

第31回全国環境研究所  
交流シンポジウム 予稿集

平成28年2月18日・19日



国立研究開発法人 国立環境研究所



第 31 回全国環境研究所交流シンポジウム  
「ネットワークで推進する地域環境研究」

平成 28 年 2 月 18 日(木)～19 日(金)

於 国立環境研究所 大山記念ホール

2 月 18 日(木)

(司会: 青野光子)

14:30～14:35 開会挨拶

国立環境研究所理事長 住 明正

14:35～14:40 来賓挨拶

環境省総合環境政策局 環境研究技術室長 太田 志津子

14:40～16:00 セッション 1: 大気汚染研究の最前線と研究ネットワークの役割

座長: 森野悠(国立環境研究所)

(1)14:40～15:00 「PM<sub>2.5</sub> 汚染の現状、取組、課題を俯瞰する」…………… 1  
○大原利真(国立環境研究所)

(2)15:00～15:20 「PM<sub>2.5</sub> 中の有機マーカ成分の測定について」…………… 3  
○熊谷貴美代<sup>1</sup>・田子博<sup>1</sup>・齊藤由倫<sup>1</sup>・飯島明宏<sup>2</sup>・工藤慎治<sup>2</sup> (<sup>1</sup>群馬県衛生環境研  
究所・<sup>2</sup>高崎経済大学)

(3)15:20～15:40 「日本の大規模港湾周辺で捕集された PM<sub>2.5</sub> の発生源解析」…………… 5  
○中坪良平<sup>1</sup>・堀江洋佑<sup>1</sup>・浦西克維<sup>2</sup>・池盛文数<sup>3</sup>・西村理恵<sup>4</sup>・松岡靖史<sup>5</sup>・菅田誠治<sup>6</sup>  
<sup>6</sup> (<sup>1</sup>兵庫県環境研究センター・<sup>2</sup>奈良県景観・環境局・<sup>3</sup>名古屋市環境科学調査センタ  
ー・<sup>4</sup>大阪府立環境農林水産総合研究所・<sup>5</sup>北九州市環境科学研究所・<sup>6</sup>国立環境研  
究所)

(4)15:40～16:00 「PM<sub>2.5</sub> 研究ネットワークとしての国立環境研究所と地方環境研究所等との II 型共  
同研究」…………… 7  
○菅田誠治(国立環境研究所)

16:00～16:10 (休 憩)

**16:10～17:50 セッション 2: 研究ネットワークを活用した気候変動緩和・適応へのアプローチ**

座長:花崎直太(国立環境研究所)

- (1)16:10～16:30 「研究ネットワークを活用した地域における気候変動適応へのアプローチ」…………… 9  
○肱岡靖明 (国立環境研究所)
- (2)16:30～16:50 「岩手県におけるヒトスジシマカの分布と生息条件の解析」…………… 10  
○佐藤卓<sup>1</sup>・千崎則正<sup>1</sup>・西井和弘<sup>2</sup>・小泉英誉<sup>1</sup> ( <sup>1</sup>岩手県環境保健研究センター・<sup>2</sup>沿岸広域振興局大船渡保健福祉環境センター)
- (3)16:50～17:10 「富山県における温暖化に関する調査研究」…………… 12  
○初鹿宏壮<sup>1</sup>・相部美佐緒<sup>1</sup>・木村富士男<sup>2</sup> ( <sup>1</sup>富山県環境科学センター・<sup>2</sup>筑波大学)
- (4)17:10～17:30 「埼玉県における温暖化適応策への取り組み」…………… 14  
○嶋田知英 (埼玉県環境科学国際センター)
- (5)17:30～17:50 「生態系サービスを考慮した緩和策・適応策の広域評価」…………… 16  
○大場真 (国立環境研究所)

**18:00～19:45 懇親会 (会場: 国立環境研究所 中会議室)**

**2月19日(金)**

(司会: 青野光子)

**9:15～10:35 セッション 3: 緊急時ネットワークと有害物質モニタリング**

座長: 肴倉宏史(国立環境研究所)

- (1)9:15～9:35 「緊急時環境調査機関ネットワークの構想について」…………… 17  
○中島大介・中山祥嗣(国立環境研究所)
- (2)9:35～9:55 「農業用廃プラスチックの再利用に向けて」…………… 18  
上出光志<sup>1</sup>・白井康裕<sup>2</sup>・山田敦<sup>3</sup>・○丹羽忍<sup>4</sup> ( <sup>1</sup>北海道立総合研究機構 工業試験場・<sup>2</sup>北海道立総合研究機構 十勝農業試験場・<sup>3</sup>北海道立総合研究機構 林産試験場・<sup>4</sup>北海道立総合研究機構 環境科学研究センター)
- (3)9:55～10:15 「アスベスト除去工事における大気中へのアスベスト飛散監視調査」…………… 20  
○藤原亘・中坪良平・松村千里・平木隆年 (兵庫県環境研究センター)
- (4)10:15～10:35 「緊急時土壌汚染調査用の迅速スクリーニングの開発」…………… 22  
○宮脇崇 (福岡県保健環境研究所)

**10:35～10:45 (休憩)**

**10:45～12:05 セッション 4: ネットワークを活用した環境研究推進のこれまでとこれから**

座長: 竹中明夫(国立環境研究所)

- (1)10:45～11:05 「沿岸海域環境に係わる共同研究について」…………… 23  
○牧秀明<sup>1</sup>・飯村晃<sup>2</sup>・二宮勝幸<sup>3</sup>・佐々木久雄<sup>4</sup> ( <sup>1</sup>国立環境研究所・<sup>2</sup>千葉県環境  
研究センター・<sup>3</sup>横浜市環境科学研究所[現・横浜市環境創造局]・<sup>4</sup>宮城県保健環  
境センター[現・NPO 法人・環境生態工学研究所])
- (2)11:05～11:25 「オープンソース GIS を用いたエゾシカ関連情報の可視化・閲覧システムの作成」… 25  
○濱原和広<sup>1</sup>・小野理<sup>1</sup>・福田陽一郎<sup>1</sup>・宇野裕之<sup>1</sup>・稲富佳洋<sup>1</sup>・山田浩二<sup>2</sup> ( <sup>1</sup>道立総  
合研究機構環境科学センター・<sup>2</sup>北海道エゾシカ対策課)
- (3)11:25～11:45 「環境問題の科学リテラシー向上を目指した環境学習における地環研ノウハウの活  
用」…………… 27  
○齊藤由倫・田子博 (群馬県衛生環境研究所)
- (4)11:45～12:05 「地方環境研究所における国際環境協力ー埼玉県環境科学国際センターの事例か  
らー」…………… 29  
○高橋基之 (埼玉県環境科学国際センター)

**12:05～12:20 総合討論**

司会: 青野光子(国立環境研究所)

**12:20～12:30 閉会挨拶**

国立環境研究所理事 原澤 英夫

**13:30～14:30 所内施設見学会**

# PM<sub>2.5</sub>汚染の現状、取組、課題を俯瞰する

○大原利眞

(国立環境研究所)

## 1. はじめに

我が国では、2009年に微小粒子状物質(PM<sub>2.5</sub>)の環境基準が制定され、常時監視体制の整備や対策の検討が開始された。その後、2013年1月の中国北東部における激甚な高濃度汚染の発生を契機にPM<sub>2.5</sub>が社会問題化し、この3年間、環境省や自治体における様々な行政的取組、大学や研究機関における調査研究が進められてきた。本講演では、PM<sub>2.5</sub>の現状、これまでの取組、今後の課題を俯瞰した上で、ネットワーク型調査研究の必要性について問題提起したい。

## 2. PM<sub>2.5</sub>汚染の現状

全国の大気汚染常時監視測定局(一般局)の測定結果をもとに、全国のPM<sub>2.5</sub>の環境基準達成状況、平均濃度の変動、高濃度出現状況について整理する。なお、対象期間は2011~2013年度であり、項目(2)以下では、より最新の状況を把握するために2014年4月~2015年12月を加えた。

### (1) 基準達成状況

基準達成率の年々変動は大きく、2012年度は43.3%と高く、翌2013年度には16.1%に低下した。環境基準達成のためには長期基準(年平均値15 $\mu$ g/m<sup>3</sup>以下)と短期基準(日平均値35 $\mu$ g/m<sup>3</sup>以下)の両者を満たす必要があるが、環境基準達成率はほぼ短期基準達成率と同様であり、全体の基準達成率は短期的な高濃度出現状況に左右されている。高濃度出現状況は、気象の年々変動の影響を強く受けるため、基準達成率の年々変動も大きくなる。地域的に見ると、年度に係らず非達成局は近畿以西の西日本と名古屋圏・関東で多く、前者には越境汚染、後者には都市汚染の影響が大きい。

### (2) 経年変動、季節変動

年平均濃度の年々変動は大きく、明確な経年傾向(トレンド)は認められない。月平均濃度の季節変動に着目すると、西日本では、3~5月に最大、8~9月に最少となる傾向があり、越境汚染影響のパターンに一致する。一方、関東では、複雑な季節変動を示すとともに年々変動が大きく、西日本の特徴と大きく異なる。関東では都市汚染の影響が大きいために、西日本で見られるように春季にピークを持つ越境汚染と夏・冬季に高濃度になりやすい都市汚染によって季節変動が形成される。このため、変動パターンは複雑になり、気象の影響も受けやすいので年々変動が大きい。

### (3) 短期基準(日平均濃度35 $\mu$ g/m<sup>3</sup>)を超過する高濃度出現状況

短期基準を超過する割合も平均濃度と同様、明確な経年傾向は見られない。関東で短期基準を超過する高濃度が出現する月は、月平均濃度と同様に年度によって異なる。西日本でも同様に高濃度出現月の年々変動は大きい。5月は年度によらず10~16%の比較的安定した割合で短期基準を超過している。なお、2015年度の12月までの高濃度出現状況は前年度までと比較して非常に低い。

### (4) 注意喚起の暫定的な指針値(日平均濃度70 $\mu$ g/m<sup>3</sup>)の超過状況

西日本では毎年5月に暫定指針値を超過することが多く、最も注意喚起が発令されやすい月である。一方、関東で暫定指針値を超過したケースが2局日以上のは、2011年11月、2012年12月、2013年10月、2014年2月の4ヶ月であり、寒候期に注意喚起が発令されやすい傾向が認められ、西日本とは大きく異なる。なお、2015年度の12月までの暫定指針値超過日は東日本の1局日のみである。

## 3. PM<sub>2.5</sub>をめぐる取組と課題

環境省では、2013年12月に発表された「PM<sub>2.5</sub>に関する総合的な取組(政策パッケージ)」に基づき、国内対策と国外対策が進められている。これまでに国内対策としては、大気環境モニタリングの

整備、注意喚起の実施、排出抑制策の在り方の中間とりまとめなどが実施された。また、その基盤として、排出インベントリの整備、予測モデルの改良、疫学調査の実施、二次有機粒子や凝縮性ダストの生成機構の解明などの調査研究が学術研究機関等と連携して進められている。一方、国外対策としては、日中韓三か国の環境大臣会合(TEMM)や政策対話で合意された大気汚染分野での共同行動、都市間連携の推進、UNEP 等との国際協力合意などが実施されている。これらの取組により、明らかになったこと、進捗したことを要約すると以下のとおりである。

- ・PM<sub>2.5</sub>濃度に対する常時測定・成分測定の体制が強化され、測定データが蓄積されるに従い、全国におけるPM<sub>2.5</sub>汚染の実態が次第に明らかになってきたこと。
- ・環境基準（短期基準）を超過するような高濃度の出現には、越境汚染とともに都市汚染が影響しており、国内対策と国際対策をとともに推進する必要があること。
- ・国内における排出抑制策の方向性が示されたこと。
- ・北東アジアの大気汚染問題に関する日中韓での国際協力が開始したこと。
- ・注意喚起の運用が開始されたが、その判断方法等の継続的な改善が必要なこと。

今後、環境基準を下回るようなレベルまでPM<sub>2.5</sub>を低減するためには、科学的知見に基づく削減策の策定と実施、北東アジアの広域大気汚染を低減するための国際協力の推進を一層強化していく必要がある。調査研究面においても以下のような課題が山積しており、継続的な調査研究が必要である。

- ・二次有機粒子や凝縮性ダストの生成機構、越境汚染影響と発生源寄与率の解明
- ・PM<sub>2.5</sub>環境濃度1時間値などの測定法の開発
- ・固定発生源等におけるPM<sub>2.5</sub>排出量測定法の開発
- ・大気汚染物質の排出インベントリ（ナショナル・インベントリ）の構築・改良・運用
- ・発生源寄与率評価手法（レセプターモデルと化学輸送モデル）、対策効果評価手法の開発・改良
- ・注意喚起判断のための予測手法の改良
- ・粒子組成別影響や複合影響などを含む健康影響の把握
- ・効果的な低減対策の提案

#### 4. ネットワーク型調査研究の必要性和課題

一般的に、PM<sub>2.5</sub>の大気中での化学的寿命は、大気境界層内でも数時間から数日と長いこと、その汚染の空間的広がりは大きく、広域大気汚染を引き起こす。また、アジア大陸からの越境汚染は日本列島全域に影響している。更に、汚染低減のためには多様な広域対策を総合的に実施する必要があるし、前述したようにPM<sub>2.5</sub>汚染には一つの調査研究機関だけでは手に負えないような多くの調査研究課題が山積している。これらのことから、全国的环境研究機関のネットワークにより科学的情報・知見を共有し、共働研究によって汚染実態の把握や発生機構の解明を進め、更には、連携して対策手法を検討することが極めて重要である。ネットワーク型調査研究によって当面取り組むべき課題としては3章で示した調査研究課題以外に、以下のようなこともあげられる。

- ・中国における大気汚染物質排出量の最近の変化が西日本の汚染に影響してないか？
  - ・瀬戸内海地域の高濃度要因は何か？
  - ・大都市圏での発生源と高濃度発生との関係、夏季の高濃度時の $\Delta$ PM<sub>2.5</sub>と(NO<sub>x</sub>, NMHC, SO<sub>2</sub>)の関係？
  - ・北日本における大陸からの森林火災の影響はどの程度か？
  - ・全国で地方環境研究所等のネットワークを活用して監視センターのような組織化ができないか？
  - ・常時測定局データと衛星データを使用してPM<sub>2.5</sub>の空間スケールや測定局の空間代表性の把握、測定局の適正配置の検討ができないか？
  - ・注意喚起予測のために地域性を考慮した統計モデルや簡略な物理モデルの共同開発はできないか？
- これらの研究の一部はⅡ型実施共同研究「PM<sub>2.5</sub>の短期的/長期的環境基準超過をもたらす汚染機構の解明」で既に進められており、更なるネットワーク型調査研究の進展に期待したい。

# PM<sub>2.5</sub>中の有機マーカ成分の測定について

○熊谷貴美代<sup>1</sup>・田子 博<sup>1</sup>・齊藤由倫<sup>1</sup>・飯島明宏<sup>2</sup>・工藤慎治<sup>2</sup>  
(<sup>1</sup>群馬県衛生環境研究所・<sup>2</sup>高崎経済大学)

## 1. はじめに

効果的なPM<sub>2.5</sub>の低減対策を立案するためには、各種発生源の寄与割合を把握することが必要である。しかし、PM<sub>2.5</sub>の主要成分の一つである有機粒子(OA)に関しては環境動態や発生源寄与について未解明な点が多い。OAは極めて多くの化合物からなり、個々の成分を網羅的に測定することは困難である。このためOAの発生源情報を得るには各発生源の指標となる有機マーカを測定することが有用な手法の一つとしてあげられる。代表的な有機マーカにはレボグルコサン(バイオマス燃焼マーカ)があり、複数種のマーカを測定することでより詳細な発生源寄与評価につながると考えられる。本研究では、有機マーカの多成分同時測定法を検討し、郊外地点と森林地点においてフィールド観測を実施したので報告する。

