有害物質の溶出量および含有量は土壌汚染に係わる環境基準に準じて定められた JIS A 5031「コンクリート用溶融スラグ骨材（一般廃棄物）」の基準を満足することを確認した。さらに、コンクリート用細骨材としての物理的な品質規格を十分に満足するものであることを明らかにした。
- ・廃棄物溶融スラグ骨材を用いたコンクリートの力学的性質、耐久性について評価した。本研究で使用した廃棄物溶融スラグ細骨材は、 35N/mm^2 以下のコンクリートへの適用が考えられ、さらに凍結融解抵抗を確保するための方策についても示した。そして、産業廃棄物溶融スラグの環境安全性の評価・管理およびコンクリート用骨材としての品質を示した基準を検討・作成し、利用のための枠組み（システム）を整備した。
- ・しかし、整備した産業廃棄物溶融スラグの認定基準において、溶融スラグ骨材は設計基準強度が 35N/mm^2 以下のプレキャスト（無筋および鉄筋）コンクリート製品への適用が可能となる。今後、レディーミクストコンクリートや高強度コンクリート、高耐久コンクリートへの利用技術を確立し、さらなる用途拡大が望まれる。
- ・寒冷地での材料利用を目的にコンクリート表層部の耐久性評価手法を提案した。本手法は、研究室独自に開発したコンクリート表層部の任意深さ位置での強度測定を可能とした改良プルオフ法およびチャンバー吸引セルを用いた簡易透気試験法より構成される。

3-2 超臨界水法ガス化による廃棄物の分解・再資源化

3-2-1 I 超臨界水法ガス化関連

(1) 研究の背景と目的

投棄されている内容物は、木質系の有機物の割合が多く存在している。これは元来、その場所が木質系バイオマス等を利用した肥料製造を事業としていたことに依存している。これらのバイオマスを資源として、利用しやすいエネルギーに転換することが望まれている。また、本県には未利用の木質系や農業系のバイオマス資源が豊富に存在しており、これらを活用することが大きな課題となっている。そのため、転換の処理時間が極めて短く、水素を含有したガス生成が可能な超臨界水ガス化法の適用の可否とガス利用法を明らかにすることを目的としている。

(2) 研究の方法・内容

超臨界水法によるバイオマスのガス化において、転換効率の向上を図ることを意図してバイオマスを超臨界水状態でガス化する前処理として、加圧熱水状態での液化工程を導入した。ここでは、液化過程とガス化過程に関して述べる。

① 液化過程

木質バイオマスの主要成分の一つであるセルロースを試料として取り上げた。セルロースの分解過程を把握するために、解析と実験の両面から調べることによって解析法の妥当性を評価した。

a. セルロース分解解析

加水分解によるセルロースの液化分解プロセスのモデル化を Fig.3-2-1-1 に示す(1)。

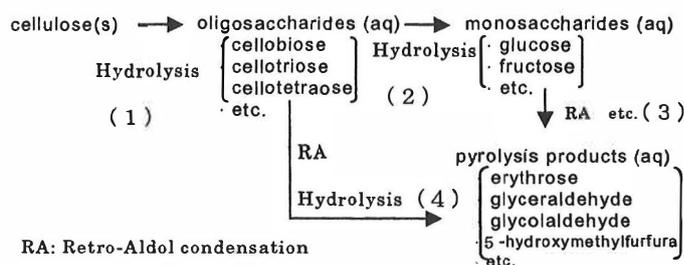
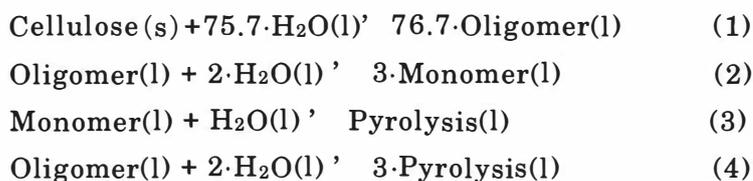


Fig.3-2-1-1 セルロースの加水分解プロセス

この分解プロセスを化学反応式で示すと以下のようになる。ここで、セルロースはグルコース230個の集合体としている。Fig.3-2-1-1中の(1)から(4)の番号は化学反応式の番号に対応している。



セルロースは加水分解によりオリゴマー、モノマーに分解され、更に熱分解生成物に分解される。液化工程がバッチ式するとき、固体粒子であるセルロースがそれぞれの成分に分解される場合の速度反応式は以下のように表すことができる。

$$r_{Cel} = \frac{dC_{Cel}}{dt} = -k_1 C_{Cel}^{2/3} \quad (5)$$

$$r_{Oligo} = \frac{dC_{Oligo}}{dt} = 76.7k_1 C_{Cel}^{2/3} - (k_2 + k_4)C_{Oligo} \quad (6)$$

$$r_{Mono} = \frac{dC_{Mono}}{dt} = 3k_2 C_{Oligo} - k_3 C_{Mono} \quad (7)$$

$$r_{Pyro} = \frac{dC_{Pyro}}{dt} = k_3 C_{Mono} + 3k_4 C_{Oligo} \quad (8)$$

ここで、r: 反応速度, C: 濃度, k: 速度定数, t: 時間, cel: セルロース, oligo: オリゴマー, mono: モノマー, pyro: 熱分解生成物としている。これらの反応式を Runge-Kutta 法を用いて試験条件の基で解析を行った。

b. 液化実験

セルロース試料をバッチ式試験装置による液化特性を調べた。試験条件は昇温速度 (～6°C/min)、保持温度 (423K～533K) を変化させ、圧力 22.1MPa、保持時間は 1hr とした。併せて、連続式試験装置を使った試験も実施した。

②ガス化過程

セルロース試料の連続式超臨界水ガス化試験装置を Fig.3-2-1-2 に、試験条件を Table3-2-1-1 に示す。

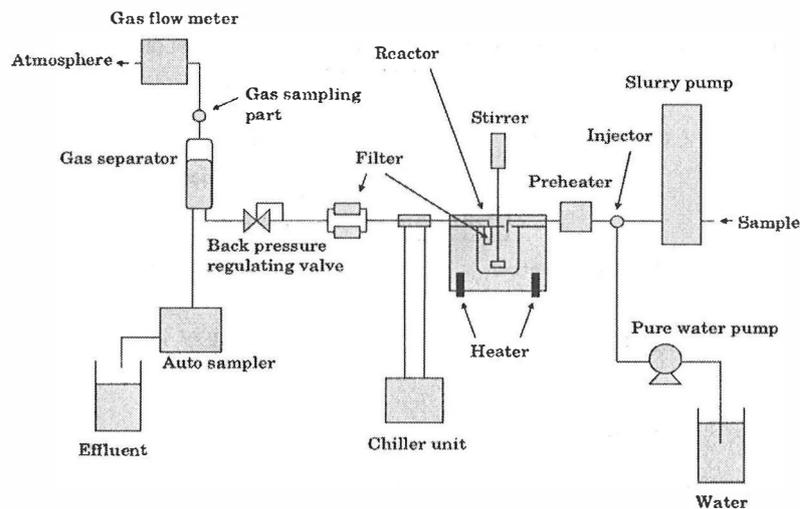


Fig.3-2-1-2 Schematic diagram of apparatus for evaluating gasification performance

