

なお傾斜板利用による実験は資源技術試験所志村四郎技官が流動研究員として当試験場に來場された際、御助言を得たことを附記し、資源

技術試験所関係各位の御厚意に厚く感謝の意を表します。

3.2.2 甲突川の汚濁の状態について (2)

資輪迪夫

1 まえがき

前報¹⁾において甲突川の汚濁の状態を調べるために、昭和38年12月から40年5月までの間、護国橋、薬師橋、高見橋に定点をさだめて試料を採水し汚濁の状態を調査した結果について報告したが、その後昭和42年7月から43年3月までの間、岩崎橋、新上橋を定点とし、毎月3回採水し河川の水質を調べたのでその結果について報告する。

2 試料の採取および分析法

試料は岩崎橋、新上橋ともにそれぞれ右岸側左岸側と計4点を定点にさだめ橋の上より採水器で採水した。採水点を図1に示す。

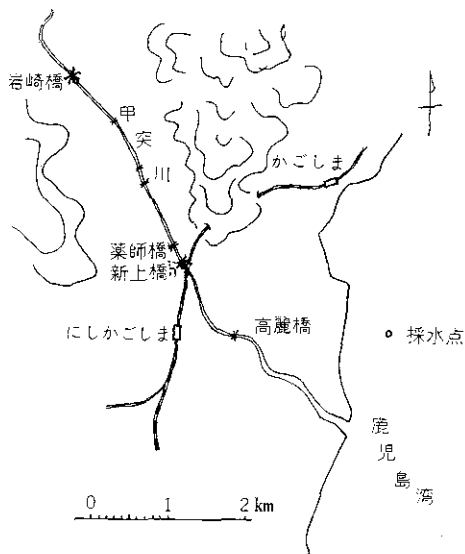


図1 試料採水点概略図

岩崎橋では最近、住宅の進出でその上流にかなりの人家が在り、また右岸すぐ上流にはM牛乳工場がありその排水が流入している。

また新上橋では、その上流は住宅が密集し、N工場（同工場は甘しょ澱粉製造およびブドー糖製造の工場である）の廃水を含む下水の排出口が右岸約 300m上流にあり汚濁がかなりめだっている。またこの地点は図2に示すように土

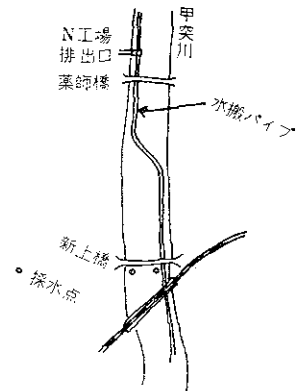


図2 新上橋附近概略図

地造成のための土砂水搬用のパイプが設置されているために河水の流れの状態が変わり、排出された廃水がパイプにさまたげられて、河川水と混合されずパイプの右側に滞留し、フハイし悪臭を発し附近の住民から苦情が市の方へ出されたため43年2月頃よりパイプを越えて廃水を排出するようにされている。

