

水環境調査への生物応答試験の活用に向けた比較検討

Comparative study for utilization of bioassay methods for water environment survey

田中 仁志*
Hitoshi TANAKA*

埼玉県環境科学国際センター 水環境担当
Water Environment Group, Center for Environmental Science in Saitama

摘 要

河川等の公共用水中には、生物に有害性を有する様々な未規制物質が存在すると考えられるが、それら全てを把握するのは困難が伴う。水中に存在する様々な物質を対象にした生物影響を総合的に評価する手法として生物応答試験（バイオアッセイ）がある。平時のみならず、化学物質の流出事故等の緊急時に活用するなど、公共用水管理に有用と考えられる。自治体の環境行政を科学的見地から支援する役割を担っている地方環境研究所（地環研）におけるバイオアッセイの取組を振り返ると、生物への影響が懸念された内分泌攪乱化学物質（いわゆる環境ホルモン）問題の2000年頃に続き、生物応答試験を用いた排水の評価手法（いわゆる日本版WET）とその活用の手引きを国が取りまとめた2019年頃が、取組気運の高まりを迎えた時期に当たるといえる。本稿では、これまでの地環研が取り組んだバイオアッセイの結果を整理すると共に、現在、国立環境研究所第Ⅱ型共同研究の制度を活用し、公共用水の影響評価や管理へのバイオアッセイの導入に向けた全国の地環研による共同研究とそこから見えてきた導入への課題について報告する。

キーワード：亜慢性毒性、河川水、急性毒性、生物影響、バイオアッセイ

Key words：subchronic toxicity, river water, acute toxicity, biological effects, bioassay

1. はじめに

全国の河川の水質を生活環境項目として環境基準が設定されている生物化学的酸素要求量(Biochemical Oxygen Demand: BOD)で評価した場合、令和2年度では、類型指定水域(2,567水域)における環境基準達成率は93.5%である。また、BODの昭和54年度からの推移をみると、昭和62年度までは3.0 mg/L程度であったものが、年々低下傾向を示し、令和2年度は1.2 mg/Lとなっている。水生生物保全に係る環境基準項目である全亜鉛、ノニルフェノール、直鎖アルキルベンゼンスルホン酸及びその塩(LAS)の河川の環境基準達成率は、それぞれ98.5%、100%及び99.6%であった(環境省水・大気環境局(2022a)、令和2年度公共用水域水質測定結果(令和4年1月))。このように河川における環境基準達成率は概ね達成されている状況にあると言える。一方で、亜鉛の環境基準値と実際の環境における生態毒性の発現について、亜鉛はタイヤなど非点源排出源からの負荷が存在し、事業所の排水基準の規制を強化するだけでは、環境基準の達成は困難な場合があることが予測されている。さらに、休廃止鉱山周辺

の河川では生態毒性の強い亜鉛以外の重金属濃度が高濃度で存在しているといった問題点が指摘されている(岩崎・及川, 2009)。

生物応答試験(バイオアッセイ)は、水中に存在する様々な物質を対象にした生物影響の総合的評価方法である。国は水質の評価・管理等に試験生物を用いる手法(諸外国においては、「Whole Effluent Toxicity(WET)」手法と呼ばれているため、いわゆる日本版WET)の検討を行い、排水の評価において生物応答試験を使用・活用することを自ら考える事業者等に向けた手引きとして、「生物応答試験を用いた排水の評価手法とその活用の手引き(中間とりまとめ)」の形でとりまとめられた(環境省水環境課, 2019)。

一方、埼玉県では、河川や水路での油類、着色水及び魚のへい死などの異常水質事故が毎年度200件前後発生している。令和2年度は134件、令和3年度は144件でやや例年と比べると少なかった。令和3年度における発生件数の内訳は、油類の流出が81件と最も多く、魚のへい死が27件(内原因不明22件)、着色水・濁水の流出が32件、その他の異常が4件だった(埼玉県, 2021)。令和2年度の神奈川

受付：2022年8月20日、受理：2022年11月24日

* 〒347-0115 埼玉県加須市上種足914, E-mail：tanaka.hitoshi@pref.saitama.lg.jp

県内の水質事故発生件数は220件だった(令和元年度は184件)。内訳は、魚死亡10件(うち、原因判明1件)、油浮遊109件、その他(着色・汚濁等)101件、水系別では、境川水系が53件で最も多く、以下、相模川水系が29件、鶴見川水系が18件だった(神奈川県, 2021)。令和2年の愛知県所管は91件、魚のへい死13件(原因不明12件)、油流出54件、その他24件であった(愛知県, 2021)。静岡県は、魚のへい死17件(内原因不明14件)、油の流出73件、その他23件であった(静岡県, 2019)。大阪府は、平成30年度の54件のうち、油流出25件、魚のへい死15件、その他14件であった。平成26から30年度の魚のへい死65件のうち、原因判明数は22件であった(大阪府, 2022)。このように例年、全国の河川で魚のへい死を伴う水質事故が発生しているが、その原因が明らかになった割合は、大阪府で30%を超える場合があるものの、10%~20%であった。

