福島県阿武隈川の生物学的水質判定

奈良女子大学理学部生物学教室 渡辺 仁 治

Biological estimation of water quality in Abukuma-gawa River

in Fukushima Prefecture

By Toshiharu Watanabe

はじめに

阿武隈川は全長約 200km の河川である。この河では魚種・魚獲量ともに大きく、サケの産卵場ともなっていて、人工孵化放流事業も行なわれている。ところが 1960 年と 1691 年に、本宮町から梁川町にいたる流路において、浮上死する魚（サケ・コイ・フナ・ウグイ）などが多く、とくにサケについては溯上期のものが黄胆現象を呈して死んでいた。このような現象は他に事例をみない独特なもので、それが水質汚濁に原因するのと疑いが濃厚となり、福島県水産課を中心として、被害魚の毒物検出、河川水の水質分析、生物の飼育試験等が行なわれた（福島県水産課 1964）。

本学の津田松苗教授は、福島県水産課の依頼により、1964 年 8 月 4 日から 8 日にわたって、本河川の汚染状況を生物学的に調査され、筆者も同行する機会を与えられた。その時の付着生物の試料により、生物学的に水質判定をした。この資料は 6 年前のものではあるが、それ以後生物学的な水質判定は行われていないので、この際報告しておくことも意味あることと思う。なお、水生昆虫についてはすでに山田ら（1965）が報告した。

本文に入るに先だち、調査に終始御協力下さった、福島県内水面水産試験場の山口教雄氏、福島県水産課の大滝勝久氏、寺井胖氏に深謝の意を表します。

川の概況と採集地点

阿武隈川は福島県と栃木県の県境にある三本槍岳に水源を発し、福島県のほぼ中央部を北行する。調査した地点は支流をも含めて 21 地点（図 1）である。付着生物の採集は、どの地点でも水深約 30 cm、表面流速 50 cm 内外の石礫底の瀬でおこなった。調査地点の COD・水温・気温・pH・RpH 電気伝導度を表 1 に示した（COD は山口教雄氏の測定による）。

本河川のおもな汚染源は、つぎの 2 個所に集中されている。

1. 白河市近郊——パルプ工場からの廃水

図1. 阿武隈川における調査地点と廃水の流入（矢印は廃水の流入を示す）

2. 須賀川市・郡山市近郊——化学薬品・紡績工場からの廃水・都市下水

結 果

各調査地点の付着生物のうち、多数出現したものを表 2 に示した。以下、各地点の生物学的水質判定の結果について述べる。

長坂橋 (St. 1) — 図 3 — 今回の調査地点のなかでは最上流の地点で、白河市の北西部にあたる。水は清冽で、

COD・電気伝導度ともに低い(表1)。珪藻の *Cymbella turgidula* var. *nipponica* と、藍藻の *Homoeothrix janthina* が豊富であった(表2)。いずれも本邦河川の清澄域に多い種類である。貧腐水性水域である。

鹿島橋 (St. 2) —図5—本地点は白河パルプ工業からの廃水(約50,000 ton/day—図4)が本流へ流入する地点から約2km下流である。水は褐色を呈して泡だち、河床にはPCPの屑が沈積している。COD・電気伝導度ともに、今回の調査地点のなかでは最高値を示す(表1)。この地点では汚水菌の *Sphaerotilus* sp. が優占種であった。藍藻の *Oscillatoria formosa*, 珪藻の *Nitzschia palea*, *Achnanthes Biasolettiana* が多少とも出現した。(表2) β -強腐水性の水域である。

常陸橋 (St. 3) : St. 2 から約15 km 下流の地点である。汚水菌の *Sphaerotilus* sp., *Beggiatoa* sp. が現われるが数は比較的少ない。珪藻の *Nitzschia palea*, *Synedra ulna* 緑藻の *Proteroderma viride* が多い(表2)。 β -強腐水性よりの α -中腐水性水域である。

明新橋 (St. 4) : 社川との合流点から約50 m 上流の地点で、パルプ工業からの廃水の流入点から約23km離れている。この地点では汚濁がかなり回復し、汚水菌や原生動物は出現しない。付着生物の群落は緑藻の *Spirogyras* p と、珪藻の *Achnanthes Biasolettiana*, *Nitzschia palea* で代表される(表2)。 β -中腐水性の水域である。

