

福島県環境センター年報

Annual Report of Fukushima Prefectural Environmental Center

第 14 号

- 平成 22 年度 -

福島県環境センター

はじめに

平成23年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震とそれに続く大津波は、県内だけでも1,900名を超える死者・行方不明者、80,000棟を超える家屋の全・半壊や産業・交通・生活基盤の壊滅的被害など、浜通りを中心に県内全域に甚大な被害をもたらしました。さらにこの後に発生した原子力発電所の事故は、大量の放射性物質の放出による県土の汚染というこれまで経験したことのない厳しい状況を引き起こしました。このため自主的に避難している方も含めて15万人に及ぶ県民が県内外に避難をし、また、農林水産業のみならず製造業を含めたあらゆる産業が大きな打撃を受けるなど、本県の基盤を根底から揺るがすものとなっています。

このような中、震災直後からボランティアの皆さまを始め、自治体職員、警察・消防職員、自衛隊員の皆さま、さらには民間企業の皆さまを含め、全国各地から多数の方々が一層の支援にきていただいたおかげで、福島県は徐々にではありますが元気を取り戻しつつあります。本当にありがとうございます。

福島県は、平成23年12月に「福島県復興計画（第1次）」を策定し、
原子力に依存しない、安全・安心で持続的に発展可能な社会づくり
ふくしまを愛し、心を寄せるすべての人々の力を結集した復興
誇りあるふるさとの再生の実現

を基本理念に復興に向けて取り組んで参りますので、引き続き御支援をいただきますようよろしくお願いいたします。

さて、当センターでも震災により、ダイオキシン類測定室の空調設備が損壊したほか、建物壁面のひび割れの発生や分析機器の一部が故障するなど多くのトラブルが生じました。また、震災後は、震災対応業務を最優先に取り組み、放射線モニタリング業務や災害対策本部の業務に人員を派遣し、当初計画の環境関連事業の一部中止や縮小をしてきました。その後、当センターの業務については自治体職員の派遣や分析業務の支援等を受け、徐々に通常状態に戻りつつあります。

今後とも、震災による新たな環境問題への対応はもとより、本県の環境行政を科学的・技術的に支える中核機関として、環境の監視や調査研究を一層推進して参りたいと考えております。

ここに平成22年度における業務の実績について取りまとめた年報第14号を発行いたしました。皆様方におかれましては、当センターの業務や研究に関しまして御意見や御要望をお寄せいただきますよう、また、引き続き御指導・御協力を賜りますようよろしくお願いいたします。

平成24年2月

福島県環境センター
所長 渡辺 俊次

目 次

環境センターの概要

1	沿 革	1
2	位置及び施設の概要	2
3	組織及び事務分掌	3
4	職員配置及び職員一覧	4
5	予算の概要	5
6	主要機器の整備状況	6
7	研修会等への出席状況	8

業務報告

1	企画管理課	9
	(1) 環境教育(学習)	9
	(2) 化学物質対策(化学物質リスクコミュニケーション)	12
	(3) 定期刊行物の発行	13
	(4) 視察研修の受入れ	13
	(5) ホームページ	13
2	調査分析課	13
	(1) 調査分析	13
	(2) 事故等緊急時の調査分析	19
	(3) 調査分析検体数	21
	(4) 精度管理調査	22

調査研究

1	猪苗代湖における源流域の水質変化と湖内の水質との関連について	23
2	ダイオキシン類固相抽出用捕集剤「ダイオフロック [®] 」に関する検討	27
3	ICP-AESを用いた重金属類分析の定量法に関する検討	34
4	猪苗代湖水環境保全対策調査	37
	4-1 猪苗代湖及び主要流入河川のイオンバランスの季節変動と経年変化調査	37
	4-2 猪苗代湖の水温及び電気伝導率の連続測定調査	49
	4-3 水生植物による水質への影響確認調査	53
	4-4 猪苗代湖大腸菌群超過対策調査	57

I 環境センターの概要

I 環境センターの概要

1 沿革

- | | | |
|--------------|-----|--|
| 昭和47年(1972年) | 1月 | ・厚生部の出先機関として、「福島県公害対策センター」(管理課、技術課)をいわき市に設置。 |
| | 6月 | ・行政機構改革により、生活環境部の出先機関となる。 |
| 昭和51年(1976年) | 10月 | ・生活環境部の出先機関として、「福島県郡山公害対策センター」(管理課、技術課)を郡山市に設置。
(同じ建物内に、郡山市が「郡山市公害対策センター」を設置。) |
| | | ・福島県郡山公害対策センターの設置に伴い、福島県公害対策センターの名称を「福島県いわき公害対策センター」に変更。 |
| 昭和53年(1978年) | 4月 | ・いわき公害対策センターの技術課に、公害第一係及び公害第二係を設置。
・行政機構改革により、両センターが保健環境部の出先機関となる。 |
| 平成3年(1991年) | 4月 | ・郡山公害対策センターの技術課に、大気係及び水質係を設置。 |
| 平成6年(1994年) | 4月 | ・行政機構改革により、両センターが生活環境部の出先機関となる。 |
| 平成9年(1997年) | 4月 | ・行政機構改革により、郡山公害対策センター及びいわき公害対策センターを廃止し、生活環境部の出先機関として「 福島県環境センター 」(管理課、調査分析課)及び「 福島県環境センターいわき支所 」を設置。
・環境センターの調査分析課に調査分析第一係及び調査分析第二係を設置。 |
| 平成11年(1999年) | 3月 | ・環境センター敷地内に、ダイオキシン類、環境ホルモン等調査分析のための環境総合調査・研究棟を設置。 |
| | 4月 | ・行政機構改革により、環境センターいわき支所を廃止。
環境センターの調査分析課に調査分析第三係を設置し、環境ホルモンの調査分析を開始。 |
| 平成12年(2000年) | 4月 | ・ダイオキシン類の調査分析を開始。 |
| 平成13年(2001年) | 4月 | ・衛生公害研究所から、県北地方における環境汚染の防止のための試験研究業務を移管。 |
| 平成16年(2004年) | 4月 | ・行政機構改革により、管理課が企画管理グループに、調査分析課が調査分析グループに、それぞれ組織名を変更。 |
| 平成20年(2008年) | 4月 | ・行政機構見直しにより、企画管理グループが企画管理課に、調査分析グループが調査分析課に、それぞれ組織名を変更。 |

2 位置及び施設の概要

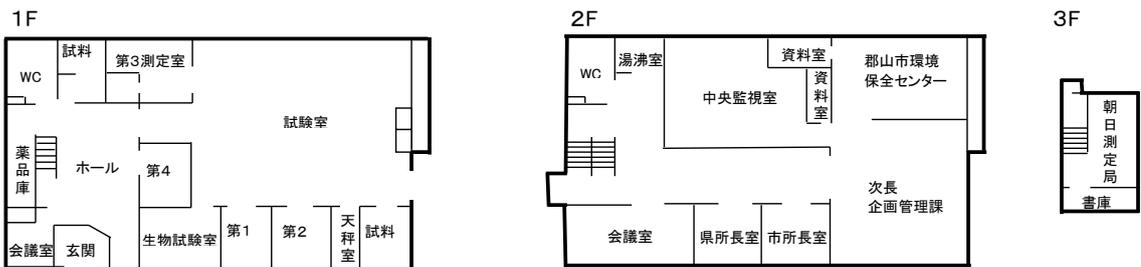
- (1) 位置 〒963-8024 郡山市朝日三丁目5番7号
 (電話) 024-923-3401 (FAX) 024-925-9029
 (Eメール) kance@pref.fukushima.jp



(2) 施設の概要

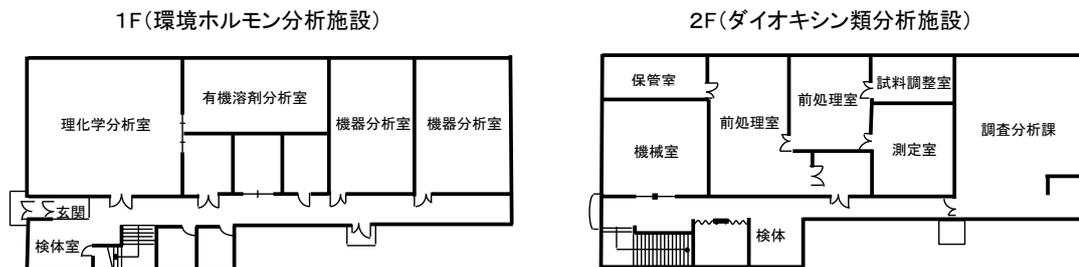
(本館)

建築年月日 昭和51年9月13日 建床面積 347.86m²
 構造 鉄筋コンクリート造陸屋根3階建て 延床面積 735.06m²



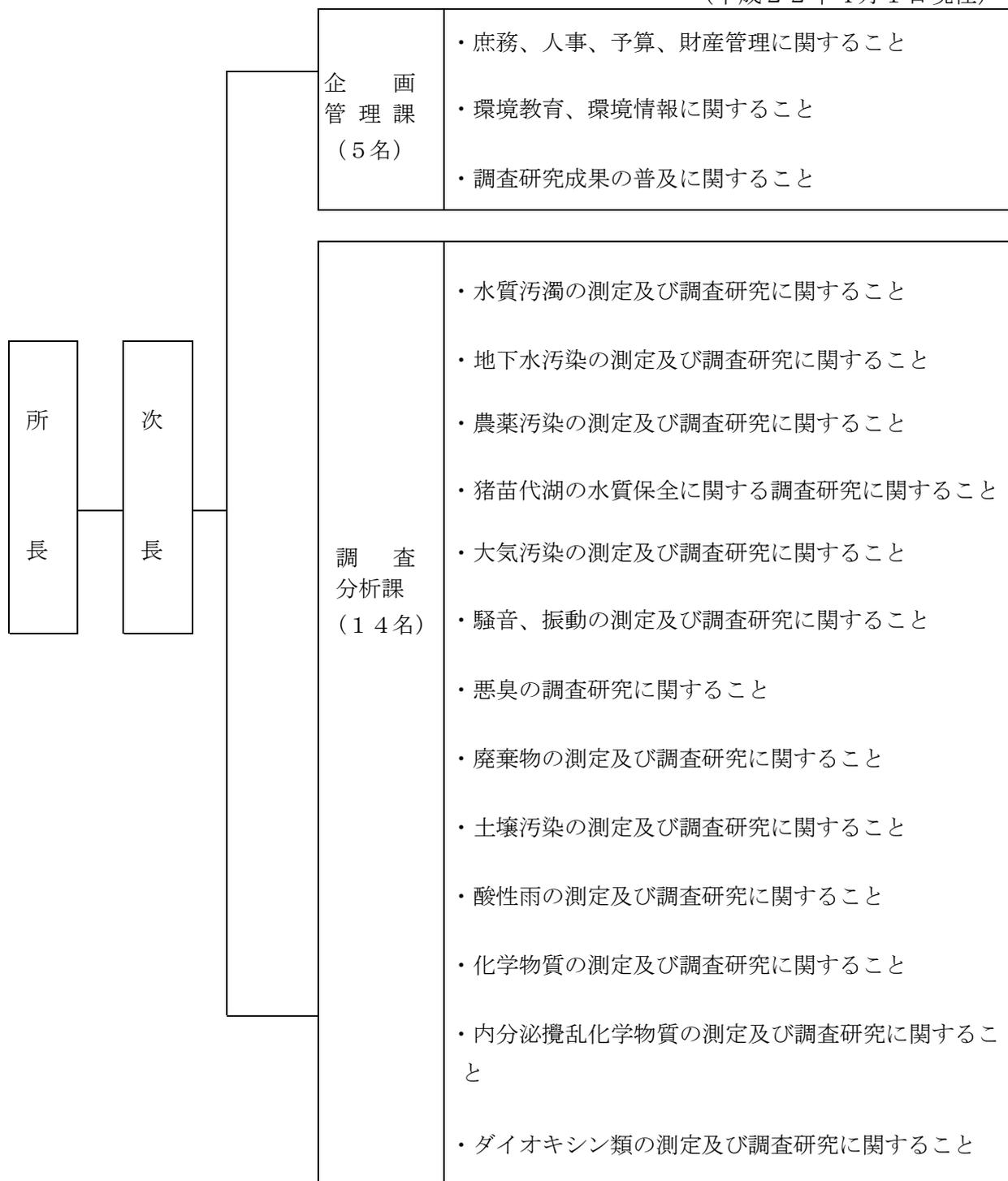
(環境総合調査・研究棟)

建築年月日 平成11年3月26日 建床面積 301.32m²
 構造 軽量鉄骨造トタン葺2階建て 延床面積 602.64m²



3 組織及び事務分掌

(平成22年4月1日現在)



5 予算の概要

(決算額)

款	項	目	節	決算額(円)
総務費				682,572
	総務管理費			392,120
		一般管理費		44,690
			共済費	44,690
		人事管理費		347,430
			旅費	347,430
	県民生活費			290,452
		県民生活総務費		17,460
			共済費	8,260
			交際費	5,000
			負担金、補助及び交付金	4,200
		県民生活対策費		272,992
			報償費	55,600
			旅費	32,210
			需用費	48,000
			役務費	74,952
			使用料及び賃借料	62,230
衛生費				67,596,760
	環境保全費			67,596,760
		環境保全対策費		40,951,958
			職員手当等(こども手当)	1,150,000
			共済費	212,873
			賃金	1,406,636
			報償費	295,200
			旅費	1,015,700
			需用費	28,337,381
			役務費	1,607,770
			委託料	4,505,744
			使用料及び賃借料	2,213,854
			負担金、補助及び交付金	81,000
			公課費	125,800
		原子力安全対策費		10,375
			旅費	10,375
		公害対策費		26,634,427
			共済費	114,782
			賃金	722,867
			報償費	164,600
			旅費	570,590
			需用費	12,369,988
			役務費	767,518
			委託料	9,365,622
			使用料及び賃借料	217,800
			備品購入費	2,340,660
労働費				1,757,731
	雇用対策費			1,757,731
		緊急雇用対策費		1,757,731
			共済費	236,409
			賃金	1,521,322
		計		70,037,063

6 主要機器の整備状況

機 器 名	型 式	数量	整備年度
高速冷却遠心分離器	日立工機 CR21F	1	平11
超純水製造装置	日本ミリポア EQG-10S	1	平10
〃	〃 EDS10-L	1	平11
〃	日本ミリポア Elix-UV5	1	平17
蒸留水製造装置	ヤマト科学 WA700	2	平11
超音波洗浄器	ダルトン ICU-7321N	2	平10
マイクロウェーブ高速試料分解装置	マイルストーンゼネラル ETHOS900	1	平10
濃縮装置			
高速自動濃縮装置	ザイマーク TurboVap II	1	平10
〃	ザイマーク TurboVap II-D	1	平11
抽出装置			
自動固相抽出装置	ザイマーク AutoTroce	1	平10
全自動高速溶媒抽出装置	ダイオネクス ASE-200	1	平11
全自動高速ソックスレー抽出装置	ソックスサム S360A	1	平11
農薬分析用固相抽出装置	ジーエルサイエンス SPL698	2	平20
恒温振とう培養器	タイテック BR-300L	1	平4
BOD用恒温器	朝日理化工業 AR-413MODELAL-9	1	平8
質量分析装置			
ガスクロマトグラフ・質量分析計 (HS式)	Agilent HP5973I-HP6890N	1	平16
〃 (HS式)	日本電子 JMS-Q1000GC MK II	1	平21
〃 (PT式)	Agilent 7890A-5975Cinert	1	平21
誘導結合高周波プラズマ質量分析計	サーモフィッシャー X-series2	1	平21
水銀分析計	日本インスツルメンツ SP-3	1	平3
クロマトグラフ			
ガスクロマトグラフ (ECD)	島津製作所 GC-17A	1	平14
〃	島津製作所 GC-2014	1	平16
〃	Agilent 7890A	1	平21
ガスクロマトグラフ (FID/FPD)	島津製作所 GC-2014AFSPL	1	平18
ガスクロマトグラフ (FTD/FID)	Agilent 7890A (FTD (NPD) /FID)	1	平20
〃	Agilent 7890A	1	平21
可搬型ガスクロマトグラフ (FID)	S R I 310GC	1	平21
高速液体クロマトグラフ	日立製作所 L-7000シリーズ	1	平11
〃	日立製作所 L-2000シリーズ	1	平15
〃	島津製作所 Prominence LC-20AD	1	平17
イオンクロマトグラフ	日本ダイオネクス ICS-1500	1	平20
TOC計(全有機態炭素計)	島津製作所 TOC-V CPH	1	平21
光度計			
原子吸光光度計(フレイム)	島津製作所 AA-6800F	1	平13
原子吸光光度計(フレイムレス)	島津製作所 AA-6800G	1	平19
紫外可視分光光度計	島津製作所 UV-2450	1	平13
〃	日本分光 V-560	1	平17
誘導結合プラズマ発光分光分析装置	サーモフィッシャー iCAP6500	1	平20

機 器 名	型 式	数量	整備年度
大気汚染測定装置			
オキシダント動的校正装置	ダイレック MODEL1150	1	平9
校正用ガス調整装置	島津製作所 SGPD-1000, SGPA-1000	1	平10
〃	東亜D K K CGS-12	1	平12
大気汚染測定装置(標準ガス調整装置・ゼロガス調整装置)	紀本電子 AFC-127・RG-127	1	平16
動圧平衡型等速吸引装置(煙道用)	濁川理化学工業 NGZ-4DS	1	平11
窒素酸化物・酸素測定装置(煙道用)	島津製作所 NOA-7000	1	平7
ポータブルガス分析計(煙道用)	堀場製作所 PG-230	1	平11
〃	堀場製作所 PG-250	1	平21
環境大気測定車	(堀場製作所 SOx、HAPs、CO2計等)	一式	平12
窒素酸化物測定装置(環境大気測定車用)	堀場製作所 APNA-360	1	平13
オキシダント動的校正装置	日本計測工業 GUX-313	1	平20
動圧平衡型等速吸引装置(煙道用)A	濁川理化学工業 NGZ-4DS	1	平20
スベストファイバーモニター	柴田科学 F-1	4	平20
自動雨水採取装置	小笠原計器 US-330HD	1	平21
アスベスト測定用位相差分散顕微鏡	ニコン 80iTP-DSPH	1	平18
低温灰化装置	ジェイ・サイエンス・ラボ JPA300	1	平20
騒音測定装置			
騒音測定車	(リオン 騒音計・振動計等)	一式	平13
環境騒音測定装置	日東紡音響 DL-100/P	2	平20
その他			
天然ガス車	日産 CFF-VGY11 (ADバン)	1	平16

<平成22年度に購入したもの>

機 器 名	型 式	数量
高分解能ガスクロマトグラフ・質量分析装置	日本電子 JMS-800D	1
イオンクロマトグラフ	日本ダイオネクス ICS-1600	1
ガスクロマトグラフ(ECD)	島津製作所 GC-2010plus	1
オキシダント動的校正装置	東亜D K K GUX-313	1
校正用ガス調整装置	東亜D K K CGS-12	1

7 研修会等への出席状況

(1) 講演会及び研修会

名 称	主 催 等	開催地	開催月日	出 席 者
課題分析研修Ⅱ（底生動物）	環境省環境調査研修所	所沢市	4/12～4/16	福原
日本水環境学会東北支部総会・講演会	(社)日本水環境学会東北支部	仙台市	6/1	鈴木
水環境を考えるシンポジウム	東北地方整備局、東北地方環境事務所	福島市	6/2	山田、福原、菊地
課題分析研修Ⅰ（プランクトン）	環境省環境調査研修所	所沢市	6/14～6/18	中馬
機器分析研修（GC/MS）	環境省環境調査研修所	所沢市	6/24～7/9	三浦
アスベスト測定法セミナー	環境省	東京都	6/29	伊藤
アスベスト分析研修	環境省環境調査研修所	所沢市	9/6～9/10	伊藤
日本環境測定分析協会東北支部 技術研修会	(社)日本環境測定分析協会	いわき市	9/29	菊地
環境教育研修	環境省環境調査研修所	所沢市	10/12～10/15	山田
廃棄物資源循環学会研究発表会	廃棄物資源循環学会	金沢市	11/4～11/6	五十嵐
東北六県行政課題研修（環境問題コース）	東北自治研修所	仙台市	11/9～11/10	福原
湖沼生態系と水質に関する公開セミナー	(独)国立環境研究所	東京都	11/19	中馬
霞ヶ浦環境科学センター調査研究成果発表会	霞ヶ浦環境科学センター	土浦市	12/21	中馬
化学物質実態調査環境科学セミナー	環境省	東京都	1/13～1/14	千葉、吉田
低周波音測定評価方法講習会	環境省	東京都	1/18	伊藤
日本アセスメント協会公開セミナー	日本アセスメント協会	山形	1/20	菊地
環境パートナーシップ研修	環境省環境調査研修所	所沢市	1/24～1/28	福原
全国環境研究所交流シンポジウム	(独)国立環境研究所	つくば市	2/16～2/17	小島
福島県試験検査技術発表会	福島県	福島市	2/25	渡邊、五十嵐
宮城大学地域連携センターシンポジウム	宮城大学	仙台市	3/10	菊地
大気環境学会 環境大気モニタリング分科会第28回研究会	(社)大気環境学会	東京都	3/11	小島

(2) 全国環境研協議会

名 称	主 催 等	開催地	開催月日	出 席 者
全国環境研協議会北海道・東北支部総会	全国環境研協議会北海道・東北支部	札幌市	5/27～5/28	一ノ瀬、鈴木仁
環境測定分析統一精度管理北海道・東北ブロック会議	全国環境研協議会	仙台市	7/27	小島
全国環境研協議会騒音振動担当者会議	全国環境研協議会	新潟市	9/27	島貫
第36回全国環境研協議会北海道・東北支部研究連絡会議	全国環境研協議会北海道・東北支部	新潟市	10/7～10/8	菊地、小島
全国環境研協議会北海道・東北支部総会臨時役員会	全国環境研協議会北海道・東北支部	山形市	10/25	一ノ瀬
全国環境研協議会環境保全公害防止研究発表会	全国環境研協議会	さいたま市	11/15～11/16	柳沼
全国環境研協議会北海道・東北支部臨時総会	全国環境研協議会北海道・東北支部	仙台市	1/12	一ノ瀬
第39回全国環境研協議会総会	全国環境研協議会	東京都	2/1	一ノ瀬
全国環境研協議会北海道・東北支部酸性雨広域大気汚染調査研究専門部会	全国環境研協議会北海道・東北支部	秋田市	3/2	伊藤

II 業務報告

Ⅱ 業務報告

1 企画管理課

(1) 環境教育（学習）

ア 環境アドバイザー派遣事業

「福島県環境アドバイザー等派遣事業実施要領」に基づき、市町村、公民館及び各種団体等が主催する環境保全に関する講習会等に県が委嘱した環境アドバイザーを派遣した。

- ・ 実施期間 平成22年4月～平成23年3月
- ・ 環境アドバイザー 22名
- ・ 派遣回数 11回
- ・ 参加人数 584名

イ エコアクション21（環境マネジメントシステム）説明会・相談会

中小企業者等を対象に、低コストで取り組める「エコアクション21」の説明会・相談会を開催した。

開催日	平成22年9月29日	平成22年9月30日
開催場所	県ハイテクプラザ会津若松支援センター（会津若松市）	県農業総合センター（郡山市）
講演	エコアクション21の概要とシステム導入のこつ （講師：環境カウンセラー（福島県））	
事例発表	エコアクション21の取組み状況 （発表者：エコアクション21認証企業）	
参加者数	13名	25名
摘要	事例発表後にエコアクション21審査人による相談会を実施	

ウ せせらぎスクール推進事業

(ア) せせらぎスクール

身近な自然とふれあうことで、環境問題への関心を高めるとともに、広く水環境保全の普及啓発を図るため、水生生物を用いた水質調査「せせらぎスクール」に参加する団体を支援した。

- ・ 実施期間 平成22年5月～平成22年9月
- ・ 対象者 小・中学校、高等学校、市民団体などの団体、グループ等
- ・ 参加者数 154団体延べ7,895名（国土交通省分を除く）

(イ) 水環境教育実践講座

「せせらぎスクール」の参加者の拡大を図るため、その指導者を養成する講座を開催した。

コース	せせらぎスクール入門コース		水環境総合コース
実施日	平成22年5月15日	平成22年5月29日	平成22年8月29日
実施場所	県富岡合同庁舎・富岡川 (富岡町)	会津若松市勤労青少年ホーム・湯川 (会津若松市)	逢瀬公園、緑化センター・逢瀬川 (郡山市)
実施内容	水生生物に関する講義・現地研修		
対象者	小・中学等の教職員、公民館の指導員、こどもエコクラブのサポーター		
参加者数	8名	22名	32名

エ 廃棄物学習の環づくり事業

廃棄物適正処理等の必要性等について、学校や公民館、NPO法人等と連携し、体験型学習を中心とした出前講座等を実施した。

実施区分	委託事業		講師派遣事業
委託先	特定非営利活動法人 ザ・ピープル	特定非営利活動法人 I I Y O	
委託期間	平成22年8月30日～ 平成23年2月28日	平成22年10月7日～ 平成23年2月28日	
実施回数	20回	10回	3回 (派遣講師4名)
参加者数	1207名	172名	176名

オ 環境教育・学習機能強化モデル事業

行政と学校、企業等が連携して行う環境教育のモデル事業として、高校生に科学や環境に対する興味を持ってもらうため、地元企業と連携した体験学習会・講習会及び施設見学会を開催した。

対象校	福島県立会津学鳳高等学校	
実施内容	体験学習会、講習会	施設見学会
実施日	平成22年10月5日	平成22年10月7日
実施場所	福島県立会津学鳳高等学校	曾田香料(株)郡山工場 福島県ハイテクプラザ
参加者数	体験学習会：60名 講習会：240名	47名

カ 体験的環境教育指導員トレーニング講座事業

学校教育や社会教育における環境保全意識の醸成、環境保全活動の活性化を図るため、環境教育を実践する指導者を対象にNPO法人と連携し、現場で役立つ体験的実習を含む内容の講座を開催した。

実施区分	委 託	
委 託 先	特定非営利活動法人 環境保全会議あいづ	NPO法人 いわき環境研究室
委託期間	平成22年7月8日～ 平成23年1月31日	平成22年7月16日～ 平成23年1月31日
参加者数	20名	27名

キ 環境学習プログラム

(ア) こども葉っぱ判定士

子どもたちの大気環境保全に関する認識や自然環境保全に対する意識の高揚を図るため、身近な樹木の二酸化炭素等吸収量の調査・測定を実施する子どもたちを支援した。

- ・ 実施期間 平成22年5月～平成22年9月
- ・ 対象者 小・中学生
- ・ 参加者数 17団体335名

(イ) スターウォッチング(全国星空継続観察)

県民の大気環境保全の認識を高めるため、環境省が実施する星空観察という身近な方法による大気環境調査活動に参加する団体を支援した。

観察期間	平成22年7月31日～ 平成22年8月13日(夏期)	平成23年1月24日～ 平成23年2月6日(冬期)
対象者	小・中学校、高等学校、市民団体などの団体、グループ等	
参加者数	16団体279名 (期間外実施：1団体18名含む。)	14団体100名

