

ISSN : 1344-865X

高知県環境研究センター所報

第 23 号

平成18年度

高知県環境研究センター

はじめに

当センターを取り巻く環境は、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、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、VOC（揮発性有機化合物）、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や解析・評価などを、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、当センターの取り組みが広く県民の理解を得られるよう、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、地球温暖化対策など時代のニーズに応えるため、科学技術面から環境施策を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ると考えております。

このため、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、ご支援、ご協力をお願いします。

このたびは、平成18年度版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19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19年度予算（歳出見込）	3
7. 主要備品	4

II 業務概要

1. 平成18年度決算（歳出）	5
2. 学会・会議及び研修への参加（平成18年度）	5
3. 各科の業務概要	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. 位相差・分散顕微鏡による石綿分析の有効性（白石綿の特性と採取条件を基にした解析）	13
2. 高知県における酸性雨調査	21
第12報 県単独測定所（香美市香北町）の湿性沈着について	

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
- 平成19年4月1日 機構改革により、4科制を企画担当、大気担当、水質担当の3担当チーフ制に変更

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 (企画事務室)

6691 (企画担当職員室)

6689 (大気担当職員室)

6690 (水質担当職員室)

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

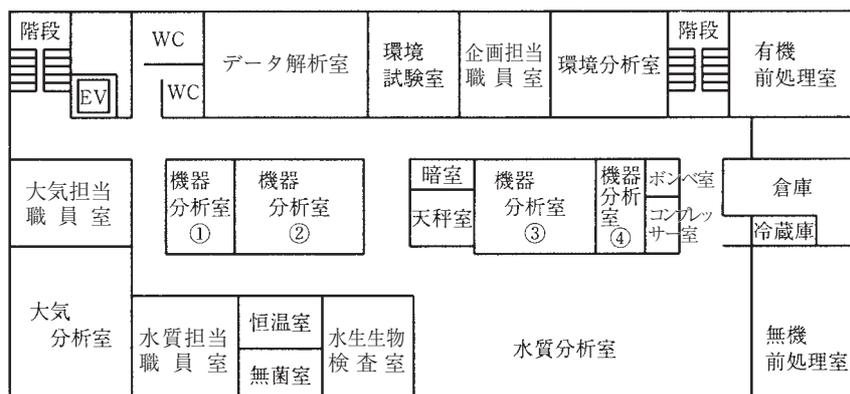
別棟(車庫, 倉庫)：124m²

(2) 配置図

4階

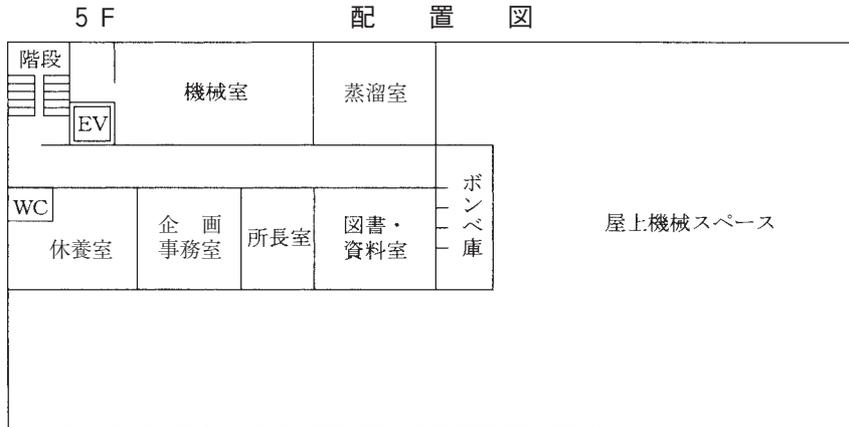
大気担当職員室	34.8m ²	恒温室	10.0m ²	機器分析室④	15.9m ²
大気分析室	56.2	無菌室	10.0	暗室	5.6
データ解析室	51.5	水生生物検査室	30.0	天秤室	10.7
環境試験室	31.0	有機前処理室	50.8	倉庫	28.8
企画担当職員室	20.4	無機前処理室	52.4	冷蔵庫	6.0
環境分析室	34.7	機器分析室①	20.1	ボンベ室	3.4
水質担当職員室	31.8	機器分析室②	39.2	コンプレッサー室	3.8
水質分析室	133.5	機器分析室③	35.4		

4 F 配置図

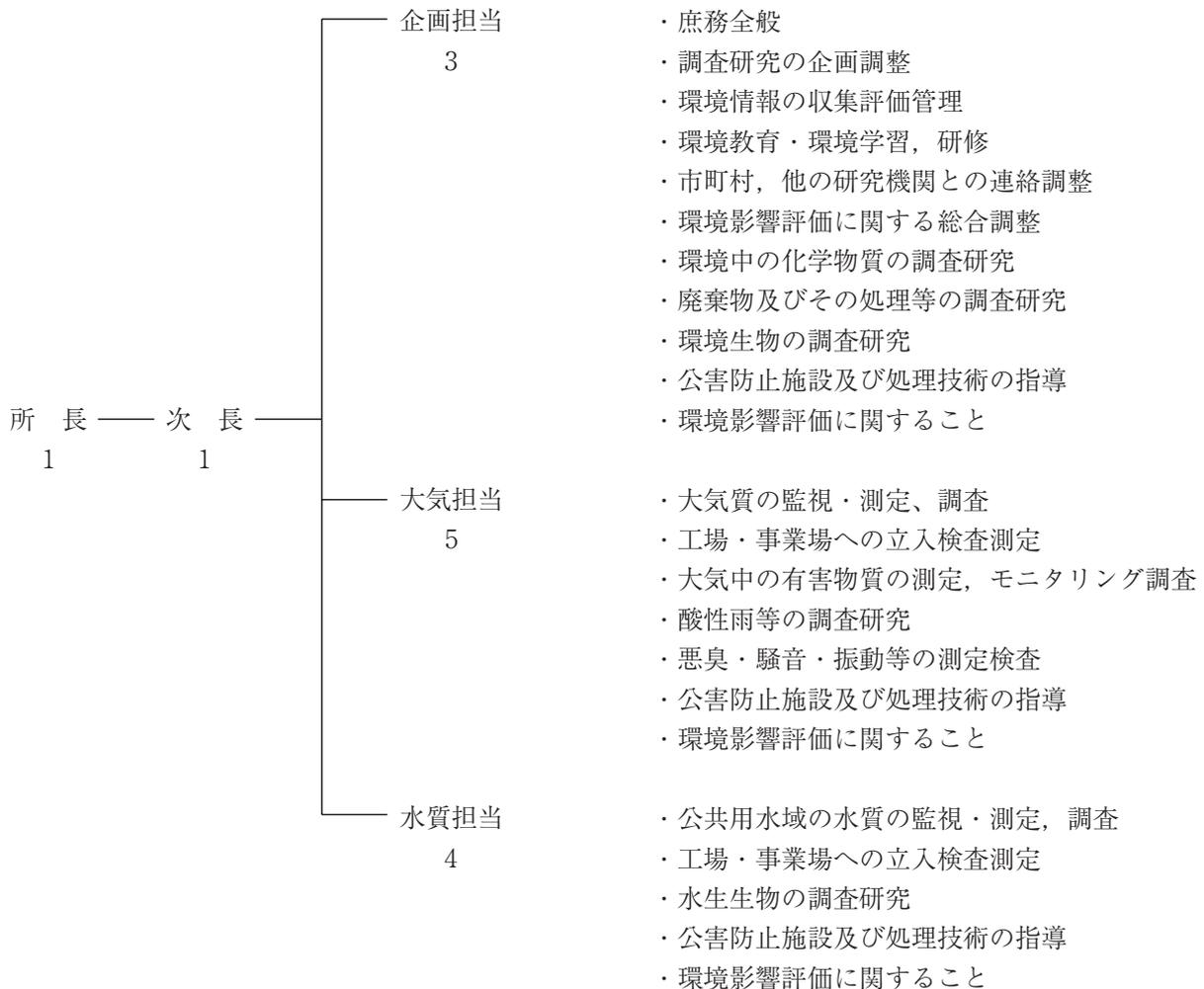


5階

所長室	18.4m ²	蒸溜室	36.3m ²
企画事務室	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. 職員一覧

平成19年4月1日現在

職名	氏名	職名	氏名
所長	久武正義	主任研究員	岡林久
次長	西岡克郎	主任研究員	西孝仁
チーフ(企画担当)	邑岡和昭	主任研究員	武市佳子
チーフ(大気担当)	山村貞雄	主任	鍋島佐知
チーフ(水質担当)	山中律	主任研究員	大森真貴子
主任研究員	桑尾房子	主任研究員	行弘恵
主任研究員	佐藤祐二	研究員	池澤正幸

5. 人事異動(平成19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
水質科長	堀内泰男	退職	チーフ(水質担当)	山中律	中央東農業振興センターチーフ
主任研究員	原田浩平	退職	主任研究員	岡林久	須崎福祉保健所主任
主任	中川美保子	高等学校課主任	主任	鍋島佐知	高知駅周辺都市整備事務所主任
主任技師	光内慶信	高知土木事務所主任技師			

6. 平成19年度予算(歳出見込)

(千円)

	環境保全費	公共交通対策推進費	県有施設管理費		計
報酬					
共済費					
報償費	27				27
旅費	1,346				1,346
需用費	32,824	251	215		33,290
役務費	514				514
委託費	20,112				20,112
使用料	7,972				7,972
工事請負費					
原材料費					
備品購入費					
負担金補助	89				89
公課費	106				106
計	62,990	251	215		63,456

7. 主要備品

平成19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	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	HP 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	パーキンエルマー-A 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
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ダー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	ニコン顕微鏡 ECLIPSE80i	1
ICP質量分析装置	Agilent 7500ce	1

II 業 務 概 要

Ⅱ 平成18年度業務概要

1. 平成18年度決算（歳出）

(千円)

	環境保全費	四万十川 総合対策費	県有施設 管理費		計
報酬					
共済費					
賃金					
報償費	18				18
旅費	1,388	119			1,507
需用費	31,335	547	759		32,641
役務費	414				414
委託費	13,479				13,479
使用料	7,679				7,679
工事請負費					
備品購入費					
負担金補助	64				64
公課費	18				18
計	54,395	666	759		55,820

2. 学会・会議及び研修への参加（平成18年度）

期 間	名 称	開催地	出席者
学会等			
18. 9.20～ 9.22	第47回大気環境学会年会	東京都	西
19. 3.15～ 3.17	第41回日本水環境学会	大阪府	堀内
会議			
18. 5.11～ 5.12	C型共同研究交流会	京都府	西
18. 5.17	油汚染対策ガイドライン説明会	岡山県	池澤
18. 5.18～ 5.19	平成18年度全国環境研協議会中四国支部会議	島根県	久武・邑岡 山村・堀内
18. 5.23	第4回黒潮圏海洋科学研究科地域シンポジウム	須崎市	桑尾
18. 8. 3	平成18年度環境放射線等モニタリング調査委託業務説明会	千葉県	西

