

戦略的創造研究推進事業 CREST
研究領域「水の循環系モデリングと利用システム」
研究課題

「持続可能なサニテーションシステムの開発と
水循環系への導入」

研究終了報告書

研究期間 平成14年11月～平成20年3月

研究代表者：船水 尚行
(北海道大学大学院工学研究科 教授)

1 研究実施の概要

1.1 研究構想と目的:「集めない」、「混ぜない」排水処理システムの開発

(1) 研究構想

「世界は水の危機に瀕している」という認識の中で、「水と衛生の問題」は重要な位置を占めている。すなわち、「世界中で約10億人の人々が安全な飲み水を得ることができない。」、「約24億人の人々が適切な衛生状態におかれていない。」、「これから25年間に人口はさらに20億人増加する。」、「この増加は主に開発途上国の都市域で生じ、水問題の解決が無ければ、これらの人たちは貧困に苦しめられる運命にある。」、「世界で発生する排水の90%は不完全な処理または全く処理されないで排出されている。」、「開発途上国における疾病の80%、死亡原因の25%は汚染された水に起因している。」等である。この水の危機に対して、世界は大きな目標 (Millennium Development Goals と呼ばれている) を設定して取り組みを開始している。そして、この問題に取り組むためには、新しいサニテーションシステムが必要とされている。

新しいサニテーションシステムの要件を、(a)世界経済の視点、(b)持続可能な水循環の視点、(c)水資源管理の視点、(d)栄養塩管理／再利用の視点、(e)処理技術の視点、(f)微量有害物質の管理の視点、(g)水にかかわる文化の視点から整理した。

そして、家庭からの排水を3つに分離・処理し、有用資源を回収する、「集めない」、「混ぜない」排水処理システムを構想した。すなわち、排水をし尿から成る Black water、負荷の高い雑排水 (台所排水と洗濯機排水) より成る Higher-load gray water、ならびに負荷の低い雑排水 (洗面、風呂、シャワー) より成る Lower-load gray water に分離し処理する。特にトイレからの排水は従来型システムとは異なり、水を輸送手段としないことから、排水というよりは有機性廃棄物として捉える。これは、トイレを水洗型から非水洗型のコンポスト型トイレに転換することにより達成される。

「集めない」、「混ぜない」排水処理システムの利点を水系や土壌系の汚染、資源循環、ならびに健康リスクなどの多くの観点から整理すると以下ようになる:

- a) し尿の輸送に水を用いないことから、水消費量を減少させ、水需要構造を転換することができる。
- b) し尿に多く含まれる栄養塩類を水循環過程から分離でき、水質保全効果をもつ。
- c) し尿は安定な有機物源 (コンポスト) に変換され、コンポスト内に保持されている栄養塩を農業利用できる。
- d) し尿に多く含まれる微量有害化学物質 (ホルモン類、医薬品残渣) を水循環系から分離でき、化学物質の拡散を防ぐことが可能となる。
- e) 病原性微生物・有害物質が水循環系から分離されることにより、水利用に伴う健康リスクが低減される。
- f) 処理すべき雑排水量が減少し、処理装置のサイズが小さくなり、運転コストも低減する。また、栄養塩のレベルも低下する。
- g) 処理水を土壌系に排出することから地下水位の維持をはかり、再利用も可能となる。
- h) パイプを必要としない (下水道施設建設の約70%を管路費用が占める)。

(2) 研究の目的と研究の進め方

本プロジェクトでは、「混ぜない」、「集めない」サニテーションシステムの開発と実証、ならびに新システムの導入戦略を提案することを目的とした。

技術のイノベーションの過程は「要素技術の開発研究」→「システム化、実証実験 (利用者の視点)」→「制度・法制・社会システムといった制度設計」→「要素技術」→「システム化／実証」→「制度設計」→... というように、進んでいく。本プロジェクトにおいても、この過程を踏まえ、「(a)要素技術開発」→「(b)実施設による実証研究」→「(c)実証研究からのフィードバック」→「(d)要素技術開発」のように研究を進めることを目指した。各実施項目の進行には時間差があり、プロジェクトの実施期間にも限られていることから、すべての技術開発においてこの過程を踏むことはできなかったが、し尿を処理するコンポスト型トイレについてはこの過程をある程度踏むことができた。以下に各段階で設定した目的を記す。

(a)要素技術の開発研究:

本プロジェクトでは、要素技術として、(1)新サニテーション

システム開発に必要な排水を発生源で分離し処理するためのハードの要素技術開発(し尿の処理、雑排水処理、コンポストの利用技術)、(2)ソフトの要素技術開発(システムの水・物質循環機能を評価／監視するモニタリング技術、新システム導入効果を流域単位で新システム導入効果を水循環・物質循環の観点から流域スケールで評価する手法)の開発を目的とした。具体的には、①し尿を同時に処理するコンポスト型トイレの設計手法の開発、②雑排水を処理する傾斜土槽法設計／維持管理手法の開発、③コンポストを直接農地へ施用するだけでなく、付加価値をつけ、かつ、長期的には生物分解性のある資材を製造法の開発を目的とした。

(b)実証研究： 実証研究では分離・分散型処理システムを設置した施設を建設し、要素研究で得られた知見を総合的にシステムとして実証する。実証施設には、(1)水を用いないし尿を同時に処理・コンポスト化するトイレ、(2)傾斜土槽法による雑排水処理ユニットを設置し、その性能を負荷変動への対応性、維持管理の容易さ等の観点から評価することを目的とした。また、日本における導入戦略を考察することも目的とした。

海外における実証研究では、アジア諸国の水問題は①水資源問題、②水害、③衛生問題、④水汚染と多岐にわたり、これらすべてにトイレのようなサニテーションシステムが関連していることをふまえ、社会現況調査により、水文・水資源条件、水道・下水道・ごみ処理事業条件、水質汚染、水害対策ならびに農地条件を物理的、経済的、社会科学的観点から検討することを目的とした。また、現地にシステムを設置し、利用者へのインタビューにより対象地域での受け入れ可能性を検討することも目的とした。

(c)実証研究からのフィードバック 国内の実証実験における検討により、コンポスト型トイレはオガクズ担体中でし尿を同時に処理する方式を取ってきたことにより、シンプルかつ衛生的なし尿処理が可能であった半面、①水分蒸発(担体の好気性維持)に要する電力消費量が多すぎる、②窒素の損失(アンモニアガスの揮発)が多いこと、が判明した。

また、インドネシア、中国における実証研究から、①低価格のトイレが必要であること、②電力消費を極力抑えた、ランニングコストの小さいトイレが必要であること、また、③アンケート結果から、社会的効果や環境改善効果を示すだけでは直接普及にはつながらないこと、が示された。

そこで、ランニングコストの大部分は水分蒸発に用いられる電気エネルギーであり、問題の原因となっている水分と窒素の大半が尿由来であることから、尿と糞便を分離することを構想した。

(d)要素技術の開発 すなわち、糞便のみをコンポスト化するコンポストトイレの設計手法の確立を目的に加えた。また、分離した尿については、①現場で栄養塩を回収、医薬品等の微量汚染物質を処理する、②尿を貯蔵(濃縮)し、定期的な収集により尿処理施設へ輸送する、③尿を希釈して直接畑に施肥する、の3つの尿の扱い方法を想定し、尿の処理技術の開発も目標に加えた。また、新システムを導入する地域を定め、その地域性にあったシステム構成を考察することも目的に加えた。

1. 2 研究の実施体制

上記に記した目的を達成するために、次のような研究体制を組織した。

1. 2. 1 要素研究：バイオトイレグループ

- (1) 北海道大学(船水):し尿を同時に処理するコンポスト型トイレに関する研究を担当。実証研究の結果を受け、糞便のみを処理するコンポスト型トイレの研究、尿の貯蔵／処理／資源回収に関する研究も追加した。
- (2) 長崎大学(田辺):ポータブルトイレの開発
- (3) 東京大学(栗栖(長谷川)):生物相解析によるコンポスト型トイレの性能の検証
- (4) 早稲田大学(榊原):実証研究の結果を受け、尿中微量有害物質の電気化学的除去に関する研究を担当

1. 2. 2 要素研究：バイオ・エコユニットグループ

- (1) 国立環境研究所(徐):傾斜土槽法による雑排水処理法の確立

1. 2. 3 要素研究：コンポスト利用技術グループ

- (1) 北海道大学(寺沢):コンポスト利用技術の開発

1. 2. 4 要素研究：リスク評価グループ

- (1) お茶の水女子大学(大瀧):病原リスク評価
- (2) いであ株式会社 環境創造研究所(伊藤):微量化学物質モニタリング技術の開発
- (3) 筑波大学(礪田):生物影響評価法の開発

1. 2. 5要素研究:流域グループ

- (1) 東京大学(荒巻):流域グループ1, ライフサイクルアセスメントや健康リスク評価手法を用いたDALYsを指標とした検討
- (2) 清華大学(Ni):流域グループ1, ライフサイクルアセスメントや健康リスク評価手法を用いたDALYsを指標とした検討
- (3) 国土技術政策総合研究所(藤井):流域グループ2, 国内流域を対象とした環境負荷評価

1. 2. 6国内実証研究

- (1) 特定非営利活動法人NPO小貝川プロジェクト21:小貝川実証実験
- (2) ダム水源地環境整備センター:名護実証実験
- (3) 北海道大学:小貝川実証実験, 秩父実証実験, 名護実証実験
- (4) 国立環境研究所:秩父実証実験, 名護実証実験
- (5) 沖縄高等工業専門学校:名護実証実験
- (6) お茶の水女子大学:秩父実証実験

1. 2. 7海外実証研究

- (1) 東京工業大学(石川):海外実証実験実施, 総括
- (2) 東北師範大学:長春にて実施
- (3) 南京大学:南京にて実施
- (4) 西安建築科技大学:西安にて実施
- (5) インドネシア科学技術院:バンドンにて実施

1. 3 成果

研究構想の項で述べたように, 技術のイノベーションの過程は「要素技術の開発研究」→「システム化, 実証実験(利用者の視点)」→「制度・法制・社会システムといった制度設計」→「要素技術」→「システム化/実証」→「制度設計」→... というように, 進む. 本プロジェクトにおいても, この過程を踏まえ, 「(a)要素技術開発」→「(b)実施設による実証研究」→「(c)実証研究からのフィードバック」→「(d)要素技術開発」のように研究を進めることを目指した. 以下にこの経過に対応して, 研究成果を記す.

1. 3. 1 第一段階の要素研究で得られた成果

まず, 第一段階の要素研究で得られた主な結果を以下に整理する:

- (1) 尿と糞便を同時に処理するコンポスト型トイレの合理的設計法が確立された(文献1)).
- (2) コンポストは安全である(病原微生物は不活化される. 医薬品は分解する)(文献2)).
- (3) コンポストから生分解資材を作成できる(文献3)).
- (4) 雑排水は簡単なシステム(傾斜土槽法)で処理できる(文献4)).
- (5) 新サニテーションシステム導入効果の流域スケールでの評価方法を確立した(文献5)).

以下にこれらの概要を示す.

(1) 糞便と尿を同時にコンポスト化するトイレの合理的設計法

トイレの運転管理指針と設計法を確立した. コンポスト反応に関わる微生物の分解活性に関する知見, 糞便中有機物の解析方法の開発, コンポスト反応の数学モデルの開発, コンポスト反応の温度影響の把握とモデル化, コンポスト反応に与える含水率の影響の実験的検討, 病原性微生物の不活化過程の実測とリスク評価により, コンポスト化反応を適切に進め, 病原性微生物による健康リスクを一定以下とするために必要な, 反応温度, 含水率, 攪拌頻度の運転範囲を定めた.

コンポスト型トイレでは, 反応槽の含水率の管理が重要であり, 適切な含水率を維持するためには水分の蒸発速度の維持が重要である. このため, コンポスト型トイレの設計は, この含水率の維持, すなわち, 必要な水分蒸発量を得ることが装置設計の基本となる. そこで, 水分の移動速度(乾燥速度)の測定と乾燥工学の知見をもとにしたモデル化を行い, トイレ反応槽からの水分蒸発

速度を求める方法を確立した。

すなわち、設計の基礎数値はし尿、特に尿による水分負荷(使用人数と時間変動を考慮する)であり、この水分負荷を蒸発させるに必要なトイレ反応槽の表面積と必要体積を求める設計法を確立した。

(2)コンポストは安全である(病原微生物は不活化する、医薬品は分解する)

1)病原微生物リスク管理に関する研究:

病原リスクの評価方法の開発と病原微生物のコンポスト型トイレ内での挙動特性の把握から、病原リスクに関する安全性を担保するための方策を提案した。

2)微量汚染物質モニタリング技術

コンポスト中に微量に存在する医薬品類をモニタリングするための分析法を開発した。対象とした医薬品は解熱鎮痛剤や抗てんかん薬、抗不整脈薬、抗生物質等計 15 物質である。また、コンポストトイレにおいては、①コンポスト型トイレ反応槽内に高濃度に蓄積したリン酸、アンモニアなどにより抗生物質を失活させることができる、②これはコンポスト型トイレの特徴である、③コンポスト型トイレにおける抗生物質以外の医薬品は分解可能であり、反応槽内 pH が8~9 であるため、塩基性医薬品の分解に有利である、ことが明らかとなり、発生源処理としてのコンポストトイレの有用性が確認された。

3)生物影響評価とそのモニタリング法の構築

ヒトの恒常性をかく乱しうる水環境汚染物質の安全評価に欠くことの出来ない、多元的でより高感度なモニタリングシステムを開発することを主目的とし、①DNA マイクロアレイ技術を用いた水環境汚染物質応答性遺伝子の検出、②プロテオーム解析による生体レスポンスの多次元解析法の確立、③応答性遺伝子を用いたモニタリング法を構築した。

(3)コンポストから生分解性資材を作成できる

バイオトイレでの使用後のオガ屑は、圧縮成型することで、ボード、ペレット、植林用ポットなどを製造可能である事を明らかにした。使用後のオガ屑の利用法について問題解決の見通しがついていた。

(4)雑排水は簡単なシステム(傾斜土槽法)で処理できる

底に傾斜がついた薄い箱型の容器に土壌等の浄化担体を充填し、排水を土壌内に浸透流下させて浄化する傾斜土槽法について、その有効性を確認した。

(5)新サニテーションシステム導入効果の流域スケールでの評価法の確立

マテリアルフローの解析と副次的な環境影響の評価、流域の水文・水質環境にあたる影響の評価、病原微生物による健康リスクの評価とライフサイクルにわたる環境負荷との比較評価の三つの評価方法を開発した。これらの方法を適用した例を以下に示す。

1)霞ヶ浦流域

下水道やバイオトイレなどの整備を進めた場合に、霞ヶ浦へ流入する負荷量や霞ヶ浦の水質がどのように変化するかについて、シミュレーションモデルを用いた検討を行った。その結果、①コンポスト型トイレは、し尿を完全に排除することができるためTN、TPの削減効果は非常に高い、②また、水を使用しないため、水消費量を削減することができる、③しかし、日本のようにある程度排水処理システムの整備が進んでいる地域では、トイレのみを設置しても負荷量削減効果が低く、流域の水環境の改善、維持のためには生活雑排水を処理するための設備が別途必要である、等が示された。

2)北京市郊外小湯山町

北京市郊外の小湯山(Xiaotangshan)町を対象としたサニテーション施設導入による水文・水質環境への影響評価を行った。この町は、一部に集中型の下水道施設が整備されているものの大部分の家庭は Septic Tank を利用している地区であり、生活雑排水や不適切な Septage の管理、農地からの栄養塩負荷が問題となっている地域である。ここで、まず地域全体の水収支を捉えるモデルを構築するとともに、水質モデルを構築するための河川や地下水等の水質調査を行った。これらの結果をもとに、SWAT モデルを用いて流域からの汚濁負荷計算を行った。また、現状(Septic tank)、従来型の下水道、コンポスト型トイレ、といったサニテーション施設の普及シナリオを設定し、表流水の水量・水質に与える影響を検討するとともに、コスト計算も行った。

その結果、コンポスト型トイレの普及は、生活用水使用量の節約に貢献するとともに、栄養塩の負荷削減についても、従来型下水道より高い効果が得られるものと推定された。コンポスト型トイレについては初期投資が高いものの、雑排水量増加時の運用時のコストは従来型下水道が高く、また将来的に水の価格の上昇することが予想されるため、コンポスト型トイレの優位性が増すことが予想された。

1. 3. 2 実証実験の成果

国内実証実験の知見は以下のように整理される(文献6)):

- (1) 日常生活に使用しても、十分に機能を発揮する
 - (2) しかし、トイレにおけるエネルギー消費が多い
 - (3) トイレへの落下等の安全性対策が必要であること。
 - (4) また、気候により、エネルギー効率が異なること。
- また、海外実証実験からは次の知見を得た(文献7)):
- (5) おが屑以外の担体トウモロコシ残渣、南京では大豆残渣も利用可能
 - (6) コストを下げる必要(初期の設備、維持管理)
 - (7) 電力を使用しないシステムが求められる
 - (8) コンポストは肥料として有効利用できる

以下にこれらの概要を記す。

(1)システムは日常生活に使用しても十分な機能を発揮する

実証実験施設を秩父市山田 橋本光夫氏宅に設置し、平成17年4月より総合的にデータ取得を行った。分離・分散型処理システム導入に関する仕組み作りでは、イノベータという役割を定義し、イノベータを中心とした自治体・住民・研究者の役割・導入への実施を検討した。施設特性の総合的把握ではコンポスト型トイレについて、エネルギー・有機物・おが屑性状の把握、病原性微生物の把握とリスク評価、雑排水処理施設の運転・データ取得、インターネットを利用したセンサリング＋情報管理を実施した。使用者・自治体評価に関しては、イノベータを経由した使用者・住民との関係構築や地域システムの全体像の構築を行った。約2年半の期間、実証実験施設は所定の機能を発揮し、トイレからのコンポストは橋本氏の畑に施用された。

(2)糞便と尿を同時に処理するコンポスト型トイレのエネルギー消費

実証実験では、エネルギーのバランスを実測し、コンポスト型トイレのエネルギー構造の把握を試みた。電気エネルギーの消費量は月90-270kWhであり、大きな値であった。また、消費エネルギーの90%以上はヒータで使用されていた。

(3)トイレへの落下等への安全対策

トイレに幼児が一人で入り、便器開口部から転落し、気づく人がいないまま放置され、攪拌装置の運転に巻き込まれる事例は、非常に希なものと考えられるが、一旦起きてしまうと重大な事故となり、コンポスト型トイレの普及に大きく影響を与えることとなる。公営住宅の施設基準によると幼児の転落を防ぐため、階段等の手すりの隙間の幅は11cm以下とすることとなっているが、現在市販されているコンポスト型トイレは11cm以上の開口部を有していた。そこで、開口部そのものは11cm以上あっても、落下防止のバーを開口部に取り付けることで、11cm以下の開口部に分割する装置を開発した。

(4)気候条件とコンポスト型トイレのエネルギー効率

水の蒸発に使用したエネルギー量を投入エネルギー量で除したものをエネルギー効率と定義した。また、トイレへ供給する空気中水分の蒸気圧とその空気の温度における飽和蒸気圧との差を乾燥能と定義して、エネルギー効率と乾燥能の関係を実測結果を用いて整理した。その結果、乾燥能が高いほどコンポスト型トイレのエネルギー効率が高くなるという結果を得た。また、沖縄、ジャカルタより札幌の方が効率が良いとの結果が得られ、これは秩父、名護、札幌における実測結果との関係と一致していた。コンポスト型トイレは乾燥気候帯(BW, BS)で効率が良くなることが予想された。

(5)おが屑以外のマトリックスの使用可能性

おが屑が手に入りにくい地域(今回の実証では長春と南京)におけるコンポスト型トイレの使用を想定し、オガクズに代わるマトリックスとして使用可能な材料を挙げ、その材料をマトリックスとして使用

して運転を試みた。代替マトリクスとして使用したのは長春ではトウモロコシ残渣、南京では大豆残渣で、いずれもオガクズと1:1で混合して用いた。その結果、オガクズのみを使用した場合と同程度の効果があることがわかった。

(6) アンケート調査結果：トイレへの可能な支払額

コンポスト型トイレを市民に紹介し (promotion video, 現地の公園等への設置), インタビューおよびアンケートによる調査を行った。中国4箇所におけるアンケートで共通して得られた傾向として、理論立てて説明すればコンポスト形トイレの環境負荷低減効果を理解してもらうことはできた。しかし、実際に自宅のトイレとして導入したいかという質問に対しては都市部においては水洗のほうがよいという回答が多く、農村部でも現在のコンポストトイレの価格では購入不可能であるという回答が多く見られた。

インドネシアでは寄宿型のイスラム教の宗教学校にコンポスト型トイレを設置して使用者へのアンケートを行った。イスラム教特有の汚物への嫌悪感から不満が多く出ると予測したが、使用上の不快感を訴えるような回答は日本や中国のそれと比べてもそれほど多くなく、将来的な使用に対して本体価格さえ適正であれば十分に許容するという回答も得られた。また、中国において実際に購入可能な価格について質問したところ日本円にして 75,000 円前後という回答が多かった。これは日本製コンポストトイレの 1/20 程度の価格である。

(7) 電力を使用しないシステムの必要性

糞便と尿を同時に処理するコンポスト型トイレは、尿の水分を蒸発させるため電力消費量が大きい(秩父の実証では 90-270kWh)。海外実証実験を実施した4都市における家庭での平均的電力消費量を地域での供給電力を世帯数で割ると、2.5kWh/日(長春)、5.0kWh/日(西安市街)、0.8kWh/日(西安農村部)、0.8kWh/日(南京; 宣興市)、3.5kWh/日(バンドン)となっており、トイレの電力消費は家計に対して大きな負担になる。

特に本研究で普及推進地域としているのは農村部とスラムで共にその住民の所得は平均値より低いほうに属するため電気使用料増の重みはより一層重く感じられることとなる。例えばバンドンのスラムで行った生活実態調査によれば、平均的な世帯の一人当たり月収は約2000円で、水代、電気代、ゴミ収集費がそれぞれ1~6%, 4~7%, 0.1~0.7%を占め、現状においても電気は非常に高価なサービスとなっている。これにさらにコンポスト型トイレが導入された場合、電気使用料は一人当たり100円(収入の5%)増を生み、家計を圧迫することは確実である。

(8) コンポストの肥料としての有効性

長春・東北師範大学とその周辺の農家においてトウモロコシの生育試験を行った。試験は3区画用意し、無施肥、トイレから出たコンポストを施肥、化学肥料を施肥の3条件で施肥状態を変え、他の条件はすべて同一で152日間生育した。その結果、株の大きさ、光合成速度、蒸散率、収穫後の実の重量と数など、すべてにおいてコンポストがもっとも優秀な成績を残した。また、同様に施肥条件を変えてホウレンソウとアブラナの生育実験も行った。これらについてもコンポストを施肥した場合がもっとも成績が良かった。

1. 3. 3 実証実験を受けての要素研究の成果

コンポスト型トイレでは、使用されるエネルギーのうち、投入されたし尿中の水分の蒸発に大部分のエネルギーが使用されていることが、実測より明らかとなった。すなわち、コンポストトイレに投入された水分に相当するエネルギーの投入が最低限必要である。このため、現在電気エネルギーの形態で投入しているエネルギー量を削減する方策として、

- a) 尿と糞便を分離し、糞便のみをコンポスト化することにより、投入する水分量を削減する。
- b) 有機性廃棄物を同時に投入し、化学物質の形でエネルギーを投入する。

を考えた。その結果、次のような成果を得た：

- (1) 糞便のみをコンポスト化するトイレの設計方法を確立した(文献8))。
- (2) 糞便と尿を同時に処理する場合には、米ぬかのような有機性廃棄物をエネルギー源として利用できる(文献9))。
- (3) 分離した尿の濃縮方法、尿中医薬品の処理法の開発に着手した(文献10))。

以下に、これらの概要を示す。

(1) 糞便のみをコンポスト化するトイレに関する研究

糞便のみをコンポスト化する場合には、水分蒸発の必要がない。そこでおが屑はどの程度長期間使用できるかを実験的に検討した。その結果、コンポスト化過程において最も変化しやすいおが屑担体の物理特性はおが屑同士の付着応力であることが明らかとなった。そして、おが屑使用期間と攪拌動力の増加の定量的関係を求めることができた。この知見をもとに、糞便のみを処理するコンポスト型トイレの装置の材料、おが屑の交換頻度、反応槽の容量の関係が求められるようになった。

(2)コンポスト型トイレのエネルギー源としての有機性廃棄物の利用

廃有機物の低位発熱量、分解性、生物反応時の発熱量を測定し、米ぬかを実験対象とすることとした。そして、北海道大学内に設置、運転されているコンポスト型トイレに米ぬかを連続的に投入し、電気エネルギーの削減量を測定した。その結果、(1)有機性廃棄物には米ぬかのような含水率の低いものが好ましい、(2)米ぬかを投入した場合、反応槽の大きさによらず約 40%が生物分解により二酸化炭素まで酸化される、ことが明らかとなった。

(3)尿の処理に関する研究

不特定多数(189 名)から短時間の間に採取した新鮮尿について、尿の性状を約 60 の項目によって示した。また、尿の濃縮法として、電気透析法の可能性を確認した。尿中の医薬品等の処理に、オゾン処理、電解酸化処理が有用であることを示した。

1. 3. 4 地域特性に応じたサニテーションシステムの提案

(1)インドネシアスラム地域を対象としたシステム(文献11))

実証実験の項で述べたように、インドネシアのスラムにおける検討から、(1)廉価でかつランニングコストの負担が少ないコンポスト型トイレ、(2)コンポストや分離した尿の回収システム、(3)回収したコンポスト、尿の利用方策、が求められた。このことに対応して次のようなサニテーションシステムを提案した：

- 廉価で電気を使わないコンポストトイレの具体例を提案した：糞便のみをコンポスト化することで、反応槽容量を小さくし、かつ、尿を入れないことで、水の蒸発に必要なエネルギーを不要とする。
- コンポストと尿の回収システムの提案：既存のごみ収集システムをコンポストや尿の回収システムとして利用する。コストの試算により、代表的な現地住民の収入の1～2%程度の負担となる。
- 回収したコンポストの利用：現地には、有機農法を指導する学校が存在し、コンポストトイレで生産されるコンポストの使用に賛同を得た段階である。イスラム教徒が多いインドネシアで人間の糞便由来のコンポストの利用を広めることは今後の課題である。
- 尿の利用：尿の利用はコンポストの利用よりも普及が難しいのが現状である。尿中のリンや窒素といった肥料成分を回収するシステムが必要である。
- 雑排水は処理せず、放流する。

なお、今回提案したモデルは JICA 等の国際協力の方策の一つとなると考えている。

(2)日本の里山を対象としたシステム

国内で実証実験を行っている日本の里山について、農業と連携した地域住民主体のシステムの提案を行った。このシステムを支える技術として、

- ヒューマンインターフェースの良い省エネルギー型コンポストトイレの開発
- 尿からリン資源の回収、微量汚染物質の処理→尿の処理システムの開発
- 雑排水を処理→土壌を用いた処理、膜分離活性汚泥法の適用法の確立

を行った。また、地域コミュニティに根ざしたサニテーションシステム構築の必要性から、地域の自然と文化を踏まえた社会モデル、コミュニティと連携した「人と自然の良い循環」を目的とした、複数の主体(自治体、生活者、イノベータ、大学と研究機関)がビジョンを共有して、新しいシステムを構築方法の実践を山間部の小流域スケールで開始した。

(3)技術開発の一つの方向

新しいサニテーションシステムは将来の自然共生型の水／物質管理システムの一つの姿であるとの認識から、技術開発の方向を、「すべての排水を発生源で処理、資源回収を行う」、すなわち「排水を出さない住宅機器の開発」を提案した。その中で

- 糞便のみをコンポスト化. →ヒューマンインターフェースの良い省エネルギー型コンポストトイレの開発.
- 尿からリン資源の回収, 微量汚染物質の処理→尿の処理システムの開発.
- 洗濯排水の直接膜ろ過法の開発
- 台所排水の MBR 処理法の開発を提案した.

1. 4 本研究の世界の認知度

本研究プロジェクトの成果は世界に認知されはじめた. このことを, 学術的な国際会議, ならびに水に関する政策決定に大きな影響を与える国際会議における招待講演, 基調講演への招聘を以下に記載して表したい.

(1) 学術的主要な会議への寄与(招聘された主要な国際会議)

1. IWA Conference Xi'an 2005, Future of Urban Wastewater Systems – Decentralization and Reuse. 2005, Xi'an, China(二つのセッション開催)
2. 6th Conference of the Asian Council of Science, India 2006
3. International East Asia Regional Workshop of International Academy Panel (IAP) on the water security to climate change and human activity, China, 2006
4. Dry Toilet 2006, the 2nd international dry toilet conference, Tampere, Finland, August, 2006 (基調講演ならびにセッション開催)
5. International conference on decentralized water and wastewater systems, July, 2006, Fremantle, Australia(招待講演)
6. 7th Conference of the Asian Council of Science. 2007(Workshop を開催)
7. 第7回水資源に関するシンポジウム 2007(招待講演)
8. NOWRA's First US International Program on Decentralized Systems Water for All Life, Baltimore, USA, 3 月, 2007(招待講演)
9. SmallWat07, November, Spain, 2007(招待講演)

(2) 政策決定に影響を与える国際会議への寄与(招聘された主要な国際会議)

1. UN Department of Economic and Social Affairs. New York, 2004
2. 2nd East South Asian Water Forum 2005, Indonesia (JBIC との連携)
3. 3rd East South Asian Water Forum, Malaysia, 2007 (一つのセッションを開催)
4. アジア水サミット(オープンイベントにおける基調講演), 2007 年, 別府

1. 5 成果の概要に関連する文献

1. 3節には関連する文献番号を付してある. これらの文献について6章の成果のうち主要なものを以下に示す.

- 1) 原著論文国際誌 1, 3, 4, 9, 14, 23, 28, 30, 33, 34, 37, 56
- 2) 原著論文国際誌 2, 5~8, 10, 11, 17, 18, 21, 22, 24~26, 29, 31, 36, 48, 50
- 3) 原著論文国内誌 10, 国際誌19, 20
- 4) 原著論文国際誌 13, 国際会議 13, 18, 19
- 5) 原著論文国際誌 12, 38, 41, 国際会議 27, 28, 29, 35
- 6) 国際会議 26
- 7) 原著論文国内誌 7, 国際誌 15, 国際会議 2, 14, 21, 22, 30, 32~34
- 8) 国際会議 51
- 9) 国際会議 10
- 10) 国内誌 2, 3, 国際会議 7, 8, 16
- 11) 国内誌 1, 国際会議 9, 23, 24

2 研究構想及び実施体制

2.1 研究構想

(1)「集めない」、「混ぜない」排水処理システム——新しいサニテーションシステムの必要性

なぜ、水の危機か。なぜ、水の危機であるか、その現状を示す情報を以下に箇条書きにする。

- 2000年時点で世界中で約10億人の人々が安全な飲み水を得ることができない。
- 約24億人の人々が適切な衛生設備を持たない。
- もし、現状の衛生・下水道整備方策を続ければ、事態はさらに悪化し、25年間に適切な衛生状態にない人口はさらに20億人増加する。この増加は主に開発途上国の都市域で生じ、水問題の解決が無ければ、これらの人たちは貧困に苦しめられる運命にある。
- 世界で発生する排水の90%は不完全な処理または全く処理されないで排出されている。
- 開発途上国における疾病の80%、死亡原因の25%は汚染された水に起因している。

国連では、貧困の撲滅を目標に、水、食料、衛生、エネルギーの各分野に達成目標を設定している。水分野では2015年までに、これらの人口を半減させることを目標にしている。新しいサニテーションシステムが必要とされている。

a) 世界経済の視点

世界中に下水道を整備することは、全世界の経済レベルをはるかに超えていることが認識されており、上記の問題への対応について下水道では解決策とならないのも現状である。特に、下水道建設費用の約70%は下水管路に必要となっている。また、ドイツの例ではこれから下水管路の更新・維持管理に約1000億ユーロ必要である試算が出されている。下水道の維持管理費用(特に管路の維持管理費用)を将来にわたり確保することが重要な課題であると考え。すなわち、管路を必要としないシステムが求められている。

b) 持続可能な水循環の視点

流域の限られた地点で取水し、それを配水・水利用・集水した後、処理水を特定の場所に放流することで、地域の水循環構造を歪めていると考える。

また、浅層地下水レベルの低い地域では、下水管からの漏れが生じ、下水管が土壌汚染源となっている。逆に、地下水位が高い地域では、地下水が下水管路に浸入し処理水量が増加する場合もある。この視点においても管路で「集めない」システムが必要である。

c) 水資源管理

都市域において、上質の水道水のほんの一部しか飲料用に用いられておらず、多くはトイレの洗浄や散水に用いられ、相当量の飲料可能水を下水処理場までの汚濁物質の輸送のために利用している。このような飲料可能な水道水を単に糞便のような汚濁物質を輸送するために使用できる地域は極めて限定されている。水を用いない、「集めない」サニテーションシステムが必要とされている。

d) 栄養塩の管理・再利用の視点

肥料要素である栄養塩(リンや窒素)のうち、リンは枯渇が心配されている資源であり、リンの回収が求められている。また、逆に現状では、排水中のリンや窒素が湖沼等において富栄養化を引き起こしている。肥料要素を回収し、農業へ循環するシステムが必要とされている。

しかし、下水処理において発生する汚泥には有用成分と同時に有害成分も含まれているため、有効利用が難しい。

家庭排水の発生源別汚濁物質負荷を整理すると、し尿の負荷は有機物で約44%、アンモニア態窒素で約97%、リンで約80%を占める。し尿(し尿由来の排水を通常 Black water と呼ぶ)を分離・処理すれば栄養塩の循環が容易となる。

すなわち、排水を発生源で分離し、処理する、「集めない」システムが望まれる。

e) 処理技術の視点

新しいサニテーションシステムの構築には家庭から排出される排水をどのように処理すべきかをその発生形態から検討する必要がある。「水中に存在する処理対象物質の種類がシンプルほど処理は容易であり、多様な排水の発生源から成る排水より単一発生源からの処理のほうが容易である。」という水処理の原則を想起すれば、もう一度排水の発生形態から処理システムを検討することは、すべての国に共通な新しい排水処理システム開発の出発点ともなると考え

る。し尿は有機物濃度が高く、かつリン、窒素を高濃度に含んでいることを述べた。し尿以外の排水では、台所と洗濯機からの有機物負荷が大きい。このため、し尿以外の排水のうち処理が必要な排水として、台所ならびに洗濯機からの排水があげられる。台所と洗濯機以外の雑排水はその負荷が小さい。「混ぜない」システムが水処理の原則に合致していると考える。

f) 微量有害物質の管理の視点

循環型社会を構築し、物質や水の循環を行う場合に、注意する必要があるものに微量汚染物質がある。水に関連するものとしては、人間が排出する女性ホルモンや医薬品がある。この女性ホルモンや医薬品は排出源における制限が難しいものであり、このような微量汚染物質の現状の下水道システムにおいて処理するためには多くのエネルギーと費用がかかる。このような物質の管理にもし尿を分離して処理・再利用する「混ぜない」、「集めない」システムが必要である。

g) 水にかかわる文化の視点

水の使い方、し尿の取扱、水との関わり方は各地域において独自の文化として発展してきた。そして、し尿に関する考え方も宗教・文化と密接に関係している。現状の下水道システムは、水に関わるシステムを世界中同一のものにすることにより、これらの水に関わる文化を画一的なものすることに他ならぬ。これは持続可能なものとはいえず、多様なシステムが必要である。「混ぜない」、「集めない」コンセプトは多様なシステム構成の可能性を提供する。

(2)「集めない」、「混ぜない」排水処理システム——「集めない」、「混ぜない」排水処理(排水分離・分散型処理)の利点

分離・分散型排水処理システムのイメージを図2-1に示す。このシステムでは家庭からの排水を3つに分離する。すなわち、排水はし尿から成る **Black water**、負荷の高い雑排水(台所排水と洗濯機排水)より成る **Higher-load gray water**、ならびに負荷の低い雑排水(洗面、風呂、シャワー) **Lower-load gray water** に分離し、処理する。特にトイレからの排水は従来型システムとは異なり、水を輸送手段としないことから、排水というよりは、有機性廃棄物として捉える。これは、トイレを水洗型から非水洗型のコンポスト型トイレに転換することにより達成される。

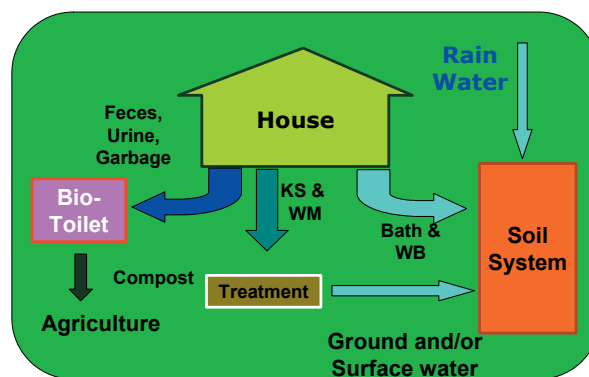


図 2-1 「集めない」、「混ぜない」排水処理システムのイメージ

「集めない」、「混ぜない」排水処理システムの利点を水系や土壌系の汚染、資源循環、ならびに健康リスクのなどの多くの観点から整理すると以下ようになる：

- し尿の輸送に水を用いないことから、水消費量を減少させ、水需要構造を転換することができる。
- し尿に多く含まれる栄養塩類を水循環過程から分離でき、水質保全効果をもつ。
- し尿は安定な有機物源(コンポスト)に変換され、コンポスト内に保持されている栄養塩を農業利用できる。
- し尿に多く含まれる微量有害化学物質(ホルモン類、医薬品残渣)を水循環系から分離できる。また、化学物質の拡散を防ぐことが可能となる。
- 病原性微生物・有害物質が水循環系から分離されることにより、水利用に伴う健康リスクを

低減する。

- f) 処理すべき雑排水量が減少し、処理装置のサイズが小さくなり、運転コストも低減する。また、排水の栄養塩の濃度も著しく低下し、栄養塩除去の必要性が低下する。
- g) 処理水を土壌系に排出することから地下水位の維持をはかり、再利用も可能となる。
- h) パイプを必要としない(下水道施設建設の約70%を管路費用が占める)。

(3) 研究開始時に目指した目標

本研究では持続可能なサニテーション概念に基づいた排水分離・分散型システムを開発し、この新システムを導入した新たな水利用に関わる社会システム像を描き、水利用システムへの有効な導入方法を提案することを目標とした。

(4) 研究の進め方

本研究のゴールを達成するために、参加研究機関ごとに研究を実施する要素研究とアドホックグループによる総合研究を計画した。本申請のような新しいサニテーションシステムの開発とその導入に関する研究では、新システムを構成する各ユニットの開発研究と新システムの流域の水・物質循環に与える影響の評価手法の開発といった従来型の要素研究のみでは不十分と判断し、各研究機関からの参加者からなるアドホックグループによる総合研究を組織した。これは、新システムを構成する各ユニットをシステムとして機能させた場合、物理的な性能評価に加えて、社会システム・生活システムとしての総合評価や日常生活パターン変動への対応性や維持管理性の評価といった極めて多角的な検討を同時にかつ実証的に行なう必要があると考えたためである。

前出の図2-1に示したように、本プロジェクトを支えるハードウェアは(1)家庭等から排出されるし尿、生活雑排水ならびに厨芥を発生源で処理する分離・分散型処理システム(要素研究-1)、(2)処理システムで生産されるコンポストの利用技術(要素研究-2)である。ソフトウェアとしては、(3)サニテーションシステムの水・物質循環機能を時空間的に評価、監視するためのモニタリング技術と健康リスク評価技術(要素研究-3)、ならびに(4)新システム導入効果を水循環・物質循環の観点から流域スケールで評価する手法(要素研究-4)が必要である。加えて、新システムをアジア諸国のある地域に導入していくための戦略も重要である。この導入戦略は地域の社会システムとの関連が極めて強く、かつ、一般的な理論構築よりも、学際的かつ実証的にケーススタディを通して検討していく方が適切と判断し、アドホックグループによる研究(アドホックグループ研究-2)として位置付ける。また、国内においても、分離・分散型処理システムを設置した実証施設を建設し、要素研究で得られた知見を総合的にシステムとして実証することも行なった(アドホックグループ研究-1)。

各研究グループの役割を以下に整理する。

(a) 要素研究-1 分離・分散型処理システム開発

発生源で処理を行なう分散型処理はその処理対象ごとに異なる機能を有する処理ユニットの組み合わせによりシステムが構成される。このため、この要素研究ではシステムを構成する各ユニットの開発を行なった。本研究では、排水分離分散型処理システムの中核となるコンポスト型トイレについて、(a-1)し尿の分解過程の反応工学的解析に基づくコンポスト型トイレの合理的設計法の開発(船水:北海道大学)、コンポスト型トイレの小型化を目指した(a-2)ポータブルトイレの開発(田辺:長崎大学)、(a-3)微生物相解析によるコンポスト型トイレの性能の検証(栗栖(長谷川):東京大学)、ならびに、糞便と尿を分離する場合を想定し、(a-4)尿中微量有害物質の電気化学的除去に関する研究(榊原:早稲田大学)の4つの機関による研究を実施した。雑排水処理について、(a-5)バイオ・エコユニットグループ(徐:国立環境研究所)を組織した。

また、本研究ではまず、上記の基本ユニットの研究を行ない、続いて、実証実験結果をふまえ、対応地域特性や生活パターンに合わせたシステムを構築する方法論を確立して、施設設計や維持管理指針設定を合理的に行なえるようにすることを目指した。

(a-1) コンポスト型トイレの合理的設計に関する研究(船水 尚行, 北海道大学)

排水分離・分散型処理システムの中核となる非水洗型コンポスト型トイレについて検討する。人間のし尿の分解に関する検討はこれまで十分ではなく、まして工学的な観点からの解析は皆無である。これまでの研究により、おが屑をマトリックスとしたシステムにおいて糞尿は十分実用に耐える速度で好氣的に分解されることが明らかとなっている。しかし、実用化に向け、し尿の分解速度と環境条件(温度、水分、有機物負荷)の定量的関係が不明なため、トイレットの反応部分の容積算定法、温度設定およびその制御法が明確となっていない、負荷の集中時(短期間に過剰なトイレ使用が生じた場合)にどのような挙動となるか不明なため、設計時に見込む余裕度の設定が難しい等の実用化に向けての課題が明らかとなっている。ここでは、現在日本で開発されつつあるおが屑を用いた微生物分解型のトイレを対象に、以下の2点を目的とした研究を行なった。

- ・糞尿の分解過程の反応工学的(速度論的)解析を行い、糞尿の微生物分解モデルを開発する
- ・コンポスト型トイレの合理的設計手法の開発を行なう。

(a-2) ポータブルトイレの開発 (田辺 秀二, 長崎大学)

本グループでは、1)バイオトイレの小型化に伴うおが屑の発生条件と消臭化、2) (尿分離型)ポータブル型バイオトイレの開発、3)ポータブルトイレの実証実験を目的とした。

(a-3) 微生物相解析によるコンポスト型トイレの性能の検証 (栗栖(長谷川) 聖, 東京大学)

本研究項目では、栗栖(長谷川)がこれまでの研究で用いてきた分子生物学的手法による微生物群集の評価手法を活かして、コンポスト型トイレの性能評価と、機能改善に向けた検討を行った。

(a-4) 尿中微量有害物質の電気化学的除去に関する研究 (榊原 豊, 早稲田大学)

尿中微量有害物質の電解酸化法は、エネルギー効率および反応選択性の観点から、既往の酸化処理法(オゾン処理法、電気透析法、ナノろ過法、促進酸化法等)と比べて優れた特徴を有している。そこで、本研究項目では尿中の女性ホルモン及び抗生物質に対する電気化学処理の可能性並びに処理性能について実験的検討を目的とした。

(a-5) バイオ・エコユニットグループ(徐 開欽, 国立環境研究所)

本研究グループでは、持続可能性の高い新しいサニテーションシステムの開発とそれによる富栄養化対策、流域対策のためのアジア諸国で適用性の高い分散型システムとしてのエコエンジニアリングによる生活排水処理システムを確立し、バイオトイレと組み合わせた生活系排水処理の実証試験を行うとともに、システム導入効果を評価し、普及・展開に繋げることを目的とした。特に、汎用性の高い効果的な低コストのサニテーションシステムの構築を目指した。エコエンジニアリングを活用したし尿・雑排水の処理としては、アジア地域に適用可能な複数の分散型排水処理システムについて検討を行った上で、特に、エコエンジニアリングとしての傾斜土槽法を対象とした。これは、傾斜土槽法が、他の生態工学技法と比べて広い面積を必要とせず、コンパクトな浄化装置としてシステム化することができ、コストやメンテナンスを最小限に抑えることが可能となることによる。

(b) 要素研究－2 コンポスト利用技術開発(寺沢 実, 北海道大学)

ここでは、利用技術として(i)成形利用と(ii)有機肥料を取り上げた。成形利用では、コンポストを直接農地へ施用するだけでなく、付加価値をつけ、かつ、長期的には生物分解性のある資材を製造しようとするを目的とした。

有機肥料としての適性試験では、適性試験を葉菜類(白菜、キャベツ、ほうれん草)、根菜類(大根、カブ、にんじん、ごぼう)、豆類(枝豆、さやインゲン)、穀類(とうもろこし、大麦、小麦、そば)、大本植物について行ない、コンポスト型トイレで生産されるコンポストの有用性を実証することを目的とした。

(c) 要素研究－3 病原性微生物・微量化学物質モニタリングと健康リスク評価

し尿を含む排水を処理系やその再利用系を維持していくためには、管理対象物質のモニタリングと健康リスク管理が必須となる。このリスク管理の対象となるものは、主にし尿に含まれる病原性微生物と医薬品代謝物に代表される有害化学物質である。また、多種類の化学物質を迅速に評価するための動物実験に代わる方法として、哺乳動物細胞培養系を用いたバイオアッセイをとりあげ、微量化学物質の総合評価も必要となる。このリスク評価に関する研究を進めるために(c-1)病

原リスク(大瀧:お茶の水女子大学), (c-2)微量化学物質モニタリング(伊藤:いであ株式会社 環境創造研究所), (c-3)生物影響評価(磯田, 筑波大学)の3つの研究グループを組織した。

(c-1) バイオトイレにおける病原リスク評価(大瀧 雅寛, お茶の水女子大学)

尿尿処理の目的は、水環境への負荷低減対策という意味もあるが、そもそもは公衆衛生の確保であり、言い換えれば病原因の生活環境からの速やかな排除もしくは減少させることにあった。その視点に立ってみれば、コンポスト型トイレを導入するにあたって病原微生物の挙動を把握し、その影響を定量的に評価することは重要なことであり、またその評価結果を受けて、どの様にして公衆衛生的な管理を行っていくかを提言していくことも併せて重要であると考えられる。

以上のような理由から、本研究グループの研究目的としては、おが屑使用コンポスト型トイレにおける病原リスク評価と、病原リスクの適正な管理手法の確立を目指した。

(c-2)微量化学物質のモニタリング技術の開発 (伊藤 光明, いであ株式会社)

有害化学物質、特に、人間の尿中に存在する医薬品等の代謝産物には分子量が小さくかつ親水性であるものが多く、前処理法を含めた測定法そのものの開発が必要となる。測定法を開発したのち、処理系における挙動やコンポストとして利用した場合の化学物質の農地における消長を実測し、微量化学物質の輸送・質変換モデルを開発する。

(c-3) バイオトイレおよび生活排水の適正な処理性能評価のための生物影響評価とそのモニタリング法の構築(磯田 博子, 筑波大学)

本研究では、バイオトイレや生活排水の処理プロセスにおける生物影響を調べるため、ゲノム工学的手法や分子生物学的手法を導入することにより、検出困難な低濃度の汚染物質の持続的な暴露による細胞内情報伝達系や生体恒常性のかく乱性の評価を行い、分子レベル、分子細胞レベルで可視化できる高感度かつ多角的な安全性評価モニタリング法を構築することを目的とした。

(d)要素研究—4 新システムの流域水・物質循環に対する寄与の評価

新しいサニテーション技術の導入について、・水需要構造の変化と流域水循環に与える影響、・受水域の水環境における影響、・排水管理システムへの負荷量の変化とそれに伴う環境影響の変化、・廃棄物管理システムへの負荷量の変化とそれに伴う環境影響の変化、・物質循環の観点からの持続可能性、・サニテーション技術そのもののライフサイクルにわたる環境影響を評価する方法を開発することを目的に、GIS上のデータベースと各種モデルを用いたシナリオ分析を行った。

本研究では以下の二つのグループを組織して実施した:(d-1)流域グループ1(東京大学, アジア工科大学, 清華大学)による、LCA, QMRA手法を用いたDALYsを指標とした検討、(d-2)流域グループ2(国土技術政策研究所)による、国内流域を対象とした環境負荷解析。

(d-1)流域グループ1 (荒巻 俊也, 東京大学)

環境面で持続可能なインフラ整備を行う上で、インフラ整備に伴って起こりうるさまざまな環境影響あるいは環境改善を想定し、それらを定量的に評価、比較することが重要であると言える。とりわけ、本プロジェクトで対象としている分散型のドライサニテーションを、従来型下水道による集約型の処理や浄化槽による分散型処理と比較する場合、受水域の水環境や生活環境への影響以外に、エネルギーや資材消費による副次的な環境影響、残渣(汚泥)の回収、処理や有効利用に伴う環境改善あるいは環境負荷、節水による副次的な影響なども環境影響として考慮する必要がある。ここでは、このような環境負荷、影響を同時に考慮する方法論を開発する。

(d-2)流域グループ2(国土技術政策総合研究所)

水環境や生活環境の改善は、多くの人の願いであり、その願いに応えるため、下水道をはじめとする各排水処理施設の整備が進められている。しかし、全ての人が下水道を利用できるまでには長い期間がかかる一方で、早い時期に下水道が整備された地域では下水管渠の老朽化への対策が課題となっている。浄化槽についても、し尿のみを処理する単独処理浄化槽の設置数が未だに多く、未処理のまま放流されている生活雑排水が問題となっている。生活雑排水とし尿と一緒に処理できる合併処理浄化槽も、窒素やリンの除去率が低いという問題点がある。また、下水道や浄化槽の設置によりトイレが水洗化され、水消費量が増加することになる。

こうした問題に対し、バイオトイレがどの程度の効果を持つか把握するため、下水道など他の処理システムとの比較からバイオトイレが持つ負荷量削減効果を霞ヶ浦へ流入する負荷量や霞ヶ浦

の水質がどのように変化するかについて、シミュレーションモデルを用いた検討を行う。

(e) アドホックグループ研究－1 国内実施設による実証研究(北海道大学, お茶の水女子大学, 国立環境研究所, NPO 法人小貝川 21, ダム水源地環境整備センター, 沖縄高等工業専門学校)

分離・分散型処理システムを設置した実証施設を建設し, 要素研究で得られた知見を総合的にシステムとして実証する。実証施設には, 水を用いないコンポスト型トイレと雑排水処理ユニットを設置し, その性能を負荷変動への対応性, 維持管理の容易さ等の観点から評価する。また, 日本における導入戦略を考察することも目的とした。

また, 分離分散型処理システムが公共施設に設置されたり, コミュニティー単位で利用される場合を想定し, システムの維持管理を NPO 組織のようなグループで実施する場合の維持管理性, 問題点を実証的に検討する。このために, トイレシステムを水洗トイレなどの恒久的構造物を建設できない河川敷公園などに設置し, 実際に NPO 組織の協力を得て管理し, このような管理に対応するバイオトイレの構造, 維持管理手法などを実フィールドにおける実験で検証することも目的とした。

(f) アドホックグループ研究－2 海外における実証実験(東京工業大学, 南京大学, 東北師範大学, 西安建築科技大学, インドネシア科学技術院)

アジア諸国の水問題は①水資源問題, ②水害, ③衛生問題, ④水汚染と多岐にわたり, これらすべてにトイレのようなサニテーションシステムが関連している。そして, この問題へのアプローチは流域ベースで多くの社会問題とリンクさせた形で実証的・具体的に研究していく必要がある。本研究では次の目標を設定する:

- 社会現況調査により, 新しいサニテーションシステムの有効性を明確にすることを第一の課題とする。現況調査では水文・水資源条件, 水道・下水道・ごみ処理事業条件, 水質汚染, 水害対策ならびに農地条件を物理的, 経済的, 社会科学的観点から検討する。
- また, 現地に適用するための簡易な実験により, 生ごみ一括処理の現実的可能性とコストを下げるための方策の検討を行なう。トイレに用いるマトリックスを現地で入手可能な資材への変更の可能性と電気を極力使用しないシステムの開発を検討する。
- 現地試験: システムを設置し, 利用者へのインタビューにより対象社会での受け入れ可能性を検討する。また, コンポストを用いた現地における作物育成実験を行なう。

(5) 研究実施過程で生まれた目標: 「集めない」, 「混ぜない」排水処理システム——地域特性に応じたその形

(a) 国内実証実験からのフィードバック

国内の実証実験における検討により, コンポスト型トイレはオガクズ担体中でし尿を合わせて処理する方式を取ってきたことにより, シンプルかつ衛生的なし尿処理が可能であった半面, 次の二点について改良することが必要であると認識された。すなわち, 1) 水分蒸発(担体の好気性維持)に要する電力消費量が多すぎる点, 2) 窒素の損失(アンモニアガスの揮発)の低減である。

加えて, 実証実験過程において, 地域コミュニティに根ざしたサニテーションシステム構築の必要性を痛感し, サニテーションシステムの経済的な側面, 地域の自然と文化を踏まえた社会モデル, コミュニティと連携した「人と自然の良い循環」を目的とした, 複数の主体(自治体, 生活者, イノベーター, 大学と研究機関)がビジョンを共有して, 新しいシステムを構築していく方法の必要性が明らかとなった。

(b) インドネシア, 中国における実証研究からのフィードバック

インドネシア, 中国における実証研究から, (1)低価格のトイレが必要であること, (2)電力消費を極力抑えた, ランニングコストの小さいトイレが必要であること, が示された。また, (3)アンケート結果から, 社会的効果や環境改善効果を示すだけでは直接普及にはつながらないこと, (4)中国でのコンポスト型トイレ導入の対象としては, 水洗化が期待できない農村部や都市部の家庭用以外のトイレ(職場, 学校など個人の意思以外に組織の方針が関係する場所。組織として環境負荷低減に寄与することがインセンティブとなる場)を想定されること, (5)インドネシアでは都市部のスラムを中心に普及することが想定されること, の 5 点が示された。

(c)新たに設定した技術的な目標

コンポスト型トイレにおいて、ランニングコストの大部分は水分蒸発に用いられる電気エネルギーであり、かつ、問題の原因となっている水分の大半が尿由来でありことから、尿と糞便を分離することを構想した。すなわち、糞便のみをコンポスト化するトイレの設計手法の確立である。

また、分離、回収された尿については、(a)現場で栄養塩を回収、医薬品等の微量汚染物質を処理する、(b)尿を貯蔵(濃縮)し、定期的な収集により尿処理施設へ輸送する、(c)尿を希釈して、直接畑に施肥する、の3つの尿の扱い方法を想定した。

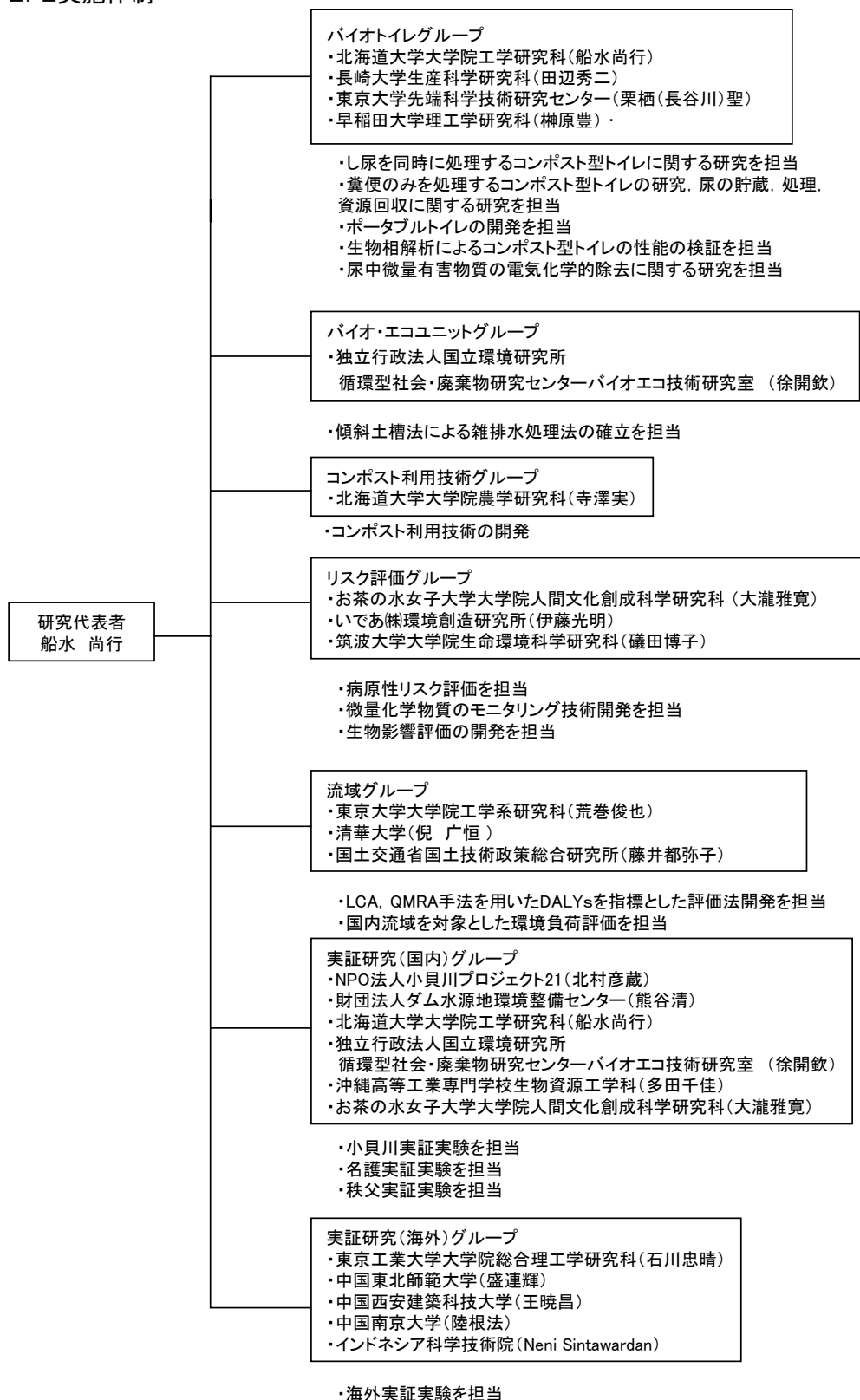
このような糞便と尿を分離／処理／資源回収するための、要素技術開発、すなわち、糞便のコンポスト化技術、尿の貯蔵、濃縮、資源回収、処理技術の開発を目標に加えた。

(d)地域特性に応じた「集めない」、「混ぜない」排水処理システム

「集めない」、「混ぜない」排水処理システムといっても、多様な形式になる可能性があることから、具体的なイメージを明確にするため、導入する地域と時間スケール、必要な技術の目標を次のように定めた：

- (1) インドネシアのスラム、現在(現在の海外実証実験場所)
 - 糞便のみをコンポスト化。→電気を使わない低価格のトイレの開発。
 - 尿は回収後、資源化。尿の回収のための現在の廃棄物回収システムの利用法の確立
 - 雑排水は処理せず、放流。
- (2) 日本の里山、現在(現在の国内実証実験場所)
 - 糞便のみをコンポスト化。→ヒューマンインターフェースの良い省エネルギー型コンポストトイレの開発。
 - 尿からリン資源の回収、微量汚染物質の処理→尿の処理システムの開発。
 - 雑排水を処理→土壌を用いた処理、膜分離活性汚泥法の適用法の確立。
 - 家庭用に加え、小規模の事業場を対象としたシステムの開発も必要。
- (3) 少し遠い将来の形
 - すべての排水を発生源で処理、資源回収を行う。→排水を出さない住宅機器の開発。

2. 2実施体制



3 研究実施内容及び成果

3.1 新しいサニテーションシステム概念の構築と普及に関する活動

(1) 本活動のねらい

新しいサニテーションシステムの必要性について議論し、本研究でとりあげている「集めない」、「混ぜない」をキーワードとする多様なシステム構成の可能性について検討する。また、新しいシステムの考え方を広く普及し、かつ多様な考え方を持つ研究者・行政担当者・企業・住民との対話・討論により、新しい概念を一層深化させる。

(2) 本活動の実施内容

訳本「分散型サニテーションと資源循環 概念、システムそして実践」を技報堂出版より出版した。また、下記の会議において講演を行った：

- **UN Department of Economic and Social Affairs.** Water Supply, Sanitation and Health: Public Health Aspects, Commission on Sustainable Development, 12th Session. Title: Bio-toilet: A key technology for sustainable sanitation, April 27th, 2004, New York, U.S.A.
- **IWA Conference Xi'an 2005, Future of Urban Wastewater Systems – Decentralization and Reuse.** Title: Development of sustainable sanitation system and its implementation to Asian countries – an interdisciplinary research project, Keynote Lecture, May 18th-20th, 2005, Xi'an, China
- **National Environmental Engineering Seminar, Indonesia.** Title: Sustainable Sanitation: emerging issue around the world. Invited Special Lecture, August 1st, 2005, Bandung Indonesia
- **East South Asian Water Forum.** Title: Developing Sustainable Sanitation System based on the concept: “don’t collect” and “don’t mix” wastewater, Keynote lecture. on September 1st, 2005, Bali, Indonesia
- **Environmental technology and management conference 2006.** Title: The recent development of biological process for decentralized wastewater treatment system, Plenary lecture, September 2006, Bandung Indonesia
- **6th Conference of the Asian Council of Science** Title: Development of sustainable sanitation system: how can we contribute to achieving MDGs, May, 2006, New Delhi, India
- **International East Asia Regional Workshop of International Academy Panel (IAP) on the water security to climate change and human activity** Title: Development of Sustainable sanitation system and its implementation to Asian Countries: Interdisciplinary research project, June 12-15, 2006, Beijing, China
- **7th Conference of the Asian Council of Science.** Title: Development of Sustainable Sanitation System and Its Implementation to Asian Countries, June 15th, 2007, Okinawa, Japan
- **第7回水資源に関するシンポジウム** 題名: 持続可能なサニテーションシステムと水循環系, 8月3日, 4日 2007, 東京
- **3rd South east Asian Water Forum** Title: Development of Sustainable Sanitation System and Its Implementation to Asian Countries, October. 21th-27th, 2007, Kuala Lumpur, Malaysia
- **2nd International Congress on Wastewater Treatment in small communities, SmallWat07** Title: Current Status and Research Activities of Wastewater Technologies for Small Communities in JAPAN, November 11th-15th, 2007, Seville, Spain
- **The 2nd International Forum of Water Environment Partnership in Asia** Title: Development of Sustainable Sanitation System: How can we contribute to MDGs?, December 3th-4th, 2007, Beppu Japan

3. 2 要素研究: バイオトイレグループ: グループリーダー: 船水 尚行(北海道大学工学研究科)

排水分離分散型処理システムの中核となるコンポスト型トイレについて, (3. 2. 1) し尿の分解過程の反応工学的解析に基づく合理的設計法の開発(船水: 北海道大学)とコンポスト型トイレの小型化を目指した(3. 2. 2) ポータブルトイレの開発(田辺: 長崎大学), および(3. 2. 3) 微生物相解析によるコンポスト型トイレの性能の検証(栗栖(長谷川): 東京大学)を行った. また, 糞便のみをコンポスト化する場合を想定し, (3. 2. 4) 尿中微量有害物質の電気化学的除去に関する研究(榊原: 早稲田大学)も実施した.

