

Online edition: ISSN 2186-4888

Print edition: ISSN 1883-7441

長 崎 県 環 境 保 健 研 究 セ ン タ ー
所 報

ANNUAL REPORT OF NAGASAKI PREFECTURAL INSTITUTE
OF ENVIRONMENT AND PUBLIC HEALTH

— 2 0 1 6 —

(平成28年度業務概要・業績集)

第62号

長崎県環境保健研究センター

はじめに

長崎県は、平成 28 年度から 5 年間の県の政策の方向性を戦略的に示す「長崎県総合計画 チャレンジ2020」と、その個別の計画として県民生活部では「長崎県食品の安全・安心推進計画」を、環境部では「長崎県環境基本計画」を、福祉保健部では「長崎県福祉保健総合計画」を平成 28 年 3 月に策定しました。

当センターでは、それらの計画に基づき、県民の生活環境の保全と生命の安全を確保するためにセンターが中期的に取り組むべき業務の方向性を示した「長崎県環境保健研究センター運営計画」を平成 28 年 3 月に決めました。

この運営計画では、基本目標を「環境の保全」「生命・健康の維持」「食の安全・安心の確保」とし、具体的な数値目標を設定しています。今後は、試験研究機関や大学との連携強化による運営の効率化や自然環境関連業務の拡充などの新たな視点も加え、目標達成に向けて取り組んでまいります。

また、当センターでは、平成 21 年に長崎大学長と長崎県知事が結んだ包括連携協定に基づき、平成 26 年に長崎大学大学院水産・環境科学総合研究科と包括連携協力の推進に関する覚書を締結し、平成 27 年には長崎大学熱帯医学研究所と研究開発、教育・人材育成等に係る連携協力を効果的に実施するための覚書を締結しましたが、平成 28 年 7 月 11 日には友好県省協定を締結している関係にある中国福建省の福建医科大学と、両者の研究連携を推進し、相互の研究開発能力の向上及び人材育成に資することを目的として、友好的協力関係の推進に関する研究連携協定を締結いたしました。

今後は組織横断的な学術研究や国際医療保健分野で貢献ができるよう取り組んでまいります。

このたび、平成 28 年度の研究成果等を取りまとめた所報を作成いたしました。ご高覧いただき、ご指導ご教示をいただければ幸いです。

平成 29 年 11 月

長崎県環境保健研究センター所長 矢野博巳

目 次

事業概要編

I 概 況

1. 沿革	1
2. 組織、職員配置及び分掌事務	1
3. 歳入歳出一覧	4
4. 施設及び設備	7
5. 取得備品	7
6. 試験・検査年間処理検体数	8
7. 庁舎平面図	9

II 業務概要

【企画環境研究部】

1. 企画・環境科	10
2. 地域環境科	16

【保健衛生研究部】

1. 保健科	17
2. 生活化学科	18

III 成果公表等

1. 論文投稿	21
2. 学会発表	21
3. 研究成果発表	22
4. 所内勉強会	23
5. 新聞・テレビ等の報道	24
6. 教育研修	24

研究報告編

I 報 文

1. 長崎県の微小粒子状物質(PM2.5)環境基準達成状況等について(2014~2016年度)	26
2. 諫早湾干拓調整池における淡水産二枚貝イケチョウガイの飼育	32
3. 長崎県大村湾湾奥部における化学的酸素要求量(COD)関連物質の特性について	40
4. 諫早湾干拓調整池流域水質調査結果(2016年度)	46
5. 諫早湾干拓調整池等における有機物特性 — 難分解性有機物の実態把握 —	62
6. 諫早湾干拓調整池流入河川有明川流域千鳥川水質調査結果	68
7. 近年の長崎県におけるノロウイルスの検出状況	81
8. 長崎県で発生した <i>Kudoa septempunctata</i> を原因とする食中毒事例	87
9. 対馬における日本脳炎患者発生に伴う疫学調査	92

II 資 料

1. 長崎県における酸性雨調査(2016年度)	98
2. 長崎県における環境放射能水準調査結果(2016年度)	105
3. 長崎県地域防災計画に係る環境放射能調査(2016年度)	109
4. バイオメタノール活用 BDF 製造の検討(その3)	116
5. バイオディーゼル燃料の品質確認分析結果(2016年度)	118
6. 壱岐島におけるペットボトルを用いた海岸漂着ごみの定期モニタリング(2016年度)	122
7. エアレーション技術(散気)による環境改善効果調査結果(2016年度)	127
8. ツシマヤマネコの糞等の DNA 分析(2016年度)	131
9. ツシマヤマネコの糞等の DNA 分析(2005-2015)	133
10. 農産物中の残留農薬の検査結果(2016年度)	139
11. 食品・陶磁器製食器の一斉収去検査結果(2016年度)	143
12. 畜水産食品中の残留動物用医薬品の検査結果(2016年度)	144
13. 繊維製品中のホルムアルデヒドの検査結果(2016年度)	147
14. 健康食品中の強壯用無承認無許可医薬品の検査結果(2016年度)	148
15. 食品中のアレルギー検査結果(2016年度)	150
16. 指定薬物の検査結果(2016年度)	152
17. 感染症サーベイランスにおけるウイルス感染症(2016年度)	154

18. 長崎県における日本脳炎の疫学調査(2016年度)	
— 豚の日本脳炎ウイルスに対する抗体保有状況調査 —	159
19. 食中毒における病因物質の概要 (2016年度)	166
20. 公衆浴場等施設の衛生管理におけるレジオネラ症対策に関する研究 (長崎県の調査)	169
21. 長崎県における狂犬病の検査方法の検討	173
22. 長崎県における野生動物の保有する病原体調査(2004-2016)	177
23. 農村部住民における心理的なストレスとバイオマーカーに関する研究	187
24. エンテロウイルスの検出状況(2016年度)	190
25. 長崎県における腸管出血性大腸菌感染症の発生状況	196
III 論文投稿・学会発表	201

CONTENTS (Study Reports)

I RESEARCH AND STUDIES

1. Status of the achievement for air quality standards of PM_{2.5} in Nagasaki Prefecture..... 26
2. Culture Experiment of a Fresh-water Bivalve *Hyriopsis schlegelii* Regulating Reservoir originating from Isahaya-Bay Land Reclamation..... 32
3. Characteristics of COD and its related Matters, on inner Area of Omura Bay, Nagasaki ... 40
4. Water Quality of River Basins of the Regulating Reservoir originated from Isahaya Bay Land Reclamation (2016) 46
5. Characteristics of Organic Matter in and around Isahaya Bay Regulating Reservoir :Understanding of the Actual Condition about Refractory Organic Matter 62
6. Water Quality Investigation of Chidori River in Nagasaki Prefecture 68
7. Detection and Molecular Characterization of Norovirus during Past Five Years in Nagasaki, Japan..... 81
8. Food Poisoning cases caused by *Kudoa septempunctata* in Nagasaki prefecture 87
9. Epidemiological Study of Japanese Encephalitis in Tsushima Islands -Surveillance of vector mosquitoes and wild boars infected by Japanese Encephalitis Virus- .. 92

II TECHNICAL REPORTS

1. Acid Rain Survey in Nagasaki Prefecture (2016) 98
2. Environmental Radioactivity Level Research Data in Nagasaki Prefecture (2016) 105
3. Radioactivity Survey Data in Nagasaki Prefectural Disaster Prevention Plan (2016)..... 109
4. Examination of promotion the BDF using Biomethanol (3)..... 116
5. Survey Report for the Quality Check of Biodiesel fuel (2016)..... 118
6. Periodical monitoring of marine debris with PET bottles in Iki-island (2016) 122
7. Fecal and Tissue DNA Analysis of Tsushima leopard cats (2016) 127
8. Fecal and Tissue DNA Analysis of Tsushima leopard cats (2005-2015) 131
9. Inspection of the environmental restoration effect by the aeration (2015) 133
10. Survey of Pesticide Residues in Agricultural Products (2016) 139
11. Survey Report of Oxidative Deterioration Degree in Deep-Fried Noodles and Lead Concentrations Released from Ceramic Wares (2016) 143
12. Survey Report of Veterinary Drug Residues in Livestock Products and Sea foods (2016)..... 144
13. Survey Report of Formaldehyde in Textile Goods (2016) 147
14. Survey Report of Pharmaceuticals Illegally Added to Dietary Supplements for the Enhancement of Sexual Performance (2016)..... 148

15.	Survey Report of Allergen in Food (2016).....	150
14.	Survey Report of Designated Substances Controlled by the Pharmaceutical Affairs Law in Japan, for Luxury Goods and Dietary Supplements (2016).....	152
17.	Annual Surveillance Report of Viral Infectious Diseases in 2016	154
18.	Epidemiological Study of Japanese Encephalitis in Nagasaki Prefecture(2016).....	159
19.	Prevalence and Etiological Agents of Food Poisoning in Nagasaki (2016)	166
20.	Sanitary Control against Legionnaires' disease on Recreational Water Facilities in Nagasaki ·	169
21.	Laboratory Diagnosis of Rabies virus in Nagasaki Prefecture	173
22.	Research of Zoonosis in Wild Animals in Nagasaki Prefecture (2004-2016)	177
23.	A Survey on Psychological Stress and Biomarker Level among Rural Residents	187
24.	Surveillance Report of Enteroviruses in Nagasaki (2016).....	190
25.	Surveillance for Enterohemorrhagic <i>Escherichia coli</i> infection in Nagasaki	196

III ABSTRACTS IN OTHER PUBLICATIONS..... 201

事業概要編

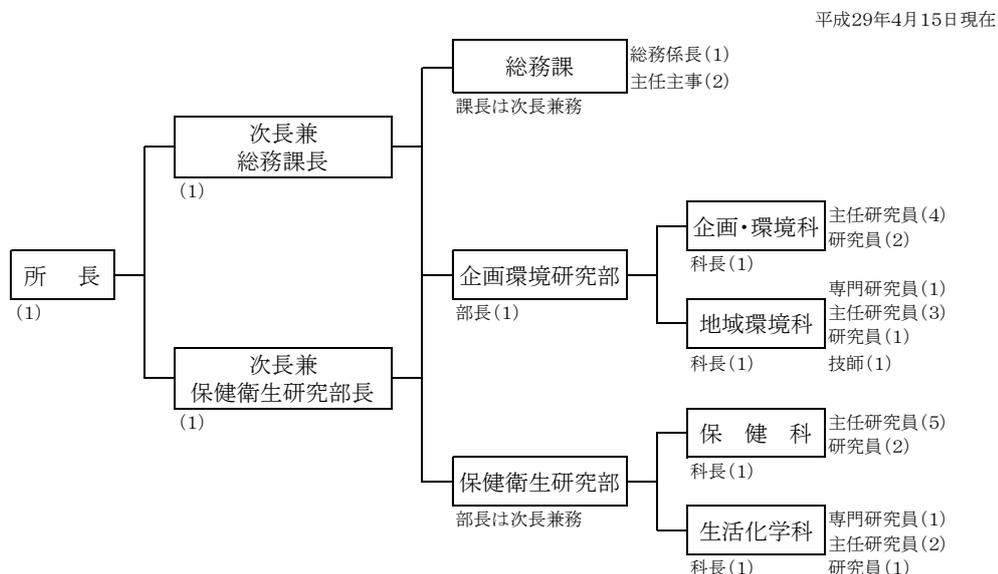
I 概 況

1. 沿革

昭和 26 年 12 月	長崎県細菌検査所(明治 36 年 4 月設置)、長崎県衛生試験室(明治 42 年設置)を統合し、長崎県衛生研究所として長崎市中川町 128 番地で発足。総務課、細菌検査課、化学試験課、食品衛生検査課の 4 課制
昭和 36 年 4 月	組織改正により、総務課、細菌病理課、食品衛生課、衛生化学課となる
昭和 42 年 4 月	長崎市滑石 32 番 31 号に衛生研究所・保健所・福祉事務所の総合庁舎が完成し移転
昭和 46 年 4 月	公害問題に対応するため所内組織改正し、総務課、公害環境課、衛生化学課、細菌課、ウイルス課の 5 課制
昭和 48 年 10 月	衛生研究所を改組し、衛生公害研究所として発足。組織は総務課、公害研究部(大気科、水質科、衛生化学科)、衛生研究部(微生物科、環境生物科)
昭和 51 年 6 月	長崎市滑石 1 丁目 9 番 5 号に衛生公害研究所本館庁舎を増設し移転
昭和 54 年 3 月	長崎県大気汚染常時監視テレメータシステムを導入
昭和 54 年 4 月	組織改正により、総務課、公害研究部(大気科、水質科)、衛生研究部(衛生化学科、微生物科、環境生物科)となる
平成 11 年 3 月	超微量化学物質分析施設完成
平成 13 年 3 月	新衛生公害研究所基本構想策定
平成 13 年 4 月	組織改正により、衛生研究部は衛生化学科と衛生微生物科となる
平成 15 年 4 月	県の 7 研究機関を連携統括する組織(科学技術振興課)が創設される
平成 16 年 3 月	新衛生公害研究所「長崎県環境保健研究センター(仮称)」整備計画策定
平成 16 年 4 月	組織改正により、企画情報課を新設
平成 18 年 1 月	「長崎県環境保健研究センター(仮称)」起工(大村市)
平成 19 年 4 月	「長崎県環境保健研究センター」に改称し、大村市池田 2 丁目 1306 番地 11 に移転、開設。同時に組織改正により、総務課、企画情報課、研究部(環境科、生活化学科、保健科)の 2 課 1 部(3 科)体制となる
平成 23 年 4 月	組織改正により環境部に移管
平成 28 年 4 月	組織改正により、総務課、企画環境研究部(企画・環境科、地域環境科)、保健衛生研究部(保健科、生活化学科)の 1 課 2 部(4 科)体制となる

2. 組織、職員配置及び分掌事務

(1) 組織



(2)職員配置

平成29年4月15日現在

		事務	薬剤師	獣医師	臨床検査技師	化学	環境科学	海洋科学	海洋生物	感染症疫学	食品化学	計
所長						1						1
次長		1	1									2
総務課		3(1)										3(1)
企画環境研究部	部長					1						1
	企画・環境科		4			1	2					7
	地域環境科					2	3	1	1			7
保健衛生研究部	部長		(1)									(1)
	保健科		1	2	4					1		8
	生活化学科		4								1	5
計		4	10	2	4	5	5	1	1	1	1	34

()は兼務で外数

(3)分掌事務 (平成29年4月15日現在)

総務課

- (1) 庶務に関すること
- (2) 環境保健研究センターの業務運営の連絡調整に関すること
- (3) 設備機械類の使用許可等に関すること
- (4) 他部の所管に属しないこと

企画環境研究部

【企画・環境科】

- (1) 研究方針の企画立案に関すること
- (2) 研究の総合調整に関すること
- (3) 倫理審査委員会に関すること
- (4) 産学官金連携の調整に関すること
- (5) 広報及び情報の収集発信に関すること
- (6) 教育研修及び情報発信に関すること
- (7) 技術交流に関すること
- (8) 大気関連業務
 - ① PM2.5の短期的／長期的環境基準超過をもたらす汚染機構の解明(Ⅱ型)
 - ② 経常研究[微小粒子状物質(PM2.5)環境基準非達成地点における汚染実態の解明]

- ③ 日韓海峡沿岸県市道環境技術交流事業に係る大気中の揮発性有機化合物調査
- ④ 酸性雨調査(環境省委託、解析、県単独調査分)
- ⑤ 環境放射線等モニタリング調査(環境省委託)
- ⑥ 環境放射能水準調査(原子力規制庁委託)
- ⑦ 原子力施設等放射能調査機関連絡協議会に関すること
 - ・長崎県地域防災計画に関すること(原子力災害対策編)
- (9) その他
 - ① 輸出鮮魚等の放射能分析
 - ② 環境技術交流事業(中国福建省環境保護庁)
 - ③ 福建省との研究連携に関すること

【地域環境科】

- (1) 大村湾関連業務
 - ① 浅場造成事業に関すること
 - ② 貧酸素水塊対策に関すること
 - ③ 沿岸海域環境の診断と、地球温暖化の影響評価のためのモニタリング手法の提唱(Ⅱ型研究)に関すること
- (2) 諫早湾干拓調整池関連業務
 - ① 環境保全農業検証流域河川等調査に関すること
 - ② 国営干拓環境対策調査(九州農政局委託)に関すること
 - ③ 「内部生産低減による淡水系閉鎖性水域の水質浄化に関する研究」(経常研究)に関すること
- (3) 自然共生関連業務
 - ① ツシマヤマメコ保護増殖事業(環境省委託)に関すること
 - ② 自然系調査研究機関連絡会議(ノルナック)に関すること
 - ③ 自然系調査研究に係る情報収集に関すること
 - ④ 自然環境解析のための GIS 活用の検討(FS)に関すること
- (4) その他
 - ① 保健所職員等の技術指導に関すること

保健衛生研究部

【保健科】

- (1) 感染症予防等関連業務
 - ① 感染症発生動向調査事業関連業務
 - ・2類感染症のウイルス検査
 - ・2類感染症(結核菌)の VNTR 検査
 - ・3、4、5類感染症の細菌検査および疫学調査
 - ・4類感染症のウイルス・リケッチア検査
 - ・5類感染症(小児科定点、基幹定点)のウイルス検査
 - ・5類感染症(インフルエンザ定点、全数把握疾患、眼科定点)のウイルス検査
 - ・5類感染症(感染性胃腸炎)のウイルス検査
 - ・新型インフルエンザの検査

- ② 感染症情報の収集・報告・解析・還元にかかる業務
- ③ 感染症流行予測調査事業
- ④ 九州ブロックリファレンスセンター関連業務
- (2) 食品検査等関連業務
 - ① 食中毒のウイルス検査および疫学調査
 - ② 食中毒の細菌・寄生虫検査及び疫学調査
 - ③ 食品の規格基準調査
 - ④ 食品の内部精度管理及び外部精度管理
 - ⑤ 食品等の急性毒性物質の生物学的検査
 - ⑥ 抗生物質及び抗菌性物質の残留検査
- (3) 保健所に対する微生物学的検査の指導
- (4) 調査研究及び他研究機関との共同研究
 - ① 長崎県におけるエンテロウイルス感染症の分子疫学解析
 - ② 研究成果普及促進事業
- (5) 地方衛生研究所全国協議会関連業務

【生活化学科】

- (1) 食品衛生(理化学)関連業務
 - ① 食品中の残留農薬検査
 - ② 畜水産食品の残留有害物質モニタリング調査
 - ③ 食品添加物、器具容器包装等の規格基準検査
 - ④ 食品中のアレルゲン検査
- (2) カネミ油症に係わる理化学検査
- (3) 薬事監視等関連業務
 - ① 医薬品成分検査
 - ② 無承認無許可医薬品検査
 - ③ 家庭用品基準適合試験
 - ④ PIC/S 体制の整備
- (4) 地方衛生研究所九州ブロック精度管理事業
- (5) GLP に係る内部精度管理及び外部精度管理
- (6) 保健所等における食品理化学検査の指導
- (7) 調査研究及び他研究機関との共同研究

3. 歳入歳出一覧

(1) 平成28年度歳入

科 目	節	(単位:円)
使用料及び手数料	環境保全使用料	15, 276
諸 収 入	雑 入	117, 746
計		133, 022

(2)平成28年度歳出

(単位:円)

(款)	総務費			
(項)	総務管理費		企画費	防災費
(目)	一般管理費	人事管理費	企画調整費	防災指導費
報酬	1,980,000			
共済費	346,396			
賃金				305,000
報償費		44,000		
旅費	763,411	102,380	404,578	1,223,645
需用費	97,700		1,544,000	449,053
役務費		826,858	103,422	555,214
委託費				6,944,400
使用料及び賃借料				37,670
備品購入費				
負担金・補助及び交付金				40,000
公課費				22,800
計	3,187,507	973,238	2,052,000	9,577,782

(款)	環境保健費			
(項)	公衆衛生費		医薬費	
(目)	結核対策費	予防費	医務費	薬務費
報酬				
共済費	925	3,810		
賃金	66,000	330,000		
報償費				
旅費	50,000	565,765	20,100	168,320
需用費	628,000	5,380,000		624,956
役務費		50,000		78,360
委託料		2,073,600		980,640
使用料及び賃借料		322,560		6,117,120
備品購入費				
負担金・補助及び交付金				
公課費				
計	744,925	8,725,735	20,100	7,969,396

(款)	環境保健費			
(項)	環境保全費			
(目)	環境衛生費	食品衛生費	廃棄物対策費	環境対策費
報酬				
共済費		7,443	1,164	7,820
賃金		534,373	83,936	915,000
報償費				
旅費	37,900	445,335	99,410	943,445
需用費	285,000	13,375,000	720,024	4,994,102

役 務 費		176,000	163,600	283,000
委 託 料		2,037,960		
使用料及び賃借料			20,000	1,949,320
備 品 購 入 費		583,200		
負担金・補助及び交付金				
公 課 費				
計	322,900	17,159,311	1,088,134	9,092,687

(款)	環境保健費			農林水産業費
(項)	環境保全費			水産業費
(目)	公害規制費	環境保健研究 センター費	鳥獣保護費	水産業振興費
報 酬			1,104,000	2,160,000
共 済 費		73,878	13,372	353,017
賃 金	1,440,000	4,008,895		207,400
報 償 費				
旅 費	307,380	2,193,752	350,304	278,484
需 用 費	3,339,044	37,342,817	2,708,332	911,000
役 務 費	599,817	3,075,381	172,800	885,600
委 託 料	932,040	12,538,633		
使用料及び賃借料		3,571,507		
備 品 購 入 費	724,032	2,194,452		
負担金・補助及び交付金		143,250		
公 課 費		46,664		
計	7,342,313	65,189,229	4,348,808	4,795,501

(款)	一般会計
(項)	
(目)	合 計
報 酬	5,244,000
共 済 費	807,825
賃 金	7,890,604
報 償 費	44,000
旅 費	7,954,209
需 用 費	72,399,028
役 務 費	6,970,052
委 託 料	25,507,273
使用料及び賃借料	12,018,177
備 品 購 入 費	3,501,684
負担金・補助及び交付金	183,250
公 課 費	69,464
計	142,589,566

4. 施設及び設備

長崎県環境保健研究センターの諸元

- ・立地場所 大村市池田2丁目1306-11
大村ハイテクパーク2-2工区内(土地は大村市が無償貸与)
- ・構造・規模 鉄筋コンクリート造3階建 一部鉄骨造 4,920.53㎡
- ・敷地面積 15,653.36㎡
- ・総事業費 約16億3,100万円
- ・主要設備 安全実験室(P3レベル)、研修室、ふれあい実験室
- ・省エネ対策 太陽光発電、屋上緑化、壁面緑化、自然採光の活用
- ・県産材利用 エントランスホールの机・椅子、研修室、ふれあい実験室の腰壁

5. 取得備品

(取得価格 300,000 円以上)

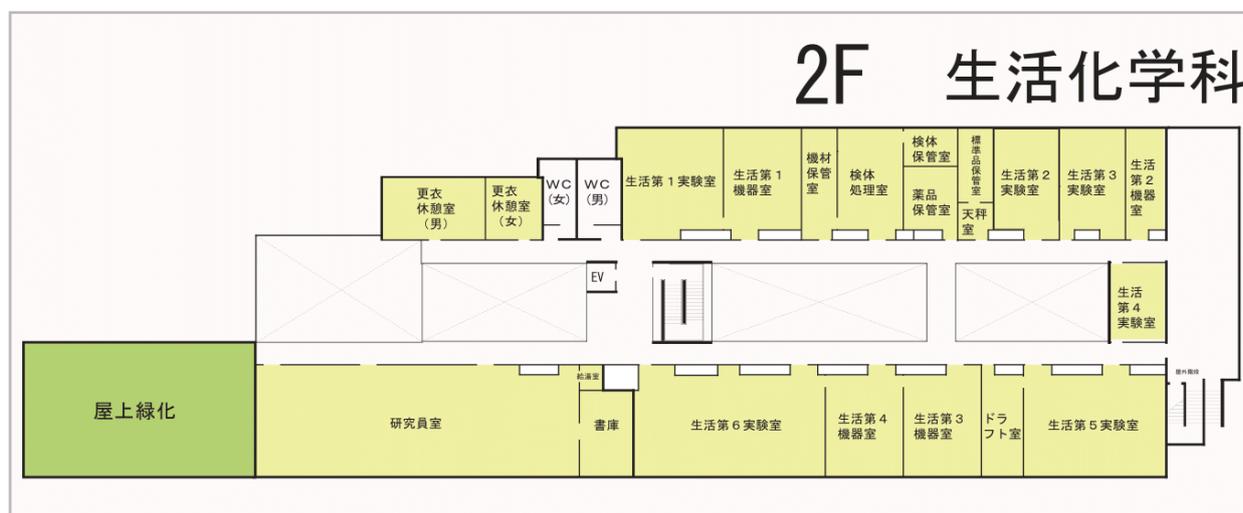
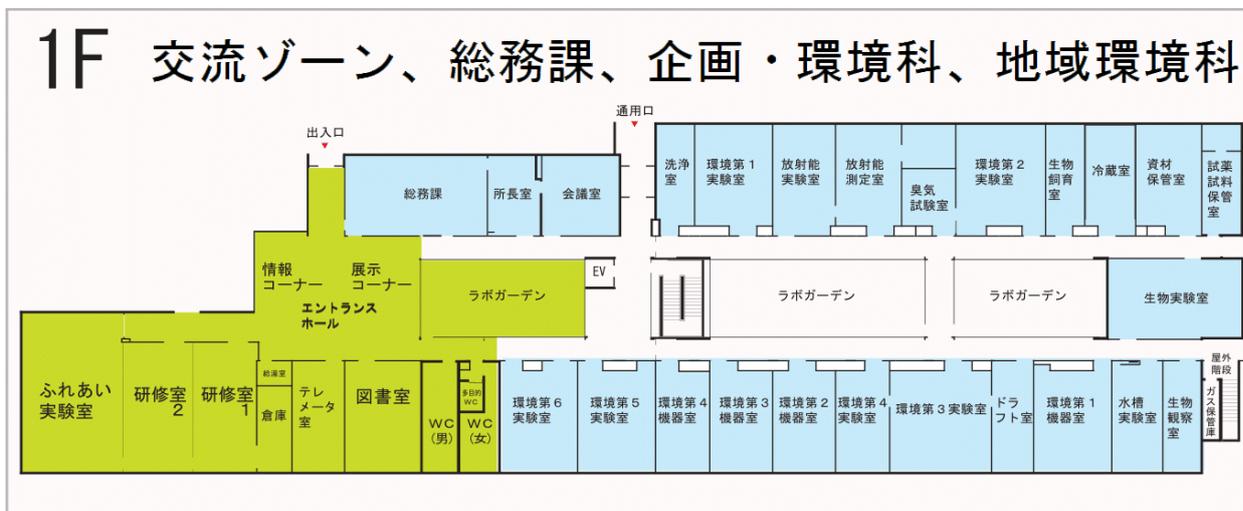
品名	取得年月日	取得価格 (円)	配置場所
全有機体炭素計一式	H28. 7. 8	5,670,000	環境第4機器室
超微量分光光度計	H28. 9.14	993,600	遺伝子第1検査室
バイオメディカルフリーザー他一式	H28. 9.16	999,756	検体処理室
入退室管理コンピュータ	H28.11. 9	483,084	安全実験室
入退室管理コンピュータ	H29.11. 9	483,084	保健機器室
ハイボリュームエアサンプラー	H28.11.22	631,800	3階屋上
オートクレーブ	H29. 2. 2	583,200	細菌第2検査室

6. 試験・検査年間処理検体数

行政依頼・研究に伴う検査(平成28年度実績)

科名	検査の種類	検体数
企画・環境科	酸性雨関係	134
	微小粒子状物質(PM2.5)関係	183
	悪臭関係	0
	放射能関係	892
	廃棄物関係	20
	計	1,229
地域環境科	諫早湾対策関係	408
	諫早湾干拓調整池調査	30
	大村湾対策関係	742
	対馬ヤマネコ糞便遺伝子検査	272
	計	1,452
保健科	感染症発生動向調査	304
	腸管系病原菌関係	178
	結核検査	67
	リケッチア検査	25
	温泉・浴場施設のレジオネラ検査	53
	日本脳炎関係	349
	食中毒関係	385
	病原菌等の遺伝子検査	525
	食品の規格基準検査	32
	食品等の毒性物質の生理学的調査	17
	抗生物質等の残留検査	41
計	1,976	
生活化学科	食品関係	179
	油症関係	140
	薬事関係	46
	臨時行政検査	9
	計	374
合計		5,031

7. 庁舎平面図



Ⅱ 業 務 概 要

【企画環境研究部】

1. 企画・環境科

(1) 研究方針の企画立案に関する業務

① 研究事業評価制度への対応

平成 28 年度は各科で、表1の環境・保健衛生に係る 11 課題を重点的に取組んだ。

長崎県政策評価条例に基づく研究事業評価対象として、事前評価 1 課題、事後評価 3 課題について研究事業評価に対応した。

表1 平成 28 年度実施研究一覧

研究の種類	研究数	研究課題名
経常研究	4	長崎県における微小粒子状物質(PM2.5)と健康影響に関する研究
		内部生産低減による淡水系閉鎖性水域の水質浄化に関する研究
		食中毒起因マリントキシンの迅速スクリーニングに関する研究
		長崎県におけるエンテロウイルス感染症の分子疫学解析
産業廃棄物税収活用事業	1	バイオメタノールを活用した BDF 製造技術の検討
戦略プロジェクト研究	1	おいしい・‘機能性成分高含有’県産農産物の探索、育成、販売プロジェクト
行政要望課題	5	大気中の揮発性有機化合物調査(日韓海峡沿岸環境技術交流事業)
		大村湾環境総合対策事業 人工砂による浅場造成事業
		大村湾環境総合対策事業 貧酸素水塊対策としてのエアレーション(散気)効果確認事業
		国営干拓環境対策調査 水質負荷削減対策調査検討委託事業 (農水省委託) 一千鳥川水質調査一
		環境保全型農業検証樋門調査(水質)

1) 環境保健研究センター研究課題内部検討会

- 平成 28 年 7 月 4 日(月) 環境保健研究センター研修室

- 委員(関係課長)

環境政策課長、地域環境課長

- 評価対象研究テーマ(平成 29 年度新規研究課題)

- 1) 微小粒子状物質(PM2.5)環境基準非達成地点における汚染実態の解明

2) 長崎県研究事業評価委員会環境保健分野分科会

- 平成 28 年 8 月 29 日(月) 長崎県市町村会館

- 委員の構成: 大学(3 名)、産業界(3 名)

- 評価対象研究課題

- 1) 微小粒子状物質(PM2.5)環境基準非達成地点における汚染実態の解明【経常研究 事前評価】

- 2) 長崎県における日本脳炎発症患者由来日本脳炎ウイルスの性状解析【経常研究 事後評価】

- 3) アレルギー様食中毒を惹起するヒスタミン産生菌及びそのヒスチジン脱炭酸酵素(HDC)の性状に関する検討【経常研究 事後評価】

- 4) 質量分析と細胞毒性指標による健康被害原因化学物質検出法の確立【経常研究 事後評価】

3)長崎県研究事業評価委員会

- ・ 第 1 回 平成 28 年 8 月 1 日(月) 長崎県農協会館
- ・ 第 2 回 平成 28 年 10 月 20 日(木) 長崎県漁協会館
- ・ 委員の構成: 大学(4 名)、産業界(2 名)、独立行政法人(2 名)

②所内勉強会等の開催

研究職員相互の研鑽等を目的として、所内勉強会や研究推進・評価委員会等を開催した。また所内ヒアリング等を通じて、新規研究の企画立案に努めた。

(2) 研究の総合調整に関する業務

①県公設試験研究機関との連携

日頃から県立公設試験研究所 5 機関での連携研究や技術交流に努めた。また、経常研究等は関係研究機関と連携して推進した。

②地方環境研究所・衛生研究所との連携

日頃から全国及び九州ブロックの地方環境研究所・衛生研究所との連絡調整に努めた。

③大学等、外部研究機関との連携

長崎県と中国福建省は長い友好の歴史を持っており、1982 年には友好県省協定を締結している関係にある。長崎県環境保健研究センターと福建医科大学は、両者の研究連携を推進し、相互の研究開発能力の向上及び人材育成に資することを目的として、平成 28 年 7 月 11 日に友好的協力関係の推進に関する研究連携協定を締結した。

長崎県環境保健研究センターと福建医科大学との間における
友好的協力関係の推進に関する研究連携協定書

日本国長崎県環境保健研究センターと中華人民共和国福建医科大学(以下「両者」という。)は、長崎県と福建省の友好県省締結に関する議定書(1982年10月16日締結)に基づき、両者の研究連携を推進し、相互の研究開発能力の向上及び人材育成に資することを目的として、次のとおり友好的協力関係の推進に関する研究連携協定(以下「本協定」という。)を締結する。

第1条 長崎県環境保健研究センターと福建医科大学は互恵の精神に基づき、環境分野及び保健衛生分野において、次の項目に掲げる連携協力を推進するものとする。

- (1) 人材の交流に關すること。
- (2) 共同で行う研究・開発等に關すること。
- (3) 研究・事業に關する公開可能な情報の交換に關すること。
- (4) その他本協定の目的を達成するために両者が必要と認める協力

2 前項の連携協力を実施するために連絡協議の場を設け、必要な事項は両者が協議の上、別に定める。

第2条 本協定について変更しようとするときは、両者合意の上で行う。

第3条 本協定に定めのない事項及び疑義を生じた事項は、両者が協議の上、決定する。

第4条 本協定の締結を証するため、本協定書の原本を日本語と中国語で作成し、それぞれ1通を保有する。

2016年 7月 11日

長崎県大村市池田2丁目1306番11

長崎県環境保健研究センター 所長

矢野博巳

2016年 7月 11日

福建省福州市閩侯県上街学園路1号

福建医科大学 副学長



福建医科大学与长崎县环境保健研究中心
关于开展合作研究、促进友好关系的协议书

中华人民共和国福建医科大学与日本国长崎县环境保健研究中心(以下简称“双方”),根据福建省与长崎县缔结的友好县协定书(1982年10月16日缔结)的精神,为推进双方的研究合作和人才培养,特缔结如下关于开展合作研究、促进友好关系的协议书。

第一条 福建医科大学与长崎县环境保健研究中心本着互惠的精神,共同协商促进以下各项环境与卫生保健领域相关的交流合作。

- (1) 研发人员的协作交流。
- (2) 开展共同研究、开发协作等。
- (3) 互换可公开的科研成果和信息。
- (4) 双方认同的为达成本协议目的的其他必要的合作。
- (5) 设立联络协调机制,双方在协议的基础上对具体的合作事宜进行协商和协调。

