

2017



日本環境学会

第43回研究発表会

発表予稿集

2017年7月1日~2日

北海学園大学 豊平キャンパス

## 日本環境学会 第43回研究発表会 プログラム (概要)

1. 開催日時： 2017年7月1日(土)、2日(日)

2. 会場： 北海学園大学豊平キャンパス  
〒062-8605 札幌市豊平区旭町4-1-40  
札幌市営地下鉄東豊線「学園前」駅 下車すぐ

### 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(5月13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

当初ご案内では、日曜日のみの手配でしたが、両日希望を受け付けます。新たにお弁当を希望される方は6月21日(水)までに事務局あて電子メール等にてご連絡ください(当日現金引換え、もしくは事前お振込み)。これ以降のキャンセルはできませんのでご注意ください。

なお、学内の食堂は土曜日からのみの営業です。会場付近にはコンビニエンスストアや飲食店が複数ございます。当日会場周辺地図を配付します。

### 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、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43回研究発表会実行委員会

古林 英一(北海学園大学経済学部、実行委員長)

平岡 俊一(北海道教育大学釧路校)

野村 卓(北海道教育大学釧路校)

浅妻 裕(北海学園大学経済学部、事務局)

〒062-8605 札幌市豊平区旭町4-1-40 北海学園大学経済学部浅妻研究室

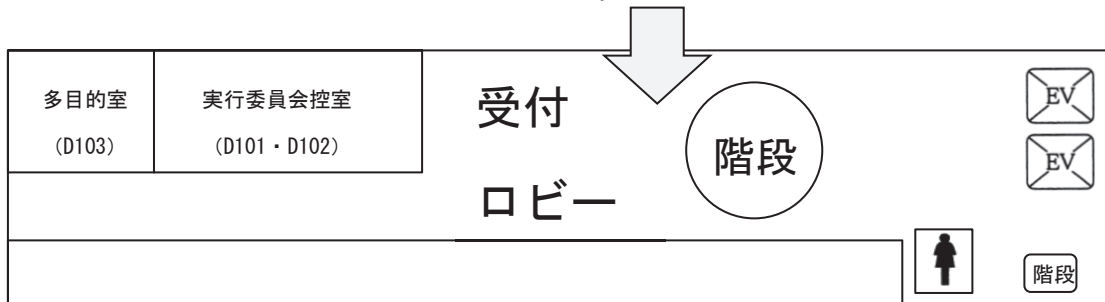
E-mail : jaes2017@jaes.sakura.ne.jp

電話 : 011-841-1161 FAX : 011-824-7729

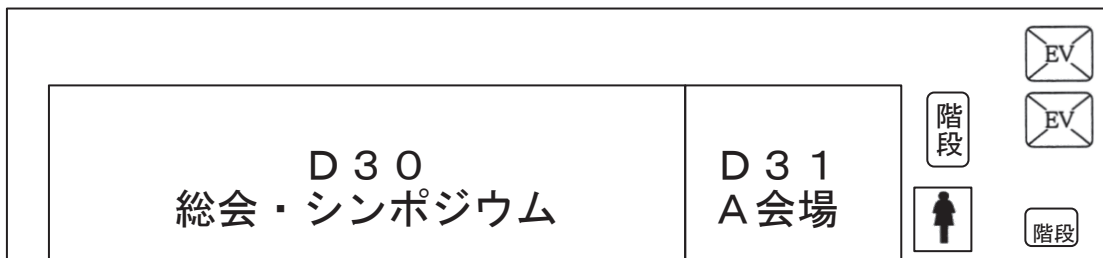
## 会場配置図 7号館1階

(飲食店、コンビニエンスストアなど会場周辺情報は別紙参照)

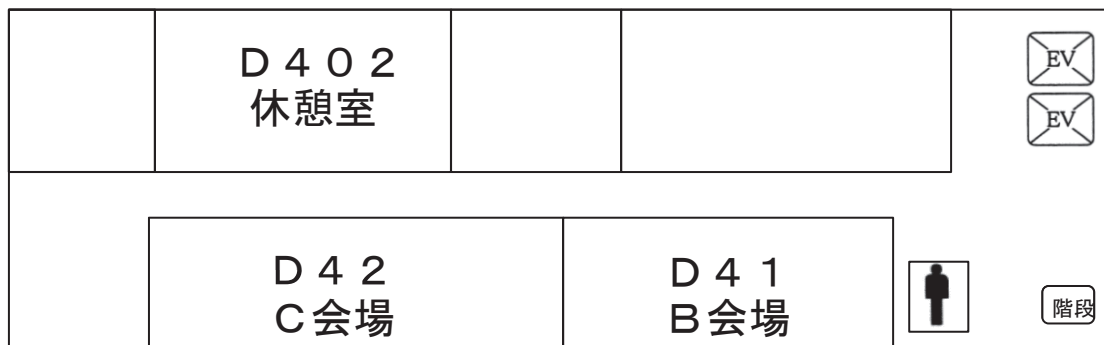
### 会場入り口



### 7号館3階



### 7号館4階



幹事会はエレベーターで6階へ

総会・シンポジウム：3階D30教室

A会場：3階D31      B会場：4階D41      C会場：4階D42

幹事会：6階行動科学実験室      休憩室・その他：4階D402（ほか）

ポスター発表：1階受付ロビー（予定）      懇親会場：北海学園国際会議場（図書館棟）

トイレ：各階に男女いずれかがあります

#### 【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、「一般報告プログラム」をご確認下さい。

■ 1日目 7月1日(土) 受付9:15～

※【 】内は発表番号

|       | A会場 (D31教室)            | B会場 (D41教室) | C会場 (D42教室) |
|-------|------------------------|-------------|-------------|
|       | エネルギー①                 | 大気汚染①       | 生態系・生物多様性   |
| 9:45  | 【A-1】                  |             |             |
| 10:00 | 【A-2】                  | 【B-1】       | 【C-1】       |
| 10:15 | 【A-3】                  | 【B-2】       | 【C-2】       |
| 10:30 | 【A-4】                  | 【B-3】       | 【C-3】       |
| 10:45 | 【A-5】                  | 【B-4】       | 【C-4】       |
| 11:00 | 休憩 (15分)               |             |             |
|       | エネルギー②／自由論題①           | 大気汚染②       | 自由論題②       |
| 11:15 | 【A-6】                  | 【B-5】       | 【C-5】       |
| 11:30 | 【A-7】                  | 【B-6】       | 【C-6】       |
| 11:45 | 【A-8】                  | 【B-7】       | 【C-7】       |
| 12:00 | 休憩・昼食                  |             |             |
|       | 休憩中、幹事会 (行動科学実験室(6F))  |             |             |
| 13:15 |                        |             |             |
| 13:15 | 総会 (D30教室)             |             |             |
|       |                        |             |             |
| 14:15 |                        |             |             |
| 14:15 | 休憩 (15分)               |             |             |
| 14:30 |                        |             |             |
|       | シンポジウム (D30教室)         |             |             |
| 17:30 |                        |             |             |
| 18:00 | 懇親会 (北海学園国際会議場 (図書館棟)) |             |             |
|       |                        |             |             |
| 20:00 |                        |             |             |



■ 2日目 7月2日(日) 受付 9:00~

※【 】内は発表番号

|                     | A会場 (D31教室)   | B会場 (D41教室)          | C会場 (D42教室)                       |
|---------------------|---|----------------------|-----------------------------------|
| 9:30                | 環境教育・環境哲学<br>【A-9】  | 地球環境／土壌・水質①<br>【B-8】 | 環境経済・環境政策①<br>【C-8】               |
| 9:45                | 【A-10】  | 【B-9】                | 【C-9】                             |
| 10:00               | 【A-11】  | 【B-10】               | 【C-10】                            |
| 10:15               | 【A-12】  | 【B-11】               | 【C-11】                            |
| 10:30               | 【A-13】  | 【B-12】               | 【C-12】                            |
| 10:45               | 休憩 (15分)  |                      |                                   |
| 11:00               | 震災・災害関連<br>【A-14】   | 土壌・水質②<br>【B-13】     | 環境経済・環境政策②／<br>廃棄物・都市問題<br>【C-13】 |
| 11:15               | 【A-15】  | 【B-14】               | 【C-14】                            |
| 11:30               | 【A-16】  | 【B-15】               | 【C-15】                            |
| 11:45               |   |                      | 【C-16】                            |
| 12:00<br> <br>13:30 | ポスター発表【P-1, P-2, P-3, P-4】 (受付ロビー)・休憩・昼食<br>休憩中、幹事会 (行動科学実験室(6F)) |                      |                                   |
| 13:30<br> <br>15:30 | 企画セッション【K-1】  |                      |                                   |

## 第 43 回日本環境学会 公開シンポジウム

2017 年 7 月 1 日 (土) 14:30~17:30 北海学園大学豊平キャンパス 7 号館 D30 教室

### 「豊かな自然環境と地域社会との共存へ向けて」

北海道には、豊かな天然林を中心とし全国の 4 分 1 を占める森林や世界的にも希少な価値を有する湖沼・湿原、その中で生息するヒグマやエゾシカ、タンチョウヅルなどの野生生物といった、独自の自然環境、生物多様性が存在する。これらの自然環境と地域社会との共存という点からは、現状いくつかの問題ないしは課題を指摘しうる。

まずは、かつては保護の対象とされていたエゾシカやアザラシなどによる問題が指摘される。例えばエゾシカは北海道で局所的に生息密度が高くなっており、地域の農林業や植生に著しい影響を及ぼし社会問題化している。またトドやアザラシといった海獣によるサケ定置網漁への被害もクローズアップされており、被害防止策が課題となっている。また観光利用を進めるケースではヒグマとの遭遇も問題となる。これらの野生生物の保護と管理のバランスをどう考えるべきであろうか。

一方、このような自然環境を観光資源や環境教育の題材として積極的に利用しようという動きも盛んである。希少な昆虫の生息地である札幌近郊の湿原で行われている環境教育、釧路湿原やそこに生息するタンチョウヅル、あるいは世界遺産に登録された知床の自然環境を題材としたエコツーリズムの進展、北海道が積極的に進めるエゾシカの「ジビエ」としての活用、などである。もちろんその利用には様々な困難や課題もある。札幌近郊の湿原ではその価値が十分に理解されないまま、埋め立てられるという状況が見られた。また観光資源として利用する場合に過剰利用の問題が顕在化するなど「賢明な利用」のあり方についても様々な課題がある。

このように北海道の豊かな自然環境と地域社会との関係に関し、現在進行形となっている様々な問題ないしは課題がある。自治体レベルで生物多様性保全のための計画を進めるなど具体的な対応も見られるものの、本学会でも専門家の報告を通じた実態の正確な理解のもとに、その方法や関係諸主体の役割についてさらに議論を深めてみたい。

#### <プログラム> (途中休憩あり)

1. タンチョウの存在を活かした地域づくり  
音成邦仁 (タンチョウコミュニティ)
2. 森林におけるエゾシカの影響—森林とシカの一体的な管理に向けて—  
明石信廣 (北海道立総合研究機構林業試験場)
3. えりも地域におけるゼニガタアザラシの保護と管理  
坪田 敏男 (北海道大学大学院獣医学研究科)
4. 大都市圏にある湿地環境の保全と活用  
小本智幸 (認定 NPO 法人 カラカネイトトンボを守る会 (技術顧問))
5. 日本における自然保護ガバナンスの特徴と課題  
田中俊徳 (東京大学大学院新領域創成科学研究科)
6. 自然環境保全のための資金調達と費用負担  
藤谷岳 (久留米大学経済学部)
7. 総合討論 コーディネーター: 古林 英一 (北海学園大学経済学部)

総合司会：平岡 俊一（北海道教育大学釧路校）

参加費：無料

参加申し込み方法：事前の申し込みは不要（先着順、200名）

主催：日本環境学会

後援：北海道・札幌市・札幌市教育委員会・（一社）北海道自然保護協会・（公財）北海道環境財団・  
（特非）EnVision 環境保全事務所・環境省北海道地方環境事務所・北海道新聞社

## シンポジウム講演者要旨

### S-1 タンチョウの存在を活かした地域づくり

音成邦仁（タンチョウ コミュニティ）

タンチョウは一時は絶滅したとまで考えられたが、1924年の再発見以降、地域住民を中心とした冬季給餌などの保護活動が活発化し、現在では環境省を中心とする保護増殖事業が進められている。これらの保護事業が功を奏し、タンチョウの生息個体数は1,800羽前後まで回復した。一方、越冬期には給餌場への集中化が進むとともに、繁殖に適した湿原環境の不足により、近年では農業地帯に生息するタンチョウが増加し、農家との軋轢も生じている。このような状況を踏まえ、環境省では2015年度より冬季給餌量を段階的に削減し、給餌場への依存傾向を緩和するとともに、生息地の分散を図る取り組みを進めている。

本発表では、タンチョウを取り巻く状況と人とのかかわりを整理し、タンチョウの存在を活かした鶴居村における地域づくりの取り組みを報告する。

### S-2 森林におけるエゾシカの影響—森林とシカの一体的な管理に向けて—

明石信廣（北海道立総合研究機構林業試験場）

明治時代に乱獲と大雪によって激減したエゾシカは、1990年代には各地で農林業被害を及ぼすまでに増加し、下層植生が食べ尽くされるなど、生態系への影響も生じている。シカの主要な生息地は森林であることから、森林関係者による森林とシカの一体的な管理に向けた取り組みを行ってきた。森林への影響を多地点で把握するための簡易な調査法が確立され、北海道全体における影響の広がりが示されている。森林内でのシカ捕獲のための技術開発もすすみ、森林管理者による捕獲も一部地域で実施されるようになった。しかし、シカは市町村界を超えて移動し、その影響は森林だけでなく多方面に及び、関係者も多岐にわたるなかで、誰がシカ管理に責任を持つのか、制度上は明確になっていない。森林の維持にはシカを低密度に維持する必要があるが、捕獲個体の有効活用が進めば、そのためにある程度の生息密度を維持したいとする意見との対立が生じることも危惧される。

### S-3 えりも地域におけるゼニガタアザラシの保護と管理

坪田敏男（北海道大学大学院獣医学研究科）

北海道（沿岸域を含む）には、ヒグマ、シカ、アザラシのような大型哺乳類やオオワシ、オジロワシ、シマフクロウのような大型猛禽類をはじめ、様々な野生動物が生息している。これまでに環境改変や資源利用を目的とした捕殺など人為的な影響を受け生息数が大きく増減してきた種も多い。極端に個体数が減少すると希少種として保護の対象とされる。実際北海道の希少鳥類としてウミガラス、エトピリカ、シマフクロウなどが環境省レッドリストに絶滅危惧種として掲載されている。また、種としてではなくても、ヒグマのように絶滅の恐れがある地域個体群（天塩・増毛、石狩西部）としてリストアップされている事例もある。

シマフクロウのような絶滅危惧種は、環境省による保護増殖事業の対象とされ、飼育下繁殖や生息地の保全事業が行われている。一方、ヒグマやシカのような普通種は、北海道による任意計画や特定計画により管理（マネージメント）が実施されている。ゼニガタアザラシについては、絶滅危惧 IB 類としてレッドリストに掲載されていたが、2012 年に絶滅危惧 II 類、そして 2015 年 9 月に準絶滅危惧種にダウリストされた。すなわち、2015 年からは普通種となったが、一度も管理の対象となることがないということで、現在、環境省による“特定希少鳥獣管理計画”が進められている（とくに、えりも地域個体群）。

1970 年代～1980 年初頭にかけてゼニガタアザラシの数は極端に減少した（およそ 300 頭と推定）。その結果、研究者を中心にしてゼニガタアザラシの保護活動が展開された。最も効果的だったのは、捕獲（殺）の自粛および規制であった。その後、徐々に保護の成果が現れ出し、ゼニガタアザラシの個体数は回復していった。そして、さらに個体数が増加すると、漁業被害が増大したので被害対策を中心とした管理が行われるようになった。先に記した「特定希少鳥獣管理計画」がその管理の推進役となっている。

このように歴史を振り返ると、ゼニガタアザラシも陸域の野生鳥獣と似た経緯を辿っているといえよう。とくにかつて‘幻の動物’と呼ばれるほど個体数が減少し、特別天然記念物指定により個体数が回復し、その結果、林業被害が顕在化したニホンカモシカの変遷と似ている。保護政策を実行すると当然のように個体数が回復し、一定レベル以上になると人との軋轢が顕在化するようになり、その対策としての管理を実施することになる。歴史は繰り返すというが、野生鳥獣の保護と管理の歴史もそのようである。では、われわれは過去の失敗から何を学ばばいいのであろうか。

一言でいえば保全という言葉に括られるが、保護と管理の両方の側面をバランスよく施すことが肝心である。すなわち、極端に数が増え過ぎたり減り過ぎたりしないよう、きめ細かいモニタリングを実施し、生息数のレベルに関係なく個体レベルでの軋轢を回避あるいは防御するように管理を徹底する。その上で、必要に応じて個体数調整を実施するといった方策が必要である。ゼニガタアザラシについても同様に、保護と管理の両面からのアプローチにより、適正な地域個体群の存続と漁業被害の軽減が図られることが期待される。いずれにしても予算と人材（野生鳥獣専門員）をかけてきめ細かい対応が必要である。

## S-4 大都市圏にある湿地環境の保全と活用

小本智幸（認定 NPO 法人 カラカネイトトンボを守る会（技術顧問））

かつて、石狩川は蛇行を繰り返し、後背地には大湿原が形成されていた。開拓の歴史の中で、河川改修と農地開発が進み、流域は大きく発展を遂げ、札幌市は人口約 200 万人を有する大都市となるに至ったが、自然環境は徐々に姿を消し、従来の環境を残す場所は極僅かな状況にある。札幌市北部に位置する『篠路福移湿原』は、土地利用の進んだ現在の流域にあって、かつての大湿原の面影を残す貴重な環境となっており、様々な湿原植生や近隣では見ることの出来なくなったカラカネイトトンボが生息している。この湿原は、隣接する残土受け入れ業者の埋め立てにより、平成初期には 20ha 程あった湿原が、現在は 5ha まで減少している。当団体では、失われつつある湿原を保全すべく、湿原植生の増殖・還元活動やトラスト活動、観察会、環境教育などの保全・利活用活動を進めてきた。こうした大都市圏にある湿地環境の現状と課題、保全と利用について報告する。

## S-5 日本における自然保護ガバナンスの特徴と課題

田中俊徳（東京大学大学院新領域創成科学研究科）

日本における自然保護ガバナンスの特徴として、大きく次の二点について報告する。第一に「弱い政府と組み込まれたパートナーシップ」(weak government and embedded partnership) である。自然保護行政を主として担う環境省自然環境局の予算や人員、権限は他国と比して脆弱であり、保全管理において、非営利民間部門との協働が前提として組み込まれている。本報告では、利用調整地区制度における指定認定機関や風景地保護協定制、公園管理団体制度等を例に挙げる。次に「複雑で重複した法制度と組織」(complex and overlapping institutions and organizations) の問題である。国立公園の特別保護地区や世界遺産の核心地域のように厳然たる保護を前提とした利用が求められる地域ですら、利害関係者が多岐にわたり、複雑で重複した法制度が取引費用を増大させ、有効な政策の決定、実施を阻害していることを論じる。本報告では、世界自然遺産登録を控えた奄美大島における利用ルールの策定過程を事例として挙げる。

弱い政府と重複した法制度という問題を克服するため、多様な利害関係者を包含した協議会が形成されることが一般的だが、協議会のメンバーや目的、権限、事務局等をどうデザインするかについて、さらなる研究が求められる。

## S-6 自然環境保全のための資金調達と費用負担

藤谷岳（久留米大学経済学部文化経済学科）

本報告では、自然環境保全という目的のために、人々の「共感」や「コミットメント」を組織化・制度化させてきた取り組みに焦点を当てる。市民から寄付金を集めて土地を取得し、開発行為から自然（環境）を守ろうという運動は、我が国では「ナショナル・トラスト運動」として全国に広がりを見せている。北海道・知床半島における「しれとこ 100 平方メートル運動」もその先駆例として知られており、その地道な取り組みは、2005 年の知床の世界自然遺産にもつながったと考えられる。ただし、良好な自

然環境を維持管理していくためには、継続的な資金調達と費用負担のあり方を考えていかなければならない。「自然環境保全に貢献したいという個人や企業等が継続的に関わっていくためには、どのような支払いの仕組みを構築していったらよいのだろうか。知床の自然環境保全の今後を見据えながら、国内外の事例から考察する。



一般報告プログラム（連名の場合、○印 報告者）

1日目 7月1日（土）

< A会場 : D31 教室 >

【座長 : 和田幸子】

- 09 : 45 A-1 太陽光発電の大量連系による西日本管区の電力需給と電源構成メリットオーダーへの影響分析  
○竹濱朝美（立命館大学）・歌川学（産業技術総合研究所）
- 10 : 00 A-2 市民・地域共同発電所全国調査報告（2016）  
豊田陽介（特定非営利活動法人気候ネットワーク）
- 10 : 15 A-3 今世紀後半温室効果ガス排出ゼロにむけた 2050 年までの温暖化対策とエネルギー需給  
○歌川学（産業技術総合研究所）・外岡豊（埼玉大学）
- 10 : 30 A-4 地球温暖化対策とエネルギー貧困対策の政策統合  
上園昌武（島根大学法文学部）
- 10 : 45 A-5 小規模木質ガス化発電の現状と課題  
和田 武（和歌山大学）

【座長 : 上園昌武】

- 11 : 15 A-6 インドの再生可能エネルギー100%地域づくり-----Odenthrai 村の事例-----  
○和田幸子（元神戸市外語大学）・和田武（和歌山大学）
- 11 : 30 A-7 ドイツ・ニーダーザクセン州における地域エネルギー政策分野での中間支援体制の構築について  
○平岡俊一（北海道教育大学釧路校）・木原浩貴（京都府地球温暖化防止活動推進センター）
- 11 : 45 A-8 有機栽培および慣行栽培における CO<sub>2</sub> 換算 GHG 排出量比較—紅茶を例に  
渡来 絢（逗子フェアトレードタウンの会）

< B会場 : D41 教室 >

【座長 : 久志本俊弘】

- 10 : 00 B-1 公害被害が増加する、川崎市北部地域における PM2.5 汚染の実態を探る  
神戸 治夫（川崎から公害をなくす会）
- 10 : 15 B-2 横浜市南東部のごみ焼却施設廃止と児童の健康影響変化 <複合化する光化学オキシダント公害についての考察 第一報>  
木村健一郎（杉並大気汚染測定連絡会）
- 10 : 30 B-3 都市計画道路 3・4・18 号線開通前後の簡易月間計による NO<sub>2</sub> 濃度測定結果  
鳥居雪子（真間川の桜並木を守る市民の会）・○鈴木一義（市川の空気を調べる会）
- 10 : 45 B-4 「大気汚染にかかる環境保健サーベイランス調査」を調べる  
西川榮一（大阪から公害をなくす会／公害環境測定研究会）

【座長：歌川学】

- 11：15 B-5 二酸化窒素（NO<sub>2</sub>）測定用簡易月間計による環境市民運動の展開をめざして  
伊藤章夫（元千葉県環境研究センター）・○鈴木一義（市川の空気を調べる会）・  
栗屋かよ子（元四日市大学）・天谷和夫（元群馬大学）
- 11：30 B-6 中国の生活部門を対象とした汚染物質の排出要因分析  
○朱美華（アジア大気汚染研究センター）・山下研（アジア大気汚染研究センター）  
・青正澄（横浜市立大学）
- 11：45 B-7 住民による大阪府全域のNO<sub>2</sub>濃度と健康影響の調査研究  
○久志本俊弘・西川榮一・喜多善史（公害環境測定研究会）・中村毅（大阪から公害をなくす会）

< C会場：D42 教室 >

【座長：長屋祐一】

- 10：00 C-1 タイ・バンコク近郊工業団地周辺の運河網における溶存酸素量と流路周辺環境の関係性  
横田樹広（東京都市大学環境学部）
- 10：15 C-2 金目川上流域における動物の動向調査～里川づくりの視点を踏まえて～  
○佐藤泰基（東海大学大学院人間環境学研究科）・藤野裕弘（東海大学大学院人間環境学研究科）
- 10：30 C-3 情報ツールを用いた二子玉川河川敷の外来植物調査の市民科学と土壌水分含量  
○小堀洋美（東京都市大学・（一社）生物多様性アカデミー）・咸泳植・山岸陸  
・千石遼介（東京都市大学環境学部）・中村拓（ESRI ジャパン(株)）  
・中西修一（NPO 法人せたがや水辺デザインネットワーク）
- 10：45 C-4 西表島におけるカンムリワシ繁殖個体の林縁利用  
○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）  
・中本純市（石垣B I R D観察）・田中詩織（東海大学大学院人間環境学研究科）  
・武藤大輔（東海大学海洋学部）・網倉真太郎（東海大学海洋学部）  
・藤野裕弘（東海大学大学院人間環境学研究科）・河野裕美（東海大学沖縄地域研究センター）

【座長：森家章雄】

- 11：15 C-5 高齢化する担い手の負担を減らす ICT を用いた農業用水管理の現実的方法について  
長屋祐一（三重大学大学院生物資源学研究科）
- 11：30 C-6 SDGs に基づく放射線簡易測定器を活用する核兵器禁止廃絶の早期実現のための提案  
天谷和夫（元群馬大学）
- 11：45 C-7 SDGs を成功させるために必要な子供たちのエンパワメントに役立つ環境調査のための  
簡易測定器の意義  
天谷和夫（元群馬大学）



2日目 7月2日(日)

< A会場 : D31 教室 >

【座長 : 佐藤克春】

09 : 30 A-9 マルクスの〈生命〉論とディープ・エコロジー

浅川雅己 (札幌学院大学)

09 : 45 A-10 科学的説明と理解との間 ―一般的理解へつながりうる説明とは何か―

柿沼 美穂 (国立環境研究所)

10 : 00 A-11 リスクとリスク社会に関する一考察―ベックのリスク社会論によせて―

飛田満 (目白大学社会学部)

10 : 15 A-12 アクティブラーニング手法を用いた環境・エネルギー教育の実践～原発再稼働の是非を事例として～

○高野拓樹 (京都光華女子大学)・乾明紀 (京都光華女子大学)・朝倉眞一 (右京区役所)  
・久保友美 (龍谷大学)

10 : 30 A-13 里海を題材とした中学生への海洋学習プログラムの教育効果

桜井良 (立命館大学政策科学部)

【座長 : 野村 卓】

11 : 00 A-14 三重県中勢地区における田んぼダムの洪水抑制評価

伊藤良栄 (三重大学大学院生物資源学研究所)

11 : 15 A-15 避難地域解除と自治体の課題―発災時住民との関係において

磯野弥生 (東京経済大学)

11 : 30 A-16 除染事業の自治体間比較研究―千葉県内汚染状況重点調査地域9市を事例に

佐藤克春 (大月短大)

< B会場 : D41 教室 >

【座長 : 咸泳植】

09 : 30 B-8 貨物輸送分野における低炭素社会に向けた展望

近江貴治 (中村学園大学流通科学部)

09 : 45 B-9 ウルグアイ・ラプラタ川流域の湿地帯における水銀汚染とその対策

吉田充夫 ((独)国際協力機構)

10 : 00 B-10 豊洲施設地下の滞留水における Mo, Ga, Sn 等未報道の有害金属レベルと汚染源との関係

○尾崎 宏和 (東京農工大学 大学教育センター)・原 優太・得丸 貴司・宗像 仁美・斎藤 侃  
・渡邊 泉 (東京農工大学 大学院農学府物質循環環境科学専攻)

10 : 15 B-11 土砂埋立て等の規制に関する条例の現状と課題

黒坂則子 (同志社大学法学部)

10 : 30 B-12 地下灌漑稲作の農村環境恒常化

粟生田忠雄 (新潟大学農学部)

【座長：黒坂則子】

- 11：00 B-13 六価クロム鉛さい埋立地に分布する植物に対する汚染の影響  
○原 優太(東京農工大学大学院 農学府)・尾崎宏和(東京農工大学 大学教育センター)  
・池田桃恵(東京農工大学大学院 農学府)・渡邊 泉(東京農工大学大学院 農学府)
- 11：15 B-14 産業排水に起因する湿地帯の水銀汚染とその対策  
吉田充夫 ((独)国際協力機構)
- 11：30 B-15 土地利用、糞便汚染指標、理化学性の類似性を用いた地下水の硝酸汚染源の究明  
○咸泳植・田中健太・中澤諭由・三上萌衣子 (東京都市大学環境学部)

< C会場：D42 教室 >

【座長：磯部作】

- 09：30 C-8 自然共生社会に向けた規範構築過程の考察  
横田匡紀(東京理科大学理工学部)
- 09：45 C-9 貨幣評価と多基準分析にかんする考察 一新国富指標等の意義と課題をめぐって一  
氏川恵次 (横浜国立大学大学院国際社会科学研究院)
- 10：00 C-10 中国湖南省における鉱山開発と環境汚染  
知足章宏 (フェリス女学院大学国際交流学部)
- 10：15 C-11 インドネシアの熱帯林における非木材林産物としてのサトウヤシ砂糖の支援に関する実証研究 ～製品の特徴づけをめざした味覚試験の実施～  
○佐藤輝 (フェリス女学院大学)・仲摩栄一郎 ((公財) 国際緑化推進センター)  
・久野真希子 (プレマ株式会社)・矢田誠 ((公社) 日本環境教育フォーラム)
- 10：30 C-12 公害被害地域における環境再生と地域再生の動向：足尾を中心に  
関耕平 (島根大学法文学部)

【座長：関耕平】

- 11：00 C-13 イギリスにおけるアスベスト管理規制の特質  
杉本通百則 (立命館大学産業社会学部)
- 11：15 C-14 鹿児島市の家庭ごみの減量化・資源化推進の取り組みについて  
八木 正 (鹿児島国際大学経済学部)
- 11：30 C-15 鹿児島市の新南部清掃工場とバイオガス施設について  
八木 正 (鹿児島国際大学経済学部)
- 11：45 C-16 条例によるごみ屋敷対策  
小谷 真理 (同志社大学政策学部)

< ポスター発表 (各 15 分) >

- 12：00 P-1 神奈川県秦野市における湧水群の現状  
○田邊幸歩 (東海大学大学院人間環境学研究科)・藤野裕弘 (東海大学大学院人間環境学研究科)

12 : 00 P-2 二子玉川の兵庫島公園における外来植物のコドロード調査と環境要因

○咸泳植・倉持宗次郎・齋藤孝平（東京都市大学環境学部）

・小堀洋美（東京都市大学・（一社）生物多様性アカデミー）

12 : 15 P-3 神奈川県秦野市における緑地保全活動の経緯と現状

○田邊幸歩（東海大学大学院人間環境学研究科）・藤野裕弘（東海大学大学院人間環境学研究科）

12 : 15 P-4 金目川水系のネオニコチノイド系農薬の水中濃度について～リスク評価に向けて～

○梅津麻衣（東海大学大学院人間環境学研究科）・寺山隼人（東海大学医学部）

・松本晃一（東海大学研究推進部）・藤野裕弘（東海大学大学院人間環境学研究科）

・坂部貢（東海大学医学部）

### **<自主企画セッション> 13:30~15:30**

A会場 K-1 廃棄物管理分野の国際環境協力の課題

座長：吉田充夫（一般社団法人国際環境協力ネットワーク）

**日本環境学会**  
**第 43 回研究発表会 2017**

**発表予稿集**

## 太陽光発電の大量連系による西日本管区の電力需給と 電源構成メリットオーダーへの影響分析

キーワード：太陽光発電，系統連系，メリット・オーダー，電力需給，

○竹濱朝美（立命館大学）・歌川学（産業技術総合研究所）

連絡責任者：竹濱朝美（京都市北区等持院北町 56-1，立命館大学産業社会学部）

### 1. はじめに

本報告は、変動性電源である太陽光発電、風力発電を大量に電力網に系統連系した場合に、電力需給と電源構成にどのような影響が発生するかについて、簡易なエネルギー計算を行う試みである。電源種類の燃料費メリット・オーダーの順に電源を投入し、電力需給に与える影響と電源構成の変化を確認するため、発電機の経済的運用の簡易モデルを試作する。

多くの場合、電力需給解析のモデルは、電気工学分野で、現状の電源構成、現状の系統運用を前提としての発電機の起動停止計画にかかるユニット・コミットメント (unit commitment) の研究として行われている<sup>1 2</sup>。本研究は、電気品質解析や発電機一基一基の起動停止および出力制御を検討するのではなく、電源構成と需要の大きな変化を考慮できるよう、電源種類ごとに設備容量および有効電力を合算し、送電管区ごとの需給を概算する。

### 2. モデルの基本設計と仮定

投入する外生変数について説明する。電源種類を、石炭、石油、LNG 汽力、ガス・コンバインドサイクル、独立発電業者・自家発、地域間送電、原子力、揚水発電、水力（貯水池方式）、水力（流れ込み）、太陽光、風力に区分する。火力（石炭、石油、液化天然ガス（汽力）、ガス・コンバインドサイクル、独立発電業者・自家発）については、発電技術と負荷追随能力に応じて、3種類のサブグループに区分した。西日本の各管区について、電源種サブグループごとの設備容量合算値を用いる。発電設備容量データは、経済産業省審議会資料による<sup>3</sup>。

周波数調整用の調整力は、石油、LNG 汽力、ガス・コンバインドサイクル、独立発電業者・自家発、揚水発電、水力から投入するものとした。石炭、原子力は調整力に投入しない。地域間送電も現時点では調整力に投入しない。調整力に使用する発電機の出力増強速度、出力低下速度は、電源種サブグループごとに、10分あたりの出力変動能力を考慮した。調整力の準備量として、各サブグループの設備容量に対して、出力増強マージン（上げ代）に5%、出力低下マージン（下げ代）に5%を充てる。ただし必要であれば、送電管区の太陽光・風力の導入規模に応じて、調整力準備量は、電源種の設備容量の5%から数%まで、調整する。

火力および水力発電機からの予定供給の割り振りは、電源種サブグループごとに、最低出力下限値、1時間当たりの出力増強速度、出力低下速度を考慮する。各電源種サブグループは、設定した最低出力下限値、および1時間当たりの出力増強速度の制約条件の範囲で運転し、かつ、調整力に使用する発電設備は、調整力用の供給力を確保したうえで、運転する。

風力、太陽光、水力発電は、全ての発電量を優先給電する。送電網の混雑の制約は考慮していない。原子力発電は、今回は稼働停止（原発ゼロ・シナリオ）として試算した。風力、太陽光、水力を優先給電したうえで、火力機を投入し、各送電管区の需要を満たすものとする。火力機は、予定供給および調整力の両方とも、燃料コストの安い順にメリット・オーダー (merit order) で投入し、燃料コストが最

小となるように、最適化する。風力、太陽光、水力の燃料コストはゼロとする。燃料コストのデータは経済産業省審議会のデータを参照した<sup>4</sup>。最適化計算には、Matlab Optimization tool box を使用した。

表 1 発電設備に設定した仮定

| Source               | Number of subgroup                      | Lower output limit [%] | Control reserve unit |
|----------------------|---|------------------------|----------------------|
| Coal                 | 3                                       | 30                     | no                   |
| Oil                  | 3                                       | 10                     | yes                  |
| <b>LNG</b>           | 3                                       | 10~15                  | yes                  |
| Gas-CC               | 3                                       | 10                     | yes                  |
| Independent (独立発電業者) | 3                                       | 10                     | yes                  |
| Zone-exchange        | Number of interzone tie-lines(管区の連系線本数) | 0                      | no                   |
| Nuclear              | 1                                       | 0                      | no                   |
| Pump storage         | 1                                       | 0                      | yes                  |
| Hydro reservoir      | 1                                       | -                      | yes                  |
| Hydro run of river   | 1                                       | -                      | yes                  |
| PV                   | 1                                       | -                      | no                   |
| Wind                 | 1                                       | -                      | no                   |

需要は常に変動しているため、需要の少なくとも 3%以上を、調整力として常に保持するように制約を課している<sup>5</sup>。需要予測と水力発電、風力発電の出力予測については、予測誤差をゼロと仮定した。調整力の投入は、太陽光出力の予測誤差を補うものと仮定した。太陽光の広域出力予測は、気象庁のアメダスのデータを用いる簡易予測とした。

揚水発電は、火力燃料による汲み上げと太陽光電力による汲み上げの二つの運転パターンについて、翌日の昼時間帯の太陽光出力予測値に応じて、翌日の揚水運転計画を切り替え、一日単位で、池の水量を元の基準水量に戻すものとした。

### 3. モデルの試験的実行からの考察とまとめ

試算結果の一例を図 1 に示す。太陽光発電増加により夏季の昼間の需給が大きく緩和された。昼も火力稼働が減り揚水発電も夜間でなく昼に動かすケースも確認される。昼も夕方も需給逼迫や火力追従速度不足等の問題点は見られない。今後、大量普及ケースや需要減、火力設備減等の分析を実施していく。

また、揚水発電の運用について、火力燃料汲み上げ、太陽光汲み上げを考慮した設定を改良していく。

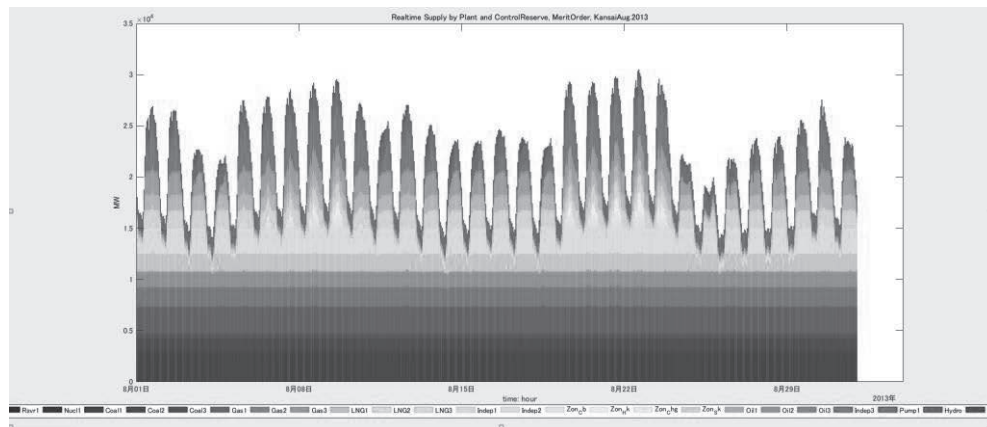


図 1 モデルの試行結果の一例 (2013 年 8 月、関西電力管区の需要、風力、太陽光の実績値による出力例)

### 4. 引用文献

- 加藤文佳, 真鍋勇介, 船橋俊介, 杉村修平, 栗本宗明, 鈴置保雄 「太陽光発電システム群合計出力の短周期変動特性を考慮した UC-EDC モデルの構築」電気学会論文誌 B, Vol.136-No.5, pp.505-514, (2015)
- 荻本和彦, 片岡和人, 占部千由, 斉藤哲夫, 「長期エネルギー需給見通しに基づく我が国の 2030 年の電力需給解析」第 32 回エネルギーシステム・経済環境コンファレンス講演論文集 (2016)
- 経済産業省, 「総合資源エネルギー調査会、基本政策分科会、電力需給検証小委員会、第 1 4 回、各電力会社提出資料、報告徴収資料」(2016)
- 経済産業省, 発電コスト検証ワーキンググループ, 「長期エネルギー需給見通し小委員会に対する発電コスト等の検証に関する報告」(2015)
- T. Kato, K. Kawai, Y. Suzuoki, 'Evaluation of Forecast Accuracy of Aggregated Photovoltaic Power Generation by Unit Commitment', (978-1-4799-1303-9/13, IEEE, Power Energy Society General Meeting 2013)



## 市民・地域共同発電所全国調査報告（2016）

○豊田陽介（特定非営利活動法人気候ネットワーク）

連絡責任者：toyota@kikonet.org

キーワード：再生可能エネルギー，市民・地域共同発電所，固定価格買取制度，太陽光発電

### 1. はじめに

市民・地域共同発電所は、市民や地域主体が共同で再生可能エネルギーの発電設備の建設・運営を行う取り組みである。そのために必要となる資金を、寄付や出資などの形で共同拠出すること、またそこで得られる発電収入は、出資者や地域に配当・還元されることが大きな特徴となる。市民・地域共同発電所は、1993年に宮崎で始まり、1997年に滋賀において全国で2例目となる取り組みが生まれて以降、全国に広がりを見せてきた。

筆者は、こうした市民・地域共同発電所の実態把握のための全国調査を定期的に行ってきた。本報告では、市民・地域共同発電所の最新動向を把握することを目的に実施したアンケート調査の結果について報告するとともに、調査の結果を元に、市民・地域共同発電所の動向とそれらを取り巻く状況について整理し、日本における市民・地域共同発電所の課題と展望についてまとめる。

### 2. 調査の方法

全国の市民共同発電所の動向を把握するために、大きく2つの段階に分けて調査を行った。それぞれの調査対象と方法について概要を以下にまとめる。

#### (1) 情報の整理・収集を目的とした事前調査

まずは全体的な動向の把握を目的に、これまでにを行った調査結果やこの間蓄積してきた情報を整理するとともに、新しく設置された市民共同発電所に関する情報の収集のために、インターネットによる情報の収集や市民電力連絡会に情報提供の協力呼びかけを行った。

#### (2) 新規団体および未調査団体を対象としたアンケート調査

市民・地域共同発電所に取組んでいる団体を対象として、アンケート調査を実施した。

2017年1月中旬にメールにて発送を行い、2月上旬を回収期限とした。回収期限後、返信のないものについては督促を行った。最終的なアンケートの回収率は、およそ40%となった。

### 3. 結果（または結果および考察）

結果、全国で市民・地域共同発電所に取り組む団体の数はおよそ200団体、発電所数は1,028基になった。2013年の詳細調査では、115団体、458基が確認されたが、当時と比べても団体数、発電所数ともに大幅に増加している。

この内、太陽光発電所は984基、大型の風力発電が30基、小型風車が10基、小水力発電が4基となった。前回調査時から風力や小水力がほとんど増加していないのに対して、太陽光発電は倍増している。この背景には固定価格買取制度の制定によって、太陽光発電事業の採算性の確保ができるようになったこと、また風力や小水力に加えて事業の準備期間が短く、比較的风险が少なく簡単に事業化できることから、市民・地域共同発電所においても太陽光発電の導入が、顕著に進むことになったと思われる。

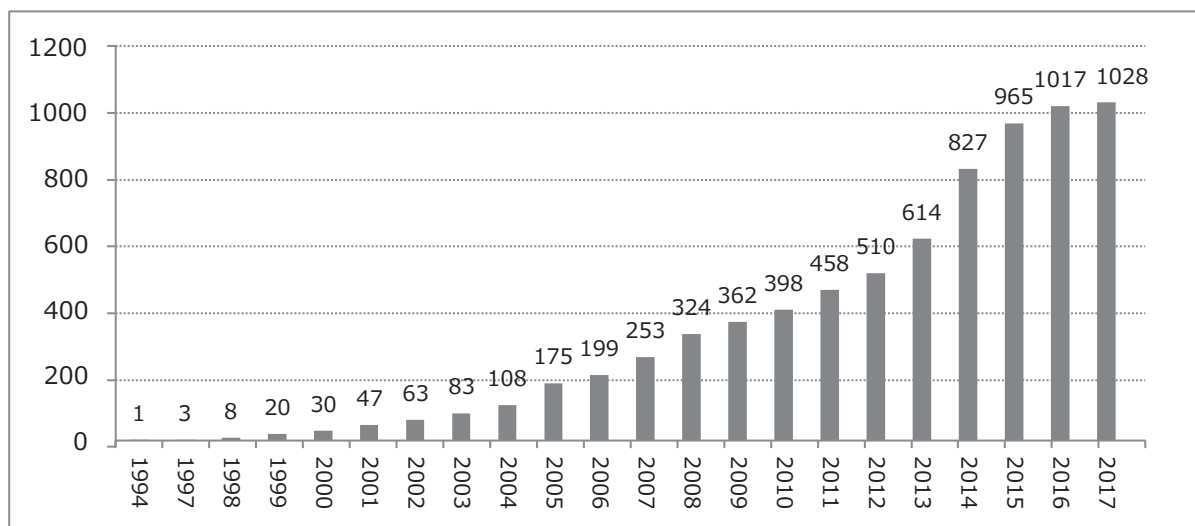
各年の市民・地域共同発電所の導入実績の推移を見ると、FIT施行後に急増し、2014年をピークに近年は鈍化傾向にあることがわかる（図参照）。特に2016年はFIT以前の2011年と変わらないレベル

にまで減少している。この背景には電力会社による系統連系の保留に伴う、系統接続への出力抑制を行うことを電力会社に認める制度改正が考えられる。この制度改正や近年のローカル系統への接続制約が市民・地域共同発電所に対しても、大きな影響を与えているものと思われる。また、近年の急速な設備価格の低下に合わせた買取価格の低下や、開始から3年間が経過し、太陽光発電の買取価格の優遇期間が終了したことも、少なからず影響を与えていると思われる。

都道府県別の導入実績を見ると、長野県が353と最も多く全体の3割程度を占める。続いて、福島県(92基)、東京都(83基)、京都府(50基)、愛知県(45基)で導入が進んでいる。

規模別の推移を見ると、「10kW以上50kW未満」が2012年以降から増加し、54%と最も多くの割合を占めていた。2012年のFIT制度施行によって10kW以上が全量売電の条件となったことがその要因とみられる。また近年では50kW以上や大きなものでは1MWを超える発電所も見られるようになってきている。事業規模の拡大によるkWあたりの価格の低下や、それに伴う事業採算性の向上、売電収入の増加などを期待したものと考えられる。

図 市民・地域共同発電所の推移（基数）



#### 4. 課題と今後の展望

今回のアンケート調査を通じて、市民・地域共同発電所が全国的に広がりを見せ、規模の拡大や、手法の多様化が進んでいることが確認された。また、制度変更による影響を強く受けていることも確認できた。特に2015年以降の制度変更への対応が大きな課題となっており、いくつかの団体では発電から熱利用への転換や、ソーラーシェアリングなどの付加価値を持った事業の展開、地域電力との連携などが始まっている。今後の展望としては、アンケート調査でも期待する声が挙げられていた市民・地域共同発電所全国フォーラムや市民電力連絡会、全国ご当地エネルギー協会などのネットワーク作りを進め、その中で情報共有や、個々の団体では対応が難しい課題への対応や政策提案を行うことで影響力を高めていくことが挙げられる。

#### 5. 引用文献

豊田陽介, 2016, 「市民・地域主体による再生可能エネルギー普及の取り組み「市民・地域共同発電所」の動向と展望」『サステナビリティ研究』6, 87-100.

