埼玉県芝川上流～中流の透視度の時間や地点による変化に関する調査報告

長澤啓太、田中健太、広川周作、大島弘暉、林春太朗、島村泉里、上村勇輔、
神谷玖海、鈴木隆仁、西岡怜那、荒井賢一（栄東中学・高等学校）

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、荒川へと合流する延長41.8km（芝川都市下水路及び新芝川を含んだ延長）の都市河川である（図１、埼玉県環境防災部水環境課（2003））。著者らが所属する栄東中学・高等学校の理科研究部では1989年から継続して、本校に隣接するさいたま市の砂大橋において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調査も開始した（川瀬（2011））。また2011年度以降は砂大橋だけでなく、芝川全域を調査対象にしている（長田・樋谷（2012））。

2013年度には、上記の水質調査・生息生物調査だけでなく、芝川の流域住民の方々に対するアンケート調査や芝川の清掃活動調査を通して、化学・生物学的な視点からだけでなく、文化的な視点からも芝川の現状を考察した（赤池他（2013））。また、同様の調査を2016年度にも実施し、アンケート調査の回収率は70％を超えた。

著者らは、先述した1989年から、芝川の中流域に位置する砂大橋における水質調査データを集約し、考察し直したところ、2016年の砂大橋の透視度は1989年に比べ約80cm増大していることがわかった（図２）。また、2014年度以降の芝川の全流域の水質調査結果から、芝川の中流域に位置する砂大橋において、他地点に比べて透視度が増大する傾向が確認できた（図３）。本研究では、この上流から中流域での透視度の変化に着目した。

1.2　本研究の調査目的

本研究は、先述した各データの考察から浮かび上がった「砂大橋における透視度の上昇」の原因を解明することを目的とした。それに付随して、他地点においても透視度が上昇するのか否か、そしてその原因の追究も目的とした。また、透視度が上昇する原因を解明することで、最終的には河川の美化に貢献することも視野に入れている。

1.3　河川の透視度研究の現状

国土交通省のウェブサイトによると、透視度は河川の綺麗さを表す重要な指標の一つであり、透視度が50cmを超えると100％の人が河川の透視度に関して不満を感じないとされている。また透視度の逆数と濁度・SS（浮遊物質量）との間には相関関係が認められる（花城他（1994））。透視度は他の水質項目に比べて、比較的容易に測定できるため、透視度の値から濁度・SS を概算することにも使われる。

透視度が変化する要因の一つとしては、感潮域では潮の満ち引きが考えられている。飯盛（2008）によれば、佐賀県の六角川の感潮域において、濁度が潮の満ち引きによって変化している。その原因として、河口付近で河川水が流入することによる、土壌コロイドの解膠・分散、また海水の遡上流速による底泥粒子の巻き上げを挙げている。荒川では、秋ヶ瀬取水堰（埼玉県志木市宗岡）よりも下流が感潮域であることが知られており（国土交通省（2015））、芝川は秋ヶ瀬取水堰の下流で合流することから、潮の影響を受ける可能性が考えられる。

透視度は30cm～100cmのメモリが付されたアナログの透視度計を使用して測定できるが、この方法は観測者の視力や周囲の明るさの影響を非常に大きく受けるため、客観的なデータを得にくい。このことが今日、透視度自体を対象とした研究が非常に少ないことの一因となっていると思われる。そこで著者らは、デジタル透視度計（オプッテクス株式会社製（DCM-200））を使用することで、より