3. 2. 1 コンポスト型トイレの合理的設計に関する研究(船水 尚行, 北海道大学)

(1) 研究実施内容及び成果

し尿の分解過程を反応工学的に解析し, コンポスト型トイレの合理的設計方法, 運転管理指針を提案することを目的とした. し尿のコンポスト過程の把握は, (a) 有機物, (b) 窒素・リン等の栄養塩, (c) 病原性微生物, (d) 微量化学物質ならびに(e) 水分といった各種パラメータにより評価する必要がある. また, 糞便と尿を分離するトイレを前提として, 尿の処理技術も検討した. ここでの検討課題は次のように整理される:

- a) コンポスト反応に関わる微生物の分解活性に関する知見
- b) 糞便中有機物の解析方法の開発
- c) コンポスト反応の数学モデルの開発
- d) コンポスト反応の温度影響の把握とモデル化
- e) コンポスト反応に与える含水率の影響の実験的検討
- f) コンポスト反応における窒素の挙動の把握
- g) 病原性微生物の不活化過程の実測とリスク評価
- h) コンポストに残存する有機物特性の評価
- i) 水分の移動速度(乾燥速度)の測定と乾燥工学の知見をもとにしたモデル化
- j) 糞便と尿を同時に処理するコンポスト型トイレの運転管理指針と設計法の確立
- k) 糞便のみを処理するコンポスト型トイレの設計法の確立
- l) コンポスト型トイレの消費エネルギー構造の把握と電力削減の試み
- m) 微量化学物質(ホルモン類と医薬品)のコンポスト過程における分解過程のモデル化
- n) 尿の処理－1: 尿の特性把握
- o) 尿の処理－2: 貯蔵過程における尿変化のモデル化
- p) 尿の処理－3: 電気透析による尿濃縮システムの開発
- q) 尿中医薬品のオゾン酸化処理システムの開発
- r) 尿中医薬品の電解酸化システムの開発
- s) 雑排水処理－1: 膜分離活性汚泥法による高負荷雑排水処理システムの開発
- t) 雑排水処理－2: 洗濯排水の直接ろ過処理法の開発

上記の 20 の研究項目について研究成果の概要を以下に記す.

(a) コンポスト反応に関わる微生物の分解活性に関する知見

コンポスト反応に関与する微生物の反応活性をTS, VS, CODにより評価し, 有機物負荷が反応過程を変化させることはないことを確認した. また, 糞便の質量の約80%は水分であること. コンポスト反応による水以外の物質の減量は約56%可能であること, COD単位でみると減量率は約70%であることが分かった. このことを構成員4名の家族に適用すると, 1年間に約15kgの固形物がコンポストトイレに残留することが分かった.

(b) 糞便中有機物の解析方法の開発

この研究では, 糞便中有機物の反応工学的観点からの分類方法を提案し, 実際に有機物の分類を行った. その結果, 糞便中有機物の約80%が生物分解可能有機物, 20%が極めて安定な有機物であることを確認し, この組成については個人差(摂取する食品差等)が少ないことも確認された. また, 糞便中有機物は生物分解の過程で一度加水分解されることが必要なことも明らかとなった(図3-2-1).

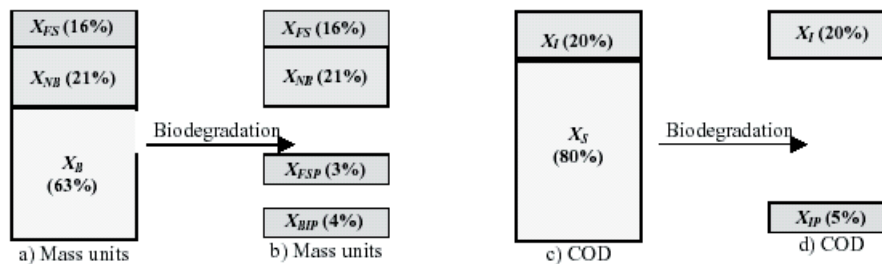


図 3-2-1 糞便中有機物の分類結果

(c)コンポスト反応の数学モデルの開発

この項目では、トイレ中で観察される糞便の好氣的分解過程（コンポスト過程）の数学モデルの開発を行った。この方法は図3-2-2に示すように、有機炭素の分解過程を、(a)糞便中有機物の加水分解、(b)加水分解された有機物を用いた微生物の増殖、(c)微生物の死滅の3つのプロセスによって近似したものである。また、モデル中の化学量論係数、反応速度係数を実験結果を用いて同定した。最後に、糞便の間欠的供給過程における反応速度のシミュレーションと実測結果の比較を行い、モデルの妥当性を検証した。

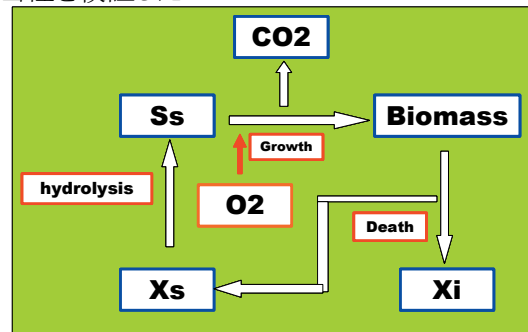


図 3-2-2 コンポスト反応のモデル

(d)コンポスト反応の温度影響の把握とモデル化

この項目では、糞便の好氣的分解反応に与える温度の影響をOUR（酸素消費速度）の実測値と微生物の最大比増殖速度を変化させたシミュレーション結果を比較することによって検討した。検討した温度範囲は20℃～70℃の範囲であり、反応速度定数をmesophilicとthermophilicの範囲をカバーしている。その結果、温度と微生物の最大比増殖速度の関係はアレニウス式により表現可能であることが示された。

(e)コンポスト反応に与える含水率の影響の実験的検討

この研究では、thermophilic範囲の糞便の好氣的分解反応に与える含水率の影響を実験的に検討した。反応への影響の評価はTS、VS、CODの変化、含水率が上昇した場合に嫌気性反応が生じることから、嫌気性反応の指標としての有機酸の測定を実施した。また、同時にOURと二酸化炭素生成速度の時間変化の実測も行った。その結果、含水率65%を境とし、65%以上の領域では反応装置内に嫌氣的な部分が形成され有機酸生成ならびに不快な臭気の発生が生じることを確認した。

すなわち、これまでの検討（有機物負荷、温度影響、含水率影響）から、コンポスト型トイレの運転指針として、有機物負荷が想定される運転条件範囲では問題を生じることではなく、温度と含水率の管理幅を求めることができた。

(f)コンポスト反応における窒素の挙動の把握

窒素の回収率をより正確に評価するために糞便中窒素の生物分解性に関する検討を行った。実験室規模の回分実験の結果から、糞便中窒素はコンポスト化過程において約35%が生物学的に不活化した有機物中に存在すること、残り約65%は主としてアンモニアガスとして失われることが示された。次に、糞便中窒素がコンポスト化過程において無機化されアンモニアが生成し、揮発するまでのプロセスについて数学モデルを用いて記述することを試みた。糞便中窒素の生物分解性の実験結果を用い、液相中のアンモニアの解離、微生物体への再吸収、気相への移行などを新たにモデル化した結果、回分実験におけるアンモニアの挙動をほぼ記述する事ができた。そして、

本コンポスト型トイレを実験室に設置し、実状況に近い稼動(糞便の連続投入)を50日間継続する実験を行い、有機物、窒素について投入量、オガクズ担体中に残存していた量を正確に測定した結果についても、分離糞便由来の有機物、窒素の分解についてほぼ正確にシミュレーションを行うことができた。

(g)病原性微生物の不活化過程の実測とリスク評価

コンポスト反応過程における病原性微生物の不活化過程を大腸菌群数(バクテリアの指標)、バクテリオファージ(ウィルスの指標)数の経時変化を実測することにより検討した。その結果、微生物、ウィルスの不活化過程は一次反応モデルにより表現することが可能であり、反応速度定数に与える温度影響はアレニウスプロットにより整理できることが示された。

この不活化過程のモデルと実際のトイレの温度分布を用いて反応槽中のコンポストを取り替える際の健康リスク評価を実施し、所定のリスクレベルに抑えるために必要な反応温度、時間ならびに攪拌回数の関係を得た(図3-2-3)。

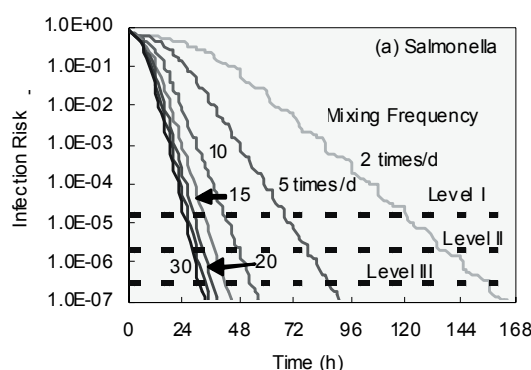


図 3-2-3 健康リスクと温度、攪拌回数・反応時間の関係

(h)コンポストに残存する有機物特性の評価

コンポスト中に残存する有機物の性質を土壌、下水処理水、環境水と比較した。その結果、残存する有機物は土壌中有機物に近い特性を有していることを確認した。また、反応過程における有機物特性経時変化を測定した結果、糞便中有機物の反応は24時間程度で終了するが、その後約10日間かけて有機物特性が変化し、安定化に向かうことが示された。

(i)水分の移動速度(乾燥速度)の測定と乾燥工学の知見をもとにしたモデル化

トイレからの水分蒸発速度推算法を開発するために、実験室スケールのおが屑の乾燥実験と実トイレからの蒸発速度の実測を行った。その結果、単位面積・単位時間あたりの水分乾燥速度は

[単位面積・単位時間あたりの水分乾燥速度]=[乾燥速度係数]×[反応槽温度で決まる飽和蒸気圧]-[供給空気の飽和蒸気圧]

で表現でき、乾燥速度係数の無次元表示であるシャーウッド数は換気量で定まるレイノルズ数と供給空気物性により定まるシュミット数の関数で整理できることが示され、室内実験結果から実装置の水分蒸発フラックスが推定可能となった。また、トイレを設置する地域の気候条件により、供給空気の物性がことなることから地域特性を考慮したトイレの設計が可能となった。

(j)糞便と尿を同時に処理するコンポスト型トイレの運転管理指針と設計法の確立

上記の実験結果、解析結果より図3-2-4に示すようなコンポスト型トイレの運転・管理指針ならびに設計指針を得ることができ、所定の負荷を受け入れるトイレの設計が可能となった。

コンポスト型トイレ反応槽の適切な運転管理範囲は、糞便中有機物の安定化、病原性微生物の安定化の機能を維持するため、反応槽温度・含水率・攪拌回数について下図のような所定の範囲を定めることができた。

特に、反応槽の含水率の管理が重要であり、適切な含水率を維持するためには水分の蒸発速度の維持が重要である。このため、コンポスト型トイレの設計は、この含水率の維持、すなわち、必要な水分蒸発量を得ることが装置設計の基本となる。設計の基礎数値はし尿、特に尿による水分

負荷(使用人数と時間変動を考慮する)とし、この水分負荷を蒸発させるに必要なトイレ反応槽の表面積と必要体積を求める方法を尿の発生パターンと水分の移動速度推算法を用いた計算法を開発した。

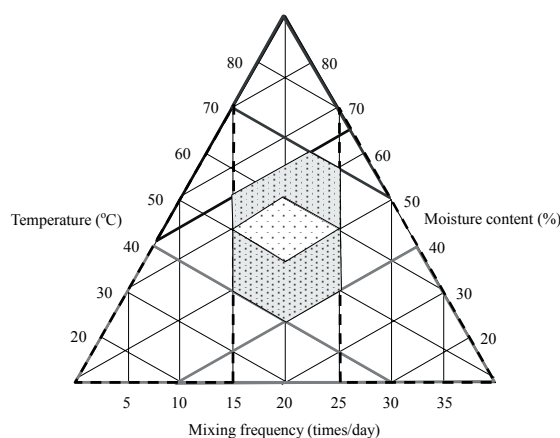


図 3-2-4 コンポスト型トイレの適正運転条件範囲

(k)糞便のみを処理するコンポスト型トイレの設計法の確立

糞便のみをコンポスト化するトイレでは、尿により供給される水分が無いいため、水分蒸発が設計要因とはならない。そこで、設計要因であるコンポスト反応槽の容量とおが屑の交換頻度、すなわち、おが屑あたりどれだけの糞便を処理量することが可能であるかを、おが屑の物理的特性:(a)おが屑の粒径分布形状の変化、(b)保水率、(c)乾燥特性、(d)おが屑の攪拌に関連するおが屑同士の付着力、ならびに、重金属等の蓄積に伴うおが屑の化学的特性を検討した。

その結果、(1)コンポスト化過程において最も変化しやすいおが屑担体の物理特性は付着応力であること、(2)付着応力の増加はT/S比(おが屑あたりの処理糞便量)に依存し、このT/S比が1.5～2付近で付着力が顕著に増加すること、(3)また、この時点で担体の集塊の形成、攪拌時のきしみが確認されること、が判明した。この知見をもとに、図3-2-5に示すように、糞便のみを処理するコンポスト型トイレの装置の材料強度(図中では許容ひずみ)、おが屑の交換頻度、反応槽の容量のおおよその関係を推定することができた。

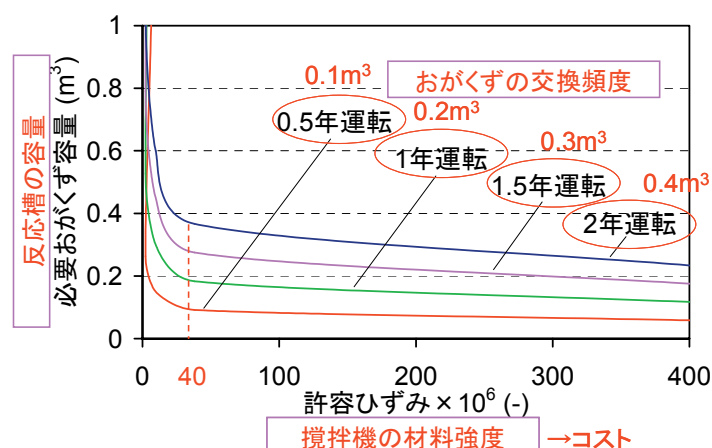


図 3-2-5 必要反応槽容量

(l)コンポスト型トイレの消費エネルギー構造の把握と電力削減の試み

コンポスト型トイレでは、使用されるエネルギーのうち、投入されたし尿中の水分の蒸発に大部分のエネルギーが使用されていることが、実測より明らかとなった。すなわち、コンポストトイレに投入された水分に相当するエネルギーの投入が最低限必要である。また、換気量や設定温度を変化させる運転を行ったが、エネルギー消費構造を大きく変えることはなかった。このため、現在電

気エネルギーの形態で投入しているエネルギー量を削減する方策として、

(1) 尿と糞便を分離し、糞便のみをコンポスト化することにより、投入する水分量を削減する。

(2) 有機性廃棄物を同時に投入し、化学物質の形でエネルギーを投入する。

を考えた。尿と糞便を分離し、糞便のみを処理する場合のトイレの設計法については、(k)糞便のみを処理するコンポスト型トイレの設計法の確立において検討した。この研究項目では、有機性廃棄物をエネルギー源とする方法の有用性を検討することを目的とした。廃有機物の低位発熱量、分解性、生物反応時の発熱量を測定した。また、北海道大学内に設置、運転されているコンポスト型トイレに米ぬかを連続的に投入し、電気エネルギーの削減量を測定した。その結果、(1)有機性廃棄物には米ぬかのような含水率の低いものが好ましい、(2)米ぬかを投入した場合、反応槽の大きさによらず約40%が生物分解により二酸化炭素まで酸化される、(3)米ぬかを毎日900g投入することにより13MJ/日のエネルギーを供給することが可能である、ことが明らかとなった。また、エネルギーの消費構造を米ぬかを用いない場合(図3-2-6の各季節の左側)と米ぬかを用いる場合(図の右側)を比較した。その結果、1日あたり13MJ(図の右側の米ぬかの部分)のエネルギーを米ぬかで代替できることが明らかとなった。

エネルギー構造

13MJ/日(3.6kWh/日)を米ぬかで代替した。

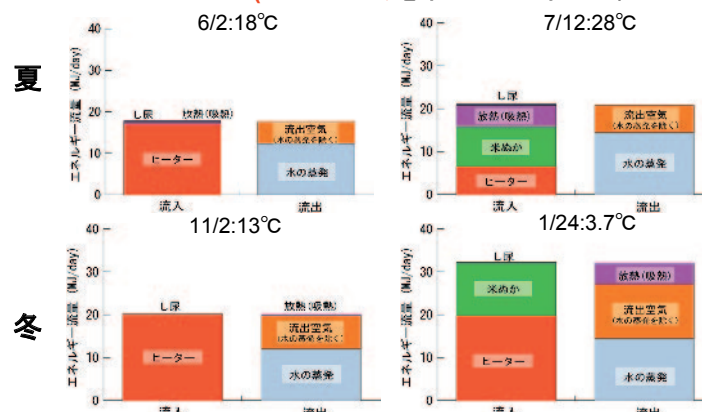


図 3-2-6 コンポストトイレのエネルギー消費構造と米ぬかによりエネルギー供給

(m)微量化学物質(ホルモン類と医薬品)のコンポスト過程における分解過程のモデル化

し尿に含まれる高濃度医薬品の発生源における処理装置としてのコンポスト型トイレの有用性を評価することを目的に、(1)し尿のコンポスト化反応に対する抗生物質の反応阻害効果と抗生物質分解性に関する検討、(2)し尿のコンポスト化反応を用いた抗生物質以外の医薬品の処理性能評価に関する検討を実施した。その結果、(1)コンポスト型トイレ反応槽内に高濃度に蓄積したリン酸、アンモニアなどにより抗生物質を失活させることができる、(2)これはコンポスト型トイレの特徴である、(3)コンポスト型トイレにおける抗生物質以外の医薬品は分解可能であり、反応槽内pHが8~9であるため、塩基性医薬品の分解に有利である、(4)抗生物質やγ線滅菌をしたコンポストを用いた検討の結果より、糞中の細菌はコンポスト化反応を担う細菌とは異なっていること、が明らかとなった。

これらのことから、コンポスト型トイレは、し尿中医薬品の発生源処理装置として有用であること、ならびに、生分解性を有する塩基性医薬品の開発が望まれることが示された。

(n)尿の処理-1:尿の特性把握

尿の性状は健康状態、時間帯、個人間における差が比較的大きいことが指摘されていた。尿貯蔵プロセスを議論するためには新鮮尿の一般的な性状が求められることから、不特定多数(189名)から短時間の間に採取した新鮮尿をして一般的な尿の性状を約60の項目によって示した。

(o)尿の処理-2:貯蔵過程における尿変化のモデル化

尿中窒素は人体から排出される窒素の約8~9割を占めその主成分が尿素であることが知られ

ている。また、尿には分離過程で少量の糞便混入が避けがたいことが報告されている。糞便にはウレアーゼ(尿素加水分解酵素)生成菌の存在が多数報告されているものの、その特性に関する知見は乏しいため糞便汚染を与えた尿貯蔵の回分実験を行った。貯蔵尿中のアンモニア濃度の経時変化から、十分な尿素が残存しているにもかかわらず加水分解が止まる状況が確認された。またそれと平行して行った植種実験(貯過程において種菌として採取したサンプルを随時新鮮尿へ植種)の結果から、アンモニア生成速度(アンモニア生成ポテンシャル)は、貯蔵の過程において増加、減少、定常状態の三つの段階が存在することが示された。また定常状態におけるポテンシャルは糞便汚染が起こった初期のポテンシャルよりも明らかに高いことも示されたため、尿貯蔵過程における加水分解の阻害が示唆された。尿素加水分解の阻害は貯蔵尿からの窒素の回収率と密接な関係にあるため、本研究では貯蔵尿の性状と微生物活性に影響を与えうる因子として、pH、分子状アンモニア濃度、そして塩分濃度の三点に注目した回分的な実験を行った。そして、それぞれの因子において若干の阻害効果が認められたものの、単純な貯蔵過程においてそれらは明確な阻害因子にはなりえないことが示された。ただし、酸の添加によりpHを酸性側(pH4以下)へコントロールすることで、完全な阻害効果が得られることは示され、オンサイトにおける貯蔵尿中の尿素加水分解を阻害するためにはpHのコントロールが求められることが示された。また新鮮尿中有機物は約90日間の室温での貯蔵過程において、その約8割が100Da以下の有機物へ分解される一方で、 $0.45\mu\text{m}$ 以上の有機物も約60%残存することが示された。貯蔵尿の回収後に想定される栄養塩類の回収、微量汚染物質の不活化の工程に膜技術の利用には、前処理工程の必要性が示唆された。

(p)尿の処理—3:電気透析による尿濃縮システムの開発

糞便と尿を分離したシステムにおいて、尿を回収し、肥料要素を回収することが考えられる。この場合、回収コスト、頻度が問題となり、できるだけ体積を減少させることが望まれる。そこで、エネルギー消費の少ない尿の濃縮法として、イオンを移動させて回収する電気透析法の適用の可能性を実験室スケールで検討した。その結果、(1)最大消費電力は0.1W、必要電圧は3.4Vの条件で、4Lの尿を24時間で10倍に濃縮するために必要な膜面積は 400cm^2 と少ないという結果を得、電気透析により尿を濃縮する可能性が確認された。

(q)尿中医薬品のオゾン酸化処理システムの開発

微量汚染物質管理の方策として、尿分離型トイレを用い、分離した尿中の医薬品をオゾン処理により酸化分解できることを約10種類の医薬品について実験的に確認した(図3-2-7)。尿中医薬品のオゾン処理の特徴を検討した結果、(a)医薬品間の競合作用は認められないこと、(b)尿中の不明な物質によりオゾン消費が律速されること(尿素、高濃度のアンモニア、その他のイオン類のオゾン処理への影響は認められない)が明らかとなった。

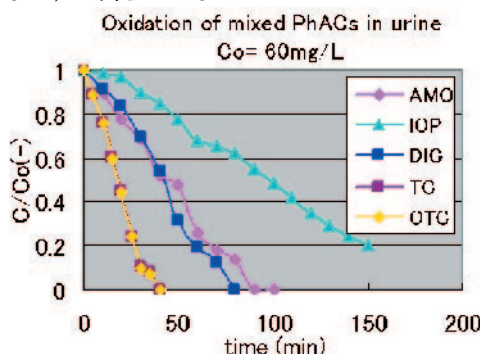


図 3-2-7 オゾンによる尿中医薬品の酸化分解

(r)尿中医薬品の電解酸化システムの開発

分離した尿中の医薬品の処理法として電解酸化法の検討も実施した。電解酸化は水の電気分解の起きないような低い電圧で、Oxidantsを生成せず、電極と直接電子の受け渡しをすることで医薬品を酸化するシステムである。この電解酸化システムを検討した理由は尿の高い電気伝導性を利用し、(1)低電圧運転のため低コスト、(2)装置がコンパクト、(3)運転操作が比較的簡単になるのではないかと考える。そこで、本項目では医薬品のon-siteでの処理に直接電解酸化法を用

いることができるかについて検討することを目的とし、(1)医薬品は電解酸化処理が可能か？、(2)尿中物質の妨害影響はあるのか？について検討した。その結果、次のことが明らかとなった：

- ① ほとんどの酸性医薬品は電解酸化による処理が可能であると推測された。しかし、中性医薬品は電解酸化による処理が困難であると推測された。また、塩基性医薬品については一様な傾向が見られなかった。
- ② 医薬品の電解酸化には溶液内での解離状態が大きく関与している。
- ③ 医薬品の標準酸化還元電位 E^0 は 0.3–0.8 V であった。
- ④ 医薬品の E^0 (0.3–0.8 V) より尿の E^0 (0.2 V) が低いため、尿中の何らかの物質が医薬品の酸化を妨害する恐れがある。その主な物質として尿酸、クエン酸、アスコルビン酸が考えられた。
- ⑤ 尿中医薬品の電解酸化処理を行う上で尿中物質は医薬品の酸化を妨害せず、中性医薬品を除けば、電解による処理の可能性がある。
- ⑥ 電解酸化に用いる電力は非常に少ない。 $1.5 \text{ [V]} \times 4.0 \text{ [mA]} \times 1 \text{ ヶ月} = 4.5 \times 10^{-3} \text{ [kWh]} + \alpha$ 程度と少ない。
- ⑦ 直流電源に太陽電池の使用も可能である。

(s) 雑排水処理－1：膜分離活性汚泥法による高負荷雑排水処理システムの開発

UF膜を用いた膜分離活性汚泥法を台所排水への処理に適用した結果、膜分離に必要な圧力差を 0.5m とし、ポンプのような設備を使用することなく、長期間運転できることが明らかとなった。(UF膜は限外ろ過膜ともいわれ、分子量数万程度の物質を分離できる)。

(t) 雑排水処理－2：洗濯排水の直接ろ過処理法の開発

高負荷雑排水である洗濯排水を処理する場合、有機物量に比べ、リンと窒素の含有量比率が低いため、微生物処理を適用することは難しい。そこで、洗濯排水の特徴として、洗剤成分、すなわち分子量の小さい界面活性剤を含んでいることを考慮して、洗濯排水の NF 膜による直接ろ過処理の可能性を検討することを目的とし、(1)洗濯排水の分子量分布測定による、排水の特性把握と(2)NF 膜による処理性を界面活性剤の除去とフラックスの観点から評価した(NF 膜は従前の逆浸透膜と比較して、低い圧力でろ過ができる分離膜)。

その結果、

- ① 界面活性剤(LAS, AE)はほとんどすべての分子量帯に存在したが、分子量 1000 Da 以下に総量の 40% が存在していた(Da は分子量の単位)。
- ② 処理水中の AE については、魚への影響を与えない濃度までに低下させることが可能であったが、LAS については、更に、土壌処理等の処理が必要であることがわかった。
- ③ 0.3MPa の圧力の条件で、洗濯排水を 1 日で処理するために必要な面積は膜の種類によって異なり、0.15m² から 0.67m² の範囲であった。
- ④ MF 膜と NF 膜を組み合わせることにより、必要膜面積を半分にできること、

が確認された。

3.2.2 ポータブルトイレの開発 (田辺 秀二, 長崎大学)

介護用バイオトイレの小型化を目的とし、1)バイオトイレの小型化に伴うにおいの発生条件と消臭化、2)尿分離型ポータブル型バイオトイレの開発、3)ポータブル型バイオトイレの実証、を目的とした。その結果、

- ① 尿と糞を分離するとアンモニア由来のにおいの発生は抑えられる。特に、低温に保つことでにおいは発生しないことが確認された。このことから、尿分離、尿冷却を装備したバイオトイレの特許申請を行った。
- ② 尿の pH をある値に保つことで、アンモニアへの分解を抑えることができた。また、おがくずを含む場合、高温では尿素分解反応が急速に進行し、においの発生面からはマイナスとなった。
- ③ 市販されている家庭用バイオトイレを小型化し、尿分離タイプ便器に組み込んだ「横型」ポータブルバイオトイレを試作し、試用した。分離した尿は、ベルチェ素子で冷却するため、尿由来のにおいは全く発生しなかった。それに対し、糞はおがくず反応槽で攪拌されるが、攪

拌によって、上部にあがってくるためにおいが常時発生した。また、加熱しているため、水分の蒸発とともにおいが発生した。

- ④ 市販の生ゴミ処理機と同じような構造を有する「縦型」攪拌反応槽を有する尿分離バイオトイレを試作し、試用した。使用当初、若干においはするものの2、3日後から約1週間、においは発生しないことがわかった。尿は、そのつど廃棄しなければならない。加熱装置と排気装置を持たないので、においの発散はない。

3. 2. 3 微生物相解析によるコンポスト型トイレの性能の検証（栗栖（長谷川） 聖，東京大学）

本研究項目では、栗栖（長谷川）がこれまでの研究で用いてきた分子生物学的手法による微生物群集の評価手法を活かして、コンポスト型トイレの性能評価と、機能改善に向けた検討を行った。

具体的には、本プロジェクトにおける秩父・沖縄の二つの実証実験施設槽内の微生物群集構造を行った。これらの現場から一定期間ごとに採取したオガクズ中の細菌群集を PCR-DGGE、T-RFLP 法の組み合わせにより解析した。その結果、秩父と沖縄で優先する種が異なり、設置地域の影響が大きく出ていると考えられた。また、秩父での群集遷移は主に pH の影響が大きいのではないかと推測された。また、主要バンドのシーケンシングによって把握した結果、特に沖縄の試料において、好熱細菌である *Bacillus* 属の優先が見られた。そこで、沖縄のオガクズ試料を分離源とし、高温 (50℃～60℃) の温度環境下で優先する細菌の単離を実施した。その結果、*Bacillus* 属、*Geobacillus* 属といった、好熱性の細菌群に近縁ないくつかの細菌の単離に成功した。一般に好熱性の細菌群は発熱に寄与しうると考えられることから、このような細菌が優占するような運転を行うことにより、投入有機物当たりの発熱効率が上がり、槽内の温度維持のための外部からのエネルギー供給量を減らすことが可能になるものと考えられた。

3. 2. 4 尿中微量有害物質の電気化学的除去に関する研究（榎原 豊，早稲田大学）

(1) 研究実施内容および成果

尿中の女性ホルモン及び抗生物質に対する電気化学処理の可能性並びに処理性能について実験的検討を行った。本研究では、女性ホルモンとして生物に対する攪乱活性が最も高い 17β エストラジオール (E2) および各国の公共水域で広く検出され、ヒト並びに動物用医薬品や動物の成長促進のための飼料添加物等、幅広い分野で使用されているテトラサイクリン (TC) を対象とした。

まず、尿中成分に対する電気化学的測定 (サイクリックボルタンメトリー (CV) 測定並びにディファレンシャルパルスボルタンメトリー (DPV) 測定) を行った結果、E2 および TC は 0.5～0.6V 付近に酸化ピークが確認され、水の電解電位以下で、これら物質の電解酸化反応が進行することがわかった。他の共存有機物の中で唯一、尿酸が酸化反応を示し、0.4V ～ 0.5V の付近に酸化ピーク電流が生じたが、尿素やアンモニアには酸化ピークが測定されなかった。尿素は尿中成分の 97% 程度 (有機物重量当り) を占めることから、限られた成分を選択的に電解酸化処理できることがわかった。電極電位より、酸化反応は尿酸 > E2 > TC の順に進行し易いと考えられた。

次に、電気化学的測定結果に基づいて、Pt 電極とグラッシーカーボン電極を用いて人工尿および生尿の回分処理実験並びに連続処理実験を行った。その結果、電解処理により、尿中の TC 及び E2 を安定して除去することが可能であり、電解エネルギーは供試尿に対して約 1 ～ 50 Wh/m³ であった。また、Pt 電極とグラッシーカーボン電極の電解性能を比較したところ、両者の性能はほぼ等しかった。グラッシーカーボンは市販されており、コスト面からもその実用化が大いに期待される。なお、尿中の尿酸を前処理等で除去すれば処理効率が飛躍的に向上できることもわかった。

尿に対する微量有害物質の処理技術は、栄養塩類と微量有害物質を分離処理する膜処理や沈殿処理、また微量有害物質そのものを分解し除去するオゾン処理等の酸化処理等が検討されている。前者の分離処理における処理中のエネルギー消費量は、電気透析で約 30 kWh/m³、ナノろ過で約 6 kWh/m³ 程度である。一方、促進酸化処理法等による尿に対する微量有害物質の効率的な処理結果はまだ報告されていないが、下废水处理に対して報告されている数値からこれらと同程度か更に大きくなることが予想される。本研究のエネルギー消費量は、これらに比べて数桁程度以上小さかった。これは電極表面で直接電解反応が進行すること、尿中の主要成分である尿素

には無関係に TC, E2, および尿酸が選択的に処理されることによると考えられた。

(1) 研究成果の今後期待される効果

尿中微量有害物質の電解酸化法は、エネルギー効率および反応選択性の観点から、既往の酸化処理法(オゾン処理法、電気透析法、ナノろ過法、促進酸化法等)と比べて優れた特徴を有している。特に、尿中の大半の成分はそのまま、有害物質および尿酸のみを除去する特徴はし尿を循環利用する観点から望ましい。

また、電解処理法の主操作は印加電圧あるいは電流値の設定・制御にあり、他の処理法に比べて極めて簡単である。負荷変動等にも容易に対応可能と考えられ、地域分散型あるいは個別制御型のし尿等の循環システムに合致している。

本研究では粒状の Pt 電極およびグラッシーカーボン電極を用いたが、最近ではボロン・ドーピングダイヤモンド電極など、より酸化能力の高い高機能電極が開発されている。このような高機能電極を用いれば電解処理性能は更に向上すると考えられる。これらより、電解酸化法は従来の酸化処理技術と大きく異なる特徴を有し、し尿処理に限らず、循環型社会における新規の水処理技術あるいは排水処理・再生技術として今後大きく発展する可能性がある。

3. 3 要素研究: バイオ・エコユニットグループ: グループリーダー 徐 開欽(国立環境研究所)

(1) 研究実施内容および成果

本研究グループでは、持続可能性の高い新しいサニテーションシステムの開発とそれによる富栄養化対策、流域対策のためのアジア諸国で適用性の高い分散型システムとしてのエコエンジニアリングによる生活排水処理システムを確立し、バイオトイレと組み合わせた生活系排水処理の実証試験を行うとともに、システム導入効果を評価し、普及・展開に繋げることを目的として研究を推進した。また、エコエンジニアリングシステムの導入効果を適正に評価する上で、閉鎖水域への窒素、リン負荷削減の効果を有毒アオコの観点を踏まえ、その発生やアオコ産生毒素マイクロキスチン分析の簡易化、水域内での有毒アオコやマイクロキスチンの動態、さらに、各種処理システムの導入による有毒アオコ発生リスクの低減化効果等についての解析・評価についても検討を行い、汎用性の高い効果的な低コストのサニテーションシステムの構築を目指して研究を推進してきた。

エコエンジニアリングを活用したし尿・雑排水の処理としては、アジア地域に適用可能な複数の分散型排水処理システムについて検討を行った上で、特に、エコエンジニアリングとしての傾斜土槽法を「混ぜない(排水分離)」、「集めない(分散型)」を前提とした生活雑排水の最適処理手法の一つと位置づけ、実証試験現場である埼玉県秩父市の一般家庭(対象家庭の人員は2名)において実証試験を行うと同時に、バイオエコエンジニアリング研究施設内に設置されたモデル傾斜土槽システムを用いた検討を実施してきた(図3-3-1)。

傾斜土槽法は、底に傾斜がついた薄い箱型の容器に土壌等の浄化担体を充填し、排水を土壌内に浸透流下させて浄化する水質浄化装置である(図3-3-2)。土壌微生物の機能を効率的に活用するため、土壌は 10cm 程度に薄層化して充填する。傾斜板の底には、総窒素除去、滞留時間の確保、および偏流(水みち)防止のために、高さ 2cm の遮水板を設けている。土壌の充填量が同じであっても遮水板の高さを変えることによって土壌の湿潤・乾燥、好気・嫌気の度合いを調節することができる。また、傾斜土槽は薄い容器でできており、排水がジグザグに流れるように、この傾斜土槽を交互に 3 段から 5 段程度に積み重ねて多段式に利用することができるため、他の生態工学技法と比べて広い面積を必要とせず、コンパクトな浄化装置としてシステム化することができ、コストやメンテナンスを最小限に抑えることが可能となる。すなわち、汚濁物質の酸化分解にばっ気(電力)が不要であり、ランニングコストが安価で、かつ、簡易・コンパクトであることから、適正な運転管理技術を確立することにより、途上国においても高度な処理が期待でき、また、排水分離によってし尿の混入がないため、処理水の再利用が容易であるなどの利点を有している。

傾斜土槽に充填された担体はフィルターの効果と有し、充填担体による物理的な過や吸着作用が働くことから、流入負荷量 L は充填担体の物理的な補足作用を受けない L_1 と物理的に補足される L_2 に分けて考えることができる。土槽は薄層であり、生物学的な酸化活性が高く、 L_2 は土槽内で補足された後に生物処理を受けることになる。従って、 L_1 の除去性能は一般の活性汚泥法等における滞留時間 T と同様に T_1 によって大きく左右されるが、充填担体に捕捉された L_2 は滞留時間 T_1

の制約を受けずに浄化されることとなる。 L_2 の浄化に係る時間を T_2 とすると、 T_2 の因子は土壤微生物の活性であり、その活性を最大限に引き出すための運転操作条件・維持管理技術の確立が重要な位置づけにあるといえる。

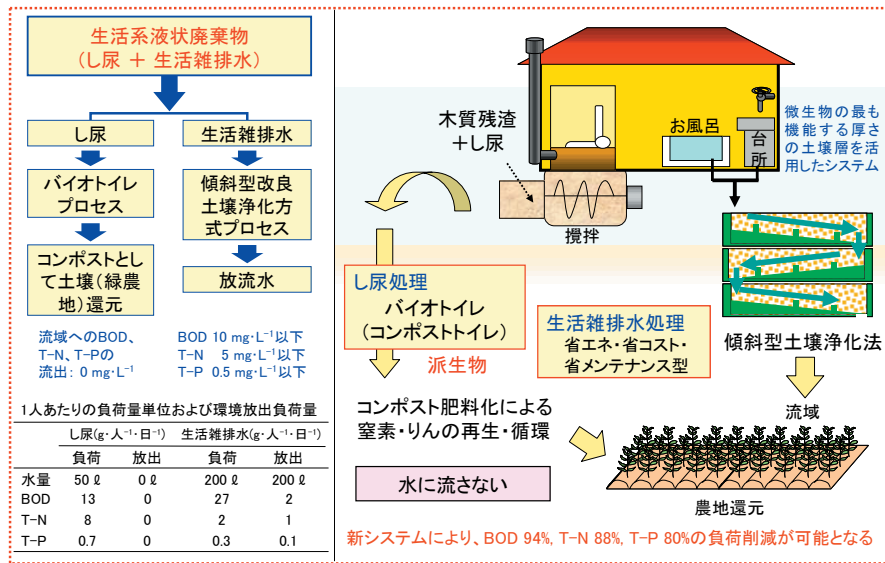


図 3-3-1 アジア地域で適用可能な分散型し尿・生活雑排水の液状廃棄物処理システム技術の開発

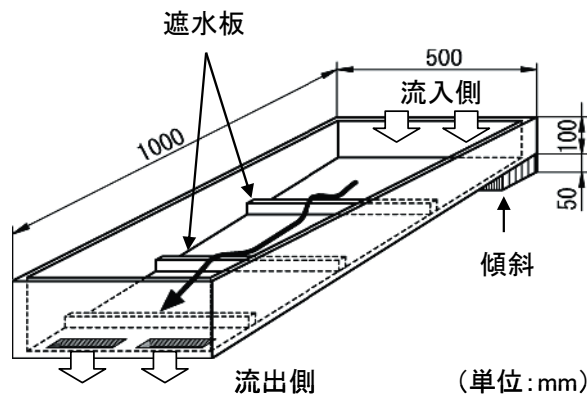


図 3-3-2 傾斜土槽の模式図

(2) モデル傾斜土槽システムにおけるパラメーター試験

現場実証試験の結果を踏まえつつ、傾斜土槽法の処理性能の安定化および窒素等の除去性能の向上を図る上での最適条件を明らかにすることを目的として、室内実験系において、生活雑排水の流入パターンと処理性能および土槽内の微小動物特性等の関係について検討を行った。

試験装置としては、高さ15cm、奥行き100cm、幅15cmの透明塩ビ容器に鹿沼土を充填し、容器に傾斜(奥行き100cmにたいして高さ5cm:傾斜角 2°)をつけ、鹿沼土を高さ12cmとなるように充填し、4段に重ねたものをモデル傾斜土槽システムとした(図3-3-3)。モデル傾斜土槽システムは 20°C の恒温室に設置した。

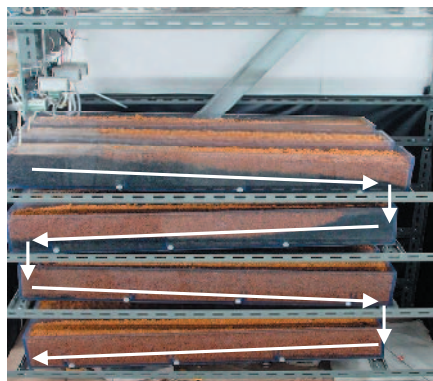


図 3-3-3 モデル傾斜土槽システム

試験に用いた模擬生活雑排水は、標準生ごみ、洗剤、ペプトン等を混合し、 $\text{BOD } 140 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$, $\text{SS } 90 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$, $\text{T-N } 10 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$, $\text{T-P } 2 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$, $\text{ABS } 7 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ に調製した。実験条件を表3-3-1に示す。原水の流入条件は、連続流入系としては、3分半ごとに100mL流入させ、間欠流入系としては、7時間停止1時間流入(3分半ごとに800mL流入)させ、流入量は全ての系において $43.2\text{L}\cdot\text{day}^{-1}$ 、面積負荷量で $72\text{L}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{day}^{-1}$ とした。Run1 および Run2 では、連続流入系とし、Run3 では8時間に1時間のみ流入する間欠流入系と設定した。また、実際の傾斜土槽装置において発生するミミズをRun2, Run3 に投入した。

表3-3-1のような実験条件のもと、約10ヶ月の試験運転の結果、 BOD , COD_{Mn} , SS , T-P に関しては、連続流入系と間欠流入系どちらにおいても除去率約80~90%と良好であることがわかった。各段からの流出水の窒素形態をみると、連続流入系においては、3段目までは $\text{NH}_4\text{-N}$ が残り、4段目から $\text{NO}_x\text{-N}$ の増加が見られ、硝化反応の進行が確認された。一方、間欠流入系においては、1段目から $\text{NO}_x\text{-N}$ の増加が見られ、硝化反応がほぼ完了していることが確認された。

間欠系においては流入停止時間があり、酸化反応が十分に進行すること、原水が一度に流入するため、システム全体へ拡散しやすいことなどによる反応効率の向上により、処理性能が向上したと考えられた。さらに、維持管理性から見ても、間欠系では目詰まりによる運転トラブルや流出管の生物膜の肥大化等は見られず、運転および除去性能の安定性が明かとなった。一方、ミミズ投入効果として、ミミズの移動による土槽深部における酸素移動効果を期待していたが、生息密度との関係もあるが、本条件では処理水質には有意な効果は認められず、今回は室内試験であったことも踏まえ、評価方法も含めたさらなる検討が必要であると考えられた。このようなことから、流入操作条件の設定を最適化することで重要なパラメーターである土槽深部における酸素との接触効率に変化し、窒素除去プロセスの効率化およびシステムの高度・安定化が可能であることが示唆された。また、ステップ流入方式への変換により、傾斜土槽システムにおける後段の脱窒反応に必要な有機物の供給や流入雑排水を傾斜土槽1段目のみではなく、2段目、3段目にも直接流入させることにより処理性能の更なる効率化、安定化、持続性の向上等が期待できると考えられる。

表 3-3-1 モデル傾斜土槽の実験条件

Run	流入方式	ミミズ
1	連続流入	-
2	連続流入	100個体/段
3	間欠流入 (8時間に1時間のみ流入)	100個体/段

(3)まとめ

これらの検討結果から、持続可能性の高い分散型の新しいサニテーションシステムにおける生活雑排水処理システムとして、傾斜土槽法が有効であることがわかった。現在、我が国においては、

し尿処理に対して単独処理浄化槽が設置されているが、単独処理浄化槽においては、窒素・リンの除去がなされていない。一方、傾斜土槽法においては、リンは土壌による吸着により除去可能であり、生活雑排水の BOD/N 比が高く、BOD/N 比が低い単独処理浄化槽処理水を混合した場合においても十分な窒素除去性能が得られると考えられる。以上のことから、単独処理浄化槽処理水および生活雑排水を処理する変則合併処理技術への適応が可能と考えられる。さらに、厨房排水や食品工場排水等の有機性排水への応用も重要な位置づけにある。

今後の展開としては、省コスト、高効率な排水処理システムとしての傾斜土槽法を途上国への普及を推進する上では、地域特性に応じた処理システムの構築が重要となる。これまでの調査においても、中国等のアジア地域においては、排水濃度が日本のものとは異なるケースも示唆されており、特に、気候、BOD・窒素・リンの濃度および比率、傾斜土槽に充填する担体の材料の選定等については十分に考慮し、対象とする地域の実情に併せたカスタマイズが重要な位置づけにある。このように、本研究ではエコエンジニアリングとしての傾斜土槽法を用いた生活雑排水処理システムの確立を図り、バイオトイレとの組み合わせによる新しいサニテーションシステムの基盤を構築するという大きな成果が得られた。今後、本システムの更なる低コスト化、アジア地域の地域特性に応じた技術適応・普及を推進・展開することにより、国際的に極めて大きな波及効果が期待できる。

3. 4 要素研究:コンポスト利用技術グループ:グループリーダー 寺澤 実(北海道大学農学研究科)

(1) 研究実施内容および成果

(a)コンポストの成型(A): 熱圧縮機により加圧成型を試みた。

成果: 接着剤なしにボードを作製することが出来た。リンの多いコンポストからのボードは、燃えにくいことが分かった。

(b)コンポストの成型(B): 接着剤を使用し、ポーラスボードの成型を試みた。

成果: イソシアネート系接着材を用いて加圧を軽減しつつポーラスボードの成型に成功した。

(c)コンポストの有機肥料としての適性:

成果: 使用後のマトリックスは、野菜の発芽試験において障害を示さず、肥料としての使用に支障がないことが判明した。

(d)コンポスト中のフミン質の蓄積挙動:

成果: 稼働に伴い、マトリックス中に微細粒子としてフミン質の蓄積が見られた。フミン質の増加によって保水性が高まり、好気性条件が保てなくなる事で、マトリックスの交換が必要になることが判明した。

(e)ウリアーゼの検出法の検討: トイレからの悪臭の主成分はアンモニアであり、その生成は酵素ウリアーゼによるとされている。尿尿混合物からのウリアーゼの直接的検出報告はない。

成果: 酵素ウリアーゼをアクリルアミドゲル上で検出できる限界は、純粋なウリアーゼタンパク質が 400ng 以上必要であることが判明した。

(f)バイオトイレからの水およびアンモニア回収のための基礎実験: オガ屑の存在する系で尿素とウリアーゼとを反応させ、アンモニアを生成させた。蒸発する水とアンモニアとを回収する装置を設計し、水分の回収挙動、アンモニアの回収挙動を検討した。

成果: 0℃付近で冷却した回収水中のアンモニア濃度はそれほど高くないこと、最終的にリン酸水溶液か硫酸水溶液でトラップすることでアンモニアの回収が完全になされることが判明した。

(2) 研究成果の今後期待される効果

- ① バイオトイレでの使用後のオガ屑は、圧縮成型することで、ボード、ペレット、植林用ポットなどを製造することが出来る事を明らかにした。使用後のオガ屑の利用法について問題が既決の見通しがついた。
- ② オガ屑をマトリックスとして用いたドライトイレが、なぜ臭わないのか、オガ屑の能力の限界、フミン質の蓄積による交換時期の判定、ウリアーゼの検出・触媒能の阻害、などについての知見がバイオトイレの利用、普及上の問題解決に役に立つものと思われる。
- ③ バイオトイレからの水分の回収についての知見が、今後、水資源に恵まれない地域でのバ

イオトイレの普及に役に立つものと思われる。バイオトイレからのアンモニアの回収は、大気汚染防止、地球温暖化防止、窒素肥料の回収などで、人類の生存に役立つものと思われる。

3. 5 要素研究:リスク評価グループ:グループリーダー:大瀧 雅寛(お茶の水女子大学)

し尿を含む排水を処理系やその再利用系を維持していくためには、管理対象物質のモニタリングと健康リスク管理が必須となる。このリスク管理の対象となるものは、主にし尿に含まれる病原性微生物と医薬品代謝物に代表される有害化学物質である。また、多種類の化学物質を迅速に評価するための動物実験に代わる方法として、哺乳動物細胞培養系を用いたバイオアッセイをとりあげ、微量化学物質の総合評価も行なう。