著者の所属である埼玉県環境科学国際センター水環境担当では、行政部局から予算が令達されている業務の1つに異常水質事故の原因究明がある。事故の調査を担当する行政機関から、魚のへい死を伴う水質事故に係る相談や水質分析の依頼が年間数件程度ある。このような役割は、埼玉県(2021)に限らず、山形県環境科学研究センター(2022)、さいたま市健康科学研究センター(2021)、福井県衛生環境研究センター(2020)、熊本県保健環境科学研究所(2020)を始めとする全国の地方環境研究所(以下、「地環研」と略す)で担っている。しかしながら、河川における魚のへい死原因の調査は、調査時には魚のへい死を引き起こした原因物質は既に流下して留まらず、化学分析による原因物質の特定は困難であることが要因となり、原因把握に至っていない事例が多いと考えられる。このような場合に、バイオアッセイは事故調査を行った時点における水生生物への影響の残存の有無を判断することができる点で有用と考えられる。公共用水域を対象としたバイオアッセイについては、研究レベルで個別に実施された事例が確認されているが、試験法は現時点では確立されていない(環境省水環境課, 1999)。宮城県では、魚類(アカヒレ)を使用したバイオアッセイ(AOD試験)が、アルミニウムの毒性が酸性状態で増強され、魚類のへい死を引き起こしたとする原因究明の起点となった事例がある(赤崎・松本, 2018, 後藤・吉岡, 2021)。また、福岡市では、魚のへい死時の対応手順として、魚類のへい死が生じた水試料を用いて魚(グッピー)を飼育し生死を検討する簡易毒性試験を導入している(馬場, 2012)。このようにバイオアッセイは平時の水環境管理のみならず、水生生物への影響を伴う有害物質等の流出事故など緊急時に有用と考えられる。ここでは、地環研の立場から、地域の水環境の保全の上での排水や環境水などの評価・管理における各種バイオアッセイの取組

と課題及び今後の展望について考えたい。

2. 地環研におけるバイオアッセイの活用

2.1 河川水を対象にしたバイオアッセイの取組事例

地環研は、自治体の環境行政を科学的見地から支援する役割を担っており、自治体の行政ニーズに応じた課題解決型の研究課題を立ち上げている。こうした視点でバイオアッセイに関する全国の地環研の取組を振り返ると、「内分泌攪乱化学物質問題への環境庁の対応方針について－環境ホルモン戦略計画 SPEED'98－」(環境庁, 1998)が取りまとめられた2000年頃は、環境中の有害化学物質の監視へバイオアッセイの取組が行われた。佐々木ほか(2000)は、東京都内の河川水について、Microtox試験、Ames試験、オオミジンコ遊泳阻害試験及び藻類増殖阻害試験による環境中の有害化学物質の幅広い監視・検索の有用性を示した。森ほか(2000)は、神奈川県内の7河川の抽出物における変異原活性をカートリッジ型固相吸着剤の変異原活性と比較した結果、ディスク型固相吸着剤は、通水所要時間が短く吸着剤からの水分除去もしやすいことから、河川のAmes変異原性試験に有用であることを明らかにした。影山ほか(2010)は、全国の地環研が参加した発光umu試験を用いて2008年及び2009年に全国16都道府県の110河川水の遺伝毒性を測定した結果、複数の地点で活性があったことを報告している。永洞ほか(2000)により、バイオアッセイと化学分析を用いた河川水汚染の包括的評価が検討されている。このような藻類、甲殻類を用いた試験の影響のみならず、umu試験やAmes試験などDNAに対する直接的な影響を評価する試験が河川水への評価に活用されているのが特徴と考えられる。また、島田・野崎(2000)は、水生昆虫のホタルトビケラを用いた急性毒性試験方法を開発し、幼虫は殺虫剤に対して高い感受性を示すことを報告するなど、地環研の研究者により独創的な試験法が開発されている。豊倉(2000)は河川から検出される若しくは環境基準が設定されている有機りん系農薬や有機塩素系化合物を対象としたタマミジンコの急性毒性試験を行っている。田中ほか(2003)は、水田から流出した除草剤の河川までの流下経路における挙動を調査すると共に、単細胞緑藻クラミドモナスの生長率から評価した。固相抽出カートリッジに吸着しやすい除草剤及び疎水性有機物によって河川一次生産が阻害される可能性を示した。

内分泌攪乱化学物質問題に対する世間の関心が高まった2000年頃から概ね20年後は、生物応答試験を用いた排水の評価手法(いわゆる日本版WET)が国により検討され、その活用の手引きが取りまとめられた時期(2019年)に当たる。これにより再び地環研が生物応答を利用した河川水の包括的評価に取り