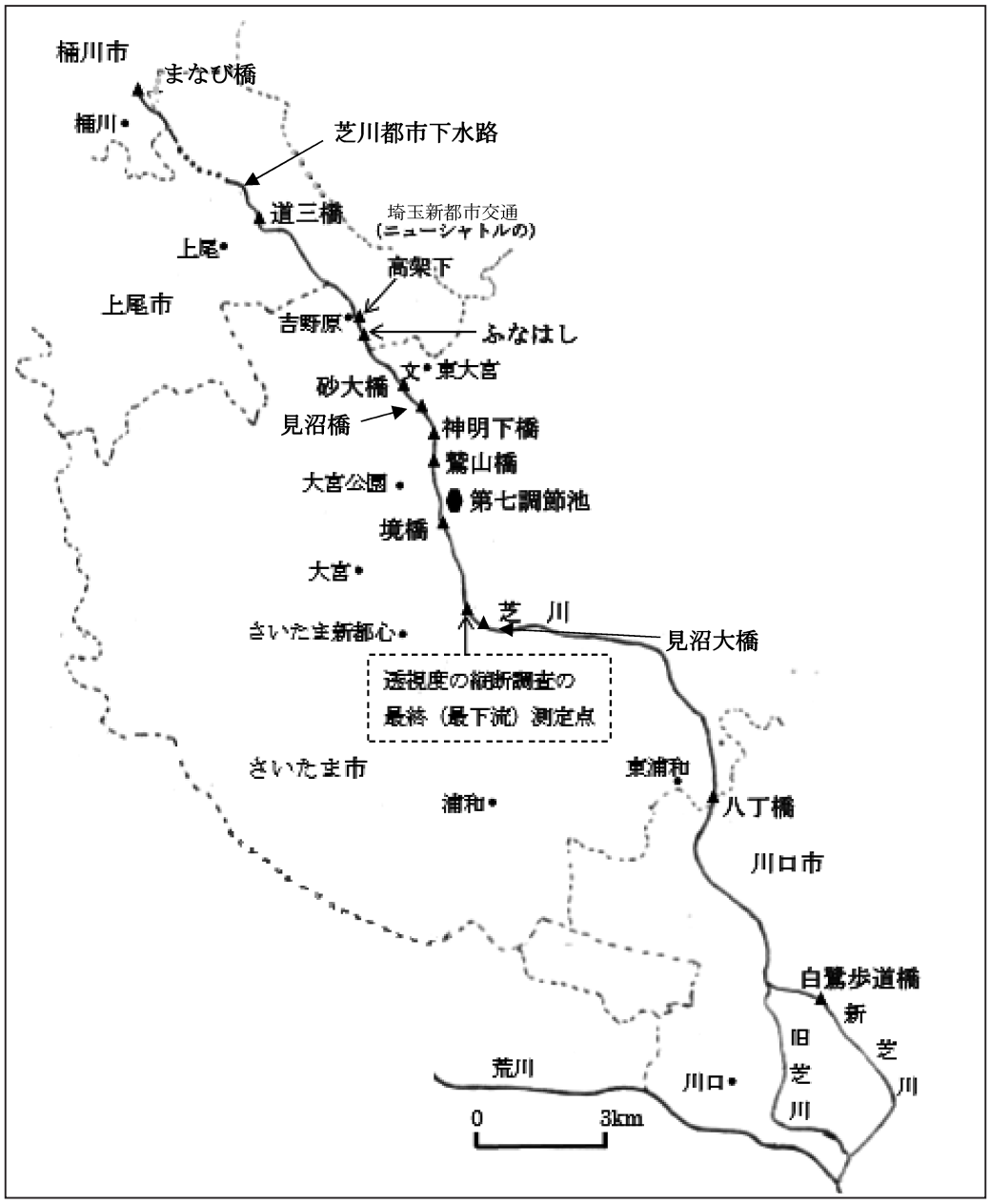


図１．芝川とその周辺の地図
Fig1. The map of the Shibakawa River basin.

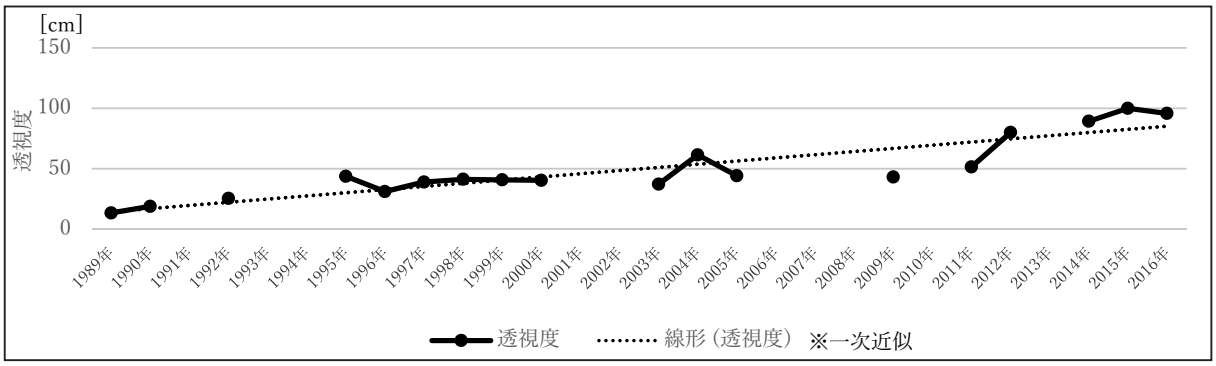


図２．1989年～2016年の砂大橋における透視度
Fig2. The transparency at the Sunaohashi Bridge in the Shibakawa River between 1989 and 2016.

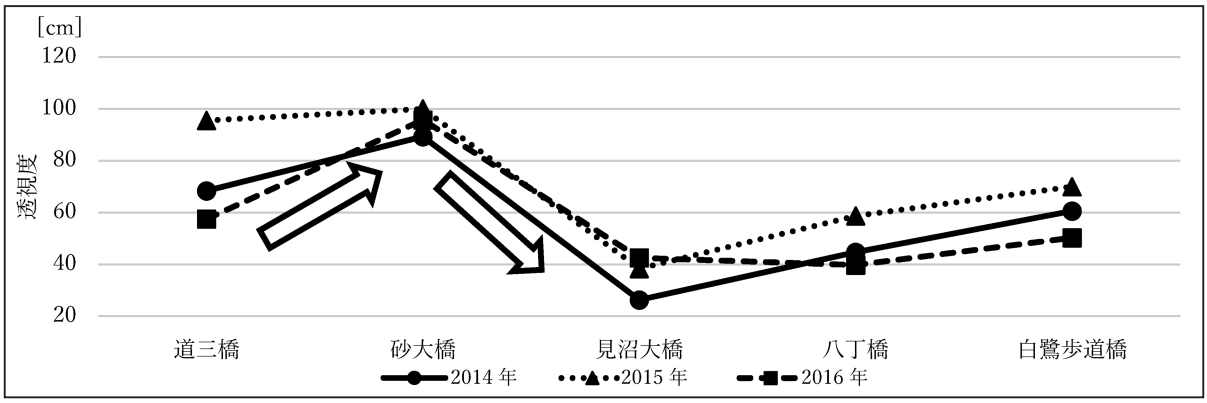


図３．2014年～2016年における芝川の上流から下流への透視度の変化
Fig3. The change of transparency from the upper stream to the lower stream of the Shibakawa River between 2014～2016.

