浅野川の汚水生物学的研究

金沢大学理学部 上 條 裕 規
金沢大学教養部 渡 辺 仁 治

Biological study on the pollution of the Asano-gawa
River, Ishikawa Prefecture
Hironori KAMIJO and Toshiharu WATANABE

はじめに

水中の石礫の付着生物相は石の上面と下面とでは異なっていることが高尾（1966, 1969）, 渡辺（1971）らによって報じられている。筆者らも石川県犀川において、川底の石の上面と下面とでは異なった生物相が出現し、それぞれの生物相から判定した水質汚濁階級は市街地内など有機汚水の流入を受けるような場所では、同一地点においても異なっていることを見出した。その結果は1973年日本水処理生物学会大会において報告した。

川底の石の上面の生物相はその場所を流れている水の水質を示し、石の下面の生物相は水の交代が緩慢で有機

物などが蓄積しやすい部位の水質の状態を示しているものと考えられる。そして両者の生物相から判定した結果を考え合わせるにより、河川汚濁の実情がより明確に把握できるであろう。このような観点にたつて、筆者らは1973年11月7日に石川県浅野川の水質汚濁、とくに川底の石の上面と下面とにおける水質汚濁について生物学的調査を行なった。

本研究において採集時に特別の便宜をはかっていただいた石川県衛生研究所の方々に深謝の意を表する。

浅野川の概況および調査方法

浅野川は石川県金沢の市街地の東北部を貫流し、河北潟へ注いでいる流れ20km余りの河川である(図1)。市街地内では川岸沿いに住宅や商店等が密集し、そこからの排水が下水溝を通じてたれ流し状態となっている。本川は特記するほどの大きな支流はもたず、市街地からの生活排水が加わるのみである。

調査は図1に示す9地点で行ない、Sts. 1—6では水深約15cm、流速40cm/秒ほどの瀬を選び川底の石の上面、下面の付着生物を別個に採集した。Sts. 7—9では水は淀んでいたが、Sts. 7, 8では水深15—30cmほどの川岸近くの水の中にある石の上面、下面の付着物を採集した。St. 9では岸のコンクリート壁上の付着生物を採集した。

付着生物相および水質判定の概要

本川の石の下面にみられた生物のうち主要なものを表1に、下面にみられた生物のうち主要なものを表2に示す。これらの生物相にもとづいて各地点の水質を判定した。

St. 1（銚子口橋）

本地点の石の上面の付着生物は量が豊富で、藍藻、珪藻を主とする群落である。藍藻では *Oscillatoria formosa* が多く、珪藻は *Navicula heufleri* var. *heufleri* をはじめ *Melosira*, *Diatoma*, *Navicula*, *Cymbella*, *Nitzschia*

図1 浅野川と調査地点

等が豊富にみられる。 β 中腐水性。下面には珪藻骸が多くみられたが、生存していたものはわずかであった。汚水菌の *Sphaerotilus* sp. や珪藻等がわずかに出現し、 β 中腐水性よりの α 中腐水性（ $-\alpha$ 中腐水性）。

St. 2（鈴見橋）

本地点の石の上面では St. 1 と似た生物相がみられ藍藻、珪藻を主とする。特に珪藻の *Navicula heufleri* var. *heufleri* が著しく多い。 β 中腐水性。下面では汚水菌の *Sphaerotilus* sp. が優勢で、その他珪藻、*Amoeba* sp. *Epistylis* sp., *Vorticella* sp. 等の原生動物もみられる。 α 中腐水性。

St. 3（天神橋）

本地点の川底の石はほとんどが沈み石であった。川岸

には汚水菌 *Sphaerotilus* sp. のコロニーが着生しているのがみられた。石の上面には Sts.1,2と同様に藍藻、珪藻を主とする生物相がみられ、珪藻の *Navicula heufleri* var. *heufleri* が著しく多い。 β 中腐水性。下面では *Sphaerotilus* sp. が多く、*Monas* 類、*Vorticella* sp. 等の原生動物もみられる。 β 強腐水性よりの α 中腐水性（ $+\alpha$ 中腐水性）。

St. 4（小橋、堰堤下）

本地点は川を横切る堰堤のすぐ下流にあたる。河水はこの堰を越えて勢よく流下していた。岸には汚水菌のコロニーが夥しくみられ、河水は汚水臭を放っていた。この地点のすぐ下流には犀川からの水を導びき市街地内を流れてきた辰巳用水が流入している。