Table3-2-1-1 Reaction condition

Sample	Cellulose
Concentration	0.5,1,2wt%
Mass flow	2ml/min
Preheater temperature	150°C
Reactor temperature	400,450,500°C
Pressure	22.1MPa

(3) 研究の結果と考察

①液化過程

a. 上記試験条件におけるセルロース試料の分解の状況を Fig.3-2-1-3 に示す。併せて、解析結果も併記する。この図中のプロットは実験値、ラインは解析値を表している。これをみると保持温度が低いうちはセルロースの分解が進みにくく、高くなるにつれて分解が進み、オリゴマー、モノマーおよび熱分解生成物の生成が進む。熱分解生成物以外の成分は、温度が 500K を越えた辺りから減少する傾向がみられ、温度が 510K 程度でセルロースは十分に分解していることが分かる。また、各成分の解析結果は、温度変化に対する実験値と比較して妥当な値を示した。(2)(3)

一方、バッチ式での解析を基にした連続式条件での解析法を提案し、連続式の試験装置における液化工程の実験結果との比較も行った。その結果、解析値はどの条件でも実験値よりも低い濃度を示した。

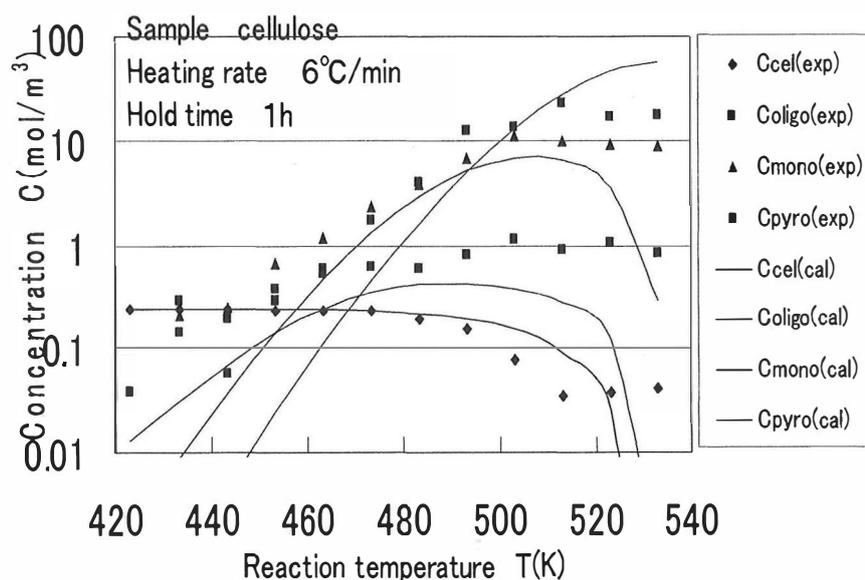


Fig.3-2-1-3 Comparison between experimental and analytical results for cellulose liquefaction

②ガス化過程

a. セルロース残さ

セルロースの残さ物量測定の結果を Fig.3-2-1-4 に示す。試料濃度が 0.5wt% の試験条件では、温度が変化しても残さ物量の変化が少なく極めて微量である。試料濃度が高くなると反応温度が低い 400℃ の条件では、残さ物量が増加する傾向を示す。試料濃度 2wt%、反応温度 400℃ の条件では、フィルターにタールが付着した状態が見られた。温度が 450℃ 以上になると、どの試料濃度でもセルロースはほとんど分解していることが明らかとなった。

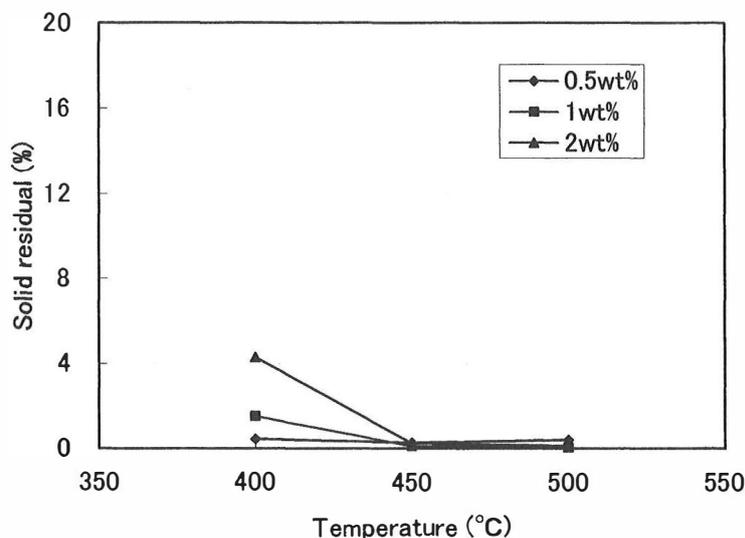


Fig.3-2-1-4 Relation between solid residual and reaction temperature

b. ガス分析

超臨界ガス化試験で生成したガスをガスクロマトグラフィー(GC)で分析し、その結果を Fig.3-2-1-5 に示す。生成ガスの成分分析の結果から、 H_2 、 N_2 、 CO 、 CH_4 、 CO_2 、 C_2H_4 、 C_2H_6 が検出された。この内、 N_2 、 C_2H_4 、 C_2H_6 の成分量は極めて少ない。