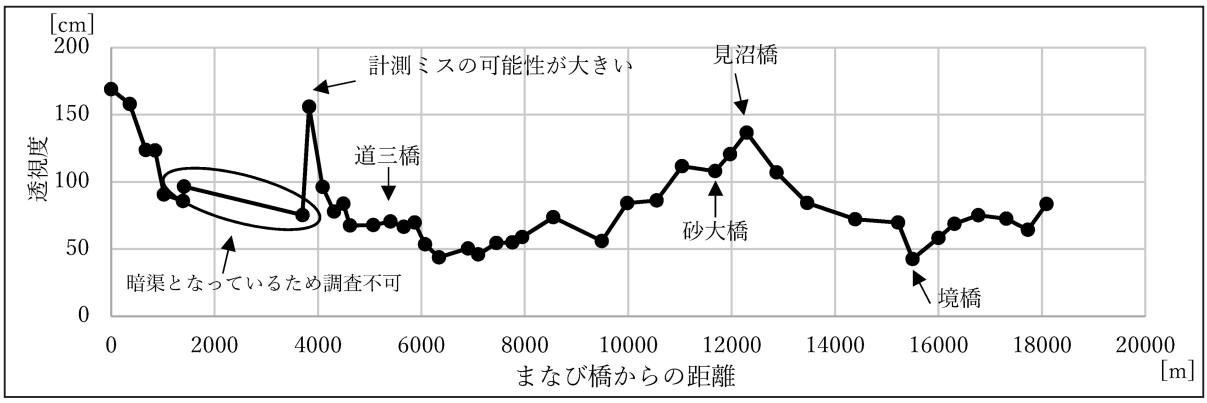


図４．最上流部から中流部の透視度調査結果
Fig4. The result of the research at each bridge between the most upper stream and midstream on the Shibakawa River.

客観的なデータの計測に努めた。またこのデジタル透視度計は、透過光方式で計測するため、周囲の明るさに左右されない。

２．研究手法・結果

2.1　最上流部から中流部の透視度調査

【目的】

図３に示した調査結果をもとに、芝川における透視度の縦断的な変化をより詳しく調べるために実施した。

【概要・方法】

2017年８月５日・13日の２日間にかけて、桶川市にあるまなび橋（暗渠から出てくる最初の橋）から歩いて川を下り、全ての橋で透視度を測定した。透視度の測定にはデジタル透視度計を使用し、採水した水を３回測定し、その平均をとった。距離はスマートフォンアプリ（Runtastic ランニング＆ウォーキング）を使用して実際に歩いた距離を計測した。いずれの調査日も、前日から流域での降雨は無かった。（以下の全調査でも同様であった。）

【結果】

図４は最上流部から中流部の透視度調査結果である。まなび橋からの距離が1410ｍ～3700ｍの間は再び暗渠になっているため調べることができなかった。まなび橋では、透視度は169㎝であったが、下流に行くにつれて減少し、道三橋付近では約60㎝まで減少した。その後透視度は徐々に増大し、見沼橋において極大（137㎝）になった。そして徐々に減少し、境橋では42.6㎝になった。

【考察】

透視度が減少したのち再び極大になるこの変化は、図３に示した先行研究結果と一致する。この調査は一日かけて歩いて測定をしたため、地点ごとの変化だけではなく、時間による変化の影響も受けているのではないかと疑問を持った。

2.2　砂大橋での各水質項目の半通日調査

【目的】

透視度は同一の地点においても、一日の中で時間変化をすると予想した。これを検証すること及び透視度と COD・PO_4-P・DO との関係を調べることを目的として砂大橋での半通日調査を実施した。また、砂大橋における潮の満ち引きの影響を調べるために、塩分濃度も測定した。

【概要・方法】

砂大橋での半通日調査は、2017年11月26日（第一回）・2018年１月７日（第二回）・２月18日（第三回）の３回実施した。どの日も前日から雨は降っていなかった。第一回では気温・水温・透視度を計測し、第二回ではそれに加えて COD・PO_4-P・塩分濃度を計測した。第三回では第一回の測定項目に加えて DO・塩分濃度を測定した。

各水質項目を９：00～18：00の間（第三回は11：00～）、１時間おきに砂大橋にて計測した。透視度はデジタル透視度計を使用して、一回採水するごとに三回測定し、三回採水することで計９データを得た。塩分濃度は塩分濃度計（株式会社 FUSO 製（CD-4317SD））を使用して、三回採水し、それぞれ１回測定した。

COD・PO_4-P はパックテスト（共立理化学研究所製）を使用し、DO は溶存酸素計（共立理化学研究所製）を使用した。それぞれ２回計測し、２人以上で比色したうえで、その値を平均した。また潮位は国土交通省気象庁のウェブサイトから東京湾の潮位を引用した。

【結果】

図５～７は半通日調査の結果である。各水質項目と透視度間の相関係数は表１のようになった。ほぼ全ての調査において、透視度は夕方に近づくにつれて減少する傾向がみられた。また透視度と水温には強い負の相関があり、透視度と PO_4-P には正の相関があった。砂大橋の塩分濃度は半日を通して、0.04%前後であった。

【考察】

砂大橋の塩分濃度が0.04%前後であったことから、砂大橋に潮の満ち引きによる塩分の流入はほぼ無いと推定される。透視度と PO_4-P に正の相関があったことから、透視度は排水によりある程度変化すると推定される

表１．砂大橋での各水質項目と透視度間の相関係数

Table1. Correlation coefficient between items of water quality and transparency on the Sunaohashi Bridge over the Shibakawa River.

