

V 調査研究・技術開発

1 研究企画事業

(1) 事業評価の実施

ア 目的

センターが行う事業について、公正かつ客観的な評価を行うことにより、県民のニーズに沿った調査研究や環境学習・市民活動連携支援等の事業を効率的・効果的に推進し、本県における生活環境の保全及び県民の健康の保護に資することを目的とする。

イ 事業評価の概要

評価事業	評価区分	事業評価		
		検討会議	評価委員会	評価結果
G I Sを用いた流域管理に関する調査研究事業	終了評価	7月29日	9月5日	A(目標達成)
浮遊粒子状物質の組成及び発生源推定調査				A(目標達成)
水質浄化強調月間事業	A(継続相当)			
霞ヶ浦のりんの増加原因に関する調査研究事業	A(継続相当)			
霞ヶ浦における優占藻類種の動態及び優占機構の解明に関する調査研究事業	A(継続相当)			
霞ヶ浦の溶存態有機物に関する調査研究事業	A(継続相当)			

(2) 客員研究員制度の活用実績

ア 客員研究員制度の概要

大学や外部研究機関等から、環境科学に関する分野で専門的知識を有する研究者を客員研究員として委嘱し、研究機能の向上及び活性化並びに研究体制の充実を図ることを目的に、平成17年7月15日に客員研究員設置規程を策定した。客員研究員の職務は次のとおりである。

- ・研究職員に対する研究企画, 研究手法, 研究成果のとりまとめ等についての指導・助言
- ・霞ヶ浦環境科学センターにおける研究の実施
- ・その他, 霞ヶ浦環境科学センターにおける研究の推進等に寄与すると認められる活動

イ 客員研究員(平成21年3月31日現在)

元(独)国立科学博物館植物研究部長	渡辺 眞之
信州大学(理学部)准教授	朴 虎東
筑波大学(大学院生命環境科学研究科)教授	福島 武彦
筑波大学(大学院生命環境科学研究科)教授	濱 健夫
茨城大学(農学部)教授	中曾根 英雄
千葉工業大学(工学部)教授	瀧 和夫
(独)国立環境研究所アジア自然共生グループ副グループ長	村上 正吾
(独)土木研究所水環境研究グループ河川生態チーム上席研究員	天野 邦彦
東京大学生産技術研究所 准教授	北澤 大輔

ウ 客員研究員による助言等

区 分	月 日	回数
霞ヶ浦における優占藻類種の動態及び優占機構に関する調査研究関係	5月26～27日, 12月22日, 1月30日, 2月27日	4
霞ヶ浦の溶存態有機物に関する調査研究関係	1月8日	1
霞ヶ浦のりんの増加原因に関する調査研究関係	2月25日	1
霞ヶ浦の水塊・湖流に関する調査研究関係	5月20日, 5月21日, 9月12日, 10 月24日, 12月22日, 2月17日	6

(3) シンポジウム等の開催

ア 霞ヶ浦環境科学センター開設3周年記念シンポジウム

- ・開催日：平成20年5月16日(水)
- ・参加者：約130名
- ・テーマ：「新しいコンセプトのもとに設置された埼玉県, 滋賀県, 茨城県の環境研究所の今後の展望を考える」

①茨城県霞ヶ浦環境科学センターの3年間の歩み

霞ヶ浦環境科学センター長

前田 修

②地方環境研究所の歩みと今後の方向性

埼玉県環境科学国際センター総長

須藤 隆一氏

滋賀県琵琶湖環境科学研究センター長

内藤 正明氏

③総合討論「水環境を語る」

司会 霞ヶ浦環境科学センター

前田 修センター長

パネリスト 埼玉県環境科学国際センター総長

須藤 隆一氏

滋賀県琵琶湖環境科学研究センター長

内藤 正明氏



V 調査研究・技術開発

イ 第4回霞ヶ浦環境科学センター研究シンポジウム

- ・開催日：平成21年2月18日(水)
- ・参加者：約60名
- ・講演テーマ：「面源からの汚濁負荷の実測と評価」

講演1「降雨時流出における汚濁負荷量の調査と評価」

摂南大学 工学部 都市環境システム工学科教授

海老瀬 潜一氏

講演2「農林地負荷の実測と原単位」

滋賀県立大学 環境科学部 環境生態学科 教授

國松 孝男氏



ウ 第6回霞ヶ浦環境科学センターセミナー<大気環境・化学物質研究室業務報告会>

- ・開催日：平成20年12月11日(木)
- ・参加者：約50名
- ・特別講演：「粒子状物質の生体影響に関する考え方」

独立行政法人 国立環境研究所 環境リスク研究センター
環境ナノ生体影響研究室長(医学博士) 平野 靖史郎氏

・報告演題

- ① 新航空機騒音に係る環境基準の施行に向けたデータ解析の試み

主任研究員 森田 陽一

- ② 河川中の内分泌攪乱化学物質調査

技 師 山田 功

- ③ クマリンの分析に関する影響因子の検討

主任研究員 菅谷 和寿



エ 第7回霞ヶ浦環境科学センターセミナー〈水環境研究室研究発表会〉

- ・開催日：平成21年3月11日(水)
- ・参加者：約60名
- ・報告演題

【口頭発表】

- | | | | |
|---------------------------------|----------|----|----|
| ① 霞ヶ浦における近年の水質の動向について | 首席研究員兼室長 | 根岸 | 正美 |
| ② 霞ヶ浦における植物プランクトンの動向について | 技師 | 本間 | 隆満 |
| ③ 湖沼の水質とプランクトンの動向について | 技師 | 片倉 | 洋一 |
| ④ 湖沼の溶存態有機物と湖内微生物生態の関わり | 技師 | 渡邊 | 圭司 |
| ⑤ 湖沼底泥からのリン溶出ポテンシャルの季節変化とその制御因子 | 技師 | 石井 | 裕一 |
| ⑥ ハス田からのリンの溶出抑制に関する研究 | 主任 | 元木 | 努 |

【ポスター発表】

- | | | | |
|-------------------------|----|----|-----|
| ① ハス田からの汚濁負荷削減手法の検討 | 主任 | 元木 | 努 |
| ② 沿岸域から樋門を通じて北浦に流入する負荷量 | 主任 | 山本 | 麻美子 |
| ③ 湖沼流入河川の水質特性に関する検討 | 技師 | 片倉 | 洋一 |



オ 第4回茨城大学・霞ヶ浦環境科学センター地域連携シンポジウム

「茨城県の湖沼環境をめぐって」

—連携による教育・普及の展開—

- ・開催日：平成21年2月14日(土)
- ・開催場所：霞ヶ浦環境科学センター
- ・参加者：約70名
- ・演題

- ① 産官学連携による環境教育、普及活動の展開
—環境インタープリターの育成をめざして—
天野一男(茨城大学地域連携推進本部長)
- ② 地域連携科目「環境としての霞ヶ浦」の実施と今後の課題
前田 修(霞ヶ浦環境科学センター長)
- ③ 湖沼環境の大学院教育における連携
中里亮治(茨城大学広域水圏環境科学研究センター准教授)
- ④ 牛久沼における *Aulacoseira* 属の季節変化と遺骸分布の解明
平山由季(茨城大学理学部), 根岸正美(霞ヶ浦環境科学センター), 納谷友規(産業総合技術研究所), 天野一男(茨城大学理学部教授)

- ⑤ ハス田からの流出負荷の実態
齊藤峻太(茨城大学農学部), 黒田久雄(茨城大学農学部准教授), 加藤 亮(茨城大学農学部准教授)
- ⑥ 涸沼沿岸の環境と底生動物の分布
岡崎友香子(茨城大学理工学研究科), 森野 浩(茨城大学理学部教授) 石井裕一(霞ヶ浦環境科学センター)
- ⑦ 霞ヶ浦(西浦, 北浦)におけるユスリカ幼虫の水平分布とその季節変動に影響を及ぼす環境勾配
長谷川恒行(茨城大学理工学研究科), 中里亮治(茨城大学広域水圏センター准教授), 肥後麻貴子(元茨城大学理工学研究科), 石井裕一(霞ヶ浦環境科学センター)
- ⑧ 霞ヶ浦に生息するユスリカ幼虫の餌資源推定
—消化器官内容物の観察と炭素安定同位対比からの考察—
石井俊行(茨城大学理工学研究科), 中里亮治(茨城大学広域水圏センター准教授), 石井裕一・渡邊圭司(霞ヶ浦環境科学センター)
- ⑨ ジオツーリズムによる環境科学普及活動の可能性
伊藤太久(茨城大学地質情報活用プロジェクトチーム・茨城大学理工学研究科)

(4) インターンシップ研修生の受入

茨城県庁インターンシップ実施要領に基づくインターンシップの受入れを行った。

- ① 研修期間：平成 20 年 9 月 2 日(火)～9 月 13 日(土) 10 日間
研修生：2 名

2 調査研究事業

各研究室の事業内容については次のページから記載した。

- (1) 水環境研究室 35 ページ
- (2) 大気環境研究室 58 ページ
- (3) 化学物質研究室 79 ページ

3 技術開発

(1) 霞ヶ浦環境科学センターの技術開発に係る調査研究事業

霞ヶ浦環境科学センターは, 霞ヶ浦をはじめとする県内の湖沼・河川の水環境や大気環境などの保全のため, 機能の一つとして調査研究とともに技術開発についても取り組むこととされていることから, 次の事業を実施した。

事業名	事業期間	内 容
大気二酸化窒素測定のための光分解コンバーターの開発	平成 18 年 ～ 20 年	大気常時監視に用いられる窒素化合物測定装置が共存物質による影響があることから、影響の少ない光分解コンバーターを産学官連携で開発する。
硝酸性窒素汚染水の浄化技術の確立に関する試験研究	平成 19 年 ～ 21 年	硝酸性窒素による地下水汚染が顕在化しており、湧水として河川や湖沼にも流入していることから、触媒を用いて硝酸を除去する技術を共同研究で開発する。
ハス田から流出する汚濁負荷の削減に関する試験研究	平成 19 年 ～ 21 年	ハス田からの負荷流出の実態を把握するとともに、無施肥栽培等による霞ヶ浦への負荷削減のための技術を開発する。

(2) (財)茨城県科学技術振興財団との共催事業

(財)茨城県科学技術振興財団が霞ヶ浦水質浄化プロジェクトとして実施した地域結集型共同研究事業の研究成果の活用・普及・事業化等への展開を図るため、県は、同財団とともに研究開発を継続・発展させていくこととしている。

当センターでは、(財)茨城県科学技術振興財団と共催で、霞ヶ浦の水質浄化技術の研究開発に関する情報交換の場として次の事業を実施した。

ア 平成 20 年度第 1 回霞ヶ浦浄化技術研究会

- ・開催日：平成 20 年 12 月 17 日（火）
- ・場 所：茨城県霞ヶ浦環境科学センター
- ・参加者：87 名
- ・講演会 「生物処理の現状と課題」
(独)土木研究所水環境グループ上席研究員 鈴木穰氏
- ・発表会
 - ① 「生物膜(回転接触体)法」について
積水アクアシステム(株)エンバイロメント事業部技術部係長 荒砂光徳氏
 - ② 「膜分離活性汚泥法」について
(株)クボタ上下水エンジニアリング建設部課長 松林由樹氏
 - ③ 「光触媒球状多孔質流動層を利用した高効率水質浄化システムの開発」について
(株)アート科学研究開発部主幹研究員 長谷川良雄氏



4 共同研究事業

大学や他の研究機関との共同研究を次のとおり実施した。

研究課題	研究目的	共同研究参加機関等
西浦及び北浦におけるユスリカ群集の分布と底質環境に関する調査研究	底生生物(ユスリカ)を介した湖水と底泥間のリンの挙動を把握するため、ユスリカの種組成や季節変動などを把握する。	茨城大学広域水圏環境科学教育研究センター
霞ヶ浦の三次元水質モデルに関する研究	湖水の流れを3次元としてシミュレーションを行い、水質予測のモデルを構築する。	茨城大学農学部
霞ヶ浦の流動・水質モデルに関する研究	水温や水質についてモデル化を行い湖内水質の分布特性及び物理現象の関連性について検討する。	東京大学生産技術研究所
霞ヶ浦水質汚濁物質に係る調査研究(霞ヶ浦の溶存態有機物に関する調査研究)	湖水に含まれる溶存有機物の成分の同定及び生成過程を解明する。	筑波大学生命環境科学研究科
霞ヶ浦水質汚濁物質に係る調査研究(霞ヶ浦の溶存態有機物に関する調査研究)	湖沼における浮遊細菌群集の生態について解析する。	産業技術総合研究所
霞ヶ浦のリンの増加原因に関する調査研究	底泥からのリン溶出量を制限する因子の検討及びリン溶出量を推定する。	千葉工業大学工学部
休耕田を活用した汚濁負荷削減調査研究	高濃度の窒素を含む台地からの浸透水を休耕田に導水し、主に窒素を除去することを目的とした汚濁負荷削減効果を検証する。	茨城大学農学部
藻場の生態系機能による海域再生研究	底泥の酸化還元環境と栄養塩類の応答に関する研究を行う。	国立環境研究所 7 地方環境研究所等
大気二酸化窒素測定のための光分解コンバーターの開発	二酸化窒素測定機の一部に用いられる、従来より測定精度の高い光分解システムを開発する。	茨城大学理学部 ダイレック(株)
光化学オキシダントと粒子状物質等の汚染特性解明に関する研究	光化学オキシダントの広域的な汚染特性の解明と浮遊粒子状物質との相関についての検討	国立環境研究所 4 6 地方環境研究所
関東地域における広域大気汚染のモデル研究	関東地域におけるオキシダント等の予測モデルの構築とインターネット上で公開する技術を確立する。	(独) 国立環境研究所 東京都環境科学研究所 埼玉県環境科学国際センター
関東地方環境対策推進本部大気部会浮遊粒子状物質調査会議	浮遊粒子状物質の成分濃度及び発生源の推定を行い広域的な影響を解明する。	関東甲信静地方環境研究所

5 茨城大学との連携による環境教育

茨城大学の授業として「環境としての霞ヶ浦」の講座を設け、霞ヶ浦の自然と歴史、水資源、水質保全に係る課題等について講義した。

回数	講義内容	講師
第1回	湖沼としての霞ヶ浦	前田 修
第2回	霞ヶ浦の変遷	前田 修
第3回	霞ヶ浦の災害と利用	前田 修
第4回	生物の住み家としての霞ヶ浦	前田 修
第5回	霞ヶ浦の水質(水質指標とその経年変化)	根岸 正美
第6回	霞ヶ浦の植物(水草から外来種まで)	安 昌 美
第7回	霞ヶ浦の植物プランクトン(アオコを中心として)	本間 隆満
第8回	霞ヶ浦のりん(栄養塩の動態と水質との関係)	石井 裕一
第9回	霞ヶ浦の溶存有機物(COD物質とその起源)	渡邊 圭司
第10回	霞ヶ浦の流入河川(陸と湖を結ぶもの)	山本 哲也
第11回	水質保全と排水規制(湖の保全と行政の取り組み)	糟谷 正雄
第12回	流域住民と霞ヶ浦(湖の社会的トピック)	岩波 嶺雄
第13回	水質浄化と市民参加	渋谷 栄二

6 その他

(1) 研修・講習会等への参加

年月日	内容	主催機関	受講者
平成20年			
5月22日～23日	石綿位相差顕微鏡法研修	環境省	青柳元喜
5月28日～29日	嗅覚測定技術研修	におい・かおり環境学会	青柳元喜
7月3日～4日	音環境セミナー	日東紡音響(株)	森田陽一 星野博史
8月25日～9月12日	ダイオキシン類環境モニタリング研修	環境省	山田 功
平成21年			
1月26日～2月2日	大気分析研修	環境省	青柳元喜

(2) 研究室一般公開

広く一般の方々を対象に、センターで実施している調査研究の内容を理解していただくため、研究室の一般公開を実施した。

公開日	一般公開研究室
5月5日	大気機器分析室, 生物実験室, 自動分析機器室, 発熱系機器室
8月23日	大気機器分析室, 生物実験室, 自動分析機器室, 発熱系機器室

V-2 調査研究事業

2-1	水環境研究室の調査研究の概要	35
2-1-1	霞ヶ浦における優占藻類種の動態及び優占機構の解明に関する調査研究	36
2-1-2	霞ヶ浦の溶存態有機物に関する調査研究	38
2-1-3	霞ヶ浦におけるリンの増加原因に関する調査研究	40
2-1-4	霞ヶ浦の水塊・湖流に関する調査研究	42
2-1-5	ハス田から流出する汚濁負荷の削減に関する調査研究	44
2-1-6	涸沼流域における汚濁負荷流出特性に関する調査研究	46
2-1-7	霞ヶ浦北浦水際等浄化共同事業	48
2-1-8	農業排水再生プロジェクト	50
2-1-9	湖内水質等モニタリング調査事業	52
2-1-10	涸沼の水質保全に関する調査研究	54
2-1-11	牛久沼の水質保全に関する調査研究	56
2-2	大気環境研究室の調査研究の概要	58
2-2-1	大気環境中の浮遊粒子状物質調査	59
2-2-2	有害大気汚染物質調査	61
2-2-3	大気環境中の特定フロン調査	63
2-2-4	大気環境中の代替フロン調査	65
2-2-5	大気環境中のPRTR対象化学物質調査	67
2-2-6	酸性雨の実態把握調査	69
2-2-7	石綿調査	71
2-2-8	百里飛行場周辺地域における航空機騒音実態調査	73
2-2-9	霞ヶ浦飛行場周辺地域における航空機騒音実態調査	74
2-2-10	光化学オキシダントと粒子状物質等の汚染特性解明に関する研究	75
2-2-11	大気二酸化窒素測定のための光分解コンバーターの開発	77
2-3	化学物質研究室の調査研究の概要	79
2-3-1	汚染井戸周辺地下水調査	80
2-3-2	硝酸性窒素汚染対策に関する研究	81
2-3-3	化学物質環境実態調査	82
2-3-4	ゴルフ場環境調査	83
2-3-5	内分泌攪乱化学物質水環境調査	84
2-3-6	公害事案等処理対策調査	85

2-1 水環境研究室の調査研究の概要

1 霞ヶ浦に関する調査研究

霞ヶ浦における水質汚濁機構を解明するための調査研究を行うとともに、現在課題となっている霞ヶ浦における諸問題を解決するために必要な以下の調査研究を実施した。

(1) 霞ヶ浦における優占藻類種の動態及び優占機構に関する調査研究

月1回の全域調査に加えて、夏期及び冬期には詳細な調査を実施し、優占藻類種を決定する環境要因について解析した。

(2) 霞ヶ浦の溶存態有機物に関する調査研究

湖水中の有機態窒素化合物、アミノ酸、糖類等の組成の把握を行うとともに、溶存態有機物の分子量分画を行い、およその分子量の分布を把握した。また、間隙水中の糖質、アミノ酸等の化学組成の分析・解析を行った。

(3) 霞ヶ浦のりんの増加原因に関する調査研究

湖内の水質・底泥調査だけでなく、河川からの流入負荷量、底泥からの溶出負荷量、ユスリカを介したりんの循環等、多面的に湖内におけるりん収支について検討した。

(4) 水塊・湖流に関する調査研究

湖内(西浦)の数ヶ所に超音波ドップラー流速計を設置し、流向流速を測定するとともに、流動モデルを構築した。さらに、貧酸素の空間分布を把握するための調査を実施した。

(5) ハス田から流出する汚濁負荷の削減に関する調査研究

ハス田からの汚濁負荷量を削減するために、無施肥のハス田を用いてその浄化率を把握するだけでなく、ハスを収穫することによる汚濁物質削減効果を算出した。

(6) 農業排水再生プロジェクト事業

既存の揚排水機場を活用し、農業排水を農業用水として循環灌漑させることによる汚濁負荷量の削減効果を調査するとともに、休耕田を活用した自然の浄化機能について調査した。

(7) 霞ヶ浦北浦水際等浄化共同事業

霞ヶ浦に直接排出されている堤脚水路対策を検討するために、堤脚水路内に植生浄化施設を整備し、負荷削減効果の検証を行った。

(8) 湖内水質等のモニタリング調査

平成17年度以来、湖内19地点において月1回の定期的な水質調査及び年4回の底質調査を実施し、水質、底質の変化を把握した。併せて、当所敷地内で降雨原単位調査を実施した。

2 澗沼に関する調査研究

澗沼の水質汚濁機構を解明することを目的に、定期的に湖内の8地点において月1回以上(年16回)の水質調査、植物及び動物プランクトン調査を実施した。さらに、澗沼に流入する河川の30地点において、降雨時の汚濁負荷量の実態を調査した。

3 牛久沼に関する調査研究

牛久沼における水質汚濁機構の解明を行うことを目的として、定期的に湖内の水質調査(藻類調査も含む)を実施するとともに、牛久沼近傍に気象観測計を設置し、現地における風向風速、降雨量、降雨水質等を把握した。

4 公害事案処理(地下水は除く)

関係機関からの依頼により、公害事案処理に必要な水質調査・分析を行った。処理件数は1件で、その内容は、事業場排水からの濁水にともなう原因究明調査であった。

5 工場・事業場の排水対策

工場・事業場排水については、水質検査の精度や信頼性を確保するためのクロスチェックや排水対策の指導に必要な水質分析を実施した。

2-1-1 霞ヶ浦における優占藻類種の動態及び優占機構の解明に関する調査研究

1 目的

本研究は霞ヶ浦における植物プランクトン群集と水質について調査を行い、地域や季節ごとの優占種を把握し、その動態を制御する物理化学的要因等について検証することを目的とする。

2 調査方法

(1) モニタリング調査

モニタリング調査で採取した試料について光学顕微鏡下で観察し、種毎に計数を行い霞ヶ浦におけるプランクトン群集の水平分布及び季節変化を調べた。

- ・調査地点：霞ヶ浦全域 計 19 地点 (Fig.1, ○及び●)
- ・調査期間：平成 20 年 4 月から平成 21 年 3 月 月 1 回 (全 12 回)
- ・調査項目：植物プランクトン及び動物プランクトン

(2) 橋上採水によるアオコモニタリング

夏期(7月～9月)におけるアオコの形成種である *Microcystis* 属等の分布と変動を把握した。

- ・調査地点：霞ヶ浦大橋(西浦), 鹿行大橋(北浦) (Fig.1, ★)
- ・調査期間：平成 20 年 7 月 11 日から 8 月 13 日まで(全 10 回)
- ・調査項目：*Microcystis* 細胞密度, 全窒素, DIN, 全リン, DIP 及びクロロフィル色素

(3) 冬期藍藻ブルームの水平鉛直調査

冬期の優占種である *Planktothrix* 属を中心とした植物プランクトン群集の水平鉛直分布を調査し、*Planktothrix* 属の優占機構にかかわる環境因子を検証した。

- ・調査地点：西浦 5 地点(掛馬沖, 高崎沖, 玉造沖, 湖心及び麻生沖)
北浦 3 地点(武井沖, 釜谷沖及び水原沖) (Fig.1, ○)
- ・調査期間：平成 21 年 2 月から 3 月まで隔週ごと 各 6 回, 全 12 回
- ・調査項目：植物プランクトン, 全窒素, DIN, 全リン, DIP 及びクロロフィル色素

3 結果の概要

(1) モニタリング調査

平成 20 年度の霞ヶ浦における植物プランクトン群集は西浦と外浪逆浦では年間を通じて藍藻綱ユレモ目 *Planktothrix* cf. *suspensa* の優占が確認された。*P.* cf. *suspensa* は夏期から秋期にかけて緩やかな減少傾向を示したが、冬期から春期にかけて増加傾向を示した。また、*P.* cf. *suspensa* の細胞体積密度と懸濁態 COD を比較した結果、強い正の相関がみられた (Fig.2)。このことから霞ヶ浦における COD の変動の大部分は *P.* cf. *suspensa* の季節的な変動によるものと推測された。また、北浦においても下流部を中心に *P.* cf. *suspensa* の増加傾向が確認された。

(2) アオコモニタリング

本年度は西浦と北浦の双方において大規模なアオコの発生は観察されなかった。アオコ形成藻類種としては *Microcystis* 属の他、*Anabaena* 属、*Aphanizomenon* 属、*Cylindrospermopsis* 属、*Planktothrix* 属と *Planktothricoides* 属などガス胞を形成する藍藻が観察された。

(3) 冬期藍藻ブルームの水平調査

昨年度から観察されている *Planktothrix* cf. *suspensa* を中心とする冬期藍藻ブルームについて西浦と北浦においてそれぞれ調査を実施した。冬期藍藻ブルームの構成種は *P.* cf. *suspensa* の他、*Limnothrix redekei*, *Pseudanabaena galeata*, *Aphanizomenon gracile* 及び *Cuspidothrix issatschenkoi* であった。これらの藻類はすべて単独で浮遊する細長いトリコーム(幅 4 μm 以下)

