

ISSN : 1344-865X

高知県環境研究センター所報

第 22 号

平成17年度

高知県環境研究センター

はじめに

当センターを取りまく環境は、とりわけ財政的な面で、一層厳しくなっております。

このため、経営理念であります県民の安全と快適性を確保するために、今日的な重要課題である飛散アスベストや農薬、いわゆる環境ホルモン、有害重金属等の化学物質の環境監視と、清流の保全・再生のための調査研究、さらには、酸性雨や光化学オキシダントの全国ネットワークでのモニタリングなどを、限られた経営資源で、効率的かつ重点的に実施してまいらなければなりません。

同時に、県民との協働や民間活力の導入を図るとともに、広く県民の理解を得るため、より地域に密着した研究課題を追求していく必要があります。

また、これからの当センターのあり方として、行政ニーズを的確に捉えて新たな環境施策を発信するなどのソフト面の充実と、環境保全施策に対して科学技術面からサポートする役割を強化することが求められております。さらに、関係試験研究機関との技術交流を通じた共同研究や技術レベルの向上に力を入れる必要があり、そのための業務体制の見直しが不可欠であると考えております。

県民の皆さまには、今後とも、当センターの業務運営に関しまして、ご意見、ご協力をお願いします。

このたびは、平成17年度所報を取りまとめましたので、皆さまの参考資料としてご活用いただければ幸いです。

平成18年12月

高知県環境研究センター

所長 久武正義

目 次

I 環境研究センターの概要

1. 沿 革	1
2. 施設の概況	1
3. 組織及び所掌事務	2
4. 職員一覧	3
5. 人事異動	3
6. 平成18年度予算（歳出見込）	3
7. 主要備品	4

II 業務概要

1. 平成17年度決算（歳出）	5
2. 学会・会議及び研修への参加（平成17年度）	5
3. 各科業務概要	7
企画情報科	7
総合環境科	8
大 気 科	9
水 質 科	11

III 調査研究報告

1. 高知県内の公的施設における吹付けアスベスト等の使用状況調査	13
2. 石綿分析のための光学顕微鏡法	15
3. 高知城堀のアオコ発生要因の考察（第1報）	23

IV 所報投稿規定	27
-----------------	----

I 環境研究センターの概要

I 環境研究センターの概要

1. 沿革

- 昭和46年4月1日 衛生研究所に公害部設置
- 昭和48年4月1日 機構改革により、公害防止センター発足
- 昭和61年3月20日 高知県公害防止センター・高知県赤十字血液センター・(財)高知県総合保健協会との合同施設「高知県保健環境センター」完成
- 昭和61年4月14日 新庁舎に移転、業務開始
- 平成9年4月1日 機構改革により、企画情報科・総合環境科・大気科・水質科の4科制となり、名称を「高知県環境研究センター」に変更

2. 施設の概況

(1) 所在地

〒780-8010 高知市棧橋通6丁目7-43

電話 088(833)6688 (企画情報科)

6691 (総合環境科)

6689 (大気科)

6690 (水質科)

FAX 088(833)8311

E-mail 141403@ken.pref.kochi.lg.jp

敷地面積：2,187m² 建築面積：1,163m²

規模構造：鉄筋コンクリート造5階建 4, 5階分 延床面積：1,239m²

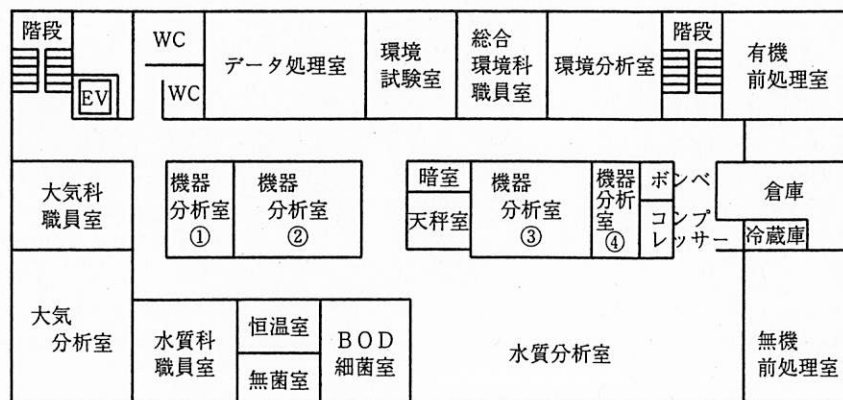
別棟(車庫, 倉庫)：124m²

(2) 配置図

4階

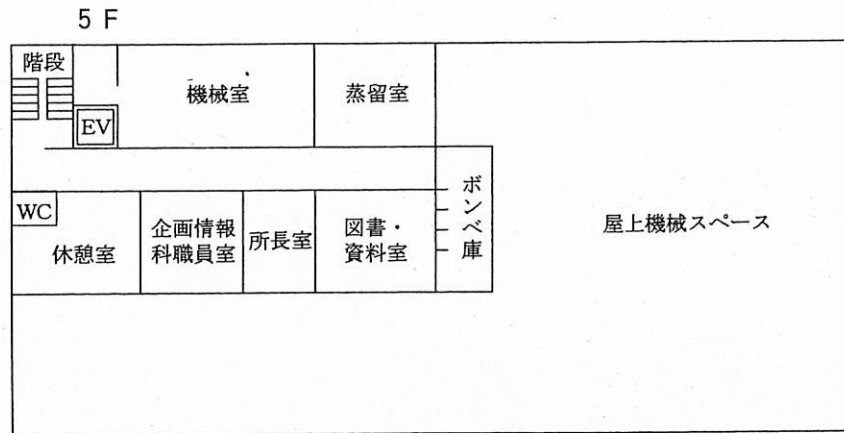
大気科職員室	34.8m ²	恒温室	10.0m ²	機器分析室④	15.9m ²
大気分析室	56.2	無菌室	10.0	暗室	5.6
データ処理室	51.5	BOD細菌室	30.0	天秤室	10.7
環境試験室	31.0	有機前処理室	50.8	倉庫	28.8
総合環境科職員室	20.4	無機前処理室	52.4	冷蔵庫	6.0
環境分析室	34.7	機器分析室①	20.1	ポンベ室	3.4
水質科職員室	31.8	機器分析室②	39.2		
水質分析室	133.5	機器分析室③	35.4		

4 F 配置図

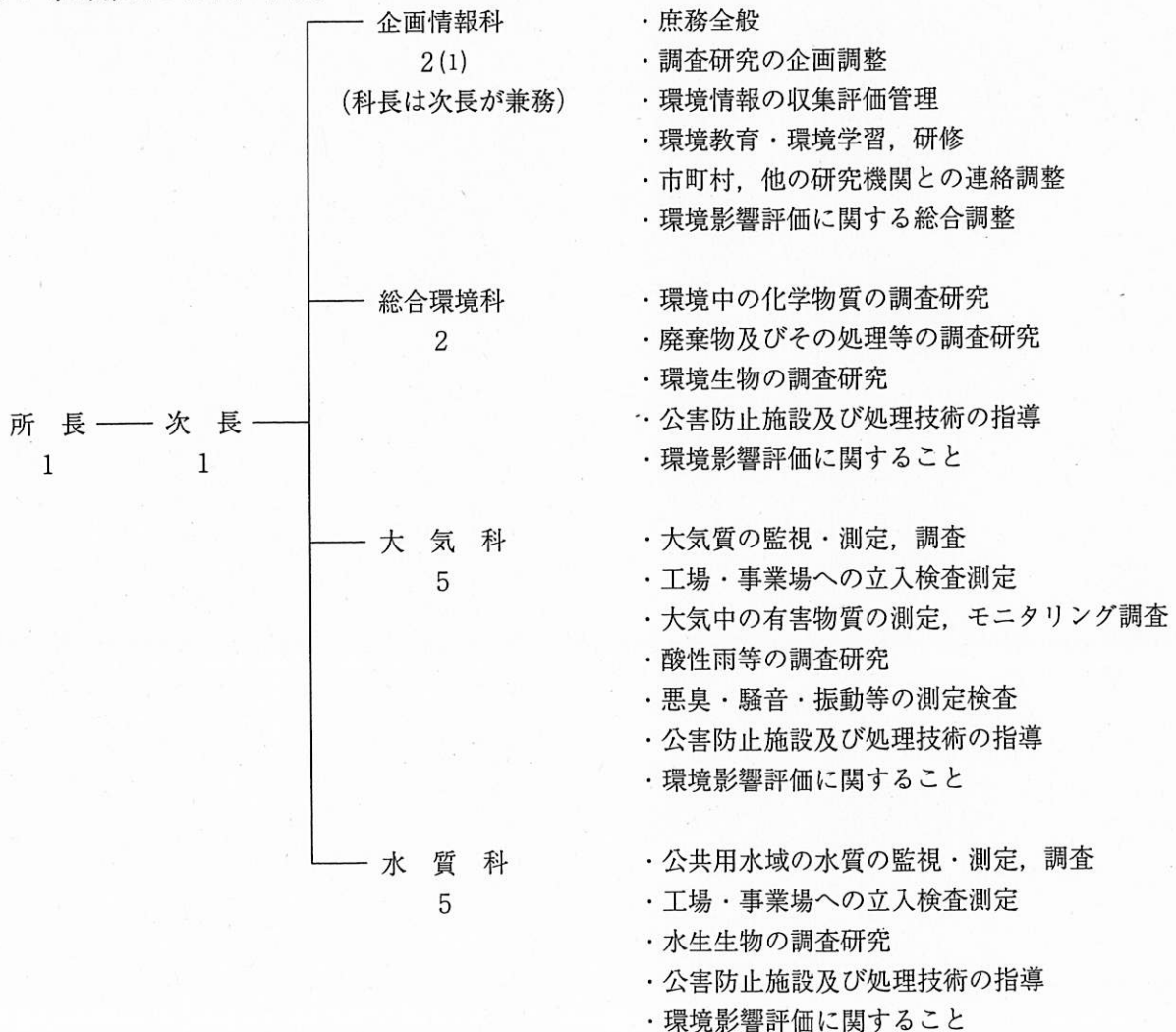


5階

所長室	18.4m ²	蒸留室	36.3m ²
企画情報科職員室	30.5	機械室	60.7
図書・資料室	34.6	ボンベ庫	5.6
休養室	30.6		



3. 組織及び所掌事務



4. 職員一覽

平成18年4月1日現在

職 名		氏 名	職 名		氏 名
所 長		久 武 正 義	大 気 科	主 任 研 究 員	西 孝 仁
次 長		西 岡 克 郎		主 任 研 究 員	武 市 佳 子
企 画 情 報 科	企 画 情 報 科 長 (兼) 主 任	西 岡 克 郎 中 川 美 保 子	水 質 科	水 質 科 長	堀 内 泰 男
	主 任 研 究 員			主 任 研 究 員	桑 尾 房 子
主 任 研 究 員				主 任 研 究 員	大 森 真 貴 子
總 合 環 境 科	總 合 環 境 科 長 研 究 員	邑 岡 和 昭 池 澤 正 幸		主 任 技 師	行 弘 惠 光 内 慶 信
大 気 科	大 気 科 長	山 村 貞 雄			
	主 任 研 究 員	原 田 浩 平			
	主 任 研 究 員	佐 藤 祐 二			

5. 人事異動 (平成18年4月1日付)

(転出者・退職者)

(転入者)

職 名	氏 名	転 出 先	職 名	氏 名	前 所 属
技 術 次 長	原 稔	退 職	次 長	西 岡 克 郎	東 部 福 祉 保 健 所 環 境 課 長
大 気 科 長	植 松 広 子	退 職	大 気 科 長	山 村 貞 雄	中 央 東 福 祉 保 健 所 チ ー フ
主 任 研 究 員	白 木 恭 一	退 職	主 任 研 究 員	佐 藤 祐 二	環 境 保 全 課 主 任
主 任 研 究 員	水 田 直 子	退 職	主 任 研 究 員	行 弘 惠	農 業 技 術 セ ン タ ー 主 任 研 究 員
主 任 研 究 員	近 森 泉	須 崎 福 祉 保 健 所			

6. 平成18年度予算 (歳出見込)

(千円)