## 2. 方法

観測は、群馬県前橋市(群馬県衛生環境研究所、郊外地点)と赤城山(国設赤城酸性雨測定局、森林地点)において実施した(図1)。これらの地点は関東平野の内陸に位置しており、夏季は大規模海風により南風が卓越する。観測期間は、2014/7/28~8/3(夏季)および10/22~10/28(秋季)に、PM<sub>2.5</sub>とガス状物質の同時観測を行った。PM<sub>2.5</sub>インパクター付ハイボリュームエアサンプラーを用いて、加熱処理済みの石英繊維フィルター上にPM<sub>2.5</sub>を採取した。吸引流量は1000 L/min、採取時間は10時から24時間とした。

有機マーカの測定は、レボグルコサン測定で用いられる溶媒抽出-誘導体化GC/MS法<sup>1)</sup>とし、多成分同時分析メソッドを検討した。主な対象成分は、ピノン酸( $\alpha$ -ピネン由来二次有機粒子(SOA)マーカ)、2-メチルテトラオール類(イソプレン由来SOAマーカ)、ジカルボン酸類(C<sub>3</sub>~C<sub>9</sub>)(光化学反応マーカ)、レボグルコサン、マンノサン(バイオマス燃焼マーカ)、アラビトール(生物起源一次有機粒子マーカ)などである。PM<sub>2.5</sub>フィルター試料に内部標準(ケトピン酸、レボグルコサン-d7)を添加し、ジクロロメタン/メタノール(2:1)溶媒で超音波抽出した。抽出液を窒素気流下でほぼ乾固させた後、シリル化剤(BSTFA+10%TMCS)を用いて対象成分をシリル化し、GC/MSによりscan法で測定した。2-メチルテトラオールは標準品がないため、類似構造を持つmeso-エリスリトールで代用した。シュウ酸(C<sub>2</sub>)については無機イオン成分とともに水抽出しイオンクロマトグラフで測定した。その他、水溶性有機炭素成分(WSOC)、炭素成分(OC、EC)も測定した。ガス状物質については、無機ガス成分とVOCをそれぞれフィルタパック法、キャニスター採取-GC/MS法により測定した。

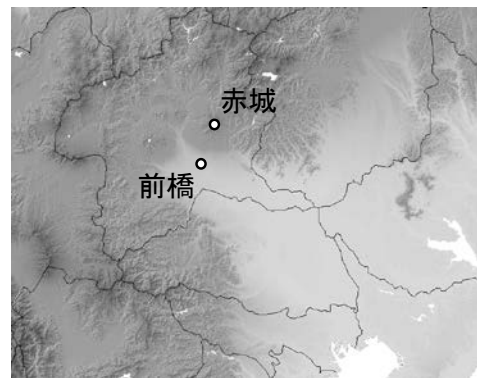


図1 調査地点

## 3. 結果と考察

図2にPM<sub>2.5</sub>およびOC濃度変動を示す。PM<sub>2.5</sub>平均濃度は前橋で夏31.7、秋19.8  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、赤城では夏19.4、秋5.3  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ であった。OC濃度は前橋>赤城、夏>秋となっており、両地点ともPM<sub>2.5</sub>の変動と一致していた。夏季において、7/29~31にOC濃度の大幅な増加が見られた。この期間は光化学オキシダントO<sub>x</sub>濃度も高くなっていたことから(図3)、典型的な夏の大气汚染状況となってい



たと考えられる。

図4に有機マーカ成分の濃度変動を示す。ジカルボン酸はOCと同様の変動を示した。7/29～31などOx濃度が高いときにジカルボン酸も増加する傾向が見られ、光化学反応によるSOA生成が盛んであったと推察される。このことは夏にマロン酸(C<sub>3</sub>)>コハク酸(C<sub>4</sub>)となる傾向がみられたことから支持される。

2-メチルテトラールは、赤城の夏において高い濃度で検出された(図4)。このときの赤城におけるイソプレン濃度(前駆ガス物質)は、前橋の約10倍の値となっていた。これらのことから、赤城では森林から放出されたイソプレン由来のSOAが存在しており、その存在量は前橋よりも多いことが示唆された。一方、秋は2-メチルテトラールは低濃度であった。これはイソプレン濃度が低かったことが要因と考えられる。

レボグルコサン濃度は、全体的に前橋>赤城となっており(図4)、バイオマス燃焼は前橋での局地的な汚染が主であると考えられた。ただし7/29については東北地方でシベリア森林火災の影響とみられるOCおよびレボグルコサンの濃度上昇が観測されており<sup>2)</sup>、前橋や赤城においてもその影響が若干含まれていた可能性がある。また10/27～28には、赤城でも前橋と同程度のレボグルコサン濃度が検出された。この2日間は終日強い北風が吹いており(赤城が風上)、レボグルコサンとマンノサンの濃度比においても他の期間と違いが見られた。この間のレボグルコサンの増加は、北方からの移流によるもので、かつ燃焼物の異なるバイオマス燃焼発生源の影響を受けている可能性が示唆された。

以上のように、PM<sub>2.5</sub>に含まれる種々の有機マーカを測定した結果、地点の周辺環境や季節によって各マーカの挙動に特徴が見られた。今後は観測データを蓄積し有機粒子の発生源寄与評価を検討していく予定である。

#### 謝辞

本研究は環境省環境研究総合推進費(5-1403)により実施されました。記して謝意を表します。

#### 参考文献

- 1) Kumagai et al.: Determination of dicarboxylic acids and levoglucosan in fine particles in the Kanto plain, Japan, for source apportionment of organic aerosols. *Aerosol Air Qual. Res.*, 10, 282-291 (2010).
- 2) 遠藤ら: 2014年7月におけるPM<sub>2.5</sub>高濃度事例の解析. 第56回大気環境学会年会(2015).

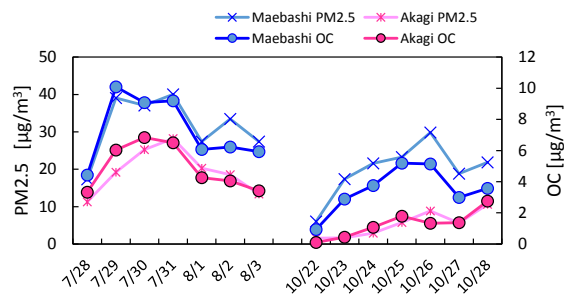


図2 PM<sub>2.5</sub>およびOC濃度変動(2014夏, 秋)

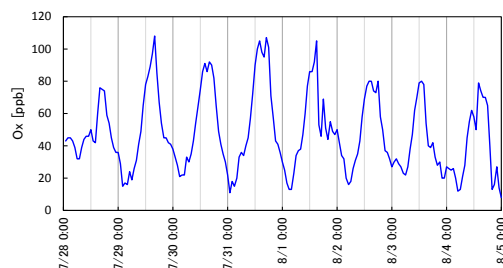


図3 前橋における2014年夏季の光化学オキシダント濃度

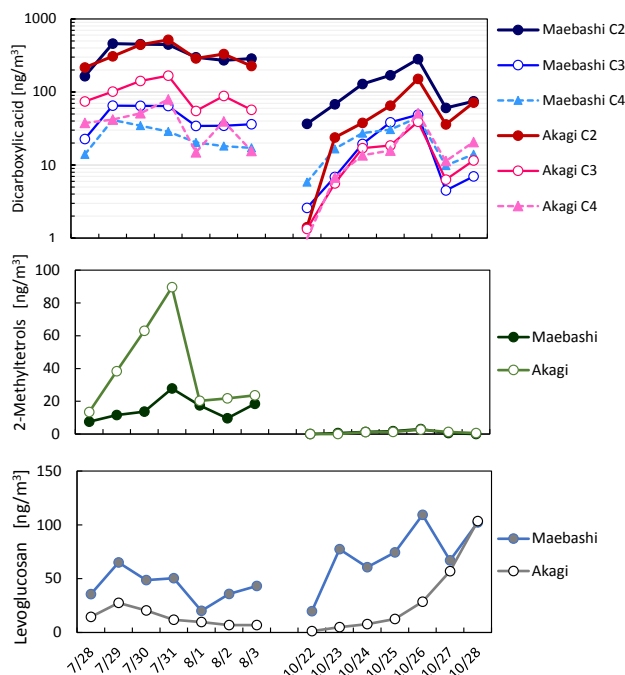


図4 PM<sub>2.5</sub>中の有機マーカ濃度変動

# 日本の大規模港湾周辺で捕集された PM<sub>2.5</sub> の発生源解析

○中坪良平<sup>1</sup>・堀江洋佑<sup>1</sup>・浦西克維<sup>2</sup>・池盛文数<sup>3</sup>・西村理恵<sup>4</sup>・松岡靖史<sup>5</sup>・菅田誠治<sup>6</sup>  
(<sup>1</sup>兵庫県環境研究センター・<sup>2</sup>奈良県景観・環境局・<sup>3</sup>名古屋市環境科学調査センター・  
<sup>4</sup>大阪府立環境農林水産総合研究所・<sup>5</sup>北九州市環境科学研究所・<sup>6</sup>国立環境研究所)

## 1. はじめに

我が国の大気中微小粒子状物質 (PM<sub>2.5</sub>) による大気汚染については、東京湾や伊勢湾、瀬戸内海の沿岸部において、大陸からの影響が相対的に小さくなる夏季に PM<sub>2.5</sub> の高濃度が観測されることがあり、沿岸部の大規模工場や船舶等の影響が懸念されている。本研究では、日本の大規模港湾周辺で捕集された PM<sub>2.5</sub> の成分測定データに Positive Matrix Factorization (PMF) を適用して発生源因子を抽出するとともに、気象モデルで再現した詳細な気象場を用いて Concentration Weighted Trajectory (CWT) を行い、発生源位置を推定した。

## 2. 調査方法

PM<sub>2.5</sub> の成分データは、平成 25 年度の各季節に 2 週間、国際戦略港湾及び国際拠点港湾周辺に位置する横浜 (鶴見区潮田交流プラザ)、名古屋 (八幡中学校)、大阪 (泉大津市役所)、神戸 (兵庫県環境研究センター) 及び北九州 (北九州観測局) で捕集した PM<sub>2.5</sub> の質量濃度、イオン成分、無機元素成分、炭素成分の測定結果を用いた。PMF には EPA-PMF5.0 を用いた。後方流跡線の作成に用いる気象データは、気象モデル WRFv3.5.1 により作成した。計算領域は、日本域 (D1、12km 格子) 及び各港湾の周辺域 (D2~D5、4km 格子) とし、地表~上空 100hPa を 34 層に分割した。気象データには、NCEP.FNL 及び NCEP RTG-SST、気象庁 GPV-MSM を用いた。後方流跡線は、NOAA-HYSPLIT モデルにより、観測地点上空 100m、300m、500m を起点に、モデルによる鉛直速度を用いた三次元流跡線を、1 時間毎に 48 時間遡って作成した。後方流跡線を用いて CWT を行い、発生源因子の各格子への寄与濃度 ( $C_{ij}$ ) を以下の式により求めた。 $C_{ij}$  の計算及び分布図の作成には、Wang ら<sup>1)</sup> によって開発された TrajStat v1.2 を用いた。

$$C_{ij} = \frac{\sum_{l=1}^m C_l \tau_{ijl}}{\sum_{l=1}^m \tau_{ijl}} \quad \left[ \begin{array}{l} C_l: \text{因子 } l \text{ の寄与濃度 } [\mu\text{g}/\text{m}^3], m: \text{ サンプル数}, \tau_{ijl}: 0.05^\circ \text{ のグリッド範} \\ \text{囲}(i, j) \text{ に存在する因子 } l \text{ における後方流跡線のエンドポイント数} \end{array} \right.$$

大気質モデル (CMAQv4.7.1) を用いた船舶由来 PM<sub>2.5</sub> 濃度 (Ship) の推計は、国内の人為起源排出量として EAggrid2010-Japan、JATOP の公開排出インベントリ及び OPRF の船舶排出インベントリを、国内の火山排出量として気象庁の公表データを、その他の排出量として INTEX-B、REASv1.1 などを組み合わせたものを使用し、船舶排出量を 0% とした場合の感度解析法により実施した。

## 3. 結果と考察

PM<sub>2.5</sub> 濃度の全期間平均値は、北九州が 28.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、神戸が 19.4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、大阪が 21.2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、名古屋が 19.9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、横浜が 17.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$  であった。PMF では、海塩 (SEA)、石炭燃焼 (COA)、重油燃焼 (OIL)、半揮発性硝酸塩 (SVNA)、製鋼業 (STL)、土壌 (SOI)、道路交通・バイオマス燃焼 (TRF・BIO) を表すと考えられる 7 つの発生源因子が抽出された。図 1 に、因子寄与濃度の地点別・季節別平均値を示した。大陸からの輸送の影響が強いと考えられる COA は北九州が高く、特に春季に高かった (20.0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )。その他の地点では夏季に最も高くなる傾向があった。また、船舶の影響が示唆される OIL は、横浜と神戸が高く、特に春季 (神戸: 4.0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、横浜: 2.4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) と夏季 (神戸: 3.7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、横浜: 4.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) に高かった。

OIL について、神戸と横浜における  $C_{ij}$  の分布図を図 2 に示した。OIL の分布は、神戸では兵庫県南部の明石海峡周辺の海上や淡路島東部沿岸部の海上で高く、横浜では、横浜市東部沿岸部や海上で高かった。図 3 に、PMF により推計した OIL の因子寄与濃度の日変化と、CMAQ により推計した Ship の、神戸と横浜における日変化を示した。神戸では、特に春季と夏季において、両者の変化はよく一

致しており、船舶排ガスの影響を強く受けていると考えられたが、横浜では Ship に比べて OIL の寄与濃度が高くなる傾向がみられた。そのため、横浜では、船舶排ガスだけでなく、工場等の重油燃焼発生源の影響を受けている可能性がある。今後は、観測データを蓄積して地点毎に PMF を実施し、重油燃焼因子の寄与濃度と CMAQ による船舶由来 PM<sub>2.5</sub> 濃度を比較するなどの検討が必要である。

【謝辞】

WRF での GPV-MSM の利用については、京都大学 防災研究所暴風雨・気象環境研究分野にご協力いただきました。また、本研究は国立環境研究所と地方環境研究所による II 型共同研究として実施し、WRF による計算の一部は国立環境研究所が保有するスカラ計算機を用いて実施しました。

【参考文献】

<sup>1)</sup>Wang, Y.Q. et al., *Environmental Modelling & Software*, 24, 938-939 (2009)

