

平成29年度

# 奈良県景観・環境総合センター研究報告

No.5

2017

ANNUAL REPORT OF  
NARA PREFECTURE LANDSCAPE  
AND ENVIRONMENT CENTER

## はじめに

平素は、奈良県景観・環境総合センターの業務の推進にご理解ご協力を賜り、厚くお礼申し上げます。

この度、平成 29 年度奈良県景観・環境総合センター研究報告が出来上がりましたので、ご報告いたします。

当センターは、平成 25 年 4 月に（旧）奈良県保健環境研究センターから大気環境担当と水環境担当が分離し、奈良県景観・環境保全センターへ統合されて、名称を奈良県景観・環境総合センターと変更されてできたもので、本冊子はその景観・環境総合センターの研究部門（大気係・水質係）について、研究施設の概要や業務概要、調査研究・報告等を取りまとめたものです。

当センターの研究部門では、環境関連の検査業務や、県が環境施策を実施する上で必要とされる技術的支援、調査研究を行っています。

検査業務については、法令に基づく常時監視のための測定や環境行政上必要な測定、また突発的な異常水質等の発生時の原因特定のための水質測定等を行っています。

調査研究については、行政ニーズを踏まえて課題を設定することを心がけるとともに、広域性と地域性を同時に考慮すべき課題については、国環研と複数の地環研等の研究者が参加して共同研究を実施する、いわゆるⅡ型共同研究に積極的に参加するなど、調査研究の充実を図っています。

また、調査研究の実施にあたっては、当センターの実施する調査研究業務に客観的かつ公正な評価を加え、調査研究の充実とその成果の普及を図ることを目的に、外部評価委員会による評価をいただいています。この年報をご覧になった皆様からもご意見、ご助言をいただければ幸いです。

地方環境研究所は、行政の環境施策の実施や危機管理事象への対応を下支えする機関であり、施策執行機関が地方の実態に即した対策を取るための科学的根拠を示すことが求められていると考えます。

これらの期待に応えるべく、日々業務の推進に精励してまいりますので、皆様のご指導、ご支援を賜りますようお願いいたします。

平成 31 年 2 月

奈良県景観・環境総合センター  
所長 藤井 幸雄



# 目 次

## 第1章 総 説

1. 沿 革	1
2. 組 織	1
(1) 機構と事務分掌	1
(2) 職員構成	2
(3) 人事記録	2
(4) 職員名簿	2
3. 施 設	3
(1) 土 地	3
(2) 建 物	3
(3) 奈良県景観・環境総合センター研究施設 配置図	4
4. 新規購入備品	5
5. 予算及び決算	5
6. 企画情報関連	6
(1) 職員の出席した学会，研究会，講習会，研修会等	6
(2) 施設見学	7
(3) 当センター職員を講師とする講演会，技術・研修指導	8
(4) 国立環境研究所・地方環境研究所との共同研究	8
(5) 景観・環境総合センター研究発表会	8
(6) 外部評価制度	8

## 第2章 試験・検査概況

大気係	11
水質係	14

## 第3章 調査研究・報告

### 第1節 研究ノート

1. 微小粒子状物質 (PM <sub>2.5</sub> ) の指標性のある有機炭素成分の一斉分析法の検討とモニタリング 杉本恭利・阪井裕貴・高林愛・山本真緒・中西誠	17
2. 平成28年度PM <sub>2.5</sub> 成分分析の結果について 阪井裕貴・高林愛・山本真緒・杉本恭利・中西誠	21
3. 奈良における空間放射線量率の変動要因について 中山義博・杉本恭利・中西誠	26
4. 河川水中の薬用石鹼成分の調査 北村栄治・浦西洋輔・佐羽俊也	32
5. ニセネコゼミジンコを用いた工場排水の生物影響評価について 平井佐紀子・佐羽俊也	35
6. WET法による大和川水系の生物影響評価について (第2報) 長尾舞・平井佐紀子・佐羽俊也	38

第2節 資料

1. 奈良県における環境放射能調査（平成29年4月～平成30年3月）

..... 中山義博・杉本恭利・中西 誠 41

第3節 他誌掲載論文の抄録 ..... 43

第4節 研究発表の抄録 ..... 45

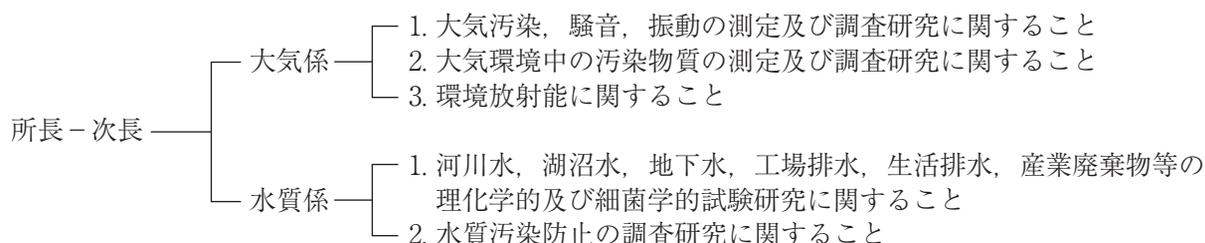
奈良県景観・環境総合センター研究報告投稿規定 ..... 47

# 1. 沿革

- (1) 昭和 23 年 6 月 25 日 奈良県告示第 167 号を以て、奈良市登大路町奈良県庁内に奈良県衛生研究所を設置
- (2) 昭和 28 年 3 月 31 日 奈良県条例第 11 号を以て、奈良市油阪町に庁舎を新築移転
- (3) 昭和 41 年 3 月 30 日 奈良市西木辻八軒町に奈良保健所との合同庁舎を新築移転
- (4) 昭和 46 年 3 月 24 日 奈良市大森町に独立庁舎を新築移転
- (5) 昭和 46 年 5 月 1 日 奈良県行政組織規則の改正により、総務課、環境公害課、予防衛生課の 3 課を設置
- (6) 昭和 48 年 4 月 1 日 奈良県行政組織規則の改正により、食品化学課を新設
- (7) 昭和 50 年 2 月 28 日 前庁舎に接して約 1,276m<sup>2</sup> の庁舎を新築
- (8) 昭和 62 年 4 月 1 日 奈良県行政組織規則の改正により、総務課、公害課、環境課、食品化学課、予防衛生課の 5 課制に編成替え
- (9) 平成 2 年 4 月 1 日 奈良県行政組織規則の改正により、総務課、大気課、水質課、食品生活課、予防衛生課に編成替え
- (10) 平成 12 年 4 月 1 日 県感染症情報センターを所内に設置
- (11) 平成 14 年 4 月 1 日 奈良県行政組織規則の改正により、奈良県保健環境研究センターと名称変更し総務課と試験研究グループ（大気環境担当、水環境担当、食品担当、ウイルス・細菌担当）に編成替え
- (12) 平成 18 年 4 月 1 日 奈良県行政組織規則の改正により、総務課、精度管理担当、大気環境担当、水環境担当、食品担当、ウイルス・細菌担当に編成替え
- (13) 平成 22 年 4 月 1 日 技術担当を置く
- (14) 平成 23 年 4 月 1 日 技術担当を解く
- (15) 平成 25 年 4 月 1 日 奈良県行政組織規則の改正により、大気環境担当及び水環境担当は奈良県景観・環境総合センターの試験研究部門として大気係、水質係に編成替え。奈良県保健環境研究センターは奈良県保健研究センターと名称変更し、総務課、精度管理担当、食品担当、細菌担当、ウイルス・疫学情報担当に編成替え。試験研究施設は桜井市栗殿に新築移転。

## 2. 組織（試験研究部門のみ）

### (1) 機構と事務分掌（平成 30 年 4 月 1 日現在）



## (2) 職員構成

(平成30年4月1日現在)

区分	事務職員	技術職員				計
		薬学	獣医学	理工農学	臨床検査学	
所長	1					1
次長				1		1
大気係				6		6
水質係			1	5		6
計	1		1	12		14

## (3) 人事記録

## 退職及び転出

H30.3.31 次長 高岡 茂 高田しごと i センターへ  
 統括主任研究員 佐羽 俊也 環境政策課へ  
 指導研究員 北村 栄治 広域水道センターへ

## 転入及び昇格

H30.4.1 次長 高木 康人 環境政策課から  
 統括主任研究員 山下 浩一 保健研究センターから  
 指導研究員 浦西 克維 廃棄物対策課から  
 主任研究員 山本 真緒 主任主事から

## (4) 職員名簿

(平成30年4月1日現在)

係名	職名	氏名	係名	職名	氏名
	所長	藤井 幸雄			
	次長	高木 康人			
大気係	統括主任研究員	中西 誠	水質係	統括主任研究員	山下 浩一
	総括研究員	杉本 恭利		指導研究員	平井 佐紀子
	主任研究員	山本 真緒		指導研究員	浦西 克維
	主任主事	高林 愛		主任主事	川辺 千明
	主事	阪井 裕貴		主任主事	長尾 舞
	技師補	中山 義博		主任主事	浦西 洋輔

### 3. 施 設（試験研究施設のみ）

#### (1) 土 地

（平成 30 年 4 月 1 日現在）

地 名	地 目	面 積	現在の状況	所 有 者
桜井市粟殿 1000 番地	宅 地	8,741.86m <sup>2</sup>	宅 地	奈 良 県

#### (2) 建 物

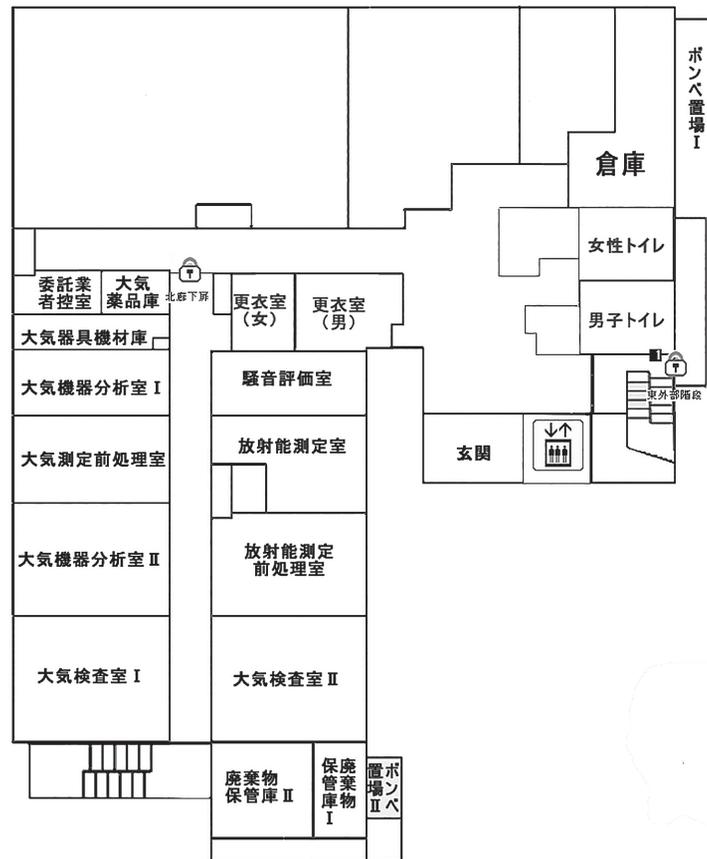
（平成 30 年 4 月 1 日現在）

施 設	面 積	使用開始年月日	建物経過年数	所 有 者
本館鉄筋コンクリート 4 階	3,264.17m <sup>2</sup>	平成 25 年 4 月 1 日	5 年	奈 良 県
（ 本 館 1 階 ）	(860.13)			
（ 本 館 2 階 ）	(786.77)			
（ 本 館 3 階 ）	(786.77)			
（ 本 館 4 階 ）	(786.77)			
（ 本 館 P1 階 ）	(43.73)			
倉庫	7.00	平成 25 年 4 月 1 日	5 年	

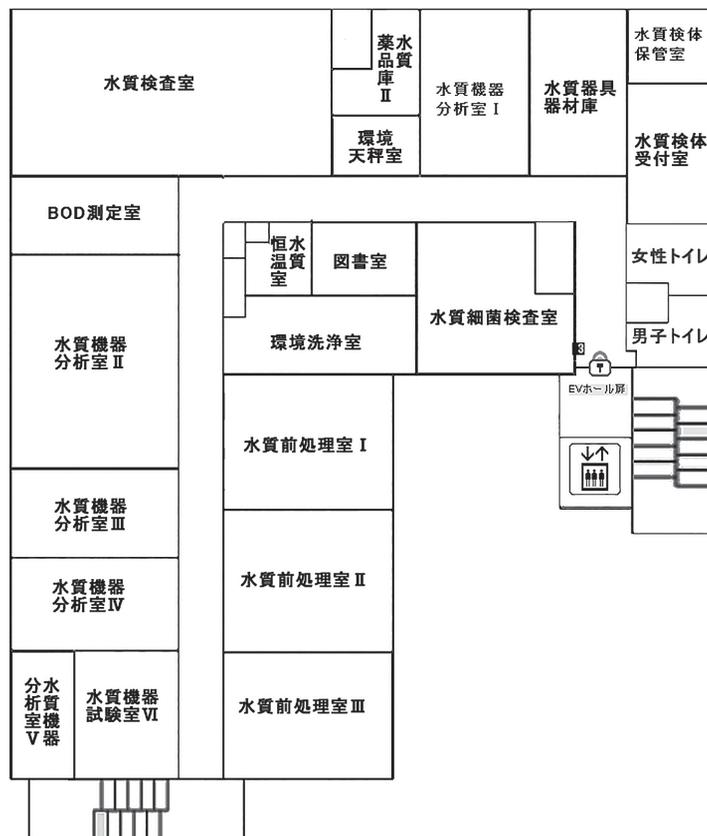
※大気係は 1 階西棟，水質係は 2 階全棟にて試験研究を実施。

(3) 奈良県景観・環境総合センター試験研究施設 配置図

(1 階)



(2 階)



#### 4. 新規購入備品（単価 20 万円以上）

品 名	規 格	購入年月日
高周波誘導結合プラズマ質量分析装置	アジレント・テクノロジー株式会社製 Agilent7900ICP-MS	H29. 9. 27
ゲルマニウム核種分析半導体検出器	セイコー・イージーアンドジー株式会社製 GEM25-70	H29. 11. 16
ハイボリュームエアサンプラ	紀本電子工業株式会社製 MODEL-120SL	H30. 2. 26

#### 5. 予算及び決算（平成 29 年度）

検査手数料（証紙収納額）

（単位 円）

種 別	内 訳	予 算 額	証紙収納額
景観・環境総合センター手数料	大気試験	143,000	0
	水質試験	3,167,000	2,945,390
合 計		3,310,000	2,945,390

歳 出

（単位 円）

款・項・目	予 算 額	支 出 額	残 額
(款) 医療政策費	280,000	269,472	10,528
(項) 保健予防費	280,000	269,472	10,528
(目) 保健研究センター費	280,000	269,472	10,528
(款) くらし創造費	20,530,028	18,719,577	1,810,451
(項) 環境管理費	20,530,028	18,719,577	1,810,451
(目) 環境保全対策費	17,591,028	15,935,341	1,655,687
(目) 廃棄物対策費	2,939,000	2,784,236	154,764
合 計	20,810,028	18,989,049	1,820,979

\*景観・環境総合センター大気係及び水質係執行分のみ計上（人件費を含まず）

## 6. 企画情報関連

### (1) 職員の出席した学会，研究会，講習会，研修会等

#### i) 大気係

年・月・日	内 容	開 催 地
H29. 5. 18 ~ 6. 2	機器分析研修	所沢市
5. 30	Dionex IC 技術説明会	大阪市
6. 7	GC/MS 技術講習会 島津サイエンス	桜井市
6. 8 ~ 9	Ⅱ型共同研究「PM <sub>2.5</sub> 」閉鎖性海域周辺汚染グループ会合及び技術講習会	神戸市
6. 16	国立環境研究所公開シンポジウム	大津市
7. 7	LC/MS/MS 技術講習会 日本ウォーターズ	桜井市
8. 28 ~ 9. 1	アスベスト分析研修 (第2回)	所沢市
9. 1	全国環境研協議会支部総会	京都市
9. 6 ~ 8	第58回大気環境学会年会	神戸市
10. 25	平成29年度低周波音測定評価方法講習会(中級編)	大阪市
11. 9	ゲルマニウム検出器セミナー	東京都
11. 5 ~ 10	環境放射線測定の入門及び環境放射能分析の入門	千葉市
11. 11	なら県政出前トーク	奈良市
11. 13 ~ 14	第44回環境保全・公害防止研究発表会	長崎市
12. 14	第43回全環研協議会 東海・近畿・北陸支部共同調査研究(越境/広域大気汚染)情報交換会	名古屋市
12. 15	全環研支部共同調査研究情報交換会	名古屋市
12. 20	全環研騒音小委員会会議	東京都
H30. 1. 15 ~ 16	化学物質環境実態調査環境科学セミナー	東京都
1. 23	環境省一般公開シンポジウム	京都市
1. 25 ~ 26	全環研東海・近畿・北陸支部研究会	奈良市
1. 30	放射能の人体影響概論	千葉市
2. 7	平成29年度気象解析勉強会	東京都
2. 8	Ⅱ型共同研究「PM <sub>2.5</sub> 」高濃度汚染解析グループ及び輸送汚染グループ合同会合	東京都
2. 13	Ⅱ型共同研究「PM <sub>2.5</sub> 」レセプターモデル勉強会	東京都
2. 14	Ⅱ型共同研究「PM <sub>2.5</sub> 」都市汚染グループ会合	東京都
2. 15 ~ 16	第33回全国環境研究所交流シンポジウム	つくば市
2. 21	全国環境研協議会総会	東京都
2. 22	地方公共団体環境試験研究機関等	東京都
3. 8	文科省平成29年度公開シンポジウム	東京都
3. 16	大気環境学会環境大気モニタリング分科会第42回研究会	東京都

ii) 水質係

年・月・日	内 容	開 催 地
H29. 5. 16	水質分析セミナー	京都市
5. 24	水道水質分析セミナー	大阪市
5. 26	元素分析セミナー	豊中市
5. 30	Dionex IC 技術説明会	大阪市
6. 29	オートアナライザー・メンテナンスセミナー	大阪市
6. 30	オートアナライザーシンポジウム	大阪市
7. 10 ~ 11	Ⅱ型共同研究「WET 手法を用いた水環境調査のケーススタディ」 平成 29 年度第 1 回ワークショップ	太宰府市
7. 19	「廃棄物の適正処理・水処理に係る研究助成制度」研究成果発表 会	大阪市
9. 24 ~ 10. 6	VOCs 分析研修	所沢市
11. 2	エレメンタルセミナー 2017	大阪市
11. 13 ~ 14	第 44 回環境保全・公害防止研究発表会	長崎市
12. 19	平成 29 年度奈良県災害廃棄物対策教育・訓練【基礎編】	橿原市
12. 19 ~ 20	Ⅱ型共同研究「WET 手法を用いた水環境調査のケーススタディ」 平成 29 年度第 2 回ワークショップ	大津市
H30. 1. 15 ~ 16	化学物質環境実態調査環境科学セミナー	東京都
1. 25 ~ 26	全環研東海・近畿・北陸支部研究会	奈良市
2. 2	平成 29 年度全国環境研協議会 東海・近畿・北陸支部有害化学 物質部会	大阪市
2. 14	平成 29 年度奈良県災害廃棄物対策教育・訓練【実践編】	橿原市
2. 15 ~ 16	第 33 回全国環境研究所交流シンポジウム	つくば市
2. 22	GC 及び HPLC 分析基礎セミナー	大阪市
3. 9	廃棄物資源循環学会中国・四国支部講演会（災害廃棄物関連）	広島市
3. 12	平成 29 年度環境測定分析統一精度管理調査結果説明会	大阪市
3. 13	平成 29 年度環境測定分析統一精度管理東海・近畿・北陸支部ブ ロック会議	福井市
3. 14 ~ 17	第 52 回日本水環境学会年会	札幌市

(2) 施設見学

年・月・日	見 学 者	人 数
—	—	—

(3) 当センター職員を講師とする講演会、技術・研修指導

年・月・日	内 容	対 象 者	担 当
H29. 9. 12 ~ 15	平成 29 年度奈良県立医科大学 公衆衛生学実習	奈良県立医科大学医学部 4 年生 4 名	水質係

(4) 国立環境研究所・地方環境研究所との共同研究

i) 独立行政法人国立環境研究所と地方環境研究所等との第Ⅱ型共同研究

「WET 手法を用いた水環境調査のケーススタディ」水質係 平井佐紀子 長尾舞

「PM<sub>2.5</sub> の環境基準超過をもたらす地域的 / 広域的汚染機構の解明」

大気係 杉本恭利 山本真緒 高林愛 阪井裕貴

(5) 保健研究センター研究発表会

i) 平成 29 年 6 月 23 日

「GC/MS 法と LC/MS/MS 法による PM<sub>2.5</sub> 中レボグルコサンの測定検討」大気係 阪井裕貴

「奈良県内の地下水質について」水質係 北村栄治

ii) 平成 30 年 2 月 23 日

「奈良県における PM<sub>2.5</sub> 成分中のシュウ酸イオンのモニタリング結果について」大気係 高林 愛

「WET 手法による事業所排水の生物影響評価について」水質係 平井佐紀子

(6) 外部評価制度

i) 外部評価制度の導入

調査研究業務に客観的かつ公正な評価を加え、調査研究の充実とその成果の普及を図ることを目的に、平成 19 年度から保健環境研究センターとして外部評価制度を導入している。