本研究は、JSPS 科研費 JP26380189 の助成を受けたものです。



## 今世紀後半温室効果ガス排出ゼロにむけた 2050年までの温暖化対策とエネルギー需給

○歌川学（産総研）・外岡豊（埼玉大学）

連絡責任者：歌川学（m.utagawa@aist.go.jp）

キーワード：気候変動，温室効果ガス，温暖化対策，エネルギー需給，スリム化

### 1. はじめに

気候変動の悪影響防止のため、温室効果ガス排出量の大幅削減が求められる。パリ協定で「産業革命前からの気温上昇を2℃を十分下回る」全体目標、今世紀後半に人為的温室効果ガス排出を実質的にゼロにすることが規定された。これを実現する対策試算がIEAやIRENAなどで行われ、日本でも2050年にエネルギー起源CO<sub>2</sub>をゼロあるいは80%以上削減可能との試算がある（Kainuma et al, 2014, 大城・増井, 2014, システム技術研究所, 2017）。本報告では、対策種類と活動量スリム化の影響を検討する。

表1 対策ケース分け

### 2. 方法

ボトムアップモデルにより2050年までの対策によるエネルギー需給とエネルギー起源CO<sub>2</sub>排出量を、BAU（対策なし）及び対策3ケースについて試算した（表1）。

想定した主な省エネ対策は以下の通りである。技術普及の2つのケースは2030年までに現在の優良技術が普及、産業部門・素材製造業は各業種優良エネルギー原単位「省エネ法ベンチマーク」を2030年に業種平均で達成する。鉄鋼は高炉から電炉（リサイクル鉄）への転換により大幅な省エネになるが、技術普及の2つのケースは2050年にも粗鋼生産量内訳で高炉70%、電炉30%とした（スリム化ケースは高炉10%、電炉90%）。非素材製造業・非製造業の生産設備は既存技術普及で見られる効率改善を達成、従業者むけ空調・照明などユーティリティは業務部門のみ対策を想定した。運輸は自家用乗用車、トラックが燃費基準の各区分の燃費トップランナーを2030年に達成、その後自家用乗用車とタクシーは電気自動車に100%転換、バスとトラックは小型を中心に50%転換（スリム化ケース80%転換）と想定した。

再生可能電力は2050年に100%導入、また低温熱利用を再生可能熱利用に転換する。石炭は高炉製鉄で10%、非鉄金属で30%、その他の製造業では不可欠用途以外は天然ガス転換を想定、石油も不可欠用途以外天然ガス転換を想定する。運輸燃料はバスとトラックで天然ガス転換を想定する。船舶と航空は技術普及2ケースでは転換を想定しない（スリム化ケースのみ再生可能エネルギー燃料10%を想定）。

いずれのケースも原子力は見込まない。またCCSは見込まない。

### 3. 結果と考察

対策により、2050年の一次エネルギーは技術普及2ケースで2010年比60~70%、スリム化ケースで75%削減となる。2050年のエネルギー起源CO<sub>2</sub>排出量は技術普及2ケースで1990年比85~90%削減、スリム化ケース97%削減となる。再生可能エネルギー電力割合は対策ケース共通で100%（水力など変動電源以外を含む）、一次エネルギー全体割合は技術普及2ケースで約70%、スリム化ケースで90%となる。

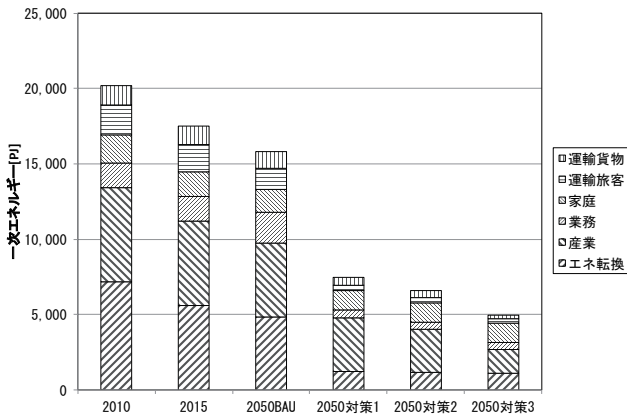


図1 2050年までのエネルギー需給

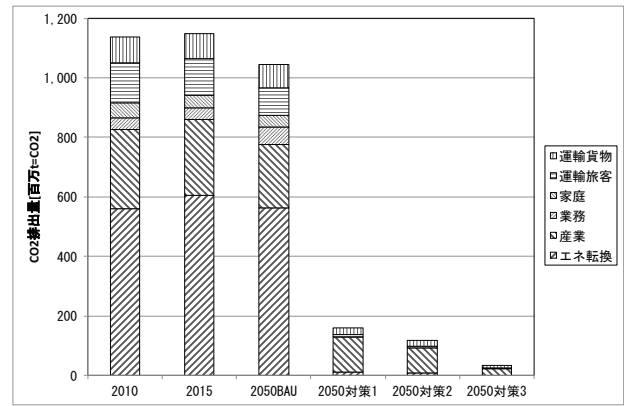


図2 2050年までのエネルギー起源CO2排出量

2040年までのIEA燃料価格見通しから2050年の輸入化石燃料費と国内光熱費を試算すると輸入化石燃料費は対策なしケース24兆円に対し、技術普及の2ケース3兆円、スリム化ケースで1兆円に減少する。国内光熱費は対策なしケース約60兆円に対し、技術普及の2ケース22~24兆円、スリム化ケース18兆円に減少する。技術普及・大量生産ケースで費用対効果を点検すると、累積初期投資額は約300兆円に対し累積光熱費削減額は600兆円以上で、投資費用回収、対策企業や家庭の利益になる。対策は全ての部門で投資回収可能である。産業の石炭から天然ガスへの転換、バス・トラックの電気自動車転換でコスト増の可能性はあるが、当該対策に特化した政策で、全部門への高率炭素税は不要である。

累積の初期投資額約300兆円、平均年額約10兆円は、一部は海外流出するとしても国内産業受注が大きく、対策は全体として化石燃料費海外流出を大きく減らし、国内へお金の流れを変え、産業需要創出・雇用創出につながるとみられる。経済ロスは今後の化石燃料設備投資により発生する可能性がある。また2050年にも一部に化石燃料消費が残っているのは価格面でもリスク要因となる。

#### 4. まとめ

2050年以降の温室効果ガス排出ゼロの持続可能な脱炭素社会に向け、エネルギー需給とエネルギー起源CO<sub>2</sub>削減の技術的可能性を検討した。エネルギー起源CO<sub>2</sub>排出の2050年80%削減(1990年比)は、大量生産継続で、かつ新技術も想定せず既存優良技術のみの普及という条件でも技術的に達成可能なことが明らかになった。また材料利用効率化・スリム化を行うと97%削減可能性が得られた。

累積設備投資額と光熱費削減を比較すると光熱費削減が大きく上回り、全ての部門で投資回収可能とみられる。また輸入化石燃料費を大きく削減、国内産業へとお金の流れを変え、国内産業需要創出・雇用創出が期待される。

#### 5. 引用文献

Kainuma et.al(2014): Mikiko Kainuma, Ken Oshiro, Go Hibino and Toshihiko Masui, 2014. Japan Chapter, Pathways to Deep Decarbonization, 2014 Report, [http://unsdsn.org/wp-content/uploads/2014/09/DDPP\\_2014\\_report\\_Japan\\_chapter.pdf](http://unsdsn.org/wp-content/uploads/2014/09/DDPP_2014_report_Japan_chapter.pdf)  
 大城・増井(2014): 大城賢・増井利彦「わが国を対象とした多地域エネルギー技術選択モデルによる2050年までの温室効果ガス削減シナリオ」, Journal of Japan Society of Energy and Resources, Vol.35, No.4, pp.31-39.  
 システム技術研究所(2017): 「脱炭素社会に向けた長期シナリオ 2017 ~パリ協定時代の2050年日本社会像~」 [http://www.wwf.or.jp/activities/170215LongTermEnergyScenario2017\\_Final\\_rev2.pdf](http://www.wwf.or.jp/activities/170215LongTermEnergyScenario2017_Final_rev2.pdf)

## 地球温暖化対策とエネルギー貧困の政策統合

○上園昌武（島根大学法文学部）

連絡先：uezono@soc.shimane-u.ac.jp

キーワード：地球温暖化対策、エネルギー貧困、政策統合、省エネ診断、福祉対策

### 1. はじめに

エネルギー貧困（Energy poverty）や燃料貧困（Fuel poverty）は、電気やガスなどの近代的なエネルギーを利用できない状態を指す。近年のエネルギー価格の上昇や経済格差の拡大によって、その費用が家計を圧迫して暖房などを十分に使えない世帯が増加し、先進国でもエネルギー貧困の状況が悪化している。地球温暖化対策はエネルギー貧困の解決策となりうる。なぜならば省エネ化が進むと、エネルギー消費量が減るため、光熱費の負担額も減少するからである。問題となるのは、低所得者には省エネ対策に取り組める経済的余裕がないことである。本報告では、ドイツのカリタス協会などが実施してきた省エネ診断制度（Stromspar-check）を事例に、環境・福祉・雇用創出という環境政策統合の実態を検討し、エネルギー貧困の解消に向けた今後の展望と課題を示したい。

### 2. ドイツのエネルギー貧困の実態

2015年のドイツの家庭部門のエネルギー消費量は5,317万トン（原油換算）であり、1990年比で15%減、2000年比で19%減少している。とくに2000年代以降、住宅の断熱性能や電気製品などの省エネ性能が向上してきたことがエネルギー消費量の減少に影響していると推察される。それにもかかわらず、世帯当たりのエネルギー費用は上昇して世帯収入の約8%を占め、家賃の20%や食料費の10%と比べても大きな割合になっている。1998年の世帯当たりのエネルギー費用は85ユーロであったが、2012年には122ユーロとなり、43%増加している。2012年のエネルギー費用の内訳をみると、電気代は全体の4割、ガスや集中暖房などの熱利用が残りの6割を占める。

所得階層別の世帯平均純収入（月平均）に占める電気代の割合をみると、2012年の最も所得の低い10%世帯は7.0%であるのに対して、最も所得の高い10%世帯は1.2%に過ぎない。2011年にドイツ国内で電力を利用できない世帯が31.2万軒あったという。ドイツにおいて、低所得世帯ほど電気代が家計に占める割合が大きくなり、高所得世帯ほどその逆になるという逆進性が顕著である。

### 3. ドイツの省エネ診断事業

ドイツの省エネ診断事業（Stromspar-check）は、無料の省エネ診断によって低所得世帯の電力や水、熱消費の削減を促すだけでなく、省エネ診断士の雇用を創出するプログラムであり、環境・福祉・労働にまたがる統合政策である。省エネ診断事業は、2005年12月に失業者や低所得者など社会的弱者への支援に取り組んできたカリタスの省エネ部署（Cariteam）とCO<sub>2</sub>排出削減を目指すフランクフルト市、失業対策に取り組むフランクフルト・ジョブセンター（職業安定所）などが共同で始められた。

省エネ診断の流れを説明すると（図1）、①顧客は担当受付に初回診断の予約を入れる。②省エネ診断士は2名1組で顧客宅を訪問し、エネルギー消費機器の状況や光熱水道の請求書などの情報を1時間程度かけて調べる。③診断士はカリタスの事務所でその情報をもとに省エネ潜在量を計算し、その世帯にあった省エネ対策プランを検討する。④診断士は再度訪問し、顧客にプランを提示し、そこで導入する省エネ機器を決定する。⑤顧客は50～70ユーロ相当の省エネ機器（省エネランプ、節水シャワーヘッド

ド等。世帯当たりで約 12 個の機器) を無料で提供される。

省エネ診断士を志望する失業者は、フランクフルトの場合、フランクフルト・ラインメイン手工業組合 (HWK) で 8 週間の職業訓練プログラムを受けなければならない。診断士の応募条件は、1 年以上の長期失業者 (失業手当 II) などである。事業当初の応募者は、中高年の手工業者や電気・営業の知識・経験をもつ人が多かったという。訓練プログラムは、①40 時間の一般的な訓練 (コミュニケーション訓練、コンピュータ操作、梯子の使い方などの安全訓練、電気関連の安全訓練)、②60 時間の省エネや節水技術に関する専門訓練 (エネルギーアドバイザーによる訓練、講師同行での実地訓練、ミーティングでの訓練、標準化されたカリキュラムと訓練マニュアル)、③就業訓練で構成される。訓練終了後の試験を経て原則 1 年間採用される (現在は最長で 3 年間)。とりわけ省エネ診断を円滑に行うためには顧客との対話能力を養うことが重要とされている。

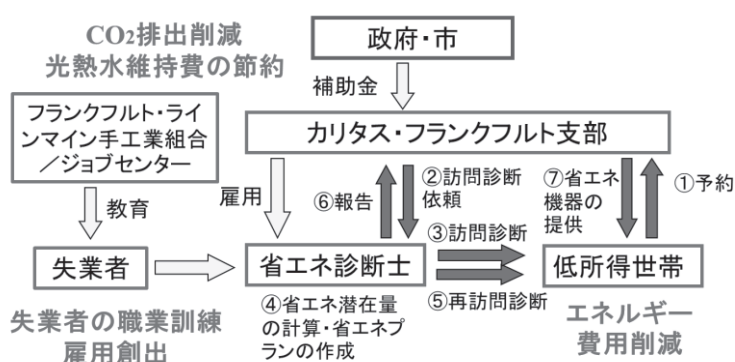


図 カリタス・フランクフルト支部の省エネ診断制度の流れ

#### 4. ドイツの省エネ診断制度への評価

ドイツの省エネ診断事業は、家庭でのエネルギー消費量と CO<sub>2</sub> 排出量の削減を求めた環境対策と、社会的弱者が光熱水費の値上げに苦しんでいるエネルギー貧困対策、長期失業者に対する就労機会の提供として始められた。省エネ診断事業は、①環境対策 (CO<sub>2</sub> 排出削減)、②福祉対策 (低所得者の光熱水費の節約)、③失業対策 (失業者の雇用創出)、④行政経費の節約 (行政の光熱水維持費や失業手当費用の削減) という主に 4 つの効果を同時に生み出しており、環境政策統合の成功例と評価できる。

成功のポイントとして、第 1 に、簡易な省エネ機器でも世帯当たり 70 ユーロを上限に無料で配布していることがあげられる。省エネ診断で具体的なアドバイスを受けても、自ら費用負担してまで機器を購入する人は極めて少ないだろう。第 2 に、機器を無料で配布するための財源を確保できたことがあげられる。連邦政府や自治体は費用を負担しても、それ以上に行政経費が節約されて収支がプラスになり、福祉や失業という社会課題をまとめて解消でき、一石二丁や三丁にもなった。第 3 に、省エネ診断の実施主体が横断的に協議して仕組みをつくりあげたことがあげられる。

省エネ診断制度は、持続可能な社会の構築につながる可能性を示しているが、簡易な取り組みであるために省エネ効果が限定的である。今後の課題として、低所得者向けにテレビや洗濯機などの大型機器の交換や、熱利用のより大きな削減効果につながるプログラム開発が求められるだろう。

#### 5. 参考文献

上園昌武 (2017) 「地球温暖化対策とエネルギー貧困対策の政策統合ードイツの省エネ診断制度を事例に」『経済科学論集』第 43 号、pp.63-86。



## 小規模木質ガス化発電の現状と課題

○和田 武 (和歌山大学経済学部)

連絡責任者：和田 武 (yiu26805@nifty.com)

キーワード：小規模木質ガス化発電，熱電併給，FIT，未利用木材，地域発展

## 1. はじめに

日本は豊富な森林資源を保有しているが、木質バイオマスを十分に活用できていない。演者は、本学会の第40回研究発表会(2014年)での「小規模木質バイオマス発電の重要性と展望」を発表し、FIT(電力買取制度)で未利用木質発電電力の買取価格を一律32円/kWhとしてきた結果、コスト的に有利な5MW以上の大規模発電が増加し、さまざまな問題が生じていることを指摘し、小規模未利用木質発電普及の重要性について論じた。演者がFITの調達価格等算定委員会のなかで小規模発電の別区分化を主張し続けた結果、2015年度から2MW未満の発電電力の買取価格が40円/kWhに設定された。

本報告では、それ以降の日本におけるFITを活用した未利用木質発電の認定、導入状況を明らかにするとともに、高効率のエネルギー生産が可能な木質ガス化発電(熱電併給=コジェネレーションを含む)の現状を調査し、今後の普及推進のための問題点と課題について考察する。

## 2. 研究方法

「未利用木質バイオマス発電」のFIT認定・導入件数に関しては、資源エネルギー庁のデータをもとに分析した。小規模木質ガス化発電の導入事例についてはそれぞれ調査を実施した。

## 3. 結果

## 3-1. 「未利用木質バイオマス発電」のFIT認定件数と導入件数の推移

図1からわかるように、2015年4月に6件に過ぎなかった2MW未満の認定件数が2016年末には28件に増加し、2MW以上の認定件数は45件から48件の微増にとどまり、最近では頭打ち状態となっている。前回、報告したように、小規模発電のほうがり市町村単位の取り組みが可能であり、里山資源を活用して地域活性化等の地域に利益をもたらす手段として認識され始めたためであろう。

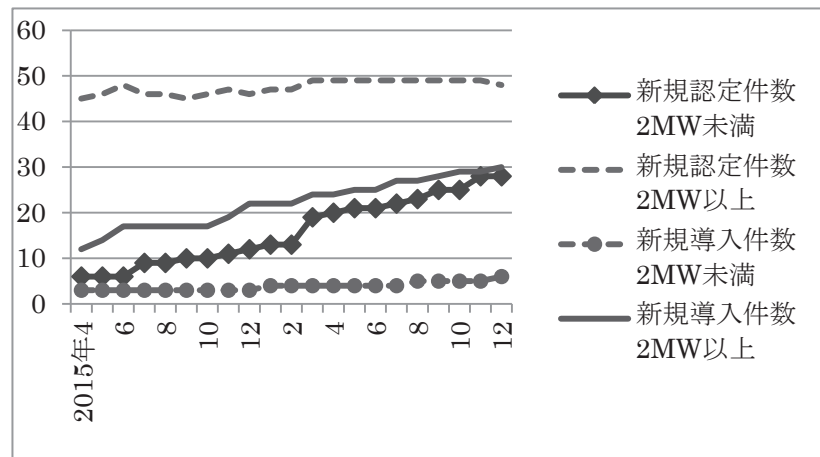


図1. 2MW未満と2MW以上の「未利用木質発電」の2015年度以降のFIT新規認定件数と導入件数の推移

## 3-2. 2MW未満の導入事例の調査結果

2016年末までに導入された2MW未満の未利用木質発電所を表1、2にまとめた。導入件数も徐々に増加しつつあり、2016年末までに新規認定分で6件となり、既設でFITの移行認定を受けた発電所4件と合わせて10発電所が導入されている。東北が5件、長野県が4件ですべて東日本であった。

10件中7件がガス化ガスエンジン発電方式で、残り3件は直接燃焼による蒸気タービン発電方式であった。5MW以上の大型発電所はすべて直接燃焼による蒸気タービン方式であるのとは、異なる傾向である。2MW未満の蒸気タービン発電の場合、発電効率は20%前後より低くなるが、ガス化発電では、20%以上になる上、熱電併給(コジェネレーション)が可能であるため、熱利用も加味すれば60%以上のエネルギー効率も実現できる。大規模発電では大量の燃料が採取できる広大な森林が必要であり、市町村単

位での実施は困難である上、燃料輸送に要する作業やエネルギー、経費が増加し、余分なCO<sub>2</sub>を排出する。したがって、小規模発電でガス化ガスエンジン発電方式が選択されるのは好ましい傾向であると言える。

表1. 2016年未までに導入された2MW未満の未利用木質発電所（FIT移行認定分）

| 導入場所   | 実施主体           | 発電出力・kW | 熱出力・kW | 発電方式        |
|--------|----------------|---------|--------|-------------|
| 岩手県奥州市 | 奥州市            | 25      | 39     | 木質ガス化ガスエンジン |
| 山形県村山市 | やまがたグリーンパワー（株） | 1,567   |        | 木質ガス化ガスエンジン |
| 埼玉県秩父市 | 秩父市            | 146     | 175    | 木質ガス化ガスエンジン |
| 長野県長野市 | 長野森林資源利用事業協同組合 | 1,300   |        | 直接燃焼蒸気タービン  |

表2. 2016年未までに導入された2MW未満の未利用木質発電所（FIT新規認定分）

| 導入場所    | 実施主体              | 発電出力・kW | 熱出力・kW | 発電方式        |
|---------|-------------------|---------|--------|-------------|
| 福島県郡山市  | (株)トモ・コーポレーションエコ村 | 45      | 105    | 木質ガス化ガスエンジン |
| 長野県長野市  | 長野森林資源利用事業協同組合    | 1,500   |        | 直接燃焼蒸気タービン  |
| 長野県飯田市  | かぶちゃん電力（株）        | 360     | 720    | 木質ガス化ガスエンジン |
| 長野県安曇野市 | エアウオーター（株）        | 1,900   | 3800   | 木質ガス化ガスエンジン |
| 宮城県気仙沼市 | 気仙沼地域エネルギー開発（株）   | 800     |        | 木質ガス化ガスエンジン |
| 山形県鶴岡市  | (株)鶴岡バイオマス        | 1,995   |        | 直接燃焼蒸気タービン  |

ところが、これらの導入例を個別に調査したところ、7件のうち、やまがたグリーンパワーと気仙沼地域エネルギー開発、トモ・コーポレーションエコ村の発電所以外は順調に運転できていないことが明らかになった。ただし、トモコーポレーション発電所は規模が小さいので、買取価格が40円/kWhでも採算的には難しいようである。木質ガス化は、チップやペレットを熱分解してCO、CH<sub>4</sub>、H<sub>2</sub>の可燃性ガスを生み出し、それを燃料としてガスエンジンで電力と熱を生産する方式であるが、その際、副生成物として粘性の高いタール状物質（芳香系化合物）や水も発生する。これがプラント故障の原因となり、運転停止や稼働率低下、採算性が悪化してしまう。ガス化発電プラントに注目すると、順調に運転できているのはいずれも外国製であった。欧州諸国を中心に早くから森林資源を積極的に活用してきたのでガス化技術も発達しているが、日本にはまだ利用に耐えるプラントを製造できていないようである。

#### 4. 考察

森林資源を活用する小規模未利用木質ガス化発電（熱電併給を含む）の普及は、再生可能エネルギー普及の中でもとくに地域活性化に寄与するものである。その普及を推進するには、タール問題等を克服でき、安定的に運転できるプラントの採用が欠かせない。現在、上記のような採算がとれる事例が生まれているが、最近、世界的に調査してみると、稼働率が90%を越える実績をもつプラントも5企業が生産している。なかでも、オーストリアのURBAS Maschinenfabrik GmbH製プラントの年間最大稼働時間が8580時間（稼働率98%）、ドイツのHolzenergie Wegscheid GmbH製が同8490時間（97%）という実績をもっている(1)。最近、URBAS社と提携する日本企業も設立されており、今後の動向が注目される。

当面は、このような優れたプラントを活用しながら、国産技術でも同様のプラント生産が可能な状況を早期に創出することが重要であろう。また、安定的に木質バイオマスを供給できる状況をつくり出すために、急峻な森林からも間伐材等を収集する技術開発が課題である。さらに、日本の場合、熱電併給による高効率エネルギー利用を広げるための政策の採用と熱需要の開拓や熱利用技術の開発も必要である。制度的には、100kW未満でも採算が取れるようなFITの買取価格を設定する必要がある。

そうすれば、多数の地域でガス化発電が導入され、豊富な森林資源を活用する高効率エネルギー生産を推進しつつ、地域の自立的発展、自然保護や災害防止への貢献、さらには社会全体のCO<sub>2</sub>削減やエネルギー自給率の向上、化石燃料輸入量の削減等の社会的好影響をもたらすことができるはずである。

#### 5. 引用文献

(1) Foerdergesellschaft Erneuerbare Energien e. V., "Industry Guide 2015: Thermochemical Biomass Gasification"; [http://www.fec-ev.de/11\\_Branchenguide/FEE\\_Industry\\_Guide\\_2015.pdf](http://www.fec-ev.de/11_Branchenguide/FEE_Industry_Guide_2015.pdf)

## インドの再生可能エネルギー100%地域づくり

——Odanthurai Panchayat の事例について——

○和田幸子 (元・神戸外大)、和田武 (和歌山大学)

連絡責任者 和田幸子 (ZVD06522@nifty.com)

キーワード ; Panchayat, TNEB, MNRE, TNEB、トライブ (tribe)

### 1.はじめに

インドでは、再生可能エネルギーの利用が急速に進み、今日ではインド独特の伝統的な住民の自治機構 (Panchayat) の中には、再生可能エネルギー100%地域づくりに成功したところも現われている。

本報告で扱う Odanthurai Panchayat は、そうした地域づくりに成功しつつある事例である。

インドは1970年代に始まる世界的なオイルショックを契機として、この国独特の再生可能エネルギーの利用を促進するための政策を着実に積み上げてきたが、その中心に位置づけられたのは「新・再生可能エネルギー省 Ministry of New and Renewable Energy =MNRE」の設置であった。このMNREの指導・支援のもとに、現在では再生可能エネルギー100%の地域づくりに成功しつつある事例が各地で見られるようになった。

本報告はそうした事例の中から、南インドのケーララ州との州境に位置するタミル・ナドゥ州オーダントライ・パンチャヤット (Odanthurai Panchayat) に注目するものである。

### 2.研究方法

報告者らは2003年以来、2005年、2008年、2013年の3回の現地調査を行ない、2016年には広くタミル・ナドゥ州全般の視察を行った。今回の報告の中心はそれらの現地調査によるものである。

上記の現地調査を資料的に裏付けるものとしては、政府MNREの刊行する各年報、機関誌 Akshay Urja (再生可能エネルギー誌) 各号、報告書類、IRENA(国際再生可能エネルギー機関)、PS-UNEP 協力センターの報告書などを用いた。

### 3.考察と結果

#### 3-1

パンチャヤットとは、地域社会の基盤となるインドの住民独特の自治組織で、伝統的な「長老5人委員会」の名残を留めており、農村ばかりではなく都市部にも存在する。物理的にも精神的にも地域が纏まるための中核となりうるものである。パンチャヤットの規模や包摂される人口等は規定されてはおらず、必ずしも“村”の範囲や規模と同一とは限らない。2~3カ村がまとまって一つのパンチャヤットを形成する場合もあれば、一つの村や町内にいくつかのパンチャヤットが形成されることもある。

オーダントライ・パンチャヤットは、インド南部タミル・ナドゥ州の中堅都市コインバトールから北方約40km、ニルギリ高地に向かう道筋のメトゥパラヤム・タルク地区にある。その住民の数は6500人、再生可能エネルギー100%の地域づくりのためのモデル事業として十年前に設置された。今日では各方面から注目を集めており、2016年の後半期だけで、他地域から2000人の議員や政治的リーダーたちが視察に訪れている。(The Hindu)

この辺りはいわゆる「トライブ=指定部族 (tribe)」が住む貧しい地域で、インド憲法上で特別優遇措置を講じられている人々が住んでいる。したがって、再生可能エネルギーの利用が広まるまでは、この地域には、街灯は言うまでもなく、炊事用のエネルギー源も充分ではなく、清潔な飲料水さえ利用できなかった。しかし、現在は再生可能エネルギーの利用によって、彼らはそれらを十分利用できるようになり、人々の生活は全く改善され、余力を女性やこどもの教育に注ぐ事が可能になったのである。

このような地域づくりのためにはMNREのみならず、ADB、ドイツの支援機関や日本のJICA、そして多くのNGOなどの資金も投入されている。



### 3-2

先ず、オーダントライ・パンチャヤットでは、電力のタミル・ナドゥ電力会社 (Tamil Nadu Electricity Board =TNEB) への依存を低下させるために再生可能エネルギーを利用する事にした。

TNEB ではまだ、毎日 3 時間、停電などの電力の不安定に直面しているが、このパンチャヤットでは再生可能エネルギーを利用する事によって、ポンプによって飲料水を汲み上げ、街灯をともすことができる。道路の地滑りが発生した場合でも、ヴィノバジ町とカラールプドゥルの 2 地区ではソーラー発電によって問題の解決ができた。

こうして住民は自らの使用量以上の電力を発電できるので、現在では余剰電力はタミル・ナドゥ電力会社に販売する事さえできるようになった。パンチャヤットでは二つの集落に 65 のソーラー街灯が設置されている。飲料水の汲み上げのためのポンプ用には 9kW のバイオマス・ガス化発電と 350kW の風力発電が使われている。

風力発電機は年間 75 万 units を生産するが、パンチャヤット内で 45 万 units しか必要としないので残りは TNEB に販売できる、それによってパンチャヤットは年間 1900 万ルピーの収入を得ることができる。

風力発電機の設置に際してはパンチャヤットとして 1150 万ルピーを銀行から借り入れたが、それは 7 年間で完済でき、その後借金はなくなった。

タミル・ナドゥ州 Green House 計画のもとに、このパンチャヤットでは、なお 850 戸の住宅を建て、受益者に提供したが、これはもっとも早い事例である。

#### 4、まとめにかえて

以上、報告者らはこれまで、南インドの村に注目して再生可能エネルギーが村づくり、地域づくりの鍵となるのではないかと考え、現地調査をくりかえしてきた。

南インドの片隅で、それまでに長い歴史的時間を、カースト外の「指定部族」という地位で生きてきた人々が、再生可能エネルギーを手に入れそれを利用することによって、自力で自らの地域を活性化させることができ、今再生可能エネルギー100%の地域づくりに成功したと胸を張っている。

報告者らは、この調査を続ける中で、地域的特性は様々で、社会の特色もそれぞれ異なっているが、エネルギー的に自立するという事が、個人的にも地域的にも、はたまた民族的にも誇りを呼び覚まし、未来への希望を見いだす条件となるものであることの確信を深めたのである。

インドの憲法には、カーストや宗教、民族などによる差別をしない事を高らかに唱っている。しかし、現実にはなかなかそうした差別の克服は難しいと考えられてきたのも事実であった。オーダントライ・パンチャヤットの地域ぐるみ成功の事例は、われわれに多くの事を示唆しているのである。

自力で村づくり

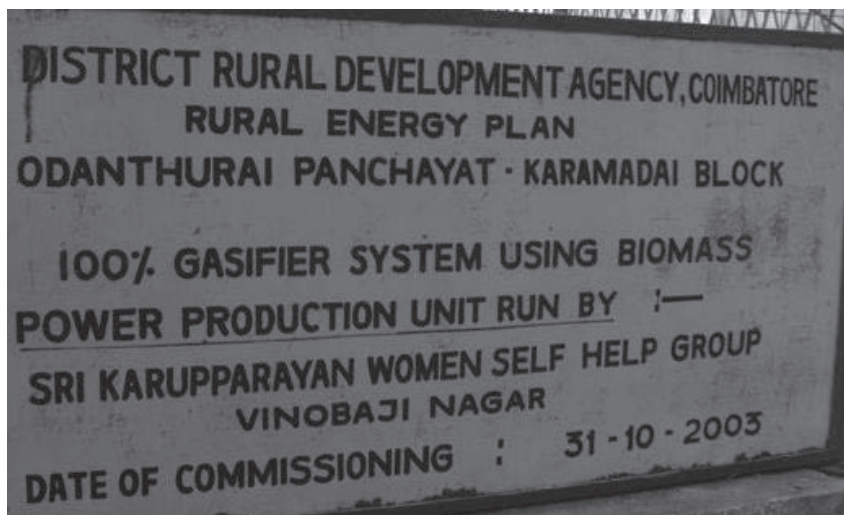


写真 和田



## ドイツ・ニーダーザクセン州における地域エネルギー政策分野での 中間支援体制の構築について

○平岡俊一（北海道教育大学釧路校）・木原浩貴（京都府地球温暖化防止活動推進センター）

連絡責任者：平岡俊一（shunichi@gj8.so-net.ne.jp）

キーワード：地域エネルギー政策，中間支援活動，エネルギーエージェンシー

### 1. はじめに

今日の日本国内において地域エネルギー政策を推進していく上では、非営利・中立的な立場から地域との関係主体に対して支援を行う「中間支援活動」の充実が不可欠であり、そのための体制構築を図ることが求められる（平岡，2016）。欧州域内では、地域エネルギー政策分野で中間支援活動を展開する組織を「エネルギーエージェンシー（以下、エージェンシー）」と呼び、欧州連合（EU）等が主導する形で組織設立・体制整備が長年にわたり進められ、現在は各地で多様な活動が見られる状況にある

（European Commission's Executive Agency for Small and Medium-sized Enterprises, 2015）。本報告では、昨年9月に訪問したドイツ・ニーダーザクセン州内に存在する2つの組織、州都ハノーファー市とその周辺地域を活動範囲としている「気候保護エージェンシー・ハノーファー地域」とニーダーザクセン州全体を活動範囲としている「気候保護エネルギーエージェンシー・ニーダーザクセン」の事例から、同州における中間支援に関する組織体制の整備、活動の展開内容の特徴について明らかにする。

### 2. 地域概要

ニーダーザクセン（Niedersachsen）州は、北は北海に面し、大部分が平野で占められる地域で、人口は約780万人である。同州は、反原発運動が盛んで、州政府として反原発を表明しており、2020年までに電力供給に占める再生可能エネルギーの割合を80%に高める目標を持っている。その州都であるハノーファー（Hannover）市（人口約51万人）も、市議会で脱原発を目指すことを決定しており、2050年までにエネルギー消費量を半減、CO<sub>2</sub>排出量を95%削減することを目標として掲げた気候保護マスタープランを策定し、エネルギー政策を積極的に展開している（田口，2015）。

### 3. 気候保護エージェンシー・ハノーファー地域

「気候保護エージェンシー・ハノーファー地域」（Klimaschutzagentur Region Hannover）（以下 KA ハノーファー）は、ハノーファー市と周辺自治体（21自治体，人口約120万人）において活動する組織である。2000年にハノーファー市の主導により設立された。年間予算は約210万ユーロ，職員は25名である。自治体以外にエネルギー関連事業者等（11組織）が会員として資金を提供している。

KA ハノーファーは、地域内の自治体や住民を対象にした活動を展開している。具体的には、これまでに地域内の18自治体の気候保護コンセプト（計画）の策定と実行に関する支援にあたっている。住民を対象にした活動は、啓発資料の作成・配布，電話での無料相談，戸建住宅向けのエネルギーアドバイス事業を行っている。また、低所得世帯向けに家庭を訪問してエネルギー利用に関してアドバイスするとともに省エネグッズをプレゼントする，省エネルギーサポートも行っている。

### 4. 気候保護エネルギーエージェンシー・ニーダーザクセン

「気候保護エネルギーエージェンシー・ニーダーザクセン」（Klimaschutz- und Energieagentur

Niedersachsen) (以下、KEA ニーダーザクセン) は、2014 年に同州政府の主導により設立された組織である。年間予算は約 200 万ユーロで、全額が州から提供された資金である。職員数は 15 名である。

ニーダーザクセン州内には、KA ハノーファーのように基礎自治体レベルで活動を展開しているローカルな中間支援組織が 15 組織存在しており、KEA ニーダーザクセンはそうした組織への活動支援を行っている。さらに、州内の中間支援組織のネットワーク化も進めており、市民向けの共同キャンペーンの展開などの連携活動も展開している。したがって、KEA ニーダーザクセンはローカルな中間支援組織の支援組織という性格を有している。また、中間支援組織が未設置の自治体に対しては、KEA ニーダーザクセンが直接的な支援活動も展開しつつ、自治体に対して同組織設置の働きかけも行っている。

具体的な活動としては、KEA ニーダーザクセンは主に (1) 住宅所有者、(2) 自治体、(3) 企業の 3 主体を対象とする支援活動を展開している。住宅所有者向けに関しては、エネルギー診断及びアドバイス事業を州内で展開するために、住民が Web 上で簡単にアドバイザーを検索し、申し込みを行うことができるシステムを構築している。自治体に対する支援活動に関しては、公共施設でのエネルギー対策の支援、各自治体の気候保護マネージャーのネットワーク化・ノウハウ共有、行政職員向けの研修会などを実施している。企業対策は、主に中小企業を対象に診断及びアドバイス事業、企業間のネットワーク形成などを行っている。

## 5. 体制構築，活動展開の特徴

### (1) 重層的な支援体制の構築

ニーダーザクセン州では、(複数だが) 基礎自治体を活動範囲とし、地域内の諸主体を対象に直接的な支援活動を展開している KA ハノーファーと、州全体を活動範囲とし、主に州内のローカルな中間支援組織の支援を担っている KEA ニーダーザクセンのように、異なる地域レベルを活動範囲とする中間支援組織が同時に存在している。これらから同州では、地域エネルギー政策分野において重層的な支援体制の構築が進められていると捉えられる。

### (2) 多様な地域主体の参加

KA ハノーファーには、エネルギー政策に関係する多数の地域主体が会員として参加し、資金を提供するなどしており、同組織の運営は地域の諸主体の参加・支援によって進められていると捉えることができる。

### (3) 自治体政策への積極的関与

両組織の活動では、関連計画の策定・実行に対する支援など、自治体を対象にした取り組みが多く見られるように、自治体のエネルギー政策に積極的に関与しているという特徴を見出すことができる。

### (4) ネットワーク形成の重視

同じく両組織の活動においては、地域内でのエネルギー政策に関する諸主体のネットワーク形成に力を入れていることがうかがえる取り組みが多く見られる。

## 参考文献

European Commission's Executive Agency for Small and Medium-sized Enterprises (2015)  
*Energy Agencies in Europe: Results and Perspectives.*

平岡俊一 (2016) 「地域再生可能エネルギー事業における中間支援組織の活動と機能」『環境情報科学  
学術研究論文集』30, pp.297-302.

田口理穂 (2015) 『なぜドイツではエネルギーシフトが進むのか』学芸出版社。

有機栽培および慣行栽培における CO<sub>2</sub> 換算 GHG 排出量比較 -紅茶を例に

渡来 絢 (逗子フェアトレードタウンの会)

bijoux.de.xuan@gmail.com

キーワード：有機栽培，慣行栽培，CO<sub>2</sub>換算 GHG 排出量，フェアトレード

## 1. はじめに

本研究では、有機栽培と慣行栽培の紅茶生産から輸送、飲料として消費するまでに発生する温室効果ガス (GHG) 排出量を算出し、有機栽培の農作物が慣行栽培の農作物よりも環境負荷が低減されているかを検証・比較する。そして、環境負荷の低減に向けたさらなる CO<sub>2</sub> 排出削減の方策案を提示することを目的とする。

## 2. 対象・範囲

本研究の調査対象・範囲ならびに GHG 排出量算定式は以下のとおりである。

表 1 研究対象・範囲

| 項目              | 概要   |
|-----------------|--|
| 対象国・地域          | スリランカ・マータラ県の有機栽培紅茶農園   |
| 栽培方法            | 日陰農法 (シェイドグロウン)  |
| 紅茶栽培・製造プロセス     | 茶摘み→しおらせる→よじる→茶葉の発酵→茶葉の乾燥・ゴミ除去→製品化   |
| 研究範囲とする GHG 排出量 | <p>【有機栽培】<br/>自社農園での有機肥料管理・肥料利用～紅茶葉製造 (しおらせる・よじる・発酵・乾燥) ～輸送～飲料としての紅茶の摂取 (1日1杯 365日摂取)</p> <p>【慣行栽培※】<br/>スリランカ国内で製造された化学肥料の調達～肥料利用～紅茶葉製造 (しおらせる・よじる・発酵・乾燥) ～輸送～飲料としての紅茶の摂取 (1日1杯 365日摂取)</p> <p>※化学肥料製造時の GHG 排出量は含まない</p> |
| 紅茶製造に使用する機器     | 茶葉をよじる機械、茶葉発酵機械、茶葉乾燥機械   |

表 2 各栽培方法における GHG 排出量算定式

| 栽培方法 | 算定式   |
|------|---|
| 有機栽培 | <p>【年間 1ha あたりの GHG 排出量】 =</p> <p>(有機肥料管理・利用時の GHG 排出量) + (各紅茶製造機械稼動時 GHG 排出量) + (商品輸送時の GHG 排出量) + (飲料摂取時 GHG 排出量)</p>                     |
| 慣行栽培 | <p>【年間 1ha あたりの GHG 排出量】 =</p> <p>(化学肥料調達輸送時の GHG 排出量) + (化学肥料利用時の GHG 排出量) + (各紅茶製造機械稼動時 GHG 排出量) + (商品輸送時の GHG 排出量) + (飲料摂取時 GHG 排出量)</p> |

### 3. 結果・考察

茶畑に樹々を植えたシェイドグロウン方式による栽培では、茶畑に植えられている樹々による炭素固定の効果もあり、有機栽培ならびに慣行栽培の双方において CO<sub>2</sub> 換算 GHG 排出量削減が見られる。しかしながら本研究での条件下では、慣行栽培の方が有機栽培よりも CO<sub>2</sub> 換算 GHG 排出量が少ないという結果が見られた。これは、有機肥料として使用する牛ふんの管理時に発生するメタン発生ガスや有機肥料として土壌にすき込んだ際に発生する一酸化二窒素量が大きく関係している。これらの成分は CO<sub>2</sub> 換算するとメタンで約 30 倍、一酸化二窒素で約 300 倍になるためである。

有機肥料を活用しながら CO<sub>2</sub> 排出量をより削減させる方策として、炭の利用を提案したい。炭は、炭素を多く含んでいるため、炭を土壌にすき込むことによる土壌改良材のほか、作物の成長促進と収量増量、土壌 1ha あたりに 2,000kg 炭をすき込むと約 7,400kg の CO<sub>2</sub> 排出量抑制の貢献につながるとされている。同じ条件下で炭をすき込んで紅茶栽培した場合で算出すると、炭をすき込まない場合と比較して、1人あたり紅茶 1日 1杯摂取で約 3g 程度、年間で約 1kg 程度の CO<sub>2</sub> 換算 GHG 排出量の削減になる。

### 4. まとめ

本研究を通じ、紅茶生産における有機栽培と慣行栽培を比較すると、慣行栽培の方が CO<sub>2</sub> 排出量は少ないことが明らかとなった。また、有機肥料を活用しながら CO<sub>2</sub> 排出量を削減させる方策として、茶畑に炭をすき込んだ場合の CO<sub>2</sub> 換算 GHG 排出量についても考察した。炭をすき込まない場合よりも CO<sub>2</sub> 換算 GHG 排出量が低減することが明らかとなった。しかし有機肥料でも使用する種類や施肥量によっては、慣行栽培よりも CO<sub>2</sub> 排出量が抑制される可能性がある。有機栽培時に有機肥料の種類や施肥量を調節することもまた CO<sub>2</sub> 排出量の抑制に資することが可能である。

本研究では、条件を仮定しているため、現地調査を実施し、現地状況を考慮した上で実測値に近い CO<sub>2</sub> 換算 GHG 排出量の算出は、今後の研究課題としたい。

### 5. 謝辞・参考文献

#### <謝辞>

逗子フェアトレードタウン主催のパルシック<sup>1</sup>による「世界を語るカフェ～スリランカ・紅茶編」では、スリランカでの有機栽培紅茶について貴重なお話を伺った。高橋知里氏（パルシック職員）には紙面を借りて御礼申し上げます。

#### <参考文献>

Cernansky, Rachel. (2015) 「バイオ炭は地球と人類を救えるか」『nature ダイジェスト』Vol. 12, No. 4, pp. 24-27. (原著タイトル: "State-of-the-art-soil")

<sup>1</sup> パルシック (PARCIC) は、国際協力とフェアトレードを主な活動内容とする国際 NGO で、「地球の各地で暮らす人と人が、国家の壁を越えて助けあい、支えあい、人間的で対等な関係を築くことを目指して」います (パルシックウェブサイト: <http://www.parcic.org/>)



## 公害被害が増加する、川崎市北部地域におけるPM2.5汚染の実態を探る

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測定、丘陵地、発生源はどこか

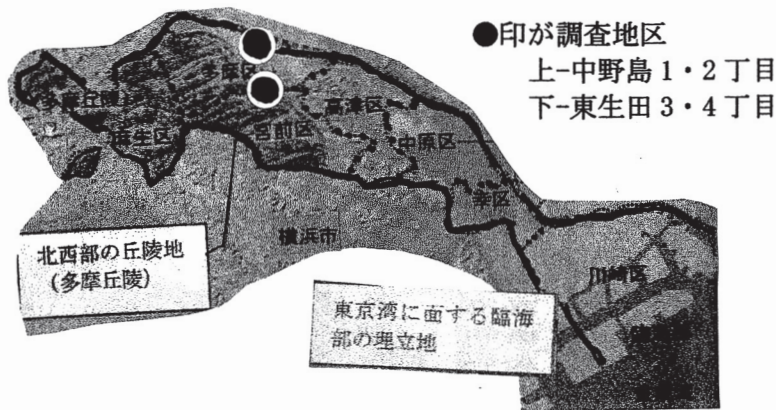
### 1. はじめに

市内では、いまでも年々気管支ぜん息患者が増加しており、特にその傾向は市北部地域で顕著である。北部地域は、もともと公害への関心が南部地域より低く、他方近年は公害の隠ぺいが図られているなか、この原因を解明することは、大気汚染対策や救済制度の拡充の上からも重要になっている。

市北部地域におけるぜん息の増加については、自動車排ガスの影響や丘陵地における大気汚染の滞留・生活様式の変化による免疫機能低下などが想定されてきた。

### 2. 調査日及び調査地区・測定地点等について

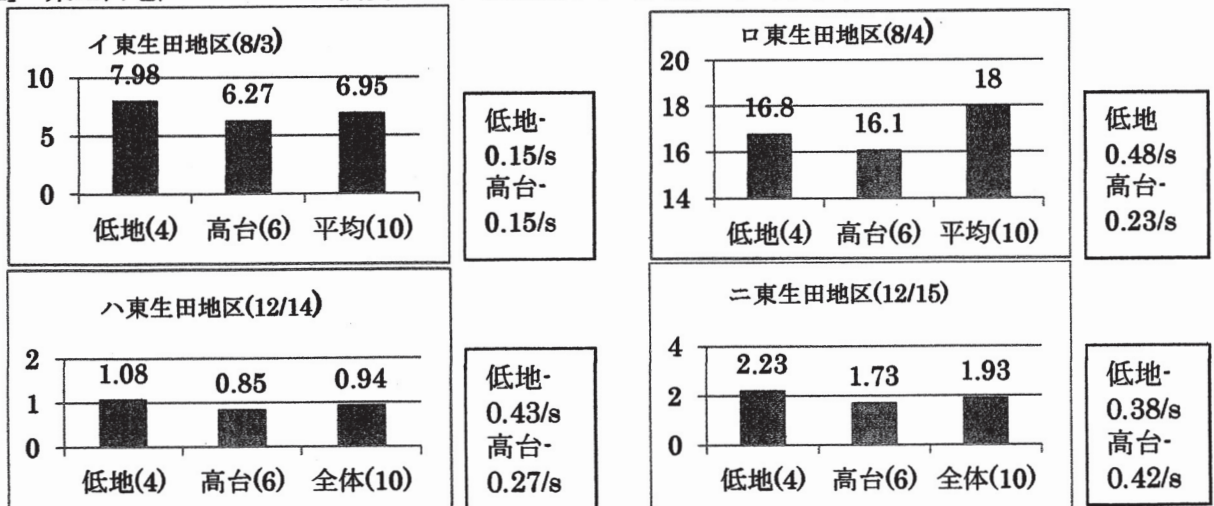
- (1) 調査日は、夏は2016年8月3・4日、冬は同12月14・15日の各連続する2日間(曜日は水・木)で、それぞれ昼間(ほぼ9時すぎから)に3~4時間かけて調査した。測定機器については、柴田科学(株)のデジタル粉じん計LD-5を使用、気温・湿度・風速についても測定した。
- (2) 調査地区・測定地点は、地形等を考慮し多摩区の東生田3・4丁目と中野島1・2丁目を選定、前者について高台6地点と低地4地点、後者については沿道4地点と周辺6地点で夫々測定を行った。



### (3) 調査結果

- (1) 丘陵地である東生田3・4丁目地区における調査では、4回の測定日より濃度の差があったが、PM2.5の濃度はすべて低地の方が高台よりも高かった。これは、“微小粒子状物質は、V字状や盆地状の場所では拡散しにくく滞留しやすいのではないか”との仮説を裏付けるものです。しかも今回、あまり風速に関係ないようでした。単位  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

【表-1】 東三田地区のPM2.5の濃度 \*各風速は平均風速の平均値、( )は測定値点数

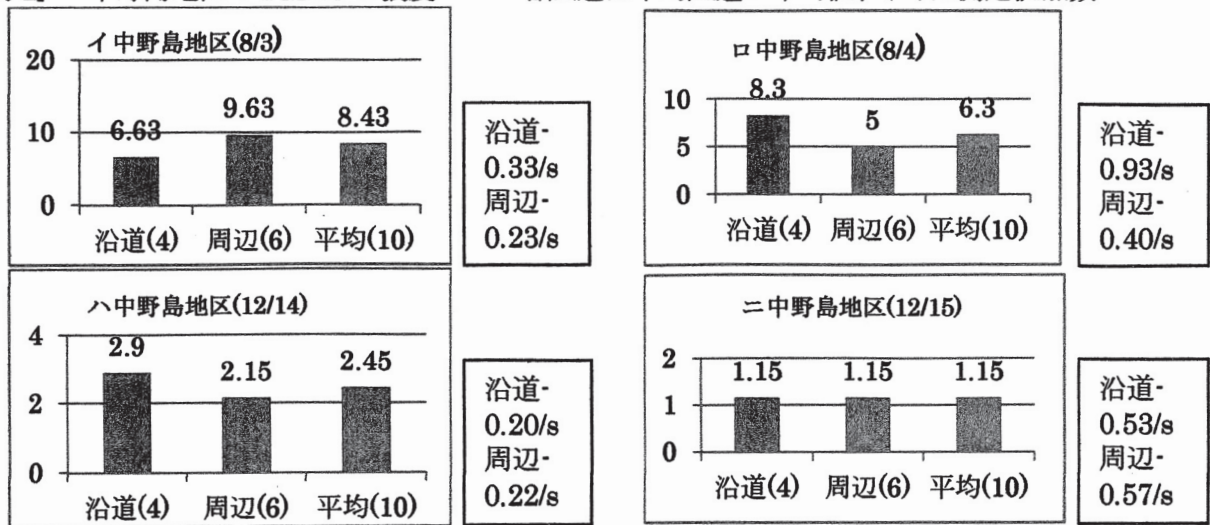


- (2) 平坦地である中野島地区の調査では、4回実施した調査のうち 道路沿道の濃度が周辺より高かったのは2回、反対に低かったのは1回、同じであったのは1回でした。これは、道路と言って



も幹線道路ほどの大量の交通量でないこと、また何よりも、日々の風向や風速など気象条件に関わっているのではないかと推定されました。単位  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

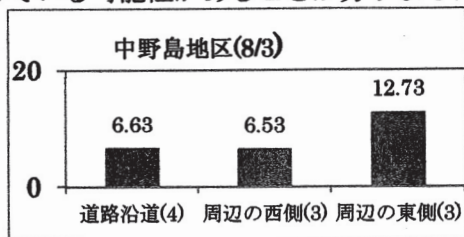
[表-2] 中野島地区のPM2.5の濃度 \*各風速は平均風速の平均値、( )は測定値点数



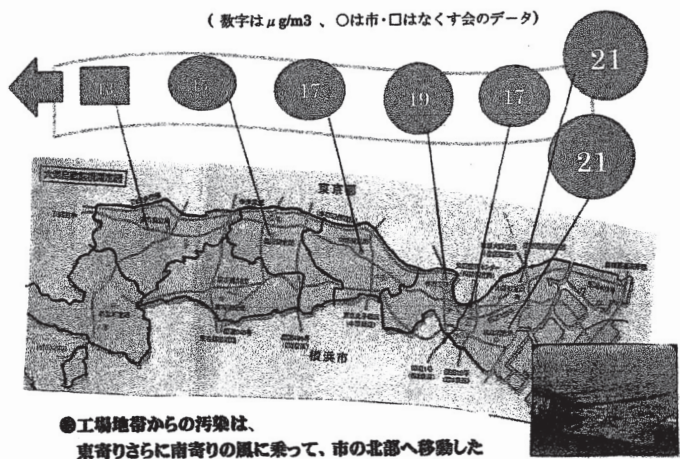
自動車交通調査 (2016. 8. 3 調査)

| 調査地              | 時間帯          | 乗用車等 | 大型車等 | 合計  | 調査地        | 時間帯           | 乗用車等 | 大型車等 | 合計  |
|------------------|--------------|------|------|-----|------------|---------------|------|------|-----|
| 東生田地区(生田アゼリア公園前) | 9:35 ~ 10:53 | 207  | 64   | 271 | 中野島地(スパ-前) | 11:50 ~ 13:20 | 360  | 37   | 397 |
|                  | 60分換算        | 159  | 49   | 208 |            | 60分換算         | 240  | 25   | 265 |

(3) 中野島調査のうち、8月3日に実施した結果では沿道よりも周辺地区の濃度が高かった。これは何故なのか、原因を詳しく分析してみた。その結果、周辺でも東側の濃度が沿道や西側よりも高いこと(表-3)、また、調査時間帯及び前後の川崎市の速報値による濃度・風向・風速を見ると、臨海部の工場群からの汚染気団がこの地にも到達している可能性があることが分りました。



臨海部工場地帯からの汚染が多摩区に到達！(2016年8月3日星間の実例)



4. 結論 今回及びこれまでの調査を通じて、川崎市北部におけるぜん息等の増加は、大気汚染を中心とする複合要因であることはもちろん、丘陵地という地形もこれに関与していることが立証された。また気象条件によっては、南部工場地帯の汚染の到達もあることがはっきりした。市民は、これらのことにもっと関心を持つとともに、行政や企業は被害者の救済をはじめ、自動車だけでなく固定を含めた発生源対策を強化し、今後早期に、環境目標値等の達成に全力を尽くすべきであると考えます。

参考：これまでの本学会におけるPM2.5関係の発表

- ・第40回研究発表会(2014年東京)「微小粒子状物質(PM2.5)による川崎市内における汚染の実態調査」
- ・第41回研究発表会(2015年京都)「微小粒子状物質(PM2.5)とぜん息罹患率との関連性について」
- ・第42回研究発表会(2016年横浜)「幹線道路における距離別減衰調査/神社・寺院・教会における調査」

## 横浜市南東部のごみ焼却施設廃止と児童の健康影響変化 ＜複合化する光化学オキシダント公害についての考察 第一報＞

木村健一郎（杉並大気汚染測定連絡会）

連絡責任者：木村健一郎（welkim@jcom.zaq.ne.jp）

キーワード：オキシダント、大気汚染、焼却、喘息、横浜市

### 1. はじめに

光化学オキシダント（以下 Ox と略記）汚染は、硫黄酸化物や窒素酸化物、浮遊粒子状物質等の汚染が改善されてきたのとは対照的に悪化傾向が続いている。原因物質のうち窒素酸化物の排出規制が強化されたものの、VOC 等の削減が追い付かず Ox 濃度が上昇している現況がある。Ox が及ぼす人体への健康影響の実態を他汚染物質との複合作用も含めて解明し、被害に苦しむ人々の減少に有効な方途を考察することが急務と考える。本報では、Ox 濃度を上昇させる原因施設の一つであるごみ焼却工場の停止や再稼働にともなう周辺児童の喘息被患率（以下喘息率と略記）がどのように変化したかについて疫学的分析を試み、Ox 環境基準超過時間数と喘息被害の関係性を考察することを目的とする。

### 2. 材料と方法

「栄工場のゴミを考える会」等の請求により、神奈川県下の公立小学校児童の学校別喘息率が情報公開された。同会は緑の多い環境にもかかわらず周辺児童の喘息状況が悪化していることをごみ焼却によるものと市民及び横浜市行政当局に訴えると同時にごみ減量活動を実践し、市の目標とした時期よりも早く減量に成功した。その結果、2001～2010年の間に横浜市南東部3区（北から保土ヶ谷区・港南区・栄区）で焼却工場が次々に停止する。また、横浜市栄区の南に接する鎌倉市では、同期間内に今泉クリーンセンターが改修工事で焼却停止しその後再稼働した。そこで、各施設から半径 3.5 km 圏内に立地の全公立小学校児童数に喘息被患者数の占める率を焼却停止前年と停止年で比較し、施設からの方位・距離による喘息率変動状況の差異について分析した。また、各施設周辺で喘息児童減少が顕著であった方位域に立地する大気汚染測定局のデータ変動から焼却停止年に共通して数値の低下した汚染指標を特定し、神奈川県下における当該指標と児童喘息率の相関性を検討した。

### 3. 結果および考察

1) 「栄工場のゴミを考える会」より提供されたデータをもとに焼却停止前後の学校別患者数の変化について検討を行った。工場からの方位・距離に着目すると、停止後に喘息率減少が著しかった学校（各工場上位5校）は工場の北西方位に集中しており（15校中11校）、距離はいずれの工場も平均 2.8 km と大きい傾向にある（表1）。また、鎌倉市の施設停止により喘息率減少が最も顕著であった学校も同様に施設の北西域にあり、焼却再開により喘息率が最も上昇したのも同一小学校であった。

2) 停止前後の喘息率変化について北西域と他方位域とで比較分析した（図1）。全工場で停止年に北西域では喘息率が有意に減少し（ $p < 0.05$ ）、率減少幅も北西域の方が他方位域よりも大きかった（減少率差 1.3%-3.1%）。3工場分を合算・平準化すると、北西域では喘息率が停止により 11.2%→8.4%と大きく減少したが、他方位域では 9.3%→8.5%と減少程度が低かった。また、北西域児童の他方位域に対するオッズ比は焼却中 1.23 (95%CI: 1.15-1.32) と有意に高かったが、停止後は 0.99 (95%CI: 0.92-1.07) に減少し他方位域との喘息率の差異が無い状態へと変化したことが確認できた。



3) 大気汚染物質のうち焼却工場停止に伴う低減幅の大きいものはOxであることを国立環境研究所の公開データより把握した。Ox指標のなかでも、環境基準(60ppb)超過時間数(年間)の方が年平均値と比較し変動幅が大きく、喘息状況とOx汚染の関連性を考察するのに適していると思われた。

4) 神奈川県内の公立小学校児童の喘息率(1998年~2007年に神奈川県教育委員会実施の学校保健実態調査による)と大気汚染指標との相関を検討した。その結果、各年のOx環境基準超過時間数、二酸化窒素(NO2)年平均値(神奈川県内局平均)との散布図から、喘息率とOx基準超過時間数とは正の相関が強く( $r=0.84$ )、NO2とは逆相関が強い( $r=-0.94$ )ことが明示された(図2、図3)。

今回の調査・分析からは、ごみ焼却排ガスにより二次生成されるOxが特に北西域で児童に喘息被害を発生させていることが示唆され、神奈川県下平均数値からもOx60ppb超過時間数と児童喘息率が相関していることが分かった。今後は、①同様の事象は全国規模で或いは他種汚染源周辺でも観察されるのか、②何年頃から続いている事象なのか、③なぜ北西域でOx濃度が特異に上昇するのか、④Oxと複合して喘息被害をもたらす大気汚染物質は何か等の諸点を解明すべく更に調査・分析を行いたい。

表1. 横浜市内3焼却工場の周辺小学校における喘息率低下の状況(低下の顕著だった各5校)

| 栄工場周辺3.5km圏 |         |            | 港南工場周辺3.5km圏 |         |            | 保土ヶ谷工場周辺3.5km圏 |         |            |
|-------------|---------|------------|--------------|---------|------------|----------------|---------|------------|
| 工場からの方位     | 工場からの距離 | 停止による喘息率低下 | 工場からの方位      | 工場からの距離 | 停止による喘息率低下 | 工場からの方位        | 工場からの距離 | 停止による喘息率低下 |
| 北西          | 2.6km   | ▲8.7%      | 南東           | 3.0km   | ▲10.3%     | 北西             | 3.5km   | ▲9.9%      |
| 北西          | 3.2km   | ▲4.8%      | 北西           | 3.3km   | ▲9.3%      | 北東             | 2.0km   | ▲8.4%      |
| 南東          | 3.2km   | ▲2.8%      | 北西           | 1.1km   | ▲8.5%      | 南西             | 3.1km   | ▲6.5%      |
| 北西          | 2.9km   | ▲2.4%      | 北西           | 2.9km   | ▲7.8%      | 北西             | 2.4km   | ▲6.0%      |
| 北西          | 2.1km   | ▲1.8%      | 北西           | 3.5km   | ▲7.1%      | 北西             | 3.0km   | ▲5.9%      |

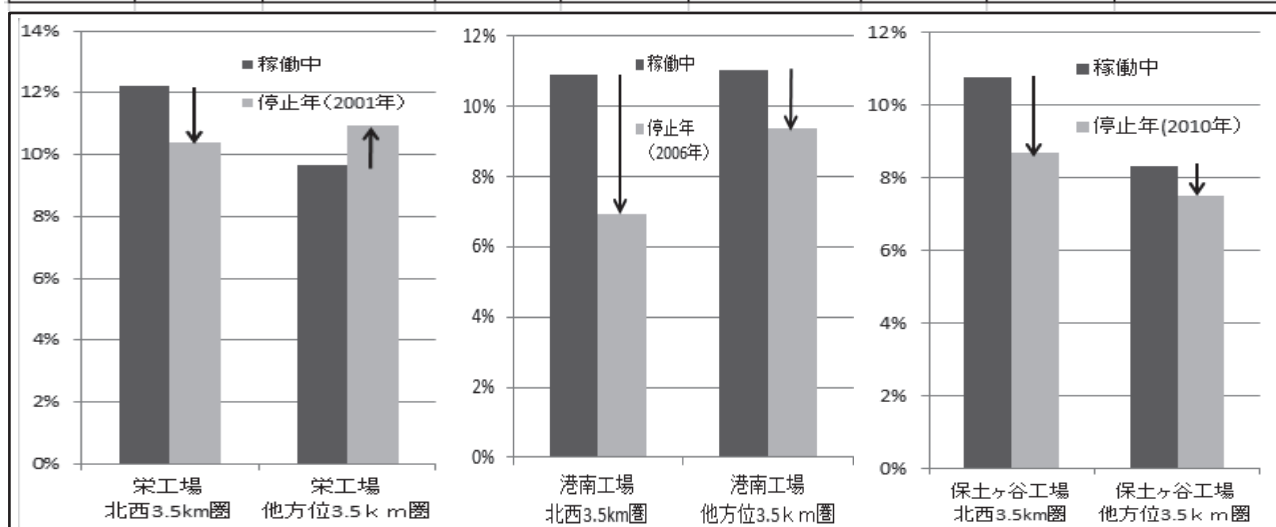


図1. 北西方位3.5km圏と他方位3.5km圏での停止に伴う児童喘息率変化(焼却工場別)

