

水質と生息生物から見る芝川の現状と考察

上原悠太郎・水野瑛理・富永浩司・高梨南風・荒井賢一（栄東中学・高等学校）、
藤田宏之（川の博物館）、菌田顕彦（元国土交通省中部地方整備局）、
鈴木あや子（日本エヌ・ユー・エス株式会社）、吉富友恭（東京学芸大学）

1. はじめに

1.1 調査経緯

芝川は埼玉県桶川市を源流とし、上尾市・さいたま市・川口市を経て、荒川へと合流する都市河川である（図1：芝川の概略図と2014年度の調査実施地点）。上原らが所属する栄東中学・高等学校の理科研究部では、1988年から26年間継続してさいたま市の砂大橋において芝川の水質調査を実施しており、2010年度には水質調査と合わせて生息生物の調査も行った（川瀬・樋谷，2011）。また、2011年度以降は砂大橋だけでなく、芝川全域を調査範囲としている（長田・樋谷，2012）。

2011年度までは調査を「水質」という物理的・化学的な観点、「生息生物の分布状況」という生物学的な観点で実施してきた。しかし、2012年度と2013年度には、より多角的な視野から現状を把握するため、芝川流域の近隣住民が「芝川についてどのような認識を持っているか」という社会学的な観点から、アンケート調査も行った（赤池ほか，2013）。この調査によると、芝川の流域住民は総じて「芝川は汚い」、「現状でよいとは思わない」という認識を持っている。しかし、上尾市など上流部の地域では「年を取って河川清掃などの活動を手伝うことが出来ない」、「介護のため清掃活動をする余裕がない」といった理由から、自発的に環境改善に繋がる行動に至っていないケースが多かった。一方、川口市などの下流部の地域では「地域の環境改善にはあまり関心がない」、「仕事や子育てが忙しく河川清掃等の活動に参加出来ない」などの理由から、やはり自発的な行動に繋がりにくいことが分かった。しかし、同アンケートでは「清掃活動が近くで開催されるなら、都合が合えば参加したい」という回答が多かったので、2013年度には、流域住民への呼びかけを行い、協力して清掃活動を行っている。

1.2 2014年度の調査概要

2014年度の調査は、流水域として、道三橋（埼玉県上尾市）・砂大橋（同さいたま市）・大宮境橋（同さいたま市）・見沼大橋（同さいたま市）・八丁橋（同さいたま市）・鳩ヶ谷大橋（同川口市）の6地点で、止水域として大宮境橋の近くにある芝川第七調節池の1地点、計7地点で実施をした。図1に2014年度の調査における実施地点についても示す。「埼玉県内の調節池等の役割と活用状況集」編集委員会（2014）によると、芝川第七調節池は芝川本流が増水した際には水位を調整する役割を、平時には憩いの場としての役割を果たしている。

2014年度の水質調査は、2013年度までの継続調査として芝川全域で行った。調査内容の詳細、及び調査結果は2章で述べる。

2014年度の生息生物調査も、2013年度までの継続調査として行った。本調査では2013年度までの調査結果を踏まえ、カダヤシ、アメリカザリガニなどの外来種に注目し、止水域である芝川第七調節池での調査も行った。調査内容の詳細、及び調査結果は3章で述べる。



写真 砂大橋で確認された排水
（白線で囲まれた部分に茶色の排水が見られた
（2014年10月18日）。）



図1 芝川の概略図と2014年度の調査実施地点

2. 芝川の水質の調査・考察

2.1 水質調査を行うことの意義

2012年度と2013年度に実施したアンケートによると、芝川は高度経済成長期以前には底が見えるほど水が澄んでいて、多くの魚が棲み、子どもたちが安心して遊べるような川であった。しかし、高度経済成長期以降、工場からの工業排水や家屋からの生活排水が多くなり、汚染されたようだ。また、同アンケートによると、芝川流域住民のおよそ9割が「芝川が汚れている」と感じており、実際、本調査中にも数地点で排水やゴミが確認された。芝川をかつてのようなきれいな川に戻す上でも、現在の芝川がどのような状態であるかを把握することは重要であると考え、調査を実施した。

2.2 水質調査の実施概要

2014年度の調査は、2014年10月12日（日）に、芝川上流から下流までの6地点において実施した。実施地点は上流から道三橋、砂大橋、大宮境橋、見沼大橋、八丁橋、鳩ヶ谷大

