

B-32 群馬県の河川における 付着珪藻種と窒素濃度の関係

○神田 菜希¹・掛川 優子¹・中島 啓治¹・青井 透^{1*}

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)

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

1. はじめに

本研究では、2005年度において神流川最上流部河床における付着珪藻の生育調査を行った。この神流川は群馬県によって、河川上流部に複数の積石による水制工と置石工を施され、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、良好な成果を得ている。本実験場所での珪藻調査の結果、清流と言われている神流川で一般に汚水の指標とされている *Nitzschia palea*²が優占種として夏季に出現した¹⁾。また水質調査においては、調査地点の窒素濃度が0.86mg/lと一般の源流部(窒素濃度0.15mg/l以下)より異例に高い結果となった。これについては、夏季首都圏から地上風によ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青井が報告している²⁾ので、窒素必須種の *Nitzschia palea*³⁾の出現は河川の窒素濃度が原因ではないかと推測している。

そこで本研究では神流川以外の河川、南牧川と水上・水源の森でも付着珪藻の生育調査を行い、窒素濃度と付着珪藻種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、2006年5月から開始し、毎月実施した(水源の森については7月から10月まで)。神流川においては群馬県が発足させた「瀬と淵を取り戻す実験」工事内の複数箇所を、継続して調査場所とした。南牧川は下仁田南牧風口橋下で、水源の森は左の俣沢と水源の森内道路交差点地点直上流で行っ

た(以後、水源の森と記述)(図-1)。

3. 調査概要

(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)、無機態窒素(N=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。採取する石は、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珪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、全ての付着珪藻を精製水で洗い流しながらピーカーに入れ、その付着珪藻を遠心分離機(3500回転で10分間)にかけ、付着珪藻と水を分離させた後、水を捨て沈殿した分離物を採取した。バイオマス調査のため乾燥器中にて、105℃で乾燥させ、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、有機物の焼却を行い、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25cm²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

各河川における珪藻の種類組成を明らかにするために調査を行った。濃硫酸と塩素酸カリウムによって酸処理をした後、ブルーラックス(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。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. 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。神流川と南牧川では、水温、電気伝導

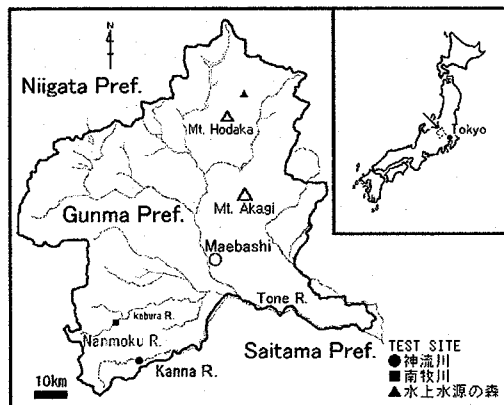


図-1 神流川及び他調査地点位置図

度、塩素イオン濃度、pHにおいて同じ濃度を示したが、無機態窒素濃度が神流川で0.89mg/l、南牧川で1.75mg/lと上流清流にして異例に高いのは、前記した大気降下物の影響と思われる。逆に水源の森の無機態窒素濃度は0.06mg/lと低い値となっている。また塩素イオン濃度は、神流川が6.5 mg/l、南牧川が8.8mg/lに対し水源の森は1.5mg/lであり、水源の森は他の河川と比べミネラル分が少ない。

(2) 珪藻バイオマス調査

バイオマスを月別に見ると、神流川では9月、11月、3月、南牧川でも9月、12月、3月とバイオマスが高くなる時期が3回あり、その増減が似ている。水源の森でも9月が最もバイオマスが多く、他の月の約5倍となっていた。

(3) 珪藻類組成調査

本調査で出現した、付着珪藻をまとめると、神流川においては14属に属する38分類群であった。また南牧川でも14属に属する38分類群、水源の森では17属に属する34分類群であった。

神流川において採取した主な珪藻は、本年も *Achnanthes convergens* と *Nitzschia palea* であった(図-2)。採取した珪藻全体を通してみると、好

アルカリ性種、また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、河川の上流で清水域という採集地(石灰岩分布地帯)の環境をよく反映したものと思われる。2005年度調査では、*Nitzschia palea* は夏季に優占化していたのに対し、本年度は冬季にも夏季を上回る数が確認した。しかし、最近の邦文文献によれば図版の特徴が異なっているため、*Nitzschia palea* に類似する *Nitzschia romana* を含んでいる可能性もあり今後さらに検討する。

南牧川では、*Nitzschia palea* と *Achnanthes convergens* が見られ、そして1月以降主に出現したのは *Cymbella ventricosa*、*Gomphonema olivaceum* var. *quadripunctatum* である(図-3)。*Cymbella ventricosa* は、淡水産着生種であり、低温～中温の広温種である。最適pHは7.7-7.8の珪藻である。また、*Gomphonema olivaceum* var. *quadripunctatum* は、*Cymbella ventricosa* 同様淡水産の好流性着生種とされている。