期 間	名 称	開催地	出席者
18. 9. 1	2006分析展(土壌・大気汚染の簡易測定セミナー)	千葉県	池澤
18. 9. 6	平成18年度環境測定分析統一精度管理中国・四国支部 会議	香川県	大森
18. 9.12	アスベスト計数クロスチェックの打合せ会議	兵庫県	池澤
18. 9.19	全国酸性雨対策連絡会	東京都	西
18.10. 3～10. 4	平成18年度第2回C型共同研究会	茨城県	西
18.11.13～11.14	第33回環境保全・公害防止研究発表会	新潟県	行弘
18.12.19	アスベスト含有廃棄物マネジメントのワークショップ 聴講	岡山県	池澤
19. 1.25～ 1.26	環境省主催「平成18年度化学物質環境実態調査環境科 学セミナー」	東京都	邑岡
19. 1.29	平成18年度全国環境研協議会総会	東京都	久武
19. 1.30	平成18年度地方公共団体環境試験研究機関等所長会議	東京都	久武
19. 1.30	平成18年度国設酸性雨測定所管理運営担当者会及び酸 性雨対策検討会	東京都	山村
19. 2. 1～ 2. 2	全国環境研協議会酸性雨調査研究部会	茨城県	久武・山村
19. 2. 8～ 2. 9	第19回環境情報ネットワーク研究会	茨城県	山村・大森
19. 2.21～ 2.22	第22回全国環境研究所交流シンポジウム	茨城県	池澤
19. 3.20	環境大気中におけるアスベスト測定法セミナー	東京都	武市
研修			
18. 6.26～ 7. 5	VOC s 分析研修(水質)	埼玉県	行弘
18. 7.10～ 7.14	課題分析研修Ⅱ(プランクトン)	埼玉県	大森
18. 8.11	石綿含有建材の石綿含有率測定に関わる講義講習会	大阪府	西・武市
18. 9. 7～ 9. 8	平成18年度石綿測定技術者研修	神奈川県	山村
18. 9.26～ 9.27	石綿含有建材の石綿含有率測定に係る技術講習会	東京都	武市
19. 2.12～ 2.15	最新分析技術研修 (ICP-MS)	埼玉県	桑尾

3. 各科の業務概要

1 企画情報科

1-1 企画調整

企画情報科は、予算の編成執行管理や庶務一般業務、庁舎管理、環境に関する情報の収集、提供等を主な業務としている。

また、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。

平成18年度は、環境情報企画普及啓発事業（アウトソーシング推進関連）として、①ホームページによる情報発信、②かんきょう通信等の啓発資材等の作成、③親子かんきょう教室等の環境学習の実施等を民間に委託して実施した。

1-2 環境学習・研修

(1) 学校等における環境学習の支援

<環境学習資材の貸出>

学校、市町村教育委員会及び環境活動支援センター「えこらほ」等環境関連団体に対し、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1 環境学習資材の貸出し状況

(平成19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18年度	21	395	8	10	73
平成17年度	25	686	9	31	269

(2) 「親子かんきょう学習会」の開催

親子で楽しむ環境学習会を下記の2回開催した。

第1回 干潟の生きもの観察会

- ・開催日時 平成18年10月21日(土)
9時～12時
- ・開催場所 高知市横浜（灘漁港）
- ・参加者数 31名

第2回 仁淀川水質調査

- ・開催日時 平成18年11月4日(土)
9時30分～12時
- ・開催場所 いの町波川
(仁淀川わくわく館前)
- ・参加者数 14名

(3) 環境教育初心者リーダー研修会

環境教育指導者を育成するため、講義やフィールドワーク実習による研修を実施した（講師；水生昆虫研究家 石川妙子氏）。

- ・開催日 平成19年3月3日(土)
- ・開催場所 高知県青少年センター、
物部川流域（香南市深淵）
- ・参加者数 22名

(4) 県民に対する環境情報の提供

ア 「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に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（各1,500部）発刊し、学校、市町村、同教育委員会、環境団体及び見学者等に配布した。

イ ホームページによる情報発信

センターのホームページをグレードアップ、更新し、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県民によりわかりやすく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/>

(5) 環境調査用資料集の作成

高知県下の河川の特徴や県民が河川環境の調査を行う際のポイントなどをわかりやすく紹介した「身近な環境調査ガイドブック（河川水質編）」を作成した（1,500部）。

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19年3月31日現在)

事項	平成18年度	平成17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)	5河川(5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

「水生生物の保全に係る環境基準項目」の全亜鉛について、物部川等を対象に、試料採取及び概況調査等の基礎調査を実施した。

表2 公共用水域亜鉛調査の概要

(平成19年3月31日現在)

事項	平成18年度	平成17年度
河川・海域数(地点数)	20河川(39地点)	1河川1海域(河川3、海域3)
測定項目	全亜鉛、全鉄等12金属元素類	溶存性亜鉛及び全亜鉛
調査頻度	2回	4回(降雨時7回)

(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3のとおり。

表3 化学物質環境汚染実態調査の概要

(平成19年3月31日現在)

事業名	平成18年度	平成17年度
初期環境調査	—	3項目(※)
暴露量調査	—	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18年度(POPs対象12物質群)

平成17年度(アルディカーブ、メチラム、2,4,5-T)

2-2 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、福祉保健所及び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4 行政依頼検査の概要

(平成19年3月31日現在)

調査対象	調査項目	平成18年度		平成17年度	
		件数	検体数	件数	検体数
生物質、水質、底質	農薬類	5	19	6	14
水質汚濁物質	色素、フェノール、油分	1	1	1	23
変圧器絶縁油、廃棄物等	PCB、TBT、銅、鉛	1	17	2	2
河床付着藻類調査(物部川)	植物色素類、堆積物量、強熱減量	1	37	-	-

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

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18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19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	風速	向風	日射量	放射量	温度湿度	炭化水素
1 稲生					○						
2 南国大篠				○				○			
3 須崎福祉保健所	○				○	○					
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

大気汚染防止法に基づき，継続的に摂取した場合に人の健康を損なうおそれのある

物質のうち，環境省の定めた「優先取組物質」の中から調査を行っている。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19年3月31日現在)

調査項目 \ 年度 場所	平成18年度		平成17年度	
	須崎福祉保健所	伊野合同庁舎	高幡(現須崎)福祉保健所	伊野合同庁舎
VOC(9物質)	108件	108件	108件	108件
アルデヒド類(2ヶ)	24	24	24	24
有害金属(6ヶ)	36	36	36	36
ベンゾ[a]ピレン	6	6	6	6

(注) 平成17年度に東部(現安芸)福祉保健所で金属項目のみ実施

(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 立会件数

(平成19年3月31日現在)

事項	平成18年度	平成17年度
環境調査	4	3
排ガス調査	1	2

(4) 降下ばいじんの測定

南国市5地点及び須崎市6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19年3月31日現在)

事項	平成18年度	平成17年度
地点数	11	12
件数	132	127

注：平成17年11月須崎市角谷廃止

(5) 工場・事業場の立入検査(ばい煙測定)

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19年3月31日現在)

事項	ばいじん		窒素酸化物		いおう酸化物	
	H18	H17	H18	H17	H18	H17
件数	1	1	1	1	0	1
(施設)						
焼成炉						
その他	1	1	1	1		1
不適合	0	0	0	0		0

(6) 光化学オキシダント等の挙動解明に関する研究

光化学オキシダントについて、広域的な挙動を解明するため、平成18年度から国立環境研究所及び全国の地方環境研究所との共同研究(C型共同研究)に参加し、データ解析等を実施している。

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19年3月31日現在)

事項	平成18年度	平成17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	同左
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
	大気濃度	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, 降水量

<環境放射線調査>

酸性雨調査とあわせて、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)、放射性ダスト(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、酸性雨の発生機構解明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 酸性雨調査の概要

(平成19年3月31日現在)

事項	調査地点	検体数	項目	延項目数
平成18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) 26	Na, K等 8項目	208
		乾性降下物(II) 11	SO ₄ , NO ₂ 等 14項目	154
平成17年度	同上	湿性降下物 27	pH等 11項目	297
		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

高知龍馬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。その概要は、表8のとおり。

表8 航空機騒音調査の概要

(平成19年3月31日現在)

事 項	平成18年度	平成17年度
調査地点	5 地点	4 地点
調査時期	春・秋期の年2回(4地点) 秋期の年1回(1地点)	春期の年1回
調査内容	7日間測定/1回	7日間測定/1回
調査結果	年w値 58~64	年w値 54~62

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、屋内における空気中アスベスト濃度及び、解体・除去工事に伴う事業場周辺における大気中アスベスト濃度の測定を実施した。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19年3月31日現在)

検査測定項目	平成18年度	平成17年度	
含有検査	吹付け材	26件	132件
	不法投棄物	0件	2件
屋内飛散濃度測定	12件	39件	
大気環境測定	0件	1件	
敷地境界飛散濃度測定	13件	1件	

(2) その他の行政依頼検査

大気、悪臭及び騒音・振動等に関して行政機関からの依頼を受け、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19年3月31日現在)

調査項目	平成18年度		平成17年度	
大 気	0 件	地点	0 件	地点
悪 臭	0 件	検体	1 件	3 検体
騒音・振動	1 件	4 地点	0 件	地点
そ の 他	0 件	検体	1 件*	1 検体

*航空機排気ガスの現地調査

4 水 質 科

4-1 公共用水域・地下水監視測定調査

県では、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、底質及び地下水水質の監視調査を行っており、平成18年度は、41河川49地点、3海域3地点、地下水7地点計59地点、底質は1海域1地点について実施した。

平成17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88.3%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。

センター実施の調査項目と検体数は、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(センター実施分)等

(平成19年1月31日現在)

調査項目		平成18年度	平成17年度
		検 体 数	検 体 数
水 質	生活環境項目	80	111
	健康項目	491	490
	特殊項目	0	0
	その他の項目	3	7
	要監視項目	630	618
地下水	健康項目	23	67
	その他の項目	0	0
	要監視項目	12	36
底 質	一般性状	5	5
	健康項目	3	5
	特殊項目	0	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、清流・環境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19年1月31日現在)

事 項	平成18年度	平成17年度
立入事業場数	63	87
排水測定検体数	215	284
不適合事業場数	4	4

4-3 精度管理

内部測定精度を向上して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に参加した。また、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。

表3 県内分析機関対象精度管理実施状況
(平成19年1月31日現在)

事 項	平成18年度	平成17年度
参加機関数	12	11
調査項目	SS, BOD, COD, 全窒素, 全りん, VOCs (17項目)	SS, BOD, COD, 全窒素, 全りん

