



**2016**

# **日本環境学会**

**第42回研究発表会  
発表予稿集**

**2016年6月18日～19日  
東京都市大学 横浜キャンパス**

**日本環境学会**  
**第 42 回研究発表会 2016**

**発表予稿集**

## 日本環境学会 第42回研究発表会 プログラム（概要）

1. 開催日時： 2016年6月18日（土）、19日（日）

2. 会場： 東京都市大学横浜キャンパス

〒224-8551 神奈川県横浜市都筑区牛久保西 3-3-1

市営地下鉄ブルーライン「中川駅」から徒歩7分

### 3. 費用

① 参加費（予稿集代含む）

一般・シニア会員：6,000円 学生会員：4,000円 非会員：7,000円（4月27日以降に振込の場合）

② 予稿集代：2,000円（追加購入、あるいは予稿集だけ購入の場合）

③ 懇親会費：一般・シニア会員：5,000円 学生会員：3,000円（当日の申し込みは1,000円増し）

④ 昼食（弁当）代：1食（お茶付き）800円

学内の食堂は土・日曜は営業しません。会場周辺には飲食店が若干ございます。

※お弁当を希望される方は**6月10日（金）までに**参加費等とともに振込みをお願いします。

この期日以降に振り込まれた場合、お弁当の受付は致しません。

（11日以降にお振り込み頂いた代金は返金致しませんのでご注意ください）

### 4. 参加申込について

① 事前参加申し込み：所定の振込用紙にてのお支払いをもって参加申し込みとします（振込み手数料はご負担願います）。

② 当日参加申し込み：会場にて受け付けます。

※領収書をご希望の方は当日にお申し出ください

※参加費を納入されて研究発表会をご欠席された場合、納入した参加費の払い戻しは致しません  
が、予稿集はお送りいたします。

### 5. 第42回研究発表会実行委員会

委員長：小堀洋美

事務局：咸 泳植（事務局長、会計、懇親会、設営、会場担当）、

横田樹広（プログラム作成、予稿集確認、設営、会場担当）、

萩原 豪（当日会場運営、懇親会会場担当、受付）、

渡来 絢（当日会場運営、懇親会会場担当、受付）、

佐藤克春（当日会場運営、予稿集確認、広報）

〒224-8551 神奈川県横浜市都筑区牛久保西 3-3-1 東京都市大学環境学部 咸研究室

E-mail : jaes2016@jaes.sakura.ne.jp

<会場の周辺情報>

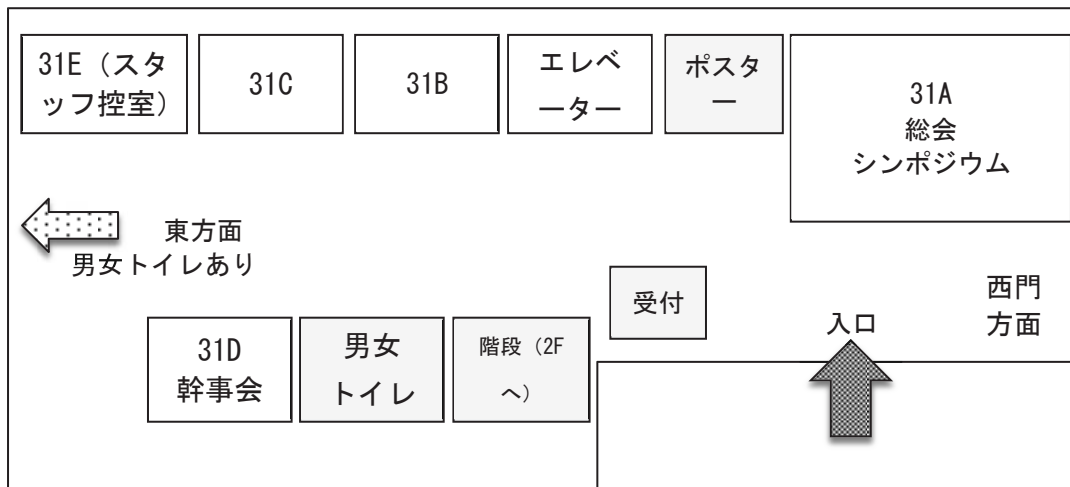
- ①マクドナルド: 5:00~翌 1:00
- ②すし銚子丸: 11:00~22:00  
045-914-5891



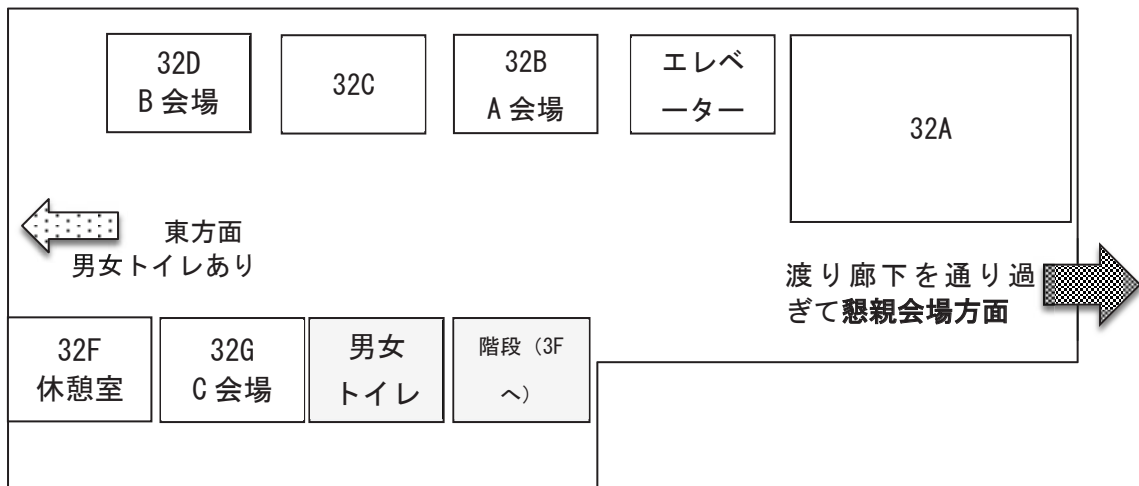
和食れすとらん天狗:  
11:30~23:30  
(045-912-0290)



会場配置図 3号館1階



会場配置図 3号館2階



総会・シンポジウム：31A教室

A会場：32B教室

B会場：32D教室

C会場：32G教室

幹事会：31D教室

休憩室：32F教室

ポスター発表：31A教室前（ロビー）

懇親会場：食堂2階カフェー

**【重要】口頭発表を予定されている皆様へ**

- ・口頭発表は発表12分、質疑応答3分の計15分です。
- ・セキュリティの都合上、口頭発表にて液晶プロジェクターを使用する場合は、パーソナルコンピューターをご自身でご用意下さい。接続はVGA端子(ミニD-Sub 15pin)です。この端子以外を利用する方で変換ケーブルが必要な場合は、必ずご自身でご持参下さい。大会事務局では対応致しかねます。

## 全体プログラム

※ 報告者の発表日時、演題などについては、同封のプログラムを必ずご確認ください。

■ 1日目 6月18日（土） 受付 9:30～

※【 】内は発表番号

	A会場（32B教室）	B会場（32D教室）	C会場（32G教室）
	廃棄物・都市問題	エネルギー①	大気汚染
10:00	【A-1】	【B-1】	【C-1】
10:15	【A-2】	【B-2】	【C-2】
10:30	【A-3】	【B-3】	【C-3】
10:45	【A-4】	【B-4】	【C-4】
11:00	休憩（15分）		
	環境経済学・環境政策①	エネルギー②	土壌・水質①
11:15	【A-5】	【B-5】	【C-5】
11:30	【A-6】	【B-6】	【C-6】
11:45	【A-7】	【B-7】	【C-7】
12:00	【A-8】		【C-8】
12:15   13:30	休憩・昼食 幹事会（31D教室）		
13:30   14:30	総会（31A教室） 三木千壽学長（東京都市大学）挨拶		
14:30	休憩（15分）		
14:45   18:00	シンポジウム（31A教室）		
18:15   20:15	懇親会（食堂2階カフェー） 吉崎真司副学長（東京都市大学）挨拶		

■ 2日目 6月19日（日） 受付 8:30～

※【 】内は発表番号

	A会場 (32B 教室)	B会場 (32D 教室)	C会場 (32G 教室)
	震災・災害関連	生態系・生物多様性	土壌・水質②
9:00	【A-9】	【B-8】	【C-9】
9:15	【A-10】	【B-9】	【C-10】
9:30	【A-11】	【B-10】	【C-11】
9:45		【B-11】	【C-12】
10:00	休憩 (15分)		
	環境教育・環境哲学①	環境経済学・環境政策②	地球環境
10:15	【A-12】	【B-12】	【C-13】
10:30	【A-13】	【B-13】	【C-14】
10:45	【A-14】	【B-14】	【C-15】
11:00	【A-15】	【B-15】	【C-16】
11:15	休憩 (15分)		
	環境教育・環境哲学②	環境教育・環境哲学③ 自由論題	
11:30	【A-16】	【B-16】	
11:45	【A-17】	【B-17】	
12:00	【A-18】	【B-18】	
12:15		【B-19】	
12:30   13:30	休憩・昼食 ポスター発表 (31A教室前 (ロビー))		
13:30   15:30	企画セッション【K-1】	企画セッション【K-2】	

## 第 42 回日本環境学会 公開シンポジウム

# 「多様な連携による日本の市民科学の新たな挑戦」

### —身近な生物と水の流れの視点から—

開催日時：2016年6月18日(土)14:45~18:00

会場：東京都市大学横浜キャンパス 3号館31A教室

#### 企画趣旨と目的

市民は科学研究の長い歴史の中で、その発展に貢献してきたが、科学者の登場とその後の科学の高度化・細分化により、科学は多くの市民にとって、理解し難い、遠い存在となっている。一方、気候変動や巨大地震による広範囲で急激な環境や生物多様性の変化を長期的に把握するためには、従来の研究者や行政による限定的で厳密な調査・研究だけでは不十分で、市民による広域的、長期的な調査・研究を可能にする市民科学への社会的な要請が高まっている。市民科学は多くの国で長い歴史をもち、その定義も多様である。しかし、最近では、市民科学とは、「市民が科学研究のプロセスに関わること」との定義が国際的にも定着し、その成果が研究、生涯教育、社会の課題解決に活かされている。特に欧米では、情報技術の進化と相まって、過去10年間に市民科学の著しい発展が見られたが、日本では今後の進展に向けて挑戦すべき課題も多い。本シンポジウムでは、1)市民科学の最近の動向とその可能性を把握すると共に、2)日本の市民参加型調査の事例とその課題、3)多様な連携による市民科学の最近の事例を踏まえて、日本の市民科学の進展に向けた課題の整理、具体的な対応策、多様な連携の在り方について、参加者とともに考え、議論を深める。

#### プログラム

##### 第1部 講演

司会 咸泳植氏(東京都市大学・准教授)

1. 市民科学とは？その新たな可能性

小堀洋美氏(東京都市大学・特別教授)

2. 日本の市民参加型調査事例とその課題

廣瀬光子氏(一社・生物多様性アカデミー・研究員)

3. 市民主導による市民科学としての水みちの検証とその保全活動

神谷博氏(水みち研究会・代表)

4. NPO 主導による全国規模の web を用いた生き物調査の成果と課題

小河原孝生氏(生態教育センター・理事長)

5. 下水道の新たな展開と行政主導による市民科学プロジェクトの実践

加藤裕之氏(国土交通省水管理・国土保全局下水道部 流域管理官)

##### 第2部 総合討論：市民科学のすそ野を広げるには？

司会：小堀洋美氏

パネリスト：小河原孝生氏、加藤裕之氏、神谷博氏、咸泳植氏、廣瀬光子氏

主催：日本環境学会

協力：国土交通省、横浜市、東京都市大学、(一社)生物多様性アカデミー

## S-1 市民科学とは？その新たな可能性

小堀洋美（東京都市大学特別教授、大会委員長）

連絡先：[kobori@tcu.ac.jp](mailto:kobori@tcu.ac.jp)

市民による科学研究の歴史は古く、アリストテレスの時代にまで遡る。自然に対する強い好奇心をもち、科学研究に関心のある多くの市民が、自分の周囲の世界を注意深く観察、記録することによって、新たな発見、疑問、仮説が生まれてきた。その対象は宇宙、自然現象、生物多様性など多岐に渡り、市民やアマチュアは科学の進展に貢献してきた。しかし、19世紀以降、科学を職業とする科学者が誕生して以来、市民による科学への貢献度は小さくなったが、その成果は現在まで連綿と引き継がれている。

市民による科学への関わりは多様な対象、内容、活動に及ぶため、市民科学は国内外で多様な定義が用いられてきた。しかし、最近では、市民科学とは「市民が組織だった研究や研究のプロセスに関わること」との定義が国際的にも定着してきた(Oxford 大英辞典, 2014)。科学研究のプロセスには、1) 研究テーマの設定、2) 既往研究などの情報収集、3) 方法の検討、4) 調査(モニタリング)の実施、5) データの整理と結果、6) 得られた結果の分析・解析、7) データの公表(発表や科学論文)などの7つの段階が含まれる。市民がこれらのプロセスにどの程度関わるかによって3つのタイプに分類されている。「貢献型」では、市民は調査のみに関わり、多くのプロジェクトがこのタイプに分類される。「協働型」では市民はさらに、方法の検討、データのとりまとめと結果に関わり、「協働創生型」では7つの段階をすべてに関わり、市民が市民科学者となることを最終目標としている。

米国、英国では、過去20年間に市民科学が急速に進展した。その背景として、市民科学は学際的な分野であり、科学研究、市民教育、社会の課題解決を同時に実践でき、また、webを用いた市民科学は広域的なスケールで、精度が高い長期的なデータを提供でき、科学者の厳密で限定的な研究を補完し、ビッグデータを取得し、活用する有効な手法として、高く評価されていることが挙げられる。

研究の分野では、生態学や生物多様性に関する分野が最も多く、生物多様性に関する388のプロジェクトを定量的な評価をした論文(Theobald *et al.*, 2015)では、参加者の合計は毎年1,300万人で、研究者による調査範囲より広い地理的範囲をカバーし、プロジェクトの継続期間は平均7年間で研究者の3~4年より長い。また市民がプロジェクトに費やした時間を金額に換算すると700~2,500億円となり、この金額は米国のNSF(全米科学財団)の研究助成額の11~42%に相当する。また、学会や研究者から市民のデータは精度が低いと指摘された時期もあるが、現在では、調査対象に精通した研究者、適切なプロトコル開発やトレーニングをおこなう教育者、情報学の専門家、市民のニーズを把握し参加者へのきめ細かいサービスを行う実務者の協働により、科学者と同等の精度が得られることが報告されている(Danielsen *et al.*, 2014)。また、市民科学は学校教育、博物館などの学外教育、社会教育の分野にも活用できる。さらに、市民科学の成果は地域の課題解決、環境保全、政策提言にも有効である。ExCiteSプロジェクトでは文盲なコンゴ共和国の女性がi-phoneを用いて地域の森林の不法伐採や密猟の情報を収集し、得られたデータはUniversity College Londonでマップ化し、その情報は現地の保全活動に活用されている。日本では新たな市民科学は開始されたばかりであり、大きな可能性と共に、解決すべき課題も多い。優れた市民科学の要件である、1) 市民科学の強みを生かした研究テーマ設定、2) プロジェクトの目的とゴールの明確化、3) プロジェクトデザインの構築、4) すでに日本で試みられている市民科学プロジェクトの多様な連携の在り方からも学び、市民科学の裾野が広がることを期待したい。

## S-2 日本の市民参加型調査事例とその課題

廣瀬光子（一般社団法人・生物多様性アカデミー研究員）

連絡先：[mkhirose@bda.or.jp](mailto:mkhirose@bda.or.jp)

日本における自然環境の調査では、特に1990年代以降、一般市民が担い手となって実施する「市民参加型調査」が増えてきた。市民参加型調査は、多くの場合は市民がかかわるのは調査のみで、成果がうまく活かされていないなどの課題がある一方で、生物多様性の保全に資する多くの優れた事例もある。

砂浜に産卵するウミガメの上陸個体数を調べるウミガメ調査は歴史が古く、1960～1970年代に市民と協働による調査が本格化し、現在では日本の約40地点の砂浜で市民とともに調査が実施されている。湖沼に冬に訪れるガン・カモ類の個体数調査も、40年ほど続いている市民参加型のモニタリング調査だが、これらの全国規模で長期にわたり継続して実施されている市民参加型調査はその成果が認められ、2003年から環境省が実施しているモニタリングサイト1000の一環に組み込まれた。

モニタリングサイト1000は、全国に1000ヶ所程度のモニタリングサイトを設置し、100年程度の長期にわたって環境の基礎情報を収集することで、自然環境の質的・量的な劣化を早期に把握することを目的としている。調査は8つ生態系タイプに分けて実施されているが、その中の森林・草原、里地・里山、湖沼・湿原、砂浜、磯・干潟・アマモ場・藻場の5つの生態系タイプが市民参加型調査として進められている。前述のウミガメの調査は砂浜の生態系タイプ、ガン・カモ類の調査は湖沼・湿原の生態系タイプとして、現在も調査が継続されている。里地・里山の調査では、全国190か所の調査地で約1000人の市民が、里地・里山の変化を総合的に捉えるために設定された9項目の調査のうちのいずれか、または複数の項目を実施しており、特定外来種であるアライグマの未発見地域での発見、温暖化による南方系のチョウの分布の拡大実体の把握、などの成果が上がっている。

また、里地の調査地のうち、全国18か所に設定された複数の項目を長期観測する地点であるコアサイトは、モニタリング調査が始まる前から、地域の市民団体が独自に市民参加型調査を実施していたところが多い。例えば2012年にラムサール湿地に登録された福井県の中池見湿地では、1990年代に開発計画が持ち上がった際に、湿地の保護を求める地域の自然保護団体が専門家に協力を依頼し、市民との協力で大規模な環境の調査を実施した。その結果、中池見湿地の貴重な自然環境が明らかになり、最終的には開発計画の中止に繋がった。その後中池見湿地はこのような調査の実績からモニタリングサイト1000里地調査のコアサイトに選ばれており、里地調査のコアサイトに設定されたこと自体が、地域の自然保護団体が市民参加型調査を実施してきた成果の一つであると言える。さらに、これまでに蓄積されてきた調査データは、ラムサール湿地登録のための基礎資料として用いられ、湿地の保全管理に活かされたりするなどして、生物多様性保全に貢献する多くの成果をあげている。

日本の市民参加型調査には、上記のような優良事例があり、様々な成果が挙げられている一方で、課題も多いのが現状である。主な課題としては1) データ精度の確保、2) 調査の担い手の確保、3) 地域での理解の促進、4) 成果の有効な活用、などがある。特にモニタリング調査では、調査の開始当初関わっていた市民が高齢化し、後継者ができないことで、調査の継続が困難になる場合もあり、深刻な問題となっている。これらの課題に取り組むためには、市民同士の情報交換や、協力し合うことが有効な手段として考えられるが、現在はそのような場がないことも一つの課題である。



### S-3 市民主導による市民科学としての水みちの検証とその保全活動

神谷博（水みち研究会・代表）

連絡先：[suikei@jcom.zaq.ne.jp](mailto:suikei@jcom.zaq.ne.jp)

水みちとは

東京の西郊を流れる野川は、多摩川支流の20Kmほどの都市河川である。源流の国分寺から多摩川合流点の二子玉川まで、国分寺崖線と呼ばれる緑地が連なっている。崖線下から湧出する数多くの湧水を集めて野川は流れている。1960年代以降の流域の市街化に伴い、急激に水質汚濁が進んだ。野川を清流に取り戻そうと、1973年に市民が湧水保全の調査を始めた。当時は耳慣れない言葉であった「湧水」であるが、野川から発信された湧水保全は、10年間調査を継続する間に社会化し、湧水保全という考え方も市民権を得た。一方で、守るべき湧水が1975年以降、次々と開発の危機にさらされた。湧水の価値を共有した市民と住民は、協力して湧水保全運動に取り組み、湧水地の保全が進んだ。しかし、まだ湧水の湧出機構は分かっていなかった。湧水の背後には「水みち」のようなものがあるのではないかと仮説を立て、これを検証する市民による調査研究活動が始まった。水みち研究会の活動は、1988年に開始され、井戸の所有者に対する聞き取り調査を主体としたものであったが、その結果、水みちは確かにある、という確証を得るに至った。10年かけて野川流域の「水みちマップ」をまとめることができ、水みちという言葉が広く使われるようになって行った。

市民科学としての「水みち」

水みちという言葉自体は、様々な分野で何となく日常的に使われてきた。地下水についても、聞き取り調査により、井戸の所有者や井戸掘り職人が、地下水の流れを経験的、感覚的に捉え、把握していた。しかし、その定義はというと必ずしも科学的に定義されてはいなかった。私たちが水みち調査を始めるにあたり、地下水の研究者から水みちというような曖昧な言葉を使うことに懸念が示された。

水みちに取り組んだ契機は、1975年に小金井で起きた地下工事に伴う井戸の汚染事故であった。井戸を用いていた住民に人体被害が生じ、一人の方が亡くなった。凝固剤裁判として全国にも報道されたこの事件で、国側の鑑定人は科学的な地下水理論に基づいて工事との因果関係はありえないと完全否定した。しかし、井戸を使っていた人たちは、長年にわたる地下水の変化を知っており工事が原因であると確信していた。当時私たちは、工事が湧水に悪影響を与える可能性が懸念されたことから、市民による井戸調査を行った。地下水位面図を作成し、住民の支援を行ったが、鑑定書として太刀打ちできなかった。割り切れない思いから、科学が市民の側に立って役立てるよう、地下水の流れを解明すべく水みちの研究に取り組むことになった。

水みちの保全活動

水みちの研究を進める中で、様々な水みちの性格が見えてきた。地下水の流れは教科書でいうような単純で均一な流れではなく、複雑で不均一な流れであることが推定された。私たちが水みち研究を始めた頃、時を同じくして農業工学研究所の小前隆美氏が「水みち流」の研究に取り組んでいた。小前氏は、地下水汚染の追跡をする中で、水みち流という周囲から卓越した地下水の流れを実証した。これまでの理論からははるかに速い流れであり、かつての凝固剤裁判の鑑定書に照らすと、汚染は被害者の井戸に到達していなかった。失われた命は戻らないが、住民の感性の方が優れていたことが結果的に明らかとなった。今日では、水みちは工事に際して注意すべき要件として社会化しているが、アカデミズムの目が届かないところに科学の光を当てることは、市民科学の役割の一つと思われる。

## S-4 NPO 主導による全国規模の web を用いた生き物調査の成果と課題

小河原孝生（特定非営利活動法人 生態教育センター 理事長）

連絡先：[ogawara@wildlife.ne.jp](mailto:ogawara@wildlife.ne.jp)

### 1. お庭の生きもの調査の意義

都市に残存する緑地を始めとする市街地の生物多様性は、点在する庭や街路樹など「アーバン・マトリックス」の量と質（生物多様性）に左右されることが、最近の研究により明らかとなってきた。個人宅の庭を対象とした貢献型の市民科学は、イギリスの鳥学会ではすでに 80 年以上に亘って、定量的なモニタリング（ガーデン・バードウォッチ）を成功させているように、誰もが専門家の援助とコーディネーターがあれば、同じ場所で定期的かつ定量的な調査が可能となる。私たちは 2010 年、子どもたちからお年寄りまで、庭の生きものについて楽しく学びながら、「自分の庭から、生物多様性の保全活動を始める」ことができるように、全国規模の web を用いた「お庭の生きもの調査」を開始した。

### 2. 調査の概要

▽主催：特定非営利活動法人 生態教育センター   ▽後援：環境省 生物多様性センター

▽協力：東京都市大学小堀研究室、メディア情報学部大谷研究室

▽調査目的：個人住宅の庭を訪れる生きものを定点で観察し、そのデータを収集することで、生物多様性の現状把握と、保全・回復のための施策立案の基礎データとして活用すること

▽調査期間：毎年 5 月 1 日～8 月 31 日まで（今後、ターゲットによる期間設定を検討中）

▽調査参加庭数：472 庭（調査登録者総数：1098 名）   ▽調査報告件数：第 1 回より延べ 19,620 件

▽参加者居住地：北海道石狩市から、沖縄県中城村までの全 47 都道府県

調査は、難易度に応じて①指定した 20 種類を見かけたらシートに丸を付ける、初心者向け「はじめての生きもの調査」、②指定した 16 種を中心に、鳥類の種数と個体数を記録する「お庭にやってくる野鳥の調査」、③あらゆる生きものについて種数と個体数を記録する「お庭の生きもの目録」を準備。すべての庭について、庭の構成要素や周辺の環境など「お庭の履歴書」の記入をお願いしている。

### 3. 結果の概要

2015 年度調査で確認された生きものは、395 種（昆虫類：318 種、鳥類：22 種、両生類：5 種、は虫類：5 種、ほ乳類：3 種、その他：42 種）になり、2010 年度よりの総数では、858 種にのぼる。アリの仲間は 91.4%、クモの巣は 87.4%、スズメは 78.7%の庭で見つかり、バッタの仲間は 52.3%（過去最大 75.7%）と、少し減少傾向がみられるなど、個別の傾向と共に、東京都市大学のご協力によるデータ解析では、農地が隣接していると全体の種数が増え、近くに雑木林があると鳥類の種数が増加するなど、周辺の生息地から拡散しようとする生きものにとって、点在して隙間を埋める生息地として、市街地の生物多様性における「お庭」の大切さが、少しずつ浮き彫りになってきた。

### 4. 今後の課題

調査開始前年の 2009 年度、地球環境基金の助成を得て、調査計画の立案、短期の試行・評価、紙ベースの調査シートや web 上の記入フォーマットの作成などを行うことができた。2013 年度からは、東京都市大学のご協力をいただき、web 機能の改善とビッグデータの解析を行い、小松直哉氏が主筆の研究論文（環境情報科学、44-4. 2016）として取りまとめることができた。

貢献型の市民科学ではデータの精度を上げるためには、種の識別や種名の表現方法など、参加者への適切なアドバイスが不可欠だが、判かり易い図鑑づくりや支援態勢の整備と共に、東京都市大学のご協力のもと曖昧な表記の支援システムの開発など、市民科学としての確立に向けて努力している。

## S-5 下水道の新たな展開と行政主導による市民科学プロジェクトの実践

加藤裕之（国土交通省 水管理・国土保全局下水道部 流域管理官）

連絡先：[Katou-h2cd@mlit.go.jp](mailto:Katou-h2cd@mlit.go.jp)

下水道は、地域住民から排出される汚水を浄化することで水環境の保全に重要な役割を果たし、水質改善による多摩川のアユの復活などに大きく貢献している。また、近年では、都市河川の水量の半分以上は下水処理水である等、その処理方法は水環境と密接な関係がある。さらに、水のみならず、下水処理過程で発生する下水汚泥は、資源の宝庫であり、エネルギーや有機性肥料として活用されている。

しかしながら、下水道は、空間を有する河川等とは違い、目に見えない、通常は立ち入れないインフラであることから、生き物を探す、ゴミを拾う等の市民にとって日々の身近な活動は困難で、下水道使用料というサービス料金としての繋がりはあるものの、下水道の使用が当たり前となった現在においては、逆に市民の関心は低くなっている。

このため、国土交通省下水道部では、平成 26 年度より「サイエンス」を通じて市民と対話できないか？という観点から、小堀教授（東京都市大学）の指導のもと、「下水道を核とした市民科学育成プロジェクト」に取り組んでいる。具体的には、平成 26 年度には、横浜市内の「いたち川」において、下水処理水放流地点やその上下流地点の水質調査を、簡易なパックテストを用いて地域住民や東京都市大学の約 60 名の学生と実施するとともに討論を行い、下水道の川への影響や、下水道を核とする市民科学形成のプロトタイプを提案した。また、パックテストによる水質調査の有効性等については学会への投稿等も行った。

27 年度においては、河川との連携を目的として全国の河川活動団体に下水道についての関心度アンケートを実施し、全国には多くの団体が主に水質の観点から下水道に関心を持っていることがわかった。また、横浜市立舞岡中学校科学部との協力により、下水処理場の見学会や地域の河川での「ハグロトンボ」の生態調査、地域の土地利用の変化等を調査し、その結果は、本年度の下水道研究発表会（日本下水道協会主催）で中学生からは初めて発表する予定である（通常は大学、自治体、民間企業の研究者）。

28 年度は、舞岡中学校との協力を継続すると共に、河川活動団体との意見交換も通じて、下水道の市民科学のガイドブック作成を行い全国の下水道管理者に展開する。さらに、全国の活動状況の集約や個別活動への応援を行うための水関係の民間企業の CSR 活動等による支援体制や仕組みづくりの構築も検討する予定である。

一方、下水汚泥等の農業利用については、行政、農家、NPO、料理店等が一体となって成功している例がある。佐賀市では、無農薬で、美味しく、免疫力の強い農作物づくりを、具体的農地や農作物の科学的データを取りながら市民で勉強会も行い知識を共有し展開している。この取り組みは、ある市職員がイノベーターとして始めて、現在では県外からも佐賀市の下水汚泥肥料を取りに来るまでになっており、多くのマスコミで取り上げられるなど、下水道の市民科学の一つの成功例となっている。

-----  
一般報告プログラム（連名の場合、○印 報告者）

1 日目 6 月 18 日（土）

< A 会場：32B 教室 >

【座長：久野勝治】

- 10:00 A-1 関東地域における室内ダスト中の有害金属濃度に関する研究  
○伊藤杏・関内瞳・咸泳植（東京都市大学環境学部）
- 10:15 A-2 ブラウン管パネルガラス粉末および貝殻粉末を原料とした造粒焼結体を用いたリン再循環利用システム  
○中澤亮二・佐々木直里・田中真美・小山秀美・平井和彦（東京都立産業技術研究センター）・坂本浩介・松浦里江・金牧彩・南晴文（東京都農林総合研究センター）・阪口員一・高橋知己・山崎文男（パナソニック株式会社アプライアンス社）
- 10:30 A-3 食品循環資源を用いた堆肥製造と品質の事例紹介  
○長屋祐一（三重大学大学院生物資源学研究所）・小林隆（株式会社エム・シー・エス）
- 10:45 A-4 茶殻を利用した雑草防除に関する研究  
○原田ふみえ・千蔵裕香・石本弘治（第一工業大学自然環境工学科）

【座長：知足章宏】

- 11:15 A-5 原発立地による地域経済への影響  
上園昌武（島根大学法文学部）
- 11:30 A-6 原発立地地域の経済分析 ―福井県美浜町を事例に  
藤原遥（一橋大学大学院経済学研究科）
- 11:45 A-7 水素社会へのロードマップは低炭素社会に向かっているか  
近江貴治（中村学園大学）
- 12:00 A-8 中国の都市生活廃棄物問題と政策  
北川秀樹（龍谷大学政策学部）

< B 会場：32D 教室 >

【座長：八木正】

- 10:00 B-1 再生可能エネルギー優先社会を目指す世界動向と日本の課題  
和田武（和歌山大学）
- 10:15 B-2 京都府内の地球温暖化防止活動における連携・協働の状況  
○豊田陽介（特定非営利活動法人気候ネットワーク）・野田浩資（京都府立大学公共政策学部）
- 10:30 B-3 中国におけるバイオマスペレットの現状と課題  
任艦航・佐藤高晴（広島大学総合科学研究科）
- 10:45 B-4 ISA を主導するインドの諸活動と意義  
和田幸子（元神戸市外国語大学）

【座長：豊田陽介】

- 11:15 B-5 ひおき小水力発電推進協議会の取り組みと地域再生  
八木正（鹿児島国際大学経済学部）
- 11:30 B-6 南九州における畜産廃棄物とバイオマス発電  
八木正（鹿児島国際大学経済学部）
- 11:45 B-7 地域におけるエネルギー自立の課題と可能性 —東広島市を例にして（2）—  
佐藤高晴（広島大学総合科学研究科）

< C会場：32G 教室 >

【座長：近江貴治】

- 10:00 C-1 幹線道路における PM2.5 の距離別減衰調査の結果について  
神戸治夫（川崎から公害をなくす会）
- 10:15 C-2 PM2.5 汚染とみどりの保全 —神社・寺院・教会における調査から—  
神戸治夫（川崎から公害をなくす会）
- 10:30 C-3 横浜市における大気汚染物質の輸送パターンと負荷量の特徴  
奈良島弘也（東京都市大学環境情報学部）・○駒谷一樹・咸泳植（東京都市大学環境学部）
- 10:45 C-4 1時間値、日平均値、月平均値による行政測定局の NOx 計の点検事例  
天谷和夫（元群馬大学）

【座長：長屋祐一】

- 11:15 C-5 土壌を構成する無機質粒子の粒径組成と表層土の物質循環との関連性  
咸泳植（東京都市大学環境学部）
- 11:30 C-6 関東地域の一般家庭の庭と公園の表層土における有害金属濃度に関する研究  
○江口詩門・加藤徳崇・千石遼介・山岸陸・吉開成棋・咸泳植（東京都市大学環境学部）
- 11:45 C-7 保水剤の土壌施用方法が土壌水分率と植物生育に及ぼす影響  
○前田良之・勝田あかり・松田香里（東京農業大学）・阪本繁・野木幸三（日本触媒）
- 12:00 C-8 廃水処理において亜酸化窒素の生産と窒素除去を両立させる C/N 比の検討  
○森脇英美・多羅尾光徳（東京農工大学大学院）



-----  
2日目 6月19日(日)

< A会場 : 32B 教室 >

【座長 : 佐藤克春】

09:00 A-9 原子力災害の被災地支援の可能性について

川上直哉 (NPO 法人東北ヘルプ)

09:15 A-10 地域住民の復興支援員に対する意識と復興に対する評価

○桜井良 (立命館大学政策科学部)・

奥田 (野元) 加奈・塚原大介 (ふくしま連携復興センター)・

09:30 A-11 ICRP 公衆被ばく線量限度 1mSv/年の設定根拠およびリスクレベルについて

小野塚春吉 (公益財団法人政治経済研究所)

【座長 : 小野塚春吉】

10:15 A-12 富山県立イタイイタイ病資料館の課題

林節男 (元富山県立大学短期大学部)

10:30 A-13 四日市公害資料館開館1周年と今後の課題

栗屋かよ子 (元四日市大学)

10:45 A-14 干し柿作り体験教育を通じて地域の農業を伝える

林節男 (元富山県立大学短期大学部)

11:00 A-15 横浜市牛久保西地区における住民と大学生による「お庭の生き物調査」の実施効果

○横田樹広 (東京都市大学環境学部)・矢部和美 (ミドリ安全)

【座長 : 小倉亜紗美】

11:30 A-16 自然倫理学の諸問題 ―ジープの「具体倫理学」によせて―

飛田満 (目白大学社会学部)

11:45 A-17 環境課題の体系的分類

森谷昭一 (森谷工房環境教育部)

12:00 A-18 信頼の基盤をかたちづくるもの ―科学における「外的」な真理と「内的」な道徳

柿沼美穂 (国立環境研究所地球環境研究センター)

< B会場 : 32D 教室 >

【座長 : 伊藤良栄】

09:00 B-8 塩ストレスがフダンソウのベタシアニン含有量に及ぼす影響

○箭柏聖 (東京農業大学大学院)・堤沙央里・岡澤寿晃・大島宏行・

加藤拓・前田良之 (東京農業大学生物応用化学科)

09:15 B-9 トマトの長期育苗セル成型苗が定植後の生育・品質に及ぼす影響

五十嵐大造・(東京農業大学短期大学部)・○四條紗詠 (東京農業大学農学部)・

篠原卓・吉田沙樹 (東京農業大学短期大学部)

09:30 B-10 港北ニュータウンの緑道周辺におけるチョウ類相とバタフライガーデン創出効果の変化

○横田樹広 (東京都市大学環境学部)・鈴木綾菜 (三井生命)



09:45 B-11 帷子川流域における雨水調整池および排水区域を単位とした生態空間形成可能性の検討  
○河本陸・横田樹広（東京都市大学環境学部）

【座長：桜井良】

- 10:15 B-12 スリランカにおけるコーヒー栽培農家の持続可能性についての検討  
小倉亜紗美（広島大学平和科学研究センター）
- 10:30 B-13 インドネシアの熱帯林における非木材林産物としてのヤシ砂糖の支援に関する実証研究  
—日本での販路拡大にむけた商品開発企画—  
○増田瑛里沙・浮谷 菜・佐藤 輝（フェリス女学院大学国際交流学部）・  
矢田 誠・田儀耕司（(公社) 日本環境教育フォーラム国際事業部）
- 10:45 B-14 中国における大気汚染と環境 NGO・環境ガバナンス —情報公開・対話の模索—  
知足章宏（京都大学学際融合教育研究推進センター）
- 11:00 B-15 「無理のある」温泉エネルギー開発の現状と課題  
○阿部博光（別府大学国際経営学部）・友成真一（早稲田大学大学院環境・エネルギー研究科）

【座長：伊藤章夫】

- 11:30 B-16 沖永良部島における湧水地を用いた ESD 実践とその後の課題  
○萩原豪（高崎商科大学）・元木理寿（常磐大学）・野村卓（北海道教育大学釧路校）
- 11:45 B-17 ESD を活用した上州と三陸を結ぶ被災地支援活動と地域連携活動  
—高崎商科大学における学生サークル「チームたんぼぼ」の活動  
○萩原豪・豊田正明（高崎商科大学）
- 12:00 B-18 SDGs の取り組みについて  
天谷和夫（元群馬大学）
- 12:15 B-19 自動給水栓の配水特性  
○伊藤良栄（三重大学大学院生物資源学研究科）・河合研治（元三重大学生物資源学部）・  
加治佐隆光・近藤雅秋（三重大学大学院生物資源学研究科）

< C会場：32G 教室 >

【座長：藤野裕弘】

- 09:00 C-9 兵庫県内河川上流で分離された大腸菌およびサルモネラ菌の遺伝子学的検討  
○北元憲利・加藤陽二（兵庫県立大学環境人間学部）
- 09:15 C-10 地下水の理化学性の類似性による汚染源の究明と経時変動に関する研究  
秋元宥紀・水野寿洋（東京都市大学環境情報学部）・○田中健太・  
中澤諭由・三上萌衣子・咸泳植（東京都市大学環境学部）
- 09:30 C-11 多摩川の堰と下水処理水が水質に及ぼす影響に関する研究  
金森慶悟・佐藤啓瑛（東京都市大学環境情報学部）・○倉持宗次郎・  
齋藤孝平・咸泳植（東京都市大学環境学部）
- 09:45 C-12 相模湖における地球水文化学的な水質評価と水質保全に関する研究  
桑島航汰（東京都市大学環境情報学部）・平沢知也・○咸泳植（東京都市大学環境学部）

【座長：前田良之】

- 10:15 C-13 インドネシアの泥炭湿地におけるアブラヤシ植林と森林火災・健康被害  
○武本行正・高橋正昭（四日市大学環境情報学部）・伊藤薫（四日市看護医療大学）・  
竹内佐智恵（三重大学医学部看護学科）
- 10:30 C-14 中国内蒙古自治区阿拉善乾燥地の水質における一考察  
○加治木友貴・久我俊介・見城祐介・咸泳植（東京都市大学環境学部）
- 10:45 C-15 中国内蒙古自治区阿拉善盟における塩類集積層の理化学性の解明  
○久我俊介・見城祐介・加治木友貴・咸泳植（東京都市大学環境学部）
- 11:00 C-16 中国内蒙古自治区阿拉善盟の塩類集積層における土壌改良材の添加実験  
○松本翔太・榮一誠・咸泳植（東京都市大学環境学部）

＜ポスター発表＞

- 12:45 P-1 四日市市・鎌谷川の水質汚濁について  
竹内佐智恵（三重大学医学部）・○武本行正・高橋正昭・大八木麻希（四日市大学環境情報学部）・周佳・  
宮岡邦任（三重大学教育学部）・伊藤薫（四日市看護医療大学）・寺澤爵典（三重県環境保全事業団）
- 12:45 P-2 横浜市の貯水池の放流水が都市河川に及ぼす影響の水文化学的なアプローチ  
高橋侑資・千葉直樹・○山崎優輝・咸泳植（東京都市大学環境学部）
- 13:00 P-3 東京都周辺の公園緑地におけるシチズンサイエンスの展開  
○倉本宣・三島らすな（明治大学農学部）
- 13:00 P-4 葛西臨海公園におけるウラギクをめぐるシチズンサイエンスの展開  
○三島らすな・倉本宣（明治大学農学部）
- 13:15 P-5 西表島におけるカンムリワシの水田環境の利用  
○晝間さよこ（東海大学大学院人間環境学研究科）・水谷晃（東海大学沖縄地域研究センター）・  
藤野裕弘（東海大学教養学部）・河野裕美（東海大学沖縄地域研究センター）
- 13:15 P-6 東京都環境保全地域・小野路の谷戸水田の農法管理による水生生物相の比較  
○藤井大介（東京都市大学）・向井康夫（金沢大学環日本海域環境研究センター）・  
佐野真吾・吉崎真司・小堀洋美（東京都市大学）

＜自主企画セッション＞ 13:30～15:30

- A会場 K-1 地域協働型再生可能エネルギー導入推進のためのガバナンスの構築  
座長：平岡俊一（北海道教育大学釧路校）
- B会場 K-2 NO<sub>2</sub>月間計による簡易測定の新たな市民運動の展開  
座長：栗屋かよ子（元四日市大学）

## 関東地域における室内ダスト中の有害金属濃度に関する研究

○伊藤杏・関内瞳・咸泳植（東京都市大学環境学部）

連絡責任者：咸泳植（yhamu@tcu.ac.jp）

キーワード：関東、室内汚染、室内ダスト、有害金属

### 1. はじめに

有害金属と知られている亜鉛、鉛、カドミウムは、幸いに自然界の土壌の中には各々平均約0.009%、0.001%、0.000035%存在している微量元素である（Bowen, 1979）。しかし、これらの物質は国内で毎年数千トンから数十万トン程度生産および輸入されており、いわゆる身近な都市生活の空間の一部や産業など実に様々な物の中に含まれている（資源エネルギー庁官房鉱業課、1980；経済産業調査会、2003；金属鉱山会・日本鉱業協会、2007）。近年、室外環境だけでなく室内環境においても関心が高まりつつあり、室内ダストの元素組成は土壌、汚染、塗料、アルカリ金属によってその70%以上が説明可能な研究結果もある（中村ら、2008）。特に体の小さい小児ほど有害金属の暴露による健康被害が懸念されているのが現状である。本研究では関東地域の一部（横浜市、東京都、神奈川県、千葉県）において室内ダスト（塵）に含まれている可給態（Bioaccessible）有害金属濃度を調べ、考察した。

### 2. 材料と方法

本研究では関東地域の一部（横浜市、神奈川県、東京都、千葉県）にてヒトが経口暴露された場合を想定し、室内ダスト中の可給態（Bioaccessible）有害金属（鉛、カドミウム、亜鉛）濃度を調査対象とした。試料は大学授業の一環として受講生に協力してもらい、2015年に横浜市19ヶ所、東京都8ヶ所、神奈川県6ヶ所、千葉県1ヶ所、総34ヶ所から採取した。試料の前処理では、室内ダスト試料2.5gに50mL蒸留水を加え、試水がpH1.5になるようにさらに塩酸を加えてから1時間振とう器にかけた。上澄み液をシリンジ（TERUMO、SS-01T）で1mLとり、空隙のサイズが直径0.45 $\mu$ mのメンブレンフィルター（ADVANTEC、DISMIC-13HP）でろ過した試水を原子吸光光度計分析用容器（蓋付きチューブ）に約20mLまで入れて分析用試水とした。各試水の理化学的性の分析にはpHメーター（HORIBA、LAQUA F-70）、電気伝導率計（HORIBA、LAQUA D-72E）、イオンクロマトグラフィー（DIONEX、ICS-1100）が用いられた。試料中の有害金属（鉛、カドミウム、亜鉛）濃度は原子吸光光度計（HITACHI、A-2000）を用いて測定した。データの統計解析はIBM SPSS Statistics Ver. 19を用いた。

### 3. 結果および考察

今回の室内ダスト試料の各可給態有害金属濃度は、鉛が平均0.73mg/kg（標準偏差±2.14）、カドミウムが平均0.01mg/kg（標準偏差±0.02）、亜鉛が平均13.66mg/kg（標準偏差±6.11）を示した（図1）。今回室内ダスト試料を用いて分析した有害金属のうち、亜鉛濃度が最も高かった一方、カドミウム濃度は最も低い結果となった。調査地域による各有害金属濃度については、鉛が横浜市で平均1.00mg/kg（標準偏差±2.52）、東京都で平均0.00mg/kg（標準偏差±0.00）、神奈川県で平均1.20mg/kg（標準偏差±2.40）、千葉県で平均0.00mg/kg（標準偏差±0.00）を、カドミウムが横浜市で平均0.01mg/kg（標準偏差±0.02）、東京都、神奈川県、千葉県で平均0.00mg/kg（標準偏差±0.00）を、亜鉛が横浜市で平均14.79mg/kg（標準偏差±6.10）、東京都で平均13.46mg/kg（標準偏差±5.91）、神奈川県で平均12.44mg/kg（標準偏差±5.86）、千葉県で平均10.02mg/kg（標準偏差±0.00）をそれぞれ示した（図2～図4）。今

回調査地域による各可給態有害金属濃度の相違では、鉛とカドミウムの場合横浜市と神奈川県だけで検出された結果となった半面、亜鉛の場合すべての調査地域から検出された結果となった（図2～図4）。しかし、今回地域による有意な相違は得られなかった。

また、今回調査では室内ダストの各可給態有害金属濃度をオフィスと家に分け、比較・分析した。オフィスのダストの分析では、鉛が平均0.00mg/kg（標準偏差±0.00）、カドミウムが平均0.02mg/kg（標準偏差±0.03）、亜鉛が平均19.58mg/kg（標準偏差±1.06）検出された。一方、家のダストの分析では、鉛が平均0.96mg/kg（標準偏差±2.41）、カドミウムが平均0.02mg/kg（標準偏差±0.09）、亜鉛が平均12.21mg/kg（標準偏差±5.86）検出された。可給態鉛は意外とオフィスのダストからは検出されず、家のダストから検出された結果となった。一方、可給態亜鉛濃度は家のダストに比べオフィスのダストからより多く検出された（ウェルチのt検定： $t(26.20)=5.58, p<.001$ ）。今後、データの数を増やして一層信頼性を高めて室内ダストの可給態有害金属濃度の実態を明らかにし、そのメカニズムを解明していきたい。

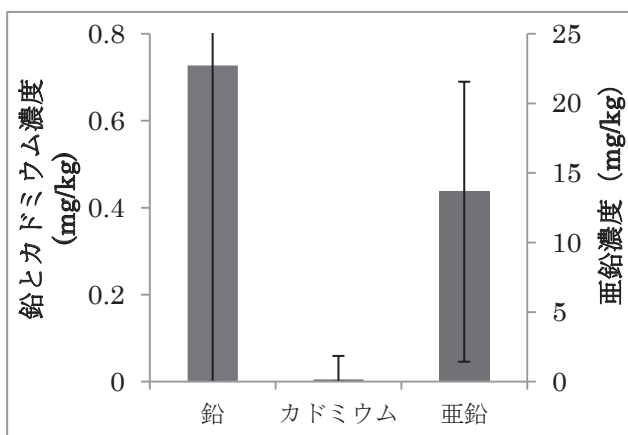


図1. 関東地域の一部の平均可給態有害金属濃度（誤差範囲：最大・最小値）

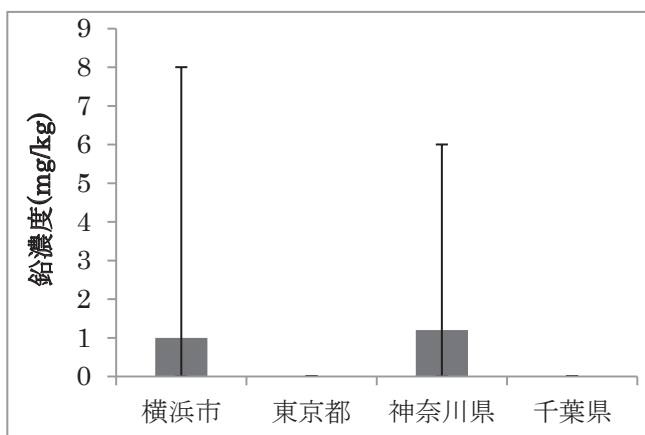


図2. 調査地域による室内ダストの可給態鉛濃度（誤差範囲：最大・最小値）

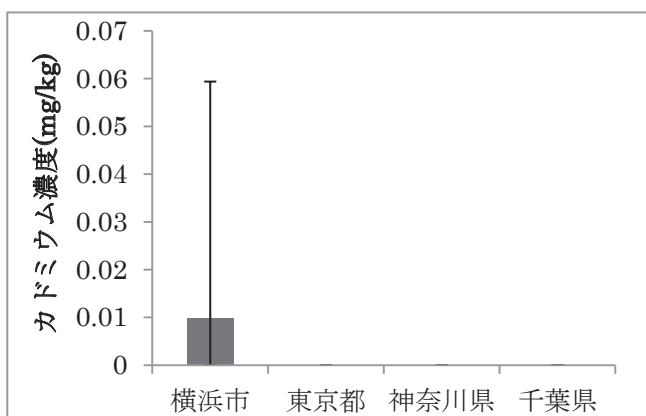


図3. 調査地域による室内ダストの可給態カドミウム濃度（誤差範囲：最大・最小値）

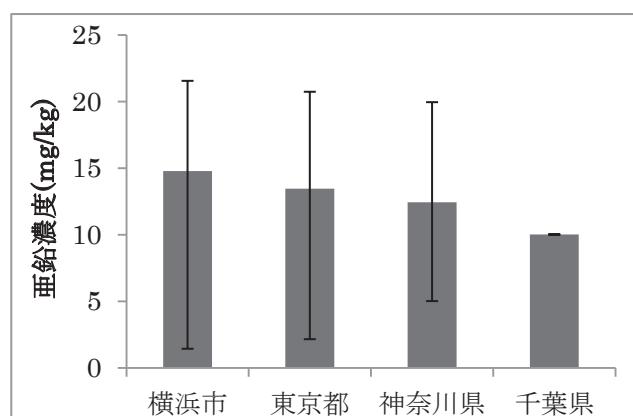


図4. 調査地域による室内ダストの可給態亜鉛濃度（誤差範囲：最大・最小値）

引用文献

Bowen, H.J.M. (1979). Environmental Chemistry of the Elements. Academic Press, London. 333.

## ブラウン管パネルガラス粉末および貝殻粉末を原料とした 造粒焼結体を用いたリン酸再循環利用システム

○中澤亮二（東京都立産業技術研究センター、以下都産技研）、佐々木直里（都産技研）、田中真美（都産技研）、小山秀美（都産技研）、平井和彦（都産技研）、坂本浩介（東京都農林総合研究センター、以下農総研）、松浦里江（農総研）、金牧彩（農総研）、南晴文（農総研）、阪口員一（パナソニック株式会社アプライアンス社、以下パナソニック）、高橋知己（パナソニック）、山崎文男（パナソニック）

連絡責任者：中澤亮二（nakazawa.ryouji@iri-tokyo.jp）

キーワード：焼結体、畜産排水、ブラウン管パネルガラス、リサイクル、リン酸肥料

### 1. はじめに

ブラウン管式テレビは家電リサイクル法の対象となっている。従来、回収されたブラウン管ガラスは海外に輸出されブラウン管に再生されていた。しかしながら、ブラウン管式テレビの需要の減少のため、ガラスの他用途利用方法が重要となってきた。ブラウン管ガラスは鉛を含まないパネルガラスと鉛ガラスであるファンネルガラスから構成され、それぞれ軟化温度がビンガラスより低いという特性を有する。これまで我々は、ビンガラス等を原料としたリン吸着用ガラス発泡体の開発と水質浄化・リン回収技術の開発に取り組んできた。本研究では、ブラウン管パネルガラスを原料としたリン酸吸着用ガラス発泡体の製造方法の開発と、畜産排水を対象としたリン回収の実証試験および回収リン酸の肥料試験を行った。

### 2. 材料と方法

ガラス粉砕物(50~90wt%)および貝殻粉末(10~50wt%)を混合後、新東工業株式会社製造粒機 BGS-0Lにて粒径 5mm に加圧造粒した。造粒物を電気炉を用いて、最高温度 600~700℃で 20 分間焼成した。外観を図 1 に示した。焼成物についてピーカーレベルでのリン酸吸着速度を測定し最適なものを実証試験に供試した。畜産排水を対象とした実証試験は東京都農林総合研究センター内畜産排水処理施設にて実施した。ネットに焼成物を充填、排水処理槽に沈めた。一定期間ごとに焼成物を引き上げ、そのリン酸吸着量を測定した。排水処理試験終了後の焼成物を 0.8wt%硫酸カリウム水溶液(pH7.0)に浸漬、リン酸を溶出後、塩化カルシウムおよび水酸化ナトリウムを添加しリン酸カルシウムとして沈澱・ろ過・乾燥させることでリン酸の回収を行った。回収したリン酸カルシウムを肥料源とした栽培試験をホウレンソウを供試作物として実施した。

### 3. 結果および考察

ブラウン管パネルガラス 70wt%、貝殻粉末 30wt%を混合、加圧造粒後、650℃にて 20 分間の条件で焼成することで、最大のリン酸吸着能を有するガラス発泡体が生成した。畜産排水を対象としたリン酸回収試験の結果、処理 2 週間でリン酸吸着量は定常に達し、その吸着量は 0.45wt%-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>であった。硫酸カリウム水溶液処理によってガラス発泡体の再生、および吸着リン酸の回収が可能であった。回収したリン酸カルシウムの肥料効果は化学肥料のそれと同程度であった。(図 2 にリン酸再循環利用システムの概念図を示す)



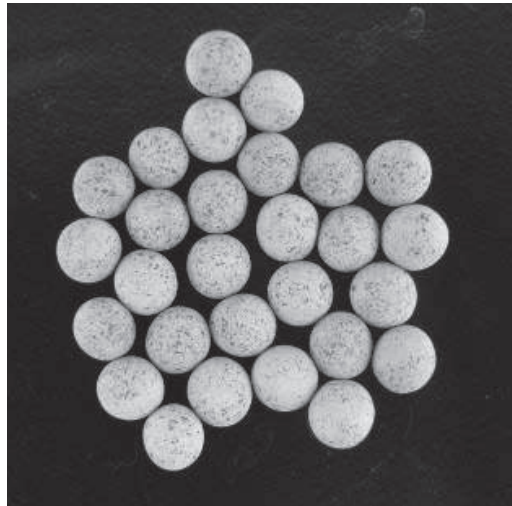


図1. 造粒焼結体の概観

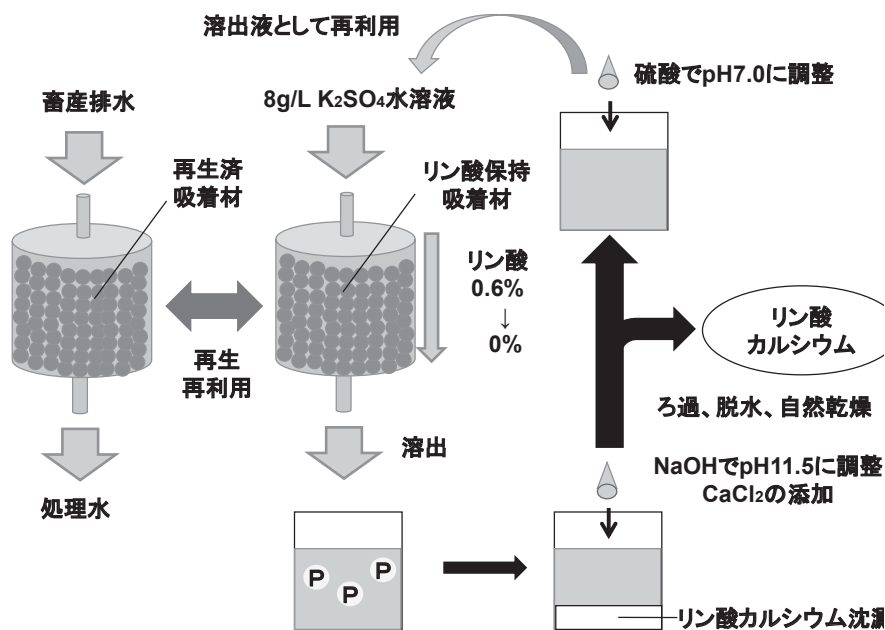


図2. 想定されるリン酸再循環利用システム

#### 4. まとめ

ブラウン管パネルガラスおよび貝殻粉末を原料とすることでリン酸吸着能を有する焼結体の製造が可能であること、ガラスリサイクル・排水処理・リン酸肥料の再資源化の3つの資源環境に貢献できるリン酸再循環利用システムを確立できることを提案するものである。

#### 5. 参考文献

中澤亮二, 佐々木直里, 田中真美, 小山秀美, 平井和彦, 坂本浩介, 松浦里江, 金牧彩, 南晴文, 阪口員一, 高橋知己, 山崎文男 (2015) 「ブラウン管パネルガラス粉末および貝殻粉末を原料とした造粒焼結体を用いたリン再循環利用システム」, 『人間と環境』, 第41巻第2号, 17-27頁.