橋である。

今回の調査では気温、水温、透視度、DO（溶存酸素量）、pH、COD（化学的酸素要求量）、 $\text{NH}_4\text{-N}$ （アンモニウム態窒素）、 $\text{NO}_2\text{-N}$ （亜硝酸態窒素）、 $\text{NO}_3\text{-N}$ （硝酸態窒素）、 $\text{PO}_4\text{-P}$ （リン酸態リン）の値を計測した。気温・水温はアルコール温度計を、透視度は透視度計（クリーンメジャー）を、DOは溶存酸素計（共立理化学研究所製）を、それ以外の項目はパックテスト[®]（共立理化学研究所製）を使用した。

過去の調査では、パックテスト[®]の比色の読み取りは個人差が大きかったので複数人で同項目を同時に測定し、その平均値を測定値とした。

2.3 各項目の調査結果

表1は2014年10月12日（日）の各地点での調査時刻を示したものである。また、図2～8はそれぞれ、気温・水温、透視度、DO、pH、COD、 $\text{NH}_4\text{-N}$ ・ $\text{NO}_2\text{-N}$ ・ $\text{NO}_3\text{-N}$ 、 $\text{PO}_4\text{-P}$ を示したものである。

表1 水質調査の実施時刻

	①1回目	②2回目	③3回目
道三橋	10:16 - 11:23	12:18 - 12:58	13:45 - 14:25
砂大橋	10:00 - 11:35	12:00 - 13:00	13:50 - 14:50
大宮境橋	10:09 - 11:15	11:30 - 12:20	13:30 - 14:31
見沼大橋	10:51 - 12:17	-	13:00 - 13:50
八丁橋	10:14 - 10:52	11:37 - 12:10	13:01 - 13:43
鳩ヶ谷大橋	10:15 - 11:15	-	13:00 - 14:00

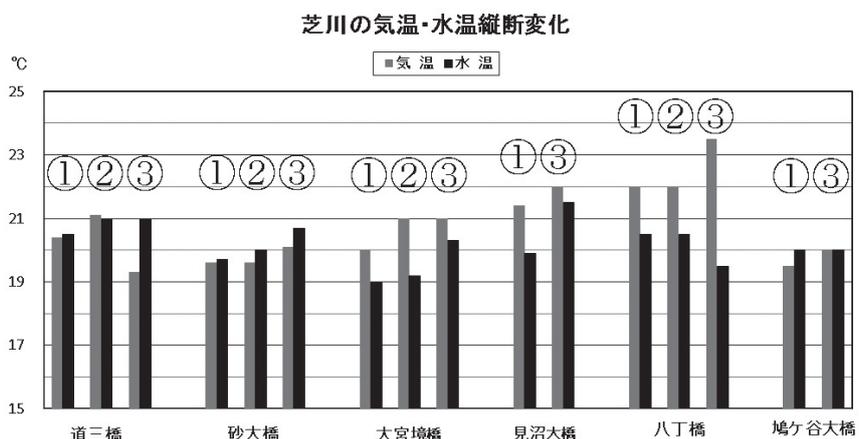


図2 調査結果 (気温・水温) (以下、①②③の対応は同様)

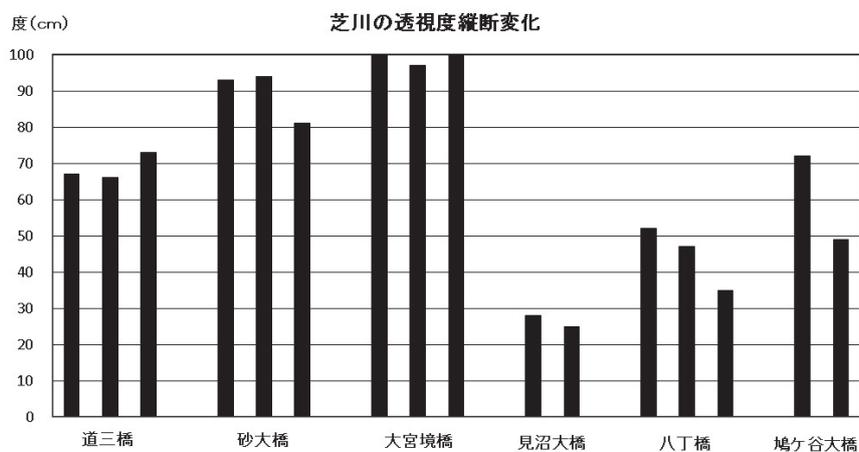


図3 調査結果 (透視度)