4-4 四万十川清流基準モニタリング調査

清流基準の達成状況を把握するためのモニタリング調査を実施するとともに、流域住民の調査活動を技術支援するために全窒素・全りん検査等を行った。

- (1) モニタリング調査
調査地点；12地点
調査項目；清流度，全窒素，全りん，水生生物
- (2) 学校等に対する調査指導
技術指導件数；4件
全窒素・全りん依頼検査数；14件

<補足調査>

黒尊川清流基準等調査

調査地点；5地点

調査項目；清流度，全窒素，全りん，水生生物，大腸菌群数

4-5 物部川清流保全計画策定事業関連調査

清流保全計画策定のための基礎調査の一環として、平成18年度は流域のにごり調査及び清流度・水生生物調査を実施した。

調査地点 13地点

(清流度・水生生物調査は5地点)

調査回数 にごり調査

10回（1回／月）

清流度、水生生物調査

3回／年

調査項目

にごり調査；pH, SS, 濁度，全窒素，全りん，清流度，水生生物

4-6 仁淀川清流保全計画関連調査

現行清流保全計画の達成状況等を評価するために、生活系，事業系，畜産系，自然系及び流域河川別の汚濁負荷解析調査を行った。

また、計画見直しのための基礎調査の一環として清流度調査を実施した。

(清流度等調査)

調査地点 7地点

調査項目 清流度，全窒素，全りん

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4のとおり。

表4 行政依頼検査実施状況

(平成19年1月31日現在)

調査対象	調査項目	平成18年度	平成17年度
		件数	件数
公共用水域及び事業場排水	生活環境項目及び健康項目	2*	9

*うち1件は、高知城堀内への浮島設置による水質浄化能力調査。

Ⅲ 調查研究報告

1. 位相差・分散顕微鏡による石綿分析の有効性 (白石綿の特性と採取条件を基にした解析)

池澤正幸・邑岡和昭

キーワード：石綿（アスベスト）、白石綿（クリソタイル）、青石綿（クロシドライト）、分散染色法

要 旨

全国環境研会誌「第33巻第1号」に掲載予定の報文「位相差・分散顕微鏡による石綿分析の有効性」(以下「報文1」とする)の補足事項について紹介する。

始めに、屈折液1.68及び屈折液1.55を用いて、白石綿の色及び最小幅の分布を検討し、分散色を示すサイズは、少なくとも直接観察法で幅 $1.05\mu\text{m}$ 以上で白（白黒）色の白石綿であることが確認された。そして、浮遊石綿中の白石綿と青石綿を判別するためには、屈折液1.68を用いて、散乱光を示す繊維状粒子は白石綿として除外し、青石綿の分散色を示すか、その形状を確認できなくなった繊維状粒子は青石綿として分類できることがわかった。

また、採取条件の捕集空気量が増えるに従い、粒子の付着及び散乱光の影響が大きくなり、分散色の確認が困難になるため、室内の石綿除去現場における適切な捕集空気量は160L以下であることが示唆された。

1. はじめに

報文1では、直接観察法で計測して幅 $1.05\mu\text{m}$ 以上で白（白黒）色の青石綿は、分散染色法において分散色を示す可能性が非常に高いが、幅 $1.05\mu\text{m}$ 未満の青石綿は分散色を示さず、形状が確認できなくなることがわかった。そして、実際に浮遊していた青石綿は、直接観察時の最小幅の平均値が $0.90\mu\text{m}$ ($n=236$)であったため、分散染色法において分散色を示す石綿をほとんど確認できなかった。

ここでは、上記に係る浮遊石綿の採取条件の違いによる浮遊青石綿の捕そく率について考察する。ただし、浮遊石綿中には白石綿が含まれるおそれがあったため、分散染色用の屈折液における白石綿のサイズ及び色の特徴について写真計測法により解析し、浮遊石綿の中に含まれた白石綿を判別して青石綿のみの傾向を分析した方法についても併せて報告する。

2. 実験方法

位相差・分散顕微鏡には、Nikon製ECLIPSE80iを利用し、位相差顕微鏡の設定は「NCB11」をINにして位相差用対物レンズ（DLL40×/0.75）を

使用。分散顕微鏡の設定は「NCB11」をOUTにして分散用対物レンズ（D40×/0.75）を使用した。

2. 1 石綿試料

標準試料として用いた白石綿〔クリソタイル標準試料（JAWE131）、(株)日本作業環境測定協会〕の前処理は、白石綿を粉碎してふるい（ $425\mu\text{m}$ ）を通した後、無じん水と共にコンカルビーカー内に入れ、超音波処理を行った。次いで、マグネティックスターラーによりかくはんさせながら溶液を採取し、清拭したスライドグラス上に滴下して乾燥させた。

浮遊石綿は、昭和50年以前に施工された吹付け石綿（トムレックス）の除去現場（室内環境）から採取した。除去以前の石綿は天井材の表面に吹付けられており、表層に白石綿、下層に青石綿を含む二層で施工されていた。

浮遊石綿を採取した際の現場の状況は、白石綿がすでに除去された後であり、青石綿の除去作業中であった。前室と除去現場との間はシートで覆われ、除去現場に入ると高さ約2mの階段があり、その階段を上った入口近くの除去現場の天井は、足場から天井まで高さ約1m80cmで天井のコンク

リートが一部露出し、青石綿が薄く付着していた。また、負圧のため除去現場内へ空気が流れ、高湿度の条件であった。

第1回目の石綿の採取は、除去現場の出入り口の昇り階段で、サンプリングフォルダーを天井の方に上向きにして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）に吸引した（報文1の浮遊石綿は第1回目の試料を利用し、白石綿を除外した結果を示している）。

同様に、第2回目は階段を昇って約1mの範囲内にある平坦な除去現場で、サンプリングフォルダーを約10m離れた青石綿の除去作業の方に横向きにして実施した。

上記の採取したフィルターの採取条件を表1に示す。また、前処理はそれらのフィルターの採取面を下にしてスライドグラス上に置き、アセトン蒸着して透明化した後で低温灰化処理を行った。

表1 浮遊石綿の採取条件

	フィルター	捕集空気量[L]	吸引流量[L/min]	捕集時間[min]
第1回目	1	20	2	10
	2	40	4	10
	3	160	8	20
第2回目	4	240	8	30

2.2 直接観察法

前処理した石綿試料上に清拭したカバーグラスをかぶせ、その両端をテープで固定した後、位相差顕微鏡の設定で視野絞りノブを用いて観測視野を約 $300\mu\text{m}$ の外側まで絞り、繊維状粒子の石綿を計数し、その画像を保存した（画像A）。

2.3 分散染色法

カーギル標準屈折液1.68又は1.55を浸透させてから、分散顕微鏡の設定で直接観察法と同じ視野で石綿の分散色の有無を観察し、その画像を保存した（画像B）。

なお、石綿の分散色の観察には、視野絞りノブを用いて観測視野を約 $100\mu\text{m}$ の外側まで絞り、アナライザを併用して、屈折液1.68で橙色又はピンク色が一部でも確認された場合は青石綿の分散色。

同様に、屈折液1.55で橙色、赤紫色及び青色の場合は白石綿の分散色とした。

2.4 写真計測法

画像A及びB（ 1280×960 ピクセル）はA4サイズの写真用紙にカラー印刷し、その写真上の石綿をスケールルーペ（1目盛り 0.1mm ）で計測した。画像Aでは、繊維状粒子のサイズに該当するかどうかを判定し、石綿のサイズの大小によって影響を受ける石綿の色（白、白黒、黒）を観察した。

画像Bでは、写真に示された分散色の有無及び濃淡、又は散乱光の有無も観察した。分散色又は散乱光が認められた場合は、その範囲の最小幅を画像A及びBから求めた。一方、分散色や散乱光もなく、形状が確認できない場合は、画像Aの写真から最小幅を求めた。

なお、対物マイクロメータ（1目盛り $10\mu\text{m}$ ）の画像A及びBの1目盛りを計測した場合、約 7.6mm であったため、その値を換算係数として最小幅を決定した（小数点3桁目以降は切り捨て）。

3. 結果と考察

3.1 標準試料の白石綿

屈折液1.68及び屈折液1.55を用いて、白石綿の色及び最小幅の分布を検討する。

(1) 屈折液1.68における白石綿の特性

実施例として、図1に白石綿の画像A（直接観察法）及びB（分散染色法）を示す。始めに、位相差顕微鏡のアイピースグレイティクル（目盛り $3\mu\text{m}$ 及び $5\mu\text{m}$ ）で推定した場合、幅約 $1\mu\text{m}$ 、長さ約 $20\mu\text{m}$ であった。次に、写真計測法で計測した場合、画像Aでは幅 $0.78\sim 1.18\mu\text{m}$ 、長さ $19.07\mu\text{m}$ であり、その精度は良好であった。さらに、画像Bでは最小幅 $0.78\mu\text{m}$ であることを確認できたけれど、幅の太い部分は散乱光が強いため計測できなかった。

なお、標準試料の白石綿は、青石綿と比べて幅が不均一であり、細い部分ほど解像度が悪く、色合いが薄い場合が多いため、正確に幅を計測できていない可能性がある。

上記をふまえた屈折液1.68における写真計測法の結果は、表2及び図2に示す。分散染色法で繊維状粒子の白石綿は100本中91本（91%）が散乱

光を示し、最小幅の平均値は 0.88 ± 0.013 (mean \pm S.E) μm (標準偏差0.13, n=100)であった。また、直接観察法で計測された最小幅と比べると、分散染色法における最小幅の観測率は59~100%であった。

最小幅 $1.05 \mu\text{m}$ 未満で散乱光を示さなかった9本については、観測視野を約 $300 \mu\text{m}$ に絞って観察したため、散乱光を確認できなかった可能性が高い。例えば、図3の標準試料の白石綿を観察すると、画像Aでは最小幅 $0.92 \mu\text{m}$ であり、観測視野を約 $300 \mu\text{m}$ で観察した画像B1では、一部分のみ散乱光が確認され、最小幅 $0.78 \mu\text{m}$ と推定された。そして、観測視野を約 $100 \mu\text{m}$ にした画像B2では、解像度が高くなり、最小幅 $0.78 \mu\text{m}$ であることがわかった。

表2 白石綿の分布 (屈折液1.68)

直接観察法		分散染色法	
最小幅 [μm]	色 (検体数)	散乱光 (本数)	最小幅の範囲 [μm]
0.65	黒(6)	なし(2)	-
		あり(4)	0.52-0.65*1
0.78	黒(34)	なし(7)	-
		あり(27)	0.52-0.78
0.92	黒(45)	あり(45)	0.52-0.78
1.05	黒(9)	あり(9)	0.65-0.78*1
1.18	黒(1)	あり(1)	0.92
	白黒(1)	あり(1)	0.92
1.31	黒(3)	あり(3)	0.78-0.92
	白黒(1)	あり(1)	0.92