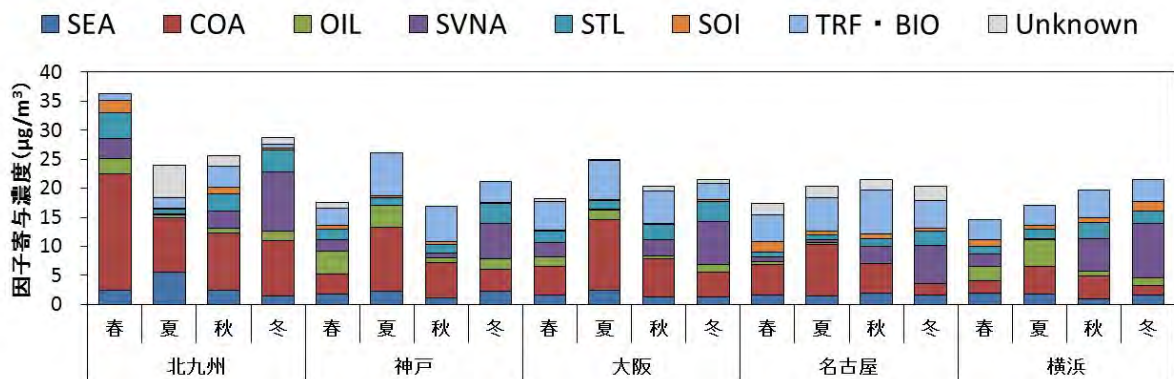


図1 因子寄与濃度の地点別・季節別平均値

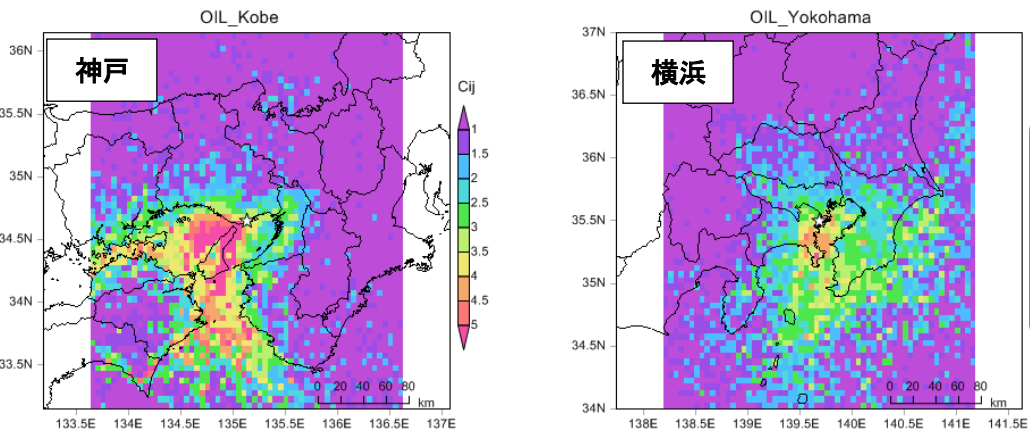


図2 OILの  $C_{ij}$  [µg/m<sup>3</sup>] の分布図

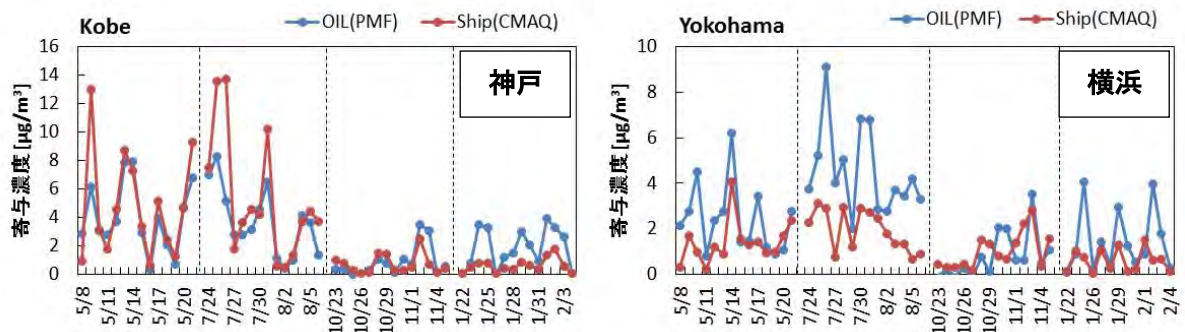


図3 OIL(PMF)及びShip(CMAQ)の日変化

## PM<sub>2.5</sub>研究ネットワークとしての

### 国立環境研究所と地方環境研究所等とのⅡ型共同研究

○菅田誠治  
(国立環境研究所)

#### 1. はじめに

2013年初頭の騒動以来 PM<sub>2.5</sub>に関する国民の関心は高まったが、その後観測データからは事態が年々悪化している兆候は見えぬメディア等での扱いは比較的落ち着いていた。しかし、2015年12月に北京で大気汚染に対する赤色警報の発令を契機に再び取り上げられる機会が増え、PM<sub>2.5</sub>が引き続き国民的関心の対象であることが示されている。大気汚染環境の実態把握および付随して必要とされる研究の出発点は、全国に1900局弱(平成25年度)存在し各地方自治体によって維持管理がなされている大気環境常時監視測定局における観測データである。

本稿では、大気汚染問題に関する研究ネットワークとしての観点から PM<sub>2.5</sub>に対する国立環境研究所(国環研)と地方環境研究所(地環研)等との第Ⅱ型共同研究(Ⅱ型共同研究)を紹介する。

#### 2. 大気汚染に係るⅡ型共同研究の歩み

Ⅱ型共同研究(平成22年度以前はC型共同研究)は、全国環境研協議会と国環研の協議のもとに共同研究計画を定め、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もの<sup>1)</sup>である。光化学オキシダントやPM<sub>2.5</sub>等の大気汚染に係りこれまで行われて来たⅡ型共同研究を表1にまとめる。表に示すように最初の共同研究は平成13年度に光化学オキシダントを対象として始められた。3期目以降は50以上と多くの自治体が参加している。

Ⅱ型共同研究は国環研と地環研等の両者の強みを融合し、地域に密着した環境問題に関するさまざまな共同研究に取り組むための枠組みであり、現在我々が実施している共同研究も、その意味での研究ネットワークである。しかし、大気環境研究においては研究ネットワークを作る別のメリットが3.で述べるように存在する。

表1. 大気汚染に係るⅡ型共同研究の一覧。平成28年度以降に予定されているものを含む。

期・期間 (平成)	課題名	地環研 代表	国環研 代表	参加自 治体数
① 13-15	西日本及び日本海側を中心とした地域における光化学オキシダント濃度等の経年変動に関する研究 <sup>2)</sup>	島根県	若松	14⇒20
② 16-18	日本における光化学オキシダント等の挙動解明に関する研究 <sup>3)</sup>	京都府	若松⇒ 大原	32⇒41
③ 19-21	光化学オキシダントと粒子状物質等の汚染特性解明に関する研究 <sup>4)</sup>	名古屋市	大原	50
④ 22-24	PM <sub>2.5</sub> と光化学オキシダントの実態解明と発生源寄与評価に関する研究 <sup>5)</sup>	大阪市	大原、 菅田	52⇒54
⑤ 25-27	PM <sub>2.5</sub> の短期的/長期的環境基準超過をもたらす汚染機構の解明	大阪市⇒ 大阪府	菅田	55⇒57
⑥ 28-30	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	大阪府	菅田	50

### 3. 観測者同士が研究ネットワークを組む意義

冒頭にも書いたように、大気汚染研究の基本となるのは各地方自治体によって維持管理される常時監視測定局における観測データである。データ観測の第一の目的は各自治体における大気環境の常時監視であり、その意味ではそれぞれの地元のデータだけで十分である。だが、それぞれの大気環境がどのような要因で形成されているか等について「研究」を行う場合には周辺データと合わせて初めて見えることは多く、お互いにデータの共有の必要が生じる。この必要性は大気汚染データに限らず、大気や海洋といった空間的に拡がりを持った媒体の中で得られる個々のデータの観測者が別々である観測データの多くに共通して求められるものである。大気汚染データにはそれに加えて、元々が研究主眼の目的で観測したデータではない側面と、データの公開に伴い個別の発生源特定につながる可能性があるなど公開に躊躇する要因がある側面があるのが特徴的である。

これらを踏まえて有効な方法はデータの観測者同士が手を組みあってメンバー内の研究目的の利用に限ってはデータ利用の垣根を取り去るという方法である。実際に初期のⅡ型共同研究（当時はC型共同研究）の主目的の一つは研究自体であるが、もう一つは大気環境時間値データの共有であった。2008年度までは大気環境常時監視測定データは国環研が各自治体にお問い合わせベースでデータ提供を依頼して収集しており、そのデータは国環研および共同研究メンバーの研究への利用が認められていた。環境省が収集を行うようになった2009年度以降は常時監視測定データ相互に風通し良く利用できるようになっているが、それだけでなく環境省・国環研・地環研が持つ様々なデータをスムーズに相互利用するためのスキームとしてのⅡ型共同研究の役割は依然残っている。

### 4. おわりに

以上で述べたように、大気・海洋のデータ、特に汚染に係る、を扱うⅡ型共同研究には研究としての必要性の他に、関連データの共有を円滑に行うための枠組みとしての必要がある。今後も研究対象、規模等は必要に応じ変わるにせよ類似の枠組みの必要性は続くであろうと考えられる。

本稿では研究内容について触れるスペースが無いが、講演ではこれまでに得られた成果の一部についても紹介したい。

#### 参考情報

- 1) <https://www.nies.go.jp/kenkyu/chikanken/bosyu/bessi1-23.html>
- 2) <https://www.nies.go.jp/kanko/kenkyu/setsumei/r-184-2004.html>
- 3) <https://www.nies.go.jp/kanko/kenkyu/setsumei/r-193-2006.html>
- 4) <https://www.nies.go.jp/kanko/kenkyu/setsumei/r-203-2010.html>
- 5) <https://www.nies.go.jp/kanko/kenkyu/setsumei/r-210-2014.html>



# 研究ネットワークを活用した地域における気候変動適応へのアプローチ

○肱岡靖明  
(国立環境研究所)

## 1. はじめに

2007年にIPCC WGII 第四次評価報告書が公表された後、様々な国際機関や科学報告書、報道などが一体となった取り組みによって、先進国および開発途上国において気候変動への適応の重要性について認知度が向上してきている。現在、気候変動への適応は、国家から自治体まで様々なレベルにおいて、社会における認知と普及の段階から、計画・戦略・法規制およびプロジェクトの構築と実施段階へと移行しつつある。日本においても、適応について総合的かつ計画的に取り組を進めるため、関係府省庁が連携し、政府の「気候変動の影響への適応計画」の策定に向けた検討が行われてきており、平成27年11月27日に閣議決定された<sup>1)</sup>。これにより、自治体における適応の検討が促進されていくことが期待される。

本発表では、演者がこれまで取り組んできた気候変動影響評価研究を踏まえ、自治体が研究ネットワークを活用して気候変動への適応策にどのように取り組んでいくことができるかについて私見を述べる。

## 2. 適応計画・実施に向けたアプローチ

適応の計画と実践には、多様な要素とその組み合わせを考える必要がある。要素とは、①インフラと資産の管理・更新・開発、②技術プロセスの最適化、③制度と行動様式の変化あるいは強化、④統合的な天然資源管理、⑤リスク移転を含む金融サービス、⑥早期警告と予見的な計画立案を支援する情報システム、などが挙げられる。

これらの要素を考慮した適応計画と実施は状況に応じて異なるが、大別するとトップダウンとボトムアップの2つのアプローチがありうる。トップダウンアプローチとはシナリオ主導であり、特定の地域に限定した気候予測、影響と脆弱性の評価、戦略とオプションの構築で構成される。このアプローチは、国がよく活用するものである。一方、ボトムアップアプローチはニーズ主導であり、地域に根ざした適応などが含まれる。いずれのアプローチにおいても、広範囲の利害関係者の参画、研究と管理の緊密な連携、情報やデータへのアクセスが必要となる。

自治体は、地域の脆弱性と潜在的な影響に関連する情報やデータへアクセスすることが容易ではないため、複雑な適応計画と実践に向けてどのアプローチが最適かつ効果的であるか判断することが難しい。よって、国が、支援の提供と、標準・実施の手引き開発にあたって調整役を果たす必要がある。また、地方自治体間の研究ネットワークを活かした情報共有も有効である。

## 3. 今後の課題

国と自治体間の制度面の調整が適応計画と実施の促進に不可欠であるが、自治体は、自らの適応計画戦略を開発ニーズと計画に関連づけることで、「後悔の少ない戦略」を活用することも地域の適応戦略と実施の後押しとなりうる。自治体は、気候変動の影響を受けるコミュニティと直接接触するため、適応について重要な役割を果たす。また、地方における気候変動の影響は多様でかつ独自の傾向を有するための、状況に応じた包括的な取り組みが必要となる。すなわち、地域の伝統的な知識を活用することに焦点を当てた戦略が今後の課題となる。

## 参考文献

1) 気候変動の影響への適応計画, <https://www.env.go.jp/press/files/jp/28593.pdf>. (2015)

# 岩手県におけるヒトスジシマカの分布と生息条件の解析

○佐藤卓<sup>1</sup>・千崎則正<sup>1</sup>・西井和弘<sup>2</sup>・小泉英誉<sup>1</sup>

(<sup>1</sup>岩手県環境保健研究センター・<sup>2</sup>沿岸広域振興局大船渡保健福祉環境センター)

## 1. はじめに

東南アジアを原産地とするヒトスジシマカ *Aedes albopictus* は、デング熱やチクングニア熱等のウイルス性疾患を媒介する感染症対策上重要な節足動物である。我が国では1948年までは栃木県が生息北限とされていたが、その後、東北地方中央部低地における生息北限が徐々に北上しており、現在、岩手県内の北上盆地沿いを北上・南下を繰り返しながら次第に北に拡大しつつある<sup>2)</sup>。

2014年夏以降、日本において約70年ぶりにデング熱の地域流行が発生したことから、ヒトスジシマカの生息分布域の拡大は、そのままデング熱等の感染リスクの拡大を意味する。これらの事象を受けて、厚生労働省は「蚊媒介感染症に関する特定感染症予防指針」<sup>3)</sup>を策定し、自治体はヒトスジシマカの調査を含むデング熱等の感染症予防対策を講じることとなった。

われわれは、岩手県内で分布域が拡大しつつあるヒトスジシマカの生息地域及び生息条件を明らかにし、今後の疾病媒介蚊対策に資することを目的に、2009年から岩手県内ほぼ全域にわたる蚊類の生息分布状況の調査を行うとともに、GIS、統計モデリング手法等を用いて気温等に関する生息条件の解析を行ってきた。本報では、岩手県におけるヒトスジシマカの生息分布や生息条件、および蚊媒介感染症対策に関するネットワーク構築の必要性について述べる。

## 2. 方法

### (1) 蚊類の生息分布調査

調査時期は2009～2014年の6～10月、調査地点は北上盆地を中心に、県内でも比較的温暖な太平洋沿岸地域および北上盆地と沿岸地域を結ぶ主要道の沿道地域を重点的に選定し、延べ431地点で実施した。調査対象は主に寺院の境内や墓地などの手水鉢や花生けあるいは屋外に放置された古タイヤなどの水たまり（コロニー）とし、生息している蚊の幼虫および蛹を太口ピペットで捕獲し、実験室内で培養後、羽化した成虫を実体顕微鏡で形態学的に種を同定した。

### (2) ヒトスジシマカの生息条件の解析

岩手県における3次メッシュ毎のヒトスジシマカ生息確率を推計するため、一般化線形混合モデル（リンク関数は“logit”、ランダム効果は“調査対象メッシュ”（ $n=235$ ））により解析を行った。応答変数は年ごとメッシュごとのヒトスジシマカの検出割合（検出地点数/調査地点数）、説明変数は同じく「1月平均気温」、「10.8℃を閾値とする有効積算温度」および「3次メッシュ人口密度（H17）」とした。

## 3. 結果

### (1) ヒトスジシマカの生息分布

岩手県における調査地点およびヒトスジシマカの生息地点を図1に示す。採集された蚊の種類はヤマトヤブカ、ヒトスジシマカ、ヤマダシマカ、オオクロヤブカ、トウゴウヤブカ、フタクロホシチビカ、トラフカクイカ、キンパラナガハシカおよびイエカ類であった。このうち、ヤマトヤブカは全採集地点431地点のうち365地点で確認され、調査地点全域において優先種であった。ヒトスジシマカの生息が確認された地点は7市2町