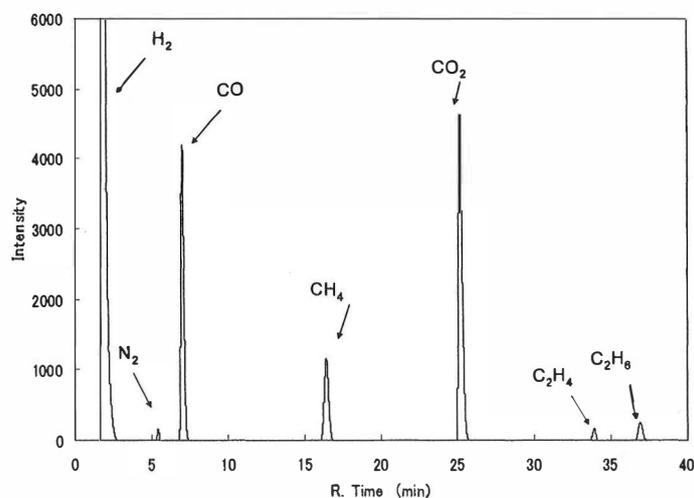


Fig.3-2-1-5 GC profile of product gas

一例として、セルロース濃度 2wt% の場合の炭素含有のガス成分割合を Fig.3-2-1-6 に示す。

これらのガス成分はこの温度条件で温度依存性が多少見られる。試料の濃度 0.5wt% の条件の場合、温度が高くなるに従い CH₄、CO₂ が増加し、CO は減少する傾向にあるが、2wt% の場合では、成分割合の変化は、あまり大きくない。

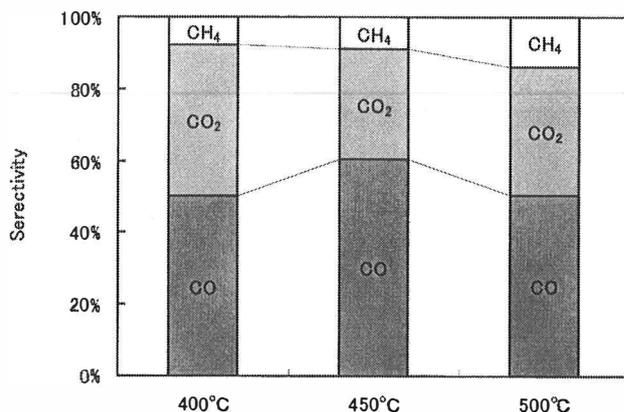


Fig.3-2-1-6 Relation between selectivity and reaction temperature
(concentration : 2wt%)

c. 炭素ガス化率

炭素ガス化率 η_c は、セルロース供給量からフィルター、反応セルで採取した残さ物量を引いた値の炭素量を基にして、生成ガス中の炭素量の値との比として定義される。以下にその定義式を示す。

$$\eta_c = \frac{\text{生成ガス中の炭素量}}{\text{供給試料の炭素量} - \text{残さ物の炭素量}} \quad (9)$$

各試験条件における炭素ガス化率の実験結果を Fig.3-2-1-7 に示す。炭素ガス化率は、温度が高くなるに従い上昇する傾向を示している。試料濃度の影響は少ないが、高濃度よりも低濃度で少し高い値を示しており、500°C の温度条件で炭素ガス化率は約 50% の値を示した。次に、炭素ガス化率が高い試料濃度 1wt%、反応温度 500°C の条件における生成ガスの高位発熱量を Fig.3-2-1-8 に示す。この発熱量は CH₄ の発熱量よりも低い、H₂、CO の発熱量と同等の値を示しており、燃料として十分に使用できる発熱量を有している。

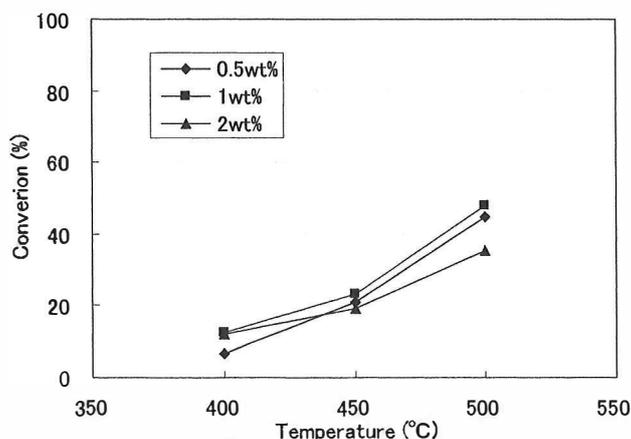


Fig.3-2-1-7 Relation between gasification carbon efficiency and reaction temperature

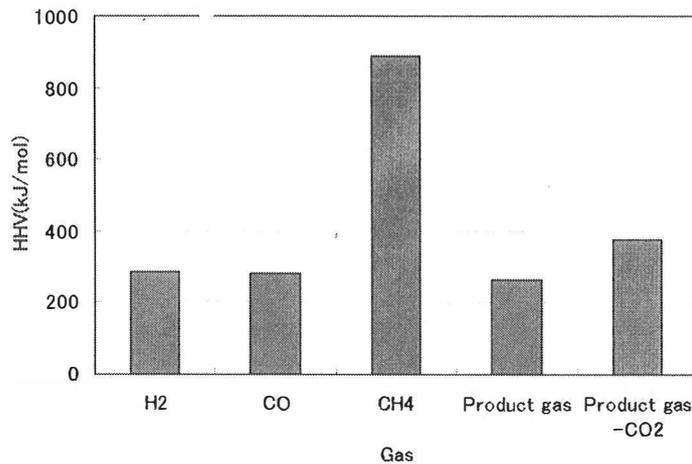


Fig.3-2-1-8 Comparison of heat value in various gases

(4) まとめと今後の課題

1)セルロースの加水分解による加圧熱水下における液化過程のモデル化を行い、バッチ式の条件において解析値を実験値と比較し、解析法の妥当性を確認した。連続式の条件では、解析による分解生成物濃度は、実験の値よりも全体的に低く、モデル化の改善が課題である。

2)セルロースの液化過程での反応温度として、240℃程度が最適であることを確認した。

3)超臨界水状態での 400℃から 500℃の温度範囲でのガス化の結果から、温度が 500℃で、炭素ガス化率は約 50%程度の値を示した。温度上昇あるいは触媒の適用でこの値は更に上昇することが予測される。

4)生成したガスの発熱量は、他の燃料ガスと比較して、十分な値であることを確認した。

3-2-2 木質バイオマス発電のガス化シミュレーションと燃焼評価

(1) 研究の背景と目的

地球温暖化を抑制するために、バイオマスをエネルギー資源に利用する動きが進んでいる。間伐材などの木質バイオマスは性状が比較的安定しており、これを燃料として利用する発電プラントが注目され始めている。間伐材や建築廃材、製材クズ等の多くは廃棄物として扱われている。これら木質バイオマスを CO、CH₄、H₂等の可燃ガスに変える。次にガスエンジンで燃焼させ、発電機で電力を取り出す。こうした発電システムをコンピュータシミュレーションによって手軽に性能評価することができれば、開発期間の短縮やコストミニマムの設計に有用である。