(ウ) こどもエコクラブ

子どもたちが、地域の中で環境保全活動や環境学習を主体的に行うことができるよう環境省が支援する事業で、これに登録するクラブを支援した。

- ・ 実施期間 平成22年4月～平成23年3月
- ・ 対象者 幼児～高校生
- ・ クラブ構成員数 50団体1,970名

ク 全県一斉水質調査事業

水環境に対する県民意識の向上を図るため、NPO・ボランティア団体等と協働し、水質の簡易分析器具を用いた水質調査を実施した。

- ・ 調査期間 平成22年7月～平成22年9月
- ・ 参加申込み団体数 165団体

(2) 化学物質対策(化学物質リスクコミュニケーション)

ア 化学物質リスクコミュニケーションアンケート調査

化学物質リスクコミュニケーション関係事業の基礎資料とするため、化学物質の排出量の多い事業所を対象に、化学物質の管理等に関する取り組み状況について、アンケート調査を実施した。

- ・ 調査期間 平成22年6月～平成22年7月
- ・ 対象事業所数 241事業所

イ 化学物質リスクコミュニケーションに関するセミナー及び事例発表・交流会

化学物質排出事業者が化学物質に関する情報を地域住民等へ自発的に提供し、意見交換を行い、相互理解を図るための取り組みを行うことができるよう支援するため、セミナー及び事例発表・交流会を開催した。

(ア) VOC排出削減セミナー

- ・ 開催日 平成22年12月16日(午前の部)
- ・ 開催場所 福島県農業総合センター
- ・ 参加者数 74名

(イ) 化学物質リスクコミュニケーション推進セミナー

- ・ 開催日 平成22年12月16日(午後の部)
- ・ 開催場所 福島県農業総合センター
- ・ 参加者数 62名

(ウ) 環境報告書作成セミナー

エコアクション21(環境マネジメントシステム)説明会・相談会と合同開催により2回開催した。

(エ) 事例発表・交流会

実施日	平成22年9月3日	平成23年1月27日	平成23年2月16日	平成23年2月18日
実施場所	県立郡山北工業高校 (郡山市)	学校法人松韻学園福島 高校(福島市)	住友ゴム工業(株) 白河工場(白河市)	勿来市民会館 (いわき市)
参加者数	40名	96名	19名	53名

ウ 化学物質環境教室普及研修会

地域の小・中学生に化学物質管理に関する正しい知識を普及してもらうため、化学物質を取り扱う事業所等を対象に、化学物質管理に関する研修会を開催した。

- ・ 開催日 平成22年7月26日
- ・ 開催場所 福島県農業総合センター(郡山市)
- ・ 参加者数 43名

エ 化学物質アドバイザー等の派遣

化学物質リスクコミュニケーションの普及啓発のため、各工業団地や業界団体で実施する総会・研修会等に、化学物質アドバイザーや県職員を派遣した。

- ・ 実施期間 平成22年4月～平成23年3月
- ・ 派遣回数 6回
- ・ 参加者数 360名

(3) 定期刊行物の発行

当環境センターが実施した業務をとりまとめた「福島県環境センター年報(第13号)」を発行した。

(4) 視察研修の受入れ

南相馬市鹿島東部地区農業集落排水処理施設利用組合、ポラリス看護学院合わせて16名の視察研修があった。

(5) ホームページ

当環境センターホームページ (<http://www.pref.fukushima.jp/kance/>) により、業務内容、調査結果、各種事業等について県民に情報提供を行った。

- ・ アクセス件数 15,523件

2 調査分析課

(1) 調査分析

ア 大気汚染に関する調査分析

(ア) 大気汚染常時監視

「大気汚染常時監視計画」に基づき、測定機器の管理及び大気汚染常時監視測定結果の統計処理を行った。

a 大気汚染常時監視測定機器の管理

- ・ 実施期間 平成22年4月～平成23年3月
- ・ 測定項目 硫黄酸化物、窒素酸化物、光化学オキシダント、浮遊粒子状物質、炭化水素など
- ・ 測定局数 18局(県設置分)

b 大気汚染常時監視測定結果の統計処理

- ・ 実施期間 平成22年4月～平成23年3月
- ・ 測定局数 43局(全県分)
- ・ 統計処理の種類 月報、年報及び環境省報告様式に基づく報告書

(イ) 大気発生源監視調査（煙道排ガス調査）

「大気発生源監視調査計画」に基づき、ばい煙発生施設の煙道排ガス調査及び採取した試料の分析を行った。

- ・ 実施期間 平成22年6月～7月
- ・ 調査煙道 5煙道（5工場・事業場）
- ・ 検体数(延項目数) 5検体（40項目）

(ウ) 有害大気汚染物質対策調査

「有害大気汚染物質調査計画」に基づき、一般大気環境中及び沿道のアセトアルデヒド及びホルムアルデヒドの分析を行った。

- ・ 実施期間 平成22年4月～平成23年3月（1回/月）
- ・ 対象地点 一般大気環境 2地点（福島市、会津若松市）
沿道 1地点（福島市）
- ・ 検体数(延項目数) 36検体（72項目）

(エ) 酸性雨調査

a 酸性雨モニタリング調査

「酸性雨モニタリング調査計画」に基づき、降水の採取及び含まれる成分の分析を行った。

- ・ 実施期間 平成22年4月～平成23年3月
- ・ 調査地点 4地点（会津若松市(2)、羽鳥（天栄村）、郡山市）
- ・ 検体数(延項目数) 90検体（900項目）

b 全国環境研協議会酸性雨広域大気汚染調査研究部会酸性雨全国調査

全国環境研協議会酸性雨広域大気汚染調査研究部会が実施する調査に参加し、降水の採取及び含まれる成分の分析等を行うとともに、パッシブサンプラー法により、酸性化成分等の調査を実施した。

(a) パッシブサンプラー法

- ・ 実施期間 平成22年4月～平成23年3月
- ・ 調査地点 1地点（羽鳥（天栄村））
- ・ 検体数(延項目数) 12検体（48項目）

(b) 湿性沈着測定

- ・ 実施期間 平成22年4月～平成23年3月
- ・ 調査地点 1地点（郡山市）
- ・ 検体数(延項目数) 26検体（260項目）

(オ) アスベスト一般環境モニタリング調査

「一般環境大気中アスベストモニタリング調査実施要領」に基づき、一般環境大気中のアスベスト濃度の測定を行った。

- ・ 実施期間 平成22年5月～平成23年3月
- ・ 調査地点 5地点（福島市、白河市、会津若松市、南会津町、南相馬市）
- ・ 検体数 60検体

(カ) 特定粉じん排出等作業周辺環境調査

特定粉じん排出等作業における周辺環境中のアスベスト濃度の測定を行った。

- ・ 実施期間 平成22年4月～平成23年1月
- ・ 調査地点 6地点（西郷村、富岡町、棚倉町(2)、鏡石町、白河市）

- ・ 検 体 数 11 検体

(キ) 温暖化防止対策支援事業

環境大気測定車により、二酸化炭素濃度を測定し、データの収集等を行った。

- ・ 実施期間 平成22年4月～平成23年1月
- ・ 調査地点 4地点（郡山市、古殿町、川内村、会津坂下町）
- ・ 測定項目 二酸化炭素、光化学オキシダント、二酸化硫黄、窒素酸化物、一酸化炭素、気象（風向、風速、温度、湿度）

イ 水質汚濁に関する調査分析等

(ア) 公共用水域水質常時監視事業

「公共用水域水質測定計画」に基づき、尾瀬沼等の水質分析を行った。

- ・ 実 施 期 間 平成22年6月～10月
- ・ 調 査 地 点 尾瀬沼1地点、尾瀬沼流入河川1地点
- ・ 検体数(延項目数) 20検体（240項目）

(イ) 地下水の水質常時監視事業

「地下水の水質測定計画」に基づき、井戸水等の水質分析を行った。

- ・ 実 施 期 間 平成22年4月～平成23年3月
- ・ 調 査 地 点 概況調査（ローリング方式） 20地点
概況調査（定点方式） 19地点
継続監視調査 131地点
汚染井戸周辺地区調査 13地点
その他の調査 41地点
- ・ 検体数(延項目数) 224検体（1,980項目）

(ウ) 水質汚濁発生源監視事業

「水質汚濁発生源監視調査実施計画」に基づき水質特定事業場等の排水及びゴルフ場の排水等の水質分析を行った。

a 水質特定事業場等調査

- ・ 実 施 期 間 平成22年4月～平成23年3月
- ・ 調査事業場等数 延318工場・事業場
- ・ 検体数(延項目数) 318検体（2,349項目）

b ゴルフ場排水農薬調査

- ・ 実 施 期 間 平成22年9月～10月
- ・ 調 査 地 点 10ゴルフ場
- ・ 検体数(延項目数) 10検体（360項目）

(エ) 猪苗代湖調査研究事業

猪苗代湖のpH中性化に伴い、有機性汚濁指標となるCOD上昇や大腸菌群数増加など水質悪化の原因を究明するとともに、その改善策の実践に資するため、各種調査を実施した。

a 猪苗代湖及び主要流入河川のイオンバランスの季節変動と経年変化調査

猪苗代湖並びに酸性水を供給する長瀬川及びその支川において水質を調査し、湖心及び主要流入河川における各溶存成分の量や組成の季節的、経年的変化を把握した。

- ・実施時期 湖心：4回／年（4月、6月、8月、10月）
河川：6回／年（4月、6月、8月、10月、12月、2月）
 - ・調査地点 4地点（延7地点）
湖心：1地点（水深層別に延4地点）
河川：6地点
 - ・調査方法 現地調査及び水質分析調査
 - ・検体数(延項目数) 51検体（958項目）
- b 猪苗代湖の水温及び電気伝導率の連続測定調査
猪苗代湖の水温及び電気伝導率を連続測定し、年間を通じた湖内の物質循環を把握した。
- ・実施時期 長瀬川河口沖1km：平成22年4月～11月
湖心：平成22年4月～平成23年3月
 - ・調査地点 2地点（長瀬川河口沖1km・湖心）
測定水深（0.5m、5m、1.5m及び3.0m）
 - ・調査方法 水温及び電気伝導率（自記記録計による連続測定）
- c 水生植物による水質への影響確認調査
猪苗代湖湖岸に生育する水生植物が繁茂する時期と枯死、腐敗する時期において、水生植物群を通過する流水の水質を調査し、水生植物による湖内水質への浄化作用と負荷作用を把握した。
- ・実施時期 2回／年（8月、1月）
 - ・調査地点 8地点（入江浜5地点・赤沼川3地点）
 - ・調査方法 現地調査及び水質分析調査
 - ・検体数(延項目数) 16検体（144項目）
- d 大腸菌群超過対策調査
猪苗代湖及び大腸菌群の流入が大きい河川の水質を調査し、大腸菌群が出現する傾向を把握した。
- ・実施時期 小黒川：5回／年（8月(2)、9月(2)、10月)
湖心：10回／年（4月、5月、6月、7月、8月(2)、
9月(2)、10月、11月）
小黒川沖：7回／年（4月、6月、8月(2)、9月(2)、
10月）
 - ・調査地点 10地点（延13地点）
小黒川：5地点
湖心：1地点（水深層別に延4地点）
小黒川沖：4地点
 - ・調査方法 現地調査及び水質分析調査
 - ・検体数(延項目数) 93検体（651項目）

ウ 騒音・振動に関する調査分析

(ア) 東北新幹線鉄道騒音調査

「東北新幹線鉄道騒音調査計画」に基づき、市町村の実施する調査の支援及び市町村に騒音測定車（騒音測定機器）の貸出しを行った。

- ・実施期間 平成22年6月～11月
- ・貸出市町村数 9市町村

(イ) 高速自動車道騒音調査

「高速自動車道騒音調査計画」に基づき、市町村に騒音測定車（騒音測定機器）の貸出しを行った。

- ・ 実施期間 平成22年5月～10月
- ・ 貸出市町村数 12市町村

(ウ) 騒音測定機材取扱研修会

新幹線鉄道騒音調査又は高速自動車道騒音調査予定の市町村担当者を対象とした測定機材の取扱い実習を行った。

- ・ 実施時期 平成22年5月
- ・ 参加市町村数 5市町村

(エ) 福島空港周辺航空機騒音調査

「福島空港周辺航空機騒音調査計画」に基づき、福島空港周辺の騒音の測定を行った。

- ・ 実施時期 平成22年5月、7月、10月及び平成23年2月
- ・ 調査地点 4地点
- ・ 調査回数 4回/年（延112日）

(オ) 風力発電所低周波音影響調査

「平成22年度低周波音影響調査実施要領」に基づき、郡山布引高原風力発電所の低周波音の測定を行った。

- ・ 実施時期 平成22年9月、11月
- ・ 調査地点 2地点

(カ) 新幹線鉄道騒音対策確認調査（環境省委託事業）

東北新幹線で実施された騒音対策の確認調査

- ・ 実施時期 平成23年1月～2月
- ・ 調査地点 5地点（福島市、二本松市、本宮市、郡山市(2)）

エ 廃棄物に関する調査分析

(ア) 廃棄物最終処分場放流水水質等検査

「廃棄物関係分析計画実施要領」に基づき、一般廃棄物・産業廃棄物最終処分場の放流水、浸透水、周縁地下水等の分析を行った。

- ・ 実施期間 平成22年4月～平成23年3月
- ・ 調査施設数 64事業場
- ・ 検体数(延項目数) 197検体（5, 108項目）

(イ) 廃棄物焼却灰等溶出試験

「廃棄物関係分析計画実施要領」に基づき、産業廃棄物焼却施設から排出される燃え殻、ばいじん等の溶出試験を行った。

- ・ 実施期間 平成22年5月～12月
- ・ 調査施設数 22事業場
- ・ 検体数(延項目数) 28検体（257項目）

(ウ) 廃棄物焼却灰熱しゃく減量検査

「廃棄物関係分析計画実施要領」に基づき、産業廃棄物焼却施設から排出される燃

え殻の熱しゃく減量の測定を行った。

- ・ 実施期間 平成22年6月～12月
- ・ 調査施設数 11事業場
- ・ 検体数(延項目数) 11検体(11項目)

オ 化学物質に関する調査分析

(ア) 廃棄物最終処分場に係る環境ホルモン調査

「廃棄物最終処分場に係る環境ホルモン調査実施要領」に基づき、廃棄物最終処分場の放流水又は処理水の分析を行った。

- ・ 実施期間 平成22年6月～7月
- ・ 調査事業場数 5事業場
- ・ 検体数(延項目数) 12検体(108項目)
- ・ 調査対象物質 ビスフェノールA、アルキルフェノール類、ベンゾ(a)ピレン等

(イ) 化学物質発生源周辺環境調査

「化学物質発生源周辺環境実施要領」に基づき、発生源事業場等の調査を行った。

- ・ 実施期間 平成22年10月～平成23年1月
- ・ 対象事業場数 3事業場
- ・ 検体数(延項目数) 15検体(41項目)
- ・ 調査対象物質 チオ尿素、N,N-ジメチルホルムアミド

(ウ) ダイオキシン類排出状況調査

「ダイオキシン類発生源立入検査実施要領」に基づき廃棄物焼却炉等の排出ガス及び放流水等の調査を行った。

a 煙道排ガス調査

- ・ 実施期間 平成22年6月～7月
- ・ 調査煙道数 5煙道(5事業場)
- ・ 検体数 5検体

b 特定事業場排水調査

- ・ 実施期間 平成22年5月
- ・ 調査事業場数 2事業場
- ・ 検体数 2検体

(エ) 廃棄物最終処分場等に係るダイオキシン類調査

「一般廃棄物最終処分場ダイオキシン類調査実施要領」及び「廃棄物関係分析調査実施要領」等に基づき、放流水等の調査を行った。

a 一般廃棄物最終処分場放流水等調査

- ・ 実施時期 平成22年9月
- ・ 調査事業場数 1事業場及び周辺公共用水域3地点
- ・ 検体数 8検体(放流水1、周縁地下水1、公共用水域の水質3及び底質3)

b 産業廃棄物最終処分場放流水等調査

- ・ 実施期間 平成22年8月～11月
- ・ 調査事業場数 37事業場
- ・ 検体数 37検体

- c 産業廃棄物中間処理物調査
 - ・ 実施時期 平成22年11月
 - ・ 調査事業場数 3事業場
 - ・ 検体数 3検体

(木) 化学物質環境実態調査（環境省委託事業）

「化学物質環境実態調査委託業務実施計画書」に基づき、小名浜港の水質及び底質の試料採取と前処理を行った。

- ・ 実施時期 平成23年2月
- ・ 調査対象物質 POPs等29物質（水質及び底質のモニタリング調査）
- ・ 調査地点 3地点

カ 他機関等との共同研究

(ア) 日本大学工学部との共同研究

猪苗代湖の水環境を保全することを目的とし、猪苗代湖の水質浄化機能や湖水の中性化の原因究明、中性化による影響の予測などについて、共同研究を実施した。

キ 民産学官連携による猪苗代湖の水質保全活動への参画

「清らかな湖、美しい猪苗代湖の水環境研究協議会」に参画するとともに、事務局として民産学官の連携・協力のもと猪苗代湖の水質保全活動に参加した。

- (イ) 猪苗代湖北部水域における水生植物の回収・堆肥化事業（平成22年8月～10月）
- (ロ) 猪苗代湖北岸のヨシ刈り及び清掃活動（平成22年10月）

(2) 事故等緊急時の調査分析

水質事故、魚類へい死、廃棄物不法投棄事案等に係る水質検査等を行った。

ア 水質事故に伴う周辺環境への影響調査

- ・ 調査時期 平成22年4月、7月、8月、12月
- ・ 調査件数 4件
- ・ 検体数(延項目数) 14検体（45項目）

イ 魚類へい死調査

- ・ 調査時期 平成22年6月
- ・ 調査件数 1件
- ・ 検体数(延項目数) 1検体（8項目）

ウ 廃棄物不法投棄事案に係る周辺環境調査

磐梯町で発生した不法投棄事案に関し、周辺環境への影響調査

- ・ 調査時期 平成22年6月
- ・ 調査対象 河川水2地点、地下水3地点
- ・ 検体数(延項目数) 5検体（9項目）

エ その他の水質汚染・汚濁等の調査

(ア) 日橋川の水質監視事業

- ・ 調査目的 事業場の汚染土壌対策工事に伴う周辺河川の水質影響調査
- ・ 調査時期 平成22年5月～平成23年2月（4回/年）
- ・ 調査地点数 5～6地点
- ・ 検体数(延項目数) 23検体（92項目）

(イ) 一ノ戸川（喜多方市）の水質調査

- ・ 調査目的 水質環境基準の新たな類型指定を検討するなど水環境保全計画を策定するための調査
- ・ 調査時期 平成22年5月～平成23年3月（6回/年）
- ・ 調査地点数 2地点
- ・ 検体数(延項目数) 12検体（95項目）

(ウ) 桜川（三春町）関連調査

- ・ 調査目的 土壌汚染の影響調査
- ・ 調査時期 平成22年6月（1回）
- ・ 調査地点数 7地点
- ・ 検体数(延項目数) 7検体（70項目）

(エ) 黒川の水質調査

- ・ 調査目的 平成21年度公共用水域水質測定計画に基づく調査でpHが8以上となる現象が見られたことから、水質の状況を把握するとともに、原因を究明するための調査
- ・ 調査時期 平成22年4月～平成23年3月（12回/年）
- ・ 調査地点数 2地点
- ・ 検体数(延項目数) 24検体（264項目）

(オ) 裏磐梯五色沼湖沼群の水質調査

- ・ 調査目的 水生生物保全環境基準類型指定のための水質調査
- ・ 調査時期 平成22年12月（1回）
- ・ 調査地点数 7地点（7湖沼）
- ・ 検体数(延項目数) 7検体（112項目）

(カ) 小高川におけるダイオキシン類調査

- ・ 調査目的 小高川においてダイオキシン類濃度が水質環境基準を超過したことから、状況の把握及び原因究明のため上流部や流入支川を調査した
- ・ 調査時期 平成22年11月
- ・ 調査地点数 4地点（河川水及び底質）
- ・ 検体数(延項目数) 8検体（36項目）

(3) 調査分析検体数

平成22年度の調査分析事業の実施に伴う分析検体等は、次のとおりである。

平成22年度 分析検体数

事業名	計 画		計 画 外		合 計	
	検体数	項目数	検体数	項目数	検体数	項目数
大気汚染	202	1,083	0	0	202	1,083
煙道排ガス調査	5	40	0	0	5	40
有害大気汚染物質対策調査	36	72	0	0	36	72
酸性雨モニタリング調査	90	900	0	0	90	900
一般環境大気中アスベストモニタリング調査	60	60	0	0	60	60
特定粉じん排出作業等周辺環境調査	11	11	0	0	11	11
水質汚濁	732	6,682	0	0	732	6,682
公共用水域水質常時監視	20	240	0	0	20	240
地下水水質常時監視	224	1,980	0	0	224	1,980
水質汚濁発生源監視	318	2,349	0	0	318	2,349
ゴルフ場排水農薬調査	10	360	0	0	10	360
猪苗代湖水質モニタリング調査	160	1,753	0	0	160	1,753
騒音・振動	25	121	0	0	25	121
福島空港周辺航空機騒音調査	16	112	0	0	16	112
風力発電所低周波音影響調査	4	4	0	0	4	4
新幹線鉄道騒音対策確認調査	5	5	0	0	5	5
廃棄物	216	5,174	20	202	236	5,376
廃棄物最終処分場放流水水質等検査	179	4,929	18	179	197	5,108
廃棄物焼却灰等溶出試験	26	234	2	23	28	257
廃棄物焼却炉灰熱しゃく減量検査	11	11	0	0	11	11
化学物質	82	204	0	0	82	204
廃棄物最終処分場に係る環境ホルモン調査	12	108	0	0	12	108
化学物質発生源周辺環境調査	15	41	0	0	15	41
ダイオキシン類排出状況調査	7	7	0	0	7	7
廃棄物最終処分場等に係るダイオキシン類調査	48	48	0	0	48	48
事故等緊急時	66	521	35	210	101	731
水質事故等緊急時調査	0	0	14	45	4	45
魚類へい死事故調査	0	0	1	8	1	8
その他水質汚染・汚濁等の調査	66	521	15	148	81	669
廃棄物不法投棄事案調査	0	0	5	9	5	9
合 計 (前年度)	1,323 (1094)	13,785 (10305)	55 (88)	412 (1100)	1,378 (1182)	14,197 (11405)

(4) 精度管理調査

国及び県が主催する精度管理調査に参加した。

ア 環境測定分析統一精度管理調査（環境省）

- ・ 実施期間 平成22年9月～10月
- ・ 試料の種類 土壌試料
- ・ 参加項目 鉛、銅、フッ素

イ 福島県試験検査精度管理事業

- ・ 実施時期 平成22年7月～8月
- ・ 試料の種類 模擬水試料
- ・ 分析対象項目 亜鉛、ヒ素

ウ 酸性雨測定分析精度管理調査

- ・ 実施時期 平成23年2月
- ・ 試料の種類 模擬酸性雨（高濃度試料、低濃度試料）
- ・ 分析対象項目 pH、電気伝導率、 Cl^- 、 NO_3^- 、 SO_4^{2-} 、 NH_4^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 K^+ 、 Na^+

エ その他

(ア) 水質調査委託業者等とのクロスチェック

a 平成22年度公共用水域水質調査委託業者とのクロスチェック

- ・ 実施時期 平成21年5月～10月
- ・ 調査地点 7地点
- ・ 検体数(延項目数) 環境水 8検体（48項目）、水浴場 3検体（3項目）

b 平成22年度ダイオキシン類調査委託業者とのクロスチェック

- ・ 実施期間 平成22年11月
- ・ 検体数 土壌 1検体、底質 1検体

(イ) 排水水等の自主測定

a 排水水自主測定

当センター放流水（公共下水道への排水水）の自主測定を行った。

- ・ 調査時期 平成22年6月
- ・ 検体数(延項目数) 1検体（40項目）

b ダイオキシン類に係る自主測定

- ・ 排水水に係る自主測定 平成22年4月、1検体
- ・ 敷地内大気環境に係る自主測定 平成22年5月、1検体
- ・ 廃棄物（フィルター等）に係る自主測定 平成22年7月、6検体

c アスベストに係る自主測定

当センターの防災無線更新工事の施工業者が、誤って非飛散性アスベスト含有床板材の切断作業を行っていたことから、敷地境界における大気中アスベスト濃度の測定を行った。

- ・ 実施時期 平成22年9月
- ・ 調査地点数 4地点（敷地境界）
- ・ 検体数 11検体

Ⅲ 調 査 研 究

猪苗代湖における源流域の水質変化と湖内の水質との関連について

三浦俊二(現除染対策課) 渡邊恵美

菊地克彦(現原子力センター福島支所) 鈴木聡(現環境省)

1 はじめに

福島県にとって、極めて重要な水資源・観光資源である猪苗代湖には、安達太良山中腹にある旧硫黄鉱山廃坑から流れ出す強酸性の湧出水と沼尻・中ノ沢温泉の強酸性の温泉水が長瀬川を通じて流入している。これまで、猪苗代湖の水質は、これら酸性水に含まれる鉄やアルミニウムイオンが水酸化物として沈殿される過程において、湖内の汚濁物質が吸着、結合して湖底に沈殿するなど固有の自然浄化機能によって、極めて良好に保たれてきた。

しかし、近年、猪苗代湖は、pHの中性化に伴い、CODの上昇や大腸菌群数の増加など、水質の悪化が懸念されていることから、この原因を探るため、湖内に酸性成分等を供給している源流域の水質を調査し、過去の水質と比較することによって、源流域の水質変化と湖内の水質との関連について考察したので、その結果を報告する。

2 調査方法

(1) 調査地点

源流域の調査は、延べ9地点で実施したが、本稿では、猪苗代湖の水質に大きく影響を与えていると考えられる長瀬川の上流支川である^{すかわ}酸川及び^{いおう}硫黄川の酸性河川と酸性成分の供給源である沼尻・中ノ沢温泉の源泉(以下「温泉源泉」という。)及び旧硫黄鉱山廃坑の湧出水(以下「坑内排水」という。)の計4地点について考察した。