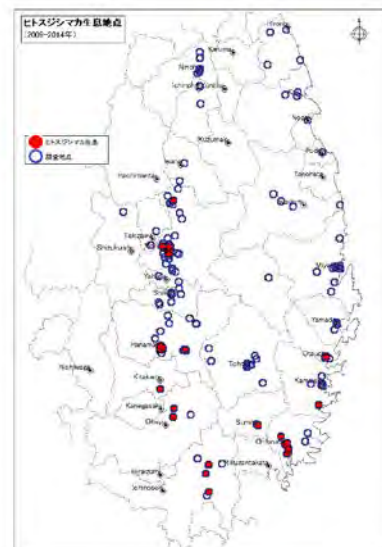


図1 蚊類の調査地点とヒトスジシマカ生息地点



の計 93 地点であり、同蚊の定着北限は盛岡市天昌寺町 (39° 42' 42" N、141° 07' 16" E) であった。

#### (2) ヒトスジシマカの生息条件

一般化線形混合モデルによる解析の結果、県内の任意の 3 次メッシュ (i) におけるヒトスジシマカの生息確率 (q<sub>i</sub>) は以下の式で算出される。

$$\text{logit}(q_i) = -19.71 + [1 \text{ 月平均気温}]_i \times 0.779 + \\ [10.8^\circ\text{C} \text{ を閾値とする有効積算温度}]_i \times 0.0117 \\ + [\text{人口密度}]_i \times 0.000329$$

同計算式を用いて岩手県内における年ごとのヒトスジシマカ生息確率別の面積を計算すると、ヒトスジシマカ生息確率 5% 以上の地域は、1989 年頃から増加し始め、約 10 年周期で増減しながらも増加傾向にあり、2011 年には県土の 10.8% にあたる 1672km<sup>2</sup> に達した。2014 年における岩手県のヒトスジシマカ生息ポテンシャルマップを図 2 に示す。

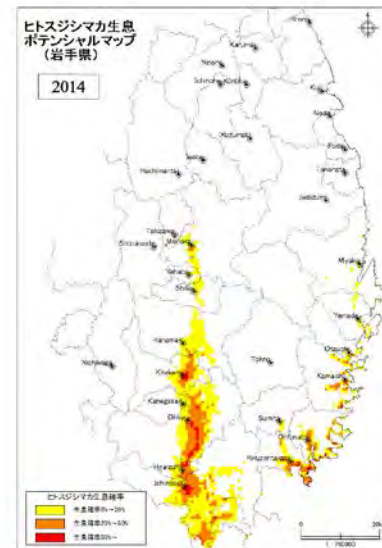


図 2 ヒトスジシマカ生息ポテンシャルマップ (2014 年)

#### 4. 考察

今回の調査により、岩手県内では内陸部から太平洋沿岸部にかけて広範囲にヒトスジシマカが生息していることが確認された。2000 年までの調査<sup>4)</sup>では、岩手県内では一関市周辺のみが分布可能な地域であったが、2014 年までに北上盆地を中心に一関市から盛岡市まで同蚊の生息分布域が拡大していることが明らかとなった。この 14 年間で生息北限が約 100 km 北上したことになる。また、ヒトスジシマカの生息確率に関する情報は、今後の蚊媒介感染症対策において蚊のモニタリングや防除計画を策定する際の基礎資料としての活用が期待される。

「蚊媒介感染症に関する特定感染症予防指針」<sup>3)</sup>によると、デング熱の地域流行が確認されていない平常時には、自治体等は蚊媒介感染症に関するリスク評価を行い、必要に応じて媒介蚊に関する定点モニタリングを行うこととされている。リスク評価や高リスク地点のモニタリングを適切に行うには、県のみならず市町村等の自治体やリスク評価対象地域の管理者等の連携による感染症対策に関するネットワークの構築が必要である。また、平常時の対策を実施する場合、当センターが有する調査のノウハウや地域ごとのヒトスジシマカ生息分布等の情報を活用することにより効率的な調査を進めることができると考えられる。一方、デング熱等の国内感染症例が発生した際には、感染症法に基づき、感染経路を明らかにし新たな患者の発生を予防するため積極的な疫学調査が実施されるが、この場合にも保健・環境部門が連携のうえ、情報共有を行い迅速に対処することが必要である。

地球温暖化等の影響により、今後もヒトスジシマカの生息分布域の拡大は継続し、蚊媒介感染症の発生リスクも増大することが予想されることから、自治体等関係機関、また、保健・環境部門を横断したネットワークを構築し、予防対策を進めていくことが必要であると考えられる。

#### 参考文献

- 1) LaCasse W.J. and Yamaguchi S. : Mosquito fauna of Japan and Korea. Office of the Surgeon, 57(1950)
- 2) 佐藤卓・松本文雄・安部隆司・二瓶直子・小林睦生 : 岩手県におけるヒトスジシマカの分布と GIS を用いた生息条件の解析. 衛生動物, 63, 195-204(2012)
- 3) 蚊媒介感染症に関する特定感染症予防指針. 厚生労働省告示第 260 号, 1(2015)
- 4) Kobayashi M., Nihei N. and Kurihara T. : Analysis of Northern Distribution of *Aedes albopictus* (Diptera:Culicidae) in Japan by Geographical Information System. J. Med. Entomol., 39, 4-11(2002)

# 富山県における温暖化に関する調査研究

○初鹿宏壮<sup>1</sup>・相部美佐緒<sup>1</sup>・木村富士男<sup>2</sup>  
(<sup>1</sup>富山県環境科学センター・<sup>2</sup>筑波大学)

## 1. はじめに

温暖化を防止するためには、地域レベルにおいても温室効果ガスの排出を抑制する必要がある、県民一人ひとりが自らの問題として理解することが重要である。当センターでは、温暖化の実態解明に地域レベルで貢献するとともに、県民の安全・安心な暮らしを守る基礎資料を得るため、温暖化が本県に及ぼす影響に関して研究を進めている。

平成 22 年度からは、文部科学省の委託研究により海洋研究開発機構などとの連携のもとに、これまで地球全体あるいは日本全体の規模で行われていた温暖化による気候変化予測を県レベルで実施した。

## 2. 予測手法

地球全体を約 150km 間隔の格子で区切り、過去から現在までの気温などの資料と、地球規模の温暖化予測計算により求めた 2030 年代の気温などの資料を組み合わせることにより、まず 150km 間隔の近未来気候の予測資料を作成した。

その上で、本県周辺の地形や土地利用の状況をもとに、本県の近未来の気候（気温、降雪量など）を 4.5km 間隔で予測した。

## 3. 結果及び考察

本県周辺の気温は、2030 年代(近未来)には 2000 年代(現在)と比較して気温が 1～2℃上昇する(図 1)。この変化は予測に用いた将来に向かう社会の違い

(RCP4.5：中程度の削減策を実施、RCP8.5：現在の発展を継続)によらずほぼ同程度であるが、今世紀末には平均気温で 2℃以上も差が生じる。

また、冬季に最低気温が 0℃を上回ることが多い平野部では、年間総降雪量(ひと冬に降った雪を全て積算した量)の減少が見られ、2030 年代に推定される降雪量は現在の 60%程度となる(図 2 左)。これは、気温上昇により現在では雪として降っている状況でも近未来では雨として降る機会が増えるためと考えられる。ただし、寒波により短時間に降る雪については、平均的な気温の変化ではなくその期間の気温に左右される。このため、降雪量は大きく減少せず、6 時間で降る雪の量について年間の最大値を求めて近未来と現在を比べると、現在の 80%程度

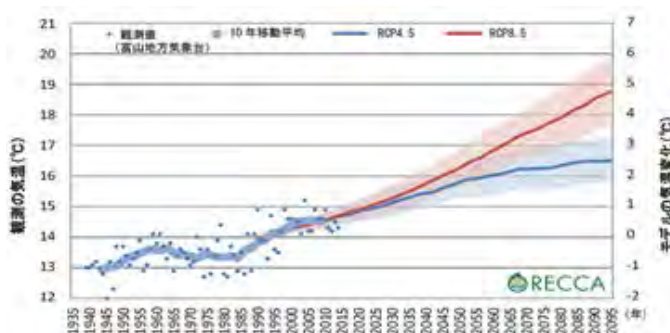


図 1：気温の観測結果と将来予測

過去から現在は富山地方気象台の観測、将来は予測計算から求めた 850hPa における気温変化

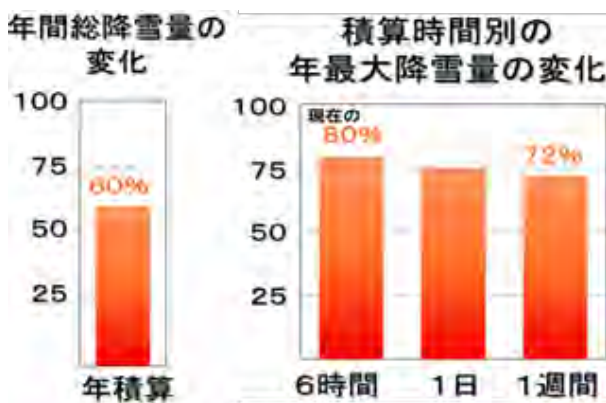


図 2：富山県域の標高 100m 以下の平地における年間総降雪量及び積算時間別の年最大降雪量の変化

にしか減少せず、同様に、一週間降雪量でも72%程度となり、年間の総降雪量ほど大きくは減少しない(図2右)。

一方で、山岳地域においては、厳冬期の最低気温が非常に低いため雪の減少は見られない。ただし、春から夏にかけての雪どけ時期は気温の上昇により早期化することが予測される。

#### 4. ウェブページによる公開

昨年の4月から本県の近未来の気候変化を取りまとめたウェブページ(富山県近未来気候\*)を公開している。図3は、県民になじみの深い呉羽山展望台から見た立山連峰であり、多雪年(雪が多い年)

において、現在と近未来とで景観が変わる様子を示している。その他、表1に示すように、ウェブページ上では少雪年(雪が少ない年)と合わせてアニメーションでの表示や、地図上に降水量や気温などの変化を表示できる。

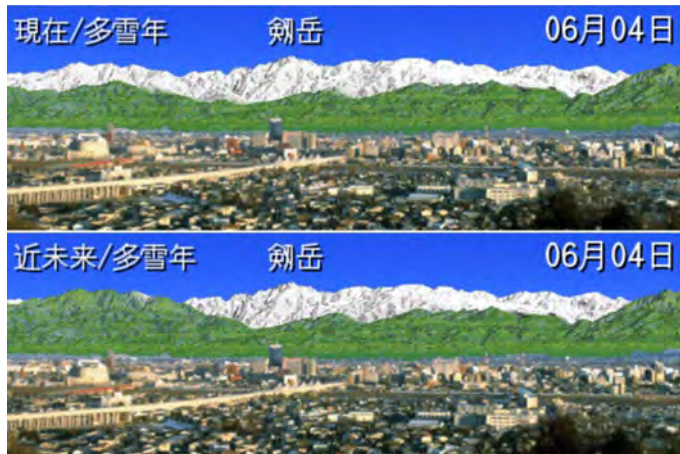


図3：呉羽山からみた多雪年の景観  
現在(上)と近未来(下)では景観が異なると予測

表1：富山県近未来気候で表示される主な内容

項目	表示される主な内容
積雪深	呉羽山展望台から見た立山連峰の景観(図3のアニメーション) 白馬岳(長野県)上空から見た富山県から石川県にかけての景観 積雪の始まりや雪が消える時期 除雪が必要な日数(日当たり降雪量が20cm以上)や雪遊び(積雪の深さが10cm以上)が可能な日数
降水量	大雨警報の対象となる程度(1時間降水量が50mm以上)の雨の日数 洪水が心配される程度(3時間降水量が50mm以上)の雨の日数
気温	猛暑日、真夏日、熱帯夜、冬日、真冬日などの日数
河川流量	神通川、県央部*、県西部**等の河川の流量の季節変化

\*常願寺川と神通川の合算 \*\*庄川と小矢部川の合算

#### 5. まとめ

このような情報を公開することが、県民一人ひとりの温暖化への理解を深め、身近な環境を守るための行動を促すきっかけになることを期待する。また、今後は、他の研究機関との連携を模索しつつ、気候変化に適応するための方策の検討に活用してもらえるような予測資料を作成していきたいと考えている。

# 埼玉県における温暖化適応策への取り組み

○嶋田知英  
(埼玉県環境科学国際センター)

## 1. はじめに

気候変動対策には、緩和策と適応策の二つの対策がある。緩和策は、温室効果ガスの濃度を低下させる対策であり、化石燃料の使用量を減らす対策に他ならない。緩和策は、気候変動に対する根本対策で、全ての分野に有効なオールマイティーな対策と言える。一方、適応策は、気温上昇によるマイナスの影響を最小化する対策で、分野によっては有効な手段が無い場合もあるが、既にある程度の気温上昇は避けられないと予測されている現在、適応策も必須であると考えられている。緩和策と適応策は、車の両輪にたとえられ、気候変動リスクを低減するためにはいずれの対策も重要であると IPCC の評価報告書等でも指摘されてきたが、世界的に見ても京都議定書の採択など、緩和策が先行し、適応策への取り組みは遅れてきた。我が国においても、国や自治体の温暖化対策を規定する「地球温暖化対策の推進に関する法律（温対法）」に、適応策の記載は無く、適応策への取り組みは、ほとんど行われてこなかった。しかし、このような日本の状況を大きく変える報告書が 2008 年に発表された。環境省報告書「気候変動への賢い適応」と、環境省推進費 S-4 研究報告書「地球温暖化日本への影響」である。何れも気候変動による日本への影響を定量的に示したものであり、適応策の方向や課題なども整理し示した。埼玉県における温暖化対策も、それまでは緩和策中心であったが、これらの報告書の発表などを機に適応策への取り組みを進めてきた。ここでは、その過程を紹介する。

## 2. 埼玉県における適応策の歩み

埼玉県庁内に気候変動対策の専任機関（環境管理課地球環境推進グループ）を設置したのは 1990 年に遡る。翌 1991 年には埼玉県公害センターで二酸化炭素濃度の精密観測を気象庁の協力を得て開始し、1995 年にイクレイと共同で「第 3 回気候変動に関する世界自治体サミット（埼玉サミット）」を開催した。1996 年には、埼玉県として最初の「温暖化対策地域推進計画」を策定し、改訂を経ながら、長期的には主に緩和策に取り組んできた。

埼玉県が適応策への方向性を明確に示したのは、2009 年に、改正温対法に基づき策定した温暖化対策実行計画「ストップ温暖化・埼玉ナビゲーション 2050」が最初である。ここでは、温室効果ガス排出削減目標や、国内では東京都と埼玉県だけが実施する「排出量取引制度」、太陽光発電の普及拡大、建物環境性能向上対策など緩和策に関する具体的な目標を示したが、同時に、一章を割いて、「地球温暖化への適応策」を盛り込んだ。ほぼ同時期に「埼玉県地球温暖化対策推進条例」を公布したが、ここでも、県の地球温暖化対策の一つとして適応策を定義し位置づけた。

埼玉県環境科学国際センター（以下「センター」）では、2008 年に温暖化影響評価プロジェクトチームを発足させ、前述の報告書などの発表を機に、埼玉県内の温暖化実態や影響を整理した「緊急レポート 地球温暖化の埼玉県への影響」を発表した。その後、2010 年 4 月に新たな組織としてセンター内に「温暖化対策担当」を設置するとともに、環境省推進費 S-8「温暖化影響評価・適応政策に関する総合的研究」（S-8 研究）に参加し、県環境部温暖化対策課と共同しながら適応策の県施策への実装に取り組んできた。さらに、2015 年 12 月からは、文部科学省の気候変動適応技術社会実装プログラム（SI-CAT 研究）に参加し、都市暑熱環境対策や適応策の社会実装に取り組んでいる。

## 3. 自治体にとっての適応策

IPCC の第 5 次評価報告書では、全ての排出シナリオで 21 世紀の間、気温は上昇し、極端な気象が増えると予測しており、もはや日本の自治体でも適応策は避けては通れない。しかし、自治体職員等

