

B-23 神流川最上流部河床における 付着珪藻優占種の季節変化

○神田 菜希¹・青井 透^{1*}・掛川 優子¹・中島 啓治¹・大井田 朋子²

¹群馬工業高等専門学校・専攻科環境工学専攻 (〒371-0845群馬県前橋市鳥羽町580)

²長岡技術科学大学(〒940-2188新潟県長岡市上富岡町1603-1)

*E-mail:aoi@cvt.gunma-ct.ac.jp

1. はじめに

神流川は、群馬県西部を東流する利根川上流域の主要な支川である。群馬県の最南端、群馬県上野村の県境に位置する三国山の西側を源流とし、深いV字谷を形成して、奥多野山地と秩父山地を縫うようにして東流し、下久保ダムを經由して利根川に合流している。流域全長78.4 km、流域面積は407 km²の清流であり、地質的には上流で古生代または中生代の砂岩・泥岩互層、中流で、古生代の黒色片岩、緑色片岩が多く占めている。

秩父地方の上流河川は窒素濃度が高いと以前から報告されている¹⁾が、青井は神流川などの群馬県西部の溪流水の窒素濃度を長期間測定し、人為的な汚濁のない最上流域でも、1mg/l程度の無機態窒素濃度(殆どは硝酸態窒素)がしばしば観測されるのは、夏季首都圏から地上風にのって運ばれる大気汚染物質が、山間部で降下することが主たる原因と推論している²⁾。

さて群馬県は、この神流川上流部に複数の積石による水制工と置石工を施し、瀬と淵を取り戻す河川近自然化工法の実験工事を実施している。本研究室はこの実験工事に委員会の一員として参加し、月毎の水質及び珪藻類と水生昆虫の種及び生物量を、年間を通じて調査³⁾し、既にその成果については報告済であるが、本論文では珪藻類の優占種の変化に着目し、河川水の窒素濃度との関係について検討したので、その結果を報告する。

2. 調査期間と調査地点

付着珪藻調査は、2005年4月から開始し、2006年早春まで、ほぼ毎月実施した。調査地点は、群馬県が発足させた「瀬と淵を取り戻す実験」工事内の複数箇所である。図1に、調査定点の配置図と着工前及び工事完了後の写真を示した。

3. 調査概要

付着珪藻調査は、図1に示す実験工事の行われた神流川の上流(神流町健康センター裏)において実施し、河川をSt.1からSt.5に分け調査した。なお、St.1は実験工事の上流に位置している。

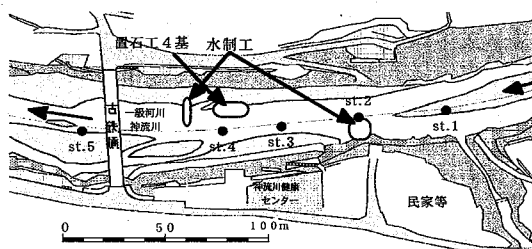


図1 神流川「瀬と淵を取り戻す実験工事」調査地点配置図

(1) 水質調査

各調査地点において河川水を採取し、本研究室で水質調査を行った。調査項目は、Tw(温度:℃)、EC(電気伝導度:mS/m)、Cl⁻(塩素イオン濃度:mg/l)、pH、NH₄-N(アンモニア態窒素:mg/l)、NO₂-N(亜硝酸態窒素:mg/l)、NO_x-N(酸化態窒素:mg/l)、N(無機態窒素=NH₄-N+NO_x-N:mg/l)、PO₄-P(リン酸態リン:mg/l)、T-N(全窒素:mg/l)、T-P(全リン:mg/l)である。

(2) 珪藻バイオマス(生物量)調査

各調査地点の平均的な大きさの石(平均径10cm程度)に付着する珪藻バイオマスの季節変化を知るために毎月調査した。各調査地点(St.1-St.5)の流路を横断し4箇所に分け、計20箇所から石を採取した。石は、泥や砂に埋まり込んでなく、極力平らな形状のものを選んだ。