を形成する点で共通しており、この体制は機能的分類群において光制限に対する耐性が指摘されている。冬期藍藻ブルームは北浦よりも西浦において顕著な発達を確認された。また、西浦においても湖枝節部である掛馬沖と高崎沖よりも湖央部にあたる玉造沖、湖心と麻生沖において高い細胞密度が観察された (Table 1)。これらの地点間には明確な DIN:DIP 比に差がみられたことから、霞ヶ浦における冬期藍藻ブルームの水平分布は窒素とリンの相対的な供給量の地域差を反映しているものと推測された。

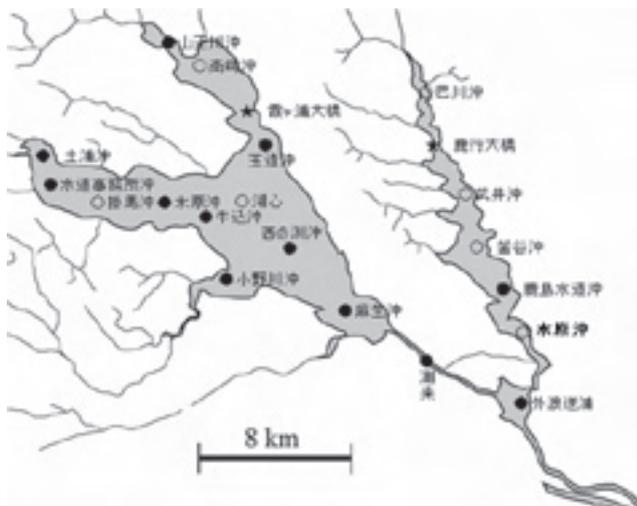


Fig.1 霞ヶ浦における調査地点の概要

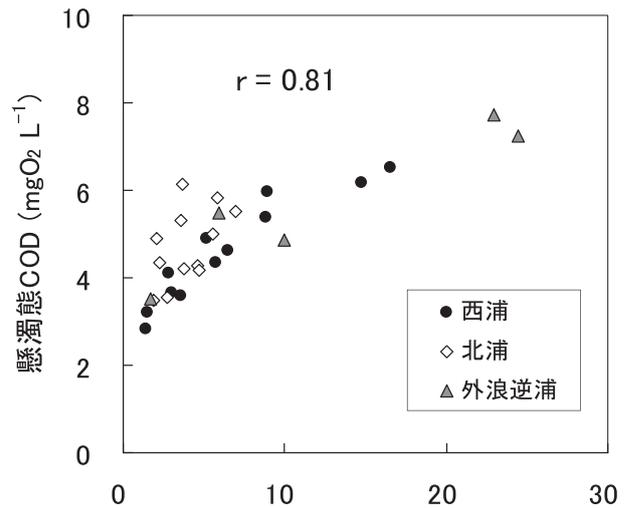


Fig.2 霞ヶ浦における *Planktothrix cf. suspensa* と懸濁態 COD の関係

Table 1 西浦 (5 地点) における冬期藍藻ブルーム調査期間中における *Planktothrix cf. suspensa* の比増殖速度と窒素・リン濃度及びその相対比

Location	<i>Pla. cf. suspensa</i> torichome volumes		Specific growth rate (Doubling time)		Nutrients concentration and ratio (mean ± SD)		
	min.	max.			DIN	DIP	DIN/DIP ratio
Kakeuma	6.8	14.3	0.012	(57.8)	0.41±0.27	0.003±0.001	128±84
Takasaki	10.2	13.4	0.006	(116)	0.45±0.13	0.003±0.001	168±89
Tamatukuri	10.4	19.2	0.012*	(57.8)	0.20±0.19	0.003±0.001	57±54
Lake center	10.1	21.9	0.017**	(40.8)	0.08±0.05	0.002±0.001	38±22
Asou	11.4	19.1	0.011**	(63.0)	0.01±0.01	0.005±0.004	3±1
unit	(mm ³ L ⁻¹)		(day ⁻¹)	(day ⁻¹)	(mg L ⁻¹)		(weight ratio)

*: p<0.02, r>0.8 **: p<0.01, r>0.9

2-1-2 霞ヶ浦の溶存態有機物に関する調査研究

1 目的

霞ヶ浦の COD (Chemical Oxygen Demand) の約 60% を溶存態区分の COD が占めており、植物プランクトンが全く発生しなくても溶存態区分の COD だけで環境基準を上回ってしまうと考えられる。従って、本事業においては、溶存態有機物を構成する物質を把握するとともにその発生起源を調査し、削減対策を提言することを目的とした。

2 調査方法

霞ヶ浦流域(西浦, 北浦, 外浪逆浦, 流入出河川)における溶存態有機物の定期観測による実態の把握を行った。

- ・調査地点：霞ヶ浦全域 (8 地点), 流入出河川 (14 地点) 計 22 地点 (図 1)
- ・調査日時：平成 20 年 6 月から平成 21 年 3 月の隔月の平水時 (全 6 回)
- ・調査項目：pH, 電気伝導度 (EC), 酸化還元電位 (ORP), 溶存酸素 (DO), COD, 溶存態 COD (d-COD), 懸濁態 COD (p-COD; COD-d-COD), 全窒素 (TN), 全リン (TP), 溶存態有機炭素 (DOC), 塩化物イオン濃度等



図 1 採水地点

3 結果の概要

(1) DOC

DOC は、流入河川上流部, 中下流部, 湖内河川流入部および湖内流出部にかけて濃度が高くなる傾向を示した。流出河川よりも流入河川の方が 0.5 mgC/L 程度高い DOC 値を示した。河川流入部を除く湖内では、DOC 値が 1 年を通じて変動が少なく、西浦および北浦における地点間の差は見られなかった。DOC 値は d-COD 値と高い相関関係を示した ($R^2 = 0.95$)。

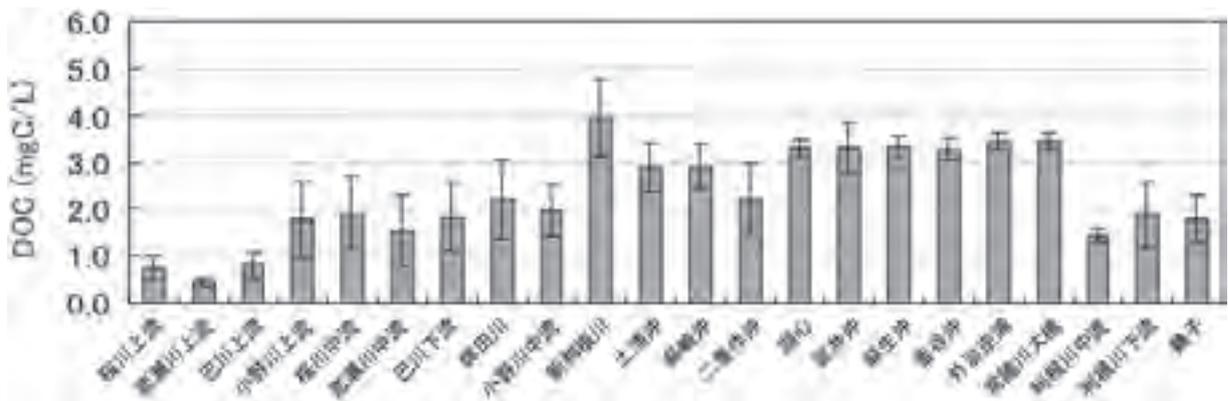


図 2 DOC (各地点 6 回の平均と標準偏差)

(2) COD

湖内においては COD 構成成分の内 61% が d-COD であった。一方、流入出河川では COD 構成成分の内 75% を d-COD が占めていた。霞ヶ浦においては流出河川よりも流入河川の方が 1 mgO₂/L ほど高い COD 値を示した。流入河川と湖内を比較した場合、p-COD 値は 3 倍及び d-COD 値は 1.3 倍程度増加していた。

(2) 塩化物イオン濃度

塩化物イオン濃度については、外浪逆浦、常陸川大橋、利根川中流、利根川下流および銚子で潮汐による海水の影響を受け高い値が観測された。その他の湖内（外浪逆浦および常陸川大橋を除く）については一年を通じて濃度変化が少なく、流入河川中下流域と同様の値を示した。

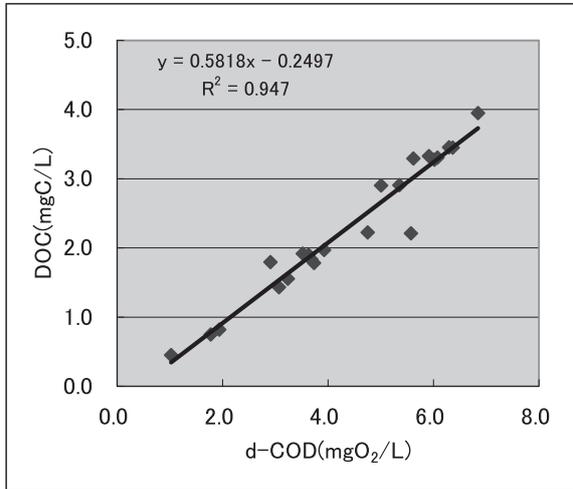


図3 d-CODとDOCの相関関係

表1 流域ごとの各種有機物濃度(平均±標準偏差)

	d-COD (mgO ₂ /L)	p-COD (mgO ₂ /L)	COD (mgO ₂ /L)	DOC (mgC/L)
流入河川上流域	2.1±1.1	3.0±2.2	5.1±1.1	0.9±0.6
流入河川中下流域	4.5±1.4	1.2±0.5	5.7±1.8	2.2±0.9
湖内	5.7±0.6	3.6±0.6	9.3±0.8	3.1±0.4
流出河川	3.2±0.4	1.4±0.4	4.6±0.3	1.7±0.2

*上流域は桜川上流、恋瀬川上流、巴川上流および小野川上流を、中下流域は桜川中流、恋瀬川中流、巴川下流、銚田川、小野川中流および新利根川を、湖内は8地点に常陸川大橋（逆水門湖側）を、流出河川は利根川中流、利根川下流および銚子の値をそれぞれ合わせ平均した値を示した。

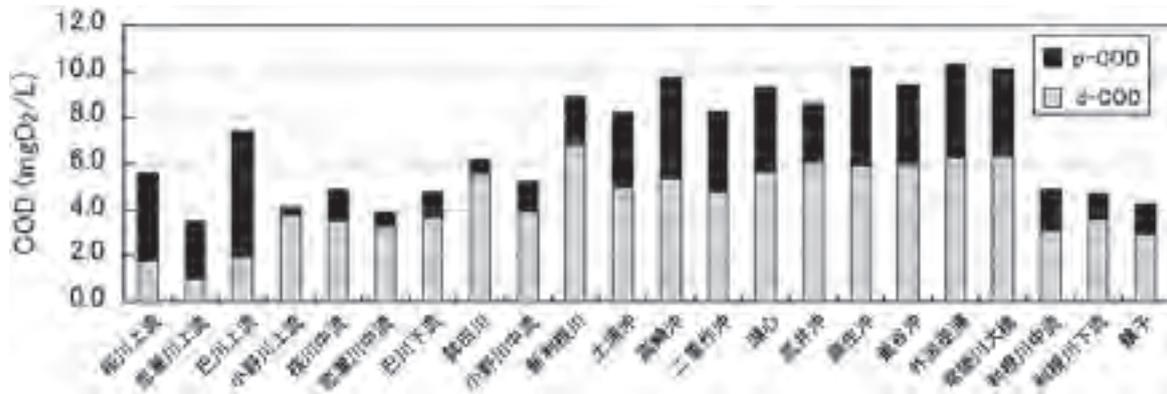


図4 COD（各地点6回の平均）

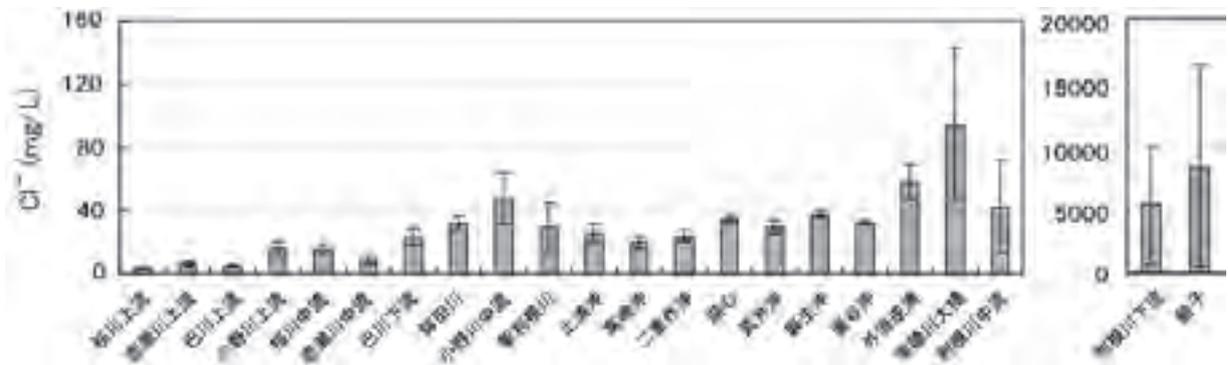


図5 塩化物イオン濃度（各地点6回の平均）

2-1-3 霞ヶ浦におけるリンの増加原因に関する調査研究

1 目的

霞ヶ浦（西浦及び北浦）において、継続的に湖内のリンの時空間的変動、及び底質の空間的変動の実態把握を行い、湖内のリン濃度の増加原因を解明し、今後のリン削減対策を検討するための資料を得る。

2 調査方法

(1) 湖内水質調査

- 1) 調査期間：平成 20 年 4 月～平成 21 年 3 月（1 回/月 12 回/年）
- 2) 調査地点：西浦 8 地点（N_w1～N_w 8）、北浦 5 地点（K_w1～K_w 5）、外浪逆浦 1 地点（S_w1）各地点 3 層（表層、中層、底層）
- 3) 調査項目：透明度、水温、pH、DO、COD、TN、TP、NH₄-N、NO₂-N、NO₃-N、PO₄-P、Chl.a 等

(2) 霞ヶ浦底泥中のフィチン酸分布（千葉工業大学工学部との共同研究）

- 1) 調査期間：平成 18 年 7 月採取
- 2) 調査地点：西浦 8 地点（N_s1～N_s 8）、北浦 6 地点（K_s1～K_s6）、外浪逆浦 1 地点（S_s1）
- 3) 調査方法：重力式コアサンプラーにより採取した各地点の底泥サンプルを、底泥表面から 0-2cm、2-5cm、5-10cm、10-15cm の 4 層に切り取り、サンプルとした。
- 4) 調査項目：含水率、強熱減量、全リン、フィチン酸態リン等

(3) 湖内 100 地点底泥調査（茨城大学広域水圏環境科学教育研究センターとの共同研究）

- 1) 調査期間：平成 21 年 3 月
- 2) 調査地点：西浦 60 地点、北浦 40 地点 計 100 地点
- 3) 調査方法：エクマンバージ採泥器により採取した各地点の底泥サンプルを、表層 0-5cm で切り取り、サンプルとした。
- 4) 調査項目：含水率、強熱減量、窒素、りん、全硫化物量等

3 結果の概要

(1) 湖内水質調査

西浦における各採水地点（3 層）の PO₄-P 濃度は 0.00～0.10mg/l の範囲で変動しており、全体の平均値は 0.01 mg/l であった。北浦の平均値 0.03 mg/l（範囲：0.00～0.17mg/l）で、西浦より高い値を示した。外浪逆浦では平均値 0.01 mg/l（範囲：0.00～0.08mg/l）であった。各地点の底層水中 PO₄-P 濃度は図 2 に示すように、夏季に上昇する地点が見られた。西浦高浜入の 2 地点（N_w1 および N_w2）及び外浪逆浦（S_w1）で 7 月 8 月に、北浦中・下流域（K_w2～K_w5）では 7 月～9 月に高濃度の PO₄-P が観測された。

(2) 霞ヶ浦底泥中のフィチン酸分布

陸域の土壤中に多く存在し、陸域からの影響が大きいと考えられる湖沼底泥中にも、存在すると考えられるフィチン酸の定量を行い、霞ヶ浦全体の濃度分布を把握した。湖内各地点（4 層）における底泥中の全リン含有量は、西浦で 668～1,626 μg/g-dw、北浦で 355～2,799 μg/g-dw、外浪逆浦で 463～659 μg/g-dw であった。また、フィチン酸態リン含有量は、西浦で 55～670 μg/g-dw、北浦で 48～946 μg/g-dw、外浪逆浦で 55～130 μg/g-dw であった。表層（0-2cm 層）では、図 3 に示すように、全リン含有量の 30～50%の割合を占めており、フィチン酸は、霞ヶ浦底質における、リンの主要な存在形態の 1 つであることが明らかとなった。

(3) 湖内 100 地点底泥調査

霞ヶ浦における底質環境の現状を把握するために、霞ヶ浦における広域かつ詳細な底質調査を実施した。全リン濃度（図4）は、西浦で平均 1.1mg/g-dw（範囲：0.2～2.8 mg/g-dw）、北浦で平均 1.2 mg/g-dw（範囲：0.2～2.8 mg/g-dw）であった。西浦では高浜入り～湖央部にかけて比較的高く、土浦入り奥部及び麻生沖で低い。北浦では上～中部にかけて高く、下流部で低い値を示した。全窒素濃度（図5）は、西浦で平均 4.4 mg/g-dw（範囲：0.1～7.6 mg/g-dw）、北浦で平均 6.8 mg/g-dw（範囲：0.0～10.5 mg/g-dw）であった。西浦では高浜入り～湖央部で高く、土浦入り中～奥部及び麻生沖で低い値を示した。北浦は西浦に比べ総じて高く、中流部で特に高い値を示した。底質の還元状態を示す指標である、全硫化物濃度の湖内底質における分布も記載した。全硫化物とは、底質試料に(1+1)硫酸を加え、揮発した硫化物を検知管で捕集して測定する。全硫化物濃度（図6）は、西浦で平均 14 μg/g-dw（範囲：0～73 μg/g-dw）、北浦で平均 2 μg/g-dw（範囲：0～13 μg/g-dw）。西浦では高浜入りで高い地点があった他、湖央部で比較的高い値となった。北浦では、ほぼ全域で低い値を示した。

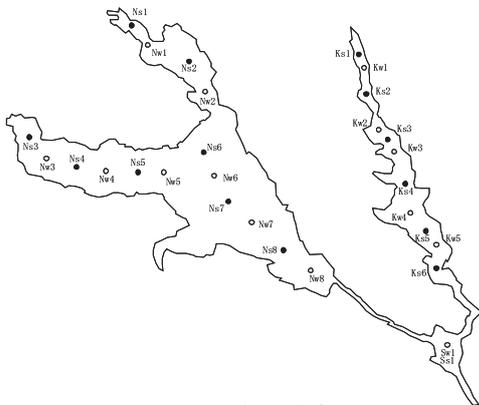


図1 調査地点概略図

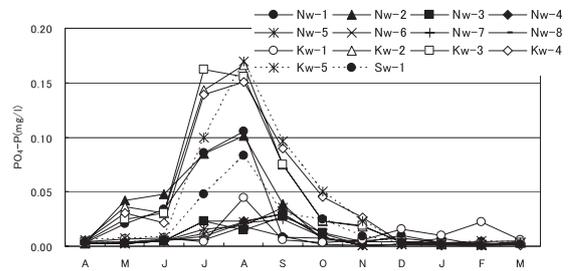


図2 底層水中の PO₄-P 濃度の変化

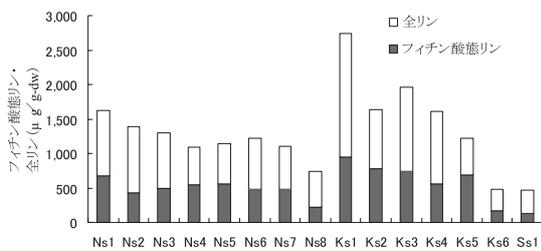


図3 底質表層(0~2cm)中のフィチン酸含有量分布

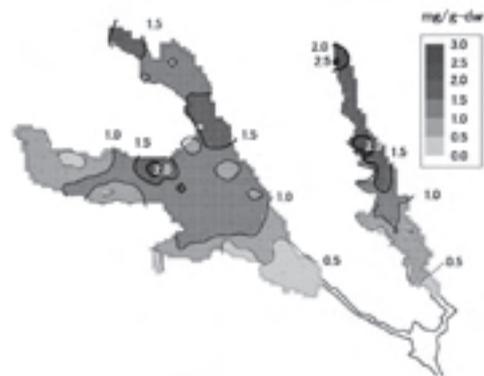


図4 底質中の全リン濃度分布

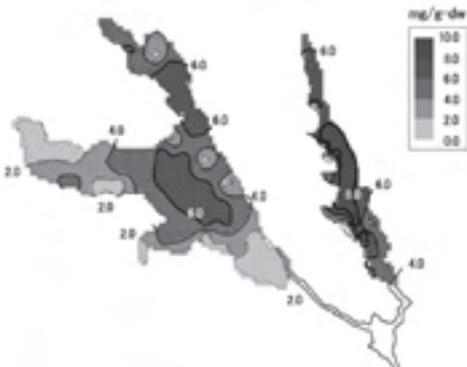


図5 底質中の全窒素濃度分布

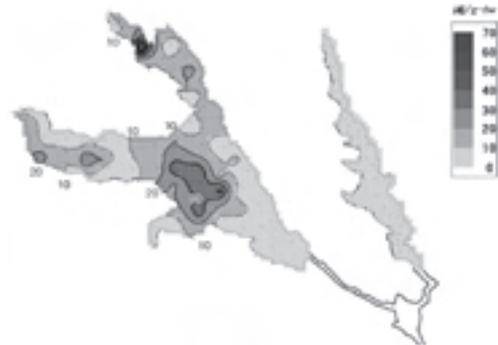


図6 底質中の全硫化物濃度分布

2-1-4 霞ヶ浦の水塊・湖流に関する調査研究

1 目的

霞ヶ浦における流況観測を行い、水塊・湖流の実態について把握するとともに流動モデルを構築して湖流解析システムを整備する。また、貧酸素水塊・湖流と水質との関係についても検討する。

2 調査方法

(1) 湖流の把握

湖内の各地点において、多層（湖底上 70cm から水面方向へ 50cm 間隔）の流向・流速の同時計測（10 分間隔）を行い、時空間的分布を実測把握した。

ア) 超音波ドップラー流速計による流況調査

- ・調査期間：第 1 期 平成 20 年 5 月 30 日～平成 20 年 7 月 4 日
第 2 期 平成 20 年 7 月 30 日～平成 20 年 9 月 8 日
- ・調査地点：西浦 8 地点（安食沖，玉造沖，掛馬沖，有河沖，馬掛沖，西蓮寺沖，湖心，麻生沖）

(2) 貧酸素水塊の動態把握

湖内における溶存酸素（DO）の変動と分布について観測を行った。また、底層水の貧酸素化に影響する水温鉛直分布の観測を実施した。

ア) 観測機器設置による連続測定

- ・調査期間：平成 20 年 5 月 28 日～9 月 3 日（15 分間隔）
- ・調査地点：北浦 2 地点（江川沖，釜谷沖），西浦 3 地点（玉造沖，掛馬沖，湖心）
- ・調査内容：多項目水質計（WQC-24）による上・下 2 層の水質自動測定（DO, 水温, pH）
自記式水温計（WaterTempProV2）による 0.5m 間隔（多層）の水温自動測定

イ) 溶存酸素等空間分布の把握

- ・調査期間：平成 20 年 6 月 7 日，6 月 20 日，7 月 9 日，7 月 29 日，8 月 14 日，9 月 2 日の 6 回
- ・調査地点：西浦 40 地点，北浦 34 地点
- ・調査内容：溶存酸素計（ID-100）および ORP 計（TRX-999）による 0.5m 間隔（多層）の DO, 水温, ORP 測定

3 結果の概要

(1) 湖流の把握

超音波ドップラー流速計による測定結果から、最も水面に近い層（上層）と最も湖底に近い層（下層）の平均流速を表 1 に示した。流速は東向きと北向きの流れを正值，西向きと南向きの流れを負値で表した。各地点で観測された流速は，風の影響を受ける上層で大きく下層で小さかった。また，下層で卓越する流向は第 1 期と第 2 期でほとんど差がないが，上層では有河沖と麻生沖では卓越する流向が観測期間により異なっていた。

気象データと常陸利根川流量データから西浦および霞ヶ浦全域の湖流分布を計算するための流動シミュレーションモデルを構築した。モデルの概要を表 2 に示した。計算結果の検証には平成 19 年度および平成 20 年度の湖流観測結果と鰐川・潮来・日川における流量観測結果を使用した。パーソナルコンピュータに本モデルを組み込んだ湖流解析システムを整備した。

