



# 広域水圏センター年報

---

第6号

December 2003

---

茨城大学  
広域水圏環境科学教育研究センター  
Center for Water Environment Studies

# 広域水圏センター年報

## 第6号

— 2002年度の活動 —

**December 2003**

茨城大学  
広域水圏環境科学教育研究センター  
**Center for Water Environment Studies**

# 目次

巻頭言	1
<b>第1章 2002年度のセンターの主な活動</b>	<b>2</b>
1.1 茨城大学地域貢献特別支援事業がスタート！「水・自然環境の保全と活用」事業へ参加	2
1.2 広域水圏センターの外部評価が実施されました！	2
1.3 北浦の地下水流動系と環境保全に関わる共同研究	3
1.4 第2回 残土石処分地・廃棄物最終処分場に関わる地質汚染調査浄化技術研修会	4
1.5 2002国際地質環境ワークショップ — 医療地質 — を広域水圏センターが共催！	4
1.6 第3回広域水圏センター 陸水域環境自然史分野 修士論文・卒業論文発表会	6
1.7 国際シンポジウム「都市の診断・治療・再生学」を開催	6
<b>第2章 研究活動報告</b>	<b>7</b>
2.1 陸水域環境自然史分野	8
2.1.1 比較湖沼環境論 — その1 —	8
2.1.2 房総半島の泉谷泥層と砒素の分布	12
2.1.3 東京低地における工場跡地の六価クロム地層汚染の研究 — 理学診断確立の基礎研究 —	16
2.1.4 一般廃棄物最終処分場における廃棄物構成層と地質汚染について	19
2.1.5 最終処分場における廃棄物層序と微生物に関する研究	23
2.1.6 北浦湖岸における地下水流動系と地質環境再生	24
2.1.7 琵琶湖南湖における貝曳きによる沈水植物の除去が底生動物群集に およぼす影響に関する研究 — 特にユスリカ群集について —	25
2.1.8 珪藻群集に基づく北浦の現行堆積過程の解析	26
2.1.9 北浦沿岸域における餌生物群集の動態とハゼ科魚類の餌選択性	27
2.1.10 富栄養湖の水草帯における付着性ユスリカ群集の多様性維持機構に関する基礎研究	28
2.1.11 ヨシ群落周辺におけるユスリカ幼虫の水平分布	29
2.1.12 北浦におけるオオユスリカの動態と植物プランクトンについての研究	30
2.1.13 北浦湖底堆積物中のユスリカ遺骸による古環境の研究	31
2.1.14 センター自然保護地内のテンポラリーポンドの動物相の研究	32
2.2 沿岸域環境形成分野	33
2.2.1 海面上昇の地球規模脆弱性評価	33
2.2.2 地球温暖化の影響研究データベースと研究成果マップ	33
2.2.3 近年の異常気象と気候変動の関係の検討	35
2.2.4 涸沼における水質環境の長期的変遷	36
2.2.5 涸沼川・涸沼における塩分動態の調査解析	37
2.2.6 三次元数値モデルを用いた涸沼水系の流動と塩分動態解析	38
2.2.7 サンゴ礁海岸における礁上の流れに関する研究	38
2.2.8 阿字ヶ浦海岸の近年の海浜変形	39
2.2.9 Cauchy-Poisson 波を用いた越波伝達波のシミュレーション	39

<b>第3章 教育活動報告</b> .....	<b>42</b>
3.1 開講講義 .....	42
3.2 社会教育活動 .....	43
3.3 学位授与・研究指導 .....	44
3.3.1 卒業論文・卒業研究 .....	44
3.3.2 修士論文 .....	44
<b>第4章 研究費受け入れ</b> .....	<b>45</b>
4.1 科学研究費補助金 .....	45
4.2 共同研究費 .....	45
4.3 受託研究費 .....	45
4.4 奨学寄附金 .....	45
4.5 財団などの研究助成金 .....	45
4.6 学内の競争的資金 .....	45
<b>第5章 研究成果報告</b> .....	<b>46</b>
5.1 著書 .....	46
5.2 学術誌論文（査読付） .....	46
5.3 国際会議論文 .....	46
5.4 国際セミナー・テキストブック .....	47
5.5 総説・その他論文（査読なし） .....	47
5.6 口頭発表 .....	48
5.7 報告書 .....	49
5.8 講演 .....	49
5.9 マスコミ掲載など .....	49
5.10 受賞 .....	49
<b>第6章 センター活動記録</b> .....	<b>50</b>
6.1 センター運営委員会の主な議題 .....	50
6.2 専任教官会議の主な議題 .....	50
6.3 センター教官の社会における主な活動 .....	51
6.4 センターの利用状況 .....	52
6.5 センターの活動日誌 .....	53
<b>第7章 新スタッフの紹介</b> .....	<b>56</b>
<b>編集後記</b> .....	<b>56</b>

## 日はまた昇る ― 利根下流域から ―

利根下流域では、日が東の太平洋から昇り西の東京に沈む。利根川が東遷し銚子に流下する江戸初期までは、黄金の日々を続けた地域でもある。この地域の代表的神社仏閣に鹿島神宮・息栖神社・香取神宮・成田山新勝寺がある。当時の巨大文化センターでもあった。常陸風土記を編纂し、平将門といった人物を傑出したのもこの地域である。この地域の生産力の高さと環境資源の豊かさが、これらの繁栄を支えたのである。

利根川東遷以降、この繁栄には江戸・東京の発展に反して陰りが見られた。現在の光と言え、太平洋岸の一部に細長く分布する鹿島臨海コンビナートと内陸に点として存在する新東京国際空港であると言う人もいる。確かに、水戸からこの地域までの交通主要幹線は東側に国道51号線のみで、北西端に接して走る国道6号とJR常磐線は東京へ上る幹線である。夜の潮来・佐原から利用する東関東高速自動車道は暗闇だが、成田インターからは眩しいほどの光を浴びて車は千葉・東京へと走る。1本の東関東高速自動車道でも、その明るさに首都圏と利根下流域とは大きな格差がみられる。さらに、この地域に分布する東関東湖沼群は首都圏の水瓶になり、谷間には首都圏から汚染した廃棄物や残土石が搬入されてきている。物の大量消費で繁栄する東京の今日を保障する終末処理地域にもなっている。

一方、繁栄する東京の足元の環境は深刻である。それは、地盤沈下による広大な潜在的海域の出現、地質汚染問題、地下水揚水停止による地下水害問題、液状化流動化や長周期震動にともなう地震災害問題といった都市環境の悪化要因は、数に限りない。そして、これらの問題を抱えた地下には地下鉄が網の目状に布設され、電車は間断なく行き来する。災害時の地下鉄？ これ以上は述べない。

さらに、地下構造物などによる地下水流動系の阻害・土壌露出面積の減少・都市構造物の増加などは、夏場にヒートアイランド現象を呼び、同時に都市上空では積乱雲の発生頻度が高い。霞ヶ浦周辺で見られた夏の入道雲の光景は少なくなり、首都圏上空で特殊な落雷と豪雨がみられる。水循環は狂い都市型洪水が多発する。東京が熱帯地方に豹変する一場面である。東京の住環境は最悪で、不経済な環境維持費が多い。東京は、人間生活に不適な地域に変貌し、利根下流域から眺める落日の都市になったのかも知れない。

利根下流域では、今日も太平洋から日が昇る。その日の本に、豊かな大地と環境資源が、21世紀的な生産活動と人間生活を待っている。過去に保障した黄金の日々の条件は今も変わらない。利根下流域の自治体は、この事実を忘れてはならない。

環境・生産・生活で均衡ある水郷環境国際都市作りといったことが可能なのも利根下流域である。地域の科学的法則に沿った大きな夢のある企画を贈り、ひとつひとつ実行するのも地域に貢献する大学の姿であろう。

2003年12月

茨城大学広域水圏環境科学教育研究センター

センター長 楡井 久

# 第1章 2002年度のセンターの主な活動

## 1.1 茨城大学地域貢献特別支援事業に関わる

### 「水・自然環境の保全と活用」事業へ参加

地域貢献は、茨城大学にとって、きわめて重要な課題である。平成14年度から始まった文部科学省地域貢献特別支援事業に「茨城大学の地域貢献プラン」として応募し、採用された。この地域貢献プランは、茨城県との間に設立した地域振興事業連絡協議会の下で推進し、茨城の地域特性やニーズを考えて、新産業創出・新技術開発部会、水・自然環境との共生部会、地域の教育力向上部会という3つの部会を設立した(表-1)。これらの部会には、茨城大学と茨城県の関係者が参加して、双方の協議と相互協力によって運営されている。

当センターとしては、大学側の推進委員会の委員長に三村信男教授が指名され、また、水・自然環境との共生部会の霞ヶ浦(北浦)WG(リーダー:楡井久教授)、涸沼WG(リーダー:横木裕宗助教授)で積極的に参加している。

平成14年度には、霞ヶ浦・北浦学習会や涸沼現地調査をはじめ、「いばらきの未来を支える産官学連携シンポジウム」「環境にやさしい農業推進大会」などの講演会、学内外を対象にしたボランティア活動推進講座、新産業創出や知的財産に関する大学院生向け講義など極めて多様で充実した事業を展開した。これらの事業への参加者は、1,000名をこえる規模になっている。初年度ではあるが、茨城大学の過去の実績を土台にして地域貢献特別支援事業を極めて活発に推進し、当センターも貢献した。

表-1 地域貢献特別支援事業の部会と事業

部 会	事 業 名
新産業創出・新技術開発部会	新技術開発支援事業
	地域活性化プログラム事業
水・自然環境との共生部会	水・自然環境の保全と活用 霞ヶ浦(北浦)WG 涸沼WG 自然環境保全WG 下水処理水活用WG
	環境にやさしい農業推進
	ディーゼル排気粒子の環境影響調査
	パートナーシップによる茨城型グリーンツーリズム推進事業
地域の教育力向上部会	ボランティア活動推進講座
	高大連携推進事業
	茨城県図書館協会における電子的コンテンツ形成支援事業
	e-learning環境での協調学習支援のためのデジタルコンテンツ開発・利用

## 1.2 広域水圏センターの外部評価が実施されました！

茨城大学広域水圏環境科学教育研究センターは、平成14年4月で設立丸5年を迎えた。専任教員5名の小さな所帯だが、設立以来、教育、研究、社会貢献といったあらゆる面で、努力を重ねてきた。設立以来5年をへて、広域水圏環境科学教育研究センターでは、これまでの実績を総括し、次のステップを展望する時期を迎えたと認識し、外部の専門家と地域の行政担当者目でセンターの活動を評価して頂くことにした。外部評価

は、極めてフランクで建設的な雰囲気の中で行われ、多くの示唆に富む評価、批判、提言を頂いた。この外部評価によって、センターの到達点が客観化され、課題が浮き彫りになったと感じているが、このために貴重な時間をさいて下さった委員の皆様は心より感謝したい。

実施日時：平成15年1月21日 午前11時～午後5時30分

実施場所：広域水圏センター潮来本部 講義室

評価委員：西村 仁嗣（委員長）筑波大学機能工学系 教授

花里 孝幸 信州大学山地水環境教育研究センター長、教授

小玉喜三郎 独立行政法人 産業総合研究所 深部地質環境研究センター長

松井 幹美 茨城県生活環境部環境対策課長

橋本静一郎 潮来市環境課長

評価方法：1) 理念と目的、2) 教育活動、3) 研究活動、4) 社会貢献・国際交流、5) 組織・運営、6) 教育研究施設・設備、7) 中期目標・中期計画、8) 総合評価の分野毎に、5段階の数値評価と個別意見を頂いた。

主要な意見：

- 1) 茨城大学広域水圏環境科学教育研究センターの設置理念と目的は当を得たものである。茨城県は水環境の重要性という点で全国有数であり、水環境は茨城大学にとって極めて適切なテーマである。
- 2) センター構成員各人の教育・研究業績は大学教官として十分であると高く評価できる。
- 3) 高い社会貢献・国際貢献は当センターの特筆すべき成果である。
- 4) 今後、センターが水環境の教育・研究における学内でのコア的な役割を果たせるように、学内関連分野教員との連携に努めるべきである。
- 5) 茨城県を中心とする地域の環境研究センターとしての役割を果たすべきである。一層県内の諸機関と協力し、地域における水環境研究のネットワーク形成に参画、努力すべきである。

### 1.3 北浦の地下水流動系と環境保全に関わる共同研究

本研究は、地下水の流動系を利用した湖岸湖水浴場の創出と北浦の水質浄化を目的としたものである。

平成13年度茨城大学教育・研究支援経費で「湖沼の自然機能に関する基礎的研究 ― 茨城県北浦を例として ―」の研究事業を行った。この事業では、地質環境科学的観点から透水層別地下水位観測システムを構築し、北浦の潜在的浄化能力と北浦湖岸の地下水位ポテンシャルの観測を行うことであった。その結果から、透水層によって地下水が北浦湖水面より上に自噴することが明らかになった。

この調査結果を受けて、大学の地域貢献の観点から、湖岸湖水浴場と親水公園の創出に関わる研究を潮来市と本センターの楢井教授が共同研究を行ったものである。

地下水の水質は、全て飲料基準・環境基準以下であり、自噴量の計算結果より小規模湖水浴場や親水公園の創出は可能であることが明らかになった。同時に、地下水涵養域である台地上の水循環システムの保全が重要であることが明らかになった。



写真 1 北浦湖岸での地下水自噴に成功した観測井。写真中の看板には「この研究施設は、地下水流動系を利用した北浦の地質環境創造による水環境・水産資源の再生を目的としたもので、重要な観測装置であり、立ち入らないようお願い致します。なお、この施設内に立ち入り、事故等が発生した場合には、当センターは責任を持ちません。また被害等が発生した場合には、被害程度に応じて加害者に修理費を請求いたします。」と記述してある。

## 1.4 残土石処分地・廃棄物最終処分場に関わる地質汚染調査浄化技術研修会 — おもに重金属等を対象 —

大都市圏の建設現場から地方へ搬出される有害汚染残土石の量は、年々増加している。それらは各地下水盆の集水域環境の地質汚染に関与している。地下水のみならず地表水や大気への汚染にも関与することが予測されている。これらの汚染の未然防止には、高度な調査手法と浄化技術を習得した科学技術者や地質汚染診断士の育成が要請されている。

この研修会を主催しているNPO法人は、土壌汚染をはじめ地質汚染に関する調査・浄化では、我が国で最も長い伝統と高度な技術体系を継承しており、また潮来が主会場になることから大学の地域貢献の観点から当センターでも共催した。全国から60名あまりの技術者が参加し、実りある研修会であった。

当大学の学生アルバイト兼現場実習の効果もあり、また大学の地域貢献も叫ばれる時期でもありこの種の企画には積極的に参加する必要がある。

主 催：NPO法人日本地質汚染審査機構  
共 催：茨城大学広域水圏環境科学教育研究センター  
協 賛：茨城県生活環境部・千葉県環境生活部  
日 時：2002年5月29日～31日  
会 場：主会場：潮来ホテル  
実習施設：茨城大学広域水圏環境科学教育研究センター  
実習現場：汚染残土石調査浄化地とモニタリング施設  
(千葉県佐原市)



写真 真剣に汚染地層の記載の訓練を受けている。地質汚染診断士になるための必須条件（広域水圏センター潮来本部 敷地内）。

## 1.5 2002国際地質環境ワークショップ — 医療地質 — を広域水圏センターが共催！

医療地質学は、地質環境中の元素の人体への有用性・有害性や地質汚染といった地質環境と人の健康に関する研究領域である。当然、地質の薬用、微量分析法といった多方面の研究分野にもまたがる。

このワークショップでの講義・討論は、地球環境に最も責任がある地質環境学者間で行われているので具体例が多く、環境に関わる国際集會でも良くある観念的な討論は全くなかった。我が国の温泉保養・医療に関しては、特に注目された。

組織委員長と講師を勤めた茨城大学広域水圏環境科学教育研究センターの楡井久教授による歓迎の挨拶と趣旨説明にはじまり、パネルディスカッション、そして最後の認証書授与式まで熱気に溢れていた。

茨城大学広域水圏環境科学教育研究センターによる国際貢献のひとつである。

主 催：2002年国際環境地質学ワークショップ組織委員会  
共催団体：国際地質学連合・国連教育科学文化機構 (UNESCO)・国際地質学連合環境地質研究委員会・国際地質学連合環境地質研究委員会日本支部・茨城大学広域水圏環境科学教育研究センター・国際医療地質学ワーキンググループ・NPO 法人日本地質汚染審査機構・日本地質学会・日本学術会議・米国地質調査所・米軍病理学研究所  
日 時：2002年11月20日～21日  
場 所：千葉県浦安ブライトン・ホテル

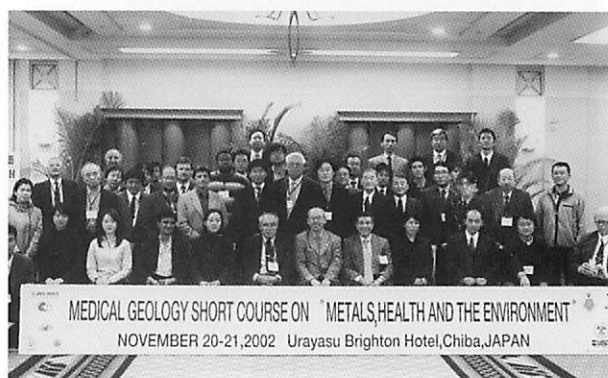
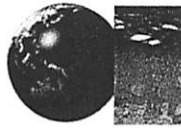


写真 ワークショップ参加者。





Environmental and health effects of toxic elements, metal ions, and minerals

## METALS, HEALTH AND THE ENVIRONMENT

November 20-November 21, 2002

Urayasu Brighton Hotel

Chiba, Japan

Jointly Sponsored by:

Japan Branch of COGEOENVIRONMENT-IUGS (JBC-IUGS)

The Society of Geo-Pollution (SGP)

Committee on Environmental Geology, Geological Society of Japan

Center for Water Environment Studies, Ibaraki University (CWES)

National Committee for Geoscience, Science Council of Japan

U.S. Armed Forces Institute of Pathology (AFIP)

U.S. Geological Survey (USGS)

International Union of Geological Sciences (IUGS)

Commission on Geological Sciences and Environmental Planning (COGEOENVIRONMENT)

International Working Group on Medical Geology (IWGMG)

United Nations Educational, Scientific, and Cultural Organization (UNESCO)



Homepage address <http://www.jcenvgeo.com/workshop/index.html>

## MEDICAL GEOLOGY

使用された教科書の表紙。広域水圏センターのロゴマークも国連教育科学文化機構 (UNESCO)・日本学術会議・米国地質調査のロゴマークと並んでいる。

### MEDICAL GEOLOGY SHORT COURSE ON "METALS, HEALTH AND THE ENVIRONMENT" NOVEMBER 20-21, 2002 Urayasu Brighton Hotel, Chiba, JAPAN



United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization.



## CERTIFICATE OF ATTENDANCE

日本地質学会  
THE JAPANESE SOCIETY OF GEOLOGY

Awarded to

*Dr. Theo Davis*



For participation in the "SHORT COURSE ON METALS, HEALTH AND THE ENVIRONMENT" held on  
November 20-21, 2002

during the 2002 INTERNATIONAL GEOENVIRONMENT WORKSHOP  
Urayasu Brighton Hotel, Chiba, JAPAN



*Dr. Olle Selinus*  
Chairman, International Working Group  
on Medical Geology



*Dr. José A. Centeno*  
Armed Forces Institute of Pathology

*Prof. Dr. Hisashi Nirei*  
Chairperson, Organizing Committee  
2002 International Geoenvironment Workshop  
Center for Water Environment Studies, Ibaraki University (CWES)

*Dr. Florabel G. Mullick*  
Principal Deputy Director  
Armed Forces Institute of Pathology

*Dr. Robert B. Finkelman*  
U. S. Geological Survey

受講・討論参加認証書。

## 1.6 第3回 広域水圏センター 陸水域環境自然史分野 修士論文・卒業論文発表会

2003年3月1日、潮来市立大生原公民館において、「第3回茨城大学広域水圏環境科学教育研究センター陸水域環境自然史分野 修士論文・卒業論文発表会」を開催した。本発表会は、学生の研究成果を一般にも公開することを目的としており、近隣の研究者のみならず、地方自治体の実務担当者、一般住民におよぶ多くの方々の参加をいただいた。発表会後のアンケートでは、「意見交換のできる貴重な機会であった。地域に根ざした研究が多く興味深かった。」といった意見をはじめ、一般公開継続への期待が多数寄せられ、今年も好評であった。

参加人数：65名

主 催：茨城大学広域水圏環境科学教育研究センター

後 援：銚子市（千葉県）、潮来市、鹿嶋市、佐原市（千葉県）

## 1.7 国際シンポジウム「都市の診断・治療・再生学」を開催

広域水圏環境科学教育研究センターと工学部都市システム工学科の共催で、2003年3月13、14の2日間にわたって国際シンポジウムを開催した。このシンポジウムは、茨城大学から地球・地域環境の持続性に貢献する「持続可能工学」を育てていこうという方向性で企画された。シンポジウムでは、「都市と社会基盤施設の再構築」（名古屋大学林良嗣教授）と「都市の診断・治療・再生に関するテーマと技術、ツール」（ニュージーランド・ワイカト大学 John Hay 教授）という基調講演を受けた。その後、中国、韓国、米国、イギリスなど海外からの招待者、東大など国内の招待者と茨城大学の教員から17件の発表があった。最後に、パネル討論で「持続可能工学」の課題について議論した。

議論では、学問が将来の社会のあり方に貢献することが大切であり、「持続可能工学」の構築はそのため重要な目標であることが確認された。一方、「持続可能工学」は非常に広い概念であり、たとえば「気配りのきいた工学」という定義も出された。気配りの中には、設計段階からの環境配慮や環境負荷の削減、さらに使用者の安全への配慮など全ての要素が含まれる。この議論を通じて、茨城大学型「持続可能工学」の内容を明確にする必要があるという点で大きな一致を見た。

会場が水戸市三の丸の茨城県立図書館ホールということもあって、当日は学内の教職員、学生に加えて一般の市民や行政関係者も参加し、市民の方からも熱心な質問が出されるなど活発なシンポジウムとなった。

## 第2章 研究活動報告

センターで行われている研究活動は、大きく、(1) 地質環境に関する研究、(2) 生物環境に関する研究、(3) 地球および地域環境に関する研究、(4) 沿岸域および水域環境に関する研究、に分けることができる。陸水域環境自然史分野（楡井教授、菊地助教授、中里助手）では、主に(1)と(2)に関する研究を、沿岸域環境形成分野（三村教授、横木助教授）では、主に(3)と(4)に関する研究を行っている。以下に、本年報で報告する研究活動の一覧を示す。

研究タイトル	研究担当者	項
(1) 地質環境		
比較湖沼環境論 — その1 —	楡井・楠田・皆藤	8
房総半島の泉谷泥層と砒素の分布	吉田・大岡・大脇・楡井	12
東京低地における工場跡地の六価クロム地層汚染の研究 — 理学診断確立の基礎研究 —	新見・楡井	16
一般廃棄物最終処分場における廃棄物構成層と地質汚染について	大脇・板津・吉田・小原 ・篠原・亀山・楡井	19
最終処分場における廃棄物層序と微生物に関する研究	白石・難波・楡井	23
北浦湖岸における地下水流動系と地質環境再生	鈴木・藤崎・楡井	24
(2) 生物環境		
琵琶湖南湖における貝曳きによる沈水植物の除去が底生動物群集 におよぼす影響に関する研究 — 特にユスリカ群集について —	中里・土谷・村松	25
珪藻群集に基づく北浦の現行堆積過程の解析	納谷・中里・天野	26
北浦沿岸域における餌生物群集の動態とハゼ科魚類の餌選択性	櫻井・中里	27
富栄養湖の水草帯における付着性ユスリカ群集の多様性維持機構 に関する基礎研究	佐治・中里	28
ヨシ群落周辺におけるユスリカ幼虫の水平分布	土谷・中里	29
北浦におけるオオユスリカの動態と植物プランクトンについての研究	木村・中里	30
北浦湖底堆積物中のユスリカ遺骸による古環境の研究	清水・中里・天野	31
センター自然保護地内のテンポラリーポンドの動物相の研究	山口・菊地	32
(3) 地球・地域環境		
海面上昇の地球規模脆弱性評価	三村・横木・小坂	33
地球温暖化の影響研究データベースと研究成果マップ	三村・横木・福原	33
近年の異常気象と気候変動の関係の検討	三村・北村	35
潤沼における水質環境の長期的変遷	三村・信岡・大森・横木	36
潤沼川・潤沼における塩分動態の調査解析	三村・信岡・布目	37
三次元数値モデルを用いた潤沼水系の流動と塩分動態解析	三村・信岡・齊川・横木	38
(4) 沿岸域環境		
サンゴ礁海岸における礁上の流れに関する研究	横木・今田	38
阿字ヶ浦海岸の近年の海浜変形	横木・三村・南	40
Cauchy-Poisson 波を用いた越波伝達波のシミュレーション	横木・柳澤	40

## 2.1 陸水域環境自然史分野

### 2.1.1 比較湖沼環境論 — その1 —

楡井 久・楠田 隆\*・皆藤 由美\*\* (\*千葉県環境研究センター地質環境研究室, \*\*神立環境そば地酒処「利右エ門」)

はじめに 水質汚濁のワースト・ワンを27年間持続したとされる手賀沼は、湖沼水の停滞性を打破し、水質浄化の目的から、湖沼上流からの導水注入によって河川に変貌した。また、貯水池化し水質汚濁の進む霞ヶ浦(西浦・北浦)では、養殖鯉がコイヘルペス・ウイルスによる甚大な被害を受け、養殖業が廃止になった。

このような湖沼環境の問題解決にとって、次のようなことが言われている。「湖とは、人間の生活上の矛盾を映し出す鏡といえるのです。湖自体をきれいにすることは鏡を磨くということになります。湖という鏡をきれいにするためには、湖自体をきれいにしていく一方で、私たち人間が生活している陸域をきれいにすることが必要なのです。」(皆藤, 2000)。つまり、本来湖沼環境は、湖沼の閉鎖したシステムで成立しているのではなく湖沼が位置する地下水盆総体の水循環と物質循環を検討しなければ、湖沼環境問題は解決しないことを意味している。

また、各湖沼の持つ気候・土・植生などの共通因子(分母)を選定し、比較因子を研究する比較広域湖沼学(comparative and regional limnology)(Home & Goldman, 1994)での共通因子からも理解できるように、湖沼のシステムは開放系として扱われている。この研究例として、イギリスのScafell山麓に放射状に分布し後氷期氷河地形として残る湖沼群をあげている。この湖沼群の分布する地方はLake Districtと呼ばれ、地質は、北から南にかけて順番に帯状に分布するOrdovicianの堆積岩類、Lower Paleozoicの火山岩類、Silurianの堆積岩類からなる。Scafell山は、両堆積岩帯間にあるLower Paleozoicの帯状火山岩類に位置する。そして各湖沼は、それぞれOrdovicianの堆積岩類かSilurianの堆積岩類からなる(Dunham, 1969)。しかし、ここで各湖沼を比較する際に、各湖沼の器となる湖底の地層や集水域の地層が共通因子にしているのか、または比較因子なのかは明確に定義されてない。

一方、各湖沼環境を比較する前提条件として湖沼環境にかかわる水循環と物質循環を支配する地質環境の成因的同一性を共通因子とし、人為活動と関わりのない気候要件などの自然的条件と人為活動とを比較する比較湖沼環境学(comparative and environmental limnology)も成立する。つまり、比較する各湖沼が位置する地下水盆の成因的同一性を厳密に定義し、湖沼が抱える環境問題を比較検討し、そこに潜在している法則性を明らかにし、湖沼環境を解決するのも、ひとつの比較湖沼環境学的研究法であろう。

一般的に、湖沼環境のなかで問題になるのが水質問題である。そして、これらの問題を大別すると次の3種類になる。それらは水質汚濁問題・有害物質の水質汚染問題・前2者に関わる各湖沼のvulnerability(脆弱度)の問題である。前者2者の要因は、集水域システムからの汚濁負荷物質や汚染物質の移動とそれらに支配される湖沼の水質汚濁内部生産システムである。後者の要因は、各湖沼の地質環境学的成因に関わる。

本稿では、比較湖沼環境学の観点から関東平野にある東関東湖沼群の水質汚濁問題(COD)の変遷とその背景について述べてみる。

#### 比較湖沼環境学からみた東関東湖沼群の成因

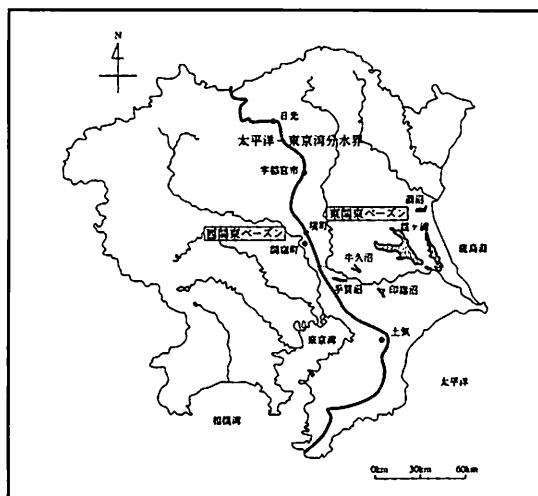
(1) 東関東湖沼群の環境比較条件 湖沼・西浦・北浦・外浪逆浦(常陸利根川)・牛久沼・手賀沼・印旛沼などからなる東関東湖沼群(図1)は、地質学的にはyビーム地震帯の真上(楡井, 1982)にあるので、明らかに前弧海盆上に位置する。関東平野は前弧海盆であることから古関東海盆(Nirei et al., 2000)とも呼ばれ、東関東湖沼群は陸化した海盆の中の湖沼群ということになる。また、東関東湖沼群は、古関東海盆を2分する太平洋—東京湾分水界(楡井, 1996)の東側の東関東ベーズンに位置する(楡井ほか, 2000)。いずれの海跡湖も、更新統の砂層とローム層からなる台地、沖積段丘と沖積低地に囲まれている。また、各湖沼の集水域面積は、それぞれことなるが、広域的地形・中間的地形・局所的地形は形成され、地下水盆内には各地形の地下水位ポテンシャルに支配された広域的流動系・中間的流動系・局所的流動系が存在している。