組む気運が作られたと考えられる。この日本版 WET では、慢性影響を評価する試験法を基本とすることが望ましいと考えられることから、排水の生態毒性の有無を総体的に把握する試験法として、3種の生物短期慢性毒性試験法(藻類生長阻害試験(推奨種はムレミカヅキモ)、ミジンコ類繁殖試験(推奨種はニセネコゼミジンコ)及び魚類胚期仔魚期短期毒性試験(推奨種はゼブラフィッシュ又はメダカ))が採用されている。ミジンコ類の試験法には、日本版 WET に採用された短期慢性毒性試験法であるミジンコ類繁殖試験のほか、経済協力開発機構(OECD)(2004)によるテストガイドライン 202(TG202)ミジンコ急性遊泳阻害試験(オオミジンコ *Daphnia magna* が推奨種)やそれと調和した試験法であるミジンコ急性遊泳阻害試験が、化学物質の審査及び製造等の規制に関する法律(化審法)のテストガイドラインに取り上げられている。急性毒性値と慢性毒性値を比較すると、例えばオオミジンコを用いた急性毒性試験(48時間遊泳阻害試験)と慢性毒性試験(21日間繁殖試験)による毒性(134物質を対象)は、相関係数 $r=0.843$ 、有意な相関(有意水準1%)が得られている。さらに急性毒性値から慢性毒性値を外挿する場合に用いられる急性慢性毒性比(ACR: Acute Chronic Ratio, 急性毒性と慢性毒性の比)は、評価に用いた134物質のうち100倍を下回っているものは全体の約90%(120物質)である一方、他の14物質は100倍を上回った(環境省, 2002)。

森田ほか(2013)は、日本版 WET の試験法と同じ魚類、甲殻類、藻類の3種を用いた短期慢性毒性試験を全国の河川の環境基準点28か所の河川水へ適用した。その結果、藻類では4河川で生長阻害、ニセネコゼミジンコでは8河川で致死または産仔数の減少、ゼブラフィッシュでは3河川で孵化率の減少または致死率の増加をそれぞれ確認した。また先行研究と比較し、オオミジンコの急性毒性試験では毒性の検出されなかった河川でも、ニセネコゼミジンコを用いることによって毒性を検出することができたとして感受性での優位性を示した。地環研においては、長尾ほか(2020)は、ニセネコゼミジンコを用いた WET 法による奈良県内の河川水の生物影響評価を行い、ニセネコゼミジンコの産仔数が減少する影響が見られた。ニセネコゼミジンコに対する毒性が強いニッケルが0.004~0.010 mg/Lの範囲で検出されたことから、ニッケルによるニセネコゼミジンコへ産仔数減少の影響があったことが示唆された。板津ほか(2015)は、ニセネコゼミジンコの産仔数に対するニッケルの NOEC として、1 $\mu\text{g/L}$ を得ている。鏑迫(2014)はニセネコゼミジンコの繁殖試験におけるニッケルの阻害濃度 EC_{25} 及び EC_{50} を、それぞれ0.64及び0.86 $\mu\text{g/L}$ と報告している。これらの先行研究の結果から、ニッケルの影響を指示していると考えられた。平井ほか(2020)は、令和2年度に

大和川水系 BOD 基準超過することがある環境基準点弋鳥橋でニセネコゼミジンコの繁殖試験を適用した結果、影響は見られなかったと報告している。萩原ほか(2020)は、滋賀県ではゼブラフィッシュ(成魚)を利用して河川水を対象にした魚類急性毒性試験の適用方法を検討していることを報告した。更に、古閑・宮脇(2020)は、自然災害と環境リスクへの対応として、機器分析による有機汚染物質のターゲットスクリーニングと藻類生長阻害試験を組み合わせた新たな水質評価手法に取り組んでいる。また、福岡市保健環境研究所環境科学課生物担当(2020)は、汽水における魚毒性試験魚を検討し、アカヒレよりもグッピーの方が塩分に耐性があり、検体が汽水の場合でも塩化物イオン濃度が12 g/L以内であれば、魚毒性試験魚として使用可能であることを明らかにするなど、河川の魚へい死等の水質事故の際に魚類を用いた急性毒性の確認を行う生物応答試験を活用している。このように、現在(令和4年度)から過去を振り返ると、20年くらいの間に、2回、地環研にとってバイオアッセイの定着化に向けた気運の高まりがあったことになるだろう。