表 1. 川底の石の上面の主要な付着生物

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Bacteria									
<i>Sphaerotilus</i> sp.	+			≡	++		≡		
<i>Zoogloea</i> sp.				++		≡	≡≡		
Blue-green algae									
<i>Oscillatoria formosa</i>	≡	≡	≡		+	+		+	≡≡
<i>Lyngbya martensiana</i>								++	≡
<i>Homoeothrix janthina</i>		+	≡			++		≡≡	
Diatom									
<i>Melosira varians</i>	≡	++	+	+	+				
<i>Diatoma vulgare</i>	≡								
<i>Synedra inaequalis</i>		++	++	≡	≡				
<i>Navicula cryptocephala</i> var. <i>veneta</i>	≡	+	+						
<i>N. heufleri</i> var. <i>heufleri</i>	≡	≡≡	≡≡	≡≡	≡≡	++	++	+	
<i>N. mutica</i> f. <i>lanceolata</i>								≡	≡≡
<i>N. neocentricosa</i>									≡
<i>N. secreta</i> var. <i>apiculata</i>				++	≡		++	++	≡
<i>N. seminulum</i> var. <i>hustedtii</i>							≡		
<i>N. viridula</i> var. <i>arenacea</i>	≡	+							
<i>Cymbella turgidula</i> var. <i>nipponica</i>	≡	≡	≡	+	++				
<i>Gomphonema angustatum</i> var. <i>producta</i>			≡				++		
<i>Nitzschia filiformis</i>		++	++					≡	++
<i>N. frustulum</i> var. <i>perpusilla</i>	≡	≡	++				++		≡
<i>N. palea</i>	++	++	≡	≡	≡	≡	++	≡	+
Green algae									
<i>Chladophora glomerata</i>	+					++			
<i>Oedogonium</i> sp.	++	+			+			+	
<i>Protococcus viridis</i>							≡≡	≡	
<i>Stigeoclonium lubricum</i>		+	+	+		++	++		
Protozoa									
<i>Amoeba</i> sp.	+	+	++	++	++	≡	++		
<i>Epistylis</i> sp.							+		
<i>Monas</i> group				≡≡			≡		
<i>Vorticella</i> sp.					+				

表2. 川底の石の下面の主要な付着生物

	1	2	3	4	5	6	7	8
Bacteria								
<i>Sphaerotilus</i> sp.	++	+++	+++	+++	+++	++	++	+++
<i>Zoogloea</i> sp.				++	+++	+++	+++	+++
Fungi	+	+		+		+	+++	
Blue-green algae								
<i>Aphanocapsa elachista</i> var. <i>conferta</i>							+++	
Diatom								
<i>Melosira varians</i>	++	+		+	+	+		+
<i>Navicula heufleri</i> var. <i>heufleri</i>		++	++	++	+++	+	+	++
<i>N. secreta</i> var. <i>apiculata</i>			++	++	+++	+	+	+
<i>Cymbella turgidula</i> var. <i>nipponica</i>	++	++	+	+	+			
<i>Nitzschia palea</i>			+	++	++	++	++	++
Protozoa								
<i>Amoeba</i> sp.	+	++	+	++	+	++	++	+++
<i>Epistylis</i> sp.		+	+					+
<i>Centropyxis aculeata</i>						+	+	+
Monas group			++	+				
<i>Vorticella</i> sp.		+	++	++	+		+	

本地点の川底の石の上面には汚水菌の *Sphaerotilus* sp., 珪藻の *Navicula heufleri* var. *heufleri*, 原生動物の *Monas* 類が著しく多くみられる。また汚水菌の *Zoogloea* sp. もわずかながら出現する。 β 強腐水性よりの α 中腐水性。下面では汚水菌の *Sphaerotilus* sp. が極めて多く、その他汚水菌の *Zoogloea* sp., 珪藻, 原生動物もみられる。 α 中腐水性よりの β 強腐水性(− β 強腐水性)。

St. 5 (応化橋)

本地点の川底は沈み石がほとんどを占め、浮き石は極めて少ない。石の上面の生物相は *Navicula heufleri* var. *heufleri*, *Nitzschia palea* 等の珪藻が大部分をしめる。 α 中腐水性よりの β 中腐水性(+ β 中腐水性)。一方、下面には汚水菌の *Sphaerotilus* sp., *Zoogloea* sp. が極めて多く、*Navicula heufleri* var. *heufleri*, *Nitzschia palea* 等の珪藻もかなり多く出現する。 β 強腐水性。

St. 6 (沖橋)