	環 境 保 全 費	四 万 十 川 総 合 対 策 費			計
報 酬					
共 済 費					
報 償 費					
旅 費	1,067	118			1,185
需 用 費	28,696	552			29,248
役 務 費	490				490
委 託 費	18,498				18,498
使 用 料	15				15
工 事 請 負 費					
原 材 料 費					
備 品 購 入 費					
負 担 金 補 助	89				89
公 課 費	18				18
計	48,873	670			49,543

7. 主要備品

平成18年3月31日現在

品名	規格・型式等	数量
軽自動車 高知 40を 4939	三菱	1
軽自動車 高知 41き 5929	スズキ エブリイ	1
小型自動車(四輪貨物自動車)高知45ち2643	トヨタ	1
特殊用途車(大気環境測定車)高知88す4018	日野KC-FC2JGAA	1
イオンクロマトグラフ	DIONEX2020I/SP	1
イオンクロマトグラフ	DIONEX1SC-90	1
高速液体クロマトグラフ	トライローターⅢ型	1
高速液体クロマトグラフ	ウォーターズ 616LC	1
高速液体クロマトグラフ用蛍光検出器	ウォーターズ 474スキャニング47400	1
高速液体クロマトグラフポストカラム反応システム	ウォーターズ (送液・反応・分離・データ処理部)	1
ガスクロマトグラフ	島津GC-14A	1
ガスクロマトグラフ	島津GC-14B	1
ガスクロマトグラフ質量分析装置	パーキンエルマー Q-MASS910	1
ガスクロマトグラフ質量分析計	H P 5973MSD	1
ガスクロマトグラフ質量分析計	日電 JMS-K9	1
大気中有害物質測定用ガスクロマトグラフ質量分析装置	日電 JMS-MAⅡ-15	1
大気中有害物質測定用加熱導入装置	ジーエルサイエンス	1
原子吸光分析装置	島津AA-670	1
原子吸光分析装置	AA ANalyst 800	1
原子吸光分析装置(土壌・水質Hg用)	日本インスツルメンツマーキュリーRA-1S	1
水銀分析装置(大気Hg用)	日本インスツルメンツマーキュリーMD-1	1
落射蛍光顕微鏡	日本光学 XF-DFD2	1
紫外可視分光光度計	日立U-3010	1
フーリエ変換赤外分光光度計	日本分光FT/IR-480Plus	1
自記分光光度計	島津UV-265FS	1
濁度測定装置	日本電色工業 Water Analyzer-2000	1
水質自動測定機	ブランルーベTRAACS-800	1
全有機炭素測定装置	島津-TOCVCPH	1
低温灰化装置	ヤナコ分析工業LTA-104	1
高速冷却遠心機	久保田製作所MODEL-6700	1
固相抽出装置	ザイマーク社 オートトレースE	1
抽出用定流量ポンプ	日本ウォーターズSep-PakコンセントレーターPlus	1
航空機用自動演算騒音計	リオンNA-33(2台) リオンNA-36	3
1/3実時間周波数分析器	リオンSA-25	1
騒音振動レベル処理装置	リオンSV-72	1
大気汚染測定データ管理システム	電気化学計器ローカルコンバーターDNS-308	1
オキシダント計動的校正装置	オゾン濃度計MODEL1150	1
等速吸引装置	岡野製作所ESA-302CT-20N	1
煙道用窒素酸化物測定装置	柳本製作所ELC-77A	1
デジタル測風経緯儀(TD-3&TD-105)	マミヤ計測システム	2
超低温フリーザー	サンヨーMDF-490	1
レブコ超低温槽(超低温フリーザー)	ULT-1786-3	1
X線回折装置	RIGAKU MultiFlex	1
位相差分散顕微鏡	ニコンECLIPSE80i	1
ICP質量分析装置	Agilent 7500ce	1

II 業 務 概 要

Ⅱ 平成17年度業務概要

1. 平成17年度決算（歳出）

(千円)

	環境保全費	四万十川 総合対策費	科学技術 振興費	県有施設 管理費		計
報酬						
共済費						
賃金						
報償費						
旅費	1,854	606	42			2,502
需用費	33,184	1,372	339	1,901		36,796
役務費	328					328
委託費	9,767					9,767
使用料	1,477					1,477
工事請負費						
備品購入費	397	142				539
負担金補助	185					185
公課費	106					106
計	47,298	2,120	381	1,901		51,700

2. 学会・会議及び研修への参加（平成17年度）

期 間	名 称	開催地	出席者
学会等			
17.10.27～10.29	第2回音環境セミナー	東京都	西
18.3.14～3.17	日本水環境学会年会	宮城県	堀内・桑尾
会議			
17.5.19～5.20	全国環境研協議会中国四国支部会議	岡山県	所長・邑岡 津野・堀内 大森
17.5.26～5.27	C型共同研究「日本における光化学オキシダント等の挙動解明に関する研究」	京都府	植松
17.6.15	オートアナライザーシンポジウム	東京都	堀内

期 間	名 称	開催地	出席者
17. 7. 6	平成17年度環境測定分析統一精度管理中国四国支部 会議	広島県	桑尾
17. 9. 6～9. 7	第15回全国酸性雨対策会議	愛知県	武市
17. 9. 26～9. 27	環境科学セミナー	東京都	邑岡
17. 10. 5	環境放射線等モニタリング調査委託業務説明会	千葉県	武市
17. 10. 27～10. 28	河川整備基金助成事業成果発表会	東京都	白木
17. 11. 10～11. 11	第32回環境保全・公害防止研究発表会	千葉県	大森
17. 11. 25	河川における生態系と水質の関係に関する研究	東京都	堀内
17. 12. 12～12. 13	GEMS/WATER国内担当者会議	愛知県	邑岡
18. 1. 26～1. 27	全国環境研協議会総会及び所長会	東京都	所長
18. 2. 7	国設酸性雨・大気環境測定所担当者会議	東京都	武市
18. 2. 21～2. 23	C型共同研究会、及び全国環境研究所交流シンポジウム	埼玉県	原田
研修			
17. 5. 12～5. 27	機器分析研修（Aコース）	埼玉県	西
17. 6. 19～6. 24	課題分析研修（アオコ形成藻類）	埼玉県	水田
17. 9. 4～9. 9	特定機器分析研修 I	埼玉県	大森
17. 9. 8～9. 9	石綿測定技術者研修	神奈川県	西
17. 11. 8	X線回折講習	大阪府	池澤
17. 11. 11	分散染色法によるアスベストの定性分析講習会	兵庫県	武市
17. 11. 24	環境中のアスベストの低真空SEMによる測定	京都府	植松
17. 12. 2	嗅覚測定技術研修	岡山県	西
17. 12. 14～12. 16	石綿含有建材の含有率測定講習会	東京都	池澤
18. 1. 16～1. 31	大気分析研修	埼玉県	西

3. 各科の業務概要

1 企画情報科

1-1 企画調整

関係行政機関からの依頼による試験検査（以下「行政依頼検査」という。）に関する窓口として、内容の検討、所内調整、報告を行っている。

特に、平成17年度は、新たに、公共施設における緊急アスベスト検査の受付及び成績書の発行を行っている。

1-2 環境学習・研修

(1) 学校等における環境学習の支援

ア 講師派遣と技術指導

学校及び市町村教育委員会等からの要請を受けて、水生生物調査や水質検査などの技術的支援を行っている。

表1 水生生物調査及び水質検査等の支援状況

(平成18年3月31日現在)

	17年度		16年度	
	学校数	児童生徒数(延べ)	学校数	児童生徒数(延べ)
小学校	14	304	4	121
中学校	1	18	0	0
計	15	322	4	121

注) 講師は水質科職員

イ 環境学習資材の貸出

学校、市町村教育委員会及び環境関連団体等に対し、水生生物調査セットや環境パネルなどの環境学習用資材の貸出を行っている。

表2 環境学習資材の貸出し状況

(平成18年3月31日現在)

	水生生物調査セット		簡易水質調査キット	環境パネル	
	件数	セット数	件数	件数	枚数
平成17年度	25	686	9	31	269
平成16年度	33	918	7	32	261

(2) 「親子かんきょう教室」の開催

水質汚濁や大気汚染などの身近な環境問題を科学的に理解し、親子で関心を深めてもらうため、夏休み期間中に、小学生（4

年生～6年生）親子を対象とした体験教室を開催した。

・開催日時 平成17年7月30日(土)

13時30分～15時30分

・コース及び参加者数

Aコース（簡易な検査キットを使って、川の水や生活排水の汚れを調べる実験）：19名

Bコース（自動車の排ガス・粉じんを調べる実験）：10名

Cコース（木炭を使って、炭電池を作る実験）：13名

(3) 研修、講演会等

市町村や団体などからの要請を受けて研修や講演等を行った。

表3 研修、講演等の実施状況

(平成18年3月31日現在)

	内 容	件数	延べ人員	講 師
平成17年度	四万十川における水生生物調査・清流度調査方法、水質調査について	2	8	水質科職員
平成16年度	キャンプと環境保護講座「鏡川の水質について」、「高知県の環境と気候変動条約について」等	3	135	所長 技術次長 水質科職員

1-3 県民に対する環境情報の提供

(1) 「かんきょう通信」の発行

環境研究センターが実施している調査研究の成果や最新の環境情報を関係機関や県民にわかりやすく紹介し、環境保全に関する知識の普及を図るため、「かんきょう通信」を年3回（第24・25・26号、各1,500部）発刊し、学校、市町村・市町村教育委員会、環境団体、見学者等に配布した。

(2) ホームページによる情報発信

インターネットのホームページに、業務や研究の概要、環境学習支援・こどもコーナー、高知県の大气、水質及び酸性雨などの状況を掲載して情報提供を行っている。

ホームページアドレス

<http://www.pref.kochi.jp/~kankyou/research/>

2 総合環境科

2-1 環境中化学物質の調査研究

(1) 内分泌かく乱作用に係る化学物質（環境ホルモン）の汚染実態調査

県下の河川及び海域での残留実態を明らかにするため、表1のとおり調査した。

表1 汚染実態調査の概要
(平成18年3月31日現在)

事項	平成17年度	平成16年度
物質数	25物質	25物質
媒体	水質	水質
場所	5河川（5地点） 6海域（10地点）	7河川（8地点） 6海域（10地点）
頻度	2～4回/年	2～4回/年

(2) 公共用水域亜鉛調査

平成15年11月に「水生生物の保全に係る環境基準項目」として全亜鉛が追加されたため、物部川をモデルとして、試料採取及び概況調査等の基礎調査を実施した。

調査項目 溶存性及び全亜鉛
調査地点 河川3地点、海域3地点
調査回数 定期調査 4回/年
降雨時調査
7回(12時間毎)/降雨時

(3) 環境省委託事業（化学物質環境汚染実態調査）

環境省の委託を受け、化学物質の環境残留性及び生物蓄積量について、四万十川河口部を対象地点として調査を行った。

実施状況は表2のとおり。

表2 化学物質環境汚染実態調査の概要
(平成18年3月31日現在)

事業名	平成17年度	平成16年度
初期環境調査	3項目(※)	3項目(※)
暴露量調査	試料採取及び前処理	試料採取及び前処理
モニタリング調査	試料採取及び前処理	試料採取及び前処理

※ 化合物名

平成17年度（アルディカーブ、メチラム、2,4,5-T）

平成16年度（ジコホル、1,3-ジクロロプロベン、キントゼン）

2-2 共同研究（間伐材を用いた木製構造物による河川環境の改善に関する研究）

木製構造物の設置による河川環境の変化が藻類の多様性に及ぼす影響について調査した。（平成16年度～平成18年度事業。内水面漁業センター及び森林技術センターとの共同研究）

場所 物部川上流部（別府峡）
調査項目 付着藻類同定、定量
緑藻類、珪藻類、藍藻類
調査地点 構造物上流及び下流
2地点
調査時期 四季
春、秋には藻類の変動が大きい
ため、解析は安定した夏と冬に実施

2-3 行政依頼検査と危機管理

化学物質による環境汚染事故や公害苦情等に関し、福祉保健所や市町村等の関係行政機関からの依頼に基づき、主として危機管理の観点から、原因の究明や汚染の拡大防止、環境の改善を図るための試験検査を実施した。