## 食品循環資源を用いた堆肥製造と品質の事例紹介

○長屋祐一（三重大学大学院生物資源学研究科）・小林 隆（株式会社 エム・シー・エス）

連絡責任者：長屋祐一（nagaya@bio.mie-u.ac.jp）

キーワード：食品循環資源，堆肥の品質，堆肥製造技術，食品リサイクル・ループ

### 1. はじめに

持続可能な社会の実現には、食料の持続的生産が必要である。食料生産を担う農業は自然循環機能を利用している。わが国は1960年代からの農業近代化政策に伴い、農業では化学肥料や農薬などの化学合成資材が多用されて農業生産性が向上した一方で、必要以上に施用すると環境汚染が発生するとともに、農業以外からの資材・エネルギーを多量に利用している。土地利用型の農作物生産は、農薬や肥料の適正な使用、家畜排せつ物等の有効利用による地力の維持増進を図り、持続性の高い農業生産が可能である。これらの農業生産には、肥料効果と土づくり効果をもつ堆肥の施用は不可欠である。堆肥の施用量について水田で比較すると、1965年（昭和40年）に545 kg/10aであったが、1997年（平成9年）は125 kg/10aと激減した。

わが国は、2000年（平成12年）に循環型社会形成推進基本法を制定し、生産—消費—廃棄に伴う、廃棄物の発生抑制、再利用、再生利用などを行うことで、「天然資源の消費が抑制され、環境への負荷ができる限り低減された社会」の構築を目指している。これに関連した「食品循環資源の再生利用等の促進に関する法律（平成12年）」により、食品関連事業者から排出された食品循環資源を利用して、堆肥化や飼料化の再生利用を促進している。このような廃棄物処理業者が製造する食品循環資源由来の堆肥は、これまでの農業で利用した自家製堆肥や畜産業者が製造する家畜糞堆肥と比較して、利用実績が少ない。よって、本報告では三重県内の食品リサイクル・ループの事例、企業グループにおける堆肥製造工程の変遷と品質について調査を行い、農業者が購入可能な廃棄物処理者の堆肥製造について検討した。

### 2. 事例調査と堆肥製造・品質調査

三重県内の食品リサイクル・ループについて、2008年（平成20年）について、環境省の報告書調査と聞き取り調査を行った。また、株式会社大栄工業（三重県伊賀市）を中核とする企業グループについて、再生利用事業の変遷と2014年の堆肥製造・品質について調査した。

### 3. 結果および考察

三重県内の食品リサイクル・ループについて、食品循環資源の再生利用業者とその堆肥を利用する農業生産者の関係性から区別した。2008年の三重県内では10件の食品リサイクル・ループがあり、そのうち5件は再生事業者と資本関係のある農業生産者とであった。この農業生産者の1例について聞き取り調査を行ったところ、経営的には赤字であるが、食品リサイクル・ループを構築することで、再生利用業者の製造する堆肥の排出先が確保される。廃棄物から農作物を生産する食品リサイクル・ループは、生命（いのち）の流れを象徴しており、スーパーや食品加工業者などの食品循環資源の排出者のブランドイメージを向上させる。よって、関連する3者がともにwin-winな関係であった。ある事業者は民事再生や資本関係の解消が行われており、現存して資本関係のある再生利用事業者と堆肥を使用する生産者は1例である。

これまで農業で使用された堆肥の多くは、自家製造堆肥や家畜ふん堆肥が多く、堆肥の製造方法や原料、購入先の事情等がよく分かっていたものであり、農家は安心して利用していた。スーパーの売れ残りや、食品加工場での食品残さなどの食品循環資源を堆肥原材料とした堆肥は、農家にとっては未知のも

のであり、使用者は少なかった。そこで、食品リサイクル・ループの構築ならびに中間処理としての堆肥の利用先の確保や、堆肥の性能評価、利用方法の検討のために、関連した農業生産法人を設立したと推測される。

大栄工業グループの場合、1997年（平成9年）に株式会社エム・シー・エス（三重県名張市）を設立し廃棄物収集運搬業務を開始した。その後、2001年（平成13年）から食品循環資源と木質チップや刈草などの副資材を加え、堆肥製造を行った。この企業は、土木、土建、生コンクリート製造等を行う企業グループの一員であることから、土木・建設業界で使用する機械の使用に精通した職員がいた。フォークリフト、バックホウ、タイヤジョベル、立木の破砕機、ふるい機などを利用した堆肥製造は、人材の確保が容易で、新規事業として初期投資は小さかった。次に、この事業を拡大するために、自走式攪拌機を導入した株式会社大栄工業環境事業部（三重県伊賀市）を2003年（平成15年）に設置した。また、食品加工場から廃棄される浄化槽汚泥や液性の食品循環資源の堆肥化のために、スクープ式攪拌機を導入した株式会社オンリー（三重県伊賀市）を2006年（平成18年）に設置した。

2014年の大栄工業環境事業部の廃棄物の受入量は、立木などを16,000トンであり、このうち7,600トンを燃料チップ・パルプ原材料および堆肥副材料として販売した。残りの木質資源を堆肥副材料として、河川敷や街路樹の刈草・刈枝ならびに食品循環資源を15,000トン受入れ、これらを合わせて堆肥製造を行い、15,190トン販売した。オンリーは、大栄工業環境事業部から購入した木質資源の400トンを堆肥副材料として、河川敷や街路樹の刈草・刈枝ならびに食品循環資源と汚泥を合わせて13,000トン受入れ、これらを合わせて1,000トンの堆肥を販売した。両企業とも、堆肥はすべて完売した。肥料取締法では汚泥を含む堆肥は普通肥料であり、それ以外では特殊肥料に区別される。これらの肥料については、定期的に成分分析および重金属含有量の分析表の提示が必要である。現在までに、これらの企業が製造する堆肥には有害成分が基準値以上に含まれたものはなかった。

大栄工業グループにおいて、関連会社の忍の里が農業生産を行っていたが、関連会社が使用する堆肥では品質管理が甘くなることから、2008年（平成20年）に忍の里との資本関係を解消した。その結果、大栄工業環境事業部およびエム・シー・エス、オンリーは独自に農業者および農業関連会社が必要とする堆肥製造について議論を重ね技術開発を行ったようである。大栄工業環境事業部では、購入希望者のニーズに合わせた堆肥原料の配分と堆肥原料となる廃棄物の受入先の取捨選択を行った。エム・シー・エスとオンリーでは、多数の農業者と堆肥の施用試験や技術の聞取り等を行っている。とくに、三重県伊賀市や名張市の有機農業者、流通・製造業者、市民などと連携し、有機農業技術の研究を普及に取り組んでいる伊賀有機農業推進協議会（<http://www.iyuukyo.jp/>）の理事の一人であることから、有機農業で使用する堆肥について、農家と深く議論して、堆肥の品質向上がなされたようである。

#### 4. まとめ

食品循環資源を原料とする堆肥の製造と利用について、堆肥製造（廃棄物処理）業者は農家と情報交換を行うことで、農家目線を獲得する。その結果、農家が製造した自家製堆肥と同じように、廃棄物の受入先を選別し、堆肥製造工程の改善を行う。また、堆肥の熟度によって堆肥施用方法や施用技術が異なるので、堆肥販売時に十分な説明を行う。このような企業の行動様式が良質で安価な堆肥を大量に販売することができる。

#### 5. 引用文献

『日本環境学会第32回研究発表会(2006)』pp.62-63., 長屋祐一(2007)『畜産コンサルタント』No513,pp.39-44., 内山智裕・長屋祐一(2008)『農林業問題研究』44(1),pp.204-209., 『日本環境学会第34回研究発表会(2008)』, 『日本環境学会第38回研究発表会(2012)』pp.150-151.

## 茶殻を利用した雑草防除に関する研究

○原田ふみえ・千蔵裕香・石本弘治（第一工業大学自然環境工学科）

連絡責任者：石本弘治（h-ishimoto@daiichi-koudai.ac.jp）

キーワード：茶殻，再利用，雑草防除，タンニン

### 1. はじめに

鹿児島県における平成25年度荒茶生産量は、4,600tと静岡県に次いで全国第二位で生産比率は約30%を占める（農林水産統計，平成26年）。また，茶葉の大半は，家庭用として全国に流通しているが，ペットボトル飲料としても使われている。これまで，その製造過程から排出される茶殻については，一部畜産飼料などの利用はあるものの大半は廃棄されているのが現状である。

また，缶コーヒー製造過程で排出されるコーヒー残さについても同様の問題を抱えている。コーヒー残さの農耕地還元における緑肥作物の生育に関する研究において，コーヒーに含まれるポリフェノールのひとつであるクロロゲン酸が植物の生育阻害に影響を与えることが報告されている（山根浩二ら，2011）。

本研究においては，道路の路側帯および公園における美化維持管理や畑作における畝道の除草作業の費用や手間を削減することを念頭に，茶殻に含まれるポリフェノール（タンニン）による雑草防除の可能性について検討を試みた。

### 2. 実験の方法

#### 2.1 試料の調整

実験には，霧島市役所ロービーに設置されている給茶機に使われている茶葉（鹿児島県産）とその抽出残さである茶殻を試料とした。茶殻は，定温乾燥機 SPF-450（SIBATA 製）により設定温度 60℃で24時間乾燥させた。茶葉と茶殻は，ミルミキサー TML160GF（TESCOM 製）で微粉碎後，1，2，4，6，8，10gを測りとった。

茶葉に含まれるタンニンの測定は，茶業研究報告（日本茶業技術協会，1990）によるタンニン緑茶のタンニン比色定量法に準じ，水質分析装置ラムダ 9000（共立理化学研究所製）により吸光度を測定し検量線を作成し求めた。

茶葉と溶出タンニン濃度の関係から回帰式を求め，タンニン濃度 5%，10%，20%，40%，50%，60%，80%の抽出液を作成した。

#### 2.2 実験

脱脂綿を載せた各シャーレに，コマツナ（発芽率 85%）の種を播種した。タンニン抽出液を 40ml 注ぎ，室温 20℃にて発芽状況および生育状況を観察した。対照区は水道水とした。

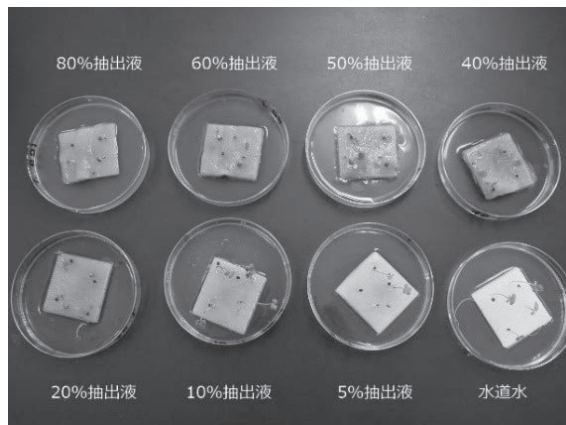
また，茶殻微粉碎物を水 10に溶出させ，バイオシェカー BR-300LF（TAITEC 製）にて，毎分 120 回の振とうを与えた。20℃の雰囲気において，3，6，24，36 時間後その抽出液を取り出し，タンニン濃度を測定した。

### 3. 結果と考察

写真 1 にタンニン量の違いによる生育状況を示した。それぞれ試料のタンニンと抽出時間の関係を図 1 に示した。

タンニン濃度が 20%を超えると発芽が抑制されることが写真 1 から分かる。また、水道水（タンニン濃度 0%）では幼根の成長が認められるが、タンニン抽出液においてはほとんど確認されなかった。

今回は、成長の早いコマツナを用いたが、他の種子による発芽および幼根の成長抑制効果の検討は必要であるものの茶殻抽出液による生育抑制効果が得られることが分かった。



上段：右からタンニン濃度 40%、50%液、60%液、80%抽出液

下段：右から水道水、タンニン濃度 5%、10%液、20%抽出液

写真 1 20℃における生育状況（一週間後）

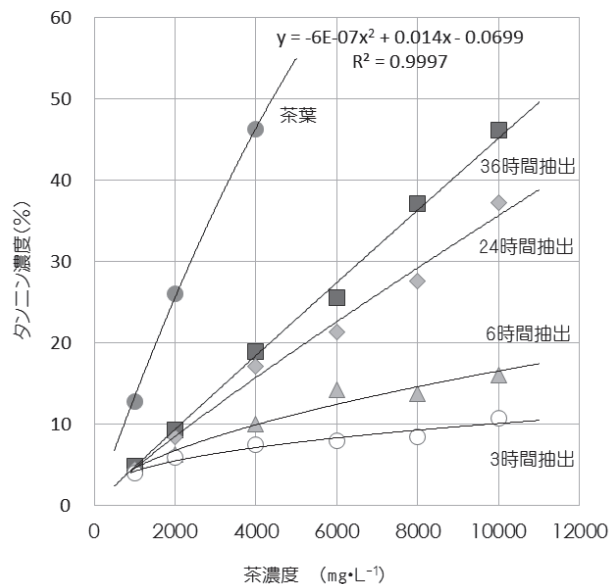


図 1 タンニン量と抽出時間（20℃）

また、鬼頭らの研究（1999）によれば、コーヒーに含まれるフェノール性物質においてサルチル酸と安息香酸が発芽および幼根の伸長に大きな影響を及ぼすとの報告がある。タンニンについての調査は実施されていないが、茶葉にもサルチル酸および安息香酸が少なからず含まれていることから、これらの影響との関係を明らかにする必要がある。

今後利用にあたっては、どのような利用形態が好ましいのか検討も必要である。茶葉のタンニンは、抽出温度が高いほど溶出されるが、高温での抽出はエネルギー利用の観点から好ましいとは言えない。水温 20℃の定温領域においても、コマツナの成長抑制効果を発揮できる濃度のタンニンが溶出されることが分かったが、水溶液での利用はロジスティックの側面から課題が残る。茶殻そのものを散布することもひとつの方法であるが、その効果や影響について実験圃場等にて検証するなどして最適な方法を見出していく予定である。

## 5. 謝辞

本研究にあたり、有益なご意見と茶葉の提供等のご協力を頂きました霧島市役所農林水産部阿部弘光様、JA あいら企画広報室次長補佐内野和彦様に感謝の意を表します。

## 6. 引用文献

- 1) 鬼頭誠, 奥野聡子 コーヒー粕の分解に伴うフェノール性物質の多感作用 雑草研究 Vol.44 349-352,1999
- 2) 農林水産統計 平成 26 年度産茶生産量等主産県：農林水産省, 茶業研究報告第 71 号 pp52-53,1990
- 3) 山根浩二ら コーヒー抽出残渣施用が雑草と緑肥作物生育に及ぼす影響 日本作物学会講演会 246-247,2011



## 水素社会へのロードマップは低炭素社会に向かっているか

中村学園大学 近江貴治

## はじめに

2014年に、トヨタが燃料電池自動車「ミライ」の発売を開始した。燃料電池自動車は水素をエネルギー源とし、空気中の酸素と反応させることでエネルギーを抽出し、排出されるものは水だけというもので、車両からはCO<sub>2</sub>も汚染物質も排出しないため、クリーンな自動車エネルギーとして注目されている。国も「水素・燃料電池戦略協議会」を設置し、2014年に『水素・燃料電池戦略ロードマップ』を策定したほか、新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）でも『NEDO水素エネルギー白書2014』を作成するなど、政策的にも推進していく動きが大きくなっている。ここでは、「水素社会＝低炭素社会」が成立つのかについて、上記『ロードマップ』の改訂版（2016年3月）をもとに検証していく。

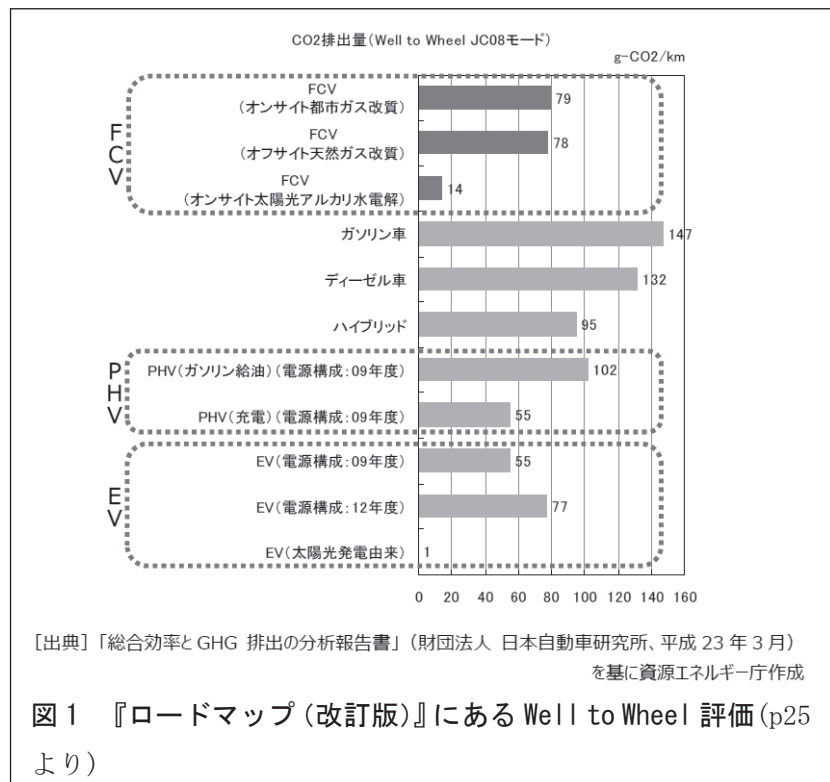
## 1 水素の供給源として念頭にあるのは褐炭

水素自体は天然資源として利用可能な訳ではない。主な水素供給源としては、製油所等の工業プロセス、化石燃料の改質、バイオマス燃料の改質、水の電気分解があげられる。現状では、「国内の年間水素供給量は150億N m<sup>3</sup>程度であり、その大半は製油所における脱硫プロセスや工場におけるボイラー等の燃料として自家消費されており、産業ガスとして外販されている水素は2億N m<sup>3</sup>程度<sup>1</sup>である。

『ロードマップ（改訂版）』では、水素の供給について、「未利用エネルギーを用いて水素を製造し、更に有機ハイドライドや液化水素の形で水素を我が国に輸送する…（中略）、2030年頃の発電事業用水素発電の本格導入に対応できる体制の整備を目指す<sup>2</sup>としている。ここで想定している海外の「未利用資源」の筆頭は褐炭であり、『ロードマップ（改訂版）』でも2020年代頃までに「褐炭等の未利用エネルギーを用いた、安価で安定的な水素の製造方法の確立に向けて、必要な開発・実証等を行う<sup>3</sup>としている。

2 水素利用によるCO<sub>2</sub>削減は可能か？

水素でCO<sub>2</sub>の削減ができるか否かについては、主として「何から水素が製造されるか」に依存する。分かりやすいのが自動車用燃料としての比較で、エネルギー資源採掘時（well）から車両での使用（wheel）までのCO<sub>2</sub>排出量を総合的に評価した「Well to Wheel」評価である。『ロードマップ（改訂版）』では、燃料電池車（FCV）は石油製品の燃料を使用するよりも、CO<sub>2</sub>排出は少ないと示されている（図1参照）。



1 『ロードマップ（改訂版）』 p54.

2 同 p55.

3 同 p58.

ただし、これは都市ガスまたは天然ガス改質、あるいは太陽光エネルギーで水素を製造した場合のもので、褐炭改質ではさらに多くの CO2 を排出することは容易に予想できる。発熱量当りの炭素排出係数は、褐炭は輸入天然ガスのほぼ 2 倍<sup>4</sup>であり、仮にこれを図 1 に参照して考えると、褐炭由来の水素を FCV で使用すれば、現行のガソリン車よりも排出量が増えることとなる。ちなみに、図 1 で「FCV（オンサイト太陽光アルカリ水電解）」と「EV（太陽光発電由来）」は他のエネルギーよりも大幅に少ない排出となっている。最終的にこれらを目指すべきであることは自明である。

### 3 CO2 フリーの水素社会は？

以上のとおり、『ロードマップ（改訂版）』では、2020 年代に海外で褐炭から水素を製造し、それを日本に輸送して利用することを目論んでいるが、これでは CO2 排出は増加してしまう。海外で改質するため日本の排出量は削減できるかもしれないが、火力発電所を海外に移転するのと同じで、正味では地球全体での CO2 排出は増えてしまう。仮に、水素の「利用」技術の開発を促進するため一時的に化石燃料由来の水素を製造するとしても、可及的速やかに再生可能エネルギー由来の水素製造に転換すべきである。あるいは、CCS（CO2 の回収・貯留）を安全かつ低コストで実用化させ、化石燃料由来の CO2 を大気中へ排出しないようにする必要がある。

では、『ロードマップ（改訂版）』において、再エネへの転換や CO2 はどのように記されているのか。まず CCS については、2040 年頃に実現する「フェーズ 3（トータルでの CO2 フリー水素供給システムの確立）」において、「CCS と組み合わせた水素製造技術開発・実証等」は「未利用エネルギーの賦存量や水素供給可能量、CO2 貯蔵可能量、我が国への水素輸送コスト等を踏まえ事業化可能性を十分に見極めた上で、相手国との協力のもとで行う」<sup>5</sup>と、やや腰が引けた表現に止まっている。

再生可能エネルギーについては、同じく「フェーズ 3」において、「国内の主要な設備メーカー、水素サプライヤー、ユーザー等が参加して検討を行い、2016 年度中に具体的な課題及び必要な取組の方向性について結論を得る」<sup>6</sup>と、近々に方向性が確立される見込みである。また「改革 2020 プロジェクト等の先進的取組の推進」として、「日本再興戦略改訂 2015 において、（中略）地方に豊富に存在する再生可能エネルギーを活用して CO2 フリーの水素を製造し、これを都市部などの高需要地へ輸送し、利用することで、地方と都市部が一体となった CO2 フリーの水素社会モデルの構築を図ることとされている。プロジェクトの実現に向け、国、民間事業者、及び関係地方自治体は、適切な役割分担の下で取組を進める」<sup>7</sup>とある。この「改革 2020 プロジェクト」においては、この内容は「2020 年のショーケース化の内容」<sup>8</sup>として記載されているため、普及は一部に止まるものと考えられる。

### 4 まとめ

以上までの内容をまとめると、『ロードマップ（改訂版）』の道程は、2020 年代には海外で褐炭から改質した水素を輸入して使用する。一方、国内の再生可能エネルギーから製造する水素利用は、2020 年頃に「ショーケース」として実現させる。その後、2040 年頃までは褐炭由来の水素を広く製造・供給するので、CO2 は現行よりも多く排出することとなる。2040 年頃以降は、CCS 実用化や再エネ由来の水素にシフトするつもりだが、様子を見ながら行うので、そのときになってみないと分からない、ということになる。パリ協定における合意内容を踏まえれば、再検討すべき内容が多いものである。

<sup>4</sup> 資源エネルギー庁総合政策課(2015), エネルギー源別総発熱量当炭素排出係数一覧表.より算出。

<sup>5</sup> 『ロードマップ（改訂版）』 p61.

<sup>6</sup> 同 p64.

<sup>7</sup> 同 p64.

<sup>8</sup> 第 11 回経済財政諮問会議・第 23 回産業競争力会議（合同会議）説明資料(2015), 「改革 2020」プロジェクト, 内閣府ホームページ(<http://www5.cao.go.jp/keizai-shimon/kaigi/minutes/2015/0630/agenda.html>, 2016 年 4 月 28 日閲覧)



## 中国の都市生活廃棄物問題と政策

○北川秀樹(龍谷大学政策学部)

連絡責任者：北川秀樹 (kitagawa@policy.ryukoku.ac.jp)

キーワード：都市生活廃棄物, 3R, 法政策, 中国, 日本

### 1. はじめに

中国の都市生活廃棄物処理は生活水準の向上に伴い困難を極めている。総合的な法制度を欠き有効な対策を打ち出しえない地方政府から目を転じ、住民、環境NGOが生活廃棄物適正処理に果たす役割と可能性を中心にガバナンスの視座から考察する。まず、文献と上海市、四川省成都市、陝西省西安市での調査結果をもとに都市生活廃棄物処理の概要を述べる。次に、現行法政策を紹介する。最後に日本の法政策とも比較しながら、問題解決の方向性について考察する。

### 2. 処理の現状

中国の都市生活廃棄物処理については、①. 生活廃棄物の多くは埋立て処理されていたが、特に都市部において「垃圾围城(ごみが都市を囲む)」現象が深刻で埋立て場の受入容量が少なくなってきたこと、②. 埋立てにより重金属などの地下水、土壌汚染が懸念されること、③. 都市部では近年、焼却処理場が建設されつつあるが排ガスに対する住民の懸念から反対運動が頻発し新たな建設が困難であること、④. 生活廃棄物の分別、リサイクルについての住民の意識が低く適正処理を妨げていること、などの問題が顕在化している。

#### (1). ごみが都市を囲む

民間の業者が郊外の村や郷・鎮政府から土地を借入れ、ごみ埋立て場に使っている。彼らは、都市部(中心市街地)から運ばれたごみの「質」によって一定のお金を支払うが、同時に大量のごみ拾いをする人々・ウェイストピッカー(貧しい農村からの出稼ぎ者)を雇用し回収できる資源を集め、市場で換金する。残ったごみを衛生設備のない埋立て場で処理するという現象が多く都市で見られた。北京では最初にごみ問題が浮上したのが1983年である。当時の北京は生活ごみ処理に関する長期計画を持たず、場当たりに放置あるいは埋め立て処理が行われていた。三環路と四環路の道路沿いに、50メートル以上のごみの山が4700箇所もできたといわれる。北京ではこのような状況は改善したが、地方都市では依然として深刻な事態となっている。例えば成都市の状況はインターネットで公開されている。<http://www.tudou.com/programs/view/ligvcGyi7PI/>, 2016. 4. 23 参照)

#### ②. 地下水、土壌汚染

2006年の北京市郊外の非正規埋立て場は1011箇所に入ったが、オリンピックを契機に取り締まりが行われた結果、2010年末、670箇所の非正規埋立て場が閉鎖された。「閉鎖」の手法は「緑化・復元」である。2006年「北京市生活ごみ埋立て場汚染リスク評価」によると、北京市の490の埋立て場のうち14箇所近く地下水が汚染されており、4割の埋立て場について「汚染のリスクが高い」との評価が下されている。

2014年4月17日、環境保護部と国土資源部は、全国土壌汚染状況公報を初めて公表した。これによると、すべての耕地と一部の林地、草地、未利用地と建設用地を含み、調査面積は630万 $\text{km}^2$ に及んでいる。土壌全体の基準超過率は全国の16.1%に及び、軽微、軽度、中度、重度汚染の比例は、11.2%、2.3%、1.5%、1.1%となっている。調査では、188の固体廃棄物処理場の1351地点を調査しており、このうち基準超過は21.3%と平均よりも高く主として無機物汚染が見られるが、ごみ燃焼と埋立て場の有機物汚染が深刻である。

#### ③. 焼却処理場に対する反対運動

環境NGOの蕪湖生態センターの報告では、全国で稼働中の122のごみ焼却場(2012年5月現在)のうち、42か所しか排ガス観測数値の提供がなく、特にダイオキシンについては10か所のうちの半数がEU基準0.1ng/TEQ/ $\text{m}^3$ を超過している。政府は社会の安定を重視しデータの公開に慎重となり、一方で住民は健康への不安から疑心暗鬼となり建設に反対するNIMBY現象が蔓延し負のスパイラルに陥っている。

#### ④. 分別、リサイクル

ごみの増大に対して中国政府は焼却場建設というバックエンドの対策でその場を凌ごうとしている。上海市では、2011年から政府内に「聯席(合同)会議」が設けられ、環境、建設、観光、広報、教育、女性などの部門が協調してごみの分類、減量に取り組み減量は進んでいるようである。2014年5月1日から「回収ごみ」「有害ごみ」「湿ごみ」「干ごみ」の四種類の分別をすることとなっている。しかし、分別が進まないのは廃棄物の増加が環境汚染につながることに住民の認識がないことや、廃棄物を資源として

有価で取引することが原因として考えられる。

### 3. 法制度

「固体廃物汚染環境防治法」(1995年制定,2004年,2013年改正),「清潔生産促進法」(2002年制定,2012年改正),「節約能源法」(1997年制定,2007年改正),「可再生能源法」(2005年制定,2009年改正)の各法律の中に,物質の循環利用と資源,エネルギーの節約に関する規定が存在している。関連行政法規としては,「城市市容和環境衛生管理条例(以下「条例」)」(1992年制定,2011年改正),部門規章として「城市生活垃圾(ごみ)管理弁法(以下「弁法」)」(2007年)がある。条例によれば,國務院都市建設部門が全国の都市市容(景観)と環境衛生事業を所管するとし,都市レベルでは政府の都市市容(景観)・環境衛生部門が所管部門となる(4条)。これらの法規では分別,リサイクルは義務化されていない。この原因として,以下の点が考えられる。

- ①. 生活ごみ処理は主に市政部門と建設部門が担当するが所管部門が多いため,総合的な対策が難しいこと,また,全面的に行うおうとするため持続しないこと。
- ②. 都市には多くのごみ回収者がおり,彼らは定期的にごみ箱付近にいてごみを回収し業者に売っている。住民も彼らに安く売ることを希望していること。
- ③. ②との関連で,住民から回収処理費用を徴収することは困難であること。

### 4. 考察

解決のためには以下の四点が重要と考えるが,社会,政治制度,住民の意識と密接に関連しており現地調査を進める予定である。

#### ①. ごみ減量の啓発,環境教育

発生抑制,リサイクルの考え方を行政,企業,住民等すべての社会構成員が理解する必要がある。中国では依然生活ごみを資源として活用する習慣が残っているが,生活水準の向上とともに近い将来,無価値物として処理されることになると予想される。ごみの増加がどのような環境問題を招くか,教育機関も含めた社会のあらゆるレベルでバックエンド処理からの発想転換についての環境教育が欠かせない。

#### ②. 焼却場建設と情報公開

焼却処理はごみの減容と衛生処理になくてはならないが,一方で適切な設備,技術がないとダイオキシンなど有害物質の発生のおそれがある。第三者的立場の専門家関与の下で排ガスについての情報公開を進めていくことが必要である。

#### ③. 総合的な廃棄物法制度の構築

循環法のような基本法を作り,この中に処理の基本原則,関係者の責務,全体を統括する主管政府部門など基本的な考え方を書き込むべきである。

#### ④. ごみ減量モデル都市の推進

昨年(2014年)の立法法の改正により,区を設けた市(地級市)の人民代表大会は,憲法,法律,行政法規に抵触しない限り,城郷建設,環境保護,歴史文化等の方面の地方性法規を制定できることとなった。これにより300程度の地級市が対象となるといわれており,まず規模の小さなところから漸次進めていく制度的な保障ができた。その際,中央や地方政府主導でなく住民主導でアイデアを出し進めていくことが考えられる。中国でもこのような民意をボトムアップで反映する柔軟な手法の採用が期待される。

### 5. 引用文献

汪勁(2009,2011)『環境法学』北京大学出版社。

蕪湖生態中心(2014)「中国 122 座垃圾焚燒廠信息申請公開報告」自然の友ほか編『環境緑皮書・中国環境発展報告 2014』,社会科学文献出版社。

柳下正治(2009)『平成 18-20 年度廃棄物処理等科学研究費補助金総合研究報告書-中国における廃棄物資源管理能力向上に関する政策研究-』。

陳雲・森田憲(2012)「中国の都市におけるゴミ戦争の政治経済学:ゴミ焼却(発電)場に関する住民運動をめぐって」『廣島経済大学論叢』36巻1号。

北川秀樹(2015)「中国の環境政策とガバナンス-西北部における環境保全の視座から」『龍谷政策学論集』4巻1号。

富田啓一(2008)「天津市における都市生活ごみ収集・処理過程について—フィールドワークによる考察—」『廃棄物学会誌』Vol19, No1。

## 再生可能エネルギー優先社会を目指す世界動向と日本の課題

○和田 武 (和歌山大学客員教授)

連絡責任者：和田 武 (YIU26805@nifty.com)

キーワード：再生可能エネルギー、世界、日本、COP21、(5語以内)

### 1. はじめに

世界的に再生可能エネルギー普及は急速に進んでいるが、COP21 で再生可能エネルギー促進の新たな動きが現れ、世界の趨勢となりつつある。しかし、日本では原発の再稼働が進められ、再生可能エネルギーには抑制的な動きがみられる。本報告では、世界動向を分析し、日本の課題について考察する。

### 2. 研究方法

世界の再生可能エネルギー普及動向は各国国際機関のデータに基づき分析し、COP21 の動きもまとめる。日本の現状と課題に関して、エネルギー基本計画や政府方針、電力会社の対応等を検討、考察する。

### 3. 結果および考察

#### 3-1. 新設発電設備への世界の投資額と導入設備容量

UNEP (2016) の調査によると、2015年の世界の発電設備への投資総額4588億ドルの電源別構成比率は、大規模水力発電を除く再生可能エネルギー発電が最高で56.7%を占めたのに対し、石炭と天然ガス火力を合わせた化石燃料発電はその半分以上の28.3%、大規模水力発電は9.4%、原発は4.4%に過ぎなかった。全再生可能エネルギー発電は実に67.3%と総発電設備投資の3分の2以上を占めた。

その結果、2015年の新設発電総設備容量2億5300万kWのうち、大規模水力以外の再生可能エネルギー発電が1億3400万kW(53.0%)、大規模水力発電が2200万kW(8.7%)、合わせて1億5600万kW(61.7%)に対し、石炭火力は4200万kW(16.6%)、天然ガス火力は4000万kW(15.8%)、原発は1500万kW(5.9%)であった。2013年以降3年連続、全再生可能エネルギー発電設備の比率が60%以上となった。

先進国と途上国での投資額をみると、先進国は2015年には1300億ドルで、最高を記録した2010年の1910億ドルより減少傾向にあるが、途上国は1560億ドルで先進国(1300億ドル)を初めて上回り、史上最高額となった。2004年比では、2015年の投資額は先進国では3.5倍であったのに対し、途上国では173.3倍に激増している。国別では、中国は1029億ドルで最高、次いでアメリカの441億ドル、日本の362億ドル、以下イギリス、インド、ドイツ、ブラジル、南ア、メキシコ、チリの順である。

#### 3-2. 最近の世界の再生可能エネルギー動向

世界の資源別エネルギーの2014年の消費量の2000年比での倍率は、太陽光発電が181倍、風力発電が24倍、バイオ燃料が8倍、地熱・バイオマスが2.6倍、水力が1.5倍ですべて、化石資源の1.4倍を上回り、原子力は0.96倍で2000年よりも減少している。とくに太陽光、風力発電の伸びは著しい。

再生可能エネルギー発電設備容量は急速に伸びており、2006年から15年までの9年間の年平均伸び率は再生可能エネルギー発電総量で7.5%に達し、2015年には19.9億kWに達した。種類別では最大が水力発電で2015年の設備容量は12.1億kW(60.9%)であるが、最近では風力発電や太陽光・熱発電の伸びが著しく、それぞれ4.3億kW(21.8%)、2.3億kW(11.4%)となっており、バイオマス発電は1.0億kW(5.2%)続いている。2006年と比較すると、水力の比率が大きく低下した。

再生可能エネルギー発電量も21世紀に入ってから急増し、2014年には5兆2852億kWhで原子力発電の2兆5368億kWhの2倍以上に達している。

#### 3-3. 国別の総エネルギー中再生可能エネルギー比率

各国の総エネルギー中の再生可能エネルギー比率も上昇し続けている。2014年時点で50%以上の比率に達している国はすでに29カ国に達しており、150%近くのパラグアイを先頭に90%台が3カ国、80%台が8カ国、70%台が3カ国、60%台が7カ国、50%台が7カ国ある。89%のアイスランド以外は発展



途上国であり、エネルギーの種類ではバイオマス中心の国が多い。

また、OECD加盟の主要19カ国の2000年と2014年の再生可能エネルギー比率を調査したところ、日本は2000年時点ではドイツやイギリスより上位であったが、2014年では日本はオランダと並ぶ5%で最低であった。ノルウェー以外の国は比率を伸ばし、特にドイツ、デンマーク等は飛躍的に伸びている。北欧諸国やニュージーランド、オーストリアは30%前後、あるいはそれ以上の高比率に達している。

### 3-4. COP21 で現れた新たな動き

2015年11月30日から12月7日までパリで開催されたCOP21では、世界的に再生可能エネルギー優先社会を求めるいくつかの新たな動きが強まった。その主要なものを列記しておく。

「気候脆弱国フォーラム」(30カ国)は、気温上昇を1.5°C未満に抑制することを主張するとともに、「2050年までに再生可能エネルギー100%と脱炭素化によってCO2排出ゼロを実現する」ことを求めた。「国際太陽エネルギー同盟」がインドのモディ首相の提唱で設立され、南北回帰線内の熱帯地域を中心に120カ国以上が参加。2030年までに10億kWの太陽発電導入を計画している。「世界地熱同盟」が38カ国の参加で設立され、2030年までに2014年レベルより500%増加、熱利用を200%増加させる方針を打ち出した。「アフリカ・再生可能エネルギー・イニシアティブ」は、アフリカ地域に2020年までに新たに1000万kW以上、2030年までに3億kW以上の再生可能エネルギー導入を目指し、アフリカ開発銀行等のさまざまな機関がバックアップする。「地域リーダー気候サミット」では、世界の1000の自治体首長や地域リーダーたちが、2050年までに再生可能エネルギー100%実現(温室効果ガス80%以上削減)を目指すことで合意した。このように世界は再生可能エネルギー優先社会を目指して動き始めている

### 3-5. 日本の再生可能エネルギーをめぐる動きと問題点、課題

一方、日本では再生可能エネルギー普及に抑制的な動きが現れている。2012年7月のFIT(電力買取制度)開始以降、太陽光発電を中心に普及が進み始めていたが、政府は「エネルギー基本計画」で原発や石炭火力発電をベースロード電源に位置づけ、九州電力など7電力会社が需給バランスの調整困難を理由に太陽光発電等の導入を実質的に抑制することになった。他方、原発は再稼働を推進する方針であり、多くの石炭火力発電所の新設も進められつつある。

このままでは、原発の過酷事故が再発する危険性が高まり、1.5~2°C未満に気温上昇を抑制する温室効果ガス削減の国際的責務を果たすことはできない上、日本の経済・産業発展の面からも問題である。欧州諸国が実施しているように、電力供給構造における原発や石炭火力のベースロード電源としての位置づけをやめ、再生可能エネルギー優先の供給構造に切り替え、石炭火力は調整電源に位置づけ、再生可能エネルギー比率を飛躍的に高めるべきである。さらに、再生可能エネルギー熱利用推進政策を打ち出すべきである。国産森林資源を有効活用する小規模木質コージェネレーションを普及させ、太陽熱や地中熱利用も積極的に推進するための「再生可能エネルギー熱法」の制定が望まれる。

最近、IRENAは、再生可能エネルギー利用を倍増させた場合の世界と各国の経済や生活への影響を分析した報告書を発表した。それによると、再生可能エネルギーを電力中心に倍増させた場合もバランスよく倍増させた場合も世界のGDPは従来シナリオよりも向上するが、国別では、日本は最高水準のGDPアップが予測されている。GDP上昇率が、前者の場合、日本は世界トップの+2.3%、後者の場合でも+3.6%でウクライナの+3.7%に次ぐ第2位であり、他の諸国よりもきわめて大きいことが判明している。

早急に再生可能エネルギー優先社会を目指す政府の樹立とエネルギー基本計画の改正を実現し、再生可能エネルギー抑制方針を停止させることが、国際社会にとっても日本にとっても重要である。

## 4. 参考文献

UNEP & Frankfurt School, “Global Trends in Renewable Energy Investment 2016”, 2016

IEA, “Renewables Information 2015”, 2015

IRENA, “Renewable Energy Benefits: Measuring the Economics”, 2016

BP, “Statistical Review of World Energy 2015”, 2015

和田武『再生可能エネルギー100%時代の到来～市民パワーでCO2も原発もゼロに！』あけび書房、2016

## 京都府内の地球温暖化防止活動における連携・協働の状況

○豊田陽介（特定非営利活動法人気候ネットワーク）・野田浩資（京都府立大学公共政策学部）

連絡責任者：豊田陽介（toyota@kikonet.org）

キーワード：温暖化対策、パートナーシップ、人口減少

### 1. はじめに

温室効果ガスの大幅削減を進め、脱炭素社会を構築していくためには、温暖化対策が地域の課題解決や発展につながるものであることが広く認識され、地域社会での地球温暖化対策が地域の多様な主体による連携・協働によって進められていくことが必要である。そこで本研究においては、地球温暖化防止活動に関する連携・協働について京都府域全体での現状把握を行うとともに、それぞれの自治体でも採用可能なパートナーシップ型の温暖化対策の手法のあり方について提言を行うことを目的として、京都府内の自治体と民間団体や温暖化対策地域協議会（以下、地域協議会）、京都府地球温暖化防止活動推進センターなどとの温暖化対策における連携や協働の状況に関するアンケート調査、聞き取り調査を実施した。

本研究では、調査結果をまとめるとともに、自治体と地域住民、民間団体の今後のパートナーシップのあり方について整理・考察し、実践的な提案を試みる。

### 2. 調査の方法

特定非営利活動法人気候ネットワークと地域環境社会学研究会（代表 京都府立大学公共政策学部准教授 野田浩資）による共同研究として、京都府内の自治体と地域協議会、民間団体、京都府地球温暖化防止活動推進センターを対象に、2014年度から2015年度にかけてアンケート調査、聞き取り調査を実施した。自治体を対象としたアンケート調査については、2014年8月末から9月半ばごろにかけて実施し、府内全26自治体（京都府を除く）からの回答を得た。民間団体を対象としたアンケート調査については、2014年11月中頃から12月上旬にかけて46団体を対象に実施し、27団体からの回答を得た。聞き取り調査については、2014年度は3自治体、4団体を対象に実施し、2015年度は3自治体、3団体を対象に実施した。

### 3. 調査の結果

第1に、京都府内の北部と南部の自治体では、温暖化対策に取り組む背景や、その政策的な位置づけが異なることが確認された。このように北部地域においては、人口流出や地域経済の衰退という問題に対応していくことが重要な政策課題になっているからこそ、実施される温暖化対策もまた地域課題の解決や地域経済・社会の活性化に寄与するような手法や内容で実施されていると考えられる。特に森林などの自然的な地域資源については、有効活用することによって地域の活性化につなげていこうとする考えが見られる。

一方、南部地域では、人口減少地域もあるものの、減少率が10%以上の地域は少なく、微減、微増から20%以上の人口増加地域まである。特に近年人口増加が著しい地域においては、地球温暖化をはじめとする地球環境問題よりも、人口の増加・移動とともに住民生活を支えるライフラインや公共施設の整備・拡充や、開発に伴う景観や森林や河川などの自然環境の保全・再生に取り組んでいくことが喫緊の課題となっている。そのため環境政策においても温暖化対策よりもごみ問題への対応や自然環境保全・



再生などの活動が優先される傾向が見られる。

パートナーシップの状況については、南部地域では普及啓発や環境教育が活動の中心になっていることもあり、連携や協働の対象が、一般住民やコミュニティ、学校などが中心であるのに対して、北部地域では森林活用や地産地消、エネルギー関連事業などに取り組んでいる関係から、連携・協働先として森林組合や農業、商工関係団体などが含まれてくるなど、パートナーシップ組織や計画推進組織のメンバー構成にも、同様の差異が見られることが明らかになった。

第2に、人口減少の著しい「人口減少地域」、人口が一定の範囲で推移している「人口安定地域」、人口が増加傾向にある「人口増加地域」に分けて地域を見た時、自治体の地域特性に応じた固有の課題があることが明らかになった。

人口減少地域においては、温暖化対策以上に人口減少対策や産業振興が重要で、温暖化対策にまで人手や予算をまわすことができず、ともすれば温暖化対策は義務や負担として受け止められがちである。こうした地域において温暖化対策を進めていくためには、温暖化対策を単なるCO2削減のためだけの対策としてではなく、地域の産業や経済、生活、交通などと合わせて実施することで相乗的な効果を上げることができる、総合的な政策として位置づけていくことが求められる。

人口安定地域の幾つかの自治体では、2000年初頭から、自治体の環境基本計画や温暖化対策実行計画の策定時から市民参加で取り組み、地域住民を中心とした計画推進組織や温暖化対策地域協会を設置してきた。しかしながら、近年は、設立からかなりの年数を経過した団体もあり、メンバーの固定化や高齢化から、活動の頻度が組織の設立当時に比べて停滞気味になり、当初計画に位置づけられた役割を果たせなくなっている組織も多く、市民参加の推進のためにも推進組織の見直しと再編が大きな課題となっている。

人口増加地域においては、地球温暖化をはじめとする地球環境問題等への対応以前に、人口の増加・移動とともに地域住民の生活を支えるライフラインや公共施設の整備・拡充や、開発に伴う景観や森林や河川などの自然環境の保全・再生に取り組んでいくことが喫緊の課題となっている。そのためそれ以外の政策の優先順位は低くなりがちで、温暖化対策についても十分な人手や予算がないために、対策が進んでいない。これらの地域では、今後のまちづくりの中に温暖化対策の要素を取り込み、低炭素で持続可能なまちづくりを進めていくことが求められる。

#### 4. まとめ

調査の結果、京都府内の各地域において、第1に、京都府内の自治体の取り組みにおいては、京都府内の北部地域と南部地域の間で地域差が見られること、第2に、自治体の人口動態によって重視する政策や課題に差異があることが明らかとなった。これらの課題を踏まえ、京都府内自治体の温暖化対策の今後のあり方として「人材養成と活動の場づくり」、「広域的な連携強化」、「温暖化対策と地域課題解決の統合」を進めていくことを提言したい。

#### 引用文献

- 気候ネットワーク・地域環境社会学研究会（2016）『京都府内の地球温暖化防止活動における連携・協働に関する調査結果報告書2』（京都府立大学地域貢献型特別研究費研究成果報告書、全54頁）。
- 気候ネットワーク・地域環境社会学研究会（2015）『京都府内の地球温暖化防止活動における連携・協働に関する調査結果報告書』（京都府立大学地域貢献型特別研究費研究成果報告書、全84頁）。

## 中国におけるバイオマスペレットの現状と課題

任艦航・佐藤高晴（広島大学総合科学研究科）

連絡責任者：任艦航（nikankou@yahoo.co.jp）

キーワード：中国、バイオマス、ペレット、ペレットストーブ

### はじめに

中国では木材工場から排出する樹皮、おが粉、端材などの製材副産物と農業残渣などのバイオマスを圧縮成型した固形燃料がバイオマスペレットと呼ばれている。近年、環境への意識の高まり、化石燃料の代替であり、こうしたクリーンエネルギーである燃料ペレットの利用が注目されてきている。木質ペレットの商業生産は、1970年代にアメリカのオレゴン州で始まったとされる。このころの北米では製材工場の大型化が進んでいて、大量に発生する大鋸屑の処理が問題になっていた。おが屑はそのままでは燃料になりにくい。これをペレットにすることで優れた燃料になったのである<sup>1)</sup>。

中国では、1980年代からペレット産業が発展してきたが、その発展の速度は前期が遅く、後期が速い特徴がある。そして、2014年には、アジアの中で、大型工場89箇所年間500万トン<sup>2)</sup>の生産能力を持つペレット生産大国になったと言われている。

本研究では、中国におけるバイオマス熱利用方法の一つとしてのバイオマスペレットの生産の現状と利用状況を把握した上で、中国でバイオマス産業が発展してきた理由を考察し、中国のバイオマスペレットの問題点と課題を明らかにすることを目的とした。

### 研究方法

文献調査：インターネットで関連文献を調べ、信用性がある情報を集めた。

現地調査：現地の役人と話し、実情に関する情報を集めた。

調査項目

- ① 中国における一次エネルギー消費の割合の調査。
- ② 中国におけるバイオマスとしての森林資源状況の調査。
- ③ 中国におけるバイオマスペレット種類、規格の調査。
- ④ 中国におけるペレット製造主体及び製造機械価格と性能の調査。
- ⑤ 中国におけるペレット燃焼装置の利用状況と価格の調査。
- ⑥ 中国におけるペレット市場構成、製造コスト、市場価格の調査。

分析：文献と現地調査から集めた情報に基づき、中国のバイオマスペレットの現状と課題を分析する。

### 結果

1. 再生可能エネルギー発展状況：2013年に中国は一次エネルギー消費の中での石炭と水力を除いた再生可能エネルギーの割合は67.5%と1.5%<sup>3)</sup>であり、エネルギー源は主に石炭に頼っている。

2. 森林資源：中国では国土面積の21.6%<sup>4)</sup>が森林である。そして、人口林1ha当たりの蓄積量は約36m<sup>3</sup><sup>5)</sup>に過ぎない。これは、日本の人口林1ha当たりの蓄積量、約八分の一である。

3. ペレット種類と規格：中国では、木質、わら、農業副産物の、三種類のペレットに分けられ、スウェーデンのSS187120規格をベースに製造されている<sup>6)</sup>。

4. ペレットを製造する主体の状況：中国では、個人がペレット製造を行っていることが多く、技術認

証を取得していない小型ペレット製造機が市場で売られ<sup>7)</sup>、価格も機能も多種多様(60万円～500万円)<sup>8)</sup>な状況になっている。

5. ペレット燃焼装置：中国ではペレット燃焼装置の使用は、主に、農村の家庭で行われ、暖房に使われている<sup>9)</sup>。しかし、ペレットストーブの価格(8万円)は石炭ストーブ価格(2万円)より高い<sup>10)</sup>。

6. ペレット市場構造：中国は産業チェーンができていない<sup>11)</sup>が、ペレット生産コスト(10円/kg)と販売価格(15円/kg)<sup>12)</sup>の差が小さい。

## 考察

1. 中国では、バイオマスペレット産業は発展の前期では遅く、後期では速い特徴がある。その後期に環境への意識が高まり、急速に増えた石炭消費量を減らす目的として、政策的に対策が行われた。その特徴になったのは、政府の対策が原因だと考えられる。

2. 森林不足な中国では、バイオマスペレットとして森林資源にとともに農業残渣も大量に利用していると考えられる。今後、中国でのバイオマスペレットの用途についても調べたいと考えている。

3. ペレットの原料が違うことによって、ペレットの生産コストも異なり、燃焼装置も異なってくる。また、ペレットの規格が異なる原因にもなっている。

4. 中国ではペレット製造機の技術認証標準がないことが、小型ペレット製造機の価格も機能も多種多様な状況になっている原因と考えられる。

5. 中国では家庭用ペレットストーブの価格が石炭ストーブより高いため、政府の支援の下で中国国内での普及が進められているという状況になっている。

6. 中国では、ペレット生産コストが安く、市場競争力が強いいため、近年のペレット生産と輸出の急激な増大に繋がっていると考えられる。

## 引用文献

- 1). 岐路に立つ日本の木質ペレット産業、「週刊 環境ビジネスオンライン」、2013年
- 2). バイオマス成型燃料技術発展状況と方向、風卓科技、  
2015<http://www.forgetech.cn/newdetails-23.aspx>
- 3). 中国国家统计局データ 2014
- 4). 第八次全国森林資源調査資料(2009-2013)
- 5). 中華人民共和国国务院新聞事務所、国新網、2014
- 6). 行業標準、中国人民共和国行業標準、2014
- 7). バイオマス成型燃料技術発展状況と方向、風卓科技、2015
- 8). 小型ペレット機と飼料ペレット機の価格比較、潤聯網、2012
- 9). 石炭ボイラーの代わり木質ペレットストーブの効果分析、陳喜龍、劉義強、李建、2011
- 10). バイオマスペレットストーブと石炭ストーブ排出物の比較、耿春梅、陳建华、王歆华、杨文、殷宝辉、刘紅杰、2013
- 11). わが国木質ペレット市場突破口分析、李際平、陳喜龍、劉義強、譚躍輝、嚴永林、2010
- 12). バイオマスペレット燃料投資計画書、中南林業科技大学バイオマス研究所、2010

## ISA を主導するインドの諸活動と意義

○和田幸子 (元・神戸外大)

連絡責任者; 和田幸子 (ZVD06522@nifty.com)

キーワード; International Solar Alliance=ISA (国際太陽同盟)、COP21、Ministry of New and Renewable Energy=MNRE(新・再生可能エネルギー省) National Institute of Solar Energy = NISE (国立太陽エネルギー研究所) , Jawaharlal Nehru National Solar Mission=JNNSM

## 1. はじめに

昨年12月のCOP21では、いくつもの貴重な国際的合意事項が決定された。International Solar Alliance=ISA (国際太陽同盟) もその一つであるが、これが途上国インドからの提案で決定されたものである点に、強い関心をもつものである。これまで途上国の多くは、その経済社会の発展の initiative をいわゆる先進国に委ね、国家としての基本姿勢を確立する事さえ困難になる場合もあった。しかし、21世紀の世界でそうした途上国の多くは、海洋資源、山林バイオマス、バイオガス資源、新鮮な風、何よりも豊富な太陽の資源に恵まれている事を確認できるようになり、もはや途上国は従来型の発展を志向する先進国に気兼ねする必要は少なくなった。ISA の提案の背後にあるものは、熱帯の途上国が豊富にある太陽エネルギーという自らのエネルギー資源に基づく未来社会への歩みを進められるという自信をもったことであった。COP21 でのインドのモディ首相の ISA 提案には、直ちに121カ国が参加表明し設立が決定されたものである。

## 2. 研究方法

世界の再生可能エネルギー普及の動向等については IRENA(国際再生可能エネルギー機関)、FS-UNEP 協力センターの報告書、インドの Ministry of New and Renewable Energy(新・再生可能エネルギー省)の各年報、Akshay Urja(『再生可能エネルギー』誌)各号、India Solar Weekly (Bridge to India 刊)各号の情報を総合した。また、本年2月にはインドにおける現地調査を行い、タミル・ナドゥ州やハリヤナ州の住民の生活との関わりで調査を行った。その他、デリーにおけるエネルギー研究所(The Energy Research Institute=TERI)や National Institute of Solar Energy = NISE (国立太陽エネルギー研究所) その他の研究者へのインタビューの結果も含まれている。

## 3. 結果と考察

## 3-1 途上国の動向とインド NISE

インドでは、再生可能エネルギーを、国の主要エネルギーに位置づけている。そのために政府は、「新・再生可能エネルギー省」をつくり、独創的な諸政策を遂行してきたが、経済活動の活発化や人々の生活の近代化にともなってエネルギー需要は増大する一方である。その実態については、すでに触れてきたように風力資源への依存が最大であるが、第10次計画期の後半以降 JNNSM 計画が実施され、太陽光・熱資源の利用が推奨されるようになると徐々にその割合を向上させるようになった。

インドでは、特に農村部に多くの人口を抱えており、必ずしも系統連係されずに自家消費またはコミュニティ内で生産・消費する Off Grid の電力、または農村型バイオマス発電やソーラー・クッカー、そして太陽熱温水器などが多用されるようになった。近年では太陽熱発電の技術も向上し、JNNSM によってそれは太陽光と同量の発電容量を備え、蓄熱も可能な事から時に大規模な施設のエネルギー需要を賄うのに充当されるようになった。また、ソーラー・クーリング設備(冷房や冷蔵庫等)のエネルギーとしても非常にきめ細かく利用されるようになった。NISE では、CO2 排出量を15年対2005年比33~35%削減する方針のもとに、2030年までに発電の40%を非化石燃料でまかなう目標を設定した。そのためにソーラー発電への投資額を、2014年の31億ドルから2015年には56億ドル(3800億ルピー)に増額した。また、IITB(インド工科大学ボンベイ校)に国立太陽光研究・教育センターを開設し、専門家の育成に当てることにしたのである。

熱帯または亜熱帯地方に属するインド亜大陸ではあっても、太陽エネルギーの賦存度は地理的条件によって地域による差異はある。今後このエネルギー資源の利用技術が革新され、さらに効率を高めるように大きな期待を寄せているのである。太陽エネルギーへの関心の高まりは世界的に広がっている折から、化石資源からの脱却する国際太陽同盟 (ISA) の成立はインド自身にとっても真に待たれるものであった。インドは、ISA 本部のために、ハリヤナ州の国立太陽エネルギー研究所 (National Institute of Solar Energy=NISE) の構内に、5 エ

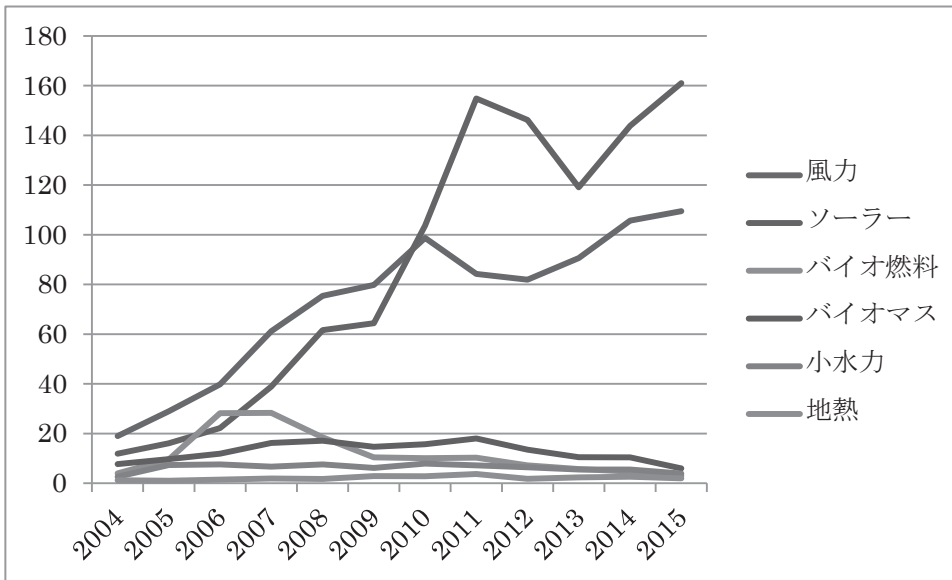


ーカーの土地と、その元手資金として 17 億 5000 万ルピーを提供し、設立当初から 5 年間の会議費用を引き受ける（合計約 3000 万ドル相当）を約束した。このようにインドが ISA を熱心に主導し多額の投資を行うのは、同じ様な条件にある途上国と協力しながら、早急に化石資源からの脱却を図るためである。

### 3-2 世界の太陽エネルギー投資動向と ISA

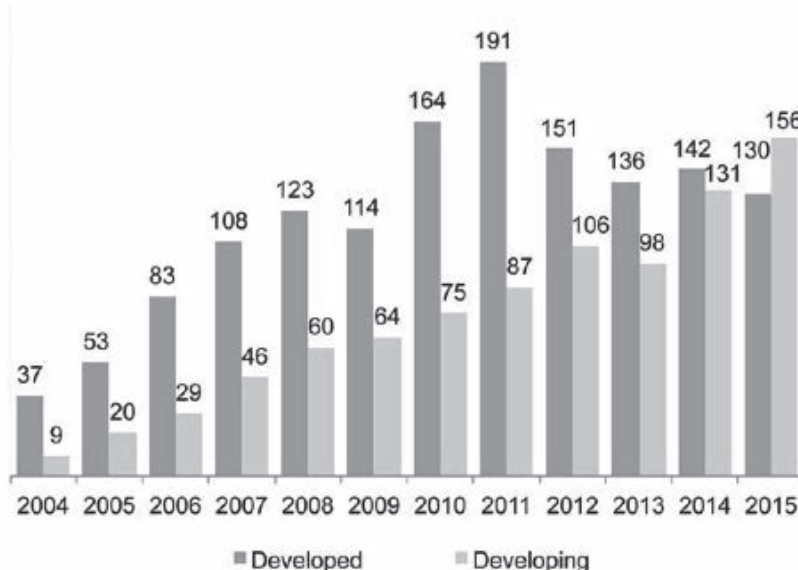
図 1 において、世界の再生可能エネルギー関連の世界の投資動向をみれば、特に太陽エネルギー関連への投資が飛躍的に増大している状況を知ることができる。その投資額は 2010 年に 1037 億ドルに達し、風力への投資金額を遥かに凌駕した。図 2 によれば、2015 年の投資が途上国からの投資金額 156 億ドル（中国を含む）は先進国の 130 億ドルを上回っており、ISA が熱帯の途上国を中心に拡大する意図とも一致する。

図 1 ; 再生可能エネルギー関連投資金額の動向 (単位 ; 10 億 US ドル)



FS-UNEP Collaborating Center 2016 資料より作成

図 2 ; 先進国と途上国別、再生可能エネルギー関連新規投資 (単位) 10 億 US ドル)



FS-UNEP Collaborating Center 2016 資料

## 4. まとめ

インドの提案によって成立した ISA が、今日の国際的役わりに十分に応えるためには、技術的な蓄積のある先進国の協力も不可欠である。ISA には日本も加盟を表明しているが、地球環境の悪化を防ぐために、国民レベルにおいてもより積極的に協力する事がとめられているのではないかと思う。

引用 ; 拙稿 ; 「再生可能エネルギー “先進国” インドの今④」(『地球温暖化』誌 May, 2016)



## ひおき小水力発電推進協議会の取り組みと地域再生

八木 正 (鹿児島国際大学経済学部)

連絡責任者：八木 正 (yagi@eco.iuk.ac.jp)

キーワード：小水力発電、地域活性化、仕掛け案、ひおき未来基金、空き家活用

### 1. はじめに

鹿児島県日置市は、薩摩半島の中央部に位置し、東は鹿児島市と隣接、西は東シナ海に面し、ウミガメも上陸する日本三大砂丘・吹上浜がある。シラス・チリメン・イリコなどの漁業、イチゴやお茶などの農業が盛んで、美山地区は薩摩焼の里として知られ、妙円寺詣りなどの伝統行事も行われている。

このひおき地域も他の中山間地域と同じく、過疎化・少子高齢化に直面している。その中で、地域独自の資源を利用する小水力発電事業を行い、これを地域の活性化に結び付けていくことを意図してつくられたのが、ひおき小水力発電推進協議会である。

### 2. ひおき小水力発電推進協議会の概要と目的

ひおき小水力発電推進協議会は、図1のように地域の個人・団体が協力しあって運営される組織として、平成26年度に発足し、理事会のもとに、検討委員会が設置され、「農山漁村活性化再生可能エネルギー事業化推進事業」としての事業構想を練ってきた。

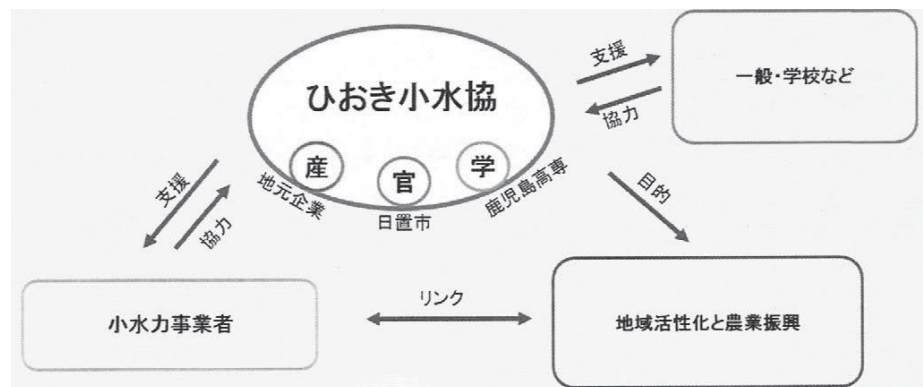


図1 ひおき小水力発電推進協議会組織図

この事業の目的は、「地域の活性化並びに農林漁業の振興をめざし、小水力発電の円滑な普及発展の推進を図り、当該地域の持続可能なエネルギー供給による循環型地域社会と環境保全に寄与すること」とされている。