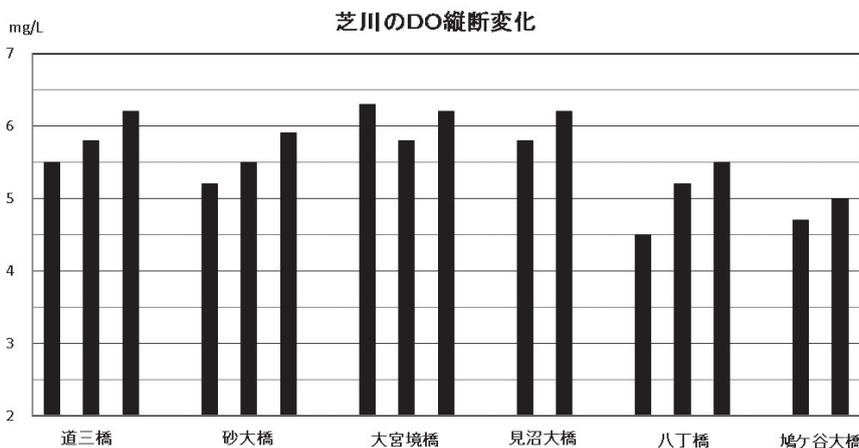


図4 調査結果 (DO)

芝川のpH縦断変化

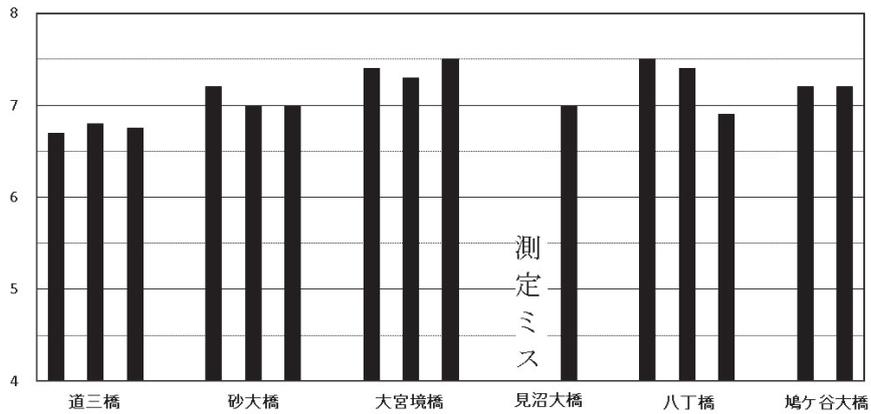


図5 調査結果 (pH)

芝川のCOD縦断変化

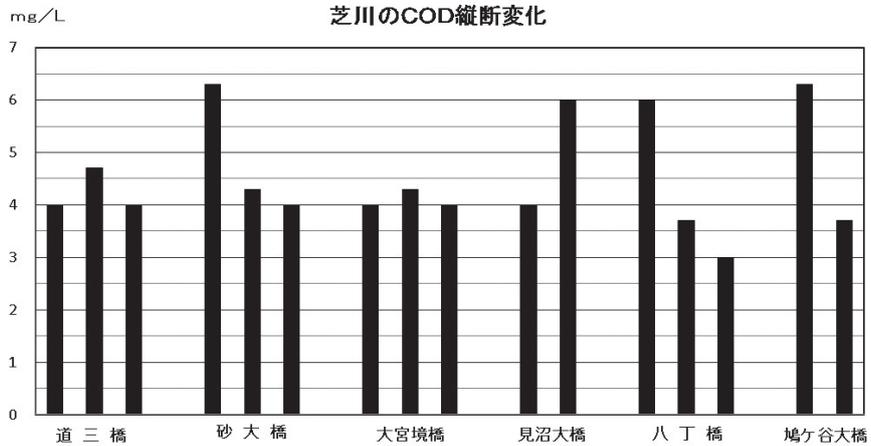


図6 調査結果 (COD)