行政依頼検査の実施状況は下表のとおり。

表3 行政依頼検査の概要
(平成18年3月31日現在)

調査対象	調査項目	平成17年度		平成16年度	
		件数	検体数	件数	検体数
生物質、水質、底質	農薬類	6	14	5	27
土壌	農薬類	1	1	—	—
水質汚濁物質	色素、フェノール	1	23	2	2
廃棄物、変圧器絶縁油	PCB、有害成分	2	2	1	4
農作物、養殖魚	農薬類	—	—	1	12
淡水赤潮調査	藻類同定	1	1	—	—
	計	11	41	9	45

3 大 気 科

3-1 大気環境の監視測定調査

(1) 大気常時監視

南国市、須崎市及びいの町における常時監視局5局において、自動測定機器11台で大気環境の監視と気象の観測を行っている。

る。

各測定局の設置場所と測定項目は、表1のとおり。

なお、平成17年度には、移動測定車による大気環境調査の実績はない。

表1 測定局別測定項目一覧表

(平成18年3月31日現在)

測定局	測定項目	二酸化硫黄	窒素酸化物	一酸化炭素	光化学オキシダント	浮遊粒子状物質	風向風速	日射放射	温度湿度	炭化水素
1 稲生						○				
2 大篠					○			○		
3 高幡福祉保健所		○				○	○			
4 押岡公園		○	○							
5 伊野合同庁舎		○				○	○			

(毎時データ採取)

(2) 有害大気汚染物質の測定

大気汚染防止法の改正に伴い、継続的に摂取した場合に人の健康を損なう恐れのある物質のうち、特に健康リスクの高い物質の調査を行っている。

る物質のうち、特に健康リスクの高い物質の調査を行っている。

調査場所、項目及び件数は表2のとおり。

表2 有害物質の測定状況

(平成18年3月31日現在)

項目	年度 測定場所	平成17年度			平成16年度		
		東部福祉保健所	高幡福祉保健所	伊野合同庁舎	東部保健所	高幡保健所	伊野合同庁舎
V O C (9物質)		－件	108件	108件	120件	120件	120件
アルデヒド類(2ヶ)		－	24	24	24	24	24
有害金属(6ヶ)		30	36	36	42	42	42
ベンゾ[a]ピレン		－	6	6	6	6	6

(注) 平成17年度「東部福祉保健所」は金属項目のみ実施

(3) ダイオキシン類調査(立会指導)

ダイオキシン類対策特別措置法に基づく大気汚染の測定に関し、環境調査のサンプリング時及び、特定施設の排ガス測定の際の立会指導を実施している。

立会件数は表3のとおり。

表3 立会指導件数

(平成18年3月31日現在)

	平成17年度	平成16年度
環境調査	3	24
排ガス調査	2	6

(4) 降下ばいじんの測定

南国市5地点、須崎市7地点で降下ばいじんの測定を行っている。

表4 降下ばいじんの測定状況

(平成18年3月31日現在)

年 度	平成17年度	平成16年度
地 点 数	12	14
件 数	127(*)	147

(*)：11月から角谷は中止
8月の串ノ浦は欠測

(5) 工場・事業場の立入検査(ばい煙等測定)

大気汚染防止法に基づくばい煙発生施設の立入検査の実施状況は、表5のとおり。

表5 ばい煙等測定実施状況

(平成18年3月31日現在)

項 目	ばいじん		塩化水素		窒素酸化物		イオウ酸化物	
	H17	H16	H17	H16	H17	H16	H17	H16
年 度	1	3	0	1	1	1	1	0
件 数	1	3	0	1	1	1	1	0
(施設)								
焼成炉								
その他	1	3	1	1	1	1	1	
不適合	0	0	0	0	0	0	0	0

3-2 酸性雨調査

(1) 環境省委託事業(国設梶原測定所)

国の酸性雨調査計画に基づき、国設酸性雨測定所の管理委託を受けて調査を行っている。

その概要は表6のとおり。

表6 国設酸性雨測定所の調査概要

(平成18年3月31日現在)

		平成17年度	平成16年度
調査地点		梶原町太郎川	同 左
調査期間		4月1日～3月31日	4月1日～3月31日
調査項目	酸性雨	pH, 硫酸イオン, 硝酸イオン, アンモニウムイオン, ナトリウムイオン等11項目	pH, 硫酸イオン, 硝酸イオン, アンモニウムイオン, ナトリウムイオン等11項目
	大気濃度	二酸化硫黄, 窒素酸化物, オゾン, 浮遊粒子状物質	二酸化硫黄, 窒素酸化物, オゾン, 浮遊粒子状物質
	気象	風向, 風速, 気温, 湿度, 日射量	風向, 風速, 気温, 湿度, 日射量

環境放射線調査

平成13年度から環境放射線モニタリング調査の委託を受けて、空間線量率(環境γ線), 放射線ダスト(α線, β線)の調査を行っている。

(2) 県単独調査(香北測定所)

雨水の成分を分析し、酸性雨の発生状況を把握するための基礎資料を得ることを目的として、調査を行っている。

その概要は表7のとおり。

表7 香北測定所の調査概要

(平成18年3月31日現在)

	調査地点	検体数	項 目	延項目数
平成17年度	香北町永瀬	湿性降下物 26	pH等 11項目	286
		乾性降下物(I) 28	Na, K等 8項目	224
		乾性降下物(II) 12	SO ₄ , NO ₂ 等 14項目	168
平成16年度	香北町永瀬	湿性降下物 28	pH等 11項目	308
		乾性降下物(I) 28	Na, K等 8項目	224
		乾性降下物(II) 12	SO ₄ , NO ₂ 等 14項目	168

3-3 航空機騒音調査

高知空港周辺における航空機騒音の環境基準達成状況の監視測定を行っている。

調査の概要は表8のとおり。

表8 航空機騒音調査の概要

(平成18年3月31日現在)

	平成17年度	平成16年度
調査地点	4地点	6地点
調査時期	春期の年1回	春・秋期の年2回
調査内容	騒音レベル等 7日間連続測定	騒音レベル等 7日間連続測定
調査結果	年w値 54.0~61.6	年w値 56.3~65.0

3-4 行政依頼検査

(1) 石綿（アスベスト）検査測定

県関係機関及び市町村の依頼に基づき、公共施設の吹付け材等（建材）に関するアスベスト含有検査及び屋内等の空気中アスベスト濃度の測定を実施している。

その概要は表9のとおり。

表9 アスベストの検査測定状況
(平成18年3月31日現在)

平成17年度		
含有検査	吹付け材	132件
	不法投棄物	2件
屋内飛散濃度測定		39件
大気環境測定		1件
敷地境界飛散濃度測定		1件

(2) その他の行政依頼検査

大気、悪臭及び騒音・振動に関して行政機関からの依頼を受けて、調査を行った。その概要は表10のとおり。

表10 公害苦情等に関する依頼調査の概要
(平成18年3月31日現在)

	平成17年度		平成16年度	
	件数	地点	件数	地点
大気	0件	地点	7件	9地点
悪臭	1件	3検体	1件	1検体
騒音・振動	0件	地点	3件	11地点

4 水 質 科

4-1 公共用水域・地下水監視測定調査

水質汚濁防止法の規定に基づき、公共用水域における水質、底質および地下水水質の監視調査を行っている。平成17年度の水質調査は、河川40河川、48地点、海域3地点、地下水3地点計54地点、底質は海域1地点について実施した。

なお、平成16年度の生活環境の保全に係る環境基準の達成状況は、河川、海域全体では91.7%の達成率であった。また、人の健康保護に係る健康項目では、当センターで調査した全ての地点において環境基準を達成している。

調査項目と検体数については、表1のとおり。

表1 公共用水域・地下水監視測定調査の項目等
(平成18年3月31日現在)

調査項目	平成17年度	平成16年度
	検体数	検体数
水質	生活環境項目	129
	健康項目	518
	特殊項目	0
	その他の項目	24
地下水	要監視項目	666
	健康項目	46
	その他の項目	0
底質	要監視項目	18
	一般性状	5
	健康項目	5
	特殊項目	5

- 4-2 工場・事業場の立入検査(排水監視測定)
排水基準の遵守状況を把握するため、水質汚濁防止法が適用される特定事業場について立入検査を実施した。なお、排水基準不適合の事業場に対しては、環境保全課において改善指導がなされている。その概要は、表2のとおり。

表2 工場、事業場排水監視測定調査
(平成18年3月31日現在)

事 項	平成17年度	平成16年度
立入事業場数	87	103
排水測定検体数	284	390
不適合事業場数	4	3

4-3 精度管理

測定精度を向上しデータの信頼性を確保するため、環境省主催の全国統一精度管理事業(鉛、カドミウム、ヒ素、ホウ素の4項目)に参加するとともに、県内分析機関を対象に、精度管理のための調査を実施した。

精度管理事業

県内参加機関 11

調査項目 SS, BOD, COD, 全窒素, 全りん
の5項目

4-4 四万十川清流基準モニタリング調査

平成16年度に引き続き、清流基準の達成状況を把握するためにモニタリング調査を実施した。

調査地点 12地点

(四季ごとに3~4回)

調査項目 清流度, 全窒素, 全りん,
水生生物

4-5 物部川清流保全計画策定事業

清流保全計画策定のための基礎調査の一環として、平成17年度は大量降雨後の流域のごり調査を実施した。

調査地点 12地点

調査項目 6項目

(pH, SS, 濁度, 電気伝導度,
全窒素, 全りん)

4-6 共同研究(間伐材を用いた木製構造物による河川環境の改善に関する研究。2-2に同じ)

木製構造物の設置による河川環境の変化が水生生物に及ぼす影響について調査を行った。

調査項目 水生生物(サーバーネット法, 四万十川方式の2方法による調査), 流量, pH, 電気伝導度, 全窒素, 全りん

調査地点 5地点

調査時期 四季

4-7 行政依頼検査

関係行政機関から、苦情等に伴う調査依頼を受けて実施した。

その概要は、表3のとおり。

表3 行政依頼検査実施状況

(平成18年3月31日現在)

調査対象	調査項目	平成17年度	平成16年度
		件数	件数
事業場排水及び公共用水域	生活環境項目及び健康項目	9	7

Ⅲ 調查研究報告

高知県内の公的施設における吹付けアスベスト等の使用状況調査

山村貞雄・邑岡和昭・原田浩平・西孝仁
武市佳子・池澤正幸・近森泉*
植松広子**・水田直子**・細見卓司***

*現須崎福祉保健所
**平成17年度末退職
***環境保全課（現清流・環境課）

キーワード：アスベスト、石綿、建設時期

1. はじめに

兵庫県尼崎市の工場に係る健康被害の公表を契機として、アスベストによる環境汚染が大きく社会問題化した。

高知県においては、県内に唯一あったアスベスト取扱工場は平成11年に廃止していたが、県有施設において吹付けアスベストの存在が判明したことや、H7～15年の県内の中皮腫での死者が35人との統計結果があること、県民からの相談が増加したことなどから、これらに緊急に対応するため、高知県では副知事を本部長とする「高知県アスベスト対策本部」を設置し、アスベストの飛散防止と県民の安心・安全の確保を目的に県の組織をあげて対応することを決定した。

このうち環境研究センターでは、吹付け材及び折板裏打ち断熱材（以下「吹付け材等」という）のアスベスト含有について調査を行ったので報告する。

2. 調査方法

2.1 調査時期

本調査は、平成17年8月10日から平成18年3月31日の間に実施した。

2.2 書類調査

県内の公的施設の管理者に対し、アスベストを含有する吹付け材等の有無に関する書類調査を実施した。

アスベスト対策本部が関係各課及び市町村を通じ、目視、建築設計書を元にした調査、及び建材の分析検査などの結果について回答を求めた。

とりまとめは環境保全課で行った。

2.3 分析検査

建築設計書や目視検査ではアスベスト含有の有無がわからない吹付け材等のうち、使用状況及び吹付け材等の劣化状況等から緊急性が高いと判断されたものの一部について、環境研究センターでアスベスト含有の分析検査を行った。