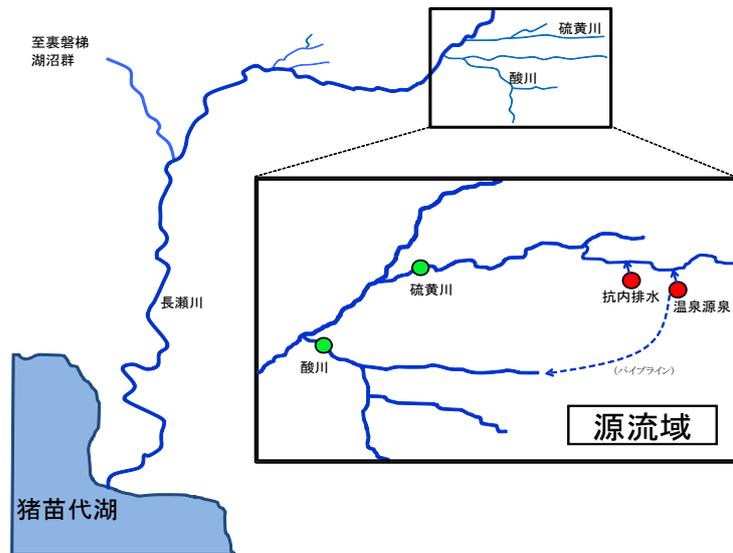


図1 調査地点

(2) 調査時期

平成18年度～21年度にかけて表1のとおり調査を実施した。

表1 調査時期

調査地点	調査年度	4月	6月	8月	10月	12月	2月
酸川	平成18年度		○	○	○	○	○
	平成19年度	○	○	○	○	○	○
	平成20年度	○	○	○	○	○	○
	平成21年度	○	○	○	○	○	○
硫黄川	平成18年度		○	○	○	○	○
	平成19年度	○	○	○	○	○	○
	平成20年度		○	○	○	○	○
	平成21年度	○	○	○	○	○	○
温泉源泉	平成18年度						
	平成19年度		○	○	○		
	平成20年度		○	○	○		
	平成21年度				○		
坑内排水	平成18年度						
	平成19年度		○	○	○		
	平成20年度		○	○	○		
	平成21年度				○		

(3) 調査項目

調査項目は、現地調査として7項目、水質測定として13項目の計20項目の調査を実施したが、本稿では、猪苗代湖の水質との関連を見るため、pH（水素イオン濃度を含む。）並びに酸性成分の主な指標となる鉍酸酸度、T-Fe 及び Al（溶存態）、 SO_4^{2-} （溶存態）の計5項目について考察した。

3 結果及び考察

(1) 源流域における平均的な水質の変化

本調査結果と昭和54年（福島大学調査）及び昭和55年～57年（福島県調査）にかけて調査した結果を比較したものは、表2のとおりである。

ア 酸性河川の水質変化

酸川は、pHが0.39上昇（水素イオン濃度として59%減少）しているほか、酸性成分の主な指標となる全ての項目の濃度が38%～81%の割合で減少していることが確認された。また、最も減少割合が大きかったのは鉄イオンであり、濃度が1/5程度にまで低下していることが確認された。

酸川よりも酸性が強い硫黄川については、pHが0.06上昇（水素イオン濃度として12%減少）しているほか、同様に全ての項目の濃度が9%～18%とほぼ同じ割合で減少していることが確認された。また、最も減少量が大きかったのは

硫酸イオンであり、酸川の減少量の約3倍に当たる235mg/Lの減少が確認された。

イ 酸性成分の供給源の水質変化

温泉源泉は、pHが0.23上昇（水素イオン濃度として41%減少）しているほか、酸性成分の主な指標となる全ての項目の濃度が17%～82%の割合で減少していることが確認された。また、最も減少割合が大きかったのは鉄イオンであり、濃度が1/5程度にまで低下するなど酸川と同様の傾向が確認された。これは、温泉源泉がパイプラインを通じ、酸川へ流れ込むことによって、酸川の水質に大きな影響を与えたためと考えられる。

温泉源泉よりも酸性が強い坑内排水については、pHが0.12上昇（水素イオン濃度として24%減少）しているほか、同様に全ての項目の濃度が25%～32%とほぼ同じ割合で減少していることが確認された。また、最も減少量が大きかったのは硫酸

イオンであり、温泉源泉の減少量の約4倍に当たる1,147mg/Lの減少が確認されるなど硫黄川と同様の傾向が確認された。これは、坑内排水が硫黄川へ流れ込むことによって、硫黄川の水質に大きな影響を与えたためと考えられる。

表2 源流域における平均的な水質の変化

調査地点	調査項目	調査時期		増減	増減割合	
		S54、55～S57	H18～H21			
酸川	pH		2.93	3.32	+ 0.39	—
	水素イオン濃度	μmol/L	1165.2	474.5	▲ 690.8	59 %減少
	鉍酸酸度	mgCaCO ₃ /L	113.8	35.8	▲ 78.1	69 %減少
	硫酸イオン	mg/L	168.9	86.4	▲ 82.4	49 %減少
	鉄イオン	mg/L	3.4	0.6	▲ 2.7	81 %減少
	アルミニウムイオン	mg/L	7.8	4.8	▲ 3.0	38 %減少
硫黄川	pH		2.15	2.21	+ 0.06	—
	水素イオン濃度	μmol/L	7080.8	6208.9	▲ 871.9	12 %減少
	鉍酸酸度	mgCaCO ₃ /L	1038.6	902.9	▲ 135.7	13 %減少
	硫酸イオン	mg/L	1322.0	1086.7	▲ 235.4	18 %減少
	鉄イオン	mg/L	100.8	86.5	▲ 14.3	14 %減少
	アルミニウムイオン	mg/L	83.9	76.2	▲ 7.7	9 %減少
温泉源泉	pH		1.72	1.95	+ 0.23	—
	水素イオン濃度	μmol/L	19221.7	11303.1	▲ 7918.6	41 %減少
	鉍酸酸度	mgCaCO ₃ /L	1901.4	1017.6	▲ 883.8	46 %減少
	硫酸イオン	mg/L	1631.0	1358.8	▲ 272.1	17 %減少
	鉄イオン	mg/L	39.5	7.3	▲ 32.2	82 %減少
	アルミニウムイオン	mg/L	89.8	74.5	▲ 15.4	17 %減少
坑内排水	pH		1.54	1.66	+ 0.12	—
	水素イオン濃度	μmol/L	28840.3	21981.3	▲ 6859.0	24 %減少
	鉍酸酸度	mgCaCO ₃ /L	—	2916.8	—	—
	硫酸イオン	mg/L	4500.0	3353.2	▲ 1146.8	25 %減少
	鉄イオン	mg/L	454.0	328.9	▲ 125.1	28 %減少
	アルミニウムイオン	mg/L	189.0	129.3	▲ 59.7	32 %減少

注： 調査項目の測定値については、採水時における流量に影響を受けないようにするため、平均的な水質として算定し、水質測定値Ciにその時の流量Qiを乗じたものの合計を流量の総量ΣQiで除す方法により求めた。

$$\text{平均的な水質} = \Sigma (C_i \times Q_i) / \Sigma Q_i$$

(2) 猪苗代湖の水質との関連

ア pHとCODの上昇

猪苗代湖のpHとCODの経年変化を図2に示す。pHについては、平成の初め頃から上昇が始まり、平成21年度では6.8まで上昇している。CODについては、平成14年度から上昇が始まり、平成21年度では1.0まで上昇している。

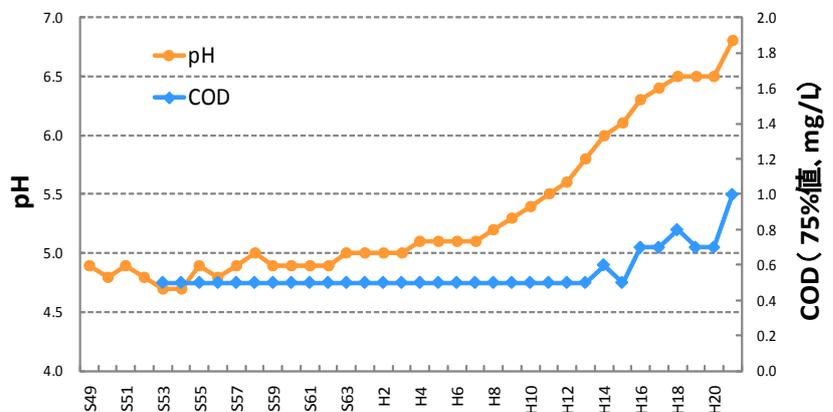
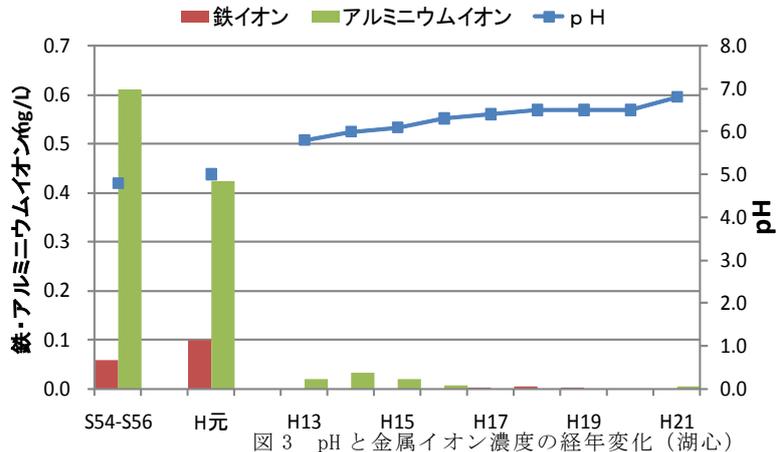


図2 pHとCODの経年変化(湖心)

猪苗代湖に流入する水の60%は、長瀬川から供給されており、湖内の水質は、この河川の水質に最も影響を受けていることが分かっている。また、長瀬川の水質は、その上流部に位置する源流域の水質に影響を受けるため、湖内のpHの上昇など水質が変化した原因は、温泉源泉や坑内排水に含まれる酸性成分の大幅な減少など源流域における水質が変化したためと考えられる。

イ 金属イオン濃度の変化

猪苗代湖のpHと金属イオン濃度の経年変化を図3に示す。pHの上昇に伴い、酸性成分の主な指標である鉄やアルミニウムイオンが大きく減少し、CODが上昇し始めた平成14年度以降においては、これらイオンが成分からほとんど見られなくなっている。



鉄やアルミニウムイオンが極端に減少した原因については、源流域からの供給量が大きく減少したことや、湖内のpHが上昇したことにより、鉄やアルミニウムがイオンとして溶存しづらくなったことなどが考えられる。

また、平成の初期においては、湖内に鉄やアルミニウムイオンが多く溶存していたことで、これらのイオンによる水質の自然浄化機能が湖内全域で働き、CODを低下させていたと考えられるが、現在では、これらのイオンによる浄化機能が低下したことでCODが上昇している可能性がある。

4 まとめ

- (1) 源流域の水質は、昭和54年～57年当時の状況と比較して、酸性が弱くなっているとともに、酸性成分の主な指標となる鉍酸酸度、鉄やアルミニウムなどの金属イオン及び硫酸イオンの大幅な減少が確認された。
- (2) 酸性成分の主な供給源である温泉源泉や坑内排水の水質は、酸川や硫黄川などの酸性河川の水質に大きな影響を与えていることが示唆された。
- (3) 猪苗代湖のpHが中性化するなど水質が変化した原因は、温泉源泉や坑内排水に含まれる酸性成分の大幅な減少など源流域における水質が変化したためと考えられた。
- (4) 猪苗代湖のCODが上昇した原因は、源流域から流入する酸性成分の減少に伴い、湖内における鉄やアルミニウムイオンによる水質の自然浄化機能が低下したためと考えられた。

(第45回日本水環境学会年会併設全国環境研協議会研究集会 (H23. 3. 18) において発表の予定だったが当該研究集会は震災のため中止となった。)

ダイオキシン類固相抽出用捕集剤「ダイオフロック®」に関する検討

長南丈裕 鈴木昌子 吉田安伸（現いわき地方振興局）

（概要）

三浦工業(株)が開発・販売しているダイオキシン類固相抽出用捕集剤「ダイオフロック®」について、その性能及び使いやすさについて確認を行った。

その結果、十分なダイオキシン類捕集性能を発揮し得ることを確認したが、本格的に業務に導入するにはなお慎重な検討が必要である。

1 はじめに—本検討の目的

水質試料中のダイオキシン類を分析するための前処理法として従来から使用されている、オクタデシルシリカゲルをディスク型に固定化した ODS ディスク型固相抽出法（以下 ODS 法）は、濾過速度の制限を受けるため時間がかかり、溶存態ダイオキシン類の存在状態によっては捕集率が低下することもある。

一方、JIS K 0312「工業用水・工場排水中のダイオキシン類の測定方法」（以下「JIS」）が 2005 年に改正され、水試料の分析において JIS と同等かどうかの判定条件が明記され、その条件を満たすものは使用できるようになった。そこで ODS 法とは別の方法として、三浦工業(株)より発売されている水中ダイオキシン類の固相抽出用捕集剤「ダイオフロック®」（以下「ダイオフロック」）について、ダイオキシン類の捕集性能を確認すること及び作業時間の短縮になるかどうか確認するため、検討を行った。

2 ダイオフロックの概要

(1) ダイオフロックの成分等

ダイオフロックは主に吸着固相として粉末活性炭、凝集剤として PAC(ポリ塩化アルミニウム)、沈降助剤としてカラムクロマトグラフ用シリカゲル、pH 調整剤として無水炭酸ナトリウムから成り立っている。

溶存中のダイオキシン類を活性炭粉末に吸着させ、PAC で凝集させる。PAC はそのままでは軽く、沈降するまでに時間を要するため沈降助剤としてシリカゲルを添加し沈降を促進させている。また PAC には剤の安定性を高める目的で硫酸根が含まれており、水に溶解すると液性は酸性になり、緩衝能の少ない試料水の場合 PAC を添加すると pH が下がって適正 pH (6~9) から外れてしまう場合があり、凝集剤添加後の pH 調整の手間を避けるため、炭酸ナトリウムが添加されている。

ダイオフロックには排水用と環境水用があり、排水用は含まれる活性炭等の量が多い。(粉末活性炭の量 排水用：50mg 環境水用：20mg) いずれの場合も、試料水最大 5 L につきダイオフロック 1 本を使用する。

※ 初期ダイオキシン濃度（メーカー保証ブランク値）

排水用：各異性体において製品 1 本当たり 0.2pg-TEQ 未満

環境水用：各異性体において製品 1 本当たり 0.05pg-TEQ 未満

(2) JIS の妥当性

ダイオフロックは三浦工業(株)より JIS K 0312 : 2005 「工業用水・工場排水中のダイオキシン類の測定方法」6.4.3 b) 1.1) および 1.2) に規定されている抽出用固相が満足すべき条件に関して試験を行っており、条件を満足していることを証明する証明書が発行されている。

しかし独立行政法人製品評価技術基盤機構認定センター(MLAP)は平成 21 年 8 月 20 日にダイオフロック導入時の確認試験についての見解を示しており、「固相抽出法に該当すると考えられるが、凝集沈殿行程が含まれるため同等とは見なせず、規定されている試験を行うのみでは妥当性評価は示されない」としている。これは三浦工業(株)が十分なデータを示しているが、操作時の留意事項が多いため、それらのデータのみでは新たに採用する事業者が適切に測定を行えるとは言い難いためである。よってダイオフロックを導入する事業者は操作手順の確認(導入前試験)を行う必要があるとしている。

従って、以下のいずれかの方法で妥当性を評価しなければならない。

- ① 実水質試料(環境水または排水) 1 検体以上について、JIS K0312 記載の公定法(固相抽出法または液-液抽出法)との併行測定を行い、クリーンアップスパイク回収率に加え定量対象成分濃度(試料中ネイティブ成分濃度、TEF 保有成分 29 種及び PCDD/F 同族体 8 種)の比較評価を行う。
- ② 市販の認証標準水質試料 1 検体以上を測定し、クリーンアップスパイク回収率に加え、定量対象成分濃度の認証値との比較評価を行う。

そして、得られた結果について、次の両条件を満足していることを確認しなければならない。

- ① 内標準物質(クリーンアップスパイク)の回収率が規定の範囲内(50~120%)であること。
- ② 各定量対象成分濃度が、公定法により得られる濃度または認証値とほぼ同等であること。

(3) ダイオフロック分析方法

ダイオフロック使用時の分析フローを図 1 に示す。

また、参考として ODS 法の分析フローを図 2 に示す。

図1 ダイオフロク使用時の分析フロー

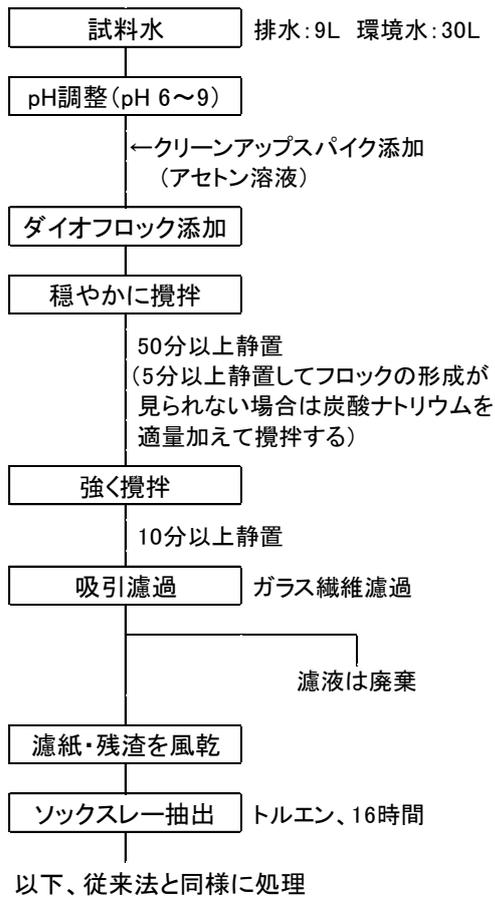
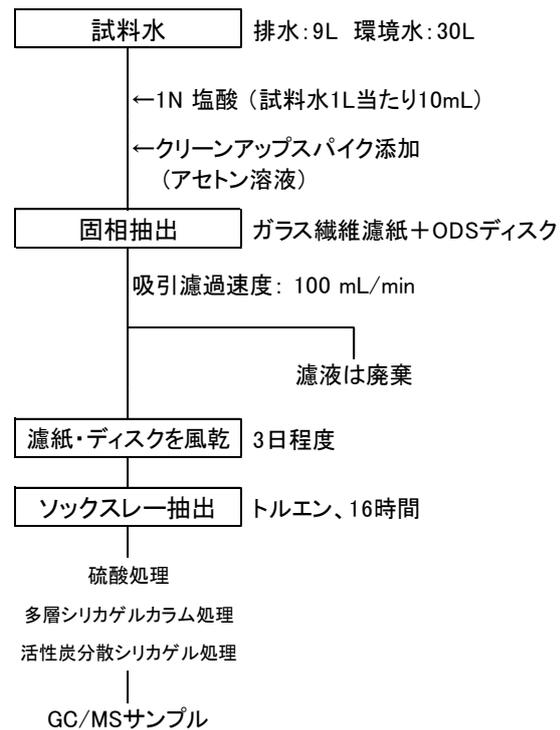


図2 ODS法(従来法)の分析フロー



3 試験結果

排水用と環境水用のダイオフロクを用い、それぞれブランク試験と添加回収試験、ODS法との比較を行った。そのうち排水用1検体で二重測定を行った。

ブランク試験はヘキサン洗浄水1Lに内標準物質(クリーンアップスパイク)を添加し、ダイオフロクで抽出後、通常の前処理を行い測定して、定量下限値以上のピークが検出されていないか確認を行った。

検討に使用した試料を表1に示す。

表1 検討に使用した試料

排水用	1回目	ブランカー1、ブランカー2、排水A、排水B(二重測定)、排水C、排水D、排水E、排水F
	2回目(オープン乾燥)	ブランカー3
	※排水B、C、Dは平成20年度採取試料。その他は平成21年度採取試料。	
環境水用	1回目	ブランカー1、ブランカー2、河川水A
	2回目(抽出時小分け)	河川水B、河川水C
	3回目(オープン乾燥)	河川水D、河川水E
	4回目(pH微調整)	河川水F
	※河川水A、Bは平成20年度採取試料。その他は平成21年度採取試料。	

(1) ブランク試験

ダイオフロックはブランクフリーをメーカー側から保証され、ロット毎にブランク値の検査がされているが、本当にブランクフリーであるかどうかを確かめるため、ダイオフロック排水用とダイオフロック環境水用のブランク試験を行った。

その結果、いずれについても定量下限値以上の値は検出されなかった。また ODS 法のブランク値と比較したが同等の値であった。

(2) 内標準回収試験

①ダイオフロック排水用

分析 1 回目のクリーンアップスパイク回収率は 72.1%～105.5%と基準値 (50～120%) を満たしていた。(表 2 上)

また、ODS 法に比べて回収率のばらつきが小さかった。(分析 2 回目 (ブランク ー 3) については後述)

②ダイオフロック環境水用

1 回目の測定で、ブランク試験の回収率は 74.7%～105.6%と基準値 (50～120%) を満たしていたが、河川水 A の回収率は 4.7%～100.6%と基準値を大きく下回った。(表 2 下)

そこで、その原因を予想し改善を試みた。

対策① ソックスレー抽出時の活性炭密度の低減

環境水試料はダイオフロックの使用量が 10 本と排水用 (3 本) より多く使用する。ダイオフロック 1 本あたりに含まれる活性炭量は環境水用が 20mg、排水用が 50mg であることから、1 検体毎に使用される活性炭量は環境水試料が 200mg であり、排水試料の 150mg よりも多い。

また、吸引濾過で使用する濾紙の枚数も環境水試料のほうが多いことから、ソックスレー抽出を 1 本の抽出器で行おうとすると、活性炭の密度が高くなる上に、濾紙を円筒濾紙にぎゅうぎゅうに詰め込むことになり、抽出効率が悪くなることが考えられる。

メーカーでは、環境水試料の場合、濾紙を 2 枚重ねにした上で四つ折りにして円筒濾紙に詰めるよう推奨している。分析 1 回目 (河川水 A) の抽出ではこれに従い、

表2 クリーンアップスパイク回収率

○排水試料

試料名	回収率 (%)		備考 (※ダイオフロック)
	ダイオフロック	ODS	
ブランク-1	75.4～90.4	87.0～109.1	本測定 二重測定
ブランク-2	76.0～92.7	73.9～96.0	
排水A	81.5～100.7	77.4～102.9	
排水B	78.5～101.7	67.5～86.1	
	79.3～105.5	58.6～78.7	
排水C	77.7～100.7	57.2～75.9	
排水D	72.1～94.0	50.7～79.6	
排水E	73.8～109.3	64.4～110.4	
排水F	71.5～113.1	74.5～99.4	
ブランク-3	76.3～106.2	85.6～116.4	※オープン乾燥

○河川水試料

試料名	回収率 (%)		備考 (※ダイオフロック)
	ダイオフロック	ODS	
ブランク-1	74.7～99.4	84.8～106.9	※抽出時小分け ※抽出時小分け ※オープン乾燥 ※オープン乾燥 ※pH微調整
ブランク-2	79.5～105.6		
河川水A	4.7～100.6	50.2～109.2	
河川水B	84.2～107.8	69.4～118.8	
河川水C	3.6～90.1	79.0～96.1	
河川水D	107.8～83.6	81.0～104.1	
河川水E	78.9～105.4	78.9～106.7	
河川水F	81.6～104.7	75.8～104.7	

濾紙を2枚重ねにし抽出器1本でソックスレー抽出を行ったため、円筒濾紙中の活性炭の密度が高くなり回収率の低下を招いたと考えられる。

そこで2回目の分析では、濾紙は重ねずに1枚ずつ折りたたんで円筒濾紙に詰めるようにし、抽出器も2本に分けた。その結果、河川水Bの回収率は84.2～107.8%であり基準値の範囲内であったが、河川水Cの回収率は3.6～90.1%と低い値であった。

対策② 水分除去の徹底

河川水Cの回収率が低かったことから、さらに検討を行った。回収率が低下した試料はソックスレー抽出器内部に水分が多量に溜まっているのが観察されたため、水分の除去不足により抽出効率が悪化した可能性を考えた。

メーカーでは「濾過後のフロックが乾燥しにくいときは40～50℃で数時間乾燥する」ことを推奨していることから、これに従い、3回目の分析ではオーブンで濾紙を乾燥(50℃、16時間)したところ、河川水Dと河川水Eの回収率は78.9～107.8%と基準値の範囲内であった。

なお、このオーブンで乾燥させる方法でブランク試験を再度行った。(排水ブランク-3) 乾燥させない場合に比べて回収率が低下することが危惧されたが、回収率は76.3～106.2%と良好であった。

(3) 吸引濾過速度の改善

ODS法の吸引濾過速度は100mL/minで行うこととされているため、3Lガロン瓶1本を引くのに30分以上かかる。一方ダイオフロックは吸引速度に制約がないため5分位で吸引濾過が可能であり、比較するとダイオフロックの方が圧倒的に速い。

しかしフロックの形態によっては、濾紙が目詰まりをすぐ起こしてしまい、吸引速度の低下を招いてしまう。特に環境水で目詰まりが起きやすかったため、環境水の吸引速度の改善を図った。

河川水Fの試料(pH 7.4)について、(1) pH調整していないもの、(2) pH 8付近に調製したもの、(3) pH 9付近に調製したものの、3つにダイオフロックを添加し、吸引速度を比較した。その結果、pHが高いものほどフロックの状態がよく、目詰まりしなかった。(表3)

表3 試料のpHとフロック生成状況

	pH調整なし (pH 7.4)	pH 8 付近	pH 9 付近
ダイオフロック 添加直後	細かいフロックが 浮遊	細かいフロックが 浮遊	少量のフロックが 浮遊
2回目攪拌後	フロック浮遊	フロック浮遊	ほぼ沈降
吸引(ガロン瓶 1本分)	濾紙: 2枚 吸引時間: 約30分 目詰まりが発生	濾紙: 2枚 吸引時間: 約30分 目詰まりが発生	濾紙: 1枚 吸引時間: 約5分 目詰まり無し

しかし、ダイオフロックの pH の範囲は 6～9 であるため、最初から 9 に設定すると、うまくダイオキシン類が捕集出来ない可能性があることから、さらに検討を行った。

(改善案)

最初に pH を 8 付近に設定しダイオフロックを添加、攪拌し 50 分後に pH を再び調整して 9 付近にしてから、強く攪拌した。また同じ試料で ODS 固相ディスクでの抽出を行い、ダイオフロック法と結果を比較した。(試料水：河川水 F)

(結果)

目詰まりは発生せず、吸引速度が落ちることなくスムーズに濾過が行えた。クリーンアップスパイク回収率も良好であった。また、各異性体濃度を ODS 法と比較したが、大きな違いは見られなかった。

(4) 二重測定

排水用試料 1 検体 (排水 B) を使用して、二重測定試験を行った。2, 3, 7, 8-位塩素置換の各異性体及び DL-PCBs について、検出下限の 3 倍以上の測定値について確認した。いずれの異性体も、その測定値が平均値の±30%以内であり、二重測定の基準を満足していた。

(5) MLAP による JIS の妥当性の検討

①ダイオフロック排水用

クリーンアップスパイク回収率はすべて基準値 (50～120%) 範囲内であった。

異性体濃度の測定結果について、二重測定の基準を準用して ODS 法と比較したところ、排水 C、排水 D、排水 E で平均値の±30%以内に収まらなかった。(表 4 上)このうち排水 D、排水 E は値にそこまで差がないため問題ないものとする。排水 C は大幅に違ったが、測定時期の差が 1 年近くあり、またクリーンアップスパイク回収率の差や検量線の違い等が影響したとも考えられるので、判断が難しい。その他の検体については平均値の±30%以内を満足しており問題ない。MLAP の指針の 1 検体以上を満たしているため、導入には問題はなさそうである。