このリスク評価に関する研究を進めるために(3. 5. 1)病原リスク(大瀧:お茶の水女子大学)、(3. 5. 2)微量化学物質モニタリング(伊藤:いであ株式会社 環境創造研究所)、(3. 5. 3)生物影響評価(磯田、筑波大学)の3つのサブグループによる研究を進めた。

3. 5. 1 バイオトイレにおける病原リスク評価(大瀧 雅寛(お茶の水女子大学))

(1)研究実施内容および成果

本研究プロジェクトでは尿尿処理をおが屑を用いたコンポスト型トイレで行うことを想定している。尿尿処理の目的は、水環境への負荷低減対策という意味もあるが、そもそもは公衆衛生の確保であり、言い換えれば病原因の生活環境からの速やかな排除もしくは減少させることにあった。その視点に立ってみれば、コンポスト型トイレを導入するにあたって病原微生物の挙動を把握し、その影響を定量的に評価することは重要なことであり、またその評価結果を受けて、どの様にして公衆衛生的な管理を行っていくかを提言していくことも併せて重要であると考えられる。

以上のような理由から、本研究グループの研究目的は、おが屑使用コンポスト型トイレにおける病原リスク評価と、病原リスクの適正な管理手法の確立を目指すこととした。

本研究グループの研究は、以下の枠組みに分かれて行った。それらは①病原リスク評価方法の確立と実施、②病原微生物のコンポスト型トイレ内での挙動の把握、③病原リスクの管理手法の確立とリスク低減技術の開発、④コンポスト型トイレの社会的影響評価である。以下にその詳細を示す。

(a)病原リスク評価方法の確立と実施

これまで多くの病原リスク評価は水洗式トイレを含んだ下水道を基盤システムとした水循環の中で取り扱われてきているが、コンポスト型トイレは、いわゆる汲み取り式トイレや水洗式トイレとは、システム及び使用方法が大きく異なるために、これまでの病原リスク評価をそのまま適用することは難しい。従って、コンポスト型トイレの使用に特化した病原リスク評価を新たに確立する必要性が生じた。

初年度および次年度においては、従来の病原リスク評価を基礎とした新しい病原リスク評価算定手法の提案と、その算定に必要な種々のパラメータ値(例えば、コンポスト型トイレ内のおが屑がどれだけヒト体内に摂取される可能性があるか、その量はどの位かといった値など)、を文献から引用したり、理論的に推定していく作業を行った。特にパラメータ値の確定は、このリスク評価においては根幹部分を為すため、多量の文献資料からの引用や、必要に応じての変換、さらには実験を行ってパラメータ値を実測して求める作業が必要となった。その作業は3年次まで引き続き行う必要があった。

3年次においては、確立したコンポスト型トイレの病原リスク評価手法を用いて、実際のトイレ使用をシミュレートした際の罹患リスクを算定した。この結果は、(c)の病原リスク管理手法の確立に關しての基礎情報として利用されることになった。

以上の研究は、主にお茶の水女子大学内の研究室および実験室において実施した。リスクシミュレーションやデータベース構築のため、パソコンおよび解析ソフトを購入し研究に役立てた。

(b)病原微生物のコンポスト型トイレ内での挙動の把握

ある病原微生物の罹患者がトイレを利用する場合、糞便中に排出された病原は、水洗トイレの場合は速やかに屋外に排出されるが、コンポスト型トイレにおいては、その場にとどまることになる。従って病原リスクを考える場合、コンポスト型トイレ内において病原微生物がどのような増減を見せるの

か、把握しておく必要がある。本研究においては対象とする微生物を大腸菌に代表される腸管系細菌と、腸管系ウイルスとした。これは取りも直さず病原細菌、病原ウイルスを想定したものである。

初年度においてはコンポスト型トイレにおいて使用されたおが屑から、微生物を抽出して測定する手法に関して検討し、測定方法を確立することができた。

次年度、3年度においては、コンポスト型トイレでは、その使用状況によってトイレ内おが屑の物理的性状(pH, 含水率, 温度など)が大きく変わる可能性があることから、それらの物理的要因が病原微生物の増減にどの様に影響を与えるのかについて、詳しく検討を行った。腸管系細菌として大腸菌とサルモネラ菌を、腸管系ウイルスの代替として大腸菌ファージQ β およびT4を用いて、その挙動を詳細に検討した。その結果、ウイルスと細菌では、その挙動が大きく異なることがわかった。これらの結果は、(a)の病原リスクの算定において、トイレ内での病原微生物の想定減少率として利用された。また3年次においては、コンポスト型トイレにおける微生物の減少がどのようなメカニズムによるものなのかについても検討を行い、塩素などの他の消毒方法に比べて致命的な損傷を与える方法であることがわかった。従って病原に対する安全性を保证するためのデータとできた。この測定のために、落射蛍光顕微鏡やルミネッセンスを購入して、微生物損傷の測定に役立てることができた。

(c)病原リスクの管理手法の確立とリスク低減技術の開発

(a)における病原リスク評価の算定結果および、(b)における病原微生物のコンポスト型トイレ内での挙動特性から、病原リスクに関する安全性を担保するためには、どのようなトイレの管理方法が必要であるのかを提案していく必要がある。また通常の運転において十分な病原微生物の減少が行われなかった場合、どの様にしてその状況を判断すれば良いのか、またどの様にして病原の低減を促進させればよいのか、についての技術開発を行った。

この研究テーマは(a), (b)の結果を受けて始められたため、実質的には3年次目より開始した。まずトイレ内の病原微生物の減少を促進するための技術的な方法として、石灰の投入によるpHコントロールに関して検討し、大腸菌の減少速度を著しく促進させることに成功した。4年次目からは、トイレ内中における病原ウイルスの挙動を把握するための微生物指標の検討を行った。これは病原リスクを考える上では、ウイルスを考慮しなければならないという(a), (b)の結果を反映したもので、従来の大腸菌や大腸菌群ではウイルスの代替指標としては不十分であるということから、実施したものである。5年次には、糞便性連鎖球菌の代替指標としての適合性を、温度や含水率を変化させた様々な条件の下で検討し、その適性を評価することができた。

以上の研究は、主にお茶の水女子大学内の実験室において実施したものであるが、これに加えて、実際に使用するコンポスト型トイレにおける指標微生物の挙動を把握する必要があると考えた。そこで、埼玉県秩父市および沖縄県名護市に設置し、実際に利用されているコンポスト型トイレについてそのおが屑中の微生物濃度測定を継続的にを行い、トイレの運用状況と指標微生物の挙動との相関について検討した。

(d)コンポスト型トイレの社会的影響評価

(a)~(c)はコンポスト型トイレにおける病原リスクに関する事象に焦点を絞って研究を進めたものである。しかしそれらの結果も、このシステムが社会の中にどの程度浸透する可能性があるのかについても考慮しておかないと、真の意味での評価とは言えない。そこで社会への導入の可能性を、コンポスト型トイレのLCAを用いて評価することを試みた。この研究に関しては、4年次~最終年次において実施した。

対象地域として埼玉県秩父市の高篠地区を取りあげた。これは同地区が現時点において下水道が敷設されていない地域であり、今後合併浄化槽か、下水道か、もしくは我々の提案する新システムかいずれかの導入を実際に考えている地域であることから選択した。この地区において、下水道、浄化槽、新システムをそれぞれ導入した場合の、建設時、運用時における費用および使用エネルギー量をLCA分析方法に従って算定し比較し、我が国では一般的になっている下水道もしくは浄化槽システムと、新システムが、どの程度異なっているのか(もしくは同じであるのか)を客観的に評価することを行った。LCAの基礎資料としては、文献引用に加えて秩父市におけるヒアリングも含めて行った。

以上の各研究テーマの相関を図3-5-1にまとめた。特に①と②は相互に情報を交換しながら

遂行した。③に関しては①、②の結果を受けて行った。④に関しては、それ以外の研究テーマの結果と社会への導入可能性を併せて考えることによって、より総合的なコンポスト型トイレの病原評価を行った。

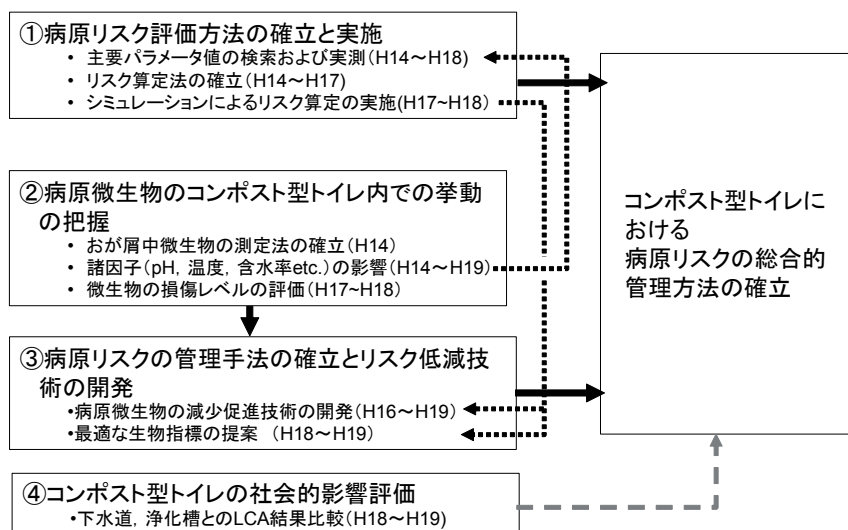


図 3-5-1 病原リスク研究の流れの概要

3. 5. 2 微量化学物質のモニタリング技術の開発（伊藤光明, いであ株式会社 環境創造研究所）

（1）研究実施内容および成果

ヒトから排泄されるし尿には、有機物や栄養塩類等の他に微量化学物質が含まれている。この微量化学物質としては、ヒト生体成分であるホルモン類や合成化学物質である医薬品及びこれらの代謝物等が挙げられ、近年では生理活性物質として注目を浴びている。特に医薬品類においては、年間を通じて大量に製造・使用されているものであり、これらは生体内で作用した後、原体もしくは代謝物として排泄され、下水処理場や浄化槽を経て水環境中に放出される。図3-5-2に平成6年～15年における日本の医薬品生産金額と医薬品輸入金額の推移を示した。これを見ると両者は年々増加している傾向にあり、これに応じて我々の医薬品類の使用量も増加していると考えられるため、大量の医薬品類が環境中に放出されている可能性が高いと推測される。

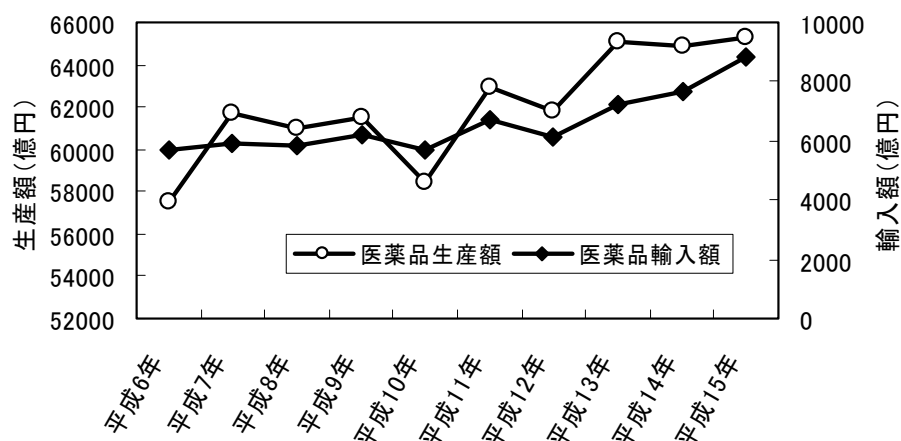


図 3-5-2 過去 10 年間の医薬品生産・輸入額の推移

欧米では下水処理場処理水、病院排水由来の様々な医薬品類が河川、湖水などから検出されていることから、医薬品の製造規制に環境リスク評価を取り組むことが進められている。また、日本においても解熱鎮痛剤や抗てんかん薬、抗生物質などが河川水から検出されており、わが国にお

いても水環境中医薬品汚染は顕在化している。その一例を表3-5-1に示した。これらの報告を受けて近年では環境試料を対象とした分析法の開発及び実態調査が数多く報告されている。また、医薬品は高い生理活性を有することから、これらが水環境中へ放出された場合、水生生物への生態影響が懸念される。

コンポスト型トイレを用いたサニテーションシステムでは、医薬品等生理活性物質を含むコンポストを肥料として農地還元することができるため、これらの水環境中への拡散を防ぐことが可能であり、水環境汚染の改善という点で有効なシステムであると考えられる。しかし、コンポスト中に未分解の医薬品がある場合は、それらが雨水等によって農地から水環境中へ放出される危険性が考えられる。抗菌剤や抗生物質がし尿中に排出された場合は、コンポスト型トイレ内の分解菌発育阻害によるし尿処理能力の低下や薬剤耐性菌の発生などの問題も考えられる。従って、コンポスト型トイレを用いた持続可能なサニテーションシステムを構築する上で、これらのリスクを管理するためには、コンポスト中の医薬品濃度やトイレ内での分解の挙動を把握することは重要であり、コンポスト中に微量に存在する医薬品類をモニタリングするための分析法開発が必須となる。また、水環境試料を対象とした医薬品の分析法については数多く報告されているが、コンポスト等固体試料を対象に分析した報告はほとんどない。

表 3-5-1 日本の河川における医薬品汚染状況

	medical use	conc. (ng/L)	No. of
		min - max	detection
carbamazepine	antiepileptic drugs	1.5 - 50	24/24
Propranolol	Antiarrhythmic drugs	<0.2 - 9.3	20/24
sulfadimethoxine	antibacterial drugs	<0.03 - 16.2	20/24
sulfamethoxazol	antibacterial drugs	<0.2 - 413.2	23/24
Tylosin	antibacterial drugs	<0.01 - 3.2	12/24
Tetracycline	antibiotic drugs	<3.4 - 94.8	1/24
oxytetracycline	antibiotic drugs	<1.5 - 88.8	8/24
chlortetracycline	antibiotic drugs	<7.9 - 13.4	1/24

(a)研究の目的

世界的レベルで水質汚染及びその改善策の構築に関する問題に取り組むことが重要視されている現在、コンポスト型トイレは持続性の高いサニテーションシステムとして注目を浴びており、その導入数も年々増加傾向にある。これに伴い、世界的レベルにおいて、使用後のコンポスト試料及びその使用も増加していき、これらを農地還元する頻度も多くなることが予想される。その場合、コンポスト試料が環境に与える負荷の確認を無視することはできず、このサニテーションシステムを運用する際は、システム上において適切なリスク管理を行い、安全性を把握した上でコンポスト試料を再利用する必要があると考えられる。そのリスク管理の具体的な内容としては、コンポスト型トイレの運用及びコンポスト試料の利用を進めていく上でのし尿の再利用系の維持に必要な病原性微生物(ウィルス, バクテリア, 寄生虫), 微量汚染物質のモニタリング等が挙げられる。

そこで、本研究ではコンポスト型トイレを用いたサニテーションシステムにおける微量化学物質の汚染問題に焦点を当て、ヒトから排泄される頻度が高く且つ近年新たな環境汚染物質として注目を浴びている医薬品類を対象物質とし、コンポスト試料を対象とした医薬品類の微量分析法開発の検討を行った。また、検討の結果より作成した分析法を用いて医薬品類のコンポスト中濃度を測定し、それらの濃度レベルの把握及びコンポスト型トイレの運用時におけるそれらの濃度推移について調査した。

(b)研究実施内容の概略

本研究の実施手順をフローにまとめたものを図3-5-3に示す。

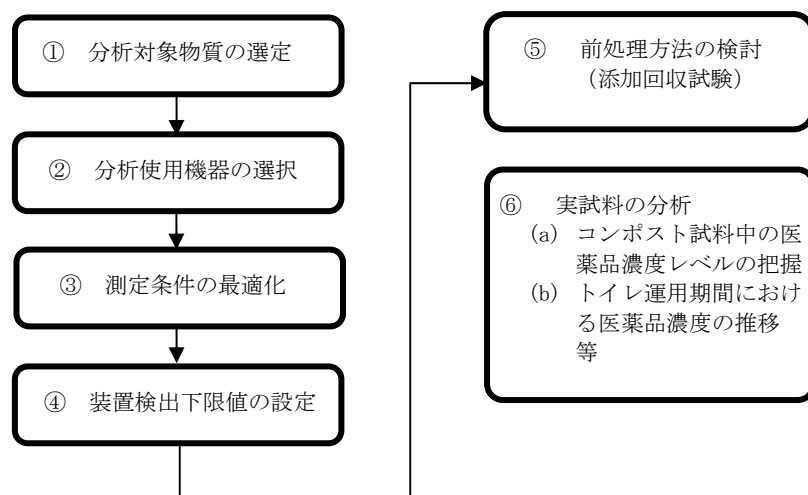


図 3-5-3 本研究の実施手順のフロー

① 分析対象物質の選定

分析対象物質としては、一般的に用いられており且つ生産量が多いと考えられる医薬品やわが国で今まで水環境中で検出されたとの報告がある医薬品を選定した。選定した医薬品は解熱鎮痛剤や抗てんかん薬、抗不整脈薬、抗生物質等計 15 物質とした。

② 分析使用機器の選択

し尿が混入したコンポスト試料には分析を妨害する可能性のあるマトリックス成分が非常に多く含まれており、微量に存在する医薬品類をモニタリングするには高い感度と高い選択性を有する微量分析法の開発が必須となる。本研究の対象物質である医薬品類は難揮発性、熱不安定、高極性の性質を持つものが多い。これらの性質を持つ微量化学物質を精密に測定するためには従来のガスクロマトグラフィー質量分析計(GC/MS)では計測困難な場合が多く、この問題を解決するためには高速液体クロマトグラフィータンデム質量分析計(LC/MS/MS)(図3-5-4)が有効である。本研究においても、LC/MS/MS を用い、環境試料中に微量に存在する生理活性物質を高感度且つ選択的に検出する方法を開発した。



図 3-5-4 LC/MS/MS

③ 測定条件の最適化

前述したように、試料中に含まれるマトリックス成分を前処理過程だけでなく測定過程においても対象物質と分離し、且つ高感度で検出する測定条件を検討することは重要である。LC/MS/MS の測定条件を最適化するためには、①カラムや移動相、グラジエント等の LC 条件の最適化と②対象物質のプリカーサーイオンやプロダクトイオンを決定するためのコーン電圧、コリジョンエネルギー等 MS/MS 条件の最適化が必要となり、本研究では全 15 物質において最適化の検討を行った。

④ 検出下限値の算出

測定条件を最適化し、15 医薬品の一斉分析を行った結果、全化合物の最低標準溶液濃度は 0.05 ～5ng/mL の範囲となり、その濃度レベルでの高感度な検出が可能となった。

この測定条件を用いて、検量線最低濃度の繰り返し測定より装置検出下限値(IDL)を算出した。

得られたIDLを試料濃度に換算したものをIDL試料換算値とし、本研究ではこの値を検出下限値として用いた。その結果、本研究の測定条件では対象物質15種を同時に試料濃度0.013～1.1・g/kgレベルで検出することが可能となり、高感度多成分同時分析法としての有効性が確認された。

⑤ 前処理方法の検討

本研究では、コンポスト試料からの対象物質の抽出方法としてメタノールを用いた振とう・超音波抽出を考案した。また、コンポスト試料からのメタノールによる粗抽出液には対象物質以外に多くのマトリックス成分が存在すると考えられる。そのため、粗抽出液を純水に転溶し、これを固相抽出するというクリーンアップ操作を作成した。さらに、その最終抽出液中においても夾雑物が混在し、目的物質のイオン化を抑制して実際の濃度よりも低い測定値を示す可能性が高かったため、標準添加法によりその影響を補正する定量方法を採用した。

前述の前処理及び定量方法を用いてコンポスト試料を用いた添加回収試験を行った結果、15物質中10物質において、その回収率は76～115%の範囲内と良好な結果が得られ、本分析方法の実試料への適用が確認された。

⑥ 実試料の分析

1) コンポスト試料中の医薬品濃度レベルの把握 ③～⑤の検討結果より作成した分析法を用いて、実際に運行しているコンポスト型トイレのコンポスト試料中医薬品濃度レベルを調査した。その結果、それぞれの医薬品の検出濃度レベルは数～数千・g/kgの範囲内であり、その中でも特に解熱鎮痛剤であるアスピリン、イブプロフェン、ケトプロフェンが高濃度で検出された。この原因の一つとして、市場における使用量の多さが考えられた。さらに、コンポスト型トイレの利用状況によって各医薬品の検出頻度及び濃度も異なることが明らかとなった。

2) トイレ運用期間における医薬品濃度の推移 2箇所の実証実験サイトで運行しているコンポスト型トイレより1ヶ月ごとに1年間コンポスト試料を分取し、それらを分析することによって医薬品の濃度推移を把握することを試みた。まず、コトヒラにおける調査結果では、分析対象物質の中でケトプロフェン及びプロプラノロールが比較的高濃度で検出された。それらの濃度推移は、プロプラノロール(塩基性医薬品)の濃度推移は横ばいであったのに対し、ケトプロフェン(酸性医薬品)は濃度が上昇する傾向が見られ、物性の違いによるコンポスト型トイレ内での分解・蓄積の差が確認された。

さらに、より詳細な情報を得るために、秩父のコンポスト型トイレにおいてコトヒラと同様に調査を行った結果、アスピリン、イブプロフェン、ケトプロフェンが高濃度で検出され、ケトプロフェンのみが先と同様に濃度上昇傾向を示した。秩父のコンポスト型トイレは個人宅に設置しているため使用人数が限られており、さらにその使用者の中にケトプロフェン含有の貼布剤を高頻度で使用している人物がいることが確認されたため、ケトプロフェンの濃度上昇傾向はコンポスト型トイレ内での蓄積を示している可能性が高いと推測された。

3. 5. 3 バイオトイレおよび生活排水の適正な処理性能評価のための生物影響評価とそのモニタリング法の構築(礒田博子, 筑波大学)

(1) 研究実施内容および成果

我々はこれまで、水環境における汚染物質の生物影響評価に関する研究を行い、環境リスク評価の観点からの抜本的な環境浄化対策の具体的検討を展開している。その研究経緯のなかで、汚染物質が極めて低濃度で動物細胞の恒常性に影響することが明らかになり、癌遺伝子やストレス応答性遺伝子の異常発現や細胞内分子のリン酸化状態の異常に焦点を当てた、水環境汚染物質の系統的・網羅的な毒性評価システムの構築や、ガイドラインの設定を目指した研究の必然性に到っている。このような研究の目的のひとつは、顕在化した水環境汚染物質に対して、従来とは異なる新たな視点に基づく生物評価を行い、ゲノムの安定性を脅かす危険因子を同定し、バイオマーカーとしてリスク評価モニタリングが可能なシステムを開発することである。そのために、基本的生物機能に密接に関わるタンパク質・遺伝子に焦点を当て、これらに対する水環境汚染物質の影響を、分子、細胞レベルで解析している。このような、新たな視点に基づく水環境汚染物質の生物影響評価を行い、これによる処理性能評価のためのモニタリング法の構築を目指している。

本 CREST 研究においても、バイオトイレおよび生活排水の適正な処理性能評価のための生物影響評価とそのモニタリング法の構築を行うべく、細胞生物学・分子生物学・分析化学などを専門とする研究者の参加により研究体制を整えた。本研究では、バイオトイレや生活排水の処理プロセスにおける生物影響を調べるため、ゲノム工学的手法や分子生物学的手法を導入することにより、検出困難な低濃度の汚染物質の持続的な暴露による細胞内情報伝達系や生体恒常性のかく乱性の評価を行い、分子レベル、分子細胞レベルで可視化できる高感度かつ多面的な安全性評価モニタリング法を構築することを目的とした。

(a) バイオトイレおよび生活排水の生物影響評価

生物影響評価として、具体的には、内分泌系・神経系・免疫系・消化器系由来のヒト細胞を用いたバイオアッセイを行い、汚染物質に特異的に発現する遺伝子マーカーの網羅的な探索をプロテオーム解析などの分子生物学手法を駆使した。細胞としては、飲料水として摂取した際に直接の標的となりうる腸管上皮細胞、生体内で解毒を司る肝細胞、環境ホルモン評価のための乳腺上皮細胞を用い、細胞の生存、増殖、死に対する影響を指標に行った。また、リン酸化・脱リン酸化酵素(ヒトゲノム中にそれぞれ 100 種類以上存在)による細胞内分子のリン酸化レベルの調節は、生存・増殖・分化・死など細胞の基本機能の制御と密接に関連する。実際、リン酸化レベルの異常は、癌をはじめ多くの疾病の発症・進展の原因となる。内分泌かく乱物質の一つゲニステインと湖沼由来の飲料水で問題となっているアオコの毒素ミクロシチンは、それぞれリン酸化酵素、脱リン酸化酵素の強力な阻害剤として知られる。我々は、他の内分泌かく乱物質の一つもリン酸化酵素の抑制作用を持つことを見いだした。具体的には、汚染物質存在下・非存在下で増殖因子や分化因子を複数種の培養細胞に作用させ、細胞内分子のリン酸化レベルへの影響を、プロテオミクスおよびリン酸化アミノ酸の認識抗体を用いたウェスタンブロット法で調べた。リン酸化レベルに異常もたらす物質は、その細胞内シグナル経路の下流で、癌遺伝子(原癌遺伝子や癌抑制遺伝子)の発現に変化を与えることが強く予想される。そこで、前出と同様に、汚染物質存在下・非存在下で増殖因子や分化因子を培養細胞に作用させ、癌遺伝子の発現変化を、癌遺伝子のみをターゲットとする定量的 RT-PCR 法での解析をした。本研究により、以下の成果が得られた。i) 細胞内分子のリン酸化レベルの変動それに伴う癌遺伝子の発現変動という、全く新しい視点からの水環境汚染物質の毒性評価系が確立される。ii) i) の結果は、同時に、DNA 変異原性や内分泌かく乱物質に代表される性ホルモン疑似作用というメカニズムではなく、全く新たな環境汚染物質の毒性メカニズムを示すことになる。iii) 同定された危険因子は、種々のリン酸化・脱リン酸化酵素の阻害剤あるいは活性化剤として、基礎研究に応用できるだけでなく、細胞の増殖・死・分化等に異常を来す癌やアレルギー等の種々の疾病の予防に、重要な情報を提供することになる。

(b) モニタリングシステムの開発

さらに、我々は、ヒトの恒常性をかく乱しうる水環境汚染物質の安全評価に欠くことの出来ない、多面的でより高感度なモニタリングシステムを開発することを主目的とした。この開発には、ゲノム工学、分子細胞生物学、そして物理化学といった視点の異なる3つの手法を活用し、互いに補完的に利用しうる総合的なシステムを目指した。また、開発したモニタリングシステムを用い、水環境汚染物質によるかく乱反応のメカニズムの解析も行った。各手法を活用した具体的なモニタリング法として、ゲノム工学的手法を活用した安全評価モニタリング法の開発および分子細胞工学的手法を活用した安全評価モニタリング法の開発を行った。

まず、ゲノム工学的手法を活用した安全評価モニタリング法の開発であるが、内分泌かく乱物質や毒性化合物への持続的な暴露により引き起こされるヒト細胞内でのレスポンスの全貌には不明な点が多い。特に、既存の検出方法では検知出来ない濃度において重篤な影響を与えている可能性が示唆されており、これまで以上に高感度な特性の高い検出方法の開発が望まれる。一方、ゲノム計画の進展に伴う技術革新により、全ゲノム発現を多次元的に検出したり、遺伝子産物としての全タンパク質の挙動を時間的・空間的に把握したりすることが可能となった。このような背景のもと、図3-5-5に示すように、環境毒性応答マーカーたんぱく質の発見のように、本研究において、①DNA マイクロアレイ技術を用いた水環境汚染物質応答性遺伝子の検出、②プロテオーム解析による生体レスポンスの多次元的解析法の確立、③応答性遺伝子を用いたモニタリング法を構築することができた。これらの知見により、図3-5-6に示すようなアッセイ系を構築することが可能と

なった。

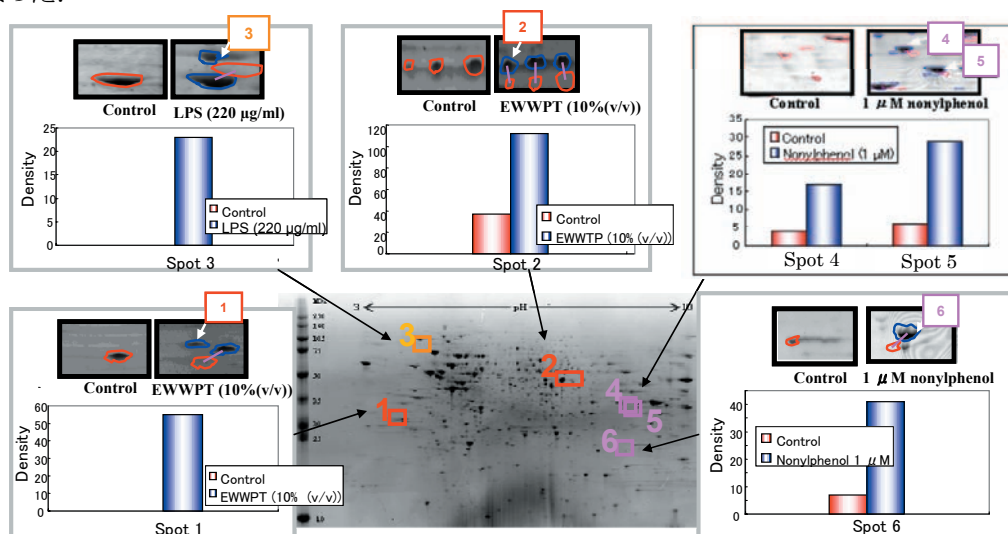


図 3-5-5 環境毒性応答マーカータンパク質の発見

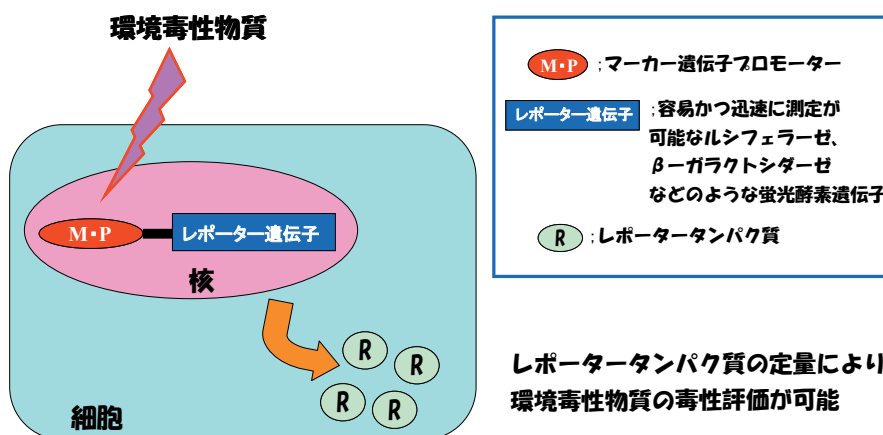


図 3-5-6 アッセイ系

さらに、分子細胞工学的手法を活用した安全評価モニタリング法の開発については、水環境汚染物質の直接の標的と予想される細胞内シグナル伝達分子に着目し、①これらシグナル伝達分子を固定したセンサーチップを用いる汚染物質の分子レベルモニタリング法、及び②基本的細胞機能に直結する細胞内リン酸化レベルを指標にした汚染物質の細胞レベルモニタリング法を開発した。また、③汚染物質と標的シグナル伝達分子の相互作用を解析した。さらに、①～③のデータを元に、対象となる汚染物質に関して神経系や免疫系など種々の細胞の基本的機能への影響を調べた。これら分子、細胞レベルで得られるデータと既存の個体レベルのデータを統合し、水環境汚染物質の適正な安全評価を行うと同時に、かく乱反応の正確なメカニズムを知ることができた。

以上述べた成果から、マーカーの発見→高感度アッセイ系の開発と進み、新しいモニタリングシステムの構築が可能となった。

(2) 研究成果の今後期待される効果

本研究では、バイオトイレや生活排水の処理プロセスに伴随する環境汚染物質による、癌遺伝子の異常発現や、生体の様々な機能と直結する細胞内分子の異常に焦点を当てた、新たな視点に基づく水環境汚染物質の生物影響評価を行い、環境毒性応答分子を見出した。さらに、それらをバイオマーカーとしたモニタリングシステムの構築を行い水処理プロセスの処理性能評価技術の開発に資することとした。癌遺伝子の異常発現や細胞内分子の異常に焦点を当てた、水環境汚染

物質の系統的・網羅的な毒性評価システムの構築や、ガイドラインの設定を目指した研究は世界的にも例がなく、本件旧は世界をリードする独創的かつ先駆的な研究である。

人類の生存を脅かす水環境汚染が世界各地で極めて深刻化しているにもかかわらず、一部先進国でのみ、水環境中の特定化学物質の規制基準化や、棲息生物の奇形・死亡に関する実態調査などが行われているに過ぎない。産業の急速な進展に伴い、環境汚染が危惧される発展途上国にいたっては、具体的な環境政策は非常に貧弱なものである。わが国においても、毒性が顕在化した特定化学物質に対して、マウスの半数致死量試験結果に基づいた環境基準値が米国やEUと同様に設定されている。設定された環境基準値は、いずれも生物個体レベルに致命的な影響を引き起こす範囲のものである。しかし、日常生活においては、慢性的に水環境汚染物質に暴露されている。そのため、生体恒常性を制御する細胞内情報伝達系がかく乱されている危険性が極めて高く、ゲノムへの脅威が危惧される。しかし、その毒性メカニズムに関しては、DNAの変異原性や内分泌かく乱物質の性ホルモン擬似作用が強調されてはいるものの、実際にはほとんど解明されていないのが現状である。また、一部の地域では、水環境汚染物質による癌の誘発や組織障害が報告され始めている。そこで、癌遺伝子の異常発現や、細胞内分子のリン酸化状態の異常を指標とした毒性評価システムの構築と、新たな危険因子の処理法の確立は、特に水資源の乏しい我が国においては焦眉の急であった。世界各地で水環境汚染が極めて深刻化しており、先進国の一部では、水環境中の特定化学物質の規制基準化や、棲息生物の奇形・死亡に関する実態調査などが行われている。我が国においても、水環境問題に関係する複数の省庁で調査や研究が進められているが、生体への影響に関しては、主に催奇性やDNA変異原性あるいは内分泌かく乱作用に焦点が絞られている。しかし、癌遺伝子の異常発現や細胞内分子の異常を指標とした環境リスク評価方法に関する研究例は類を見ない。

環境汚染物質の安全性や毒性評価の手法として、DNAチップやプロテオーム等の最先端の手法が導入されつつある。これらは必要な手法ではあるものの、いずれも膨大な数を対象とする網羅的研究であり、今後のバイオインフォマティクスの発展に負うところも多く、緊急性を有する水環境汚染の分野では、焦点を定めた多角的研究が必要不可欠といえる。実際、内分泌かく乱物質に代表される性ホルモン擬似作用、DNA変異原性、あるいは無脊椎から脊椎動物に至る種々の個体に対する致死量からの評価など、具体的な安全・毒性評価例もあるが、新たな視点からのアプローチは欠かせない。本申請課題のような、癌や組織障害と密接に関わる、細胞内分子レベルや癌やストレス応答性遺伝子の発現に焦点を当てたアプローチは、未だ報告されていない。

本研究では、ゲノム工学的手法や分子細胞工学的手法を用いて、環境因子による細胞内情報伝達系への影響を解析し、複数の内分泌かく乱物質が細胞内分子のリン酸化レベルを短時間に変化させること、アルキルフェノールがヒト腸管上皮細胞において特定の遺伝子発現に影響を及ぼすことを2次元電気泳動法により解析できることなどを具体的に確認した。さらに、本研究により、癌遺伝子の発現異常や細胞障害に直結する細胞内分子の異常に基づいた、水環境汚染物質の新たな毒性評価法が確立された。これは、主にDNA変異原性や内分泌かく乱作用を基に設定された既存の環境リスク評価方法の再検討及び水処理法の改善を促すものであり、環境政策への提言にも活かされる。本研究終了後も継続して行うべきことは、数年後をめどに開発した処理性能評価システムをまさに実用化するプロジェクトである。これにより、安全な水源を確保したり、疾病を予防するなど社会的ニーズを満たすことが可能となる。さらには、的確な水の毒性評価や適正な水環境修復技術の開発に関して、飲料水市場における新規環境ビジネスの創出にもつながりうる。

3. 6 要素研究:流域グループ:グループリーダー:荒巻 俊也(東京大学)

新しいサニテーション技術の導入について、

- ・ 水需要構造の変化と流域水循環に与える影響、
- ・ 受水域の水環境における影響、
- ・ 排水管理システムへの負荷量の変化とそれに伴う環境影響の変化、
- ・ 廃棄物管理システムへの負荷量の変化とそれに伴う環境影響の変化、
- ・ 物質循環の観点からの持続可能性、
- ・ サニテーション技術そのもののライフサイクルにわたる環境影響

を評価する方法を開発することを目的に、GIS 上のデータベースと各種モデルを用いたシナリオ分析を行った。(A)流域グループ1(東京大学、清華大学)による、LCA、QMRA手法を用いたDALYsを指標とした検討、(B)流域グループ2(国土技術政策総合研究所)による、国内流域を対象とした検討を行った。

3. 6. 1 流域グループ1 (荒巻 俊也, 東京大学)

(1)研究実施内容および成果

本プロジェクトで対象としているような環境改善を目指したインフラ整備において、対象とする水環境は改善されるものの、追加的なエネルギーの消費などにより副次的な環境影響を引き起こす可能性が指摘されている。環境面で持続可能なインフラ整備を行ううえで、インフラ整備に伴って起こりうるさまざまな環境影響あるいは環境改善を想定し、それらを定量的に評価、比較することが重要であると言える。とりわけ、本プロジェクトで対象としている分散型のドライサンテーションを、従来型下水道による集約型の処理や浄化槽による分散型処理と比較する場合、受水域の水環境や生活環境への影響以外に、エネルギーや資材消費による副次的な環境影響、残渣(汚泥)の回収、処理や有効利用に伴う環境改善あるいは環境負荷、節水による副次的な影響なども環境影響として考慮していく必要がある。

このような広範な環境影響を考慮するための方法論は、これまで十分に検討されてきたとは言えない。サンテーション施設の整備にあたっては、水系への汚濁負荷削減効果やエネルギー消費については必ず考慮されてきている。しかし、エネルギー消費に伴う温室効果ガスや大気汚染物質の排出などの副次的な影響については考慮に入られていない。近年、ライフサイクルアセスメント(LCA)をインフラ整備の評価に適用している研究例は増えているが、実際のインフラ整備計画への適用はなされていない。また、水系への環境影響も有機汚濁や栄養塩、病原微生物などさまざまな因子が考えられるが、それぞれの負荷が水系へ排出された後に具体的にどのような影響を与えるかについてはさらなる研究が必要である。さらに、このような異なる環境側面を比較評価するための方法論についても検討が必要である。

そこで、本グループでは以下の3つの項目について研究を進めた。

- a) マテリアルフローの解析と副次的な環境影響の評価
- b) 流域の水文・水質環境にあたる影響の評価
- c) 病原微生物による健康リスクの評価とライフサイクルにわたる環境負荷との比較評価

以下に、個々の項目について得られた成果を簡単に述べる。

a) マテリアルフローの解析と副次的な環境影響の評価

本研究項目では、まず副次的な環境影響を評価するための手法として LCA に着目し、これまでの研究蓄積を活かすため廃棄物処理に焦点をあてた LCA の方法論について検討するとともに、異なる地域を対象とした場合の結果に表れる違いについて検討を行った(a-1)。さらに、途上国非都市部を対象として分散型のサンテーション施設の LCA を行った(a-2)。また、ある地域における環境問題の概観をつかむためのツールとしてマテリアルフロー解析(MFA)に着目し、栄養塩のマテリアルフローを実施し、サンテーション施設の整備への活用についても検討した(a-3)。

a-1 では厨芥を含めた廃棄物管理の LCA について、コンポスト化やメタン発酵、埋め立て、焼却処理などが地球温暖化、酸性化、富栄養化に与える潜在的な影響について評価するシステムを構築した。さらに、このシステムを東京 23 区、サンパウロ市等に適用して、さまざまな廃棄物管理の施策オプションの評価を行った。その結果、サンパウロ市では、電力供給における炭素強度(化石燃料への依存度)が低いことから電力多消費である埋立などは東京と比べて有利になるもののエネルギーを生産する焼却などは不利になった。温暖化への影響で考えると、東京ではメタン発酵と焼却発電が、サンパウロ市ではコンポスト化が最も有利になった。特に、エネルギー消費の副次的な影響として考えられる地球温暖化への影響は、その地域の系統電力の燃料構成に大きく左右されることが示唆された。

a-2 では、タイ東北部の農村地域である Roi-et 県の 3 地区を対象として、アンケートとヒアリング調査を行い、各家庭におけるサンテーション施設と利用実態について解析を行うとともに、それら

のサニテーション施設の LCA を行った。この地域においては、Cesspool と呼ばれる簡易な Septic tank が広く用いられているが、一部でいくつかの改良型の Septic tank が用いられている。これら3種類のシステムを対象に LCA を行った。インパクト評価は Eco-Indicator99 に従って行い、人間健康への影響、生態系への影響、資源消費への影響についてそれぞれ結果を得た。いずれの項目についても、処理性能が高くなるシステムにおいて多くの資材を用いるため環境影響は大きくなった。特にセメント消費が人間健康への影響へ、汚泥の輸送やプラスチック素材の利用が資源消費の影響に対して主要な構成要素となった。

a-3 では、ベトナム第三の都市である Haiphong 市都市域を対象に、窒素およびリンについて MFA を行った。マテリアルフローの構成要素として、近郊農業、食品製造業、市場、消費者、廃棄物管理(収集、埋立、コンポスト化)、浄化槽の8つを選び、各構成要素および域外と間での窒素・リンのフローを定量化した。その結果、窒素、リンともに、Input としては食物の移入が、Output としては Septic tank からの廃水や汚泥の寄与が大きく、Septic tank の適正な管理が重要であることが示された。これは栄養塩管理という観点からのサニテーション施設の整備と適切な運用の重要性を示唆する結果であり、MFA の有用性をも示唆するものである。

b) 流域の水文・水質環境にあたる影響の評価

本研究項目では、途上国を対象にサニテーション施設の導入による負荷削減にともなう受水域の水質評価を行うとともに、河川水質モデルについての調査と適用を行った。前者については、倪が中心となって、北京市郊外の小湯山(Xiaotangshan)町を対象としたサニテーション施設導入による水文・水質環境への影響評価を行った(b-1)。後者については、USEPA が中心となって開発を進めている QUAL2 シリーズの最新版 QUAL2K を利用した河川水質評価の可能性と生活廃水対策の評価を、スリランカの Kelani 川、ベトナムのサイゴン川を対象に行った(b-2)。

b-1 で対象とした小湯山町は、一部に集中型の下水道施設が整備されているものの大部分の家庭は Septic Tank を利用している地区であり、生活雑排水や不適切な Septage の管理、農地からの栄養塩負荷が問題となっている地域である。ここで、まず地域全体の水収支を捉えるモデルを構築するとともに、水質モデルを構築するための河川や地下水等の水質調査を行った。これらの結果をもとに、SWAT モデルを用いて流域からの汚濁負荷計算を行った。また、現状(Septic tank)、従来型の下水道、コンポスト型トイレ、といったサニテーション施設の普及シナリオを設定し、表流水の水量・水質に与える影響を検討するとともに、コスト計算も行った。その結果、コンポスト型トイレの普及は、生活用水使用量の節約に貢献するとともに、栄養塩の負荷削減についても、従来型下水道より高い効果が得られるものと推定された。コンポスト型トイレについては初期投資が高いものの、雑排水量の増加するため運用時のコストは従来型下水道が高く、また将来的に水の価格の上昇することが予想されるため、コンポスト型トイレの優位性が増すことが予想された。

b-2 では途上国の 2 河川を対象とした。一つはスリランカを中心部から西部に向かって流れる Kelani 川であり、首都コロンボの水源となっている川である。もう一つはベトナム南部のサイゴン川であり、ベトナム最大の都市ホーチミンを流れる川である。QUAL2K を河川水質モデルとして用いた。このモデルは河川の定常状態での水質を検討する1次元のモデルであり、河川における有機物の分解などの水質変化のメカニズムが考慮されており、水量、水温、およびさまざまな水質項目の計算が行えるものである。いずれのケースでも有機物指標や溶存酸素について、実測値とモデルによる予測値はよくフィットし、これらの河川においてこのモデルの適用が可能であることが示された。Kelani 川の解析では、流域の汚濁負荷の推定において、河川周辺地区における生活系汚濁負荷の影響の大きいことが予想された。また、サイゴン川での解析では将来の人口予測にモデルを当てはめて河川水質の将来予測を行ったが、大規模にサニテーション施設を導入しない場合、下流域において水質の悪化がさらに深刻になることが示された。

c) 病原微生物による健康リスクの評価とライフサイクルにわたる環境負荷との比較評価

本研究項目では、途上国で特に顕著だと考えられるサニテーション施設導入による病原微生物による健康影響の削減と、利用されるエネルギーや資材の生産に伴う温室効果ガスや有害物質の排出による健康影響の増大について、健康リスクという観点から一元的に比較することを試みた。

具体的には、定量的微生物リスク評価(QMRA, Quantitative Microbial Risk Assessment)とLCAを用いて、それぞれを障害調整損失余命(DALYs)で表現する手法を提案し、仮想的な地域を対象として構築した手法を適用した(c-1)。さらに、バングラデシュ・ダッカ市の低所得者層居住エリアを対象として、アンケート調査から求められた下痢症の発生状況とサニテーション施設の導入状況から、サニテーション施設導入による病原微生物による健康リスクの削減と副次的な環境負荷排出による健康リスクの増大を一元的に評価することを試みた(c-2)。

c-1 では、環境水中における病原微生物の濃度から水供給システムを経て地域住民に与える影響を QMRA を用いて DALYs で評価し、これと同時に水供給、排水処理システムの導入による資材・エネルギー消費に伴う環境負荷排出について EcoIndicator99 等を元の人への健康影響を DALYs で換算し、比較・評価する手法を構築した。これを上流に都市があり、その都市からの排水が合流後に浄水水源として取水しているような仮想都市を対象として、上流都市における下水道整備の状況、下流都市における水道施設整備の状況により、水道水経由での病原微生物による健康リスクと上下水道施設の建設・運用に伴う副次的な環境負荷による健康影響を比較した。

c-2 では、Dhaka 市の低所得者層居住エリアの 4 つのサニテーション施設の普及状況が異なるコミュニティの 200 世帯を対象として、水利用の状況、5 歳以下の乳幼児における下痢症の発生状況、経済状況などを聞き取り調査を行った。下痢症の発生状況については、サニテーション施設の整備状況がよいコミュニティにおいて発生頻度が低かった。またそれぞれのコミュニティで代表的なサニテーション施設の LCA を行って副次的な環境負荷による健康影響を算出し、下痢症の発生状況の違いによる DALYs と比較した場合、副次的な環境影響の方がはるかに小さいことが示された。

ここでは、人への健康影響を基準として異なる環境負荷を比較してきたが、実際のサニテーション施設の導入にあたっては、人への健康影響以外の環境影響、住民の受容性などの社会的な側面、メンテナンスの容易さなどの技術的な側面、経済的な側面などを包括的に検討していく必要がある。このようなさまざまな影響を一元的に検討する手法としては、環境の価値や社会的な受容性などを代替法、トラベルコスト法、仮想評価法やコンジョイント分析などの環境経済学的手法により貨幣換算する方法と、アンケート調査やパネルなどにより直接重み付けをする方法の二つが考えられる。また、重み付けを得る方法についても最近では階層分析法(AHP)などの適用が検討されている。

本研究においても、LCA から得られる副次的な環境負荷による影響、病原微生物による健康影響、住民の受容性、技術的な適用容易性、コストを AHP を用いて統合的に評価する方法を検討しており、ベトナム北部の農村地域のサニテーション施設の計画に適用する準備をしている。

3. 6. 2 流域グループ2 (藤井 都弥子, 国土技術政策総合研究所)

(1) 研究実施内容及び成果

水環境や生活環境の改善は、多くの人の願いであり、その願いに応えるため、下水道をはじめとする各排水処理施設の整備が進められている。しかし、全ての人が下水道を利用できるまでには長い期間がかかる一方で、早い時期に下水道が整備された地域では下水管渠の老朽化への対策が課題となっている。浄化槽についても、し尿のみを処理する単独処理浄化槽の設置数が未だに多く、未処理のまま放流されている生活雑排水が問題となっている。生活雑排水とし尿と一緒に処理できる合併処理浄化槽も、窒素やリンの除去率が低いという問題点がある。また、下水道や浄化槽の設置によりトイレが水洗化され、水消費量が増加することになる。

こうした問題に対し、バイオトイレがどの程度の効果を持つか把握するため、下水道など他の処理システムとの比較からバイオトイレが持つ負荷量削減効果を評価した。

(a) 方法

本研究では、下水道やバイオトイレなどの整備を進めた場合に、霞ヶ浦へ流入する負荷量や霞ヶ浦の水質がどのように変化するかについて、シミュレーションモデルを用いた検討を行った。下水道や高度処理合併浄化槽、バイオトイレを以下の割合で整備する図3-6-1のような 6 つの代替案を設定し、現況との比較から各排水処理システムの負荷量削減効果を把握した。

代替案 1: 下水道整備率 100%

代替案 2: 現況での下水道未整備地域すべてに高度処理合併浄化槽を設置

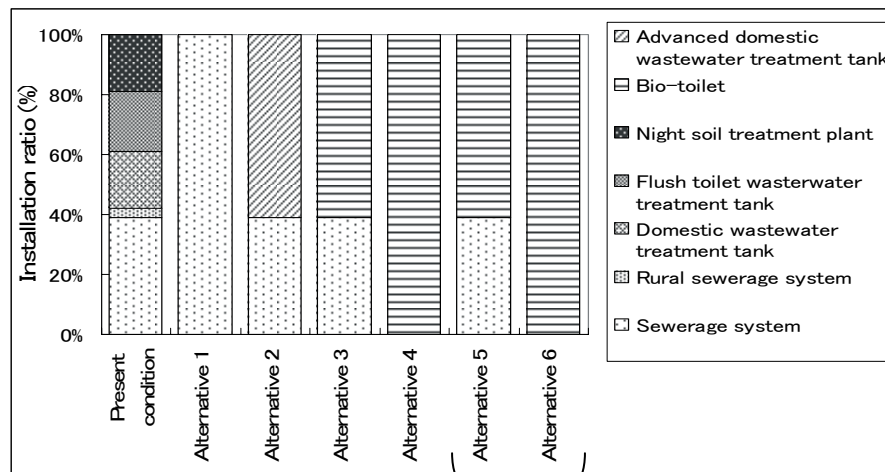
代替案 3: 〃 バイオトイレを設置

代替案 4: バイオトイレ設置率 100%

代替案 5: 代替案 3 と同じ整備状況

代替案 6: 代替案 4 と同じ整備状況

ここで、代替案 3, 4 については、生活雑排水を処理するために国立環境研究所のグループが開発した傾斜土槽処理システムをバイオトイレとともに設置するとし、代替案 5, 6 では、案 3, 4 との比較のためバイオトイレのみを設置するとした。



生活雑排水未処理

図 3-6-1 現況と代替案における各排水処理システムの整備率

(b) 研究成果

本研究では、霞ヶ浦流域を対象として、各排水処理システムを整備することによる湖沼への流入負荷量や湖心水質の変化を把握した。

結果の一例として、図3-6-2に COD 濃度の削減効果を示す。下水道は、COD,TN,TP 全てで処理能力が高く、負荷量削減効果が高い。特に、霞ヶ浦流域の処理場はリンの高度処理を行っているため、リンは約 95%除去されている。また、いくつかの下水処理場では、処理水を流域外へ放流しているため、他の処理方法と比較して流域内の河川、霞ヶ浦へ流入する水量は少なくなる。高度処理合併浄化槽は、下水道よりはやや処理能力が劣るが、従来の合併処理浄化槽より TN,TP の除去率が高いため、湖心水質は下水道整備の場合と同程度改善される。バイオトイレは、し尿を完全に除去することができるため TN,TP の削減効果は非常に高い。また、水を使用しないため、水消費量を削減することができる。しかし、日本のようにある程度排水処理システムの整備が進んでいる地域では、バイオトイレのみを設置しても負荷量削減効果が低く、流域の水環境の改善、維持のためには生活雑排水を処理するための設備が別途必要である。また、現在は設置にかかる補助の対象外であることなどから、設置時の経済的負担が大きい。

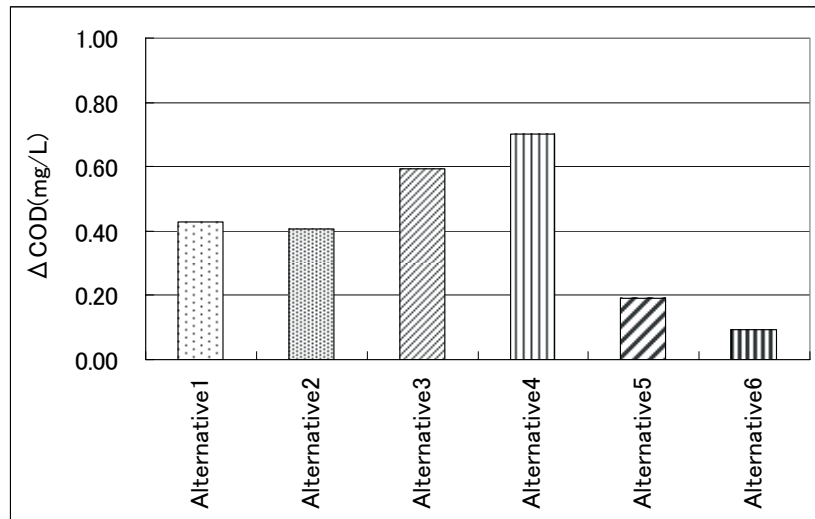


図 3-6-2 各代替案による湖心水質改善効果

本研究では、流域水環境への影響という観点から評価を行ったが、今後バイオトイレの普及を目指すためには、特に日本の場合、水を流さないことへの抵抗感の払拭や、設置費用の負担軽減が必要になると考えられる。

3. 7 実証研究：国内：グループリーダー：船水 尚行（北海道大学工学研究科）

実証実験の目的は(1)分離・分散型処理システムを設置した実証施設を建設し、要素研究で得られた知見を総合的にシステムとして実証する、(2) 事例研究を通して、地域特性に応じた新システムの導入方策を検討する、(3) 分離分散型処理システムが公共施設に設置されたり、コミュニティー単位で利用される場合を想定し、システムの維持管理を NPO 組織のようなグループで実施する場合の維持管理性、問題点を実証的に検討する。

この目的を達成するため、(3. 7. 1)小貝川実証実験(北海道大学工学研究科、特定非営利活動法人NPO小貝川プロジェクト21)、(3. 7. 2)名護実証実験(ダム水源地環境整備センター)、(3. 7. 3)秩父実証実験(北海道大学、国立環境研究所、お茶の水女子大学)を実施した。特に、処理特性については気候条件に大きく影響を受ける。沖縄の気候条件が東南アジアの状況に近いことを利用し、秩父や札幌に設置されている施設の処理特性と比較することも目的の一つである。

3. 7. 1 小貝川実証実験(北海道大学工学研究科、特定非営利活動法人NPO小貝川プロジェクト21)

(1)研究の目的

日本では、ほとんどのバイオトイレが、公衆トイレとして使用されている。今後、バイオトイレの普及が見込める発展途上国においても、その多くが公衆トイレとして使用されるものと思われる。公衆トイレとしてバイオトイレを使用する場合、公衆トイレ、及びバイオトイレの特性を十分理解した設計、施工、維持管理がなされないと、装置の故障、予期しない人身事故、損壊、管理の人手不足などのためトイレを長期間維持していくことが不可能となる。

