

(資料 4 1) 政策対応型調査・研究の実施状況

- 1 . 循環型社会形成推進・廃棄物管理に関する調査・研究
- 2 . 化学物質環境リスクに関する調査・研究

1 . 循環型社会形成推進・廃棄物管理に関する調査・研究

1) 研究の概要

生産から流通、消費、廃棄の過程に至るまで物質の効率的な利用やリサイクルを進めるための戦略的な物質循環政策、循環型社会の基盤を支える資源化・処理処分技術システム、検知・監視システムに関する研究・開発を推進する。1.循環システム解析手法の確立、2.循環・廃棄物技術の高度化、3.循環・廃棄物モニタリング手法の確立という3つの研究アプローチを基軸に、以下の課題に取り組む。

1. 循環型社会への転換策の支援のための評価手法開発と基盤システム整備に関する研究

物質のフローを経済統計と統合的に記述・分析し、循環の度合いを表現する手法、資源の循環利用促進による環境負荷の低減効果を総合的に評価する手法、地域特性にあった循環システムの構築を支援する手法、及び循環資源利用製品の安全性を評価する手法を開発し、これらを諸施策の立案・実施・達成状況評価の場に提供することにより、さまざまな主体による効果的な「循環」の実践の促進に貢献することを目指す。

2-1. 廃棄物の循環資源化技術、適正処理・処分技術及びシステムに関する研究

循環型社会の基盤となる技術・システムの確立に資することを目的として、熱的処理システムの循環型社会への適合性評価手法の開発、有機性廃棄物の資源化技術の開発及びシステム評価、最終処分場の容量増加技術・システムの開発、最終処分場の安定度や環境影響を適切に評価し、それらを促進又は改善する手法の開発を行う。

2-2. 液状廃棄物の環境低負荷・資源循環型環境改善技術システムの開発に関する研究

し尿や生活雑排水等の液状廃棄物に対して、地域におけるエネルギー消費の低減及び物質循環の効率化を図るため、窒素、リン除去・回収型高度処理浄化槽システムの開発、浄化システム管理技術の簡易容易化手法の開発、開発途上国の国情に適した浄化システム技術の開発、バイオ・エコエンジニアリングと物理化学処理を組み合わせた技術システムと地域特性に応じた環境改善システムの最適整備手法の開発を行う。

3. 資源循環・廃棄物管理システムに対応した総合リスク制御手法の開発に関する研究

循環資源や廃棄物に含有される有害化学物質によるリスクを総合的に管理する手法として、揮発性物質を系統的に把握する検出手法、およびバイオアッセイ手法を用いた包括的検出手法を開発する。これらの手法も利用して、臭素化ダイオキシン類に関連する有機臭素系難燃剤の挙動と制御手法、有機塩素系化合物を含有する廃棄物の分解手法に関する研究を推進する。

2) 研究期間

平成13～17年度（5年間）

3) 平成16年度の研究成果の概要

1. 循環型社会への転換策の支援のための評価手法開発と基盤システム整備に関する研究

- ・業種別・種類別の廃棄物の排出・処理・処分・再生利用量についてのデータと産業連関表をベースとした環境負荷データを整備し、これらを統合したデータベースの設計を進めた。
- ・「その他容器包装プラスチック」のリサイクル手法に焦点をあて、ライフサイクルインベントリ分析や温暖化対策の観点からの検証、現地調査等をもとに容器包装リサイクルの再商品化手法や法制度面の課題の整理を行う一方、3R全般への展開を念頭におきながら、個別リサイクル法に共通する課題・効果評価の視点の整理を進めた。
- ・事例対象地域における廃棄物地理情報システムを用いて、処理能力の地理的なアンバランスを

解析し、地域循環度指標を設定することで、環境負荷・コストの評価を行うフレームワークの構築を進めた。また、立地要因モデルでエコタウン事業の事例分析を行い、拠点型複合施設計画の優位性を示した。

- ・溶融スラグ等再生建材の長期安全性評価手法に関する実験的検討を行うと共に、木材系廃棄物について残留重金属類の除去法の検討を行った。

2-1. 廃棄物の循環資源化技術、適正処理・処分技術及びシステムに関する研究

- ・熱処理プロセスにおけるダイオキシン類等の生成能を明らかにするとともに、有機臭素化合物に拡大して基礎・応用データを蓄積した。多環系塩素化合物・芳香族化合物に関する吸着特性データを蓄積した。
- ・有機性廃棄物の事業別発生原単位及び地域の循環資源発生量の推定がほぼ可能となった。生ごみからの乳酸回収に関しては、廃卵殻、透析脱塩液、発酵残渣等の利用によるゼロエミッション型システムの実現可能性が高まった。
- ・最終処分場の再生事業評価ツールを構築した。また、広域最終処分場適正配置に関して、LCCとLCIのデータベースを更新し、小規模分散と広域システムとの違いを評価した。
- ・処分場における浸出水の組成、埋立層内ごみや貯留水の挙動、埋立地ガスの組成、地表面ガスフラックス及び植生について、現場観測と既存監視データ収集・解析を進めた。また、安定型最終処分場における硫化水素発生問題について、搬入対策および既存処分場における発生防止対策を提案した。