平成 25 年度からは、保健環境研究センター大気環境担当・水環境担当が、景観・環境総合センター大気係・水質係へと組織変更され、保健環境研究センターは保健研究センターと名称変更されたが、外部評価制度は両者合同で行っている。

外部評価委員

(平成 29 年 4 月 1 日現在)

	氏 名	所 属
委員長	藤井 智康	奈良教育大学
副委員長	多賀 淳	近畿大学
委 員	矢野 寿一	奈良県立医科大学
委 員	須崎 康恵	奈良県立医科大学
委 員	瀬戸 繭美	奈良女子大学

ii) 平成 29 年度評価対象となった調査研究（当センター一分のみ抜粋）

担 当	主任研究者	課 題 名	共同研究者
大 気 係	杉本 恭利	「微小粒子状物質（PM <sub>2.5</sub> ）の指標性のある有機炭素成分の一斉分析法の検討とモニタリング」	山本 真緒 高林 愛 阪井 裕貴
水 質 係	長尾 舞	「ニセネコゼミジンコを使用した WET 法による県内河川水の生物影響評価」	平井佐紀子

iii) 外部委員による総合評価

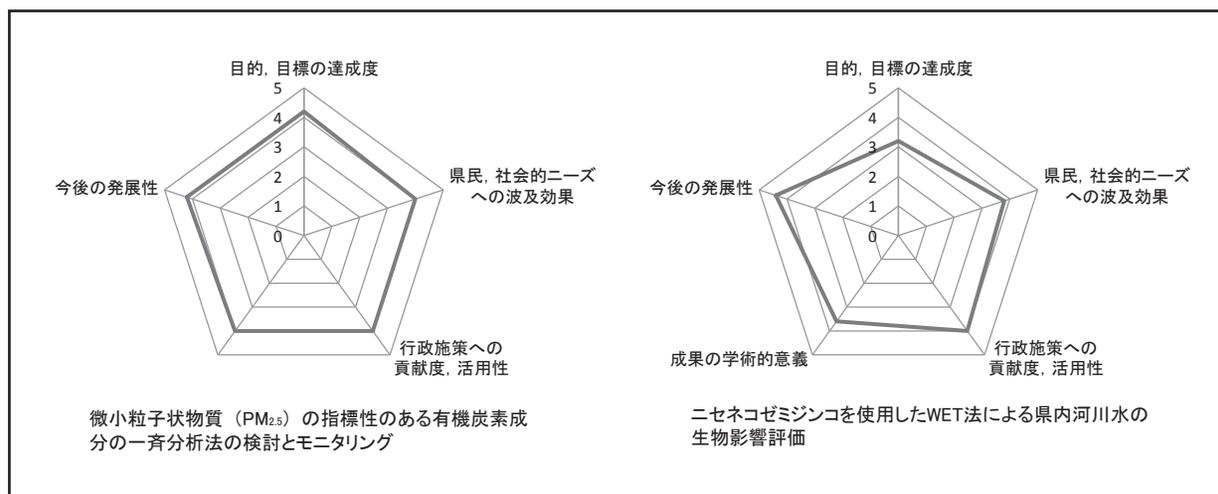
平成 29 年度の調査研究について、全体を通じ次のように評価された。

- ・ どの研究も健康に関わる問題であり、大変興味深い内容である。
- ・ 行政の通常の業務をこなしながら精力的に研究を行っている。
- ・ 各研究について、課題も見つかっているので次につなげて欲しい。
- ・ この研究のどこがおもしろいのか、何がわかってどのような効果があるのか、平易に説明できれば良いと思う。小学生にもわかるような表現を用いて、ホームページなどで伝えて欲しい。

iv) 外部委員による個別評価

外部委員による評価は、①目的・目標の達成度、②県民・社会的ニーズへの波及効果、③行政施策への貢献度、活用性、④成果の学術的意義、⑤今後の発展性の観点から行われる。

それぞれについて、5段階評価で行い各委員の平均で表した。





# 大 気 係

大気係の業務は、大気中の特定粉じん、二酸化窒素、降下ばいじんの調査、有害大気汚染物質のモニタリング調査、微小粒子状物質成分分析調査、酸性雨調査、放射能の測定（原子力規制委員会委託）、騒音の環境調査等である。

平成29年度に実施した業務内容の概要は以下のとおりである。

## 1. 大気環境

大気汚染物質による大気環境の状況を把握するために以下の調査を実施した。平成29年度に実施した大気汚染関係の検体数及び項目数を表1、表2に示した。

### 1) 特定粉じん（アスベスト）の調査

#### (1) 環境調査

大気中の特定粉じんの環境測定を、住宅地域（天理市）、商業地域（大和高田市）、工業地域（大和郡山市）、旧アスベスト製品取扱工場周辺（王寺町、斑鳩町）の計5箇所での調査を季節毎に年4回行った（60検体）。

#### (2) 発生源調査

解体作業等の現場3カ所で調査を行った。（39検体）

### 2) 大気汚染状況（簡易法による二酸化窒素（NO<sub>2</sub>）等の調査

大気汚染の常時監視を補完するための調査で、トリエタノールアミン円筒ろ紙法（TEA法）によるNO<sub>2</sub>等の測定を、一般環境2地点と沿道1地点の3地点について毎月行った（36検体）。

### 3) 大気汚染状況（降下ばいじん量）の調査

桜井市において、簡易デポジットゲージ法により、降下ばいじん量の測定を毎月行った（12検体）。

### 4) 有害大気汚染物質調査

#### (1) 優先取組物質【VOC】の測定

テトラクロロエチレン、トリクロロエチレン、ベンゼン等の11物質を、一般環境（天理市）、沿道（橿原市）、発生源周辺（大和郡山市）の3地点でキャニスター採取、GC/MS法で毎月測定した（84検体）。

また、酸化エチレンを一般環境（天理市）、沿道（橿原市）の2地点で捕集管採取、GC/MS法で毎月測定した（84検体）。

#### (2) 優先取組物質【アルデヒド類】の測定

ホルムアルデヒド、アセトアルデヒドの2物質を一般環境（天理市）、沿道（橿原市）の2地点で捕集管採取、HPLC法で毎月測定した（72検体）。

#### (3) 優先取組物質【水銀】の測定

一般環境（天理市）、沿道（橿原市）、発生源周辺（大和郡山市）の3地点で捕集管捕集法（アマルガム捕集

表1 平成29年度 大気汚染測定一覧表（検体数）

業務区分	測定内容	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	合計	
行政測定	特定粉じん	15	0	0	15	9	4	28	4	5	15	0	4	99	
	簡易法監視	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	36	
	降下ばいじん	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12	
	有害大気汚染物質	VOC(11)	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	84
		酸化エチレン	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	84
		アルデヒド(2)	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	72
		水銀	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	84
		金属(5)	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	84
	ベンゾ(α)ピレン	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	72	
	要監視項目	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12
	微小粒子状物質	イオン(9)	0	42	0	0	42	0	0	42	0	42	0	0	168
		無機元素成分(29)	0	42	0	0	42	0	0	42	0	42	0	0	168
		炭素成分(8)	0	42	0	0	42	0	0	42	0	42	0	0	168
		質量濃度	0	42	0	0	42	0	0	42	0	42	0	0	168
	酸性雨	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	12
	小計	61	214	46	61	223	50	74	218	51	229	46	50	1,323	
	依頼測定	簡易法監視	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
浮遊粒子成分		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
小計		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
自主検査	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	8		
合計	61	214	46	61	223	50	82	218	51	229	46	50	1,331		

※有害大気汚染物質及び微小粒子状物質については、トラベラーズブルーを含む。

表2 平成29年度 大気汚染測定一覧表(項目数)

業務区分	測定内容	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	合計	
行政測定	特定粉じん	アスベスト	15	0	0	15	9	4	28	4	5	15	0	4	99
	簡易法監視	NO2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	36
	降下ばいじん	ばいじん量	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12
		VOC(11)	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	924
	有害大気汚染物質	酸化エチレン	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	84
		アルデヒド(2)	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	144
		水銀	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	84
		金属(5)	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	420
		ベンゾ(a)ピレン	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	72
	要監視項目	VOC(3)	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	36
	微小粒子状物質	イオン(9)	0	378	0	0	378	0	0	378	0	378	0	0	1512
		無機元素成分(29)	0	1218	0	0	1218	0	0	1218	0	1218	0	0	5040
		炭素成分(8)	0	336	0	0	336	0	0	336	0	336	0	0	1344
		質量濃度	0	42	0	0	42	0	0	42	0	42	0	0	168
酸性雨		イオン等(11)	11	11	11	11	0	11	11	11	11	11	11	11	121
	小計	177	2178	162	177	2176	166	190	2182	167	2193	162	166	10096	
依頼測定	簡易法監視	SO2,NO2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	浮遊粒子成分	SPM等(10)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	小計		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	自主検査		0	0	0	0	210	0	252	1880	252	462	0	0	3056
	合計		177	2178	162	177	2386	166	442	4062	419	2655	162	166	13152

VOC(11): アクリロトリル, 塩化ビニルモノマー, クロホルム, 1,2-ジクロロエタン, ジクロロメタン, テトラクロロエチレン, トリクロロエチレン, 1,3-ブタジエン, ベンゼン, トルエン, 塩化メチル  
 アルデヒド(2): ホルムアルデヒド, アセトアルデヒド  
 金属(5): ニッケル化合物, ヒ素及びその化合物, ベリリウム及びその化合物, マンガン及びその化合物, クロム及びその化合物  
 VOC(3): キシレン類, 四塩化炭素, 1,1,1-トリクロロエタン  
 イオン(9):  $SO_4^{2-}$ ,  $NO_3^-$ ,  $NO_2^-$ ,  $Cl^-$ ,  $NH_4^+$ ,  $Na^+$ ,  $K^+$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$   
 無機元素成分(30): Na, Al, K, Ca, Sc, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, As, Se, Rb, Mo, Sb, Cs, Ba, La, Ce, Sm, Hf, W, Ta, Th, Pb  
 炭素成分(8): 有機炭素(OC1, OC2, OC3, OC4) 元素状炭素(EC1, EC2, EC3) 炭素補正值(OCpyro)  
 イオン等(11): 降水量, pH, EC,  $Cl^-$ ,  $NO_3^-$ ,  $SO_4^{2-}$ ,  $NH_4^+$ ,  $Na^+$ ,  $K^+$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$   
 SPM等(10): SPM, Fe, Mn, Na, Cu, Zn, Pb, Cd,  $NO_3^-$ , ベンゾ(a)ピレン

管), ダブルアマルガム方式水銀測定装置で毎月測定した(84検体).

(4) 優先取組物質【金属5物質】の測定

一般環境(天理市), 沿道(橿原市), 発生源周辺(大和郡山市)の3地点でハイボリュームエアサンプラー採取, マイクロウェーブ加圧容器法で前処理の後, ICP/MS法により, 毎月測定した(84検体).

(5) 優先取組物質【ベンゾ(a)ピレン】の測定

一般環境(天理市), 沿道(橿原市)の2地点でハイボリュームエアサンプラー採取, 超音波抽出, HPLC法で毎月測定した(72検体).

5) 要監視項目の測定

一般環境(天理市)1地点でキシレン類, 及びオゾン層破壊物質(四塩化炭素, 1,1,1-トリクロロエタン)計3項目をキャニスター採取, GC/MS法で毎月測定した(12検体).

6) 微小粒子状物質(PM<sub>2.5</sub>)の成分分析調査

一般環境(天理局, 桜井局)2地点で成分分析調査を実施した. 調査日は平成29年5月, 8月, 11月, 30年2月の4季各14日間であった.

(1) イオン成分の測定

イオン成分( $SO_4^{2-}$ ,  $NO_3^-$ ,  $NO_2^-$ ,  $Cl^-$ ,  $NH_4^+$ ,  $Na^+$ ,  $K^+$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ )合計9項目を測定した(168検体).

(2) 無機元素成分の測定

無機元素成分(Na, Al, K, Ca, Sc, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, As, Se, Rb, Mo, Sb, Cs, Ba, La, Ce, Sm, Hf, W, Ta, Th, Pb)合計29成分を測定した(168検体).

(3) 炭素成分の測定

炭素成分(有機炭素OC1, OC2, OC3, OC4 元素状炭素EC1, EC2, EC3 炭素補正值OCpyro)合計8成分を測定した(168検体).

(4) 質量濃度の測定

質量濃度を測定した(168検体).

7) 酸性雨調査

桜井市において降雨時自動開放型採取装置で採取した雨水について, 降水量, pH, 導電率, イオン成分濃度の測定を毎月行った(11検体). 8月測定分については, 機器不良により欠測とした.

8) 精度管理調査

(1) 大阪府が行うPM<sub>2.5</sub>成分分析度クロスチェックに参加し, イオン成分(8成分), 金属成分(29成分), 全炭素について計9検体の測定を行った.

(2) 国が実施した放射能分析確認調査に参加し, 分析比較試料7検体の分析を行った.

## 2. 放射能

原子力規制委員会委託環境放射能水準調査事業として、降水、大気浮遊じん、降下物、蛇口水の放射性核種の分析及び空間放射線量率の測定については年間を通じて行った。また、茶葉等の食品試料については8検体の測定を行った。検体数および項目数については、表3、表4に示した(514検体)。

## 3. 騒音・振動

### (1) 自動車騒音測定

道路沿道の自動車騒音について、3地点において24時間の騒音測定を行った。

### (2) 発生源周辺調査

事業場周辺の騒音・振動について、騒音、振動の測定はなかった。

### (3) 関係機関への騒音計、振動レベル計の貸出

市町村等関係機関に騒音計、振動レベル計等の貸出を行った(8件)。

## 4. 調査研究等

### 1) 調査研究

「PM<sub>2.5</sub>の環境基準超過をもたらす地域的/広域的汚染機構の解明」Ⅱ型共同研究

「微小粒子状物質(PM<sub>2.5</sub>)の指標性のある有機炭素成分の一斉分析法の検討とモニタリング」(外部評価)

### 2) 事業に係る技術等検討

事業に係る技術等検討として平成29年度は以下の課題について検討を行った。

(1)「奈良県におけるモニタリングポストの空間線量率の変動について」中山義博

(2)「微小粒子状物質(PM<sub>2.5</sub>)自動測定器におけるテープろ紙による測定検討」山本真緒

(3)「大気中微小粒子状物質(PM<sub>2.5</sub>)中のガス成分についての分析法の検討」高津 愛

(4)「PM<sub>2.5</sub>中有機炭素成分の多成分同時分析に関する研究」阪井裕貴

表3 平成29年度 放射能測定一覧表(検体数)

業務区分	測定区分	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	合計
行政測定	環境放射能	37	40	42	43	41	51	44	42	39	39	33	39	490
	食品放射能	0	0	1	2	2	0	1	0	0	2	0	0	8
	精度管理(その他)	1	0	1	1	7	0	1	2	1	0	1	1	16
	小計	38	40	44	46	50	51	46	44	40	41	34	40	514
	自主検査	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	合計	38	40	44	46	50	51	46	44	40	41	34	40	514

表4 平成29年度 放射能測定一覧表(項目数)

業務区分	測定区分	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	合計
行政測定	環境放射能	39	42	46	49	43	87	46	44	43	41	35	43	558
	食品放射能	0	0	3	6	6	0	3	0	0	6	0	0	24
	精度管理(その他)	64	0	64	64	448	0	64	128	64	0	64	64	1024
	小計	103	42	113	119	497	87	113	172	107	47	99	107	1606
	自主検査	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	合計	103	42	113	119	497	87	113	172	107	47	99	107	1606

# 水 質 係

水質係では、水質汚濁防止法に基づく公共用水域の水質常時監視、排水基準監視、地下水の水質常時監視に関する水質検査、廃棄物処理法に基づく一般廃棄物・産業廃棄物施設関係の水質検査、県行政機関依頼の緊急的な水質検査、及び景観・環境総合センター手数料条例に基づく各種の水質検査等を実施した。平成29年度に実施した業務の概要は次のとおりであり、実施した検査の検体数及び項目数を表1及び表2に示した。

## 1. 行政検査

### 1) 河川水等の検査

#### (1) 公共用水域の水質監視

公共用水域の水質汚濁状況を常時監視するために、「平成29年度公共用水域及び地下水の水質測定計画」に基づいて大和川、紀の川、淀川の72地点の水質検査を実施した。検査項目は、一般項目として透視度等3項目、生活環境項目としてBOD等10項目、健康項

表1 平成29年度 水質検査一覧表（検体数）

区分		月	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	合計
河川水等	行政検査	公共用水域	38	36	35	38	33	43	38	33	32	38	23	34	421
		行政河川	3	63	24	27	18	33	21	30	19	23	29	19	309
		小計	41	99	59	65	51	76	59	63	51	61	52	53	730
	依頼検査	依頼河川	4	7	18	14	7	3	9	17	10	0	33	5	127
	自主検査	調査	2	0	0	0	2	0	10	11	2	0	9	7	43
小計			47	106	77	79	60	79	78	91	63	61	94	65	900
排水水等	行政検査	立入	15	15	16	17	18	14	13	18	14	9	9	0	158
		行政放流水	2	6	3	1	4	3	3	5	1	2	5	0	35
		小計	17	21	19	18	22	17	16	23	15	11	14	0	193
	依頼検査	放流水	1	11	1	13	0	8	2	10	1	5	0	5	57
	自主検査	調査	0	0	1	1	0	0	0	3	0	1	0	7	13
小計			18	32	21	32	22	25	18	36	16	17	14	12	263
地下水	行政検査	定期調査	0	0	8	11	15	5	1	1	0	0	0	0	41
		行政地下水	0	11	1	5	13	0	15	16	0	15	7	0	83
		再調査	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	自主検査	調査	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	小計			0	11	9	16	28	5	16	17	0	15	7	0
底質等	行政検査	0	15	0	0	1	2	0	1	0	0	1	0	0	20
	自主検査	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	小計	0	15	0	0	1	2	0	1	0	0	1	0	0	20
ゴルフ場排水	行政検査	0	0	0	0	0	11	0	0	0	0	0	0	0	11
	依頼検査	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	小計	0	0	0	0	0	11	0	0	0	0	0	0	0	11
合計			65	164	107	127	111	122	112	145	79	93	116	77	1,318

表2 平成29年度 水質検査一覧表（項目数）

区分		月	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	合計
河川水等	行政検査	公共用水域	459	779	589	564	962	891	522	394	368	529	326	372	6,755
		行政河川	28	321	144	213	123	198	123	330	122	160	197	116	2,075
		小計	487	1,100	733	777	1,085	1,089	645	724	490	689	523	488	8,830
	依頼検査	依頼河川	8	92	99	94	44	30	54	126	76	0	185	30	838
	自主検査	調査	16	0	0	0	16	0	26	34	16	0	18	44	170
小計			511	1,192	832	871	1,145	1,119	725	884	582	689	726	562	9,838
排水水等	行政検査	立入	88	80	92	103	108	90	88	102	84	48	54	0	937
		行政放流水	22	151	48	4	20	62	32	47	12	21	43	0	462
		小計	110	231	140	107	128	152	120	149	96	69	97	0	1,399
	依頼検査	放流水	6	75	5	41	0	71	11	72	5	33	0	34	353
	自主検査	調査	0	0	2	2	0	0	6	0	2	0	44	56	
小計			116	306	147	150	128	223	131	227	101	104	97	78	1,808
地下水	行政検査	定期調査	0	0	372	379	693	165	53	53	0	0	0	0	1,715
		行政地下水	0	126	6	40	104	0	130	158	0	17	66	0	647
		再調査	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	自主検査	調査	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	小計			0	126	378	419	797	165	183	211	0	17	66	0
底質等	行政検査	0	255	0	0	13	34	0	13	0	0	13	0	0	328
	自主検査	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	小計	0	255	0	0	13	34	0	13	0	0	13	0	0	328
ゴルフ場排水	行政検査	0	0	0	0	0	385	0	0	0	0	0	0	0	385
	依頼検査	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	小計	0	0	0	0	0	385	0	0	0	0	0	0	0	385
合計			627	1,879	1,357	1,440	2,083	1,926	1,039	1,335	683	810	902	640	14,721

目としてカドミウム等 27 項目、特殊項目としてクロム等 6 項目、その他項目として塩化物イオン等 11 項目、要監視項目としてクロロホルム等 26 項目の計 83 項目であった（421 検体、6,755 項目）。「大和川水質調査強化事業」に基づいて大和川の 5 地点の水質検査を実施した。検査項目は、ATU-BOD 等 3 項目であった（20 検体、60 項目）。なお、水系別の検体数及び項目数を表 3 に示した。

## (2) 行政河川水等の検査

上記の公共用水域の水質監視を除く河川水等の水質検査を、以下のとおり実施した（309 検体、2,075 項目）。

### ① 産業廃棄物関係水質検査

産業廃棄物埋立処分施設等の周辺河川水について水質検査を実施した（64 検体、787 項目）。

### ② その他の水質検査

魚のへい死、事故等による緊急時の検査及び苦情処理等に関わる検査、その他行政が必要とする検査を実施した（245 検体、1,288 項目）。

## 2) 排水水等の検査

### (1) 工場・事業場等立入調査

水質汚濁防止法、県生活環境保全条例等により排水基準が適用される工場・事業場、有害物質を排出するおそれのある工場・事業場及び排出量 50 m<sup>3</sup>/日未満の小規模事業場の排水等について水質検査を実施した（158 検体、937 項目）。

### (2) 行政排水水等の検査

行政依頼による産業廃棄物埋立処分施設等からの排水について水質検査を実施した（35 検体、462 項目）。

## 3) 地下水の検査

地下水の水質状況を常時監視するために、「平成 29 年度公共用水域及び地下水の水質測定計画」に基づく 39 地点の定期水質検査を実施した。検査項目は、健康項目としてカドミウム等 27 項目、要監視項目及びその他項目として 23 項目であった（41 検体、1,715 項目）。

