

「水の循環系モデリングと利用システム」

平成14年度採択研究代表者

船水 尚行

(北海道大学大学院工学研究科 教授)

## 「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」

### 1. 研究実施の概要

「**混ぜない（排水分離）**」，「**集めない（分散型）**」を前提とした，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を目的として4つの要素研究と国内，海外実証研究，ならびにこの新しいコンセプトを広める活動を行っている．**要素研究－1（排水分離・分散型処理システムの開発）**ではコンポスト型トイレによるし尿処理・資源回収とバイオ+エコ技術による雑排水処理に関する研究を行っている．トイレに関する研究では有機物分解モデル，窒素変換モデルを確立した．また，ペルチェ素子を利用した尿の冷却を組み込んだトイレの特許を出願した．バイオ+エコ技術開発では土壌トレンチシステムにおける有機物，窒素，リン除去能を確認し，分子生物学的手法による微生物群集解析や有毒アオコ検出手法を確立した．**要素研究－2（コンポスト利用技術開発）**では生物分解性資材製造の可能性が明らかになり，その強度測定を行った．**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）**では，サルモネラ菌を用いた不活化過程の実測を行い，直接・間接曝露における病原細菌および病原ウイルスのリスク評価を行った．ヒト由来細胞を用いた基礎細胞毒性試験を中心に，藻類増殖阻害試験、海洋性発光細菌発光阻害試験などの利用の可能性について，バイオトイレ試料を対象に基礎的検討を行った．バイオトイレコンポスト中のE1及びE2のモニタリング調査及び分解実験についてLC/MS/MSによる測定を行った．また，E3の測定法の開発も行った．**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法開発）**では，有機性廃棄物管理施策に関してのライフサイクルアセスメント（LCA）の評価ツールの改良とDALYに評価手法の開発を行った．また，流域単位の水・物質循環モデルを用いたバイオトイレ導入効果の検討を開始した．**国内実施設による実証研究**では，沖縄に実証施設を設置した．来年度から実験を開始する．河川敷に設置したトイレのNPOによる維持管理実験を継続し，バイオトイレの認知度、使用後の感想を尋ねるアンケート調査も行った．**海外における実証研究**では中国，インドネシアの合計4機関と共同研究契約を締結し，バイオトイレを輸送した．これから，コンポスト型トイレの基礎実験と公共トイレにおける現地実証実験が開始される．**コンセプトを広める活動**では「水とsanitationに関するJointセ

ミナー」(JST, JICA, ドイツGTZ), International Symposium on Sustainable Sanitation (JST, 南京大学, 東北師範大学, 西安建築科学技術大学, Indonesia Institute of Science), Workshop on Sustainable Sanitation (JST, Indonesia Institute of Science) を開催した。

## 2. 研究実施内容

**研究目的** 2035年には約55億人が衛生状態の悪い状態での生活を余儀なくされると推定されている。水資源の不足, 飲料水の量的・質的不足, 水環境の劣悪化といった水問題は, し尿・有機性廃棄物問題—サニテーション問題と極めて密接な関係にあり, 現用水利用システムの構造的な矛盾が顕在化しているとも考えられる。また, 汚水をパイプで集め処理する集中処理システムを世界中に導入することは経済的に現実的ではない。本研究では, 「混ぜない(排水分離)」, 「集めない(分散型)」を前提とした, 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を目的としている。また, この新システム導入戦略を多くのアジア諸国が抱える社会問題とリンクさせ, 流域ベースで具体的かつ実証的に検討する。

これにより, アジアの開発途上国の社会基盤施設整備計画立案に貢献し, 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ことが可能となる。

### 研究方法

- **要素研究—1 分離・分散型処理システム開発** ———— 水を用いないし尿と生ごみ処理ユニット(バイオトイレ)の開発を糞尿の分解過程の反応工学的により行う。また, 自然生態系の浄化機能を工学的に強化したバイオ+エコ技術による生活雑排水処理ユニットの開発を行う。
- **要素研究—2 コンポスト利用技術開発** ———— ここでは, コンポストの有機肥料としての適性試験ならびに, コンポストに付加価値をつけた生物分解性資材の製造技術を開発する。
- **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** ———— し尿の再利用系の維持に必要な病原性微生物(ウイルス, バクテリア, 寄生虫), 微量汚染物質のモニタリングと健康リスク評価を行う。
- **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法開発** ———— 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により, 新システムの流域水・物質循環ならびに健康リスクの視点からの評価方法を開発する。
- **国内実施設による実証研究** ———— 実証施設により負荷変動への対応性や維持管理性を実証する。また, 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。
- **海外における実証研究** ———— インドネシア, 中国において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。また, 現地資材の利用や, エネルギー消費の少ないシステムへの改良, ならびに, 利用者へのイ