(2) 貧酸素水塊の動態把握

観測機器による連続観測結果の一例として，平成 20 年 8 月 7 日から 8 月 14 日の西浦湖心および

北浦釜谷沖における上下層水温・DOデータの時系列変動を図2に示した。成層が数日間持続したために上下層の水温差が見られる8月7日から下層のDOが低下しており、DOが3mg/L以下の貧酸素状態となったが、8月9日午後の湖水の混合による水温差解消に伴い、下層DOも貧酸素状態から回復した。その後、上下層の水温差が日単位で形成・消失するようになると底層のDOは貧酸素化することがなく、貧酸素水塊の動態は水温の鉛直分布と密接に関係することが示された。

溶存酸素の空間分布調査結果では、7月29日の観測においてDOが3mg/L以下の貧酸素状態が西浦の高浜入りの広い範囲に見られたが、西浦のその他の水域や北浦ではほとんど見られなかった。9月2日の観測では西浦の高浜入りと北浦北部の広い範囲が貧酸素状態となっていた。その他の観測日には貧酸素は観測されなかった。

表1 観測された流速の平均値

地点名	層数	データ数	第1期				第2期				
			平均流速(cm/s)				平均流速(cm/s)				
			上層(東向成分)	上層(北向成分)	下層(東向成分)	下層(北向成分)	上層(東向成分)	上層(北向成分)	下層(東向成分)	下層(北向成分)	
安食沖	7	4,623	6.00	-0.40	1.48	-1.13	5,760	8.52	-3.23	1.06	-0.69
玉造沖	10	5,022	-5.20	4.50	0.02	-0.26	5,760	-6.30	0.53	-0.18	-0.39
掛馬沖	6	4,577	-5.79	2.55	1.22	0.12	5,758	-5.74	-0.39	1.64	-0.09
有河沖	9	4,600	3.73	0.04	1.24	0.00	5,759	-4.87	-2.30	1.74	0.10
馬掛沖	9	4,602	-11.06	0.98	0.24	-0.37	5,759	-4.29	1.16	0.42	-0.11
西蓮寺沖	11	5,051	-3.21	0.69	0.10	-0.49	5,761	-3.14	-0.88	0.38	-0.37
湖心	11	5,045	-3.85	3.33	0.97	0.54	5,759	-4.30	1.34	1.08	-0.15
麻生沖	7	4,589	-3.57	1.18	3.31	-1.30	5,760	2.55	-1.18	3.75	-1.34

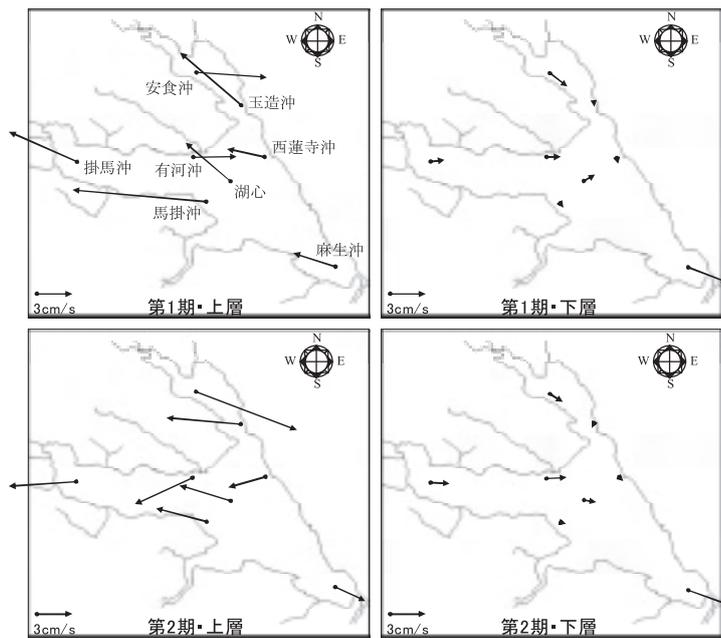


図1 平均流速のベクトル図

表2 流動シミュレーションモデルの概要

解析方法	差分法, 多層レベルモデル	
水平格子	200m × 200m	
鉛直格子	第1~2層: 0.5m, 第3~8層: 1m	
主な外力条件	風向・風速	実測値
	その他気象条件	実測値
	流出河川(鱒川, 潮来, 日川)	実測値
	流入河川(桜川, 花室川, 清明川, 恋瀬川, 園部川, 菱木川, 小野川, 乙戸川, 梶無川, 一ノ瀬川, 新利根川, 銚田川, 巴川, 武田川, 山田川, 蔵川, 雁通川, 二重作大排水路)	一定値
	取水(木原, 武井, 爪木)	一定値
選択条件	西浦湖上風空間分布の有無, 熱収支計算の有無	
出力項目	流速2成分, 水位	

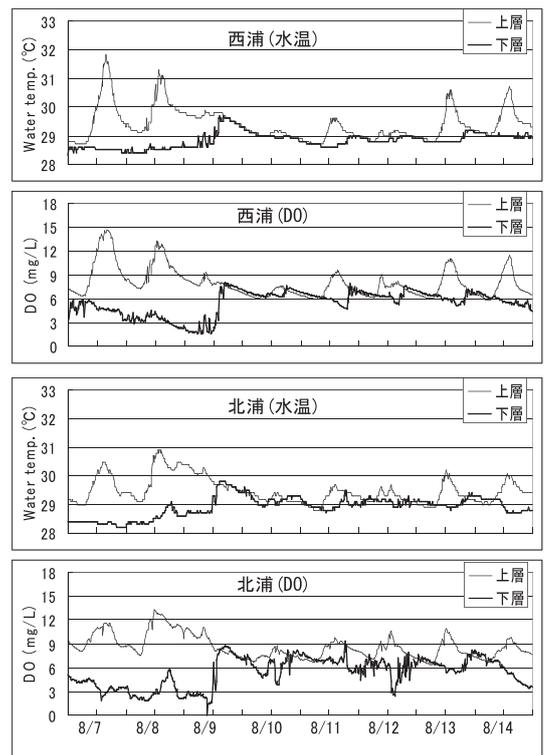


図2 西浦(湖心)と北浦(釜谷沖)における水温とDOの変動(2008.8.7~8.14)

2-1-5 ハス田から流出する汚濁負荷の削減に関する調査研究

1. 目的

ハス田からの汚濁負荷の流出実態を把握するとともに流出水対策試験を行い、効果的な流出防止対策について検証を行う。

2. 調査方法

レンコンを無施肥で作付けした調査田における窒素、リン等の除去効果について試験する

調査期間：平成 20 年 4 月～平成 21 年 1 月

調査地点：土浦市沖宿町

調査方法：1) 水質：無施肥で作付けしたハス田の流入口、流出口の 2ヶ所で採水
サンプリングは 2 2 回で月約 2 回

2) 土壌：ハス田（調査田）と、慣行施肥を行ったハス田（普通田）で採取

サンプリングは 2 回で 10 月と 12 月、各 3 層（上、中、下 10cm 刻み）

調査項目：1) 水質：pH、EC、DO、ORP、COD、d-COD、SS、全窒素、全リン、各溶存態窒素及びリン、DOC

2) 土壌：含水比、強熱減量、N,P（間隙水質：DTN、DTP）

3. 結果の概要

(1) 流入水質濃度

調査田の流入水質濃度の変動を図 1 に示す。SS は春先と 11 月前後に濃度が高くなっている。COD は春先に濃度が高くその後徐々に減少していくが、11 月前後に少し高くなる。SS、COD の濃度が高くなった原因としては、代かき、堀取りなどの作業による影響が考えられる。

T-N、T-P は春先から徐々に濃度が上昇し、夏に濃度が最も高くなり以後低濃度で推移した。夏季の濃度上昇の原因としては、施肥、底泥からの溶出などが考えられる。

(2) 浄化率

浄化率は以下の式により算出した。

$$P = ((C_{in} - C_{out}) / C_{in}) \times 100$$

P: 浄化率 (%) C_{in} : 流入水濃度 (mg/L) C_{out} : 流出水濃度 (mg/L)

浄化率の変動を図 2 に示す。大まかな傾向としては、流入濃度が高いときに除去率が高くなっている。これはハス田での SS 除去に伴うものと思われる。しかし、夏季の T-N、T-P については溶存態の割合が高く（図 3）、SS 除去に伴う効果が低いため、除去率が低くなったと考えられる。

調査期間中の平均浄化率は COD: 11%、T-N: 16%、T-P: 16%、SS: 53% であり、レンコンの無施肥栽培を行った調査田において、浄化効果がある程度認められた。

(3) 土壌・土壌間隙水

上層は冬期湛水水田などで表層に見られる、いわゆる「トロトロ層」に類似した、軟弱な土壌であった。中層は未分解のレンコンの茎や葉等、腐植が多く見られた。下層は砂質であった。

図 4 に調査田と普通田の土壌中の N、P 濃度を示す。N、P 濃度は共に調査田と普通田の間に大きな差は見られなかった。

図 5 に土壌間隙水の DTN、DTP 濃度を示す。DTN、DTP とも全層で調査田は、普通田よりも値が低かった。平均値は DTN が調査田: 9.9mg/L、普通田: 13.1 mg/L、DTP が調査田: 3.6 mg/L、普通田: 6.7 mg/L であった。先述の土壌の結果と比べると濃度の差が明確に出ており、施肥の有無は土壌よりも土壌間隙水に影響していた。土壌は元々成分濃度が高く、施肥による影響は見えにくいと思われる。

(4) レンコンの収穫量

調査田での無施肥栽培によるレンコン収穫量は、 1.8 kg/m^2 であった。これは土浦市の平均収穫量 (1.8 kg/m^2) と比べても遜色なく、品質・食味等でも通常栽培に劣る点は無かった。

レンコンの収穫に伴う窒素、リンの持ち出し量は窒素： $5.3\text{kg}/10\text{a}$ ，リン： $0.9\text{kg}/10\text{a}$ であった。

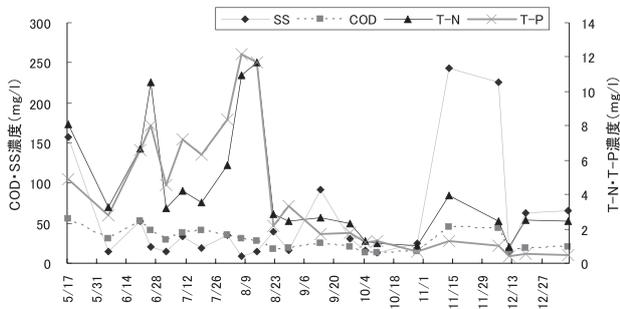


図1 流入水質の変動

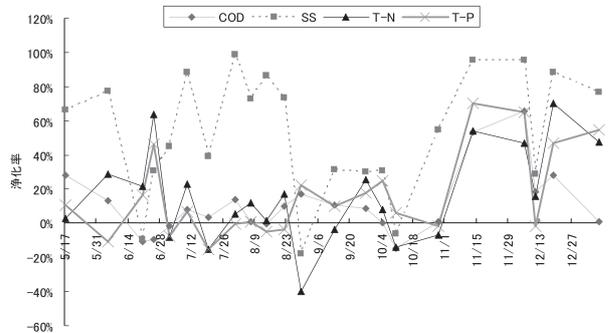


図2 浄化率の変動

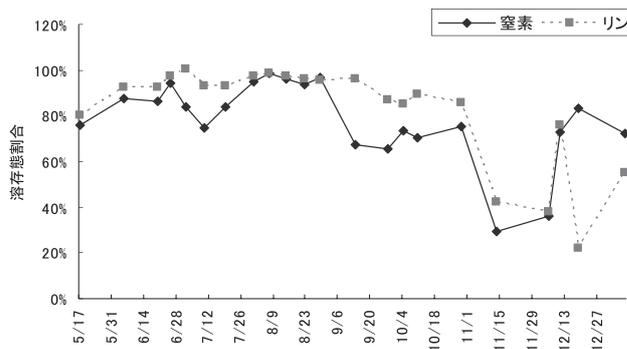


図3 窒素，リンの溶存態割合の推移

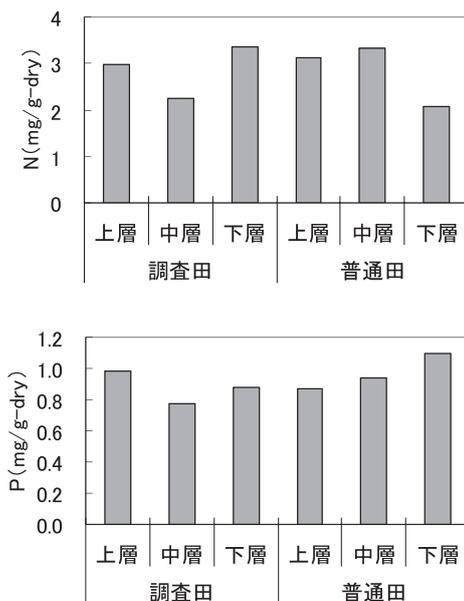


図4 土壌中のN，P濃度

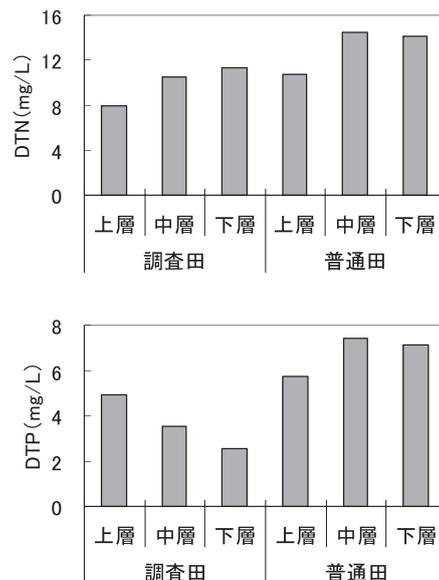


図5 土壌水中のDTN，DTP濃度

2-1-6 瀬沼流域における汚濁負荷流出特性に関する調査研究

1 目的

瀬沼の汚濁負荷要因のうち、上流域からの流入負荷は COD で約 2 割、窒素及びリンで約 4 割を占めており、遡上水による流入負荷と並んで主要な汚濁要因となっている。また、第 2 期瀬沼水質保全計画において、適切な流域管理の実施のためには流入河川単位での対策手法の検討が必要とされているが、効果的な浄化対策を検討するためには、各河川流域から流入する汚濁負荷の特徴について解明することが必要不可欠である。本調査研究では、各流入河川流域の土地利用状況調査、及び水質・流量調査を実施し、瀬沼流入河川の汚濁負荷流出特性について解明することを目的とする。

2 調査方法

(1) 土地利用状況調査

瀬沼の各河川流域における集水域面積、土地利用状況に関する情報を収集・整理した。

(2) 河川水質調査

10mm 以上の降雨があった翌日に水質及び流量調査を実施することによって、降雨増水時に各河川の集水域から流出する汚濁負荷量について把握した。

調査地点：図 1 に示す瀬沼流入河川 30 地点

調査期間：平成 20 年 5 月～平成 21 年 3 月 計 11 回

測定項目：流量、透視度、水温及び水質（pH, EC, COD, TOC, TN, TP, 各態窒素・リン, 各種陽イオン・陰イオン等）



図 1 調査地点図

3 結果の概要

(1) 土地利用状況調査

各調査地点の集水域における土地利用割合について図 2 に示した。瀬沼川の上・中流域 (st.1～st.9) では森林地面積率が 51.2%～88.2%であり、流域の半分以上を占めていた。また、瀬沼川の支流である枝折川流域 (st.10) では、市街地面積率が 15.0%であり、瀬沼川流域の中では最も市街地の割合が大きかった。瀬沼前川流域 (st.12～st.16) では、森林地面積率が 13.7%～38.6%、水田面積率が 21.4%～35.1%、畑地面積率が 13.5%～25.9%を占めており、森林、水田、畑地が混在するような土地利用であった。瀬沼の南岸に位置する桜川 (st.20)、才川 (st.21)、大谷川 (st.22～st.25) の各流域では畑地面積率が 53.8%～73.7%であり、大部分が畑地で占められていた。一方、瀬沼の北岸に位置する渋川 (st.26)、若宮川 (st.27)、後谷川 (st.28)、石川川 (st.29, st.30) の各流域では水田面積率が 27.7%～37.5%であり、水田の占める割合が最も大きかった。また、石川川流域では市街地面積率が 18.3%であり、全流域の中で最も大きかった。

(2) 河川水質調査

各調査地点における形態別 COD、窒素、及びリンの年平均値をそれぞれ図 3、図 4、図 5 に示した。COD については、どの地点においても d-COD (溶存態 COD) が p-COD (粒子態 COD) よりも高かった。COD が最も高かったのは大谷川上流の st. 22 で、その値は 8.7mg/L であった。この原因としては p-COD が 4.2mg/L と他の地点よりも高かったことが挙げられる。全窒素については、瀬沼南岸に位置する桜川 (st. 20)、才川 (st. 21)、大谷川 (st. 22～25) で他の河川よりも高く、7.2～

10.6mg/Lであった。窒素の存在形態については、全地点において硝酸態窒素が最も多く、74%~94%を占めていたが、寛政川上流地点(st. 17)及び大谷川中流地点(st. 23)では、アンモニア態窒素がそれぞれ0.90mg/L及び0.44mg/Lであり、他の地点よりも高かった。全リンについては、大谷川上流(st. 22)及び石川川(st. 29, 30)で特に高かった(st. 22:0.22mg/L, st. 29:0.20mg/L, st. 30:0.20mg/L)。これら3地点について形態別リンを比較すると、st. 22では粒子態リンの占める割合が65%と最も高かったのに対して、st. 29及びst. 30ではリン酸態リンが60%を占めていた。

各河川の降雨増水時における平均負荷量を表1に示した。流量が最も多かった涸沼川で最も負荷量が大きく、CODで5712kg/day、全窒素で1851kg/day、全リンで107kg/dayであった。次いで負荷量が大きかったのは涸沼前川であり、CODで1554kg/day、全窒素で598kg/day、全リンで27kg/dayであった。また、大谷川では流量が涸沼川の1/10以下であったにもかかわらず、全窒素負荷量が410kg/dayであり、同程度の流量を有する他の河川(石川川・寛政川)に比べ大きかった。

各水質及び土地利用面積率における相関係数を表2に示した。畑地についてはCOD、全窒素、硝酸態窒素、亜硝酸態窒素、及び全リンと有意な正の相関を示し、特に全窒素及び硝酸態窒素では強い正の相関があった(全窒素:r=0.926, 硝酸態窒素:r=0.932)。一方、森林についてはアンモニア態窒素以外の水質項目と有意な負の相関を示し、COD、全窒素、及び硝酸態窒素と強い負の相関があった(COD:r=-0.725, 全窒素:r=-0.663, 硝酸態窒素:r=-0.642)。また、市街地についてはTP及びPO₄-Pと有意な正の相関を示し、相関係数はそれぞれ0.475及び0.584であった。

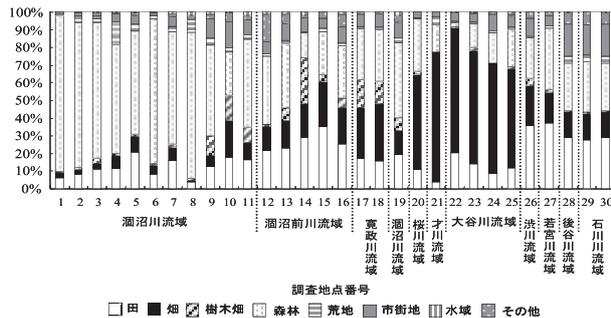


図2 各調査地点の集水域における土地利用割合

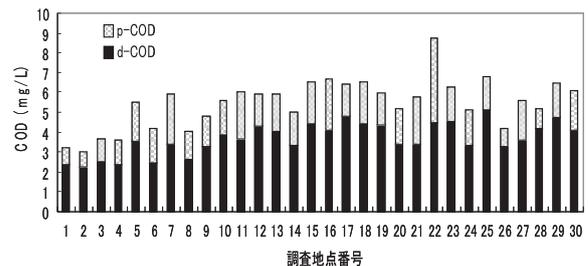


図3 各調査地点における形態別CODの年平均値

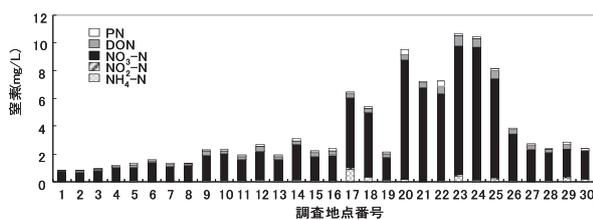


図4 各調査地点における形態別窒素の年平均値

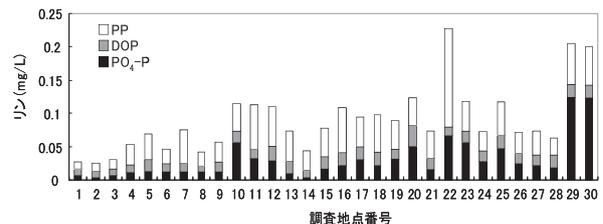


図5 各調査地点における形態別リンの年平均値

表1 各河川の降雨増水時における平均負荷量

地点番号	河川名	COD (kg/day)	TN (kg/day)	TP (kg/day)
11	涸沼川	5712	1851	107
16	涸沼前川	1654	598	27
18	寛政川	244	203	3.7
20	桜川	76	139	1.8
21	才川	52	65	0.7
25	大谷川	343	410	5.9
26	渋川	100	93	1.7
27	若宮川	87	42	1.2
28	後谷川	42	19	0.5
29	石川川	215	94	6.8

表2 各水質及び土地利用面積率における相関係数(n=30)

	COD	TN	NH ₄ -N	NO ₃ -N	NO ₂ -N	TP	PO ₄ -P	水田	畑地	森林	市街地
COD	1										
TN	0.430*	1									
NH ₄ -N	0.382*	0.461*	1								
NO ₃ -N	0.392*	0.997**	0.406*	1							
NO ₂ -N	0.431*	0.571**	0.958**	0.518**	1						
TP	0.774**	0.372*	0.311	0.336	0.378*	1					
PO ₄ -P	0.496**	0.288	0.329	0.256	0.404*	0.892**	1				
水田	0.362*	-0.185	0.016	-0.215	0.033	0.309	0.262	1			
畑地	0.542**	0.926**	0.279	0.932**	0.380*	0.429*	0.266	-0.138	1		
森林	-0.725**	-0.663**	-0.336	-0.642**	-0.442*	-0.597**	-0.443*	-0.471**	-0.732**	1	
市街地	0.316	-0.049	0.166	-0.079	0.201	0.475**	0.584**	0.558**	-0.088	-0.473**	1

*:5%有意, **:1%有意

2-1-7 霞ヶ浦北浦水際等浄化共同事業

1 目的

霞ヶ浦・北浦周囲の堤防陸側には農地からの排水を目的とした堤脚水路が整備されているが、面源負荷として直接霞ヶ浦へ排出されていることから浄化対策が課題となっている。そこで、堤脚水路を管理する(独)水資源機構が整備した水質浄化施設について、その効果検証を行う。

2 方法

(1) 浄化施設の設置

浄化施設：炭素繊維(計 249 本)

設置期日：平成 21 年 2 月 16 日

設置箇所：機場両端 50m の区間内の堤脚水路

(2) 水質調査

調査期間：平成 20 年 4 月～平成 21 年 3 月, 1 回/月

調査地点：堤脚水路 2 箇所(①と⑥)

測定項目：流量, 透視度, SS, COD, T-N, T-P 等

(3) 水質詳細調査

調査期間：平成 21 年 1 月～平成 21 年 3 月, 計 5 回

調査地点：浄化施設両端及び浄化施設中央(①～⑥)

測定項目：流量, 透視度, SS, COD, T-N, T-P 等

(4) 底泥調査

調査期間：平成 21 年 1 月～平成 21 年 3 月, 計 5 回

調査地点：浄化施設両端及び浄化施設中央(①～⑥)

測定項目：底質 強熱減量, COD, T-N, T-P

間隙水 COD, T-N, T-P 等

(5) 炭素繊維固着汚泥の分析

調査期間：平成 21 年 2 月～平成 21 年 3 月, 計 3 回

調査地点：浄化施設内の炭素繊維(②と⑤)

測定項目：汚泥 強熱減量, COD, T-N, T-P

間隙水 COD, T-N, T-P 等

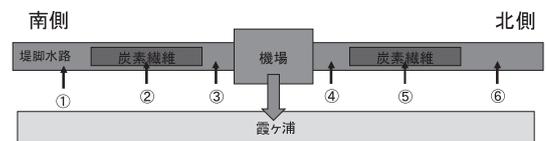


図 1 調査地点図

3 結果

(1) 浄化施設の設置

浄化施設として(独)水資源機構が炭素繊維を設置した。炭素繊維を 0.6cm 間隔で設置し、南側は 2 連(炭素繊維: 166 本)で北側は 1 連(炭素繊維: 83 本)で設置した。また、漂流物質の施設内の流入を防ぐ目的で水位に応じて動く丸太を 6.0m 間隔で設置した。さらに、水路底からの流入物を防ぐために水路の底に隔壁フェンスを浄化施設の外側に設置した。なお、浄化施設設置にあたり、底泥が 0.3m 程堆積していたことから設置直前に機場両端 100m の区間内の堤脚水路内において泥浚いを行った。