したがって、各湖沼の水質汚濁・汚染に関わる地質環境学的脆弱度をみるにあたっての成因論的共通性は整っている。

(2) 東関東湖沼群の湖沼環境分類 東関東湖沼群のなかでも西浦・北浦・常陸利根川・手賀沼・印旛沼は、貯水池型海跡湖(停滞水域)である。そして、手賀沼と印旛沼とは集水域が異なる。また、西浦・北浦はそれぞれ異なる集水域を持つが、常陸利根川と合わせて同一水系であり、また3者は同一貯水池型海跡湖でもあ

る。しかし、潤沼には、古関東海盆における海跡湖固有の地下水循環システムがある。そして、そのシステムが完全には破壊されていない。

### 東関東湖沼群のCOD値の経年変化と降雨量との関係



湖沼の水質を左右する要因は、湖沼基盤と集水域とを形成する地層・底質・負荷量の流出入(地下水を含む)・水の流出入量・水温・日照・風速などである。

ここでは、水の流入量の中の降雨量にのみ注目し、COD値との関係について検討してみる。各湖沼のCOD値は年平均値であるが(表1)、湖沼によっては測定地点が複数点である場合と1点である場合がある。

図1 東関東ベースンと西関東ベースンを二分する太平洋-東京湾分水界と東関東湖沼群

表1 東関東湖沼群における湖沼内COD測定地点とCOD年平均値の意味

各湖沼	湖沼内測定地点			CODの年平均値
潤沼	親澤	宮前	広浦	各月測定値の年平均値の地点数平均値
西浦	掛馬沖	玉造沖	湖心 麻生沖	各月測定値の年平均値の地点数平均値
北浦	釜谷沖	神宮橋		各月測定値の年平均値の地点数平均値
常陸利根川	外浪逆浦	息栖		各月測定値の年平均値の地点数平均値
手賀沼	手賀沼中央			各月測定値の年平均値
印旛沼	上水道取水口下			各月測定値の年平均値

(1) 各湖沼のCOD値の経年変化 COD値は、以下の期間の年平均値(以下COD値という)を使用し、図2を作成した。潤沼：1972年-2002年；西浦：1973年-2002年；北浦：1988年-2002年；常陸利根川：1988年-2002年；手賀沼：1969年-2002年；印旛沼：1969年-2002年。

図2が示すように、各貯水池型海跡湖のCOD値経年変化グラフから、2002年を除く上記期間内での経年的汚濁度合の評価として、手賀沼・印旛沼・西浦・北浦・常陸利根川(外浪逆浦)の順に汚濁が進んでいるとみることができる。そして、経年的COD値にみる汚濁度の高い湖沼の順番から、COD値の経年的変動幅(振幅)が大きくなる。

また、各湖沼のCOD値経年グラフからは、COD汚濁の相対的高レベル期と相対的低レベル期が認められる。そして、各期間には、単年のEVENT(イベント)として極端に高い値や低い値を示す年もある。これらの変化を、集水域が都市化した手賀沼を例にして説明してみることにする。手賀沼では、COD測定値公表開始の1967年から1971年にかけては、ほぼ10mg/Lの値を示したが(分析手法が異なる可能性もある)、1972年から23.0mg/Lといった高い値を示す。その後、2000年に14.0mg/Lの測定値を示すまでは、1989年の16.0mg/L以下の値を示す年はなかった。

手賀沼のCOD値の相対的高レベル期、相対的低レベル期を整理すると次のようになる。

- 第1期相対的低レベル期 ~ 1971年 (9.8 mg/L)
- 第1期相対的高レベル期 1972年 (23.0 mg/L) ~ 1973年 (23.0 mg/L)
- 第2期相対的低レベル期 1974年 (19.0 mg/L) ~ 1977年 (18.0 mg/L)
- 第2期相対的高レベル期 1978年 (25.0 mg/L) ~ 1987年 (21.0 mg/L)
- 第3期相対的低レベル期 1988年 (18.0 mg/L) ~ 1992年 (17.0 mg/L)
- 第3期相対的高レベル期 1993年 (18.0 mg/L) ~ 1999年 (18.0 mg/L)
- 第4期相対的低レベル期 2000年 (14.0 mg/L) ~

印旛沼・西浦・北浦・常陸利根川のCOD値の経年グラフでは、前述したように汚濁度の高い湖沼ほど変動幅（振幅）は大きい。手賀沼との相対的高レベル期・相対的低レベル期の時期および周期性に関しては、各湖沼ともほぼ同じである。特に、この同一性は、同じように地域開発が行われてきた集水域の水収支的観点で、手賀沼と共通点のある印旛沼で強い傾向を示す。

一方、涸沼は貯水池型海跡湖ではなく、地質環境学的観点から海跡湖の潜在的要素を保っている。COD値は、経年グラフをみる限り、測定開始年の1972年から2002年までの30年間に、1972年・1997年の9.7mg/Lから1974年・1976年・1986年の6.0mg/Lといった限られた範囲で、相対的高レベル期と相対的低レベル期が周期的に繰り返される。

第1期相対的低レベル期	1974年（6.0 mg/L）～1976年（6.0 mg/L）
第1期相対的高レベル期	1977年（6.9 mg/L）～1982年（7.6 mg/L）
第2期相対的低レベル期	1983年（6.5 mg/L）～1985年（6.0 mg/L）
第2期相対的高レベル期	1986年（7.2 mg/L）～1989年（6.9 mg/L）
第3期相対的低レベル期	1990年（5.9 mg/L）～1995年（7.2 mg/L）
第3期相対的高レベル期	1996年（9.2 mg/L）～2000年（9.5 mg/L）
第4期相対的低レベル期	2001年（6.8 mg/L）～

(2) 湖沼のCOD値経年変化と降雨量の関係 各湖沼のCOD値経年変化に認められた相対的高レベル期と相対的低レベル期の周期と年間降雨量の経年変化との間には、負の相関が認められる。つまり、降雨量の少ない期間は、COD値の相対的高レベル期に、そして降雨量の多い期間には相対的低レベル期にそれぞれ対応する。特に、この対応は涸沼で良い。

一方、相対的高レベル期と相対的低レベル期の各期間中に単年で異常値とも思われるイベントが現れる。この現象も単年の降雨量と良く対応する（図3・4・5・6・7）。

しかし、手賀沼での第4期相対的低レベル期と降雨量の変化は全く一致せず、COD値は2000年以降も直線的に低下する。手賀沼の上手における北千葉導水路からの注水による結果であろう（図8）。

#### 沼から人工河川へ 一再生か・破壊か・創造か一

経済関係が支配する人間と自然の動的平衡関係 古関東海盆の地下には上総層群が分布する。この層群から、天然ガスと沃素を生産する目的から天然ガスかん水を揚水する。特に、千葉県九十九里地域では、揚水にともなう水頭の低下が激しい。その結果、地層の収縮や遊離ガスの発生がみられるようになってきている。前者の場合は、地盤沈下現象（線状地盤沈下をとまなう）となり、後者の場合には、遊離ガスが断層を上昇し、地質条件によっては上ガス被害に直接結びつく場合もある。ある場合には、遊離ガスが沖積層下部付近に達し、人工的ガス貯留層を形成する。

一方、地域住民は古くから上ガスを採取・利用してきた地域から伝統的な上ガス採取手段をも導入し、人工的ガス貯留層に達する上ガス井戸を掘り、燃料資源として有効に利用している場合が多い。このように地域住民に益をもたらす条件での社会環境下では、農作物などに直接的に大きな被害が発生するまでは、公害問題として顕在化しないようである。地域によっては、天然ガス企業の天然ガス生産低下によって、上ガス発生時の低下をきたすような場合には、不利益をこうむることを経験的に知るようになってきている。その結果、地域住民には、企業による天然ガス開発の希望さえ生まれる場合がある。こういった関係は、本来自然的条件下では形成されえなかった人工的ガス貯留層の天然ガス量が、天然ガス企業と上ガス利用地域住民の意志によって左右されることがあるということを示すものである。このような場合には、人間と人間の関係が支配する人間と自然の間に動的な平衡関係が成立していることなのであろう。また、この一連の現象は天然ガス企業が天然ガス田においてはじめて天然ガス坑井を掘削する過程では、誰もが予測しなかったことである。意識的にせよ無意識的にせよ人間によって引き起こされる自然の変革の場合にも、そこに独自に働く客観的な発展的法則があり、それによって、また人間の行動様式も変化する（楡井ほか、1985）。

手賀沼のCOD値にみられる人間と人間の動的平衡関係 涸沼を除く西浦・北浦・手賀沼・印旛沼は、貯水池化にともなって海跡湖固有の物質循環システムが変化してきている。特に、都市化の進んだ千葉県の手賀沼が、全国の湖沼のうちで水質が最も悪い（ワースト・ワン（COD値））とされ、このワースト・ワンを27年間持続してきた。この浄化対策のために、千葉県や関係市町村では、手賀沼浄化のために多くの人材と巨額の予算を

投入し、地域住民も水質浄化に協力してきた。このことは、市町村の環境行政の一般的窓口名称は環境課であるが、千葉県我孫子市の環境課の名称は手賀沼課であることや流域下水道の敷設・柏市や印西市から手賀沼へ流入する大津川に脱磷施設の設置といったことから理解できる。また、政界・学界・マスコミも各立場から、浄化のための行動をとってきた。

最終的に、国土交通省によって北千葉導水路事業が行われた。この事業の主目的は、利根川の下流の水を手賀沼南岸に布設した導水路で遡上させ、太平洋—東京湾分水界をトンネルで横断し江戸川に流下させ、首都圏の水不足を解消するためのものであった。また、一方には、ワースト・ワンの汚名返上のために、手賀沼の上手から北千葉導水路の水を注ぎ浄化する目的もあった。その結果、図9の2000年—2002年のCOD値は降雨量と相関せず、低下する(図8)。このように汚名返上には見事成功したが、湖沼環境が人工的河川環境に変貌するという皮肉な現象が発生した。

この行為を突き詰めれば、破壊された地球は人工的に変えれば良いことになり、地球環境問題を議論する必要もなくなる。

この一連のストーリーには、膨大な公的資金が投入されたが、公共投資で環境再生を行ったのか、環境破壊を行ったのか、それとも全く別な環境問題が発生しているのかといった問題が残る。結論として、手賀沼のCODは、人間と人間が決定する値に変化したことである。

おわりに 九十九里平野の沖積層中に人工的ガス貯留層が形成されるとは、誰もが予測しなかった。同じように、手賀沼の場合にも水質汚濁問題の発生初期には、沼が人工河川になるとは誰もが知らなかったことである。

そして、天然ガス量が、天然ガス企業と上ガス利用地域住民の意志によって左右され、人工的ガス貯留層の貯留量が、人間と人間の関係が支配する人間と自然の間に動的な平衡関係で成立していたように、人工河川化した手賀沼のCOD値も全く同じ関係を示すであろう。また、その他の東関東湖沼群のCOD値は、今後どのような変遷を辿るのかは、比較湖沼環境学の研究テーマでもある。

最後になるが、本稿をまとめるにあたって茨城県生活環境部環境対策課・千葉県環境生活部水質保全課・我孫子市経済環境部手賀沼課の方々には資料収集等でお世話になった。紙上にて感謝申し上げます。

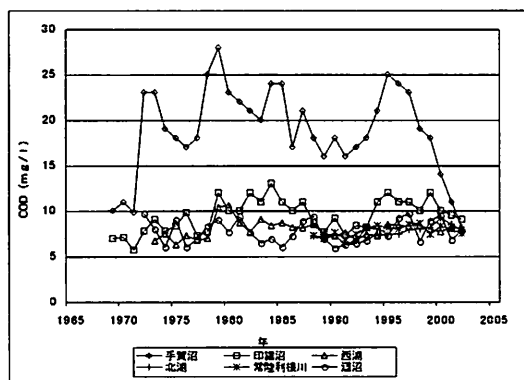


図2 東関東湖沼群の水質(COD)の経年変化

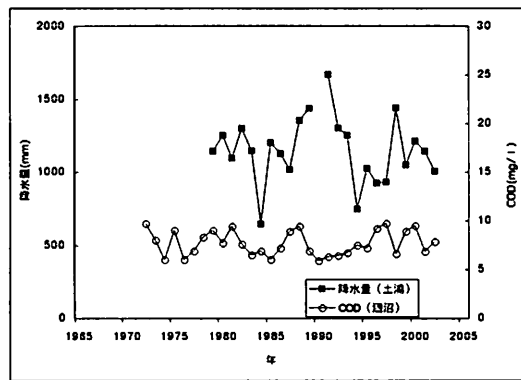


図3 沼の水質(COD)と降水量(土浦)の経年変化

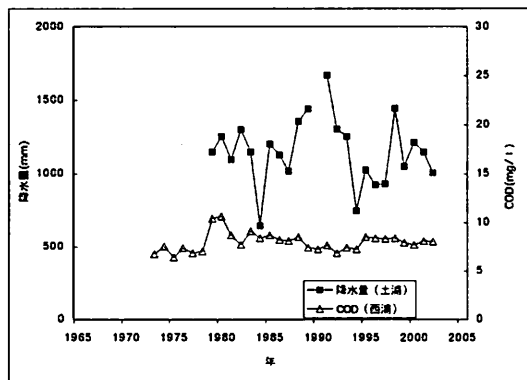


図4 西浦の水質(COD)と降水量(土浦)の経年変化

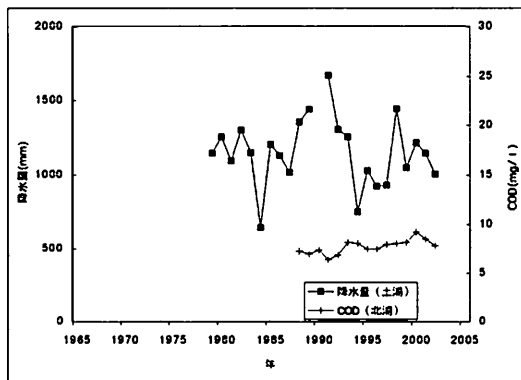


図5 北浦の水質(COD)と降水量(土浦)の経年変化

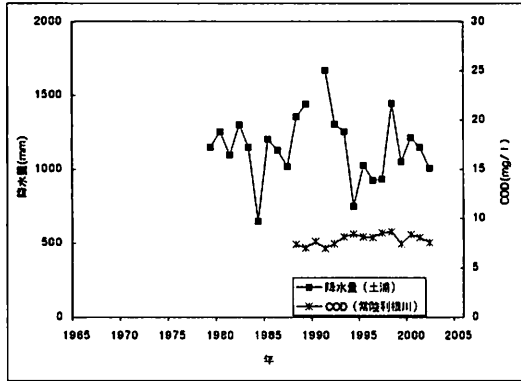


図6 常陸利根川の水質 (COD)と降水量(土浦)の経年変化

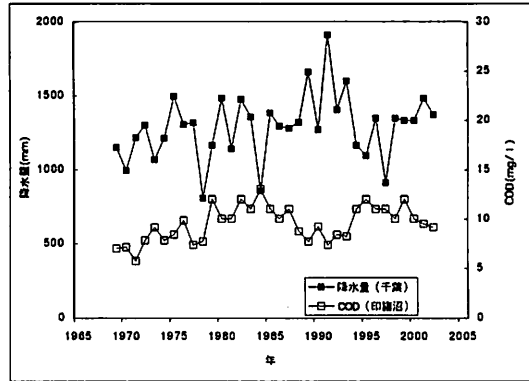


図7 印旛沼の水質 (COD)と降水量(千葉)の経年変化

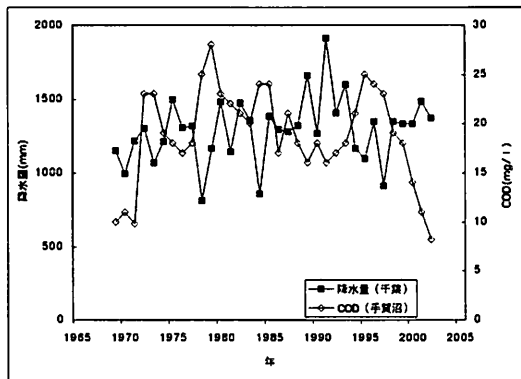


図8 手賀沼の水質 (COD)と降水量(千葉)の経年変化

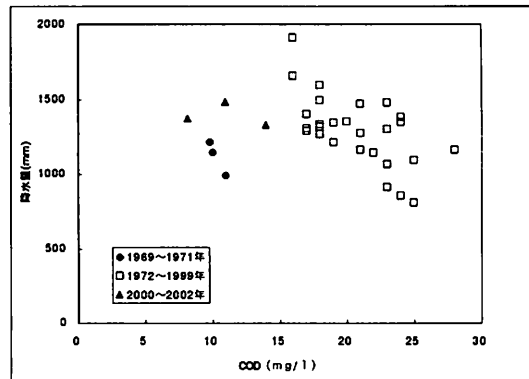


図9 手賀沼における水質 (COD)と降水量 (千葉)の関係

## 引用文献

- Dunham, K.C. (1969): Geological Map of the BRITISH ISLANDS, Institute of Geological Sciences Incorporating the Geological Survey of Great Britain, the Museum of Practical Geology and Overseas Geological Survey.
- Home, A.J. and C.R. Goldman (1994): LIMNOLOGY, Second edition, 576 p, McGraw-Hill Inc.
- 皆藤由美 (2000): わたしは大学でこんな環境科学を学びたい, 茨城の水環境, pp.115-121, 文眞堂.
- 楡井 久 (1982): Fore-arc Basin としての関東構造盆地とyビーム地震帯, 島弧変動・地団研専報, 第24号, pp.79-95.
- 楡井 久 (1996): 湖沼・河川, 千葉県自然史, 本編1, pp.89-99, 千葉県史料研究財団.
- 楡井 久 (2000): 利根川下流域と流域環境問題, 茨城の水環境, pp.84-94, 文眞堂.
- Nirei, H., K. Furuno, S. Kondo, K. Ichikawa, S. Higuchi, T. Kusuda, K. Satoh, K. Kamura, Y. Tananashi, M. Moriaki, Y. Hara, O. Kazaoka, A. Kagawa, Y. Suzuki, M. Nakamura and N. Shibasaki (1992): "Management of Environmental Resources and Development of the Kanto Paleo Submarine Basin" Guide Book of 29<sup>th</sup> IGC Field Trip, A12, pp.1-34.
- 楡井 久・矢田恒晴 (1985): 房総半島東岸にみられる上ガス利用について—人間と人間が作り出す人間と自然の動的平衡—, 第四紀研究, 第24巻, pp.247-252.

## 2.1.2 房総半島の泉谷泥層と砒素の分布

吉田 剛\*・大岡 健三\*\*・大脇 正人\*・楡井 久

(\*茨城大学大学院理工学研究科地球生命環境科学専攻, \*\*同宇宙地球システム科学専攻)

はじめに 下総層群 (楡井, 1982) は千葉県北半部から茨城県南部に分布する。

下総層群上部 (楡井, 1982) には泥層や砂層が存在し, 前者は難透水層, 後者は透水層として, 地下水流動系を大きく支配している。地下水資源の利用や地質汚染といった地質環境的観点から, これらの泥層や砂層の分布の調査が, 近年さらに重要になってきている。

このような環境問題を背景として, 研究対象を下総層群上部の最下部に位置する泉谷泥層 (楡井, 1982) とした。

一方, 近年日本やバングラデシュ・モンゴル・中国では人体に影響を与える程度の砒素を含む地下水の存在



が知られ、深刻な環境問題となっている。日本では海成の沖積層や更新統の海成粘土などには砒素の溶出濃度が環境基準 (0.01 mg/L) を超過することも認められている。

本研究では、千葉県袖ヶ浦市・市原市・長柄町に分布する泉谷泥層の堆積時の古環境を復元し、堆積環境に併せた砒素の溶出試験を行った。

**層相記載** 本研究でいう泉谷泥層は過去に累層と解釈した青木 (1967) の泉谷層に岩相名を併せた楡井 (1982) の泉谷泥層の区分を用いる。泉谷泥層は従来より使用されている地層名のため、地層名として使用可能である。したがって、新地層命名規約においても可能である。泉谷泥層は下位の金剛地層最上部 (平行葉理をもつ砂鉄質中粒砂層) を整合に覆い、上位の地蔵堂層 (極良淘汰のシルト混じり細粒砂層) によって整合に覆われる。泉谷泥層を層相の特徴から5つに区分することができた (図-2)。本研究地域の泉谷泥層は層厚0.5~10mまで変化する。南西-北東方向の走行を持ち、北西方向に約2°~5°下がりながら傾斜する。

**層相1**: 層厚0.5~4 m 泥質中粒砂から泥質粗粒砂層。淘汰極不良。生物擾乱が激しく塊状を示す。下部にはアナジャコ類 (奈良・小竹, 1997) と考えられる巣孔生痕が認められる。最下部には小礫から中礫が混じる。マトリックスは砂鉄質砂である。また、一部では波状葉理をもつ砂泥互層が確認できる。層相1は本研究地域南西部から中央部では下位の金剛地層最上部の砂鉄質中粒砂層を整合に覆う。しかし、北東部の地域にはこの層相は認められない。この層相の示す堆積環境はエスチュアリーであると解釈できる。

**層相2**: 層厚0.1~2 m 泥質細粒砂層とシルト層の薄層の互層。外径1cm程度の生痕によって擾乱されている。リップルやマッドドレイプと考えられる薄泥層が認められる。砂泥互層にはレンズ状・波状・フレーザー状葉理が認められる。この層相は本研究地域南西部の泉谷では層相1に整合に重なる。さらにその上部は層相3によって侵食が認められる場合や、整合に岩相4が重なる。中央部から北東部においてはこの層相は認められない。この層相の示す堆積環境は砂質潮汐低地であると解釈できる。

**層相3**: 層厚0.1~1.5 m 中粒砂から粗粒砂層。下位の地層 (層相1や層相2) を侵食する。侵食面の上位にはシルト偽礫が認められる。リップルやマッドドレイプと考えられる薄泥層やトラフ状斜交層理や上部には波状・フレーザー状葉理も認められる。この層相は層相1や層相2を侵食し、上位には層相2や層相4が整合に重なる。この層相の示す堆積環境は潮汐チャンネルであると解釈できる。

**層相4**: 層厚0.3~4 m シルト層から砂質シルト層。堆積構造は塊状である。根痕や葉化石が認められ、一部には厚さ0.1~0.8 mの泥炭層が挟まる。この層相は本研究地域の南西部の泉谷では層相2や層相3に整合に重なる。中央部の奉免や川在では層相1に整合に重なり、北東部の西山や金剛地では、金剛地層最上部の砂鉄質中粒砂層に整合に重なる。この層相の示す堆積環境は塩水湿地から淡水湿地であると解釈できる。

**層相5**: 層厚0.5~2 m 泥質砂ないし砂質泥層。淘汰不良。貝化石の破片が密集する。下部にはカキ貝 (マガキ) 化石の破片やアナジャコ類と考えられる巣孔生痕が認められる。上部には合併のエゾヌノメアサリやウチムラサキの化石が認められる。層相5は本研究地域の南西部の泉谷や北東部の金剛地では層相4に重なり、中央部の長柄では金剛地層最上部の砂鉄質平行葉理の砂層に重なる。層相5の上位には整合に外浜堆積物の地蔵堂層が重なる。鎌滝・近藤, (1997) はこの層相の示す堆積環境は、下部は汽水域に近い湾 (汽水成海域), 上部は貝化石の同定より下部浅海帯であると解釈している。

**層相對比と地質断面図からの考察** 袖ヶ浦市・市原市・長柄町にかけた地質断面図 (南西-北東) を図-1に示す。本研究地域において広域に対比可能な火山灰 (J1) を水平にとり、柱状図の対比を行った。つまり、同一時間面を示すテフラ (降下火山灰) を用いて対比した。そのテフラの層準付近で層相が異なる場合、それは同時異相ということになり、同一時期に堆積環境が異なったことを示す。

それぞれの層相の分布は以下ようになる。層相1のエスチュアリー堆積物は袖ヶ浦市茅野七曲から市原市奉免地域にかけて分布する。層相1の分布は北東地域には認められない。このエスチュアリー堆積物の同一分布域に層相2 (潮汐低地堆積物) や層相3 (潮汐チャンネル堆積物) が分布する。層相2と層相3は側方変化し、層相3と層相4 (塩水から淡水成湿地堆積物) は同一テフラを挟むことから同時異相の関係にある。層相4は長柄町にかけて薄化し、長柄町の泉谷泥層は層相5のみとなる。長柄町では金剛地層から泉谷泥層 (層相5のみ)、そして地蔵堂層にかけて陸化の証拠が認められない。つまり、層相4の湿地堆積物が存在しない。

地域の堆積環境の変遷を述べると次のようになる。本研究地域南西部や中央部は、海浜→エスチュアリー→

潮汐低地→潮汐低地内に発達した潮汐チャネル→汽水成もしくは淡水成湿地→汽水域に近い湾→下部浅海带へと環境が変化する。中央部から北東部にかけての地域は、海浜→汽水域に近い湾→下部浅海带へと環境が変化する。北東部は、海浜→汽水成もしくは淡水成湿地→汽水域に近い湾→下部浅海带へと環境が変化する。

同一時間のJ1降下時、西山地域や妙香地域・泉谷地域には陸域（湿地）が存在し、一方では長柄地域には海域が存在したことを示す。海域である長柄地域の両端に陸域が存在するという事は、同一時間面において、ラグーンや潮流口・巨大な湿原地帯が本研究地域に広がっていたと解釈できる。

泉谷泥層が東京湾下にまで分布することや、潮汐チャネル充填堆積物中に硬質礫を含まないことから、泉谷泥層の湿地は広域に分布していたと考えられる。湿地帯が広大なため後背地から硬質礫が運搬されていないか、もしくは、後背地に硬質礫が存在しなかったことが考えられる。

**泉谷泥層の堆積環境と砒素の溶出濃度** 堆積環境の復元された層相に併せて砒素溶出濃度を測定した。露頭より新鮮なサンプルを採取し、「土壌の汚染に係わる環境基準について（平成3年8月23日環境庁告示第46号）」に準じ、検液の作成を行った。また、JIS K0102 水素化合物発生装置原子吸光法に準じを行った。環境省の定める砒素の土壌環境基準は0.01 mg/Lである。

測定結果は図-2に示す。層相1の下位の層は前浜・後浜堆積物と解釈され、砒素の溶出濃度は0.004 mg/L程度である。層相1はエスチュアリー堆積物と解釈され、砒素の溶出濃度は下部・中部・上部と0.004 mg/L・0.002 mg/L・0.006 mg/Lである。層相2は砂質潮汐低地と解釈され、砒素の溶出濃度は下部0.006 mg/L・上部0.001 mg/Lであり、下部から上部へと濃度が減少している。層相3は潮汐チャネル充填堆積物と解釈され、砒素の溶出濃度は下部（侵食面直上）0.004 mg/L・上部では0.001 mg/L以下であり、下部から上部へと濃度が減少している。層相4は汽水から淡水成湿地と解釈され、砒素の溶出濃度は0.002 mg/L以下である。層相5の下部は汽水もしくはラグーン的环境と解釈され、濃度は0.001 mg/L程度であるが、貝化石から下部外浜から下部浅海帯の環境と考えられる層相5の上部は0.011 mg/L（土壌環境基準以上）である。層相5に整合に重なる下部外浜堆積物の地蔵堂層は0.004 mg/Lである。

**考察** 泉谷泥層中でもっとも海水の影響が少ないと考えられる湿地堆積物（層相2）の砒素溶出濃度は低く、泉谷泥層中で最大深度を示す下部浅海帯堆積物（層相5）が基準値を超える高濃度であった。これにより、少なくとも汽水成・淡水成の湿地から下部浅海帯までは深度が深くなるに応じて、その砒素濃度が増加する傾向を持つことが考えられる。しかし、層相5の上位の地蔵堂層である下部外浜堆積物の砒素溶出濃度が低いことは、堆積物の粒度の違いに着眼されること以外に、層相5のように貝化石が密集することによる生物の砒素濃集作用の影響が低かったようにも思われる（寺田・竹内ほか、2003）。

完新世のデルタ成の汽水域～内湾の堆積物である有楽町層においても砒素溶出試験が行われ、環境基準の12倍を超えるような濃度が検出されている（楡井、2002）。この有楽町層の後背地は関東平野の後ろに並ぶ火山フロントであり、江戸川や荒川がその後背地から高濃度の砒素を供給・堆積させたと考えられる。しかし、泉谷泥層の場合、汽水域～湾や下部浅海帯の堆積物に関しても、環境基準程度の砒素濃度であり、有楽町層のそれに比べはるかに低濃度である。したがって、広大な湿地の広がる泉谷泥層の堆積当時、高濃度の砒素を供給するような後背地が存在しなかった可能性が示唆される。