インタビューによる社会での受け入れ可能性を検討する。

- **コンセプトを広める活動**——— 新しいサニテーションの考え方を広め、ネットワークを作る活動を行う。

## 研究成果と今後の展開

### ■ **コンセプトを広める活動**

平成15年9月に約150名の参加を得てセミナーを行った。CRESTチーム、JICA、ドイツのGTZ、国際建設技術協会の取り組みを報告した。平成15年11月、中国南京市においてThe 1<sup>st</sup> International Symposium on Sustainable Sanitation、インドネシアのバンドン市でWorkshop on Sustainable Sanitationを開催した。新しいサニテーションの考え方を広め、ネットワークを作る活動を今後も続けていく。

### ■ **要素研究—1 分離・分散型処理システム開発**

#### (1) バイオトイレグループ

トイレ性能評価を有機物、栄養塩、病原性微生物、微量化学物質、水分移動の観点から行う必要がある。本年度は研究が進んでいる有機物分解について温度影響を組み込んだ有機物分解モデルを開発した。また、連続的にし尿が投入される場合のシミュレーションと実測結果の比較を行い、モデルの妥当性を確認した。栄養塩については窒素成分の挙動を表現するために、窒素変換モデルを有機物分解モデルに組み込むことを始めた。有機物分解過程における有機態窒素のアンモニア態窒素への変換、窒素揮散過程のモデルを有機物分解モデルに組み込んだ。水分移動についてはおが屑の乾燥工学的特性の測定を行い、恒率乾燥区間における乾燥速度と空気の温度・湿度の関係を実測した。

既製のポータブルトイレ（豊田合成製作）を用いた実証実験の結果、し尿を分離すればすぐにでも臭いの殆どない室内用ポータブルトイレが実用化できる見通しが得られた。なお尿を臭いの少ない状態で貯留するためにペルチェ素子を利用した冷却方法について検討した。し尿分離型コンポストトイレについては「トイレ装置（科学技術振興事業団整理番号A231P01 特願2003 - 318821 出願2003/09/10）」として特許を出願した。

#### (2) バイオエコユニットグループ

硝化細菌や脱窒細菌に対する分子生物学的手法について検討を行い、硝化細菌の定量PCRや脱窒素酵素遺伝子に対するクローニング解析による脱窒細菌群の群集構造解析を実施し、各種バイオ・エコエンジニアリングシステムにおける窒素処理適正化のための基礎解析技術を確立した。土壌処理システム、ラグーンシステム、底泥好気化技術などについての研究開発を実施した。土壌処理システムでは、土壌トレンチシステムにおける有機物、窒素、リン除去能について検討するとともに、雑排水処理で特に問題となる界面活性剤処理能についての評価解析を実施し、土壌処理システムが界面活性剤の低減化に有効であることが明らかとなった。ラグーン（酸化池）用いた処理システムの開発において、本年度は、ラグーンにおける魚の導入による汚泥減量化やフロート式の水耕栽培の導入による余剰藻類の流出制御などの効果、また、総合的な処理水質向上への効

果解析のために有用な、熱帯域のラグーンを室内において再現可能な実験システムを構築した。

また、バイオ・エコエンジニアリングシステムの導入効果の適正評価として、有害藻類の発生ポテンシャルの測定解析のための新たな実験解析システムの開発とともに、従来のAGP(藻類発生ポテンシャル)法の改良やアオコ毒の生産に関わる遺伝子をマーカーとした定量PCRによる有毒アオコ検出手法、また、酵素阻害アッセイを用いた簡易迅速な毒素検出法について検出可能な技術を実証化できた。ヒートショックタンパク質の発現をマーカーとした高感度毒性評価システムの開発と、土壌処理システムによる処理水安全性評価への適用について検討した。