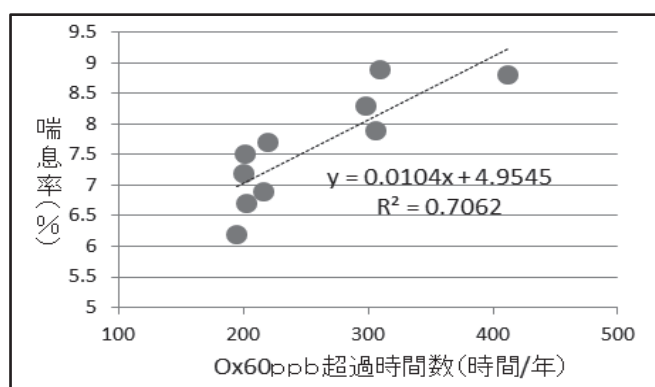


図2. Ox 60ppb 超過時間数と児童喘息率(神奈川県)

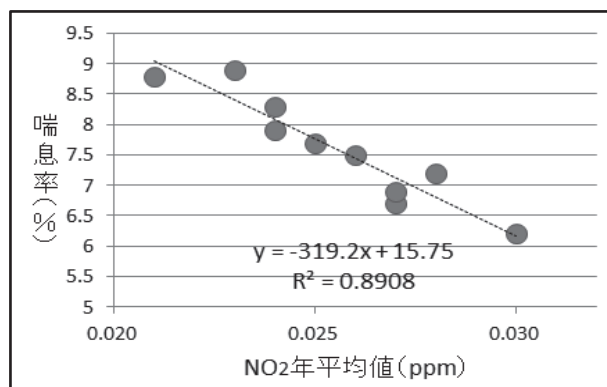


図3. NO2年平均値と児童喘息率(神奈川県)



都市計画道路 3-4-18号線開通前後の月間計による二酸化窒素 (NO<sub>2</sub>) 濃度測定結果

鳥居雪子 (市川の空気を調べる会)、○鈴木一義 (市川の空気を調べる会、kazu38yoshi@eos.ocn.ne.jp)

キーワード：道路開通、二酸化窒素、簡易月間計、

## 1. はじめに

市川市では、隣接する浦安市から市川市を通過して鎌ヶ谷市に達し、成田空港に通じる都市計画道路 3.4.18 号線が計画された。第一種低層住居専用地域を貫通するため、住民は反対し裁判も行ったが、2016 年 11 月 10 日に開通した。市川の空気を調べる会では地元住民と共に、天谷式簡易月間計 (月間計と略す) による NO<sub>2</sub> 濃度測定を行ったので、道路開通前後の結果を報告する。

## 2. 方法

月間計の構造、測定原理は本学会誌掲載の論文 (2016 年、鈴木ほか) を参照願いたい。

開通前 1 年余の 2015 年 6 月から月間計による測定を開始し、開通後の 2017 年 5 月現在測定を実施中である。3.4.18 号線のうち未開通であった約 1.6 km 沿道の 6 地点 (のちに 10 地点) に月間計を取り付け、毎月初めに新しいカプセルと交換し、回収した測定カプセルを分析し NO<sub>2</sub> 濃度を求めた。

## 3. 結果

本予稿では 2017 年 4 月測定分の結果までを記す。

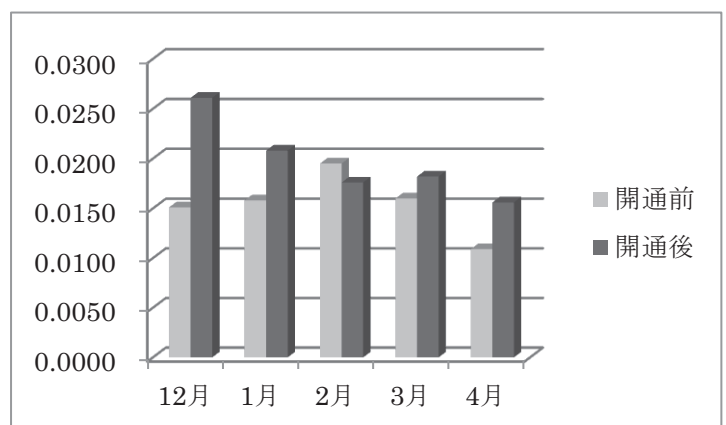
## (1) 開通前後の平均濃度の比較

NO<sub>2</sub> 濃度は季節により大きく変動するので、開通前と後の同じ月に関して比較した。12 月から翌年 4 月までの各 5 カ月間の開通前 (2015~16 年) と後 (2016~17 年) の測定値を下表に示す。

|     | 開通前    |        |        |        |        | 開通後    |        |        |        |        |
|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|     | 2015   | 2016   |        |        |        | 2016   | 2017   |        |        |        |
|     | 12 月   | 1 月    | 2 月    | 3 月    | 4 月    | 12 月   | 1 月    | 2 月    | 3 月    | 4 月    |
| Y-1 | 0.0182 | 0.0174 | 0.0211 | 0.0183 | 0.0119 | 0.0251 | 0.0201 | 0.0165 | 0.0163 | 0.0133 |
| Y-2 | 0.0125 | 0.0157 | 0.0178 | 0.0139 | 0.0106 | 0.0245 | 0.0186 | 0.0159 | 0.0169 | 0.0151 |
| Y-3 | 0.0166 | 0.0140 | 0.0220 | 0.0186 | 0.0129 | 0.0255 | 0.0212 | 0.0165 | 0.0159 | 0.0131 |
| Y-4 | 0.0136 | 0.0147 | 0.0174 | 異常値    | 0.0102 | 0.0244 | 0.0192 | 0.0170 | 0.0170 | 0.0149 |
| Y-5 | 0.0142 | 0.0158 | ND     | 0.0129 | 0.0093 | 0.0295 | 0.0239 | 0.0214 | 0.0236 | 0.0212 |
| Y-6 | 0.0152 | 0.0170 | 0.0193 | 0.0164 | 0.0107 | 0.0275 | 0.0218 | 0.0184 | 0.0193 | 0.0160 |
| 平均  | 0.0151 | 0.0158 | 0.0195 | 0.0160 | 0.0109 | 0.0261 | 0.0208 | 0.0176 | 0.0182 | 0.0156 |

対応する各月平均濃度の開通前と開通後の比較棒グラフは右図の通りである。

開通後 12 月と 1 月は開通後の交通量増加で、4~7 割の濃度増加が見られ、3、4 月も 1.5~2.5 割の増加が見られた。一方開通後の 2 月は平均風速が 2.4m/s と非常に強かったためか、開通後の濃度増加は見られなかった。

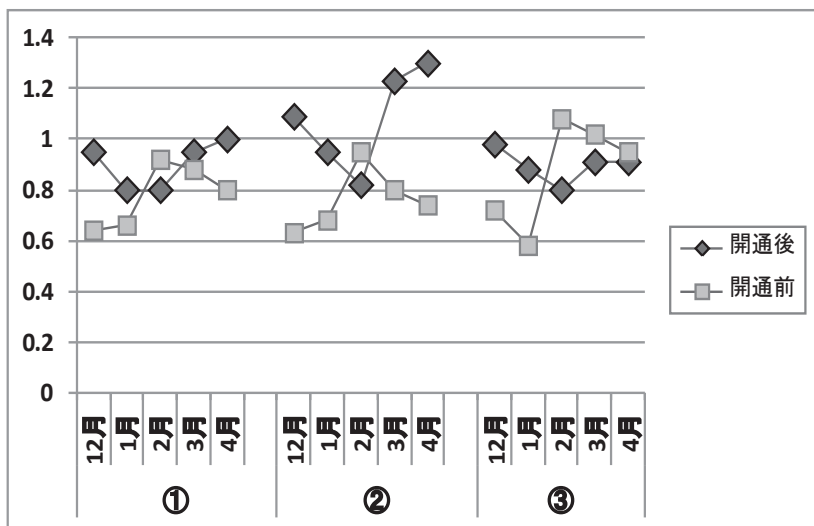


(2) 近隣行政測定局との比による開通前後の比較

月間計といえどもその月の気候による影響を受けるので、近隣行政測定局との比をとり、開通でそれがどのような影響を受けるかを見た。

3. 4.18号線と、これと交差し開通後こちらも交通量が増加した3.6.31号線(他道とする)との関係で、6地点を3つに区分しそれらの平均値と測定局との比を求めた。測定局としては3.4.18号線から共に約1km離れた一般局と自排局の各1局ずつの月間平均濃度の2局平均値を用いた。各3区分の平均測定値と測定局との比は下表の通りであった。

|   |                          |             |              | 開通前   |       |       |       |       | 開通後   |       |       |       |       |
|---|--------------------------|-------------|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|   |                          |             |              | 2015  |       | 2016  |       |       | 2016  |       | 2017  |       |       |
|   |                          |             |              | 12月   | 1月    | 2月    | 3月    | 4月    | 12月   | 1月    | 2月    | 3月    | 4月    |
| ① | 沿道地、<br>他道から<br>離れ       | Y-1<br>,2,4 | 平均値<br>(ppm) | 0.015 | 0.016 | 0.019 | 0.016 | 0.011 | 0.025 | 0.019 | 0.017 | 0.017 | 0.014 |
|   |                          |             | 局の比          | 0.64  | 0.66  | 0.92  | 0.88  | 0.80  | 0.95  | 0.80  | 0.80  | 0.95  | 1.00  |
| ② | 沿道地、<br>他道から<br>100m     | Y-5<br>,6   | 平均値<br>(ppm) | 0.015 | 0.016 | 0.020 | 0.015 | 0.010 | 0.029 | 0.023 | 0.020 | 0.022 | 0.019 |
|   |                          |             | 局の比          | 0.63  | 0.68  | 0.95  | 0.80  | 0.74  | 1.09  | 0.95  | 0.82  | 1.23  | 1.30  |
| ③ | 沿道から<br>350m他道<br>から100m | Y-3         | 平均値<br>(ppm) | 0.017 | 0.014 | 0.022 | 0.019 | 0.013 | 0.026 | 0.021 | 0.017 | 0.016 | 0.013 |
|   |                          |             | 局の比          | 0.72  | 0.58  | 1.07  | 1.02  | 0.95  | 0.98  | 0.88  | 0.80  | 0.91  | 0.91  |



各3区分の測定局との比に関する、月による推移のグラフは左図の通りである。

区分①と②においては、2月を除いて開通後の濃度が前に比べ増加している。2月については開通後に1か月の平均風速が2.4m/secと異常に高かったことの影響も考えられる。区分③については、開通後同様に交通量が増した他道の影響を受けていると見られる。

3. まとめ

開通した道路は現在交通量が1日約1万5千台ほどであるが、沿道では明らかなNO<sub>2</sub>濃度の増加が見られている。この道路は将来更に交通量の増加する可能性があり、月間計による測定を継続することとしている。

4. 引用文献

鈴木一義・伊藤章夫・栗屋かよ子・天谷和夫(2016年)「二酸化窒素(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」『人間と環境』42(1)、45-52頁

# 「大気汚染に係る環境保健サーベイランス調査」を調べる

西川 榮一 (大阪から公害をなくす会/公害環境測定研究会)

(e-nishikawa@dab.hi-ho.ne.jp)

キーワード: 大気汚染, 健康影響, NO<sub>2</sub>大気濃度, ぜん息有症率, 疫学

## 1. はじめに

「サーベイランス調査」とは、環境省が3歳児(1996年度から)、6歳児(2004年度から)を対象に毎年全国規模で実施している呼吸器系症状に関する健康調査、及び調査対象者が居住する場所(3次メッシュ、約1km四方)の大気汚染物質(SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SPM)の一般環境濃度を推定する環境調査のことで、主な目的は2つ、1つは呼吸器系症状及び大気汚染の現状と経年的動向の観察、2つは呼吸器系疾患有症率と大気汚染物質濃度との関係の分析である。毎年報告書(以下では「調査報告」という)が作成され、環境省ウェブでも公開されている。その内容を見て筆者が最も注意を引かれた点は、報告書結論部分で「3歳児調査、6歳児調査のいずれでも大気汚染物質濃度が高くなるほどぜん息有症率が高くなるような関連性を示す結果は見られなかった。」(H26年度報告書、環境省2016)とまとめられていることである。

図1は「サーベイランス調査」で得られた主な結果の1つで、H26年度の6歳児(男女全体)のぜん息有症率(調整率)とNO<sub>2</sub>一般環境濃度との分布図である。この図などに基づいて上述のような評価がなされているのである。しかしNO<sub>2</sub>は呼吸器系に健康影響をもたらす大気汚染物質として重視され、早くから環境基準が置かれて現在もなおその汚染改善のためにNO<sub>x</sub>・PM法などさまざまな対策が実施されつつある。然るにどうして図1のような、まるで負の相関関係にあるようなデータが、この「サーベイランス調査」で得られたのだろうか。強い疑問を感じたのでH26年度「調査報告」を調べてみた。本稿はその報告である。他にも調べたい疑問点があるが、ここでは6歳児のぜん息有症率及びNO<sub>2</sub>のデータに焦点を絞って報告する。

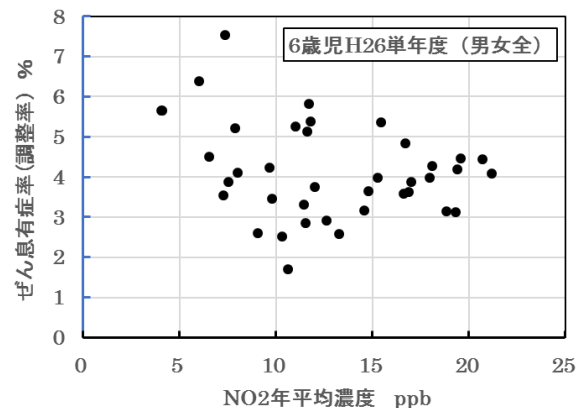


図1 地域データでみたぜん息有症率(調整率)とNO<sub>2</sub>濃度

## 2. 「サーベイランス調査」の調査方法を調べる

### 21 「サーベイランス調査」の調査方法概略

■調査対象 北海道旭川市～沖縄県那覇市の全国38市・区・地域(6歳児調査のH26年度)。非常に広域にわたり、個々の調査地域にも非常に広い所がある。対象者数は6歳児85100人、回答者数74298人(87.3%)。

■調査方法 A健康調査 ATS-DLD質問票に基づく呼吸器系症状の質問、合わせて居住環境などのデータを収集し、住所から3次メッシュの位置を特定、B環境調査 一般環境測定局データを利用して3次メッシュの大気汚染濃度(「調査報告」では背景濃度と呼ぶ)を推定、C大気汚染影響の解析 AとBのデータから呼吸器症状と大気汚染濃度の関係を次の3つの側面から調べる、①対象者別背景濃度区分と呼吸器症状有症率の関係、②調査対象地域ごとの対象者別背景濃度の平均値と呼吸器症状有症率の関係、③オッズ比による検討。

### 22 いくつかの問題点

《問題点1》「調査報告」のメッシュ濃度推定法では局所的な汚染濃度を的確に捉えられない

一般環境測定局のデータを基に空間的に補間するやり方で、3次メッシュの濃度を推定している。しかし一般環境測定局の設置数はそれほど多くなく、データ利用可能な測定局が1点とか2点とかしかない地域も少なくない。この方法では幹線道路沿道など局所的な汚染濃度は的確に捉えられない。

《問題点2》有症者の背景濃度を的確に捉えられない場合がある

「調査報告」に示されている回答者や有症者のメッシュ分布地図を見ると、回答者が対象地域の一部に偏在集中している場合、あるいは有症者の多いメッシュが局所的に偏在する地域が見られる。

### 《問題点3》局所的汚染源の影響の有無を検討する必要がある

幹線道路、交差点やインターチェンジなど自動車交通が集中する地点、大規模な工業施設が近接している場合など、それら局所的な影響の有無を検討する必要がある。

[ノート] 調査対象地域内で幹線道路など局所的な汚染によって健康影響が生じている場合、健康調査の方ではその影響が反映されたデータが採取できるだろう。しかし汚染濃度の方は、上述の問題点 1,2,3 のために局所汚染が捉えられていないから、健康影響と汚染濃度との関係を正しく解析できない。

### 《問題点4》ぜん息有症率に対するアレルギー症既往歴の影響の調整には注意を要する

アレルギー既往歴の有症率に対する影響が大きく、「調査報告」ではその影響を調整した有症率(図1の調整率)で健康影響を評価しているが、その調整方法はアレルギー症既往歴とNO<sub>2</sub>濃度との間に相関性が存在しない場合には適用可能である。しかし花粉症やアレルギー性鼻炎の既往歴はNO<sub>2</sub>濃度との間に相関性がみられる。

「調査報告」のような調整操作を行うとしても、この相関性が見られない範囲に限るべきであろう。

### 《問題点5》北海道～沖縄では気象・気候が大きく異なるが、地域差の影響は検討されていない

地域差がもたらす大気汚染影響の1つとして、気温の相違あるいは暖房使用の相違について検討する必要がある。屋内空気汚染の程度や曝露程度に大きく影響するからである。

## 3 《問題点》を考慮して調査対象地域別データを調べる

■問題点を念頭において38地域の特徴を見ると、4つのグループに分けた方がよいと思われる。

グループ a 寒冷気候で室内汚染影響が無視できないと思われる地域。ここでは18-18°Cデグリーデー2000超となる地域を寒冷地域とした。

グループ b 自動車道路沿道、大規模製鉄所近接など、一般環境と異なる条件があると思われる地域

グループ c ここで指摘したような《問題点》が見当たらず、「サーベイランス調査」が目的とするデータが採取できている地域。

グループ d 有症者分布が、回答者分布の中の局所に偏在していて、回答者全体の平均NO<sub>2</sub>濃度では、有症者居住メッシュの濃度を捉えられていないと思われる地域。

■調査対象地域ごとの対象者別背景濃度の平均値と呼吸器症状有症率の平均値との関係

図1は38地域のデータを一括して両者の相関を見た図であるが、これを上述のグループごとに区別してプロットすると図2のようである。図から次のことが読み取れよう。

\*グループ a, b, d のデータは、ばらつきが大きく相関性も明確でない。またグループ c と比べて有症率は明らかに高い。指摘した問題点が反映して、NO<sub>2</sub>濃度との関係を見るには不適切なデータと思われる。

\*グループ c は、他グループと比べてばらつき少なく、NO<sub>2</sub>濃度との相関が明瞭に読み取れる。

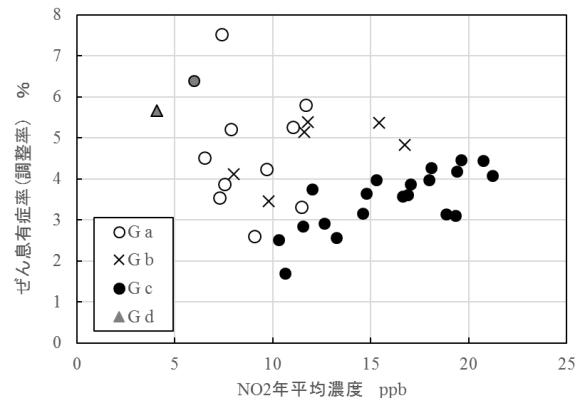


図2 6歳児H26年度ぜん息有症率(調整率、男女全)とNO<sub>2</sub>背景濃度(問題点を考慮して調査対象地域データをグループ分けした場合)

## 4 おわりに

「サーベイランス調査」のデータ収集とその分析方法について調べ、問題点を指摘した。2点を提起したい。

- ①疫学的データとして使用に耐えるのはグループ c だと思われるので、このデータを用いて検討すべきではないか。グループ c のデータでみるとぜん息有症率とNO<sub>2</sub>濃度との間には有意な正の相関関係が読み取れる。
- ②グループ a, b, d のデータは、《問題点 1, 2, 3, 5》なども含め、データ採取のプロセスの再吟味、あるいは今後のデータ採取計画のあり方を検討する必要があるのではないか。

【引用文献】環境省環境保全部(2016)、平成26年度 大気汚染に係る環境保健サーベイランス調査報告。

## 二酸化窒素 (NO<sub>2</sub>) 測定用簡易月間計による環境市民運動の展開をめざして

伊藤章夫 (元千葉県環境研究センター、NO<sub>x</sub>研究会代表)、○鈴木一義 (市川の空気を調べる会、  
kazu38yoshi@eos.ocn.ne.jp)、粟屋かよ子 (元四日市大学)、天谷和夫 (元群馬大学)

キーワード：二酸化窒素、簡易測定、月間計、環境市民運動

### 1. はじめに

二酸化窒素 (NO<sub>2</sub>) は自動車や工場からの排気ガスの代表的な化学物質の一つであり、それ自体健康被害の原因物質であるとともに、粒子状物質をはじめ多くの有害物質を含む排気ガスによる汚染レベルを知るマーカーとしての役割も果たしている。更に NO<sub>2</sub> の大気汚染はその地域の化石燃料の消費量のおおよその指標とも考えられる。この測定の信頼性を高めるために、日毎の濃度変動に影響されにくい1ヶ月間の平均濃度を測定する簡易カプセル (月間計と略す) が考案されてきた。2001年に天谷により開発された本器は、我々の1年間にわたる試験により、その信頼性・実用性の卓越していることが実証された (鈴木ら、2016)。この月間計を用いて大気環境監視における市民運動と市民科学の前進を目指している。

### 2. 測定体制構築と測定結果

#### (1) 測定参加者と測定地点の拡大

月間計のホルダーとサンプラーの構造とその測定原理は本学会誌掲載の上記論文を参照願いたい。

2016年の本学会等で参加を呼びかけ、同年7月から賛同者による測定を開始し、2017年3月現在、関東、中部、関西の7都府県で25人が47地点の測定を行っている。

その拡大状況は表1の通りである。

表1 全国測定地点数拡大状況

|      | 7月 | 8月 | 9月 | 10月 | 11月 | 12月 | 1月 | 2月 | 3月 |
|------|----|----|----|-----|-----|-----|----|----|----|
| 千葉県  | 3  | 8  | 8  | 8   | 17  | 21  | 21 | 23 | 23 |
| 埼玉県  | 0  | 0  | 0  | 0   | 0   | 2   | 2  | 2  | 2  |
| 神奈川県 | 0  | 0  | 0  | 0   | 0   | 2   | 2  | 2  | 2  |
| 東京都  | 0  | 0  | 0  | 0   | 0   | 1   | 1  | 1  | 1  |
| 三重県  | 3  | 7  | 7  | 7   | 8   | 8   | 8  | 8  | 8  |
| 大阪府  | 3  | 3  | 3  | 3   | 3   | 3   | 3  | 3  | 5  |
| 兵庫県  | 6  | 6  | 6  | 6   | 6   | 6   | 6  | 6  | 6  |
| 合計   | 15 | 24 | 24 | 24  | 34  | 43  | 43 | 45 | 47 |

#### (2) 捕集量から大気中濃度を求める方法と測定結果

各月の NO<sub>2</sub> 捕集量 (μg) の平均値は、表2の通りである。

表2 全国測定地点平均のNO<sub>2</sub>捕集量(μgNO<sub>2</sub>/月)結果2016.6-2017.3

|        | 7月   | 8月   | 9月   | 10月  | 11月  | 12月  | 1月   | 2月   | 3月  | 平均   |
|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|------|
| 全体45ヶ所 | 3.02 | 2.48 | 2.77 | 3.32 | 3.81 | 3.83 | 3.63 | 2.88 | 2.3 | 3.11 |
| 道路11ヶ所 | 3.75 | 3.38 | 3.86 | 4.62 | 5.18 | 5.19 | 4.51 | 3.72 | 3.1 | 4.14 |

月間計測定で得た捕集量 μg

を大気中濃度 ppm に換算する方法には、通常以下の3方法が考えられる。

#### ① 自治体測定局濃度整合方式

複数の自治体測定局に月間計を取付け、その月間計捕集量と測定局大気中濃度

表3 NO<sub>2</sub>濃度(ppm)自治体測定局整合方式2016.6-2017.3

|        | 7月    | 8月    | 9月    | 10月   | 11月   | 12月   | 1月    | 2月    | 3月    | 平均    |
|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 全体45ヶ所 | 0.020 | 0.016 | 0.018 | 0.023 | 0.027 | 0.027 | 0.025 | 0.019 | 0.014 | 0.021 |
| 道路11ヶ所 | 0.026 | 0.023 | 0.027 | 0.034 | 0.038 | 0.038 | 0.033 | 0.026 | 0.021 | 0.030 |

Y=8.17x-4.18式に捕集量値を導入して求めた値

から両者の相関式を求め、これにより大気中濃度を求める方式で、我々の前記1年間の試験で得た相関式は、yを測定局月平均濃度 (ppb)、xを月間計捕集量 (μg) とすると y=8.17x-4.18 相関係数 R=0.957 であり、これによる各月の平均大気中濃度は表3の通りとなった。

#### ② 拡散理論の利用

サンプラーとアルミホルダーの形状、大きさ、ろ紙の抵抗などの物理量を

表4 NO<sub>2</sub>濃度(ppm)2016.6-2017.2(分子拡散係数7.38ppb/μg)

|        | 7月    | 8月    | 9月    | 10月   | 11月   | 12月   | 1月    | 2月    | 3月    | 平均    |
|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 全体45ヶ所 | 0.022 | 0.018 | 0.020 | 0.024 | 0.028 | 0.028 | 0.027 | 0.021 | 0.017 | 0.023 |
| 道路11ヶ所 | 0.028 | 0.025 | 0.028 | 0.034 | 0.038 | 0.038 | 0.033 | 0.027 | 0.023 | 0.031 |

分子拡散係数7.38ppb/μg

計算してろ紙に到達する NO<sub>2</sub> 量を求める方法である。NO<sub>2</sub> の大気中濃度 C (ppb) は、W を NO<sub>2</sub> 捕集量



(ng)、t を暴露時間 (min) とすると Fick の拡散第一則より  $C=\alpha \cdot W/t$  となる。 $\alpha$  は分子拡散係数、用いる各種部材の拡散長、断面積、1 モルのガス容量と重量の比などで決まる値である。これにより捕集量を大気中濃度に変換する捕集係数は、 $C/W=\alpha/t=7.38(\text{ppb}/\mu\text{g})=0.00738(\text{ppm}/\mu\text{g})$  となり、これを用いて得られた表 4 の値は表 3 と比べて第一次近似で合っているとと言える。

### ③標準ガスを用いる方法

これは濃度の分かった  $\text{NO}_2$  の標準ガスを作り、その中に一定時間カプセルを入れて、捕集した  $\text{NO}_2$  量と標準ガスの濃度との比を用いる。標準ガスの作り方として以下の 2 つを試みている。

- a. 亜硝酸銀法： $\text{AgNO}_2$  ( $\mu\text{g}$ ) に澱粉と過剰の沃素 I を反応させて  $\text{NO}_2$  を発生させる。
- b. 硝酸マンガン法： $\text{Mn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  を熱分解して  $\text{NO}_2$  ガスを発生させる。

現段階では、市民レベルで標準ガスを安全で安価に精度よく発生させるための技術的試行の段階にあり今後実用性を追求したい。

## 3. まとめと考察

### (1) 全国的測定で得られる新たな知見

2016 年 7 月の測定開始時点では 4 府県 15 地点の測定であったものが、2017 年 3 月時点では 7 都府県 47 地点となった。この 9 か月間 (発表時点では 10 か月間) で、各地域の  $\text{NO}_2$  濃度がどのような推移をするか、特徴的な動きが見られるか、などの検討を行う予定である。

### (2) 大気汚染への関心の醸成

毎月 20 日頃までには新しい試薬付濾紙の入ったサンプラーが全国の測定者に送付され、測定者は毎月の初めに新旧のサンプラーを交換して測定済みサンプラーを記録紙とともにセンターに送り返す。センターはこれを分析して結果 (現在は捕集量 ( $\mu\text{g}$ ) まで) をネットによる  $\text{NO}_x$  研ニュースの形で測定者にフィードバックしている。このサイクルが一応確立された。そしてこれにより、全国の測定者は自動車由来の  $\text{NO}_2$  濃度そして大気汚染について監視の意識が強まることが考えられる。

### (3) $\text{NO}_2$ 濃度の基準等に関する関心の高まり

この中で、 $\text{NO}_2$  汚染に関する公的な測定法、表示法、基準等の問題点が明らかに認識されるようになることが考えられ、更に行政測定局の補完とチェック機能も意識し、それらに関する議論を深めることにもなり得るだろう。

全面的な測定協力を得ている日本科学者会議千葉支部に所属する東崎 (元千葉大学) さんは、 $\text{NO}_2$  濃度の物理的な簡易測定 ( $\text{NO}_2$  ガスの濃度に比例する音響の測定を利用する方法) を提唱している。これを検討することは市民科学の発展のために絶好の機会と受けとめている。

### (4) 世界平和の視点

現在日本に限られているこの月間計測定を、今後機会を捉えてアジアから世界に研究会員・測定協力を広げ、地球市民による測定ネットワークの構築を目指したい。

## 4. 引用文献

UNEP・WHO(1994)、GEMS/AIR Methodology Review Handbook Series Volume4 Passive and Active Measurement of Air Quality

鈴木一義・伊藤章夫・栗屋かよ子・天谷和夫 (2016 年) 「二酸化窒素 ( $\text{NO}_2$ ) 簡易測定のための新たな月間計の信頼性・実用性の検証」『人間と環境』42(1)、45-52 頁

平野耕一郎 (2010 年) 「短期暴露用拡散型サンプラーを用いた環境大気中の  $\text{NO}$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{O}_3$  および  $\text{NH}_3$  濃度の測定方法」横浜市環境科学研究所

## 中国の生活部門を対象とした汚染物質の排出要因分析

○朱美華（アジア大気汚染研究センター）・山下研（アジア大気汚染研究センター）  
 ・青正澄（横浜市立大学）

連絡責任者：朱美華（mhzhu@acap.asia）

キーワード：中国，大気汚染物質，生活部門排出量，エネルギー消費構造

### はじめに

産業活動や生活活動は必ずエネルギー消費を通じて成り立つが、大気汚染は各国の産業活動や人々の生活活動に主に起因している。一方、エネルギー消費構造はその国の大気環境に大変大きな影響を与えている。2011年から2014年まで、中国の大気汚染物質の排出動向をみると、工業排出量の割合は減少する一方、生活排出量の割合は年々増加している傾向にある。本研究では、生活部門のSO<sub>2</sub>とNO<sub>x</sub>排出量に焦点を当て、生活部門のエネルギー構造、エネルギー強度、経済規模、人口規模の4つの要因が生活部門のSO<sub>2</sub>とNO<sub>x</sub>の排出量にどのような影響を与えているかを明らかにする。

### 材料と方法

#### 材料

1995-2014年の生活部門のエネルギー消費量を利用して対数平均ディビジア要因分析（Logarithmic Mean Divisia Index method: LMDI法）を行い、生活部門におけるエネルギー消費構造とエネルギー強度が大気汚染に与える影響を分析した。また、経済規模と人口規模が大気汚染に与える影響も合わせて分析した。エネルギー消費量の統計データは『中国統計年鑑』、各種エネルギーを標準石炭に換算するための係数は『中国エネルギー統計年鑑』、各種エネルギーのSO<sub>2</sub>とNO<sub>x</sub>の排出係数は科学技術庁科学技術研究所編（1992）の成果を用いた。時代差はあるものの、施ら（2014年）の研究によると、公認された中国の産業別エネルギー源のSO<sub>2</sub>とNO<sub>x</sub>の排出係数がまだないことと、また現在の中国の燃焼設備の技術レベルの多くは一部の大手企業を除いて先進国の1970年代と類似しているとしているため、本研究でも科学技術庁科学技術研究所編（1992）の排出係数で計算した。

#### 方法

1995-2014年の生活部門におけるエネルギー源の消費量を用いて、Kaya等式に基づきLMDI分析を行った。SO<sub>2</sub>とNO<sub>x</sub>排出量への寄与度を分析する。LMDI分析では、エネルギー構造、エネルギー強度（1単位当たりGDPの創造するためにどれぐらいのエネルギー量を消費するのか）、経済規模、人口規模の4つのファクターがSO<sub>2</sub>とNO<sub>x</sub>の排出量に与える影響を分析した。

### 分析結果

#### 生活部門のエネルギー構造変化

1995年から2014年までの生活部門のエネルギー構造を見る（図1）と、石炭の使用量がエネルギー源全体に占める割合は1995年の87.1%から32.1%へと、使用量の割合が半分以下に減少した一方、電力使用量の割合は8.8%から34.0%へと大幅増加し、石炭の割合を上回っている。天然ガスとガソリンの使用量の割合も増加し、それぞれ1.7%から16.0%、0.7%から12.0%へと10倍前後増加している。

#### 生活部門による排出量への各要因の貢献度分析

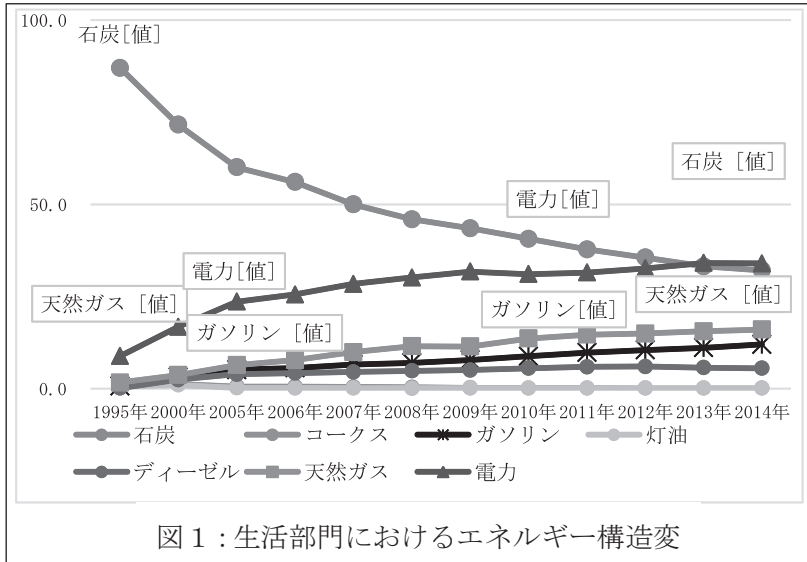


図1：生活部門におけるエネルギー構造変化

生活部門によるSO<sub>2</sub>排出量について、エネルギー構造、エネルギー強度、経済規模、人口規模の4つの要因について分析した（表1）。まず、要因別にみると、経済規模と人口規模の増加は生活部門によるSO<sub>2</sub>排出量に正の貢献を果たしている。特に、言及したいのは、基準年である1995年に対して経済規模の貢献度が高い。人口規模も正の貢献をしているが、経済規模の貢献度に比べると比較的低い。一方、エネルギー構造とエネルギー強度は負の貢献をし、SO<sub>2</sub>排出量を削減する働きをする。まず、エネルギー構造では、1995年には総エネルギーの約9割を占めていた石炭の使用量が2014年には3割ちよつ

とまで減少したことが主要原因であると思われる。また、エネルギー強度の貢献度はエネルギー構造よりも高く、1単位あたりのエネルギー使用効率の増加が主な原因であると思われる。例えば、石炭の燃料率の向上など燃焼技術改善がその背景にある。全体的にみると、エネルギー構造とエネルギー強度によるSO<sub>2</sub>排出量の削減効果が経済発展と人口規模によるSO<sub>2</sub>排出量の増加効果より高いため、生活部門によるSO<sub>2</sub>排出量は今後減少していくと推測できる。

表1：SO<sub>2</sub>排出量に対する各要因の貢献度

| 年       | 1995 | 2000  | 2005  | 2006  | 2007  | 2008  | 2009  | 2010  | 2011  | 2012  | 2013  | 2014  |
|---------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| エネルギー構造 | 1.0  | -3.1  | -6.7  | -8.0  | -10.0 | -11.2 | -12.1 | -13.3 | -14.6 | -15.6 | -16.9 | -17.5 |
| エネルギー強度 | 1.0  | -14.1 | -17.6 | -18.5 | -19.9 | -21.6 | -22.3 | -23.7 | -25.9 | -26.9 | -27.5 | -28.8 |
| 経済規模    | 1.0  | 8.4   | 17.6  | 19.6  | 22.6  | 24.5  | 26.1  | 28.7  | 32.3  | 34.5  | 36.4  | 38.1  |
| 人口規模    | 1.0  | 0.8   | 1.5   | 1.6   | 1.7   | 1.7   | 1.8   | 1.9   | 2.0   | 2.1   | 2.2   | 2.3   |

### 3.3 生活部門によるNO<sub>x</sub>排出量への各要因の寄与度分析

生活部門によるNO<sub>x</sub>排出量についても上記と同様に、エネルギー構造、エネルギー強度、経済規模、人口規模の4つの要因について分析した(表2)。まず、要因別にみると、エネルギー構造、経済規模、人口規模の増加はNO<sub>x</sub>排出量に正の貢献を果たし、経済規模と人口規模が増加すれば生活部門によるNO<sub>x</sub>排出量も増加する。特に、経済規模の貢献度は非常に高くなっている。SO<sub>2</sub>排出量への貢献度38.1に比べると、NO<sub>x</sub>排出量への貢献度は65.0となり、SO<sub>2</sub>排出量への貢献度を大幅上回っている。一方、エネルギー構造の貢献はSO<sub>2</sub>排出量の要因分析の結果とは異なり、正の貢献をしている。主な理由として、ガソリン、ディーゼル、天然ガスの使用量の増加が主な原因であると考えられる。特に、他のエネルギー源に比べ、ガソリンの排出係数は単突に高くなっている(他のエネルギー源の排出係数は2.0前後であるが、ガソリンは16.71以上である)が、家庭部門によるガソリンの使用量は年々高い増加率を継続し、今後も引き続き増加する傾向である。続いて、エネルギー強度について見ると、エネルギー強度は生活部門によるNO<sub>x</sub>排出量に負の貢献をし、排出量を削減する働きをしている。また、その貢献度は-49.2であり、SO<sub>2</sub>排出量への削減貢献度-28.8より削減効果が高くなっている。全体的にみると、NO<sub>x</sub>排出量を増加させるエネルギー構造、経済規模、人口規模の貢献度がエネルギー強度の削減貢献度より多いため、生活部門によるNO<sub>x</sub>排出量は今後とも引き続き増加する傾向である推測できる。

表2：NO<sub>x</sub>排出量に対する各要因の貢献度

| 年       | 1995 | 2000  | 2005  | 2006  | 2007  | 2008  | 2009  | 2010  | 2011  | 2012  | 2013  | 2014  |
|---------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| エネルギー構造 | 1.0  | 0.1   | 0.3   | 0.1   | 0.1   | -0.1  | 0.9   | 2.5   | 4.4   | 5.8   | 7.1   | 9.4   |
| エネルギー強度 | 1.0  | -18.2 | -24.0 | -25.6 | -28.3 | -31.4 | -33.2 | -36.3 | -40.9 | -43.7 | -45.9 | -49.2 |
| 経済規模    | 1.0  | 10.8  | 23.9  | 27.2  | 32.2  | 35.5  | 38.7  | 44.0  | 51.1  | 56.0  | 60.6  | 65.0  |
| 人口規模    | 1.0  | 1.0   | 2.0   | 2.2   | 2.4   | 2.5   | 2.7   | 2.9   | 3.1   | 3.4   | 3.6   | 3.9   |

## 4. まとめ

本研究では、生活部門の排出量に焦点を当て、1995-2014年の生活部門におけるエネルギー源別の消費量を用いて、生活部門のエネルギー構造、エネルギー強度、経済規模、人口規模の4つの要因が生活部門によるSO<sub>2</sub>とNO<sub>x</sub>の排出量にどのような影響を与えているかを分析し、以下のようなことが明らかになった。第1に、1995-2014年の生活部門におけるエネルギー構造の変化をみると、石炭の使用量が大幅減少した一方、電力・天然ガス・ガソリンの使用量が増加している。特に電力の使用量が大幅増加している。第2に、生活部門によるSO<sub>2</sub>排出量への各要因の貢献度分析では、エネルギー構造とエネルギー強度は排出量に負の貢献を果たし、排出量を削減する働きをする一方、経済規模と人口規模の増加は排出量に正の貢献を果たし、排出量を増加させる働きをすることが明らかになった。全体的にみると、排出量への削減効果が増加効果を上回るため、更なるエネルギー構造改革とエネルギー使用効率アップによるエネルギー強度の向上は今後生活部門における排出量の削減に貢献できると推測できる。第3に、生活部門によるNO<sub>x</sub>の排出量への各要因の貢献度分析では、エネルギー強度は排出量に負の貢献を果たし、排出量を削減する働きをしている一方、エネルギー構造・経済規模・人口規模は正の貢献を果たし、排出量を増加させる働きをすることが明らかになった。全体的にみると、排出量への増加効果が削減効果を上回っているため、更なる技術革新によりエネルギー強度の向上させない限り、生活部門によるNO<sub>x</sub>の排出量は今後とも引き続き増加すると推測できる。



# 住民による大阪府全域の NO<sub>2</sub> 濃度と健康影響の調査研究

○久志本俊弘・西川榮一・喜多善史（公害環境測定研究会）,中村毅（大阪から公害をなくす会）

連絡責任者：発表者 久志本俊弘（to4ksmt@yahoo.co.jp）

キーワード：NO<sub>2</sub> 測定, 天谷式カプセル, 大阪府メッシュ, 健康アンケート

## 1. はじめに ソラダス 2016 測定運動の概要

大阪では多数の住民が参加し、天谷式簡易測定法を用いて、大阪府全域の NO<sub>2</sub> 一斉測定及び健康アンケート調査（通称ソラダス）を続けている。昨年実施したソラダス 2016 測定運動結果を報告する。

## 2.測定方法と内容

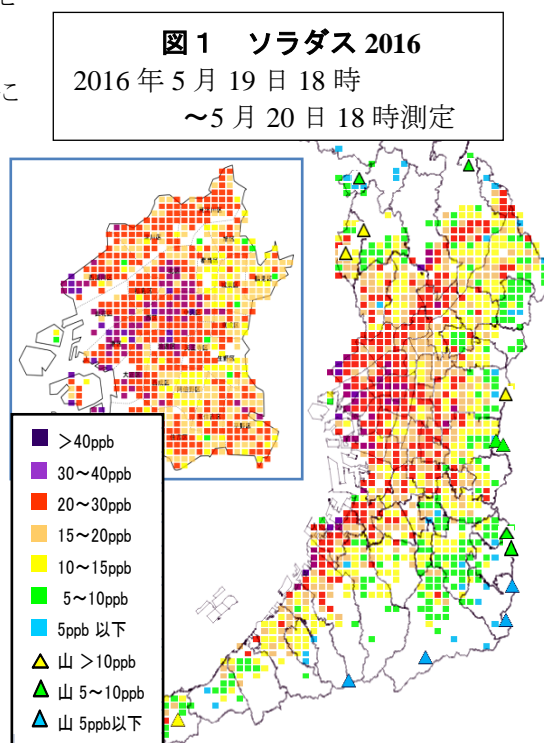
21. 方法 前回のソラダス 2012 についての報告(久志本ら 2013, 「人間と環境」 39 巻 3 号)に述べた方法と同じである。今回は、2016 年 5 月 19 日(木) 18:00~20 日(金) 18:00 の 24 時間 カプセルを暴露した。この時間帯の自治体常時測定局の日平均濃度は 2015 年度の年平均濃度と比べると、一般局で平均 10%ほど、自排局で平均 25%ほど高い濃度となる日に当たっていた。

## 22.測定・調査内容

- ① NO<sub>2</sub>測定メッシュ測定・・・府域を 3 次メッシュ（基準地域メッシュ）で区切った各メッシュに（大阪市域はさらに細かく 4 区画に）測定カプセル 5 個ずつ設置を基本とした（計 6,982 個）。
- ② NO<sub>2</sub> 自主測定・・・参加者がそれぞれの目的でカプセルを設置した(計 2,243 個)。
- ③ 健康アンケート調査・・・DSD-ATL に準じた質問票により参加者がその家族も対象に健康アンケートを記入した（計 4,873 名）。
- ④ 行政常時測定局との対比も実施し、ほぼ前回と同じ結果であった。

## 3.メッシュ測定結果

- ①メッシュ測定の NO<sub>2</sub> 濃度マップを図 1 に示した。全平均値 18ppb で、大阪市、大阪市に隣接する 10 市、及びその他の府域の 3 グループに分けた平均濃度はそれぞれ 22,16,14ppb となっていた。大阪市域が最も高く大阪市から周辺へ向かって濃度が低下する傾向、各行政区平均濃度での高濃度行政区はほとんど大阪市域で占められていたことなどは、これまでの結果と同じで、浪速区、西区、港区、住之江区は過去 3 回と同じくワースト 10 に入っていた。



- ② 図 2 に、カプセル NO<sub>2</sub> 濃度と道路面積率とを比較したところ相関性が強かった。なお、大阪市域の湾岸 5 区（西淀川、此花、港、大正、住之江）は、違った傾向であり、湾岸地域の産業活動・港湾活動とそれらに伴う大型・重量車交通の影響が大きいと見られる。
- ③ 個別カプセル値を見ると、環境基準下限の 40ppb を超えている地点も多くあり、中には上限の 60ppb を超える地点、80ppb を超える驚くべき濃度の地点もあり、平均濃度だけ見ては捉えられない高濃

度汚染スポットが存在していた。その多くは自動車交通の影響が強い所に見られた(国道43号線と阪神高速道路が重なる港区周辺, 吹田市や浪速区の高速道路や幹線道路が折り重なった所, 住之江区の湾岸埋め立て地と沿岸をつなぐ道路周辺で大型車・重量車交通が集中する所)。

④行政の常時測定局が浪速区, 港区には測定局は設置されておらず, また吹田の高濃度地点にも測定局がないなど, 少なくない局所的な高濃度地点の汚染実態が, 現在の行政常時測定網では捉えられていなかった。

○まとめ 高濃度汚染が何年も続く地点が存在し, 早急に監視体制を充実強化するとともに, 的確な汚染対策を講じること, 健康調査を行い, 被害対策を講じることが緊急の課題であると考えます。

#### 4. 自主測定結果

- ・ 国道43号線沿道で最高は83ppb, 60ppb以上が8個, 40ppbから60ppbが10個というすさまじい濃度であった。その他の地点でも50, 60ppbを超える値が幹線道路沿道や道路交差点で見られた。
- ・ 今回初めて学校グループ(小中高等学校など86校)で取り組まれたが, 道路沿いの学校で50ppbを超える結果があった。
- ・ 大阪勤労者山岳会の測定により, 周辺の山頂で濃度は低い, それでも10ppbを超える地点があり都市域汚染ガスが山頂まで広がっていた。

#### 5. 健康アンケート調査結果

①カプセルNO<sub>2</sub>濃度の高い順に66区市町村を8つのブロックに分け, ぜん息有症率を比較した結果, 図3に示したような相関性(P<0.04)を得た。メッシュ測定によるNO<sub>2</sub>濃度であり, 健康アンケート回答者の居住地の実測値といえるので, こういう調査結果は他では行われておらず, 重要な結果と考える。

②なお, 大阪の行政常時測定局(一般69か所)のNO<sub>2</sub>年平均値を用いて, 上記と同じ区分した結果でも正の直線近似での相関性(P<0.04)を確認できた。

③道路沿道とそうでない地点の2区分でぜん息有症率を比較した結果, 前者が7.2%, 後者が4.9%という結果であった。15歳以下だけのグループでは前者が4.8%, 後者が2.2%であった。なお, 行政常時測定局の2014年度年平均値を用いて, NO<sub>2</sub>とPM<sub>2.5</sub>とを対比した結果, 正の相関性を確認した。

○まとめ ぜん息の有症率はNO<sub>2</sub>濃度が年平均値0.020ppm以下とみられる領域でも相関が認められる。国のNO<sub>2</sub>環境基準を早急に見直しすべきと考える。

#### 6. 引用文献 公害環境測定研究会年報2016(21号)

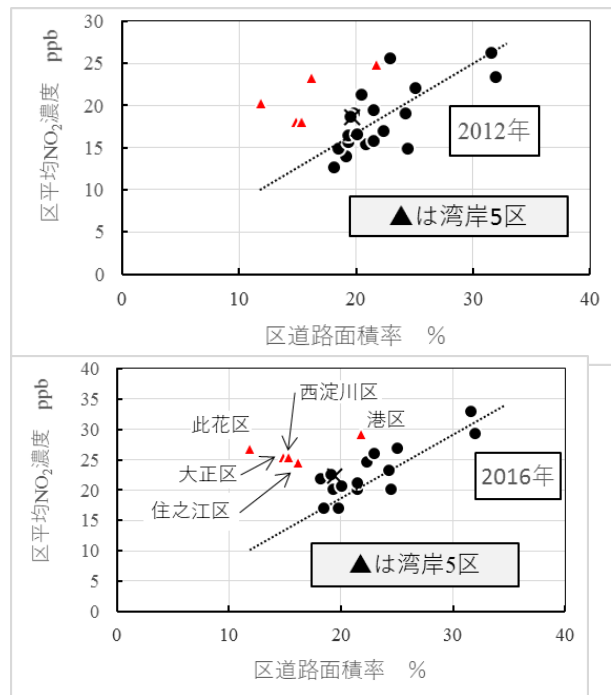


図2 大阪市各区NO<sub>2</sub>メッシュ全平均濃度と道路面積率の相関

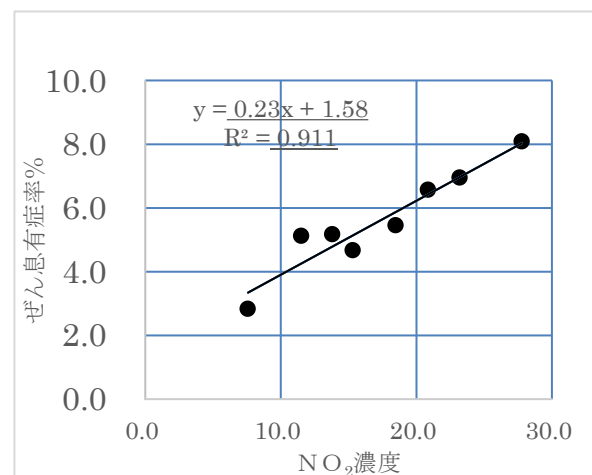


図3 NO<sub>2</sub>濃度とぜん息有症率



## タイ・バンコク近郊工業団地周辺の運河網における溶存酸素量と流路周辺環境の関係

横田樹広 (東京都市大学 環境学部)

連絡責任者: 横田樹広 (yokotas@tcu.ac.jp)

キーワード: タイ, 工業団地, 運河, 溶存酸素, 湿地

### 1. 研究の背景および目的

チャオプラヤ川河口のデルタ低湿地に位置するタイ・バンコク近郊では、2011年に大規模洪水、2015年に深刻な渇水が発生するなど、気候変動に伴う水バランスの変化が顕在化している。一方、都市のスプロールは現在も進行しており、国際空港や幹線道路を軸とした沿道開発に伴い、残存農地や運河網を侵食・寸断しつつ市街化が進捗している。本研究では、バンコク近郊の工業団地立地地域を対象として、旧来の水インフラである運河網に着目し、運河の立地・構造および周辺環境と、水質指標としての溶存酸素との関係性について把握し、運河および農地由来の湿地・水系の保全と土地利用の誘導を通じて地域レベルで水調整機能の向上を図っていくための要件について検討することを目的とした。

### 2. 研究対象地域

研究対象地は、バンコク都心より約25km～35km圏に立地するバンチャン (Banchang) 工業団地およびラックラバン (Ladkrabang) 工業団地の周辺地域に位置した都市農村混在地域であり、地区の主要幹線道路で囲まれた南北約8km×東西約15kmの範囲とした。これらの工業団地は、いずれもタイ工業団地公社 (Industrial Estate Authority Thailand) が管轄する都市型の工業団地であり、2011年時点でバンチャン工業団地には81社 (うち日系21社)、ラックラバン工業団地には283社 (うち日系49社) が操業している。本地域は、バンコク都 (BMA) によるマスタープランではグリーンベルトに位置付けられているが、国際空港開業や高速道路・高架鉄道の開通により、2000年頃より急速な郊外化が進展している。一方で、水田、養魚池、果樹園・畑、芝生・園芸植物栽培地等の農業的土地利用が残存しており、耕作放棄後に形成された湿地雑草群落も大規模な区画を有して分布している。これら農業的土地利用および放棄地の後背部には、旧来の運河網が残存し、工業団地の排水先および農業用水の取水源となっている。また、水田を主な採餌場とするスキハシコウ (コウノトリ科) の分布も多く確認されている。

### 3. 研究の方法

対象地域の運河網において、橋梁上より運河の水環境が観測可能な地点を計60地点選定した。観測地点は、外周幹線道路を超えて対象地域に流入する主要運河と、工業団地周辺の地区内運河および両者の合流地点周辺を中心に選定した。橋梁上より運河中央部の水深を計測した後、溶存酸素計を投下し水面下1m地点における溶存酸素量・飽和度および水温の計測を行った。なお、溶存酸素計は、pH変動等の影響を受けにくく無流速環境での測定にも適した蛍光式溶存酸素計HQ-30d (ハック社) を使用した。計測は2013年7月20日～24日の日中晴天時に各地点を巡る形で実施した。