本研究では、コジェネレーションシステムを構成する要素機器の動特性について、物理モデルおよび化学モデルを誘導した。制御用 CASE ツールとして普及している MATLAB/Simulink を用いてプログラミングし、PC 上にプラントシミュレータとして構築した。電力および冷却力の要求に応じて、燃料となる木質バイオマスや熱交換器などを自動調整する運転管理の機能も備えて、システム全体の動特性を表現できる。このシミュレータを DYSEBIC (Dynamic Simulator for Evaluation of Biomass Cogeneration) と

名づけ、シミュレーションで適切な特性が得られることを確認するとともに、ガス化の運転条件に応じたガス成分を明らかにする。また、発電システムでは出力制御とともにエネルギー変換効率を管理する必要がある。効率管理にはガス化で生成されたガスの発熱量を計測することとなる。サイトにおいてガス成分をリアルタイム計測することは困難であることから、何らかの指標となる計測量を検討することにした。

DYSEBIC におけるガス化モデルの妥当性を確認するとともに効率管理に利用する発熱量の指標を得ることを目的に、自動車エンジンを用いて実験・データ解析を進めたものである。まず DYSEBIC のシミュレーションから計算されたガス成分比に基づいて、模擬ガスを作製し、LPG エンジンを選んで燃焼実験を実施した。模擬ガスによる安定した自動車エンジンの燃焼が実現され、筒内圧力信号とクランク角度信号を用いたデータマイニングから、発熱量との相関をもつ指標が得られた結果を報告する。

(2) DYSEBIC のモデル構成⁽⁴⁾

DYSEBIC のモデル構成を Fig.3-2-2-1 で示す。出力制御・エネルギー変換効率管理(DYSEBIC-C)、ガス化炉(DYSEBIC-W)、ガスエンジン(DYSEBIC-E)、発電機(DYSEBIC-G)、熱交換器(DYSEBIC-H)、吸収冷凍機(DYSEBIC-A)⁽⁵⁾の機器ごとに分かれた6つの機能ブロックから成る。木質バイオマスは、炭素、水分、空気の混合として表現した。ガス化炉、エンジン、発電機で電力を得ると共に、ガス冷却の廃熱とエンジンの廃熱を利用す

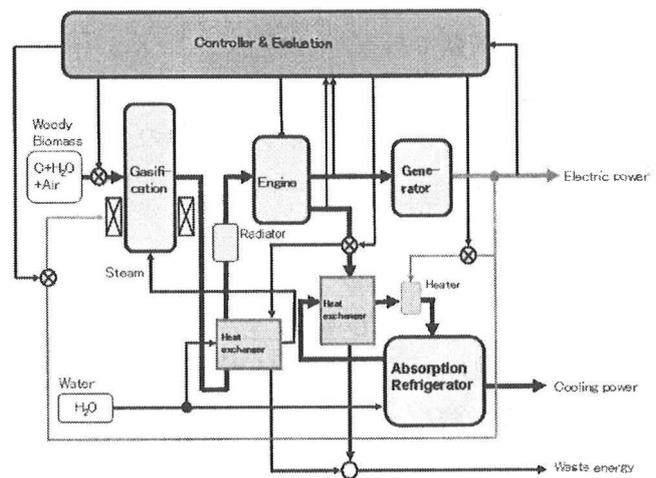


Fig.3-2-2-1 Model structure of DYSEBIC

る熱交換器、さらに電力の一部を吸収冷凍機の冷媒加熱器に利用する。システムとしては様々な形態が考えられることから、サブシステムの追加削除が容易であるように、それぞれの機器ごとに独立性の高いソフトウェアパッケージとして制作している。

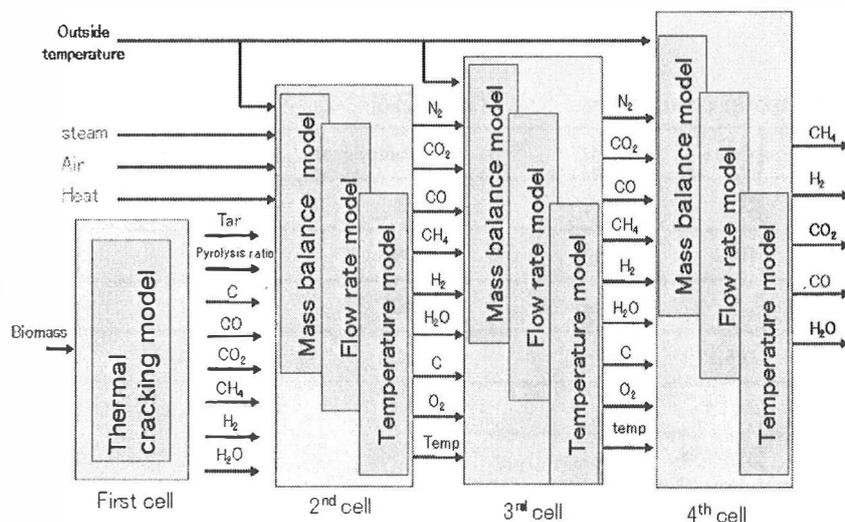


Fig.3-2-2-2 Gasification model of DYSEBIC

(3) ガス化炉モデル

ガス化炉モデル DYSEBIC-W を Fig.3-2-2-2 に示す。第1セルで木質バイオマスの熱分解、第2から第4セルでは、燃焼反応、発生炉ガス化反応、水生ガス反応、メタン生成反応、シフト反応に基づいて生成されるガス成分の質量・流量・温度を計算する。

①熱分解モデル

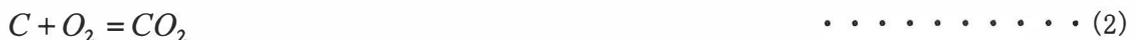
木質バイオマスが熱分解によりガス化する動的特性をアレニウスの反応速度式をもとに記述することにした。(1)式はCOの質量流量を示すが、他にC、CO₂、CH₄、H₂、H₂O、タールについて同様な式で表した。

$$CO = \frac{D_{BM} \cdot D_{CO}}{(s + D_{BM}) \cdot 28 \times 10^{-3}} \dots \dots \dots (1)$$