②ダイオフロック環境水用

クリーンアップスパイク回収率は、分析 1 回目と 2 回目では低下したため前述のとおり改善を図ったところ、3 回目と 4 回目では基準値範囲内に収まった。

異性体濃度の ODS 法との比較では、回収率の改善を図った後試験を行った河川水 D、E、F では、河川水 D と河川水 F は基準 (±30%以内) の範囲内に収まったが、

表 4 ダイオフロック法とODS法の異性体濃度測定結果の比較

○排水試料

試料名	ダイオフロック法とODS法の測定結果の平均値からの差の最大値 (%)
排水A	±16.7
排水B	±29.4
排水C	±55.6
排水D	±34.2
排水E	±33.3
排水F	±27.3

○河川水試料

試料名	差の最大値 (%)
河川水A	±38.1
河川水B	±53.2
河川水C	±37.7
河川水D	± 9.5
河川水E	±85.5
河川水F	±19.6

河川水 E は 1 異性体のみ基準から外れてしまった ($\pm 85.5\%$ 、Co-PCB #77)。(表 4 下)

回収率の改善を図る前の試料 (河川水 A、B、C) は $\pm 30\%$ から外れた値が多かったため、改善後は ODS 法と概ね同等の結果が出ていると言える。

4 まとめ

今回の試験により、ダイオフロックを用いた固相抽出について、十分なダイオキシン類捕集性能を発揮し得ることを確認した。

ダイオフロック法は吸引濾過時間の大幅な短縮が可能であり、回収率の向上も期待できることが分かった。しかし、それらはフロックの出来具合に左右されやすく、ソックスレー抽出時も活性炭密度等に気を遣わなくてはならない等の難点もある。

また、吸引速度の低下を起こしやすい環境水試料での使用については、使用方法の改善により吸引速度の維持が図れたものの、pH 調整の手間が増えたため、メーカーが宣伝しているような単純な作業ではなくなってしまった。

吸引速度の面から言えば、ODS 固相ディスクと比較すると非常に速いため、導入するメリットはあるが、コスト面ではそれ程変わらないため、今回の試験のみをもって環境センターでの業務に導入するかどうかを判断するのは難しい。本格的に業務に導入するには、なお慎重な検討が必要である。

ただ、委託業者 (民間分析機関) の中でもダイオフロックを使用する所が増えてきており、ダイオフロックを使用した分析方法を把握しておく必要はあると考えられることから、今回実際にダイオフロックを取り扱って知見を得たことは、非常に有意義であったと言える。

(平成 22 年度福島県環境技術連絡会調査研究発表会 (H23. 2. 5) において発表)

ICP-AES を用いた重金属類分析の定量法に関する検討

五十嵐俊則(現 生活環境総務課)、渡邊恵美、中馬千穂

1 はじめに

事業場排水、廃棄物処分場放流水、公共用水域水質、地下水、廃棄物や土壌の溶出試験の重金属類の分析は JIS K 0102 が公定法であり、その中で誘導結合プラズマ発光分光分析（以下 ICP-AES）は、多元素同時分析が可能、測定時間が短い等の利点を持つ。

しかし、ICP-AES には分光、物理、イオン化干渉など様々な干渉があり、JIS K 0102 においても、ナトリウム(Na)、カリウム(K)、マグネシウム(Mg)、カルシウム(Ca)等のアルカリ金属・アルカリ土類金属が高濃度で含まれ、測定対象物が低濃度の場合、これらの除去作業が必要と記載されている。

今回はイオン化干渉による定量への影響を横軸(放射光)測光（以下「radial」）、軸方向測光（以下「axial」）で調べるため、添加回収試験を行うとともに、内標準元素としてイットリウム(Y)、インジウム(In)を用い内標準法での検討を行った結果、若干の知見が得られたので報告する。

2 実験方法

(1) 測定対象物質及び共存元素

カドミウム(Cd)、クロム(Cr)、銅(Cu)、鉛(Pb)、ニッケル(Ni)、亜鉛(Zn)の6元素及び、内標準物質としてイットリウム(Y)、インジウム(In)の2元素。共存成分として、イオン化干渉の原因に挙げられるアルカリ金属、アルカリ土類金属のうち、カルシウム(Ca)及びナトリウム(Na)。

(2) 実験方法（添加回収試験）

測定対象物質及び内標準物質を1mg/Lとなるよう各標準液を添加し、任意の濃度となるようCa、Naを加え、(1+15)硝酸で定容した。

(3) 使用機器（ICP-AES）

Thermo Fisher SCIENTIFIC社製 iCAP6500DUOを使用した。

検出器はCID(電荷注入素子)検出器、分光器はエシエル光学系となる。測定条件及び測定波長は右表のとおり。

測定条件	RFパワー	1150 W	
	補助ガス流量	0.5 L/min	
	ネブライザガス流量	0.55 L/min	
	クーラントガス流量	12 L/min	
元素	測定波長(nm)	元素	測定波長(nm)
Cd	214.438	Ni	221.647
Cr	206.149	Zn	213.856
Cu	324.754	Y	371.029
Pb	220.351	In	325.609

※網かけは中性原子線を表し、他はイオン線(一価)を示す。

3 結果及び考察

(1) 絶対検量線法による定量結果

Fig.1 に絶対検量線法で定量した結果を示す。

Ca濃度が増すにつれ、測定対象物の定量値は徐々に減少していきCa8000mg/L添加時に、axialではCd, Cr, Pb, Niで約4割、Cu, Y, Inで約3割、Znで約2割の減少傾向があった。

radialでは、axialと比較すると減少も少なく、Ca8000mg/L添加時でもCd, Cr, Pb, Niで約2割、Cu, Zn, Y, Inで約1割の減少であった。

Na添加時もCa添加時と同様、Na濃度が増すにつれ測定対象物は徐々に減少していくが、Ca添加時に比べ微減であった。Na8000mg/L添加時にaxialではZnを除く7元素では約3割、Znは約1割の減少が見られた。radialでは、8元素全てで約1割の減少に留まった。イオン化干渉はradialに比べaxialが、NaよりCaの方が大きいことが確認された。

またaxialとradialを比較すると、CaまたはNa8000mg/L添加時に、Pb, Y, Inは約2割程度、Cd, Cr, Cuは約1割程度差があり、Znでは差はほとんど見られなかった。このことより、axial、radialを同時測定することで、Pb, Y, Inなどでイオン化干渉の有無を判断できる可能性があると思われる。

(2) 内標準法による定量結果

Fig.2 にYを内標準物質とし、内標準法で定量した結果を示す。

Ca添加時、axialでは、イオン化干渉が小さいZnは、定量値が約2割高い値となり、イオン化干渉が大きいNi, Pbは約2割低い値となった。他の3元素では、約1割の範囲内におさまった。radialで、全ての測定対象物が1割程度の範囲内におさまることが確認できた。

Na添加時、axialでは、Znを除く測定対象物は約1割程度の範囲内におさまるが、Znは約3割程度高い値となり、radialでは、全測定対象物で約0.5割の範囲内におさまる良好な結果となった。また、Inを内標準物質とし、内標準法で定量した場合も、Yを内標準物質とした場合と同様の結果が得られた。

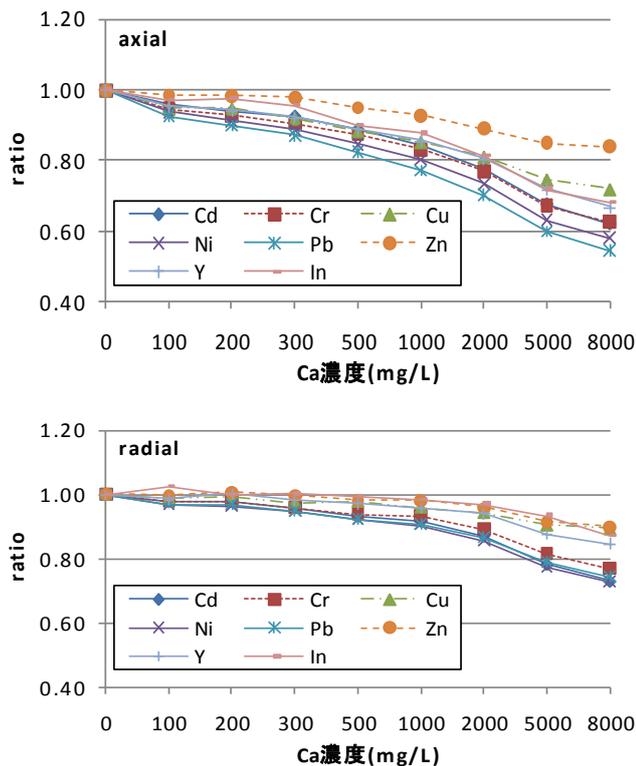


Fig.1 絶対検量線法による定量結果

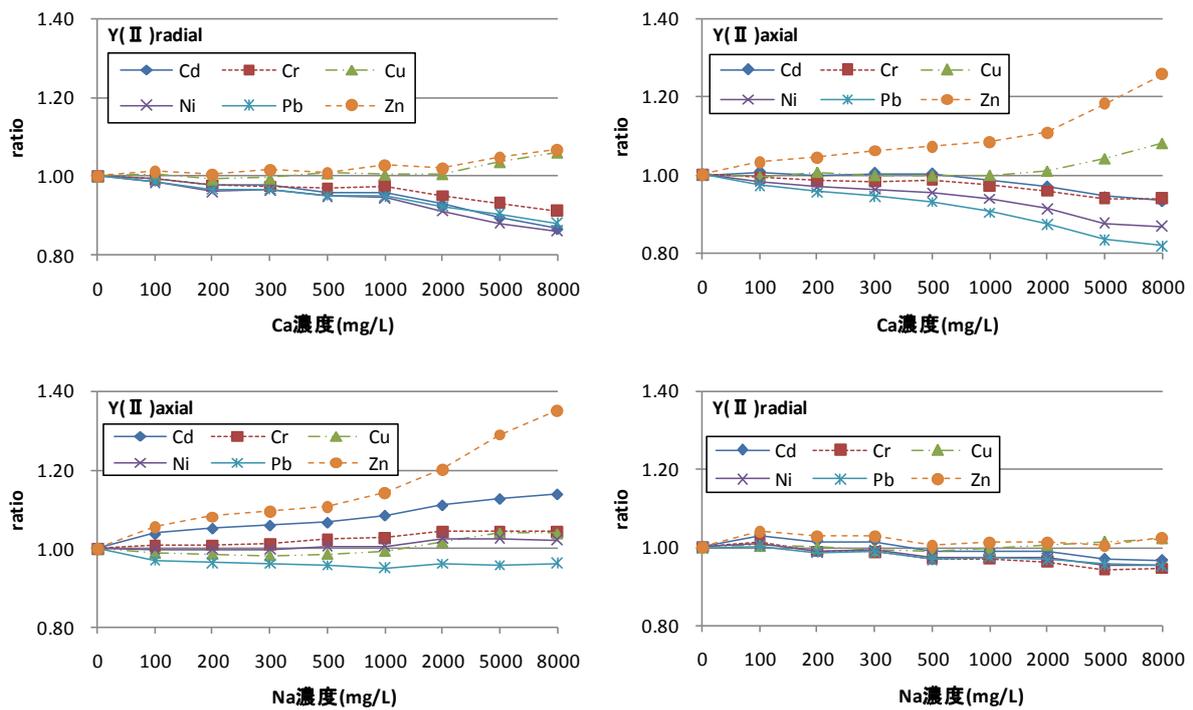


Fig. 2 内標準法による定量結果

(3) まとめと考察

今回の結果から、物理干渉の補正に有効と言われる内標準法は、イオン化干渉においても絶対検量線法より有効であることがわかった。しかし、内標準法は radial では有効であるが、axial では、内標準物質と測定対象物の干渉の影響の差が定量値へ影響するので、内標準物質と干渉の影響の差が大きい Ni, Pb, Znなどは、注意が必要であり、使用機器ごとにそれらを把握することが重要である。

また今回の条件では Y、In 補正での測定値を比較すると大きな差がないことから、検体に応じて、検液中に存在しない方の元素を内標準物質に選択することが可能である（土壌の溶出試験等には Y が検液中に存在する可能性がある）。

(第 31 回福島県試験検査技術発表会 (H23. 2. 25) において発表)

猪苗代湖水環境保全対策調査

4-1 猪苗代湖及び主要流入河川のイオンバランスの季節変動と経年変化調査

1 目的

猪苗代湖は長年酸性湖として知られていたが、平成7年に5.1であったpHが平成21年には6.8まで上昇するなど、水質に変化が生じている。pHが上昇しているのは、猪苗代湖や猪苗代湖に流入する河川中のイオンの量及び組成が変化していることが原因であると考えられる。

このため本調査では、猪苗代湖及び猪苗代湖に流入する河川のイオン成分等を調査し、水質等を把握するとともに、猪苗代湖のpH上昇との関連を調べる。

2 調査方法

湖水及び流入河川について各溶存イオン等の濃度及び負荷量の傾向を解析し、近年の湖水のpH上昇との関連について考察した。

3 調査地点

調査地点は図1のとおり。

なお、長瀬川(小金橋)は発電放流水の影響を受けない時間に調査を行った。

- (1) 猪苗代湖(湖心) 1地点
(4層 表層、10m、50m及び90m)
- (2) 酸川(酸川野) 1地点
- (3) 長瀬川(上長瀬橋) 1地点
- (4) 長瀬川(小金橋) 1地点
- (5) 高森川(酸川合流前) 1地点
- (6) 酸川(高森川合流前) 1地点
- (7) 硫黄川(高森川合流前) 1地点



図1 調査地点

4 調査時期

3-(1)については年4回(4月、6月、8月、10月)

3-(2)~(7)については年6回

(4月、6月、8月、10月、12月、2月)

5 調査項目

Fe、Mn、Al、Zn、T-P、TOCは総量だけでなく、溶存態としてGF/C(ろ紙)でろ過したろ液を測定しイオンバランスを検討した。

- (1) 気温、水温、透明度(湖)、色相(湖)、流量(河川)、透視度(河川)
- (2) 重金属(Fe、Mn、Al、Zn)

- (3) 陽イオン (Na^+ 、 K^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 NH_4^+)
- (4) 陰イオン (F^- 、 Cl^- 、 SO_4^{2-} 、 NO_3^- 、 NO_2^-)
- (5) その他 (pH、EC、T-P、T-N、酸度、アルカリ度、TOC)

6 測定方法

- (1) pH：イオン電極法
- (2) EC(電気伝導度)：電気伝導度計
- (3) DO, 酸度, アルカリ度：滴定法
- (4) T-P, $\text{PO}_4\text{-P}$ ：吸光光度法
- (5) Fe, Mn, Al, Zn：ICP/AES 法又は ICP/MS 法
- (6) Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , NH_4^+ , F^- , Cl^- , SO_4^{2-} , NO_3^- , NO_2^- ：イオンクロマトグラフ法
- (7) TOC：燃焼酸化-赤外線式 TOC 自動計測法

7 結果及び考察

現地調査票については、別紙 1 のとおり。

分析結果の一覧は別紙 2 のとおり。

- (1) 猪苗代湖湖心の水質について

ア 水質の経年変化

環境センターで行っている「猪苗代湖等水環境保全対策調査事業」では、平成 14 年度から 18 年度までは水深 0m、10m、20m、50m(計 4 層)で調査を行ったが、平成 19 年度以降は水深 0m、10m、50m、90m(計 4 層)で調査を行っている。また、平成 14 年以降は年 4 回(4 月、6 月、8 月、10 月)調査を行っているが、平成 19 年から 21 年は冬期調査として 1 月又は 2 月の調査を行い調査回数が年 5 回となっている。このため、経年変化の検討には水深 3 層(0m、10m、50m)、年 4 回(4 月、6 月、8 月、10 月)のデータを用いた。

- (ア) pH

pH の経年変化を図 2 に示す。

pH は平成元年から 7 年までは 5.0 ~ 5.1 の範囲にあったが、平成 8 年以降、年々上昇していることが分かる。本調査による今年度の平均値は 6.76 で、平成 19 年から平成 21 年の過去 3 年の範囲(6.56~6.74)と比べ上昇していた。

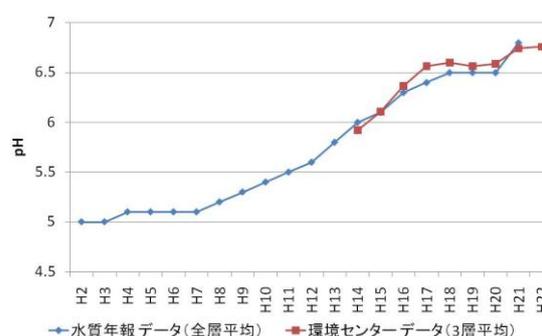


図 2 pH 経年変化

- (イ) 溶存イオン

昭和 54 年~56 年(1978~1981)に福島大学が、平成 14 年~22 年(2001~2010)に当所が行った調査結果のうちイオン当量濃度の推移を図 3 に示す。湖心のイオン当量濃度の総和は平成 18 年までは減少、平成 19 年からは横ばい若しくは増加傾向となっている。

湖心の陽イオンの成分割合は、多い順に Ca^{2+} 、 Na^+ 、 Mg^{2+} 、 K^+ の順で経年的に成分割合の変化を確認することはできなかった。陰イオンは多い順に SO_4^{2-} 、 Cl^- でこの2物質で全体の90%以上を占め、次いで HCO_3^- 、 NO_3^- の順であった。陰イオンは長期的に HCO_3^- (アルカリ度) の増加傾向が確認されている (図4)。

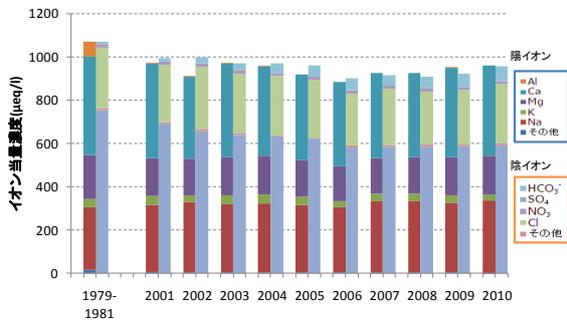


図3 イオンの経年変化

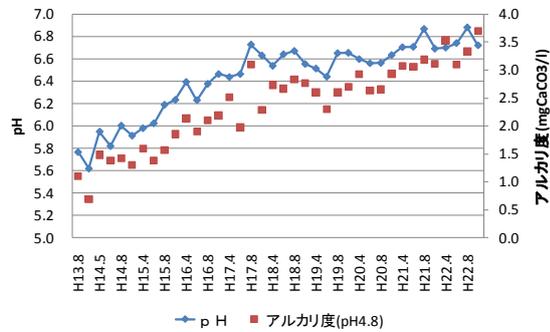


図4 pH及びアルカリ度経年変化

イ 水深ごとの水質調査結果

湖心では水深 0m、10m、50m、90m の4層で調査を行っている。水深による水質の差について検討を行ったところ、調査を行った4層の水質は全てのイオン成分でほぼ同じ濃度であった (図5)。

また、DOは全ての時期及び水深で濃度が 8mg/L 以上あり、成層期の深水部でも高濃度で存在していた。平成19年度以降の90m層のDO値を図6に示す。このことから、現時点で湖底にリンなどと共沈している水酸化鉄(III)が嫌気的条件下で溶出し、リンなどを溶出させる恐れはないと史料した。しかし、成層期末期である10月のDOは平成19年以降最低であることから、今後もモニタリングを継続する必要があると史料した。

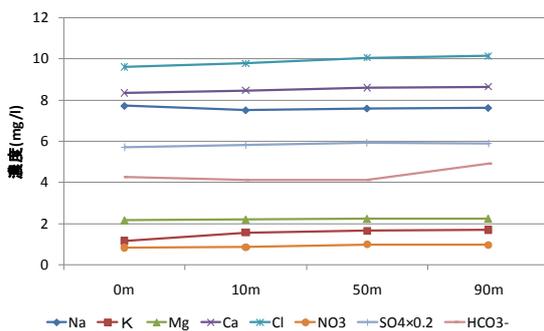


図5 水深別溶存イオン

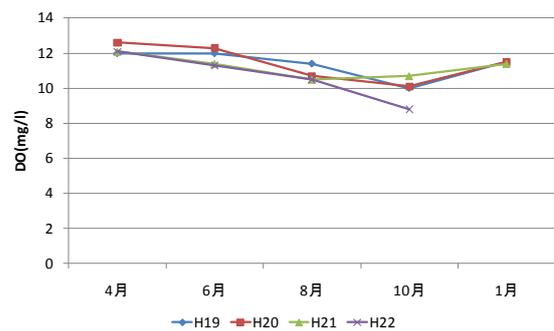


図6 90mにおける溶存酸素濃度

ウ 月ごとの水質調査結果

鉛直水温の調査結果を図7に示す。なお、図7の作成にあたっては「平成22年度猪苗代湖大腸菌群超過対策調査事業」で測定したデータも使用している。

春は全層均一、夏に水温躍層が形成、秋に水温躍層の崩壊と例年と同じ挙動であった。また、月による水質の差について検討を行ったところ、調査を行った4回の水質は全ての成分で概ね同じであった(図8, 9)。

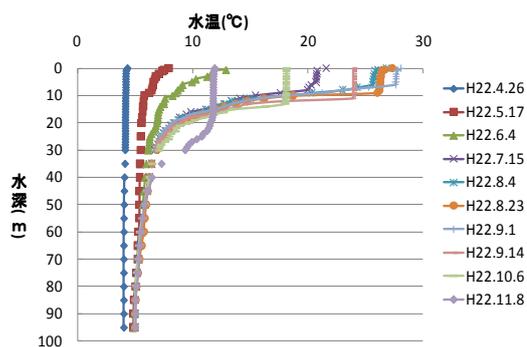


図7 鉛直水温

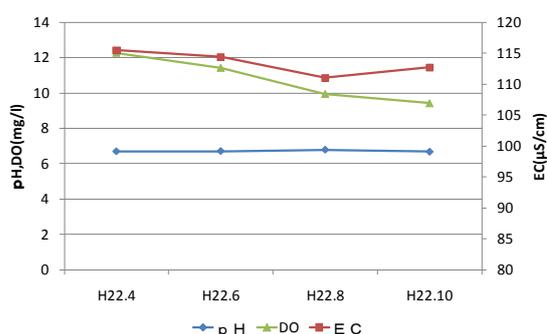


図8 月別 pH, EC, DO(4層平均)

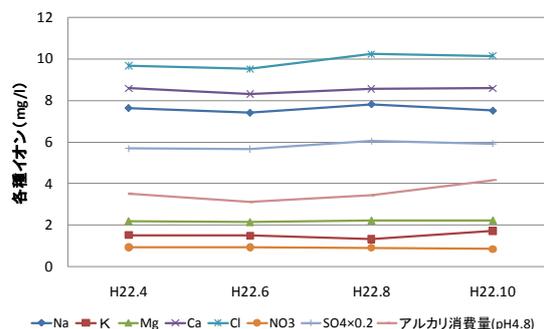


図9 月別 溶存イオン濃度(4層平均)

(2) 流入河川について

ア 調査地点ごとの傾向について

調査地点ごとの水質の概要としてpH、流量、鉍酸酸度負荷量(アルカリ度負荷量)について平成22年度の調査結果を図10に示す。また、参考として鉍酸酸度の測定を始めた平成18年以降の調査結果についても示した。

なお、調査地点のうち上流域にある硫黄川(高森川合流前)、高森川(酸川合流前)、酸川(高森川合流前)の3地点は春先の雪解け水による水位上昇や冬期の積雪のため欠測があり、調査回数が年5~6回と異なっている。過去の報告で春先は1年で最も流量や負荷量が多く、冬期は少ない傾向があり、この期間の調査の有無で年平均値にも影響が生じる。また、調査回数が最大で年6回であり微少な変化を把握するのに十分ではないこと、河川の水質及び流量は前日天候などの影響を大きく受けることなどから、水質変化を定量的に示すことは困難であると考え、本報告書では全体的・経年的な傾向を明かにすることを目的とした。

調査地点ごとの傾向は昨年までと同様であり、旧硫黄鉍山坑内排水の影響を受ける強酸性の硫黄川はこれより下流で高森川と合流し、沼尻・中ノ沢温泉の影響を受けている酸川へ合流し、さらに下流で裏磐梯湖沼群から流れ出ている長瀬川本川と合流する。猪苗代湖流入直前の長瀬川(小金橋)における、鉍酸酸度負荷量は125gCaCO₃/lと平成18年以降最も少なく、pHは3.92であった。

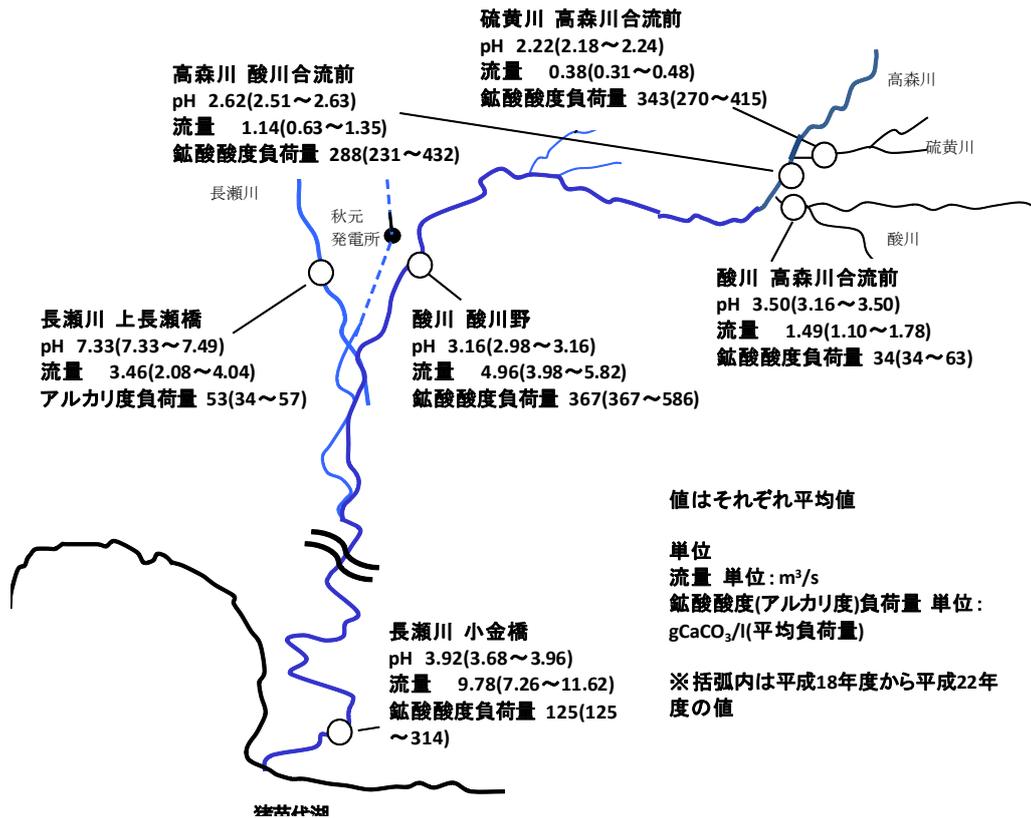


図 10 調査地点ごとの水質概要

イ 経年変化

(ア) 下流域河川の調査結果

酸川(酸川野)、長瀬川(上長瀬橋)、長瀬川(小金橋)の3地点は平成16年以降年6回の頻度で調査を行っており、(イ)で述べる発生源付近の調査地点よりもデータが蓄積されている。これら3地点のうち酸性河川の酸川(酸川野)、長瀬川(小金橋)については鉍酸酸度、Fe、Al、SO₄²⁻負荷量及び流量についての経年変化を図11及び図12に、微アルカリ性河川である長瀬川(上長瀬橋)についてはアルカリ度負荷量及び流量についての経年変化を図13に示す。