一方、地表および建造物表層の高さデータとして、AW3D<sup>®</sup>全世界デジタル3D地図 (株式会社NTTデータ・一般財団法人リモート・センシング技術センター, 解像度5m) のDSM (Digital Surface Model) データを用いた。また、対象地域の土地被覆データとして、Landsat8 OLI衛星画像データ (乾季データとして2014年2月2日撮影、雨季データとして2014年11月17日撮影, 解像度30m) を使用した。

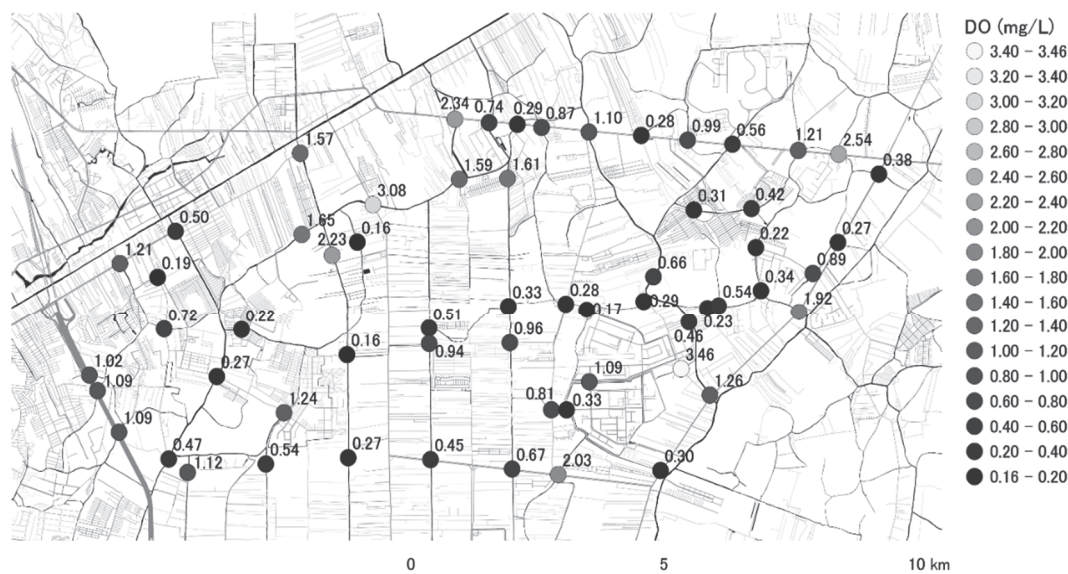


図 1. 対象地域の運河網の各観測地点における溶存酸素量 (DO) の分布

Landsat8 マルチスペクトルデータ (Band1~Band4) をもとに、オブジェクト指向によるマルチレベル・セグメンテーションを行って均質な土地被覆に分割した後、観測地点周辺 100m 圏に重なる周辺土地被覆セグメント内の DSM 面積平均値、乾季・雨季の NDVI 面積平均値を算出した。土地被覆のセグメンテーションには Definiens Professional 5.0 (Definiens 社) を用い、scale parameter は 50 を採用した。

以上をもとに、測定点の溶存酸素量を目的変数とし、運河水深、周辺土地被覆セグメントの表層高さ (DSM) 面積平均値、同 NDVI 面積平均値 (2014 年 2 月 2 日および 2014 年 11 月 17 日) を説明変数として、回帰樹木 (Regression Tree) による分析を行った。各変数の算出においては QGIS Desktop 2.18.3 および TNTmips 2017 (MicroImages 社) を、回帰樹木による分析には R 3.4.0 を使用した。

#### 4. 結果および考察

対象地域の運河網の各観測地点における溶存酸素量 (DO) の分布を図 1 に示す。飽和度は平均 11.69 (±標準偏差 9.73) %、運河水深は平均 1.55 (±標準偏差 0.64) m、水温は 28.84 (±標準偏差 0.73) °C であった。測定点の溶存酸素量を目的変数とし、周辺土地被覆セグメントにおける DSM および乾季・雨季 NDVI の面積平均値を説明変数とした回帰樹木分析の結果、運河水深および雨季 NDVI が主変数として抽出され、DSM も副次的に抽出された (図 2)。これらより、ヘドロの堆積や陸地化の進んでいない深掘りの運河で水質が維持されている可能性が考えられたほか、周辺植生もその一因となることが示唆された。また、市街地内で横断方向にも連結された支線運河の方が、幹線運河付近に比べて貧酸素であり、水の滞留のしやすさも影響していることが示唆された。

現在も洪水対策として運河の浚渫や水門建設等が行われているが、周辺湿地環境を維持しながら水流を確保し、運河沿いのエコトーンにより水調整と水質維持を両立できる環境を形成していくことが重要と考えられた。

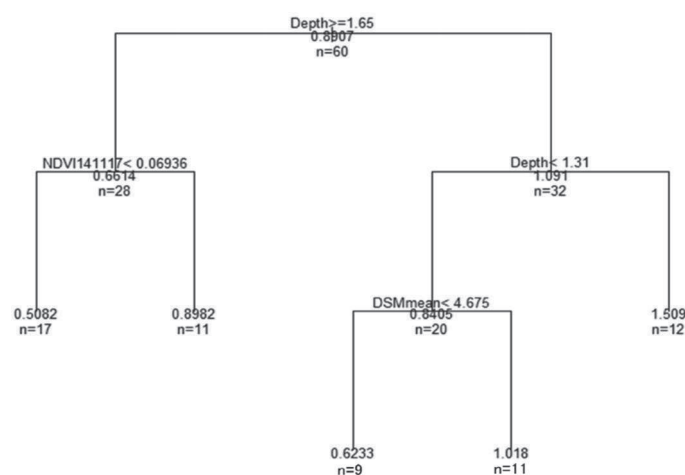


図 2. 回帰樹木分析 (Regression Tree) の結果

## 金目川上流域における動物の動向調査 ～里川づくりの視点を踏まえて～

○佐藤泰基<sup>1</sup>・藤野裕弘<sup>1</sup>

(1.東海大学大学院人間環境学研究科)

連絡責任者：藤野裕弘 (yfujino@keyaki.cc.u-tokai.ac.jp)

キーワード：生物多様性、金目川上流域、湘南里川づくり

### 1. はじめに

現在、生物多様性の状態は悪化傾向にあるとされ、その主な要因として「開発等の人間活動」が挙げられている。しかしながら、里山のように、人間の営みによる適切な管理により、多様な生物種が見られる場所も存在している。一方、日本の河川においては、治水優先のコンクリート護岸工事等による影響で、生物の多様性は著しく減少している。

金目川では「湘南里川づくり」という活動が始まっている。里川づくりは、源流エリア、市街化エリア、農業エリアなど、流域の状況に合わせた里川像を提示し、できるだけ良い形で次世代に引き継いでいくという考え方である。

里川づくりという視点で調査を行う場合、それぞれの流域に合わせた川づくりを考える必要があるが、現状では生物の生息状況に関するデータが充分ではない。そこで、自然が豊富に残されており、生物多様性に富んだ金目川上流域を中心として動物の動向調査を行った。

また、適切に管理された里川の生物多様性は増大するため、季節ごとの昆虫や野鳥を観察できる場を作ることも可能となる。

本研究では「湘南里川づくり」の参考資料づくりを目的としている。また、現段階では河川と生物とのつながりに関する情報が少ないため、現状把握を優先として調査を行っている。

### 2. 材料と方法

定性調査、ルートセンサス、スポットセンサスの3つの調査法を実施している。地元住民やNPO、野外調査センターでの聞き取り調査のほか、葛葉川、金目川の上流域ではルートセンサスとスポットセンサスを用いた調査を行っている。ルートセンサスの距離は約1kmを基準として、その中にスポットセンサスの場所を250m、500m、750mと設置している。調査は最低週に一度、朝6:00から行い、時間のある日は、別日にも行っている。

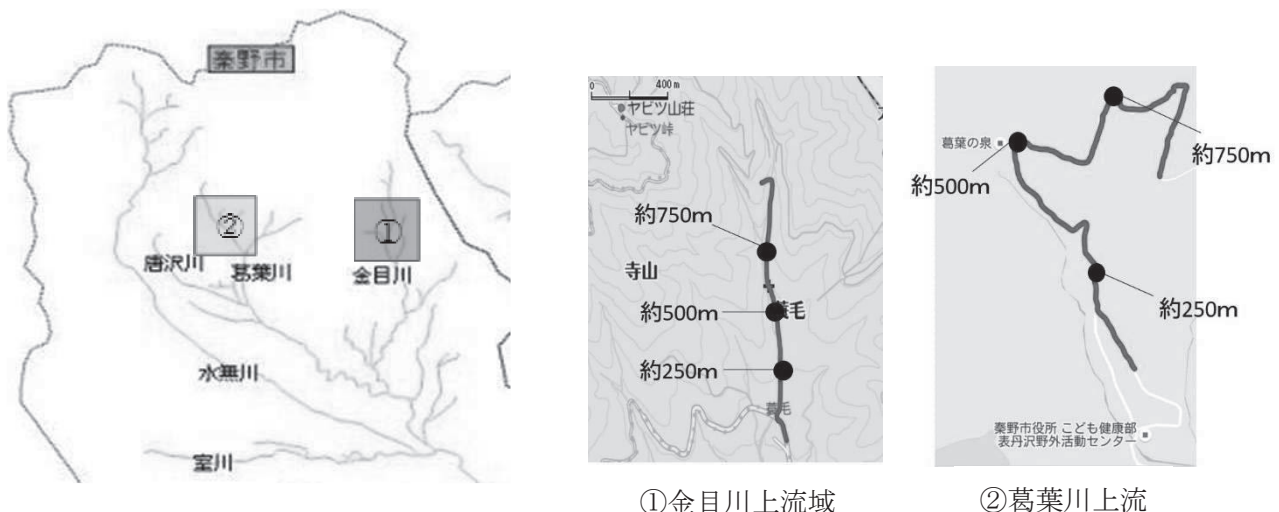


図1. 金目川上流域調査エリア

### 3. 結果

現在までのルートセンサスおよび、スポットセンサスにおいて、表1 & 2のような絶滅危惧種が確認されている。表1 & 2に記載したのは、代表的な生物であり、一例にすぎない。現実にはさらに多くの絶滅危惧種が確認されている。これらの生物に共通する減少原因は「外来種」と「森林伐採」である。外来種に関しては駆除を行っているが、広く外来生物が分布しているため駆除しきれないのが現状である。

さらに、シカによる森林への食圧被害も報告されている。金目川上流域ではシカの個体数増加が問題視されており、シカの採食により、エサとなる下草や木の実が減少する。それに伴い、最終的には樹皮を食らってしまい、森林へのダメージにつながっていく。さらに、秦野市役所からは、これらが原因となり表層4～9mmの土壌流出が年間で起こっていると報告されている。

表1. 金目川本流上流域

| 哺乳類             |
|-----------------|
| ニホンリス(準絶滅危惧種)   |
| キツネ(準絶滅危惧種)     |
| ツキノワグマ(絶滅危惧Ⅰ類)  |
| 鳥類              |
| サンコウチョウ(絶滅危惧Ⅱ類) |
| コガラ(絶滅危惧Ⅱ類)     |
| ノスリ(絶滅危惧Ⅱ類)     |

表2. 葛葉川上流域

| 哺乳類            |
|----------------|
| ニホンリス(準絶滅危惧種)  |
| キツネ(準絶滅危惧種)    |
| ツキノワグマ(絶滅危惧Ⅰ類) |
| 鳥類             |
| コガラ(絶滅危惧Ⅱ類)    |
| ノスリ(絶滅危惧Ⅱ類)    |

### 4. 考察

森林伐採に関しては、森林ボランティア団体が実施している里山保全活動により、ある程度は管理されるようになってきている。現在行われている内容は、森林内の下草狩り、間伐、枝打ちなどである。

絶滅危惧の鳥類に関しては、登山客や野鳥観察者、野外活動センターからの聞き取り調査で、「昔よりも見られるようになった。」との意見を多数聞くことができた。このことから、表1 & 2の絶滅危惧鳥類の個体数は安定、もしくは増加傾向にあると考えられる。

しかしながら、里川づくりを行うにあたり、シカの食圧は問題となってくる。シカの食圧による森林被害や、土壌流出に関しては先に触れたが、それが原因となり、保水力の低下、そして下流域での洪水被害へとつながる可能性も考えられる。

### 5. 引用文献

- 1) 神奈川県自然環境保全センター 永田幸志 (2005) 丹沢山地札掛地区におけるニホンジカの行動圏特性
  - 2) 鷺谷いづみ (1999) 共立出版 生物保全の生態学
  - 3) 鷺谷いづみ (2016) 倍風館 生態学・基礎から保全へ
- 電子文献
- 1) 神奈川県レッドデータブック 2006 WEB版 <http://conservation.jp/tanzawa/rdb/>



## 情報ツールを用いた二子玉川河川敷の外来植物調査の市民科学と土壌水分含量

○小堀洋美（東京都市大/（一社）生物多様性アカデミー）・咸泳植・山岸陸・千石遼介（東京都市大環境学部）・中村拓（ESRI ジャパン(株)）・中西 修一（NPO 法人せたがや水辺デザインネットワーク）

連絡責任者：小堀洋美（kobori@tcu.ac.jp）

キーワード：市民科学，スマートフォン，データの可視化，水辺の外来植物

### 1. はじめに

外来種は人間活動により、本来の生息・生育地外へ意図的および非意図的に持ち込まれた生物である。外来種のうち、在来種との競合や雑種形成、病気の媒介、生態系や経済活動などに悪影響を与える侵入的外来種の増加は地球規模の環境問題の一つとなっている。日本でも海外から持ち込まれて定着した外来種は2000種を超え、その4分の3は植物種である。特に水辺の外来植物は、全国的に種数と分布域の拡大が懸念されている。しかし、従来国による水辺の国勢調査、研究者による調査だけでは、人的、時間的、資金的な制約により、外来植物の全体像を把握するのは困難な状況が生じている。本研究では現状を改善する新たな手法として、情報ツールを用いた市民科学手法を開発し、実践することを目的とした。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（Kobori *et al.*, 2016）、本プログラムでも市民と多様な組織との連携により、市民が多数のデータを取得するとともに、市民の科学や環境教育の学びにも資するプログラムを開発・実践した。

### 2. 調査地と方法

市民科学プログラムの開発は、大学教員、町内会、地域のエアリアマネジメント、一般社団法人、環境NPO、ソフトウェア会社、大学院と学部学生からなる企画者会議のメンバーが行ない、表2に示す科学研究の7つのステップを含むプログラムを作成した。

表1. 企画組織の構成

| 構成   | 組織名   |
|------|---|
| 市民団体 | 生物多様性アカデミー<br>せたがや水辺デザインネットワーク<br>二子玉川町内会<br>二子玉川エアリアマネジメント |
| 研究者  | 東京都市大学／慶応義塾大学   |
| 大学生  | 東京都市大学／千葉大学   |
| 企業   | ESRI ジャパン(株)  |
| 協力   | 東京都市大学夢キャンパス  |

表2. 科学研究の7つのステップ

| 科学研究のプロセス               |
|-------------------------|
| 1. 課題の発見とテーマの設定         |
| 2. 既往研究などの情報収集          |
| 3. 研究計画や調査方法の検討         |
| 4. モニタリング調査             |
| 5. データのまとめ              |
| 6. データの分析・解析            |
| 7. 成果の発表（学会、専門雑誌、市民の発表） |

調査地区は多摩川の中流域に位置する二子玉川の兵庫島公園とその近傍とし、野川の右岸（Z.1）、野川の左岸（Z.2）、多摩川左岸上流（Z.3）、多摩川と野川の合流地区（Z.4）、多摩川左岸下流（Z.5）の5地区を設定した（図1）。調査対象種には、秋に開花し、調査区内での分布域が広く、市民による同定が容易な外来種5種（アレチウリ、アカバナユウゲショウ、アレチハナガサ、コセンダングサ類、オオブタクサ）と秋の代表的な在来種（メドハギ）を選定した。参加者は、指定された地区に生育する全ての対象種の個体または個体群の種名、高さ、生育場所の特徴をGeoformを用いたスマートフォンの画面にプルダウン方式で入力し、対象植物の写真と位置情報も送信した。企画者は収集されたデータをポータルに集約し、直ちにWebブラウザのアプリ（ArcGIS）によるデータの可視化と情報共有を行った。



土壌水分含量分析のため、Z.1 地区で 5 か所、Z.2 地区で 3 か所、Z.3 地区で 5 か所、Z.4 地区で 5 か所、Z.5 地区で 5 か所の計 23 か所で土壌サンプルをそれぞれ採取し、水分含有量を分析した。

### 3. 結果および考察

プログラムは 2016 年の 10 月 10 日と 13 日の 2 回実施し、参加者は 100 名であった。今回得られた対象種の送信件数は 452 件（有効送信件数：405 件）であった（図 1）。



図 1. 兵庫島公園の多摩川と野川の合流点近傍の対象外来植物のマップ情報

（マップデータは esri（株）による）

アレチハナガサの送信件数が最も多く、多摩川左岸上流地区（Z.3）では著しく多く、その下流地区の Z.4 と Z.5 では送信件数は漸次減少したのに対し、野川ではほとんど報告されなかった。一方、特定外来種のアレチウリは野川の 2 調査区で観察されたが、多摩川では全く観察されなかった。5 つの調査区は距離的に近い場所であったが、優占種は 5 つの調査区で大きな相違が見られた。すなわち、優占種は野川右岸地区ではオオブタクサ、野川左岸地区ではアレチウリとセンダングサ類、多摩川左岸上流地区ではアレチハナガサ、多摩川と野川の合流地区では、アレチハナガサ、多摩川左岸下流では、メドハギとセンダングサ類であった。全調査区の中で、最も低い土壌水分含量を示した多摩川と野川の合流地区（Z.4）ではアレチハナガサの割合が最も高く、アレチウリの生育面積は最小であったため、特定外来種のアレチウリは土壌水分含量の高い場所が生育適地であることが示唆された。オオブタクサは 4 調査区で観察され、多摩川と野川の合流地区ではその高さは平均で 1.5m に達した。アレチハナガサは多摩川の 3 調査区でみられ、多摩川左岸下流地区では平均の高さは 1.5m に達した。アレチハナガサとメドハギは、大きな株を形成する個体が多く 1 株の平均の茎数は約 7 本であった。

実施したプログラムは市民や学生でも同定が容易な種を選定し、また専門家が送信されたデータの有効性を検討することで、短時間で精度の高い面的なデータが得られ、市民科学手法の有効性が示された。しかし、今後の課題として、入力手法の改善やデータ精度のさらなる向上などが挙げられた。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。今後、従来の市民参加型モニタリング調査にも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の設定、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を市民と多様な組織との連携で行い、得られた科学データの解析、公表、課題の発見・解決に活用することが課題であろう。

## 西表島におけるカンムリワシ繁殖個体の林縁利用

○晝間さよこ<sup>1</sup>・水谷晃<sup>2</sup>・中本純市<sup>3</sup>・田中詩織<sup>1</sup>・武藤大輔<sup>4</sup>・網倉真太郎<sup>4</sup>・藤野裕弘<sup>1</sup>・河野裕美<sup>2</sup>

(1.東海大学大学院人間環境学研究科 2.東海大学沖縄地域研究センター

3.石垣島 BIRD 観察 4.東海大学海洋学部)

連絡責任者：晝間さよこ (6bhlm007@mail.u-tokai.ac.jp)

キーワード：西表島，カンムリワシ，繁殖生態，林縁利用，二次的自然環境

## 1. はじめに

人の営為によって作られる二次的自然環境は、周期的な管理によって維持され、この持続的な働きかけがときにある生物にとって生息場を与える<sup>1)</sup>。日本では八重山諸島の西表島と石垣島にのみ生息するカンムリワシ *Spilornis cheela perplexus* は、島嶼生態系の頂点に位置する一方で、「山林に接する水田、牧場、牧草地等の二次的な湿地・草地環境」を好適生息環境とするなど<sup>2~4)</sup>、人の暮らしと密接に関連して生息する側面もある。本研究では、西表島の林縁域で繁殖中の個体を対象として、巢内とその周囲での行動観察を行い、繁殖段階や役割分担、利用する範囲や時間、餌生物についてまとめた。

## 2. 方法

2016年5月11日に巢を発見し、5月19日～7月19日まで21日間、営巣観察を行った。巢から約10m離れた位置に設置した観察小屋から親鳥と雛の行動を日の出から日没まで記録した。また、6月14日～7月19日の14日間、営巣観察と同時に営巣林に隣接する農地（パイン）や牧場・牧草地において、日の出から日没まで2時間に1回のルートセンサス(4.0km)を実施した。出現個体は写真撮影し、親鳥の場合は追跡して出現時間と位置、採餌行動を記録した。親鳥とその他成鳥との個体識別は、写真をもとに虹彩の色、羽衣の模様、嘴の傷などを指標に行った。なお、中本（未発表）により交尾期から雛巣立ち期までの連日観察をもとに、抱卵日数（44日）や雛の発育過程が記録されており、それをもとに本観察中の雛の日齢を推定し、産卵や孵化日を逆算した。

## 3. 結果

巢は林縁から約20m離れた林内にあり、近くには小さな沢が流れていた。営巣木としてハマイヌビワが利用され、胸高直径が9.8cm、地面から巢までの高さは約7mであり、樹冠に絡んだトウツルモドキが巢の基盤となっていた。巢から半径500m以内の環境割合は、森林が43%で最も多く、次いで農地（パイン）が32%、牧草地、集落、二次林、工業地帯が1～14%だった。5月19日の観察では雛を確認できなかったものの、雌が給餌する仕草が観られ、既にふ化していたと判断された。その後、5月27日に首を立てた雛を確認でき、綿羽に覆われていたことから13日齢と推定され、孵化日は5月15日、産卵日は4月2日とそれぞれ逆算された。雛は推定52日齢（7月2日）で幼羽が生え揃い、推定60日齢（7月13日）で枝移り（巣立ち）を始めた。しかし推定66日齢（7月19日）に巢上で捕食死亡が確認された。なお、付着物のDNA鑑定により捕食者はイリオモテヤマネコであった。

親鳥の日中の在巣時間割合は（図1）、雌が育雛初期（推定21日齢）まで平均94±5%で、その後徐々に減少して推定58日齢で0%となり、雄は期間を通して平均1±1%であり、雌が抱卵と雛付添、雄が雌や雛への餌運搬といった役割分担がみられた。また、雄の餌運搬回数は1日当たり平均3.1±2.2回であった。日中の営巣林外での出現範囲は、雄では巢から最長252m以内、最外郭法による面積は33.4ha(n=80)であった。雌は雛付添が徐々に減る育雛後期から出現し始め、巢から最長166m、面積4.0ha(n=108)で、

雄の出現範囲内でのみ行動した(図2)。営巣林外に出現した時間割合は、雄が平均  $10 \pm 9\%$  で、雌は雛付添の時間が減る育雛後期から平均  $20 \pm 14\%$  だった。時間帯別の出現率は、雌雄ともに5~10時台が多く雄が平均  $38 \pm 14\%$  雌が平均  $49 \pm 13$  であった。巣への餌運搬を合計66回確認できたが、そのうち5~10時台の運搬は50%であった。営巣林外から餌運搬したと判断されたのは51%であり、特に5~7時台に多かった。餌生物はカエル類(20%)、トカゲ類(9%)のほか、ヘビ類、鳥類、カニ類、バッタ類、カメ類、ムカデ類(1~3%)が記録され、このうち営巣林外から運搬されたのは、カエル類(4回)、ヘビ類(2回)、トカゲ類、バッタ類、鳥類(1回)であった。

#### 4. 考察

今回観察した営巣木は、既存の報告( )と比べて、林縁に近く、幹が非常に細かった。一方で、ツル性植物を営巣基盤とする点で類似しており、林縁域に生息するカンムリワシにとって人の存在や樹木のタイプよりも、営巣基盤となる植物の有無が重要であるのかもしれない。営巣林外での採餌範囲は比較的狭く、また出現時間も短く、かつ早朝に多かった。餌生物は主に両生・爬虫類のほか、甲殻類など湿潤な環境を好む生物が多く、運搬も同様の時間帯に多かった。これらのことから、カンムリワシにとって二次的の草地環境が、これらの餌生物を捕獲する好適な採餌場となっているが、気温が上昇し、湿度の下がる時間帯はそれらの開放的な空間では採餌効率も下がり、採餌場を林内へ移しているものと推察される。つまり 山林と二次的の湿地・草地が「隣接する」という環境条件が、繁殖中のカンムリワシにとって有意義であると考えられる。

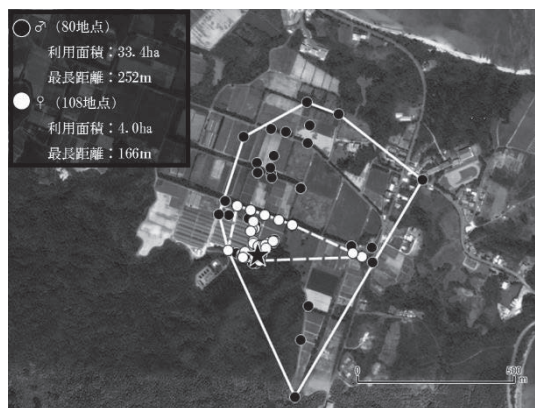
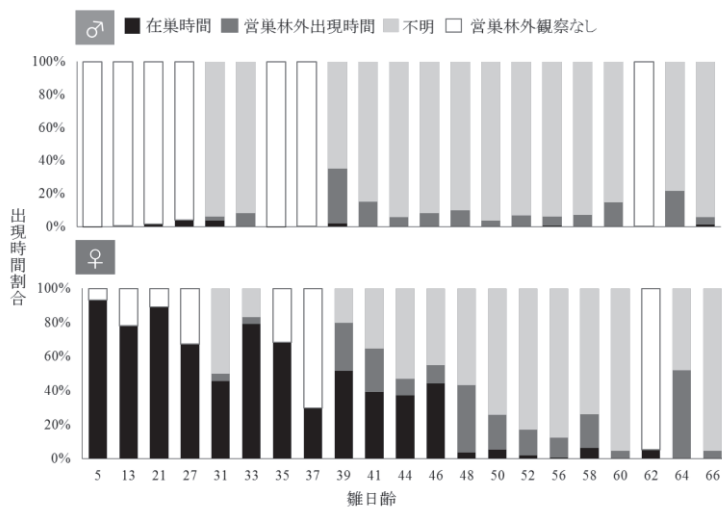


図 雌雄の日中における在巢時間割合と営巣林外出現時間割合

図 雌雄の営巣林外における利用範囲

#### 5. 引用文献

- ) 鷲谷いづみ・矢原徹一 (1996) 保全生態学入門. 文一総合出版, 東京.
- ) 1996 30, 99-100
- 環境省那覇自然環境事務所・東海大学沖縄地域研究センター (2016) 平成27年度カンムリワシ生息状況等調査業務報告書.
- 環境省那覇自然環境事務所・東海大学沖縄地域研究センター (2017) 平成28年度カンムリワシ生息状況等調査業務報告書.
- ) 佐野清貴 (2003) 石垣島におけるカンムリワシ繁殖生態. , 21, 141-150
- ) 原戸鉄二郎 (1987) 西表島におけるカンムリワシの食性と巣立ち雛の行動. 沖縄島嶼研究 5 , 49-58



## 高齢化する担い手の負担を減らす ICT を用いた農業用水管理の現実的方法について

○長屋祐一（三重大学大学院生物資源学研究科）

連絡責任者：長屋祐一（nagaya@bio.mie-u.ac.jp）

キーワード：ICT，環境管理，農業の担い手の高齢化，作業の効率化。

### 1. はじめに

農業は、作物に最適な水、土壌、肥料や作付け体系などの環境を整えることで、持続的な栽培が可能である。水不足による不作や凶作を防ぐために、これまでに農地に関連した農業用水路・灌漑施設の整備がなされた。農業用水路の建設の歴史は古く、地域の人々が鍬やスコップを用いて自己負担したものや、公的資金よって新設や改修されたものなど、多様な農業用水路が存在する。

農業用水の管理は受益者が行う。近年は専業農家数が減少し、兼業農家が農業に費やす時間も減少している。また、圃場の整備によって、専業農家はより大規模の面積を耕作することで、用水管理を行う時間が不足した。そこで、本報告では、農家である受益者が用水管理を効率化するために、インターネット回線や携帯電話回線を利用して、遠隔操作が可能のように既存の用水関連設備を改良し、運用した事例を調査し、今後の農業用水管理について ICT を利用する可能性について検討した。

### 2. 概要と改良の方向性

調査対象の A 土地改良区は、三重県の伊勢平野に位置し、受益地は約 100ha で、水田に限定されている。この受益地内部に、幹線用水路を延 13.0km、12 基の揚水機、2 基の除塵機、13 基の井堰、2 箇所の湧水池があり、これらを所有・管理した。A 土地改良区の組合員は多数の 1ha 未満の小規模稲作経営・兼業農家と、少数の大規模稲作経営・専業農家から構成された。管理について、幹線用水路に関する機器類の運転管理は、ごく少数で特定の組合員が行っていた。ICT 導入前の主要な機器類のうち、揚水機、除塵機、転倒ゲート、揚水機は電動化されており、設置場所において、オン、オフ、タイマー設定が可能であった。

A 土地改良区は、平成 25 年ごろ、筆者と遠隔操作の方法および機器の改良についての話合があり、遠隔操作について概要を説明した。その後、A 土地改良区は、独自に仕様を決め、業者を選定し、同年に実施した。インターネット回線からの制御を行うため、既存の除塵機と転倒ゲートに制御回路を増設し、同時に防犯カメラを新設することで、リアルタイム映像を見ながら除塵機と転倒ゲートの管理を行った。また、次に、揚水機の吐水管理を行うために、平成 26 年ごろ、筆者が相談をうけて、A 土地改良区に機材と改修方法の提案を行い、A 土地改良区が実施工事業者を選定し、実装した。

### 3. 運用および考察

#### 3. 1. インターネット回線を利用した遠隔操作

除塵機および転倒ゲートの制御基板と並列に、アナログ入力・接点入出力など I/O ポートを持ち、インターネットに接続可能で、ブラウザのウィンドウ上でのデータ・イベント・トレンド表示ができるウェブサーバ機能等を備えた汎用機「DL8-B」（エム・システム技研）を追加した。また、現状確認のために、市販の防犯カメラシステムを増設した。パソコンからの操作は、カメラ映像用と機器操作用に対応したブラウザのウィンドウを開き、それぞれ大きさを調整して行った（図 1）。

導入後日数が経過すると、セキュリティ向上のために、WindowsOS、ブラウザの IE のバージョンアッ





図 1. ブラウザのウィンドウ (映像用と制御用).

筆者は、平成 26 年 3 月に中古のパソコンを 5 台用意し、操作に最適な古いバージョンの OS とブラウザを導入して、専用機的なパソコンを作成した。A 土地改良区の操作者は、このパソコンを利用した。家庭で普段使いのパソコンではなく、操作用に用いるノート PC では、管理のたびに起動する必要がある、これは利用者にとっては不便であった。

### 3. 2. 携帯電話回線を利用した遠隔操作

インターネット回線の敷設費用や回線使用料は、多額の費用が必要であった。そこで、もう少し安価にシステム構築できないかとの相談を受け、状況把握用のカメラ映像は見えないが、揚水ポンプのスイッチを ON-OFF することのみ可能な携帯電話を利用したシステムの提案した。携帯電話のイヤホンから聞こえるトーン信号を利用して、揚水ポンプの ON-OFF 制御を行う「スーパー・マリオ Net 1・2・3」(筑波電子技研)を、既存の制御基板と並列に増設した。揚水機に内蔵した携帯電話に、操作者の携帯電話あるいはスマホから電話を掛けて、トーン信号を発生させて、揚水ポンプの ON-OFF 制御を行う。携帯電話は揚水機に内部に設置し、これを受信専用として利用するので、基本料金のみで運用し、コストが著しく低下した。このシステムは、平成 26~27 年にかけて 9 機の揚水機に装備した。これまで揚水機は内蔵タイマーにより吐水の間隔運転を行ってきた。このシステムにより、必要時に必要な分だけ吐水が可能であり、ポンプ駆動の電力と料金を節約し、井戸とポンプの維持・保全が可能となった。

一方で、このシステムを使用するにつれて、携帯電話のトーン信号を認識しない事象が見られた。操作側の携帯電話・スマホを変えるか、あるいは別の人の携帯電話・スマホで操作する必要があった。

### 3. 3. まとめ

インターネットや携帯電話を利用した遠隔操作の方法は、特別にシステムを構築する、市販品を組み込んで自らカスタマイズする(長屋ら, 2016)、市販品そのものを使用するなど、多数ある。それぞれ導入費用は高額なものから低額なものまで様々である。A 土地改良区の場合は、導入時には費用的にも最適なものを選定したが、パソコン OS の向上や、通信インフラ・機器の不調などの当事者以外の部分から生じる不具合のために、システム運用が不調になった。特定の目的のために限定されて用途で市販品を利用するのは便利だが、利用環境が変化すると不適合となる。このように ICT の利用は、ある問題を解決したら、その後の社会状況の変化から別の問題が発生する。これは、環境問題と類似している。環境問題の解決には、専門家と関係者とが一体となり、リテラシーやコンサルテーション、カウンセリング、ワークショップなどの手法を取り入れながら、専門知識や概念を蓄積し、問題を改善し良き方向を探る行動様式がみられる。農地保全のための用水管理において、環境問題を解決するような行動様式をとることで、ICT(通信伝達技術)を利用した適正なシステムの構築が可能になると考えられる。

**参考文献** 三重県土地改良事業団体連合会(2017)『みえの土地改良』327号17頁。

長屋ら(2016)『人間と環境』第42巻第1号17-27頁。

で、カメラ映像の閲覧が不能となった。このカメラは特定のバージョンまでしか対応できないので、パソコン側で自動的にバージョンアップされると、元バージョンに戻すためには、技術が必要となる。一方で、「DL8-B」は、現在、多くのブラウザで表示できる。

このように導入当時は操作可能であったが、突然利用できなくなったので、

## SDGsに基づく簡易フリッケ化学線量計を用いた速やかな核兵器の廃絶の提案

天谷和夫 (元群馬大学)

連絡先 (QWR05136@nifty.ne.jp)

キーワード: SDGs、核兵器廃絶、フリッケ化学線量計、簡易測定器、市民外交

**1. はじめに** 最近の北朝鮮の問題が急展開する中で核兵器廃絶に向けての取り組みもそれに対応していく必要がある。最近になって、化学線量計として多くの研究がなされ信頼性の確かめられている高線量測定用フリッケの化学線量計に使用する液体を粉粒体化して省資源化し、使い易くすると同時に、分析方法はチオシアン酸塩の添加と比色計の高感度化によって蛍光ガラス線量計と同等の低線量も測定できるようになった。このことによって子供たちにも使えるようになり、政治的な影響を受けずに調査活動ができるようになった。この条件を生かして全ての人々が参加して取り組むSDGsにおいてこれまで活動の場を与えられていなかった子供たちの力を活用する新たな提案を行う。そして日本国民特に被曝者の悲願である「被曝者の生きている間に核兵器の廃絶を」を実現したい。

**2. フリッケ化学線量計の改良** フリッケの化学線量計はこれまで多くの研究がなされ高線量の標準線量計として確立されている。資料によれば測定範囲は40から400Gとされており低線量領域の積算線量の測定には用いられていなかった。これは低線量域で原理的に比例性がなく測定できないのではなく測定技術の限界により誤差が大きいためであると考えられた。そこで比色法として最も簡単なチオシアン酸塩を添加して3価の鉄イオンの検出感度を上げ、比色計は2色法を用いて検出感度を上げることによって自宅の自然放射線強度約 $0.05 \mu\text{S/h}$ において1週間の積算放射線量を十分な精度で検出可能なことが分かった。更に比色計を高感度化すれば1日でも測定可能である。実際の調査では1週間あるいは1か月なので十分である。フリッケ線量計に用いるのは液体であるがこれをシリカゲルと重量比で1:2に混合し粉粒体試薬にすると1gr以下の試料で測定可能である。オリジナルのフリッケ線量計は液量として数mlなので1/10以上の省資源になる。粉粒体試薬にすることによって容器の制約がなくなり、安全性と取扱い易さが飛躍的に向上する。フリッケ線量計は検出体が液体で均一性が良くまた積算線量を測定するので疫学調査に適している。

**3. 放射能汚染測定の普及方法** 粉粒体試薬の作り方、比色計の作り方をインターネットあるいは印刷物で公開する。著作権は人類の共有財として扱い管理を適当な組織あるいは団体に委嘱する。比色計は数千円以内の実費で自作できる。キットあるいは完成品として販売を依頼することが出来る。粉粒体試薬は国際的あるいは各国内の的学術団体の検定を受けたものを国連大学あるいは各国内の指定組織で頒布する。自作が可能で安価なので、持続可能な社会に必要な省エネ・省資源技術の典系としてSDGsの実践活動の中で積極的にESDの義務教育の過程で活用する。「持続可能性オリンピック構想」に活用できる。

**4. 核兵器廃絶のための人道的およびSDの立場からの取り組み** 第〇〇回の国連総会における核兵器使用禁止条約についての採決結果は中国と北朝鮮が賛成、ロシアと日本は棄権、アメリカは反対となっている。あまり報道されないこのような報道を基にSDの立場から広く知らせこの条件を活かすことが必要である。制裁という力によるよりも説得という方法が不要な争いをなくして解決を図ることがSD的である。中国が「核兵器の禁止に賛成する」ので北朝鮮も「賛成しろ」と説得させることが出来れば「核兵器廃絶を目指す」と宣言したアメリカも、またロシアも賛成せざるを得ないであろう。

NPT の二重基準の矛盾も指摘しなければならない。全ての国が条約に忠実ならばこれで核兵器廃絶が実現する。次の方法は「抑止力という力による平和は軍拡を招き SD に反することを明らかにしその典型である核兵器は速やかに廃絶すべきである」と訴え、その上で国連または国連のシンク・タンクである国連大学が核保有国の首脳に対して、①核の先制使用を行うかどうかについて、まずアンケートを取り公表をする。若し全ての国が先制使用しないと回答すれば、どの国も先制使用しないので、そこで核兵器使用禁止が決まり、核兵器廃絶が実現する。②アンケートを拒否または期限までに送られてこなかった場合には人道性について認識させるために広島、長崎の訪問要請、原爆投下のビデオの送付などによる説得を続ける。③また第二次大戦当時はテレビが存在しなかったためにあのような非人道的な原爆投下が可能であったが、現在はテロによる少人数の犠牲も大きく報じられる状況でも数万という犠牲者が生ずる先制使用を認めるかどうかを訴える。④更に SD の立場から有限な資源を浪費し、持続可能な社会の実現を危うくする「力による平和」の象徴である核抑止力政策は子供たちの未来を危うくするものである。このことを核兵器保有国の子供たちに核施設周辺の放射能汚染を調査させながら首脳に訴える活動を展開する。親は子供からの訴えを素直に聞くことが出来るので効果的である。放射線の簡易測定器はそのための手段として有効である。

⑤UNDESD 期間中に試みた国連大学学長に対して行った提案「6 か国協議国の首脳が参加して市民参加で各国の首都で NO2 大気汚染一斉測定を行い市民の集団交流を行う計画」はその当時無視されたが、その後の新しい各種の環境調査のための簡易測定器を用いて更に有効な計画をつくる事が出来る。国家間では解決の困難な問題を子供たちの集団交流を可能にする簡易測定器を活用した「市民外交」を SDGs の活動の中で試みる事が出来る。

5. 持続可能な開発のための教育 (ESD) についてのコメント SD の問題提起を最初に行った「成長の限界」の著者らはその著書の出版から 20 年経った 1992 年に著した「限界を超えて」の中で「世界の指導者が、他の人々以上に自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にすら気づいていない」と述べているが、その後 20 年あまりたった現在、しかもその間「国連持続可能な開発のための教育の10年」(UNDESD が実施された現在でもこの状況は変わっていない。安倍首相は 2015 年の国連総会で「SDGs に積極的に取り組む」と演説し世界に公約したが、「抑止力による積極的平和主義」は軍拡を招き SD に反することは明らかである。これは UNDESD の実施計画においてその活動分野を環境、経済、社会に限定し重要な政治分野の活等を除外したと深い関係がある。「教育の中立性」という観点から政治分野の活動を除外する理由は歴史上教育が政治に利用されて大きな被害を被ったという教訓に基づいているとも考えられる。しかし ESD は全方向的であり上に述べた心配はないと考えられる。むしろそれを除外することによって ESD の質を低下させる恐れがある。



## 簡易測定器 SDGs を成功させるために必要な子供たちのエンパワメント に役立つ環境調査のための簡易測定器の意義

天谷和夫 (元群馬大学)

連絡先 (QWR05136@nifty.ne.jp)

キーワード : SDGs、環境調査 簡易測定器 子供 エンパワメント

1. はじめに 我々は2005年以開始され2014年に終了した「国連持続可能な開発のための教育の10年」(UNDESD)に取り組んできたがその過程で蓄積した経験と教訓はそのままSDGsに活かすことが出来る。それはUNDESDに取り組むにあたって我々は「SDは人類が初めて経験する課題なのでそのための教育は存在しない。したがってそれは我々がSDの実践から得た教訓を体系化し、SDにより効果的に取り組めるカリキュラムを作っていくことである」と位置付けてきたので我々にとってSDGsはUNDESDの活動の継続そのものであるからである。そこで経験したことは「UNDESDの活動分野が環境、経済、社会の3分野に限定され、重要な政治分野の活動が排除されてきたこと」である。このことが現在北朝鮮問題で世界中が解決の展望が見いだせず混乱した状況と深く関係しているのです。UNDESDのパブリック・コメント及びその後の取り組みで繰り返し主張してきたこの事を改善の努力は単独では成果が得られなかった。これを実現するために、これまで政治の分野から顧みられなかった子供たちの力を育て(エンパワメント)、自主的に取り組めるSDGsの活動として環境調査を取り上げ、それを実行可能にするために必要な簡易測定器を可能な限り安価に使い易くまた自作も出来るように工夫した。これらについて技術的な問題と社会的な活動について述べる。

2. 各種簡易測定器の技術的な進歩と活用 NO<sub>2</sub>簡易測定器は市民が自主的に環境調査を行う手段として有用であるばかりでなく持続可能な省資源社会のための教育に有用な省エネ・省資源技としてESDに有用である。この有用な簡易測定器について政府審議会の資料でも「数少ない行政の測定局の測定を補完する上で有用である」と一定の評価を行っている。この利点を活用して行政の数少ない測定局では隠されている高濃度汚染スポットを明らかにし、行政測定局の地域代表性を調べる測定が望まれる。しかし一方では行政による意図的な大気汚染データの操作が行われているので、その事実が簡易測定の普及で明らかにされることを恐れて普及が妨害されている。このような状況の中で技術的な改善を進めながら普及を図る。①NO<sub>2</sub>月間値測定用簡易測定器 このサンプラーは僅かな労力で行政目的に利用できる調査結果が得られるので、調査に対する対価を獲得できるのでこれを制度化して雇用の創出に活用し貧困対策、経済格差対策に利用できる。このサンプラーを説明書をつけて予告してヘリコプターあるいはドローンを用いて地域に散布することが可能である。この計画でこれまでにない子供たちの協力を得た調査が可能になる。難民対策として避難民に協力を依頼し対価を支払うようにすれば避難民受入国と難民の軋轢を軽減することが出来る。②目視法簡易基準NO<sub>x</sub>計 我々が紹介した受動式NO<sub>2</sub>簡易測定器がポーランドで公定法に承認されたので日本でも公定法にするよう環境省に要請したところ、「NO<sub>2</sub>だけでNOが測定できないから駄目だ」と断られたことがあったので今回は両方が測定可能な能動式簡易基準NO<sub>x</sub>計を開発した。目視法で概略値を知ること及び比色計を使って正確に1時間を測定出来る。現在用いられている化学発光式NO<sub>x</sub>計はNO標準ガスで校正されているのにNOの測定値が誤差を超えて大きく狂っているがNO<sub>2</sub>の測定値はほぼ合っている。この奇妙な事実は解明を要する大問題である。2006年9月12日千葉県市川市行徳自動車排ガス局で湿式基準流計(約20万円)を用



いた自作基準ザルツマン計を用いて比較測定を行ってこのことを明らかにした。環境省はこれを無視した。このような調査は空き瓶を廃物利用した空気採取器を用いる基準測定器（実費数十円、自作可能）を用いて全国各地で行うことが出来る。自動車排ガス測定局では通常  $NO > NO_2$  であるが  $NO < NO_2$  が屢観測されこれは目視法で簡単に見分けられる。この事実が社会的に明らかにされれば、環境省も謝罪し妨害を止めるであろう。③乾式  $NO_x$  自動測定器及び目視法簡易自動測定器 両者ともに  $NO$  及び  $NO_2$  を自動的に測定することが出来る。後者は着色したサンプルが記憶媒体になるので高価な記録装置が省略できる。多数地点に配置してデータを地図上に表示すれば地域の汚染マップが描ける。数少ない測定局のデータと高価なコンピュータを使って汚染マップを描くよりも安価で正確である。これは自作可能である。水質、放射能などは省略。

**3. 世界の指導者たちが最も ESD を必要とする** 最近になって北朝鮮の問題が世間を騒がし解決の展望が不明な状況が続いている。それは旧来の指導者たちが自国を最優先する立場をとり主観的な思考を抜けだせず、SD の立場に立って客観的に物事を考え世界全体を考え長期的な視野に基づいて思考できないからである。そして持続可能な社会を実現する方法を知らないからである。これは SD の問題提起を最初に行った「成長の限界」の著者らは 20 年後に著した「限界を超えて」の著書の中でもそのことに触れている。日本の指導者についても例外ではない。例えば UNDESD の推進本部は作られず、推進体制は各省連絡会議だけに終わり、中間の総括のためのボン国際会議では「最終年には総括のための国際会議を提案国日本で開催し、目に見える成果を示すこと」が決議されたがその国際会議は北京で開かれた APEC と重なって全く報道されず、国連の UNDESD は認知度が極めて低いまま終わった。これを引き継ぐ SDGs については安倍首相が国連総会で積極的に取り組むと国際公約し、推進本部をつくり自ら本部長に就任した。しかし「抑止力による積極的平和主義」を提得しているが、内容的には全く SD に反している。軍備拡張を招き社会的浪費を増大させるからである。前にも述べたようにこれからの SDGs の活動は我々の UNDESD の活動の継続である。それ故これまでの経験が SDGs にそのまま生かされる。UNDESD の欠陥はその活動を環境、経済社会に限定し、重要な政治分野の活動を除外したことである。SDGs においても UNDESD と同じように戦争や平和の問題はあらわな表現では書かれていない。しかし政治の問題特に世界から戦争をなくす問題は SD に専念できる環境を政治家の決断で速やかに作ることが出来ることなので、最も速やかに目に見える成果を示すことが出来る。憲法 9 条を持つ日本、唯一の被爆国である日本、UNDESD の提案国である日本は、指導性を発揮して先ず世界から戦争をなくす第一歩としての核兵器廃絶を、簡易測定器を活用して国連大学を通して子供を含む市民参加の国連をつくりながら、速やかに実現しよう。

## マルクスの〈生命〉論とディープ・エコロジー

札幌学院大学 経済学部

浅川雅己 asakawa@sgu.ac.jp

キーワード：マルクス，ディープ・エコロジー，生命，個別と普遍

### 1. はじめに

マルクスの自然・人間・社会に関する理論の基礎は、人間的自然の特質をその生命活動の独自の様式のうちに求める点にある。ディープ・エコロジーをめぐる交わされた諸論議の中には、マルクス自身が課題としていた事柄も少なくはない。

### 2. ディープ・エコロジーの概要

ディープ・エコロジーを特徴づける三つの要素がある。「関係的・全体的場」のイメージ、「生命圏平等主義」、「自己実現」論である。

「関係的・全体的場」のイメージとは、次のような一種の関係論的世界観である。すなわち《生物は、固有の関係場 (the field of intrinsic relations) における結び目である。A と B の本質的關係とは、関係が A および B の定義ないし基本的構成に属していて、その関係なしでは、A も B も最早その同じものではなくなるような、そのような関係である》という見方である。つまり、人間も他の生物も、環境を構成する様々な生物、無機物と普段の交流の中で自己を維持しているという趣旨だと思われる。

生命圏平等主義は、あらゆる生命の固有価値の承認、生命形態の多様性の尊重を意味する。生命を開花させる権利が人間だけに限定されるかのような人間中心主義的態度への批判でもある。

さいごに「自己実現」論であるが、ネスは自己実現の主体を ego, self, Self の3段階でとらえる。ego は、社会化以前の自我であり、self (小文字) は、社会化された人間の自己意識だがまだ人間中心的である。最後の Selfこそ、自分があらゆる他の生命との統一性の中にある存在であること、生命全体の一部であることを「一体化」の経験を通じて自覚している者である。この3段階をたどって、Selfとして他のすべての生命体とともに、全体的な生の一部としての自分の生命を開花させることが自己実現である。しかし、この過程には終わりが無い。Self 自体が進化し続ける。自然の内部で不断に生命の多様性が展開されているからである。

### 3. ディープ・エコロジーをめぐる論点

ディープ・エコロジーに対しては、個別的生命の価値を全体としての生命の価値よりも低く見る全体主義ではないかという批判がある [鄭萬哲 許承旭 ; 2000]。しかし、開龍美 [開龍美 ; 2004] は、ネスの全体論は、全体が個を決定するというものではなく、ネスの自己実現論は、個体を否定する全体主義と同一視できないという。開は、また、ネスの思想においては、《個と全体の相互規定、相補関係において、個が多様性として、そして全体が多様性における一性・統一として》理解されていると指摘する。

しかし、このようなネスの個と全体の統一性という考えに対しては粕谷が次のように批判している。《ディープ・エコロジーにおける秩序としての自然は、近代科学における法則の機能的等価物で》両者にとって《自然は望ましい秩序のモデル》であり、そのような秩序としての自然に対する《自発的服従こそが人間の本来のあり方なのだ」と主張される》 [粕谷至 ; 1991]。

また、ディープ・エコロジーは精神主義的傾向が強く社会変革を軽視しているという批判がなされているが、ネスのように相応に社会変革の役割を認める考え方に対しては、必ずしもかみ合った批判にはなっていない。真の対立点は精神的変革を重視するかしないかということではなく、精神的変革を押し進める際の二つの手法、すなわち布教的方法と対象変革を通じての自己陶冶(自己変革)との対立とみるべきだろう。事実上ネスは、自然と人間の調和的統一のあるべき形は、人間に見出されるべく、既にどこかに存在し人間に発見されることを待っていると考えているのである。

#### 4. マルクスの生命論

『経哲草稿』でマルクスは、人間が自然の一部であり、自然から派生したものであり、したがって人間の自然に対する関わりが、自然(人間化した)が自然自身(本来の自然)に関わっていることに他ならないのなと指摘している。そして、この関りが敵対的なものであるとすれば、それは、自然自身の自己分裂、自分自身に対する敵対的な振舞い、そのような意味で自己疎外、自己破壊を意味するだろう。さらに、自然が人間よりも根源的なもので、人間が自然からの派生物である事実を踏まえるなら、人間と自然のあいだの抗争の解決は、人間による自然の支配・制服では決してありえない。それは、人間がその生産活動の及ぶ範囲の全自然に対して、自然の本性に即して振舞うということに他ならない。

『資本論』では、自然からの疎外は、物質代謝の攪乱として具体的に把握され、この疎外の揚棄は、物質代謝の体系的再建と呼ばれるが、その内容は、土壌から流失する養分を土壌に返すこととされている。すなわち、物資循環の回復が体系的再建の核心とされているのである。

個別と普遍の対立と統一という問題は、個人と社会的諸関係、私的労働と社会的分業の総体、使用価値と交換価値、賃労働と社会的労働の生産力 etc. と様々に形態を変えつつも、経済学批判の未完の体系全体を貫いている。なぜなら、個別と普遍の対立と統一の同一性という構造は、生命一般に共通する存在様式であり、さらにその中でも、〈対立〉と〈統一〉の媒介的な統一は、人間に独自の生命様式そのものだからである。自然(=非有機的身体)からの人間(=有機的身体)の自立化(種としてのヒトの発生)、両者の対立(すなわち、環境問題)と、統一(両者の間の物質代謝・物質循環)とが、労働という存在の在り方において同一性を実現している。自然と人間の間の物質代謝は、労働において人間の意識と人間相互の社会的関係によって媒介されることで、実現している。

『経済学批判要綱』以降では“人間的自然による全自然の自己認識としての〈知〉„が“自然法則の生産への意識適応のための〈知〉„という特殊資本主義的形態をとることが解明される。二つの〈知〉(=自然認識)は、本質的に対立するものではない。後者を前者の具体的形であり、後者、すなわち資本主義的な自然認識もまた人間による人間と環境との関係の自己認識であり、人間の自然に対する実践的で社会的な関係行為を通じて形成される。そして、それに対する批判的自然認識もまた自然に対する実践的で社会的な関係行為を通じて形成していく以外ないのである。

#### 5. 文献

開龍美「個のいのちと全体としてのいのち：ディープ・エコロジーにおけること全体の問題」(上智大学『人間学紀要』2004年12月)、粕谷至「エコロジー思想における〈自然的なもの〉の問題：ディープ・エコロジーを例として」(『年報筑波社会学』1991年12月)、アルネ・ネス『ディープ・エコロジーとは何か』(文化書房博文社、1997年5月)、鄭萬哲 許承旭「研究ノート」協同組合運動における環境論に関する理論的考察。”神戸大学農業経済 33 (2000): 89-100.