第二条 若必要对本协议书进行相关更改,须取得双方的同意。

第三条 本协议书未订事项或者异议发生时,双方通过协议协商解决。

第四条 本协定书的原件为中文和日文各两份,双方各执一份中日文为据。

福建省福州市閩侯県上街学園路1号

福建医科大学(副)校长



2016年 7月 11日

長崎県大村市池田2丁目1306番11

長崎県環境保健研究センター 所長



2016年 7月 11日

(3) 産学官金連携の調整に関する業務

他研究機関等との連携研究、技術交流活動として、主催、参加を含め民間・大学などとの意見交換会を合計4回行った。

(4) 広報及び情報の収集発信に関する業務

① 研究発表会

平成 29 年 3 月 10 日(金)に環境保健研究センター研修室で開催した。

② 公式ホームページでの情報発信

平成 28 年度の年間アクセス数は 8,252 件、平成 19 年 4 月開設以来の累計アクセス数は 142,601 件に達した。



公式ホームページ

<http://www.pref.nagasaki.jp/section/kankyo-c/>

③ 長崎県科学技術週間一般公開

平成 28 年 11 月 12 日(土)実施 353 名参加



④ 報道機関への発表

報道機関への資料提供、取材対応など計 2 回実施した。

⑤ 学校、団体の見学受け入れ

5 の団体・個人に対し計 126 名の見学を受け入れた。

(5) 教育研修指導に関する業務

開かれた環境保健研究センター推進事業の一環として、県民や小中学生、産業界などを対象とした環境・保健学習や研修会、研究会などのプログラムを実施した。

① 環境・保健出前学習会

地域の子どもたちや住民の方々を対象として、講演会、自然観察・実験教室などを内容とした環境・保健出前学習会を平成 28 年度は、老岐市(老岐島総合開発センター)で開催した。

- ・ 環境保健出前学習会(平成 29 年 2 月 19 日(日)、老岐島総合開発センター)



学習テーマ「大気ってなんだろう」

② その他の講師派遣、研修対応

保健所職員等を対象とした技術研修、環境・保健に関する講座、イベント対応など、26 回、1,274 名を対象に研修を実施した。

(6) 技術交流に関する業務

水質汚濁防止および廃棄物対策を中心とした環境技術交流を、中国福建省環境保護庁と行った。

(7) 大気関連業務

①PM_{2.5}の環境基準超過をもたらす地域的広域的汚染機構の解明(Ⅱ型共同研究)

当該テーマにより、平成28年度～平成30年度までの期間、地方環境研究所及び国立環境研究所の共同研究として実施している。当センターは、汚染要因解析グループに所属しており、初年度である平成28年度は、PM_{2.5}高濃度日における全国の地点間比較を他機関と共同で実施した。長崎県からは五島局のPM_{2.5}観測データを提供した。また、PM_{2.5}構成成分の1時間推移を評価する目的で、PM_{2.5}自動測定機を利用した春季3ヶ月間のPM_{2.5}採取をおこなった。

②経常研究「長崎県におけるPM_{2.5}と健康影響に関する研究」

本研究は、平成26年～28年度までの期間、県内のPM_{2.5}質量濃度及び高濃度が予想される春季のPM_{2.5}構成成分を解析することでその実態を把握することを目的とする。また、PM_{2.5}と喘息症状との相関解析により、PM_{2.5}による健康影響を評価することを目的とする。平成28年3～5月は県央地区と五島局で連日サンプリングを行い、PM_{2.5}構成成分(イオン、炭素、無機元素等)を測定解析した。また、PM_{2.5}と喘息症状の相関解析を長崎大学熱帯医学研究所と共同で実施した。

③日韓海峡沿岸県市道環境技術交流事業

日韓合意文書の内容に基づき、平成28年度より2ヵ年計画で「大気中の揮発性有機化合物調査」を実施している。1年目の平成28年度は、日韓両国で4期(5、8、11、2月)にかけてベンゼン等18項目のサンプリングを行い、成分濃度を測定した。長崎県は大村局でのサンプリングとした。また、評価・検証に向けて、大気常時監視データやPRTRデータ等の収集整理を行った。

※ 参加機関 日本:山口県、福岡県、佐賀県、長崎県

韓国:慶尚南道、釜山広域市、全羅南道、済州特別自治道

④酸性雨調査(環境省委託、県単独調査分)

環境省の委託を受け、国設対馬酸性雨測定局において採取された雨水のpHや電気伝導度の測定、イオン成分の分析を行った。また、国設五島酸性雨測定局及び対馬酸性雨測定局に設置された気象計及びオゾン計、対馬酸性雨測定局に設置された微小粒子状物質自動計測器のデータの取りまとめを行った。

県単独調査分(県央保健所屋上にて雨水採取)については全国環境研協議会酸性雨調査(全環研調査)に参加し、酸性雨による影響把握などデータ解析に取り組んだ。

⑤環境放射線等モニタリング調査(環境省委託)

環境省の委託を受け、放射性物質の環境への影響を把握するために、オンラインデータによる常時監視を行った。また、五島及び対馬の監視局において、自動測定器のろ紙の交換、及び保守点検を計8回行った。

⑥環境放射能水準調査(原子力規制庁委託)

原子力規制庁の委託を受け、過去の大気圏内核実験及び原子力発電所事故に伴う放射性降下物、並びに国内の原子力施設等による放射能の影響を把握するための環境中の放射線の測定・分析を行った。

⑦原子力施設等放射能調査機関連絡協議会に関すること

原子力施設等放射能調査機関連絡協議会(放調協)の加盟機関として原子力規制庁との意見交換会を通じて、緊急時モニタリングセンターの体制整備等の緊急時モニタリングの課題、環境放射線モニタリング指針の見直しおよび放射能測定法シリーズの改訂などについて提案書の作成・提出に関与した。また、放調協の平成28年度総会及び第43回年会在7月に茨城県で開催され、当センターから3名が

参加した。年会では、放射線モニタリングの課題について原子力規制庁監視情報課長からの講演や環境放射能に関する多くの課題や事例等について情報交換を行った。

⑧長崎県地域防災計画に関すること

長崎県環境放射線モニタリング方針(長崎県地域防災計画原子力災害対策編)に則って九州電力(株)玄海原子力発電所(佐賀県玄海町)から半径 30 km 圏内を対象に平常時の環境放射線モニタリング調査を実施した。

また、九州電力(株)玄海原子力発電所の原子力事故を想定した原子力防災訓練を福岡県および佐賀県と合同で実施した。具体的には、緊急時モニタリングを実施するとともに、当センター内に長崎県測定本部を設置し、各種情報およびモニタリング結果の集約を行った。同様に、佐世保港(佐世保市)に寄港する原子力艦での原子力事故対策として、佐世保市原子力艦原子力防災訓練に参加した。

(8) 廃棄物関連業務

①バイオメタノールを活用した BDF 製造技術の検討

バイオディーゼル燃料(BDF)を廃食用油から製造する際に使用するメタノールは、通常化石燃料由来のものが使用されている。平成 27 年度までに、さらなるカーボンニュートラルな BDF の製造方法を確立させることを目的として、化石燃料由来のメタノールの代わりに、木屑から作られるバイオメタノールを使用した BDF 製造試験を実施してきた。平成 28 年度は、BDF 製造の際に副生するグリセリンの性状分析や堆肥化試験の結果より、グリセリンの利活用手法の検討を行った。

②バイオディーゼル燃料(BDF)利活用推進事業

廃食用油リサイクルの促進として、学校給食施設からの回収に取り組む地域を増やすことで、回収量を増やし、BDF の使用先を広げることで資源循環できるように取り組んだ。BDF の継続的な活用を促すための品質確認分析を行い、より良質な BDF の製造のため BDF 製造者の現地に出向き、製造方法等のアドバイスをを行った。

(9) その他

①輸出鮮魚等の放射能分析

水産部との協力事業の一環として、中国向けの輸出鮮魚等について、ゲルマニウム半導体検出器を用いた放射性核種の分析を輸出前に実施した。

本検査では、すべての検体から人工放射性核種は検出されておらず、本県から出荷される鮮魚等の安全性が確認された。

②環境技術交流事業(中国福建省環境保護庁)

平成 28 年度は水質汚濁防止および廃棄物対策を中心に中国福建省環境保護庁職員 2 名が平成 28 年 11 月 25 日～12 月 22 日に長崎に滞在し、そのうち 6 日間(12 月 1 日～12 月 8 日)を当センターで研修を実施し、関連施設の視察や当センター業務内容の説明、環境水質測定関連や PM2.5 関連について説明を行った。

また、約 2 週間(平成 28 年 10 月 31 日～11 月 11 日)、環境政策課 1 名、当センター 1 名が福建省に派遣され、環境技術交流を行った。

2. 地域環境科

(3) 大村湾関連業務

① リサイクル砂による二枚貝生息場造成(管理手法に関する研究)

大村競艇場横の水路でリサイクル砂(陶磁器くず+廃ガラス砂)を用いて 12 m×2 mの面積を覆砂し、生息場の維持管理手法について検証した。平成 28 年度は大村市の自然海域に大規模な浅場を造成し事前・事後の調査を実施した。

② 環境修復手法(貧酸素対策等)としての散気効果の検証

本研究は、夏季に大村湾内で発生する貧酸素水塊への対策として、海底に散気管を埋設し空気を送り込む技術(散気)による貧酸素環境の改善効果を検証し、改善手法としての実用化への事業展開を図ることを目的とした。

平成 28 年度は、大村湾中央部において散気試験を行った結果、鉛直循環の範囲は散気中心から、50m から 100 m の範囲であった。

③ 沿岸海域環境の物質循環現状把握と変遷解析に関する研究(II 型共同研究)

大村湾の公共用水域観測点である祝崎沖および久山港沖の 2 定点において、夏季(9 月)と冬季(1 月)に溶存酸素量などの観測を行うとともに現場海水の化学的酸素要求量(COD)などの分析を行った。

(4) 諫早湾干拓調整池関連業務

① 環境保全型農業検証樋門調査(水質)

「第 2 期諫早湾干拓調整池水辺環境の保全と創造のための行動計画」に基づき、農林部では水質保全対策の一つとして、陸域からの面源負荷を削減するための環境保全型農業(浅水代かきや減肥等)を推進している。

本調査では、環境保全型農業の実施効果を検証するため、背後地からの面源負荷等を調査し、環境保全型農業の推進に資する基礎資料を得ることを目的とし、面源負荷が高い流域ブロックを対象に最下流にある樋門等 8 地点及び遊水池 2 地点で水質調査を実施した。

② 諫早湾干拓調整池流入河川有明川流域千鳥川水質調査

諫早湾干拓調整池に流入する河川として、本明川に次いで全窒素、全りんの高負荷量が高い有明川流域に着目し、水質調査と併せて流域を巡回することで、負荷が高まる要因を推定し、この地域で重点的に取り組むべき対策について検討した。

③ 二枚貝(マシジミ)生育可能性調査

水田用水路底に大きさが 25 cm×25 cm×25 cm のステンレス製網カゴを深さ 5 cm 程度まで埋め込み、その中でマシジミを飼育した。マシジミは覆砂せずとも用水路底の底質で多くが生残するとともに成長した。

④ 諫早湾干拓調整池におけるイケチョウガイの地撒き飼育の可能性に関する研究

調整池ヨシ進出工内の水域で、地蒔き方式でイケチョウガイの成長・生残調査を実施した。また、成育地点の水質環境および底質環境を調べるため、地蒔き調査地点周辺の水質および底質の分析を実施した。

(3) ツシマヤマネコ保護増殖事業(環境省委託事業)

ツシマヤマネコ保護増殖事業の一環として、生息状況モニタリング(痕跡調査)において採取されたサンプル(糞)について、DNA分析により種判別及び性判別分析を実施した。

(5)その他

①保健所職員等の技術指導

保健所新任職員等に、水質検査で使用する試薬の調製や検体の分析などについて実習を行った。

【保健衛生研究部】

1. 保健科

(1)感染症予防に関する調査研究

①感染症発生動向調査事業に関する検査

「感染症発生動向調査事業実施要綱」に基づき、県内の病原体定点医療機関で採取された検体について、無菌性髄膜炎、インフルエンザ、手足口病、日本紅斑熱等の感染症の原因となる病原体検査を行った。これらの検査は、信頼性確保のために作成された病原体等検査の業務管理要領に基づいて実施されている。また、長崎県内の結核患者から分離された結核菌遺伝子を、分子疫学的手法の一つである Variable numbers of tandem repeat (VNTR) 法により解析した。

②感染症情報の収集・報告・解析・還元

「感染症発生動向調査事業実施要綱」に基づき、各都道府県から厚生労働省に報告された感染症に関する患者情報及び病原体情報を収集・分析・還元された情報を、長崎県感染症情報センターのホームページで県内の情報を全国情報と併せて週報・月報として県民及び保健所等の関係機関に情報提供を行った。

③細菌感染症の検査並びに疫学調査

県立保健所管内で起きた腸管出血性大腸菌感染症発生に伴い、保健所から依頼された検体について菌分離、血清型別及び PCR 法によるベロ毒素遺伝子検査を行った。

④感染症流行予測調査事業(日本脳炎流行予測調査)

国の委託事業として、感染症流行予測調査実施要領に基づき 7～9 月の日本脳炎流行期に、と畜場豚を採血し血清中の日本脳炎ウイルスに対する抗体価を赤血球凝集抑制法(HI 法)で測定するとともに、検査結果は国立感染症研究所感染症情報センター第三室及び県の医療政策課に報告した。

(2)食品検査に関する調査研究

①食中毒関連下痢症ウイルス(ノロウイルス等)に関する検査

県立保健所管内で発生したノロウイルス食中毒事例について遺伝子検査及び塩基配列解析による分子疫学解析を実施した。

②食中毒の細菌検査及び疫学調査

県立保健所管内で発生した細菌性食中毒事例について検査を実施した。

③食品の規格基準検査

行政検査として容器包装詰加圧加熱殺菌食品の成分規格基準検査を実施した。

④内部精度管理及び外部精度管理

・内部精度管理調査

県立保健所及び食肉衛生検査所の食品規格基準検査における微生物学的検査に関わる内部精度管理試験の食品模擬試料作製、配布及び各検査施設の試験成績の評価を行った。

・外部精度管理調査

食品衛生検査の精度維持を目的として、(財)秦野研究所が実施している食品衛生外部精度管理に参加し、食品模擬試料を用いて、一般細菌数測定及び大腸菌の同定試験を行った。

⑤食品等の急性毒性物質の生物学的検査

・ナシフグの毒性検査

県内で加工されているナシフグの筋肉部及び精巣部について急性毒性検査を実施した。

・貝毒検査

県内産のアサリ及びカキについて、麻痺性貝毒の急性毒性検査を行った。

⑥抗生物質及び抗菌性物質の残留検査

厚生労働省から通知される「畜水産物のモニタリング検査実施計画」に基づき、県内産養殖魚介類及び乳について、抗生物質の残留検査を実施した。

(3)保健所に対する微生物学的検査の指導

保健所新任職員等に、微生物学的検査の指導を行った。

(4)調査研究及び他研究機関との共同研究

① 長崎県におけるエンテロウイルス感染症の分子疫学解析 (経常研究)

主に夏風邪の原因とされるが、時に重症化して死亡例も報告されているエンテロウイルス感染症について、県内の流行状況や重症化に関与するウイルス側因子を調べることを目的とする。長崎県内の 15 施設の医療機関と連携して、当該感染症と診断された患者検体を採取し、ウイルス遺伝子の検出、ウイルス分離、および分離株を用いた遺伝子解析を実施した。

(5)研究成果普及促進事業(平成 27 年度～平成 29 年度 環境部事業)

環境保健研究センターで開発してきた入浴施設等で問題となるレジオネラ属菌の高速検査技術とそれに基づく対策技術を県内に普及することを目的に活動している。平成 28 年度は、国立感染症研究所との連携の中で携帯型機器によるレジオネラ属菌の直接検出技術の開発に着手し、長寿社会課と連携して、島原 267 施設、佐世保 182 施設、県央 527 施設、五島 100 施設、壱岐対馬 105 施設の社会福祉施設向け講習会に参加してレジオネラ症防止対策の普及に努めた。

2. 生活化学科

(1)食品衛生(理化学)関連業務

①食品中の残留農薬検査

県内に流通する食品の安全性を確保することを目的として、農産物等の残留農薬検査を実施しており、農産物 75 検体について 200 項目の農薬分析を行った。

検査の結果、基準値を超える農薬は検出されなかった。

②畜水産食品の残留有害物質モニタリング調査

厚生労働省の「畜水産食品の残留有害物質モニタリング調査実施計画」に基づき、養殖魚介類 31 検体、生乳 10 検体について抗生物質等の残留検査を行った。

検査の結果、全ての有害物質は基準値未満であった。

③食品、食品添加物等の規格基準検査

食品衛生法に基づく規格基準検査として、揚げ麺 24 検体、および陶磁器製食器 16 検体について検査を行った。

検査の結果、陶磁器製品および揚げ麺すべて規格基準に適合していた。

④食品中のアレルゲン検査

食品衛生法により、特定原材料(卵・乳・小麦・そば・落花生・えび・かに)を含む食品は、その表示が義務付けられている。原材料に「えび・かに」の表示がない 20 検体について検査を行った。

検査の結果、2検体の表示違反(疑)製品が市場に出回っていることが明らかになった。

(2)カネミ油症に係わる理化学検査

カネミ油による食中毒被害者健康診断項目の一つとして血中 PCB の検査を行った。

(28 年度の油症検診は 209 名が受診した(五島地区 139 名、長崎地区 70 名)。

(3)薬務関連業務

①医薬品成分検査

県内医薬品製造所で製造される医薬品(1製品)の試験法について、定量法としての妥当性の確認を行った。

②無承認無許可医薬品検査

無承認無許可医薬品による健康被害を防止するため、健康食品と称される5検体についてシルデナフィル等4物質の検査を行った。

検査の結果、全ての製品から検出されなかった。

③指定薬物検査

危険ドラッグに含まれる指定薬物による健康被害を防止するため、平成 26 年度より買上検査を開始した。

本年度は指定薬物成分の混入の可能性がある物品 10 製品を試買した。

検査の結果、指定薬物成分は検出されなかった。

④家庭用品基準適合試験

有害化学物質による健康被害を防止し、製品の安全性を確保するため乳幼児繊維製品等 19 検体について、残留するホルムアルデヒドの基準適合試験を行った。

検査の結果、全ての製品が基準に適合していた。

⑤PIC/S 体制の整備

国が医薬品査察協議会及び医薬品査察協カスキーム(PIC/S)に加盟したことに伴い、当センターは PIC/S の基準に対応する医薬品収去試験に係る品質システムを整備し、平成 25 年に長崎県福祉保健部薬務行政室から公的認定試験検査機関の認定を取得した。

平成 28 年度は、試験検査方法の妥当性確認を行ったほか、手順書に基づき検査に関する試薬、標準物質、機器等の管理を実施し、公的認定試験検査機関としての体制整備を図った。

(4)地方衛生研究所九州ブロック精度管理事業

地方衛生研究所全国協議会において、統一的な検査項目を設け、地域ブロックごとに精度管理事業を実施し参加機関全体の検査精度の向上を図ることになった。

九州ブロックにおいては、健康危機管理を目的とした赤ワイン中のズルチンの定量を行った。また、併行して行われた健康被害発生のシナリオによる危機管理演習にも参加し、健康被害物質を特定した。

(5)GLP に係る内部精度管理及び外部精度管理

①内部精度管理調査

県立保健所の食品規格基準検査における理化学検査の精度を適正に保ち、信頼性を確保するため内部精度管理試験として合成保存料(ソルビン酸)の定量試験を実施し、各検査施設の試験成績の評価を行った。

調査の結果、すべての検査機関について適正な精度が確保されていた。

②外部精度管理調査

食品衛生検査の精度維持を目的とし、(財)食品薬品安全センター秦野研究所が実施している食品衛生外部精度管理に参加し、食品添加物(安息香酸)の定量試験、残留農薬検査(マラチオン、クロルピリホス、及びチオベンカルブ)の定性及び定量試験を行った。

(6)保健所等における食品理化学検査の指導

保健所新任職員等に、牛乳の成分規格検査や食品添加物検査に関する技術指導を行った。

(7) 調査研究及び他研究機関との共同研究

①経常研究「食中毒起因マリトキシンの迅速スクリーニングに関する研究」

マリトキシン(海洋性自然毒)に起因する食中毒に対して、迅速な原因究明手法を検討し、県民の食の安全・安心を確保する。28年度は、特に次の2項目について検討した。

- ・食中毒起因自然毒の精密質量データベース作成
- ・機器分析によるパリトキシン及びテトロドトキシン迅速分析法の確立

②戦略プロジェクト研究「オレイン酸の簡易測定技術の開発」

牛肉のおいしさの基準にオレイン酸含有率がある。しかし、オレイン酸の測定は、従来GC-FIDを用いて行われ、手技も複雑で時間を要する。そこで、前処理無しでオレイン酸を簡易に測定できる可能性があるFT-IRを利用し、GC-FIDの実測値とオレイン酸との関連性の高いスペクトル及びその値を選択し、それらの含有率の関係式を検討した。

III 成果公表等

1. 論文投稿

※下線:当センター職員

論文名・書名	雑誌名・出版社名	掲載号 (予定)	受諾日	著者
1 大村湾における底層溶存酸素量の変遷と改善に向けた取り組み	水環境学会誌	2016年5月 第39巻第5号 178-181		<u>粕谷智之</u>
2 Independent and joint effects of tea and milk consumption on oral cancer among non-smokers and non-drinkers: a case-control study in China.	Oncotarget	2017 Feb.	2017/1/2 4	Fa Chen, <u>Guoxi Cai</u> , Kiyoshi Aoyagi and Baochang He

2. 学会発表

※下線:当センター職員

演題	学会名等	期日	場所	発表者
1 長崎県におけるPM2.5炭素成分の季節変化について	第57回大気環境学会年会	9月7日～9日	北海道大学	<u>富永勇太</u> ¹⁾ 、 <u>土肥正敬</u> ¹⁾ 、 <u>田村圭</u> ²⁾ 、 <u>浅川大地</u> ³⁾ 、 <u>山本重一</u> ⁴⁾ 長崎県環境保健研究センター ¹⁾ 、長崎県環境政策課 ²⁾ 、大阪市立環境科学研究センター ³⁾ 、福岡県保健環境研究所 ⁴⁾
2 いわゆる『健康食品』中の違法成分分析	地域産業活性化支援フォーラム [長崎・佐賀] ～農水産食品への最新分析機器活用事例～	9月17日	長崎大学文教キャンパス 環境科学部 141教室	<u>辻村和也</u>
3 携帯型フローサイトメリー測定器によるレジオネラリスクの現地評価の有効性	日本防菌防黴学会 第43回年次大会	9月26日～27日	品川区立総合区民会館	<u>田栗利紹</u> 、 <u>高木由美香</u> 、 <u>川野みどり</u> 、 <u>蔡国喜</u> 、 <u>下田貴宗</u> 、 <u>小田康雅</u>
4 長崎県におけるPM2.5成分分析結果について	第42回九州衛生環境技術協議会	10月13日～14日	都久志会館 (福岡市中央区)	<u>富永勇太</u>
5 貧酸素水塊対策としてのエアレーション(散気)技術の実用化研究について	第42回九州衛生環境技術協議会	10月13日～14日	都久志会館 (福岡市中央区)	<u>元山芳謹</u>
6 調整池におけるイケチョウガイの成育可能性について	第42回九州衛生環境技術協議会	10月13日～14日	都久志会館 (福岡市中央区)	<u>玉屋千晶</u>
7 ポジティブリスト制施行後10年間の残留農薬調査について	第42回九州衛生環境技術協議会	10月13日～14日	都久志会館 (福岡市中央区)	<u>本村秀章</u>
8 長崎県で発生したコクサッキーウイルスB5型による乳児無菌性髄膜炎事例について	第42回九州衛生環境技術協議会	10月13日～14日	都久志会館 (福岡市中央区)	<u>松本文昭</u>
9 長崎県で分離された日本脳炎ウイルスの性状解析	平成28年度獣医学術九州地区学会(日本獣医公衆衛生学会)	10月16日	千草ホテル (北九州市)	<u>吉川亮</u> 、 <u>斎藤佳子</u>

10	キンシバイ(巻貝)食中毒事例における生体試料中テトロドトキシン濃度推移と毒成分に関する考察	第 112 回日本食品衛生学会学術講演会	10 月 27 日～28 日	函館国際ホテル (北海道函館市)	<u>辻村和也</u> 、 <u>吉村裕紀</u> 、 <u>坂本真樹子</u> 、 <u>池田由紀</u> 、 <u>山之内公子</u> 、 <u>本村秀章</u>
11	A survey on health status among farmers in a local county of southeastern China	第 57 回日本熱帯医学会大会	11 月 4 日～6 日	一橋大学(東京都千代田区)	<u>蔡国喜</u> 、 <u>張文昌</u> 、 <u>矢澤亜紀</u> 、 <u>市川智生</u> 、 <u>山本太郎</u> 、 <u>門司和彦</u>
15	ヒスタミン産生菌 M.morganii 食中毒分離株からの HDC 遺伝子のクローニング及びその発現系の構築	平成 28 年度日本水産学会九州支部総会	12 月 10 日	長崎大学水産学部	<u>高禎俐</u> 、 <u>蔡国喜</u> 、 <u>田栗利紹</u> 、 <u>本多隆</u> 、 <u>吉田朝美</u> 、 <u>長富潔</u>
12	長崎県における春季の PM2.5 集中観測の結果について	大気環境学会九州支部研究発表会	1 月 27 日	九州大学病院地区総合研究棟	<u>土肥正敬</u> ¹⁾ 、 <u>富永勇太</u> ¹⁾ 、 <u>田村圭</u> ²⁾ 、 <u>池盛文数</u> ³⁾ 、 <u>國光健一</u> ¹⁾ 長崎県環境保健研究センター ¹⁾ 、長崎県環境政策課 ²⁾ 、名古屋市環境科学調査センター ³⁾
13	長崎県で分離された日本脳炎ウイルスの性状解析	平成 28 年度日本獣医師会獣医学術学会年次大会(日本獣医公衆衛生学会)	2 月 24 日～26 日	ホテル金沢(石川県)	<u>吉川亮</u> 、 <u>斎藤佳子</u>
14	長崎県におけるノロウイルスの検出状況	第 53 回長崎県総合公衆衛生研究会	3 月 3 日	長崎大学医学部ポンペ会館	<u>山下綾香</u> 、 <u>三浦佳奈</u> 、 <u>松本文昭</u> 、 <u>吉川亮</u> 、 <u>田栗利紹</u>

3. 研究成果発表

※下線:当センター職員

演題	学会名等	期日	場所	発表者
1 大村湾における水質の変遷と改善に向けた取り組み	II 型共同研究「沿岸海域環境の物質循環現状把握と変遷解析に関する研究」平成 28 年度第 1 回全体会議	6 月 17 日	大阪府立環境農林水産総合研究所・環境科学センター	<u>粕谷智之</u>
2 二枚貝成育場の再生に向けて	第 42 回九州衛生環境技術協議会	10 月 13 日～14 日	都久志会館(福岡市中央区)	<u>粕谷智之</u>
3 フィールド調査の楽しさ	第 42 回九州衛生環境技術協議会	10 月 13 日～14 日	都久志会館(福岡市中央区)	<u>吉川亮</u>
4 中国福建省の住民における健康状況についての調査	平成 28 年度環境保健研究センター研究発表会	3 月 10 日	環境保健研究センター	<u>蔡国喜</u>
5 長崎県で発生した Kudoa septempunctata を原因とする食中毒事例について	平成 28 年度環境保健研究センター研究発表会	3 月 10 日	環境保健研究センター	<u>高木由美香</u>

6	長崎県における腸管出血性大腸菌の分子疫学解析	平成 28 年度環境保健研究センター研究発表会	3 月 10 日	環境保健研究センター	川野みどり
7	長崎県におけるノロウイルスの検出状況	平成 28 年度環境保健研究センター研究発表会	3 月 10 日	環境保健研究センター	三浦佳奈
8	MS Access によるユーザビリティな科内試薬管理データベース「試薬管理 Ver.3」の構築 ー「安価」「簡単」「迅速」「効率性」「コンプライアンス」への対応ー	平成 28 年度環境保健研究センター研究発表会	3 月 10 日	環境保健研究センター	辻村和也
9	健康危機管理を目的とした食品中の有害物質の検査結果	平成 28 年度環境保健研究センター研究発表会	3 月 10 日	環境保健研究センター	池田由紀
10	GC-MS/MS を用いた残留農薬分析におけるマトリックスの影響	平成 28 年度環境保健研究センター研究発表会	3 月 10 日	環境保健研究センター	吉村裕紀
11	福建医科大学との研究連携の現状について	平成 28 年度環境保健研究センター研究発表会	3 月 10 日	環境保健研究センター	船越章裕
12	緊急時における屋外での環境放射能分析に関する検討	平成 28 年度環境保健研究センター研究発表会	3 月 10 日	環境保健研究センター	古賀康裕
13	長崎県における PM2.5 炭素成分の季節変動	平成 28 年度環境保健研究センター研究発表会	3 月 10 日	環境保健研究センター	富永勇太
14	長崎県における春季の PM2.5 成分測定の結果について (2014-2016 年)	平成 28 年度環境保健研究センター研究発表会	3 月 10 日	環境保健研究センター	土肥正敬
15	諫早湾干拓調整池等における難分解性有機物について	平成 28 年度環境保健研究センター研究発表会	3 月 10 日	環境保健研究センター	陣野宏宙

4. 所内勉強会

	演 題	講 師・発 表 者	期 日	参 加 者
1	病原体等取扱安全管理規定にもとづく教育訓練	吉川亮	4 月 27 日	15 名
2	県内野生シカの病原体保有状況調査	山崎朗子先生 (岩手大学 獣医公衆衛生学研究室)	5 月 2 日	20 名
3	センター運営計画説明会	田中雄規	6 月 13 日、 16 日	25 名
4	毒物劇物の取扱いについて	國光健一	11 月 8 日	24 名
5	福建省との環境技術交流事業について	古賀康裕	11 月 30 日	19 名
6	e-Rad(府省共通研究開発管理システム)の概要説明会	古賀康裕	2 月 16 日、 22 日、23 日	29 名
7	人材育成のための技術研修会	橋爪真弘先生、山本太郎先生 (長崎大学熱帯医学研究所)	3 月 14 日	34 名

5. 新聞・テレビ等の報道

	期 日	報 道 元	内 容
1	8月7日	長崎新聞	微小粒子状物質(PM2.5)の日韓共同調査
2	12月18日	長崎新聞	大村湾を豊かな海へ ナマコを増やし環境改善

6. 教育研修

	期 日	内 容	担 当	場 所	受 講 者
1	5月10日～ 13日	水質保全関係測定技術研修会	浦、林田、富永、 陣野	環 境 保 健 研 究 セ ン タ ー	保健所職員(6名)
2	5月16日	容器包装責任者養成研修会	吉川	環 境 保 健 研 究 セ ン タ ー	民間検査センター(5名) 保健所等(28名)
3	5月23日～ 27日	保健所等食品衛生業務担当者研 修会	吉村、川野	環 境 保 健 研 究 セ ン タ ー	保健所職員(6名)
4	6月11日	環境月間街頭キャンペーン	國光科長、古賀、 田中、林田、富永、 元山	ベルナード 観光通り	県民
5	7月12日～ 13日	長崎大学水産学部 細菌実験研 修	田栗科長、高木	環 境 保 健 研 究 セ ン タ ー	長崎大学大学院生(2名)
6	7月15日	ICT 環境教育研修	船越、古賀、田中、 富永	環 境 保 健 研 究 セ ン タ ー	県内学校教職員(24名)
7	7月23日	施設見学	山口次長、富永	環 境 保 健 研 究 セ ン タ ー	県民(30名)
8	7月26日	施設見学、液体窒素を用いた実験	國光科長、田中、 富永	環 境 保 健 研 究 セ ン タ ー	児童(22名)
9	8月10日	大村湾ウォッチング	粕谷、富永	大 村 湾 寺 島	児童(120名)
10	8月18日	環境アドバイザー派遣(水生生物 調査)	山内科長、田中、 富永、	佐 世 保 市 早 岐 町	児童(25名)
11	8月21日	大村市子供科学館まつり	國光課長、船越、 古賀、土肥、田中、 富永	大 村 市 コ ミ ュ ニ テ ィ セ ン タ ー	県民(233名)
12	8月23日	環境アドバイザー派遣(シルバー 時津講演)	山口次長、富永	時 津 公 民 館	時津町民(120名)
13	9月14日	JICA 研修	田栗科長、蔡、 國光科長、富永	環 境 保 健 研 究 セ ン タ ー	JICA 研修員(14名)
14	9月21日	施設見学	國光科長、船越、 土肥、富永	環 境 保 健 研 究 セ ン タ ー	長崎国際大学薬学部生(63 名)
15	9月28日	施設見学	山口次長、國光科 長、富永	環 境 保 健 研 究 セ ン タ ー	長崎国際大学薬学部生(63 名)
16	10月13日	大村高校ジョイントセミナー	山口次長	大村高校	大村高校1年生(20名)
17	10月14日	JICA 草の根技術協力事業に係る 研修(長崎市依頼分)	山口次長、古賀、 陣野	環 境 保 健 研 究 セ ン タ ー	漁協、一般、子供(50名)

18	10月23日	いさはやエコフェスタ	山口次長、山内科長、玉屋、富永	諫早市	県民
19	11月2日	島原特別支援学校講座	國光科長、富永	島原特別支援学校	島原特別支援学校高等部1年生(30名)
20	11月3日	サイエンスフェイト	國光科長、船越、田中、富永	ベルナード観光通り	県民
21	11月12日	一般公開	環境保健研究センター職員	環境保健研究センター	県民(353名)
22	11月14日	長崎南高研修講座	國光科長、田中、富永	環境保健研究センター	長崎南高校1年生(40名)
23	11月16日	施設見学	國光科長、富永	環境保健研究センター	大村市新規採用職員(25名)
24	12月1日	西大村小学校講演	山口次長、古賀	西大村小学校	西大村小学校6年生(123名)
25	12月3日	長崎大学 CST 事業	田中、富永、粕屋	環境保健研究センター	県内教職員(3名)
26	12月9日	長崎南高研修講座	元山、富永	環境保健研究センター	長崎南高校1年生(41名)
27	12月15日	施設見学	富永	環境保健研究センター	長崎大学薬学部1年生(41名)
28	1月19日	施設見学	富永	環境保健研究センター	長崎大学薬学部タイ港留学生(12名)
29	1月24日	県庁職場見学ツアー	富永	環境保健研究センター	大学生(8名)
30	1月27日	平成28年度長崎県食品衛生監視員研修会	吉川	長崎タクシー会館	食品衛生監視員等(35名)
31	2月19日	いきのしま地球温暖化防止こどもシンポジウム	國光科長、富永	壱岐島開発総合センター	壱岐市内小学生、一般