による適応策の認知は不十分で、「温暖化対策＝温室効果ガス排出削減対策」という図式が未だ強く刷り込まれている。だが、施策として適応策が全く行われていないわけではない。明確に適応策としては位置づけられていないが、適応策として機能している既存施策も多い。河川改修や下水道整備、治山事業、高温耐性品種の育種などは、現状の気象災害対策として位置づけられているが、将来の気温上昇に対し「潜在的適応策」としても十分機能するものである。ただし、潜在的適応策には、将来気候が変化するという視点が欠けており、より積極的な適応策とするためには、気候や降水量が気候変動により変化するということを前提に施策を見直す必要がある。換言すると、適応策とは、まったく新しい施策ではなく、多くの場合、既存施策に中長期的気候の変化を組み込むことだといえる。

#### 4. 埼玉県温暖化対策実行計画（改訂版）における適応策

埼玉県は2012年に、部局横断的な組織として適応策専門委員会と作業部会を設置した。センターではこの組織を対象に、S-8研究成果である影響予測情報等を提供し、適応策に関する情報共有を進めた。当初、課所により温暖化適応策への理解や関心に大きな差があったが、徐々に、適応策への理解は深まっていった。その後、適応策専門委員会や作業部会の議論を踏まえ、2014年に、埼玉県温暖化対策実行計画の改訂作業が行われ、2015年5月に「ストップ温暖化・埼玉ナビゲーション2050（改訂版）」が発表された。改訂版実行計画では、第8章を「地球温暖化への適応策」とし、適応策の意義や必要性を明示するとともに、既に顕在化している温暖化影響や適応策のメニュー、推進方法や推進体制を示した。特に新たに盛り込んだ視点は、適応策の主流化（メインストリーム化）と適応策の順応的な推進である（図）。主流化とは特定の課題を優先課題として捉え、全ての施策の前提として導入することであり、気候変動を県の重要課題に位置づけ、あらゆる分野の施策策定の前提として考慮することを謳っている。また、適応策の順応的な推進とは、温暖化やその影響予測は常に不確実性を伴うため、特定の予測情報に頼り計画を立案するのではなく、影響のレベルに応じた複数のメニューを予め用意し、モニタリングや予測情報に基づき段階的に対策を実施することとして位置づけた。

#### 5. おわりに

この様に、埼玉県では、上位施策と言える温暖化対策実行計画や条例に適応策をいち早く位置づけ取り組んできた。新たな温暖化対策実行計画では、適応策の「主流化」と「順応的推進」を明示したが、何れも十分具体化されているわけではない。今後、SI-CAT研究などを通じ、適応策の社会実装により積極的に取り組んでゆく予定である。

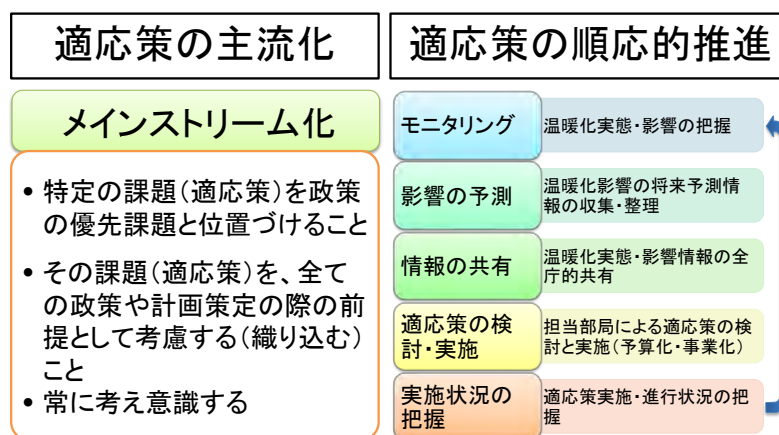


図 「ストップ温暖化・埼玉ナビゲーション2050（改訂版）」で位置づけた適応策の二つの視点

# 生態系サービスを考慮した緩和策・適応策の広域評価

○大場 真

(国立環境研究所)

## 1. はじめに

「生態系サービス」の認識はミレニアムの一つの転換点であったと振り返ることができるだろう。例えば森林生態系に目を向けた場合、長い間、素材や燃料を人間社会に提供してきたが(供給サービス)、治水や土砂流出防止(調節サービス)、物質循環や野生生物への生息地(基盤サービス)、憩いや精神的な場(文化サービス、MEAの4大分類に基づく)も供給してきた。しかし、一方で将来の気候変動が与える影響が生態系・生物多様性だけでなく、生態系サービスに与える影響と、その緩和・適応策が求められている。

本発表では、演者と共同研究者が地理情報システム(GIS)とモデルを用いた生態系サービス評価研究について紹介する。いくつかの対策が生態系サービスへもたらす影響を、空間的にかつ定量的に評価した。これらを踏まえ、今後必要とされている研究テーマ、技術、社会との結びつきについても議論を行う。

## 2. 木質バイオマス・製品利用と緩和策

拡大造林された人工林を今後どのように扱うかといった社会問題は広く認識されており、手入れされなくなった生態系が周辺生態系や人間社会に少なからぬ影響を及ぼす。間伐、主伐遅れの人工林を持続的な木材生産を行う森林に変えることは、気候変動に対する主要な緩和策と考えられる。適正な森林管理を行うことによって、森林生態系全体の二酸化炭素吸収速度が増加する。また IPCC COP13 (2007年)に認められたように伐採木材製品の利用が吸収源として認められるようになった。また一部ではあるが、木質バイオマスのエネルギー利用が二酸化炭素排出の削減としても認められている。

演者らは森林生態系モデル(BGC-ES)<sup>1)</sup>や林業コストモデル<sup>2)</sup>などを用いて、適正な森林管理、伐採木材製品、エネルギー利用が生態系と人間社会全体の二酸化炭素排出量および環境にどのように影響するかを調べた。生産林として維持が難しいような人工林は二次林へ遷移されるなどのいくつかのシナリオをシミュレーションしたところ、エネルギー利用が最も排出量削減に影響することが示された。

## 3. 今後の課題

気候変動対し大きな生態系変動が予測されるが、それに伴う生態系サービスの変化を評価することは課題として残されている。全国的な生態系サービスのマッピングなどを通して、緩和策と協働効果のある適応策が求められていると言える。

## 参考文献

- 1) Ooba, M., Wang, Q., Murakami, S., Kohata, K. Biogeochemical model (BGC-ES) and its basin-level application for evaluating ecosystem services under forest management practices. *Ecol. Model.*, 221, 1979–1994. (2010)
- 2) Ooba, M., Fujita, T., Mizuochi, M., Fuji, M., Machimura, T., Matsui, T. Sustainable Use of Regional Wood Biomass in Kushida River Basin. *Waste Biomass Valorization* 3, 425-433. (2012).

## 緊急時環境調査機関ネットワークの構想について

○中島大介・中山祥嗣  
(国立環境研究所)

### 1. 背景

東日本大震災に際して国立環境研究所が行った対応の中で、災害時の環境調査体制に課題があることが経験された。緊急時に市民の安全と安心を担保するための環境調査は、事故や災害などの規模と性質に応じて適切に実施される必要がある。国立環境研究所では、平成25年2月に緊急時環境調査体制検討タスクフォースを組織し、非定常時・緊急時の迅速な調査体制確立についての検討を行ってきた。平成26年度からは、国立環境研究所プロジェクト研究として、国内外の事例研究を進め、緊急時環境調査機関ネットワーク構築にむけて活動を行っている。

平成26年度には、各地方環境研究所の協力を得て、地方自治体における事故・災害等事例調査を行い、地方環境研究所が保有している事故・災害対応事例を集約した。また並行して、環境省環境安全課と協力し、全国150自治体(47都道府県、20政令指定都市、43中核市、40特例市)環境部局における「化学物質に係る災害・事故対応マニュアル」策定状況の調査を行った。

平成27年度には、これらの調査を受けて、国立環境研究所と地方環境研究所間での緊急時環境調査機関ネットワーク構築に向け、「緊急時環境調査機関ネットワーク準備会合」をブロック単位で順次開催中である。

### 2. 米国の緊急時環境調査体制

米国環境保護庁(US EPA)には緊急環境調査チーム(Environmental Response Team: ERT)<sup>1)</sup>が組織されており、緊急環境調査機関ネットワーク(Environmental Response Laboratory Network: ERLN)<sup>2)</sup>等の多くの組織と連携して対応にあたっている。ERLNは緊急時環境調査を目的としてEPAによって設立された米国内の研究機関連携ネットワークであり、公的試験機関と認定民間研究機関からなる。飲料水、放射性物質、生物学及び化学物質の4つの重点分野を設定し、研修、訓練、能力開発を実施している。緊急時には現地調査官(OSC)や行政の意思決定を支援する役割を担う。

### 3. 我が国における緊急時環境調査機関ネットワークの構想

日本における緊急時環境調査機関ネットワークの構築に際しては、現地の地理情報、化学物質関連の情報や様々な経緯を把握し、最前線で活躍することが想定される地方環境研究所と協力して検討を進めることが重要であると考ええる。

緊急時環境調査に当たっては、平時から準備をすることが重要と認識し、参加各機関の特徴を把握しながら、調査手法の訓練を通じて、予知不能な災害時においても迅速に対応できる組織とする考えである。そのために、国立環境研究所がハブとなり、地方環境研究所および緊急時に協力可能な民間環境測定機関の参加を得て、1)各機関の調査機能・能力の把握、データベース化、2)緊急時環境調査手法の共同開発・共有、3)緊急調査手法研修・訓練、4)緊急時環境調査機関登録活動などを行う緊急時環境調査ネットワーク(ERLN: Emergency response laboratory network)を構築したいと考える。

参考サイト

1) <http://www.epa.gov/ert>

2) <http://www.epa.gov/emergency-response/environmental-response-laboratory-network>

# 農業用廃プラスチックの再利用に向けて

上出光志<sup>1</sup>・白井康裕<sup>2</sup>・山田敦<sup>3</sup>・○丹羽忍<sup>4</sup>

(1)(地独)北海道立総合研究機構 工業試験場・(2)(地独)北海道立総合研究機構 十勝農業試験場  
 (3)(地独)北海道立総合研究機構 林産試験場・(4)(地独)北海道立総合研究機構 環境科学研究センター)

## 1. はじめに

北海道十勝管内の農業用廃プラスチックの排出量は道内で最も多く、未利用のまま最終処分されている農業用廃プラスチックは約1千トンで、全道の約20%を占める。なかでも、長いもネット（主にポリエチレン製）は、使用後に茎葉の巻き付きや土壌の付着があるために分別洗浄などの処理が難しく、農業用廃プラスチックの中でも特にリサイクルが困難な品目であり、その処理に係る生産者への負担軽減と有効利用が求められている。

## 2. 研究の内容

農業用廃プラスチックのうち再利用が困難とされている長いもネットをターゲットに、リサイクルに向けて廃プラスチックのペレット化に必要な茎葉・土壌分離や洗浄・粉碎技術等の前処理技術、ペレット製造技術、燃焼時にクレンカを生成するバイオマス・廃プラ混合ペレットの燃焼技術を確認するとともに、発生する燃焼灰及び排ガスの安全性評価を行った。これらを踏まえ、芽室町をモデルケースとして、長いもネットの地域内利用を図る上でのサーマルリサイクルシステムの経済性と導入条件を明らかにした。以上の研究内容の取り組みについて、廃プラスチックの流れとの関係をまとめたものを図1に示す。

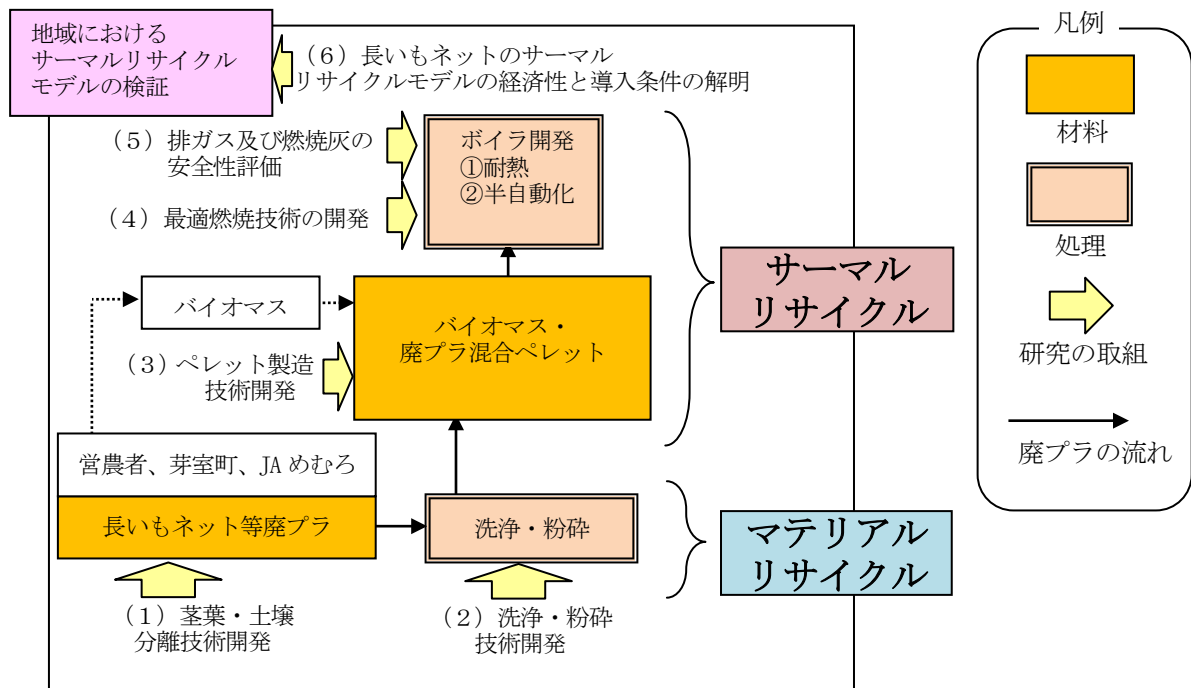


図1 廃プラスチック処理の流れと研究の取り組みの関係

## 3. 研究結果

(1) (2) 「叩く・擦る」に重点を置いた、茎葉が巻き付いた長いもネットから茎葉を99%以上除去



する「茎葉分離装置」を開発した。茎葉分離後の長いもネットについて、10mm以下に粉碎すれば燃料化、5mm以下の粉碎の上、洗浄を行えばマテリアルリサイクルが可能であることがわかった。また、茎葉については堆肥化して利用することとした。(図2)