分析項目および分析結果を表1に示す。

分析はつぎに記す方法によった。

pH：硝子電極 pH メーターを使用した。

DO：ウインクラー法（ナトリウムアチド使用）による。

COD：過マンガン酸カリウムを使用 30分煮沸酸性酸化法

BOD：20°C 5日間、DO 測定はウインクラー法

SS：ゲーチルツボ法

Cl⁻：20ppmまではチオシアン酸第2水銀による比色，20 ppm 以上は硝酸第2水銀による滴定法

3 測定結果の考察

3-1 pH

各定点においての pH の経月変化の状態を図3に示す。岩崎橋左では6.7から7.5の範囲を、右では6.8から7.3の範囲の値を示しとくにめだ

表1 水 質 分 析 結 果

採水年月日 (曜)	天 候	採水地点No.	気温 °C	水温 °C	pH	DO ppm	COD ppm	BOD ppm	SS ppm	Cl ⁻ ppm
42. 7. 5 (水)	は れ	1 岩崎橋左 2 " " 右 3 新上橋左 4 " " 右	26.5 26.5 25.2 25.2	22.5 22.8 22.2 22.8	7.0 6.9 7.0 7.1	9.4 7.6 9.3 8.9	2.2 4.4 3.0 16.1	3.1 4.8 3.7 20.2	51.8 89.8 43.6 62.4	6.4 6.2 8.6 5.8
7.14 (金)	は れ	1 2 3 4	32.2 32.2 31.2 31.2	27.3 27.5 26.5 26.3	7.0 6.9 6.8 6.8	6.7 7.0 7.6 7.4	1.5 1.5 1.1 24.7	2.7 3.5 0.3 15.9	20.2 21.2 15.8 58.4	7.0 7.0 5.0 7.8
7.26 (水)	くもり	1 2 3 4	29.0 29.5 30.0 29.5	26.0 27.0 26.0 25.5	7.3 7.3 7.2 7.1	7.4 7.4 7.3 9.1	3.1 3.7 2.0 7.3	1.3 2.4 1.5 4.8	87.6 103.8 91.0 79.6	6.2 6.0 7.0 7.0
8. 4 (金)	は れ	1 2 3 4	31.0 31.8 31.9 32.0	26.7 26.1 27.8 27.7	7.5 7.4 7.5 7.8	9.7 8.3 8.5 7.0	1.5 2.2 4.4 20.1	0.9 2.4 2.8 21.3	19.8 14.6 17.2 31.2	9.6 9.0 83.3 59.8
8.15 (火)	は れ	1 2 3 4	31.4 31.4 31.4 31.4	28.0 27.5 27.5 27.5	7.0 7.1 6.9 7.0	7.6 7.1 6.7 6.8	3.4 1.9 2.4 1.8	0.7 1.8 1.8 1.1	4.1 8.8 8.3 8.6	8.5 8.2 80.3 21.6
8.25 (金)	は れ	1 2 3 4	30.0 30.0 34.0 34.0	27.0 27.0 28.0 28.0	7.0 7.1 6.9 7.0	8.4 8.2 7.4 7.2	2.8 2.7 3.9 4.9	2.2 4.4 4.6 3.7	tr tr 10.2 8.3	12.0 6.6 29.8 8.6
9. 5 (火)	は れ	1 2 3 4	30.0 30.0 35.5 35.5	27.0 27.0 28.0 28.0	7.1 7.0 7.1 7.3	9.1 9.4 6.4 5.6	1.3 1.5 3.0 19.2	2.6 3.2 2.6 25.7	tr 10.2 39.4 44.2	7.0 7.6 103.5 40.2
9.14 (木)	は れ	1 2 3 4	26.0 26.0 27.5 27.5	23.0 23.0 23.0 23.0	6.9 6.8 6.7 6.7	8.4 8.6 7.9 7.0	2.5 4.9 6.5 27.7	1.8 7.8 5.3 15.4	11.0 11.4 75.2 31.0	7.6 7.0 198.2 67.2
9.25 (月)	は れ	1 2 3 4	26.0 26.0 26.0 26.0	20.0 20.0 21.0 21.0	7.3 7.2 6.9 6.9	8.5 8.4 8.0 7.0	1.8 4.3 6.7 21.8	1.4 5.5 3.0 12.1	23.0 5.8 24.5 29.2	6.8 7.2 155.0 67.5
10. 5 (木)	くもり	1 2 3 4	19.5 19.5 20.0 20.0	20.0 20.0 20.0 20.0	6.9 7.0 6.9 6.9	7.9 7.9 7.1 7.2	3.6 4.2 5.2 10.4	0.9 1.7 2.4 4.9	32.6 42.8 121.6 182.4	5.8 5.8 7.4 6.6
10.16 (月)	は れ	1 2 3 4	24.0 24.0 25.5 25.0	23.0 23.0 24.0 24.0	7.1 7.1 7.1 6.8	9.1 9.1 8.6 6.8	1.7 1.5 2.3 88.5	1.3 1.4 2.4 109.2	2.8 4.8 18.6 104.2	5.8 5.7 90.7 23.1
10.25 (水)	くもり	1 2 3 4	23.0 23.0 22.5 22.5	18.0 18.0 19.0 19.0	7.3 7.2 7.1 6.5	9.0 8.8 8.0 6.5	1.5 2.7 3.4 134.1	1.5 3.5 3.7 177.8	15.8 6.4 11.4 168.0	5.7 5.2 94.0 35.1
11. 6 (月)	くもり	1 2 3 4	21.0 21.0 20.0 20.0	19.0 19.0 19.0 19.0	7.4 7.1 7.0 7.2	8.7 8.6 7.9 7.3	2.6 2.7 3.1 55.5	2.6 4.4 6.2 82.4	16.2 11.6 31.4 36.6	8.4 8.6 66.8 20.4
11.17 (金)	くもり	1 2 3 4	15.0 15.0 14.0 14.0	14.0 14.0 14.5 15.0	7.0 7.0 6.9 6.7	8.8 9.0 8.0 6.6	2.8 3.1 4.6 94.0	3.6 4.3 5.6 118.4	tr tr 6.2 33.0	8.8 9.2 89.4 32.5