(2) 水質調査

水路⑥(北側)では SS が 12 月に 53 mg/L と最も上昇し、透視度は 13 と最も低下し、水路①(南側)においても同様な傾向を示した。COD は両側とも 5 月～7 月にかけて上昇し、12 月に再び上昇する傾向が見られた。窒素は北側の水路で 7 月に T-N が 11 mg/L と大幅に上昇した。南側にお

いても T-N が夏季に高い傾向が見られ、両側とも NH₄-N の割合が年間を通して大きかった。リンは北側の水路で 7 月に PO₄-P が上昇した (図 2)。本調査箇所の土地利用は主にハス田であることから施肥による影響と考えられた。

(3) 水質詳細調査

炭素繊維の設置前後の期間において水路内の水質を短期間で調査した。炭素繊維を設置したのは 2 月 16 日であったことから、設置以前の 1 月 29 日、2 月 13 日、設置後の 2 月 28 日、3 月 6 日、16 日の水質を調査し比較したが、すべての項目において大きな変化は見られなかった。

(4) 底泥調査

1 月は炭素繊維設置前の堤脚水路の底泥を、炭素繊維設置後の 2 月以降はセディメントトラップにより沈降底泥を採取し、分析した (図 3)。水路南側の底質濃度は、強熱減量、COD、T-N、T-P において設置前の底泥よりも沈降底泥の方が 2 倍以上高くなった。北側の底質濃度は強熱減量、T-N や T-P で設置前の底泥よりも沈降底泥の方が大きい傾向が見られた。

(5) 炭素繊維固着汚泥の分析

炭素繊維に固着した固着汚泥量は 1 本当たりの湿潤重量で約 500g であった。また、炭素繊維固着汚泥の濃度は、3 月 25 日における強熱減量は水路北側、南側ともに約 20%、COD では 40 ~ 80 mg/g-dry、T-N では 10 ~ 15 mg/g-dry、T-P では 4 ~ 12 mg/g-dry であった (図 4)。3 月 25 日の結果から、すべての炭素繊維固着汚泥を回収した場合の除去量は COD で 324 g、T-N で 75 g、T-P で 46 g と計算された。

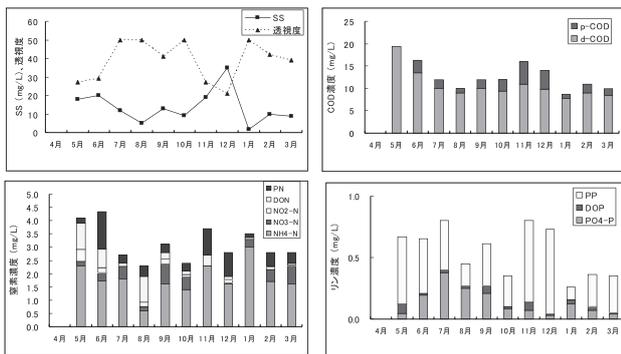


図 2-1 堤脚水路内の水質変化 (南側)

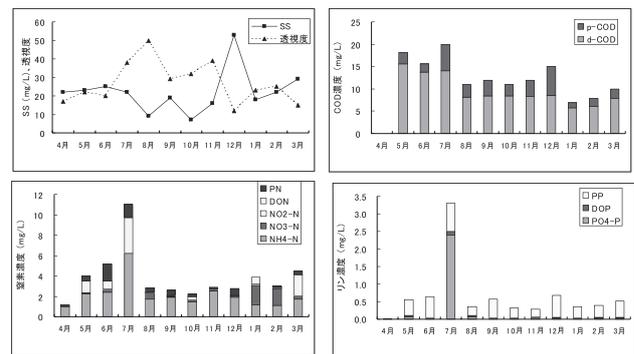


図 2-2 堤脚水路内の水質変化 (北側)

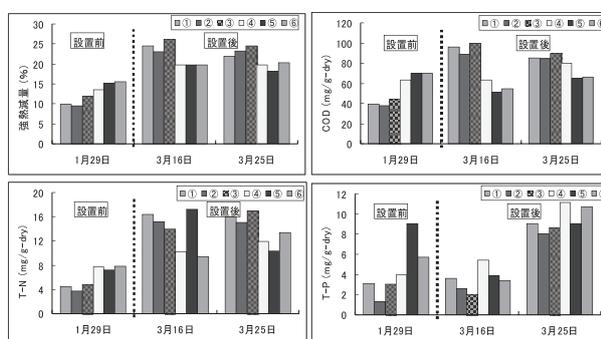


図 3 設置前の底泥と沈降底泥の濃度

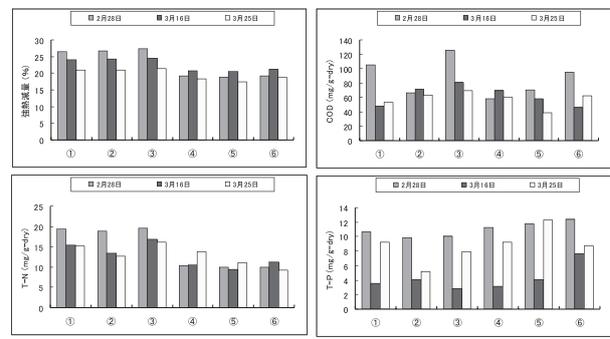


図 4 炭素繊維固着汚泥の濃度

2-1-8 農業排水再生プロジェクト事業

1 目的

農村計画課と共同で実施し，農村計画課では，湖岸の水田地帯において農業排水の循環利用を行う循環かんがいシステムの整備（低位部対策）を行い，谷津田上流部においては休耕田を活用した高濃度 NO₃-N の除去施設を整備した（高位部対策）。当センターでは，これら施設の汚濁負荷の削減効果を調査する。

2 方法

(1) 低位部対策

調査期間：平成 20 年 4 月～平成 21 年 3 月，1 回 / 週

調査地点：水稲田－玉造南部土地改良区内 2 箇所（玉川地区：循環かんがい，手賀地区：事前調査）
ハス田－戸崎土地改良区内 1 箇所（戸崎地区：事前調査）

調査対象：機場および樋門

測定項目：流量，pH，EC，COD，SS，T-N，T-P 等

(2) 高位部対策（茨城大学と共同で実施）

調査期間：平成 20 年 4 月～平成 21 年 3 月，1 回 / 週

調査地点：鉾田川流域休耕田 2 箇所
（鈴振地区および遠木戸地区）

調査対象：休耕田の流入口と流出口

測定項目：流量，pH，EC，COD，SS，
T-N，T-P 等



3 結果の概要

(1) 低位部対策

水稲田における手賀地区の事前調査では，昼間は用水ポンプを稼働させ，霞ヶ浦湖水と農地排水を混合して揚水していたため，霞ヶ浦に負荷は及ぼしていなかった。しかし，夜間の停止時は霞ヶ浦に約 0.01 m/s の流速で自然に流出し，霞ヶ浦への負荷があった。ハス田の戸崎地区については川尻川から堰上げによって上流域から取水し，下流域の機場や樋門を通して霞ヶ浦へ流出していた。手賀，戸崎地区は事前調査であり，平成 21 年度循環かんがいを実施する予定となっている。

水稲田で循環かんがいを実施した玉川地区については，晴天時の用水ポンプ稼働時は霞ヶ浦湖水と農地排水を混合して揚水していたため，霞ヶ浦に負荷は及ぼしていなかった。また，用水ポンプ停止時は機場のゲートを閉めることによって農地排水を堤脚水路に貯留し，次の日の用水ポンプ稼働によって循環利用することができた。よって，晴天時は負荷を抑制することができた。ただし，降雨時には堤脚水路に貯留できなかったため，機械排水によって霞ヶ浦に強制的に排水していた。これらの結果から循環かんがいによる灌漑期の排出負荷量は COD で 42 kg/ha，T-N で 5.5 kg/ha，T-P で 0.87 kg/ha であった。また，削減効果を検証するに当たり，循環かんがいを実施する前の

図 1 調査地点図

● 低位部調査地点
★ 高位部調査地点

従前のかんがいによる排出負荷量について2通り算出した。1つ目は晴天時の自然排水の排出負荷量と降雨時の「機械排水」の排出負荷量の和（従前①）、2つ目は晴天時の自然排水の排出負荷量と降雨時の「自然排水」の排出負荷量の和（従前②）である。これは、従前のかんがいでは、降雨時に自然排水する場合と機械排水する場合の2通りあるためである。その結果、従前①の排出負荷量はCODで60 kg/ha、T-Nで8.0 kg/ha、T-Pで1.17 kg/haとなり、従前②の排出負荷量はCODで51 kg/ha、T-Nで5.7 kg/ha、T-Pで0.94 kg/haとなった。これら従前のかんがいの排出負荷量と循環かんがいの排出負荷量の差から、循環かんがいによる排出負荷削減量はCODで9～18 kg/ha、T-Nで0.2～2.4 kg/ha、T-Pで0.06～0.29 kg/haと計算された（図2）。

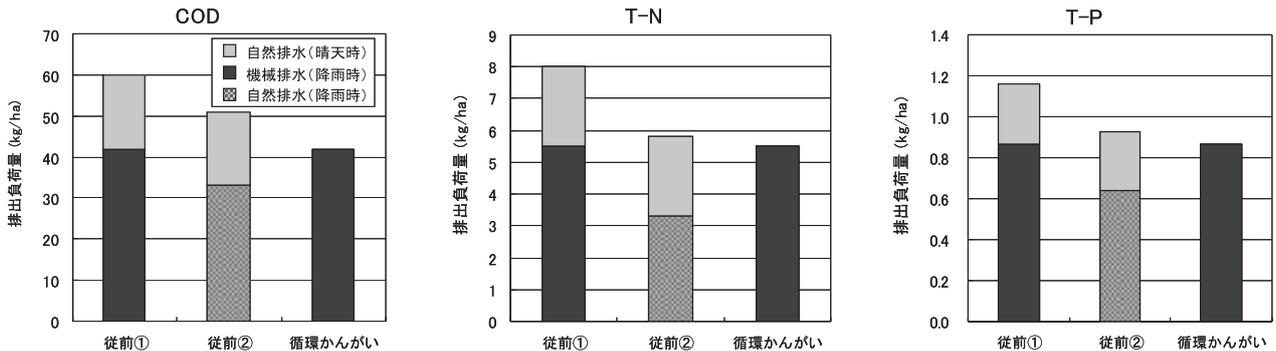


図2 COD, T-N および T-P における従前のかんがいの負荷（従前①, ②）と循環かんがい負荷の比較

(2) 高位部対策

台地からの浸出水を直接流入させた鈴振地区の休耕田については、堰の漏水による導入量不足等の問題が生じたが、比較的安定して調査ができた。鈴振地区の結果を図3に示す。7月から12月にかけてのT-N流入濃度平均値が約9.0 mg/Lに対し、流出濃度平均値が6.0 mg/Lであった。このうち7月から9月（夏季）の平均値は、流入水が8.8 mg/Lに対し流出水が5.6 mg/Lであり、夏季の濃度低下は36%であった。また、10月は大雨の影響により、一時的に流出水の濃度が低下した。これらの結果から年間の窒素削減量は324 kg/haと計算された。

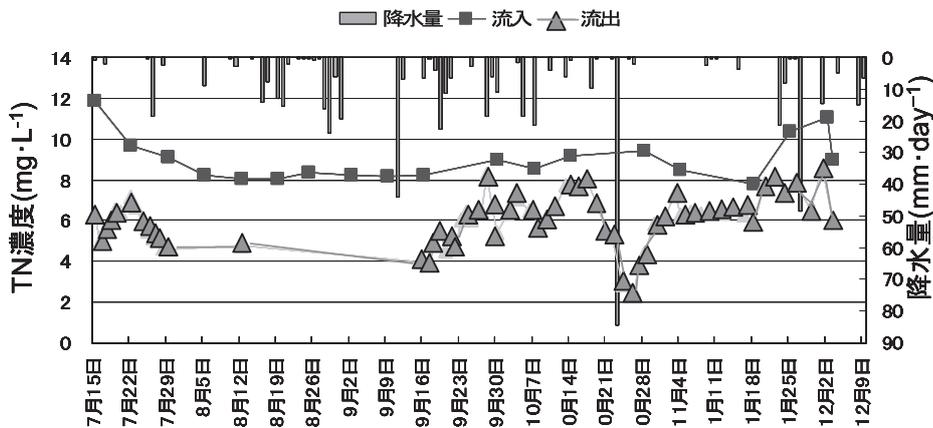


図3 鈴振地区の休耕田における流入水と流出水のT-N濃度の変化

2-1-9 湖内水質等モニタリング調査事業

1 目的

霞ヶ浦における詳細な水質調査を継続的に実施し、水質データの蓄積を図り水質汚濁状況の空間的・経時的変動を把握する。また、今後の施策立案及び他の霞ヶ浦研究の基礎資料とする。

2 方法

(1) 調査期間：平成 20 年 4 月～平成 21 年 3 月 {水質：1 回/月の計 12 回, 底質：1 回/3 月の計 4 回}

(2) 調査地点：霞ヶ浦(西浦, 北浦及び常陸利根川)の環境基準点及び補助地点(計 19 地点)

西浦—掛馬沖, 木原沖, 牛込沖, 高崎沖,
玉造沖, 湖心, 西の洲沖, 麻生沖, 土浦沖,
水道事務所沖, 山王川沖, 小野川沖
北浦—武井沖, 釜谷沖, 巴川沖, 鹿島水道沖,
神宮橋
常陸利根川—潮来, 外浪逆浦

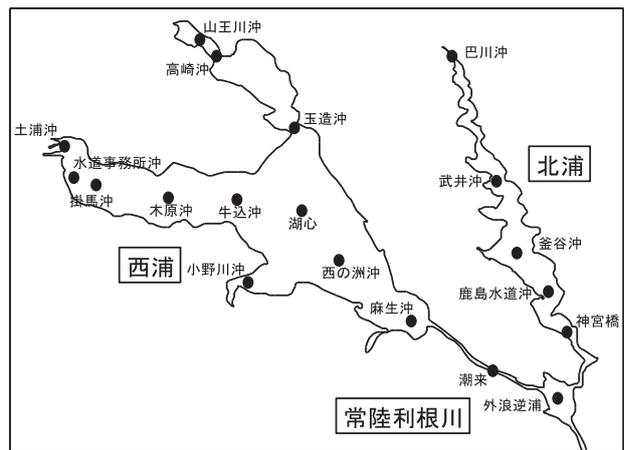


図1 調査地点

(3) 試料採取方法

水質—上層(深度0.5 m)及び下層(湖底直上
0.5 m)を電動ポンプで採水した。

底質—内径40mmの亚克力パイプを用いて、湖底から約0.3 mの底泥を採取し、そのうち表面から0.1 mを試料とした。

(4) 測定項目

水質：pH, EC, DO, COD, d-COD, SS, T-N, DTN, T-P, DTP, $\text{NH}_4\text{-N}$, $\text{NO}_2\text{-N}$, $\text{NO}_3\text{-N}$, $\text{PO}_4\text{-P}$, TOC, DOC, Ca^{2+} , Mg^{2+} , SO_4^{2-} , Cl^- , Na^+ , K^+ , d-Si, Chl.a, Chl.b, Chl.c, Fe, Al, Mn

底質：COD, T-N, T-P, ORP, 強熱減量, 粒度分布

3 結果の概要

(1) 水質状況

上層における COD の年平均濃度は西浦 10.0mg/L, 北浦 10.1mg/L, 常陸利根川 11.6mg/L, 霞ヶ浦全域では 10.2mg/L であった。下層では西浦で 9.9mg/L, 北浦で 9.9mg/L, 常陸利根川で 11.5mg/L, 霞ヶ浦全域では 10.0mg/L であり, 上下層の差はわずかであった。濃度の水平分布は巴川沖を除き, ほとんど差がみられなかった。濃度の季節変動は夏季から秋季にかけて減少し, 冬季から春季にかけて増加する傾向がみられた。

上層における T-N の年平均濃度は西浦 1.41mg/L, 北浦 2.04mg/L, 常陸利根川 0.98mg/L, 霞ヶ浦全域では 1.53mg/L であった。下層では西浦 1.44mg/L, 北浦 2.11mg/L, 常陸利根川 1.05mg/L, 霞ヶ浦全域では 1.58mg/L であり, 上下層の差はわずかに見られ, 下層の方が高かった。濃度の水平分布は上流部から下流部にかけて低下する傾向がみられた。濃度の季節変動は夏季に低下し, 冬季に増加する傾向がみられた。

上層における T-P の年平均濃度は西浦 0.11mg/L, 北浦 0.14mg/L, 常陸利根川 0.14mg/L, 霞ヶ浦全域では 0.12mg/L であった。下層では西浦 0.11mg/L, 北浦 0.15mg/L, 常陸利根川 0.12mg/L, 霞ヶ浦全域では 0.12mg/L であり, 上下層の差はわずかであった。濃度の水平分布は西浦上流部, 北浦中下流部および常陸利根川でやや高かった。濃度の季節変動は冬季に減少し, 冬季～秋季に増

加する傾向がみられた。

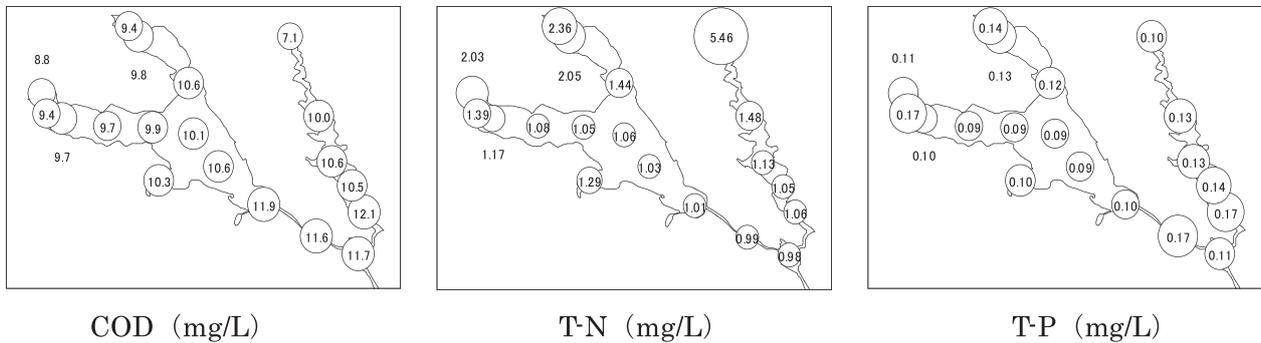


図2 霞ヶ浦における各水質年平均濃度の地域分布（上層）

(2) 底質状況

CODの年平均濃度は西浦 38mg/g-dry, 北浦 70mg/g-dry, 常陸利根川 10mg/g-dry, 霞ヶ浦全域では 43mg/g-dry であった。濃度の水平分布は底質による差が大きく, 砂質である麻生沖, 小野川沖, 潮来および神宮橋では 1.9 ~ 6.7 mg/g-dry と低く, 砂泥質である土浦沖および外浪逆浦では 16.9 および 17.8 mg/g-dry, その他の泥質地点では 29.5 ~ 96.1 mg/g-dry であり, 全体として西浦よりも北浦で濃度が高かった。濃度の季節変動はみられなかった。

T-Nの年平均濃度は西浦 4.9 mg/g-dry, 北浦 6.7 mg/g-dry, 常陸利根川 0.81 mg/g-dry, 霞ヶ浦全体では 5 mg/g-dry であった。濃度の水平分布はCODと同様に底質による差が大きく, 砂質地点では 0.11 ~ 0.52 mg/g-dry, 砂泥質地点では 1.4 ~ 1.9 mg/g-dry, 泥質地点では 3.86 ~ 10.15 mg/g-dry であり, 西浦よりも北浦で濃度が高かった。濃度の季節変動はみられなかった。

T-Pの年平均濃度は西浦 1.3 mg/g-dry, 北浦 1.6 mg/g-dry, 常陸利根川 0.4 mg/g-dry, 霞ヶ浦全域では 1.2 mg/g-dry であった。濃度の水平分布はCODおよびT-Nと同様に底質による差が大きく, 砂質地点では 0.11 ~ 0.25 mg/g-dry, 砂泥質地点では 0.54 ~ 0.9 mg/g-dry, 泥質地点では 1.16 ~ 2.96 mg/g-dry であり, 西浦の高浜入奥部および北浦上流部で濃度が高かった。濃度の季節変動はみられなかった。

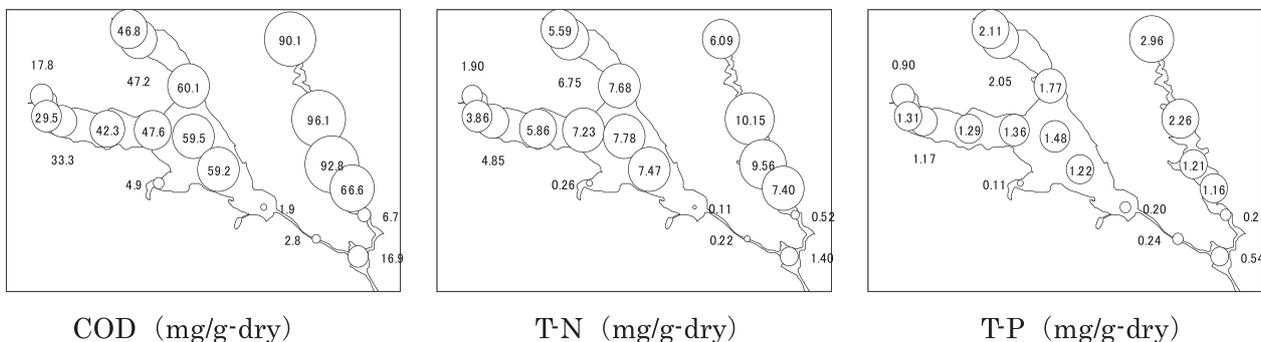


図3 霞ヶ浦における各底質年平均濃度の地域分布

2-1-10 涸沼の水質保全に関する調査研究

1 目的

涸沼については、平成 17 年度に第 2 期水質保全計画を策定し、水質目標を定めて総合的な水質保全対策を進めているが、環境基準の達成には至っていない。本調査研究事業は、継続的な湖内水質調査及びプランクトン調査を実施し、水質汚濁機構の解明や水質予測シミュレーションの精度の向上、さらには効果的な水質保全対策の検討を行うための基礎資料を得ることを目的とする。

2 調査方法

(1) 定期湖内調査

調査地点：図 1 に示す湖内 8 地点の上層（水面下 0.5 m）及び下層（湖底上 0.5 m），並びに流出河川 2 地点（涸沼橋，大貫橋）の表層

調査期間：平成 20 年 4 月～平成 21 年 3 月，1～2 回 / 月，計 16 回

測定項目：水深，透明度，水温及び水質（pH，EC，DO，COD，TOC，T-N，T-P，各態窒素・リン，Cl⁻等）

(2) プランクトン調査

調査地点：親沢，宮前，広浦の表層

調査期間：平成 20 年 4 月～平成 21 年 3 月，1 回 / 月
計 12 回

測定項目：植物・動物プランクトンの計数及び同定



図 1 涸沼湖内調査地点

3 結果の概要

(1) 定期湖内調査

湖内各地点における水質の年平均値を表 1 に示した。湖内各地点における COD の年平均値は、上層で 7.0～8.9mg/L，下層で 7.2～8.7mg/L の範囲であった。最も COD が高かったのは上層，下層ともに st.5 であり，また，st.8 を除き下層よりも上層の方が COD は高くなる傾向があった。湖内各地点における TN の年平均値は、上層で 1.45～1.77mg/L，下層で 1.24～1.52mg/L の範囲であった。上層については、涸沼川が流入している上流域の st.1（親沢）で最も高く，下流域ほど低くなる傾向があった。st.1 では DN（溶存態窒素），及び NO₃-N（硝酸態窒素）も全地点中，最も高く，それぞれ 1.28mg/L，0.88mg/L であった。一方，NH₄-N については湖心～下流域に位置する st.4（宮前），st.6，st.7 及び st.8 で高かったが，この要因の 1 つとして他の地点と比べ，夏季に DO が低めに推移していたことが考えられる。湖内各地点における TP の年平均値は、上層で 0.090～0.116mg/L，下層で 0.084～0.110mg/L の範囲であった。TP については地点間及び上下層間に明確な傾向は見られなかった。湖内全域の COD，TN 及び TP の年平均値について昨年度と比較すると，COD は増加（7.0mg/L→7.9mg/L），TN は減少（1.55mg/L→1.47mg/L），TP は増加（0.082mg/L→0.098mg/L）していた。COD が昨年度よりも高くなった理由として，今年度の 2 月，3 月の全域の COD 年平均値がそれぞれ 7.5mg/L，8.2mg/L であり，昨年度（2 月：4.6mg/L，3 月：5.8mg/L）よりも高めに推移していたことが挙げられる。