2.2 バイオアッセイ普及に向けた国立環境研究所 第Ⅱ型共同研究の概要

国立環境研究所(国環研)と地環研とが共同研究を実施する制度を活用し、WET手法に関する第Ⅱ型共同研究を2016(平成28)年度から実施してきた(田中ほか, 2018)。2019(令和元)年度から2021(令和3)年度の3年間の計画で、研究課題「生物応答を用いた各種水環境調査方法の比較検討」を地環研12機関(宮城県保健環境センター、山形県環境科学研究センター、埼玉県環境科学国際センター、さいたま市健康科学研究センター、静岡県環境衛生科学研究センター、名古屋市環境科学調査センター、福井県衛生環境研究センター、滋賀県琵琶湖環境科学研究センター、地方独立行政法人大阪府立環境農林水産総合研究所、奈良県景観・環境総合センター、福岡県保健環境研究所、熊本県保健環境科学研究センター)の参加を得て実施した(図1)。本研究では、研究計画や総合討論のために年二回のワークショップ(WS)を開催したが、新型コロナウイルスの蔓延により、一部リモートにより実施した(令和元年度第一回 WS 開催地: 山形県環境科学研究センター、第二回 WS 開催地: 熊本県保健環境科学研究センター、令和2年度第一回 WS 幹事: 埼玉県、第二回 WS 幹事: 宮城県、共にリモート開催、令和3年度第一回 WS 幹事: 埼玉県、リモート開催、第二回 WS 開催地: 国立環境研究所+リモート併用)。WSでは、各年度第一回目は WET 関連の国の最新動向に関する情報提供、会議開催機関の研究施設見学による設備整備状況や試験方法の情報交換、研究方法(河川水の採水、水質分析及びバイオアッセイなどの分担等)の打合せを行った。第二回目は、主に、研究施設見学、結果に対す

る総合討論，次年度の計画を検討した。

本第Ⅱ型共同研究では，地環研における水環境調査方法としてのバイオアッセイの普及を主眼としている。このため，参加機関におけるバイオアッセイの実施に必要な環境の整備状況を踏まえ，比較的取り組みやすい急性毒性試験である，オオミジンコ (*Daphnia magna*) を使ったミジンコ急性遊泳阻害試験(茂岡・斉藤, 2013a)や魚類急性毒性試験(茂岡・斉藤, 2013b)を積極的に導入するなど，日本版 WET で提案された亜慢性毒性試験と生物種(図 2)にこだわらないことを特徴としている。具体的には，河川等公共用水域を対象にしたバイオアッセイ(亜慢性

毒性試験，急性毒性試験)を選択し，同一の試料(河川水)を用いて最高濃度を 80%として，40%，20%，10%の様に段階的に希釈した試料に対してバイオアッセイを行い，無影響濃度(NOEC: Non observed effect concentration)を統計処理により算出して比較した。NOEC が小さいほど，河川水中に影響が大きい毒性物質が存在している可能性を示している。NOEC とは，毒性試験を行い，対象生物のエンドポイント(成長，生存，繁殖等)に統計学的に有意な影響が検出されなかった最高濃度であるが，「対照区と比べ統計学的に差がない濃度」といった適切な表現に代替する必要性が指摘されている。その上，導出時には実験条件に大きく作用されるという強い批判や警告がある(岩崎ほか, 2013)。しかし，本研究では，濃度区の設定など共通の条件で実施したため，一般的である NOEC で比較することとした。

一方，全国河川におけるバイオアッセイを「ものさし」とした現状の情報収集(スクリーニング)を目的とした試験も重要である。新規にスクリーニング目的でバイオアッセイを行う地点については，試験に供する河川水の割合を 80%のみで実施した。前年度までのバイオアッセイの結果から影響が確認できた地点の中から河川を選定し，原因物質の毒性同定評価(TIE: Toxicity Identification Evaluation)を実施した。また，バイオアッセイは同一の河川試料を複数機関で実施することにより，参加機関間の精度管理としても利用した。

本研究では全国の河川から採水した。表 1 は各年度の採水地点，採水日及び採水地点における河川を対象にした環境基準の生活環境項目及び水生生物保全項目(環境省, 2022b)に関する類型指定状況を示した。各年度の結果概要は次の通りである。

令和元年度は，山林や住宅地，水田，ゴルフ場を流域に持つ河川 A(A 橋)1 地点のみで採水した。A 橋は，生活環境項目 A 類型(以下，単に A 類型という)及び水生生物保全項目生物 B(以下，単に生物 B と

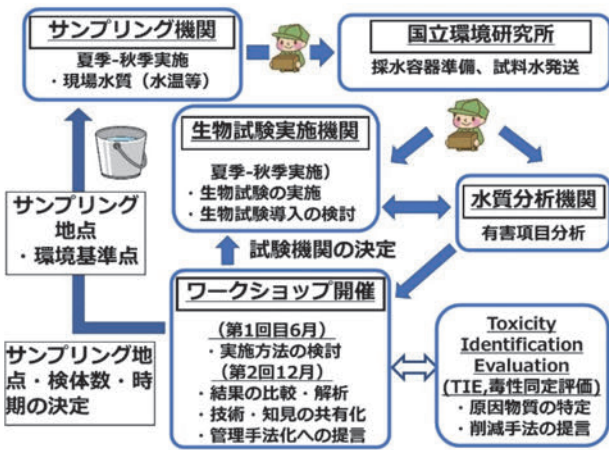


図 1 共同研究の進め方。



図 2 日本版 WET で提案されている供試生物。
左：ゼブラフィッシュ(魚類)，中央：ニセネコゼミジンコ(甲殻類)，
右：ムレミカヅキモ(藻類)。藻類図中のバーは 20 μm を示す。