採水年月日(曜)	天 候	採水地点No.	気温 °C	水温 °C	pH	DO ppm	COD ppm	BOD ppm	SS ppm	Cl- ppm
11.24 (金)	は れ	1	18.0	14.0	7.2	8.9	3.1	4.9	4.6	9.4
		2	18.0	14.0	7.1	9.3	3.4	6.1	5.4	8.6
		3	18.0	15.0	6.9	9.5	5.0	5.8	3.5	130.4
		4	18.0	15.5	6.8	7.6	79.4	110.0	43.6	72.3
12. 5 (火)	は れ	1	11.0	11.0	7.2	10.1	4.1	3.5	8.8	8.8
		2	11.0	11.0	7.2	10.0	3.8	4.2	6.8	8.8
		3	15.0	12.0	7.2	8.9	11.2	13.0	4.8	1137.4
		4	15.0	12.2	6.9	6.3	111.2	140.0	74.3	371.7
12.15 (金)	くもり	1	7.5	11.5	7.3	6.9	2.6	3.0	2.6	8.6
		2	7.5	11.5	7.2	9.2	3.5	4.5	3.3	9.2
		3	6.0	12.5	6.7	8.2	19.4	17.3	51.9	1145.4
		4	6.0	12.5	6.7	7.4	210.6	233.5	103.8	1202.6
12.22 (金)	は れ	1	8.5	10.0	7.0	10.0	2.7	2.6	9.8	9.1
		2	8.5	10.0	7.1	10.0	2.9	4.2	5.2	11.8
		3	8.0	11.0	6.9	9.2	4.8	4.8	16.6	44.8
		4	8.0	12.5	3.8	6.5	144.0	122.0	121.6	88.2
43年1. 8 (月)	あ め	1	4.0	9.5	7.1	9.8	1.2	1.9	4.0	8.3
		2	4.0	8.5	7.1	7.7	1.1	2.8	14.8	8.8
		3	4.0	9.5	7.1	9.2	4.3	3.8	18.4	111.0
		4	4.0	10.0	6.1	9.4	8.1	13.6	10.6	70.9
1.16 (火)	は れ	1	11.2	7.5	7.2	11.0	1.8	1.6	12.4	9.4
		2	11.2	7.5	7.2	10.7	1.9	2.1	22.6	9.8
		3	9.0	8.3	7.1	10.0	3.4	2.6	20.0	24.4
		4	9.0	9.5	4.9	9.2	27.4	24.9	37.0	49.6
1.25 (木)	は れ	1	10.5	9.3	7.1	10.0	3.2	3.5	9.8	8.2
		2	10.0	9.3	7.1	9.6	2.2	2.1	18.7	8.2
		3	8.5	9.5	7.1	8.7	2.6	3.9	18.0	15.1
		4	8.5	10.0	6.6	8.5	18.0	28.3	12.6	42.3
2. 5 (月)	は れ	1	11.0	5.0	7.2	10.4	2.3	2.4	13.6	8.1
		2	11.0	5.0	7.1	10.5	3.0	2.7	32.0	8.1
		3	11.0	10.0	7.1	9.5	13.0	3.8	42.4	1410.0
		4	11.0	12.0	6.0	7.6	51.2	48.0	34.6	350.0
2.16 (金)	は れ	1	4.5	8.0	7.1	10.9	1.4	2.6	2.6	6.6
		2	4.5	8.0	7.2	11.0	3.1	5.0	5.0	8.0
		3	6.0	8.5	7.0	10.0	4.1	5.0	5.0	35.4
		4	6.2	10.0	6.7	9.3	36.9	40.2	40.2	44.6
2.23 (金)	くもり	1	7.0	8.5	7.1	11.3	2.1	2.0	1.4	9.5
		2	6.5	8.5	7.1	11.1	2.2	1.9	1.4	9.7
		3	7.5	9.0	7.1	10.5	7.4	4.5	1.2	12.4
		4	7.0	10.5	7.0	9.1	61.2	39.9	42.8	17.1
3. 5 (火)	くもり	1	14.0	11.0	6.8	10.6	1.8	2.2	3.6	8.0
		2	14.0	11.0	6.9	10.3	3.4	3.2	4.2	7.8
		3	15.0	11.0	6.8	8.6	4.1	3.6	9.6	45.7
		4	14.0	12.5	6.2	8.1	67.7	59.8	42.6	30.6
3.18 (月)	は れ	1	13.5	12.8	7.3	10.1	1.0	2.3	1.8	8.1
		2	13.5	12.8	7.3	10.2	1.1	3.3	13.7	8.7
		3	17.0	13.0	7.1	9.5	3.2	3.9	14.4	60.4
		4	17.0	14.5	7.1	6.4	68.7	97.3	20.8	29.1
3.25 (月)	くもり	1	12.0	14.0	7.2	9.5	1.2	1.8	26.4	9.5
		2	13.0	14.0	7.3	9.5	1.6	2.8	28.0	9.7
		3	12.0	14.0	6.9	8.9	6.0	2.6	103.2	790.0
		4	12.0	15.2	7.0	7.9	16.9	10.8	39.0	32.0