研 究 報 告 編

I 報 文

長崎県の微小粒子状物質(PM_{2.5})環境基準達成状況等について (2014~2016 年度)

土肥 正敬

現在、長崎県では 18 地点で PM_{2.5} 常時監視を実施している。本稿では、過去 3 年間で収集した常時監視データを用いて、PM_{2.5} 環境基準達成状況をまとめた。また、PM_{2.5} と他の監視項目 (SPM, SO₂, NO_x, O_x) の日平均値について、相関解析による長期的傾向をまとめた。

この結果、PM_{2.5} 環境基準達成地点は経年的に増加しており、2016 年度は 18 地点中 14 地点 (達成率 78%) であった。また、PM_{2.5} 濃度は SPM との相関が高かったが、ガス状物質 (SO₂, NO_x, O_x) との相関は見えにくい結果であった。

キーワード: 微小粒子状物質、常時監視、相関解析

はじめに

微小粒子状物質 (以下 PM_{2.5}) は粒径 2.5 μm の非常に小さな粒子であるため人体へ取り込まれやすく、呼吸器系や循環器系などへ健康被害を及ぼす可能性が指摘されている。このため、環境省は 2009 年に PM_{2.5} 環境基準[※]を設定し、環境省及び各都道府県では PM_{2.5} 質量濃度の常時監視局の設置を進めてきた。長崎県、佐世保市及び長崎市においても 2012 年度から PM_{2.5} 常時監視を開始。2014 年度以降は県内 18 局での監視体制となり、現在は 3 年が経過したところである。

そこで、本稿では過去 3 年間 (2014~2016 年度) の PM_{2.5} 質量濃度について、環境基準達成状況をまとめたので報告する。また、PM_{2.5} を中心に各種監視項目

との単相関解析を行った結果も併せて報告する。

調査地点及び方法

1 調査地点

県内の大気常時監視測定局のうち、PM_{2.5} を監視項目に含む 18 地点 (図 1)

なお、局種内訳は、福石局のみ自動車排出ガス測定局 (以下、自排局) であり、これ以外の測定局は一般環境大気測定局である。

2 調査項目

自動測定機を用いた以下の常時監視データ

- | | |
|-----------|--------|
| ①対馬 | ⑩雪浦 |
| ②杵岐 | ⑪大村 |
| ③五島 | ⑫諫早 |
| ④松浦志佐 | ⑬時津 |
| ⑤吉井 | ⑭稲佐小学校 |
| ⑥福石 (自排局) | ⑮小ヶ倉 |
| ⑦大塔 | ⑯東長崎 |
| ⑧川棚 | ⑰小浜 |
| ⑨村松 | ⑱島原 |

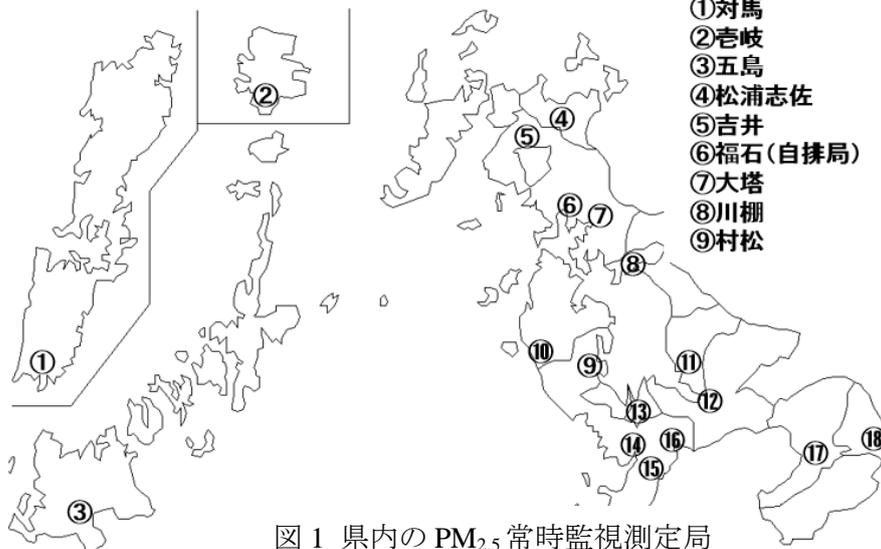


図 1 県内の PM_{2.5} 常時監視測定局

※ PM_{2.5} 環境基準 以下①②ともに達成すること

①長期基準: 年平均値 15 μg/m³ 以下 ②短期基準: 日平均値年間 98 パーセンタイル値 35 μg/m³ 以下

(測定方法は環境大気常時監視マニュアルに準拠)

- ・PM_{2.5}
- ・浮遊粒子状物質(以下 SPM)
- ・二酸化硫黄(以下 SO₂)
- ・窒素酸化物(以下 NO_x)
- ・オキシダント(以下 Ox)

3 解析期間

2014~2016 年度

結果及び考察

1 PM_{2.5}の環境基準達成状況

2014~2016 年度の PM_{2.5} 環境基準達成状況を図 2 に示す。本県の PM_{2.5} 環境基準達成局は経年的に増加しており、2016 年度は 18 局中 14 局(達成率 78%)であった。

2 長期・短期別の環境基準達成状況

2014~2016 年度の PM_{2.5} 環境基準達成状況を長期基準・短期基準別で表 1 に示す。

2014 年度はほぼ全ての測定局で長期基準及び短期基準ともに非達成であった。

一方、2016 年度は諫早・壱岐・福石・大塔の 4 局のみ非達成であった。このうち、長期基準非達成は 3 局(諫早・福石・大塔)であり、短期基準非達成は 1 局(壱岐)であった。長期基準非達成の諫早・福石・大塔は、産業活動が盛んな地域に位置していることから、常態的に PM_{2.5} 濃度を底上げする地域的な発生源の影響が考えられる。また、短期基準非達成の壱岐は、地域発生源が少ない離島地域であることや、単発的に高濃度が観測されやすい傾向が示唆されていることから、島外から流入している可能性が考えられる。

3 PM_{2.5}と大気常時監視項目の単相関解析

PM_{2.5} 日平均値に対する SPM, SO₂, NO_x, Ox 日平均値の相関係数を表 2 に示す。解析方法は、spearman 順位相関を用いた。

なお、解析期間は 2014~2016 年度の季節毎(3 ヶ月毎)としたが、データ数 80 日未満の期間は解析していない。また、Ox は昼間(5~20 時)の平均値で PM_{2.5} との相関を解析した。

(1) SPM と PM_{2.5}

相関は非常に高く、ほぼ全ての測定局で 3 年間

とも相関係数 0.8 以上であった。

(2) SO₂ と PM_{2.5}

最も相関係数が高かったのは 2016 冬の対馬(0.728)であった。また、その他の局舎においては相関係数 0.6 以上となる期間が散見されるものの、季節変動の一貫性は見られなかった。

ただし、各測定局の SO₂ 濃度は低レベル(0 ppb が頻出)で推移する時間帯が多かった。このため、日平均値での解析は不確かさが高い可能性があり、結果の解釈の際には留意したい。

(3) NO_x と PM_{2.5}

自動車排気ガスの成分指標とされることが多い NO_x であるが、自排局である福石局の解析結果をみると PM_{2.5} との相関はむしろ低いため、NO_x ガスが直接 PM_{2.5} に粒子化している可能性は単相関解析では示唆されなかった。

全局的にみると、相関係数 0.6 以上だったのは 2014 年秋の島原(0.623)だけであった。

(4) Ox と PM_{2.5}

最も相関係数が高かったのは 2016 年夏の小浜(0.725)であった。

季節別にみると、春夏に相関係数が高くなる地点が多いが、離島など県北地域では冬も相関係数が高くなっていた。一方、秋は全局的に相関係数が低くなっていた。また、2015 年度は全局的に夏よりも春の相関係数が高くなる傾向であった。

まとめ

県内 18 地点の PM_{2.5} 測定局について、環境基準達成地点は経年的に増加していた。一方、未だ環境基準非達成の測定局も存在しており、地域的な PM_{2.5} 発生源の存在の有無を含めて今後も注視していきたい。

また、PM_{2.5} と大気常時監視項目の相関解析結果について整理したところ、SPM の相関係数はほぼ全局で 0.8 以上と非常に高かった。その一方で、PM_{2.5} とガス状物質(SO₂, NO_x, Ox)の相関は年度・季節・地点について一貫性が見えにくかったものの、Ox と PM_{2.5} の相関係数は春夏に高く、秋に低い点で全局的に類似した傾向もみられた。

なお、環境測定データを用いた単相関解析は基礎的な評価手法のひとつであるが、環境中の PM_{2.5} 発生

メカニズムは多様であり(直接排出・二次生成)、特に大気化学反応を経由して二次生成する場合、気象条件など複数の因子が PM_{2.5} 生成に寄与している。このことから、本稿の相関解析結果が環境場における PM_{2.5} の実態を反映していない可能性も留意すべきである。

参考文献

- 1) 環境大気常時監視マニュアル(第6版)

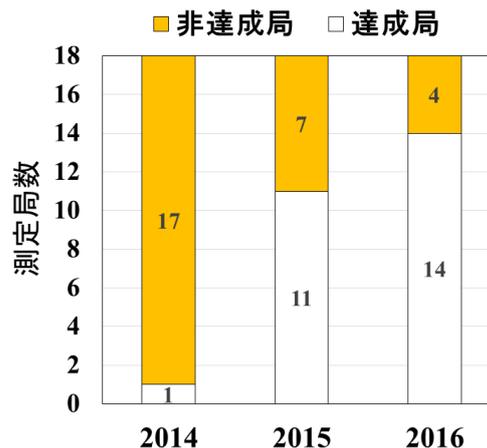


図2 PM_{2.5} 測定局の環境基準達成

表1 長期・短期別の環境基準達成状況

市町村	測定局	2014年度		2015年度		2016年度	
		長期基準	短期基準	長期基準	短期基準	長期基準	短期基準
諫早市	諫早	16.9	38.8	16.7	35.6	15.4	31.2
島原市	島原	17.3	43.3	15.1	33.8	14.8	29.6
大村市	大村	16.4	41	14	33.5	12.9	28.4
川棚町	川棚	16.2	40.5	14.1	31.3	13.3	27.9
時津町	時津小学校	16.1	40.5	13.8	29.4	13	28.8
西海市	雪浦	15.7	38.6	13.3	30.2	13	31.4
松浦市	松浦志佐	17	40.3	14.6	33.6	13.7	29.3
対馬市	対馬	16.7	42	15.1	39.7	13.5	32.0
壱岐市	壱岐	17.2	41.7	16.3	38.2	14.9	37.5
五島市	五島	15.2	38.5	14.4	33.6	13.5	32.3
雲仙市	小浜	14.8	36.4	12.6	28.3	12	26.6
長崎市	小ヶ倉支所	17.7	40.3	14.7	33.4	13.6	30.1
	稲佐小学校	17.8	41.4	15.4	34.7	14.1	30.2
	村松	15.5	39.1	13.6	31.3	12.2	27.7
	東長崎支所	16.3	38.7	14.1	30.5	13.1	27.5
佐世保市	福石(自排)	17.7	39.8	18.4	35.8	17.5	34.3
	大塔	20.1	47.6	17.6	37.3	16.5	34.9
	吉井	13.8	35	13.3	29.5	12.9	28.6

環境基準非達成:

表 2 PM_{2.5}と大気常時監視項目の相関係数 (春:4~6月 夏:7~9月 秋:10~12月 冬:1~3月)

		対馬				壱岐				五島			
年度		SPM	SO ₂	NO _x	O _x	SPM	SO ₂	NO _x	O _x	SPM	SO ₂	NO _x	O _x
2014	春	.971**	.604**	.313**	.610**	.979**	.420**	.139	.499**	.978**	.199	.263*	.397**
	夏	.897**	.547**	.303**	.445**	.857**	.531**	.244*	.374**	.815**	.472**		.510**
	秋	.924**	.344**	.184	.441**	.956**	.620**	.256*	.336**	.920**	.578**	.267*	.355**
	冬	.966**	.622**	.297**	.210	.971**	.655**	.296**	.269*	.931**	.551**	.198	.518**
2015	春	.950**	.554**	.337**	.482**	.953**	.493**	.445**	.500**	.919**	.463**	.222*	.598**
	夏	.922**	.629**	.158	.306**	.870**	.285**	.229*	.295**	.843**	.331**	.330**	
	秋	.940**	.608**	.336**	.255*	.964**	.548**	.305**	.366**	.948**	.506**	.347**	.338**
	冬	.944**	.575**		.367**	.944**	.448**	.302**	.465**	.933**	.517**	.320**	.483**
2016	春	.886**	.536**	.219*	.483**	.916**	.593**	.268*	.614**	.932**	.606**	.239*	.648**
	夏	.933**	.716**	.446**	.485**	.920**	.536**	.348**	.419**	.848**	.576**	.399**	.613**
	秋	.888**	.429**	.161	.250*	.917**	.492**	.246*	.230*	.821**	.279**	.239*	.344**
	冬	.958**	.728**	.308**	.517**	.963**	.405**	.140	.611**	.971**	.489**	.081	.627**
		松浦志佐				吉井				福石			
年度		SPM	SO ₂	NO _x	O _x	SPM	SO ₂	NO _x	O _x	SPM	SO ₂	NO _x	O _x
2014	春	.961**	.500**		.516**	.966**	.530**	.244*	.366**	.936**	.563**	.270*	
	夏	.800**	.459**		.566**	.806**	.310**	.176		.814**	.251*	.209	
	秋	.923**	.250*		.400**	.829**	.484**	.300**	.042	.870**	.606**		
	冬	.974**	.544**	.473**	.295**	.886**	.424**	.291**	.173	.946**	.604**	.362**	
2015	春	.936**	.521**	.414**	.382**	.832**	.456**	.299**	.477**	.926**	.261*	.236*	
	夏	.902**	.581**	.258*	.314**	.811**	.412**	.266*	.203	.850**	.356**	.291**	
	秋	.922**	.538**	.327**	.307**	.943**	.403**	.286**	.266*	.893**	.463**	.153	
	冬	.948**	.398**	.219*	.203	.962**	.481**	.252*	.240*	.948**	.108	.038	
2016	春	.946**	.645**	.264*	.531**	.967**	.542**	.154	.629**	.864**	.560**	.143	
	夏	.917**	.592**	.260*	.545**	.957**	.503**	.315**	.547**	.937**	.405**	.157	
	秋	.887**	.343**	.265*	.275*	.923**	.321**	.303**	.234*	.800**	.237*	.190	
	冬	.934**	.286**	.021	.542**	.922**	.154	-.205	.561**	.958**	.187	.049	
		大塔				川棚				村松			
年度		SPM	SO ₂	NO _x	O _x	SPM	SO ₂	NO _x	O _x	SPM	SO ₂	NO _x	O _x
2014	春	.984**	.367**	.507**	.206	.981**	.335**	.247*	.409**	.960**	.236*		.235*
	夏	.959**	.153	.357**	.519**	.873**	.497**	.372**	.505**	.801**	.094	.388**	.590**
	秋	.961**	.360**	.384**	-.052	.949**	.424**	.418**	-.005	.940**	.383**	.408**	-.084
	冬					.961**	.403**	.383**	.044	.949**	.501**	.248*	.140
2015	春	.963**	.469**	.530**	.350**	.928**	.544**	.341**	.416**	.931**	.386**	.338**	.330**
	夏			.474**	.145	.897**	.390**	.370**	.309**	.878**	.366**	.320**	.119
	秋	.936**	.472**	.434**	.089	.939**	.491**	.256*	.211*	.933**	.601**	.509**	.035
	冬	.882**	.403**	.296**	.077	.916**	.254*	.256*	-.045	.949**	.311**	.302**	.053
2016	春	.835**	.326**	.176	.569**	.944**	.610**	.245*	.628**	.918**	.597**	.334**	.494**
	夏	.945**	.381**	.482**	.594**	.945**	.127	.556**	.556**	.873**	.527**	.383**	.594**
	秋	.938**	.359**	.379**	-.019	.907**	.259*	.328**	.097	.890**	.403**	.410**	.033
	冬	.975**	.289**	-.031	.389**	.966**	-.112	-.013		.967**	.334**	-.035	.379**

0.8以上	0.8 ~ 0.6	0.6 ~ 0.4	0.4未満
-------	-----------	-----------	-------

** : 相関係数は 1% 水準で有意 * : 相関係数は 5% 水準で有意

表 2 の続き

		雪浦				大村				諫早			
年度		SPM	SO2	NOx	Ox	SPM	SO2	NOx	Ox	SPM	SO2	NOx	Ox
2014	春	.951**	.449**	.375**	.379**	.980**	.366**	.199	.490**	.974**	.364**	.339**	.370**
	夏		.532**	.444**	.650**	.834**	.375**	.339**	.598**	.811**	.343**	.389**	.566**
	秋	.943**	.298**	.239*	.348**	.940**	.482**	.489**	.005	.954**	.600**	.566**	-.082
	冬	.970**	.517**	.373**		.956**		.312**	.105	.961**	.486**	.208	
2015	春	.945**	.436**	-.058	.459**	.954**	.460**	.294**	.482**	.929**	.434**	.285**	.479**
	夏	.857**	.339**		.261*	.919**	.499**	.359**	.351**	.924**	.526**	.488**	.287**
	秋	.936**	.534**	.315**	.251*	.909**	.564**	.423**	.165	.967**	.497**	.459**	.167
	冬	.929**	.452**	.315**	.231*	.919**	.387**	.343**	.045	.928**	.375**	.429**	-.066
2016	春	.831**	.500**	.340**	.558**	.950**	.527**	.221*	.534**	.916**	.663**	.345**	.508**
	夏	.905**	.517**	.516**	.631**	.935**	.573**	.291**	.711**	.960**	.394**	.323**	.702**
	秋	.876**	.370**	.280**	.140	.899**	.455**	.470**	-.033	.828**	.298**	.473**	-.022
	冬	.972**	.222*	.173	.517**	.957**	.301**	.072	.421**	.954**	.600**	.566**	-.082
		時津				稲佐小学校				小ヶ倉			
年度		SPM	SO2	NOx	Ox	SPM	SO2	NOx	Ox	SPM	SO2	NOx	Ox
2014	春	.966**	.303**	.275**	.326**	.936**	.364**	.320**	.335**	.955**		.289**	.331**
	夏	.802**	.458**	.262*	.633**	.636**	.253*	.433**	.604**	.810**		.343**	.666**
	秋	.885**	.248*	.484**	-.089	.812**	.477**	.451**	.043	.902**		.313**	.252*
	冬	.938**	.331**	.251*		.857**	.576**	.311**	.218	.938**		.253*	.268*
2015	春	.917**	.536**	.268*	.453**	.817**	.575**	.349**	.468**	.878**		.288**	.550**
	夏	.900**	.364**	.312**	.219*	.841**	.389**	.236*	.207	.871**		.279**	.307**
	秋	.851**	.379**	.286**	.206	.919**	.513**	.383**	.278**	.893**		.288**	.358**
	冬	.890**	.309**	.391**	-.064	.942**	.537**	.283**	.139	.901**		.188	.235*
2016	春	.934**	.565**	.280**	.523**	.917**	.617**	.344**	.518**	.908**		.161	.577**
	夏	.917**	.590**		.632**	.912**	.394**	.281**	.614**	.899**		.335**	.653**
	秋	.935**	.100	.371**	.064	.889**	.278**	.410**	.147	.904**		.303**	.150
	冬	.917**	.236*	-.024	.425**	.929**	.300**	-.026	.481**	.951**		-.041	.642**
		東長崎				小浜				島原			
年度		SPM	SO2	NOx	Ox	SPM	SO2	NOx	Ox	SPM	SO2	NOx	Ox
2014	春	.967**		.327**	.279**	.974**	.359**	-.046	.436**	.972**	.249*	.394**	.397**
	夏			.433**	.626**	.917**	.375**	.481**	.697**	.896**	.015	.275**	.599**
	秋			.505**	-.031	.935**	.478**	.440**	.156	.947**	.561**	.623**	.014
	冬	.975**		.361**	.096	.943**	.441**	.456**	.205	.922**	.520**	.480**	-.026
2015	春	.949**		.205	.440**	.944**	.381**	.061	.530**	.944**	.300**	.261*	.484**
	夏	.835**		.210*	.218*	.904**	.249*	.488**	.304**	.901**	.066	.330**	.201
	秋	.939**		.241*	.204	.901**	.557**	.188	.439**	.921**	.381**	.428**	.218*
	冬	.935**		.293**	-.048	.917**	.597**	.440**	.188	.902**	.522**		-.071
2016	春	.941**		.364**	.525**	.887**	.571**	.221*	.525**	.914**	.143		.476**
	夏	.927**		.368**	.658**	.915**	.383**	.492**	.725**	.945**	-.158	.120	.611**
	秋	.920**		.504**	-.053	.858**	.418**	.221*	.170	.882**	.162	.501**	.047
	冬	.817**		.100	.446**	.910**	.074		.521**	.934**	.391**	.298**	.273**

0.8以上	0.8 ~ 0.6	0.6 ~ 0.4	0.4未満
-------	-----------	-----------	-------

** : 相関係数は 1% 水準で有意 * : 相関係数は 5% 水準で有意

Status of the achievement for air quality standards of PM_{2.5} in Nagasaki Prefecture

Masataka DOI

A number of PM_{2.5} monitoring sites are eighteen in Nagasaki prefecture. We report status of the achievement for air quality standard of PM_{2.5}, and correlation between daily PM_{2.5} and other air pollutants (SPM, SO₂, NO_x, O_x) about the past three years.

In the result, monitoring sites achieved air quality standard of PM_{2.5} is increased with age, fourteen out of eighteen (achievement percentage is 78%) for the year 2016. PM_{2.5} concentration is directly correlated to SPM, but is poor to gaseous pollutants (SO₂, NO_x, O_x).

Key words : particulate matter, atmospheric environmental monitoring, correlation analysis

諫早湾干拓調整池における淡水産二枚貝イケチョウガイの飼育

粕谷 智之、陣野 宏宙

諫早干拓地調整池のヨシ進出工内にある4地点でイケチョウガイを地播きで飼育した。イケチョウガイの生残率は地点間で大きく異なり、20~85%であった。生残率が最も高かった地点は St.1 で、最も低かったのは St.4 (囲い)であった。瞬間死亡速度は8月~9月にかけて高い傾向が見られた。回帰分析によって瞬間死亡速度と水温やクロロフィル蛍光強度などの環境項目との関係を解析した結果、夏期のイケチョウガイの死亡には水温の上昇にともなう個体の疲弊に加えて、波浪による掘り起しにともなう個体の損傷が関わっていることが示唆された。また、St.1 は周囲を木柵工で囲まれていることから、波浪の影響を受けにくく、結果としてイケチョウガイの生残率が高くなったこと、さらに、岸からの距離もイケチョウガイの死亡要因となる可能性があることが示唆された。

キーワード: 二枚貝、水質浄化、ヨシ進出工

はじめに

諫早湾干拓調整池(以降、調整池とする)では、平成9年4月に潮受堤防が閉め切られて以降、CODなどの値が水質目標値を超過している状況にある。これまでに「第2期諫早湾干拓調整池水辺環境の保全と創造のための行動計画」に基づき、環境保全型農業の推進や下水道等の整備、調整池の浮泥の巻き上げ対策など様々な負荷削減対策に取り組んできた結果、巻き上げによる負荷は減少したものの、陸域からの流入や内部生産による負荷は増加した。しかし、流入負荷に対する対策は浅水代かきやカバークロープなどが実用化されており、対策が進みつつある。

一方、内部生産対策としては、二枚貝が植物プランクトンをろ過して摂餌する食性を利用した水質浄化策などがある。長崎県環境保健研究センター(以降、環保研とする)では、平成18年度から24年度にかけて、イケチョウガイやヤマトシジミの垂下式カゴ内飼育を行い、調整池での飼育の可能性について検討し^{1), 2), 3), 4)}、これらの二枚貝は調整池の水質で生残・成長するが、波浪による飼育カゴの動揺を防ぐために、飼育には1m以上の水深が必要であることが指摘された。さらに、カゴの設置に要する支柱や飼育施設の維持管理の点で大規模な展開が難しいことから、事業化には至らなかった。

このような状況の下、遊水池において垂下式カゴ内飼育で蓄養していたイケチョウガイの内、カゴから落ちた個体が遊水池の底泥内で生残していることが確認されことから、同種は調整池の底質でも生残できる可能性が見いだされた。調整池における底生生物相は貧弱であり⁵⁾、二枚貝は極めて少ないことから、イケチョウガイを



図1 飼育現場位置図

底に地播きして大量に飼育することができれば、調整池の水質浄化に大きく寄与すると考えられる。そこで本研究では、調整池におけるイケチョウガイ大量飼育に向けた手法などを検討することを目的として、調整池ヨシ進出工内においてイケチョウガイを地播き飼育し、生残状況などを調査した。

材料および方法

(1) 飼育試験

1) 飼育現場概況

飼育実験は調整池のヨシ進出工内の4地点で行った(図1)。何れの測点も底質は泥である。底質は強熱減量で2.6~3.7%、CODで1.7~6.6 mgO g⁻¹、硫化物で0.059~0.15 mgS g⁻¹であり⁶⁾、水産用水基準では正常泥に分類される。なお、後述のとおり、平時の水深は40cm程度である。

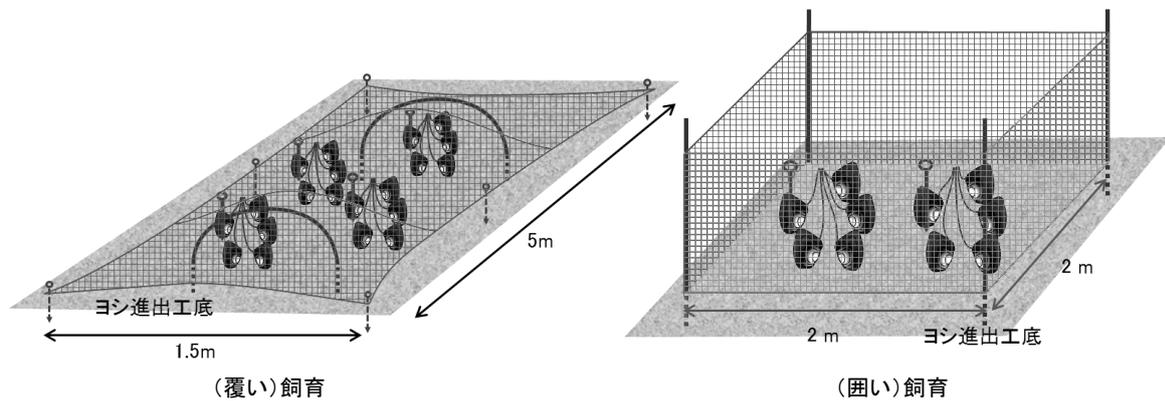


図2 飼育施設概要

2) 飼育実験

飼育施設は捕食防止ネットを被せる形式の「覆い」を全地点に設置した(図 1、2)。また、ネットで囲む形式の「囲み」を St.4 に設置した。

飼育実験には滋賀県真珠養殖漁業協同組合から購入した殻長 97~144 mm のイケチョウガイ(2~3 年貝)、90 個体を使用した。すべての個体は、殻の上部に開けた穴に番号札をつけた紐を結びつけ、さらにもう一方を、支柱に結び付けることによって流失を防ぐとともに、個体ごとに成長を管理した(図 2)。

各地点の「覆い」にはそれぞれ 20 個体、「囲い」には 10 個体のイケチョウガイを放流し、2016 年 5 月~2017 年 1 月まで飼育した。月 1 回の頻度で殻長を計測するとともに生残数を計数した。

イケチョウガイの殻長および生残数の推移から、次式を用いて瞬間成長速度(G, %/日)および瞬間死亡速度(D, %/日)を算出した。

$$G=100 \cdot \ln(SL_t/SL_0)/t$$

$$D=-100 \cdot \ln(N_t/N_0)/t$$

ここで、 SL_0 および SL_t は飼育開始 0 日後および t 日後の殻長(mm)、 N_t および N_0 は飼育開始 0 日後および t 日後の生残個体数、t は飼育日数を表す。

3) 環境項目の測定

St.3 には底面上 10 cm の位置に溶存酸素計(JFE アドバンテック製 RINKO W)とクロロフィル濁度計(JFE アドバンテック製 INFINITY-CLW)、そして水位計(HOBO 社製 U20 および U20L)を設置して、イケチョウガイの生残などに関連すると思われる各環境項目を連続的に観測した。

降雨量および風向風速データについては諫早および大村のアメダス気象観測所のデータを気象庁ホームページよりダウンロードした⁷⁾。

結果と考察

(1) 飼育環境

飼育現場の水位、水温、溶存酸素量、およびクロロフィル蛍光強度の季節変化を図 3 に示す。水位は降雨時に最高で 126 cm まで上昇するが、排水によって 40 cm

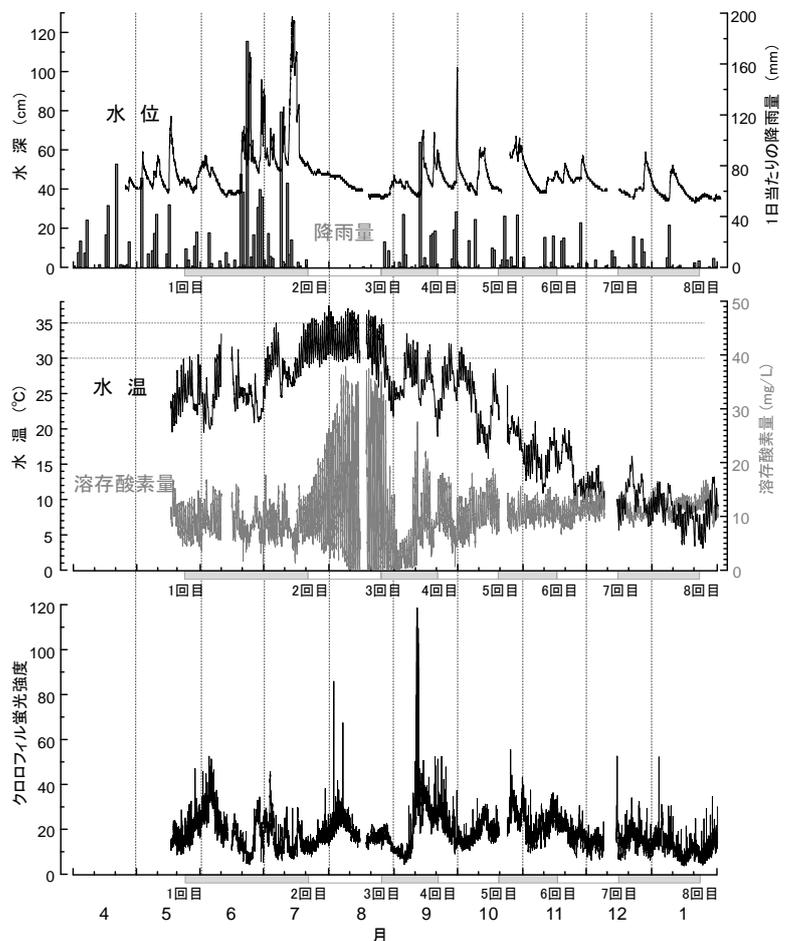


図3 St.3 における各環境項目の季節変化。回数は調査回を表す。

程度まで下降した。ヨシ進出工内の最低水位は 40 cm と考えられる。

水温は 7 月中旬から 8 月下旬にかけて、ほぼ常時 30℃以上を記録した上に、最高値は 35℃以上に達した。9 月以降、水温は徐々に低下し、1 月下旬には 3℃を記録した。

溶存酸素量は 7 月中旬から変動幅が大きくなり、8 月中旬から 9 月上旬にかけては、夜間は無酸素状態となったものの、昼間には最高で 37 mg/L まで上昇した。高い溶存酸素量が記録された期間は水温が 30℃以上の期間と一致することから、高い水温によって植物プランクトンの光合成が活発になったことによるものと考えられる。

クロロフィル蛍光強度は 4.3~118.5 の範囲で変動したが、明確な季節性などは見られなかった。低い蛍光強度が記録された期間は降水のあった期間と一致することが多いことから、排水により植物プランクトン量が一時的に低下した可能性がある。しかし、大概するとクロロフィル蛍光強度はほぼ常時 10 以上といえる。

(2) 飼育実験

1) 成長

ヨシ進出工内におけるイケチョウガイの瞬間成長速度は、-0.0678~0.092 の範囲であった。最低値は 8 月 (St.2、2~3 回目調査間)、最高値は 11 月 (St.2、5~6 回目調査間) に観測された。高い瞬間成長速度は、9 月~12 月にかけて観測され、1 月の時点でも成長した個体が見られた。茨城県牛久沼では、イケチョウガイの成長速度は 0~0.373 %日⁻¹ であることから⁷⁾、ヨシ進出工におけるイケチョウガイの成長速度は低いといえる。

St.1 ではイケチョウガイは 11 月を除き、殆どの個体が正の瞬間成長速度を示した一方 (図 4)、St.2~4 では 8 月に負の瞬間成長速度となる傾向が見られた。また、St.1 とは対照的に、11 月には多くの個体が正の速度を示した。飼育実験中、殻長計測時には図 5 に示すような殻が破損した個体が見られたことから、殻長に影響するほど貝殻の縁が削られた可能性があり、このような事象が牛久沼よりも低い成長速度の一因と考えられる。

2) 生残数の推移

飼育実験中、紐を結びつけた殻部分が割れて、回収不能となったイケチョウガイが数個体あった。これらの生死については不明だが、計数の際は生残個体数から除外した。

飼育実験終了時、生残したイケチョウガイは St.1 では 85% (20 個体中 17 個体) であったのに対して、St.2 では 30% (6 個体)、St.3 および St.4「覆い」では 40% (8 個体) であった。また、St.4「囲い」では、生残率は 20% (10 個