下流涸沼川の測定地点である大貫橋及び涸沼橋では，湖内全域の年平均値と比べて EC 及び塩化物イオンが高く，湖内よりも遡上水の影響を強く受けていた。また，COD，DO，TN，Chl.a（クロロフィル a）

は湖内全域の年平均値よりも低かったが、DN, NH₄-N (アンモニア態窒素), DP (溶存態リン), PO₄-P (リン酸態リン) 等の溶存態成分は高かった。

(2) プランクトン調査

植物プランクトンの種別細胞数の経月変化を図2に示した。総細胞数については、3地点ともに4月～6月にかけて増加傾向であり、6月が最も多かった(親沢: 4.4 × 10⁴ cells/ml, 宮前: 8.4 × 10⁴ cells/ml, 広浦: 9.4 × 10⁴ cells/ml)。7月以降は減少傾向にあり、大きく増加する月は見られなかった。種組成については、総細胞数の多かった4～6月には3地点ともに珪藻が優占していたが、7月には藍藻、1月～2月には渦鞭毛藻が優占していた。また、8月の宮前及び広浦では緑藻が優占していた。

動物プランクトンの種別個体数の経月変化を図3に示した。総個体数については、親沢及び宮前では4月に最も多く(親沢: 1.3 × 10² inds/L, 宮前: 4.1 × 10² inds/L), 広浦では8月に最も多かった(2.4 × 10² inds/L)。また植物プランクトンの変動と比較すると、植物プランクトンが増加傾向にあった5～6月には動物プランクトンは少なかったが、植物プランクトンが減少傾向にあった7～9月には多かった。種組成については、総個体数が最も多かった月では3地点ともに輪虫綱が優占していたが、7月には親沢及び宮前では多膜綱, 広浦ではキネトフラグミノフォーラ綱が優占し、また、1月及び3月には3地点ともに甲殻綱が優占していた。

表1 定期湖内調査結果 (年平均値)

地点No.	pH (-)	DO (mg/L)	SS (mg/L)	COD (mg/L)	d-COD (mg/L)	TOC (mg/L)	DOC (mg/L)	T-N (mg/L)	DN (mg/L)	NH ₄ -N (mg/L)	NO ₃ -N (mg/L)	NO ₂ -N (mg/L)	T-P (mg/L)	DP (mg/L)	PO ₄ -P (mg/L)	Chl.a (μg/L)	EC (mS/cm)	Cl (×10 ³ mg/L)	
1(親沢)	上層	8.5	11.0	14	8.1	4.6	3.7	2.3	1.77	1.28	0.02	0.88	0.02	0.116	0.031	0.014	58	5.1	1.6
	下層	8.6	8.7	16	7.9	4.2	3.6	2.3	1.49	1.02	0.05	0.63	0.02	0.104	0.023	0.007	54	8.0	2.7
2	上層	8.9	11.7	14	8.5	4.4	3.8	2.4	1.55	1.01	0.02	0.64	0.02	0.103	0.023	0.006	63	6.2	2.0
	下層	8.7	8.9	16	7.9	4.0	3.7	2.3	1.43	0.95	0.10	0.52	0.02	0.100	0.023	0.010	57	8.9	3.0
3	上層	8.3	10.9	14	8.0	4.2	3.5	2.2	1.56	1.07	0.02	0.71	0.02	0.102	0.022	0.007	54	5.4	1.7
	下層	7.6	6.8	14	7.2	3.9	3.1	2.1	1.22	0.84	0.08	0.45	0.02	0.084	0.019	0.006	47	6.8	2.3
4(宮前)	上層	9.0	12.1	14	8.7	4.4	3.8	2.4	1.48	0.95	0.01	0.60	0.02	0.090	0.018	0.004	59	6.8	2.2
	下層	8.5	6.9	19	8.1	4.0	3.3	2.3	1.41	0.96	0.16	0.46	0.03	0.096	0.020	0.009	54	11.4	3.9
5	上層	9.0	11.5	14	8.9	4.4	3.8	2.4	1.47	0.95	0.01	0.58	0.02	0.094	0.019	0.005	63	7.2	2.3
	下層	8.6	9.4	19	8.7	4.4	3.7	2.4	1.52	0.98	0.07	0.55	0.02	0.110	0.021	0.007	63	7.9	2.6
6	上層	8.2	9.8	12	7.2	4.5	3.2	2.2	1.52	1.08	0.04	0.69	0.02	0.091	0.019	0.005	44	5.2	1.6
	下層	7.4	6.4	13	6.8	3.9	2.9	2.1	1.24	0.87	0.15	0.41	0.02	0.097	0.022	0.012	41	7.5	2.5
7(広浦)	上層	8.8	10.8	14	7.9	4.4	3.6	2.4	1.47	1.01	0.07	0.59	0.02	0.090	0.022	0.008	53	7.3	2.3
	下層	8.5	8.3	20	7.7	4.4	3.3	2.3	1.49	1.06	0.16	0.55	0.02	0.102	0.026	0.016	48	8.9	2.9
8	上層	8.5	9.1	14	7.0	4.3	3.2	2.4	1.45	1.09	0.13	0.61	0.02	0.091	0.026	0.016	40	8.0	2.6
	下層	8.3	8.0	20	7.3	4.1	3.2	2.3	1.45	1.11	0.17	0.59	0.02	0.098	0.031	0.021	35	9.1	3.0
大貫橋	8.2	8.3	14	6.9	4.3	3.3	2.5	1.42	1.13	0.17	0.62	0.02	0.091	0.033	0.026	32	9.3	3.0	
潤沼橋	8.0	7.5	14	5.5	3.5	2.7	2.1	1.36	1.16	0.18	0.67	0.02	0.081	0.037	0.030	18	13.5	4.7	

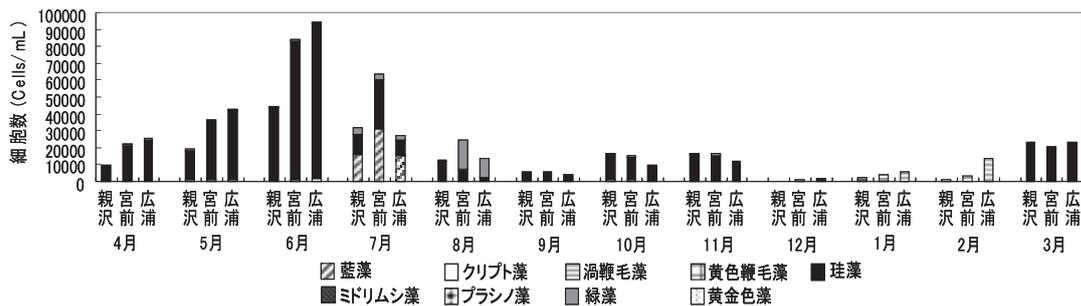


図2 植物プランクトンの種別細胞数の経月変化

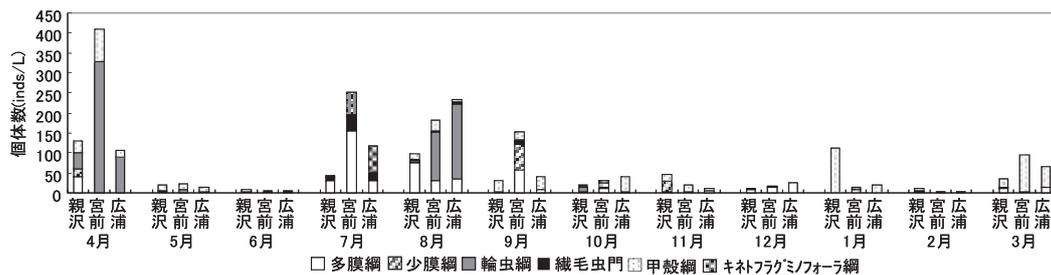


図3 動物プランクトンの種別個体数の経月変化

2-1-11 牛久沼の水質保全に関する調査研究

1 目的

牛久沼湖内、流入出河川において多地点の水質調査、プランクトン調査、気象状況把握調査などを継続的に行い、湖内の汚濁機構の解明の手がかりとする。また、牛久沼流域において行っている施策の評価、さらなる施策策定（水質保全計画等）のための主要な資料とする。

2 調査方法

(1) 水質等調査

ア 定期水質調査

- ・ 調査期間：平成20年4月～平成21年3月，1～2回/月，計15回
- ・ 調査地点：湖内（L-1～L-8）上層（水面下0.5m）及び下層（湖底上0.5m），流入河川（R-1～R-4），流出河川（R-5）（図1）
- ・ 調査項目：水質（pH，SS，COD，T-N，T-P，Chl.a等），流量

イ プランクトン調査

- ・ 調査期間：平成20年4月～平成21年3月，1回/月，計12回
- ・ 調査地点：湖心（L-1）
- ・ 調査項目：植物及び動物プランクトン（種レベル）の同定及び計数

(2) 水収支実態把握調査

ア 気象状況把握調査

- ・ 調査期間：平成20年3月～平成21年3月
- ・ 調査地点：鶴舞揚水機場（G）
- ・ 調査項目：温度，湿度，大気圧，風向，風速，降雨量及び水質

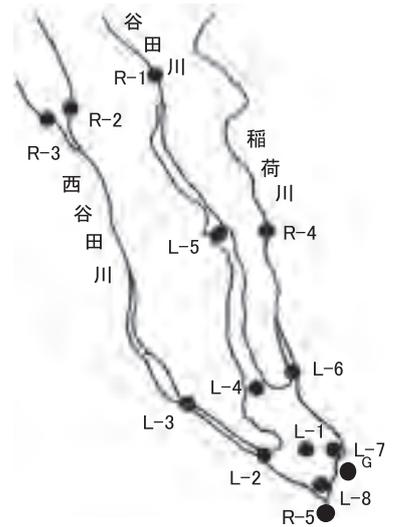


図1 調査地点

3 結果の概要

(1) 水質等調査

ア 定期水質調査

CODは例年同様、夏期が高く冬期に低い傾向を示した。年平均は昨年と比べ減少しており、湖心（L-1）のCOD濃度は昨年より1.1 mg/L減少した8.9 mg/Lであった。この結果は、夏期のCOD上昇が昨年より抑えられていたことに起因していると考えられる。また、T-PはCODと類似した挙動を示したが、T-Nは、COD、T-Pとは逆に夏期が低く冬期に高い傾向を示した。いずれも例年どおりの傾向であり、年平均値もほぼ変わらなかった（表1、図2）。湖心における各水質項目間の相関関係は、上下層ともにCODとSS，CODとT-Pに強い正の相関が認められた。一方、CODとChl.aの相関は強くはなかった。また、CODとSSの相関が上層より下層の方が強かったことから、CODの上昇には、植物プランクトンの増殖に加えて、底質の巻き上げが影響している可能性が考えられた（表2）。

表1 定期水質調査結果（年平均値）

地点名	採水層	水温	pH	DO	SS	COD	T-N	T-P	TOC	Chl.a
		(°C)		(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(µg/L)
L-1	上層	18.8	8.2	9.9	25	8.9	1.44	0.073	3.6	58
	下層	18.6	8.1	9.4	32	10.1	1.51	0.085	3.7	59
L-2	上層	19.0	7.9	9.1	15	7.4	2.12	0.069	3.2	40
	下層	18.8	7.7	8.7	19	7.9	2.17	0.075	3.1	44
L-3	上層	18.8	7.7	9.4	13	7.3	2.44	0.071	2.9	44
	下層	18.6	7.6	8.8	19	7.7	2.44	0.077	2.9	40
L-4	上層	19.1	8.1	10.2	23	9.1	1.61	0.074	3.6	58
	下層	18.9	8.2	10.0	26	9.7	1.64	0.080	3.6	57
L-5	上層	19.0	8.0	9.6	15	7.0	2.35	0.079	2.6	49
	下層	18.7	7.9	9.0	17	6.8	2.32	0.083	2.6	40
L-6	上層	19.2	7.8	8.9	10	5.6	2.31	0.076	2.3	25
	下層	18.9	7.7	8.3	15	5.8	2.34	0.084	2.2	22
L-7	上層	19.2	8.1	10.3	27	9.0	1.47	0.082	3.6	61
	下層	23.7	8.1	9.2	31	10.2	1.10	0.097	3.5	63
L-8	上層	19.0	8.2	10.1	20	8.6	1.55	0.074	3.4	58
	下層	18.3	8.1	8.8	29	9.0	1.61	0.087	3.3	62
R-1		19.5	7.6	9.0	7	4.1	2.63	0.055	1.9	7
R-2		20.1	7.6	9.7	10	4.8	3.15	0.065	2.1	9
R-3		20.3	7.6	9.5	9	5.0	2.55	0.047	2.0	9
R-4		19.5	8.0	10.6	6	3.7	2.33	0.047	1.8	5
R-5		19.6	8.2	10.3	18	8.1	1.55	0.067	3.2	47

※ L-7下層は9月下旬～3月の期間は水位が足りず採水できないため、4月～9月上旬の調査の平均値である

表 2 湖心における各水質項目の相関 (n=15) (a) 上層, (b) 下層

	SS	COD	TOC	T-N	T-P	Chl.a
(a) 上層	SS	1				
	COD	0.876 *	1			
	TOC	0.680 *	0.765 *	1		
	T-N	-0.797 *	-0.899 *	-0.535	1	
	T-P	0.906 *	0.933 *	0.784 *	-0.794 *	1
	Chl.a	0.516	0.590	0.398	-0.498	0.594**
						1
(b) 下層	SS	1				
	COD	0.928 *	1			
	TOC	0.533	0.595**	1		
	T-N	-0.643 *	-0.712 *	-0.441	1	
	T-P	0.881 *	0.922 *	0.554	-0.709 *	1
	Chl.a	0.475	0.544	0.389	-0.588	0.621**
						1

※ * は 1%有意, ** は 5%有意

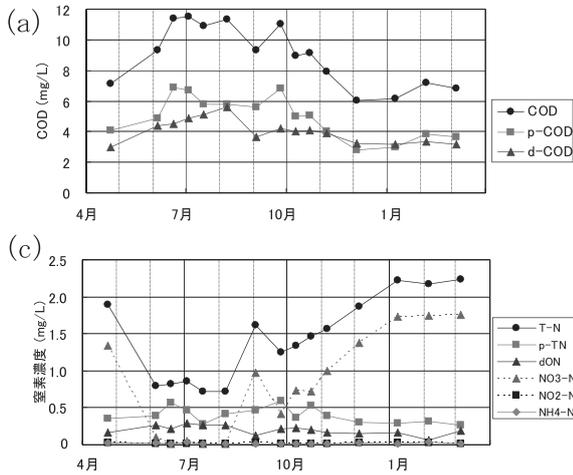


図 2 湖心における水質の経年変化
(a) COD, (b) リン, (c) 窒素

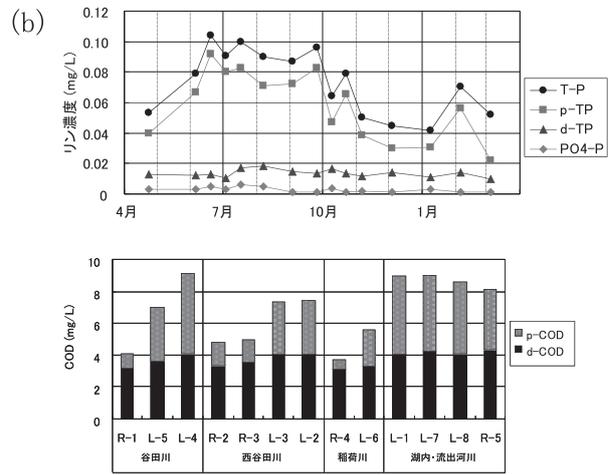


図 3 地点別 COD の年平均値

各地点における各水質項目の年平均値を比較すると、COD は流入河川付近から湖心に近づくにつれ p-COD が増加し、湖心周辺、流出河川では同程度であった (図 3)。一方、T-N は湖心より河川流入部付近の方が高く、T-P は各地点とも同程度であった。

イ プランクトン調査

植物プランクトンは、11月を除き年間を通して珪藻類が優占種となった。4~9月は *Aulacoseira* 属が、10月は *Thalassiosiraceae* 属が、1~3月は *Stephanodiscus* 属が優占していた。なお11月は微細な鞭毛藻類が優占していた。植物プランクトンの総細胞数に関しては、昨年と比較して減少している。これは、6月中旬から7月上旬の細胞数が昨年より少なかったことに起因している (図 4)。

動物プランクトンは、1年を通してワムシ類の *Brachionus* 属, *Asplanchna* 属が優占していた。8月においては甲殻類の *Bosmina* の増殖が見られた。総細胞数は昨年と比較し、半分以下であった (図 5)。

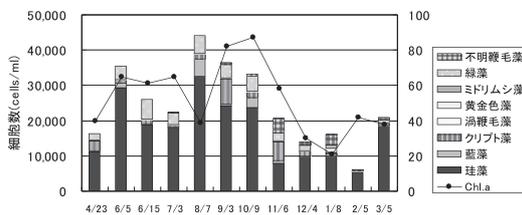


図 4 植物プランクトンと Chl.a の季節変動

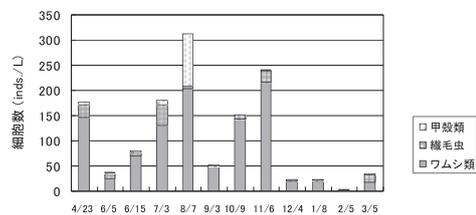


図 5 動物プランクトンの季節変動

(2) 水収支実態把握調査

降雨の捕集量から、牛久沼における降雨量は 1,380 mm、湖面降雨量は 900 万 m³ と算出された。また降雨による湖面への年間負荷量を計算すると COD : 11,007 kg (30.7 kg/日), T-N : 5,078 kg (14.1 kg/日), T-P : 43.4 kg (0.12 kg/日) であった。昨年よりも年間の降雨量は多かったが、例年より7月の降雨量が少なく、8月の降雨量が多かった (H20.3.18 ~ H21.3.12, 359 日間で計算)。

2-2 大気環境研究室の調査研究の概要

1 大気環境の調査研究

(1) 大気環境中の浮遊粒子状物質調査

大気環境中の浮遊粒子状物質を、健康への影響が特に大きい微小粒子(粒径 $2.1\mu\text{m}$ 以下)と、影響が比較的小さい粗大粒子($2.1\sim 11\mu\text{m}$)に分級して捕集し、金属成分、イオン成分等の含有成分を測定した。県内6地点で夏期と冬期に調査し、浮遊粒子状物質の地域特性、季節変動等を把握した。

さらに、県内の浮遊粒子状物質の生成機構を解明するため、関東地方環境対策推進本部大気環境部会浮遊粒子状物質調査会議による広域共同調査に参加している。

(2) 有害大気汚染物質調査

人の健康を損なうおそれのある有害大気汚染物質として、大気汚染防止法で優先取組み物質に指定されている22物質のうち、大気汚染防止法によりモニタリングを義務付けられたベンゼン等の19物質について、県内8地点で毎月1回調査を行った。

(3) 大気環境中のフロン調査

オゾン層保護法により生産が禁止となったが、現在も使用されている特定フロン(CFC-11, CFC-12, CFC-113)の大気環境中濃度を県内2地点で定期的に測定し、地域による濃度差、季節変動、経年変化等を把握した。

また、特定フロンに代わり、使用量が増えている代替フロン類(HCFC-141b, HCFC-22等)11物質を、オゾン層保護及び地球温暖化防止の観点から、県内6地点で年4回調査を行った。

(4) 大気環境中のP R T R対象化学物質調査

P R T R法の第1種指定化学物質のうち、大気環境への排出量の多いトルエン、キシレン、塩化メチル(揮発性有機化合物)の3物質について、大気環境中の実態を把握するため、県内5地点で年4回調査を行った。

2 酸性雨の調査研究

県内における酸性雨の実態を把握するために、土浦において月単位で降水を採取し、成分等の測定を行った。

また、県内の酸性雨の状況を広域的に評価するとともに、酸性雨の生成機構を解明するため、全国環境研協議会による広域共同調査に参加している。

さらに、国設酸性雨測定所(国設筑波局)において、降水を1日単位で採取して成分等の測定を行い、測定結果を環境省に報告した。

3 大気環境中の石綿調査

一般環境測定地点における大気中の石綿繊維数濃度を把握するため、土浦保健所において3日間測定を行った。

4 騒音振動調査

百里飛行場の航空機騒音について環境基準との適合状況を把握するため、飛行場周辺の地域類型あてはめ地域等における航空機騒音を10地点で2週間調査を行った。また、霞ヶ浦飛行場周辺の騒音調査も実施した。

5 共同研究

国立環境研究所等が実施している光化学オキシダントに関する共同研究に参加し、解析の一部を担当した。

2-2-1 大気環境中の浮遊粒子状物質調査

1 目的

大気中の浮遊粒子状物質 (SPM) の成分濃度を定期的に調査することにより、県西地域等の SPM 高濃度汚染の原因等を把握し、大気環境保全行政の基礎資料を得る。

2 調査方法

(1) 調査地点

土浦を対照地点とし、SPM 高濃度の県西地区 3 地点及びディーゼル排気ガスの影響を受ける道路沿道の土浦自排局、合計 5 大気測定局とした。

表 1 調査地点概要

地点	測定局名	区分
土浦	土浦保健所	一般環境大気測定局
常総	常総保健所	
古河	古河市役所	
筑西	筑西保健所	
土浦自排	土浦中村南	道路沿道測定局



図 1 調査地点

(2) 試料採取期間

夏期及び冬期に各々 2 回試料を採取した。

表 2 試料採取期間

区分	採取期間
夏期	①H20. 7. 28(月)～H20. 8. 1(金) (土浦自排のみH20. 8. 1(金)～H20. 8. 5(火))
	②H20. 8. 1(金)～H20. 8. 5(火) (土浦自排のみH20. 8. 5(火)～H20. 8. 9(金))
冬期	③H20. 12. 1(月)～H20. 12. 5(金) (土浦自排のみH20. 12. 9(火)～H20. 12. 13(土))
	④H20. 12. 5(金)～H20. 12. 9(火) (土浦自排のみH20. 12. 13(土)～H20. 12. 17(水))

(3) 採取方法

SPM を微小粒子 (粒径 $2.1\mu\text{m}$ 以下) と粗大粒子 (粒径 $2.1 \sim 11\mu\text{m}$) に分級して捕集できるアンダーセンローボリュームエアサンプラーに、石英ろ紙 (PALLFLEX2500QAT $80\text{mm}\phi$) を取り付け、環境大気を $28.3\text{L}/\text{min}$ の吸引速度で採取した。

(4) 測定成分及び測定方法

捕集ろ紙の SPM 重量を測定後、4 分割し、各成分の測定を行った。

表 3 測定成分及び測定方法

測定成分	SPM濃度	金属成分	イオン成分	炭素成分	ベンゾ[a]ピレン
		V, Cr, Mn, Fe, Ni, Cu, Zn, As, Se, Pb, Al	Na^+ , NH_4^+ , K^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} , Cl^- , NO_3^- , SO_4^{2-}	元素状炭素 (EC), 有機炭素 (OC)	
測定方法	ろ紙を化学天秤により重量測定	ふっ化水素酸-硝酸-過酸化水素で容器加圧分解後、2%硝酸で50mlに定容とし、ICP-MS法により測定	純水10mlで超音波抽出後、イオンクロマトグラフ法により測定	DRI OC/EC炭素分析器を用いてインテグレーション法により測定	溶媒抽出後、高速液体クロマトグラフィーにより測定

3 結果の概要

(1) SPM 濃度

SPM 濃度と粒径別濃度を図 2 に示す。夏期においては、調査期間がずれた土浦自排を除き、期間②における濃度は期間①に比べて 60%～133%増加していた。微小粒子に限ると 90%～170%増加しており、微小粒子の増加が高濃度につながったといえる。微小粒子の割合は、例年冬期に大きくなる傾向にあるが、本年度は夏期の微小粒子割合が大きく、夏期と冬期でほとんど差が見られなかった。

(2) 全成分

SPM 中の全成分濃度を図 3 に示す。光化学反応による二次生成粒子をアンモニウムイオン、塩素イオン、硝酸イオン及び硫酸イオン濃度の合計とした場合、夏期が 49%と冬期の 25%に比べ大きかった。冬期においては、炭素成分と硝酸イオンの濃度上昇が認められた。

(3) 炭素成分

粗大粒子中の炭素成分濃度を図 4 に、微小粒子中の炭素成分濃度を図 5 に示す。有機性炭素、元素状炭素とも、冬期において濃度が増加し、特に微小粒子側で顕著であった。地点間の差は大きくなかった。