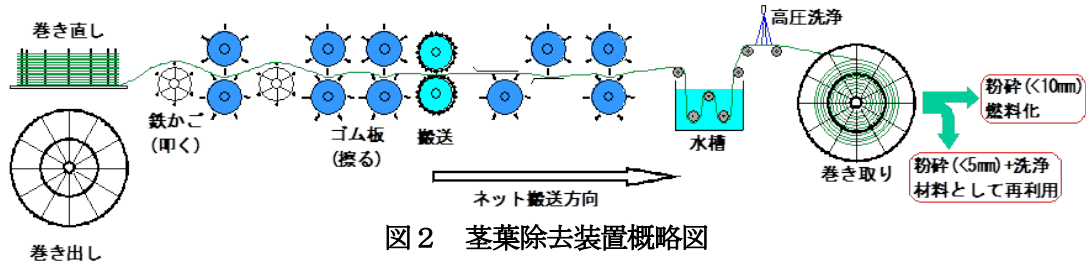


図2 茎葉除去装置概略図

- (3) バイオマスに長いもネットを混合したペレットを製造し各種物性値を検討した。機械的耐久性\*2を考慮し、適切な廃プラ混合率を5%程度とした。
- (4) 高灰分、低発熱量な燃料でも効率よく燃焼し、燃料としての基本的な能力を引き出すため、効果的な空気制御方法、及び火床(火層)の攪拌手法を開発した。また、既存重油ボイラとの連携運転を可能とした。
- (5) 排ガスを測定し、大気汚染防止法の各種基準値以下であることを確認した。焼却灰については、一部測定項目が「土壌の汚染に係る環境基準」の基準値を超過した。これは、燃焼によるレーキ\*3の酸化腐食、及び原料となる小豆殻の土砂のふり落としが十分でないことが考えられた。
- (6) ペレットの製造施設への投資及びその操業生産に伴う、町経済への一定の波及効果を生む可能性があることが確認された。ただし、公的資金の投入に際しては、製造施設の採算性を確保することが条件とされた。また、バイオマス・廃プラのペレット化に伴うリサイクルシステムの実用化に向けて、農協や町役場等の関係者により28課題を抽出、問題構造を明らかにした(図3)。他から影響を受ける「工程のデザイン」は、最終的に目指すべき課題であり、相互に関連する「公的資金の投入のあり方」が実用化の鍵になる課題であると判断された。これらを踏まえて、実用化に必要な取り組みを提言し、芽室町と合意した。

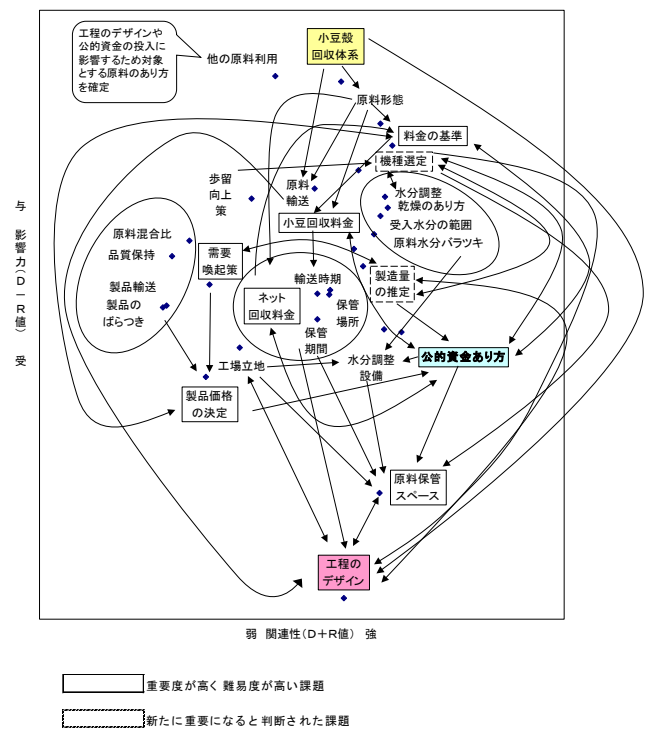


図3 バイオマス・長いもネット等廃プラのリサイクルの実用化に向けた課題解決の経路 (DEMATEL法)

#### 4. 今後の課題

開発した技術を資源循環システムとして社会実装するためには、小豆殻及び長いもネット等廃プラのほ場搬出からペレット製造、燃焼及び焼却灰の処理までの資源循環システムを最適化することにより低コスト化を図る必要があるほか、資源循環の規模を拡大して経済性を高める必要がある。

\*1) クリソカ〜焼却灰が溶融して固まったもの  
\*3) レーキ〜バーナ内の焼却灰を攪拌する装置

\*2) 機械的耐久性〜ペレットの壊れにくさ

# アスベスト除去工事における大気中へのアスベスト飛散監視調査

○藤原亘・中坪良平・松村千里・平木隆年  
(兵庫県環境研究センター)

## 1. はじめに

兵庫県では、大気汚染防止法に先んじて条例によりアスベスト除去工事を行うものに対する届出が義務付けられた。それに伴い、当センターでは1996年より除去工事現場からのアスベストの飛散を監視するためにアスベスト濃度の測定を行っており、2005年以降は原則全ての飛散性アスベスト除去工事に対して測定立入を行っている。ここでは1997年度から2014年度途中における解体工事現場から大気中へのアスベスト飛散実態について報告するとともに、除去工事の調査件数が大幅に増加した2005年度以降の調査における解析結果について報告する。

## 2. 調査方法

アスベストのサンプリングは「石綿に係る特定粉じんの濃度の測定法」(平成元年12月27日環境庁告示第93号)に準じて行い、直径47mmのろ紙に10L/minの流量で概ね30分通気捕集した。捕集地点は、原則として集じん機及びセキュリティ出入口の2地点とした。捕集直後に現場にてアセトン-トリアセチン法により試料を作成し、位相差顕微鏡、または位相差・偏光顕微鏡を用いてアスベストを計測した。10本/L以上のアスベストが検出された場合は漏えいがあったと判断し、県が直ちに工事の中止を要請し、改善指導を行った。除去業者が改善措置を行った後に再測定を行い、飛散のおそれのないことを確認してから残りの工事の再開を指示した。また、アスベスト濃度が10本/L以下であっても、1本/L以上のアスベストが検出された場合は除去業者に対して集じん機の再点検等(状況によっては工事の中止)を指導した。

## 3. 調査結果

### (1) 調査件数及び漏えい件数

図1に年度別調査件数及び漏えい割合を示す。調査開始から2004年までの調査件数は年6件程度であったが、規制が強化された2005年以降は年100件程度で推移している。調査件数の増加に伴い漏えい件数も増加したが、調査件数に占める漏えい件数の割合で見ると、1997~2004年が約20%で推移しているのに対して2005年以降は4~10%であり、減少傾向がみられた。なお、大気汚染防止法の改正により作業基準が強化された2014年の漏えい割合は7.1%となっており、改正前後で大きな差は見られなかった。

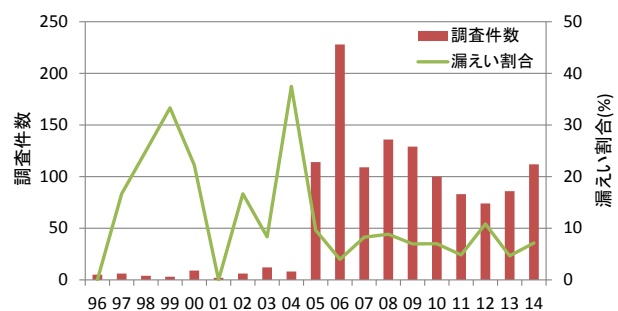


図1 年度別調査件数及び漏えい割合

### (2) アスベスト種類別の漏えい数

2005年以降におけるアスベスト種類別の調査数及び漏えい数を表1に示す。調査全体の60.7%をクリソタイルが占めており、28.8%がアモサイト、クロシドライトは10.5%であった。クリソタイルの比率が多い理由として、世界的に生産量が多かったこと、他のアスベストに比べて規制の対象と

表1 アスベスト種類別の調査数及び漏えい数

アスベスト種類別	除去対象アスベスト		漏えいアスベスト	
	件数	割合	件数	割合
クリソタイル	720	60.7%	18	2.5%
アモサイト	342	28.8%	48	14.0%
クロシドライト	124	10.5%	21	16.9%
計	1186		87	

なるのが遅かったことが考えられる。また、漏えい割合についてはクリソタイルが 2.5%、アモサイトが 14.0%、クロシドライトが 16.9%であった。田口ら<sup>1)</sup>はアスベストを同一条件で発じんさせた場合、クリソタイルに比べてアモサイトの発じん量は 11 倍、クロシドライトは 6 倍の発じん量であったと報告しており、角閃石系のアモサイトやクロシドライトは蛇紋岩系のクリソタイルに比べて飛散しやすいと推察された。

### (3) 測定地点別のアスベスト濃度

2005 年度以降におけるセキュリティ出入口及び集じん機排気口のアスベスト濃度について、濃度別に示したものを表 2 に示す。セキュリティ出入口では 1015 件(90.1%)、集じん機排気口では 1179 件(87.4%)がアスベスト濃度 1 本/L 未満となり、両地点ともほとんどの工事でアスベストは見られなかった。10 本/L 以上のアスベストが検出された事例はセキュリティ出入口が 38 件(3.4%)、集じん機排気口が 54 件(4.1%)であり、やや集じん機排気口で割合が高いものの、ほとんど差は見られなかった。100 本/L 以上のアスベストが検出された高濃度事例についても、セキュリティ出入口が 10 件(0.9%)、集じん機排気口は 16 件(1.2%)となり、こちらも両地点でほとんど差は見られなかった。

表 2 地点ごとのアスベスト濃度別出現頻度

測定地点	検体	アスベスト濃度 C (本/L)			
		C<1	1≤C<10	10≤C<100	100≤C
セキュリティ出入口	1126	1015(90.1)	73(6.5)	28(2.5)	10(0.9)
集じん機排気口	1349	1179(87.4)	115(8.5)	38(2.9)	16(1.2)
計	2475	2194	188	67	26

( ): Percentage

### (4) 漏えい要因の考察

上記のとおり、セキュリティ出入口では全体の 3.4% で 10 本/L 以上のアスベストの漏えいが見られた。比較的多く見られたのは、集じん機のトラブルにより養生内を負圧に保つことができなかった事例である。例えば、集じん機周辺に大量の粉じんが飛散することでフィルターが目詰まりし、集じん機の能力が著しく落ちる事例が幾度か見られた。また、セキュリティ出入口が屋外に設置されているケースでは、風が強い日は外気が養生内に容易に入り込み、そのため養生内が正圧になってアスベストが漏えいした事例が多く見られた。集じん機排気口では全体の 4.1% で 10 本/L 以上のアスベストの漏えいが見られ、ほとんどは HEPA フィルターの不具合、例えば HEPA フィルターと本体の間のパッキンの劣化、HEPA フィルターのはめ込みがきちんとできていなかったこと等が原因であった。

## 4. 今後の課題

2005 年以降は漏えい割合は減少したが、2014 年度も約 7% の工事で 10 本/L 以上のアスベストが検出されている。2014 年度の大気汚染防止法改正により、施工者には養生内の負圧状態の確認、集じん機排気口の粒子数の測定による集じん機の正常稼働の確認が義務付けられたが、漏えい割合に変化は見られなかった。今後は、養生内の負圧状態の確認方法、粒子数とアスベスト濃度の相関について検討を行う等、漏えいを防止するためのより効果的な監視方法を模索していく必要があると考える。

### 参考文献

1) 田口訓弘, 小西雅史, 富田雅行, 小西淑人: アスベストの種類による発散状態に関する検討。作業環境、50、51~57(2004)。

# 緊急時土壌汚染調査用の迅速スクリーニングの開発

○宮脇 崇  
(福岡県保健環境研究所)

## 【はじめに】

化学物質による事故や災害等の緊急時では、汚染の全体像を把握するのが難しく、調査が長期化するため、行政対応が遅れることが多い。このような調査では、第一に「何がどれだけあるのか？」を把握することが重要であり、これにより、住民への避難指示や汚染の拡大防止の措置等を速やかに実施することができる。しかしながら、化学汚染に係る現行の公定法には、事故や災害を想定した詳細な分析マニュアルがないため、分析担当者には大きな負担がかかる。そこで、我々は、地方環境研究所で対応可能な緊急時土壌汚染調査用の迅速スクリーニングの開発を行った。

## 【開発したスクリーニング】

これまでに、GC-MS および LC-TOF-MS を測定系とするスクリーニング (図 1) を開発しており<sup>1)2)</sup>、多成分の有機汚染物質を 1~2 日で計測する分析体制を整えている。しかしながら、土壌の環境基準では、有機汚染物質よりも重金属類の方が超過する件数が多く、緊急時汚染調査においても重金属類を計測することが不可欠である。そこで、今回、重金属類を対象にしたスクリーニングの開発に着手した。GC スクリーニングで使用するマイクロ波技術は、重金属分析の前処理 (抽出・分解) にも応用できるため、有機汚染物質との同時分析も可能になる。本講演では、上述したスクリーニングの技術開発について説明し、これまでに行った調査事例の一部を紹介する。

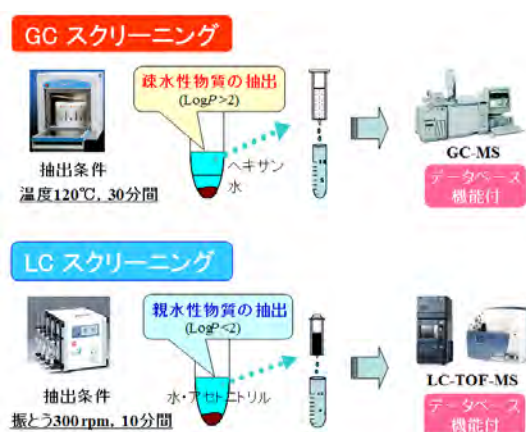


図 1 有機汚染物質の迅速スクリーニング

## 【東日本大震災後の環境調査】

東日本大震災による津波被災区とその周辺の高台 (対照区) で採取された土壌を対象に、GC スクリーニングを行った。その結果、津波汚泥から検出された有機汚染物質の総濃度は、対照区の土壌と比較して明らかに高かった。また、津波汚泥は、採取場所によって汚染パターンが異なることが分かった。沿岸部に近い津波汚泥では石油・燃焼由来の物質が高い寄与率を示し、石油系由来の PAHs やアルカン類などが高濃度で検出され、震災による化学コンビナートからの油流出の影響が示唆された。以上のことから、本法は災害調査用のスクリーニングとして、適用可能であることが示された。

## 【謝辞】

本研究は、公益財団法人鉄鋼環境基金及び JSPS 科研費「15K21702」の助成を受けて実施した。

## 参考文献

- 1) 宮脇崇・飛石和大・竹中重幸・門上希和夫：マイクロウェーブ抽出を用いる土壌中有機汚染物質のスクリーニング法の開発。分析化学, 62, 971 (2013)
- 2) 宮脇崇・飛石和大・竹中重幸・門上希和夫：LC/MS による土壌中有機汚染物質のスクリーニング法の開発。分析化学, 64, 553 (2015)



## 沿岸海域環境に係わる共同研究について

○牧秀明<sup>1</sup>・飯村晃<sup>2</sup>・二宮勝幸<sup>3</sup>・佐々木久雄<sup>4</sup>

(<sup>1</sup>国立環境研究所・<sup>2</sup>千葉県環境研究センター・<sup>3</sup>横浜市環境科学研究所 [現・横浜市環境創造局]・  
<sup>4</sup>宮城県保健環境センター [現・NPO 法人・環境生態工学研究所])

### 1 はじめに

地方公共団体環境研究機関等と国立環境研究所との共同研究として、「地球温暖化がもたらす日本沿岸域の水質変化とその適応策に関する研究」(旧C型・平成20～22年度)と「沿岸海域環境の診断と地球温暖化の影響評価のためのモニタリング手法の提唱」(II型・平成23～25年度)の「沿岸海域環境の物質循環現状把握と変遷解析に関する研究」(平成26～28年度)の3課題について、これまで20以上の地方環境研究機関と国立環境研究所が参加して推進してきた。

その実施内容として1)公共用水域常時監視(測定計画)データの活用の一環としてダミー変数を用いた重回帰分析による海水温変動の解析,2)現在,新規水質環境基準項目として環境省で検討されている下層溶存酸素量(DO)を対象にした多項目水質計による水質の鉛直分布の測定,3)非汚濁海域において漸増傾向のみられるCODの構成要素解明のための関連項目の詳細分析を実施してきた。本講演ではその概要について紹介する。