また、全国的に地下水汚染が問題になっている中で、本県における基準超過の地下水について、発生源とその周辺の地下水の追跡調査や、行政上必要な水質検査を実施した（83 検体、647 項目）。

## 4) 底質等の検査

固体状の検体についての成分等の検査を、以下のとおり実施した（20 検体、328 項目）。

### (1) 河川底質の検査

大和川水系、淀川水系の底質について検査を実施した（20 検体、328 項目）。

### (2) 化学物質環境汚染実態調査

環境省委託により大和川本川の 1 地点について、底質 3 検体及び水質 1 検体の試料採取等を実施した。

## 5) ゴルフ場排水の検査

ゴルフ場排水中の農薬検査を実施した（11 検体、385 項目）。

## 2. 依頼検査

景観・環境総合センター手数料条例に基づき、手数料を徴収して以下の検査を実施した。

### 1) 河川水等の検査

市町村等からの依頼により水質検査を実施した（127 検体、838 項目）。

### 2) 排水水等の検査

一般廃棄物処理関連施設等からの依頼により排水の水質検査を実施した（57 検体、353 項目）。

## 3. 調査等

### 1) 調査研究

#### (1) 国立環境研究所とのⅡ型共同研究

「WET 手法を用いた水環境調査のケーススタディ」

環境省では、現在の化学物質の個別規制では対応できない、未知物質や規制対象外の物質、さらには物質間の複合的な影響等も含めて評価する手法として、生物応答を利用した WET 手法の導入を検討している。

県内河川水における水生生物への影響について、ニセネコゼミジンコを用いるミジンコ繁殖試験法を実施し、本年報に掲載した。

#### (2) 奈良県保健研究センター及び景観・環境総合センター調査研究

「ニセネコゼミジンコを使用した WET 法による県内河川水の水質影響評価」

水環境への化学物質の影響を評価する手法として、生物応答を利用した WET 法の導入を検討し、大和川水系の 2 地点について季節毎の河川水の水質について実態調査を行った。

結果については、平成 29 年度奈良県保健研究センター及び景観・環境総合センター調査研究外部委員会で報告し、本年報に掲載した。

#### (3) 奈良県保健研究センター及び景観・環境総合センター研究発表会

・奈良県内の地下水質について

・WET 手法による事業所排水の水質影響評価について

### 2) 事業に係る技術等検討

事業に係る技術等検討として以下の課題について検討を行った。

- (1) WET 法による工場排水等の生物影響評価について [平井佐紀子]
- (2) 県内河川の薬用石けん成分について [北村栄治]
- (3) LC/MS/MS を用いたゴルフ場農薬の多成分同時分析法の開発 [浦西洋輔]

結果については、本年報に掲載した。

平成 29 年度環境測定分析統一精度管理に参加し、2 種類の模擬試料について COD, BOD, ふっ素, ほう素及び揮発性有機化合物 (1,1-ジクロロエチレン, ジクロロメタン, トランス-1,2-ジクロロエチレン, シス-1,2-ジクロロエチレン, 1,2-ジクロロエタン, 1,1,1-トリクロロエタン, ベンゼン, トリクロロエチレン, 1,2-ジクロロプロパン, 1,4-ジオキサン, 1,1,2-トリクロロエタン及びテトラクロロエチレン) の測定を実施した (2 検体, 16 項目)。

### 3) 精度管理

表 3 平成 29 年度 水系別水質検査検体数および項目数

区分	月	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	合計
		検体数	項目数											
大和川	検体数	35	19	19	35	16	20	35	16	16	35	18	18	282
	項目数	423	570	414	527	202	486	485	203	193	495	223	197	4,418
紀の川	検体数	3	4	14	3	4	14	3	4	14	3	4	14	84
	項目数	36	170	165	37	149	153	37	169	165	34	98	165	1,378
淀川	検体数	0	13	2	0	13	9	0	13	2	0	1	2	55
	項目数	0	39	10	0	611	252	0	22	10	0	5	10	959
新宮川	検体数	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	項目数	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
合計	検体数	38	36	35	38	33	43	38	33	32	38	23	34	421
	項目数	459	779	589	564	962	891	522	394	368	529	326	372	6,755

## 微小粒子状物質 (PM<sub>2.5</sub>) の指標性のある有機炭素成分の一斉分析法の検討とモニタリング

杉本 恭利・阪井 裕貴・高林 愛・山本 真緒・中西 誠

Study of the simultaneous analysis of Organic Markers in PM<sub>2.5</sub>  
and Monitoring The Results in Nara Prefecture

Kiyotoshi SUGIMOTO・Hiroki SAKAI・Megumi TAKABAYASHI・Mao YAMAMOTO  
and Makoto NAKANISHI

### 緒 言

微小粒子状物質 (PM<sub>2.5</sub>) は、イオン成分、無機元素成分、炭素成分等から構成されるが、炭素成分のうち有機物を主体とする粒子 (有機炭素成分: OC) は、大きな割合を占めるにもかかわらず、その起源や動態の解明が遅れている。そこで、近年 PM<sub>2.5</sub> 発生源の指標となる成分の挙動に注目した調査が進められている。先行研究においては、レボグルコサン (バイオマス燃焼)、ジカルボン酸類 (光化学反応) やピノン酸 (植物由来) が発生源の指標 となり得ることが知られている。<sup>1)</sup>

本報では、環境省より示されているレボグルコサン測定方法 (誘導体化/GC-MS 法)<sup>2)</sup> の対象成分にジカルボン酸類 9 成分を加え、計 11 成分の同時分析法を検討した。さらに、本法を用いて 2016 年度に天理局で採取した試料 56 日分 (各季節 14 日分) について 11 成分を測定し、季節別濃度分布および指標成分としての利用可能性を調査したので報告する。

### 方 法

#### 1. 測定方法

測定装置は島津製作所社製 TQ8030 及び GC2010、カラムは Rtx-5MS (0.25 μm, 30 m, 0.25 mm) を用いた。

表 1 GC/MS の条件

装置	GC-2010Plus, GCMS-TQ8030
カラム	Rtx-5MS 30m×0.25mm×0.25 μm
オープン温度	50°C (2min)-20°C /min-120°C -7°C /min -200°C -20°C /min-300°C (10min)
キャリアーガス	He 圧力制御 65.2kPa(1.16ml)
注入モード	スプリットレス 1 μL
気化室温度	250°C
インターフェース温度	250°C
イオン源温度	230°C
イオン化法	EI 法
検出モード	SIM

測定条件は表 1 のとおりとした。試料採取には、ムラタ計測器サービス株式会社製 MCAS-SJ を使用し、流量 30 L/min で 23.5 時間採取した。フィルターは PALL 社製 2500QAT-UP (石英製, 直径 47 mm) を用いた。

測定方法は、環境省より示されているレボグルコサン測定方法 (誘導体化/GC-MS 法) (以下、環境省のマニュアル) に準じて行った。

質量濃度等他の項目は、大気中微小粒子状物質 (PM<sub>2.5</sub>) 成分測定マニュアルに従い試料採取、測定を行った。

#### 2. 測定対象成分

測定対象成分は、マロン酸、コハク酸、グルタル酸、アジピン酸、ピメリン酸、スベリン酸、アゼライン酸、セバシン酸、フタル酸のジカルボン酸類 (光化学反応の指標)、レボグルコサン (バイオマス燃焼)、ピノン酸 (植物由来) の 11 成分 (表 2) とした。

表 2 対象成分一覧表

	対象成分名	略号	RT	定量イオン (M/Z)
1	マロン酸	C3	8.32	233
2	コハク酸	C4	9.84	247
3	グルタル酸	C5	11.23	261
4	アジピン酸	C6	12.89	275
5	ピメリン酸	C7	14.48	289
6	スベリン酸	C8	16.01	303
7	アゼライン酸	C9	17.51	317
8	セバシン酸	C10	18.63	331
9	フタル酸	Ph	16.08	295
10	レボグルコサン	Levo	16.37	333
11	ピノン酸	Pino	13.34	171

#### 3. 誘導体化試薬の検討

環境省のマニュアルに記載されている誘導体化試薬 2 法 (a 法: BSTFA+10%-TMCS, b 法: BSTFA+1%-TM CS, ピリジン併用) に加え、a 法と b 法を組合わ

せたc法（BSTFA+10%-TMCS）の3法について検討を行った。

#### 4. 検量線の直線性及び検出下限値の確認

ジカルボン酸類、レボグルコサン及びピノン酸の11成分について標準試料の測定を行い、検量線を作成し、その直線性の確認（10～1000 µg/L）を行った。また、50 µg/Lの標準液を5回測定し、その標準偏差から検出下限値および定量下限値を求めた。

#### 5. マトリックスの影響の確認

天理局で採取した試料2日分を用いて標準添加法による測定を行い、その傾きを比較することにより、マトリックスの影響の有無について確認を行った。測定は、混合標準液（100, 500, 1000 µg/L相当量）を添加した試料と無添加の試料の4点で行った。

#### 6. 添加回収試験

PM<sub>2.5</sub>実試料を用いて添加回収試験を行った。採取した試料を環境省のマニュアルに基づき作製した試料の溶液に混合標準溶液（500 µg/L相当量）を添加したものと無添加のものとの差より回収率を求めた。

#### 7. モニタリング方法

天理局（一般局）における2016年5月～2017年2月の実サンプル56日分（各季節14日分）について測定を行い、その濃度域の確認を行った。

## 結 果

### 1. 一斉分析法の検討

#### 1) 誘導体化試薬

前述の3法について、同一濃度の混合標準液をそれぞれの方法で誘導体化し測定した。結果を図1に示す。これよりc法（BSTFA+10%-TMCS, ピリジン併用）が最も多くの成分において感度が良いことがわかった。

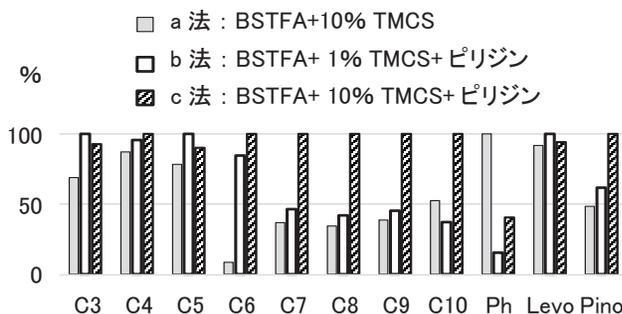


図1 誘導体化試薬の比較  
(各成分の最大値で正規化)

このことから、誘導体化試薬はBSTFA+10%-TMCS, ピリジン併用とすることとした。これ以外の部分については、環境省のマニュアルに従い測定を行うこととした。

#### 2) 測定成分の検量線の直線性及び検出下限値

11成分について標準試料を測定し、検量線の直線性を確認（10, 50, 100, 500, 1000 µg/L）した。結果を表3に示す。コハク酸（C4）からセバシン酸（C10）の7成分はR<sup>2</sup>値が0.99以上で検量線の直線性は良好であったが、マロン酸は0.99を下回る結果となった。レボグルコサン、ピノン酸は0.99以上で良好であった。検出下限値については、マロン酸が9.2 ng/m<sup>3</sup>と他の成分よりも著しく感度が低くなった。他のジカルボン酸類の検出下限値は0.79～3.2 ng/m<sup>3</sup>の範囲であった。ジカルボン酸類の検出下限値はレボグルコサンの検出下限値（0.61 ng/m<sup>3</sup>）に比べ、値が高い傾向にあった。

表3 直線性及び検出下限値の一覧

番号	対象成分名	略号	R <sup>2</sup> 値	検出下限値 (3σ)ng/m <sup>3</sup>
1	マロン酸	C3	0.980	9.2
2	コハク酸	C4	0.996	0.79
3	グルタル酸	C5	0.999	1.6
4	アジピン酸	C6	0.995	1.6
5	ピメリン酸	C7	0.996	2.0
6	スベリン酸	C8	0.994	2.4
7	アゼライン酸	C9	0.998	1.3
8	セバシン酸	C10	0.999	3.2
9	フタル酸	Ph	0.992	2.9
10	レボグルコサン	Levo	0.999	0.61
11	ピノン酸	Pino	0.990	0.91

#### 3) マトリックスの影響及び回収率

マトリックスの影響を見るため標準添加法による測定を行い、その傾きを比較した。検量線の傾きと試料の傾きが異なる場合感度が変化しており、マトリックス等何らかの影響を受けていることが推察される。結果を表4に示す。傾きの比率は多くの成分で±10%の範囲に入っていたが、マロン酸が+12%とやや外れていた。また、フタル酸は+30%台とジカルボン酸類の中では最も傾きの変化が大きかった。また、ピノン酸は-40%と大きく外れていた。

回収率も多くの成分が±10%の範囲に入っていたが、フタル酸は±20%の範囲外であった。また、ピノン酸はプラス側に大きく外れていた。この2成分は前述の感度変化も大きかったことから、定量を行う際には標準添加法も含め、引き続き検討を行う必要があると考えられた。

表 4 標準添加法による測定時の傾きの変化

	対象成分名	略号	検量線の傾き (a)	試料①の傾き (b)	試料②の傾き (c)	比率① (b/a)	比率② (c/a)	傾きの変動 ± 10%	回収率 ①	回収率 ②	回収率 70 ~ 120%
1	マロン酸	C3	561	630	625	112	111	×	104	98	○
2	コハク酸	C4	639	664	672	104	105	○	111	108	○
3	グルタル酸	C5	65.3	69.1	72.2	106	110	○	100	95	○
4	アジピン酸	C6	112	109	111	97	99	○	110	108	○
5	ピメリン酸	C7	148	138	144	93	97	○	109	106	○
6	スベリン酸	C8	57.5	61.0	64.2	106	112	○	87	87	○
7	アゼライン酸	C9	34.5	34.7	36.7	100	106	○	86	86	○
8	セバシン酸	C10	15.3	13.8	14.4	91	94	○	90	90	○
9	フタル酸	Ph	410	532	567	130	138	×	77	59	△
10	レボグルコサン	Levo	513	502	508	98	99	○	110	107	○
11	ピノン酸	Pino	400	241	360	60	90	×	169	122	×

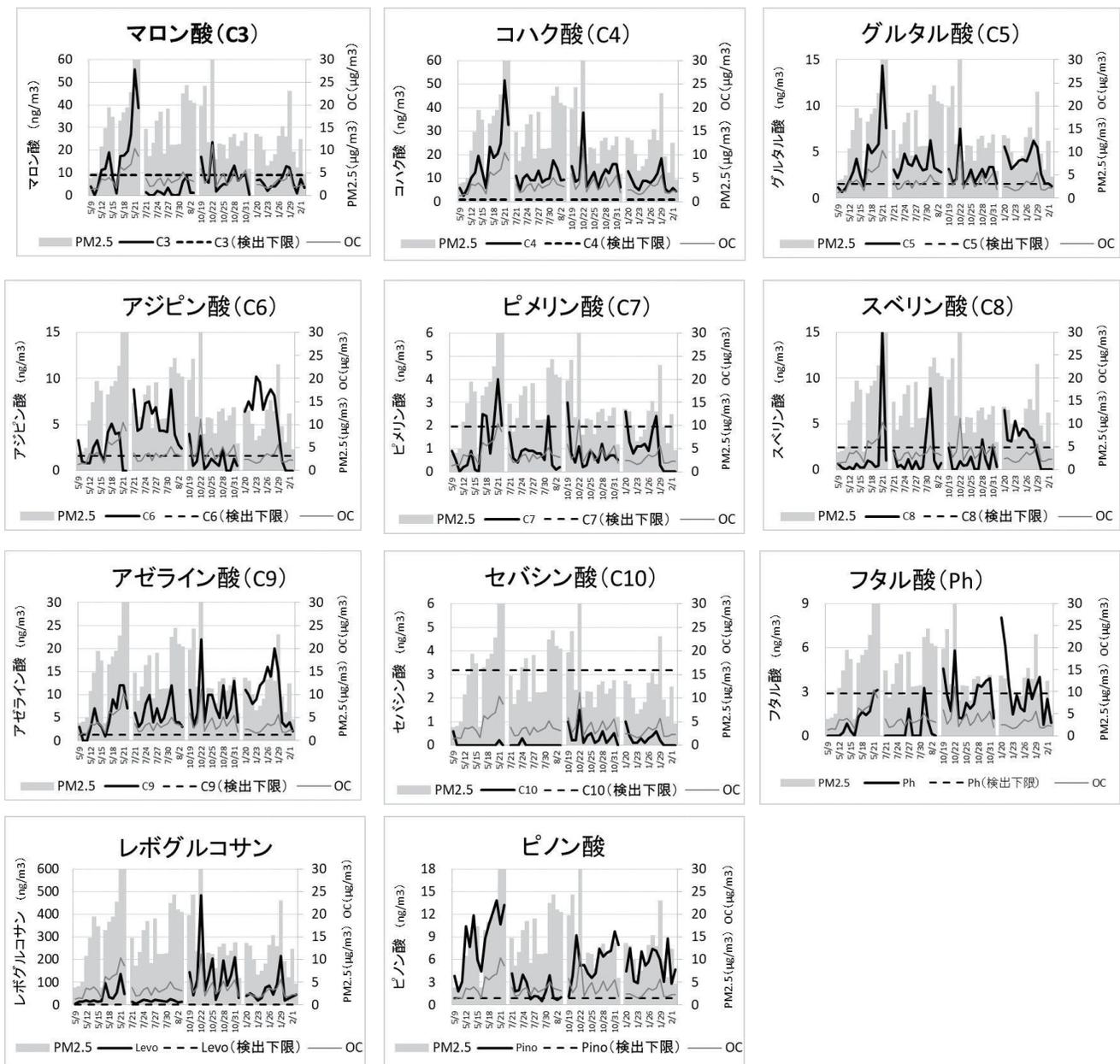


図 2 各成分の測定結果

## 2. モニタリング結果

測定期間における 11 成分の濃度分布および検出下限値、PM<sub>2.5</sub> 質量濃度、有機炭素（OC）濃度の比較を図 2 に示す。コハク酸やレボグルコサンは、測定期間の大半で検出下限値以上の濃度で推移していたが、セバシン酸は全期間で濃度は検出下限値未満であった。測定期間中、各成分濃度が検出下限値および定量下限値以上の値を示した割合を表 5 に示す。PMF 解析において、検出下限値未満の観測値はモデル解の不確実性を増加させるため、入力データとして利用する場合、一般的に、検出下限値以上の観測値の割合が 50% 以上の成分が利用されている。検出下限値以上の頻度が 50% 以上であったのはコハク酸、グルタル酸、アジ

ピン酸、アゼライン酸、レボグルコサン、ピノン酸の 6 成分で、これらについては PMF 解析に利用可能と考えられる。

表 6 は PM<sub>2.5</sub> 質量濃度もしくは有機炭素（OC）と 11 成分との相関係数を示す。マロン酸、コハク酸、グルタル酸と OC の相関係数はいずれも 0.7 以上で他の成分と比較して強い相関を示した。一方、アジピン酸、スベリン酸、ピノン酸の相関係数はいずれも 0.5 未満と、OC との相関が弱い結果となった。各成分と PM<sub>2.5</sub> 質量濃度との相関についても、OC と類似した傾向を示したが、OC の相関係数は総じて高い値で推移していた。

表 5 検出下限値及び定量下限値以上の頻度の割合

対象成分名 略号	マロン酸 C3	コハク酸 C4	グルタル酸 C5	アジピン酸 C6	ピメリン酸 C7	スベリン酸 C8	アゼライン酸 C9	セバシン酸 C10	フタル酸 Ph	レボグルコサン Levo	ピノン酸 Pino
検出下限値(3σ)以上の割合(%)	29	100	89	63	16	23	95	0	27	100	93
定量下限値(10σ)以上の割合(%)	4	98	18	27	0	4	61	0	0	100	73

表 6 PM<sub>2.5</sub> 質量濃度及び OC との相関

	OC	マロン酸 C3	コハク酸 C4	グルタル酸 C5	アジピン酸 C6	ピメリン酸 C7	スベリン酸 C8	アゼライン酸 C9	セバシン酸 C10	フタル酸 Ph	レボグルコサン Levo	ピノン酸 Pino
PM <sub>2.5</sub>	0.83	0.68	0.81	0.70	0.07	(0.45)	0.27	0.44	(0.26)	0.32	0.44	0.25
OC	—	0.83	0.93	0.78	-0.06	(0.57)	0.35	0.55	(0.36)	0.34	0.66	0.47

( )付きは検出下限以上のデータ数20%以下

### まとめ

環境省のレボグルコサン測定方法（誘導体化／GC-MS 法）を用いて、ジカルボン酸類等 11 成分一斉分析の検討を行った。誘導体化試薬は既存の方法ではなく、改良法（BSTFA+10% -TMCS にピリジンを用）にすることで感度良く測定できる成分が増加することが判明した。ジカルボン酸類の検量線の直線性はレボグルコサンより若干劣るものの 0.99 以上と良好であった。検出下限値は、レボグルコサン、コハク酸、ピノン酸で 0.6 ~ 1 ng/m<sup>3</sup>、他のジカルボン酸類で 1 ~ 3 ng/m<sup>3</sup> であった。2016 年度に天理局で捕集した試料 56 日分（各季節 14 日分）について、11 成分の測定を行ったところ、検出下限値以上の検出割合が 50% 以上のものは 6 成分であった。OC との相関については、マロン酸、コハク酸、グルタル酸の比較的

分子のものが相関が強い傾向を示していた。今回の測定では、測定成分と発生源との関係までは明らかとならなかったが、今後更にデータを蓄積していくことにより、PM<sub>2.5</sub> の発生源や寄与割合の解析に活用していきたいと考えている。