## 科学的説明と理解との間 — 一般的理解へつながりうる説明とは何か —

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: 知る、真理、信念、正当化、阻却不能

### 1. はじめに

科学的知見の正しさを保証するのは何かと問われるとき、多くの人が思い浮かべるのは、論理的な整合性と実験や観察などの検証可能性によって支えられている客観性であろう。しかしながら、そのような科学的知見であっても、それに疑義を唱える懐疑論がなくなることはない。懐疑論はしばしば自己矛盾を含んでおり、論理的な整合性が見られないこともある。それでも、人は懐疑論に惹かれる。懐疑論に囚われている間、人は、その知見に関して「知る」あるいは「理解する」といった知的活動を休止せざるをえない。そして休止段階に入ると、必然的に次の段階に進むことができなくなってしまう。その知見を「知る」あるいは「理解する」ことがなければ、その知見を踏まえた他の知見を知り、賛成や反対といった意見をもつことも不可能だからである。

発表者は、地球温暖化問題に関する一般の人々の理解がなかなか進まない理由の一つに、かなりの人がこのような懐疑論的な状況に置かれていることがあるのではないかと考えるようになった。たとえば、地球温暖化の知見は、数多くの検証に支えられ、特にAR5においては、「1951年から2010年に世界の平均地上気温が上昇した要因の半分以上は、人為起源のGHG濃度の上昇や、他の人為起源の強制力である可能性が極めて高い」([https://ondankataisaku.env.go.jp/communicator/files/SYR\\_guidebook\\_151016.pdf](https://ondankataisaku.env.go.jp/communicator/files/SYR_guidebook_151016.pdf))と記述されるほど強い確信に裏付けられている。しかし、温暖化に対する懐疑論は、下火になったとはいえ、いまだに根強い命脈を保っている。

懐疑論はなぜこのように「しぶとい」のであろうか。その理由の一つは、懐疑という活動が、われわれが基礎的な信念を確立するときにごく自然に行う自問自答にきわめてよく似ているからである。懐疑は、われわれが真理を「知る」あるいは「理解する」際、必要な検証を行う（あるいは検証を要請する）ときに、「本当にそれでいいのか」を自分自身に問うプロセスと同様であると考えられる。人が、ある知見を真だと納得するためには、論理的な整合性や客観性といった正当性が必要である。そのためには反省や複数の証拠の発見が行われなければならない。懐疑は、そのような活動の原動力なのである。たとえば「地球温暖化の知見が正しいかどうかなど誰にも知りようがない」といった懐疑論者の主張は、明らかに自己矛盾を含んでいるが、実は、われわれ自身、それと同様の懐疑を契機として、知ろうとすることがらの正当性を確保し、次の段階へと進んでいくのである。

それゆえ、懐疑の段階にとどまることは、「知る」あるいは「理解する」という知的活動の休止、ときには放棄をも意味する。地球温暖化のように、地球に住む人すべてに関係する問題の場合、できるだけ多くの人が主体的に考え、意見のとりまとめや対策に取り組むことが重要であると思われるが、懐疑の段階にとどまって、考えることを「休止」あるいは「放棄」する人ばかりが増えると、事態の進展は望めなくなってしまう。

以上のことから、発表者は、人が「知る」あるいは「理解する」ときに、懐疑論的状况にとどまらない、あるいは、たとえ陥ったとしても、そこから抜け出すことのできるような説明がなされることが重要なのではないかとこの考えに行き着いた。そのためには、われわれの「知る」あるいは「理解する」という知的活動の構造をより深く理解し、そのような活動をよりスムーズに促すような説明について再考する必要があると考えられる。よって、今回の研究発表は、われわれのよりよい理解につながる説明の可能の制約を探ることを目的とする。

### 2. 「知る」「理解する」ということ

通常、われわれは「知る」あるいは「理解する」という言葉を、「1+1は2である」「あれは時計台である」（ことを知っている）というように、ごく自然に用いている。しかしながら、この「知る」あるいは「理解する」という知的活動を厳密に考えたとき、ことはそう簡単でないことがわかる。実は「知る」ということについての問いは、古代ギリシアですでに提起されており、現在の認識論でも頻繁に議論されることがらの一つなのである。

対話篇『テアイテトス』のなかでプラトンは、「知る」とは、「知覚」でも「真な判断」でも「真な判断に説明（ロゴス）が付け加わったもの」でもないとする。たしかに、木に止まった「何か」を見たり聞いたりするだけで、それを「知る」ことにはならない。また「東京は日本の首都である」というのは、命題としては真であるが、われわれがそれを真であると「知」ったり「理解し」たりするには、あと少し、何らかのプロセスを必要とする。それに「東京は日本の首都である」ということを裏づける公的な文書等が示されれば、「知る」ということにな



り近づけたといえるであろう。実際、伝統的な認識論において、「知る」ということの意味は、『テアイテス』における3番目の言述のように「その命題について正当化された真な信念をもつこと」とされている。これを、分析・整理すると次のようになる。これは命題知の標準的分析（あるいは伝統的分析）と呼ばれるものである。

(1) 命題  $p$  は真である。

(2) 個人  $S$  は命題  $p$  を信じている。

(3) 証拠があり、それにより個人  $S$  は命題  $p$  を信じることを正当化されている。

(1)は「真理の条件」(the truth condition)と呼ばれ、実際に事実であり、真でなければ、人に知られることはないと仮定されている。(2)は「信念の条件」(the belief condition)と呼ばれ、人があることを知る場合には、少なくともそれを信じているか、あるいは、それを真であるものとして受け入れなければならないということを要請することを意味する。(3)は「正当化条件」(the justification condition)と呼ばれる条件であり、これは、真であるという信念をもっているだけでは知ることにはならないということから置かれるもので、これにより、その信念が正当化される根拠となるもの、いわば「証拠」である(神山和好『懐疑と確実性』春秋社、2015年、p.20-21)。つまり、われわれの「知る」あるいは「理解する」という活動は、真である命題とそれを受け入れる信念、そして、その信念を正当化するに足る証拠という、3つの条件が揃って初めて成り立つことになるのである。

### 3. 懐疑論は「知る」という知的活動のどこに入り込むか

上述の「知る」あるいは「理解する」という知的活動の分析は、一見整合的で、懐疑論の入り込む隙があるようには思えないかもしれない。しかし、「知る」ということに必要な3つの条件を完全に保証することは、実際には決して容易ではない。実際、(プラトンが『テアイテス』で最終的な結論を出さなかったように)その3条件が揃っても、何らかの懐疑論の妨害に遭って「知る」ことに結びつかない場合は起こりうるのである。よく知られているのは、ゲティア(Edmund Gettier, 1927~)の提起によるゲティア問題(Gettier problem)である。これは、真であると信じていた命題  $p$  が、何らかの原因によって、実は偽であったという場合に生じる破綻である。

たとえば、温暖化の研究のために気温を計測し続けていた人がいるとする。あるとき測器が故障し、測定データも狂ってしまったが、彼は故障に気づかず、そのままデータを信頼して、気温の変化を知っていると思っていた——これは、測器の故障によって、命題(この場合は気温の測定データという事実)が正当化されなくなり、偽の命題に対して信念をもつことになってしまった例である。実は、地球温暖化に関する懐疑論は、データのこのような事実であれ、温暖化の科学的理論であれ、命題  $p$  の真理の条件の脆弱さに端を発する場合が多いのである。

「知る」という活動は、その命題を真であると受け入れ、それに対する信念をもつという、ある意味、非常に大胆な飛躍をとまなうものである。そのような飛躍的な知的活動を行う場合、われわれは、命題  $p$  に、相当に強固な真理性を要請することになる。それゆえ、人が懐疑論に囚われるときには、命題  $p$  の真理性を保証する、つまり、正当化する証拠が脆弱な場合が多い。このことは、人が「知る」という状況に到達するためには、それに必要なだけの、命題  $p$  の真理性レベルを、いかに保証するかということが重要な鍵であることを示している。

### 4. 懐疑論から脱け出すには

認識論の研究においては、命題  $p$  の真理性をどのように保証すべきかという議論が現在でも続いており、さまざまな提案が出されているが、理論的に完全な成功を収めたものは残念ながら見当たらない。しかしながら、実用的な面から考えて、有用と考えられる提案もないわけではない。その一つは、先述の「知る」ということに必要とされる3条件に、「その正当化は阻却不能(indefeasible)である。すなわち、その正当化を覆す判例(defeater)は存在しない」という、もう一つの条件を付加することである(神山和好『懐疑と確実性』春秋社、2015年、p.59-74)。この4番目の条件は、理論的にはきびしすぎる条件とされ、かえって懐疑論を招くことにもなると考えられている。実際、命題  $p$  の真理性を、今もこれからも完全に保証し、正当化することは不可能だからである。

しかしながら、もし、その正当化が、経験的に、科学的な自然法則と同じくらいの確実性を有するとすれば、多くの人はそれを受け入れるであろうと考えられる。なるほど、科学的な自然法則も、厳密に理論的に考えれば偽である可能性がないわけではない。歴史的に見れば、それまで知識と見なされていたことが新しい発見によって覆され、その資格を失うことは何度も起こっている。それでも、われわれの経験に照らし合わせて、その正当化がまず間違いないと見なされれば、われわれはその法則を真理として信念をもって受け入れてきた。

以上の考察から、発表者は、次のような地球温暖化懐疑論への対応に関する示唆を引き出すことが可能であると考えられる。まず「知る」あるいは「理解する」という知的活動には大胆な飛躍が要請されることを留意し、次にそれに見合うだけの命題の真理性を保証し、正当化する証拠の強化を図ることである。具体的には、その説明において、できるかぎり科学的な自然法則との照合を行い、さらに、経験的世界と関連させるということである。

## リスクとリスク社会に関する一考察 —ベックのリスク社会論によせて—

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: リスク, リスク社会, 近代化, ウルリヒ・ベック

### 1. はじめに (目的・材料・方法)

本発表の目的は、ウルリヒ・ベック (Ulrich Beck, 1944-2015) のリスク社会論に拠りながら、近代化と産業化に伴うリスクとはどのようなものか、またそのようなリスクに曝されているリスク社会 (=現代社会) とはどのようなものかについて考察することである。

### 2. 考察

#### 2-1. ベックの『リスク社会』

リスク社会の概念は、ドイツの社会学者ウルリヒ・ベックの著作『リスク社会』(1986年)の中で初めて取り上げられた。しかもその同じ年にチェルノブイリ原発事故が発生したこともあり、人々に強い衝撃を与え、広く流布するようになった。放射能汚染、化学物質による環境汚染、地球温暖化、生物多様性の危機、金融危機、テロリズムなど、様々な「リスク」に曝されている現代社会は、まさに「リスク社会」であると言えよう。

ベックの『リスク社会』は、原題では“Risikogesellschaft” (英訳では“risk society”)である。邦訳書ではこれが『危険社会』と訳されている。ドイツ語には「リスク」と訳される“Risiko” (英語では“risk”)という言葉とは別に、「危険」と訳される“Gefahr” (英語では“danger”)という言葉がある。たしかに「リスク」も「危険」であって、ともに「誰かに何か(危害や損失が)生じる可能性」を意味するが、若干ニュアンスの違いがあるように思われる。すなわち危険 (Gefahr) とは、例えば天災のように、人間の営みや企てとは無関係に起こるもの、人間に外から襲いかかるものである。これ対してリスク (Risiko) とは、例えば事故のように、人間の営みや企てに伴って起こるもの、人間に責任が帰せられるものである。リスクとは言わば、人間が危険と立ち向かうために作り出した第二の危険である。大きく言えば、社会の発展から生まれ、社会の発展とともに拡大し、ついには社会そのものを脅かすようになった危険、すなわち近代化の副産物としての危険、近代化に伴う危険である。以上からするとやはりベックの文脈では、“Risiko”は「リスク」、「Risikogesellschaft」は「リスク社会」と訳すべきであろう。

#### 2-2. リスクとリスク社会

「リスク」と「リスク社会」について、ベックの主張をテーゼ風にまとめてみる。

##### 1) リスクについて

第一にリスクは、例えば大気汚染や有害物質の越境移動などの場合のように、近代化と産業化のプロセスが進展する中で、システムの副作用的に生産され拡大するものである。第二にリスクは、例えば放射性物質や化学物質の濃度などの場合のように、感覚的に知覚できず、科学的な解釈によってしか認識できない。第三にリスクは、例えば地球温暖化やオゾン

層の破壊などの場合のように、生命体、生態系、全世界にグローバルな規模で危害を及ぼす。第四にリスクは、例えば国際紛争や金融危機などの場合のように、生活や健康に対してだけでなく、政治的・経済的に利益や所有に対しても損害を与え、その価値を収用する。

#### 2) リスクと科学について

第一にリスクは、科学的・理論的に因果性が推定されることによってリスクとして確認される。第二にリスクは、社会的・規範的に危険性が評価されることによってリスクとして確認される。第三にリスクは、「科学的合理性」と「社会的合理性」の対立の中でリスクとして定義される。第四にリスクは、対立し合って多元化・相対化する中で、各自の利害関心に基づいてリスクとして定義される。つまり、何かをリスクとして定義することでどれだけ社会的な影響を及ぼすかは、どれだけ科学的に裏付けられたかということには必ずしも拠っていない。

#### 3) リスクと階級について

第一に、富の分配とリスクの分配は階級的図式に従っている。ただし、富は上層に集中するが、リスクは下層に集中する。第二に、貧困は階級的であるが、スモッグは民主的である。つまり、リスクが拡大すると社会的格差は相対的なものになる。第三に、リスクは拡大する過程で「ブーメラン効果」を発揮する。リスクはあらゆるものを一括して無差別に巻き込んでしまう。第四に、豊かな国々は貧しい国々にリスクを移転させ、国際的規模の社会的不平等を発生させる。しかしリスクは結局、ブーメラン効果によって豊かな国々へと跳ね返って来る。

#### 4) リスク社会について

第一に、階級社会とリスク社会は近代社会の二つの類型である。階級社会が産業社会、市場社会であるとするれば、リスク社会はメディア社会、情報社会であると言える。第二に、階級社会においては存在が意識を規定するが、リスク社会においては意識が存在を規定する。リスクをめぐる知識が政治的意味を獲得する。第三に、階級社会の理想は「平等」であり、その原動力は「困窮」であるが、リスク社会の理想は「安全」であり、その原動力は「不安」である。第四に、階級社会における「困窮の共有」「困窮から生ずる連帯」は、リスク社会において「不安の共有」「不安から生ずる連帯」へと移行する。

### 3. 結論

人類は近代化を推し進める中で物質的豊かさを手に入れた。しかしその見返りとして手に負えないようなリスクを背負い込んだ。ここにリスクとは、近代化の副産物、言わば人類が自ら蒔いた種である。この近代化と産業化の発展に伴うリスクが、いまや地球規模で生命を危険に曝し、生活環境や文明社会を脅かしている。私たちは高度経済成長期以降、階級社会からリスク社会への転換期に突入した。そして東日本大震災と福島第一原発事故を経験した私たちは、なおいっそうベックのリスク社会論に学ばねばならないであろう。

### 4. 引用文献

Ulrich Beck, *Risikogesellschaft. Auf dem Weg in eine andere Moderne*, Frankfurt am Main (Suhrkamp Verlag), 1986. ウルリヒ・ベック著（東廉／伊藤美登里訳）『危険社会—新しい近代への道』、法政大学出版局、1998年。

## アクティブラーニング手法を用いた環境・エネルギー教育の実践 ～原発再稼働の是非を事例として～

○高野拓樹（京都光華女子大学）・乾明紀（京都光華女子大学）

朝倉眞一（右京区役所）・久保友美（龍谷大学）

連絡責任者：高野拓樹<h-takano@mail.koka.ac.jp>

キーワード：シチズンシップ教育，環境教育，論争的問題，原発再稼働，エネルギーミックス

### 1. はじめに

近年，シチズンシップ教育への関心が高まっており，京都光華女子大学でも，初年次（前期）の全学必修科目「シチズンシップ」（以下，本科目）を開講している（乾ら・2015）<sup>1)</sup>。本科目は，「消費税増税の是非」，「死刑制度導入の是非」など，正解のない「論争的問題」をテーマとし，学生どうしの意見交換やクリッカーを使った教員と学生間の双方向型授業を特徴とする。本研究では，論争的問題のひとつのテーマとして「原発再稼働の是非」「30年後のエネルギー」を取り上げ，クリッカーを使って授業前後における学生の意識変化を調査した。さらに，学生各々に階層分析法（簡易版）によるエネルギーミックスを算出させた。

### 2. 調査方法

#### 2. 1 クリッカーを使った学生の意識調査

科目「シチズンシップ」全15回授業の内，本研究の対象となるエネルギー教育については全4回を使用した。そして，全4回の授業前後において，「原発再稼働に賛成ですか，反対ですか？」「30年後のエネルギーには何がメインで使われていると思いますか？」という質問をした。これらの質問に対してはクリッカーを使用した。クリッカーは教員からの質問に学生が番号で回答し，回答結果をリアルタイムに表示できる。本研究では，各設問を「原発再稼働に賛成ですか，反対ですか？ ①賛成，②反対」，「30年後のエネルギーには何がメインで使われていると思いますか？ ①原子力，②火力，③風力，④太陽光，⑤地熱，⑥水力」と設定した。

#### 2. 2 階層分析法（簡易版）を使ったエネルギーミックスの算出

さて，エネルギー問題を取り上げた代表的な意思決定型授業では，「エネルギー資源の獲得をめぐる論争授業」（水山・2005）<sup>2)</sup>がある。この中で，未来のエネルギーの中心を「原子力エネルギー」にするのか，「自然エネルギーにするのか」を意思決定させる過程で，階層分析法（以下，AHP）を用い，評価基準を「安全性」「経済性」「安定性」の3つとして行っている。一方，複雑な数学を極力使用しない「10点満点評価計算方法」をAHPに応用した事例もある（田中・2013）<sup>3)</sup>。そこで，本研究でも複雑な数学を必要としないこの手法を学生に紹介し，エネルギーミックスを算出することとした。

### 3. 結果および考察

#### 3. 1 「原発再稼働の是非」についての学生の意識変化（一部クラスのみ掲載）

「原発再稼働に賛成ですか，反対ですか？」という質問に対する学生の意識変化を図1に示す。最初の授業開始前では，賛成が23%に対し，反対が77%であり，原発再稼働に反対する学生の割合が大部分を占めた。しかし，授業後には，賛成50%，反対50%となった。この回では各種エネルギーの発電コストについて，太陽光などの再生可能エネルギーは原子力や火力発電に比べて高い（原発のバックエンド



コストには触れていない) ことを示したことによる意識変化の可能性がある。次に、2 回目の授業では日本が極めて地震が起りやすい地形であることを説明した。すると、授業開始前に比べて、反対の数がわずかに増加した(賛成 47%, 反対 53%)。そして、3 回目の授業前と 2 回目の授業後と比較すると、賛成が反対を上回った(賛成 56%, 反対 44%)。3 回目の授業では、エネルギーミックスの概念と現政府が発表している 2030 年のエネルギーミックスを紹介した。すると、授業開始前と比べ、学生の意識に大きな変化はないものの、わずかに賛成の割合が増加した(賛成 57%, 反対 42%)。現政府が原発再稼働を肯定し、2030 年に原発が占める割合を 20%程度まで増やす計画であるという事実を学生なりに解釈した結果かもしれない。最後の 4 回目の授業では、再生可能エネルギーに関する固定買取制度について説明した。すると、授業後の質問では賛成 50%, 反対 50%となり、1 回目授業終了後の意見と同じ割合になった。

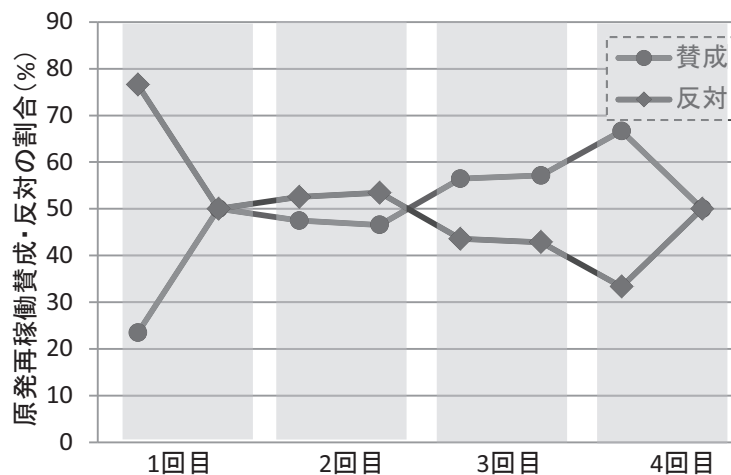


図 1 授業毎の「原発再稼働に賛成ですか、反対ですか？」という質問に対する賛成・反対割合の推移 (n=59~64)

### 3. 2 「30 年後のエネルギー」についての学生の意識変化

「30 年後のエネルギーには何がメインで使われていると思いますか？」という質問に対しての意識変化について、1 回目の授業開始前は、太陽光 (44%), 原子力 (18%), 火力 (18%) であったのに対し、4 回目の授業後には、太陽光 (34%), 原子力 (44%), 火力 (8%) となった。太陽光と原子力と火力で約 8 割を占める結果となり、太陽光、または原子力をメインに考えるという結果になった。この結果は、先の質問 (図 1) の結果に連動している。

### 3. 3 学生が提案するエネルギーミックス

4 回目の授業の後半に AHP を使って学生が算出したエネルギーミックスの結果を表 1 に示す。

表 1 エネルギーミックスに対する学生の提案と政府の方針の比較

|                         | 原子力   | 火力 | 風力  | 太陽光 | 地熱    | 水力  |
|-------------------------|-------|----|-----|-----|-------|-----|
| 学生の提案 (%)               | 21    | 14 | 16  | 22  | 13    | 14  |
| 政府の方針 (%) <sup>4)</sup> | 20~22 | 56 | 1.7 | 7.0 | 1~1.1 | 8.8 |

※政府の方針の火力の割合は LNG 火力(27%)・石炭火力(3%)・石油火力(3%)の合計。なおバイオマスを含めていない。

## 4. 引用文献

- 1) 乾明紀・高野拓樹他 (2015) 「大学におけるシチズンシップ教育の検討ー論争的問題を導入した京都光華女子大学の実践事例からー」, 大学教育学会 2015 年度課題研究集会 (岩手), pp. 96.
- 2) 水山光春 (2005) 「エネルギー資源の獲得をめぐる論争授業」, 明治図書, pp. 217-229.
- 3) 田中一裕 (2013) 「高等学校公民科における操作的意志決定モデルの教育効果研究」, 新潟大学大学院現代社会学研究科, pp. 38-50.
- 4) 経済産業省 (2016) 「長期エネルギー需給の見通し」, pp. 7.

## 里海を題材とした中学生への海洋学習プログラムの教育効果

○桜井良 (立命館大学政策科学部)

連絡責任者: 桜井良 (ryo223sak@gmail.com)

キーワード: アマモ, ESD, 岡山県, 保全意欲, 漁師

### 1. はじめに

「人手をかけることで生物生産性と生物多様性が高くなった沿岸海域」(柳 2010)と定義される里海が全国に存在する。2008年に制定された海洋基本法に基づいて閣議決定された海洋基本計画において里海の普及が明記され、里海の維持管理は国の施策として位置づけられている。一方、わが国では地方で少子高齢化や過疎化が進み、特に漁業者の減少は著しい。漁師の減少や海洋汚染など様々な課題に直面する中で、里海の持続的な保全管理をしていくためには地域住民を含む一般市民の里海への理解、支援、そして積極的な参加が必要となっている(田中 2014、Sakurai et al. 2017)。そのためには海について一般市民が理解や関心を深めるための教育がこれまで以上に必要である。特に将来里海の管理を担っていく可能性がある沿岸地域の子供への教育は重要である。海洋基本法の第28条において「海洋に関する国民の理解の増進」が掲げられ、学校教育や社会教育における海洋に関する教育の推進の必要性が叫ばれているが(海洋政策研究財団 2010)、日本の学校教育現場では、海洋教育を担当できる教員や教材が不足しており、海洋教育の推進のためには国内の先進事例を蓄積し、その価値や効果について理論構築することが求められている(酒井 2011)。

本研究では、生徒が漁師とともに継続して地元の里海の維持管理に携わり続ける海洋プログラムに取り組んでいる岡山県備前市立日生中学校に焦点を当て、同プログラムの教育効果を中学生への聞き取り調査より明らかにした。

### 2. 材料と方法

岡山県備前市日生町が面する瀬戸内海は、1950年代より工業廃水や生活排水により富栄養化が進み、漁獲量が減少したが、日生では地域の漁師が中心となり魚介類の産卵場や隠れ家となるアマモの播種試験を1985年より自主的に開始した。その後、種子を播き続け、アマモ場を回復させ、漁獲量の増加に成功し(田中 2014)、漁師によるこれらの沿岸域保全の取り組みが評価され、日生は現在では里海のモデルケースとして知られている(井上・NHK取材班 2015)。

日生中学校では2000年代より漁師と連携し、収穫されたカキを洗浄する体験学習をしており、海洋教育を年間を通して全ての学年の生徒が受講できるようにプログラムの改善を続けてきた。現在では総合学習として各学年ごとのテーマと学習内容が明確化され、カキの種付け作業、流れ藻(アマモ)の回収作業、地元の漁師への聞き書き学習、そしてカキの洗浄処理作業及び試食などが年間を通して行われている。

本研究では海洋教育プログラムが中学生の意識や行動に与える効果を明らかにするために、聞き取り調査を実施した。3人一組のグループを各学年4グループ作り、第一回調査は2016年4月20日に1年生4グループおよび2年生4グループに、第二回調査は同年4月27日に3年生4グループに対して実施した。総勢で36名の中学生(1年生12名、2年生12名、3年生12名)に対して聞き取りをした。聞き取りでは、学年ごとの生徒の日生の海に対する意識や理解、漁師や地域への思い入れの違いについて、更に海洋教育を受ける中で生じた意識の変化を調べた。

### 3. 結果および考察

聞き取りの結果、日生の海の印象としては、1年生は「汚れている」という回答が多かったが、3年生は「数十年前はアマモが減り、赤潮が増えたが、漁師さんがアマモの取り組みをして元通りになってきた」など、歴史的背景を踏まえながら説明できる生徒が複数名いた。日生の海に対する親しみについては、1, 2年生ともに親しみを感じる生徒と感じない生徒の割合は同程度であったが、3年生はほぼ全ての生徒が親しみを感じていた。また3年生は大半の生徒が日生の海が好きだと答えており、その理由としては、「海洋学習で海の活動ができるから」、「地元を象徴するものだから」といった回答がよせられた。授業の感想としては「重労働・大変だった」、「漁師の大変さが分かった」という回答が2, 3年生ともに多かった。海の授業を受ける前後の気持ちの変化については、「海を大切にしたいと思うようになった」、「海に興味を持った」、「ゴミを海に捨てないようになった」、「漁師に感謝を感じるようになった」、「魚を大事に食べるようになった」といった回答が多かった。また「自分たちが動いたら地元の海が再生する」、「今度は自分が海を守る番だと思うようになった」など、今後も海の保全に自分事として取り組みたいという意欲を示した生徒が多かった。

テキストマイニングの形態素解析の結果、2, 3年生と1年生との間で多く抽出された単語に違いがあり、2, 3年生は「カキ」「アマモ」「漁師」「きれい」といった単語が多く出現した一方、1年生では「捨てる」「汚い」という言葉が多く抽出された。

本研究から、日生中学校の海洋教育は、一部の生徒の意識や態度に変化を与え（「海やアマモの大切さを知った」など）、更に行動にも変化をもたらしていた（「海にポイ捨てをしなくなった」）ことが分かった。更に、高学年になるほど日生の海に対する親しみや愛着がある生徒が多くなっており、生徒の語りから、複数年にわたり継続して地元の海の管理に携わり、人々と交流してきたことが、意識に変化を与えたことが推測できる。

日生中学校の海洋学習は、地域をベースに学校と住民など関係者が連携するESD（持続可能な発展のための教育）の一つの例であるといえ、更に里海を舞台に地域づくりに貢献している点で従来の海洋リテラシー教育とは異なる「里海教育」と呼べる。日生中学校の「里海教育」は学校と地域が連携して行う沿岸域の持続可能な管理のモデルケースといえるのではないだろうか。

### 4. 引用文献

- 井上恭介・NHK取材班（2015）『里海資本論：日本社会は「共生の原理」で動く』角川新書。東京。
- 海洋政策研究財団（2010）『21世紀の海洋教育に関するグランドデザイン（中学校編）～海洋教育に関するカリキュラムと単元計画～』海洋政策研究財団。東京。
- 酒井英次（2013）「学校教育における海洋教育普及の具体的方策一次期学習指導要領の改訂に向けて一」『海事交通研究』第62集。
- Sakurai, R., T. Ota and T. Uehara (2017) “Sense of place and attitudes towards future generations for conservation of coastal areas in the Satoumi of Japan” *Biological Conservation*, Vol. 209, pp. 332-340.
- 田中丈裕（2014）「持続可能な循環型社会を考える：「アマモとカキの里海（岡山県日生町）」から」『調査研究情報誌 ECPR』Vol. 1, pp. 21-26.
- 柳哲雄（2010）『里海創生論』恒星者厚生閣。東京。

## 三重県中勢地区における田んぼダムの洪水抑制効果の評価

○伊藤良栄 (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：田んぼダム，農地の多面的機能，流出シミュレーション

### 1. はじめに

水田は生産基盤としてのみではなく、雨水を一時的に貯留することによるピーク流出抑制機能を持つ。農林水産省は平成 26 年度より多面的機能支払交付金制度を定めており、田んぼダムもその評価対象となっている。

先行研究には新潟県において流量調節板の流出口の形状が円形の場合について調べた吉川ら(2009)の一連の研究や、四角の場合の設置方法の違いによる流量を調べた小林ら(2016)の事例がある。

三重県でも今年度から流出口が四角の流量調節板を採用している。本研究では、流出口が四角の場合での田んぼについて、実測と数値計算によって田んぼダムによる流出量抑制効果の評価をすることを目的とした。

### 2. 研究の方法

#### 現地観測

現地観測は津市安東地区と久居桃園西部地区の2か所で行った。田んぼに水位計を設置し、水位変化を測定した。また排水路に四角堰と水位計を設置し流量を測定した。

#### 流量算定式の決定

水理実験により流量調節板(表1)の流量算定式を求めた。

#### 数値計算によるシミュレーション

田んぼダムがある場合とない場合の流出特性を比較するため数値計算を行った。気象庁の過去の降雨データと上で求めた流量算定式を用い、田んぼの水位変化と田んぼからの流出量を求めた。

田んぼへの流入  $Q_{in}$  は、降雨  $R(t)$  のみ、流出  $Q_{out}$  は排水口からの流出のみと仮定した。また、今回は給水や蒸発や浸透などによる水位の変動はないものとして考えた。

田んぼの面積を  $A(m^2)$  とし、水位変化を次式(1)により求めた。

$$\frac{dh}{dt} = R(t) - Q_{out}/A \quad \dots(1)$$

田んぼダムありの流出は田んぼの水位により3種類に分けられる(表1)。

表1 田んぼダムの越流水深  $h$  による流出の形態と流量算定式

|      | (ア) 田んぼダムあり<br>( $0 < h \leq 0.05$ )  | (イ) 田んぼダムあり<br>( $0.05 < h \leq 0.10$ )                | (ウ) 田んぼダムあり<br>( $h \geq 0.10$ )                              | (エ) 田んぼダムなし |
|------|---|--|---|-------------|
| 図    |   |  |   |             |
| 流出形態 | 四角堰   | 大オリフィス   | 四角堰+大オリフィス  | 四角堰         |
| 式    | $Q = a'h^{b'}$  | $Q = \frac{2}{3}CB\sqrt{2g} * (H_2^{3/2} - H_1^{3/2})$ | $Q = \frac{2}{3}CB\sqrt{2g} * (H_2^{3/2} - H_1^{3/2}) + ah^b$ | $Q = ah^b$  |
|      | Q:流量( $m^3/s$ ), h:越流水深(m), C:流量係数, B:切り欠きの幅(m), g:重力加速度( $ms^{-2}$ ), a,b,a',b':定数 |  |   |             |



### 3. 結果および考察

#### 現地観測

現地観測では水位計の読みが異常値を示すことがあったり、台風によって水位計が流されて欠測となったりしたため、以降の解析では用いなかった(図1)。

#### 流量算定式の決定

表1中の(ア)(イ)は水理実験により流量算定式中の定数を決定し、(ウ)は(ア)と(イ)の流量算定式の合算で求めることにした。田んぼダムなしの(エ)については水理実験ができなかったため、(ア)の流量算定式の水路幅を変えた式で推定した。

#### 数値計算によるシミュレーション

気象庁の津市の雨量データで時間雨量が得られる1950年以降の降雨について最大から3つ、10分間降雨量のデータがある2008年以降で日雨量100mmを超えるものから無作為に7つの降雨を選び、計10回分計算した。

田んぼダムありの水位は、流量調節板によって流出量が抑制されたため、田んぼダムなしの水位に比べて高いことがわかる(図2)。流出量のピークを比較すると、田んぼダムありの流出量が田んぼダムなしよりも小さくなっている(図3)。

田んぼダムありなしのピーク流出量の比と日雨量の関係を図4にプロットした。この図から、日雨量の増加と共にピーク流出量の割合が低下している。

以上より、田んぼダムはピーク流出量を抑制する効果があるが、日雨量が多くなるにつれ抑制割合が減少することが分かった。

#### 4. まとめ

流出口が四角の流量調節板が用いられる田んぼダムでもピーク流出量の抑制効果が確認できた。また、流出量の抑制効果は、日雨量が多くなるにつれて低下することが分かった。

#### 参考文献

吉川 夏樹, 長尾 直樹, 三沢 眞一(2009)「田んぼダム実施流域における洪水緩和機能の評価」, 農業農村工学会論文集, Vol. 77, No. 3, P 273-280

小林 健一郎, 河野 泰典(2016)「洪水災害軽減のための田んぼダム効果に関する基礎研究」, 水文・水資源学会 2016年度研究発表会

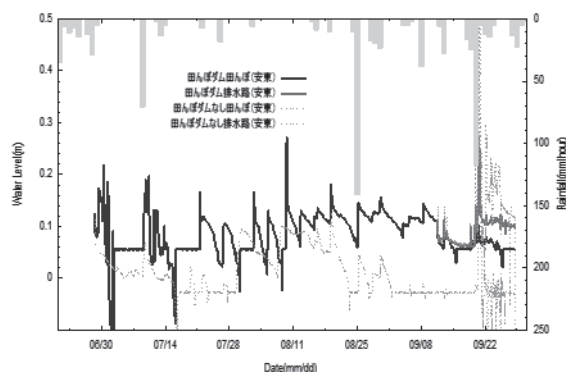


図1 現地観測の結果

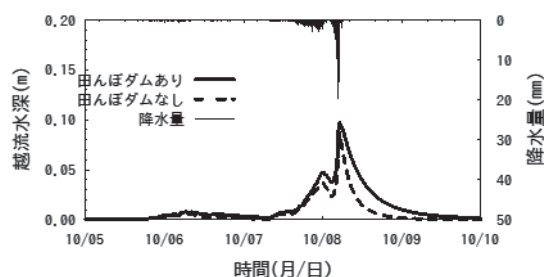


図2 田んぼの水位の変化(2009年台風18号)

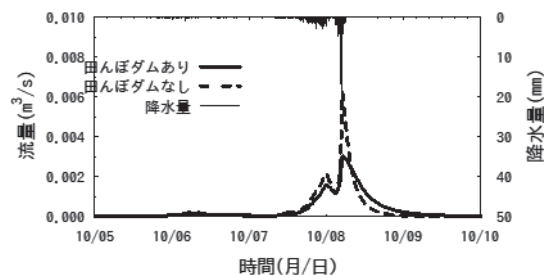


図3 田んぼからの流出量(2009年台風18号)

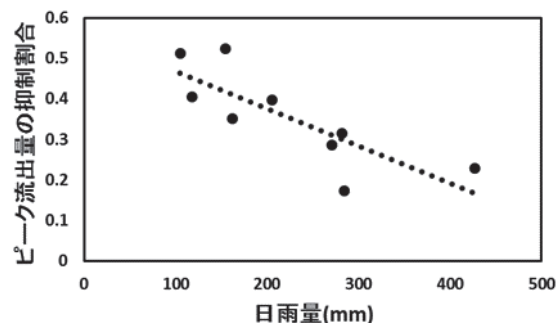


図4 日雨量と流出量の抑制割合

## 避難地域解除と自治体の課題

### 一発災時住民との関係において一

磯野 弥生 (東京経済大学)

連絡責任者 磯野弥生 (isono@tku.ac.jp)

キーワード：福島原発事故 避難指示解除地域の復興 自治体の責務 国の責務 連携

#### 1. はじめに

東京電力福島第1原発の事故による放射能汚染で「避難指示」が出されていた区域について、2014年4月に田村市都路地区で指示を解除されて以来、順次避難指示が解除されてきた。本年3月31日と4月1日に、浪江町と飯館村、川俣町、富岡町の4町村の避難指示解除準備区域及び居住制限区域について、避難指示が解除された。解除対象の住民は約3万2000人である。これにより、第1原発が立地する双葉、大熊両町の全域と、近隣5市町村の帰宅困難区域のみが避難区域として残った。避難指示の解除は、同地域の住民の帰還が可能になるというばかりではなく、政府による現行制度の運用により、避難に伴う救済措置・補償が廃止されて実質的に帰還が共用される事態となっている(磯野、2017)

本報告では、これらの自治体の役割を住民の権利から課題を整理することを目的とする。

#### 2 自治体の役割とは

(1) **地方自治法** 地方自治体(以下、自治体)の役割は、憲法92条および地方自治法に定められている。自治体は、2層の自治体として制度化されている。その役割について、自治体は、「住民の福祉の増進を図ることを基本として、地域における行政を自主的かつ総合的に実施する役割を広く担う」(地自法1条の2第1項)、とされる。基礎自治体である市町村は、市町村は、「都道府県が処理するものとされているものを除き、一般的に、前項の事務(地域における事務等)を処理する」(地自法2条第3項)とされている。そこで、住民の生活再建との関わりでは、まず、住民の生活再建のために、市町村、広域自治体である県、そして国がどのような役割をおっているのか。

(2) **国の自治体に対する責務** 国は「住民に身近な行政はできる限り地方公共団体にゆだねることを基本として、地方公共団体との間で適切に役割を分担する」(地自法1条の2)。憲法92条以下の自治権の保障は、自治体に住民自治による自主的な統治権を与えていて、具体化をした地方自治法もまた、自治体の固有の権限について述べ、できる限り国の関与を制限するという原則に基づき、地方自治法制を定めている。この観点からすれば、当該市町村の「住民の福祉の増進」(2条1項)のための施策を可能な限り行う責務が市町村にある。他方で、国は、「地方自治に関する基本的な準則に関する事務又は全国的な規模で若しくは全国的な視点にたって行わなければならない施策及び事業の実施その他の国が本来果たすべき役割を重点的に担っている」(法第2条2項)。これらの枠組みは、いわゆる地方自治の指導原則としての「補完性の原理」に適って解釈できる。国は、個別の市町村そして都道府県で対応することが困難な事務については、全国的な視点に立って、必要性が認められる限り、国の事務として行うことが求められる。

さらに、原発事故後の自治体の責務との関係について、国は、単に一般的な役割分担でなく、原発事故の原因者責任から、検討されなければならない。すなわち、国は被害者個々人に対するのみならず、自治体に対する原因者責任もある。

### 3 「避難自治体」の現状と課題

(1) 避難自治体と復興計画 避難指示対象基礎自治体（市町村）は、それぞれ2011年発災後から復興計画の策定を求められてきた。そして、現在、避難指示解除を目前にしたあるいは解除された2016年、17年には、第2次計画が定められている。第2次計画では、どの自治体でも当該自治体区域内の産業等の復興に向けた取組が定められている。

その当時既に避難指示が解除された自治体の動向や避難指示が継続中の自治体にあつては住民の意識調査から、避難が解除されても直ちに帰ってくる住民が少ないことを考えると、当該自治体区域内の復興に集中するのは、自治体住民の復興という観点からすると、片手落ちとなる。すなわち、避難先に係属して長期避難する住民への福利の向上について、そして帰ってくる地域への長期避難住民の関わりについての計画が欠けているといわざるを得ない。

(2) 解除後の住民の動向 先に述べたとおり、避難している住民の相当部分は避難指示が解除された後、直ちに帰還するという対応はとっていない。特に50代以下の年齢層において顕著である。

さらに、広野町の調査（高木、2015）からみても、住民や当時の事業者を顧客とした営業については、営業の再開が困難である。

(3) 住民の健康と安全な生活の課題 これまで述べてこなかったが、住民が戻ってこない多くの原因として、安全・安心の問題がある。放射能からの防護が最大の課題である。この安全な生活の確保は、第1は、原発の廃炉であるが、この観点からは避難に係属したい人の生活保障をどのように確保するかが課題となる。同時に、帰還した人にとっては、健康診断や放射線防護、あるいは保養の課題がある。

(4) 「旧避難指示自治体」内地権者の土地を巡って 復興計画が再度開発中心に組まれている。しかも、現状では廃炉作業、あるいは除染作業中心の復興とならざるを得ず、復興のための開発地域として指定されたところ、そうでないところを問わず、直ちに帰ってこない人々の土地が買い取られていく可能性が高い。特に、中山間部では廃棄物等が持ち込まれる可能性がある。さらには、中間貯蔵施設が性格を変えて、事実上の最終処分地となる恐れがある。事実先行により、さらに戻りたい人が戻れない状況が作られる可能性は大きい。

(5) 避難の継続を可能にする法制度設計 略

### 4. 結びに変えて一課題解決のために

自治体が住民に対して負う責務は大きい。しかし、住民が安心して将来まで住める地域、そして安心して戻れる地域にするには、基礎自治体の段階では手に余る。

財政的な措置と、長期にわたる人と自治体の再生のための法制度設計が求められている。自治体が自らの責務を明確にし、国がそのための制度設計を行う事が求められている。

### 5. 引用文献

磯野弥生（2017）「原発事故被害収束政策と住民の権利」『現代法学』32号，p29-62.

高木竜輔（2015）「復興政策と地域社会——広野町の商工業からみる課題」除本理史・渡辺淑彦編『原発災害はなぜ不均等な復興をもたらすのか』ミネルヴァ書房，145-165.

## 除染事業の自治体間比較研究 - 千葉県内汚染状況重点調査地域9市を事例に -

○佐藤克春（大月短期大学）

連絡責任者：佐藤克春（sato-k@ohtsuki.ac.jp）

キーワード：放射性物質対処特措法・汚染状況重点調査地域・除染・費用負担

### 1. はじめに

福島第1原発事故に伴う環境汚染に伴い、放射性物質によって東日本の広範囲が汚染された。除染についての法制度として、2012年に放射性物質対処特措法が施行された。本法に基づき、千葉県内では9市が汚染状況重点調査地域として指定されている。本報告では、汚染状況重点調査地域として指定されている千葉県9市に絞り、その除染水準とその費用負担の実態を分析する。報告者は、2013年6月～2014年4月にかけて、千葉県9市の除染担当課へヒアリングを行い、各市の上乗せ除染の項目と、その費用負担の実態について調査・分析した。明らかになったのは次の2点である。第1に、多くの市で放射性物質対処特措法が定める除染水準・方法を上回る「上乗せ除染」を採用している。第2に、汚染者である東京電力は「上乗せ除染」費用を負担しておらず、汚染者負担は除染費用全体の約半分にとどまる。

### 2. 9市における上乗せ除染

9市の上乗せ除染をまとめたものが表1である。9市全てで、何らかの上乗せ除染が採用されている。特措法の除染メニューとの対比において、上乗せ除染の特徴を述べる。

第1に、測定の高さである。特に子どもへの健康影響の配慮から、6市の教育施設で地表5cm測定での $0.23\mu\text{Sv/h}$ の目標が立てられている。地表5cmという高さは、測定可能な下限の高さである。子どもの生活環境に最大限配慮した形となっている。また、妊婦・子供がいる家庭の宅地において、地表5cm測定、50cm測定を、4市が採用している。その他、公園・道路・教育施設・砂場でより厳しい基準での測定高が採用されている。

第2に、敷地全面での目標値の達成が設定されている点である。特措法における測定方法が、複数の測定点の平均値が目標とされていたのとは対照的である。教育施設においては7市がこれを設定している。市によっては、公園など他の施設でも敷地全面の設定をしている。ホットスポット対策に配慮したものである。

第3に、宅地における表土の剥ぎ取りである。6市で採用されている。特措法における除染メニューが洗浄と清掃程度なのとは大きく異なる。

### 3. 9市における除染の費用負担

以上に見られる上乗せ除染の費用は、特措法の下では財政措置の対象とならない。9市の除染費用の財源についてまとめたものが表14である。特措法に基づく除染費用に匹敵する額の上乗せ除染が、実費として発生している(32)。(C)震災特交～(G)東電へ求償中は、上乗せ除染に要した費用である。放射性物質の低線量被ばくの科学的不確実性への対応コストと換言できよう。これら上乗せの除染費用も、原発事故の結果発生した費用である。

(B)特措法については、政府が負担した後に東電に求償することになっている。他方、(C)震災特交～(F)自主財源については税が充てられている。(G)東電へ求償中の負担について東電は態度を明らかにしていない。(F)自主財源については、今後国からの予算措置がなければ、東電へ求償することになる。



また、(B) 特措法については形式上、東電負担となっているが、国から東電への資金支援がある中、実質的に東電がどれだけ負担するのかは定かではない。結論として、東電は上乗せ除染費用を負担しておらず、汚染者負担は9市の除染費用全体の約半分にとどまると言える。

表 1. 千葉県重点調査地域 9 市における上乗せ除染（報告者作成）

|                 | 測定方法・目標値 除染方法  | 採用自治体                    |
|-----------------|--|--------------------------|
| 教育施設            | 幼稚園・保育園・小学校・中学校敷地全面での地表5cm測定での0.23 $\mu$ Sv/h未達が目標   | 我孫子市・印西市・白井市・流山市・野田市     |
|                 | 幼稚園・保育園・小学校における敷地全面での地表5cm測定での0.23 $\mu$ Sv/h未達が目標   | 柏市                       |
|                 | 中学校・高校における敷地全面での地表50cm測定での0.23 $\mu$ Sv/h未達が目標       | 柏市                       |
| 教育施設以外の公共施設     | 幼稚園・保育園・小学校における敷地全面での地表50cm測定での0.223 $\mu$ Sv/h未達が目標 | 佐倉市                      |
|                 | 敷地全面での地表5cm測定での0.23未達が目標                             | 野田市                      |
| 公園・子どもが利用する公共施設 | 敷地全面での地表1m測定での0.23未達が目標                              | 柏市                       |
|                 | 敷地全面での地表5cm測定での0.23 $\mu$ Sv/h未達が目標                  | 野田市                      |
|                 | 敷地全面での地表50cm測定での0.23 $\mu$ Sv/h未達が目標                 | 柏市・白井市                   |
| 砂場              | 敷地全面での地表50cm測定での0.23 $\mu$ Sv/h未達が目標                 | 佐倉市                      |
|                 | 敷地全面での地表5cm測定での0.23 $\mu$ Sv/h未達が目標                  | 我孫子市・白井市・松戸市             |
| 宅地              | 敷地全面で地表cm測定での0.23 $\mu$ Sv/h未達が目標                    | 野田市                      |
|                 | 妊婦・小学生以下の家庭での敷地全面での地表50cmでの0.23 $\mu$ Sv/h未達が目標      | 我孫子市・白井市・松戸市             |
|                 | 敷地全面での地表1m測定での0.23 $\mu$ Sv/h未達が目標                   | 流山市                      |
|                 | 表土の剥ぎ取り  | 我孫子市・印西市・白井市・流山市・野田市・松戸市 |
| 道路              | 通学路全面での地表5cm測定での0.23 $\mu$ Sv/h未達が目標                 | 野田市(小中学校)                |
|                 | 通学路全面での地表50cm測定での0.23 $\mu$ Sv/h未達が目標                | 柏市(小学校)・鎌ヶ谷市(小中学校)       |
|                 | 通学路全面での地表1m測定での0.23 $\mu$ Sv/h未達が目標                  | 柏市(中学校)                  |
|                 | 通学路側溝の汚泥の除去  | 野田市(小中学校)                |

表 2. 千葉県重点調査地域 9 市除染費用総括表（2011・2012 年度決算）（単位：円）（報告者作成）

|      | (A)決算額        | (B)特措法        | (C)震災特交       | (D)特交       | (E)その他    | (F)自主財源     | (G)東電へ求償中     | 汚染者負担割合(%)<br>B/BCDEFG |
|------|---------------|---------------|---------------|-------------|-----------|-------------|---------------|------------------------|
| 我孫子市 | 611,235,077   | 296,605,927   | 304,345,000   | 0           | 0         | 0           | 10,284,150    | 48.53                  |
| 印西市  | 333,684,373   | 258,780,373   | 19,904,000    | 0           | 0         | 55,000,000  | 0             | 77.55                  |
| 柏市   | 3,594,000,000 | 1,781,000,000 | 1,813,000,000 | 0           | 0         | 0           | 0             | 49.55                  |
| 鎌ヶ谷市 | 26,925,513    | 17,649,298    | 0             | 972,750     | 0         | 8,303,465   | 0             | 65.55                  |
| 佐倉市  | 82,073,870    | 37,782,250    | 43,797,300    | 0           | 0         | 494,320     | 0             | 46.03                  |
| 白井市  | 286,625,015   | 70,414,212    | 0             | 0           | 0         | 0           | 216,210,803   | 24.57                  |
| 流山市  | 1,579,472,000 | 1,084,263,000 | 230,000,000   | 170,000,000 | 8,053,000 | 44,604,000  | 270,000,000   | 60.01                  |
| 野田市  | 733,132,955   | 152,135,755   | 228,063,080   | 0           | 0         | 352,934,120 | 0             | 20.75                  |
| 松戸市  | 1,818,578,840 | 1,090,079,556 | 112,859,916   | 0           | 1,010,000 | 0           | 614,629,368   | 59.94                  |
| 総計   | 9,065,727,643 | 4,788,710,371 | 2,751,969,296 | 170,972,750 | 9,063,000 | 461,335,905 | 1,111,124,321 | 51.53                  |

#### 4. 引用文献

千葉県重点調査地域の各自治体の「除染実施計画」及び「広報」、環境省（2011）「除染関係ガイドライン（第1版）」、環境省（2013a）「除染関係ガイドライン（第2版）」、環境省（2013b）「放射線量低減対策特別緊急事業費補助金交付要綱」、環境省（2013c）「放射線量低減対策特別緊急事業費補助金取扱要領」、環境省（2014）「除染関係 Q&A（平成 26 年度 4 月 10 日版）」

## 貨物輸送分野における低炭素社会に向けた展望

近江貴治（中村学園大学流通学部） omi@nakamura-u.ac.jp

キーワード：地球温暖化，貨物輸送分野，パリ協定，地球温暖化対策計画，低炭素社会

### 1 はじめに

日本における運輸部門のCO<sub>2</sub>排出量の86.1%は自動車からで、貨物輸送ではトラックが35.8%、船舶が3.3%で、鉄道と飛行機は1%にも満たない（2015年度温室効果ガスインベントリ）。運輸部門の地球温暖化対策としては、様々な取組みが行われているが、貨物輸送においては来るべき低炭素社会に向けた大幅なCO<sub>2</sub>排出削減への道筋が未だ不透明である。

本稿では、物流分野に関する排出削減対策の現状および見通しと、それを踏まえた低炭素社会に向けた方向性を考察する。

### 2 排出削減対策の現状と見通し

#### 2.1 自動車の燃費改善技術

運輸部門のCO<sub>2</sub>削減対策として成果を上げたのは自動車の燃費改善で、政策的に大きな役割を果たしているのが「トッランナー方式」と呼ばれる省エネ法（エネルギーの使用の合理化に関する法律）による燃費規制である。トラック等の大型車については、2005年に「重量車燃費基準」としてトッランナー方式の基準が設定され、2015年度を目標とする規制が開始された。

この基準に関しては、「トラック等トラクタ」の全13区分のうち12区分の販売平均で基準を達成した一方、「バス」では全12区分のうち5区分の販売平均でしか達成できていない<sup>1)</sup>。ただし、バスの出荷台数はトラック・トラクタの1割以下であり、全体として大きな影響はないと捉えられる。

技術的には、ガソリン車の基準達成の経緯<sup>2)</sup>などから、メーカーが力を注げば燃費の改善ポテンシャルはまだ大きいと捉えられ、今後の燃費改善は十分に期待できるものである。

#### 2.2 燃料・エネルギーの転換

自動車用の低炭素型の燃料としては、バイオ燃料のほか、電気自動車や水素・燃料電池車も新たなエネルギー利用形態として捉えられる。電気自動車、水素自動車・燃料電池車とも車両からのCO<sub>2</sub>排出はゼロであるが、それらを生産・供給するプロセスでは必ずしもそうではない。日本自動車研究所（2011：pp89-121）は、採掘時から車両における燃焼までのCO<sub>2</sub>排出量を、走行距離当りで試算している。これによれば、再生可能エネルギーからつくられる電力または水素を利用するか、廃食油BDFの活用が大幅な排出削減には有効であるが、電気自動車のトラックはバッテリーのコストや重量において非現実的である。BDFも、長期的な供給可能量は年間4～8万klと試算されており（エコ燃料利用推進会議，2006：pp.2-46）、トラック・バスによる軽油使用量が約2千万kl以上<sup>3)</sup>であることを踏まえれば、有力な代替燃料であるとは言いづらい。

<sup>1)</sup> 「総合資源エネルギー調査会省エネルギー・新エネルギー分科会省エネルギー小委員会自動車判断基準ワーキンググループ」「交通政策審議会陸上交通分科会自動車部会自動車燃費基準小委員会」合同会議（第1回）（2016年12月19日）配布資料「燃費規制に関する重量車の現状等について」より。

<sup>2)</sup> ガソリン乗用車の2010年度目標値は、全9車種区分において2006年度時点で早々に達成（4車種区分では2002年度時点で達成）され、2020年基準でも全16の車種区分のうち5区分が2013年度で既に達成している。また、2007年度からの5ヵ年で販売平均燃費は25%も向上（燃料消費率ベース。燃費(km/l)の逆数で算出）している（日本自動車工業会(2016年)、環境レポート2016.p7)。

<sup>3)</sup> 平成27年度自動車燃料消費量調査より。

よって、再生可能エネルギーから製造する水素の利用が長期的には有望と言えるが、燃料電池車で現在想定されているのはバスまでの大きさであり、車両総重量が15トンを超えるような大型トラックに利用できるエネルギーは、ほとんど研究開発が行われていない。水素をメタンに変換すれば天然ガス自動車での利用も可能だが、こちらも研究開発がほとんど見られない。