2-2. 液状廃棄物の環境低負荷・資源循環型環境改善技術システムの開発に関する研究

- ・リン高度除去・回収型システムの実用化に資する基盤データを得ること等により、高度処理浄化槽の窒素除去機能の向上化とともに、コスト、維持管理の削減化を踏まえた吸着脱リン法及びリン回収型のシステム導入の確立化を進めた。
- ・窒素除去に貢献する生物処理槽における硝化細菌検出について、活性を加味した正確で高感度な定量化が、現場において迅速で簡易に図れる可能性が示唆された。
- ・屋内熱帯シミュレーターを用い、植栽と魚類の導入によるラグーンの浄化効果解析、汚泥低減効果の解析・評価を実施するとともに、屋外の人工湿地実験フィールドと、屋内の土壌トレんチのモデル実験システムにより、浄化機能向上と湿地や土壌処理システムのコンパクト化を実施した。
- ・ディスポーザー破砕物等を対象とした生物、物理、化学的処理の実験的検討を行うとともに、マイクロバブル化オゾン組み込み AOA 法によるリン除去回収の実証化試験を行った。

3. 資源循環・廃棄物管理システムに対応した総合リスク制御手法の開発に関する研究

- ・Ah レセプター結合アッセイを焼却排ガス、焼却灰、廃 PCB 試料に適用した結果、規制値レベルをスクリーニングできるだけの検出感度、繰り返し精度が確保できることが分かった。PCB 化学処理による処理済油についても 1 pg-TEQ/g 程度以下の活性値が得られ、WHO-TEQ とバイオアッセイによる TEQ はよく対応した。
- ・国内における PBDE サブスタンスフローを推定し、ライフサイクルの各段階からの排出係数・排出インベントリを推定した。従来の排出係数をあわせて推定した大気排出インベントリ総量は、0.12~25 ton/年となったが、大気中濃度や降下ばいじん濃度のモニタリングデータとの比較では、未把握の発生源の重要性が示唆された。
- ・不揮発性有機汚染成分の LC/MS 分析法として、水質、底質中の HBCD、TBBPA の定量分析法、未知有機汚染物質定性分析開発を行い良好な結果を得た。
- ・コプラナ PCB を対象として光分解法、Pd/C 触媒分解法、金属ナトリウム分解法の三法について分解過程における分解経路を明確にするとともに、毒性等量が速やかに減少することを確認

した。

4) 今後の課題、展望

1. 循環型社会への転換策の支援のための評価手法開発と基盤システム整備に関する研究

- ・循環資源の発生・処理・処分・再生利用に関するマテリアルフローを体系的に示した数表を複数時点について構築し、これと動脈部門を含めた経済活動全体についての産業連関表との結合を進める。マテリアルフロー勘定の枠組みの検討や、資源の循環的利用促進の効果分析における指標利用に関する実証研究を進める。
- ・その他容器包装プラスチックに焦点をあてた LCA 研究を進め、政府による法制度の改善や企業等による技術の改良等につながる知見としてまとめる。循環型社会形成推進基本法や同基本計画における基本理念と個別リサイクル法との間を埋めるべき、3 R 促進のための制度・技術の共通的・基本的な要件をまとめる。
- ・地域における廃棄物・循環資源の移動と循環の範囲について、その成因の解析と、質変換・物流拠点を仮想的に設置または除去した場合の地理的なフローの変化の予測を進め、拠点計画法として提示するとともに、循環スケールと経済・社会・環境上のパラメータとの関係を検討して、地域循環度指標を提示する。
- ・長期的安全性の視点から、促進劣化試験とキャラクターゼーション試験を組合せた実験的検討により、基礎情報を集積しつつ評価手法の開発をめざすとともに、再生製品の環境安全性試験全体のシステム標準化への展開に向けた研究に着手し、全体フレームを示す。