った変動はみられない。新上橋左では 6.8 から 7.5 の範囲の値を示し大きな変化はないが、右では 3.8 から 7.8 の範囲にあり pH が低い値を示す場合がある。図 3 にみるようにとくに 12 月から 3 月にかけて pH が低くなっている。これは後にのべる COD, BOD の値が高い値を示す時期よりずれて、おくれてあらわれて来ている。この理由として 10 月末から 12 月上旬にかけて N 工場の澱粉製造廃水が排出されており最近ではさきに述べたように土地造成のパイプにより流れがまたげられて廃水を含んだ水および流れ去り難くなった底泥がフハイし有機酸を生じたためと考えられ、また pH の低下が遅れて起るのは有機酸を生成するまでの時間のずれと考えられる。附近の住民から悪臭の苦情が出たものも 12 月末から 1 月に入ってからであった。

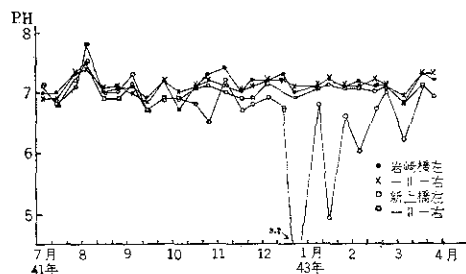


図 3 pH の経月変化

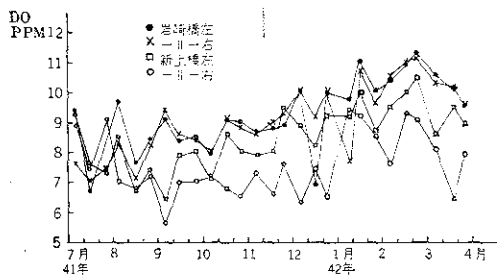


図 4 DO の経月変化

3-2 DO

溶存酸素量の経月変化を図 4 に示す。

岩崎橋左では 6.7 から 11.3ppm, 同右では 7.0 から 11.1ppm の値を示す、とうぜんの事であるが、冬期の水温の低いときほど酸素の溶解度が増すために溶存酸素量は高い値を示している。新上橋左では 6.4 から 10.5ppm の範囲の値を示し岩崎橋においての値より一般に低く、あとでのべるように同地点での COD, BOD もやや高い値を示し、汚濁が進んでいることが認め