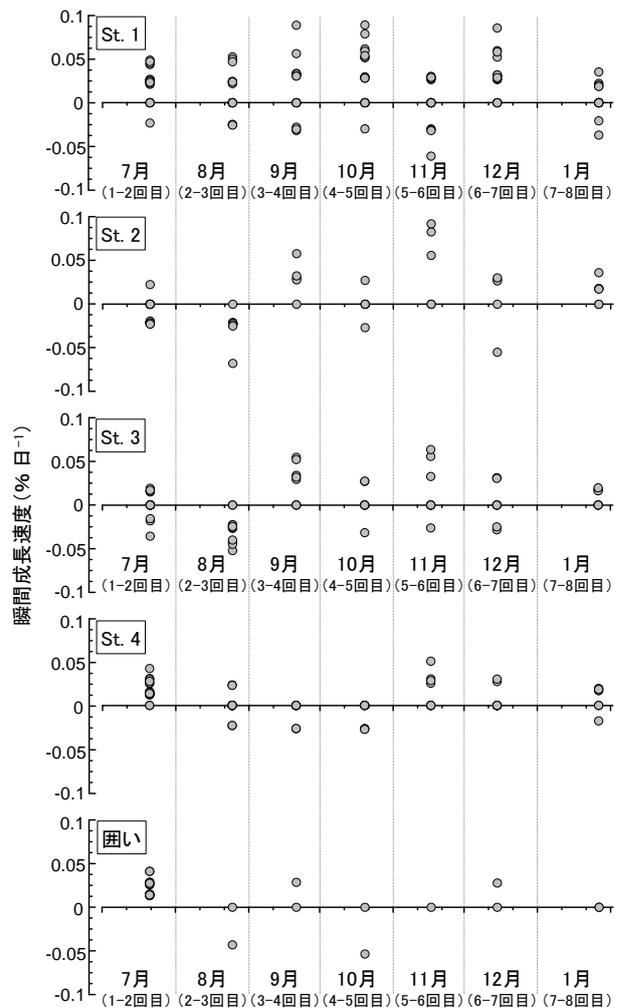


図4 各調査回間におけるイケチョウガイの瞬間成長速度 (%日⁻¹)。カッコ内は調査回間を表す。

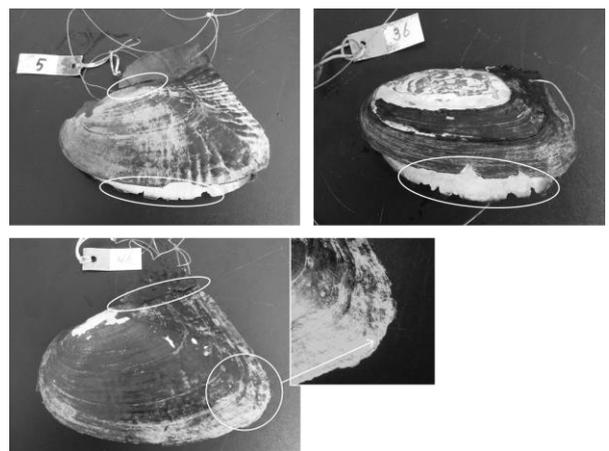


図 5 殻が破損したイケチョウガイ。両個体とも 2 回目調査時に死亡が確認された。

体中 2 個体) であった。

瞬間死亡速度は St.1 を除き、8 月と 9 月に高い傾向が見られ (図 5)、この間は 1.1~2.8 %日⁻¹ の範囲であった。最も高い値は、St.4 (囲い) で観測された。対照的に、St.1 の瞬間死亡速度は最大でも 11 月の 0.2 %日⁻¹ に留

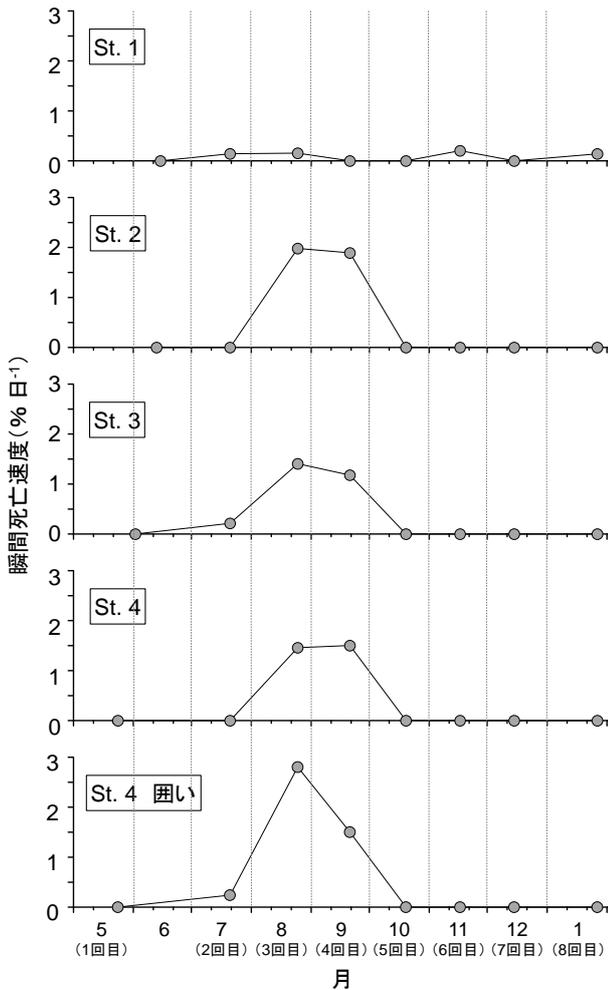


図 6 調査回間におけるイケチョウガイの瞬間死亡速度(%日⁻¹)。カッコ内の数字は調査回を表す。

表 1 St.2~4 で行った飼育実験のデータを対象としたイケチョウガイの瞬間死亡速度と各環境項目との相関行列

	瞬間死亡速度(%日 ⁻¹)	水温(°C)	水位(cm)	Chl 蛍光強度
水温(°C)	0.6765**			
水位(cm)	-0.2675	0.3160		
Chl 蛍光強度	0.1480	0.4226*	0.5177**	
酸素飽和度 <30%出現頻度	0.8315**	0.5575**	-0.2357	0.2542

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$

まった。

二枚貝の適性水温は、アサリでは 20~25°C (10~30°C で成長可能) である⁹⁾。またアサリ稚貝は、水温 35~36°C では 5 時間で死に始め、15 時間で 100% 斃死する⁹⁾。イケチョウガイでは適性水温は 20~25°C であり¹⁰⁾、アサリとほぼ同じである。斃死が始まる水温については不明だが、瞬間死亡速度が高かった時期は、水温が昼間に 35°C 以上であった期間が含まれることから、高水温

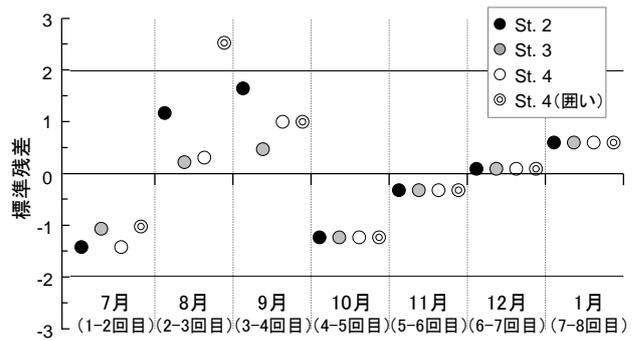


図 7 調査回間の瞬間死亡速度と水温の回帰分析に関する残差検定結果。カッコ内は調査回間を表す。

が死亡の一因と考えられる。しかし、St.1 では高水温時でも殆どの個体が生残したことから、他の要因と複合して斃死に至った可能性がある。そこで、環境項目のデータを用いて回帰分析によって死亡要因を検証する。

3) イケチョウガイの生残に関わる環境項目の抽出

① 単回帰分析

St.1 があるエリアは他の飼育地点があるエリアとは木柵工で分画されており(図 1)、St.1 で飼育した個体の死亡要因は他の地点とは異なる可能性がある。そこで、イケチョウガイの瞬間死亡速度については、同じエリア内にある St.2~St.4 のデータを採用した。

環境項目として、水温、水位、クロロフィル(Chl) 蛍光強度、そして酸素飽和度<30%出現頻度を用いて、調査回間ごとのそれぞれの平均値とイケチョウガイの瞬間死亡速度との相関行列を作成した(表 1)。

瞬間死亡速度はクロロフィル蛍光強度との間には相関は見られなかったことから、ヨシ進出工内ではイケチョウガイの餌は十分量存在していると判断される。

一方で、瞬間死亡速度は水温と酸素飽和度 30% 以下出現頻度との間に有意で高い相関がみられた(r^2 はそれぞれ 0.6765、および 0.8315, $p < 0.01$)。同時に、水温と酸素飽和度 30%以下出現頻度との間にも有意で高い相関があった($r^2=0.5575$, $p < 0.001$)。アサリなどの二枚貝は貧酸素条件下でも数日間は生残できる¹¹⁾。また、飼育実験を行ったヨシ進出工内の溶存酸素量は、昼間は過飽和の状態にあることから、本研究では水温をイケチョウガイの瞬間死亡速度の説明変数として採用した(付表 1)。分析の結果、得られたモデルは成立し($p=0.00007$, <0.01)、イケチョウガイの瞬間死亡速度は水温によって 43% 説明できることが明らかとなった。

② 残差検定

得られた回帰分析結果を基に残差の検定を行った(図 7)。標準残差は 2~3 回目調査間および 3~4 回目調査間で高く、St.2 と St.4「困い」で顕著であった。特に、

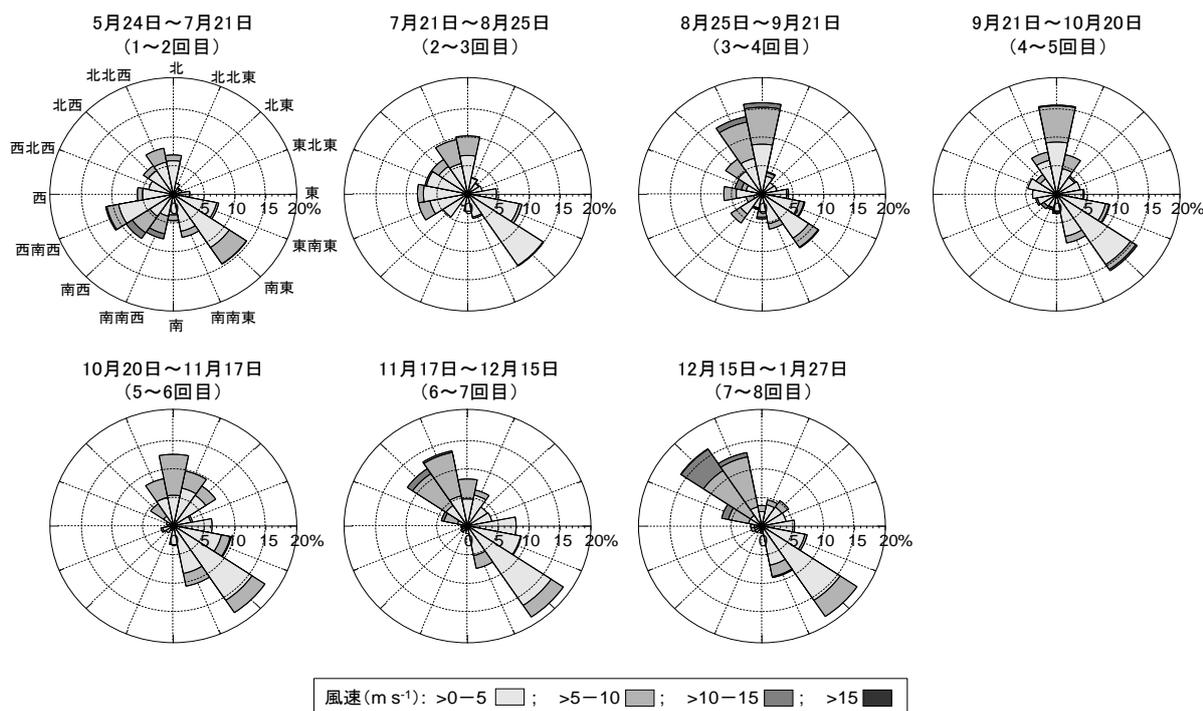


図 8 イケチョウガイの生残調査実施日間の風配図。風向風速データにはアメダス大村観測所 1 時間値を用いた。カッコ内は調査回数を表す。

St.4「囲い」の標準残差は 2~3 回目調査間で 2.5 を超える外れ値であった。

3~4 回目調査間は 2~3 回目調査間よりも水温が低下したにもかかわらず、瞬間死亡速度は 2~3 回目間と同様に高い状態であったことから、水温以外の要因もイケチョウガイの死亡に関わっていると思われる。

4) イケチョウガイの生残に関わる複合要因の検討

①重回帰分析

2~3 回目調査間および 3~4 回目調査間では、死亡した個体の多くに殻の破損がみられたことから(図 5)、波浪などによる底質中からの掘り起しがあった可能性がある。波浪は風によって引き起こされることから飼育期間中の風配図を作成した結果(図 8)、3~4 回目調査間はそれ以前の調査間と比較して、北および北北西の風が吹く頻度が増加した。そこで、説明変数として、水温に、北および北北西の風向を合わせた出現頻度を加えて重回帰分析を行った。ただし、外れ値が見られた St.4(囲い)は他のデータセットとは飼育様式が異なることからデータから除外した。

解析の結果、得られたモデルは成立し($p=0.0005$, <0.01)、イケチョウガイの瞬間死亡速度は水温と風向によって 52%説明できることが明らかとなった(付表 2)。また、水温と風向の標準回帰係数はそれぞれ 0.5696 および 0.3585 であり、水温がより影響していることが示唆され

た。従って、夏期のイケチョウガイの死亡には高水温による個体の疲弊に加えて、波浪による掘り起しにともなう個体の損傷やストレスが関わっていることが示唆された。夏期においても殆どのイケチョウガイが生残した St.1 は、周囲をヨシ原で取り囲まれていることから、波浪の影響を受けにくいのであろう。また、St.4 では、「囲い」で飼育したイケチョウガイの瞬間死亡速度は「覆い」で飼育したものよりも高かった。ネットで覆われることによって、波浪による掘り起しが若干軽減されたのかもしれない。

② 残差検定

瞬間死亡速度と水温および風向の重回帰分析に関する残差検定結果を図 9 に示す。St.2 の標準残差は 2~3 回目調査間で 2 を超える外れ値であった。また、3~

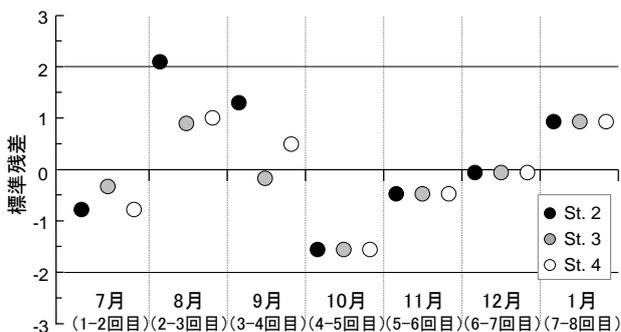


図 9 調査回間の生残率と水温および風向の重回帰分析に関する残差検定結果。カッコ内は調査回数を表す。

4 回目調査においても他の測点よりも高い標準残差であった。St.2 は他の 2 測点よりも岸に近いことから、北および北北西風の際は泥の粒子などが吹き寄せられやすい環境下にあると思われる。事実、St.2 は他の 2 点よりも捕食防止ネット上に多くの泥が堆積する傾向が見られた。このような環境下では、イケチョウガイは呼吸や摂餌のため、堆積した泥中に移動する必要がある。泥中では姿勢を保持しにくく、波浪により掘り起こされやすいと考えられることから、他の地点よりも瞬間死亡速度が上昇したのかもしれない。

海産二枚貝のアサリは泥の被覆が殻長の 2~3 倍に達すると 100% の個体が死亡する¹¹⁾。イケチョウガイについても埋没によるストレスが斃死に繋がる可能性がある。

おわりに

本研究を行ったヨシ進出工内で、北方向からの風の影響を受けにくい場所をイケチョウガイの飼育適地とすると、非常に狭い範囲に限定される。より広域で飼育を行うためには波浪を軽減する方法を検討する必要がある。今後、アサリの資源保護などで実践されている手法などを参考にして、調整池に適した手法を検討していく予定である。

参考文献

- 1) 石崎修造ほか: イケチョウガイによる諫早湾干拓調整池の水質浄化に関する研究, 長崎県環境保健研究センター所報, 53, 47~52, (2007)
- 2) 平成 21 年度国営干拓環境対策調査 水生生物を活用した調整池水質保全対策検討委託事業報告書 (諫早湾干拓調整池でのヤマトシジミの垂下式養殖

の適応性に関する研究), (2009)

- 3) 平成 22 年度国営干拓環境対策調査 水生生物を活用した調整池水質保全対策検討委託事業報告書 (諫早湾干拓調整池でのヤマトシジミの生息適応性に関する研究), (2010)
- 4) 平成 23 年度国営干拓環境対策調査 水生生物を活用した調整池水質保全対策検討委託事業報告書 (諫早湾干拓調整池及び中央遊水池における二枚貝(ヤマトシジミ及びイケチョウガイ)の生息適応性に関する研究), (2011)
- 5) 粕谷智之ほか: 諫早湾干拓調整池の生物相(植物プランクトン及び底生生物), 長崎県環境保健研究センター所報, 58, 84~86, (2012)
- 6) 陣野宏宙ほか: 諫早湾干拓調整池におけるイケチョウガイの地蒔き飼育の可能性に関する研究, 長崎県環境保健研究センター, 61, 72~78, (2015)
- 7) 気象庁: 気象庁ホームページ, <http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php>
- 8) 柳田洋一ほか: 淡水産二枚貝類の生育環境条件について, 茨城県内水面水産試験場調査研究報告, 27, 98~123, (1991)
- 9) 社団法人全国沿岸漁業振興開発協会: 「沿岸漁業整備開発事業 増殖場造成計画指針 ヒラメ・アサリ編 平成 8 年度版」, (1997)
- 10) 水元三朗ほか: イケチョウガイの増殖に関する研究 -VII イケチョウガイの成長について, 滋賀県水産試験場研究報告, 10, 19~32, (1959)
- 11) 水産庁: 干潟生産力改善のためのガイドライン, (2008)

Culture Experiment of a Fresh-water Bivalve *Hyriopsis schlegelii* Regulating Reservoir originating from Isahaya-Bay Land Reclamation

Tomoyuki KASUYA, Hiroomi JINNO

A fresh-water bivalve *Hyriopsis schlegelii* was released directly and bred in the sediment of a pond enclosed by reed bed in the regulating reservoir of the Isahaya-Bay Reclamation Project. A survival rate of the bivalve ranged from 20% to 85%, and a high instantaneous mortality rate (% d⁻¹) was observed in August and September. Regression analysis between an instantaneous mortality rate and environmental variables indicates that water temperature and the occurrence frequency of northerly and north-northwesterly wind influence the survival of the bivalve in the regulating reservoir. High survival rate obtained from St.1 was probably caused by a surrounding reed-hedge weakening waves. The distance from the border of the pond also seems to influence the survival of the bivalve.

Key words: Bivalves, water purification, reed bed

付 表

付表 1 単回帰分析。説明変数として水温を選択した場合の回帰分析結果。

回帰統計	
重相関 R	0.6765
重決定 R ²	0.4577
補正 R ²	0.4368
標準誤差	0.6177
観測数	28

分散分析表

	自由度	変動	分散	観測された 分散比	有意 F
回帰	1	8.371	8.371	21.942	7.73E-05
残差	26	9.919	0.381		
合計	27	18.290			

	係数	標準誤差	t	P-値	下限 95%	上限 95%
切片	-0.974	0.337	-2.890	0.007666	-1.666	-0.281
水温(°C)	0.070	0.015	4.684	0.000077	0.039	0.101

付表 2 重回帰分析。説明変数として水温と風向を選択した場合の回帰分析結果。

回帰統計	
重相関 R	0.755
重決定 R ²	0.570
補正 R ²	0.522
標準誤差	0.509
観測数	21

分散分析表

	自由度	変動	分散	観測された 分散比	有意 F
回帰	2	6.205	3.1029	11.9413	0.0005
残差	18	4.677	0.2598		
合計	20	10.883			

	係数	標準誤差	t	P-値	下限 95%	上限 95%	標準偏回帰 係数
切片	-1.864	0.5573	-3.345	0.0036	-3.03527	-0.693391	
水温(°C)	0.0524	0.0148	3.531	0.0023	0.021253	0.083671	0.5696
風向(北+北北西) 頻度(%)	0.0589	0.0265	2.222	0.0392	0.003228	0.114589	0.3585

長崎県大村湾湾奥部における化学的酸素要求量(COD)関連物質の特性について

粕谷 智之

大村湾奥部の津水湾内の2測点(祝崎沖と久山港沖)において、2011年9月から2017年1月の間に、夏季と冬季の年2回、合計12回、海洋観測を行うとともに、現場海水の栄養塩類および化学的酸素要求量(COD)関連項目の分析を行った。栄養塩類は東大川河口に近い久山港沖の方が祝崎沖よりも高く、河川から栄養が流入していることの反映であると考えられた。CODの70%~88%は溶存態(D-COD)であった。久山港沖では、D-CODと溶存態有機炭素(DOC)との間に有意な相関が見られたことに加えて、D-CODと塩分との間に有意な負の相関が見られたことから、存在するDOCの一部は陸水起源である可能性が示唆された。栄養塩類および全リンに対するリン酸態リンの割合は両調査点ともに夏季の方が高く、貧酸素化によって底泥から溶出した高い濃度の栄養塩が津水湾内に供給されている可能性があることが示唆された。

キーワード: 溶存態有機物、津水湾、透明度、植物プランクトン

はじめに

大村湾は長崎県本土のほぼ中央に位置し、佐世保湾を介して狭い針尾瀬戸と早岐瀬戸だけで外海と通じている閉鎖性の強い湾である。大村湾は海域A類型に指定されており、化学的酸素要求量(COD)の環境基準値は2.0 mg/Lであるが、17環境基準地点における平均値は基準値を超過した状態が続いている¹⁾。長崎県環境保健研究センターでは、平成23年度から「地方公共団体環境研究機関等と国立環境研究所との共同研究(II型実施共同研究)」に参加し、大村湾奥部の2地点(久山港沖と祝崎沖)において海洋観測を実施している。本資料では観測で得たCOD関連項目と栄養塩類のデータを用いて項目間の関係について検討する。

現場調査、測定・分析方法

1) 調査点とその環境概要

調査点は大村湾の環境基準点である「久山港沖」と「祝崎沖」である(図1)。両測点は大村湾の支湾である津水湾内にあり、それぞれの水深は、久山港沖で約6 m、祝崎沖で約15 mである。

両調査点における2006年1月から2015年3月までの透明度とCOD(水深0.5 m)の推移を図2に示す。透明度は年間で変動が大きいものの、大

概すると夏季に低く、冬季に高い傾向が見られた。平均値は久山港沖では3.2 m(範囲: 1.4~6.3 m)、祝崎沖では4.5 m(範囲: 2.2~11 m)であり、沿岸に近い久山港沖でより低い。

CODも年間で大きく変動するものの、概すると夏季に高く、冬季に低い傾向が見られた。平均値は久山港沖では2.6 mg/L(範囲: 1.5~7.0 mg/L)、祝崎沖では2.3 mg/L(範囲: 1.4~4.2 mg/L)であり、沖合にある祝崎沖でより低い。両調査点とも2006年以降、透明度およびCODはほぼ横ばいで推移している。

2) 現場測定・採水・分析

調査は2011年9月から2017年1月の間に、夏季と冬季の年2回、合計12回実施した。各測点では多項目水質計(JFEアレック電子製AAQ-RINKO)を用いて水温、塩分および溶存酸素量(DO)を鉛直的に連続に記録した。さらに、透明度板を用いて透

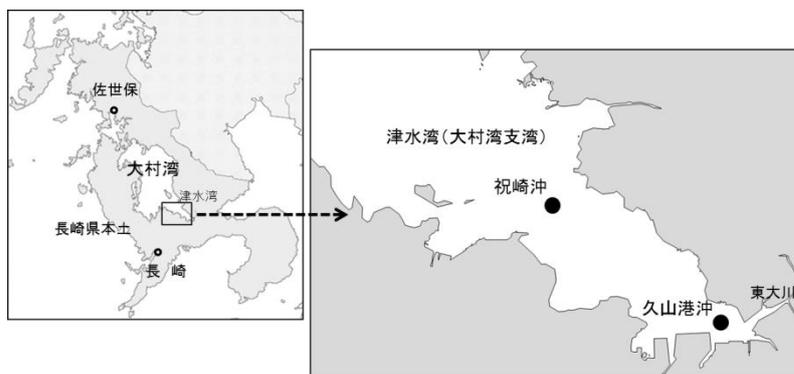


図1 調査点位置図

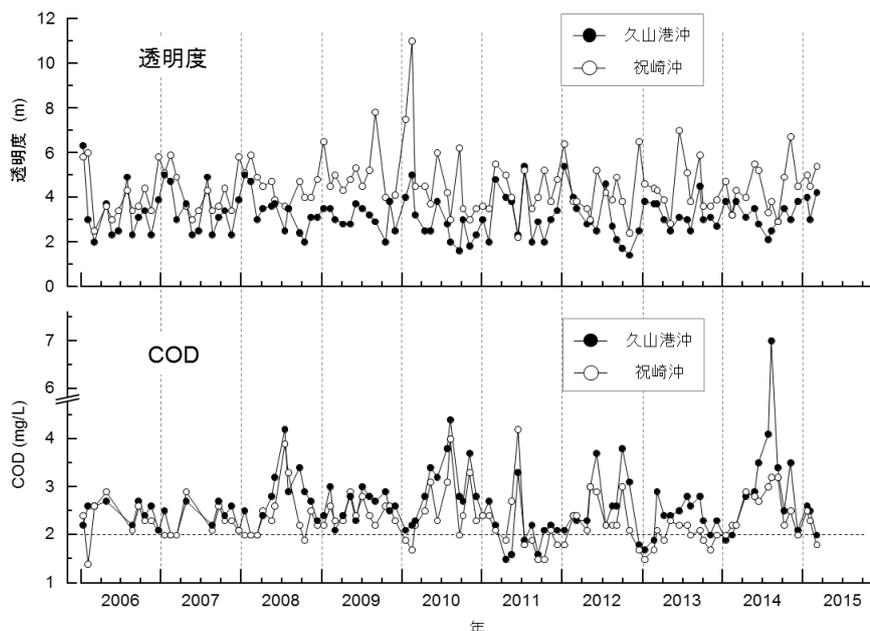


図2 久山港沖および祝崎沖における2006年1月から2015年3月までの透明度とCOD値の推移。データは長崎県公共用水域水質測定結果¹⁾から引用した。COD値は水深0.5mのデータである。

透明度を測定するとともに、採水バケツおよびバンドン採水器を用いて、久山港沖では表層と底層、祝崎沖では表層、中層、底層から採水した。ここで、中層とは水深の1/2の深度、底層とは海底から1mの深度である。

採取した海水は氷冷して持ち帰り、ろ過を行い、ろ過・分注した試水・フィルター類は冷凍して国立環境研究所の方に送付し、II型共同実施研究報告書内の「茨城県沿岸海域公共用水域常時監視点におけるCODと関連する有機物項目について」¹⁾で述べられた方法で一連の分析を行った。

結果と考察

1) 海況について

夏季(2016年9月26日)および冬季(2017年1月25日)における久山港沖および祝崎沖の水温、塩分およびDOの鉛直分布を図3に示す。夏季においては、水温は久山港沖では26.7~28.1℃、祝崎沖では25.9~28.0℃であり、久山港沖でやや高い傾向が見られた。一方、塩分は久山港沖では29.7~31.0、祝崎沖では30.4~31.7であり、祝崎沖でやや高かった。水温・塩分躍層は久山港沖では水深2m付近に、また、祝崎沖では水深5m付近に見られた。DOは両調査点ともに海底上1m付近から急激に減少した。久山港沖では海底直上のDOは4.9 mg/Lであったのに対して、祝崎沖は

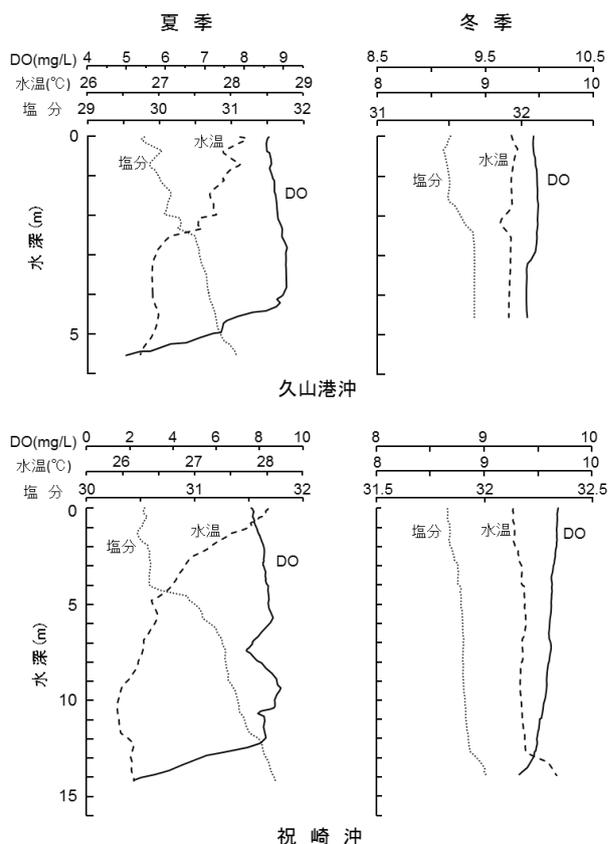


図3 久山港沖(上図)および祝崎沖(下図)における夏季(左側、2016年9月26日)および冬季(右側、2017年1月25日)の海況鉛直構造

表1 2011年9月～2017年1月の夏季と冬季の久山港沖と祝崎沖における栄養塩類の平均値。単位はすべてmg/L、カッコ内の数値は標準偏差を表す。

		DIN	DTN	DIP	DTP	SiO ₂
久山港沖	夏季	0.061 (0.063)	0.270 (0.075)	0.008 (0.009)	0.017 (0.008)	0.77 (0.56)
	冬季	0.055 (0.070)	0.181 (0.048)	0.002 (0.002)	0.008 (0.002)	0.54 (0.31)
祝崎沖	夏季	0.030 (0.030)	0.211 (0.049)	0.008 (0.011)	0.015 (0.010)	0.51 (0.74)
	冬季	0.009 (0.005)	0.151 (0.037)	0.001 (0.001)	0.007 (0.001)	0.39 (0.15)

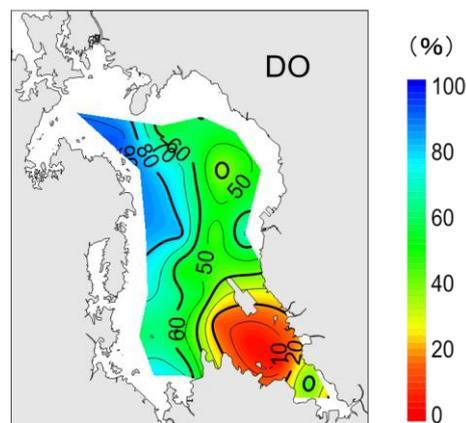


図4 2014年9月30日の海底から1.0m上のDO分布(%)。大村湾貧酸素水塊情報³⁾から引用。

2.2 mg/L まで低下しており貧酸素状態であった。

冬季においては、水温は久山港沖では 9.1～9.2℃、祝崎沖では 9.2～9.6℃であった。塩分は久山港沖では 31.4～31.6、祝崎沖で 31.8～32.0 であり、両調査点間に夏季ほど差は見られなかった。また、水温、塩分ともに顕著な躍層は見られず、両調査点ともに鉛直的に混合していた。DO は久山港沖で 9.8～9.9 mg/L、祝崎沖で 9.3～9.6 mg/L で、鉛直的にほぼ一様であった。

2) 栄養塩類

栄養塩類の測定結果を表 1 に示す。溶存態の無機窒素(DIN: 硝酸態と亜硝酸態窒素、そしてアンモニア態窒素の総和)、全窒素(DTN)、リン酸態リン(DIP)、全リン(DTP)、そして珪酸塩(SiO₂)は久山港沖の方が祝崎沖よりも高い傾向が見られた。久山港沖は東大川の河口付近に位置することから、河川から栄養が流入していることの反映と思われる。季節間の比較では、夏季の方が冬季よりも高く、特にDIPで顕著であった。これは後述するように、貧酸素によって底泥から溶出した栄養塩が供給されたためと思われる。

DIN が DTN に占める割合(DIN/DTN)は夏季においては久山港沖では 22%、祝崎沖では 14%であったのに対して、冬季は久山港沖で 30%、祝崎沖で 5%であった。一方、DIP が DTP に占める割合(DIP/DTP)を計算した結果、久山港沖と祝崎沖ではそれぞれ、夏季は 47%と 53%、冬季は 25%と 14%であり、両調査点ともに夏季の方が高かった。一般に、他の海域、例えば茨

城県の大津漁港や大洗港では、本調査結果とは異なり、DIN/DTN および DIP/DTP は共に夏季よりも冬季の方が高く、これは夏季に植物プランクトンの増殖が活発となり、栄養塩(DINとDIP)が利用されていることの反映と考えられている²⁾。大村湾では、晩夏から初秋にかけて湾外水の底層流入による貧酸素水塊の湾奥部への移動が起こる⁴⁾(図4)。本調査で得た夏季に高いDIN/DTN および DIP/DTP は、貧酸素化によって底泥から水塊内に溶出した高い濃度の栄養塩(特にDIP)が、津水湾内に供給されたことを示唆していると考えられる。

本調査で採集した試料のCOD関連項目、すなわちCOD、溶存態COD(D-COD)、懸濁態COD(P-COD)、全有機炭素(TOC)、懸濁態有機炭素(POC)およびクロロフィルa(Chl. a)の測定結果を表2に示す。調査点間の比較では、どの項目も祝崎沖よりも久山港沖で高い傾向が見られ、特にChl. aで顕著であった。また季節間の比較では、祝崎沖のChl. aを除き、何れの項目も夏季に高かった。COD関連項目の調査点間および季節間の違いには植

表2 2011年9月～2017年1月の夏季と冬季の久山港沖と祝崎沖におけるCOD関連項目の平均値。単位はChl.aはμg/L、他はすべてmg/Lである。カッコ内の数値は標準偏差を表す。

