

環境儀

NO. 78

September 2020

国立環境研究所の研究情報誌

正しいごみ管理で 都市を水害から守る

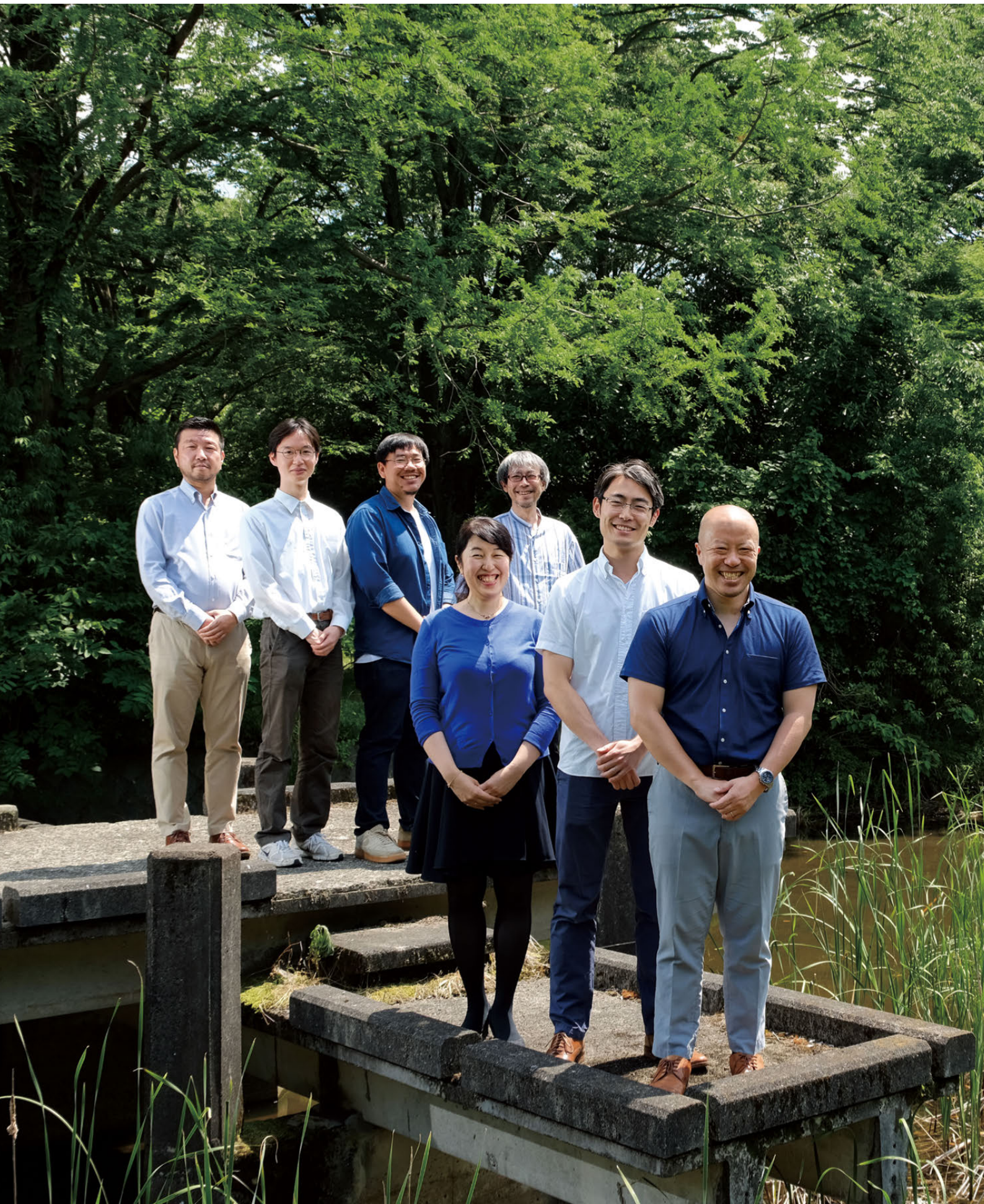
熱帯アジアの都市型水害の原因と解決策



国立研究開発法人

国立環境研究所

<https://www.nies.go.jp/>



雨が降ると街が水浸しになる。
それは当たり前のことではありません。
都市も人間と同じく健全な代謝が必要で、
洪水を防ぐためには、都市をつまらせているゴミを
正しく取り除く必要があるのです。

気候変動の影響を受けて、日本でもゲリラ豪雨が多発していますが、熱帯アジアでもスコールと呼ばれる気候帯特有の集中豪雨現象が大型化し頻発しています。大都市では、スコールの後に必ずといっていいほど道路が冠水し住居や店舗が浸水する被害が発生していますが、最近ではその範囲が拡大し、期間も長期化しています。

日本も含めてアジアの多くの都市は、その発展の早い段階から、いかにして都市内部の氾濫水や雨水を取り除くか、という排水機能を重視してきました。これまで、様々な治水対策を講じてきたにもかかわらず、都市型水害の問題が解消するどころか、むしろ増加しているのは、降雨気象の激甚化に加えて、都市化によって道路や土地が舗装され（人工被覆と言います）地下への水分浸透量が減ったことと、そのために建設された排水路が設計上の能力を発揮できていないことに問題があると考えられるようになってきました。

国立環境研究所では、災害環境研究の一環として、水害発生時の浸水被害を軽減するための予防策の検討、早期復興のための迅速な水害廃棄物処理スキームの提案、レジリエントな（強靱な）廃水・廃棄物管理システムの構築に関する取り組みを国内外で実施してきました。特に、熱帯アジアの都市における浸水被害の軽減や未然防止に向けては、ダムや地下放水路等の治水設備の建設のようなハード面の対策だけではなく、排水路の維持管理やごみ収集などの日々の業務の適正化という、ソフト面の対策が必要であり、有効なことを明らかにしています。

CONTENTS

正しいごみ管理で 都市を水害から守る

熱帯アジアの都市型水害の原因と解決策

- Interview 研究者に聞く
ごみ管理で
浸水被害を食い止める p4 ~ 9
- Summary
学際的なアプローチによる熱帯アジア都市における水路のごみ問題解決への取り組み p10 ~ 11
- 研究をめぐって
廃棄物の適正管理がもたらすレジリエントな社会 p12 ~ 13
- 国立環境研究所における
「アジア都市における災害廃棄物の適正管理に関する研究」のあゆみ p14

ごみ管理で浸水被害を食い止める

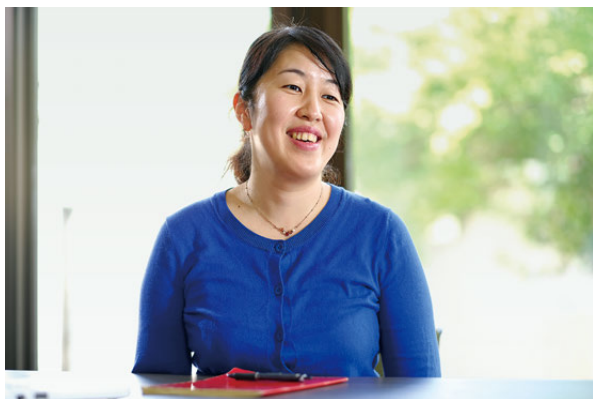
東南アジアの都市では、気候変動の影響による大雨や台風の増加で洪水が発生し、浸水が頻繁に起こっています。浸水被害拡大の要因には、排水路に流れ込むごみがあげられており、ごみを適切に管理すれば、都市の排水や治水の機能を最大限に活用できます。そうすれば、被害の拡大は抑えられるのです。この考えをもとに資源循環・廃棄物研究センターの石垣智基さん、多島良さん、久保田利恵子さんはタイやベトナムの人々と調査や啓発活動を行っています。