### 文献

- 1) 熊谷貴美代, 他: 全国環境研会誌, **42**, 10-15, (2017)
- 2) 環境省: レボグルコサン測定方法（誘導体化／GC-MS 法）, (2014)

## 平成28年度PM<sub>2.5</sub>成分分析の結果について

阪井 裕貴・高林 愛・山本 真緒・杉本 恭利・中西 誠

The Results of PM<sub>2.5</sub> Component Analysis of the 2016 Fiscal Year in Nara

Hiroki SAKAI・Megumi TAKABAYASHI・Mao YAMAMOTO・Kiyotoshi SUGIMOTO and Makoto NAKANISHI

### 緒 言

微小粒子状物質（以下PM<sub>2.5</sub>）の成分分析の実施について、平成22年3月に改正された「大気汚染防止法の常時監視に関する事務処理基準」に基づき、「PM<sub>2.5</sub>の成分分析ガイドライン<sup>1)</sup>（以下、ガイドライン）」が策定された。そのガイドラインによって、各都道府県及び政令市は平成25年度を目処に、成分分析の実施体制を確立するように求められた。これを受け奈良県では、平成24年度からPM<sub>2.5</sub>成分分析を開始している。平成24年度は天理局においてイオン成分のみ分析していたが、平成25年度からは天理局と自排権原局において、平成28年度からは天理局と桜井局においてイオン成分、無機元素成分、及び炭素成分の成分分析を行っている。本報では、平成28年度のPM<sub>2.5</sub>成分分析の結果について取りまとめ、解析したので報告する。

### 方 法

#### 1. 調査地点及び調査期間

調査地点は、奈良盆地内の天理局（一般局）と桜井局（一般局）の2カ所とした。調査期間は、春期（5月9日から5月22日）、夏期（7月21日から8月8日）、秋期（10月19日から11月1日）、冬期（1月16日から2月2日）の各季節14日間、合計56日間とした。

#### 2. 対象成分及び測定手法

ガイドラインが示す方法に基づき、イオン成分8成分（塩化物イオン、硝酸イオン、硫酸イオン、ナトリウムイオン、アンモニウムイオン、カリウムイオン、マグネシウムイオン、カルシウムイオン）は、イオンクロマトグラフ法により測定した。無機元素成分29成分（バナジウム、クロム、マンガン、鉄、チタン、

ニッケル、亜鉛、ヒ素、アンチモン、バリウム、鉛等）はICP-MS法により測定した。炭素成分は有機炭素（以下OC）と無機炭素（以下EC）の2成分をサーマルオプティカル・リフレクタンス法によって測定した。また、バイオマス燃焼由来物質であるレボグルコサンは、LC/MS/MS法<sup>2)</sup>により測定を行った。

#### 3. 観測データの解析方法

##### 1) PM<sub>2.5</sub>構成成分の変動

PM<sub>2.5</sub>質量濃度に対する各成分の割合を年平均、季節平均に分けてその変動傾向を調べた。イオン成分については、主に硫酸イオンと硝酸イオンの変化に注目し、発生源を特定する指標成分として、無機元素成分の濃度変化を組み合わせる解析した。無機元素成分は、PM<sub>2.5</sub>質量濃度と比べかなり低濃度であり、直接的にPM<sub>2.5</sub>質量濃度に影響を与えるものではないが、先行研究においてもPM<sub>2.5</sub>の発生源解析に利用されている<sup>3)</sup>。具体的には、重油燃焼由来の成分として、バナジウム（V）、石炭燃焼由来のヒ素（As）、鉛（Pb）、土壌由来のチタン（Ti）が報告されており<sup>4) 5)</sup>、本報でもこれらの成分を中心に解析した。炭素成分については、OCとECの変動について解析した。また、レボグルコサンについては、試料採取中における分解等が少ない時期である秋期、冬期に着目して解析を行った。なお、PM<sub>2.5</sub>濃度の上昇がみられるものの年平均値と比べ比較的高濃度でかつ、無機元素成分との関連性が少なく、発生源についての情報が得にくい日（5月21日、8月1日）については、後方流跡線解析（Backward trajectory analysis）をおこない、観測地点までの気塊の経路地を確認した。後方流跡線の作成には、OAAARL HYSPLIT Modelを用いた。

表 1 天理局の PM<sub>2.5</sub> 構成成分濃度（季節毎の平均）

	質量濃度	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	その他イオン	無機元素	OC	EC	その他成分
春期	15.4	0.24	3.0	1.2	0.23	0.13	4.6	0.72	5.3
夏期	15.7	0.11	4.1	1.5	0.23	0.11	3.3	0.72	5.5
秋期	14.3	0.53	2.0	0.79	0.33	0.088	4.3	1.1	5.2
冬期	11.7	1.4	2.2	1.2	0.49	0.10	2.7	0.91	2.7
平均	14.3	0.57	2.8	1.2	0.32	0.11	3.7	0.86	4.7

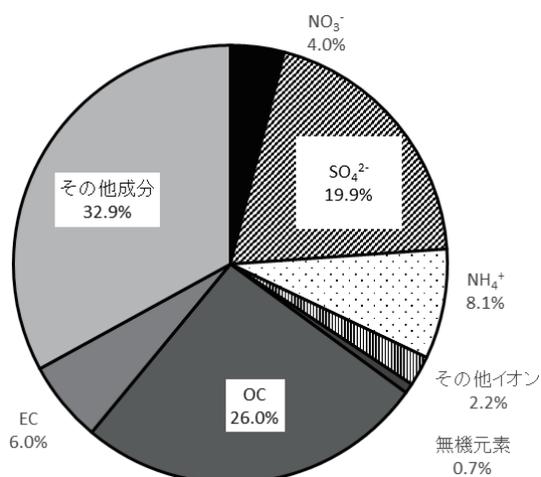


図 1 天理局の PM<sub>2.5</sub> 構成成分濃度（季節毎の平均）

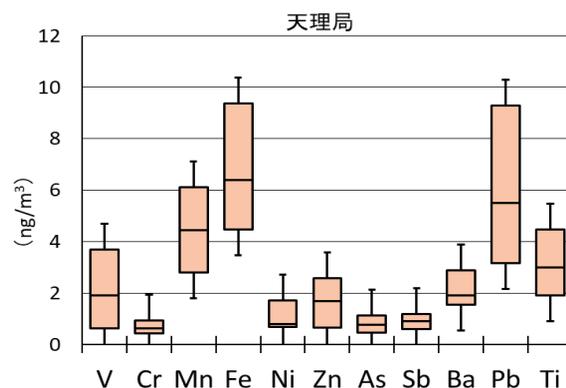


図 2 平成 28 年度 無機元素の濃度分布（箱ひげ図）

## 結果

### 1. PM<sub>2.5</sub> 質量濃度および構成成分の濃度分布

#### 1) PM<sub>2.5</sub> 質量濃度

天理局の PM<sub>2.5</sub> 質量濃度の年平均値は、14.3 μg/m<sup>3</sup> で環境基準値（長期基準）を達成し、平成 27 年度の年平均値 18.6 μg/m<sup>3</sup> から大きく減少していた（表 1）。季節別では夏期の濃度が最も高い（15.7 μg/m<sup>3</sup>）点では平成 27 年度と同傾向であったものの、平成 27 年度夏期の PM<sub>2.5</sub> 質量濃度（25.7 μg/m<sup>3</sup>）よりも大幅に減少したことが年平均値の減少に影響していた。

#### 2) PM<sub>2.5</sub> 構成成分

PM<sub>2.5</sub> に占める構成成分の割合は、イオン成分は約 34%（硝酸イオン 4.0%、硫酸イオン 19.9%、アンモニウムイオン 8.1%、その他イオン 2.2%）、無機元素成分は約 0.7%、その他成分（不明成分）は約 32.9% であった（図 1）。桜井局もほぼ同様の結果であった。平成 27 年度の構成成分の割合と比較すると硫酸イオンが減少、OC が上昇する傾向が顕著であり、硫酸イオンの減少は国外人為起源排出による硫酸イオンの越境汚染が減少した可能性を示唆していた。ただし、PM<sub>2.5</sub> の質量濃度の季節性に特徴は見られなかつ

た。なお、本調査は各季節 14 日間しかサンプリングしていないため、調査期間内の評価としては妥当であると考えられるが、季節全体に適用できるかは、より詳細な調査が必要であると思料する。

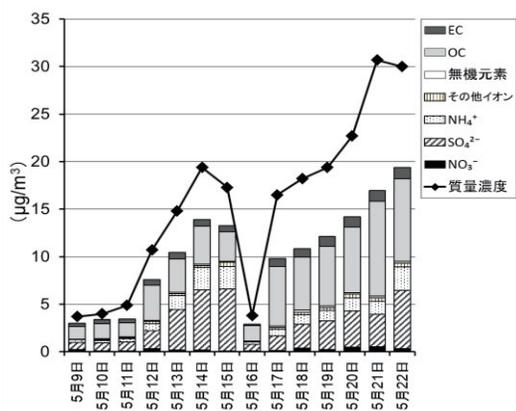
#### 3) PM<sub>2.5</sub> 構成成分（無機元素）

天理局における無機元素の濃度分布を図 2 に示す。なお、鉄と亜鉛は 1/10 濃度で図に示している。年平均及び 75% 値で見ると、桜井局も天理局と同じ傾向であった。また無機元素の濃度分布は平成 27 年度の濃度分布と大きな違いは見られなかった。

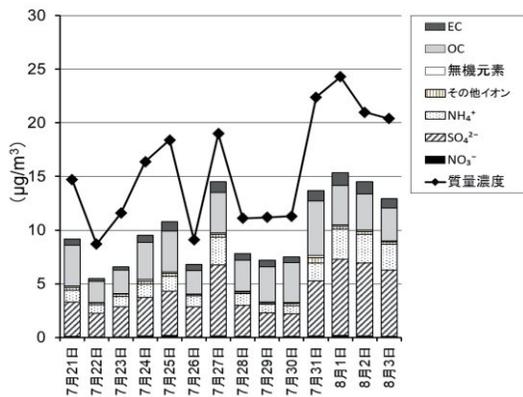
### 2. 季節別の日平均濃度による詳細解析

天理局における各季節の質量濃度と解析対象成分について図 3a) ~ d) に、質量濃度と無機元素成分について図 4a) ~ d) に示した。

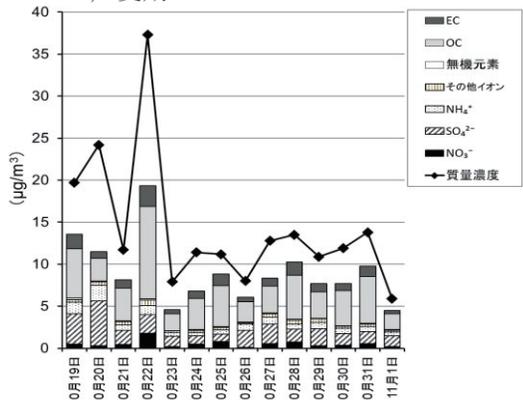
春期、夏期は OC 濃度、硫酸イオン濃度の上昇が見られたことから、PM<sub>2.5</sub> の二次粒子生成による影響が、秋期、冬期はレボグルコサンが高く出ていることから、バイオマス燃焼による影響が強かったと推察された。以下では、各季節（春期～冬期）における解析結果について述べる。



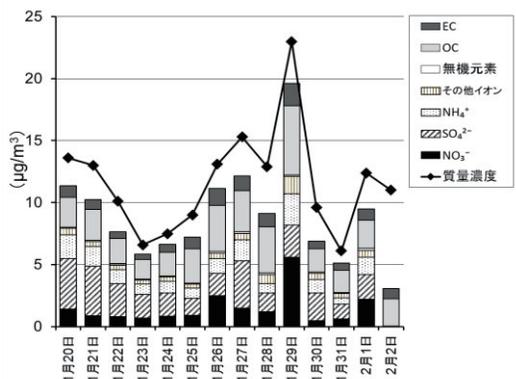
a) 春期



b) 夏期

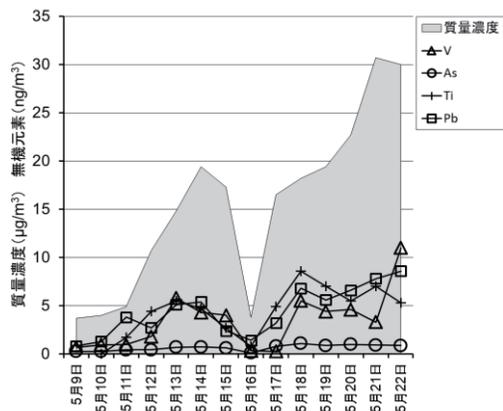


c) 秋期

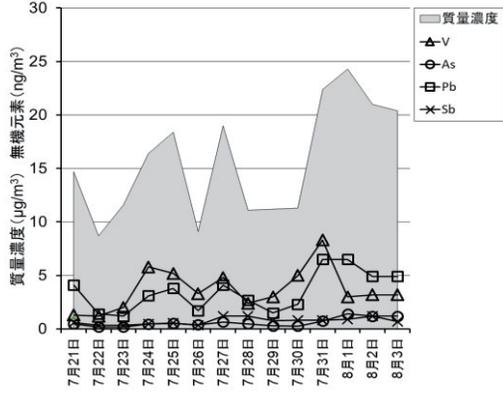


d) 冬期

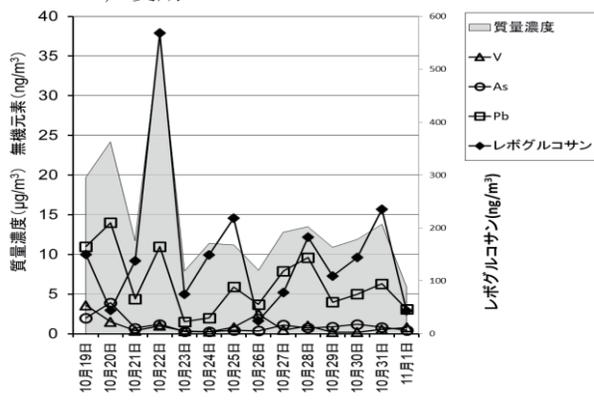
図3 質量濃度と解析対象成分の積上グラフ



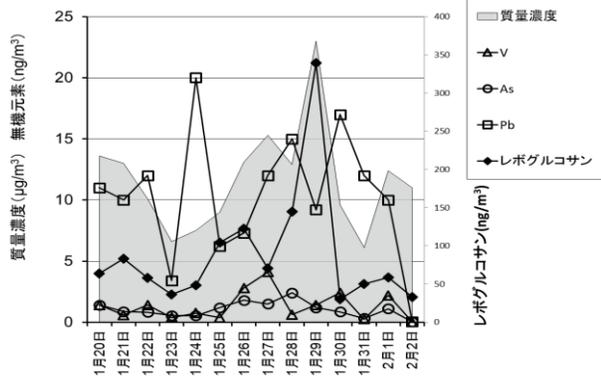
a) 春期



b) 夏期



c) 秋期



d) 冬期

図4 質量濃度と無機元素成分の関係

### 1) 春期 (5月9日～5月22日)

春期におけるPM<sub>2.5</sub>質量濃度と解析対象成分の積上グラフを図3a)に示した。春期のPM<sub>2.5</sub>質量濃度の平均は15.4 μg/m<sup>3</sup>、最小が3.7 μg/m<sup>3</sup>、最大が30.7 μg/m<sup>3</sup>であった。解析対象成分の積上濃度とPM<sub>2.5</sub>質量濃度は同様の動きを示した。期間の後半はOC濃度が高くなる傾向が見られた。

次に、PM<sub>2.5</sub>質量濃度と無機元素成分の関係を解析した結果を図4a)に示した。5月21、22日にPM<sub>2.5</sub>質量濃度のピークがあり、わずかにVが検出されているが、Vの濃度は測定期間中の他の日の濃度と大差無く、PM<sub>2.5</sub>質量濃度上昇と特定の発生源とを関連付けることはできなかった。同日における後方流跡線が近畿周辺を蛇行していた(図5)。

以上から、PM<sub>2.5</sub>質量濃度と無機元素成分との関連が薄いこと、大気の滞留からOC等の二次生成物が生じやすい環境下にあったことを考慮すると、春期のPM<sub>2.5</sub>に影響を及ぼす主要因子は近距離の発生源によると考えられた。

なお、昨年度は土壌由来とされるTi濃度が上昇したことから、黄砂による影響が考えられたが、本年度はTi濃度の動きはそれほど活発ではないため、黄砂による影響は少ないと考えられた。

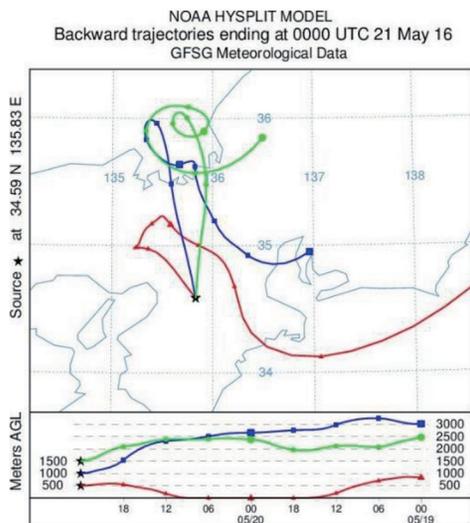


図5 5月21日の後方流跡線

### 2) 夏期 (7月21日～8月3日)

夏期におけるPM<sub>2.5</sub>質量濃度と解析対象成分の積上グラフを図3b)に示した。夏期のPM<sub>2.5</sub>質量濃度の平均は15.7 μg/m<sup>3</sup>、最小が8.7 μg/m<sup>3</sup>、最大が24.3 μg/m<sup>3</sup>であった。解析対象成分の積上濃度とPM<sub>2.5</sub>質量濃度は同様の動きを示した。期間の後半には硫酸イオンによるピークが見られた。

次に、PM<sub>2.5</sub>質量濃度と無機元素成分の関係を解析した結果を図4b)に示した。7月31日についてはPbとVの上昇が見られたが、8月1日～3日にかけては無機元素成分の特徴的なピークは見られなかった。後方流跡線も北陸周辺を蛇行し(図6)、大気が滞留しやすい状況だったと考えられた。したがって近距離の発生源からの影響を受けやすい状況だったと考えられた。なお、昨年度は地域由来と考えられるV(重油燃焼起源)と広域移流と考えられるPb(石炭燃焼起源)が混ざった複合的なイベントが見られたが、本年度はVもPbも目立った濃度上昇を示さず、特定の発生源との関連性はみられなかった。

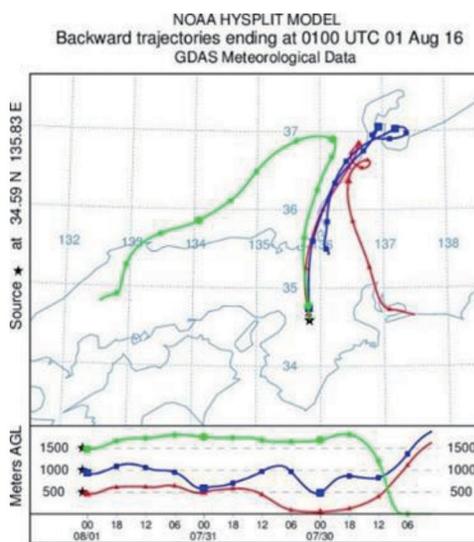


図6 8月1日の後方流跡線

### 3) 秋期 (10月20日～11月1日)

秋期におけるPM<sub>2.5</sub>質量濃度と解析対象成分の積上グラフを図3c)に示した。秋期のPM<sub>2.5</sub>質量濃度の平均は14.3 μg/m<sup>3</sup>、最小が5.9 μg/m<sup>3</sup>、最大が37.3 μg/m<sup>3</sup>であった。解析対象成分の積上濃度とPM<sub>2.5</sub>質量濃度は同様の動きを示した。主要成分で見ると、10月20日は硫酸イオンが、22日はOC濃度が高かった。

次に、PM<sub>2.5</sub>質量濃度と無機元素成分の関係を解析した結果を図4c)に示した。10月20日は硫酸イオンとPbが高濃度で検出されており、これは主要成分と無機元素成分との関係から大陸の人為起源による濃度上昇と考えられた。また、22日の結果はレボグルコサンとPM<sub>2.5</sub>質量濃度が連動しており、既報<sup>2)</sup>の通りバイオマス燃焼由来のPM<sub>2.5</sub>の影響を受けていたと考えられた。

なお、昨年度も同様のレボグルコサンによるピークが検出されており、秋期はバイオマス燃焼由来が増加する傾向があると考えられた。

#### 4) 冬期（1月20日～2月2日）

冬期におけるPM<sub>2.5</sub>質量濃度と解析対象成分の積上グラフを図3d)に示した。冬期のPM<sub>2.5</sub>質量濃度の平均は11.7 µg/m<sup>3</sup>、最小が6.1 µg/m<sup>3</sup>、最大が23.0 µg/m<sup>3</sup>であった。解析対象成分の積上濃度とPM<sub>2.5</sub>質量濃度は同様の動きを示した。主要成分で見ると、硝酸イオンが全期間検出され、特に1月29日のピーク時には高濃度であった。

次に、PM<sub>2.5</sub>質量濃度と無機元素成分の関係を解析した結果を図4d)に示した。29日はレボグルコサンが高濃度であり、秋期同様バイオマス燃焼由来と推測された。

なお、昨年度も同様にレボグルコサンによるピークが検出されており、硝酸イオンも高濃度であったことから、冬期は半揮発性粒子起源、及びバイオマス燃焼起源が増加する傾向があると考えられた。