	第一回	第二回	第三回
水温	-0.99	-0.79	-0.80
潮位	0.46	0.68	-0.80
COD		0.38	
PO_4-P		0.67	
DO			0.49

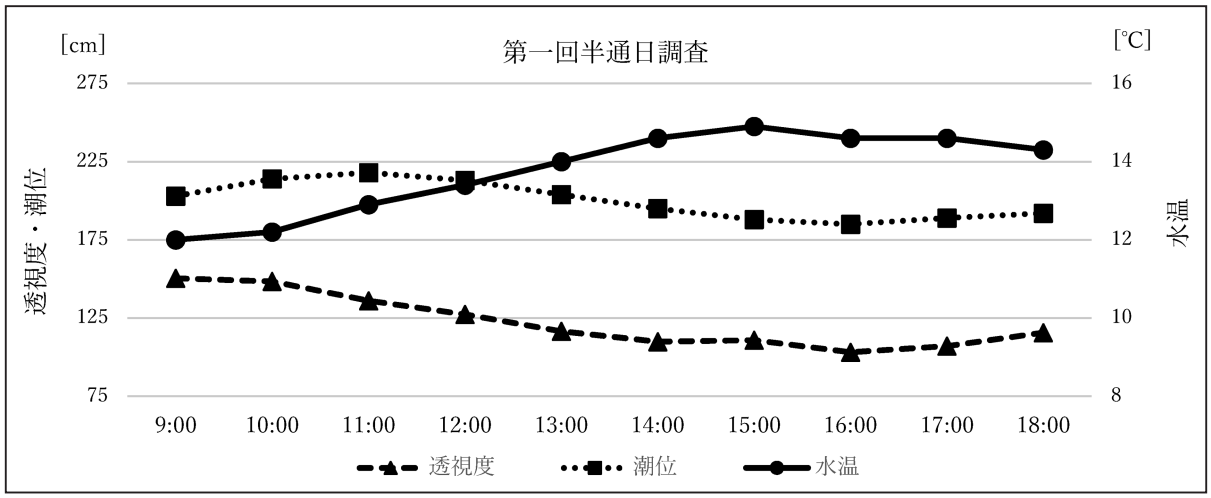


図５．砂大橋における第一回半通日調査の結果

Fig5. The result of the first half day research on the Sunaohashi Bridge over the Shibakawa.

（砂大橋の周辺は農地が多く、農業排水が流入する）。しかし、図６の12：00～13：00では、透視度と PO_4-P の値は大きく異なる変化をしているので、排水は主要な原因ではないと推定される。

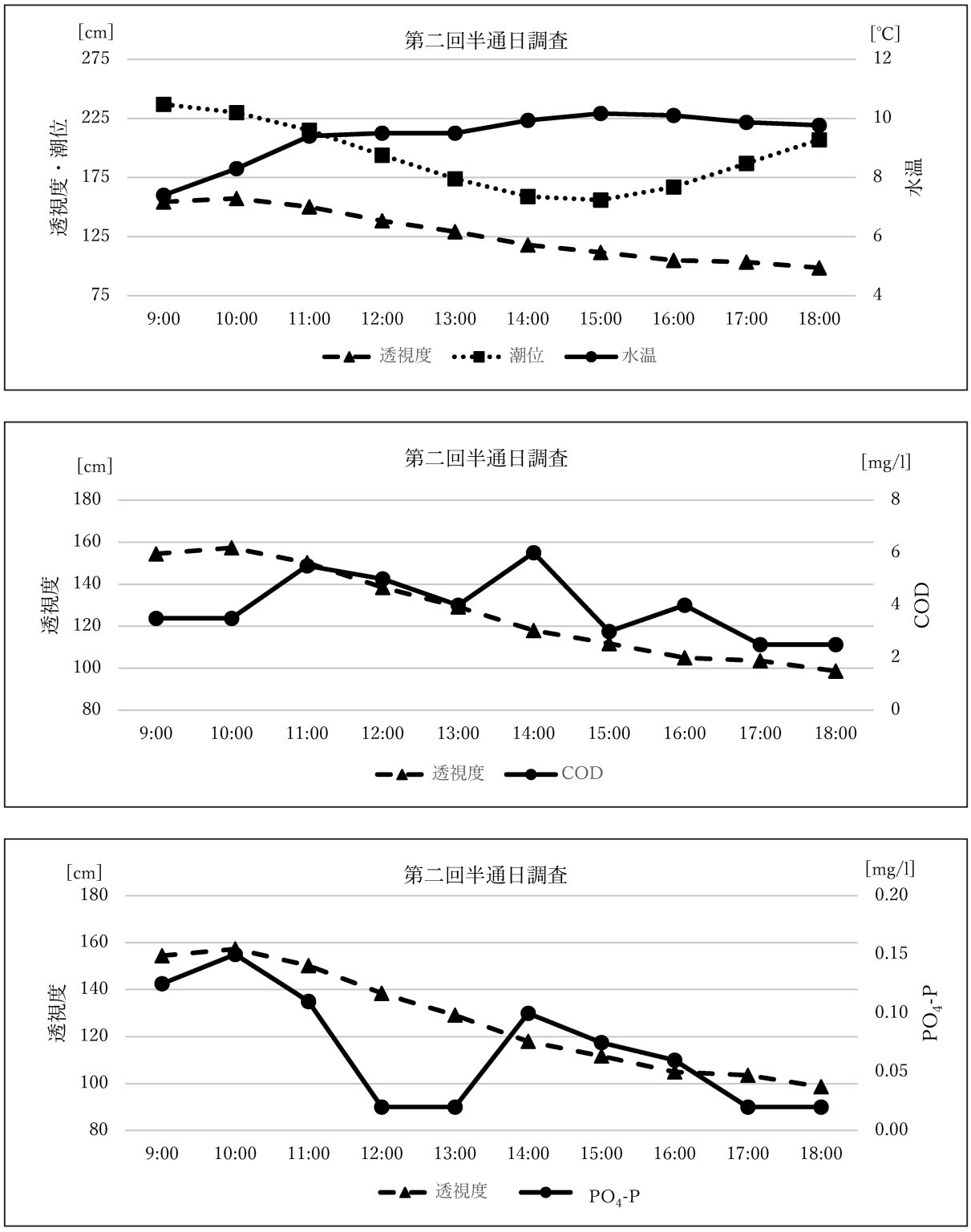
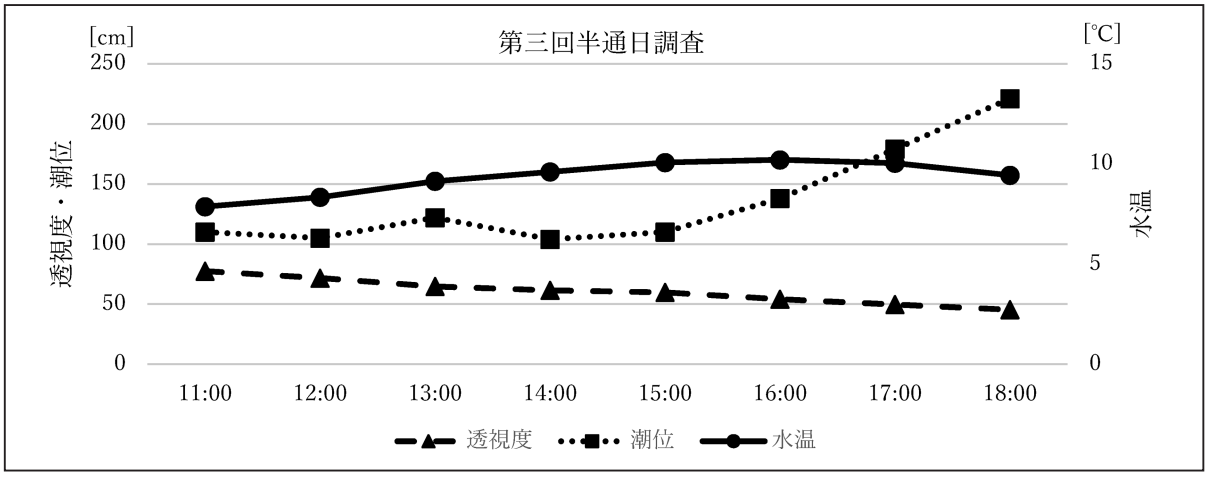