られる。右では 5.6 から 9.4ppm の範囲の値を示しこの地点では汚濁の状態がそう高いため図 4 にみるように DO は一般に低くとくに 10 月から 12 月の間の澱粉製造廃水の排出される時期は低い値を示している。

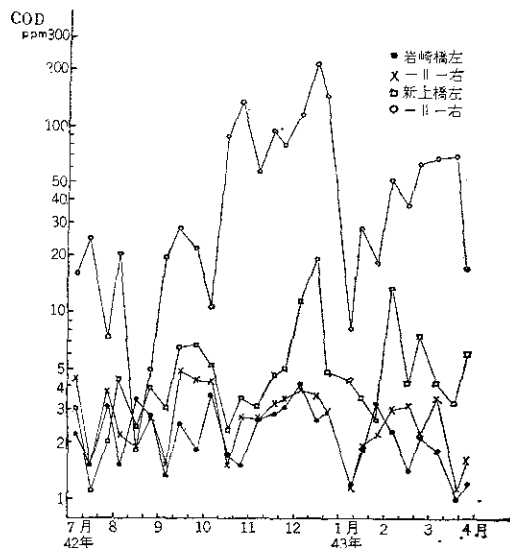


図 5 COD の経月変化

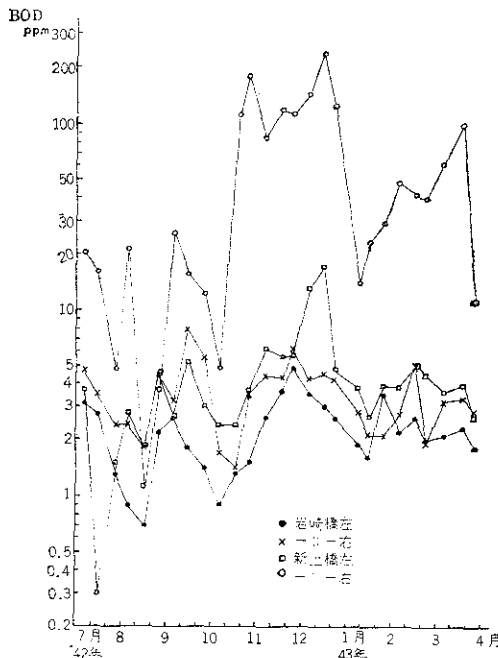


図 6 BOD の経月変化

3-3 COD および BOD

各地点における COD および BOD の経月変化の状態を図 5, 6, にまた確率紙上に記した累積度数百分率分布図を図 7, 8, 9, 10 に示す。

表2 測定値の整理

項目	採水点	測定値の範囲		算術 平均値 ($\bar{x}_A$) ppm	幾何 平均値 ($\bar{x}_G$) ppm	分布型	不偏分散 の平方根 (u)	変動係数 ($u/\bar{x}$)	対数平均 値からの 偏差 (u')	測定値の 68%が 入る範囲 ppm
		最低 ppm	最高 ppm							
COD	岩崎橋左	1.0	4.1	2.26	—	正 規	0.85	0.376	—	1.4~ 3.1
	" 右	1.0	4.9	2.81	2.6	対数正規	—	—	1.5	1.7~ 3.9
	新上橋左	1.1	19.4	5.2	4.38	"	—	—	1.8	2.4~ 7.9
	" 右	1.8	210.6	62.3	33.6	"	—	—	2.7	12.4~90.7
BOD	岩崎橋左	0.7	4.9	2.25	—	正 規	1.02	0.453	—	1.2~ 3.3
	" 右	1.4	7.8	3.55	3.29	対数正規	—	—	1.5	2.2~ 4.9
	新上橋左	0.3	17.3	4.47	3.65	"	—	—	1.9	1.9~ 6.9
	" 右	1.1	233.5	55.7	35.4	"	—	—	2.9	12.2~102.5
SS	岩崎橋左	0	87.6	14.5	9.9	"	—	—	2.4	4.1~23.8
	" 右	0	103.8	18.3	11.5	"	—	—	2.6	4.4~29.9
	新上橋左	1.2	121.6	31.7	20.4	"	—	—	2.7	7.6~55.1
	" 右	8.3	182.4	55.7	41.7	"	—	—	2.3	18.1~95.8