石垣 智基(いしがき とものり) 資源循環・廃棄物研究センター（国際廃棄物管理技術研究室）主任研究員



多島 良(たじまりょう) 資源循環・廃棄物研究センター（循環型社会システム研究室）主任研究員



久保田 利恵子(くぼた りえこ) 資源循環・廃棄物研究センター（循環型社会システム研究室）研究員

甚大化する浸水被害

Q：ご専門は何ですか。

石垣：環境工学です。ごみの処理・処分、廃水の浄化などの技術を開発し、都市のシステムに組み込むことを研究しています。

多島：公共政策学が専門で、環境をよりよくするためにはどんな制度を導入したらいいか、また導入したときにどんな効果があるかを研究しています。

久保田：経済学が専門です。どんな制度があれば人々が協力できるかを研究しています。

石垣：私たち3人は同じユニットに所属しており、それぞれ専門分野で調査や研究を分担しています。

Q：研究を始めたきっかけは何ですか。

石垣：2011年に東南アジアで大型の台風による大規模な洪水が起こったことです。タイの中央部を流れるチャオプラヤ川でも大洪水が起こり、流域にあるバンコクは大規模な浸水被害にあいました。そのとき、大量の水害ごみが発生し、街や排水路にあふれたことが問題になり、その処理について助言を求められたのです。これまでもたびたび洪水はありましたが、近年は都市化が進んで被害が甚大化しています。日系企業の工場が浸水するなど日本でもニュースになり、長期間の操業停止など産業にも影響しました。

Q：そんなにごみが多かったのですか。

石垣：ええ、どこかに集めて埋め立てればいい、ではすませられないほど、ごみの量は多かったですね。ごみを運ぶ道路も冠水し、処理施設も被害を受けたため、普段通りの処理ができませんでした。それで、東日本大震災での災害ごみの処理の経験を踏まえながら、できるだけ速やかに処理する方法や、リサイクルする方法などを現地の研究協力者や行政と考えました。

Q：それで研究プロジェクトが始まったのですね。

石垣：タイではスコールが降るだけで、道路の冠水や建物の浸水がおこります。バンコクのような大きな街で頻繁に都市型水害が起こる原因のひとつとして、ごみが排水路をふさいでいることが問題だ、と

当時から言われていました。水害を防ぐために堤防や大きな放水路などのインフラをいくら増やしても、その施設をきちんと管理できなければ本来の能力が発揮できません。そこで、実際に水路に詰まっているのはどんなごみなのか、ごみによってどんな被害が出ているのかを、まず明らかにしようとタイのバンコクとベトナムのフエ、規模の違う2つの都市で調査することにしました。

Q：ごみ処理のシステムは整っていますか。

石垣：日本と同じようなごみを統合的に管理するシステムはまだありません。国によって程度が違いますが、ごみを集めて決められたところに運ぶというシステムはかなり普及しています。ごみを運んだ先でいろいろな問題が起こります。たとえば、フィリピンでは、運ばれたごみが積み上げられて、その山が崩れて人が亡くなる事故がありました。ごみの山の内部が発酵して高熱になり、発火して火災になることもあります。すすを大量に含む黒煙や悪臭、時には有害ガスが発生して広範囲の人々の健康に影響を及ぼします。直接の健康被害がなくても、集めたごみが、管理されずに環境中に飛散・流出すると、景観も悪くなり、野生動物への影響も懸念されます。

水路への悪影響も考えられるようになりました。

ごみの実態を探る

Q：どのようにして水路のごみを調べたのですか。

石垣：排水路など数力所で、時期を変えてごみの組成を何回か調べました。バンコクでは、ごみの量がかなり多かったので、まず重機ですくい上げ、ごみを均質化した上で種類ごとに分類して、その重さや体積を量りました。フエではごみの量自体は多くなかったのですが、調査地点によりごみの種類などに違いがあったので、精度を高めるために現地の人々といろいろな地点を回って作業しました。

Q：どんなごみが多かったのですか。

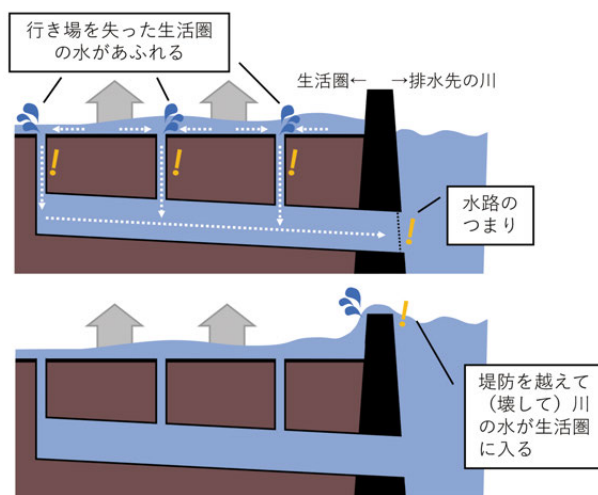
石垣：バンコクでは、生活ごみ由来のプラスチック、それに、大型の木材も多かったです。木材が多いのは、建設・解体工事で出た廃材を捨ててしまうためのものでした。水路沿いに住んでいる不法占拠者の古い家も壊れて流れてきます。水路の中のプラスチックはやがて海に流れていき、世界中で問題になっている海洋プラスチックごみになってしまいます。そこで、水路内のプラスチックごみから派生した研究も始まっています。一方、フエでは、植物の葉や枝のごみが多く

コラム①

都市型水害について

水害とは、自然現象により陸地が浸水し、住居、農地、工場や生活インフラが影響を受けて、人命・健康や資産に及ぼす被害のことをさします。自然の環境では、雨水は地面に吸い込まれたり地表面を流れたりしながら、ゆっくりと川にたどりつきます。都市では、地面が人工的に舗装されているので、雨水の多くは地面に吸い込まれずに排水溝に入り、人工的に作られた下水管や開放水路を経由して河川に放流されます。一時的な豪雨によって雨水等の都市に入るスピードが、都市から河川へ排水されるスピードを上回ったときに、排水溝や水路から水があふれて浸水することがあります。このような水害は内水氾濫と呼ばれます。他にも、低気圧（台風など）や前線の影響による河川や湖沼の増水、高潮や津波によって、堤防から水があふれたり堤防が決壊したりして起こる水害は外水氾濫と呼ばれます。

都市型水害とは、内水氾濫をさす場合もあれば、都市の人工被覆率の増加（地下浸透率の低下）によって誘発される外水氾濫を含めることもあります。いずれも、都市特有の冠水・浸水被害の長期化による影響をさすのが一般的です。都市型水害が発生すると、経済的に大きな打撃を受けるばかりでなく、ごみの発生や病原菌の拡散など衛生面の



■ 図1 都市型水害の起こり方

内水氾濫(上)：ごみが詰まる、排水先の水路が高いなどの理由で都市に入る水の速度が排水の速度より高くなった時に起こります。
外水氾濫(下)：川から水があふれたり、堤防が決壊したりして起こります。

問題につながることもあります。

都市型水害は、排水機能が十分に整っていない東南アジアの都市でよく起こりますが、2018年7月豪雨の例など日本でも起こっています。特に、短時間強雨と大雨の発生頻度が増加傾向にある最近では、都市部に雨水が急激に流入することもあり、従来は水害がなかった地域でも都市型水害が発生しています。

ありました。タイとは気候帯が違うので庭や街路の落葉樹から枯れ葉や枝が落ち、それが水路に入りこむためと考えられます。ベトナム人はきれい好きで、家のまわりを頻繁に掃除しますが、ごみは側溝に捨ててしまいます。側溝のごみが水路を詰まらせる原因になることを知らないため、無意識に捨てているのです。

Q：ごみの組成から浸水被害を調べたのですか。

石垣：水路でのごみの挙動をシミュレーションしました。水路で浮いているか、沈んでいるかでごみの挙動が異なるためです。それを数値モデルで示そうと比重などのごみの物性を踏まえて計算し、ごみが流れたときの詰まり方や、ごみが詰まったときの水の流れなどを予測できるようにしました。その結果、比重の軽いごみは柵で止まってもあまり水の流れには影響せず、ボトルのような形状のものは柵のところで回転し、水の流れを止めたり、柵の間をすり抜けたりとすることや、木材くらいの比重になると水面