図６．砂大橋における第二回半通日調査の結果
Fig6. The result of the second half day research on the Sunaohashi Bridge over the Shibakawa River.



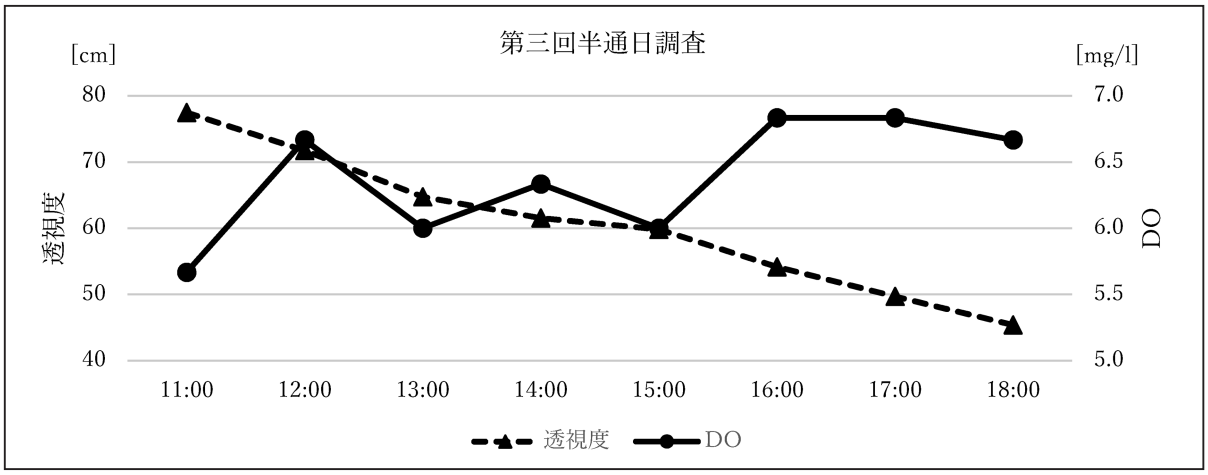


図７．砂大橋における第三回半通日調査の結果
Fig7. The result of the third half day research on the Sunaohashi Bridge over the Shibakawa River.

2.3　芝川中流域における水質調査

【目的】

最上流部～中流部の透視度調査（2.1）の結果をもとに、地点による透視度の変化を正確に測定するために実施した。また、透視度と SS などの他の水質項目との関係を調べるために実施した。

【概要・方法】

縦断調査結果から、透視度変化の大きかった、埼玉新都市交通ニューシャトル高架下・ふなはし・砂大橋・見沼橋・神明下橋・鷲山橋・境橋の７地点で、2017年10月８日（第一回）・12月16日（第二回）の計２回、実施した。第一回では気温・水温・DO・pH・COD・NH_4-N・NO_2-N・NO_3-N・PO_4-P・塩分濃度の項目を測定し、第二回では気温・水温・透視度・SS の項目を測定した。それぞれの調査で、11時ごろと13時ごろの二回採水し、二回の平均値をデータとした。透視度はデジタル透視度計を使用し、塩分濃度は塩分濃度計を使用して計測した（どちらも先述したものと同じ）。また DO は溶存酸素計、SS 以外の項目はパックテストを使用して計測した。SS の測定にはガラスろ紙を使用した。測定に際し、吸引ろ過器が使用できなかったため、全て手作業でろ過した。