### 2. 3 貨物輸送のモーダルシフト

貨物輸送におけるモーダルシフトとは、トラックから輸送トンキロ当りのCO<sub>2</sub>排出が少ない鉄道や船舶への転換を意味する。モーダルシフトの阻害要因としては、「出荷量の急な増減に対して対応できない」、「輸送障害時における対応が悪い」、「時間通り到着しない」などが多く（モーダルシフト等推進官民協議会, 2011）、荷主企業もしくは納品先企業のジャスト・イン・タイム（JIT）が影響しているものと考えられる。

しかしながら、在庫にある程度のバッファを持たせられれば、鉄道利用はかなり進むものと思われる。鉄道利用を進めてCO<sub>2</sub>削減を図るという観点も含め、サプライチェーンを見直すことが課題である。ただし鉄道貨物輸送は現在の列車本数を前提とすれば、そのポテンシャルは大きくなく、国内の排出削減対策としてはあまり期待できない。

### 2. 4 コンパクトシティ

経済活動を一定の地域の中で完結させ、輸送需要を少なくして環境負荷を減らす都市の概念は、いわゆる「コンパクトシティ」である。ただし、そこで消費されるモノが地域内で完結して供給されることはかなり非現実である。サプライチェーンがグローバル化している今日において、工業製品の地産地消はほとんど不可能であり、貨物輸送需要を減らす施策とはなりにくい。

## 3 低炭素社会に向けた展望

以上の通り、現状において考えられうる対策では、大幅な排出削減への見通しは立っていないと言える。とりあえずは、現時点で実績がある燃費改善技術をさらに磨きをかけて徹底的な省エネを図りつつも、JITの緩和やモーダルシフトの推進をどの程度進めるべきか、業界も含めた政策論議が求められる。

2016年5月に策定された日本の「地球温暖化対策計画」において、物流に関する対策では論理的な誤謬と算定根拠の問題・不明点が散見される（近江, 2016）。そもそも、同計画の各対策は現行の施策の延長線上にあるものばかりで、パリ協定の目的に沿ったドラスティックな排出削減を実施するものではない。鉄道を中心とした貨物輸送インフラの整備、過度なJITや宅配再配達問題に象徴される非効率物流の変革、グローバル化したサプライチェーンと国際輸送の増大への対処などは、国民的議論が必要な問題ではあるが、2030年や2050年はそう遠くない将来であることを鑑みれば、スピード感をもって技術開発と政策形成を進めていくべきである。

### 文献・資料

日本自動車研究所(2011)『総合効率とGHG排出の分析報告書』。

国土交通省総合政策局物流政策課(2014)「労働力不足問題について」『第1回「物流政策アドバイザリー会議」資料』。

近江貴治(2016)「物流における環境対策の現状と課題、将来展望」『月刊ビジネスアイ・エネコ 地球環境とエネルギー』第49巻第8号。

モーダルシフト等推進官民協議会(2011)『モーダルシフト等推進官民協議会 中間取りまとめ』。

近江貴治・歌川学(2016)「運輸部門における温室効果ガス排出削減の見通し」『CASA Letter』No.92, pp.2-7。

エコ燃料利用推進会議(2006),『輸送用エコ燃料の普及拡大について』。

## ウルグアイ・ラプラタ川流域の湿地帯における水銀汚染とその対策 —国際協力による環境管理能力強化の事例—

○吉田充夫（独立行政法人国際協力機構（JICA）；現・一般社団法人国際環境協力ネットワーク）

連絡責任者：吉田充夫（yoshida.mitsuo@friends.jica.go.jp）

キーワード：環境管理、水銀汚染、能力向上、国際協力

### 1. はじめに

ウルグアイ東方共和国（以下、「ウルグアイ」と記す）は南米大陸大西洋岸、ラプラタ川の河口に位置し、面積約 17.6 万 km<sup>2</sup>（日本の約半分）、人口約 341 万人の農業牧畜業を主要産業とした国である。国全体の人口密度は小さいが、モンテヴィデオ首都圏及びその周辺の、国土面積の 1 割弱のサンタルシア川流域に人口の 6 割以上が集中し、その都市化の進行に伴う河川水質の悪化が問題となっている。主要汚染源は、都市下水、産業排水、廃棄物由来浸出水、ノンポイント汚染源（農牧地）などである。この課題を解決するために、2003 年以來 14 年余り、日本とウルグアイの間で環境分野の国際協力が実施されてきた。本講演では、このような協力の結果として水銀汚染が発見され対策が講じられるに至った経緯をウルグアイにおける環境管理能力向上（Capacity Development）プロセスとして捉え、国際協力の事例研究を行う。なお別稿<sup>1</sup>において、本事例を含む湿地帯の水銀汚染に関する調査対策の技術面の研究成果について論じる。

### 2. 環境分野の国際協力の時系列的展開

#### （1）水質管理能力強化マスタープラン策定支援

従来ウルグアイでは下水処理場建設、工場排水規制などの汚染源対策を個別に講じてはきたものの、系統だった基本方針や基本計画の下で実施されてきたものではなかった。その最大の原因は、ウルグアイにおける水質保全の主管官庁である住宅・土地・環境省（Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente：MVOTMA）住宅・土地整備・環境省国家環境局（Dirección Nacional de Medio Ambiente：DINAMA）の業務実施能力が不十分であり、法令で規定されている役割を必ずしも十分に果たしていないことにあった。このような背景の下、ウルグアイ政府の日本に対する技術協力要請にもとづき、JICA 開発調査（「モンテヴィデオ首都圏水質管理強化計画調査」）が 2003 年 10 月から 2007 年 1 月まで実施され「水質管理能力強化のためのマスタープラン」が策定された。本プロジェクト（開発調査）の目標は、「モンテヴィデオ首都圏における DINAMA（住宅土地整備環境省環境局）と関係諸機関の水質監理能力が向上する。」であり、この目標を達成するために次の 3 つの成果（アウトプット）が設定された。すなわち、1）モンテヴィデオ首都圏の総合的な水質管理強化のためのマスタープランが策定される。2）DINAMA に対し、関連諸機関と連携しつつ水質管理向上に必要な行動を実行するための技術移転が行われる。3）上記の実施の過程で、DINAMA と関連諸機関に対し、オーナーシップに配慮しつつキャパシティ・ディベロップメントが図られる。

#### （2）汚染源水質・管理技術協力プロジェクト

以上を受け、マスタープランに沿った水質管理体制・制度が整備されるとともに、2008 年 4 月から 2011 年 3 月まで、DINAMA の抜本的な水質管理・汚染源管理能力強化が JICA 技術協力プロジェクトによって実施された。本プロジェクトの目標は、「DINAMA 及び関係機関のサンタルシア川流域の汚染源管理／水質管理能力が強化される。」であり、この目標を達成するための成果（アウトプット）として以下

<sup>1</sup> 吉田充夫(2017)「産業排水に起因する湿地帯の水銀汚染とその対策」(本予稿集所収 B-14)



の6点が掲げられた。1) DINAMAの汚染源管理及び水質管理体制が強化される。2) 汚染源管理及び水質管理に関する関係機関の協調体制が確立される。3) DINAMA及び関係機関の河川及び排水に関する水質モニタリング能力が強化される。4) DINAMA及び関係機関の汚染源管理に関する情報収集及びデータ解析・評価能力が強化される。5) DINAMAの汚染源管理に関する査察・評価・指導能力が強化される。6) 汚染源／水質総合情報管理システムが構築され活用される。

### (3) 水銀汚染に係る技術協力

上記の技術協力において系統的な環境モニタリング計画が策定され実行されたところ、河川水・堆積物の環境モニタリングにより、ラプラタ川沿岸において水銀汚染が発見された。汚染源は、水銀電極法プラントを有する塩素工場の排水であった。この結果を踏まえ、ラプラタ川沿岸部水銀モニタリング・環境対策支援プロジェクト(2015年8月から2017年3月まで)が行われ、水銀汚染の範囲が特定され、有機水銀分析技術が移転され、汚染地修復(site remediation)計画が策定され、汚染者負担原則に基づき対策工事が施工され、また地域住民への説明を含む情報公開がなされた。

### (4) 近隣諸国への成果の普及と国際連携

こうした技術協力の成果の近隣諸国に対する普及のため「第三国研修コース」が開催された。2014年に「河川水質管理」、2017年には「水銀汚染モニタリングと対策」のテーマで開催され、中南米の延べ10か国以上と情報を共有したことは特筆すべき業績である。河川水質汚濁や水銀汚染という共通する課題について各国が連携してRegionalに取り組んでいくという南南協力の方向性が出された。

## 3. 結果および考察

2003年以降の14年間にわたる国際協力は、2003-07年の計画づくりとそれに基づく組織制度構築(準備段階)、2008-11年の水質管理、汚染源管理の実践における能力強化とその結果として得られた水銀汚染の発見(実践段階)、2015-17年と水銀汚染対策の実行(個別具体的課題への対策)という3段階に分けられる。このプロセスは、ウルグアイにおいて、個人、組織、制度・社会システムのレベルの対処能力(Capacity)が、お互いに影響しあいながら発展してきた包括的なCapacity Developmentである。具体的には、単に技術的な対応がなされたのではなく、DINAMAを初めとする各関係機関の水質管理組織体制の強化、分析ラボ設立、関係機関間の調整推進、水質関連情報の整理・整備、水質管理に係る環境基準・技術標準・業務標準制定、情報公開・啓発・市民参加の推進が図られたことである。個別の断片的な対処(対処療法)ではなく、段階的にすべてのレベルで能力向上が図られたからこそ、水銀汚染の対策という具体的な課題について、汚染者への指導、情報公開、対策の実施が比較的スムーズに進行し、一人の被害者も出すことなく環境管理の目標が達成された。このことは、被害発生にもとづいて対応するEx-post Approachではなく、組織制度構築に始まる予防的で包括的なCapacity Developmentが、課題解決の最も効果的で効率的な道であることを示している。

**付記** 本講は、DINAMAとJICAの公表された情報にもとづくものであるが、ここで表明されている内容は筆者の個人見解であり、DINAMAもしくはJICAの公的見解を示すものではない。

### 参考文献

JICA(2006) ウルグアイ国 モンテヴィデオ首都圏水質管理強化計画 現地モニタリング調査報告書

JICA(2008) ウルグアイ東方共和国 サンタルシア川流域汚染源／水質管理 プロジェクト 事前調査報告書

JICA(2011) ウルグアイ国サンタルシア川流域汚染源／水質管理プロジェクト業務完了報告書

JICA(2015) ウルグアイ国ラプラタ川沿岸部の水銀モニタリング・環境対策支援(案件概要表)

## 豊洲施設地下の滞留水における Mo, Ga, Sn 等未報道の 有害金属レベルと汚染源との関係

○尾崎 宏和 (東京農工大学 大学教育センター), 原 優太・得丸 貴司・宗像 仁美・斎藤 侃・渡邊 泉  
(東京農工大学大学院農学府物質循環環境科学専攻)

連絡責任者: 尾崎 宏和 (h\_ozaki@cc.tuat.ac.jp)

キーワード: 滞留水, モリブデン, 重金属, 石炭フライアッシュ, 土壌・地下水汚染

### 1. はじめに

東京都江東区豊洲の新市場予定地は、1956年から1988年まで東京ガスにより石炭などを原料とした都市ガス製造が行われ、それに伴う鉛(Pb)、ヒ素(As)、六価クロム(Cr(VI))、水銀(Hg)、シアン(CN<sup>-</sup>)、ベンゼン(C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>)などによる土壌汚染が報告されている。とくに2016年夏以降、土壌汚染対策とされた新市場建物地下への盛り土が無いこと、その空間で指針値を超過するHgの検出、地下水に環境基準を超過するAsやベンゼンなどが認められるなど、食品市場としての安全性に対する懸念が大きな社会的関心を呼んでいる。しかし現在も、市場移転について今後の対応は決まっていない。

我々は、豊洲新市場として予定された建物地下で2016年9月に採取された滞留水について、報道対象以外を含む35の有害元素を定量し、汚染レベルとその起源を検討し、本問題の実態をより正確に把握することを試みた。

### 2. 試料と方法

豊洲の市場予定地5街区・青果棟地下空間より、2016年9月17日と9月20日に滞留水試料を採取した。9月17日に採取した試料は、未処理状態でガラス電極法によりpHを測定した。両日の試料の一部について3000rpm・10分の遠心分離を行い、No.5Cのろ紙に通して懸濁物を除去してから、硝酸を加えてpHを2未満とした。また、残りの一部は、まず硝酸を加えてpHを2未満とした状態で200rpm・10分の往復振とうをし、その後上述と同様の処理を行った。前者を溶存態、後者を懸濁態としてICP-MS(Agilent, 7500cs)によりLi, Na, Mg, Al, K, Ca, Sc, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Ga, As, Se, Rb, Sr, Y, Mo, Pd, Cd, In, Sn, Sb, Cs, Ba, La, Ce, Pt, Tl, Pb, Biの濃度を測定した。

### 3. 結果および考察

V, Cr, Ni, Cu, Ga, Se, Mo, Cd, Sb, Tl濃度は、9月17日、20日の両日も先行研究による地下水のレベルを超過した。また、Co, Zn, Snは先行研究の最上位レベルと同等だった。Asも、豊洲は非汚染レベルを超過した。このように、豊洲の滞留水には、人為起源性の高い元素が溶存態として高い濃度で含まれた。これら測定結果に地下水環境基準を越える値はなかったが、溶存Mo濃度は170 μg/L(9月20日)~190 μg/L(9月17日)で、要監視レベル(指針値)70 μg/Lに対して2.4~2.7倍に及ぶ超過を示した。

豊洲市場予定地の土壌汚染は、都市ガス製造の残渣である石炭フライアッシュ等が工場敷地内に埋め立てられたことに関与が知られる。各元素について、豊洲滞留水の元素濃度の非汚染地下水の元素濃度に対する比、先行研究による石炭および石炭灰の元素濃度の非汚染土壌の元素濃度に対する比をプロットすると(図1)、滞留水試料ではV, Co, Ni, Cu, Ga, As, Se, Mo, Sn, Sbの高レベルが認められ、と

くに Mo は数百～千倍, V, Ga, Sn は数百倍, Ni, Sb は数十倍に達した。一方, 石炭および石炭灰 (フライアッシュとボトムアッシュ) では, Cr, Ni, Cu, Zn, Ga, As, Mo, Cd, Sn, Sb, Ba, Pb に非汚染土壌に対する濃度比の高いものが認められた。フライアッシュにおいて非汚染土壌に対する濃度比が高かった V, Ni, Ga, Sn, Sb は, 豊洲の滞留水では非汚染地下水に対する比が Mo に次いで高かった元素である。このように, 滞留水とフライアッシュの最大レベルでは, 元素組成に高い合致性が認められた。以上から, 滞留水における Mo, Ga, Sn 等による有害金属汚染は, 都市ガス製造に用いられた石炭の残渣による工場敷地の土壌汚染を主因とすることが, これまで着目されなかった複数の元素のレベルを解析することにより裏付けられた。

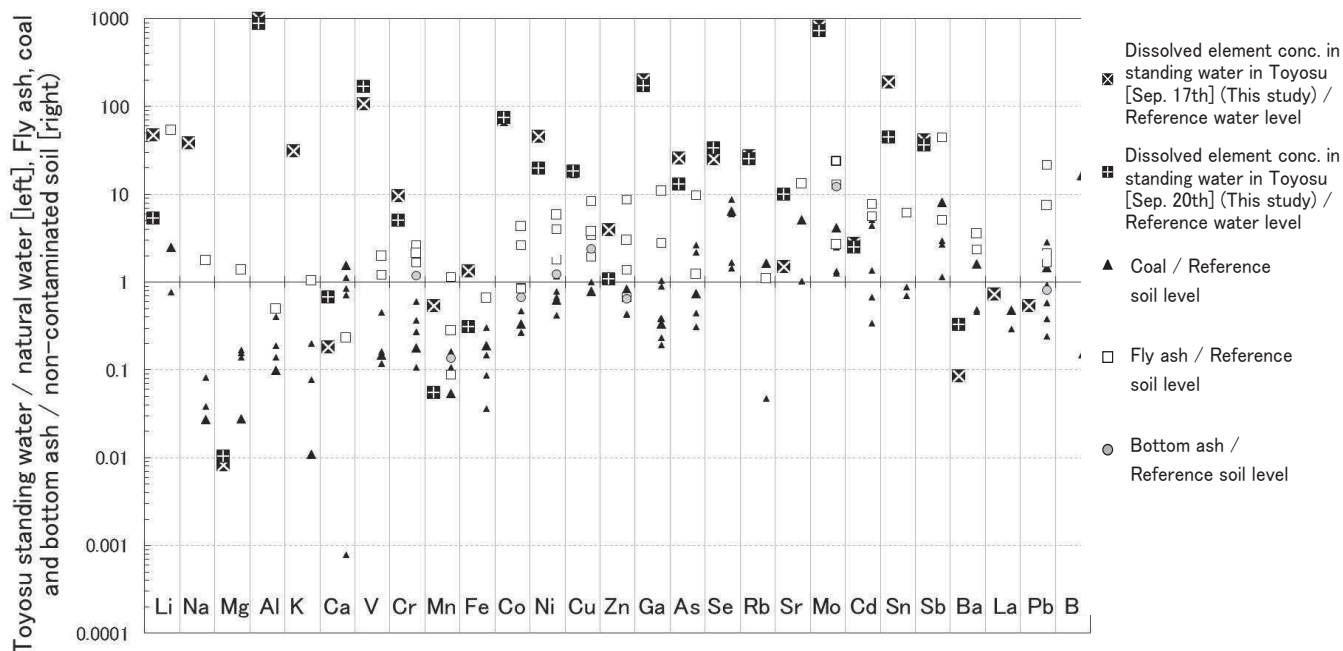


図1 非汚染地下水に対する豊洲地下水の溶存元素濃度の比 (左側) と非汚染土壌に対する石炭および石炭灰の元素濃度の比 (右側) の比較 (石炭: Bowen (1979), 稲垣 (1967), NEDO (2002), Verma et al. (2016), Yigmatepe et al. (2010), 横山 (2003), Wang et al. (2011), フライアッシュ: Fernfindez-Turiel et al. (1994), Lachas et al. (1999), Snigdha and Vidya (2006), Verma et al. (2016), Yigmatepe et al. (2010), ボトムアッシュ: Snigdha and Vidya (2006), Yigmatepe et al. (2010), 非汚染地下水レベルは Bowen (1979) と Leung and Jiao (2006) の平均値, 非汚染土壌レベルは Asami (2010) による)

#### 4. まとめ

豊洲新市場予定地地下の滞留水には, Mo, Ga, Sn などこれまで着目されなかった複数の有害元素が高い濃度であることが示された。とくに, Mo が要監視レベル (指針値) を超過したことは, 人の健康や環境に対する悪影響の可能性について長期的な視野で検討する必要性を示している。

地下水は調査媒体として選ばれたものであり, 汚染の一部を反映するだけである。つまり本結果は現場における汚染残留を示している。これを無視して市場の移転を行うなら, 土壌汚染対策法が何のための法律であるか問われるべきものとなる。さらに, こうした地下の汚染が地上とはまったく別物というならば, これまでの地下水調査そのものが, そもそも意義を有さない。現在, 市場移転プロセスに対する信頼性は崩壊しているといつてよい。汚染対策の前提の一つとされた盛り土が当初よりあれば安全だったかの検証も必要である。これらの問題には盛り土をして, 市場移転してよいのか, 問われている。

## 地下灌漑稲作の農村環境恒常化

○栗生田忠雄 (新潟大学農学部)

連絡責任者：栗生田忠雄 (aoda@agr.niigata-u.ac.jp)

キーワード：地下灌漑, 土壌温度, 土壌酸素, 温暖化

### 1. はじめに

近年日本の水稲生産は、高温対策、水田生態系の保全など課題が山積している。登熟期の高温は、水稲の光合成に負の影響を及ぼすため品質、収量を低下させる。このため、高温条件下では用水を掛け流し光合成を低下させない対策が講じられてきた。しかし、抜本的な対策とはなっていない。こうした背景のもと、地下灌漑によって水稲栽培し、土壌温度、水稲収量などを測定した。ここでは地下灌漑による水田土壌の物理性の変化、水稲生育、および水田周辺に及ぼす環境との関連性について考察する。

### 2. 材料と方法

#### (1) 供試水田の立地

供試水田は、新潟県阿賀野市にある。ここは、阿賀野川下流域の扇状地で、標高約 2.0m である。地下水位が比較的高く排水不良田が多い。また、背後の山地から出し風（東向き的高温乾燥風）が吹く。

#### (2) 試験水田の条件

試験水田は、難透水性細粒強グライ土、面積 20a (72.0×27.8m) である。この 1 枚を試験区（地下灌漑）、もう 1 枚を対照区（通常地表灌漑）とした。水田暗渠は、平均 80cm (1/500 勾配) 深さで 9m 間隔に長辺畦畔に沿った 3 本埋設である。また暗渠は、材質が素焼き陶管、内径 75mm である (図-1)。なお水稲の品種は、コシヒカリである。移植密度は 45 株/10a であった。

#### (3) 土壌温度

2015 年は、試験区と対照区ともに、水口、中央部および水尻部の 3 ヶ所において地表面下 10cm の土壌温度を 30 分間隔で観測した (T&D, TR-71U)。2016 年は、試験区、対照区ともに中央部において、地表面下 10cm の土壌温度を同様に測定した。地表面下 10cm は、水稲根の伸長や吸水が盛んである。

#### (4) 土壌酸素

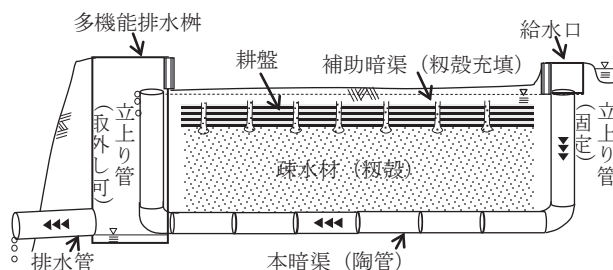


図-1 試験区の地下灌漑方式 (鉛直断面)

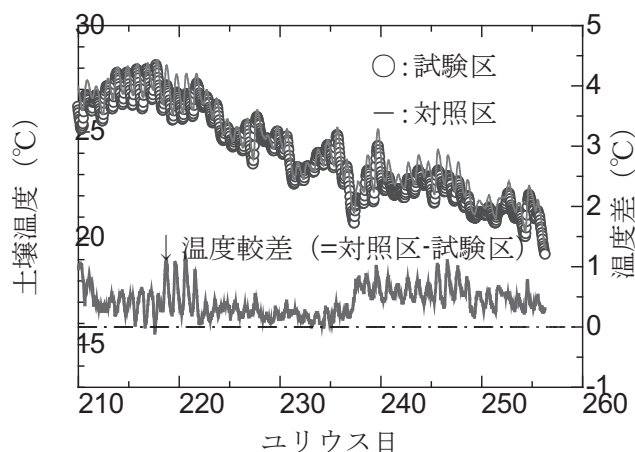


図-2 試験区と対照区における土壌温度と較差 (2015 年)

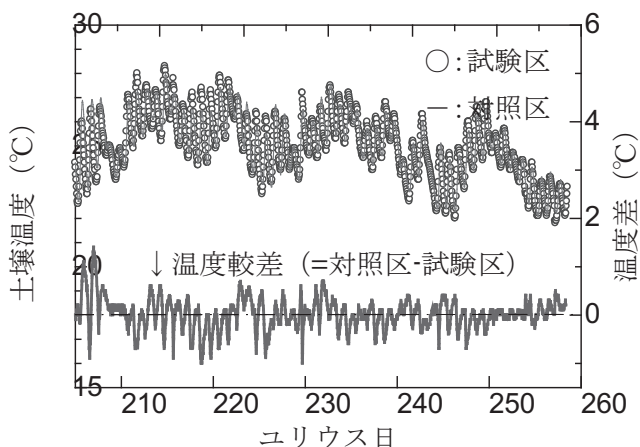


図-3 試験区と対照区における土壌温度と較差 (2016 年)



2016年に試験区に隣接する地下灌漑水田において、10cm深さの土壌酸素濃度を30分間隔で測定した(日本環境計測社, MIJ-03)。測定点は、長辺畦畔のほぼ中央部である。

(5) 水稻収量

2015年, 2016年ともに全量刈り上げの後, 乾燥調整した後に約14.8%の水分量で籾重量として求めた。なお刈り取りは, 2015年が9月27日, 2016年も9月27日であった。

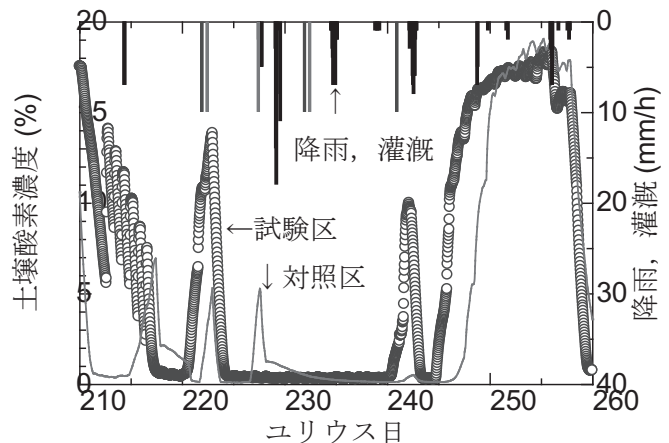


図-4 試験区と対照区における土壌酸素と降雨, 灌漑水量 (2016年)

3. 結果および考察

(1) 土壌温度

2015年における地表面下10cmの土壌温度(3点の平均値)は, 試験区(地下灌漑)が対照区(通常の地表灌漑)よりも低かった。特に, 出穂期(220ユリウス日), および台風(236, 237ユリウス日)以降で1℃以上の差があった(図-2)。2016年は, 試験区と対照区の土壌温度に顕著な差がみられなかった(図-3)。

水稻の高温障害は出穂期から20日間の登熟期に現れる。2015年と2016年における土壌温度較差の20日間積分値は, 302.0, および-10.3で, 両年に大きな差があった。

(2) 土壌酸素

測定期間中, 試験区の土壌酸素は対照区よりも高かった。特に地下灌漑中に高くなった。これは地下灌漑が水と酸素をともに運ぶためと考える。

(3) 水稻収量

2015年と2016年の水稻収量を表-1に示す。2015年は, 高温強風の台風15号(9月24日から25日)のため, 収量, 格付けともに大きく低下した。試験区では488Kg/10a(2等)であったが, 対照区(通常灌漑)は405Kg/10a(3等)となった。収量差は16%であった。2016年は恵天であり, 対照区で550Kg/10a(1等), 試験区で574Kg/10a(1等), 収量較差4%であった。

表-1 試験区(地下灌漑), 対照区(通常地表灌漑)の水稻収量と格付け(2015年, 2016年, 籾水分=14.8%)

| 年    | 圃場  | 収量 (Kg/10a) | 格付け |
|------|-----|-------------|-----|
| 2015 | 試験区 | 488         | 2等  |
|      | 対照区 | 405         | 3等  |
| 2016 | 試験区 | 574         | 1級  |
|      | 対照区 | 550         | 1級  |

4. まとめ

2015年9月24日と25日に発生した台風15号のため, 供試水田周辺では水稻生育に支障を来した。ただし地下灌漑は, 台風などの荒天でも根圏土壌の温度抑制に寄与した。2016年は好天に恵まれ, 試験区も対照区も豊作であった。このように土壌温度は, 作物品質や収量との相関性が高いことが裏付けられた(山田ら, 1963; 粟生田, 2015)。また, 地下灌漑により土壌酸素濃度を高くすることが示唆された。したがって, 地下灌漑水稻栽培は, 根圏における温度や土壌水分などの水稻生育環境を健全化させ, 水田の周辺環境の恒常化や高温登熟対策として奏功すると考える。

5. 引用文献

粟生田忠雄(2015): 農地集約・農作業分散を可能とする地下灌漑直播水稻栽培システムの開発, 土壌水分ワークショップ2015論文集, pp.41-44.  
山田一郎・森脇 強・長谷川浩(1963): 土壌温度と作物の生育, 土壌の物理性, No.9, pp.14-22.

## 六価クロム鉍さい埋立地に分布する植物に対する汚染の影響

○原 優太<sup>1</sup>, 尾崎宏和<sup>2</sup>, 池田桃恵<sup>1</sup>, 渡邊 泉<sup>1</sup>( <sup>1</sup>東京農工大学大学院 農学府, <sup>2</sup>東京農工大学 大学教育センター)

連絡責任者: 原 優太 (s174584v@st.go.tuat.ac.jp)

キーワード: 六価クロム, 重金属, 複合汚染, 土壌汚染, 毒性応答

## 1. はじめに

日本において高度経済成長期と言われる1950年代から70年代前半までの時期は、工業生産が急激に伸び、国民所得も向上した。しかしその一方、「大量生産、大量消費」によって、汚染物質が環境中に放出され、四大公害病をはじめとする公害問題が噴出し、大きな社会問題となった。

東京都における六価クロム汚染問題はこの時期に起きた公害問題の一つである。1973年、東京都江戸川区の日本化学工業小松川工場周辺に、クロム(以下Cr)鉍さいが埋め立てが発覚したことを契機として、江東区、江戸川区ではCr鉍さい汚染の存在が明らかになった。発見されたCr鉍さいは、掘削・還元処理後、埋設・覆土され、地上部は都立大島小松川公園などとして整備されたが、その後現在まで、周囲への六価Cr(以下Cr(VI))滲出がたびたび生じている<sup>1)</sup>。このCr(VI)は強い毒性を持ち、周辺の動植物への悪影響や、ヒトの健康被害が懸念される。

植物においてCrは必須性がなく、とくにCr(VI)は、その高い酸化力によって植物体内に活性酸素種(ROS)を生成し、脂質やタンパク質などの生体分子に影響を与えたり、酵素反応や光合成を阻害したりする<sup>2)</sup>。したがって、Cr(VI)汚染地において、植物への汚染影響を把握することが求められる。そのため本研究は、大島小松川公園の西側に流れる旧中川の河川敷に分布する5科7種の植物を対象に、Crを含む29種の微量元素濃度を測定し、Cr鉍さいによる影響を解析することを目的とした。

## 2. 材料と方法

2016年5月から9月に、東京都江戸川区小松川1丁目「平成橋」下で、タカサゴユリ (*Lilium longiflorum*), ヨモギ (*Artemisia indica*), ヒメジョオン (*Erigeron annuus*), ミズタカモジクサ (*Elymus humidus*), ヨシ (*Phragmites australis*), ホウライシダ (*Adiantum capillus-veneris*), ドクダミ (*Houttuynia cordata*)の計5科7種の植物とその根圏土壌、調査地において汚染源と考えられた排水口からの流出水を採取した。植物は根と茎、葉の各組織に分けて乾燥・粉化し、土壌試料は乾燥・篩別後、それぞれ酸分解し、ICP-MSにより29元素(Li, Na, Mg, Al, K, Ca, Sc, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Ga, As, Se, Rb, Sr, Mo, Pd, Cd, Sn, Ba, Pt, Tl, PbおよびBi)の濃度を測定した。また水試料および根圏土壌はろ過しアルカリ融解後、Cr(VI)濃度をジフェニルカルバジド法により測定した。

## 3. 結果および考察

調査地において汚染源と考えられた水試料のCr(VI)濃度は、0.87-1.50 mg/Lであった。この値は

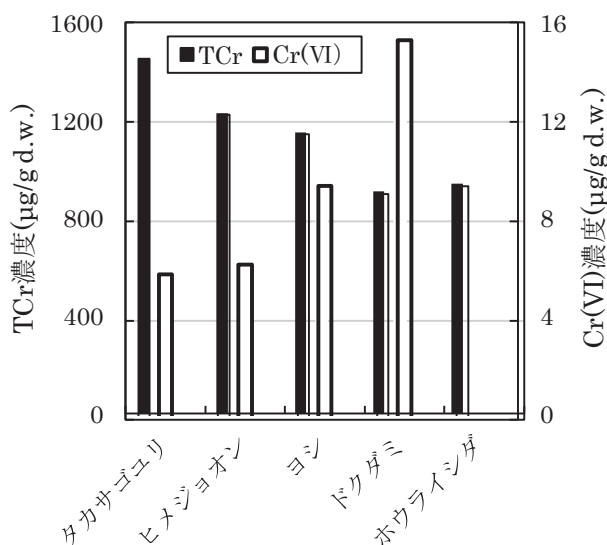


Fig. 1 東京都江戸川区小松川1丁目平成橋下に分布する植物5種の根圏土壌中のTCr及びCr(VI)濃度の平均値

Cr(VI)の環境基準値(0.05 mg/L)と比較して約 17-30 倍の値である。根圏土壌の Cr(VI)濃度(Fig. 1)は、ホウライシダを除き、5.87- 15.3 mg/kg d.w.が検出され、全Cr(以下 TCr)濃度(Fig. 1)は、807- 1,240 mg/kg d.w.と日本における土壌の平均値<sup>3)</sup>である 87 mg/kg d.w.を大きく上回った。根圏土壌に関して、Enrichment Factor(濃縮係数)を算出したところ<sup>3,4)</sup>、Crは強い汚染、Cu, Zn, As, Cd と Pb は明らかな汚染が示された。よって調査地は、Cr(VI)が継続的に流入しており、根圏土壌は Cr(VI)汚染を受けていることが示唆された。さらに Cr のみでなく Cu, Zn, As, Cd および Pb などの重金属類による汚染の存在が明らかとされた。

植物において、TCr 濃度は7種とも茎<葉<根の順で高くなり、とくにヨシとホウライシダで高い蓄積(最大値はヨシの根で 584 ppm)がみられた。また TCr に対する栄養元素(Mg, Ca, Mn, Fe, Cu, Zn および Mo)の濃度比はすべての組織において TCr 濃度の上昇に伴い減少した。この原因として Cr やその他重金属によって根の活性が低下することや、Cr(VI)が根の細胞膜上の H<sup>+</sup>-ATP アーゼの働きを阻害することが考えられ、Cr によって植物の生理作用が阻害されたことが示唆された。EF 値が比較的高かった元素のうち TCr, Mn, Ni, Cu, Zn, As, Se, Cd, Sn, Pb の根に対する葉の濃度比(Fig. 2)をみると、タカサゴユリは全 10 元素、ドクダミは Cu を除いた 9 元素で葉の方が蓄積していることが示された。したがって、この2種の植物は、根においてスーパーオキシドジムスターゼをはじめとする毒性応答が作用していない可能性があり、これら汚染元素による影響が推測された。

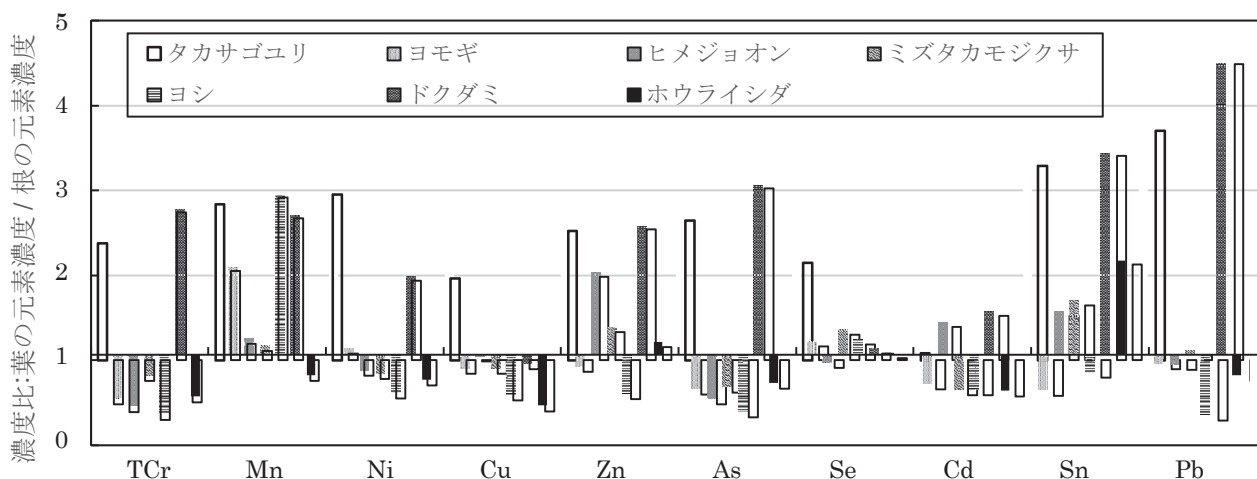


Fig. 2 EF値が高い値を示した10元素の根に対する葉の濃度比

#### 4. 結論

本研究により、調査地には重度の Cr(VI)汚染が存在し、その他重金属類による汚染の存在も明らかとなった。さらに、調査地に分布する植物は Cr(VI)をはじめとする汚染元素の影響を受けていることが示唆され、とくにタカサゴユリとドクダミはその体内元素分布から汚染の影響を受けている可能性が考えられた。以上の結果から、Cr(VI)による調査地周辺の生態系影響が懸念され、より詳細な調査の継続が求められる。

#### 5. 引用文献

- 1) 尾崎宏和ら, (2011) 人間と環境, 37(3), 18-22.
- 2) Vernay, P., et al. (2007) *Chemosphere*, 68, 1563-1575.
- 3) 浅見輝男(2010) データで示す—日本土壌の有害金属汚染, pp.312-336, アグネ技術センター, 東京.
- 4) Sutherland, R. A. (2000) *Environ. Geol.*, 39, 611-627.

## 産業排水に起因する河川湿地帯の水銀汚染とその対策

○吉田充夫（独立行政法人国際協力機構（JICA）；現・一般社団法人国際環境協力ネットワーク）

連絡責任者：吉田充夫（yoshida.mitsuo@friends.jica.go.jp）

キーワード：水銀汚染、湿地帯、汚染対策、情報公開

### 1. はじめに

水銀電極法を使用する塩素アルカリ（Chlor-Alkali）プラントは、多くの開発途上国において水銀汚染源となっている。排出された水銀は、分解されずに自然界を循環し、環境中でメチル水銀等の極めて毒性が強い物質を形成し、食物連鎖による生物濃縮を起こす。これらが摂取された場合とりわけ胎児・幼児などの発達途上の神経系に著しく有害であることが知られ、水銀排出量の削減は緊急の課題である。今日では先進国で水銀使用量が減っているが、途上国では依然広く利用されており、国際的な水銀規制が必要であるとされている。現在発効に向けて取り組まれている「水銀に関する水俣条約」はまさにその一環であり、同条約付属書Bにおいては塩素アルカリ・プラントが“水銀を利用する製造工程”の具体例として挙げられ、全世界での早期の製法転換と廃止が目指されている。日本においても、水銀需要が最も多かった1960年代から70年代にかけて同プラントを有する塩素・苛性ソーダ製造産業が水銀需要の半分以上を占めていたとされるが、水銀電解法からの製法転換が、その後の水銀の大幅な需要削減に大きな影響を与えた（環境省資料による）。

本講演では、ウルグアイとアルジェリアにおける国際協力事例<sup>1</sup>をもとに、以上のような問題を持つ塩素アルカリ・プラント由来の未処理産業排水が河川湿地帯に排出され水銀汚染を引き起こした事例を報告し、開発途上国のおかれている条件の下での対策事例について述べる。

### 2. 河川湿地帯における水銀汚染とその対策事例

#### （1）ウルグアイ・ラプラタ川流域湿地帯

南米ウルグアイでは、パルプ産業の漂白用の塩素製造のニーズが高く、古くから民間塩素製造工業が操業してきた。この工場では水銀電極法を使った塩素アルカリ・プラントを有しており、従来未処理排水を隣接するラプラタ川の沿岸湿地帯に排水を放出してきた。河川の一般環境モニタリングによってアノマリーとして発見された本汚染は、汚染範囲確定調査の結果、排水口から半径200m程度の範囲において湿地堆積物が高濃度の水銀汚染（総水銀）を呈していることが明らかとなった。湿原中の嫌気性環境下では水銀硫化物として固定されるが、水位の変化により堆積物が露出する場合水銀の溶出が進み周辺水域に汚染が拡大する。加えて、有機水銀分析の結果、無機水銀の一部が極めて有害で生体内に摂取されうる物質であるメチル水銀に変化していることが確認され、同湿地に生息するミミズ、沢蟹のメチル水銀濃度が高濃度を呈した。すなわち食物連鎖によって周辺水域に生息する大型魚（食用に供されている）に濃縮するリスクが認められた。また湿原は葦類が繁茂しており地方民家の建設材料として地域住民が湿原に立ち入りし伐採などしていることから接触リスクも懸念された。以上のことから、環境局（DINAMA）はマスメディアを通じて水銀汚染に関する情報公開を行い、住民説明会を開催するとともに汚染地区の立ち入りを禁止し、汚染企業の負担で柵と大型魚の侵入を遮断する漁網を設置することとした。今後モニタリングを継続し、必要に応じて汚染湿地の埋立封鎖を検討する。なお、プラントについては、当面は工場内にてイオン交換法による排水処理によって水銀濃度を低減し排出するが、中期的に

<sup>1</sup> 吉田充夫(2017)「ウルグアイ・ラプラタ川流域の湿地帯における水銀汚染とその対策－国際協力による環境管理能力強化の事例研究－」（本予稿集所収 B-9）を参照されたい。



は民間企業の責任で水銀電極法プラントを廃止し製法転換する計画である。なお、この水銀汚染による被害は報告されていない。

## (2) アルジェリア・エルハラシュ川流域湿地帯

北アフリカ・アルジェリアでは、1990年代の内戦の影響で都市インフラが破棄され、整備が著しく遅れ、首都アルジェを流れるエルハラシュ川では、住宅地からの下水、工場からの産業排水が未処理もしくは不十分な処理のまま同河川に排出されてきた。こうした工場の一つに水銀電極法を使った塩素アルカリ・プラントを有する塩素製造工場があるが、この排水が高濃度の水銀を含有しており、その結果同工場の排水口より下流の河川の水と堆積物沿岸の湿原堆積物は著しい水銀汚染を呈するようになった。河川水の水銀濃度は排水口付近でから漸次提言するもののアルジェ湾（地中海）に流入する河口部においても同国環境基準上回る濃度を示した。一方、河口沿岸の湿地堆積物は最大 100mg/kg 以上を呈した。これらの堆積物中では、嫌気性環境のもと水銀硫化物の形成による固定並びに粘土鉱物による水銀イオンの吸着によって一定程度固定されるが、溶出も進行する。このような水銀汚染水が流入するアルジェ湾の底質についても検討を行ったが、沿岸流による大規模な希釈拡散により相対的に濃度の高い水銀汚染現象は認められたものの、最大濃度は河川流域に比較して低く 1mg/kg 以下であった。アルジェ湾より捕獲された魚介類からはメチル水銀が検出されたものの濃度は食品衛生基準以下であった。これ以上のリスクを放置露出させないため、アルジェリア政府（河川管理者である水資源省）は、河川沿岸の堆積物の浚渫を行い、これを埋立地に閉鎖処分した。塩素製造工場が国営企業であったことから費用は国が負担した。また、国土整備環境省の指導の下、塩素工場の排水は河川への排出を禁止され、製法転換を計画している。この過程で、水銀汚染の実態はマスメディアを通じて情報公開され、広く市民の環境意識啓発に寄与した。このことが環境行政当局の汚染者に対するエンフォースメントを背後から支えた。なお、この水銀汚染による被害は報告されていない。

## 3. 結果および考察

両事例において共通するのは、河川に沿って形成された湿地帯堆積物が、排出された水銀の一種の緩衝帯（バッファ）として、排出された水銀の固定と不溶化の場となる一方、緩やかで継続的な溶出、メチル化の場としての役割も果たしていることを示している。ウルグアイ事例のように高濃度汚染地区が限定され、それが生物濃縮による公衆衛生上のリスクを呈する場合、食物連鎖を遮断する措置をとることがまず必要である。一方、アルジェリア事例のように高濃度汚染地区が河川沿いに広く伸長し、接触リスクが広範囲に及ぶ場合、その防護のため汚染堆積物の浚渫と埋立封じ込めの対策がとられた。ただし、汚染堆積物の埋立地の漏出防止や安定性に留意しなければならない。開発途上国の場合、必ずしも十分な財政的基盤が整ってはず、限られた予算の範囲内で住民の健康、公衆衛生を保護することを最優先に対処せざるを得ない現実がある。その場合でも、技術的な対応のみに陥らず、組織制度を整備し系統的な調査の下で予防的な対策を講じることによって、水銀汚染対策を実行し被害を未然に防ぐことができる。いずれの場合も、水銀汚染が発見された場合、その情報公開と住民説明を徹底し、幅広い社会的認識の下で被害を出さぬように対策を講じることが必要であることを示している。

**付記** 本講で表明した考察内容は筆者の個人見解であり、JICA、アルジェリア及びウルグアイの関係当局の公的見解を示すものではない。

### 参考文献

吉田充夫(2014) 開発途上国の環境行政分野のキャパシティ・ディベロップメント —アルジェリア事例に見る実効的な環境管理構築の促進要因—。国際開発学会第 25 回全国大会予稿集

## 土地利用、糞便汚染指標、理化学性の類似性を用いた地下水の硝酸汚染源の究明

○咸泳植・田中健太・中澤諭由・三上萌衣子（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、地下水、土地利用、糞便汚染指標、理化学性の類似性

### 1. はじめに

地下水は地球の水の0.62%にすぎないが、人類の利用可能な淡水の約30～60%を占めている古くからの重要な水資源である（B. J. Skinner, 1982）。また、地下水は生活用水、ミネラルウォーター、農業用水、工業用水など実に様々な用途で使用されている。地下水は災害時には水道水が断たれ市販の飲料水の入手まで困難になるため、災害用井戸として重要な飲用水を含む生活用水となる。地下水は地下深くに存在し、流動速度が極めて遅いため、循環しにくい性質がある。この性質により地下水は一度汚染されると修復が困難であるため、地下水汚染の未然防止対策が求められている。地下水汚染で問題となっているのは主に硝酸態窒素汚染であり、その原因は主に農地で用いられる窒素肥料であることが知らされている（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、2002～2016）。本研究は2013年からの継続研究として、横浜市都筑区地下水における土地利用の現地調査結果、糞便汚染指標（大腸菌群数、大腸菌数）の分析項目の追加、4年間（2013年～2016年）のデータ解析、モニタリング調査、理化学性の類似性を用いた分類を通して多角的に硝酸汚染の原因を解明することを目的としている。

### 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（以降地下水と称する。）54地点とし、2016年4月から12月の9ヶ月間地下水の採水を行った。また6ヵ所で月に一度モニタリング調査を行った。採水前の準備として、ポリビン煮沸したお湯で滅菌した後、蒸留水で3回洗い、現地では地下水で3回共洗いをしてポリビンに500mL採水した。また、現地では天気、気温、水温（TANITA、デジタル温度計TT-533）を測定した。また、地下水の半径100m以内の土地利用を調査し、宅地、農地、林地に分類しそれぞれの割合を求め、土地利用調査票に記入した。また、大腸菌数及び大腸菌群数の調査は、採水日に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）を使用し、37℃暗所で20～23時間培養後生成されたコロニーを集計した。大腸菌は紫外線照射灯を使用して測定を行った。分析項目については、pHはpHメーター（Metrohm 691 pH meter）、EC（電気伝導率）はECメーター（卓上型誘電率計HORIBA LAQUA DS-72）を用いてそれぞれ3回ずつ測定を行い、その平均値を正規データとしている。ORP（酸化還元電位）はORPメーター（Water Test HANNA HI98204）を用いて測定を行った。各イオン濃度についてはイオンクロマトグラフィー（DIONEX、ICS-1100）を用いて分析を行った。

### 3. 結果および考察

#### 3-1 土地利用と地下水硝酸汚染について

地下水の半径100mの土地利用を現地調査した結果、農地利用率は0%～9.9%が23ヵ所、10%～19.9%

が14か所、20%～29.9%が12か所、30%以上が4か所であった。また今回の現地調査から、地下水周辺の詳細な土地利用が分かった結果、農地利用率の目安の設定、汚染源の特定をすることができた。

農地の利用率別硝酸態窒素＋亜硝酸態窒素の平均値は農地の利用率が0%～9.9%は1.19mgN/L、10%～19.9%は3.34mgN/L、20%～29.9%は2.87mgN/L、30%以上は2.30mgN/Lであった。農地の面積が0%～9.9%の硝酸態窒素＋亜硝酸態窒素の平均値と農地の面積が10%以上の硝酸態窒素＋亜硝酸態窒素の平均値を比較すると2倍以上値に違いがあった。また10%以上を超えるとあまり差がみられなくなった。この結果から農地の面積が10%を超えてくると地下水が硝酸汚染の影響を受けやすいことが分かった。以上の結果より、地下水の硝酸汚染の未然防止対策として半径100m以内の土地利用の農地面積が10%以下であることが望ましいと考えられる。

### 3-2 地下水理化学性の類似性と硝酸汚染について

クラスター分析の結果から硝酸汚染濃度と理化学性の分類によってグループ化した結果、2016年のデータから18番地点、58番地点、66番地点が2013年-2016年のデータから18番地点、66番地点が類似性を用いてグループ化した同グループ内に準汚染地下水として存在した。その3地点の農地の利用率は2.5%、53.2%、19.0%となっており、18番地点は農地利用率が2.5%と低いにも関わらず準硝酸汚染地下水になっているため、58番地点または66番地点の周辺の農地からの硝酸汚染の影響を受けている可能性が高い。

### 3-3 糞便汚染指標（大腸菌数・大腸菌群数）と地下水硝酸汚染について

水道水では大腸菌は検出されないことが基準である（「水道水質基準と基準値(51項目)」(厚生労働省HP)より引用)。大腸菌群は下水中にも自然水中にも生息する(WHO、2011)。これらの細菌にはヒトや動物の糞便に排出されるものもあるが、多くは従属栄養で水中や土壤中で増殖できる(WHO、2011)。また、大腸菌群数においても、水道水では消毒直後に存在してはならないと定められている(WHO、2011)。もし存在していれば処理が不十分であることを示している(WHO、2011)。

大腸菌は66番地点の1か所で検出された。検出率は2%であった。53ヶ所中大腸菌が検出されたのは1か所に過ぎないため人為的糞便汚染はほとんどないと言える。大腸菌群数は22ヶ所で検出された。検出率は41.5%であった。このような糞便汚染指標が検出された地下水の場合は、飲用水としては不適切と言える。また、クラスター分析の結果から2番地点と47番地点、7番地点と31番地点、18番地点と66番地点が類似性を用いてグループ化した同グループ内に大腸菌群数が検出された地下水として存在した。そのため農地の利用率が高い場所が汚染源である可能性が高い。農地の利用率を比べると2番地点47番地点では3.5%と26.0%、7番地点と31番地点では25.7%と0%、18番地点と66番地点では2.5%と19.0%と大きな差がみられた。この結果から2番地点は、同グループである47番地点とは距離的に離れているので地下での繋がりによる影響を受けている可能性は低い。また2番地点は都筑区の境界に位置しているため、都筑区外からの影響を受けている可能性も考えられる。31番地点は7番地点、18番地点は66番地点周辺の農地からの影響を受けている可能性が高い。18番地点と66番地点については硝酸汚染の2016年度・2013-2016年度のクラスター分析においても、大腸菌群数のクラスター分析においても同じようにグループ化することができ、地下での繋がりが密接である可能性が高い。

## 中国湖南省における鉱山開発と環境汚染

知足章宏（フェリス女学院大学国際交流学部）

連絡責任者：知足章宏（Chiashi@ferris.ac.jp）

キーワード：中国湖南省・鉱山開発・重金属汚染・環境 NGO

### 1. はじめに

中国では、鉱山開発による深刻な環境汚染が各地で発生している。急速且つ膨大な規模で実現されてきた経済成長の裏側では、鉱物資源の採掘・精錬などが前例のない規模と速度で行われてきた。重金属汚染による土壌汚染及び住民への健康影響が指摘されている村、砒素汚染の影響に苦しむ村など、その汚染被害に今なお苦しむ人々・地域が後を絶たない。鉱山開発が既に休止された地域でもなお、汚染被害の後遺症に苦しむ人々が数多く存在している。

このような中国における鉱山開発による環境汚染の実態については、少ないながらも調査・研究が行われてきた。しかしながら、汚染被害に苦しむ住民をどのように救済していくのか、その際には誰がどう責任を負うのか、環境 NGO など民間組織はどう関与することができるのか、といったガバナンスの点については、その実態把握を含めた研究が未だ不足し、多くの解決すべき課題が残されている。

本研究報告では、中国湖南省における鉱山開発と環境汚染の実態について、現地調査の結果（2カ所）を中心として報告する。また、当地の重金属汚染問題に取り組む環境 NGO の取り組みと課題について考察する。

### 2. 鉱害地域の現地調査①

2016年3月末に、湖南省常德市石門県雄黄鉱区、湖南省郴州市臨武県三十六湾鉱区の2か所で現地視察・調査を行った。前者の石門県の砒素汚染については、既に中国国内及び日本でも報道され、甚大な重金属汚染被害の一端が明らかにされている。同地では50年以上前から排水の有毒性が指摘され、被害が拡大してきたが、生産停止となったのは2011年である。

石門県の鉱山では、主に天然の硫化ヒ素の一種である雌黄の採掘・精錬が行われてきた。雌黄は皮膚病や虫刺されなどの薬、染料、農薬として利用されてきた。現地調査時には、大規模な精錬工場跡地に鉱滓処理場が建設され、汚水処理プロジェクトが行われていた。さらに、近辺の農地では土壌汚染対策プロジェクトなどが行われていた。しかし、それらのプロジェクトが適切かつ継続的に行われているのか否か、監視・監督する第三者（環境 NGO など市民団体）は現地には存在していない。そのため、現地から100km以上離れた長沙市に拠点を置く環境 NGO が時折現地を訪問し、状況の確認を行っている。現地では、未処理と見られる鉱滓が野積みになっている所もあり、汚染対策、処理は依然として初期段階にあるように見受けられた。

### 3. 鉱害地域の現地調査②

湖南省郴州市臨武県三十六湾香花嶺鉱区は、「有色金属（非鉄金属）の郷」と称される湖南省のなかでも、特に重金属汚染が深刻な地域（湘江流域）の1つである。開発規模は膨大で、盛況だった時期には、