この目的は大きく二つに分けることができ、その第一は日置市内の3地点を選定し、小水力発電を事業化することである。それぞれの地点で、水車の選定や事業性調査、許可申請手続きなどとともに、各地区の地元住民のヒアリングを行い、意見、要望等を聴き取る作業が行われた。小規模ながら事業性が認められ、小水力発電（今後、他の再エネにも事業拡大する可能性あり）の経営事業体として、日置市と地元企業が中心となって「ひおき地域エネルギー（株）」を設立する方向が定められた。

他方、第二の目的は、この水力発電事業で得られる収入を、地域を盛り上げる活性剤とし、地域振興に生かしていくための「仕掛け案」を策定・提案することである。

この仕掛け案を策定するために、ひおき内外のさまざまな人が参加してワーキングチームが発足した。全国組織や、小水力発電などの再生可能エネルギーを活用して地域活性化に取り組む先進地で活躍する人々を講師に呼んで学習したり、ブレインストーミングを行ったりして、熱心に議論を重ね、最終的に仕掛け案として、「ひおき未来基金の設立」と「空き家を活用した移住促進」を提案することとなった。

### 3. 仕掛け案提案書

#### ①ひおきみらい基金の設立

地域経済の好循環、ひおきの未来が明るくなる取り組みを支援するひおきみらい基金を設立する。

ひおき未来基金は、ひおき地域エネルギー（株）の事業収益の一部を基金に積み立てて、豊かな未来を創っていくプロジェクトに資金的援助（寄附）をする。

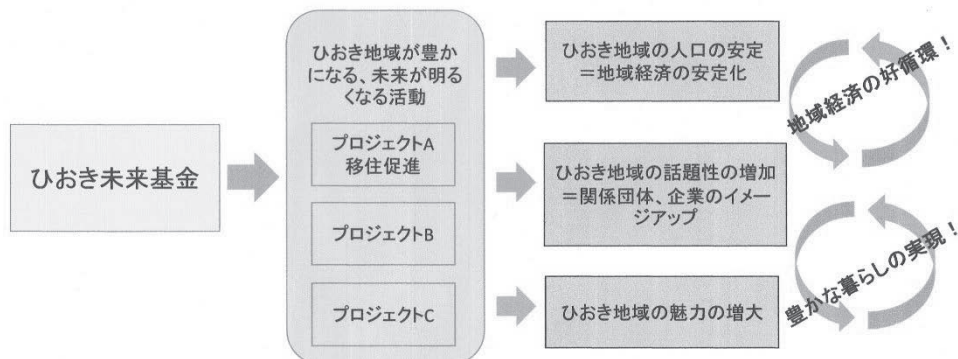


図2 ひおき未来基金のイメージ図

#### ②空き家を活用した移住促進

ひおき地域も高齢者だけが残り、子や孫の世代が地域外に出ていく傾向が続いている。多くの空き家が存在しているが、これを活用するために、情報発信をしたり、財政的な支援を行って古民家の再生にも取り組んだりして、移住を促進するための方策を行う。

#### ・空き家を活用した移住促進イメージ図

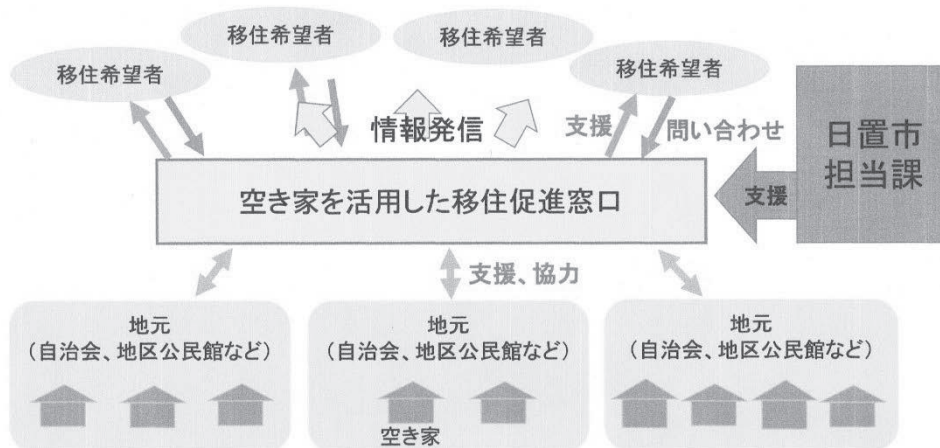


図3 空き家を活用した移住促進イメージ図

### 4. おわりに

ひおき小水力発電推進協議会で今取り組んでいる3地点の出力規模は非常に小さいが、なんとかこの小水力発電の取り組みを契機に、地域活性化に生かそうと、ワーキングチームで、仕掛け案を検討し、議論する様子は非常に熱く、雰囲気は素晴らしい。

小水力発電をはじめとした再生可能エネルギーで地域循環を実現し、産業振興につなげるとともに、その収入を活用するというだけでなく、こうしたプランを考え、実践しようとする地域の人々のコミュニケーションの輪が広がることとそが、地域の未来をつくっていくことになると考える。

### 5. 引用文献

ひおき小水力発電推進協議会『農山漁村活性化再生可能エネルギー事業化推進報告書』

## 南九州における畜産廃棄物とバイオマス発電

八木 正 (鹿児島国際大学経済学部)

連絡責任者：八木 正 (yagi@eco.iuk.ac.jp)

キーワード：家畜排せつ物、鶏ふん焼却、メタン発酵、バイオマスエネルギー

### 1. はじめに

日本で発生する各種バイオマスのうち、家畜排せつ物の年間発生量は 8,700 万トンにも達し (図 1)、平成 11 年の家畜排せつ物法の制定・施行で、野積みや素掘りなどが禁止され、再利用の方法が模索されてきている。宮崎、鹿児島両県は、肉用牛肉用種、豚、ブロイラーなどの飼養頭羽数において、両県が全国 1, 2 位を占めるなど非常に畜産が盛んな地域である。そのため、家畜排せつ物の発生量も多く、たい肥として農地に還元すると、両県とも適正窒素施用量を大きく超え、窒素が過剰になってしまう。また、悪臭や水質汚濁に対する苦情も多く、これらをどう防ぐかも大きな課題となっている。

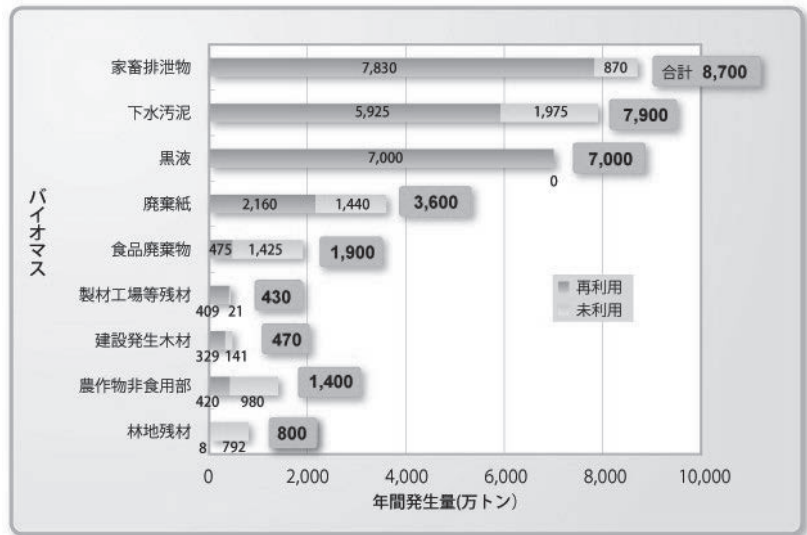


図 1 各種バイオマスの年間発生量

### 2. 宮崎県における鶏ふん焼却によるバイオマスエネルギー利用

こうした中で、宮崎県では、南国興産株式会社による「鶏ふんボイラー施設」(発電と熱利用) とみやざきバイオマスリサイクル (MBR) 株式会社による「鶏ふん発電施設」の二つの施設によって、県内で発生するブロイラーの鶏ふんの約 9 割がバイオマスエネルギーとしての利用がなされている。宮崎県のブロイラー年間出荷羽数約 1 億 1000 羽、鶏ふん量は約 25 万 3000 トンと試算されるが、南国興産で約 10 万トン、MBR で約 13.2 万トン、計 23.2 万トンが処理されるようになったのである。悪臭の防止にも対策がなされ、これによってブロイラーと鶏ふんをめぐる循環型エコシステム (図 2) が確立した。

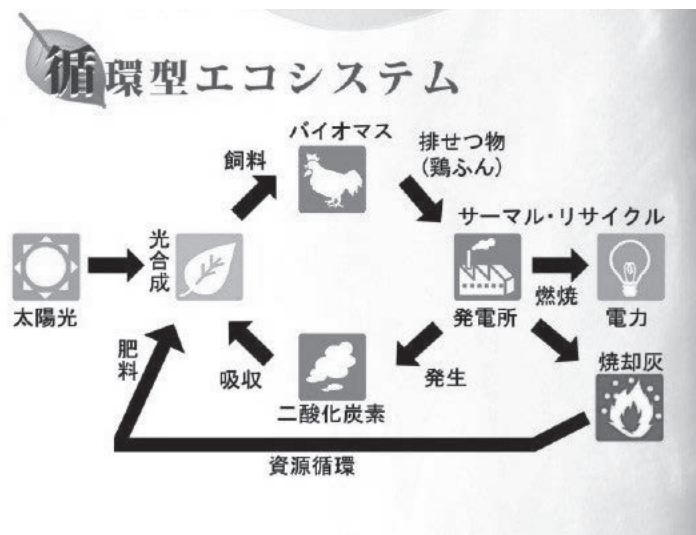


図 2 循環型エコシステム (MBR より)

鹿児島県さつま町にも鶏ふん発電施設 (南九州バイオマス) があるが、まだ鹿児島県では宮崎県のように鶏ふん発電がそれほど普及していない。ブロイラーの鶏ふんの場合、直接焼却が可能であり、成功例に倣って進めていくことが期待される。その一方で、採卵鶏の鶏ふんについては、熱量が不足するた



め、焼却処理が有効でないということであり、課題が残っている。

### 3. 牛ふん等のバイオマスエネルギー有効利用

これに対して、牛や豚などの家畜排せつ物はメタン発酵により、メタンガスを発生させ、発電などに利用するのが一般的である。図3は、高千穂牧場の資料から引用したもののだが、こうした循環システムによるバイオマスエネルギー利用を行っているのは、南九州においてはこの高千穂牧場バイオマスプラントの他には見られない。

高千穂牧場でも、消化液を液肥として農地などに撒く時期と回数などに苦慮し、牛ふんもかためのもとと柔らかめのを区別し、かためのふんはプラントに入れず、乾燥させてたい肥化するなど、苦労しながら運営している。

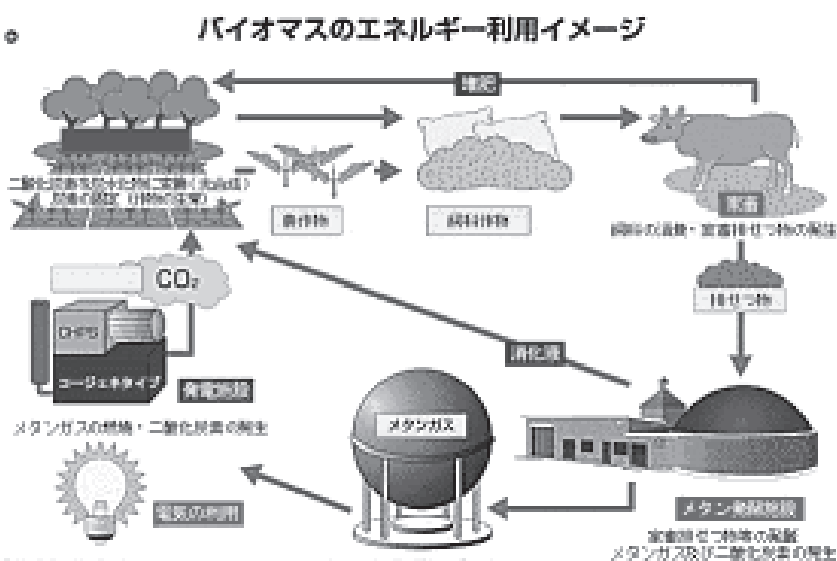


図3 高千穂牧場のバイオマスのエネルギー利用イメージ

### 4. おわりに

南九州においては、豚の糞尿などをメタン発酵処理して、メタンガスを発生させ、発電や熱利用のするバイオマス施設が現在見られない。鹿屋市などで取り組もうとしたが、結局失敗している。しかし、こうしたバイオマスによるメタン発酵施設は、うまくいけば、悪臭や水質汚濁などの地域環境問題を解決に導き、循環的な資源活用を行うとともに、当事者に経済的メリットをもたらすことができる。

これまでに成功事例として挙げられてきた京都府南丹市八木バイオエコロジーセンターや、大分県日田市バイオマス資源化センター、福岡県大木町おおき循環センターくるるん（図4）などの施設は、いずれも家畜排せつ物だけではなく、生ごみや食品廃棄物、あるいはし尿などと一緒に総合的に処理することによって、技術的にも経済的にも成功している。

南九州の各地域、自治体においても、家畜排せつ物だけを考えるのではなく、もっと幅広く全体を見通すような視野で、有機的な連関を考えつつ、進めていくべきであると考えます。

バイオガスシステムのフロー

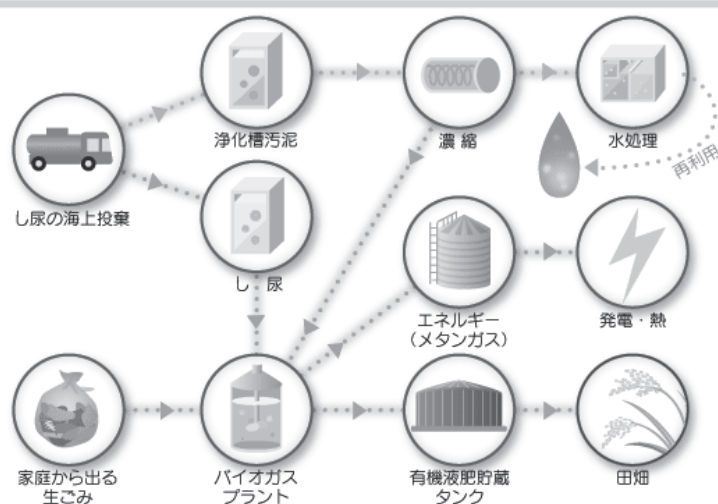


図4 おおき循環センターのバイオガスシステムフロー

### 5. 引用文献

## 地域におけるエネルギー自立の課題と可能性 —東広島市を例にして(2)—

○佐藤高晴 (広島大学総合科学研究科)

連絡先: staka@hiroshima-u.ac.jp

キーワード: エネルギー自立、環境モデル都市、組織体制

### 1. はじめに

地球環境問題、特に温暖化対策は喫緊の課題となっており、市町村などの自治体も市民と共に、早急にそれに対する取り組みを行う必要がある。しかし、多くの自治体ではその取り組みはとて充分とは言えない状況である。ここでは、東広島市における取り組みを紹介し、環境モデル都市などの先進都市との比較から、特に取り組みの推進体制についての課題を検討する。

### 2. 東広島市の取り組み

東広島市は、人口約18万4千人(平成27年3月)の古くから酒造りが行われてきた地方都市で、広島大学、近畿大学工学部、広島国際大学、エリザベト音楽大学の4大学に、バイオマス研究が行われている産業技術総合研究所中国センターなどが含まれるサイエンスパークがある。さらに、イームル工業(小水力)、豊国工業(水門、環境コンサルタントなど)、サタケ(脱穀、ペレット製造など)などの再生可能エネルギーに関係する有力企業も立地している。

東広島市では、毎年のように環境関係の計画などを策定している。平成21年には、2010年比温室効果ガス、2020年度20%以上削減、2050年度カーボン・ニュートラルの達成を計画した、東広島市脱温暖化プラン(地球温暖化対策地域推進計画)、平成22年には東広島市地域新エネルギービジョン、平成23年には東広島市バイオマスタウン構想、平成24年には東広島市環境基本計画、平成25年には東広島市役所地球温暖化対策実行計画が出された。

東広島市地域新エネルギービジョンでは、地球温暖化対策行動推進本部を設置し市の施設への新エネルギー等の導入や市の事務事業に関する温暖化対策について協議・実施することを計画した。温暖化対策地域協議会は、市民・市民団体・事業者への新エネルギー等の普及促進と温暖化対策について実践・啓発を行うとしている。また、諮問機関であり、環境業務の総括的な審議を行う環境審議会の設置を規定している。市内に2つ並立していた温暖化対策地域協議会は、「エコネットひがしひろしま」として拡大、統合された。

東広島市環境基本計画では、市民や環境保全団体、事業者等が参加し、市民や事業者等の取り組みの推進や進行管理を担う場として「エコネットひがしひろしま」を位置づけ、環境対策課を事務局とした「(仮称)東広島市環境基本計画推進会議」が市役所内に設置され、各部署間の調整と、市の取り組みの総合的な推進が企画された。

これまでの温暖化対策の計画などはすべて生活環境部環境対策課が策定したものであったが、平成27年6月には企画振興部企画課(当時)が東広島市環境先進都市ビジョンを策定し、今年4月に東広島市環境先進都市ビジョン行動計画(案)が出され、意見募集が行われている。

### 3. 環境モデル都市などの推進体制

東広島市と似たような規模で、温暖化対策が進んでいる自治体の推進体制を調べた。温暖化対策が進んでいる自治体として、環境省によって環境未来都市あるいは環境モデル都市に選定されている自治体のうち、東北大震災関連でない自治体を選び、その内、人口が5万人以上、50万人未満の8市(環境



未来都市2市、環境モデル都市7市；1市は両方に選定）を調査対象とした。環境省のサイト経由で各市のアクションプランなどを調べ、その中に示されている8市の温暖化対策の推進体制を下の表に示す。

市名	人口	議会(条例)	市長・役場	調整・連絡・評価・助言などの組織	加盟団体(市、大学・企業など)	外部との連携	備考
1 柏市	414,356人 (推計人口、2016年2月1日)	柏市地球温暖化対策条例(H17)	環境を含む3つの分科会に、担当部署が直接所属	柏の葉キャンパス・環境未来都市コンソーシアム  エコクラブほか20余・かしわ街エコ推進協議会	市、東京大学、千葉大学、三井不動産、スマートシティ企画、柏の葉アーバンデザインセンターなど		統括プロジェクトマネージャーは進行把握や優先順位の判断等、全体の調整を行う
2 富山市	418,932人 (推計人口、2016年2月1日)		市長が環境未来都市全般に関し、専決できる権利を有する、庁内推進本部	富山市カーボン・オフセット運営協議会  富山市環境未来都市推進協議会(会長は市長)、富山市環境未来都市アドバイザーグループ	市、婦負森林組合、立山山麓森林組合		J-VERの活用による森林の境界明確化、路網整備等の継続的な森林管理の課題解決の場  中核都市圏では全国で最も高い自動車分担率83.8%。
3 帯広市	168,540人 (住民基本台帳人口、2015年12月31日)		市長を本部長とする環境モデル都市市内推進本部	環境モデル都市推進協議会、5つの視点のワーキンググループ	市、市民、企業、大学、行政	環境未来都市構想推進協議会との連携	全国でも有数の大規模経営の畑作地帯
4 つくば市	228,164人 (推計人口、2016年2月1日)	つくば市環境基本条例(H10.10)	市長、関係部長などによる国際戦略総合特区及び環境モデル都市推進本部、関係課長で構成される「環境モデル都市推進プロジェクト会議」	つくば市環境都市推進委員会、つくば環境スタイルサポーターズ	市、市民、NPO、大学・研究機関、企業、行政や専門的な知識・経験のある人材		つくば3Eフォーラム、つくばグローバル・イノベーション推進機構、つくば市環境都市の推進に関する協定等
5 飯田市	101,618人 (推計人口、2016年2月1日)	飯田市再生可能エネルギーの導入による持続可能な地域づくりに関する条例(H25.4)	飯田市地球温暖化対策推進本部	飯田地球温暖化対策地域協議会(構成団体の中から選出された役員で構成する役員会と企画部会)	市、環境アドバイザー、消費者団体、女性団体、環境NPO団体、新エネルギー、省エネルギー関連事業者		
6 豊田市	422,957人 (推計人口、2016年2月1日)		市長を本部長とする環境モデル都市推進本部、環境モデル都市推進課	豊田市低炭素社会システム実証推進協議会	市、関係分野の先進企業、大学、団体		
7 宮古島市	51,380人 (推計人口、2016年2月1日)		市長を本部長とする「エコアイランド宮古島推進本部」	策定に際しては、地域代表・学識経験者・企業等で構成した「次期環境モデル都市行動計画策定委員会」を設置		大学や島外民間企業等との連携	
8 生駒市	119,344人 (推計人口、2016年2月1日)	生駒市環境基本条例(H11.3)	理事者と全部長による推進本部  生駒市エネルギービジョン(H26.3);環境部門のみならず、都市・住宅部門、産業部門、教育部門など全部局と連携して活動	環境モデル都市に係る推進協議会  生駒市環境基本計画推進会議ECO-net生駒  多様な地域主体の連携による推進組織を行政が主体となって設置	市(事務局)、市民や事業者、大学などの研究機関  市、団体(NPOなど)、事業者		大都市近郊型の住宅都市として全国で初めて選定

これによって明らかになったことは、多くの場合市長が、場合によってはプロジェクトマネージャーが強いリーダーシップを発揮できる体制ができていることである。また、各種団体から構成される推進協議会などには、多くの場合、市が直接参画し議論に責任を負っていることが分かる。

#### 4. 東広島市におけるエネルギー自立に向けた課題

東広島市においては、市長が市内全域での温暖化対策に強いリーダーシップを発揮する仕組みになっていない。東広島市地域新エネルギービジョンでは、地球温暖化対策行動推進本部を設置し市長がリーダーシップを発揮するとしているが、対象が市の施設・事務事業に限られている。本部長を市長とし対象を全市域に拡大し、構成を市の全部長とした組織が必要である。環境審議会は、現状では、諮問されたことのみしか答申できないが、制限を外す必要がある。また、地域協議会は、現状では、市(温暖化対策室)は事務局でオブザーバー参加であるが、他の先進都市のように、協議結果の尊重義務がある構成員になる必要がある。

幹線道路におけるPM<sub>2.5</sub>の距離別減衰調査の結果について

神戸 治夫 (川崎から公害をなくす会)

連絡先: 事務所 電話 044-211-0391

キーワード: PM<sub>2.5</sub> 汚染、住民測定、

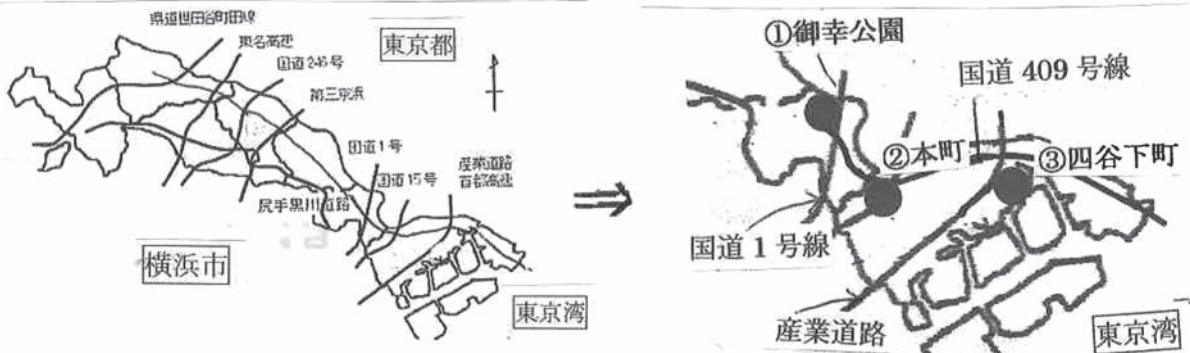
## 1. はじめに

PM<sub>2.5</sub>は、同じ粒子状物質であるSPMより粒径がさらに細かく、健康等への影響が非常に大きいと云われています。今回、その発生源の一つである自動車の幹線道路から離れるに従って、濃度がどの程度減衰していくものなのか調査してみました。

## 2. 調査日及び調査・測定地点等について

## (1) 調査地域及び測定機器について

調査地域は、川崎市と幸区内の国道1号線・同409号線及び産業道路について、周辺の状況を加味しながら選定し、沿道から50m間隔に測定地点を設定し各3分間の連続測定をしました。また測定機器については、柴田科学(株)のデジタル粉じん計LD-5を使用、気温・湿度・風速についても測定しました。



## (2) 調査日及び天候・周辺の状況 など

## ① 幸区/御幸公園 (国道1号線) 車道から0m 50m 100m 150mの4地点

イ 2015年10月27日(火) 午後1時45分~2時36分 晴れ 平均風速 0.80 (幸局SSW)

ロ 2015年10月28日(水) 午前11時00分~11時37分 晴れ 平均風速 0.30 (同NW)

ハ 2015年11月6日(金) 午前9時47分~10時28分 晴れ 平均風速 0.50 (同NNW)

[周辺の状況] 道路路面から2~3m低い場所ながら、広大な公園の中であり他に遮る建物などはない。測定地点から100m位北側に幸多摩線があり、その先は多摩川である。車道から200m地点は住宅地となる。直近の交通量は、昼間12時間で26,347台、大型車混入率15.2%(H22年度)となっている。

## ② 川崎市/本町 (国道409号線) 車道から0m 50m 100m 150m 200mの5地点

イ 2015年11月13日(金) 午前11時28分~午後0時09分 曇り 平均風速 0.35 (川崎局NNE)

ロ 2015年11月14日(土) 午前8時47分~9時25分 曇り 平均風速 0.38 (同N)

ハ 2015年11月17日(火) 午前8時30分~9時15分 晴れ 平均風速 0.16 (同WSW)

[周辺の状況] ここは、京急大師線の踏切や京急本線・JR線の両ガードがあるため、車線が縮まり常に渋滞を起こしている所である。50m地点までは片側に高いマンションがあるものの、その後ろは京急の車両基地や平屋の作業所となっている。直近の交通量は、昼間12時間で22,364台、大型車混入率28.6%(H22年度)となっている。

## ③ 川崎区/四谷下町 (産業道路) 車道から0m 50m 100m 150m 200mの5地点

イ 2015年9月28日(月) 午後3時22分~3時43分 晴れ 平均風速 0.34 (大師局SSE)

ロ 2015年11月5日(木) 午前9時02分~9時40分 晴れ 平均風速 0.20 (同NW)

ハ 2015年11月20日(金) 午前9時00分~9時37分 曇り 平均風速 0.22 (同NNW)

[周辺の状況] 産業道路から直角に、幅わずか6mの狭い道路で両側は学校の校庭になっており、一部公園に係る。道の両側には高木が並んでおり、自動車はめったに通らない。直近の交通量は、昼間12時間で24,051台、大型車混入率40.8%(H22年度)となっている。



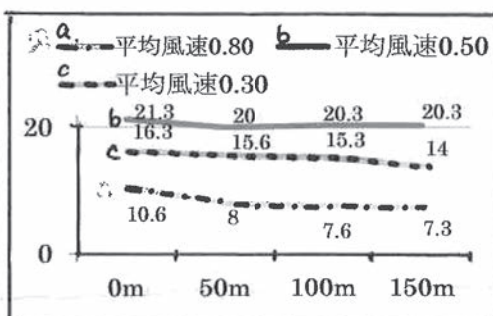
(3) 調査結果

上記3か所で調査した、調査の結果と特徴は次のとおりです。

(単位  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、平均風速の数字は、各測定地点ごとの平均風速の総平均)

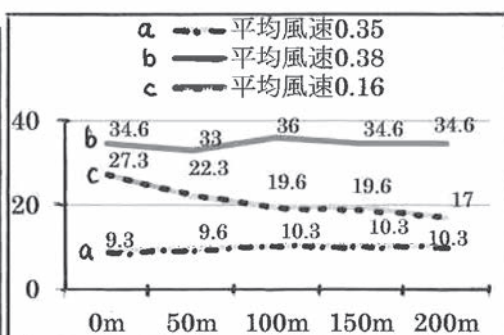
① 御幸公園 (国道1号)

3回とも、全体として距離減衰が認められ、特に平均風速 0.80m/s の時に顕著な傾向を示した。障害物がない広い空間では、汚染の拡散が進みやすいのかもしれない。



② 本町 (国道409号)

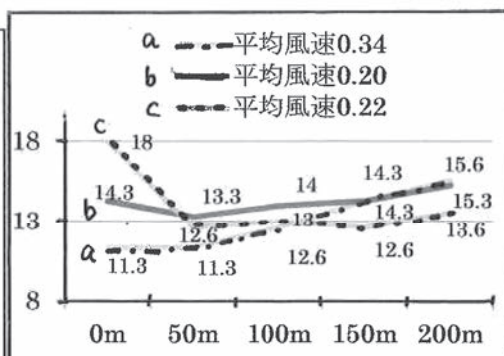
ここでも風速が弱い時に、典型的な減衰傾向を示した。それ以外では、汚染は横ばい傾向を示した。これは、建物等に関係しているのかもしれない。



③ 四谷下町 (産業道路)

3回の中で風速の弱い2回は、50m地点で濃度の低下が見られたが、全体として減衰は見られなかった。

これは、調査道路の幅が狭く(約6m)、産業道路からの汚染量の移入が少ないこと、また直近の工場地帯からの影響が大きいことが考えられる。



(4) 考察

① 道路の位置や周辺の建物・緑の配置・風速・風向など、多様な要因により様々な測定値が生ずることが分かりました。PM2.5は、粒径が小さく非常に軽いため、幹線道路交通量や調査地の地形・周辺状況のほか、特に風速や風向による影響が大きいことが推測されます。

またバックグラウンド濃度を考慮すると、自動車の影響のみで減衰調査することは困難な点が多い。

② その中で今回、距離による減衰は地形や周辺状況・交通量・気象条件等により様々ですが、大きく低下した場合でも、沿道から150m離れた地点で約3割程度の低下でした(下の表は、0m地点の濃度を1とした場合の減衰率)。

③ 今後さらに、調査地点や風速など現地地調査の精度を上げる工夫が必要です。



調査地	調査日	50m	100m	150m
① 御幸公園 (国道1号)	15. 10. 27	0.75	0.72	0.69
	15. 10. 28	0.94	0.95	0.95
	15. 11. 6	0.96	0.94	0.86
② 本町 (国道409号)	15. 11. 13	1.03	1.113	1.11
	15. 11. 14	0.95	1.04	1.00
	15. 11. 17	0.62	0.72	0.72
③ 四谷下町 (産業道路)	15. 9. 28	1.00	1.12	1.27
	15. 11. 5	0.93	0.98	1.00
	15. 11. 20	0.70	0.72	0.70

## PM2.5 汚染とみどりの保全～神社・寺院・教会における調査から

神戸 治夫 (川崎から公害をなくす会)  
 連絡先: 事務所 電話 044-211-0391  
 キーワード: PM2.5 汚染、緑の保全、住民測定、

### 1. はじめに(目的と趣旨)

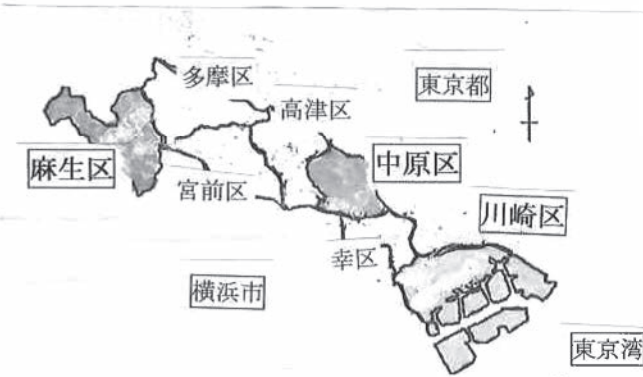
公害が、森林や緑を破壊してきたことが知られています。他方、森林や緑を保全することは、公害を減らしていく一つの手段ともいえます。日本人は、太古の昔から自然とともに人もその一員として暮らしてきました。身近にある神社は、地域住民の心の拠り所であり、アジアから渡来した仏教寺院も山号が示すように、我が国の自然と調和させてきました。これらと比べるとキリスト教は、自然と一定の距離を保ちどちらかと言えば人間を世界の中心に位置づけてきたのではないのでしょうか。そこで今回は、みどりの保全を軸に、①祈りの場である神社および寺院・キリスト教会がある場所で、緑の有無等がそれぞれPM2.5の汚染にどんな違いがあるのか ②市内で比較のみどりが多い麻生区とそうではない区とでは、汚染に何か特徴等があるのかを目的に実態調査をしてみました。

### 2. 調査区域及び調査日・測定地点等

(1) 市内の南中北部から1区ずつ、即ち川崎区・中原区・麻生区を調査区域とし、各区から神社・寺院・キリスト教会を各5か所づつ選定しました。測定地点は神社は鳥居の下、寺院とキリスト教会はそれぞれの山門や建物前(公道)とし、PM2.5は柴田科学(株)のデジタル粉じん計LD-5を使用して3分間の連続測定、また同時に気温・湿度・風速も測定しました。

#### (2) 調査日

- ① 川崎区 2015年7月 2日(木) 午後1時01分～4時5分 天気曇り 午前中降雨)
  - ② 中原区 2015年7月 8日(水) 午前8時41分～12時08分 天気曇り 一時雨模様
  - ③ 麻生区 2015年7月13日(月) 午前9時53分～午後5時47分 天気晴れ
- (このうち、7月8日は全市的に濃度が高く(最高値は川崎局 103 μg/m<sup>3</sup>・中原局 44 μg/m<sup>3</sup>)  
 7月13日は気温が非常に高い日であった(麻生局の最高気温 33.9℃)。



(表-1) 各区の特徴 -大気汚染とみどり (平成25年度)

		川崎区	中原区	麻生区
大気汚染	NO <sub>2</sub>	0.043	0.039	0.031
	SPM	0.070	0.057	0.056
	PM2.5	44.3	41.8	39.4
	Ox	0.031	0.056	39.4
みどり	山林原野	0	2.98	244.79
	都市林	0	1.86	51.57
	樹林地保面積(ha)	0	3,817	146.34

\*川崎市の発表並びに情報提供資料により作成

### 3. 調査結果

(1) 各測定地点の宗教施設の樹木の多少等の存在について、ランク付けし各区の平均濃度を集計してみました。その結果、(表-1)のように、高木の樹木など纏った緑があるCランクや緑の保全地区等があるDランクの地点は、AランクやBランクに比べて、PM2.5の濃度が低い傾向が見られました。

PM2.5の濃度を下げるには、排出源を抑えなければ減らないものの、樹木やみどりのまとまりが一定程度あると、汚染濃度が緩和されるのではないかと推定されました。

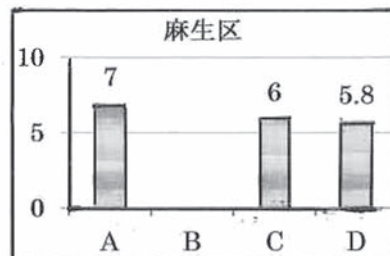
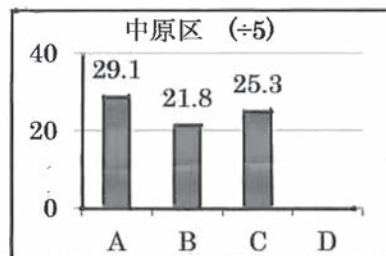
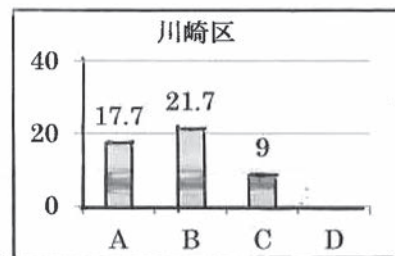
(表-1) 区別・各施設の樹林等の多少による、分類ごとの平均濃度 μg/m<sup>3</sup> ( )内は測定数



	A ランク	B ランク	C ランク	D ランク	合計
川崎区	17.7 (7)	21.7(6)	9.0 (2)	—	(15)
中原区	145.5 (7)	109.2(5)	126.6 (3)	—	(15)
麻生区	7.0 (6)	—	6.0 (4)	5.8 (4)	(14)

A と B ランクが占める割合  
 ・川崎区 13/15 87%  
 ・中原区 12/15 80%  
 ・麻生区 6/14 43%

備考：ランク A-樹林(高木) なし B-樹林(高木)あり(5~10 本位)  
 C-纏まった緑(社叢など)がある D-緑の保全地区等がある



(2) 各区ごとに、各宗教施設の平均濃度を出してみると(表-3)のように、仮説である 神社<寺院<キリスト教会 の傾向が認められたのは麻生区と中原区で、特に前者において明確でした。こうした傾向を示した要因は、区内に一定規模の緑や纏ったみどりがあるかどうか大きく影響していると思われます。山林原野や都市林がない川崎区では、この傾向が見られませんでした。

(表-3) 区別・各宗教施設ごとの平均濃度 ( )内は最高濃度  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

	調査日	神社	寺院	キリスト教会
川崎区	2015.7.2	19.4 (32.0)	19.0 (30.0)	16.2 (31.0)
中原区	2015.7.8	113.0 (170.0)	123.0 (169.0)	124.0 (216.0)
麻生区	2015.7.13	6.0 (7.0)	6.2 (8.0)	8.5 (9.0)

順位 ・川崎区 キリスト教会<寺院<神社 ・中原区 神社<寺院<キリスト教会  
 ・麻生区 神社<寺院<キリスト教会

(表-4) 各区・各施設における、樹林の有無などの状況

備考：ランク A-樹林(高木) なし B-樹林(高木)あり(5~10 本位)  
 C-纏まった緑(社叢など)がある D-緑の保全地区等がある

ランク	川崎区 (15)			中原区 (15)			麻生区 (14)		
	神社	寺院	教会	神社	寺院	教会	神社	寺院	教会
A	—	2	5	—	2	5	—	2	4
B	3	3	—	3	2	—	—	—	—
C	2	—	—	2	1	—	4	—	—
D	—	—	—	—	—	—	1	3	—

#### 4. 考察

以前から、森林や緑が二酸化硫黄や窒素酸化物を吸収し、大気汚染を和らげる効果があることは知られていました。今回の調査で、微小粒子状物質(PM2.5)についても同様な効果がありそうなことが分かりました。ただ、それがどの程度の吸収効果なのか、あるいは単なる障壁効果なのか等については、他の研究を待ちたいと思います。森林や緑は、温暖化対策にも有効です。

このことから、行政はもちろん事業者も市民も、さらにみどりの価値を認識し、現存するみどりの確保と保全等を進めて行くべきです。また、今回の調査した川崎区や中原区など市の南中部は緑が少なく、比較的多い麻生区でさえ、かつて全山が森林であったと思われる地域がいま、住宅の密集で覆われているのを目にしました。従って、今後一層、樹林やみどりが街づくりの中心に位置付けられて行くべきものであると考えます。

## 横浜市における大気汚染物質の輸送パターンと負荷量の特徴

奈良島弘也（東京都市大学環境情報学部）・○駒谷一樹・咸泳植（東京都市大学環境学部）

連絡責任者：咸泳植（yhamu@tcu.ac.jp）

キーワード：酸性雨、大気汚染、負荷量、輸送パターン、横浜市

### 1. はじめに

近年注目される大気汚染は、黄砂・PM2.5などの越境大気汚染、自動車の排気ガスや工場の排気などの化石燃料の燃焼や自然由来の火山噴火由来の大気汚染である。前報（咸ら、2014）では、①酸性雨の主な原因物質である硫黄酸化物と窒素酸化物の硫酸イオン（ $\text{SO}_4^{2-}$ ）と硝酸イオン（ $\text{NO}_3^-$ ）の大気沈着物の負荷量を評価した。②酸性雨の主な原因物質である硫黄酸化物の汚染源と思われる大陸、三宅島の雄山の火山噴火、横浜市の一部の焼却工場と大気由来の硫酸イオン（ $\text{SO}_4^{2-}$ ）沈着物との関連性を調べるために、各風向と月別の降水中の硫酸イオン濃度との相関関係を調べた。しかし、前報（咸ら、2014）では樹幹流と横浜市の森林面積による評価が無かったため十分な評価ができたとは言えない。本報では、①林地（林内雨+樹幹流）と林地外（林地外雨）に対して影響のありそうな汚染源（横浜市内の焼却炉、火山噴火、大陸からの越境大気汚染）との相関関係を調べて汚染源を解明し、それぞれの大気汚染物質の輸送パターンと負荷量の特徴について明らかにすることを研究目的にした。

### 2. 材料と方法

横浜市北部に位置する東京都市大学横浜キャンパスの中庭と保全林を拠点に、林地外雨2か所、林地内雨3か所、樹幹流5か所の計10か所の採水装置を用いて、月に1度以上のペースで降水を採水した（調査期間：2015年4月22日～2016年1月7日）。試水はポリビンに入れて分析まで冷凍保存した。試水の前処理としては、1mL容のテルモシリッジ（SS-01T、TERUMO）で1mLの試水を注入してから空隙のサイズが直径0.45 $\mu\text{m}$ のメンブレンフィルタ（DISMIC-13HP、ADVANTEC）をシリッジに装着してろ過した試水をイオンクロマトグラフィー分析用試水とした。各試水の理化学的性の分析にはpHメーター（LAQUA F-70、HORIBA）、電気伝導率計（LAQUA D-72E、HORIBA）、イオンクロマトグラフィー（ICS-1100、DIONEX）が用いられた。大気汚染物質の輸送パターンと汚染源を特定するため、大気汚染源と思われる大陸、三宅島の雄山の火山噴火、横浜市の一部の焼却工場に対する各主要風向の日数と時間（気象庁HP）と月別の降水中の各イオン濃度との相関関係を調べた。データの統計解析はすべてIBM SPSS Ver. 19を用いた。

### 3. 結果および考察

今回の調査・分析結果で、林地外雨、林地内雨、樹幹流の各pHに大きな差が生じることが分かった（図1）。調査期間内の林地外雨の平均pHは5.48、林地内雨は6.99、樹幹流は6.29であり、林地外雨のみ酸性雨の判定基準のpH5.6を下回る結果となった（図1）。酸性成分を緩和する成分（ $\text{Ca}^{2+}$ や $\text{NH}_4^+$ など）を林地（林地内雨と樹幹流）と林地外（林地外雨）とで比較した場合、林地の方が高くなっていることが分かった（図2）。

また、横浜市には5つの焼却炉、近隣には活火山である浅間山と三宅島、また大陸があり、多くの汚染物質を放出している汚染源であると考えられる。気象庁には1時間ごとの風向のデータがあり、汚染源と考えられる場所の方角からの風の合計時間と、大気汚染物質である各イオンとの相関関係を調べることによって、汚染源との因果関係を明らかにした。有意な相関が得られたものの一例として、林地内雨

の  $\text{SO}_4^{2-}-\text{S}$  の負荷量と南からの風（保土ヶ谷工場及び三宅島からの風）との関係はピアソンの順位相関係数検定より、5%水準の有意な相関が得られた（図3）。このことより、保土ヶ谷工場及び三宅島からの風が多ければ多いほど、林内雨の硫酸態硫黄の負荷量が高くなることがわかった。

また林外雨、林内雨、樹幹流それぞれの採水量と各イオン濃度をもとに負荷量を求め、さらにその結果から林地（林内雨+樹幹流）と林地以外（林外雨）に分け、単位面積当たりの負荷量を求めた（図4）。また単位面積当たりの結果を横浜市林地面積、林地外面積に換算することで、横浜市全土における各イオンの負荷量の特性について解明した。表1より、1975年の林地の窒素の負荷量（除去量）の割合が31%に対して2014年は19%に減少、硫黄の負荷量は25%から15%に減少していることから、林地面積が多いほど大気汚染物質である窒素や硫黄の除去率が高くなることがわかった（表1）。

大気汚染物質の調査として特定の汚染源との相関関係も得られたこと、林地の持つ大気汚染物質の除去率がわかったことから、横浜市における大気汚染物質の輸送パターンと負荷量の特性について解明できた。今後の課題としては、①継続的に調査、分析を続け、結果の裏付けをしていくこと、②調査範囲を拡大し、様々な状況下でより詳細な汚染原因の特定をすることなどを検討する必要がある。

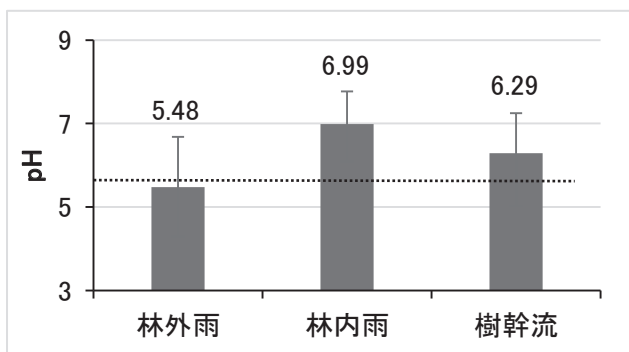


図1. 林外雨、林内雨、樹幹流の平均 pH (点線は酸性雨 pH5.6 以下、誤差：最大・最小値)

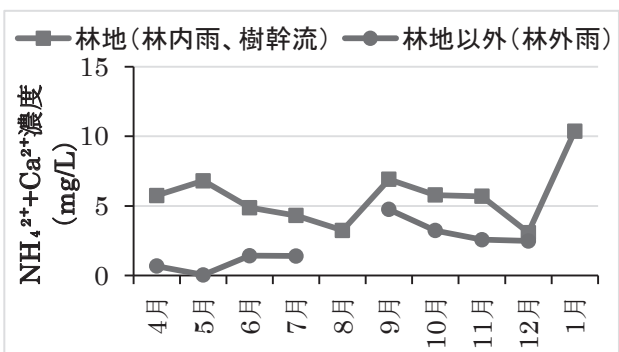


図2. 林地と林地以外の  $\text{NH}_4^{2+}+\text{Ca}^{2+}$  濃度の比較 (8月と1月の林外雨は採水不可)

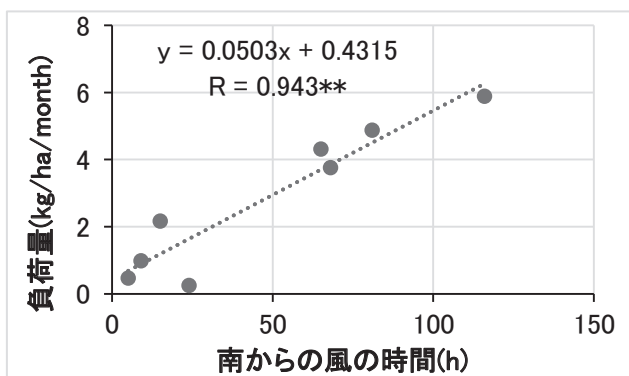


図3. 林内雨の硫酸態硫黄の負荷量と南（保土ヶ谷工場及び三宅島）からの風の相関

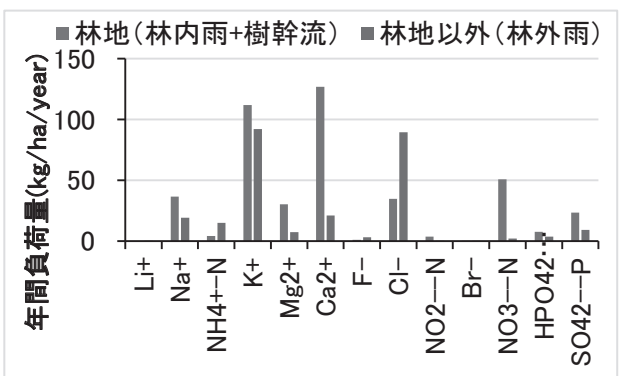


図4. 林地（林内雨+樹幹流）と林地以外（林外雨）の単位面積あたりの各イオンの負荷量

表1. 横浜市における1975年と2014年の林地と林地外面積、窒素と硫黄の負荷量の比較

	面積(ha)	窒素（硝酸+アンモニウム+亜硝酸）負荷量 (kg/ha/year)	硫黄（硫酸態硫黄）負荷量 (kg/ha/year)
横浜市林地面積(1975年)	5,051 (12%)	295,372 (31%)	116,872 (25%)
横浜市林地面積(2014年)	2,767 (6%)	161,808 (19%)	64,024 (15%)
横浜市林地外面積(1975年)	38,452 (88%)	665,487 (69%)	351,497 (75%)
横浜市林地外面積(2014年)	40,736 (94%)	705,016 (81%)	372,376 (85%)



1 時間値、日平均値、月平均値による行政測定局の NO<sub>x</sub> 計の点検事例

元群馬大学 天谷和夫

1. **はじめに** 計量法によれば真実を証明する計器及び取引に用いる計器は検定しなければならない。しかし政府は技術的な理由を口実に NO<sub>x</sub> 大気汚染測定器を検定の対象から除外した。(1970年) その技術的な理由とは当時の NO<sub>x</sub> 計に指定されていた湿式のザルツマン計を検定する NO<sub>2</sub> 標準ガスにはパーミエーションチューブがあったにも拘わらずボンベ詰め標準ガスを指定し、その標準ガスは当時十分な信頼性がないことであった。それが口実であったことは NO<sub>x</sub> 測定器が乾式の化学発光式窒素酸化物測定器に置き換えられた後も、その検定に用いる信頼性のあるボンベ詰め NO 標準ガスが完成しているにも拘らず、未だに検定を行っていないことから明らかである。そのために相変わらずデータ操作が行われ、特に NO は誤差を超えて大きく狂っている。これからは過去のデータを用いて予測を行うことが不可欠である。正しい予測を可能にするために正しい測定が行われなければならない。簡易測定器を用いて速やかに真実を明らかにすることが SD に必要であることを訴えたい。

2. **基準測定器を用いた NO 及び NO<sub>2</sub> の 1 時間値の測定事例** 1979 年 5 月 30 日参議院環境特別委員会で環境影響評価法案の公聴会が行われた。その時公述人として大気汚染測定体制の問題点を指摘し、環境調査のための科学的な基盤を整備することを訴えた。具体的には当時実用化されていた日平均値測定用の NO<sub>2</sub> 簡易測定器を用いて、環境省職員自身及び行政を監視する役割を持つ国会議員による測定局の点検を行うことである。これは様々な事情で実現しなかった。国会事務局に公聴会の追跡調査を行うことを問い合わせたが、人員不足で出来ないのでは公述人本人がやらなければならないと告げられた。そこで行った第一の点検は 2001 年 1 月 9 日自作したザルツマン式基準測定器を用いて当時ワースト 1 と言われていた測定局のある東京都板橋区大和町交差点での測定である。その結果 NO<sub>2</sub> は約半分、NO はその半分の約 1/4 以下であった。1 月 15 日今度は東京都に立ち合いを求めて測定しようとしたが断られた。その時は我々の測定値と誤差範囲で一致した値が得られた。交差点には調査のため民間の企業が並行して測定を行っていたが、1 月 9 日の値は NO 及び NO<sub>2</sub> ともに半分であった。予告した 1 月 15 日の測定値は我々の値と誤差範囲で一致していた。このことは測定機本体にある自動レンジ切り替え装置を悪用して、レンジ切り替えの信号をコンピュータに送らずにテレメーターから送られるフルスケールに対する相対値を其の儘計測処理した結果であり、自排局では感度が半分の特注品が使われていたことを示している。情報処理装置は自由に操作できるように作られており 2 回目の測定ではそれを用いて正しい測定を行うように操作したと考えられる。このことは情報処理装置も自由に操作が出来る欠陥商品であることを示している。この事件をきっかけに我々自身のデータ、東京都が環境管理センターに委託して行った調査、環境省が経済産業省の研究機関に委託して行った調査報告書のデータを用いて住民監査請求を行ったが全て却下された。外部監査を要求したがこれも却下された。素人の監査委員は環境計量士の資格を持



つ私の測定値を単なる“意見”として無視した。以上はザルツマン式捕集器と検定を受けた湿式流量計を用いた基準測定器による点検であるが一般市民にも可能なより簡易な目視法による NO と NO<sub>2</sub> の大小関係だけを判別する方法でも点検が行われた。測定器を何も使わずに最も簡単に行政の問題点を浮き彫りにできる。多くの子供たちも含む一般市民を動かして効果的に政治を変えることが出来る。川崎市公害監視センター、世田谷区自宅と世田谷区一般環境測定局などの地点で行政測定値との比較を行った。NO は正常値に比べて極端に低かった。

第 2 の点検は 2006 年 9 月 12 日千葉県市川市行徳自動車排ガス局における NO 及び NO<sub>2</sub> の測定である。環境省は神奈川県から島津製作所製欠陥化学発光式窒素酸化物測定器が三宅島噴煙の影響を受けていることの報告を認めたが、通常の測定には光学フィルター未装着の欠陥による測定値への影響は軽微であるとの報告書（2006 年 3 月）の内容を証明するためにこの測定局で並行調査を行っていたのであるが、影響は軽微であるどころか NO の測定値は誤差を超えて狂っていた。化学発光式測定器はボンベ詰めの NO 標準ガスを用いて定期的に自動校正しているのでこの事実は NO 標準ガス、測定機本体、データ処理システム（そらまめ君）の全てに問題のあることを示すものである。

**日平均値の測定による点検** 東京都世田谷区等々力出張所測定局を含む数か所の居住地における測定である。毎日決まった時間に数か所測定するのは大変なこともあった。行政の測定局ではわからない汚染があること、行政の測定値が必ずしも正しくないことを明らかにしてくれた。約 1 か月の測定で行政の測定値は有意に低かった。これは 1997 年 5 月 30 日の参議院環境特別委員会における公聴会の資料として提出した。しかし当時は有効に生かされなかった。二子玉川に設置されていた国土交通省の大気観測局において日平均値を測定したところ、濃度の高い日程行政の測定値が低くなる傾向がみられたが、行政側が、“我々が測定している”と知った後はその傾向が見られなくなった。その後この観測局は撤去された。事実を示すことによって当局はその日を認め自ら撤退する事実が示されている。

**月平均値測定による並行測定** 2001 年 4 月から 2002 年 3 月迄神奈川県環境科学センターとコープかながわの有志により県下 17 か所の測定局において 1 年間比較測定を行った。その結果は約半数の測定値がザルツマン計の許容誤差± 9%を超えていた。低い方にずれているものが大部分であった。化学発光式では許容誤差が± 4%なのでこの割合は更に大きくなる。埼玉県でも 1 か月測定したが同様の傾向を示した。この結果に基づいてコープかながわが測定を始めることを期待したがそれは残念ながら実現しなかった。環境科学センターでは大気汚染データの速報値を基に広域汚染地図を作る仕事を行っていたが公表することはなかった。コープかながわを通じて要請したところようやく 1 回だけフィルムをもらうことが出来た。その後環境科学センターでは大気汚染状況を知らせる業務を廃止してしまった。川崎市池上新田町会の有志は 2007 年 5 月町内約 80 か所で測定した。行政の測定局は自排局で 0.047ppm であったが、多数地点での測定の最高値は 0.102ppm という値

## 土壌を構成する無機質粒子の粒径組成と表層土の物質循環との関連性

咸泳植 (東京都市大学環境学部)

連絡責任者: 咸泳植 (yhamu@tcu.ac.jp)

キーワード: 気候変動、交換性陽イオン、地球温暖化、土壌の粒径組成、物質循環

### 1. はじめに

自然界の土壌生態系における物質循環に影響を与えている要因は、土性、理化学性、生物、気候、外部循環、内部循環など数え切れないほど多いと思われる。前報では、地球温暖化(気温変動)と気候変動(降水量の変動)が表層土の理化学性と物質循環に及ぼす影響について室内実験結果を通して考察した(咸, 2015)。本報では、土壌生態系の物質循環の受け皿の大きさを示している土壌が持つ表面積を左右する土壌を構成する無機質粒子の粒径組成に着目し、日本における一部の森林土壌、街路土壌、農地土壌を対象に土壌生態系における物質循環との関連性について報告する。

### 2. 材料と方法

本研究では森林土壌4ヶ所(東京都市大学横浜キャンパスの照葉樹林1ヶ所・竹林2ヶ所、富士山広見林道ヒノキ林1ヶ所(標高約1km)、市街地土壌2ヶ所(横浜市都筑区の街路土壌)、畑地2ヶ所(横浜市都筑区のだいこん畑1ヶ所とじゃがいも畑1ヶ所)を調査地とした。各地点において表層0~20cmの土壌試料2~3kg程度を採取した。その際に各地点の気温、地温、植生を測定し記録した。採取した土壌試料については持ち帰り風乾細土にした後、実験まで光の当たらない場所で保管した。降水量と温度の変化による土壌の理化学性と物質循環の変化を調べるため、次のように土壌カラム実験を行った。風乾細土にした土壌30gをとり、ペットボトルを半分に切って上半分の口の部分に蒸留水で湿らせた綿を詰めた容器に入れて土壌カラムとして透水実験をインキュベーター(TVG071AA, ADVANTEC)の中の暗室で20℃、30℃、40℃ごとに行った。降水量は、1回目蒸留水(RFS533PA, ADVANTEC)300mL(降水量1,000mmに相当)、2回目蒸留水300mL(降水量2,000mmに相当)、3回目蒸留水300mL(降水量3,000mmに相当)と設定し、滴下してできた透水はポリビンに入れて分析まで冷凍保存した。試水の前処理としては、1mL容のテルモシリンジ(SS-01T, TERUMO)で1mLの試水を注入してから、空隙のサイズが直径0.45μmのメンブレンフィルター(DISMIC-13HP, ADVANTEC)をシリンジに装着してろ過した試水をイオンクロ分析用試水とした。各試水の理化学性の分析にはpHメーター(LAQUA F-70, HORIBA)、電気伝導率計(LAQUA D-72E, HORIBA)、イオンクロマトグラフィー(ICS-1100, DIONEX)が用いられた。

土壌を構成する無機質粒子の粒径組成は、揺動式ふるい振とう機と電子天秤(EJ-6100, A&D)を用いてそれぞれ2mm以上、2mm~1mm、1mm~500μm、500μm~250μm、250μm~150μm、150μm~106μm、106μm~75μm、75μm~45μm、45μm以下9段階に分類・測定した。データの統計解析はIBM SPSS Statistics Ver. 19を用いた。

### 3. 結果および考察

#### 3.1 土壌を構成する無機質粒子の粒径組成

8ヶ所の調査地点の土壌を構成する無機質粒子の粒径組成の特徴は、森林土壌4ヶ所、街路土壌2ヶ所、農地土壌2ヶ所において各土地利用にそれぞれ類似したパターンを示した。また、今回の分析結果より、いずれも2mm~250μmの粒径を持つ粒子が森林土壌4ヶ所の平均72%、街路土壌2ヶ所の平均58%、

農地土壌 2ヶ所の平均 86%を占め、土壌を構成する主な無機質粒子であった。また、森林土壌と農地土壌の場合、2mm 以下では粒径の大きさが細くなるにつれ粒径組成の割合が低くなった。一方、街路土壌の場合、2mm～1mm（平均 15%）、1mm～500 $\mu$ m（平均 20%）、500 $\mu$ m～250 $\mu$ m（平均 23%）と粒径の大きさが細くなるにつれ粒径組成の割合が高くなった。したがって、今回分析した街路土壌は、森林土壌と農地土壌より細かい粒径を持つ粒径組成の割合が多いため、表面積が最も大きいと言える。

### 3.2 土壌粒径組成と物質循環との関連性

20 $^{\circ}$ C、30 $^{\circ}$ C、40 $^{\circ}$ Cの三つの温度条件と、1,000mm、2,000mm、3,000mmの三つの年降水量条件で得られた前報（咸、2015）の結果である 8ヶ所の調査地点の土壌試料を水抽出した各無機イオン（陰イオン：F $^{-}$ 、Cl $^{-}$ 、NO $_2^{-}$ 、Br $^{-}$ 、NO $_3^{-}$ 、HPO $_4^{2-}$ 、SO $_4^{2-}$ 、陽イオン：Li $^{+}$ 、Na $^{+}$ 、NH $_4^{+}$ 、K $^{+}$ 、Mg $^{2+}$ 、Ca $^{2+}$ ）の濃度と本報の土壌を構成する無機質粒子の粒径組成との相関関係を統計解析した結果、7種の陰イオン濃度との有意な相関関係は殆ど認められなかったものの、6種の陽イオンのうち特に土壌から溶脱する Mg $^{2+}$ の量との有意な相関関係が最も多く得られた。土壌から溶脱する Mg $^{2+}$ の量は年降水量と関係なく 20 $^{\circ}$ Cでほぼすべての粒径との相関関係が得られており、30 $^{\circ}$ Cでは有意な相関関係が減り、40 $^{\circ}$ Cでは全く有意な相関関係が認められなくなったパターンを示した。すなわち、温度が高くなるにつれ、土壌を構成する無機質粒子の粒径組成は土壌から溶脱する Mg $^{2+}$ の量の変化に影響が与えられる要因から離れていくと解析できる。また、6種の陽イオンのうち土壌から溶脱する K $^{+}$ の量と土壌粒径組成との有意な相関関係が得られた。土壌から溶脱する K $^{+}$ の量は 30 $^{\circ}$ Cで最も多く有意な相関関係が得られており、降水量が多くなるにつれ有意な相関関係が認められなくなったパターンを示した。すなわち、温度の変化と降水量が高くなるにつれ、土壌を構成する無機質粒子の粒径組成は土壌から溶脱する K $^{+}$ の量の変化に影響が与えられる要因から離れていくと解析できる。一方、他の 4種の陽イオン（Li $^{+}$ 、Na $^{+}$ 、NH $_4^{+}$ 、Ca $^{2+}$ ）からは全く相関関係が認められなかった。また、土壌から溶脱する Mg $^{2+}$ と K $^{+}$ の量は土壌の表面積を大きくする細かい 500 $\mu$ m～250 $\mu$ mの以下の粒径では有意な負の相関関係を示したため、土壌の表面積が大きくなるほど土壌から溶脱する Mg $^{2+}$ と K $^{+}$ の量が減ると解析できる。粒径の大きい 2mm～1mmと 1mm～500 $\mu$ mの場合は、土壌から溶脱する Mg $^{2+}$ と K $^{+}$ の量と有意な正の相関関係が認められたため、土壌の表面積が小さくなるほど土壌から溶脱する Mg $^{2+}$ と K $^{+}$ の量が増加すると解析できる。