第一回では現地に赴き、現地で採水・測定したが、第二回では、デジタル透視度計・塩分濃度計が１つしかなかったため、現地に赴き採水した後、ペットボトルに入れて試料を持ち帰り、測定した。その際、なるべく透視度を変えないために、採水した水を軽く攪拌してペットボトルに入れた。３回採水し、それぞれ別のペットボトルに入れ、約1500ml の試料を持ち帰り、透視度は１つのペットボトルごと３回測定し、塩分濃度は１つのペッ

トボトルごと１回測定した。パックテストは全て２回ずつ測定した。

【結果】

図８・９は中流部における水質調査結果である。また、透視度と水温の間の相関係数は－0.70、透視度とSSの間の相関係数は－0.58であり、透視度とSSの間と、透視度と水温の間で負の相関がみられた。また塩分濃度は全地点で0.04％前後であった（データは示していない）。

【考察】

透視度は鷲山橋で極大となったが、ニューシャトル高架下でも透視度は約110㎝あったことから、この間の透視度の変化は大きくはなかった。これは、図４に示した縦断調査結果において透視度の高かった範囲で調査を実施したためと考えられる。その他の水質項目は、2014年度の全流域調査結果（上原他（2015））と同様であり、2014年度と同じく「やや」汚れていると考えられる。透視度とSSの間に負の相関がみられたことは、花城他（1994）の調査結果と一致する。

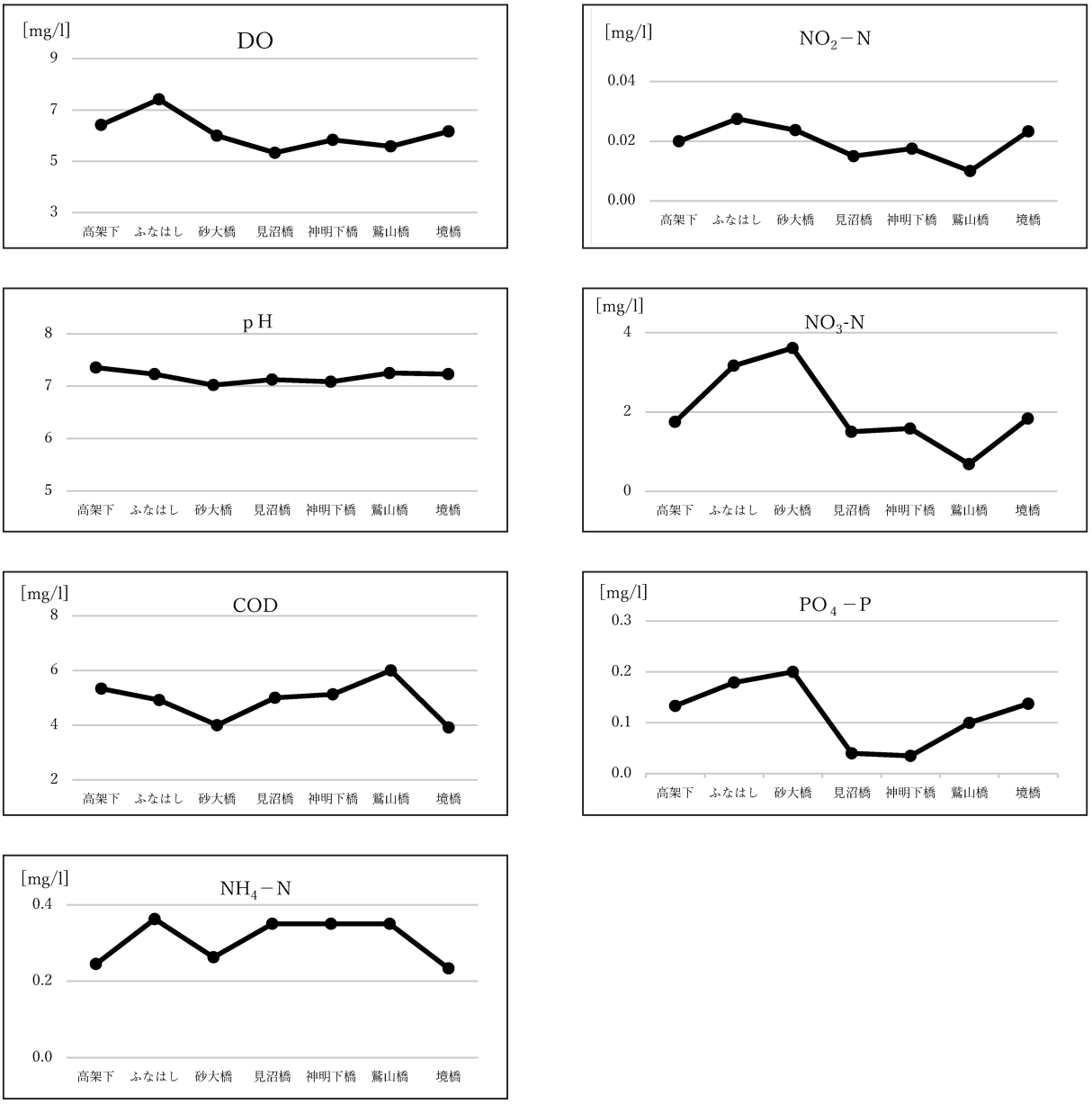
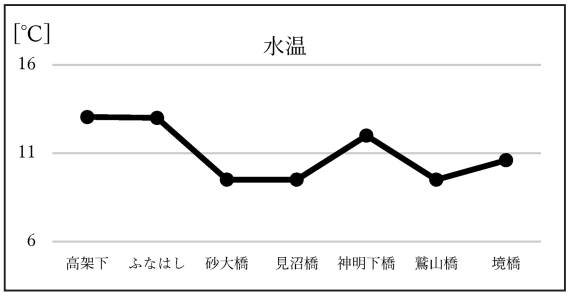
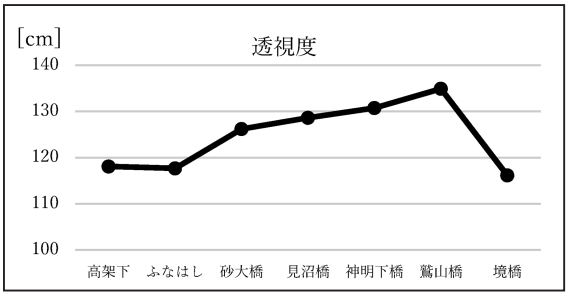


