

# 雄物川の自浄作用

秋田高専 学生員 ○中田公司  
秋田高専 正員 羽田守夫

## 1. はじめに

河川に於ては、混合、希釈、分解、沈殿等の作用により、自然水に付与される汚濁物質を除去する力、すなわち自浄作用がある。自浄作用を正確に把握することは、汚濁対策の重要な一因子である。

雄物川に於ては未だ清還とは言えるが徐々に汚濁は進行してきている。それで雄物川の自浄作用がどの程度のものかを知、ておくことは今後、下水道などの計画の上でも重要なことであると思われる。

## 2. 調査方法

調査区間としては、神宮寺(岳見橋)から刈和野(刈和野橋)までの11.7kmの区間を選んだ。これを図-1に示す。調査は昭和49年8月18日、19日の両日行なつた。18日は予備調査として両橋間の平均流速と流速時間を測定した。また途中から流入する汚濁源としては土質川と槇岡川及び刈和野橋付近の水門を選んだ。以後岳見橋を1、刈和野橋を2、槇岡川を3、土質川を4、水門を5と呼ぶ。本調査は、18日の10時30分から18時まで行つた。1と2の地点では採水時刻の前後1時間の計2時間内に30分ごとに5回採水して各々の平均値を求めた。他の地点は採水時間に1回だけ採水した。分析項目は現場において気温、水温、透明度、水色の測定、州比色法)の測定を行ない、実験室においてはCOD、TUR、NO<sub>3</sub>-N、NO<sub>2</sub>-N、Clイオン、アルカリ度、BOD、SSの測定を行なつた。

## 3. 調査結果

### 3-1. 水质調査の結果

予備調査によつて求めた流入河川の流量を表-1に示した。雄物川の流量は、湯沢工事事務所のH-R曲線より求めたものである。また流速時間については表-2に示した。

次に水质調査の結果を表-3にまとめた。雄物川のCODの平均値は1地点で0.288ppm、2地点で0.348ppmであり、清澄な河川で

図-1 雄物川の流域図

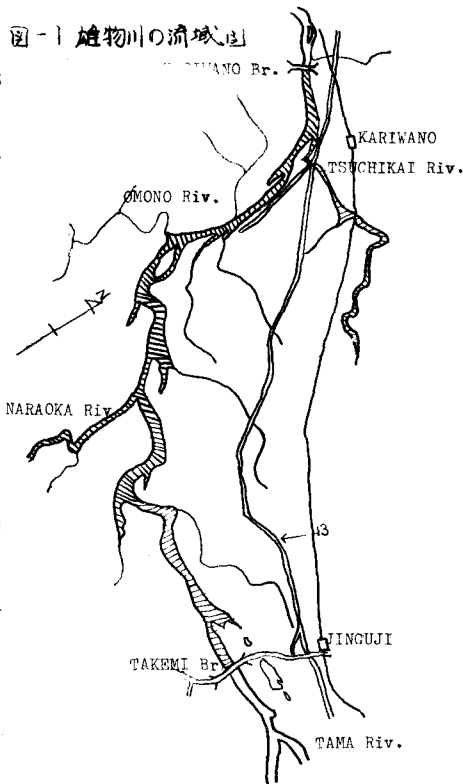


表-1 各地点の流量表

|   | Wa, Flow (m <sup>3</sup> /s) |
|---|------------------------------|
| 1 | 74.58                        |
| 2 | 105.75                       |
| 3 | 1.78                         |
| 4 | 3.19                         |
| 5 | 0.355                        |

表-2 各地点の流速時間

|     | 流速時間(hr.) |
|-----|-----------|
| 1-2 | 3.5       |
| 3-2 | 3.17      |
| 4-2 | 0.42      |
| 5-2 | 0.17      |