		COD	D-COD	P-COD	TOC	DOC	POC	Chl. a
久山港沖	夏季	3.12 (0.46)	2.58 (0.33)	0.54 (0.4)	1.98 (0.17)	1.39 (0.12)	0.59 (0.21)	6.35 (3.78)
	冬季	2.46 (0.49)	1.94 (0.38)	0.51 (0.46)	1.54 (0.26)	1.14 (0.13)	0.43 (0.16)	5.04 (1.45)
祝崎沖	夏季	2.62 (0.48)	2.23 (0.38)	0.44 (0.38)	1.62 (0.27)	1.26 (0.17)	0.51 (0.6)	2.83 (1.52)
	冬季	2.18 (0.32)	1.92 (0.36)	0.25 (0.21)	1.44 (0.28)	1.15 (0.18)	0.39 (0.14)	3.59 (1.07)

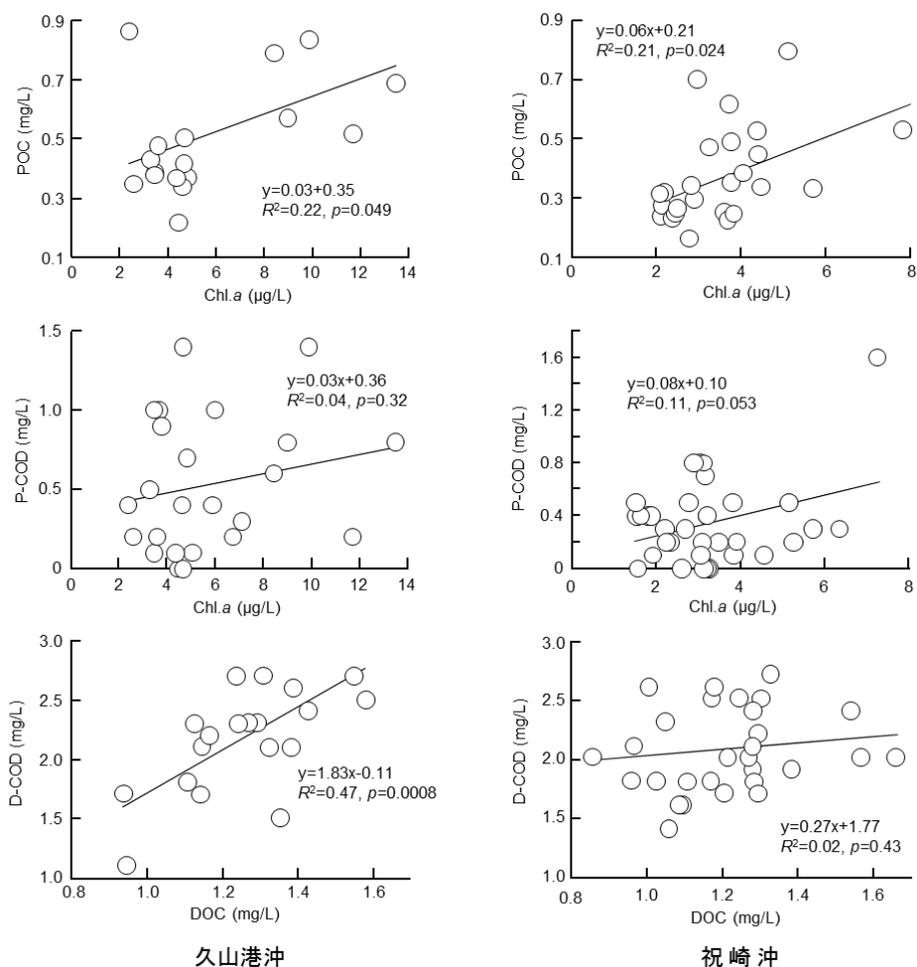


図5 久山港沖および祝崎沖における2006年1月から2015年3月までの透明度とCOD値の推移。データは長崎県公共用水域水質測定結果¹⁾から引用した。COD値は水深0.5mのデータである。

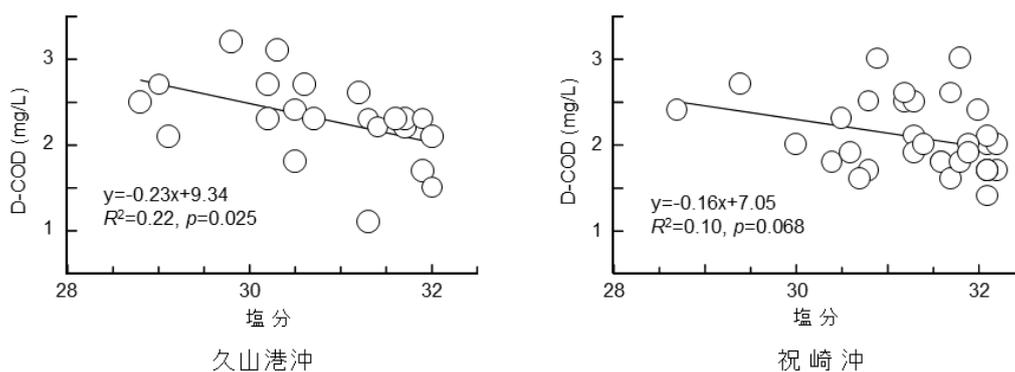


図6 久山港沖および祝崎沖における塩分とD-CODとの相関関係

物プランクトンの増殖による内部生産が関わっていると思われる。

図5に久山港沖と祝崎沖における主な項目間の相関を示す。Chl. aとPOCとの間には両調査点ともに有意な相関が見られたが($p<0.05$)、Chl. aとP-CODの間には相関は無かった。従って、両調査点ともにP-CODの主な構成成分は植物プランク

トン生体以外(例えば死んで分解過程にある植物プランクトンなど)のものであることが示唆される。

CODとTOCはそれぞれ溶解態のもの(D-CODとDOC)が多くを占め、その割合は70%~88%であった。D-CODとDOCの間には久山港沖では有意な相関がみられたものの($p<0.01$ 、D-CODに対するDOCの寄与率47%)、祝崎沖では相関はなかった

(図 5)。また、D-COD と塩分との間には久山港沖で有意な負の相関が見られた ($p < 0.05$) (図 6)。これらのことから、河口に近い久山港沖においては、存在する DOC の一部は陸水起源である可能性が示唆された。

参 考 文 献

- 1) 長崎県環境部地域環境課 公共用水域及び地下水の水質測定結果
- 2) 地方公共団体環境研究機関等と国立環境研究所との共同研究(II 型) 平成 23~25 年度
- 3) 長崎県環境部地域環境課 大村湾の貧酸素水塊発生情報
<https://www.pref.nagasaki.lg.jp/bunrui/kurashi-kankyo/kankyohozen-ondankataisaku/omura/hinsanso-omur>
- 4) 須崎寛和ほか: 大村湾における青潮発生の物理的なメカニズム, 沿岸海洋研究, 53, 65~72, (2015)

環境保健研究センター所報 62, (2016) 報文

「沿岸海域環境の診断と地球温暖化の影響評価のためのモニタリング手法の提唱」報告書

3) 長崎県環境部地域環境課 大村湾の貧酸素水塊発生情報

<https://www.pref.nagasaki.lg.jp/bunrui/kurashi-kankyo/kankyohozen-ondankataisaku/omura/hinsanso-omur>

4) 須崎寛和ほか: 大村湾における青潮発生の物理的なメカニズム, 沿岸海洋研究, 53, 65~72, (2015)

Characteristics of COD and its related Matters, on inner Area of Omura Bay, Nagasaki

Tomoyuki KASUYA

Chemical oxygen demand (COD) and its related matters of seawater were measured once a month at two stations of Iwaizaki-oki and Kuyamakou-oki in Tsumizu Bay, situated in innermost part of Omura, Bay in September and January from 2011 to 2017. The concentration of nutrients were higher at St. Kuyamakou-oki near the estuary of Higashi-ookawa River than that at St. Iwaizaki-oki, indicated the inflow of nutrients from rivers. Seventy to 88 % in COD was present as a dissolved COD (D-COD). In Kuyamakou-oki, a significant relationship was observed between D-COD and a dissolved organic carbon (DOC). In addition, because the significant, negative relationship was also observed between D-COD and salinity of seawater, the DOC in Kuyamakou-oki seems to originate partly from inland water. Nutrients and a ratio of a dissolved inorganic phosphorus to a total phosphorus were higher in summer than in winter at both stations, which suggests that water-mass including a high concentration of nutrients released from the sediments, due to hypoxic or anoxic water developing in bottom water, was transported into inner area of Omura Bay.

Key words: dissolved organic matter, Tsumizu Bay, transparency, phytoplankton

諫早湾干拓調整池流域水質調査結果(2016年度)

浦 伸孝、陣野 宏宙、玉屋 千晶、山内 康生

国営諫早湾干拓事業によって形成された調整池では、現在まで環境基準が達成されていないため、これまで、県の第2期諫早湾干拓調整池水辺環境の保全と創造のための行動計画に基づき、干拓地において浅水代かきなど環境保全型農業に対する取り組みが行われている。この環境保全型農業の実効性を検証するために、諫早干拓地及び山田干拓地から流入する負荷について、各干拓地流域の最下流となる樋門及び上流地点で水質調査を行った。調査の結果、両干拓地流域から、特に5～6月に浮遊物質量、化学的酸素要求量、全窒素、全リンといった負荷が高濃度に調整池へ流入していることが確認された。また、上流地点と比べて下流の樋門調査地点の方が、化学的酸素要求量、浮遊物質量や全リンの濃度が高かったことから、負荷の要因としては、流域の水田にまかれる基肥や、この時期に水田で実施される代かきが考えられる。今後、調整池の水質を改善するためには、適正な質の伴った環境保全型農業に対する取り組みが必要と考えられる。

キーワード: 諫早湾、調整池、干拓

はじめに

有明海の一部である諫早湾では、国営諫早湾干拓事業により平成9年に潮受け堤防が締め切れ、堤防締め切り以来、事業に伴って実施された環境アセスメントの中で定められた水質保全目標値を超過した状態が続いている。干拓事業は平成19年に終了し、平成20年から営農が開始された。

干拓事業によって形成された調整池(本明川(調整池)水域)では、平成21年に、環境基準が湖沼B類型及び湖沼V類型に指定された¹⁾。平成20年度以降、国、県、市などの関係機関で「第2期諫早湾干拓調整池水辺環境の保全と創造のための行動計画」に基づき、水質保全対策に取り組んできたが、調整池においては、現在まで環境基準を達成できていない。平成27年度の長崎県公共用水域測定結果によると、代表的な水質の指標である化学的酸素要求量(COD)は環境基準値(5mg/L)に対して7.7mg/L、全窒素(T-N)は、同じく1mg/Lに対して1.8mg/L、全リン(T-P)は、同じく0.1mg/Lに対して0.23mg/Lと基準の2倍以上となっている。さらに浮遊物質量(SS)は、環境基準値(15mg/L)に対して77mg/Lと、基準の5倍に上っている²⁾。

九州農政局によると、流域全体の負荷はCODで3,827.5kg/日。その内、面源負荷が2,821.1kg/日を占める。流域ごとでは、本明川流域、深海川流域、新干拓地、有明川流域、小野島干拓の順に高いが、生活排水、工場・事業場、農業などさまざまな負荷要因がある。諫早干拓流域と山田干拓流域は、これらに次ぐ負荷量があり、流域負荷のほとんどが農業由来となっている³⁾。今回、これらの流域に着目し、それぞれの最下流の樋門及び上流地点で水質調

査を実施し、得られた水質データにより汚濁負荷量を把握するとともに、水質データと土地利用との関連を考察したので報告する。

*樋門:用水の取り入れや排水などのため、堤防を貫通して設置される暗渠のこと。大雨の際に洪水を防いだり、農事で必要な用水を貯めておいたりするために開閉して使用される施設。

調査内容

1 調査地点

以下に示す2流域、8地点で調査を実施した。調査地点の位置を図1に示す。また、諫早干拓流域及び山田干拓流域について、樋門、水路、農地(水田)の状況を示した拡大図を図2及び図3に示す。

5回の調査中、釜の鼻西樋門は2回、釜の鼻東樋門は1回のみ開門していた。一方、山田樋門1号～4号は、4つ全ての樋門が5回とも開門しており、開門状況に差が見られた。

・諫早干拓流域 3地点

釜の鼻西樋門、釜の鼻東樋門、釜の鼻上流

・山田干拓流域 5地点

山田樋門1号、山田樋門2号、山田樋門3号、山田樋門4号、山田上流

2 調査流域の概要

調査流域の土地利用の概要⁴⁾を図4に示す。

3 調査日

調査日を表 1 に示す。

4 降水量

気象官署「諫早」で観測された、調査期間の降水量⁵⁾を図 5 に示す。

5 調査項目及び方法

(1) 水質の現況調査

・調査項目

pH、溶存酸素(DO)、浮遊物質(SS)、化学的酸素要求量(COD)、全窒素(T-N)、硝酸性窒素(NO₃-N)、亜硝酸性窒素(NO₂-N)、アンモニア性窒素(NH₄-N)、全リン(T-P)、リン酸態リン(PO₄-P)、塩化物イオン(Cl⁻)、クロロフィル a (Chl.a)、流速 (COD、T-N、T-P は溶存態(D-)も分析)

・分析方法

上記調査項目の分析については、公定法により実施した。

(2) 負荷量調査

・調査項目

COD、SS、T-N、T-P

・調査方法

各調査地点における調査項目の濃度に、その時の流量を乗じて負荷量を算出した。

結果概要

1 水質の現況調査

(1) 各測定項目の推移

(ア) pH

pH の水質調査結果を図 6 に示す。山田上流が、他の調査地点と比べてやや高い値(7.5~8.2)で推移した。また、6月6日に釜の鼻上流、山田2号、山田4号で大きく(pH1程度)上昇した。概ね調整池の環境基準の範囲内であった。

(イ) DO

DO の水質調査結果を図 7 に示す。6月6日の山田干拓流域及び9月5日の諫早干拓流域の結果を除き、両流域ともに上流地点が、下流の樋門調査地点よりも高濃度であった。降雨による流れ込みや調査時の水温などの影響で、山田上流以外の全地点で変動幅が 2mg/L 以上と大きかった。

(ウ) COD

COD 及び D-COD の水質調査結果を図 8 及び図 9 に示す。COD は、両流域ともに下流の樋門調査地点の方が、上流地点よりも高濃度であった。上流では、もともと 5mg/L 以下の COD が、農地を経ることで最大 25mg/L 程度まで上昇することが確認されたが、山田干拓流域では代かき期(6月23日)に、諫早干拓流域では代かき前から代かき期(5月17日、6月6日、6月23日)に高い傾向にあった。これらのことから、基肥や代かきの影響を受けて、COD 濃度が上昇していると考えられる。また、釜の鼻東では9月5日に上昇が見られたが、後述の NH₄-N の結果と併せて、農業以外の要因が濃度を高めているものと考えられる。

D-COD は、COD とほぼ同様な傾向にあったが、代かき期(6月23日)に低下した。これは、調査日前日(6月22日)に降った 177.5mm の雨により、溶存 COD 成分の流れ込みよりも、希釈効果が大きくなったことが原因と考えられる。

D-COD/COD を計算したものを図 10 に示す。5月から6月初旬にかけては、COD の濃度が高いが、D-COD の割合も高くなっているため、浄化対策に生物などの活用も考えられる。

(エ) SS

SS の水質調査結果を図 11 に示す。両流域の樋門調査地点では、代かき期(6月23日)に最も高濃度(220~760mg/L)となり、調整池の環境基準値 15mg/L の約 50 倍となった地点もあった。要因の一つとしては、この時期に行われている代かきにより水田の土が柔らかくなり、降雨時の土壌流出量が増加していることが考えられる。代かき期(6月23日)における SS 濃度は、山田干拓流域の方が諫早干拓流域よりも高い傾向にあるため、土壌流出もやや多いと推察される。また、両流域とも下流の樋門調査地点の方が上流地点より高い濃度であり、下流に行くに従い、土壌をはじめとする懸濁物質が流れ込んでいると思われる。

(オ) T-N

T-N 及び D-T-N の水質調査結果を図 12 及び図 13 に示す。両流域の T-N を比較すると、山田干拓流域の方が諫早干拓流域よりも、高い濃度であることが多かった。諫早干拓流域において、上流地点は下流の樋門調査地点と同程度の濃度水準であったが、山田干拓流域では上流地点で最も濃度が高かった。一般的に、畜産排水等で NH₄-N として排出された N 分は時間の経過とともに酸化

を受け、 $\text{NO}_2\text{-N}$ を経て $\text{NO}_3\text{-N}$ となる。山田干拓流域の上流地点においても、 T-N の 80%以上を $\text{NO}_3\text{-N}$ が占めていた。このことから、 T-N 濃度が高い要因としては、直近ではなくある程度時間をかけて、過剰施肥や畜産関連排水などにより土壌が汚染され、そこから降雨などにより $\text{NO}_3\text{-N}$ が河川上流地点へ流入していると推察される。一方、山田干拓流域では、上流で 10mg/L 程度の高い濃度を示したが、樋門ではより低い濃度となった。農地を通過することで、脱窒や希釈などの減少効果を受けることが示唆された。山田干拓流域の樋門調査地点においては、5～6月に濃度が高くなる傾向にあり、水田の代かきや基肥の影響を受けていると思われる。

D-T-N は、 T-N とほぼ同様な傾向にあったが、 SS 濃度が高かった 6月23日の山田干拓流域の樋門調査地点においては、 T-N からの濃度減少幅が大きな地点があった。降水量などの条件次第で、同じ流域においても、 T-N の懸濁態と溶存態の構成比が大きく異なる場合があることが確認された。

(カ) $\text{NO}_2\text{-N}$

$\text{NO}_2\text{-N}$ の水質調査結果を図 14 に示す。諫早干拓流域では、6月6日と9月5日に検出され、山田干拓流域では、6月6日、7月14日及び9月5日に検出された。両流域ではほぼ同様の傾向にあり、7月14日の山田上流地点で最も高い濃度 (0.09 mg/L) となったが、汚染の度合いとしてはあまり高くなかった。

(キ) $\text{NO}_3\text{-N}$

$\text{NO}_3\text{-N}$ の水質調査結果を図 15 に示す。両流域を比較すると、山田干拓流域の方が諫早干拓流域よりも、高い濃度であることが多かった。諫早干拓流域において、上流地点は下流の樋門調査地点と同程度の濃度水準であったが、山田干拓流域においては、上流地点が下流の樋門調査地点よりも高濃度であった。この要因としては、 T-N の項で前述したように、汚染された土壌からの流入が考えられる。また、 T-N と同様に山田干拓流域の $\text{NO}_3\text{-N}$ に関しては、上流の濃度が非常に高いため、河川水が流域の水田等を経由することで、希釈や脱窒作用などにより $\text{NO}_3\text{-N}$ を減少させる効果が働いていると考えられる。全樋門調査地点において、6月6日に最高濃度となり、基肥などの影響を受けていると思われる。

(ク) $\text{NH}_4\text{-N}$

$\text{NH}_4\text{-N}$ の水質調査結果を図 16 に示す。両流域ともに

上流地点は、調査期間をとおして低濃度だったが、諫早干拓流域では、9月5日に釜の鼻東で最も高い濃度 (2.3mg/L) となった。他地点よりも局所的に突出していることから、農業以外の要因が濃度を高めている可能性も考えられる。両流域を比較すると、諫早干拓流域の方が、山田干拓流域よりも高濃度であることが多かった。

(ケ) T-P

T-P 及び D-T-P の水質調査結果を図 17 及び図 18 に示す。 T-P は、両流域ともに下流の樋門調査地点が、上流地点よりも高濃度であった。前述の SS と類似の推移をすることが多く、 SS と同様に、下流に行くに従い周辺の水田等から、懸濁物質と共に多量の懸濁態リンが流れ込んでいると思われる。諫早干拓流域の樋門調査地点では、5～7月にかけて比較的高い濃度 (約 0.9mg/L) で推移した。また、山田干拓流域では、代かき期 (6月23日) に樋門調査地点で高濃度 (1.5～1.9mg/L) となり、これは調整池の環境基準値 0.1mg/L の 20 倍近くに当たる。これらのことから、基肥や代かきの影響を受けて、 T-P 濃度が上昇していると考えられるため、浅水代かきや代かき時の田からの止水などの対策を徹底する必要がある。

D-T-P は、 T-P とほぼ同様な傾向にあったが、 SS 濃度が高かった 6月23日の樋門調査地点においては、 T-P からの濃度減少幅が特に大きかった。

(コ) $\text{PO}_4\text{-P}$

$\text{PO}_4\text{-P}$ の水質調査結果を図 19 に示す。 D-T-P とほぼ同様な傾向にあった。また、 D-T-P と濃度もほとんど変わらないため、調査時の河川において、溶存態リンはリン酸態 (無機態) のものが多く、有機態リンの濃度は低かったと思われる。

(サ) Cl

Cl の水質調査結果を図 20 に示す。釜の鼻西及び釜の鼻東以外の地点は、調査期間をとおして 60mg/L 以下で推移した。釜の鼻西及び釜の鼻東では、9月5日に最も高い濃度 (250mg/L 以上) となったが、これは両地点において、樋門開門時に河川上流側からの流量が小さく、調整池内の水が河川側に逆流することがしばしば確認されていたため、そういった現象の結果と思われる。

(シ) Chl.a

Chl.a の水質調査結果を図 21 に示す。両流域ともに上流地点は、下流の各樋門調査地点よりも低い水準で推移

した。6月23日は全地点で最も低い濃度となったが、激しい降雨により、河川流量が大幅に増加していたためと思われる。30 $\mu\text{g/L}$ 以上の高い濃度となった地点は、6月6日の釜の鼻東、山田1号、9月5日の釜の鼻東だった。最も高い値となった9月5日の釜の鼻東の結果(110 $\mu\text{g/L}$)については、Cl⁻の項でも記述したように、樋門地点で調整池の水の逆流が発生し、植物プランクトンが流入したことが要因の一つとして考えられる。

(2) 各調査地点における測定項目の推移

(ア) CODとSSの関連(図22)

代かき期(6月23日)に、SS濃度が最も高くなったが、諫早干拓流域の樋門調査地点では、COD濃度はあまり上昇しなかった。一方、山田干拓流域の樋門調査地点では、6月23日に顕著にCOD濃度が上昇した。この時、D-COD濃度は逆に低くなっている地点もあったため、特に多量の懸濁態COD成分が、土壌等と一緒に河川に流入してきていたと考えられる。COD、SSについては、両流域ともに、上流地点よりも下流の樋門調査地点の方が高濃度であったため、流域の水田などからの流入の影響が大きいと考えられる。

(イ) T-NとSSの関連(図23)

全地点でT-NとD-T-Nが同程度の濃度を示しており、降雨後の河川中に懸濁態窒素があまり含まれていないと考えられる。併せて、全地点で最もT-N濃度が高かった山田上流地点のSS濃度が、逆に全地点で最も低いことから、河川中の窒素の多くは溶存態として存在していると推察される。ただし、代かき期(6月23日)には山田1号、山田2号、山田3号においてSS濃度の上昇に伴いT-N濃度の上昇が確認され、懸濁態の窒素も流入したと考えられる。

(ウ) T-PとSSの関連(図24)

諫早干拓流域と山田干拓流域の樋門調査地点における代かき期(6月23日)のT-P濃度を比較すると、山田干拓流域の上昇幅が大きかった。これは、SS濃度の上昇幅が、山田干拓流域の方が大きかったことが要因の一つと考えられる。また、CODやT-Nと比べて、6月23日に溶存態(D-T-P)の濃度が減少している地点が少なく、懸濁態と併せて溶存態も、雨水による希釈以上に流入してきていたと推察される。

2 負荷量調査

(1) 流量と降水量

潮受堤防が開門しているタイミングに合わせて、負荷量調査を行った。各地点の流速を基に算出した流量を表2に、調査日当日から前々日までの降水量を表3に示す。流量に関して、7月14日の山田1号、山田2号において、それほど降水量が多くないのに非常に高い値となっているが原因は不明である。なお、諫早干拓流域の釜の鼻西と釜の鼻東においては、樋門が閉じられ流れがないことが多く、汚濁負荷量を算出できたのは山田干拓流域だけとなった。

(2) 汚濁負荷量

COD、SS、T-N、T-Pの汚濁負荷量について、流量が測定できた山田干拓流域における推移を見てみると、図25-1、26-1、27-1、28-1のようになり、4つの調査項目に共通して、樋門調査地点の方が上流地点よりも汚濁負荷量が大きかった。また、6月23日及び7月14日の山田2号で他地点よりも高い値を示していたが、これは、表2の流量の結果から、山田2号においては他の地点より流量が多かったことが要因と考えられる。

各調査項目に関する汚濁負荷量の概況を、以下に示す。

(ア) COD

山田干拓流域の調査樋門4地点の流量の合計(流域総流量)と、COD負荷量の関係を表すと図25-2のようになる。流域総流量とCOD負荷量の間には、強い相関(相関係数:0.87)が見られたが、代かき期(6月23日)においては、COD濃度が高いため、流域総流量に対するCOD負荷量の割合が、他の調査日より大きいことがわかる(図25-3)。代かきが、COD負荷量増加の要因の一つと考えられる。

(イ) SS

山田干拓流域の流域総流量と、SS負荷量の関係を表すと図26-2のようになり、やや相関(相関係数:0.54)が見られたが、代かき期(6月23日)におけるSS負荷量が特に高い結果となった。また、流域総流量に対するSS負荷量の割合も、6月23日が他の調査日より大きいことがわかる(図26-3)。SSの結果でも、両流域の樋門調査地点全てで、6月23日に最大値を示していたことから、代かきが、面源負荷の要因の一つとして考えられる。

(ウ) T-N

山田干拓流域の流域総流量と、T-N負荷量の関係を表

すと図 27-2 のようになり、強い相関(相関係数:0.84)が見られた。また、5~6 月に、流域総流量に対する T-N 負荷量の割合が大きくなっている(図 27-3)。基肥や代かきが、T-N 負荷量増加の要因の一つと思われる。

(エ) T-P

山田干拓流域の流域総流量と T-P 負荷量の関係を表すと図 28-2 のようになり、流域総流量と T-P 負荷量の間には、やや相関(相関係数:0.68)が見られた。代かき期(6 月 23 日)においては、流域総流量に対する T-P 負荷量の割合が他の調査日より大きく、最大で約 4 倍になっていた(図 28-3)。T-P 負荷量増加の要因の一つとして、代かきが考えられる。

考 察

1 水質の現況調査

山田干拓流域の樋門調査地点においては、SS、COD、T-N、T-P が 5~6 月に高い値となっていた。この要因の一つとしては、流域の水田で行われている代かきにより、水田の土が柔らかくなり、通常より降雨時の土壌流出量が増加していることが考えられる。また、代かき以外にも、5 月に水田にまかれる基肥などが、河川水質へ影響を及ぼすと考えられる。

諫早干拓流域の樋門調査地点においても、SS、COD、T-N、T-P が 5~6 月に高い値となっており、基肥や代かきの影響を受けていると考えられる。また、NH₄-N が 9 月 5 日に最大値(2.3mg/L)を示し、水田以外の近隣施設からの排水流入の可能性を示している。

本年度に実施した両流域の上流地点の調査結果から、上流地点と比べて下流の樋門調査地点の方が、COD、SS や T-P の濃度が高かったことから、上流から下流に行くに従い、SS に代表される汚濁負荷が面源(流域の水田など)から河川に流入し、最終的には樋門から調整池へ流れ込んでいると考えられる。

2 負荷量調査

山田干拓流域の樋門調査地点においては、流量が多かった 6 月 23 日と 7 月 14 日に、SS、COD、T-N、T-P の各負荷量が高くなっており、雨量が多くなると、それに伴い水田から河川への土壌流出が発生していると考えられる。また、流域総流量 1m³ 当たりの負荷量を計算したところ、代かき期(6 月 23 日)にいずれの調査項目でも高い値を示し、代かきが負荷量を高める要因の一つと推察される。

なお、本年度に実施した両流域の上流地点の調査結

果から、水質濃度だけではなく負荷量においても、上流地点より下流の樋門調査地点の方が大きいことが確認された。このため、上流から下流に行くに従い、流域に存在する面源から汚濁負荷が河川に流入し、最終的には調整池へ流れ込むことで、調整池の水質を悪化させていると考えられる。

干拓地においては、これまで、県の第 2 期諫早湾干拓調整池水辺環境の保全と創造のための行動計画(以下、「第 2 期行動計画」と記載。)に基づき、環境保全型農業に対する取り組みが行われてきている。浅水代かきについても、実施面積においては、第 2 期行動計画の目標を 100%達成しているとされているが、排水口の止水や代かきの状態まで含めると、達成率は 29%に留まっている⁶⁾。今後は、適正な質の伴った環境保全型農業に対する取り組みが重要と考えられる。

まとめ

- ・諫早干拓地及び山田干拓地ともに、特に 5~6 月に、SS、COD、T-N、T-P といった負荷が、高濃度に調整池へ流入していることが確認された。
- ・上流地点と樋門調査地点の比較から、5~6 月の流入水の高負荷要因として、流域水田の基肥や代かきが考えられた。
- ・代かき期には、SS や懸濁態の COD、T-N、T-P が大きな負荷となるため、調整池でのヨシ進出工拡大や波浪抑制幕の設置などの対策強化が必要と考えられる。

参 考 文 献

- 1) 平成 21 年 1 月 16 日、長崎県告示第 47 号(文末に付表 環境基準一覧)
- 2) 長崎県 平成 27 年度公共用水域及び地下水の水質測定結果
- 3) 九州農政局 平成 28 年度諫早湾干拓調整池水質検討委員会資料
- 4) 九州農政局資料(2014)
- 5) 気象庁ホームページ 気象データ
- 6) 長崎県 平成 28 年度第 3 回諫早湾干拓調整池水辺環境の保全・創造推進会議幹事会資料

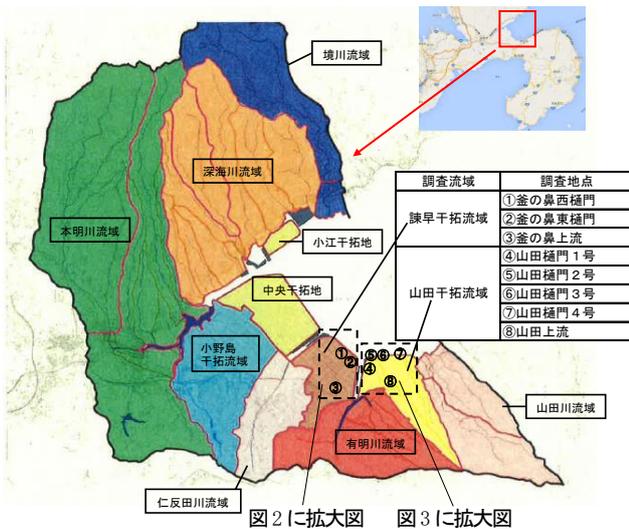


図1 調査地点

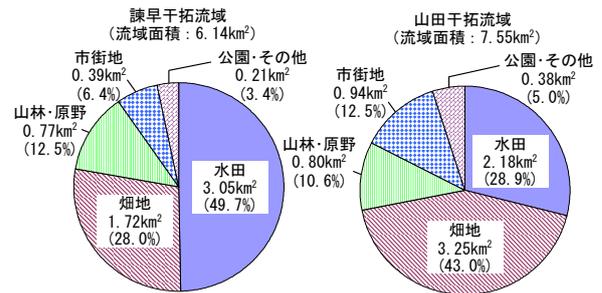


図4 調査流域の土地利用の概要

表1 調査日

時期	農事	調査日	天候
5月	代かき ^{*1} 前	H28. 5. 17	降雨後
6月	代かき ^{*1} 期	H28. 6. 23	
7月		H28. 7. 14	
8月	灌がい期	—	
9月		H28. 9. 5	

*1 代かきについて

稲作の施肥は、主に代かき前に行う基肥(5月)と、穂が出始める時期に行う穂肥(8月)があり、基肥の後には、さらに田植えの準備として土を柔らかくするため代かきを行う。基肥により水田に施用した肥料成分や土壌の流出がないよう、代かきを行う際には水田に入れる水を浅く(浅水代かき)、また、一定期間圃場の止水を行うことが、農業の環境保全対策として求められている。なお、諫早湾干拓流域における平成27年度の浅水代かきの実施面積は1,750haとなっている(第2期行動計画の目標値は1,320ha)³⁾。



図2 調査地点(諫早干拓流域)



図3 調査地点(山田干拓流域)