ここで、*s* はラプラス演算子、*D_{BM}* は木質チップの熱分解比、*D_{CO}* はCOの熱分解比、 28×10^{-3} はCOの分子量である。

②質量モデル

化学反応式(2)~(7)に基づくガスの生成・消滅ならびにセルへの入出力に従った物質収支を計算する。



③流量モデル

流量の算出はガス化炉の下部から上部への一方向としてナビエストークス式を適用した。ガスの質量と温度を基に圧力降下量を仮定し算出される。

④温度モデル

化学反応式(2)~(7)に基づく発熱・吸熱ならびにセルへ流入出するガスのエンタルピから算出される。

Table 3-2-2-1 Simulation conditions

Table 3-2-2-2 Simulation results of volume ratios

Remarks	Value	Unit	Component	Volume ratio (%)
Outside temperature	293	K	H2	48.7
Atmospheric pressure	1013	hPa	CH4	19.5
Gas constant	8.3	J/kg · K	CO	15.4
Heat flow	1000	kJ/s	CO2	16.4
Air flow	0.015	kg /s		
Woody chip flow	0.00525	kg /s		
H2O Mass flow	0.008	kg /s		
H2O Temperature	573	K		

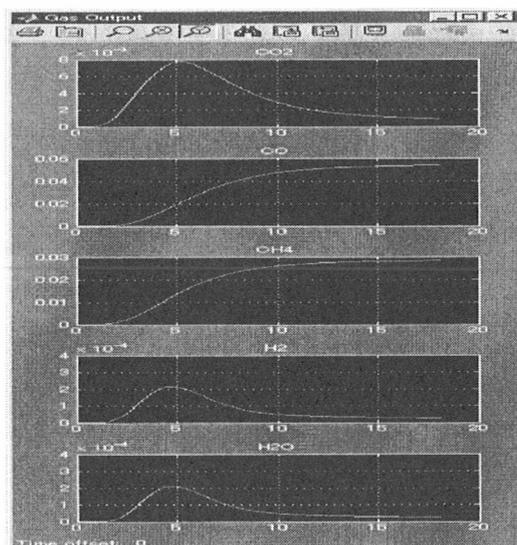


Fig.3-2-2-3 Simulation results of mass flows

(4) ガス生成シミュレーション

Fig.3-2-2-2 に示す DYSEBIC-W を用いてガス生成のシミュレーションを行った。Table 3-2-2-1 のシミュレーション条件で求めた結果が Fig.3-2-2-3 である。生成ガスは上部から CO₂, CO, CH₄, H₂, H₂O の質量流量を示す。まず H₂ が生成され、少し遅れて CO₂、次いでこれらの減少とともに CO と CH₄ が増加する特性をよく示している。これらを体積流量に換算し、定常状態になったときの成分比を表した結果が Table 3-2-2-2 である。

(5) 模擬ガス作成

木質バイオマスから生成されるガスの成分は CH₄, H₂, CO, CO₂ であるが、木質チップの素材、水分、ガス化温度、印加蒸気などにより変動する。本研究では、DYSEBIC で計算した代表的な成分比を基に、Table 3-2-2-3 に示す 3 種類の模擬ガスを作った。模擬ガス I から模擬ガス II, 模擬ガス III にかけて、主に CH₄ と CO₂ の量を調整して発熱量を大きくした、

Table 3-2-2-3 Pseudo-gas used for combustion test

Components	Pseudo Gas I	Pseudo Gas II	Pseudo Gas III
H ₂	43.40%	45.10%	42.70%
CH ₄	14.20%	16.10%	21.60%
CO	14.00%	16.00%	21.40%
CO ₂	28.40%	28.00%	14.30%
Calorific value	1712 kcal/Nm ³	2095 kcal/Nm ³	3003 kcal/Nm ³

(6) エンジン実験システム

本実験では自動車用の LPG エンジンを用いた。Fig. 3-2-2-4 に示すように、燃料を暖機

用 LPG から模擬ガスへ運転中に切り替えられるようにした。また、点火プラグ内蔵圧力センサと分解能 2°のクランク角度センサを取り付けた。運転条件は回転数 1200rpm、無負荷で計測条件はサンプリング周期 100 μ s、連続 100 燃焼とした。

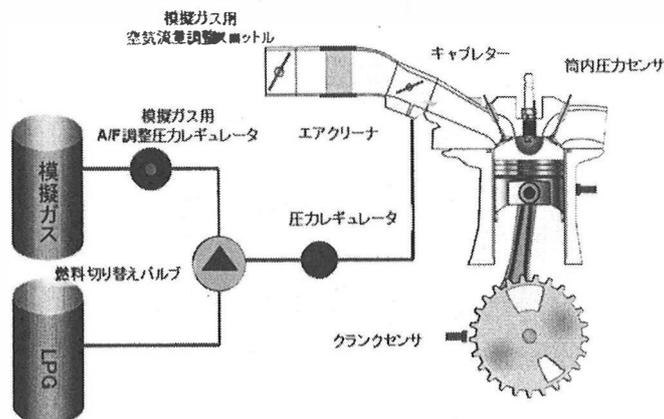


Fig.3-2-2-4 Experimental system using LPG-engine

(7) 模擬ガスの燃焼評価

Fig. 3-2-2-5 は点火時期に変化に応じた筒内圧力ピーク値を示す。このように点火時期により大きく変化するので、最適調整した後に燃焼を評価することが必要である。また、最適点火時期はガス成分によって異なることも計測された。模擬ガス I と III は Fig.3-2-2-5 のように進角 10°であったが、模擬ガス II では 8°であった。これは Table 3-2-2-3 で示すように模擬ガス II は H₂ の成分が多いことによると考えられる。一方、この実験中に模擬ガスにおいてもノッキングの発生が見られた。このことから、ガソリンエンジンにおけるノッキング制御⁽⁶⁾を適用することで、最適点火時期を自動調整できるものと考えられる。

Fig. 3-2-2-6 は、平均筒内圧力ピーク値をサンプル数ごとにプロットしたものである。サンプル数が増加するに伴って、3 種類の模擬ガスのデータが分離されていく。今回の実験では、10 燃焼程度の平均値で模擬ガスを識別できた。平均化処理で計測に多少の遅れができるが、燃焼ばらつきを吸収できる。