2.4 分析方法

「建材中の石綿含有率の分析方法について」（厚生労働省通知，基安化発第0622001号）に基づき、位相差顕微鏡による分散染色及び、エックス線回折の方法で行った。

3. 調査結果

環境研究センターの実施した、吹付け材等のアスベスト分析結果を表1に示した。

この表において区分した1975年はアスベスト吹付け作業（5%超含有）の原則禁止措置がとられた年であり、1980年は乾式吹付けロックウール（アスベスト1%超含有）の使用中止、1988年は湿式吹付けロックウール（アスベスト1%超含有）の使用中止となった年¹⁾、1995年は特定化学物質等障害予防規則の改正があり、石綿含有物として、「5%以上含む物」から「1%以上含む物」に規制が強化された年である。

書類調査のデータを元に分析した結果を表2に示す。

なお、表1では建材ごと、表2では施設ごとの集計になっている。また今回の分析では、建築物の建築年度に着目して集計を行ったほか、集計時期が違っているため、アスベスト対策本部の発表データと総計が異なっている。

表1 吹付け材等のアスベスト分析結果

調査結果 建設時期	A 検体数(件)	B 石綿検出検体数(件) (1%を超える)	C 石綿検出検体数(件) (1%以下)	D 不検出 (件)	E 検出割合 (B+C)/A*100
1975 以前	54	2	9	43	20.4
1976~1980	28	3	2	23	17.9
1981~1988	35	0	1	34	2.9
1989~1995	12	0	0	12	0.0
1996~	0	0	0	0	
建設時期不明	2	0	0	2	0.0
総 計	131	5	12	114	13.0

表2 公的施設におけるアスベスト含有吹付け材等の使用調査結果

調査結果 建設時期	A 施設数	B 石綿使用施設数 (1%を超える)	C 石綿使用施設数 (1%以下)	D 不使用	E 不 明	F 検出割合 (B+C)/A*100
1975 以前	1,287	42	12	1,223	10	4.2
1976~1980	977	15	16	937	9	3.2
1981~1988	1,329	5	7	1,311	6	0.9
1989~1995	1,109	2	0	1,106	1	0.2
1996~	199	0	0	199	0	0.0
建設時期不明	196	1	0	195	0	0.5
総 計	5,097	65	35	4,971	26	2.0

4. まとめ

今回は、書類分析では含有の有無がわからなかった建材の一部について機器分析を実施した。(表1)

建築年度別の検出検体数は1980年を境に激減している。1981年以降に1検体見られるが、この検体は1981年に竣工した施設のものであり、実質は1980年の規制以前の建材である可能性がある。

また、施設の書類調査でも1980年、1988年を境

に減少している。(表2)

1980年、1988年の規制は業界の自主規制であり、法的な規制は1995年からであるが、現場では自主規制の段階でほとんど使用されなくなっていたことがうかがわれる。

5. 文 献

- 1) 「石綿含有建築材料廃棄物量の予測量調査結果報告書」平成15年日本石綿協会

石綿分析のための光学顕微鏡法

池澤正幸・武市佳子・山村貞雄

キーワード：石綿，位相差・分散顕微鏡，アセトン-トリアセチン法，分散染色法

1. はじめに

大気環境中や建材中に含まれる石綿を定性・定量する機器の一つとして，光学顕微鏡があり，位相差顕微鏡と，分散染色法を用いた位相差顕微鏡（分散顕微鏡）が使われている。

大気環境中の浮遊石綿の分析方法には，アスベストモニタリングマニュアル¹⁾に示されたアセトン-トリアセチン法等がある。また最近では，JIS K3850-1²⁾をもとに分散顕微鏡も利用され始めている。

建材中に含まれる石綿の分析方法の一つとしては，石綿の屈折率に近い屈折液を用いて，石綿に特有の分散色を観察する分散染色法があり，JIS A1481³⁾に採用されている。

労働安全衛生法施行令⁴⁾で「石綿等」とは，「石綿もしくは石綿をその重量の0.1%を超えて含有する製剤その他の物」と規定された。そのため，微量の石綿を精度よく分析する方法が求められる。

ここでは，これまでの経験や失敗を背景に，分析初心者が陥りやすい問題点と改善策を検討した。さらに，石綿を正確に分析するために，アセトン-トリアセチン法及び分散染色法に適した光学顕微鏡の調整方法を確立した。

2. 実験方法

2.1 使用機器

位相差・分散顕微鏡には，「Nikon製 ECLIPSE 80i」を使用した。

位相差用または分散用対物レンズは，倍率40倍で開口数0.75を用いた。また，接眼レンズは倍率10倍を用い，その一方には，アイピースグレーティクルを装着した。

2.2 石綿分析のための光学顕微鏡の設定

アセトン-トリアセチン法と分散染色法の問題点を検討するうえで，光学顕微鏡の設定は以下の条件とした。

- (1) 光路切替レバーはBINO（顕微鏡）。
- (2) 透過照明（緑色の照明スイッチ）はOFF。
- (3) 調光ボリュームは光量を最大にする。
- (4) 光量調整用フィルターの「ND8」と「ND32」はOFF。
- (5) 視野絞りノブは，観察視野の外側まで絞る。
- (6) 位相差顕微鏡の設定は「NCB11」をINにして，位相差用（DLL40×）対物レンズを使用する。
- (7) 分散顕微鏡の設定は「NCB11」をOUTにして，分散用（D40×）対物レンズを使用する。
- (8) 生物顕微鏡の設定は，位相差顕微鏡の設定条件からコンデンサターレットをA（中空）に切替え，調光ボリュームと開口絞りを調節した。
- (9) 分散顕微鏡ではアナライザを用いる。その後，位相差顕微鏡及び生物顕微鏡の設定に切替えて観察する。

3. 分析初心者における石綿分析の問題点

3.1 アセトン-トリアセチン法

- (1) 視度調整や眼幅調整等の光学顕微鏡の調整が定期的に行われていない。
- (2) 生物顕微鏡の使用時に開口絞りの開放が不十分。
- (3) 外縁部での繊維状粒子の判定が困難。
- (4) スライドガラスやカバーガラスの面にある付着物や傷を繊維状粒子と誤認する。

3.2 分散染色法

- (1) JIS A1481に示された分散色だけでは，精度よく石綿を判定できない。
- (2) 石綿以外の粒子の散乱光がある場合，石綿の大きさを分散色のみで確認することが困難。

4. 問題点の改善方法の検討

4.1 アセトン-トリアセチン法

- 3.1の(1)及び(2)の改善方法については，別紙1の「1」及び「2の(4)の③」に光学顕微鏡の基

本的な操作方法を示す。(3)と(4)については、以下に示す。

4. 1. 1 全視野観察を変更

全視野で観察すると、外縁部と中心部では焦点を合わせる位置がずれるため、繊維状粒子を見逃す可能性があった。また、外縁部の境界にある繊維状粒子の判定は困難であった。

そのため、全視野観察から中心部のみを観察するために、顕微鏡の視野をアイピースグレーティクルの直径0.30mmの円内に変更した。

従来、顕微鏡の視野の面積を求める場合、全視野を直径0.54mmの円とし、また、計数した視野数を50として式(1)に従い、総繊維数濃度[f/L]を算出していた。

$$\text{総繊維数濃度} = (A \times N) / (a \times n \times V) \quad (1)$$

(A=メンブランフィルターの有効ろ過面の面積, N=計数繊維総数[f], a=顕微鏡の視野の面積, n=計数した視野数, V=採気量[L])

ここで、検査視野の変更を受け、従来の総繊維数濃度との整合性をとるために、視野数を以下のように変更した。

$$\text{視野数} = [50 \times (0.54)^2] / (0.30)^2 = 162$$

4. 1. 2 試料面を観察する深度幅

スライドガラスを位相差顕微鏡で直接観察すると、スライドガラスに「付着物(図1)やひっかき傷(図2)」等の妨害物質が見られ、それらが繊維状粒子の大きさに該当するために、計数してしまうことがわかった。

また、洗浄して妨害物質が存在しないことを確認したスライドガラス上に、カバーガラスをのせて、カバーガラスを直接観察すると同様の付着物が確認された(図3)。

このことから、スライドガラスやカバーガラスで観察される妨害物質を計数しないためには、フィルターの試料面の深度幅を考慮して観察することが必要になってくる。

(1) 実験方法

実試料は、ある建築物の室内環境中の空気をメンブランフィルター(MILLIPORE製セルロース混合エステル, 孔径0.8μm, 直径47mm)5枚に吸引した後(吸引時間4時間、採気量2400L)、アセトン-トリアセチン法により作製した。

メンブランフィルターをスライドガラス上におよせてアセトン蒸着後、トリアセチンを滴下し、カバーガラスをかぶせた。その後、24時間以上静置して、位相差顕微鏡で1試料につき3視野を観察し、計15視野から深度幅の傾向を調べた。

観察できる面は、カバーガラスの「下面と上面」、フィルターの採じん面の「下面と上面」、スライドガラスの「下面と上面」に分けられる。このうち、フィルターの試料面の上面とカバーガラスの下面は重なり合い、同じ視野で観察される。

深度は、顕微鏡の微動ハンドルの側面に記された1目盛りが1μmにあたるため、スライドガラス上面の粒子を基準(0μm)にし、フィルターの試料面の「下面と上面(カバーガラス下面含む)」、カバーガラス上面で焦点の合った粒子の深度をそれぞれ測定した(表1)。

(2) 結果と考察

実試料では、フィルターの試料面に存在する粒子の最大深度は37μm、最小深度は17μmであり、スライドガラス上面の層を基準にして、その上方に27±10μmの深度幅の範囲を観察することで、フィルターの試料面を把握できることがわかった。

表1 スライドガラス上面からの観察深度(単位: μm)

フィルター数	1			2			3			4			5		
	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫	⑬	⑭	⑮
カバーガラス上面	131	124	126	134	124	129	126	131	130	129	129	131	126	129	130
フィルター上面	32	31	29	37	27	34	30	33	33	35	35	32	32	37	34
フィルター下面	21	23	17	26	23	24	24	27	17	26	26	23	24	28	26
スライドガラス上面	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

4. 2 分散染色法

4. 2. 1 石綿の分光特性の検討

3. 2の(1)を解決するために、屈折液と石綿の組み合わせによって、光学顕微鏡で観察される石綿の「分散色を含めた色と見えにくさ」の分光特性を調べた。

分散染色法で石綿を判定するためには、JIS A 1481に示された分散色が観察されることが必要である。

しかし、今回の調査では、JIS A1481に示されていない分散色が確認され、石綿によって分光特性に違いのあることがわかった。そのため、標準品及び吹付け材の石綿に共通した色と見えにくさについて検討した。

(1) 実験方法

カーギル製屈折液「1.55, 1.68, 1.70」を使用し、石綿試料は、標準品と、当センターで同定した石綿含有吹付け材を用いた。石綿は、白石綿、茶石綿及び青石綿について検討した〔石綿の標準品：(社)日本作業環境測定協会、クリソタイル標準試料 (JAWE131)、クロシドライト標準試料 (JAWE331)、アモサイト標準試料 (JAWE231)〕。

試料の調製は、JIS A1481の定性分析方法を参考にした。始めに、石綿を粉碎し、水に分散後、スライドグラス上に滴下して乾燥させた。そのスライドグラス上に屈折液を滴下してカバーグラスをかぶせ、分散顕微鏡、位相差顕微鏡及び生物顕微鏡で観察した。

(2) 結果と考察

分散色以外にも、分散顕微鏡及び位相差顕微鏡でアナライザを用いると、石綿が特徴的な明暗(濃淡)の変化を示すことが多かった。また、生物顕微鏡では、石綿の見えにくさが異なっていた(表2)。以上より、それらの顕微鏡を利用することで精度よく石綿を判定できることがわかった。

特に、茶石綿と青石綿は、屈折液1.70より、屈折液1.68を定性に使用の方が有効であった。それは石綿の分散色が明瞭であり、位相差顕微鏡のときに石綿の形状がよく確認できたからである。

また、分散顕微鏡でアナライザでの分散色の

変化が大きい石綿ほど、位相差顕微鏡でアナライザによる色の明暗(濃淡)の変化が大きく、石綿の大きさを確認することに役立った。

以下に、各屈折液における詳しい検討結果を示す。

表2 石綿の分光特性 (分散色を含めた色と見えにくさ)