酸川(酸川野)は酸性物質の発生源である旧硫黄鉍山坑内排水及び沼尻・中ノ沢温泉水の影響を受けた河川が合流した地点であり、酸性物質の総量を検討するのに適している。近年の調査結果からは、流量が多く結果として負荷量が増加している平成18年度を除くと鉍酸酸度、金属成分等とも横ばい若しくは若干の減少傾向と考えた。

長瀬川(小金橋)では鉍酸酸度が減少傾向にあり、特に鉄イオンの顕著な減少が確認された。しかし、長瀬川(上長瀬橋)では平成22年度は流量が多く、それに伴いアルカリ度も増加している。このことから、長瀬川(小金橋)における酸性物質減少の原因として発生源からの供給量が減少したことと、長瀬川本川からのアルカリ分の流入により途中で中和が行われたことが考えられた。

このことから猪苗代湖へ流入する酸性物質の総量を検討するにはより発生源に近い上流域での調査が必要と思料した。

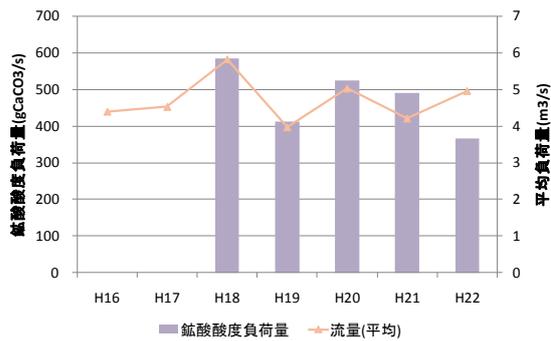


図 11-1 酸川(酸川野)の経年変化①

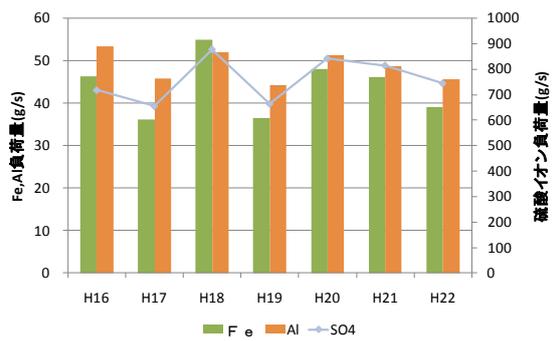


図 11-2 酸川(酸川野)の経年変化②

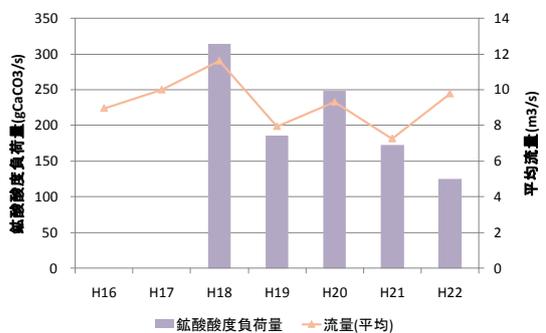


図 12-1 長瀬川(小金橋)の経年変化①

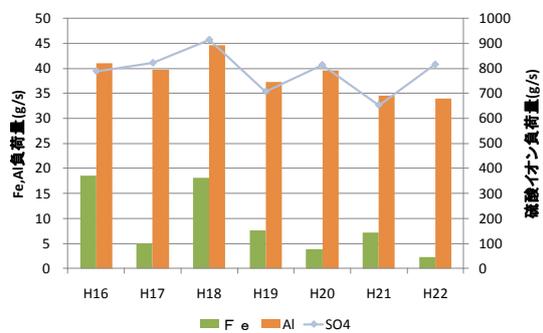


図 12-2 長瀬川(小金橋)の経年変化②

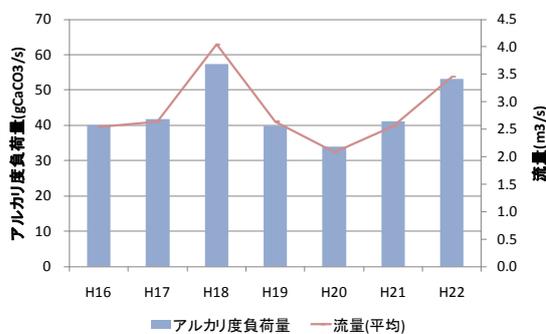


図 13 長瀬川(上長瀬橋)の経年変化

(イ) 酸性物質の発生源付近の調査結果

酸性物質発生源付近の水質変化を検討するため、旧硫黄鉱山坑内排水の影響を受けている硫黄川(高森川合流前)及び高森川(酸川合流前)、沼尻・中ノ沢温泉水の影響を受けている酸川(高森川合流前)における鉍酸酸度、Fe、Al、SO₄²⁻負荷量及び流量の経年変化を図 13 から図 15 に記した。

旧硫黄鉱山坑内排水の影響を受ける 2 地点では流量が多く結果として負荷量が増加している平成 18 年を除くと鉍酸酸度、金属成分等について硫黄川(高森川合流前)は横ばい、高森川(酸川合流前)は若干の減少傾向と見られた。しかし、

この2地点は近接しており、また新たに酸性水を含む河川が合流することもないことから旧硫黄鉱山坑内排水からの酸性物質供給量が横ばい若しくは減少と一概に評価することが困難であり、今後もデータの蓄積を図る必要があると考えた。

酸川(高森川合流前)では経年的に鉱酸酸度負荷量の減少傾向が見られ、酸性物質の減少傾向が確認された。しかし、先に述べたとおり本調査回数は年5~6回と十分とは言えないこと、河川水質は湖水よりも前日天候などの影響を受けやすいことなどから、本データから直ちに酸性物質供給量の減少と結論付けるのではなく、更なるモニタリングが必要であると思料した。

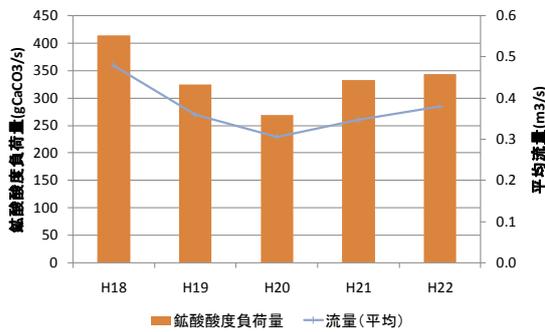


図 13-1 硫黄川(高森川合流前)の経年変化

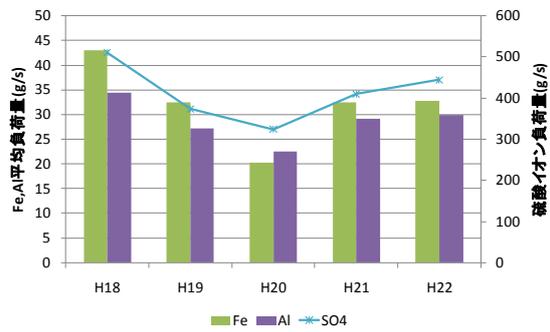


図 13-2 硫黄川(高森川合流前)の経年変化

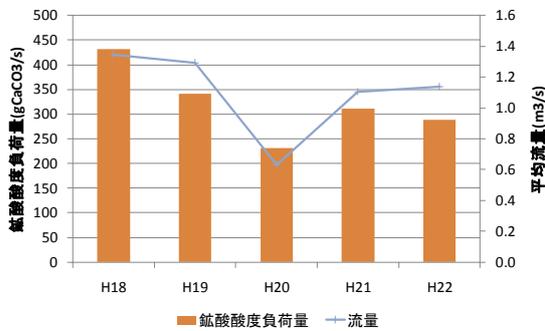


図 14-1 高森川(酸川合流前)の経年変化①

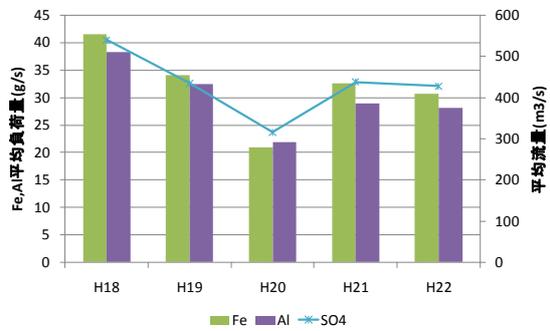


図 14-2 高森川(酸川合流前)の経年変化②

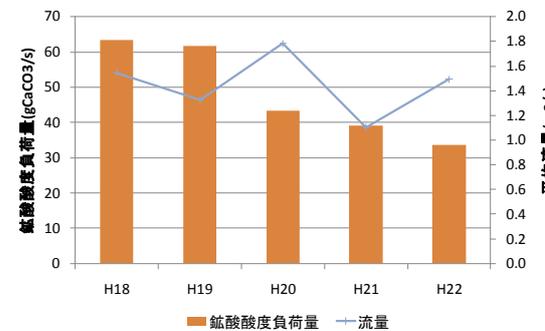


図 15-1 酸川(高森川合流前)の経年変化①

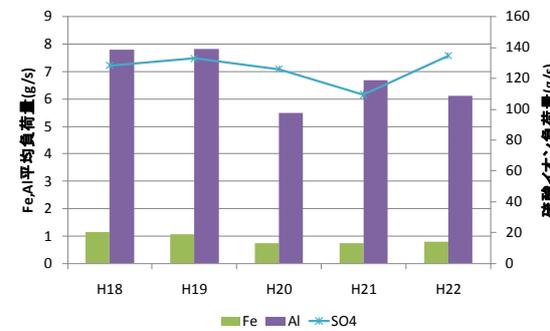


図 15-2 酸川(高森川合流前)の経年変化②

8 まとめ

- (1) 猪苗代湖湖心における pH 平均値は 6.76 であり平成 19 年から平成 21 年の過去 3 年の範囲 (6.56~6.74) と比べ上昇していた。また、イオン当量濃度の総和は平成 18 年までは減少、平成 19 年からは横ばい若しくは増加傾向となっていた。
- (2) 湖心では溶存イオンなど全ての項目で調査を行った 4 層 (0m、10m、50m、90m) の水質がほぼ一定であった。また、全ての項目で全期間の水質がほぼ一定であった。
- (3) 河川調査結果では沼尻・中ノ沢温泉水の影響を受ける酸川 (高森川合流前) で鉍酸酸度などの酸性成分が減少傾向であり、温泉源泉水の質又は量が変化している可能性が考えられた。旧硫黄鉍山坑内排水の影響を受ける硫黄川 (高森川合流前) と高森川 (酸川合流前) では前者が横ばい、後者は若干の減少傾向と見られ、更なるデータの蓄積が必要と考えた。

なお、河川水質は天候の影響を受けること、回数が年 5~6 回であり負荷量を検討するに当たって十分とは言えないことなどから今後もモニタリングを継続し知見の集積に努める必要があると考えた。

別紙1 猪苗代湖及び流入河川 現地調査票

調査地点	湖心(表層)			
調査年月日	H22.4.26	H22.6.4	H22.8.4	H22.10.6
採取水深(m)	0.5	0.5	0.5	0.5
採水時間	9:30 AM	9:25	9:25	9:21
天候(前日)	晴れ	晴れ	晴れ時々曇り	晴れ時々曇り
天候(当日)	晴れ	晴れ	晴れ	雨
気温(°C)	8.2	17.5	27.9	18.0
水温(°C)	4.8	12.8	26.8	18.1
透明度(m)	13.5	10.3	10.7	8.1
水色(フォーレル)	6	6	6	7
色相	無色	無色	無色	無色
臭気	無臭	無臭	無臭	無臭
濁り	透明	透明	透明	透明

調査地点	酸川(酸川野)					
調査年月日	H22.4.20	H22.6.1	H22.8.6	H22.10.18	H22.12.17	H23.2.24
採水時間	8:30 AM	9:25 AM	11:00 AM	10:35 AM	10:46 AM	9:09 AM
天候(前日)	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	曇り	晴れ
天候(当日)	曇り	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ時々雪	晴れ
気温(°C)	14.2	21.0	34.2	21.5	3.2	-3.0
水温(°C)	8.0	11.5	23.0	13.0	4.8	3.3
透視度	>100	>100	>100	>100	>100	>100
流況	通常	通常	通常	通常	通常	通常
色相	無色	無色	無色	無色	無色	無色
臭気	無臭	無臭	無臭	無臭	無臭	無臭
濁り	透明	透明	透明	透明	透明	透明

調査地点	長瀬川(上長瀬橋)					
調査年月日	H22.4.20	H22.6.1	H22.8.6	H22.10.18	H22.12.17	H23.2.24
採水時間	7:50 AM	9:05 AM	10:30 AM	9:50 AM	10:10 AM	9:30 AM
天候(前日)	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	曇り	晴れ
天候(当日)	曇り	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ
気温(°C)	10.8	18.0	34.8	17.0	5.8	-3.0
水温(°C)	7.7	12.4	26.8	15.0	4.5	2.5
透視度	>100	>100	>100	>100	>100	>100
流況	通常	通常	通常	通常	通常	通常
色相	無色	無色	無色	無色	無色	無色
臭気	無臭	無臭	無臭	無臭	無臭	無臭
濁り	透明	透明	透明	透明	透明	透明

調査地点	長瀬川(小金橋)					
調査年月日	H22.4.20	H22.6.1	H22.8.6	H22.10.18	H22.12.17	H23.2.24
採水時間	6:55 AM	8:10 AM	8:00 AM	9:15 AM	9:30 AM	7:00 AM
天候(前日)	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	曇り	晴れ
天候(当日)	曇り	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ
気温(°C)	8.0	13.5	29.0	20.5	1.0	-8.0
水温(°C)	6.0	10.5	22.2	13.1	3.6	2.5
透視度	>100	>100	>100	>100	>100	>100
流況	通常	通常	通常	通常	通常	通常
色相	無色	無色	無色	無色	無色	無色
臭気	無臭	無臭	無臭	無臭	無臭	無臭
濁り	透明	透明	透明	透明	透明	透明

調査地点	高森川(酸川合流前)					
調査年月日	H22.4.20	H22.6.1	H22.8.6	H22.10.18	H22.12.17	H23.2.24
採水時間	9:12 AM	10:00 AM	11:25 AM	11:00 AM	11:20 AM	7:45 AM
天候(前日)	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	曇り	晴れ
天候(当日)	曇り	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ
気温(°C)	11.8	17.0	33.7	17.5	3.2	-8.0
水温(°C)	8.1	10.5	19.9	11.5	4.5	4.0
透視度	>100	>100	>100	>100	>100	>100
流況	通常	通常	通常	通常	通常	通常
色相	無色	無色	無色	無色	無色	無色
臭気	無臭	無臭	無臭	無臭	無臭	無臭
濁り	透明	透明	透明	透明	透明	透明

調査地点	酸川(高森川前)					
調査年月日	H22.4.20	H22.6.1	H22.8.6	H22.10.18	H22.12.17	H23.2.24
採水時間	9:35 AM	10:20 AM	11:55 AM	11:25 AM	11:40 AM	8:15 AM
天候(前日)	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	曇り	晴れ
天候(当日)	曇り	晴れ	晴れのち曇り	晴れ	晴れ	晴れ
気温(°C)	13.7	16.0	26.4	13.0	3.2	-5.5
水温(°C)	8.3	10.8	18.7	12.6	6.2	4.9
透視度	>100	>100	>100	>100	>100	>100
流況	通常	通常	通常	通常	通常	通常
色相	無色	無色	無色	無色	無色	無色
臭気	無臭	無臭	無臭	無臭	無臭	無臭
濁り	透明	透明	透明	透明	透明	透明

調査地点	硫黄川(高森川前)					
調査年月日	H22.4.20	H22.6.1	H22.8.6	H22.10.18	H22.12.17	H23.2.24
採水時間	10:10 AM	10:55 AM	12:40 PM	12:00 PM	12:45 PM	残雪のため調査危険と判断したため欠測
天候(前日)	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	曇り	
天候(当日)	曇り	晴れ	曇り	晴れ	晴れ	
気温(°C)	15.5	16.2	27.2	13.8	2.0	
水温(°C)	10.7	13.8	20.0	13.2	5.8	
透視度	>100	>100	>100	>100	>100	
流況	通常	通常	通常	通常	通常	
色相	無色	無色	無色	無色	無色	
臭気	無臭	無臭	無臭	無臭	無臭	
濁り	透明	透明	透明	透明	透明	

猪苗代湖	溶存態	湖心 0m				湖心 10m				湖心 50m				湖心 90m			
		H22.4.26	H22.6.4	H22.8.4	H22.10.6												
pH		6.69	6.71	7.06	6.73	6.70	6.76	6.85	6.85	6.70	6.74	6.74	6.59	6.70	6.64	6.51	6.52
EC	μ S/cm	115.3	114.0	108.9	109.6	115.3	113.9	109.8	110.9	115.6	114.9	112.6	113.3	115.7	114.8	112.8	117.1
T-P	mg/l	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003
Na	mg/l	7.77	7.62	8.12	7.34	7.70	7.33	7.54	7.43	7.55	7.39	7.79	7.61	7.56	7.35	7.84	7.70
NH4	mg/l	0.01	<0.01	0.01	0.02	0.01	<0.01	0.02	0.01	0.01	<0.01	0.02	0.01	0.01	<0.01	0.03	0.09
K	mg/l	1.26	1.21	0.51	1.65	1.55	1.54	1.45	1.72	1.61	1.60	1.64	1.72	1.64	1.62	1.71	1.79
Mg	mg/l	2.18	2.15	2.14	2.18	2.22	2.14	2.20	2.21	2.20	2.17	2.28	2.26	2.21	2.16	2.30	2.29
Ca	mg/l	8.50	8.25	8.21	8.41	8.63	8.26	8.48	8.51	8.58	8.38	8.73	8.69	8.63	8.35	8.82	8.76
Fe(T)	mg/l	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.01
Fe(2)	mg/l																
Mn	mg/l	<0.01	0.02	<0.01	<0.01	0.02	0.02	<0.01	<0.01	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02	0.02	<0.01	0.53
Al	mg/l	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.01
Zn	mg/l	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.02	<0.01	<0.01	<0.01	0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Cd	mg/l																
F	mg/l	0.18	0.18	0.21	0.16	0.17	0.17	0.19	0.17	0.16	0.16	0.18	0.17	0.15	0.15	0.18	0.20
Cl	mg/l	9.63	9.51	9.64	9.66	9.77	9.45	10.00	9.91	9.64	9.55	10.56	10.48	9.66	9.57	10.76	10.57
NO2	mg/l	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
NO3	mg/l	0.94	0.95	0.74	0.67	0.93	0.92	0.83	0.72	0.93	0.92	1.04	1.03	0.93	0.93	1.04	0.95
SO4	mg/l	28.44	28.30	28.70	28.59	28.47	28.21	30.21	29.37	28.36	28.38	31.02	30.60	28.56	28.35	30.95	29.92
アルカリ度(pH4.8)	mgCaCO ₃ /l	3.5	3.0	3.6	3.9	3.5	3.1	3.1	3.8	3.6	3.2	3.3	3.4	3.5	3.2	3.8	5.6
クロロフィルa	ug/l	0.6	1.5	0.7	0.8												
DO	mg/l	12.6	11.0	8.6	8.7	12.5	11.7	9.3	9.0	11.9	11.7	11.4	11.2	12.1	11.3	10.5	8.8
酸度(pH4.8)	mgCaCO ₃ /l																
酸度(pH8.3)	mgCaCO ₃ /l																
TOC	mg/l	0.41	0.47	0.56	0.69	0.43	0.43	0.52	0.62	0.42	0.40	0.37	0.39	0.40	0.41	0.41	0.60
流量	m ³ /s																

猪苗代湖	全量	湖心 0m				湖心 10m				湖心 50m				湖心 90m			
		H22.4.26	H22.6.4	H22.8.4	H22.10.6												
T-N	mg/l	0.14	0.31	0.16	0.18	0.15	0.16	0.17	0.16	0.15	0.17	0.17	0.27	0.13	0.17	0.22	0.41
T-P	mg/l	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003
Fe(T)	mg/l	0.01	<0.01	<0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.01	0.01	<0.01	0.08
Fe(2)	mg/l																
Mn	mg/l	<0.01	0.02	<0.01	<0.01	0.02	0.02	<0.01	<0.01	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.17
Al	mg/l	0.01	<0.01	0.01	0.02	<0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.01	0.01	<0.01	0.02
Zn	mg/l	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.02	<0.01	<0.01	<0.01	0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Cd	mg/l																
TOC	mg/l	0.44	0.59	0.73	0.69	0.47	0.45	0.55	0.65	0.42	0.44	0.37	0.39	0.42	0.41	0.43	0.60

河川	滝井橋			酸川 酸川野			長瀬川 上長瀬橋			長瀬川 小倉橋			高森川 高森川合流前			高森川 高森川合流前			硫黄川 高森川合流前																			
	H22.4.20	H22.6.1	H22.8.6	H22.10.18	H22.12.17	H23.2.24	H22.4.20	H22.6.1	H22.8.6	H22.10.18	H22.12.17	H23.2.24	H22.4.20	H22.6.1	H22.8.6	H22.10.18	H22.12.17	H23.2.24	H22.4.20	H22.6.1	H22.8.6	H22.10.18	H22.12.17	H23.2.24														
pH	3.21	3.15	2.93	3.04	3.58	3.07	7.44	7.30	7.34	7.24	7.40	7.24	3.81	3.80	3.72	3.86	4.22	4.10	2.76	2.75	2.47	2.84	2.77	2.34	3.66	3.66	3.47	3.92	3.94	2.19	2.24	2.20	2.23	2.22				
EC	495	539	799	709	387	632	381	178.2	153.5	274	262	241	292	263	293	325	256	267	1107	1116	1859	1472	1017	2580	290	292	376	363	465	467	3710	3320	3330	3600	3440			
T-P	0.020	0.019	0.035	0.031	0.021	0.032	0.004	0.006	0.004	0.003	0.003	0.004	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003																				
Na	648	629	931	959	779	1092	2656	1222	1206	19.62	18.94	22.92	10.94	8.28	10.48	13.55	11.88	14.11																				
NH4	0.10	0.11	0.18	0.21	0.16	0.24	0.03	0.02	0.03	0.01	0.01	0.06	0.07	0.07	0.08	0.09	0.07	0.10																				
K	1.98	1.94	3.37	3.18	2.33	3.02	4.40	2.19	2.38	3.64	3.32	3.18	2.51	2.22	2.71	3.38	2.67	3.17																				
Mg	3.37	3.22	5.81	5.45	4.07	5.44	7.25	3.38	3.06	5.53	5.39	4.81	3.90	3.17	3.88	4.93	4.24	4.62																				
Ca	12.26	11.84	18.96	17.83	14.11	18.30	28.42	13.75	12.32	22.05	24.72	16.52	15.24	12.33	14.35	18.46	18.27	16.85																				
Fe(T)	7.39	6.78	12.11	9.71	5.98	8.44	0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.09	0.11	0.59	0.28	0.08	0.44	23.97	23.55	42.45	29.62	20.18	52.83	0.42	0.48	0.56	0.54	0.64	0.74	98.25	84.46	71.61	86.91	84.15			
Fe(2)																																						
Mn	0.17	0.10	0.31	0.18	0.16	0.28	<0.01	0.01	<0.01	<0.01	0.02	0.02	0.10	0.09	0.11	0.11	0.09	0.14	0.25	0.26	0.42	0.29	0.82	0.16	0.11	0.15	0.20	0.23	0.25	1.40	1.32	1.22	1.51	2.11				
Al	8.03	7.49	13.93	11.62	7.27	11.04	0.01	<0.01	0.12	0.02	0.01	0.02	3.78	3.28	3.79	3.88	2.89	3.36	21.50	20.57	36.98	28.72	18.8	52.35	3.45	3.26	4.34	4.36	4.7	5.86	87.83	72.88	74.19	81.06	76.95			
Zn	0.01	0.01	0.02	0.01	0.02	0.03	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.01	<0.01	0.01	0.01	<0.01	<0.01	0.04	0.03	0.05	0.04	0.05	0.07	0.01	<0.01	0.01	0.02	0.01	0.13	0.12	0.13	0.16	0.12				
Cd																																						
F	0.66	0.61	1.07	1.01	0.82	1.07	0.11	0.09	0.07	0.12	0.11	0.13	0.38	0.36	0.48	0.53	0.45	0.55																				
Cl	5.04	5.91	27.50	27.47	21.24	28.29	31.78	14.08	16.32	22.50	17.74	23.97	16.29	13.06	17.57	20.63	20.27	20.93	18.20	17.51	42.46	41.04	22.37	83.86	22.82	21.98	38.09	39.07	45.63	45.19	60.14	52.14	76.80	121.92	83.27			
NO2	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01																				
NO3	1.54	1.58	1.37	1.19	1.76	1.75	0.35	0.51	0.18	0.07	0.42	0.40	1.53	1.26	1.06	1.16	1.40	1.34																				
SO4	124.42	114.04	234.84	205.35	138.51	161.25	89.53	43.29	42.28	72.89	61.55	56.90	77.57	70.21	82.08	100.93	87.80	79.22	278.34	328.11	624.60	435.56	388.09	812.11	64.49	61.82	102.29	125.57	109.44	120.87	173.08	870.74	1269.05	1326.03	1243.12			
アルカリ度(pH4.8) meqCO ₃ /l							17.1	12.9	14.8	15.4	15.2	16.2																										
加27/ha																																						
DO																																						
酸度(pH4.8)	61.1	76.6	140.0	106.2	21.3	84.6						13.4	15.7	23.9	15.5	4.4	7.2	196.0	218.1	448.8	290.8	183.5	561.6	13.9	18.3	28.2	23.0	31.9	33.2	982.7	852.4	922.6	889.9	848.9				
酸度(pH8.3)	97.9	112.3	177.3	150.0	65.7	125.0						37.3	39.3	42.0	37.0	26.4	30.6	243.2	283.2	540.5	373.5	245.7	713.5	35.7	42.5	48.4	44.9	60.7	65.2	1175.8	1002.8	1084.0	1078.0	1041.9				
TOC																																						
流量	7.62	6.43	2.39	4.29	4.95	4.09	3.62	2.81	3.08	3.58	4.06	3.59	12.86	11.06	6.79	8.38	10.96	8.61	2.01	1.52	0.56	1.00	1.37	0.37	2.48	1.80	1.05	1.38	1.37	0.88	0.51	0.50	0.32	0.26	0.31			