#### ■ 要素研究－2 コンポスト利用技術開発

バイオトイレから発生するコンポストで生物分解性資材製造の可能性が明らかになった。具体的にコンポストから資材を製造し、その強度の測定を行った。

#### ■ 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

バイオトイレにおける病原リスク評価——— バイオトイレにおける病原微生物の挙動実験に関しては、モデル微生物として大腸菌および大腸菌ファージに加え、サルモネラ菌を用いてデータを集めることができた。結果として同じ細菌である大腸菌と不活化速度の面で類似しており、大腸菌ファージとは著しく異なることがわかった。今後は更にファージ、細菌とともに対象とする種類を増やし、その相同性を把握していくことが重要だと考えられる。またバイオトイレの導入の際の二次感染リスクを様々な暴露経路を仮定して評価することができた。バイオトイレの担体を交換するときに直に暴露が起こる直接暴露経路と、使用済み担体を土壌に埋めた場合の地下水汚染および井戸からの飲み水接種という間接暴露経路を仮定し、文献に基づく解析および担体の付着量実験などを通して、病原細菌および病原ウイルスのリスク評価を算定した。その結果、許容リスクを $10^{-4}$ としたときの、バイオトイレが満たすべき病原不活化能力を示すことができ、設計目標値とすることができた。特徴としては病原ウイルスについて特に考慮する必要があることと、直接と間接では、大きな差は見られなかったことが挙げられる。

バイオアッセイを用いた微量化学物質の有害性総合評価——— 新排水分離・分散型処理システム（バイオトイレ）より生じる各種試料への適切なバイオアッセイの適用法を確立し、試料中に存在する毒性微量化学物質の絞込み（TIE）と得られた毒性データの統合化、リスク削減方法の検索（TRE）を行なうことを目的としている。平成15年度は、バイオアッセイバッテリーの候補として、ヒト由来細胞を用いた基礎細胞毒性試験を中心に、藻類増殖阻害試験、海洋性発光細菌発光阻害試験などの利用の可能性について、バイオトイレ試料に加えて、下水処理場各段階の水試料等も対象として、基礎的検討を行った。一部の試料については、濃縮操作なしでも、基礎細胞毒性、発光細菌発光阻害活性が検出された。これらの試料については、当面、基礎細胞毒性試験と海洋性発光細菌発光阻害試験を組み合わせ実施するのが適切であろうと判断された。

微量化学物質のモニタリング技術の開発——— テトラサイクリン系抗生物質（TCs）に

着目した。文献調査を行ったところ、TCsを分析した文献は多数存在するが、数十～100ppb程度と高い濃度レベルまでしか検出できない場合が多く、より低濃度では妨害物質の影響などにより、信頼性の高いデータを得るのは難しいのが実情である。そこで本研究では、TCsの微量分析法を高速液体クロマトグラフ/質量分析計 (LC/MS) を用いて検討した。現在は標準品が測定可能になった段階であり、今後はコンポスト溶出液や尿、固形コンポスト中の含有量などを測定できるよう分析法開発を進めていく。北海道大学船水研究室の行ったバイオトイレコンポスト中のE1及びE2のモニタリング調査及び分解実験について、高速液体クロマトグラフ/タンデム質量分析計 (LC/MS/MS) による測定を担当した。また、E1、E2以外のエストロゲン類の分析法開発を進め、エストリオール (E3) の分析を可能にした。

#### ■ 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法開発

有機性廃棄物管理の視点にたった総合環境評価システムの構築——— これまでに行ってきた有機性廃棄物管理施策に関してのライフサイクルアセスメント (LCA) の評価ツールの改良を行った。さらに、さまざまなサニテーションシステムの導入に伴う環境負荷に関する情報を収集しているところである。

サニテーションシステム導入による衛生状態の改善と波及的な環境影響間のトレードオフの評価手法の検討において、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DALYs (障害調整生存年数) で評価する手法を構築した。ここでは、病原微生物として、原虫、バクテリア、ウイルスから代表的なものを一つずつ選んで評価できるようにするとともに、水供給システムにおけるいくつかの浄化技術にたいして評価が可能ないようにしている。また、これと同時に水供給、排水処理システムの地域や地球環境に与える影響についても、EcoIndicator99等を参考にDALYsに換算する手法を検討中である。

