

アメリカザリガニから学ぶ SDGs II

岐阜県立八百津高等学校自然科学部

安藤ひなた 佐藤脩斗 古山蒼亮

1 要旨

学校近くのため池の水と、そこに生息するアメリカザリガニの消化器官からマイクロプラスチック（以下 MPs と表記する）を発見し、素材も明らかにすることができた。ため池の水から見つかった MPs は、ポリスチレンであり食品トレイや発泡スチロールとして広く用いられている素材である。また、アメリカザリガニの消化器官から見つかった MPs は繊維状のポリエチレンテレフタレート（PET）であり、ペットボトルから再生された衣料品であると推察できた。いずれの MPs も私たちの生活の中から、摩擦や紫外線で細分化され大気を漂い、ため池に舞い落ちたと考えることができる。アメリカザリガニの体内に存在した PET はそのまま食物連鎖を経由して、私たちの体内にも入ってくる可能性が示唆される。

2 はじめに

2年前に私たちは、山間のため池（中組・塩口共同ため池上堤）の環境調査を始めた。ため池の水質検査やそこに生息する水生生物の調査などをする中で、MPs の存在が明らかになってきた。そこで、ため池の水から MPs を採取するとともに、ため池に多く生息しているアメリカザリガニから MPs を採取することを始めた。日本に生息しているザリガニ類は3種であるが、その形態的特徴や生息環境から本研究で用いるザリガニはアメリカザリガニ（*Procambarus clarkii*）である。また、アメリカザリガニは外来生物法の特定外来生物には指定されていないが、生態系被害防止外来種リストの「緊急対策外来種」に選定されている。アメリカザリガニによる被害は、在来種への影響だけではなく生態系全体への影響が大きく、陸域生態系の保護および生物多様性の損失を阻止するため駆除する必要がある。これは、持続可能な開発目標（SDGs）の目標 15「陸も豊かさを守ろう」に合致しており、SDGs の達成に貢献できる行動である。

ため池の環境調査を通して、山道の不法投棄やゴミのポイ捨ても気になっていたところに、「岐阜県『清掃活動ウェブページ』クリーンアップぎふ～海まで届け清流～海洋ごみを減らすために、海なし県でできること」というキャンペーン活動を知った。まさに私たちが取り組もうとしていた活動であり、海洋ごみ問題は私たちの生活の中に生きていると考えている。早速、ごみ拾いアプリ“ピリカ”に登録をし、校内の自然科学部サポーターと協力して、山道のごみ拾いを始めた。この活動は、SDGs の目標 14「海の豊かさを守ろう」に向けた活動である。

昨年は3年生の協力を受け、私たちの研究をサポートしてもらったが、今年は全校生徒に協力してもらい、アンケートを行うことができた。その内容は、アメリカザリガニに関すること、MPs・SDGs への理解度、「プラマーク」への関心度などである。また、今年の4月からコンビニ等でのスプーンが有料化されるというニュースがあり、これは SDGs の目標 12「つくる責任つかう責任」を目指している。持続可能な消費生活形態を確保するために容器包装プラスチックの削減は重要な課題であり、有料化に対する思いも聞くことにした。このアンケートを分析するにあたり、市街地で生活している生徒と山間部で生活している生徒との意識の違いに注目して行ったところ、明らかな結果が出た。これは、八百津町など山間部の自治体では、家庭ごみを減らす目的でプラスチック製容器包装（プラマーク）を回収し資源化を図っているのに対して、市街地である美濃加茂市や可児市はプラスチック製容器包装を可燃ごみとして回収していることが大きく影響しているものと思われる。つまり、個人の問題や生活スタイルの違いではなく、ごみの分別処理等の責任を担っている各自自治体の対応が重要であると考えられる。

さらに、八百津町で回収されたプラスチック製容器包装が、その後どのように資源として蘇っているのを学習するために、ひまわりクリーンセンターへの見学を行うことにした。また、樹脂判別ハンディセンサーモニターでのプラスチック分別を体験することで、リサイクルを身近に感じることもできた。