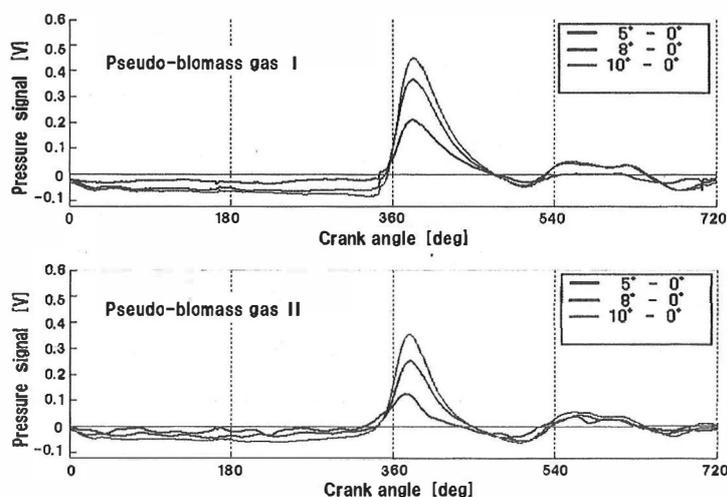


Fig.3-2-2-5 In-cylinder pressure characteristics with ignition timing

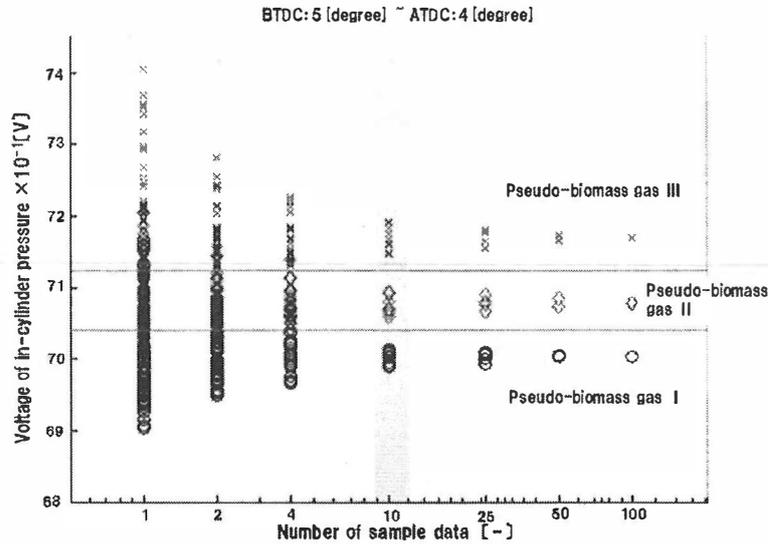


Fig.3-2-2-6 Average peak values of in-cylinder pressure

Fig. 3-2-2-7 では、平均筒内圧力ピーク値を低位発熱量との対比で示した。サイトにおいて生成ガスの発熱量をリアルタイムで計測することは困難であるが、この結果はエンジンの筒内圧力ピーク値から推定できる可能性を示すものである。またサイトでの演算処理に余裕があれば、筒内圧力のピーク値ではなく積分値を用いる方法も検討すべきである。

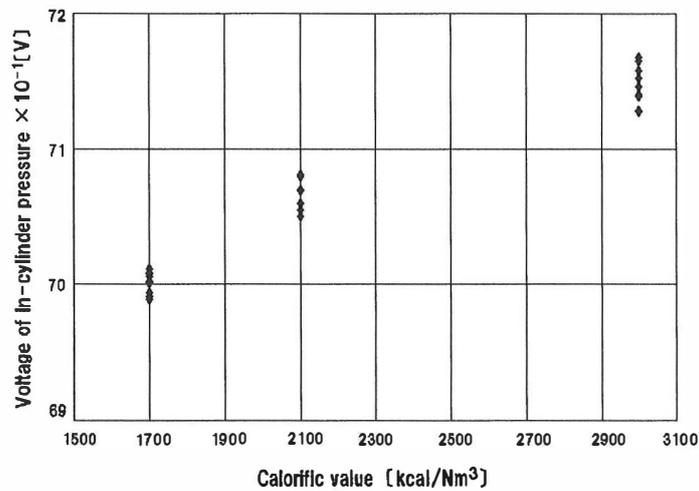


Fig.3-2-2-7 Peak values of in-cylinder pressure and calorific value

(8) まとめ

カーボンニュートラルの熱供給発電プラントを事前評価する用途で、コンピュータシミュレーションソフトウェア「DYSEBIC」を開発し、そのガス化シミュレーションにおいてガス化炉の運転条件に応じたガス成分を明らかにした。このデータをもとに燃焼実験に使用する模擬ガスを生成し、ガスエンジンによる燃焼実験を行う予定である。木質バイオガスの模擬ガスを燃料とした LPG エンジンでの燃焼実験を行い、筒内圧力ピーク値から以下の知見を得た。

(1) 模擬ガスの成分により最適な点火進角が変化するので、筒内圧力ピーク値の計測には調整が必要である。

(2) 燃焼ばらつきがあるものの10燃焼程度の平均値で3種類の模擬ガスの判別が可能であることが分かった。

(3) 筒内圧力ピーク値は模擬ガスの低位発熱量との相関がみられたことから、生成ガスのサイトでの発熱量推定に利用できる可能が得られた。自動車エンジンで木質バイオガスを燃焼させる場合、今回の模擬ガスに配慮しなかったタール分の除去等が必要となる。

研究成果（論文等）

(1) E. Kamio, S. Takahashi, H. Noda, C. Fukuhara and T. Okamura, Liquefaction of Cellulose treated by Hot Compressed Water under Variable Temperatures, Ind. Eng. Chem. Res., 45, pp.4944-4953, 2006.

(2) E. Kamio, S. Takahashi, H. Noda, C. Fukuhara and T. Okamura, Effect of Heating Rate on Cellulose Liquefaction by Hot Compressed Water, Chemical, Engineering Journal, 137, pp.328-338, 2008.

(3) E. Kamio, H. Sato, S. Takahashi, H. Noda, C. Fukuhara and T. Okamura, Liquefaction kinetics of cellulose treated by hot compressed water under variable temperature conditions, J. Material Science, 2008. (in press)

(4) Yuuya SHIRAYAMA, Nobuo KURIHARA, Simulator of Biomass Cogenerating System, Proc. of IECON'2006, Nov. 6-10, 2006.

(5) Yuuya SHIRAYAMA, Nobuo KURIHARA, Dynamic Simulator of Absorption Refrigerating System, Proc. of SICE Annual Conference 2005 in Okayama Aug. 8-10, 2005.

(6) Nobuo KURIHARA, Yuuya SHIRAYAMA, Quick Detection of Knocking Combustion Using Wavelet Transform for Spark-Ignition (SI) Engine, Proc. of ICSV12, July, 11-14, 2005.