河川	酸川 酸川野			長瀬川 上長瀬橋			長瀬川 小倉橋			高森川 高森川合流前			硫黄川 高森川合流前																								
	H22.4.20	H22.6.1	H22.8.6	H22.10.18	H22.12.17	H23.2.24	H22.4.20	H22.6.1	H22.8.6	H22.10.18	H22.12.17	H23.2.24	H22.4.20	H22.6.1	H22.8.6	H22.10.18	H22.12.17	H23.2.24	H22.4.20	H22.6.1	H22.8.6	H22.10.18	H22.12.17	H23.2.24													
T-N	0.51	0.69	0.73	0.52	0.54	0.58	0.06	0.12	0.08	<0.05	0.08	0.05	0.35	0.40	0.30	0.31	0.33	0.32																			
T-P	0.022	0.026	0.041	0.034	0.024	0.036	0.005	0.015	0.009	0.009	0.006	0.009	0.013	0.01	0.009	0.015	0.012	0.017																			
Fe(T)	7.51	6.78	12.11	9.71	6.11	8.44	0.05	0.19	0.14	0.06	0.05	0.05	2.61	2.40	1.11	2.33	1.88	2.01	23.97	23.72	44.62	29.62	20.5	53.49	0.45	0.48	0.56	0.62	0.72	0.74	98.98	85.11	90.58	86.91	84.72		
Fe(2)																																					
Mn	0.17	0.10	0.31	0.24	0.18	0.28	0.05	0.05	0.06	0.03	0.04	0.04	0.11	0.09	0.12	0.11	0.10	0.14	0.31	0.26	0.50	0.32	0.82	0.16	0.11	0.15	0.21	0.25	1.40	1.35	1.53	1.76	2.11				
Al	8.14	7.49	13.93	11.62	7.36	11.04	0.06	0.24	0.14	0.07	0.06	0.08	3.90	3.55	4.08	4.00	3.15	3.37	21.50	20.57	40.36	28.72	19.1	53.07	3.46	3.26	4.34	4.39	5.0	5.99	88.86	72.77	79.17	81.06	76.95		
Zn	0.01	0.02	0.05	0.01	0.04	0.03	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.01	0.03	0.01	0.01	<0.01	<0.01	0.04	0.03	0.05	0.04	0.05	0.07	0.01	<0.01	0.01	0.02	0.02	0.01	0.15	0.12	0.16	0.16	0.15		
Cd																																					
TOC																																					

4-2 猪苗代湖の水温及び電気伝導率の連続測定調査

1 目的

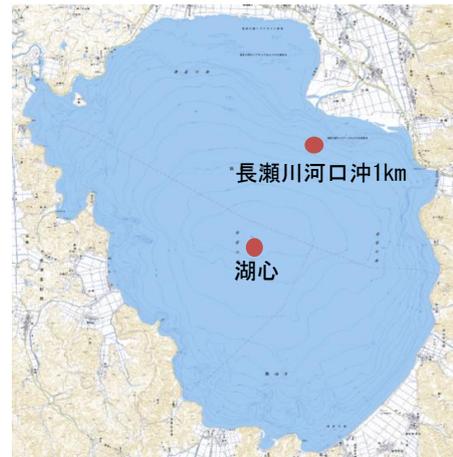
猪苗代湖の年間を通じた物質循環を検討するための基礎資料を得ることを目的とする。

2 調査方法

小型メモリー計測器を調査地点に設置し、連続的に水温及び電気伝導率を測定する。

3 調査地点

- (1) 猪苗代湖湖心
表層、水深 5m、水深 15m 及び水深 30m
- (2) 猪苗代湖長瀬川河口沖 1km
水深 5m、水深 15m 及び水深 30m



4 調査時期

- (1) 猪苗代湖湖心
2008年4月22日から継続調査中
- (2) 猪苗代湖長瀬川河口沖 1km
2008年7月31日から2010年11月3日まで

5 調査項目

水温及び電気伝導率

ただし、電気伝導率については、猪苗代湖長瀬川河口沖 1km 水深 5m でのみ測定。

6 測定方法等

- (1) 猪苗代湖湖心
JFEアレックのMDS-MkV/Tを用いて、データ採取間隔1分間又は10分間で水温を常時測定した。
- (2) 猪苗代湖長瀬川河口沖 1km
JFEアレックのMDS-MkV/Tを用いて、データ採取間隔1分間又は2分間で水温を常時測定した。水深5mの電気伝導率については、COMPACT-CTを用いて、データ採取間隔10分間で常時測定した。

7 結果及び考察

(1) 猪苗代湖湖心における水温連続測定結果

図2に2008年4月22日から2010年11月3日(データ回収の最終日)までの猪苗代湖湖心における層別の日平均水温及び気象庁猪苗代観測所における日平均気温の推移を示す。猪苗代湖湖心の層別水温からは、次に示す事象が確認された。

- ① 5月中旬から、上層(表層、水深5m)と下層(水深15m、水深30m)の水温に乖離が生じ、水温躍層の形成が見られた。また、2010年については、気温も平年より高く、乖離幅も大きくなっていった。
- ② 9月下旬から10月上旬には、水深15mの水温が急激に上昇し、水温躍層が下層へ移動していることがわかった。
- ③ 10月上旬から11月上旬には、水深30mの水温の急激な上昇及び水温躍層の崩壊による全層水温の均一化が見られた。
- ④ 層別水温と気温の関係においては、7月下旬から水温躍層が崩壊する11月上旬までは、上層の水温と気温に連動性があることが分かった。

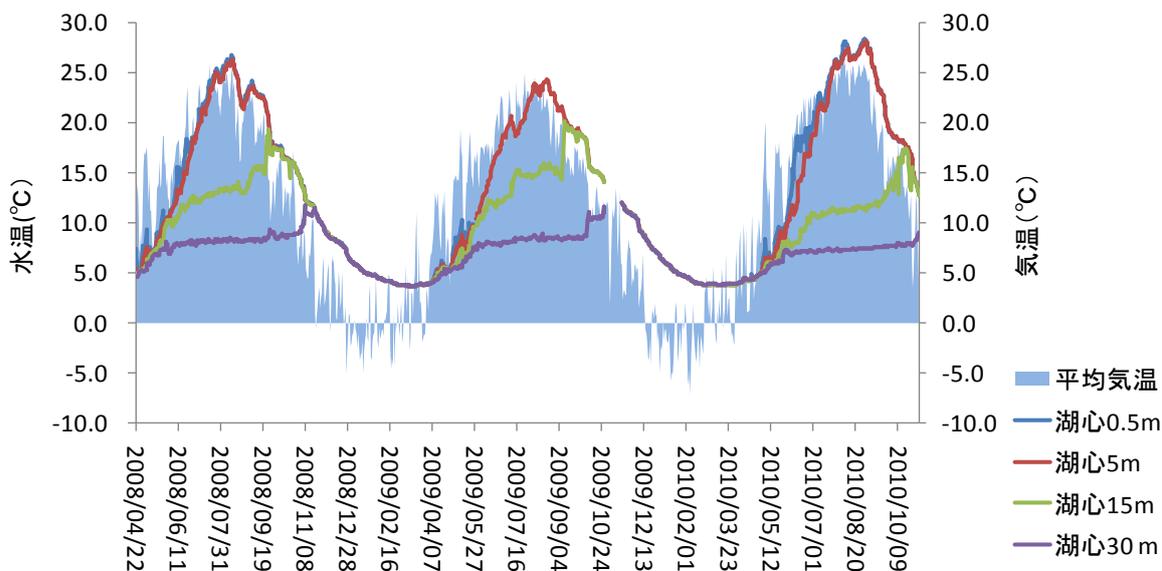


図2 猪苗代湖湖心における層別水温及び気温の関係

(2) 猪苗代湖長瀬川河口沖 1km における水温連続測定結果

図 3 に 2008 年 7 月 31 日から 2010 年 11 月 3 日(データ回収の最終日)までの猪苗代湖長瀬川河口沖 1km における層別の日平均水温及び気象庁猪苗代観測所における日平均気温の推移を示す。猪苗代湖長瀬川河口沖 1km での水温推移は、(1)に示す結果と同様の傾向が見られた。

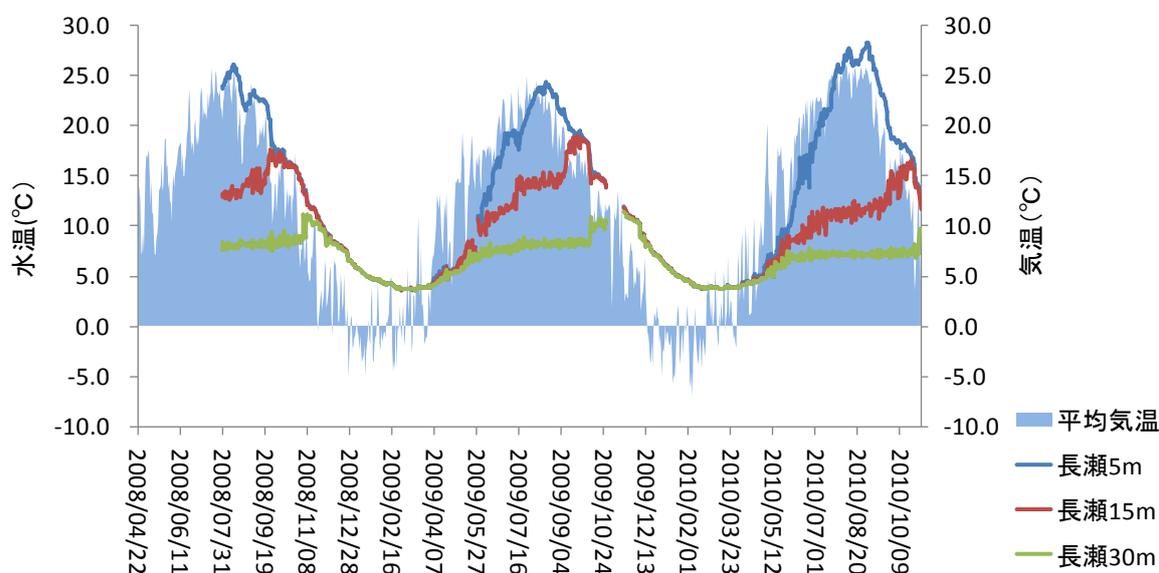


図 3 猪苗代湖長瀬川河口沖 1km における層別水温及び気温の関係

(3) 猪苗代湖長瀬川河口沖 1km における電気伝導率連続測定結果

図 4 に猪苗代湖長瀬川河口沖 1km 水深 5m における電気伝導率及び水温の測定結果と猪苗代湖湖心水深 10m の電気伝導率の測定結果(別調査で測定)を示す。電気伝導率は温度依存性が強いいため、同じ温度でデータを比較する必要があり、湖心水深 10m の電気伝導率については、JIS に基づき 25°C に加温して測定していることから、長瀬川河口沖 1km 水深 5m の水温が 25°C 近くになった時期を比較検討した。

2008 年から 2010 年にかけて、長瀬川河口沖 1km 水深 5m の水温が 25°C 近くまで上昇した時の電気伝導率は、湖心水深 10m の電気伝導率と大きな差が見られなかった。

図 5 に長瀬川(小金橋)における電気伝導率の経年変化を示す。長瀬川(小金橋)の電気伝導率はここ数年、若干の減少傾向にあり、2010 年度の平均値は 0.29mS/cm となっている。2008 年から 2010 年にかけて測定した長瀬川河口沖 1km 水深 5m の電気伝導率は 0.13mS/cm 以下であり、長瀬川(小金橋)の平均値の半分以下であることが確認された。これは、電気伝導率に影響を与える鉄やアルミニウムが猪苗代湖に流入後、水酸化物を形成し沈殿したことや湖水により希釈拡散していることなどが考えられた。

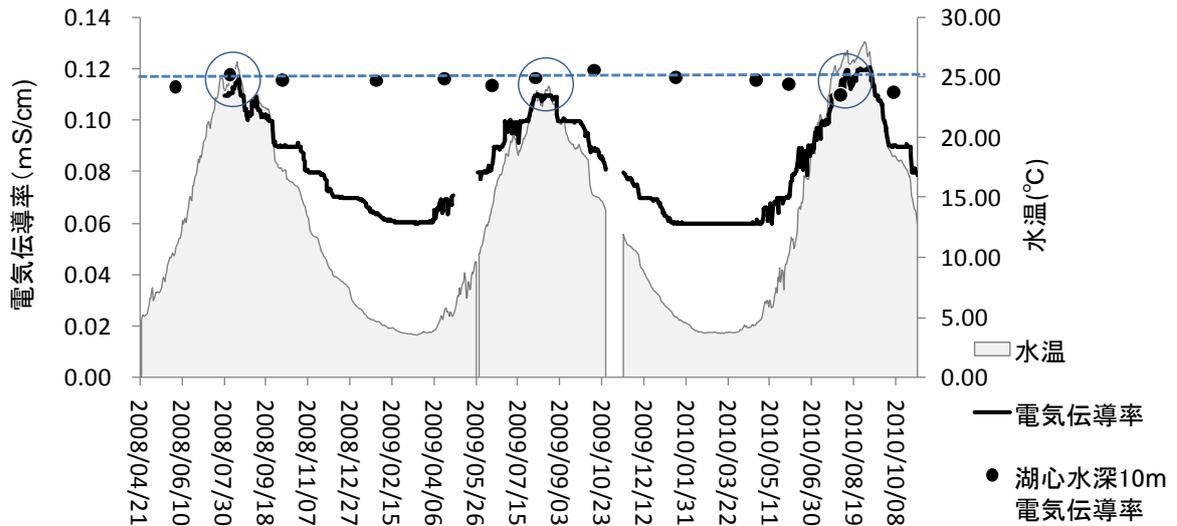


図4 猪苗代湖長瀬川河口沖 1km 水深 5m における電気伝導率及び水温

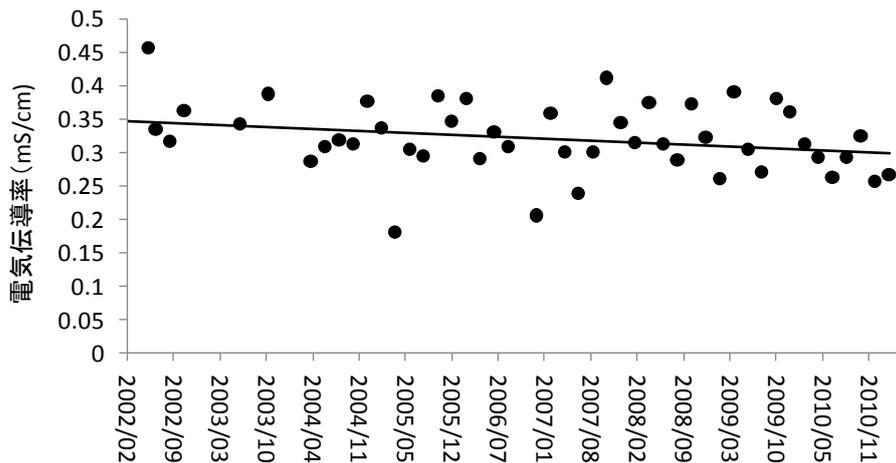


図5 長瀬川(小金橋)における電気伝導率の経年変化

8 まとめ

- (1) 猪苗代湖内においては、5月中旬から水温躍層が形成され、9月下旬から10月上旬にかけて水温躍層が下降し、11月上旬には崩壊することが確認された。
- (2) 猪苗代湖長瀬川河口沖 1km 水深 5m の電気伝導率と猪苗代湖湖心水深 10m の電気伝導率に大きな差が見られなかったことから、長瀬川からの酸性水の流入状況を確認するには至らなかった。次年度の調査では、流入の影響を確認するため、より河口に近い位置へ地点を変更する必要があると考える。

4-3 水生植物による水質への影響確認調査

1 目的

猪苗代湖湖岸に生育するヨシやヒシなどの水生植物が猪苗代湖の水質に与える影響を確認する。

2 調査方法

水生植物が繁茂する時期と枯死、腐敗する時期に、水生植物群を通過する流水と水路に水生植物群がない流水の水質を測定し、水生植物による水質浄化作用と負荷作用を調査する。

3 調査地点

(1) 水生植物が生育する流水路－入江浜（5地点）

- ① 流入水：水生植物が生育する流水路に流入する水
- ② 植物入口：水生植物群に流入する直前の水
- ③ 植物出口：水生植物群を通過した直後の水
- ④ 沖 10 m：猪苗代湖に流入した地点から沖へ10mの湖水

(2) 水生植物がない流水路－赤沼川沖（3地点）

- ① 流入水：流水路に流入する水
- ② 出口：流水路を通過した水
- ③ 沖 10 m：猪苗代湖に流入した地点から沖へ10mの湖水

4 調査時期

8月（水生植物が繁茂する時期）、1月（水生植物が枯死、腐敗する時期）

5 調査項目

pH、SS、TOC、COD、T-N、T-P、 PO_4 -P、大腸菌群数、大腸菌数、DO

6 測定方法

- (1) pH：イオン電極法
- (2) SS：重量法
- (3) TOC：燃焼酸化－赤外吸収式 TOC 自動計測法
- (4) COD：滴定法（CODMn）
- (5) T-N、T-P、 PO_4 -P：分光光度法
- (6) 大腸菌群数、大腸菌数：QT トレイ法
- (7) DO：よう素滴定法



図1 調査地点

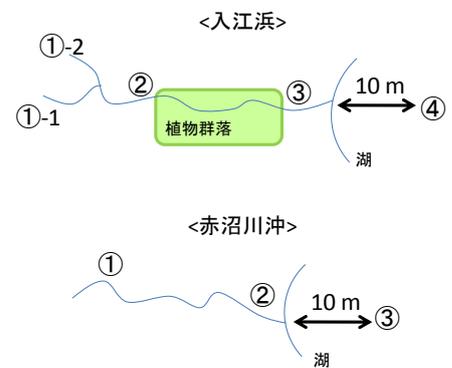


図2 採水地点概略図

7 結果及び考察

(1) 水生植物の繁茂期（調査日：平成 22 年 8 月 18 日）

水生植物が繁茂している時期における調査結果は、表 1 のとおりである。

水生植物が生育する流水路である入江浜においては、水生植物群に流入する直前の水（植物入口）とこれを通過した直後の水（植物出口）の水質を比較すると、pH、SS、TOC、COD、T-P、 PO_4 -P 及び DO は減少し、T-N、大腸菌群数及び大腸菌数は増加していることが確認された。

一方、水生植物がない流水路である赤沼川沖においては、流水路に流入する水（流入水）と流水路を通過した水（出口）の水質を比較すると、pH、TOC 及び DO は減少し、SS、COD、T-N、T-P、 PO_4 -P、大腸菌群数及び大腸菌数は増加していることが確認された。

水質汚濁物質として SS、TOC、COD、T-N、T-P 及び PO_4 -P の 6 項目についてみると、水生植物が生育していない流水路では、流路を進むにつれて SS、COD、T-N、T-P 及び PO_4 -P が増加したのに対し、水生植物群が生育する流水路では、水生植物群を通過した後に SS、TOC、COD、T-P 及び PO_4 -P の 5 項目について濃度が減少したことから、水生植物が成長する過程で汚濁物質を吸収するなど水質を浄化している可能性が示唆された。しかし、水生植物が生長する時期の調査は、繁茂期である 8 月に行っただけであることから、今後更なるデータの蓄積が必要と考えられる。

表1 繁茂期における調査結果

調査地点	入江浜 (水生植物が生育する流水路)					赤沼川沖 (水生植物がない流水路)		
	①-1流入水	①-2流入水	②植物入口	③植物出口	④沖10m	①流入水	②出口	③沖10m
調査時刻	9:45	10:15	13:00	12:05	11:50	10:40	11:10	10:20
天候	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ
気温 (°C)	29.8	31.3	28.0	28.0	28.0	28.2	30.3	30.3
水温 (°C)	24.7	22.0	27.0	26.0	26.0	25.7	22.0	29.0
透視度 (cm)	53	>100	77	50	50	>100	85	37
流量 (m ³ /s)	0.10	0.15	0.29	0.25	—	0.10	0.08	—
pH	6.59	6.73	6.64	6.62	6.66	6.58	6.56	8.15
SS [mg/l]	11	12	18	11	18	8	11	31
TOC [mg/l]	2.87	2.50	2.68	2.61	2.68	2.39	2.27	2.15
COD [mg/l]	6.1	5.4	6.0	5.6	5.9	4.9	5.1	5.1
T-N [mg/l]	0.50	0.42	0.47	0.51	0.51	0.42	0.47	0.55
T-P [mg/l]	0.083	0.075	0.086	0.081	0.081	0.085	0.086	0.042
PO_4 -P [mg/l]	0.046	0.071	0.063	0.059	0.058	0.085	0.086	0.042
大腸菌群数 [MPN/100ml]	23,590	444,800	29,500	30,760	41,060	30,760	30,900	15,290
大腸菌 [MPN/100ml]	55	387	60	104	290	214	248	115
DO [mg/l]	5.8	7.1	7.4	6.2	8.2	7.3	6.1	11.4

(2) 水生植物の枯死、腐敗期（調査日：平成 23 年 1 月 11 日）

水生植物が枯死、腐敗している時期における調査結果は、表 2 のとおりである。

水生植物が生育する流水路である入江浜においては、水生植物群に流入する直前の水（植物入口）とこれを通過した直後の水（植物出口）の水質を比較すると、大腸菌群数、大腸菌数及び DO は減少し、pH、SS、TOC、COD、T-N、T-P 及び PO₄-P は増加していることが確認された。

一方、水生植物がない流水路である赤沼川沖においては、流水路に流入する水（流入水）と流水路を通過した水（出口）の水質を比較すると、pH、COD、T-N、T-P、PO₄-P、大腸菌群数及び大腸菌数は減少し、TOC は増加、SS は変化していないことが確認された。

水質汚濁物質として SS、TOC、COD、T-N、T-P 及び PO₄-P の 6 項目についてみると、水生植物が生育していない流水路では、流路を進むにつれて COD、T-N、T-P 及び PO₄-P が減少したのに対し、水生植物群が生育する流水路では、水生植物群を通過した後に SS、TOC、COD、T-N、T-P 及び PO₄-P の 6 項目全てについて濃度が増加したことから、水生植物が枯死、腐敗する課程で汚濁物質を溶出するなど水質に負荷を与えている可能性が示唆された。しかし、水生植物の生長が止まる時期の調査は、枯死、腐敗期である 1 月に行っただけであることから、今後更なるデータの蓄積が必要と考えられる。

表2 枯死、腐敗期における調査結果

調査地点	入江浜 (水生植物が生育する流水路)					赤沼川沖 (水生植物がない流水路)		
	①-1流入水	①-2流入水	②植物入口	③植物出口	④沖10m	①流入水	②出口	③沖10m
調査時刻	12:05	12:20	12:40	11:20	11:40	10:45	10:30	10:15
天候	くもり	くもり	くもり	くもり	くもり	くもり	雪	雪
気温 (°C)	0	0	0	-1.5	-1.2	-2.0	-2.5	-2.5
水温 (°C)	0.5	0.7	0.1	0.8	0.7	0.1	0.5	0.0
透視度 (cm)	—	—	—	—	—	59	89	21
流量 (m ³ /s)	—	0.03	—	0.13	—	0.11	0.13	—
pH	6.65	6.68	6.63	6.66	6.66	6.76	6.72	7.36
SS [mg/l]	3	5	5	7	11	3	3	31
TOC [mg/l]	2.62	1.84	2.30	2.50	2.45	1.44	1.52	1.84
COD [mg/l]	4.4	4.3	4.7	5.1	5.4	4.3	3.4	6.3
T-N [mg/l]	0.84	0.64	0.80	0.94	1.0	0.74	0.69	1.4
T-P [mg/l]	0.073	0.115	0.084	0.097	0.105	0.117	0.061	0.285
PO ₄ -P [mg/l]	0.069	0.102	0.073	0.085	0.074	0.080	0.058	0.111
大腸菌群数 [MPN/100ml]	2,755	6,131	5,560	3,180	2,481	7,170	3,130	2,950
大腸菌 [MPN/100ml]	127	280	178	95	69	1730	1112	201
DO [mg/l]	9.2	10.1	9.6	8.1	9.8	11.0		14.0

※入江浜における透視度及び流量は、積雪やそれによる歩行困難のため欠測

8 まとめ

- (1) 水生植物が繁茂する時期については、水生植物が生育していない流水路では、流路を進むにつれて SS、COD、T-N、T-P 及び $PO_4\text{-P}$ が増加したのに対し、水生植物群が生育する流水路では、水生植物群の通過の前後で SS、TOC、COD、T-P 及び $PO_4\text{-P}$ が減少したことから、水生植物が成長する過程で汚濁物質を吸収するなど水質を浄化している可能性が示唆された。
- (2) 水生植物が枯死、腐敗する時期については、水生植物が生育していない流水路では、流路を進むにつれて COD、T-N、T-P 及び $PO_4\text{-P}$ が減少したのに対し、水生植物群が生育する流水路では、水生植物群の通過の前後で SS、TOC、COD、T-N、T-P 及び $PO_4\text{-P}$ が増加したことから、水生植物が枯死、腐敗する課程で汚濁物質を溶出するなど水質に負荷を与えている可能性が示唆された。
- (3) 水生植物が水質に与える影響については、調査を水生植物の繁茂期と枯死、腐敗期にそれぞれ 1 回行っただけであり、今後更にデータを蓄積し、知見の収集に努める必要があると考える。

4-4 猪苗代湖大腸菌群超過対策調査

1 目的

平成 18 年度から猪苗代湖湖心表層において大腸菌群数が環境基準を超過する事例が見受けられることから（図 1）、猪苗代湖及び大腸菌群の流入が大きい河川の水質調査を実施することにより、大腸菌群が出現する傾向を把握し、その対策に資する。