3 研究の目的

ため池は山間にあり生活排水等の流入はないが、東側の尾根の向こうにゴルフ場がある。したがって、そこからの残留農薬等の流入が懸念されるため、パックテストによる水質検査を定期的に行う。また、ため池の水やそこに生息するアメリカザリガニの体内からMPsを検出し、素材を明らかにする。さらに、MPsの原因となるプラスチックごみ等撤去を行うとともに、全校生徒へ身近な環境への興味・関心を感化するため、アンケート調査を行う。

4 材料と方法

(1) パックテストによる水質調査

ため池の水は、金昌山、蘇水山、千鳥山、真平山そして原山の谷合から流入している。また、金昌山、蘇水山、千鳥山の東側にはゴルフ場があるため、残留農薬等が含まれていないかをCOD、アンモニウム態窒素、亜硝酸態窒素、硝酸態窒素、リン酸態窒素の5種類の試薬によって調査を行う。また、その調査時の天候や水温、デジタルpHメータによる水質調査を行う。

- ①チューブ先端のライン（針）を引き抜く。すると、チューブ内に小さな穴ができる。
- ②その穴を上にして、チューブ内の空気を追い出す。
- ③その状態を維持して、汲んできたため池の水の中に入れ、つまんだ指を緩め、半分くらい水を吸い込ませる。その後、5～6回振り混ぜる。
- ④測定項目の反応時間に合わせて、チューブを標準色の上に乗せて比色する。
- ⑤測定日ごとに天候や水温、pHについて記録する。

(2-1) ため池の水からMPsを検出

- ①浮き付きプランクトンネット（100メッシュ）でため池の水を濃縮する。
- ②金属メッシュ（150）で濾過し、MPsを含む粒子を拾い出す。
- ③有機物を分解するため、30%過酸化水素に1週間漬ける。
- ④再び濾過して純水で洗い、実体顕微鏡でMPsと思われる粒子を試料とする。



図1 浮き付き
プランクトンネット

(2-2) アメリカザリガニの体内からMPsを検出

アメリカザリガニの原産地はミシシッピ川流域を中心としたアメリカ南東部からメキシコ北東部で、全長は通常10cmほどに成長する。成体の体色は赤～赤褐色であるが、若齢個体は淡褐色、黄褐色、緑泥色であり、高水温・低酸素・水質汚染にも耐性がある。雑食性で、陸水植物の落ち葉、藻類や水草等の植物や水生昆虫、オタマジャクシ、魚類等の動物など様々な動植物を捕食することから、生物多様性の面からも管理が必要である。

- ①41℃もしくは氷水で麻酔をかけ、大小の解剖はさみを使って頭胸甲を取り除き、慎重に解剖する。
- ②精密ピンセットで、エラ、胃、腸、中腸腺、胃石を小型シャーレに取り分ける。
- ③それぞれ、100mLビーカーに移し、30%過酸化水素に1週間漬ける。ただし、中腸腺については反応が激しいため、300mLビーカーを用いる。
- ④水と同じ要領で、濾過して純水で洗い、実体顕微鏡でMPsと思われる粒子を試料とする。
- ⑤ため池の水とアメリカザリガニの体内から集められた粒子をJAMSTECに郵送する。

(3) 「クリーンアップぎふ～海まで届け清流！～」への参加

- ①ごみ拾いアプリ“ピリカ”に登録する。
- ②活動日を決め、サポーターを募る。
- ③八百津町にボランティア活動の計画書を提出する。
- ④ピリカに活動内容を報告する。