今後、砒素供給に関して、後背地の問題や生物による砒素濃集の問題は興味深い課題となるであろう。

#### 引用文献

- 1) 青木直昭（1967）：地蔵堂層および菽層について，地質学雑誌，73，pp.1-6.
- 2) 鎌滝孝信・近藤康生（1997）：中・上部更新統の地蔵堂層にみいだされた氷河性海水準変動による約2万年また約4万年周期の堆積シーケンス，地質学雑誌，103，pp.747-762.
- 3) 奈良正和・小竹信宏（1997）：中-上部更新統下総層群に産する“アナジャコ巢穴化石” *Psilonichnus*，地質学雑誌，103，pp.971-981.
- 4) 楡井久（1982）：Fore-arc Basinとしての関東構造盆地とyビーム地震帯，地団研専報，24.
- 5) 楡井久（2002）：有害地層と汚染地層の境界に関する諸問題，第1回人工地層と自然地層の境界＝人自不整合問題シンポジウム論文集，pp.1-19.
- 6) 寺田亜紀・竹内美緒ほか（2003）：大槌湾の海底堆積物中の砒素の存在形態と分布について，第11回砒素シンポジウム要旨．

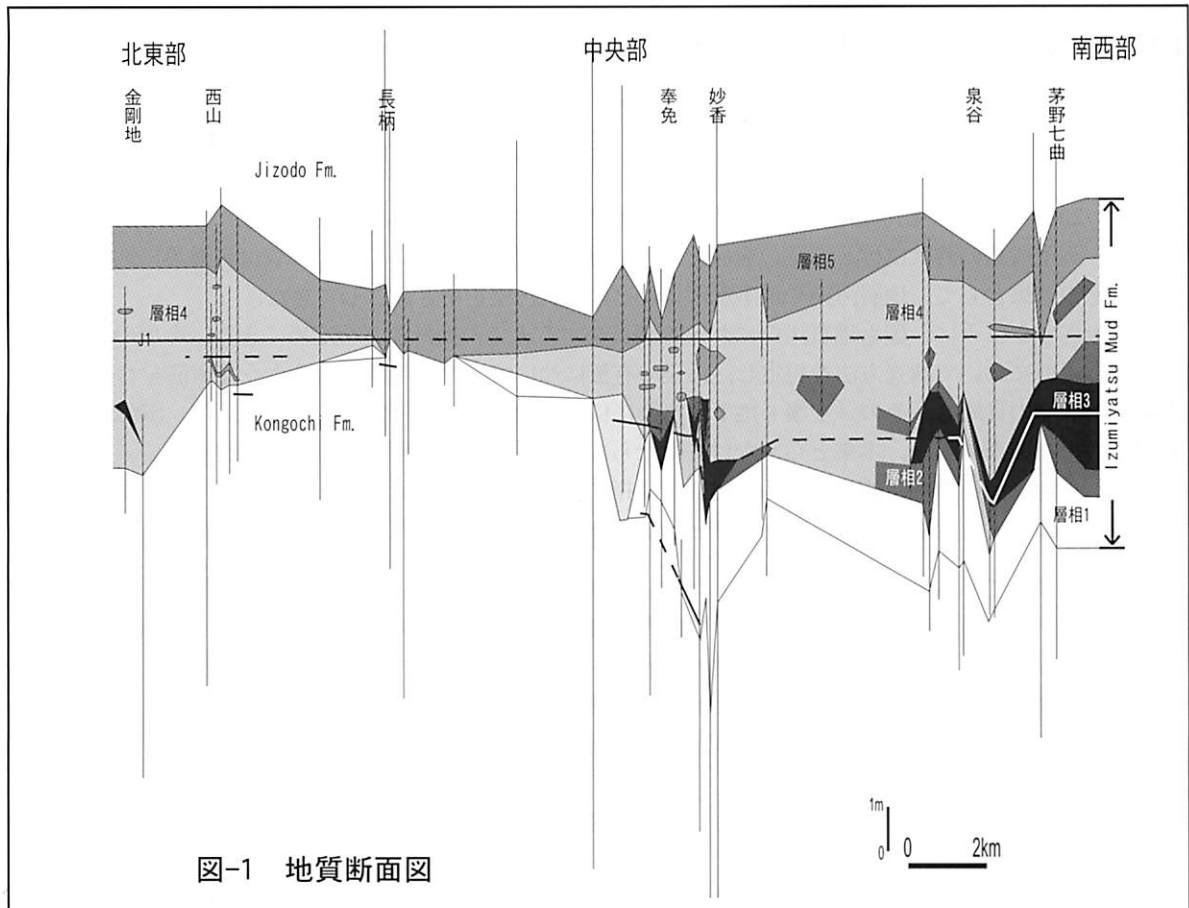


図-1 地質断面図

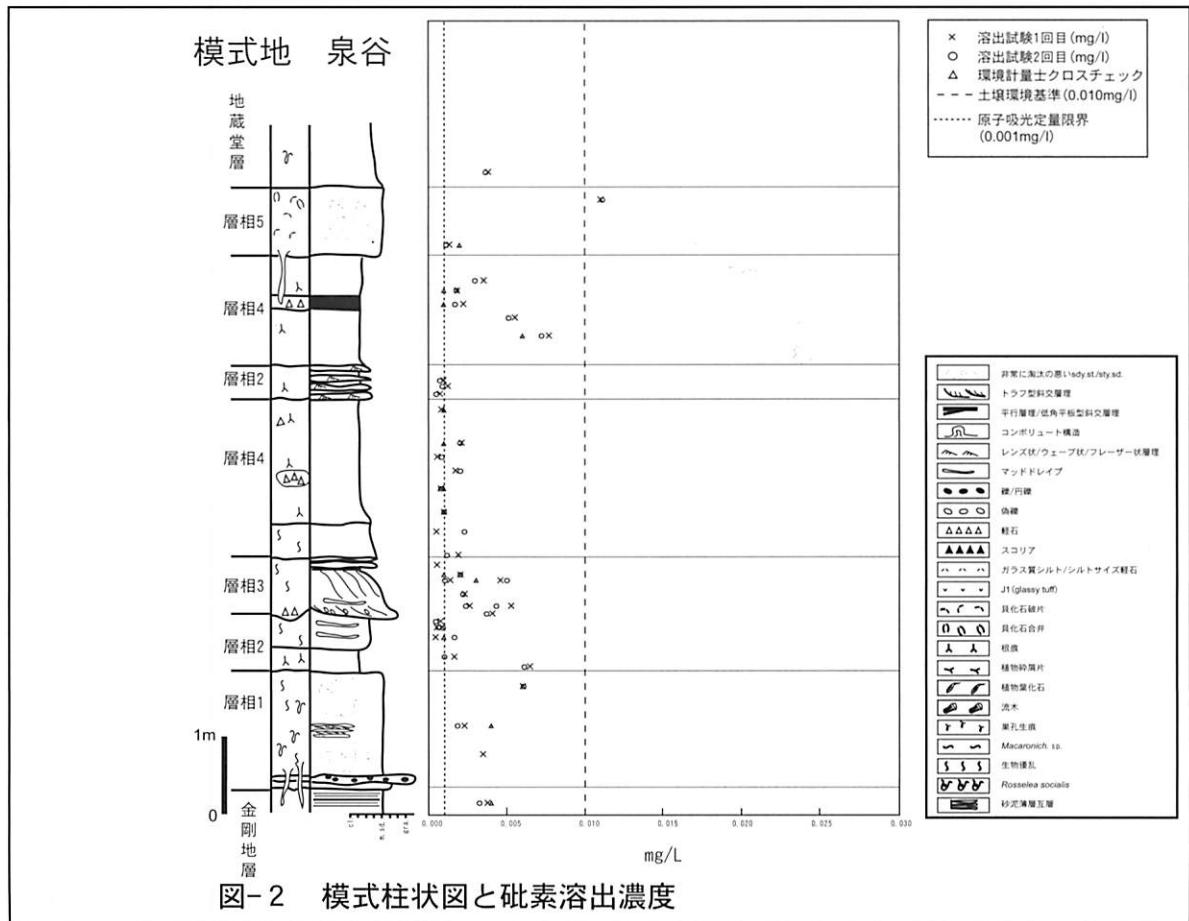


図-2 模式柱状図と砒素溶出濃度

## 2.1.3 東京低地における工場跡地の六価クロム地層汚染の研究

### — 理学診断確立の基礎研究 —

新見 知宏\*・楡井 久 (\*茨城大学大学院理工学研究科地球生命環境科学専攻)

はじめに 2003年より土壤汚染対策法が施行され、地質汚染に対してある程度法の規制がかけられていようとしている。高度成長の時代には、工業の発展を優先に行った結果、それらの有害物質は自然界に放出され続けてきた。その結果として、地層汚染や地下水汚染などの地質汚染を引き起こしてきた。

それに対応するように、国も地質汚染における調査をする上での指針などを定めてきた。今度の土壤汚染対策法の施行規則において調査方法を規定し、汚染の有無について一律に判断できるような道筋をつけた。

本論文の研究の目的は、その「土壤・地下水汚染に係わる調査・対策指針および運用基準」(環境庁, 1999)に基づく概大な調査結果と、本来とらえなければならない地質汚染機構解明調査との対比を行い、六価クロムを例にとり、地層汚染の理学的診断手法の確立を目指すための基礎的な研究をおこなう。なお、土壤・地下水汚染に係わる調査・対策指針および運用基準と土壤汚染対策法の調査基準は、ほぼ同じである。

六価クロムについて 本研究で研究対象とした六価クロムは原子名クロムの化合物を作る電子価のうち最も安定な電子価の一つで、六価クロム化合物としては表2-1に示すように無水クロム酸 ( $\text{CrO}_3$ )、重クロム酸カリウム、重クロム酸ナトリウム等が工業的に生産される六価クロム化合物である。強力な酸化剤として働くため金属の洗浄、表面処理、装置の防食等の表面処理、写真製版等にしばしば用いられている。

地質汚染において検討すべき六価クロムの汚染は、直接的には六価クロムを含む陰イオンによるものであり、次の場合が考えられる。

- ① 六価クロム化合物が元々地層中に存在し、その可溶性により溶出して六価クロムを含む陰イオンが生成される。
  - ② 三価クロム化合物がきわめて強い酸化環境のもとで六価クロムとなり陰イオンを生成する。
- いずれの場合も pH 条件によって、陰イオンの種類は変化する。

公的調査法による既存土壤汚染調査報告結果 本研究対象地は工場集約に伴い本工場を移転するに当たり、工場跡地を売却する上で地質・地下水汚染の有無を確認することになった。そこで民間地質調査会社が当時の東京都の指導基準(汚染土壌処理基準:平成6年12月:東京都環境局)に従い調査を行った(平成11年)。敷地約30,000 $\text{m}^2$ を1,000 $\text{m}^2$ 以下のブロックを任意に区分けし、AからDにブロック分けした。その各ブロックから無秩序に5地点選定し、それを混合して分析試料に供した(5地点混合法分析)。

5地点混合法分析の結果Cブロックで六価クロムが環境基準を超えて検出された。その結果を受け、Cブロックの5地点(C-1, C-2, C-3, C-4, C-5)でそれぞれ個別に溶出量試験を行い、どの地点で基準の値を超過するかを確認した。C-2, C-4, C-5の3地点で基準を超過した。C-5が8.76 $\text{mg/L}$ と局所的に高い値を示し、C-2, C-4についてはそれぞれ1.43 $\text{mg/L}$ と0.25 $\text{mg/L}$ という値を示す。

次の段階では表層調査で基準値を超える値を示したC-2, C-4, C-5の3地点でボーリング調査を行い、深度方向についての汚染の把握を見ることにした。指針等に従って深度は5mまでとし、試料は地表から0.5m, 1m, 2m, 3m, 4m, 5mの6深度において採取し、表層調査の0.15mと合わせて7深度の試料を分析した。C-5において0.5mと1mでそれぞれ19.8 $\text{mg/L}$ と12.8 $\text{mg/L}$ という値を示した。C-2, C-4はそれぞれ0.5mと1mにおいて0.03 $\text{mg/L}$ を示す(図1)。

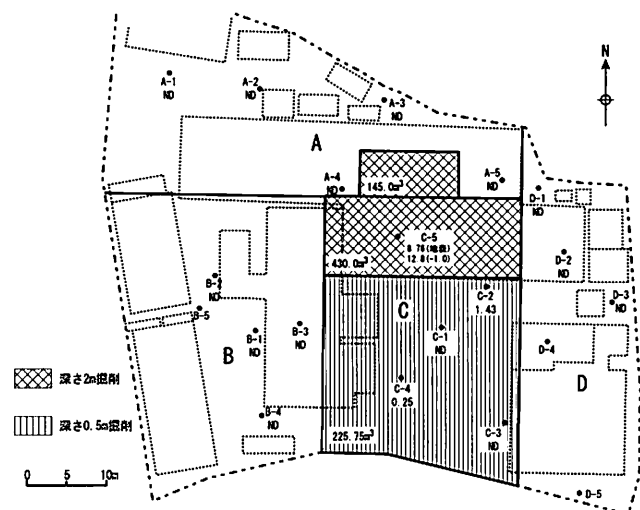


図1 公的調査法による土壤汚染調査汚染範囲位置図

**研究対象地域周辺の地質概要** 汚染機構解明調査を実施するに当たり、人自不整合（楡井・香村，1990）の把握を行うためにも、研究対象地の地質環境を把握する必要がある。そこで研究対象地周辺の地質概要を調査した。

研究対象地は東京の北東部に位置し、荒川下流の西側に位置している。研究対象地周辺は荒川や中川の低地部分から下町一帯を含む東京低地と呼ばれている。関東平野の低地を作る沖積層のうち東京低地の沖積層は、下位の七号地層と上位の有楽町層に分かれる（青木・柴崎，1966；清水ほか，1989 など）。七号地層の下位には、最終氷期の低海面期に形成された埋没谷が認められ、谷底にはBGと呼ばれる基底礫層が分布する（遠藤ほか，1983）。BGを基底とする七号地層は、この層の主体となる泥炭層を挟む有機質な砂泥互層が10～20m続いている。下流部では海成、上流部では汽水～淡水成の砂泥層を主体とする（遠藤ほか，1983）。一方有楽町層は、七号地層を削剥した埋没谷に堆積する砂礫層（HBG）を基底礫層として、縄文海進時の内湾堆積物（下部有楽町層）および三角州性堆積物（上部有楽町層）からなる。下部有楽町層は全体として軟弱な青灰色のシルト層からなり、上部や辺縁部には砂質の部分に伴っている。全体に海生の貝化石が多い。上部有楽町層は層厚が5～15mで有機質砂泥・砂・砂礫層などからなり、岩相変化が著しい（遠藤ほか，1983）。

研究対象地近傍の荒川西岸では上位から河川堆積物、有楽町層上部層、有楽町層下部層、有楽町層の基底礫層という構造を示す。

この地点の地層層序と地下地質が詳細に解明されている墨田区小村井の地層ボーリング孔（楡井，2002）との層序対比を行った。研究対象地は小村井から北西へ5km程度離れた地点である。

その結果、小村井では下位から有楽町層下部、有楽町層上部層、河川堆積物、そして人工地層の層序の存在が明らかになった。有楽町層下部は標高-20.5mから標高-15.1mには海成粘土層、標高-15.1mから標高-7.5mにはシルト層と粘土シルト層の互層が分布し、最上部に層厚約60cmの砂質シルト層が存在し、その上限を有楽町層下部と上部の境界としている。有楽町層上部は標高-7.54mから標高-3.7mにはシルト混じり砂層から砂層へと上方に粗粒化する地層である。標高-5.5mには牡蠣化石が存在する。

これらの情報を基に研究対象地における地質層序対比図より、断面では敷地中央部にかけて人工地層が深度2m程度まで及んでいる。人工地層は先に挙げたほか、レンガやコンクリート塊、深度が進むにつれて、茶褐色を主体とした粘性土層が存在する。一部の浅いボーリング孔において河川堆積物が削剥されずに残っている部分がある。また調査孔1付近も河川堆積物が残っている。その下位にはシルトを混じる砂層が見られ深度3～4m付近まで存在する。それ以降はシルトと粘土を主体とした地層が広がり、深度22m付近まで見られる。一部貝殻混じりの層も見られる。深度22m付近から下位は基底の礫層が広がる。一方B-B'断面ではA-A'断面と同様、上位から人工地層、シルト混じりの砂層、シルト主体層という状況には変わらないが、No.2からNo.4にかけてとNo.1付近、No.3付近において人工地層とシルト混じりの細砂の境界に河川堆積物と見られる砂層を挟む。B-B'断面においては深部ボーリングが1本しか断面内にとらえなかったため、有楽町層下部と基底礫層の境界は断面において一部のみとなる。

この結果から、海成層と汽水層の境界はNo.1付近において深度2.0mを示し、高まりを見せるが四方に徐々に深まり、敷地境界付近では深度4m前後を呈する。

**六価クロムの地層汚染機構** 本研究対象地における地層汚染機構を考察すると、次のように考えられる（図2）。

① 特に施設解体後の汚染状況や汚染の断面状況から、金属にメッキを施すためのメッキ槽があった部分の汚染濃度が高く、六価クロムの地層汚染はこのメッキ槽からの漏洩によるものと考えられる。現地調査でも、汚染確認の掘削過程においてメッキ槽の基礎として用いられていたと思われる柱状木材（長さ2m程度、太さ15cm程度）の近傍の試料が六価クロム濃度が高い部分が多く、メッキ槽の経年変化による老朽化に伴い浸潤した六価クロムを含むメッキ液が、この基礎部分を伝わって地層汚染を引き起こした可能性は高い。深度1m以深に見られる地層汚染はこの要因が引き起こしたものと考えられる。

② クロムメッキ工程で用いられていた半地下のピットなどからも漏洩した可能性は高い。

③ その他に廃液等を中和処理を行ったためか石灰を含む埋め土が散見されている。これらの部分でも局地的に六価クロムの高い部分を生じさせている原因となっている。

直接的には上記に示す様なクロムメッキ作業工程におけるメッキ槽などから、人工地層内に浸透したものが地層汚染を引き起こした原因と考えられる①や②の場合と、③に示すように、処理過程での不適切な扱い（廃棄

物埋設など)によって地層汚染が引き起こされる場合とが考えられ、それらによってもたらされた六価クロムなどが雨水等などにより運ばれ、人工地層内の埋め土を中心に汚染が見られる結果となる。ただし地下水面が人工地層よりも深い部分にあることと、人工地層下部が粘性土を中心に分布していることから、自然地層に対して汚染を拡散させなかったものと考えられる。

**結論** 本研究において「土壌・地下水汚染に係わる調査・対策指針および運用基準」の土壌汚染調査と「地質汚染機構解明調査」のそれぞれの調査結果とを比較すると、汚染地層の平面的広がりでは大きな違いが見られた。つまり、本研究では後者の調査手法によれば汚染面積が増大する。また、立体的にも一様な汚染状況ではなく、複雑な状況になっていることが把握できた。そして、汚染地層堆積も後者の調査手法は増大する。汚染地層の土量において約 1.5 倍の違いを生じた (図 3)。

汚染地において一般的に実施されていた土壌・地下水汚染に係わる調査・対策指針および運用基準に基づく土壌汚染状況を把握する調査は、汚染地層単元を正確に把握してないために、その段階だけで汚染状況を確定するのは、汚染地層の分布を見誤る原因の一つとなる。これらのことから、地質汚染機構解明調査が、より理学的診断の確立にとって欠かせないものであることが明らかとなった。

2003年2月15日に施行された土壌汚染対策法の規則において「土壌汚染対策法技術的事項」が提示された。そこでは基本的に 100m<sup>2</sup>につき 1 地点で試料を採取することになっているが、汚染状況調査では既存資料調査において汚染が、明確に把握できない場合には 900m<sup>2</sup>について 5 点混合法で汚染の有無を判断するよう規定され、汚染が見つければ 100m<sup>2</sup>につき 1 地点で個別に試料を分析するようになっている。表層の概況調査については、より細かく、状況を把握するようにはなっているが、重金属類の場合汚染状況調査は表層調査のみであり、地下水が汚染されていなければ、地下深部までの汚染状況を必ずしも把握する必要がないこととなっている。

また、この土壌汚染対策法によれば表層の汚染を把握していれば、地質汚染機構解明は浄化措置段階で良く汚染物質の直接接種の防止の観点から覆土や舗装などによって、表層部からの飛散がなければ汚染機構を解明する必要性はないということになる。

地質汚染が発覚されたら状況調査だけでなく、本研究で明らかにされたように汚染機構解明調査をしっかり行い、汚染がどのように引き起こされどのように広がっていくのかを把握しなければ、真の汚染状況把握とはいえない。そして、人の健康と地下水資源の保全には、本研究で明らかになった地層汚染単元を重視した調査手法は不可欠である。

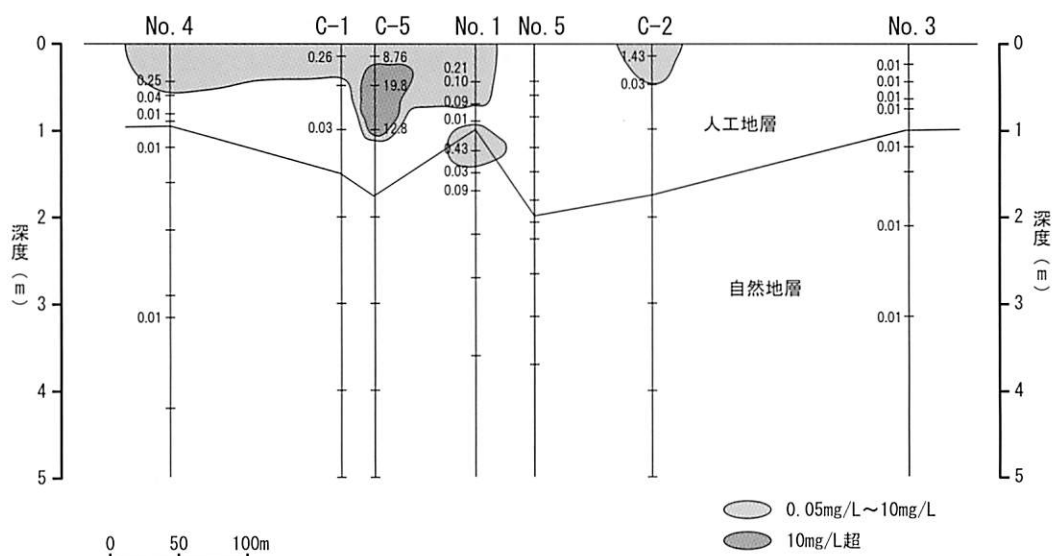


図 2 六価クロム地層汚染断面図

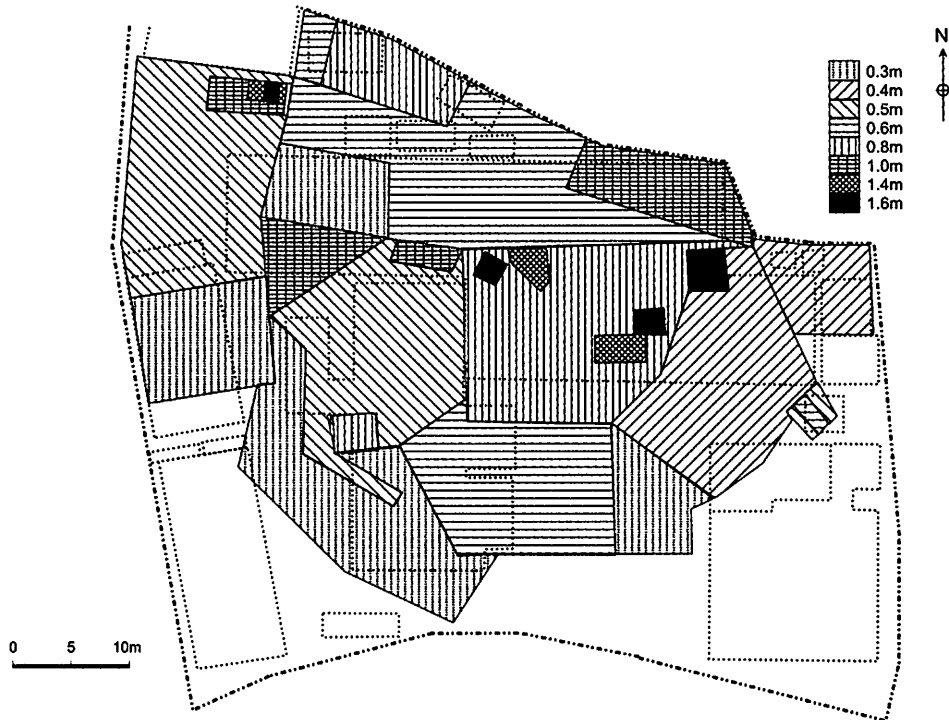


図3 調査深度概要図（最終的な汚染範囲）

#### 2.1.4 一般廃棄物最終処分場における廃棄物構成層と地質汚染について

大脇 正人\*・板津 透\*\*・吉田 剛\*・小原 崇嗣\*・篠原 誠\*・亀山 瞬\*\*\*・楡井 久

(\*茨城大学大学院理工学研究科地球生命環境科学専攻, \*\*同宇宙地球システム科学専攻, \*\*\*同理学部地球生命環境科学科)

はじめに 廃棄物は、人間活動の指標ともいべきものであり、文明の発達や人間活動の活発化に伴い多くなっていく傾向にある。平成9年度旧厚生省（現厚生労働省）の調査では、年間約5145万トンの一般廃棄物が家庭から排出され、事業所などの産業廃棄物に当たっては年間約4億トンの廃棄物が処理されている。（環境省報道発表資料，2002）。

その一方で、全体の最終処分場残余容量は一般廃棄物最終処分場で平成11年度末現在、残余容量1億6435万 $m^2$ であり、また残余年数12.3年である。一方、産業廃棄物最終処分場に至っては、2000年（平成12年）4月1日現在、残余容量が全国で約1億8394万 $m^2$ で、残余年数3.7年分である。さらに首都圏の産業廃棄物最終処分場の残余容量は約1727万 $m^2$ で、残余年数1.2年分と逼迫した状況にある（環境省報道発表資料，2002）。昭和時代に設置されてきた多くの廃棄物最終処分場が閉鎖される時期になってきており、その結果行政は、新たな処分地の確保のために奔走することになっている。

廃棄物場の地質環境学的研究では、廃棄物層層序の研究（Nirei et al.,1996）や廃棄物層中の地下空気濃度の調査（日暮，1996）などに限られ多くはない。また、実際稼働中の廃棄物最終処分場での有害重金属やトリクロロエチレンなどのいわゆる揮発性有機化合物（VOCs：Volatile Organic Compounds 以下VOCs）、PCBなどのダイオキシン類などの研究が限られた公的研究機関で行われてきただけである（国立環境研究所，1999）。しかし、人体に有害な物質を包含した廃棄物最終処分場の閉鎖後についての研究はほとんどされていなのが現状であって、今後廃棄物最終処分場の閉鎖後の維持管理が問題になるのは明らかである。廃棄物層と有害物質に関わる研究は、重要になることが確実である。

**研究対象地** 研究対象地の千倉町一般廃棄物最終処分場は、縄文海進時に形成された入江部の凹地を利用し、新第三系鮮新統の強固な砂泥互層上に立地している。その規模は、幅約20m、奥行き160m、標高差25mまで埋め立てられ、階段状に造成されている（図1）。この一般廃棄物最終処分場は、平成3年頃から平成7年にか

けて千倉町内にあるコンデンサーメーカーから排出された廃棄物がトリクロロエチレンに汚染されていたことを知らずに受け入れていた。平成10年に廃棄物最終処分場の閉鎖工事が行われた際に、その汚染物が処分場内に散在され、造成完了後1年が経過した頃からトリクロロエチレンの汚染が廃棄物最終処分場の排水から確認された。本研究では、地表付近で VOCs 汚染濃度が高かった3地区と4地区で研究を行った(図1)。

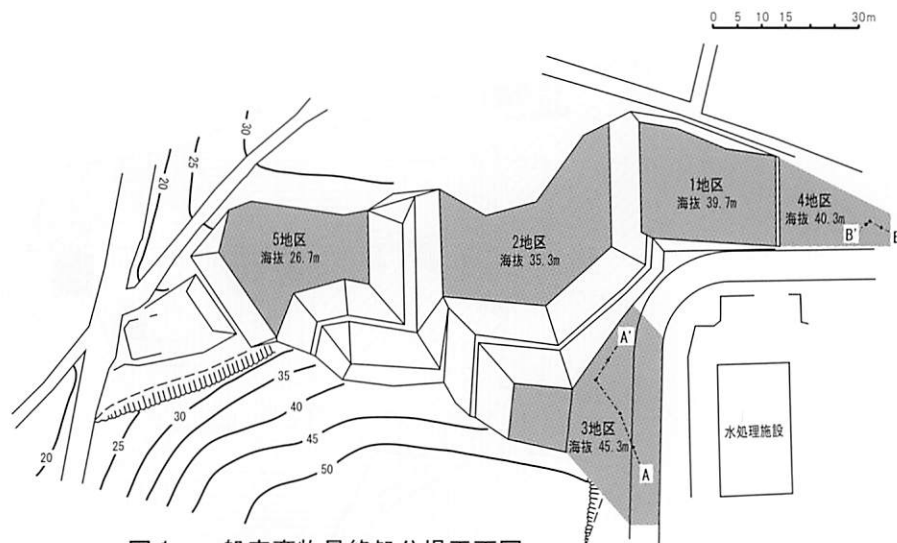


図1 一般廃棄物最終処分場平面図

**研究目的** 本研究で、閉鎖された廃棄物最終処分場内における VOCs による汚染源分散型の機構解明やそれに関する調査方法の開発をした。また、一般廃棄物最終処分場内の有害成分を含む物質の分布の把握として、廃棄物最終処分場で一般に知られている有害物質である鉛に注目して調査した。さらに、調査の過程で発見された VOCs を含む樹脂状の固体汚染物質について物質同定、VOCs 含有量の分析を行った。