本研究は、非営利組織(NPO)が公衆トイレとしてのバイオトイレを維持管理した結果に基づき、現在のバイオトイレ改良のための留意点を抽出し、重大な人身事故の防止策、維持管理作業の効率化、公衆トイレとしての技術改良などを中心とした提案を行うものである。

(2)研究実施方法

(a)公衆トイレとしてのバイオトイレ維持管理調査

NPO 小貝川プロジェクト21は茨城県北相馬郡藤代町で活動する非営利組織であり、藤代町総合運動公園脇の小貝川河川敷に、比較のための循環式水洗トイレを2003年3月～2005年3月、バイオトイレ1を2003年5月～2005年3月、バイオトイレ2を2003年9月～2004年8月の期間設

置し、自主的に管理した。

管理項目、頻度、管理に要した時間、管理費用、不具合などを点検表に記入し、それらを集計して NPO が公衆トイレを管理する場合の留意点、利用者の評価を取りまとめた。

また、公園で最も人手が多くなるフラワーフェスティバル当日に、参加市民にバイオトイレの認知度や使用感を問うアンケート調査を行った。

(b)市販バイオトイレの安全性に関するヒアリング調査

公衆トイレとしての安全性について、市販のバイオトイレの構造と建築関係の基準とを照らし合わせて問題点を抽出し、改良の方向性を提示した。

(c)幼児転落防止装置の開発

上記のアンケートや藤代総合運動公園における維持管理の経験より、幼児がバイオトイレの反応槽に転落した場合、攪拌機に巻き込まれ重大な人身事故となる可能性があると考えられた。可能性は低いものの一旦その種の事故が起きるとバイオトイレの社会的評価が大きく低下する恐れがある。このため、安価で確実な転落防止装置を開発し、長野県諏訪市において公衆用バイオトイレに取り付け、動作や維持管理性を評価する実証実験を行った。

(3)研究結果

(a)公衆トイレとしてのバイオトイレ維持管理調査

トイレを設置した藤代総合運動公園には体育館や野球場に水洗トイレが設置してあるため、バイオトイレはやや人通りの少ない周辺部分に設置した。このため、使用人数が少なかったが、点検、清掃は1ヶ月で7回程度は必要であった。一回にかかる時間は 30 分・人であった。

公衆トイレとしては比較的きれいに利用されており、心配された意図的破壊も見られなかった。ただし、バイオトイレは便器が汚れる傾向があり、清掃作業が困難な場合がある。便器の清掃は、力仕事であり、飛まつも発生することから作業効率の改善が求められる。そこで、市販のスチームクリーナーを用いて作業効率の改善を検証した。便器に模擬大便を同じ条件で付着乾燥させ、通常のブラシ洗浄とスチームクリーナーによる洗浄を比較したところ、洗浄に要した時間は、ブラシ洗浄が 2 分 54 秒、スチーム洗浄が 1 分 54 秒であった。ブラシ洗浄は強い力でこする必要があり、多量の水を使い、飛沫など衛生的にも問題があると判断される。スチーム洗浄は力がほとんど不要で明らかに容易な洗浄方法であった。

担体水分の調整、電気的な事故は NPO で対処することが困難であり、今後の改良が求められる事項である。消費電力を抑制するためにも、合理的な担体の水分調整方法を確立する必要がある。公園等に設置された公衆トイレの特性として、通常の日々の使用者数は少なく、担体が過剰乾燥してトイレトーパーなどの分解能力が低下するが、行事のある日には使用者が集中し、担体の乾燥が不能になるという問題がある。この問題を解決する方法として反応タンクにロードセル(重量計測器)を設置し便器を大小便分離型にする方法を大央電設工業㈱が取り入れているので紹介する。乾燥時にはロードセルで担体重量の減少を検知し、適当な重量になるまで管理者が水を補給することができる。過剰使用が懸念される担体重量になると、小便を電動バルブで貯留タンクに導き、反応タンクに流入しないようにする。大小便分離型のバイオトイレとすることもできるが、現状では溜まった小便を定期的に処分せねばならず、わが国の公園での適用は限られてくる。

利用者へのアンケート調査では、バイオトイレに対する回答者の認知度は 50%程度と比較的高かった。回答者の多くが日頃、運動公園を利用しているため、各トイレの横に設置している説明パネルを読んでいるためと思われる。どのようにして知ったかと言う質問では 55%が現場を見た、使ってみたから、と回答している。新聞で知った、は 15%であり、ふつうの認知度はこの程度ではないかと思われる。バイオトイレ、循環式トイレの評価は非常に高く、9割が大変よいのでこのまま設置してほしい、と答えた。においや清潔さについても、NPO の管理が行き届いているため、不満はほとんど無かった。

(b)市販バイオトイレの安全性に関するヒアリング調査

公衆トイレに幼児が一人で入り、便器開口部から転落し、気づく人がいないまま放置され、攪拌装置の運転に巻き込まれる事例は、非常に希なものと考えられるが、一旦起きてしまうと重大な事故となり、バイオトイレの普及に大きく影響を与えることとなる。公営住宅の施設基準によると幼児の転落を防ぐため、階段等の手すりの隙間の幅は 11cm 以下とすることとなっているが、表3-7-1

に示すようにすべてのバイオトイレが 11cm 以上の開口部を有していたなど、今回のヒアリングでは転落事故そのものを防ぐ具体的な仕組みは、まだ未開発であることが判明した。しかし、アプローチの方向についてはいくつかヒントが見つかった。

ア 開口部を 11cm 以下にするため、便器の洗浄について工夫する。

イ 転落事故を感知して、攪拌を停止するとともに、外部に警報を発する。

ウ 幼児が一人で便器に接近できないような仕組みを開発する。

これらのアプローチのうち最も確実と考えられるものはアである。但し開口部を小さくすると便器の清掃頻度が多くなると予想される。そこで、開口部そのものは 11cm 以上あっても、落下防止のバーを開口部に取り付けることで、11cm 以下の開口部に分割する装置を開発することとした。

(c) 幼児転落防止装置の開発

開発した幼児転落防止装置は、便器開口部に転落防止バーを取り付けたものであるが、バーが常時存在すると大便やトイレットペーパーがバーに付着し、使用感を著しく悪化させる。このため、使用後にバーが自動的に洗浄される機構を組み込んだ。

写真 3-7-1 に示した幼児落下防止装置は、人体感知センサーと連動しており、トイレ使用者が立ち去るとシリンダーはコンプレッサーからの空気圧によって落下防止バーを収納し、ダストシールによってバーの上の汚物を掻きとる。バーがシリンダーに完全に収納され清潔になると圧縮空気が断たれ、シリンダー内のバネによってバーは再び伸延し、次の利用者に備える。

表 3-7-1 既存バイオトイレの安全に関わる寸法と安全対策

メーカー	便器開口部の最小寸法(cm)	便座上面からタンク底までの深さ(cm)	タンク内での担体充填深さ(cm)	幼児等への安全対策
A	24	80 または 128	50	家庭用の場合市販の幼児用便座の設置を推奨している。公衆トイレの場合、幼児用便座の設置は困難
B	19.3	110	50	室内に人が入るとセンサーの感知にて攪拌を停止。ただし、タンク内に転落してセンサーで感知できなくなった場合は対応できない。
C	21	135	80	幼児が一人で使用しないよう注意を促すポスターを設置
D	18	80 または 91	30	人が落ちた場合、便器下部のシャッターが閉まらなくなる。シャッターが閉まらなると攪拌は停止したままとなる。
E	17.5	92	30	特になし

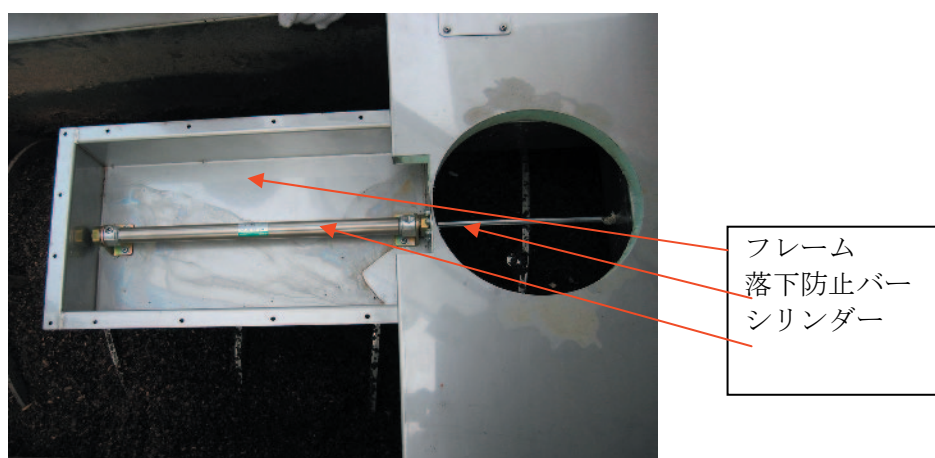


写真 3-7-1 幼児落下防止装置（丸い孔が便器の穴、フレームはトイレの床下に収納）

幼児転落防止装置は大央電設工業(株)MDBRタイプバイオトイレに取り付け、諏訪市立諏訪中学校校庭に平成18年8月5日～平成19年4月7日の間設置して、作動試験、維持管理性の確認を行った。この間の使用回数は1689回であった。当初、バーの先端に糞塊が付着するトラブルがあったが、バーの先端を平滑にすると解消し、以後トラブルもなく運転を継続した。期間中の最低気温は-9.4℃であったが凍結等の問題もなかった。

試験期間終了後、転落防止装置のシリンダーを分解し内部に糞尿の進入がないことを確認した。なお、ダストシールは消耗品であり適宜交換が必要であるが、試験期間中は交換の必要はなかった。

本幼児転落防止装置はNPO 小貝川プロジェクト21が実用新案を申請中であり、NPO 小貝川プロジェクト21が製作し、バイオトイレメーカーに販売する予定である。

3.7.2 名護実証実験 沖縄における実証実験とダム水源地への適用評価（(財)ダム水源地環境整備センター）

(1) 目的

本研究では、沖縄を検討対象地域として、コンポスト型トイレの実証実験および導入効果検討を行った。本件研究の目的は大きく分けて2つある。

一つは、亜熱帯性気候条件下における処理性能の実証である。気候条件の影響を受けやすいと思われるこれらのシステムについて、種々の気候条件下で実証を行うことの意義は大きい。もう一つの目的は、ダム水源地域への導入効果の検討、ならびに実適用上の利点、課題の整理である。多くのダム水源地域は、下水道未整備の山間部にある。コンポスト型トイレは汚濁負荷流出の削減対策の候補となりうる。

一方、実際に導入する際には、導入・利用する側の立場から見た、利点および課題の検討も必要である。ダム関連施設では、既にコンポスト型トイレを自主的に導入している事例がいくつかある。これらについて調べることで、実適用上の利点および課題を整理した。

(2) コンポスト型トイレの実証実験

2基のコンポスト型トイレを用い、のべ3カ所に設置して実証実験を行った。いずれも沖縄県北部地方に建設中の大保ダムに関連する施設である(図3-7-1)。各実験のサイトと実施期間を表3-7-2に示す。各実験では、利用回数、室内気温、室内湿度、層内温度、臭気強度、積算電力、オガクズの含水率、を計測した。計測結果の例を図3-7-2に示す。これらの実証実験は、亜熱帯の気候条件下における、①使用頻度が極端に少ない場合、②使用頻度が多い場合、③使用頻度が低めで安定して使用された場合、にそれぞれ相当する。それぞれの結果をまとめると次のようになる。「①使用頻度が極端に少ない場合」では、少なくとも管理上の問題は特に発生しなかった。ただし、使用しない期間でも0.16～0.17kWh/日程度の電力が消費された。「②使用頻度が多い場合」では、いくつかの問題が発生した。まず、水分が多すぎてオガクズがべちゃべちゃになり、比較的早い段階(約3ヶ月)で交換が必要になった。また、このとき臭気強度4の悪臭も発生した。オガクズ交換以外の、水分過剰対応策として、設定温度を55℃から70℃に変更した。その結果、含水率低下に効果が見られた。ただし、電力消費量が3kWh/日前後から5～6kWh前後に上昇した。「③使用頻度が低めで安定して使用された場合」では、特に問題なく管理できた。このとき、ヒーターの設定温度を40℃まで下げたが、特に問題は起こらなかった。使用頻度とオガクズ含水率の関係(図3-7-3)から、本実験の使用頻度(平均6回/日)は、40℃設定における使用頻度として適切であったと考えられた。

表 3-7-2 実証実験サイトと実施期間

	実施期間	主な利用者	設置機種
①大保連絡所	2003年12月18日 ～2007年3月2日(1170日間)	近隣住民	S-25(固定式)
②大保本ダムJV	2005年7月22日 ～2006年5月29日(311日間)	建設作業従事者	GKM-15(可搬式)
③大保出張所	2006年5月30日 ～2007年8月7日(434日間)	出張所職員	GKM-15(可搬式)



図 3-7-1 実験サイト

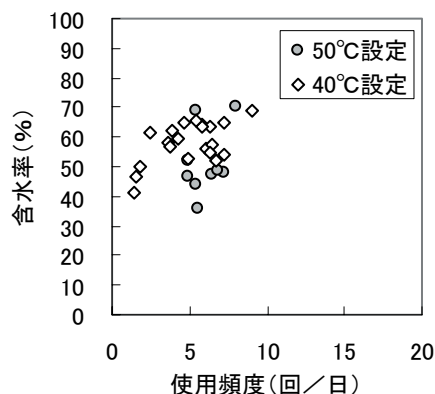


図 3-7-3 使用頻度と含水率(出張所)

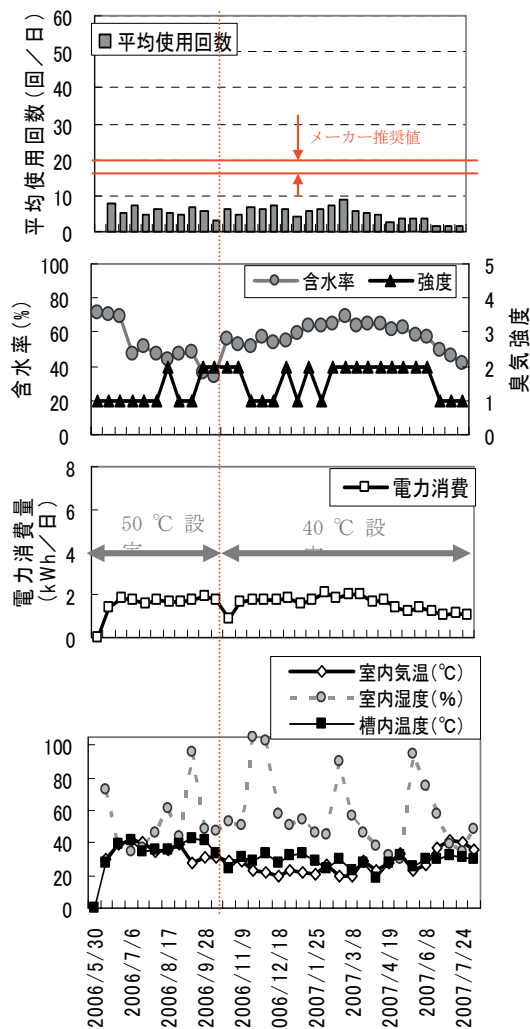


図 3-7-2 計測結果の例(出張所)

(3) 水源地における導入効果検討

沖縄県内に建設中のあるダムの流域をケーススタディサイトとして、オガズトイレおよび生活雑排水用傾斜土槽システムを導入した場合の導入効果検討を行った。

まず、負荷排出削減効果の検討として、T-Pの削減量を試算した(図3-7-4)。しかし、家庭排水は、現在の排出量の13%程度と、そもそも小さい。そのため、家庭排水のみが処理されたとしても、それほど大きな削減効果は期待できないという結果であった。一方、畜産排水は排出量の49%を占めており、畜産用コンポスト型トイレを導入した場合であれば、生活排水とあわせて最大62%の削減が見込まれることがわかった(図3-7-4)。続いて、本システムの導入に伴う経費および資源節減、資源循環利活用による経済的な効果を把握するため、分散型システムと同等の負荷削減効果を持ち、かつ水源地域に適用可能な集中型システムとして、高度処理を有する農業集落排水施設を想定し、経済性を比較した(表3-7-3)。

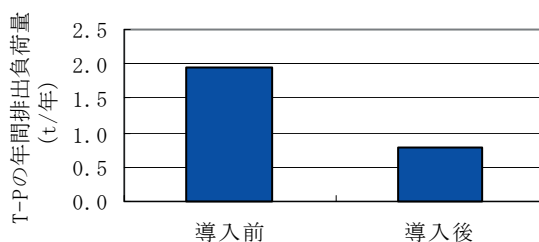


図 3-7-4 導入前後の排出負荷量

表 3-7-3 集中型システムと分散型システムのコスト比較

建設費 (万円)		維持管理費 (万円/年)	
集中型システム	分散型システム	集中型システム	分散型システム
97300	42700	2210	721
1	0.44	1	0.33

処理対象としては生活系および畜産系負荷を想定し、家畜系負荷も排水施設で処理することと仮定した。家畜系負荷は、含有リン量を基に尿尿負荷に換算し、処理施設の規模を算出した。集中型システムでは、処理場および管路施設、高度処理施設が必要となるが、それぞれの建設費および維持管理費は一般的な数値から計算した。また、分散型システムのコストは文献値とヒアリング情報に準じた。

概算の結果、分散型システムは集中型システムで必要となる費用の、建設費で 44%、年間維持管理費で 33%となり、コスト削減効果の可能性が示された。

(4) アンケート調査

オガクストイレは、既にいくつかのダム関連施設において、自主的に設置されている例がある。設置の経緯、実際に管理していく上でのメリット、デメリットを抽出する目的で、管理者を対象としたアンケートを実施した。本研究では、5 団体、21 箇所の設置事例について回答を得ることができた。ここには実証実験を実施した大保ダム出張所も含む。

事例が少なく、また、回答率も高くはなかったが、いくつかの重要な情報、指摘を得た。まず、オガクストイレ選定の理由としては、イニシャルコスト、ランニングコスト、設置場所の厳しい自然環境への適応、といった点がポイントになっていると考えられた。管理上の問題としては、水分管理が難しく、乾燥時の給水が大きな負担となっていることがわかった。また、排気口からの雨水侵入でオガクズが水分過剰になる例も報告された。装置に対する要望事項としては、「無電源化」、「便器部分の水洗化」、「スクリーン巻き込み防止対策」といった点があげられた。

(5) 自然エネルギー適用の検討

オガクストイレ装置の課題の一つとして、無電源化に着目し、既存の自然エネルギー利用技術の適用を検討した。具体的には、太陽光発電・太陽熱利用・風力発電について、概略設計を行い、検討した。オガクストイレに関する諸元値は、大保出張所における実証実験によって得られたものを使用した。自然エネルギーは、設置サイトの気候に左右されるため、ここでは、実証実験サイトに近い名護市の気候条件を用いて検討した。

結果としては、モーター電源を太陽光発電で賄い、オガクズ槽の加温を太陽熱利用によって賄う場合で、パネルおよび集熱器の合計面積が約 2m² と見積もられた。これは、トイレユニットの屋根面積とほぼ同じであり、物理的に設置が可能な組み合わせと考えられた。

(6) 結論と今後の課題等

ダム水源地域へのオガクストイレおよび傾斜土槽システムの適用は、家畜排水も含めて対応した場合、効果的であると考えられた。ただし、削減される負荷の多くは家畜排水である。水源地域に家畜が多い貯水池においては、家畜用コンポストトイレも、実は重要なツールであり、今後さらに検討が必要かもしれない。

一方、オガクストイレそのものは、使用条件を適切に設定すれば、きちんと稼働することが確かめられた。ただし、使用頻度が一定しない場合の管理方法は、一つの大きな課題である。さらに調査検討が必要と思われる。また、実証実験およびアンケートを通じて、装置自体の問題点、課題も明らかになった。直ちに対応できる部分については、メーカー側の対応も期待したい。

3. 7. 3 秩父実証実験(北海道大学, お茶の水女子大学, 国立環境研究所)

(1) 研究のねらい

次の点について、総合的な検討を行うことを目的とした。

- 分離・分散型処理システム導入に関する仕組み作り
- 総合的にシステムとして評価・実証する(エネルギー・物質(有機物・栄養塩)・病原微生物,

おが屑性状)

- 分散型システムの維持管理方策の提案(センサリング+情報+維持管理のための社会システム)
- コンポスト型トイレ(し尿と厨芥)+生活雑排水処理の処理性能, 負荷変動への対応, 維持管理性
- 使用者の評価, 自治体としての評価
- 流域の水管理としての評価

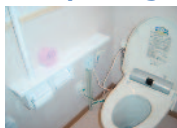
(2) 研究実施方法

実証実験施設を設置し, 多数の研究者が参画してデータを取得することに加え, 実証実験施設設置個人宅の選定に至るプロセスを通して, 実証的に導入戦略を検討・検証する.

図3-7-5, 3-7-6に示すような, 実証実験施設を秩父市山田 橋本光夫氏宅に設置し, 平成17年4月より運転を開始した. 現在まで, 大きな問題もなく所定の機能を発揮できることを確認した.

分離・分散型処理システム導入に関する仕組み作りでは, イノベータという役割を定義し, イノベータを中心とした自治体・住民・研究者の役割・導入への実施を検討している. なお, イノベータ役を横田が担当している. 施設特性の総合的把握ではコンポスト型トイレについて, エネルギー・有機物・おが屑性状の把握(担当:伊藤), 病原性微生物の把握とリスク評価(担当:大瀧), グレイウォーター処理施設の運転・データ取得(担当:板山), インターネットを利用したセンサリング+情報管理(担当:板山, 伊藤)を実施している. 使用者・自治体評価に関しては, イノベータ(担当:横田)を経由した使用者・住民との関係構築や地域システムの全体像の構築を行った.

Pilot plant in Chichibu Composting Toilet



- Energy balance
- Material balance
 - H_2O (Drying rate)
 - C (CO_2), N (NH_3), salts (P , $NaCl$)
- Sawdust characteristics
 - Moisture content
 - Physical parameters

These pictures are prepared by Itoh

Pilot plant in Chichibu Slanted soil treatment system



These pictures are prepared by Itayama

図 3-7-5 実証実験施設

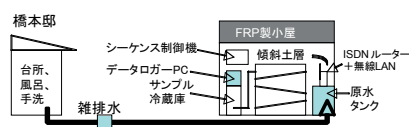
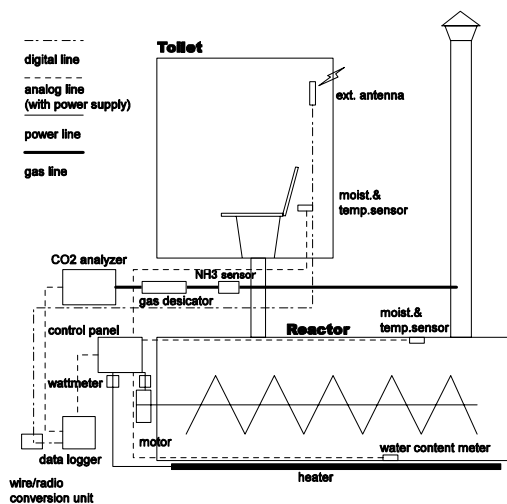


図 3-7-6 施設の概要

(3) 分離・分散型処理システム導入に関する仕組み作り

秩父市山田の橋本市宅にシステムを設置することができた。この設置場所選定過程において、イノベーション(人々に広く受け入れられ、社会に広まる)には、「安心・安全・信頼」を実現するシステム全体の設計思想、メンテナンス、バイオマス循環、バリューチェーン全体の最適化(Optimization)をリードして行くイノベーターの存在が欠かせないことが確認されて。特に、イノベーターを、「地域の自然と文化を踏まえた Social モデル、コミュニティと連携した「人と自然の良い循環」をプロデュースし、生活者に優しい、地域の特徴を活かした持続可能な仕組み作りを担う役割を果たすもの」との定義を確立した。

この、イノベーターが、「水を中心とした自然循環を重視する社会システムをプロデュース」という役割を果たし、複数の主体(自治体、生活者、イノベーター、大学と研究機関)がビジョンを共有し、かつ社会に役立つ成果を残していくことを牽引していけることを確認した。

地域社会コミュニティ・住民にとっての長期的な価値を実現するパートナーとして、バリューチェーン全体を観た上で最適な仕組みをプロデュースしていくイノベーターは、実証実験が部分最適化しない様に研究者に外部の視点を齎す社外取締役の役割も果たしていると考えている。

(4) 分散型システムの維持管理方策の提案(センサーリング+情報+維持管理のための社会システム)

センサーリング項目の項目としては、1)反応槽内の含水率、2)供給空気の温度、湿度、3)排気空気の温度、湿度、3)反応槽温度、4)排気中二酸化炭素濃度、5)排気中アンモニアガス濃度、6)全消費電力量、7)ヒータ消費電力量を測定した。測定データはインターネットを通して北海道大学、国立環境研に送った。

(5) コンポスト型トイレのエネルギー消費構造

実証実験では、エネルギーのバランスを実測し、コンポスト型トイレのエネルギー構造の把握を試みた。図3-7-7にエネルギー消費量の経日変化を示す。電気エネルギーの消費量は3-9kWh/day(90-270kWh/month)であり、そのうちの90%以上はヒータで使用されていた。次に、電力エネルギーは何に使用されているか検討した結果を図3-7-8に示す。この結果より、投入された電気エネルギーは水分の蒸発と排気温度の上昇に用いられていることが確認された。特に、投入エネルギーのうち水分蒸発に使用されたエネルギーの割合をエネルギー効率として定義し、効率の値を計算した結果、0.6~1.0の範囲であった。

換気量の変化や設定温度の変更を行っても、この効率の値やエネルギーの消費構造は大きく変化しなかったことから、尿や糞便中の水分の投入量がエネルギー消費量を定めていることが明らかとなった。

札幌と秩父に設置したトイレの運転結果の比較から、エネルギー効率は札幌に設置したトイレの方が高いことが示された。これは、気候条件の差によるもので、特に、空気の湿度が札幌の方が低いことが高い効率となる原因であった。

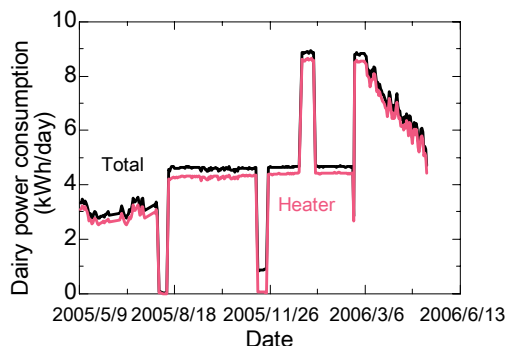


図 3-7-7 トイレのエネルギー消費

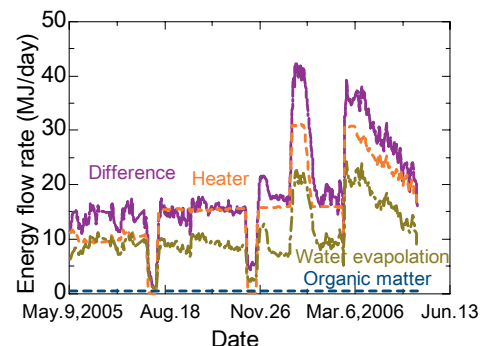


図 3-7-8 エネルギーの消費構造

(6)コンポストへの塩類、重金属、医薬品、環境ホルモンの蓄積

実証実験施設のトイレ中コンポストに含まれる塩類、重金属、ホルモン類、医薬品の濃度を測定した。その結果、(1)窒素、リン、カリウム成分の蓄積が確認され、肥料成分が濃縮されていることが確認された、(2)重金属類では、人間の必須金属である亜鉛の蓄積が一番多く、半年間でコンポスト乾燥重量あたり約10mgの蓄積となった。その他の重金属では銅のレベルが高かった。(3)ホルモン類の蓄積は確認されなかった(図3-7-9)。(4)一方、塩基性医薬品である Propranolol:降圧剤の蓄積は認められなかったが、酸性医薬品である Ketoprofen:消炎鎮痛剤の蓄積が確認された(図3-7-10)。酸性医薬品はコンポスト過程で分解しにくいことは、実験室規模の実験においても確認されており、医薬品の管理の観点からは、塩基性医薬品の開発が望まれる。

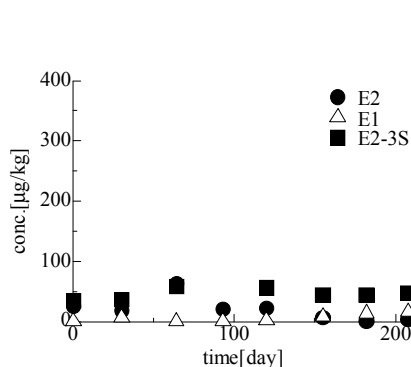


図 3-7-9 ホルモン類の蓄積

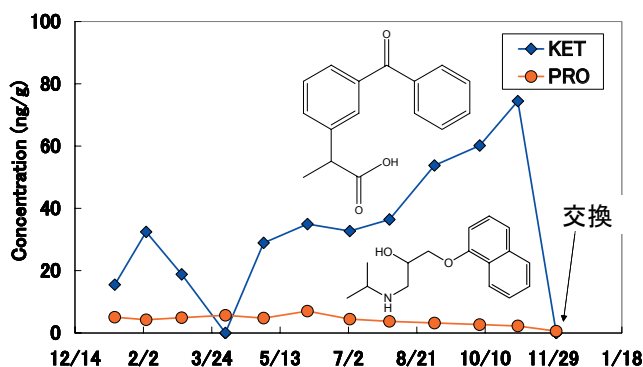


図 3-7-10 医薬品の蓄積

(7)雑排水処理システム

実証試験を行うに当たって、傾斜土槽処理システムに使用する土壌の検討として、通常の黒ボク土壌と鹿沼土等の多孔質の団粒構造土壌について室内実験系における検討を行った。その結果、透水性の向上に役立つと考えられるミズが定着しているにもかかわらず流入負荷との関係もあるといえるが、黒ボク土では約1ヶ月で目詰まりを生じ浄化能が失われた。一方、鹿沼土では粒状化しているため目詰まりを起こすことはなく、処理水質も目詰まりしていた黒ボク土に比べてより良好であった。

このような結果を踏まえ、多孔質構造の大きな団粒構造である鹿沼土が傾斜土槽処理システムには効果的であると考えられた。なお、黒ボク土、鹿沼土ともにミズが多い場合には BOD, COD ともに低いことも明らかとなり、ミズは槽内を積極的に移動し、餌となる有機物の摂食により土壌を耕し、処理水質の向上に重要な役割を果たしていることが考えられた。

秩父市におけるモデル実証試験システムはスチロール製の傾斜土槽(1,000mm×500mm×175mm)を4段階積み重ねた構造となっている。詳細な解析を行うため、各段からの流出水を採取できるように改良されている。

現場が戸別の実家庭(人員は2名)を対象とした実証試験であるため、流入する原水の濃度変動は大きいものの、傾斜土槽の段数を経るに従って各段からの流出水の水質は高度化・安定化する結果が得られた(図3-7-11)。実際、本実証試験現場における通年試験の結果を見ると、本処理システムの BOD 除去率は非常に高く、処理水の平均 BOD は $10\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ 以下であった。SS 除去率も同様に高く、実現場において、通年での効率的な処理が可能であることが明らかとなった。

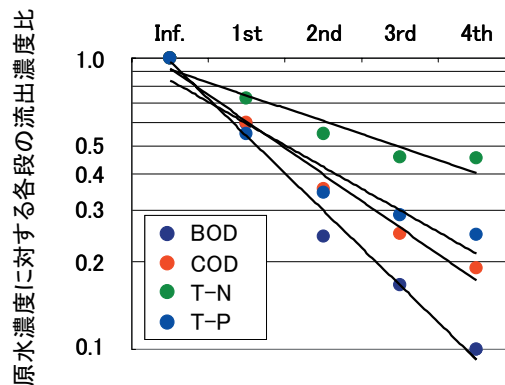


図 3-7-11 傾斜土槽の段数と除去性能の関係

リンについては、主に物理化学的な吸着作用が機能していると考えられ、原水濃度に変動があっても処理水濃度が $0.2 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ 程度と高度な除去が可能であることがわかった。さらに補足された SS 性のリンおよび微生物体となったリンについても土壌生物による捕食作用が働き、系外排除による除去がなされているものと考えられた。

窒素に関しては、1 段目から SS 由来の窒素が捕捉・分解されていることが明かとなったが、実証現場における流入負荷は低いこともあり、除去はなされるものの、本来の性能を十分に発揮することは出来なかった(図3-7-12)。各段の流出水中の窒素形態を分析した結果を図3-7-13に示す。有機体窒素の酸化分解、アンモニアの硝化反応は認められるものの不十分であったが、これは実証試験において原水流入量をコントロールするために原水を貯留し、連続・定量流入を行ったことが原因と考えられ、実際の変則的な原水流入時には解消されることが期待され、硝酸の還元(脱窒)反応も含めて、効率的な運転管理技術の開発が重要であることが示唆された。

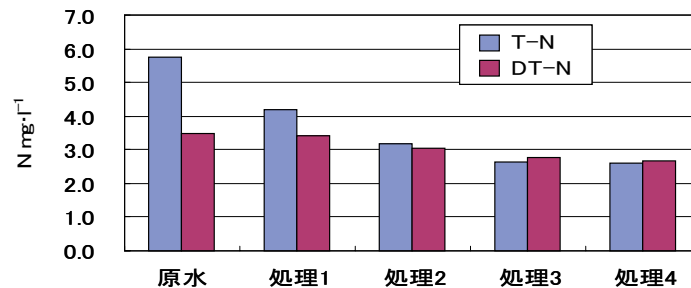


図 3-7-12 各段における T-N, DT-N の処理特性

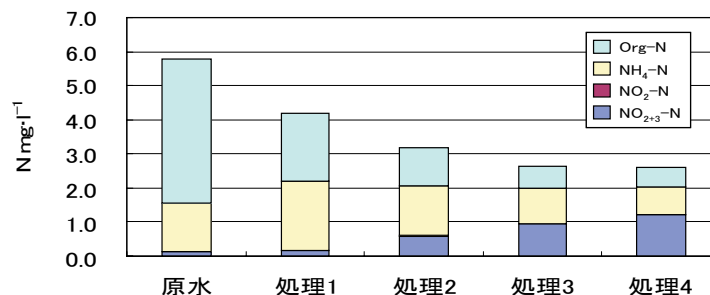


図 3-7-13 各段における窒素の処理特性

また、雑排水処理では、洗濯洗剤等に含まれている LAS 等の陰イオン界面活性剤が未処理で環境中へ放流された場合には魚類など水生生物に影響を及ぼすことが懸念されるため、界面活

性剤の処理能の評価は重要である。陰イオン界面活性剤は生化学的には ω 酸化経路で分解されていると考えられ、微生物分解のためには好気条件である必要がある。実際、これまで実施した土壌トレンチによる雑排水処理の研究では、嫌気槽では陰イオン界面活性剤はほとんど分解されないことが示されている。本傾斜土槽の内部状態を観察した結果、図3-7-14に示すように、1段目、2段目では内部まで黒く嫌気化した鹿沼土の領域と、嫌気と好気性の中間的な灰色の鹿沼土の領域が流入口近く流出口近くまで広がっていたが、3段目、4段目と段を経るに従い、次第に本来の鹿沼土の黄色を示した好氣的な領域が多くなることが明らかとなった。本試験における検討の結果、傾斜土槽法においても、嫌気領域が多い1、2段目までは除去率が低く、好氣的領域の多い3、4段目で除去率が高くなる傾向が認められた。すなわち、窒素除去能とともに、界面活性剤を含めた有機物除去性能を同時に高めるためには、傾斜土槽の内部構造を変更することや、間欠的な原水流入により時間的に嫌気と好気を繰り返すなどの検討が必要になると考えられる。

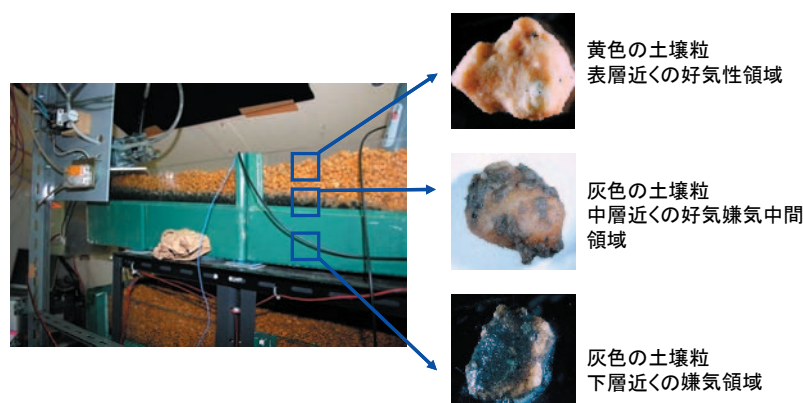


図 3-7-14 傾斜土槽内部の鹿沼土の状態

3. 8 実証研究:海外: グループリーダー:石川 忠晴(東京工業大学)

(1)目的

分散型衛生設備の運転・管理の大部分は基本的に各世帯、各コミュニティに委ねられていくわけであるから、その地域固有の社会・文化的特性を考慮して使用者や所有者が管理を行いやすいように設計等の改良を行う必要がある。そこで本研究では中国 3 都市およびインドネシアのバンドンにおいて現状の市民生活や衛生設備について調査し、それを起点として現実的に導入可能な衛生設備の設計およびそれをとりまくシステムの設計に関するケーススタディを行った。

(2)各地の概要

ケーススタディの対象としたのは中国とインドネシアの4つの都市である(図3-8-1)。各地における調査及び実証実験等は現地大学の大学及び研究機関(長春:東北師範大学, 南京:南京大学, 西安:西安建築科技大学, バンドン:インドネシア科学技術院)と共同で行った。調査は目的に応じて都市中心部および周辺農村部において行った。以下に各都市の特徴を簡単に記す。

- (1)長春(中国): 吉林省の省都で人口 713 万人。寒冷な気候でトウモロコシや畜産を中心とした農業が盛んである。
- (2)南京(中国): 江蘇省の省都で人口 685 万人。温暖・湿潤な気候で稲作が盛んである。
- (3)西安(中国): 陝西省の省都で人口 742 万人。年間降雨量が 500-700mm の半乾燥気候で小麦作が中心である。
- (4)バンドン(インドネシア): 西ジャワ州の州都で人口 227 万人。年間降雨量は 2,000mm 前後で熱帯雨林地域に属するが標高が高いため平均気温は若干低く 23℃前後である。



図 3-8-1 ケーススタディの対象都市

このように研究を行った場所のうち 3 箇所は中国であるが、それぞれに気候環境は異なり、主要産業や市民生活の形態も若干異なっている。これらの地域への適用可能性を検討しておけば中国の大部分の地域への適用可能性をある程度議論できると考えられる。また、バンドンは近年農村部からの人口流入が顕著な都市で、東南アジアの都市部の典型的なモデルケースとして取り扱うことができると思われる。

(3) 社会システムの中における衛生設備の位置づけと研究項目

研究のフレームを図3-8-2に示す。衛生設備の導入において設備単体(トイレ)としての設計以前に、現地の社会システムの中にどのように組み込むのかといった枠組みをある程度想定し、その中で公共サービスとして請け負える部分を明確にして処理設備のスペックを決定する必要がある。そこで本研究では発展途上国においてコンポストトイレが下図のように社会の中に組み込まれると想定し、トイレ本体の基本設計を決定するためのファクターとして次のような項目について調査・検討を行った。

- (1)マトリクスの安定供給
- (2)運転時のエネルギー消費
- (3)価格および使用形態にあわせた仕様設計
- (4)コンポストとしての利用可能性
- (5)水環境の改善効果
- (6)コンポストの回収

次項以降ではこれらの課題に着目して行った調査および実験について述べていく。

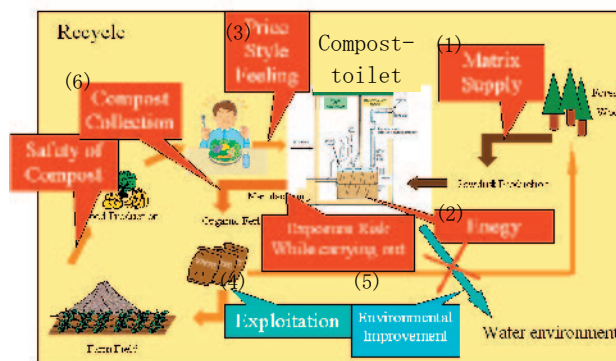


図 3-8-2 海外実証研究のフレーム

(4) 各気候条件下での運転と代替マトリクス

(a) コンポストトイレの試験的な運転

各研究機関に日本製コンポストトイレ(正和電工社製)を輸送し、現地で入手可能なオガクズを用いて運転し、現地の気候下でも正常に機能するかどうかを検討した。

研究機関内で小型のコンポストトイレを使用して行った実験の結果、汚物の減量化、有機物の分解等において日本で運転した場合と遜色のない効果が見られた。また、大型のコンポストトイレを

家畜糞尿処理、公園、小学校のトイレとしてそれぞれ運転したところ、使用上の問題は特に生じずに運転することができた。

(b)代替マトリクスの検討

4 都市の中で長春と南京の周辺では林業・製材や木工業が盛んでないためオガクズの発生量が少ない。そのためコンポストトイレ自体が本格的に普及した場合にオガクズ供給不足となる危険性がある。そこで上記 2 地域でオガクズに代わってマトリクスとして使用可能な材料を挙げ、その材料をマトリクスとして使用して運転を試みた。

代替マトリクスとして使用したのは長春ではトウモロコシ残渣、南京では大豆残渣で、いずれもオガクズと 1:1 で混合して用いた。実験結果の一例として図3-8-3に大豆残渣を半量用いた場合の実験結果を示す。棒グラフはマトリクス重量と汚物の総投入量を示し、線グラフが反応槽内の実重量を示している。両者の差がコンポスト型トイレによる減量効果となるが、オガクズのみを使用した場合と同程度の効果があることがわかる。

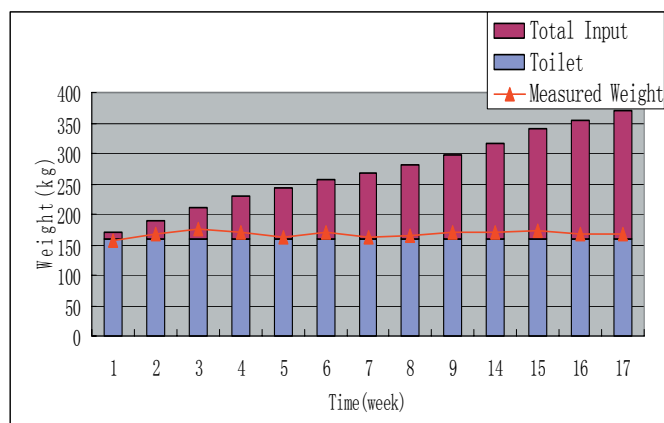


図 3-8-3 大豆残渣を半量用いた場合の累積全投入量とトイレ残留量の経過

(5) アンケートによるコンポストトイレの印象と購入可能価格

環境保護意識が対象 2 カ国に比べて高い日本においてもコンポストトイレが普及していないことからみても、単に環境にフレンドリーというだけで普及するものではない。すなわち、人々がコンポストトイレに対してどのような印象を持つかが重要である。そこで本研究では、以下の二つの方法でコンポストトイレを市民に紹介し、インタビューおよびアンケートによる調査を行った。

(I)日本で promotion video を作成し現地でインタビュー調査を行った。中国では、各機関が個別に中国語に翻訳して用いた。インドネシアでは Video を見せながら住民に口頭で説明した。

(II)現地の公園等実際にコンポストトイレを設置し、実物を見たり使ってもらって回答を得た。

4 箇所におけるアンケートで共通して得られた傾向として、理論立てて説明すればコンポストトイレの環境負荷低減効果を理解してもらうことはできた。しかし、実際に自宅のトイレとして導入したいかという質問に対しては都市部においては水洗のほうがよいという回答が多く、農村部でも現在のコンポストトイレの価格では購入不可能であるという回答が多く見られた。

インドネシアでは寄宿型のイスラム教の宗教学校にコンポスト型トイレを設置して使用者へのアンケートを行った。イスラム教特有の汚物への嫌悪感から不満が多く出ると予測したが、使用上の不快感を訴えるような回答は日本や中国のそれと比べてもそれほど多くなく、将来的な使用に対して本体価格さえ適正であれば十分に許容するという回答も得られた。

また、中国において実際に購入可能な価格について質問したところ日本円にして 75,000 円前後という回答が多かった。これは日本製コンポストトイレの 1/20 程度の価格である。

(6) 普及推進地域について

アンケート結果を見てわかるように、社会的効果や環境改善効果を示すだけでは直接普及にはつながらない。特に中国都市部においてはすでに水洗トイレの普及が進みつつあり、現在まで水洗化が成されていない街区でも住民は近々水洗化されることを期待する傾向がある。

したがって中国でのコンポスト型トイレ導入の対象としては(1)水洗化が期待できない農村部、(2)

都市部の家庭用以外のトイレ(職場、学校など個人の意思以外に組織の方針が関係する場所、組織として環境負荷低減に寄与することがインセンティブとなる場)を想定した。現状の農村部のトイレは大部分が汲み取り式であり、衛生状態は非常に悪い。また取り出された汚物は堆肥として使用されるが、その取り出し作業にも大きな健康上のリスクを背負うことになる。コンポストトイレは汚物をコンポスト化することによりトイレ周辺の衛生環境を改善し、取り出し時のリスクも軽減できると思われる。

一方、バンドンでは依然として都市部において広範囲にスラムが分布している。スラムのトイレは汚物を水で流すものの流した汚物は生活空間の近くを流れる水路や浸透升に無処理のまま流されている。これらの排水は生活用水として利用されている地下水を著しく汚染しており、住民の健康面に大きな影響を与えることが懸念されている。そこでインドネシアでは都市部のスラムを中心に普及することを想定した。

(7)ランニングコスト(電気代)の生活者からみた負担

現在の日本製コンポストトイレは、尿の水分を蒸発させるためと、好気性細菌の活動を活発化させるためにヒーターを用いている。このため電力消費量が多い。家庭用トイレを使用した電力消費試験で東京におけるコンポストトイレの一日の電力消費量はおよそ 1000W 時/日であった。一方、前述の4都市における家庭での平均的電力消費量を地域での供給電力を世帯数で割ると、2500W 時/日(長春)5000W 時/日(西安市街)、800W 時/日(西安農村部)、819W 時/日(南京; 宣興市)、3500W 時/日(バンドン)となっており、都市平均的にみても、バイオトイレが消費する電力は家計に対して大きな負担になる。

特に本研究で普及推進地域としているのは農村部とスラムで共にその住民の所得は平均値より低いほうに属するため電気使用料増の重みはより一層重く感じられることとなる。例えばバンドンのスラムで行った生活実態調査によれば、平均的な世帯の一人当たり月収は約 2000 円で、水代、電気代、ゴミ収集費がそれぞれ 1~6%, 4~7%, 0.1~0.7%を占め、現状においても電気は非常に高価なサービスとなっている。これにさらにコンポスト型トイレが導入された場合、電気使用料は一人当たり 100 円(収入の 5%)増を生み、家計を圧迫することは確実である。

(8)廉価版コンポストトイレ

(a)低価格材料を用いた試作(中国)

基本的な構造や大きさは日本製コンポストトイレを模擬して廉価版のコンポストトイレの作成を試みた。材料費を削減するため、および運転時のコストの削減や、設置場所の電力事情を考慮して、以下の点を変更した。

- 本体反応槽部分をステンレス製から鋼製とし、材料費を削減した。
- ランニングコスト(電気代)の削減のためにヒーターによる保温機能は削除した。
- 攪拌用のスクリューは交流電源ではなくバッテリーによる駆動とした。

自作のコンポストトイレは約 4 ヶ月間の実験期間中、問題なく運転することができた。日本製の同程度の規格のコンポストトイレは 260 万円前後するが、今回の試作機の価格は 10 数万円となった。大幅な削減を実現できた要因は高価なステンレスを安価な鉄に変更したことにある。また、今回は設置場所の条件が夏季の 5~8 月限定で、その間の気温が高温になることを期待してヒーターを付随させなかったこともコストダウンの一因となっている。

ただし、今回の実験では最大許容使用回数よりもかなり少な目の使用頻度だったこともあって問題なく運転できたと考えられる。今後、さらに使用者数が増加した場合に水分過多を招かないように反応槽を大きめにしておくなどの設計変更も必要になると考えられる。また、日本製に対して大幅なコストダウンは図れたが、アンケート結果を見ると購入する使用者はさらに低価格を望んでおり、より廉価な材料を使用して作成されることも期待される。

(b)糞尿分離型の無電力モデルの提案(インドネシア)

前章で述べたように、ランニングコストの負担が普及上の問題の一つとなりうる。電気は主に尿の乾燥のために使用されているため、尿が反応槽に投入される前に糞便と分離されて別途貯留されれば省電力化しても水分過多になるリスクを軽減することができる。

そこで屎尿分離のコンポストトイレの作成を検討した。その際に課題となるのは、以下の 2 点である。マトリクスには糞のみが投入されることになるので反応槽の小型化が図れる。その際の反応槽

大きさの最適化する。一方で尿が全く入らないとオガクズが過乾燥となることが考えられるので、適正な水分投入量について検討した。また、発生する尿を蒸発させずに単に貯留した場合、回収頻度が多くなってしまうので尿のみで低エネルギーで蒸発させられることが望ましい。ただしこれは完全な無電力化を想定してオプションとする。それぞれについて基礎実験を行って設計指標の概略を得た。また現地の住民が使い慣れた現状のトイレの様式やトイレ内で水浴びもする習慣を考慮して、図3-8-4に示すような構造を提案した。大便時と小便のみの時で立ち位置を変えることによりオガクズ反応槽にもある程度の水分供給が成され、尿の生物分解に適正な水分状態が保てるようになっている。

(9) 輸送システム構築の可能性(バンドンのスラムにおける事例)

バンドンのスラムをケーススタディのサイトとして、コンポストトイレを導入した場合の収集輸送システム構築の検討を行った。まず、既存のゴミ収集のシステムの現状を調査し、それを参考にコンポストと尿の回収輸送システムのイメージを描いて検討した。その結果、現在のゴミ収集システムとさほど変わらない規模で、尿液肥とコンポストの収集輸送が可能であると考えられた。

次に、この収集輸送システムについて費用の試算を行った。その結果、収集に対して各家庭が負担する部分は、代表的な現地住民の収入に対し、1~2%程度と見積もられた。これは、現状のゴミ収集費用(収入の0.1~0.7%)よりは高いが、水代(収入の1~6%)や電気代(収入の4~7%)よりは明らかに低い。また、世界銀行の推計した廃棄物サービスおよび下水道サービスに対する支払い可能額の目安と同程度であり、概ね妥当な金額であると考えられた。

また、同システムがバンドン市全体に適用された場合、現在の就労人口の1~2%に相当する雇用が新たに発生すると考えられた。

(10) 水環境改善効果

バンドンのスラムにおいて水路と各戸からの排水それぞれについて流量と水質を24時間観測し、水路の汚濁負荷に対する家庭排水の寄与を評価した。また、住民の糞尿をサンプリングし、その汚濁負荷も計測した。その結果、水路の汚濁負荷の大部分は家庭排水によるものであり、家庭排水のうち尿尿起源の負荷が $\text{NH}_4\text{-N}$ で約3割、 $\text{PO}_4\text{-P}$ で約7割、CODで約5割と高い割合を占めていた。コンポストトイレを導入すれば現在水路を通じて河川に流入しているこれらに相当する汚濁負荷を削減することができると考えられる。

(11) 肥料としての利用可能性

(a) 発芽試験

堆肥として腐熟して幼植物の成長阻害物質が低下していることを示す手段の一つとして、発芽試験を行った。本実験ではキュウリの種を用いた。シャーレに発芽床を用意し、対照として蒸留水のみのも、実験ケースとしてコンポスト浸出液を1:5, 1:10, 1:30, 1:50に希釈して実験を行った。1:30, 1:50の希釈において十分な発芽率をみせ、堆肥として適正な希釈をすれば幼植物の成長を阻害することはないことが明らかとなった。

(b) トウモロコシ・野菜などの栽培試験

長春・東北師範大学とその周辺の農家においてトウモロコシの生育試験を行った。試験は3区画用意し、無施肥、トイレから出たコンポストを施肥、化学肥料を施肥の3条件で施肥状態を変え、他の条件はすべて一緒に152日間生育した。

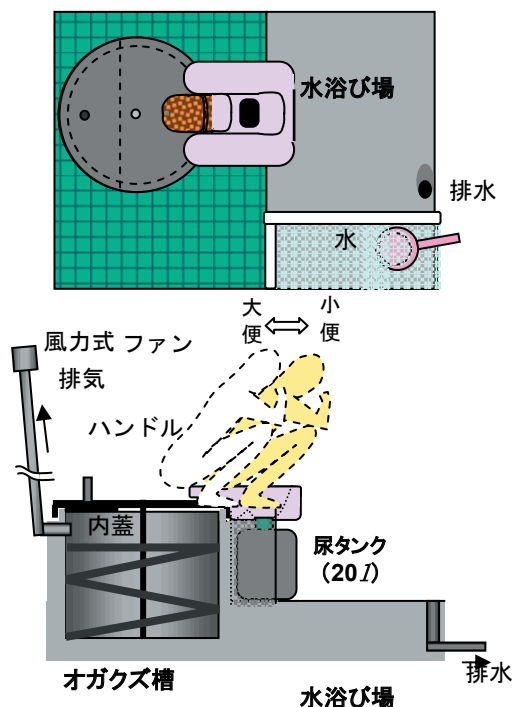


図 3-8-4 糞尿分離型の無電力モデルの提案

その結果、株の大きさ、光合成速度、蒸散率、収穫後の実の重量と数など、すべてにおいてコンポストがもっとも優秀な成績を残した。

また、同様に施肥条件を変えてホウレンソウとアブラナの生育実験も行った。これらについてもコンポストを施肥した場合がもっとも成績が良かった。

(c)農業指導組織との協調

日本や中国では古来より人間の汚物を堆肥として使用する習慣があったため、コンポスト使用に対する心理的抵抗も少ない。一方でインドネシアは汚物を忌み嫌うイスラム教の影響を受けたため、コンポストを使用して生育された作物を食することに対して抵抗感がある。さらに有機栽培の作物に対する評価は先進国のように高くなく、有機野菜が特別な商品価値を持つに至っていない。

こうした状況のままトイレを普及させてコンポストを生産しても堆肥として消費されずに廃棄物となることは間違いない。したがって、有機農法を指導する組織と協調し、有機農法を実践する農家の育成・増加と歩調をあわせてコンポストトイレの設置数を伸ばしていく必要がある。

バンドンの場合、幸運にも有機農法指導を行う学校が存在し、スラムのコンポストトイレで生産された堆肥を活用して卒業生にもコンポスト使用を促すことに賛同してくれた。今後は廉価版のトイレを具体化し、性能試験を行った上で小規模の導入を行い、農業学校およびその卒業生の有機肥料の需要とスラムのトイレからの供給のバランスをはかりながら双方が拡大していくことが期待されている。