水源の森では、神流川や南牧川では見られない *Diatoma hyemalis* が出現した。この種の生態は、好アルカリ～真アルカリ性の貧塩～嫌塩種である。他にも弱汚濁耐性種の真性プランクトンの *Asterionella formosa* や好酸性種の泥炭湿原種 *Eunotia* 属、泥炭質の池沼のような弱酸性の水域を好んで出現する

表-1 河川上流域三調査地点における水質調査結果一覧

	調査日	Tw	EC	Cl-	pH	NH4-N	NO2-N	NOx-N	無機態窒素	PO4-P	T-N	T-P
神流川	2006年 5月24日	17.9	17.3	8.2	7.7	0.021	0.004	1.317	1.34	0.012	1.58	0.016
	6月28日	21.1	15.9	8.4	8.8	0.000	0.003	0.691	0.69	0.011	0.78	0.025
	7月30日	19.0	11.3	3.0	7.5	0.002	0.003	0.951	0.95	0.014	1.07	0.050
	8月27日	20.3	13.5	4.6	8.0	0.014	0.003	0.971	0.99	0.017	1.16	0.027
	9月30日	16.9	14.5	5.0	7.8	0.016	0.002	0.969	0.99	0.018	1.28	0.041
	10月28日	14.6	14.6	2.4	8.0	0.004	0.003	0.926	0.93	0.040	1.03	0.048
	11月28日	9.7	15.0	2.8	7.5	0.007	0.004	0.839	0.85	0.033	0.88	0.052
	12月16日	6.6	15.4	3.4	7.6	0.023	0.013	0.822	0.84	0.016	0.94	0.025
	2007年 2月22日	4.9	18.2	11.3	7.8	0.027	0.004	0.606	0.63	0.004	0.75	0.006
	3月24日	8.3	10.5	14.4	8.0	0.012	0.004	0.300	0.31	0.002	0.47	0.004
	4月22日	11.9	16.4	8.4	8.0	0.012	0.016	1.266	1.28	0.010	1.55	0.023
	平均	13.7	14.8	6.5	7.9	0.013	0.005	0.878	0.89	0.016	1.05	0.029
	調査日	Tw	EC	Cl-	pH	NH4-N	NO2-N	NOx-N	無機態窒素	PO4-P	T-N	T-P
	2006年 5月24日	15.9	16.7	8.0	7.6	0.027	0.009	2.301	2.33	0.021	-	-
南牧川	6月28日	23.9	17.7	8.0	8.5	0.000	0.004	1.513	1.51	0.016	1.68	0.034
	7月30日	22.0	14.9	5.0	7.5	0.000	0.003	1.634	1.63	0.013	1.87	0.034
	8月27日	22.1	14.0	6.0	8.0	0.023	0.002	2.114	2.14	0.020	2.35	0.043
	9月30日	19.0	15.9	7.0	8.2	0.002	0.003	1.772	1.77	0.012	2.13	0.030
	10月31日	15.4	16.8	4.0	8.2	0.052	0.004	1.857	1.91	0.059	2.13	0.065
	12月16日	6.9	19.3	4.0	5.7	0.024	0.012	1.696	1.72	0.019	1.82	0.026
	2007年 2月22日	3.4	23.0	16.0	7.8	0.046	0.005	1.383	1.43	0.005	1.47	0.005
	3月24日	8.7	12.2	20.0	8.0	0.061	0.011	1.073	1.13	0.002	1.61	0.012
	4月22日	16.1	19.6	10.0	8.0	0.067	0.019	1.850	1.92	0.007	2.55	0.007
	平均	15.3	17.0	8.8	7.7	0.030	0.007	1.719	1.75	0.017	1.96	0.028
	調査日	Tw	EC	Cl-	pH	NH4-N	NO2-N	NOx-N	無機態窒素	PO4-P	T-N	T-P
	2006年 7月28日	11.3	2.3	1.0	6.6	0.022	0.002	0.073	0.10	0.010	0.24	0.033
	8月30日	13.4	2.8	1.0	7.9	0.005	0.0004	0.060	0.07	0.006	0.21	0.022
	9月28日	24.6	2.7	2.0	7.9	0.003	0.001	0.036	0.04	0.005	0.38	0.021
	10月11日	8.9	2.4	2.0	7.6	0.000	0.001	0.045	0.05	0.007	0.15	0.015
	平均	14.6	2.5	1.5	7.5	0.008	0.001	0.054	0.06	0.007	0.25	0.023
水源の森	調査日	Tw	EC	Cl-	pH	NH4-N	NO2-N	NOx-N	無機態窒素	PO4-P	T-N	T-P
	2006年 7月28日	11.3	2.3	1.0	6.6	0.022	0.002	0.073	0.10	0.010	0.24	0.033
	8月30日	13.4	2.8	1.0	7.9	0.005	0.0004	0.060	0.07	0.006	0.21	0.022
	9月28日	24.6	2.7	2.0	7.9	0.003	0.001	0.036	0.04	0.005	0.38	0.021
	10月11日	8.9	2.4	2.0	7.6	0.000	0.001	0.045	0.05	0.007	0.15	0.015
	平均	14.6	2.5	1.5	7.5	0.008	0.001	0.054	0.06	0.007	0.25	0.023