また算術平均値 ($\bar{x}_A$) , 幾何平均値 ($\bar{x}_G$) , 不偏分散の平方根 (u) , 対数平均値からの偏差 (u') 測定値の68%が入る範囲 (正規分布の場合は $\bar{x}_A \pm u$, 対数正規分布の場合は $\bar{x}_G / u' \sim \bar{x}_G \cdot u'$) などをまとめて表2に示す。

計算はつぎに記す式によった^{2) 3)}

$$\bar{x}_A = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i \quad 1)$$

$$\log \bar{x}_G = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \log x_i \quad 2)$$

$$u^2 = \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2 f_i \quad 3)$$

$$(\log u')^2 = \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (\log x_i - \log \bar{x}_G)^2 f_i \quad 4)$$

岩崎橋左ではCODは1.0から4.1ppmの範囲にあり算術平均値は2.26ppmで図7に示すように分布は正規確率紙上で直線をなし正規分布に近い型となっている。 u は0.85, 変動係数は0.376でかなり変動は大きい。測定値の68%は1.4から3.1ppmの範囲にある。

BODは0.7から4.9ppmの範囲にあり, 算術平均値は2.25ppm, 分布は同じく正規分布に近い型を示す。 u は1.02でCODよりやや大きく変動係数は0.453で変動はかなり大きい。測定値の68%は1.2から3.3の範囲にある。

岩崎橋右ではCODは1.0から4.9ppm, BOD

は1.4から7.8ppmの範囲にあり, 分布は図8に示すように両者とも対数正規分布に近い分布型を示す。 u' はCOD, BODともに1.5で測定値の68%の占める範囲はCOD 1.7から3.9ppm BOD 2.2から4.9ppmである。

岩崎橋左のCOD, BODが正規分布に近く, また右では対数正規に近い分布をなす理由は, 左部分では, その汚濁の原因が家庭の下水によるのが主で, だいたい一定の状態で排出されており, ひとつの

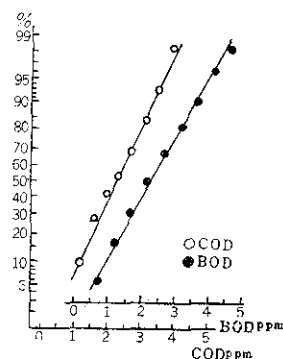


図7 累積度数分布図
岩崎橋左COD, BOD)
(正規確率紙)

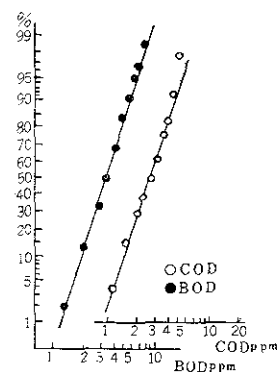


図8 累積度数分布図
岩崎橋右COD, BOD
(対数正規確率紙)

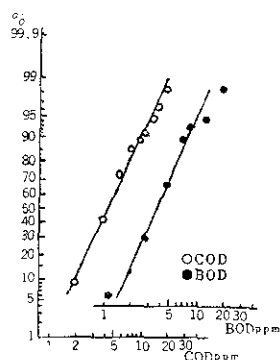


図9 累積度数分布図
新上橋左COD, BOD
(対数正規確率紙)

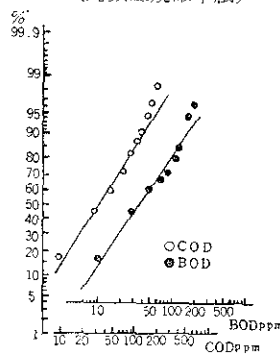


図10 累積度数分布図
新上橋右COD, BOD
(対数正規確率紙)