	JIS A1481 (分散色)	分散色	位相差顕微鏡	生物顕微鏡	
屈折液 1.55	白石綿	赤紫色~青色	青~赤紫* ¹ (明暗あり)	青白 (明暗あり)	消えた
	茶石綿	—	黄白	白~黒	黒 (残った)
	青石綿	—	黄白	白~黒	黒 (残った)
屈折液 1.68	白石綿	—	黄白	白	一部残った
	茶石綿	桃色	ピンク~青~橙* ² (明暗あり)	青白 (明暗あり)	消えた
	青石綿	橙色	橙(~ピンク)* ³ (明暗あり)	青白* ⁴ (明暗あり)	黒 (残った)
屈折液 1.70	白石綿	—	黄白	白	一部残った
	茶石綿	青色	青白* ⁵ (明暗あり)	青白 (明暗あり)	消えた
	青石綿	青色	青白(~ピンク)* ⁶ (明暗あり)	青白 (明暗あり)	黒 (残った)

- * 1 : 標準品では橙色の分散色あり。
- * 2 : アナライザを用いてもピンク色の分散色がなく、青~橙色の変化しか見られない場合や、青色の明暗しか変化しない場合あり。
- * 3 : 橙色でも、赤みや黄みを強く帯びている場合があり、まれにピンク色も見られた。茶石綿よりアナライザでの変化は少ない。
- * 4 : 茶石綿よりアナライザでの色の変化は少ない。
- * 5 : 標準品ではアナライザで赤紫色に変化するものが多い。
- * 6 : 分散色が薄いものも多く、まれにピンク色も見られた。茶石綿よりアナライザでの変化は少ない。

(3) 屈折液1.55

白石綿の分散色は、青~赤紫色であった。吹付け材の分散色を観察すると、青色が多かった(図4)。位相差顕微鏡では青白くなった(図5)。生物顕微鏡では、開口絞りを完全に開かなくても、形状が消えることが多かった(図6)。

ただし、白石綿の分散色の中には、アナライザを用いても赤紫色に変わらず、青色の明暗しか変化しない場合が見られた。これを位相差顕微鏡で観察すると、より白さが強調され、アナライザでの変化はほとんどなかった。

また、標準品の白石綿では橙色の分散色が見られた。

一方、茶石綿と青石綿の分散色は見られなかった。位相差顕微鏡では、幅の大きいものほど白く、幅が小さくなるほど黒かった。生物顕微鏡では黒く残るものが多かった。

(4) 屈折液1.68

白石綿の分散色はなかった。位相差顕微鏡では白く見えた。生物顕微鏡では、開口絞りを完全に開いても、白石綿の幅が大きくなるほど一部残るものが多かった。

一方、茶石綿の分散色は、ピンク～青～橙色であった。吹付け材の分散色も同様の色を示した(図7)。ピンク色の茶石綿は、位相差顕微鏡で観察すると濃青色に見えた(図8)。そのときアナライザを用いると、青白～濃青色に変わり、石綿の大きさを確認することに役立った。生物顕微鏡では消えるものが多かった(図9)。

まれに、茶石綿の分散色の中には、アナライザを用いてもピンク色の分散色がなく、青～橙色に変化する場合や、青色の明暗のみの場合があった。

その他、青石綿の分散色は、橙(～ピンク)色であった。分散顕微鏡で観察したところ、吹付け材の分散色も同様の色を示した(図10)。橙色でも、赤みや黄みを強く帯びている場合があり、まれにピンク色の青石綿がみられた。

青石綿を位相差顕微鏡で観察すると、濃青色に見えるものが多く、大きさをよく認識できた(図11)。生物顕微鏡にすると、黒に残るものが多かった(図12)。開口絞りを完全に開いても、同様の結果が得られた。

全体的に青石綿は、茶石綿と比べてアナライザでの変化は少なかった。

(5) 屈折液1.70

白石綿では分散色が見られず、位相差顕微鏡及び生物顕微鏡では、屈折液1.68と同様の結果を示した。

一方、茶石綿の分散色は、青白色であった。アナライザを用いると、標準品では赤紫色に変化する場合が多かった。一方、吹付け材は青白色であり(図13)、アナライザを用いると、青白～青紫色の変化が見られた。位相差顕微鏡で

は白く見えた(図14)。生物顕微鏡では消えるものが多かった(図15)。

茶石綿の中でも、分散色が青白～赤紫色に変化する場合は、位相差顕微鏡で青みが強く、アナライザによる色の変化が大きかった。

その他、青石綿の分散色は、青白(～ピンク)色であった。吹付け材は青白(ピンク)色を示した(図16)。位相差顕微鏡では青白く見えた(図17)。アナライザを用いるとピンク色の青石綿は、明暗の変化が大きかった。生物顕微鏡では黒に残るものが多かった(図18)。開口絞りを完全に開いても、黒く残っている青石綿が多く見られた。

青石綿は、全体的に分散色の薄いものが多く、まれにピンク色も見られた。分散顕微鏡及び位相差顕微鏡では、茶石綿より、アナライザでの明暗の変化は少なかった。

4. 2. 2 分散染色法を用いた浮遊石綿の分析

JIS K3850-1では、大気環境中の石綿を分散染色法で分析する方法が示されている。

建材の石綿の定義は、アスペクト(長径/短径)比3以上である。一方、大気環境中の石綿の定義は、幅 $3\mu\text{m}$ 未満、長さ $5\mu\text{m}$ 以上、アスペクト比3以上となっている。

このため、大気環境中の石綿は、建材よりも正確に石綿の大きさを判定する必要がある。しかし、石綿以外の粒子の散乱光が強い場合、石綿の分散色が阻害されるため、石綿の大きさを確認できない場合があった。

3. 2の(2)を解決し、散乱光の影響を抑えて正確な大きさを測定するには、位相差顕微鏡を併用することが有効であると考えられた(図5, 8, 11, 14, 17参照)。よって、分散顕微鏡及び位相差顕微鏡を用いて、青石綿を屈折液1.68で検証した結果を以下に示す。

(1) 実験方法

青石綿は、青石綿の天井吹付け材の除去現場で、浮遊していた粒子をメンブランフィルター(MILLIPORE製セルロース混合エステル、孔径 $0.8\mu\text{m}$ 、直径 47mm)に採取した(吸引時間10分間、採気量 40L)。そのフィルターの採じん面を下にしてスライドガラス上へのせ、アセトン蒸着

後、低温灰化した。その上にカバーガラスをのせ、位相差顕微鏡で青石綿を直接観察した(図19)。

次に、屈折液1.68をカバーガラス内に浸透させ、分散顕微鏡で同じ視野を観察した(図20)後、位相差顕微鏡の設定で観察した(図21)(図20と図21の画像は、コントラストと明るさを調整して明瞭にした)。

(2) 結果と考察

図19の直接観察では、青石綿の大きさが石綿の定義に該当することを確認できた。しかし、図20の分散顕微鏡では、阻害粒子の散乱光のために、青石綿の橙色の分散色が一部分だけしか確認できず、正確な大きさを確認することができなかった。

しかし、図21の位相差顕微鏡では、直接観察した青石綿の大きさに近い、より正確な青石綿の大きさが確認でき、位相差顕微鏡の有効性が明らかになった。

5. まとめ

当センターで検討した石綿分析のための光学顕微鏡法を示した。

特に、分散染色法では、位相差顕微鏡及び生物顕微鏡を併用すると、より正確な石綿の分析に役立つことがわかった。一方、分散染色法について検討する中で、石綿が細いものほど分散色を示さない場合が多く見られた。分散色を発現する石綿の大きさについては、今後の検討課題である。

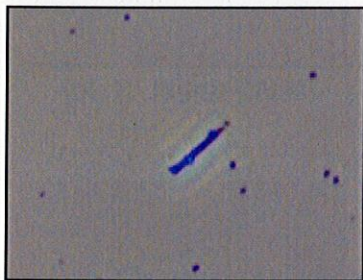


図1 付着物



図2 ひっかき傷

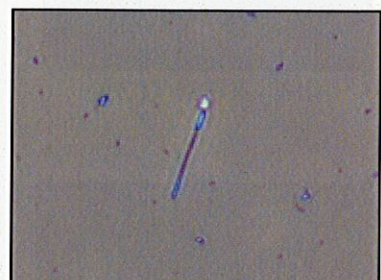


図3 付着物

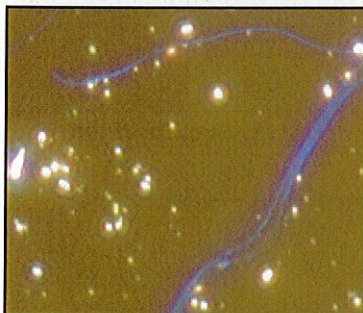


図4 白石綿 (1.55)

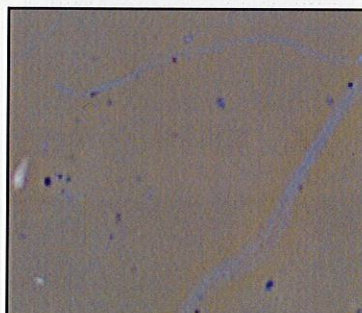


図5 位相差用 (1.55)

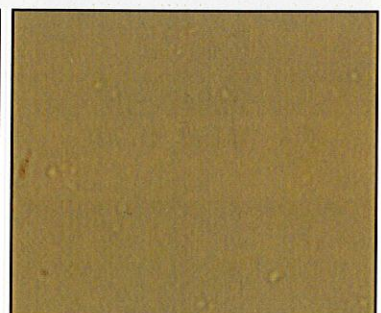


図6 生物用 (1.55)

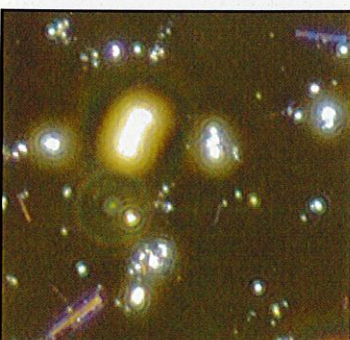


図7 茶石綿 (1.68)

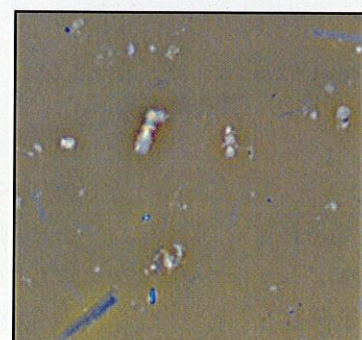


図8 位相差用 (1.68)

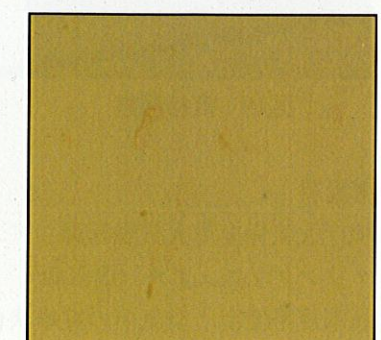


図9 生物用 (1.68)

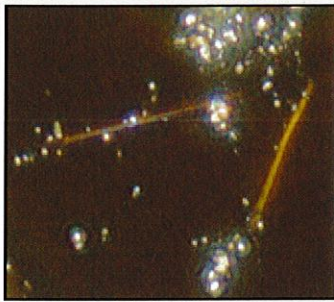


図10 青石綿 (1.68)

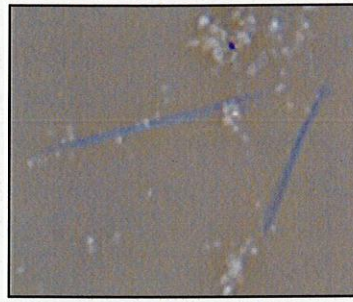


図11 位相差用 (1.68)

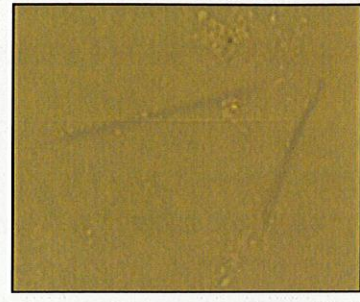


図12 生物用 (1.68)