4. 総括と展望

本研究は、国内最大規模の産廃不法投棄問題を具体的な研究対象とし、廃棄物の低環境影響処理技術の開発研究を通じて、行政ほかとの連携のもと問題の解決と地元支援を行い、あわせて我が国および世界の循環型社会技術システム確立の発展に寄与するものである。

研究開発の主な課題は次のとおりであり、得られた成果等を総括して今後の展望をまとめると以下ようになる。

- ①循環型社会技術システムおよび現地再生・地域活性化策の提案
- ②環境モニタリング・汚染拡散防止の技術とシステムの研究開発
- ③廃棄物再資源化の技術とシステムの研究開発

(1) 得られた成果

上記の目的と課題に沿って、第1～第3研究班の3班体制で研究開発を行った。得られた主な成果をあげると次のようになる。

1) 循環型社会技術システムおよび現地再生・地域活性化策の提案（第1研究班）

①リスク管理手法による住民意識調査

・田子町住民、八戸・青森の廃棄物処理施設周辺住民に対する意識調査の実施： 県に対する行政不信と背景、再発と風評被害の防止、地域再生の意識など重要データを取得することができた。

・青森・岩手両県住民の意識に関する同時比較調査の実施： 問題に対する住民意識の合意形成過程・手法を調査し、行政に対する評価・信頼回復、両県の施策の差異による住民意識変化の違いなど重要な情報を得た。これらの成果は、他の自治体等に情報発信しうる内容となっている。

・田子町県境不法投棄原状回復調査協議会委員への聞き取り調査の実施： 住民への情報開示と双方向意見交換、原状回復後の跡地利用、最近の県の方針と姿勢に関する意見を聴取した。これにより、下記②を検討する際の基本データを得ることができた。

②原状回復手法、地域活性化策、循環型社会技術システムの提案

・資料文献調査、先進地・県内関連施設の視察調査による情報の収集： 豊島・直島、北九州エコタウン、青森 RER、八戸セメントなどの視察・資料収集を実施した。下記の諸事項を検討する際の基本データを得ることができた。

・八戸市内の大規模事業所3社に対する廃棄物リサイクルの現状調査： 産廃の受入元・委託先の開拓努力の状況、安定的な産廃リサイクルを確立するための企業間・地区内共同の産廃ネットワークや情報バンクの構築の必要性、および一般廃棄物処理施設の焼却灰処理とも連携した広範囲な処理ネットワークの必要性を明らかにした。

・八戸地域の資源循環型システムの実態調査： あおもりエコタウン関連事業所や下水処理場、農業団体を聞き取り調査した結果、各業務の特徴を生かしてゼロエミッションの目標がかなり進展していることが明らかになった。ただ同時に、公共事業縮小下でのスラグ販路減や肥料化された農業廃棄物の販路確保難などが課題と判明した。

・廃棄物全量撤去、地域再生振興策についての基本的検討と提案： 現場周辺住民、青森市、八戸市、盛岡市の住民を対象に、跡地利用選好調査を行い、廃棄異物撤去後の現場の跡地利用について住民の希望を把握した。今後、本学としても各自治体と連携して問題の解決を図りつつ、地域再生振興の核となるように努める予定である。

2) 環境モニタリング・汚染拡散防止の技術とシステムの研究開発 (第2研究班)

①ICT・ハイテク機器を利用した環境モニタリング

・カメラ・気象観測機器によるモニタリング、水質センサーによる連続水質監視： 現場と周辺部に設置したセンサーによる水質監視の結果から、廃棄物撤去・汚染拡散防止工事等と現場および周辺の水質に及ぼす影響の規模と時間を分析した。水質・気象モニタリングデータおよび現場カメラ映像は青森県にも常時提供しており、県の汚染拡散防止・原状回復事業の実施に対して大きく貢献している。

・リモートセンシング等による温度・植生・地形解析からの産廃現場特徴の検討： 各種分析機器および人工衛星データから、産廃現場の特徴と周辺に及ぼす影響を分析できた。これにより、不法投棄現場に対する人工衛星を用いた新解析手法を開発した。

②土壌、生物、水質分析による環境モニタリング

・現場と周辺の環境水中の微量金属・化学物質、土壌分析、生物叢調査の実施： 汚染が現場内にとどまっており、現場周辺部の環境が安全であることを確認して公開した。これにより、馬淵川水系を水源とする八戸圏域水道の安全に関する情報を提供し、地域住民の安心に繋がっている。また、細菌分析により、医療系ゴミや堆肥由来の危険な細菌が含まれている可能性はきわめて低く、かつ土壌汚染の可能性も低いことを示した。

・環境モニタリングデータの集積と評価： 青森県による汚染拡散防止・原状回復事業による地下水や浸出水の質・量の変化を測定し、事業による周辺環境への影響と環境保全への効果を評価・検証した。その結果、事業の進捗に伴って地下水と周辺部環境水の水質が良好となっていることを示した。

・地下水の流動解析と水処理の機能調査： 同位体トレーサーによる雨水流動解析と地下水位観測を実施し、県の原状回復事業の効果を検証した。また、浸出水処理の状況を調査して効果を検証した。これらは、今後行われる廃棄物本格撤去にあたっての重要な基礎データとなっている。

③汚染拡散防止の技術開発

・遮水シートの物性評価と遮水壁の構築工法の検討： キャッピングシート実証実験や遮水シート野外計測実験等を実施し、データ集積・解析を行った。遮水壁注入材に関する実験、廃棄物の有効利用に関する実験も行い、遮水壁の最適化に関する検討を行った。

・流出モデルの検討と計算解析： 現場からの雨水と化学物質の流出に関して、地下水理と分子化学反応を組み合わせた新モデルを構築して予測計算を行えることを示した。

・微生物を活用した汚染防止等の技術開発： 現地の廃棄物を分解するための微生物実験を行い、あわせて発生するメタンガスの微生物センサーを開発した。

3) 廃棄物再資源化の技術とシステムの研究開発 (第3研究班)

① 廃棄物の焼却・熔融による建設材料への再資源化

・現場廃棄物の焼却・熔融方法の検討と安全性の評価： 特別管理廃棄物を含む現場廃棄物から焼却灰と熔融スラグを製造する方法を検討した。焼却・熔融の最適条件検索、基本物性・安全性の評価を行い、建設材料へ利用できることを実証した。