#### まとめ

平成28年度の成分分析の結果について、年度平均及び各季節の状況について解析した。今年度の観測期間においては、前年度のようなPM<sub>2.5</sub>の高濃度事象を捉えておらず、特定の発生源との結びつきの強い無機元素成分との関連性も見られなかった。低濃度事象における発生源解析は、高濃度事象よりも難しい。今回、PM<sub>2.5</sub>質量濃度の短期基準である35 µg/m<sup>3</sup>を越えたイベントは、秋期の10月22日だけであったため、低い濃度でも精度が担保できる無機元素（V, As, Ti, Pb）

と、バイオマス燃焼の指標成分であるレボグルコサンを主な解析対象とした。無機元素成分に関する特徴的な変動は見られなかったが、レボグルコサンについてはPM<sub>2.5</sub>質量濃度との連動が観測され、バイオマス燃焼由来のピークと推定することが出来た。また、後方流跡線解析を活用することで、気象条件を踏まえ、発生源について考察することができた。

今後も継続して調査を実施することで、越境汚染や地域汚染の原因究明の一助となるデータを提供できると考える。

#### 文献

- 1) 環境省：水・大気環境局，微小粒子状物質（PM<sub>2.5</sub>）の成分分析ガイドライン（2011）
- 2) 浅野勝佳，他：LC/MS/MSを用いたPM<sub>2.5</sub>成分レボグルコサン類の測定法検討とモニタリングの結果について，奈良県景観・環境総合センター研究報告，**3**，17-23（2015）
- 3) 日置正，他：松山，大阪，つくばで観測した浮遊粉じん中金属元素濃度比による長距離輸送と地域汚染特性の解析，大気環境学会誌，**44**，91-101（2009）
- 4) 環境省：微小粒子状物質健康影響評価検討会報告書（平成20年4月），（2008）
- 5) 環境省：微小粒子状物質暴露影響調査報告書（平成19年7月），（2007）

## 奈良における空間放射線量率の変動要因について

中山義博・杉本恭利・中西 誠

Variation factors of Air Dose Rates in Nara

Yoshihiro NAKAYAMA・Kiyotoshi SUGIMOTO and Makoto NAKANISHI

## 緒 言

平成元年度から科学技術庁（平成13年1月からは文部科学省、平成25年4月からは原子力規制委員会）委託環境放射能水準調査事業に参加し、環境試料の放射能測定を継続実施している。奈良土木事務所でのモニタリングポストによる空間放射線量率測定もその中に含まれている。この線量率測定における最小値の日々変動は極めて小さいが、最大値では大きな変動が見られることがある。一般的に測定局での空間線量率の測定値は、原子力施設事故や核実験による影響を受ける可能性があるほか、人為的な放射性同位元素の接近等によっても影響を受けることがある。また、降雨等による自然放射線の変動によっても影響を受ける。このため、自然現象以外の影響の異常の有無を的確に監視するためにも、日々の空間線量率の変動の特徴やその要因について把握しておくことが重要である。そこで、平常時の空間放射線量率の変動について、これまでに蓄積されたデータを基に、季節変動や日変動等の特徴を様々な視点から解析し、その特徴を明らかにするとともに、変動をもたらす要因について検討したので、その概要を報告する。

## 調査方法

## 1. 調査対象

環境中の空間放射線量率（nGy/h）を調査対象とした。奈良土木事務所（奈良市内）に設置してあるモニタリングポスト測定データを対象とした。平成25年度から平成29年度の5年間のデータを対象とした。表1にモニタリングポスト空間放射線量率測定結果の概要を示した。測定結果は計1826日分で54～97 nGy/hの範囲にあり、平均値は61 nGy/hであった。

表1 平成25年度～平成29年度の空間放射線線量率日々の測定値の変動（1時間平均値）

全測定日数	1826日	
最大値の変動範囲	59～97 nGy/h	SD 4.7
平均値の変動範囲	59～69 nGy/h	SD 1.3
最小値の変動範囲	54～63 nGy/h	SD 0.84

空間放射線量率は、ある時間内に空気中を通過する放射線（ $\gamma$ 線）の量で、平常時や緊急時の環境モニタリングにおける重要な測定項目のひとつである。

モニタリングポストは、大気中の放射線うちの $\gamma$ 線を連続して測定する据え置き型の装置で、戸外に置く検出器及び室内に置く測定部分からなっている。放射線が検出器に当たると、検出器内でかすかな光を発する仕組みになっており、その光を検出・増幅して測定器で放射線量として計測する。

## 2. 測定方法

空間放射線量率測定は、主に原子力規制委員会の「環境放射能水準調査委託実施計画書」（平成29年度）等<sup>1)</sup>、<sup>2)</sup>に準拠し実施した。検出器は、毎年校正を含む保守点検を実施し、国家標準とのトレーサビリティを確保している。

## 3. 調査解析方法

空間放射線量率をモニタリングポスト（アロカ製MAR-22型）により地上1mで測定している。測定データは1分間ごとに当センターに設置したサーバーに転送され、空間放射線量率として、10分間、1時間及び1日毎の平均値、最大値、最小値を算出している。

## 結果及び考察

### 1. 空間放射能線量率調査

表2に日々の空間放射線量率測定集計結果（1時間平均値）を示した。

測定データ及び各種知見をもとに空間放射能線量率との関連を検討した。

地面の中には、天然の放射性物質が微量含まれているので自然の状態でも地表面からは常に放射線が放たれている。地面に含まれる自然放射性物質の量は地質等により異なるため、地域によって観測される空間放射線量の平常値に違いが出る。この平常値は日々の最小値に当たる。平常値に対して日々の値としては最大値が存在し、その変動は最小値に比べかなり大きい。そこで1日のうちの最大値と最小値の差を「日変動」として注目した。

表2 平成25年度～平成29年度の空間放射線線量率  
日々の測定値集計結果（全日数 1826日）

最大値と最小値の差	日数	全データ中
5 nGy/h以上10nGy/h未満	218日	11.9%
10nGy/h以上15nGy/h未満	125日	6.8%
15nGy/h以上20nGy/h未満	60日	3.3%
20nGy/h以上25nGy/h未満	26日	1.4%
25nGy/h以上30nGy/h未満	5日	0.3%
30nGy/h以上	3日	0.2%

### 2. 気象要素

平常時には主に気象要素が設置モニタリングポストの測定値に影響を及ぼす。今回の検討に当たっては、対象異常値データを各種気象事象ごとに分類して解析を行った。この分類は、奈良地方気象台の気象データに基づいて行った。

この気象要素のうち、特に降雨の有無による影響<sup>3)</sup>があるとされている。

降雨の月別日数は図1のとおりで、1日の降雨量が0.5 mm以上の日数は6月から11月にかけて多かった。0.0 mm以上の降雨日数は5月が65日と少なく、他の月は5年間で90日前後の同程度の日数であった。

この他の様々な気象要素との関連についても検討した。その結果、雷と雷雲、さらにもやが影響要因として考えられた。

雷の発生日数を月別に見ると、図2に示すように7月、8月に多かった。

雷雲の発生日数を月別に見ると図3で示すように、6月から9月にかけて特に多いが、1年中雷雲の発生

は見られた。

もやの発生日数を月別に見ると図4で示すように6月と11月に多いが、ほとんど1年中同程度の発生日数があった。

空間放射線量率の日変動が10 nGy/h以上であった日のうち、10分間最大降水量が1.0 mm以上2.0 mm未満である日数が、他の雨量範囲の日より最も多く、この雨量でもやの発生日数も多かった。

一般的には降雨によって上空の自然放射性物質がウォッシュアウトされて地上付近にもたらされる。このため降雨のときは空間放射線量率が上昇<sup>3)</sup>する。土壌中には、ウラン系列やトリウム系列といった天然の核種が含まれている。そのRn-222が壊変してPb-214やBi-214といった自然核種になりγ線を出す。ラドンは気体なので、地中から徐々に大気中に染み出してくる。Rn-222は絶えず地中から供給されるが、3.8日の半減期で消滅していくため平衡状態となり、大気中の濃度は地域ごとにほぼ一定で推移している。大気中を漂う固体（微粒子）の放射性物質はラドン娘核種であり、いずれも半減期が短いので短時間に放射線を出しながら次々とその姿を変えていく。

大気中には、これらの自然核種が漂っており、降雨によって線量は一時的に急上昇する。Pb-214の半減期は約30分、Bi-214は約20分なので、降下しても線量の減少は早い。これらの核種は、一時上昇をしても速やかに線量は下がる。雨が降り止んだ後、2時間～3時間程度でほとんどが消滅し元の空間放射線量のレベルに戻る。

空間線量率と降雨の状況の一例の時系列変化図を図5に示した。このときの降雨による空間線量率の上昇は自然現象による通常の変動であった。

もや（霧）とは、霧と同様に空気中の水蒸気が凝結して細かい水滴となり浮かんでいて視程が妨げられている状態であるが、霧よりも薄いものを指す。視程が1 km未満のものが霧、1 km以上10 km未満のものがもやである。湿度条件は75%以上である。地表面の上にある空気も湿り気が多い状態で、風が弱いと少し空気が冷やされて、空気中に含まれていた水分（湿気）が、たいへん小さな水滴となる。この水滴が空気中に浮かんでいる状態となりもやが発生する。もやは霧ほどに濃くはないが、空気がぼんやりかすんでいる状態である。もやにはいくつかの発生条件があり、それぞれ放射・移流・蒸気・前線・上昇などにより発生する。

もやは大気の状態が安定し、地表近くの空気が上空に対流しなくなる状態のため、大気中のラドン娘核種が地表付近に多く溜まり、観測される空間放射線量が

高くなることもある。空間放射線量の上昇は、高いときには 10 nGy/h を超えることがあるが、もやが無くなるとラドン娘核種が上空に拡散して解消する。

全データ 1826 日分のうち、空間放射線量率の日変動が 5 nGy/h 以上であった日数は 437 日 (23.9%)、10 nGy/h 以上は 219 日 (12.0%) であった。

気象全データ中、0.0 mm 以上の降雨が確認された日数は 1116 日 (61.1%)、0.5 mm 以上の降雨が確認された日数は 590 日 (32.3%) であった。雷雲（雷注意報の発令があった）の発生した日数は、616 日 (33.7%) であった。もやの発生した日数は、537 日 (29.4%) であった。雷の発生した日数は、133 日 (7.3%) であった。

空間放射線量率の日変動が 10 nGy/h 以上の観測日 219 日のうち、0.5 mm 以上の降雨があった日数は 217 日 (99.1%) であった。日変動 10 nGy/h 以上の 219 日のうち、雷雲（雷注意報の発令があった）の発生した日数は、141 日 (64.3%) であった。もやの発生した日数は、163 日 (74.4%) であった。雷の発生した日数は、36 日 (16.4%) であった。

日変動が 10 nGy/h 以上の観測日数 219 日のうち、10 分間空間放射線量率の時系列変化図から見て、降雨と雷雲が主原因と考えられるものは 34 日 (15.9%)、降雨ともやが主原因と考えられるものが 60 日 (28.0%)、降雨と雷雲ともやが主原因と考えられるものが 69 日 (32.2%)、降雨と雷が主原因と考えられるものが 20 日 (9.3%) であった。ほとんどのケースで降雨が関係しているが、雷雲、もや、雷の関与もかなりあった。実際にはこれらが複合的に組み合わさったものであった。降雨のみ、降雪などの原因が単独の場合もごく少数あった。

空間放射線量率の日変動が 20 nGy/h 以上の場合で、観測点上空か近辺を雷雲が通過するときの雲内  $\gamma$  線発生と急激な降雨による自然核種の降下が重なって、空間線量率の急上昇（時系列変化図 図 6）した例もあった。

また、もやが原因の一つと考えられる日には、長時間降雨による大気中の自然核種の継続的な降下と、観測点近辺空間での核種滞留が一定期間継続したことによる空間線量率の緩やかな上昇がみられた。もやの発生がある場合は空間線量率の時系列変化は、なだらかな丘状態の変化を示した。雷雲や雷の関連する場合は、急峻な立ち上がりが見られた。どちらの場合も空間放射線量率上昇の立ち上がり形状が、降雨の直近の累積雨量の形状に類似していた。いずれの場合も時間経過とともに通常の値に戻った。

急峻な立ち上がりのものは急降下で値が低下する傾

向にあり、なだらかな上昇を見せるものはなだらかに低下する傾向にあった。

1 日の中で、降雨と雷雲による上昇と別に、降雨ともやによる上昇の見られた日もあった。

また、降雨と雷雲の組み合わせでも、少量降雨の連続したものと雷雲の急峻上昇の組み合わせも見られた。雪や降雨のみによる空間放射線量率上昇した場合が 8 日あった。

降雨が確認されていないにもかかわらず、日変動が 5 nGy/h 以上あった日数が、15 データあった。

5 年間で空間放射線量率の日変動が 10 nGy/h 以上であった日数を月別に図 7 に示した。4 月から 6 月、8 月、11 月から 1 月が多かった。原因としては、4 月、5 月、11 月から 1 月にはもやの影響が大きいと考えられた。6 月から 9 月にかけては雷、雷雲の影響割合が大きかった。年間での比較では夏場の降雨量、雷や雷雲の発生の多さに比べて、その影響による空間放射線量率の日変動が 10 nGy/h 以上の日数がそれほど多くなかった。冬場の雷雲が、夏場よりも日変動 10 nGy/h 以上の発生割合に影響を及ぼしていた。

季節的には、日変動 10 nGy/h の発生日数が 7 月、9 月、10 月に少ないのが特徴的であった。特に 7 月は雷雲の発生日数も多く、0.5 mm 以上の降雨日数も多いにもかかわらず、日変動 10 nGy/h 以上の発生日数が少ないのが意外であった。

夏季の雷雲では強電場領域を形成する  $-10^{\circ}\text{C}$  高度が冬季に比べてはるかに高く、同じメカニズムで放射線が発生したとしても地上に届く前に減衰してしまうと考えられた。一般的に雷雲から発生した高エネルギーの放射線は空気中で減衰するため、雲底高度が数 km 程度ある夏季の積乱雲から到来する放射線を地上で検知しにくい傾向がある。一方、冬季雷雲は数百 m ~ 1 km 程度と低いため、地上での検知がしやすい。

雷雲の電荷生成機構については、 $-10^{\circ}\text{C}$  高度での急激なあらゆる電荷符号変化とその高度で雷雲の主要な電荷の生成と蓄積が起きていると推測されている。

雷は、大気中で大量の正負の電荷分離が起こり、放電する現象である。放電する際に発生する音が雷鳴で、光が電光である。雲と地上の間で発生する放電を対地放電（落雷）とし、雲の中や雲と雲の間などで発生する放電を雲放電としている。

雷活動時に観測された線量上昇は、雷雲中で発生した放射線が地上まで到達し、検出器に捉えられたものと考えられる。

雷放電を伴わない雷雲の通過時においても  $\gamma$  線が観測<sup>4)</sup> されている。冬季雷雲、夏季雷雲いずれも  $\gamma$  線

が発生している。雷雲に伴う $\gamma$ 線の発生は、雷雲内では激しい上昇気流によって雲を形成する粒子が摩擦を起こす関係で電荷をもつ領域が形成され、強い電場を帯びている。その強電場内でエネルギーを得てある速度まで加速した電子が空気分子と衝突し、次々と電子を生じ、新しく生成された電子がまた次々と空気分子と衝突することで、雪崩的に制動放射が起き、高エネルギーの放射線を放出する。雷雲は自然界における天然の加速器として働き、電子を光速近くまで加速<sup>5)</sup>できるとされている。

雷雲の接近は雷注意報の発令を参考とした。雷に伴って電磁波が発生する空電現象によって、ラジオにバリバリという雑音が入ることがある。雷監視システムは、全国に設置された検知局にて雷から放射された空電現象による電磁波をアンテナで受信して、その位置、発生時刻等の情報を作成している。

空間放射線量率上昇の原因について、検出器に入射した光子が、雷雲の強電場中で加速された2次宇宙線電子により発生した制動放射線であると考え、雷雲の成長とともに電子加速に十分な大きさにまで強められた電場が雷放電で消失するまでの間、継続的に発生すると考えられる。従って、継続時間は線量率上昇に寄与した個々の雷雲の性状に依存し、事例ごとに異なると考えられた。現状では雲性状と継続時間を確認する手段は無かった。

落雷のときには、最初に落雷の瞬間に非常に強い $\gamma$ 線が発生し、次に落雷から続くショートバースト $\gamma$ 線が発生すると考えられる。さらに、電子とその反物質である陽電子が衝突して放出される電子・陽電子の対消滅 $\gamma$ 線が落雷後に発生する。極短寿命であるが、中性子や陽電子が雷で生成されていることになる。

加速された電子からの $\gamma$ 線が、雷雲の通過に伴って数分間にわたり地上に降り注ぐ。雷雲中では、イオンに比べ軽い電子であれば、観測できるほど十分な量の $\gamma$ 線が制動放射で作られる。さらに $\gamma$ 線は、電子に比べ、大気中を5倍から10倍以上、ずっと長く進むので、遠方で発生しても地上で観測している装置まで到達できる。空間線量率の測定結果から、雷雲で加速された電子そのものではなく、それが放射した $\gamma$ 線を検出できていることになる。

今回の一連の測定結果は、過去5年間で検出された空間放射線量率ピークの上昇は一見すると顕著であるが、実際には人体への影響はまったく問題ない。1回の胸部X線検診で浴びる放射線量は0.05 mSV程度あるが、雷や雷雲に関する $\gamma$ 線の放射線量はおよそ $1 \times 10^{-9}$  mSV程度である。

降雨によるような長い時間変化とは明らかに異なる突発的な空間放射線量率増加を観測した箇所は、雷または雷雲からの $\gamma$ 線によるものと考えられた。

モニタリングポストデータの測定値において雷及び雷雲に関するピークが突発的な形状であることから、放射線の放射も急激に停止するという特徴をもっていることになる。このことは雷雲中の電場によって粒子が加速され、加速された粒子から制動放射等によって $\gamma$ 線が放射された後、粒子を加速していた電場領域が急激に破壊または極端に弱まったと考えられた。

空間線量率のその他の上昇要因としては、一般的にモニタリングポストの近隣での非破壊検査によるX線照射の影響、人体内の放射性医薬品及びレントゲン撮影車の影響によるもの<sup>6)</sup>があげられる。

### まとめ

1. 奈良土木事務所での平成25年度から平成29年度にかけての空間放射線量率は54～97 nGy/hの範囲にあり、平均値は61 nGy/hであった。全ての地点のデータは公衆の年線量当量限度1 mSv/年の時間換算量114 nGy/hを下回っており、全く問題は無かった。
2. 異常値の原因が降雨、もや、雷雲、雷であることがわかった。これらが複合的に組み合わさって空間線量率上昇をもたらした。
3. 降雨ともや、降雨と雷雲または雷等の組み合わせの原因により空間放射線量率時系列の上昇・下降形態に影響があった。
4. 雷の発生が確認されなくても雷雲の通過によっても空間線量率上昇が起こった。

### 文 献

- 1) 原子力規制庁監視情報課防災環境対策室：環境放射能水準調査委託実施計画書（平成29年度）
- 2) 文部科学省編「放射能測定法シリーズ」昭和51年～平成29年改訂版
- 3) 平成29年度柏崎刈羽原子力発電所周辺環境放射線監視調査結果速報第2四半期（7月～9月）、35-39（2017）
- 4) 山崎 興樹：新潟県放射線監視センター年報、1、29-37（2003）
- 5) Enoto, T et al : *Nature*, **551**, 481-484（2017）
- 6) 小西 浩之、他：東京都健康安全研究センター、64,173-179（2013）