(計100本)(計91本捕そく)

* 1 : 強い散乱光のため測定不可の1本除く

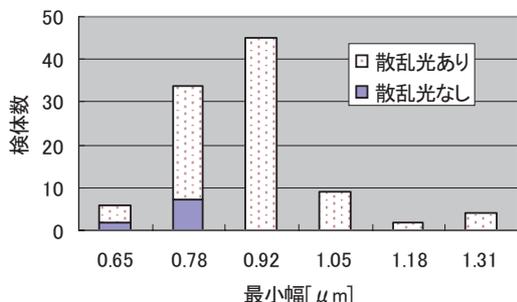


図2 白石綿の分布

(2) 屈折液1.55における白石綿の特性

実施例として、図4に白石綿(1本目)の画像A, B1(観測視野約 $300 \mu\text{m}$)及びB2(観測視野約 $100 \mu\text{m}$)を示す。ただし、白石綿は、細かい織

維が多く解像度が悪いいため、解像度の良好な局所的な部分の幅を計測し、分散色の有無を確認した。画像Aでは3点選択し、上部の幅の一部(白色)は $1.71 \mu\text{m}$ 、同じく、中間の幅の範囲(黒色)は $1.18 \sim 1.31 \mu\text{m}$ 、下部の幅の一部(白黒色)は $1.84 \mu\text{m}$ であった。画像B1では分散色を確認できず、画像B2では黒色の部分を除いて分散色を確認され、分散色を示す幅の一部(白色及び白黒色)は約 $1.05 \mu\text{m}$ であった。

白石綿が分散色を示すサイズについて検討した結果を表3に示す。直接観察法で幅 $1.05 \mu\text{m}$ 未満の白石綿は分散染色法において分散色を示さず、形状をまったく確認できなかった。分散色を示すサイズは、少なくとも直接観察法で幅 $1.05 \mu\text{m}$ 以上で白(白黒)色の白石綿であることが確認された。また、幅 $1.05 \mu\text{m}$ 以上で黒色の白石綿は分散色を示す可能性が低いこともわかった。

また、分散染色法では、直接観察法で計測された幅と比べて分散色を示す幅の観測率は57~80%であるため、正確に繊維状粒子のサイズを計測できなかった。

上記(1)の結果について再検討した場合、屈折液1.68で計測された100本中、最小幅に関わりなく、分散色を示す可能性の高い白(白黒)色で幅 $1.05 \mu\text{m}$ 以上の部分を有する白石綿は、計8本(8%)であったため、屈折液1.55では白石綿をほとんど捕そくできないことが推定された。

表3 白石綿の分散色を示す幅

白石綿 [本目]	直接観察法		分散染色法	
	色	幅[μm]	分散色	幅[μm]
1	白	1.71	赤紫	1.05
	黒	1.18-1.31	なし	-
	白黒	1.84	淡赤紫	1.05
2	白	1.18	橙	0.78
	黒	0.78-0.92	なし	-
3	白黒	1.31	青	1.05
	黒	1.18	青	0.92
4	白黒	1.31	橙	0.78
	黒	0.92-1.05	なし	-
5	白	1.31	青	1.05
	白黒	1.18	淡青	0.78
	黒	0.92-1.18	なし	-
6	白	1.18	橙	0.78
	白黒	1.05	淡橙	0.78
7	白	1.31	赤紫	0.92
	白黒	1.18	淡赤紫	0.78

3. 2 浮遊石綿の採取条件と分析結果（屈折液 1.68）

屈折液1.68及び1.55における白石綿の分析結果から浮遊石綿中の白石綿と青石綿を判別するためには、屈折液1.68を用いて、散乱光を示す繊維状粒子は白石綿として除外し、青石綿の分散色を示すか、その形状を確認できなくなった繊維状粒子は青石綿として分類できることがわかった。

浮遊石綿の採取条件と屈折液1.68における分散染色法の結果は表4に示す。各フィルターについて繊維状粒子が50本以上になるまで視野を移動させて計数し、また、計測に当たっては直接観察法で幅が1μm以上と推定された場合は分散染色法で観測視野を約100μmとし、幅1μm未満の黒色の繊維状粒子については観測視野を約300μmとして観測した。

第1回目の採取条件では、青石綿が3～14%捕そくされ、54～94%を見落としていた。全体として、散乱光を示す繊維状粒子を除くと、216本中20本（8.4%）が分散色を示した。最小幅を基にした写真計測法の結果については、報文1に詳しく記載しており、分散色を示さない原因として、粒子の付着及び散乱光の影響が確認された。

第2回目の採取条件では、青石綿が0～2%捕そくされ、92～98%を見落としていた。全体として、散乱光を示す繊維状粒子を除くと、147本中2本（1.3%）が分散色を示した。また、最小幅を基にした写真計測法の結果を表5及び図5に示す。散乱光を示す繊維状粒子を除く、浮遊青石綿の最小幅の平均値は0.89±0.015（mean±S.E）μm（標準偏差0.17, n=149）であった。

図6～9では、フィルター1～4で採取した青石綿の画像を示す。分散色を示す範囲から計測された画像A1の最小幅はいずれも1.31μm、色は白色であり、青石綿の分散色を確認した。

フィルター1及び2で観測視野を約300μmとした画像B1の青石綿は、橙色で最小幅0.65μm、フィルター3の画像B1は淡橙色で最小幅0.65μm、そして、フィルター4のB1では分散色の観測が困難となり、観測視野を約100μm近くまで絞らなければ、橙色で最小幅0.65μmを有する青石綿を確認できなかった。

フィルター1から3と4の違いは捕集空気量が

増えたことによって、分散色の確認を阻害する粒子の影響が大きくなったことを示した。つまり、第1回目の結果と同じく石綿が分散色を示さなくなった原因は、粒子の付着及び散乱光の影響であることが確認された。

以上の結果より、室内の石綿除去現場において、分散色を示す石綿が適切に捕そく可能な捕集空気量は、160L以下であることが示唆された。

表4 浮遊石綿の採取条件と分析結果

フィルター	直接観察法		分散染色法		
	繊維状粒子数 (視野数)	分散色あり (捕そく率)	分散色なし (捕そく率)	散乱光あり (捕そく率)	
第1 回目	1	50本(30)	7本(14)	27本(54)	16本(32)
	2	51本(32)	3本(5)	44本(86)	4本(7)
	3	53本(10)	6本(11)	46本(86)	1本(1)
		57本(9)	2本(3)	54本(94)	1本(1)
	合計	261本 (91視野)	20本(7%)	216本 (82%)	25本(9%)
第2 回目	4	50本(7)	1本(2)	48本(96)	1本(2)
		53本(7)	1本(1)	52本(98)	0本(0)
		51本(6)	0本(0)	47本(92)	4本(7)
	合計	154本 (20視野)	2本(1%)	147本 (95%)	5本(3%)

表5 フィルター4の浮遊青石綿

直接観察法		分散染色法	
最小幅 [μm]	色 (検体数)	分散色 (本数)	最小幅 [μm]
0.65	黒(14)	なし(14)	-
0.78	黒(53)	なし(53)	-
0.92	黒(53)	なし(53)	-
	白黒(1)	なし(1)	-
1.05	黒(14)	なし(14)	-
	白黒(2)	なし(2)	-
1.18	白黒(4)	なし(4)	-
	白(2)	なし(2)	-
1.31	白(5)	なし(4)	-
		橙(1)	0.65
2.10	白(1)	ピンク(1)	0.92

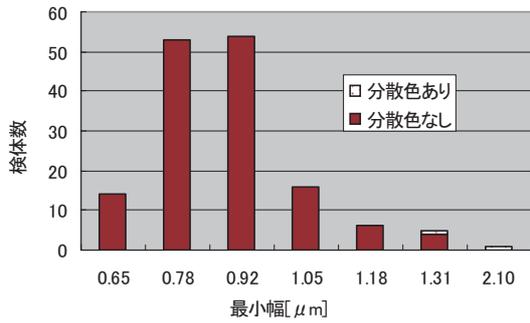


図5 フィルター4の浮遊青石綿

4. おわりに

分散染色法では、直接観察法と比べて石綿の正確なサイズを計測できず、また、分散色を示す石綿のサイズは1.05 μm以上であった。そして、青

石綿と比べて白石綿はサイズが小さい場合が多く、白石綿は分散色を確認できない可能性が高いことが示唆された。

また、捕集空気量が増えるほど、粒子の付着及び散乱光の影響が大きくなり、分散色の確認が困難になるため、石綿の含有の有無を判定できない場合があった。

その他、分散染色法による建材中の石綿分析においても粒子の影響は懸念される。そのため、粒子の影響を減らすために、試料作製段階からスライドガラス上に滴下した試料にさらに無じん水を加えて、試料の面積を広げることも場合によっては必要と考えられる。