中国の流域を対象としたバイオトイレ導入に伴う水循環系への影響の基礎的な解析  
精華大学水文水資源研究所の倪广恒助教授と共同で、中国の北京近郊および西部の流域を対象として、バイオトイレをはじめとしたサニテーションシステム導入による水循環系への影響をシミュレーションモデルにより評価する試みを開始した。本年度中には、対象流域の河川水量に与える影響を評価するモデルを構築するとともに、水質の変化を解析するために必要な流域情報の収集整理にあたる予定である。

G I S上データベースと水・物質循環モデルによる新システムの評価——— 今年度は、霞ヶ浦流域を対象として構築した水循環・物質循環モデルを用いて、新しいサニテーションシステム導入による効果、影響を把握した。この水循環・物質循環モデルは、様々な施策を行った場合の効果を算定するために、湖沼の流出入量、栄養塩の挙動などを計算するものであるが、新しいシステム導入効果を計算するためには、バイオトイレ導入による生活用水使用量や流入負荷量の削減を、人口減少や下水道・浄化槽整備による削減に置き換えなければならなかった。そこで、人口や処理施設整備とは切り離して計算できるように改良することで、大まかながらバイオトイレ導入による流域水環境への影響をシミュレー

ションすることが可能となった。

#### ■ 国内実施設による実証研究

実証実験施設の建設は①実験の目的 ②実証用トイレの機能の両面から検討した。その結果以下のように実証実験用トイレを製作した。公衆用トイレ（長崎市，室内使用、屋外尿貯留型），家庭用コンポストトイレ（茨城県阿見町，家庭用便所で使用，屋外尿貯留型），家庭用コンポストトイレ（長崎大学，家庭用便所：阿見町実証施設の対照実験），ポータブルトイレ（長崎市介護施設，80W ペルチェ冷却装置使用），ポータブルトイレ（長崎大学，80W ペルチェ冷却装置使用：介護施設の対照実験）。

家庭の排水処理を分離・分散型システムで行うためには，バイオトイレの他に生活雑排水を処理する装置が必要である。今年度は団粒ろ材を利用した間欠浸漬型人工湿地について研究した。生活雑排水の水質については長崎市大宮司邸での実績を用い処理後の目標水質としてはBOD10mg/l，窒素4mg/l，リン1.2mg/l として検討した結果，一戸あたり8㎡程度の面積で設置が可能なのことがわかった。敷地の大きい郊外の住宅には適用の可能性が高い。なお，分離・分散型排水システムについては「バイオトイレ・改良土壌活用高度処理システム（科学技術振興機構 整理番号A231P03 特願2003 - 410764 出願2003/12/09）」として特許を出願した。

茨城県藤代町の小貝川河川敷に2台のバイオトイレと1台の循環式トイレを設置し，NPOによる管理方法の検討を行った。日常の管理は，作成したチェックシートをもとに臭いや汚れ，使用人数，異常について確認し，清掃を行った。異常についてはまずNPOが対応し，それでも復旧できない場合には業者が対応した。今年度の管理を通して，管理体制，点検・清掃方法などを確立するとともに，必要な経費や起こりやすいトラブルを把握した。11月に藤代町のイベント会場で，バイオトイレの認知度、使用後の感想を尋ねるアンケート調査を行った。130名ほどの回答者のうち，バイオトイレそのものは90名ほどに知られていたが，実際に小貝川河川敷のトイレを使用したことがある人は50名ほどであった。しかし，実際に使用した感想としては，臭い，汚れなども気にならない，との意見が圧倒的に多く，NPOの管理によりバイオトイレが適切な状態に保たれていると考えられた。

沖縄県にバイオトイレならびに雑排水処理実験施設を建設した。来年度から実証データを採取する予定である。

#### ■ 海外における実証研究

本年度は共同研究を行う南京大学・東北師範大学・西安建築科技大学(以上、中国)、 Indonesian Institute of Science(インドネシア)に本プロジェクトの概要を説明し、それぞれ共同研究同意書を取り交わした。その上で各地のトイレ事情を把握するために現地の公衆トイレの視察を行い、今後の研究計画を立てた。主な研究課題は1. コンポスト型トイレの基礎実験と2. 公共トイレにおける現地実証実験である。1. では小型コンポスト型トイレを用い、各地の気候条件下での処理能力の確認と、オガクズに代わる代替マトリクスの検討等を実験室実験により行う。2. では大型のコンポスト型トイレを公園などの公共施設に設置し、一般市民に使用してもらい、使用感などのアンケートを行って、現地社会に