(4) ベンゾ [a] ピレン

ベンゾ [a] ピレン濃度を図 6 に、微小粒子中のベンゾ [a] ピレン濃度と元素状炭素濃度との関係を図 7 に示す。例年は冬期の微小粒子で、ディーゼル排気粒子 (DEP) の指標である元素状炭素濃度とベンゾ [a] ピレンに相関がみられるが、本年度は相関がみられなかった。ディーゼル排ガスの影響が小さくなってきているものと考えられる。

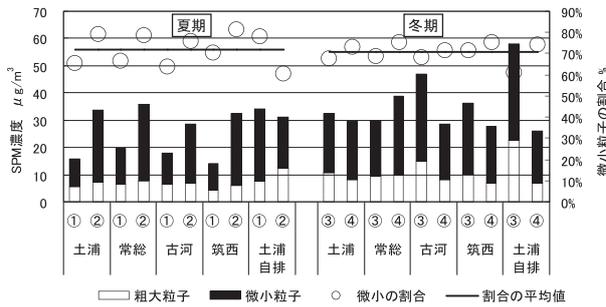


図 2 SPM 濃度と粒径別濃度

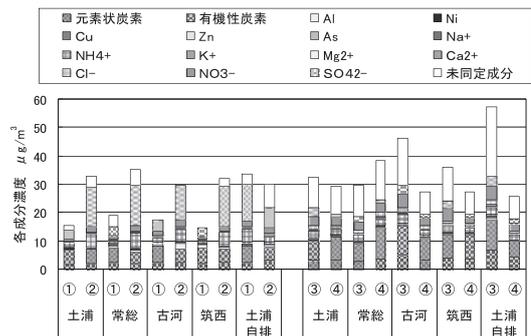


図 3 SPM 中の全成分濃度

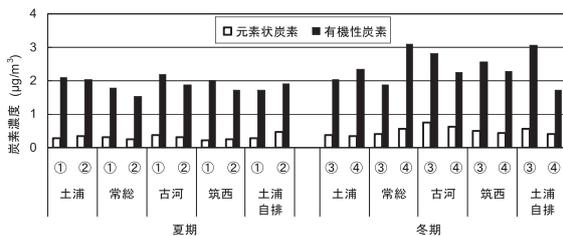


図 4 粗大粒子中の炭素成分濃度

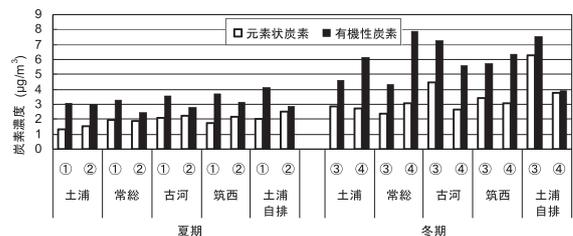


図 5 微小粒子中の炭素成分濃度

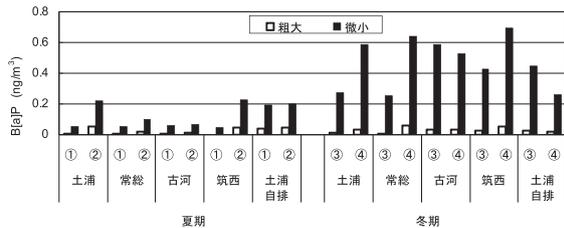


図 6 ベンゾ [a] ピレン濃度

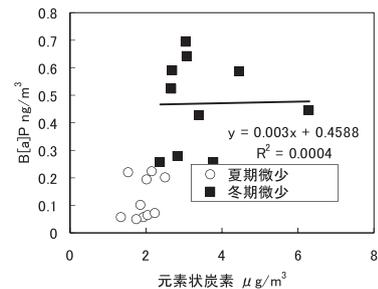


図 7 炭素成分とベンゾ [a] ピレンの関係

2-2-2 有害大気汚染物質調査

1 目的

環境大気中の有害大気汚染物質濃度を一般環境，発生源周辺等の地域形態別に測定し，県内の有害大気汚染物質の実態を把握する。

2 調査方法

(1) 調査地点

- ア 一般環境 4 地点：水戸石川，日立多賀，土浦保健所，筑西保健所
- イ 固定発生源周辺 3 地点：神栖消防，神栖下幡木，鹿嶋平井
- ウ 幹線道路沿道 1 地点：土浦中村南

(2) 調査時期

平成 20 年 4 月～平成 21 年 3 月まで，毎月 1 回 24 時間連続採取

(3) 調査対象物質

大気汚染防止法の優先取り組み物質全 22 物質のうち，測定マニュアルが制定されている 19 物質

- ア 揮発性有機化合物 ジクロロメタン，ベンゼン，トリクロロエチレン，テトラクロロエチレン，アクリロニトリル，塩化ビニルモノマー，クロロホルム，1,2-ジクロロエタン，1,3-ブタジエン，酸化エチレン
- イ 多環芳香族炭化水素 ベンゾ [a] ピレン
- ウ アルデヒド類 ホルムアルデヒド，アセトアルデヒド
- エ 金属類 水銀，ニッケル，ヒ素，ベリリウム，マンガン，クロム

(4) 採取方法及び分析方法

- ア 揮発性有機化合物 酸化エチレン：固相捕集・溶媒抽出・ガスクロマトグラフ質量分析法
他の揮発性有機化合物 容器採取・ガスクロマトグラフ質量分析法
- イ 多環芳香族炭化水素 フィルター捕集・溶媒抽出・高速液体クロマトグラフ分析法
- ウ アルデヒド類 固相捕集・高速液体クロマトグラフ分析法
- エ 金属類 水銀：金アマルガム捕集・加熱気化冷原子吸光法
他の金属：フィルター捕集・誘導結合プラズマ質量分析法

3 結果の概要

県内 8 地点の調査結果と環境省発表の集計結果である平成 19 年度全国平均値を表 1 に示す。

(1) 揮発性有機化合物

環境基準値の定められているジクロロメタン，ベンゼン，トリクロロエチレン，テトラクロロエチレンの年平均値は全て基準値以下であった。また，指針値の定められているその他の揮発性有機化合物の年平均値についても全て指針値以下であり，全国平均値と同程度かやや低い値のものが多かった。

(2) 酸化エチレン

環境基準値や指針値は定められていないが，全国平均値と同程度の値であった。

(3) 多環芳香族炭化水素

環境基準値や指針値は定められていないが，全国平均値と同程度の値であった。

(4) アルデヒド類

環境基準値や指針値は定められていないが，全国平均値と比較して，ホルムアルデヒドは同程度，アセトアルデヒドはやや高い値を示した。

(5) 金属類

水銀及びその化合物、ニッケル化合物については指針値が定められており、いずれも下回っていた。その他の金属類については、指針値等はないが、全国平均値と同程度の値であった。

表1 平成20年度調査結果（年平均値）

単位：揮発性有機化合物類，アルデヒド類・・・ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 多環芳香族炭化水素，金属類・・・ ng/m^3

地点名	水戸 石川	日立 多賀	土浦 保健所	筑西 保健所	神栖 消防	神栖 下幡木	鹿嶋 平井	土浦 中村南	幹線道 路沿道	県内 調査 地点 平均	平成 ¹⁾ 19年度 全国 平均 及び 範囲	環境 基準値 及び 指針値
区分	一般環境				固定発生源周辺							
測定期間	H20.4 ～H21.3											
揮発性 有機化合物	ジクロロ メタン	1.1	2.7	1.4	1.8	1.6	1.2	1.3	1.5	1.6	2.3 (0.25～ 130)	150
	ベンゼン	1.2	1.1	1.4	1.5	2.4	0.94	0.91	1.6	1.4	1.5 (0.57～ 3.2)	3
	トリクロロ エチレン	0.42	0.24	0.37	0.44	0.15	0.20	0.16	0.39	0.30	0.76 (0.0042 ～17)	200
	テトラクロロ エチレン	0.13	0.047	0.074	0.052	0.055	0.056	0.045	0.081	0.070	0.25 (0.0075 ～2.7)	200
	アクリロニトリル	0.029	0.034	0.037	0.036	0.043	0.038	0.038	0.037	0.040	0.10 (0.0042 ～1.5)	2 (指針値)
	塩化ビニル モノマー	0.030	0.037	0.028	0.028	1.1	0.054	0.052	0.029	0.17	0.081 (0.0023 ～9.9)	10 (指針値)
	クロロホルム	0.14	0.11	0.24	0.10	0.16	0.089	0.091	0.20	0.14	0.21 (0.006～ 1.9)	18 (指針値)
	1,2- ジクロロエタン	0.17	0.17	0.14	0.14	1.6	0.17	0.14	0.16	0.34	0.15 (0.0045 ～7.1)	1.6 (指針値)
	1,3- ブタジエン	0.091	0.10	0.14	0.20	0.30	0.098	0.067	0.21	0.15	0.19 (0.0017 ～1.7)	2.5 (指針値)
酸化エチレン	0.058	—	—	—	0.14	—	—	0.072	0.090	0.090 (0.018～ 0.59)	—	
多環芳香族 炭化水素	ベンゾ ^a ピレン	0.14	—	—	—	1.1	—	—	0.35	0.53	0.26 (0.00038 ～1.8)	—
アルデヒド 類	ホルム アルデヒド ^b	1.3	—	—	—	2.5	—	—	4.4	2.7	2.7 (0.45～ 9.0)	—
	アセト アルデヒド ^b	3.0	—	—	—	3.4	—	—	8.1	4.8	2.5 (0.15～ 7.5)	—
金属類	水銀 及びその 化合物	1.3	—	—	—	1.5	—	—	1.3	1.4	2.2 (0.56～ 5.2)	40 (指針値)
	ニッケル 化合物	6.8	—	—	—	8.3	—	—	7.9	7.7	5.1 (0.26～ 38)	25 (指針値)
	ヒ素 及びその 化合物	2.5	—	—	—	1.7	—	—	1.6	1.9	1.9 (0.14～ 31)	—
	ベリリウム 及びその 化合物	0.026	—	—	—	0.022	—	—	0.053	0.034	0.031 (0.0010 ～0.34)	—
	マンガン 及びその 化合物	16	—	—	—	62	—	—	40	39	31 (0.55～ 390)	—
クロム 及びその 化合物	3.0	—	—	—	4.0	—	—	4.5	3.8	6.7 (0.14～ 92)	—	

1) 参考文献：環境省水・大気環境局大気環境課，平成19年度地方公共団体等における有害大気汚染物質モニタリング調査結果について

2-2-3 大気環境中の特定フロン調査

1 目的

オゾン層破壊物質である特定フロンの大気環境濃度を測定し、その濃度経年変化の状況を把握する。

2 調査方法

(1) 調査地点

水戸石川, 国設筑波局の計 2 地点

(2) 調査時期

平成 20 年 5 月, 8 月, 11 月, 平成 21 年 2 月

(3) 採取方法

真空容器 (ステンレス製内面不活性化処理済, 6L) に周辺大気を 3.3mL/min の流量で 24 時間採取。

(4) 調査項目

トリクロロフルオロメタン (CFC-11), ジクロロジフルオロメタン (CFC-12),
1,1,2- トリクロロ -1,2,2- トリフルオロエタン (CFC-113)

(5) 分析方法

容器採取法ーガスクロマトグラフ質量分析法

(6) 調査開始年度

平成 5 年度

3 結果の概要

調査結果を表 1, 年間平均値の経年変化を表 2 及び図 1 に示した。

(1)CFC-11

年間平均値は水戸 0.26ppbv, 国設筑波 0.27ppbv であった。また、経年的にはほぼ横ばいであった。

(2)CFC-12

年間平均値は水戸 0.52ppbv, 国設筑波 0.60ppbv であった。また、経年的にはほぼ横ばいであった。

(3)CFC-113

年間平均値は水戸 0.069ppbv, 国設筑波が 0.078ppbv であった。また、経年的にはほぼ横ばいであった。

表 1 平成 20 年度調査結果

		単位 : ppbv				
		5月	8月	11月	2月	平均
CFC-11	水戸石川	0.23	0.30	0.25	0.25	0.26
	国設筑波	0.27	0.33	0.25	0.22	0.27
	平均	0.25	0.32	0.25	0.24	0.26
CFC-12	水戸石川	0.54	0.55	0.51	0.47	0.52
	国設筑波	0.68	0.56	0.55	0.59	0.60
	平均	0.61	0.56	0.53	0.53	0.56
CFC-113	水戸石川	0.057	0.074	0.072	0.073	0.069
	国設筑波	0.072	0.081	0.075	0.082	0.078
	平均	0.065	0.078	0.074	0.078	0.073

(4) 県外との比較

平成 11 年度からの県内の調査結果と、環境省実施の北海道(バックグラウンド)と川崎市内(都市部)における調査結果を表 2 に示した。CFC-11 について見ると、19 年度の本県の濃度は他の 2 地点よりやや低い値となったが、経年的には県平均値はほぼこの 2 地点の間で推移している。CFC-12 については、過去に他の 2 地点と比較して本県の濃度が高くなる年度も見られたが、20 年度は 2 地点と同等の値になると考えられる。CFC-113 については北海道と川崎の差がほとんどなく、県内でも若干低い値ではあるが同程度で推移している。

表 2 特定フロン濃度の年平均値

		単位：ppbv									
		H11	H12	H13	H14	H15	H16	H17	H18	H19	H20
CFC-11	水戸石川	0.24	0.27	0.28	0.25	0.24	0.26	0.26	0.23	0.22	0.26
	国設筑波	0.24	0.27	0.23	0.30	0.30	0.26	0.29	0.22	0.19	0.27
	県平均*	0.24	0.27	0.26	0.28	0.27	0.26	0.28	0.23	0.21	0.26
	北海道**	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.24	0.24	0.24	
	川崎**	0.29	0.30	0.29	0.29	0.28	0.28	0.28	0.29	0.31	
CFC-12	水戸石川	0.57	0.67	0.65	0.52	0.56	0.58	0.53	0.58	0.52	0.52
	国設筑波	0.54	0.63	0.70	0.55	0.70	0.74	0.65	0.86	0.61	0.60
	県平均*	0.56	0.65	0.67	0.54	0.63	0.66	0.59	0.72	0.56	0.56
	北海道**	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	
	川崎**	0.60	0.58	0.62	0.59	0.58	0.57	0.57	0.57	0.59	
CFC-113	水戸石川	0.075	0.072	0.069	0.042	0.059	0.075	0.079	0.071	0.080	0.069
	国設筑波	0.073	0.070	0.061	0.052	0.11	0.055	0.062	0.070	0.086	0.078
	県平均*	0.074	0.071	0.065	0.046	0.086	0.065	0.071	0.071	0.083	0.073
	北海道**	0.083	0.082	0.081	0.081	0.080	0.079	0.079	0.078	0.076	
	川崎**	0.090	0.090	0.080	0.080	0.080	0.080	0.080	0.080	0.080	

*県平均はのべ4～8回の平均値

**北海道は1,8月(月6試料測定)の平均値,川崎は3月から翌年の2月まで1日12回測定(年間約4000回測定)の中央値
出典:平成19年度オゾン層等の監視結果に関する年次報告書,平成20年8月,環境省

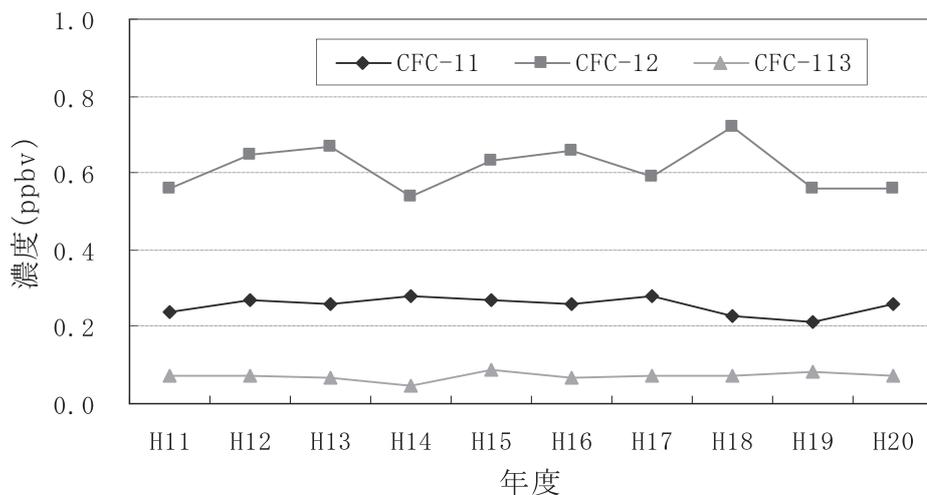


図 1 県平均値の経年変化

2-2-4 大気環境中の代替フロン調査

1 目的

オゾン層の破壊物質及び温室効果ガスである代替フロンの環境濃度を測定し、地球温暖化防止及びオゾン層保護対策の基礎資料とする。

2 調査方法

(1) 調査地点

日立多賀，水戸石川，神栖消防，土浦保健所，筑西保健所，国設筑波局の計6地点

(2) 調査時期

平成20年5月，8月，11月，平成21年2月の4回

(3) 採取方法

真空容器（ステンレス製内面不活性化処理済，6L）に周辺大気を3.3mL/minの流量で24時間採取。

(4) 調査項目

四塩化炭素，1,1,1-トリクロロエタン，HCFC-21，HCF-22，HCFC-141b，HCFC-142b，HCFC-123，HCFC-124，HCFC-225ca，HCFC-225cb，HFC-134aの11物質

(5) 分析方法

容器採取ーガスクロマトグラフ質量分析法

(6) 調査開始年度

平成17年度

3 結果の概要

(1) 平成20年度調査結果

表1に示すとおり，年平均値で見るとHCFC-22 (0.79ppbv)，HCFC-141b (0.21ppbv)，HFC-134a (0.11ppbv)の順で高かった。一方，HCFC-21 (0.0066ppbv)，HCFC-123 (0.0078ppbv)，HCFC-225ca (0.0010ppbv)については非常に低い濃度であり，物質によっては不検出の地点も見られた。HCFC-225cbについては全地点で不検出であった。

表1 調査対象物質の地点別年平均値

物質名	地点別年平均値						単位：ppbv	県平均
	日立	水戸	神栖	土浦	筑西	国設筑波		
四塩化炭素	0.092	0.093	0.12	0.095	0.092	0.10	0.099	
1,1,1-トリクロロエタン	0.012	0.011	0.037	0.017	0.010	0.017	0.017	
HCFC-21	0.0089	0.0089	0.0071	0.0032	0.0028	0.0091	0.0066	
HCFC-22	0.44	0.29	0.33	0.45	2.9	0.32	0.79	
HCFC-123	0.021	0.010	0.0068	0.0047	N.D	0.0045	0.0078	
HCFC-124	0.068	0.0029	0.020	0.018	0.015	0.0027	0.021	
HCFC-141b	0.69	0.26	0.24	0.028	0.060	N.D	0.21	
HCFC-142b	0.032	0.025	0.017	0.029	0.030	0.022	0.026	
HCFC-225ca	N.D	N.D	0.0021	0.0021	0.0019	N.D	0.0010	
HCFC-225cb	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	
HFC-134a	0.11	0.12	0.14	0.086	0.088	0.12	0.11	

(2) 経年変化及び県外の調査結果との比較

平成20年度の県平均値と過去3年間の調査結果及び環境省による調査結果を表2に、県平均値の経年変化を図1に示す。平成20年度の四塩化炭素、1,1,1-トリクロロエタンの県平均濃度については、環境省による北海道での調査結果と同程度であった。HCFC-22, HCFC-123, HCFC-141b, HCFC-142b, HCFC-225ca, HFC-134aについても、環境省が北海道や川崎、またはその他全国各地で行った調査結果の範囲内であった。なお、HCFC-21, HCFC-124については環境省が行っている調査対象物質ではなく、全国的なデータが少ないため比較は行っていない。

経年変化をみると、HCFC-22, HCFC-124, HCFC-142b がやや増加傾向にあり、その他の物質については、横ばいか減少傾向で推移している。

表2 県平均値の推移と環境省による測定結果との比較

物質名	H20年度 県平均	H19年度 県平均	H18年度 県平均	H17年度 県平均	平成19年度オゾン層等の 監視結果に関する 年次報告書 ¹⁾ (環境省)		平成15年度化学物質 環境実態調査 ²⁾ (環境省, 全国対象)	
					北海道	川崎	検出範囲	地点数
					単位: ppbv			
四塩化炭素	0.099	0.098	0.095	0.10	0.096	-	-	-
1,1,1-トリクロロエタン	0.017	0.010	0.023	0.016	0.015	-	-	-
HCFC-21	0.0066	0.0057	0.0035	0.027	-	-	-	-
HCFC-22	0.79	0.41	0.28	0.37	0.20	0.68	0.15 ~ 1.2	19
HCFC-123	0.0078	0.0057	0.0021	0.0023	-	-	0.00047 ~ 0.050	5
HCFC-124	0.021	0.018	0.0019	0.0017	-	-	-	-
HCFC-141b	0.21	0.16	0.31	0.24	0.022	0.077	0.015 ~ 0.29	17
HCFC-142b	0.026	0.034	0.0073	0.010	0.019	0.030	0.0076 ~ 0.15	20
HCFC-225ca	0.0010	0.0083	0.0016	0.0065	-	-	0.0010 ~ 0.53	15
HCFC-225cb	N.D	0.0041	N.D	0.051	-	-	0.0020 ~ 0.52	13
HFC-134a	0.11	0.10	0.068	0.079	0.049	0.136	0.024 ~ 0.42	20

1) 北海道は1, 3, 8月 (H19年度は1, 8月, 月6試料測定) の平均値, 川崎は3月から翌年の2月まで1日12回測定 (年間約4000回測定) の中央値

出典: 平成19年度オゾン層等の監視結果に関する年次報告書, 平成20年8月, 環境省

2) 出典: 平成16年度版化学物質環境実態調査, 平成17年3月, 環境省

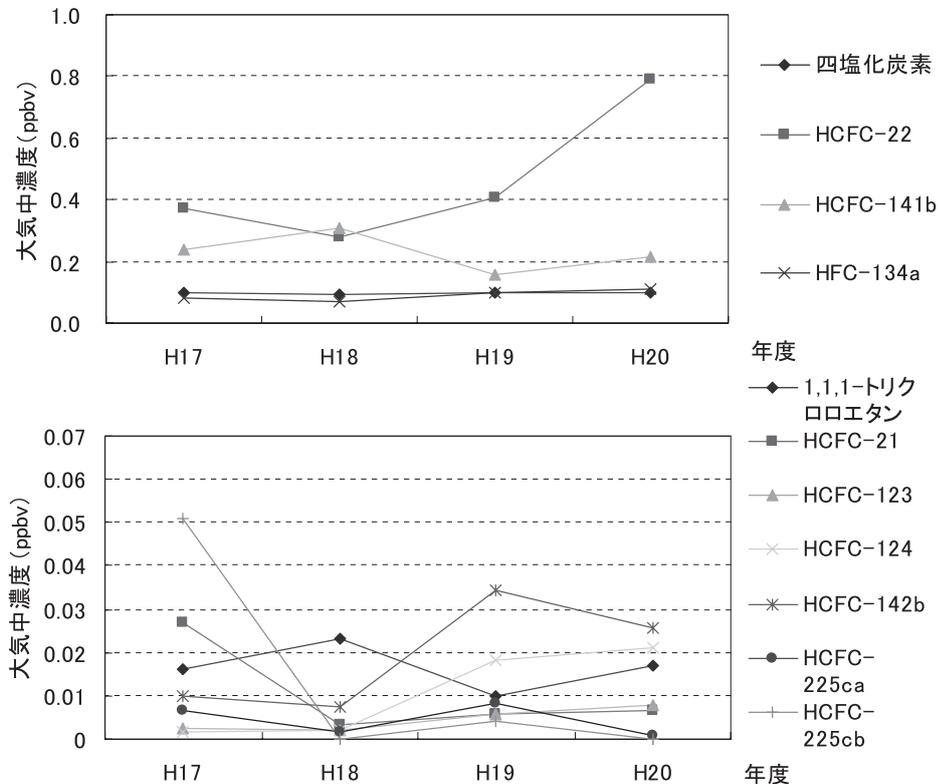


図1 県平均値の経年変化

2-2-5 大気環境中のPRTR対象化学物質調査

1 目的

PRTR法の届出対象物質のうち、大気環境への排出量の多い物質について大気中の測定を行い、その実態を把握する。

2 調査方法

(1) 調査地点

一般環境5地点：日立多賀、水戸石川、神栖消防、土浦保健所、筑西保健所

(2) 調査時期

平成20年5月、8月、11月、平成21年2月の年4回

(3) 調査対象物質

図1に示す県内で大気環境への排出量の多いトルエン、キシレン及び塩化メチルの3物質

(4) 試料採取方法

真空容器(ステンレス製内面不活性化処理済、6L)に周辺大気を3.3 mL/minの流量で24時間採取した。

(5) 分析方法

容器採取ーガスクロマトグラフ質量分析法

3 結果の概要

測定結果を表1に示す。

(1) トルエン

年平均値の最大は、筑西保健所 $7.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、最小は水戸石川 $5.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、県平均は $6.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ であった。

