

# 出羽堀の水質異常と綾瀬川中流域の魚浮上について

## 河川水質科・工場排水科

県東南部に位置する綾瀬川では、毎年秋から春にかけて魚類のへい死事件がくりかえされている。このため、県は越谷市と共同で、綾瀬川へ合流する出羽堀の黒色化現象、越谷、草加市附近の魚浮上について究明調査を行った。その結果、自流量の季節的減少と硫化ソーダの流入による毒性および溶存酸素の低下、下流からの貧溶存酸素水の押し上げ等が原因であると推察された。

### 1 まえがき

県内の公共用水域における水質異常事件は、昭和50年に一挙に前年の約2倍の223件を記録した。これを現象的にみると、魚の浮上、へい死事件が87件で全体の39%を占めて首位にあり、地域別では綾瀬川の越谷草加市境附近と、新河岸川のいろは橋附近が目立っている。綾瀬川中流域における昭和50～51年にかけて発生した水質異常事件をTable Iに示す。綾瀬川の例では毎年秋から春にかけて数千匹のコイ、フナ等のへい死事

件がくりかえされているため、県は越谷市と共同で、綾瀬川へ合流する出羽堀の黒色化現象と、越谷、草加市附近の魚浮上について究明調査を行った。

### 2 調査の概要

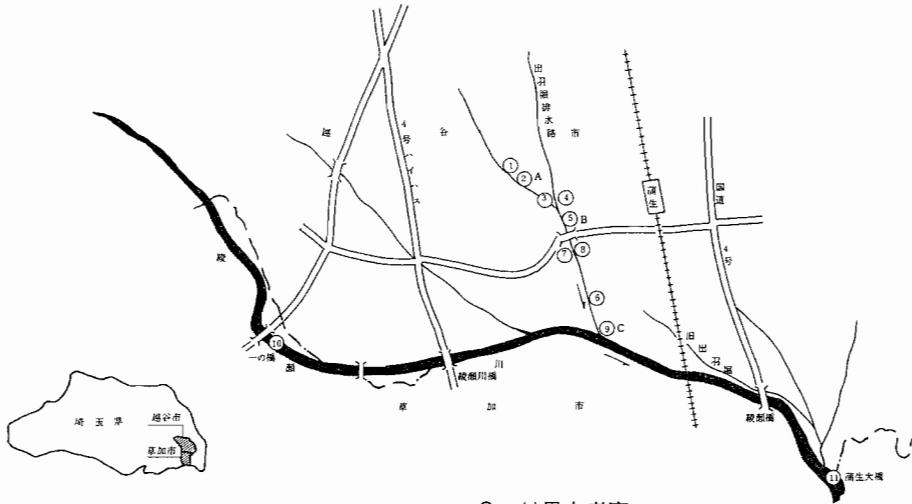
#### 2.1 調査地点

Fig Iに示す綾瀬川一の橋、蒲生大橋および出羽堀の11点とした。

Table I 綾瀬川中流域水質異常事件 (昭和50～51年)

年月日	通報時刻 (発見時刻)	水質異常の 範囲	状 況	年月日	通報時刻 (発見時刻)	水質異常の 範囲	状 況
50 9 5	9 : 40	一の橋綾瀬川橋の中間～市境	ヘラブナ、タナゴ、クチボソ、ドジョウ、ザリガニ、カエル、オタマジャクシ、魚のエラに出血、水中の昆虫無(毒物死の疑い有) CN 0.00 pH、Cr <sup>6+</sup> 異常なし	51 9 17	8 : 20	出羽堀合流点～市境	コイ、ヘラブナ、ナマズ等浮上、へい死 大橋附近で目視観察、出羽堀は真黒、合流点下の綾瀬川も岸は黒い pH異常なし
50 10 13	15 : 10	鉄橋綾瀬川橋の中間～市境	ヘラブナ、クチボソ等、河川水アズキ色に濁る。 pH、Cr <sup>6+</sup> 異常なし	51 9 18	15 : 00	市境附近	発見後、時間が経過しているため魚浮上、へい死は少ない。 pH異常なし
50 10 28	15 : 20	出羽堀合流点下 200 m～市境	ヘラブナ、クチボソ等浮上、へい死河川水面に多量の浮遊物有、pH、Cr <sup>6+</sup> 異常なし	51 9 20	15 : 00	出羽堀合流点上流 200 m～市境	コイ、ヘラブナ、クチボソ等浮上へい死 河川水は逆流した。 pH異常なし
50 10 29	14 : 20	一の橋～200 m下流	ヘラブナ、コイ、クチボソ等浮上、へい死、河川水外観はきれい、魚浮上しはじめたばかり	51 9 21	13 : 50	出羽堀合流点下流 200 m附近	出羽堀から真黒な水が流れ綾瀬川は逆流している。 魚のへい死は少なく、鼻上げ多い。
51 2 17	9 : 30	出羽堀合流点～市境	フナ等仮死状態 魚の浮上した範囲は紺色に着色 綾瀬大橋 pH 7.2 合流点 pH 9.5				