表 1 全国の河川採水地点と生活環境の保全に関する類型指定状況。

実施年度	河川(採水地点)	採水日	指定類型(生活環境項目)	指定類型(水生生物保全項目)	
令和元	河川 A(A 橋)	9 月 10 日	A	B	
	河川 B(B 橋)	9 月 28 日	A	指定なし	
	河川 C(C 橋)	9 月 28 日	A	A	
	河川 D(D 橋)	9 月 28 日	B	B	
	令和 2	河川 E(E 橋)	11 月 6 日	C	B
		河川 F(F 橋)	9 月 29 日	指定なし	指定なし
		河川 G(G 橋)	11 月 3 日	C	B
		河川 H(H 橋)	11 月 2 日	C	B
令和 3	河川 I(I 地点)	8 月 30 日	A	指定なし	
	河川 J(J 橋)	8 月 16 日	C	A	
	河川 D(D 橋)	8 月 20 日	B	B	
	河川 K(K 橋)	8 月 25 日	D	B	
	河川 L(L 橋)	9 月 6 日	D	B	
	河川 M(M 橋)	9 月 6 日	D	指定なし	
	河川 N(N 橋)	8 月 20 日	指定なし	指定なし	

いう)に指定されている。藻類試験を実施した4機関中2機関で、河川水80%試験区において影響が見られた。この時のNOECは、80%未満と判断したものの、化学物質や重金属の併行分析結果からは、原因物質の特定には至らなかった。

令和2年度は、計6河川6地点(A類型~C類型)、類型未指定1河川1地点でサンプリングした。河川C(C橋)は、A類型及び生物Aに類型指定された地点であるが、藻類の生長速度(NOEC 10%~20%)及びミジンコ(甲殻類)の産仔数(NOEC <10%~20%)に対して、強い阻害が見られた地点があった。この地点は、かつて鉛や亜鉛を産出したが閉山した鉱山の下流に位置するため、鉱山由来の重金属の影響が疑われた。なお、河川F(F橋)では、藻類、甲殻類及び魚類のいずれも最大濃度区である80%河川水でも影響が見られなかった。C類型1河川で藻類及び甲殻類は、それぞれ生長速度(NOEC 40%)及び産仔数(NOEC 20%)が低下する強い阻害が見られた。この原因は採水地点が感潮域であり、電気伝導度が高かった(約1,400 mS/m)ことから、海水の塩分による影響と考えられた。

令和3年度は、6河川6地点(A類型~D類型)、類型未指定1河川1地点の計7河川7地点で採水を行った。河川I(I地点)は生活環境項目A類型(水生生物保全項目は無指定)河川であるが、甲殻類の産仔数に対して強い阻害(NOEC 10%)が観察された。この地点は、工業団地の下流に位置するため、工場排水の影響が疑われた。一方、河川N(N橋)は類型未指定であるが、藻類、甲殻類、魚類のいずれも最大濃度区の80%河川水でも影響が見られなかった。

ところで、A類型は、河川の利用目的の適用性として、水産1級(ヤマメ、イワナ等貧腐水性水域の水産生物用並びに水産2級及び水産3級の水産生物用)とされ、生物Aは、イワナ、サケマス等比較的低温域を好む水生生物及びこれらの餌生物が生息する水域とされる(環境省, 2022)。このような上位の環境基準が設定されている状況から比較的良好な水質と判断できる地点であっても、バイオアッセイ(ムレミカツキモを用いた藻類生長阻害試験及びニセネコゼミジンコを用いたミジンコ類繁殖試験)の結果からは、影響があると判断された地点があった。このことから、バイオアッセイは生き物視点の水質に対する「ものさし」として有用であることを改めて示唆しており、今後もバイオアッセイに基づく水質データを蓄積していく意義がある。また、各機関で算出したNOECについて、機関間で2倍の濃度区を超えることがあることから、標準試料を用いた精度管理も行う必要があると考えられた。

更に地環研の調査・研究フィールドである河川や湖沼は、淡水ばかりでなく海水の影響を受けて塩分塩分が高い水域が存在する(図3)。こうした汽水域を対象に生物応答試験を実施する場合、WET法の