■写真1 バンコクの水路

より下で柵をふさいで流れを止めることなどがわかってきました。雨の量、水路の流れの速さ、ごみの種類によって、排水路の水位がどれくらい上がり、浸水リスクが高まるのかも予測できるようになりました。バンコクでは、水草が大量に増えて困ると言われましたが、水草は水の流れに影響しないことがわかったので、ごみの対策のみを考えることにしました。

コラム②

住民のごみ投棄行動

バンコクの水路になぜ生活ごみが落ちているのか。はじめに考えた理由は、周辺住民による意図的なごみ投棄、つまりポイ捨てでした。そこで、生活ごみがたくさん落ちている水路沿いの住民に、普段どこにごみを捨てているかを選択式で尋ねました。その結果、公的に設置されているごみ収集ボックスの割合が高く、水路に投棄していると答えた人は多くありませんでした。この調査には、社会的望ましさのバイアスが生じることが知られており、回答者は社会的に望ましいとされる選択肢を選ぶ傾向があります。今回の調査では、ごみ収集ボックスにごみを出しに行く、という行為がそれにあたります。一方、水路へのごみ投棄は、一般的には社会的に望ましくない行為と考えられていますので、社会的に望ましい方向に答える傾向の強い人は、実際には水路にごみを投棄していたとしても、その選択肢を避けていることが疑われます。にもかかわらず、回答者の12%が「少しは」ごみは水路に投棄している、と答えた点は注目されます。

では、なぜ水路にごみを投棄するのでしょうか。その理由としては、「ごみ収集ボックスが遠いから」、「周りがそうしているから」、「水路へのごみ投棄を悪いことと思っていないから」、などが想定されます。そこで、アンケート調査でこれらの想定を含めて個人の考えを調べ、実際の行為との関連性を統計的に解析したところ、「災害や環境劣化のリスク認知」「地域美化への積極性」「周囲の環境のき



■図2 ごみが水路に入り込む多様なプロセス

ごみが水路に入るプロセスには、意図的に投棄するポイ捨てと、意図せず投棄される落下があります。

れいさ」の有無がごみ投棄の有力な要因と推察されました。この結果によれば、水路へのごみ投棄を減らすためには、ごみ投棄行動が水害の要因や公衆衛生の悪化につながることを周知させる活動、地域住民を巻き込んだ環境美化活動の実施などが、有効な手立てだと考えられます。

水路のごみがどこから来るかについて、ごみのポイ捨て以外の原因を行政担当者や住民へのヒアリングと現地調査の結果から探ったところ、水路にわざと捨てているわけではないが、意図せず落ちているという説が有力視されました。具体的には、①水上にせり出して建っている住宅からの落下、②自治体が設置している川沿いの集積所に残されたごみの落下、③住民が自己判断で川沿いに作った「個人用集積ポイント」からの落下、があると考えています。



■写真2 パンコクのごみ組成調査

水路のごみはどうして発生するのか

多島：水路のごみのことがわかってきたので、次は住民のどんな行為でゴミが発生するのかを調査しました。

Q：どのように調査したのですか。

多島：まずはアンケート調査を行い、加えて、川の近くのコミュニティや川沿いに住んでいる人などを対象に、ゴミがどうやって集められているのか、また住民がゴミ集積所などの管理にどうやって関わるのかなど聞き取り調査をしました。

久保田：実際に調査してみると、コミュニティの構造はタイとベトナムでだいぶ違っていました。

多島：聞き取り調査では、同じことを聞いても人によって回答が違うこともあります。だから、一人の回答だけで分かったつもりにならないよう気を付けました。

久保田：自治体は毎日ゴミを収集していると認識していても、住民からは週2日程度という答えがきます。立場によって、見ている現実が違うので住民と自治体両方から調べないといけなかったのです。

Q：どうしてそんなことが起こるのでしょうか。

久保田：ゴミの収集頻度など収集サービスに関する情報やルールが自治体、収集員、住民の間で共有されていないことが考えられる原因の一つです。収集の状況やルールは場所やコミュニティによって違うので、いろんな回答が出てくるようです。

多島：それぞれの話は理解できても、全体ではつじつまが合わずおかしい。日本人の私たちにとって、行政サービスは公平に提供されている、という思い込みがありました。国や地域によって異なる水路沿いのごみ収集のしくみと実態について、全体像を理解するためには2年近く粘り強く調査することが必要でした。

Q：どんな実態がわかりましたか？

多島：自治体は、収集ボックスを道路わきなどのスペースに置きます。間口が40cm四方、高さが1mくらいの、少し大きめの容器です。住民は決められた日にそこに生活ゴミを入れ、収集員が収集するのが基本の仕組みです。ところが、水路沿いの地域では少し違っていています。大きな道路が整備されておらず、ゴミ収集車が入れないので、収集ボックスは水路にせり出すよ

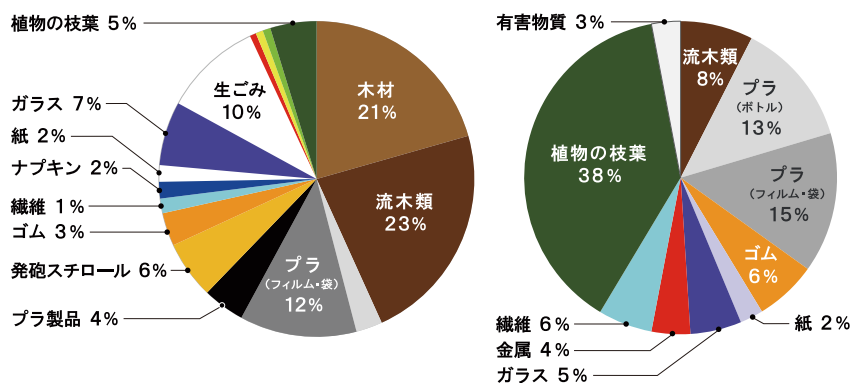
コラム③

排水路でつまりを起こすゴミの特徴

都市の排水システムには、さまざまな構造物があり、固形物がそこでつまって水の流れを妨げることがあります。側溝の蓋の隙間やメッシュ、マンホールの蓋に空けられた穴、水路に設けられた柵などは、ゴミなどが排水路に落下することを防止する機能があるものの、ゴミで完全にふさがれてしまうと、水を排除する機能自体が失われてしまいます。

水路をふさぐゴミには地域性や季節性の特徴があります。たとえば、タイのバンコクとベトナムのフエを比較すると、バンコクでは建材由来の木材と生活ゴミ由来のプラスチック類（ビニール袋やプラスチック製品の破片）が大半を占めていますが、フエでは街路樹や観葉植物由来の枝葉類が最も多く、次いで生活ゴミ由来のプラスチック類（ボトルや袋状のフィルム）が多いことがわかりました。

いずれの都市でも、非公式な資源回収業者が積極的に収集しているペットボトルや食品トレイなどのゴミはそれほど多



■図3 水路をふさぐゴミの組成(左)バンコク(右)フエ

バンコクでは、木材、木の幹などの流木、プラスチック類が多く見られました。フエでは、植物の小枝や枯れ葉などが多くみられました。プラスチック類・生ゴミ・ゴム・繊維類などの都市ゴミと考えられるゴミは、両都市ともに40%前後でした。

くありません(10%程度)でした。バンコクでは雨季に比べて乾季の方が水路にはえる水生植物が増える傾向がありました。一方、フエでは旧正月、フエフェスティバル、灌仏会、中秋節などの年間の文化的行事にゴミが増える特徴がありました。フエは熱帯モンスーン気候帯にあり、落葉は特定の季節に集中せず、乾季にも雨季にも落葉する樹木があるため、年間を通じて落葉の量は大きく変化しないこともわかりました。