### 2 調査研究主旨と概要

平成20～22年度に実施した旧C型共同研究「地球温暖化がもたらす日本沿岸域の水質変化とその適応策に関する研究」では,地球温暖化に伴う我が国の沿岸海域環境における海水温上昇傾向を公共用水域の常時監視(測定計画)で得られたデータから抽出することを目的とした。水温は公共用水域の常時監視の際に一般項目として測定されている。しかしながら海水温は上昇傾向(トレンド)のみならず季節変動,日周変動等を含み変化が著しいものであるにも拘わらず,公共用水域の常時監視では基本的に最大月1回以下の頻度でしか測定されていないためにデータの密度・精度として充分とは言えず,これまで積極的に解析・活用されてこなかった。そこで,先ず過去30年以上に渡って公共用水域の常時監視において月1回以下の頻度で測定された海水温データを用いた変動(上昇)傾向を抽出するべく,1)長期の変動傾向(トレンド),2)季節(月毎)変動の二成分を基本としたダミー変数を用いた重回帰分析を行うことにした。

平成23～25年度に実施したII型共同研究「沿岸海域環境の診断と地球温暖化の影響評価のためのモニタリング手法の提唱」においては,現行の公共用水域(海域)常時監視で欠落している水質形成の機構解明,未測定項目を補完することを目的として,現在,各地の沿岸海域環境で見られている非汚濁海域におけるCODの漸増傾向要因を明らかにするべくCODの構成要素の分析と共に,閉鎖性海域において顕在化している貧酸素水塊発生状況を把握するために多項目水質計を用いて,全国の底層DO未測定沿岸海域での測定を行うことを主旨とした。

また平成26年度から現在にかけて実施している「沿岸海域環境の物質循環現状把握と変遷解析に関する研究」では,前課題に引き続き底層DOやCOD関連項目の測定を行うと共に,易分解性の有機物の簡易評価法として海域版BODの測定の試行を行っている。

これらを通じて得られた成果は環境省で現在検討されている海域における下層DOの新規水質環境基準策定に資する参考情報をもたらすと共に,今後の沿岸海域水環境の調査と管理手法の在り方の提案につなげることを目的としている。

### 3 結果と考察

#### 3.1 海水温変動解析

全国207地点の表層海水温データを解析した結果,132地点で有意な上昇傾向(平均0.039℃/年,

最低 0.001°C/年～最高 0.104°C/年)が見られた。表層以外の下中層・底層の海水温データ 130 地点・層分について同様に解析を行ったところ 106 地点・層分において有意な上昇傾向 (平均 0.045°C/年, 最低 0.018°C/年～最高 0.119°C/年)が見られた。興味深いことに, 下中層・底層の方が同じ地点の表層よりも高い割合 (頻度) で有意な海水温上昇傾向が見られ, またその上昇傾向も下中層・底層の方が表層よりも高い場合が多かった。また 1980 年代から直近 (2007～2010 年) までと, 1980 年代から 2000 年以前の二期間に分けて 75 地点における上層の海水温変動の解析を行ったところ, 上昇傾向が有意に認められた地点数は両期間とも同じものの, 上昇傾向は後者の帰還の方が前者の帰還よりも平均 0.022°C/年ほど高くなった。

### 3.2 底層 DO の測定と貧酸素水塊発生状況の把握

底層 DO の測定をこれまで, 日本海, 太平洋, 東シナ海に面する沿岸海域の 20 の湾・沿岸海域で測定を行ったところ, 11 ヶ所において底層 DO が 3 mg/L を下回る低・貧酸素水域が見付かった。

さらに一部の内湾では, 冬季に低・貧酸素水塊が卓越している状態が観察された。

### 3.3 COD 関連項目の詳細分析

COD に関連する有機物の分析項目である DOC や POC, Chl *a* について, 19 都府県市の管轄する公共用水域 (海域) 49 地点の 220 検体の分析を行った。その結果, 多くの地点で COD の大部分を占める溶存性 COD は DOC と比較的高い相関を示したが, 各水域毎に検討すると相関はまちまちで, 例えば港湾等の閉鎖性が強く内部生産も活発な水域では相関は高く, 回帰直線の傾きも 1.5 前後と似通っていたが, 逆に閉鎖性が低い海域では相関が低く, 回帰直線の傾きもまばらだった。以上のことから溶存性の COD の相当の部分は DOC で占められている (説明出来る) と考えられた。一方, 懸濁性の COD (COD から溶存性の COD を差し引いたもの) と POC の相関は溶存性 COD と DOC との相関より低かった。また POC は Chl *a* と非常に高い相関を示したのに対し, 懸濁性の COD と Chl *a* との相関は低かった。以上のことから全国の沿岸海域における POC の中身の大部分は植物プランクトンで占められていることが示されたが, 懸濁性 COD は POC や植物プランクトン以外の要因により影響を受けていることが示唆された。一方, 上記のように COD の大半が溶存性 COD であることから COD 全体を左右する要因の相当部分は DOC であると考えられた。

### 3.4 海域版 BOD の測定試行

前課題に引き続き COD 関連項目を季節別に測定し, その内訳解明の検討を行うのと同時に, 海域版 BOD 測定の試行を全国の海域 20 地点を対象にして行った。その結果, 1) 内部生産が高い夏季は冬季よりも高くなる傾向を示すこと, 2) 沿岸近傍部の方が外洋域より高い傾向を示すこと, 3) 溶存性の BOD が全 BOD に対して占める割合は僅少であること, 4) 人為起源の有機汚濁負荷が無く内部生産が僅少である外洋域でも何らかの値を示す COD よりも, 適切な評価が下せる有機汚濁指標となりうることが示された。

### 謝辞

本研究遂行に当たり, 統計解析に関するご助言・指導を賜りました統計数理研究所の柏木宣久教授と, 本共同研究課題に参加されてこられた地方環境研究機関の皆様全員に対しまして, 厚く御礼申し上げます。

### 参考文献

地方公共団体環境研究機関等と国立環境研究所との共同研究 (C型) 「地球温暖化がもたらす日本沿岸域の水質変化とその適応策に関する研究」報告書 (平成 20～22 年度)  
[http://www.nies.go.jp/kenkyu/chikanken/seika/H20-H22\\_C\\_03.pdf](http://www.nies.go.jp/kenkyu/chikanken/seika/H20-H22_C_03.pdf)

# オープンソース GIS を用いたエゾシカ関連情報の可視化・閲覧システムの作成

○濱原和広<sup>1</sup>・小野理<sup>1</sup>・福田陽一郎<sup>1</sup>・宇野裕之<sup>1</sup>・稲富佳洋<sup>1</sup>・山田浩二<sup>2</sup>

(<sup>1</sup>道立総合研究機構環境科学研究センター・<sup>2</sup>北海道エゾシカ対策課)

## 1. はじめに

北海道のエゾシカの H26 年度末の推定生息数は 48 万頭（南部地域を除く）、H26 年度の農林業被害額は 46 億円であり、H22 年度のピーク時より減少しているものの依然として高い水準にある。その生息数を適正水準まで減らすためには全道で年間 14 万頭前後の捕獲が必要であると推定されているが、狩猟者の減少等による捕獲数の減少やエゾシカの警戒心の高まり等による捕獲効率の低下が懸念されており、市町村等、地域の関係団体が連携して計画的な捕獲を推進することが急務となっている。地域の捕獲計画立案には様々なエゾシカ関連情報が必要であるが、現状ではそれらの情報は様々な機関に散在しており、各地域で市町村等が個々に収集・整理するには多大なコストが必要となる。そこで国や北海道などの保有するエゾシカ関連情報を有効に活用することを目的とし、情報を集約・GIS データ化し、オープンソース GIS を用いた可視化・閲覧システムを H27 年度に作成した。

## 2. GIS データの整備

本システムに収録したエゾシカ関連情報を表 1 にまとめた。このうち、紙媒体の地図はデジタル化しジオリファレンス処理を行った後、デジタイズによりベクタデータ化した。位置データが住所のみの情報については、ジオコーディングにより大字レベルでのベクタデータ化を行った。

表 1 収録したエゾシカ関連情報

項目	保有機関
エゾシカの捕獲位置・捕獲数	国・道
エゾシカの目撃位置・目撃数	国・道
鳥獣保護区・自然公園	国・道
JR 列車支障事故発生箇所・件数	JR 北海道等
交通事故発生箇所・件数	道
森林被害状況	道
森林の基本情報	国・道
土地利用図	国
背景地図データ	国

## 3. 可視化・閲覧システムの作成

システムのベースとして QGIS を利用した。GIS データは、空間的な集計を行う必要があるため SpatiaLite データベースとして収録した。収録情報を容易に可視化・閲覧するため、PyQGIS 及び PyQt4 を用いたプラグインを作成し、メニューに組み込んだ。システムの主な機能と表示例を図 1 に示す。

## 4. 今後の課題

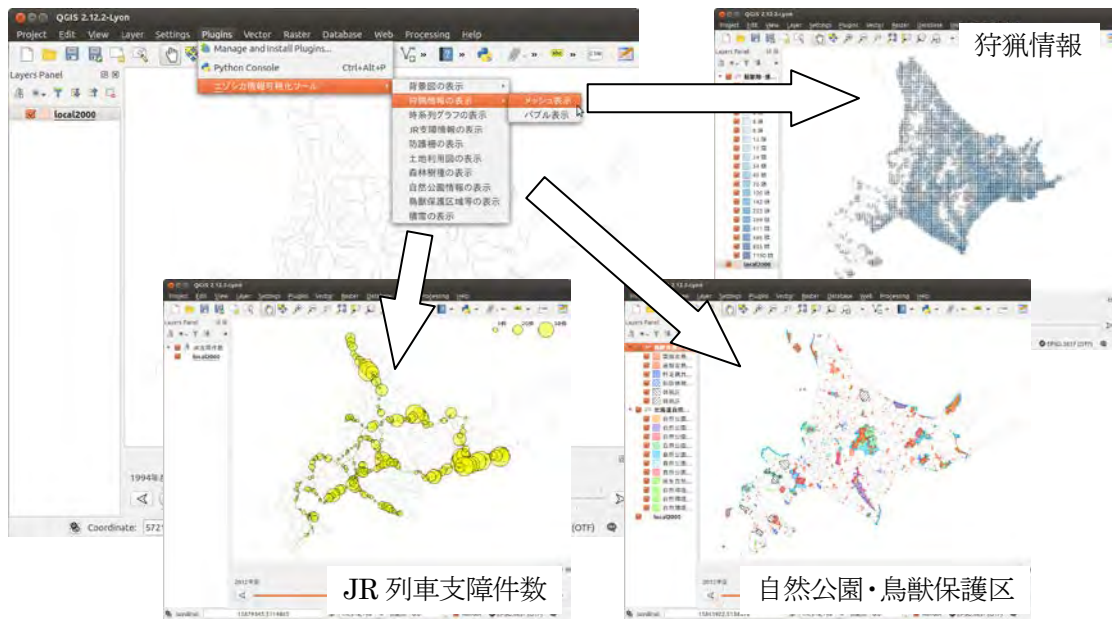
今回作成したシステムが実際の捕獲計画策定時に必要な情報を網羅しているか、どのように活用できるのか、表示方法が適切かなどの検討はできていない。今後、ケーススタディとして実際の捕獲計画策定の場での現場担当者の試用により問題点を洗い出し、システム改良を行うと同時に、活用事例を蓄積してゆく必要がある。

## 5. おわりに

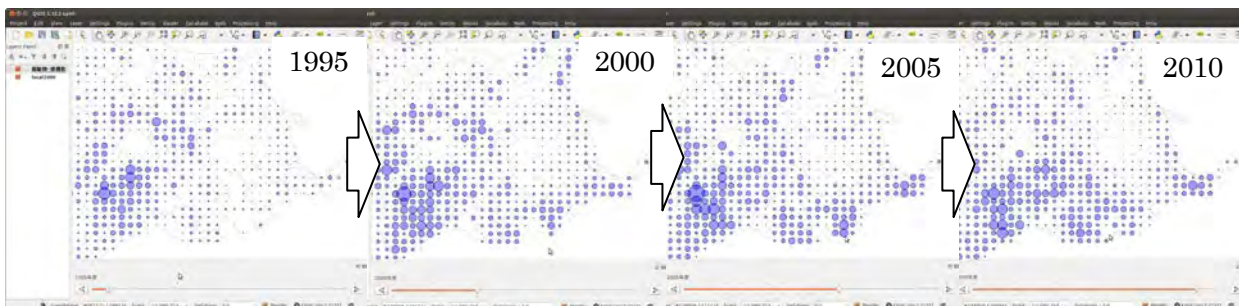
本システムのベースである QGIS はオープンソースソフトウェアであり、GPL ライセンスに従い無料で利用でき、改変も自由にできる。そのため、改善要求の洗い出し—改良のサイクルを回すことが容易であり、操作性・活用性の向上が図れる。また、自由に再配布することが認められているため、計画立案の場に直接、必要な情報をインタラクティブな地図として提供することが可能である。



**Point1: エゾシカ関連情報が簡単に表示できます**  
 ・メニューから選択するだけ。スタイルなどの設定作業は必要ありません。



**Point2: 表示年の変更が簡単にできます**  
 ・スライダを操作するだけ。時空間変化を直観的に把握できます。



**Point3: 時系列グラフを表示できます**  
 ・知りたい場所の時系列グラフを簡単に表示でき、年度毎の値も確認することができます。

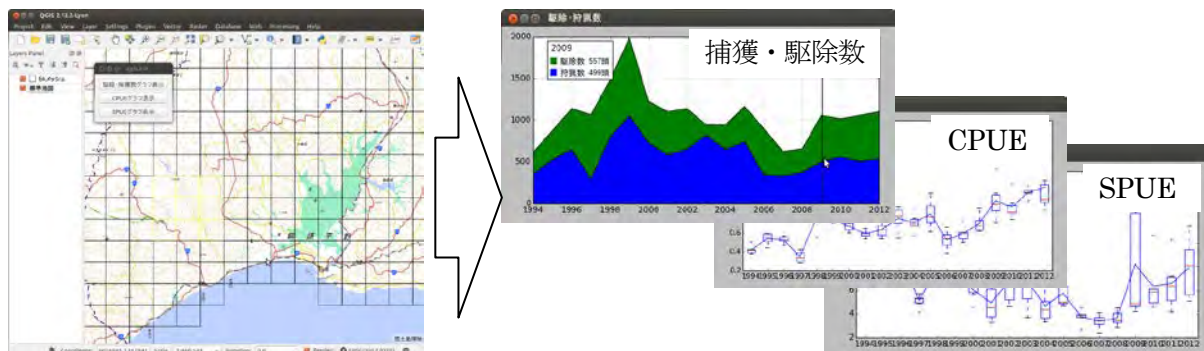


図1 主な機能と表示例

# 環境問題の科学リテラシー向上を目指した環境学習における地環研ノウハウの活用

○齊藤由倫・田子 博  
(群馬県衛生環境研究所)

## 1. はじめに

2012年に閣議決定された環境教育等促進法の基本方針では、日本の環境教育が目指すべき方向性が多岐にわたって示された。その中には、これまであまり行われてこなかった環境問題に対する科学的な視点、客観的判断力、論理的思考力(いわゆる科学リテラシー)を養う教育も重要と謳われている。

一方、全国にある地方環境研究所(以下、地環研)は、地域の環境問題を調査研究する中で、技術や知識(科学的なノウハウ)を培ってきた。この地環研のノウハウは、感性・道徳的に偏りがちな日本の環境教育に、科学的視点を付加させることに貢献できるかもしれない。我々はこれを仮説として、大気に関する環境教育が少ない現状<sup>1)</sup>を鑑みて、世間の関心が比較的高いPM<sub>2.5</sub>を教育題材として環境学習プログラムを開発した。これを中学生に対して試行し、教育効果を確認するためにアンケートも行った。これらの試行結果について報告する。