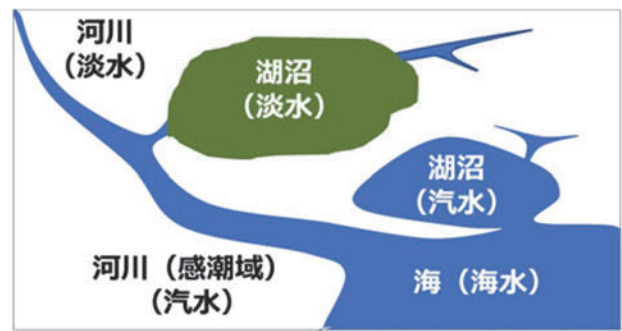


図3 地方環境研究所の調査・研究フィールドとなる様々な公共用水域。

手引にあるような淡水種を用いた試験方法では、塩分による深刻な影響が想定されるため、海産種(例えば、宗宮ほか, 2021)や汽水種(例えば、磯野・岸田, 2021)を用いた試験法を検討する必要があると考えている。

3. 地環研によるバイオアッセイ実施における課題と今後の展望

地環研は、生活環境の保全に寄与することを求められており、バイオアッセイは、河川等公共用水の未規制物質を対象にした生物への影響の包括的な評価や水質事故時の活用が期待できる技術である。これまでも地環研によるバイオアッセイの河川への活用事例が見られるものの、それらの成果は一部の地環研によるもので、地環研に広く普及を進めるためには更なる活用事例の蓄積と情報提供が必要な段階にあると考えている。本稿では、第II型共同研究においてこれまでに実施した平常時の河川水を用いたバイオアッセイにより、藻類や甲殻類への影響を確認できたことを報告した。これらの生物に対する影響はバイオアッセイによって明らかとなった事実であることから、河川水を対象にした全国の地環研におけるバイオアッセイの活用は水環境保全に新たな「ものさし」を提供することになるだろう。

バイオアッセイ手法の普及を妨げる要因を明らかにする目的で、本第II型共同研究に参加している地環研の協力を得て、アンケートを実施した(田中, 2021)。その結果、備品の整備や職員配置に課題があった。生物培養関連設備(クリーンベンチ、培養器、オートクレーブ、セルカウンター等)を新たに整備する必要がある。また、職員は基本的に環境分野(化学系が多い)が専門であるため、培養操作や無菌操作は未経験であり、新たに習得する必要がある。また、人員的余裕がないことも大きな課題である。

一方で、地環研のバイオアッセイ導入にあたってのメリットも指摘している。バイオアッセイの実験結果は因果関係が明確であり、住民に対してわかり

やすい環境指標になると考えられると共に、水質事故時に住民への説明に用いることが出来るなどが挙げられている。

地環研においてバイオアッセイが幅広く活用されるまでには、まだまだ道半ばといった状況にある。今後は、継続してバイオアッセイの実施事例を増やし、データを蓄積していくことが、行政や住民に対する信頼確保に向け重要と考えている。しかしながら、地環研は人材や財源の不足が指摘されて久しい(須藤, 2010)。これらの対応として、今後、第Ⅱ型共同研究を呼び水として、地環研間の連携をより強化し、技術や知見を共有し、気兼ねなく相談できるネットワークを拡張していくことで相互に補完しあうことが、バイオアッセイ活用の近道となると期待している。現在行っているバイオアッセイに関する第Ⅱ型共同研究を通じて、そのような地環研間の信頼関係を構築していきたいと考えている。

謝 辞

本稿は、令和元年(2019)度から3年間実施した国立環境研究所第Ⅱ型共同研究「生物応答を用いた各種水環境調査方法の比較検討」に関して取りまとめたものである。本稿の執筆にあたっては、研究代表の国立環境研究所環境リスク・健康領域山本裕史先生、地方環境研究所の主担当としてご参加いただいた赤崎千香子氏・後藤つね子氏(宮城県)、千島克隆氏(山形県)、板倉直哉氏(さいたま市)、山内 悟氏・平井一行氏(静岡県)、山守英朋氏・長谷川絵理氏(名古屋市)、保月勇志氏・吉舎直輝氏(福井県)、萩原裕規氏(滋賀県)、相子伸之氏(大阪府)、平井佐紀子氏・長尾 舞氏(奈良県)、古閑豊和氏(福岡県)及び内田大智氏・西島 遥氏(熊本県)の皆様には、貴重なデータの提供や有益なコメントをいただいた。本共同研究にはオブザーバーとして参加いただいた、いであ株式会社環境創造研究所澤井 淳氏他の方々には、TIE 試験でご協力いただいた。そして、ワークショップの会場使用や運営について多大なご協力をいただいた当該機関の関係者各位に対して、ここに記してお礼申し上げる。

引用文献

愛知県(2021)愛知県における水質事故発生状況(2020年度愛知県所管分). <https://www.pref.aichi.jp/uploaded/attachment/406665.pdf>(2022年8月19日確認)

赤崎千香子・松本 啓(2018)AOD 試験を活用し、魚類へい死の主原因物質アルミニウムを特定した事例. 宮城県保健環境センター年報第36号, 59-62.

馬場義輝(2012)魚類のへい死について. 福岡県保健環境研究所年報, 第39号, 104-106.