芝川の無機態窒素縦断変化(組成)

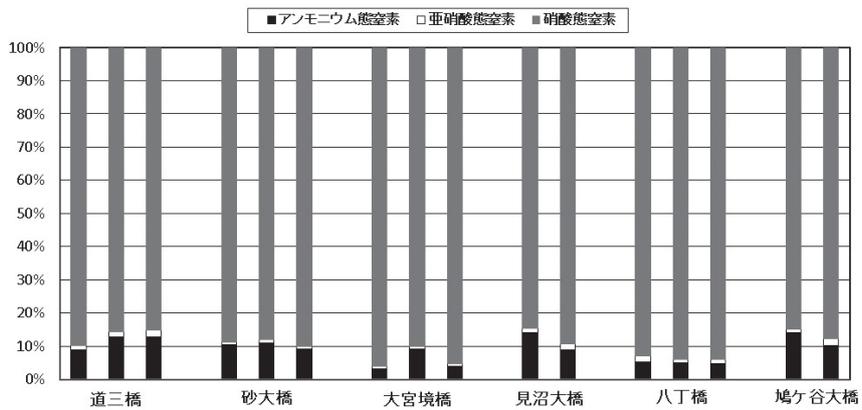


図7 調査結果 (無機態窒素 $\text{NH}_4\text{-N}$ ・ $\text{NO}_2\text{-N}$ ・ $\text{NO}_3\text{-N}$)

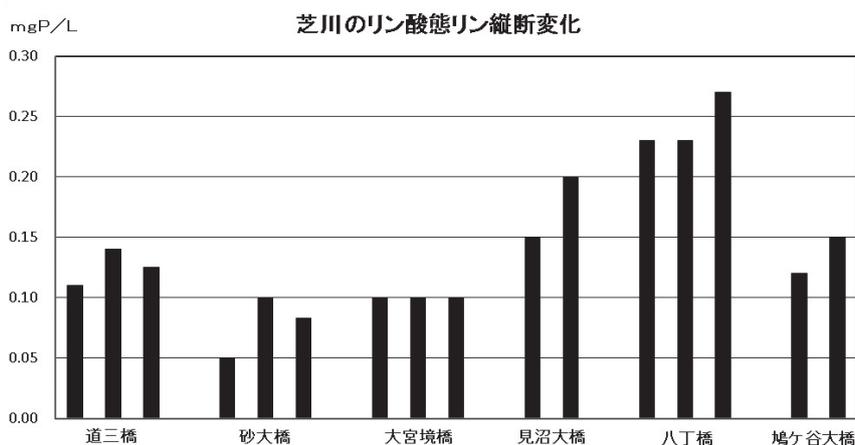


図8 調査結果 (リン酸態リン $\text{PO}_4\text{-P}$)

2.4 考察

透視度は大宮境橋から見沼大橋の間で急激な悪化が見られた。赤池ほか(2013)でも同様の傾向が見られたので、上流部と下流部の間で透視度を悪化させる何らかの要因があると考えられる。また、透視度が低ければ「芝川は汚い」と感じるのは当然であるが、透視度が高くてもヘドロが堆積しているなど、川底が見えない状況であれば綺麗な印象を受けないというのが、前述したアンケートで「芝川は汚い」という回答が多かった理由ではないかと考えられる。

DOについては、芝川・新芝川清流ルネッサンスⅡが定めた目標値である5 mg/L(芝川・新芝川清流ルネッサンスⅡ地域協議会, 2013)を八丁橋①と鳩ヶ谷大橋①とを除く全ての地点で超えていた。また、この2地点も4.5 mg/Lを超えており、目標を概ね達成出来ていた。コイやフナなどの水質汚染に強い魚が棲むことが出来る水のDOは5 mg/L以上だとされている(菌田, 1994)ので、DOのみに関して言えば、芝川は水生生物が生息可能な環境であると言える。

pHは全体的にやや中性付近で安定しており、酸性側やアルカリ性側に大きく傾いている地点はなかったため、芝川に強酸性、強アルカリ性の排水は流入していないと考えられる。

共立パックテスト[®]による川の水調査セット取扱説明書(共立理化学研究所webサイト)によると、CODは5~10 mg/Lは「汚い」とされている。また、湖沼の生活環境の保全に