*Frustulia rhomboides*も観察された。神流川、南牧川で多くみられた*Achnanthes convergens*や*Nitzschia palea*はほとんどみられなかった(図-4)。

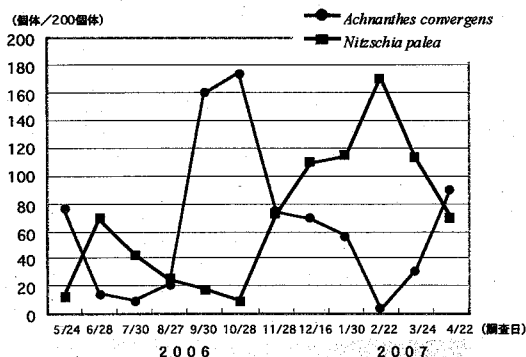


図-2 神流川における珪藻優占種の月変化

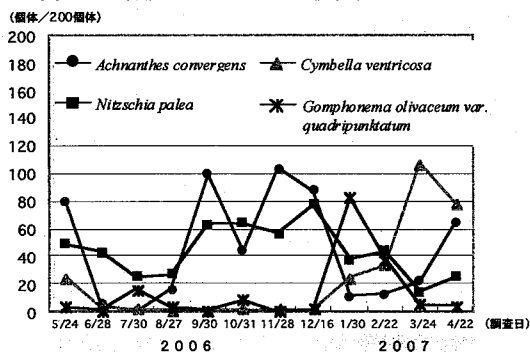


図-3 南牧川における珪藻優占種の月変化

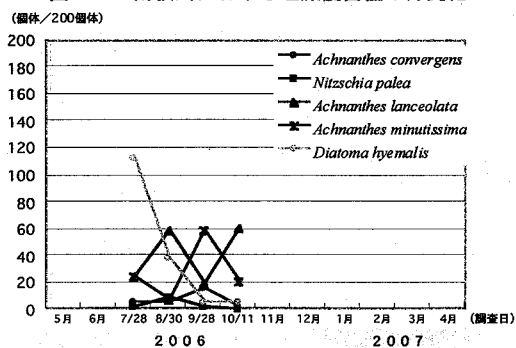


図-4 水源の森における珪藻優占種の月変化

5. 考察

窒素必須種である*Nitzschia palea*と窒素濃度について注目してみると、神流川は2006年度は夏季、冬季の2度にわたり*Nitzschia palea*が優占種となり、窒素濃度も0.89mg/lであった。また、*Nitzschia palea*の全調査における総出現率は34.4%であった。

南牧川では、窒素濃度が1.75mg/lと神流川の約2倍高く、他の河川とは異なり*Nitzschia palea*が常時出現していた。窒素濃度が高い理由として、南牧川は県央の関東平野部と直接つながっているため、神

流川よりもより直接的に地上風を受け、大気汚染の影響を受けるのではないかと考える。また、南牧川での全調査における*Nitzschia palea*の総出現率は21.8%であった。

一方調査地点の手前に赤城山、武尊山がそびえ立っている水源の森では、窒素濃度が0.06mg/lと低い結果となった。2つの山が盾となる地形的要因で、首都圏からの大気汚染物質が影響しないと考えられる。また、*Nitzschia palea*の全調査を通じての出現率は0から0.5%程度であった。

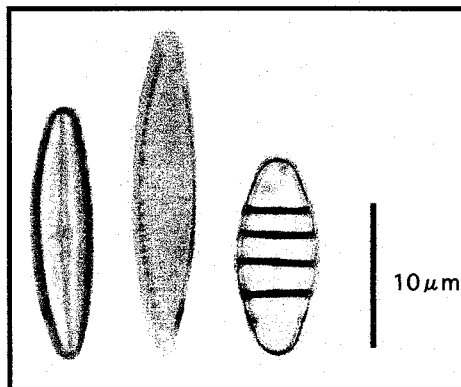


写真-2 代表的な珪藻 *Achnanthes convergens* (右)
Nitzschia palea (中央), *Diatoma hyemale* (左)

6. まとめ

今回の調査結果から、群馬県においても地理的条件等の違いにより、窒素濃度が大きく異なることがわかったが、*Nitzschia palea*と窒素濃度との関係については明確な答えが出せなかった。だが、窒素濃度がある程度高いところには、*Nitzschia palea*は出現しているので、窒素と*Nitzschia palea*について今後とも検討していく予定である。また、神流川では冬季にも汚水の指標となる種を含む*Nitzschia*属の優占化があった。

仮にもし冬季に優占化したものが*Nitzschia palea*だとしたら、大気汚染物質は群馬県の河川水質に大きな影響を及ぼし、その結果河川の基礎生産力である付着藻類種にも影響を与えていることが示唆される。

謝辞

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) 神田茉莉希、青井 透、掛川優子、中島啓治、大井田朋子 (2006) 神流川最上流河床における付着珪藻優占種の季節変化、第43回環境工学研究フォーラム講演集、Vol.43, pp101-103
- 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) Lowe, R. L. (1974) Environmental requirements and pollution tolerance of freshwater diatoms. 334pp. U.S. Environmental