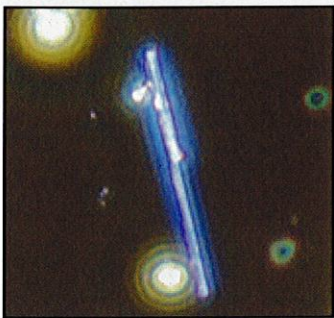


図13 茶石綿 (1.70)

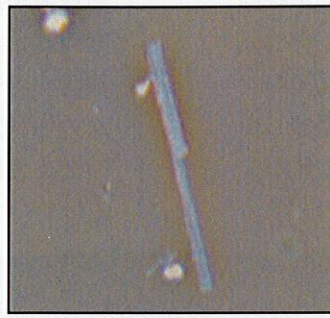


図14 位相差用 (1.70)

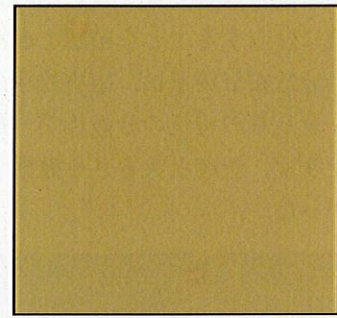


図15 生物用 (1.70)

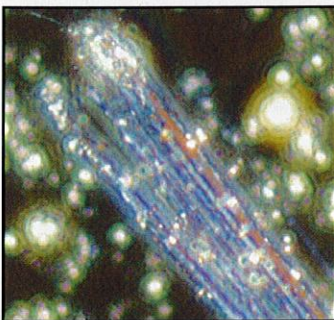


図16 青石綿 (1.70)

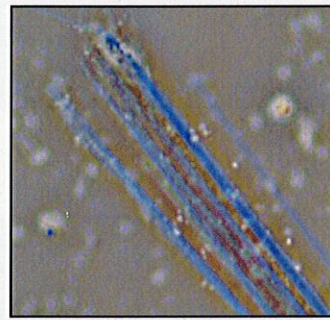


図17 位相差用 (1.70)

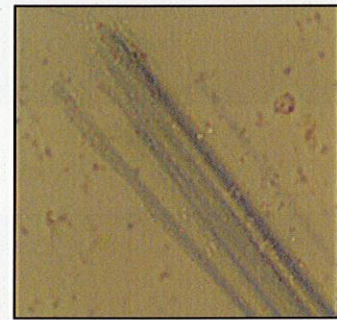


図18 生物用 (1.70)

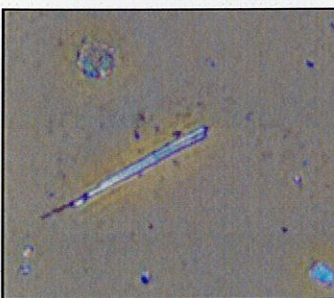


図19 直接観察

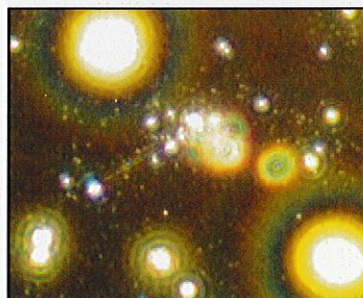


図20 青石綿 (1.68)

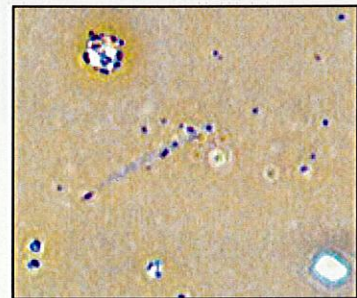


図21 位相差用(1.68)

6. 参考資料

- 1) 環境庁大気保全局大気規制課：アスベストモニタリングマニュアル(改訂版), 1993.
- 2) 財団法人規格協会：空気中の繊維状粒子測定方法-第1部 (K3850-1), 2006.

- 3) 財団法人規格協会：建材製品中のアスベスト含有率測定方法 (A1481), 2006.
- 4) 厚生労働省：政令第318号第6条23 (平成18年政令第257号・一部改正).

【別紙1】

1 光学顕微鏡の調整方法

当センターでの経験を活かして、簡略化した光学顕微鏡の調整方法を以下に示す。

始めに、光学顕微鏡の設定の前には、一日一回、光学顕微鏡の調整を実施すべきである。なお、眼幅調整と視度調整は、分析者が代わるたびに必ず行うこと、コンデンサの位置調整については、観察する試料のスライドグラスごとに確認することが望ましい。

1.1 眼幅調整

本体右側中間の粗（微）動ハンドルを回して試料に焦点を合わせる。接眼レンズをのぞいて左右の視野が一つに重なっていない場合、双眼鏡を左右の手で持って動かし、頭を前後させ、視野を一つに合わせる。

1.2 視度調整

左右の眼の視度差を調整する方法を以下に示す。

- (1) 位相差用 (DLL40×), または分散用 (D40×) 対物レンズに切替え, コンデンサターレットを Ph2 にする。大きい粒子等の対象物を決めて, 粗（微）動ハンドルを回して焦点を合わせる（対物レンズ40倍のときは, Ph2 を常に使用）。
- (2) 接眼レンズ上部の視度補正環（アイピースグレートイクル付）を回して, アイピースグレートイクルの目盛りで焦点を合わせる。
- (3) 位相差用 (DL10×), または分散用 (D10×) 対物レンズに切替え, コンデンサターレットを Ph1 にする。もう一方の視度補正環を回して, 対象物に焦点が合うように調整する（対物レンズ10倍のときは, Ph1 を常に使用）。もし対物レンズ40倍にして目盛りや対象物の焦点がずれていた場合, もう一度, 視度調整を行う。

1.3 コンデンサの位置調整

照明光を調節してコントラストを向上させるために, 次の手順を実施する。

- (1) 位相差用 (DLL40×) 対物レンズと Ph2 にして, 視野絞りノブで視野の広さをアイピースグレートイクルの 0.3mm の円内まで縮める。
- (2) ステージ下の 2 つのコンデンサ心出しねじを

回し, 視野絞り像を視野の中心に移動させる。

- (3) ステージ下の右側にあるコンデンサ上下動ノブを回すと, 赤から青に発光するので, それらの色の中間付近（紫色）を目安に, 視野絞り像の位置調整を行う。
- (4) 再度, コンデンサや対物レンズを切替え, 視野絞り像の輪郭が鮮明に, 八角形に見えるかを確認する。

1.4 Phリング絞りの心出し

照明リングの調整方法を以下に示す。

- (1) 片方の接眼レンズをはずして心出し望遠鏡を取り付け, NCB11 を IN にする。
- (2) その望遠鏡の根元のフランジ部を押さえて最上部の接眼部を回し, 位相リング（黒い輪）に焦点を合わせる。
- (3) 位相差用 (DL10×) または分散用 (D10×) 対物レンズと, 位相差用 (DLL40×) または分散用 (D40×) 対物レンズで焦点を調節する。それぞれ倍率を変えても, 位相リング内にリング絞り（光源の輪）が収まっていることを確認する。
収まっていない場合は, ステージ下の手前にある 2 つの心出しノブのクランプねじを少し緩めて左右に動かし, 位相リングから光がもれないように, リング絞りを重ね合わせる（リング絞りは, 視野絞りノブを拡大するとよく確認できる）。

2. 石綿分析に応じた光学顕微鏡の備品の取扱い

- (1) 透過照明（緑色の照明スイッチ）：

ON のとき光量が減少し, OFF のとき光量が増加する。

分散顕微鏡で照明スイッチを OFF にすると, 分散色が鮮明に映る。

生物顕微鏡でスイッチが ON の場合, 調光ボリュームが調節できず, 目への負担が大きいため, スイッチは OFF にする。

その他, 写真撮影時はスイッチ ON にする。

- (2) 光路切替レバー：

3 つの位置がある。BINO（双眼鏡）側, BINO & PHOTO 側, PHOTO（写真）側。

BINO 側は最も光量が強く, 分散色が鮮明に映

る。

BINO & PHOTO側は、BINO側と比べると暗くなる。

PHOTO側は写真撮影時に使用。

(3) GF (グリーンフィルター) :

明るさを抑え、目への負担を軽減させる。

GFの使用の有無は、解像度にほとんど影響を与えない。

(4) コンデンサターレット :

① Ph1は、対物レンズ10倍用コンデンサ。

② Ph2は、対物レンズ40倍用コンデンサ。

③ A (中空) : 生物顕微鏡 (明視野検鏡)

調光ボリュームの光量を半分以下に下げたから、コンデンサターレットをAにする。

アセトン-トリアセチン法の場合、開口絞り (コンデンサ絞り) レバーを中間より少し右側に絞り、微動ハンドルをまわして対象物に焦点をあわせる。その後、開口絞りレバーを一番左へ完全に開き、対象物の形状を判断する。

④ DF : 暗視野検鏡

中空円錐状の光で散乱光を観察することで、試料表面のわずかな形状を区別できる。分散用対物レンズと併用することもできる。

(5) NCB11 (色温度変換フィルター) :

色をはっきりと観察できるので、位相差顕微鏡や生物顕微鏡の観察時に使用する。

背景の色の青みが増し、石綿本来の分散色を見誤る可能性があるため、分散染色法のときは使用しない。

(6) 回転機構付偏向板 (アナライザ) :

分散顕微鏡のとき使用することで、石綿に特

有の色や明暗 (濃淡) の変化が観察されることが多い。そのとき、位相差顕微鏡も使用してアナライザで観察すると、明暗が見られることが多いため、石綿の大きさを認識できることが多い。

3. 当センターで経験した光学顕微鏡のトラブル対処法

(1) ステージ台に接触すると、容易に動いてしまう場合。

Yハンドルを上にはずらし、内部にあるYハンドルのトルク調整ねじを締める。

(2) XYステージハンドルを動かすと、目的とは異なる方向に動いてしまう場合。

ステージ上の標本おさえの奥にある、左右のねじがゆるんでいないかを確認する。

(3) 光源がまぶしすぎる場合。

① Phリング絞りの心出しを行う。

② カバーガラスとスライドガラスが密着していない場合、カバーガラスを上から押して密着させる。試料内に大きな粒子があるときは作り直す。

(4) 視野を阻害する異物が観察された場合。

① カバーガラス表面についたほこりの場合、息を吹きかけて飛ばす。

② 接眼レンズ表面が汚れている場合、清掃する。

③ アイピースグレーティクルの汚れの場合、接眼レンズの裏のカバーをはずしてアイピースグレーティクルを取り出し、傷つかないように清掃する。

高知城堀のアオコ発生要因の考察 (第1報)

桑尾房子・白木恭一*・堀内泰男

*平成18年3月退職

キーワード：アオコ、クロロフィル a, リン, 窒素

1. はじめに

高知城の城堀(図1)は、高知県庁舎と議会棟の三方にめぐらされた延長約480m、水面積約6,400m²、水深0.5~1.5mの堀で、堀の南西部(A)から地下水約730リットル/分をほぼ常時供給し、主に北東部(H)から下水道に排出しているが、この堀では夏期にアオコがしばしば大量に発生し、観光資源である堀の景観を悪くしている。このため、アオコ発生の要因を明らかにし、発生予防に資するための調査を実施したので報告する。

2 調査内容

2.1 高知城堀の概要(図1)

地点Aの打込み井戸(深さ23.5~28.5m)から吐出した地下水は、東方へD, E, F, Gを経て(一部はGの手前で下水道に排出)Hの下水道排出口に流れている。また、地点Bは行き止まりで、水は滞留している。

水深を平均1mと仮定すると、地下水はおよそ6日間で堀を満たす計算になる。降水を除き堀へ流入する水はなく、堀には鯉や草魚が生息し、F点の橋の上からは市民や観光客らにより鯉に餌が時折与えられている。