福井県衛生環境研究センター(2020)福井県衛生環境研究センター年報, 19巻, 令和2年度版, pp.30.

福岡市保健環境研究所(2020)汽水における魚毒性試験魚の検討. 福岡市保健環境研究所報, 45, 170-173.

後藤つね子・吉岡幸信(2021)宮城県内で発生した魚類へい死事例について. 宮城県保健環境センター年報, 第39号, 66-67.

萩原裕規・池田将平・大柳まどか・古田世子・居川俊弘(2020)バイオアッセイの未来: 地方環境研におけるバイオアッセイ利用の観点から. 第23回日本水環境学会シンポジウム講演集, 270-271.

平井佐紀子・長尾 舞・城山二郎(2020)WET法による大和川水系の生物影響評価について. 奈良県景観・環境総合センター研究報告, 8, 53-54.

磯野良介・岸田智穂(2021)環境省推進費・海産・汽水産生物を用いた慢性毒性短期試験法の開発(マダイ, シオダマリミジンコ, マガキ): 海生研の取組, 第24回日本水環境学会シンポジウム講演集, 91.

板津靖之・高野智弘・金 俊・福富真実子・楠井隆史(2015)事業所排水の生態毒性学的評価: 毒性原因物質の特徴化と放流先河川への影響. 環境化学, 25(1), 19-26.

岩崎雄一・及川敬貴(2009)垂鉛の水質環境基準と強化された一律排水基準における課題: 生態学的・実践的視点からの指摘. 環境科学会誌, 22(3), 196-203.

岩崎雄一・林 岳彦・永井孝志(2013)NOECとLOECにお別れを言うときが来た?, 環境毒性学会誌, 16(1), 13-19.

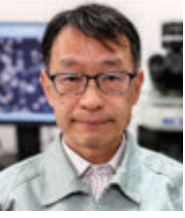
影山志保・中島大介・白石不二雄・鎌田 亮・永洞真一郎・高橋 悟・郷右近順子・東海林香代・田子博・小口文子・今津佳子・山守英明・宮尻久美・北本寛明・畠山恵介・岡山安幸・末吉恵子・門上希和夫・笹井勝章・沢辺昭義・後藤純雄・白石寛明・鈴木規之(2010)全国16都道府県の河川水における遺伝毒性について. 環境化学討論会講演要旨集, 19, 742-743.

神奈川県環境農政局 環境部大気水質課(2021)かながわの水質事故, 令和2年度 神奈川県内の水質事故発生状況について. <https://www.pref.kanagawa.jp/docs/pf7/suisitu/jiko/hasseizyoukyou/r2nenndo/r2jiko.html>(2022年8月19日確認)

環境庁(1998)内分泌攪乱化学物質問題への環境庁の対応方針について: 環境ホルモン戦略計画SPEED'98-2000年11月版. <https://www.env.go.jp/content/900407710.pdf>(2022年8月19日確認)

環境省(2019)生物応答試験を用いた排水の評価手法とその活用の手引き(中間とりまとめ), 生物を用いた水環境の評価・管理手法に関する検討会. 平成31年3月. <https://www.env.go.jp/content/900539513.pdf>(2022年8月19日確認)