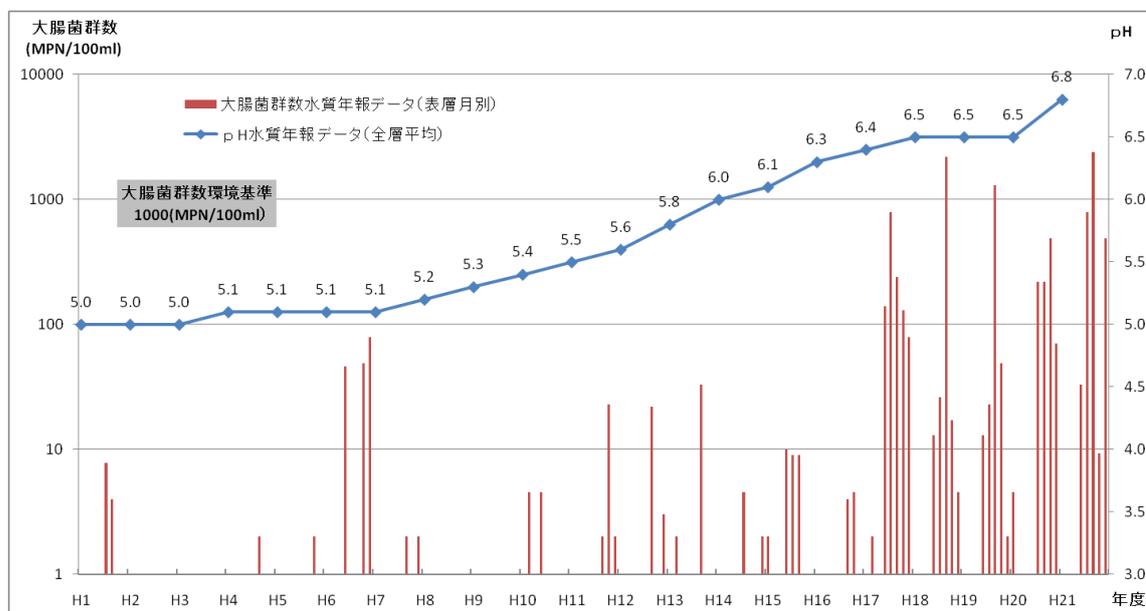


図 1 猪苗代湖湖心の pH 及び大腸菌群数の経年変化

2 調査方法

猪苗代湖及び猪苗代湖への大腸菌群の流入が最も大きい小黑川の大腸菌群等の水質調査を行い、猪苗代湖に流入した大腸菌群の存在状況や拡散状況を考察した。

3 調査地点

調査地点は図 2 のとおり

- (1) 猪苗代湖湖心：1地点4層
(表層、水深5m、水深15m、水深30m)
- (2) 猪苗代湖小黑川沖：4地点表層
(小黑川沖25m、小黑川沖75m、小黑川沖200m、
小黑川沖500m)
- (3) 小黑川：5地点
(梅の橋、第一小黑川下流、カジ堀下流、
第二小黑川下流、猪苗代市街地上流)



図 2 調査地点

4 調査時期

- (1) 3-(1)については年10回（4月、5月、6月、7月、8月×2回、9月×2回、10月、11月）
- (2) 3-(2)については年7回（4月、6月、8月×2回、9月×2回、10月）
- (3) 3-(3)については年5回（8月×2回、9月×2回、10月）

※ 猪苗代湖小黒川沖における4月及び6月の調査地点は、小黒川沖75mのみとする。

5 調査項目

- (1) 気温、水温、透視度、色相、臭気、濁り、流量(川)
- (2) 気温、水温（垂直水温）、透明度、色相（フォーレルウーレ比色）、臭気、濁り
沖合調査地点の水深（調査時湖全体水位は土木部から確認した。）
- (3) pH、EC、DO、大腸菌群数、大腸菌数、TOC、SS

6 測定方法

- (1) pH：イオン電極法
- (2) EC：電気伝導度計
- (3) DO：よう素適定法
- (4) SS：重量法
- (5) 大腸菌群数、大腸菌数：MMO-MUG 培地による QT トレイ法
*大腸菌群数については BGLB 培地による最確数法も一部の地点で行った。
- (6) TOC：燃烧酸化－赤外吸収式 TOC 自動計測法

7 結果及び考察

現地調査票については、別紙1のとおり。

分析結果の一覧については、別紙2のとおり。

(1) 猪苗代湖湖心の水質について

ア 鉛直水温と水温躍層について

猪苗代湖湖心における鉛直水温の調査結果を図3に示す。

4月26日の水温は、全層でほぼ一定であり、気温の上昇と共に表層の水温は上昇し、7月15日には水温躍層（8m～16m）の形成が確認された。

その後、9月1日までは表層の水温が上昇するのに合わせ、水温躍層の位置も上層へと移動したが、それ以降は気温の低下とともに下降し、11月8日には崩壊する様子が確認された。

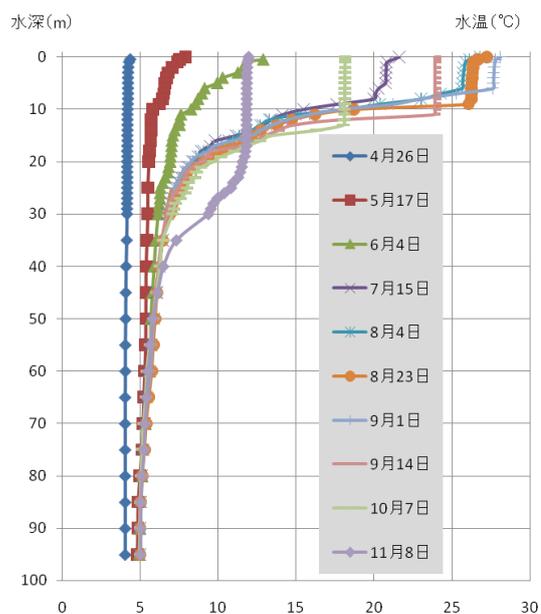


図3 湖心鉛直水温

イ 大腸菌群数及び大腸菌数について

猪苗代湖湖心の大腸菌群数及び水温の調査結果を図4に示す。

湖心の大腸菌群数は、水温が低い4月26日は4層で検出されず、5月17日は水深15mで初めて1MPN/100ml、6月4日は水深15mで4MPN/100ml、水温が上昇し水温躍層が形成された7月15日以降は4層で検出された。8月4日は水深0.5mで湖沼A類型の環境基準値である1,000MPN/100mlを超える10,000MPN/100mlが検出された。その後、水温の上昇は続いたが、8月23日は水深0.5mで3MPN/100ml、9月1日は水深0.5mで1MPN/100mlと激減し、水温の下降が始まる9月14日以降は水深0.5mで44~88MPN/100mlとなった。4月から8月にかけては、水温の上昇に伴い、大腸菌群数が増加したが、9月以降は減少し、8月4日より増えることはなかった。なお、平成18年度、19年度及び21年度は、9月に大腸菌群数(BGLB培地法)が2,200MPN/100ml、1,300MPN/100ml、2,400MPN/100ml(福島県水質年報より)となり、A類型の環境基準値を超過したが、今年度は、1ヶ月早い8月に10,000MPN/100mlという高い値を示した。

水深別で見ると、初めて4層で大腸菌群数が検出された7月15日は、水深5mで一番高い値となり、唯一環境基準値を超過した8月4日においては、水深0.5mで10,000MPN/100ml、水深5m及び水深15mで4,600MPN/100ml、水深30mで860MPN/100mlと変水層の上層(水深5m)と変水層(水深15m)で同じ値を示し、水深が深くなるにつれて低い値を示した。その後、8月23日及び9月14日は、変水層の上層である水深0.5mと水深5mで数個MPN/100ml、変水層及び変水層の下層である水深15m及び水深30mで数百MPN/100mlとなり、上層よりも下層で高い大腸菌群数が検出された。さらに、水温躍層の位置が下がり始めた9月14日、10月7日及び11月8日は、4層の大腸菌群数が44~410MPN/100mlとなり、ほぼ同じ値となった。また、8月23日以降は、水深0.5mと5m、水深15mと30mで同程度の大腸菌群数が検出された。

大腸菌群数は、水温の上昇に伴い、増加が認められたが、水温が高いすべての時期において高い値を示していないことから、水温との相関は認められなかった。

なお、大腸菌数は全ての時期及び水深で1MPN/100ml未満であった。

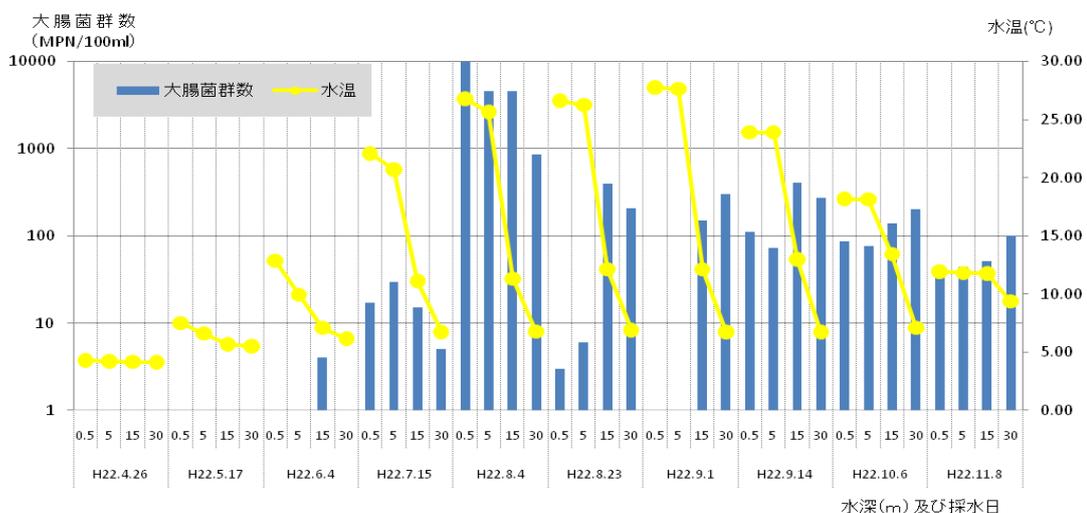


図4 湖心大腸菌群数と水温の推移

ウ 大腸菌群数と他の水質調査項目について

pH の調査結果を図 5～6 に示す。

pH は 6.50～7.09 であり、水深層別では水深 0.5m が他の水深と比較して月別変動が大きかった。また、大腸菌群数が最も高かった 8 月 4 日は、水深 0.5m で 7.09 と最も高い値を示した。大腸菌群数と pH には中程度の正の相関が認められた。

TOC は 0.40～0.78mg/l であり、水温躍層が形成された 7 月には水深層別に濃度の違いが確認された。大腸菌群数と TOC には相関が認められなかった。

なお、EC は 108.2 μ S/cm～116.7 μ S/cm、DO 飽和率は 90%以上、SS は 1 mg/l 未満～3mg/l であり、大腸菌群数とこれらの項目には相関が認められなかった。

一般的に、水中の大腸菌群等微生物の増殖に、最も影響を与える条件は水温であり、それ以外は pH、SS 等といわれている。また、大腸菌群は水中の有機物を利用して増殖が可能であるといわれている。今回、猪苗代湖心の大腸菌群数とその他の水質調査項目で正の相関が認められたのは pH のみであり、pH の上昇により湖内に流入してきた大腸菌群増殖に対する抑制が少なくなってきたことが考えられた。今回、猪苗代湖心の SS、TOC は、他の湖沼と比較するとかなり低い値であることから、大腸菌群数との明確な相関は認められなかった。水温に関しては明確な相関が認められなかったが、10℃以下ではほとんど検出されず、水温が高い時には検出されるが、その状態が続いても大腸菌群数のそれ以上の増殖が認められなかった。湖心の大腸菌群数増加要因としては、水温の上昇があり、水温が高い状態の時に pH が関連していると示唆された。

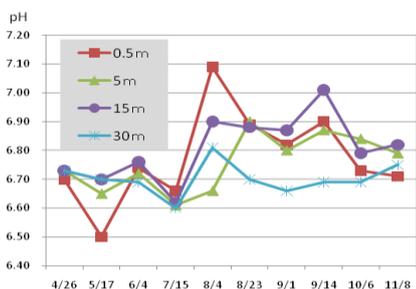


図 5 湖心 pH の推移

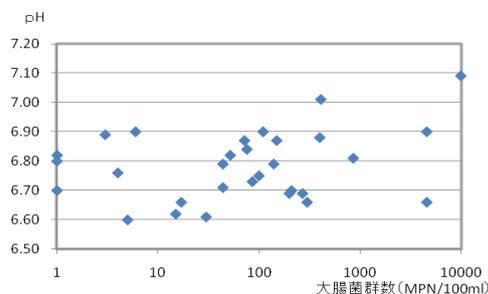


図 6 湖心の pH と大腸菌群数の関係

表 1 猪苗代湖湖心における大腸菌群数とその他の項目との相関係数

	水温	透明度	pH	EC	DO飽和率	SS	TOC
大腸菌群数	0.315	-0.102	0.441	-0.274	0.315	0.220	0.193

エ 降水量等との関係について

大腸菌群数と調査日前 7 日間の合計降水量のグラフを図 7 に示す。猪苗代湖湖心の大腸菌群数の増加に調査日前 7 日間に降った総降水量が関与しているか検討したが、今回の結果からは降雨の影響は認められなかった。

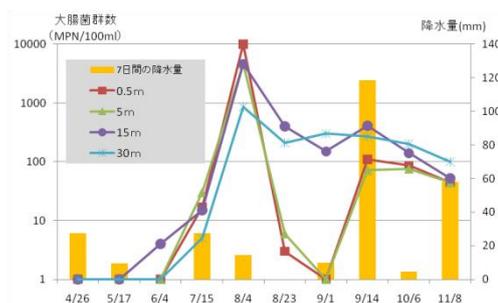


図 7 湖心大腸菌群数と降水量の関係

(2) 猪苗代湖小黑川沖の水質について

ア 大腸菌群数及び大腸菌数について

猪苗代湖小黑川沖の大腸菌群数と大腸菌数及び水温の調査結果を図 8 に示す。

大腸菌群数は、小黑川沖 75m の地点では、水温の低い 4 月 26 日 980MPN/100ml、6 月 4 日 6,630MPN/100ml と数千 MPN/100ml 程度の値であったが、水温が高くなる 8 月 4 日、23 日、9 月 1 日、10 月 6 日には数万 MPN/100ml、小雨（前日、前々日雨）の降っていた 9 月 14 日には数十万 (110,000)MPN/100ml であった。

地点別の結果は、小黑川沖 25m 地点で数万 MPN/100ml（小黑川梅の橋と、ほぼ同様な値）、小黑川沖 75m 地点で数万 MPN/100ml（小黑川沖 25m 地点の約半分）、小黑川沖 200m で数千 MPN/100ml、小黑川沖 500m では数百 MPN/100ml と小黑川から流入した大腸菌群数は湖水と接触して減少傾向がみられた。降雨があった 9 月 14 日は、それぞれの地点で 1 桁高い値となった。小黑川沖 500m 地点で環境基準値の 1,000MPN/100ml を超えたのは 9 月 14 日 (1,300MPN/100ml) のみであった。湖心表層の大腸菌群数と比較すると、8 月 4 日は湖心表層より低い値であったが、それ以外は湖心表層と同程度もしくは高い値を示した。

大腸菌数は、小黑川沖 75m 地点では、水温の低い 4 月 26 日 9MPN/100ml、6 月 4 日 98MPN/100ml と数十 MPN/100ml 程度の値であったが、水温の高くなる 8 月 4 日、23 日、9 月 1 日、10 月 6 日には数百 MPN/100ml、小雨（前日、前々日雨）の降っていた 9 月 14 日には数千万 (1,000)MPN/100ml であった。

地点別の結果は、小黑川沖 25m 地点で数百～数千 MPN/100ml（小黑川梅の橋と、ほぼ同様な値）、小黑川沖 75m 地点で百 MPN/100ml（小黑川沖 25m 地点の約半分）、小黑川沖 200m で数十 MPN/100ml、小黑川沖 500m では数 MPN/100ml と小黑川から流入した大腸菌数も湖水と接触して減少傾向がみられた。降雨のあった、9 月 14 日は、それぞれの地点で 1 桁高い値となったが、小黑川沖 500m では 4MPN/100ml と他の月と同程度の値であった。

また、大腸菌群数と大腸菌数に強い正の相関が認められた。大腸菌数／大腸菌群数の比は、0～0.05 程度の値であり、通常の河川で見られる 0.1～0.2 よりも大幅に低かったため、糞便による汚染の割合は低いと思われた。

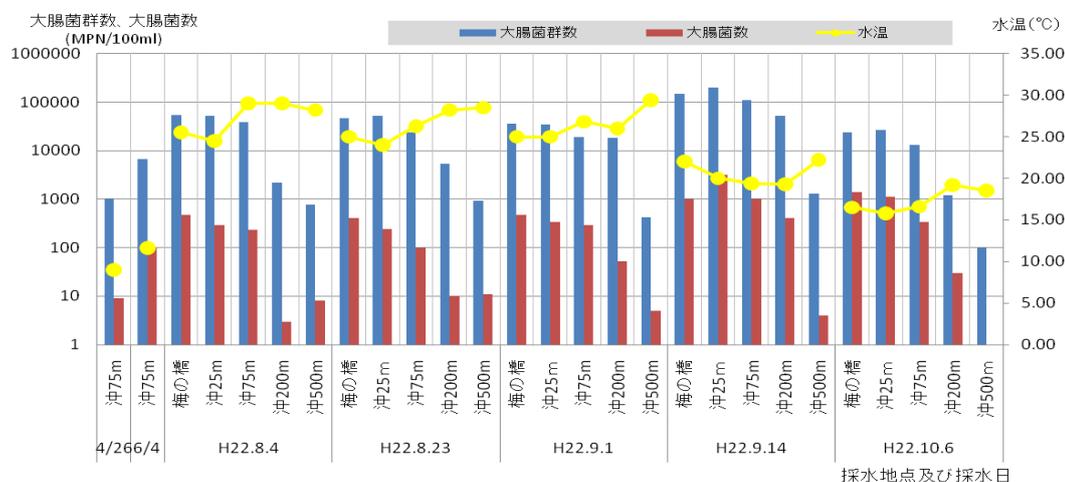


図 8 大腸菌群数と大腸菌数及び水温の推移

イ 大腸菌群数及び大腸菌数と他の水質調査項目について

pH、TOC 及び SS の調査結果を図 9～13 に示す。

pH は、7.07～8.77 であった。8 月 23 日は小黒川沖 200m 地点で、9 月 1 日には小黒川沖 500m 地点で炭酸同化作用のため pH が 8 以上になる現象がみられ、それと同時に DO 飽和率も 130% 程度の高い値を示した。大腸菌群数及び大腸菌数と pH に相関は認められなかった。

TOC は、小黒川沖 25m から小黒川沖 200m までは、1.60～3.09mg/l で、地点別にあまり大きな変化はみられなかった。小黒川沖 500m 地点では、9 月 1 日を除いて 0.73～1.01mg/l と低い値になり、湖心の値に近づいていた。水位の低かった 9 月 1 日は全地点で 2mg/l 程度の値であった。9 月 14 日は降雨の影響で、全体的に高い値であったが、小黒川沖 500m 地点では降雨の影響は認められず、湖心の値に近づいていた。大腸菌群数と TOC に正の強い正の相関、大腸菌と TOC に中程度の正の相関が認められた。

SS は、小黒川沖 25m 地点から沖 200m 地点までは 2～14mg/l で、小黒川梅の橋から小黒川沖 500m 地点まで徐々に、減少しており、小黒川沖 500m 地点では、1mg/l 未満～2mg/l と低い値で、湖心の SS の値に近づいていた。大腸菌群数及び大腸菌数と SS に中程度の正の相関が認められた。

なお、EC は 112.5～212 μ S/cm、DO 飽和率は 70% 以上であり、大腸菌群数及び大腸菌数とこれらの項目に相関が認められなかった。

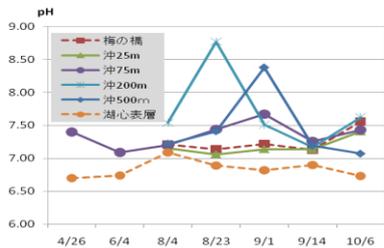


図 9 小黒川沖 pH の推移

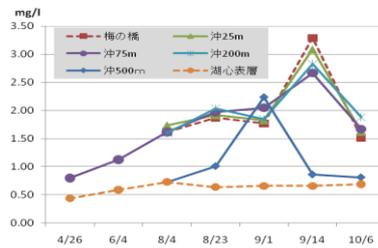


図 10 小黒川沖 TOC の推移

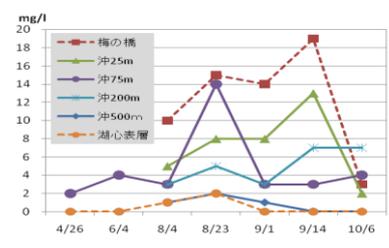


図 11 小黒川沖 SS の推移

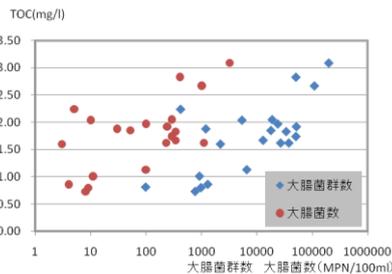


図 12 小黒川沖 TOC と大腸菌群数及び大腸菌数

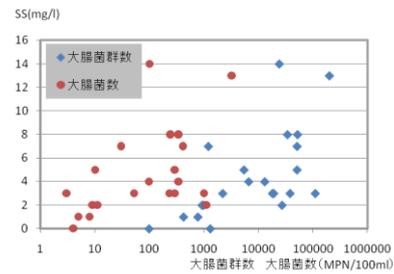


図 13 小黒川沖 SS と大腸菌群数及び大腸菌数の関係

表 2 猪苗代湖小黒川沖における大腸菌群数及び大腸菌数とその他の項目との相関係数

	水温	pH	EC	DO飽和率	SS	TOC	大腸菌数
大腸菌群数	-0.1032	-0.3070	0.2523	-0.3152	0.5592	0.7057	0.9185
大腸菌数	-0.2106	-0.2289	0.2502	-0.2975	0.4750	0.5953	

ウ 降水量等との関係について

大腸菌群数等と調査日前3日間の合計降水量を図14に示す。当日及び前日に降雨があった9月14日は大腸菌群数及び大腸菌数共にほとんどの地点で増加していたが、小黑川沖500m地点の大腸菌については影響を受けずに4MPN/100mlと通常どおりの値であった。

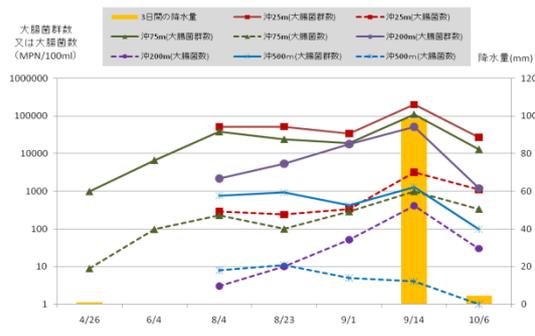


図14 小黑川沖大腸菌群数等と降水量の関係

(3) 小黑川の水質について

ア 大腸菌群数及び大腸菌数について

小黑川の大腸菌群数と大腸菌数及び水温の調査結果を図15に示す。

小黑川上流である猪苗代市街地上流の大腸菌群数は、水量の少なかった9月1日のカジ堀下流、降雨のあった9月14日を除いては、数千MPN/100ml程度、大腸菌数は数十MPN/100ml程度であった。その後、3河川に分岐しその合流前である第1小黑川下流、カジ堀下流、第2小黑川下流の3地点では、大腸菌群数は数万MPN/100ml、大腸菌数は数百～数千MPN/100ml程度の値を示した。その3河川の合流後である梅の橋では、3河川と同程度の値を示した。(大腸菌群数：24,000～60,000MPN/100ml、大腸菌数：410～1,400MPN/100ml) なお、水量の少なかった9月1日のカジ堀下流では、大腸菌群数は1,700,000MPN/100ml、大腸菌数は2,000MPN/100mlと高い値を示した。降雨のあった9月14日は、大腸菌群数は1桁高い値を示したが、大腸菌数上流の猪苗代市街地上流で1桁高い値を示したが、他の地点ではあまり変化がなかった。9月14日の梅の橋での大腸菌群数は150,000MPN/100ml、大腸菌数は980MPN/100mlであった。

また、大腸菌群数と大腸菌数に中程度の正の相関が認められ、大腸菌数/大腸菌群数の比は、0.001～0.08程度の値であり、通常の河川で見られる0.1～0.2よりも大幅に低かったため、糞便による汚染の割合は低いと思われた。

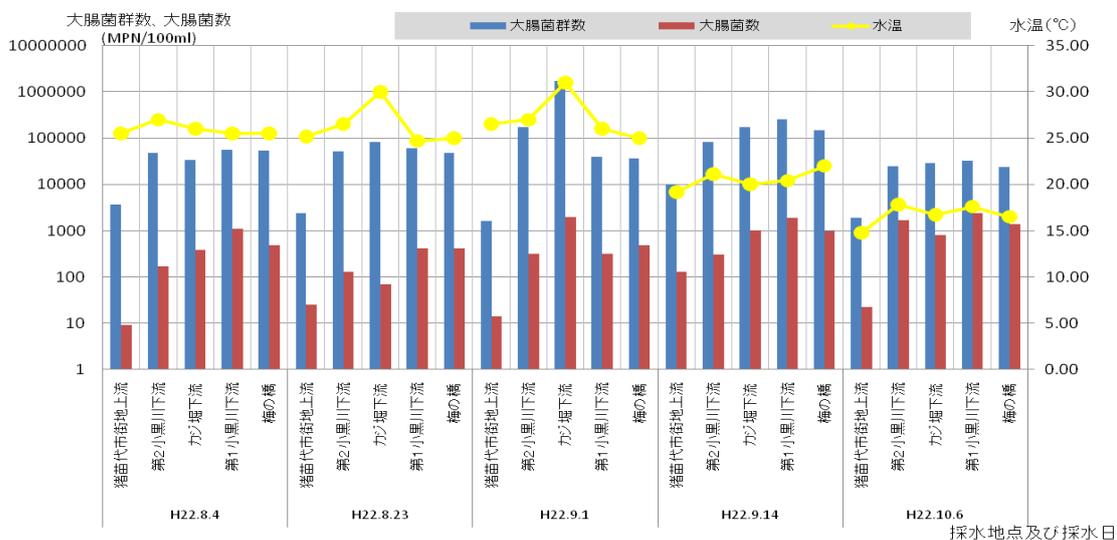


図15 大腸菌群数と大腸菌数及び水温の推移

イ 大腸菌群数及び大腸菌数と他の水質調査項目について

pH及びTOCの調査結果を図16～18に示す。

pHは、7.12～9.06の範囲であり、上流の猪苗代市街地上流、カジ堀下流では、7.6前後の値で、第1,2小黒川下流、梅の橋では7.2前後の値であった。流量の少なかった9月1日には、カジ堀下流で炭酸同化作用のためpHが9以上になる現象がみられ、それと同時にDO飽和率も160%の高い値を示した。大腸菌群数とpHに高い相関が認められたが、9月1日のカジ堀下流の地点を除外すると負の中程度の相関が認められた。大腸菌数とpHに相関は認められなかった。

DO飽和率は、全ての時期及び地点で90%以上の値であった。DO飽和率と大腸菌群数に高い相関が認められたが、9月1日のカジ堀下流の地点を除外すると相関は認められなかった。

TOCは、上流の猪苗代市街地上流で1mg/l付近の低い値であり、下流の4地点では2mg/l付近の値となっていた。降水のあった9月14日には、下流4地点とも3mg/l付近の高い値を示した。DOが過飽和になっていた、8月23日、9月1日のカジ堀下流でTOCは高い値を示した。大腸菌群数とTOCは高い相関を示したが、大腸菌数とTOCに相関は認められなかった。