4 研究参加者

4.1 バイオトイレグループ

氏 名	所 属	役 職	研究項目	参加時期
船水 尚行	北海道大学大学院工学研究科	教授	総括	H14.11～
岡部 聡	北海道大学大学院工学研究科	准教授	微生物群集解析	H14.11～
木村 克輝	北海道大学大学院工学研究科	准教授	微化学物質	H15.3～
伊藤 竜生	北海道大学大学院工学研究科	助教	エネルギーモデル	H16.4～
堀田 真也	北海道大学大学院工学研究科	研究員	栄養塩	H16.4～
フェルガス・アイリーン	北海道大学大学院工学研究科	D1	雑排水の処理	H17.4～
天野 史郎	北海道大学大学院工学研究科	M2	尿の処理	H18.4～
永田 洋之	北海道大学大学院工学研究科	M2	雑排水処理	H18.4～
山崎 宏樹	北海道大学大学院工学研究科	M2	許担体	H18.4～
橋本 悠美	北海道大学大学院工学研究科	M1	エネルギーモデル	H18.10～
伊藤 寛五	北海道大学工学部	B4	分離分散型システム	H19.5～
柚木俊二	金沢工業大学 ゲノム生物工学研究所	研究員	尿の処理	H19.4～
柿本 貴志	埼玉県環境科学国際センター	研究員	微量化学物質	H14.11～
細川 愛	北海道大学大学院工学研究科	CREST チーム事務員	チーム事務	H15.1～
ロペスサバ・ミゲルアンヘル	Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey	教授	分離分散型システム	H14.11～
横田 光正	三菱商事(株)国際戦略研究所	総括マネージャー	分離分散型システム	H17.4～
鎌田 素之	関東学院大学工学部	講師	微量化学物質	H16.7～
板屋 英治	沖縄総合事務局 北部ダム事務所	所長	実証実験	H19.6～
寺澤 実	北海道大学大学院農学研究科	名誉教授	コンポスト技術	H19.4～ ※コンポスト利用技術グループから異動
玉井 裕	北海道大学大学院農学研究科	准教授	コンポストポット作製	H19.4～ ※コンポスト利用技術グループから異動

出村 克彦	北海道大学大学院農学研究科	教授	分離分散型システム	H19.6～
岩本 博幸	東京農業大学国際食料情報学部	講師	分離分散型システム	H19.6～
榊原 豊	早稲田大学大学院理工学研究科	教授	電解速度モデルの構築	H17.4～
小森 正人	早稲田大学大学院理工学研究科	D2	尿の連続処理実験及び処理性能の解析	H18.4～
小野 大樹	早稲田大学大学院理工学研究科	M2(CREST研究補助員)	電解酸化実験	H18.5～
土屋 陽久	早稲田大学大学院理工学研究科	M2(CREST研究補助員)	電解酸化実験	H18.7～
田邊 秀二	長崎大学大学院生産科学研究科	准教授	尿分離ポータブルトイレの実証実験	H15.10～
松永 佳代子	長崎大学大学院生産科学研究科	研究補助員	実験データの整理	H17.10～
富永 亜希	長崎大学大学院生産科学研究科	D2	尿の酸化に関する実験	H19.4～
首藤 達也	長崎大学大学院生産科学研究科	M2	ポータブルトイレの攪拌に関する実験	H19.4～
高橋 宙也	長崎大学大学院生産科学研究科	M2	処理尿の成分分析	H19.4～
中田 ソノ子	北海道大学大学院工学研究科	M2	病原性微生物	H14.11～H15.3
阿部 順	北海道大学大学院工学研究科	M2	微量化学物質	H14.11～H15.3
田井 宏	北海道大学大学院工学研究科	M2	栄養塩	H14.11～H16.3
劉 保華	北海道大学大学院工学研究科	M2	病原性微生物(回虫)	H14.11～H16.3
ハッサン サディク ネジャト	北海道大学大学院工学研究科	M2	微量化学物質	H14.11～H15.10
大高 園美	北海道大学大学院工学研究科	M2	高負荷雑排水	H14.11～H16.3
山田 智之	北海道大学大学院工学研究科	M2	微量化学物質	H15.2～H16.3
菅原 崇宏	北海道大学大学院工学研究科	M1	水分移動	H15.3～H16.3
成田 裕樹	北海道大学大学院工学研究科	D1	微量化学物質	H14.11～H17.3
今井 陽介	北海道大学大学院工学研究科	M2	微量化学物質	H15.3～H17.3
グエン・リン・ヴ	北海道大学大学院工学研究科	M2	微量化学物質	H16.4～H.17.10
山縣 一平	北海道大学大学院工学研究科	M2	微量化学物質	H15.10～H18.3

桔梗 雄介	北海道大学大学院工学研究科	M2	有機物分解	H16.4～H18.3
竹中 美佳子	北海道大学大学院工学研究科	M2	微量化学物質	H16.4～H18.3
福田 美意	北海道大学大学院工学研究科	M2	混合特性	H16.4～H18.3
井野 雄介	北海道大学大学院工学研究科	M2	微量化学物質	H16.9～H19.3
大澤 輝真	北海道大学大学院工学研究科	M2	微量化学物質	H17.4～H19.3
小川 真吾	北海道大学大学院工学研究科	M2	実証実験	H17.4～H19.3
野口 友寛	北海道大学大学院工学研究科	M2	栄養塩	H17.4～H19.3
武部 憲和	北海道大学大学院工学研究科	M1	エネルギーモデル	H18.4～H19.3
松尾 紀子	北海道大学工学部	B4	エネルギーモデル	H18.8～H19.3
Prosnansky Michal	早稲田大学大学院理工学研究科	研究員	微量化学物質	H17.7～H18.3
柏村 斉	早稲田大学大学院理工学研究科	M2 (CREST 研究補助員)	電解酸化実験	H18.4～H19.3
石橋 洋二	早稲田大学大学院理工学研究科	M1 (CREST 研究補助員)	電解酸化実験	H18.7～H19.3
鈴木 康祐	早稲田大学大学院理工学研究科	M2 (CREST 研究補助員)	電解酸化実験	H18.8～H19.3
横森 源治	沖縄総合事務局 北部ダム事務所	所長	実証実験	H16.4～H19.3
石崎 勝義	長崎大学環境科学部	教授	普及施策	H14.11～H15.3 ※実証実験(国内)グループへ異動
三浦 真慈	長崎大学大学院環境科学研究科	M1	実験・測定	H14.11～H15.3
小林 将也	長崎大学大学院環境科学研究科	M1	実験・測定	H14.11～H15.3
正木 晴彦	長崎大学環境科学部	名誉教授	雑排水処理	H15.4～H17.3
斉藤 寛	長崎大学 学長	学長	地区アドバイザー	H15.4～H18.3
竹下 哲史	長崎大学地域共同研究センター	助教授	コーディネーター	H15.4～H18.3
高辻 俊宏	長崎大学環境科学部	助教授	小型化	H14.11～H18.3
中村 修	長崎大学環境科学部	助教授	地域循環計画	H15.4～H18.3
濱砂 博信	長崎総合科学技術大学	助教授	雑排水処理	H15.4～H18.3
辻林 英高	NPO 法人地域循環研究所	事務局長	地域循環調査	H15.12～H18.3

井内 堅太郎	長崎県産業振興財団		性能評価	H16.3～H18.3
Lacour Nathalie	(株)メリサジャパン	取締役	分離分散型廃水処理 実験, デザイン	H15.11～H18.3
藤井都弥子	国土交通省国土 技術総合政策研 究所	研究官	新システム導入効果 評価開発	H15.4～H19.3
大宮司 聡	(株)メリサジャパン	社長	家庭雑排水処理の実 証実験	H15.4～H19.3
原田 真一	長崎大学医学部	助手	トイレの実証実験	H15.4～H19.3
白仁田 沙耶 子	長崎大学生産科 学研究科	M1	水質測定・コンポスト 実験	H18.4～H19.3
胡 錦威	長崎大学大学院 生産科学研究科	D3(CREST 研究補助員)	水質測定・尿分解速 度の測定	H15.4～H19.3
水越 克彰	長崎大学工学部 材料工学科	助手	トイレの改造・尿分解 システムの構築	H18.4～H19.3

4.2 バイオ・エコユニットグループ

氏名	所属	役職	研究項目	参加時期
稲森 悠平	独)国立環境研究 所	室長	分散型高度処理浄化 槽システムの開発と評 価	H14.11～H19.3
	福島大学	教授		H19.4～
徐 開欽	独)国立環境研究 所	主任研究員	分散型高度処理浄化 槽システムの開発と評 価	H18.4～
蛭江 美孝	独)国立環境研究 所	研究員	高度処理浄化槽の有 用微生物の機能解析 の開発	H18.1～
板山 朋聡	独)国立環境研究 所	研究員	土壌処理システムの 開発, 藻類増殖試験 による処理水の評価 試験	H14.11～
岩見 徳雄	明星大学理工学 部	助教授	分散型高度処理浄化 槽システムの開発	H14.11～

桂 萍	独)国立環境研究所	流動研究員	分散型の人工湿地, 水生・沈水・水耕植物 浄化システムの開発	H14.11～
田中 伸幸	独)国立環境研究所	研究補助員	多段式土壌トレンチ の開発, 土壌微生物 の分子生物学的解析	H16.7～
桑原 享史	秋田県立大学	ポスドク	多段式土壌トレンチ の開発, 植栽および 魚類導入ラグーンシ ステムの開発	H15.10～
浅野 千鶴子	独)国立環境研究所	CREST 研究 補助員	水生植物・土壌活用 浄化システムの開発	H17.12～
永井 良子	独)国立環境研究所	CREST 研究 補助員	水生植物・土壌活用 浄化システムの開発	H17.12～
大高 園美	北海道大学大学院 工学研究科	M2	雑排水の量と質	H14.11～H16.3
斎藤 猛	(独)国立環境研 究所	CREST研究 員	有毒アオコの毒性評 価技術の開発, 界面 活性剤の分解能評価 試験, 土壌微生物の 分子生物学的解析	H14.12～H17.3
磯田 博子	筑波大学大学院 生命環境科学研 究科	助教授	分子生物学的方法を 用いた高度処理シス テム支援化技術の開 発	H14.11～H17.3 ※リスク評価グループ に異動
小嶋 敬子	(独)国立環境研 究所	委託研究員	分散型高度合併処理 浄化槽におけるリン除 去プロセスの開発	H15.10～H17.3
星野 辰彦	早稲田大学大学院 理工学研究科	博士課程3年	分散型高度合併処理 浄化槽におけるリン除 去プロセスの開発	H15.10～H17.3

吉江 幸子	早稲田大学大学院理工学研究科	博士課程3年	分散型高度合併処理浄化槽におけるリン除去プロセスの開発	H15.10～H17.3
蔭浦 大輔	早稲田大学大学院理工学研究科	D3	分子生物学的方法を用いた高度処理システム支援化技術の開発	H15.10～H17.3
佐々木 聖亮	筑波大学大学院バイオシステム研究科	M2	分散型浄化システム派生汚泥・植物残さ等の資源循環システムの開発	H15.10～H17.3
中尾 昇平	筑波大学大学院生命環境科学研究科	D2	分散型高度合併浄化槽における窒素除去プロセスの開発	H15.10～H17.3
金子 直哉	早稲田大学大学院理工学研究科	M2	分散型高度合併浄化槽における窒素除去プロセスの開発	H15.10～H17.3
中川 和哉	早稲田大学大学院理工学研究科	M2	分散型高度浄化システムにおけるリン除去プロセスの開発	H15.10～H17.3
Hu Zanbo	(独)国立環境研究所	共同研究員	水生植物・土壌活用浄化システムの開発	H17.2～H18.3
小出 昌弘	(独)国立環境研究所	研究補佐員	土壌浄化システムの開発	H17.2～H18.3
金井博史	筑波大学大学院	M2	湖沼水質改善効果の藻類増殖特性からの評価と浄化システムの開発	H17.11～H18.3
栗原亮一	筑波大学大学院	M2	生活由来廃液の適正処理システムの開発	H17.11～H18.3
山川亮	東邦大学	B4	分散型の人口湿地、水生・沈水・水耕植物浄化システムの開発	H17.11～H18.3

大阪 利文	早稲大学大学院 理工学研究科	M2	分子生物学的方法を用いた高度処理システム支援化技術の開発	H15.10～H19.3
鈴木 康之	早稲田大学理工学部	M1	分散型高度合併処理浄化槽におけるリン除去システムの開発	H15.10～H18.3
座間 俊介	筑波大学大学院 バイオシステム研究科	M1	生活由来廃液の適正処理システムの開発	H15.10～H18.3
古川 和寛	早稲田大学大学院 理工学研究科	M1	湖沼水質改善効果の有毒アオコの分子生物学的特性からの評価と浄化システムの開発	H15.10～H18.3
山田 稔	東京海洋大学	M1	湖沼水質改善効果の藻類増殖特性からの評価と浄化システムの開発	H17.10～H18.3
榎本 隆寿	横浜国立大学	D2	湖沼水質改善効果の藻類増殖特性からの評価と浄化システムの開発	H17.10～H19.3
伊達 康博	早稲田大学理工学研究科	M2	分子生物学的方法を用いた高度処理システム支援化技術の開発	H17.10～H19.3
山本 智子	筑波大学大学院	M2	水生植物・土壌活用浄化システムの開発	H17.10～H19.3
塩入 千春	筑波大学大学院 生命環境科学研究科	M1	分散型高度合併処理浄化槽におけるリン除去システムの開発	H17.10～H19.3
加島 誠之	筑波大学大学院 生命環境科学研究科	M1	生活由来廃液の適正処理システムの開発	H17.10～H19.3
横澤 和哉	早稲田大学理工学部	B4	分子生物学的方法を用いた高度処理システム支援化技術の開発	H18.10～H19.3

中村 斐	筑波大学第二学 群生物資源学類	B4	水生植物・土壌活用 浄化システムの開発	H18.10～H19.3
戸上 公博	工学院大学	B4	分散型高度合併処理 浄化槽におけるリン除 去システムの開発	H18.10～H19.3
西川 直登	工学院大学	B4	生活由来廃液の適正 処理システムの開発	H18.10～H19.3
杉本 直也	工学院大学	B4	水生植物・土壌活用 浄化システムの開発	H18.10～H19.3
wang yanfua	上海交通大学	D2	水生植物・土壌活用 浄化システムの開発	H18.10～H19.3
近藤 貴志	早稲田大学大学院 理工学研究科	M2	分子生物学的方法を 用いた高度処理シス テム支援化技術の開 発	H15.10～H19.3
中川 剛	筑波大学大学院 農学研究科	D3	分子生物学的方法を 用いた高度処理シス テム支援化技術の開 発	H15.10～H19.3
稲森 隆平	筑波大学大学院 生命環境科学研究 科	D3	水生植物・土壌活用 浄化システムの開発	H15.10～H19.3

4. 3 コンポスト利用技術グループ

氏名	所属	役職	研究項目	参加時期
寺沢 実	北海道大学大学 院農学研究科	教授	おが屑の特性解析と コンポストの利用	H14.11～H19.3 ※H19.4～バイオトイ レグループに異動
玉井 裕	北海道大学大学 院農学研究科	助教授	コンポストポットの作 製	H14.11～H19.3 ※H19.4～バイオトイ レグループに異動
幸田 圭一	北海道大学大学 院農学研究科	助手	おが屑の特性解析	H15.11～H19.3
荒木 洋美	北海道大学大学 院農学研究科	M2	各種マトリックスの物 性比較	H15.4～H17.3
藤本 啓太	北海道大学大学 院農学研究科	M2	バイオトイレの有用 性, 肥料への応用	H15.4～H17.3
チェガヤ オルジ ノ	北海道大学大学 院農学研究科	M1	コンポストの肥料化, 林木育種への応用	H15.4～H17.3
長谷川 洋子	北海道大学大学 院農学研究科	M1	アンモニアの生成機 構	H16.4～H17.3

平松 洋	北海道大学大学院農学研究科	M1	おが屑と尿尿の量比	H16.4～H17.3
中島 博	北海道大学大学院農学研究科	教授	コンポストの肥料効果	H14.11～H17.3
堀田 真也	北海道大学大学院農学研究科	M2	オガ屑マトリックスの劣化	H15.4～H16.3

4. 4 リスク評価グループ

氏名	所属	役職	研究項目	参加時期
大瀧 雅寛	お茶の水女子大学大学院人間文化創成研究科	准教授	病原リスク検証実験および評価モデルの構築	H14.11～
中川 直子	お茶の水女子大学大学院人間文化創成研究科	研究員	リスク評価モデルの適用	H15.4～
風間しのぶ	お茶の水女子大学大学院人間文化創成研究科	M2	病原代替指標の実験的検証	H19.1～
伊藤 光明	いであ株式会社	常務執行役員	コンポスト中微量化学物質の分析法開発及びモニタリング	H14.11～
池田 善郎	いであ株式会社環境リスク研究センター	副センター長	コンポスト中微量化学物質の分析法開発及びモニタリング	H14.11～
佐藤 修之	いであ株式会社環境創造研究所環境化学グループ	グループ長	コンポスト中微量化学物質の分析法開発及びモニタリング	H14.11～
伊藤 安紀	いであ株式会社環境創造研究所環境化学グループ	主査研究員	コンポスト中微量化学物質の分析法開発及びモニタリング	H14.11～
山本 五秋	いであ株式会社環境創造研究所環境化学グループ	研究員	コンポスト中微量化学物質の分析法開発及びモニタリング	H14. 11～
山本 潤	いであ株式会社環境創造研究所環境化学グループ	研究員	コンポスト中微量化学物質の分析法開発及びモニタリング	H16. 12～
小野田 優	いであ株式会社環境創造研究所環境化学グループ	技師	コンポスト中微量化学物質の分析法開発及びモニタリング	H16. 12～
磯田 博子	筑波大学大学院生命環境科学研究科	准教授	総括およびリアルタイムモニタリング開発	H17.4～ ※バイオ・エコユニットグループから異動

安部 征雄	筑波大学大学院 生命環境科学研究科	教授	環境分析	H17.4～
Terrence Talorete	筑波大学大学院 生命環境科学研究科	研究員	細胞毒性評価の確立	H17.4～
Han Junkyu	筑波大学大学院 生命環境科学研究科	研究員	プロテオーム解析による バイオマーカー確認	H17.4～
川野 光子	筑波大学大学院 生命環境研究科	研究員	遺伝子発現解析による マーカー確認	H18.4～
入江 光輝	筑波大学北アフリ カ研究センター	研究員	水質分析	H19.5～ ※実証実験(海外)グ ループから異動
古川 美智子	筑波大学大学院 生命環境科学研究科	研究補助員	バイオアッセイ	H16.7～H18.3
Cui Yibin	南京大学	助教授	中国におけるサンプリ ングと水質分析	H17.4～H18.3
国本 学	北里大学薬学部	教授	バイオアッセイ系のバ ッテリー化	H14.11～H16.3
赤石 布美子	お茶の水女子大 学大学院人間文 化研究科	M2	微生物測定	H16.4～H18.3

4. 5 流域グループ

氏名	所属	役職	研究項目	参加時期
荒巻 俊也	東京大学大学院 工学系研究科都 市工学専攻	准教授	サニテーションシス テムの統合評価の枠組 み構築	H14.11～
栗栖(長谷 川) 聖	東京大学先端科 学技術研究センタ ー	講師	コンポスト型トイレの微 生物槽の解析, サニ テーションシステムに よる水環境への影響 検討	H16.4～
Pham Ngoc Bao	東京大学大学院 工学系研究科都 市工学専攻	D1	ベトナムハノイ市郊外 におけるサニテーショ ンシステムの評価	H19.4～
大坊 彩乃	東京大学大学院 工学系研究科都 市工学専攻	M2	コンポスト型トイレの微 生物槽の解析	H17.6～

Guangheng Ni	清華大学(中国)	副教授	海外実証実験	H15.12～
Heping Hu	清華大学(中国)		海外実証実験	H15.12～
Zhidong Lei	清華大学(中国)		海外実証実験	H15.12～
Lihua Tang	清華大学(中国)		海外実証実験	H15.12～
高橋 正宏	国土交通省国土技術政策総合研究所下水道研究部	部長	新システム導入効果評価開発	H14.11～H17.3 ※実証実験(国内)グループへ異動
藤井 都弥子	国土交通省国土技術政策総合研究所環境研究部河川環境研究室	研究員	新システム導入効果評価開発	H15.4～H17.3
藤田 光一	国土交通省国土技術政策総合研究所環境研究部河川環境研究室	室長	LCA 情報の整備	H15.8～H17.3
MaraRegina Mendes	東京大学大学院工学系研究科	博士課程	Sanitation System 導入に伴う環境負荷に関する検討	H14.11～H15.3
平松 あい	東京大学大学院工学系研究科	博士課程	新システム導入効果評価開発	H14.11～H17.3
吉川 勝秀	国土交通省国土技術政策総合研究所環境研究部	部長	新システム導入効果評価開発	H14.11～H15.7
田中 伸治	国土交通省国土技術政策総合研究所環境研究部河川環境研究室	研究官	新システム導入効果評価開発	H14.11～H15.3
Mona Mohammed Galal Khalafallah	東京大学大学院工学系研究科	博士課程	衛生状態の改善と環境負荷の比較検討新システム導入効果評価開発	H14.11～H18.3

4. 6 実証実験(国内)グループ

氏名	所属	役職	研究項目	参加時期
船水 尚行	北海道大学大学院工学研究科	教授	総括	H14.11～
伊藤 竜生	同上	助教	エネルギーモデル	H15.4～
柿本 貴志	埼玉県環境科学国際センター	研究員	微量化学物質	H14.11～
横田 光正	三菱商事(株)国際戦略研究所	総括マネージャー	分離分散型システム	H17.4～
井草 雄太郎	NPO小貝川プロジェクト21	理事長	機械的安全性の研究	H14.11～

北村 彦蔵	NPO小貝川プロジェクト 21	理事	機械的安全性の研究	H14.11～
高橋 正宏	北海道大学大学院工学研究科	教授	機械的安全性の研究	H17.4～
平出 亮輔	国土交通省国土	研究官	機械的安全性の研究	H17.4～
石崎 勝義	長崎大学環境科学部	教授	普及施策チームリーダー	H14.11～H15.3
	早稲田大学水環境の復元・再生研究所	客員教授(専任)		H15.4～
中西 康博	東京農業大学宮古亜熱帯研究所	准教授	ゼロエミッション	H17.11～
大瀧 雅寛	お茶の水女子大学	准教授	地下水管理	H17.11～
座気味 一幸	宮古土地改良区	事務局長	実証実験	H17.4～
榊原 豊	早稲田大学理工学部	教授	河川流域対策	H17.4～
櫻井 英博	早稲田大学教育学部	教授	尿硝化メカニズム	H18.12～
熊谷 清	(財)ダム水源地環境整備センター	理事	沖縄実証試験の実施	H18.10～
盛谷 明弘	(財)ダム水源地環境整備センター研究第二部	部長	沖縄実証試験の実施	H18.4～
牛島 健	(財)ダム水源地環境整備センター研究第二部	研究員	沖縄実証試験の実施	H19.4～
多田 千佳	独)沖縄工業高等専門学校生物資源工学科	助教	沖縄実証試験の実施	H18.2～
稲森 悠平	独)国立環境研究所	室長	分散型高度処理浄化槽および植栽・土壌浄化システムの開発と評価	H14.11～H19.3
	福島大学	教授		H19.4～
徐 開欽	独)国立環境研究所	主任研究員	土壌トレンチシステム等の実証試験	H18.4～
蛭江 美孝	独)国立環境研究所	研究員	高度処理浄化槽の性能評価システムの開発	H18.1～
板山 朋聡	独)国立環境研究所	研究員	傾斜土槽処理システムの実証試験	H14.11～

田中 伸幸	独)国立環境研究所	研究補助員	傾斜土槽処理システムの実証試験	H16.7～
桑原 享史	秋田県立大学	ポスドク	傾斜土槽処理システムの実証試験	H17.4～
石松 隆和	長崎大学環境科学部	教授	設計	H15.4～H16.3
劉 震	長崎大学環境科学部	助教授	実証実験	H15.4～H16.3
石井 望	長崎総合科学技術大学	助教授	実証実験	H15.4～H16.3
吉川 勲	長崎総合科学技術大学	教授	性能評価	H15.4～H16.3
中村 剛	長崎大学工学部	教授	性能評価	H15.4～H16.3
福田 芳雄	長崎大学大学院海洋生産研究科	M1	実験	H15.4～H16.3
小林 将也	長崎大学大学院生産科学研究科	M2	実証実験	H14.11～H16.5
吉谷 麻紗子	長崎大学環境科学部	CREST研究補助員	長崎チームリーダー	H16.4～H16.6
前田 知子	長崎大学環境科学部	CREST研究補助員	事務局	H15.3～H16.3
山下 武宣	沖縄総合事務局北部ダム事務所	所長	実証実験	H15.4～H16.3
木下 正之	コスモ・エース工業(株)	代表取締役	実証実験	H15.10～H16.3
富岡 誠司	(財)ダム水源地環境整備センター	研究部長	実証実験	H15.4～H16.3
田中 利文	(財)ダム水源地環境整備センター	主任研究員	実証実験	H15.4～H16.3
照沼 郁子	NPO 小貝川プロジェクト 21	理事	実施設における実証実験	H14.11～H16.3
前野 茂	NPO 小貝川プロジェクト 21	理事	実施設における実証実験	H14.11～H16.3
浜西 まり子	NPO 小貝川プロジェクト 21	理事	実施設における実証実験	H14.11～H16.3
斉藤 寛	長崎大学 学長	学長	地区アドバイザー	H15.4～H17.3
竹下 哲史	長崎大学地域共同研究センター	助教授	コーディネーター	H15.4～H17.3
田辺 秀二	長崎大学工学部	助教授	長崎チームリーダー	H14.11～H17.3
高辻 俊宏	長崎大学環境科学部	助教授	小型化	H14.11～H17.3
原田 真一	長崎大学医学部	助手	病院内の感染リスク	H15.4～H17.3

中村 修	長崎大学環境科学部	助教授	地域循環計画	H15.4～H17.3
濱砂 博信	長崎総合科学技術大学	助教授	雑排水処理	H15.4～H17.3
正木 晴彦	長崎大学環境科学部	名誉教授	雑排水処理	H15.4～H17.3
辻林 英高	NPO 法人 地域循環研究所	事務局長	地域循環調査	H15.12～H17.3
胡 錦威	長崎大学海洋生産研究科	D3	実験	H15.4～H17.3
胡 錦萍	長崎大学工学部		実験	H15.4～H17.3
西村 善久仁	長崎大学環境科学部	M2	実験	H15.8～H17.3
松永 佳代子	長崎大学工学部	CREST研究補助員	事務処理補助	H16.4～H17.3
古城 台	長崎大学工学部	CREST研究補助員	事務処理補助	H16.4～H17.3
大宮司 聡	(株)メリサジャパン	社長	分離分散型処理実験, デザイン	H15.4～H17.3
Lacour Nathalie	(株)メリサジャパン	取締役	分離分散型処理実験, デザイン	H15.11～H17.3
井内 堅太郎	長崎県産業振興財団		性能評価	H16.4～H17.3
苗木 敏彦		会員	性能評価	H16.4～H17.3
榊原 豊	早稲田大学理工学部	教授	河川流域対策	H16.4～H17.3
石崎 輝子	WAC 長寿文化協会		実証実験	H15.12～H17.3
谷本 修志	柴田工事調査株式会社	最高顧問	貯水池水質保全	H15.9～H17.3
砂川 光盛	株式会社八建	代表取締役	実証実験	H15.10～H17.3
長澤 靖之	(株)都市整備技術研究所	代表取締役	実証実験	H15.10～H17.3
三浦 真慈	(株)東神設計事務所	所員	実証実験	H14.11～H17.3
天田 高白	国際航業技術センター	常務理事	農村水環境	H16.4～H17.3
森田 修	城辺町農村整備課	同上	実証実験	H16.4～H17.3
大野 重男	NPO 小貝川プロジェクト21	監事	実施設における実証実験	H14.11～H17.3
飯泉 光一	NPO 小貝川プロジェクト21	同上	実施設における実証実験	H14.11～H17.3

斎藤 隆	NPO 小貝川プロジェクト21	社員	実施設における実証実験	H14.11～H17.3
桜井 均	NPO 小貝川プロジェクト21	委員	実施設における実証実験	H14.11～H17.3
河口 澄弘	NPO 小貝川プロジェクト21	委員	実施設における実証実験	H14.11～H17.3
丸山 忠雄	NPO 小貝川プロジェクト21	委員	実施設における実証実験	H14.11～H17.3
福成 孝三	NPO 小貝川プロジェクト21	委員	実施設における実証実験	H14.11～H17.3
福田 美意	北海道大学大学院工学研究科	M2	実証実験	H16.4～H18.3
南山 瑞彦	国交省 国土技術政策総合研究所	室長	新システムの汎用化	H17.6～H18.3
和泉 恵之	ダム水源地環境整備センター	研究部長	実証実験	H16.4～H18.3
出越 貴宏	ダム水源地環境整備センター	企画部兼調査第三部主任研究員	実証実験	H17.4～H18.3
山村 浩紀	ダム水源地環境整備センター	企画部主任研究員	実証実験	H17.4～H18.3
牧野 有洋	ダム水源地環境整備センター	企画部兼調査第二部・研究第三部主任研究員	実証実験	H17.4～H18.3
内藤 信二	ダム水源地環境整備センター	企画部兼研究第二部主任研究員	実証実験	H17.7～H18.3
橋本 健	ダム水源地環境整備センター	理事	実証実験計画	H15.4～H18.9
吉川 勝秀	NPO小貝川プロジェクト 21	委員	機械的安全性の研究	H14.11～H19.3
瀧澤 悦子	調査第一部・企画部・研究第二部	企画部兼研究第二部主任研究員	沖縄実証試験の実施	H15.5～H19.3
高橋 正人	調査第一部	主任研究員	沖縄実証試験の実施	H18.4～H19.3
加藤 昭	(財)ダム水源地環境整備センター	理事長	沖縄実証試験の実施	H18.6～H19.3

4.7 実証実験(海外)グループ

氏名	所属	役職	研究項目	参加時期
石川 忠晴	東京工業大学大学院総合理工学研究科	教授	現地調査, 実証実験, バイオトイレ攪拌実験	H14.11～

白 丹	東京工業大学大学院総合理工学研究科	M1	現地調査	H19.6
中村 恭志	東京工業大学大学院総合理工学研究科	講師	バイオトイレ攪拌の数値シミュレーション	H16.4～
西田 有佑	東京工業大学大学院総合理工学研究科	M2	現地調査・実験	H16.7～
森 卓也	東京工業大学大学院総合理工学研究科	M2	現地調査・実験	H16.7～
芳賀 宇幸	東京工業大学大学院総合理工学研究科	M2	現地調査・実験	H17.7～
Linaxi Sheng	東北師範大学(中国)	教授	海外実証実験	H15.4～
Jiang Feng	東北師範大学(中国)		海外実証実験	H15.4～
Shenglong Sun	東北師範大学(中国)	教授	海外実証実験	H15.4～
Xing Yuan	東北師範大学(中国)		海外実証実験	H15.4～
Wei Liu	東北師範大学(中国)		海外実証実験	H15.4～
Ning Wang	東北師範大学(中国)		海外実証実験	H15.4～
Chunguang He	東北師範大学(中国)		海外実証実験	H15.4～
Yuyan Tian	東北師範大学(中国)		海外実証実験	H15.4～
Zhiping Wang	東北師範大学(中国)		海外実証実験	H15.4～
Lijie Duan	東北師範大学(中国)		海外実証実験	H15.4～
Xiaochang Wang	西安建築科技大学(中国)	教授	海外実証実験	H15.4～
Lei Wang	西安建築科技大学(中国)	副教授	海外実証実験	H15.4～
Pengkang Jin	西安建築科技大学(中国)		海外実証実験	H15.4～
Li Zhang	西安建築科技大学(中国)		海外実証実験	H15.4～
Zhanbin Jin	西安建築科技大学(中国)		海外実証実験	H15.4～
Genfa Lu	南京大学(中国)	教授	海外実証実験	H15.4～
Xin Qian	南京大学(中国)	教授	海外実証実験	H15.4～
Yu Qian	南京大学(中国)		海外実証実験	H15.4～

Lili Liu	南京大学(中国)		海外実証実験	H15.4～
Huihui Yin	南京大学(中国)		海外実証実験	H15.4～
Neni Sintawardani	インドネシア科学技術院	Senior Researcher	海外実証実験	H15.4～
Carolina	インドネシア科学技術院		海外実証実験	H15.4～
Ari Sudaryanto	インドネシア科学技術院		海外実証実験	H15.4～
Jovita Triastuti	インドネシア科学技術院	Researcher	海外実証実験	H15.4～
Effendi	インドネシア科学技術院	Researcher	海外実証実験	H15.4～
Kunto Hapsoro	Non Governmental Organization in Environment Engineering		海外実証実験	H15.4～
Sipon Muladi	University of Mulawarman		海外実証実験	H15.4～
銭 新	東京工業大学大学院総合理工学研究科	助手	現地調査・実験	H15.4～H15.8
秦 剛	東京工業大学大学院総合理工学研究科	M2	現地調査・実験	H15.4～H17.3
國弘 栄司	東京工業大学大学院総合理工学研究科	M1	現地調査・実験	H16.7～H17.3
入江 光輝	東京工業大学大学院総合理工学研究科	CREST研究員	現地調査，実証実験，バイオトイレ攪拌実験	H14.11～H19.3 ※リスク評価グループへ異動
牛島 健	東京工業大学大学院総合理工学研究科	社会人 D3	現地調査・実証実験	H14.11～H19.3 ※実証実験(国内)グループへ異動

5 招聘した研究者等

氏 名(所属, 役職)	招聘の目的	滞在先	滞在期間
Neni Sintawardani (Ministry of Research, Science & Technology)	研究打ち合わせ, 研究契 約書作成打ち合わせ	東京工業大学大学院総合理工 学研究科 石川研究室	H15.4.14～4.20
Caroline Sudaryanto (Indonesian Institute of Science, Researcher)	同上	同上	同上
Christine Werner GTZ, Project team leader of the supra-regional	チーム主催セミナー講演	北海道大学大学院工学研究科 船水研究室, JICA国際協力 総合研究所	H15.9.6～H15.9.13
Neni Sintawardani (Ministry of Research, Science & Technology)	チーム主催1st International Symposium on Sustainable Sanitation 発表	南京大学(中国)	H15.11.15～11.20
王 曉昌 (西安建築科技大学, 教 授)	研究計画打ち合わせ, バイオトイレ選定	東京工業大学大学院総合理工 学研究科 石川研究室, 正和電工(株)	H15.12.7～12.12
王 磊 (西安建築科技大学, 助 教授)	同上	同上	同上
盛 連喜 (東北師範大学, 副校長)	同上	同上	同上
劉 偉 (東北師範大学, 助教授)	同上	同上	同上
陸 根法 (南京大学, 教授)	同上	同上	同上
嚴 蘇楊 (南京市環境保全局, 局長)	同上	同上	同上
Kunto Hapsoro (Indonesian Institute of Science),	同上	同上	H15.12.6～12.12
Neni Sintawardani (Ministry of Research, Science & Technology)	チーム主催 2nd International Symposium on Sustainable Sanitation 発表	東北師範大学 (中国長春市)	H16.9.23～9.27
Muhammad Affendi (Indonesian Institute of Science, Energy conservation)	同上	同上	同上
Arjuno Brojonegoro (R&D Center for Physics, Institute of Science, Senior Researcher)	同上	同上	同上
Jovita Tri Astuti (R&D Center for Physics, Indonesian Institute of Science, Researcher)	同上	同上	同上
Neni Sintawardani (Indonesia Institute of Science, Head of Bureau for Cooperation and Promotion of	IWA International Conference 2005 (兼3rd International Symposium on Sustainable	西安国際会議 センター(中国)	H17.5.17～5.23

Science and Technology)	Sanitation) 発表		
Muhammad Affendi (Indonesian Institute of Science, Energy conservation)	同上	同上	同上
Jovita Tri Astuti (R&D Center for Physics, Indonesian Institute of Science, Researcher)	同上	同上	同上
Bogie Soedjatmiko (R&D Center for Physics, Indonesian Institute of Science, Research Geophysicist)	同上	同上	同上
Markus Boller (Swiss Federal Institute for Environmental Science and Technology, Profesor)	尿の処理に関する講演・研究討論	北海道大学大学院工学研究科	H17.6月27日, 28日
Jovita Tri Astuti (R&D Center for Physics, Indonesian Institute of Science, Researcher)	共同研究研究打ち合わせ, JST水循環セミナー・ワークショップ参加	東京工業大学 大学院総合理工学研究科	H18.1.9～ 1.14
王 曉昌 (西安建築科技大学・教授, 副学長)	同上	同上	H18.1.10 ～1.15
王 磊 (西安建築科技大学 助教授)	同上	同上	同上
盛 連喜 (東北師範大学 副校長)	同上	同上	同上
Sun Shenglong (東北師範大学教授)	同上	同上	同上
陳 榮 (西安建築科技大学・助手)	研究打ち合わせ及びチーム会合参加	東京工業大学 大学院総合理工学研究科	H19.1.16～.1.21
錢 新 (南京大学環境学院・教授)	The 4 th International Conference on Sustainable Sanitation 参加	ホテルジャヤカルタ(インドネシア)	H18.9.3～H9.8
劉 偉 (東北師範大学・助教授)	同上	同上	同上
林 金輝 (西安建築科技大学・博士課程)	同上	同上	同上
吳 曉磊 (清華大学・教授)	研究打ち合わせ	国立環境研究所	H18.9.4～9.8
Neni Sintawardani (Indonesia Institute of Science, Head of Bureau for Cooperation and Promotion of Science and Technology)	共同研究研究打ち合わせ, The 5 th International Symposium on Sustainable Sanitation 参加	東京工業大学 大学院総合理工学研究科, 日本科学未来館	H19.9.17～22

Jovita Tri Astuti (R&D Center for Physics, Indonesian Institute of Science, Researcher)	同上	同上	H19.9.17～22
王 曉昌 (西安建築科技大学・ 教授, 副学長)	同上	同上	H19.9.17～20
李 志華 (西安建築科技大学 副教授)	同上	同上	H19.9.17～24
盛 連喜 (東北師範大学 副校長)	同上	同上	H19.9.16～23
Chunguang He (東北師範大学教授)	同上	同上	同上
陸 根法 (南京大学環境学院・教 授)	同上	同上	H19.9.17～23
錢 新 (南京大学環境学院・教 授)	同上	同上	同上
倪 广恒 (清華大学・副教授)	同上	日本科学未来館	H19.9.18～22
ロペスサバラ ミゲルアン ヘル (メキシコモントレ大学・教 授)	同上	日本科学未来館, 北海道大学大学院工学研究科	H19.9.18～26

6 成果発表等

(1)原著論文発表 (国内誌 22 件, 国際誌 56 件)

<国内誌>

- 1) 牛島健, 入江光輝, Neni Sintawardani, Jovita Turiastuti, 石川忠晴: バンドン市のスラム地区における尿尿コンポスト収集輸送システムの検討, 環境工学論文集, vol. 44, pp.505-512(2007)
- 2) 小野大樹, 林雅樹, 榊原豊: 尿中の微量有害物質の電気化学的除去に関する研究, 環境工学論文集, vol. 44, pp.347-354(2007)
- 3) 柏村斉, 榊原豊: 低濃度内分泌攪乱物質の電気化学的連続処理に関する基礎的研究, 環境工学論文集, vol. 44, pp.313-320(2007)
- 4) 小野田優, 伊藤竜生, 佐藤修之, 伊藤光明, 船水尚行: LC/MS/MS によるコンポスト試料中医薬品の分析法の検討, 環境工学論文集, vol.44, pp.321-330(2007)
- 5) 伊藤竜生, 船水尚行: おが屑担体を用いたし尿のコンポスト化過程におけるエストロゲン類の挙動, 環境工学論文集, vol.44, pp.339-346(2007)
- 6) 柿本貴志, 船水尚行: コンポスト型トイレにおける酸性医薬品, 塩基性医薬品の挙動, 用水と廃水, 用水と廃水, vol.48, No.12, pp.65-70
- 7) 牛島健, 入江光輝, Neni SINTAWARDANI, Jovita TURIASUTUTI, 石川忠晴: バンドン市のスラム地区における生活雑排水の現地調査, 水工学論文集, vol.50, pp.1075-1080(2006)
- 8) 柿本貴志, 船水尚行: コンポスト型トイレにおける抗生物質の分解に及ぼすリン酸, アンモニア, pH の影響, 環境工学研究論文集, vol.43, pp. 429-436(2006)
- 9) 伊藤竜生, 小川真吾, 船水尚行: おがくずマトリックスの乾式コンポスト型トイレにおける乾燥特性, 環境工学研究論文集, vol.43, pp. 437-442(2006)
- 10) 寺澤実, 橘井敏弘: おがくずを用いた乾式し尿処理装置の開発, 環境研究, Vol.39, pp.13-19(2005)
- 11) 柿本貴志, 大澤輝真, 船水尚行: し尿中に放出される抗生物質が糞便コンポスト化反応に与える影響, 環境工学論文集, 第 42 巻, pp.315-323(2005)
- 12) 堀田真也, 野口友寛, 船水尚行: 糞便の好氣的分解過程における窒素挙動に関する実験, 環境工学研究論文集, 第 42 巻, pp.325-333(2005)
- 13) 成田裕樹, 船水尚行, 高桑哲男, 国本学: 活性汚泥法の自己酸化過程における毒性物質の生成とその由来に関する研究, 水環境学会誌, Vol.28, No.2, pp93-99(2005)
- 14) 堀田真也, 寺澤実, 船水尚行: コンポスト型トイレにおけるアンモニアガスの揮発特性に関する基本的研究, 環境工学研究論文集, Vol.41, pp69-78(2004)
- 15) 今井陽介, 船水尚行, 成田裕樹, 柿本貴志, 国本学: おが屑をマトリックスとした非水洗ドライトイレコンポストへのバイオアッセイの適用, 用水と廃水, Vol.46, No12, pp.1044-1049(2004)
- 16) T. Saito, T. Itayama, N.Sugiura, Y. Inamori, M. Matsumura, Characteristics of Biodegradation of Cyanobacterial Toxin Microcystin LR in Environmental Water under the River-Die-Away Test. *Jpn. J. Wat. Tret, Biol.* Vol.39, pp. 1-8 (2003)
- 17) 中川直子, 山越一乃, 大江華, 大瀧雅寛: コンポスト型トイレにおける病原微生物の二次感染リスク評価, 土木学会論文集, No.748/VII-39, pp.91-98(2003)
- 18) 吉川勝秀: 技術リポート 自然共生型流域圏・都市再生のための基盤 GIS 情報「コモンデータベース」の作成について, 土木学会誌, Vol.88.4, pp40-42 (2003)
- 19) 吉川勝秀: 「自然共生型流域圏・都市の再生」, 土木技術資料, Vol.45, No.5 pp.14-23(2003)
- 20) 辻倉祐喜, 田中伸治: 湖沼流域管理のための総合的な水循環・物質流動モデルの構築, 土木学会水工論文集, 第 47 巻, pp.217-222 (2003)
- 21) 成田裕樹, 船水尚行, 高桑哲男: 汚泥処理返流水の栄養塩除去への効果的な利用方策

に関する研究, 環境工学研究論文集, Vol.39, pp.267-278(2002)

- 22) Lopez Zavala Miguel Angel, Naoyuk Funamizu, Tetsuo Takakuwa: Characterization of feces for describing the aerobic biodegradation of feces, *J. Environ. Syst. And Eng. JSCE*, No.720/VII-25, pp.99-105(2002)

<国際誌>

- 1) S.Hotta, N.Funamizu: Evolution of ammonification potential in storage process of urine with fecal contamination, *Bioresource Technology*, vol.99, No.1 pp.13-17(2008)
- 2) Takashi Kakimoto, Naoyuki Funamizu: Antibiotic effect of amoxicillin on the feces composting process and reactivation of bacteria by intermittent feeding of feces, *Bioresource Technology*, vol.98, pp.3555-3560(2007)
- 3) Shinya Hotta and Naoyuki Funamizu: Biodegradability of fecal nitrogen in composting process, *Bioresource Technology* (in press)
- 4) S.Hotta, T.Noguchi, N.Funamizu: Experimental study on nitrogen components during composting process of feces, *Water Science and Technology*, vol.55, No.7, pp.181-186 (2007)
- 5) Takashi Kakimoto and Naoyuki Funamizu: Factors affecting the degradation of amoxicillin in composting toilet, *Chemosphere*, vol.66, pp.2219-2224 (2007)
- 6) Hiroki Narita, Terence P.N. Talorete, Junkyu Han, Naoyuki Funamizu and Hiroko Isoda: Human intestinal cells incubated with activated sludge and lipopolysaccharide express Hsp90b, *Environmental Sciences*, vol.14, No.1, pp.35-39 (2007)
- 7) F. Ben Fredj, T. P.N. Talorete, Y. Abe, M. Ozaki and H. Isoda: Evaluation of a domestic wastewater treatment system for arid and semiarid lands by *in vitro* bioassays. *Journal of Arid Land Studies* 16-3:149-156 (2006)
- 8) Takuya Shibata, Masuo Ozaki, Hideaki Higashino, Mitchell Jones, Yukuo Abe and Hiroko Isoda : Adjustment of the Water Environment by Wastewater Treatment, *Journal of Arid Land Studies*, 15-4, 355-358 (2006)
- 9) K. P. Oliveira-Esquerre, H. Narita, N. Yamato, N. Funamizu and Y. Watanabe: Incorporation of the concept of microbial product formation into ASM3 and the modeling of a membrane bioreactor for wastewater treatment, *Brazilian Journal of Chemical Engineering*, vol.23, No.4, pp.461-471 (2006)
- 10) K.Kakimoto, Y.Imai, N.Funamizu, T.Takakuwa and M.Kunimoto: Toxicity assessment of the extract of compost as a final product from Bio-Toilet, *Water Science and Technology*, vol.54, No.11-12, pp.421-428(2006)
- 11) H. Narita, J. Abe, N. Funamizu, T. Takakuwa and M. Kunimoto: Toxicity assessment of constituents in wastewater treatment plant using cultured human cell lines, *Environmental Monitoring and Assessment*, DOI: 10.1007/s10661-006-9428-x
- 12) Toshiya Aramaki, Mona Galal and Keisuke. Hanaki. Estimation of reduced and increasing health risks by installation of urban wastewater systems, *Water Science and Technology*, Vol.53, No.9, 247-252(2006)
- 13) Tomoaki Itayama, Masato Kiji, Aya Suetsugu, Nobuyuki Tanaka, Takeshi Saito, Norio Iwami, Motoyuki Mizuochi and Yuhei Inamori: On site experiments of the slanted soil treatment systems for domestic gray water, *Water Science & Technology*, Vol.53, No.9, pp.193-201(2006)
- 14) M.A. Lopez Zavala, Naoyuki Funamizu: Design and Operation of the Bio-Toilet System, *Water Science & Technology*, Vol.53, No.9, pp.55-61(2006)
- 15) X.C. Wang and P.K. Jin. Water shortage and needs for wastewater re-use in the north China. *Water Science & Technology*, Vol.53, No.9, pp35-44(2006)
- 16) Nakagawa N, Otaki M, Miura S, Hamasuna H, Ishizaki K: Field Survey of a Sustainable Sanitation System in a Residential House, *J of Environmental*

- Sciences* Vol. 18, No.6, pp. 1088-1093, (2006)
- 17) N. Nakagawa, M. Otaki: Application of Microbial Risk Assessment on a Residentially Operated Bio-toilet, *J.of Water and Health*, Vol.4, pp.479-486(2006)
 - 18) H. Isoda, T.P.N. Talorete, J. Han, K. Nakamura: Expressions of Galectin-3, Glutathione S-transferase A2 and Peroxiredoxin-1 by Nonylphenol-incubated Caco-2 Cells and Reduction in Transepithelial Electrical Resistance by Nonylphenol, *Toxicology in Vitro*, Vol.20, No.1, pp.63-70(2006)
 - 19) M. Terazawa: Development of Bio-toilet for Cattle Manure—A New Cattle Manure Decomposer-Extinguisher Using Sawdust as an Artificial Soil Matrix—, *Proceedings of Biomass-Asia*, in Tokyo, pp.88-93 (2006),
 - 20) S. Horisawa, Y. Tamai, M. Terazawa: Mushroom Cultivation Using Compost Produced in the Garbage Automatic Decomposer-extinguisher (GADE), *Eurasian J. of For. Res.*, 9(2), 61-67 (2006),
 - 21) H.Narita, N. Funamizu, T. Takakuwa, M. Kunimoto: Role of Hydrophilic Organic Matter on Developing Toxicity in Decay Process of Activated Sludge, *Water Science & Technology*, Vol.52, No.8, pp63-70(2005)
 - 22) H. Narita, M.A. Lopez Zavala, K. Iwai, R. Ito, N. Funamizu: Transformation and Characterization of Dissolved Organic Matter during the Thermophilic Aerobic Biodegradation of Faeces, *Water Research*, Vol.39, No.19, pp.4639-4704(2005)
 - 23) M.A. Lopez Zavala, N. Funamizu: Effect of Moisture on the Composting Process in the Bio-Toilet System, *Compost Science & Utilization*, Vol.13, No.3, pp. 208-216(2005)
 - 24) H.Narita, N.Funamizu, T.Takakuwa: Inert Soluble Organic Matter in Return Flow from Sludge Treatment Process and Its Control by Coagulation, *Environmental Engineering Science*, Vol.22.No.5, pp.689-698(2005)
 - 25) H.Narita, I. Isshiki, N.Funamizu, T.Takakuwa, H.Nakagawa, S-I.Nishimura: Organic Matter Released from Activated Sludge Bacteria Cells during their Decay Process, *Environmental Technology*, Vol.26.pp.433-439(2005)
 - 26) Hiroko Isoda, Terence P.N. Talorete, Han Junkyu, Shuichi Oka, Yukuo Abe, Yuhei Inamori: Effects of Organophosphorous Pesticides Used in China on a Variety of Mammalian Cells, *Environmental Sciences*, Vol.12 No.1(2005)
 - 27) N. Funamizu, T. Takakuwa: Mathematical Model for Describing Reactions of Residual Chlorine with Organic Matter in Reclaimed Wastewater, *Water Science and Technology*, Vol.50, No.2, 195-201(2004)
 - 28) M. A. Lopez Zavala, N. Funamizu, T. Takakuwa: Biological activity in the composting reactor of the bio-toilet system, *Bioresource Technology*, Vol96/7, pp805-812(2004)
 - 29) H. Narita, N. Funamizu, T. Takakuwa. M. Kunimoto: Role of Hydrophilic Organic Matter on Developing Toxicity in Decay Process of Activated Sludge, Full paper in CD-ROM, *4th World Water Congress*, Marrakech, Morocco (2004)
 - 30) M.A. Lopez, N. Funamizu, T. Takakuwa: Nitrogen Transformations in the Composting Reactor of the Bio-Toilet System, Full paper in CD-ROM, *4th World Water Congress*, Marrakech, Morocco (2004)
 - 31) T. Kakimoto, Y. Imai, N. Funamizu, T. Takakuwa, M. Kunimoto: Toxicity Assessment of the Extract of Compost as a Final Product from Bio-Toilet, Full paper in CD-ROM, *4th World Water Congress*, Marrakech, Morocco (2004)
 - 32) W. Ruangyuttikarn, P.R. Hawkins, Y. Peerapornpisal, T. Itayama: Comparison of Method for Detecting Microcystin and Microcystin-Producing Cyanobacteria, *Chiang Mai University Journal*, Vol.3, No.3, pp.217-223 (2004)
 - 33) M. A. Lopez Zavala, M. Terazawa, N. Funamizu, T. Takakuwa: Temperature effect on aerobic biodegradation of feces using sawdust as a matrix, *Water*

- Research*, Vol.38, No.9, pp.2406-2416(2004)
- 34) M.A. Lopez Zavara, N. Funamizu, T. Takakuwa: Modeling of Aerobic Biodegradation of Feces Using Sawdust as a Matrix, *Water Research*, Vol.38, No.5, pp. 1327-1339 (2004)
 - 35) Mun'im A., Isoda H., Seki M., Negishi O. and Ozawa T.: Estrogenic and acetylcholinesterase-enhancement activity of a new isoflavone, 7, 2',4'-trihydroxy- isoflavone-4'- O- β -D-glucopyranoside from *Crotalaria sessiliflora*, *Cytotechnology*, Vol.3, No.1-3, pp.127-134 (2004)
 - 36) Cui Y., Abe Y., Kojima A., Yasuda H. and Isoda H.: Evaluation of vertical subsurface drip irrigation in sandy soil on soil moisture distribution and evaporation under arid condition, *J. Arid Land Studies*, Vol.13, No.3, pp.153-161(2004)
 - 37) Miguel Angel Lopez Zavala, Naoyuki Funamizu, Tetsuo Takakuwa: Modeling of aerobic biodegradation of feces using sawdust as a matrix, *Water Research*, Vol.38, No.5, pp.1327-1339(2004)
 - 38) Mara Regina Mendes, Toshiya Aramaki, Keisuke Hnaki: Comparison of the environmental impact of incineration and landfilling Sao Paulo City as determined by LCA, *Resources, Conservation and Recycling* , Vol.41, Issue1, pp47-63(2004)
 - 39) M. A. Lopez Zavala, M. Terazawa, N. Funamizu, T. Takakuwa: Achievements on the Onsite Wastewater Differentiable Treatment System (OWDTS). Full paper in CD-ROM, *Proceedings of IWA 6th Specialist conference on small water and wastewater systems and 1st international conference on onsite wastewater treatment and recycling*, Australia. (2004)
 - 40) Miguel Angel Lopez Zavala, Naoyuki Funamizu, Tetsuo Takakuwa : Moisture content effect on aerobic biodegradation of feces using sawdust as a matrix. Full paper in CD-ROM, *Asian Waterqual 2003*, Bangkok, Thailand.(2003)
 - 41) Mara Regina Mendes, Toshiya Aramaki, Keisuke Hnaki. Assessment of the environmental impact of management measures for the biodegradable fraction of municipal solid waste in Sao Paulo City, *Waste Management*, Vol.23, No.5, pp.403-409 (2003)
 - 42) T.Saito, N.Sugiura, T. Itayama, Y. Inamori, M. Matsumura: Degradation Characteristics of Microcystins by Isolated Bacteria form Lake Kasumigaura, *Journal of Water Supply: Research and Technology-AQUQ*, Vol.52, No.1, pp.13-18 (2003)
 - 43) T.Saito, N. Sugiura, T. Itayama, Y. Inamori, M.Matsumura: Biodegradation of Microcystis and Miceocystins by Indigenous Nanoflagellates on Biofilm in a practical Treatment Facility, *Environmental Technology*, Vol.24, pp.143-151(2003)
 - 44) T. Saito, K. Okano, P-D Park, B.P. Burns, B.A. Neilan, T. Itayama,, Y. Inamori, N.Sugiura, Detection and Sequencing of microcystin LR-degrading Gene, mlrA, from new bacteria isolated from Japanese lakes. *FEMS Microbiol. Lett.* 229, pp.271-276 (2003)
 - 45) T. Saito, T. Itayama, N.Sugiura, Y. Inamori, M. Matsumura: Characteristics of Biodegradation of Cyanobacterial Toxin Microcystin LR in Environmental Water under the River-Die-Away Test. *Jpn. J Wat. Tret, Biol.* Vol.39, pp. 1-8 (2003)
 - 46) Sugiura N., Isoda H. and Maekawa T.: Degradation Potential of Musty Odor in Drinking Water Source by Biofilm Methods, *J. Water Supply*, Vol. 52, No.3, pp.181-187 (2003)
 - 47) Isoda H., Oka S., Kido H., Yokota S., Kitahara M. and Abe Y.: Anti-allergy Effect of Snow Lotus *Saussurea involucre* from Tian Shan Mountain in China, *J. Arid Land Studies*, Vol13,, No.2, pp.139-146 (2003)