本地点の上流で下水処理場の排水(BOD10—15ppm)が流入している。水は汚水臭をおび、付着生物の量は少ない。石の上面の生物相は上流部の調査地点(Sts. 1—5)とは一変し、それまで優勢であった珪藻の *Navicula heufleri* var. *heufleri* はわずかにみられるにすぎず、緑藻の *Protococcus viridis* が著しく多く出現している。その他、汚水菌の *Zoogloea* sp., 珪藻の *Nitzschia palea*, 原生動物の *Amoeba* sp. が多くみられる。 β 強腐水性よりの α 中腐水性(+ α 中腐水性)。下面では汚水菌の *Zoo-*

gloea sp. が極めて多い。 β 強腐水性。

St. 7 (松寺橋)

水は濁り淀んで汚水臭がした。岸の水辺のヨシの茎には *Sphaerotilus* 等の汚水菌が付着しているのがみられた。石の上面には汚水菌の *Zoogloea* sp., 緑藻の *Protococcus viridis* が優占し、汚水菌の *Sphaerotilus* sp., 珪藻の *Navicula seminulum* var. *hustedtii*, 原生動物の *Monas* 類も多い。 β 強腐水性。石の下面では汚水菌の *Zoogloea* sp., 菌類が極めて多く、藍藻の *Aphanocapsa elachista* var. *conferta* も多い。 α 強腐水性よりの β 強腐水性(+ β 強腐水性)。

St. 8 (鞍降橋)

水は停滞し、石面上にはシルトが沈着していた。石の上面の生物相は *Homoeothrix janthina* 等の藍藻を主とし、*Navicula mutica* f. *lanceolata*, *Gomphonema angustatum* var. *producta*, *Nitzschia palea* 等の珪藻も多い。汚水菌はみられない。 β 中腐水性。石の下面には *Sphaerotilus* sp., *Zoogloea* sp. 等の汚水菌が多くみられ、原生動物の *Amoeba* も多い。 β 強腐水性。

St. 9 (東港橋)

本地点は浅野川が河北潟に注ぐ河口近くにあり、水は淀み濁っていた。川底の石は採拾できず、岸のコンクリート壁上の付着生物を採集した。藍藻、珪藻を主とした生物相がみられ、特に藍藻の *Oscillatoria formosa*, 珪藻の *Navicula mutica* f. *lanceolata* が多い。 α 中腐水性。

図2 浅野川の汚染地図

考 察

川底の石の上面の生物相から判定した本川の水質をまとめて汚染地図を描くと図2に示すようになる。Sts. 1—3ですでにβ中腐水性であり、それより下流ではSt. 5で汚濁階級が下がることを除き、水の汚濁階級は徐々に高くなり、St. 7で汚濁はもっとも著しくβ強腐水性となっている。しかし、さらに下流のSt. 8では河水の汚濁階級が急に低くなってβ中腐水性である。河北潟への

流入点直上ではα中腐水性となっている。このように、本川ではかなり上流から水質汚濁がある程度進んでいることが明らかになった。そして市街地内を通過する際に周囲からの汚水を受けて水質は徐々に悪化する傾向がみられ、市街地を完全にぬけ切った後まで汚濁の進行は続く。しかし河口近くになると水質は良くなり汚濁からの回復が認められる。

次に、川底の石の上面と下面との生物相から判定した汚濁階級の関係を示したのが図3である。最上流の地点St. 1においては、石の表面ではβ中腐水性であるのに対して下面は−α中腐水性であり、上面と下面の水質階級にはすでに差が生じている。St. 1からSt. 3までの地点間では、上面での汚濁階級がいずれもβ中腐水性と変わらないのに対し、下面では徐々に高まりSt. 3で+α中腐水にまで達している。St. 4では石の上面で+α中腐水性、下面で−β強腐水性となって両面での汚濁階級はSt. 3と比べてさらに高まる。St. 5では上面の汚濁階級はSt. 4と比べて低下するが、下面ではSt. 4よりさらに高まりβ強腐水性となっている。St. 6からSt. 7へ進むにしたがい両面とも汚濁階級は高まり、St. 7では上面がβ強腐水性、下面は+β強腐水性となって汚濁は最高となる。St. 8になると上面での汚濁階級は急に低下してβ中腐水性となるが、下面ではわずかに低下するとはいえ依然β強腐水性となったままである。