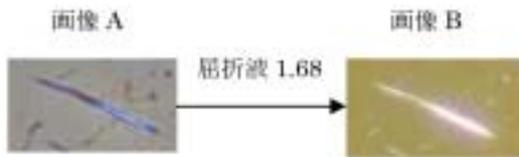


図1 白石綿の散乱光

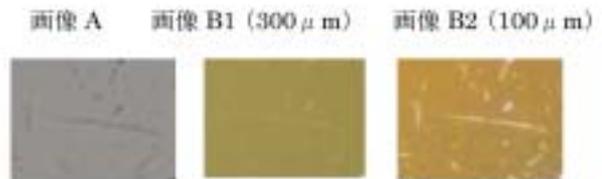


図3 白石綿の散乱光

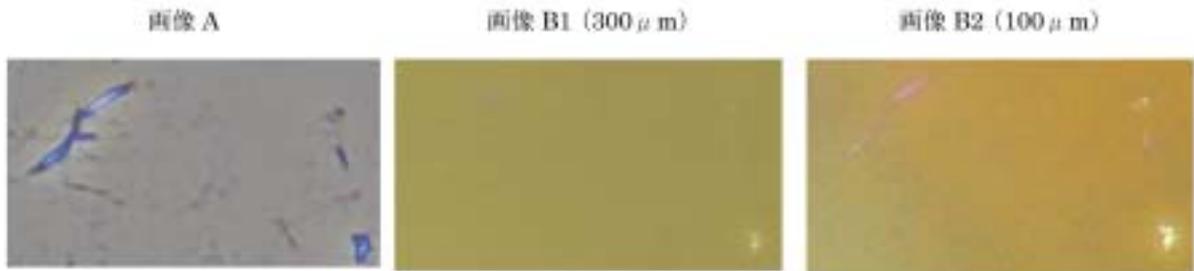


図4 白石綿（1本目）の分散色

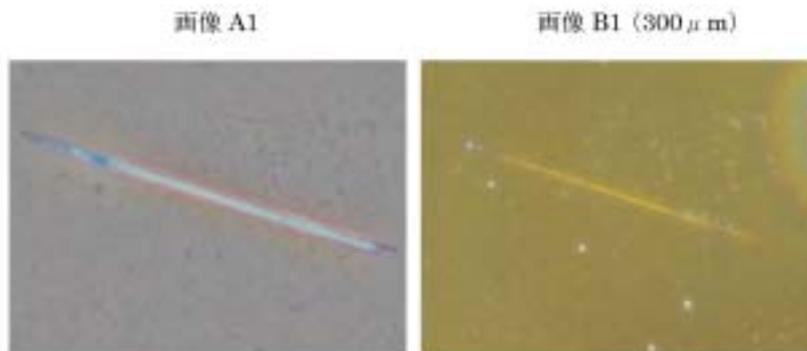


図6 青石綿の分散色（フィルター1）

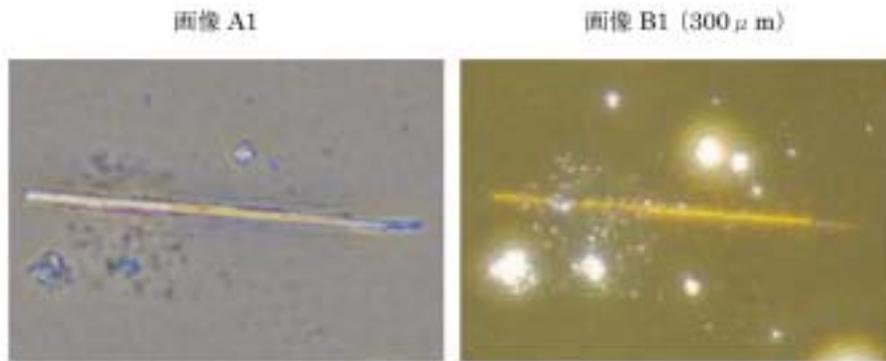


図7 青石綿の分散色（フィルター2）

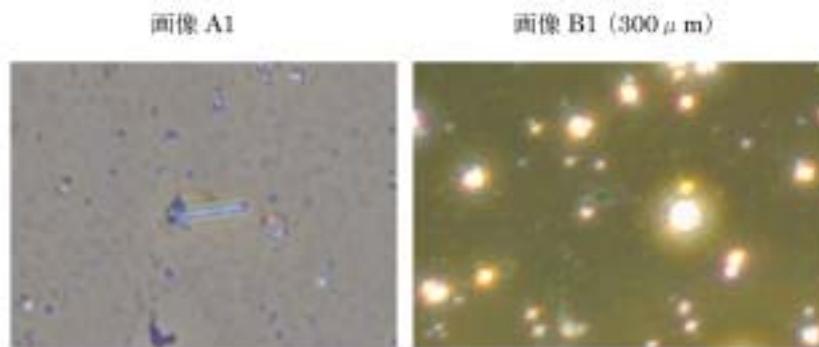


図8 青石綿の分散色（フィルター3）

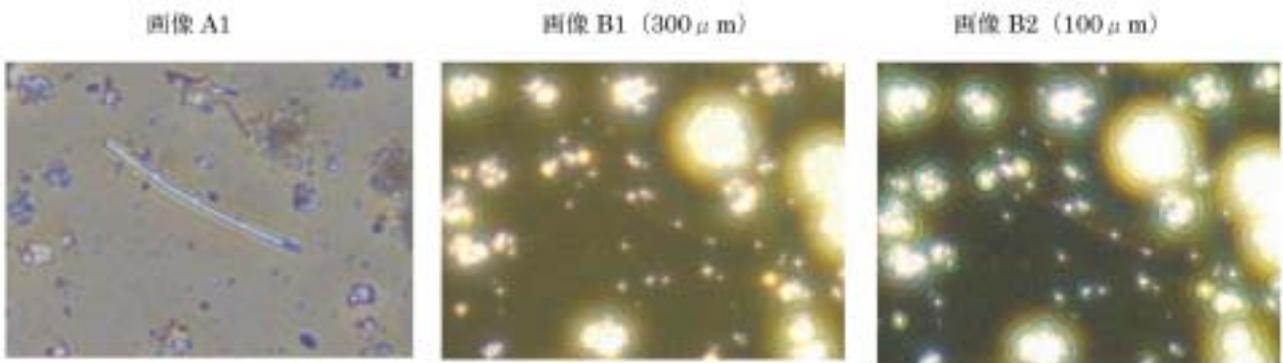


図9 青石綿の分散色（フィルター4）

5. 参考資料

- 1) 環境省水・大気環境局大気環境課：アスベストモニタリングマニュアル（第3版），2007
- 2) 財団法人日本規格協会：建材製品中のアスベスト含有率測定方法（JIS A1481），2006
- 3) 池澤正幸，武市佳子，山村貞雄：石綿分析のための光学顕微鏡法，高知県環境研究センター所報，22，15-22，2005
- 4) 池澤正幸，邑岡和昭：位相差・分散顕微鏡に

- よる石綿分析の有効性，第34回環境保全・公害防止研究発表会講演要旨集，2007
- 5) 高知県環境研究センターホームページ，第34回環境保全・公害防止研究発表会での発表スライド及び要旨，
<http://www.pref.kochi.jp/~kankyou/research/kankoubutu.html>

(資料)

1. 写真計測法の精度について

1. 1 対物マイクロメータ

対物マイクロメータ〔株ニコン製〕の1目盛りは $10\mu\text{m}$ と規定されているため、写真計測法でその精度を確認する。

位相差及び分散顕微鏡の設定で、接眼レンズ内のアイピースグレイテイクル（1目盛り $3\mu\text{m}$ 及び $5\mu\text{m}$ ）を用いて、対物マイクロメータに示された各線の中心部分を基準に、線と線の間を1目盛りとして計測したところ、約 $10\mu\text{m}$ であることが確認できた。

次に、それらの顕微鏡の設定で対物マイクロメータの目盛りを写真撮影した。JPEGファイルで保存したその画像の幅と高さは、それぞれ1280ピクセルと960ピクセルであった。その画像は何も処理せずにプリンタ〔EPSON PX-G 930, セイコーエプソン(株)製〕を用いてA4サイズの写真用紙〔デジカメ写真用紙光沢, コクヨ(株)製〕でカラー印刷をした。

その用紙には、対物マイクロメータの各線が端から端まで計35個印刷されており、各線の中心部分をペンで印をつけて目安とした後、線と線の間を1目盛りとしてスケールルーペ（1目盛り 0.1mm , 倍率7倍の精密ドッキングスケールルーペ, 株エッセンバツハ光学ジャパン製）で計34目盛りを測定した。

なお、スケールルーペの精度については、直尺シルバー〔1目盛り 0.5mm , 長さの許容差 $150\text{mm}\pm 0.15\text{mm}$, シンワ測定(株)製〕で計測し、ばらつきがないことを確認して使用した。

その結果、写真計測法における対物マイクロメータの1目盛りの平均値は、位相差顕微鏡で 7.6 ± 0.015 (mean \pm S.E) mm (n=34, 標準偏差0.089), 分散顕微鏡で 7.6 ± 0.012 (mean \pm S.E) mm (n=34, 標準偏差0.069) であり、位相差・分散顕微鏡で観察される対物マイクロメータの1目盛り $10\mu\text{m}$ は、写真計測法で 7.6mm に相当するため、それらの値を換算係数として利用することにした。

1. 2 位相差・分散顕微鏡で観察した大きさと写真計測法との比較

位相差・分散顕微鏡で観察される対物マイクロ

メータの1目盛り $10\mu\text{m}$ と、写真計測法で得られた 7.6mm を基準にした換算係数を実際に利用して、その精度を確かめる。

対物マイクロメータの各線の幅は、位相差・分散顕微鏡の設定で観察した場合、どちらも約 $3\mu\text{m}$ の幅をもち、その線は計35本であった。それらの線について写真計測法を用いて検討し、換算係数を利用することで、幅約 $3\mu\text{m}$ の精度を満たすかどうかを調べる（小数点3桁目以降は切り捨て）。

写真計測法で求めた線の幅の平均値を換算係数により求めたところ、位相差顕微鏡で 3.26 ± 0.013 (mean \pm S.E) μm (n=35, 標準偏差0.080), 分散顕微鏡で 2.63 ± 0.014 (mean \pm S.E) μm (n=35, 標準偏差0.086) の大きさであったことから、顕微鏡内で観察された幅約 $3\mu\text{m}$ の大きさを満たす精度が写真計測法にあった。また、位相差顕微鏡の平均値と比べると分散顕微鏡での観測率は80%であった。

ただし、分散顕微鏡で計測した線の幅は、黄色に発色した部分のみであり、黄色の周囲にみられた黒色の輪郭部分は除外した。参考までに、黒色の部分を含めた線の幅を求めた場合、 3.57 ± 0.012 (mean \pm S.E) μm (n=35, 標準偏差0.073) であり、観測率109%であった。

1. 3 写真計測法の検出限界について

HSE/NPL検出限界試験用スライドを写真計測法で観察して検出限界を調べる。

そのスライドに示されたグループ1（幅 $1.08\mu\text{m}$ ）から7（幅 $0.25\mu\text{m}$ ）で分類された7つのグループのうち、位相差顕微鏡で確認できたのはグループ5（幅 $0.44\mu\text{m}$ ）までが限界であった。

写真計測法では、写真用紙に印刷されたグループ5（幅 $0.44\mu\text{m}$ ）までは目視にて確認できたことから、位相差顕微鏡と同等の検出限界があることがわかった。

ただし、スケールルーペで写真用紙に印刷された各グループの線を観察した場合、線の幅は不均一で、線の輪郭は非常にうすく、グループ1においても正確に線の幅は計測できなかった。

2. 高知県における酸性雨調査

第12報 県単独測定所（香美市香北町）の湿性沈着について

山村貞雄・武市佳子

Acid Precipitation Survey in Kochi Prefecture (XII)

Trends of acid deposition in Kami City

Sadao YAMAMURA Yosiko TAKECHI

1. はじめに

わが国における酸性雨調査は、1980年代から地方自治体や国等の研究機関によって盛んに行われ始めた。高知県でも1983年から県内3ヶ所（香北町、高知市、越知町）での測定が始まり¹⁾、高知市及び越知町では採取地点の変更や地点の廃止があったが、香北町では現在までほぼ一貫して測定を継続している。²⁻¹¹⁾

香北町における測定方法は、1983から1999年7月までの16年間開放型ろ過式捕集器により行ってきたが、1999年8月に湿性降下物のみを採取し、冷蔵保存が可能なwet only型採取器に変更した。

ろ過式とwet only型とでは乾性降下物による影響が無視できないので、第10報では1999年までのろ過式について報告した。¹⁰⁾

本報では1999年以降のwet only型採取器による酸性雨調査について取りまとめたのでここに報告する。

2. 調査方法

2. 1 調査地点

高知県香美市香北町永瀬1328-1

(市町村合併により住居表示に変更があった。)