(4) 全校生徒へのアンケート

- ①アンケート項目を決める。
- ②各クラスにアンケート用紙を配付する。
- ③アンケート結果を集計し、わかりやすくグラフ化する。



図2 ゴミ拾い活動

5 結果と考察

(1) パックテストによる水質検査

4月から8月にかけてのアンモニウム態窒素、亜硝酸態窒素、硝酸態窒素、リン酸態窒素およびpHについては、変化がなくため池への生活排水や残留農薬等の流入はないと思われるが、水温の上昇に伴い、CODの上昇が見られた。これは水生生物の活動が活発になったことによるものであり、過去3年間の年間周期と一致する。しかし、仕掛け籠による捕獲では、3年前はドジョウやタモロコ、オイカワといった魚類も捕獲できたが、今年はアメリカザリガニしか捕獲できなかった。また、トンボ類のヤゴ(幼虫)の目視も少なくなった。アメリカザリガニによる捕食が、在来生物の減少に拍車をかけ、生態系サービスが低下していると考えられる。

(2) MPsの検出

プランクトンネットで採取された試料はNo.1~4、アメリカザリガニのエラから採取された試料はNo.5~6、アメリカザリガニの消化器官から採取された試料はNo.7~10である。(図3)。JAMSTECの分析結果は、ため池の水から検出したNo.1はポリスチレン、消化器官から検出したNo.8とNo.9はポリエチレンテレフタレート(PET)であった。いずれも汎用性プラスチックであり、私たちの生活の中でよく使われているプラスチックである。ポリスチレンについては、シート状であったことから食品容器等が紫外線による劣化および摩耗によって細分化され大気中を漂い、ため池に落下したと思われる。また、PETについては繊維状であったことに加え、赤く染色されていたことから、ペットボトルから再生されたフリースなど衣料品の「糸くず」ではないかと考えている。おそらく、赤いPETの繊維は水生昆虫の幼生と間違われて、アメリカザリガニが直接もしくはアメリカザリガニが捕食した水生生物の消化器官にあったものである。なお、国内のペットボトルはリサイクル率を上げるため、染色されることはない。

また、ため池の水から検出したNo.2は非プラスチックのシリコン、エラから検出したNo.5とNo.6も非プラスチックのセラハンの可能性が高いと分析された。そして、ため池の水No.3とNo.4そして消化器官から検出したNo.7については特定できないと分析された。特定できなかったものについては、JAMSTECに送った試料に付着物が付いていたことが原因であり、試料作りへの反省をしたい。消化器官No.10についても付着物が多く、良い試料ではなかったようであるが、ナイロンの可能性が高いとの分析結果をいただいた。No.10は中腸腺からの検出であり、消化器官の中でも特別であると思われる。普通、食物として体内に取り込まれても消化吸収されない物質は排出され、体内に残ることはないが、中腸腺に入っていたとすれば、排出されることなく体内に蓄積される