一般に、二次鉱物として粘土粒子は粒径が 2 $\mu$ m 以下に細かいために表面積が大きく粒子表面に平均的にマイナス電荷を持つために土壌中の主たる化学反応に関わっているに対し、砂（粒径 0.02～2mm）は土壌中の化学反応への寄与度が小さいと言われているものの、本研究結果からは砂の粒径組成が交換性陽イオン（Na $^{+}$ 、K $^{+}$ 、Mg $^{2+}$ 、Ca $^{2+}$ ）の中でも選別的に Mg $^{2+}$ と K $^{+}$ の溶脱量に対して有意に関与している結果となった。さらに、本研究結果からは粘土粒子（2 $\mu$ m 以下）が含まれている 45 $\mu$ m 以下の粒径の割合が多くなるほど土壌の表面積が大きくなることにつれ、交換性陽イオンが土壌に吸着しやすくなったために溶脱量が減少した有意な相関関係が得られたのは 20 $^{\circ}$ Cの温度条件（年降水量条件：1,000mm、2,000mm、3,000mm）の Mg $^{2+}$ の溶脱量だけであった。すなわち、30 $^{\circ}$ C、40 $^{\circ}$ Cに温度上昇下では、粘土粒子（2 $\mu$ m 以下）が含まれている 45 $\mu$ m 以下の粒径の割合が多くなっても（土壌表面積が大きくなっても）土壌から溶脱する交換性陽イオンの量には支配的な（有意な）関与ができなくなると考えられる。

以上の結果より、土壌を構成する無機質粒子の中の粘土粒子（2 $\mu$ m 以下）だけでなく砂粒子（0.02～2mm）の粒径組成は表層土の物質循環の中で 4つの交換性陽イオンである Na $^{+}$ 、K $^{+}$ 、Mg $^{2+}$ 、Ca $^{2+}$ の中でも選別的に Mg $^{2+}$ と K $^{+}$ に対して土壌から溶脱する量を制限していることが示唆された。さらに、土壌を構成する無機質粒子の粒径組成によって選別的に土壌から溶脱する Mg $^{2+}$ と K $^{+}$ の量は、他の環境因子である温度と降水量の変化によって明らかに干渉されていることが明らかとなった。

## 関東地域の一般家庭の庭と公園の表層土における有害金属濃度に関する研究

○江口詩門・加藤徳崇・千石遼介・山岸陸・吉開成棋・咸泳植（東京都市大学環境学部）

連絡責任者：咸泳植（yhamu@tcu.ac.jp）

キーワード：一般家庭の庭、関東、公園の表層土、有害金属

### 1. はじめに

有害金属と知られている亜鉛、鉛、カドミウムは、幸いに自然界の土壌の中には各々平均約0.009%、0.001%、0.000035%存在している微量元素である（Bowen、1979）。しかし、これらの物質は国内で毎年数千トンから数十万トン程度生産および輸入されており、いわゆる身近な都市生活の空間の一部や産業など実に様々な物の中に含まれている（資源エネルギー庁長官官房鉱業課、1980；経済産業調査会、2003；金属鉱山会・日本鉱業協会、2007）。特に家の庭や公園などの空間は体の小さい小児には欠かせない遊び場であるため、土壌などに含まれている有害金属の経口暴露による健康被害が懸念されているのが現状である。本研究では関東地域の一部（横浜市、東京都、神奈川県、千葉県）において一般家庭の庭、街路土壌、公園の表層土に含まれている可給態（Bioaccessible）有害金属濃度の実態を調べた。

### 2. 材料と方法

本研究では関東地域の一部（横浜市、神奈川県、東京都、千葉県）にてヒトが経口暴露された場合を想定し、一般家庭の庭、街路土壌、公園土壌に含まれている可給態（Bioaccessible）有害金属（鉛、カドミウム、亜鉛）濃度を調査対象とした。試料は大学授業の一環として受講生に協力してもらい、2015年に横浜市17ヶ所、東京都9ヶ所、神奈川県7ヶ所、千葉県1ヶ所、総34ヶ所から採取した。また、いずれも深さ0～10cmの深さの一般家庭の庭14ヶ所、街路土壌9ヶ所、公園土壌11ヶ所、総34ヶ所に分類することもできる。試料の前処理では、各生土試料5gに50mL蒸留水を加え、試水がpH1.5になるようにさらに塩酸を加えてから1時間振とう器にかけた。上澄み液をシリンジ（TERUMO、SS-01T）で1mLとり、空隙のサイズが直径0.45 $\mu$ mのメンブレンフィルター（ADVANTEC、DISMIC-13HP）でろ過した試水を原子吸光光度計分析用容器（蓋付きチューブ）に約20mLまで入れて分析用試水とした。各試水の理化学性の分析にはpHメーター（HORIBA、LAQUA F-70）、電気伝導率計（HORIBA、LAQUA D-72E）、イオンクロマトグラフィー（DIONEX、ICS-1100）が用いられた。試料中の有害金属（鉛、カドミウム、亜鉛）濃度は原子吸光光度計（HITACHI、A-2000）を用いて測定した。データの統計解析はIBM SPSS Statistics Ver. 19を用いた。

### 3. 結果および考察

今回の関東地域の一部（横浜市、神奈川県、東京都、千葉県）から採取した土壌試料の各可給態有害金属濃度は、鉛が平均0.065mg/kg（標準偏差 $\pm$ 0.246）、カドミウムが平均0.001mg/kg（標準偏差 $\pm$ 0.005）、亜鉛が平均1.959mg/kg（標準偏差 $\pm$ 2.117）を示した（図1）。今回土壌試料を用いて分析した有害金属のうち、亜鉛濃度が最も高かった一方、カドミウム濃度は最も低い結果となった。場所の相違（一般家庭の庭、街路土壌、公園土壌）による各可給態有害金属濃度については、鉛が一般家庭の庭で平均0.154mg/生土kg（標準偏差 $\pm$ 0.361）、街路土壌で平均0.000mg/kg（標準偏差 $\pm$ 0.000）、公園土壌で平均0.000mg/kg（標準偏差 $\pm$ 0.000）を、カドミウムが一般家庭の庭で平均0.002mg/生土kg（標準偏差 $\pm$ 0.008）、街路土壌で平均0.000mg/kg（標準偏差 $\pm$ 0.000）、公園土壌で平均0.000mg/kg（標準偏差 $\pm$ 0.000）



を、亜鉛が一般家庭の庭で平均 2.239mg/生土 kg (標準偏差±2.513)、街路土壌で平均 2.831mg/kg (標準偏差±1.938)、公園土壌で平均 0.810mg/kg (標準偏差±0.765) をそれぞれ示した (図 2~図 4)。今回調査した一般家庭の庭、街路土壌、公園土壌による各可給態有害金属濃度の相違では、鉛とカドミウムの場合一般家庭の庭の表層土だけで検出された結果となった半面、亜鉛の場合場所の相違と関係なくすべての土壌試料から検出された結果となった (図 2~図 4)。今回各可給態有害金属濃度において場所による有意な相違は得られなかったものの、一般家庭の庭と街路土壌の平均亜鉛濃度が公園土壌より高かった結果は注目すべき点であろう。

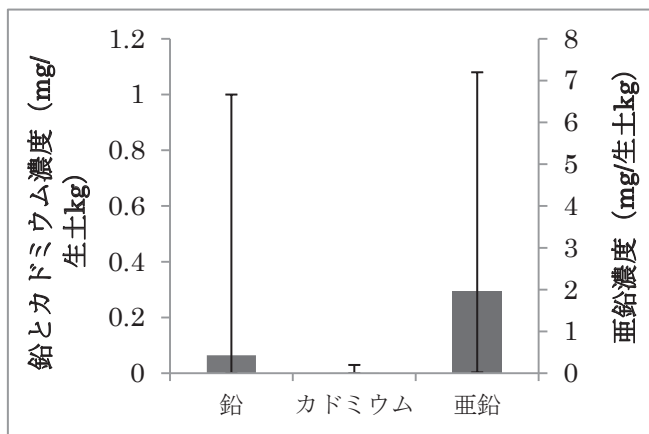


図 1. 林外雨、林内雨、樹幹流の平均 pH (点線は酸性雨 pH5.6 以下、誤差：最大・最小値)

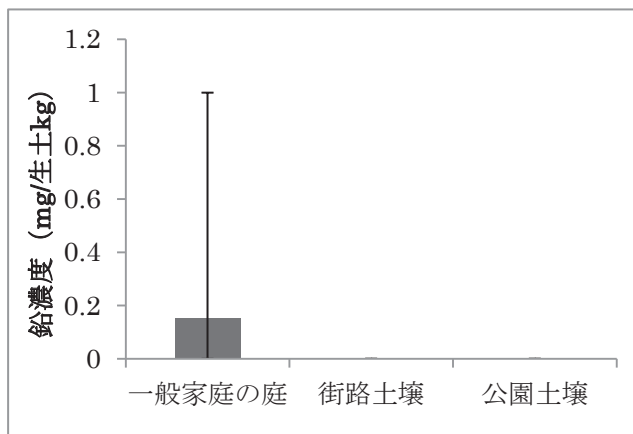


図 2. 林地と林地以外の NH<sub>4</sub><sup>2+</sup>+Ca<sup>2+</sup>濃度の比較 (8 月と 1 月の林外雨は採水不可)

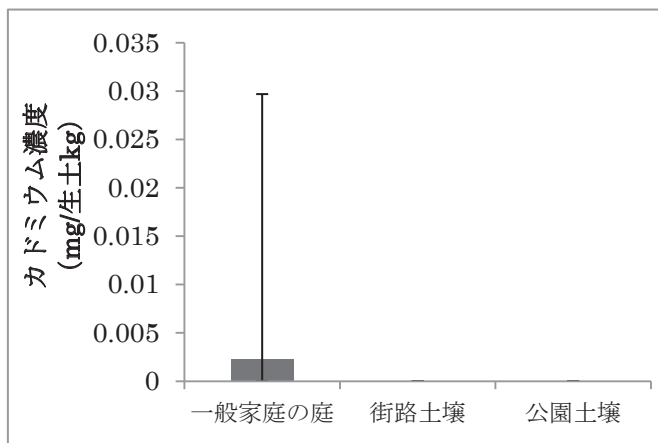


図 3. 林内雨の硫酸態硫黄の負荷量と南 (保土ヶ谷工場及び三宅島) からの風の相関

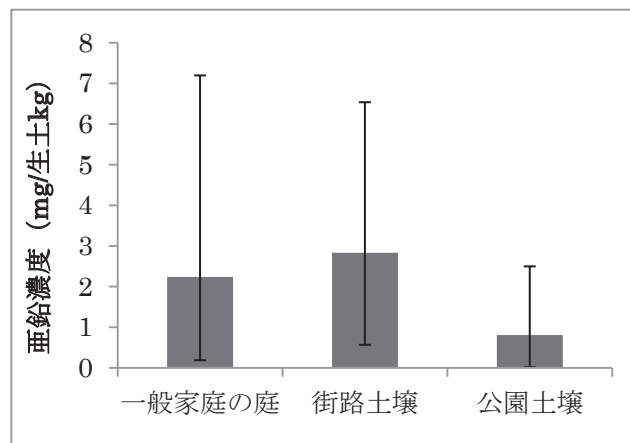


図 4. 林地 (林内雨+樹幹流) と林地以外 (林外雨) の単位面積あたりの各イオンの負荷量

引用文献

Bowen, H. J. M. (1979). Environmental Chemistry of the Elements. Academic Press, London. 333.  
 資源エネルギー庁長官官房鉱業課 (1980) 鉱業便覧昭和 54 年度版  
 経済産業調査会 (2003) 鉱業便覧平成 14 年度版  
 金属鉱山会・日本鉱業協会 (2007) 鉱山, 60(7):13-116

## 保水剤の土壌施用方法が土壌水分率と植物生育に及ぼす影響

○前田良之・勝田あかり・松田香里（東京農業大学）・阪本繁・野木幸三（日本触媒）

連絡責任者：前田良之（maeda@nodai.ac.jp）

キーワード：保水剤、コマツナ、ポット栽培

### 1. 緒言

サウジアラビアなどの乾燥・半乾燥地域では都市部の景観改善を主目的とした緑化事業が盛んに行われている。植物栽培に利用する水は自然の降雨や海水淡水化施設を含む灌漑設備からの給水に頼ることになるが、都市部緑化のみならず作物栽培においても限られた資源と労働力のもとで水の節約は重要な課題といえる。本試験は水の節約を行う手法として栽培土壌への保水剤の施用を取り上げた。保水剤はアクリル酸を原料とする高吸水性樹脂であり、自重の百倍以上の水を吸収するとともに、保水剤周囲の土壌水分含有率の低下に対応して保水剤に含有する水を徐々に放出する特性を有し、植物への安定的な水供給を目的としている。しかし、保水剤の適切な使用方法、例えば土壌への施用方法、給水量や頻度など、未だ明確ではない。そこで本試験は保水剤の土壌混合方法および節水処理が土壌の水分含有率とコマツナの生育に及ぼす影響をポット栽培によって調査し、保水剤の最適混合方法を検討した。

### 2. 材料と方法

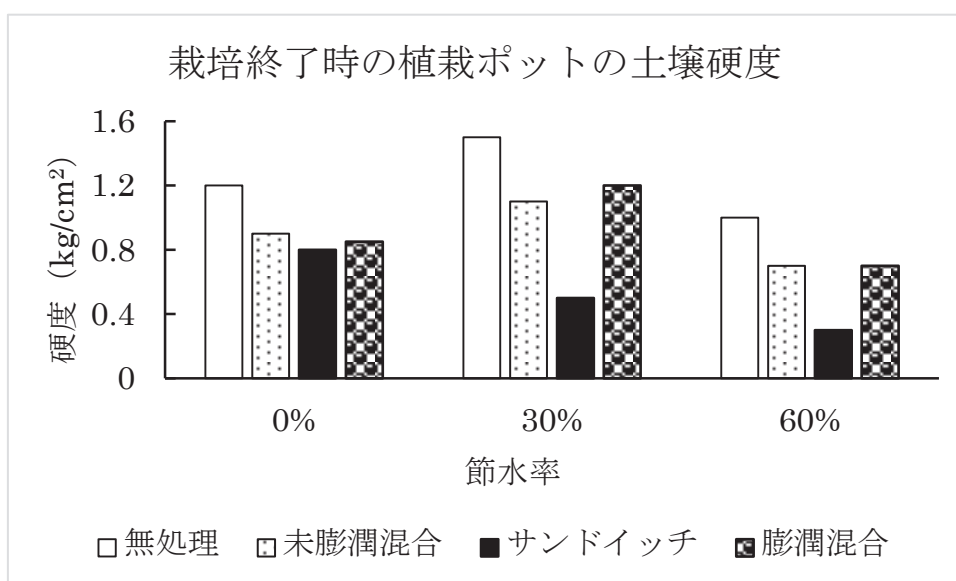
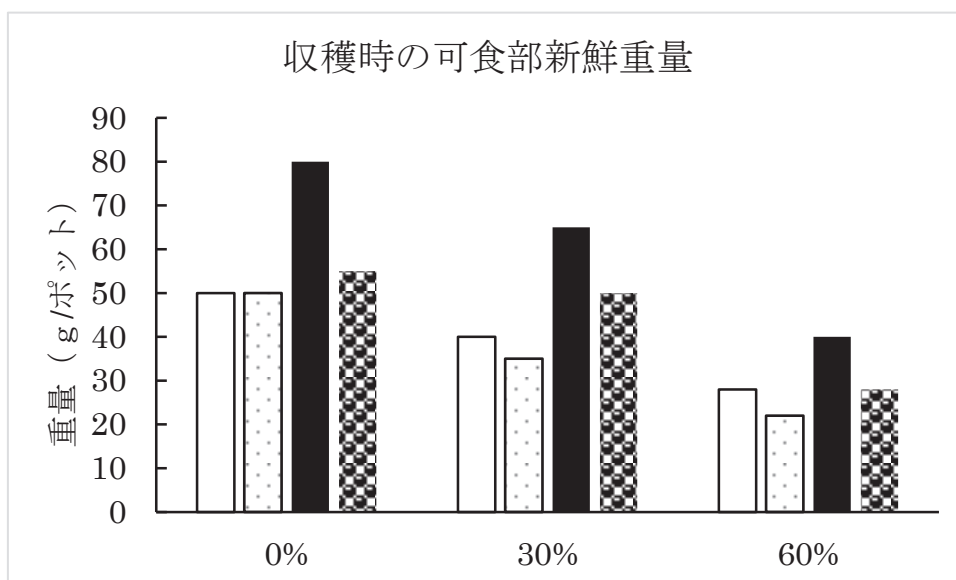
供試植物としてコマツナ(品種きよすみ)を使用した。風乾した黒ボク土と川砂を重量比 1:1 で混合後、苦土石灰で pH6.0 に調整、化成肥料と重焼リンを用いて  $N:P_2O_5:K_2O=25:50:25$  (kg/10a) となるように施肥した栽培土壌を 1/10,000 a ワグネルポットに充填した。供試保水剤(ACRYHOPE® GH-2)の混合割合は土壌重量あたり 0.1%(1.0g/土壌 kg)とした。保水剤の土壌混合方法としてポット内下層土壌にのみ保水剤を混合した区(未膨潤混合区)、予め保水剤に充分量の水を吸水させた後、下層土壌にのみ混合した区(膨潤混合区)、予め保水剤に充分量の水を吸水させた後、ポット内中層に土壌間に挟み込むように施用した区(サンドイッチ区)、および無処理区の 4 区を設定した。節水率として 0、30 及び 60%を設け、土壌の最大容水量の 50%になる水量を節水率 0%、その水量を基準に 30 及び 60%節水した水量をポットに 1 日 1 回灌水した。また、土壌表層からの水蒸散量を推定するために無栽植のポットを各試験区に併置した。栽培期間中の土壌水分含有率の測定は地表面から 15cm 下部で行い、TDR 法による土壌水分計(Hydrosense II)を用いた。処理開始 25 日後に栽培を終了し、土壌硬度、収穫したコマツナ新鮮重量を測定した後、凍結又は通風乾燥し、分析に供した。

### 3. 結果

収穫時のコマツナ可食部新鮮重量及び根部重量は節水率に関わらずサンドイッチ区で最も高い値を示した。特に、節水率 0 及び 30%条件下で区間の差は大きかった。一方、無処理区と未膨潤混合区及び膨潤混合区の重量の差は小さかった。栽培期間中の植物栽培土壌の水分含有率は植物生育の良好な区で低く推移した。また、植物無栽植のポット内土壌の水分含有率は、節水率 0%で無処理区とサンドイッチ区約 35%、未膨潤混合区及び膨潤混合区約 30%で推移した。節水率 30%条件下で水分含有率はいずれの区も節水率 0%に比べて低下したが、サンドイッチ区で 30~35%と高く、次いで無処理区、未膨潤混合区及び膨潤混合区で 20~25%と低かった。60%まで節水率が高まると、水分含有率はさらに低下したが、サンドイッチ区は 25%前後の水準を維持した。栽培期間中のポット土壌からの推定水蒸散量は

節水率 60%では少なく、区間差もなかったが、節水率 0 及び 30%ではサンドイッチ区で最も低く、また、未膨潤混合区、膨潤混合区は無処理区よりも蒸散量は高かった。植物による吸水量は栽培期間の進行とともに増加し、節水率に関わらず生育の最も良好なサンドイッチ区で最も高かった。収穫時可食部新鮮重当りの栽培期間使用水量を計算した結果、節水率に関わらずサンドイッチ区で最も低く、また無処理区に比べて保水剤混合区で高い値を示した。ポットの土壌硬度を測定した結果、無栽植、栽植に関わらず保水剤混合によって硬度は低下した。栽植ポット土壌は、特に節水率 30 及び 60%条件でサンドイッチ区が最も低い値を示した。保水剤を土壌添加すると植物の Na 含有量は増加したが、その他成分組成に大きな影響はなかった。

以上の結果、植物生育はサンドイッチ区で最も良好であった。これは、十分に吸水した保水剤が土壌間にまとまって存在することにより土壌表面からの水の蒸散が抑制されて根圏に有効な水が存在した、保水剤混合により土壌粒子間に空隙が生じ土壌硬度が低下した等によって根生育が促進され、地上部生育も良好になったと思われる。また、栽培期間中の給水量も節減でき、効率的な野菜栽培の可能性が示唆された。



## 原子力災害の被災地支援の可能性について

川上直哉 (NPO 法人 東北ヘルプ)

連絡責任者：川上直哉 (naoya2naoya@gmail.com)

キーワード：東北ヘルプ、低線量被曝リスク、BEIR VII、がんリスクモデル、放射線防護基準

### 1. はじめに

NPO 法人「被災支援ネットワーク・東北ヘルプ」は、教会・寺院・弁護士・ソーシャルワーカー・自治会・当事者団体などと連携し、東日本大震災支援活動を行ってきた。その中で、2014年7月から2016年6月までのプロジェクトとして、「放射能に不安を覚える親御さんと面談し、短期保養の交通費を支援する」支援事業を行い、関東から東北にかけて250世帯を超える人々と、継続的に面談をつづけた。その面談から分かった問題は、子ども一人ひとりへの責任主体であるべき親御さん各位が、選択権と自己決定権を十分に確保できていないという現状である。現状、「一般公衆」を想定し「平均値」に基づく放射線防護基準が存在し、政策決定等に活かされている。これに、「性別・年齢を反映した個人」を想定し「世帯ごとの個別の状況」に即した個別防護基準が補完されることが、親御さん各位の自己決定のために必要である。この補完を支援することが、原子力災害被災地での今後の支援活動の可能性となる。本発表は、この可能性を目指して、放射線被ばくリスクの軽減を図るためのモデルを提示する。

### 2. 子どもの低線量被ばくリスクへの不安と対応 ( BEIR VII がんリスクモデル活用 )

子どもの低線量被ばくリスクに対し、国・自治体から出されている見解は、「100ミリシーベルト以下の低線量被ばくでは、子どもの発がんリスクも、成人の場合と同様、他の要因による発がんの影響によって隠れてしまうほど小さい」\*1。これは、他の発がん要因に対し相対的にリスクが小さいことを説明しているが、どの程度の小ささを判断するのは難しい。リスクの程度を表すものとして、ICRP 勧告で「低線量被ばくによる一般公衆のがん死リスクは1 Sv 被ばくで5% (100mSv で0.5%)」\*2となっているが、「一般公衆」に対するリスク推定であり、子どもに対してどの程度適用できるか定かでない。

一方、“子どもは成人より数倍被ばくによるリスクが高い”、“女の子の方が男の子より影響を受けやすい”という情報もあり、親御さん各位は子どもの低線量被ばくリスクをどう捉えたらよいのか判断できず、それが不安につながっているように感じられる。

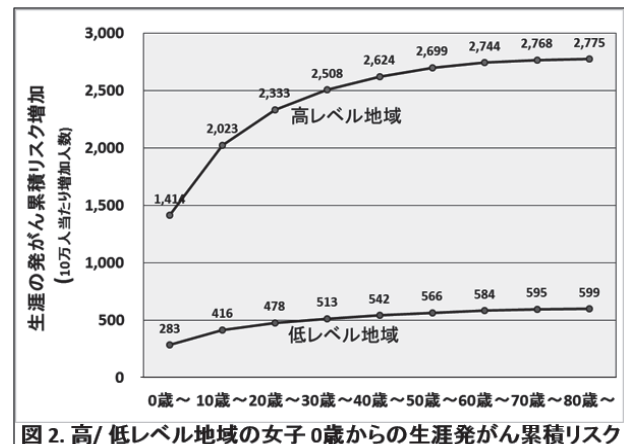
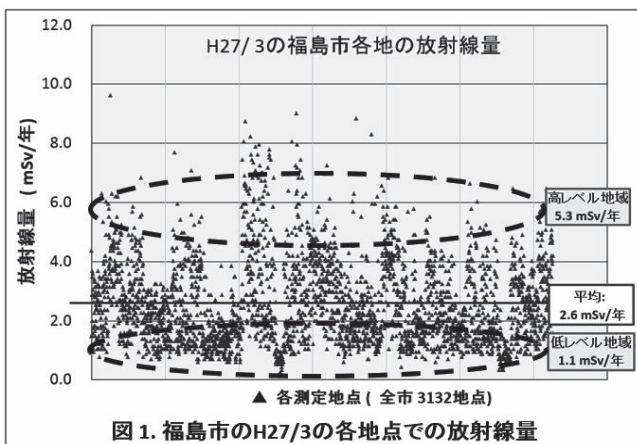
この不安に対応するためには、低線量での年齢別、性別リスク推定が必要と考えた。信頼性の高い研究報告として2005年に米国科学アカデミーから発表されたBEIR VII 報告\*3を取り上げ、その中のがんリスク推定モデルが、福島原子力災害での子どものがんリスク推定に適用できないか検討を進めた。BEIR VII 報告は、米国科学アカデミーの下部委員会である「原爆放射線の生物学的影響委員会(BEIR)」により纏められ、「米国内で最も権威と一貫性があるとみなされ、放射線の影響の評価と防護に関する最も信頼性の高い情報源とみられている」\*4。この中では、原爆被ばく者の寿命調査(LSS)を基に、疫学的に低線量被ばくによるがんリスクモデルが作られ、被ばく年齢別、性別の発がん及びがん死確率が計算されている。このがん確率計算結果を活用し、福島原子力災害での子どもの低線量被ばくによるがんリスクを、被ばく年齢別、性別を加味して推定しようというのが、BEIR VII 報告検討の目的である。

### 3. BEIR VII による子どもの被ばくリスク見積もり(福島市例)

次に、各世帯の個別防護基準設定のためのBEIR VIIによる子どもの被ばくリスク見積もりの具体例を



示す。図1は福島市HP掲載データを基に、H27/3に測定された福島市内3132箇所の放射線量測定結果を測定地点毎にプロットし、グラフ化したものである。平均値は2.6mSv/年であるが、そのバラツキは大きく、各世帯の子どもの個別リスクは平均値では捉え切れないことが分かる。この個別リスクの程度を具体的に捉えるために、福島市の測定結果から、高レベル地域(4.5~7mSv/年の地点集団、平均5.3mSv/年)と低レベル地域(2mSv/年以下の地点集団、平均1.1mSv/年)を便宜的に分け、リスク比較を行った。それぞれの地域で0歳から女子が生活を続けた場合、どの程度生涯の発がんリスク累積に差が出るかを、BEIR VIIのがんリスクモデルを使い見積もってみた結果が図2である。見積もるに当たり、H27/3の放射線量を起点にCs134、Cs137の半減期で減衰させた放射線量を各年の被ばく線量とし、その年の年齢での発がんリスク増分をBEIR VIIのがんリスクモデルから割り出し、生涯に亘って累積させる処理を行った。この処理は汎用的で、他の性別・年齢条件でも適用可能である。図2の結果から、福島市内での放射線量のバラツキで、子どもの発がんリスクにどう差が出るか、定量的に推定できる。



#### 4. 子どもと放射線防護基準の考え方

国・自治体が、防護基準のベースとして採用しているICRP勧告では、「リスク推定値は、年齢グループと両性にわたって平均化して計算されている。・・・特定の個人には適用されない。・・・ある個人又は集団の被ばくによる影響を推定するには、被ばくした個人の特定データを用いる必要がある。」\*5と述べられている。これは、ICRPベースの防護基準一つで、子どもを含めた世帯毎の個別ケースに対応することに限界があることを示している。その限界を補完する意味で「平均と個別を組み合わせた防護体系」を考え、前者を国・自治体、後者は各世帯の判断で防護基準を設定するという考え方を提案したい。これを、子どもと放射線防護基準の考え方として、具体的に整理すると以下ようになる。

- (1) 国・自治体は、ICRPベースに、一般公衆に対する平均防護基準を基に、除染・食品汚染管理等、地域社会全体の平均被ばく線量の低減施策を推進する。
- (2) 子どもを守るために、世帯毎の状況に応じた個別防護基準を補完する。その内容は、
  - 子どもの被ばく年齢、性別、生活圏の線量を反映した世帯毎の個別リスクの見積もり
  - 上記個別リスクを見積もるためのBEIR VIIのがんリスクモデルの活用
  - 個別リスク見積もり結果を基に、各世帯の自己判断で子どもの防護基準を設定

#### 5. 引用文献

1. 内閣官房 低線量被ばくのリスク管理に関するWG報告書(2012/12), 2. ICPR Publication 103 (87)項, 3. BEIR VII - Phase 2 Health Risks from Exposure to Low Levels of Ionizing Radiation,
4. ATOMICA: 米国の放射線防護政策と科学アカデミー - 研究審議会 (13-01-03-19),
5. ICRP Publication 103 (34)項

## 地域住民の復興支援員に対する意識と復興に対する評価

○桜井良（立命館大学政策科学部）・奥田（野元）加奈（ふくしま連携復興センター）・塚原大介（ふくしま連携復興センター）

連絡責任者：桜井良（ryo223sak@yahoo.co.jp）

キーワード：復興支援員、住民、意識調査、支援活動の認知度、福島

### 1. はじめに

東日本大震災の後、被災地では国、地方自治体、NPO など様々な組織や個人による復興支援活動が開かれてきたが、その中の一つに復興支援員制度がある。当制度の目的は、復興に伴う地域協力活動を通じ、コミュニティ再構築を図ることである。2014年度の報告では3県（福島県、宮城県、岩手県）18市町村で452名が配置されている。本研究では、復興支援員による活動が一年以上行われてきた田村市都路町において住民意識調査を行い、住民の支援員の活動の認知度や参加経験について、また住民が考える支援員の活動の効果、そして都路町の復興の現状への意識などを調べた。これらを明らかにすることで、東日本大震災のような災害後の復旧において、復興支援員制度が果たすことのできる役割について、そして支援員による取り組みが地域に与える効果について考察することが可能となる。

### 2. 調査地と手法

本調査は福島県中通り中部に位置する田村市都路町で実施した。田村市は滝根町、大越町、都路村、常葉町、船引町が2005年に合併し形成された人口37,295人（11,888世帯）の市である。都路町は多くのエリアが福島第一原発から20km圏内に位置し、事故後、全町非難を余儀なくされ、同地区からの避難者数は一時2,279人（666世帯）にのぼった（岩崎 2013）。都路町は国が除染を行う除染特別地域に指定され、生活エリアを中心とした除染活動が行われ、2014年4月1日に避難指示が解除され、現在は町民の帰還が進んでいる。2014年6月時点で、998人が都路町に帰還している（都路町住生活基本構想協議会 2014）。

田村市は総務省の復興支援員制度を活用し、2013年に特定非営利活動法人コースターに委託し、田村市復興応援隊（以下、応援隊）を発足させた（2015年4月1日時点で8名の応援隊が活動）。本研究では、田村市における復興支援員制度の効果を明らかにするために、地域住民を対象とした意識調査を実施し、復興応援隊事業及びその活動の認知度、各活動の参加経験、参加意欲、そして復興における効果（8項目）、応援隊及び都路町の復興の現状への意識（3項目）などをアンケートで質問した。アンケートは2015年3月に、都路町の自治会に登録している全世帯（n=800）に回覧板を利用して配布した。

### 3. 結果

アンケートは合計で223人から返信があった（返信率=27.9%）。回答者の性別は、65.3%が男性、34.7%が女性で、年齢は30代が2.7%、40代が8.2%、50代が23.7%、60代が39.3%、70代以上が26.0%であった。復興応援隊事業に関する認知度については、「よく知っている」または「少し知っている」と回答した人が53.5%、「どちらとも言えない」が3.3%、「あまり知らない」または「全く知らない」が43.3%であった。2013年4月の応援隊の発足以降、応援隊と会って話したことがある人は、10回以上が9.3%、4-9回が6.0%、2、3回が17.1%、1回が18.1%、そして一度もない人が49.5%であった。

応援隊が行ってきた活動の認知度、参加の有無、そして今後の参加意欲については、いずれも上位3

つの活動が同じで、最も多かった順に「広報誌『いいね！都路』」、「イベント支援」、そして「寄り合い処『華』古民家再生」となっていた。一方で、ブログ/フェイスブックは、認知度及び参加率において最も低かった。地域の復興のために効果的な活動として最も多かったのが、「イベント支援」、「雪かき」、「草刈り」で、それぞれ「効果的」と答えた人が30.1%、29.4%、29.1%であった。復興のために必要と考える取り組みについては、「地域に関する情報提供」(47.7%)、「商店街の復活」(44.2%)、「農業の再開」(41.6%)が上位にあげられており、一方で「戸別訪問」と「都会から参加者が集うボランティア」は「そう思う」と回答した人が最も少なかった(それぞれ20.5%、19.2%)。応援隊に対する意識については、「そう思う」と回答した人が最も多かったのが、「私は応援隊を信頼している」(25.5%)で、次いで「都路町の復興は応援隊なくして達成できない」(17.6%)、そして「応援隊がいると安心する」(14.5%)となっていた。

復興に対する意識としては、「都路町の人々と一緒に復興したい」という項目のみ「そう思う」と回答した人が3割を超えたが(32.7%)、全体的に復興に対する評価は低く、特に「都路町はここ数年で活気が戻ってきた」と「都路町は住民の要求を反映した復興の取り組みがなされている」については、「そう思う」と回答した人はともに1.9%で非常に限られていた。

#### 4. 考察

応援隊事業の認知度については、半数以上(53.5%)の回答者が、事業を「よく知っている」または「少し知っている」と回答しており、応援隊事業が開始されてから1年程度で田村市都路町では応援隊が一定程度地域に普及・定着していることが分かる。発足以降、応援隊と一回以上会ったことがある回答者も半数を上回り(50.5%)、設立後1年間以上にわたる応援隊による戸別訪問や雪かきなどの顔の見える地道な活動の成果と言える。

応援隊が行ってきた活動の中で、最も住民に知られていたものが広報誌「いいね！都路」で、認知度は8割以上であった。本広報誌は、応援隊が作成し毎月都路町の全世帯に配布されており、地域の情報やイベントの紹介などが掲載されている。定期的に各世帯に届く本広報誌が、住民にとって地域の情報を得る重要な媒体となっている可能性があり、6割近くの住民が今後とも読みたいと答えていることから、当媒体への住民の期待の高さが分かる。一方で、戸別訪問と都会から参加者が集うボランティアは、他の項目に比べ必要と考える住民が少なかった。住民の帰還が始まった2014年4月当時は、応援隊が各世帯を訪問し必要なことなどを聞いてまわる戸別訪問に対するニーズが高かったと考えられるが、震災から4年が経過し、また避難解除から1年が経過し、住民の意識は祭りの継続や住民座談会の実施、そして(必要な取り組みとして高かった)商店街の復活や農業の再開など、住民主体のコミュニティ再生へと移行している可能性がある。つまり、復興に必要とされている支援が、応援隊や外部のボランティアが主体となって行う直接支援から、住民が主体となり行う活動を応援隊がサポートをする間接支援へと変化し、復興そのものが次のステップに移っていると考えられる。

#### 5. 引用文献

岩崎大樹：田村市復興応援隊事業の紹介。  
<[http://www.jpn-civil.net/2014/activity/genchi\\_kaigi/docfiles/20131213\\_fukushima\\_doc\\_01\\_01.pdf](http://www.jpn-civil.net/2014/activity/genchi_kaigi/docfiles/20131213_fukushima_doc_01_01.pdf)>, 2013年, 2015年8月29日。

都路町住生活基本構想協議会：都路町住生活基本構想(地域と共に暮らせる「都路」へ)。  
<[http://www.udct.jp/miyakoji/kyougikai\\_m/miyakojikyougikai\\_plan](http://www.udct.jp/miyakoji/kyougikai_m/miyakojikyougikai_plan)>, 2014年, 2015年8月31日。



## ICRP 公衆被ばく線量限度 1mSv/年の設定根拠およびリスクレベルについて

小野塚春吉 (公益財団法人 政治経済研究所)

連絡責任者: 小野塚春吉 hrktmk\_2454@nifty.com

キーワード: 公衆被ばく線量限度、1mSv、がん過剰死亡、実質安全量、リスクレベル

## 1. はじめに (問題意識)

丸川環境相が長野県松本市において講演 (2016.2.7) したなかで、福島原発事故による除染の長期目標として、追加被ばく線量 1mSv/年に設定されていることに関し「『反放射能派』という大変ですが、どれだけ下げても心配だと言う人は世の中にいる。そういう人たちが騒いだ中で何の科学的根拠もなく時の環境大臣が決めた」と講じたことが報じられた (信濃毎日 2016.2.8)。この内容に対して国会内外において波紋が広がり、12日夜記者会見において「こうした発言は事実と異なり、福島に関する発言をすべて撤回させていただきたい」と発言内容を公式に撤回した。

丸川環境相の発言の意図や、丸川氏の認識がどのようなものであったか詳細は明らかではない。しかし、政府・電力業界を中心に「100mSv以下の健康影響は科学的に明らかではなく、仮にあっても些細なものと思われる。『1mSv』は厳しすぎ、復興の妨げにさえなっている」、との「空気」(認識、論調)が現在も根強く存在しているのではないかと推測する。この趣旨の論調は、「福島復興を妨げる『1ミリシーベルト』」(櫻井よしこ、週刊新潮、2012年12月20日号、同氏オフィシャルサイト)、『原発とどう向き合うか: 科学者たちの対話 2011~'14』(澤田哲生編、新潮新書 583、2014年)、「『除染目標の年間 1mSv』、こだわるべきではない」(川合将義、高エネルギー加速器研究機構名誉教授、GEPR HP 2015年2月9日掲載)などにも見られる。そもそも ICRP「1mSv」の設定根拠は何なのか、そのリスクレベルはどの程度なのか、厳しいのか、緩いのか、改めて検討してみたい。

## 2. ICRP 公衆被ばく線量限度「1mSv/年」の設定根拠

1977年勧告(ICRP Publication 26)と1990年勧告(ICRP Publication 60)では、公衆被ばく線量限度の設定根拠(考え方)についてやや異なった説明がされている。

1977年勧告では、「一般公衆に対する死のリスクの容認できるレベルは、職業上のリスクより1桁低いと結論づけることができる。この根拠から年あたり $10^{-6}$ ~ $10^{-5}$ の範囲のリスクは、公衆の個々の構成員のだれにとっても多分容認できるであろう」(118項)とされている。十分の一の係数について、1965年勧告(ICRP Publication 9)において「現在この点についての放射線生物学上の知見が十分でないので、この係数の大きさにはあまり生物学的意義をもたせるべきでない」(43項)としている。

1990年勧告(ICRP Publication 60)では、「年実効線量が1mSv~5mSvの範囲の継続した追加被ばくの影響は付属書Cに示してある。それらは判断のための基礎としてわかりやすいものではないが、1mSvをあまり超えない年線量限度の値を示唆している。一方、付属書Cの図C-7のデータは、たとえ5mSv/yの継続的被ばくによっても、年齢別死亡率の変化は非常に小さいことを示している。非常に変動しやすいラドンによる被ばくを除けば、自然放射線源からの年実効線量は1mSvであり、海拔の高い場所およびある地域では少なくともこの2倍である。これらをすべて考慮して、委員会は、年間実効線量限度1mSvを勧告する。」(191項)と説明している。

上記1990年勧告の説明は確かに「わかりやすいものではない」。1990年勧告に関連して、佐々木・安田(2012)は、「放射線防護基準の変遷」と題する解説論文のなかで「1990年勧告では公衆の年間線量限度を1mSvとし、(中略)。根拠としたのは、自然放射線レベルの年間1mSv(ラドンからの被ば



くを除く)と同等の被ばくは容認できる。職業被ばくのおよそ10分の1のリスク、すなわち1万人に1人の過剰死亡を社会は容認できるであろうということです。」と述べている。

### 3. 放射線によるがん死亡のリスク

放射線によるがん死亡リスク(名目確率係数、名目リスク係数)は、ICRP 1990年勧告では、1万人当たり、1シーベルト(Sv)当たり500人が算出されている(表1)。これは、10万人が1mSvの放射線を被ばくした場合、生涯がん死亡数は5人と計算される。

### 4. 閾値のない発がん性化学物質のリスク評価

化学物質の分野におけるリスク評価も放射線のリスク評価とほぼ類似の手法が取られている。DNAを損傷する閾値のない化学物質の場合、VSD(実質安全量、Virtually Safe Dose)という概念で、VSDは「あらかじめ任意に決められたきわめて低い危険率(例えば $10^{-6}$ )でがんを発生させる発がん物質の量あるいは濃度」のことで、動物実験で得られた用量反応データをグラフ上にプロットし、適切な数理モデルをあてはめることにより、実験的には求められない低い発生率を示す投与量、すなわち実質的に安全であると考えられる量として求められる(佐渡ほか 2005)。

WHO飲料水水質ガイドライン、日本の大気環境基準(ベンゼン)の設定などにおいて、VSDの手法は広く採用されている。しかし、リスクレベルをどの位に設定するか、どの数理モデルを適用するかなど、基本的な課題(問題点)も残されている(日本科学者会議・日本環境学会 2013)。

### 5. 考察(まとめ)

(1) 化学物質の分野におけるリスクレベルは、多くの場合「生涯の発がんリスク $10^{-5}$ 、すなわち10万人に1人」が用いられている( $10^{-5}$ が妥当かどうかは議論がある)。一方、放射線における1mSvのリスクレベルは「がんによる死亡が10万人に5人」である。がん罹患して死亡する割合は、概ね二分の一と考えて良い。生涯を70年とした場合、1mSv/年の累積線量は70mSvになる。このように考えると「1mSv/年」は決して厳しいとはいえない。

(2) 100mSv以下の問題であるが、200mSvより上は、線量とがんによる死亡率はほぼ比例(直線関係)している。実験または疫学調査などにより求めることができない低濃度領域について、化学物質の分野では数理モデルを当てはめている(しかし、決定的なものはない)。放射線の分野(ICRP)では「しきい値なし直線仮説(LNT仮説)」が採用されている。100mSv以下も影響があると考えるのは、ごく自然であり、LNT仮説(推定式)により影響の度合いを推定するのは妥当性がある。

### 6. 引用文献

- 日本アイソトープ協会(1991)：国際放射線防護委員会の1990年勧告、p.157。
- 佐々木・安田(2012)：放射線防護基準の変遷、日本アイソトープ協会HP。
- 佐渡ほか(2005)：放射線および環境化学物質による発がん、医療科学社、p.58-62。
- 日本科学者会議・日本環境学会(2013)：予防原則・リスク論に関する研究、本の泉社、p.116-122。

表1. 低線量、低線量率放射線被ばくに伴うがん死亡の生涯リスク(ICRP 1990)

(1万人当たり、全年齢平均、1Sv当たり過剰死亡数)

組織・臓器	ICRP 1990年勧告
赤色骨髄	50
骨表面	5
膀胱	30
乳房	20
結腸	85
肝臓	15
肺	85
食道	30
卵巣	10
皮膚	2
胃	110
甲状腺	8
その他	50
<b>合計</b>	<b>500</b>

出典：日本アイソトープ協会(1991)

## 富山県立イタイイタイ病資料館の課題

林 節男 (元 富山県立大学短大部)

連絡責任者：林 節男 ([sehaya2529@yahoo.co.jp](mailto:sehaya2529@yahoo.co.jp))

キーワード：イタイイタイ病資料館、開館5年目、情報公開、学校教育

### 1. はじめに

2012年4月に富山県立イタイイタイ病資料館が、カドミウム汚染地域に、加害企業と自治体が建設費を負担し、開設され4年目になり、小中学生から高齢者までに及ぶ来館者10万人を迎えた。パネル写真やジオラマ、映像で、被害の様子をビジュアルに示すと共に、被害団体の家族が語り部を務め、来館者にイタイイタイ病の悲惨さを伝えている。昨年より加害企業・三井金属の新入社員の場としても活用されている。一方で資料の公開の件で、一部市民や研究者から、資料の公開が不十分であるとの不満が出ている。この件については、4月27日、北陸中日新聞によると、被害団体などから寄贈された3595点の資料が、新たに閲覧できるようになった。重篤のイ病に至るまでの前症として、腎臓機能障害が明らかになったが、被害住民らは、高齢などを理由に腎臓病については、これ以上、裁判で争わないと、一時金60万円の見舞金で和解した。

### 2. 資料館の現状と研究者などからの不満

富山県は、1960年代、新産業都市構想による工場誘致の政策優先の立場から、公害被害については、住民側の要望には、積極的な施策としてこなかった。現在の知事になって初めて、被害住民が建てた清流会館へ訪問して、話を聞くことになり、被害住民からの強い要望と世論の後押しで、加害企業からの財政支援を得て、県立資料館の建設に至った。現在、小中学校の団体の公害学習の場として、展示にはクイズやイ病患者の骨模型など工夫がされている。また児童用の学習テキストも作られている。

イ病の海外への発信基地として、8か国語（英語、韓国語、中国語、ロシア語、ポルトガル語、フランス語、ポルトガル語、日本語）のイ病資料館紹介のチラシを来館者に配布している。

一方で、被害者団体からの提供された種々の資料が、著作権等の問題があるので、簡単には公開できないと来館者が入れない部屋に置かれている。鉦害研究者には、その資料が論文を書く大事な資料にしたいので、不満である。2008年の日本環境学会（富山県立大学で開催）の予稿集2冊を寄贈し、県知事から受入の通知を頂き、当初、公開の図書室に当初、陳列されたが、いま何故か、陳列されていない。

館長は、イ病研究者で元大学教授であるが、週2日勤務であり、4人の常駐職員は、県の行政職職員で、学芸員はいない。

### 3. 私のイ病資料館について改善提案と館長からの口頭回答

平成27年7月7日にイ病資料館館長 鏡森定信先生へ資料館の充実について要望を行い、館長から真摯な口頭回答をえた。

- ・資料館紹介のパンフレットの改善について ⇒毎年、更新しているので、意見を参考にする。

パンフレットの文言 2「克服の歴史」を学び について、

⇒現在の展示では、発生源対策について、具体的にどのような科学的方法で取り組んできたかが見えにくい。⇒改善要望について了解した。

- 3 県民一人ひとりが「環境と健康を大切にす・・・地域づくり」に取り組む

⇒ 風評に惑わされない科学的な見方・取り組み方を大切にすために

「科学と環境と健康を大切にす・・・地域づくり」に取り組む

⇒科学との文言を追加することに異議はない。

[語り部]による講話について

発生源対策の歴史について語れる科学者の追加も必要である。

⇒異議はない。林に、語り部を依頼することになると思う。

現在の展示について

- ・ 鉱山と工場の化学工学からみた工場の工程と鉱害防止設備の説明が不足している
  - ・ カドミウムの流れと収支の説明が不足している
- 以上2点については、神岡鉱業の鉱害防止対策の年次報告書を掲示することで、ある程度、カバーすることが可能である。
- ・ 発生源対策について、具体的にどのような科学的方法で取り組んできたか
  - ・ 地球物理学からみた鉱山と金属の生成の展示、人類と金属利用の歴史の展示を要望します。(今とくに、地震や火山噴火も注目されているので、人々の関心を引くと思います)
- (※以上の難解な内容については、小・中高生向けの科学図鑑、家庭科副読本などを活用すれば、小・中高生や一般の方へ判り易くつたえられると思います。)

以上について ⇒趣旨を理解した、異議はない。今後の展示改善に参考にしたい。

神岡鉱業の鉱害防止対策の年次報告書の最新のものを展示する。

過去の報告書については、図書室に置く。

図書室の充実について

今まで行われた数々のイ病に関する公開シンポジウムや公開セミナーの報告集について、すべて公開保管を要望します。

メールマガジン等を整理した年次報告書の作成と公開を要望します。

神岡鉱業の鉱害防止対策の年次報告書の保管

⇒異議はない。今、寄贈図書を整理しているので、整理後、公開保管する。

以上

林は、排煙関係の発生源対策に35年余り参加してきた科学者として、被害住民団体の小松義久初代会長の意思をくんで、「排煙関係の発生源対策の歴史」の啓蒙書の出版を計画しています。⇒期待する。

私も館長職の終了後に、イタイイタイ病の継承に取り組みたい。

#### 4. まとめ

今年5月、富山市でG7の環境相会合が開催され、このイ病資料館も視察先の対照となった。去年は、全国豊かな海づくり大会が富山県で開催され、天皇陛下が初めて、北陸新幹線に乗車し、富山駅で降り、最初に向かったのは、このイ病資料館であった。この様に世界から注目されるようになり、その役割は重要になったので、県当局は幅広い分野からの意見を聞いて、透明性ある形で、資料館を充実して行くことが大切である。資料公開で、著作権等の問題については、法律問題の専門家であり、住民と共に闘ったイ病弁護団の役割が大きい。鉱害史研究者やイ病問題研究者は、資料公開要求について、被害住民の心情にも寄り添った形で対処することが大切である。

現在の県庁事務職員中心運営の鉱害資料館から、学芸員も加え、研究活動もできる鉱害博物館に生まれ変わることが期待される。また引き続き、被害住民団体と立入調査に参加してきた協力科学者、弁護士とのグループとの協働も大切になる。

## 四日市公害資料館開館1周年と今後の課題

栗屋かよ子（元四日市大学）

連絡責任者：栗屋かよ子（kaako128@outlook.com）

キーワード：四日市公害、公害資料館開館1周年、市民の意志

### 1. はじめに——ようやく開館という四日市の事情——

2015年3月21日に四日市に、ようやく公害資料館「四日市公害と環境未来館」が開館した。ようやくというのは、四日市の場合、1972年7月24日の公害勝訴判決の後、「公害訴訟を支持する会」は解散し、反公害・青空回復の運動も数年にして消滅してしまい、やがて「四日市公害は語ることもはばかれる、一種のタブーとなった（特に1980年代から2000年頃までがひどかった）」<sup>1)</sup>という事情のためもある。

2008年12月には市長選挙があり、我々が公害資料館開館を掲げるよう要望し、公害・環境教育を公約に掲げた田中俊行候補が当選した。我々が企画した市民学校において、宮本憲一は「日本のいわゆる四大公害の水俣病・富山イタイイタイ病・新潟水俣病には資料館があり、ここだけない。成果を挙げるには、住民が資料館を作ろうとする強い意志がいる」<sup>3)</sup>と述べた（2009年3月14日）。

2011年より公害資料館の整備が始まったが、宮本氏の言う「住民の強い意志」ははなはだ心もとないところがあった。実際、資料館をかつての最大の公害被災地であった塩浜地区にという市の方針に対して、当時の塩浜地区連合自治会は自治会長全員の署名捺印をもって拒否し、最終的に市立博物館内への併設となったのである。このような問題を残しながらの、ようやくの開館である<sup>4)</sup>。

### 2. 四日市公害資料館の活動

開館当日、午前中は市によるセレモニーがあり、我々（CSO環境よっかいち）は、「中部の環境を考える会」と共催で、市民による開館の集い「市民カフェ」を開催し（宮本憲一氏や野呂汎弁護士を初め、全国の患者会からも代表者が参加）、いろいろと課題はあるが、まずは開館できた点を評価しあった。以下、1年間の活動をみってみる。

#### 2-1 理念

開館の目的は「四日市公害の歴史と教訓を次世代に伝える/環境改善の取り組みや産業の発展と環境保全を両立したまちづくり/経験から得た知識や環境技術を広く国内外に情報発信する」ことであり、そのために3つの機能「四日市公害の歴史を知る/これからの環境問題を学ぶ/未来のために活動する」を設けたとある（ホームページより）。

#### 2-2 活動経過

2015年3月21日開館記念の集い/語り部・解説員の養成とその活動：語り部（?→5）、解説員（15→15+13）/エコパートナーの活動（48団体・企業・個人）：活動室の利用、交流、委託事業の実施/運営協議会の開催（10月20日、3月17日）/第3回（全国）公害資料館連携フォーラム in 四日市（12月11日～13日）/来館者数：7万人（2月末）、322団体、12,105人（小学生：約6000人）

#### 2-3 成果

- ・ 来館者数は当初目標（5万5千）を大幅に越え、開館の理念を実現する強固な基盤ができた。
- ・ エコパートナーの制度により、市民活動とその交流の場が得られた意義は大きい。委託事業を通じた財政的援助により、自発的な市民活動と行政とのコラボも進んだ。



- ・語り部・解説員のボランティアが実現し、市民の啓発や能力の発掘・開発が進んだ。

### 3. 問題点と今後の課題

7万という数の中身が問題（初年度の物珍しさ、博物館・プラネタリウムとの依存関係、小学5年生の必須授業などという外的因子）である。単なる展示でなく（きれいすぎるという評価が多い）、明確なメッセージをもった公害資料館としての内実が問われる（量から質へ）。より具体的には、  
＜ソフト面＞

- ・現代との関わり/環境先進都市をどう創るのか不明確である。
- ・そのことも一因して、四日市には不必要な三菱石炭火力発電新設問題、塩浜街道の街路樹伐採問題等の（公害の教訓に対する）風化現象が進んでいる。
- ・資料館としての機能（独自の資料発掘・収集・整理・発信）が極めて不十分である。
- ・公害教育との内的連携が希薄（学校まかせ）。
- ・語り部/解説員制度の整備と持続的・系統的研鑽の必要。資料発掘等の創造的活動も重要。

＜ハード面＞

- ・博物館・プラネタリウムからの独立性の確保。
- ・2階の資料館独自の入口が必要。現在は、3階の博物館の常設展（時空街道と称して、古代・中世の四日市の展示、または丹羽文雄記念室）を通過しての入場で、混乱した印象を与えやすい。

### 4. おわりに

資料館としては大きな課題を残しつつも、市民活動という点では、ようやく反公害運動が日陰から公的な場に出る足掛かりが得られたことは極めて重要と言える。1周年の「市民カフェ」では、これまでになく新しい層の人達も多く参加し、多様な考えが出され理解が深まった。今後、行政との交流も深める必要性が確認された。むしろ安易な交流は風化を招く。

塩浜街道街路樹伐採の問題は、（海軍燃料廠時代以来の）公害の激甚地として、またコンビナート企業の城下町として、さらには今なお工場と隣接・混在して生活せざるをえない現状から出されている。これに対しては、「水と空気と緑と市民生活をよくする会」（チラシ参照）が発足し、より幅広い市民運動にしてゆくことになった。

公害の封印が長かった四日市の事情に加えて、公害体験者の高齢化も進み語り部活動が難しくなった今、四日市公害をテーマにした市民ミュージカルという文化活動的な視点からの取り組みも進んでいる<sup>5)</sup>。注目したいところである。

### 5. 引用/参考文献

- 1) 石崎亮史朗「歴史の事実を」『一追悼作文集—澤井余志郎さんへ—』(四日市再生「公害市民塾」)2016、p.4。
- 2) 宮本憲一『戦後日本公害史論』(岩波書店) 2014、p.549の表7-8。
- 3) 『四日市公害・環境市民学校 2008 報告集』(NPO 環境市民大学よっかいち)2009、p.80。
- 4) 粟屋かよ子「四日市公害資料館開設と市民参加」『四日市大学環境情報論集第19巻第1号』2015、pp.73-116。
- 5) 粟屋かよ子「四日市市民ミュージカル：四日市ラプソディ——その海と空と——」『四日市大学環境情報論集第19巻第2号』2016、pp.85-102。

## 干し柿作り体験教育を通じて地域の農業を伝える

林 節男 (元 富山県立大学短期大学部)

連絡責任者：林 節男 (sehaya2529@yahoo.co.jp)

キーワード：干し柿生産、環境に根ざした農業、世代間の共働、小学校の干し柿作り体験教室

## 1. はじめに

農家戸数が減少し、農地が縮小する中で、地域の環境に根ざした農業生産の持続は、とても切実な時期に来ている。林は、長年、富山県南砺市を中心に、日本各地と東アジアの干し柿生産地を視察し、気象と機械化の課題などについて調査してきた。その調査から、10年以上経過した生産地もあるので、近年の農業をめぐる動向、例えば生産者の減少と高齢化、消費者の嗜好の変化、6次産業化、TPP交渉の中で、何が変わり、何がかわらないかに着目をして、2015年11～12月に、岐阜、長野、山梨、福井および富山県南砺市の干し柿生産地を再訪した。昨年度、初めて参加した干し柿生産地の小学校の干し柿作り体験教室に参加し、明るい展望を見出した。

## 2. 2015年11～12月に再訪した干し柿生産地とその様子

1) 岐阜県 美濃加茂市の堂上蜂屋柿と山県市の伊自良柿の調査

調査個所：美濃加茂市民ミュージアム、堀部庫市氏（前堂上蜂屋柿振興会長）宅の干し柿加工所、JAめぐみの蜂屋支店（干し柿担当者：渡辺隼人係長）



86歳で蜂屋柿を守る



JA蜂屋支店、若手で手ムキ



四角い蜂屋柿



伊自良連柿でも手ムキ

堀部氏の談「1個1000円で売れるのは全体の3割ほど、私の代で我が家の干し柿生産もお終いか?! もっと収入があれば、良いが、後継には、生活できる収入がポイントになる。」2007年に、食の世界遺産、「味の箱舟」に蜂屋柿が認定されたこともあり、1000年の伝統を守るという意志は強い。後継者難が最大の課題である。今年の11月の高温多雨の気象には、乾燥にはカビが生じやすく、苦労している。

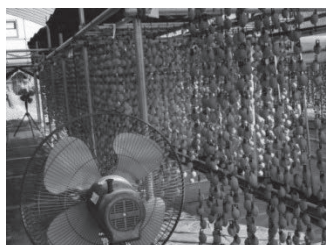
2) 長野県 市田柿の調査(高森町、飯田市、上伊那郡)

高森町歴史民俗資料館（高森町は、市田柿の発祥地であり、資料展示が豊富である。）

飯田市松尾の(株)戸田屋の干し柿加工現場、上伊那郡中川村葛島柳沢2601の富永農園



河岸段丘の傾斜地に柿園が点在



ビニールハウス内で通風乾燥



家族総出で果樹園を経営

富永農園：リンゴ生産、干し柿、果物ジュースなどを通信販売、くだもの狩りを予約・実施している。やはり11月の高温多雨で、干し柿生産のカビ発生に苦労していることと地域の過疎化が大きな課題であることを述懐された。それでもチラシ写真の様に、家族共同で働けることの喜びも語っていた。

J A南信州では、加工期間の短縮と光で等級選別する「柿工房」を建てたが、見学は出来なかった。

4) 山梨県甲州市塩山地区の干し柿生産の様子と「世界農業遺産」登録への運動

5) 富山県南砺市の干し柿生産の様子と小学校の干し柿作り体験教室への参加

この地域には二つの小学校があり、富山干柿出荷組合の役員らが小学校に出かけ、学年全児童に柿園の見学、皮むきと糸吊り体験、硫黄燻蒸体験、竿吊り体験、手もみ体験、仕上げと試食し、感謝祭まで