永瀬ダム管理事務所屋上

採取機器は県中央部から北東へ約30km、海岸線から23kmに位置する、永瀬ダム管理事務所の屋上(地上約11m)に設置した。

調査地点は標高211mの物部川の河畔に位置し、周辺はスギ、ヒノキを主とする森林である。南西約10kmに年排出量SO_x約4 t、NO_x約0.6 tの温水プールがあるだけで、その他には半径10km以内に大きな発生源はない。

2. 2 採取方法

採取機器 小笠原計器 US-330

2週または1週ごとに雨水を回収した。

2. 3 調査及び調査試料

調査期間は平成1999年8月から2006年度まで7年8ヶ月の期間。

調査試料は原則2週間ごとに採取したが、月単位の集計が可能になるよう、1週間での採取をはさんで調整した。今回のデータ取りまとめでは、月、年毎の解析は各データの加重平均値を使用した。

2. 4 調査項目及び分析方法

回収した試料を湿性沈着モニタリング手引き書²⁾に従い、表1の項目・方法により分析を行った。

表 1

調査項目	分析方法
pH	ガラス電極法
EC	電気伝導度法
Na ⁺	イオンクロマト法
K ⁺	イオンクロマト法
NH ₄ ⁺	イオンクロマト法
Ca ²⁺	イオンクロマト法
Mg ²⁺	イオンクロマト法
NO ₃ ⁻	イオンクロマト法
Cl ⁻	イオンクロマト法
SO ₄ ²⁻	イオンクロマト法

3. 結果及び考察

3. 1 経年変化

主要項目の年平均値の変化を図1～3及び表2、3に示す。

表2 主要成分の年平均濃度

年度	降水量 (mm)	PH	モ ル 濃 度 (μmol/L)					
			NO ₃ ⁻	NH ₄ ⁺	nss-SO ₄ ²⁻	nss-Ca ²⁺	nss-Mg ²⁺	nss-K ⁺
2000	2126	4.71	9.06	7.97	11.60	3.61	0.30	0.60
2001	2392	4.71	7.74	6.47	10.59	1.84	0.47	0.29
2002	2559	4.79	10.09	10.23	10.74	1.68	0.53	0.37
2003	2931	4.70	8.54	8.07	10.45	1.90	0.29	0.33
2004	4145	4.89	7.05	6.46	7.07	1.16	0.05	1.06
2005	2244	4.71	8.99	9.18	10.54	1.72	0.10	0.51
2006	3422	4.76	9.42	10.04	12.04	2.50	0.25	0.43
平均	2831	4.76	8.50	8.27	10.21	1.98	0.27	0.55

表3 主要成分の年間沈着量

年度	降水量 (mm)	沈 着 量 (mmol/m ²)					
		NO ₃ ⁻	NH ₄ ⁺	nss-SO ₄ ²⁻	nss-Ca ²⁺	nss-Mg ²⁺	nss-K ⁺
2000	2126	19.26	16.95	24.67	7.68	0.64	1.28
2001	2392	18.51	15.47	25.33	4.40	1.12	0.69
2002	2559	25.82	26.18	27.48	4.30	1.36	0.95
2003	2931	25.03	23.65	30.63	5.57	0.85	0.97
2004	4145	29.22	26.77	29.30	4.81	0.21	4.39
2005	2244	20.17	20.60	23.65	3.86	0.22	1.14
2006	3422	32.24	34.36	41.21	8.56	0.86	1.47
平均	2831	25.30	24.43	29.70	5.65	0.72	1.79

硫酸イオン、カルシウムイオン、マグネシウムイオン、カリウムイオンは海塩の影響を除いた後の値（以下nss-を付する）を用いた。

wet only型採取器での測定開始は1999年8月であり、1999年は1年間のデータがそろっていないため、経年の評価からは外した。

降水量は採取した水量から算出した値と、採取器を設置したダム管理事務所が雨量計により観測した降水量のうち、大きな値のものをを用いた。雨量計のデータは1日単位であるため、採取日に降雨がある場合は、正午前の採取が多いことを勘案し、降水量を2等分し、前後の期間に加えた。

降水量は期間の前半は2000～2500mmで緩やかな増加傾向にあった。これに伴い、主要イオンの沈着量も緩やかな増加傾向を示している。

2004年度は数多くの台風が日本に到来した年で、6月から10月にかけて9個の台風が香北地区の降水に影響を与えた。このため、総降水量も大幅に増加したが、主要

イオン濃度は全て低下し、降水量の増加の割合に比べ沈着量の増加は少ない。

続く2005年度は、西日本を中心に春から夏にかけて少雨の状態が続いた。このため、主要イオンの濃度は全て増加したが、沈着量は少ない状態となっている。

2006年度は年間を通じて降雨量が多く、総雨量は3000mmを越えている。一方、主要イオンの濃度は少雨であった2005年度に比べても増加しており、結果として調査期間最高の沈着量となっている。

pHは降水量が大変多くなった2004年度を除き4.7台とほぼ安定していた。

主要イオンの沈着量は、NO₃⁻、NH₄⁺、nss-SO₄²⁻で緩やかな上昇傾向が見られるが、モル濃度では明らかな傾向は無く、降水量の増加による影響が大きいものと思われる。

3.2 月別変化

主要成分の月別平均を図4～6及び表4、5に示す。

ここでは1999年度のデータも集計に加えた。

表4 主要成分の月別平均濃度

	平均 降水量 (mm)	PH	モ ル 濃 度 (μmol/L)					
			NO ₃ ⁻	NH ₄ ⁺	nss-SO ₄ ²⁻	nss-Ca ²⁺	nss-Mg ²⁺	nss-K ⁺
4月	216.8	4.84	13.82	14.90	15.70	8.03	1.00	1.02
5月	317.7	4.78	9.11	9.19	10.79	2.47	0.22	0.41
6月	305.2	4.76	7.73	7.33	9.11	1.26	0.06	0.30
7月	413.5	4.65	7.84	8.07	10.83	0.84	0.13	0.25
8月	428.0	4.82	6.80	7.89	8.76	1.10	0.23	0.38
9月	376.1	4.87	4.84	4.01	5.52	0.56	0.11	1.25
10月	234.9	4.73	5.88	4.05	7.97	0.34	0.20	0.08
11月	125.6	4.85	6.98	4.37	5.85	1.02	0.34	0.22
12月	81.1	4.81	14.21	9.19	11.92	3.11	0.18	0.36
1月	59.5	4.58	18.21	14.64	15.00	3.88	0.43	0.76
2月	124.9	4.66	13.55	14.24	15.50	3.19	0.38	1.16
3月	145.5	4.78	13.60	15.77	16.48	6.71	0.61	0.95

表5 主要成分の月別平均沈着量

	平均 降水量 (mm)	沈 着 量 (mmol/m ²)					
		NO ₃ ⁻	NH ₄ ⁺	nss-SO ₄ ²⁻	nss-Ca ²⁺	nss-Mg ²⁺	nss-K ⁺
4月	216.8	3.00	3.23	3.40	1.74	0.22	0.22
5月	317.7	2.89	2.92	3.43	0.78	0.07	0.13
6月	305.2	2.36	2.24	2.78	0.39	0.02	0.09
7月	413.5	3.24	3.34	4.48	0.35	0.05	0.10
8月	428.0	2.91	3.38	3.75	0.47	0.10	0.16
9月	376.1	1.82	1.51	2.08	0.21	0.04	0.47
10月	234.9	1.38	0.95	1.87	0.08	0.05	0.02
11月	125.6	0.88	0.55	0.74	0.13	0.04	0.03
12月	81.1	1.15	0.74	0.97	0.25	0.01	0.03
1月	59.5	1.08	0.87	0.89	0.23	0.03	0.04
2月	124.9	1.69	1.78	1.94	0.40	0.05	0.15
3月	145.5	1.98	2.29	2.40	0.98	0.09	0.14

降水量は夏に多く冬に少ない傾向を示している。特に7～9月に多く、台風の影響を強く受けている。pHは大きな変動は見られないが、降水量の少ない冬に低下する傾向が見られる。

nss-Ca²⁺の濃度は12月から上昇し始め、3月と4月に急激に大きな値となる。黄砂の飛来時期と重なっており、大陸からの影響を受けていると思われる。

NO₃⁻、NH₄⁺及びnss-SO₄²⁻の濃度は同様の季節変動を示している。夏から秋にかけて低濃度で推移し、冬から春にかけて高濃度となる。

降水量との負の相関が考えられるが、10、11月は降水量の減少にもかかわらず低濃度のままであり、また3、4月は降水量の増加に比して高濃度を維持している。3、4月の高濃度に関してはnss-Ca²⁺と同様に大陸からの影響を受けている可能性が示唆される。

主要成分の総沈着量は4月と7月にピークがある二山構造となっている。

4月は各成分とも多くの沈着量を記録しており、

特にnss-Ca²⁺、nss-Mg²⁺、nss-K⁺は他の月に比べて大変大きい値となっている。

これらは、黄砂に多く含まれる成分であり、ここでも大陸からの影響が示唆される。

7月のピークは降水量の増大によるものであるが、主にNO₃⁻、NH₄⁺及びnss-SO₄²⁻の寄与によるものであり、nss-Ca²⁺、nss-Mg²⁺、nss-K⁺は目だった変化は無い。

3.3 主要成分の相関

期間中の全試料を対象とした主要成分の相関を図7～12及び表6、7に示す。

降水量は各主要イオンの濃度と負の弱い相関を示す。一方、各沈着量とは正の相関を示し、中でもNO₃⁻、NH₄⁺、nss-SO₄²⁻とは中程度の相関を示す。水素イオン濃度はNO₃⁻、NH₄⁺、nss-SO₄²⁻と強い正の相関を示す。他のプラスイオン濃度とも正の相関を示していることから、直接的な関係ではなく、水の汚れ具合といった指標を介しての相関と思われる。

表6 イオン濃度の相関

	降水量	H ⁺	NO ₃ ⁻	NH ₄ ⁺	nss-SO ₄ ²⁻	nss-Ca ²⁺	nss-Mg ²⁺	nss-K ⁺
	mm	(μmol/L)	(μmol/L)	(μmol/L)	(μmol/L)	(μmol/L)	(μmol/L)	(μmol/L)
降水量	1.000							
H ⁺	** -0.366	1.000						
NO ₃ ⁻	** -0.285	** 0.737	1.000					
NH ₄ ⁺	** -0.301	** 0.761	** 0.958	1.000				
nss-SO ₄ ²⁻	** -0.372	** 0.897	** 0.854	** 0.914	1.000			
nss-Ca ²⁺	** -0.272	** 0.399	** 0.724	** 0.723	** 0.659	1.000		
nss-Mg ²⁺	** -0.194	** 0.218	** 0.440	** 0.495	** 0.490	** 0.819	1.000	
nss-K ⁺	* -0.170	** 0.210	** 0.374	** 0.390	** 0.413	** 0.514	** 0.659	1.000