表-3 水质調査の結果 (ppm)

|     | COD   | TUR  | Cl    | M-NO <sub>3</sub> | N-NO <sub>3</sub> | SS  | Aik. |
|-----|-------|------|-------|-------------------|-------------------|-----|------|
| 1-1 | 0.317 | 3.00 | 14.77 |                   | 0.15              | 4.4 | 7.5  |
| 1-2 | 0.206 | 2.05 | 15.12 | 0.0062            | 0.154             | 4.6 | 7.4  |
| 1-3 | 0.364 | 3.01 | 15.12 | 0.0050            | 0.156             | 3.9 | 7.1  |
| 1-4 | 0.238 | 2.16 | 14.77 | 0.0038            | 0.150             | 3.7 | 7.0  |
| 1-5 | 0.317 | 2.16 | 15.12 |                   | 0.148             | 7.0 |      |
| av. | 0.288 | 2.48 | 14.98 | 0.0050            | 0.152             | 4.2 | 7.2  |
| 2-1 | 2.313 | 2.95 | 15.12 |                   | 0.154             | 9.0 |      |
| 2-2 | 0.396 | 3.50 | 15.12 | 0.0058            | 0.182             | 4.2 | 9.8  |
| 2-3 | 0.317 | 3.70 | 15.46 | 0.0038            | 0.118             | 5.5 | 9.4  |
| 2-4 | 0.903 | 4.00 | 14.77 | 0.0040            | 0.116             | 2.0 | 9.4  |
| 2-5 | 0.317 | 2.50 | 15.80 |                   | 0.106             | 9.5 |      |
| av. | 0.849 | 3.33 | 15.25 | 0.0045            | 0.135             | 3.9 | 9.4  |
| 3-3 | 2.376 | 3.50 | 23.86 | 0.0052            | 0.056             |     | 13.8 |
| 4-3 | 2.692 | 9.50 | 16.83 | 0.0072            | 0.098             |     | 14.0 |
| 5-3 | 4.910 | 10.0 | 19.93 | 0.0240            | 0.096             |     | 17.5 |

表-4 雄物川流域の現状

|                          |        |                         |       |                           |        |
|--------------------------|--------|-------------------------|-------|---------------------------|--------|
| 総人口(人)                   | 20101  | 排水量(kgBOD/D)            | 2076  | 排水力(kg/m <sup>2</sup> ・s) | 3.35   |
| 人口密度(人/km <sup>2</sup> ) | 80.7   | 排水係数(kgBOD/D)           | 468   | 排水係数(m <sup>3</sup> /s)   | 0.058  |
| 総面積(km <sup>2</sup> )    | 248.94 | 平均流量(m <sup>3</sup> /s) | 255.4 | 再曝気係数(1/D)                | 0.1645 |
| 宅地(ha)                   | 276    | 河川勾配(%)                 | 0.96  |                           |        |
| 家畜(頭)                    | 1774   | 平均流速(m/s)               | 0.57  |                           |        |

あると考えられる。これは濁度等についても言えるが流入河川は流量が少なり割にCOD等は高く、下水等の混入が予想される。中でもその水質が濁度、 $NO_3-N$ において高い値を示している。

### 3-2 BOD及び脱酸素恒数( $K_1$ )

BOD及び脱酸素恒数についての結果を表-5に示す。1地奥でのBODの平均値は1.21ppmで溶解性BODは0.80ppmと高。2地奥では同じく各々1.34ppmと0.82ppmであり、下流の2地奥のBODがわずかに大きな値を示している。これは流入河川のBODが3で0.88ppm、4で1.19ppm、5で2.59ppmと高い値を示しているからであらう。