- 48) Talorete T., Isoda H., Nakamura K. : Tow-dimensional Electrophoresis of Proteins from Human Intestinal Caco-2 Cells Exposed to the Known Xenoestrogen nonylphenol, *Animal Cell Technology*, Vol.13, pp.375-379 (2003)
- 49) Naoyuki Funamizu, Tomonari Iwamoto, and Tetsuo Takakuwa: Decline of Residual Chlorine in Artificial Stream Flow Sustained by Reclaimed Wastewater: Field Study in Sapporo, *Water Science and Technology: Water Supply*, Vol.3, No.3, pp.79-84 (2003)
- 50) Sonoko Nakata, M. A. Lopez Zavala, Naoyuki Funamizu, M. Otaki, T. Takakuwa Temperature effect on pathogens decline in the bio-toilet system. *Proceedings of Dry Toilet 2003, 1st International Dry-Toilet Conference*, pp.131-139, Tampere, Finland. (2003)
- 51) Miguel Angel Lopez Zavala, Naoyuki Funamizu, Tetsuo Takakuwa : Aerobic biodegradation of feces in the bio-toilet system. *Proceedings of Dry Toilet 2003, 1st International Dry-Toilet Conference*, pp.168-172, Tampere, Finland. (2003)
- 52) Miguel Angel Lopez Zavala, Naoyuki Funamizu, Tetsuo Takakuwa: Temperature effect on aerobic biodegradation of feces using sawdust as a matrix. *Proceedings of 2nd International Symposium on Ecological Sanitation*, pp.421-424. Lubeck, Germany. (2003).
- 53) Isoda H., Talorete T., Kimura M., Maekawa T., Inamori Y., Nakajima N., Seki H.: Phytoestrogens genistein and Daidzin Enhance the Acetylcholinesterase Activity of the Rat pheochromocytoma Cell Line PC12 by Binding to the Estrogen Receptor, *Cytotechnology*, Vol.40, pp.117-123 (2002)
- 54) Kameyama K., Sugiura N., Isoda H., Maekawa T.: Effect of Nitrate and Phosphate Concentrations on Microcystins Production by *Microcystis Viridis* NIES 102, *Aquatic Ecosystem Health and Management*, No.5, Vol.4, pp.443-449 (2002)
- 55) Kitamoto D., Isoda H., Nakahata T.: Functions and Potential Applications of Glycolipids Biosurfactants- from Energy-saving Materials to Gene Delivery Carriers-, *J.Bioschi.Bioeng.*, Vol.94, pp.187-201 (2002)
- 56) Lopez Zavala Miguel Angel, Naoyuki Funamizu and Tetsuo Takakuwa: Onsite Wastewater Differentiable Treatment system: modeling approach, *Water science and Technology*, Vol.46 ,No.6-7 pp.317-324 (2002)

(2)その他の著作物(総説, 書籍など)

- 1) Hotta S, Ito R, Funamizu N: Mass Balance In the Treatment of Blackwater with Mechanical Composting Toilet by Using Sawdust as a Matrix. *Water and Environmental Management Series*, IWA Publishing (in press)
- 2) Kakimoto T, Funamizu N: Alleviation of the Effect of Antibiotics on the Aerobic Biodegradation of Feces in Composting Toilet. *Water and Environmental Management Series*, IWA Publishing (in press)
- 3) 寺沢 実, 橘井敏弘: バイオトイレ(おがくずを用いた乾式し尿処理装置), 「森林・木材を活かす大辞典」, (株)産業調査会・辞典出版センター (2007),
- 4) 榊原豊: 電気分解法による排水・汚水処理のメカニズム, 排水・汚水処理技術集成, NTS(2007)
- 5) 徐開欽, 稲森悠平, 須藤隆一: アメリカにおける分散型排水処理システムの政策的動向, 月刊浄化槽, No.365, 4-11 (2006)
- 6) 橘井敏弘, 寺沢 実: 「農家のトイレ」と「家畜のトイレ」は新発想のバイオトイレシステム, 農電北海道 2006, pp.19-22 (2006)
- 7) M. Terazawa: Bioconversion of Biomass Wastes into Multifunctional Recyclables Using Sawdust as an Artificial Soil Matrix, in “Sustainable Development and Utilization of Tropical Forest Resources”(Y. Imamura, T. Umezawa, T. Hata Eds.), Research Institute of Sustainable Humanosphere, Kyoto

- University, 154-166 (2006),
- 8) 寺沢 実: バイオトイレ(オガ屑を用いたドライトイレ), グリーンスピリッツ, 2(3), 8-9 (2006)
 - 9) 橋井敏弘, 寺沢 実: 「農家のトイレ」と「家畜のトイレ」は新発想のバイオトイレシステム, 農電北海道 2006, 19-22 (2006),
 - 10) 寺沢 実: 極地等での尿尿処理, 日本医事新報, 4283, 94 (2006)
 - 11) 寺沢 実: ビックリ!! オガクズのバイオトイレ, 「木のびっくり話 100」(木材学会編), 講談社, pp.108-109 (2005)
 - 12) 寺沢 実: オガ粉利用によるバイオマス廃棄物の資源化ーオガ粉の正しい使い方ー, 「畜産環境対策全書」, 鶏卵肉情報センター, pp.36-37 (2005)
 - 13) 橋井敏弘, 寺沢 実: 資源化エコバイオトイレー水を使わない環境に優しい 21 世紀のトイレー, 第 17 回ふゆトピア研究発表会論文集, pp.1-5 (2005),
 - 14) 寺沢 実: バイオマス廃棄物の「オガ屑」が資源になる, ニューカントリー, 52(9), pp.26-27 (2005)
 - 15) 寺沢 実: バイオトイレーオガ屑の秘密ー, 農電北海道 2005, pp.25-28 (2005)
 - 16) 船水尚行: “混ぜない”, “集めない”をコンセプトとした排水処理システム, pp.223-232, 自然と共生した流域圏・都市再生, (自然と共生した流域圏・都市再生ワークショップ実行委員会編著), 山海堂(2005 年)
 - 17) 船水尚行/橋本健 監訳 虫明功臣: 分散型サニテーションと資源循環 概念, システムそして実践, 技報堂出版(2005 年)
 - 18) 寺沢実, 橋井敏弘: 資源化エコバイオトイレ, 建築と社会, 85, 341 (2004),
 - 19) 寺沢実, 橋井敏弘: オガ屑のアンモニア発生抑制と揮散抑制能, エレクトロヒート, 136, pp.29-33 (2004)
 - 20) 寺沢実: バイオトイレに注目ーオガクズの本当の力を生かして 21 世紀のトイレが変わる?ー, 現代農業, 83(9), pp.318-324 (2004)
 - 21) Blanca Jimenez, T. Asano, N. Funamizu: Acknowledge All Approaches: the Global Outlook on Reuse, Water 21, pp.32-37 (2004)
 - 22) 船水尚行: 水, 衛生そして健康, 平成 16 年度北海道大学公開講座「健康を支える科学と技術」, pp.15-19 (2004)
 - 23) 稲森悠平, 孔海南, 稲森隆平: 食品排水への適用可能な多段土壌層法による脱窒脱リン, 月刊食品工場長, (75):20-21 (2003)
 - 24) Y. Watanabe, N. Funamizu: Water Resources and Water Supply in the 21st century, Hokkaido University Press (2003)
 - 25) 寺沢実: チャレンジロード(16) 人工土壌マトリックスとしてのオガ屑, 未来材料, 2(6), pp.70-72 (2002)
 - 26) 寺沢実: セルローステクノロジー オガ屑を人工土壌マトリックスとして用いたバイオマス廃棄物(生ゴミ・尿尿・家畜糞尿)の多機能性資材への変換と循環, Cellulose Communications, 9(1), pp.33-38 (2002)
 - 27) 橋井敏弘, 裊地伸治, 寺沢 実: 北海道支部 家畜糞尿の資源化ーオガ屑を人工土壌として活用した豚糞尿・牛糞尿の分解・消滅処理, 第 40 回[農業電化協会]支部研究発表(特集号), 55(10) (通号 697), pp.2-6 (2002)
 - 28) 石崎勝義, 三浦真慈, 船水尚行, 稲森悠平, 大瀧雅寛, 中川直子: サステナブルサニテーションによる流域の水・物質循環の健全化, 第 6 回水資源に関するシンポジウム論文集, pp.671-676 (2002)
 - 29) 船水尚行: 第 9 章都市水施設系の過去・現在・未来, 循環型社会構築への戦略(田中勝, 田中信壽編著), pp.234-265, 中央法規(2002)

(3)学会発表(国際学会発表及び主要な国内学会発表)

①招待講演 (国内会議 0 件, 国際会議 19 件)

<国際会議>

- 1) Naoyuki Funamizu: Development of Sustainable Sanitation System and Its Implementation to Asian Countries , 3rd South East Asia Water Forum, Malaysia (October, 2007)(Invited)
- 2) Neni Sintawardani: Culture Barriers on Introducing Dry Toilet Technology in Indonesia: Case Study in a Religion School, rd South East Asia Water Forum, Malaysia (October, 2007) (Invited)
- 3) Wang Xiaochang: Sustainable Urban Water Environmental System in Northern China under the Concept of Decentralization and Reuse, rd South East Asia Water Forum, Malaysia (October, 2007) (Invited)
- 4) Ryusei Itoh, Naoyuki Funamizu: Experimental application of sustainable sanitation system in Japan, 3rd South East Asia Water Forum, Malaysia (October, 2007) (Invited)
- 5) Mitsumasa Yokota, Ryusei Itoh, Naoyuki Funamizu: Creation of the innovating sustainable sanitation model in rural area Emergent evolution by wisdom based on water culture, 3rd South East Asia Water Forum, Malaysia (October, 2007) (Invited)
- 6) Naoyuki Funamizu: Degradation of pharmaceuticals in the composting toilet, ENVIRONMENTAL RISK ASSESSMENT OF HUMAN AND VETERINARY MEDICINES, Germany, (October, 2007) (Invited)
- 7) Naoyuki Funamizu: Development of Sustainable Sanitation System and Its Implementation to Asian Countries , 7th Conference of the Asian Council of Science, Japan, 2007(Invited)
- 8) Ryusei Itoh, Naoyuki Funamizu: Experimental application of sustainable sanitation system in Japan, 7th Conference of the Asian Council of Science, Japan, 2007(Invited)
- 9) Mitsumasa Yokota, Ryusei Itoh, Naoyuki Funamizu: Creation of the innovating sustainable sanitation model in rural area Emergent evolution by wisdom based on water culture, 7th Conference of the Asian Council of Science, Japan, 2007(Invited)
- 10) Neni Sintawardani: Culture Barriers on Introducing Dry Toilet Technology in Indonesia: Case Study in a Religion School, 7th Conference of the Asian Council of Science, Japan, 2007(Invited)
- 11) Wang Xiaochang: Sustainable Urban Water Environmental System in Northern China under the Concept of Decentralization and Reuse, 7th Conference of the Asian Council of Science, Japan, 2007(Invited)
- 12) Naoyuki Funamizu: The recent development of biological process for decentralized wastewater treatment system, Plenary lecture at Environmental technology and management conference 2006 , Bandung, Indonesia (September 2006) (Invited)
- 13) Naoyuki Funamizu: Function of Composting Toilet and Its Design, Key note Speech , Full paper in CD-ROM, at the 4th International Symposium on Sustainable Sanitation, Bandung, (September, 2006) (Invited)
- 14) Tadaharu Ishikawa: The Art of Field Measurement in Environmental Research, Key note Speech , Full paper in CD-ROM, at the 4th International Symposium on Sustainable Sanitation, Bandung (September, 2006) (Invited)
- 15) Naoyuki Funamizu: Dry Toilet: An important system for controlling micro-pollutants from our daily life, Full paper in CD-ROM, at Dry Toilet 2006, the 2nd international dry toilet conference, Tampere, Finland,(August, 2006)(Invited)
- 16) Naoyuki Funamizu: Composting toilet: its functions and design, keynote speeches at International conference on decentralized water and wastewater systems, Fremantle, Australia (July, 2006)(invited).
- 17) Naoyuki Funamizu: Development of Sustainable sanitation system and its

implementation to Asian Countries: Interdisciplinary research project, International East Asia Regional Workshop of International Academy Panel (IAP) on the water security to climate change and human activity, Beijing, China, (June, 2006) (Invited)

18) Naoyuki Funamizu: Development of sustainable sanitation system: how can we contribute to achieving MDGs, 16th Conference of the Asian Council of Science, Delhi, India (April, 2006) (Invited)

19) Naoyuki Funamizu: Sustainable Sanitation: Emerging Issue around the World, Invited Special Lecture for National Environmental Engineering Seminar, Indonesia, Bandung Indonesia(2005)(Invited)

②口頭発表（国内会議 260 件, 国際会議 215 件, 中国・インドネシア国内 6 件）

<国内会議>

- 1) 趙麗, 大瀧雅寛, 横田光正: コンポスト型トイレと下水道システムによるし尿処理の環境負荷影響評価比較, 第 41 回日本水環境学会年会, 大阪 (2007 年 3 月)
- 2) 柿本貴志, 船水尚行: コンポスト型トイレにおける医薬品の分解に及ぼす糞便の負荷と反応槽温度の与える影響, 第 41 回日本水環境学会年会, 大阪 (2007 年 3 月)
- 3) 多田千佳, 板山朋聡, 岩見徳雄, 桑原享史, 田中伸幸, 稲森悠平, 瀧澤悦子: 異なる土壌を用いた傾斜土槽法による厨房排水処理の沖縄実証試験, 第 41 回日本水環境学会年会, 大阪 (2007 年 3 月)
- 4) 小野大樹, 榊原豊, 柿本貴志: 人工尿中の微量有害物質の電気化学的除去に関する研究, 第 41 回日本水環境学会年会, 大阪 (2007 年 3 月)
- 5) 稲森悠平, 杉本直也, 海野肇, 桑原享史, 田中伸幸, 蛭江美孝, 徐開欽: 生活雑排水の傾斜土槽法処理の高度化における流量パターン等に基づく適正条件の解析, 第 41 回日本水環境学会年会, 大阪 (2007 年 3 月)
- 6) 田中伸幸, 桑原享史, 杉本直也, 蛭江美孝, 徐開欽, 稲森悠平: 生活雑排水流入傾斜土槽法の処理機能に及ぼす温度・生物特性等の影響解析, 第 41 回日本水環境学会年会, 大阪 (2007 年 3 月)
- 7) 桑原享史, 田中伸幸, 杉本直也, 蛭江美孝, 徐開欽, 稲森悠平: 傾斜土槽法による生活雑排水処理における最適条件の検討, 第 41 回日本水環境学会年会, 大阪 (2007 年 3 月)
- 8) 稲森隆平, 山本智子, 松村正利, 王延華, 孔海南, 井上武雄, 徐開欽, 稲森悠平: アシ・マコモ・ガマの植栽土壌浄化システムにおける C・N・P, 根圏微生物, GHG 発生能の解析, 第 41 回日本水環境学会年会, 大阪 (2007 年 3 月)
- 9) 加島誠之, 杉浦則夫(筑波大学), 楮春鳳, 蛭江美孝, 稲森悠平: 二相式水素・メタン発酵の操作条件の異なるシステムにおける比較影響解析, 第 41 回日本水環境学会年会, 大阪 (2007 年 3 月)
- 10) 稲森悠平, 戸上公博, 河村光隆, 山崎宏史, 蛭江美孝, 徐開欽: 生ごみ粉碎ディスポーザ排水中の有機物成分割合の排水処理システム機能に及ぼす影響解析, 第 41 回日本水環境学会年会(大東, 2007/3)
- 11) 山本智子, 稲森隆平, 松村正利, 桂萍, 蛭江美孝, 稲森悠平, 徐開欽: 水質浄化および GHG 対策のための植栽・土壌浄化システムにおける抽水植物に着目した比較解析, 第 41 回日本水環境学会年会, 大阪 (2007 年 3 月)
- 12) 西川直登, 河村光隆, 稲森悠平, 蛭江美孝, 楮春鳳: 有機性廃棄物のメタン発酵および高度処理プロセスの最適化, 第 41 回日本水環境学会年会, 大阪 (2007 年 3 月)
- 13) 大坂利文, 常田聡, 蛭江美孝, 稲森悠平: メタン脱窒反応場における炭素循環と細菌群集構造, 第 41 回日本水環境学会年会, 大阪 (2007 年 3 月)
- 14) 中川剛, 松村正利, 井坂和一, 常田聡, 蛭江美孝, 稲森悠平: 高分子ゲル包括固定化担体を用いた低温硝化プロセスにおける処理特性と硝化菌の挙動, 第 41 回日本水環境学会年会, 大阪 (2007 年 3 月)
- 15) 伊達康博, 常田聡, 井坂和一, 角野立夫, 稲森悠平: 包括固定化 anammox 担体内における微生物群集構造の解析第 41 回日本水環境学会年会, 大阪 (2007 年 3 月)

- 16) 稲森悠平, 横澤和哉, 大坂利文, 常田聡, 井坂和一: 有機物が嫌気性アンモニア酸化反応場へ及ぼす影響, 第 41 回日本水環境学会年会, 大阪 (2007 年 3 月)
- 17) 王延華, 稲森隆平, 孔海南, 稲森悠平, 徐開欽, 近藤貴志: Detection of ammonia-oxidizing bacteria in polyculture constructed wetlands using molecular techniques, 第 41 回日本水環境学会年会, 大阪 (2007 年 3 月)
- 18) 近藤貴志, 鈴木康之, 常田聡(早稲田大学), 蛭江美孝, 徐開欽, 稲森悠平: 汚泥減容型高度処理プロセスに存在する微生物叢解析, 第 41 回日本水環境学会年会, 大阪 (2007 年 3 月)
- 19) 稲森悠平, 中村斐, 桑原享史, 鈴木理恵, 林紀男, 徐開欽, 佐竹隆顕: クウシンサイ植栽フロート式水耕栽培浄化法における葉・茎・根圏生長特性と動物プランクトン相からの性能解析, 第 41 回日本水環境学会年会, 大阪 (2007 年 3 月)
- 20) 塩入千春, 井上廣輝, 杉浦則夫, 稲森悠平: 鉄電解法による生活排水からのリン除去特性と回収のための汚泥特性解析, 第 41 回日本水環境学会年会, 大阪 (2007 年 3 月)
- 21) 趙麗, 大瀧雅寛, 横田光正: コンポスト型トイレと下水道システムによるし尿処理の環境負荷影響評価比較, 第 41 回日本水環境学会年会, 大阪 (2007 年 3 月)
- 22) 大坊彩乃, 栗栖(長谷川)聖, 花木啓祐: 高温接触酸化型トイレにおける好熱性細菌の解析, 第 41 回日本水環境学会年会, 大阪 (2007 年 3 月)
- 23) 稲森悠平, 杉本直也, 浦野肇, 徐開欽, 蛭江美孝, 桑原享史, 田中伸幸: 生活雑排水の傾斜土槽法処理における適正条件の解析, 日本水処理生物学会 第 43 回大会, 仙台 (2006 年 11 月)
- 24) 桑原享史, 田中伸幸, 杉本直也, 蛭江美孝, 徐開欽, 稲森悠平: 傾斜土槽法による生活雑排水処理に及ぼす原水流入パターンの効果, 日本水処理生物学会 第 43 回大会, 仙台 (2006 年 11 月)
- 25) 田中伸幸, 桑原享史, 杉本直也, 徐開欽, 稲森悠平: 傾斜土槽法による生活排水処理に及ぼすミズの効果, 日本水処理生物学会 第 43 回大会, 仙台 (2006 年 11 月)
- 26) 中川剛, 松村正利(筑波大学大学院), 井坂和一, 常田聡(早稲田大学) 蛭江美孝, 稲森悠平: 高濃度アンモニア含有排水処理プロセスの低水温下における処理特性と硝化細菌の挙動, 日本水処理生物学会 第 43 回大会, 仙台 (2006 年 11 月)
- 27) 稲森悠平, 戸上公博, 河村光隆, 山崎宏史, 蛭江美孝, 徐開欽: 生活排水に含まれる有機物, 窒素をパラメーターとした排水処理能高度化における関係解析, 日本水処理生物学会 第 43 回大会, 仙台 (2006 年 11 月)
- 28) 稲森悠平, 西川直登, 河村光隆, Chu-Chun-feng, 徐開欽, 蛭江美孝: 生ごみを基質としたメタン発酵・窒素除去効率化のための適正条件の解析, 日本水処理生物学会 第 43 回大会, 仙台 (2006 年 11 月)
- 29) 稲森悠平, 中村斐, 桑原享史, 鈴木理恵, 林紀男, 徐開欽, 佐竹隆顕: クウシンサイ植栽フロート式水耕栽培浄化法における流入負荷と浄化性能との関係, 日本水処理生物学会 第 43 回大会, 仙台 (2006 年 11 月)
- 30) 伊達康博, 常田聡, 井坂和一, 角野立夫, 稲森悠平: Real-time PCR 法を用いた anammox 細菌の定量と窒素除去特性の関係解析, 日本水処理生物学会 第 43 回大会, 仙台 (2006 年 11 月)
- 31) 稲森隆平, 山本智子, 稲森悠平, 徐開欽, 桂萍, 松村正利, 井上武雄: アシとマコモ, ガマの組み合わせ混栽系における成長・栄養塩類除去・温室効果ガス発生特性, 日本水処理生物学会 第 43 回大会, 仙台 (2006 年 11 月)
- 32) 塩入千春, 蛭江美孝, 井上廣輝, 杉浦則夫, 稲森悠平: 鉄電解法による生活排水からのリン除去・回収特性の解析, 日本水処理生物学会 第 43 回大会, 仙台 (2006 年 11 月)
- 33) 稲森悠平, 横澤和哉, 大坂利文, 常田聡, 井坂和一: 有機物存在下における嫌気性アンモニア酸化反応の特性解析, 日本水処理生物学会 第 43 回大会, 仙台 (2006 年 11 月)
- 34) Wang Yanhua, Kong Hainan, Inamori Ryuhei, Matsumura Masatoshi, Inamori Yuhei, Kaiqin Xu, Kondo Takashi: Molecular biological analysis on the

- relationship between nitrogen removal and N₂O emission characteristics in the constructed wetland, 日本水処理生物学会 第 43 回大会, 仙台(2006 年 11 月)
- 35) 加島誠之, 杉浦則夫, 楮春鳳, 徐開欽, 蛭江美孝, 稲森悠平: 生ゴミを基質とする水素・メタン発酵ガス化技術の効率化, 日本水処理生物学会 第 43 回大会, 仙台(2006 年 11 月)
- 36) 近藤貴志, 鈴木康之, 常田聡, 蛭江美孝, 稲森悠平: 汚泥減容・リン回収型栄養塩類除去プロセスに生息する微生物叢解析, 日本水処理生物学会 第 43 回大会, 仙台(2006 年 11 月)
- 37) 山本智子, 桂坪, 稲森隆平, 蛭江美孝, 徐開欽, 稲森悠平, 松村正利: 水質浄化および温室効果ガス発生特性等の注水植物種間における比較解析, 日本水処理生物学会 第 43 回大会, 仙台(2006 年 11 月)
- 38) 大坂利文, 常田聡, 蛭江美孝, 稲森悠平: Stable-Isotope Probing 法によるメタン脱窒反応場の細菌群集構造解析, 日本水処理生物学会 第 43 回大会, 仙台(2006 年 11 月)
- 39) 小野大樹, 永田隆太, 榊原 豊: 人工尿中の微量有害物質の電解酸化処理に関する基礎的研究, 土木学会全国大会, 京都(2006 年 9 月)
- 40) 牧野友香, 幸田圭一, 寺沢 実: バイオトイレに使用したオガ屑の有効利用—炭素源の添加量が含有タンパク質量に及ぼす影響—, 日本木材学会北海道支部講演集, 38, 77-79, 札幌(2006 年 11 月)
- 41) 三浦哲央, 寺沢 実, 幸田圭一, 片山睦子: オガクズを利用した油脂生分解に関する研究, 日本木材学会北海道支部講演集, 38, 80-83, 札幌(2006 年 11 月)
- 42) R. Maharani, Y. Tamai, K. Koda, Y. Kojima: Physical and chemical properties of sawdust of tropical origin, Proceedings of the Hokkaido Branch of the Japan Wood Research Society, 38, 31-34, 札幌(2006 年 11 月)
- 43) 荒巻俊也, N.G.T. Thuy. Estimation of nitrogen and phosphorus flows by Material Flow Analysis in Haiphong City, Vietnam, 第 34 回環境システム研究論文発表会講演集, 45-52, 京都, (2006 年 10 月)
- 44) 小野大樹, 永田隆太, 榊原豊: 人口尿中の微量有害物質の電解参加処理に関する基礎的研究, 土木学会全国大会, 京都 (2006 年 9 月)
- 45) 湯川邦彦, 寺沢実: オガクズを用いたホタテウロの微生物処理と処理残渣の海藻礁への利用, 第 56 回・日本木材学会大会研究発表要旨集, 88, 秋田(2006 年 8 月)
- 46) 三浦哲央, 寺沢 実, 幸田圭一, 片山睦子: オガクズを利用した油脂生分解に関する研究, 第 56 回・日本木材学会大会研究発表要旨集, 99, 秋田(2006 年 8 月)
- 47) R. Maharani, Y. Tamai, K. Koda, Y. Kojima: Influence of particle size distribution to the physical and chemical properties of sawdust of tropical origin, Abstract Book of the 56th Annual Meeting of the Japan Wood Research Society, 88, 秋田(2006 年 8 月)
- 48) Atef LIMAM, Terence P.N. TALORETE, Ahmed GHRABI, Amel BENREJEB JEHANI, Hiroko ISODA「チュニジアの水資源の環境影響評価」日本沙漠学会第17回学術大会, 前橋(2006 年 5 月)
- 49) 小野大樹, 永田隆太, 榊原豊: 人口尿中における微量有害物質の電気化学的除去に関する基礎的研究, 第 40 回水環境学会年会, 仙台(2006 年 3 月)
- 50) 柿本貴志, 船水尚行: コンポスト型トイレにおける循環器系医薬品の分解, 第 40 回水環境学会年会, 仙台(2006 年 3 月)
- 51) 伊藤竜生, 山縣一平, 船水尚行, コンポスト中のエストロゲン抱合体の挙動, 第 40 回水環境学会年会, 仙台(2006 年 3 月)
- 52) 福田美意, 伊藤竜生, 船水尚行, 横田光正: バイオトイレ実証実験とエネルギー解析, 第 40 回水環境学会年会, 仙台(2006 年 3 月)
- 53) 竹中美佳子, 船水尚行, 韓峻奎, 磯田博子: 哺乳動物由来細胞系を用いた下水処理系試料の毒性評価, 第 40 回水環境学会年会, 仙台(2006 年 3 月)
- 54) 小野大樹, 永田隆太, 榊原豊, 人工尿中における微量有害物質の電気化学的除去に

- 関する基礎的研究, 第 40 回水環境学会年会, 仙台(2006 年 3 月)
- 55) 板山朋聡, 小出昌弘, 稲森悠平, 田中伸幸, 岩見徳雄, 桑原享史, 生地正人: 土壌を活用した生活雑排水処理の実証試験, 第 40 回水環境学会年会, 仙台(2006 年 3 月)
- 56) 赤石布美子, 大瀧雅寛: オガ屑を用いたコンポスト型トイレにおける石灰投入時の大腸菌消長への影響, 第 40 回水環境学会年会, 仙台(2006 年 3 月)
- 57) 窪華奈子, 大瀧雅寛: コンポスト型トイレで不活化された大腸菌の損傷レベルの評価, 第 40 回水環境学会年会, 仙台(2006 年 3 月)
- 58) 蛭江美孝, 稲森悠平, 大島綾子, 門屋尚紀, 宮坂章, 毛利元哉, 丸山治, 則武繁: 生活系排水からの枯渇化リンの吸着法による回収, 資源化における解析・評価, 第 40 回水環境学会年会, 仙台(2006 年 3 月)
- 59) 田中伸幸, 板山朋聡, 稲森悠平: 細菌類の有機物分解に及ぼす原生動物の捕食効果, 第 40 回水環境学会年会, 仙台(2006 年 3 月)
- 60) 稲森隆平, 山本智子, 松村正利, 蛭江美孝, 桂萍, 稲森悠平: アシ・マコモ・ガマの単独・共存植栽浄化法における GHG 発生特性および水質浄化特性, 第 40 回水環境学会年会, 仙台(2006 年 3 月)
- 61) 金井博史, 内山裕夫, 田中伸幸, 板山朋聡, 稲森悠平: 生物処理システム中の微小動物と細菌類との捕食・被捕食と浄化能との関係, 第 40 回水環境学会年会, 仙台(2006 年 3 月)
- 62) 桑原享史, 松村正利, 板山朋聡, 稲森悠平: フロート式水耕栽培浄化法による水環境修復技術の開発, 第 40 回水環境学会年会, 仙台(2006 年 3 月)
- 63) 栗原亮一, 内山裕夫, Chu.Chung.Feng, 稲森悠平: 有機性廃棄物からの水素発酵性向上化のための基質条件の最適化, 第 40 回水環境学会年会, 仙台(2006 年 3 月)
- 64) 近藤貴志, 蛭江美孝, 常田聡, 稲森悠平: 生物学的リン除去プロセスに存在する G-bacteria の生態解析, 第 40 回水環境学会年会, 仙台(2006 年 3 月)
- 65) 座間俊輔, 松村正利, Chu.Chung.Feng, 蛭江美孝, 稲森悠平: USB・生物膜循環法における有機物・窒素同時効率的除去のための最適操作条件, 第 40 回水環境学会年会, 仙台(2006 年 3 月)
- 66) 鈴木康之, 近藤貴志, 常田聡, 稲森悠平: マイクロバブル化オゾン酸化法および吸着脱リン法を組み込んだ新しい資源循環型排水処理プロセス, 第 40 回水環境学会年会, 仙台(2006 年 3 月)
- 67) 伊達康博, 吉江幸子, 常田聡, 井坂和一, 角野立夫, 稲森悠平: 連続培養系に存在する嫌気性アンモニア酸化細菌の群集構造および増殖特性, 第 40 回水環境学会年会, 仙台(2006 年 3 月)
- 68) 中川剛, 松村正利, 常田聡, 蛭江美孝, 稲森悠平: 構造の異なる担体を充填した高度合併処理浄化槽における処理性能と硝化細菌の年間モニタリング, 第 40 回水環境学会年会, 仙台(2006 年 3 月)
- 69) 古川和寛, 常田聡, 野田尚宏, 稲森悠平: Microcystin 合成遺伝子を指標とした湖沼における藍藻類の毒性産性能の定量評価, 第 40 回水環境学会年会, 仙台(2006 年 3 月)
- 70) 山田稔, 板山朋聡, 山口征矢, 稲森悠平: 窒素・リン除去能と藍藻類の増殖特性からみた浄化槽処理水の評価, 第 40 回水環境学会年会, 仙台(2006 年 3 月)
- 71) 山本智子, 稲森隆平, 松村正利, 蛭江美孝, 桂萍, 稲森悠平: 有用植物の種類と水質浄化特性等の比較解析に基づく植栽・土壌処理システムの最適化, 第 40 回水環境学会年会, 仙台(2006 年 3 月)
- 72) 稲森悠平, 楮春鳳, 蛭江美孝, 加島誠之, 戒野棟一: 有機性廃棄物の水素・メタン発酵における効率化のための適正温度条件の解明, 第 40 回水環境学会年会, 仙台(2006 年 3 月)
- 73) 稲森悠平, 塩入千春, 蛭江美孝, 河村光隆: 鉄電解脱リン法を導入した高度合併処理浄化槽の処理性能とリン回収特性の評価, 第 40 回水環境学会年会, 仙台(2006 年 3 月)
- 74) 藤井都弥子, 高橋正宏, 藤田光一: 霞ヶ浦流域の水環境に対するバイオトイレの効果に

- について, 第 40 回水環境学会年会, 仙台(2006 年 3 月)
- 75) 窪華奈子, 大瀧雅寛:コンポスト型トイレで不活化された大腸菌の損傷レベルの評価, 第 40 回水環境学会年会, 仙台(2006 年 3 月)
 - 76) 赤石布美子, 大瀧雅寛:おが屑を用いたコンポスト型トイレにおける石灰投入時の大腸菌消長への影響, 第 40 回水環境学会年会, 仙台(2006 年 3 月)
 - 77) 堀田真也, 野口友寛, 船水尚行:糞便の良美汽笛分解家庭における窒素挙動に関する実験, 第 42 回環境工学研究フォーラム, 鳥取(2005 年 12 月)
 - 78) 柿本貴志, 大澤輝真, 船水尚行:し尿中に排泄される抗生物質が糞便コンポスト化反応に与える影響, 第 42 回環境工学研究フォーラム, 鳥取(2005 年 12 月)
 - 79) 中西康博, 高平兼司, 平良栄彦, 奥田夏樹:沖縄島南部沿岸環境に及ぼす富栄養地下水の影響, 日本珊瑚礁学会第 8 回学会, 那覇(2005 年 11 月)
 - 80) 田中伸幸, 稲森悠平, 板山朋聡:浄化槽における原生動物の捕食による細菌の有機物分解特性の解析, 第 42 回日本水処理生物学会年会, 静岡(2005 年 11 月)
 - 81) 塩入千春, 河村光隆, 稲森悠平, 中川剛, 蛭江美孝:高度合併処理浄化槽における鉄電解脱リンシステム導入の処理性能および汚泥特性に及ぼす評価, 第 42 回日本水処理生物学会年会, 静岡(2005 年 11 月)
 - 82) 伊達康博, 吉江幸子, 常田聡, 井坂和一, 角野立夫, 稲森悠平:嫌気性アンモニア酸化反応槽内における *Planctomycetes* に着目した微生物群集構造解析, 第 42 回日本水処理生物学会年会, 静岡(2005 年 11 月)
 - 83) 稲森悠平, 山本智子, 稲森悠平, 松村正利, 井上武雄:アシ, マコモ, ガマ植栽系における水質浄化・温室効果ガス発生特性, 第 42 回日本水処理生物学会年会, 静岡(2005 年 11 月)
 - 84) 榎本隆寿, 雨宮隆, 伊藤公紀, 板山朋聡, 田中伸幸, 稲森悠平:*Monas guttula* の捕食作用による *Microsytis* 属の増殖抑制と生態学的安定性に関する解析, 第 42 回日本水処理生物学会年会, 静岡(2005 年 11 月)
 - 85) 加島誠之, 戒野棟一, 稲森悠平, Chu.Chung.Feng, 蛭江美孝:有機性廃棄物の中温・高温水素発酵における分解ガス産生特性, 第 42 回日本水処理生物学会年会, 静岡(2005 年 11 月)
 - 86) 近藤貴志, 常田聡, 蛭江美孝, 稲森悠平:生物学的リン除去における基質資化競合関係の分子生物学的評価, 第 42 回日本水処理生物学会年会, 静岡(2005 年 11 月)
 - 87) 金井博史, 内山裕夫, 田中伸幸, 板山朋聡, 稲森悠平:生物処理システム内の捕食微小動物類と細菌類との捕食・被捕食解析, 第 42 回日本水処理生物学会年会, 静岡(2005 年 11 月)
 - 88) 栗原亮一, 内山裕夫, Chu.Chung.Feng, 稲森悠平:有機性廃棄物の二相式プロセスを用いた水素発酵における水素生成特性, 第 42 回日本水処理生物学会年会, 静岡(2005 年 11 月)
 - 89) 桑原享史, 松村正利, 林紀男, 板山朋聡, 稲森悠平:フロート式水耕栽培浄化法を導入したラグーンシステムによる特性評価, 第 42 回日本水処理生物学会年会, 静岡(2005 年 11 月)
 - 90) 古川和寛, 星野辰彦, 常田聡, 稲森悠平:水処理プロセスに関与する微生物に高感度 FISH を適用するための最適細胞壁消化条件の解析, 第 42 回日本水処理生物学会年会, 静岡(2005 年 11 月)
 - 91) 座間俊輔, 松村正利, Chu.Chung.Feng, 蛭江美孝, 稲森悠平:有機物・窒素同時除去型の USB・生物膜循環法による厨芥処理・ガス発生特性, 第 42 回日本水処理生物学会年会, 静岡(2005 年 11 月)
 - 92) 稲森悠平, 山川亮, 戒野棟一, 桑原享史, 林紀男:フロート式水耕栽培浄化法の処理機能解析, 第 42 回日本水処理生物学会年会, 静岡(2005 年 11 月)
 - 93) 山田稔, 山口征矢, 板山朋聡, 稲森悠平:生活排水対策としての浄化槽の処理水の藻類増殖能試験による解析・評価, 第 42 回日本水処理生物学会年会, 静岡(2005 年 11 月)

- 94) 山本智子, 松村正利, gui ping, 稲森悠平: 有用植物の種類と水質浄化特性等の比較解析に基づく植栽・土壌システムの最適化, 第 42 回日本水処理生物学会年会, 静岡 (2005 年 11 月)
- 95) 大坂利文, 吉江幸子, 常田聡, 稲森悠平: 活性汚泥における高活性な脱窒細菌群集解析のための Stable-isotope probing 法の適用, 第 42 回日本水処理生物学会年会, 静岡 (2005 年 11 月)
- 96) 中川剛, 松村正利, 常田聡, 蛭江美孝, 稲森悠平: 高度処理合併浄化槽の年間モニタリングにおける処理機能の違いと硝化細菌との関係解析, 第 42 回日本水処理生物学会年会, 静岡 (2005 年 11 月)
- 97) 鈴木康之, 近藤貴志, 常田聡, 稲森悠平: マイクロバブル化オゾン処理および吸着脱リンを組み込んだ新規排水処理プロセスの実用化に向けた検討, 第 42 回日本水処理生物学会年会, 静岡 (2005 年 11 月)
- 98) 桑原享史, 林紀男, 稲森悠平: 生態工学としてのフロート式水耕栽培浄化法による保全対策の高度化, 第 8 回日本水環境学会シンポジウム, 大津 (2005 年 9 月)
- 99) 三浦哲央, 玉井裕, 寺澤実, 片山睦子: オガクズを利用した油脂分解, 日本木材学会京都大会, 京都 (2005 年)
- 100) 長谷川洋子, 寺澤実, 幸田圭一: アンモニアの生成および揮散に対するオガクズの抑制効果, 日本木材学会京都大会, 京都 (2005 年)
- 101) Rizki Maharani, Minoru Terazawa: The composting wood residue from sawdust industry as an artificial soil matrix using a GADE machine in East Kalimantan, 日本木材学会京都大会, 京都 (2005 年)
- 102) 平松洋, 小島康夫, 幸田圭一, 寺澤実: GADE マシン稼働中のオガクズ担体の物理・化学的变化, 日本木材学会京都大会, 京都 (2005 年)
- 103) Tsegaya Lodiso Olgino, Minoru Terazawa: Biodegradation of Abattoir Wastes Under Aerobic Condition Using Sawdust as Balking Agent, 日本木材学会京都大会, 京都 (2005 年)
- 104) 長谷川洋子, 幸田圭一, 玉井裕, 寺澤実: バイオトイレ担体中のウレアーゼの産生挙動について, 日本木材学会北海道支部講演集, 37 号, pp.37-40, 旭川 (2005 年)
- 105) 平松洋, 小島康夫, 幸田圭一, 寺澤実: 生ゴミ処理機稼働中におけるオガクズ担体の物理的・化学的变化, 日本木材学会北海道支部講演集, 37 号, pp.41-44, 旭川 (2005 年)
- 106) 湯川邦彦, 寺澤実: オガクズを用いたホタテウロの微生物処理と処理残渣の海藻礁への利用, 日本木材学会北海道支部講演集, 37 号, pp.53-56, 旭川 (2005)
- 107) 星野伊兵衛, 寺澤実: バイオトイレにおけるし尿からの水およびアンモニア回収, 日本木材学会北海道支部講演集, 37 号, pp.77-81, 旭川 (2005)
- 108) Rizki Maharani, Minoru Terazawa: Physical properties of sawdust of primary and secondary forest species in East Kalimantan used as an artificial soil matrix for GADE,BT, and IMF systems, 日本木材学会北海道支部講演集, 37 号, pp.69-72, 旭川 (2005)
- 109) 堀田真也, 野口友宏, 船水尚行: コンポスト型トイレにおけるオガクズ水分 pH の影響因子について, 第 39 回日本水環境学会年会, 千葉 (2005 年 3 月)
- 110) 柿本貴志, 大澤輝真, 船水尚行: バイオトイレ内微生物に対する構成物質の影響と活性回復に関する研究, 第 39 回日本水環境学会年会, 千葉 (2005 年 3 月)
- 111) 伊藤竜生, 船水尚行: バイオトイレにおけるおが屑の乾燥速度, 第 39 回日本水環境学会年会, 千葉 (2005 年 3 月)
- 112) 板山朋聡, 田中伸幸, 斎藤猛, 稲森悠平: 傾斜土層処理システムによる生活排水処理機構に関する研究, 第 39 回日本水環境学会年会, 千葉 (2005 年 3 月)
- 113) 田中伸幸, 岩見徳雄, 稲森悠平, 板山朋聡: 浄化槽に出現する微小動物と処理能との関係に関する統計学的解析, 第 39 回日本水環境学会年会, 千葉 (2005 年 3 月)
- 114) 斎藤猛, 板山朋聡, 稲森悠平: 生活雑排水に含まれる界面活性剤の土壌浸透浄化法に

- おける分解・除去, 第 39 回日本水環境学会年会, 千葉(2005 年 3 月)
- 115) 浜口峻, 河村光隆, 蝦江美隆, 稲森悠平:底泥好気化の微生物群集の生息分布に及ぼす影響解析, 第 39 回日本水環境学会年会, 千葉(2005 年 3 月)
- 116) 大坂利文, 吉江幸子, 常田聡, 平田彰, 稲森悠平:炭素利用特性に着目した活性汚泥における脱窒細菌群集構造解析〜SPI 法を導入した 16SrRNA 遺伝子および機能遺伝子解析〜, 第 39 回日本水環境学会年会, 千葉(2005 年 3 月)
- 117) 中尾昇平, 蝦江美孝, 山崎宏史, 稲森悠平:生活雑排水の同一負荷条件における流入水量および濃度の違いの浄化槽の処理性能に及ぼす影響解析, 第 39 回日本水環境学会年会, 千葉(2005 年 3 月)
- 118) 鈴木康之, 近藤貴志, 常田聡, 平田彰, 岩見徳雄, 水落元之, 稲森悠平:脱窒性リン蓄積細菌の機能を利用した AOA 法における余剰汚泥減容化および高度リン回収に向けた検討, 第 39 回日本水環境学会年会, 千葉(2005 年 3 月)
- 119) Hu Zhanbo, Hainan Kong, Tomoaki Itayama, Yuhei Inamori:Comparison for application of two stages anaerobic filter bed soil trench system in Japan and China, 第 39 回日本水環境学会年会, 千葉(2005 年 3 月)
- 120) 金井博史, 内山裕夫, 田中伸幸, 板山朋聡, 稲森悠平:生物処理システム中の捕食微小動物類と細菌類との捕食・被食特性についての解析, 第 39 回日本水環境学会年会, 千葉(2005 年 3 月)
- 121) 桑原享史, 松村正利, 稲森悠平, 水落元之:フロート式水耕栽培・魚類を導入したラグーンシステムの浄化特性, 第 39 回日本水環境学会年会, 千葉(2005 年 3 月)
- 122) 座間俊輔, 松村正利, 蔭浦大輔, 戒野棟一, 蝦江美孝, 稲森悠平:生ごみからの有機物・窒素同時除去のための USB・生物膜循環法の最適運転操作条件の解析, 第 39 回日本水環境学会年会, 千葉(2005 年 3 月)
- 123) 中川剛, 松村正利, 常田聡, 平田彰, 蝦江美孝, 稲森悠平:高度合併処理浄化槽におけるアンモニア酸化細菌と亜硝酸酸化細菌の年間変動, 第 39 回日本水環境学会年会, 千葉(2005 年 3 月)
- 124) Yan Li, 稲森隆平, 桂萍, 孔海南, 松村正利, 稲森悠平:Evaluating the effect of season on distribution of nitrifying bacteria in a soil plant system, 第 39 回日本水環境学会年会, 千葉(2005 年 3 月)
- 125) 伊藤康博, 吉江幸子, 常田聡, 平田彰, 井坂和一, 角野立夫, 稲森悠平:嫌気性アンモニア酸化細菌の増殖に伴う共存微生物群の挙動, 第 39 回日本水環境学会年会, 千葉(2005 年 3 月)
- 126) 蔭浦大輔, 松村正利, 春鳳, 蝦江美孝, 板山朋聡, 水落元之, 稲森悠平:生ごみ, 豚糞尿混合物の 2 相式メタン発酵における高度効率化のための分子生物学的手法等を導入した機能解析, 第 39 回日本水環境学会年会, 千葉(2005 年 3 月)
- 127) 近藤貴志, 蝦江美孝, 常田聡, 平田彰, 稲森悠平:生物学的リン除去プロセスにおいて高活性化を示す微生物の特性—Percoll および MAR-FISH 法による評価—, 第 39 回日本水環境学会年会, 千葉(2005 年 3 月)
- 128) 栗原亮一, 内山裕夫, Chu.Chung. Feng, 稲森悠平:UASB 反応槽水素生成特性の検討, 第 39 回日本水環境学会年会, 千葉(2005 年 3 月)
- 129) 山田稔, 山口征矢, 板山朋聡, 稲森悠平:生活排水からの有機物・窒素・リンを除去対象とした浄化槽処理水等の藻類増殖能の比較解析, 第 39 回日本水環境学会年会, 千葉(2005 年 3 月)
- 130) 山本智子, 木村賢史, 桂萍, 稲森悠平:有用植物の種類と水質浄化, 成長特性等の関係解析に基づく植栽・土壌処理システムの最適化に関する研究, 第 39 回日本水環境学会年会, 千葉(2005 年 3 月)
- 131) 稲森隆平, 巖立, 松村正利, 稲森悠平, 若林宏美:アシ, マコモ, ガマ植栽生活排水流入系における分子生物学的解析等を導入した温室効果ガスの発生・浄化特性と根圏構造, 第 39 回日本水環境学会年会, 千葉(2005 年 3 月)

- 132) 古川和寛, 星野辰彦, 常田聡, 平田彰, 稲森悠平: 高感度 FISH の水処理生態系への適用における課題, 第 39 回日本水環境学会年会, 千葉(2005 年 3 月)
- 133) 佐々木聖亮, 松村正利, Chu Chun Feng, 蝦江美孝, 板山朋聡, 水落元之, 稲森悠平, USB・好気生物膜循環法における電気分解反応導入による処理の高度化, 第 39 回日本水環境学会年会, 千葉(2005 年 3 月)
- 134) 稲森悠平, 若林宏美, 稲森隆平, 巖立, 桂萍, 戒野棟一: アシ, マコモ, ガマ植栽人工排水流入系における分子生物学的解析等を導入した温室効果ガスの発生・浄化特性と根圏構造, 第 39 回日本水環境学会年会, 千葉(2005 年 3 月)
- 135) 板山朋聡, 岩見徳雄, 水落元之, 稲森悠平, 田中伸幸, 斎藤猛, 末次綾, 生地正人: 傾斜土槽処理システムによる生活排水処理機構に関する研究, 第 39 回日本水環境学会年会, 千葉(2005 年 3 月)
- 136) 木平浩之, 杉浦則夫, 河内幸夫, 横川善之, 斎藤猛, 板山朋聡, 稲森悠平: メソポーラスセラミックス担体を用いた microcystin 分解処理システムの開発, 第 39 回日本水環境学会年会, 千葉(2005 年 3 月)
- 137) 稲垣智文, 稲森悠平, 杉浦則夫: 水中フミン物質の藍藻類 microcystin 属の増殖に対する影響, 第 39 回日本水環境学会年会, 千葉(2005 年 3 月)
- 138) 棚橋明子, 板山朋聡, 稲森悠平, 杉浦則夫: 藍藻類産生有毒物質 microcystin の発生予測手法の開発に関する基礎的研究, 第 39 回日本水環境学会年会, 千葉(2005 年 3 月)
- 139) 斎藤猛, 板山朋聡, 稲森悠平: 有毒アオコ産生ミクロキスチン簡易測定手法(PPI アッセイ)に及ぼす残留塩素の影響, 日本水処理生物学会第 41 回大会, つくば(2004 年 11 月)
- 140) 桑原享史, 林紀男, 高柳正弘, 木村洋一, 稲森悠平: フロート式水耕栽培浄化法を適用した椎葉湖, 野尻湖のシステムにおける微小動物相, 日本水処理生物学会第 41 回大会, つくば(2004 年 11 月)
- 141) 山田稔, 板山朋聡, 山口征矢, 稲森悠平: 生活排水処理システム由来の放流水の藻類増殖に及ぼす影響解析, 日本水処理生物学会第 41 回大会, つくば(2004 年 11 月)
- 142) 岩見徳雄, 板山朋聡, 田中伸幸, 稲森悠平, Zou Min, 鈴木理恵: 高度合併処理浄化槽の担体改変による微生物群集特性と浄化機能の解析, 日本水処理生物学会第 41 回大会, つくば(2004 年 11 月)
- 143) 桑原享史, 松村正利, 板山朋聡, 稲森悠平, 水落元之: 水耕栽培・魚類導入ラグーンシステムによる途上国適応型排水処理技術の開発, 日本水処理生物学会第 41 回大会, つくば(2004 年 11 月)
- 144) 桂萍, 山本智子, 稲森隆平, 巖立, 稲森悠平, 木村賢史: 有用植物の水質浄化特性に基づく植栽・土壌処理システムの最適化に関する研究, 日本水処理生物学会第 41 回大会, つくば(2004 年 11 月)
- 145) 稲森隆平, 若林宏美, 戒野棟一, 巖立, 桂萍, 稲森悠平: アシ, マコモ, ガマ植栽人工排水流入系における温室効果ガスの発生・浄化特性と根圏構造, 日本水処理生物学会第 41 回大会, つくば(2004 年 11 月)
- 146) 稲森隆平, 巖立, 井上武雄, 稲森悠平, 桂萍, 若林宏美, 松村正利: アシ, マコモ, ガマ植栽生活排水流入系における長期的運転条件下のシステム解析, 日本水処理生物学会第 41 回大会, つくば(2004 年 11 月)
- 147) 岡野邦宏, 河内幸夫, 斎藤猛, 稲森悠平, 前川孝昭, 杉浦則夫: 藍藻産生有毒物質 microcystin の酵素分解に関する研究, 日本水処理生物学会第 41 回大会, つくば(2004 年 11 月)
- 148) 古川和宏, 常田聡, 平田彰, 野田尚宏, 稲森悠平: Real-Time PCR 法を用いた有毒藍藻類の迅速定量解析手法の開発, 日本水処理生物学会第 41 回大会, つくば(2004 年 11 月)
- 149) 木平浩之, 河内幸夫, 斎藤猛, 板山朋聡, 稲森悠平, 横川善之, 杉浦則夫: メソポーラスセラミックス担体を用いた microcystin 分解処理システム開発, 日本水処理生物学会第 41 回大会, つくば(2004 年 11 月)

- 150) 山崎宏史, 星野一宏, 長谷川淳, 岩見徳雄, 稲森悠平:嫌気, 好気高循環による排水処理システムの高度化に関する検討, 日本水処理生物学会第 41 回大会, つくば(2004 年 11 月)
- 151) 中尾昇平, 蝦江美孝, 山崎宏史, ハンジュンキュ, 山田パリーダ, 磯田博子, 稲森悠平:生活雑排水の流入水量および濃度をパラメーターとした同一負荷条件における浄化槽の処理性能に及ぼす影響解析, 日本水処理生物学会第 41 回大会, つくば(2004 年 11 月)
- 152) 大坂利文, 吉江幸子, 常田聡, 平田彰, 稲森悠平:活性汚泥内に存在するメタノール資化性脱窒細菌群の SIP 法による解析 日本水処理生物学会第 41 回大会, つくば(2004 年 11 月)
- 153) 三浦哲央, 玉井 裕, 寺沢 実, 片山睦子: オガクズを利用した油脂の生分解に関する研究, 日本木材学会北海道支部講演集, 36, pp.55-58 (2004 年 11 月)
- 154) 平松洋, 幸田圭一, 寺沢 実: オガクズの添加割合が尿尿の分解過程で発生する臭気に及ぼす影響, 日本木材学会北海道支部講演集, 36, pp.59-62 (2004 年 11 月)
- 155) 長谷川洋子, 幸田圭一, 寺沢 実: アンモニアの発生および揮散に対するオガクズの抑制効果, 日本木材学会北海道支部講演集, 36, pp.63-66 (2004 年 11 月)
- 156) 藤本啓太, 寺沢 実: バイオトイレによる尿尿の処理試験と処理に使用したオガクズが植物の発芽に与える影響, 日本木材学会北海道支部講演集, 36, pp.71-75 (2004 年 11 月)
- 157) 荒木洋美, 寺沢 実: 砂の非リグノセルロース質有機廃棄物処理用微生物担体としての可能性 I 水分特性, 日本木材学会北海道支部講演集, 36, pp.67-70 (2004 年 11 月)
- 158) ツエガヤ, 寺澤: Biodegradation of offal meat under aerobic condition using sawdust as a artificial soil matrix, 日本木材学会北海道支部研究発表会(2004 年 11 月)
- 159) 堀田真也, 寺澤実, 船水尚行:コンポスト型トイレにおけるアンモニアガスの揮発特性に関する基本的研究, 第 41 回環境工学研究フォーラム, 宮崎(2004 年 11 月)
- 160) 岩見徳雄, 鈴木理恵:生物付着担体の構造改変による浄化機能強化技術, 第 7 回日本水環境学会シンポジウム, 東京(2004 年 9 月)
- 161) 生地正人, 末次綾, 稲森悠平:薄層型傾斜土壌生物膜による高度化技術, 第 7 回日本水環境学会シンポジウム, 東京(2004 年 9 月)
- 162) 稲森悠平, 斎藤猛, 清水康利, 稲森隆平, 板山朋聡:有毒アオコの発生防止対策とネットワーク化-1, 日本陸水学会第 69 回大会, 新潟(2004 年 9 月)
- 163) 稲森悠平, 斎藤猛, 清水康利, 稲森隆平, 板山朋聡:有毒アオコの発生防止対策とネットワーク化-2, 日本陸水学会第 69 回大会, 新潟(2004 年 9 月)
- 164) 船水尚行:持続可能な水資源の保全管理-ブラックウォーターの排出を止める-, 第 54 回日本木材学会大会研究発表会特別講演, 札幌(2004 年 8 月)
- 165) 長谷川洋子, 寺澤実:アンモニアの生成および揮散に対するオガクズの抑制効果, 第 54 回日本木材学会大会, 札幌(2004 年 8 月)
- 166) 平松洋, 寺澤実:オガクズの添加割合が尿尿の分解過程で発生する臭気に及ぼす影響, 第 54 回日本木材学会大会, 札幌(2004 年 8 月)
- 167) 荒木洋美, 寺澤実:非リグノセルロース質有機廃棄物処理用微生物担体としてのオガクズの水分保持特性, 第 54 回日本木材学会大会, 札幌(2004 年 8 月)
- 168) 藤本啓太, 寺澤実:バイオトイレによる尿尿の処理試験と処理に使用したオガクズが植物の発芽に与える影響, 第 54 回日本木材学会大会, 札幌(2004 年 8 月)
- 169) 斎藤猛, 板山朋聡, 稲森悠平:バイオアッセイ(PPI)による藍藻毒の毒性評価と上水管理への適用, 全国水道研究発表会, 京都(2004 年 6 月)
- 170) Gang Qin, M. Irie, T. Iahikawa: The Present Conditions and Existing Problems of the Public Toilet in Changchun City, China, 第 31 回関東支部技術研究発表会講演概要集, 第 7 部門, No.65, 横浜(2004 年 3 月)
- 171) 蝦江美孝, 常田聡, 平田彰, 松村正利, 稲森悠平:amoA mRNA の転写活性に基づく