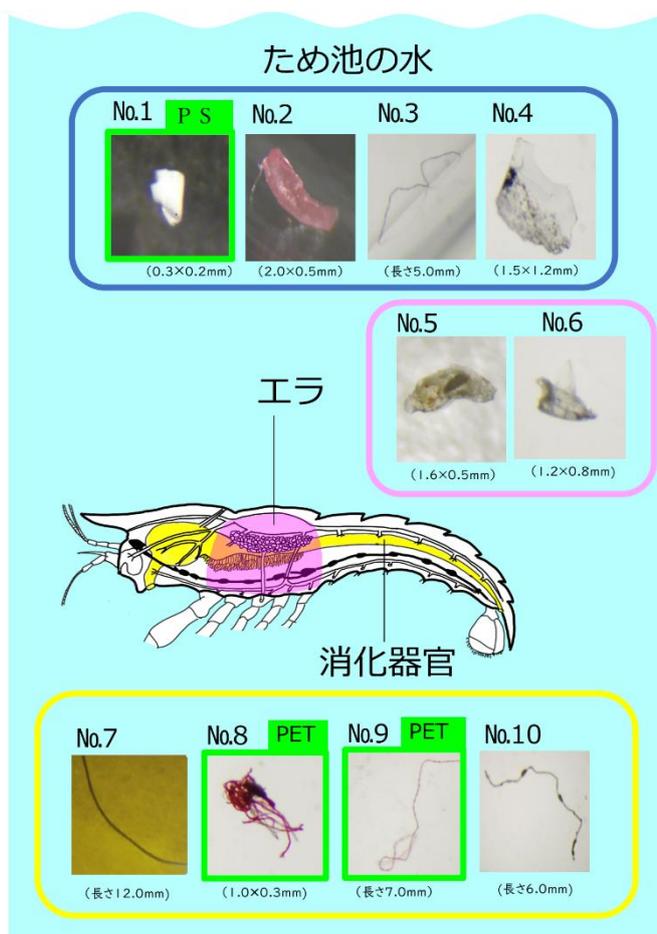


図3 JAMSTECに送った試料および結果

ことになる。これは、食物連鎖を通して生物濃縮が進むことで、MPs が生物の健康に与える影響が出てくることを示唆しているものではないだろうか。中腸腺は哺乳動物の肝臓であり、MPs がさらに細分化されナノプラスチックとして私たちの体内にも残留する可能性も考えられる。

(3) 「クリーンアップぎふ～海まで届け清流！～」への参加

調査しているため池の西側には、「人道サクラ街道」と呼ばれている車道がある。八百津町と御嵩町が峠を挟んでつながる道であり、人通りは少ない。調査のための機材を運ぶ時などで時々利用するが、道沿いには空き缶などの「ポイ捨て」が気になっていた。そこで、岐阜県「清掃活動ウェブサイト」のクリーンアップぎふの理念に共感して、ごみ拾いアプリ「ピリカ」を活用することにした。また、回収後分別したごみ等は、八百津町役場の協力で引き取ってもらえることになった。

初回は「ごみゼロ」に合わせて5月30日に行った。道路沿いでは空のペットボトルや空き缶、レジ袋に入れられたカップ麺や弁当の空箱を回収した。明らかに車からの「ポイ捨て」であり、モラルの問題である。さらに、道路から林の中を覗いてみると、衣装ケース、布団、茶わんや花瓶、履き古した靴などの生活用品から自動車の車体の一部や車の窓ガラス、タイヤが不法投棄されていた。ピリカに投稿してみると、たくさんの「いいね！」をもらい、大いに励まされた。

2回目は夏休みに入ったばかりの7月25日に行ったが、この活動を知った友人も参加してくれた。道路沿いのごみは前回と同じような感じであったが、ガードレールを越えた直ぐのところでも大量のミシン糸を回収することになった。黒いごみ袋に入れられてあったものの、まだ汚れていなくて捨てるにはもったいない状態であった。これらの糸は合成繊維であり、自然界では分解されない。よって、野生動物が誤って食べたり、風化したりしてマイクロプラスチックになっていくと思われる。

この活動を通して、身近な環境問題を考えていく上で生態系全体を見ていく必要があることを学ぶことができた。持続可能な開発目標に向けて、循環型社会の創生が急務であり、自分たちでできることから始めることが大切である。また、ピリカの活動は互いの活動を共有することで、その輪が広がり継続していく力になる。特に、私たちの生活を便利にしてくれているプラスチックがごみとして捨てられ、放置されているとやがては海洋プラスチックごみとして世界中の海を漂流し続け、海洋汚染を引き起こすと考えることができる。海洋汚染はそこに留まることなく、地球規模での環境汚染となり、私たちの生活に跳ね返ってくることも予想される。それは、アメリカザリガニの体内から見つかったマイクロプラスチックが物語っている。



図4 ごみゼロ運動



図5 回収したミシン糸



八百津高校 自然科学部・👤1・👥5人
5/30に「人道のサクラ街道」で拾ったゴミを分別しました。ゴミはペットボトルや缶、ビン、コンビニなどで売られている弁当の容器、レジ袋、大きいものは車体の一部。乾電池や陶器もありました🙄

