

II-78 堰堤野水の上流水質に及ぼす影響

京都大学工学部 正員 工博 岩井 重久

〇 森 毅

岐阜大学工学部 富永 正俊

この研究は淀川下流部の島飼-長柄間約 5 km において、長柄可動堰の 80 cm 嵩上げ計画が実現した場合に、堰水域内の BOD, DO, 大腸菌群の濃度がどう変化するかについて調査、検討したものである。

(A) BOD の濃度分布の変化

せき上げ前の河川区間 AE における BOD 濃度 L (ppm) は次式で表わされる。

$$L = L_a \exp(-k_s t)$$

$k_s = k_1 + k_2$ (1/日), k_1 = 好氣的脱酸素反応速度恒数, k_2 = 嫌氣的脱酸素反応速度恒数

L_a = A 点における BOD 濃度 (ppm), t = A 点から任意地点までの流下時間 (日)

せき上げ後の BOD 濃度分布は、第 1 回

で

$$\Delta W_{i,i+1} = \Delta W_{i,i+1} + \delta W_i \quad (2)$$

ここで

$$\Delta W_{i,i+1} = \frac{\theta}{2} \left(\frac{W_i}{V_i} + \frac{W_{i+1}}{V_{i+1}} \right) + \frac{S_{i,i+1} A_{i,i+1}}{L_{i,i+1}} \left(\frac{W_i}{V_i} - \frac{W_{i+1}}{V_{i+1}} \right) \quad (3)$$

ただし, $\Delta W_i = \theta L_a$

$$\Delta W_a = \theta \frac{W_a}{V_a} - \frac{1}{2} \delta W_a$$

$$\delta W_i = k_{s,i} W_i \quad (4)$$

$$k_{s,i} = 1 - \exp(-k_s t) \quad (5)$$

式 (2) による連立方程式を解くと、各区間における BOD の重量 g 数 W_i が求まる。これを各区間の体積 V_i (m³) で割れば第 2 回のごとき濃度分布図を求めることができる。

上式中、 θ は流入量 (1/日), $\Delta W_{i,i+1}$ は区間 i , $i+1$ の境界面を 1 日に通過する BOD の重量 (1/日), δW_i は区間 i において 1 日に消失する BOD 重量 (1/日)。式 (3) における第 1 項は対流項で河川などにおいて重要な (支配的な) 項である。第 2 項

は Fick の法則にもとづく拡散項であり、池、湖、貯水池などにおいて重要な項である。 θ は混流拡散係数 (1/日) である。今度の淀川の場合は計算後、この影響が無視されてよりこ

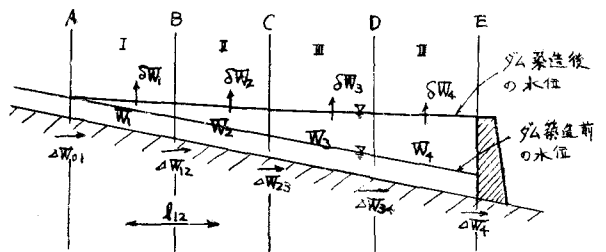


図 1

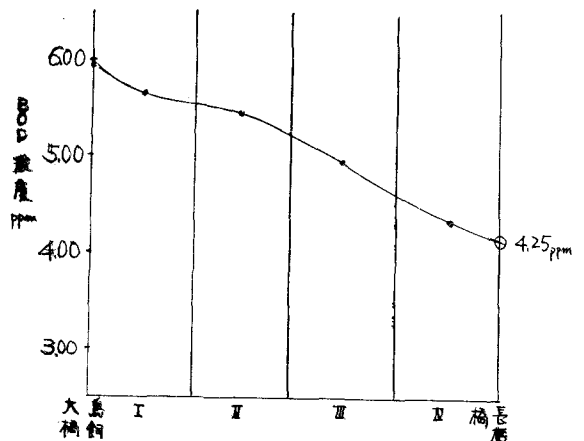


図 2 BOD 濃度分布図

とがわかった。 A_{40} は境界面の縦断面積 (m^2)