図８．第一回芝川中流域の水質調査結果

Fig8. The result of the first research on the midstream of the Shibakawa River.





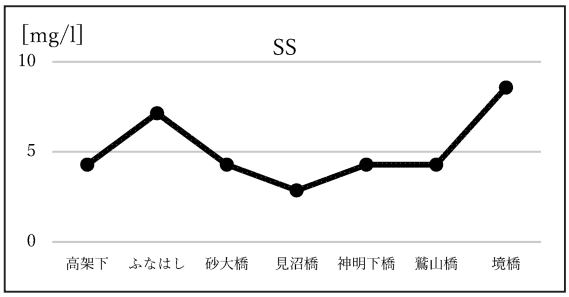


図９．第二回芝川中流域の水質調査結果
Fig9. The result of the second research on the midstream of the Shibakawa River.

３．アンケート調査

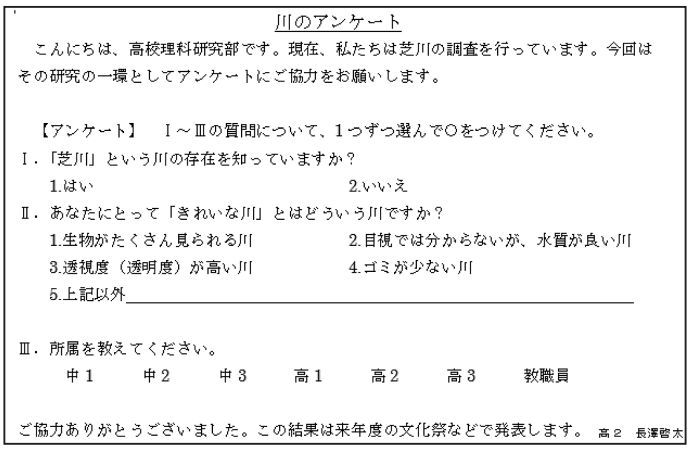
【目的】

本報告で主な調査対象とした透視度が、河川の綺麗さを表す指標としてどの程度重要視されているのかを調査するために実施した。

【概要・方法】

2017年11月20日～22日に、芝川の隣に位置する栄東中学・高等学校の全生徒・教職員（2479名）に対して実施した。生徒に対しては、クラス毎に、ホームルーム（朝または帰りの時間にクラス内で連絡をする場）の時間を利用し、各担任の教職員に配布・回収をして頂いた。教職員に対しては、事前にメールなどを通じて協力を依頼したのち、各教職員の机上にアンケート用紙をおいて、その後職員室に設置した回収箱に入れて頂いた。質問内容は図10に示す。ただし、透視度に関する調査であることをアンケート用紙に明示すると回答が偏ってしまうおそれがあるため、タイトルは「川のアンケート」とした。

質問内容について、Ⅰは栄東中学・高等学校内の芝川の認知度を確かめるために設定した。Ⅱは今回の目的である透視度の重要性を確認するために設定した。選択肢２について、あえて「目視では分からないが」と加えたのは、透視度と他の水質項目との差異を明



川のアンケート

こんにちは、高校理科研究部です。現在、私たちは芝川の調査を行っています。今回はその研究の一環としてアンケートにご協力をお願いします。

【アンケート】　Ⅰ～Ⅲの質問について、１つずつ選んで○をつけてください。

Ⅰ．「芝川」という川の存在を知っていますか？
　1.はい　　2.いいえ

Ⅱ．あなたにとって「きれいな川」とはどういう川ですか？
　1.生物がたくさん見られる川　　2.目視では分からないが、水質が良い川
　3.透視度（透明度）が高い川　　4.ゴミが少ない川
　5.上記以外＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

Ⅲ．所属を教えてください。
　中１　中２　中３　高１　高２　高３　教職員

ご協力ありがとうございました。この結果は来年度の文化祭などで発表します。　高２　長澤啓太

図10．アンケート用紙
Fig10. The questionnaire form.

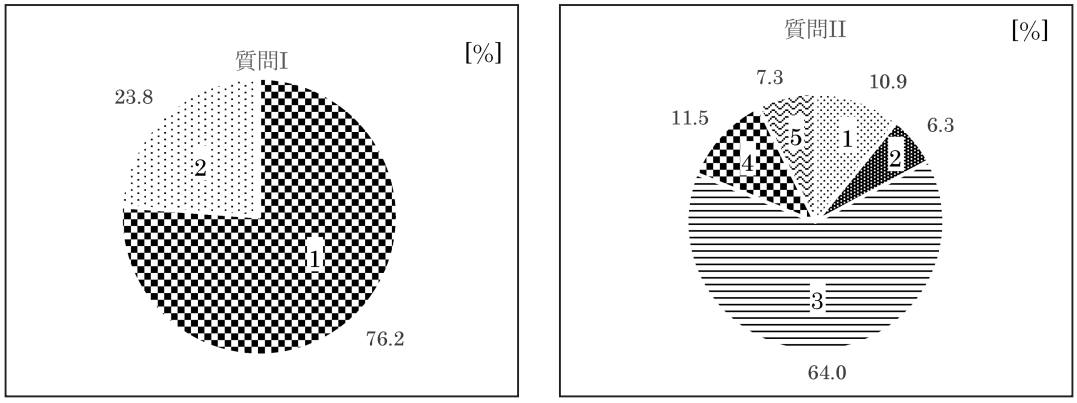


図11．アンケート結果
Fig11. The result of the questionnaire.