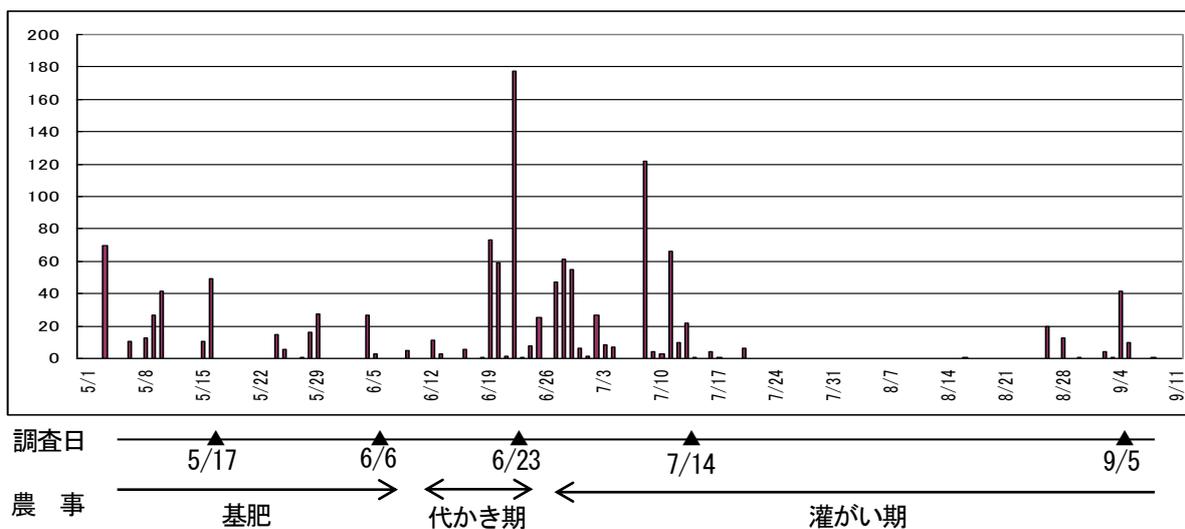


図5 調査期間の降水量

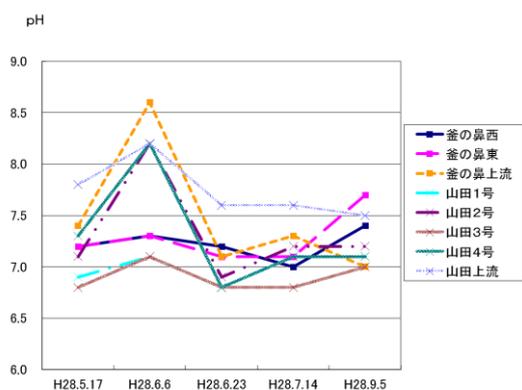


図6 pHの推移

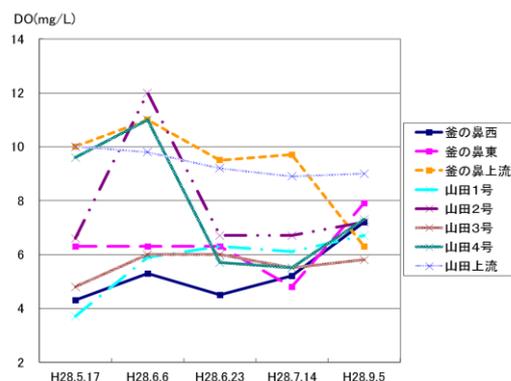


図7 DOの推移

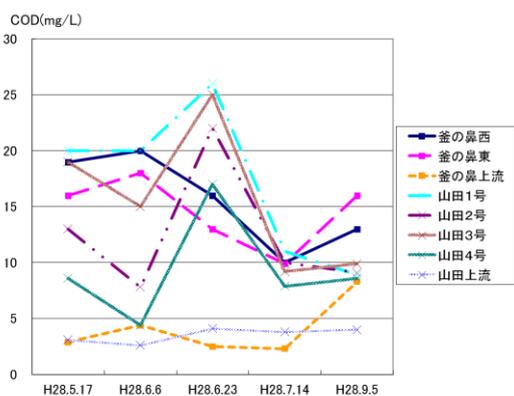


図8 CODの推移

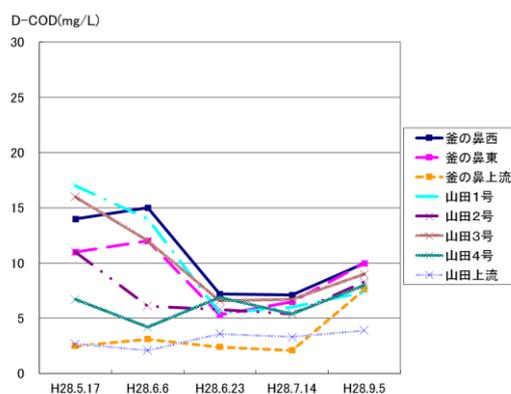


図9 D-CODの推移

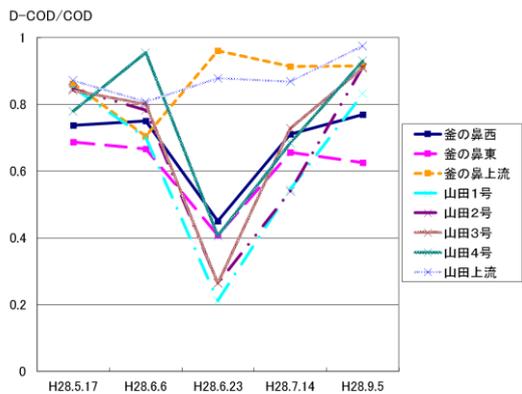


図10 D-COD/CODの推移

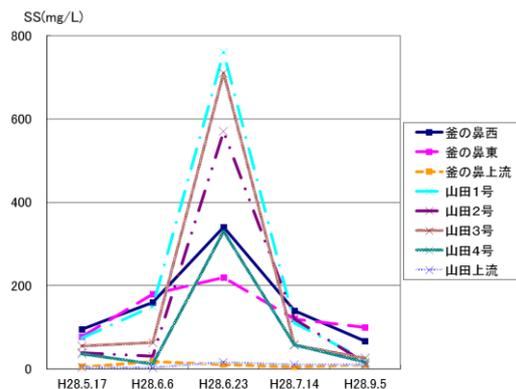


図11 SSの推移

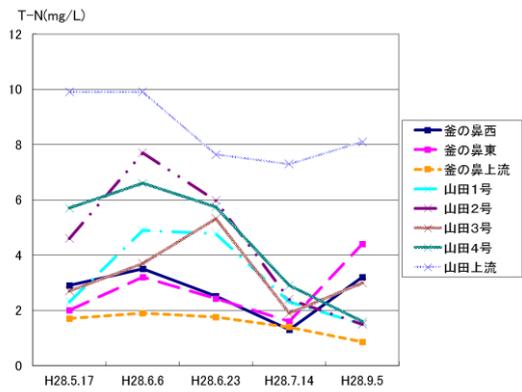


図12 T-Nの推移

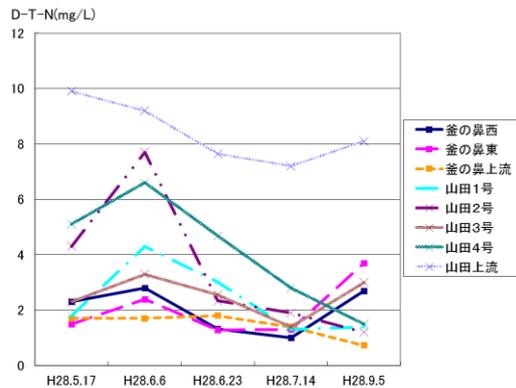


図13 D-T-Nの推移

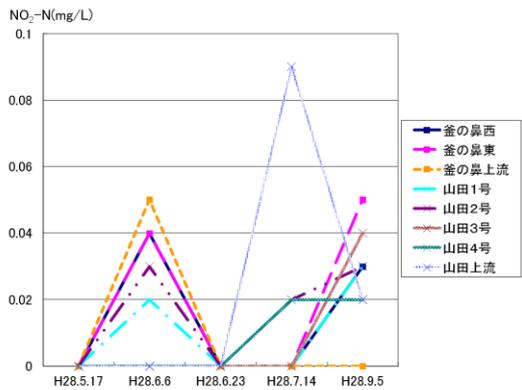


図14 NO₂-Nの推移

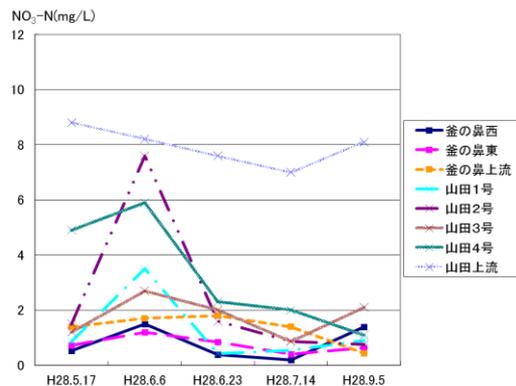


図15 NO₃-Nの推移

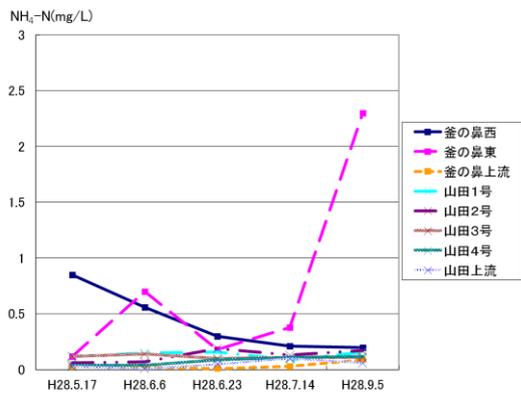


図16 NH₄-Nの推移

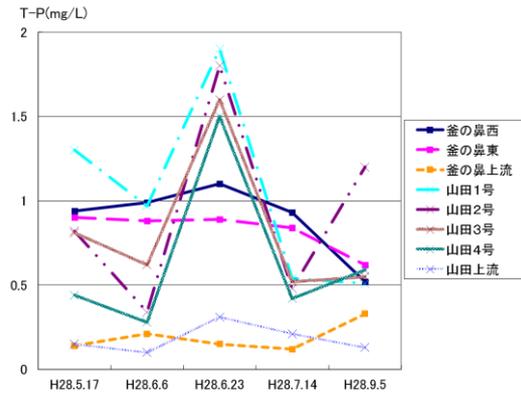


図17 T-Pの推移

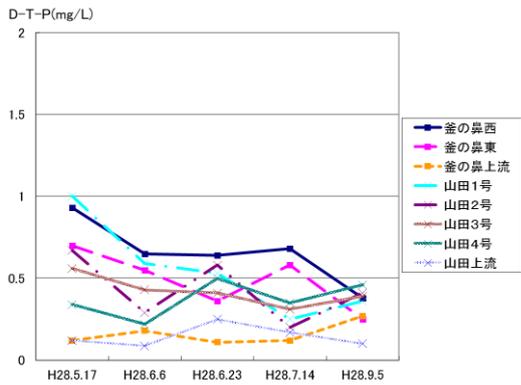


図18 D-T-Pの推移

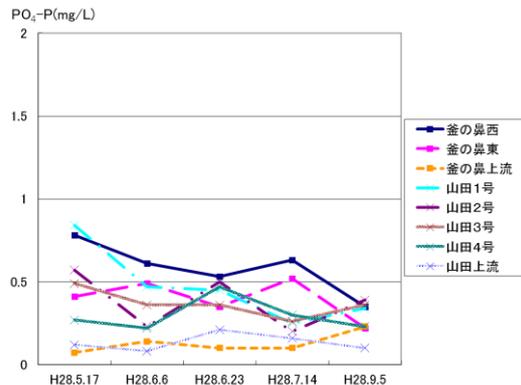


図19 PO₄-Pの推移

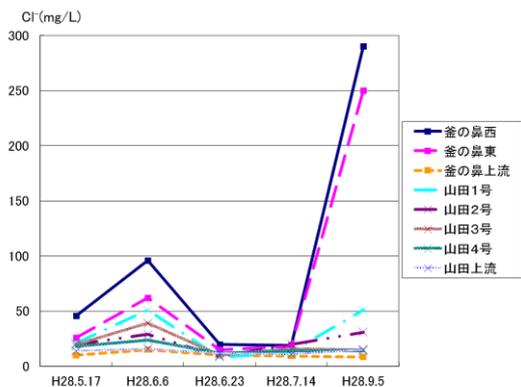


図20 Cl⁻の推移

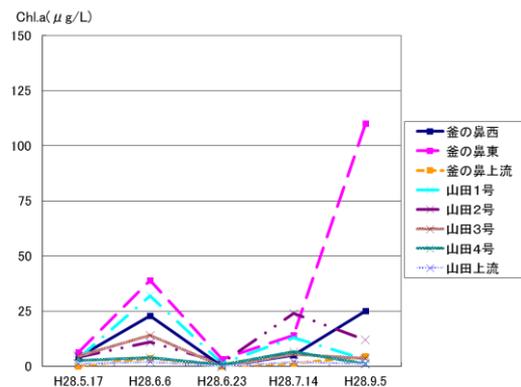


図21 Chl.aの推移

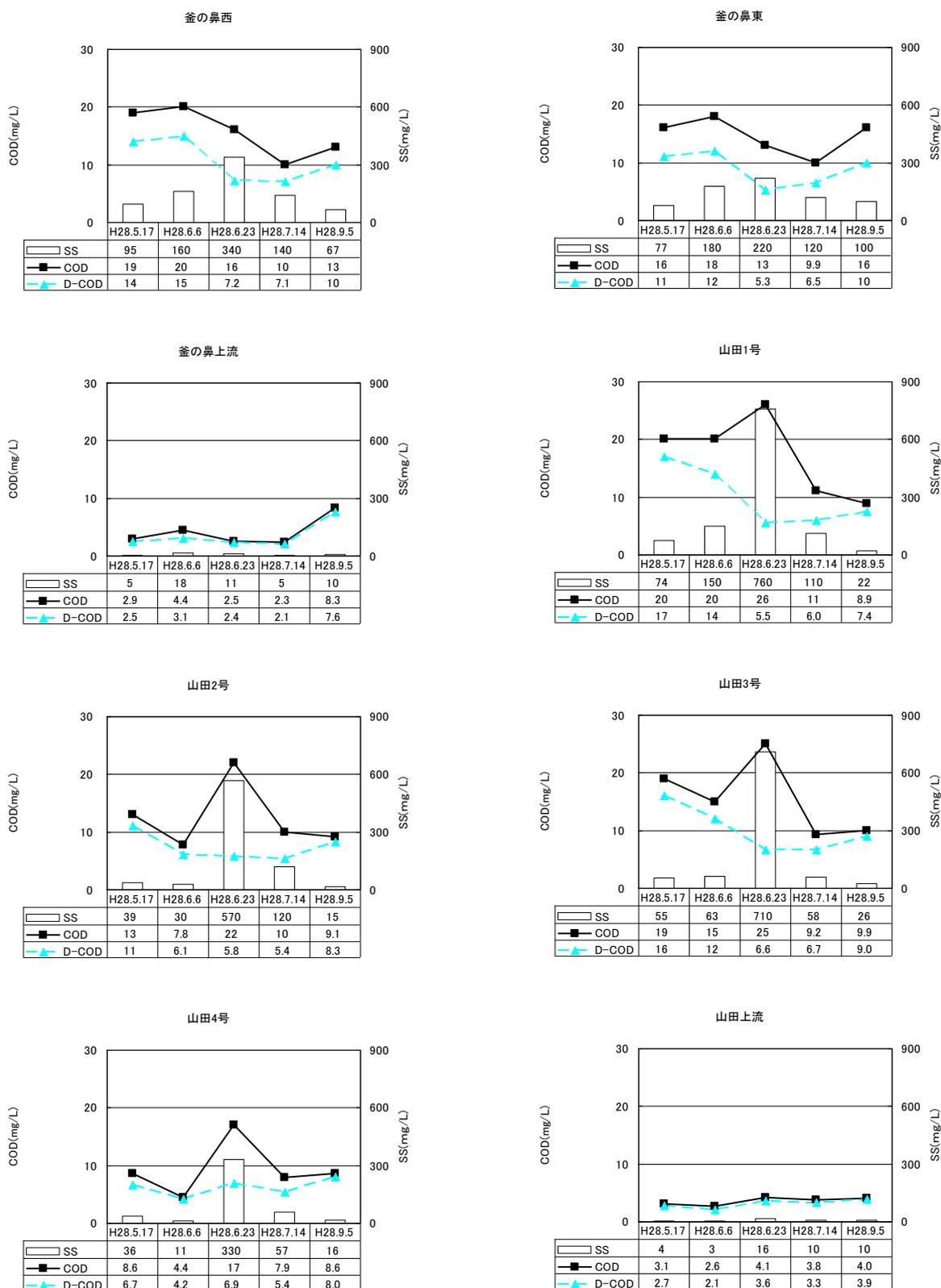


図22 CODとSSの推移

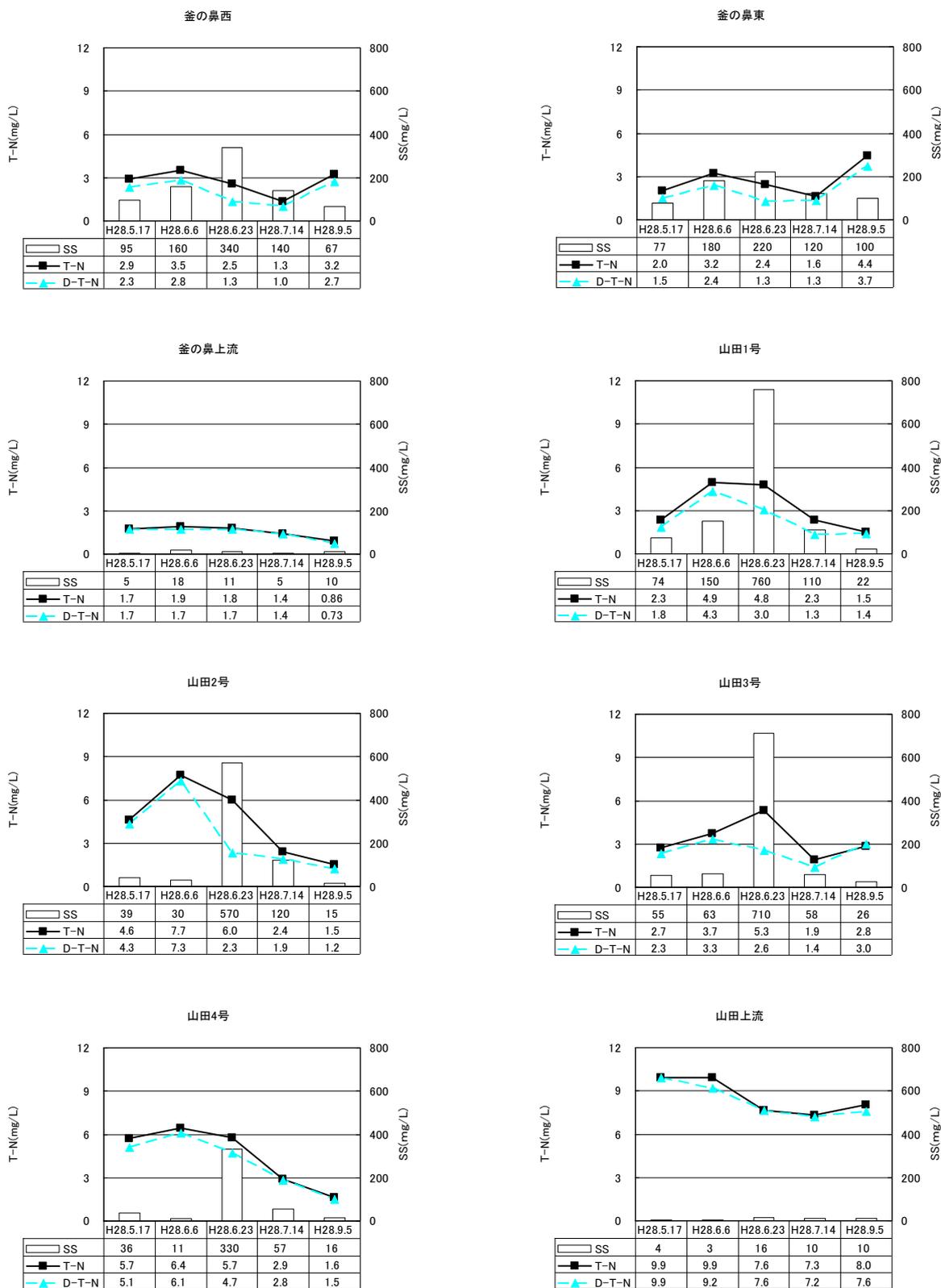


図 23 T-NとSSの推移

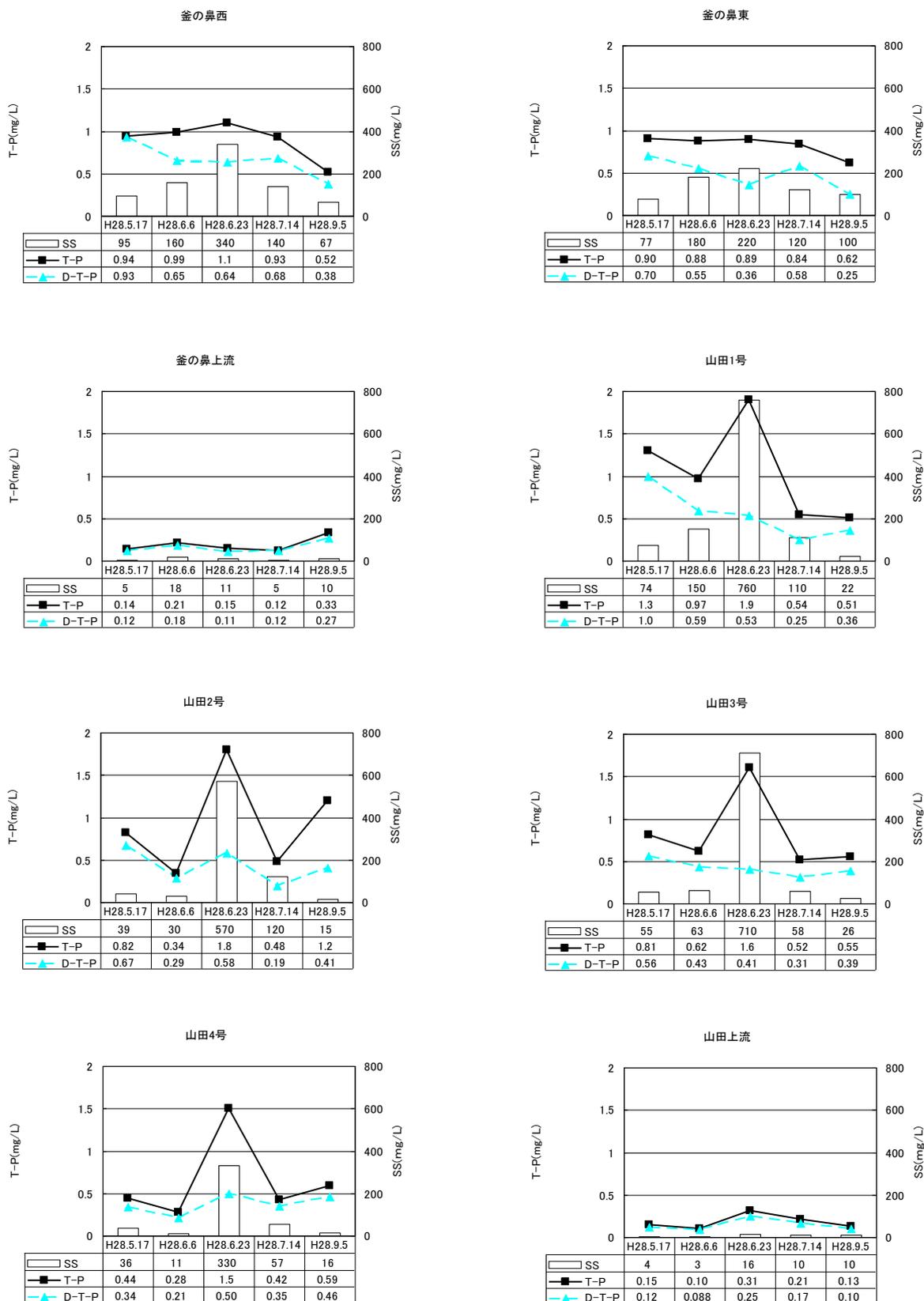


図 24 T-PとSSの推移

表2 流量

調査日	流量 (m ³ /秒)							
	釜の鼻西	釜の鼻東	釜の鼻上流	山田1号	山田2号	山田3号	山田4号	山田上流
H28.5.17	—	—	—	0.16	0.44	0.21	0.12	—
H28.6.6	0.27	0.28	0.01	0.01	0.31	0.18	0.08	0.06
H28.6.23	—	—	0.42	0.81	2.03	0.69	0.56	0.06
H28.7.14	—	—	0.09	2.06	5.52	0.88	0.49	0.03
H28.9.5	0.68	—	0.03	0.09	0.11	0.31	0.20	0.03

—:樋門が閉門していたため、流量測定ができなかった地点。

表3 降水量

調査日	降水量 (mm)		
	調査日当日	調査日前日	調査日前々日
H28.5.17	0.0	49.0	10.5
H28.6.6	0.0	3.0	27.0
H28.6.23	0.5	177.5	1.5
H28.7.14	0.5	21.5	10.0
H28.9.5	10.0	41.5	0.5

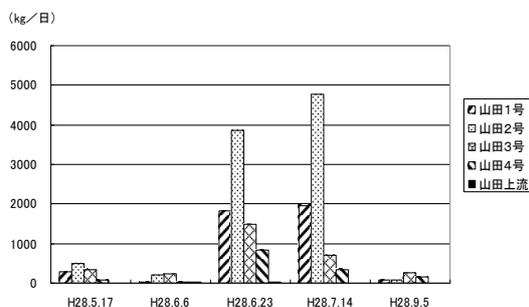


図 25-1 COD 負荷量

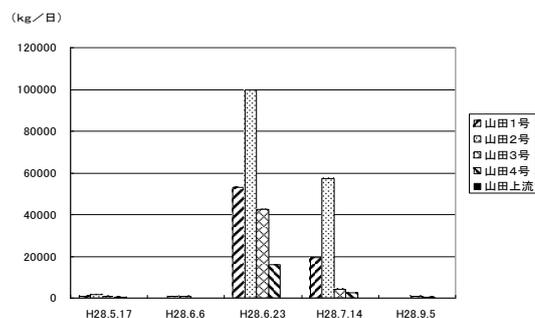


図 26-1 SS 負荷量

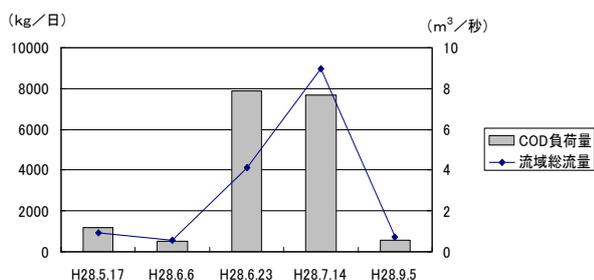


図 25-2 流域総流量と COD 負荷量(山田干拓流域)

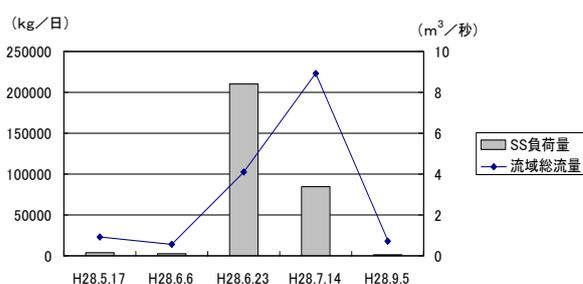


図 26-2 流域総流量と SS 負荷量(山田干拓流域)

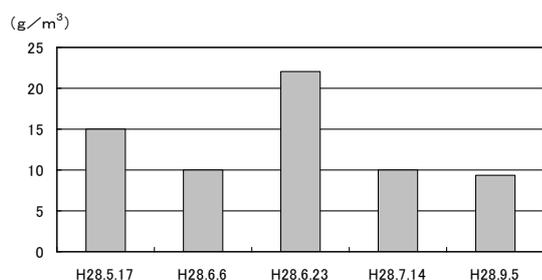


図 25-3 流域総流量 1m³ 当りの COD 負荷量 (山田干拓流域)

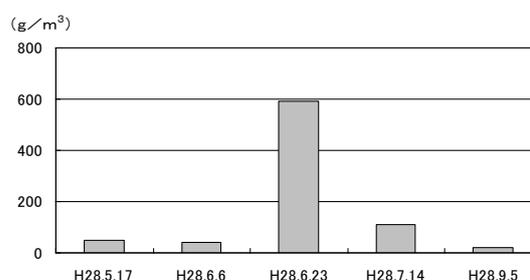


図 26-3 流域総流量 1m³ 当りの SS 負荷量 (山田干拓流域)

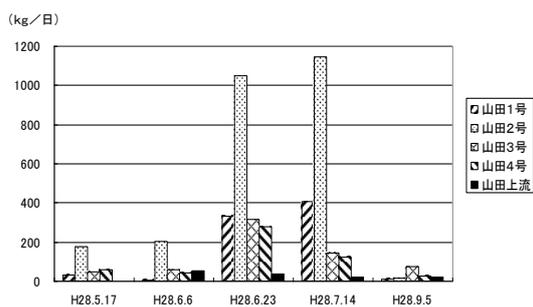


図 27-1 T-N 負荷量

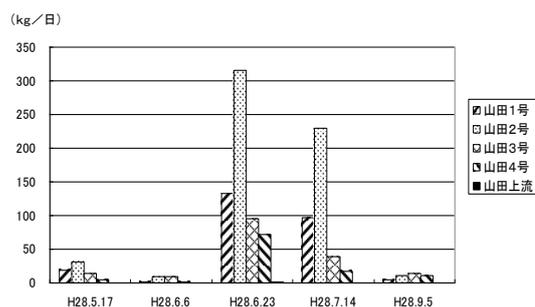


図 28-1 T-P 負荷量

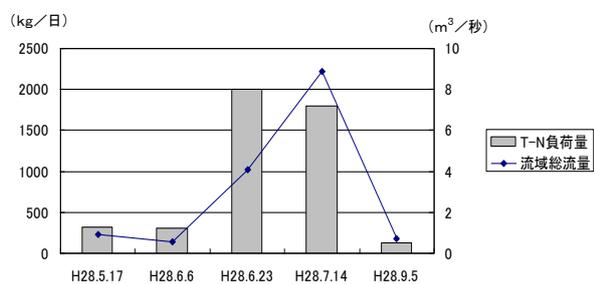


図 27-2 流域総流量と T-N 負荷量(山田干拓流域)

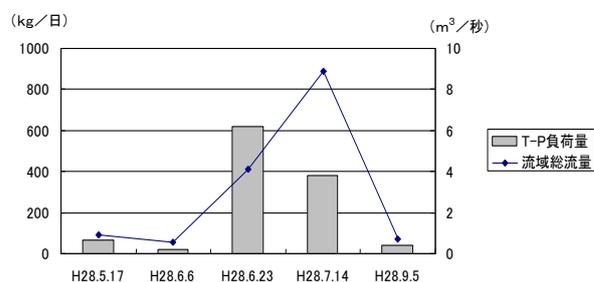


図 28-2 流域総流量と T-P 負荷量(山田干拓流域)

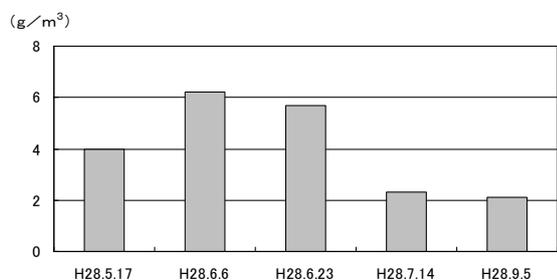


図 27-3 流域総流量 1m³ 当たりの T-N 負荷量
(山田干拓流域)

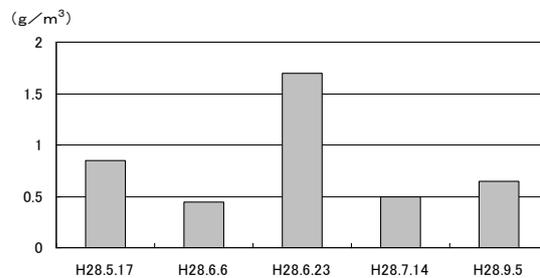


図 28-3 流域総流量 1m³ 当たりの T-P 負荷量
(山田干拓流域)

付表 環境基準一覧²⁾

	水域 類型	利用目的の適応性	水素イオン 濃度 (pH)	化学的 酸素要求量 (COD)(mg/L)	浮遊物質 量 (SS) (mg/L)	溶存酸素 (DO) (mg/L)	大腸菌群数 (MPN/100mL)
湖	AA	水道1級・水産1級 自然環境保全及び A以下の欄に掲げる もの	6.5~8.5	1 以下	1 以下	7.5 以上	50以下
	A	水道2、3級・水産2 級・水浴及びB以下 の欄に掲げるもの	6.5~8.5	3 以下	5 以下	7.5 以上	1,000以下
沼	B	水産3級・工業用水 1級・農業用水及び Cの欄に掲げるもの	6.5~8.5	5 以下	15 以下	5以上	—
	C	工業用水2級 環境保全	6.0~8.5	8 以下	ごみ等の浮 遊が認められ ないこと	2以上	—

- (注) 1 自然環境保全:自然探勝等の環境保全
 2 水道1級:ろ過等による簡易な浄水操作を行うもの
 水道2、3級:沈殿ろ過等による通常の浄水操作、又は、前処理等を伴う高度の浄水操作を行うもの
 3 水産1級:ヒメマス等貧栄養湖型の水域の水産生物用並びに水産2級及び水産3級の水産生物用
 水産2級:サケ科魚類及びアユ等貧栄養湖型の水域の水産生物用及び水産3級の水産生物用
 水産3級:コイ、フナ等富栄養湖型の水域の水産生物用
 4 工業用水1級:沈殿等による通常の浄水操作を行うもの
 工業用水2級:薬品注入等による高度の浄水操作、又は、特殊な浄水操作を行うもの
 5 環境保全:国民の日常生活(沿岸の遊歩等を含む。)において不快感を生じない限度

	類型	利用目的の適応性	全窒素(mg/L)	全磷(mg/L)
湖	I	自然環境保全及びII以下の欄に掲げるもの	0.1 以下	0.005 以下
	II	水道1、2、3級(特殊なものを除く。) ・水産1種・水浴及びIII以下の欄に掲げるもの	0.2 以下	0.01 以下
	III	水道3級(特殊なもの)及びIV以下の欄に掲 げるもの	0.4 以下	0.03 以下
沼	IV	水産2種及びVの欄に掲げるもの	0.6 以下	0.05 以下
	V	水産3種・工業用水・農業用水・環境保全	1 以下	0.1 以下

- (注) 1 自然環境保全:自然探勝等の環境保全
 2 水道1級:ろ過等による簡易な浄水操作を行うもの
 水道2級:沈殿ろ過等による通常の浄水操作を行うもの
 水道3級:前処理等を伴う高度の浄水操作を行うもの
 (「特殊なもの」とは、臭気物質の除去が可能な特殊な浄水操作を行うものをいう。)
 3 水産1種:サケ科魚類及びアユ等の水産生物用並びに水産2種及び水産3種の水産生物用
 水産2種:ワカサギ等の水産生物用及び水産3種の水産生物用
 水産3種:コイ、フナ等の水産生物用
 4 環境保全:国民の日常生活(沿岸の遊歩等を含む。)において不快感を生じない限度

Water Quality of River Basins of the Regulating Reservoir originated from Isahaya Bay Land Reclamation (2016)

Nobutaka URA, Hirooki JINNO, Chiaki TAMAYA and Yasuo YAMAUCHI

Because environmental standards aren't achieved up to now at the regulating reservoir originated from state-operated business of Isahaya Bay land reclamation, the environment-friendly agriculture, such as shallow water puddling, has been performed based on the 2nd period action plan for preservation and creation the water-front environment of regulating reservoir originated from Isahaya Bay land reclamation. Water survey was performed at the sluices which are the most downstream of Isahaya polder and Yamada polder and the upper reaches about the load poured from their polders to verify the effectiveness of this environment-friendly agriculture. It was confirmed that the load such as a suspended solid, a chemical oxygen demand, a total nitrogen and a total phosphorus is flowing into the regulating reservoir with high concentration in May to June in particular from a result of the investigation. Because the sluices had a high concentration of a chemical oxygen demand, a suspended solid and a total phosphorus compared with the upper reaches, the basal fertilizer and the puddling in rice paddies in a basin are considered as a factor of the load. It is thought that the environment-friendly agriculture which involves the proper quality is necessary to improve the water quality of the regulating reservoir from now on.