(2) キシレン

m-及びp-キシレンの年平均値の最大は、筑西保健所 $1.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、最小は水戸石川 $0.58 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、県平均は $0.90 \mu\text{g}/\text{m}^3$ であった。o-キシレンの年平均値の最大は、土浦保健所 $0.92 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、最小は水戸石川 $0.47 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、県平均は $0.72 \mu\text{g}/\text{m}^3$ であった。

キシレン合計としての年平均値の最大は、土浦保健所と筑西保健所 $1.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、最小は水戸石川 $1.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、県平均は $1.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ であった。

(3) 塩化メチル

年平均値の最大は、筑西保健所 $1.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、最小は水戸石川、土浦保健所 $1.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、県平均は $1.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ であった。

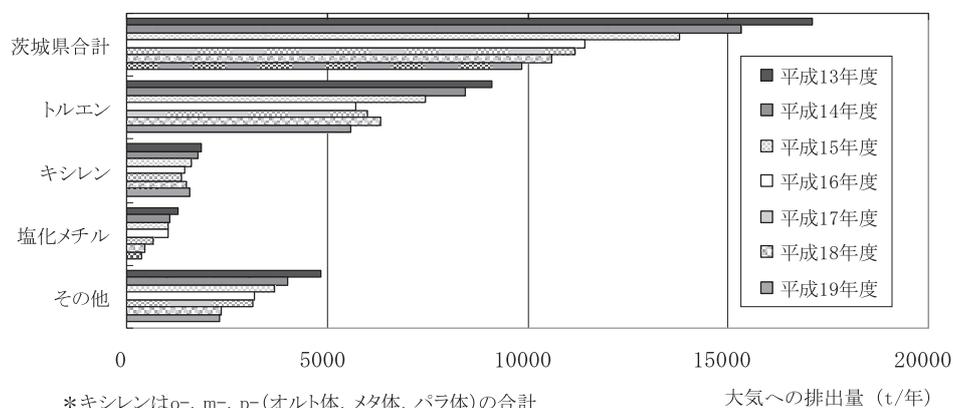


図1 茨城県における大気への排出量が多いPRTR届出対象物質

表1 平成20年度PRTR対象化学物質調査結果

		単位： $\mu\text{g}/\text{m}^3$									
調査物質	調査地点	5月	8月	11月	2月	平均	最小	最大	県平均		
トルエン	日立	欠測	欠測	7.3	5.6	6.5	5.6	7.3	6.7		
	水戸	5.8	4.0	4.4	7.3	5.4	4.0	7.3			
	神栖	6.7	3.5	4.1	14	6.9	3.5	14			
	土浦	4.9	3.4	2.1	18	7.0	2.1	18			
	筑西	10	12	2.3	5.7	7.5	2.3	12			
キシレン m-キシレン 及び p-キシレン	日立	欠測	欠測	0.99	0.87	0.93	0.87	0.99	0.90		
	水戸	0.51	0.52	0.35	0.94	0.58	0.35	0.94			
	神栖	1.2	0.49	0.59	1.2	0.88	0.49	1.2			
	土浦	0.80	0.59	0.68	1.9	0.99	0.59	1.9			
	筑西	1.1	1.3	1.4	0.68	1.1	0.68	1.4			
	キシレン o-キシレン	日立	欠測	欠測	0.81	0.68	0.74	0.68		0.81	0.72
		水戸	0.43	0.41	0.29	0.75	0.47	0.29		0.75	
		神栖	0.85	0.41	0.44	0.94	0.66	0.41		0.94	
		土浦	0.80	0.67	0.65	1.6	0.92	0.65		1.6	
		筑西	0.84	0.82	1.1	0.46	0.81	0.46		1.1	
計	日立	欠測	欠測	1.8	1.5	1.7	1.5	1.8	1.6		
	水戸	0.94	0.93	0.64	1.7	1.1	0.64	1.7			
	神栖	2.1	0.90	1.0	2.2	1.5	0.90	2.2			
	土浦	1.6	1.3	1.3	3.5	1.9	1.3	3.5			
	筑西	2.0	2.1	2.5	1.1	1.9	1.1	2.5			
塩化メチル	日立	1.6	1.1	1.5	1.8	1.5	1.1	1.8	1.5		
	水戸	1.3	0.98	1.2	1.5	1.3	0.98	1.5			
	神栖	1.6	1.5	1.0	1.3	1.4	1.0	1.6			
	土浦	1.3	1.3	1.1	1.5	1.3	1.1	1.5			
	筑西	3.0	1.5	1.8	1.3	1.9	1.3	3.0			

(4) 経年変化

図2～4にトルエン，キシレン，塩化メチルの経年変化を示す。トルエン，キシレン，塩化メチルの大気中の濃度は月ごとに多少の増減はあるものの，ほぼ横ばいで推移している。

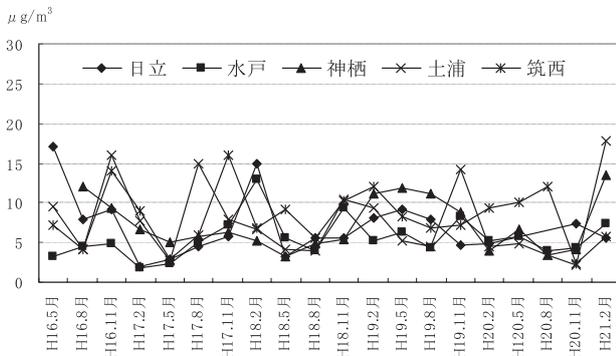


図2 トルエンの経年変化

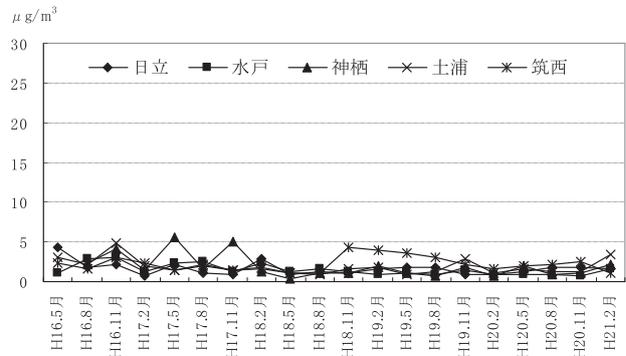


図3 キシレンの経年変化



図4 塩化メチルの経年変化

2-2-6 酸性雨の実態把握調査

1 目的

全国環境研協議会酸性雨調査研究部会の酸性雨調査及び環境省からの委託事業である国設酸性雨調査に参加して、酸性雨の実態とともに広域的な酸性化機構を明らかにするため、酸性雨の経年的な傾向を把握する。

2 調査方法

(1) 調査時期

平成 20 年 4 月 1 日～平成 21 年 3 月 31 日

(2) 調査地点

ア 実態把握調査（全国環境研協議会酸性雨調査研究部会の酸性雨調査と兼用）
土浦（霞ヶ浦環境科学センター）の 1 地点

イ 国設酸性雨測定所の管理運営委託業務
国設筑波局の 1 地点

(3) 試料採取方法

ア 実態把握調査
降水時開放型自動降水捕集装置

イ 国設酸性雨測定所の管理運営委託業務
降水時開放型自動降水捕集装置

(4) 調査項目

ア 降水量，貯水量，pH，導電率

イ イオン成分： SO_4^{2-} ， NO_3^- ， Cl^- ， NH_4^+ ， K^+ ， Na^+ ， Ca^{2+} ， Mg^{2+}

(5) 分析方法

酸性雨調査マニュアル（環境省）による。

3 結果の概要

(1) 実態把握調査

土浦で自動採取法により採取した試料について、降水量で重み付けした各成分濃度等の年間平均値を表 1 に、過去 10 年間の主な成分濃度の経年変化を表 2 に示した。平成 18 年度までは、調査地点として水戸のデータを県代表値としてきたが、平成 17 年度からの霞ヶ浦環境科学センター（土浦）への移転に伴い、17、18 年度の 2 年間の調査で、水戸と土浦の地点間差が小さいことを確認し、19 年度からは調査地点を土浦としている。

pH の年間平均値は 4.88 で、前年度（pH 4.84）よりもやや高く過去 10 年で最も高い値となった。pH は平成 18 年度以降比較的高い値で推移しており、降雨の酸性化の進行は見られない。導電率については過去 10 年で最も低い値となった。これは各イオン成分濃度が低いためであり、 K^+ を除く全てのイオン成分濃度について、前年度よりも低い結果となった。特に NO_3^- 濃度と Ca^{2+} 濃度については、過去 10 年間で最も低い値であった。

表1 降水量で重み付けした各成分濃度の年間平均値

		単位：mg/L (ただし降水量：mm, 導電率：μS/cm)										
調査地点	採取法	降水量	pH	導電率	SO ₄ ²⁻	NO ₃ ⁻	Cl ⁻	NH ₄ ⁺	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺
土浦	自動採取	1,401	4.88	15.5	1.50	1.16	1.00	0.54	0.56	0.07	0.21	0.09

(注) 降水量は年間の合計値 (9月8~12日, 29~30日の降雨は採取機器不調のため欠測。)

表2 主な成分濃度の経年変化(平成11年~20年度)

		単位：mg/L (ただし導電率：μS/cm)										
項目	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	10年間平均	
pH	4.76	4.59	4.41	4.50	4.41	4.80	4.59	4.87	4.84	4.88	4.67	
導電率	17.7	21.7	29.2	29.0	26.4	17.4	24.4	16.3	19.2	15.5	21.7	
SO ₄ ²⁻	1.32	2.33	2.52	2.20	2.13	1.67	2.28	1.70	2.11	1.50	1.98	
NO ₃ ⁻	1.96	1.63	2.18	2.27	2.06	1.23	1.72	1.63	1.48	1.16	1.73	
NH ₄ ⁺	0.38	0.52	0.40	0.34	0.36	0.40	0.69	0.64	0.71	0.54	0.50	
Ca ²⁺	0.38	0.31	0.40	0.43	0.36	0.27	0.28	0.34	0.38	0.21	0.34	

*調査地点：H18年度以前は水戸，H19年度以降は土浦
試料採取方法：H18年度以前はろ過式，H19年度以降は自動採取

(2) 国設酸性雨測定所の管理運営委託業務

国設筑波局で採取した試料について，各成分濃度等の年間平均値を表3に示した。

pHは4.87であり土浦(pH 4.88)とほぼ同じであった。導電率及び各イオン成分濃度は，土浦に比べて低く，昨年度と同様の傾向であった。

表3 降水量で重み付けした各成分濃度の年間平均値(速報値*) (平成20年度)

		単位：mg/L (ただし降水量：mm, 導電率：μS/cm)										
調査地点	採取法	降水量	pH	導電率	SO ₄ ²⁻	NO ₃ ⁻	Cl ⁻	NH ₄ ⁺	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺
国設筑波	自動採取	1,245	4.87	12.6	1.07	0.83	0.70	0.28	0.38	0.07	0.12	0.06

(注) 降水量は年間の合計値

*) 当データは速報値であり，環境省による精査後に確定されるため，変更されることがある。

2-2-7 石綿調査

1 目的

県民の健康被害の防止と生活環境の保全を図るため、大気環境中の石綿濃度を測定し、実態を把握する。

2 調査方法

(1) 調査項目

- ア 一般環境測定地点における大気中の石綿繊維数濃度（繊維数 本/L）
- イ 測定点における風向，風速，温度，湿度等の気象条件

(2) 調査地点

土浦保健所 1 地点

(3) 試料採取期間

夏期と冬期にそれぞれ 1 日 4 時間，3 日間試料を採取した。

表 1 試料採取日

調査地点	区 分	採 取 日
土浦保健所	夏 期	平成 20 年 9 月 9 日（火），9 月 10 日（水），9 月 11 日（木）
	冬 期	平成 21 年 1 月 20 日（火），1 月 21 日（水），1 月 23 日（金）

(4) 測定方法

アスベストモニタリングマニュアル第 3 版（環境省 水・大気環境局大気環境課，平成 19 年 5 月）に基づき実施した。

ろ紙ホルダーにろ紙（メンブランフィルター（AAWP-04700））を取り付け，地上 1.35m の高さの空気を約 10L/分の吸引速度で採取した。捕集後のろ紙は，アセトン，トリアセチンで透明化後，位相差顕微鏡により 400 倍で石綿を計数した。

なお，風向，風速，湿度等の気象観測データは，土浦保健所局の常時監視データを用いた。

3 結果の概要

調査結果を表 2 に示す。石綿濃度の幾何平均値は，夏期 0.14 本/L，冬期 0.15 本/L であった。

表2 調査結果

調査時期	調査日 採取時間	石綿繊維数濃度		天候	風向	風速 (m/秒)	気温 (℃)	湿度 (%)
		(本/L)	幾何平均					
夏期	平成20年9月9日(火) 10:20～14:20	0.09	0.14	晴	東南東	1.4	26.9	36.9
	平成20年9月10日(水) 10:20～14:20	0.19		晴	東	2.3	26.0	47.6
	平成20年9月11日(木) 10:15～14:15	0.14		曇/雨	北東	1.2	23.3	79.6
冬期	平成21年1月20日(火) 10:03～14:03	0.09	0.15	晴	東南東	1.3	5.4	54.9
	平成21年1月21日(水) 10:01～14:01	0.19		晴	北東	0.8	6.1	67.1
	平成21年1月23日(金) 12:00～16:00	0.19		曇	西南西	1.4	12.2	80.9

※風向等は土浦保健所局の常時監視データ。

2-2-8 百里飛行場周辺地域における航空機騒音実態調査

1 目的

航空機騒音対策の推進に資するため、航空機騒音に係る環境基準の類型が当てはめられた百里飛行場周辺地域(平成3年3月28日茨城県告示第398号)において、環境基準の達成状況を把握する。

2 調査方法

(1) 調査地点

航空機騒音に係る環境基準のI類型を当てはめた地域(茨城町, 小美玉市, 鉾田市, 行方市, かすみがうら市)及び大洗町において計10地点

(2) 測定期間

平成20年7月17日～平成20年7月30日

小美玉市1地点, 鉾田市2地点, 行方市1地点 計4地点

平成20年7月27日～平成20年8月09日

行方市1地点

平成20年8月29日～平成20年9月11日

茨城町2地点, 小美玉市1地点, かすみがうら市1地点, 大洗町1地点 計5地点

(3) 測定方法

航空機騒音測定マニュアル(環境庁大気保全局 昭和63年7月)に基づき、短期測定地点(2週間)のWECPNLを年間測定している測定局の測定値で補正し、環境基準の評価指標である「年間平均WECPNL推定値」を算出した。

3 結果の概要

本年度の調査結果を表1に示した。

各地点の「年間平均WECPNL推定値」を環境基準値(I類型:70WECPNL)と照合すると、小美玉市下吉影南原公民館で72WECPNLと環境基準を超過していた。なお、同地点においては過去に環境基準を3回達成した以外、環境基準超過が続いている。

平成20年度の結果を前年度と比較すると、年間平均WECPNL推定値が減少した地点は5地点、増加した地点は1地点、変化の無かった地点は4地点であった。

表1 平成20年度調査結果

測定地点名	年間平均WECPNL推定値				
	平成16年	平成17年	平成18年	平成19年	平成20年
茨城町消防学校	64	62	62	61	53
茨城町広浦放射能局舎	66	65	61	63	60
小美玉市隠谷公民館	55	60	63	57	57
小美玉市下吉影南原公民館	71	76	75	79	72
鉾田市総合スポーツセンター	60	68	66	66	66
鉾田市当間小学校	71	68	65	60	67
行方市小貫小学校	67	63	63	63	63
行方市手賀小学校	60	59	64	62	58
かすみがうら市田伏中台集落センター	65	61	72	64	64
大洗町神山集落センター	64	61	60	62	59

2-2-9 霞ヶ浦飛行場周辺地域における航空機騒音実態調査

1 目的

霞ヶ浦飛行場は陸上自衛隊のヘリコプター訓練飛行を主とする飛行場である。平成15年度に調査を実施して以来5年が経過したため、最近の同飛行場に係る航空機騒音の実態を把握するため調査を実施した。

2 調査方法

(1) 調査地点

図1に示す霞ヶ浦飛行場周辺4地点
(土浦市2地点, 阿見町2地点)

(2) 測定期間

平成21年3月27日～平成21年4月9日

(3) 測定方法

航空機騒音測定マニュアル(環境庁大気保全局 昭和63年7月)に基づき、2週間の連続測定を実施し、WECPNL値を算出した。

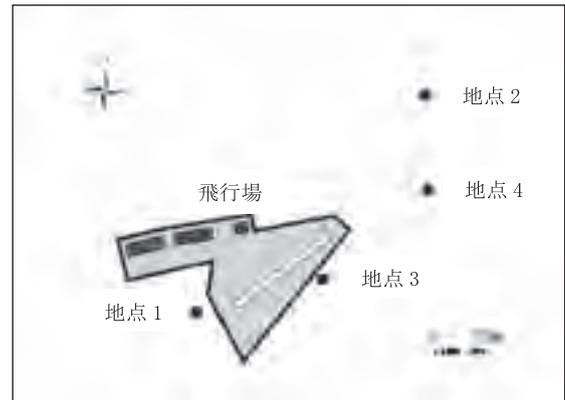


図1 調査地点

3 結果の概要

本年度の調査結果を表1に示した。

2週間のWECPNL値の最大は地点3の73WECPNL, ついで地点1の70WECPNL, 地点4の62WECPNL, 最小は地点2の59WECPNLであった。表1に示すとおり、過去の調査結果と同様に飛行場に近しい地点ほど高い値であり、経年的には各地点とも減少傾向が見られる。なお、霞ヶ浦飛行場周辺は環境基準の類型指定は行われていない。

表1 調査結果

調査地点	飛行場敷地境界からの距離	2週間のWECPNL			
		平成8年度	平成9年度	平成15年度	平成20年度
地点1	土浦市右舩 南西側 約50m	72	72	69	70
地点2	土浦市烏山 北東側 約1,000m	64	62	60	59
地点3	阿見町上郷 南東側 約5m	77	77	75	73
地点4	阿見町上郷 東北東側 約300m	70	67	65	62

単位：WECPNL

2-2-10 光化学オキシダントと粒子状物質等の汚染特性解明に関する研究

1 目的

光化学オキシダントと浮遊粒子状物質は、共に高い地域依存性を持つと同時に、広域的な汚染の影響も受けるため、共通の評価指標で全国的な比較検討を行うことが汚染機構解明にとって重要である。これまで地方環境研究所と国立環境研究所が共同研究として行ってきた「西日本及び日本海側を中心とした地域における光化学オキシダント濃度等の経年変動に関する研究」(平成13～15年度、参加機関20機関)、「日本における光化学オキシダント等の挙動解明に関する研究」(平成16～18年度、参加機関40機関)において、各自治体の大気環境時間値データを全国的に整備し、その解析を進めることにより、光化学オキシダントの全国的な発生状況と地域特性等の把握を推進してきた。

そこで本研究(平成19～21年度)では、各自治体の大気環境時間値データの整備をさらに進めるとともに、相互比較検討を行うことで地域的な汚染の特徴を明らかにし、光化学オキシダントと粒子状物質等の汚染特性や発生原因を解明することにより、その成果を地方自治体や国が行うべき大気汚染対策に活用することを目的とする。

2 共同研究機関及び役割分担

(1) 共同研究者

49都道府県市の地方環境研究所, 国立環境研究所, 5つの大学等

(2) 役割分担

地方環境研究所等：汚染特性や発生機構に関する研究, 大気環境時間値データや各種情報の提供, 時間値データ等を使用した地域的・広域的解析等

国立環境研究所：研究指導, 大気環境時間値データベースの整備, モデル解析, 各種集計解析プログラムの作成・整備, 情報交流・共有ツールの提供等

大学等：地域グループのサブリーダーとして研究指導

3 研究内容

(1) 全体研究計画

年度	H19	H20	H21
目的	大気環境時間値データベース整備 汚染特性や発生原因の解明	汚染特性や発生原因の解明	汚染特性や発生原因の解明 最終とりまとめ
重点研究項目	①汚染特性と発生機構の解明 (地域的アプローチと広域的 アプローチ) ②高濃度汚染イベント解析 ③測定法・評価法の課題抽出 ④粒子状物質の環境基準に関する 情報収集	①汚染特性と発生機構の詳細 解析(モデル解析を含む) ②高濃度汚染イベント解析 ③測定法・評価法の検討	①汚染特性と発生機構の定量的 解析 ②高濃度汚染イベント解析 ③測定法・評価法に関する提 言の作成

(2) 平成20年度の研究内容

- ・各自治体による選定5局の基本解析
- ・地域グループ(北海道東北北陸グループ, 関東甲信静グループ, 東海近畿グループ, 中国四国グループ, 九州グループ)による地域内解析

4 結果

(1) 基本解析として、整備した大気時間値データベースと共通解析ツールを用い、県内の選定5局(北茨城中郷局, 水戸石川局, 波崎大田局, 竜ヶ崎保健所局, 古河保健所局)について、測定開始年度から2006年度までのトレンドを中心とした解析を行った。その結果, 図1に示すとおり, 選定5局の平均値でみると光化学オキシダント年平均値は増加傾向が緩やかになってはいるが, 近年も上昇が続いていること, 年最大値は横ばいから減少傾向であるが依然として100ppb以上の高い水準にあり, 環境基準60ppbを超える時間値の出現率が近年著しく増加していることなどが明らかとなった。また, 浮遊粒子状物質については減少傾向が続いており, 首都圏においてディーゼル自動車規制が行われた2003年度頃からさらに減少傾向に拍車がかかっている。

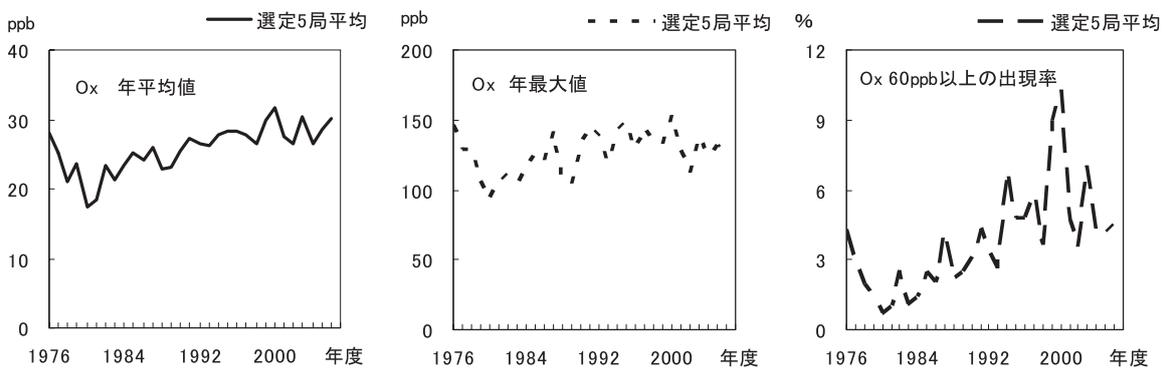


図1 選定5局平均にみる光化学オキシダント年平均値, 年最大値, 60ppb以上出現率の推移

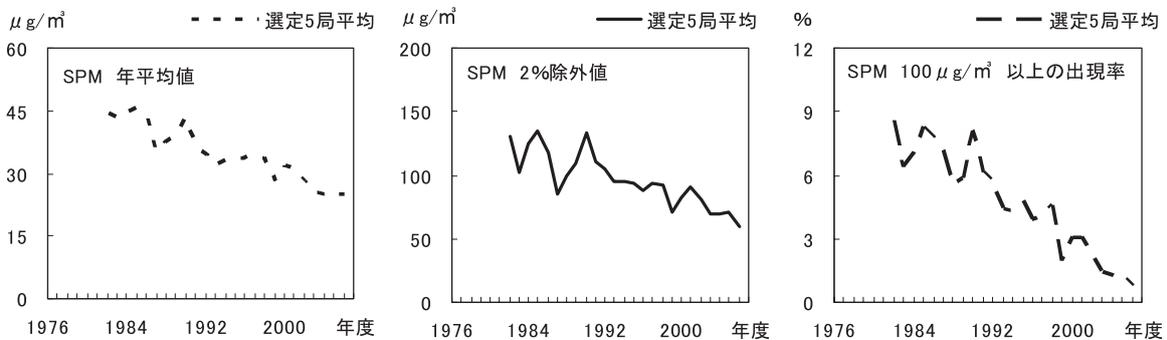


図2 選定5局平均にみる浮遊粒子状物質年平均値, 2%除外値, 100μg/m³以上出現率の推移

(2) 各自治体の基本解析結果を地域グループごとに地域トレンド解析及び高濃度エピソード解析を行った。関東甲信静地域の特徴として, 光化学オキシダントが200ppbを超えることも多く, 国内では飛びぬけて高濃度を示す地域であること, 環境基準60ppb以上を越える時間値の出現率が関東地域全域で増加しており, その中でも東京湾岸地域において特に著しいこと等が明らかとなってきている。