Fig-I 調査地点概要図



2.2 調査時期

昭和51年11月8日～12日

2.3 調査方法

調査地点において、1日数回採水し、水質分析を行った。DOは現場において、その他の項目は実験室へ持ち帰り分析した。水質分析結果をTable IIに示す。

2.4 調査機関

水質保全課、中央保健所公害監視室、公害センター、越谷市役所

3 結果と考察

3.1 調査地点の概要

出羽堀は、その水源が末田用水から分派した用水堀と、その利用されたかんがい水と流域の生活排水とを集めて流れる排水堀を、大間野町2丁目地先で合わせ、さらに流域の工場、事業場排水をまぜて南東流し、西浦地先で綾瀬川に流入している全長5kmの堀である。この堀は秋から春にかけての低水期に水質の変化が著しい。これは水源の末田用水が農業用水路としての性格をもつため、

Table II 水質分析結果

採水 51年11月12日								
採水地点	採水時期	pH	DO	BOD	S <sup>2-</sup>	溶解性鉄	全鉄	備考
1 用水堀	10:55	7.3	3.3			0.8	1.8	
2 A事業所	11:00	3.4	8.7			6.8	10.9	
	14:25	6.3				1.2	1.3	
3 用水の橋	11:30	6.9	2.3	25.2	0.0			
	14:45		2.9					
4 排水路	11:30	6.8	3.2	13.1	0.0			
	10:50	9.6	6.5	128	0.5			うす緑色
5 B事業所	14:20	9.4	4.4	240	58.3			Na <sub>2</sub> S臭
	11:15	6.8	2.5	17.0	0.0	0.8	2.2	
6 出羽橋の下の橋	13:55	8.7		70.9	4.4	1.9	1.9	黒色(Na <sub>2</sub> S)
	14:05		0.8					黒色(Na <sub>2</sub> S)
	14:55		2.2					
7 出羽橋右岸	14:35		3.2					
8 出羽橋左岸	14:25		2.5					黒色(Na <sub>2</sub> S)
9 C事業所	13:50	9.1	0	273	0.0			赤茶色(染料)
10 一の橋	13:35	6.9	4.8	11.9	0.0	0.7	1.1	
11 蒲生大橋	13:35	6.8	3.0	14.0	0.0	0.7	1.5	

注) pHを除き単位はmg/l

非かんがい期に自流量が極端に減少し、流入汚水により下水路の様相を呈しているためである。かんがい期における水源の末田大用水と出羽堀の集配水地域をFig.2に示す。

地点1は今回の調査の最上流地点となった。これは予備調査の段階でより上流に魚浮上に結びつく要因の事業所が見あたらなかったためである。この付近は家庭からの雑排水が集まって流れる、いわゆる都市型用水堀のかたちをとっており、緑がかかった水が、水ぎわの雑草をぬらしながら流れているところである。調査の結果BODも高く、DOも貧酸素状態であった。この状態は魚が長期間生息できるものでなく、この地点ですでに堀は有機性の汚濁が進み、死にかかっていることがわかった。魚の影は認められなかった。

地点2はA事業所の排水口である。同所は鉄線のサビを熱塩酸で洗っており、予備調査においても処理槽の故障により、鉄によると思われる鉄サビ色の排水が堀へ落下していた。調査日の午前中は操業の関係で排水量は少なかったものの水質はあいかわらず好ましくなかった。なお午後になって処理槽がなおり、その時点では問題はなくなったが、出羽堀への鉄の供給源として今後も注目したい。

地点3は出羽堀排水路との合流直前で、水質は出羽堀

用水とA事業所の排水が混合したものとみてよい地点である。したがってpHは地点2の影響を受けてか7.3より6.9に低下していた。またDOは2.3、BODは25.2であった。

地点4は流域の住宅から生活排水が合流する出羽堀排水路で、水量は用水より少ないために、末流では停滞気味である。底には汚泥が堆積し、一帯からメタンガスが発生し底に堆積した汚物がまきあげられて濁りドロとなっている。この地点のDOは3.2であった。これより上流に魚浮上という事故的要因に結びつく事業所はなかった。