**廃棄物層相記載** 3地区の調査では、3つの廃棄物層とそれぞれの境界に粘土・シルト層を挟んでいる。最上部には、表土・覆土層と表土・覆土層から廃棄物層に移る漸移層が存在する(図2)。廃棄物層の構成物は、主に廃プラスチック、ガラス、陶器、木片、レンガ、ビニルなどで、いわゆる建築廃材で構成されている。焼却灰は1本のボーリングコアで明確に確認されたが、他のボーリングコアからは若干焼却灰が見られるものの明確ではなかった。

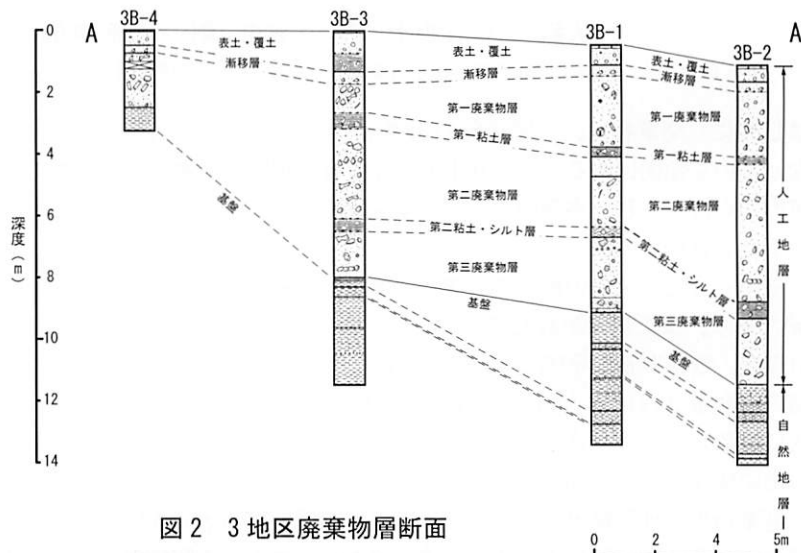


図2 3地区廃棄物層断面

4地区では2つの廃棄物層とその2つの層の間に15cm～20cmの層厚を示すコンクリート層が挟まる。また、3地区同様最上部には表土・覆土層と表土・覆土層から廃棄物層に移る漸移層が存在する(図3)。

4地区の廃棄物の構成物は、プラスチック、ビニル、ガラスなどで構成され、3地区で見られたような建築廃材と思われるものは見当たらず、3地区に比べると廃棄物の量は極端に少ない。コンクリートの礫層より深いところでは、主に細粒砂～中粒砂混じりのシルト～粘土層が基盤まで続き、湿潤状態である。

#### VOCs 汚染濃度調査

(1) VOCs汚染調査法 VOCs 汚染濃度調査は、地下埋設ガス管からの漏ガス調査の際に使用された棒突き表層汚染調査法で地下85cmの深度まで穿孔し、その孔の地下空気を吸引し、VOCs 濃度を検知管で測定する方法が行われてきた(鈴木ほか, 1990c)。この方法の特徴は、地下浸入箇所つまり地層汚染の始まりを把握する方



法として使用されてきた（鈴木ほか，1990）．しかし，廃棄物場のように人工地層単元が複雑な場所では汚染ポイントを把握できない可能性がある．このため本調査では新たな方法として簡易貫入試験機を利用し，人工地層中の鉛直汚染濃度を測定した．またボーリングマシンによる地層コアと簡易貫入試験機による採取試料の垂直汚染濃度のデータ検証も行った（図4）．

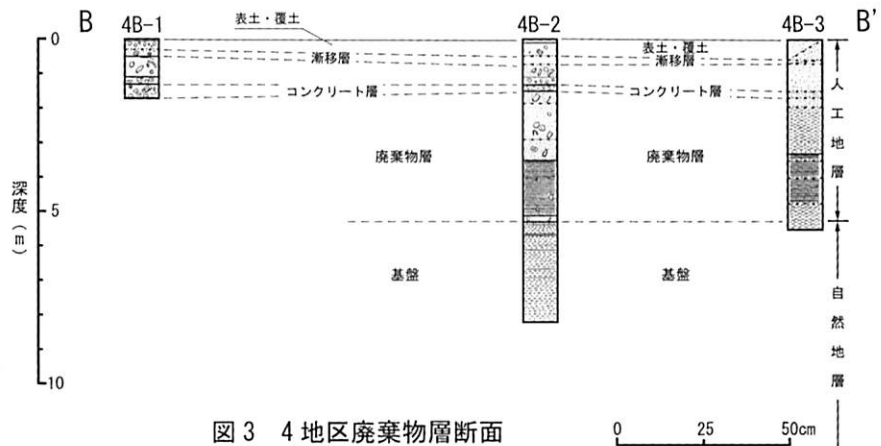


図3 4地区廃棄物層断面

(2) VOCs 汚染調査結果

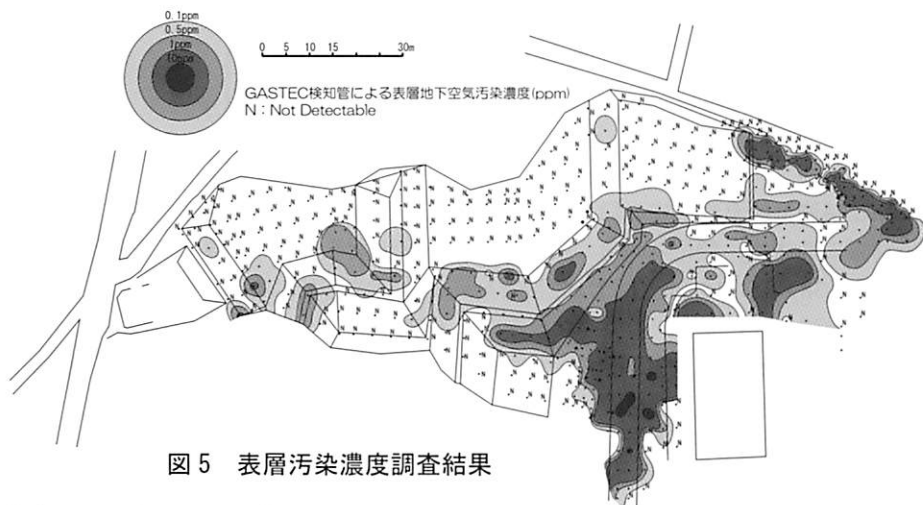
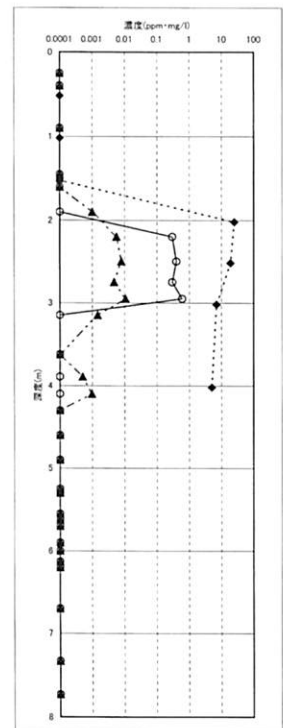


図5 表層汚染濃度調査結果

棒突表層汚染調査法の結果を図5に示す．この表層汚染調査結果では，造成時に汚染物質を押し広げた濃度の低い汚染が広がったことが確認できた．一方，図4に示すように鉛直方向の汚染濃度を見ると表層の汚染濃度と地下の汚染濃度には相違があり，廃棄物最終処分場のような物質移動の著しい場所では表層汚染調査だけでは汚染ポイントを把握する際に誤った判断をする可能性があることも明らかになった．

- ボーリングサンプル検知管濃度
- ▲ボーリングサンプルGC濃度
- ◆簡易貫入地下空気検知管濃度

図4 ボーリングコア VS 簡易鉛直汚染濃度結果



廃棄物層中の鉛含有量

(1) 鉛含有量分析方法 数カ所の地質コアボーリングを実施した．コアサンプルから試料を採取し，63～125 μm画分の粒子を対象とし，蛍光X線で分析した．蛍光X線は，OURSTEX製Type110，分析条件：40Kv-1mA，測定時間：600sec モノクロX線，励起源：空冷式Pdターゲット，検出器：SSD (silicon drift detector) -15℃で行った．また測定された鉛の存在形態を判断するため粉末X線回折で分析した．粉末X線回折は，島津製作所製XD-610，Cu-K α，30Kv-20mA，発散スリット：1°，空気散乱防止スリット：1°，検出スリット：0.3mmで行った．標準物質として（独）産業技術総合研究所作成の岩石標準試料（Jsd2, Jsd1, JSO-1）を使用した．

(2) 鉛含有量分析結果 図6に示すように鉛は深度が深いほど濃度が高くなっており，最高で5900mg/kg（環境省が定める要措置レベルの約40倍）ほどの鉛含有量を検出した．粉末X線回折による分析は，鉛を含む結晶物質は同定できなかった．本研究のこのような現象について，廃棄物最終処分場の最近の研究で浸出水中には不溶性形態のPb, As, Cu, Zn, Pが存在し，無視できないとされている（国立環境研究所，1999）．また，汚

染土のカラム実験からかなりの量の鉛が雨水とともに溶出して物質移動が生じている (Ha Ik Chung et al., 2002) という報告もあるが、どのような原因で濃集機構が生じるのか今後の研究が必要である。

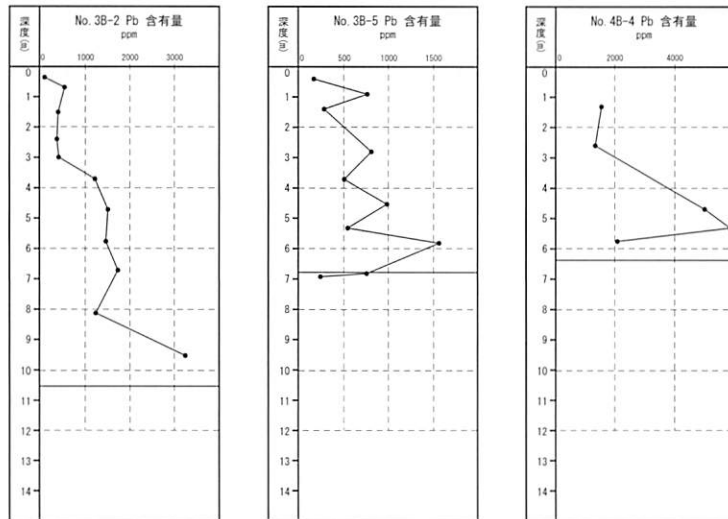


図6 鉛垂直含有量分布



図7 VOCs 固体汚染物質

#### VOCs 固体汚染物質

(1) VOCs 固体汚染物質の外観と特徴 廃棄物層中の鉛直汚染濃度調査によって、VOCs を含む固体汚染物質を発見した。VOCs 固体汚染物質の外観は、酸化鉄の薄い膜に覆われ、形状は不定形で一見すると礫のように見える。重さ：約8 kg、大きさ：約38×35×15 cm (図7) で接着剤のような異臭がする。メタノール、テトラクロロフラン、TCE、四塩化炭素、ジクロロメタンの主要な溶剤には不溶であった。

(2) VOCs 固体汚染物質の分析方法 物質構造の同定としてフーリエ変換型赤外分光分析 (FT-IR : Fourier transform-Infrared spectroscopy) を行い、示差熱重量同時測定分析 (TG-DTA : Thermogravimetry/Differential Thermal Analysis) によって純物質か混合物質の判断をした。また、走査電子顕微鏡エネルギー分散型X線分析 (Scanning electron microscopy-Energy dispersive X-ray spectroscopy) で物質組成の分析を行った。分析機器は FT-IR : 日本分光株式会社製 (FT-IR-610) , TG-DTA : 株式会社マックサイエンス製 (2000S) , SEM-EDS : 日本電子データム株式会社製 (JSM-5900LV) である。またこの固体汚染物質の VOCs 含有量と36時間の水との接触による VOCs の溶出量を測定した。

(3) VOCs 固体汚染物質の分析結果 FT-IR と TG-DTA からポリエチレンワックス-パラフィンワックス系のエマルジョンに近い物質であることが分かった。また、VOCs 固体汚染物質中の TCE の含有量は汚染物質の中心部で約70000 mg/kg、c-1, 2-DCE 含有量は 2000 mg/kg であった。さらに36時間の水との接触による VOCs の溶出量は、275.8 mg/l (試料20g) であった。

(4) VOCs 固体汚染物質による汚染形態 このような VOCs 固体汚染物質を含む廃棄物地層での汚染形態は非常に局所的で地層汚染濃度は低く、地下空気汚染濃度が高い。地下空気汚染は局所的に存在し、本研究地では3 m 四方の範囲に収まってしまう (図8)。また、この固体汚染物質が地下水と接触すると高濃度の汚染が溶出する。

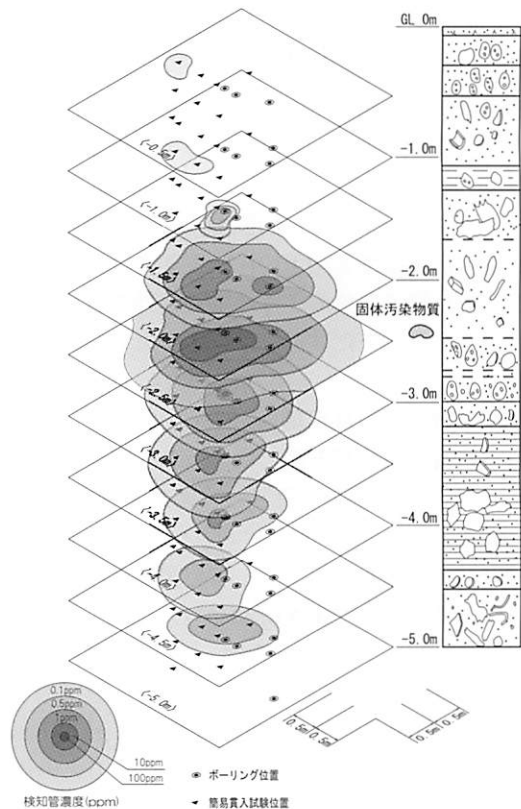


図8 VOCs固体汚染物質による地下空気汚染濃度分布

まとめ 廃棄物処分場のように物質移動の激しい場所での VOCs 汚染調査では 3 次元的に汚染を把握することが重要であり、特に人工地層での VOCs 汚染現場では、棒突表層汚染調査法（君津式表層汚染調査）は誤った判断をする可能性があることが分かった。本研究で発見された VOCs 固体汚染物質はポリエチレンワックス・パラフィンと似た構造を持つ混合物で高濃度のトリクロロエチレンを含み、溶出量も多い。このような汚染固体物質が地層中に存在している間は長期間汚染が持続する。また、VOCs 固体汚染源の汚染形態は、地層汚染濃度は低く、地下空気汚染濃度が高いことが特徴である。

今後の課題 VOCs 固体汚染物質を含むような汚染地での調査精度の向上と廃棄物層中の鉛の挙動についてさらなる調査研究が必要である。

## 文 献

環境省 報道発表資料（旧）厚生省生活衛生局（2002）：産業廃棄物の排出及び処理状況等（平成11年度実績）について。

環境省 報道発表資料（旧）厚生省生活衛生局（2002）：平成9年度の一般廃棄物の排出及び処理状況等について。国立環境研究所（1999）：国立環境研究所特別報告 廃棄物埋立処分に起因する有害物質暴露量の評価手法に関する研究，pp.20-35。

Ha Ik Chung, San Keun Kim, Yong Soo Lee (2002): Geoenvironmental Characteristics of excavated waste and sorted soil from illegal dumping landfill, 6<sup>th</sup> Inter. Symp. On Environmental Geotechnology and Global Sustainable Development, W. P. Hong (ED), Seoul, Korea, pp.713-719.

日暮 淳・楡井 久・酒井 豊・大郷 勲・村田順一（1996）：最終処分場周辺地域の地下空気汚染測定法について，第6回環境地質学シンポジウム論文集，pp.353-358。

Nirei H., H. Minato, Z. Zhong, A. Higure, Y. Hara. (1996): Stratigraphy of Waste Landfills and Zoning of Artificial minerals, 第6回環境地質学シンポジウム論文集，pp.367-370。

鈴木善計・佐藤賢司・楡井 久（1990）：君津市における有機塩素化合物による地層汚染・地下水汚染の処理対策，シンポジウム 地下水汚染・地層汚染とその対策 講演要旨集，pp.90-119。

鈴木善計・渡辺達男・村田順一・松延邦明・佐藤賢司・楡井 久（1991c）：地下空気汚染と君津式表層汚染調査法，第1回環境地質学シンポジウム論文集，pp.19-24。

### 2.1.5 最終処分場における廃棄物層序と微生物に関する研究

白石 真希\*・難波 謙二\*\*・楡井 久

(\*茨城大学理学部地球生命環境科学科，\*\*東京大学大学院農業生命科学研究科)

揮発性有機塩素化合物（以下 VOCs）による地質汚染が見つかった廃棄物処分場で、廃棄物層中の微生物の調査を行った。VOCs による地質汚染は、重金属汚染に次いで汚染事例が多く、なかでもトリクロロエチレン（以下 TCE）は最も広範囲にみられる汚染物質の一つである。

地質汚染の浄化法の一つにバイオレメディエーション技術があり、バイオレメディエーションは、微生物機能を活用して汚染した環境を修復する技術である。この技術は汚染物質を直接分解する方法であるため、処理に伴う二次的な廃棄物がないこと、処理に要するエネルギーが少ないことなどが期待される浄化法である。原位置で処理するバイオレメディエーションでは、汚染した地層・地下水に、無機栄養塩類、エネルギー源、電子受容体などを導入して、現場における微生物活性を高める方法であり、現場における浄化微生物の存在とその活性度が浄化を左右する。

TCE 汚染のバイオレメディエーションに、最もよく利用される微生物はメタン酸化細菌である。メタン酸化細菌がメタンを酸化するときに出す酵素，MMO (methane monooxygenase) が TCE も分解するため TCE 汚染の浄化に使われる。

自然地層あるいは人工地層においても、地表からの VOCs 汚染は、水文地質構造や表層汚染の濃度分布によって、ある程度動向を知ることができる。しかし、廃棄物処分場では、捨てられた廃棄物や焼却灰が層として水平方向に広がっていないことも多く、汚染の機構解明が難しくなる。汚染物も表層からの汚染ではなく、廃棄物中に存在したものが汚染源となることもあり、さらに、持ち込まれてから整地などによって拡散されている可能性がある。またその上に、別の廃棄物が重なれば、表層汚染の調査では汚染範囲を特定することは困

難になる。

バイオレメディエーションに利用可能な微生物の研究・開発は数多くあるが、地質層序を解明し、各層ごとに微生物分布を調べた研究は少なく、特に廃棄物層においては未解明である。

廃棄物層序ごとに微生物の分布を調査することで、最終処分場という環境のなかでどのような微生物がどこに生息しているのか解明し、浄化に役立てることを本研究の目的とした。

汚染の見つかった2箇所の地点で、約10 mのボーリングコアから試料採取し、VOCs濃度をPID-GC法、検知管で測定し、物理・化学的測定として、pH、電気伝導度(EC)、含水比、有機物量、メタンガス濃度、陰イオン、陽イオンを、微生物的測定としては、メタン酸化細菌数、従属栄養細菌数、全菌数の計数と、リン脂質態リン酸濃度の測定を行った。

今回の研究結果から以下のことが言える。

廃棄物層は狭い範囲でも場所によって構成物が大きく変化し、それに伴って化学的環境も多彩に変化するため、地質的・化学的要因と微生物活性の傾向を見つけることは困難であった。

本調査地の廃棄物層ではどの層にもメタン酸化細菌が存在し、その内の高い割合を示したのはsMMOを生産するメタン酸化細菌であった。

本調査地の銅の溶出濃度が低いため、ほとんどの層でsMMOメタン酸化細菌がsMMOを生産する範囲であった。

本調査地では従属栄養細菌とメタン酸化細菌の相関は、メタンガスとメタン酸化細菌の相関以上の高い正の相関を示した。

シルト層よりも砂層のほうがメタン酸化細菌数・従属栄養細菌数が多い傾向にある。

廃棄物層においては粒度だけではなく、含まれるシルト含有量、廃棄物量、地層粒子の固結度合いなども、メタン酸化細菌を含めた微生物の活性に影響していると考えられる。

## 2.1.6 北浦湖岸における地下水流動系と地質環境再生

鈴木 篤\*・藤崎 克博\*\*・楡井 久

(\*茨城大学大学院理工学研究科地球生命環境科学専攻, \*\*同理工学研究科宇宙地球システム科学専攻)

日本では戦後から高度経済成長期を経て様々な土木工事が行われてきた。その多くが経済効率ばかりを追求したものであり、後の環境まで視野にいれたものは非常に少なかった。これは、茨城を代表する霞ヶ浦水系で行われた工事についても同様だ。治水や利水を目的としたコンクリート護岸工事や利根川河口堰(常陸川水門)の建設など、いくつかの大規模な土木工事が行われた。その結果、霞ヶ浦水系の水環境は大きく変化してしまった。それに付随して、流域人口の増加と生活水準の向上ともなう排出量の増加からくる環境負荷量の増加が水環境諸問題を引き起こしてきた。現在、湖沼をめぐる環境対策はいくつもあり、試行錯誤的に実験・実施されてきた。しかしながら、その多くが効果的な成果を挙げることができないでいる。これはひとえに集水域単元での環境管理に基づいた対策が講じられていないことに要約される。湖沼を含め全ての内水面は地下水流動系で繋がっている。ならば、当然のことながらその流動系の把握こそが集水域環境管理に重要な指針となることは誰でもわかることだ。つまり、地質環境学的側面にたった集水域環境の把握こそが重要なのだ。

本研究では特に霞ヶ浦水系の北浦に注目し、地質環境学的観点から北浦の環境再生を検討し、今後の課題を示唆するに至った。一般的に、湖沼のような表面に水が現れている場所と地下水は区別して検討されがちである。しかし、水交換効率の遅い湖沼にとって地下水の及ぼす影響は決して少なくないはずであるという仮定に基づき本研究を進めた。その影響を検討するため、まず湖沼のバックグラウンドとなる地質構造を明らかにした。そして、次に北浦にかかる地下水のポテンシャルを調査した。地下水のポテンシャルを測るには揚水試験を用いるのが慣例である。しかし、より手軽にそのポテンシャルを知ることができる湧出試験については未だ理論のみで検討すらされていない。今回、この地下水のポテンシャルを計算するにあたり、ヤコブ・ローマンの標準曲線法および直線法によってそのポテンシャルを予測し、地下水の湖岸域における湧出量を算出した。また、その湧出量が湖岸環境の再生にどの程度寄与するものなのかといった点も検討した。

潮来市大生地区において計測された地下水の湧出量は井戸1本あたりおおよそ50m<sup>3</sup>/日の流出量が認められた。このことから、地下水を利用した湖岸再生は大きな可能性をもつことが示唆された。

上記のように湖沼に関する水環境問題を考える上で集水域単元での論理展開は非常に重要であるとともに、

その地域での地下水流動系はもとより地質環境学の把握が非常に重要なものであることが理解できる。

### 2.1.7 琵琶湖南湖における貝曳きによる沈水植物の除去が底生動物群集におよぼす影響に関する研究 —特にユスリカ群集について—

中里 亮治・土谷 卓\*・村松 充\* (\*茨城大学大学院理工学研究科地球生命環境科学専攻)

はじめに 琵琶湖、霞ヶ浦、諏訪湖など日本のさまざまな湖沼では、水がめ化や人為的富栄養化の影響により、沿岸水草帯が大幅に減少した。このような事態は自然保護の観点から問題視されており、霞ヶ浦（北浦）などでは自然再生事業による水草帯の再生が最近になって開始された。その一方で琵琶湖南湖では、1994年の濁水をきっかけとした沈水植物群落の大規模な拡大が報告された。このような沈水植物の増加は船舶の運行障害や湖岸への漂着・腐敗による悪臭などさまざまな問題を引き起こしている。滋賀県や周辺市町村では、各種の問題に対処するため刈り取りや貝曳きによる沈水植物の除去を行っているが、これによる生態系への影響は明らかにされていない。したがって本研究では、琵琶湖南湖で行われた貝曳きによる水草（沈水植物）の除去が、底質中および葉上のユスリカ動物群集の多様性や個体数密度にどのような影響をおよぼすかを明らかにすることを目的とした。

方法 ユスリカ類および沈水植物の調査は、貝類や貝曳きによる水草除去直前である5月13日-14日と水草除去後の5月22-23日、7月29日-30日、および10月23日-24日の計4回で行った。調査場所は琵琶湖南湖の堅田および北山田の2地区とし、それぞれの場所で水草除去区（D-1、D-2 および D-3 の3区画）と無処理区（C-1、C-2 および C-3 の3区画）を設けた。オオユスリカを中心とする大型の底生ユスリカ幼虫はエクマンバージ採泥器（15cm×15cm；n=5）を、また小型の底生ユスリカの採集にはコアサンプラー（長さ約30cm、直径5.4cmのアクリル管；n=3）を用いて採集した。また、水草付着性ユスリカ類の採集には「かぶせ法」を用いた。なお、本調査期間中に採取された水草はホザキノフサモ、オオカナダモ、センニンモ、クロモ、ササバモ、マツモおよびコウガイモの7種であったが、調査期間を通じて優占種となった前3種のみを水草付着性ユスリカの分別・計数作業の対象とした。各処理区におけるユスリカ群集の類似度指数（重複度指数）および多様度指数の計算には森下のC<sub>s</sub>およびShannon-WienerのH'の式を用いた。

結果 調査期間を通じて、堅田（底質：貝殻を含む砂）および北山田（底質：軟泥）から合計28分類群のユスリカ幼虫が採集された。また、堅田地区の水草上（ホザキノフサモ、オオカナダモおよびセンニンモ）からは8分類群の幼虫が採集された。これらの結果、5種のユスリカ幼虫が底質と水草上で共通して採取された。本研究ではエクマンバージまたはコアサンプラーによって採集されたユスリカ幼虫のなかで、これらの種と*Tanytarsus* sp. および*Dicrotendipes* sp. をのぞいた15分類群を底生性のユスリカ幼虫として扱った。また、エクマンバージ採泥器で採集されたユスリカ幼虫は、大型の底生ユスリカであるオオユスリカおよびアカムシユスリカと、*Polypedilum* sp. や*Microchironomus* sp. をはじめとするその他の小型の底生ユスリカ類とに区別した。堅田地区における水草処理区内ではオオユスリカ幼虫はほとんど採集されなかったが、北山田地区では大型のユスリカであるオオユスリカが5月と7月に、またアカムシユスリカが10月に数多く採集され、それらの個体数はいずれの区画においても小型の底生ユスリカとほぼ同等かそれ以上となった。サンプリングの時期による密度の違いはみられたが、堅田地区および山田地区のいずれにおいても、ほとんどの場合、水草処理区と無処理区との間で、大型・小型の底生ユスリカ幼虫ともにそれらの個体数密度の平均値に有意差はみられなかった。唯一、7月29日の堅田地区における小型底生ユスリカ幼虫の場合に、水草処理区の幼虫個体数の平均値が無処理区のそれよりも有意に高いという結果が得られた（データをLn(n+1)変換後、ANOVA、 $p < 0.05$ ）。

エクマンバージによる採集結果に基づいて、類似度指数および多様度指数を計算した。その結果、類似度指数（重複度指数）では、いずれの地区でも水草を除去する前は非常に高い値を示した。水草除去直後では、それぞれの地区で、0.97と0.86と若干下がる傾向がみられた。また水草を除去する前と後での多様度指数は、いずれの地区においても、水草処理区および無処理区内で、値に大きな差はみられなかった。

コアサンプルで採集されたユスリカ幼虫は大型の底生ユスリカと、小型のユスリカ類とに区別しなかった。サンプリングの時期による密度の違いはほとんどみられなかったが、エクマンサンプルと同様に、唯一、7月29日の堅田地区の水草処理区で幼虫密度が有意に高かった（データをLn(n+1)変換後、ANOVA、 $p < 0.05$ ）。

水草付着性ユスリカ幼虫のサンプル処理は堅田地区についてのみ行った。5月13日の除去区（予定地）と無処理区、および7月29日の除去区と無処理区における水草乾燥重量あたりの幼虫個体数は、それぞれ除去区と無処理区間でほぼ同じであり、統計的な有意差はなかった（paired t-test,  $p > 0.05$ ）。

**考 察** 本研究の目的である、貝曳きによる沈水植物の除去がユスリカ群集の個体数と多様性におよぼす影響と効果について、水草除去効果がみられた堅田地区の結果に限定して考察した。底生ユスリカにとっての沈水植物の大幅な減少という環境の変化は、多様度指数や重複度指数の値から判断される種組成には影響せず、その個体数のみを増加させた。本研究の結果のみではデータが十分でないため明確に説明できないが、この増加の理由には、餌資源が増加したこと、水草という障害物の不在によってスムーズな分散が可能になったこと、または酸素条件が緩和されたことなどが影響している可能性がある。