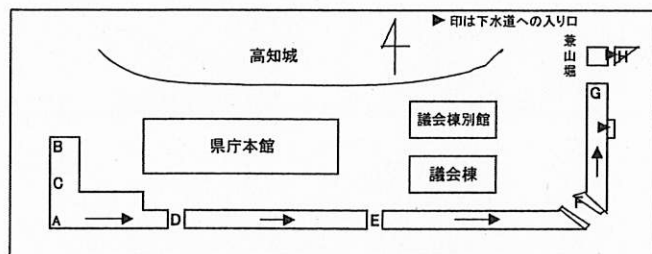


図1 高知城堀の採水地点

(1998年7月(A, B, C, D, E, F, G, H), 2005年4月~10月(A, D, E, F))

2.2 採水地点、調査期間および採水方法

アオコの発生時期を控えた1998年7月29日の調査では地点A, B, C, D, E, F, G, Hの順

(9時48分から37分間)に、2005年の調査(4月~10月(9回))ではA, D, E, F,の順に11時前後(38分以内)に、地点Aでは落下地下水を、地点B, C, Gは岸から、D, E, Fは橋の中央から、Hは排水溝からいずれも表層水を採取した。

2.3 測定項目

測定項目は気温、水温、pH、SS、DO、BOD、COD、全窒素(T-N)、硝酸態窒素(NO₃-N)、亜硝酸態窒素(NO₂-N)、硝酸態および亜硝酸態窒素(NO_{2,3}-N)、アンモニア態窒素(NH₄-N)、全溶解性窒素(TDN)、全リン(T-P)、リン酸態リン(PO₄-P)、全溶解性リン(TDP)、MBOD(modified BOD)¹⁾、MBOD-N¹⁾、MBOD-P¹⁾、クロロフィルa(Chl-a)である。

3 結果および考察

3.1 堀へ流入する地下水の水質(表1)

リンは全てリン酸態リンで、1998年の0.10mg/lに比べ2005年は0.13±0.00mg/lと高かった。その他の項目は両年で変化はほとんど無かった。

全窒素は、無機態窒素0.36mg/l(1998年)、0.36±0.01mg/l(2005年)で、両年共に有機態窒素は含まないと考えられた。

窒素およびリンの濃度は、水域の富栄養化の目安(窒素0.15mg/l、リン0.02mg/l)²⁾を越えており、また藻類の優占種を決定する因子とされるN/p比は3.6(1998年)、2.7(2005年)でアオコ発生の条件³⁾が備わっていた。

また、植物プランクトン中のクロロフィルa、リン、窒素比は1:1:7~10の関係があると報告されている¹⁾。この関係式より、地下水の無機態窒素とリン酸態リンの含有量から、クロロフィルa量の潜在的生産量を求めると、窒素が制限因子になる場合は36~51μg/lで、リンが制限因子となる場合は100μg/l(1998年)、130μg/l(2005

年) のレベルであった。

表1 堀に供給される地下水の水質

採水地点	単位	1998年7月29日	2005年4-10月 mean ± SD (測定回数)
水温(°C)	°C	17.8	18.1±0.4 (9)
色相		無色透明	無色透明 (9)
pH		7.8	7.5±0.4 (9)
SS	mg/L	<1	<1 (8)
DO	mg/L	5.1	5.6±0.5 (6)
DO飽和率	%	0.55	0.62±0.05 (6)
BOD	mg/L	<0.5	<0.5 (1)
COD	mg/L	<0.5	<0.5 (8)
MBOD	mg/L	N.T.	16.3±1.0 (8)
MBOD-N	mg/L	N.T.	16.3±1.6 (6)
MBOD-P	mg/L	N.T.	42.7±4.9 (5)
NH ₄ -N	mg/L	0.02	N.T.
NO ₂ -N	mg/L	<0.005	(NO _{2,3}) 0.32±0.02 (5)
NO ₃ -N	mg/L	0.34	
TDN	mg/L	0.36	N.T.
TN	mg/L	0.36	0.36±0.01 (9)
PO ₄ -P	mg/L	0.10	0.13±0.00 (5)
TDP	mg/L	0.10	N.T.
TP	mg/L	0.10	0.13±0.00 (9)
Chl-a	μg/L	<1	<1 (9)

N.T.: not tested

3. 2 植物性プランクトン発生と水質の変化

3. 2. 1 植物性プランクトンの発生状況

(1998年)

3. 2. 1. 1 栄養塩としての窒素の動態

図2に地点別クロロフィルaと各態窒素濃度の消長を示した。

吐出口から流下した地下水の無機態窒素 (IN) は、水の滞留している地点B, Cで大幅に低下し、これに反してクロロフィルaは一気に増加し、地点Dで46 μg/lであった。またクロロフィルaは、地点Eでいったん減少し、地点G~Hでさらに低下した。

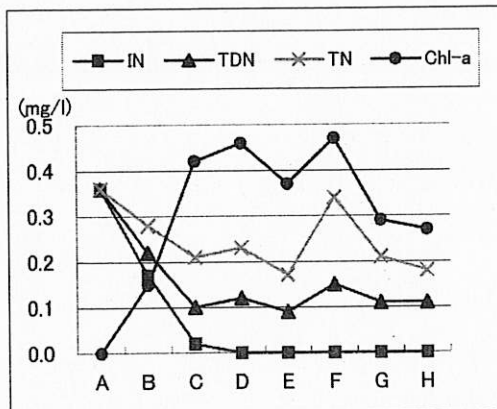


図2 地点別クロロフィルと各態窒素濃度

図3に、各地点での消費された無機態窒素により産生されるクロロフィルaの推定値と実測値について示した。推定値はChl-a 1mg=N 7~10mg (中央値8.5mg/l) の関係式¹⁾からchl-a = IN÷8.5を用いた。クロロフィルaの推定値と実測値は良く近似し (R= 0.884 (P= 0.004)), 地下水の無機態窒素が植物性プランクトン生成に利用されていることが確認された。

また溶解性有機態窒素 (全溶解性窒素-無機態窒素) と不溶解性窒素 (全窒素-全溶解性窒素) はほぼ等量で、共にクロロフィルa量との相関性が高い (R= 0.909 (P=0.002), R=0.618 (P= 0.034)) ことから、不溶解性窒素は植物性プランクトンに、また溶解性有機態窒素はその分泌物や分解産物に由来するものと推測された。

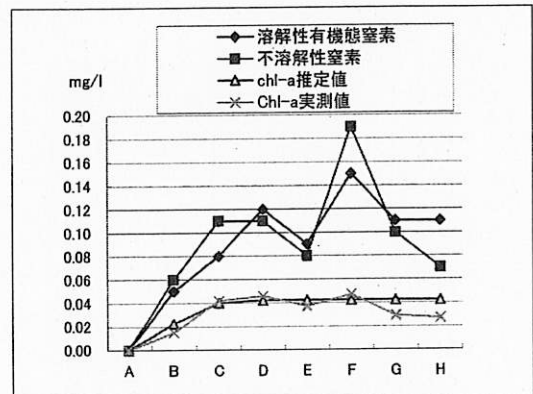


図3 窒素消費から推定されるクロロフィルa値と実測値

3. 2. 1. 2 栄養塩としてのリンの動態

図4に地点別クロロフィルaの実測値と推定値および各態のリンの消長を示した。

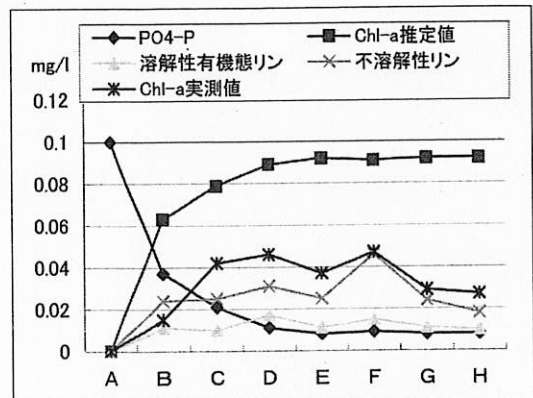


図4 リン消費から推定されるクロロフィルa値と実測値

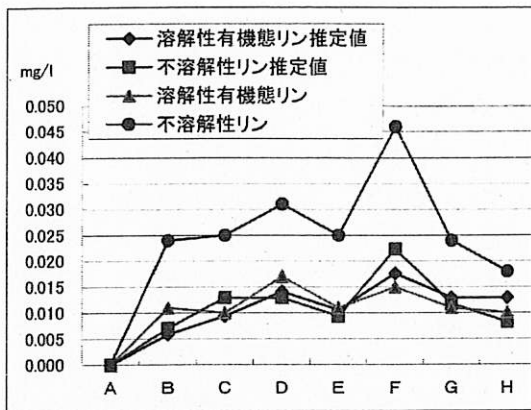


図5 溶解性リンと不溶解性リンの推定値と実測値

地下水のリン酸態リンは無機態窒素と同様に地点B, C, Dで大きく減少したが、地点E~Hにおいては0.008~0.009mg/lで推移した。

減少したリン酸態リンが、 $P\ 1mg = chl-a\ 1mg^{1)}$ の関係式に従い、全て植物性プランクトンに利用されると仮定したクロロフィルaの推定値は、地点B, C, Dでは実測値より2~4倍と多かった。このことからリン酸態リンはプランクトンの増殖以外にも消費されていることがうかがわれた。

また植物性プランクトンのリンと窒素の要求量比は1:7~10(中央値8.5)¹⁾と報告されていることから、溶解性有機態窒素÷8.5が溶解性有機態リンと、不溶解性窒素÷8.5が不溶解性リンと近似値になると推定される。図5に推定値とそれらの実測値について示した。溶解性有機態リンでは推定値と実測値は近似したが、不溶解性リンの実測値は推定値より高い値を示した。この両者の差は、リン酸態リンは鉄、アルミニウムなどに吸着しやすいために、これらの元素が含まれる土粒子由来のSSに吸着したリン量を反映していることが推察された。今後、SS中のリンの含有状況など検証する必要があると思われる。

3. 2. 2 アオコ発生時における堀の水質変化 (2005年)

3. 2. 2. 1 アオコ発生に關与する無機態窒素の動態と水温

図6に7月14日から10月12日にかけてのクロロフィルa、無機態窒素(NO_{2,3})及び水温の関係を示した。

アオコが発生した8月11日の地点E, Fでの水

温は29.6度、31.2度、8月26日の地点Fでの水温は28.9度であった。一方、アオコの発生のない場合の最高水温が28.1度であった。すなわち堀での栄養塩類等の現状下においては、水中の無機態窒素が消失した後に空気中の窒素を固定して利用増殖出来るアオコが優占すると考えられる水温は、およそ29~31度(午前11時前後)であった。

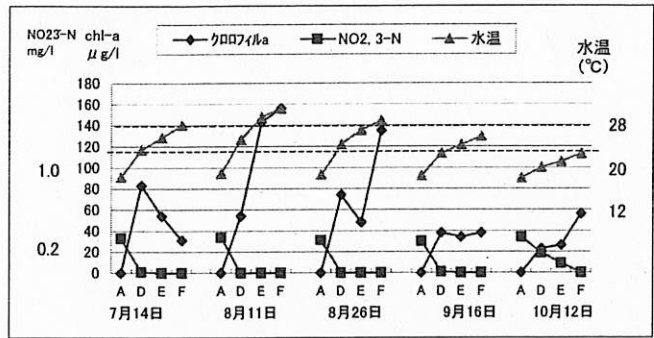


図6 アオコ発生に關与する水温レベル

3. 2. 2. 2 アオコの発生とリン酸態リン

図7に示す様に、8月11日の地点E, Fと26日の地点Fにおけるアオコ発生時のクロロフィルa量は、リン酸態リンの減少量から推定した値及び地下水の潜在的生産量を超過しており、同時に最も低下する地点Fにおいてもなお、リン酸態リン0.006~0.007mg/lが検出された。

リン酸態リンは好氣的条件でも嫌氣的条件の25~50%程度まで底泥から溶出され⁴⁾、またアオコ発生時のアルカリ化によりSSから溶出される⁵⁾と報告されている。この推計値との差について、堀は浅くて底泥表面は相当程度好氣的であること等を考えると、アオコの発生にリンが制限因子となった状況下では、リン酸態リンが供給されているものと推測された。