## 2. 方法

### 2.1. PM<sub>2.5</sub>のサンプリングと質量濃度測定

PM<sub>2.5</sub>は、柴田科学社製のフォルダー(NWPS-35HS)とポンプ(ΣMP-500)を用いて、12時間(乾電池の上限)大気を吸引して石英繊維フィルター(2500QAT-UP, 東京ダイレック)に捕集した。これらの装置は当研究所に既存のものを利用し、フィルターは有害大気汚染物質調査に供しているものの余りを使った。PM<sub>2.5</sub>の質量濃度(以下、単にPM<sub>2.5</sub>)測定には、迅速かつ簡易に行える官能試験<sup>2)</sup>を応用した。すなわち、PM<sub>2.5</sub>が段階的に異なる標準フィルターの色の濃淡と、PM<sub>2.5</sub>が未知のフィルターのそれを見比べることで、PM<sub>2.5</sub>を測定する方法である。この方法は、正確性は低いが、実感しにくい大気汚染の『見える化』ができるので、受講者の関心を喚起させることに効果的と思われる。

### 2.2. 学習プログラムの内容と試行

図1に示す学習プログラムを、県内の中学校科学部の生徒18人に試行した。初回はPM<sub>2.5</sub>を含む大気汚染全般の講義を行い、その後PM<sub>2.5</sub>のサンプリングと交通量調査等を校内及び周辺の計5地点(A~E)で行った。約2週間後の第2回目は、PM<sub>2.5</sub>の測定とその結果の考察を行った。なお、この調査ではわずか1日(正確には12時間)のPM<sub>2.5</sub>の状況しか把握できない。そこで講義では次のことを補足した。①日本ではPM<sub>2.5</sub>は徐々に改善し、2011年は全国の27.6%の地点(一般)で環境基準をクリア、②2011年の全国の年平均値は15.4 µg/m<sup>3</sup>(一般)で、2012年の前橋市のそれは15.6 µg/m<sup>3</sup>、③中国北京の2013年平均値は89.5 µg/m<sup>3</sup>で、日平均では500 µg/m<sup>3</sup>程度になる日もある。このほか、県内の状況もデータに基づいて示した。

教育効果を確認するため、学習の前後において同じ質問内容のアンケートを行った。

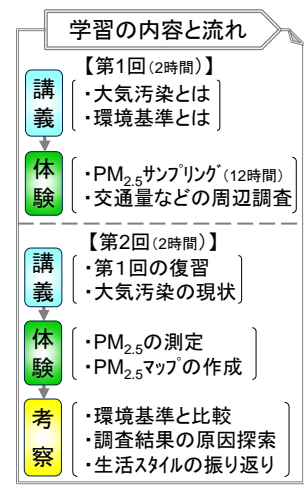


図1 学習プログラムの概要

## 3. 結果および考察

### 3.1. PM<sub>2.5</sub>の調査結果と生徒の考察

5地点のPM<sub>2.5</sub>は19~41 µg/m<sup>3</sup>で、交通量が最も多かったDで1日の環境基準35 µg/m<sup>3</sup>を若干超えるレベルであった。概観すると交通量とPM<sub>2.5</sub>は概ね比例した。調査結果に対して生徒達に考察をさ

せ、その内容を記述させたところ、「環境基準と比べると4地点は下回ったけれど、Dは超えた」、「交通量が多いほどPM<sub>2.5</sub>が多い。人口が多いほどPM<sub>2.5</sub>が多い」、「BとCは数値が同じなのは場所と発生したPM<sub>2.5</sub>が高く舞い上がったから。風の強い風速だったから」などと得られた調査結果をデータに基づき、また風などにも着目しつつ論理的に考察しようとする様子が見えてきた。

### 3.2. アンケート結果

2回の学習を受けた15人のアンケート結果の一つを図2に示した。学習後に「汚れている」の回答が増加したのは、Dにおいて1日の環境基準を超えたこと、或いは講義で2.2節の①や②などを伝えた影響と考えられる。なお、これに伴って「わからない」の回答が減少したことは、この学習にとって重要な点と言える。つまりこの結果からは、生徒達が得られた科学的な情報を基にPM<sub>2.5</sub>の現状を客観的に判断できたのではないかと考えられた。

「環境」に関して普段思うことを生徒に自由記述させ、その内容についてテキストマイニング\*を行った(図1)。学習前はPM<sub>2.5</sub>、ニュース、中国が共起し、これらに対する印象の強さがうかがえた。一方、学習後はPM<sub>2.5</sub>、分かる、場所、量などが共起したことから、生徒達はこの学習で得られた情報を基に大気汚染を考察・判断したものと考えられた。

Q-1 住んでいるところの大気(空気)についてどう思いますか？

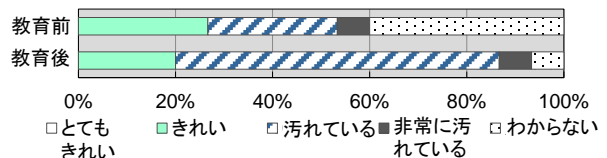


図2 アンケート結果

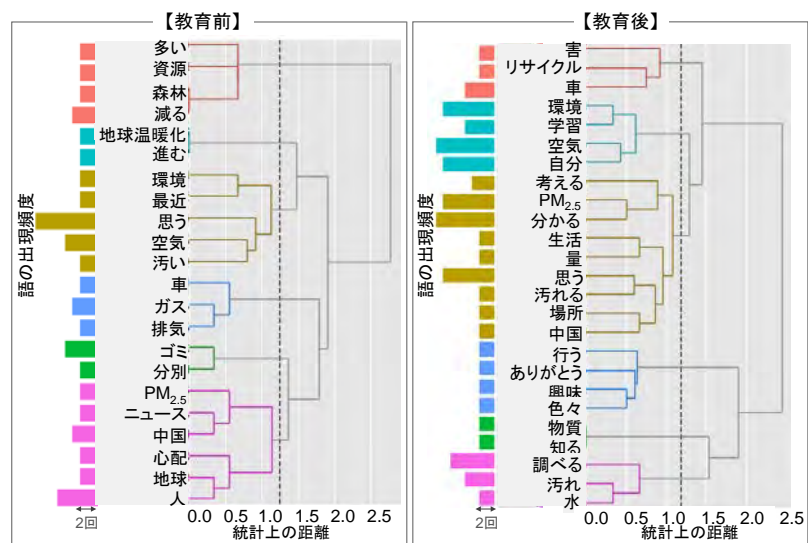


図3 「環境」に関する自由記述内容の語の共起関係

### 4. まとめと今後の課題

地環研ノウハウを活かしたこの環境学習は、PM<sub>2.5</sub>の『見える化』による大気汚染の実感、調査結果や各種データに対する論理的な考察、現状の客観的な判断という一連の経験を提供できることが考えられた。このような経験は、環境問題に関する科学リテラシーの向上に寄与するのではないだろうか。

今後は、環境学習の積み重ねによりアンケートデータ等を蓄積し、その教育効果を十分に検証していくことが課題と考えている。また、他のテーマでも地環研のノウハウを、環境学習向けにアレンジすることも考えている。

【謝辞】 本研究は、JSPS 科研費 26870844 により行われた。記して謝意を表す。

### 参考文献

- 1) 環境省, 2007: (2) 地方自治体における環境教育・環境学習に関する取組事例, <https://edu.env.go.jp/local/02.html> (2016年1月21日アクセス).
- 2) 齊藤ら, 科学的な環境教育を目指した大気環境に関する体験学習の試みー地方環境研究所を活用したプログラム開発ー, 環境教育, **58**, 48-59, 2015.

\*文章を単語や文節で区切り、それらの出現頻度や共出現の相関、出現傾向などを解析するテキストデータの分析方法。

# 地方環境研究所における国際環境協力 —埼玉県環境科学国際センターの事例から—

○高橋基之  
(埼玉県環境科学国際センター)

## 1. はじめに

環境基本法において、地方公共団体による地球環境保全等に関する国際協力のための活動の促進が謳われて以降、自治体レベルの国際環境協力が広く認知されるようになった。平成17年には、中央環境審議会から環境大臣に対して「今後の国際環境協力の在り方について」が答申され、取組の方向の一つに、地方公共団体と各国の地方公共団体との協力関係の構築が示されている。また、国の第4次環境基本計画においても、国際環境協力の推進による持続可能な社会の共同構築が示され、公害克服の経験やノウハウ、地球温暖化対策や省資源に向けた多様な取組事例を有している地方公共団体の取組が期待されている。

地方公共団体が国際環境協力を行う背景として、これら国の方針等に従う一方、自治体独自の取組を推進している事例も多く見受けられる<sup>1)</sup>。一方、地方環境研究所（以下、「地環研」）は地方公共団体の一出先機関であり、環境保全に関する専門技術及び知見が集積された組織であることから、自治体が行う国際環境協力で主体または支援機関として深く関わっている。また、国内外の研究機関と共同研究を実施するなど、地環研独自のネットワークを活かした展開も可能である。

埼玉県環境科学国際センター（以下、「CESS」）は平成12年に開設して以来、基本機能の一つとして国際貢献を位置付け、積極的な活動を進めてきた。また、埼玉県環境基本計画においても、CESSを活用して海外の研究機関等と共同研究及び人的交流を推進するとともに、環境技術の提供による国際貢献に積極的に取り組むとしている。本稿では、CESSの事例を紹介しながら、地環研が関わる国際環境協力の課題及び方向性について考察する。

## 2. CESSの国際環境協力

### (1) 研究交流協定等の締結

CESSでは協力事業を組織的かつ継続的に進めるために、カウンターパートとなる研究機関または大学と研究交流協定等を結んできた。これまでに17機関と協定または覚書等を締結しており、環境分野の研究機関は9機関、大学は8機関、対象国はアジアのみであり、中国が10機関、韓国が5機関、タイとベトナムが各々1機関である。協定等の締結に至るまでの交渉や手続きは比較的容易に進められたが、その後の継続的な協力関係の維持については、実質的な交流が途絶えている機関も多く、今後の関係のあり方について検討を要する。

### (2) 協力事業の形態

協力事業の内容は、海外の研究者・研修員の受入、センター研究員の派遣、国際共同プロジェクトの実施、国際シンポジウム等の開催、研究者間における共同研究など様々である。事業予算については、県の経費によるものと外部機関から支援を受けて行うものに大別される。

県経費で実施している事業の対象は、中国・山西省、メキシコ・メキシコ州、ドイツ・ブランデンブルグ州など埼玉県の姉妹友好州省、さらにタイ国環境研究研修センターなど当センターが研究交流協定等を締結している機関が主である。また、協力事業と趣旨は異なるが、環境分野における世界トップクラスの研究機関にCESS研究員を数ヶ月派遣する“世界に通用する研究者育成事業”を2013年度から行っている。いずれにしても県予算による事業実施には制約があり、明確な根拠や県民への成果の還元などが求められる。

協力事業の推進にあたって、外部資金の活用も積極的に図っている。CESSが出資機関の支援を得て実施した事業はこれまで9件あり、(独)国際協力機構(JICA)の支援事業が最も多く6件、そのうち

JICA 草の根技術協力事業は5件である。

CESS 開設時から5カ年実施した JICA 研修プログラムのタイ国別特設「環境汚染物質調査手法」コースでは、タイ国環境研究研修センター等の職員 19 人を約3ヶ月間受け入れた。JICA 草の根技術協力事業では、メキシコ州の湖沼環境改善のために研究員を延べ5ヶ月間派遣したほか、タイ国環境研究研修センターや中国山西省生態環境研究センター等と共同プロジェクトを実施した。(独)日本学術振興会 (JSPS) の外国人特別研究事業では、中国科学院生態環境研究センター研究員2名、中国浙江大学准教授1名を各々約2年間受け入れた。

CESS は中国科学技術協会からの要請に基づき、中国国内で日中環境技術セミナーを共催している。平成22年度から毎年1回、中国各地を会場に、技術者の育成支援と県内環境企業等のビジネスチャンス提供を目的に行っている。CESS 研究員は講師を担当、また、日本側参加企業は技術紹介の他、展示ブースを設けて中国側企業関係者等と個別相談に応じている。平成26年度に浙江省杭州市で開催したセミナーでは、延べ約450名の参加があり、中国の企業や行政担当者の関心の高まりを実感できる。

### (3) 研究員の派遣、研修員等の受入

CESS では協力事業の実施や国際学会等に参加のため、研究員を海外に派遣している(図-1)。平成20年度以降、県費及び支援機関による協力事業が拡充され、派遣人数は増加傾向にある。

海外からの研究者及び研修員等の受入人数は年度により差はあるものの、協力事業により来所した人数は、平成20年度以降に増加した(図-2)。CESS には自炊可能な宿泊施設が付属しており、数日から数ヶ月の滞在は可能であるが、同時期の受入人数に制限があるため、計画的に受け入れている。また、他機関からの依頼により視察・訪問する海外からの来訪者数も多く、受入人数合計が100名を超える年度もある。

### 3. 国際環境協力の課題と方向性

地環研には行政部門にはない専門的な技術や知見が集積しており、アジアを中心とした新興国や途上国の環境保全への貢献が期待される。一方、地環研職員の本務は、地域の環境保全のための調査研究であり、これらを疎かにして国際環境協力を傾倒することはできない。限られた人数、予算、時間で、如何に効果的な協力事業を行えるかが問われる。一方、協力事業の目的意識を明確にし、担当職員が責任とやりがいを感じて実施することが何より大切と考える。

昨年9月に国連で持続可能な開発のための目標 (SDGs) が採択され、経済、社会及び環境の三側面の調和が不可欠であるとされた。また、同12月のCOP21でパリ協定が採択され、途上国を含めた世界各国の地球温暖化対策がより一層重要になった。地球共同体の一員として、地環研職員も何ができるかを問い、地環研ネットワークを生かした国際環境協力を前向きに考える時代であろう。

### 参考

- 1) アジア低炭素発展に向けた自治体プラットフォーム・自治体事例, <http://lowcarbon-asia.org/city/knowledge/index.html>

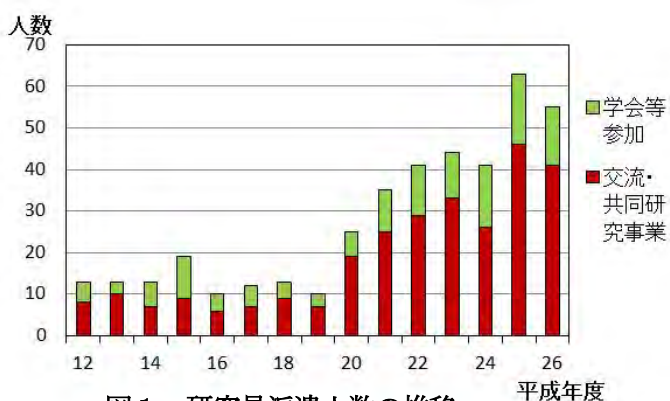


図1 研究員派遣人数の推移

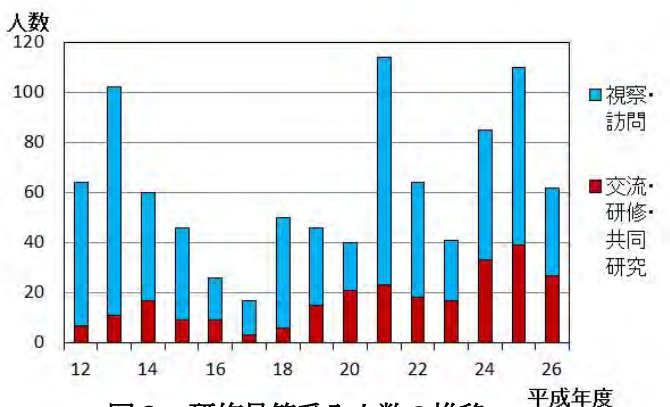


図2 研修員等受入人数の推移