・廃棄物焼却灰利用のセメントおよび熔融スラグ利用の骨材の試作： 環境安全性とセメント品質の観点から、県境廃棄物をセメント原料として7%程度まで利用できることを示し、試作セメントの物性評価、硬化体試料の試験等も実施した。また、骨材についてはJIS基準等を十分に満たすことを示した。

・廃棄物を原料としたスラグ・セメント等を用いたコンクリートの性能試験と評価： 産業廃棄物熔融スラグのコンクリート用骨材としての利用システム、廃棄物原料の性質に応じた効率的なスラグ製造法、性能・安全性評価等の技術提案を行った。また、寒冷地での建設材料への利用を目的にコンクリート表層部の耐凍害性評価手法を開発した。

② 超臨界水法ガス化による廃棄物の分解・再資源化

・バッチ試験装置による基本特性の把握： バイオマスの超臨界水法ガス化実験を実施した。温度・圧力最適条件の探索、分解反応過程の考察を行い、供給バイオマスを液状化することが重要であることを発見した。

・連続装置による本格試験とガス化特性の改善： 超臨界水法ガス化の最適条件、供給バイオマスの液状化条件など重要知見を取得した。また、水素リッチガスを生成し、燃料電池への利用システムを検討・提案したことは大きな成果である。

(2) 研究の意義・特色・効果

本研究開発には次のような意義・特色があり、かつ各分野・方面に対して大きな効果があったと考えられる。

① 廃棄物を所管する自治体・企業等に対して研究成果を提供したことにより、処理・処分の円滑化に寄与し、かつ循環型社会システムづくりに貢献できたこと。

② 地域住民に安全・安心感を与え、かつ現地再生・地域振興策など新たな付加価値を生み出すことができる地域貢献策を一部提示できたこと。

③ 他地域での同様な問題に対して、解決のモデルケースとして情報提供しうる成果が得られたこと。

④ 行政・企業・住民と連携した地域密着型の研究を推進し、大学と地域とのリンクのあり方についても貴重な情報を提供しうる成果が得られたこと。

以上、本研究開発は、行政ほかとの連携を充分取りながら、研究装置・設備の効率的な運用も着実にを行い、「選定時の留意事項」をすべてクリアして推進することができた。その結果、上記のように全体として研究を順調に推進することができ、本報告書冒頭の様式1概要の15・16節に示したように、多数の研究論文・特許等の成果を公表し、かつ新聞・テレビ等の報道にも多数取り上げられて注目された。したがって、本研究開発プロジェクト

ト全体の目的はほぼ達成されたと考える。

(3) 今後の課題と展望

上記のように、本研究開発プロジェクトでは多くの研究成果と新知見が得られたが、一方では様々な制約から今後の課題として残っている事項もある。主なものをあげると次のようになる。今後とも、大学をあげて研究開発を継続し、地域貢献を推進していく予定である。

①現地再生・地域活性化策、青森県南循環型社会システムの提案

・現地再生と地域活性化・振興策の提案： 田子町・二戸市は現地再生・地域活性化振興策等について模索中であるが、現在のところ青森・岩手県は廃棄物撤去を最優先しているために具体的に進展していない。今後、本学としても各自治体と連携して問題の解決を図りつつ、地域再生振興の学術拠点となるべきと考えている。研究期間終了後も引き続いての重要課題であると認識しており、具体的な検討を行う予定である。なお既に、青森県に対して本研究のアンケート結果に基づき、跡地利用に関する住民意識結果を提示し、現地再生・地域振興に役立てるべく活動を開始している。

・青森県南地域の資源循環社会システムの提案： 本研究では、不法投棄現場の現地再生等だけでなく、広く青森県南地域における地域産業構造に根ざした資源循環システムの特徴的な方向性を打ち出そうとした。現在まで、八戸市内大規模事業所3社での産廃リサイクル実態調査を行い、基本的な方向性については検討済みである。しかし、どの事業所も相互の連携が十分といえず、産廃の提供元・受入先を探すのに個別対応を強いられている。今後とも、その解決に向けた協同体制の構築、および公営の廃棄物処理施設との連携について検討してゆきたい。

②環境モニタリング継続の必要性

・平成24年度までモニタリングを継続することの必要性： 本研究は、青森県が行っている廃棄物撤去および環境保全・回復の事業に密接に関連している。特に、ICT・ハイテク機器と詳細な環境分析による環境モニタリングの成果は、県が作業を行う上で重要な情報となっている。県による廃棄物の撤去は、平成19年度から本格撤去が開始されて平成24年度までに完了する計画となっており、今後も長期間継続する。そのため、本学でも環境モニタリングのデータ提供や分析結果の情報公開などを継続的に行って、行政と密接に連携していく必要がある。

・汎用的な不法投棄発見・分析手法の確立： 得られた知見から、産業廃棄物の環境的・物性的特性が明らかになりつつある。これらをモデル事例として、他の廃棄物問題に適用する上でより詳細かつ高度な分析を行うには、さらなる継続的なデータ収集が必要である。

・県の原状回復事業の効果検証： 県が実施している原状回復作業（雨水表面遮水、遮水壁による浸出水集水、浸出水処理、廃棄物掘削・撤去）に対して、本研究はその効果に関しても検証を行い、大きな成果をあげてきている。今後、廃棄物の撤去がさらに本格化するのに伴い、効果をさらに検証することが重要となる。この点からも研究を継続

して県の事業を支援すべきと考えている。

・廃棄物撤去・原状回復作業終了後の評価：本研究では、原状回復の作業進捗にあわせて周辺環境変化をモニタリングしている。今後、作業が完了した後の回復状況を科学的に評価する手法も確立していく必要がある。この点、青森県の協議会でも大きな課題となっており、本学の研究継続が望まれている。

③廃棄物再資源化の実用化に関する詳細な検討

・建設材料への再資源化：本研究により製造した熔融スラグ骨材は、設計基準強度がやや弱いプレキャスト（無筋および鉄筋）コンクリート製品への適用が可能となった。今後、レディーミクストコンクリートや高強度コンクリート、高耐久コンクリートへの利用技術を確立し、さらなる用途拡大をめざした追加研究を行う必要がある。

・超臨界水法ガス化によるバイオマスの資源化・分解：今回の実験範囲内では CO_2 の生成が少ないことから、超臨界水状態での試料の加水分解が充分か否かを再確認する必要がある。これにより、温度・圧力条件および動作時間に関する最適化を図るための追加研究が必要である。また、超臨界水プロセスに適合した液化プロセスにおいて高選択性の発現をさらに高めることで、水素リッチガス生成をより効率化することが重要な課題として残っている。