■写真3 バンコクの水路沿いコミュニティでの社会調査

うに作られた集積所に置かれます。収集員は水路からボートで近づき、収集ボックスからごみを収集します。

石垣：ごみ収集用のボートがいっぱいになると、水路沿いのごみが回収されないこともあります。で、いっぱい集積所からごみが水路に落ちてしまうのです。

Q：ごみは分別されているんですか。

久保田：公式にはされていません。ただ、ペットボトルなどは民間の古物業者が買い取るので、お金になるごみは分けていますね。

多島：収集のキャパシティは足りず、集積所の管理も

行き届いていません。アンケート調査だけだとこのような実態はわからず、住民に聞いてわかったことです。

Q：調査は現地の人に手伝ってもらったのですか。

多島：現地の社会調査専門のコンサルタントに手伝ってもらいました。何回も通って、地元の信頼を得ないとなかなか実態はつかめませんでした。

久保田：タマサート大学の先生と学生にも手伝ってもらいました。先生と一緒に調査の具体的な方法を考え、学生にはコミュニティに通って、インタビューやごみ集積所の地図の作成をしてもらいました。

多島：タイの大学はコミュニティサービスや社会貢献が評価の対象になっています。この調査を通じて大学のコミュニティサービスの賞を受賞したそうです。

久保田：調査では、学生の住んでいるエリアではなく、不法居住者のいるコミュニティをあえて選びました。学生は、その状況に驚き、社会に違いがあることを認識する機会になりました。

住民の行動を促す

Q：水路のごみの発生原因がわかってきたのですね。

コラム④

アジアのごみ管理と貧困のつながり

アジアのごみ管理には、増え続けるごみ量に応じてさまざまな問題が山積しています。ここでは私たちの研究で着目した「ごみ収集」と貧困問題の関連性について取り上げます。

東南アジアの都市には多くの水路が存在しています。水路とその周辺の土地は公共が管理していますが、収入が比較的少ない貧困層の人々や出稼ぎ労働者などが不法に住みつけていることが少なくありません。私たちが調査したタイのバンコクを流れるラップラオ水路でも、水路に張り出した住居が密集して並んでいました。ここは各々が勝手に住みついて形成されたコミュニティなので、道も細く、車両が通行できる公共道路へのアクセスが難しくなっています。そのため、行政としては、公的サービスやサポートが必要な貧困層へのアプローチが難しいという問題に直面しています。

ごみ収集に関しては、陸路とは別に水路でのごみ収集部隊を組織して、ボートでコミュニティのごみを収集するなどの工夫をしていると自治体から聞いていました。しかし、現地の大学生との共同調査によれば、実際には水路沿いのコミュニティからのごみ収集は①各家庭が水路にせり出した公共ごみ収集所に直接持参する以外にも、②住居の近くに勝手に個

人的なごみ出しスペースを設置する、③自治体のごみ収集員が各家庭を訪問し収集する、④支援が必要な家庭がいくつかあるが、そのような家庭には有償ボランティアがごみ出しを支援する、などのパターンがあることがわかりました。さらに、住民と自治体の間ではごみ収集サービスの頻度やタイミングに関する認識に乖離があり、収集所にごみがたまってなかなか収集されない現実がわかりました。

ごみ収集と貧困問題を結び線が少し見えただしょうか？ごみ収集は住民が安全、快適に生活するために必要不可欠な行政サービスにもかかわらず、貧困層の人々が住む地域

はアクセスが悪いことが多いため、ごみ収集頻度が少なくなることが考えられます。ごみが適切に収集されないと、衛生状態が悪化し、感染症も発生・蔓延しやすくなります。貧困層の人々はごみ管理の点からも脆弱な環境に置かれ続けるのです。国連が定めた持続可能な開発目標(SDGs)の目標(11)では、2030年までに適切、安全、安価な基本的な都市サービスへのアクセスを確保し、スラムを改善することを目標にしています。その実現のため私たち研究者も都市サービスの提供方法を考えることを使命に研究しています。



■写真4 細い生活道路に並べられたごみ収集ボックス

多島：はい。次の段階では、住民にはたくさんのごみがある理由を知って、対策を考えてもらわないといけません。いくらごみを捨てないようにと啓発したところで、簡単には生活は変わらないでしょう。そこでもう1歩踏み込んで、アクションリサーチを進めることにしました。研究というと、研究者が客観的に証拠を集めて分析し、一般的な理論を作っていくことがイメージされると思います。初めに行ったアンケート調査では、研究者は部外者として、1歩引いた立場から対象地域を眺めます。アクションリサーチは、そんな研究と違い、研究者が地域に関わる一員として科学的な方法・視点を提供して、問題の解決を目指す研究のアプローチです。教育学から出てきた考え方ですが、防災などいろいろな分野で活用されていて、私たちの研究でも参考にしました。

石垣：ごみの実態や住民の状況がわかってきました。解決には住民の協力が必要なのでアクションリサーチの段階にきたのです。ここまで10年位かかりました。

Q：研究の成果や手応えを感じましたか。

石垣：世の中を劇的に変えるのはもちろんそんなに簡単ではないですが。ただ私たちの調査結果を踏まえて、水路の清掃頻度やタイミングが見直されるようになりました。住民とのコミュニケーションにも手応えを感じています。ごみのポイ捨てが水路をつまらせ、水位が上がったときに被害を受けるのが自分たちであることを、水路沿いの住民に理解してもらえれば、暮らしの改善と都市全体の浸水被害リスクの軽減につながると思います。

Q：道半ばといったところでしょうか。

石垣：そうですね。アジアの自治体でも縦割り意識が強くて、異なるセクションでの情報共有が進んでいないですし、それこそ会議室の中の人と現場で汗をかいている人たちの間での問題認識のギャップは大きいものがあります。それに市民と自治体との間にも考え方にギャップがあることがわかりました。しがらみのない外部の私たちが間に入ること、情報や問題意識を共有する横断的な場や、住民コミュニティと自治体の人たちを交えて会合する機会を設けることができました。

久保田：河川では上流と下流で言い分が異なり、例えば下流の人は上流の人がごみを捨てているというのですが、実際にはみんなが協力しないとごみは減らないのです。コミュニティ全体で啓発しないと効果につなげるのはむずかしいことを実感しました。

Q：ベトナムでの調査はどうでしたか。

久保田：社会主義国のベトナムでは、人民委員会という組織が大きな力を持っています。私たちは、委員会の許可が出る場所しか調査できません。調査の主旨を理解し、協力して頂けるまでの根回しも大変でしたが、結局、調査できた場所は比較的良好に管理されているところ

UBND Thành phố Huế tiếp và làm việc với đoàn Công tác Viện nghiên cứu môi trường Quốc gia Nhật Bản

Ngày 21 tháng 2 năm 2014.

Chiều ngày 19/2/2014, thay mặt lãnh đạo Thành phố, đ/c Hoàng Hải Minh, Phó Chủ tịch UBND Thành phố đã có buổi tiếp và làm việc với đoàn công tác của Viện nghiên cứu môi trường quốc gia Nhật Bản (National Institute for Environmental Studies - NIES) do Tiến sĩ Masato Yamada - Giám đốc NIES làm trưởng đoàn.



Cùng tham dự buổi tiếp còn có đại diện lãnh đạo các đơn vị Văn phòng UBND-UBND Thành phố, Phòng Tài Nguyên & Môi trường, Phòng Quản lý Đô thị, Phòng Kinh tế, Công ty TNHH NN Môi trường & Công trình Đô thị Huế và Trung tâm Hợp tác Quốc tế.