2-1. 廃棄物の循環資源化技術、適正処理・処分技術及びシステムに関する研究

- ・熱処理プロセスからの環境負荷物質の生成・排出、抑制・除去及び安全に関する技術的知見を集約し、総合的視点にもとづいて評価を行う。一連の有機臭素化合物の物性データベースを完成させるとともに、物性推算モデルの高度化を図り、負荷物質の挙動解析及び処理・資源回収の技術開発へ応用する。
- ・有機性廃棄物の資源化技術として、乳酸回収及びアンモニア回収装置を用いた実証実験等による評価を行い、それら資源化システムを、地域における有機性廃棄物の排出構造やリサイクル製品の需要構造を踏まえて最適化する手法を提案する。
- ・埋立容量増加のための各技術の評価、既存処分場の再生に向けた処分場の分類とそのための埋立内容物の現場調査を行うとともに、再生のための前処理（環境汚染防止）技術の選定手法を提案する。
- ・最終処分場内の安定化反応に関する物理的・化学的な指標と微生物指標との比較評価を行い、安定化診断システムを構築するとともに、処分場の簡易評価スキームを構築する。工学的な安定化促進技術による処分場廃棄物層の安定化促進プロセスのモデルを構築し、最適配管設計法や最適通水・通気量並びに分解量評価法を開発する。

2-2. 液状廃棄物の環境低負荷・資源循環型環境改善技術システムの開発に関する研究

- ・窒素、リン除去機能を有さない既存合併処理浄化槽等への吸着脱リン法をはじめとするシステム導入のための汎用設計を行うとともに、吸着担体等からのリンの脱離・回収、担体の再生・吸着能の活性化など適正工程のマニュアル化を図る。
- ・硝化細菌、脱窒細菌の分子生物学的検出手法について、活用可能な手法を選定し、各原理に基づいた操作工程の簡易・容易化を図り、現場で操作可能な手法へと改変するとともに、現場において生物処理システム診断の最適化に活用可能な実証試験を行うことで維持管理技術としての熟成度を向上させる。
- ・資源循環化と浄化能力を合わせ持つラグーンや湿地、土壌を活用した生態工学システムについ

て、開発途上国に対応した適正化・両立化を図るために、微生物機能解析や反応プロセスなどに基づいた適正設計、適正操作の確立につなげる。

- ・畜舎廃棄物などを対象とし、水素・メタン2段階発酵によるエネルギー回収やリンの再資源化技術など、物理化学的処理と生物処理の組合せによるシステム化技術の開発を進める。また、バイオ・エコエンジニアリング技術の面的整備による生活排水等の液状廃棄物処理対策への効果解析を行い、その導入のためのマニュアル化を行う。
3. 資源循環・廃棄物管理システムに対応した総合リスク制御手法の開発に関する研究
- ・さまざまな汚染源に由来するダイオキシン類（TEQ）を的確にモニタリングできる試料前処理とバイオアッセイの組み合わせについて、実試料適用を踏まえた提案を行う。また、各種リサイクル施設におけるダイオキシン類縁化合物の評価に Ah レセプター結合アッセイと TTR 結合アッセイを適用し、多角的にモニタリングを試みる。
 - ・HBCD 等の GC-MS による測定が困難な物質について、LC-MS による分析法開発に着手する。有機臭素化合物の光分解・生体内代謝挙動については、DBDE や PBDE の technical mixture やハウスタスト試料を用いて検討し、TTR アッセイにより分解代謝物の毒性評価を行う。
 - ・不揮発性有機汚染成分の LC/MS 定量分析法の開発と調査として、プラスチック等循環資源中の HBCD 等の LC/MS 分析法の開発を重点的に行う。不揮発性有機成分の LC/MS スクリーニング分析法については、高極性の不揮発性有機成分の LC/MS スクリーニング分析法を開発することにより完成させる。
 - ・PCB や臭素化難燃剤について、加圧熱水分解法による分解メカニズムを追跡するとともに、金属ナトリウム分解においては、重合物が生成するため、重合物中の有機塩素化合物が存在するか否かについて各種の試験を行い、有機塩素化合物存在の有無を確認する。

5) 外部研究評価の結果

	A	B	C	D	E	合計
研究計画に対する評価・助言	2	3	1			6
(13年4月)	(33)	(50)	(17)			(100)
13年度成果に対する評価・助言	3	5	4			12
(14年4月)	(25)	(42)	(33)			(100)
中間評価		3	5	2		10
(平成15年4月)		(30)	(50)	(20)		(100)
15年度成果に対する評価・助言		9	4	1		14
(16年4月)		(64)	(29)	(7)		(100)
16年度成果に対する評価・助言	2	4	1			7
(17年4月)	(29)	(57)	(14)			(100)
16年度成果に対する内部評価・助言	8	3	1			12
(17年3月)	(67)	(25)	(8)			(100)