沈水植物の除去効果が比較可能であった7月29日の結果を見る限り、除去区と無処理区間で水草乾燥重量あたりの付着性幼虫個体数に有意な差がなかった。したがって、貝曳き作業による沈水植物の大幅な減少は、その場に生息する単位乾燥重量あたりの付着性ユスリカ幼虫密度に影響を及ぼさないことが推測された。このことは、水草が除去されれば、その場に付着していたユスリカ幼虫もそのまま除去されてしまうことを意味する。堅田地区における水草の調査結果によれば、貝曳き作業後の5月30日、7月29日および10月22日の除去区における水草現存量は、無処理区における現存量のそれぞれ6.8%、18.4%および12.0%であった。したがって、葉上のユスリカ現存量もそれぞれ同じ割合まで減少した計算になる。結果として、貝曳き作業による沈水植物の除去は、水草上を生息場としているユスリカ幼虫全体の現存量を減らすだけでなく、これを主要な食物源としている魚類や水生昆虫の動態にも何らかの影響を及ぼす可能性がある。

## 2.1.8 珪藻群集に基づく北浦の現行堆積過程の解析

納谷 友規\*・谷村 好洋\*\*・中里 亮治・天野 一男\*\*\*

(\*茨城大学大学院理工学研究科宇宙地球システム科学専攻, \*\*国立科学博物館, \*\*\*茨城大学理学部)

はじめに 富栄養化の進んでいる湖沼は水深が浅いのが一般的である。一方、水深の浅い湖沼では波浪のエネルギーが直接湖底に働き、湖底堆積物が巻き上げられることが知られている。近年、湖沼堆積物中に残された珪藻化石群集を用いて、古環境の変化を復元する研究がさかんに行われている。一方、湖沼の富栄養化問題に対しても珪藻化石群集の層序学的変化からその富栄養化過程を明らかにし、現在の富栄養化の状態を過去と比較して評価することが期待されている。浅い富栄養湖で珪藻化石を用いた古環境の復元を行う場合、上記のように湖底堆積物の巻き上げが予想されており、珪藻化石群集から得られる情報を評価する際、珪藻殻がどのような過程を経て堆積しているかを知ることが重要となる。

本研究では、浅い富栄養湖である北浦（最大水深7m、平均水深4.5m）において、珪藻殻の堆積過程を解明することを目的として、セジメントトラップを設置し、堆積物および珪藻殻堆積量フラックスの季節変化を検討した。

**研究手法** セジメントトラップは北浦の湖心付近（N36° 00' 45", E140° 34' 08", 水深6.5m）に湖底から1.5mの位置に設置した。設置期間は2001年7月から2002年7月で、1～2週間の間隔で沈降物の回収を行った。回収した試料の一部はあらかじめ熱処理したガラス繊維濾紙（WHATMAN GF/C）で濾過し、沈降量の定量を行った。また、同時に湖水と表層堆積物を採取し、セジメントトラップ試料とともにクロロフィル-*a*量の測定を行った。セジメントトラップ試料の一部はグルタルアルデヒドで固定した後、メンブランフィルター（MILLIPORE社製 タイプHA 孔径0.45μm）で濾過し、そのフィルターをイメージンオイルでスライドガラスに貼り付けて珪藻の定量用スライドとした。なお珪藻の計測は、原形質を内包しているものとそうでないものを区別して行った。

**結果と考察** 珪藻殻の総堆積量は  $3.87 \times 10^9$  valves であった。そのうち原形質が残っていない珪藻殻堆積量は  $1.21 \times 10^9$  valves、原形質が残っている珪藻殻堆積量は  $2.67 \times 10^9$  valves であった。原形質が残っている殻と原形質が残っていない殻の堆積量フラックスの季節変化には相違がみられる。また、原形質を含まない珪藻殻には季節による群集組成の差がほとんどなく、堆積量のみが変化しているのに対し、原形質が残っている珪藻殻に

は季節による群集組成に変化が認められた。

1年間の総堆積量は $2.12(\text{g}/\text{cm}^2)$ であった。福島ほか(1986)に基づいて算出した湖底堆積物からの再堆積量は $1.72\text{g}/\text{cm}^2$ であり、再堆積が起こっていることを示している。再堆積量フラックスは2001年11月後半～2002年3月前半を除く期間で多く、2001年9月前半と2002年4月後半にそれぞれピークを示す。

再堆積量フラックスの変化は、風の強さの変化と良く一致しており、原形質が残っていない珪藻殻の堆積量フラックスの変化トレンドとも一致する。2001年11月後半～2002年3月前半に風が強いにも関わらず再堆積量が少ないのは、この季節の風向きが他の季節と異なることが原因であると考えられる。

原形質が残っている珪藻群集に季節変化が認められるのに対し、原形質が残っていない珪藻の群集組成が変化しないのは、後者が堆積物中の遺骸群集に由来することを示唆している。

## 2.1.9 北浦沿岸域における餌生物群集の動態とハゼ科魚類の餌選択性

櫻井 秀明\*・中里 亮治 (\*茨城大学大学院理工学研究科地球生命環境科学専攻)

湖沼生態系において栄養段階の高次に位置する魚類のような捕食者は、捕食という直接的な作用を介して餌となる低次の生物群集の個体数密度、現存量およびサイズ組成等に影響を与えることから、それらの採餌習性と餌生物との相互関係を把握することは湖沼における生態系を理解する上で欠くことのできない要素の一つとして広く認識されている。

関東平野東部に位置する茨城県北浦は、西浦および外浪逆浦と合わせて霞ヶ浦と称され、古くからワカサギ、シラウオ、テナガエビ、ハゼ科魚類などを対象とした漁業が盛んである。特にハゼ科魚類に代表される底生魚は、資源量から判断して湖内における魚類群集の中心的な存在であり、これらの摂食活動と重要な餌資源たるイサザアミやユスリカ科の幼虫といった生物群集の動態は密接に関係していると考えられる。本研究では北浦沿岸域におけるハゼ科魚類の餌選択性と餌生物群集の相互関係を把握することを目的とした野外調査および室内実験を行った。

北浦沿岸域の互いに底質の異なる2定点(鹿嶋市爪木地区: St.1, 潮来市水原地区: St.2)において餌生物を空間別に採集した。餌生物の空間分布は、種によって大きく異なっていた。動物プランクトンでは、ケンミジンコ類、オナガミジンコなどは特徴的な分布をしていなかったが、イサザアミは堆積物の直上に個体数および現存量のほぼ100%が集中していた。底生動物では、ヨコエビ類は堆積物の表面に集中的に分布し、ユスリカ幼虫および貧毛類は、堆積物中に潜掘する個体が見られた。特に、ユスリカ幼虫は、堆積物中において明瞭な分布パターンを示した。すなわち、小型個体は堆積物の表層に分布し、大型の個体はそれより深い深度で採集され、同種であっても成長段階によって分布を異にしていた。

ユスリカ幼虫およびイサザアミを用いた室内実験において、ヌマチチブは、餌が高密度に存在する条件下ではいずれの餌種においても、より大型の個体を選択的に捕食した。しかし、低密度条件下では餌種によって選択性が異なっていた。すなわち、捕食回避行動のないユスリカ幼虫の場合、密度の変化に応じて小型幼虫の捕食割合が高くなったが、イサザアミの場合、小型個体の高い捕食回避能力によって、依然として大型の個体が選択的に捕食されていた。これらのことから、餌生物のサイズおよび密度に加えて、それらの行動特性もまたハゼ科魚類の餌選択性に影響を与えたと考えられた。

餌生物と同時に採集した小型魚類の中でも、ハゼ科魚類は個体数的、現存量的に優占していた。特に、ヌマチチブ、アシシロハゼおよびウキゴリの3種が多く採集され、これらの個体数は最大で魚類全体の90%以上を占めた。

ハゼ科魚類の胃内容物は、堆積物直上および堆積物中に特有な種によって特徴付けられ、これらは堆積物の表面付近を採餌場として集中的に利用していることが確認された。ハゼ科魚類の底生動物およびイサザアミに対する餌選択指数を算出したところ、堆積物直上に集中的に分布するイサザアミは、環境中に比較的豊富であった時期には強い選択的捕食を受けていたが、これは、底生魚であるハゼ科魚類と堆積物直上に集中的に分布するイサザアミの空間分布のオーバーラップに起因すると考えられた。ヨコエビ類も堆積物表層に集中的に分布していたことから、これらが高密度で存在したSt.1では、堆積物中に潜掘するユスリカ幼虫および貧毛類と比較して選択的に捕食されていた。ヨコエビ類が採集されなかったSt.2においては、ユスリカ幼虫、特に堆積物中に潜掘し、利用可能性が低いと考えられたオオユスリカ幼虫がイサザアミとともに選択的に捕食され

ており、これにはオオユスリカ幼虫の餌摂食習性が関わっていると推察された。

ハゼ科魚類は、餌生物を種選択的に捕食するだけでなく、サイズ選択的にも捕食していた。イサザアミの場合、大型の個体あるいはふ化後間もなく捕食回避能力の低い個体が選択的に捕食されており、ヨコエビ類は、堆積物表層に高密度に分布することによって大型のサイズが選択的に捕食されていた。ユスリカ幼虫では、St.2において高い頻度で捕食されていたオオユスリカ幼虫は、St.1においても他のユスリカ種と比較して選択的に捕食されており、アシマダラユスリカ属および大型のオオミドリユスリカ幼虫は堆積物中への潜掘行動によりハゼ科魚類による捕食を回避していたため、環境中と比較して小型の幼虫が選択的に捕食されていた。

採集を行った期間中、特に6月から7月にかけては両採集地点ともハゼ科魚類の個体数密度および現存量が高いことから、この時期にハゼ科魚類によって種およびサイズ選択的に捕食されるイサザアミ個体群は個体数密度低下、小型化といった影響を受けると考えられた。一方、同時期にSt.1においてオオミドリユスリカおよびアシマダラユスリカ属幼虫は湖心部のユスリカ種をも凌ぐ高い現存量を誇っていたが、これらが堆積物中に潜掘することにより捕食を回避していることがこの原因の一つであると考えられた。

以上のことから、北浦沿岸域において、ハゼ科魚類は餌生物を種およびサイズ選択的に捕食していることが明らかになり、その餌選択過程には、餌生物の密度、サイズ組成といった要因に加えて、それらの種および成長段階によって異なる空間分布、餌摂食習性、瞬間的な捕食回避といった多様な行動特性が大きな影響を与えていると結論付けられた。

## 2.1.10 富栄養湖の水草帯における付着性ユスリカ群集の多様性維持機構に関する基礎研究

佐治 あずみ\*・中里 亮治 (\*茨城大学大学院理工学研究科地球生命環境科学専攻)

古来、日本の湖沼沿岸域には多くの水生植物が繁茂しており、それらの水草帯は魚類および昆虫類が産卵し成長する場所、および野鳥が休息や営巣を行う場所、また、ワムシやミジンコなどの微小生物群集にとっても、重要な生息域となっており、非常に多様な生物群集が生息していた。さらに、水草帯は生物の生息域として重要なだけでなく、陸域からの汚濁物質の流入を阻止し、水中の水草表面に付着する生物群集の働きを通して、有機物の分解や栄養塩の吸収を行うなど、湖水の浄化にも寄与している。

近年、上記のような水草帯の重要性が見直され始め、行政や市民団体では、失われつつある水草帯を取り戻そうと、現存する水草帯を保護することはもちろん、さらには復元への活動が盛んに行われるようになってきた。

そのような水草帯の保護および復元を行うことの意義の一つとして、水草帯の特性である高い多様性の創出が挙げられる。そして、その「多様性」を確立するためには、その水草帯が持つ多様性維持機構の理解が不可欠であり、水草帯の多様性維持機構を解明するには、その植生のみならず、水草帯を生息域とする生物群集の生態を詳しく調査することが必要とされる。

そこで、本研究では水草帯の多様性維持機構解明の一端として、湖沼水草帯においてしばしば優占種となる水草付着性ユスリカ幼虫群集を対象とし、その種組成・個体数密度・現存量などの季節変動を調査し、その動態に影響を及ぼす要因を明らかにすることを目的とした。

本研究では調査地として、長野県諏訪湖において抽水（ヨシ、マコモ）・浮葉（アサザ）・沈水植物（ササバモ、ヒロノエビモ）帯の計5ヶ所の水草帯を、茨城県北浦においては2ヶ所のヨシ帯を選択し、各地点より水生植物を採集し、その水生植物表面上に付着しているユスリカ幼虫の動態を調査した。

諏訪湖においては、抽水植物帯、浮葉植物帯および沈水植物帯で、環境要因の指標とした溶存酸素量、水草付着 Chl-*a* 量および水草付着セストン量の値または季節変動が、それぞれの水草帯で異なることが確認された。なかでも、溶存酸素量の値および季節変動の差は、大きいものであった。抽水植物帯における溶存酸素量は、5月に激減し、夏期は1mg l<sup>-1</sup>以下の値を示した。浮葉植物帯の溶存酸素量も、5月に減少するが、夏期においても抽水植物帯のように1mg l<sup>-1</sup>以下の値は示さなかった。そして、沈水植物帯における溶存酸素量は、常に5mg l<sup>-1</sup>以上の値を維持し続けた。

諏訪湖抽水植物帯においてこのような夏期の溶存酸素量低下が起こる理由としては、夏期における水草帯の発達に伴って水面上へ上部の葉が張り出し、水草自身の遮光現象が起こるため、付着藻類量の低下さらに光合成量の低下が起こったことが原因の一つと考えられた。それに加えて、多くの水草帯が存在することにより、



波の影響がなくなり、湖水が停滞しやすくなり、酸素の供給が減少したことも考えられ、特に抽水植物帯は水草帯の最も奥に位置するためその影響が顕著であったと考えられた。

一方、北浦の2つのヨシ帯においては、地点間で環境要因に大きな差は見られなかった。また、両地点とも溶存酸素量は常に  $3 \text{ mg l}^{-1}$  以上の値を示し、諏訪湖ヨシ帯のように低い値を示さなかった。これは、北浦ヨシ帯は諏訪湖ヨシ帯と比較して規模が小さいため、奥行きが狭く、また他の水草帯がなく単独で存在するため、湖水の停滞や光量の減少が起こりにくいことによると推察された。

諏訪湖における水草上のユスリカ幼虫種組成の傾向は、各水草上で異なった。夏期において、 $1 \text{ mg l}^{-1}$ 以下の値を示し続けた抽水植物帯では、夏期には貧酸素耐性をもつユスリカ亜科が優占し、それ以外はエリユスリカ亜科が優占した。一方、夏期においても抽水植物帯ほど低い溶存酸素量の値を示さなかった浮葉および沈水植物帯では、調査期間中エリユスリカ亜科が優占し続けた。

これは、ユスリカ種によって適した環境が異なることを示し、貧酸素耐性をもたないエリユスリカ亜科にとって、沈水植物は重要な生息場となることが示された。

しかし、北浦のヨシ帯においては、溶存酸素量が低い値を示さないにもかかわらず、諏訪湖ヨシ帯と同様なユスリカ組成の傾向が見られた。この理由は明確には分からなかったが、このことより、ユスリカ幼虫組成が影響を受ける要因は1つではなく、様々な要因が絡んでいることが示唆された。

以上のことより、同じ湖であっても、水草種の異なる水草帯によって環境が異なり、またその環境に適したユスリカが出現してくることにより、多様性が高くなることが示唆された。よって、本研究において、生物多様性維持と言う観点から水草帯の重要性が示唆された。

### 2.1.11 ヨシ群落周辺におけるユスリカ幼虫の水平分布

土谷 卓\*・中里 亮治 (\*茨城大学大学院理工学研究科地球生命環境科学専攻)

はじめに 湖沼沿岸帯は本来、地形的不均一性や水生植物群落の存在などにより、生物多様性を維持する上で非常に大きな役割を担うが、これまでのコンクリート垂直護岸工事によって著しく均一化されている。近年、環境保全の観点から多自然型工法による護岸工事が本格化した。これにより沿岸帯における堆積環境および底生生物群集の調査・研究の必要性が増している。そこで本研究は、湖沼の代表的な底生動物で、種多様性に富むユスリカ幼虫に着目し、沿岸植生帯における水平分布と堆積環境との関係を明らかにすることを目的とした。

方法 調査地は、茨城県北浦の爪木地区のヨシ群落の周辺とした。ここでは、ヨシ群落の存在しないコンクリート護岸帯、消波堤がないヨシ群落および波浪対策のため沖側に消波堤が設置されたヨシ群落などがみられた。

湖岸線に沿った約1kmのラインを引き、底生動物調査用(100m間隔)と堆積物調査用(20m間隔)の各試料をコアサンプラー( $\phi 5.5 \text{ cm}$ )で採取した。採取はコンクリート護岸およびヨシ群落の前縁1m以内で行った。ヨシ群落の前縁では、草丈・茎密度および茎直径の測定した。また、消波堤がある群落とそうでない群落の前縁から沖まで100mのラインを引き、堆積物の採取と環境要因(水深、水温、溶存酸素量)の測定を行った。堆積物は、底生動物調査用(40m間隔)と堆積物調査用(20m間隔)の各試料を同様に採取した。

試料の処理方法は以下のとおりである。底生動物調査用試料は、飽和食塩水を加えて砂などを分離し、その上澄みを $40 \mu \text{ m}$ メッシュで集め、10%中性ホルマリンで固定した。この試料から実体顕微鏡下で分別した後、ユスリカ幼虫は、プレパラートを作成し位相差顕微鏡下で属レベルまでの同定と体長の計測を行った。また、体長-体重関係式を用いて現存量を算出した。堆積物調査用試料は、湿式のふるい分け法による粒度分析( $-2 \sim 4 \phi$ )と、含水率・強熱減量測定を行った。

結果および考察 湖岸線に沿った水深はコンクリート護岸で深く( $0.9 \pm 0.2 \text{ m}$ :平均±標準偏差)、ヨシ群落で浅い( $0.4 \pm 0.3 \text{ m}$ )傾向がみられた。また、群落の沖側100mの水深は約2mであった。コンクリート護岸の堆積物は平均粒径値( $\phi$ )で $1.2 \pm 1.8 \phi$ となり、基本的には砂質であったが、消波堤がない群落に近づくにつれ、レキを含んだ(平均粒径の最大値で $-2.4 \phi$ )。消波堤がない群落の平均粒径値は、岸際で $-0.4 \pm 1.7 \phi$ となり、沖に向かって $1.4 \sim 2.3 \phi$ と大きくなった。消波堤がある群落の平均粒径値は、群落際で $1.3 \pm 1.5 \phi$ と

なり、消波堤の岸側で2.6φの値をとってから沖に向かって2.1~2.3φと大きくなった。

2002年4月17・19日の調査では、10分類群のユスリカ幼虫が採集された。ユスリカの幼虫密度は最大で6,035 ind m<sup>-2</sup>、現存量は5.08 g DW m<sup>-2</sup>であった。それぞれの分類群の幼虫密度について中央粒径値、強熱減量、含水率および水深を用いて重回帰分析を行ったところ、

*Cladotanytarus atridorsum* ( $p < 0.0001$ ) は中央粒径値と強い負の相関がみられた(細粒砂を好む)。オオユスリカ ( $p = 0.02$ )、*Stictochironomus* sp. ( $p = 0.03$ )、および*Polypedirum* spp. ( $p = 0.06$ )でも平均粒径値と負の相関がみられた。一方で、*Lipiniella goryoensis* は、水深と強い正の相関 ( $p = 0.0002$ ) がみられた(水深2 m前後で細粒砂を好む)。

## 2.1.12 北浦におけるオオユスリカの動態と植物プランクトンについての研究

木村 篤治\*・中里 亮治 (\*茨城大学理学部地球生命環境科学科)

はじめに 近年霞ヶ浦や北浦において、1970年代から1980年にかけて大発生したアオコ (*Microcystis*) がほとんど見られなくなり、変わって1987年夏以降、*Oscillatoria*などの糸状藍藻類が増加していることが報告されている (Takamura, 1992)。また1980年から2000年の茨城県内水面水産試験場調査研究報告書によると、北浦における過去の湖水中の植物プランクトンの細胞数はこの20年で10倍近い増加が見られている。藍藻類および珪藻類それぞれの種組成の変動は、藍藻類の場合、大部分の年で *Oscillatoria* (本研究では *Planktothrix* とする) が優占し、珪藻類ではハリケイソウが優占していた。しかし1990年を境に *Aphanocapsa* をはじめとする他の藍藻類が増加する傾向が見られている。また、珪藻類でも1990年以降から、ヒメマルケイソウやオビケイソウが増加傾向を示している。

このような植物プランクトン相の変化はそれを餌とする動物プランクトンや底生動物群集の動態にも影響を及ぼすことが予想される。これまでの研究で、北浦の底生動物群集の中では、大型のユスリカ類であるオオユスリカおよびアカムシユスリカ幼虫の2種が個体数、現存量的な優占種であることが報告されているが (Ohtaka and Kikuchi, 1997)、1980年代の後半から当該ユスリカ種の個体数および現存量が減少傾向にあることが指摘されている (中里, 2001)。これらユスリカ幼虫は、植物プランクトン等の一次生産者を食物として摂取し、その一方で魚類や肉食性の昆虫などの上位栄養段階の捕食者に餌資源として利用されている二次生産者である。また、羽化により湖内の有機物を湖外に持ち出す重要な役割も果たしているため、湖沼の生態系およびその物質循環に果たす役割は大きいと考えられる。従って、ユスリカ幼虫の動態に影響を及ぼす要因を明らかにし、近年北浦で見られているオオユスリカおよびアカムシユスリカ幼虫密度の減少理由を解明することは北浦の水質や漁業を含めた湖沼管理にとっても緊急の課題といえる。

そこで本研究では、特にオオユスリカ幼虫に注目し、北浦の環境の変化に伴う餌資源(植物プランクトン)の質的な変化がオオユスリカ幼虫の動態に及ぼす影響を明らかにすることを目的として、野外調査とさまざまに餌条件を変えた室内飼育実験を行った。また、これらの結果と北浦の環境要因ならびにオオユスリカに関する既存のデータ解析から、近年のオオユスリカ個体数の減少理由についての考察を試みた。

**方法** 野外調査は月に2回程度行った。エクマンバージ採泥器を用いて湖心から沿岸にかけて3定点の底泥を採取し、オオユスリカ幼虫などの底生動物を拾い出した。また湖水を採集して植物プランクトンを属レベルで同定した。

飼育実験用の餌は、北浦および諏訪湖の湖水をプランクトンネット(孔径20μ)でろ集した植物プランクトンを用い、北浦由来の餌で採集日の異なるものを“北浦1”、“北浦2”とし、諏訪湖由来の餌を“諏訪”として区別した。餌の植物プランクトンの組成は、すべての餌で珪藻綱が優占し、“北浦1”および“北浦2”では *Belonastrum* 属が、“諏訪”ではホシガタケイソウ属が優占していた。“北浦1”および“北浦2”の餌の間では“北浦1”の珪藻の中で占める *Nitzschia* の割合が高い以外に大きな違いは見られなかった。以下に述べる各実験での餌量はそれぞれの餌試料で計測した強熱減量を用いて投与有機物量をそろえたが、解析には炭素量を用いた。

これらの餌を用いて、2種類の実験を行った。実験1ではオオユスリカ幼虫の成長量と餌中の炭素量と関係を明らかにするために、餌量を6段階(0, 0.03, 0.07, 0.13, 0.27, 0.67 gC m<sup>-2</sup> day<sup>-1</sup>)に設定し、北浦由来の

餌を与えて10日間飼育した。実験2では、餌の質的要因がオオユスリカ幼虫の成長におよぼす影響を明らかにするため、“北浦1”、“北浦2”および“諏訪”の3種類の餌を用いて飼育を行った。コントロール（餌なし）と、餌の種類ごとに餌量を2段階のAとB（Aは北浦1、北浦2、諏訪の順に0.12, 0.12, 0.17 gC m<sup>2</sup> day<sup>-1</sup>とし、BはAの4倍量与えた）に設定した。各実験後、幼虫の乾燥重量を1個体ずつ測定した。

**結果と考察** 北浦の湖心における通年の野外調査の結果、2002年4月に調査したオオユスリカ幼虫の個体数は3,244 ind m<sup>2</sup>であった（年平均：651 ± 928 ind m<sup>2</sup>）。この値は茨城県内水試によって報告されている過去20年（1980年～2000年）の調査データの中での最大値である2,850 ind m<sup>2</sup>を上まわっていた。また同茨城県内水試の調査によれば、1990年～99年の北浦の湖水中の植物プランクトン組成は、藍藻類、珪藻類ともに4～5割であったが、2002年の本研究では藍藻類が1～4割で、珪藻類が5～8割程度であり、以前より珪藻類の割合が増加している傾向がみられた。

実験1の結果、幼虫の成長量（乾燥重量）は各餌量間で差が見られ（ANOVA,  $p < 0.05$ ）、オオユスリカ幼虫の成長量と餌量（投与炭素量）の間に有意な正の相関が示された（ $r^2 = 0.8867$ ）。したがって、オオユスリカ幼虫の成長量は餌に含まれる炭素量に比例して増加することが明らかになった。さらに実験2の結果、“諏訪”と“北浦1および北浦2”という異なる餌間ではオオユスリカ幼虫の成長に差がみられ、単位餌量あたりに換算した成長量は“諏訪”の餌でより大きかった。また、“諏訪”を除いた、“北浦1”と“北浦2”の餌だけで解析を行った結果、有意な差がみられ“北浦1”の方がより成長量が大きかった。以上の実験結果から、オオユスリカ幼虫の成長量は“諏訪”、“北浦1”、“北浦2”の順に高くなり、同じ餌量（炭素量）でもその質（植物プランクトン組成）によって成長に差が生じることが明らかになった。

以上の野外調査と室内実験および既存のデータ解析から、植物プランクトン組成の変動が、近年の北浦におけるオオユスリカ幼虫の個体数を増減させる1つの要因になっている可能性が示された。すなわち植物プランクトン組成の変動（餌の質的变化）が、オオユスリカ幼虫の成長に変化をもたらし、結果的に幼虫の死亡率や再生産にも影響を及ぼしたものと考えられる。

### 2.1.13 北浦湖底堆積物中のユスリカ遺骸による古環境の研究

清水 美紗子\*・中里 亮治・天野 一男\*（\*茨城大学理学部地球生命環境科学科）

はじめに 北浦は茨城県の南東部に位置する淡水湖であるが、近年、経済成長や生活様式の変化によって水質汚濁が進行し環境悪化が大きな問題となっている。その汚濁の実態を明らかにすることは水環境問題の解決への出発点である。水質汚濁研究の第一歩として、現在の水質の状態を知るとともに、過去から現在までの水質環境の変遷（人為的变化、自然による変化）を理解することが重要である。しかし、北浦において水質の観測が開始されたのはほんの数十年前で、それ以前の水質に関する直接的なデータは無い。

近年、過去の水質を間接的に知る地質学的手段として、堆積物中に化石として残された生物群集を指標として使用することが有効と考えられている。その指標として良く用いられる生物は植物プランクトンの珪藻類と底生動物のユスリカ幼虫である。

ユスリカはハエ目ユスリカ科に属する昆虫の総称であるが、このユスリカ科は多数の種から構成され、日本ではおよそ1,000種が知られている。ユスリカ幼虫はこのような種の多様性ゆえに、湖、川、池、湿地などあらゆるタイプの水域に分布しており、環境指標生物としても重要な生物群として認識されている。ユスリカの幼虫頭部の殻はキチン質で分解されにくく、遺骸が堆積物中に遺骸として残るため、堆積物中に残ったユスリカ遺骸は、生存時の水環境をよく反映しており、古環境を知る手段として有効である。しかし、日本ではユスリカ類の分類体系が確立されてきたのが最近であり、これまで国内においてユスリカを用いた古環境の復元に関する研究はなされてこなかった。

本研究では、北浦においてユスリカ幼虫の生体と遺骸の水平分布調査を行い、その分布の比較から遺骸の運搬、埋没メカニズムを検討すると同時に、堆積物コア中のユスリカ遺骸の群集変化を追跡することにより、過去の北浦の水質環境の変遷史を解明することを目的とした。

**研究方法** ユスリカ幼虫の水平分布は北浦の全21地点で、エクマンバージ採泥器とメッシュサイズ0.3mmの

サーバーネットを用いて底泥を採取し、ユスリカ幼虫の生体と遺骸の調査・分析を行った。また、押し込み式柱状採泥器を用いて、北浦の湖心を含む計 3 地点から柱状試料を採取した。そして、コアの半分を帯磁率測定、乾燥かさ密度測定、含水率測定用の試料とし、残りの半分をユスリカ遺骸の分析、含砂率測定、火山灰分析用の試料とし、それぞれ測定・分析を行った。

### 結果および考察

水平分布について 北浦の21地点の堆積物試料から確認されたユスリカ幼虫の生体および遺骸の分類群数は、それぞれ、9分類群（1,397個体）および18分類群（941個体）であり、生体に比べて遺骸の分類群数が圧倒的に多かった。その中でオオユスリカは湖の全域から採取された。*Clinotanypus* 属は底質が砂の地点を除いたほぼ全ての地点で採取され、アカムシユスリカは底質が砂の部分を除いた水深の浅い地点に多く分布していた。また、*Lipiniella* 属および *Polypedilum* 属は底質が砂の地点に多く分布していた。一方、遺骸の分布にはこのような規則性は認められなかった。また、生体に比べて遺骸の分類群数が圧倒的に多かった。以上の結果から、生体のユスリカがそれぞれの種によってある特定の場所のみ生息しているため種数が限定されているのに対し、遺骸は水草帯などさまざまな環境に適応して生息していた幼虫が、死後運搬され混合し堆積したものと考えられた。