Mục đích chuyến công tác của Đoàn nhằm giới thiệu dự án điển hình về «Ứng dụng quản lý chất thải rắn trong các đợt lũ tại các nước dễ bị tổn thương khu vực châu Á», hiện đang được NIES triển khai nghiên cứu và dự kiến sẽ kết thúc vào tháng 11/2015. Trong đó Huế (Việt Nam) và một thành phố khác có ảnh hưởng tương đương với Huế của Thái Lan sẽ được nghiên cứu thí điểm. Mục tiêu chính của dự án này nhằm đưa ra các kế hoạch phù hợp với quản lý chất thải sau thiên tai tại chính quyền địa phương các nước Đông Nam Á. Huế thường xuyên phải đối mặt với các đợt lũ gây ảnh hưởng đến các hoạt động đời sống và xã hội. Chất thải phát sinh từ thiên tai như lũ lụt cần phải được xử lý một cách hợp lý nhằm mang lại môi trường vệ sinh cho người dân. Và các loại chất thải đó có thể được chuyển hóa thành tài nguyên tái chế nếu chúng được quản lý và phân loại một cách hợp lý. Với mục đích giúp thành phố Huế có sự chuẩn bị chu đáo trong việc quản lý chất thải trong thời gian diễn ra thiên tai, hình thành những giải pháp cơ bản về dự báo và phòng chống thiên tai, xử lý chất thải rắn, hình thành mạng lưới các thành phố và tổ chức những hội thảo nhằm chia sẻ những kinh nghiệm thông qua kết quả nghiên cứu của Dự án, NIES bày tỏ và tin tưởng rằng dự án này thật sự cần thiết đối với thành phố Huế.

Theo đó, tại buổi làm việc đ/c Phó Chủ tịch UBND Thành phố Hoàng Hải Minh và các đơn vị dự họp đã chia sẻ những kinh nghiệm của Huế trong vấn đề dự báo, phòng chống thiên tai (bão/lũ) và đặc biệt là vấn đề xử lý chất thải rắn phát sinh sau lũ, lụt. Đoàn công tác đánh giá cao những kinh nghiệm của thành phố Huế, trong đó việc nâng cao ý thức cộng đồng trong dân và huy động sức mạnh toàn xã hội trong công tác phòng, chống và xử lý hậu quả sau thiên tai, ngoài vấn đề kỹ thuật, phía NIES sẽ bổ sung trong dự án nghiên cứu của mình và vấn đề quản lý theo như kinh nghiệm của Huế.

■写真5 フェ人民委員会への訪問を伝えるフェ市の広報記事

になってしまうので、調査結果が一般的な状況とまでいえるかどうかはわかりませんね。

石垣：古くから水害を経験していたアジアの都市の中で、大都市のバンコクと、中小都市のフェでは、水害が起こった際の対処法は違います。都市機能の被害が国全体に及ぼす影響や、復旧のために割ける人員や予算も違います。まずは大都市と中小都市というくくりで情報を集めモデルケースを作ろうとしています。

多島：モデルケースができれば、規模に応じてそれを真似したい都市が現れると考えています。

久保田：正しくごみを捨ててもらえるように啓発の動画も作りました。現地の言葉で、わかりやすく説明した15秒くらいの動画です。YouTubeで公開しています。

Q：今後はどのように研究を進めたいですか。

多島：今回はまだ入り口に立っただけであり、引き続きいくつかのコミュニティと協働し、解決策を実施するところまでは到達したいです。また、コミュニティに私たちのような外部の者が入り、引き上げた後にどうなるのかが一番重要です。ですから、当面はバンコクやフェのフォローアップを続け、解決の道筋が描けるよう問題を整理したいです。時間がかかるので、じっくりと腰をすえて、住民の信頼を得ながら進めていこうと思います。

久保田：ミャンマーやカンボジア、ラオスなどタイの隣国でも同様の問題が起っています。問題の原因は似ていると予測していますが、これらの国々ではデータが不足しているので、今回のタイやベトナムの研究をもとにして調査したいと思っています。

石垣：自分たちの地域のことを、自分たちで考え、行動に移すのが地方自治の究極の形です。またSDGs(持続可能な開発目標)の達成に向けた行動指針においても、将来の社会のあるべき形として示されています。私たちの取り組みを地道に続けていき、ローカルな問題やそこから派生するグローバルな課題の解決に貢献していきたいと考えています。

学際的なアプローチによる 熱帯アジア都市における水路のごみ問題 解決への取り組み

近年、熱帯アジアのスクールは、大型化し、頻発しています。都市型水害が大きな社会問題となり、その原因が、排水能力の不足だけではなく、排水機能を果たせない水路の状態にあることがわかってきました。都市の複合的な代謝システムの正常化に向けて、様々な分野の研究者が一丸となって取り組んでいます。

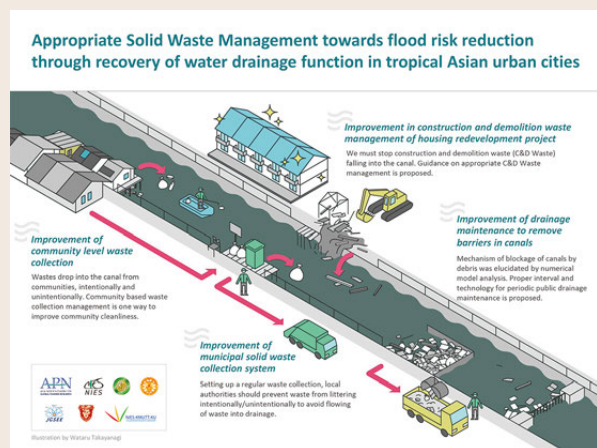
調査地の特徴

私たちの調査では、歴史上多くの浸水被害にあってきた熱帯アジアの都市として、タイのバンコクとベトナムのフエを選びました。バンコクは人口800万人を超える世界有数の大都市で経済的にも行政的にも問題を解決するための高いポテンシャルがあるものの、実際は廃棄物を含む環境改善や自然災害対応に関係する多くの問題を抱えています。フエはベトナムの旧都で、ベトナムの南北の要に位置する地政学的に重要な人口50万人弱の中規模都市です。都市の拡大にともなう重大な環境問題はそれほど顕在化していない一方で、大規模な風水害時には行政的な対応が遅れることもしばしばです。こうした都市の規模や対応能力、地理・文化的な多様性を考慮して異なるタイプの都市を選びました。

水路をふさぐごみ

バンコクには、18世紀末に王宮が設置され、チャオプラヤ川とその支流に囲まれた島を中心に水路が発達して都市が拡大しました。水路は水上交通の要でもあり、氾濫を繰り返していたチャオプラヤ川の放水路でもあり、水上市場など人々の生活の場としても発展しました。史上最大規模の水害として有名なのは1942年あるいは2011年のもので、いずれも北部および東北部で大量に降った雨が南下してバンコクを襲いました。これは、想定を超えた水量の移動によって発生する災害といえます。一方、近年頻繁に発生する都市型水害はそれとは異なり、短時間の豪雨が水路の排水能力を超えて市街地が浸水するものです(コラム①参照)。浸水の発生と長期化の要因として、当初は、水路にある粗大ごみや水面に繁茂する水生植物などが指摘されていましたが、私たちの調査の結果、木材やプラスチック類の影響が大きいことが明らかとなりました(コラム③参照)。木材は建設廃棄物の不法投棄や水路沿いの住居の朽廃、プラスチック類は生活系廃棄物の投棄によるものと考えられます。

フエはベトナムの旧都であり、王宮が建設された17世紀から、フォン川の水を引き入れて濠を形成し、城郭都市が完成しました。水路は城壁内外に張り巡らされた防衛線としての役割と、物流機能を兼ね備えています。過去にフエを襲った大水害の多くは、フォン川下流にあるタムジャンラグーンの増水・氾濫が逆流して地域一帯を浸水させたものでした。治水目的のダム建設により被害の軽減が期待されましたが、3つのダムが完成した後も毎年のように水害が発生しており、もともとラグーンの氾濫と同時に都市型水害が起こっていた可能性が指摘されています。河川に至る水路に入り込むごみは街路樹や観葉植物由来の落葉や枝などが多く、次いで、生活系廃棄物と考えられるプラスチック類の割合が高いことが示されました。