採鉱道・採鉱地点が 300 ヶ所以上、洗鉱場が 300 ヶ所以上存在した。鉱区の 48 km<sup>2</sup>の範囲内で、鉱区及び下流に深刻な重金属汚染と山崩れ・土石流が発生し、鉱区・下流住民に重大な影響を与えてきた。2009 年には、湘江の重金属汚染によって流域に住む 4000 万人の飲用水の安全に影響が出ているという報道記事（「人民日報」2009 年 4 月 27 日）も出ている。当地周辺では、重金属汚染が数十年に渡って深刻であったが、その原因である粗放な鉱山開発に本格的に歯止めをかけたのは、ここ 10 年程度である。2000 年以降に整理を始め、2006 年に採掘、洗鉱企業が 1000 社程度閉鎖された。閉鎖後も、洗鉱過程などで発生する廃棄物・廃鉱石が約 5800 万トン遺留している。

現地調査では、香花嶺鉱区に加え、重金属汚染・山崩れ・土石流の影響を受けた甘溪村を視察した。甘溪村は、洪水被害（鉱山開発による乱伐が助長）に重金属汚染が合わさって危機的な状況となり、1000 人の村民が強制移住し、現在は、ゴースト・ヴィレッジ状態となっていた。これらの村民には移住措置が採られたということであったが、その詳細は明らかではない。

#### 4. 環境 NGO の活動

これらの鉱害問題について取り組んでいる環境 NGO は中国全体でも少ないが、長沙市に拠点を置く環境 NGO が現地で活動を行っている。具体的な活動内容としては、現地の継続的な視察・調査、住民との交流、救済方法の模索、ワークショップの開催などである。これらの取り組みは、これまで第三者の関与が殆どなかった現地と外部との橋渡し、被害者の救済方法の模索と実践、など事態の改善のために不可欠な取り組みである。一方、現地の政府や一部住民との軋轢など、様々な困難にも直面している。当地の汚染被害状況の把握、被害者の補償などに関わる場合でも、当地の政府及び住民との軋轢無しに行う方法を模索しなければならない。

#### 5. まとめと展望

湖南省 2 か所における鉱山汚染現地調査の結果、依然として未解決の課題が数多く残されていることが明らかとなった。第 1 に、2 か所とも重金属汚染による住民への健康被害、土壌汚染被害などの全面的かつ継続的な調査や救済については未だ行われていないか、初期段階に過ぎないことである。また、土壌汚染対策や汚水処理対策などの対策が見られるものの、鉱滓処理が不十分な状況が各地で確認されたことから、これらは進行中ではあるが、依然として初期段階か、手を付けていない状況が見受けられた。

第 2 に、第三者（環境 NGO）の関与が容易ではないという実態である。当地には重金属汚染問題に取り組む NGO が存在せず、都市部に拠点を置く NGO の単独的な取り組みにはサポートの点で限界がある。しかも、当地の鉱山を取り巻く政治経済状況は敏感な問題であるため、誰とどう関わるか、という判断いかんで環境 NGO 自体が先行き不透明なリスクを抱えてしまう場合もある。さらに、処分・責任を問われる主体が現地に存在していない。2 か所とも既に鉱山開発企業が閉鎖・倒産・撤退していることから、鉱害の責任を追及する（裁判など）ことすら困難な状況に置かれている。

今後解明していくべきと考えられる課題としては、まずは鉱害被害の実態把握が更に必要である。さらに、被害者救済が進まない要因はどこにあるのか、そしてどのように救済をすべきか、といった点を追究していくことが不可欠である。さらに、日本の鉱害との共通点及び相違点など、検討すべき課題は多い。

## インドネシアの熱帯林における非木材林産物としてのサトウヤシ砂糖の支援に関する 実証研究 ～製品の特徴づけをめざした味覚試験の実施～

○佐藤 輝 (フェリス女学院大学), 仲摩栄一郎 ((公財) 国際緑化推進センター),  
久野真希子 (プレマ株式会社), 矢田 誠 ((公社) 日本環境教育フォーラム)  
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, サトウヤシ砂糖, 味覚試験

### 1. はじめに

熱帯林破壊をくい止め、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) の活用が国際的に注目されている (Pearce and Mourato, 2004; 渡辺, 2007; Bindu *et al.*, 2013)。日本環境教育フォーラム (東京都荒川区) では、2002 年からインドネシアのジャワ島において NTFPs を取り入れた環境保全型農林業を支援してきた。

この活動のさらなる発展をめざして、フェリス女学院大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、サトウヤシ砂糖を使った商品化を企画している (佐藤, 2017)。日本人にとって聞き慣れないこの砂糖の香味・味覚をどのように説明し、宣伝するかを筆者らは検討してきた。これまでに食品や飲料の味覚試験として、チーズ (荒井ら, 2010), 日本酒 (小林, 1989), ワイン (北野, 1997), 酢 (木戸, 2006) 等があったが、砂糖に関しては日本ではほとんど報告がない。そこで、味覚試験によってサトウヤシ砂糖の特徴を客観的に数値化することを試みた。

### 2. 材料と方法

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、熱帯林保全と住民の生計向上にも資する有望な NTFP である。

本研究で使用したヤシ砂糖は、非営利組織 Agenkultur (ジャカルタ) が加工・販売する Enau という商品である。日本に輸入され、プレマ (京都市) から約 2,000 円/kg で販売されることになった。

砂糖の香味では口に入れる前の香り (上立ち香) と入れた後の香り (含み香) を区別して評価項目を設け、また味覚としては甘味、酸味、うまみ、あとあじの強弱を 5 点法によって被験者 61 名 (18 歳から 22 歳の女子大学生) に評価してもらった。被験者には砂糖の種類 (褐色の砂糖として三温糖, てんさい糖, ココヤシ砂糖, サトウヤシ砂糖, 黒糖) を明らかにせず、適宜、冷水を供しながら試食を実施した (2016 年 12 月～17 年 4 月)。評価シートの作成に際しては、長所を重視し、美点を示す用語をできるだけ用いた加点方式を採用した。

### 3. 結果

図 1 に示したとおり、サトウヤシ砂糖は (実線), 黒糖 (二重線) よりも全体的に点数が低かったものの、三温糖 (点線), てんさい糖 (破線), ココヤシ砂糖 (一点破線) と比べて、含み香・甘味・酸味・うまみ・あとあじともにバランスの良い砂糖であることが分かった。

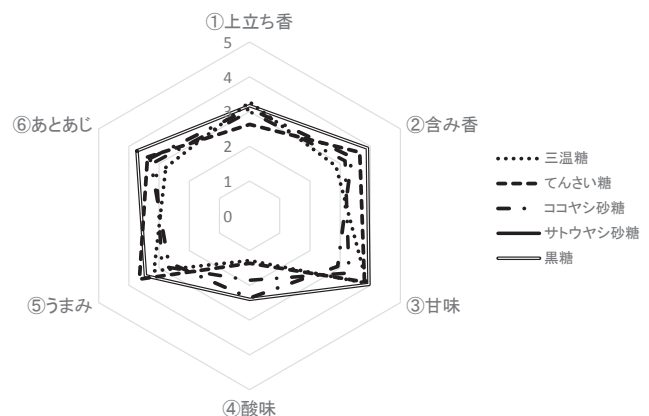


図 1. 砂糖 5 種類における香味・味覚の強弱の試験項目によるバランス評価比較 (被験者 61 名)。

特にサトウヤシ砂糖の上立ち香では、「燻製風味」が顕著に高かった(図2の実線)。総合的なおいしさの評価としてサトウヤシ砂糖の平均点3.4は、てんさい糖(4.1)、三温糖(4.0)よりも低かったが、黒糖(3.4)と同等だった。サトウヤシ砂糖に対して「とてもおいしい」か「おいしい」と61名中30名が回答し、「ごく普通」と23名が回答した(図3の実線)。

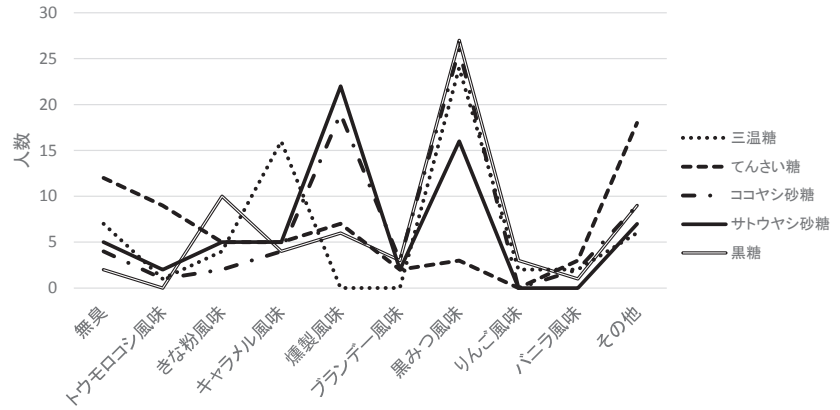


図2. 砂糖5種類の口に入れる前の香り(上立ち香)の味覚試験による比較。

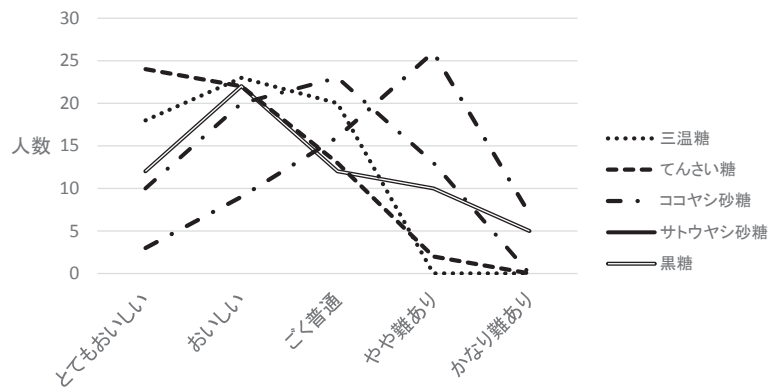


図3. 砂糖5種類の総合的なおいしさの味覚試験による比較。

#### 4. 考察

各砂糖の特色の選択肢(複数回答可)においては、サトウヤシ砂糖はココヤシ砂糖とともに「香ばしい」、「重厚」、「コクがある」等の項目が多く選ばれた。サトウヤシ砂糖に多い乳酸とピログルタミン酸(仲宗根, 2004)がコク

とさっぱり感のもとであると考えられた。和菓子のイメージの強い黒糖とは一味違う、このサトウヤシ砂糖の独特の味覚に加えて、栄養面の特長や安全性も合わせて宣伝していく必要があるだろう。このように具体的なメリットの説明をつうじて、昨年に報告した洋菓子や高級パン、エスニック料理等での使用ばかりでなく、一般消費者向けにも高級甘味料として受け入れられるのではないだろうか。

本研究は国際緑化推進センターの平成28年度途上国持続可能な森林経営推進事業の一環で実施した。

#### 5. 引用文献

荒井威吉ら(2010)「数種類のチーズの官能評価における消費者の嗜好傾向について」『新潟青陵大学短期大学部研究報告』第40号, pp.27-35.

Bindu, S. et al. (2013) *Potentiality of Income Generation Through NTFP*, Lap Lambert Academic Publishing.

木戸詔子ら(2006)「高齢者食事支援のための合わせ酢の工夫と女子大生による官能評価」『日本調理科学会誌』第39巻第2号, pp.140-147.

北野一好(1997)「官能検査3 一官能評価用語とその技術的要因」『日本ブドウ・ワイン学会誌』第8巻第2号, pp.98-104.

小林信也(1989)「日本酒の官能評価」『日本醸造協会誌』第84巻第12号, pp.818-822.

仲宗根洋子(2004)「インドネシア産ヤシ砂糖と甘蔗糖の糖、有機酸およびアミノ酸組成」『琉球大学農学部学術報告』第51号, pp.127-130

Pearce, D. and S. Mourato (2004) “The Economic Valuation of Agroforestry’s Environmental Services”, in G. Schroth, G. et al. (eds.) *Agroforestry and Biodiversity Conservation in Tropical Landscapes*, Island Press, pp.67-86.

佐藤 輝(2017)「大学生による熱帯林保全のためのヤシ砂糖生産の支援活動」森林環境研究会編著『森林環境2017』森林文化協会, pp.156-165.

渡辺弘之(2007)『熱帯林の恵み』学術選書.

## 公害被害地域における環境再生と地域再生の動向：足尾を中心に

○関耕平（島根大学法文学部） sekik@soc.shimane-u.ac.jp

キーワード：環境再生と地域再生，足尾銅山，足尾に緑を育てる会，公害被害地域，環境ガバナンス

### 1. はじめに

環境再生を通じた地域再生、環境再生のまちづくりとは、住民が主体となって地域環境やコミュニティの再生までを展望しつつ、公害・環境問題の解決を図り、さらに持続可能な地域を目指すことを意味する（除本、2016）。本報告は、栃木県日光市足尾町における環境再生と地域再生の取り組みの現状を明らかにするとともに、今後の課題について考察するものである。

報告でははじめに、公害被害構造に目を向け、渡良瀬川流域における上下流域間の地域の対立と分断の構図とその変貌を明らかにする。これにより環境再生と地域再生として求められる構図として〈渡良瀬川流域の共同性の回復〉という視点を示す。その上で、現在取り組まれている足尾地域における活動、具体的には、足尾に緑を育てる会による植生回復のための植林活動、足尾歴史博物館の2つの市民活動に着目し、今後の公害被害地域再生の取り組みについての課題を示す。

### 2. 足尾鉍毒事件以降の流域間対立

足尾鉍毒事件発生以前、流域の住民は、①肥沃な土地：足尾の山でつくられた腐葉土が堆積し形成、②漁業資源、③水運による物流と商品生産の発展、④農業用水の供給、⑤織物業にとっての水車動力の重要性といった多面的な「渡良瀬川めぐみ」を享受していた。地域環境資源として渡良瀬川を流域住民全体で共同利用するという関係であったといえる。

古河資本による足尾鉍山の開発と鉍毒事件発生以降、渡良瀬川は〈排水溝〉として「独占的に利用」され、こうした多面的な恵みは破壊された。地域資源としての渡良瀬川利用をめぐる流域間の分断と対立が基調となったのである。この時期の上下流の地域対立は、農業と鉍業という産業対立としても把握できる。日露戦争を契機として国家政策に基づく上流部（鉍山開発）の利益の擁護が露骨に現れる中で、古河資本による渡良瀬川の「独占利用」が固定化され、洪水の発生と鉍毒被害の拡大をもたらした。下流域の農業生産力の破壊をもたらした。こうして上流域における利益共同体＝受益圏の形成と、下流域＝被害・受苦圏としての固定化が進められた。

以上の歴史的な分析から、渡良瀬川流域における環境被害の構図が上下流域に流域対立へと集約されていることを踏まえるならば、足尾地域の環境再生にとって重要なのは、煙害によって破壊された地域環境の回復や閉山後に衰退した地域社会の再生はもちろんであるが、鉍毒事件以降に失われた渡良瀬川流域における「共同性」の回復が重要な視点となる。

### 3. 閉山を契機とした足尾地域内の構造変化と環境・地域再生の胎動

1973年の足尾銅山閉山以降、古河の企業城下町であった足尾町は大きな構造転換を迫られることになる。税収の急減と同時に、これまで古河に依存して整備されてきた社会インフラにかかわる負担がすべて町財政にかかってきたのである。とくに社宅に関する経費負担は深刻であった。人口の急減と税収の低下、インフラ（とくに住宅）整備の必要性により、町の行財政に余裕はなく、環境再生と地域再生へ向けた取り組みは、NPOをはじめとした市民活動が中心的に担うこととなる。

1996年から活動を開始したNPO法人「足尾に緑を育てる会」は、煙害被害地での植林運動を下流域



の住民とともに足尾町内の煙害被害地域における植林運動を実施した。そのほか、町内の産業遺産を活用した地域づくりを模索する動きも一部見られた。

#### 4. 足尾地域における地域再生と環境再生へ向けた取り組みの実態と課題

現在の取組状況はいかなる状況であろうか。住民（NPO）、企業（古河鋳業）、行政（日光市足尾支所）の三者を中心に見よう。結論から言うと、住民による環境再生と地域再生の動きが、企業・行政によるサポートを受けられないまま、うまく進まない状況となっている。

はじめに住民（NPO）の動きとして注目しよう。ひとつに足尾に緑を育てる会がある。現在、年間1万人受け入れ、2万本の木を植えるなど高い水準の活動を行っている。組織運営においては意識的に下流域のメンバーを加えて渡良瀬川流域の共同性回復を追求している点が注目される。

また、足尾歴史博物館は2006年から活動をはじめ、展示室を持ち、足尾地域の世界遺産登録を目指して活動している。しかし、産業遺跡の敷地が企業誘致であるがゆえに立ち入れず、産業遺産を活用したツーリズムといった計画が頓挫してしまっている。両団体の課題としていずれも、資金不足と後継者不足に直面している。

一方、企業（古河鋳業）は、こうした地域再生や環境再生の取り組みにたいして、きわめて非協力的な対応に終始しているといわざるをえない。たとえば、足尾に緑を育てる会による植林活動は社有地を開放しているが、それ以外は、費用負担や社員の参加、寄附含めて一切かかわりを持っていない。また、産業遺産保全についても徹底的にサボタージュしており、ツーリズムの利用に関しても、敷地への立ち入りは禁止している。

行政（日光市足尾支所）の影響力の低下も深刻である。市町村合併により町役場が支所化されて以降、足尾地域独自の政策の実現可能性や行財政権限も低下したことが容易に想像できる。環境再生や地域再生のための協議体などの設定や、関係者間調整の主体とはなることができていない。

#### 5. まとめおよび結論

以上のように、足尾地域において環境再生のまちづくりが進まない、デットロック状態に陥ってしまっている状況といえる。足尾地域の環境再生政策局面における〈環境ガバナンス〉の失敗の背景をどう考えればよいだろうか。本報告では、加害・補償責任の明確化の不在がその背景にあるという結論を提示したい。すなわち、加害・補償責任が不明確な状態であり、被害救済・回復・補償の不徹底という構図が環境再生の展開を妨げているのではないかということである。つまり、大気汚染訴訟・裁判を通じて加害企業の責任を明確にして和解し、公害被害地域再生の取り組みを開始した他地域として比較しても、加害企業・古河鋳業や行政による責任ある対応がなされていない。裁判を通じた「決着」と賠償金支払いによって環境再生運動が地域における正統性を確立し、地域全体の再生へと展開した尼崎の事例と、足尾との対比は鮮明である。住民・企業・行政といった各主体間の権利の初期配分や行動規範の設定、つまりメタガバナンスが、今後の環境再生政策実施のうえで重要な視点となる。

#### ・参考文献

除本理史（2016）『公害から福島を考える―地域の再生をめざして』岩波書店

関耕平・除本理史(2005a)「渡良瀬川流域における地域的環境経済システムの転換過程」『東京経済大学人文自然科学論集』(119), pp.51-70

関耕平・除本理史(2005b)「足尾銅山閉山と自治体財政」『東京経大会誌：経済学』(243), pp.9-25

## 鹿児島市の家庭ごみの減量化・資源化推進の取り組みについて

○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：減量化，リサイクル率，生ごみ分別，ごみ有料化

### 1. はじめに

鹿児島市は、家庭ごみ量をごみを有料化している全国中核市 13 市の平均と比較して多いことを理由に、ごみ減量化を図る施策として、ごみ有料化の意向を示した。これに対して、鹿児島市清掃事業審議会では、「鹿児島市の家庭ごみの有料化を直ちに実施するのではなく、まず有料化以外の施策を積極的に講じ、更なる家庭ごみの減量化・資源化を進めるよう要請する。それでも推進が見られない場合は、有料化の手法も用いてその推進を図るべき」との答申が出された。ごみ減量化、資源化を図っていくためには、どのような方策をとるべきだろうか。

### 2. 鹿児島県におけるごみ減量化、資源化

鹿児島市の家庭ごみの総量は、全国平均よりもやや多く、リサイクル率はだいぶ低いという現状である。鹿児島県内で比較すると、ごみ排出量でやや多め、リサイクル率でほぼ中位に位置していることが、「表 1 鹿児島県内市町村のリサイクル率・ごみ排出量一覧」でわかる。この表ではっきりと見てとれるのは、生ごみ分別収集を全域で展開している市町村がリサイクル率の上位を占めていることである。現在、生ごみ分別を全域で行っている市町村は 7 つある。このうち、ごみ焼却施設がなく、できる限り資源化を図り、リサイクル率全国第 1 位を約 10 年間保ち続け、平成 27 年度も 83.2% という非常に高いリサイクル率を記録した大崎町、同じく永らく 2 位の位置を保ち、2 年前に徳島県上勝町に抜かれたもののリサイクル率 76.1% で全国第 3 位、「市」としては全国 1 位を維持し続ける志布志市をはじめ、南種子町、垂水市、錦江町の 5 市町村がいずれも 40% 台のリサイクル率を記録し、リサイクル率の上位 5 位までを独占している。また、南大隅町と屋久島町もリサイクル率 10 位までに入っている。

生ごみは、燃やせるごみの約 4 割を占めており、これを分別収集して堆肥などに資源化することにより、リサイクル率が急上昇することは自明の理である。また、生ごみの分別は住民のごみ分別の意識を高め、他の資源物の分別も進む。大崎町や志布志市では、正しい分別の仕方が住民に徹底されていることで、高いリサイクル率が維持されている。

また、生活系のごみの 1 人 1 日当たりの排出量でも、南大隅町、錦江町、志布志市がそれぞれ 1 位、2 位、4 位に入るなど、屋久島町などの例外を除き、全域生ごみ分別市町村の排出量は総じて少ない。資源化ほどではないが、ごみの減量化にも大いに効果があることがわかる。生ごみ分別収集は、ごみ減量化・資源化に最も効果のある施策とってよい。

### 3. おわりに

しかし、残念ながら、鹿児島市は収集運搬に多額の経費がかかることを理由に、生ごみ分別収集を減量化・資源化の選択肢からはずしている。もちろん、工夫をしなければ収集運搬の経費がかさむが、減量化・資源化に抜群の効果があるこの施策を除くと、選択肢は非常に狭まるし、市民の減量化・資源化への意識も高まらないのではないかと。現在、鹿児島市のごみ減量推進担当職員は、住民説明会をはじめとして、減量化・資源化に向けて努力しているが、その努力の実を結ぶためにも、経費節減のアイデアも含めて、生ごみ分別収集を選択肢の一つとして、検討すべきだと考える。

表1 鹿児島県内市町村のリサイクル率・ごみ排出量一覧

| リサイクル率<br>順位 | 生活系ごみ量<br>順位 | 1有<br>枚料<br>化大<br>袋<br>※5 | 生ごみ<br>分別<br>全量<br>◎<br>一部○ | 市区町村名<br>※4 | 1人1日当たりの排出量  |                 |                 | ごみ処理量※1    |                      |                    |                   | リサイクル率<br>※3<br>(%) |
|--------------|--------------|---------------------------|-----------------------------|-------------|--------------|-----------------|-----------------|------------|----------------------|--------------------|-------------------|---------------------|
|              |              |                           |                             |             | 合計<br>(g/人日) | 生活系ごみ<br>(g/人日) | 事業系ごみ<br>(g/人日) | 焼却以外の中間処理量 |                      |                    | 直接<br>資源化量<br>(t) |                     |
|              |              |                           |                             |             |              |                 |                 | 合計<br>(t)  | 資源化等を行<br>う施設<br>(t) | ごみ堆肥化<br>施設<br>(t) |                   |                     |
| 1            | 31           |                           | ◎                           | 大崎町         | 838          | 683             | 155             | 3,570      | 989                  | 2,581              | 0                 | 83.2                |
| 2            | 4            |                           | ◎                           | 志布志市        | 803          | 498             | 304             | 5,680      | 1,535                | 4,145              | 1,656             | 76.1                |
| 3            | 15           |                           | ◎                           | 南種子町        | 958          | 583             | 374             | 1,121      | 604                  | 517                | 0                 | 47.2                |
| 4            | 21           | 15                        | ◎                           | 垂水市         | 900          | 640             | 261             | 1,638      | 545                  | 1,093              | 683               | 46.7                |
| 5            | 2            |                           | ◎                           | 錦江町         | 583          | 447             | 136             | 757        | 215                  | 389                | 102               | 43.0                |
| 6            | 20           |                           |                             | 東串良町        | 1,195        | 635             | 561             | 1,193      | 140                  | 1,053              | 0                 | 42.1                |
| 7            | 1            |                           | ◎                           | 南大隅町        | 527          | 404             | 123             | 528        | 237                  | 291                | 0                 | 35.0                |
| 8            | 8            |                           | ○                           | 十島村         | 571          | 551             | 20              | 0          | 0                    | 0                  | 0                 | 30.5                |
| 9            | 40           | 35                        | ◎                           | 屋久島町        | 1,228        | 809             | 419             | 3,302      | 1,126                | 1,708              | 11                | 27.4                |
| 10           | 17           | 40                        |                             | 西之表市        | 886          | 614             | 272             | 1,390      | 1,119                | 0                  | 0                 | 22.5                |
| 11           | 11           | 31.5                      | ○                           | 阿久根市        | 937          | 572             | 364             | 1,299      | 272                  | 715                | 418               | 20.0                |
| 12           | 5            | 15                        |                             | 曾於市         | 589          | 502             | 86              | 1,400      | 0                    | 0                  | 1,314             | 19.9                |
| 13           | 24           |                           |                             | 霧島市         | 967          | 656             | 312             | 6,406      | 6,406                | 0                  | 0                 | 16.1                |
| 14           | 29           | 23                        |                             | 始良市         | 892          | 677             | 215             | 3,722      | 3,314                | 0                  | 0                 | 15.4                |
| 15           | 14           | 32                        | ○                           | 鹿屋市         | 866          | 578             | 287             | 0          | 0                    | 0                  | 4,172             | 15.3                |
| 16           | 23           | 15                        |                             | 薩摩川内市       | 840          | 645             | 196             | 3,661      | 702                  | 0                  | 2,286             | 12.9                |
| 17           | 10           |                           | ○                           | 肝付町         | 763          | 562             | 202             | 543        | 30                   | 144                | 238               | 12.9                |
| 18           | 16           |                           | ○                           | 南さつま市       | 874          | 592             | 282             | 2,742      | 1,354                | 0                  | 133               | 12.8                |
| 19           | 32           | 38                        |                             | 伊佐市         | 889          | 687             | 202             | 1,260      | 320                  | 0                  | 489               | 12.6                |
| 20           | 42           |                           |                             | 与論町         | 1,189        | 907             | 282             | 299        | 124                  | 0                  | 139               | 12.6                |
| 21           | 30           |                           | ○                           | 指宿市         | 1,053        | 681             | 372             | 506        | 2                    | 0                  | 1,964             | 12.5                |
| 22           | 33           |                           |                             | 鹿児島市        | 1,023        | 703             | 320             | 17,684     | 12,885               | 0                  | 14,872            | 12.4                |
| 23           | 18           | 15                        |                             | 出水市         | 962          | 618             | 344             | 1,626      | 773                  | 0                  | 717               | 12.1                |
| 24           | 24           |                           |                             | さつま町        | 848          | 656             | 192             | 425        | 0                    | 0                  | 822               | 11.6                |
| 25           | 37           |                           |                             | 枕崎市         | 1,136        | 769             | 368             | 1,775      | 0                    | 0                  | 947               | 11.2                |
| 26           | 9            |                           |                             | 南九州市        | 877          | 556             | 322             | 841        | 534                  | 0                  | 722               | 10.8                |
| 27           | 3            |                           |                             | 長島町         | 650          | 487             | 163             | 340        | 218                  | 0                  | 0                 | 9.9                 |
| 28           | 22           |                           |                             | 湧水町         | 861          | 644             | 217             | 301        | 0                    | 0                  | 289               | 9.5                 |
| 29           | 7            |                           |                             | 中種子町        | 607          | 522             | 85              | 203        | 174                  | 0                  | 0                 | 9.4                 |
| 30           | 38           | 46.7                      | ○                           | 知名町         | 773          | 773             | 0               | 202        | 0                    | 0                  | 0                 | 9.4                 |
| 31           | 13           | 40                        |                             | 伊仙町         | 685          | 577             | 107             | 342        | 283                  | 0                  | 0                 | 9.1                 |
| 32           | 35           |                           |                             | いちき串木野市     | 983          | 747             | 236             | 2,168      | 1,098                | 0                  | 0                 | 9.0                 |
| 33           | 6            | 40                        |                             | 天城町         | 660          | 506             | 154             | 278        | 271                  | 0                  | 0                 | 8.5                 |
| 34           | 34           | 40                        |                             | 徳之島町        | 977          | 722             | 255             | 488        | 439                  | 0                  | 0                 | 8.1                 |
| 35           | 28           | 46.7                      |                             | 和泊町         | 793          | 668             | 125             | 215        | 0                    | 0                  | 0                 | 8.0                 |
| 36           | 26           | 40                        |                             | 喜界町         | 948          | 657             | 291             | 447        | 187                  | 0                  | 0                 | 7.2                 |
| 37           | 12           | 25                        | ○                           | 日置市         | 833          | 576             | 257             | 1,664      | 606                  | 0                  | 24                | 6.6                 |
| 38           | 27           |                           |                             | 龍郷町         | 812          | 661             | 151             | 299        | 17                   | 0                  | 0                 | 5.0                 |
| 39           | 19           |                           |                             | 奄美市         | 1,119        | 619             | 499             | 2,830      | 120                  | 0                  | 0                 | 4.7                 |
| 40           | 36           |                           |                             | 大和村         | 768          | 754             | 14              | 49         | 6                    | 0                  | 0                 | 4.4                 |
| 41           | 41           |                           |                             | 宇検村         | 1,126        | 836             | 290             | 82         | 9                    | 0                  | 0                 | 3.5                 |
| 42           | 43           |                           | ○                           | 瀬戸内町        | 1,597        | 1,284           | 313             | 185        | 185                  | 0                  | 0                 | 3.5                 |
| 43           | 39           |                           |                             | 三島村         | 805          | 791             | 14              | 0          | 0                    | 0                  | 3                 | 2.5                 |

※1 ごみ処理量=(直接焼却量+直接最終処分量+焼却以外の中間処理量+直接資源化量)  
 ※2 中間処理後再生利用量=焼却施設+粗大ごみ処理施設+ごみ堆肥化施設+ごみ飼料化施設+メタン化施設+ごみ燃料化施設+その他の資源化等を行う施設+その他の施設  
 ※3 リサイクル率=(直接資源化量+中間処理後再生利用量+集団回収量)/(ごみ処理量+集団回収量)\*100  
 ただし、ここでの中間処理後再生利用量は、「固形燃料、焼却灰・飛灰のtMt原料化、セメント等への直接投入、飛灰の山元還元」を除く。  
 ※4 市区町村名は生ごみを全域で分別収集している市町村を網掛けで表した。そのほかの指標では、上位10位までの市町村を網掛けで表している。  
 ※5 市については「全国都市家庭ごみ有料化実施状況(2017年4月現在)」(http://www2.toyo.ac.jp/~yamaya/zenkokutoshi\_yuryoka\_1704.pdf)、  
 町村については「全国町村家庭ごみ有料化実施状況の県別一覧(2017年4月現在)」(http://www2.toyo.ac.jp/~yamaya/zenkokuchoson\_yuryoka\_1704.pdf)によ  
 出所:環境省「平成27年度一般廃棄物処理調査結果」ごみ処理の概要(平成27年度実績)より筆者作成

おもな参考文献・サイト

- 環境省 大臣官房 廃棄物・リサイクル対策部「一般廃棄物処理有料化の手引き」(平成25年4月)
- 鹿児島市環境局清掃部「家庭ごみ有料化に関する基本的な考え方」
- 八木 正「志布志市・大崎町における一般廃棄物のリサイクルについて」地域総合研究第41巻第2号(2014年)



## 鹿児島市の新南部清掃工場とバイオガス施設について

○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：バイオガス施設，乾式メタン発酵，湿式メタン発酵，生ごみ分別，機械選別

### 1. はじめに

鹿児島市は、南部清掃工場が老朽化したとして、同敷地に新たな新南部清掃工場を建設するとしている。その方式として、ごみ焼却施設とバイオガス施設との併設（「メタンコンバインドシステム」）とすることを決定した。

### 2. 新南部清掃工場の概要

ごみ焼却施設は、施設規模が約 220t/日（約 110t/日×2 炉）で、焼却方式はストーカ式、処理対象物はもやせるごみ、バイオガス施設からの選別残さ、発酵残さ（脱水後）である。余熱利用として、ごみ発電（高効率発電）を行うとしている。

一方、バイオガス施設は、施設規模が約 60t/日（約 30t/日×2 基）で、乾式メタン発酵方式、処理対象物を生ごみ・紙ごみ（もやせるごみの一部）、脱水汚泥（衛生処理センターからのし尿汚泥）で、発生するガスを再生可能エネルギーとして、都市ガス事業者へ供給するとしている。

その基本処理フローは、図1のようになっている。

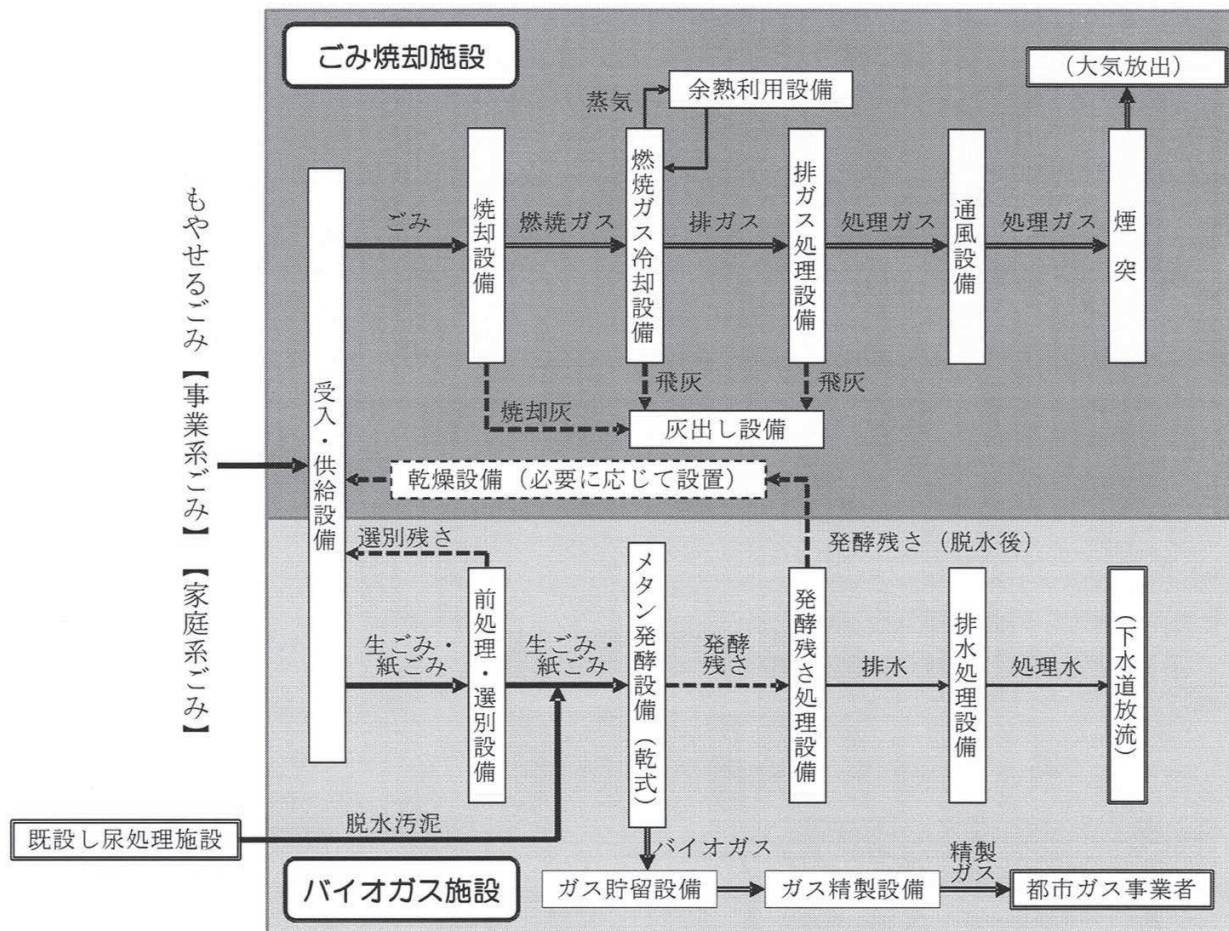


図1 新南部清掃工場の基本処理フロー

〔『新南部清掃工場（ごみ焼却施設・バイオガス施設）整備基本計画【概要版】』平成27年3月，鹿児島市〕



### 3. バイオガス施設（乾式メタン発酵と湿式メタン発酵）について

鹿児島市が採用しようとしている乾式メタン発酵方式は、湿式メタン発酵方式と比較して、日本での稼働実績が圧倒的に少なく、設備費用も高いというデメリットを抱えている。また、規模・処理量のバリエーションも限られている。ただ、排水処理量が少なく、ガス発生量も多いというメリットもある。

しかし、鹿児島市が乾式メタン発酵方式を選択した最大の理由は、生ごみだけでなく紙ごみや剪定枝も受入可能で、生ごみだけ分別収集するのではなく、従来のように燃やせるごみを混合収集して、これを機械選別することによって、バイオガス施設の稼働が可能だという点にあるといえよう。

生ごみ分別収集を行うためには、市民の理解のもとに、広範な協力が必要である。それをしなくて済む、従来と同様のごみ収集方法で行うことができるという点が、選択した理由として大きいと思われる。

### 4. 混合収集+機械選別は、はたしてメリットか？

しかし私は、この混合収集+機械選別に最大の危惧を抱くのである。

ひとつは、市民のごみ減量化、資源化への理解が進まず、排出量の削減やリサイクル（資源化）率の向上がはかれないのではないかと、という危惧である。大崎町や志布志市、あるいは徳島県上勝町や福岡県大木町などのごみ減量化・資源化先進地の取組をみると、市民の理解が実践を通じて、実際に協力し合う中で深まり、当たり前前の行動となっていく。市民の具体的な実践なしに、都合良く市民の出すごみが減っていくことはない。その過程を無視ないし軽視しているのではないだろうか。

もうひとつは、機械選別技術のあやしさである。乾式メタン発酵は、日本ではほんの数例しかないが、ドイツなどをはじめとして、海外では豊富な実例があり、そうしたものに学べば、当初トラブルに見舞われても経験を積む中で減っていくだろう。しかし、海外の乾式メタン発酵装置では生ごみだけでなく紙ごみや剪定枝も受け入れているが、ほとんどはあらかじめ分別収集されたもので、混合収集したものを機械選別をして受け入れている例は少ない。そして、そのわずかな実例である南但クリーンセンター（養父市、朝来市）では、機械選別装置である破砕機に大量のガスの入ったままの使い捨てライターが混入し、これが爆発を起こして破砕機を壊すといった事故が起きている。

これに関連して、鹿児島市も苦い経験をしている。ダイオキシン騒動後、全国で一斉に大型焼却施設が新設されるとともに、高温ガス化溶融炉や灰溶融炉、ごみ固形燃料施設などの新規技術が導入された。しかし、トラブルや故障を起こさず、管理運営していくには、長年の経験が必要であって、これらの装置にはそうした経験の積み重ねが欠けていたのである。そのため、1990年代後半から2000年代にかけて導入された多くの最新の施設が、3~10年で休止、または廃止に追い込まれることになった。

鹿児島市でも、新北部清掃工場の建設にあたって、三菱重工業製の連続運転式のストーカ式焼却炉とプラズマ式灰溶融炉が建設され、ダイオキシンの無害化、焼却灰の減容化、スラグのマテリアルリサイクル化、発生した熱のサーマルリサイクル化などをはかるとされたが、結局灰溶融炉はほんの数年稼働しただけで、使い物にならなくなった。じつは、他の市町村で採用された三菱重工業製の灰溶融炉も軒並み休止・廃止され、現在も稼働しているものは、14件中3件しかない。他のメーカーも含め、多くの灰溶融炉（溶融固化施設）が事故やトラブル・故障で休止・廃止され、無傷のメーカーはない。この灰溶融炉は国の補助金を得て設置されたものなので、補助金返還の義務を負うのかどうか問題となっている。また、新北部清掃工場では、焼却炉の機械部分も故障続きで、蒸気配管減肉取り替えなどを行っている。

### 5. おわりに

ごみの減量化・資源化を図っていくためには、新規技術だけに頼るのではなく、生ごみなどの分別収集を徹底し、市民一人一人の協力を得つつ、理解を深めていくべきではないだろうか。鹿児島市の賢明な判断を期待したい。

## 神奈川県秦野市における湧水群の現状

○田邊幸歩<sup>1</sup>・藤野裕弘<sup>1</sup>

(1. 東海大学大学院人間環境学研究科)

連絡責任者：藤野裕弘 (yfujino@keyaki.cc.u-tokai.ac.jp)

キーワード：全国名水百選，湧水，保全活動，地域資源

## 1. はじめに

高度経済成長期である1970年前後に環境対策を求める市民運動や世論の高まりに押され環境関係の法・制度整備が急速に進められ、環境問題の種類や影響の範囲が複雑化するとともに、自然環境保全が注目されるようになっていった。本研究では、豊富な地下水や環境省認定の全国名水百選に選定された“秦野盆地湧水群”を有する神奈川県秦野市を調査対象地域とし、水環境に関連した自然を保全する為の活動の経緯と現状を調査し、次世代に今ある資源を継承するために重要な事項を抽出することを目的として研究を実施した。

本研究の対象地域である秦野市は、神奈川県央の西部に位置し、東部は伊勢原市、西部は松田町、大井町、南部は中井町、平塚市、北部は厚木市、清川村、山北町に接している。市域は、東西約13.6 km、南北は約12 km、面積は103.6 km<sup>2</sup>で、県内19市中5番目の広さを持つ都市であり、その全域が都市計画区域となっている。東京からは約60 km、横浜から約37 kmの距離にあり、北方には神奈川県の屋根と呼ばれている丹沢山塊が連なり、南方には渋沢丘陵が東西に走り、県下で唯一の典型的な盆地を形成している。

全国名水百選選定『秦野盆地湧水群』は、秦野市の盆地状の地形に貯まる地下水由来の湧水である。秦野市では、縄文時代より湧水を生活用水として利用しており、現在でも日量約8000トンの湧水を生活用水として利用している。秦野盆地湧水群の中でも知名度・湧出量（日量）共に代表的な湧水として「弘法の清水」は、弘法大師が庭で杖を突き、その場に臼を置いたところ、水が湧き出たという故事来歴がある。この湧水のタイプは扇端タイプで、湧出、存在形態としては、扇状地扇端で地形面と地下水面が交差（湧出と伏流を繰り返す場合もある）また、被圧地下水が自噴する場合もある。

## 2. 方法

本研究では環境省選定全国名水百選に選定された『秦野盆地湧水群』の保全活動が今までどのように行われてきたかという『経緯調査』とそれらの資源が現状どのような状態にあるかという『現状把握調査』を実施した。前者は、保全活動に携わっている、あるいは、携わったことのある人達への『聞き取り調査』を主体に調査を実施、後者については実際に湧水一つ一つの状況を確認する『現地調査』を主体とし、その他に文献調査等も取り入れた。対象は、秦野盆地湧水群に含まれる湧水とその湧水を利用した施設の合計36箇所である。

## 3. 結果

秦野市にある“秦野盆地湧水群”にて現地調査を実施し、現在の“秦野盆地湧水群”の詳細な現状把握に努めた。秦野市観光協会発行秦野名水マップに記載された湧水を17カ所調査した結果、この17カ所の名水については、大々的にマップに記載して広報されていることもあり、観光資源としての利用が中心と考えられた。秦野市が管理している湧水が多く、人々が多く訪れる場所であることから綺麗に整備されている管理状態の良い名水が多かった。17ヶ所の湧水の利用用途については下図に示す。

次に、地元のNPO関係者からの情報により、名水マップに掲載されていないが、地域で管理されて

いる19ヶ所の湧水を調査した。この19ヶ所については、管理が主に地域コミュニティであるものが多く、利用形態も地域の生活用水として利用されているものが多かった。農家の方が野菜の洗い場として利用している場面は、調査中にもよく見かけることが出来た。管理状態については自然状態のものもあれば蛇口のついたようなものと様々であった。

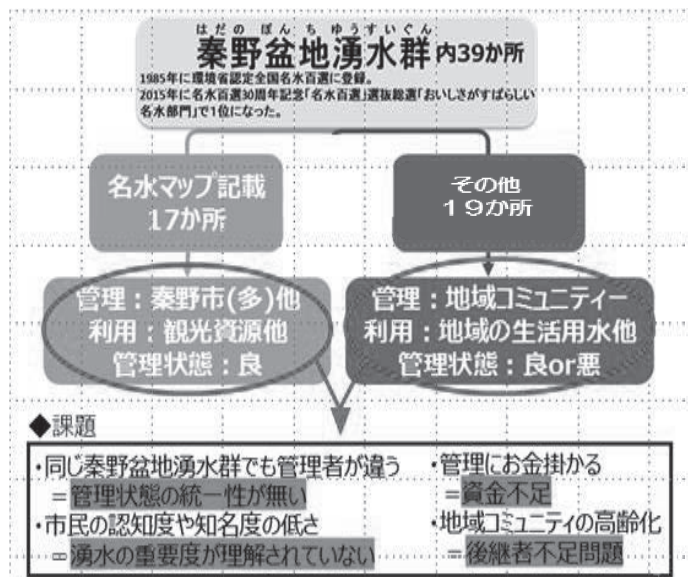


図1. 秦野盆地湧水群調査結果

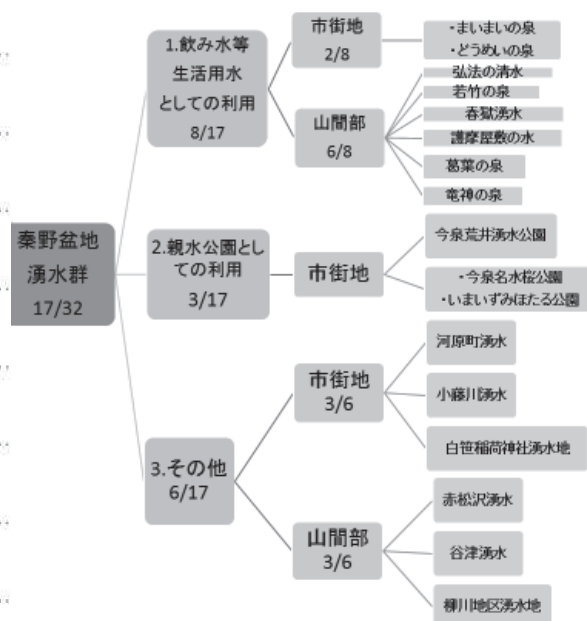


図2. 秦野名水マップに記載された湧水の地域

これらの調査から課題として、同じ秦野盆地湧水群でも管理者が異なることによっておこる「管理状態の統一性の無さ」や、管理にお金がかかる「資金不足」、湧水があまり市民にしられていないという認知度の低さなどの「湧水の縦横度が理解されていない事」や、今まで代々地域で管理してきた地域コミュニティ内での高齢化が進んだことによる「後継者不足問題」などが発覚した。以上の事から、現在に至るまで、秦野盆地湧水群が保全されてきたのは、①地域のコミュニティで代々大事に管理されていたこと、②環境省認定全国名水百選に認定されたことにより一時期市民の関心が高まったこと・同じ理由で知名度が上がったことなどが理由として考えられる。

#### 4. 考察

今後も地域の自然を持続可能な資源として後世に残す為には、資源を有する地域の人々が、資源の知識を身に付け、リアリティを持って受け止める必要があるが、現状達成されていない。その点が達成されることで、“自分たちの資源を守ろう”という共通目的を持つことができ、共通目的のもと人々が集い、広いエリアを対象とした保全活動の実現が可能になるのではないかと考えられる。その為には、地域の自然に関する“環境学習”が重要になるのではないだろうか。宮岡(他)は、小学生による地域の湧水現地調査結果を子供たちが、学校で保護者や地域の幅広い世代の人に発表する取り組みを報告している。この実践は、子供たちの理解を深めるだけでなく、地域住民への湧水に関する情報発信にも繋がるはずである。同様の取り組みを秦野市でも検討し、貴重な地域資源である湧水群を次世代に継承するためにも“地域環境学習”プログラムを実施する必要があると考えられる。その実施者の主体は、地域の行政及び教育関係者や市民団体だけでなく、それら地域の知の拠点に集う学生も対象とすべきである。

#### 5. 引用文献

- 1) 橋本淳司(2013) 幻冬舎 日本の地下水が危ない
- 2) 社団法人日本の水をきれいにする会(2015) ぎょうせい 平成の名水百選
- 3) 守田守(2012) 岩波新書 地下水は語る—見えない資源の危機—
- 4) 益田晴恵(2011) 京都大学出版会 都市の水資源と地下水の未来



## 二子玉川の兵庫島公園における外来植物のコドラート調査と環境要因

○咸泳植・倉持宗次郎・齋藤孝平（東京都市大学環境学部）・小堀洋美（東京都市大学・生物多様性アカデミー）

連絡責任者：咸泳植（yhamu@tcu.ac.jp）

キーワード：環境要因、外来植物、コドラート調査、水質、土壌

### 1. はじめに

多摩川河川敷には様々な植物が生育しているが、近年海外から持ち込まれた外来植物が増えてきていると言われている。しかし、外来植物の分布と、河川・土壌の理化学的・自然的・人為的な攪乱などの環境要因との関連性は十分に把握されていないのが現状である。外来植物の侵入、生育地の拡大、拡散は、多摩川の在来植物の生育地を奪い、または近縁の在来種と交配し雑種形成をするなどの悪影響を引き起こしているため、一刻も早く全容を解明すべき課題の一つと言える。本研究では、外来植物の分布と多摩川・野川の水質やその他の環境要因との関連性について議論し、今後多摩川が抱える問題解決に向けた研究を進めていくうえでの基礎データを提供することを目的とする。

### 2. 材料と方法

東京都の二子玉川駅周辺（兵庫島公園）の多摩川の岸をコドラート1とし、ライン上を1m四方のコドラート（全204コドラート）に分け、野川方面に進みつつ、それぞれのコドラートにどの植物がどの程度の面積存在するかを被度（1～10）で表した。ライン上に出現した植物は標本作成後同定し、最終的な同定は植物分類学の専門家（北川淑子、多摩丘陵舎代表）に依頼した。直物調査に加え水温、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行った。調査ラインに接している多摩川・野川の1箇所ずつ、計2箇所から採水して分析した。調査ライン上に多摩川地点、真ん中地点、野川地点の3箇所をとり、それぞれの地点でスコップを使い、土を3サンプルずつ、計9サンプル採取し、ビニール袋に入れ密閉した。河川の試水、土壌サンプルの採取後の分析項目は、pH、EC（電気伝導率）、7種の陰イオン、6種の陽イオンとした。pHメーター（691 pH Meter Metrohm）、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）で分析を行った。

### 3. 結果および考察

#### 3-1. 外来植物分布の特徴

調査を行ったライン（全204コドラート）を踏み跡群落に生育するオオバコを指標として、オオバコが出現するコドラートNo. 37～168を中間地点に定め、それより多摩川方向と野川方向でエリア分けし、それぞれの出現種のリスト（表1）を作成し、比較したところ、ライン上で発見された全35種のうち多摩川方面では7種の在来種と12種の外来植物が、中間地点では10種の在来種と8種の外来植物が、野川方面では12種の在来種と8種の外来植物がそれぞれ確認された。多摩川方面は出現種が19種で、外来植物が在来種よりも多く、この地点でしか見られない外来植物が7種であり他の地点と比べ多かった。野川方面は出現種が20種で、外来植物が在来種よりも少なく、この地点でしか見られない在来種が5種あり、他の地点と比べ多かった。中間地点は出現種が18種で、外来植物が在来種よりも少なく、この地点だけで見られる種は4種であり他の地点と比べ少ないなどの特徴がみいだされた。



### ・ 河川の洪水などによる自然的な攪乱

多摩川方面・野川方面の植生においては河川の増水・氾濫によって大きな影響を受けていることが予想される。それぞれの河川の上流に各地点でのみ見られた種が存在し、それらの種子は河川によって運ばれてきていると考えられる。実際に東京都河川水辺データを参照したところ、アレチハナガサ以外の種においては今回の調査地の上流で存在が確認されていた。しかし、今回参照したデータは多摩川では神路橋上流・数馬峡橋上流で、野川では雁追橋付近・西部多摩川線下流で得られたものであるため、存在が確認できなかったものについても他の地点では存在している可能性は十分考えられる。

### ・ 人為的な攪乱による影響の可能性

中間地点においては、調査結果を見る限りではそれぞれの河川の影響を受けてはいるがその度合いは大きくなく、その理由は人為的な攪乱による影響が大きいためであると考えられる。今回調査を行ったラインは兵庫島公園内に位置しており特に中間地点においては利用者も多く、それに伴って定期的な芝刈りなどの管理がなされている。それにより、植物が種子をつける前に刈られてしまっている。また、夏季には花火大会などのイベントも行われている場所であり、夏季の何日間かにかけて場所取りなどのためのシートが多摩川方面から中間地点一帯に敷かれシート内に熱がこもってしまうことで植物が枯れてしまっているという状況も、調査を行っていて目撃した。これらの人為的な攪乱が中間地点の植生に影響を与えている可能性が考えられる。

### ・ 河川・土壌の理化学性との関連性

土壌の水分含有量とK<sup>+</sup>含有量の分析結果を統計解析した結果、多摩川方面と野川方面では統計学的に有意な相違があることが分かった。また、土壌の水分含有量と外来植物の出現回数と被度において相関関係を調べたところ、6種の外来植物の出現回数、3種の外来植物の被度において有意な相関を得ることができた。多摩川・野川において5種の陰イオン、3種の陽イオンの含有量に相違が得られた。外来植物の出現回数・被度と土壌成分含有量において、多くの項目で相関を見ることができた。その中でも、植物の成長に必要な成分である栄養塩に着目すると、K<sup>+</sup>含有量とNH<sub>4</sub><sup>+</sup>含有量において、いくつかの外来植物の出現回数・被度との相関が得られた。

