

# 科学的な環境調査とリスク評価に基づく 環境リスクの管理

Risk management of environmental risks based on the integration of scientific risk assessment and environmental assessment.

The integration of environmental sciences necessary for the methodologies of risk assessment, particularly for the environmental pollutions and hazardous chemicals, is essential to discuss on the environmental risk management and the risk communication. In addition the implementation of environmental management for water, soil and sediments has been the main target for developing the framework of risk governance, which enables to complete the transparent risk communication within any stakeholders. In this course we study various kinds of methodologies of risk assessment, experimental and field works, and the practical activities of risk mitigation, especially those utilizing microbiological activities.

地圏環境に深く関わる土壌、地下水、地表水、廃棄物などの環境リスクを適切に評価し、リスク軽減、リスクコミュニケーションなどの環境マネジメントを実践するための方法論について教育、研究を行う。

本連携講座では、東北大学と産業技術総合研究所の連携により、それぞれが保有するポテンシャルを補完し、教育および研究を通じて社会に貢献することを特色としている。

具体的には、以下のような特徴的な内容の講義と教育を行っている。

- ・環境や健康に関わる諸問題のリスクの定量的把握
- ・現場の調査や観測に基づいた環境問題の把握
- ・微生物を利用した様々な環境問題の解決
- ・自然科学と社会科学の融合 (リスク認知・伝達)
- ・リスク評価の教育・研究を通じての社会・国際貢献

平成21年から平成22年度の教育活動では、大学院生を対象とした授業 (集中講義) および理料系分科系の学生を対象とした講義やセミナーを実施した。また、今後は国内外の大学院学生の受け入れや国際支援プログラムを視野に入れた対応を行う。

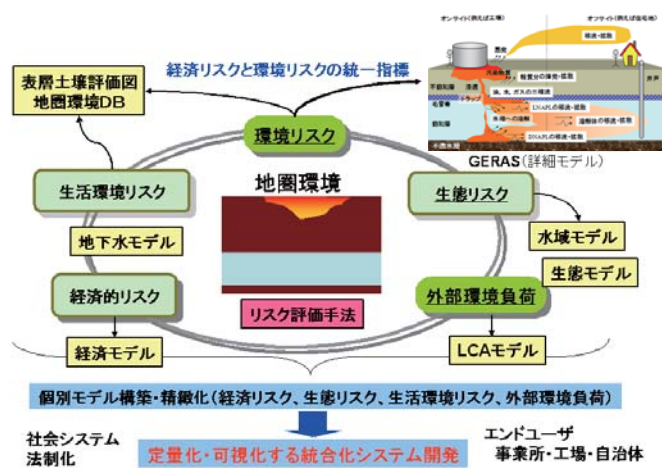


Fig.1 Integrated risk assessment system for Geo-environment, including environmental and economical impacts.  
図1 地圏環境リスクの統合化評価システム; GERAS 統合版 環境指標と経済指標を統合したリスク評価ツール

## 研究活動

環境リスクに関わる広範な研究テーマを対象として、リスク評価手法、土壌・地下水汚染対策、科学的自然減衰、地下微生物の活用、バイオレメディエーション、環境汚染問題の社会的な解決策などの実践的な検討を行っている。以下、最近の代表的な成果について紹介する。

### 環境リスク評価の研究

有害化学物質や廃棄物などに起因する人為的な環境汚染や天然に存在する金属元素、有機化合物および粉塵などの環境リスク問題を取り上げ、リスク評価のための方法論を検討している。図1は、土壌や地下水のような地圏環境における統合化リスク評価の全体像を示したものである。統合化システムでは、環境リスクの評価に加えて、生活環境や社会的な影響を含む経済リスクの評価も対象としている。環境浄化では、土地の資産価値や浄化費用、さらには周辺の地域環境に及ぼす影響を総合的に評価することが重要であり、これらを統一的な指標で統合化したシステム開発を行っている。また、これまで開発を進めてきた土壌・地下水汚染のための地圏環境リスク評価システム (Geo-environment Risk Assessment System) を改良して、新規に廃棄物の管理や埋め立て処分に伴うリスクを評価する GERAS 廃棄物バージョンを開発し、2010年12月に公開した。図2に、GERAS 廃棄物バージョンの概要を示す。これまでに、事業所や工場、自治体、教育機関などに配布し、環境汚染問題に広く活用されている。

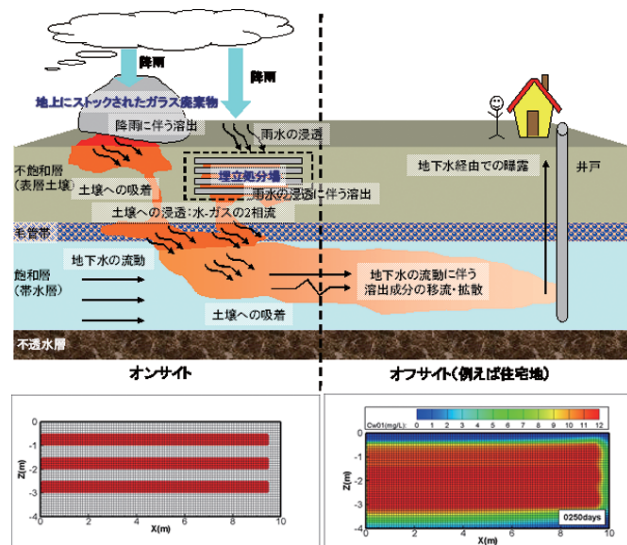


Fig.2 The original risk assessment system for solid waste management, GERAS-waste.  
図2 廃棄物管理のための地圏環境リスク評価システム GERAS-waste (上図: モデルの概要, 下図: 解析結果)