表-5 雄物川のBODと $K_1$ 値

|     | 1                |      |             |         | 2                |      |             |        |
|-----|------------------|------|-------------|---------|------------------|------|-------------|--------|
|     | BOD <sub>s</sub> |      | $K_1$ (1/d) |         | BOD <sub>s</sub> |      | $K_1$ (1/d) |        |
|     | R                | F    | R           | F       | R                | F    | R           | F      |
| 1   | 1.71             |      |             |         | 0.73             |      |             |        |
| 2   | 0.35             | 1.02 | 0.00681     | 0.0131  | 0.89             | 0.50 | 0.0117      | 0.0117 |
| 3   | 1.31             | 0.57 | 0.0115      | 0.00745 | 1.76             | 0.75 | 0.0136      | 0.0101 |
| 4   | 1.55             | 0.81 | 0.00929     | 0.00570 | 1.53             | 1.52 | 0.00876     | 0.0133 |
| 5   | 1.11             |      |             |         | 1.78             |      |             |        |
| av. | 1.21             | 0.80 | 0.00920     | 0.00875 | 1.34             | 0.92 | 0.0113      | 0.0117 |

河川水についての脱酸素恒数は2地奥の方がやや大きい値を示すが、ほぼ0.01倍程度であった。これは49年10月~11月の1ヶ月間の $K_1$ 値が0.005/~0.018(1/d)で平均値が0.0070(1/d)を示したのとはほぼ等しい値であるが本調査の方がやや大きいのは水温などに関係しているのであろう。なおこの期間の $K_1$ とBODとの関係を図-2に示したがあまり相関は見られず逆にCODとの相関が比較的高い値を示している。なお、溶解性BODの $K_1$ 値も0.0前後とほぼ同じような傾向を示した。

### 3-3 自浄係数の評価

河川の自浄作用は色々な形で評価されるがここでは以下の式によつてその評価を試みた。

$$L_t = L_0 \cdot e^{-K_0 \cdot t_i} + \sum P_i \cdot e^{-K_0 \cdot t_i'} \quad (1)$$

$$Q_t L_t = Q_{t1} L_{t1} \cdot e^{-K_d \cdot t_i} + \sum P_i \cdot e^{-K_d \cdot t_i'} \quad (2)$$

$$\alpha = 1 - (W_{t1} - R) / W_t \quad (3)$$

$$\alpha' = 1 - W_{t1} / (W_t + R) \quad (4)$$

ここで、 $L_t, L_{t1}$ : BOD(ppm),  $Q_t, Q_{t1}$ : 流量( $m^3/sec$ ),  $R$ : 集中付加(BOD $\cdot m^3/sec$ )

$t_i, t_i'$ : 流下時間(hr),  $K_0, K_d$ : 自浄係数,  $W_t, W_{t1}$ : 付加量(BOD $\cdot m^3/sec$ )

$\alpha, \alpha'$ : 減衰率

この結果 $K_0 = 0.178(1/d)$ ,  $K_d = -0.826(1/d)$ ,  $\alpha = -0.336$ と求められた。 $K_0$ は正の値を示したが他の値は流下するにつれて河川の水質が逆に悪化していることを示しており問題が残る。これはまずオーに水質調査の結果にも表わされているように当日水門等から水質の悪い産業排水がかなり雄物川に流入していると考えられること。オニにノ及び2地奥の流量は1-2曲線から求められたものであるがこの両地奥の流量の差が約30 $m^3/sec$ もあるというところの問題があること。オニに雄物川の水質がかなり清澄であることなどによると考えられる。これを昭和49年度の発生、流出負荷等から計算によつて求められた値と比較するとこの時の $K_0$ が約0.40、 $K_d$ が約0.23であり、この程度の値がメドとなる値であることが判る。

### 4. まとめ

今回の調査結果を検討してみると、雄物川はまだあまりにも清澄すぎて自浄作用調査には適していないからと推測される。また、途中からの流入河川として雄物川と土間川それに水内と3川だけしか選ばなかったが、水質調査の結果から判断してまだ、かなりの汚染水が流入していると思われる。今後は、より正確なデータを得るためにはそれら全てについて調査し、正確なデータを得るべきであると思う。それから自浄作用調査として最も大事である自浄係数の検討のところでは流量のデータがちょっと変だ、たようであり正確な結果であると言えないところが残っている。

図-2 BODと $K_1$ との相関図