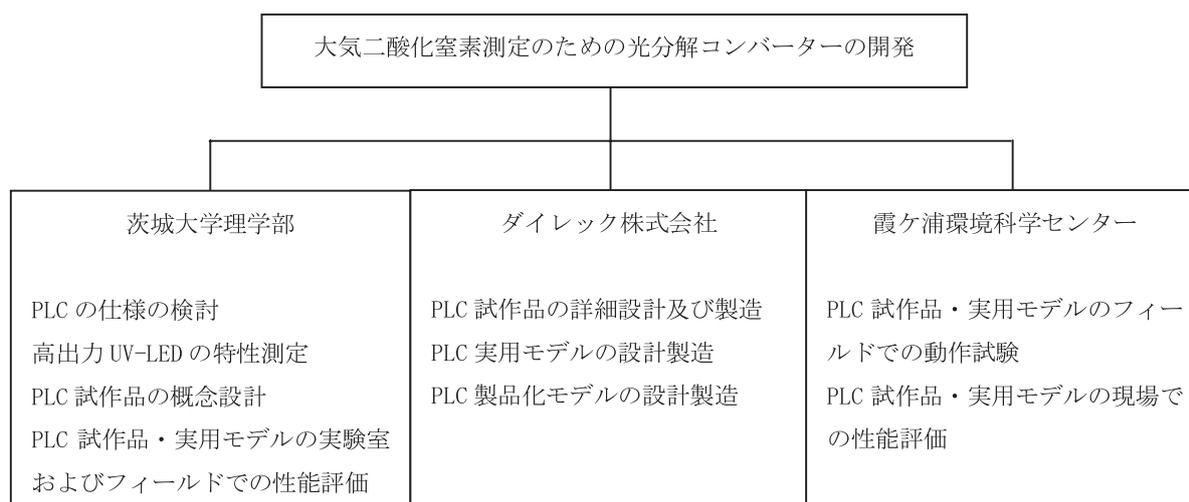
2-2-11 大気二酸化窒素測定のための光分解コンバーターの開発

1 目的

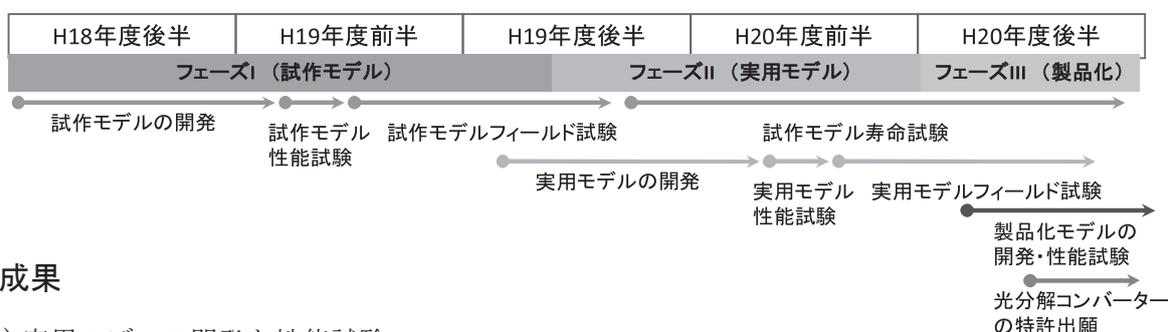
光化学オキシダント濃度は、茨城県を含め全国的に環境基準が達成できない状況が続いている。光化学オキシダントの原因物質である二酸化窒素の測定法として、加熱型触媒コンバーターを用いて二酸化窒素(NO_2)から一酸化窒素(NO)へ変換して測定する化学発光法が普及しているが、硝酸など他の窒素酸化物の干渉が避けられない。そこで高出力の紫外発光ダイオード(UV-LED)を光源に用いて、他の窒素酸化物の反応を極力押さえ NO_2 を分解させる光分解コンバーター(PhotoLysis Converter: PLC)を、茨城大学、ダイレック㈱、霞ヶ浦環境科学センターの3者の共同により研究開発する。¹⁾

2 共同研究者名及び分担

国立大学法人茨城大学理学部 北和之准教授, 大橋朗講師
ダイレック株式会社
霞ヶ浦環境科学センター大気環境研究室



3 全体計画



4 成果

(1) 実用モデルの開発と性能試験

平成19年度までにPLC試作モデルを用いた性能試験及びフィールド試験で得られた知見を基に改良を加え、ダイレック㈱においてPLC実用モデルを作成し、茨城大学においてPLC実用モデルの性能試験を行い良好な結果を得た。なお、試作モデルについてはフィールド試験を継続し、1年以上の連続運転によっても性能劣化が無いことを確認した。²⁾

(2) 実用モデルのフィールド試験

平成 20 年度は県の大气汚染常時監視測定局で、加熱型触媒コンバーターを用いた化学発光法により NO₂ 測定が行われている一般環境測定局において、PLC 実用モデルを組込んだ窒素酸化物測定機による連続測定を平行して実施し、茨城大学と霞ヶ浦環境科学センターで測定値の比較検討を行い、PLC 実用モデルの有効性を検証した。

化学発光法による NO₂ 測定では NO₂ をコンバーターにより NO に変換後全 NO を測定し、変換前の NO との差から NO₂ を算出するが、変換の際に加熱型触媒コンバーターを用いた場合は大気中で生成する硝酸・有機硝酸類 (PAN) も NO に変換されてしまい誤差要因となる。

図 1 に PLC 実用モデルと加熱型触媒コンバーターによる NO₂ の 1 時間値の比較を示す。光化学反応により硝酸や有機硝酸類等の干渉成分が増加する夏季 8 月の昼には、PLC を用いた場合と加熱型触媒コンバーターを用いた場合の NO₂ 測定値には最大で 30% 程度の差があり、干渉成分の減少する夜間や光化学反応が弱い場合は両者の NO₂ 測定値の差は減少している。

PLC を用いた NO₂ 測定値は、NO₂ のみを測定することが可能なレーザーを用いた測定法と一致することが確認されている²⁾ことから、PLC を用いた場合と加熱型触媒コンバーターを用いた場合の NO₂ 測定値の差は、干渉成分による NO₂ 測定誤差であることを示している。

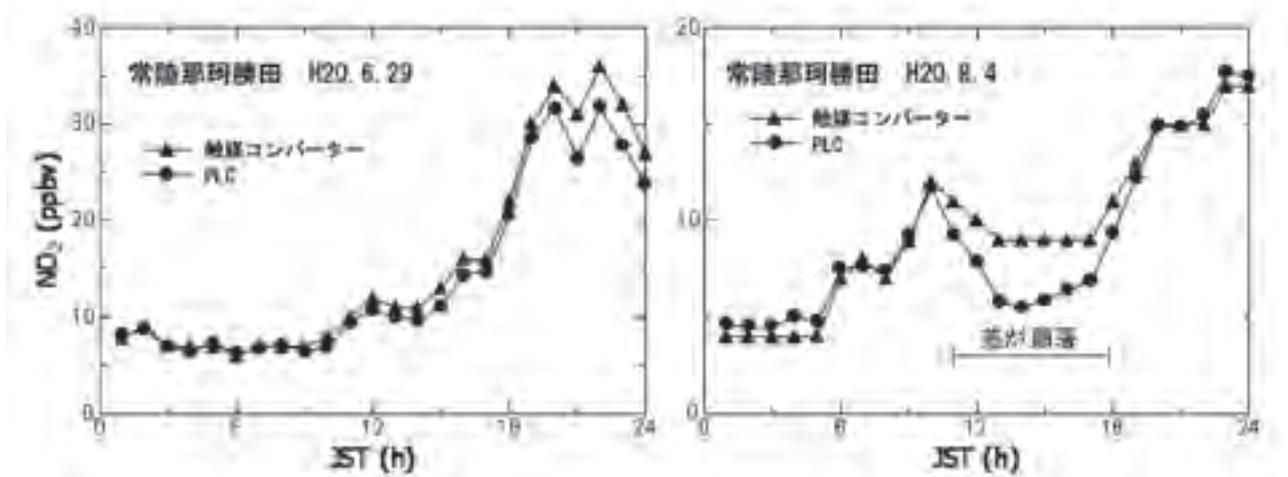


図 1 常陸那珂勝田局において実施した従来の加熱型触媒コンバーターと新規に開発した光分解コンバーターとによる NO₂ 測定値の比較 (左) 6 月 (右) 8 月

(3) 製品化と特許出願

平成 20 年度に実用モデルを基に変換効率向上のため光分解セルを少し大型化し、ダイレック株式会社から二酸化窒素光分解コンバーター MODEL2220, MODEL2221 として製品化された。また、茨城大学より二酸化窒素光分解コンバーター、および二酸化窒素光分解コンバーターを備えた窒素酸化物濃度測定装置として特許が出願された。

- 1) 本研究は県企画課 (現科学技術振興課) 「いばらき研究開発推進事業」に採択され、平成 18 年度から平成 20 年度までの 3 ヶ年で実施したものである。
- 2) 北和之, 友部正志, 森田陽一, 岡田和則, 大槻雅晴, 小林寛行 (2008) : LED を用いた光分解コンバーターの開発と常時監視測定局での比較観測, 第 49 回大気環境学会年会講演要旨集, 351p.

2-3 化学物質研究室の調査研究の概要

1 地下水監視観測事業等に係る水質調査

重金属、有機塩素化合物等による地下水汚染について、実態把握や原因究明のために調査を実施した。

2 硝酸性窒素汚染対策に関する研究

硝酸・亜硝酸性窒素による地下水汚染に対処するため、触媒による浄化技術を確立するための研究を実施した。

3 化学物質環境実態調査

環境省が実施している化学物質環境実態調査の委託を受け、化学物質の残留性、環境、生物への汚染を調査した。

調査は初期環境調査、詳細環境調査及びモニタリング調査からなり、初期環境調査は当センターで採取、分析を行い、他の調査はサンプルを調整後分析機関に送付した。

4 ゴルフ場周辺環境調査

環境省が定めた「ゴルフ場で使用される農薬による水質汚濁の防止に係る暫定指導指針」及び「茨城県ゴルフ場における農薬の安全使用等に関する指導要綱」の遵守状況を確認するため、排水等の農薬を分析した。

5 内分泌攪乱化学物質水環境調査

県内の水環境中のノンルフェノール、4-t-オクチルフェノール及びビスフェノールAについて調査した。

6 公害事案等処理対策調査

行政機関からの試験検査依頼により、緊急水質事案、廃棄物の不法投棄事案、地下水水質汚染等の事案について、試料の分析を実施した。

2-3-1 汚染井戸周辺地下水調査

1 目的

地下水汚染に関する試料の分析を行い、地下水汚染の実態把握や原因究明に資する。

2 調査方法

水質汚濁防止法第16条に基づき実施している地下水の概況調査等で汚染井戸が判明した場合、実態把握や原因究明等のため汚染井戸周辺の地下水水質調査を行う。

3 結果の概要

環境対策課及び各地方総合事務所からの試験検査依頼を受け実施した調査の結果を表1に示す。

表1 調査結果

項目	調査地域, 調査時期	調査地点数	超過地点数	濃度範囲(mg/L) (カッコ内は環境基準値)
ひ素	稲敷市(5月)	11	3	0.001 ~ 0.037(0.01)
ひ素	かすみがうら市(5月)	4	3	0.001 ~ 0.14(0.01)
ひ素	神栖市(6月)	2	2	0.019 ~ 0.020(0.01)
トリクロロエチレン	龍ヶ崎市(8月)	8	5	0.005 ~ 0.082(0.03)
ひ素	神栖市(10月)	2	1	0.006 ~ 0.014(0.01)
ひ素	行方市(11月)	3	3	0.17 ~ 0.22(0.01)
トリクロロエチレン	龍ヶ崎市(2月)	8	4	0.002 ~ 0.097(0.03)
硝酸性窒素及び 亜硝酸性窒素	筑西市(2月)	3	1	5.0 ~ 11(10)
	合計	41	22	-

2-3-2 硝酸性窒素汚染対策に関する研究

1 目的

茨城県内では硝酸・亜硝酸性窒素による地下水汚染の顕在化や涸沼、北浦に流入する河川水の窒素濃度の上昇が問題視されている。

これらの主因である硝酸性窒素汚染に対処するため、触媒による硝酸性窒素の除去技術を確立することを目的とした。

2 調査方法

(1) 触媒の処理能の評価

気液流通式反応装置を用い、試薬を溶解した模擬汚染水と還元剤の水素/炭酸混合ガスを反応させ、反応液中の窒素化合物を測定することで触媒の処理能を評価した。

① 触媒の組成

2%のパラジウムを担持した活性炭素に第二金属としてインジウム、イリジウム、ニッケル、ロジウム、ルテニウム及び銅を対パラジウムモル比3になるように担持した6種類を調製した。

② 模擬汚染水

模擬汚染水は $50 \text{ mg} \cdot \text{N} \cdot \text{L}^{-1}$ の硝酸ナトリウム水溶液を送液ポンプにより $2 \text{ mL} \cdot \text{min}^{-1}$ の流速で通液した。

③ 測定項目

硝酸性窒素、亜硝酸性窒素及びアンモニア性窒素濃度

3 結果の概要

調整した6種類の触媒による模擬汚染水の処理実験開始25時間後の処理水に含まれる硝酸性窒素とアンモニア性窒素濃度を図1に示した。触媒特性はパラジウムに添加した第二金属により硝酸イオンの除去に明確な違いが見られた。つまり、イリジウムとニッケルについては除去活性が見られず、ロジウムについては25%程度、ルテニウムについては50%程度の除去効果が認められた。インジウムは銅と同じ100%の硝酸イオンの除去が見られたが、アンモニアの生成量は銅よりも高く、アンモニア性窒素濃度として約 $10 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ であった。

銅・パラジウム系の触媒は水中の塩素イオンや有機物により阻害を受けることが明らかとなっているので、インジウム・パラジウム系又はルテニウム・パラジウム系触媒についても塩素イオン等の影響を検証していく必要がある。

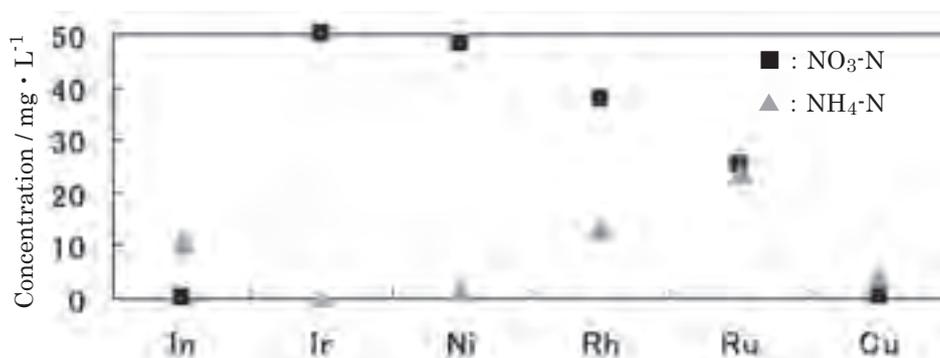


図1 パラジウムに添加する第二金属による触媒特性
触媒組成：M/Pd モル比=3, M=In,Ir,Ni,Rh,Ru,Cu, 2%・Pd 担持/活性炭
 $50 \text{ mg} \cdot \text{N} \cdot \text{L}^{-1}$ NaNO_3 水溶液を通液速度 $2 \text{ mL} \cdot \text{min}^{-1}$, で25時間通液後の処理水中に含まれる硝酸性窒素及びアンモニア性窒素濃度

2-3-3 化学物質環境実態調査

1 目的

化学物質の審査及び製造等の規制に関する法律（化審法）の指定化学物質やP R T R制度の候補物質，非意図的生成物，環境リスク評価及び社会的要因から必要とされる物質等の環境安全性を評価することにより，化学物質による環境汚染の未然防止に資する。

2 調査方法

この調査は環境省からの委託事業で，初期環境調査，詳細環境調査及びモニタリング調査からなる。

(1) 初期環境・詳細環境調査

化学物質の環境中での濃度レベルを把握するため，水系については表1の物質を，大気系については表2の物質を調査した。試料の採取は利根川河口（利根かもめ大橋），利根川（栄橋），那珂川（勝田橋）及び当センター屋上で実施した。

表1 水系の調査対象物質

	物質名（初期環境）	備考		物質名（詳細環境）	備考
1	4,4'-オキシビスベンゼンアミン		1	2,4,5-トリクロロフェノール	分析
2	1,4-ジメチル-2-(1-フェニルエチル)ベンゼン	分析	2	メソミル	分析
3	3,3'-ジメトキシベンジジン		3	メトリブジン	
4	バミドチオン		4	4-クロロフェノール	
5	ナプロアニリド		5	4,4'-ジアミノフェニルメタン	
6	p-ヒドロキシ安息香酸メチル		6	ピペラジン	
7	6-フェニル-1,3,5-トリアジン-2,4-ジアミン		7	2-tert-ブチル-5-メチルフェノール	
8	4,4'-メチレンビス(N,N-ジメチルアニリン)		8	p-プロモフェノール	
9	1,4-ジメチル-2-(1-フェニルエチル)ベンゼン	底質	9	4-tert-ペンチルフェノール	
			10	N-メチルカルバミン酸1-ナフチル	
			11	フェンバレレート	底質

※備考欄の分析とは当センターにおいて分析を実施したことを，また，底質とは利根川河口において採取したことを示す。

表2 大気系の調査対象物質

	物質名（初期環境）	備考		物質名（詳細環境）	備考
1	2-ニトロアニリン	分析	1	メトリブジン	分析
2	1-メトキシ-2-ニトロベンゼン	分析	2	キノリン	分析
			3	イソホロン	分析
			4	イソブチルアルコール	
			5	ジシクロペンタジエン	

※備考欄の分析とは当センターにおいて分析を実施したことを示す。

(2) モニタリング調査

化学物質の経年的な環境残留実態を把握するため利根川河口の水及び底泥，生物試料として常磐沖のサンマ，土浦市沖宿町の大気を対象とし，POP s等の約30物質群の試料採取を行った。

3 結果の概要

環境省が全国の結果を取りまとめ公表する。

2-3-4 ゴルフ場環境調査

1 目的

茨城県は、環境省が定めた「ゴルフ場で使用される農薬による水質汚濁の防止に係る暫定指導指針」及び「茨城県ゴルフ場における農薬の安全使用等に関する指導要綱」に基づき、ゴルフ場への立入検査を実施している。農薬の適正使用に係る指導に資するため、排水等の農薬分析を行った。

2 調査方法

平成20年度は、県内のゴルフ場のうち4場を対象に各場1回、ゴルフ場の農薬使用時期に合わせて排水または調整池水の農薬の分析を実施した。

調査対象農薬については、暫定指導指針値が設定されている農薬の中から各ゴルフ場の使用状況を考慮して選定した(表1)。

なお、分析は上記の指針に示された分析方法で実施した。

3 結果の概要

農薬の検出状況を表2に示した。

ゴルフ場4場について排水または調整池水の農薬の分析を行った結果、1場(25%)で調査対象農薬が1種類検出された。また、分析した30検体のうち1検体(3.3%)で農薬が検出され、調査対象とした農薬11種類のうち除草剤1種類が検出された。

検出された農薬は、環境省の暫定指針値及び県指導要綱に設定されている自主管理目標値(暫定指針値の1/10)を超過しなかった。

表1 調査対象農薬

	殺虫剤	殺菌剤	除草剤	計
暫定指導指針値設定農薬	10	18	17	45
調査対象農薬	4	4	3	11

表2 使用農薬の検出状況

区分	調査対象		検出状況				指針値② (mg/L)	指針値との比較 ①/②
	ゴルフ場数	検体数	項目名	ゴルフ場数	検体数	検出濃度① ^{※3} (mg/L)		
殺虫剤	4	9		0	0			
殺菌剤	4	11		0	0			
除草剤	4	10	アシュラム	1	1(0) ^{※2}	0.0016	2	1/1250
計	4 ^{※1}	30	1種類	1 ^{※1}	1(0)	0.0016		1/1250

※1 実数を表記

※2 カッコ内は自主管理目標値超過数を示す

※3 各項目の定量下限値は< 0.001mg/L

2-3-5 内分泌攪乱化学物質水環境調査

1. 目的

県内における水環境中の内分泌攪乱化学物質濃度を継続的に捉え、内分泌攪乱作用を有することが確認された物質の水環境中濃度の実態を把握する。

2. 調査内容

(1) 対象物質

ビスフェノールA，ノニルフェノール，4-t-オクチルフェノール

(2) 対象水域及び調査頻度

県内 19 河川 1 湖沼の 20 地点において、夏期(6～7月)及び秋期(10月)に各地点 1 回ずつ実施した。

(3) 分析方法

「外因性内分泌攪乱化学物質調査暫定マニュアル(水質、底質、水生生物)」(環境庁水質保全局水質管理課 平成 10 年)に準拠して実施した。ただし、ビスフェノールAについては「工業用水、工場排水中のビスフェノールA試験方法 JIS K0450-10-10 (2006)」、ノニルフェノール及び 4-t-オクチルフェノールについては「工業用水・工場排水中のアルキルフェノール類試験方法 JIS K0450-20-10 (2006)」も参考にした。

3. 結果の概要

●調査結果

(1) ビスフェノールA

夏期は 18 地点、秋期は 19 地点で検出され、最高値は秋期の糸線川の $0.85 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ であった。魚類(メダカ)に対する予測無影響濃度を超えた地点はなかった。

(2) ノニルフェノール

全地点で $0.1 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 未満であった。

(3) 4-t-オクチルフェノール

夏期は 9 地点、秋期は 5 地点で検出され、最高値は夏期の磯川の $0.96 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ であり、その他の地点では $0.06 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 以下であった。

●追加調査

追加調査は、夏期の磯川において 4-t-オクチルフェノールがメダカに対する予測無影響濃度に近い $0.96 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ が検出されたため、更なる実態把握を目的に冬期に実施した。また、この地域で他の河川と比較し高い濃度で検出されているビスフェノールAについても併せて実施した。磯川及びその支流を含む 8 地点で調査を行い、最高値は 4-t-オクチルフェノールが $0.05 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 、ビスフェノールAが $0.98 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ であった。2 物質ともメダカに対する予測無影響濃度を超える値は検出されなかった。

参考 内分泌攪乱化学物質の定量下限値及びメダカに対する予測無影響濃度

項目	定量下限値 ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$)	メダカへの予測無影響濃度 ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$)
ビスフェノールA	0.01	24.7
ノニルフェノール	0.1	0.608
4-t-オクチルフェノール	0.01	0.992

2-3-6 公害事案等処理対策調査

1 目的

緊急水質事案，地下水汚染事案，廃棄物の不法投棄事案，騒音・振動・悪臭に係る苦情等について，原因の究明，汚染範囲の確認及び苦情対応に資する。

2 調査方法

事案検体として搬入された試料の分析をするとともに，必要に応じ現地を調査した。また，苦情の窓口となる市町村職員に対し，騒音等の測定技術の指導を行なった。

3 結果の概要

公害事案等の依頼機関及び内容別内訳を表1，表2に示す。

環境対策課からは河川及び地下水水質汚染に関する調査依頼が6件と騒音関係の技術相談等が1件あった。県北地方総合事務所からは残土の埋立地からの浸出水の水質に関する分析依頼が1件と悪臭関係の技術相談が1件あった。鹿行地方総合事務所からは廃棄物の堆積物に関する分析依頼が1件あった。県南地方総合事務所からは河川水の色相異常と濁りに関するものが2件，地下水水質のモニタリングに関するもの3件の計5件の依頼があった。県西総合事務所からは騒音関係の技術的相談が1件あった。また，市町村等から騒音関係で12件，振動関係で4件，悪臭関係で1件の技術相談があった。

表1 公害事案等調査依頼者別内訳

依頼機関	件数	依頼分析検体数
環境対策課	7	30
県北地方総合事務所	2	2
鹿行地方総合事務所	1	1
県南地方総合事務所	5	35
県西地方総合事務所	1	0
その他（公的機関・市町村など）	17	0
計	33	68

表2 公害事案等調査内容別内訳

依頼内容	件数	依頼分析検体数
緊急水質事案関係	1	1
公共用水域監視関係	3	23
地下水水質汚染関係	7	41
廃棄物関係	1	1
土壌汚染関係	1	2
騒音関係	14（含技術相談）	0
振動関係	4（含技術相談）	0
悪臭関係	2（含技術相談）	0
計	33	68