指導している。児童たちは、生き生きとしていた。同伴する父兄、祖父母にも明るい笑顔を与える。



共働で柿を皮むき、吊るし



ヘタ取り機と皮むき機を隣接



皮ムキのポット化推進



父兄の指導で皮むき



乾燥前の重量を測定



竿に吊るし乾燥場所へ



楽しみにしていた試食

表1. 再訪した干し柿生産地の慣行作業と近年の窮状、トレンドや支援策など

産地 団体	柿通称 組合	岐阜 蜂屋柿 振興会 JA	長野 市田柿 個人農家 JA	山梨 甲州百目 個人農家 JA	福井南越前町 燻し柿 振興会 JA, 塚田義正宅	富山 三社柿 出荷組合 県 JA
収穫作業		脚立+竿+手	脚立+竿+手	脚立+竿+手	木に登る+手	高所作業機+手
皮むき作業		手持ち皮むき器	自動皮むき機械	手持ち皮むき器	手持ち皮むき器	自動皮むき機械
商品の特徴と 乾燥法		高級和菓子、白粉、少量生産 天日+除湿機	小型、白粉豊富 ビニールハウス+通風 乾燥	大型、高級 天日吊るし+平置き	小型、黒い燻製品、堅木燃焼で燻し乾燥+天日	大型、箱入り 電気制御乾燥+練炭火力+天日
近年の窮状、トレンドと支援策等		生産者の減少・高齢化、「味の世界遺産」認定で1000年の伝統を守る。蜂屋柿振興会とJAが協働して、労力不足を解消。	生産者の減少で、JAで乾燥短縮、光式等級選別機を導入。食品加工業者の参入、ドライフルーツ商品も開販売。ボランティア募集	生産者の減少、勝沼ブドウ園の景観とも併せて景観と観光と重視した「世界農業遺産」登録を目指す。県の後押し	生産者の減少、40軒余りの今庄柿振興会とJA南越前が協働で従来の燻し柿の伝統を守る。	生産者の減少と高齢化、アンポ仕上げの増化、半カットドライフルーツ商品の導入で労働負担の均等化、皮むきのポット化を推進。

参加した小学校では、NPOとボランティアの協力の下、自由参加の児童たちが、土日を中心に、父兄と共に、10種類近くの野菜を育てていて、荒地化の防止に一役になっている。

### 3. まとめ

21世紀に干し柿生産と地域の農業を持続させるために以下の事を提唱し、啓蒙のシンポジウムとDVDの出版を計画している。

- 1) 生産者の半数近くの方が70~80歳代になって来ているので、体力と熟練に配慮した機械化が大切。
- 2) 地域の干し柿生産を支えるために、世代間を超えた交流と共働が大切になる。年配者には、認知症予防のための回想教育、児童たちには、五感を働かす貴重な情操教育の場にもなる。
- 3) 美濃加茂市、長野県高森町などの様に、地域の歴史資料館に、干し柿史料、DVDを残すことが大切。
- 4) 学校教育の場で、父兄も参加しての干し柿作り体験教室は、地域農業の理解・継承にも有効である。

### 4. 参考文献

林 節男：美味な干し柿生産とその事例，美味技術学会選書⑩，美味技術学会，2013

林 節男：富山県における干柿生産の機械化と労働負担，富山県農村医学研究会誌(33)，2015



## 横浜市牛久保西地区における住人と大学生による「お庭の生き物調査」の実施効果

○横田樹広（東京都市大学環境学部）・矢部和美（ミドリ安全（株））

連絡責任者：横田樹広（yokotas@tcu.ac.jp）

キーワード：庭、民有地、生物調査、協働、市民科学

### 1. はじめに

生物多様性に配慮した民有地緑化のためには、民有地の所有者・管理者自ら街の生態系の質を学び、生物の生息環境として機能する緑地の創出・管理を進めることが重要となる。横浜市では、「横浜みどりアップ計画」のもと、住宅地・オフィス街・工場地帯などで、市民と行政が協働して地域ぐるみで緑化計画と緑化事業を行う「地域緑のまちづくり事業」を展開している。これらのうち、企業緑地に関しては、CASBEEやSEGESといった生態系に配慮した緑化の認証制度が存在するものの、住宅地に関しては、地域レベルで生態系配慮を進めるための普及・啓発手法がない。とくに個人住宅の庭は、面的に点在するビオトープとして住宅地の生物多様性に寄与する可能性を持つが、生態系の質の向上に資する庭づくりのためには、その住人が庭の生態系の評価に関与し、生態系への配慮意識を高めることが有効である。

そこで本研究では、横浜市「地域緑のまちづくり事業」に取り組む住宅地において、大学生と住人の共同による生物調査プログラムを実践し、その効果を確認した。まず、全国レベルで展開されている個人住宅の庭を対象とした生物調査プログラムを適用した。また、これを元に、庭の生物相や緑の属性を大学生がより詳細に調査し共有するプログラムを実施し、その実施効果について把握した。これらを通じ、個人住宅の庭において、住人が継続的に調査に関与しながら生態系配慮を行っていくための調査プログラムのあり方について検討した。

### 2. 研究の対象と方法

2013年度より横浜市「地域緑のまちづくり事業」を実施している横浜市都筑区牛久保西地区を対象地とした。まず、NPO 法人生態教育センターが全国規模で取り組んでいる既存の生物調査プログラムである「お庭の生きもの調査 初心者コースはじめての生きもの調査」に則り、計 11 軒の個人住宅の庭を対象として、2014年6月～8月にかけて月に2回（各回約1時間）調査を実施した。学生2～4名が住人と協働し、「はじめての生きもの調査」記録用紙を使用して、調査対象として挙げられた指標生物20種の出現有無を記録し、庭の属性データを収集した。

次いで、これを元にしてプログラムの詳細化を行い、学生が主体となって出現生物すべてを対象とした調査・記録を行い、生物の行動、庭での観察場所を調査した。庭の属性についても、庭の植生、植栽の配置を図面上に詳細に記録した。調査地を前出の11軒を含めた計21軒に拡大し、調査期間を2015年6月～8月とし、月に1回（各回約1時間）の頻度で調査を実施した。また、調査対象とした庭の居住者を対象に、調査実施前後の意識の変化、生物への関心度合い、学生による調査プログラムへの意識等について、アンケート調査を行った。

### 3. 結果

既存の「お庭の生き物調査」では、あらかじめ指定された20種の指標生物を対象として調査したが、それらの生息が全く見られなかった庭でも、指標生物以外の種が13種観察され、全国を対象とした既存プログラムで挙げられた指標生物のみでは実際の生態系を評価しきれない可能性が示唆された（図



-1)。庭の特性についても、既存プログラムでは緑量を 5 段階で記録する形式だが、閾値となる緑被率の基準等が明確に示されていないため、相対的な緑地の大きさが回答と実際の緑被率とで差が生じる場合があった。周辺の緑の状況についても、目視のみの定性的記録のため客観性が乏しい結果となった。

次いで、大学生が網羅的に生物相を調査・記録する調査プログラムに改良した結果、横浜市による公園の生態系評価における「健全な生態系指標種（52 種）」のうち、調査対象地全体で二次消費者 21 種、一次消費者 19 種が観察され、住宅地において形成されている生態系の質をより具体的に示すことができた。周辺の緑と庭との距離、庭の緑被率等についても GIS により定量的に把握した結果、より客観的な庭の評価が可能となった。21 軒の庭のうち 18 軒でアゲハチョウの卵、幼虫、成虫のいずれかが観察され、そのすべての庭で幼虫が食樹としているミカンまたはサンショウの木が植えられていた。鳥類は 7 種が観察されたが、すべての庭で 2m を超す大木があったほか、庭の周囲 1m 以内に公園または大木・果樹のある隣家があり、隠れられる茂った木々や餌資源が内外にある庭に好んで飛来していた。

事前事後での住人へのアンケート調査の結果では、生物全般に対する意識は実施前から高く、実施前後であまり変化が見られなかったが、具体的な生物に対して興味をもつ人が増え、大学生が詳細に調査を実施することによる効果が見てとれた。また、「大学生が調査に来てくれれば今後も継続したい」「調査結果のまとめをして欲しい」といった意見が挙げられ、調査を主体的に運営する場合は、住人との調査プロセスと調査結果の共有が、調査プログラムの継続実施において重要であると考えられた。

#### 4. 考察

既存の調査プログラムを活用して、大学生が庭の形態や周辺の緑、生息生物種等について、より具体的かつ定量的な調査を実施することで、庭が公園等と同等の生態系の質が期待できることを示せる場合があった。また、客観的なデータを住人に提供することで、同じ住宅地内の他の庭との比較やつながりを住人が意識でき、地域レベルでの生態系ネットワーク形成への理解を促進できる可能性が示唆された。

個人住宅の庭においては、研究的な視点を有する第三者が実際に現地に出向き、調査プログラムに対する住人の理解を深めると共に、調査への参画を促し、定期的に調査結果を共有していくことが有効と考えられた。今回のプログラムでは、大学生がキュレーターとしての役割を担える可能性が示されたが、個々の住宅で協働による現地調査を実施するためには大きな労力を要する。地域レベルでは既存プログラムによる一斉調査を展開し、その結果から生態系の質として重要な庭の抽出ができることが望ましい。そのためには、地域に応じた指標生物種や、植栽の質的・形態的な属性について、全国レベルの共通指標を地域に応じて具体化する必要がある。そのうえで、地域に応じた住宅地の生態系の質についてよりテーマを絞った科学的な生態系調査を行い、連動したプログラムを実践することが有効と考えられた。

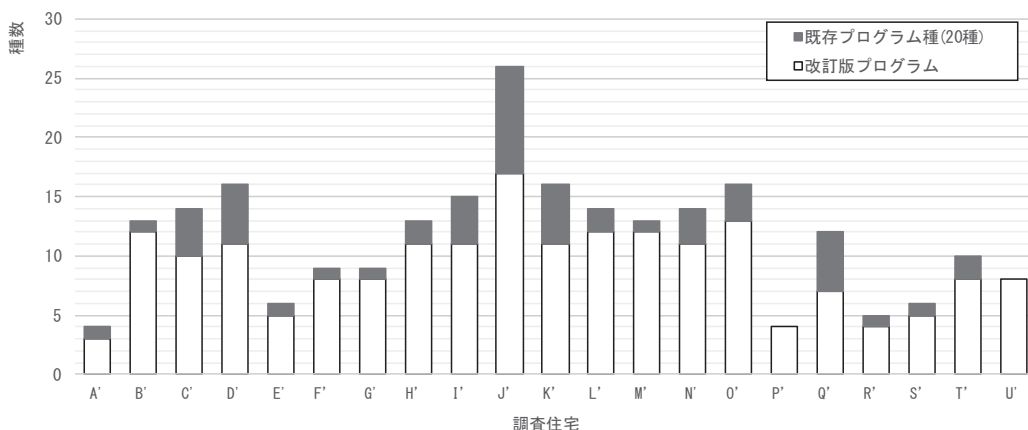


図-1. 個人住宅の庭ごとの既存プログラム（指標種 20 種）と改訂したプログラムでの出現種数

## 自然倫理学の諸問題 —ジープの「具体倫理学」によせて—

飛田 満 (目白大学社会学部)

連絡責任者: 飛田 満 (tobita@mejiro.ac.jp)

キーワード: ルートヴィヒ・ジープ、具体倫理学、自然倫理学

### 1. はじめに (目的・材料・方法)

本発表の目的は、現代ドイツの哲学者ルートヴィヒ・ジープの『具体倫理学—自然倫理学と文化倫理学の基礎』(2004年)における「具体倫理学」としての「自然倫理学」の基礎づけについて考察するとともに、そこで扱われる具体的な自然倫理学の諸問題、とくに持続可能性、生物多様性、自然空間の保護、動物倫理と植物倫理、及び人口増加について検討することである。

### 2. 考察

#### 2-1. 具体倫理学の構想について

まずジープの「具体倫理学」全体の構想に関して、その意図するもの、対象領域と方法、全体論的立場、及び出発点としての「善き世界」の根本特徴について確認する。

第一に、「具体倫理学」の対象領域は、所謂「応用倫理学」の対象領域と重なり合う。すなわち、まずもって「自然倫理学」や「医療倫理学」として、人間以外の自然(外的自然)と人間の身体(内的自然)とへの技術的関わりをめぐる具体的な倫理的諸問題(価値・基準・規範など)に関わる。

第二に、「具体倫理学」の方法は、所謂「応用倫理学」のごとく普遍的な諸原理から出発し、それが特殊な対象領域へと適用・応用されるというのではなく、日常的にも歴史的にも共有されている「善き世界」といった普遍的イメージないし価値の枠組みから出発し、それが特殊な対象領域に関して具体化され比較考量されるというものである。

第三に、具体倫理学は全体論的立場をとり、①最高善としての全体の善に即してあらゆる善が考量され、②善き世界の基準が諸領域において具体化されねばならず、③個々の規範は諸規範の全体的連関に依存し、また規範は全体的善に貢献する行為を対象とし、④全体の存在は部分には還元されず、また世界の全体には実在性が認められる。

第四に、具体倫理学の出発点としての「善き世界」(善く秩序づけられた全体、コスモス)には、①多様性、②自然性、③公正・正義、④繁栄、⑤自然の階梯(階層秩序)といった根本特徴が属する。

#### 2-2. 自然倫理学の問題について

次に自然倫理学の具体的諸問題として、持続可能性、生物多様性、自然空間の保護、植物倫理と動物倫理、及び人口増加という5つの問題について検討する。

第一に「持続可能性」とは、「自然的過程に定位した世代間の配分的正義の形式」として定義される。それは「将来世代」を配慮して、資源や環境などの生活条件や繁栄条件が、世代を超えて全人類に(さらに人類以外の種にも)公平・公正に配分されなければならないということと、そのために資源や環境などの自然的循環と自然的再生という「自然的過程」が保持されなければならないということの意味する。

第二に「生物多様性」とは、広義には「種内の多様性」「種間の多様性」「生命共同体レベルでの多様

性」という3つのレベルでの「地上の生命の多様性」を、狭義には「遺伝子プログラムの多様性」を意味する。ここから「遺伝子組み換え」というバイオテクノロジーに関わる問題が生じるが、これに対しては「多様性と公平性の基準」に従った規範ないし指針をもつことが重要であるとされる。

第三に「自然空間の保護」とは、人間の「利益考慮」のパースペクティブを超えて、多様な関係者による「共生」がその中で保たれているマイクロコスモス、すなわち「生態系」のバランスを保持することを意味する。ここから個人の繁栄や文化的多様性の不可侵性と人間以外の生物の発展機会との衝突も生じうるが、これに対しては「全体的理念」に定位した比較考量の手続きが重要であるとされる。

第四に「植物倫理と動物倫理」、すなわち人間が植物や動物と正しく関わるための規範に関しては、まず「自然性」（「自発性」「可変性」「個別性」）が生物の本質的特徴であり、これを維持することが生物との正しい関わりの一般的基準であって、これを「大量生産性」と「複製可能性」に換える「クローン化」は、したがって生物との正しい関わり方に反するとされる。

さらに植物の場合には、とにかく「種に適した生」と「繁栄」の条件に配慮することが、これと正しく関わるための基準とされるが、しかし動物の場合には、それ以上に特徴として「積極的な栄養摂取」と「自発的な空間移動」が属しているので、動物の「健康」や「繁栄」だけでなく「快樂の追求」や「苦痛の回避」にも配慮することが、行為の規範として要求される。

こうした「種に適した生」「繁栄」「苦痛の回避」などの、生物の諸段階の「善き状態」を正当に評価するためには、生物をその「組織化の程度」に応じて区別して取り扱い、微生物<植物<動物<人間といった、「自然の階梯」のより高い段階に位置する生物の繁栄という視点から、生物の諸段階の諸善が「比較考量」されなければならない。

この比較考量に際して人間は、他の生物の「多様性」と「繁栄」とへの原則的配慮のもとで、競合する生物種に対して自らの利害を優先し、自らの「生物学的地位」を拡大することができる。ただしそれは善や価値の「比較考量」の結果であって、さらに重要なのは、より広範な「善き世界」のイメージ、すなわち「コスモス」理念の内部での善の規定がこの比較考量に先行することである。

第五に「人口増加」の問題は、人間の個人の健康、世代間の資源の公正な配分、形態と種の多様性の維持および生物の繁栄と健康の促進という、三つの基準から論じられる。個人の生殖への欲求や関心および権利は、子どもたちの健康と生活、将来世代の生存と発展の機会と比較考量されること、多様な形態と種の世界、多様な生物の繁栄と健康とうまく折り合いがつけられることが必要である。

### 3. 結論

ジープの「具体倫理学」、とくにその「自然倫理学」の意義は、現代社会における自然的環境に対する技術的関わりをめぐる具体的な倫理的諸問題を解決することを目指し、そのために普遍的な「善き世界」というイメージないし価値的枠組みに定位しながら、その基本的特徴である「多様性」「自然性」「公正」「繁栄」といった基準に照らして、コスモス的全体的善と人間的部分的諸善との比較考量を行なう、というそのゆるやかな価値実在論的・全体論的な視点のうちに存している、とすることができるであろう。

### 4. 引用文献

Ludwig Siep, *Konkrete Ethik. Grundlagen der Natur- und Kulturethik*, Frankfurt a.M.(Suhrkamp) 2004. 山内廣隆総監訳『ジープ応用倫理学』丸善、2007年

## 環境課題の体系的分類

森谷昭一（森谷工房環境教育部）

連絡責任者：森谷昭一 moriya@nature.email.ne.jp

キーワード：分類、動的分類、自然と人為、体系化

### 1. はじめに

対象を分類する事から学問は始まるとも言われる。環境学の課題は多岐にわたるが、的確な分類体系は確立していない。研究者や実践者毎に独自の人為分類をしているのが現状である。系統的な分類体系の確立と共有は、的確な情報交換と有効な研究のためには必須である。体系的分類が不備であると、

- (1) 図書、論文、その他情報の適正配列ができず、適切に情報を取り出せない、
- (2) 議論が錯綜して有効に議論できない、
- (3) 解決への組織化ができず、縦割り行政や専門の壁などのような弊害が生まれる、

などの困難を生じる。好ましい分類とは次のようなものである。

- (1) 混乱無く議論ができること。
- (2) 未知の課題が系統的に発見できること。
- (3) 課題とその解決手段が隣接して、適切に組み合わせられ、解決に至ること。

### 2. 分類の方法

様々な分野で行われる分類には次のようなものがある。

- 類型分類 → 似たものを恣意的に分類する。本草学や行政組織の分け方等
- 規格分類、→ 連続する数値による分類。粒径により粘土・砂・礫などを分ける等
- 系譜分類（系統分類）→ 系統・発生・来歴による分類。生物の進化による系統分類
- 動的分類 → 複数基準による合成的分類。周期律表の元素分類やキーワード索引等

環境課題の分類は類型分類または規格分類が多く、系譜分類は試みが少ない。

規格分類基準を複数組み合わせ、座標系を設定して課題空間を構成し、課題を配置すると動的分類に近づく。連続的な規格基準として考えられものには次のような例がある。

### 3. 環境課題を分類する基準

- 1 階層性による基準（要素の大きさと、組み合わせの複雑さによる）

原子→分子→細胞→組織→器官→個体→個体群→生物群集→生態系



## 2 地球中心からの距離による基準

マントル→地殻→土壌層 (A B C) →生物層→対流圏→成層圏→外気圏→宇宙

## 3 自然と人工の程度を座標にとる基準 (遷移の系列を基礎とする)

都市→ 公園→ 農地→ 里山→ 里地→ 人工林→ 原生林

## 4 環境課題のおきる場と範囲による基準 (地理座標による基準)

小地域集落規模 → 地方自治体規模→ 国家規模 → 地球規模

## 5 原因と結果の系列による基準

人口増加 → 過放牧 → 草の食い尽くし → 砂漠化

## 6 問題の抽象度の程度による分類

哲学の課題 →文明論の課題 →倫理学課題 →法・経済課題 →具体課題

## 7 発達あるいは発展の順序による基準

幼児から学齢、年代別社会教育 自然への感性→科学的認識→解決への意志

これらを組み合わせて平面座標あるいは三次元座標さらに多次元座標として、動的分類を構築して、解決への道筋を探る事ができる。

他分野の現行分類基準の引用や、整合性を図るのも重要である。例えば、歴史学の史的順序、法令の階層性、図書分類、人類学の分類 (HRAF)、行政組織の分類、公と民の指標、工業生産ラインの工程など多岐にわたる。また環境学固有の基準も設定できるだろう。例えば、持続可能性と収奪度の程度の基準、課題全体のエネルギー量の指標、問題の解決困難度の指標、物質循環の中の位置、エントロピー、生物多様性の尺度、環境思想の系譜なども分類の基準として使えると思われる。

## 4. まとめ

分類体系の確立は、究極的にはその分野の学問の完成と同じだとも言われる。環境学のような新しい学問では、分類そのものを研究者が意識して設定し、試行錯誤しつつ、形成的に構築していくしかない。その上で、学会などで標準化および共有化していくのが環境課題の解決への道程となりうると思われる。分類は体系化そのものでもある。総合学である環境学は体系化されて力を発揮できる。課題の分類と言うテーマから始めて、環境学の体系化が望まれる。その分類の基準として何が有効か、それをどう組み合わせる動的分類を行えるかを探る事が総合学としての環境学のテーマとなるだろう。

## 5. 参考文献

分類の発想 中尾佐助 朝日選書 朝日新聞社

分類思考の世界 三中信宏 講談社現代新書 講談社

分類学からの出発 吉田政幸 中公新書 1148 中央公論社

## 信頼の基盤をかたちづくるもの —科学における「外的」な真理と「内的」な道徳

柿沼美穂

国立環境研究所 地球環境研究センター

連絡先: [kakinuma.miho@nies.go.jp](mailto:kakinuma.miho@nies.go.jp)

キーワード: 信頼、真理性、規範正当性、誠実性、道徳

### 1. はじめに

科学とその基盤となる科学的思考方法は、現象の観察や実験とそのデータ化、そのデータに基づいた論理的で系統だった推論、さらに、そうした考察に対する検証可能性や反証可能性などによる客観的な保証などから構成される(1)。そして、近代以降の科学と技術の目覚ましい進歩、そして人間社会の発展は、この科学的思考方法が基盤となっているとすることができる。

もちろん、科学に対する疑問や批難がなかったわけではない。たとえば、鉛害や水俣病など、それまでの科学の常識では解明できない公害・環境問題が現れるたびに、人々の間に不信感が漂った(2)。しかし、2011年の東北地方太平洋沖地震と、それに続く福島第一原子力発電所の事故ほど、科学と科学的思考方法の信頼性に大打撃を与えた事件はなかったかもしれない。

古代から、巨大地震と火災・津波などの二次災害に苦しんできた日本は、明治以降、その科学研究と対策に大きな努力を続けてきた。地震と二次災害による被害が生じるたびに、データが集められ、対策が講じられてきたからである(3)。ところが、東北地方太平洋沖地震は、岩手県沖から茨城県沖にかけての幅約200km、長さ約500km、およそ10万km<sup>2</sup>の広範囲を震源域とし、地震の規模を示すマグニチュードはMw9.0 (Mjma8.4) (4)で、それまで、想定基準となっていた大正関東地震(1923年)のMj7.9, (Mw8.2) というデータ(5)を上回る規模で発生した。この想定外の地震は、想定外の波高の津波を生み、それまでの想定に基づいて設計された堤防を乗り越えていくつもの町を破壊し、数多くの尊い命を奪った。そして、この津波によって福島第一原子力発電所の全電源を喪失、原発は、炉心溶融という深刻な事態に陥ったのである。

このことは、科学的な現象の観察、実験等によりデータを収集し、論理的に系統だった思考方法によって人間が解明してきたはずの領域にも、まだまだ多くの「想定」「外」の部分、未解明の部分がある可能性を示した。つまり、科学的思考方法は、決して完全なものではない(6)ということである。実際、東日本大震災直後には、さまざまな「科学的」知見が現れ、人々を困惑させている。特に、福島第一原子力発電所の事故の状況や、その後の予測・対策などについては、研究者によって180°異なる知見が述べられ、科学者そして、科学技術への信頼が失われた(7)。

このような知見の混乱と人々の困惑、そして(その後回復傾向にあるにせよ)、科学への信頼が大きく失われた事態については、さまざまな考察が行われることとなった。たとえば、東京大学の影浦映氏は、福島第一原子力発電所の事故の後、研究者、あるいは専門家と呼ばれる人々の発言を収集して分類し、思い込みや、未知の領域を想定せず、既知の知識のみを基盤とした分析などに基づく「事実としても科学としても誤った発言」や、専門外の領域での誤解等に起因する「社会的に適切さを欠いた発言」などが原因ではないかと述べている(8)。

発表者も、この問題については、科学における「想定外」や、ポスト・ノーマル・サイエンス的状况における科学、リスクアセスメントの分析について等の観点から、研究発表を行ってきた。これらはいずれも信頼の内容に主眼をおいての考察である。今回は、人間の「信頼」の構造に焦点をあてて考察してみたいと思う。人間の信頼は、その内容の真偽だけで判断されるわけではない。そこで次に、信頼の構造を分析し、信頼の喪失の原因と、その解決への糸口を探りたいと思う。

### 2. クレディビリティとトラストの喪失

信頼という概念は、一義的ではなく、観点によって少しずつ異なるニュアンスをもっている。影浦映氏は、英語の「信頼」にあたる4つのことば「クレディビリティ (credibility)」「リライアビリティ (reliability)」「トラスト (trust)」「フェイス (faith)」を提示し、それぞれの違いを述べたうえで、科学への信頼において注目すべきなのはクレディビリティとトラストといわれる信頼の仕方であるとしている(9)。影浦氏によれば、クレディビリティは情報や情報発信者である人や組織、事態に対処する当事者側の「信頼するに足る」属性であり、トラストはそうした情報を受け取る側の属性である。つまり、クレディビリティは、科学的知見および、その知見を発信する研究者の質にかかわる属性であり、トラストはいわゆる一般の人々の「信頼する」行為や気持ちということになる。ここから影浦氏は、科学への信頼の喪失には、科学自体がクレディビリティを失ったということと、一般の人々が科学へのトラストを失ったという二面があると結んでいる(10)。

しかし、発表者は、科学、特に科学的思考方法が、われわれの目の前の現象を解明しようとする際の最も客観的で開かれた手立てであり、その点で他の方法論の追随を許さないという点についてのクレディビリティが失われたわけではないと考える。たしかに、東北地方太平洋沖地震と福島第一原子力発電所の事故後、あまりにも多くの「想定外」の出現に、発表者を含めた

一般の人々は、驚き、あきれてしまっていた。だからこそ、平成24年版の科学技術白書が示すように、科学技術と科学者へのトラストが失われたことを示唆する数値が跳ね上がったのであろう。とはいえ、その後、科学的思考方法が放棄されることは一度たりともなかったし、「想定内」とすべきだったさまざまなデータや理論が「再発見」され、そうしたデータや理論を総合して、新たな知見が表明されるとともに、一般の人々の科学者と科学技術へのトラストも、徐々に回復しているように思われる。もし、本当に科学とその思考方法についてのクレディビリティが失われていたのであれば、このような状況はありえない。では、クレディビリティとトラストが失われたのは、科学のどの部分なのであろうか。

まず挙げられるのは、データや検証のための時間不足等による事実誤認であるが、これらは通常「起こりうる」ミスであり、ある程度まで許容されるものである。次に考えられるのは、先述の「思い込みや、未知の領域を想定せず、既知の知識のみを基盤とした分析などに基づく『事実としても科学としても誤った発言』そして、「専門外の領域での誤解等に起因する『社会的に適切さを欠いた発言』とされるものである(11)。

前者は、すでに提示されている何らかの科学的知見を、現実には起こっている現象の原因としてなかば強引にあてはめ、それにしたがって解釈することを意味する(12)。これは、福島第一原子力発電所の事故後の現象に関する研究者の見解ばかりでなく、人類がさまざまな公害・環境問題に相対するたびに繰り返されてきた行為である(13)。さらに影浦氏は、そもそも人間には「(仮説) 確証バイアス」(14)と呼ばれる傾向性のあることが、心理学の領域においてよく知られており、また、仮説検証という方法にしたがって、考察を推し進めること自体には、プロセスとしての問題があるともいえないとする(15)。

ここで注目すべき点は、こうした発言が、既出の仮説への疑問を封じてしまう、つまり、問題となっている現象の背後から、何か「新しい」事実、あるいは仮説を見出せるかもしれないという発想に「蓋」をしてしまう可能性である。既出の仮説に引きずられて、新しい事実や仮説を見失うような事態は、科学的思考方法の基本である、現象の観察や実験とそのデータといった根拠を公平に見ることを妨げ、考察に対する検証可能性や反証可能性などを押しとどめることを意味するからである。この確証バイアスの「蓋」は、歴史的にみても、鉛害や水俣病、原子爆弾の被害、カネミ油症、枯葉剤、ダイオキシン、超音波、アスベストなどの公害・環境問題など、人類が初めて直面する問題が生じるたびに、障害となって立ちほだかったことが知られている(16)。この構図は、現在の地球温暖化問題をはじめとする環境問題においても同様であるといえることができる。

もう一つの「社会的に適切さを欠いた発言」にはさまざまな種類があるが、最も典型的なものは、原子力発電所の事故などの問題に関する自分の知見が人々に受け入れられないとき、それを、自らの説明にではなく、人々の科学的リテラシー不足等に原因があるとするかような発言である(17)。なるほど、ある程度専門的な知見を理解し、共有しようと思えば、それに適うだけの知識や思考訓練などが必要となる。それが、まず人々の科学的リテラシーを引き上げるところが始めるべきであろうという発言へとつながるのである。この考え方はある程度まで正しい。しかし、そうした姿勢が嵩じた場合、それは、その問題に関する知見の絶対化（あるいは無謬化）へと結びついてしまう可能性がある。

先述のように、科学的知見は、データや観察記録などの証拠になることがらと、その因果関係を考察した理論によって構成されており、開かれた検証可能性あるいは反証可能性によって、客観性が保証されている。つまり、こうした知見はすべて仮説であり、さまざまな検証によって、絶えず改変され、あるいは覆される可能性があるということである。ということは、知見は決して無謬ではなく、絶えまない検証によって、持続性が保たれる一時的な真理であることを意味する。そして、そこにこそ、中世の神学的理論がもちえなかった、科学的知見の最大の意味と価値があるといえることができる。もし、自らの知見よりも、人々の科学的リテラシーを問題視するような姿勢が嵩じれば、それは、その知見の無謬性を一方的に押し付けることにつながり、本来の科学的知見の開かれたあり方を否定することになるのである(18)。

これらの考察から科学とその思考方法に対するクレディビリティおよびトラストの喪失の原因を推しはかるとすれば、それは、科学的思考方法の誤用ということになる。そしてこれは具体的には、開かれた検証可能性によって保証されている客観性という科学的思考方法の重要な基盤を、既存の知見や原因の移しかえなどで突き崩すことによってなされているということになる。するとここで、もう一つ考えなければならぬ問題が浮上する。それは、このような突き崩しが「意識的に行われているか否か」という問題である。実は、これは本来の科学的思考方法における問題ではなく、コミュニケーションにおける倫理性の問題である。この問題は、科学的知見が人々のコミュニケーションの場に上るとき、必ず考慮されるべき問題である。次に、この問題に関する検討を行いたい。

### 3. コミュニケーションにおける誠実性の問題

科学的思考方法が、コミュニケーションの場において、意識的に誤用されたか否かという問題は、本来、科学的知見の内容よりも、それを行う人間の行為にかかわる問題である。昨年の「温暖化問題を環境倫理から考えるのはなぜ難しいのか」という研究発表で述べたように、科学が従来のノーマル・サイエンス的な、すなわち実験室内での、あるいは限られた専門的研究者内での「科学的知見」としてよりも、ポスト・ノーマル・サイエンス的な科学として、社会的な実装の基盤として用いられるようになり、リスク評価をはじめとする、さまざまな人々を交えての討議（＝言語を通じた人々の相互行為）の場に持ち出



## 塩ストレスがフダンソウのベタシアニン含有量に及ぼす影響

○箭柏聖<sup>1</sup>・堤沙央里<sup>2</sup>・岡澤寿晃<sup>2</sup>・大島宏行<sup>2</sup>・加藤拓<sup>2</sup>・前田良之<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>東京農業大学大学院, <sup>2</sup>東京農業大学生物応用化学科

連絡責任者: 箭柏聖 (44415024@nodai.ac.jp)

キーワード: フダンソウ、ベタシアニン、塩ストレス、酸化ストレス、水耕栽培

### 1. はじめに

アカザ科のフダンソウ (*Beta vulgaris* var. *cicla*) は、季節を問わず栽培が可能で、乾燥や塩害など環境ストレスに強い植物といわれている。植物が塩ストレスを受けると、植物体内への Na の流入とそれに伴う浸透圧の変化により、活性酸素種が生成され、植物の生育を阻害する二次的な酸化ストレスとなる。酸化ストレスの低減に寄与するため、植物は SOD や CAT などの活性酸素消去系酵素による無毒化を行う。一方、これらの酵素とは別に生体内の活性酸素レベルを生理的濃度に維持するために、活性酸素種を直接除去する抗酸化物質が知られ、フダンソウが持つベタレイン色素もこの物質である。ベタレイン色素はナデシコ目植物にのみ存在する色素で、赤色色素のベタシアニンと黄色色素のベタキササンチンがこれに属し、フダンソウはその色素含有率の違いで赤、黄、白色と様々な色を呈する。特にベタシアニンはその高い抗酸化能から、酸化ストレスを直接防除しているといわれているが、これまで植物体内における機能に関する報告は少ない。例えば、フダンソウと同様のアカザ科植物において、塩処理濃度依存的に体内のベタシアニン濃度が増加する傾向や、ベタシアニンを含有することで塩ストレスによる生育阻害が緩和されるといった報告はある。しかし、フダンソウにおいて塩ストレスの強度と植物体内のベタシアニン含有量や活性酸素消去系酵素活性の変化の関連性については明らかになっていない。そこで、本研究では NaCl を水耕液中に添加し、塩ストレスの強度と生育への影響を植物体内のベタシアニンの動態から検討した。

### 2. 材料と方法

フダンソウ (品種: アイデアル) を供試し、ガラス温室内でホーグランド水耕液を基本培養液とした水耕栽培を行った。播種、発芽後、水耕栽培に移植し、7 葉齢時に 1 週間の NaCl 処理を行った。フダンソウは赤、黄、白色と様々な色合いを呈するので、先ず赤色の株を目視選別して第 1 回栽培試験を行った。次に、7 葉齢まで生育した株の中で特に赤色を呈している個体のみを選別して第 2 回栽培試験を行った。培養液中の Na 濃度が 0, 25, 50, 75, 100, 125, 150mM (第 1 回) 及び 0, 50, 100, 125, 150, 175, 200 mM (第 2 回) となるように NaCl を添加し、各 3 連で栽培した。処理終了後、葉身、葉柄、根に分離して収穫し、60°C 48 時間で乾燥または -80°C で凍結保存し、以下の分析に供した。測定項目として生長量、植物体内のベタシアニン、L-アスコルビン酸及び過酸化水素含有量、活性酸素消去系酵素活性 (SOD, CAT, APX, GR) を設定した。ベタシアニン含有量は凍結サンプル 0.15 g に 80%メタノールを 1 ml 加えた後、25 °C、15000 × g で 10 分間遠心分離後、上清を分光光度計にて 538 nm の波長で測定し、測定した吸光度とベタシアニンのモル吸光係数: 60000 からベタシアニン濃度を吸光度/モル吸光係数×光路長から算出した。また、相対生長量は 0 mM における生長量を 100%とし算出した。

### 3. 結果

第 1 回栽培試験では相対生長量は NaCl 25mM で最大値を示し、その後低下したが NaCl 150mM にお



いても 80%の値を示した。過酸化水素含有量は植物体全体では処理区間に大きな差はなかったが、葉身部のみ NaCl 125mM 以上で増加した。ベタシアニン含有量は葉身部で NaCl 125 mM まで低下傾向を示したが、NaCl 150 mM で NaCl 0 mM の水準に増加した。葉柄では NaCl 150 mM で増加し、根部では NaCl 25 mM で一時的に増加した。次に、7 葉齢時に特に赤い個体を選別した第 2 回栽培試験では、相対生長量は NaCl 150mM まで低下傾向を示した後、NaCl 200mM まで 80%を維持した。過酸化水素含有量は葉柄部、根部で変化はみられなかったが、NaCl 175mM で最大値を示した (図 1)。ベタシアニン含有量は全部位で NaCl 0mM に比べて高い値となったが、処理区間に有意差はみられなかった (図 2)。L-アスコルビン酸と活性酸素消去系酵素活性に NaCl 処理による影響はみられなかった。

#### 4. まとめ

NaCl 処理下の栽培試験において、相対生長量が NaCl 150~200mM においても約 80%を維持したことから、フダンソウの高い耐塩性を確認できた。相対生長量の低下に伴い、葉身部の過酸化水素含有量が上昇したことから、植物体内での酸化ストレスの発生が示された。しかし、抗酸化物質として機能し、増加傾向を示すと予想したベタシアニンの有意な増加はなく、活性酸素消去系酵素活性の値も変化がみられなかったため、本試験の結果からは塩ストレスの強度とベタシアニン含有量及び活性酸素消去系酵素活性との関連性はみられなかった。

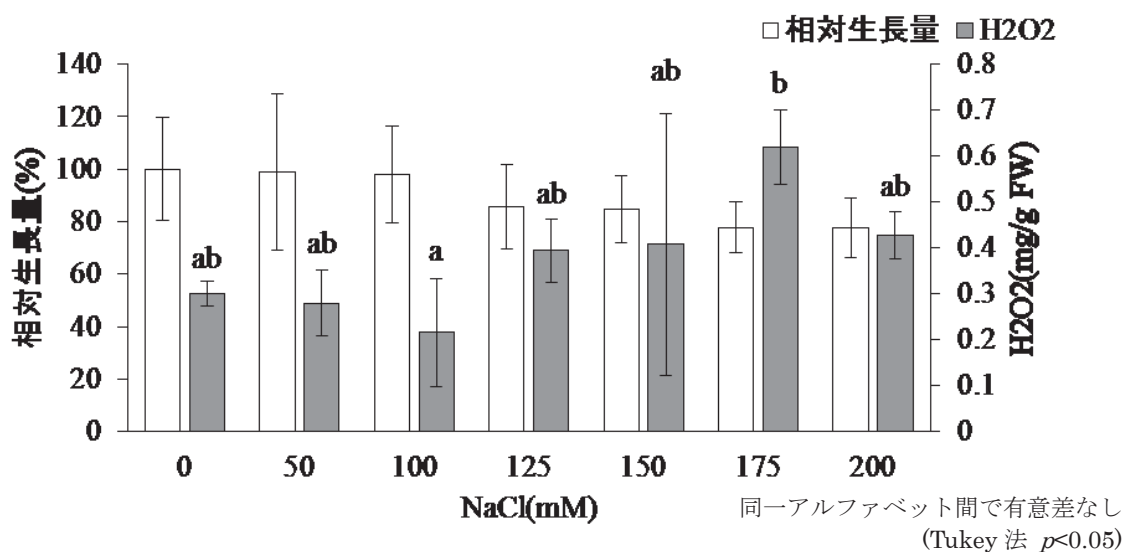


図 1. 相対生長量及び葉身部過酸化水素含有量

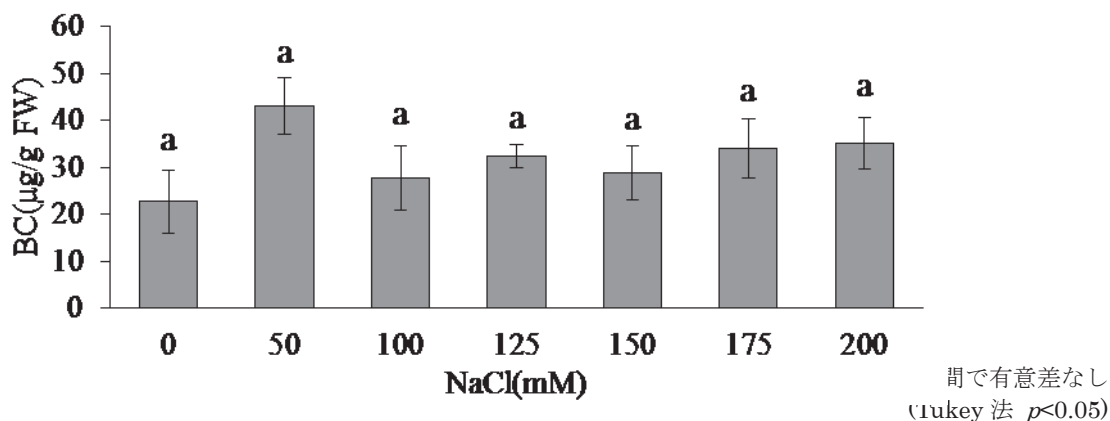


図 2. 葉身部ベタシアニン含有量

## 港北ニュータウンの緑道周辺におけるチョウ類相と バタフライガーデン創出効果の変化

○横田樹広（東京都市大学環境学部）・鈴木綾菜（三井生命（株））

連絡責任者：横田樹広（yokotas@tcu.ac.jp）

キーワード：チョウ、ニュータウン、緑道、バタフライガーデン、種多様性

### 1. はじめに

大都市近郊において生物多様性を確保していくためには、市街地内も含めて生物生息環境をネットワーク的に保全・再生するとともに、生態系のモニタリングを行いながらその育成・管理を行っていくことが重要である。横浜市都筑区の港北ニュータウン（1965年事業計画開始、1996年区画整理完了、以下「港北NT」）では、残存樹林をつなぐ緑道ネットワーク（グリーンマトリックスシステム）が整備されたが、開発後の生物相分布とその変化に関する研究は少ない。

そこで本研究では、チョウ類を対象とし、2015年の港北NT牛久保西地区の現在の種組成を調査し、2005年時点の調査結果からの変化について把握する。また、同地区の大学内にバタフライガーデンを創出し、2005年から2015年にかけてチョウ類誘致効果の継続調査を行った結果をもとに、市街地内における誘致可能性の変化について検討する。

### 2. 研究の対象と方法

研究対象地は、牛久保西地区（横浜市都筑区）の緑道および周辺市街地と、同市街地内の東京都市大学横浜キャンパス保全林付近に創出したバタフライガーデンである。バタフライガーデンは、主としてアゲハチョウ類の誘致を意図して造成斜面上部の林縁部に2006年に創出した面積約35㎡の緑地である。

まず、地区における現在のチョウ類の分布傾向を明らかにするため、2015年4月下旬～11月初旬の期間に合計20回のラインセンサスを実施した。牛久保西地区の緑道及び周辺市街地内を通るルート約4km沿いに出現したチョウ類種組成と蜜源・食草となりえる植物を記録した。以上のデータと、2005年に同地域において実施したラインセンサスデータを比較した。

また、バタフライガーデンの現在の誘致効果を明らかにするため、2015年4月下旬から11月初旬の期間にモニタリング調査を実施した。バタフライガーデン及びその周辺にて合計19回の定点観察（各回約1時間）を行い、捕獲または目視したチョウ類の種・個体数・行動を記録した。これと、2005年以降の過去の定点観察データと合わせ、10年間の誘致効果の推移を把握した。

### 3. 結果

#### 1) 牛久保西地区におけるチョウ類種組成

牛久保西地区におけるチョウ類種組成を分析するために、文献をもとに生息域タイプを市街性・草原性・林縁性・樹林性に分類した。2015年調査の結果、草原性の種は立地環境によって偏りが小さかった。一方、林縁性・樹林性に分類される種は、市街地・緑道では出現割合が低い一方、大規模な緑地を有する都市公園や本学保全林付近において出現割合が高く、立地環境によって種組成に偏りが見られた。これらについて、2005年調査の結果と比較した結果、林縁性種・樹林性種についてはゴマダラチョウ・ナミヒカゲ、草原性種ではヒメアカタテハ・ウラナミシジミといった種で確認数の減少がみられ、長期的な分布が推移している結果となった。

## 2) バタフライガーデンにおけるチョウ類の誘致効果

観察されたチョウ類の種群タイプについて、2005年～2015年にかけての経年変化を図1に示す。バタフライガーデンが創出された直後から2010年までは種数自体も増加したが、2011年以降は種数・個体数ともに減少と増加を繰り返した。これには林縁性種の出現状況が特に影響した。一方で、バタフライガーデンで誘致目標としたアゲハチョウ科の幼虫の確認については、経年変動がみられ、創出後の確認種組成変化に応じて誘致効果変動してきた結果となった(表1)。

## 4. 考察

現在の緑道・公園においても、暗い林内環境を有する公園を中心に樹林性種が、樹林面積が大きく林床植生が発達している緑道・公園を中心に林縁性のチョウ類の生息が見られているが、一方で、林相の均質化によって長期的な種組成が変化してきている可能性が示唆された。樹林性種は現状では緑道内にも出現数が少ないことから、公園内の樹林地で限定的に維持された環境の保全が重要と考えられる。林縁性種においては、クロアゲハなどは緑道・市街地にも出現して種の移動がうかがえる一方、エノキの減少やアカボシゴマダラとの競合による減少が推察されるゴマダラチョウが見られにくくなっているなど、緑道・市街地内での生息適性が低下していると考えられる種も見られた。

バタフライガーデンでの種組成の経年変化の結果からは、アゲハチョウ類を中心に長期的に一定の誘致効果が確認できたが、その機能の発揮のためには、餌資源と周辺環境における生息環境の一体的な管理が重要と考えられる。今後、長期的に消失してきていると考えられる種を誘致対象としたバタフライガーデンを、本来の生息適地の近傍に配置・整備することで、生息環境の拡大や移動経路の確保が期待でき、市街地全体におけるチョウ類の種の多様性の保全に有効な手段となり得ると考えられた。

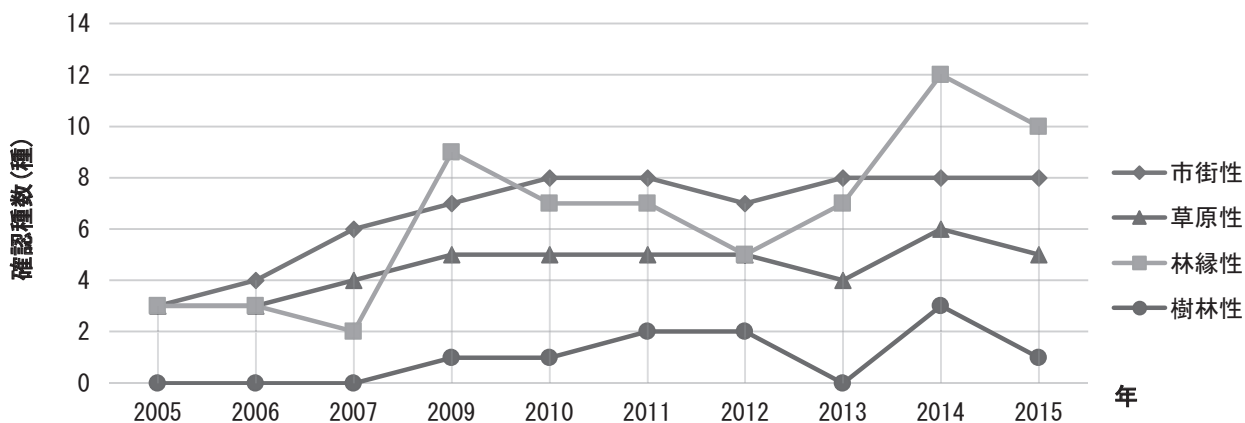


図1. バタフライガーデンにおけるチョウ類種群タイプの経年変化

表1. バタフライガーデンにおけるアゲハチョウ類の確認状況の変化

※○は成虫が確認された種、●は幼虫が確認された種を示す。

	2005年	2006年	2007年	2009年	2010年	2011年	2012年	2013年	2014年	2015年
アオスジアゲハ	-	-	○	○	○	○	○	○	○	○
キアゲハ	-	-	-	○	○●	○●	○●	○●	○●	○
ナミアゲハ	-	○	○	○	○●	○●	○●	○●	○●	○
クロアゲハ	-	-	-	○	-	○●	○	○	○	○
ジャコウアゲハ	-	-	-	-	-	-	-	○●	○●	○
モンキアゲハ	-	-	-	-	-	-	○	-	-	-
カラスアゲハ	-	-	-	-	-	●	○	-	-	-

## 帷子川流域における雨水調整池および排水区域を単位とした生態空間形成可能性の検討

河本陸・横田樹広（東京都市大学環境学部）

連絡責任者：河本陸（g1361037@tcu.ac.jp）

キーワード：雨水調整池、帷子川流域、排水区域、生態系

### 1. はじめに

近年の日本の都市近郊において都市化等に伴う湿地の著しい改変により、生物種の減少が起こっている<sup>1)</sup>。最近の研究では、湿地の代替として、都市域に設置してある雨水調整池（以下、調整池）に着目し、調整池内で鳥類の出現と植生などの環境要因の関連性についての研究<sup>2)</sup>がされている。一方で、調整池内での研究はあるものの、調整池と周辺市街地との関係を基に生態系配慮の検討を行った事例はまだない。そのため本研究では、全流域の85%が市街化している典型的な都市河川<sup>3)</sup>である横浜市帷子川流域において、調整池および排水区域を単位として雨水集水域における生態空間形成の可能性を検討することを目的とする。

### 2. 使用データおよび方法

帷子川流域内における横浜市が管轄する合計21の調整池（地下式を除く）を対象とした。

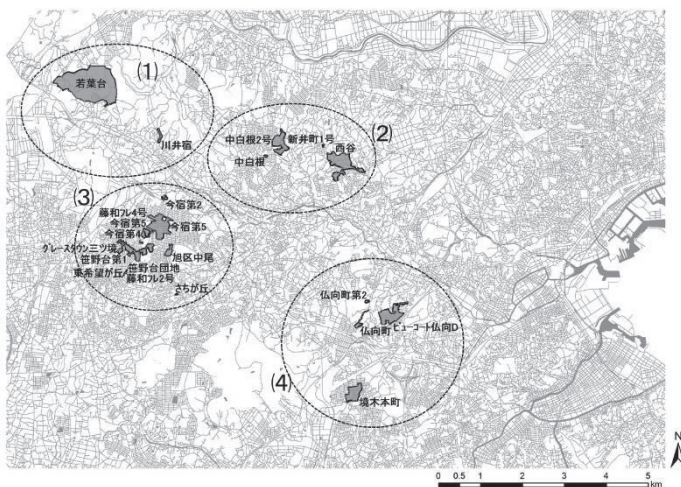


図1 対象地域（雨水調整池ごとの排水区域）

調整池の放射線量測定結果<sup>4)</sup>を基に、現地確認にて調整池の容量および土地被覆の把握を行い、QGISを用いて、調整池の立地範囲をGISデータ化した。また、横浜市iマッパーの公共下水道供用開始区域図を基に、各調整池の排水区域をデータ化した。その後、Google mapを基に、排水区域内の土地被覆として、街路樹、樹林、水域、草地、庭、畑・果樹園の範囲をGISデータ化した。

作成したレイヤを用いて ArcMapにて排水区域面積および排水区域内の土地被

覆面積割合を算出した。また、国土地理院数値標高モデル（5mメッシュ）から、TNTmips（Micro Images社）を用いて、各調整池の排水区域における流路次数（shreve）、平均傾斜を算出した。

排水区域の立地に応じた傾向を分析するために、排水区域の立地エリアを(1)本流上流域、(2)本流中流域、(3)上流支流域、(4)中流支流域に分類した（図1）。これを基に、立地エリアごとに排水区域の流路次数および平均傾斜を算出した。

### 3. 結果

調整池の排水区域内における街路樹、樹林、水域、草地、庭、畑・果樹園の割合を示したものが図2である。立地ごとの傾向を見ると、本流上流域では、樹林と草地を合わせた面積割合が大きい。本流中流域では、いずれの排水区域においても、庭の面積割合が大部分を占めている。上流支流域では、各排



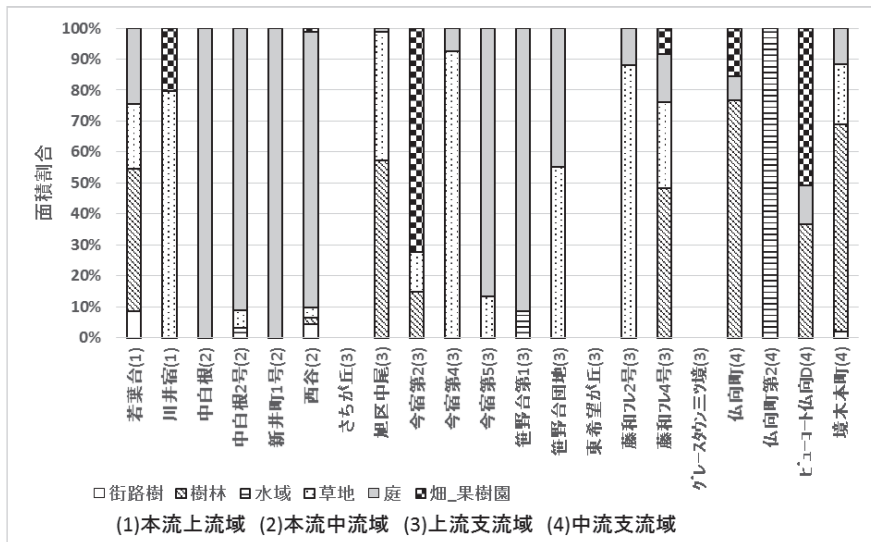


図2 排水区域内の緑地・水域における土地被覆割合

水区域においてばらつきがあり、特徴的な傾向は見られなかったが、排水区域面積から緑地・水域面積割合の合計を引いて求めた市街地の面積割合が他の立地と比較し最も高い値を取った。なお、上流支流域において、さちが丘雨水調整池、東希望ヶ丘雨水調整池、グレースタウン三ツ境雨水調整池では、各排水区域内に植生が見られなかった。中流支流域では、河川に隣接した仏向町第2雨水調整池

を除いて樹林の割合が大きい。

次に、流路次数において、本流上流域の2つの排水区域では、他の排水区域では最大流路次数1~3であるのに対して、最大流路次数7の値が見られた。また、平均傾斜に関して、本流中流域において平均が8.098と最大値をとり、本流上流域において平均5.760と最小値をとった。

#### 4. 考察

市街化の度合いに応じて、本流の上流域と中流域で土地被覆割合の構成が異なることが示唆された。本流上流域では残存樹林や草地、畑・果樹園が主要な環境要素となっている一方で、本流中流域では市街地内の庭が排水区域の主要な環境要素となっている。支流域では土地被覆割合がエリアに応じて異なっているが、ばらつきの大きい上流支流域では、排水区域内の土地被覆割合が市街地の立地や環境構成を反映していると考えられる。例えば、残存樹林地に近接した排水区域で樹林の割合が高いのに対して、低平地を多く含む排水区域では畑・果樹園、公園・空地の草地の割合が高いと考えられる。

流路次数に関して、本研究で対象とした排水区域の最大流路次数は本流上流域の2エリアで7であった。本流上流域の排水区域は、集水域の最下流部に調整池が立地しており、源流部から本流付近までの幅広い環境を含んでいる。その面積と環境構成は市街地の規模に応じて異なっており、特に、大規模な住宅地に設けられた若葉台の排水区域は大面積かつ多様な環境構成要素を持っている。

傾斜に関しては、排水区域ごとの平均傾斜と緑地・水域の合計面積割合の相関を求めた結果、 $R^2=0.1217$ 、 $R=0.35$ と有意な相関はなく、排水区域の立地よりも排水区域の位置する市街地内の環境構成の影響が重要と考えられた。

#### 5. 参考文献

- 1) 日置佳之(2002)：湿地生態系の復元のための環境ポテンシャル評価に関する研究（平成14年度日本造園学会賞受賞者業績要旨）。ランドスケープ研究 67, pp47-54
- 2) 水上象吾・荻原清子(2004)：雨水調整が都市域の自然創出に果たす役割—鳥類の出現と環境要因との関連性に注目して—。環境システム研究論文集 32, pp319-326
- 3) 手賀啓(2004)：帷子川の治水、もっと知りたい保土ヶ谷。横浜市保土ヶ谷区 HP.
- 4) 横浜市(2014)：雨水調整池の放射線量測定結果。横浜市道路局 HP.

## スリランカにおけるコーヒー栽培農家の持続可能性についての検討

○小倉亜紗美 (広島大学平和科学研究センター)

連絡責任者：小倉亜紗美 (asaminno@hiroshima-u.ac.jp)

キーワード：持続可能、途上国、小規模農家、コーヒー

## 1. はじめに

発展途上国の小規模農園は農産物の生産という役割のみでなく、途上国における農民の収入の安定化や女性が収入を得ることによるエンパワーメントといった農産物の生産以外の基本的人権の維持・向上などの側面からも重要な役割を果たしている (Vandana 1997)。このような途上国における小規模農園を持続的に運営していくためには、生産された農産物の流通が経済的に持続可能であるかという「流通面」からの検証が欠かせない。そこで、スリランカのコーヒー栽培農家を対象に持続可能性についての検討を行った。

## 2. 調査地と方法

一般社団法人日本フェアトレード委員会 (以下、JFTC) は、スリランカの小規模コーヒー栽培農家よりコーヒー豆を買取り、輸入・販売している。そこで、JFTC がコーヒーを買い取っている Rojersongama 村と Rawanagoda 村の2つの村の生産者のリーダーと村人に対し、2015年8月23日(日)に質問票に沿って、通訳を介してシンハラ語にてヒアリングを行った<sup>1)</sup>。同時に JFTC のスリランカ人と、日本人のスタッフにもヒアリングを行った。

- 1) 質問者：清田朋子 (JFTC スリランカ駐在)、松生由紀子 (JFTC 事務局)、小倉亜紗美 (広島大学平和科学研究センター助教)、通訳：Ms.Sithari Suiakkhana (JFTC スタッフ)

## 3. 結果と考察

コーヒー生産者へのヒアリングの結果、収入については変動も大きく、コーヒー出荷の前後での正確な収入の変化は分からなかったが、生産者の実感としてはコーヒーという新しい農産物を生産したことで、その経験を積むことが出来た、またコーヒーを収穫しただけ収入が増えるので10%程度収入が増加したような気がするという実感のほか、海外に輸出することが出来て嬉しいといった、収入の変化だけでなくやりが

いの面でも効果が上がっていることが伺えた(表1)。さらに、リーダー宅に働いている女性たちは、「主婦なのでこれが初めての仕事で、この仕事を始める

表1. ヒアリング内容

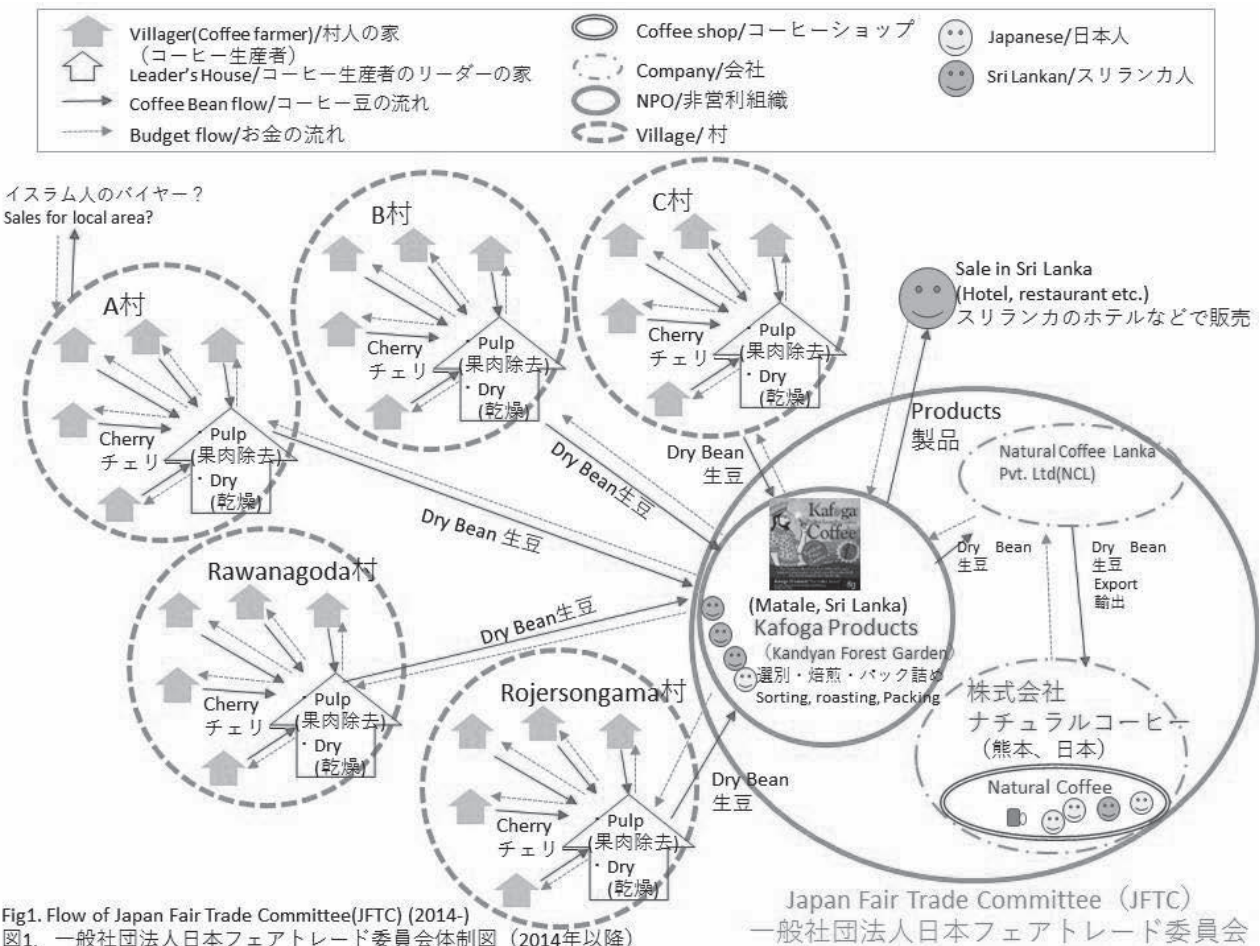
	Rojersongama村	Rawanagoda村	備考
村人の人数	250人	450人	全員コーヒー生産者
農薬使用の有無	無し	無し	有機肥料のみ
収入のうちのコーヒーの割合(2014)	0(コーヒーが乾燥できず出荷できなかった)	40%程度?	変動するからよく分からない
コーヒー生産についての思い	新しいことに挑戦できた	10%程度収入が増えた	収穫:男女の仕事 パルパー:男の仕事 乾燥:労働者(男女)の仕事
Kafogalについて	収入が増えた	海外(日本)に輸出してくれるので、とても満足。収入が増えた。	
将来について	コーヒーが紅茶のような産業になってくれれば	自由	
その他	乾燥機が欲しい	機械が欲しい	

まで収入源がなかったので仕事をして給料をもらうことが嬉しいし、コーヒーを育てる仕事に満足している」と話していた。しかし、Rojersongama村では、コーヒー豆の収穫期と雨期が重なっているため、コーヒー豆を乾燥させることが出来ず(10日間の天日干しが必要)、収穫したコーヒー豆が出荷できていないという問題が発生していることが明らかになった(表2)。

表2. コーヒーの収穫期と雨期

1月		↓ Rawanagoda村の雨期 ↑ Rojersongama村の雨期
2月		
3月	少し収穫	
4月		
5月		
6月		
7月		
8月		
9月	収穫はじめ	
10月	繁忙期	
11月	繁忙期	
12月	収穫終了	

JFTCのスタッフへのヒアリングの結果、JFTCは2014年にスリランカでコーヒーの買取り、輸出を行う会社Kafoga(Kandy Forest Garden)Productを設立し、図1のような体制でフェアトレードコーヒーを出荷していることが判明した。一方で、セイロン紅茶が有名なスリランカでは、紅茶は主要な産業として確立されているが、コーヒーに関しては産業として確立しておらず、今後持続可能性を高めるためには日本への輸出に加え販売網の確立が課題であることが明らかとなった。



4. 引用文献

Vandana Shiva. The violence of the Green Revolution: Third World agriculture, ecology, and politics, Zed Books, 1991.