乙字ヶ滝 (St. 5) —図6—この地点は、パルプ工場廃水の流入点から35km距っている。川床は岩磐でその表面は藍藻の *Homoeothrix janthina*, 珪藻の *Achnanthes Biasolettiana*, *Cymbella turgidula* var. *nipponica* らの群落でおおわれている(表2)。このような群落の種類組成は、St. 1でも見られるように、清浄な河川の場合と一致する。貧腐水性の水域である。

須賀川市 (St. 6) : ここでは珪藻を主とする群落がみられ、藍藻・緑藻はきわめて少ない。珪藻では、*Synedra ulna*, *Navicula cryptocephala* var. *veneta*, *Nitzschia palea* が多い。このような珪藻群落は汚水域でよく見られる。また鉄バクテリアの *Leptothrix* が僅かではあるが現われた。 β -中腐水性よりの α -中腐水性の水域であ

表1 調査地点のCOD・水温・気温・pH・RpH・電気伝導度

調査地点	COD (ppm)	w.t (°C)	a.t (°C)	pH	RpH	電気伝導度 $\mu S/cm$
1. 長坂橋(白河市上流)右岸	7.27	25.8	32.5	6.8	7.3	105
2. 鹿島橋右岸	74.26	28.5	33.8	6.6	7.0	330
3. 常陸橋右岸	20.86	28.3	32.5	6.7	7.1	260
4. 明新橋左岸	10.81	28.3	30.5	7.0	7.4	215
5. 乙字ヶ滝右岸	10.02	28.4	30.0	7.1	7.4	175
6. 須賀川市左岸	10.27	27.0	31.1	7.2	7.6	170
7. 御代田橋左岸	10.11	27.4	30.5	7.6	7.6	170
8. 金屋橋右岸	7.90	27.4	32.0	7.2	7.4	185
9. 行合橋左岸	11.76	27.2	31.0	7.1	7.4	190
10. 阿久津橋右岸	12.48	27.2	31.0	6.7	7.3	320
11. 逢隈橋右岸	10.21	27.6	29.7	7.1	7.4	210
12. 本宮町左岸	11.06	27.1	26.0	8.2	7.8	220
13. 飯野ダム下流左岸	12.26	26.9	28.5	7.6	7.8	230
14. 福島市(県庁付近)右岸	10.97	29.0	32.5	8.6	8.4	220
15. 摺上川合流点より500m下流左岸	10.18	25.8	27.8	6.6	7.2	205
16. 摺上川(本流への合流点から100m上流)右岸	9.27	24.6	27.2	6.8	7.3	98
17. 大正橋右岸	15.33	28.4	28.2	8.0	7.1	210
18. 梁川町右岸	11.06	28.4	26.0	8.1	8.0	220
19. 丸森橋左岸	11.69	28.3	36.2	7.2	7.2	220
20. 白石川の合流点付近左岸	9.48	26.7	34.0	7.4	7.4	145
21. 白石川左岸	8.53	26.5	32.1	7.1	7.2	160

る。

御代田橋 (St. 7)・金屋橋 (St. 8) : St. 7の近くで、有機殺鼠剤を製造する工場からの廃水が流入し、St. 7とSt. 8の中間に、化学工場からの廃水が放流されている。St. 7では、汚水菌の *Sphaerotilus*, *Beggiatoa* が多く、藻類は比較的少ない。St. 8では汚水菌の *Zoogloea* がわずかに現われたが、藻類はきわめて貧弱である。両地点ともに——とくにSt. 8では——毒腐水性の傾向があるように思える。両地点の珪藻のフロラはよく似ており、いずれも汚水性の *Synedra ulna*, *Navicula cryptocephala* var. *nipponica*, *Nitzschia palea* が主たる構成種であった。Sts. 7, 8ともに α -中腐水性の水域である。