受け入れられやすいように改良すべき点を確認する。また、実際に試用してもらうことによってコンポスト型トイレは衛生的なトイレであるということをPRすることにもなる。これらの実験に用いるトイレは日本製のものを搬送する。2003年12月には各大学と研究機関の代表者が日本のコンポスト型トイレ製造元を訪問し、それぞれの実験で使用するバイオトイレの規格等を決定し、製造元に発注した。2004年3月には各地にバイオトイレが搬送され、実験が開始された。

タイ王国アジア工科大学と協同で研究しているタイ王国のロイヤルプロジェクトで建設したラグーンシステムの調査研究を実施した結果、流入した有機物は、第一段のラグーンにおいて多くが除去されるものの、溶存の窒素やリンに関しては藻類態に変換されていると考えられた。発生する藻類の中には、湖沼でアオコを形成する有毒のマイクロキスティスも増殖しており、酵素阻害アッセイによりアオコ毒を評価した結果、毒性レベルは後段のラグーンにおいて高まることが明らかとなり、ラグーンにおいては有毒藻類発生の制御が極めて重要な課題であることが明らかとなった。中国上海交通大学が実施している土壤トレンチシステムを用いた、生活排水処理システムやレストラン排水処理システムについての調査研究を実施した結果、土壤トレンチシステムは雑排水処理に有効であることが明らかとなったが、一定の敷地面積が必要であり、家庭において導入するためにはコンパクト化重要であること、また、長期間安定に維持するためには、目詰まり対策としての土壤トレンチの前段処理としての嫌気処理が重要であることが明らかとなった。

### 3. 研究実施体制

#### バイオトイレグループ

- ① 研究分担グループ長：船水尚行（北海道大学工学研究科，助教授）
- ② 研究項目：(1) し尿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  
(2) コンポスト型トイレの小型化・高効率化に関する研究

#### バイオ・エコユニットグループ（要素研究－1）

- ① 研究分担グループ長：稲森悠平（国立環境研究所，室長）
- ② 研究項目：(1) 分離・分散型処理システムの開発（アジア諸国で適用性の高い排水処理システムの開発）  
(2) し尿分離後雑排水処理ユニットの開発

#### コンポスト利用技術グループ（要素研究－2）

- ① 研究分担グループ長：寺澤実（北海道大学農学研究科，教授）
- ② 研究項目：(1) コンポスト利用技術の開発

#### リスク評価グループ（要素研究－3）

- ① 研究分担グループ長：大瀧雅寛（お茶の水女子大学，助教授）
- ② 研究項目：(1) バイオトイレにおける病原リスク評価  
(2) バイオアッセイを用いた微量化学物質の有害性総合評価  
(3) 微量化学物質のモニタリング技術の開発

#### 流域グループ（要素研究-4）

- ① 研究分担グループ長：荒巻俊也（東京大学，講師）
- ② 研究項目：有機性廃棄物管理の観点にたった総合環境評価システムの構築と新システムの評価  
(1) GIS上データベースと水・物質循環モデルによる新システムの評価

#### アドホック-1

- ① 研究分担グループ長：石崎勝義（長崎大学，教授）
- ② 研究項目：(1) 実施設による実証実験（国内）

#### アドホック-2

- ① 研究分担グループ長：石川忠晴（東京工業大学，教授）
- ② 研究項目：(1) 海外における実証実験

#### 4. 主な研究成果の発表（論文発表および特許出願）

##### (1) 論文発表

- 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 6<sup>th</sup> Specialist conference on small water and wastewater systems and 1<sup>st</sup> international conference on onsite wastewater treatment and recycling*, Australia. (2004)
- 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)
- Naoyuki Funamizu: Development of Sustainable Sanitation System: CREST Research Project. *Proceedings of International Symposium on Sustainable Sanitation*, pp.1-8, Nanjing China (2003).
- Minoru Terazawa: Sawdust saves globe-Environmentally friendly dry toilet for the 21<sup>st</sup> century-, *Proceedings of International Symposium on Sustainable Sanitation*, pp.9-12, Nanjing China (2003)
- 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)
- 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)
- 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)