■ 図4 行政向けの政策提言の例

研究成果を踏まえてバンコクの行政担当者向けにまとめられた政策提言の一例です。つまりの原因となるごみを除去する水路清掃を特に雨季や豪雨予報時には頻繁に行うこと、水路脇の集落におけるごみ収集を住民とコミュニケーションをとりながら効果的に行うこと、水路脇の再開発事業において、建設廃棄物が不法投棄されないように指導することなど、政策の効果が具体的に伝わるように図を用いて提言しています。

水位を上昇させるメカニズム

水路に入り込んだいろいろなごみは、水の流れの変化や柵などの構造物との衝突によって様々な挙動を示します。数理モデルを用いて水路でのごみの動きを解析したところ、発泡スチロールのように体積の大半が水面上に浮かぶものは、目視では目立ちますが水路をほとんどふさがないことがわかりました。ペットボトルも水中では同じような挙動を示しますが、柵にぶつかりと水流に沿って回転し、広い開口幅(約16cm)の柵をすり抜けやすくなります。すり抜けてしまうと、水路をふさがませんが、そのまま下流に流れて、海洋に到達すると、いわゆる海洋プラスチックの排出源となるので、決して好ましいことではありません。木材はプラスチックに比べると水中に沈んでいる部位が多く、柵に引っかかるとそのまま水中に留まりやすく、水路をふさぐもっとも大きな要因となることがわかりました。その際の水路をふさぐ面積は、柵通過後の流速の低下率や水流のエネルギー損失と比例関係にあることが示されました。エネルギーの一部は摩擦で失われますが、残りは水路内水位の上昇という形で顕出することになります。バンコクのとある水路の実際のデータを使って検証したところ、1時間に60mmの豪雨の際に、水路柵の面積の50%相当がふさがれると、まったくふさがれていない時に比べて水位は40-50cm程度上昇し、水位が元通りに回復するのに時間もかかることがわかりました。これは、降水前の水位や降水条件しだいでは、容易に水路から水が溢れ、都市型洪水の発生が想定される結果です。水位が全体的に高くなる雨季や、時間降水量の多い気象が予測される場合には、水路をふさぐごみを集中的に除去するなどの対策をとれば被害が軽減することが見込まれます。

ごみを水路に投棄する要因は

バンコクの水路脇の住居やコミュニティは非常に入り組んでいるため、幹線道路からのごみ収集車のアプローチが困難なことがごみ収集のネックになっています。そのため、水路脇に集積場を設けて、ごみ収集ポートにより水路内からごみを収集するシステムとなっています。コミュニティでの聞き取り調査によると、8割以上の人ルールに則って集積場のボックスに生活ごみを出していますが、少数ながら水路に投棄する人もいるという実態が明らかになりました。こうした行動と関連する住民の意識として、環境保全への配慮や水路のごみもたらす悪影響についての知識の有無が挙げられました。水路にごみを投棄する人は、悪意を持っているわけではなく、それがどのようにして水路

の水位の上昇という形で自分たちの生活を脅かすことになるか、を単に知らないだけなのです。そこで、住民にわかりやすい形で正しいごみの捨て方を啓発することが水害防止に効果的だと考えられました。

一方、フエでは、集積場のボックスと自宅前にごみを出すシステムが併用されていますが、6割以上の住民がどちらでもなく、収集の合図とともにごみを持って出て収集者に直接渡している実態がわかりました。これは都市の規模、公共サービスの安定性、生活スタイルにも関係しますが、いずれにしても、水路に生活ごみを直接投棄していると回答したのはごくわずかでした。水路に多い街路樹や庭木由来の落葉・小枝は、水路に直接落下するものの他、個人宅の掃除や公共の道路清掃の際に水路に捨てられていると考えられました。樹木ごみの行方に関する啓発や水路への侵入を防ぐ技術的な改善の必要性が示されたといえます。

研究成果の実践、社会実装に向けて

調査研究を通じて、アジアの都市型水害の発生や被害拡大の一因に、水路がふさがれることがわかりました。その解決に向けてさまざまな取り組みが始まっています。ひとつは、行政部局の横断的な意思疎通・情報共有のための枠組み作りです。多くの行政部局は担当業務ごとの役割分担と管轄意識の強い、いわゆる「縦割り」といわれる状況に陥っています。水路の管理は下排水管理局、ごみの収集は環境部局、水路脇の住民コミュニティの対策は社会福祉部局、水路の修繕工事は建設局といったように、それぞれの部局で問題を認識していても、それを共有する機会はほとんどありませんでした。

私たちは、水路の立ち入り調査や住民の聞き取り調査の行政許可を得る過程で、各部局がもつ情報を共有し、解決の道筋を探るための連絡会議の設置を提案し、活用してきました。住民にとっては、水路管理に関する行政への不満が一元化され、速やかな対策が図られるというメリットが生まれるなど、この連絡会議は行政サービスの改善に貢献しています。

行政職員、特に技術職の能力開発という点では、実際に地元を所管する区や字レベルの担当者を対象に技術研修を実施しました。受講者の能力向上だけでなく、水路や水路脇住民の抱えるローカルな特性や課題についてお互いに知ることができるなど、貴重な意見交換の場となりました。住民向けの啓発という点では、「水路へのごみ投棄が水路をふさぐことにつながるので、浸水被害防止のためにもごみを正しく排出しましょう」、という内容のビデオクリップを作成し、行政の広報に活用してもらっています。

廃棄物の適正管理がもたらす レジリエントな社会

都市の発展にあたっては、人口増加や社会の変化に沿いながら、地域経済の生産性、住民の居住性、安全性を確保することが求められます。都市に住むあらゆる人々がインフラを含む公共・公益サービスの恩恵を受け、その意思決定に参加できる「包摂的な社会」を築いていくことが持続的な成長のためには必要不可欠です。また近年では、感染症や災害に襲われるリスクの急速な拡大に対して「レジリエント（強靱な）社会」づくりに向けた取り組みも進められています。

世界では

世界全体での、主要な自然災害（地震、津波、熱帯性低気圧、河川氾濫）による年間の損失額は、建造物だけでも30兆円を超えると推定されています。干ばつの影響など、農業の損失を含めると、この額はさらに大きくなると考えられます。この損失額は、とりもなおさず、災害発生時の復旧・補償のために世界全体で毎年準備が必要な金額と言えます。また、人命損失は低・中所得国に不均衡に集中しているという現実もあります。特に、小規模でも局所的に頻発する災害による被害が増加しており、社会の不平等、環境の劣化、都市開発の計画や管理の質の低さ、災害への対応能力の低さなど、開発途上国が直面する多くの深刻な課題が浮き彫りとなっています。

「国連世界防災白書2015」は、こうした災害リスクを軽減するためには、災害復旧のための準備や警戒システムの整備のような目に見える対策だけでなく、潜在的なリスクとその要因をつきとめて制御すること

が重要で、都市の開発計画に織り込むべきである、と指摘しています。具体的には、人為的な気候変動の影響、資源の過剰消費と廃棄物の排出、貧困や不平等などが、潜在的なリスク要因として対処が求められています。2015年に開催された国連防災世界会議では、仙台防災枠組2015-2030として、「防災」が各国の政策の優先課題と位置づけられること、全ての開発政策・計画に「防災」を導入すること、「防災」への投資を拡大すること、が提唱されました。

アジア太平洋諸国は災害リスクへの対応が必要な重点地域のひとつです。2年ごとに実施されるアジア防災閣僚級会議では、地域の災害リスク軽減に向けた実質的な討議が行われています。そして、都市の開発計画の策定において防災的な面を考慮するとともに、そうした案件に対して積極的に投資する例が増えてきています。たとえば、河川改修や排水路の拡充の際には、設計上の排水能力だけでなく、機能を維持するために底泥・廃棄物の除去作業をセットにするなど、実質的な排水強化に繋がるような計画が立てられています。