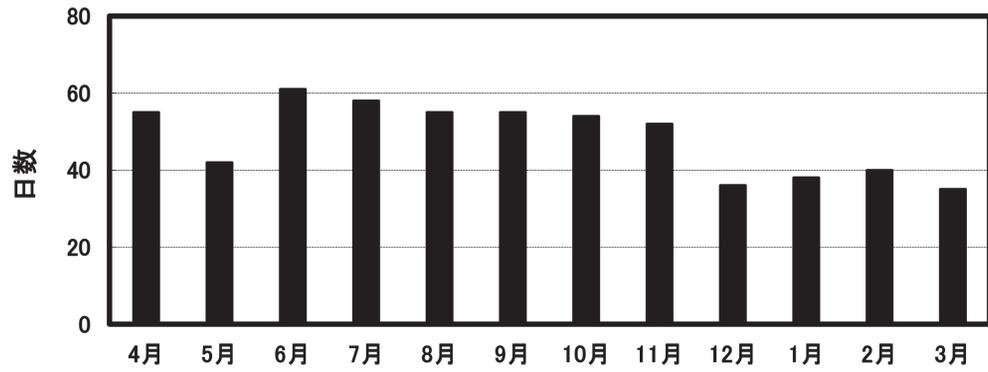


図1 奈良市内降雨0.5 mm以上の月別日数 平成25年4月～30年3月

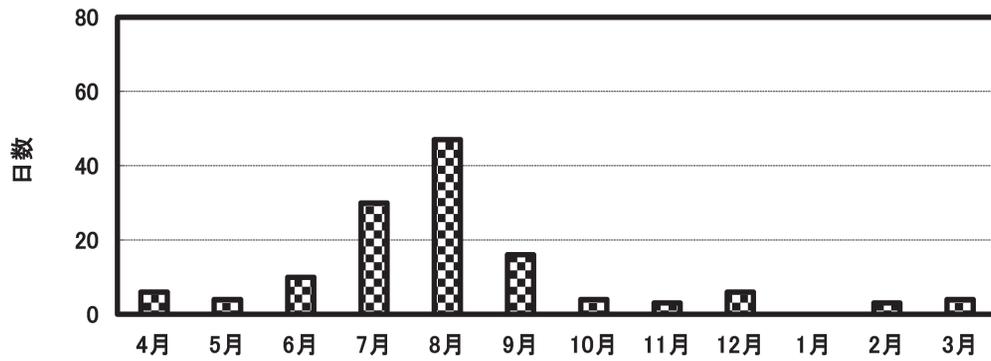


図2 奈良市内雷発生の月別観測日数 平成25年4月～30年3月

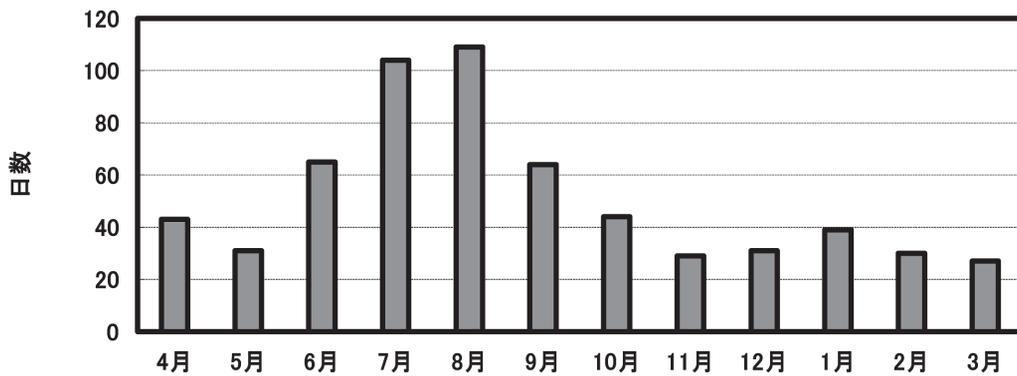


図3 奈良市内雷注意報発令の月別日数 平成25年4月～30年3月

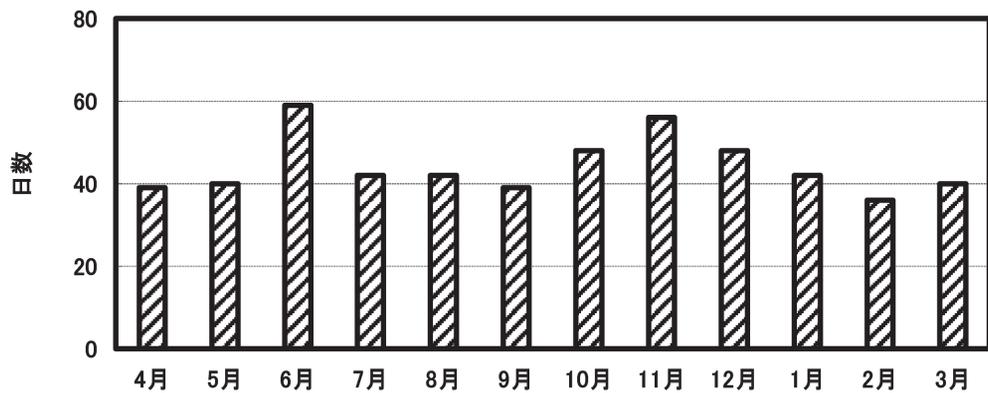


図4 奈良市内もや発生の月別日数 平成25年4月～30年3月

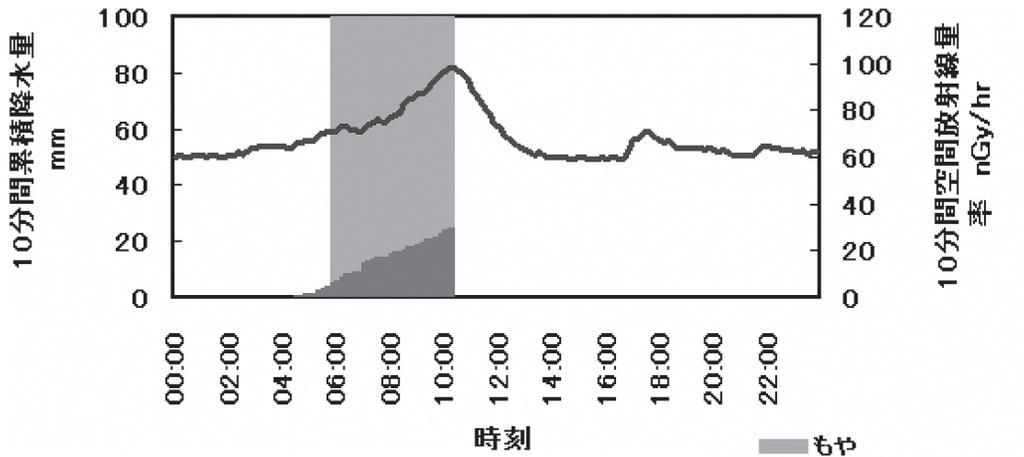


図5 平成28年12月27日 奈良土木事務所、10分間空間線量率、10分間降水量一部、もや発生

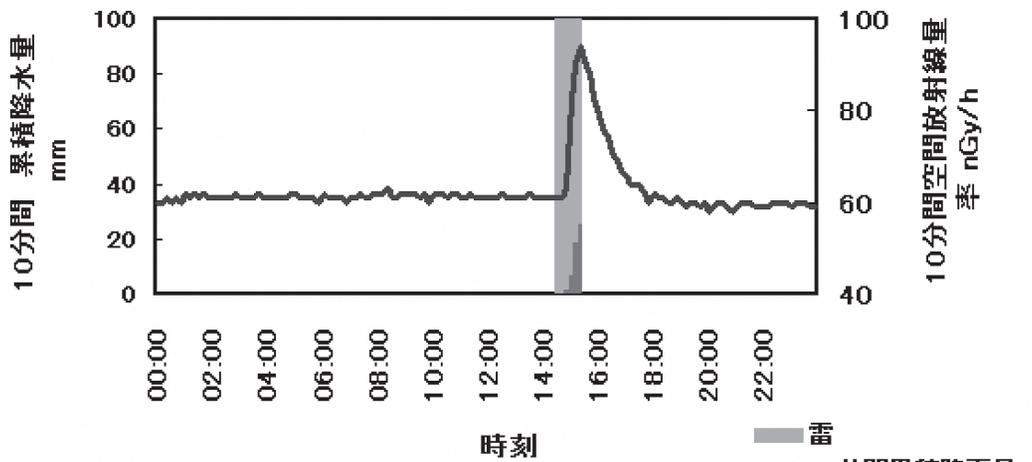


図6 平成26年7月20日 奈良土木事務所モニタリングポスト 10分間空間線量率、雷及び10分間累積降水量一部

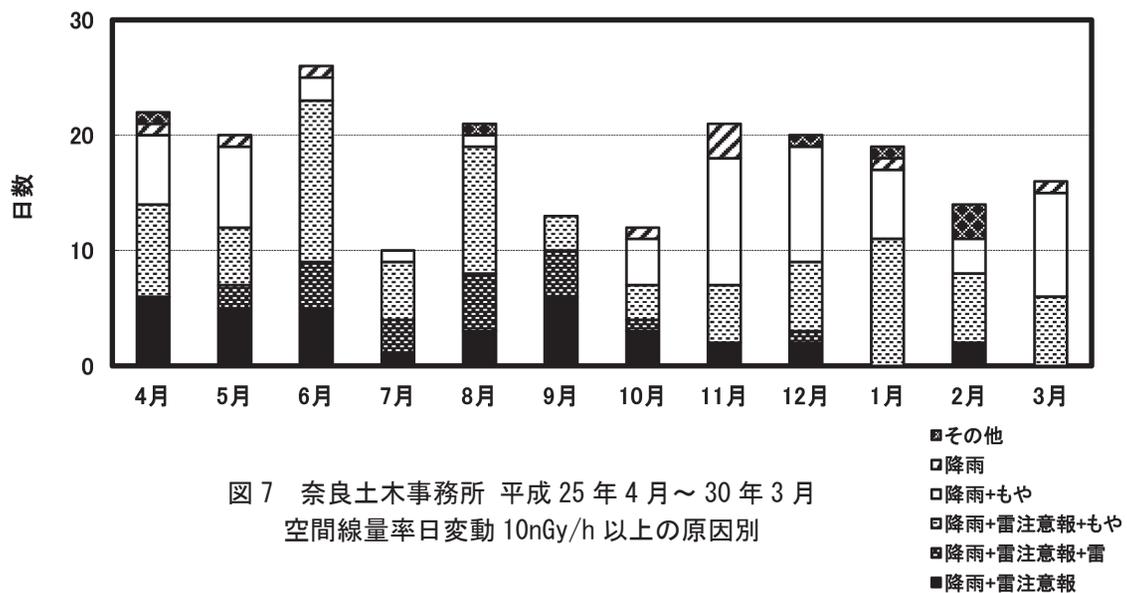


図7 奈良土木事務所 平成25年4月～30年3月 空間線量率日変動10nGy/h以上の原因別

## 河川水中の薬用石鹼成分の調査

北村栄治・浦西洋輔・佐羽俊也

Monitoring Study of Ingredients of antibacterial Soaps in River Water

Eiji KITAMURA・Yosuke URANISHI and Toshiya SABA

### 緒言

平成28年9月アメリカ食品医薬品局がトリクロサン(2,4,4'-trichloro-2'-hydroxydiphenyl ether)等を含む薬用石けんに対して販売停止の措置をとったことを受け、厚生労働省は9月30日付で国内の製造販売業者に対して、対象成分を含有しない製品への切替えを要請した<sup>1)</sup>。特にトリクロサンは、環境省が水環境保全に向けた取組のための要調査項目リストにも上げられており、石鹼以外でも歯磨き剤や洗髪剤など多数の製品に抗菌・防腐剤として使用されてきたため、生活排水の流入する河川での検出が多数報告され、水生生物への影響が懸念されている<sup>2)</sup>。そこで、本県においても生活排水の影響を受けていると思われる河川についてトリクロサン及びトリクロサンの代替として今後使用量が増加すると思われるイソプロピルメチルフェノール(4-isopropyl-3-methylphenol)の汚染実態を調査した。

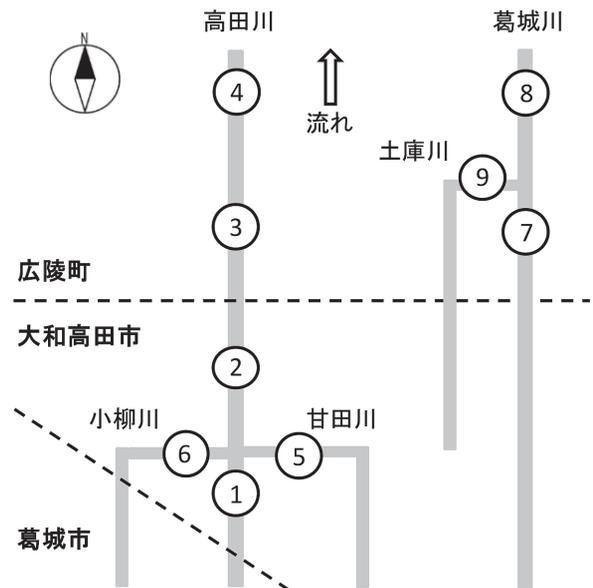


図1 分析フロー

### 方法

#### 1. 調査方法

トリクロサンは HPLC 用 (98% 以上)、イソプロピルメチルフェノールは特級 (99% 以上)、誘導体化試薬の N,O-ビス(トリメチルシリル)トリフルオロアセトアミド (BSTFA) は GC 用、内標準物質のアセナフテン-d10、フェナントレン-d10 は環境分析用 (98% 以上)、ジクロロメタン、メタノールは残留農薬試験用(以上和光純薬工業(株)製)を用いた。固相カートリッジは Waters 社製 OASIS HLB Plus (225mg) を用いた。



No.	地点名	河川名
1	磯野西橋	高田川
2	宮前橋	
3	中橋	
4	里合橋	
5	甘田川流末	甘田川
6	小柳川流末	小柳川
7	鳥居大橋	葛城川
8	枯木橋	
9	土庫川流末	土庫川

図2 調査地点

分析法は、図1に示すとおりで、試料1Lを塩酸でpH3.5に調整し、ジクロロメタン、メタノール、希塩酸でコンディショニングした固相カートリッジに約10 mL/分で通水して固相抽出を行った。固相は窒素パーズで脱水後、ジクロロメタン6 mLで溶出し、窒素気流下0.2mLまで濃縮し、BSTFAを0.1 mL加え2時間反応させシリル化し、内標準物質を添加してGC/MSで表1に示す条件で測定した。蒸留水1Lに4 ng/Lとなるように標準品を添加したときの回収率及びIDL, MDL (n=7) を表2に示す。

表1 GC/MS 条件

使用機種	SHIMADZU GCMS-QP2010Ultra
カラム	Rtx-5MS 30m × 0.25mm × 0.25 μ m
カラム温度	50°C (1min) → 10°C /min → 300°C (1min)
注入口温度	250°C
試料注入法	スプリットレス
カラム流量	1.5mL/min
インターフェース温度	250°C
イオン源温度	230°C
モニターイオン	トリクロサン誘導体 (345, 347) イソプロピルメチルフェノール誘導体 (222, 207) アセナフテン d10 (164, 162) フェナントレン d10 (188, 160)

表2 検出下限値

	回収率 (%)	IDL (ng/L)	MDL (ng/L)
トリクロサン	87	0.60	0.87
イソプロピルメチルフェノール	72	0.36	1.4

## 2. 調査地点

調査地点は図2に示すように、生活排水の影響を受ける高田川、葛城川とその幾つかの支川について、大和高田市周辺の流域で調査を行った。調査は水質汚濁が特に著しい冬季(2017年10月、11月、2018年2月)に実施した。

### 結果及び考察

調査の結果、トリクロサンは表3に示すとおり、0.87未満～3.2 ng/Lの範囲で検出された。環境省の平成26年度化学物質環境実態調査初期環境調査結果<sup>3)</sup>では0.76～93 ng/Lの範囲で検出されており、今回の結果は環境省の調査結果範囲内だった。

イソプロピルメチルフェノールは表4に示すとおり、3.6～260 ng/Lの範囲で検出された。さいたま市内の河川では0.38～293 ng/Lの範囲で検出したことが報告されており<sup>4)</sup>、今回の調査結果は同程度の値を示していた。

トリクロサン、イソプロピルメチルフェノール共に下水処理で大半が除去されるが、一旦環境中に放出された場合、6日程度ではほとんど分解しないことが報告されている<sup>5)</sup>。このことから、生活排水が混入する河川ほど濃度が高くなることが予想された。トリクロサンは、高田川の本川では、上流の①磯野西橋で検出下限値以下であったが、下流の地点はほぼ一定の値で検出した。磯野西橋以降で合流している支川では、甘田川(⑤甘田川流末)が最も高い値を示していることから、汚染の主要な要因は甘田川と考えられた。甘田川

表3 トリクロサン調査結果

河川名	高田川				甘田川	小柳川	葛城川		土庫川
	① 磯野西橋	② 宮前橋	③ 中橋	④ 里合橋	⑤ 甘田川流末	⑥ 小柳川流末	⑦ 鳥居大橋	⑧ 枯木橋	⑨ 土庫川流末
2017年10月	<0.87	1.3	<0.87	1.2	2.1	1.5	0.95	<0.87	1.1
2017年11月	<0.87	1.5	1.6	1.6	3.2	3.0	<0.87	0.96	1.8
2018年2月	<0.87	2	1.8	1.4	2.4	<0.87	<0.87	0.96	3.2

(ng/L)

表4 イソプロピルメチルフェノール調査結果

河川名	高田川				甘田川	小柳川	葛城川		土庫川
	① 磯野西橋	② 宮前橋	③ 中橋	④ 里合橋	⑤ 甘田川流末	⑥ 小柳川流末	⑦ 鳥居大橋	⑧ 枯木橋	⑨ 土庫川流末
2017年10月	3.6	31	38	27	60	17	5.9	22	47
2017年11月	6.2	63	65	58	100	95	28	65	100
2018年2月	7.3	130	130	100	240	43	45	97	260

(ng/L)

は、下水道普及率が50.9%<sup>6)</sup>と周辺市町村より低い大和高田市が主な流域であり、生活排水の影響を受けて高くなったと考えられた。葛城川は、本川の2箇所(⑦, ⑧)では値の変動が少なく、支川の土庫川(⑨土庫川流末)で高い値を示した。土庫川も大和高田市、広陵町を主な流域とし、生活排水の影響を受けているため値が高くなったと考えられた。一方、イソプロピルメチルフェノールもトリクロサン同様に、高田川では甘田川が最も高い値を示した。合流後の下流②~④ではイソプロピルメチルフェノールの値の変動が少なかったことから、甘田川が汚染の主な要因と考えられた。葛城川では土庫川が高い値を示し、合流後、この影響を受けて下流の⑧枯木橋での値が高くなったと考えられた。

調査期間中の値変動を見ると、トリクロサンは変動が確認出来なかったが、対してイソプロピルメチルフェノールは10月から2月にかけて濃度が高くなった。この原因は、冬期の風邪・インフルエンザ予防として薬用石鹸の使用量が増加したことで河川への薬用石鹸成分の流出が増加したこと、及びトリクロサンから代替物質であるイソプロピルメチルフェノールへと薬用石鹸の有効成分の移行が進んだことが影響している可能性がある。

トリクロサンは、環境省の化学物質の環境リスク評価によると予測無影響濃度(PNEC)が28 ng/Lとされており<sup>7)</sup>、今回の調査ではこれを超える値は検出されなかった。今後は、厚生労働省の指導により使用量が減少し、河川水中の濃度減少が予想される。しかし、本調査でPNECの1/10の濃度を検出する地点があったことから、今後も継続した調査は必要である。一方、イソプロピルメチルフェノールの予測無影響濃度(PNEC: 57000ng/L<sup>8)</sup>)はトリクロサンほどではないが、代替物質としての使用量増加が今後見込まれることから、継続した監視が必要と思われる。

### まとめ

薬用石鹸成分のトリクロサン及びイソプロピルメチルフェノールについて、生活排水の影響を受けている高田川、葛城川において調査した結果、トリクロサンは0.87未満~3.2 ng/L、イソプロピルメチルフェノールは3.6~260 ng/Lの範囲で検出された。高田川は支川の甘田川の汚染に影響され、葛城川も支川の土庫川の汚染の影響を受け合流後に本川のイソプロピルメチルフェノールの濃度上昇が見られた。いずれの支川も下水道普及率の低い大和高田市を流域とした河川であることから、生活排水の流入が原因と思われた。トリ

クロサンは、環境省の化学物質の環境リスク評価によるPNECの1/10の濃度を検出した地点があり、今後も継続した監視が必要である。

### 文 献

- 1) 厚生労働省：平成28年9月30日付薬生薬審発0930第4号薬生安発0930第1号「薬用石けんに関する取扱い等について」
- 2) 小森行也, 鈴木穰：水環境学会誌, 32(3), 133-138(2009)
- 3) 環境省環境保健部環境安全課：平成27年度版化学物質と環境, (2015)
- 4) 木村久美子, 亀田豊, 渡部茂和, 他：第46回日本水環境学会年会講演集, 525(2012)
- 5) 田村生弥, 山本裕史：環境化学, 22(3), 113-119(2012)
- 6) 奈良県くらし創造部景観・環境局廃棄物対策課：奈良県の一般廃棄物処理事業の概要 平成27年度版, (2017)
- 7) 環境省環境保健部環境リスク評価室：化学物質の環境リスク評価 第7巻, (2009)
- 8) 木村久美子：横浜国立大学大学院環境情報学府博士論文, (2014)

## ニセネコゼミジンコを用いた工場排水の 生物影響評価について

平井佐紀子・佐羽俊也

Evaluation of Method in Effluent Toxicity Testing using *Cariodaphnia dubia*

Sakiko HIRAI and Toshiya SABA

### 緒 言

工場排水には多くの化学物質が含まれ、現在の規制では日々増加する膨大な化学物質の一つ一つの測定も困難で、またこれらの化学物質の複合作用については判らない状態である。この課題についての解決法の一つとして、環境中に生息する水生生物への影響を直接的かつ包括的に測る方法（バイオアッセイ）がある。その中でも最近注目されているのがWET法による試験である。

本報では、平成28年度に報告<sup>1)</sup>した内容に基づき、ニセネコゼミジンコを用いたWET法による試験を平成28年度～平成29年度に定期的に搬入されたA事業所の排水8検体に対して実施し、生物影響評価を行ったので報告する。

### 方 法

#### 1. 試料

平成28年4月から平成29年11月に搬入された県内事業所Aの排水8検体を用いた。

#### 2. 方法

A事業所排水を5濃度区（0%（対照）、5%、10%、20%、40%、80%）に調製し、ニセネコゼミジンコを用いた繁殖試験法<sup>2), 3)</sup>を実施した。方法と条件を表に示す。

ミジンコ繁殖試験では、生後24時間以内のミジンコを試料を含む飼育水に7日間ばく露し、死亡数及び生まれた仔虫の数を調べ、対照区と比較することによりミジンコの繁殖に対する慢性毒性を評価した。

#### 3. 飼育水について

飼育に使用する水は水道水を三菱レイヨン・クリンスイ(株)製の蛇口直結型浄水器（CSPシリーズ）のHGC9SWカートリッジを通した水にコントレックス

（硬度1475）を5%加えて硬度76に調整して飼育水とした。飼育水は調整したのち24時間以上エアレーションを行ったものを使用した。

#### 4. データ解析方法

データの解析は、環境毒性学会のサイトにて配布されている解析ソフトECOTOX<sup>4)</sup>を使用した。

この解析ソフトで有意差検定を行い対照区との有意差が認められた濃度区の最低濃度区をLOEC（最低影響濃度）とし、LOECの一つ下の濃度区をNOEC（最大無作用濃度）とした。