注)

上段：評価人数

下段：%

評価基準（A：大変優れている、B：優れている、C：普通、D：やや改善が必要、E：大幅な改善が必要、Cを基準とする）

6) 評価結果の概要

個々の研究課題を、システム分析、技術開発、リスク管理の3つの軸から再整理することで、研究全体のまとめ、見通しが良くなったとの意見をいただいた。脱温暖化という視点からの研究成果に力点を置いた説明については、その重要性を支持する意見とともに、それを強調するあまり、現場での廃棄物問題、直面する課題への対応が見えにくいことを懸念する指摘や、健康リスクの視点を常に持つべきとの指摘をいただいた。水素社会など戦略的な研究対象の設定や、臭素系難燃剤研究など一部の個別研究の成果には一定の評価をいただいたが、方法論や成果のまとめ方には、なお改善の余地があることを指摘された。また、物質循環・廃棄物問題の持つ大きな広がりやゼロエミッションへのステップを見せるべきこと、サステナビリティに基づく新たな価値観の提案を望むことなど、循環型社会の将来ビジョンの提示を期待する指摘を再び受けた。このほか、製造者責任、発生抑制など上流側での取組みの重要性の指摘など、いくつかの個別の指摘を受けた。

7) 対処方針

今回の説明で強調した3本の柱に沿った再整理の意義は評価されたと判断し、研究全体のまとめや、個々の課題の位置づけがさらに明らかとなるよう、最終成果のとりまとめに今回の指摘を反映させる。

脱温暖化や廃棄物処理・処分過程での化学物質の管理を統合軸として例示したものであり、技術開発研究についても、単体技術開発にとどまらず、他の柱との統合をより明確にすることに留意したい。地域住民への「安心」への対応が益々重要となっているなか、地方自治体の廃棄物行政をはじめとする日々の現場での問題への対応は、従来も現在も強い意欲と関心をもって取り組んできた課題であり、成果報告でバランスを欠くことのないように留意するとともに、これらの分野でも後追いの対応に終始することなく、中長期的視点を持ちながら研究を進める。

上流側対策や製造者責任についても、リサイクル関連法制の見直しなどの成果を供することができるように研究を進める。健康リスクの扱いも含め、LCAの限界を十分に認識しつつ、システム評価研究における手法の適用に留意する。

循環型社会ビジョンの提示については、従来から指摘を受けている点であり、現在の体制で可能な分野から着手し、次期中期計画でより本格的な研究を進めることを検討する。

2. 化学物質環境リスクに関する調査・研究

- 効率的な化学物質環境リスク管理のための高精度リスク評価手法等の開発に関する研究 -

1) 研究の概要

化学物質環境リスクの適正管理を目指して、現行のリスク管理政策からの要請を受けた課題とリスク管理政策のさらなる展開を目指して解決すべき課題の2つの観点から曝露評価、健康リスク評価及び生態リスク評価について評価手法の高精度化を図るとともに、簡易なリスク評価手法の開発を行う。また、リスクコミュニケーションを支援する手法の開発を行う。曝露評価については、時・空間的変動を考慮した曝露評価や少ない情報に基づく曝露評価手法を開発する。健康リスク評価については、化学物質に対する高感受性集団に配慮した健康リスク管理手法や、複合曝露による健康リスク評価手法を開発するとともに、バイオアッセイ法の実用化に向けた研究を

行う。生態リスク評価については、生態毒性試験法の開発と生物種別の毒性に基づく生態リスク評価手法の高度化を目指す。リスクコミュニケーションについては、情報加工・提供方法について研究する。