本研究室にて歯ブラシを使用し、採取した石の表面の付着藻類をこすり落とした。また、石の表面や使用した歯ブラシも精製水でよく洗い流し、バット内に移した。その後、全ての付着藻類をバットの中に何も残らないように、精製水で洗い流しながら、ピーカーに移した。ピーカーに入れた付着藻類を遠心分離機(3500回転で10分間)にかけ、付着藻類と水を分離させた後、水を捨て沈殿していた分離物を採取した。バイオマス調査用の付着藻類は乾燥機を

使用し、105℃で乾燥させた。乾燥後、沈殿した重量の測定を行った。その後、マッフル炉(600度で1時間)に入れ、有機物の焼却を行った。焼却後の重量を測定して灰分と有機物量を求めた。同時に採取した石の型をとり、石面25cm量に定量換算してバイオマスを計算した。

(3) 珪藻類組成調査

神流川における珪藻類の種類組成を明らかにするために調査を行った。St.1採取とSt.2-5採取(以後ミックス)の材料について常法によって酸処理をした後、プルレーラックス(封入剤)で封じ永久プレパラートを作成し、光学顕微鏡下で検鏡すると共に撮影した。写真を2000倍に引き伸ばして、季節変化と群集の組成を知るために、顕微鏡下で200個体までカウントした。

(4) 優占種調査

地球上に棲息している珪藻のほとんどが全長10から50μmと微小である。そのため、光学顕微鏡下では珪藻の細部まで見る事ができず、正確な珪藻の同定は困難である場合がある。そこで本校地域共同技術開発センターの走査型電子顕微鏡(JEOL JSM-5600LV)を使用し、同定を行った。採取した試料に酸処理を施し、プレパラートを作成した。その後銀を付着させ、電子顕微鏡で観察を行った。

4. 調査結果

(1) 水質調査

調査期間中における月別水質調査の結果を表1に示した。流域が石灰岩分布地帯であるので、pHは8.1であり高い値を示している。実験場所の神流川の水質は、硝酸態窒素濃度が上流清流にしては異常に高いのは、前記した大気降下物の影響と思われる。アンモニア態窒素は0.03mg/lと比較的低い値を示している。この理由として、神流川には生活排水や、雑排水による汚濁がないことが挙げられる。本調査地点の神流川上流は上野村に位置するが、上野村では生活排水処理にいち早く小型合併浄化槽を

導入し、高い普及率と適切な管理体制がとられている。全窒素濃度平均は0.86mg/l、また全リン濃度平均は0.02mg/lと珪藻の繁殖に必要とされる条件を満たしている(富栄養化条件はN $\geq$ 0.15mg/l、かつP $\geq$ 0.02mg/lとされている)。

水質をみると、全体的に一年間を通して値が安定しているため、季節変化が神流川水質に与える影響は少ないと考えられる。

(2) 珪藻バイオマス調査³⁾

バイオマスを月別に見ると、12月が最も多い。また年間を通して、2回(6月と9月)バイオマスが落ち込む時期がある。調査地点別ではSt.2が最も少なく、逆にSt.3が最も多かった。St.3はSt.2と比べて約2倍もの珪藻があった。なお、バイオマスに珪藻殻は含んでいない。

(3) 珪藻類組成調査³⁾

本調査で出現した、石に付着した珪藻をまとめると、15属に属する45分類群(未同定種1)であった。表2に、調査期間に採取した珪藻の種類と割合を示す。調査において採取した主な珪藻は、好アルカリ性種、またβ-中腐水種の割合が多く、好流水性の着生種が優占していた。これらの生態は、採集地(石灰岩分布地帯)における河川の上流で清水域という環境を、よく反映したものと思われる。