表7 沈着量の相関

	降水量	NO ₃ ⁻	NH ₄ ⁺	nss-SO ₄ ²⁻	nss-Ca ²⁺	nss-Mg ²⁺	nss-K ⁺
	mm	m mol/m ²	m mol/m ²	m mol/m ²	m mol/m ²	m mol/m ²	m mol/m ²
降水量	1.000						
NO ₃ ⁻	** 0.586	1.000					
NH ₄ ⁺	** 0.553	** 0.925	1.000				
nss-SO ₄ ²⁻	** 0.585	** 0.917	** 0.917	1.000			
nss-Ca ²⁺	* 0.149	** 0.471	** 0.507	** 0.407	1.000		
nss-Mg ²⁺	** 0.213	** 0.363	** 0.439	** 0.390	** 0.639	1.000	
nss-K ⁺	0.055	* 0.162	** 0.190	0.137	0.119	* 0.169	1.000

母相関の帰無検定 * : 両側確率5%以下 ** : 同 1%以下

NO_3^- , NH_4^+ , nss-SO_4^{2-} は、濃度・沈着量とも、お互いに対して大変強い正の相関関係に有るだけでなく、他の成分に対しても大変よく似た相関を示している。また、図2, 5のとおり季節変動や経年変化でも良く似た挙動を示していることから、同一の汚染源、若しくは同一の汚染経路を有することが示唆される。一般的に NO_3^- は自動車排気ガス、 nss-SO_4^{2-} は重油若しくは石炭を原料とする固定発生源からの排出ガスが主な原因であることが知られている。これらの排出ガスはそれぞれ独立して変動することが多く、今回のデータの様に季節変動や経年変化でも良く似た挙動を示し、相互の相関も大変強いことを考え合わせると、個別発生源の変動を飲み込むほどの大規模・複合的な発生源からの長距離影響が考えられる。

nss-Ca^{2+} , nss-Mg^{2+} , nss-K^+ 濃度は互いに比較的良好な相関を示している。土壌由来の成分であり、黄砂の影響や土壌の巻上げなどによる影響が考えられる。一方、沈着量では nss-K^+ が他の2成分とは有意な相関が無く、 nss-K^+ は降水量に対する変動が他の成分とは異なる挙動を示すことがわかる。

4. まとめ

- (1) 香美市香北町におけるwet only型採取における降水の変動は、pHはほぼ安定しており、 NO_3^- , NH_4^+ および nss-SO_4^{2-} は沈着量が増加傾向にある。
- (2) 主要成分の濃度はおおむね夏から秋にかけて低く、冬から春にかけて高くなっており、降水量や黄砂等の影響が考えられる。
- (3) 主要成分の総沈着量は4月と7月にピークがある二山構造となっている。

4月のピークは黄砂の影響が見られ、7月のピークは降水量の増大によるものである。

- (4) NO_3^- , NH_4^+ , nss-SO_4^{2-} は、濃度・沈着量とも、お互いに対して大変強い正の相関関係にある。季節変動、経年変化も良く似た変動を示しており、大規模・複合的な発生源からの長距離影響が考えられる。

文 献

- 1) 川村速雄ら：高知県における酸性雨調査（第1報），高知県公害防止センター所報，1，105-112，1984
- 2) 門田泰昌ら：高知県における酸性雨調査（第2報），高知県公害防止センター所報，4，23-32，1987
- 3) 樋口美和ら：高知県における酸性雨調査（第3報），高知県公害防止センター所報，5，29-35，1988
- 4) 岡林理恵ら：高知県における酸性雨調査（第4報），高知県公害防止センター所報，6，29-31，1989
- 5) 岡林理恵ら：高知県における酸性雨調査（第5報），高知県公害防止センター所報，7，34-41，1990
- 6) 岡林理恵ら：高知県における酸性雨調査（第6報），高知県公害防止センター所報，8，29-34，1991
- 7) 岡林理恵ら：高知県における酸性雨調査（第7報），高知県公害防止センター所報，9，35-39，1992
- 8) 鎮西正道ら：高知県における酸性雨調査（第8報），高知県公害防止センター所報，11，49-68，1994
- 9) 植松広子ら：高知県における酸性雨調査（第9報），高知県環境研究センター所報，15，117-124，1998
- 10) 植松広子：高知県における酸性雨調査（第10報），高知県環境研究センター所報，19，27-35，2002
- 11) 武市佳子ら：高知県における酸性雨調査（第11報），高知県環境研究センター所報，20，23-31，2003
- 12) 環境省：湿性沈着モニタリング手引き書（第2版）