値を中心に両側にひろがった、正規分布型をとるのに対し、右ではすぐ上流にM牛乳工場の排水が流入しておりこれが変動に影響して対数正規型をなす一つの原因になっているのではないかと考えられる。

新上橋左ではCODは1.1から19.4ppm, BODは0.3から17.3の範囲にある。分布は両者とも図9に示すように対数正規に近い分布型を示す。 u' はCOD 1.79BOD1.87で、測定値が68%を占める範囲はCOD 2.4から7.9ppm,

BOD1.9から6.9ppmである。

新上橋右ではCOD1.8から210.6ppm, BOD 1.1から233.5ppmと巾が広く、汚濁の高い場合がある。分布は図10に示すように対数正規に近い分布型を示し、 u' はCOD 2.73, BOD 2.92と比較的変動が大きい。測定値が68%を占める範囲はCOD12.4から90.7ppm, BOD12.2から102.5ppmで、これらの値を越えるのは図5, 6に示すように澱粉製造の10月末から12月上旬の間の時期に集まっているのがみられる。

また岩崎橋の上流約12kmの地点に澱粉工場があり、10月末から12月の初旬にかけて甘しよすり込みの廃水が流されており、同橋附付の水質測定値に何らかの変化が生ずるのではないかと考えられたが、図5, 6にCODおよびBODの変化の状態をみると、とくにこの時期に水質が変化していることは認められず、この地点は右岸上流のM牛乳工場や家庭下水などの流入により澱粉製造の時期以外のときでも、かなり汚濁されている場合があり上流の澱粉工場の廃水の影響が出ているか否かは、はっきりしなかった。

3-4 浮遊物質

浮遊物質の経月変化の状態を図11に示す。

岩崎橋において、左は0から87.6ppm, 右は0から103.8ppmの範囲を示し、巾広い値を

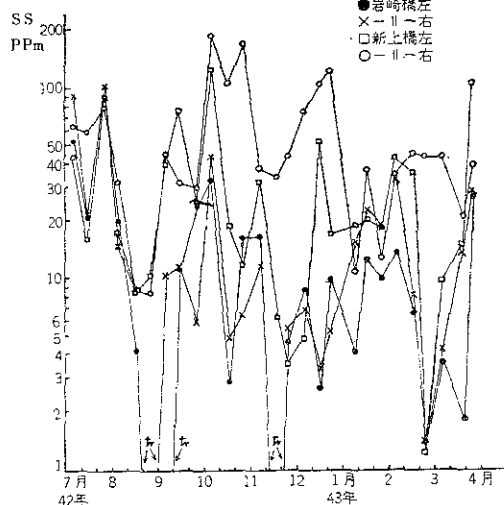


図11 浮遊物質経月変化

示す。分布は図12示すように左右ともに対数正規に近い分布をしている、 u' は左2.4, 右2.6でやや変動が大きい。測定値が68%を占める範囲は左4.1から23.9ppm 右4.46から29.7ppmである。

この地点の浮遊物は降雨による河水の濁度の増加、上流での砂利採取による土砂の混入が、その主なものであると考えられる。

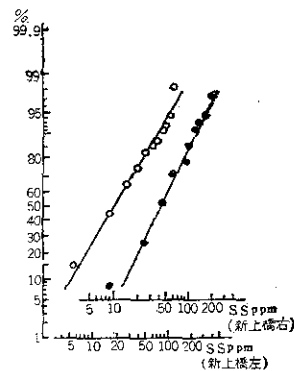


図12 累積度数分布図
岩崎橋SS
(対数正規確率紙)

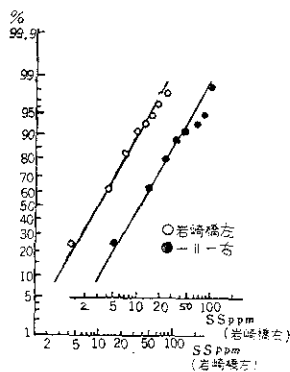


図13 累積度数分布図
新上橋SS
(対数正規確率紙)