確にするためである。Ⅲは回答者の情報を把握するために設置した。

【結果】

図11はアンケート調査の結果である。

Ⅰの結果、芝川を知っている人が約75%、知らない人が約25%いた。Ⅱの結果、一番多く選ばれたのは選択肢３の「透視度が高い川」で、逆に一番選ばれなかったのは選択肢２の「目視では分からないが、水質が良い川」であった。

またⅡの選択肢５の自由記述の欄では、「飲める」「泳げる」など、人が直接触れても害がない川という類の回答が最も多く、次にホタルや鮎などといった清流に棲むといわれている生物がいる川というのが多かった。その他、四万十川など実際の川の名前を書いた回答も見られた。

【考察】

Ⅰの結果より、学校のすぐ隣を流れる川であるにもかかわらず約25%の人が芝川を知らなかった。このことから、生徒・教職員及び流域住民に芝川を周知するための活動が不十分だと考えられる。

Ⅱの結果より、透視度は川のきれいさの指標として最も多くの人が重要視している。逆に、計測しないとわからない水質は、あまり重要視されていない。この結果から本研究の意義が再確認された。

４．おわりに

水質調査については、芝川の中流域における透視度の上昇の原因の追究と、同一地点における透視度の変化とその原因の追究を目的とし、最終的には河川の美化も視野に入れて実施した。そのうえで、デジタル透視度計を利用した、客観的なデータの獲得に努めた。まず、縦断調査より、芝川の中流域において透視度は上昇していた。次に同一地点においても透視度は変化し、夜になるにつれて減少する傾向がみられた。また、透視度と水温の間には強い負の相関があったが、その理由には疑問が残った。

アンケート調査の結果より、流域の方の多くは透視度の高さを川の綺麗さの基準としている。このことから、透視度調査の重要性が再確認できた。

著者らは水温と透視度の関係について、水温の上昇により河川水内で対流が起き、川底の泥が巻き上げられ、透視度が減少する可能性を考えた。今後の調査で、このことについて検証を進めていきたい。

謝　辞

本研究を行うにあたり、藤田宏之氏（埼玉県立川の博物館）・鈴木あや子氏（日本エヌ・ユー・エス株式会社）・薗田顕彦氏（元国土交通省中部地方整備局）・吉冨友恭氏（東京学芸大学）に助言を頂いた。猪又明子氏（東京都健康安全研究センター薬事環境科学部）からは、本稿を完成する上で有益な助言を頂いた。また栄東中学・高等学校理科研究部 OB である、石黒喬大氏・上原悠太郎氏・増田誠也氏・松田昴大氏・安倍聡志氏・小林優介氏が、各調査の引率として参加してくださった。本研究は平成29年度武蔵野銀行緑の基金の援助を受けて実施した。また、調

査には著者らの他に下記の栄東中学・高校理科研究部員・顧問も参加した。

【参加生徒】

大橋空・橋本蓮・小松純大・藤田健一朗・猿谷琳斗・宮崎真肇・饗場空璃・浅井稀里伊・嶌根亮・篠田海遥・並木勇輝・藤田芳子・布施匠・宮崎和至・三上凌央・矢尾采音・青柿勇生・石川翼・岡澤漱太・岡田祥功・加藤智士・桐田叡明・日下将一・小林莉子・武弘一・林土樹生・山田維納（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，吉冨友恭，薗田顕彦，鈴木あや子（2013）芝川を生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，13：37-48.

飯盛啓生（2008）有明海に流入する少流量感潮　河川の水質..　工業用水．No. 591. 77-81

上原悠太郎，水野瑛理，富永浩司，髙梨南風，荒井賢一，藤田宏之，薗田顕彦，鈴木あや子，吉冨友恭（2015）水質と生息生物から見る芝川の現状と考察．埼玉県立川の博物館紀要，15：1-8.

川瀬響（2011）芝川の水質環境の現状と今後のあり方に関する研究．日本地球惑星科学連合2011年大会　高校生セッション．O02-P24.

国土交通省　参考図表―14透視度計の高さの選定について　http://www.mlit.go.jp/river/shishin_guideline/kasen/suishitsu/pdf/ys23. pdf　最終閲覧2018年４月21日

国土交通省　関東地方整備局（2015）荒川の現状と課題　http://www.ktr.milt.go.jp/ktr_content/content/000617840. pdf　最終閲覧2019年２月３日

国土交通省　防災情報提供センター　潮位情報　https://www.jma.go.jp/jp/choi/bosai/choui_map.html　最終閲覧2019年１月17日

埼玉県環境防災部水環境課（2003）彩の国ふるさとの川再生基本プラン．210pp.

長田そら，樋谷友寛（2012）芝川の上流（埼玉県上尾市）から下流（川口市）の「生息生物と水質」の調査およびその考察．日本地球惑星科学連合2012年大会　高校生セッション．O02-P06.

花城可英，大見謝辰男，比嘉栄三郎，満本裕彰，普天間朝好，古堅勝也，下地幸枝，田代豊（1994）濁水の評価に関する研究―SS、濁度、透視度の関係について―．沖縄県衛生環境研究所報，28：67-71.