関する環境基準(環境省webサイト)によると、芝川のCODの値はほぼ全域に亘って下から2番目のBランク(5~8 mg/L)に相当している。これら2点から、芝川は全域に亘って「やや」汚れていると考えられる。ただし、BODの値が35 mg/Lと芝川の汚染が最も深刻だった1978年頃(埼玉県webサイト)よりは、桁違いに水質が改善されているのは間違いないと言える(2013年度は3.2 mg/L)。

3. 芝川の生息生物の調査・考察

3.1 生息生物調査を行うことの意義

自治体が定める川の環境改善目標には、川に生息している生物に関する記述を盛り込んでいることが多い。芝川においても「散策が楽しめ、ゆるやかな流れの中に多様な動植物が生息し、うるおいと自然を感じる川」を改善目標としている(芝川・新芝川清流ルネッサンスⅡ地域協議会, 2013)。そこで、現在芝川にどのような生物がどれほど生息しているかを知るために、生息生物調査を実施した。

3.2 生息生物調査の実施概要

2014年度の調査は、2014年10月18日(土)に芝川の3地点で実施した。流水域では砂大橋と大宮境橋で、止水域では芝川第七調節池で実施した。今回の調査ではタモ網とセル瓶を使用して生物を採取し、目視で確認した生物も記録に加えた。

3.3 調査結果

採取もしくは確認した生物は表2の通りである。表2は確認した生息生物の種類、調査方法（目視・タモ網・セル瓶のいずれか）、地点、確認した数をまとめたものである。大宮境橋では、タモ網とセル瓶を用いた方法では生物は採取されなかった。

表2 息生物調査の結果
(目：目視 タ：タモ網 セ：セル瓶)

生物名	流水域			止水域	
	砂大橋		大宮境橋	芝川第七調節池	
	AM	PM	AM	AM	PM
コイ	9(目)	2(目)	3(目)		
コイ科魚類			25(目)		
カダヤシ	51(タ)	15(タ)		2(タ)	
メダカ	5(タ)				
ヨシボリ類				9(タ)	4(タ)
モツゴ				4(タ)	1(タ)
テナガエビ				111(タ)	86(タ)
				9(セ)	4(セ)
スジエビ				1(セ)	1(タ)
トンボ類幼虫		2(タ)		1(タ)	
アメリカザリガニ	1(タ)	1(タ)			
タニシ類	2(タ)				1(セ)
ミンシツビ アカミミガメ			6(目)		

3.4 考察

砂大橋では2013年度に引き続き、特定外来種であるカダヤシが多く採取された。今回の調査では、カダヤシの多くが流れの溜まりとなっている場所や、草が川岸まで生い茂っている場所で採取された。また、0.5cm程の稚魚から3.5cm程の成魚までが幅広く捕獲されたことから、砂大橋付近ではカダヤシが定着していると考えられる。また、要注意外来種のアメリカザリガニや飼育型と考えられるコイを確認したことや、メダカについては放流個体の疑いもあることから、殆どの水生生物が外来起源の可能性がある。

今回採取された水質の大まかな指標となる生物の内、アメリカザリガニが生息可能な目安となるBODは10～20mg/Lの範囲(刈田, 2010)、コイの生息可能な目安となるBODは10mg/L未満(綾瀬川清流ルネッサンス2地域協議会, 2003)とされている。よって、砂大橋付近は汚れた水に耐性が無い生物の生息には適していないと考えられる。

大宮境橋ではBODが3～5 mg/Lの範囲が生息に適しているオイカワ(綾瀬川清流ルネッサンス2地域協議会, 2003)とみられ

るコイ科魚類が複数目視されたことから、この周辺の芝川本流の水は排水などの汚染度が低いと考えられる。

芝川第七調節池ではテナガエビが午前・午後合わせてのべ210個体採取された。体長1.5cmから5cm程の幼体であったことから、芝川第七調節池ではテナガエビが繁殖している可能性がある。また、特定外来種のカダヤシの幼体が2個体確認されたが、増水時に芝川本流より流入したか、調節池に定着ないし繁殖しているかは、1回の調査結果では特定出来ない。