なお、ECは143.7～233 μ S/cm、SSは、2～19mg/lであり、大腸菌群数及び大腸菌数とこれらの項目に相関が認められなかった。

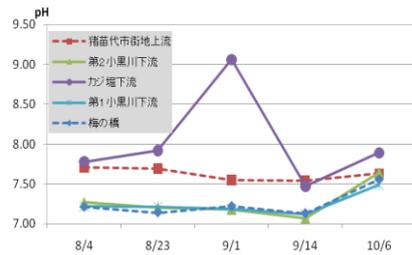


図16 小黒川 pH の推移

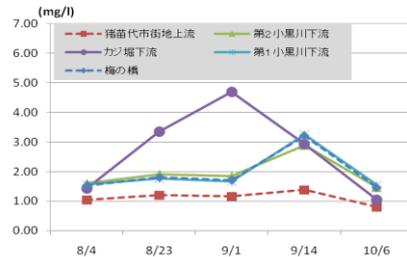


図17 小黒川 TOC の推移

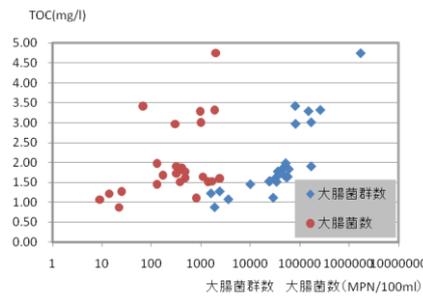


図18 小黒川 TOC と大腸菌群数及び大腸菌

表3 小黒川における大腸菌群数及び大腸菌数とその他の項目との相関係数

	水温	pH	EC	DO飽和率	SS	TOC	大腸菌数
大腸菌群数	0.3670	0.7148	0.0130	0.8110	-0.1194	0.7233	0.4465
大腸菌数	-0.3212	0.2532	0.3875	0.2326	-0.0381	0.3994	

ウ 降水量等との関係について

大腸菌群数等と調査日前3日間の合計降水量を図19に示す。当日及び前日に降水があった9月14日は大腸菌群数及び大腸菌数共にほとんどの地点で増加していたが、カジ堀下流及び第2小黒川下流は水量の少なかった、9月1日の方が、さらに高い値であった。

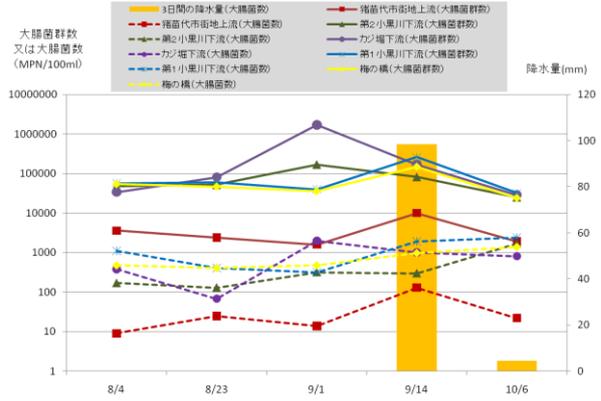


図19 小黒川大腸菌群数等と降水量の関係

(4) 大腸菌群数分析における培地による測定結果の違いについて

大腸菌群数の分析を、MMO-MUG 培地によるQTトレイ法（以下QTトレイ法）と、BGLB培地による最確数法（以下BGLB法）で分析した結果を図20及び表4に示す（湖心0.5m：8検体、小黒川沖75m：5検体）。

両者の結果はほぼ同一のオーダーを示し、有意な正の相関を示した（ $R=0.6694$ ）。

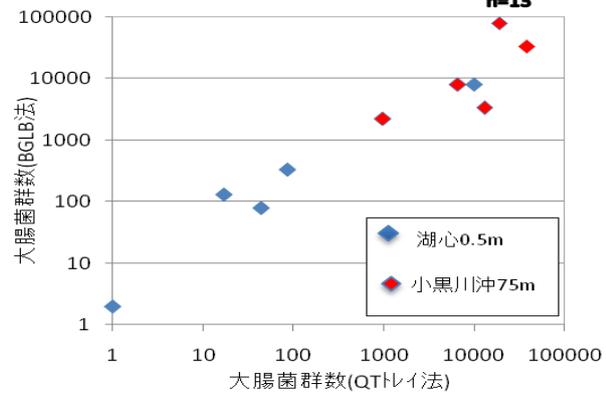


図20 QTトレイ法とBGLB法による大腸菌群数

表4 猪苗代湖湖心及び小黒川沖75mにおける大腸菌群数の調査結果

調査地点	単位	猪苗代湖								猪苗代湖小黒川沖				
		湖心								小黒川沖75m				
採取水深(m)		0.5												
調査年月日		H22.4.26	H22.5.17	H22.6.4	H22.7.15	H22.8.4	H22.9.1	H22.10.6	H22.11.8	H22.4.26	H22.6.4	H22.8.4	H22.9.1	H22.10.6
大腸菌群数(QTトレイ法)	MPN/100ml	0	0	0	17	10000	1	86	44	980	6630	38000	19000	13000
大腸菌群数(BGLB法)	MPN/100ml	0	0	0	130	7900	2	330	79	2200	7900	33000	79000	3300

8 まとめ

- (1) 猪苗代湖湖心の大腸菌群は、4月～6月まではほとんど検出されなかったが、7月～11月にかけては4層で検出された。特に、8月4日は、水深0.5mで大腸菌群数が最大となる10,000MPN/100mlとなり、過去の値と比較しても最も高い値を示した。また、7月～8月上旬にかけて水温が上昇する時期には、変水層の上部で大腸菌群数が高い傾向を示し、8月下旬以降は、変水層の下部で高い傾向を示した。なお、年間を通して大腸菌は検出されなかった。
- (2) 小黒川の大腸菌群数及び大腸菌数は、小黒川の下流部に位置する「梅の橋」では、上流部に位置する「猪苗代市街地上流」の20倍以上高い値となり、小黒川を流下するのに伴い増加することが確認された。小黒川沖の大腸菌群数及び大腸菌数は、「沖50m」では「梅の橋」とほぼ同じ値であり、「沖75m」、「沖200m」、「沖500m」と沖に向かうにつれて減少し、「沖500m」では湖心とほぼ同じ値となった。降雨による大腸菌群数及び大腸菌数の変化は、小黒川、「沖50m」、「沖75m」及び「沖200m」は通常より1桁高い値となったが、「沖500m」ではほぼ通常と同じ値となり、降雨が猪苗代湖湖心に与える影響は少ないと考えられた。また、小黒川及び小黒川沖の全ての地点は、糞便による汚染の割合は少ないことが確認された。
- (3) 猪苗代湖湖心において大腸菌群が増加する要因は、湖水温の上昇と湖水温が上昇した後はpH等が影響を与えることが示唆された。
- (4) 小黒川においては、大腸菌群数と大腸菌数、大腸菌群数とTOCに明確な相関が認められた。
- (5) 小黒川沖においては、大腸菌群数と大腸菌数、SSとTOCに相関が認められ、特に大腸菌群数と大腸菌数には高い相関が認められた。

別紙1 現地調査票

調査地点	猪苗代湖(湖心)			猪苗代湖(湖心)			猪苗代湖(湖心)			猪苗代湖(湖心)			猪苗代湖(湖心)		
	0.5	1.5	3.0	0.5	1.5	3.0	0.5	1.5	3.0	0.5	1.5	3.0	0.5	1.5	3.0
採取水深(m)	H22.4.26	H22.5.17	H22.8.4	H22.7.15	H22.8.4	H22.8.23	H22.9.14	H22.9.14	H22.10.6	H22.11.8					
調査年月日	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ
天候(前日)	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ
天候(当日)	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ
気温(℃)	8.2	13.3	17.5	23.7	27.9	29.8	25.7	22.8	18.0	9.7					
水温(℃)	4.28	4.21	4.17	4.15	7.32	6.60	5.70	5.50	12.88	9.94	7.10	6.15	22.10	20.72	11.4
透明度(m)	13.5	14.1	10.3	12.3	10.7	10.5	11.8	11.0	8.1	9.8					
水色(フォーレル)	6	6	6	5	6	6	6	6	7	8					
色相	無色	無色	無色	無色	無色	無色	無色	無色	無色	無色					
臭気	無臭	無臭	無臭	無臭	無臭	無臭	無臭	無臭	無臭	無臭					
濁り	透明	透明	透明	透明	透明	透明	透明	透明	透明	透明					

調査地点	猪苗代湖(湖心)			猪苗代湖(湖心)			猪苗代湖(湖心)			猪苗代湖(湖心)			猪苗代湖(湖心)			猪苗代湖(湖心)			
	0.5	1.5	3.0	0.5	1.5	3.0	0.5	1.5	3.0	0.5	1.5	3.0	0.5	1.5	3.0	0.5	1.5	3.0	
採取水深(m)	H22.6.4	H22.8.4	H22.8.23	H22.9.14															
調査年月日	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ
天候(前日)	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ
天候(当日)	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ
気温(℃)	9.0	11.6	13.3	17.5	23.7	27.9	29.8	25.7	22.8	18.0	9.7								
水温(℃)	0.9(全透)	1.0(全透)	1.3(全透)	1.4(全透)	1.3(全透)														
透明度(m)	0.9(全透)	1.0(全透)	1.3(全透)	1.4(全透)	1.3(全透)														
透明度(m)	0.9(全透)	1.0(全透)	1.3(全透)	1.4(全透)	1.3(全透)														
水色(フォーレル)	無色	無色	無色	無色	無色	無色	無色	無色	無色	無色	無色	無色	無色	無色	無色	無色	無色	無色	無色
色相	無臭	無臭	無臭	無臭	無臭	無臭	無臭	無臭	無臭	無臭	無臭	無臭	無臭	無臭	無臭	無臭	無臭	無臭	無臭
臭気	無臭	無臭	無臭	無臭	無臭	無臭	無臭	無臭	無臭	無臭	無臭	無臭	無臭	無臭	無臭	無臭	無臭	無臭	無臭
濁り	透明	透明	透明	透明	透明	透明	透明	透明	透明	透明	透明	透明	透明	透明	透明	透明	透明	透明	透明

調査地点	小黒川																	
	梅の橋	第1小黒川	第2小黒川															
採取水深(m)	10.05	10.40	10.50	10.05	10.40	10.50	10.05	10.40	10.50	10.05	10.40	10.50	10.05	10.40	10.50	10.05	10.40	10.50
調査年月日	晴れ																	
天候(前日)	晴れ																	
天候(当日)	晴れ																	
気温(℃)	25.0	29.5	28.5	29.0	29.0	29.0	29.0	29.0	29.0	29.0	29.0	29.0	29.0	29.0	29.0	29.0	29.0	29.0
水温(℃)	25.5	29.0	28.0	24.7	30.0	28.5	25.0	28.0	31.0	27.0	28.5	22.0	20.4	20.0	21.1	19.2	16.7	17.8
透明度(m)	>1	>1	>1	>1	>1	>1	>1	>1	>1	>1	>1	>1	>1	>1	>1	>1	>1	>1
流量	無色	無色	無色	茶褐色	無色	無色	淡黄色	無色	無色	無色	無色	無色	茶色	茶色	茶色	白・白色	薄黄色	無色
色相	無臭																	
臭気	透明	微濁	微濁	微濁	透明	透明	透明											
濁り	透明	微濁	微濁	微濁	透明	透明	透明											

別紙2 調査結果表

調査地点	猪苗代湖														
	湖心	湖心	湖心	湖心	湖心	湖心	湖心	湖心	湖心	湖心	湖心	湖心	湖心	湖心	湖心
採取水深(m)	5	15	30	0.5	0.5	15	30	0.5	0.5	15	30	0.5	0.5	15	30
調査年月日	H22.8.4														
pH	6.70	6.73	6.73	6.50	6.65	6.70	6.70	6.74	6.72	6.76	6.69	6.66	6.61	6.62	6.60
EC	115.6	116.7	115.6	115.8	115.4	115.4	115.4	114.1	113.4	114.3	114.7	108.4	108.2	112.1	112.5
DO	12.6	12.2	12.6	12.0	11.4	11.4	11.8	10.6	10.9	11.5	11.6	8.3	8.3	10.3	11.2
DO飽和率	100%	100%	100%	98%	98%	100%	97%	104%	100%	99%	97%	97%	101%	106%	108%
SS	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
大腸菌群数(OTV/法)	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
大腸菌群数(GB法)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
大腸菌数	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
TOC	0.44	0.50	0.43	0.42	0.46	0.42	0.40	0.41	0.59	0.45	0.43	0.41	0.78	0.55	0.47

調査地点	猪苗代湖														
	湖心	湖心	湖心	湖心	湖心	湖心	湖心	湖心	湖心	湖心	湖心	湖心	湖心	湖心	湖心
採取水深(m)	5	15	30	0.5	0.5	15	30	0.5	0.5	15	30	0.5	0.5	15	30
調査年月日	H22.8.4														
pH	6.89	6.90	6.88	6.70	6.82	6.80	6.87	6.66	6.90	6.87	7.01	6.69	6.73	6.84	6.79
EC	109.9	110.1	111.1	112.2	110.2	110.7	111	111.8	109.1	109.2	109.3	108.4	109.6	110.2	111.8
DO	7.9	7.7	11.5	12.0	7.8	7.8	10.9	11.5	7.9	8.2	11.4	11.4	8.7	9.0	9.4
DO飽和率	100%	97%	111%	102%	99%	100%	105%	97%	96%	99%	112%	96%	105%	98%	93%
SS	2	1	3	2	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
大腸菌群数(OTV/法)	3	6	400	210	1	1	150	300	110	72	410	270	86	76	140
大腸菌群数(GB法)	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
大腸菌数	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
TOC	0.64	0.64	0.51	0.51	0.66	0.65	0.53	0.47	0.66	0.75	0.52	0.46	0.69	0.65	0.60

調査地点	猪苗代湖小黒川沖														
	湖心	湖心	湖心	湖心	湖心	湖心	湖心	湖心	湖心	湖心	湖心	湖心	湖心	湖心	湖心
採取水深(m)	75m	200m	500m	200m	75m	200m	500m	200m	75m	200m	500m	200m	75m	200m	500m
調査年月日	H22.8.4														
pH	7.40	7.09	7.22	7.54	7.20	7.15	7.41	8.77	7.44	7.06	8.38	7.71	7.67	7.14	7.07
EC	153.7	161.2	114.6	155.7	170.1	169.6	117.6	157.0	166.3	166.6	154.8	168.0	161.1	166.9	112.5
DO	11.7	9.1	8.1	9.8	8.6	8.0	8.0	8.0	7.7	10.3	7.6	7.7	9.6	10.9	8.4
DO飽和率	105%	86%	105%	128%	113%	104%	104%	100%	100%	92%	101%	120%	138%	104%	92%
SS	2	4	1	3	3	5	2	5	14	8	1	3	3	8	<1
大腸菌群数(OTV/法)	980	6630	1600	770	2200	38000	51000	920	5400	24000	52000	420	18000	19000	34000
大腸菌群数(GB法)	2200	7900	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
大腸菌数	9	98	44	8	3	230	290	11	10	100	240	5	52	290	340
TOC	0.80	1.13	0.73	1.60	1.62	1.74	1.01	2.04	1.97	1.92	2.24	1.85	2.05	1.83	0.86

調査地点	小黒川														
	梅の橋	新1小黒川 下流	分ヶ瀬下流	第2小黒川 下流	猪苗代市 街地上流	梅の橋	新1小黒川 下流	分ヶ瀬下流	第2小黒川 下流	猪苗代市 街地上流	梅の橋	新1小黒川 下流	分ヶ瀬下流	第2小黒川 下流	猪苗代市 街地上流
採取水深(m)	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
調査年月日	H22.8.4														
pH	7.21	7.22	7.78	7.27	7.71	7.14	7.21	7.92	7.20	7.69	7.22	7.19	9.06	7.18	7.55
EC	170.0	169.3	169.0	170.6	154.8	165.2	163.8	177.7	167.4	143.7	166.4	163.6	192.6	168.7	147.1
DO	8.4	8.5	9.2	8.1	8.4	8.1	7.7	8.4	7.6	8.4	7.6	12.3	8.4	8.0	7.8
DO飽和率	104%	106%	115%	107%	98%	100%	94%	125%	108%	100%	104%	95%	166%	107%	101%
SS	10	11	12	7	3	15	19	5	9	4	14	17	3	8	4
大腸菌群数(OTV/法)	54000	57000	34000	48000	3600	47000	60000	81000	52000	2400	36000	40000	170000	170000	1600
大腸菌群数(GB法)	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
大腸菌数	480	1100	380	170	9	410	410	68	130	25	480	320	2000	320	14
TOC	1.62	1.64	1.51	1.68	1.07	1.87	1.83	3.42	1.98	1.27	1.77	1.72	4.75	1.90	1.22

【参考資料】

調査地点	調査項目		S54.8.7	S55.8.7	S55.10.17	S55.11.6	S56.5.15	S56.7.10	S56.9.24	S56.11.10	S57.5.25	S57.7.5	S57.9.9	S57.11.4	平均的な水質
	流量		m ³ /s												
酸川 (高森川合流前)	pH※			3.00	3.00	3.00		2.80	2.80	2.90	3.00	2.90	3.20	2.80	2.93
	水素イオン濃度	μ mol/L		1000.0	1000.0	1000.0		1584.9	1584.9	1258.9	1000.0	1258.9	631.0	1584.9	1165.2
	硫酸イオン	mg/L		119.0	163.0	143.0		192.0	210.0	164.0	138.0	375.0	113.0	168.0	168.9
	鉄イオン	mg/L		2.6	11.0	7.8		1.9	3.6	3.2	1.7	2.3	1.2	2.1	3.4
	アルミニウムイオン	mg/L		10.0	18.0	18.0		3.1	4.3	6.1	6.7	4.7	2.8	8.0	7.8
	流量	m ³ /s		0.08	0.29	0.41			0.27	0.43	0.41	0.42	0.34	0.23	
	pH※			2.20	2.20	2.20		2.20	2.20	2.10	2.10	2.20	2.20	2.00	2.15
硫黄川 (高森川合流前)	水素イオン濃度	μ mol/L		6309.6	6309.6	6309.6		6309.6	6309.6	7943.3	7943.3	6309.6	6309.6	10000.0	7080.8
	硫酸イオン	mg/L		1386.0	1440.0	1440.0		850.0	850.0	1390.0	1439.0	1259.0	1246.0	1387.0	1038.6
	鉄イオン	mg/L		163.0	98.0	127.0		102.0	102.0	110.0	77.2	91.3	82.6	104.0	100.8
	アルミニウムイオン	mg/L		74.0	75.0	81.0		65.0	65.0	74.0	110.0	98.0	70.0	93.0	83.9
	流量	m ³ /s		0.12	0.12	0.09		0.08	0.10	0.10	0.13	0.10	0.11	0.12	
	pH※			1.90	1.80	1.80		1.80	1.80	1.70	1.60	1.70	1.70	1.60	1.72
	水素イオン濃度	μ mol/L		12589.3	15848.9	15848.9		15848.9	19952.6	19952.6	25118.9	19952.6	19952.6	25118.9	19221.7
温泉源泉 (沼尻・中ノ沢温泉 の源泉)	硫酸イオン	mg/L		2000	2000	2050		2000	1950	1900	1800	1740	1830	1901.4	
	鉄イオン	mg/L		43.0	63.0	40.0		33.0	38.0	41.0	21.3	26.9	29.0	39.5	
	アルミニウムイオン	mg/L		102.0	87.0	68.0		72.0	72.0	97.0	90.0	102.0	95.0	89.8	
	流量	m ³ /s													
	pH※			1.54											1.54
	水素イオン濃度	μ mol/L		28840.3											28840.3
	硫酸イオン	mg/L		4500.0											4500.0
鉄イオン	mg/L		454.0											454.0	
アルミニウムイオン	mg/L		189.0											189.0	

※pHの平均的な水質は、水素イオン濃度の平均的な水質をpHに換算したものである。

調査地点	調査項目	H18.6.5	H18.8.7	H18.10.12	H18.12.5	H19.2.6	H19.4.25	H19.6.1	H19.8.3	H19.10.29	H19.12.11	H20.2.6	H20.4.21
酸川 (高森川合流前)	流量	1.33	2.38	1.64	1.44	0.94	2.55	1.41	1.43	1.08	0.84	0.67	5.20
	pH※	3.24	3.44	3.34	3.18	3.20	3.36	3.18	3.33	3.13	3.01	2.95	4.12
	水素イオン濃度	575.44	363.08	457.09	660.69	630.96	436.52	660.69	467.74	741.31	977.24	1122.02	75.86
	硫酸酸度	53.10	37.60	31.10	46.00	42.70	28.10	48.60	38.30	55.40	71.38	83.70	5.52
	硫酸イオン	93.71	70.61	71.84	95.40	101.28	67.99	95.15	89.95	121.41	130.80	182.97	30.91
	鉄イオン	0.89	0.68	0.53	0.91	0.88	0.57	0.67	0.71	0.94	1.22	1.52	0.17
	アルミニウムイオン	5.29	3.46	5.09	6.39	6.61	3.29	4.72	4.50	8.93	10.04	11.23	0.87
	流量	0.37	0.60	0.61	0.47	0.35	0.55	0.25	0.41	0.33	0.34	0.28	
硫黄川 (高森川合流前)	pH※	2.29	2.33	2.20	2.22	2.17	2.18	2.14	2.26	2.23	2.22	2.22	
	水素イオン濃度	5128.61	4677.35	6309.57	6025.60	6760.83	6606.93	7244.36	5495.41	5888.44	6025.60	6025.60	
	硫酸酸度	917.20	841.50	989.60	689.80	861.60	980.40	875.20	906.90	895.70	842.35	876.00	
	硫酸イオン	1046.27	940.44	1197.43	1041.63	1088.72	1148.71	994.51	988.74	1052.17	998.33	983.69	
	鉄イオン	83.84	88.09	106.05	81.51	80.49	106.22	85.78	94.74	85.44	74.90	82.86	
	アルミニウムイオン	79.12	65.60	84.16	63.74	62.34	68.40	75.52	81.60	81.00	75.64	74.60	
	流量								0.08	0.21	0.13		
	pH※								1.86	1.99	1.96		
温泉源泉 (沼尻・中ノ沢温泉 の源泉)	水素イオン濃度							13803.84	10232.93	10964.78			
	硫酸酸度							1011.70	1013.80	1300.50			
	硫酸イオン							1301.30	1293.33	1348.81			
	鉄イオン							8.91	9.24	9.15			
	アルミニウムイオン							78.56	78.82	82.92			
	流量							0.06	0.07	0.04			
坑内排水 (旧硫黄鉱山廃坑の 湧出水)	pH※							1.60	1.72	1.70			
	水素イオン濃度							25118.86	19054.61	19952.62			
	硫酸酸度							2868.40	2802.60	2873.30			
	硫酸イオン							3200.88	3172.52	3279.73			
	鉄イオン							324.58	362.77	379.33			
	アルミニウムイオン							116.92	148.10	116.74			

調査地点	調査項目		H20.6.3	H20.8.4	H20.10.3	H20.12.9	H21.2.5	H21.4.24	H21.6.5	H21.8.4	H21.10.6	H21.10.14	H21.12.2	H22.2.16	平均的な水質	
	流量		m ³ /s													
酸川 (高森川合流前)	pH※		3.28	3.16	3.20	3.30	3.48	3.80	3.20	3.20	3.00		3.00	3.40	3.32	
	水素イオン濃度	μmol/L	524.81	691.83	630.96	501.19	331.13	158.49	630.96	630.96	1000.00		1000.00	398.11	474.4	
	硫酸イオン	mg/L	38.40	60.83	42.66	37.89	27.08	6.13	48.09	57.18	81.15		65.87	26.60	35.8	
	鉄イオン	mg/L	94.53	142.39	120.48	94.75	91.85	45.99	118.73	124.36	172.04		175.93	98.61	86.4	
	アルミニウムイオン	mg/L	0.62	0.95	0.53	0.60	0.52	0.34	0.75	0.84	1.25		1.12	0.61	0.6	
	流量	m ³ /s	5.31	5.80	4.03	5.43	5.26	3.18	6.12	7.81	12.12		8.37	7.11	4.8	
	pH※		0.35	0.35	0.27	0.26	0.30	0.65	0.42	0.30	0.23		0.26	0.22		
	水素イオン濃度	μmol/L	2.20	2.25	2.20	2.20	2.20	2.10	2.20	2.20	2.20		2.20	2.20	2.21	
硫黄川 (高森川合流前)	硫酸イオン	mgCaCO ₃ /L	6309.57	5623.41	6309.57	6309.57	6309.57	7943.28	6309.57	6309.57	6309.57		6309.57	6309.57	6208.9	
	鉄イオン	mg/L	927.59	890.62	832.33	867.42	874.94	1076.94	920.65	894.11	899.12		924.16	882.47	902.9	
	アルミニウムイオン	mg/L	1045.66	997.96	1243.34	988.27	1041.59	1295.65	1059.29	1062.64	1198.54		1280.06	1103.68	1086.7	
	流量	m ³ /s	81.03	75.72	53.49	64.46	51.73	110.00	86.69	86.92	96.74		85.39	74.37	86.5	
	pH※		72.82	71.04	89.29	69.61	66.91	90.90	79.69	81.20	83.80		79.75	82.66	76.2	
	流量	m ³ /s	0.13	0.08	0.27								0.06			
	pH※		1.98	2.00	1.90								2.00			1.95
	水素イオン濃度	μmol/L	10471.29	10000.00	12589.25								10000.00			11303.1
温泉源泉 (沼尻・中ノ沢温泉 の源泉)	硫酸イオン	mgCaCO ₃ /L	837.34	982.75	1002.80								931.67		1017.6	
	鉄イオン	mg/L	1157.93	1228.85	1540.77								1471.32		1358.8	
	アルミニウムイオン	mg/L	6.69	5.48	5.65								5.38		7.3	
	流量	m ³ /s	67.27	72.47	71.91								65.52		74.5	
	pH※		0.04	0.03	0.03								0.03			
	水素イオン濃度	μmol/L	1.59	1.71	1.60								1.70			1.66
	硫酸イオン	mgCaCO ₃ /L	25703.96	19498.45	25118.86								19952.62			21981.3
	鉄イオン	mg/L	3431.59	2868.01	2847.96								2697.35			2916.8
坑内排水 (旧硫黄鉱山廃坑の 湧出水)	硫酸イオン	mg/L	3688.57	3145.81	3747.80								3552.49		3353.2	
	鉄イオン	mg/L	352.09	277.89	232.73								291.63		328.9	
	アルミニウムイオン	mg/L	155.41	130.69	112.82								94.44		129.3	
	流量	m ³ /s														

※pHの平均的な水質は、水素イオン濃度の平均的な水質をpHに換算したものである。

福島県環境センター年報
第14号(平成22年度)

発行年月 平成24年2月

編集・発行 福島県環境センター

〒963-8024 郡山市朝日三丁目5番7号

電話 024(923)3401

FAX 024(925)9029

E-mail kance@pref.fukushima.jp

〔4月1日からメールアドレスが以下のように変わります。〕
kance@pref.fukushima.lg.jp

URL <http://www.pref.fukushima.jp/kance/>

Fight!
Fukushima! がんばろう
ふくしま!