行合橋 (St. 9)・阿久津橋 St. 10 両地点の中間に、化学薬品工場からの廃水(廃水量 13,000~14,000 ton/day)が流入している。また、郡山市の都市下水も放流されている。St. 10でCOD・電気伝導度が高い値を示すのは、これらの廃水の影響によるのであろう。両地点ともに、*Sphaerotilus*, *Beggiatoa* などの汚水菌, *Amoeba*, *Paramecium* などの原生動物がかなり多く現

われる。しかし一方では藻類もきわめて多く、汚水性の *Oscillatoria tenuis* var. *natans*, *Stigeoclonium lubricum*, *Nitzschia palea* のほかに、清水性の *Homoeothrix janthina* もみられた。両地点ともに、 α -中腐水性よりの β -強腐水性の水域である。

逢隈橋 (St. 11) ・本宮町 (St. 12) St. : 11 の 3 km 上流には紡績工場からの廃水が流入している。St. 11 では汚水性藍藻の *Oscillatoria tenuis* var. *natans* が出現しているが、その量は比較的少なく、清水性の *Homoeothrix janthina*, と、緑藻の *Protoderma viride* が優

占種となっている。St. 12 では、藍藻の *Gloeotrichia echinulata* と *Protoderma viride* が優占種である。いずれも清水性の藻類である。また珪藻の *flora* は両地点ともに *Navicula minima*, *Nitzschia palea* で代表される。ともに β -中腐水性の水域である。St. 10 でも β -強腐水性にまで汚濁していた水が、わずか 4 km 下流の St. 11 で、すでに β -中腐水性にまで回復している。これはおそらく、St. 11 付近で左右両岸へ支流の清水が流入し、汚水が稀釈されたことがおもな原因となっているのであろう。

表 2 各調査地点における付着生物の代表種

種 名	調査地点																				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Bacteria																					
<i>Sphaerotilus</i> sp.	+++	++				+	++		++	++											
<i>Zoogloea</i> sp.	++						++	++		+											
<i>Beggiatoa</i> sp.	++	+								++	++										
<i>Leptothrix ochracea</i>					+																
Blue-green algae																					
<i>Dermocarpa flahaultii</i>													++	++	++	+	++	+			
<i>Oscillatoria tenuis</i> var. <i>natans</i>		+								+++	++	++	++								
<i>O. formosa</i>		++				+												+			
<i>Phormidium inundatum</i>	+	+			++	+				++	+		+	+	+	++	+	+	+	+	+
<i>Gloeotrichia echinulata</i>		+			+				+			++									
<i>Homoeothrix janthina</i>	+++	+	+	+	+++		+	+	++	++	+++	+	++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	++	+++
Diatom																					
<i>Cyclotella atomus</i>													+++	++	+++		++	++	+		
<i>Synedra ulna</i>	++	++	+++	++	++	++	++	++	+++	++	++	+	++	+	++		++	++	+	+	+
<i>Achnanthes Biasolettiana</i>	++	+++	++	+++	+++	++	++	++	+	++	++	++		+	+++		+		++	++	
<i>Navicula minima</i>					+						++	+++	+				+	+	++	++	
<i>N. cryptocephala</i> var. <i>veneta</i>	+	+	+	+	+	++	++	+++			+	++	+	+	+++	+	++	+		+	
<i>N. laterostrata</i>		+	++	++	+	++		+				+	+				++	+	+	+	
<i>Cymbella ventricosa</i>	+	+	++	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	++	++	+	+	+	++	+
<i>C. turgidula</i> var. <i>nipponica</i>	+++	+		++	+	++	+			+	+			+		++	+		+	++	+
<i>Gomphonema parvulum</i>	++	++	++	++	+	+	++	+		++	+	+	+	+	+	+	+			+	++
<i>Nitzschia palea</i>	++	+++	+++	+++	++	++	++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	++	+++	++	+++	+++	++	+++	++
<i>N. communis</i> var. <i>abbreviatum</i>	+							+			+	+	+	+	++	+++	++		+	+	+
Green algae																					
<i>Protoderma viride</i>	++	++	++	+	++			+	+	+	+++	++	+++	++	++	+	++	+	+++	+	+++
<i>Stigeoclonium lubricum</i>	+	+						+	++	++	+										
<i>S. pachydermum</i>			++					+			++										
<i>Spirogyra</i> sp.	+	+	+	++	+	+	+	+													
<i>Closterium moniliferum</i>	+	++	+		++		+	+					+								
<i>Cosmarium obtusatum</i>	++	++							+		+					+				+	+
Protozoa																					
<i>Amoeba</i> sp.										++	++	+									
<i>Colpidium</i> sp.	++									+	++										
<i>Paramecium caudatum</i>										+	+