芝川第七調節池の調査時のDOは午前が14mg/L、午後が18mg/Lであり、pHは8.5であった。芝川第七調節池は、pHとDOが高いという、光合成が十分に行われている水域の特徴が見られたので、植物プランクトンの密度が高く、これらを餌とする動物プランクトンも高密度と考えられる。また、動物プランクトンを餌とする魚類やエビ類など、様々な生物が住むのに適した環境であると考えられる。

また、増水時に限定されるが、芝川第七調節池は芝川本流との往来が可能である。このことから、流水域に生息し、繁殖は止水域でおこなう水生生物であっても芝川第七調節池での繁殖が可能だと考えられる。

4.まとめと今後の展望

4.1 まとめ

芝川の水質は著しく悪かった頃に比べれば、かなり改善されている事が分かった。しかし、現時点においても「きれい」とはとても言えないのも事実である。今後も継続調査を実施し、水質の把握に努めるべきだと考えた。しかし、ある程度以上に河川の水質を改善することは多くの資金や労力が必要であり、一学校として実施することは非常に困難である。そのため、今後は近隣住民との清掃活動などを通して、近隣住民の河川に対する意識改善を推進することや、協力機関とより一層の連携を取り、研究を継続していくことが必要だと考えた。

また、これまでの生息生物調査によって、芝川本流ではカダヤシをはじめとして外来種の侵入が著しいことがわかった。特にカダヤ

シは砂大橋付近に集中し、稚魚から成魚まで幅広い個体サイズが捕獲されていることから、その付近で繁殖している可能性も示唆される。今となっては流域一帯に拡散していることが考えられ、駆除による根絶は難しいが、重点的な駆除により個体数の抑制につながる活動も考慮したい。

4.2 今後の展望

2014年度の水質調査の結果を先行研究と比較する際に、BODやSS（浮遊物質）など今まで本校での調査では計測してこなかった項目も調査している機関・組織が多数あった。これらの研究と比較し、我々の調査結果をより精密に検討するために、今後この2項目を新たに測定すべきだと感じた。

また、今回の生息生物調査では、芝川本流と芝川調節池に生息している生物種にかなり違いがあった。しかし、季節による変動、調査方法の工夫などを考慮し、今後も継続して調査を実施していきたい。

補章

本章では、我々が水質調査で使用しているパケットテスト[®]の値が公定法の値とどれほどの差があるか、2014年末から2015年始めにかけて実験した結果を記す。今回はCODについて、パケットテスト[®]での測定結果と公定法（JIS K0102 17 100°Cにおける過マンガン酸カリウムによる酸素消費量）に準ずる酸化還元滴定を行って求めた測定結果を比較し、考察する。なお、今回の実験では砂大橋にて採取した水を使用した。

実験方法

手順1

採取した芝川の水100mLを三角フラスコに入れる。十分な量の硫酸を加えて酸性にした後、硝酸銀水溶液（200 g/L）5 mLを加え、これによって沈殿物を除去する。

手順2

手順1を行ったフラスコに 4.80×10^{-3} mol/Lの過マンガン酸カリウム水溶液10mLを加えて振り混ぜ、沸騰水の中で30分間加熱する。

手順3

フラスコを沸騰水中から取り出し、 1.2×10^{-2} mol/Lの蔞酸ナトリウム水溶液を溶液の赤紫色が消え、無色となるまで加えて振り混ぜ、良く反応させる。

手順4

フラスコ内の溶液を50°C～60°Cに保ち、中に存在する過剰の蔞酸を 4.80×10^{-3} mol/Lの過マンガン酸カリウム水溶液で、わずかに赤い色を示すまで滴定した。

手順5

以上とは別に対照実験として、芝川の水の代わりに100mLの蒸留水を用いて手順1～4を行った。

結果

表3に実験結果を示す。「芝川の水」、「蒸留水」の項は滴定に使用した過マンガン酸カリウム水溶液の量を示している。また、「滴定結果」はこれらを元に算出したCODの値である。「パケットテストの結果」はパケットテスト[®]を使用した値である。

表3 実験とパケットテスト[®]の各結果

実験回数 (月日)	芝川の水 [mL]	蒸留水 [mL]	滴定結果 [mg/L]	パケットテスト の結果 [mg/L]
一回目 (12/8)	10.7	8.5	4.20	4
二回目 (12/23)	7.2	5.3	3.65	4
三回目 (1/6)	7.2	5.2	3.84	5
四回目 (1/7)	8.3	6.0	4.42	5
五回目 (1/7)	7.0	5.6	2.69	3