柱状試料について 試料番号 CW02 HC-02 のコア（採取位置の水深 6 m、底質は泥、コアの長さ 93 cm）の分析から以下のような結果と考察を行った。

①深度 56 cm から深度 66 cm 付近には、汽水域で生息するヤマトシジミの密集層が確認できた。また、深度 70 cm から深度 73 cm 付近には貝殻片の層があり、深度 75 cm 付近からは潮間帯に生息するテリザクラガイが産出した。これは水質環境が深度 56-66 cm 付近で潮間帯から汽水に変化したことを示している。

②0 cm 付近には大きな帯磁率のピークがあり、含砂率のピークとほぼ一致していた。

③火山灰分析を行った層準間での差はほとんど認められず、いずれのサンプルもほぼスポンジ型の無色透明ガラスを主体としていた。斑晶鉱物は、深度 50 cm から深度 52 cm では斜長石および斜方輝石・単斜輝石を主体としていた。また、深度 42 cm から深度 52 cm および深度 54 cm から深度 60 cm には赤色岩片が含まれていた。以上の結果と、斎藤ほか（1990）による霞ヶ浦の柱状試料の記載および納谷（2001MS）による北浦の柱状試料の記載との比較から、深度 50 cm から深度 52 cm の層準の火山灰層は浅間 A 火山灰層（1783AD）に対比される。また火山灰の対比を基準にして柱状試料の堆積年代を算出した結果、表層から浅間 A 火山灰層までの堆積速度は  $52.6 \text{ mg/cm}^2/\text{年}$ （ $2.3 \text{ mm}/\text{年}$ ）となった。

ユスリカ遺骸の全体的な個体数変化について見てみると、ヤマトシジミの出現層準の上位から個体数が急激に増加していた。これは北浦が淡水に近づいたことによって、淡水産のユスリカが大量に出現したためと考えられた。その後、深度 20 cm 付近までは個体数および出現層数が共に大きく変動していた。火山灰層の対比に基づいて年代決定を行うと常陸川水門が建設された年（1963年）は深度 14 cm の層にあたるが、それ以浅では個体数は安定していた。このことから水門が建設される以前では、海水の流入や利根川の洪水等外部からの影響により、塩分濃度・栄養塩濃度・水温・餌資源といった水質の変化が起こり、これらの影響によりユスリカの個体数、出現層数が大きく変動したものと予想された。また、水門建設以後は湖内の環境が安定したために、ユスリカの個体数にあまり大きな変動がなくなったものと考えられた。

#### 2.1.14 センター自然保護地内のテンポラリーポンドの動物相の研究

山口 華代\*・菊地 義昭（\*茨城大学理学部地球生命環境科学科）

2002年11月より、当センターの自然保護地内にあるテンポラリーポンドの動物相が水位の変動によっていかに変化するかを調査することを目的に研究を開始した。

2003年3月までの5ヶ月間に見いだされた動物相は次のごとし。

センチュウ、ヒルガタワムシ、ケンミジンコ、クマムシ、ソコミジンコ、*Elaphoidella grandidieri*、ヒメミミズなどであった。平成15年度も調査を継続中である。

## 2.2 沿岸域環境形成分野

### 2.2.1 海面上昇の地球規模脆弱性評価

三村 信男・横木 裕宗・小坂 慎\* (\*茨城大学大学院理工学研究科都市システム工学科専攻)

**研究目的** 本研究は、世界全体における海面上昇の影響を予測・評価したものである。気候変動の沿岸影響については、従来 bottom-up 型で国毎の影響予測の積み上げが行われてきた。しかし、それでは世界評価が完成するまでに長い時間待たなければならない。そこで、地球環境データベースを用いて、top-down 方式で世界評価を試みた。さらに、二次影響として、影響人口やマングローブ、道路・鉄道などの社会基盤施設への影響を推定した。

**研究方法と主要な結果** 本研究では、海面上昇が引き起こす浸水による一次影響域とその中に存在する人口、自然生態系、社会経済システムなどの暴露系項目に対する二次影響を算出した。海面上昇のシナリオは、IPCCにしたがって2100年までに9 cm, 50 cm, 88 cm, さらに1 mの上昇があるものと仮定した。人口の二次影響を評価では、世界銀行が行った人口予測シナリオを適用して、各国毎に2100年までの変化傾向を仮定した。アジアでは、日本以外ではほぼ倍増するといった大きな人口増加が見込まれ、とくに沿岸部への人口集中が大きい。以下に主要な内容を示す(図1)。

- ・ 海面上昇がもたらす付加的影響は水没面積にして64万 km<sup>2</sup>と全陸域の0.5%である。
- ・ 将来的影響人口は2100年総人口の1.4%にあたる1億5千万人である。人口集中度の高い沿岸都市部に甚大な影響を与えることが確認できた。
- ・ 自然生態系の二次影響項目であるマングローブの影響面積は全マングローブ面積の約20%となる10万km<sup>2</sup>となった。その殆どが沿岸域に生息するマングローブの持つ海面上昇に対する脆弱性は非常に高いものである。
- ・ 社会経済システムに対する影響は道路、鉄道、航空関連施設、送電線やパイプラインを含むユーティリティ施設に対する評価の結果、都市部の被害が非常に高いものであった。
- ・ 海面上昇の影響が甚大な地域は、従来潮汐の影響をあまり受けることのない沿岸に存在する低平地(南太平洋島嶼の西岸、北太平洋の東岸、メキシコ湾沿岸など)及び大河川デルタであった。

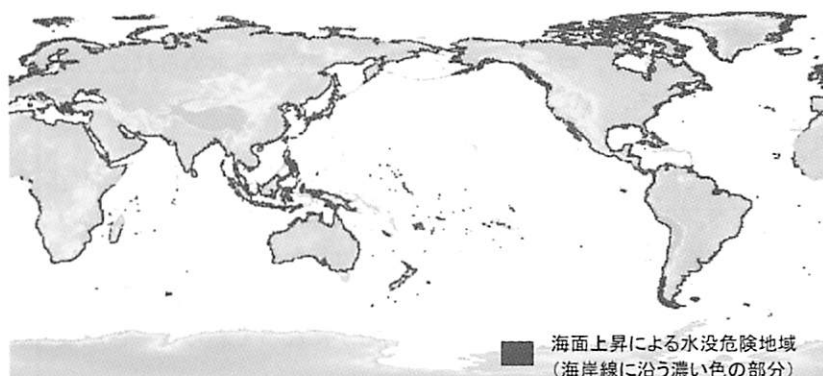


図1 海面上昇による水没域の分布(88cm海面上昇)

### 2.2.2 地球温暖化の影響研究データベースと研究成果マップ

三村 信男・横木 裕宗・福原 直樹\* (\*茨城大学大学院理工学研究科都市システム工学科専攻)

**研究の目的** 地球温暖化問題に対して、実態検出、影響予測、対応策など様々な分野の研究がなされてきた。しかし、温暖化が日本におよぼす影響に関する研究成果の全体像と到達点がどこまで来ているのかはまとめられていない状況である。本研究では、従来行われてきた研究によって、地球温暖化による日本への影響の何が分かっているか、またこれから先どう対応すべきか、といった事象を分野別にまとめる。そのため、我が国における温暖化影響・リスク研究をデータベース化し、見通しのよい研究成果マップとして整理することを目的とした。

**研究方法と主要な結果** 2001年に環境省地球温暖化検討会によってまとめられた「地球温暖化の日本への影響2001」に掲載された研究成果に関して、下の項目を抽出して整理する。1) 影響分野(9種類)、2) 研究内容(11種類)、3) 対象とする地域あるいは空間スケール(7種類)、4) 主要な知見、成果、5) 参考文献、6) 研究実施者、7) 研究者の所属機関、8) 出典、発表先、9) 発表年。データベースによって以下のようなまとめができるとともに、研究成果マップ(表1)を作成した。

### (1) 海洋環境

物理的影響については海水温、もしくは海面上昇を対象とした研究成果が多くを占めている。海水温・海面変化に関する研究が多い反面、海流・対流変化に関する研究は少なく、対流は影響検出のみ明らかになっている。海洋生態系への影響は、その大部分がプランクトンについての研究成果である。日本ではこの分野に関する研究は多くなく、外国の研究成果を日本に応用するという形で日本の影響評価を行っている。

沿岸海域における日本を対象とした研究は、砂浜海岸に関する研究に偏っている。一方東南アジアを対象にした研究はサンゴ礁、マングローブ、デルタの3種類の沿岸環境に重点を置いている研究が非常に多い。日本の河口・干潟域に関しては、その分布や立地条件などの現況は把握しているが、その影響や将来予測を行っている研究は少ない。

人工有機化合物に対する研究は全て世界スケールで行っている。その研究内容は全て影響検出と要素研究であり、将来予測を行った研究は皆無である。

### (2) 沿岸域

沿岸環境では海岸侵食対策として、世界でも「養浜工」が効果ありと認識され始めてきている。東南アジアは現在既に海面上昇に対してはもろく、危険な状態である。特にサイクロンの襲来による被害は甚大であり、かなり広い範囲の居住域も水没の危機にさらされている状況である。海岸構造物については現在の海面上昇予測値よりも大きな値を仮定しての堤防・護岸の研究が中心に行われている。海岸構造物設置に伴う周囲の環境への影響は未評価である。

物理的影響では海面上昇に対する適応策・対応策の方向性が成果として挙げられている。法・制度については「沿岸域管理制度」についての研究がある。

経済評価については海面上昇に対する港湾施設・海岸構造物の対策だけでも兆単位の費用がかかることは明らかになっているが、経済的理由により対策の一つである施設の嵩上げと改築は難しい状況といえる。対策不可能な沿岸地域も出てくることになり、コストの面から違った対応策も求められる。海岸侵食対策の養浜にかかるコストについては未評価である。

### (3) 国土保全・防災・人間居住

社会基盤・システムに関しては、海面上昇による日本全国の脆弱性として、氾濫の危険を有する土地面積、人口、資産を指標とする影響評価を行っているが、海面上昇以外の影響による内陸部の脆弱性評価は行われてはいない。また、社会の潜在能力をも組み込んだ脆弱性評価は行われてはいない。インフラ施設についてはリスク対応策のシステムが分類別に構築されており、影響についてもインフラ施設別、温暖化直接影響別に表としてまとめられている。ただし、影響の閾値については明らかになっておらず、各地域・各施設ごとの閾値を研究する必要がある。

人間居住環境については、地盤やヒートアイランド、諸外国の都市計画レベルの対応策も取り上げられている。街並み、地域文化と温暖化を結びつけた研究がなく、今後は一般生活環境と関連づけた研究が期待される。

経済評価に関しては、影響が受けると予想される環境資源の価値が世界各地の資源を例に経済的に評価されている。しかし、日本の資源での例はない。

### (4) 産業・エネルギー

産業・エネルギーへの影響に関しての研究は全体数としては少なく、その中でもエネルギー需要・消費に関する研究に偏っている。中でも民生レベルに及ぼす電力需要、さらに電力需要の中でも冷房需要についての研究成果が多く挙げられている。またヒートアイランドと関連づけた研究も行われている。第三次産業については夏物商品の消費量変化の研究成果が挙げられているが運輸・通信・サービス業についての変化や対策の研究は皆無である。

またエネルギー供給では発電所の発電出力についての研究成果が挙げられているが、火力・原子力発電所を

対象にしているため、水力・風力発電所などその他の供給施設に関しては未評価である。また送電施設・電線への影響についても確かな研究結果はなく、電線の荷重設計条件の概略と照らし合わせ、条件以上の荷重がかかると何が起るかを予想しているにとどまっている段階である。

表1 4分野の研究成果マップ

	D.海洋	E.沿岸域	F.国土保 全・防災・ 人間居住	G.産業・エ ネルギー
1.影響検出	34	4	1	1
2.要素研究 影響予測手法 ケーススタディ	24	13	6	12
3.影響の全国評価	7	4	1	2
4.脆弱性・リスク評価 影響の閾値 脆弱な部門・地域 適応可能性	17	2	3	0
5.適応策・対応策	3	13	5	0
6.アジア・太平洋地域の影響評 価	5	10	1	0
7.世界の影響評価	2	0	1	0

### 2.2.3 近年の異常気象と気候変動の関心の検討

三村 信男・北村 泰丞\* (\*茨城大学工学部都市システム工学科)

**研究の目的** 2002年には、8月のヨーロッパ中東地区におけるエルベ川の洪水の発生、アメリカにおける記録的な干ばつ、中国南部地域を中心にした大規模な洪水など様々な災害が発生している。これらの災害は、温暖化による気候変動と関係しているのかどうか、また、エルニーニョの様に数年に1度発生する現象との関係はどうかなど、様々な疑問が提出されている。そこで本研究では、2002年に起こった異常気象の原因や被害を資料やデータから分析し、考察することを目的とした。

#### 主要な成果

##### (1) ヨーロッパの洪水

ヨーロッパの中東地方で異常降雨により8月の上旬から9月にかけて各地で数百年規模といわれる洪水が発生した。なかでもドイツやチェコでは非常に大きな被害が出た。被害概要は、チェコ：17人死亡、被害額3600億円、ドイツ：20人死亡、被害額3兆円、オーストリア：8人死亡、ロシア62人死亡等である。この地方では従来洪水による被害がほとんどなく、治水対策が行われていなかった事に加え、気圧配置の異常により集中豪雨が数日続いたためにこのような大きな被害が起こった。

ヨーロッパの洪水については温暖化犯人説と否定説があるが、短期集中的なイベントと長期的な温暖化との因果関係を明確にすることは難しい。さらに、この地方の治水対策が不十分であったことや住民が大洪水に免疫があまりなかったことが被害を大きくした原因である。エルニーニョは、この地方には夏に少雨の傾向をもたらすので、関連は薄いと考えられる。

##### (2) 中国の洪水

中国では2002年に洪水が18件起こり洪水による総死者数は726人である。被害総額は約36億US\$にもなる。中国では6月から8月にかけて雨季に入り非常に洪水の被害が起こりやすい。過去にも数件の大きな洪水による被害が見られ、洪水による死者数と被害額は増加傾向にある。これが必ずしも温暖化の影響である関連付けるのは資料不足などから難しい状況である。

エルニーニョとの関係については、エルニーニョ監視海域の温度が高くなる直前に中国では多くの死者を出す洪水が起こっている(図1)。さらに中国の洪水には10年から20年の周期があるのではないかと思われるデータもあった。しかしながら、相互の関係を確かめるためにはさらに研究が必要である。

##### (3) アメリカの干ばつ

2002年の夏、北米大陸のほぼ全域では、30年に1度規模の大干ばつが発生、カナダ西部やアメリカ中西部を襲った。最悪のときにアメリカの40%以上が干ばつに陥った。気象庁ではこの原因を太平洋側の亜熱帯高気圧

が非常に強かったためとしている。アメリカでは観測を始めてから過去に1930年代、1950年～1957年、1987～1989年の3度の大干ばつを記録している。

アメリカの乾燥状態とENSO（エルニーニョと南方振動）との関係についてはラニーニャ中に南東および南西の地域に干ばつをもたらす傾向があると予測されている。エルニーニョ中は中西部で多雨になる。今回起こったものはエルニーニョ中又はその直前に干ばつ状態になったものであり、今まで考えられていた状態と異なっている。周期的な変動としては北大西洋振動など十年規模の変動が考えられるが現時点で関連付けるのは難しい。また温暖化との関係は乾燥状態のグラフから乾燥地域の増加などの傾向はつかめなかったことから温暖化とアメリカの干ばつについては関連付けることは難しい。

#### (4) エルニーニョ

2001年12月から予兆が現れ、2002年11月になり本格的なエルニーニョ現象へと発展した。2002年に発生したエルニーニョは過去のエルニーニョと比べて中程度の強さである。エルニーニョは過去にも度々起こっている。その時のいずれも世界に大きな気象災害を引き起こした。特に1997年に起こったエルニーニョは最大級のものであり、各地に大きな被害をもたらした。

近年、エルニーニョ監視海域の水温が平均値を上回ることが多くなっており、温暖化と関係のある可能性は高いと考えられる。今回の大きな被害についてはエルニーニョ時に起こる傾向と大きく違う所が見られた。

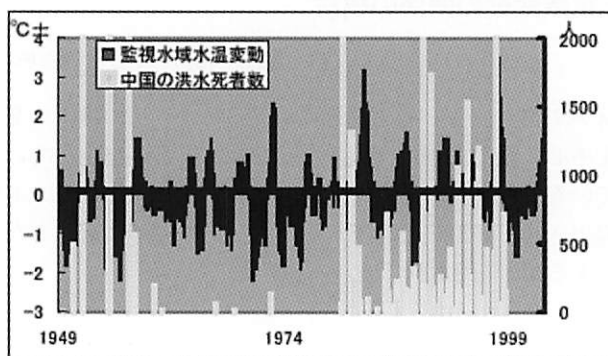


図1 エルニーニョの発生と中国の洪水の関係

### 2.2.4 潟沼における水質環境の長期的変遷

三村 信男・信岡 尚道\*・大森 秀一\*\*・横木 裕宗

(\*茨城大学工学部都市システム工学科, \*\*茨城大学大学院理工学研究科都市システム工学科専攻)

**研究の目的** 茨城県の中央部に位置する潟沼では、富栄養化による水質汚濁が深刻化し、シジミなどの漁業にも影響を及ぼすようになってきている。このような状況に直面し、県や流域市町村は下水道の整備などの対策を講じてきたが、十分な効果は得られていない。潟沼の水環境に対しては、様々な調査・研究が行われているが、その水質汚濁機構には未解明な点が多く残されており、水質汚濁の経緯についてまとまった報告がないのが現状である。そこで本研究は、潟沼およびその流域を対象とし、水質の変遷と変動特性を把握しようと試みたものである。

**研究方法と主要な結果** 本研究では、文献・資料調査等により水質および周辺環境の変遷を明らかにするとともに、水質変動と気象条件など影響因子との関係の把握を目的とし、統計的解析を行った。その結果、以下のような成果を得た。

- 1) 潟沼は、昭和30年代後半には水質汚濁の兆しが見え始め、昭和40年代には入ると赤潮が発生するなど富栄養化による影響が顕著に現れるようになった。その原因として、干拓やコンクリート護岸の整備など湖周辺の人為的改変による影響が大きいと思われた。
- 2) COD, SS, クロロフィルaの間の相関性が高いことから、潟沼湖内の水質汚濁の原因は内部生産による影響が非常に大きいと考えられる。また、CODは10年程の間隔で周期的な運動をしていることが明らかになった(図1)。潟沼川流量などの変動周期との関係から、湖水交換の変化がその原因ではないかと推測され



た。重相関分析により、CODおよびクロロフィル $a$ の増殖には気温および風速の影響力が強いという結果を得た。また、1995年以降クロロフィル $a$ の季節変動が不明瞭になっていることが分かった。

- 3) 流域からの汚濁負荷は、生活系排水の占める割合が高い。現在、流域下水道の整備が進められており、水戸市・七会村を除くとその普及率は20%程度である。2001年以降、涸沼のCODは減少傾向にあるが、これが下水道の効果によるものなのか判断することは現時点では困難であり、水質の監視の継続が必要である(図1)。

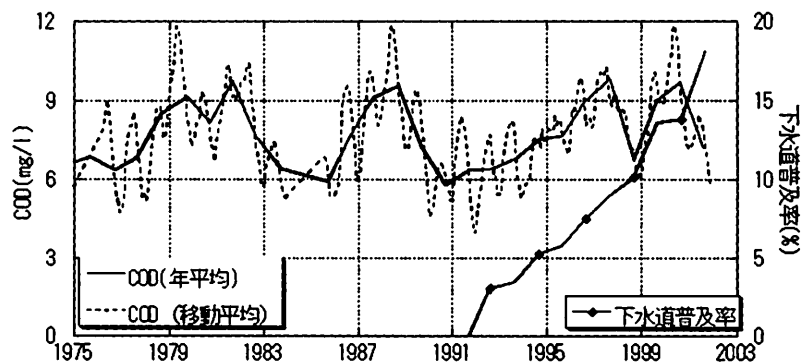


図1 CODの長期変動と近年の下水道普及率

## 2.2.5 涸沼川・涸沼における塩分動態の調査解析

三村 信男・信岡 尚道\*・布目 彰一\*\*

(\*茨城大学工学部都市システム工学科, \*\*茨城大学大学院理工学研究科都市システム工学科専攻)

**研究の目的** 本研究は、涸沼・涸沼川の塩分動態を水質集中観測や塩分連続観測によって検討したものである。涸沼は浅い湖で、COD年平均値は高く富栄養化が深刻化しており、特産のシジミなど漁業に影響を与えるようになってきている。その要因の一つとして塩分濃度の低下が考えられている。涸沼における塩分濃度の変化は、下流涸沼川の河床地形が激しく変化していることや、塩水遡上状況が河川流量や潮汐、気象要因等によって異なり、塩分遡上条件や潮汐による湖内水質変動など不明確な部分が多く残されている。本研究では、現地調査によって涸沼川と涸沼内部の塩分動態について検討した。

**研究方法と主要な結果** 涸沼への塩分浸入の特徴を把握するために、下流涸沼川・涸沼湖内において11回の水質集中観測と塩分の連続観測を実施した。測定したデータは、塩分濃度、水温、DO、流速、濁度、pH等であり、集中観測の一部では栄養塩濃度も測定した。それらのデータを用いて、下流涸沼川・涸沼湖内への塩分供給メカニズムの推定を行った。その結果、以下のような結論を得た。涸沼流域を対象にした、汽水湖への塩分浸入の複雑な特長は次のようにまとめられる。

- 1) 下流涸沼川・涸沼湖内の塩分濃度は、那珂川との合流点での塩水楔の境界面の高さや那珂川の水位に大きく影響を受け、上流涸沼川の影響は小さい。
- 2) 下流涸沼川・涸沼湖内の塩分は那珂川の流量の多い夏に低下しやすく、逆に流量が少ない冬に高くなる明瞭な傾向がある。
- 3) 通常の塩分浸入は、濃度を低下させながら涸沼川を進行し、湖口付近の浅瀬で止まる。浅瀬の存在によって、潮汐による塩分の周期性は半日周期が涸沼川まで、1日周期が湖口付近までとなり、湖中央部では潮汐周期と無関係の間欠的なものになる。
- 4) 塩分浸入に対する外力の寄与率は、潮汐力については湖内に向かって減少するが、那珂川の淡水流量の影響は広範囲にわたって大きい。那珂川の淡水流量の増加は支川での塩分浸入距離を著しく低下させる。相対的に淡水流量が少ない涸沼川は塩分変動への寄与が小さい。
- 5) 湖中央部への塩分浸入が生じるのは、淡水流量が少なく潮汐により水位が異常に上昇した時であり、湖口付近で一旦滞留して、次の逆流で遡上する過程を経て浸入する。その異常な水位上昇の要因には、天文潮に気象潮が加わった場合、潮位が気象潮により低下した直後に回復した場合がある。稀であるが、那珂川淡水流量の急な増加により河床に滞留していた塩分が湖内まで流れ込む場合もある。

6) 過去の干拓や河床高上昇は塩分侵入の過程や条件値を変化させ、湖中央部の塩分量の低下をもたらす結果となった。

以上の結果から、治水や水質・生態系の回復の対策を計画する場合には、これらの塩分侵入過程や条件を十分考慮する必要があると言える。一方、塩分が湖内に侵入すると成層化が進むために、底層が貧酸素化する傾向にある。シジミの産卵に有利な塩分濃度の確保と貧酸素化の抑制を両立させる方法を探るのは、難しい課題である。

## 2.2.6 三次元数値モデルを用いた涸沼水系の流動と塩分動態解析

三村 信男・信岡 尚道\*・齊川 義則\*\*・横木 裕宗

(\*茨城大学工学部都市システム工学科, \*\*茨城大学大学院理工学研究科都市システム工学科専攻)

**研究の目的** 本研究は、涸沼・涸沼川の塩分動態および流動に関して、涸沼数値モデル（三日市，2002；信岡，2002）を用いて検討したものである。近年の涸沼の富栄養化の要因として流域からの汚濁水の流入，高い内部生産，汽水湖特有の遡上水の流入などが考えられている。大学や国・自治体の研究機関が様々な調査・解析を行ってきたにもかかわらず、決定的な原因は未だ明らかにされておらず、その解明に向けて研究が現在も継続されている。涸沼関連の研究として三日市（2002）は、涸沼・涸沼川の流動・拡散現象の数値解析モデルを構築し、5ヶ月間を対象に那珂川河口の塩水楔や那珂川・上流涸沼川の流量が、涸沼・涸沼川の塩分・水温分布への影響について検討している。しかし、季節特性、空間分布についての議論には至っていない。そこで本研究では涸沼・涸沼川流域全体の流動および塩分、水温の特徴を三次元的に解析することにより塩分流入のメカニズムや流動のメカニズムを時空間的に把握し、那珂川の流量が増減した場合と過去の地形の計算を行うことで様々な条件下での流動の把握を行った。

**研究方法と主要な結論** 数値モデルとしては、東京湾水質予測モデル（塚田，1997；鈴木，1999；三日市，2000）をベースにした。流動・密度モデルは、三次元の Navier-Stokes の式，連続の式，塩分濃度の拡散方程式，熱収支の式，塩分・水温と密度を結びつける状態方程式を基礎式として，三次元多層のレベルモデルとした。那珂川，涸沼川，涸沼を結ぶ水系に，水平方向100mの格子を設定し，鉛直方向の格子分割は1mとした。その他に，1) 1998年を計算対象とした，2) 潮汐の境界条件としては河口境界上で大洗における実測潮位を与えた，3) 降雨量，日射量，雲量，風向・風速は日本気象協会の SDP データを時間ステップで補完して与えた，4) 河川流量は，那珂川の水府橋の水位と上流涸沼川の下飯沼の流量を与えた。

また，地形としては，現在の地形の他に湖岸の干拓が行われる前の地形を入力して計算を行い，干拓など地形改変の影響を検討した。その結果，以下のような結論を得た。

- 1) 計算によって1998年の涸沼・涸沼川流域全体の流動および塩分，水温の特徴を3次的に把握し，下流涸沼川から涸沼湖口にかけての塩分，水温の鉛直的な水塊構造を把握することができた。また，現地観測では把握し切れない流動，塩分の三次元分布の時間変化を詳細に捉えることができた。
- 2) 那珂川の流量が増減すると，涸沼への塩分遡上が大きく変化することが把握された。涸沼は那珂川の流量つまり降水量の変化の影響をダイレクトに受ける構造になっている。そのため，涸沼の水質環境は那珂川と涸沼川流域の気象条件に大きく左右される。
- 3) 干拓前の涸沼では塩分が現在よりも活発に遡上していたという結論になった。このことから干拓によって海水遡上が減少し，人工的な地形改良が流域全体の水質・生態系環境に大きく影響していると示唆される。

## 2.2.7 サンゴ礁海岸における礁上の流れに関する研究

横木 裕宗・今田 学\* (\*茨城大学工学部都市システム工学科)

**研究の目的** 本研究では，サンゴ礁海岸の海面上昇に対する脆弱性を明らかにするために，まず海岸の地形変化に大きな影響を及ぼすリーフ上の流れに着目した。サンゴ礁海岸は浅海域をもつリーフによって，入射波が碎波することにより高波浪が直接入射せず天然の防波堤によって守られているとされている。しかし，海面上昇や異常潮位によって平均水位が上昇するとリーフエッジで入射波が十分碎波せず大きなエネルギーが直接海

岸に入射してくることになる。これらの入射波の砕波の有無によるリーフ上の流れ場の変化を実験的に明らかにすることが本研究の目的である。

**研究内容と主要な結論** 研究で用いた水路は、図1のように長さ10 m、幅40 cm、高さ80 cmの前面ガラス張り、鉄筋製である。水路内にはベニヤ板により勾配1/7の斜面が取り付けられていて、その上に勾配1/5の斜面を砂を用いて作成し、さらにリーフ模型を設置した。

実験では、入射波の波高、周期を表1のように変化させて、それぞれのケースで流速場と地形変化の測定を行った。実験結果の一例を図2に示す。ケース1の入射波に対する地形の経時変化を示したものである。実験開始後1、2時間程度の短い時間の中に、汀線近傍（水平距離100 cm）で侵食が発生し、その砂がリーフ上（水平距離260 cm付近）へ運ばれていることがわかる。

以上の実験より、以下のことが明らかとなった。

- ・ リーフエッジで砕波しない条件では、汀線付近での砕波形状が巻き波になり、汀線付近で大きく侵食されるが、その砂はリーフ上に留まり、リーフエッジを越えて流失することは無かった。
- ・ 逆にリーフエッジで砕波しない場合は、汀線付近での砕波形状が崩れ波になり、汀線付近での侵食は小さいが、侵食された砂はリーフエッジを越えて流失してしまう。

このことは、潮位変動や将来の海面上昇でリーフ上の水深が上昇すると、汀線付近は大きく侵食されるが、砂浜とサンゴ礁全体の系としては砂が流失しにくいということを示唆している。

表1 実験ケース

	波高(cm)	リーフ上水深(cm)	エッジでの砕波	砂の流失	汀線での砕波形状
ケース1	12	15	有	有	崩れ波
ケース2	10	15	有	有	崩れ波
ケース3	7	15	無	無	巻き波
ケース4	10	20	無	無	巻き波
ケース5	7	10	有	有	崩れ波