5. 備考: 本報告の一部は、一般社団法人日本フェアトレード委員会 (2016)「実践フェアトレードと草の根交流の10年間『共笑(ともえ)』」にて報告済みである。

B会場  
2日目



## インドネシアの熱帯林における非木材林産物としてのヤシ砂糖の支援に関する実証研究 ～日本での販路拡大にむけた商品開発企画～

○増田瑛里沙・浮谷 菜・佐藤 輝（フェリス女学院大学国際交流学部）

矢田 誠・田儀耕司（(公社) 日本環境教育フォーラム国際事業部）

連絡責任者：佐藤 輝（satoteru@ferris.ac.jp）

キーワード：インドネシア、熱帯林保全、非木材林産物、ヤシ砂糖、フェアトレード

### 1. はじめに

熱帯林破壊をくいとめ、住民にとって森林と共生しながら収入を得られる手段の一つとして、ヤシ砂糖や果物、香辛料等の非木材林産物（Non-Timber Forest Products、以下ではNTFPsと略す）の活用の普及が国際的に注目されている（Pearce and Mourato, 2004；渡辺, 2007；Bindu *et al.*, 2013）。公益社団法人日本環境教育フォーラム（東京都新宿区、以下 JEEF）では、2002 年からインドネシアのジャワ島グヌン・ハリムン・サラク国立公園内外において NTFPs を取り入れた環境保全型農林業を支援してきた。

インドネシアにおけるヤシ砂糖生産の支援を目指して、本学の学生公認団体エコキャンパス研究会では横浜市内の洋菓子店やベーカリーの協力を得て、ヤシ砂糖を使った商品開発を企画している（佐藤ら, 2015）。この一環として販路拡大に向けた新規の取扱店を探し出し、ヤシ砂糖製品の試作を依頼し、これをセミナーに提供してもらうという過程を通してさらなる商品化を模索した。どのような試作品が出品されるのか、また、セミナーにはどのような属性の参加者が集まり、どのような感想が寄せられるのだろうか。セミナーの企画・準備段階と当日の運営について紹介するとともに、セミナー参加者へのアンケート調査、および試作品を調理した店主へのヒアリング調査の結果も合わせて報告する。

### 2. 材料と方法

#### 2-1. サトウヤシのヤシ砂糖の概要

サトウヤシ (*Arenga pinnata*) は、マレーシア、インドネシア原産で東南アジア一帯の天然林に分布するヤシ科に属する木本植物の一種であり、古くからヤシ砂糖の採取等に利用されてきた。サトウヤシは森林内で他の樹種と共存でき、森林を伐採することなくヤシ砂糖を得られる NTFP である。インドネシア・ジャワ島西部におけるサトウヤシ由来の砂糖に関しては、燃焼効率に優れた専用のかまどで生産され、その燃料は雑木林の管理過程で発生する材を有効活用している。このため、サトウヤシは森林保全と地域住民の生計向上の両立を可能とする有用樹種といえる。

ヤシ砂糖は、上白糖に比べて食後の血糖値の上昇が緩やかで、必須ミネラルやビタミンも多く含まれ、近年、健康食品として注目されている。本研究で使用したヤシ砂糖は、インドネシアの首都ジャカルタに所在する Agenkultur という市民団体の販売する Enau という粉末状の商品である。現地販売価格では 1 kg あたり 400 円ほどである。

#### 2-2. セミナーの企画と準備

エコキャンパス研究会が主催し、JEEF、そして自然食品の小売・卸・貿易業のプレマ株式会社（京



写真1. サトウヤシに竹ばしごをかけて  
花序液(花の蜜になる樹液)を採取.



都市中京区)が共催した。開催日時としては洋菓子店の繁忙期(2月上旬~4月上旬)を避け、2016年4月17日(日)13時~16時に設定し、関内駅近くの会議室を借りて、定員を20名にした。参加費は無料であり、対象者を「個人経営の洋菓子店、ベーカリー、料理研究家、フェアトレードや環境ビジネス等に関心のある消費者」と広報した。横浜市内でヤシ砂糖商品をすでに販売している2店舗の店主の講演もプログラムに組み込んだ。広報の方法は、知人への電子メール発信、ソーシャル・ネットワーキング・サービスでの告知、種々のメールマガジン等への投稿だった。

### 2-3. ヤシ砂糖製品試作の協力店さがし

本学緑園キャンパスの所在する横浜市泉区で4店舗、戸塚区で1店舗、山手キャンパスの中区で2店舗の計7店舗に試作品の提供を2016年2月に依頼し、各店にヤシ砂糖を1kgずつ譲り渡した。セミナー当日までに受けとった5店舗からの試作品に対して、参加者から試食の感想を募った。

写真2. ヤシ砂糖を使った洋菓子やパンの試作品がセミナーで披露された。



### 3. 結果

セミナーには、駐日インドネシア大使館の林業部長、経済部長をはじめ、23名の参加があった(女性12名、男性11名)。日本人20名にアンケート用紙を配布し15名から回答を得た(回収率75%)。その結果、20歳代から60歳までの幅広い年齢層で構成され、所属として会社員が6名、経営者(エスニック料理の販売や教室)が3名等となった。多くの回答者は、知人からの紹介が契機となり来場していた。

計5店舗のヤシ砂糖を使った多彩な試作品として、A店の白あんデニッシュ、B店のレーズンのヤシ砂糖ビスケットパン、C店のクッキー3種(ココヤシ果肉、紅茶、ナッツ類)、D店のマドレーヌ、E店のマシュマロとアイスクリームが供された。回答者全員から「今後、ヤシ砂糖を使いたい」との感想が得られ、「煮物やドレッシングに使いそう」、「和菓子にも相性が良さそう」といった意見が寄せられた。

### 4. 考察

試作品を検討した店主らからは、「独特の風味があり、これを製品として表現するのに苦労した」、「ヤシ砂糖がクッキーの生地には溶けづらかった」といった特徴についてのコメントや「上白糖よりも高価なので、パンの一般的な販売価格帯を超えてしまう」といったコスト面の懸念が示された。砂糖の溶解性の問題に関しては細かく粉砕すれば解決できそうだった。材料費を考慮すると、ベーカリーよりも商品単価の高い洋菓子店のほうが販路として有望だと考えられた。プレマ株式会社では6月からヤシ砂糖Enauの本格的な輸入を開始する。日本での取扱店を増やす努力の他にも、持続的なNTFPs事業として成立させるためには、生産性・品質の安定化、輸送コストの削減、さらには栄養分析や森林保全効果の強調によるココヤシの類似品との差別化を図る等の課題が残されている。

### 5. 引用文献

- Bindu, S. et al. (2013) *Potentiality of Income Generation Through NTFP*, Lap Lambert Academic Publishing.
- Pearce, D. and S. Mourato (2004) Chapter 4, *Agroforestry and Biodiversity Conservation in Tropical Landscapes*, Island Press.
- 佐藤 輝・星 万由子・櫻井 美佑・石川 葵・矢田 誠・田儀 耕司 (2015) インドネシアの環境保全型農林業としてのヤシ砂糖生産への支援の試み、日本環境学会第41回研究発表会予稿集、pp. 32-33.
- 渡辺弘之 (2007) 『熱帯林の恵み』 学術選書。

## 中国における大気汚染と環境 NGO・環境ガバナンス —情報公開・対話の模索—

知足章宏（京都大学学際融合教育研究推進センター・アジア研究教育ユニット）

連絡先：aki.hiro.0806@gmail.com

キーワード：中国、大気汚染、環境 NGO、情報公開、環境ガバナンス

### 1. はじめに

中国で霧靄と称される深刻な大気汚染は、国・地方レベルで様々な対策が強化されてきたにも関わらず、未だ多くの地で PM2.5 基準越えの状況が続いている。2015 年には、中国国内 366 都市のうち約 8 割が PM2.5 年間平均濃度基準限值（中国の基準）である  $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$  を超過した（環境 NGO 綠色和平に政府公開データの整理による）。気象条件などの要因も絡み、突発的かつ一時的に PM2.5 濃度が急上昇するリスクにも依然直面している。

中国における大気汚染問題の要因は多様かつ複雑で、未だ全て判明しているわけではないが、工業汚染源による影響が依然として主な要因であることが明らかになっている。工業汚染源による大気汚染が依然として重大な要因である背景には、汚染企業を保護する国及び地域の政治・経済構造、グローバル経済との関係など、政治・経済をめぐる利害関係がある。そのため、政治・経済（企業）の 2 者に偏った環境ガバナンスでは、自ずと環境規制・対策に制限が生じ、違法な汚染物質排出を行う工業大気汚染源が未だ各地に存在している。このような違法な汚染源を如何にして監督・管理し、適切な対応を徹底させるかという問題は、中国が大気汚染問題を改善していくために、避けては通れない根幹的な課題であり続けている。

本研究は、中国において、大気汚染の重大な発生源である工業汚染源に対する環境ガバナンスへ参加し、情報公開・共有などを通じて政府機関との建設的な協働を試みることで、これまでの閉鎖的かつ限定的な環境対策を打破しようとする環境 NGO の取り組みの意義・課題を考察する。

### 2. 工業大気汚染源への環境 NGO・市民の活動

近年、中国では環境情報公開、公衆参加に関連する法規の整備が徐々に行われてきており、市民・環境 NGO が政府機関（環境保護機関）に対して行う環境情報公開請求が各地で頻繁に行われるようになってきている。この情報公開請求は、環境保護機関に対して行われ、各地の汚染源についての情報公開請求（汚染物質排出状況、環境影響評価など）が多い。これは、各地の政府機関及び企業によって公開されている汚染源の情報（例えば企業の汚染物質排出量）と現地における実際の深刻な汚染状況に相違が見られ、情報の信憑性への疑念が高まっていることの現れであろう。

本研究で取り上げる北京市に拠点を置く環境 NGO のメンバーによるプロジェクト「好空気保衛侠」は、「行動するプロジェクト」と位置付けられ、中国各地の重大な大気汚染源を現地調査や当地の住民による情報提供により独自に調べ、違法な汚染物質排出行為を行っていると思われる汚染源を法規に基づいて当地の政府機関に通報し、さらに、その汚染源に関する情報公開を当地の環境保護機関に求める。

現地調査については、独自に作成したガイドラインがある。第 1 に、現場の写真等、大気汚染源に関する情報の取得、第 2 に、当地の政府機関の微博・メディアや有識者と情報共有・協力・連動、第 3 に、

調査対象企業の汚染排出状況の確認・照査（「蔚藍地図 APP」というアプリを活用して、公開されているデータを確認）、第 4 に、PM2.5、SO<sub>2</sub> など大気汚染物質の現場での測定、第 5 に、汚染の違反行為（基準違反）が発覚した場合は政府機関（環境保護当局）に通報、第 6 に、証拠を採取して残す（粉塵などを採取）、⑦現場付近の人々への聞き取り、である。大気汚染問題は、その越境性のため、局地だけでなく周辺地域の汚染源に対しても注視しなくてはならず、このような現地調査を各地で行っていく必要がある。

また、政府機関への情報公開請求の際には、「約束会議」（政府機関と環境 NGO が対立する立場で開かれる一時的な会議ではなく、長期的な対話の場として活用される会議）、環境保護機関への微博（中国版ミニブログ）開設・交流の要求など、政府機関との対立を極力避け、継続的な交流・協働を行うことで対策に腰が重い政府機関を徐々に変革していこうという姿勢が見られる。

「好空気保衛侠」のネットワークは中国各地に広がっており、各地の参加メンバーは大気汚染源に関する情報を収集し、その情報の共有を微博・微信（中国版ツイッター）など SNS（ソーシャル・ネットワーキング・サービス）上で行っている。これにより、現地調査及び情報公開請求を行う際の共有の材料とするなど、市民の間で新たなネットワークを築き、活用されている。今後は、東北・華北・華東・西南地域など中国各地に「フィードバック・センター」を開設し、各地の活動内容や結果を取りまとめる拠点の形成が計画されている。これらは、市民・環境 NGO による新たな大気環境ガバナンス（汚染源への監督・監視）の実践として注目される取り組みであろう。

### 3. まとめ

中国の大気汚染は、重大な要因である工業汚染源対策・ガバナンスに依然として多くの問題を抱えている。なかでも、汚染対策への腰が重い汚染企業・地方政府の変化を促すことは依然として容易ではなく、中央政府による統制・指令への依存にも限界がある。本研究で取り上げた環境 NGO は、徐々に関連法規の整備が進みつつある環境情報公開を切り口として、汚染源への独自の調査、現地の環境保護機関との直接交渉・対話（約束会議）、SNS を活用した情報拡散・交流といった取り組みを進展させている。また、今後は上級政府機関が行う汚染源・下級政府機関に対する査察とも協力していく計画があり、相互に協力してガバナンス力を高めていくことに主眼が置かれている。このような取り組みは、これまでの中国で形成されてきた政府と企業による閉鎖的な環境ガバナンスを超え、対立の構造に成りがちであった政府・企業・市民・環境 NGO が共同参加するオープンな仕組みへの転換を目指す注目すべき取り組みである。

一方、政府側には、このような新たな環境ガバナンスへの環境 NGO・市民参加を積極的に奨励する側面（公衆参加及び環境情報公開に関連する法規の制定）と、活動への監視・圧力の強化（実際の政治的対応）という二面性が存在する。特に、地方政府にとっては、大規模な大気汚染源が重要な税収源である場合が多く、保護の動機（厳格な環境対策を執行せず、汚染企業を保護する）が依然として存在する。この状況では、市民・環境 NGO の活動に対して非協力的な地方政府が必然的に存在し、監視の目が届きにくい遠隔地ほど、外部からの環境ガバナンスへの参加を阻害・拒絶する可能性がある。一方、関連法規の実施に伴い、環境 NGO の活動に対して協力的な姿勢を見せる地方政府も徐々に出てきており、対応の様相は各地で一様ではない。このような相違が各地でなぜ生まれるのかといった点も今後の重要な検討課題である。



## 「無理のある」温泉エネルギー開発の現状と課題

○阿部博光（別府大学国際経営学部）・友成真一（早稲田大学大学院環境・エネルギー研究科）

連絡責任者：阿部博光（abehiro@nm.beppu-u.ac.jp）

キーワード：温泉熱利用、温泉発電、地域社会

### 1. はじめに

全国で温泉エネルギー開発に拍車がかかる中、その開発によって環境破壊や地域社会との軋轢が生じるようになった。温泉エネルギーは開発場所が温泉地であることや、太陽光・熱や風と違って資源利用に限界があることから特有の課題を抱える。本研究では、温泉エネルギー開発が盛んな別府温泉（大分県別府市）の事例をもとに課題を検証する。

### 2. 別府での開発の現状

別府市は、背後に伽藍岳から鶴見岳へと南北に火山群が連なり、その前面に広がる大規模な火山麓扇状地のうえに市街地が位置する。また2016年4月に熊本、大分両県で地震が頻発した際に注目された別府－島原地溝帯の東端が別府であるなど、別府市の歴史は火山の存在抜きに考えることができない

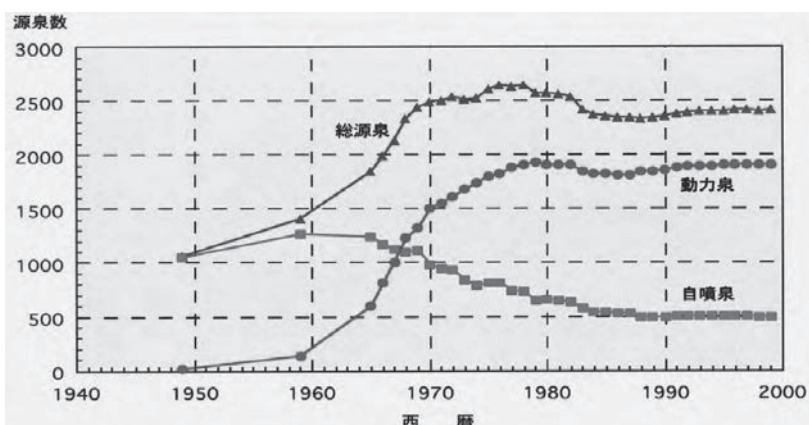
（別府市、2012）。このような特性を持つ別府は、日本一の湧出量を誇り、沸騰しながら温泉水が噴出する井戸が348カ所と、全国（1057カ所）の3分の1に相当する数が集中している（由佐、2003）。このため温泉発電の開発に適している

場所が多く、県内外の企業がビジネスチャンスとばかりに参入を急いでいるのが現状である。別府市では2016年4月末現在、稼働中の温泉発電施設は10カ所、建設中または計画中は45件に上っており、日本国内の他の温泉地を大きく引き離して「建設ラッシュ」が続いている。

もともと別府市ではこれまでに数多くの源泉が掘削された（図表1）。特にコンプレッサーなどを使ってくみ上げる動力泉が1960年代の高度成長期に急増し、代わって自噴しなくなった自噴泉が動力泉に切り替えられたこともあって、全利用源泉数に占める動力泉の割合は2014年時点で約80%にも達した（図表2）。このため温泉流出量のほとんどは既に採取・利用されてしまっている（由佐、2012）のが現状であり、現在の別府市は天水循環系における水収支は限界に達している。

### 3. 小倉地区の「乱開発」

このような中、温泉エネルギー開発は「現場の進行がわれわれの予想を上回るスピードで進んでいる」（別府市環境課）現状が浮き彫りとなり、温泉発電の建設ラッシュが温泉資源に悪影響を及ぼすとの懸念が強まった。特に別府市西部の小倉地区に開発が集中し、現在開発されている55件（稼働中10件を



図表1 別府の利用源泉数の変遷 出所：文化的景観・別府の湯けむり景観保存計画（由佐）

西暦	2011	2012	2013	2014
動力泉	1398	1397	1398	1398
自噴泉	350	350	351	353
利用源泉数	1748	1747	1749	1751

2014年の利用源泉数に対する動力泉の比率は79.8%

図表2 近年の利用源泉数の変遷 出所：別府市統計書平成27年版(観光および温泉)



含む)のうち、24件(2件)が同地区内での開発となっている(図表3)。この24件は、別府市に本拠を置く不動産会社が設立したエネルギー開発会社S社が、小倉地区の住宅分譲地内に建設したか、これから建設しようとするものであるが、大半は発電装置、冷却塔、電気系統設備などを設置した土地を分譲する形で売られているのが大きな特徴である。温泉発電施設を購入したのは大分県外の企業である。この開発については、地元の住民に工事についての十分な説明がないうえ、県外企業の参入が相次いだことから、透明性、地域への利益還元、資源の独占などの面で問題が表面化している。また本来、住宅用として売り出した分譲地内に点在していた空き地に建設されたことから、景観損壊、騒音などの環境問題も深刻となっている。さらに水収支が既に限界に達しているとされる別府にあって、小倉地区は扇状地の上部に位置することから、温泉資源の過剰採取によって長期的には下流にある地域の温泉湧出に影響が出てくるのではないかと懸念も強まっている。

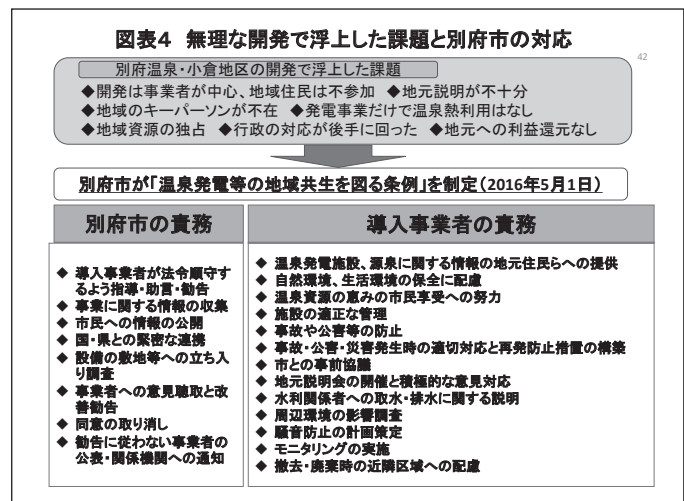
**図表3 別府で開発中の温泉発電施設** ※カッコ内の数字は稼働中の件数、合計10件が稼働中

事業者の本拠地	別府	別府外(大分県内)	別府外(大分県外)	合計
S社が開発した小倉地区の温泉発電施設	1(1)	0	23(1)	24(2)
其他事業者が開発した温泉発電施設	20(7)	3(1)	8	31(8)
合計	21(8)	3(1)	31(1)	55(10)

地元企業、別府市などのヒアリングをもとに作成

#### 4. 別府市の対応

別府市は2016年5月1日、温泉資源の保護、地元住民の生活環境と調和のとれた開発などを目的とした「温泉発電の地域共生を図る条例」を施行した。小倉地区での急速な開発で生じた環境破壊や地元住民との軋轢を事実上意識した内容で、温泉発電を導入した事業者の責務として地元住民らへの情報開示や、自然環境、生活環境保全の配慮、温泉資源の公平性維持への努力、建設工事の着工前と発電装置稼働後の源泉の温度、湧出量、泉質等の継続的なモニタリングを求めている。また別府市の責務として、違反者への改善勧告や勧告に従わない事業者の公表などのペナルティ措置を盛り込んでいる。



#### 5. まとめと考察

別府市では、温泉動力泉の急増などを背景とした温泉資源の使い過ぎへの懸念が浮上する中、温泉発電開発が加速し、一段と温泉資源の保護がうたわれるようになった。さらに地域外からの事業者参入が相次いだことから、事業の透明性、地域への利益還元などの問題も明らかになった。別府市は条例を制定するなどの対策に動いたが、行政だけの対応には限界があると予想される。今後の持続可能な開発を進めるためには、地元住民が開発に参加するなど地域社会の関与の重要性が改めて認識されたほか、温泉熱を多面的に利用することによって地域社会への経済的、社会的貢献を充実させることも必要だろう。

#### 【引用文献】

別府市(2012)「自然環境」『文化的景観 別府の湯けむり景観保存計画』別府市、17頁

由佐悠紀(2003)「温泉を科学する」『別府市誌第1巻』別府市、160～175頁

由佐悠紀(2012)「温泉・湯けむりの自然科学的概要」『文化的景観 別府の湯けむり景観保存計画』別府市、50、55頁

## SDGsの取り組みについて

元群馬大学 天谷和夫

1. はじめに 2015年9月に開催された国連総会で持続可能な開発目標 (SDGs) が採られ各国でその取り組みが急速に進められている。ここで強調されているのは世界中の全ての人が共同してSDという共通の目的に向けて変革に取り組むことである。世界政治では国益が優先され先進国と発展途上国、東西諸国が対立する外交が行われ、国内政治では政権党が強行する政策をとり続けるために持続可能な社会の取り組みが疎かになっていた。SDの中で最大で最重要な課題である温暖化問題では温暖化による様々な自然災害や危険な環境変化の兆候が明らかになってきた状況を反映して先進国と発展途上国が一致して取り組むパリ協定が合意された。SDGsの採択はSD全般についても同様な取り組みをしなければならないことを示唆している。我々は「国連持続可能な開発のための教育の10年」(UNDESD)に取り組むにあたって、ESDとはSDの実践活動に取り組みながらその過程で得られた教訓を体系化してより効果的にSDに取り組むためのカリキュラムを作っていくことであると位置づけ、具体的にはSDに不可欠な戦争のない世界を作るための第一歩として「核兵器の廃絶」を10年の間に達成する目標を掲げ、またそれを実現するための手段としてNO<sub>2</sub>大気汚染簡易測定器を活用することをパブリック・コメントで提案した。NO<sub>2</sub>簡易測定器は持続可能な社会に必要な省エネ・省資源の技術の典型であり、ESDの優れた教材であるばかりでなく様々な分野に活用できる手段として有用であるが、その他の大気汚染物質、水質汚濁、放射線の簡易測定も実用化が可能なのでそれらを活用することによってSDGsを一層効果的に進めることが出来るようになっている。

2. SDGsの17大目標とNO<sub>2</sub>大気汚染簡易測定器の活用分野との関係 日本環境学会として取り上げることになったNO<sub>2</sub>簡易測定器(月間計)を活用する運動がSDGsの17大目標とどのように関連するかを示す。

- ①月平均値測定による環境調査は日平均値測定より少ない労力で正しい大気汚染の経年変化を把握でき大気汚染の改善をチェック出来る。(G3.健康、G12持続可能な消費形態)
- ②NO<sub>2</sub>大気汚染の月平均値調査の報告は行政目的に使えるので、その対価を獲得して雇用を創出することが出来る。(G1.貧困)
- ③NO<sub>2</sub>の大気汚染を改善するために、化石燃料を再生可能な自然エネルギーに転換させる対策を進めることで温暖化防止対策と両立させることが出来る。(G13気候変動)
- ④各地域で市民参加のNO<sub>2</sub>大気汚染測定を実施し、その対価をアジェンダ21第33章の「現在軍事目的に向けられている基金の再配分」に基づいて各国の軍事予算を削減して賄う。(G16平和)
- ⑤連帯の手段(G17グローバルパートナーシップ)

3. SDGsについて日本が指導性を発揮すべき課題 SDについて最初の問題提起を行った「成長の限界」の著者ドネラ・H・メドウスらは著書「限界を超えて」(1992年)の中で「世界の指導者が、他の人々以上に持続可能な社会を実現する方法を知っているわけではない。それどころかその必要性さえ気付いていないものが殆どである」と述べているが現在も状

況はそれ程変わっていない。日本の安倍首相の“抑止力に基づく積極的平和主義”とそれを支持する世界の指導者達の態度を見れば明らかである。我々も UNDESD の取り組みの中で「ESD を最も必要としているのは世界の指導者達」ではないかを感じる。安倍首相は国連総会において「SDGs の実施に最大限の努力をする」と世界に向けて宣言した。この国際的公約に基づいてホスト国の首相として指導性を発揮する立場にある安倍首相は、UNDESD の提案国の首相として、これまでの政策が SD に反していることを率直に認めて、自ら反省しそれを世界の指導者に訴え SDGs が求める変革に政策転換すべきである。特に「核兵器のない世界を目指す」と演説しノーベル平和賞を与えられたオバマ大統領に対して、唯一の被爆国の首相として同盟国の指導者に対して、「嘘つき」にならず、歴史に名を遺す大統領として任期中に核兵器廃絶への確実な道筋をつけることを強く要請すべきである。我々は UNDESD の中で主張してきた「核兵器廃絶」の目標の一つ過程として訴えた「核保有国の首脳」の広島、長崎の訪問について、最近の報道ではオバマ大統領の広島訪問が実現する見通しであるが、最終目標である「核兵器廃絶」の実現に向けて有効な活動を継続して進めるべきである。

広島で開かれた G7 外相会議で岸田外務大臣は「核軍縮で核保有国と非核保有国の間を取り持つ」と言っているのは被爆国としての指導性を発揮しているとは言えない。被爆国として核兵器の非人道性をはっきり指摘し核保有国の指導者に「核兵器廃絶」を求めるのが真の指導性を発揮する道である。これに向けて被爆者の悲願である「生きているうちに、核兵器の廃絶を」を実現するために引き続き有効な行動を起こすことが必要である。

4. 子供の潜在能力を発揮できる目視法 NO2 大気汚染簡易測定器の活用 全ての人に参加することを強調する SDGs で我々が提案したいことは、これまで弱者として扱われ支援の対象とされてきた子供たちの潜在的な能力を発揮させる手段として、子供でも安心して使える目視法 NO2 大気汚染簡易測定器を活用することである。それは目視法を定量化するために必要な簡易比色計を開発することによって可能である。このことによって子供たちの貧困を自らの力で解消することが出来る。純真な子供たちの声は大人たちの考え方や価値観を変える力を持っているのでこれを社会の変革に活用するのである。現在の大人たちはこれまでの教育や生活習慣によって形成された古い価値観に支配されて SD が進まない状況がある。この場合子供たちに幼少時から効果的な ESD を行い世代交代によって SD をスムーズに進めることが出来る。NO2 大気汚染は化石燃料を使用する世界中でどこでも存在するのでこの活動によって世界中の諸国民の間に相互信頼が築かれ、軍事力によらない相互安全保障が可能になる。オバマ大統領は「アメリカが銃による犠牲者が世界で最も多い」と心を痛めているが、それに必要な銃規制を実現する手段としても有効である。アメリカは人種差別や経済格差のために周囲の人々に対する不信や疑惑が解消されず自己防衛の権利として銃の所持を主張する意見が強い。SD に向けて大気汚染測定共同行動を続ける子供たちが成長する間に人々の間に相互信頼が育ち、自衛のための銃が不要になり銃規制が可能となる。国家としての抑止力論の典型である核抑止力政策をなくす核兵器廃絶も同じである。



## 自動給水栓の配水特性

○伊藤良栄（三重大学大学院生物資源学研究科）・河合研治（元三重大学生物資源学部）  
加治佐隆光（三重大学大学院生物資源学研究科）・近藤雅秋（三重大学大学院生物資源学研究科）

連絡責任者：伊藤良栄（itou-r@bio.mie-u.ac.jp）

キーワード：節水農業、水資源問題、気候変動、水稻栽培、省力化

### 1. はじめに

我が国の農業では農家の高齢化・担い手不足等の問題により、農地の集積・担い手への集約、大区画化などが課題となっている。それに伴い、従来のきめ細かな水管理が困難になることが予想され、水資源の有効活用や省力化のため自動給水栓の普及が推進されている。しかし、実際の現場では漏水にもかかわらず掛け流ししている例が見られ、自動給水栓が適切に利用されているとは言えない実態である。この原因の一つとして、自動給水栓の特性や利点が農業者に正しく理解されていないことが考えられる。そこで、本研究では三重県津市の一地区を対象に灌漑用ポンプの稼働状況を計測し、自動給水栓の配水特性を明らかにする。

### 2. 自動給水栓とは

水田への配水を適切に調整する自動給水栓にはいくつか種類があるが、現在フロート式が主流となっている。フロート式自動給水栓の一例を図1に示す。フロート式自動給水栓は、「給水栓本体部」と「センサー部」から構成される。あらかじめセンサーに水位の上限値、下限値を設定し、水位が下がって下限値に達するとバルブを開放して給水を開始し、その後水位が上限値に達すると自動的に給水を止める仕組みになっている。これにより頻繁な田廻りの手間が省け、無効放流もなくなるため、省力化、節水に効果があるとされている。

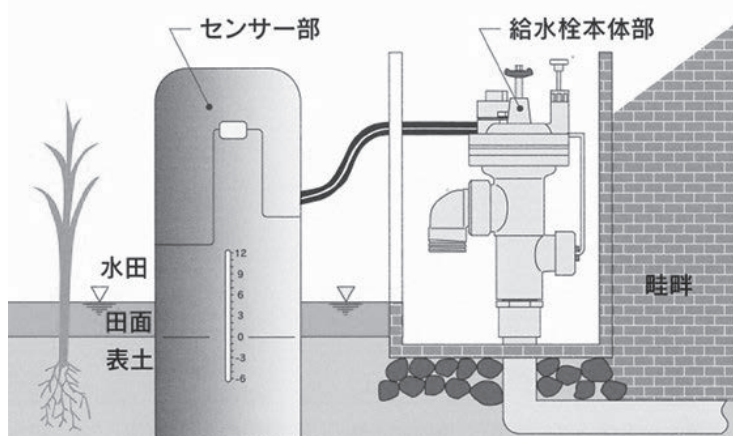


図1 フロート式自動給水栓(アサヒ AV 自動給水栓より)

これにより頻繁な田廻りの手間が省け、無効放流もなくなるため、省力化、節水に効果があるとされている。

### 3. 対象地区および研究の方法

三重県津市の桃園西部土地改良区の灌漑区を対象地区とした。受益面積は36ha、雲出川右岸の支川より2基のポンプで取水し、調整槽より末端に配水する。主要な作物は水稻とキャベツで、キャベツは三重県でも有数の産地となっている。ただし、キャベツ栽培の際は灌水しない。

揚水ポンプには流量計が設置されていないため、揚水機場のパネルに設置してあるポンプの稼働時間計を読み取ることで水田への供給量を推定しようと考えた。図2に示すようにパネルの前にインターバルレコーダー「レコロ」IR7(キングジム)を設置し、1時間間隔で稼働時間計を撮影した。SDカードに記録された映像を研究室に持ち帰り、2基の揚水ポンプの稼働時間を読み取った。



図2 稼働時間の計測



#### 4. 結果および考察

計測は2015年7月14日から9月17日まで行った。しかし、工事業者の作業終了後にカメラが反対向きに設置されてしまったため、7月24日10時から9月8日10時までのデータが欠測してしまった。また、夜間は揚水機場内に照明がないため、メータの数値を読み取ることができなかった。

図3に7月のポンプ稼働時間の推移を示す。

津市周辺では7月上旬に一旦水田の水を排水し、土壌を乾燥状態にする中干しを行うため、最初の2日は水田への供給量速度が速いことが読み取れる。その後、7月16日から17日9時まで揚水ポンプは稼働していない。これは、津市で16日未明から8時ごろまでまとまった降雨が観測されており、自動給水栓が作動して自動的に給水を停止したためと考えられる。その後、降雨前より積算稼働時間のグラフが緩やかな勾配となっているが、これは降雨による湛水により土壌の地下浸透能が減少したものと推測される。

9月のデータも同様の傾向を示した。しかし、9月6日から8日にかけて台風の影響により4日間で166mmもの降雨が観測されているにもかかわらず揚水ポンプは稼働し続けた。その後のヒアリングにより、この期間に水田の畦畔に動物が開けた穴による貫通が発生し、大量に漏水が発生したことが分かった

#### 5. まとめ

以上、整理すると以下ようになる。

- 揚水ポンプの積算稼働時間を計測することにより、自動給水栓の作動状況や給水速度が推定できる。
- 自動給水栓は降雨により水田の水位が上昇すれば自動的に給水を停止し、その後水位が設定最低水位より低下すれば自動的に給水を再開する。
- ただし、畦畔に水みちが発生してしまうと、降雨があるにもかかわらず給水し続けてしまう。

最後に、本研究を進めるにあたり三重県津農林水産事務所のお世話になった。ここに記し、謝意を示す。

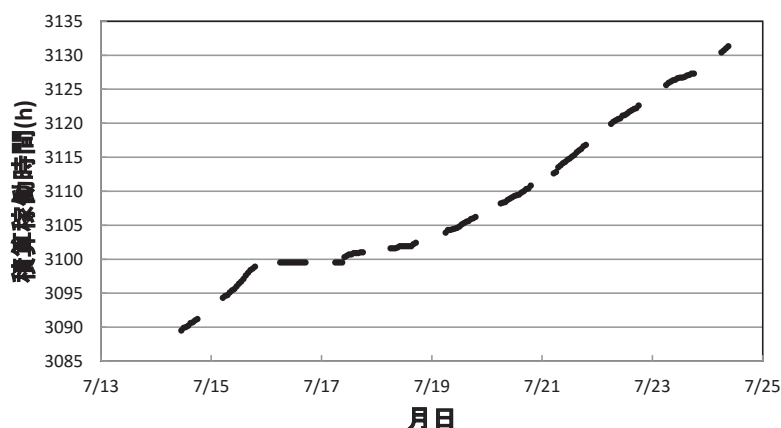


図3 揚水ポンプの稼働時間の推移

## 兵庫県内河川上流で分離された大腸菌およびサルモネラ菌の遺伝子学的検討

○北元憲利・加藤陽二  
兵庫県立大・環境人間

連絡責任者：北元憲利 (kitamoto@shse.u-hyogo.ac.jp)

キーワード：河川源流上流、大腸菌、サルモネラ菌、遺伝子学的解析、

### 1. はじめに

環境やヒトの腸管などに存在する細菌群として大腸菌群が知られ、その中のひとつに大腸菌がある。大腸菌にはヒトや動物の腸管に常在するもののほかに、食中毒を起こす病原性大腸菌が存在する。これまでに、飲料水、井戸水、河川や水源貯留配水を媒介とした O157:H7 や O26 などの腸管出血性大腸菌（ベロ毒素産生菌）の感染例がいくつか報告されている。河川中流・下流における大腸菌群の細菌学的調査は行われているものの、源流や上流における調査は、採取が容易ではないこともあって、ほとんど行われていなかった。

これまでに兵庫県内全域の河川源流・上流、名水の試料水について水質調査を行い、汚染状況を本学会にて報告してきた。また、同試料水を用いて、汚染基準となる大腸菌群の総括的な環境分布調査を行い、中流・下流との比較を行ってきた。今回は、分離された大腸菌およびサルモネラ菌について、その存在様式と菌種間の関連性、すなわち、同じタイプの菌が蔓延しているのか、それとも異なるタイプの菌が分布しているのかを遺伝子学的に解析した。これらの調査を継続し、その結果や情報を提示することにより、感染予防と汚染防止の意識向上と山間部の美化・環境保全に寄与することが目的である。

### 2. 材料と方法

#### (1) 試料の採取

試料水は、従来調査が行われていない山間部や峠の最上部、あるいは登山道のそばや登山道から少し離れた源流から約 2000 ヶ所より採水した。また、民家のない、林道終点かそれ以上の場所で、登山客が一息入れそうな登山道や峠道のそばの小川などを上流として選んだ。また、年次別に比較するため、いくつかの定点を決め採水を行った。採取日は、通常、数日間雨の降っていない晴天もしくは曇天の日を選んだ。河川の採取地点は流速が同じ条件の場所を選び、同一地点から少なくとも 3 試料を採取した。対照試料水として、姫路市内や阪神地域（生活圏の中流や下流に相当）からも試料水を採取した。

#### (2) 細菌学的検査

細菌学的検査は、試料水を採取した当日に行った。培地は、一般細菌数測定用培地（標準寒天培地、日水製薬）、大腸菌群測定用培地（デソキシコレート培地および EMB 培地、日水製薬）およびサルモネラ分離用培地（SSB 培地、日水製薬）を用いた。試料水 1ml をこれらの培地に接種し、35°C で 48 時間培養を行った。大腸菌群測定用培地より、乳糖分解能があり大腸菌群と思われるコロニーを分離した。大腸菌群と思われるコロニーが多い場合には、1 試料水につき、明らかに異なるコロニーを 1 種類ずつ選択して増殖培地にて増殖した。同定検査には、アピ 20（日本ビオメリュー社）を使用した。ベロ毒素産生能は、RIDASCREEN Verotoxin キット（R-Biopharm AG 社、Germany）により検索した。

#### (3) 遺伝子学的解析

それぞれ分離株の DNA を抽出後、制限酵素 Xba I で切断したのち、パルスフィールドゲル電気泳動法 (PFGE) を行った。それぞれの DNA 切断パターンを比較し、分類基準に従い遺伝型の型別・分類を行った。

### 3. 結果

#### (1) 大腸菌およびサルモネラ菌の検出

河川源流・上流水から分離された大腸菌群分離 640 株、およびサルモネラ 39 分離株について同定検査を行うとともに各菌種の検出率を調べた。その結果、大腸菌は 39 株（約 6%）検出された。サルモネラ菌では 29 株（約 75%）がサルモネラ・アリゾナであった。その他の大腸菌群としては、セラチア、エンテロバクター、シトロバクター、クレブシエラなどが比較的多く分離された。一方、対照とした生活圏内の中流・下流から分離された大腸菌群は 150 株であったが、そのうち大腸菌が最も多く、26 株（約 17%）であった。

#### (2) ベロ毒素産生大腸菌の検出

試料水から分離された大腸菌（計 65 菌株）について、ベロ毒素産生能を調べたところ、わずか 1 株が陽性反応を示した。この 1 株は、上流ではあるが、牧場に近いところから分離されたものであった。血清学的に検討

したところ、O111 であることが分かった。

### (3) 大腸菌およびサルモネラ菌の遺伝子学的解析

2001年～2012年の間に、兵庫県内の河川源流・上流および牧場近くの河川から分離された大腸菌65検体、同じ時期にシカの糞便から分離された大腸菌63検体、また、2004年～2012年に河川源流・上流から分離されたサルモネラ29検体(同河川定点からの分離株を含む)を用いた。大腸菌DNAについて、制限酵素Xba Iにより切断後、PFGEパターンをみたところ、6種類のタイプに分類することができた(図1、A-F)。河川が異なるにもかかわらず、同一か類似のパターンを示す菌株がみられた(図1、AおよびBタイプ)。シカの糞便からは、5種類のタイプに分類された(図1、a-e)。河川およびシカの糞便から、同一パターンを示す菌株が分離された(図1、Fの8レーンおよびeの15レーン)。一方、サルモネラについては、4種類のタイプに分類することができた。河川定点にて分離された株について、年度別にPFGEパターンをみたところ、年度が異なるにもかかわらず同一パターンを示す分離株がみられた。

### 4. 考察

源流・上流においても、中流や下流とほぼ同様の大腸菌群種が検出された。検出率や菌数の差はあるものの、菌の種類に関しては、河川上流と下流との違い、河川別、地域別には大きな差はみられなかった。これらの大腸菌、セラチア、クレブシエラ、エンテロバクター、シトロバクターなどの細菌は、環境に広く分布し、下水、河川水(生活圏内)、土壌、食品などから検出され、時にヒトや動物の糞便からも分離されることが知られている。通常、病原性はほとんどないが、二次感染や日和見感染を起こすことがある。特に、セラチア・マルセッセンズ(霊菌)やクレブシエラ属の肺炎杆菌は、しばしば致死的な日和見感染や院内感染を起こすことで問題となっている。これらの菌が、河川中流・下流ばかりでなく、源流・上流からも比較的多数検出されたことは留意すべきことと考える。

また、牧場や牛舎のウシや野生のシカの糞便から腸管出血性大腸菌が分離されており、これらの動物の排泄物が河川を汚染した場合、ヒトへの感染の危険性があるといわれている。本調査でも、わずか1株であるが、ベロ毒素産生菌が分離された。これまでの報告では、ベロ毒素産生菌を分離するためには少なくともリッター単位の水量が必要とされており、本調査の場合のように、わずか数ミリリットルの水量からベロ毒素産生菌が分離されたということは、特筆すべきことかもしれない。

今回、異なる河川にもかかわらず、同一か類似の大腸菌が分離された。竹野川および八代川の上流にはA牧場が、また、春木川および照木川の上流にはB牧場があることから、それぞれの牧場から汚染された可能性が示唆された(図2)。また、河川およびシカの糞便から、同一のパターンを示す大腸菌株が分離されたため、シカの糞便などが汚染源になりうる事が推察された。

一方、サルモネラ菌の結果からは、異なる年度にもかかわらず、同一タイプの菌株が分離された。それ以外のタイプの菌株についても、同一か近縁種、あるいはきわめて関連の深い菌株であることが分かった。このことから、サルモネラ菌がわずかの部分変異を起こしながらも比較的安定して存在していることが示唆された。

得られた結果や情報を広く県民に提供することにより、水系感染や汚染を未然に防ぎ、さらに森林や山間部の美化・環境保全の啓発に寄与するものとする。 (以上の調査は、本学部の今森雅子、室井茂宏、中村俊之、森本愛子、山田武彦、松島梓、中田智子らの協力による。)

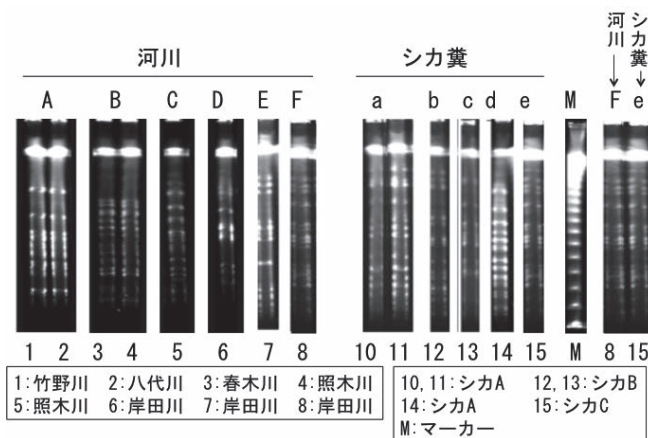


図1 大腸菌分離株の型別分類

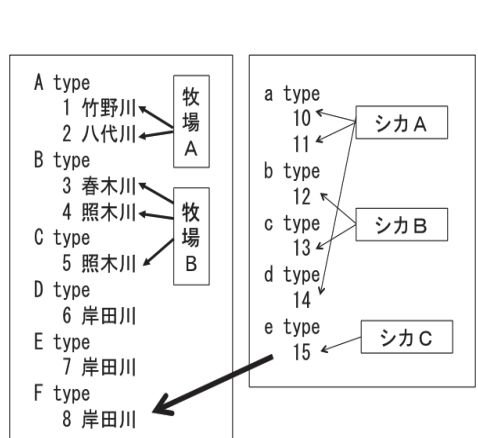


図2 大腸菌汚染の考察

## 地下水の理化学性の類似性による汚染源の究明と経時変動に関する研究

秋元宥紀・水野寿洋（東京都市大学環境情報学部）・○田中健太・中澤諭由・三上萌衣子・咸泳植（東京都市大学環境学部）

連絡責任者：咸泳植（yhamu@tcu.ac.jp）

キーワード：硝酸汚染、水質、地下水、理化学性の類似性

### 1. はじめに

地下水は地球全体の水の0.62%にすぎないが、人類が利用可能な淡水の約30~60%を占めており（B. J. Skinner, 1982）、飲用水、ミネラルウォーター、農業用水、工業用水などに実に様々な用途で使用されている重要な水資源である。しかし、窒素肥料の施用が場合によって地下水の硝酸汚染を齎すことが様々な国々から報告されている（Barringer *et al.*, 1990; Burkart and Kolpin, 1993; Eckhardt and Stackelberg, 1995; Levallois *et al.*, 1998; Ahn and Chon, 1999; McLay *et al.*, 2001; 咸ら、2002・2004・2013・2014; 咸、2015）。また、日本においても農地と都市域から硝酸汚染が報告されたことがある（宮崎・別役、1990・1991; 鶴巻、1992; 熊沢、1999; 咸ら、2002・2004・2013・2014; 咸、2015）。さらに、地下水は一旦汚染された場合修復に莫大な時間と費用がかかるため現実的で有効な対策として未然防止対策が求められているのが一般的である。本研究では、地下水は目に見えない地下にあるために汚染源の特定が困難な場合があるため、地下水の理化学性の類似性を用いた分類から汚染源の究明し、硝酸汚染の未然防止対策に役に立てたい。

### 2. 材料と方法

調査地を神奈川県横浜市都筑区の災害用井戸70地点とし、2015年4月から12月の9ヶ月間災害用井戸の採水を行った。現地では、ポリビンに地下水を200mL採水し、天候・気温・水温を測定した。採水した地下水試水は、分析まで冷凍保存した。試水の前処理としては、1mL容のテルモシリンジ（SS-01T、TERUMO）で1mLの試水を注入してから、空隙のサイズが直径0.45 $\mu$ mのメンブレンフィルター（DISMIC-13HP、ADVANTEC）をシリンジに装着してろ過した試水をイオンクロ分析用試水とした。各試水の理化学性の分析にはpHメーター（LAQUA F-70、HORIBA）、電気伝導率計（LAQUA D-72E、HORIBA）、酸化・還元電位（Water Test、HANNA）、イオンクロマトグラフィー（ICS-1100、DIONEX）が用いられた。地下水の理化学性の類似性を分類するためのクラスター分析を含むデータの統計解析はすべてIBM SPSS Ver. 19を用いた。

### 3. 結果および考察

#### 3-1 都筑区の地下水の硝酸汚染の実態

2013年度の地下水の硝酸+亜硝酸濃度は0~17.08mgN/Lであり、平均値は3.00mgN/Lであった（図1）。2014年度の地下水の硝酸+亜硝酸濃度は0~14.36mgN/Lであり、平均値は2.80mgN/Lであった（図1）。2015年度の地下水の硝酸+亜硝酸濃度は0~15.09mgN/Lであり、平均値は2.51mgN/Lであった（図1）。2015年度の地下水環境基準（10mgN/L）の超過率は3.4%であった（図1）。

#### 3-2 地下水の硝酸+亜硝酸の経時変動

2015年度モニタリング結果から、汚染井戸（>10mgN/L）と非汚染井戸（1mgN/L以下）の硝酸濃度の経時変動は増加傾向が見られたため、今後さらに増加していく可能性があると考えられる（図2）。一方、



準汚染井戸（1-10mgN/L）の硝酸濃度の経時変動は減少傾向が見られたため、今後さらに減少していく可能性があると考えられる（図2）。しかし、11月に降った135.5mmの降水による濃度希釈効果によって硝酸濃度が一時的に減少した可能性もあるため引き続きモニタリング調査を行う必要がある。

### 3-3 地下水の理化学性の類似性による汚染源の解明

住宅地と林地の井戸において硝酸汚染源の特定は困難であるため、地下水の理化学性の類似性によるグループ化を用いて周辺の農地からの硝酸汚染源の究明を試みた（図3）。地下水の理化学性の類似性によるグループ化を行うため、クラスター分析した結果12ヶ所にグループ化することができた（図3）。本研究で得られた調査井戸の理化学性で分類した12グループの中に農地でないが硝酸+亜硝酸濃度が1mgN/L以上検出された準汚染地点が6ヶ所あり50%汚染源に対して特定することができなかった。住宅地と林地の地下水における硝酸汚染源は可能性としては、①住宅地では下水管が古くなって汚水が漏れ地下水を汚染、②林地では畜産施設や畜産排泄物の投棄または放置などがあげられるが、本研究では①と②を確認することができなかったものの、③本研究の仮説である農地の窒素肥料由来の地下水の硝酸汚染が地下で広がって非汚染井戸にまで硝酸汚染が拡大する可能性が示唆された。今後、引き続きモニタリング研究と一層詳細な汚染源究明のための調査と分析を行い、地下水の水質保全と硝酸汚染の未然防止対策につなげていきたい。

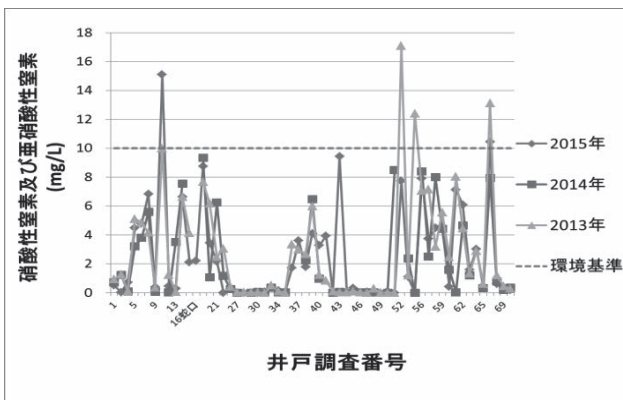


図1. 2013年と2014年、2015年度の都筑区の地下水硝酸+亜硝酸の比較

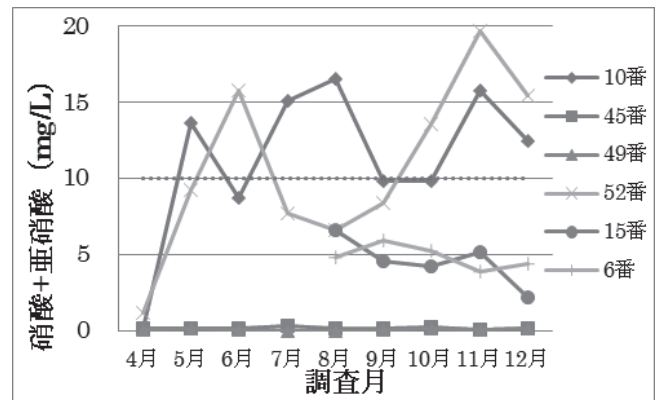


図2. 調査井戸の硝酸+亜硝酸濃度のモニタリング結果

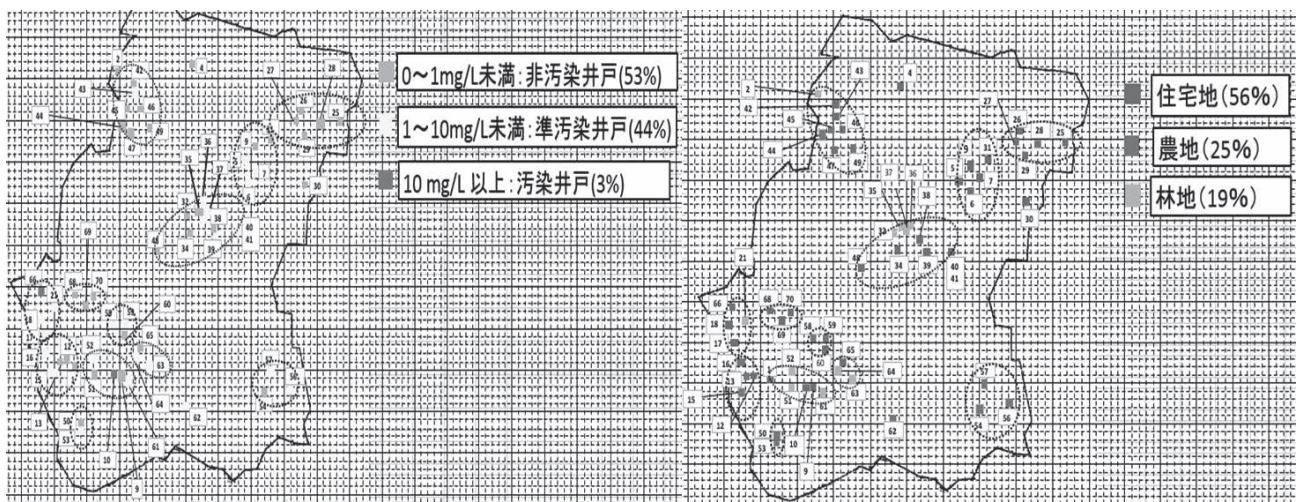


図3. 調査井戸の理化学性の類似性によるグループ化（左図：硝酸+亜硝酸濃度、右図：土地利用）

## 多摩川の堰と下水処理水が水質に及ぼす影響に関する研究

金森慶悟・佐藤啓瑛（東京都市大学環境情報学部）・○倉持宗次郎・齋藤孝平・成泳植（東京都市大学環境学部）

連絡責任者：成泳植（yhamu@tcu.ac.jp）

キーワード：下水処理水、水質、堰、多摩川

### 1. はじめに

多摩川は山梨県甲州市の笠取山（標高 1,953m）に源流が存在し、間に浅川や大栗川などの支川を合わせながら、羽田沖の東京湾へ注ぐ全長 138km、流域面積は 1,240km<sup>2</sup> の一級河川である。山梨県から東京都、神奈川県と 1 都 2 県にまたがり、東京都の広範囲に水道水を供給するために上水としても用いられている重要河川である。現在、東京都の全上水のうち、約 2 割の水が多摩川から取水されている（国土交通省 関東地方整備局 京浜河川事務所 HP より）。これまで東京都を含む行政を中心とした多摩川の水質保全対策と取り組みが下水道整備や下水処理強化など色々な形で行われているが、未だに堰や下水処理放流水などの人為的な影響による水質低下が懸念されているのが現状である。

本研究では、多摩川の堰や下水処理放流水、海水が多摩川の水質にどのような影響を与えるかを明らかにし、多摩川の水質汚染の根源とメカニズムを突き止め、多摩川の水質汚濁防止対策または水質保全対策につながる情報提供と考察をすることを目的とした。

### 2. 材料と方法

①上流地点：堰と下水処理放流水から 50～300m 程度離れた上流地点の水、②堰と下水処理放流水：堰に溜まっている水と放流水、③下流地点：堰と下水処理放流水から 50～300m 程度離れた下流地点の水を対象に、緯度・経度、水温、気温、COD（化学的酸素要求量）パックテスト（1ヶ所 3 本分析）の測定と写真撮影を現地で行った。事前準備に保冷剤 2 個、クールボックス 1 個、温度計、COD パックテスト（WAK-COD（D）、共立理化学研究所）、100mL 容ボトルを 10 本以上用意した。④採水後の分析項目は、pH、EC（電気伝導率）、大腸菌群数、大腸菌数、7 種の陰イオン、6 種の陽イオンとした。pH メーター（LAQUA F-70、HORIBA）、電気伝導率計（LAQUA D-72E、HORIBA）、イオンクロマトグラフィー（ICS-1100、DIONEX）を用いて分析を行った。⑤大腸菌群数と大腸菌数を測定するため、サンコリ改変大腸菌群簡易検出紙（SC-No. 6、サン化学株式会社製）を用い、1 日の採水後すぐ大学に戻り 37℃暗所で 20～23 時間培養を行った。培養後は必ず時間内にインキュベーターから取り出して冷凍保存後班員全員で確認しながら大腸菌群数と大腸菌数を数えて記録した。

### 3. 結果および考察

#### 3-1. 堰が水質に及ぼす影響

多摩川には、主に 2 つのタイプの堰が存在する。堰の高さが低いものが多く、水の滞留時間が短いという特徴がある固定堰と、固定堰より堰の高さが高く水の滞留時間が増えるという特徴がある可動堰の 2 つである。本研究結果では、以下の結果を得ることができた。

- ① 大腸菌群数とアンモニウム濃度に関しては、固定堰から水質改善の結果が得られた。
- ② 硝酸濃度は、堰のタイプに関わらず水質改善の効果が得られた。
- ③ 一方、リン酸濃度は、一定の傾向を見出すことができなかった。