ありがとう



コメント

lime096 2022-06-02 16:06
お疲れ様です。
それにしても凄い量のゴミでしたね。

図6 ピリカのコメント

3回目の清掃活動は2学期が始まったばかりの9月2日に行った。ここでは、借用したハンディープラスチックセンサーを用いてプラスチックの成分分析を行った。廃棄されていたプラスチックごみは、さまざまな素材からできており、プラスチックをリサイクルすることへの難しさを実感することができた。

(4) 全校生徒へのアンケート

昨年は3年生を対象にマイクロプラスチック等への調査を行ったが、今年度は全校生徒269名に対して行うことができた。私たちの生活圏は大きく郡部と市部に分けることができ、その郡部と市部で使用済みプラスチックの回収方法が異なっている。郡部ではプラスチック製包装容器は回収され委託業者に引き渡されるのに対して、市部では可燃ごみとして回収し焼却されている。この家庭でのプラスチック製容器包装の処理方法が私たちの意識にどのような影響を与えているのかを中心にアンケートの分析を行った。また、郡部で回収されたプラスチック製容器包装の「ゆくえ」を調査するため、回収業者であるひまわりクリーンセンターの見学を行った。そこで、集められたプラスチックはさらに選別され、入札にかけられてリサイクルされていることを学んだ。

アンケートはアメリカザリガニに関すること、マイクロプラスチックに関すること、SDGsに関すること、コンビニでの買い物に関すること、プラマークに関する内容をYESかNOで回答してもらい、コンビニのスポーンが有料化された場合、いくらまでなら購入するかを書いてもらうことにした。

アメリカザリガニについては、郡部でも市部でも半数くらいの生徒が確認していた。外来生物の特徴として、侵入しているため池とまだ侵入していないため池が混在していることがわかった。マイクロプラスチックやSDGsに対する理解についても、郡部と市部では変わらなかったが、図9に示した通り、SDGsを意識して生活していると答えた生徒が3割程度と低いのが気になった。

コンビニでの買い物の様子やプラマークをみたことがあるかについても差はなかったが、「プラマークの意味」については14ポイントの差で郡部の生徒が高かった。

(図10)プラスチック製容器包装を分別することで意識できるようになったと考えられる。

使い捨てプラスチック製品の削減を目指す「プラスチック資源循環促進法」が今年4月1日に施行され、コンビニのスポーンが有料化されると思われたが見送られた。本校の生徒の意識調査の結果からは、有料化された場合5円なら買うと答えた生徒が一番多く、大多数の生徒が10円までならしょうがないと考えていることがわかった。木製のスポーン等の工夫が求められている。



図7 素材分析の様子



図8 ひまわりクリーンセンターの見学

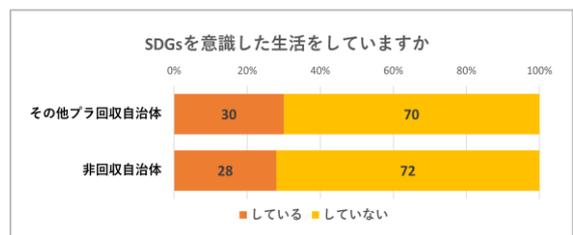


図9 アンケート結果(抜粋①)

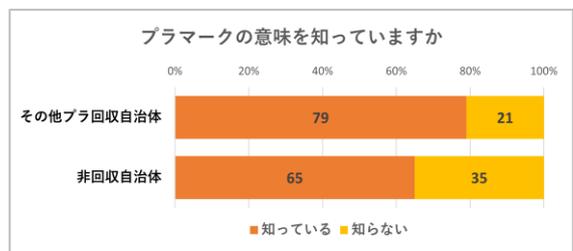


図10 アンケート結果(抜粋②)