### 結果及び考察

A事業所の排水の結果を図1から8に示す。図1～8の有意差の有る試験濃度に\*\*を付記した。

平成28年4月に搬入された排水の対照区の産仔数は平均20匹に対して、5%濃度区では11匹となり有意差が認められた。以降、すべての濃度区で対照区と比較したところ有意差が認められた。この結果、LOEC（最低影響濃度）は5%で、NOEC（最大無作用濃度）は5%未満となり、排水濃度が高くなるにつれて産仔数は減少したことから、排水のミジンコへの繁殖毒性が高いと考えられた。平成28年6月ではNOECは5%、7月、8月はNOECは20%、9月はNOECは10%、11月はNOECは40%、平成29年5月はNOECは5%、平成29年11月はNOECは40%となった。

平成28年4月の排水はNOECが5%未満と毒性が高かったため、原因物質を特定するため平成28年6月以降の排水については、ICP/MSによる重金属の測定を実施した。結果を図9に示す。NOECが最も低い平成28年6月、平成29年5月において、Ni濃度が他期間の5倍以上高くなっていた。

## まとめ

平成 28～29 年度に搬入された A 事業場の排水は、平成 28 年 4 月の排水の NOEC が 5% 未満で非常に繁殖毒性が高かったが、以降、NOEC は 5～40% で変動し、繁殖毒性は改善が見られた。

採水時に行った水質分析 (pH, BOD, COD, SS, CN, Cr<sup>6+</sup>, T-Hg, Pb, Cd, As, Se, VOC) では、有害化学物質や有害金属が検出されなかったにもかかわらず繁殖毒性がみられたため、ミジンコの繁殖毒性の認められる Ni を ICP/MS で追加測定したところ、NOEC が 5% と低かった排水の Ni 濃度は 50 ppb 以上を示し、NOEC が 40% となった排水では Ni 濃度は 10 ppb 未満で低かった。今回の結果からミジンコの繁殖毒性には、排水中の Ni が原因物質である可能性がある。

## 文献

- 1) 平井佐紀子：ニセネコゼミジンコを用いた工場排水の生物影響評価について、奈良県景観・環境総合センター研究報告第 4 号, 58-59 (平成 28 年度)
- 2) 長谷川絵里：ニセネコゼミジンコを使用したミジンコ繁殖試験方法、名古屋市環境科学調査センター年報第 1 号, 81-83 (2012)
- 3) 排水(環境水)管理のバイオアッセイ技術検討部会：生物応答を用いた排水試験法(検討案)(2014)
- 4) [www.intio.or.jp/jest/ecotox.htm](http://www.intio.or.jp/jest/ecotox.htm)

表 試験条件

項目	方法と条件
生物種	ニセネコゼミジンコ
試験媒体	飼育水
試験方法	半止水式
試験液量	15ml / 容器
試験機関	7～8 日
試験濃度	公比 2, 5 濃度区
生物数	10 匹 / 濃度区
試験温度	25 ± 1℃
照明	16 時間明 / 8 時間暗
給餌	クロレラ, YCT

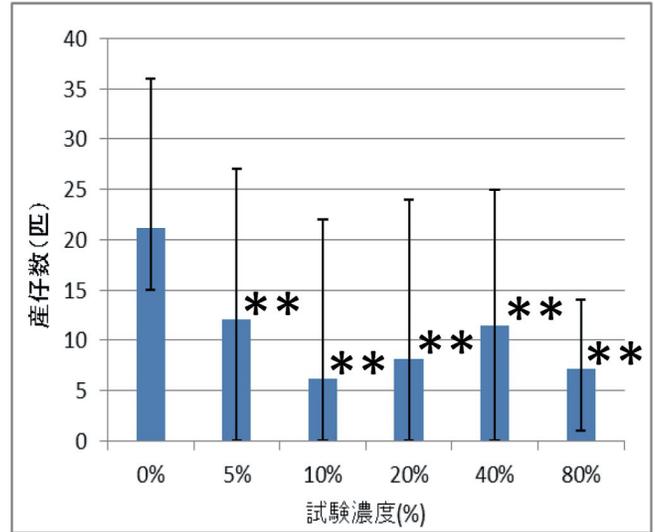


図 1 平成 28 年 4 月採水の排水 NOEC : 5% 未満

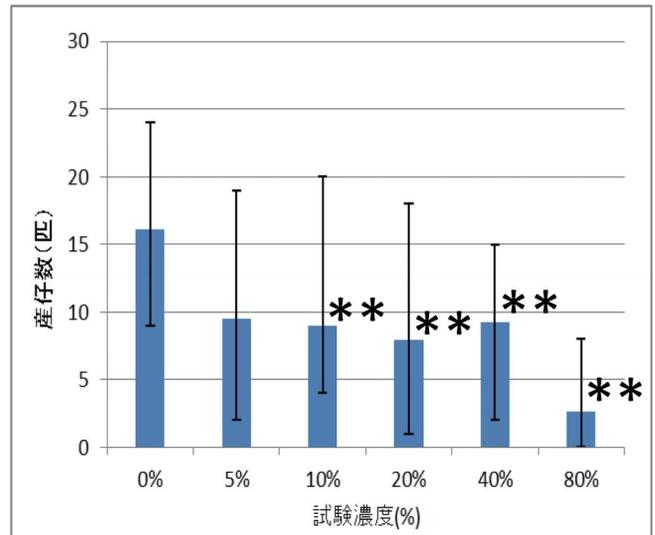


図 2 平成 28 年 6 月採水の排水 NOEC : 5% 以下

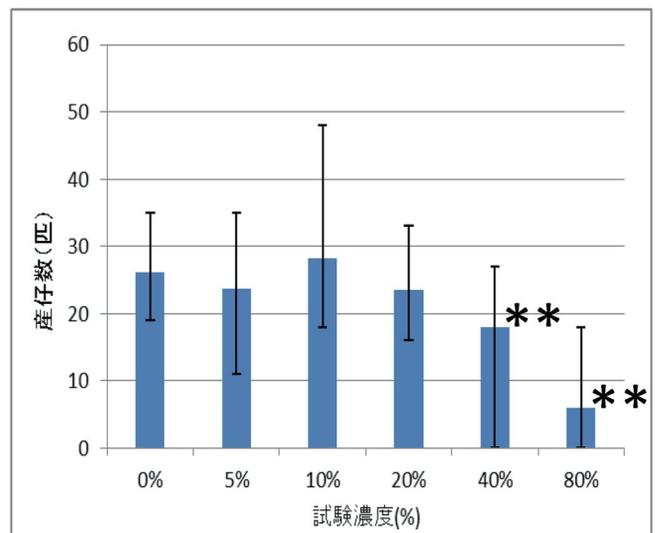


図 3 平成 28 年 7 月採水の排水 NOEC : 20% 以下

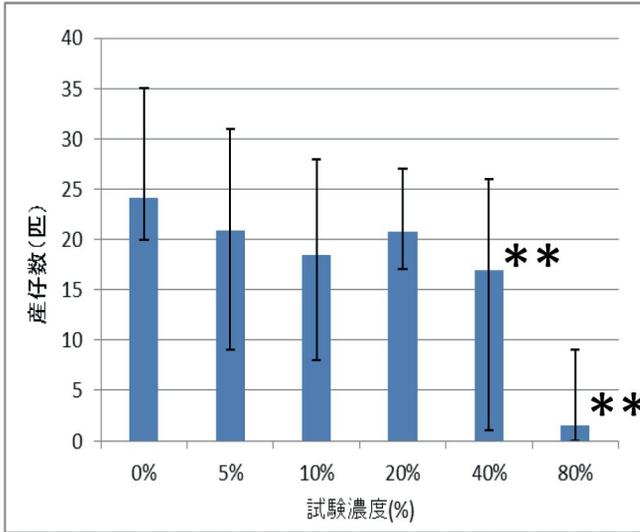


図4 平成28年8月採水の排水 NOEC : 20% 以下

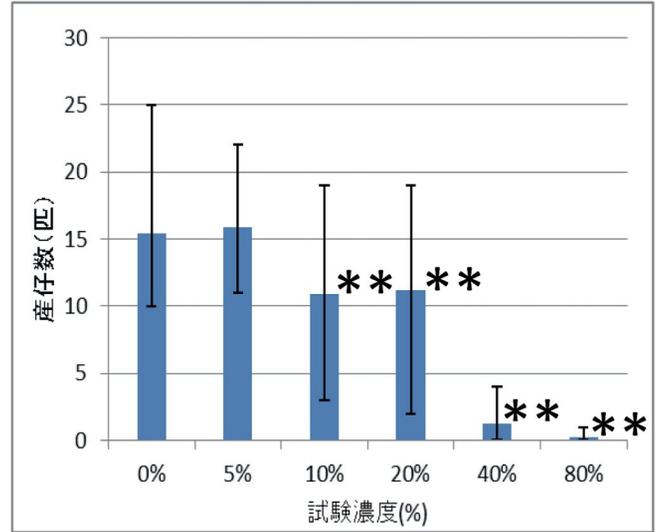


図7 平成29年5月採水の排水 NOEC : 5% 以下

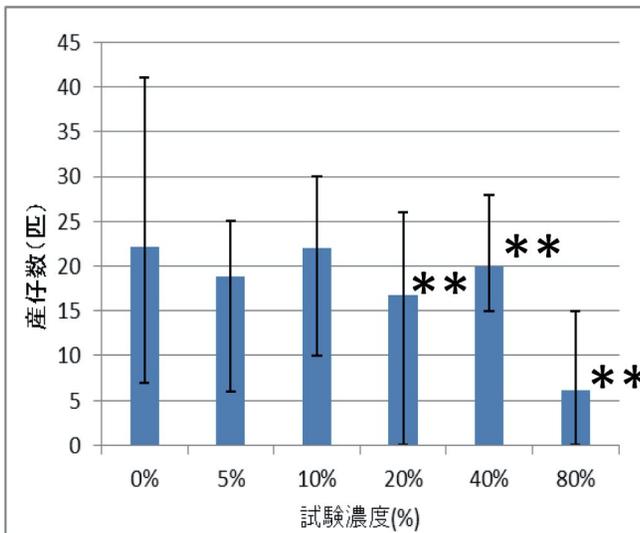


図5 平成28年9月採水の排水 NOEC : 10% 以下

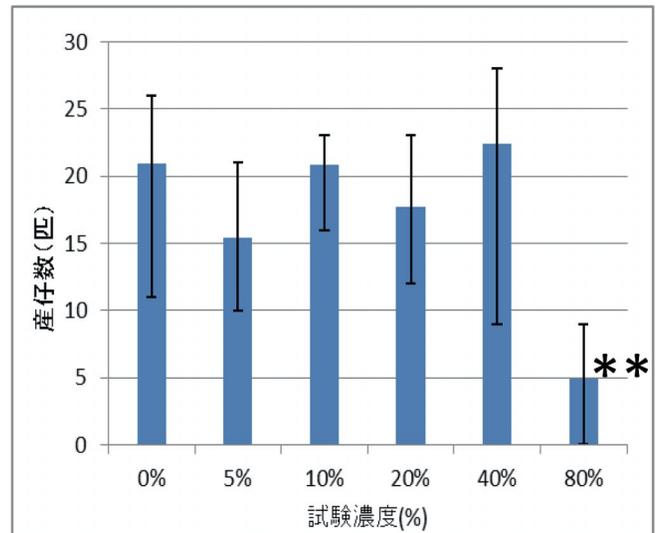


図8 平成29年11月採水の排水 NOEC : 40% 以下

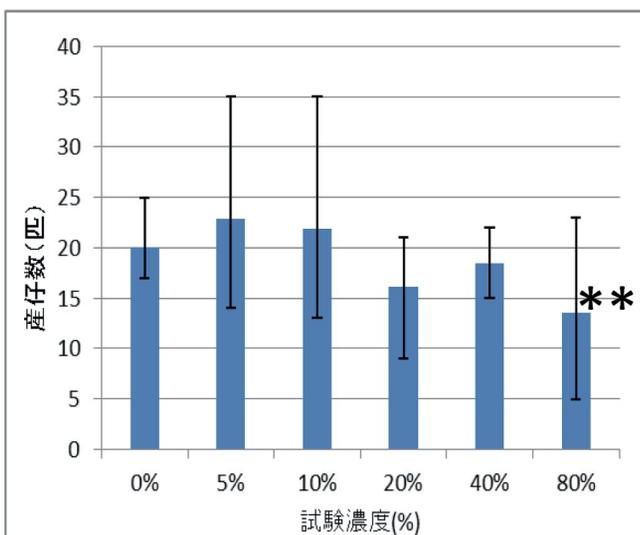


図6 平成28年11月採水の排水 NOEC : 40% 以下

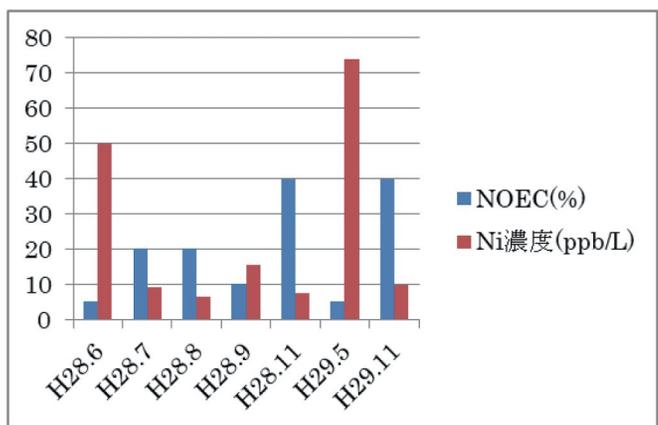


図9 採水時期によるNOECとNi濃度の関係

## WET法による大和川水系の生物影響評価について（第2報）

長尾 舞・平井 佐紀子・佐羽 俊也

Bioassay in Yamato River System using whole effluent toxicity (WET) tests

Mai NAGAO・Sakiko HIRAI and Toshiya SABA

### 緒 言

現在の化学物質の規制方法は、有害性が明らかにされた物質を個別に規制しているが、毒性情報が未知のものや規制に至らない化学物質の影響、さらには環境中での物質間の複合的な影響については対応できていない。そこで、水環境への影響や毒性の有無を総合的に把握・評価する手法として、生物応答を利用した排水管理手法（Whole Effluent Toxicity：以下、WET法）が注目されている。

WET法は、欧米では1990年代に水質規制に導入されており、日本でも環境省により平成22年度に「生物応答を利用した水環境管理手法に関する検討会」が設置され<sup>1)</sup>、現在もWET法の導入について検討が続けられている。また、一部の企業及び公的研究機関においては、自主的取組の一環として導入している例もある<sup>2)</sup>。

そこで、本調査では、県民の生活圏に根ざした大和川水系の環境基準点のうち2地点について、ニセネコゼミジンコを用いるミジンコ繁殖試験法を実施し、季節毎の河川水の水生生物への影響を総合的に評価した。

### 方 法

調査地点を図1に示す。大和川水系・富雄川の環境基準点である芝及び弋鳥橋の2地点とし、春期（4月）、夏期（8月）、秋期（11月）、冬期（12月）に採取した試料を用いた。

試験には、国立研究開発法人 国立環境研究所から提供を受けたニセネコゼミジンコ（*Ceriodaphnia dubia*）を用いた。ニセネコゼミジンコは、欧州、北米、アフリカなどに生息する外来種で、成虫の体長は約1mm、成熟期間は約3日である。

試験は、環境省が設置する「生物応答を利用した水環境管理手法に関する検討会」において平成27年11月に公表されたミジンコ繁殖試験法<sup>3)</sup>に基づき、表1の条件下で実施した。ミジンコ繁殖試験では、生後

24時間以内のミジンコを、1濃度区あたり10個体で7日間ばく露し、死亡数及び産まれた仔虫の数を調べ、対象区と各濃度区を比較して、統計学的に有意な低下が認められた場合にはその濃度区以上について毒性が認められることとなる。

データ解析には、日本環境毒性学会にて配布されている解析ソフト「ECOTOX」<sup>4)</sup>を使用した。解析手順は、まず得られたデータでBartlett検定を行い、等分散性が認められる場合にはパラメトリック手法のDunnettの検定を、等分散性が認められない場合にはノンパラメトリック手法のSteelの検定を用いて、対照区と各濃度区の有意差を検定した。これらの解析により、有

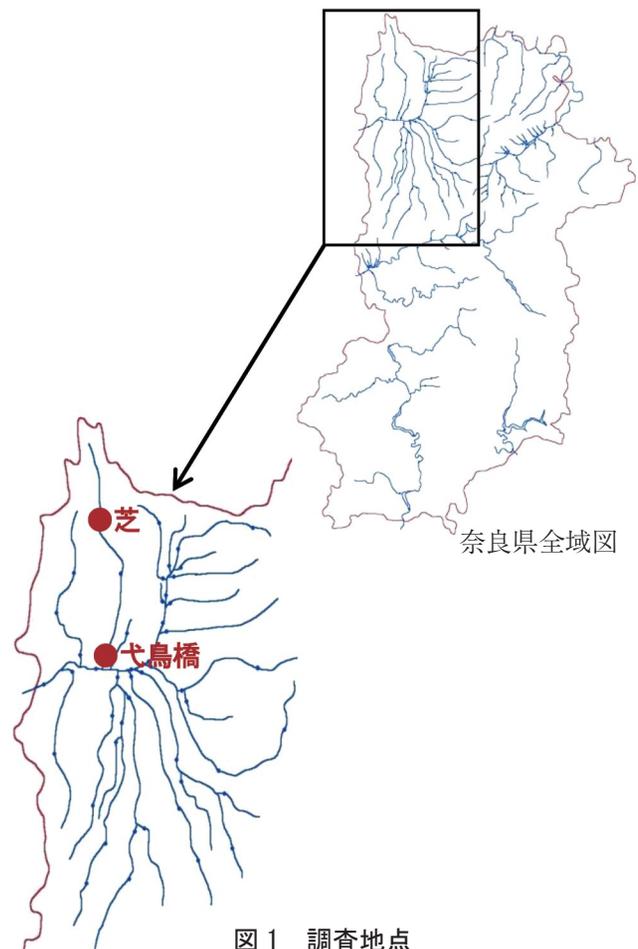


図1 調査地点

意な低下が見られる最低の試験濃度を最小影響濃度 (LOEC), LOEC の一段階下の濃度区を最大無影響濃度 (NOEC) とし, 試料間の NOEC について比較した.

表 1 試験条件

項目	方法と条件
生物種	ニセネコゼミジンコ
試験方法	半止水式
試験液量	15ml / 容器
試験期間	7日
試験濃度	5濃度区 (5,10,20,40,80%)
生物数	10匹 / 濃度区 (n=10)
試験温度	25 ± 1℃
照明	16時間明 / 8時間暗
給餌	クロレラ, YCT

#### 結果および考察

2 地点の季節毎の試験結果を図 2 に示す. 対象区と比較し, 有意差が見られた濃度区には「※※」を記す. 芝では夏期の試料で NOEC<5%, 冬期の試料で NOEC=20%, 弋鳥橋では冬期の試料で NOEC<5% との結果になった. その他の試料では, 全ての濃度区で産仔数の有意な低下は見られなかった. また, 春期の芝では, 20%, 40% の濃度区で産仔数の有意な上昇が見られた.

NOEC と生活環境項目の値の比較を表 2 に示す. 夏期の芝では COD, SS の値が他の月と比べて大幅に高かった. これは, 夏期の試料を採水した平成 29 年 8 月は上旬に雷雨や台風の上陸があり, 採水時にも濁りが見られたこと, 上流の芝では台風による濁水の影響が顕著に現れたことが影響したと考えられる.

冬期は芝・弋鳥橋の両地点で産仔数の有意な低下が見られ, 弋鳥橋においては 10% の濃度区で産仔数の有意な上昇も見られた. しかし, これらの影響について, 表 2 に示す生活環境項目の値と直接的な関係を示したものはなく, 原因の究明はできなかった. 他の要因として, 季節変動の観点から, 冬期の水質がミジンコの産仔数に何らかの影響を及ぼす可能性が考えられる.

今後, 重金属やイオン成分等の比較項目を追加し, ニセネコゼミジンコの産仔数への影響を継続して調査する.