表2 珪藻類組成調査

優占順位	学名	和名	割合(%)
①	<i>Nitzschia palea</i>	ササノハケイソウ属	42.5
②	<i>Achnanthes convergens</i>	ツメケイソウ属	41.5
③	<i>Cocconeis placentula</i>	コメツブケイソウ属	3.2
④	<i>Cymbella turgida</i>	クチビルケイソウ属	1.9
⑤	<i>Cymbella sinuata</i>	クチビルケイソウ属	1.8
⑥	<i>Synedra inaequalis</i>	ハリケイソウ属	1.5

(4) 優占種調査

優占種では明確な季節変化がみられた。優占種の季節変化を図2、表3に示した。4月から5月の調査では*Achnanthes convergens*(写真1)が優占種であったが、6月の調査以降*Nitzschia palea*(写真2)に変化していた。そして、11月の調査では再び優占種が*Achnanthes convergens*に戻った。

表1 2005年度水質調査結果

計測日	Tw	EC	Cl-	pH	NH4-N	NO2-N	NOx-N	無機態窒素	PO4-P	T-N	T-P
4月18日	12.4	15.5	9.8	8.5	0.03	0.005	0.82	0.85	0.02	1.01	0.04
5月26日	17.8	19.8	14.0	8.0	0.03	0.006	0.83	0.85	0.02	0.84	0.02
6月21日	22.9	21.3	12.8	8.1	0.04	0.002	0.61	0.65	0.02	0.66	0.02
7月25日	22.0	16.7	7.0	8.1	0.03	0.002	0.64	0.66	0.02	0.77	0.02
8月16日	21.0	13.2	4.0	8.0	0.02	0.002	0.77	0.80	0.02	0.83	0.03
9月13日	20.7	13.3	3.6	8.0	0.03	0.002	0.73	0.76	0.02	0.84	0.03
10月13日	16.8	14.5	4.8	8.5	0.02	0.004	0.96	0.97	0.02	0.97	0.02
11月21日	5.9	17.5	10.2	8.0	0.01	0.000	0.61	0.62	0.01	0.81	0.05
12月20日	0.8	20.9	16.0	7.8	0.01	0.004	0.66	0.67	0.00	0.73	0.00
2月20日	0.4	20.8	16.0	8.0	0.04	0.004	0.96	1.00	0.01	1.10	0.00
平均値	14.1	17.4	9.8	8.1	0.03	0.003	0.76	0.78	0.02	0.86	0.02

単位はEC(ms/m),pHを除く他の全ての指標は全て(mg/l)

(個体/200個体)

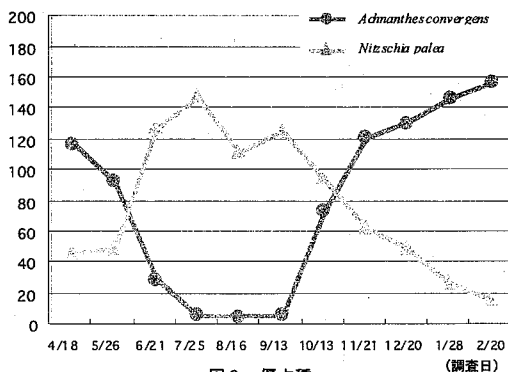


図2 優占種

表3 優占種カウント結果

調査日	4.18	5.26	6.21	7.25	8.16	9.13	10.13	11.21	12.20	1.28	2.20
Achnanthes convergens	118	93	29	6	5	6	73	121	131	146	157
Nitzschia palea	46	50	128	148	113	125	95	63	50	27	19

(個体/200個体)

*Achnanthes convergens*は、本邦の河川に最も普通に出現する種類であり、支流や上流、下流の区別なく随所に優占種として出現している。好流水性の着生種であり、貧腐水種-β中腐水種である。また*Nitzschia palea*の生態は上流部ではやや少ないが、ほとんどの地点で多く見られ、汚水の指標とされている。富栄養種で、pH値の変動に強く(最適はpH約8.4)、広温種(温度変化が15℃又はそれ以上の範囲に出現するもの)である⁴⁾⁵⁾。*Nitzschia palea*は、一般に汚水の指標珪藻とされている。清流である神流川上流部の優占種になった理由を検討した結果、*Nitzschia palea*は生育環境の幅が広く、しかも窒素必須種であると分かった。