以上のように、石の表面での汚濁階級は部分的に低下し、汚濁からの回復が認められる場所がある(Sts. 5, 8)。しかし下面では下流に行くにしたがい汚濁階級は順次高まっていく一方である。したがって、Sts. 5, 8のような地点では石の上面を流れる水の水質汚濁は回復することがあっても、下面の汚濁階級は依然高く、石の上、下両面の水質階級に大きな差を生じている。このような事実は石の下面のような水の交代が緩慢な部位が河川の汚濁の進行しはじめる部位であると同時に、汚濁の回復もまた緩慢な部位であることを示唆するものであろう。はじめに述べたように調査地点における流水の水質判定を目的とするならば、石礫の上面の生物から判定をすべきで、裏面の生物を含めた試料によって判定をすると、その結果に誤りを生じる可能性があることをこの際強調しておきたい。

摘 要

- 1) 本論文は石川県浅野川の水質汚濁について1973年11月7日、に川底の石の上面、下面の付着生物から調査したものである。
- 2) 浅野川はかなり上流から汚濁されており、市街地

に入ると水質は著しく悪化する。しかし河口近くの地点の水質には汚濁からの回復が認められる。

3) 石の下面の汚濁階級は下流に行くにしたがって高くなる。つまり流程の途中に流水自体の水質に汚濁からの回復が認められる地点があっても、石の下面では回復が認められなかった。

文 献

1) 上條裕規・渡辺仁治, 石川県犀川の汚水生物学的

研究, 印刷中.

2) 高尾寿美子, 1966. 湖岸の石付着生物の上面, 下面でのちがい, 淡水生物, 11 : 25—26.

3) 高尾寿美子, 1969. 再び湖岸の石付着生物の上面・下面でのちがい, 奈良陸水生物学報, 2 : 30—33.

4) 津田松苗, 1964. 汚水生物学, 北隆館.

5) 渡辺仁治, 1971. ケイソウからみた水質判定, バイオテク, 29 : 25—33.

図3 川底の石の上面と下面の水質汚濁階級の違い。

Plate I

Fig. 1 *Diatoma vulgare* Bory (L. 54 μ , B. 10 μ , C. 6)

2 a-c *Synedra inaequaris* H. Kobayasi (L. 32-44 μ , B. 8-9 μ , S. 12-15)

3 *Navicula viridula* (Kütz.) Kütz. em V. H. var. *arenacea* (Breb. ex Grun.) V. H. (L. 41 μ , B. 10 μ , S. 10-11)

4 a-b *Navicula heufleri* Grun. var. *heufleri* Patr. & Reim. (L. 26-31 μ , B. 6-7 μ , S. 12-14)

5 a-b *Navicula cryptocephala* Kütz. var. *veneta* (Kütz.) Rabh. (L. 25-30 μ , B. 6 μ , S. 12-14)

6 a-c *Navicula secreta* Krasske var. *apiculata* Patr. (L. 16-22 μ , B. 5-5.5 μ , S. 16-18)

7 *Cymbella turgidula* Grun. var. *nipponica* Skv. (L. 39-40 μ , B. 12 μ , S. 9)

8 a-b *Nitzschia filiformis* (W. Smith) Hust. (L. 44-75 μ , B. 5-7 μ , S. 30-31, K. 7-8)

9 a-b *Navicula acceptata* Hust. (L. 10-11 μ , B. 3.5-4 μ , S. 16-17)

10 a-b *Navicula neoxentricosa* Hust. (L. 9-15 μ , B. 7 μ , S. 19-21)

Plate II

Plate II

Fig. 11 a-b *Navicula semimulum* Grun. var. *hustedtii* Patr. (L. 9-14 μ , B. 4 μ , S. 17-19)

12 a-d *Nitzschia frustulum* (Kütz.) Grun. var. *perpusilla* (Rabh.) Grun. (L. 5-13 μ , B. 3 μ , S. 約25, K. 10-12)

13 a-b *Navicula mutica* Kütz. f. *lanceolata* Frenguelli (L. 21-32 μ , B. 7-9 μ , S. 14-17)

14 a-b *Gomphonema angustatum* (Kütz.) Rabh. var. *producta* Grun. (L. 21-32 μ , B. 6-9 μ , S. 11-13)

15 a-b *Nitzschia palea* (Kütz.) W. Smith (L. 26-44 μ , B. 4-5 μ , S. 30-35, K. 10-12)

() 内は浅野川産の計測値。Lは殻長, Bは殻巾, Sは10 μ 内の条線数, Cは10 μ 内の肋脈の数, Kは10 μ 内の竜骨点の数を示す。