以上の結果から、土壌の水分含有量と、栄養塩であり、外来植物の出現回数・被度と相関の得られたK<sup>+</sup>含有量とNH<sub>4</sub><sup>+</sup>含有量が外来植物分布と関連性を持つファクターの可能性が示唆された。

特にK<sup>+</sup>含有量は河川・土壌のそれぞれで有意な相違が得られているため、関連性を持つ可能性が高いと考えられる。

表1 各地点の出現種一覧(色が塗ってあるものが外来植物)

| 地点ごとの出現種一覧         |                     |                      |
|--------------------|---------------------|----------------------|
| 多摩川方面<br>コドラート1~36 | 中間地点<br>コドラート37~168 | 野川方面<br>コドラート169~204 |
| 全19種               | 全18種                | 全20種                 |
| 外来種12種             | 外来種8種               | 外来種8種                |
| シハ                 | シハ                  | シハ                   |
| アレチキンキン            | アレチキンキン             | アレチキンキン              |
| カタハミ               | カタハミ                | カタハミ                 |
| シロツメクサ             | シロツメクサ              | シロツメクサ               |
| シマスズメノヒエ           | シマスズメノヒエ            | シマスズメノヒエ             |
| ノチドメ               | ノチドメ                | ノチドメ                 |
| オオハコ               | オオハコ                | オオハコ                 |
| メリケンカヤツリ           | メリケンカヤツリ            |                      |
| オヒシバ               | オヒシバ                |                      |
| セイヨウタネホホ           | セイヨウタネホホ            |                      |
|                    | コウライシバ              | コウライシバ               |
|                    | メヒシバ                | メヒシバ                 |
|                    | オオイヌノフグリ            | オオイヌノフグリ             |
|                    | マメカミツレ              | マメカミツレ               |
| オオイヌタデ             |                     | オオイヌタデ               |
| ハラオオハコ             |                     | ハラオオハコ               |
| アレチハナガサ            |                     |                      |
| イヌムギ               |                     |                      |
| ユウゲショウ             |                     |                      |
| ヒメムカシヨモギ           |                     |                      |
| 加賀アオイゴケ            |                     |                      |
| グミ                 |                     |                      |
| オオアレチノギク           |                     |                      |
|                    | アメリカセンダン            |                      |
|                    | カゼクサ                |                      |
|                    | ミチヤナギ               |                      |
|                    | ヒメクグ                |                      |
|                    |                     | ホトケノザ                |
|                    |                     | ノビル                  |
|                    |                     | コセンダン                |
|                    |                     | エノコログサ               |
|                    |                     | ヨモギ                  |
|                    |                     | セイバンモロコシ             |
|                    |                     | ハマダイコン               |

## 神奈川県秦野市における緑地保全活動の経緯と現状

○田邊幸歩<sup>1</sup>・藤野裕弘<sup>1</sup>

(1. 東海大学大学院人間環境学研究科)

連絡責任者：藤野裕弘 (yfujino@keyaki.cc.u-tokai.ac.jp)

キーワード：ナショナル・トラスト、神奈川初のトラスト契約による登録地、保全活動、地域資源

## 1. はじめに

高度経済成長期である1970年前後に環境対策を求める市民運動や世論の高まりに押され環境関係の法・制度整備が急速に進められ、環境問題の種類や影響の範囲が複雑化するとともに、自然環境保全が注目されるようになっていった。本研究では、豊富な地下水や環境省認定の全国名水百選に選定された“秦野盆地湧水群”を有する神奈川県秦野市内を流れる金目川水系の葛葉川流域の葛葉峡谷を対象とし、ナショナル・トラストという市民による募金をもとに『葛葉緑地』を保全する為の活動の経緯と現状を調査し、次世代に今ある資源を継承するために重要な事項を抽出することを目的とし研究を実施した。

本研究の対象地域である秦野市は、神奈川県央の西部に位置し、東部は伊勢原市、西部は松田町、大井町、南部は中井町、平塚市、北部は厚木市、清川村、山北町に接している。市域は、東西約13.6 km、南北は約12 km、面積は103.6 km<sup>2</sup>で、県内19市中5番目の広さを持つ都市であり、その全域が都市計画区域となっている。東京からは約60 km、横浜から約37 kmの距離にあり、北方には神奈川県の屋根と呼ばれている丹沢山塊が連なり、南方には渋沢丘陵が東西に走り、県下で唯一の典型的な盆地を形成している。

『葛葉緑地』は、面積約17 haの敷地内に蛇行して流れる葛葉川に沿ってあり、昭和62年3月に「かながわのナショナル・トラスト第1号」に指定された。丹沢山塊を源とする葛葉川が台地を深く刻み、小刻みに蛇行している。川の両側の斜面地にはコナラ・クヌギ群の二次林、樹林の中を葛葉川が大きく蛇行し峡谷の様相を呈し、湧水が豊富に湧いている。敷地内では動植物が約80種確認することが出来る。また、平成10年から現在に至るまで敷地内には市の施設“くずはの家”を拠点としてボランティアの方々を主とした保全活動が実施されている場所である。



図1. 秦野市の位置



図2. 葛葉緑地



図3. 葛葉川と葛葉峡谷

## 2. 方法

神奈川県秦野市にある地域資源、本研究では神奈川県初のトラスト契約によるナショナル・トラスト登録地『葛葉緑地』の保全活動が今までどのように行われてきたかという『経緯調査』とそれらの資源が現状どのような状態にあるかという『現状把握調査』を実施した。前者は、過去から現在の保全活動に携わった、携わっている人々への『聞き取り調査』を主体に調査を実施、後者については実際に地域資源一つ一つに赴き自分の目で見て行う『現地調査』を主体とし、その他にも文献調査等を取り入れ研究を行った。

## 3. 結果

神奈川県では1960年から2008年の間で県土面積六分の一相当の緑地が高度経済成長期に伴う都市化、人口増加によって消失した。同じ時期に神奈川県秦野市では葛葉緑地を含む一帯のエリアが秦野アメニティ・タウン計画に策定され失われようとしていた。これにより、神奈川県と秦野市の緑地保全意識は高まっていった。神奈川県と秦野市の葛葉緑地を保全意識の高まり(活発化)が同時期であったことから、“保全”という共通目的の元、協働で保全活動が実施された。神奈川県の職員と秦野市の職員と公益財団法人かながわトラストみどり財団の職員が、土地所有者市民の元を地道に一件ずつ回り、緑地保全への協力を促すという共同保全活動を実施し、次に示す、①②③の方法により緑地の土地を入手した。①土地の買入れ、②寄贈、③トラスト契約締結、これらにより、1985年3月緑地保存契約による第一号として葛葉緑地が登録され、保全されるに至った。

以上の事から、葛葉緑地はなぜナショナル・トラストとして登録できたのかを考察すると、(1)県と市が協働して動いたこと、(2)市民への地道な働きかけ(啓蒙普及活動)の実施、(3)市民が緑地の重要性を理解し、保全の協力したこと等が理由として上げられる。

## 4. 考察

今後も地域の自然を持続可能な資源として後世に残す為には、資源を有する地域の人々が、資源の知識を身に付け、リアリティを持って受け止める必要があるが、現状達成されていない。その点が達成されることで、“自分たちの資源を守ろう”という共通目的を持つことができ、共通目的のもと人々が集い、広いエリアを対象とした保全活動の実現が可能になるのではないかと考えられる。その為には、地域の自然に関する“環境学習”が重要になるのではないだろうか。宮岡(他)は、小学生による地域の湧水現地調査結果を子供たちが、学校で保護者や地域の幅広い世代の人に発表する取り組みを報告している。この実践は、子供たちの理解を深めるだけでなく、地域住民への湧水に関する情報発信にも繋がるはずである。緑地保全においてもこれに類する取り組みを秦野市で検討し、保全活動を取り入れた“環境学習”プログラムを実施する必要があると考えられる。環境学習実施者の主体としては、地域の行政及び教育関係者や市民団体だけでなく、それら地域の知の拠点に集う学生も検討対象とすべきである。

## 5. 引用文献

- 1) 田代英美(2010)ナショナル・トラストと公共性 福岡県立大学人間社会学部起用,
- 2) 木原啓吉(1998)ナショナル・トラストー自然と歴史環境を守る住民運動ナショナル・トラストのすべてー
- 3) みどりの県民運動のあゆみ 4) 神奈川県新聞記事 神奈川版ナショナル・トラスト運動
- 4) 葛葉川ふるさと峡谷と葛葉緑地概要 6) 毎日新聞 62年8月4日記事 記者の目の欄
- 5) かながわナショナル・トラスト1号緑地『葛葉緑地』8) 葛葉緑地年度別保全活動の経過表
- 6) くずはの家・えのきの会提供 葛葉峡谷における水生生物調査から見えてきたもの
- 7) 公益財団法人日本ナショナル・トラスト協会



## 金目川水系のネオニコチノイド系農薬の水中濃度について ～リスク評価に向けて～

○梅津麻衣<sup>1)</sup>・寺山隼人<sup>2)</sup>・松本晃一<sup>3)</sup>・藤野裕弘<sup>1)</sup>・坂部貢<sup>2)</sup>

所属：1) 東海大学大学院人間環境学研究科 2) 東海大学医学部 3) 東海大学研究推進部

キーワード：ネオニコチノイド系農薬，水質，生物毒性，リスク評価

### 1. はじめに

農薬の普及は、農産物の安定供給、労働力の省力化、労働生産性の増大などに貢献しており、近代農業において必要性の高いものとなっている。一方で、ヒトを含めた対象とする生物以外への毒性や自然環境への汚染が懸念されている。そうした中で近年最新の農薬として1990年代頃からネオニコチノイド系農薬が開発された。ネオニコチノイド系農薬は神経毒を持ち、水溶性・浸透移行性・残効性などに優れ農薬として非常に効果が高く殺虫剤として様々な日常生活場面でも使用されるようになった<sup>1)</sup>。しかし、同時に蜂の大量死や大量失踪の問題が世界中で起こり、ネオニコチノイド系農薬が原因の一つであると報告された。さらに、哺乳類に対しても脳の発達に影響を与えることや、生態系にも悪影響を与えるという報告がされるようになった<sup>2-4)</sup>。このようなことから、散布されたネオニコチノイド系農薬の環境中レベルを把握し、環境中でどのような消長をたどるのかを知ることが必要であると考えられる。本研究では、水環境に焦点を当て、ネオニコチノイド系農薬が河川にどの程度流入しているかを明らかにし、その分析結果と既存の毒性試験の結果を用いてリスク評価を行うことを目的とする。

### 2. 材料と方法

神奈川県を流れる金目川水系上流 (St. 1) から下流 (St. 6) にかけて計6地点の河川水を調査対象とし、対象物質はネオニコチノイド系農薬であるイミダクロプリド、アセタミプリド、ニテンピラム、クロチアニジン、チアメトキサム、チアクロプリド、ジノテフラン、フィプロニルの計8種とする。調査は2016年度8月から10月の3か月間、毎月1回採水を実施した。河川水を採水後ろ過により夾雑物を取り除き、前処理として固相抽出製品 (Oasis HLB Plus) を使用し、100%メタノールで抽出後 LC/MS で分析を行った。また、環境リスク評価は、経済産業省製造産業局化学物質管理課が発行している「化学物質のリスク評価のためのガイドブック」に記載されている内容に従ってリスク評価を実施した。リスク評価する際の値は、本研究でネオニコチノイド系農薬8種それぞれの最も検出濃度が高かった値を用いた。

### 3. 結果

ネオニコチノイド系農薬8種で比較するとジノテフランが有意に高く、最も高い濃度で検出されたのは8月の最下流である St. 6 で  $6.36 \text{ pg/ml}$  であった。次に有意に高かったものはイミダクロプリドであり最も高い濃度で検出されたのはジノテフランと同様の8月の最下流である St. 6 で  $4.53 \text{ pg/ml}$  であった。ニテンピラムとチアクロプリドはどの地点においてもほぼ検出されなかった。月別の比較では、8月から10月の中で8月がネオニコチノイド系農薬8種全てにおいて有意に高かった。また、検出濃度は上流 (St. 1) から下流 (St. 6) に下がるにつれて高い値となった (図1 St. 1の結果、図2 St. 6の結果)。また、環境リスク評価の結果は、イミダクロプリドは  $0.00053 < 1$ 、アセタミプリドは  $0.033 < 1$ 、ニテンピラムは  $0.000051 < 1$ 、クロチアニジンは  $0.38$



<1、チアメトキサムは0.16<1、チアクロプリドは0.000036<1、ジノテフランは0.000065<1、フィプロニルは0.056<1とすべてリスクの懸念は低いという結果になった。

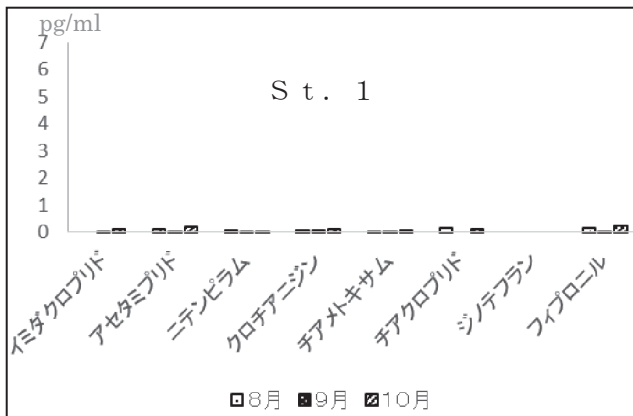


図1 St.1の結果

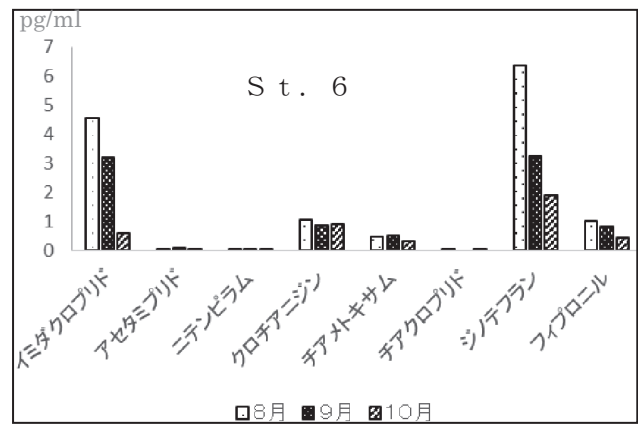


図2 St.6の結果

#### 4. 考察

ネオニコチノイド系農薬8種の中でジノテフランとイミダクロプリドの検出濃度が特に高かった理由としては、6月から8月の水稻で使用を推奨されている農薬の成分であるためと考えられる。また、金目川が流れる伊勢原市・秦野市・平塚市の3市は特に米や果樹、生花栽培などの農業が盛んな地域であり、金目川水系上流域周辺では農地の利用が少ないが、中流域周辺で増えるため下流域にいくにつれ検出濃度が高くなったと考えられる（図4 金目川水系流域の土地利用状況及び調査地点）。リスク評価では、ネオニコチノイド系農薬すべてにおいてリスクの懸念は低いという結果になった。しかし、ネオニコチノイド系農薬は近年最も売上げが高く、農業・林業だけでなく、シロアリ駆除などの家庭用殺虫剤や建築材などにも使用されており我々の生活にとって非常に身近なものとなっている。さらに、日本は他のEUなどの国に比べ残留基準も高く、ネオニコチノイド系農薬に対しての危険性が知られていない。そのため、現段階では、金目川水系においてネオニコチノイド系農薬についてのリスクの懸念は低くなったが、今後も継続的に調査を行い、データを増やす必要があると考えられる。

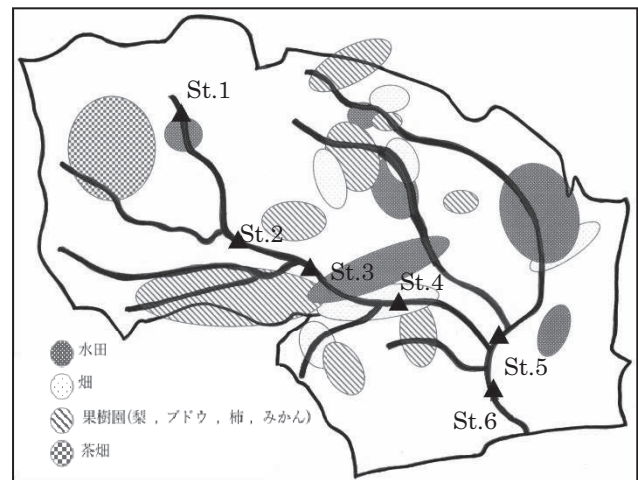


図4 金目川水系流域の土地利用及び調査地点

#### 5. 引用文献

- 1) 本山直樹 (2001) 農薬学辞典 朝倉書店 東京 335-336
- 2) ネオニコチノイド研究会 (2015) 浸透性殺虫剤の生物多様性と生態系への影響に関する世界的な統合評価書 10-11
- 3) Penelope R. Whitehorn (2012) Neonicotinoid Pesticide Reduces Bumble Bee Colony Growth and Queen Production Science
- 4) 寺山隼人 (2016) Acetamiprid Accumulates in Different Amounts in Murine Brain Regions

## 廃棄物分野の国際環境協力の課題

吉田充夫（独立行政法人国際協力機構；現・一般社団法人国際環境協力ネットワーク）

連絡先：吉田充夫 yoshida.mitsuo@friends.jica.go.jp

### 1. 自主企画セッションの趣旨

開発途上国に対する環境分野の支援協力課題としてしばしば取り上げられるのが、廃棄物にかかわって発生している問題、いわゆる「ごみ問題」である。人々が生活する場あるいは産業活動の場では必ず廃棄物（ごみ）が発生するが、適切に収集・運搬されなかったり、資源が無駄に浪費されたり、あるいは適切に処理・処分されず伝染病などの公衆衛生上の問題を引き起こしたり、環境汚染を引き起こしたりする。こうした問題に対し、環境 NGO や市民団体、あるいは公的な ODA（政府開発援助）により、様々な途上国支援が取り組まれてきた。例えば、これまで独立行政法人国際協力機構（JICA）では開発途上国の 50 都市・地域以上の都市廃棄物管理（Municipal Solid Waste Management）の改善のために、ODA の一環として、多数の技術協力（開発調査、研修、技術協力プロジェクト、ボランティア派遣等）、無償資金協力（機材供与、施設建設等）、有償資金協力を実施してきた。しかし、世界的に見ると開発途上国における都市化の進行や人口集中は今日ますます加速されつつあり、その結果として廃棄物の発生総量は一貫して増大し、廃棄物問題はますます深刻化の様相を示している。なかでも大都市（人口数百万人以上）域では、規模の大きさ、現象の複合性、過大な環境負荷、社会配慮や市民参加・合意形成面での困難さ、財政や技術面での課題、など問題点が山積しており、各国各都市の条件に応じた廃棄物問題への対処能力の向上とそのための長期的な展望に立った総合的な支援が求められている。

振り返れば、国連は国際開発目標として 2000 年に「ミレニアム開発目標（MDGs）」を決定し、2015 年を目標として 8 ゴール、21 ターゲット、60 指標が設定された。しかし、この中に環境保全や公衆衛生のターゲットや指標は設定されているものの、廃棄物管理分野の開発（改善）を具体的に示すターゲットや指標は含まれていなかった。

しかし、2016 年に国際開発目標として決定された「持続可能な開発目標（SDGs）」では、MDGs の後継として、MDGs の残した課題や MDGs の 15 年で顕在化した問題の取り組みを 17 ゴール、169 ターゲットにまとめ上げ、2030 年を目標年として実施することが決定された。その中には具体的に廃棄物管理分野の開発目標を示すターゲットや指標も設定されている<sup>1</sup>。すなわち MDGs の 15 年を踏まえ SDGs のこれからの 15 年においては、廃棄物分野は環境と持続可能な開発を考える上での主要課題だと認知されてきたのである。

このような国際同行を踏まえた問題意識に立ち、本セッションでは、実際に ODA の現場で開発途上国

<sup>1</sup> 「ゴール 11 包摂的で安全かつ強靱で持続可能な都市及び人間居住を実現」において、「11.6：2030 年までに、大気の水質及び一般並びにその他の廃棄物の管理に特別な注意を払うことによるものを含め、都市の一人当たりの環境上の悪影響を軽減する。」とされた。また、「11.6.1 都市で生成される廃棄物について、都市部で定期的に回収し適切に最終処理されている固形廃棄物の割合」が指標として設定された。「ゴール 12. 持続可能な生産消費形態の確保」において、「12.3：2030 年までに小売・消費レベルにおける世界全体の一人当たりの食品廃棄物を半減させ、収穫後損失などの生産・サプライチェーンにおける食品の損失を減少させる。」「12.4：2020 年までに、合意された国際的な枠組みに従い、製品ライフサイクルを通じて化学物質やすべての廃棄物の環境に配慮した管理を達成し、大気、水、土壌への排出を大幅に削減することにより、ヒトの健康や環境への悪影響を最小限に留める。」「12.5：2030 年までに、予防、削減、リサイクル、および再利用（リユース）により廃棄物の排出量を大幅に削減（リデュース）する。」とされた。このように SDGs では、ターゲットや指標のレベルで、具体的に廃棄物について言及している。

の廃棄物問題に取り組んでこられた産学官の専門家をお招きし、その知見や経験にもとづき開発途上国のごみ問題への取り組みや問題点を論じていただき、今後の廃棄物分野の国際環境協力の課題と方向性について意見交換する場としたい。

## 2. 自主企画セッションの構成

- [座長] 吉田充夫（(独) 国際協力機構／一般社団法人国際環境協力ネットワーク）
- [報告者] 第一報告： 東條安匡（北海道大学大学院工学研究院）  
「途上国、特に乾燥地域における廃棄物埋立の課題と技術協力の難しさ」
- 第二報告： 山本糾哉（久心コンサルタント株式会社）  
「国際協力事例：モロッコ国ティズニット市の既存処分場の改善」
- 第三報告： 村瀬憲昭（(独) 国際協力機構）  
「インドネシア・バリクパパン市における有機ごみ分別回収活動の効果に関する研究」
- 第四報告： 吉田充夫（(独) 国際協力機構／一般社団法人国際環境協力ネットワーク）  
「廃棄物分野の国際環境協力の課題」
- 総合討論
- [コメンテーター] 浅妻 裕（北海学園大学経済学部）  
八木 正（鹿児島国際大学経済学部）

## 3. 論点整理

各報告の講演要旨は、次ページ以降に掲載されているが、想定される論点を整理してみると、以下のようになる。

東條報告で論じられるのは乾燥帯という日本や先進国のおかれている条件とは著しく異なる条件下で、これまでの先進国で開発されてきた様々な技術が単純には適用できない、技術移転は意味をなさないということである。では、その条件に対応しうる新しい視点の技術はどのように開発されるべきなのか、技術開発の主体の形成のための国際協力とはどうあるべきかという問題が指摘されている。

山本報告では、埋立地改善という個別具体的な技術改善事業を事例に、それが単なる技術の問題のみならず、在来の土地利用者、社会的弱者の生活にも影響するものであり、いわば社会の網の目の中にある処分場というものを見据えた「技術」や開発の視点、環境社会配慮というものの必要性を問いつけている。

村瀬報告では、廃棄物管理事業を事業実施機関のみならず市民やコミュニティの参加が不可欠という観点から捉え、インドネシアで国際協力の事例に基づき、効果的効率的リサイクルのための市民参加促進の制度作りを、社会的技術として設定することの重要性を提起している。

吉田報告では、開発途上国のごみ問題を都市問題の一つとして捉え、その問題発生の際の機序を論じ、こうした問題解決のための基本となる廃棄物管理事業やインフラ構築のコスト負担を誰が負担すべきか、そのための制度はどうあるべきか、国際協力は何をなすのか、なしえないのか、について論じている。

端的に言えば、技術開発の主体形成、社会の網の目への配慮、市民参加促進、社会的なコスト負担メカニズム、という4つの論点が国際協力という場を通じて提起されている。総合討論においては、これらの論点を深めていきたい。

## 途上国、特に乾燥地域における廃棄物埋立の課題と技術協力の難しさ

○東條安匡（北海道大学大学院工学研究院）

連絡先：東條安匡（tojo@eng.hokudai.ac.jp）

キーワード：廃棄物埋立地，技術移転，乾燥地域，人材育成

### 1. はじめに

今日においても多くの途上国あるいは途上地域では、埋立処分（あるいはオープンダンプ）が主要な廃棄物の処理処分手段となっている。単純なオープンダンプが諸々の環境問題を引き起こすことは容易に想像できるが、現実には悪臭、衛生害虫、火災、地下水や表面水の汚染等が顕在化している地域も多い。一方、例えば遮水工を有する衛生埋立地が建設されたとしても、十分な維持管理ができずにオープンダンプと同様の問題を引き起こしている地域もある。いずれにおいても地域住民の健康や衛生的な生活環境の確保のために早急な対策が必要とされている。

埋立処分技術は、先進国において1970年代以降、廃棄物の処分によって引き起こされた様々な問題に対処するために改善・改良がなされ、今日の工学的衛生埋立地として発展してきた。したがって、現在途上国が直面している問題は先進国においては経験済みのものも多く、こうした地域に先進国の埋立処分技術を直接移転することは問題解決のために有効であるように思われる。我が国も多くの途上国協力の中で廃棄物の埋立処分に関する技術協力を行ってきており、成功事例も多数ある。但し、全ての地域において先進国で発展してきた技術が適用可能であろうか。筆者は近年、乾燥地域の埋立処分場の改善に関するプロジェクトに関わる機会を得た。その中で、地域によっては、単なる技術移転では状況の改善に導くことが極めて難しいという印象を抱いた。本稿では、具体的にどのような課題が廃棄物埋立の技術協力において存在するのかを示し、どのような協力の可能性があるのかを考えてみたい。

### 2. 廃棄物埋立における乾燥地特有の課題

前述したとおり、廃棄物埋立処分技術は湿潤環境下にある先進国で発展してきた。最も初期の改善は、覆土を施すことによる埋立地表面で生ずる問題の改善である。覆土施工により、悪臭、衛生害虫、鳥、廃棄物の飛散、火災等の問題は劇的に沈静化させることができる。次になされた対策が、浸出水の適正管理である。地下水や表面水への影響を防ぐために、底部には遮水工が導入され、発生する浸出水は集排水管網によって集め、浸出水処理施設によって処理するというシステムが構築された。そして、1990年代になって、廃棄物の早期安定化の必要性が着目され、現在ではBioreactorといった廃棄物の安定化を一世代で完結させる埋立処分技術が開発されている。これらが途上国において「容易に」適用可能であれば、多くの問題が解決するはずである。しかし、現実には導入が困難、あるいは乾燥地域では同様の考えさえも困難な場面がある。以下、具体的に列挙する。

1) 覆土：覆土施工は衛生埋立地の最も基本的な技術である。オープンダンプと衛生埋立地の境界は覆土施工にあるとも言えるが、途上国の廃棄物処分場の抱える問題の多くは覆土が未施工であることに起因している。これまで、いくつかの途上国の処分場やオープンダンプを訪問して覆土の導入を助言してきたが、費用面から難しいとの回答を多く聞いた。また、覆土は廃棄物の露出面を無くすだけでなく、内部から上昇してくる悪臭を分解するバイオフィルターの機能も有する。そのためには良質の覆土が必要であるが、乾燥した岩石破砕物や砂を利用せざるを得ない地域もある。

2) 安定化：埋め立てられた廃棄物の安定化には、水分が重要な役割を果たす。有機物の安定化には微生物による分解が不可欠であり、それには適切な水分が存在する必要がある。塩類には洗い出しが必要



であり、また重金属類の安定化は風化変質による不動態化が有効であるとされ、その風化変質にも水分は不可欠である。但し、特に、乾燥地域では、蒸発が降雨を卓越し、埋立地の水分収支は年間を通じてマイナスとなる。埋立初期には廃棄物に由来する水分が存在するが、降雨水による供給がほとんど無いため、水分は次第に失われる。したがって、湿潤気候下の埋立地では期待し得る有機物の分解、塩類の洗い出し、重金属の不動態化を乾燥地域の埋立地に期待することは難しい。それでは、乾燥気候下にある埋立地では、廃棄物はそのままだ乾燥に委ねるべきなのか、安定化を進めるべきなのか。これまでの埋立処分技術の発展段階ではあまり取り上げられる事なかった議論であるように思われる。砂漠の中に埋立地が存在し、悪臭や浸出水も発生しているような場合、現在の問題への対応と将来の持続可能性をどう考えるべきか。またそのための妥当な協力とは何か。

3) 浸出水の管理：湿潤環境下では降雨は永続的であり、浸出水への対応は不可避である。量的に必ず系外へ排出することが必要な浸出水が発生するため、周辺水系への影響を防ぐために水処理施設が建設され、処理水は放流先での希釈を考慮した上で排出される。一方、乾燥地域においては浸出水の発生は限定的であるものの主に埋立廃棄物中の水分に由来して発生する。降雨による希釈がなく、また蒸発による濃縮により、水質は水処理が困難な程に高濃度化している。希釈するための他の水源も無い。そのため、多くの処分場では、自然に形成される池から蒸発させるという手法に頼っている。濃縮した浸出水の生成とその蒸発によって発生する悪臭といった実態に直面すると、浸出水処理施設の設置を第一に考えることになるが、濃度が極めて濃く、処理したとしても処理水の排出先となる河川が無い場合希釈も期待できない。そのため、もし水処理施設を設置するならば、高濃度浸出水を処理可能で且つ放流水質を環境基準並みにするプロセスが唯一の選択肢と成る。上記したとおり、浸出水の生成は水収支の観点からやがて停止する。高度で複雑な浸出水処理施設を一時的な（埋立期間中と埋立完了後の僅かな期間の）運転のために設置すべきであろうか。経済的な制約も存在する。現状を踏まえつつ将来を見据えた望ましい提案や協力はどうか。

4) 環境モニタリング：一般的に我が国のような地下水の深度が浅い場合、地下水のモニタリングのために、埋立地の上流側と下流側それぞれに最低1本の井戸を設置する。しかしながら、例えば筆者が現在携わっているパレスチナでは、第一帯水層の位置が地表面下300m程度であるという。こうした深い深度の地下水に対して、日本と同様のモニタリング井戸を設置しても、埋立地からの影響を追跡することはほぼ不可能と推察される。乾燥地域では地下水は極めて重要な飲用水源である。そのため、埋立地からの影響を把握することは重要であると考えられるが、その手段として我々が常用する手段を現地に安易に適用することはできない。

### 3. 埋立処分における具体的な協力のあり方とは

埋立処分に関する技術は立地に大きく依存する。現存する技術の多くは湿潤気候下で発展してきたため、例えば東南アジア等では十分適用可能である。特に、我が国の代表的な埋立処分技術である準好気性埋立は東南アジア地域に多数導入され、多くの成功事例が報告されている。しかし、同構造の埋立地が乾燥地域に建設されている事例も散見され、著者は若干の疑問を感じている。同技術は有機物分解に伴う発熱による自然対流が特色であるが、気温が高く、有機物分解に必要な十分な水分も無いからである。筆者が近年、乾燥地域での埋立処分のプロジェクトに関係して感じたことは、我が国が1980年代から、国内の技術者で此の地に適した技術を生み出してきたように、乾燥地域でも、その地域の技術者が、彼らの地域に相応しい埋立技術と埋立処分概念を確立することではないかというものである。そして我々がすべき協力とは、我々の技術や概念の移転ではなく、彼ら独自の技術の開発と概念の実現に向けた人材養成ではないだろうか。

## 国際協力事例：モロッコ国ティズニット市の既存処分場の改善

○山本糾哉（久心コンサルタント(株)）

連絡先：山本糾哉（qsc\_yamamoto@yahoo.co.jp）

キーワード：途上国，処分場，ステークホルダー，

### 1. はじめに

国際協力機構（JICA）の技術協力プロジェクト「モロッコ王国ティズニット市及び周辺コミュニティにおける廃棄物管理能力向上プロジェクト」に携わった事例をご紹介します。プロジェクトは成果の一つとして「ティズニット市の既存廃棄物処分場の改善・管理能力が向上する」ことを目指しており、そのための活動として①ティズニット市における既存処分場改善計画を作成する、②ティズニット市における既存最終処分場改善パイロット事業を実施する、③既存最終処分場管理のための人材研修を実施するという計画です。

JICA供与機材であるブルドーザー(Komatsu D51Ex)を活用し、現地カウンターパート（以下C/P）との協働作業によりティズニット市の既存最終処分場を地道に改善しました。改善パイロット事業開始前の既存処分場は一連の問題（ハエ・蚊、悪臭、火災、煙、プラ袋の周辺への飛散ほか）を抱えていました。処分場の中が酷い状況ですから、収集車の運転手も早く外に出たくて何処でも良いから荷卸ししていく。荷卸し場がなくなると、ブルドーザーのオペレーターに通路と荷卸し場所作りの指令が出るわけですが、自前の中古ブルドーザーにはエアコン設備がなく、気密性も悪く、昼間は暑くハエがうじゃうじゃ集り、悪臭や煙も酷いため、早朝のマシな時間帯にやっつけ仕事をして逃げ帰ります。そのため、埋立作業の基本中の基本であるごみの転圧は蔑ろで、荷降ろし場所作りのためにもっぱら外へ外へのごみを押すだけでした。

さらに悪いことには、この劣悪な環境の中で有価物回収をするウェストピッカーや餌漁りをする羊や山羊が多数いて、ウェストピッカーや羊飼いに對するコントロールがほとんど何もされていませんでした。

### 2. 改善事例（ステークホルダーに配慮した改善策）

既存の最終処分場の改善にあたり、ステークホルダー配慮の観点から、こうしたウェストピッカーによる有価物採取、放牧されている羊やヤギのエサ漁りの場所と時間を提供することにしました。処分場を2つの区域に分け、おおむね1日ごとに荷卸し・埋立の作業を交互に行うことにしました。2つの区域(エリアA、エリアB)のどちらか一方で、埋立の作業が行われます。もう一方のエリアでは、ウェストピッカーの有価物採取と、放牧されている羊や山羊の餌漁りのために、約24時間の時間的猶予があります。また、安全管理、事故防止の面からも、有価物採取と餌漁りを終えた場所を敷均し・転圧することを基本としました。

この2つの区域以外は当面埋立作業を行わない計画として、古くからのごみが露出しているその他区域に順次覆土し、覆土による環境改善のデモンストレーションを行います。また、覆土作業と並行して、表流水の排水勾配を施工し、その重要性を周知していきました。

この隔日で交互に行う作業をデモンストレーションし、手順をカウンターパートのスーパーバイザー、車両運転手、荷卸作業員、ブルドーザーのオペレーター、ウェストピッカー、羊飼いや放牧者それぞれに周知しました。

地道に改善を重ねた結果、一連の問題のほとんどは劇的な改善効果が表れましたが、一つだけ芳しくない、解決されていない問題が残りました。それが何かおわかりでしょうか？

### 3. 結果（残された課題）

答えは、プラ袋の飛散です。この問題が解決されなかったのには複数の要因がかかわっていますが、ステークホルダー配慮を取り入れた処分場改善を行ったためです。逆に言えば、ステークホルダーに配慮をせずに機械的に処分場管理の改善を実行すれば、残された問題もかなり解決されたと思います。なぜなら、ウェイストピッカーは、有価物を探すために、処分場に集められたごみの入ったプラ袋を開きます。開いて空になったプラ袋は、その場に放置されるだけ。この既存の最終処分場の周辺は風が強く、遮るものもほとんどないため、非常に遠くまでプラ袋が飛散していきます。

この問題は、ステークホルダーに配慮をせず、たとえばウェイストピッカーや羊飼いの処分場への侵入を禁止すれば解決できたかもしれません。ただし、もしかするとウェイストピッカーや羊飼いの反発、抗議行動を受けて、改善どころではなく大変なダメージを受けていたかも知れません。

既存の処分場の改善ですから、ステークホルダーに配慮したことは良かったと思います。ほかの衛生関係の課題に比べ、現状プラ袋の飛散は、景観を害するなどのほかには、深刻な問題とはなっていません（プラ袋が雨水排水路の流入口を塞ぎ洪水被害を招く国や地域もありますが、ティズニットの既存処分場周辺にはその心配はありません）。ただし、新規処分場の建設予定地は工業団地付近にあり、プラ袋が飛散すると、送電線への付着などの問題が発生することも予測されます。この既存処分場のパイロット事業の実施により課題が明らかになったことで、新規処分場では計画段階から、問題を解決するための選択肢を考えることができます。

### 4. 考察

新しい施設をどのような設計にして、どのような制度で運用していくのか。ウェイストピッカーとの関係をどうするのか。それらを、どのように市民が望む形で落とし込むのか。われわれは他国の事例を含め、C/Pに選択肢を示しますが、最終的に選ぶのは彼ら自身です。それは外国人が決めることではなく、現場を最も良く知り、これからも責任を負っていくことになる彼らの役割だと考えています。

この協力によって改めて感じているのは、廃棄物処理にかかわる技術協力に、オールマイティの策などないということです。現地の自然環境、人、文化、社会、経済状況によって、求められる協力はさまざまに変わってきます。提供できる選択肢のメニューを用意していくことは必要ですが、この段階だからこの協力内容で良いと、単純に決められるものではありません。現地の社会とその変化を注意深く見つめながら、C/Pを含めたステークホルダーと粘り強くコミュニケーションを重ね、彼らが自発的に未来を選びとっていけるよう支援していくことが大切だと思います。

### 5. 引用文献

モロッコ王国ティズニット市及び周辺コミューンにおける廃棄物管理能力向上プロジェクトファイナル・レポート（2016年3月）

# インドネシア・バリクパパン市における有機ごみ分別回収活動の効果に関する研究

○村瀬憲昭（独立行政法人国際協力機構）

連絡先：村瀬憲昭（Murase.Noriaki@jica.go.jp）

キーワード：ごみ分別回収，住民啓発活動，クラスターランダム化比較試験，インドネシア

## 1. はじめに

国際インドネシアでは、人口の増加や経済成長に伴い、大都市を中心に廃棄物の発生量が増加しており、廃棄物の減量化に向けた取り組みが必要とされている。これに対し、インドネシア政府は独立行政法人国際協力機構（JICA）と共に、バリクパパン市でごみの減量化を目的としたごみ分別回収実証事業（以下「実証事業」）を実施している。本研究では、「実証事業」として行われた家庭での有機ごみの分別回収活動の効果と、「実証事業」で新たに導入した住民啓発がごみ分別回収に及ぼす効果について定量的に評価し、効果発現の要因を明らかにすることを目的とする。

## 2. 研究方法

「実証事業」は、過去にごみの分別回収が実施されていないバリクパパン市の Gunung Bahagia 地区の南東の区画で実施された。「実証事業」の対象地区は、13の隣組（Rukun Tetangga、以下「RT」）で構成されており、対象地区内の人口は3,779人、世帯数は810世帯である（2015年1月現在）。対象地区の各世帯では、2015年4月から「有機ごみ」、「有価物」、「その他ごみ」の3分別を行っている。有機ごみとその他ごみは、住民が市の指定する袋に入れ、RT毎に新たに設置したごみステーション（ごみの一時集積場所）に排出している。ごみステーションへの排出時間は午前7時から9時までと定められている。有機ごみは週5回（月、火、水、金、土）、その他ごみは週1回（木）、市清掃局の小型トラックがごみステーションを巡回し回収している。有価物は、住民がごみ銀行と呼ばれる有価物回収拠点に持参することを奨励している。

「実証事業」では、家庭でのごみ分別の定着を目的として、市環境局が住民の中からRT毎に任命した環境推進員による住民啓発活動を新たに実施した。この住民啓発活動は、(1) ごみステーションでの巡回指導（指定週の連続する6日間）、(2) 各RTの環境推進員、市政府職員が一堂に会するフィードバック会議での巡回指導結果に基づく課題の共有（各巡回指導後に開催）、(3) RT毎の住民協議会での報告（各フィードバック会議後に開催）の3つの取り組みで構成されている。

「実証事業」で導入した住民啓発活動の効果を測定するために、クラスターランダム化比較試験の方法を用いた。13RTをRT毎に無作為に介入群と対照群に割り当て、介入群のみに上記で述べた住民啓発活動を計3回行い、「実証事業」の開始前後で介入群と対照群の家庭でのごみ分別状況を調べた。

「実証事業」で実施したごみ分別回収活動の効果を測定するために、ごみ分別回収開始前、開始1週間後、開始6か月後にごみ量ごみ質調査を実施した〔分析に用いた世帯データ数：開始前84世帯、開始後381世帯（対照群226世帯、介入群155世帯）〕。また、ごみ分別回収活動の効果と住民のごみ問題に関する意識・行動との関係を調べるために、ごみ分別回収開始1週間後、開始6か月後に質問票調査を実施した。なお、住民啓発活動がほとんど行われなかった介入群のRT22は分析対象から除いた。

## 3. 結果および考察

分別回収開始前のごみ量ごみ質調査の結果により、「実証事業」対象地区世帯の排出源単位は、有機ごみ1.67kg/人/週、有価物+その他ごみ1.07kg/人/週となり、有機ごみの割合を60.9%と算出した。ごみ分別回収開始1週間後および開始6か月後に行ったごみ量ごみ質調査の結果により、開始1週間後



表1 適正に排出された有機ごみ量と分別率

|                | 対照群<br>(住民啓発なし)                      |                    | 介入群<br>(住民啓発あり)                      |                    | 全世帯                                  |                    |
|----------------|--------------------------------------|--------------------|--------------------------------------|--------------------|--------------------------------------|--------------------|
|                | 適正に<br>排出された<br>有機ごみ量 <sup>(1)</sup> | 分別率 <sup>(2)</sup> | 適正に<br>排出された<br>有機ごみ量 <sup>(1)</sup> | 分別率 <sup>(2)</sup> | 適正に<br>排出された<br>有機ごみ量 <sup>(1)</sup> | 分別率 <sup>(2)</sup> |
| 分別回収開始<br>1週間後 | 1.26<br>(1.01)                       | 78.2<br>(21.7)     | 1.38<br>(1.28)                       | 72.1<br>(23.6)     | 1.31<br>(1.13)                       | 75.7<br>(22.7)     |
| 分別回収開始<br>6か月後 | 1.16<br>(0.94)                       | 74.6*<br>(23.1)    | 1.57<br>(2.26)                       | 78.1**<br>(21.8)   | 1.33<br>(1.62)                       | 76.1<br>(22.6)     |

<sup>(1)</sup>適正に排出された有機ごみ量:決められた日に出された指定の袋に正しく入っていた有機ごみの量、単位:kg/週/人  
 指定日以外の日に出された有機ごみ用指定袋の中の有機ごみは「適正に排出された有機ごみ量」から除いて計算  
<sup>(2)</sup>有機ごみの分別率:(適正に排出された有機ごみ量)/(有機ごみ用指定袋に入れて排出されたごみの総量)、単位:%  
 ( )内の値は標準偏差  
 サンプルサイズ:対照群 n=226、介入群 n=155  
 T検定により、分別回収開始1週間後と6か月後の値群を検定。\*P<0.05,\*\*P<0.01

に指定袋内の有機ごみの割合が、分別回収開始前に家庭から排出されたごみに含まれる有機ごみの割合と比較して14.8%増加した(60.9→75.7%)。これが対象地区での有機ごみ分別回収導入による初期の効果と言える。また、分別回収開始6か月後には開始1週間後と比較して、介入群で6.0%有意に増加し、対照群で3.6%有意に減少したことから、「実証事業」で導入された住民啓発により、適正に排出された有機ごみの割合が相対的に9.6%増加した(表1)。したがって、有機ごみの分別活動に対して住民啓発の明確な効果があったと言える。介入群で導入した住民啓発の効果発現の要因として、各RTの環境推進員、市政府職員が集うフィードバック会議で、環境推進員によるごみステーションの巡回指導や戸別訪問などの自発的な取り組みが共有されたことが、会議参加者の自発的な取り組み促進の動機づけになり、介入群RTの環境推進員による取り組みの拡大につながっていったことが考えられる。また、「実証事業」の対象世帯への質問票調査や環境推進員やRT代表に対する聞き取り調査の結果から、有機ごみ分別の改善は住民の意識変化によるものではなく、RT代表や環境推進員による監視強化の影響が大きいことが示唆された。

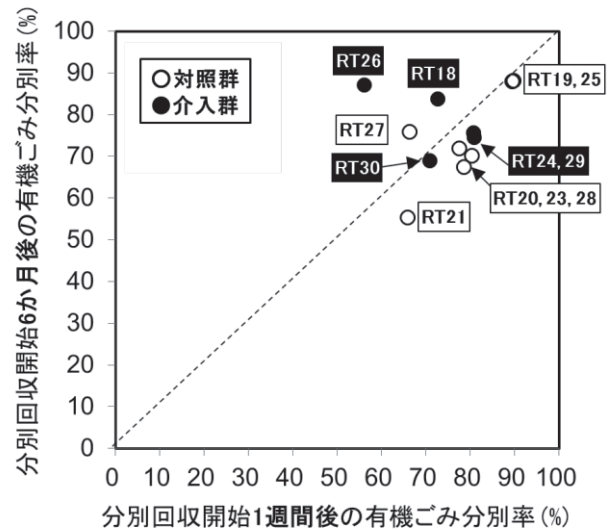


図1 分別回収開始後のRT別有機ごみ分別率

介入群で実施した住民啓発が有機ごみ分別率に及ぼす効果は総じて高いが、その効果はRTによって異なることが確認された(図1)。高いごみ分別率が得られたRTでは、聞き取り調査により、環境推進員やRT代表が指定された住民啓発活動以外の啓発活動を活発に行っていたことや、ごみステーションの場所の決定理由として監視の容易さを挙げていたことを確認した。また、これらのRTでは、「実証事業」開始に伴いそれまで使用していた不衛生なごみ集積所が閉鎖されており、「実証事業」開始による地区美化への評価が高いことが自発的な住民啓発活動実施の動機づけになっているものと推察される。

#### 4. まとめ

「実証事業」で導入した住民啓発により、有機ごみの分別活動が改善した。今回の有機ごみ分別導入時の短期的な効果発現は、住民の意識変化によるものではなく、環境推進員などによる住民のごみ排出活動の監視強化による影響が大きいことが示唆された。

## 廃棄物分野の国際環境協力と今後の課題

吉田充夫（(独) 国際協力機構／一般社団法人国際環境協力ネットワーク）

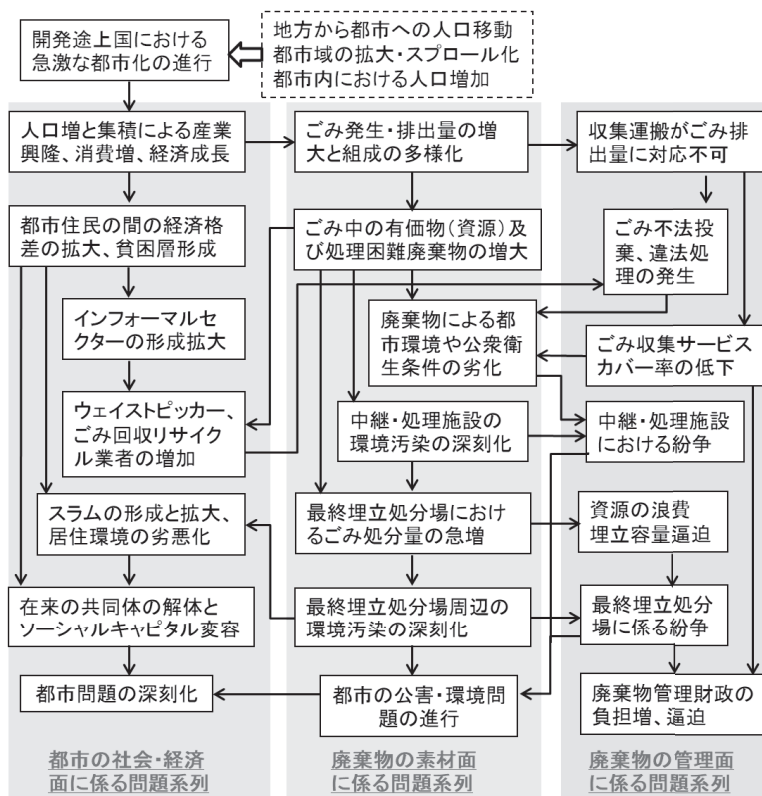
連絡先：吉田充夫 (yoshida.mitsuo@friends.jica.go.jp)

キーワード：都市化、廃棄物問題、開発途上国、国際協力

### 1. はじめに

20世紀を通して、世界の都市人口は2億人余から28億人余へと14倍に急増した。このような都市への人口集中（都市化）は、生産・流通・消費の集中を通じて経済成長（あるいは「開発」）を促進してきた反面、「都市問題」と呼ばれる居住、交通、労働条件、福祉、厚生などに混乱を引き起こし、公害・環境汚染問題や貧困問題などの否定的な問題を引き起こした。現在、開発途上国において問題にされている「ごみ問題」のほとんどは、このような都市問題の一つであると言える。その解決のためには、社会インフラ（社会基盤）の整備、廃棄物処理施設や機材・技術（いわゆる「ハード」）の導入、廃棄物管理システムと実施組織や人材、体制（いわゆる「ソフト」）の確立と能力強化、これらインフラ、ハード、ソフトを支える法制度、経済、社会が必要となる。

### 2. 問題の所在とその対応



開発途上国における都市問題としての「ごみ問題」の発生メカニズムはどのようなものだろうか？図1は問題分析を一般化したものである。この図から明らかのように、開発途上国の「ごみ問題」は、急激な都市化の進行と廃棄物量の急増、廃棄物種の多様化に伴い、3つの問題系列、すなわち、ごみ問題の一番規定となる都市の社会・経済面の問題系列（図1の左列）、廃棄物の素材面に係る具体的なごみ問題の問題系列（図1の中央列）、そして廃棄物を管理し統御する行政あるいは事業体の管理面の問題系列（図1の右列）、を引き起こす。これらは相互に関連しあいながら、問題を深刻化させ、ごみ問題にとどまらず全面的に都市問題を深刻化させる。

図1：開発途上国におけるごみ問題の問題分析図(吉田 2012)

### 3. キャパシティ・ディベロップメント支援

上述の問題を解決するために開発途上国自身が自らの取り組みを行っているが、その取り組みを支援し促進することが、国際環境協力の果たすべき役割であり、条件に応じて、情報交換、知識や経験の共

有、人材育成、技術指導、組織制度構築支援、財政的支援、社会意識啓発支援、が行われてきた。これらを総称してキャパシティ・ディベロップメント支援と呼び、その個人、組織、制度・社会システムの包括性と、実施主体の内発性の尊重が重視されている（JICA, 2005）。過去 10 年余の期間における JICA の廃棄物管理分野の技術協力、キャパシティ・ディベロップメント支援では、表 1 に示すような要素が実践されてきた。

表 1：技術協力の個別の協力要素（Yoshida(2016)を改変）

| 廃棄物管理事業の強化のための包括的なキャパシティ・ディベロップメント  |  |   |
|---|--|---|
| 1. 制度・社会システム面   | 2. 組織管理運営面   | 3. 技術面  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>・政治経済的な背景条件の把握</li> <li>・組織制度づくり</li> <li>・廃棄物に関する社会意識（公衆の意識啓発、支払い意思、合意形成、参加）</li> <li>・環境教育</li> <li>・公共と民間の事業連携（PPP）</li> <li>・社会的弱者・インフォーマルセクターの包摂</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>・廃棄物に関する政策制度策定</li> <li>・組織運営マネジメント</li> <li>・財政運営（O/M コストマネジメント、コストリカバリー、投資計画）</li> <li>・ガバナンス</li> <li>・経済ツール、行政手法の開発</li> <li>・環境社会配慮</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ごみ発生抑制、発生源分別</li> <li>・収集運搬の最適化と効率化</li> <li>・中間処理技術（微生物利用処理、マテリアル・リサイクル、エネルギー回収、有害廃棄物処理）</li> <li>・衛生埋立処分場建設</li> <li>・オープンダンプサイト安全閉鎖</li> <li>・調査・研究・分析・技術開発</li> </ul> |

ただし全体的な傾向としては、廃棄物事業の実施機関（地方公共団体の清掃局など）を対象とした支援協力の場合、「2. 組織管理運営面」や「3. 技術面」が取り組みやすく、重視される傾向があり、結果としてより複雑でステークホルダーの多い「1. 制度・社会システム面」の支援が必ずしも十分でない傾向がみられる。これは、一方で、開発途上国自身の持つ弱点の反映でもありとされる。

開発途上国においてしばしばみられる問題として廃棄物管理事業財政の脆弱性、持続可能性の弱さがある。これに対しては、都市化の受益者が、都市問題の一つとしてのごみ問題の対処に関し相応の処理処分コストを負担するメカニズムを導入することが必要であるが必ずしも進んでいない。国際協力での資金協力は、当面の資金ニーズを充足するかもしれないが、持続可能なものとするためには、コスト負担の在り方について、根本的に検討する必要がある。基本的には途上国・自治体の内政に属する課題とはいえ、国際協力においても制度・社会システムの課題として指摘していく必要があると考える。

**付記** 本稿で述べた見解は筆者個人のものであり、（独）国際協力機構や一般社団法人国際環境協力ネットワークの公的見解を示すものではない。

**参考文献**

JICA(2005) 開発途上国廃棄物管理分野のキャパシティ・ディベロップメント支援のために—社会全体の廃棄物管理能力の向上を目指して（改訂版）. JICA 国際協力総合研修所  
 吉田充夫(2012) すべての人々が恩恵を受けるダイナミックな廃棄物管理の発展—今日の開発途上国における廃棄物問題と支援協力の課題. 「都市清掃」第 65 巻（第 309 号）, p. 439-444.  
 Yoshida, M. (2016) Political Economy of Municipal Solid Waste Management in Urban Areas of Developing Countries and Framework of Capacity Development Support. *International Journal of Environmental Engineering*, Vol. 3(3), p. 80-85.

## 日本環境学会 第43回研究発表会 予稿集

---

2017年7月1日発行

発行 日本環境学会第43回研究発表会実行委員会  
札幌市豊平区旭町4-1-10  
(北海学園大学経済学部 浅妻研究室気付)

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





写真提供：NPO 法人  
EnVision 環境保全事務所