2) 研究期間

平成 13 年度～17 年度（5 年間）

3) 平成 16 年度における研究成果の概要

曝露評価、健康リスク評価、生態リスク評価のそれぞれについて評価手法の高精度化、効率化を進めるとともに、効果的なリスク情報伝達手法の開発を進めた。

曝露評価については、GIS 統合システム（G-CIEMS）、マルチメディアモデル（MUSEM）、河川モデル、東京湾三次元モデルについて環境濃度による検証を実施した。また、モンテカルロシミュレーションを用いて、不検出値を含むモニタリングデータセットから母集団の代表統計量の信頼区間を予測する手法を開発した。健康リスク評価については、感受性要因を考慮した健康リスク評価手法の開発に向けて、ヒ素の感受性要因について、ヒ素メチル化酵素とともにヒ素グルタチオン転移酵素などの酵素の遺伝的多型も重要な要因であることを示した。また、第 II 相薬物代謝酵素の欠損により B[a]P への感受性が 2 倍上昇することを Nrf2-KO マウスを用いて示した。生態リスク評価については、既存の構造活性相関式の適用性の検討、昨年度検討したニューラルネットワーク法による魚類の構造活性相関式の信頼性の向上、多変量解析手法による構造活性相関式の導出を行なった。藻類生長阻害試験改定案及びウキクサ生長阻害試験新規提案について、わが国における適用可能性の検討を行うとともに、海生生物等を用いた試験法に関する検討に着手した。リスク情報伝達手法については、化学物質の一般的情報、水生生物に対する生態毒性試験結果、予測モデルや農薬に関するデータベースを作成・改良し、検索しやすい形で公開するとともに、環境測定法データベース（EnvMethod）の更新、農薬データベースの出荷量データの収集範囲の拡大、農薬等の ADI、化審法関連の既存化学物質、第二種監視化学物質（旧指定化学物質）などの名称と化学構造式の入力を進めた。

4) 今後の課題、展望

数理モデルについては、当初より予定していたモデルが構築され環境リスク評価における活用が期待される。各々のモデルのバリデーションを進めると共に、リスク評価のツールとして利用しやすい形で公開していくことが課題である。また、排出量データの推計や整備が課題である。健康リスク評価については、作用機構に着目した複合曝露評価手法の開発を引き続き試みる。変異原性試験から発ガン性への定量的関連を求めるための実験を行う。感受性を決める遺伝的要因を同定するための研究基盤を整備するとともに、小児のリスクについては、感受性要因とともに曝露要因からの解析が必要である。生態リスク評価では、魚類の構造活性相関手法の開発に進展がみられ、藻類や甲殻類への拡大などを通じさらなる発展が期待できる。また、生態毒性試験法については、海生生物、ウキクサ等の生物を用いた試験法の検討、難水溶性化学物質、高分子など試験の実施が困難な物質に対する生態毒性試験法の確立により、化学物質の審査・規制の場面で課題に研究面から貢献することが期待できる。国民のリスクコミュニケーションに貢献する観点からは、今後、環境リスク評価結果のわかりやすい解説や、ホットスポットに関する情報、環境モニタリングや PRTR データなどの地理情報を有するデータの提供が課題である。

5) 外部研究評価の結果

	A	B	B	C	D	E	合計
研究計画に対する評価・助言 (13年4月)	4 (67)	2 (33)					6 (100)
13年度成果に対する評価・助言 (14年4月)	1 (8)	7 (58)		2 (17)	2 (17)		12 (100)
中間評価 (平成15年4月)	1 (8)	7 (58)	1 (8)	3 (25)			12 (100)
15年度成果に対する評価・助言 (16年4月)	1 (8)	7 (58)		4 (33)			12 (100)
16年度成果に対する評価・助言 (17年4月)	4 (44)	5 (56)					9 (100)
16年度成果に対する内部評価・助言 (17年3月)		6 (50)		6 (50)			12 (100)

注)

上段：評価人数

下段：%

評価基準（A：大変優れている、B：優れている、C：普通、D：やや改善が必要、E：大幅な改善が必要、Cを基準とする）

6) 評価結果の概要

相対的に少ないマンパワーで行政的ニーズにも対応しながら、リスク評価の高精度化と効率化を目指した研究として成果があがったと評価された。曝露評価やリスク評価手法の確立についての個別の成果やこれまでに指摘された項目について着実に研究項目に入れられている事が評価された。1) 政策提案を最終的に目指すとするれば、種々のオプションによってどのような改善が可能であるのかを示す必要性を指摘され、政策的に利用可能な成果となるよう期待された。2) さらに、農薬や Hot Spot についての研究も必要であるとの指摘を受けた。3) 化学物質のデータベースについて、持続可能な体制や一般市民に対してのサービスについての検討が必要であり、4) 化学物質一般については、プロジェクトというよりも、もう少し長期的な視点をもった取り組みを研究所としても考えるべきであると指摘された。

7) 対処方針

1) 政策対応型調査・研究センターとして、早期に意志決定場面で活用できる成果を挙げるよう努める。2) 高暴露状況に対応したリスク評価手法に関する研究を進めていく。農薬については16年度より関連研究を実施しており、17年度には生態系保全の観点から農取法の下での審査を支援していく予定であり、環境保全の観点からさらに研究を進めていく。3) 当センターでは高効率リスク評価手法の開発と併せて、データベースを整備しつつ環境政策に対応して化学物質の環境リスク評価を進めており、環境リスクの評価に不可欠な情報に焦点を当てたデータベースの構築を目指し、データベースの構築を進める中で、市民にも使いやすいものに改良していく。また、4) これらを長期的視点で継続的に進めることのできる体制の構築を目指す。