考察

実験の滴定結果から求めた値とパケットテスト[®]の値を比較すると大きな差が無いことが分かった（相関係数 $r = 0.8$ ）。しかし、パケットテスト[®]は早見表の色の判断に観測者の主観が入るために不正確になり、複数人で確認する必要があるのが問題である。

一方、滴定は測定操作に時間がかかるのと、試薬濃度や加熱温度・時間等の条件を正確に守らないと誤差が生じてしまうのが難点であ

る。さらに、今回のような調査では現場で測定するのは無理であり、どうしても採取した試料を現場から試験室へ運搬する必要があり、このための手間と時間が試料の変質を招く恐れもある。

以上より、パックテスト[®]も公定法と比較すると完全に正確というわけではないが、今回のような現地での調査においては十分信頼出来る値が測定出来ると言える。

謝辞

本研究は独立行政法人・科学技術振興機構の採択を受け、SPP（サイエンス・パートナーシップ・プログラム）として実施した。埼玉県環境部水環境課ならびに埼玉県立川の博物館には、生息生物調査を行う際に、タモ網と胴長を貸し出して頂いた。本校卒業生の川瀬響氏（東京大学2年）、須田仁志氏（東京大学2年）、樋谷友寛氏（日本大学2年）には、TA（ティーチングアシスタント）として調査当日の引率をして頂いた。本校理科研究部員の松田昂大氏、石黒喬大氏には今回論文を執筆するに当たって、校正などを手伝って頂いた。また、本稿の著者の他に下記の部員と顧問が調査に参加した。

【参加生徒】 石黒喬大・松田昂大・正木剛志・小野明日香・西山享佑・増田誠也・安倍聡志・相田優作・内保創太・小林優介・木村円香・浅野葵・清水駿平・斎木悠亮・大関優太・長澤啓太・田中健太・鈴木大翔・橋本蓮・広川周作（順不同）

【顧問】 馬場猛夫

引用文献

赤池瑞生, 長江有祐, 長田そら, 荒井賢一, 藤田宏之, 吉富友恭, 藪田顕彦, 鈴木あや子 (2013) 芝川を生き物が棲みやすい環境にするための取り組み, 埼玉県立川の博物館紀要, 13号, 37-48.

綾瀬川清流ルネッサンス2地域協議会 (2003) 綾瀬川清流ルネッサンス2行動計画利根川水系綾瀬川水環境改善行動計画環境省webサイト, 環境基準 別表2生活環境の保全に関する環境基準 (湖沼). (<http://www.env.go.jp/kijun/wt2-1-2.html>)

刈田敏三 (2010) 新訂水生生物ハンドブック, 文一総合出版, 74pp.

川瀬響, 樋谷友寛 (2011) 芝川の水質環境の現状と今後のあり方に関する研究, 栄東中学校・高等学校理科研究部平成22年度SPP実施報告書, 13-23.

共立理化学研究所webサイト, 共立パックテスト[®]による川の水調査セット取扱説明書 (<http://kyoritsu-lab.co.jp/seihin/list/instructions/az-rw.pdf>)

長田そら, 樋谷友寛 (2012) 芝川上流～下流までの「生息生物と水質」の調査・分析, 栄東中学校・高等学校理科研究部平成23年度SPP実施報告書, 30-50.

埼玉県webサイト, 埼玉県HP公共用水域の各水質測定地点の概況・11境橋 (芝川) (<https://www.pref.saitama.lg.jp/a0505/chitengaiyou/11sakaihasi.html>)

「埼玉県内の調節池等の役割と活用状況集」編集委員会 (2014) 「埼玉県内の調節池等の役割と活用状況集」調査報告書, 61pp.

芝川・新芝川清流ルネッサンスII地域協議会 (2013) 荒川水系芝川・新芝川第二期水環境改善緊急行動計画～芝川・新芝川清流ルネッサンスII～10年間のとりまとめ, 4pp.

藪田顕彦 (1994) 淡水魚類の生息状況と河川水質の関係について, 日本河川水質年鑑〈1992〉, 993-1007.