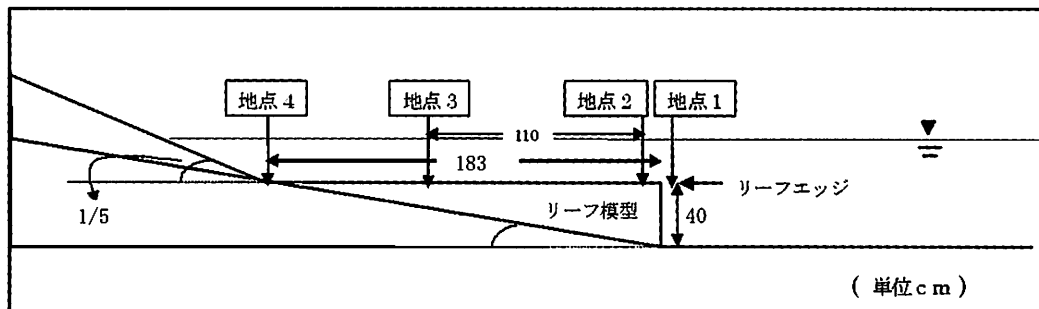


図1 リーフ模型図および、流速計設置点

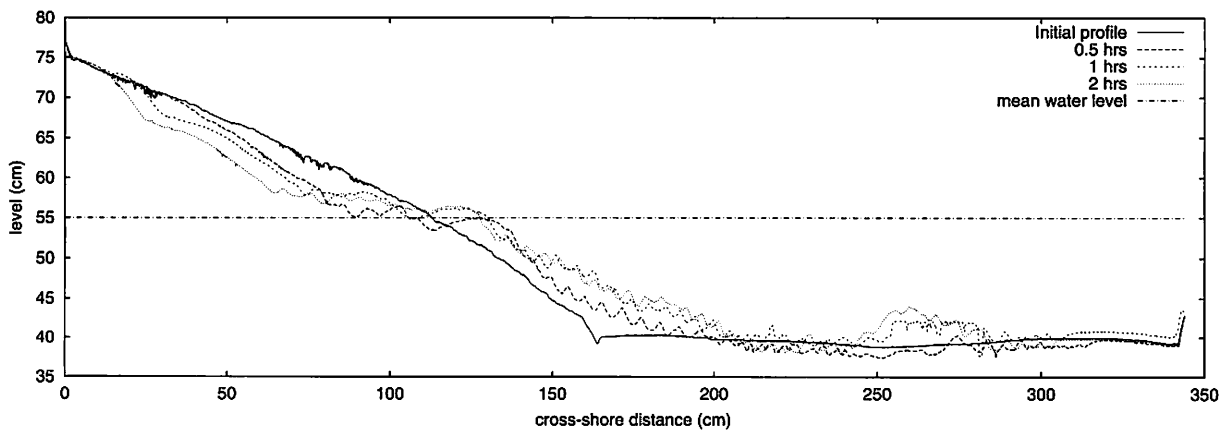


図2 地形の経時変化（ケース1）

## 2.2.8 阿字ヶ浦海岸の近年の海浜変形

横木 裕宗・三村 信男・南 陽介\* (\*茨城大学工学部都市システム工学科)

**研究目的** 阿字ヶ浦海岸は、北の常陸那珂港と南の磯崎漁港に挟まれた海岸線約2.4kmの砂浜海岸である。南部にある県内有数の海水浴場は、遠浅のきれいな海と白い砂浜で知られ、1990年代中頃には、ひと夏に200万人を超える海水浴客で賑わっていた。しかし、1999年頃より侵食が本格化してきていることが判明し、2000年の夏からは砂浜に砂利が目立つようになった。2001年から海水浴シーズン前に応急対策(砂利の撤去、養浜)が実施されてきている。しかし、高波浪が来る度に養浜砂がはがされ砂利が出現するため、根本的な解決には至っていない。

このような海岸に侵食対策を講じるためには、海浜変形の特徴を把握する必要がある。そこで本研究では、地形、波浪、潮位データを解析し、阿字ヶ浦海岸が過去どのように変化してきたか調べ、また、その原因を検討することを目的とした。

**研究内容と主要な結論** 図1は、阿字ヶ浦海岸の1980年代の平均地形を基準とした土砂量の変化を表している。対象範囲は砂浜から水深5m程度の地点である。北部と南部は、1992年頃より逆位相で侵食と堆積を交互に繰り返しながら安定している。しかし、1997~98年にかけてそれまで侵食傾向だった北部が大きく堆積し、南部では逆に侵食した。1999年からは、季節変動が無くなり、一方的に北部の堆積と南部の侵食が続いている。中部は1994年まで侵食傾向だったが、1996年にかけて若干回復し、その後は侵食傾向を示しながらも安定している。図2は、汀線位置と水深2mの位置の経年変化を示したものである。これによると、海岸侵食・堆積は1992年頃からその傾向を見せ始めているが、1998年を境にその傾向が加速していることがわかる。そしてそのことは汀線付近より、水深2m地点の方が顕著である。

また本研究では、阿字ヶ浦海岸における海浜変形特性を調べるために、地形データと波浪などの外力データを解析した。その結果、海岸南部における2001年10月以降の顕著な侵食と南寄りエネルギーの大量入射が同時期であることが明らかになった。さらに、以下のようなことも判明した。

①北部堆積・南部侵食の傾向が確立した1997~1999年は、北寄りの波が最も強い時期であり、本来ならば逆の傾向が現れるはずである。波の影響ではないとすると、この時期急速に設置の進んだ東防波堤の存在が疑われる。波が北から入射しても防波堤の遮蔽域の作用によって北向きの流れを生み出してしまったためと考えられる。1999年以降、沿岸漂砂が一方的に北向きとなっているのも、このような流れが発生しているとすれば説明出来る。

②海岸北部では、堆積が陸地から徐々に沖の方へと広がっていくのに対し、南部では、-2~-3m付近が侵食を受けた後で、汀線近傍の水深の小さい地点や浜辺の砂がとられる。

③波向は、10年にも及ぶ長いスケールで変化している。

④汀線に現れている堆積・侵食は、沖の方でも同じような傾向が見られる。

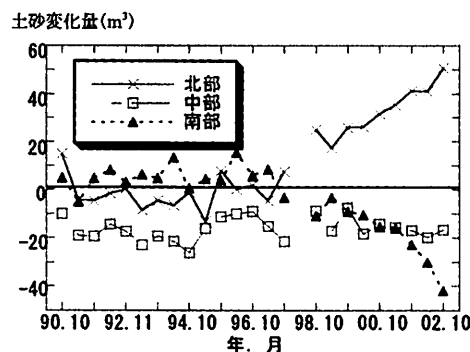


図1 浅海域における土砂量の変化

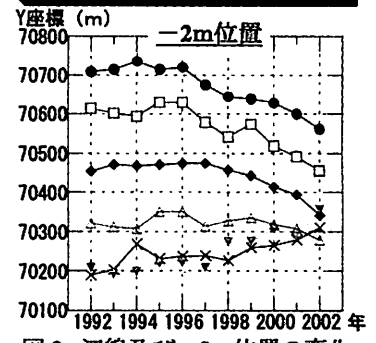
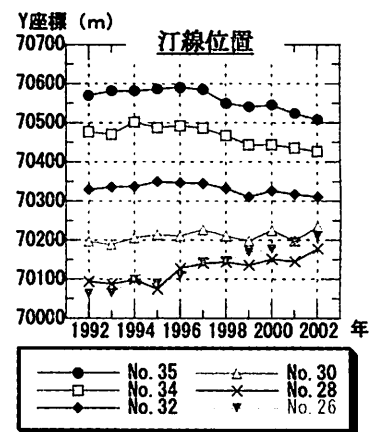


図2 汀線及び-2m位置の変化

## 2.2.9 Cauchy-Poisson 波を用いた越波伝達波のシミュレーション

横木 裕宗・柳澤 英明\* (\*工学部都市システム工学科)

**研究目的** 港が安全で効率的に機能をするためには、越波は大きな障害の一つとなってくる。しかし、複雑な

動きをする越波は、その現象自体をつかみ切れてはいないのが現状である。越波による伝達波は、波高および周期とも回折波に似た特徴を持っている、しかし一方で規則的な波が越えてきた場合でも、伝達波には様々な周期の波が含まれていることが実験によりこれまでの研究で確認されている。そこで、本研究はシンプルに伝達波の発生をシミュレートするモデルを用い、その有効性を知ることで、越波現象の解明をすることを目的とした。

研究内容と主要な結論 静止した水面に物を投げ入れたとき、その落下点から円形に波は広がっていく。このような水面に変化が与えられた場合に発生する波については、Cauchy と Poisson によって別々に研究され C-P 波が導かれた。これらを用いると越波伝達波は、

- ①水塊が防波堤を越え、港内の水面に乗ることによる一時的な水面上昇
- ②水塊落下による衝撃

が原因として発生すると考えられる。しかし、これらの条件では伝達波のエネルギー空間分布の偏りを説明出来ないため、本研究では新たに、

- ③水塊が港内方向に水面に与える速度が発生させる波

という条件を加え、速度成分が越波伝達波にどの様に影響を与えているのかを考察した。

図-1～6に本研究での計算結果を示す。図-1, 2は初期範囲に長方形の初期水位を与え計算した結果の水面変動によるスペクトル分布である。初期条件として衝撃、速度を与えた場合も同様の傾向を示した。これを見ると基本周波数成分に比べ、二倍周波数成分が越波方向に五倍近く卓越していることが分かる。しかし、既往の実験結果にはこの様な傾向は見られない。C-P 波のモデル式の考察から、越波部で与える初期条件の範囲（初期範囲）が関係していることが分かった。初期範囲は実験での観察から、細長い長方形に設定している。C-P 波には初期範囲の面から垂直方向に大きい水面変動が出るという性質があり、特に倍周波数成分で顕著である。そこで初期範囲の鉛直上向きを滑らかな関数にし、さらに入射方向の初期範囲が横方向の運動により実験で確認したよりも広がっていることを考慮し、入射方向の初期範囲を大きくとった。この条件で計算した結果が図-3～6である。図-3, 4を見ると倍周波数成分がほとんどなくなってしまい、実験結果と大きく異なっている。しかし、初期速度を与えた計算結果である図-5, 6は、倍周波数成分が入射方向においてある程度の値で卓越していることが分かる。つまり、初期範囲を広げた状態において初期速度を与えることで実験値と類似した、入射波方向に倍周波数成分の卓越を表現させることができた。このことから、初期速度は入射波方向の分散性に大きく影響していることが示唆された。さらに初期速度は初期上昇や初期圧力と異なり、方向を持っていることから斜め方向を仮定した場合には、斜め方向に卓越した分布がでることが予想される。

以上のことから、初期条件を詳細に考慮することにより、越波伝達波の方向分散特性を Cauchy-Poisson 波を用いてシミュレーションすることが可能となった。

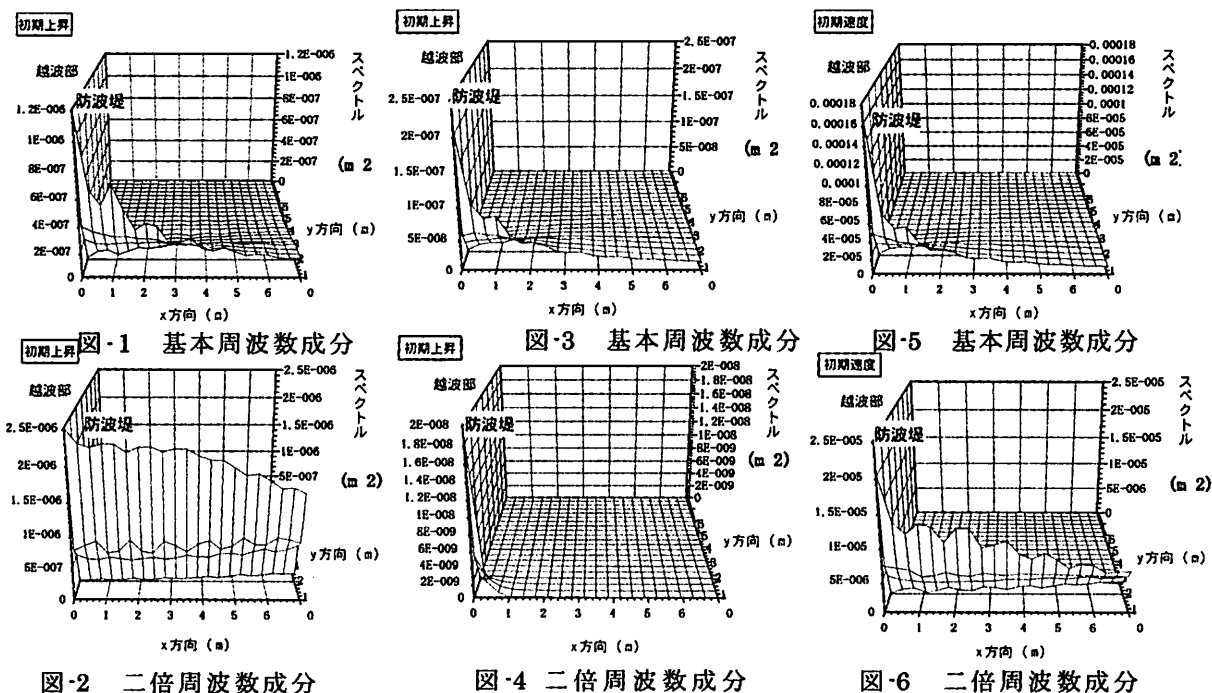


図-2 二倍周波数成分

図-4 二倍周波数成分

図-6 二倍周波数成分

## 第3章 教育活動報告

### 3.1 開講講義

	授業科目（担当教官）	開講時期
教養科目	陸・水圏環境科学（センター教官）	前期
	地球生命環境科学（楡井・理学部教官）	前期
	社会現象と微分方程式Ⅰ（三村）	前期
	保全生態学（菊地）	後期
専門科目	地球環境工学（三村）	前期
	水理学Ⅰ（三村）	前期
	陸水生物学（菊地）	前期
	都市システム工学実験Ⅰ（横木・工学部教官）	前期
	地質環境学概論（楡井）	後期
	水理学Ⅱ（横木）	後期
	海岸工学（三村・横木）	後期
	専門ゼミナールⅡ（横木・工学部教官）	後期
	公開臨湖実習 <sup>a</sup> （菊地・中里）	8/17～23
	生物環境学実習 <sup>b</sup> （菊地・中里）	9/2～9/6
	地質環境学実習 <sup>c</sup> （楡井・中里）	9/9～9/13
	臨湖実習 <sup>d</sup> （菊地・中里・山根〔教育学部〕）	8/17～23
卒業研究指導	通年	
理工学研究科	環境地質学特論Ⅰ（楡井）	前期
	地質汚染理学診断特論（楡井）	後期
	環境工学特論（三村）	後期
	陸水生物学特論Ⅲ（菊地）	後期
	沿岸環境形成工学特論（横木）	後期
	修士論文・博士論文研究指導	通年

<sup>a</sup> 他大学の学生を対象

<sup>b</sup> 理学部学生を対象

<sup>c</sup> 理学部学生を対象

<sup>d</sup> 教育学部学生を対象

## 3.2 社会教育活動

### 3.2.1 茨城大学公開講座「都市と生活Ⅱ」に協力

2002年9月に、工学部都市システム工学科と協力して、茨城大学公開講座「都市と生活—環境の維持・修復に挑む都市システム工学—」が開かれた。都市の交通や景観、廃棄物処理、リサイクルなど幅広い話題で講義が行われたが、当センターの三村信男教授は「地球温暖化と都市」と題して、都市活動からの環境負荷の削減の可能性について話をした。参加者は、一般市民と茨城県などの行政担当者であった。

### 3.2.2 高度技術研修「GISの基礎と応用Ⅱ—空間情報応用技術の最新情報—」に協力

2002年9月19,20日の2日間、共同研究開発センターの主催で高度技術研修「GISの基礎と応用Ⅱ—空間情報応用技術の最新情報—」が開催された。20名の参加者に対して、GIS実習とシステム・デモンストレーションを含む講義が行われ、当センターの三村信男教授が講義と最後のまとめを担当した。

### 3.2.3 公開講座「湖の生き物たちを調べてみよう」

2002年8月3日～4日に、広域水圏センター潮来本部にて、一般市民を対象にした公開講座「湖の生き物たちを調べてみよう」を開講した。菊地義昭助教授と中里亮治助手がそれぞれ一日ずつ担当し、湖沼生態系や水生生物の講義を行った。また、水温計やプランクトンネットなどの調査器具を使って北浦で湖沼調査を行い、採集した生物を実験室で観察した。参加者は4名と少なかったが、茨城県から遠く離れた岡山県から2名の高校生が参加し、充実した公開講座となった。

### 3.2.4 出前授業・総合学習の講師など

出前授業・総合学習の講師としてセンター教官が担当した授業を下記に示す。

- ・ 県立鉾田一高等学校 — 北浦の生物 —  
担当教官：菊地義昭助教授  
実施場所：県立鉾田一高等学校（茨城県鉾田町）  
実施日：2002年10月11日
- ・ 県立鹿島高等学校 — 北浦と鹿島灘のプランクトン —  
担当教官：菊地義昭助教授  
実施場所：県立鹿島高等学校（鹿嶋市）  
実施日：2002年11月23日
- ・ 「第27回中学校・高等学校生物研究発表会」でのコメンテーター  
担当教官：菊地義昭助教授  
実施場所：県立図書館視聴覚室（水戸市）  
実施日：2002年11月24日
- ・ 「県立鉾田一高等学校生物クラブ」の実習指導 — カイアシ類の同定方法 —  
担当教官：菊地義昭助教授  
実施場所：県立鉾田一高等学校（茨城県鉾田町）  
実施日：2002年12月16日
- ・ 「鹿島市立三笠小学校、第4学年総合的な学習の時間」講師  
担当教官：中里亮治助手  
参加人数：生徒30名、引率教官2名  
実施場所：北浦湖畔および広域水圏センター講義室（潮来市）  
実施日：2002年10月17日

### 3.3 学位授与・研究指導

#### 3.3.1 卒業論文・卒業研究

##### 理学部

氏名	所属	研究テーマ	指導教官
白石 真希	地球生命環境科学科	最終処分場における廃棄物層序と微生物に関する研究	楡井 久 難波 謙二*
木村 篤治	地球生命環境科学科	北浦におけるオオユスリカの動態と植物プランクトンとの関係について	菊地 義昭 中里 亮治

\* 東京大学大学院農業生命科学研究所

##### 工学部

氏名	所属	研究テーマ	指導教官
大竹 佑馬	都市システム工学科	澗沼湖内への塩分浸入条件	三村 信男 信岡 尚道**
北村 泰丞	都市システム工学科	近年の異常気象と気候変動との関係	三村 信男
中川 卓	都市システム工学科	我が国の海岸管理制度のあり方に関する研究	三村 信男
花形 将史	都市システム工学科	3次元離岸流と平均水位分布に関する研究	三村 信男 信岡 尚道**
福原 直樹	都市システム工学科	温暖化影響に関するデータベースおよび研究成果マップ作成	三村 信男
林 宗揚	都市システム工学科	建設リサイクルに関する日本と台湾の比較調査	三村 信男
今田 学	都市システム工学科	サンゴ礁海岸における礁上の流れに関する実験的研究	横木 裕宗
南 陽介	都市システム工学科	阿字ヶ浦海岸における近年の海浜変形	横木 裕宗 三村 信男
柳澤 英明	都市システム工学科	Cauchy-Poisson 波モデルを用いた越波伝達波のシミュレーション	横木 裕宗

\*\* 茨城大学工学部都市システム工学科

#### 3.3.2 修士論文

##### 理工学研究科

氏名	所属	研究テーマ	指導教官
大脇 正人	地球生命環境科学専攻	一般廃棄物最終処分場における廃棄物構成層と地質汚染について	楡井 久(主)
鈴木 篤	地球生命環境科学専攻	北浦湖岸における地下水流動系と地質環境再生	楡井 久(主)
新見 知宏	地球生命環境科学専攻	東京低地における工場跡地の六価クロム地層汚染の研究	楡井 久(主)
吉田 剛	地球生命環境科学専攻	房総半島の泉谷泥層と砒素の分布	楡井 久(主)
櫻井 秀明	地球生命環境科学専攻	北浦沿岸域における餌生物群集の動態とハゼ科魚類の餌選択性	菊地義昭(主) 中里亮治***
佐治あずみ	地球生命環境科学専攻	富栄養湖の水草帯における付着性ユスリカ群集の動態に関する研究	菊地義昭(主) 中里亮治***
大森 秀一	都市システム工学専攻	澗沼における水質環境の長期的変遷	三村信男(主)
小坂 慎	都市システム工学専攻	海面上昇・異常気象の地球規模脆弱性評価	三村信男(主)
齊川 義則	都市システム工学専攻	三次元数値モデルを用いた澗沼汽水系の流動と塩分動態解析	三村信男(主)
布目 彰一	都市システム工学専攻	感潮支川・湖沼における塩分動態の調査解析 一澗沼川・澗沼を対象として一	三村信男(主)

\*\*\* 主たる指導に関わった



## 第4章 研究費受け入れ

### 4.1 科学研究費補助金 *研究種目／研究課題／研究担当者／金額*

基盤研究(A)(2)／気候変動・海面上昇に対する適応策に関する総合的研究／代表者：三村信男  
分担者：横木裕宗ほか13名／14,600千円

若手研究(B)／多自然型工法による湖岸の再自然化が微小生物群集の多様性に及ぼす影響に関する研究／中里亮治／1,300千円

### 4.2 共同研究費 *研究課題／研究担当者／共同研究者／金額*

地下水流動系と環境保全調査研究担当者／楡井 久／潮来市役所／500千円

### 4.3 受託研究費 *研究課題／委託先／研究担当者／金額*

脆弱性マップの作成と脆弱性評価, アジア・太平洋地域に相応しい適応策の研究／  
国土交通省国土地理院／三村信男・横木裕宗／1,950千円

### 4.4 奨学寄附金 *研究課題／研究担当者／金額*

自然地質の汚染浄化ポテンシャルに関する研究／楡井 久／1,000千円  
シルテーションに関する研究／三村信男／1,000千円

### 4.5 財団などの研究助成金 *研究課題／財団名／研究担当者／金額*

さまざまな護岸工事による湖沼沿岸帯の環境変化が生物多様性に及ぼす影響に関する研究／  
河川環境管理財団, 河川整備基金助成事業／中里亮治／500千円

### 4.6 学内の競争的資金 *研究課題／資金の名称／研究担当者／金額*

広域水圏環境科学教育研究センターの外部評価／茨城大学教育研究支援経費〔学長裁量経費〕／  
三村信男・楡井 久・菊地義昭・横木裕宗・中里亮治／400千円

## 第5章 研究成果報告

### 5.1 著書

- 三村信男：4.12 温暖化・海面上昇の沿岸域への影響，不破敬一郎・森田昌敏（編）：地球環境ハンドブック 第2版，pp.193-197，朝倉書店，2002.
- 三村信男（編）：20 地球環境，池田駿介・林 良嗣・嘉門雅史・磯部雅彦・川島一彦（編）：新領域土木工学ハンドブック，pp.663-718，朝倉書店，2003.
- 三村信男・原沢英夫：第3章 地球温暖化の影響とリスク，総合科学技術会議環境担当議員・内閣府政策統括官（科学技術政策担当）（共編）：地球温暖化研究の最前線—環境の世紀の知と技術2002—，pp.71-94，財務省印刷局，2003.
- 横木裕宗：代表波の算出，第5編海岸・港湾編，水理公式集 例題プログラム集平成13年度版，CDROM，土木学会，2002.

### 5.2 学術誌論文（査読付）

- 神子直之・山崎幸司・吉田研一・三村信男：安価な廃材利用リン吸着剤の開発とリン回収技術に関する基礎的検討，環境工学研究論文集，土木学会，第39巻，pp.325-332，2002.
- 五明美智男・栗原明夫・三村信男：鉛直管に投入された土砂の水中落下挙動と管内水振動，海岸工学論文集，土木学会，第49巻(2)，pp.896-900，2002.
- 五明美智男・三村信男：水中落下土砂の底泥地盤へのめり込み・貫入の定式化，海岸工学論文集，土木学会，第49巻(2)，pp.901-905，2002.
- 中村義治・金網紀久恵・磯野良介・三村信男：貝類の生物機能と水域環境への影響に関する全国評価，海岸工学論文集，土木学会，第49巻(2)，pp.1371-1375，2002.
- 平野秀一・三村信男：明治以降の3時期における海岸地形・海岸施設の分布と変遷，日本沿岸域学会論文集，15，pp.47-56，2003.
- 三村信男・信岡尚道・三日市圭史・布目彰一・横木裕宗・根本隆夫：水質改善に向けた感潮支川・湖沼の塩分動態の解析—瀬沼川・瀬沼を対象にして—，海岸工学論文集，土木学会，第49巻(1)，pp.336-340，2002.
- 横木裕宗，Magnus Larson：複素主成分分析を用いた Sylt 島海岸における地形変化特性の解析，海岸工学論文集，第49巻，土木学会，pp.601-605，2002.
- Sakuma, M., T. Hanazato, R. Nakazato and H. Haga: Methods for quantitative sampling of epiphytic microinvertebrates in lake vegetation, *Limnology*, 3, pp.115-119, 2002.

### 5.3 国際会議論文

- Mimura, N.: Preparation of Adaptation in the South Pacific -A Resource Book for Policy and Decision Makers, Educators and other Stakeholders-, Proc. The Twelfth Asia-Pacific Seminar on Climate Change, Ministry of the Environment, 9p, 2002.
- Nirei, H.: Geo-pollution and Clean up. 1<sup>st</sup> International Symposium on Geo-pollution and Medical Geology, pp.9-13, 2002.
- Nobuoka, H. and N. Mimura: Vertical distribution of radiation stresses and 3-D nearshore currents around coastal structures, The Proc. of 12th International Ocean and Polar Eng. Conf., Vol.3, pp.672-679, 2002.
- Yokoki, H., N. Mimura and M. Konta: Possible adaptation to sea-level rise on coastal areas in Asia and Pacific countries — An experimental study on sandy beach with coral reef —, Proc. of the International Symposium Diagnosis, Treatment and Regeneration for Sustainable Urban Systems, pp.137-141.

## 5.4 国際セミナー・テキストブック

Nirei, H., A. J. Centeno, B. R. Finkelman, O. Selinus, G. F. Mullick and M. Takeuchi: Metals, Health and the Environment. Short Course: Metals, Health and the Environment and 2002 International Conference on Medical Geology and Geo-Environment, 168p, 2002.

## 5.5 総説・その他論文（査読なし）

板津 透・篠原 誠・楡井 久：台地における地下空気圧力の変動，第12回環境地質学シンポジウム・地質環境国際シンポジウム論文集，pp. 35-40, 2002.

板津 透・楡井 久：地下水位の浅い場所における地下空気圧力の変動，第12回環境地質学シンポジウム・地質環境国際シンポジウム論文集，pp. 41-46, 2002.

岩井久美子・山濱 裕・田村嘉之・楠田 隆・風岡 修・香村一夫・楡井 久・大竹 毅・工藤智子：手賀沼流域の湧水について，第12回環境地質学シンポジウム・地質環境国際シンポジウム論文集，pp. 173-178, 2002.

大脇正人・板津 透・小原崇嗣・篠原 誠・吉田 剛・亀山 瞬・難波謙二・高橋あすか・本田 崇・小原崇嗣・武島俊達・亀山 瞬・大友俊郎・高木 均・斎藤喜由・楡井 久：北総台地北端における水文地質単元と窒素による地下水汚染について，第12回環境地質学シンポジウム・地質環境国際シンポジウム論文集，pp. 91-96, 2002.

風岡 修・楠田 隆・古野邦雄・楡井 久・山内靖喜・矢野孝雄：砂層中の混入物が液状化強度に与える影響—2000年鳥取県西部地震の液状化—流動化調査から—，第12回環境地質学シンポジウム・地質環境国際シンポジウム論文集，pp. 253-258, 2002.

風岡 修・佐藤光男・風戸孝之・楠田 隆・古野邦雄・香村一夫・佐藤賢司・原 雄・酒井 豊・笠原 豊・仁平雅子・加藤晶子・香川 淳・楡井 久：1987年千葉県東方沖地震時にみられた地波現象発生地点での地層の状態，第12回環境地質学シンポジウム・地質環境国際シンポジウム論文集，pp. 247-252, 2002.

風岡 修・楠田 隆・楡井 久：VOCs 固体汚染源とその調査法，第12回環境地質学シンポジウム・地質環境国際シンポジウム論文集，pp. 29-34, 2002.

楠田 隆・風岡 修・古野邦雄・佐藤賢司・酒井 豊・香川 淳・香村一夫・森崎正昭・加藤晶子・石渡康尊・笠原 豊・仁平雅子・楡井 久：地質汚染診断における分析用試料のサンプリング方法—環境地質学的・層序学的観点の重要性—，第12回環境地質学シンポジウム・地質環境国際シンポジウム論文集，pp. 97-100, 2002.

篠原 誠・皆藤由美・楡井 久：湧水と水文地質単元—潮来市の北浦西岸を例として—，第12回環境地質学シンポジウム・地質環境国際シンポジウム論文集，pp. 153-158, 2002.

竹内美緒・難波謙二・石井浩介・丸茂克美・楡井 久・根建心具・前田広人：堆積物中の微生物の砒素耐性，第12回環境地質学シンポジウム・地質環境国際シンポジウム論文集，pp. 355-360, 2002.