また、災害からの速やかな復旧・復興のためには、がれきや災害廃棄物の迅速な撤去と処理の体制をとることが必要です。廃棄物処理の実施計画を立てる際には、災害時の運搬・処理の多面的な協力体制を確立することや、災害を想定して多様な処理および資源化経路を普段から模索する動きも広がっています。

日本では

日本では、防災分野の最上位計画として防災基本計



■写真6 大規模化する水害被害（2011年のバンコクの例）

画があり、その中で災害の予防、災害からの応急対応、復旧・復興のための基本的な方針が定められています。また、災害の被害を抑え、素早く回復できる社会づくりのための計画として国土強靱化基本計画があり、これらを総合して災害に強い社会づくりを目指しています。環境分野では災害廃棄物に関連する対策が特に進んでおり、スムーズな復旧・復興を図るための、災害廃棄物対策指針という政府の方針が、近年立て続けに起こった震災・津波被害、土砂災害、水害等の状況を加味して、2018年に改訂されています。この指針には、廃棄物の処理や資源化のための施設を計画する際には、災害時の拠点となるような受け入れ機能や能力を考慮することや、災害が起ころうとも安定して運転ができるような立地や耐震性などを重視することが盛り込まれているとともに、廃棄物処理のための計画だけでなく地域の防災計画にも災害廃棄物の処理を位置づけるよう求めています。これに基づいて、都道府県や市町村は、災害廃棄物処理計画を策定し、平時の取り組み、災害発生時の応急的な作業、本格的な復旧・復興時の処理計画などフェーズに応じた対応策を検討し、他の自治体、各種業界団体、NGOおよびボランティア団体等との協力体制や予算措置の確保などを盛り込むことになります。我が国の自治体の問題対応能力は高く、国の支援体制も充実しているため、たとえば開発途上国のように行政の対応能力が低いために災害被害が拡大するような事態はあまり考えられませんが、それでも想定を大きく上回る複合災害の発生を念頭に置いて、準備をしておく必要があります。

政府は、大規模災害発生時における災害廃棄物対策行動指針も新たに作成し、廃棄物処理に関わる主体の役割を明確にして、連携・協力体制を構築することにより、力を結集して迅速な廃棄物処理と復旧・復興にあたることを目指しています。

国立環境研究所では

災害環境研究の一環として、国内およびアジア地域での災害リスク軽減に向けた取り組みを行っています。災害が発生すると、自治体は多くの業務に短時間で対応することが求められます。特に規模の小さな自治体では、復旧の初期段階から限られた人員で廃棄物の処理を進める必要があります。こうした状況下で、効率的に災害廃棄物の処理を推進するために、行政職員が優先的に行う業務として、処理を委託する業者や国への補助金申請など契約や財務についての事務作業をすすめながら、多様な関係者・支援者の交通整理をすることの必要性を明らかにしています。

住民向け広報ビデオクリップ



動画は「容器ごみ編」「粗大ごみ編」、「建設廃棄物編」の3本があり、資源循環・廃棄物センターHPで紹介されています。

<https://www-cycle.nies.go.jp/jp/report/waterwaygarbage.html>

その上で、平時における災害への備えを進めるための、「災害廃棄物情報プラットフォーム」を整備して、過去の優良事例や法制度の更新に関する情報の拡充を進めています。また、自治体が作成している災害廃棄物処理計画にもアクセスできるようにするなど、行政担当者や市民がどのような情報が必要としており、どのように見せると効果的か、ということ意識しながらアップデートをしています。

また、私たちの避難訓練と同じで、自治体の職員に災害時の仕事の進め方に慣れてもらうことは大変重要です。図上演習と呼ばれる災害発生時をシミュレーションした参加型の演習を実施することで、災害発生時の具体的なイメージが深まり、災害対応スキルや情報処理力が向上するという効果があることがわかってきました。そうした結果も踏まえて、全国で自治体職員向けの事前訓練が広がっています。

こうした国内での取り組み事例は、海外の自治体にとっても大いに参考にすることが出来ます。2011年のバンコクの水害を踏まえて、廃棄物を迅速にかつ衛生的に処理するためのガイドラインを作成しました。また、災害からの速やかな復旧・復興に向けては、迅速な処理だけでなく、廃棄物の処理・資源化施設が災害時の拠点となるように立地・設計することも重要です。平時の準備から、災害廃棄物処理を通じた廃棄物処理体制の更新と災害に対する強靱性の確保を含めた、「災害廃棄物管理国際ガイドラインおよびその技術資料(環境省)」の作成にも関わっています。

国立環境研究所における 「アジア都市における災害廃棄物の適正管理に関する研究」のあゆみ

国立環境研究所では、アジア都市における災害廃棄物の適正管理に関する研究を行っています。
ここでは、そのあゆみを紹介します。

年度	課題名
2006-2010	国際資源循環を支える適正管理ネットワークと技術システムの構築
2011-2015	アジア地域に適した都市廃棄物の適正管理技術システムの構築
2011-2015	アジア地域の持続可能な都市システムと廃棄物管理に関する研究拠点形成
2013-2015	頻発する洪水に対する脆弱性の高いアジア中規模都市における廃棄物管理の適応策の検討 * アジア太平洋地球変動研究ネットワーク公募型研究プログラム
2016-2018	熱帯アジアにおける都市廃水機能の回復による洪水リスク削減に向けた固形廃棄物の適正管理
2016-2018	熱帯アジアにおける都市廃水機能の回復による洪水リスク削減に向けた固形廃棄物の適正管理 * アジア太平洋地球変動研究ネットワーク地域支援型公募プログラム
2016-2020	アジア圏における持続可能な統合的廃棄物処理システムへの高度化
2016-2020	災害時の資源循環・廃棄物マネジメント強靱化戦略の確立
2016-2020	廃棄物管理技術の国内外への適用に関する基盤的調査・研究
2018-2020	社会変動を考慮した適応戦略に関する研究プロジェクト

本号で紹介した研究は、以下の機関、スタッフにより実施されました（所属は当時、敬称略、順不同）。

【研究担当者】

国立環境研究所：山田正人、遠藤和人、石垣智基、河井紘輔、多島良、久保田利恵子、Noppharit Sutthasil、中村公亮
 Joint Graduate School of Energy and Environment, King Mongkut's University of Technology Thonburi, Thailand,
 Sirintornthep Towprayoon, Komsilp Wangyao
 Kasetsart University, Thailand, Chart Chiemchaisri, Wilasinee Yoochatchaval, Rawit Thaweesub
 Hue University, Vietnam, Pham Khac Lieu, Hoang Cong Tin
 Thammasat University, Thailand, Soparatana Jarusombat



● 過 去 の 環 境 儀 か ら ●

これまでの環境儀から、廃棄物に関するものを紹介します。

No.57 「使用済み電気製品の国際資源循環～日本とアジアで目指す E-waste の適正管理～」

国立環境研究所では、国内の使用済み電気製品の発生や回収などのフローを調べ、中古電気製品や金属スクラップとして海外にも輸出されている現状や制度の課題を明らかにしてきました。また、アジア諸国でも、輸入ばかりでなく国内で発生する使用済み電気製品に対して、処理の状況や環境影響などの調査に取り組んできました。本号ではこれまでの研究活動やその成果を紹介しています。

No.31 「有害廃棄物の処理 ―アスベスト、PCB 処理の一翼を担う分析研究」

アスベスト（石綿）は建材を中心に大量に使用され、石綿を含む廃棄物の多くは最終処分場に埋立処分されてきました。2005 年に石綿による健康被害が社会問題化し、その対策が進められていますが、今後も、毎年 100 万トン強の石綿を含む廃棄物が数十年間排出され続けるといわれています。本号では石綿、PCB の処理技術の開発や評価に関する分析化学面からの研究を紹介しています。