Key words: Isahaya Bay, Regulating Reservoir, Land Reclamation

諫早湾干拓調整池等における有機物特性 — 難分解性有機物の実態把握 —

陣野 宏宙、浦 伸孝、山内 康生

諫早湾干拓調整池及びその流域河川等における有機物特性の把握を目的として、長期生分解試験を実施した。その結果、全ての検体で概ね 100 日目までに TOC 濃度の減少が収まることが確認できた。難分解性 TOC 割合は 36~81 % であり季節間で変動があったが、調整池と流域間では有意な差は無かった。形態別では、難分解性溶存態有機炭素 (DOC) と比べて難分解性懸濁態有機炭素 (POC) の変動が大きかった。易分解性 POC 濃度とクロロフィル a 濃度、難分解性 POC 濃度と SS の相関が高いことから、植物プランクトンは比較的易分解な有機物であり、巻き上げられた底泥や流域から流入する懸濁物質は比較的難分解な有機物であることが示唆された。

キーワード: 諫早湾、調整池、難分解性有機物

はじめに

近年、琵琶湖をはじめとする国内の多くの湖沼において、流域対策等の実施による流入負荷の減少にもかかわらず、湖内の有機物濃度は漸増あるいは横ばいで推移する傾向にある。その原因のひとつとして、微生物では分解されにくい有機物である難分解性有機物の増加が指摘されている^{1,2,3,4)}。

諫早湾干拓調整池(以下「調整池」という。)においても、COD の漸増はみられないが、その値はほぼ横ばいで推移し、環境基準値(5 mg/L)を上回った状態が続いている⁵⁾。原因のひとつとして内部生産の増加と難分解性有機物の蓄積を考慮する必要があるが、調整池における難分解性有機物の調査事例はほとんど無く、その実態は不明である。

本研究は、今後の有機汚濁の削減にむけた適切な施策につなげるため、調整池及びその流域の有機物特性の実態把握を目的に行っている。今回はその中でも難分解性有機物濃度及び割合の把握のために実施した生分解試験の結果を中心に報告する。

調査内容

1 調査地点

調査は調整池内 2 地点(B1、B2)、流域河川 3 地点(境川、本明川、有明川)及び樋門 2 地点(釜の鼻西樋門、山田 2 号樋門)の計 7 地点で実施した(図 1)。なお、樋門のある流域は農地割合が 70 % 以上を占めており、樋門は面源負荷を把握できるポイントとなっている。

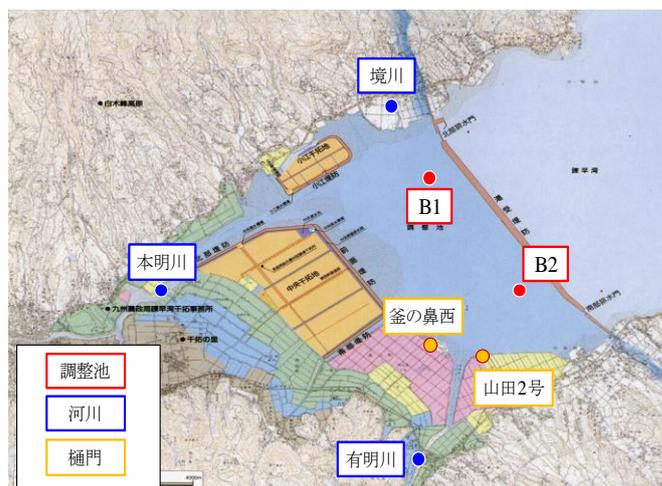


図 1 調査地点

2 調査方法

(1) 試料採取

試料採取はステンレスバケツ及びステンレスロートを使用し、サンプル保存は事前に 450 °C、4 時間強熱したガラス容器を使用した。なお、試料採取は年 4 回(5 月、8 月、11 月、2 月)実施した。

(2) 分析項目及び方法

有機物の指標としては、有機炭素の量を直接測定する TOC(全有機体炭素)を用いた⁶⁾。

有機物濃度の測定は、事前に 450 °C、4 時間強熱したガラス繊維ろ紙(Whatman GF/B、公称孔径 1.0 μm)で試料をろ過し、ろ液中の溶存態有機炭素(DOC)とろ紙上に捕捉された懸濁態有機炭素(POC)に分けて分析した。DOCは全有機体炭素計(島津製作所 TOC-L)で、

POC は有機微量元素分析装置 (Perkin Elmer PE2400 II) で測定した。なお、DOCとPOCの和を全有機体炭素(TOC)とした。

また、一般的な水質項目である水温、pH、透視度、SS、DO、Cl⁻、COD、D-COD、NH₄-N、NO₂-N、NO₃-N、D-T-N、T-N、PO₄-P、D-T-P、T-P、クロロフィル a に関しても、環境庁告示、日本工業規格 0102 及び海洋観測指針で定める方法によってあわせて分析を行った。

(3) 生分解試験

生分解試験には、事前に 450 °C、4 時間強熱した 5 L のホウケイ酸ガラス容器(DURAN)を使用し、PTFE メンブレンフィルター(孔径 0.2 μm)付のキャップで密栓した。容器に試水約 4.5 L を入れ、20 °C、暗条件下でマグネチックスターラーを使い常時攪拌し生分解試験を行った。

生分解試験中の DOC、POC 分析は 20 日ごとに行い、試験は 120 日目まで実施した。なお、試験期間中に実験室雰囲気等からの有機物の汚染の有無を確認するため、超純水によるブランク試験を行ったが、測定結果は定量下限程度の値であり、試料中の TOC 濃度と比べて十分に低かったことから、ブランク補正は行わないこととした。

結果及び考察

1 一般項目の分析結果

(1) 形態別有機物濃度

調整池等における有機物濃度・形態別割合の内訳を表 1 に示す。河川及び樋門における DOC:POC はそれぞれ約 3:2、1:1 であるのに対し、調整池の DOC:POC は約 2:3 と POC が DOC を上回っている。一般的に止水域では DOC が POC よりも 5~10 倍以上高いことが知られているが⁷⁾、それと比べて調整池は懸濁態有機物の割合が大きい。この原因としては植物プランクトンの増殖や底泥の巻上げ、流域からの懸濁粒子の流入といったことが考えられる。特に調整池はクロロフィル a 濃度の年平均値(平成 27 年度、40 μg/L)⁸⁾が同程度かそれ以上の湖沼である霞ヶ浦(42 μg/L)⁹⁾、印旛沼(102 μg/L)¹⁰⁾と比べて SS が 2 倍以上高くなっており(調整池、霞ヶ浦、印旛沼についてそれぞれ 78 mg/L⁸⁾、16 mg/L⁹⁾、36mg/L¹⁰⁾)、他の湖沼と比べると、植物プランクトンの増殖よりも底泥の巻上げや流域からの懸濁粒子の流入による影響が大きいと考えられる。

(2) 重回帰分析

ここでは TOC 濃度と他の一般項目との関係を考察す

る。方法としては TOC 濃度を従属変数、他の一般項目(SS、T-N、T-P、クロロフィル a)を独立変数とする重回帰分析(ステップワイズ法)を試みた。なお、独立変数間の相関係数を表 2 に示す。T-P は SS 及びクロロフィル a と 1 % 有意水準で相関があり、多重共線性を回避するために独立変数から除外した。重回帰分析の結果は表 3 のとおりである。独立変数として T-N が除外され、TOC (mgC/L) = 0.033 × SS(mg/L) + 0.045 × クロロフィル a(μg/L) + 1.508 という重回帰式が得られた。この結果から底泥の巻上げや、流域から流入する懸濁粒子と内部生産により増殖する植物プランクトンが、調整池等の有機物濃度に影響を与えていることが示唆された。

2 長期生分解試験

(1) 生分解日数

5 月に採取した試料の生分解試験結果の一部を図 2 に示す。全ての検体で概ね 100 日目までに TOC 濃度の減少が収まることが確認できたことから、生分解 100 日後に残存する有機物を難分解性有機物と、生分解 100 日目までに分解される有機物を易分解性有機物と定義した。

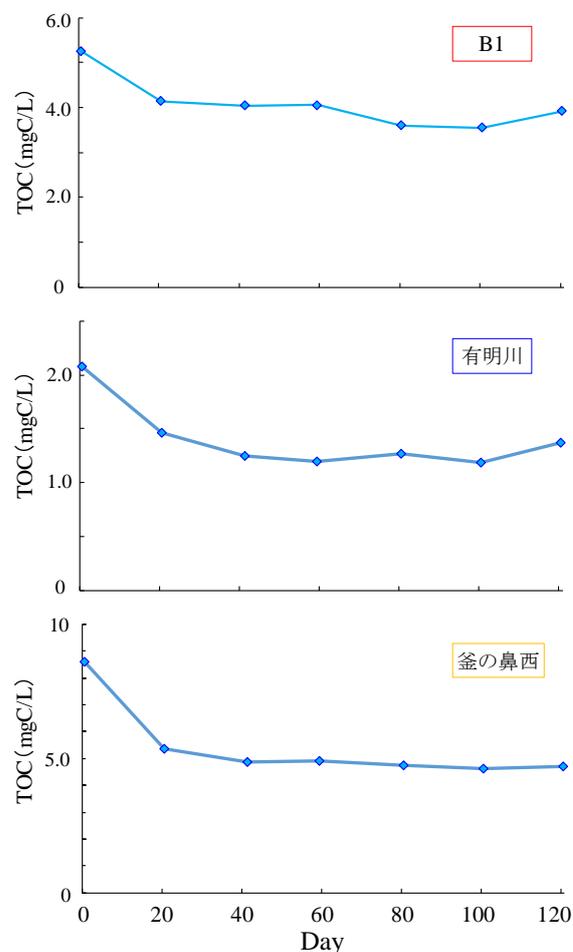


図2 生分解試験結果(5月)

表1 有機物濃度・形態別割合 (年平均値, n = 4)

	調整池		河川			樋門	
	B1	B2	境川	本明川	有明川	釜の鼻西	山田2号
DOC (mgC/L)	2.16	2.02	0.59	1.34	1.46	3.55	1.53
POC (mgC/L)	3.58	4.22	0.23	1.00	0.84	3.76	2.05
溶存態割合 (%)	38	34	74	61	61	49	46
懸濁態割合 (%)	62	66	26	39	39	51	54

表2 独立変数間の相関係数

	SS	T-N	T-P	クロロフィル a
SS				
T-N	-0.2919			
T-P	0.6425**	0.0990		
クロロフィル a	0.4127*	-0.1176	0.4884**	

* : $p < 0.05$, ** : $p < 0.01$

表3 重回帰分析結果

変数名	偏回帰係数	標準偏回帰係数
(定数)	1.508	
SS	0.033	0.607**
クロロフィル a	0.045	0.441**
調整済みR ²	0.768**	

** : $p < 0.01$

(2) 難分解性有機物濃度・割合

難分解性有機物濃度及び割合を図3に示す。調整池における難分解性 TOC 濃度は平均 3.29 mgC/L (SD = 0.56 mgC/L, n = 8)であった。難分解性 TOC 割合は、調整池で 36 ~ 81 %, 河川で 28 ~ 69 %, 樋門で 35 ~ 71 %であり、調整池、河川、樋門間で有意な差はなかった($p > 0.05$; Tukey-HSD)。季節別にみると、TOC 濃度が高い月(調整池:11,2月、河川:8月、樋門:5,8月)は難分解性 TOC 割合が比較的低下している傾向がみられた。

形態別にみると、難分解性 DOC 割合は 33 ~ 84 %, 難分解性 POC 割合は 16 ~ 86 %であり、難分解性 DOC 割合の変動の方が小さかった。特に調整池の難分解性 DOC 濃度は 1.25 mg/L ~ 1.72 mg/L、難分解性 DOC 割合も 62 ~ 84 %の範囲で推移しており、変動が小さいことがわかる(図4)。一方、調整池の難分解性 POC 濃度は 1.30 mg/L ~ 2.57 mg/L、難分解性 POC 割合は 25 ~ 79 %の範囲で推移しており、季節ごとの変動が大きかった(図5)。この傾向は琵琶湖¹⁾や河北潟⁴⁾などの他の湖沼でも同様である。

難分解率の変動が大きい POC と一般的な水質項目との関係を調べたところ、易分解性 POC 濃度はクロロフィル a 濃度と強い相関($r = 0.777, p < 0.01$)があり、また、難分解性 POC 濃度は SS と強い相関($r = 0.967, p < 0.01$)があった(図6)。つまり、植物プランクトンは比較的易分解な有機物であり、流域から流れ込む懸濁物質や巻き上げられた底泥は比較的難分解な有機物であると考えられる。しかし、クロロフィル a 濃度と難分解性 POC 濃度にも弱い相関($r = 0.455, p < 0.05$)があり、植物プランクトン分解物の一部が難分解性有機物として残存し

■ 難分解性TOC濃度 (mgC/L) ■ 易分解性TOC濃度(mgC/L) ● 難分解性TOC割合 (%)

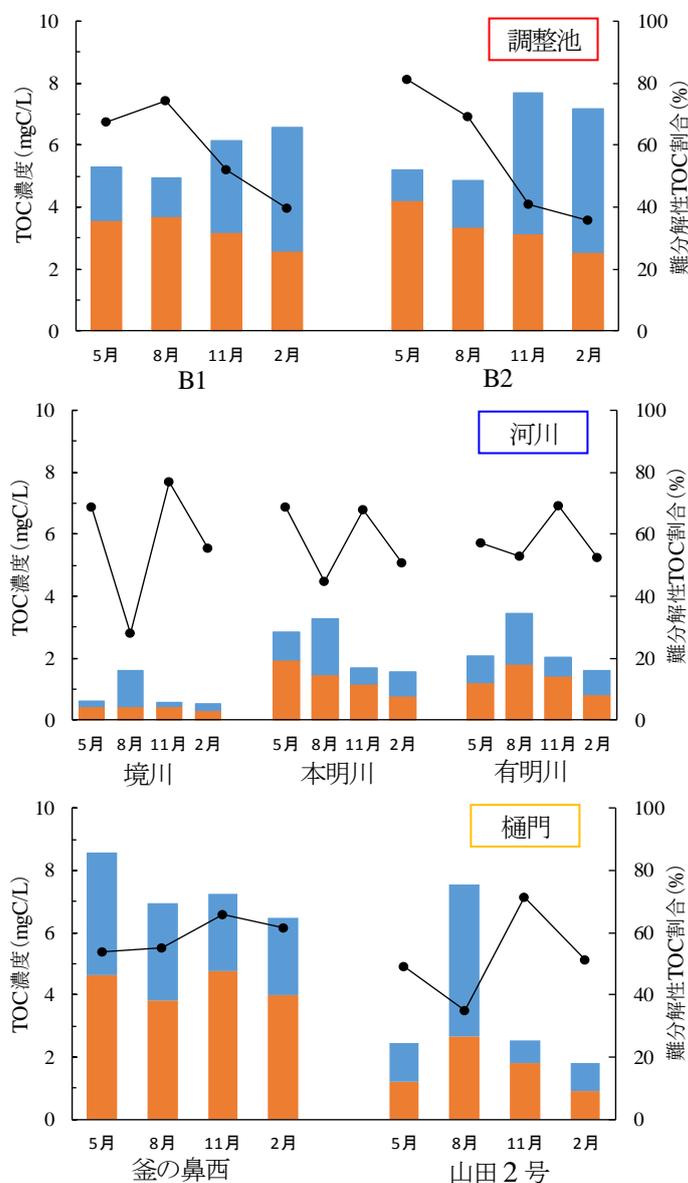


図3 難分解性 TOC 濃度・割合

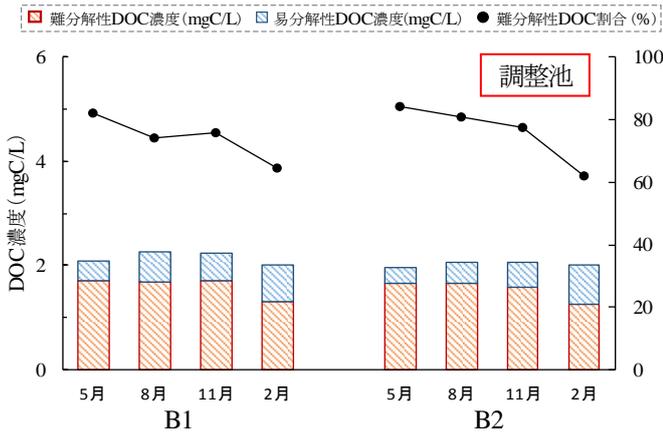


図4 難分解性 DOC 濃度・割合(調整池)

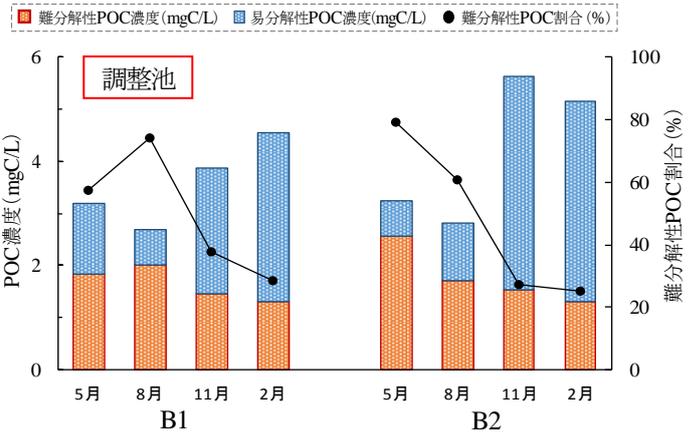


図5 難分解性 POC 濃度・割合(調整池)

ていることも考えられた。なお、花町ら¹¹⁾は霞ヶ浦で採取した植物プランクトンの生分解試験から、藍藻 *Microcystis spp.*及び珪藻 *Melosira spp.*の生分解 120 日後の POC 残存率が 13~33 %であることを報告している。また、古田ら¹²⁾は琵琶湖から採取した緑藻 *Staurastrum arcticon.*の生分解試験を実施し、生分解試験 200 日後の POC 残存率が 31 %であることを報告している。

内部生産が活発なときは有機物(TOC)濃度の上昇が見られるが、植物プランクトンは比較的易分解性であるため、難分解性 TOC 割合は低くなる傾向にある。表 4 にクロロフィル a 濃度の分析結果を示す。クロロフィル a 濃度が最も高い月(調整池:2 月、河川:8 月、釜の鼻西樋門:5 月、山田 2 号樋門:8 月)のデータを黄色で着色しているが、これらの月におけるそれぞれの地点の難分解性 TOC 割合は比較的低下していることが図 3 から読み取れる。

まとめ

本研究では調整池及びその流域の有機物特性の実態把握を目的に長期生分解試験を行った。有機物濃度の減少が収まる生分解後 100 日目に残存する有機物を難分解性有機物と定義したところ、調整池の難分解性 TOC 濃度は平均 3.29 mgC/L (SD = 0.56 mgC/L, n = 8)、難分解性 TOC 割合は 36 ~ 81 %であった。

易分解性 POC 濃度とクロロフィル a 濃度、難分解性 POC 濃度と SS には強い相関があったことから、植物プランクトンは比較的易分解な有機物であり、流域から流れ込む懸濁物質や巻き上げられた底泥は比較的難分解な有機物であると考えられた。しかし、クロロフィル a 濃度と難分解性 POC 濃度にも弱い相関 ($r = 0.455$, $p < 0.05$) があり、植物プランクトン分解物の一部は難分解性有機物として残存する可能性も示唆された。

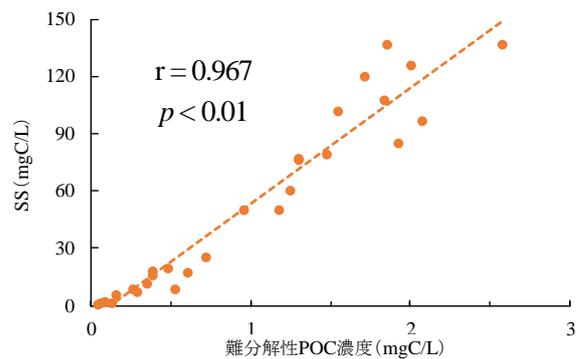
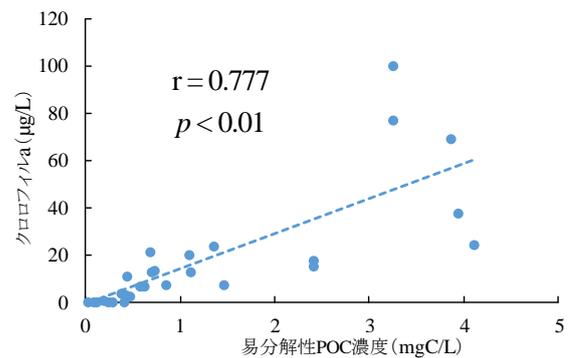


図6 難・易分解 POC との相関

表4 クロロフィル a 濃度 (µg/L)

	調整池		河川			樋門	
	B1	B2	境川	本明川	有明川	釜の鼻西	山田2号
5月	24	21	<0.5	11	3.0	100	13
8月	13	13	3.5	20	6.7	17	37
11月	15	24	<0.5	0.9	<0.5	7.3	0.5
2月	77	69	<0.5	0.5	4.2	7.4	6.7

今回は難分解性有機物濃度及びその割合の把握といった量的な評価を行ったが、今後は有機物の分光学的特性(紫外吸光度、三次元蛍光スペクトル法等)や物理学的特性(脂肪酸分析等)の違いを利用した難分解性有機物の起源推定に関する研究を行い、調整池等における難分解性有機物特性についてより詳細に把握していく予定である。

なお、本研究は経常研究「内部生産低減による淡水系閉鎖性水域の水質浄化に関する研究(平成 28、29 年度)」として実施した調査の平成 28 年度データをまとめたものである。

参 考 文 献

- 1) 日下部 武敏ほか:琵琶湖北湖における天然有機物(NOM)の分解特性, EICA, 17(2・3), 102-111, (2012)
- 2) 岡本 高弘ほか:難分解性有機物を含めた有機物による琵琶湖の水質汚濁メカニズムについて, 滋賀県琵琶湖環境科学研究センター研究報告書, 5, 25-35, (2009)
- 3) 一瀬 諭ほか:琵琶湖に棲息する植物プランクトンの総細胞容積および粘質鞘容積の長期変動解析, 日本水処理生物学会誌, 49(2), 65-74, (2013)
- 4) 安田 能生弘ほか:河北潟における難分解性有機物に関する実態調査(最終報), 石川県保健環境センター研究報告書, 52, 1-6, (2015)
- 5) 陣野 宏宙ほか:諫早湾干拓調整池水質等調査結果(2014 年度), 長崎県環境保健研究センター所報, 60, 85-92, (2014)
- 6) 佐藤 紗知子ほか:公共用水域における有機物指標としての TOC の重要性, 陸水学会雑誌, 78, 59-65, (2017)
- 7) 永田 俊ほか:流域環境評価と安定同位体, 京都大学学術出版会, (2008)
- 8) 九州農政局ホームページ 環境モニタリング水質調査結果
<http://www.maff.go.jp/kyusyu/seibibu/info/20060823.html>
- 9) 茨城県ホームページ 公共用水域の水質等測定結果
<http://www.pref.ibaraki.jp/seikatsukankyo/kantai/suishitsu/water/kokyoyosuiiki.html>
- 10) 千葉県ホームページ 公共用水域及び地下水の水質測定結果報告書
<https://www.pref.chiba.lg.jp/suiho/kasentou/koukyouyouui/>
- 11) 花町 優次ほか:淡水植物プランクトンの初期分解過程における、有機物の量および組成の変化, 日本陸水学会大会講演要旨集, 120, (2005)
- 12) 古田 世子ほか:琵琶湖に棲息する緑藻 *Staurastrum arctiscon* (Desmidiaceae) の生分解特性に関する研究, 水環境学会誌, 37, 103-109, (2014)

Characteristics of Organic Matter in and around Isahaya Bay Regulating Reservoir: Understanding of the Actual Condition about Refractory Organic Matter

Hirooki JINNO, Nobutaka URA and Yasuo YAMAUCHI

Long-term biodegradation test was conducted in order to investigate characteristics of organic matter in and around Isahaya Bay Regulating Reservoir. As a result, it was revealed that the concentration of TOC became constant by 100 days after start of the test. The ratio of refractory organic matter was 36 % to 81 %. Though there was seasonal variation of the ratio of refractory organic matter, there was no significant difference in the ratios between Isahaya Bay Regulating Reservoir and the basin. From the point of view of existence form, variability of refractory POC was much greater than DOC. The correlation between easily degradable POC and chlorophyll a as well as between refractory POC and suspended substance were very well, hence it seems that organic matter from phytoplankton is relatively easy to degrade, also that from bottom mud and suspended matter from the basin is relatively refractory.

Key words: Isahaya Bay, regulating reservoir, refractory organic matter

諫早湾干拓調整池流入河川有明川流域千鳥川水質調査結果

玉屋千晶、山内 康生、浦 伸孝、陣野 宏宙

諫早湾干拓調整池に流入する河川として、本明川に次いで全窒素、全りん、全有機物の負荷量が高い有明川流域に着目し、水質調査と併せて流域を巡回することで、負荷が高まる要因を推定し、この地域で重点的に取り組むべき対策について考察した。調査の結果、多量の降水や代かき時の土壌の流亡に伴い、浮遊物質量、全りん、化学的酸素要求量の濃度が大幅に上昇することが確認され、現在取り組まれているカバークロープの更なる推進のほか、植生による対策も効果的であると考えられた。全窒素については、現地の状況から施肥や畜産業との関連が示唆され、なんらかの対策が必要と思われた。さらに、内部生産の活発化がため池におけるアオコ発生の原因となっていることが確認され、このようなため池でアオコを発生させない対策が必要と考えられた。

キーワード：諫早湾干拓調整池、流入河川、水質、負荷源

はじめに

平成 20 年度に完了した国営諫早湾干拓事業によって形成された調整池(本明川(調整池)水域)は、平成 21 年 1 月 16 日 長崎県告示第 47 号にて湖沼 B 類型、湖沼 V 類型に指定された。平成 20 年度以降、国、県、市などの関係機関で「第 2 期諫早湾干拓調整池水辺環境の保全と創造のための行動計画」に基づき水質保全対策に取り組んできたが、未だ環境基準を達成できていない。特に、全りん(T-P)については、環境基準値の 2 倍を上回るレベルで推移している¹⁾。

調整池へは本明川のほか、中小の河川が流入している。国営諫早湾干拓事業の事業主体である九州農政局は、諫早湾干拓調整池水質検討委員会の資料として、流域ごとの負荷量をまとめている。県は、平成 28 年度九州農政局委託事業(国営干拓環境対策調査)として本明川に次いで全窒素(T-N)、T-P の負荷量が高い有明川流域に着目し、水質調査と併せて流域を巡回することで負荷が高まる要因を推定した²⁾ところだが、その結果を元に、この地域で特に効果的な対策について考察した。

事業内容

1 重点監視対象河川の選定

九州農政局が負荷量の把握のためにしている流入河川の水質調査結果の一部を平成 23 年度から 27 年度の平均値として図 1 に示す。有明川合流点の値は調整池の環境基準値を大きく上回っている。表 1 に、九州農政局がまとめた有明川流域の負荷量を示す。化学

的酸素要求量(COD)、T-N、T-P ともに農業系由来が半量程度を占めるが、あくまでも既存資料による推定であり、具体的な対策のためには、詳細な現地調査が必要である。

有明川合流点は、西方から流入する有明川と東方から流入する千鳥川の合流点にあっている。それぞれの流末の T-N と T-P の濃度の月ごとの変化を平成 23 年度から 27 年度の平均値として図 2 に示す。千鳥川は、年間を通じて有明川に比較して T-P 濃度が高い。有明川、千鳥川の流域面積は、それぞれ 9.90 km²、5.15 km²である³⁾。流域面積に対する T-P が高濃度であり、上流にさまざまな負荷源が存在する千鳥川流域を、本調査の重点監視対象河川に選定した。

千鳥川流域は、主に畑地、水田として利用されており、最上流では、ばれいしょ栽培、畜産業が盛んに行われている。また、事前に現地確認調査を実施したところ、最上流に 3 つの発生源として、ゴルフ場、畑地、畜舎が確認できた。(図 3)

2 千鳥川水質調査

(1) 調査方法等

(a) 調査地点及び概況

水質調査地点は、千鳥川本流の最上流のため池(A)から下流へ B、C、F、支流の野平川中流から下流へ D、E 地点とした。なお、C、E 地点は両河川の合流直前の地点である。(図 3)

河川護岸は概ね人工的であったが、河床に自然に堆積した土砂上に植生があった。また、護岸ぎりぎりま

で水田が迫っていた。(図 4)

(b) 調査日

降雨による面源負荷を把握するために2016年5月～11月までの期間において、可能な限り降雨時または降雨後に計9回実施した。実施日と気象官署「諫早」で観測された降水量(以下「降水量」と記す)は次のとおり。5月31日(0mm)、6月9日(5mm)、13日(2.5mm)、16日(5.5mm)、21日(1.5mm)、9月7日(0mm)、12日(98mm)、10月17日(13.5mm)、11月14日(24.5mm)。降水量と調査日、営農の状況を図5に示した。

(c) 水質項目

生活環境項目及び栄養塩類として下記を公定法によって分析した。

COD(懸濁態(全CODと溶存態CODの差)、溶存態)、T-N、T-P、アンモニア性窒素($\text{NH}_4^+\text{-N}$)、硝酸性窒素($\text{NO}_3^-\text{-N}$)、亜硝酸性窒素($\text{NO}_2^-\text{-N}$)、 $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$ 、浮遊物質(SS)、塩素イオン(Cl^-)、クロロフィルa(Chl.a)、水素イオン濃度(pH)

3 巡回監視(負荷源調査)

(1) 調査方法等

A地点上流域にはゴルフ場、畑地、畜舎等が存在し、D地点上流域には水田や自然林が存在するため、負荷源の巡回監視をのべ9回実施した。調査地点の位置を図6に示した。

A地点上流域調査日と降水量:

2016年6月16日(5.5mm)、20日(59mm)、22日(177.5mm)、7月13日(21.5mm)、9月12日(98mm)、11月14日(24.5mm)

D地点上流域調査日:

2016年7月13日(21.5mm)、9月12日(98mm)、11月14日(24.5mm)

調査方法については、降雨時に面源からの排水を現地確認し、採水・水質分析(パックテスト等)及び現地写真撮影を実施した。

結果及び考察

1 千鳥川水質調査結果

COD、T-N、T-P、SS、Chl.a、pHについては、調査日ごと、地点別に図7に示した。 $\text{NO}_3^-\text{-N}$ 、 $\text{NO}_2^-\text{-N}$ 、 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 、 $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$ については、地点ごと、調査日別に図8に示した。以下、各項目が高濃度となる要因別に考察する。

(1) 降雨による土壌流出

9月12日は、水質調査を実施した9回のなかで最も多い降水量(98mm)が観測された。

このときのCODは他の調査日と比べ、全地点で高い傾向を示し、かつ懸濁態の割合が高かった。またT-P、SSについても同様の傾向を示し、特にSSでは、B、C、D、F地点で100mg/Lを超える高濃度を示した。

この日の現地確認写真(図9)によると、各地点とも、降雨により河川へ流入した土壌によって、濁りを生じていた。

地点別に細かく見ると、B地点に対してC地点は懸濁態CODが64%、SSが49%減少している。B地点からC地点にまでには河川等の流れ込みはなく、~~至る~~河川の河床等に繁茂した水生植物によるフィルター効果と考えられる。また、溶存態CODは48%減少し、 $\text{NO}_2^-\text{-N}$ 、 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 、 $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$ についてもB地点からC地点に至る過程で減少していることから、植物の繁茂はそこに定着している微生物群による有機物分解や植物自身による栄養分吸収の効果も発揮していると考えられる。

調査日前日の6月20日に59mmの降水量が観測された6月21日の調査結果においても、COD、T-P、SSが高い傾向にあった。

T-P、 $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$ については、期間を通じてD～Eの野平川ラインに比べ、千鳥川本流のA～Cラインのリンの濃度が高い値を示したが、6月21日には特に高い濃度となった。

このように、土壌の河川への流入は、高い濃度のCOD、T-P、SSを調整池へ供給する要因となる。今回の調査で、千鳥川本流の上流から降雨によって土壌が流入することが、千鳥川流域のリン負荷量を押し上げていると考えられた。

これまでに、中央干拓遊水池における植物による浄化について、定量的に評価してきた⁵⁾⁶⁾が、今回の調査で、河床等の植物によるCOD、T-P、SS等の濃度の減少効果が見られたことから、河畔の植物帯は土壌流出対策として有効であると考えられる。

裸地状態の畑地の表土流出対策としてカバー作物を推進してきており、カバー作物については、「第2期諫早湾干拓調整池水辺環境の保全と創造のための行動計画」における対策項目として、普及に取り組んできたところである。一部において対策が未実施の状況や対策を行っている場合においても播種時期等の改善が必要な状況が見られており、引き続き啓発等が求められる。

今回の調査で最大の負荷があった、9月の降雨による土壌流亡対策については、カバークロープに加え、将来的には基盤整備事業による圃場の勾配修正や沈砂施設等の整備が望まれる、

(2) 施肥や降雨による溶脱

T-N、 NO_3^- -N については、期間を通じて、野平川上流の D 地点が最も高い傾向を示し、D 地点上流域からの窒素負荷が影響していることが考えられた。 NO_3^- -N の最高値は6月16日のD地点であり、施肥時期との関係も示唆される。

T-N 濃度、 NO_3^- -N 濃度ともに、D 地点から下流域の E、F 地点に向かって減少する傾向にあり、なんらかの脱窒効果が発揮されたものと思われるが、なお高いレベルにあった。

千鳥川本流の最上流ため池の A 地点では最も低い値であり、B、C 地点と下流方向へ向かって徐々に増加した。これは、A 地点上流から A 地点のため池に至る過程の土壌中で脱窒されたものの、流下に従い、水田等から窒素の流入負荷が加わったためと考えられる。

C 地点の濃度は合流直前の E 地点の濃度より低く、下流の F 地点で観測される窒素濃度は D～E ラインの野平川流域の影響がより大きいことが分かった。

9月7日のE、F地点のT-N濃度は、10mg/L以上と高い値を示した。穂肥の時期である7月下旬から8月下旬までまとまった降雨がなく、調査日の2日前の9月5日に50mm以上の降雨があったことで、流域からの窒素分の溶脱が生じたものと考えられる。