竹内美緒・難波謙二・田中 武・岩本広志・楡井 久：超高压水と微生物を用いた難透水層汚染の浄化法に関する基礎研究，第12回環境地質学シンポジウム・地質環境国際シンポジウム論文集，pp. 81-84, 2002.

楡井 久：土壌汚染対策法と汚染残土石。INDUST. 特集：残土・処分場問題と土壌汚染，179, pp. 10-14, 2002.

楡井 久：自由市場が地質汚染を浄化—実効ある土壌汚染対策法のための改良点—。産業と環境，特集：活発化する土壌・地下水汚染対策，358, pp. 20-27, 2002.

楡井 久・田中 武・難波謙二：地層汚染曝気洗浄工法による VOCs 汚染泥岩層の完全浄化について，第12回環境地質学シンポジウム・地質環境国際シンポジウム論文集，pp. 75-80, 2002.

吉田 剛・大岡健三・楠田 隆・石山大樹・大脇正人・楡井 久：下総層群上部泉谷泥層の堆積相と砒素溶出濃度との関係，第12回環境地質学シンポジウム・地質環境国際シンポジウム論文集，pp. 105-110, 2002.

## 5.6 口頭発表

- 大高京子・三村信男：地球環境情報を用いた地球規模の脆弱性評価，土木学会第57回年次学術講演会，第Ⅶ部門，2002. 9. 25.
- 風岡 修・佐藤光男・風戸 孝・楠田 隆・酒井 豊・笠原 豊・二瓶雅子・加藤晶子・香川 淳・佐藤賢司・古野邦雄・香村一夫・原 雄・楡井 久，1987年千葉県東方沖地震時にみられた地波現象と地下での実態，日本地質学会第109年学術大会（新潟），2002. 9. 13.
- 菊地義昭：*Canthocamptus* 属について，日本動物分類学会第38回大会，2002. 6. 9.
- 斎川義則・加藤知恵・三村信男：鉛直管内における土砂投入の水理解析，土木学会第57回年次学術講演会，第Ⅱ部門，2002. 9. 25.
- 高嶋 洋・難波謙二・楡井 久：クエン酸アルミニウム分解性菌の存在と風化機構への関与について，日本地質学会第109年学術大会（新潟），2002. 9. 13.
- 竹内美緒・難波謙二・田中 武・楡井 久：超高压水と微生物を用いた難透水層汚染の浄化に関する研究，日本地質学会第109年学術大会（新潟），2002. 9. 13.
- 千田正和・三村信男・桑原祐史：ランドサットデータによる関東圏の植生環境解析，土木学会第57回年次学術講演会，第Ⅶ部門，2002. 9. 25.
- 土谷 卓・中里亮治：ヨシ群落周辺におけるユスリカ幼虫の水平分布，日本陸水学会第67回大会，2002. 9. 26.
- 土谷 卓・村松充・中里亮治：ヨシ群落におけるユスリカ幼虫の空間利用，日本陸水学会第 67 回大会，2002. 9. 26.
- 土谷 卓・村松 充・中里亮治：北浦沿岸植生帯におけるユスリカ幼虫の動態，ユスリカ研究会第13回集会，2002. 5. 18.
- 納谷友規・谷村好洋・中里亮治・天野一男：珪藻群集に基づく北浦の現行堆積過程の解析，日本陸水学会第67回大会，2002. 9. 26.
- 納谷友規・天野一男・中里亮治・谷村好洋：セジメントトラップを用いた北浦の現行堆積過程の解析，日本地質学会第109年年会，2002. 9. 13.
- 難波謙二・竹内美緒・高橋あすか・浅野泰泉・田中 武・楡井 久：有機塩素系溶剤汚染の微生物による自然浄化と微生物を利用した浄化法，日本地質学会第109年学術大会（新潟），2002. 9. 13.
- 楡井 久・赤井純治・串田 隆・丸茂克美・難波謙二・田崎和江・吉田英一：Natural Attenuation と Natural Analog — Green Geokogy の確立のために— (Key Note)，日本地質学会第 109 年学術大会（新潟），2002. 9. 13.
- 楡井 久・楠田 隆・岩本宏志・大脇正人・高嶋恒太・原 雄・古野邦雄・矢田恒晴：天然六価クロムの Natural Analog，日本地質学会第109年学術大会（新潟），2002. 9. 13.
- 村松 充・土谷 卓・中里亮治：北浦沿岸帯におけるヌマチチブの捕食特性—特にユスリカ幼虫に関して—，ユスリカ研究会第13回集会，2002. 5. 18.
- 村松充・中里亮治・土谷卓：北浦沿岸帯におけるヌマチチブの捕食特性，日本陸水学会第 67 回大会，2002. 9. 26.
- Kikuchi, Y.: Biology of a harpacticoid copepod, *Mesochra* sp. From the Hitachi-Tone river in Kanto district, central Japan, 8th International Conference On Copepoda, National Taiwan Ocean University, Keelung, Taiwan, 2002. 7. 25.
- Mimura, N.: Preparation of Adaptation in the South Pacific -A Resource Book for Policy and Decision Makers, Educators and other Stakeholders-, Proc. The Twelfth Asia-Pacific Seminar on Climate Change, Ministry of the Environment, 2002. 7. 30.
- Nakazato, R., H. Sakurai and H. Haga : Fish predation on chironomid larvae in the aquatic macrophyte zone of Akanoi Bay, Lake Biwa, Japan, 8th International Congress of Ecology (Seoul, Korea), 2002.8.16.
- Mimura, N.: Impact of climate change on the coastal zone, APN Scientific Planning Committee meeting, 2003.3.10.
- Saji, A., R. Nakazato, H. Sakurai, M. Sakuma and T. Hanazato : Population dynamics of epiphytic chironomid communities in the aquatic macrophyte zones of eutrophic Lakes Suwa and Kitaura, 11th International Symposium on River and Lake Environments (Suwa, Japan), 2002.7.12.

## 5.7 報告書

- 茨城大学広域水圏環境科学教育研究センター：茨城大学広域水圏環境科学教育研究センター外部評価報告書，pp. 1-89，2003. 3.
- 中里亮治・土谷 卓・村松 充：琵琶湖南湖における貝曳きによる沈水植物の除去が生物群集におよぼす影響と効果に関する研究 —特にユスリカ群集について—，琵琶湖博物館共同研究「琵琶湖南湖の富栄養化過程に沈水植物が及ぼす影響の解明」報告書，15p，2003. 3.
- 楡井 久：地下水流動系と環境保全計画，56p，潮来市，2002. 12

## 5.8 講演

- 中里亮治：北浦沿岸帯の動物群集について．霞ヶ浦研究会2002年度第3回例会，2002. 7. 19.
- 楡井 久：深刻な足下の汚染 —地質汚染—，茨城大学理学研究科イブニングセミナー，2002. 11.
- 楡井 久：An Overview of Environmental, Human Health and Medical Geology. Activities and Research Needs in Japan. Short Course :Metals, Health and the Environment and 2002 International Conference on Medical Geology and Geo-Environment, 2002.11.
- 三村信男：第10回アジア太平洋地球温暖化セミナー，バンコク，2002. 7. 30-8. 2.
- 三村信男：地球温暖化と国土防災，全国建設技術講習会，2002. 9. 5.
- 三村信男：環境講演会，茨城町，2002. 9. 30.
- 三村信男：地球環境と海洋，日本海洋建設協会創立記念シンポジウム，2002. 11. 8.
- 三村信男：南太平洋の島嶼国について，珊瑚洲島ワークショップ，2002. 11. 15.
- 三村信男：職員環境講演会，五霞町，2002. 12. 2.
- 横木裕宗：第5編 海岸・港湾編，土木学会水理公式集例題プログラム集講習会，2002. 9. 10.

## 5.9 マスコミ掲載など

- 茨城大 研究探訪 広域水圏環境科学教育研究センター（三村信男，横木裕宗），茨城新聞，2002. 4. 1
- 地下に潜む汚染を探る 市民とともに地質環境を守りたい —茨城大センター教授・楡井 久—，毎日新聞，2002. 5. 13.
- ETV2002「地球温暖化で島が沈む?! 南の島ツバルの選択」，NHK 教育テレビ，2002. 5. 6.
- 地質汚染対策の遅れ 市民自ら問題意識を 地質汚染の調査・浄化に取り組む，茨城新聞，2002. 5. 26.
- 熱帯赤道紀行「バングラディッシュで植林，ツバルの島が沈む」，日本テレビ，2002. 7. 20.
- 素敵な宇宙船地球号「海面上昇 失なわれゆく国土」，テレビ朝日，2002. 8. 18.
- ヨーロッパの水害，東京新聞，2002. 8.
- 何故隠すのか？ 疑惑だらけの産廃処分場計画，噂の東京マガジン，TBS テレビ，2002. 10.
- 医療地質理解へ 2002国際地質環境ワークショップに茨城大が参加 —茨城大センター教授・楡井 久—，茨城新聞，2002. 11. 20.
- 基準上回る固体の有害物質（トリクロロエチレン）の発見，茨城大学広域水圏環境科学教育研究センター，NHK ニュース，2002. 12.
- 土壤汚染対策法施行 大半調査義務なし 放置・拡散，防止できず —茨城大センター教授・楡井 久—，朝日新聞，2003. 2. 17.
- 特集：土壤汚染対策法 完全浄化と千倉町．NHK ニュース，2002. 3.

## 5.10 受賞

- 石田昭夫・菊地義昭：日本生物地理学会賞「日本産淡水ソコミジンコ図譜」  
日本生物地理学会会報，Vol.55，pp.7-94.

## 第6章 センター活動記録

### 6.1 センター運営委員会の主な議題

2002年6月18日 15:00～ 理学部第3会議室

- (1) センター構想検討専門部会の答申(案)について
- (2) 平成14年度予算配当方針(案)について
- (3) その他

2002年12月3日 理学部会議室

- (1) 中期目標・中期計画について
- (2) 外部評価の概要
- (3) その他

2003年1月30日 15:00～ 理学部第3会議室

- (1) 次期センター長の推薦について
- (2) センター外部評価について
- (3) その他

### 6.2 専任教員会議の主な議題

2002年6月4日 11:00-13:00 理学部会議室

- (1) 全国所長会議の報告
- (2) 外部評価の予算申請について
- (3) センターパンフレットの更新について
- (4) 全学センター構想について
- (5) センター年報第5号について
- (6) その他

2002年9月18日 13:00-15:00 潮来本部

- (1) 外部評価の準備
- (2) 年報No.5について
- (3) センターパンフレット更新について
- (4) 施設増設について
- (5) その他

地域連携特別事業

2002年11月28日 10:00-11:30 潮来本部

- (1) 外部評価の準備について
- (2) 中期目標・中期計画について
- (3) 地域貢献事業について
- (4) センターパンフレットについて
- (5) センター年報について
- (6) その他

2002年12月24日 10:00-11:30 潮来本部

外部評価準備のための教官会議

- (1) 外部評価の評価方法
- (2) 自己評価報告書
- (3) 当日のスケジュール, 準備
- (4) 外部評価報告書の発行
- (5) 予算計画
- (6) 当日までの予定
- (7) その他

## 6.3 センター教官の社会における主な活動

### 楡井 久 教授

日本地質学会評議委員  
日本地質学会環境地質研究会委員  
日本地質学会地層命名規約委員会  
日本学術振興会新鉱物活用第111委員会委員  
国際地質科学連合・環境地質学委員会 (Co-Geoenvironment, IUGS) 国内代表世話人  
環境省土壌・地下水汚染対策技術検討委員会  
千葉県自然誌編集委員会主任執筆委員  
千葉県地下構造調査委員会  
千葉県活断層調査委員会  
特定非営利法人日本地質汚染審査機構理事長

### 三村信男 教授

土木学会 海岸工学委員会委員・幹事  
土木学会 地球環境委員会委員  
日本沿岸域学会理事  
土木学会気候変動に関わる共同実施・CDM 研究小委員会委員長  
Journal of Coastal Research 編集委員  
Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change 編集委員  
内閣府総合科学技術会議環境イニシャティブ招聘専門家  
日本学術会議 IGBP/LOICZ 小委員会委員  
UJNR/CEST パネル企画委員会委員  
国際エメックスセンター 科学・政策委員  
水産工学研究所外部評価委員  
国土交通省 国土技術政策総合研究所研究評価委員  
国立環境研究所 地球温暖化影響・抑制政策検討会委員  
茨城県 環境アドバイザー  
茨城県環境影響評価審査会委員  
クリーンアップひぬまネットワーク理事  
茨城県他 阿字ヶ浦海岸保全検討会技術対策部会長  
茨城県 茨城沿岸海岸保全計画検討委員会委員長  
東京都 伊豆小笠原諸島沿岸保全基本計画検討委員会委員  
富山県 とやま21世紀水ビジョン推進会議専門委員会 (地球温暖化) 顧問

### 菊地義昭 助教授

茨城の淡水動物研究会代表  
日本動物地理学会編集委員  
霞ヶ浦研究会運営委員  
茨城県自然博物館助言者会議委員  
潮来町生活排水対策推進計画検討委員  
栃木県環境技術協会アドバイザー  
栃木県土壌動物調査会調査員  
茨城町水と自然を守る会顧問  
茨城県土壌動物調査会調査員  
那須御用邸附属地土壌動物調査員

### 横木裕宗 助教授

土木学会海岸工学委員会論文集編集小委員会委員  
日本沿岸域学会論文編集委員会委員  
土木学会海岸工学委員会広報小委員会委員  
(財)地球環境産業技術研究機構「温暖化影響評価WG」委員会委員

### 中里亮治 助手

日本陸水学会評議委員

## 6.4 センターの利用状況

日 時	主な来訪者
2002年5月15日～18日	地質汚染調査浄化技術研修会：55名
2002年5月19日	ユスリカ研究会：13名
2002年8月3日～4日	公開講座：4名
2002年8月19日～23日	公開臨湖実習・教育学部臨湖実習：7名
2002年9月2日～6日	生物環境科学実習：16名
2002年9月9日～13日	地質環境科学実習：17名
2002年10月6日	茨城県自然博物館・自然観察会：17名
2002年10月17日	鹿島市立三笠小学校・総合学習：32名
2003年1月25日～26日	茨城土壌動物研究会研修会：14名



## 6.5 センターの活動日誌

月 日	行 事	用 件	人 名
2002年			
4 3	現地調査	市原市五井海岸周辺の地質汚染調査	楡井
4 3	委員会	総合科学技術会議気候変動分野運営会議	三村
4 4	現地調査	京葉臨海コンビナートにおける有機塩素化合物による地質汚染調査	楡井
4 8	運営	センター教官会議	
4 10	会合	総合科学技術会議温暖化イニシャティブ会合	三村
4 11	学会委員会	霞ヶ浦研究会運営委員会	菊地
4 12	学会委員会	土木学会気候変動に関する JI/CDM 研究委員会	三村
4 19	学会委員会	土木学会海岸工学委員会幹事会	三村
4 19	現地調査	常陸利根川ソコムジンコ採集	菊地
4 22-23	運営	全国臨海臨湖実験所所長会議	三村
4 25	現地調査	北茨城市関本小川学術保存林内小川にソコムジンコ採集	菊地
4 30	委員会	日立バイパス浜の宮地区土壌対策検討委員会	三村
5 2	会合	温暖化イニシャティブ影響・リスク評価プログラム会合	三村
5 2	現地調査	北浦調査	中里
5 4-6	現地調査	尾瀬沼, アカシボ・ソコムジンコ採集	菊地
5 12-14	現地調査	琵琶湖調査	中里
5 14	委員会	阿字ヶ浦海岸保全対策技術検討部会	三村
5 18-19	学会	ユスリカ研究会 (潮来市)	中里
5 20-21	現地調査	北浦調査	中里
5 22	委員会	国土交通省 国土技術政策総合研究所研究評価委員会分科会	三村
5 22	現地調査	東京低地帯における地質汚染調査	楡井
5 22	現地調査	プランクトン, エピベントス採集 (北浦)	菊地
5 27	学会	2002年学術会シンポジウム (東京都)	楡井
5 29-31	現地調査	琵琶湖調査	中里
5 30	学会	地球・恒星合同学会 (東京都)	楡井
5 31	講演	文部科学省科学技術政策研究所	三村
6 3	委員会	総合科学技術会議気候変動分野運営会議	三村
6 3	現地調査	市原市五井海岸周辺の地質汚染調査	楡井
6 4	運営	センター専任教官会議	
6 7-9	学会	日本動物分類学会第38回大会参加 (岩井市)	菊地
6 8	現地調査	江戸川区荒川周辺の地質汚染調査	楡井
6 10	委員会	富山県地球温暖化専門委員会	三村
6 11	委員会	茨城県環境影響評価審査会	三村
6 13-14	現地調査	諏訪湖調査	中里
6 18	運営	センター運営委員会	
6 19	学会委員会	土木学会海岸施設設計便覧編集幹事会	三村
6 19	学会委員会	土木学会海岸工学委員会	三村
6 21	学会委員会	土木学会気候変動に関する JI/CDM 研究委員会	三村
6 25	研究会	濁沼研究会	三村
6 28	委員会	UJNR/CEST パネル企画委員会	三村
6 29	委員会	国際 EMECS センター閉鎖性海域環境情報等整備検討委員会	三村
6 30	現地調査	濁沼調査	三村
7 2	委員会	総合科学技術会議気候変動分野運営会議	三村
7 2-7	国際学会	地質環境工学と持続可能な地球環境に関する国際シンポジウム (韓国)	楡井
7 6-14	海外出張	国際海岸工学会議 (イギリス, カーディフ)	三村・横木
7 11-13	国際会議	第11回 国際河川湖沼環境シンポジウム (諏訪市)	中里
7 16	現地調査	江戸川区荒川周辺の地質汚染調査	楡井
7 16	学会	第10回 地球環境シンポジウム	三村
7 16-19	国際会議	UJNR/CEST パネル会合 (横須賀)	三村
7 18	現地調査	東京湾三番瀬周辺の地質調査	楡井
7 19	学会	霞ヶ浦研究会	中里
7 22-26	国際会議	第8回 国際カイアシ類会議 (台湾, 基隆市)	菊地
7 24	委員会	地域連携事業水・自然環境部会	三村
7 27-8/1	教育	底生動物分類生態実習 (京都大学主催)	中里
7 29-8/3	海外出張	第12回 地球温暖化アジア・太平洋セミナー (タイ, バンコク)	三村・横木
8 3-4	教育	公開講座「湖の生き物たちを調べよう」	菊地・中里

月 日	行 事	用 件	人 名
8 6	現地調査	澗沼湖沼調査 (茨城町の水と自然を守る会)	菊地
8 9	講演	地質汚染にかかわるシンポジウム (東京都)	楡井
8 9	学会委員会	霞ヶ浦研究会幹事会 (茨城大農学部)	菊地
8 13-17	国際会議	第8回 国際生態学会議 (大韓民国)	中里
8 17	教育	プランクトン実習 (インターシップの予備実習 2名)	菊地
8 19	現地調査	下総地域の地質汚染調査	楡井
8 19-24	教育	公開臨湖実習	菊地・中里
8 20	委員会	地域連携事業水・自然環境部会	三村
8 20	委員会	総合科学技術会議気候変動分野運営会議	三村
8 22	現地調査	千葉県養老川下流域の地質汚染調査	楡井
8 22	学会委員会	土木学会海岸工学委員会海岸工学論文編集小委員会	横木
8 23	現地調査	東京湾三番瀬周辺の地質調査	楡井
8 24-25	現地調査	青木ヶ原樹海と富士山御中道, ソコミジンコ採集	菊地
8 29	学会委員会	土木学会気候変動に関する JI/CDM 研究委員会	三村
9 2-6	教育	生物環境学実習	菊地・中里
9 3	講義	公開講座「都市と生活Ⅱ」	三村
9 5	講演	建設技術協会	三村
9 5	その他	皇居御所にてお茶会出席	菊地
9 9-13	教育	地質環境学実習	楡井・中里
9 10	講演会	土木学会水理公式集講演会 (東京)	横木
9 10	学会委員会	霞ヶ浦研究会幹事会 (茨城大農学部)	菊地
9 12-17	講演	日本地質学会シンポジウム	楡井
9 13	委員会	日立バイパス浜の宮地区土壌対策検討委員会	三村
9 17	学会委員会	土木学会海岸工学委員会	三村
9 17	委員会	総合科学技術会議気候変動分野運営会議	三村
9 18	運営	センター教官会議	
9 19-20	講義	高度技術研修「GIS」	三村
9 25-26	学会	土木学会全国大会, 研究討論会	三村
9 25-28	学会	日本陸水学会大会・評議委員会 (府中)	中里
9 26-28	学会	日本陸水学会大会 (府中)	菊地
9 27	委員会	茨城県東海地区海岸・海域対策検討会	三村
9 30	講演	茨城町職員研修会	三村
10 1	国際会議	APN/国連大学ラウンドテーブル会合 (東京)	三村
10 6	教育	茨城県自然博物館自然観察会 (湖来本部)	菊地
10 7	教育	湖来市大生原小学校総合学習のアドバイス	中里
10 8	現地調査	東京低地帯における地質汚染調査	楡井
10 10	委員会	国際 EMECS センター閉鎖性海域環境情報等整備検討委員会	三村
10 10	現地調査	プランクトン, エピベントス採集 (北浦)	菊地
10 11	教育	銚田一高, 出前授業「北浦の生き物たち」	菊地
10 12	現地調査	澗沼現地調査	横木
10 17	教育	鹿島市立三笠小学校, 総合学習講師	中里
10 21	委員会	阿字ヶ浦海岸保全対策技術検討部会住民説明会	三村
10 21-23	現地調査	琵琶湖調査	中里
10 23-25	学会	海岸工学講演会 (釧路)	三村・横木
10 25	教育	茨城町水と自然を守る会見学会 (19名)	菊地
10 28-29	会合	臨湖・臨海・センター長会議 (館山)	中里
10 29	委員会	茨城県沿岸海岸保全基本計画検討委員会	三村
10 29	委員会	総合科学技術会議気候変動分野運営会議	三村
11 6	会合	温暖化イニシャティブ 影響・リスク評価プログラム会合	三村
11 6-11	現地調査	ダッカ近郊のソコミジンコ調査 (バングラディッシュ)	楡井
11 7	教育	茨城大学理工学研究科イブニングセミナー (日立市)	楡井
11 8	講演	日本海洋建設協会設立30周年記念講演会	三村
11 12	委員会	茨城県東海地区海岸保全対策研究会	三村
11 13	会合	総合科学技術会議温暖化イニシャティブ会合	三村
11 13	委員会	東京都伊豆小笠原諸島沿岸海岸保全基本計画検討委員会	三村
11 15	シンポジウム	珊瑚洲島に関するシンポジウム	三村
11 16-21	学会	2002 国際地質環境ワークショップ	楡井
11 18	委員会	石岡市環境審議会	三村
11 21	委員会	国際エメックスセンター科学・政策委員会	三村
11 22-23	学会	第12回 環境地質学シンポジウム (東京都)	楡井

月 日	行 事	用 件	人 名
11 23	教育	茨城県立学校開放講座「鹿行の自然をたのしむ」講師	菊地
11 24	教育	茨城生物の会、中・高研究発表会（コメンテーター）	菊地
11 26	学会委員会	土木学会気候変動に関する JI/CDM 研究委員会	三村
11 27	委員会	海上保安庁沿岸域環境保全情報整備推進委員会	三村
11 28	運営	センター教官会議	
12 2	講演	五霞町役場	三村
12 3	運営	センター運営委員会	楡井
12 4	委員会	阿字ヶ浦海岸保全対策技術検討部会	三村
12 6	現地調査	常陸利根川ソコミジンコ採集	菊地
12 9	学内委員会	地域連携事業課題代表者会議	三村・横木
12 9	学会委員会	霞ヶ浦研究会運営委員会（茨城大、農学部）	菊地
12 10	会合	国立環境研究所客員研究官会議	三村
12 14	現地調査	茨城土壌動物調査会（県北地方）	菊地
12 16	委員会	日立バイパス浜の宮地区土壌対策検討委員会	三村
12 16	教育	県立鉾田一高生物部出前指導（標本作成と同日）	菊地
12 17	研究会	地球温暖化の市民生活への影響検討会	三村
12 18	委員会	地域連携事業（涸沼 WG）打合せ	三村・横木
12 24	運営	センター教官会議	
12 26	委員会	地球環境産業技術研究機構（RITE）「温暖化影響評価 WG」委員会	横木
12 27	委員会	地球環境産業技術研究機構（RITE）温暖化影響・対策総合評価委員会	三村
2003年			
1 8	学会委員会	日本沿岸域学会理事会	三村
1 9	運営	センター管理委員会	三村(代理：横木)
1 9	学会	霞ヶ浦研究会	菊地
1 17	委員会	有明海海域環境調査検討委員会	三村
1 21	運営	センター外部評価	
1 22	委員会	地域連携事業（涸沼 WG）打合せ	三村・横木
1 30	運営	センター運営委員会	
2 3	委員会	地球環境産業技術研究機構（RITE）「温暖化影響評価 WG」委員会	横木
2 6	委員会	海岸事業費用対効果分析手法研究会	三村
2 7	現地調査	東京低地帯における地質汚染調査	楡井
2 10	現地調査	プランクトン、エビイベントス採集（北浦）	菊地
2 13	現地調査	東京湾岸における地質汚染調査	楡井
2 17	委員会	環境省地球環境研究企画委員会第一分科会	三村
2 18	委員会	総合科学技術会議気候変動分野運営会議	三村
2 24	現地調査	大田区立合周辺の調査	楡井
2 24	委員会	日立バイパス浜の宮地区土壌対策検討委員会	三村
3 1	学内行事	第3回 陸水域環境自然史分野 卒業研究修士論文発表会	楡井・菊地・中里
3 3	現地調査	射撃場における鉛汚染問題の調査	楡井
3 4	委員会	茨城県東海地区海岸保全対策研究会	三村
3 4	教育	地域貢献特別支援事業「北浦 WG」第1回 東関東湖沼群環境資源再生セミナー	楡井・中里
3 5	現地調査	東京湾岸の地質汚染調査	楡井
3 6	委員会	地球環境産業技術研究機構（RITE）「温暖化影響評価 WG」委員会	横木
3 7	現地調査	銚子市の産業廃棄物最終処分場における調査	楡井
3 7	委員会	地域連携事業（涸沼 WG）打合せ	三村・横木
3 9-12	海外出張	Asia-Pacific Network for Global Change Research 科学委員会（ベトナム、ハノイ）	三村
3 13	教育	地域貢献特別支援事業「北浦 WG」第2回 東関東湖沼群環境資源再生セミナー	楡井・菊地・中里
3 13-14	国際会議	都市の診断・治療・再生国際シンポジウム（水戸）	三村・横木
3 18	国際会議	国際エメックスセンター Design Workshop（神戸）	三村
3 19	委員会	国土交通省海域利用技術開発懇談会	三村
3 19	委員会	日本陸水学会編集委員長・幹事引継会（東京）	中里
3 21	現地調査	佐倉市における汚染と残土石の調査	楡井
3 24	現地調査	東京低地帯周辺の地質汚染調査	楡井
3 24	講演	国土地理院沿岸域環境講演会	三村
3 26	委員会	地球環境産業技術研究機構（RITE）温暖化影響・対策総合評価委員会	三村
3 27	現地調査	千葉県養老川川岸の地質汚染調査	楡井
3 28	学会	第30回地質汚染イブニングセミナー（東京都）	楡井
3 28	委員会	水産工学研究所機関評価会議	三村

## 第7章 新スタッフの紹介

### 新任のあいさつ

藤 美智子

2003年4月より、事務補佐員として、センタースタッフに加わりました藤美智子と申します。新米スタッフで、センターの皆様には何かとご迷惑をおかけしていますが、ご助力のもと、楽しく働かせて頂いております。活気溢れる学生さんたちと接することは、とても刺激となり、'パワーの源'であります。年齢は近い？ですが、'センターの肝っ魂母ちゃん'を目指して、頑張りたいと思っています。

さて、当センターは、水郷として知られる潮来市に位置しています。関西で生まれ育った私ですが、幼少の頃より、'潮来'という地名はよく耳にしていました。おそらく、歌謡「潮来笠」の影響をうけていたのでしょう。しかしながら、遠く離れた当地で働くことになるとは夢にも思わず、不思議な縁を感じています。

こちらに来てまず興味を惹かれたのは、水が織りなす自然の情景です。野に咲き誇るノハナショウブ、湖面に漂うアサザ、冬季に飛来するハクチョウなどは、私にはとても新鮮であり、当地の水との関係の深さを感じさせられました。センターではまさに、水にかかわる様々な自然環境について研究しております。この恵まれた機会を大切に、一住民として当地の環境を見つめ、地域のお役にも立ちたいと考えております。

今後とも、よろしくお願い致します。



潮来市 前川あやめ園にて

### 編集後記

1号から5号まで編集長をつとめられた横木助教授に代わりまして、助手の中里が6号からの新編集長になりました。いきなり当初の発行予定日を大幅に過ぎてしまい関係各位に多大なご迷惑をおかけいたしました。今後は速やかなる発行を心がけますので、ご指導・ご鞭撻をよろしくお願い申し上げます。

水ぬるむ水郷潮来より

中里 亮治



茨城大学広域水圏環境科学教育研究センター

〒311-2402 茨城県潮来市大生1375  
TEL0299-66-6886 (代表)  
FAX0299-67-5175

(日立地区)

〒316-8511 茨城県日立市中成沢町4-12-1  
TEL0294-38-5169  
FAX0294-38-5268