以上の結果より、堰のタイプによって水質が改善される項目が異なることが分かった（図1）。

多摩川において8ヶ所の堰のうち日野堰と宿河原堰を除いて堰の下流で大腸菌群数が低下している水質改善の結果が得られている（図2）。

### 3-2. 下水処理水が水質に及ぼす影響

下水処理水が水質に及ぼす影響については、対象地点（水再生センター等の処理済み生活排水など）の放流口からの放流水の分析によって、EC、COD、硝酸などが高まっていることが分かり、大腸菌、大腸菌群数、その他様々な物質が多く検出されたため、放流水が多摩川の水質に影響を与えていると考えられる（図3）。ECやCODや大腸菌群数については、放流水の流入のある下流部は、放流水の流入のない上流部の数倍の数値や基準を超えた数値を計測しているため、放流水の流入による水質の悪化は顕著に現れていると考えられる（図2）。大腸菌、大腸菌群の処理能力やCOD、さらには東京湾の富栄養化の赤潮の原因物質とされている窒素（硝酸、亜硝酸、アンモニウム）とリン（リン酸）などが抑えられるより高度処理が望まれる。

### 3-3. 海水が水質に及ぼす影響

海水が流入することにより、数値が増減する主な項目としては、EC（電気伝導率）やNa<sup>+</sup>（ナトリウムイオン）、Cl<sup>-</sup>（塩化物イオン）、大腸菌数、大腸菌群数などがあげられる。多摩川の調布堰の下流部への海水の流入によって電気伝導率、ナトリウムイオン、塩化物イオンが上昇した一方、大腸菌数と大腸菌群数は殆ど検出されなくなった（図4）。したがって、調布堰から下流に放流が無ければ下流の水質改善に効果があると言えるが、陸地から河口域と海に供給される様々な物質を遮断してしまう問題点と、調布堰が自然の海水の流入を止めているため上流の水質と生態系に影響を与える可能性がある。

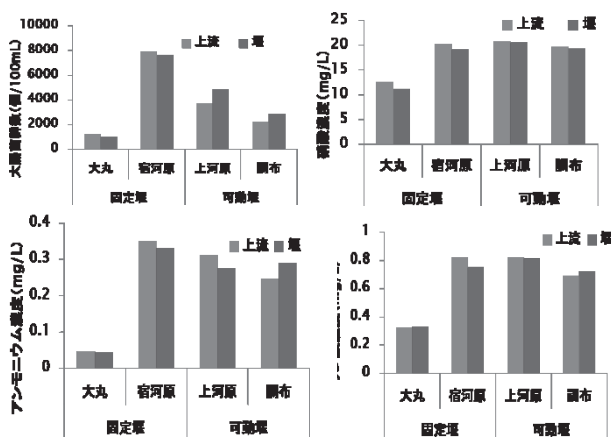


図1. 多摩川の堰のタイプによる水質の差異（大腸菌群数、硝酸、アンモニウム、リン酸）

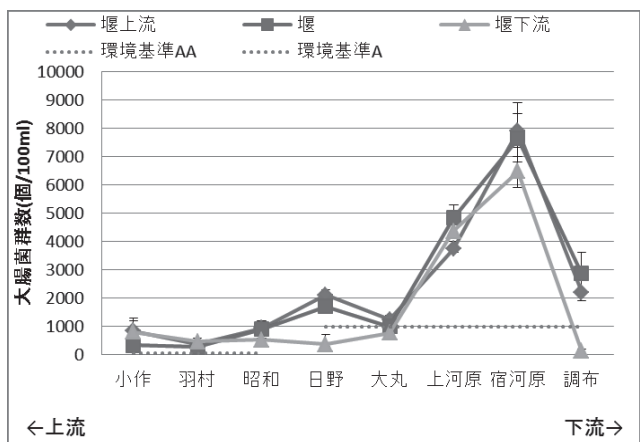


図2. 多摩川の上流から下流までの水質の空間分布と堰の貯水の水質（大腸菌群数）

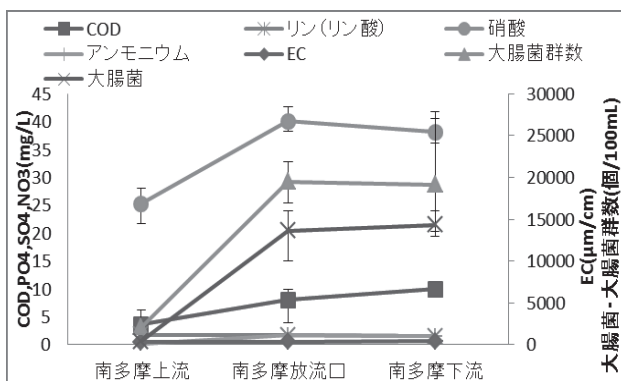


図3. 南多摩水再生センターにおける放流水の影響

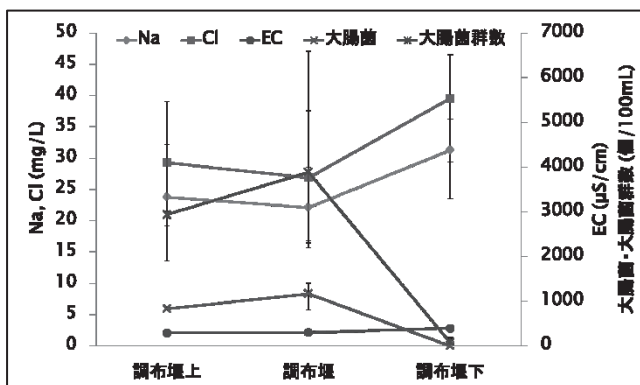


図4. 多摩川の調布堰付近の水質と海水の影響



## 相模湖における地球水文化学的な水質評価と水質保全に関する研究

桑島航汰（東京都市大学環境情報学部）・平沢知也・○咸泳植（東京都市大学環境学部）

連絡責任者：咸泳植（yhamu@tcu.ac.jp）

キーワード：相模湖、地球水文化学、水質評価、水質保全、物質収支

### 1. はじめに

相模湖は相模川をせきとめ、横浜市・川崎市・相模原市・一部東京都、京浜工業地帯への水道用水、工業用水、及び水力発電、洪水調節、灌漑用水の確保等を目的として1947年（昭和22年）に作られた総貯水量63,200,000 m<sup>3</sup>の人造ダム湖である（神奈川県、2014）。しかし、相模湖は1947年人造湖になって以来気温が上昇する時期（主に夏季）富栄養化により水道水源の水質低下が懸念されている（常田ら、2005；咸ら、2011；咸ら、2012；咸、2015）。また、相模湖の湖水が、家庭排水等の影響により富栄養化が進み、夏季にアオコが発生するなどの水質問題が生じていると報告している（神奈川県、2012）。

前報（咸、2015）では物質収支に基づいた相模湖の水質改善策について考察したが、各負荷量の算定に不十分であった。本報では、相模湖における地球水文化学的な水質評価と、降水、渓流水、地下水（井戸水）、相模湖の流入・流出の各負荷量を算定して物質収支を求め、相模湖の夏季の富栄養化の原因物質である窒素とリンの収支から水質改善対応策について考察する。

### 2. 材料と方法

調査地を神奈川県北部に位置する相模湖とし、2015年2月から2016年1月の12ヶ月間、相模湖水（相模湖大橋、弁天橋）、降水（林外雨、林内雨）、地下水（農家、商店街）、渓流水（嵐山）を採水した。それと同時に、降水量、井戸水位、渓流水量についての測定も行った。試水はポリビンに入れて分析まで冷凍保存した。試水の前処理としては、1mL容のテルモシリンジ（SS-01T、TERUMO）で1mLの試水を注入してから、メンブレンフィルター（DISMIC-13HP、ADVANTEC）をシリンジに装着してろ過した試水をイオンクロ分析用試水とした。

各試水の理化学的性の分析にはpHメーター（LAQUA F-70、HORIBA）、電気伝導率計（LAQUA D-72E、HORIBA）、イオンクロマトグラフィー（ICS-1100、DIONEX）が用いられた。COD（化学的酸素要求量）の分析に関しては簡便法であるパックテスト（WAK-COD（D）、共立理化学研究所）を用いた。

### 3. 結果および考察

今回の調査・分析結果で、相模湖大橋におけるCODの最大値は7月の40mg/L、最小値は1月の0mg/Lとなり、弁天橋におけるCODの最大値は8月の4.3mg/L、最小値は11月の0mg/Lとなった。環境基準超過率は相模湖大橋で33.3%、弁天橋で16.7%となった（図1）。図2は相模湖におけるpHの経時変動のグラフとなっており、相模湖大橋の最大値は3月の9.4、最小値は7月の6.9となっている。弁天橋の最大値は6月の9.6、最小値は12月の7.5となっており、平均値はそれぞれ8.2、8.4となっている。相模湖におけるpHの環境基準は6.5以上、8.5以下となっているのだが、今回の調査結果では超過率は相模湖大橋で50%、弁天橋で41.7%となった。今年度は、7月の大雨の影響で廃棄物や有機物などが多く流れ水面を覆ったため、夏場の光合成が例年に比べ行われず、夏場のpHが下がり、多くの有機物の影響でCODが非常に高かったと考えられる。

調査地においてNO<sub>3</sub><sup>-</sup>-Nの濃度が非常に多く検出された（図3、図4）。地下水のNO<sub>3</sub><sup>-</sup>-Nの濃度が最も高



い濃度を示したが、これは周囲が商店街・農地である為に肥料等によって生じた影響であると考えられる。また、降水や渓流水が相模湖の森林水域を流れる中で硝化が進み、地下水から相模湖に流れるため、相模湖水に影響を与えていると考えられる。NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-Nの濃度が渓流水より相模湖水の方が高いことからアオコが発生し、富栄養化が進んでいると思われる。

本研究におけるメインテーマの物質収支の結果に基づき、富栄養化が進みアオコがみられる夏場の場合はダムからの放流を増やすことにより硝酸態窒素の削減につながり相模湖の水質改善策につながると考えている。なお、相模湖の物質の濃度と放流量の細かい計算をする事でプラスマイナスゼロに近づけることも可能であると考えられる。今回の物質収支の結果から硝酸態窒素が多く流入している7月を例に挙げると、硝酸態窒素の流入量が524トンであることにに対し、流出量が25.6トンと算出された。相模ダムの7月の放水量は約25,307万トンであるため、放水量の約20.5%を追加放水させることにより、硝酸態窒素の収支を0に近い値に近づけることが可能であると考えている。さらに、2015年2月～12月の11か月間の硝酸態窒素の物質収支を求めた結果、2015年の相模ダムの流出量の約1.56倍多くする放水することにより収支を0にまで近づけられることが分かった。すなわち、1日あたりの放出量が約376トンであるため約212トン多く放出すれば収支を0に近づけられる。まだ不十分なデータや足りない部分があるが、本研究では相模湖の富栄養化の原因とされる窒素収支に基づいて人為的に相模湖の放水量を適宜コントロールすることによる水質改善策について考察した。今後の課題としては、①経時的に再現性を確認しながらデータの数を増やして標準化・一般化していく、②物質循環の変化が相模湖の水質と生態系に対してどんな影響を齎す可能性があるのかについても検討していく。

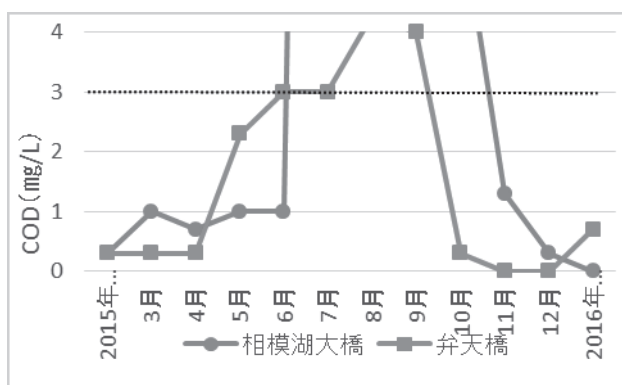


図1. 相模湖におけるCODの経時変動（点線：環境基準3mg/L以下）

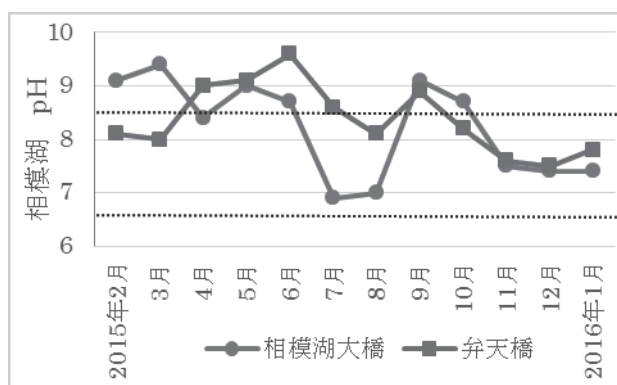


図2. 相模湖におけるpHの経時変動（点線：環境基準6.5以上8.5以下）

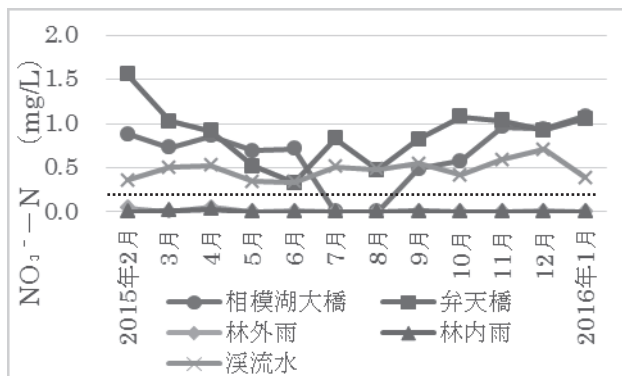


図3. 硝酸態窒素濃度の経時変動（点線：相模湖の環境基準0.2mg/L以下）

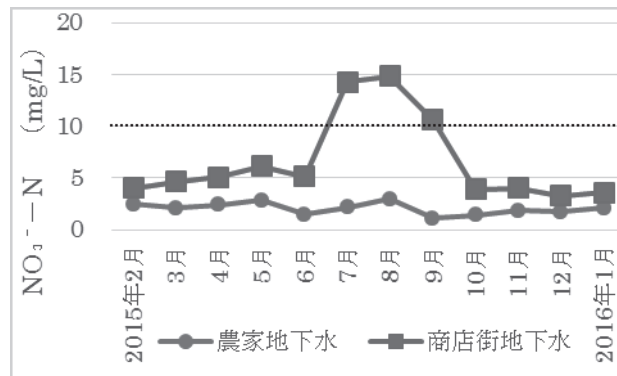


図4. 地下水の硝酸態窒素濃度の経時変動（点線：地下水の環境基準10mg/L以下）

## インドネシアの泥炭湿地における アブラヤシ植林と森林火災・健康被害

○武本行正<sup>1</sup>，高橋正昭<sup>1</sup>(四日市大学環境情報学部)  
 伊藤薫<sup>2</sup>(四日市看護医療大学)，竹内佐智恵<sup>3</sup>(三重大学医学部看護学科)  
 連絡責任者：武本行正 (takemoto@yokkaichi-u.ac.jp)  
 キーワード：大気汚染，粒子状物質，森林火災，CO2 排出，健康被害

### 1. はじめに

2015年11月上旬にインドネシアのジャカルタ市を訪問して、「インドネシアにおける『もや』の制御と調査—解決のための多様な側面—」学会に参加、四日市喘息等の経験を講演した<sup>3,4)</sup>。

泥炭地火災は、スマトラ島のリアウ州、ジャンビ州、南スマトラ州、ランブン州などと、カリマンタンの西カリマンタン州、中カリマンタン州、東南カリマンタン州、東カリマンタン州などを覆い、2015年10月末までに総計140万ヘクタールの泥炭地において「アブラヤシ植林に用いるため森を焼く」火災が発生した。酷い継続した乾燥と火災は2015年8月以降から10月末までで、11月には雨季になり収まった。PM(浮遊粒子状物質)汚染がひどいと、学校は休校に、空港も閉鎖になるなどの事態が煙害被害地域で多発し、死者も出ている。

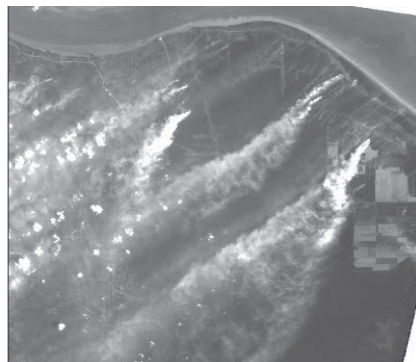
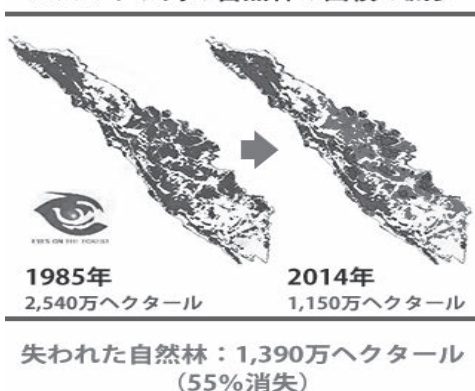
### 2. 煙害と森林破壊

アブラヤシ・パーム油の生産量は増加しており、インドネシアの主要な輸出産品である。下図は東南ア研の渡辺・増田らの撮影でスマトラ島リアウ州での乾燥化用排水路とアブラヤシ林<sup>1)</sup>。



インドネシアのスマトラ島やカリマンタン島での泥炭湿地とは、未分解の植物バイオマスが長期にわたって蓄積(数百万～数千万年)して形成された湿地。泥炭を構成する植物バイオマスは、熱帯では木本類が多い。この湿地状態を排水し、乾燥が進んだ状態で火を放つと、容易に燃える。下図は2002年の

■スマトラ島の自然林の面積の減少



ランドサットデータで、スマトラ島北中部のリアウ州の泥炭火災である。湿地を水路により乾燥化させ、そこにアブラヤシを植林し5年ぐらいで収穫する。

### 3. 健康被害

さて、2015年はエルニーニョ現象が長期化し、インドネシアの乾季も7月～11月初めまでと1か月も長期化し、10月末の泥炭地火災は、スマトラ・カリマンタンのリアウ州、ジャンビ州、南スマトラ州、ランプン州、西カリマンタン州、中カリマンタン州、東南カリマンタン州、東カリマンタン州などを覆い、10月21日までに総計140万ヘクタールの泥炭地において火災が発生した(E1 Sinta ラジオより)とのことである。乾季は7月から始まっているが、継続した乾燥と火災は2015年8月以降からである。乾季には、排水された泥炭地で容易にバイオマスが燃える。

健康被害は深刻で、10月末までに10人(朝日新聞2015年11月3日では24人)が今回のヘイズ煙害による健康被害から死亡した。そして、ぜんそく(asthma)を含む呼吸器系疾患の患者は、リアウ州で8万0263名、南スマトラ州では10万1333名、西カリマンタンでは43477名などで、6州合計で50万3874名が2015年7月から10月末までに病院等で診察を受けた(Tribun Pekanbaru 紙)。

政府の大気汚染を表す、100を超せば不健康、400以上が非常に危険と言われるPSI大気汚染指数(air pollutant standard index)が10月16日に中カリマンタンのパラカラヤで1800に達し、煙害の結果、10月24日時点で全国35の空港が閉鎖になっている。300以上が重大な汚染とされるPSI指数で、100以上の状態では高齢者や子供は屋外の活動を抑えるべきであるとされ、また毎年の恒常的な被煙で多くの住民の健康被害が危惧される。

また、煙害下にある住民の数は10月24日現在4300万人に達している(Tribun Pekanbaru 紙)。この深刻な大気汚染で、インドネシアで発生したCO<sub>2</sub>(二酸化炭素)の排出量はドイツ全体の排出量1年分に相当するとの試算がアメリカのNASAから公表された。インドネシア(泥炭地からも含めると)の二酸化炭素の排出量は、中国、アメリカについて世界第3位との報告が毎年なされている。

**謝辞：**地球研の渡辺一生氏、東南ア研の水野広祐教授には現地情報等でご教授いただきました。

#### 引用文献：

- 1) 渡辺一生、増田和也、川井秀一：第9章 泥炭湿地林の減少とアブラヤシおよびアカシア林の展開過程、川井・水野・藤田編、熱帯バイオマス社会の再生—インドネシアの泥炭湿地から—、京都大学学術出版会(2012年12月)。
- 2) 武本行正、高橋正昭、栗屋かよ子、竹内佐智恵：モンゴル・ウランバートル市の環境問題と大気汚染の拡散シミュレーション、人間と環境(日本環境学会誌)、Vol. 41 No. 1, 65頁-75頁(2015)。
- 3) Yukimasa Takemoto, Masaaki Takahashi, Kayoko Awaya, Kaoru Ito and Sachie Takeuchi; "Numerical Simulation of Air Pollution in Ulaanbaatar City", Journal of Materials Science and Engineering, A 5 (5-6), pp. 187-195(2015)。
- 4) Yukimasa Takemoto: "History of Yokkaichi Asthma and It's Anti-Pollution Measures", WORKSHOP of PENANGANAN DAN PEMBELAJARAN KABUT ASAP DI INDONESIA BERBAGAI ASPEK PENYELESAIANNYA、日本語訳「インドネシアにおける『煙害』の制御と調査—解決のための多様な側面—」、Nov. 2015 in Hotel Arya Duta, Jakarta(Indonesia)
- 5) 武本行正：「四日市公害の教訓をアジアに発信」、平成27年度四日市大学公開講座、そらんぼ四日市(四日市市博物館、四日市公害と環境未来館)(2016)。

## 中国内蒙古自治区阿拉善乾燥地の水質における一考察

○加治木友貴・久我俊介・見城祐介・咸泳植（東京都市大学環境学部）

連絡責任者：咸泳植（yhamu@tcu.ac.jp）

キーワード：塩類集積、乾燥地、水質、地下水、中国内蒙古自治区阿拉善盟

### 1. はじめに

東京都市大学は、2001年から海外研修プログラムの一環として「日中共同沙漠緑化フィールド研修プログラム」を中華人民共和国内蒙古自治区阿拉善盟（内モンゴル自治区アラシャン盟）の乾燥地・半乾燥地にて学生参加者と緑化活動を毎年実施し、今年度で16年目を迎えている。中国西部の一部の乾燥・極乾燥地域は、冬には乾燥して寒く、夏には暑くて降水が少なく、水収支が非常にアンバランスな状態が続いているため、水不足や砂漠化が進んでいる一方、乾燥地・半乾燥地では通常唯一の水資源である地下水を農業活動などで長期間過剰に使用することによって生じる地下水枯渇、水質低下、地盤沈下、塩類化、土壌劣化などが懸念されている。本研究では中国西に位置する内蒙古自治区阿拉善盟の乾燥地・半乾燥地において一部の地下水とオアシスの水質を調べ、水質の現状について一考察を行った。

### 2. 材料と方法

本研究では中華人民共和国内蒙古自治区阿拉善盟阿拉善左旗（アルシャーさき）という地域の砂漠化が懸念されている騰格里砂漠（トングリ砂漠、またはテングル砂漠）に位置している地下水とオアシスの水質を研究対象とした。本研究の調査地が属する内蒙古自治区は中国北京から西に1,000kmほど進んだ場所にあり、阿拉善盟はその中でももっとも西にある盟（日本の県に該当する。）である。騰格里砂漠は、中華人民共和国内モンゴル自治区阿拉善盟から甘肅省中部にかけて広がる砂漠で、中国では4番目に広い砂漠で、面積は約37,000km<sup>2</sup>である（ウィキペディア）。

現地水質調査については、気温、水温、地温はデジタル式温度計（TT-533、TANITA）、pHはガラス電極法（コンパクトpH計B-212、HORIBA）、電気伝導率（EC）は交流2極法（コンパクト電気伝導率計B-173、HORIBA）、COD（化学的酸素要求量）はCODパックテスト（WAK-COD（D）、共立理化学研究所）をそれぞれ用いた。COD濃度の高い試水の場合はメスシリンダーと蒸留水（RFS533PA、ADVANTEC）を用いて希釈して測定した。また、試水の化学成分組成を機器分析するため、試水を1mL容のテルモシリレンジ（SS-01T、TERUMO）と0.45μmのメンブレンフィルター（DISMIC-13HP、ADVANTEC）でろ過してイオンクロマトグラフィー分析用の1.5mLのバイアルに保存し、イオンクロマトグラフィー（ICS-1100、DIONEX）を用いて陰イオン7種（F<sup>-</sup>、Cl<sup>-</sup>、NO<sub>2</sub><sup>-</sup>、Br<sup>-</sup>、NO<sub>3</sub><sup>-</sup>、HPO<sub>4</sub><sup>2-</sup>、SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>）と陽イオン6種（Li<sup>+</sup>、Na<sup>+</sup>、NH<sub>4</sub><sup>+</sup>、K<sup>+</sup>、Mg<sup>2+</sup>、Ca<sup>2+</sup>）を定量分析した。データの統計解析はIBM SPSS Statistics Ver. 19を用いた。

### 3. 結果および考察

#### 3.1 オアシス

今回調べたオアシスは騰格里砂漠（トングリ砂漠）に位置している長さ1kmぐらいの砂漠にあるオアシスとしては大き目である。調査地点は北から南まで4ヶ所の水質分析を行った。本オアシスの化学組成の特徴は塩類化と濃縮現象に深く関係している塩化物イオンとナトリウムイオンの濃度が極めて高い反面、意外と他のイオンの濃度はそれほど高くなかった（図1）。調査したオアシスの水質を評価するため、日本の行政が用いている「水質汚濁に係る環境基準」の「生活環境の保全に関する環境基準（湖



沼)」に照らし合わせると、水質汚濁指標である COD、窒素、リンの濃度がそれぞれ日本の環境基準を超過している（図 2）。しかし、調査地は日本大変異なる気候と環境に囲まれているため、日本の環境基準を適用することが妥当とは限らない。本オアシスは、窒素濃度、リン濃度、水温が高く場所によって大変濃い緑色で肉眼でも富栄養化が進んでいようにも見受けられた（図 2）。

### 3.2 地下水

今回調べた地下水は騰格里砂漠（トングリ砂漠）周辺のゴビ草原に位置している大学の海外プログラムの緑化活動を実施している場所でもある。調査地点はゴビ草原で 5ヶ所と農地で 3ヶ所にてそれぞれ水質分析を行った。地下水の化学組成の特徴は、オアシスほど塩類化と濃縮現象による顕著な高濃度の塩化物イオンとナトリウムイオンを含むすべての分析イオンから見られなかった（図 3）。調査した地下水の水質を評価するため、地下水の硝酸濃度の環境基準値約 11mgN/L（WHO、1970）、約 10mgN/L（日本、アメリカなど）に照らし合わせると、ゴビ草原の地下水 5 地点の硝酸濃度は 4.1~17.5mgN/L（平均 8.2 mgN/L）を示し、5 地点のうち 1 地点が基準値を超過して 20%の超過率となる。一方、農地の地下水 3 地点の硝酸濃度は 7.2~21.4mgN/L（平均 13.0mgN/L）を示し、3 地点のうち 2 地点が基準値を超過して約 70%と高い超過率となった。農地に位置している地下水の硝酸濃度の高い環境基準超過率を示しているのは、農業活動のため窒素が多く含まれている化学肥料や堆肥を過剰に施用することが主たる原因として考えられる。

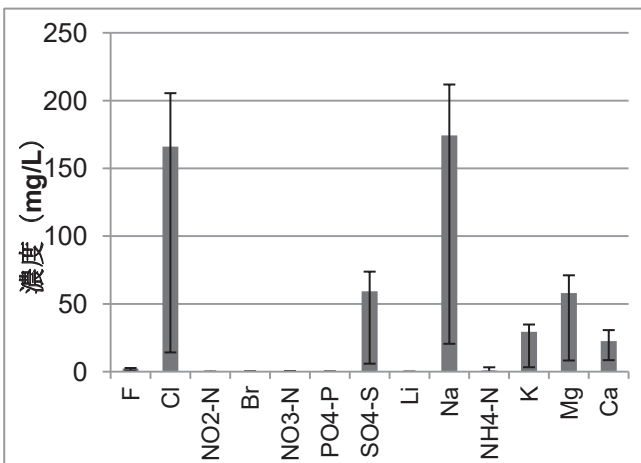


図 1. オアシスの平均化学成分濃度と特徴  
(誤差範囲：最大値・最小値)

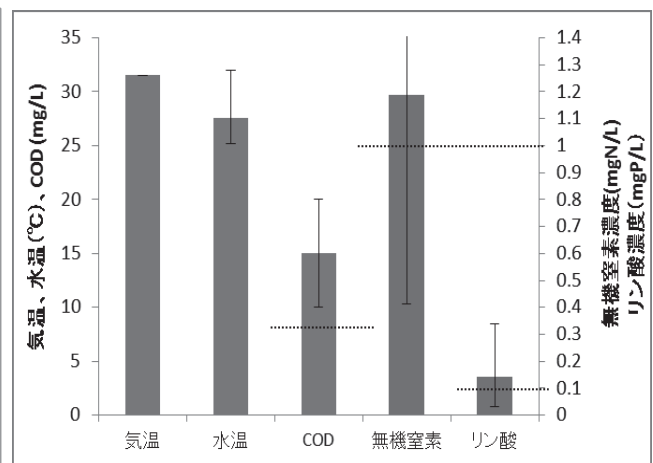


図 2. オアシスの平均気温、水温、COD、無機窒素、リン酸の濃度（点線：日本の環境基準）

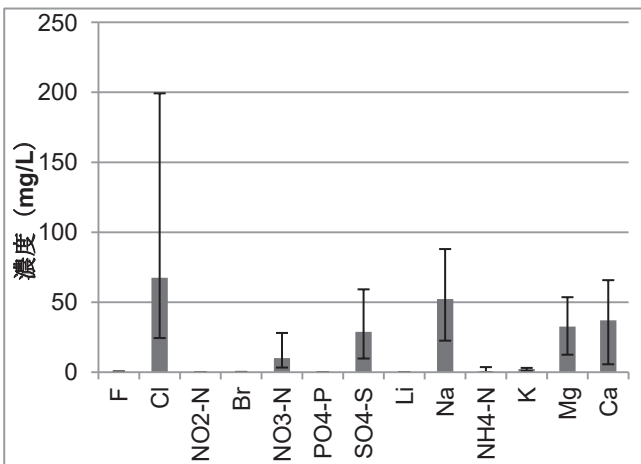


図 3. 地下水の平均化学成分濃度と特徴  
(誤差範囲：最大値・最小値)

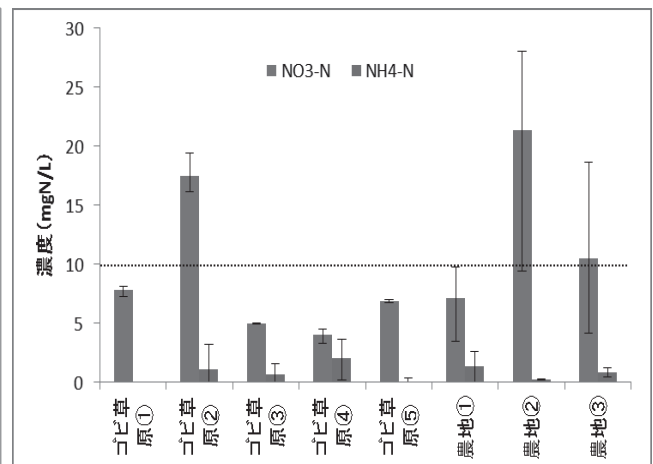


図 4. 地下水の平均硝酸態窒素とアンモニウム態窒素の濃度（点線：日本の環境基準）

## 中国内蒙古自治区阿拉善盟における塩類集積層の理化学性の解明

○久我俊介・見城祐介・加治木友貴・咸泳植（東京都市大学環境学部）

連絡責任者：咸泳植（yhamu@tcu.ac.jp）

キーワード：塩類集積、乾燥地、沙漠化、中国内蒙古自治区阿拉善盟

### 1. はじめに

中国西部の一部の乾燥・極乾燥地域は、冬には乾燥して寒く、夏には暑くて降水が少なく、水収支が非常にアンバランスな状態が続いているため、水不足や砂漠化が進んでいる一方、乾燥地・半乾燥地では通常唯一の水資源である地下水を農業活動などで長期間過剰に使用することによって生じる地下水枯渇、地盤沈下、塩類化、土壌劣化などが懸念されている。本研究の調査地である中華人民共和国内蒙古自治区阿拉善盟（内モンゴル自治区アラ善盟）は、中国では4番目に広い砂漠である騰格里砂漠（トングリ砂漠、またはテンゲル砂漠）が位置している。本研究では、2001年から15年間活動し続けている東京都市大学の海外研修プログラムの1つである「日中共同沙漠緑化フィールド研修プログラム」を通して調査地で緑化活動している際、植物の生育を阻害する可能性があると思われる塩類集積層を観測して調査を始めた前報の結果（咸ら、2014；咸・根本、2015）を補い、塩類集積層の理化学性の特性を解明することを研究目的にしている。

### 2. 材料と方法

調査地は標高約3,000mの賀蘭山の西麓にあるゴビ（モンゴル語：草原）とその西側の騰格里砂漠（トングリ砂漠、またはテンゲル砂漠）との交錯地帯に位置している標高約1,370mの高原地帯にある乾燥地・半乾燥地の集積層とした。騰格里砂漠は、内モンゴル自治区阿拉善盟から甘粛省中部にかけて広がる砂漠で、中国では4番目に広い砂漠で、面積は約37,000km<sup>2</sup>である（ウィキペディア）。本研究の調査地が属する内蒙古自治区は北京から西に1,000kmほど進んだ場所にあり、阿拉善盟はその中でももっとも西にある盟（日本の県に該当する。）である。年平均気温は6～8.5℃、最低気温は-36.4℃、最高気温は41.7℃、降水は7、8、9月の3ヶ月に集中し、年降水量は約200mm、年蒸発量は約2,400～4,200mmである（©2016Baidu, 2016）。この地域での年平均風成塵の発生日数が約90日にも及び、春季と夏季の初期はほとんど強風と黄砂に襲われ、黄砂の発生地の一つとなっている（田永、2007）。

現地調査については、植林地の塩類集積層と非集積層を各々3地点×3ヶ所に分け、気温、水温、地温（深さ10cm）はデジタル式温度計（TT-533、TANITA）、土壌のpHと電気伝導率（EC）はコンパクトpH計（B-212、HORIBA）、コンパクト電気伝導率計（B-173、HORIBA）、土壌分析用ボトル（B-742（土壌用）、HORIBA）、蒸留水（RFS533PA、ADVANTEC）、土壌のち密度は土壌硬度計（山中式ポケット型、藤原製作所）を用いた。また、各深さ約20cm土壌試水の化学成分組成を機器分析するため、蒸留水で抽出した試水を1mL容のテルモシリンジ（SS-01T、TERUMO）と0.45μmのメンブレンフィルター（DISMIC-13HP、ADVANTEC）でろ過してイオンクロマトグラフィー分析用の1.5mLのバイアルに保存し、イオンクロマトグラフィー（ICS-1100、DIONEX）を用いて陰イオン7種（F<sup>-</sup>、Cl<sup>-</sup>、NO<sub>2</sub><sup>-</sup>、Br<sup>-</sup>、NO<sub>3</sub><sup>-</sup>、HPO<sub>4</sub><sup>2-</sup>、SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>）と陽イオン6種（Li<sup>+</sup>、Na<sup>+</sup>、NH<sub>4</sub><sup>+</sup>、K<sup>+</sup>、Mg<sup>2+</sup>、Ca<sup>2+</sup>）を定量分析した。データの統計解析はIBM SPSS Statistics Ver. 19を用いた。

### 3. 結果および考察

### 3.1 土壌 pH

ゴビ草原の非集積層の深さ 20cm の土壌 pH (土壌試料 : H<sub>2</sub>O = 約 1 : 5) は平均 7.9 (範囲 : 7.1~8.4) でアルカリ性を示した。また、植林地の塩類集積層の深さ 20cm の土壌 pH (土壌試料 : H<sub>2</sub>O = 約 1 : 5) は平均 8.0 (範囲 : 7.9~8.2) であり、ゴビ草原の非集積層の pH 結果とほぼ差が無く統計学的にも有意な相違は得られなかった。今回分析したゴビ草原の非集積層と植林地の塩類集積層の深さ 20cm の土壌 pH はいずれも作物の生育最適 pH の 5.0~7.0 (昭和 57 年度分析機器システム開発委員会検討資料より) を超過していた。

### 3.2 土壌の物理学的特性

ゴビ草原の非集積層の深さ 10~60cm の土壌断面のち密度と支持力強度は平均 11.9mm $\div$ 1.93kg/cm<sup>2</sup> (範囲 : 8.2~14.6mm)、植林地の塩類集積層の深さ 10~60cm の土壌断面のち密度と支持力強度は平均 21.2mm $\div$ 7.32kg/cm<sup>2</sup> (範囲 : 15.6~26.2mm) を示し、植林地の塩類集積層の深さ 10~60cm の土壌断面のち密度がゴビ草原の非集積層より統計学的にも有意に高かった (スチューデントの t 検定 :  $t(22)=7.94$ ,  $p<.001$ ) (図 2)。今回調査した植林地の塩類集積層の深さ 10~20cm のち密度はいずれも根系伸長不良になるち密度 20mm (高井・三好、1977) を超過していた。

10cm 深さの地温とち密度との相関関係についてはち密度が高いほど地温が高い傾向が得られた。また、各層間のち密度についてもち密度が高いほど各層間のち密度が高くなる傾向が見受けられた。

### 3.3 土壌の化学的特性

今回蒸留水で抽出した試水の化学組成の分析結果 (濃度の高いカルシウム (Ca<sup>2+</sup>)、ナトリウム (Na<sup>+</sup>)、マグネシウム (Mg<sup>2+</sup>)) と日本化学会 (1989) により、集積層を生成している主たる化学成分は CaCO<sub>3</sub>、NaHCO<sub>3</sub>、Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>、MgCO<sub>3</sub> の形態に存在している可能性が高いと考えられる。また、今回調査した集積層ではカルシウム (Ca<sup>2+</sup>)、ナトリウム (Na<sup>+</sup>) が非集積層より高い濃度で検出された結果から、本集積層の生成メカニズムを解明できる重要なインジケータであることが示唆された。

今回の調査では深さ約 10~60cm の間で集積層が観測された。集積層はち密な性質を持っているため、不透水層となるだけでなく植物根の侵入が不可能な硬さとなり緑化活動や農業活動のリミティングファクターになりかねない。一方、2013~2014 年度調査結果 (咸ら、2014 ; 咸・根本、2015) と同じく人為的な干渉が無いと思われる乾燥地・半乾燥地では集積層が全く観測されなかった。緑化活動の苗木を植える際硬い集積層と闘いながら緑化活動を続けているのが現状であり、高温・乾燥の気候的な要因と高い塩類を含む地下水の緑化活動や農業活動の散水が地面の下部に塩類集積層を齎していると考えられる。したがって、本調査地の集積層の生成は塩類を多く含む地下水を用いた散水が主たる原因であると考えられ、塩類濃度の低い淡水水源をいかに確保できるのかが先決課題であろう。加えて、作物の生育を阻害するほどの pH とち密度を改善するための対策として土壌改良材の添加実験を別途行っているが、別報で報告したい。

#### 引用文献

- ① 咸泳植・根本磯一・吉崎真司 (2014) 乾燥地・半乾燥地での人為的干渉による集積層に関する研究、日本沙漠学会第 25 回学術大会、p67-68、
- ② 咸泳植・根本磯一 (2015) 中国内蒙古自治区阿拉善盟の乾燥地・半乾燥地の集積層の分布および理化学性に関する研究、日本環境学会第 41 回研究発表会予稿集、p240-241、
- ③ 田永禎 (2007) 騰格里沙漠東境生態処理工程建設項目進行可能性についての研究報告、阿拉善左旗林業局、
- ④ 昭和 57 年度分析機器システム開発委員会検討資料、
- ⑤ 高井康雄・三好洋 (1977) 土壌痛論、朝倉書店、
- ⑥ 日本化学会 (1989) 土の化学 (季刊化学総説)、学会出版センター

## 中国内蒙古自治区阿拉善盟の塩類集積層における土壌改良材の添加実験

○松本翔太・榮一誠・咸泳植（東京都市大学環境学部）

連絡責任者：咸泳植（yhamu@tcu.ac.jp）

キーワード：塩類集積、乾燥地、沙漠化、中国内蒙古自治区阿拉善盟、土壌改良材

### 1. はじめに

中国西部の一部の乾燥・極乾燥地域は、冬には乾燥して寒く、夏には暑くて降水が少なく、水収支が非常にアンバランスな状態が続いているため、水不足や砂漠化が進んでいる一方、乾燥地・半乾燥地では通常唯一の水資源である地下水を農業活動などで長期間過剰に使用することによって生じうる地下水枯渇、地盤沈下、塩類化、土壌劣化などが懸念されている。本研究の調査地である中華人民共和国内蒙古自治区阿拉善盟（内モンゴル自治区アラ善盟）には、中国では4番目に広い砂漠である騰格里砂漠（トングリ砂漠、またはテンゲル砂漠）が位置している。2001年から15年間活動し続けている東京都市大学の海外研修プログラムの1つである「日中共同沙漠緑化フィールド研修プログラム」を通して現地塩類集積層の調査を始めた前報と別報の結果（咸ら、2014；咸・根本、2015；久我ら、2016）から硬い集積層で緑化活動の苗木を植え育てるには植物の生育を阻害する可能性のあり、集積層はち密な性質を持っているため、不透水層となるだけでなく植物根の侵入が不可能な硬さとなり緑化活動や農業活動のリミティングファクターになりかねないことに着目し、本報では塩類集積層への土壌改良材の添加実験結果を報告する。

### 2. 材料と方法

調査地は標高約3,000mの賀蘭山の西麓にあるゴビ（モンゴル語：草原）とその西側の騰格里砂漠（トングリ砂漠、またはテンゲル砂漠）との交錯地帯に位置している標高約1,370mの高原地帯にある乾燥地・半乾燥地の集積層とした。騰格里砂漠は、内モンゴル自治区阿拉善盟から甘粛省中部にかけて広がる砂漠で、中国では4番目に広い砂漠で、面積は約37,000km<sup>2</sup>である（ウィキペディア）。本研究の調査地が属する内蒙古自治区は北京から西に1,000kmほど進んだ場所にあり、阿拉善盟はその中でももっとも西にある盟（日本の県に該当する。）である。年平均気温は6～8.5℃、最低気温は-36.4℃、最高気温は41.7℃、降水は7、8、9月の3ヶ月に集中し、年降水量は約200mm、年蒸発量は約2,400～4,200mmである（©2016Baidu, 2016）。この地域での年平均風成塵の発生日数が約90日にも及び、春季と夏季の初期はほとんど強風と黄砂に襲われ、黄砂の発生地の一つとなっている（田永、2007）。

実験方法については、植林地の塩類集積層と非集積層を各々3地点×2深さ（10～15cm、20～25cm）に分け、採土器（DIK-1601、Daiki Rika Kogyo Co., Ltd.）と100mL容ステンレス試料円筒（DIK-1801、Daiki Rika Kogyo Co., Ltd.）を用いてコアサンプルを採土した。土壌の三相分布はコアサンプル、土壌三相計（DIK-1130、Daiki Rika Kogyo Co., Ltd.）、実験専用オープン、電子天秤を用いて分析した。塩類集積層への土壌改良材の添加実験では、乾土20gに蒸留水100mLを加えたものに予め乾かしたコーヒー豆抽出残さ（粉状レギュラーコーヒー、原産地：ブラジル、エル・サルバトル他）と茶葉抽出残さ（煎茶、静岡産）をそれぞれ0～10gまで1gずつ添加してpHの変化を分析した。pHはpHメーター（LAQUA F-70、HORIBA）を用いて測定した。データの統計解析はIBM SPSS Statistics Ver. 19を用いた。



### 3. 結果および考察

#### 3.1 土壌三相分布

ゴビ草原の非集積層の深さ 10~15cm の三相分布は、固相が最も多く平均 58%、気相 38%、液相 4%を示した。また、植林地の塩類集積層の深さ 10~15cm の三相分布に関しても、固相が最も多く平均 56%、気相 39%、液相 5%であり、ゴビ草原の非集積層の結果とほぼ差が無かったものの、いずれも液相が極めて少ない乾燥状態であることが分かる。乾燥密度 ( $\text{g}/\text{cm}^3$ ) は非集積層が平均  $1.64 \text{ g}/\text{cm}^3$ 、集積層が平均  $1.51 \text{ g}/\text{cm}^3$ を表した。今回分析したゴビ草原の非集積層と植林地の塩類集積層の深さ 20cm の土壌 pH はいずれも作物の生育最適 pH の 5.0~7.0 (昭和 57 年度分析機器システム開発委員会検討資料より) を超過していた。

#### 3.2 集積層への土壌改良材の添加実験

集積層への土壌改良材の添加実験では、乾土 20g に蒸留水 100mL を加えたものに予め乾かしたコーヒー豆抽出残さ (粉状レギュラーコーヒー、原産地: ブラジル、エル・サルバトル他) と茶葉抽出残さ (煎茶、静岡産) をそれぞれ 0~10g まで 1g ずつ添加して pH の変化を分析した結果、コーヒー豆抽出残さ 5g と茶葉抽出残さ 6g の添加量でそれぞれ作物の生育最適 pH の 5.0~7.0 (昭和 57 年度分析機器システム開発委員会検討資料より) の範囲内に収まった。以上の結果より、植物の成長を阻害するほどの強いアルカリ性を示している本調査地の集積層の土壌試料はコーヒー豆抽出残さと茶葉抽出残さの添加量による pH の変化の差はあったものの、集積層の土壌 pH を改善するにはいずれも有効であることが分かった。また、コーヒー豆抽出残さと茶葉抽出残さは無害で日本でも中国でも手に入れやすくリサイクルまでできる土壌改良材として適していると言える。さらに、コーヒー豆抽出残さと茶葉抽出残さを添加後長い時間をかけて分解されることによって有機物が本調査地の無機集積層に供給されることとなり、根系伸長不良になるほど高い密度が下がることが期待できる。今後の課題として、現地での長期間添加実験を行い密度の変化をモニタリングしていく。

#### 3.3 土壌改良材の添加量の最適化

土壌 pH を作物の生育最適 pH の 5.0~7.0 (昭和 57 年度分析機器システム開発委員会検討資料より) の pH7 まで下げるため、深さ 0~10cm の  $1\text{cm}^2$  あたり必要な土壌改良材の乾重量 = [土壌改良材添加量 (g)  $\times$  土壌の乾燥比重 ( $1.51\text{g}/\text{cm}^3$ )  $\times$  土壌深さ (cm)] / 試料の乾重量 (20g) となる。したがって、集積層への土壌改良材の添加実験と土壌三相分布の結果に基づき、単位面積 ( $\text{m}^2$ ) あたりのコーヒー豆抽出残さと茶葉抽出残さの最適な添加量は乾重量としてそれぞれ 38kg と 45kg となる。

#### 引用文献

- 1) 咸泳植・根本磯一・吉崎真司 (2014) 乾燥地・半乾燥地での人為的干渉による集積層に関する研究、日本沙漠学会第 25 回学術大会、p67-68
- 2) 咸泳植・根本磯一 (2015) 中国内蒙古自治区阿拉善盟の乾燥地・半乾燥地の集積層の分布および理化学性に関する研究、日本環境学会第 41 回研究発表会予稿集、p240-241
- 3) 久我俊介・見城祐介・加治木友貴・咸泳植 (2016) 日本環境学会第 42 回研究発表会予稿集、④中国内蒙古自治区阿拉善盟における塩類集積層の理化学性の解明
- 4) 田永禎 (2007) 騰格里沙漠東境生態処理工程建設項目進行可能性についての研究報告、阿拉善左旗林業局
- 5) 昭和 57 年度分析機器システム開発委員会検討資料
- 6) 高井康雄・三好洋 (1977) 土壌痛論、朝倉書店

## 四日市市・鎌谷川の水質汚濁について

竹内佐智恵（三重大学医学部）、○武本行正、高橋正昭、大八木麻希（四日市大学環境情報学部）、周佳、宮岡邦任（三重大学教育学部）、伊藤薫（四日市看護医療大学）、寺澤爵典（三重県環境保全事業団）

連絡責任者：武本行正（takemoto@yokkaichi-u.ac.jp）

キーワード：水質汚濁、窒素汚染、都市河川、廃棄物処分場

## 1. はじめに

三重県四日市市南西部丘陵地帯は広大な台地で比較的温暖であるため農業地域であり、古くから茶の栽培が行われ、伊勢茶の名産地となっている。中央部に東名阪高速道が貫通し、交通事情も良いことから近年に廃棄物処分場や建設廃土砂の搬入が行われ、環境の悪化が懸念されている。西山町内を流れる鎌谷川流域には廃棄物最終処分場（安定型、1998年に事業終了）と廃土埋立場（2012年に事業終了）があるほか、廃棄物の中間処理施設があり、ここからの浸出水流出や、粉じんの飛散が懸念されている。廃土埋立場跡地には太陽光発電施設と牛牧場が建設され、牧場からの排水や悪臭が問題となっている。

こうした排水等が鎌谷川あるいは周辺地下水に与える影響についてはこれまで全く調査されていない状況であったことから水質の実態調査を行った。鎌谷川は鈴鹿山脈を水源として四日市市南西部丘陵地帯を流下し内部川・鈴鹿川に合流、伊勢湾に流入する小河川である。田園地帯を流れ、流域には工場が少ないため清浄な河川とされている。

## 2. 調査場所・調査項目

調査地点の位置を図1に示す。St1、St10は農業用のため池、St2は廃棄物最終処分場内の浸出水、St3、St8は鎌谷川、St4は牛牧場からの浸出水が流れる小水路、St5、St6は湧水、St7は廃土埋立場からの浸出水、St9は植樹した桜の木が枯れる事例があり、その付近の休耕地からの浸出水である。

調査は2013年から年2回、2015年春期まで、この10地点で実施した。その結果、当該調査地域全般に高い硝酸態窒素が検出されたことから2015年秋季から調査地点を川の上流、下流に拡大し、St11～St16の6地点を追加した。St1、St10では顕著な汚染が認められなかったため、2015年以降は調査実施していない。St7は当初、汚水が流出していたが、現在は排水が非常に減少したことから採水を中断している。2016年の冬期の調査ではSt11は表流水が無く採水できなかった。調査項目および分析方法を表1に示す。一部の項目についてはスクリーニング法にパックテストを併用した。

表1. 分析項目と分析方法

項目	分析方法	項目	分析方法
pH	ガラス電極法	NH <sub>4</sub> -N	インドフェノール青法
EC	白金電極法	P <sub>04</sub> -P	モリブデン酸アンモニウム法
COD	酸性マンガン法	塩化物イオン	硝酸銀滴定法
NO <sub>3</sub> -N	紫外線吸収法	TOC	TOC計

NO<sub>3</sub>-N、NH<sub>4</sub>-N、塩化物イオン、D-Fe、D-Mn

についてはパックテストも併用した。

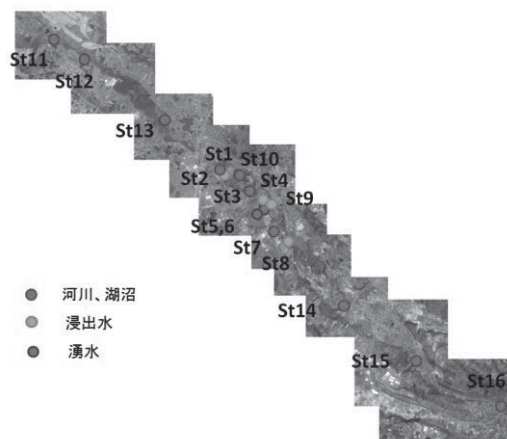


図1. 調査地点(左上が上流側、右下に流下)

### 3. 調査結果

**EC**: St2 で高い数値が検出された。他の地点は 0.2mS/cm 以下で通常の河川と比較して低い値である。**pH**: 全般には 7 から 8 程度であるが 6 前後の低い時期もある。St9 において高い数値が認められる。**COD**: 河川や池の COD は低く、清浄な河川と同等である。St2、St4 および St7 で高い値が認められる。河川本流では、上流から下流で大きな変化は認められなかった。**TOC**: COD と同様の傾向にあった。**NO3-N**、**TN**: 当初はパックテスト法で行っていたが全般に高い値が認められたことから紫外線吸光度法あるいは TOC 計 (TN として測定) による分析を併用した。これらの結果はいずれも同様の傾向を示した。排水と比べ、河川や湧水で高い値が認められた。2014 年に実施した井戸水調査においても同様の高い数値が認められた。時期としては秋季のほうが高い傾向にあった。この原因をつきとめるために 2015 年 11 月からは調査地点を 6ヶ所増やした。その結果、水源域から下流に流下していくに従い増加し、西山町地内の St8 付近で最大となり、その後、下流にかけて減少していく傾向が認められた。湧水で河川よりも高い数値が認められた。**NH4-N**: パックテスト法により St2 で高い値が時々認められたので化学分析法で確認を行ったところ同様の結果が得られた。**NO2-N**: 多くの地点でわずかに検出されたが低い数値であった。**PO4-P**: St4 で高い値が認められたが、他の地点ではほとんどが 0.01mg/L 程度の低い値であった。**CL**: St2 でやや高い数値が認められた。他の地点は低い値であった。**Fe**: St2 で検出された。**Mn**: St2 および St4 で時々検出された。

### 4. 考察

- (1) 鎌谷川の EC、COD、PO4-P、塩化物などの項目では三重県内の他の河川とくらべて低く汚染の少ない河川であると考えられる。しかし、NO3-N は高く、この汚染について原因を究明する必要がある。
- (2) 廃棄物処分場の浸出水からは高い COD、NH4-N、塩水が認められた。D-Fe、D-Mn も検出され、汚染源になっていると推定される。しかし、下流域にあたる St3 ではこれらの項目の数値は低く、今のところ鎌谷川への影響は少ないと思われる。

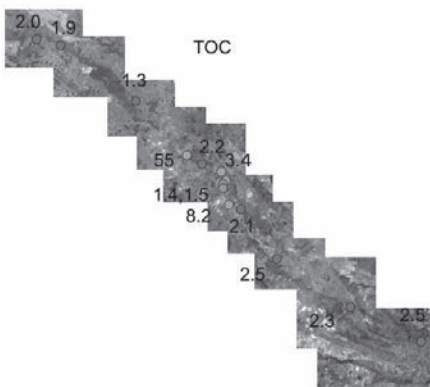


図 2. TOC の上流から下流への推移

(3) 牧場排水が流入すると考えられる St4 で高濃度の PO4-P が検出され、牧場排水によるものと推定される。しかし、下流域にあたる St8 ではこの項目数値は低く、大きな影響を与えていないと推測される。排水量が少ないことによると思われる。

### 5. まとめ

四日市市西山町周辺において産業廃棄物の処理施設が設置され、さらなる建設廃土砂の埋立など環境の悪化が懸念されていることから 3 年間調査を行った。これら廃棄物処分場から汚染物質の流出が認められた。しかし、流入する鎌谷川に対しては今のところ大きな影響は無いように推測される。

#### 参考文献:

- 1) 武本行正、郭鵬、高橋正昭: 河川湖沼水質調査と環境教育 (II)、四日市大学環境情報論集第 16 巻第 2 号、p51-p72 (2013)
- 2) 平成 14 年度三重県高等教育機関と三重県との共同研究、インターネット GIS を用いた河川情報管理研究報告書平成 15 年 3 月、四日市大学環境情報学部 (2003 年)

## 横浜市の貯水池の放流水が都市河川に及ぼす影響の水文化学的なアプローチ

高橋侑資・千葉直樹・○山崎優輝・咸泳植（東京都市大学環境学部）

連絡責任者：咸泳植（yhamu@tcu.ac.jp）

キーワード：水質保全機能、水文化学、貯水池、都市河川、横浜市

### 1. はじめに

近年の異常気象により世界中で干ばつが発生しているにもかかわらず、日本の河川が枯れることは少ない。その理由の一つとして降水後貯水池（雨水流出抑制施設＝雨水調整池＋雨水貯留施設）に水を貯めておき晴天時にも貯水池から徐々に水を流しているからである。特に都市域において貯水池は河川流量確保、水質保全、洪水・氾濫抑止効果、ビオトープなどの側面から極めて重要な役割を果たしていると言える。しかし、貯水池ができてからこれまで流域単位で貯水池が持つ浄水能力または水質保全機能の有効性について評価した研究事例はあまり無いのが現状である。したがって、本研究では都市流域の貯水池が持つ浄水能力または水質保全機能を水文化学的なアプローチで解明することを目的とした。

### 2. 材料と方法

早濑川（はやぶちがわ）は横浜市の1級河川である鶴見川の支流の1つである典型的な都市河川であるため、流域を經由して吐き口から流れ込む雨水排水などの放流水が河川流量の重要水源となる。本研究の調査では、2015年の7月（夏）、9月（秋）、12月（冬）の間に三日以上晴天が続く日を選び、早濑川の全区間を1kmごとに分け9区間122ヶ所の吐き口のうち、各区間3ヶ所ずつ調査対象とし、紐付きバケツを吐き口に接近させ採水、バケツ・採水ボトル共に2～3回共洗いをして、採水ボトルに入れクールボックスの冷蔵保存の際、採水時間・気温・水温を計測・記録した。水質分析については、試水のpHと電気伝度率（EC）はそれぞれpHメーター（LAQUA F-70、HORIBA）と電気伝導率計（LAQUA D-72E、HORIBA）、COD（化学的酸素要求量）は簡便法のパックテスト（WAK-COD（D）、共立理化学研究所）を用いた。COD濃度の高い試水の場合はメスシリンダーと蒸留水（RFS533PA、ADVANTEC）を用いて希釈して再測定した。また、高感度の機器分析による試水中の陰イオン7種（F<sup>-</sup>、Cl<sup>-</sup>、NO<sub>2</sub><sup>-</sup>、Br<sup>-</sup>、NO<sub>3</sub><sup>-</sup>、HPO<sub>4</sub><sup>2-</sup>、SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>）と陽イオン6種（Li<sup>+</sup>、Na<sup>+</sup>、NH<sub>4</sub><sup>+</sup>、K<sup>+</sup>、Mg<sup>2+</sup>、Ca<sup>2+</sup>）の分析には、1mL容のテルモシリレンジ（SS-01T、TERUMO）、0.45μmのメンブレンフィルター（DISMIC-13HP、ADVANTEC）、イオンクロマトグラフィー（ICS-1100、DIONEX）を用いて定量分析を行った。生物学的な水質指標である大腸菌群数と大腸菌数は簡便法のサンコリ改変大腸菌群簡易検出紙（SC-No. 6、サン化学株式会社製）を用いて37℃暗所で20～23時間培養後コロニーを集計した。また、貯水処理前の段階の貯水池の調査では雨天時に貯水池の地面に溜まる降水を採水し、その試水の水質分析については早濑川の試水と同様に行った。降水量や気温などのデータは気象庁のHPよりダウンロードした。データの統計解析はIBM SPSS Statistics Ver. 19を用いた。

### 3. 結果および考察

#### 3-1. 晴天時の早濑川の吐き口の放水率

三日以上晴天が続く日であった2015年7月15日（夏季）の調査では、早濑川の118ヶ所の吐き口のうち、放水ありが60ヶ所（51%）で、放水無しが58ヶ所（49%）であった。また、三日以上晴天が続く日であった2015年9月29日（秋季）の調査では、早濑川の122ヶ所の吐き口のうち、放水ありが60ヶ所（49%）で、放水無しが62ヶ所（51%）であった。今回の調査結果では、7月（降水量：253mm、平



均気温：26℃）に比較して9月（降水量：497mm、平均気温：23℃）に降水量が多く気温が下がったことにより、放水吐き口が明らかに増えたという結果は得られなかった。今回得られた早瀬川の放水吐き口の数の集計結果より三日以上晴天が続くと約半分ぐらいの吐き口の放流水が枯れてしまった結果となり、流域のすべての貯水池がすべての雨水排水管に繋がっていると仮定したら単純計算にすると早瀬川流域の半分ぐらいに相当する面積に貯水池が足りないか、または機能しない状態であるとの解析までできる。

### 3-2. 貯水池の浄水能力・水質保全機能の有効性の評価

今回の調査・分析結果では、貯水処理前の段階の試水のCOD濃度は7月の夏季には平均52mg/L（範囲：6～100mg/L）、9月の秋季には平均3mg/L（範囲：1～5mg/L）、12月の冬季には平均153mg/L（範囲：6～300mg/L）を示し、水質汚濁防止法に基づく一律排水基準値160mg/Lの超過件数と超過率については12月の冬季のみ2検水のうち1検水が超過して50%の超過率を示した。一方、貯水処理後の段階の試水（早瀬川の吐き口の放流水）のCOD濃度は7月の夏季には平均14mg/L（範囲：0～200mg/L）、9月の秋季には平均3mg/L（範囲：1～6mg/L）、12月の冬季には平均3mg/L（範囲：1～5mg/L）を示し、水質汚濁防止法に基づく一律排水基準値160mg/Lの超過件数と超過率については7月の夏季には16検水のうち1検水が超過して6%の超過率を、9月の秋季には14検水のうち0検水が超過して0%の超過率を、12月の冬季のみ14検水のうち0検水が超過して0%の超過率をそれぞれ示した。貯水処理前の段階の試水のCOD濃度に比較して貯水処理後の段階の試水（早瀬川の吐き口の放流水）のCOD濃度（COD除去率%）が夏（72%）、秋（3%）、冬（98%）にそれぞれ減少した結果より、今回のCODの水質分析では貯水池による浄水能力・水質保全機能の有効性が見られた。秋季のCOD除去率%が3%と低かった理由は、貯水処理前後のCOD値がそれぞれほぼ同じく3mg/Lと低かったためである。