- アンモニア酸化細菌の群集構造に及ぼす窒素濃度および温度の影響解析, 第 38 回日本水環境学会, 札幌(2004 年 3 月)
- 172) 星野辰彦, 常田聡, 平田彰, 稲森悠平: T-RFLP 法による生物学的排水処理反応槽内のバイオコミュニティ変遷モニタリング, 第 38 回日本水環境学会, 札幌(2004 年 3 月)
- 173) 吉江幸子, 井坂和一, 角野立夫, 常田聡, 平田彰, 稲森悠平: 高分子ゲルに包括固定化された硝化細菌群の低温条件下における挙動, 第 38 回日本水環境学会, 札幌(2004 年 3 月)
- 174) 桑原享史, 松村正利, 藤本尚志, 板山朋聡, 稲森悠平, 水落元之: 生態工学技術を導入したラグーンシステムの浄化特性, 第 38 回日本水環境学会, 札幌(2004 年 3 月)
- 175) 金子直哉, 吉江幸子, 青井義輝, 常田聡, 平田彰, 生田創, 角野立夫, 稲森悠平: 嫌気性アンモニア酸化反応に関わる微生物の生態構造解析, 第 38 回日本水環境学会, 札幌(2004 年 3 月)
- 176) 近藤貴志, 常田聡, 平田彰, 稲森悠平: 生物学的リン除去を担う有用微生物の同定—MAR-FISH 法による評価—, 第 38 回日本水環境学会, 札幌(2004 年 3 月)
- 177) 中川和哉: 高度リン回収および余剰汚泥減容化のための排水処理プロセスの開発, 第 38 回日本水環境学会, 札幌(2004 年 3 月)
- 178) 中川剛, 蝦江美孝, 松村正利, 常田聡, 平田彰, 稲森悠平: 定量 PCR 法による高度合併処理浄化槽内の硝化細菌の定量, 第 38 回日本水環境学会, 札幌(2004 年 3 月)
- 179) 稲森隆平, 稲森悠平, 水落元之, 桂萍: アシ・マコモ系植生土壌浄化システムの根圏構造と汚濁物質除去, 温室効果ガスの発生特性, 第 38 回日本水環境学会, 札幌(2004 年 3 月)
- 180) 蔭浦大輔, 蝦江美孝, 松村正利, 稲森悠平, 水落元之, 板山朋聡, 春鳳: 生ごみ・豚糞尿の混合比のメタン発酵特性に及ぼす影響解析, 第 38 回日本水環境学会, 札幌(2004 年 3 月)
- 181) 大坂利文: SIP 法によって明らかとなった活性汚泥中のアクティブな脱窒細菌—メタノールと酢酸を添加した場合の違い—, 第 38 回日本水環境学会, 札幌(2004 年 3 月)
- 182) 佐々木聖亮, 松村正利, 近藤貴志, 常田聡, 平田彰, 春鳳, 稲森悠平, 水落元之, 板山朋聡: 嫌気, 好気循環型メタン発酵プロセスにおける電気化学的処理の効果解析, 第 38 回日本水環境学会, 札幌(2004 年 3 月)
- 183) 中尾昇平, 阿部征雄, 磯田博子, 稲森悠平: 水温および硝化液循環システムが浄化槽の処理性能および微生物叢に及ぼす影響の解析, 第 38 回日本水環境学会, 札幌(2004 年 3 月)
- 184) 稲森悠平, 鈴木康之, 中川和哉, 水落元之, 常田聡, 平田彰: 吸着脱リン法による畜産排水からのリン除去・回収技術の解析評価, 第 38 回日本水環境学会, 札幌(2004 年 3 月)
- 185) 座間俊輔, 戒野棟一, 稲森悠平, 水落元之, 板山朋聡, 蝦江美孝, 蔭浦大輔: 家畜糞尿・生ごみ混合廃棄物の USB・生物膜における処理特性, 第 38 回日本水環境学会, 札幌(2004 年 3 月)
- 186) 稲森悠平, 古川和寛, 金子直哉, 牧野博, 野田尚宏, 常田聡, 平田彰: 有毒藍藻類の迅速モニタリング手法の開発—アオコ発生予測に向けて—, 第 38 回日本水環境学会, 札幌(2004 年 3 月)
- 187) 稲森悠平, 板山朋聡, 山田稔, 山口征矢: 生活処理システム処理水の藻類増殖に及ぼす影響解析, 第 38 回日本水環境学会, 札幌(2004 年 3 月)
- 188) 斎藤猛, 板山朋聡, 稲森悠平, 杉浦則夫: PPI test を用いた藍藻毒 microcystin の毒性評価, 第 38 回日本水環境学会, 札幌(2004 年 3 月)
- 189) 岩見徳雄, 稲森悠平, 姜偉立, 蝦江美孝, 鈴木理恵, 新津徹, 鈴木哲郎: 高度合併処理浄化槽の低水温下における微小動物の定着特性と浄化性能の解析, 第 38 回日本水環境学会, 札幌(2004 年 3 月)
- 190) 桑原享史, 松村正利, 板山朋聡, 稲森悠平, 水落元之: 生態工学技術を導入したラグーンシステムの浄化特性, 第 38 回日本水環境学会, 札幌(2004 年 3 月)

- 191) 生地正人, 末次綾, 井上保夫, 水落元之, 稲森悠平: 傾斜土槽法による窒素除去対策, 第 38 回日本水環境学会, 札幌(2004 年 3 月)
- 192) 河内幸男, 岡野邦宏, 斎藤猛, 板山朋聡, 稲森悠平, 杉浦則夫, 前川孝昭: 好アルカリ性 microcystin 分解菌の探索, 第 38 回日本水環境学会, 札幌(2004 年 3 月)
- 193) 亀山恵司, 稲森悠平, 前川孝昭, 杉浦則夫: 藍藻類 *Microcystis* 属の有毒物質 Microcystin 産生特性, 第 38 回日本水環境学会, 札幌(2004 年 3 月)
- 194) 出村隆, 在田洋, 板山朋聡, 稲森悠平: 屋外実験池を用いた水酸化マグネシウム沈降および増殖抑制の効果解析, 第 38 回日本水環境学会, 札幌(2004 年 3 月)
- 195) P. Gui, R. Inamori, M. Mizuochi, Y. Inamori: Evaluation of Water Plant Soil System Based on Orthogonal Investigation, 第 38 回日本水環境学会, 札幌(2004 年 3 月)
- 196) 山崎宏史, 星野一宏, 長谷川淳, 岩見徳雄, 稲森悠平: 生理生活物質添加による排水処理システムの高度化, 第 38 回日本水環境学会, 札幌(2004 年 3 月)
- 197) 成田裕樹, 船水尚行, 高桑哲男: 活性汚泥微生物由来有機物の挙動に関する研究, 第 38 回日本水環境学会, 札幌(2004 年 3 月)
- 198) 柿本貴志, 船水尚行, 高桑哲男: 医薬品の挙動と環境中の存在に関する現状分析, 第 38 回日本水環境学会, 札幌(2004 年 3 月)
- 199) 今井陽介, 船水尚行, 高桑哲男, 国本学: バイオトイレ残留有機物の基礎細胞毒性試験, 第 38 回日本水環境学会, 札幌(2004 年 3 月)
- 200) 大高園美, 船水尚行, 高桑哲男: 日本における分離分散型排水処理システム導入の可能性についての検討, 第 38 回日本水環境学会, 札幌(2004 年 3 月)
- 201) Baohua Liu, Naoyuki Funamizu, Tetsuo Takakuwa: An analytical Method of Parasite and Risk Evaluation in the Bio-toilet System Using Sawdust as a Matrix, 第 38 回日本水環境学会, 札幌(2004 年 3 月)
- 202) Miguel Angel Lopez Zavala, Naoyuki Funamizu, Tetsuo Takakuwa: Achievement on the Onsite Wastewater Differentiable Treatment System, 第 38 回日本水環境学会, 札幌(2004 年 3 月)
- 203) 河内幸夫, 岡野邦宏, 斎藤猛, 板山朋聡, 稲森悠平, 杉浦則夫, 前川孝昭: 好アルカリ性 microcystin 分解菌の探索, 第 40 回日本水処理生物学会, 熊本(2003 年 11 月)
- 204) 岡野邦宏, 斎藤猛, 板山朋聡, 稲森悠平, 杉浦則夫, 前川孝昭: microcystin 分解酵素の大量発現系の構築に関する研究, 第 40 回日本水処理生物学会, 熊本(2003 年 11 月)
- 205) 稲森悠平, 板山朋聡, 山口征矢, 山田稔: 生活排水処理システム処理水の藻類増殖に及ぼす影響解析, 第 40 回日本水処理生物学会, 熊本(2003 年 11 月)
- 206) 星野辰彦, 寺原猛, 常田聡, 平田彰, 稲森悠平: T - RFLP 法による排水処理細菌叢の迅速モニタリング, 第 40 回日本水処理生物学会, 熊本(2003 年 11 月)
- 207) 金子直哉, 野田尚宏, 木持謙, 常田聡, 平田彰, 水落元之, 稲森悠平: 活性汚泥における N_2O 還元酵素遺伝子に基づく微生物群集構造解析, 第 40 回日本水処理生物学会, 熊本(2003 年 11 月)
- 208) 近藤貴志, 蛭江美孝, 常田聡, 平田彰, 水落元之, 稲森悠平: 生物学的リン除去プロセスにおける有用微生物の基質資化特性に基づいた活性評価, 第 40 回日本水処理生物学会, 熊本(2003 年 11 月)
- 209) 稲森悠平, 古川和寛, 金子直哉, 牧野博, 野田尚宏, 常田聡, 平田彰: ミクロシチン合成遺伝子に基づく湖沼における有毒藍藻類の評価・解析, 第 40 回日本水処理生物学会, 熊本(2003 年 11 月)
- 210) 亀山恵司, 杉浦則夫, 稲森悠平, 前川孝昭: 有毒藍藻類 *Microcystis* 属の細胞周期における *mcy* 遺伝子発現解析, 第 40 回日本水処理生物学会, 熊本(2003 年 11 月)
- 211) 大坂利文, 吉江幸子, 常田聡, 平田彰, 稲森悠平: 微生物の基質資化特性と亜硝酸還元酵素遺伝子に基づいた排水処理微生物の群集構造解析, 第 40 回日本水処理生物学会, 熊本(2003 年 11 月)

- 212) 蛭江美孝, 稲森悠平, 常田聡, 平田彰, 松村正利: アンモニア酸化細菌の基質濃度および温度に対する活性応答, 第 40 回日本水処理生物学会, 熊本(2003 年 11 月)
- 213) 桑原享史, 松村正利, 藤本尚志, 大内山高広, 稲森悠平, 水落元之: 開発途上国におけるラグーンシステムの浄化特性, 第 40 回日本水処理生物学会, 熊本(2003 年 11 月)
- 214) 岩見徳雄, 稲森悠平, 姜偉立, 蛭江美孝, 鈴木理恵, 新津徹, 鈴木哲郎: 高度合併処理浄化槽の低水温下における浄化特性・微生物群集構造解析, 第 40 回日本水処理生物学会, 熊本(2003 年 11 月)
- 215) 蔭浦大輔, 松村正利, 蛭江美孝, 座間俊輔, 楮春風, 板山朋聡, 水落元之, 稲森悠平: 家畜糞尿・生ごみ混合物の可溶化過程における有機酸生成特性と微生物群集構造の解析, 第 40 回日本水処理生物学会, 熊本(2003 年 11 月)
- 216) 稲森隆平, 井上武雄, 稲森悠平, 水落元之, Preeti Dass, 松村正利: アシ・マコモ等植栽土壌浄化システムの処理, 温室効果ガス発生特性と根圏構造の解析, 第 40 回日本水処理生物学会, 熊本(2003 年 11 月)
- 217) 中川剛, 蛭江美孝, 松村正利, 常田聡, 平田彰, 稲森悠平: Real Time PCR 法による高度合併処理浄化槽の硝化細菌の動態解析, 第 40 回日本水処理生物学会, 熊本(2003 年 11 月)
- 218) 中川和哉, 水落元之, 常田聡, 平田彰, 稲森悠平: 高度リン回収および余剰汚泥減溶化のための排水処理プロセスの開発, 第 40 回日本水処理生物学会, 熊本(2003 年 11 月)
- 219) 吉江幸子, 野田尚宏, 常田聡, 平田彰, 稲森悠平: 亜硝酸還元酵素遺伝子(nirK, nirS)に基づいた高塩・高硝酸産業廃水処理プロセス内の微生物群集構造解析, 第 40 回日本水処理生物学会, 熊本(2003 年 11 月)
- 220) 小嶋敬子, 水落元之, 稲森悠平, 鈴木理恵: 窒素, リン除去型小規模合併処理浄化槽のモデル地域における実態調査に基づく性能評価, 第 40 回日本水処理生物学会, 熊本(2003 年 11 月)
- 221) 佐々木聖亮, 松村正利, 近藤貴志, 常田聡, 平田彰, 楮春風, 板山朋聡, 水落元之, 稲森悠平: 嫌気メタン発酵プロセスの高度効率化のための最適条件の検索, 第 40 回日本水処理生物学会, 熊本(2003 年 11 月)
- 222) 中尾昇, 稲森悠平, 磯田博子, 水落元之, 蛭江美孝, 阿部征雄: 国際的浄化槽展開を踏まえた水温等環境因子の処理能に及ぼす影響解析, 第 40 回日本水処理生物学会, 熊本(2003 年 11 月)
- 223) 稲森悠平, 鈴木康之, 中川和哉, 水落元之, 常田聡, 平田彰: ジルコニウムフェライト吸着剤を用いた畜産排水からのリン除去・回収技術の構築, 第 40 回日本水処理生物学会, 熊本(2003 年 11 月)
- 224) 稲森悠平, 座間俊輔, 松村正利, 蛭江美孝, 蔭浦大輔, 楮春風, 水落元之, 戒野棟一: 家畜糞尿・生ごみ混合廃棄物のメタン発酵における最適可溶化条件の検討, 第 40 回日本水処理生物学会, 熊本(2003 年 11 月)
- 225) Pin Gui, Inamori R., Itayama T., Iwami N., Mizuochi M., Inamori Y.: Measurement of Root Activity and Its Influence on Greenhouse Gases Emissions Through Hydrophytes, 第 40 回日本水処理生物学会, 熊本(2003 年 11 月)
- 226) 星野一宏, 岡部公一, 長谷川淳, 山崎宏史, 岩見徳雄, 稲森悠平: 生理活性物質の添加による排水中の Nitrosomonas 属の活性促進効果, 第 40 回日本水処理生物学会, 熊本(2003 年 11 月)
- 227) 山崎宏史, 星野一宏, 長谷川淳, 岩見徳雄, 稲森悠平: 生理活性物質の添加による排水処理システム窒素除去能の高度化, 第 40 回日本水処理生物学会, 熊本(2003 年 11 月)
- 228) 石川忠晴: 途上国に適した衛生技術をいかに普及させるのか, 第 7 回下水道文化研究発表会(2003 年 11 月)
- 229) 掘田真也, 寺沢 実: おが屑を担体とする豚糞尿資源化処理におけるアンモニアの揮発因子, 日本木材学会北海道支部講演集, 35, pp.37-40 (2003 年 10 月)
- 230) 沈艶波, 保母暁史, 入野信人, 寺沢 実: 内城菌による生ゴミの資源化, 日本木材学会

- 北海道支部講演集, 35, pp.102-106(2003 年 10 月)
- 231) 折橋健, 小島康夫, 寺沢実, 他5名: 森林内でのエゾシカに対する摂食試験, 日本木材学会北海道支部講演集, 35, pp.41-44 (2003 年 10 月)
- 232) 荒木 洋美, 寺沢 実: オガクズの物理的特性 I —水分保持能—, 日本木材学会北海道支部講演集, 35, pp.86-90 (2003 年 10 月)
- 233) T. Rodiso, M. Terazawa: Composting of Bone Powder using Sawdust as an Artificial Soil Matrix, Proc. of the Hokkaido Branch of the Japan Wood Research Society, No.35, pp.90-93 (2003 年 10 月)
- 234) 上野康博, 寺沢 実: カバノキ科樹木内樹皮に含まれるフェノール性抽出成分—シラカンバ, ダケカンバについての比較と樹種識別への応用—, 日本木材学会北海道支部講演集, 35, pp.33-36 (2003 年 10 月)
- 235) 襲地伸治, 寺沢 実: 移動可能な最大寸法の「家畜用バイオトイレ」の開発, 日本木材学会北海道支部講演集, 35, pp.94-97 (2003 年 10 月)
- 236) 藤本啓太, 寺沢 実: バイオトイレによる尿尿の処理試験, 日本木材学会北海道支部講演集, 35, pp.98-102 (2003 年 10 月)
- 237) 入江光輝: 開発途上国における新たなサニテーションシステムの導入について, 2003 年度環境アセスメント学会研究発表会 (2003 年 10 月)
- 238) 磯田博子, 稲森悠平: ラット初代培養肝細胞を用いたプロテオーム解析によるラン藻産生毒 microcystin-LR の影響解析, 日本動物細胞工学会 JAACT2003, 大阪大学 (2003 年)
- 239) 船水尚行: Sustainable Development for Human and Environment, 第 18 回環境工学連合講演会, 日本学術会議 (2003)
- 240) 船水尚行: “混ぜない”, “集めない” をコンセプトとした排水処理システム, ワークショップ「自然と共生した流域圏・都市の再生」(2003)
- 241) 田井宏, M.A. Lopez Zavala, 船水尚行, 高桑哲男: 家畜糞尿のバイオトイレへの適応性に関する予備的検討, 第 37 回日本水環境学会年会, 熊本 (2003 年 3 月)
- 242) 中田ソノ子, M.A. Lopez Zavala, 船水尚行, 大瀧雅寛, 高桑哲男: おが屑をマトリックスとしたバイオトイレにおける微生物のリスク評価, 第 37 回日本水環境学会年会, 熊本 (2003 年 3 月)
- 243) M.A. Lopez Zavala, 船水尚行, 高桑哲男: Temperature Effect on Aerobic Biodegradation of Feces Using Sawdust as a Matrix, 第 37 回日本水環境学会年会, 熊本 (2003 年 3 月)
- 244) 稲石高雄, 稲森悠平, 水落元之, Preeda Parkpian, 中里広幸: 水耕生物ろ過法であるビオパーク浄化法のタイ王国における除去能力と収穫物の解析, 第 37 回日本水環境学会年会, 熊本 (2003 年 3 月)
- 245) 桑原享史, 松村正利, 稲森悠平, 水落元之: フィッシュポンドを導入したラグーン法における高次捕食者の効果解析, 第 37 回日本水環境学会年会, 熊本 (2003 年)
- 246) 稲森悠平, 牧野博, 三浦英智, 常田聡, 平田彰, 野田尚宏: 分子生物学的手法を用いた湖沼の有毒藻類の評価・解析, 第 37 回日本水環境学会年会, 熊本 (2003 年 3 月)
- 247) 稲森悠平, 佐原章夫, 高橋徹, 板山朋聡, 岩見徳雄: 鉄・キレート物資の群体性, 糸状性藍藻類の増殖に及ぼす比較解析, 第 37 回日本水環境学会年会, 熊本 (2003 年 3 月)
- 248) 金子直哉, 野田尚宏, 常田聡, 木持謙, 稲森悠平, 水落元之: 亜酸化窒素還元酵素 (nosZ) に基づく嫌気好気活性汚泥法における微生物群集構造解析, 第 37 回日本水環境学会年会, 熊本 (2003 年 3 月)
- 249) Gui P., Inamori R. Sun L-W, Zhu W-C, Isoda H. Mizuochi M. Inmori Y: Characteristics of Methanotrophic Bacteria Separated from Constructed Wetland, 第 37 回日本水環境学会年会, 熊本 (2003 年 3 月)
- 250) 出村隆, 板山朋聡, 稲森悠平, 在田洋: 水酸化マグネシウムによる湖沼底質浄化の効果解析, 第 37 回日本水環境学会年会, 熊本 (2003 年 3 月)

- 251) Zhu W-C, Inamori R., Gui P., Inamori Y.: Optimization of Constructed Wetland Operation Based on Orthogonal Designed Investigation, 第 37 回日本水環境学会年会, 熊本(2003 年 3 月)
- 252) 藤井彩子, 板山朋聡, 稲森悠平, 牛久保明邦, 有賀祐勝: 水耕栽培における植栽密度と水質浄化特性の比較解析, 第 37 回日本水環境学会年会, 熊本(2003 年 3 月)
- 253) Zhu N., Inamori R., Gui P., Sun L., Inamori Y., Mizuochi M.: Effect of Plants Reaping on the Emissions of CH₄ and N₂O in Constructed Wetlands, 第 37 回日本水環境学会年会, 熊本(2003 年 3 月)
- 254) Preeti D., Inamori R., Ebie Y., Mizuochi M., Inamori Y.: Vertical Distribution of Methan Oxidizing Bacteria in Constructed Wetland, 第 37 回日本水環境学会年会, 熊本(2003 年 3 月)
- 255) 中川剛, 蝦江美孝, 松村正利, 常田聡, 平田彰, 稲森悠平: 高度合併処理浄化槽におけるアンモニア酸化特性と硝化細菌の個体群動態解析, 第 37 回日本水環境学会年会, 熊本(2003 年 3 月)
- 256) 岩見徳雄, 藤井邦彦, 稲森悠平: 高度合併浄化槽における有用輪虫類の高密度定着による汚水処理特性, 第 37 回日本水環境学会年会, 熊本(2003 年 3 月)
- 257) 稲森隆平, 井上武雄, 稲森悠平, 水落元之, Preeti D., 松村正利: アシ, マコモ等の植栽土壌浄化法の浄化特性, 温室効果ガス発生特性: 第 37 回日本水環境学会年会, 熊本(2003 年 3 月)
- 258) 孫麗偉, 朱南文, 桂萍, 稲盛隆平, 稲森悠平: FISH 手法を用いた人工湿地浄化システムにおけるメタン細菌とメタン酸化細菌群集の定量的解析・評価, 第 37 回日本水環境学会年会, 熊本(2003 年 3 月)
- 259) 稲森悠平, 板山朋聡, 糸永純平, 田中修三, 中川剛: 糸状藍藻類 *Oscillatoria* 属とその捕食者 *Trirhymostoma* 属の共存マイクロゾムにおける動態解析, 第 37 回日本水環境学会年会, 熊本(2003 年 3 月)
- 260) 石崎勝義: し尿は大地に戻そう, 第 18 回全国トイレシンポジウム(2002 年)

<国際会議>

- 1) Naoyuki Funamizu, Mikako Takenaka, Junkyu Han, Hiroko Isoda: Application of Heat Shock Protein Assay and Proteome Assay to Water from Wastewater Treatment Plant, WRRS2007, Belgoy (October, 2007)
- 2) Xiaochang Wang, Hongbo Wang, Xuhui Liu, Zhihua Li, Yongjun Liu, Tadaharu Ishikawa, Naoyuki Funamizu: Biological Characteristics of a Bio-Composting Reactor with Batch-Fed Operation, The 5th International Symposium in Sustainable Sanitation, Tokyo (September, 2007)
- 3) M. Otaki, N. Nakagawa, S. Kazama, F. Akaishi, S. Tameike: Hygienic Risk Assessment and Control in Using Composting Toilet, The 5th International Symposium in Sustainable Sanitation, Tokyo (September, 2007)
- 4) Hiroko Isoda: Risk Assessment of Waste Water and Composting Toilet Matrix, The 5th International Symposium in Sustainable Sanitation, Tokyo (September, 2007)
- 5) Yu Onoda, Ryusei Ito, Nobuyuki Sato, Mitsuaki Ito, Naoyuki Funamizu: Analytical Development and Monitoring of Concentration of Pharmaceuticals in Bio-Toilet Compost, The 5th International Symposium in Sustainable Sanitation, Tokyo (September, 2007)
- 6) Takashi Kakimoto, Naoyuki Funamizu: Effect of pH and Temperature on the Treatment of Pharmaceuticals in Composting Toilet, The 5th International Symposium in Sustainable Sanitation, Tokyo (September, 2007)
- 7) Taiki Ono, Masaki Hayashi, Aoi Inoue, Yutaka Sakakibara: Electrolytic Treatment of Trace Toxic Substances in Urine, The 5th International Symposium in Sustainable Sanitation, Tokyo (September, 2007)

- 8) Y. Sakakibara, M. Komori, H. Kashimura: A Mathematical Model for Electrochemical Treatment of Trace Environmental Pollutants, The 5th International Symposium in Sustainable Sanitation, Tokyo (September, 2007)
- 9) Mitsumasa Yokota: Creation of the innovating sustainable sanitation model Emergent evolution by wisdom based on water culture, The 5th International Symposium in Sustainable Sanitation, Tokyo (September, 2007)
- 10) Ryusei Ito, Mitsumasa Yokota, Naoyuki Funamizu: Reduction of electricity consumption of composting toilet, The 5th International Symposium in Sustainable Sanitation, Tokyo (September, 2007)
- 11) M. A. Lopez Zavala: Development of Sustainable Sanitation Systems to Supply and Sanitize Water in Rural and Urban Areas, The 5th International Symposium in Sustainable Sanitation, Tokyo (September, 2007)
- 12) Katsuyoshi Ishizaki, Naoko Nakagawa, Masahiro Otaki, Yasuhiro Nakanishi: Sustainable Sanitation in Households, The 5th International Symposium in Sustainable Sanitation, Tokyo (September, 2007)
- 13) Minoru Terazawa: Bio-Toilet System Using Sawdust as an Artificial Soil Matrix -Characterization of Sawdust Before and After Use and Conversion of the Used Sawdust into Multifunctional Recyclables-, The 5th International Symposium in Sustainable Sanitation, Tokyo (September, 2007)
- 14) Xiochang Wang, Chenggang Liang, Pengkang Jin, Zhihua Li, Naoyuki Funamizu: Laboratory Study of Urine Hydrolysis and Precipitation for N and P Recovery Enhanced by Activated Sludge, The 5th International Symposium in Sustainable Sanitation, Tokyo (September, 2007)
- 15) Shinya Hotta, Naoyuki Funamizu: Model Prediction of Aerobic Biodegradation of Human Feces in Composting Toilet with Sawdust Matrix, The 5th International Symposium in Sustainable Sanitation, Tokyo (September, 2007)
- 16) A. Huelgas, M. Nakajima, H. Nagata, N. Funamizu: Treatment of Higher-load Graywater Using Membrane Bioreactor, The 5th International Symposium in Sustainable Sanitation, Tokyo (September, 2007)
- 17) T. Kondo, Y. Ebie, T. Kuwabara, T. Itayama, K-Q. Xu, Y. Inamori: Effects of Operational Conditions on the Performance of Gray Water Treatment by Slanted Soil Chamber System, The 5th International Symposium in Sustainable Sanitation, Tokyo (September, 2007)
- 18) Y. Ebie, N. Tanaka, T. Kuwabara. N. Iami, K. Xu, Y. Inamori: Slanted Soil Chamber Systems as a Decentralized Gray Water Treatment, The 5th International Symposium in Sustainable Sanitation, Tokyo (September, 2007)
- 19) Chika TADA, Tomoaki ITAYAMA, Norio IWAMI, Takashi KUWABARA, Nobuyuki TANAKA, Yoshitaka EBIE, Yuhei INAMORI, Ken USHIJIMA, Akihiro MORITANI: Characteristics of Kitchen Wastewater Treatment by Slanted Soil Treatment System Using Various Soils, The 5th International Symposium in Sustainable Sanitation, Tokyo (September, 2007)
- 20) Tadaharu Ishikawa: Is it a matter of Science?, The 5th International Symposium in Sustainable Sanitation, Tokyo (September, 2007)
- 21) Hongfeng Bian, Chunguang He, Lianxi Sheng, Wei Liu: The Inquiry Report on Popularizing the Bio-toilet in Rural Area of Northeast China, The 5th International Symposium in Sustainable Sanitation, Tokyo (September, 2007)
- 22) Neni Sintawardani, Jovita Tri-Astuti, Tadaharu Ishikawa, Mitsuteru Irie: Acceptability of Dry Toilet Technology in Indonesia as an Effort to Improve Sanitation Condition, The 5th International Symposium in Sustainable Sanitation, Tokyo (September, 2007)
- 23) K. Ushijima, M. Irie, N. Sintawardani, J. Triastuti, T. Ishikawa: Practical Model of Sustainable Sanitation System for Urban Slum in Bandung, The 5th

- International Symposium in Sustainable Sanitation, Tokyo (September, 2007)
- 24) K. Ushijima, A. Moritani, K. Kumagai, E. Takizawa: Application Effect and Practical Problem of Composting Toilet, Installed at Facilities Concerning Dam, The 5th International Symposium in Sustainable Sanitation, Tokyo (September, 2007)
 - 25) Shunji Tanabe, Jin-weo Hu, Sayoko Shironita, Kayoko Matsunaga, Masaya Kobayashi, Sinji Miura, Katsuyoshi Ishizaki: Development of Compact Bio-toilet, The 5th International Symposium in Sustainable Sanitation, Tokyo (September, 2007)
 - 26) Masahiro Takahashi, Hikoza Kitamura: Development of a Safety Device to Prevent Falling Accidents of Infants, The 5th International Symposium in Sustainable Sanitation, Tokyo (September, 2007)
 - 27) Guangheng NI, Heping HU, Lihua TANG, Toshiya ARAMAKI: Evaluation of Potential Application of New Type Sanitation System to a Small Town, The 5th International Symposium in Sustainable Sanitation, Tokyo (September, 2007)
 - 28) Pham Ngoc Bao, K. Hanaki, T. Aramaki: Development of Methodological Framework for Integrated Assessment on Decentralized Sanitation Systems, The 5th International Symposium in Sustainable Sanitation, Tokyo (September, 2007)
 - 29) T. Aaramaki, K. A. Molla: Comprehensive Evaluation of Environmental Impacts by Installation of Sanitation Systems, The 5th International Symposium in Sustainable Sanitation, Tokyo (September, 2007)
 - 30) X. Qian, M. Yang, L. Gao, Y. Zhang, Y. Qian, G. Lu: Non-point Source Pollution Control in Taihu Lake Basin with Composting-type Bio-toilet, The 5th International Symposium in Sustainable Sanitation, Tokyo (September, 2007)
 - 31) Naoko Nakagawa, Masahiro Otaki, Masatsugu Sekine: Life Cycle Assessment of a Decentralized Wastewater Treatment System with a Composting Toilet—Case Study in Chichibu City—, The 5th International Symposium in Sustainable Sanitation, Tokyo (September, 2007)
 - 32) Hongbo Wang, Xiaochang Wang, Yan Sun Zhihua Li, Tadaharu Ishikawa, Naoyuki Funamizu: Characteristics of Sawdust as the Matrix for Bio-composting in a Bio-toilet and Evaluation of its Fertility, The 5th International Symposium in Sustainable Sanitation, Tokyo (September, 2007)
 - 33) Wei LIU, Chunguang HE, Hongfeng BIAN, Lianxi SHENG: The Effect of Remains from Bio-Toilet on the Growth of Corn, The 5th International Symposium in Sustainable Sanitation, Tokyo (September, 2007)
 - 34) Jovita Triastuti, Neni Sintawardani, Mitsuteru Irie, Minoru Terazawa: Characterization of Albizzia Sawdust from Bio toilet and it's Utilization for Jatropha Planting, The 5th International Symposium in Sustainable Sanitation, Tokyo (September, 2007)
 - 35) T. Aramaki and N.T.T. Thuy: Application of Material Flow Analysis for solid waste and wastewater management in Haiphong city, Vietnam, Conference of International Society for Industrial Ecology 2007, Tronto (June, 2007)
 - 36) G.G.T. Chaminda, T.Aramaki, T. Amarasekara, G.B.B. Herath and M.S. Babel: Modeling and assessment of water quality in the Kelani River, Sri Lanka, International Conference on Water Management and Technology Applications in Developing Countries, Kuala Lumpur (May, 2007)
 - 37) Aileen Huelgas, Naoyuki Funamizu: Onsite Treatment of Kitchen Sink Wastewater Using a Submerged MBR, NOWRA'S First US International Program on Decentralized Systems Water For All Life, Baltimore, USA (March, 2007)
 - 38) Naoyuki Funamizu, Yusuke Kikyo: Direct filtration of wastewater from

- washing machine, Proceedings of Advanced Sanitation Conference, 35/1-35/8, Aachen, Germany, (March, 2007)
- 39) S.Hotta, S.Amano, and N.Funamizu: Migrations of compounds in source-separated urine by electro-dialysis, Proceedings of Advanced Sanitation Conference, II-12, Aachen, Germany, (March, 2007)
 - 40) T.Kakimoto and N.Funamizu: Fate of blood lipid regulator and beta blocker in composting toilet, Proceedings of Advanced Sanitation Conference, II-13, Aachen, Germany (March, 2007)
 - 41) Toshiya Aramaki and Nguyen Thi Thu Thuy: Material Flow Analysis for Nitrogen and Phosphorus for regional nutrient management: case study in Haiphong, Vietnam, International Symposium on Food and Water Sustainability in China 2007, Macau (January, 2007)
 - 42) Pham Thi Mai Thao and Toshiya Aramaki: Water quality assessment in the Saigon River by mathematical modeling, The 4th International Symposium on Southeast Asian Water Environment, 147-154, Pathumthani, Thailand (December, 2006)
 - 43) Kabirul A. Mollah and Toshiya Aramaki: Contribution to Environmental burdens from sanitation systems in abatement of health impacts – case study in low-income community of Dhaka, Bangladesh, The 4th International Symposium on Southeast Asian Water Environment, 41-48, Pathumthani, Thailand (Desember, 2006)
 - 44) H. Isoda, J. Han, T.P.N. Talorete: Risk Assessment and Protein Expression by Human Cells in Response to Waste Water Constituents, 7th Edition Tunisia-Japan Symposium on Society, Science & Technology 2006 Sousse, Tunisia (December, 2006)
 - 45) Atef LIMAM, Terence P.N. TALORETE, Ahmed GHRABI, Amel BENREJEB JENHANI, Hiroko ISODA :Cytotoxic and stress induction potential of Tunisian leachate and textile wastewater as determined by in vitro bioassay,7th Edition Tunisia-Japan Symposium on Society, Science & Technology 2006 Sousse, Tunisia (December, 2006)
 - 46) Wang Y., G. Ni and L. Tang :Continuous Simulation of Nutrient Load and Hydrological Cycle of a Small Town Watershed by using SWAT”, Proceedings of the 3rd APHW Conference, Bangkok (2006)
 - 47) H. Isoda, J. Han, T.P.N. Talorete, H.Narita, M. Takenaka, N. Funamizu: Protein expression by human intestinal epithelial cells in response to food and wastewater, The 19th Annual and International Meeting of the Japanese Association for Animal Cell Technology, Kyoto (September, 2006)
 - 48) D. Ono, R. Nagata, and Y. Sakakibara: Electrochemical Treatment of Trace Toxic Substances in Urine, Proc. of the 12th International Conference on Advanced Oxidation Conference for Water, Air and Soil Treatment, Pittsburgh, USA (September, 2006)
 - 49) J. Tri Astuti, Neni Sintawardani, and Umi Hamidah: The physical and chemical properties of Albizzia Sawdust as Matrix in the Decomposition of human waste using Biotoilet. Dipresentasikan pada forum International Symposium LIPI-JSPS, Bogor (September,2006)
 - 50) Ryusei Itoh, Naoyuki Funamizu, M.Yokota: Energy analysis of composting toilet from full scale demonstration project on onsite differentiable treatment system for annual operation, Full paper in CD-ROM, at the 4th International Symposium on Sustainable Sanitation, Bandung (September, 2006)
 - 51) Yusuke Ino, Ryusei Itoh, Naoyuki Funamizu: Study of physical characterization of sawdust matrix for bio-toilet system, Full paper in CD-ROM, at the 4th International Symposium on Sustainable Sanitation, Bandung (September, 2006)

- 52) Takashi Kakimoto, Teruma Osawa, Naoyuki Funamizu: Effect of antibiotics on the performance of composting toilet using sawdust as a matrix, Full paper in CD-ROM, at the 4th International Symposium on Sustainable Sanitation, Bandung (September, 2006)
- 53) Shinya Hotta, Ryusei Itoh, Naoyuki Funamizu: Accumulation of input components for water, dry solids, carbon and nitrogen in practical operation of bio-toilet, Full paper in CD-ROM, at the 4th International Symposium on Sustainable Sanitation, Bandung (September, 2006)
- 54) Yu Onoda, Shinya Hotta, Ryusei Itoh, Nobuyuki Sato, Mitsuaki Ito, Naoyuki Funamizu: Analytical development of pharmaceuticals in bio-toilet compost using liquid chromatography-tandem mass spectrometry, Full paper in CD-ROM, at the 4th International Symposium on Sustainable Sanitation, Bandung (September, 2006)
- 55) M. Terazawa: Effective Utilization of Biomass Wastes: Recovery of Water and Ammonia From Bio-Toilet Systems, Full paper in CD-ROM, at the 4th International Symposium on Sustainable Sanitation, Bandung (September, 2006)
- 56) Yoshitaka Ebie and Yuhei Inamori: Functional analysis based on molecular microbiological methods in Johkasou technology for decentralized wastewater treatment system, Full paper in CD-ROM, at the 4th International Symposium on Sustainable Sanitation, Bandung, (September, 2006)
- 57) Takashi Kuwabara, Nobuyuki Tanaka, Masahiro Koide, Tomoaki Itayama, Yoshitaka Ebie, and Yuhei Inamori: Effects of Wastewater Inflow Pattern on Treatment of Gray Water by the Slanted Soil Chamber Treatment System, Full paper in CD-ROM, at the 4th International Symposium on Sustainable Sanitation, Bandung (September, 2006)
- 58) Nobuyuki Tanaka, Tomoaki Itayama, Takashi Kuwabara, Norio Iwami, Masahiro, Koide, Yoshitaka Ebie, and Yuhei Inamori: Demonstration of gray water treatment using the slanted soil chamber treatment system, Full paper in CD-ROM, at the 4th International Symposium on Sustainable Sanitation, Bandung (September, 2006)
- 59) Tomoaki Itayama, Takashi Kuwabara, Nobuyuki Tanaka, Masahiro Koide, Masato Kiji, Aya Suetsugu, and Yuhei Inamori: Analysis on hydraulic properties of the slanted soil chamber treatment system for domestic wastewater, Full paper in CD-ROM, at the 4th International Symposium on Sustainable Sanitation, Bandung (September, 2006)
- 60) Chika Tada, Norio Iwami, Tomoaki Itayama, Takashi Kuwabara, Nobuyuki Tanaka, Yoshitaka Ebie, Yuhei Inamori, Etsuko Takizawa, Akihiro Moritani: Treatment of wastewater from the kitchen by the slanted soil systems using various soils in subtropical area, Okinawa, Full paper in CD-ROM, at the 4th International Symposium on Sustainable Sanitation, Bandung (September, 2006)
- 61) M. Otaki, F. Akaishi, K. Kubo and M. Tameike : The fate of health-related microorganisms in the composting toilet and the influencing factors, Full paper in CD-ROM, at the 4th International Symposium on Sustainable Sanitation, Bandung (September, 2006)
- 62) N. Nakagawa, M. Otaki and K. Ishizaki: Application of microbial risk assessment on SUSSAN system in Miyako island, Full paper in CD-ROM, at the 4th International Symposium on Sustainable Sanitation, Bandung (September, 2006)
- 63) Toshiya Aramaki and Nguyen Thi Thu Thuy: Material Flow Analysis for Nitrogen and Phosphorus in Haiphong City, Vietnam, Full paper in CD-ROM, at the 4th International Symposium on Sustainable Sanitation, Bandung

(September, 2006)

- 64) Daibo, A., K. Hasegawa-Kurisu and K. Hanaki: Analysis of Bacterial Community Structure in Composting Toilet Reactors using Molecular Biological Techniques, Full paper in CD-ROM, at the 4th International Symposium on Sustainable Sanitation, Bandung (September, 2006)
- 65) Mitsuteru Irie, Ken Ushijima, Neni Sintawardani, Jovita Tri Astuti, Tadaharu Ishikawa: Estimation of Bio-Toilet Application Effect on Kampong Area in Bandung and Case Study on Maintenance Planning Following Present Garbage Collection System, Full paper in CD-ROM, at the 4th International Symposium on Sustainable Sanitation, Bandung, (September, 2006)
- 66) Etsuko Takizawa, Akihiro Moritani, Ken Hashimoto: Actual Proof Experiment of Temporary Bio-Toilet in Okinawa, Full paper in CD-ROM, at the 4th International Symposium on Sustainable Sanitation, Bandung (September, 2006)
- 67) Hikoza Kitamura, Mitsuteru Irie, Ken Ushijima, Tadaharu Ishikawa, Masahiro Takahashi: Triral Desing of Bio-Toilet for Vast Reduction of Expenses, Full paper in CD-ROM, at the 4th International Symposium on Sustainable Sanitation, Bandung(September, 2006)
- 68) Muhammad Affendi, Jovita Triastuti, Neni Sintawardani: Study on The Electricity Consumption of Bio-Toilet Practical Experiment. Full paper in CD-ROM, at the 4th International Symposium on Sustainable Sanitation, Bandung (September, 2006)
- 69) Umi Hamidah, Dewi Nilawati, Jovita Triastuti, Neni Sintawardani: The Decomposition of Human Waste Combined with Kitchen Garbage in Biotoilet System. Full paper in CD-ROM, at the 4th International Symposium on Sustainable Sanitation, Bandung (September, 2006)
- 70) Jinhui Lin, Hongbo Wang, Xiaochang Wang, Lei Wang: Application of Bio-Toilet at a forest Park in Xi'an Suburban Area, Full paper in CD-ROM, at the 4th International Symposium on Sustainable Sanitation, Bandung (September, 2006)
- 71) Sun Shenglong, Shi Wei, Liu Wei, Sheng Lianxi: The study on the experiment of planting cole and spinach with the remains of Bio-toilet. Full paper in CD-ROM, at the 4th International Symposium on Sustainable Sanitation, Bandung (September, 2006)
- 72) Jovita Triastuti, Neni Sintawardani, Umi Hamidah, and Dewi Nilawati: The Utilization of Albizzia Sawdust as Matrix in The Decomposition of Human Waste Using Bio-Toilet. Full paper in CD-ROM, at the 4th International Symposium on Sustainable Sanitation, Bandung (September, 2006)
- 73) B. Soedjatmiko, J. Triastuti, Umi Hamidah: Pattern of Groundwater Contaminations in A Heavily Populated Area: A Preliminary Study at Kiaracandong, East Bandung, Indonesia, Full paper in CD-ROM, at the 4th International Symposium on Sustainable Sanitation, Bandung (September, 2006)
- 74) Guangheng Ni, yongxin Wang, Zhentao Cong, Lihua Tang: Sanitation System Effects on Nutrient Load in a Small Town Watershed, Full paper in CD-ROM, at the 4th International Symposium on Sustainable Sanitation, Bandung (September, 2006)
- 75) J. Triastuti and Neni Sintawardani: The Present Situation of Public-Toilet In Kiaracandong, Bandung City, Indonesia: A Preliminary Study of Biotoilet Application. Full paper in CD-ROM, at the 4th International Symposium on Sustainable Sanitation, Bandung, (September, 2006)
- 76) Neni Sintawardani, Dewi Nilawati, Umi Hamidah, Jovita Triastuti:

- Observation in Start-Up Process by Varying Heater And Discharge on Bio-Toilet System. Full paper in CD-ROM, at the 4th International Symposium on Sustainable Sanitation, Bandung, (September, 2006)
- 77) Hongbo Wang, Xiaochang Wang, Pengkang Jin, Jinhui Lin : Study on Microbial Growth Characteristic and Pathogenic Microorganism Inactivation in Bio-toilet. Full paper in CD-ROM, at the 4th International Symposium on Sustainable Sanitation, Bandung, (September, 2006)
 - 78) Xin Qian, Liangmin Gao, Xiyuan Wang and Genfa Lu: Test on Stalk of Soybean as Alternative Matrix in Bio-toilet, Full paper in CD-ROM, at the 4th International Symposium on Sustainable Sanitation, Bandung (September, 2006)
 - 79) Wang Y., G. Ni and Z. Lei. :Study on the Environmental Effects of a Sanitation System by using SWAT, International conference on effective utilization of agricultural soil-water resources and protection of environment, Nanjing, China, (2006)
 - 80) Shinya Hotta and Naoyuki Funamizu: Nitrogen recovery from feces and urine in urine diverting composting toilet system, Full paper in CD-ROM, at Dry Toilet 2006, the 2nd international dry toilet conference, Tampere, Finland,(August, 2006)
 - 81) Takashi Kakimoto and Naoyuki Funamizu: Degradation of Amoxicillin in composting toilet, Full paper in CD-ROM, at Dry Toilet 2006, the 2nd international dry toilet conference, Tampere, Finland, (August, 2006)
 - 82) Ryusei Itoh, Mii Fukuda and Naoyuki Funamizu: Energy analysis of composting toilet from full scale demonstration project on onsite differentiable treatment system, Full paper in CD-ROM, at Dry Toilet 2006, the 2nd international dry toilet conference, Tampere, Finland, (August, 2006)
 - 83) M. Terazawa, T. Kitsui: A Dry Toilet System Using Sawdust As Artificial Soil Matrix, Full paper in CD-ROM, at Dry Toilet 2006, the 2nd international dry toilet conference, Tampere, Finland, (August, 2006)
 - 84) M.Otaki, N. Nakagawa, F. Akaishi and K.kubo: The fate of Microorganisms in the composting toilet from the view point of Hygienic Risk : Full paper in CD-ROM, at Dry Toilet 2006, the 2nd international dry toilet conference, Tampere, Finland (August, 2006)
 - 85) Takashi Kakimoto, Naoyuki Funamizu: Alleviation of The Effect of Antibiotics on The Aerobic Biodegradation of Feces in Composting Toilet, International Conference on Decentralized Water and Wastewater Systems, Fremantle, Australia (July, 2006)
 - 86) Shinya Hotta, Ryusei Ito, Naoyuki Funamizu: Mass Balance in the Treatment of Blackwater with Mechanical Composting Toilet by Using Sawdust as a Matrix, International Conference on Decentralized Water and Wastewater Systems, Fremantle, Australia (July, 2006)
 - 87) Aileen Huelgas, Hiroyuki Nagata, Naoyuki Funamizu: Effect of Organic Loading Rate on Treatment of Kitchen Sink Wastewater Using Submbr, International Conference on Decentralized Water and Wastewater Systems, Fremantle, Australia(July, 2006)
 - 88) Naoko Nakagawa, Masahiro Otaki, Katsuyoshi Ishizaki: Analysis of the Hygienics Safety for a Sustainable Sanitation System in Miyako Island in Japan, Asia Ocean Geosciences Society 3rd Annual Meeting, Singapore, July(2006)
 - 89) Junkyu Han, Terence P.N. Talorete, Hiroko Isoda, Hiroki Narita, Mikako Takenaka, Noyuki Funamizu: Protein Expression by Human Intestinal Epithelial Cells in Response to Wastewater and Wastewater Constituents, The 6th International Symposium on Advanced Environmental Monitoring, Heidelberg, Germany (June, 2006)

- 90) Guixing Ning, Liangmin Gao, Xin Qian, Genfa Lu: Analysis on optimal environmental conditions of treating human feces by microorganisms in bio-toilet, 1st International Conference on Asian-European Environmental Technology & Knowledge Transfer, China (May, 2006)
- 91) S. Hotta, T. Noguchi, N. Funamizu : Experimental study on nitrogen components during composting process of feces, 7th Specialised Conference on Small Water and Wastewater Systems, Mexico City(2006)
- 92) Minoru Terazawa, Toshihiro Kitsui: Development of Bio-toilet for Cattle Manure – A New Cattle Manure Decompose-Extinguisher Using Sawdust as an Artificial Soil Matrix, Proceedings of Biomass – Asia Forum, pp.88-93, Tokyo(2006)
- 93) Ryusei Ito, Mii Fukuda, Naoyuki Funamizu, Tomoaki Itayama, Masato Kiji, Mitsumasa Yokota, Naoyuki Funamizu: A Pilot study of the onsite wastewater differentiable treatment system in Chichibu city, Japan, Proceedings of the 9th International Conference-ECOSAN, pp.214-220, Mumbai, India(2005)
- 94) Shinya Hotta, A.M. Lopez, Naoyuki Funamizu: Black water treatment in composting toilet by using sawdust as a matrix, Proceedings of the 9th International Conference-ECOSAN, pp.98-105, Mumbai, India(2005)
- 95) Takashi Kakimoto, Naoyuki Funamizu: Treatment of pharmaceuticals at source using composting toilet for management of pharmaceuticals in water environment, Proceedings of the 9th International Conference-ECOSAN, pp.98-105, Mumbai, India(2005)
- 96) N. Nakagawa, M. Otaki: Suitability of grey water treatments for a sustainable sanitation system, Proceedings of UNESCO International Symposium on Ecohydrology 2005, Bali ,Indonesia(2005)
- 97) Hiroko Isoda: High-Sensitive Detection of Environmental Pollutants by Heat Shock Protein 47, The 6th Tunisian Japanese Seminar on Culture, Science and Technology, Tunisia(2005)
- 98) Terence P.N. Talorete, Hiroko Isoda: In Vitro Cytotoxicity Bioassays and Proteomics for Environmental Risk Assessment , The 6th Tunisian Japanese Seminar on Culture, Science and Technology, Tunisia(2005)
- 99) Hideko Motojima, Masuo Ozaki, Takuya Shibata, Yukuo Abe, Hiroko Isoda: Excess Sludge Treatment using Solubilization, The 6th Tunisian Japanese Seminar on Culture, Science and Technology, Tunisia(2005)
- 100) Terence P.N. Talorete, Hiroko Isoda: In Vitro Cytotoxicity Bioassays and Proteomics for Environmental Risk Assessment, The 8th International Conference on Desert Technology (DT VIII), Nasu, Japan(2005)
- 101) Takuya Shibata, Masuo Ozaki, Higashino Hideaki, Mitchell Jones Yukuo Abe, Hiroko Isoda: Adjustment of the Water Environment by Wastewater Treatment, The 8th International Conference on Desert Technology (DT VIII), Nasu, Japan(2005)
- 102) Yibin Cui, Shukei Cheng, Hiroko Isoda, Yukuo Abe: Protoplast Fusion between Yeast and Photosynthetic Bacteria for the Treatment of Soybean Wastewater, The 8th International Conference on Desert Technology (DT VIII), Nasu, Japan(2005)
- 103) Minoru Terazawa: Bioconversion of Biomass Waste into Multifunctional Recyclates Using Sawdust, The 10th Annual Meeting of Wood Science Society in China, pp9-12(2005)
- 104) Rizki Maharani, Dedy Suprayitno, Minoru Terazawa: The quality standardization of Gemor bark (*Alseodaphne* spp) in East Kalimantan, Indonesia, 1P07, pp.10-11 ISWPS, 2005 Yokohama(2005)
- 105) Rizki Maharani, Agus Wahono, Minoru Terazawa: Influence of storage time to wood dimension, wood chemical and pulp and paper quality change of the Candle

- Nut (*Aleurites moluccana* L.Willd), 8017, pp226-227, ISWP2005, Yokohama(2005)
- 106) M. Terazawa: Physical Properties of Sawdust of Trees from Crop and Forest Plantation in East Kalimantan Used as an Artificial soil Matrix for GADE, BT, and LMF Systems, 8th Annual Meeting of Wood Research Society, Tenggara, Indonesia (2005)
 - 107) M. Terazawa: Physical Properties of Sawdust of Trees from Primary and Secondary Forests in East Kalimantan Used as an Artificial Soil Matrix for GADE, BT and LMF Systems, 6th International Wood Science Symposium, Bali, Indonesia(2005)
 - 108) Naoyuki Funamizu: Developing Sustainable Sanitation System Based on the Concept: "Don't Collect" and "Don't Mix" Wastewater, Keynote Lecture at East South Asian Water Forum, Bali, Indonesia(2005)
 - 109) T. Nakamura, M. Irie, T. Ishikawa: Development of Simulation Model for Mixing Process of Bio-Toilet-Basic Study on Application of Dem Simulation to A Bio-Toilet, Proceedings of the 3rd International Symposium on Sustainable Sanitation, pp21-26 Xi'an, China(2005)
 - 110) M. Terazawa: Effective Utilization of Compost – Conversion of Biomass Wastes into Multifunctional Recyclates Using Sawdust as an Artificial Soil Matrix, Proceedings of the 3rd International Symposium on Sustainable Sanitation, pp33-36 Xi'an, China(2005)
 - 111) M. Otaki, N. Nakagawa, F. Akaishi, M. Tanaka: Pathogen Risk Assessment in Using Bio-Toilet, Proceedings of the 3rd International Symposium on Sustainable Sanitation, pp73-78 Xi'an, China(2005)
 - 112) Y. Onoda, J. Yamamoto, R. Ito, N. Sato, M. Ito, N. Funamizu: Analysis of Estrogens and Pharmaceuticals in Bio-Toilet Systems Using Liquid Chromatography- Tandem Mass Spectrometry, Proceedings of the 3rd International Symposium on Sustainable Sanitation, pp93-100, Xi'an, China(2005)
 - 113) L. Sheng, S. Sun, L. Gao, L. Duan: Study on the Feasibility of Using Corn Stem as a Matrix in Bio-Toilet: Proceedings of the 3rd International Symposium on Sustainable Sanitation, pp107-112, Xi'an, China(2005)
 - 114) E. Takizawa, Y. Izumi, K. Hashimoto: Development of Sustainable Sanitation System and Its Implementation to Asian Countries- Project in Okinawa-, Proceedings of the 3rd International Symposium on Sustainable Sanitation, pp119-122, Xi'an, China(2005)
 - 115) H. Kitamura, T. Maruyama, M. Takahashi, T. Fujii: Use of Bio Toilets as Public Toilets – Safety and User's Acceptance-, Proceedings of the 3rd International Symposium on Sustainable Sanitation, pp123-128, Xi'an, China(2005)
 - 116) B. Soedjatmiko, A. Brodjonegoro, N. Sintawardani, T. Ishikawa: A Model of Groundwater Flow and Contaminant Transport in a Heavily Populated Area: A Preliminary Study at Kiaracandong, East Bandung, Indonesia, Proceedings of the 3rd International Symposium on Sustainable Sanitation, pp129-132, Xi'an, China(2005)
 - 117) T. Fujii, M. Takahashi, K. Fujita: Study on the Effects of Bio-Toilet on Water Environment in Kasumigaura Basin, Proceedings of the 3rd International Symposium on Sustainable Sanitation, pp141-146, Xi'an, China(2005)
 - 118) Naoyuki Funamizu: Development of Sustainable Sanitation System and Its Implementation to Asian Countries- an Interdisciplinary Research Project, Keynote Lecture, The International Water Association Conference, Xi'an, China(2005)
 - 119) Tadaharu Ishikawa: Rehabilitation of Water Environment by Recycling the Organic Waste through Toilets, Keynote Lecture, The International Water Association Conference, Xi'an, China(2005)

- 120) X.Wang: Water Shortage and Needs for Wastewater Reuse in the North China, Proceedings of the International Water Association Conference, pp.1-10, Xi'an, China(2005)
- 121) T. Ishikawa, K. Ushijima, M. Irie, K. Shinozawa, T. Shimizu: Carrying out Process of Compost Material Produced by Sawdust Toilet-A Case Study in Manila, Proceedings of the International Water Association Conference, pp.21-28, Xi'an, China(2005)
- 122) N. Nakagawa, M. Otaki, H. Oe, K. Ishizaki: Application of Microbial Risk Assessment on the Bio-toilet in a Residential House, Proceedings of the International Water Association Conference, pp.29-38, Xi'an, China(2005)
- 123) M. A. Lopez Zavala, N. Funamizu: Design and Operation of the Bio-toilet System, Proceedings of the International Water Association Conference, pp.39-46, Xi'an, China(2005)
- 124) R.Ito, N. Funamizu: Drying Kinetics of Sawdust for Bio-Toilet System, Proceedings of the International Water Association Conference, pp.47-52, Xi'an, China(2005)
- 125) S. Hotta, H. Narita, N. Funamizu: The Basic Study of the Effect of Feces Contamination on Urea Hydrolysis, Proceedings of the International Water Association Conference, pp.63-70, Xi'an, China(2005)
- 126) K.Ushijima, M. Irie, T. Ishikawa: A Preliminary Experiment on the Use of Sawdust Toilet at Ordinary home in Japan, Proceedings of the International Water Association Conference, pp.71-78, Xi'an, China(2005)
- 127) N. Iwami, T. Itayama, R. Suzuki, N. Tanaka, T. Saiou, H.Yamazaki, M. Mizuochi, Y. Inamori: Effect of Carriers and Micro-Animals on the Purification Ability of Jhokasou System, Proceedings of the International Water Association Conference, pp.79-88, Xi'an, China(2005)
- 128) N. Sintawardani, M. Irie. J. Triastuti, T. Ishikawa, M. Affendi: Feasibility of Introducing the Bio-Toilet to Decrease the Water Pollution in an Open Canal: A Case Study in Kiaracandong Slum Area in Bandoung City, Proceedings of the International Water Association Conference, pp.101-110, Xi'an, China(2005)
- 129) T. Itayama, M. Kiji, A. Suetugu, N. Tanaka, T. Saito, N. Iwami, M. Misuochi, Y. Inamori: On Site Experiments the Slanted Soil Treatment Systems for Domestic Gray Water, Proceedings of the International Water Association Conference, pp.119-128, Xi'an, China(2005)
- 130) N. Tanaka, T. Itayama, M. Kiji, A. Suetsugu, T. Saitou, N. Iwami, M. Mizuochi, Y. Inamori: The Statistical Analysis of Domestic Water Treatment Efficiency Using the Slanted Soil Treatment Systems under Several Conditions, Proceedings of the International Water Association Conference, pp.129-136, Xi'an, China(2005)
- 131) L.L Liu, X. Qian, G.F.Lu T. Ishikawa, W.Y. Liu, M. Gao, D.M. Jiang, X.Y. Wang: Study on Disposal of Human Waste by On-site Composting-type Bio-Toilet for Water Pollution Control, Proceedings of the International Water Association Conference, pp.137-144, Xi'an, China(2005)
- 132) Z.B. Hu, T. Itayama, N. Tanaka, D.Y. Wu, L. Yan, H.N. Kong, Y. Inamori: Advanced Treatment of Decentralized Sewage of New City Development Zones by Two-Stage Anaerobic Biofilter Soil Trench System, Proceedings of the International Water Association Conference, pp.361-366, Xi'an, China(2005)
- 133) T. Aramaki, M. Galal, K. Hanaki: Estimation of Reduced and Increasing Health Risks by Installation of Urban Wastewater Systems, Proceedings of the International Water Association Conference, pp.853-860, Xi'an, China(2005)
- 134) Katusuyoshi Ishizaki, Naoko Nakagawa, Masahiro Otaki, Akio Nakama, Kazuyuki Zakimi: Field survey of a sustainable sanitation system in Miyako island in Japan, The Asia Oceania Geosciences Society's 2nd Annual Meeting,