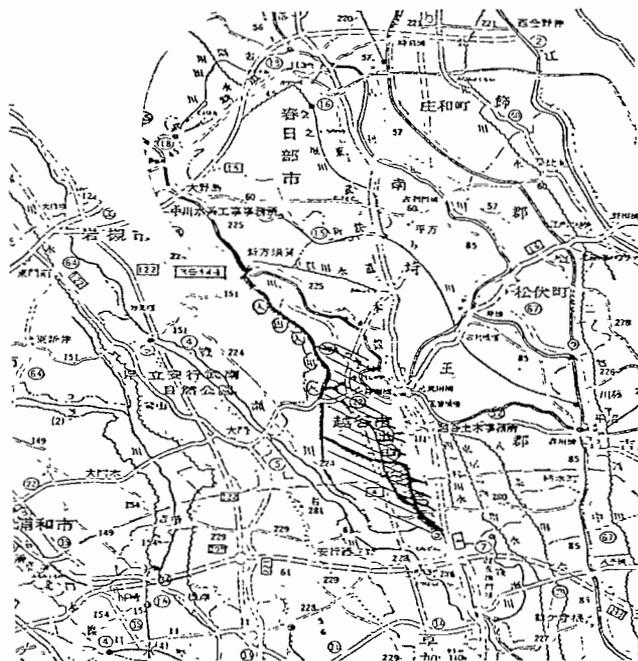
地点5はB事業所の排水口で、同所には数ヶ所の排出口があり、堀の上流部のは堀をしばしば赤黒く染めている染色系、下流部のは高BODと高アルカリ性の排水系で、いずれも出羽堀の水質に大きな影響を与えている排水口である。調査日の午前、午後ともに排水基準以上の高pH排水であった。午前中のは原皮づけに使用された石灰によるものと思われる、午後のは臭、色調から明らかに硫化ソーダが含まれていることがわかった。そこでわれわれは排水中の硫化ソーダが出羽堀へ流入すると堀のDOはどうなるかについて追跡したのが地点7、8である。

Fig. 2 かんがい期における水源の末田大用水と出羽堀の集配水地域

末田大用水の通水期間

昭和50年度 3月29日～9月10日

昭和51年度 4月1日～9月10日



地点7および8は、B事業所の高アルカリ系排水口（地点5）の直下数メートルの地点で、地点7は出羽堀の水だけのところ、地点8はB事業所の排水と出羽堀の水が混合したところで、両地点の違いは橋上から目視観察により確認して決めた。この地点は出羽堀用水と出羽堀排水路との水が一緒に混ざるところで、自流量が少ないため水質変動をうけやすい。この両地点において硫化ソーダの流入の有無が出羽堀のDOを大きく変動させることが解った。これは室内実験からも予想された。すなわち硫化ソーダの流入により出羽堀は黒色化し、DOは減少する。この傾向は下流へ向かうにつれてはっきりし、両者がまじって一様に黒色となった地点6ではDOが0.8まで低下していた。そしてB事業所から硫化ソーダの流入がとまり、黒ずんだ堀の水も消えた50分後のDOは再び回復していた。

地点9はTable Iに示す9月18日の魚浮上事件時に調査対象となった皮革工場Cの排水口である。排水口は出羽堀の末流にあって綾瀬川の水質に与える影響は大きい。調査時に堀を赤黒く染めている排水であったが、これは染色系で硫化ソーダは流れていなかった。排水そのもののDOが0~0.6ということと、高pH、高BODは今後も注意を必要とすると思われる。

地点10および11は綾瀬川である。この河川は桶川市に源を発し、岩槻、浦和、越谷地区のかんがい用水の

しぼり水を集めて南東流し、越谷、草加等の人口密集地帯の排水を合せて八潮市から東京都足立区へと流下して中川に合流している。したがって、農業用水として反覆利用されている上流の田園地帯では水質も比較的良好、フナ、ヤマベ等が生息している。越谷、草加市境附近から下流は急速に汚濁が進み、都県境では「死の川」と化している。この綾瀬川とかがい用の見沼代用水の集配水域の関係はFig. 3に示すとおりである。見沼代用水の利根川からの取水期間は毎年4月1日から9月20日であり、それ以後はかがいのしぼり水も急減し、綾瀬川低水期間となる。