貯水処理前の段階の試水のpHは7月の夏季には平均pH7.2（範囲：pH7.1～pH7.3）、9月の秋季には平均pH7.9（範囲：pH7.6～pH8.3）、12月の冬季には平均pH7.5（範囲：pH6.6～pH8.4）を示し、水質汚濁防止法に基づく一律排水基準値pH5.8～pH8.6の超過件数と超過率については7月の夏季、9月の秋季、12月の冬季、いずれも基準値を超過しなかった。一方、貯水処理後の段階の試水（早瀬川の吐き口の放流水）のpHは7月の夏季には平均pH8.0（範囲：pH7.6～pH9.3）、9月の秋季には平均pH8.0（範囲：pH7.4～pH9.1）、12月の冬季には平均pH8.3（範囲：pH7.3～pH8.9）を示し、水質汚濁防止法に基づく一律排水基準値pH5.8～pH8.6の超過件数と超過率については7月の夏季には16検水のうち1検水が超過して6%の超過率を、9月の秋季には14検水のうち1検水が超過して7%の超過率を、12月の冬季のみ14検水のうち3検水が超過して21%の超過率をそれぞれ示した。貯水処理前の段階の試水のpHに比べ、貯水処理後の段階の試水（早瀬川の吐き口の放流水）のpHが降水量の多い秋季（約0.1上昇）を除いて夏季と冬季にそれぞれ約1高くなった結果より、今回のpHの水質分析結果では貯水池による浄水能力・水質保全機能の有効性が見受けられなかった。

貯水処理前の段階の試水の硝酸（ $\text{NO}_3^-$ ）濃度に比較して貯水処理後の段階の試水（早瀬川の吐き口の放流水）の硝酸（ $\text{NO}_3^-$ ）濃度（ $\text{NO}_3^-$ 除去率%）が7月の夏季（2%）、9月の秋季（31%）にそれぞれ減少した結果より、今回の硝酸（ $\text{NO}_3^-$ ）の水質分析では貯水池による浄水能力・水質保全機能の有効性が認められた。一方、貯水処理前の段階の試水のリン酸（主に $\text{HPO}_4^{2-}$ ）濃度に比較して貯水処理後の段階の試水（早瀬川の吐き口の放流水）のリン酸（主に $\text{HPO}_4^{2-}$ ）濃度（リン酸除去率%）が夏季（-33%）、秋季（-23%）にそれぞれ増加した結果より、今回のリン酸（主に $\text{HPO}_4^{2-}$ ）の水質分析では貯水池による浄水能力・水質保全機能の有効性が認められなかった。※12月の冬季の分析データに関しては、現在試水は冷凍保存中で後日2016年度の試水とまとめて機器分析を行う予定のため、今回はデータの記載がない。

## 東京都周辺の公園緑地におけるシチズンサイエンスの展開

倉本宣・三島らすな（明治大学農学部）

連絡責任者：倉本宣（kura@meiji.ac.jp）

キーワード：市民、研究者、参画、意思決定、継続性

### 1. はじめに

公園緑地は完全に「官」の力だけで成り立っているのではなく、利用者や地域の住民などの「民」の力だけで成り立っているのでもない、両者の力が拮抗した、いわば「官」「民」のグレーゾーンである（グループ「連」私信）。演者の一人、倉本は、理学部の生態学研究室の大学院生の時に、都立赤塚公園のニリンソウ保全活動に参加した。そこでは、科学に基づく市民と研究者の協働による調査結果が東京都庁と板橋区役所を動かし、ニリンソウの保全が実現した。この体験から、倉本は公園緑地行政、その後、公園緑地の研究に加わり、市民の参加が成功したことも成功しなかったこともあったものの、30年以上の年月が経過した。本発表では、倉本が経験した10件の市民が参加した事例を取り上げ、市民が公園緑地の課題を解決するための科学に参加するという視点から整理を試みた。

本発表は、公園緑地における一研究者と市民の協働の事例の整理を通して、公園緑地におけるシチズンサイエンスが、市民が公園緑地における意思決定に継続的に参画する原動力になるかを検討することを目的とする。

### 2. 対象とした事例

対象とした事例は、(1)赤塚公園のニリンソウ保全活動、(2)伊豆大島の自然環境調査、(3)上野公園の環境調査、(4)桜ヶ丘公園の雑木林の市民による管理、(5)多摩川のカワラノギクの保全・再生、(6)生田緑地植生管理活動、(7)茅ヶ崎里山公園生態系管理計画、(8)あつぎこどもの森公園整備工事における自然環境保全、(9)葛西臨海公園におけるウラギクの生態調査、(10)木もれびの森の管理の適正化の10件である。

### 3. 結果

各活動の①主体となった団体、②活動内容、③現在までの継続性について述べる。

(1)赤塚公園のニリンソウ保全活動(1979-)（東京都）（倉本 1984）；①いたばし自然観察会、区の花ニリンソウを保存する会、高島平ナチュラルリストクラブ、東京都北部公園緑地事務所、板橋区役所、②雑木林のニリンソウの生態調査と保全計画の立案、保全活動の実施、③保全活動を現在まで継続（赤塚公園サービスセンターと協働）

(2)伊豆大島の自然環境調査（富士箱根伊豆国立公園）（1983-）（東京都）；①大島自然愛好会、②自然観察会、噴火後の自然回復調査、保全勢力の顕在化、③自然観察会を現在まで継続

(3)上野公園の環境調査(1984-)（東京都）；①不忍自然観察会、トヨタ財団「身近な環境を見つめよう」コンクール、②上野公園の自然環境調査、保全上の重要地点の発見、③自然観察会を継続、国立博物館の庭の保全

(4)桜ヶ丘公園の雑木林の市民による管理(1991-)（倉本 1997）（東京都）；①桜ヶ丘公園雑木林ボランティア、東京都公園協会桜ヶ丘公園管理所、②こならの丘の雑木林の管理運営、水田跡地の管理運営、③継続中

- (5) 多摩川におけるカワラノギクの保全・再生(2002-) (岡田・倉本 2009) (東京都) ; ①多摩川カワラノギクプロジェクト、カワラノギクの保全・復元をめざす多摩川市民の会、国土交通省京浜河川事務所、福生市、NPO 法人自然環境アカデミー、明治大学応用植物生態学研究室、②礫河原とカワラノギクのメタ個体群の再生、③植生管理とモニタリングを継続中
- (6) 生田緑地植生管理活動(1996-) (神奈川県) ; ①生田緑地植生管理協議会、川崎市北部公園事務所→生田緑地自然会議、生田緑地整備事務所、生田緑地指定管理者、②植生管理計画を市民が主体となって策定し、管理を実践する、③川崎市役所による植生管理計画の決定権の整理があったものの継続中
- (7) 茅ヶ崎里山公園生態系管理計画(2008-) (神奈川県) ; ①神奈川県庁、委員会、②公園の生態系管理計画を策定する、③担当職員の移動により中断
- (8) あつぎこどもの森公園整備工事における自然環境保全(2013-2015) (神奈川県) ; ①整備ワーキング、厚木市公園緑地課、②自然破壊の著しい公園整備工事にあたり自然環境を保全する、③自然を活かした管理団体のこどもの森倶楽部に大部分が移行
- (9) 葛西臨海公園におけるウラギクの生態調査(2014-) (東京都) ; ①明治大学シチズンサイエンスチーム、神代植物公園植物多様性センター、葛西臨海公園サービスセンター、東京都公園協会②護岸のウラギクの生態調査、市民による調査の呼びかけ、③生態調査は進行したものの、市民の調査者はまだ現れない
- (10) 相模原市木もれびの森の管理の適正化(2014-) (神奈川県) ; ①相模原市水みどり環境課、明治大学農学部応用植物生態学研究室、②管理費の不足から管理のむずかしい雑木林の保全、③卒業研究で市役所および市民団体と協働調査を立案中

市民の意思決定への参画は9を除きみられた。その程度は3と4と6では変動した。

市民主体の活動(1、2、3、6)は継続性が高く、研究者主導の活動(5、9)も継続性が高い活動が含まれていた(5)。行政主導の活動(4、7、8、10)には、継続性の低い活動(7)も含まれていた。

市民主体の活動の1と6においては、活動に参加した市民の方向性に相いれない方針が生まれ、活動は継続しているものの、参加している市民にとってはきびしい状況が出現した。

#### 4. 考察

研究者である演者が市民と協働して行った活動は形態によって市民の参画の程度や継続性に差がみとめられた。

参加した市民の方向性は変化することもあるので、活動は予定調和的に進むとは限らないものの、それが活動の醍醐味でもある。

全体を見れば、シチズンサイエンスの活動の実践の場として公園緑地が活用できることが示されたといえよう。

#### 5. 引用文献

倉本宣(1984)都市公園における春植物ニリンソウ保全のための基礎的研究、造園雑誌 47(5)、101-5

倉本宣(1997)桜ヶ丘公園雑木林ボランティアと市民自治 自治体学研究 73、42-7

岡田久子・倉本宣(2009)市民・行政・研究者の協働による絶滅危惧種カワラノギク保全活動の取り組み: 多摩川における保全の実践とその評価 保全生態学研究 14、101-8

## 葛西臨海公園におけるウラギクをめぐるシチズンサイエンスの展開

三島らすな (明治大学農学部)・倉本宣 (明治大学農学部)

連絡責任者：三島らすな (ef40118@meiji.ac.jp)

キーワード：楽しみ方、ウラギク、水散布、ポスター、指定管理者

### 1. はじめに

#### (1) シチズンサイエンスとは

Citizen science は市民科学やシチズンサイエンスと訳される。Citizen science には既に複数の定義が存在している。例えば一般の人々を科学研究に巻き込むこと、という定義がある (Kobori 2015)。さらに Citizen science は、市民が科学研究のプロセスの内どの部分に従事するか、もしくは従事している程度により複数の型に分けられている (Cooper et al. 2007, Shirk et al. 2012, Bonney 2009)。その中で私たちは、「シチズンサイエンス」という言葉を、「市民が、自分たちが知りたいと思ったことに関する研究に参画し、研究を楽しむこと」という意味で用いている。

日本では、Citizen science の重要性とポテンシャルが、あまり生態学者や市民に認識されてこなかった (Kobori 2015)。そこで私たちは、公園をフィールドとした「シチズンサイエンス」を葛西臨海公園で展開し、日本に「シチズンサイエンス」を広めていくための基盤づくりをしたいと考えている。

#### (2) 公園においてシチズンサイエンスを展開する意義

私たちが「シチズンサイエンス」を公園において実践しようと考えた理由は、市民の新しい公園の楽しみ方になると考えたからである。公園において楽しみながら科学研究に参加することを通して、科学的なデータに基づき、公園の意思決定に参画できるようになることは、市民が今まで以上に公園を楽しむことに繋がると考えられるので、公園において「シチズンサイエンス」を展開することには意義があるといえる。

### 2. 方法

#### (1) 葛西臨海公園に生えるウラギク

ウラギクとは、学名 *Aster tripolium* L. 英名 Sea Aster、キク科シオン属の塩生植物で、東京都環境局が発表した「東京都の保護上重要な野生生物種(本土部)2010年版」では絶滅危惧種 IA 類に指定されている。ウラギクは葛西臨海公園の護岸にも生えており、私たちはウラギクが葛西臨海公園でどのような環境条件下で生育しているのか興味を持ち、「シチズンサイエンス」のテーマにできるか検討した。

#### (2) 研究テーマの検討と葛西臨海公園でのポスターとウラギク新聞の展示

私たちは、前述したテーマに対し、ウラギクの種子が水散布で運ばれる可能性について検討した。そのために、ウラギクの種子の発芽実験、ウラギクの種子の浮遊実験などを行い、その結果と考察を一枚のポスターにまとめ、葛西臨海公園の中央園路に展示していただいた (三島・倉本 2016)。また、市民にウラギクについての情報を季節ごとに伝えることを目的としたウラギク新聞を作成し、こちらもポスターと同じ場所で掲示していただいた。

### 3. 結果と考察

#### (1) ポスターでの告知による効果

結果として、ポスターや新聞の掲示は約7ヵ月行っているが、市民から連絡は来ていない。このこ



とから、ポスターなどの掲示物だけでは市民を集めるのに十分ではないことが分かった。

## (2) 研究者が市民を集める方法の検討

前述したように、ポスター掲示のみでは市民を集められないことが分かったため、別の方法を検討する必要がある。2016年1月に葛西臨海公園の指定管理者である東京都公園協会において、「シチズンサイエンス」の研修を実施させていただいた。現在、研修に基づいて、東京都公園協会と、葛西臨海公園において「シチズンサイエンス」を始めるためのイベントを企画している。

## 4. まとめと今後の課題

葛西臨海公園におけるウラギクについての、研究者側からの「シチズンサイエンス」の活動のよびかけに対して、市民は簡単に応えるものではないことが判明した。葛西臨海公園の指定管理者と連携して、ウラギクについての「シチズンサイエンス」を始めるための催し物を行い、市民を集めて実際に「シチズンサイエンス」を行っていきたいと考えている。

「シチズンサイエンス」による研究が意思決定への参画も目指すものであるとしたら、長い時間をかけて、市民の科学的な興味の変遷に対応できる内容にする必要がある。そのためには、様々な分野の研究者が関わることになる。また、研究者と市民のプラットフォームの構築と維持は一研究者にはむずかしいので、今後の課題と位置づけている。

## 5. 引用文献

Bonney R., Ballard H., Jordan R., McCallie E., Phillips T., Shirk J., and Wilderman C. C. 2009. Public Participation in Scientific Research: Defining the Field and Assessing Its Potential for Informal Science Education. A CAISE Inquiry Group Report. Washington, D.C.: Center for Advancement of Informal Science Education (CAISE).

<http://www.birds.cornell.edu/citscitoolkit/publications/CAISE-PPSR-report-2009.pdf> 2016年4月26日参照

Cooper C.B., Dickinson J., Phillips T., and Bonney R. 2007. Citizen Science as a Tool for Conservation in Residential Ecosystems. *Ecology and Society* 12(2):11.

[https://www.researchgate.net/publication/256845587\\_Cooper\\_CB\\_J\\_Dickinson\\_T\\_Phillips\\_and\\_R\\_Bonney\\_2007\\_Citizen\\_Science\\_as\\_a\\_Tool\\_for\\_Conservation\\_in\\_Residential\\_Ecosystems\\_Ecology\\_and\\_Society\\_12211](https://www.researchgate.net/publication/256845587_Cooper_CB_J_Dickinson_T_Phillips_and_R_Bonney_2007_Citizen_Science_as_a_Tool_for_Conservation_in_Residential_Ecosystems_Ecology_and_Society_12211) 2016年4月26日参照

Kobori H., Dickinson J.L., Washitani I., Sakurai R., Amano T., Komatsu N., Kitamura W., Takagawa S., Koyama K., Ogawara T., Miller-Rushing A. J. 2015. Citizen science: a new approach to advance ecology, education, and conservation. *Ecological Research* Volume31, Issue1, pp1-19. <http://link.springer.com/article/10.1007/s11284-015-1314-y> 2016年4月26日参照

三島らすな・倉本宣. 2016. 葛西臨海公園の渚における絶滅危惧植物の分布の市民科学による解明と展示作成. *都市公園* 212, pp64-65.

Shirk J. L., Ballard H. L., Wilderman C. C., Phillips T., Wiggins A., Jordan R., McCallie E., Minarchek M., Lewenstein B. V., Krasny M. E., and Bonney R. 2012. Public participation in scientific research: a framework for deliberate design. *Ecology and Society* 17(2): 29.

<http://www.ecologyandsociety.org/vol17/iss2/art29/> 2016年4月26日参照

東京都環境局 東京都の保護上重要な野生生物種(本土部) 2010年版

[http://www.kankyo.metro.tokyo.jp/nature/animals\\_plants/rare\\_creature/red\\_data\\_book/redlist2010/index.html](http://www.kankyo.metro.tokyo.jp/nature/animals_plants/rare_creature/red_data_book/redlist2010/index.html) 2015年9月28日参照

## 東京都環境保全地域・小野路の谷戸水田の農法管理による水生生物相の比較

○藤井大介（東京都市大学）・向井康夫（金沢大学 環日本海域環境研究センター）

・佐野真吾（東京都市大学）・吉崎真司（東京都市大学）・小堀洋美（東京都市大学）

連絡責任者：藤井大介（dfdntb@gmail.com）

キーワード：生物多様性、水田、水生生物、里山、東京都環境保全地域

### 1. はじめに

現在、人間の開発や乱獲によって、生命の生存基盤である生物多様性が危機的状況にある。本研究の調査対象地域である東京の町田市においても、1960年代以降、丘陵地の住宅開発により土地利用改変が進み、野生生物の生息環境である森林や農地が減少した。このような状況に対し、東京都は、「1978年に伝統的な谷戸の土地利用および農業が継承されている地域を『東京における自然の保護と回復に関する条例』に基づき『図師小野路歴史環境保全地域』に指定した」（田極 2010）。当地域は1978年の保全地域選定に伴い、人々の関心を呼び、当地域を訪れる人間が増加した。そして、一部の人間による農作物の盗難や車の乗り入れが原因で人為的荒廃が起こった。このような状況に対し、1992年に地域住民は植生管理組合制度の確立を東京都に提言し、地域環境保全事業を基軸として地域の活性化と経済性を高めることを主目的とした「町田歴環管理組合」を立ち上げた（田極 2010）。結果、地域住民が地域環境保全事業の新たな担い手として位置づけられ、地域住民だけが知る伝統的谷戸管理手法が以下の方針のもと開始された。「1.生物の多様性を確保すること。2.良好な谷戸環境の保全を図ること。3.水環境、上流域の治水の保全に重点を置いた管理を行うこと」（田極 2010）。これら3つの植生管理方針のもと、現在まで伝統的な管理が行われている。

図師小野路歴史環境保全地域では、1996年に地元農家などから構成される町田歴環管理組合が設立されてから約19年間が経過した。その間、異なる農法管理が行われた万松寺谷戸の水田の水生生物調査は実施されてこなかったため、現状を把握し、農法の違いによる水生生物相と生物多様性を高める農法を明らかにすることを目的とした。

### 2. 材料と方法

#### 2.1 調査地概要

調査は、万松寺谷戸の異なる農法管理が行われている「水田1」、「水田2」、「水田3」、「水田4」で実施した。調査対象とした水田4箇所の位置は写真1に示す。「水田1」は18年前から不耕起栽培を行っており、一年中水を張っている。「水田2」は30年以上放棄されていたが、2005年から伝統的農法が行われ10年経過しており、中干しを行うため一時的に乾燥状態になる。「水田3」は300年以上伝統的な農法が行われており、湧水に近いため水温は低く、南側に丘陵があるため日照条件が悪い。「水田4」は水田の圃場整備は行われておらず、全面がヨシなどの抽水植物で覆われている。

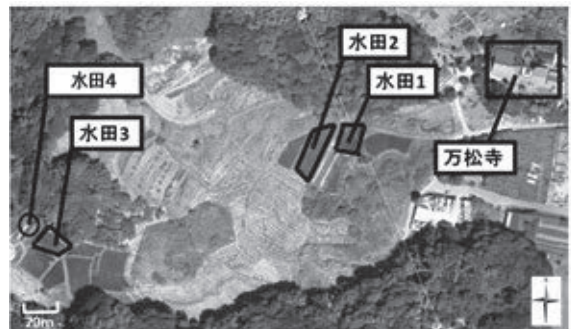


写真1 万松寺谷戸の調査対象地の航空写真  
(Google マップより)

## 2. 2 調査期間

2015年の調査は6月10日、6月25日、7月13日、8月21日の計4回、各調査場所で行った。

## 2. 3 水生生物調査

水生生物の調査には幅40cm、柄60cm、網地の目開き0.55×0.75mmのD型フレームのタモ網を用い、掬いとりによって採集を行った。採集後、網内の土壌を流水で洗い流し、水生生物をバットにあげ、種の同定および個体数の計数を行った。種の同定には向井(2014)を参考にした。

## 2. 4 水質調査

水田の四隅の水を採取し、直ちに水質チェッカー(HANNA、Watertest HI98204)を用いて、水温、pH、EC(電気伝導度)、ORP(酸化還元電位)を測定した。

## 3. 結果

図1は異なる農法で管理されている4つの水田で確認された水生生物の種数を示す。2015年の「水田2」と「水田3」の出現種数は2014年のデータと比較して増加傾向であり、「水田1」と「水田4」は減少傾向であった。また、「水田1」で確認された種数は、2014年2015年ともに、水田2・3・4と比べて最も多く、水生生物相が豊かであることが確認された。表1は万松寺谷戸で調査対象とした水田で確認された東京都のレッドリストの記載種を示す。2014年の「水田1」では情報不足(DD)の2種を含めて12種の東京都のレッドリスト記載種が確認され、調査した4つの水田の中で最も記載種が多かった。また万松寺谷戸の水田では東京都のレッドリストでは絶滅種となっているタイコウチ、コシマゲンゴロウ、ヒメガムシが確認された。

## 4. 考察

「水田1」は2014年、2015年ともに、調査した4つの水田の中で水生生物種数が最も多く、水生生物相も豊かであった。「水田1」は中干しを行わないことから、乾燥に弱い種の生存を可能とし、また、稲刈り後も水田に水を張り、冬季湛水を行っているため水生生物相が豊かであると考えられる。「水田1」は4つの水田の中で出現種数とレッドリストの記載種ともに最も多いが、中干しをほとんど行わない管理は、一方で、多くの水田のあぜの物理的強度を弱めることになる。そのため、万松寺谷戸の一部の水田で「水田1」と同様な管理をおこなうことが、谷戸内のメタ個体群を維持し、水生生物の多様性の保全を図ることになり、結果として谷戸田の景観の維持につながると思われる。

## 5. 引用文献

- 1) 田極公市, 2010, 「身近な自然の守り手として - 谷戸管理手法による環境保全」, 日本造園学会誌
- 2) 小堀洋美, 2013, 「万松寺谷戸の復元水田と放棄水田の水生生物相の比較」
- 4) 向井康夫, 2014, 「絵解きで調べる田んぼの生き物」
- 5) 環境省環境省自然環境局野生生物, 2012, 「環境省版第4次レッドリスト」

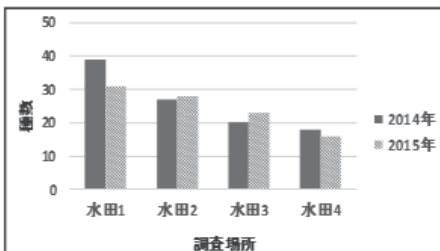


図1 各水田の水生生物種数の比較

表1 調査で確認できた東京都レッドリスト記載種

種名	カテゴリ	水田1		水田2		水田3		水田4	
		2014年	2015年	2014年	2015年	2014年	2015年	2014年	2015年
タイコウチ	EX	○	○	○	○	○	○	○	○
コシマゲンゴロウ	EX	○	○	○	○	○	○	○	○
ヒメガムシ	EX	○	○	○	○	○	○	○	○
マルタニシ	CR-EN	○	○	○	○	○	○	○	○
ホトケドジョウ	CR-EN	○	○	○	○	○	○	○	○
トウキョウダルマガエル	CR	○	○	○	○	○	○	○	○
シュレーゲルアオガエル	CR	○	○	○	○	○	○	○	○
ニホンアマガエル	EN	○	○	○	○	○	○	○	○
ニホンアマガエル	EN	○	○	○	○	○	○	○	○
モリアゲイ	VU	○	○	○	○	○	○	○	○
マルゼンゴロウ	NT	○	○	○	○	○	○	○	○
マツキムシ	DD	○	○	○	○	○	○	○	○
ヒメゲンゴロウ	DD	○	○	○	○	○	○	○	○

## 地域協働型再生可能エネルギー導入推進のためのガバナンスの構築

代表者：平岡俊一（北海道教育大学釧路校）

連絡先：shunichi@gj8.so-net.ne.jp

### 1. 本セッションの趣旨

福島第一原発事故後、日本国内では、再生可能エネルギー（以下、再エネ）導入が活発化しているが、特に大規模な再エネ事業の多くは地域外の企業主導であるため、利益の大半が立地地域外の都市部に流れる構図になっており、地域社会の発展という観点からは大いに問題がある。

そうした状況に対して、国内各地では、NPO、行政、地縁組織などの地域の多様な主体が参画、連携する形で、地域社会の発展に寄与することを主な目的に事業を展開していく動きも見られるようになっている。応募者らは、こうした取り組みを「地域協働型再エネ事業」と呼び、地域の持続的発展に寄与するものとして注目し、調査研究を行っている。

本セッションでは、地域協働型再エネ事業の推進に関連する仕組み・制度、組織体制等の一体的な整備、いわゆる「ガバナンスの構築」をテーマとしている。各報告者から自治体政策、クオリティマネジメントシステム、中間支援組織、地域経済などに関する個別の研究報告を行い、それらを統合させる形でガバナンス構築の課題や今後の推進のあり方について議論を行う。

### 2. プログラム

#### [研究報告]

- (1) 「売電収入だけではない価値を生み出す再エネ事業の重要性とそれを支える社会的基盤の必要性」  
報告者：木原浩貴（京都府地球温暖化防止活動推進センター）
- (2) 「地域協働型再生可能エネルギーを活かすガバニングと自治体のあり方」  
報告者：的場信敬（龍谷大学政策学部）
- (3) 「欧州におけるエネルギー自立推進のためのクオリティ・マネジメントシステム」  
報告者：豊田陽介（特定非営利活動法人気候ネットワーク）
- (4) 「地域協働型再エネ事業における中間支援組織の活動事例と機能について」  
報告者：平岡俊一（北海道教育大学釧路校）
- (5) 「ドイツにおけるエネルギー自立地域づくりの経済的影響」  
報告者：上園昌武（島根大学法文学部）

[コメンテーター] 上園昌武（研究報告1～4に対して）



### 3. 各報告の概要

#### 報告概要 1

## 売電収入だけではない価値を生み出す再エネ事業の重要性とそれを支える社会的基盤の必要性

木原浩貴（京都府地球温暖化防止活動推進センター）

kihara@kcfea.or.jp

再生可能エネルギーは言うまでも無く地域資源であり、その活用による利益は地域・地域住民こそが享受すべきものである。しかしながら櫻井（2015）が調査をもとに明らかにした通り、日本では風力発電所やメガソーラーのかなりの割合が地域外・県外の企業によって所有されており、経済的利益の多くは地域外へと流出している。この状況を打破するには、自治体を含む地域の様々な主体が再エネ利用の担い手としての力量を身につける必要があり、またこれを支援する仕組みが必要である。

筆者は低炭素型地域づくりの支援を担う立場にあり、これまで京都市市民協働発電制度検討委員会の委員として制度設計に関わるなど、地域協働型再エネ事業づくりに参画してきた。同検討会報告書には基本的考え方の一つとして「エネルギーの地産地消を通じて、地域の活性化につながる市民協働発電」が掲げられ、この報告に基づいて、市が屋根等は無償で貸し民間団体が市民からの出資を募って設置する形の市民協働発電制度が作られ、実際に9ヶ所に設置された。しかしながら、電力買取価格の低下により、すでにこのモデルでの事業推進は困難さを増している。

このような状況下、筆者らは2015年にドイツの再生可能エネルギー普及の取組についての調査を行った。この調査では、固定価格買取制度が大きく変わり単純な再エネ発電所づくりが難しさを増す中で、その担い手が新たな活動領域に踏み込み、試行錯誤をしながらその歩みを進めていることが確認できた。そして、その取組により地域には売電収入だけではない付加価値が生まれていることが確認できた。具体的には、配電網買取を行ったうえでの配電事業による収入、小規模な市民エネルギー組合が連携して行う電力小売事業収入、そして良質な保育園を地域に提供するなどの数字には現れない価値である。また、この実現のため、単一主体では解決できない課題が複数主体の連携によって解決されており、そのノウハウが蓄積・共有されている状況を知ることができた（木原，2016）。

本報告では、調査事例の紹介を通して、あるいは活動現場の実情を紹介する中で、売電収入だけではない付加価値を地域に生み出す地域協働型再エネ普及の重要性についてあらためて論じたい。また、このような取組はシンプルな発電事業よりも多くの困難さを抱えることは明らかであり、だからこそ、これを支える制度面あるいはノウハウ面での基盤が必要であることを論じて、第三報告や第四報告につなげたい。

#### 参考文献

櫻井あかね（2015）「再生可能エネルギーの固定価格買取制度導入後の日本における地域エネルギー利用の課題：大規模風力発電所とメガソーラーの「所有性」に着目して」『龍谷政策学論集』4(2), 171-184.

京都市市民協働発電制度検討委員会（2012）『京都市市民協働発電制度検討委員会報告書』。

木原浩貴（2016）「公社・組合が進める"FIT 後"のエネルギーヴェンデ：ドイツにおける再エネを軸とした地域づくりの事例」『人間と環境』42(1), 53-56.

## 地域協働型再生可能エネルギーを活かすガバニングと自治体のあり方

的場信敬 (龍谷大学政策学部)

matoba@policy.ryukoku.ac.jp

本セッションの報告者らはこれまで、地域協働型再生可能エネルギーの導入・推進が、地域のエネルギー自立や二酸化炭素排出削減といったエネルギー・環境分野での貢献を超えて、地域の新産業としての可能性や省エネ政策による予算削減効果など、地域全体のマネジメントや持続性にも寄与し得るのではという仮定のもと、国内外の事例を調査し検討を進めて来た。その中で、この検討のためには、関連する地域の制度やしきみ、組織体制、ステイクホルダーの関係性などを一体的に考える、つまりは地域のエネルギー政策に関する包括的なガバニングの検討が必要であるという考えに至った。

ここであえて「ガバニング(governing)」という語を使用している理由は、「ガバナンス(governance)」という語は、一般的に政府セクターと市民社会・企業セクターとのパートナーシップという相関性を含意したものとして定着しているが、例えば自治体間や民民連携など、「地域協働型」というものをもう少しフレキシブルに捉える視点を持っておきたいと考えているためである (Evans, *et al.*, 2005)。つまり、ここでのガバニングは、地域のさまざまな主体が取り組む再生可能エネルギー導入の動きを、どのように地域のエネルギー政策やひいては包括的なマネジメントに組み込むのかとういうことを検討するという意味を含んでいる。

本報告では、そのようなエネルギー政策を進めるための自治体の政策やスタンスを検討する。報告者らはこれまで、国内外の事例を調査検討して、再生可能エネルギー事業を以下の5つの類型に分類している：開発重視型、地域・住民主導型、自治体主導型、地域協働型、社会貢献・ソーシャルビジネス型。これらはいくまで事業の類型であり、どれが一番望ましいという類のものではなく、また特徴が重複する類型もある。これらの異なる類型に分類される事例を比較検討し、自治体政策やスタンスに共通の要素を析出することで、地域協働型再生可能エネルギーを地域運営に活かすための方策を検討したい。

※ 紹介予定の地域： 京都府京丹後市、滋賀県湖南市、北海道下川町、ヴィルポーツリート村（ドイツ）、ランゲンエッグ村（オーストリア）

### 参考文献

的場信敬 (2016) 「オーストリア・フォーアールベルク州のエネルギー政策を支える社会的基盤」『人間と環境』第42巻第1号 (日本環境学会)

的場信敬 (2015) 「再生可能エネルギーを地域社会の持続的発展に活用するーヴィルポーツリート村の挑戦」『地域開発』vol. 606、pp.63-68 (日本地域開発センター)

Evans, B., Joas, M., Sundback, S., and Theobald, K. (2005) *Governing Sustainable Cities*, London: Earthscan

## 欧州におけるエネルギー自立推進のためのクオリティ・マネジメントシステム

豊田陽介（特定非営利活動法人気候ネットワーク）

toyota@kiconet.org

エネルギー転換のためには、国レベルでの政策転換とあわせて、地域単位でのエネルギー自立が重要となる。日本においても自治体による再生可能エネルギー100%を目指した地域づくりが一部の先進的な地域で進みつつある。しかしながら、多くの自治体にとって地域独自のエネルギー政策に取り組むことは、課題として認識されているものの人材や予算などの制約から十分に進んでいない（気候ネットワーク、2012）。

一方、欧州では、地域エネルギー自立を推進するためのスタートアップ支援からその後の継続・改善につなげる仕組みとして、地域エネルギー自立推進のための「クオリティ・マネジメント」制度が確立され広がりを見せている。同制度は、スイスのエネルギー都市制度、オーストリアの e5 などの各国で実施されている取り組みと、国を超えて共通化された European Energy Award（以下 EEA）と呼ばれる欧州全域を対象としたものがある。EEA には 2014 年末時点で、オーストリア（179 自治体）、スイス（618）、フランス（78）、ドイツ（313）、イタリア（49）、リヒテンシュタイン（11）、ルクセンブルク（93）、モナコ（1）の 8 カ国から 1346 の自治体が参加している。さらにモロッコ、ルーマニア、ウクライナでパイロット実施が行われている。

日本でも環境モデル都市や環境未来都市などの先進的な自治体を選出する制度や、環境自治体スタンダード（LAS-E）などの民間による認証制度はあるが、いずれも各自治体の独自性と自主性に依拠した制度であり、欧州のエネルギー・クオリティ・マネジメント制度のように定着化しているとはいえない。3.11 を機に日本の自治体においても、環境エネルギー政策を推進することは自らの役割であるとの認識は、一定の広がりを見せた。それを一過性のものとせず継続的かつ統合的な政策としていくためにも、欧州のエネルギー・クオリティ・マネジメント制度を参考に、協働型の枠組みづくりを進めていくことが求められる。

そういった問題関心から、筆者らは 2014 年から 2015 年にかけてスイス、オーストリア、そして欧州における地域エネルギー政策推進のためのクオリティ・マネジメント制度についての調査を行った。本報告ではそれらの調査に基づき同制度の概要と背景、実装状況について報告する。

### 参考文献

気候ネットワーク（2013）『地球温暖化防止に関する地方自治体の取り組み調査報告書 2013』。

滝川薫・村上敦・池田憲昭・田代かおる・近江まどか（2012）『100%再生可能へ！欧州のエネルギー自立地域』学芸出版社。

豊田陽介（2016）「欧州における自治体エネルギー政策推進のためのクオリティ・マネジメント制度」『人間と環境』42（1），57-60。

Energiestadt, <http://www.energiestadt.ch/>, 2015 年 11 月 20 日閲覧。

European Energy Award, <http://www.european-energy-award.org/>, 2015 年 11 月 20 日閲覧。

## 地域協働型再エネ事業における中間支援組織の活動事例と機能について

平岡俊一（北海道教育大学釧路校）

shunichi@gj8.so-net.ne.jp

今日、地域協働型再エネ導入を推進していく上で直面している課題のひとつとして、地域社会における「知的基盤」の不足があると考えられる。知的基盤とは、地域協働型再エネ事業に関連する専門的知見や実務的ノウハウ、複数の主体が参加・連携した事業をコーディネートするノウハウ、それらを有する人材・組織などのことである。

具体的にこの担い手は、シンクタンク・大学・NPO・企業など多様な主体が考えられるが、国内では、大都市を除くと、こうした主体が身近に存在し、継続的に協力を得られる、という環境にある自治体は限られる。多くの地域・自治体では関連の取り組みを地域外の企業やコンサルタントに頼っている状況にある。しかし、これでは、地域内に関連分野の知見・ノウハウは蓄積されず、人材・組織も育たない。

そこで、筆者は、地域協働型再エネ事業を推進する上では、地域社会の知的基盤の強化に関する具体的な取り組みとして、地域主体に対して各種支援を行う担い手、「中間支援組織」を整備することが不可欠であると考え、研究を行っている（平岡，2016）。

中間支援組織は NPO，市民活動支援の分野において注目されている存在である。内閣府大臣官房市民活動促進課（2002）は、中間支援組織について、明確な定義があるわけではないとしつつ、その機能、役割として、主に、①資源（人，モノ，カネ，情報）の仲介，②NPO 間のネットワーク促進，③価値創出（政策提言，調査研究）といった点があげられると述べた上で、中間支援組織を「多元的社会における共生と協働という目標に向かって、地域社会と NPO の変化やニーズを把握し、人材，資金，情報などの資源提供者と NPO の仲立ちをしたり、また、広義の意味では各種サービスの需要と供給をコーディネートする組織」としている。また、吉田忠彦（2004）は、より簡潔に中間支援組織は、文字通り組織と組織とを媒介し、活動を支援する組織である、と定義している。

一言に中間支援組織といっても、地域協働型再エネ事業において具体的に想定される活動や機能は多岐にわたると考えられる。本報告では、主に 2014，15 年度に実施した調査をもとに、まず、国内外の中間支援組織による活動内容について紹介する。次に、それらを踏まえて、地域協働型再エネ事業において中間支援組織に担うことが期待される機能について分類、整理を試みる。事例調査については、対象組織に関連する資料を収集、分析したほか、実際に組織を訪問し、関係者に対するインタビュー調査を行った。

## 参考文献

平岡俊一（2016）「エネルギー研究所フォーアールベルク——地域エネルギー政策・事業を支える知的基盤」『人間と環境』42（1），66-69.

内閣府大臣官房市民活動促進課（2002）『平成 13 年度 中間支援組織の現状と課題に関する調査』.

吉田忠彦（2004）「NPO 中間支援組織の類型と課題」『龍谷大学経営学論集』44（2），104-113.



## ドイツにおけるエネルギー自立地域づくりの経済的影響

上園昌武（島根大学法文学部）

uezono@soc.shimane-u.ac.jp

再エネや省エネ事業は、様々な研究から経済効果が大きいことが明らかとなっている。本報告では、ドイツ南西部のラインラント・プファルツ州・ライン・フンスルック郡（人口 10.5 万人の農山村）を事例に地域付加価値をみて、エネルギー自立地域づくりの経済的影響を検討する。

郡は毎年 2.9 億ユーロ相当の電力や石油・石炭などのエネルギーを移入しているが、将来は 2.5 億ユーロ相当の自給を目指している。省エネ対策の成果として、熱利用が 1999 年比で 26%削減、水利用が 34%削減され、CO<sub>2</sub> 排出量が 9,500 トン削減され、熱と水利用の光熱費が年間 200 万ユーロ削減されたが、電力消費は機器類の増加によって 1%増加している。この地域は、森林資源や酪農などのバイオマス資源に恵まれており、バイオマス発電や熱供給システムを設置し、広大な農地などに風力発電を設置し、学校などの屋根や住宅屋根に太陽光発電の設置を進めている。再エネ普及の成果として、2012 年の再生可能電力の発電量は、電力消費量（4.73 億 kWh、2009 年実績）の 1.49 倍であったが、風力発電の建設中・予定分を含めると 2015 年に 2.86 倍になる見込みである。郡では、再エネ事業によって 2009 年にフルタイム労働者が 96 名雇用された。環境面では、年間 26.9 万トンの CO<sub>2</sub> 排出量を削減した。さらに天然ガスや石油製品の消費減少によって、1,230 万ユーロの光熱費を削減することができた。

2012 年までの再エネ事業の投資額は、バイオマス発電、太陽光発電、風力発電で計 7 億 6,940 万ユーロ（A）である。地域付加価値は、初期投資分で 6,297 万ユーロ（B）、年間 3,248 万ユーロ（C）と推計され、20 年間稼働すると 7 億 1,259 万ユーロと推計される（=B+C×20 年）。これに石油などの燃料購入費の削減効果や雇用創出などを加えると、メンテナンスなどの経費を差し引いても経済効果がある。ただし電源別にみると、地域付加価値が異なっている。風力発電は、初期投資の地域効果分（B）が投資総額（A）比で 5%、年間の地域付加価値（C）が同比で 1%であり、20 年間の地域付加価値は同比で 25%と小さい。それに対して、太陽光発電は、初期投資の地域効果分（B）が投資総額（A）比で 20%、年間の地域付加価値（C）が同比で 12%であり、20 年間の地域付加価値は同比で 260%と高い。バイオマス発電は、初期投資の地域効果分（B）が同比で 10%、年間の地域付加価値（C）が同比で 37%であり、20 年間の地域付加価値は同比で 750%と相当高くなる。

再エネ事業は、地域資源の状況や電源によって地域付加価値が大きく異なる。エネルギー自立地域づくりは、地域住民が主体となって省エネと再エネ事業を選択し、その経済的利益（経済的效果）と担い手（投資家、金融機関、地主、経営者、技術者、施工・管理者など）を地域に還元する取り組みである。エネルギー事業は外来型開発ではなく、住民や地域社会が利益を最大限享受する内発的発展として営まなければならない。

## 参考文献

上園昌武（2016）「ドイツにおけるエネルギー自立地域づくりの実態と諸効果」『経済科学論集』42, 71-90

## NO<sub>2</sub>月間計による簡易測定の新たな市民運動の展開

代表者：伊藤章夫（元千葉県環境研究センター）

代表者連絡先：伊藤章夫（akioito@w3.dion.ne.jp）

### 1. 自主企画セッションの趣旨

NO<sub>2</sub>月間計による信頼性と実用性を検証し、これを用いた簡易測定の実践例を踏まえて新たな市民運動の展開を提唱したい。

### 2. 自主企画セッションの構成

[座長] 栗屋かよ子（元四日市大学）

[報告者]

第一報告：鈴木一義（市川の空気を調べる会）

「NO<sub>2</sub>簡易測定のための新たな月間計の信頼性・実用性の検証報告」

第二報告：伊藤章夫（元千葉県環境研究センター）

「NO<sub>2</sub>月間計簡易測定による新たな市民運動の展開」

第三報告：天谷和夫（元群馬大学）

「NO<sub>2</sub>月間計による市民測定運動の実践例」

### 3. 各報告の概要

#### はじめに

地球環境と世界平和は今世紀最大の緊急課題であり、地球上のあらゆる所で早急に取り組まれねばならない。NO<sub>2</sub>月間簡易測定はまさにこれにふさわしいツールを提供する。大気は人間にとって最も一般的な生命維持環境であり、その汚染は重大な関心事である。NO<sub>2</sub>は典型的な大気汚染物質の一つで、測定の簡便さ、安価さ、さらには地球温暖化をもたらす化石燃料消費の指標にもなり、市民が自ら持続可能な社会を創る運動において、NO<sub>2</sub>月間計測定は広大なポテンシャルを持っている。更に、国境のない大気は必然的に世界の市民の連帯を必要とし、「弾丸よりもカプセルを」配置し運動を進めることにより、地域間の交流対話が進み、世界平和への道を進めることになるだろう。

#### 3-1 第1報告：「NO<sub>2</sub>簡易測定のための新たな月間計の信頼性・実用性の検証」

鈴木一義（市川の空気を調べる会）

##### 1) 信頼性・実用性の検証

本プロジェクトで用いるNO<sub>2</sub>測定用簡易月間計（以下、月間計）は2001年に天谷が開発した。この月間計に関し、本プロジェクトを企画した4名が2013年10月から1年間にわたり試験を行い（本原稿最後の頁の写真参照）、その信頼性と実用性を検証（鈴木ら、2016）したので、その成績を略記する。

本月間計を千葉県千葉市、市川市、三重県四日市市の行政大気測定局2局ずつに、それぞれ1年間取付け、各月の月間計NO<sub>2</sub>捕集量（ $\mu\text{g}$ ）と測定局の大気中NO<sub>2</sub>月平均濃度（ppb）との相関性等を検討した。6局12ヶ月分72組のうち、1局の12組に関しては、道路と測定局の間にある遮音壁の影響等により測定局濃度が月間計捕集量に対する比が他の60組のそれより異常に小さく、これは別途検討の要ありとし

て相関性検討の対象から除外した。

## 2) 月間計捕集量と測定局大気中濃度との相関性

5局から得られた[捕集量：大気中濃度]の60組についてその相関性を検討し、以下の成績を得た。

○全60組から得られた相関式（以下、共通相関式）の相関係数は0.96であり、月間計捕集量からこの式により得られる大気中濃度の高い信頼性が示された。

○この60組の捕集係数（大気中濃度/捕集量（ppb/ $\mu$ g））は温度の上昇とともに低下することが実証された。そこで四季それぞれにおける15組の[捕集量：大気中濃度]に関する相関式を求め、それぞれの式により捕集量から得られる大気中濃度と、共通相関式から得られる大気中濃度との差を調べたところ、夏季を除く3季節では両者の差が2ppb以内でこれらの季節では共通相関式で正確な大気中濃度を得られることが判明した。一方夏季では高濃度になると、共通相関式による大気中濃度が実際より高めに算出された（NO<sub>2</sub>濃度40ppbの時、約9ppb高めになる）。従って、夏季は捕集係数がより小さい夏季用の式が適する場合もあるが、夏季は一般にNO<sub>2</sub>濃度が最も低い時期であり、通常は共通相関式を用いることができる。

○5測定局において、月間計による12ヵ月間の捕集量（ $\mu$ g）から共通相関式で大気中濃度（ppb）を求め、これらと対応する測定局大気中濃度をグラフで比較したところ、夏季も含めて両者は良く近似しており、月間計の高い実用性が示唆された。

## 3) 月間計捕集量のバラツキ

月間計は1測定局当たり各月3本ずつ取付けたので、これら3本の捕集量（ $\mu$ g）に関してバラツキを検討した。相関性検討の対象から除いた1局も加えた6局における12ヶ月分72組のうち、2組において3本中の1本に異常値が見られたので、この組を除いた70組について調査した。各組の3本の捕集量における変動係数（CV=100×標準偏差/平均値（%））は平均値3.9%、最大値10.4%、最小値0.5%であり、改良型日間計（6Gカプセル）のCV平均値7.1%より優れていた。

以上の検討の結果、本月間計は信頼性、実用性ともに卓越しており、広範な活用に堪えうる性能を有すると見なされた。

### 3-2 第2報告：「NO<sub>2</sub>月間計簡易測定による新たな市民運動の展開」

伊藤章夫・元千葉県環境研究センター

#### 1) NO<sub>2</sub>月間計の位置づけ

①天谷式日間計は、その実績と公害問題などの市民運動で大きな役割を担い評価されているが、各地の測定器具の統一が図られていない等のために、全国的に統一された市民運動にはなっていない。また、日間計の測定では長期間の比較に限界があり、地域間の比較にも困難があった。

②月間計は、1ヶ月という長期の平均値を測定するもので、測定時期や測定場所が離れていても正確な比較ができ、環境基準との比較も可能である。月に一回のカプセル交換で連続的に測定できるので、市民による大気汚染の測定活動を飛躍的に前進させることができ、持続可能な社会をめざす新たな展開となり得る。

③日間計の差異による不統一の現状は、急速な統一はできない状況の中で、月間計の導入が日間計の統一のきっかけとなることも期待される。

#### 2) 今後のNO<sub>2</sub>月間計の確立及び普及

行政からの自立性・独立性を獲得するとともに、自治体との協力を図る。日間計の簡易測定は自治体

の測定局測定値と組み合わせて捕集係数（NO<sub>2</sub> 捕集量と大気中濃度との換算）を得ていたが、ここには自治体の測定値が正しいという前提がある。今後、拡散理論あるいは基準測定器や標準ガスを用いる実測に基づいて独自に捕集係数を得る必要がある。

### 3) NO<sub>2</sub> 月間計普及のための工夫

- ①手作りのより安価で製作の容易な測定器具を開発し広く市民に普及する。国内ではカプセル郵送料を最小限にするために軽量、小型の工夫が求められる。大量生産と長期保管の技術を開発する。
- ②他の汚染物質や健康被害との関連について総合的検討をする。
- ③開発、製作、分析、研修と運動のセンターを設立する。
- ④国際的に拡大・強化し、国連大学を通して国連との連携を図る。
- ⑤製作、郵送、分析、研修、分析結果のまとめ等、測定運動に必要な資金は寄付、助成金で賄う。

### 4) 具体的な NO<sub>2</sub> 月間計測定活動

- ①日本環境学会研究プロジェクトの期間は2016年4月から2018年3月までの2年間である。当面、ここを拠点に会員を募る。毎回の研究発表会の機会にセミナー等の場を設けて会員相互の接触・理解を深める。簡単な研修も行う。研究成果はセミナーを通じて発表する。「人間と環境」誌にも記事を掲載して行く。
- ②会員の他に測定協力者も募る。協力者は1年間を単位に測定を続けることが条件となる。何月からでも参加できる。測定者には、月に一度、カプセルを1年間送付する。測定者は測定場所を定め、毎月1日の一定時刻（朝、事情により時刻変更可）に設置し、翌月1日の同時刻に回収し、返送して貰う。
- ③同時に、全国における協力者の在住地域やグループで自主的に活動できる体制を築き、測定のための学習会・研修会を設ける。東京、名古屋、大阪等の大都市では会員の協力のもとに研修、製作、配布、分析等の拠点を設ける。将来、全国に10箇所程度の拠点を設ける。
- ④会員は研究会を適宜開催する。会員の特技（化学、物理学、技術、工作、宣伝、語学、パソコン、インターネット、調整力、財力等）を生かす。

### 5) 海外での NO<sub>2</sub> 月間計測定運動展開（世界市民運動）

- ①意義 世界の環境は人類共通の課題である。化石燃料の燃焼による大気汚染と地球温暖化の問題が生じ、その資源をめぐって戦争も起こっている。この月間計が世界で取り組まれれば環境の意識と共に平和の意識が高まることが期待できる。そこで、カプセルの標語も考えると有効であろう。例えば「弾薬でなくカプセルを」とか「空気に国境はない」等。また、カプセルに愛称を付けるのもよい。
- ②会員の獲得 協力者等の知り合いで海外の環境活動の個人、グループ、団体を紹介してもらい、話し合いを経て運動に参加して貰う。世界各国の環境基準は異なるが、測定値は共有、比較できる。先進国と途上国共に対象とするが、途上国の場合は財政的支援が必要になる。パソコンを使い、測定や測定結果を共有する。通信手段は、メール以外にskypeも駆使する。
- ③測定条件 大気も大気汚染も世界につながる性質がある。小さなカプセルによる測定値は世界につながっている。そこで世界的に測定を管理する場合、あるいは測定結果をまとめる場合は、測定場所の条件の違いを統一的に把握する必要がある。その条件とは、緯度、経度、高度、気象、地形等（自然条件）、道路規模、工場、鉱山、都市規模等（社会的条件）である。GPS等活用する。
- ④研修  
日本での研修 国内団体の研修や海外の団体が日本で研修する。少ない場合は、研究会役員宅で可能だが、多い場合は、大学や公立の施設を借用する。



海外での研修 海外で盛んにするには海外での研修が必要になる。研究資金を得るための科学研究の助成金を申請する。日本が公害列島であった時の公害の状況、測定運動の実施例を知らせる。海外の協力団体・個人は実情、条件を登録して貰う。外国語で説明書を発行する。当面、英語版を作成する。

### 3-3 第3報告：「NO<sub>2</sub>月間計による市民測定運動の実践例」

天谷和夫・元群馬大学

#### 1) 測定のきっかけ

1992年のリオ・サミットに向けてNO<sub>2</sub>大気汚染測定に組織的に取り組んだ「コープかながわ」はサミット後も活動を続け、神奈川県に測定結果の活用を求める要求をしていたが、県は県民の活動を評価しながらも年に2回の日平均値の利用に躊躇していた。洗剤・環境科学研究会の会員であった生協組合員から相談を受け、会長として行政目的に使える月平均値測定器具を開発し、測定を続けることを提案した。その結果生協の有志数人と県の環境科学センターと協力して県下17測定局で1年間測定しその有用性を確かめた。これが月平均値測定の始まりである。

#### 2) これまでの測定事例

<月間測定>

- ①月間計の最初の事例は2002年4月から翌年3月までの1年間の神奈川県下17測定局での比較測定
- ②日本工業大学学生個人による埼玉県下の25測定局における1ヶ月間の測定(2004年)
- ③コープやまなし、生活クラブ生協による山梨県下63ヶ所の測定(2004年5月～6月)
- ④NPO クリーンエネルギー・フォーラム、埼玉工業大学学生、行政の協力による本庄市内15ヶ所における1ヶ月測定(2004年5月～6月)
- ⑤川崎市池上新田町内会有志による約80ヶ所の1ヶ月測定(2007年5月)
- ⑥川崎から公害をなくす会有志による数ヶ所の測定(2012年3月～2014年8月)、
- ⑦神奈川県秦野市の住民20人による月間測定(2009年6月～現在継続中)

<月間に至らない長期測定>

- ⑧本学会会員である長屋氏による名古屋市内3ヶ所の測定局におけるNO<sub>2</sub>及びNOの1週間値測定(2004年7月)
- ⑨東京都世田谷区内成城短期大学の学生らによる区内15ヶ所の6日間測定(2004年7月)

#### 3) これまでの月間計測定に関するコメント

①神奈川県における月間計と行政測定局との1年間に渡る比較(上記測定事例①)を図1に示す。測定においては行政測定値がザルツマン計の許容誤差±9%を超える測定局が半分を超え低い方に超えるものが圧倒的に多かった。

化学発光式の許容誤差±4%とするとその割合は更に増加する。月間計のばらつきは2.6%なので行政の測定が全体として低めの値であることは明らかである。

②埼玉県の測定局(測定事例②)も図2にしめすように同様な傾向である。

③川崎市池上新田町内会有志による測定(測定事例⑤)結果を見ると行政の池上新田自動車排ガス測定局における1ヶ月平均値は0.047ppmに対して、80か所の月平均値は0.045ppm、最高値は0.102ppmで行政の0.047ppmを超える地点も多数あった。このことは少数の行政の測定局では高濃度の汚染地点が見逃される場合もある。簡易測定器の利点を生かして測定を充実させる必要のあることを示している。

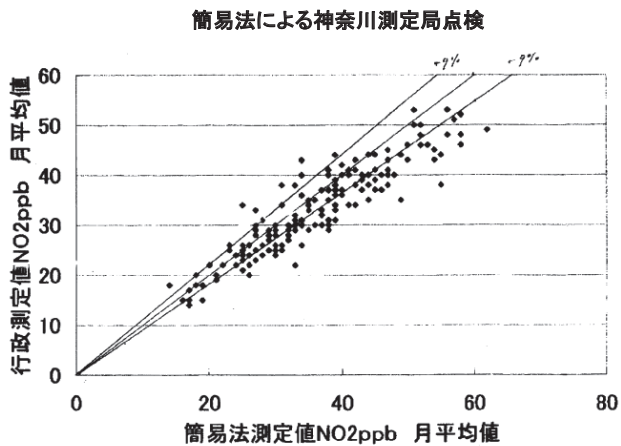


図 1. 神奈川県測定局測定値と簡易測定法測定値のグラフ

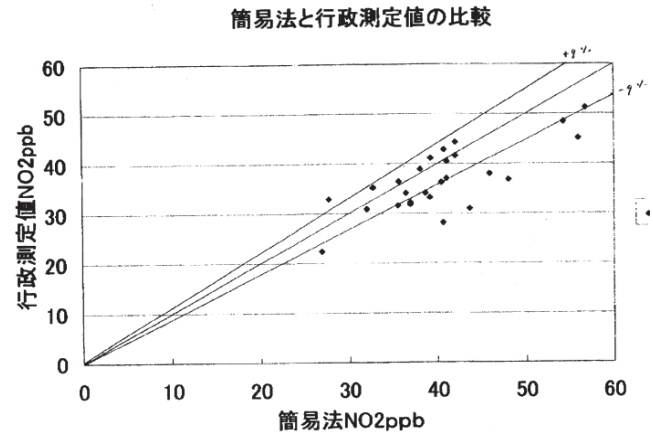


図 2. 埼玉県測定局測定値と簡易測定法測定値のグラフ

参考文献

栗屋かよ子・伊藤章夫・鈴木一義「NO<sub>2</sub> 簡易測定運動の到達点と課題」『四日市大学環境情報論集第17巻第1号』（2013）pp. 53～76

鈴木一義・伊藤章夫・栗屋かよ子・天谷和夫「NO<sub>2</sub> 簡易測定のための新たな月間計の信頼性・実用性の検証——環境市民運動の新たな展開をめざして——」『人間と環境 42 巻 1 号』（2016）pp. 45～52

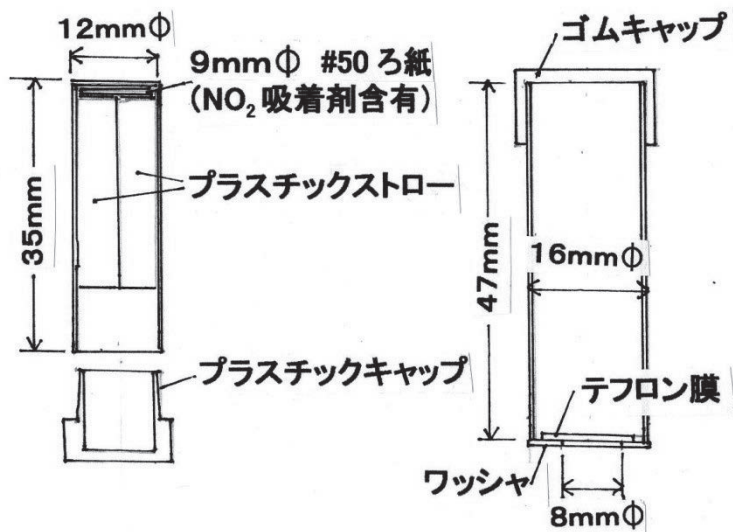
[参考]

本企画推進のために、本学会に本年度より下記の共同研究プロジェクトを設置しました。

- 1) 名称：「NO<sub>2</sub> 測定簡易月間計を中心とした global action program 推進チーム」
- 2) 設置期間：2016 年 4 月～2018 年 3 月
- 3) 設置目的：
  - ①対象とする課題：現在、地球温暖化や大気汚染などで、市民による監視活動が極めて重要であり、私たちは NO<sub>2</sub> 測定簡易月間計の活用を中心にしてこれに広範囲に取り組みたい。
  - ②研究目的：月毎の NO<sub>2</sub> 平均濃度を正確に測定できる簡易月間計を用いて、市民が地域における NO<sub>2</sub> 濃度の分布及び経時的変化を明らかにし、これをもとにして諸々の大気環境問題に取り組む。
  - ③研究・活動計画：各地域の測定協力者の発掘、各地で月間計による測定の実施とその結果の検討、環境学会研究会発表会における成果・課題の発表、公開研究会の随時開催、国内外でのネットワークづくり等を実施し、2 年後成果をまとめて出版。更に将来的に可能な場合は、国連の「持続可能な開発目標（SDG s）」も視野にいたした活動を目指す。

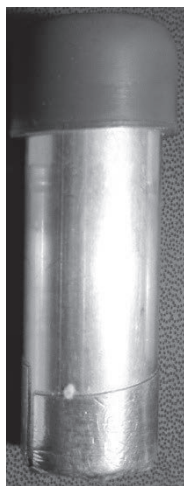
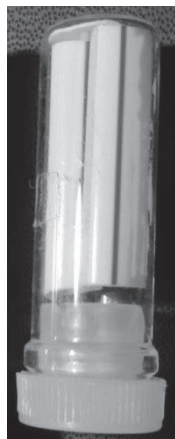
## ガラス瓶サンプラー

## アルミ管ホルダー



### 月間計断面図

ホルダーのテフロン膜は #80 金網でも可



### 月間計写真と使用法

ガラス瓶サンプラーのプラスチックキャップを外す。アルミ管ホルダーのゴムキャップを外して、ホルダーの中にサンプラーをこの向きに入れる。ゴムキャップをかぶせて取り付け。



取り付け事例写真 (市川市自排局吸入口付近)

## 日本環境学会 第42回研究発表会 予稿集

---

2016年6月18日発行

発行 日本環境学会第42回研究発表会実行委員会  
神奈川県横浜市都筑区牛久保西3-3-1  
(東京都市大学環境学部 咸研究室気付)

印刷 株式会社 共立  
東京都中央区新川2-22-4 新共立ビル2F

---

予稿集原稿の著作権および電子的形態による利用も含めた包括的な著作権は、原則として日本環境学会に帰属するものとします。

ただし、著者自身が自著の原稿を複製・翻訳などの形で利用することは差し支えありません





日本環境学会