

21 河川の自浄作用に関する調査

— 広瀬川に於ける調査 —

東北大学 工学部 正員 松本順一郎

東北工大 工学部 正員 大沼 正郎

東北大学 工学部 正員 我妻 貞男

1. はじめに

近年、仙台市周辺の河川ではその汚濁が進行し、河川がしだいにレクリエーションの場からはずされたり、場合によっては市民の健康に害をおよぼすとい、事にもなりかねない状態になっている。筆者等は調査の対象として、広瀬川下流部を選んで、溶存酸素の収支を中心に河川の自浄作用を検討した。

2. 調査方法

調査区間は図-1に示すように広瀬橋より始まる約3.5kmの区間とし、7ヶ所を採水した。調査は昭和45年7月29日、9月9日、11月4日および12月4日の4回おこなった。

調査区間における河川流量、排水流量を表-1に示した。流速の測定は電気式流速計および表面浮子を使って測定した。測定箇所は水深が浅いので水面近くで数ヶ所測定し、その平均値をその地点における流速とした。

図-1 調査区間

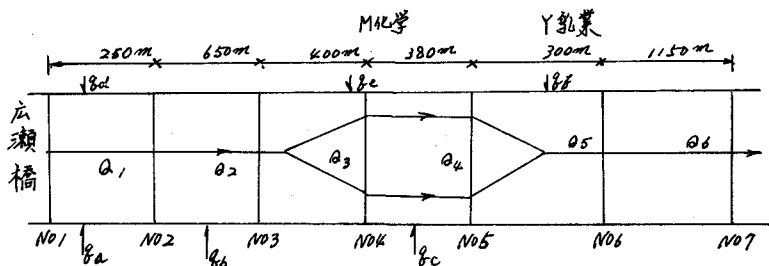


表-1

調査年月日	河川流量					排水流量					
	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	qa	qb	qc	qd	qe	qf
45:7.29	0.630	1.333	2.501	0.846	2.850	-	-	-	-	-	-
45:9.9	1.049	1.696	1.601	0.938	0.850	-	-	-	-	-	-
45:11.4	-	-	-	-	-	0.010	0.009	0.003	-	0.010	0.010
45:12.4	1.575	1.696	2.669	1.838	0.708	0.009	0.004	0.130	-	0.018	0.009

採水の方法は、上流の地変より、順次推進流下時間だけおくれた時刻について採水し、その前後5～15分について3採水し、その平均値をその点における水質とした。ただし第3回目の調査は湯水期であったので、採水時刻は流下時間に関係なく採水をした。採水地変は広瀬橋をNo.1とし、下流にいくにしたがいNo.2～No.7とした。

水質分析の項目は水温、COD、BOD、DO、固形物関係、pH、硬度、酸度、アルカリ度および塩素イオンであった。河川および排水の水質分析の結果を表-2および表-3に示した。

表-2 河川水質

調査年月日	採水地変 No.	水温 °C	DO ppm	pH	COD ppm	BOD ppm	Cl ⁻ ppm
45:7.29	1	28	7.4	7.3	10.2	2.0	10.3
	2	29.5	7.7	7.1	11.0	2.5	10.0
	3	30.5	8.6	7.1	14.6	2.5	11.7
	4 右岸	-	9.7	7.5	10.5	2.2	10.3
	4 左岸	31.0	-	6.9	15.2	7.4	11.7
	5 右岸	31.5	9.7	7.1	9.0	2.1	10.3
	5 左岸	30.8	5.6	6.7	23.7	7.2	12.0
45:9.9	7	29.5	5.7	7.0	11.0	7.2	15.5
	1	22.0	7.6	7.1	7.7	2.6	8.0
	2	22.5	8.6	7.4	7.4	3.1	8.0
	3	24.0	9.2	7.7	8.1	2.6	8.0
	4 右岸	-	10.5	8.8	8.5	3.5	8.0
	4 左岸	26.0	8.0	9.2	27.8	67.0	30.1
	5 右岸	26.0	11.5	9.2	7.6	1.7	8.4
45:11.4	5 左岸	26.5	6.5	8.7	24.2	47.0	28.3
	7	26.0	5.1	8.2	12.4	22.4	20.8
	1	11.0	10.8	7.8	19.4	11.3	41.3
	2	11.0	12.7	6.6	12.5	5.5	33.0
	3	11.5	10.4	6.8	15.4	3.6	37.0
	4 右岸	-	-	-	-	-	-
	4 左岸	18.0	6.8	11.8	36.6	105.9	123.4
45:12.4	5 右岸	-	-	-	-	-	-
	5 左岸	17.0	3.3	11.1	125.6	233.8	535.5
	6	16.0	3.1	10.5	104.0	61.5	417.8
	7	13.0	5.1	7.9	75.4	156.5	47.6
	1	4.0	13.5	6.6	5.3	1.0	14.3
	2	4.0	13.0	7.2	5.5	3.4	16.5
	3	5.0	13.0	7.3	5.1	3.4	14.3
45:12.4	4 右岸	-	-	-	-	-	-
	4 左岸	6.0	12.0	6.6	7.8	8.5	14.3
	5 右岸	-	-	-	-	-	-
	5 左岸	6.0	12.2	6.8	7.1	8.1	14.3
	6	6.0	12.7	6.8	5.7	3.3	17.9
	7	6.0	11.7	6.8	6.1	5.2	14.3