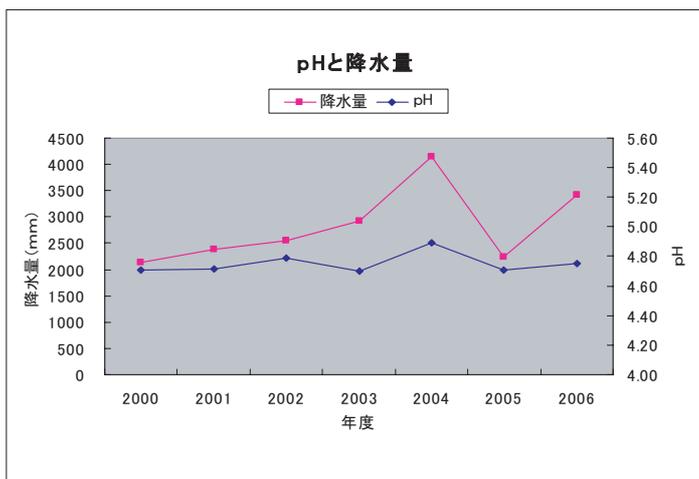


図 1

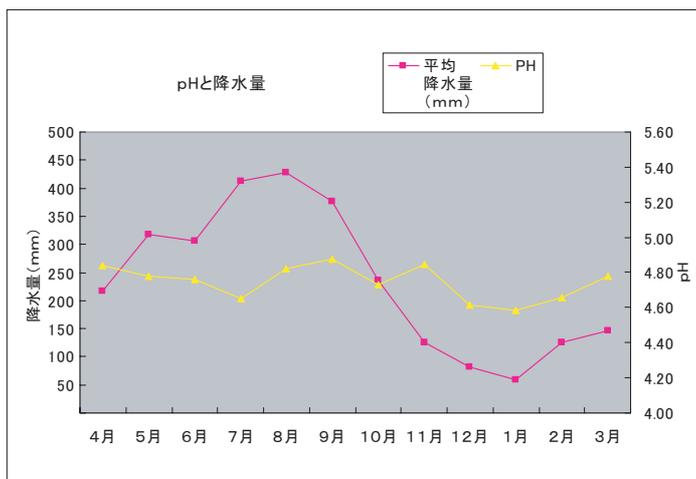


図 4

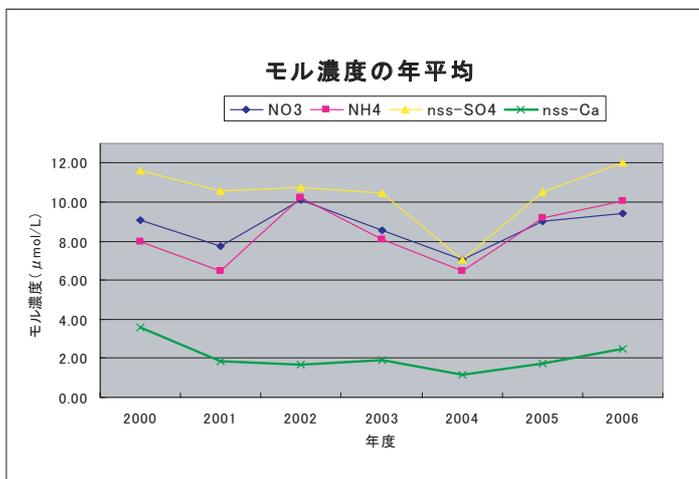


図 2

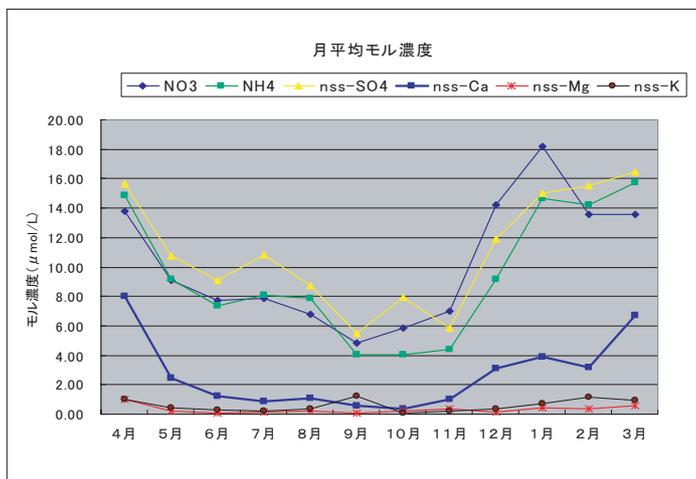


図 5

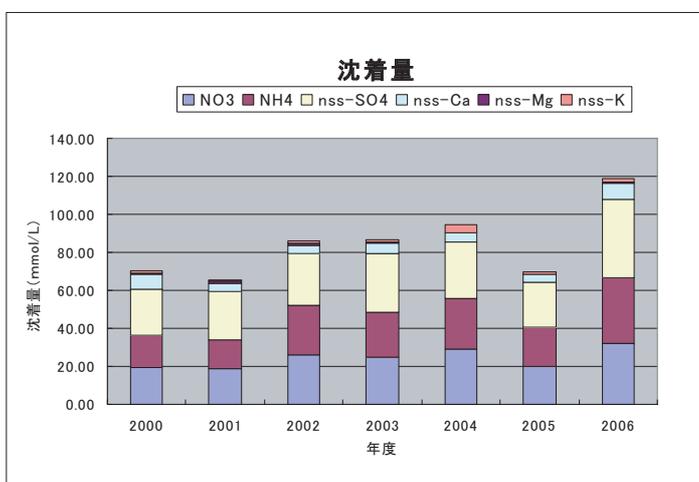


図 3

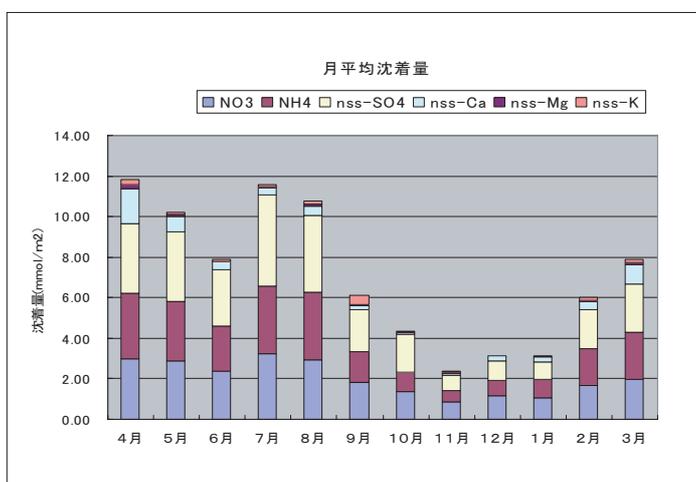


図 6

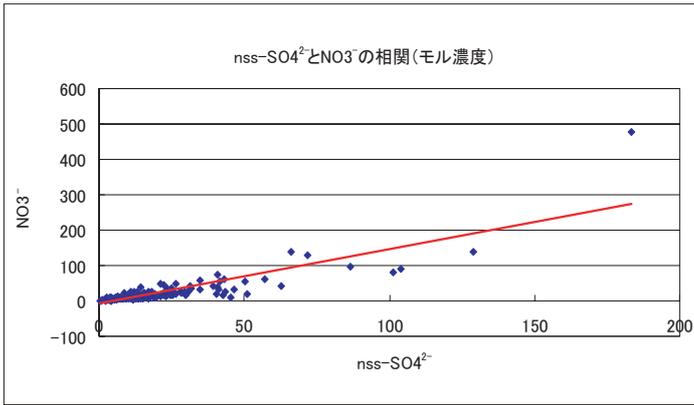


図 7

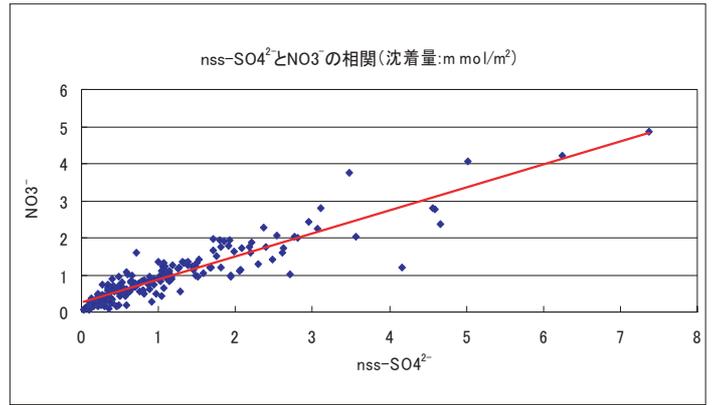


図10

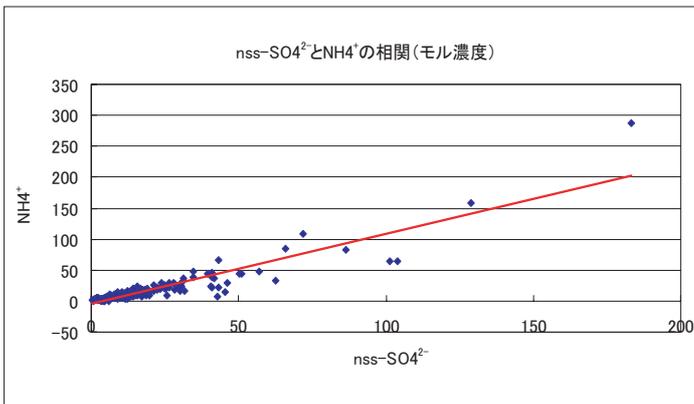


図 8

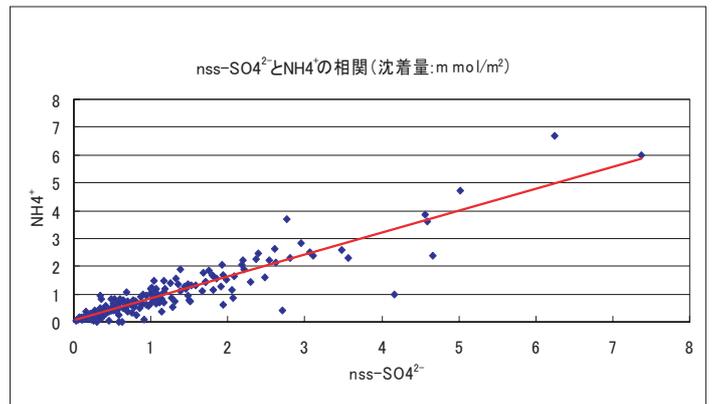


図11

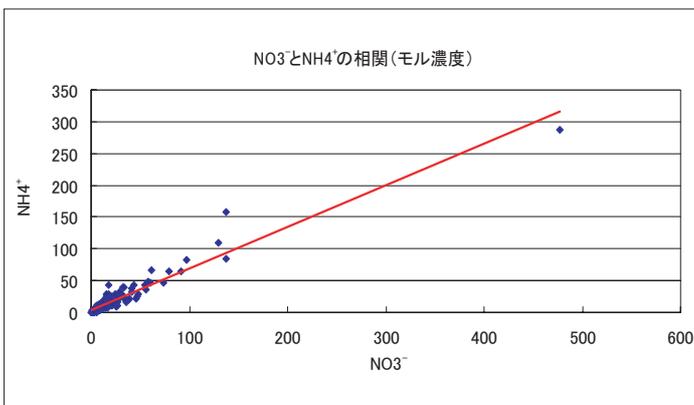


図 9

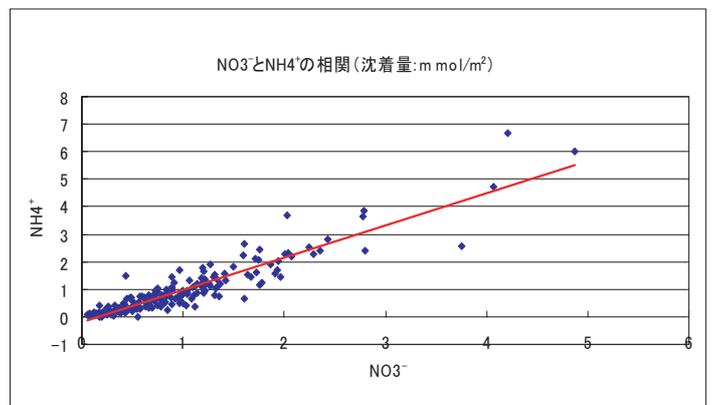


図12

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・会議及び研修への参加 3) 研究発表 (要旨) 4) 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及び編集委員会が認めた場合には、会員以外からの寄稿を受け付ける場合がある。
- (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とする。

- (3) 原稿の執筆
原稿の執筆はワードプロセッサを用い、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
原稿は所属担当チーフ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校までをもって校了とする。初校は著者が行い、再校以降は編集委員会が行う。
- (6) 編集委員会
所報編集委員会は、各担当より一名参加するものとし、編集委員長は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。編集委員会では、提出された原稿の査読を行い、内容に問題のある場合は、著者に修正を求める場合がある。
- (7) 原稿
原稿は6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、キーワード、はじめに、実験、調査 (材料と方法)、結果、考察、おわりに (謝辞)、文献の順序とし、表題及び要旨には英文訳をつける。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

(7) 使用する単位はS I単位系にしたがって表記することを原則とする。ただし容量単位は、リットル (L), 立法メートル (m³) 或いは

ノルマル立方メートル (m³_N) を用いることを原則とする。

(8) 生物名は和名の場合カタカナを用い、学名はイタリック体とする。

4. 表と図

(1) 表と図は本文とは別にA 4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。

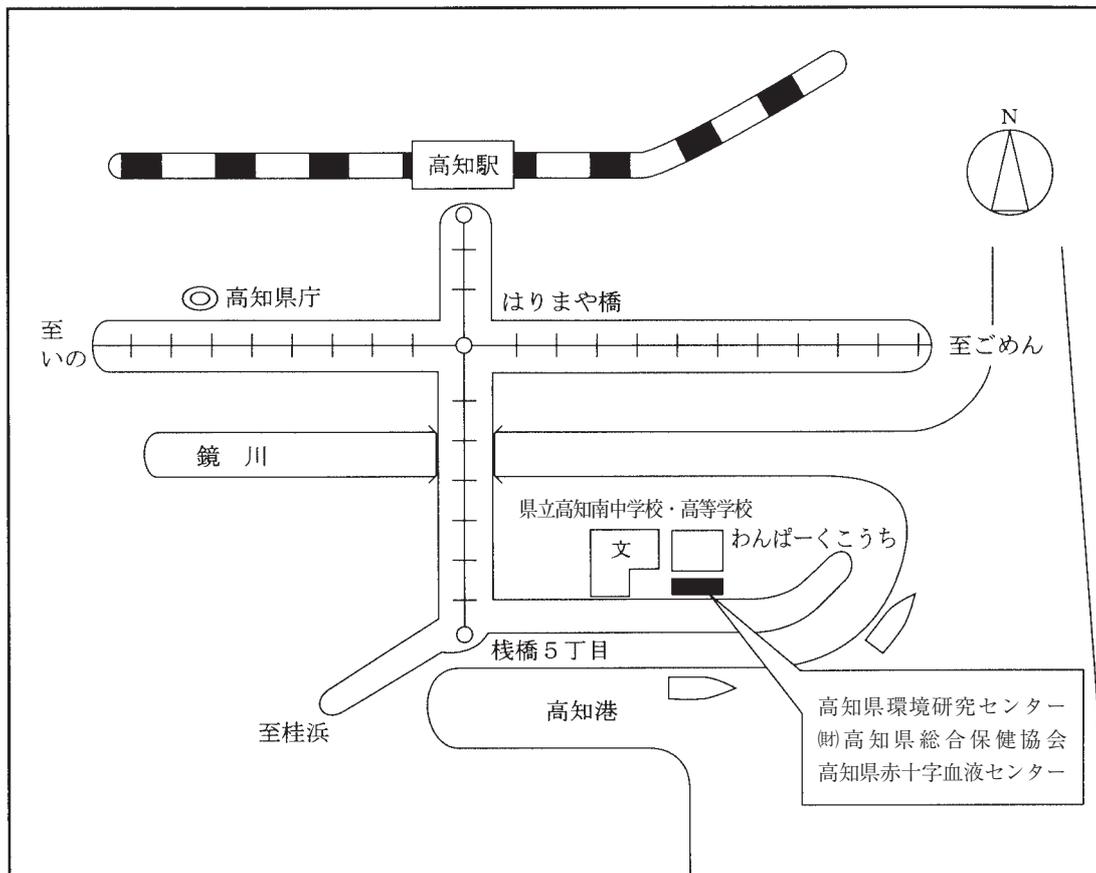
5. 文献

(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

第二十三号

平成18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.23, 2006



古紙配合率100%再生紙を使用しています
白色度は70%です