上述のカバークロックマニュアルには、緑肥栽培跡地土壌の硝酸態窒素は、深さ1mまでの土壌全層において低下することが示されており、窒素対策としてもカバークロープは有効である。

なお、A地点やF地点では、低濃度ながら NO_2^- -N、 NH_4^+ -N が検出されており、それぞれの周辺環境から、畜産や生活排水の影響が懸念された。

(3) 内部生産

9月7日のF地点のT-N濃度は全調査期間中最高値を示したが、 NO_3^- -N濃度は、2.0 mg/Lと比較的低値であった。この値は上流のD地点(6.1 mg/L)より減少していることと、pHが8.9と上昇していたことから、この日のT-Nの高濃度については NO_3^- -Nを利用する植物プランクトンの増殖の影響が考えられた。

植物プランクトンの増殖の指標となるChl.a濃度については、期間を通じて、ため池であるA地点が高い傾

向を示した。5月31日、6月9日、10月17日は、pH9を超えており、活発な内部生産があったことが示唆される。10月17日は、下流側のB、C地点もChl.a濃度が高く、採水時に水面が緑色を呈していたことを確認した。B地点付近の水田所有者が、「この地域は上流からの窒素、リンの供給により、肥料がいらぬ」と話すように、上流A地点のため池は上流域からの負荷流入により窒素、リン濃度が高く、富栄養化の状態でもある。停滞水域であるために、水温上昇と日射量が增大すれば、10月17日のように藍藻類の増殖を招く恐れがある。

アオコ現象の要因である藍藻類が調整池に流入し、広い面積で増殖することを防止するための対策としては、小面積のため池単位での水面の遮光などが有効であると考えられる。

(4) 代かき時の土壌流亡

千鳥川流域の水田地帯では、6月の中旬には代かきが実施されており、6月16日の水質調査の際、代かきが行われているのを確認した。(図10、12)

田植え前に、田に水を入れて土を砕いてかきならす代かきは、作業に伴い相当量の濁水流出が生じる。そこで「第2期諫早湾干拓調整池水辺環境の保全と創造のための行動計画」では調整池流域の水田面積の50%(1,320ha)で濁水流出を軽減する方法である「浅水代かき」を実施することを目標に掲げている。「諫早湾周辺地域 環境保全型農業推進委託事業」の報告によると、平成27年度の実績は133%(1,750ha)となっている。

6月13日の水質調査結果では、A地点から水田地帯を流下する過程で、濁りの指標となるSSが12mg/Lから83.7 mg/Lに至り、代かきの影響が示唆された。

ただし、B地点からC地点へ至る過程では10.8mg/Lから4.0 mg/Lと減少した。これは、前述のように河床の水生植物が自然のフィルターとなりSS分をトラップしていたためと考えられる。

また、調査期間全体では9月12日の降雨による土壌流亡が、より高い濃度のSSをもたらした。

なお、浅水代かきの取り組みが進められているところではあるが、調査実施中、図11に示したように、一部止水口を開放にして代かきを実施している水田もみられた。

2 巡回監視(負荷源調査)結果

(1) A 地点上流域について

No. 1～No. 5 におけるバックテストの結果を表 2 に示した。また、6 月 20 日など、降雨時の調査で、雨が畑地などからの土壌流出を起こしながら No. 4 から No. 2 を経て No. 1 へと流れ、No. 3 は No. 2 の手前から合流していることを確認した。

6 月 16 日と 6 月 20 日の調査における No. 1 地点での $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$ 濃度は 4 ppm 程度と高く、さらに 9 月 12 日には 10 ppm と最も高くなった。この地点から A 地点へはゴルフ場を隔てているものの、No. 1 へと流れ下る濁水が A 地点へのリンの供給元となっていると思われた。

7 月 13 日の採水時には No. 5 地点において COD 濃度 150 ppm、 $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$ 濃度 10 ppm、 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 濃度 20 ppm と非常に高く、上流の畑地からの土壌流出や溶脱、畜舎の影響と考えられた。

(2) D 地点上流域について

No. 6、No. 7 におけるバックテストの結果を表 3 に示した。雨は No. 7 から No. 6 へ流れ下ることが確認された。

7 月 13 日と 11 月 14 日の調査における No. 7 地点での $\text{NO}_3^-\text{-N}$ 濃度は 15 ppm、10 ppm と高く、さらに No. 7 地点での $\text{NO}_2^-\text{-N}$ 濃度は 5 ppm と高くなり、千鳥川地点 D への窒素の供給元となっている。また、3 回の調査とも、 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ が検出され、特に No. 7 地点の 9 月 12 日、11 月 14 日はそれぞれ 1 ppm と 2 ppm と高い値であった。No. 7 地点の上方には畜舎が存在することからその影響が示唆された。

まとめ

諫早湾干拓調整池へ流入する河川のうち、本明川に次いで T-N、T-P の負荷量が高い有明川流域に着目し、水質調査と併せて流域を巡回することで負荷が高まる要因を推定し、この地域で特に効果的な対策について考察した。

1 降雨による土壌流出

5 月から 11 月まで、9 回の調査中、最も高い降水量が観測された 9 月 12 日は、大量の土壌流出が確認され、高濃度の COD、T-P、SS 濃度となった。

このことが千鳥川流域のリン等の負荷量を押し上げ、ひいては調整池の環境基準項目の濃度を押し上げている要因のひとつとなっていると考えられる。

今回の調査では、一部において裸地状態のばれいし畑が散見され、効果的なカバークロップの推進につ

いて、更なる啓発等が求められる。また、9 月 12 日はカバークロップが除かれ、秋ばれいし畑の植え付けがされた後の時期に当たっていることから、こういった時期においても土壌流出を防ぐ対策が必要と考えられる。将来的には基盤整備事業による圃場の勾配修正や沈砂施設等の整備が望まれる、

また、河床の植物による COD、T-P、SS 等の濃度の減少効果が見られたことから、河畔の植物帯による、河川への土壌流出防止策も有効な手法と考える。

2 施肥や降雨による溶脱

T-N、 $\text{NO}_3^-\text{-N}$ に、ついては、期間を通じて、千鳥川支流の野平川上流 D 地点が最も高い傾向を示し、D 地点上流域からの窒素負荷が影響していることが考えられた。 $\text{NO}_3^-\text{-N}$ の最高値は 6 月 16 日の D 地点であり、水田への施肥時期との関係も示唆された。

9 月 7 日の E、F 地点の T-N 濃度は、10mg/L 以上と高い値を示した。穂肥の時期である 7 月下旬から 8 月下旬までまとまった降雨がなく、調査日の 2 日前の 9 月 5 日に 50 mm 以上の降雨があったことで、穂肥由来分を含め流域からの窒素分の溶脱が生じたものと考えられる。

3 内部生産

植物プランクトンの増殖の指標となる Chl.a 濃度については、期間を通じて、ため池である A 地点が高い傾向を示した。10 月 17 日は、B、C 地点も Chl.a 濃度が高く、採水時に水面が緑色を呈していたことを確認した。アオコ現象の要因である藍藻類が調整池に流入し、広い面積で増殖することを防止するためには、小面積のため池単位で、水面の遮光などが有効であると考えられる。

4 代かき時の土壌流出

代かきが実施されていた 6 月 13 日の水質調査結果では、A 地点から水田地帯を流下する過程で、濁りの指標となる SS が 12mg/L から 83.7 mg/L に至り、代かきの影響が示唆されたが、B から C 地点に至る過程で植生によると思われる浄化効果が認められた。

調整池流域では浅水代かきの取り組みが進められているところではあるが、調査実施中、一部止水口を開放にして代かきを実施している水田もみられたため、関係部局による啓発指導等の継続が必要と思われる。

河畔への植栽など河川への土壌流入防止対策が望まれる。

以上、調査対象流域の特徴と、強化すべき対策について図 15 にまとめた。

参 考 文 献

- 1) 九州農政局: 諫早湾干拓調整池水質検討委員会資料(2015)
- 2) 平成 28 年度九州農政局委託事業(国営干拓環境対策調査)報告書
- 3) 長崎県島原振興局「島原半島要覧 2015」
- 4) 県央地域農業振興協議会技術者会資料
- 5) 川口 勉、横瀬 健、石崎修造、山口仁士: 諫早湾干拓調整池水質浄化に向けた先行試験結果、長崎県環境保健研究センター所報 54,95-100

- (2008)
- 6) 川口 勉、川井 仁、八並 誠、石崎修造、山口仁士: 諫早湾干拓中央遊水池の水質浄化試験結果(植物による浄化): 長崎県環境保健研究センター所報 54,64-68 (2009)
 - 7) 長崎県農林技術開発センター: 「二期作バレイショ栽培に適した緑肥(カバークロープ)栽培マニュアル」(平成 25 年 3 月)
<https://www.pref.nagasaki.jp/e-nourin/nougi/manual/ryokuhi-manual.pdf>

Water Quality Investigation of Chidori River in Nagasaki Prefecture

Chiaki TAMAYA, Yasuo YAMAUCHI, Nobutaka URA, Hirooki JINNO

Key words: Isahaya Bay land reclamation regulation land, inflow river, water quality, load source

We aimed at Ariake river basin which has a high loading amount of the nitrogen and the phosphorus following Honmyo-gawa as the river poured into Isahaya bay reclamation detention pond. We conducted water quality survey and a patrol investigation and inferred the factor by which a load increases to consider about a necessary measure for this area. It was confirmed that SS, T-P and COD become the very high density with soil loss with much precipitations and plowing. So settling basins and vegetation should be strengthened in this area. About the whole nitrogen, the relation with the fertilization and the stockbreeding trade was suggested and proper nitrogen management seemed necessary. It was suggested that activation of the inner production in a reservoir causes water bloom, so an eutrophication measure in a reservoir seemed to be necessary.

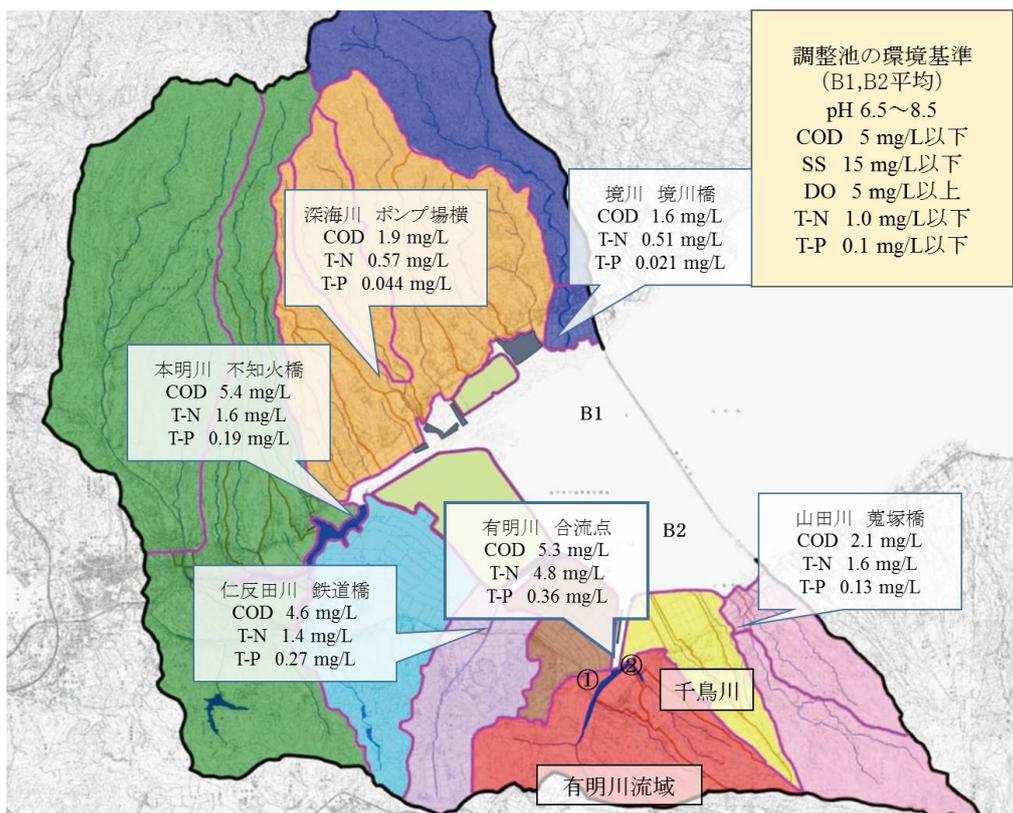


図1 調整池の主な流入河川流末の水質

本明川は長崎県調査結果(平成 23~26 年度平均値)

その他の河川は九州農政局:諫早湾干拓調整池水質検討委員会資料(平成 23~27 年度平均値)

表1 有明川流域の負荷量

kg/day	生活系	産業・工場系	畜産・水産系	市街地系	農地系	自然系	合計
COD	35	81	1	66	185	62	430
T-N	11	15	1	26	88	37	178
T-P	2	2	0	3	15	1	23

九州農政局:平成 25 年度 諫早湾干拓調整池水質検討委員会資料

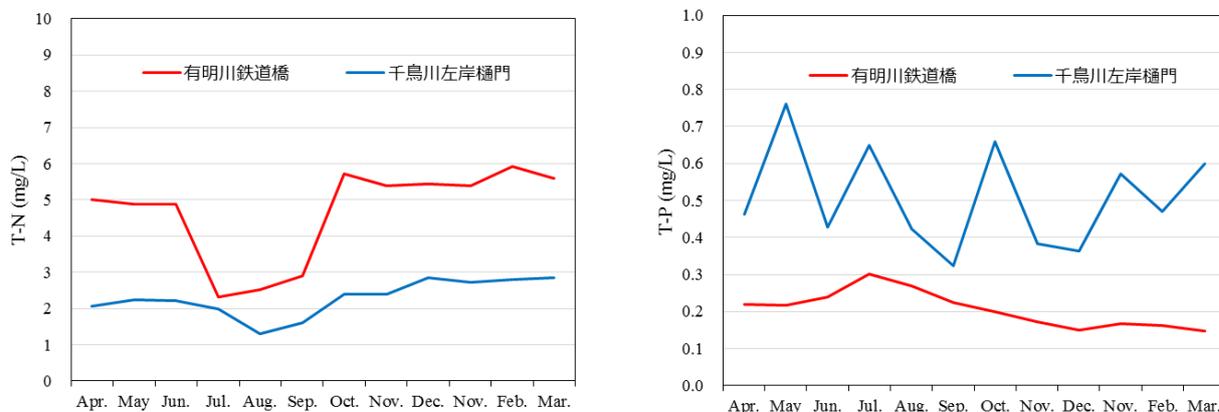


図2 有明川鉄道橋(図1①)及び千鳥川左岸樋門(図1②)の栄養塩濃度(左:T-N、右:T-P)

平成 23~27 年度 月ごと平均値 九州農政局調査資料より改変

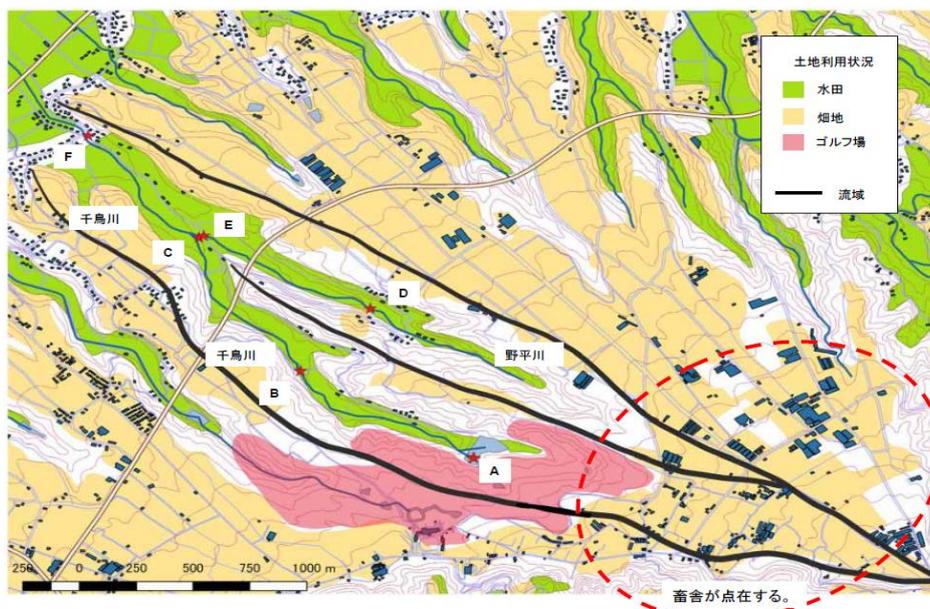


図3 千鳥川流域図 図中の赤星印は、本調査の河川水質調査地点 A~F を示す



図4 千鳥川水質調査地点の状況(2016年4月 晴天時)

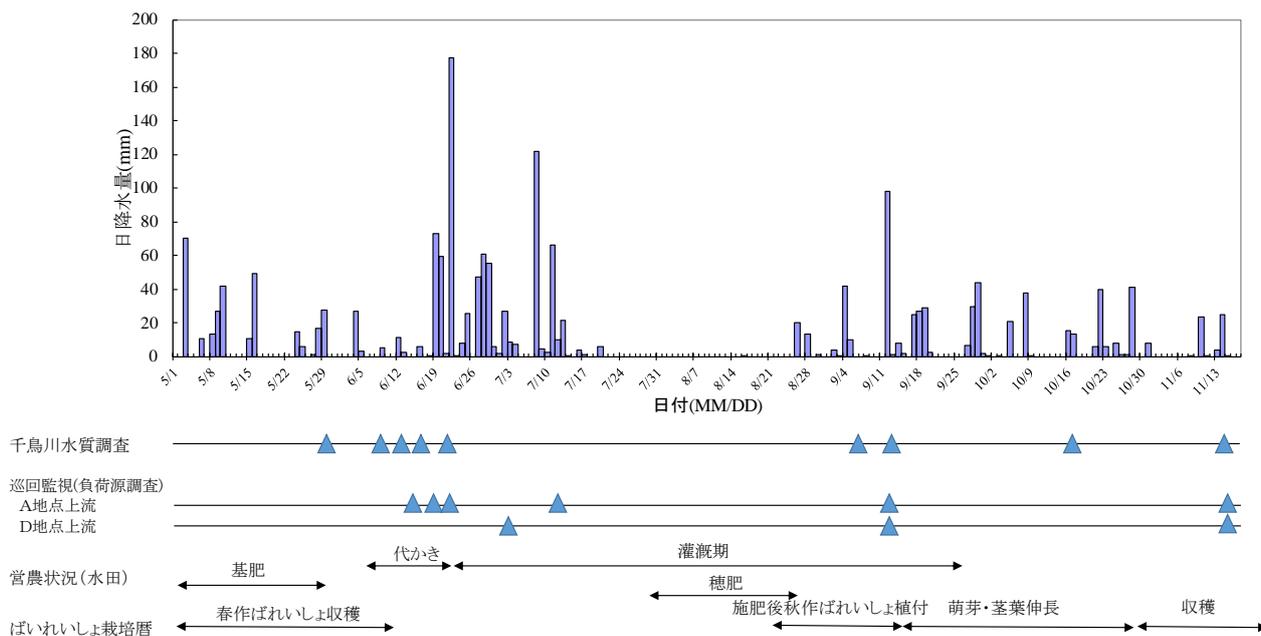


図5 気象官署「諫早」で観測された降水量と調査日、営農⁴⁾の状況



図6 A 地点及び D 地点上流域の状況と巡回監視(負荷源調査)地点①～⑦

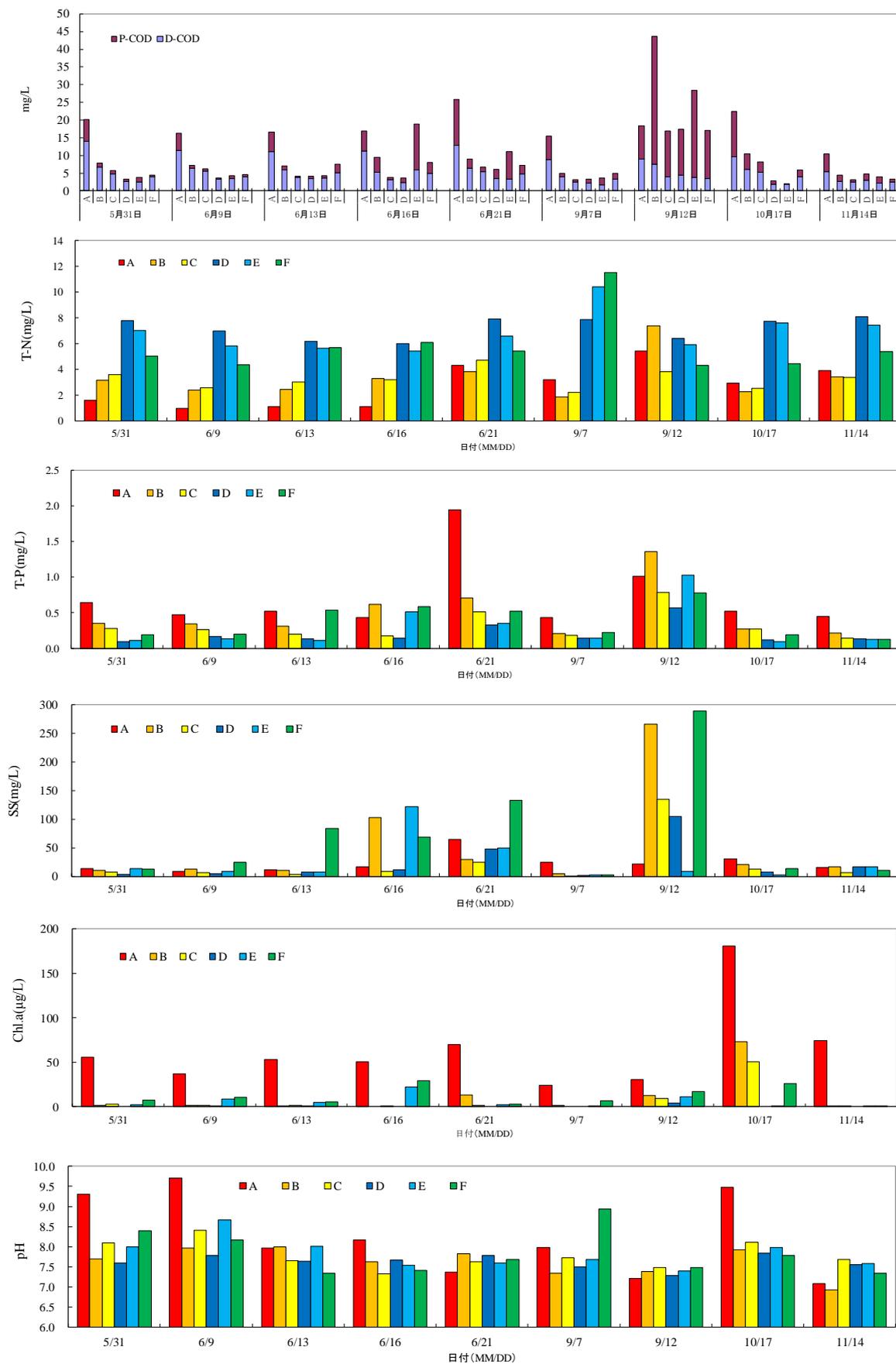


図7 千鳥川水質調査結果 調査日ごと、地点別 COD、T-N、T-P、SS、Chla 濃度とpH(2016年)

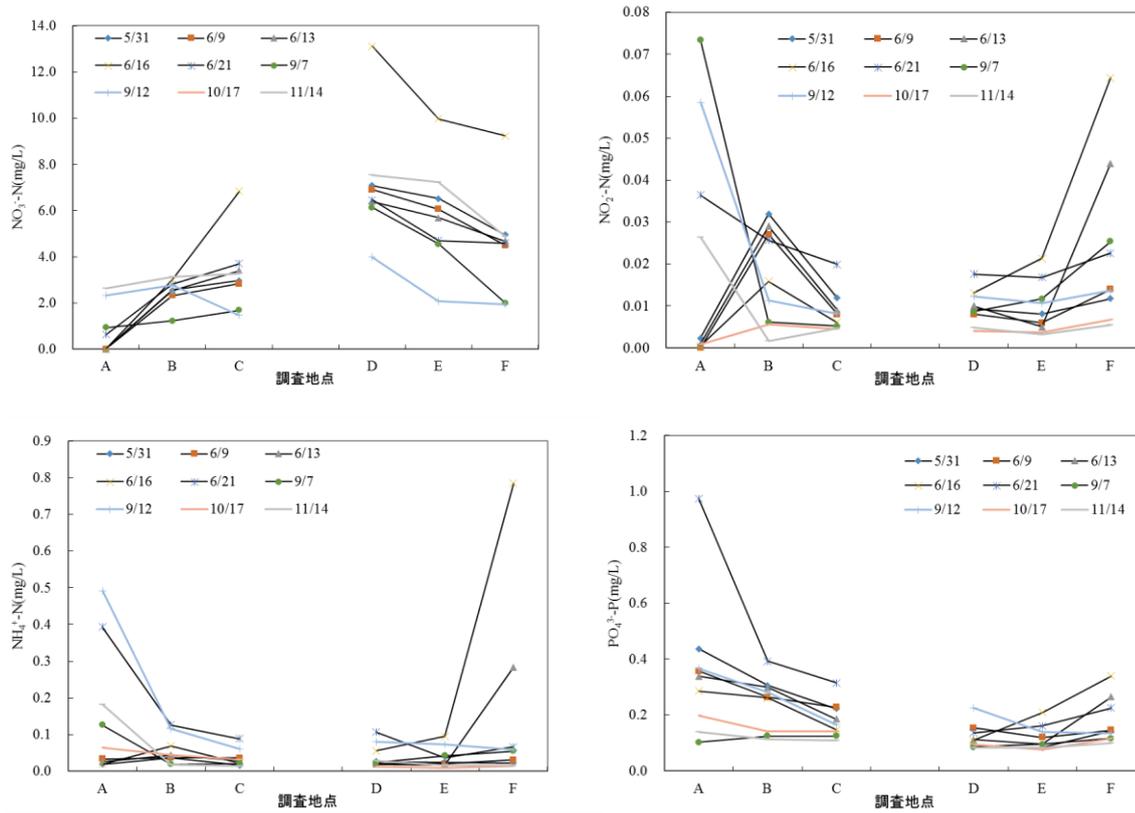


図8 千鳥川水質調査結果 地点ごと、調査日別 $\text{NO}_3\text{-N}$ 、 $\text{NO}_2\text{-N}$ 、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 、 $\text{PO}_4\text{-P}$ 濃度 (2016年)



図9-1 2016年9月12日の各水質調査地点の状況(A~D地点)

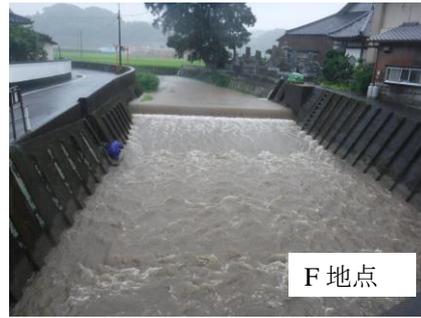


図 9-2 2016 年 9 月 12 日の各水質調査地点の状況(E,F 地点)



図 10 水田代かき



図 11 止水口が開放されたままの水田

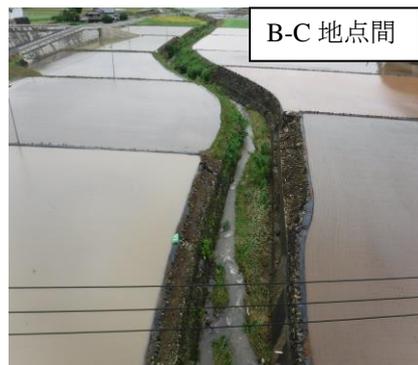
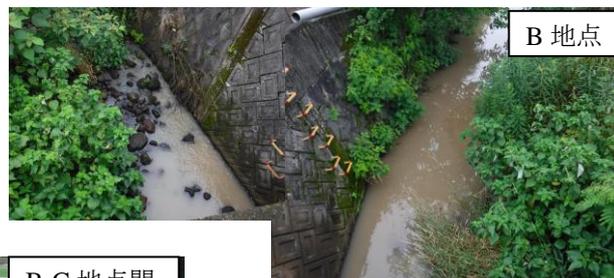


図 12 代かき時期(2016 年 6 月 16 日)の各地点の状況

表2 A地点上流におけるパケットテスト結果

2016/6/16		降水量 5.5mm					2016/7/13		降水量 21.5mm				
	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5		No.1	No.2	No.3	No.4	No.5		
PO ₄ ³⁻ -P(ppm)	3.8	-	-	-	-	COD(ppm)	70	50	-	-	150		
NH ₄ ⁺ -N(ppm)	0.75	-	-	-	-	PO ₄ ³⁻ -P(ppm)	5	5	-	-	10		
NO ₂ ⁻ -N(ppm)	0.11	-	-	-	-	NH ₄ ⁺ -N(ppm)	0.6	0.5	-	-	20		
NO ₃ ⁻ -N(ppm)	2.1	-	-	-	-	NO ₃ ⁻ -N(ppm)	2	0.5	-	-	0.3		
透視度	12.8	-	-	-	-	透視度	7.2	2.3	-	-	1.1		
pH	7.2	-	-	-	-	pH	8.1	7.8	-	-	7.8		

2016/6/20		降水量 59mm					2016/9/12		降水量 98mm				
	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5		No.1	No.2	No.3	No.4	No.5		
PO ₄ ³⁻ -P(ppm)	4.7	-	-	-	17	COD(ppm)	50	20	-	150	-		
NH ₄ ⁺ -N(ppm)	1.4	-	-	-	10	PO ₄ ³⁻ -P(ppm)	10	12	-	2	-		
NO ₂ ⁻ -N(ppm)	0.05	-	-	-	0.03	NH ₄ ⁺ -N(ppm)	2	1	-	0.5	-		
NO ₃ ⁻ -N(ppm)	0.15	-	-	-	0.38	NO ₃ ⁻ -N(ppm)	0.5	1	-	2	-		
						透視度	1.2	2.1	-	7.3	-		
						pH	7.3	7	-	6.7	-		

2016/6/22		降水量 177.5mm					2016/11/14		降水量 24.5mm				
	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5		No.1	No.2	No.3	No.4	No.5		
COD(ppm)	10	17	10	17	-	COD(ppm)	200	-	200	20	-		
PO ₄ ³⁻ -P(ppm)	0.62	0.71	0.4	0.79	-	PO ₄ ³⁻ -P(ppm)	2	-	5	1	-		
NH ₄ ⁺ -N(ppm)	0.07	0.26	0.15	0.27	-	NH ₄ ⁺ -N(ppm)	1	-	0.2	2	-		
NO ₂ ⁻ -N(ppm)	0.01	0.02	0.01	0.02	-	NO ₂ ⁻ -N(ppm)	0.3	-	0.3	0.3	-		
NO ₃ ⁻ -N(ppm)	4.8	6.7	9.8	6.7	-	NO ₃ ⁻ -N(ppm)	5	-	10	5	-		
透視度	13	17.2	14	36.2	-								
pH	7.3	7.2	6.5	7.3	-								



図13 A地点上流域 現地調査地点(黒矢印は、水の流れを示す。)



図 14 2016 年 9 月 12 日の No. 1 付近の状況：畑地からの土壌流亡が確認され、濁水として流出している。
 ※9 月 12 日の降水量 98mm

表 3 D 地点上流におけるバックテスト結果

2016/7/13	降水量 21.5mm		2016/9/12	降水量 98mm		2016/11/14	降水量 24.5mm	
	No.6	No.7		No.6	No.7		No.6	No.7
COD(ppm)	6	7	COD(ppm)	-	10	COD(ppm)	5	20
PO ₄ ³⁻ -P(ppm)	0	0	PO ₄ ³⁻ -P(ppm)	-	2	PO ₄ ³⁻ -P(ppm)	0	1
NH ₄ ⁺ -N(ppm)	<0.2	0.2	NH ₄ ⁺ -N(ppm)	-	1	NH ₄ ⁺ -N(ppm)	0.2	2
NO ₂ ⁻ -N(ppm)	0.03	1	NO ₂ ⁻ -N(ppm)	-	0	NO ₂ ⁻ -N(ppm)	5	0.5
NO ₃ ⁻ -N(ppm)	5	15	NO ₃ ⁻ -N(ppm)	-	2	NO ₃ ⁻ -N(ppm)	0	10
透視度	34.2	50<	透視度	-	29	透視度	-	-
pH	7.9	8.5	pH	-	7.1	pH	-	-

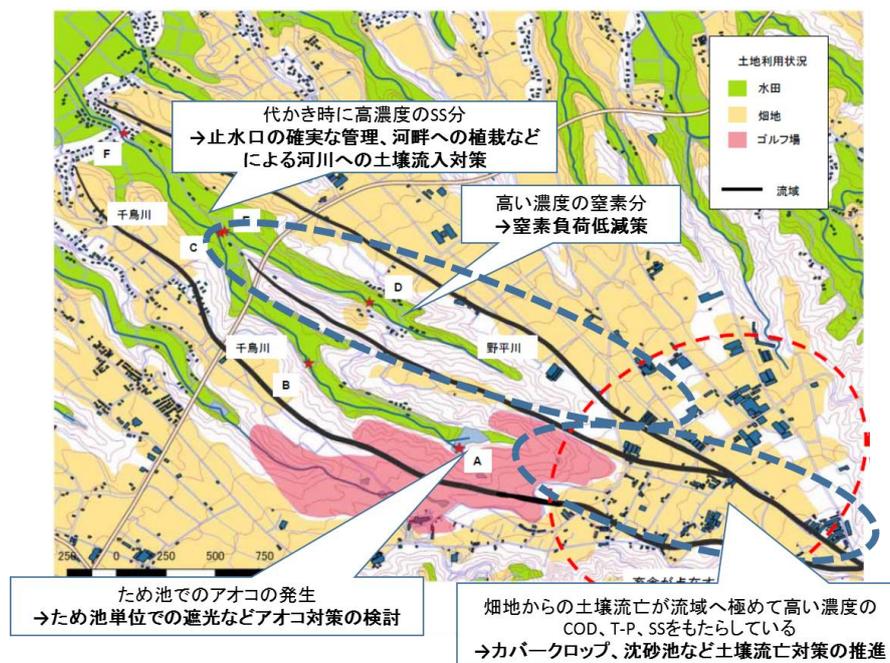


図 15 千鳥川流域の水質汚濁要因と必要と思われる対策