水質調査の結果と比べてみると、調査地点の窒素濃度は0.86mg/l(昨年度の平均は1.13mg/l)と一般の源流部(窒素濃度0.15mg/l以下)より高くPO₄-Pの供給もあることから、水温の上昇とともに*Nitzschia palea*が優占化すると思われる。

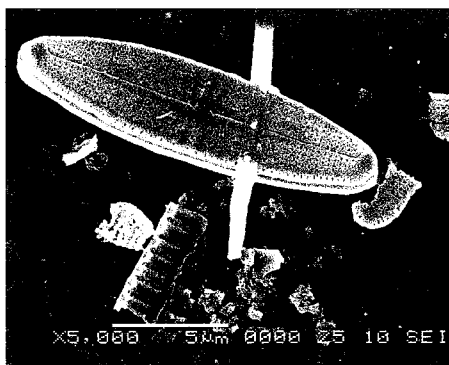


写真1 *Achnanthes convergens*

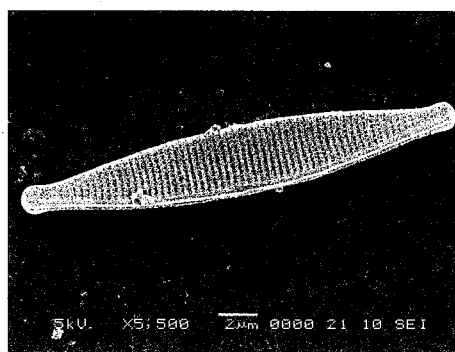


写真2 *Nitzschia palea*

5.まとめ

神流川「瀬と淵を取り戻す実験」現場における水質と珪藻類の調査から、以下のことがわかった。

1. 実験現場は神流川の上流部に位置するが、無機態窒素濃度は1mg/l前後、またPO₄-Pは0.02 mg/lであり、富栄養化が起るとされる濃度に近い。
2. 神流川における珪藻の優占種は季節変化しており、夏季には*Nitzschia palea*、秋～冬季にかけては*Achnanthes convergens*が優占種となる明確な優占種の交替が観察された。
3. *Nitzschia palea*は窒素必須種であり、広温種であることが優占種として出現した理由だと思われる。

今後は、利根川上流部各支流で付着珪藻の分布を測定し、さらに検証を進めてゆく予定である。

謝辞

今回の調査では、実験工事をすすめた群馬県県土整備局河川課の方々に多くの便宜を図って頂いた。また水質分析は岸分析主任に実施頂いた。厚くお礼申しあげる。

参考文献

- 1) 園松孝男、川地 武(1999)林地流出水の窒素濃度と地質(1.荒川上流域の高硝酸濃度流出林地の地質的特徴)、第33回日本水環境学会講演集、p232
- 2) 青井 透、森 邦広、平野太郎(2004)首都圏から飛来する大気汚染物質(窒素化合物)と越後山脈周辺の雨水及び沢水中窒素濃度との関係、土木学会環境工学研究論文集、Vol.41,pp97-104
- 3) 掛川優子、青井 透、中島啓治(2006)神流川「瀬と淵を取り戻す実験工事」サイトにおける水生昆虫と付着珪藻の季節変化、用水と廃水、Vol.38, No.3, pp72-80
- 4) Lowe, R. L. (1974) *Environmental requirements and pollution tolerance of freshwater diatoms*. 334pp. U.S. Environmental Protection Agency, Ohio.
- 5) 東京都環境保全局水質保全全部水質監視課(1996) ケイ藻ハンドブック～小さなケイ藻を使って身近な川の健康診断～