客員教授  
駒井 武  
Visiting Professor  
Takeshi Komai



客員准教授  
竹内 美緒  
Visiting Associate Professor  
Mio Takeuchi

また、わが国の公害研究の諸問題や世界的にみて深刻な環境汚染問題を取り上げて、それらのリスクの認知と伝達に関する基礎的な研究を実施している。環境リスクの評価では、人に対する健康影響だけではなく、動植物などの生態系に与える影響も対象としている。そのため、リスクを軽減するための環境修復技術の研究開発を進め、低コスト・低環境負荷の浄化技術に関する現場適用を図っている。さらに、リスクの同定と解析に基づいて、周辺住民や自治体などの利害関係者と伝達をスムーズに進めるためのリスクコミュニケーションのあり方について議論している。

また、わが国の公害研究の諸問題や世界的にみて深刻な環境汚染問題を取り上げて、それらのリスクの認知と伝達に関する基礎的な研究を実施している。環境リスクの評価では、人に対する健康影響だけではなく、動植物などの生態系に与える影響も対象としている。そのため、リスクを軽減するための環境修復技術の研究開発を進め、低コスト・低環境負荷の浄化技術に関する現場適用を図っている。さらに、リスクの同定と解析に基づいて、周辺住民や自治体などの利害関係者と伝達をスムーズに進めるためのリスクコミュニケーションのあり方について議論している。

### 地質汚染の修復に関する研究

民間企業との共同研究として難透水層を対象とした浄化に関わる研究を行っている。揮発性有機塩素化合物が粘土層などの難透水層へ浸透すると、長期間残存する他、有効な浄化法がない。そこで微生物による自然分解を利用したMNA (科学的自然減衰) が有効と考えられるが、空隙サイズが小さく、透水性が悪く物質の移動も少ない難透水層でどの程度自然減衰が起こるのか明らかではない。そこで複数の汚染現場を対象として難透水層における脱塩素微生物 (テハロコッコイデス) の分布や生息環境の解明を行っている (図3)。その結果、難透水層でも場合によってはテハロコッコイデスの存在が確認でき、またテトラ

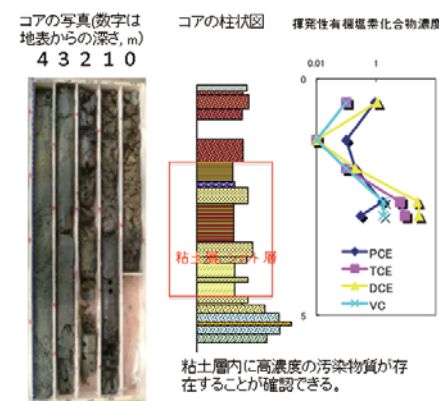


Fig.3 Distribution of contaminants in impermeable strata at a contaminated site.  
図3 汚染現場における難透水層中の汚染物質の分布 粘土層内でもテトラクロロエチレン (PCE) やジクロロエチレン (DCE), 塩化ビニル (VC) に変化し、微生物分解が進行していることが示唆される。

クロロエチレンの分解産物である塩化ビニルが検出されたことから、脱塩素反応がかなり進行していることが示唆された。現在難透水層中でテハロコッコイデスが生息する環境要因の解明を行っている。また、微生物による脱塩素には水素の挙動が重要であるものの、水素は非常に容器等から漏れやすく、実験が困難であることから地層中の水素の挙動に関する研究例はほとんどない。我々はまた地層中における水素の挙動を解明するための研究も行っている。その結果、水素の移動性は堆積物の粒子径にあまり左右されないことが明らかになりつつある。

地球温暖化ガスであり、爆発性ガスでもあるメタンの放出抑制を担う微生物活動 (メタン酸化) に関する研究も行っている。これまで嫌氣的メタン酸化は海底で生成されるメタンのほとんどを消費している重要なプロセスであることが解明されてきており、それに古細菌のあるグループが関与していることも明らかになっている。一方では陸域における嫌氣的メタン酸化はその重要性やそれに関与する微生物がほとんど解明されていないのが現状である。我々は、陸域地下圏で地球化学的・微生物学的解析を行い、嫌氣的メタン酸化が淡水環境でも生じていることや、それに関わる微生物が海底のメタン酸化微生物と異なる事を明らかにした。

### 特筆すべき業績

The methodology for evaluating environmental and economical risks from contaminated soil and groundwater has been studied, based on the exposure analysis from pathways in the environment. The risk assessment system for solid waste management, GERAS-waste, geo-environment risk assessment system was developed and distributed to industry, local government and academic institutions. We also developed the geo-informatics system and subsoil databases with risk maps for heavy metals in regional scale, based on the accumulation of various kinds of geological and environmental survey. The geo-environment risk assessment system, one of the outcomes of our research, can be utilized for the improvement of contamination due to heavy metals and toxic chemicals in soil, using the geo-environment information data. Bioremediation technology using microbes can be applied for geological contamination sites by volatile organic compounds. These outcomes of research can also be utilized to environmental problems, such as ecological risk assessment, enhanced natural gas and oil production, and land use policy in industrial location.