- 環境省(2002)第2回厚生科学審議会化学物質制度改正検討部会化学物質審査規制制度の見直しに関する専門委員会,第9回産業構造審議会化学・バイオ部会化学物質管理企画小委員会及び第2回中央環境審議会環境保健部会化学物質審査規制制度小委員会の合同会合議事次第,参考資料2生態毒性の急性毒性値と慢性毒性値の比較. https://www.env.go.jp/council/05hoken/y053-02/ref_02.pdf (2022年11月6日確認)
- 環境省 水・大気環境局(2022a)令和2年度公共用水域水質測定結果 令和4年1月. <https://www.env.go.jp/content/900518379.pdf>(2023年2月5日確認)
- 環境省(2022b)環境基準.別表2生活環境の保全に関する環境基準(河川). <https://www.env.go.jp/kijun/wt2-1-1.html>(2022年8月19日確認)
- 古閑豊和・宮脇 崇(2020)自然災害と環境リスクへの対応 有機汚染物質のターゲットスクリーニングと生物応答試験による新たな水質評価手法の提案:福岡県保健環境研究所における緊急時環境調査への取り組み. 全国環境研会誌, 45(4), 174-179.
- 熊本県保健環境科学研究所(2020)令和2年度熊本県保健環境科学研究所報,第50号,pp.16.
- 森 康明・節田節子・高木敬彦・光崎研一・村上和雄・後藤純雄・遠藤 治・小野寺祐夫(2000)河川水の Ames 変異原性試験におけるディスク型固相吸着剤の適用. 環境化学, 10(3), 573-579.
- 森田隼平・安田侑右・田村生弥・鏑迫典久・山本裕史(2013)水生生物3種に対する短期慢性毒性試験を利用した河川水試料中の毒性原因物質群の特徴化. 土木学会論文集 G(環境), 69(7), III_401-III_410. https://doi.org/10.2208/jscej.69.III_401
- 永洞真一郎・五十嵐聖貴・三上英敏・村田清康・白石寛明・白石不二雄(2000)バイオアッセイと化学分析を用いた河川水汚染の包括的評価. 北海道環境科学研究センター所報, 27, 107-108.
- 長尾 舞・平井佐紀子・城山二郎(2020)ニセネコゼミジンコを用いた WET 法による県内河川水の生物影響評価について. 奈良県景観・環境総合センター研究報告, 8, 55-56.
- OECD (2004) Test No. 202: Daphnia sp. Acute Immobilisation Test. <https://www.oecd-ilibrary.org/docserver/9789264069947-en.pdf?expires=1667701027&id=id&accname=guest&checksum=44AD0928CCE9DA2FEC2556107A6D1F0D>(2022年11月6日確認)
- 大阪府(2022)水系別の発生状況.大阪府における異常水質の発生状況. <https://www.pref.osaka.lg.jp/attach/27104/00000000/hasseijoukyou.pdf>(2022年8月19日確認)
- 埼玉県(2021)資料編 水質関係. 令和3年版 埼玉県環境白書. <https://www.pref.saitama.lg.jp/documents/> 209124/115_131_shiryoku04.pdf(2022年8月19日確認)
- さいたま市健康科学研究センター(2021)水質異常事故に係る水質検査. さいたま市健康科学研究センター年報第15号(令和2年度版), pp.26.
- 佐々木裕子・木瀬晴美・松井道子・芳住登紀子・若林明子・菊地幹夫(2000)バイオアッセイによる河川水の有害性評価. 環境化学, 10(1), 45-55.
- 茂岡忠義・斉藤穂高(2013a)3.6 ミジンコ急性遊泳障害試験. 繁殖障害試験. 『生態影響試験ハンドブック』:化学物質の環境リスク評価. 環境毒性学会編, pp.88-95, 朝倉書店, 東京.
- 茂岡忠義・斉藤穂高(2013b)5.8 魚類急性および延長毒性試験. 『生態影響試験ハンドブック』:化学物質の環境リスク評価. 環境毒性学会編, pp.256-262, 朝倉書店, 東京.
- 島田武憲・野崎隆夫(2000)ホタルトビケラを用いた急性毒性試験方法. 環境毒性学会誌, 3(2), 39-46.
- 静岡県(2019)水質汚濁事故発生状況, 水質関係ホームページによろこそ, 水質汚濁事故の発生について. <http://www.pref.shizuoka.jp/kankyoku/ka-050/suisuitujiko.html>(2022年8月19日確認)
- 宗宮 麗・羽野健志・岸田智穂・國師恵美子・宇野誠一・山本裕史・岡 健太・河野真知・持田和彦(2021)海産3魚種を用いた胚-仔魚期における短期毒性試験法の検討:総排水毒性(WET)試験への適用を目指して. 環境毒性学会誌, 24, 79-90.
- 須藤隆一(2010)地方環境研究所は今. 資源環境対策, 46(11), 26-28.
- 田中仁志(2021)地方環境研究所におけるバイオアッセイ利用の現状と今後:特集 水環境の評価・管理でのバイオアッセイ利用の現状と今後. 化学物質と環境, 168, 9-10.
- 田中仁志・長谷川絵理・山守英朋・山本裕史(2018)地環研II型共同研究「WET手法を用いた水環境調査のケーススタディ」について. 第21回日本水環境学会シンポジウム講演集, 293.
- 田中仁志・海渡ゆり子・金 主鉉・斉藤茂雄・佐々木弘・西村 修(2003)藻類生長障害試験による水田地帯を流下する河川の生態影響評価. 用水と廃水, 45(8), 743-750.
- 鏑迫典久(2014)環境中医薬品・農薬などの複合影響と生物試験. 平成25年度化学物質の複合影響評価に関する公開シンポジウム講演資料. https://www.env.go.jp/chemi/risk_assess/report140218/tatarazako_2.pdf(2022年11月3日確認)
- 豊倉善夫(2000)ミジンコを用いた毒性試験の検討 そのII. 千葉県水質保全研究所年報, 1999, 149-152.
- 山形県環境科学研究センター(2022)山形県環境科学研究センター年報, 第29号, 令和3年度, pp.9.



田中 仁志／Hitoshi TANAKA

2002年から埼玉県環境科学国際センター 水環境担当の研究者として、主に河川環境保全や水生生物保護に向けた調査・研究を行っている。河川では、毎年、魚のへい死を伴う水質事故が発生している。しかしながら、原因不明であることが多く、原因究明と対策を図る環境行政上の課題となっている。生物応答試験は、水質事故時の水生生物への影響を判断する有用な手法と考えており、特に地方環境研究所への普及を期待している。