阿武隈川の調査地点

- 図2. 長坂橋 (St.1), 水は清澄。貧腐水性
- 図3. 白河パルプ工業からの廃水路
- 図4. 鹿島橋 (St. 2), パルプ 廃水により汚染される。 β -強腐水性
- 図5. 乙字ヶ滝 (St. 5), 川床は岩盤 で付着生物が多い。貧腐水性
- 図6. 飯野ダム下流 (St. 13), 貧腐水性
- 図7. 福島市県庁付近 (St. 14), β -中腐水性 よりの貧腐水性
- 図8. 摺上川合流点から100m上流 (St.16), β -中腐水性 よりの貧腐水性
- 図9. 大正橋 (St. 17), β -中腐水性 よりの貧腐水性

飯野ダム下流 (St. 13) —図7— St. 13では水は清澄で、清水性の *Dermocarpa flahaultii*, *Homoeothrix janthina*, *Protoderma viride* が優占的に出現した。Sts. 14~21の各地点においても、*Homoeothrix janthina* が優占種となり、汚水性のものはほとんど出現しない。ただ、珪藻の種類組成において、Sts. 13, 14 (図7), 15, 17 (図9), 18では、*Cyclotella atomus* と *Nitzschia palea* が優占的であり、Sts. 16 (8図), 20, 21 とはことなっている (表2)。すべての調査地点が貧腐水性水域であるが、Sts. 13, 14, 15, 17, 18は、 β -中腐水性よりの貧腐水性の水域である。

ま と め

図10は、上記の生物学的水質判定の結果に基づいて作った阿武隈川の汚染地図である。パルプ廃液によって白河市近郊で汚染された水は、35 km下流の St. 5 でようやく貧腐水性にまで浄化回復する。しかし、その後郡山市近郊の工場廃水や都市下水によって再度汚染される。両者ともに汚染の度合は β -強腐水性である。後者での汚染は、 β -中腐水性にまで比較的速く回復する。郡山市から約30 km下流の St. 13の地点から下流は、St. 16, St. 21 の支流の地点をも含めて、すべて貧腐水性の水域であるが、St. 13 から St. 18 までの本流の各地点は β -中腐水性よりの貧腐水性である。

魚類に被害がでた水域本宮—梁川間は、 β -中腐水性または貧腐水性の水域であり、この調査における生物学的水質判定の結果に関する限り、異常は認められなかった。福島県水産課 (1964) によれば、被害が発生した翌年 (1962年) から、この問題を重視し、沿川主要工場17をもって構成する、阿武隈川汚濁防止委員会と漁業協同組合が事態の処理に当たり、県の開発部が仲介して廃水の処理施設の整備が行なわれた。その結果河川の状態は全般的によくなったとみられ、サケでは被害発生年にはまったく採卵ができなかったのが、1962年には10万粒、1963年には25万粒を採卵するところまで復調した。他の魚種についても、短期かつ局部的な被害や農業による被害を除いては、大きな被害はなかったようである。したがって、この調査が行われた時期は、水質がかなり好転した時期であったと考えられる。

なおこの調査において、Sts. 7, 8の付着生物の群落に毒腐水性の傾向が多少ともみられた。これらの地点は被害発生水域の範囲外にあって少し上流部にあたり、そ

れより下流では毒腐水性の傾向はなかった。したがって、これが先述の被害と関係があったかどうかは不明である。

文 献

福島県水産課：水質汚濁防止対策調査研究関係資料。1~20, プリント。1964。

山田満里・伊東節子・小崎善子：阿武隈川の底生動物相の研究。奈良女子大学生物学会誌, 15, 40—44。1965。

図10. 阿武隈川の汚染地図