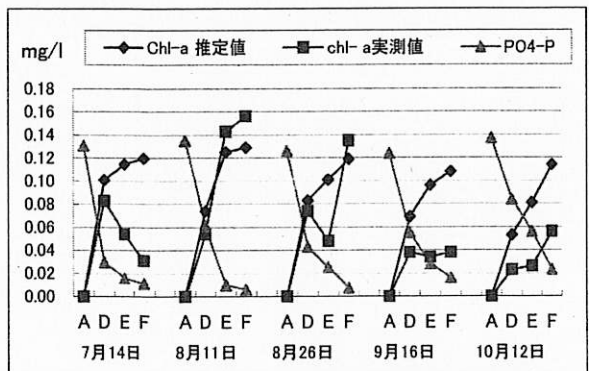


図7 リン酸性リン消費より推定されるクロロフィルa値と実測値

3. 2. 2. 3 アオコ発生時のMBOD, MBOD-N, MBOD-Pの動態

通常時とアオコ発生時のMBOD, MBOD-N, MBOD-Pの量的関係を図8に示す。通常時の7月14日では、地点D~Fで $MBOD \approx MBOD-N < MBOD-P$ の関係が成り立ち、全地点で栄養塩・窒素が植物性プランクトン増殖の制限因子であった。一方、アオコが発生した8月11日の地点E, Fと26日の地点Fでは $MBOD \approx MBOD-P \approx MBOD-N$ が成り立ち、リンが制限因子に変わった事が示唆された。

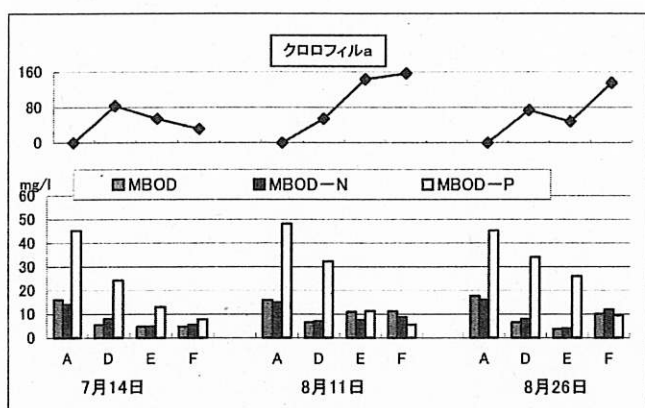


図8 各地点におけるMBOD, MBOD-N, MBOD-P

4 まとめ

- 1 水源である地下水のクロロフィル a 量の潜在的生産量は、窒素が制限因子の場合は $36 \sim 51 \mu\text{g/l}$ 、リンが制限因子の場合は $100 \mu\text{g/l} \sim 130 \mu\text{g/l}$ と推計された。またそのN/P比(2.7~3.6)からアオコ発生の条件が備わっていた。
- 2 空気中の窒素を固定して利用増殖出来るアオコが優占すると考えられる水温は、およそ $29 \sim 31$ 度であった。

3 アオコ発生のない時では、 $MBOD \approx MBOD-N < MBOD-P$ の関係式から、窒素が植物性プランクトン増殖の制限因子となり、アオコ発生時には $MBOD \approx MBOD-P \approx MBOD-N$ からリンが制限因子となった。

4 通常時は、地下水から供給されるリン酸態リンの一部が植物性プランクトン生産に使われ、残余は底泥や土粒子SSに吸着・蓄積し、一方、リン酸態リンが制限因子となるアオコ発生時には、底泥等から供給されていると推定された。アオコの発生予防のためには、今後、底泥等の分析とともに、制限因子であるリンの収支や挙動等を詳細に調査検討する必要がある。

文献

- 1) 中本信忠：生物利用可能栄養物質を評価するMBOD法。月刊下水道, 17- 23, Vol.18(2), 1995.
- 2) 青木透, 森邦広：利根川最上流域本川及び各支川の各態窒素リン濃度の変化。第35回日本水環境学会年会講演集, 5, 2001.
- 3) 藤本尚志, 福島武彦, 稲森悠平, 須藤隆一：全国湖沼データの解析による藍藻類の優占化と環境因子の関係。水環境学会誌18(11), 63-70, 1995.
- 4) 鈴木穰, 津森ジュン：底泥-水間の物質移動に関する調査。平成16年度下水道関係調査研究年次報告集, 209- 216, 2004.
- 5) 手塚公裕, 佐藤洋一, 中村玄正：富栄養湖の藻類増殖に及ぼす流入浮遊物質からのリン溶出の影響。水環境学会誌29(2), 87- 92, 2006.

IV 所報投稿規定

IV 高知県環境研究センター所報投稿規定

1. 所報の内容

- (1) 環境研究センターの概要 (当該年度)
 - 1) 沿革 2) 施設の概要
 - 3) 組織及び所掌事務 4) 職員の一覧
 - 5) 人事異動 6) 予算 7) 主要備品
- (2) 業務概要 (前年度)
 - 1) 前年度決算 2) 学会・会議及び研修
 - 3) 研究発表 (要旨) 4) 環境教育・学習及び研修等
 - 5) 各科の業務概要

2. 投稿規定

- (1) 投稿者の資格
投稿者は原則として当所職員あるいは当所職員との共同研究者に限る。
- (2) 原稿の種類
原稿は研究論文、資料及び投稿文等とする。研究論文は独創性に富み、新知見に基づく内容の論文とする。資料は実験、調査研究の結果及び研究過程でまとめた成果等記録すべき内容の論文。投稿文は環境研究センター内外を問わず投稿が出来るが、その内容は研究職員の示唆に富み資質向上に寄与するものに限る。

(3) 原稿の執筆

原稿の執筆は原稿用紙またはワードプロセッサを用いる。原稿用紙は横書き400字詰め用紙を用いる。ワードプロセッサの場合はA4用紙を用い1頁43行とし、1行は22文字とする。詳細は、原稿執筆要領に従う。

(4) 原稿の提出と編集

原稿は所属科長を経て編集委員会に提出する。編集委員会で編集された原稿は所長がこれを校閲する。

(5) 校正

原稿は3校をもって校了とする。初校、再校は著者が行い、3校は編集委員会が行う。

(6) 編集委員会

所報編集委員会は、各科より一名づつ参加するものとし、編集委員長は技術次長をもって充てる。所長はアドバイザーとして編集委員会に適宜参加する。

(7) 原稿

原稿は10月末までに編集委員会に提出するものとする。

(8) その他の事項

その他必要な事項は編集委員会で協議する。

原稿執筆要領

1. 文体

原稿は原則として当用漢字、現代かなづかいとする。

2. 表題、著者名

研究論文、資料共に表題及び著者名をつける。

3. 本文

- (1) 研究論文については、要旨、はじめに、実験、調査 (材料と方法)、結果、考察、おわりに (謝辞)、文献の順序とする。謝辞については節をたてず、一行あけて書く。
- (2) 資料については「要旨」、「はじめに」の文章は省略して書き始め、「実験、結果、考察」についてもそれらの文字に下線を引いた上、

改行しないでそれぞれの内容を書く。

(3) 番号の付け方は原則として下記のようにする。

- 1.
- 2.
- 3.
- 3. 1
- 3. 2
- 3. 3
- 3. 3. 1
- 3. 3. 2
- 3. 3. 3

(4) 句読点 (.,), (.), (「」) には一区画をあてる。ただし、これらの記号が行の頭に出る場合は、前の行の右欄外に書く。

(5) 英、数字は一区画2文字とし、数字は原則としてアラビア数字を用いる。

(6) 書体はそれぞれ文字の下に次の記号を入れる。

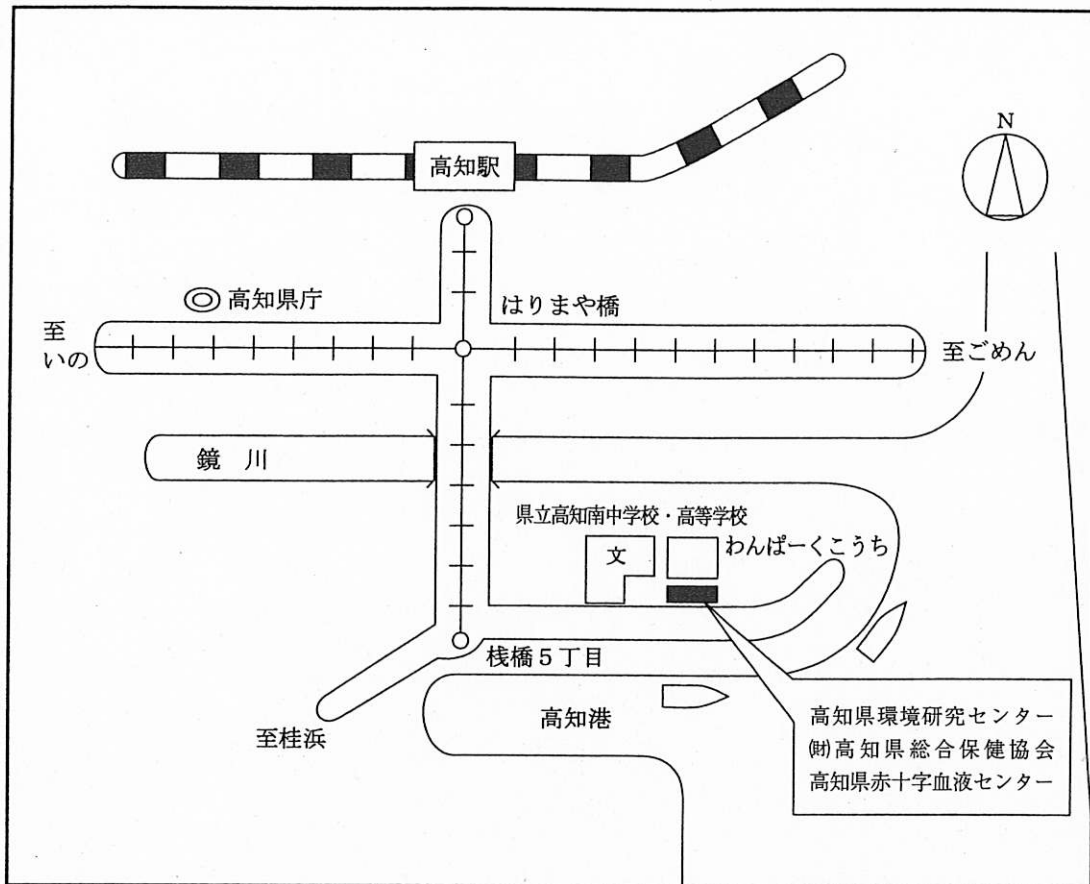
- ゴシック体 ~~~~~
- イタリック体 _____
- 小キャピタル =
- 大キャピタル マルで囲む

4. 表と図

- (1) 表と図は本文とは別にA4の大きさの用紙に書き、表では表の上部に、図では図の下部に番号と表題を表示する。注釈は表では下部に、図の場合は別紙に記載する。
- (2) 表や図の本文中への挿入位置は原稿用紙の右欄外に←表1のように赤字で明示する。ワードプロセッサを用いる場合はこの限りではない。

5. 文献

- (1) 文献は本文の引用箇所の右肩に1), 2), 3), 4-6) のように通し番号で示す。記載方法は一文献ごとに行を改める。
- (2) 雑誌の引用は、著者名：雑誌名、巻(号)、頁、発行年(西暦)の順に記載する。
- (3) 共著の場合は、3名以内は全員を記載し、4名以上の場合は第1著者のみを記載し、その後「ら」と記す。
- (4) 文献の略名は邦文誌は日本自然科学学術雑誌総覧、欧文誌はChemical Abstractsに従って記載する。



高知県環境研究センター所報

第二十二号

平成17年度

編集発行：高知県環境研究センター

〒780-8010 高知市棧橋通6丁目7番43号

電話 088-833-6688 (代)

FAX 088-833-8311

E-mail 141403@ken.pref.kochi.lg.jp

ホームページ www.pref.kochi.jp/~kankyou/research/

印刷所：西富騰写堂

〒780-8037 高知市城山町36

電話 088-831-6820 (代)

ANNUAL REPORT
OF
KOCHI PREFECTURAL ENVIRONMENTAL
RESEARCH CENTER
No.22, 2005



古紙配合率100%再生紙を使用しています
白色度は70%です