#### 文 献

- 1) 生物応答を利用した水環境管理手法に関する検討会：生物応答を利用した排水管理手法の活用について (2015)
- 2) 長谷川 絵理, 西 史江, 岡村 祐里子他：名古屋市環境科学調査センター年報, 81-83 (2012)
- 3) 排水 (環境水) 管理のバイオアッセイ技術検討分科会：生物応答を用いた排水試験法 (検討案), 20-24 (2013)
- 4) 日本環境毒性学会 HP : <http://jset.jp>

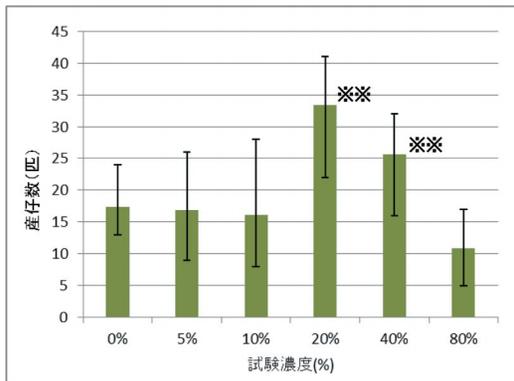
表 2 各地点の NOEC と生活環境項目の比較

	●芝							
	NOEC [%]	pH	DO	BOD	COD [mg/L]	SS	T-N	T-P
春期	≥80	7.3	11	2.4	4.6	2	1.5	0.18
夏期	<5	7.8	8.0	4.5	8.0	40	1.8	0.26
秋期	≥80	7.5	10	1.4	3.8	2	1.3	0.065
冬季	20	7.5	12	1.1	3.5	2	1.0	0.063

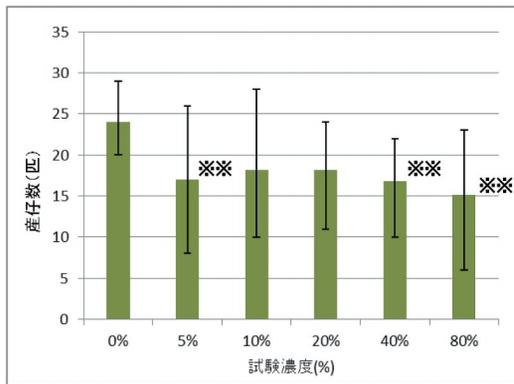
  

	●弋鳥橋							
	NOEC [%]	pH	DO	BOD	COD [mg/L]	SS	T-N	T-P
春期	≥80	7.3	11	2.4	4.6	2	1.5	0.18
夏期	≥80	8.1	7.9	4.0	7.0	25	1.1	0.11
秋期	≥80	8.0	10	1.8	4.8	3	1.6	0.40
冬季	<5	8.1	11	2.2	5.7	2	1.9	0.40

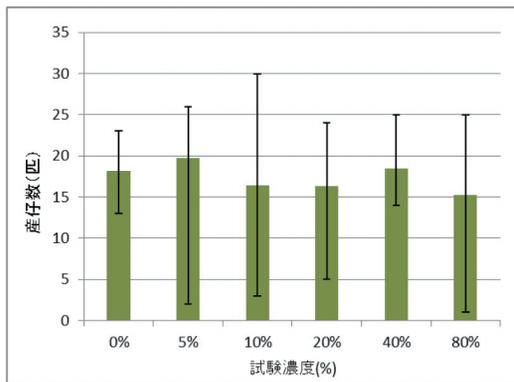
●芝



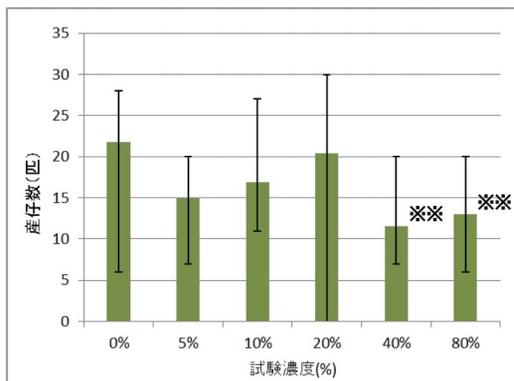
春期 (H29. 4月)



夏期 (H29. 8月)

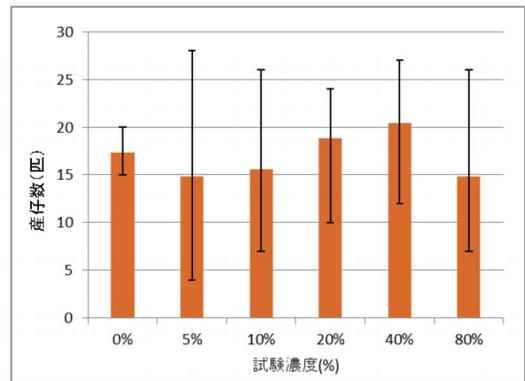


秋期 (H29. 11月)

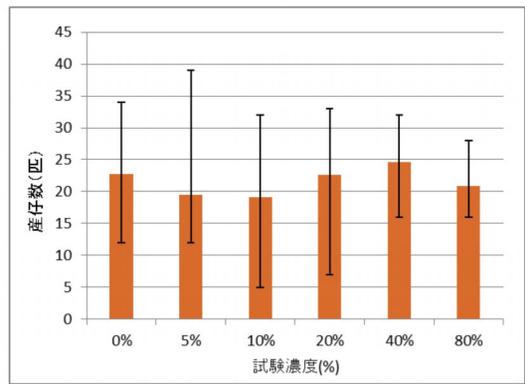


冬期 (H29. 12月)

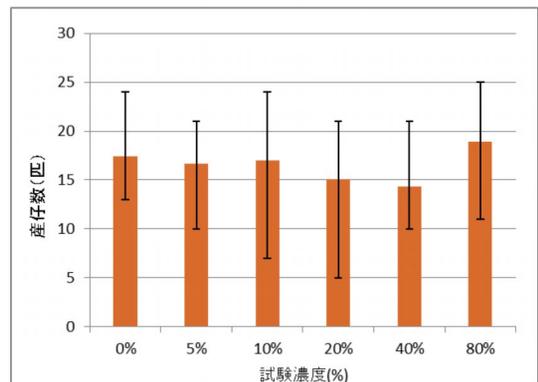
●弋鳥橋



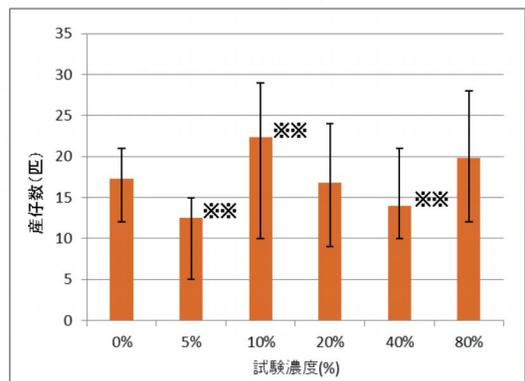
春期 (H29. 4月)



夏期 (H29. 8月)



秋期 (H29. 11月)



冬期 (H29. 12月)

図2 ミジンコ繁殖試験の結果

## 奈良県における環境放射能調査 (平成29年4月～平成30年3月)

中山義博・杉本恭利・中西 誠

Environmental Radioactivity Survey Data in Nara Prefecture  
(Apr.2017-Mar.2018)

Yoshihiro NAKAYAMA・Kiyotoshi SUGIMOTO and Makoto NAKANISHI

### 緒 言

平成元年度から科学技術庁（平成13年1月からは文部科学省、平成25年4月からは原子力規制委員会）委託環境放射能水準調査事業に参加し、環境試料より放射能測定を継続実施している。平成29年度に実施した環境放射能水準調査結果について取りまとめたのでその概要を報告する。

### 調査方法

#### 1. 調査対象

定時降水中の全β放射能、大気浮遊じん・降下物・土壌・陸水・原乳・精米・野菜類・茶葉のγ線核種分析及び環境中の空間放射線量率を調査対象とした。また、この水準調査の環境試料採取にあたり、農業研究開発センター、大和茶研究センター及び大和野菜研究センターに協力を依頼している。

#### 2. 測定方法

環境試料の採取、前処理、γ線核種分析、全β放射能測定及び空間放射線量率測定は、原子力規制委員会の「環境放射能水準調査委託実施計画書」（平成28年度）<sup>1)</sup>「全β放射能測定法」、「Ge半導体検出器によるガンマ線スペクトロメトリー」<sup>2)</sup>等に準拠し実施した。

#### 3. 測定装置

全β放射能測定はβ線自動測定装置（アロカ製JDC-5200型）、γ線核種分析はGe半導体検出器（セイコーEG&G製GEM15P4-70型&GEM25-70型）、空間放射線量率測定はモニタリングポスト（アロカ製MAR-22型）によりそれぞれの測定を行った。

### 結果及び考察

#### 1. 全β放射能調査（降雨ごと）

表1に定時降水試料中の全β放射能測定結果を示した。88検体の測定を行い、検出濃度はN.D.～2.3Bq/L、

月間降下量は0.0～62MBq/km<sup>2</sup>の範囲にあった。これらの結果は本県の例年のデータと比較しても大差のない数値であった。

#### 2. γ線核種分析調査

表2にγ線核種分析結果を示した。本年は土壌の表層～下層からそれぞれ4.6Bq/kg乾土、5.5Bq/kg乾土の<sup>137</sup>Csが検出されたが、これらの値は福島第一原発事故以前の測定結果<sup>3)</sup>と比較しても大差がなく、過去の核実験由来による例年の数値であると考えられる。平成29年度より土壌の採取地点を橿原市から桜井市に変更した。

#### 3. 空間放射線量率調査（連続測定）

表3に各月におけるモニタリングポストによる空間放射線量率測定結果を示した。測定結果は、59～85nGy/hの範囲にあり、平均値は61nGy/hであった。

### 結 論

今年度の測定については、いずれの試料も福島原発事故以前の通年と同様の結果であった。また、平成29年9月には北朝鮮が6回目の核実験を行ったが、その後モニタリングポスト、大気浮遊じん及び降下物等のγ線核種分析結果に於いて異常は認められなかった。しかしながら、今後も環境放射能の動態について監視を継続する必要があると考える。

### 文 献

- 1) 原子力規制庁監視情報課防災環境対策室：環境放射能水準調査委託実施計画書（平成29年度）
- 2) 文部科学省編「放射能測定法シリーズ」昭和51年～平成15年改訂版
- 3) 文部科学省：第53回環境放射能調査研究成果論文抄録集（平成22年）

表 1 平成 29 年度定時降水試料中の全β線放射能調査結果

採取月	降水量 (mm)	降水の定時採取 (定時降水)			
		放射能濃度 (Bq/L)			月間 降水量 (MBq/km <sup>2</sup> )
		測定 数	最 低 値	最 高 値	
4月	63.5	6	N.D.	N.D.	0.0
5月	89.5	6	N.D.	1.4	62
6月	121.0	10	N.D.	1.4	12
7月	105.0	9	N.D.	1.6	41
8月	145.0	9	N.D.	1.2	9.8
9月	87.5	3	N.D.	0.6	21
10月	474.5	12	N.D.	0.9	16
11月	73.0	10	N.D.	1.5	12
12月	28.0	6	N.D.	1.8	8.6
1月	72.5	7	N.D.	2.3	42
2月	36.0	4	N.D.	1.6	41
3月	113.5	6	N.D.	1.2	47
年間値	1409.0	88	N.D.	N.D. ~ 2.3	0.0 ~ 62

備考

- 1) 採取場所：奈良県保健研究センター屋上（平成 25 年 4 月より）  
 2) N. D. : 「検出されず」を示す。

表 3 平成 29 年度空間放射線量率調査結果

調査月	モニタリングポスト (nGy/h)		
	放射能濃度 (Bq/L)		
	最 低 値	最 高 値	平 均 値
4月	59	75	61
5月	59	71	61
6月	59	79	62
7月	59	71	61
8月	59	82	62
9月	59	85	62
10月	59	79	62
11月	59	79	61
12月	59	70	61
1月	59	79	61
2月	59	70	61
3月	59	82	61
年間値	59	85	61
前年度までの 過去3年間の値	54	97	61

備考

- 1) 採取場所：奈良土木事務所（平成 25 年 4 月より）

表 2 平成 29 年度γ線核種分析調査結果（<sup>137</sup>Cs の値）

試料名		採取地	本年度	過去3年間	単 位
大気浮遊じん		桜井市	N.D.	N.D.	mBq/m <sup>3</sup>
降下物		桜井市	N.D.	N.D.	MBq/km <sup>2</sup>
陸水（蛇口水）		桜井市	N.D.	N.D.	mBq/L
土 壌	表 層	桜井市	4.6	3.1 ~ 4.1	Bq/kg 乾土
	下 層	桜井市	5.5	3.0 ~ 4.4	
精 米		桜井市	N.D.	N.D.	Bq/kg 精米
野 菜		宇陀市	N.D.	N.D.	Bq/kg 生
茶 葉		奈良市	N.D.	N.D. ~ 0.45	Bq/kg 乾物
原 乳		宇陀市	N.D.	N.D.	Bq/L

備考

- 1) N. D. : 「検出されず」を示す。

## Identification of biased sectors in emission data using a combination of chemical transport model and receptor model.

Katsushige URANISHI<sup>a</sup>, Fumikazu IKEMORI<sup>b</sup>, Ryohei NAKATSUBO<sup>c</sup>, Hikari SHIMADERA<sup>a</sup>,  
Akira KONDO<sup>a</sup>, Yuki KIKUTANI<sup>d</sup>, **Katsuyoshi ASANO<sup>e</sup>**, Seiji SUGATA<sup>f</sup>

a Graduate School of Engineering, Osaka University

b Nagoya City Institute for Environmental Sciences

c Hyogo Prefectural Institute of Environmental Sciences

d Landscape and Environment Bureau, Nara Prefectural Government

e **Nara Prefecture Landscape and Environment Center**

f National Institute for Environmental Studies

Atmospheric Environment, 166, 166–181, 2017

This study presented a comparison approach with multiple source apportionment methods (Positive Matrix Factorization (PMF) and Community Multiscale Air Quality model (CMAQ)) to identify which sectors of emission data have large biases. We used daily chemical component concentration data in the year 2013, including data for water-soluble ions, elements, and carbonaceous species of PM<sub>2.5</sub> at 11 sites in the Kinki–Tokai district in Japan in order to apply PMF model for the source apportionment. For the same period, source contributions were estimated by air quality simulations using CMAQ with the brute-force method (BFM) for four source categories. Both models provided consistent results for the following three of the four source categories: secondary sulfates, road transportation, and heavy oil combustion sources. In contrast, contributions of the biomass burning sources apportioned by CMAQ/BFM were much lower than and little correlated with those captured by the PMF model, indicating large uncertainties in the biomass burning emissions used in the CMAQ simulations. Thus, this comparison approach using the two antithetical models enables us to identify which sectors of emission data have large biases for improvement of future air quality simulations.



## PM<sub>2.5</sub> 中レボグルコサンの異なる 2 法による測定の試み

阪井裕貴, 高林愛, 山本真緒, 杉本恭利, 中西誠

平成 29 年 9 月 6 日 (神戸市) 第 58 回大気環境学会年会

近年寄与割合算出の観点から約 20% をしめる OC (有機炭素成分) の詳細解明が求められており、奈良県では平成 27 年に浅野らによりレボグルコサンの LC/MS/MS 法での分析法 (イオン LC/MS/MS 法) が確立されていた。測定の確からしさを検討するため GC/MS 法と LC/MS/MS 法による同一試料測定を行った。GC/MS 法とイオン LC/MS/MS 法による実サンプルの測定比較を行ったところ、イオン LC/MS/MS 法で測定する方が誘導体化 GC/MS 法で測定するよりも 1 割程度低い値が出た。この原因として捕集フィルターの違い、抽出法の違いがあると推察された。

## 奈良県における PM<sub>2.5</sub> 成分中のシュウ酸イオンのモニタリング結果について

高林愛, 阪井裕貴, 山本真緒, 杉本恭利, 中西誠

平成 30 年 1 月 25 日 (奈良市) 第 32 回全国環境研協議会東海・近畿・北陸支部「支部研究会」

PM<sub>2.5</sub> 構成成分の多くを占める有機炭素成分 (OC) の一つでもあり、二次生成粒子の指標の一つであるシュウ酸 (シュウ酸イオン) について、イオン測定用抽出液を用い、イオンクロマトグラフィーにて測定を行った。春期および夏期の観測に関して、OC 中のシュウ酸の割合は平均 5%、最大 9.4% もの高い割合を示した。また、シュウ酸と Ox 日最高値濃度では相関があり、全天日射量および Ox 濃度上昇にすることで、シュウ酸イオンも濃度が高まる傾向が見られた。これは、シュウ酸イオンが光化学反応による二次生成または、Ox が生成される条件による生成された可能性が示唆された。



## 奈良県景観・環境総合センター研究報告投稿規定

1. 奈良県景観・環境総合センター研究報告は、本センターにおいて行った研究・調査の業績を掲載する。
2. 投稿者は、本センター職員とする。ただし、共同研究者はこの制限を受けない。
3. 原稿の種類と内容
  - (1) 研究報告  
調査研究などで新知見を含むまとまったものは、研究報告として投稿できる。記述の順は、表題（和文、欧文）、著者名（和文、欧文）、要旨（200字程度）、緒言、方法、結果、考察、文献とする。
  - (2) 研究ノート  
調査研究などでまとめておく必要のあるものは、研究ノートとして投稿できる。記述の順は、表題（和文、欧文）、著者名（和文、欧文）、緒言、方法、結果、考察、文献とする。
  - (3) 資料  
測定技術や調査結果などの知見でまとめておく必要のあるものは、資料として投稿できる。記述の順は、表題（和文、欧文）、著者名（和文、欧文）、本文とする。本文には緒言、方法、結果、考察に相当する内容を含め、体裁にとらわれず自由に記述することができる。資料の長さは刷り上り2ページを超えない。
  - (4) 他誌掲載論文の要旨  
他誌に掲載した論文の内容を紹介する。記述の順は、表題、著者名、掲載誌名、要旨（欧文も可）とする。
  - (5) 研究発表の抄録  
学会（研究会を含む）に発表した内容を紹介する。記述の順は、表題、発表者名、学会名（研究会名）、抄録（欧文も可）とする。抄録の内容は400字以内（欧文は10行以内）にまとめる。
4. 原稿作成要領
  - (1) 執筆要領
    - i) 本文は日本語を用いる。
    - ii) すべての原稿はワープロソフトで作成し、句読点は「，」「．」とする。
    - iii) 原稿はA4版用紙を使用する。表題（和文、欧文）、著者名（和文、欧文）、要旨は、1行46文字、緒言以下は、1行24文字、1頁46行の2段組とする。
    - iv) 見出しおよび小見出しはMSゴシック体を用いる。見出しには「1.、2.、…」を、細文見出しには「1）、2）、…」を、さらなる細文見出しには「(1)、(2)…」 「①、②…」 「i)、ii)…」等の番号をつける。
    - v) 単位・表記は国際単位系(SI)を基本とする。
    - vi) 日本語（漢字・ひらがな・カタカナ）はMS明朝（全角）、数字・アルファベットはTimes New Romanを用いる。
  - (2) 表題、著者名、所属機関名
    - i) 表題の和文はMSゴシック体とし、欧文は冠詞、前置詞・副詞、接続詞以外の単語は第1字目を大文字にする。
    - ii) 著者名の欧文は、名は最初の1文字のみを大文字とし、姓はすべて大文字とする。
    - iii) 本センター職員以外の著者名については、その右肩に「\*、\*\*」の記号をつけ、それぞれの所属機関名をその頁の最下段に脚注として記載する。
  - (3) 図・表および写真
    - i) 図・表及び写真は原則として白黒とする。
    - ii) 図・写真では下にタイトルと説明を、表では上にタイトル、下に説明を記載する。
    - iii) 図は基本的に掲載サイズで、印刷時に鮮明となるよう作成する。
    - iv) 本文中に図・表及び写真の挿入箇所を示す。
    - v) 表の文字は基本的にMS明朝体とTimes New Roman、グラフ中の文字はMSゴシック体とArialを用いる。

#### (4) 脚注および引用文献

- i) 脚注は「\*」を用い、欄外に入れる。
- ii) 引用文献は<sup>1)</sup>,<sup>2)</sup>, …のように一画をあたえて右肩に示し、最後に一括して番号順に列記する。
- iii) 文献は下記のように著者名（3名まで）、雑誌名、巻、ページ、年号（西暦）の順に記載し、巻数はArial、欧文雑誌名はイタリック体とする。以下に例を示す。
  - 1) Tomoharu Sano, Hiroo Takagi, et al : *Anal Bioanal Chem*, **399**, 2511-2516(2011)
  - 2) Draxler, R.R. and Rolph, G.D. : HYSPLIT Model. NOAA Air Resources Laboratory(2011)
  - 3) 彼谷邦光:飲料水に忍び寄る有毒シアノバクテリア, 57-69(2001)
  - 4) 菊谷有希, 浅野勝佳, 浦西克維, 他: 奈良県保健環境研究センター年報, 47, 58-60(2012)
  - 5) 環境省総合政策局環境保健部環境安全課: 化学物質と環境平成24年度化学物質分析法開発調査報告書, 182-208(2013)

#### 5. 原稿の提出について

- (1) A4版用紙に印字した原稿と図・表を各1部とする。なお、紙情報にあわせて原稿・図・表を電子情報の形で提出のこと。
- (2) 原稿は所属担当統括主任研究員を経て編集委員に提出する。
- (3) 提出期限は編集委員会で定める。

#### 6. 審査

原稿は編集委員会において審査し、採否を決定する。また編集委員会は必要に応じて、種類・内容の変更を求めることができる。

#### 7. 校正

校正はすべて著者の責任とするが、編集委員会は編集の都合上変更を求めることができる。

#### 8. その他

- (1) 年報編集に関し必要な事項は、すべて編集委員会において決定する。なお編集委員会はセンター所長（編集委員長）、次長、各担当統括主任研究員及び編集委員長が指名した編集委員で構成する。
- (2) 編集委員会は、世間の注目を集めた環境問題についてのトピックスを掲載することができる。トピックスは、必要に応じて編集委員会が執筆を依頼する。記述の順は、表題、本文とする。本文には緒言、方法、結果、考察に相当する内容を含め、体裁にとらわれず自由に記述することが出来る。
- (3) 本投稿規定は編集委員会の決議により、改正することが出来る。

#### 9. 附則

- (1) この奈良県景観・環境総合センター年報投稿規定は、平成26年4月30日から施行する。

編 集 委 員

藤 井 幸 雄 (委員長)

高 木 康 人

中 西 誠

山 下 浩 一

山 本 真 緒

浦 西 洋 輔

奈良県景観・環境総合センター年報

第5号 平成29年度(2017年)

編集発行人 奈良県景観・環境総合センター

〒633-0062 奈良県桜井市栗殿1000

電 話 0744-47-3162

FAX 0744-43-3416

印 刷 所 株式会社 春日

〒630-8126 奈良市三条栄町9-18

電 話 0742-35-7222