No.24 「21 世紀の廃棄物最終処分場 ―高規格最終処分システムの研究」

国立環境研究所では、2001 年 4 月に循環型社会・廃棄物研究センターを設立、資源化・処理処分技術研究室を中心に、こうした問題についても科学的解決に向けて研究を続けています。本号では、最終処分場問題の「今」を明らかにするとともに、“入れる物”（廃棄物）の質を制御する、“入れ（埋め）方”や“入れ物”（処分場）を工夫し、なるべく自然のパワーを使って安定化する、双方向対話によって地域と共生する、そのような処分場―高規格最終処分システム研究を紹介しています。

No.14 「マテリアルフロー分析 ―モノの流れから循環型社会・経済を考える」

日本では、2000 年 3 月に廃棄物の適正な処理とリサイクルによる資源の有効利用を統合した形で循環型社会形成推進基本法（循環基本法）が制定され、2003 年 3 月にはそれに基づいた循環型社会形成推進基本計画（循環基本計画）が閣議決定されました。本号では、マテリアルフロー分析の研究の歩みを紹介するとともに、最近の成果として「循環型社会形成推進・廃棄物管理に関する調査・研究（中間報告）」の中から、循環型社会への転換に係わる諸施策の立案・実施・達成状況評価を支援することをめざす「産業連関表と連動したマテリアルフロー分析手法の確立」を紹介しています。

環 境 儀 No.78

—国立環境研究所の研究情報誌—

2020 年 9 月 29 日発行

編 集 国立環境研究所編集分科会

（担当 WG：江守正多、石垣智基、青柳みどり、中村省吾、岩崎一弘、滝村朗）

発 行 国立研究開発法人 国立環境研究所

〒305-8506 茨城県つくば市小野川 16-2

問合せ先 国立環境研究所情報企画室 pub@nies.go.jp

編集協力 有限会社サイテック・コミュニケーションズ

印刷製本 株式会社イセブ

無断転載を禁じます

「環境儀」既刊の紹介

No.32 2009年 4月	熱中症の原因を探る—救急搬送データから見るその実態と将来予測	No.55 2014年 12月	未来につながる都市であるために—資源とエネルギーを有効利用するしくみ
No.33 2009年 7月	越境大気汚染の日本への影響—光化学オキシダント増加の謎	No.56 2015年 3月	大気環境中の化学物質の健康リスク評価—実験研究を環境行政につなげる
No.34 2010年 3月	セーリング型洋上風力発電システム構想—海を旅するウィンドファーム	No.57 2015年 6月	使用済み電気製品の国際資源循環—日本とアジアで目指す E-waste の適正管理
No.35 2010年 1月	環境負荷を低減する産業・生活排水の処理システム—低濃度有機性排水処理の「省」「創」エネ化—	No.58 2015年 9月	被災地の環境再生をめざして—放射性物質による環境汚染からの回復研究
No.36 2010年 4月	日本低炭素社会シナリオ研究—2050年温室効果ガス 70%削減への道筋	No.59 2015年 12月	未来に続く健康を守るために—環境化学物質の継世代影響とエピジェネティクス
No.37 2010年 7月	科学の目で見える生物多様性—空の目とミクロの目	No.60 2016年 3月	災害からの復興が未来の環境創造につながるまちづくりを目指して—福島発の社会システムイノベーション
No.38 2010年 10月	バイオアッセイによって環境をはかる—持続可能な生態系を目指して	No.61 2016年 6月	「適応」で拓く新時代!—気候変動による影響に備える
No.39 2011年 1月	「シリカ欠損仮説」と海域生態系の変質—フェリーを利用してそれらの因果関係を探る	No.62 2016年 9月	地球環境 100 年モニタリング—波照間と落石岬での大気質監視
No.40 2011年 3月	VOC と地球環境—大気中揮発性有機化合物の実態解明を目指して	No.63 2016年 12月	「世界の屋根」から地球温暖化を探る—青海・チベット草原の炭素収支
No.41 2011年 7月	宇宙から地球の息吹を探る—炭素循環の解明を目指して	No.64 2017年 3月	PM _{2.5} の観測とシミュレーション—天気予報のように信頼できる予測を目指して
No.42 2011年 10月	環境研究 for Asia/in Asia/with Asia —持続可能なアジアに向けて	No.65 2017年 6月	化学物質の正確なヒト健康への影響評価を目指して—新しい発達神経毒性試験法の開発
No.43 2012年 1月	藻類の系統保存—微細藻類と絶滅が危惧される藻類	No.66 2017年 9月	土壌は温暖化を加速するのか?—アジアの森林土壌が握る膨大な炭素の将来
No.44 2012年 4月	試験管内生命で環境汚染を視る—環境毒性の <i>in vitro</i> バイオアッセイ	No.67 2017年 12月	遺伝子から植物のストレスにせまる—オゾンに対する植物の応答機構の解明
No.45 2012年 7月	干潟の生き物のはたらきを探る—浅海域の環境変動が生物に及ぼす影響	No.68 2018年 3月	スモッグの正体を追いかける—VOC からエアロゾルまで
No.46 2012年 10月	ナノ粒子・ナノマテリアルの生体への影響—分子サイズにまで小さくなった超微小粒子と生体との反応	No.69 2018年 6月	宇宙と地上から温室効果ガスを捉える—太陽光による高精度観測への挑戦
No.47 2013年 1月	化学物質の形から毒性を予測する—計算化学によるアプローチ	No.70 2018年 9月	和風スマートシティづくりを目指して
No.48 2013年 4月	環境スペシメンバンキング—環境の今を封じ込め未来に伝えるバトンリレー	No.71 2018年 12月	人口分布と環境—コンパクトなまちづくり
No.49 2013年 7月	東日本大震災—環境研究者はいかに取り組むか	No.72 2019年 4月	うみの見張り番—植物プランクトンを使った海洋開発現場の水質監視
No.50 2013年 10月	環境多媒体モデル—大気・水・土壌をめぐる有害化学物質の可視化	No.73 2019年 6月	アオコの実像—シアノバクテリアの遺伝子解析からわかること
No.51 2014年 1月	旅客機を使って大気を測る—国際線で世界をカバー	No.74 2019年 9月	アジアの研究者とともに築く脱炭素社会—統合評価モデル AIM の開発を通じた国際協力
No.52 2014年 4月	アオコの有毒物質を探る—構造解析と分析法の開発	No.75 2019年 12月	GMO アンダーザブリッジ—除草剤耐性ナタネの生物多様性影響調査
No.53 2014年 6月	サンゴ礁の過去・現在・未来—環境変化との関わりから保全へ	No.76 2020年 3月	社会対話「環境カフェ」—科学者と市民の相互理解と共感を目指す新たな手法
No.54 2014年 9月	環境と人々の健康との関わりを探る—環境疫学	No.77 2020年 6月	エアロゾルのエイジングを研究する—大気中のエアロゾル粒子はどのように変質していくのか?

●環境儀のバックナンバーは、国立環境研究所のホームページでご覧になれます。
<https://www.nies.go.jp/kanko/kankyogi/index.html>

「環境儀」



地球儀が地球上の自分の位置を知るための道具であるように、『環境儀』という命名には、われわれを取り巻く多様な環境問題の中で、われわれは今どこに位置するのか、どこに向かおうとしているのか、それを明確に指し示すべしという意図が込められています。『環境儀』に正確な地図・行路を書き込んでいくことが、環境研究に携わる者の任務であると考えています。

2001年 7月 合志 陽一
 (環境儀第1号「発刊に当たって」より抜粋)



このロゴマークは国立環境研究所の英語文字 N.I.E.S で構成されています。N= 波(大気と水)、I= 木(生命)、E.S で構成される○で地球(世界)を表現しています。ロゴマーク全体が風を切ったように進む動きは、研究所の運動性・進歩・向上・発展を表現しています。

リサイクル適性 (A)

この印刷物は、印刷用の紙へリサイクルできます。