表-3 排水水質

調査年月日	採水地変 No.	水温 °C	DO ppm	pH	COD ppm	BOD ppm	Cl ⁻ ppm
45:7.29	a	-	-	-	6.0	-	17.8
	b	-	-	-	51.5	-	9.6
	c	-	-	-	10.3	-	14.2
	d	-	-	-	-	-	-
	e	-	-	-	60.5	-	47.0
	f	-	-	-	143.0	-	23.3
45:9.9	a	24.0	-	8.0	11.4	2.7	16.4
	b	22.0	-	7.0	35.9	98.0	22.6
	c	28.0	-	6.5	4.5	29.8	8.0
	d	21.0	-	6.7	17.4	33.0	8.9
	e	25.0	-	11.8	123.0	249.0	216.9
	f	25.0	-	7.0	151.1	320.1	18.6
45:11.4	a	13.0	-	8.2	3.2	6.7	33.0
	b	13.5	-	7.2	32.6	30.5	71.0
	c	30.0	-	7.6	12.5	44.4	93.2
	d	-	-	-	-	-	-
	e	20.0	-	11.8	47.8	147.3	449.7
	f	22.0	-	8.5	15.0	23.9	46.2
45:12.4	a	21.0	7.0	6.5	14.4	14.4	25.1
	b	11.0	4.7	6.3	36.1	42.7	46.6
	c	25.0	6.5	6.4	3.9	7.3	17.9
	d	-	-	-	-	-	-
	e	22.0	5.0	9.7	49.8	110.3	78.7
	f	22.0	19.5	7.9	48.1	35.5	78.8

3. 調査結果

調査区間における流量には表-1に示したようになり変動がみられた。この原因として流速測定誤差や河川横断面の変化などが推定されるが、特に河川の横断面は昭和24年12月11日～昭和24年12月13日に測量した結果を使ったので、誤差の原因になったものと考えられた。

調査区間における水質分析の結果から、No.1～No.3までとNo.4～No.6までとでは、後者の方が明らかに前者より汚濁された結果を示した。この原因として、M化学およびY乳業からの排水によるところが大きいと考えられた。

河川の自浄作用の程度を示す脱酸素係数、再曝気係数の測定には、上流から下流へ河川水が流下していく場合、BODおよび溶存酸素がどのように変化するかを追跡することが必要である。これらの係数は、有機物負荷の流入、流れの状態、藻類、沈殿物質等に影響されることが大きいといわれている。本調査では、酸素の消費は有機物負荷により、また酸素の供給は再曝気のみによると考えた。

脱酸素係数はそれぞれの採水地点において、採水したものを20gの示卵瓶に入れてDOの変化を測定し、その結果からとめた。表-4にはこの結果を示した。

表-4 脱酸素係数

採水地点	45:7.29 1/day	45:9.9 1/day	45:11.4 1/day	45:12.4 1/day	a v
No.1	0.158	0.197	0.110	0.166	0.138
No.2	0.112	0.251	0.086	0.104	0.137
No.3	0.077	0.071	0.148	0.090	0.099
No.4	0.208	0.073	-	-	-
No.4	0.266	0.248	0.103	0.234	0.212
No.5	0.190	-	-	-	-
No.5	0.142	-	0.313	0.126	0.194
No.6	-	-	0.335	0.088	-
No.7	0.259	0.426	0.141	0.104	0.232

再曝気係数はStreeter Phelps式(式-1)から検討をした。

$$D_b = \frac{k_1 L_a}{k_2 - k_1} (10^{-kt} - 10^{-k_2 t}) + D_a 10^{-k_2 t} \quad \text{----- (1)}$$

但し

- L: 最終BOD (ppm) k_2 : 再曝気係数 (1/day)
 D: 溶存酸素不足量 (ppm) a: 上流を示す添字(-)
 t: 流下時間 (day) b: 下流を示す添字(-)
 k_1 : 脱酸素係数 (1/day)

表-2の水質試験の結果および式-1からとめた再曝気係数を検討すると、流下時間が短くしかも河川流量に対して、工場排水が少量なために、再曝気係数がほぼ脱酸素係数に等しくなるという結果が得られた。以上のことから、広瀬川の現状では、工場排水による有機物負荷による影響はみられるが、この有機物負荷による酸素消費と再曝気による酸素供給がほぼ等しい為、どうにか河川における溶存酸素がある程度保たれていて、それがほぼ変らないと考えられた。

今後、河川の自浄作用に影響を与える因子のうち、脱酸素係数および再曝気係数をとめるには、

以下に示すことに留意する必要がある。

- 1) 泥炭物質の影響
- 2) 藻類の影響
- 3) 脱酸素係数の決定を実際の河川に近似させる為には検討をおこなう。
- 4) 再曝気係数を実際の水路で検討する。

4. おすびに

モデル河川として、玄瀬川下流部を選んだ、河川の自浄作用を中心に検討したところ、玄瀬川の現状では、工場排水の影響はみられるが、これによる酸素消費と再曝気による酸素供給がほぼ等しく、溶存酸素は調査区間であまり変化しなかった。しかし、将来これより大量の工場排水の負荷があれば、河川の自浄能力という点から問題がある。

謝辞

本調査をおこなうにあたり協力いただいた建設省仙台地方工事々務所のす々、ならびに東北工業大学土木工学科職員および学生に感謝いたします。