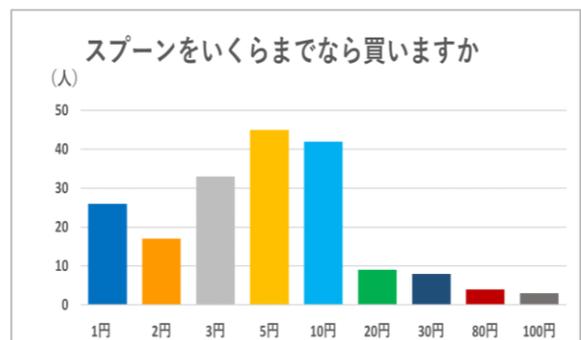


図11 アンケート結果(抜粋③)

8 展望と課題

プラスチックは化石燃料である石油という資源であり、様々な素材を作り、生活を豊かにしてくれている。しかし、資源には限りがあり、使い続けると枯渇してしまう。この資源を大切に使い続けるために、廃棄物のリデュース（reduce, 発生抑制）リユース（reuse, 再利用）リサイクル（recycle, 再生利用）という3Rと呼ばれる考え方がある。そこで、私たちはもう一つのR、リフューズ（refuse, 断る）を加えた4Rを提案したい。便利なプラスチック製品を断ることは難しい場面も多いため、コンビニのレジの前に「プラスチックスプーンが必要なら、お申しつけください。」などと店側が張り紙をして、余分なプラスチック製品を配付しないようにすることが考えられる。

また、プラスチックの再利用は、マテリアルリサイクル、ケミカルリサイクル、サーマルリサイクルと分類することができるが、私たちは、図12で見られるようにサーマルリサイクルは熱エネルギーが循環せずに放出されるので、リサイクルと考えることができない。日本における2020年度の廃棄プラスチック総排出量822万トンのうち、62%がサーマルリサイクルであり、分別してリサイクルしていくことが重要である。



図12 プラスチックのリサイクル 科学と人間生活 (数研出版)

9 謝辞

本研究では多くの方々からご支援、ご指導をいただいた。ため池の調査では、八百津町農林課 佐伯卓也氏に便宜を図っていただき、ため池の管理責任者であるため池組合会長 白木希岳氏から調査許可をいただいた。マイクロプラスチックの成分分析および解説においては海洋研究開発機構 (JAMSTEC) 藤倉克則氏、金谷有剛氏、朱春茂氏、松田浩美氏、そして、同じく海洋研究開発機構 三上亜矢氏にはアウトリーチを担当していただいた。そして、ひまわりクリーンセンターでの解説を株式会社橋本嶋本和人氏、その仲介では八百津町水道環境課 古田将貴氏、ハンディープラスチックセンサーの貸し出しには株式会社リコー 永島諭氏、吉岡信治氏に協力いただいた。この場を借りて深く感謝申し上げます。また、本研究の一部は、公益財団法人中谷医工計測技術振興財団からの科学教育振興助成および日本陸水学会東海支部会の研究助成を受けて行いました。

10 参考文献

- 1) 環境省 自然環境局 日本の外来種対策 アメリカザリガニ
<https://www.env.go.jp/nature/intro/2outline/attention/amezari.html>
- 2) 古屋康則・松野綾野・三宅崇・須山知香・斎藤和範
アメリカザリガニの解剖教材としての利用と麻酔法の検討
岐阜大学教育学部研究報告 (自然科学) 第37巻、7-11、2013年3月
- 3) 渡辺採朗 体 (からだ) を観察する「動物の解剖 (観察) マニュアルと図譜」本の泉社
- 4) 図解でわかる14歳からのプラスチックと環境問題 太田出版 (2019)
- 5) 高田秀重 プラスチックの現実と未来へのアイデア 東京書籍 (2019)
- 6) 中嶋亮太 海洋プラスチック汚染 岩波書店 (2019)
- 7) 環境省 環境再生・資源循環 容器包装リサイクル法とは
http://www.env.go.jp/recycle/yoki/a_l_recycle/index.html
- 8) 武田道夫・阿部栄喜
カニ甲殻のキチン質の分離について-I. EDTA および酵素による分離