地点10は綾瀬川の中流域であるが、上述のとおり上流からのしぼり水の季節的变化と、東京湾の潮の干満の影響をうけて水質がたえず変動する地点である。感潮域境はより上流の幹線排水流入地点との中間附近にあり、逆流時には出羽堀の水が押し上げられて帯状にみられる時もある。潮汐の影響により逆流が起こるのは東京芝浦の満潮時より約60分後となる。<sup>1)</sup> 調査時のDOは4.8であったが、フナ、クチボソ、オタマジャクシ等の元気な姿が認められた。

地点11は綾瀬川の旧出羽堀との合流直前である。この地点は綾瀬川の水と出羽堀の水がほぼ完全に混ざりあう地点であるが、潮汐の影響をうけて逆流すると、「死の川」と化した下流の水にまともに洗われる地点でもある。



Fig. 3 かがい期における水源の見沼代用水系と綾瀬川の集水地域

見沼代用水の通水期間

昭和50年度 4月1日~9月20日

昭和51年度 //

なお、過去の魚浮上発生例は、月の満月時か、新月時である大潮の頃よりも、上弦、または下弦時の小潮の前後に多かったことから、今後は逆流による水位の高低と溶存酸素量との関係を調査したい。

### 3.2 出羽堀の黒色化現象

魚浮上事件の調査にあたって、流域の皮革工場から硫化ソーダが出羽堀に流入したという情報があり、現場の状況、水質分析結果等から考え、室内実験により検討した。出羽堀ではよく黒く濁っていることがあるが、C事業所排水に第二鉄イオンを作用させたところ黒色となった。鉄は河川のような酸素の多い酸化状態では三価になっており、皮革工場排水には脱毛工程に使われた硫化ソーダが含まれていることが多く、この硫化ソーダが第二鉄イオンと反応して黒緑色の含水硫化物 $Fe_2S_3 \cdot nH_2O$ が沈殿する。したがって、出羽堀において見られる黒色現象はこれと思われる。また、河川の底質は通常還元状態になっており、鉄は第一鉄が多く存在していると考えられるため、第一鉄イオンに硫化ソーダを作用させるとやはり黒色の硫化第一鉄が沈殿した。出羽堀を黒くする過程は上記のとおりであると考えられるが、出羽堀でも黒くない時もある。そこで、黒色の河川水に空気を吹き込んだところ黒色は消えた。これは沈殿物が酸素により塩基性硫酸鉄と水酸化第二鉄に変化したためと思われる。つまり、日によって溶存酸素量が増えるため、色が目立たないと考えられる。

### 3.3 溶存酸素の低下

出羽堀の溶存酸素はTable IIに示すとおり少ない。そこで、硫化ソーダ溶液と塩化第一鉄溶液を混合したところ、混合前に比べて溶存酸素は減少した。20 ppmの第一鉄溶液のDOは7.4であった。また、20 ppmの $S^{2-}$ 溶液のDOはやはり7.4であった。これが混合後3.0に減少した。つまり、一度還元状態になった河川では容易に酸化状態に戻りにくく、鉄は多くが第一鉄として存在していると思われる。このため、第一鉄に硫化ソーダが作用すると黒色の硫化第一鉄が沈殿するが、この硫化第一鉄は水中の酸素をとって、塩基性硫酸鉄と水酸化第二鉄に変化する。したがって、水中の酸素は有機物の酸化のほか、これらの反応にも消費され、酸欠状態が出現すると考える。

また、硫化ソーダの魚に対する毒性は、コイ(2.5~5.0g)の24時間致死濃度で0.39 ppmであり<sup>2)</sup>、高い部類に入る。

以上のことから、魚浮上の直接の原因が流入硫化ソーダ濃度に ともな、溶存酸素不足かは決められなかった。しかし、出羽堀の魚浮上に関する大きな要因として、

硫化ソーダの流入をあげることができる。

## 4 まとめ

綾瀬川中流域である地点10一の橋から地点11蒲生大橋にかけて発生する魚浮上の原因は、

- 1) 上流地帯の水田の残水が減少し、自流量が季節的に減少すること。
  - 2) 出羽堀の有機性汚濁と皮革工場からの硫化ソーダ流入による毒性および溶存酸素低下によること。
  - 3) 潮汐の影響による下流「死の川」からの貧溶存酸素水の押し上げがあること。
- と考えられ、これらの三要因の組合せが最悪な場合に魚の浮上となると考えられる。

### 参考文献

- 1) 理科年表 昭和50.5.1年版
- 2) 水産用水基準(日本水産資源保護協会)