新上橋左では1.2から121.6ppm、右では8.3から182.4ppmの範囲内にあり、図13に示すように左右とも対数正規型に近い分布を示す。 u' は左2.7右2.3で、岩崎橋と同じく比較の変動は大きい。

この地点の浮遊物質は土砂によるもののほか右側では10月から12月頃にかけてはとくに工場廃水により2次的に生じた水綿などが混入しているのがみられ、図11にみるようにこの時期に浮遊物質の増加となつてあらわれている。

3-5 Cl^-

各地点における Cl^- の経月変化の状態を図14に示す。岩崎橋左では5.7から12.0ppmの範囲の値を示すが10ppmを越えたのは1回だけであった。また右では5.2ppmから11.8ppmの範囲の値を示し、10ppmを越えたのは2回であった。

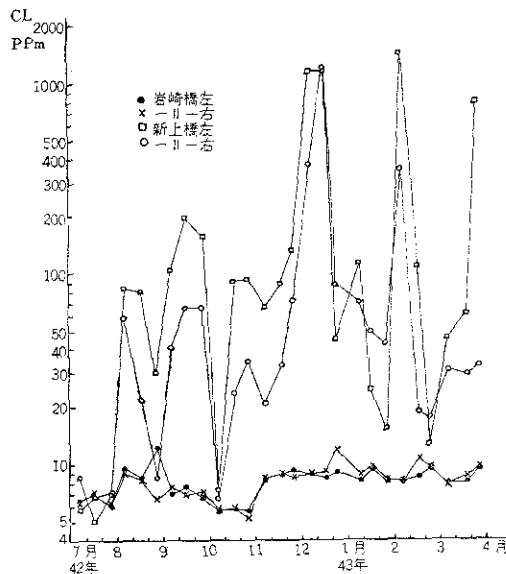


図14 Cl^- の経月変化

この地点では Cl^- 量は降雨によるキシヤクと家庭下水の流入の状態によりわづかながら変動していると考えられる。

新上橋では Cl^- 量は左で5.0から1410.0ppm、右で5.8から1202.6ppmと大きい範囲を示す。このような変動は塩水遡上の影響を受けている

ところではとうぜんみられることであるが、この地点では塩水の遡上はないと考えられるので（甲突川の塩水遡上限界は同地点より約1.2km下流の高麗橋附近と言われている）この Cl^- 量が増える原因は土地造成のための土砂水搬用に海水が用いられておりパイプから海水が洩れることによると考えられる。このほかにも工場の廃水あるいは家庭の下水からの Cl^- の混入もある程度あると思われるが、工事の開始される以前に、同地点より下流の高見橋で測定した結果¹⁾では Cl^- 量は18.1ppmが最高であり、工場の廃水、家庭下水による Cl^- 量の増加は、それほど多くはない。

4 あとがき

以上昭和42年7月から43年3月まで、甲突川の岩崎橋、新上橋のそれぞれ左右を定点とし、各月3回試料を採水して河水の汚濁の状態を調べた結果について報告した。

岩崎橋附近では汚濁はそれほどひどくはないが、今後の住宅の増加による家庭からの排水、市上水道用水の取水量の増加によるキシヤク効果の減少により今後汚濁はふえてくるのではないかと考えられる。新上橋ではとくに右岸側にかたよって汚濁がかなりひどく、水搬工法のパイプから海水が洩れており、またこのパイプにより河水の流水が変化し、工場の排水が拡散されにくい状態であったが、43年2月以降よりパイプを越えて排水するようになったのでその後流水の状態が変り、左右の汚濁の状態も変わってくるものと思われる。

なお本調査は県河川課の依頼により行ったものであり、試料の採水は、河川課水利係の牧瀬係長はじめ、池田、橋本の諸氏の手によったものである。

文 献

- 1) 鹿工試業務報告、昭和41年度
- 2) 半谷高久：水質調査法、丸善(昭和35年)
- 3) 佐藤尚徳：工業用水、2第51号、昭和37年