- 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)
- 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)
- 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)
- Yasunori Ito, Naoyuki Funamizu: Chemicals in Bio-Toilet –Estrogen and Medicine, *Proceedings of International Symposium on Sustainable Sanitation*, pp.49-54, Nanjing China (2003)
- 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)
- 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)
- 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)
- 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)
- 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)
- Xiaochang 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).
- 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 Nangjing City and Dapu town of Yixing City. *Proceedings of International Symposium on Sustainable Sanitation*, pp.105-116, Nanjing China (2003)
- 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).
- 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* (2003)
- 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)
- T. Saito, T. Itayama, N.Sugiura, Y. Inamori, M. Matsumura, Degradation Characteristics of Microcystin in Environmental Water under the River-Die-Away Test. *Jpn. J Wat. Tret, Biol.* 39, 1-8 (2003)
- 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, 271-276 (2003)
- Sugiura N., Isoda H. and Maekawa T.: Degradation Potential of Musty Odor in Drinking Water Source by Biofilm Methods, *J. Water Supply*, 52, (3), 181-187 (2003)
- Isoda H., Oka S., Kido H., Yokota S., Kitahara M. and Abe Y.: Anti-allergy Effect of Snow Lotus *Saussurea involucrata* from Tian Shan Mountain in China, *J. Arid Land Studies*, 13, (2), 139-146 (2003)
- 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, No3, pp.79-84(2003)
- Naoyuki Funamizu, Tetsuo Takakuwa: Mathematical model for describing reactions of residual chlorine with organic matter in reclaimed wastewater. Full paper in CD-ROM, *4<sup>th</sup> International Conference on Wastewater Reclamation and Reuse*, Mexico City. (2003)
- T. Saito, T. Itayama, Y.Inamori: Biodegradation of microcystin by aquatic

- bacteria, *Proceedings of 3<sup>rd</sup> International Toxic Algae Control Symposium*, Wuxi, China (2003)
- T. Itayama, N. Iwami, Y. Inamori: Regulation of the toxic algae using the bioreactor system as eco-engineering, *Proceedings of 3rd International Toxic Algae Control Symposium*, Wuxi, China, October (2003)
  - Yuhei Inamori, Motoyuki Mizuochi, Takeshi Saito, Ryuhei Inamori, Tomoaki Itayama: Strategies on Control Measures for Toxic Water Bloom Using Bio-Eco Engineering, *Proceedings of 3rd International Toxic Algae Control Symposium*, Wuxi, China (2003)
  - 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, *Proceedings of Desert Technology 7- An International Conferenece*, India (2003)
  - 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)
  - Hiroaki Narita, Naoyuki Funamizu, Tetsuo Takakuwa: Behavior of inert soluble organic matter of return flow from sludge treatment process. *Proceedings of 9<sup>th</sup> IWA Specialist Conference Design, Operation and Economics of Large Wastewater Treatment Plants*, pp.143-146, Czech Republic. (2003)
  - 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, 1<sup>st</sup> International Dry-Toilet Conference*, pp.131-139, Tampere, Finland. (2003)
  - Miguel Angel Lopez Zavala, Naoyuki Funamizu, Tetsuo Takakuwa : Aerobic biodegradation of feces in the bio-toilet system. *Proceedings of Dry Toilet 2003, 1<sup>st</sup> International Dry-Toilet Conference*, pp.168-172, Tampere, Finland. (2003)
  - Miguel Angel Lopez Zavala, Naoyuki Funamizu, Tetsuo Takakuwa: Temperature effect on aerobic biodegradation of feces using sawdust as a matrix. *Proceedings of 2<sup>nd</sup> International Symposium on Ecological Sanitation*, pp.421-424. Lubeck, Germany. (2003).
  - Naoyuki Funamizu, Miguel Angel Lopez Zavala, Tetsuo Takakuwa: Characterization of organic matter in higher-load gray water. *Proceedings of 2<sup>nd</sup> International Symposium on Ecological Sanitation*, pp.410-413. Lubeck, Germany. (2003).

- Naoyuki Funamizu: Recycling human waste and its technology. *Proceedings of International Symposium on Toilet and Water Cycle*, Sessions of the 3<sup>rd</sup> World Water Forum, pp.91-97, Kyoto, Japan. (2003).
- 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)
- 吉川勝秀: 技術レポート 自然共生型流域圏・都市再生のための基盤GIS情報「コモンドータベース」の作成について, *土木学会誌*, Vol.88.4, pp40-42 (2003)
- 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.5pp.14-23(2003)

(2) 特許出願

H15年度特許出願件数: 2件 (CREST研究期間累積件数: 2件)