(例) 淀川の鳥飼 - 長柄間の現在の堰の場合

式(2)は

Δx m	$A_{i,i+1}$ m^2	V m^3	$\bar{h}_s$ (1/g)	r_s	W_i	W/V ppm	
I	2175	176	4.4×10^5	0.65	0.075	2.52	5.62
II	2100	476	5.63×10^5	0.43	0.063	3.04	5.40
III	2075	502	9.66×10^5	0.45	0.110	4.78	4.94
IV			12.51×10^5	0.47	0.143	5.44	4.34

$$5.1 = 11.36 W_1 + 7.43 W_2$$

$$9.92 W_1 = 1.76 W_2 + 4.14 W_3$$

$$8.23 W_2 = 1.64 W_3 + 3.19 W_4$$

$$4.81 W_3 = 4.20 W_4$$

と仮定。

これより、最終地点の長柄地点における BOD 濃度は 4.25 ppm となる。(図 2 参照)

(B) DO の濃度分布変化

BOD と同様の計算ができる。

せき上げ前の濃度分布は Thomas が改良した次の Streeter-Phelps の式から求まる。

$$D = C_0 - C$$

$$= \frac{k_1 L_0}{k_2 - k_1 - k_3} \left[\exp\{-(k_1 + k_3)t\} - \exp(-k_2 t) \right] + D_a \exp(-k_2 t)$$

D = 任意地点の溶存酸素不足濃度 (ppm), C_0 = 飽和溶存酸素濃度 (ppm), C = 溶存酸素濃度 (ppm), D_a = A 点における溶存酸素不足濃度 (ppm), k_2 = 再曝気速度恒数 (1/g)。

せき上げ後の濃度分布は第 3 図で

$$\Delta C_{i,i+1} + \delta C_i = \Delta C_{i,i+1} + \delta W_i$$

ここで

$$\delta C_i = k_{2i} \frac{Q}{V_i} (C_{u,i} - C_i)$$

$$C_{u,i} = C_0 \times V_i \quad (g)$$

$$k_{2i} = 1 - \exp(-k_2 t_i)$$

$$\delta W_i = \frac{k_{2i}}{k_{2i} + k_{3i}} \cdot k_{2i} \times \frac{Q}{V_i} \cdot W_i$$

$\Delta C_{i,i+1}$ は $\delta W_{i,i+1}$ に準じる。

符号は BOD の場合に準じる。大文字 C は重量で g 数, 小文字 c は濃度で ppm。

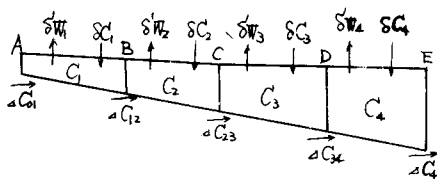


図 3

まず長柄可動堰せき上げ後の脊水曲線を求めて、これが鳥飼までおよぶことと知り、この区間を 4 等分して上記の手法を適用して、次のような結果を得た。

計算条件, 流量 $Q = 864 \times 10^6 m^3/g$, 鳥飼地点の終極 BOD 濃度 5.92 ppm

水温 $10.8^\circ C$, 鳥飼地点の溶存酸素不足濃度 4.72 ppm

としたとき、長柄地点の終極 BOD 濃度 BOD_{ult} , 溶存酸素不足濃度 D は次の通りであった。

堰のない場合 $BOD_{ult} = 4.7 ppm$ $D = 4.3 ppm$

現在の堰の場合 $4.3 ppm$ $4.5 ppm$

せき上げ堰の場合 $3.9 ppm$ $4.6 ppm$

すなわち、この場合、長柄可動堰地点において、BOD に関してはずかたなり減少は予想されるが、DO に関しては、ほとんど変化せず、むしろ悪化の傾向が予想される。