Singapore (2005)

- 135) L.L. Liu, X. Qian, G.F. Lu, L.M. Gao, W.Y. Liu, G. Gu, H.H. Yin: Toilet and Their Impacts on Water Environment in Jiangsu Province, China; Sample Survey in Xiaguan District of Nanjing City and Dapu Town of Yixing City, Environmental Hydraulics and Sustainable Water Management, Vol.2: Sustainable Water Management in the Asia-Pacific Region, Edited by J.H.W. Lee and K.M. Lam, A.A. Balkema Publishers, pp.1251-1526, Hong Kong, China(2005)
- 136) M. Galal, T. Aramaki, K. Hanaki: Risk reduction and increased environmental loading in water purification process, International Conference on future vision and challenges for urban development, Cairo(2004)
- 137) Minoru Terazawa, Keita Fujimoto, Hiroshi Hiramatsu, Youko Hasegawa : Efficiency of Sawdust for the Reduction in Formation and Evaporation of Ammonia, International Workshop on Human Dimension of Tropical Peatland, Bogor(2004)
- 138) Rizki, Minoru Terazawa : The Potential of Wood Residue from Sawmill Industry as an Artificial Soil Matrix in East Kalimantan, International Workshop on Human Dimension of Tropical Peatland, Bogor(2004)
- 139) Rizki, Neni, Yuda, Minoru Terazawa : The Design of GADE Machines for Composting of Biomass Wastes in East Kalimantan, International Workshop on Human Dimension of Tropical Peatland, Bogor(2004)
- 140) Miguel Angel Lopez Zavala, Naoyuki Funamizu, Tetsuo Takakuwa,: Bio-toilet: A Key unit element for achievement sustainability in the Onsite Wastewater Differentiable Treatment System, IWA Leading-Edge Sustainability, Sydney(2004)
- 141) Isoda H.: Risk Assessment of Environmental Pollutants by Bioassay Systems Using Animal Cells, Asian Ecotechnology 11, Toyama (2004)
- 142) M.R. Medes, T Aramaki, K. Hanaki: Addressing Changes through MSW-LCA: Sao Paulo and Tokyo Case, ISWA 2004 Congress, Rome (2004)
- 143) Inwei Hu, Katsuyoshi Ishizaki, Masaya Kobayashi, Shinji Miura, Shuji Tanabe: Reduction of the Bad Odor From Bio-Toilet, *Proceedings of The 2nd International Symposium on Sustainable Sanitation*, pp1-6, Changchun, China(2004)
- 144) Hikozeu Kitamura, Tadao Maruyama, Masahiro Takahashi, Tsuyako Fujii, Naoyuki Funamizu, Takashi Kakimoto: Use of Bio-Toilets as Public Toilets –Safety and Maintenance– , *Proceedings of The 2nd International Symposium on Sustainable Sanitation*, pp7-14, Changchun, China(2004)
- 145) Gan Qin, Mitsuteru Irie, Takasi Nakamura, Tadaharu Ishikawa: Basic Study on Numerical Modeling for Mixing Process of Bio-Toilet, *Proceedings of The 2nd International Symposium on Sustainable Sanitation*, pp15-20, Changchun, China(2004)
- 146) Tomoaki Itayama, Masato Kiji, Aya Suetsugu, Takeshi Saito, Norio Iwai, Nobuyuki Tanka, Motoyuki Mizuochi, Yuhei Inamori: Development of the Soil Treatment System for Domestic Waste Water as a Sustainable Sanitation System, *Proceedings of The 2nd International Symposium on Sustainable Sanitation*, pp21-26, Changchun, China(2004)
- 147) Takeshi Saito, Tomoaki Itayama, Norio Iwami, Motoyuki Mizuochi, Yuhei Inamori: Removal of Detergents in Wastewater by Soil Treatment System, *Proceedings of The 2nd International Symposium on Sustainable Sanitation*, pp27-30, Changchun, China(2004)
- 148) Itsuaki Yamamoto, Ryusei Ito, Jun Yamamoto, Nobuyuki Sato, Mitsuaki Ito, Naoyuki Funamizu: Analysis of Estrogens in Bio-Toilet System Using Liquid Chromatography-Tandem Mass Spectrometry, *Proceedings of The 2nd*

- International Symposium on Sustainable Sanitation*, pp31-36, Changchun, China(2004)
- 149) Masahiro Otaki, Fumiko Akaishi, Miho Tanaka: Fate of Pathogenic Microorganisms in the Media Used in Bio-Toilet, *Proceedings of The 2nd International Symposium on Sustainable Sanitation*, pp37-44, Changchun, China(2004)
 - 150) Miguel Angel Lopez Zavala, Noyuki Funamizu, Tetsuo Takakuwa: The Fate of Nitrogen During the Aerobic Biodegradation of Feces and Urine, *Proceedings of The 2nd International Symposium on Sustainable Sanitation*, pp45--54, Changchun, China(2004)
 - 151) Hiroki Narita, Naoyuki Funamizu, Tetsuo Takakuwa Manabu Kunimoto: Toxicity Assessment of the Hydrophilic Organic Matter in the Activated Sludge Decay Process, *Proceedings of The 2nd International Symposium on Sustainable Sanitation*, pp55-60, Changchun, China(2004)
 - 152) Takashi Kakimoto, Yosuke Imai, Naoyuki Funamizu, Tetsuo Takakuwa, Manabu Kunimoto: Application of Bio-Assay to the Compost from Bio-Toilet, *Proceedings of The 2nd International Symposium on Sustainable Sanitation*, pp61-68, Changchun, China(2004)
 - 153) Shinya Hotta, Minoru Terazawa, Naoyuki Funamizu: Nitrogen Losses From Composting Toilet Using Sawdust as Matrix, *Proceedings of The 2nd International Symposium on Sustainable Sanitation*, pp69-72, Changchun, China(2004)
 - 154) Toshiya Aramaki, Mona Galal, Keisuke Hanaki, Kiyo Hasegawa: Evaluation of Health Risk Reduction and Additional Environmental Loading by Installation of Water Supply and Wastewater Treatment Systems, *Proceedings of The 2nd International Symposium on Sustainable Sanitation*, pp73-78, Changchun, China(2004)
 - 155) L.ZHANG, X.C.Wang, J.H.LIN: The Situation of Water Environment in the Weihe River Shannxi Basin, *Proceedings of The 2nd International Symposium on Sustainable Sanitation*, pp79-84, Changchun, China(2004)
 - 156) Tsuyako Fujii, Masahiro Takahashi, Kohichi Fujita: Study on the Effects Bio-toilets on Water Environment, *Proceedings of The 2nd International Symposium on Sustainable Sanitation*, pp85-92, Changchun, China(2004)
 - 157) Guangheng Ni, Yongxin Wang, Lihua Tang: Study on the Hydrological Cycle of a Small Town, *Proceedings of The 2nd International Symposium on Sustainable Sanitation*, pp93-98, Changchun, China(2004)
 - 158) Neni Sintawardani, Mitsuteru Irie, Arjuno Brojonegoro, Ken Ushijima, Jovita Turaiasututi, Muhammad Affendi, Tadaharu Ishikawa: Sanitation Condition in Kiaracandong form Hydrological Aspects, *Proceedings of The 2nd International Symposium on Sustainable Sanitation*, pp99-106, Changchun, China(2004)
 - 159) Ken Ushijima, Tadaharu Ishikawa: Application of Bio-Toilet to My Home Practical Experiment of Bio-Toilet, *Proceedings of The 2nd International Symposium on Sustainable Sanitation*, pp107-114, Changchun, China(2004)
 - 160) Xudong Wang, Lei Wang, Xiaochang Wang: Investigation and Analysis of Public Sanitary Facilities in Xi'an City, *Proceedings of The 2nd International Symposium on Sustainable Sanitation*, pp115-118, Changchun, China(2004)
 - 161) Lijie Duan, Lianxi Sheng, Wei Liu: Study on the Treatment of Livestock Manure with Bio-Toilet, *Proceedings of The 2nd International Symposium on Sustainable Sanitation*, pp119-122, Changchun, China(2004)
 - 162) Lili Liu, Xin Qian, Genfa Lu, Tadaharu Ishikawa, Wenying Liu, Liangmin Gao: Study on Recycle of Organic Waste by Composting-Type Bio-Toilet, *Proceedings of The 2nd International Symposium on Sustainable Sanitation*, pp123-130, Changchun, China(2004)

- 163) Jovita Triastuti, Neni Sintawardani, Muhammad Affendi, Titi Anggono, Dewi Nilawati, Arjuno Brojonegoro: Start-up Process of Bio-toilet, *Proceedings of The 2nd International Symposium on Sustainable Sanitation*, pp131-138, Changchun, China(2004)
- 164) Longjun Gao, Shenglong Sun, Wei Shi: Study on the Feasibility of Using Corn Stalk as a Matrix to Decompose Human Wastes Instead of Sawdust, *Proceedings of The 2nd International Symposium on Sustainable Sanitation*, pp139-144, Changchun, China(2004)
- 165) M. Galal, T. Aramaki, K. Hanaki: Trade Off Between Improvement in Sanitation and Environmental Impact of Water Supply System in Egypt, *Proceedings of the 6th International Conference on EcoBalance*, pp311-314, Tsukuba(2004)
- 166) Miguel Angel Lopez Zavala, Naoyuki Funamizu, Tetsuo Takakuwa,: Nitrogen transformations in the composting reactor of the bio-toilet system, 4th IWA World Water congress and Exhibition, Marrakech(2004)
- 167) Takashi Kakimoto, Yosuke Imai, Naoyuki Funamizu, Tetsuo Takakuwa, Manabu Kunimoto,: Toxicity assessment of the extract of compost as a final product from Bio-Toilet, 4th IWA World Water congress and Exhibition, Marrakech(2004)
- 168) Hiroki Narita, Naoyuki Funamizu, Tetsuo Takakuwa, Manabu Kunimoto,: Role of hydrophilic organic matter on developing toxicity in decay process of activated sludge, 4th IWA World Water congress and Exhibition, Marrakech(2004)
- 169) Naoko Nakagawa, Masahiro Otaki, Shinji Miura, Hironobu Hamasuna, Katsuyoshi Ishizaki,: Availability of a sustainable sanitation system in a residential house, Asian Pacific Association for Hydrology and Water resources, Singapore,(2004)
- 170) Tomoaki Itayama, Iwami Norio, Sugiura Norio, Inamori Yuhei: Control of toxic cyanobacterial bloom using bioreactor system, 6th Toxic cyanobacteria international conference, Norway(2004)
- 171) Takeshi Saito, Tomoaki Itayama, Yuhei Inamori: Biodegradation of microstin by bacterium-diversity of microcystin degrading gene *mcrA*-, 6th Toxic cyanobacteria international conference, Norway(2004)
- 172) Naoyuki Funamizu: Bio-toilet: A key technology for sustainable sanitation. Water Supply, Sanitation and Health: Public Health Aspects. Commission on Sustainable Development, 12th Session, UN Department of Economic and Social Affairs, New York(2004)
- 173) Hiroki Narita, Naoyuki Funamizu, Tetsuo Takakuwa: Organic Matter Released From Activated Sludge Bacteria Cells During Their Decay Process, 2nd IWA Young Researchers Conference, The Netherlands(2004)
- 174) Miguel Angel Lopez Zavala, Naoyuki Funamizu: Achievements on the onsite wastewater differentiable treatment system(OWDTS), Proceedings of IWA 6th Specialist conference on small water and wastewater systems and 1st international conference on onsite wastewater treatment and recycling, Australia(2004)
- 175) Naoyuki Funamizu: Development of Sustainable Sanitation System: CREST Research Project. *Proceedings of International Symposium on Sustainable Sanitation*, pp.1-8, Nanjing China (2003).
- 176) Minoru Terazawa: Sawdust saves globe-Environmentally friendly dry toilet for the 21st century-, *Proceedings of International Symposium on Sustainable Sanitation*, pp.9-12, Nanjing China (2003)
- 177) Shuji Tanabe, Jinwei HU, Katsuyoshi Ishizaki, Shinji Miura, Masaya Kobayashi: Development of Bio-Toilet, *Proceedings of International Symposium on Sustainable Sanitation*, pp.13-20, Nanjing China (2003)

- 178) Masahiro Otaki: Fate of pathogenic microbes in bio-toilet and its risk assessment, *Proceedings of International Symposium on Sustainable Sanitation*, pp.41-48, Nanjing China (2003)
- 179) Toshiya Aramaki: Comprehensive Assessment of Environmental Impact for installation of sanitation system, *Proceedings of International Symposium on Sustainable Sanitation*, pp.21-26, Nanjing China (2003)
- 180) Tadao Maruyama, Hikozoh Kitamura, Kohzoh Fukunari, Masahiro Takahashi, Tsuyako Fujii, Tsutomu Takebuchi, Katsuhide Yoshikawa: Study on the Management of Bio-Toilet by Nonprofit Organization, *Proceedings of International Symposium on Sustainable Sanitation*, pp.55-60, Nanjing China (2003)
- 181) Tomoaki Itayam, Takeshi Saitou, Motoyuki Mizuochi, Norio Iwami, Yuhei Inamori: Development of The Distributed and Separated Domestic Waste Water Treatment System, *Proceedings of International Symposium on Sustainable Sanitation*, pp.61-66, Nanjing China (2003)
- 182) Takeshi Saito, Tomoaki Itayama, Yuhei Inamori: Toxicological Evaluation of Microcystins By Bioassay (PPI) and Application to Environmental Purification Management as Eco-Assay, *Proceedings of International Symposium on Sustainable Sanitation*, pp.71-74, Nanjing China (2003)
- 183) Yasunori Ito, Naoyuki Funamizu: Chemicals in Bio-Toilet –Estrogen and Medicine, *Proceedings of International Symposium on Sustainable Sanitation*, pp.49-54, Nanjing China (2003)
- 184) Seiji Tomioka: Actual Proof Experiment of Bio-Toilet in the Subtropics of Japan, *Proceedings of International Symposium on Sustainable Sanitation*, pp.67-70, Nanjing China (2003)
- 185) Lihua Tang, Guangheng Ni and Sicong Zhang: A distribution hydrological model and its application in small watershed. *Proceedings of International Symposium on Sustainable Sanitation*, pp.27-32, Nanjing China (2003)
- 186) Shenglong Sun, Lianxi Sheng, Wei Liu, Longjun Gao, Lijie Duan and Yianqiu Kou: An investigation report on the toilet in Changchun City of China. *Proceedings of International Symposium on Sustainable Sanitation*, pp.85-91, Nanjing China (2003)
- 187) Longjun Gao and Shenglong Sun: An investigation on the relationship between human excreta and water pollution in Changchun City, China. *Proceedings of International Symposium on Sustainable Sanitation*, pp.92-95, Nanjing China (2003)
- 188) Lijie Duan, Shanshan Lin and Lianxi Sheng: Study on the application of Bio-Toilet on trains. *Proceedings of International Symposium on Sustainable Sanitation*, pp.96-98, Nanjing China (2003)
- 189) Xiaochun Wang and Lei Wang: Current situation of environmental sanitation in Shaanxi province. *Proceedings of International Symposium on Sustainable Sanitation*, pp.99-104, Nanjing China (2003).
- 190) Lili Liu, Xin Qian, Genfa Lu, Liangmin Gao, Huihui Yin, Gang Gu and Wenying Liu: A study on toilet and related problems in Jiangsu Province, China; Sample survey in Xiaguan District of Nanjing City and Dapu town of Yixing City. *Proceedings of International Symposium on Sustainable Sanitation*, pp.105-116, Nanjing China (2003)
- 191) Neni Sintawardani and Jovita Triastuti: Public toilet utilization in Bandung: A preparation for introducing Bio-Toilet in Indonesia. *Proceedings of International Symposium on Sustainable Sanitation*, pp.117-121, Nanjing China (2003).
- 192) T. Saito, T. Itayama, Y. Inamori: Biodegradation of microcystin by aquatic bacteria, International Toxic Algae Control Symposium, Wuxi, China, October 25-29, (2003)

- 193) T. Itayama, N. Iwami, Y. Inamori: Regulation of the toxic algae using the bioreactor system as eco-engineering, 3rd International Toxic Algae Control Symposium, Wuxi, China, October 25-29, (2003)
- 194) Yuhei Inamori, Motoyuki Mizuochi, Takeshi Saito, Ryuhei Inamori, Tomoaki Itayama: Strategies on Control Measures for Toxic Water Bloom Using Bio-Eco Engineering, 3rd International Toxic Algae Control Symposium, Wuxi, China, October 25-29, (2003)
- 195) Noda N., Furukawa K., Makino H., Tuneda S., Hirata A., Inamori Y.: Microbial Community Analysis of Cyanobacteria Based on Microcystin Synthetase A Gene(mcA), 3rd International Toxic Algae Control Symposium, Wuxi, China, October 25-29, (2003)
- 196) Hayashi N., Okada K., Fujimoto N., Mizuochi M., Inamori Y.: Toxic Cyanobacteria in Brazil on Distribution and Ecology, 3rd International Toxic Algae Control Symposium, Wuxi, China, October 25-29, (2003)
- 197) Isoda H., Iwami N., Suzuki R., Inamori Y., Higashi T., Kimura T., Abe Y: Risk assessment of drinking water derived groundwater in semi arid and arid area in China, Desert Technology 7- An International Conference, India (2003)
- 198) M.A. Lopez Zavala, N. Funamizu, T. Takakuwa: Moisture Content Effect on Aerobic Biodegradation of Feces Using Sawdust as a Matrix, Asian Waterqual 2003, Thailand (2003)
- 199) Hiroaki Narita, Naoyuki Funamizu, Tetsuo Takakuwa: Behavior of inert soluble organic matter of return flow from sludge treatment process. *Proceedings of 9th IWA Specialist Conference Design, Operation and Economics of Large Wastewater Treatment Plants*, pp.143-146, Czech Republic. (2003)
- 200) Miguel Angel Lopez Zavala, Naoyuki Funamizu, Tetsuo Takakuwa: Aerobic biodegradation of feces in the bio-toile system, 1st International Dry Toilet Conference in Tampere (2003)
- 201) S. Nakata, M.A. Lopez Zavala, N. Funamizu, M. Otaki, T. Takakuwa: Temperature Effect on Pathogens Decline in the Bio-Toilet System, 1st International Dry Toilet Conference in Tampere (2003)
- 202) Minoru Terazawa, Toshihiro Kitsui, Shinya Horochi: Bio-toilet systems using sawdust as a artificial soil matrix in Japan, 1st International Dry Toilet Conference in Tampere (2003)
- 203) Iwami N., Komatsu H., Onuma K., Takai T., Inamori Y: Development of Lake Water Renovation Technology Using Absorption Type Phosphorus Removal Recycling System, 10th World Lake Conference, Chicago (2003)
- 204) Itayama T., Iwami N., Inamori Y.: Reduction of the Toxic Algal Bloom by the Bioreactor of the Eutrophication Pond, 10th World Lake Conference, Chicago (2003)
- 205) Gui P., Inamori R., Iwami N., Zhu W.C., Sun L.W., Sun L.W., XU K.Q., Mizuochi M., Inamori Y: Evaluation and Optimization of Constructed Wetland Performance Considering Potential of Resulting Algal Blooms, 10th World Lake Conference, Chicago (2003)
- 206) Shinji Miura, Masaya Kobayashi, Katsuyoshi Ishizaki, Naoko Nakagawa, Zhen Liu: Possibility of sustainable sanitation in Japan, 2nd International Symposium on Ecological Sanitation, Germany (2003)
- 207) Naoyuki Funamizu, Miguel Angel Lopez Zavala, Tetsuo Takakuwa: Characterization of organic matter in higher-load gray water. *Proceedings of 2nd International Symposium on Ecological Sanitation*, pp.410-413. Lubeck, Germany. (2003).
- 208) Miguel Angel Lopez Zavala, Naoyuki Funamizu, Tetsuo Takakuwa: Temperature Effect on Aerobic Biodegradation of Feces Using Sawdust As a Matrix, 2nd International Symposium on Ecological Sanitation, Germany (2003)

- 209) Naoyuki Funamizu: Recycling human waste and its technology. *Proceedings of International Symposium on Toilet and Water Cycle*, Sessions of the 3rd World Water Forum, pp.91-97, Kyoto, Japan. (2003).
- 210) Naoyuki Funamizu, Tetsuo Takakuwa: Mathematical model for describing reactions of residual chlorine with organic matter in reclaimed wastewater. Full paper in CD-ROM, *4th International Conference on Wastewater Reclamation and Reuse*, Mexico City. (2003)
- 211) Tadaharu Ishikawa: A preliminary Study for Improvement of Water Environment in Metro Manila by On-site Treatment of Organic Waste, The International Symposium on Biomass Waste Treatment Using Sawdust as an Artificial Soil Matrix, Sapporo (2002)
- 212) M.R Mendes, T. Aramaki, K. Hnaki: Life cycle assessment to evaluate the impact of future changes in municipal solid waste management a case study of Sao Paulo City, *5th International Conference on EcoBlance*, Tsukuba (2002)
- 213) Sonoko Nakata, Lopez Zavala Miguel Angel, Naoyuki Funamizu, Tetsuo Takakuwa: Temperature effect on pathogens decline on aerobic biodegradation of feces in the bio-toilet system using sawdust as an artificial soil matrix. the International Symposium Biomass Waste Treatment Using Sawdust as an Artificial Soil Matrix, pp.58-64, Sapporo, Japan.(2002)
- 214) Naoyuki Funamizu, Lopez Zavala Miguel Angel, Tetsuo Takakuwa: Gray-water treatment in the differentiable onsite-wastewater treatment system. *Full-paper in CD-ROM, 8th Inter-American Congress of Sanitary and Environmental Engineering*. Cancun, Mexico. (2002).
- 215) Miguel Angel Lopez Zavala, Naoyuki Funamizu, Tetsuo Takakuwa: Onsite wastewater differentiable treatment system (OWDTS): an ecological sanitation alternative for developing countries. *Full Paper in CD-ROM, 28th Inter-American Congress of Sanitary and Environmental Engineering*. Cancun, Mexico. (2002)

<中国, インドネシア国内>

- 1) Sun Shenglong, Shi Wei, Liu Wei, Sheng Lianxi. The study on the experiment of planting cole with the remains of Bio-toilet. *Journal of Northeas Normal University*,(in Press)
- 2) Sun Shenglong, Liu Xinyu, Li Xuefe, Seng Lianxi. The study on the experiment of decomposing human feces by bio-toilet using cornstalk as matrix. *Acta Scientiae Circumstantiae*, 26(1):50-54.(2006)
- 3) Neni Sintawardani and J. Tri Astuti: Pola pembuangan limbah BAB (Buang Air Besar) masyarakat dikaitkan dengan konsep sanitasi berkelanjutan. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Sumberdaya Air*, Bandung, ISSN: 979-98539-1-5. Hal. 183-191 (2006)
- 4) J. Tri Astuti, Dewi Nilawati, and Neni Sintawardani: Penggunaan WC Umum di Kiaracandong: Studi awal aplikasi bio-toilet. *Prosiding Seminar Nasional Lingkungan Perguruan Tinggi*, Bandung, ISSN: 0854-1957. Hal. 111-118 (2006)
- 5) 盛保华, 高良敏, 钱新, 陆根法等. 旅游风景区应用免水冲生态厕所的可行性研究[J], *安徽理工大学学报(自然科学版)*, 2006, 26(增刊)
- 6) 盛保华, 高良敏, 钱新, 陆根法等. 堆肥式生态厕所处理人类排泄物变化规律研究[J], *江苏环境科技*, 2007(2)

③ポスター発表 (国内会議 2 件, 国際会議 36 件)

<国内会議>

- 1) 田中伸幸, 桑原享史, 蛭江美孝, 稲森悠平, 横田光正, 船水尚行: 秩父市における分離・分散型処理システムの実証試験～傾斜土槽法による生活雑排水処理システムの確

- 立～, トイレシンポジウム, 秩父市, (2006 年 8 月)
- 2) 赤石布美子, 大瀧雅寛: オガ屑を用いたバイオトイレ担体中における大腸菌とサルモネラ菌の消長, 第 42 回環境工学研究フォーラム講演集, pp.78-79, 鳥取(2005 年 12 月)

<国際会議>

- 1) Chika TADA, Tomoaki ITAYAMA, Norio IWAMI, Takashi KUWABARA, Nobuyuki TANAKA, Yoshitaka EBIE, Yuhei INAMORI, Etsuko TAKIZAWA, Akihiro Moritani: Treatment of wastewater from kitchen using various soils in the slanted soil treatment systems, 21st Pacific Science Congress, Okinawa (June, 2007)
- 2) Kurisu-Hasegawa., K., A. Daibo and K. Hanaki, Analysis of Microbial Community for Optimization of Heat Environment of Composting Toilets, The Fourth International Symposium on Southeast Asian Water Environment, Pathumthani, Thailand (December, 2006)
- 3) D.Ono, R.Nagata, Y. Sakakibara: Electorochemical Treatment of Trace Toxic Substances in Urine, Proceedings of 12th AOTs, Pittsburgh (September, 2006)
- 4) M.Otaki, N.Nakagawa, S.Kazama: What indicator is suitable for monitoring viral risk in composting toilet? The 4th International Symposium on Sustainable Sanitation, Bandung, (September, 2006)
- 5) Ryusei Ito, Naoyuki Funamizu: Pilot project in Chichibu, The 4th International Symposium on Sustainable Sanitation, Bandung (September, 2006)
- 6) T.Aramaki, K.Hasegawa-Kurisu, K.Hanaki, M.M.Galal: Various impacts by installation of sanitation systems, The 4th International Symposium on Sustainable Sanitation, Bandung, (September, 2006)
- 7) Water Resources Environment Technology Center, Japan: Actual Proof Experiment of Prefabricated Bio-Toilet in Okinawa, The 4th International Symposium on Sustainable Sanitation, Bandung (September, 2006)
- 8) Shinya Hotta, Ryusei Ito, Naoyuki Funamizu: Black water treatment with mechanical composting toilet by using sawdust as a matrix, The 4th International Symposium on Sustainable Sanitation, Bandung (September, 2006)
- 9) Yuhei Inamori, Yoshitaka Ebie, Tomoaki Itayama, Nobuyuki Tanaka, Takashi Kuwabara, Masato Kiji, Aya Suetugu: Slanted Soil Chamber System for Decentralized Gray Water Treatment, The 4th International Symposium on Sustainable Sanitation, Bandung, (September, 2006)
- 10) Hikoze Kitamura, Masahiro Takahashi, Mitsuteru Irie, Ken Ushijima, Tadaharu Ishikawa: Trial Design of Bio-Toilet for Vast Reduction of Expenses, The 4th International Symposium on Sustainable Sanitation, Bandung (September, 2006)
- 11) Ayano Daibo, Kiyo Hasegawa-Kurisu, Toshiya Aramaki, Keisuke Hanaki: Temperature control of Composting Toilet using Heat Producing Bacteria, The 4th International Symposium on Sustainable Sanitation, Bandung (September, 2006)
- 12) Takashi Kakimoto, Naoyuki Funamizu: Degradation of antibiotics in composting process, The 4th International Symposium on Sustainable Sanitation, Bandung (September, 2006)
- 13) Yu Onoda, Shinya Hotta, Ryusei Ito, Nobuyuki Sato, Mituaki Ito: Analytical Development of Pharmaceuticals in Bio-Toilet Compost Using Liquid Chromatography-Tandem Mass Spectrometry, The 4th International Symposium on Sustainable Sanitation, Bandung, (September, 2006)
- 14) Neni Sintawardani, Jovita Triastuti, Muhammad Affendi, Mitsuteru Irie, Ken Ushijima, Tadaharu, Ishikawa: Estimation of Bio-Toilet Application Effect on

- Kampong Area in Bandung and Case Study on Maintenance Planning, The 4th International Symposium on Sustainable Sanitation, Bandung(September, 2006)
- 15) Shenglong SUN, Wei SHI, Wei LIU: The study on the experiment of planting Cole and Spinach with the remains of bio-toilet, The 4th International Symposium on Sustainable Sanitation, Bandung (September, 2006)
 - 16) Liu Wei, He Chunguang, Sun Chengfen, Sheng Lianxi: Study on the effect of remains from Bio-Toilet on the growth of Corn, The 4th International Symposium on Sustainable Sanitation, Bandung (September, 2006)
 - 17) Sheng Lianxi, Liu Wei, He Chunguang. The fessibility of popularizing the Bio-toilet in the rural area of Northeast China . The 4th International Symposium on Sustainable Sanitation, Bandung (September, 2006)
 - 18) Jinwei Hu, Katsuyoshi Ishizaki, Kayoko Matunaga, Sayoko Shironita, Shuji Tanabe: Development of a Compact Bio-Toilet: Reduction of the Bad Odor, The 4th International Symposium on Sustainable Sanitation, Bandung(September, 2006)
 - 19) Daibo, A., K. Hasegawa-Kurisu and K. Hanaki. Bacterial community structure in bio-toilet reactors analyzed by molecular biological techniques, Second International Dry Toilet Conference DT 2006, Tampere, Finland (August, 2006)
 - 20) N. Naoyuki: Development of Sustainable Sanitation System and Its Implementation to Asian Countries- An Interdisciplinary Research Project, The International Water Association Conference, Xi'an, China(2005)
 - 21) M.Otaki, N. Nakagawa, F. Akaishi, M. Tanaka: Pathogen Risk Assessment in Using Bio-Toilet, The International Water Association Conference, Xi'an, China(2005)
 - 22) M. Terazawa: Effective Utilization of Compost, The International Water Association Conference, , Xi'an, China(2005)
 - 23) T. Itayama, M. Kiji, A. Suetsugu, N. Tanaka, N. Iwami, M. Mizuochi, Y. Inamori: Application of the Slanted Soil Treatment Systems for Domestic Gray Water Treatment Combined with Bio-Toilet, The International Water Association Conference, Xi'an, China(2005)
 - 24) Y. Onoda, J. Yamamoto, R. Ito, N. Sato, M. Ito, N. Funamizu: Analysis of Estrogens and Pharmaceuticals in Bio-Toilet System Using Liquid Chromatography – Tandem Mass Spectrometry, The International Water Association Conference, Xi'an, China(2005)
 - 25) T. Aramaki, M. Galal, K. Hanaki, K. Hasegawa: Integrated Assessment for Environmental Impacts of Sanitation Systems, The International Water Association Conference, Xi'an, China(2005)
 - 26) T. Fujii, M. Takahashi, K. Fujita: Study on the Effects of Bio-Toilet on Water Environment in Kasumigaura Basin, The International Water Association Conference, Xi'an, China(2005)
 - 27) K. Ushijima, M. Irie, T. Ishikawa: A Preliminary Experiment at Ordinary Home in Tokyo, Japan, The International Water Association Conference, Xi'an, China(2005)
 - 28) H. Kitamura, T. Maruyama, M. Takahashi, T. Fujii: Field Test of Bio-Toilet for Public Use, The International Water Association Conference, Xi'an, China(2005)
 - 29) R. Ito, N. Funamizu, M. Yokota, T. Itayama, M. Otaki, F. Akaishi: Project in Chichibu, The International Water Association Conference, Xi'an, China(2005)
 - 30) E. Takizawa, Y. Izumi, K. Hashimoto: Project in Okinawa, The International Water Association Conference, Xi'an, China(2005)
 - 31) L. Sheng, S. Sun, L. Duan, X. Liu: Study on the Feasibility of Using Corn Stalk as a Matrix in Bio-Toilet, The International Water Association Conference,

- Xi'an, China(2005)
- 32) L. Liu, X. Qin, G. Liu: Experiment on Bio-Toilet in Nanjing City and Yixing City, Jiangsu Province, The International Water Association Conference, Xi'an, China(2005)
 - 33) X.D. Wang, L. Wang X.C. Wang: Study on the Applicability of Bio-Toilet and Wastewater Treatment Process in the Suburb of Xi'an City, The International Water Association Conference, Xi'an, China(2005)
 - 34) N. Sintawardani, J. Triastuti, M. Affendi, D. Nilawati, M Irie, K. Ushijima, T. Ishikawa: Practical Test of Bio-Toilet in Indonesia, Case Study in Slum Area of Indonesia, The International Water Association Conference, Xi'an, China(2005)
 - 35) T. Nakamura: Bio-Toilet Simulation by Using DEM, The International Water Association Conference, Xi'an, China(2005)
 - 36) N. Funamizu: Onsite Differentiable Treatment System: the System for achieving Sustainability in the Sanitation System, The 5th Science Council of Asia(SCA) Conference, Hanoi, Vietnam(2005)

(4)特許出願

①国内出願 (3 件)

- 1) 北村彦蔵:糞便除去機能を具備したバイオトイレ幼児落下防止装置, 実願 2005-009456(2005 年 10 月 13 日)「実用新案登録3121603号(2006.4.26)」
- 2) 石崎勝義, 斎藤寛, 高辻俊宏, 田辺秀二, 正木晴彦, 石崎輝子, 大宮司聡, 三浦真慈, 小林将也, 西村善久仁:トイレ装置, 特願 2003-318821(2003 年 9 月 10 日)「特許番号 3786656 号(2006.3.31)」
- 3) 石崎勝義, 稲森悠平, 水落元之, 板山朋聡, 岩見徳雄, 排出物処理システム, 排出物処理方法及び排出物処理システムの改造方法, 特願 2003-410764(2003 年 12 月 9 日)

②海外出願 (0 件)

(5)受賞等

①受賞

- 1) 船水尚行, 寺沢実, 橘井敏弘, 他 7 名:「下水道を必要としないバイオトイレ「バイオラックス」の開発, 第 2 回ものづくり日本大賞(優秀賞)経済産業省 (2007)
- 2) 北海道大学, 正和電工(株):「おがくずを用いた乾式し尿処理装置の開発」, 平成 17 年度環境賞(環境大臣賞・優秀賞)(2005)

②新聞報道

- 1) “Jurnal Nasional” (news paper, national: printed and on-line), Title: WC Kering Ramah Lingkungan (translated: Environmentally Dry Toilet, p. 22 (14 February, 2007)
- 2) “Suara Merdeka” (news paper, regional), Title: WC Biotoilet: Tak perlu Air untuk Menyiram (Translated: BioToilet: A Toilet which does not need water flushing) (24 August 2006)
- 3) Flyer and On-line News of Working Group Drinking Water and Sanitation (supporting byMinistry of Public Work), Biotoilet.(introducing this dry toilet technology and its application in the religion school Daruut Tauhid).(16 May 2006)
- 4) Flyer and On-line News of Working Group Drinking Water and Sanitation (supporting byMinistry of Public Work), Biotoilet: Solusi Jitu BAB di Daerah Sulit Air (free translation: Biotoilet, a good solution for defecation for waterless region).(29 August 2006)

- 5) Jakarta Post (National News Paper printed and on-line). Bio-Toilets to save city's water.
- 6) News in "Antara (national news agent)": "LIPI Perkenalkan WC Kering Ramah Lingkungan" (translated: LIPI introduces environmentally friendly dry toilets). A news about our BT Expose in an Local Government Exhibiton (Jepara Expo, central Java).(11th April 2006)
- 7) "Republika" (a national newspaper),pp22: "Biotoilet": reported about our activities for introducing the Bio-toilet in religion school in correlation with water use reduction. Half full newspaper page (16 May 2006)
- 8) Sebuk Pemangsa Kotoran (タイトル), TEMPO(雑誌名), No.42/XXXIV/12-18 (2005 年 12 月 18 日)(インドネシア有名雑誌)
- 9) バイオトイレで臭わん汚さん, 読売新聞(2005 年 8 月 23 日)
- 10) 環境大臣賞正和電工・北大に, 日刊工業新聞(2005 年 6 月 8 日)
- 11) 拝見!! 技術最前線～持続可能なサニテーションシステムに向け～, 水道産業新聞 (2004 年 11 月 8 日)
- 12) 秩父 民家でバイオトイレ実験, 埼玉新聞(2005 年 9 月 18 日)
- 13) 正和電工のバイオトイレアジア展開狙う, 日本経済新聞(2003 年12 月 8 日)
- 14) 人間社会を守る実学 環境工学の新方向 持続可能なサニテーション, 日刊工業新聞 (2003 年 9 月 30 日)
- 15) 微生物で分解 水いらず, 北海道新聞(2003 年 4 月 16 日)

③その他

- 1) 水を使わない“次世代”トイレ「おがくず」どうやって流す? 週刊文春 11 月 9 日号, pp61 (2006 年 11 月)
- 2) 聞いて流せぬトイレの話, 土木学会誌, Vol.91,No.11,pp48-50(2006 年 11 月)
- 3) 議長サマリー(第 6 回アジア学術会議), 学術の動向, pp74-81(2006 年 9 月)
- 4) 24th April 2006: live (on-air) interview on Public Radio "I-Radio" about the implementation of Bio-toilet (the on-going activities and the possibilities for BT's application. This is in parallel with Commemoration of the (Planet) Earth Day (22nd April)
- 5) 「集めない」, 「混ぜない」をコンセプトとした持続可能なサニテーションシステムの可能性, 月刊下水道, Vol.29,No.8(2006 年 6 月)
- 6) 秩父市でバイオトイレ等の実証実験がスタート, 月刊下水道(2004 年 11 月)

(6)その他特記事項

- 1) イノベーションジャパン 2007-大学見本市に出展, 2007 年 9 月 12 日～14 日, 東京国際フォーラム

7 研究期間中の主な活動

ワークショップ・シンポジウム等

年月日	名称	場 所	参加人数	概要
H15.1.16	チーム定例会合	東大生産研究所	14名	来年度の研究計画について等
H15.2.19	チーム定例会合	東大先端研	13名	研究経過発表等
H15.4.18	チーム定例会合	お茶の水女子大学	15名	研究の進行状況
H15.5.16	チーム定例会合	茨城県藤代町小貝 川河川敷内防災 センター	23名	研究の進行状況
H15.6.19 ～21	チーム定例会合	北海道大学 正和電工(株) 荏原製作所現場 事務所	24名	研究進行状況 バイオトイレ視察 メタン発酵装置見学
H15.7.18	チーム定例会合	北里大学	19名	研究の進行状況
H15.9.12	水とSanitationに関するセミナー	JICA国際協力総合 研究所	140名	JICA, CRESTプロジェクトの研究発表
H15.10.21	チーム定例会合	長崎大学	42名	研究の進行状況
H15.11.17 ～20	The 1 st International Symposium on Sustainable Sanitation	南京大学	30名	共同研究機関, CRESTチームの研究発表
H15.12.4,5	チーム定例会合	那覇簡易保険 レクセンター	21名	来年度の研究計画
H16.2.27	チーム定例会合	東京大学	21名	来年度の研究計画
H16.3.29	Workshop on sustainable sanitation	Indonesian Institute of Science	40名	共同研究機関(インドネシア)との研究発表
H16.4.15,16	チーム定例会合	ガトーキングダム サッポロ	21名	H16年度研究計画

H16.6.10,11	チーム定例会合	ガトーキングダム サッポロ	23名	研究進捗状況発表
H16.9.25,26	The 2 nd International Symposium on Sustainable Sanitation	東北師範大学 (中国)	47名	各共同研究機関, 各 グループ研究成果 発表
H16.10.1	バイオトイレに関す る産学官連携シンポ ジウム	旭川市 市民文化会館	253名	バイオトイレ研究 に携わっている大 学研究者, 企業, 自 治体の研究発表
H16.10.28,29	チーム定例会合	北海道大学 ファカルティハウ スエンレイソウ	21名	研究進捗状況発表
H17.1.21	チーム定例会合	北海道大学大学院 工学研究科	18名	H17年度研究計画
H17.3.10, 11	チーム定例会合	北海道大学大学院 工学研究科	20名	H16年度研究報告
H17.5.18 ~ 20	The 3 rd International Symposium on Sustainable Sanitation(IWA Conference 2005 Xi'an)	西安国際会議 センター (中国)	280名	研究成果発表
H17.7.21,22	チーム定例会合	ホテルサンパレス 球陽 (沖縄)	22名	研究進捗状況発表, 実証実験現場視察
H17.8. 3	Workshop on sustainable sanitation	Indonesian Institute of Science	40名	共同研究機関(イン ドネシア)との研究 発表
H17.9.26,27	チーム定例会合	北海道大学大学院 工学研究科	20名	研究進捗状況発表
H17.12.2,3	チーム定例会合	秩父市歴史文化 伝承会館	16名	研究進捗状況発表 秩父市の環境に携 わる教員への研修 会
H18.3.22,23	チーム定例会合	北海道大学大学院 工学研究科	22名	H17年度研究報告, H18年度研究計画 の発表
H18. 4.20,21	チーム会合	北海道大学大学院 工学研究科	22人	研究進捗状況の報 告
H18.6.16	チーム会合	東京大学本郷キャ ンパス工学部	30人	研究紹介

H18. 9.4～6	The 4 th International Symposium on Sustainable Sanitation	ジャヤカルタホテル (インドネシア, バン ドン)	60人	研究発表
H18.11.1	チーム会合	財団法人ダム水源 地環境整備センタ ー	16人	研究進捗状況の報 告
H18.12.21	公開シンポジウム 「バイオマスタウン構 築に向けて」	宮古支庁	80人	排水処理システムの 地域導入に関する 市民向けシンポジウ ム
H19.1.19	チーム会合	東京工業大学大学 院総合理工学研究 科	27人	海外共同研究機関 研究進捗情報発表
H19. 3.19,20	チーム会合	早稲田大学理工学 部	23人	平成18年度各研究 機関研究報告
H19. 5.17,18	チーム会合	北海道大学大学院 工学研究科	16人	平成19年度研究計 画発表, 研究進捗状 況報告
H19.6.15	Workshop B Management of Sustainable Aquatic Environment at 7 th Science Council Asia	沖縄コンベンション センター	20人	研究発表
H19.7.20	チーム会合	いであ(株) 環境創造研究所	21人	研究進捗状況報告
H19 9.18～21	The 5 th International Symposium on Sustainable Sanitation	日本科学未来館	70人	研究発表
H19.10.22	Parallel Session 1D, Sustainable Sanitation System at 3 rd Southeast Asia Water Forum	Putra World Trade Center (マレーシア)	30人	研究発表

8 結び

「世界は水の危機に瀕している」という認識が広まってから久しい。水の問題の中で、安全な水を世界中の人に等しく配ることは緊急の課題の一つである。本プロジェクトは安全な水の確保のためには、人間の排泄物を適切に管理する、すなわち、サニテーションシステムの重要性を再確認するところから始まった。また、開発途上国における乳幼児の死亡率の高いことに象徴される衛生問題への対応もまた水問題であると認識した。水の使用を前提とし、下水管路の敷設という多大な投資を必要とする現在の下水道システムに代表されるサニテーションシステムを、世界中の人たちすべてに普及させることは水資源の現状、世界経済の状況を考えれば大変難しく、従来とは異なる発想の基づく新しいサニテーションシステムが必要であると考えた。

新しいシステムの絵を描くために、現在の世界の水資源の状況から、まず「水を用いないサニテーション」という要請を取り上げた。次に、水のシステムは人間活動を支えるシステムとして多様な機能を保有すべきとの考えから、サニテーションシステムは単に公衆衛生のための施設ではなく、「資源循環、環境水の水質保全の機能も有すべき」と考えた。また、長く排水処理、排水再利用の処理技術の研究を実施してきた研究者として、次のような課題を持っていた。すなわち、「処理技術の開発は、どのような質の排水であれ、目的とする水質に処理するための技術開発を志向する。しかし、逆に、処理しやすい排水を発生源で設計することができないであろうか？」である。そこで、「発生源における排水質の設計」という考えを加えた。この発生源における水質管理の発想は、現代の課題である医薬品等の微量汚染物質の管理もサニテーションシステムに関連づけることとなった。加えて、「現在の水利用システムは均一化が過度に進みすぎていないか、各地域に伝わる水に関わる地域固有の文化の危機ではないか」との問題もとりあげるべきと考えた。

本報告の研究構想の章に詳述したが、このようにして、「集めない」、「混ぜない」排水処理システムを構想したわけである。この「集めない」、「混ぜない」という考えは現在の下水道システムのまったく逆の状況を構想している。

このようなプロジェクトの構想をたてたのにはもう一つの理由があった。それは研究のスタイルに関わることである。水循環システムのモデリングと水利用技術の研究は(1)現象を理解し、表現する、(2)将来を予測し、評価する、(3)世界、地域の水問題に対して具体的方策を提案する、の三つの研究志向があると考えられる。この中で、世界の水の問題に対して具体的な施策、方策を提案することを志向する研究を行いたいとの考えもあった。特に、水のシステムの計画・建設には長い時間を必要とすることから、今、具体策の提案が求められていると考えた。

本プロジェクトにより、新しいサニテーションシステムの姿を現実のものとして提示できたと考えている。糞便と尿を処理、資源化するコンポスト型トイレの合理的設計法が確立された。雑排水処理技術として、傾斜土槽法、膜分離活性汚泥法、そして排水の直接膜ろ過法などを提案した。また、このような処理方式に加え、健康リスク評価法や微量汚染物質のモニタリング、評価手法、流域スケールでのサニテーションシステムの評価法といったソフトウェアも提案することができた。

国内、中国、インドネシアにおける実証研究では多くの課題を明らかにすることもできた。中国におけるアンケート結果は、「新しいサニテーションシステムの社会的効果や環境改善効果を示すだけでは直接普及にはつながらない。特に中国都市部においてはすでに水洗トイレの普及が進みつつあり、現在まで水洗化が成されていない街区でも住民は近々水洗化されることを期待する傾向がある。」というものであった。また、実際に自宅のトイレとして導入したいかという質問に対しては「都市部においては水洗のほうがよいという回答が多く、農村部でも現在のコンポストトイレの価格では購入不可能であるという」回答であった。インドネシアにおけるアンケートでは、イスラム教特有の汚物への嫌悪感から不満が多く出ると予測したが、使用上の不快感を訴えるような回答は日本や中国のそれと比べてもそれほど多くなく、「将来的な使用に対して本体価格さえ適正であれば十分に許容しうる」という回答も得られた。そして、これらから得られた主要な課題は、低価格のトイレ、エネルギー消費の少ないトイレを作ることであった。

本文に記したように、技術のイノベーションの過程は、「要素技術の開発研究」→「システム化、実証実験(利用者の視点)」→「制度・法制・社会システムといった制度設計」→「要素技術」→「システム化／実証」→「制度設計」→... というようにループを形成して進んでいく。このような視点でみたとき、CREST 研究の5年間でやっと、「要素技術の開発」→「実証実験」→「実証実験からのフ

ードバック」→「要素技術の開発」と、一つのループの形成の部分にたどり着いた段階であると認識している。

実証実験により、低価格のトイレ、エネルギー消費の少ないトイレを作るという課題をもらい、その方策として、「糞便と尿を分離し、分離した糞便はコンポスト化、分離した尿は貯蔵・処理する」、このような仕組みを有するトイレの検討を行った。糞便のみをコンポスト化するトイレの設計法を確立することができた。しかし、尿の処理技術については研究が始まったばかりの状態である。すなわち、電気透析による濃縮、電解酸化処理による尿中医薬品の処理、リンの回収技術など、これから解決しなければならない課題は多く残されている。現時点においても、実証研究によって得られた知見を如何に要素技術へ生かしていくかが求められている。すなわち、新たな研究プロジェクトのための課題が明らかになっている。

また、「制度・法制・社会システムといった制度設計」については、大きな成果をあげることができなかった。サニテーションシステムの経済的な側面、地域の自然と文化を踏まえた社会モデル、コミュニティと連携した「人と自然の良い循環」をプロデュースし、生活者に優しい、地域の特色を活かした持続可能な仕組み作り、「水を中心とした自然循環を重視する社会システムをプロデュース」し、複数の主体(自治体、生活者、イノベーター、大学と研究機関)がビジョンを共有し、かつ社会に役立つ成果を残していくことが求められている。これまでの、社会基盤施設としての水システムはどちらかといえば、政府や自治体主導で計画、建設、維持管理が行われてきた。技術的な面に加えて財政的な面への援助も行われてきた。今回の「集めない」、「混ぜない」システムは分散型であり、生活者の視点が極めて重要である。なぜなら、サニテーションシステムの導入、管理は個人が行う必要があるからである。従来の下水道にくらべて、使用者の責任、維持管理への負担が大きなものになることも容易に予想される。このようなシステムを導入し維持していくための制度設計は従来の水システムのための制度とは異なったものになる必要があると考えられる。財政的な面も含めどのような制度設計が必要か、今後の研究が必要である。

現在、Millennium Development Goals (2015 年までに、適切な衛生施設を持たない 24 億の人たちを半減させる。10 億の安全な水にアクセスできない人を半減させる)を達成できるか不透明な状態が続いている。2008 年は国連の「国際衛生年」である。実質味のある国際援助への道を日本発の技術により開くという本プロジェクトの目標は、未だ達成されていない。これまで以上の努力を続けたい。しかし、本プロジェクトにより、新しいサニテーションシステムはいわゆる開発途上国においては直面している安全な水へのアクセスと水域汚染問題を改善する有効な手段であるという確信を深めたことは言うまでも無い。現在、100US\$のトイレを開発しつつある。

本研究の過程において、新しいサニテーションシステムは先進国においては将来の持続可能な自然共生型生活排水処理法であるとの確信も深めた。日本においては、地方自治体の財政状況の悪化が顕在化しはじめており、多大な投資をして建設した社会基盤施設の維持管理が将来にわたり可能であるか疑問が生じているのが現状である。また、水環境保全、特に微量汚染物質への対応がこれから求められることとなると考えられる。本プロジェクトにより、持続可能な社会の中での先進国向けサニテーションシステムの姿の一部を提示できたと考えている。例えば、糞便処理としてのヒューマンインターフェースを重視したコンポスト型コンポストトイレ、尿処理としての電気透析を用いた尿濃縮法、電解酸化による尿中医薬品処理法、MF 膜または UF 膜を用いた台所排水用膜分離生物処理法、MF+NF 膜による洗濯排水直接ろ過法などである。

「混ぜない」というコンセプトを限りなく進めると、さまざまな住宅用設備または給排水設備の開発につながる。排水を出さない洗濯機や台所用シンクなどはこれからの研究テーマである。また、高層住宅用のシステム開発も今後の課題である。

本研究プロジェクトには極めて多くの研究者、学生諸君が参加した。本文に記した 16 ページにのぼる参加者リストがそれを表している。研究代表として、感謝の意を表したい。このように多くの研究成果をあげることができたのは、特に、若い研究者諸君の力に負う所が多い。そして、若い研究者諸君には触発されることが多かった。この研究を通して、5 名(東京工業大学 1 名、お茶の水女子大学 1 名、北海道大学 3 名)が博士号を取得した。また、今回の研究を通して学位取得を目指して現在論文を纏めている研究者もいる。新しいサニテーションシステムに関する基本的な考え方が若い世代に確実に引き継がれたと判断している。

国外における新しいサニテーションに関する研究を実施している主なグループはスイス、ドイツ、オランダ、スウェーデン、フィンランド等のヨーロッパのグループのみであり、日本国内ではこのテーマの研究を活発に進めている本研究チーム以外には極めて少ないのが現状である。「集めない」、「混ぜない」排水処理、人間の糞便や尿の農業利用は東アジアの文化である。日本の文化に根ざした水システムを世界に広める努力をこれからも一層続けていく必要がある。日本に研究者が少ないため、研究成果の発表、討論のためには、海外の会議に出席したり、欧文誌に論文を掲載せざるを得ない状況であった。このような状況のもと、5回の International Symposium on Sustainable Sanitation を開催できたのは、チームのメンバーの努力の成果と感謝している。また、2006年8月フィンランドのタンペレで開催された **Dry Toilet 2006, the 2nd international dry toilet conference** では、研究チームの多くのメンバーが参加し、CREST 研究成果を世界に問うことができる良い機会であった。2007 年のアジア学術会議、クアラルンプールの東南アジア水フォーラムにおいて、研究チームの成果を報告することができた。また、このような海外の研究者との交流も本プロジェクトの推進に大きな力となった。触発を大きく受けた研究者の名前を記して謝意を表したい: Peter Widere 博士(ドイツ), Cristine Werner さん(GTZ), Eeva Liisa 博士(フィンランド), Coe 博士(オーストラリア), Mallcus Boller 博士(スイス), Wisnuplapt 博士(インドネシア)。

また、本研究プロジェクトの遂行にあたり、実証実験施設の設置を快諾いただいた実証実験施設を秩父市の橋本光夫氏の名前を挙げたい。橋本さんご夫妻の協力が本プロジェクトでは必須であった。橋本氏が尽力している大堀川の再生にこれからも協力していきたい。

CREST 研究の研究代表者としての研究プロジェクトのマネジメントに取り組むという貴重な機会を得た。研究のマネジメントは多くの研究者にプロジェクト全体の目的と個々の研究の目的を整合させ、チームとして研究を進めていくこと、ならびに、チームに与えられた研究資金を効率的に配分、使用していくことであった。新しいサニテーションシステムの開発はまさにチームとしての研究が必要であった。また、実証研究も必須であった。チーム研究、実証実験研究は CREST 研究のようなまとまった研究資金がなければできなかった。逆に言えば、このような機会を与えていただいた研究者の責任を果たすことができるように、研究代表者として努力したつもりである。今回の研究成果が社会から大きく問われていると認識してプロジェクトを運営したつもりである。大いなる研究ビジョンを共有し、チームとして研究を進めていくことの重要性を改めて認識することができた。

終わりにあたり、このような研究プロジェクトを実施する機会を与えていただいた JST に心からの感謝の意を表したい。領域総括の虫明先生をはじめ評価委員の先生方には多くの助言をいただいた。最後に、International Symposium on Sustainable Sanitation 時に撮影した集合写真を載せ、研究プロジェクト参加各位の努力に敬意を表したい。



1st International Symposium on Sustainable Sanitation, Nanjing, China



2nd International Symposium on Sustainable Sanitation, Changchun, China



IWA Conference Xi'an 2005 Future of Urban Wastewater Systems – Decentralisation and Reuse
3rd International Symposium on Sustainable Sanitation, Xi'an, China



The 4th International Symposium On Sustainable Sanitation
September 4-6, 2006, Bandung, Indonesia



4th International Symposium on Sustainable Sanitation, Bandung, Indonesia