

循環水路による河川水浄化実験 (第2報)

浅野みね子 浦嶋 幸雄 柏原 守 前田 博之
菊地由生子

要 旨

前報¹⁾に引き続き生物膜を付着させた循環水路による河川水の浄化実験を実施した。今回は実河川への応用を目的として敷設するコンクリートブロックの型状を改善するとともに水路長を2倍に延長して実験を行った。この結果、改善したブロックはBOD、全リンにすぐれた浄化効果がみられた。

1. 緒 言

近年、都市河川はコンクリート三面張りによる改修が進み、洪水や護岸の侵食等は極めて少なくなっている。反面、そこにおける水生生物の発生や生育に乏しく、自然の浄化能力が低下する傾向にある。

市内の中小河川は、排水規制の強化及び下水道の整備により汚濁の程度は少なくなっているが、コンクリート三面張りによる改修が進み、一部の河川では自浄作用に支障をきたしている状況にある。

このような河川に対応できる方法として、生物膜を利用した浄化方法があり、稲森ら^{1), 2)}によりその効果が報告されている。

前報において、この方法を応用して有機物による汚濁のみられる市内河川水を用い、生物膜を付着生成させたコンクリートブロックを敷設した循環水路による浄化実験を行い、T-N、T-Pの除去に効果があることを報告した。

本報告では、さらに実河川への応用を考慮し、コンクリートブロックの型状を改善するとともに、水路長を2倍(10m)に延長し、同様の実験を行ったところ、顕著な浄化効果が確認されたのでその概要を報告する。

2. 方 法

2-1 実施期間

平成元年8月から11月まで

2-2 装置の概要

装置は図1のとおりであり、屋外に設置した。

水路長は、攪拌、曝気等の生物膜以外の要因が、汚濁成分除去率に及ぼす影響を少なくするため2倍に延長した。ブロックの型状は図2のとおりゴミ等の堆積が少なくなるよう半球型に改善した。

水路の循環条件は表1のとおりである。

表1 循環条件

	今 回	前 報
流 速	0.2m/sec	0.2m/sec
総 水 量	120ℓ	90ℓ
水 深	2.5cm	3.5cm
水 路 長	10m	5m
実 流 量	65ℓ	80ℓ

2-3 実験方法

供試水は、有機物の汚濁のみられる河川水を一夜静置し、その上澄みを用いた。

実験は、生物膜の生育方法によって次の2つのシリーズに分けて実施した。

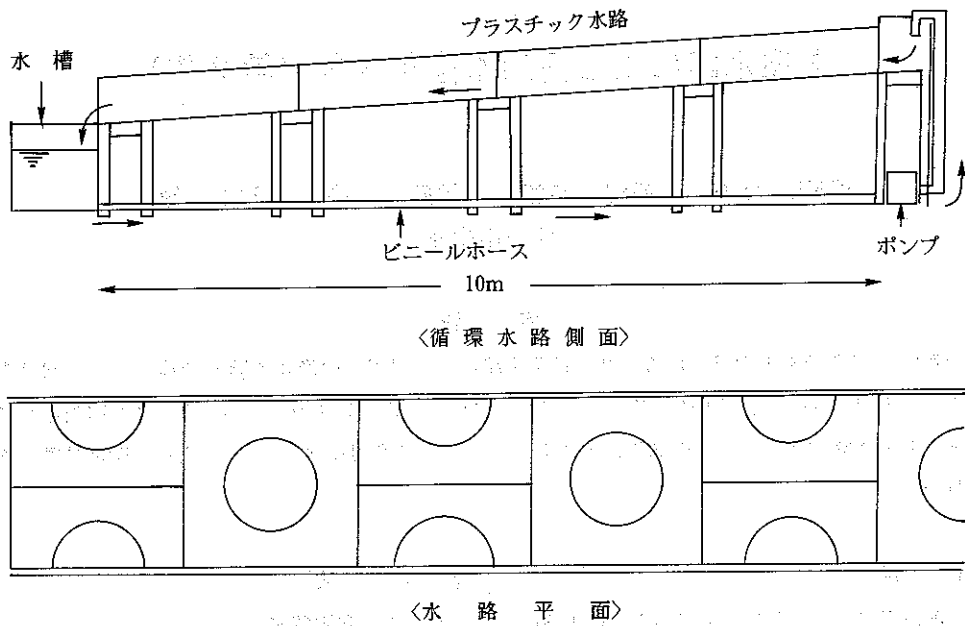


図1 装置の概要

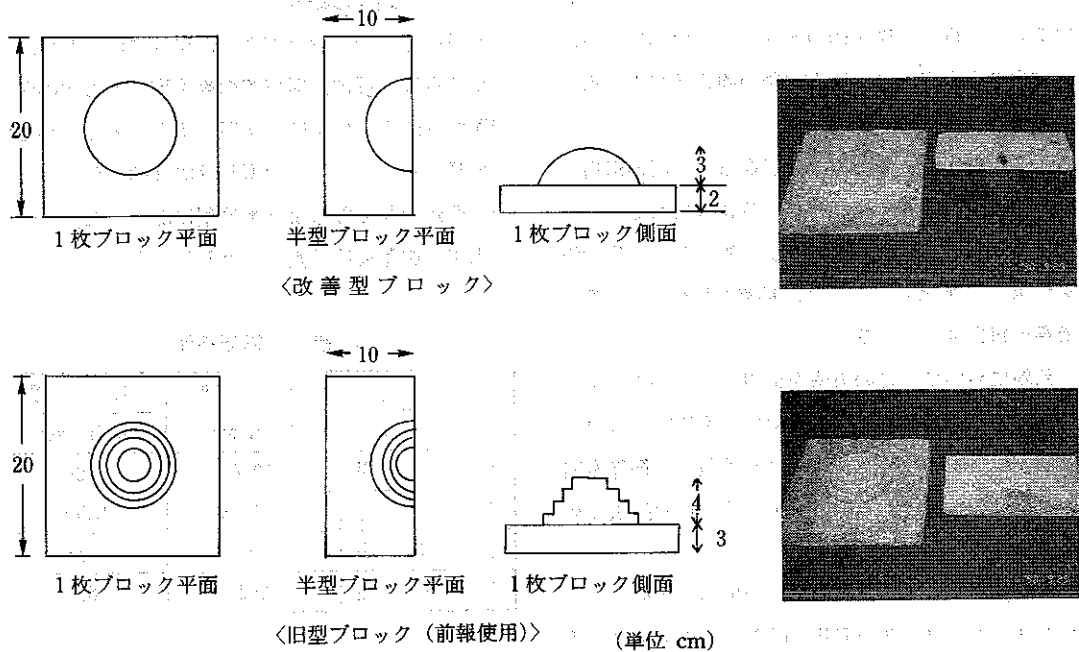


図2 ブロックの形状

(1シリーズ)

供試河川から採取した緑藻主体の生物膜をホモジナイズして、水路で1週間循環しコンクリート

ブロックに付着生成させ、8月9日から9月27日までの間6回浄化実験を行った。

(2シリーズ)

河川にブロックを15日間浸漬して生物膜を生育させたものを水路に敷設し、10月26日から11月2日までの間3回実施した。

水質測定項目は水温、pH、DO、BOD、COD、SS、T-N、T-P、NO₃-N及びNO₂-Nであり、開始直後、1、2、3、4、6及び8時間後に採水し測定した。

生物膜試験は半型ブロックから剥脱させたものを用いて、生物膜の量をあらわす乾燥重量(SS成分)と緑藻類の量をあらわすクロロフィルaについて1シリーズ目4回、2シリーズ目2回測定

した。

3. 結 果

検査結果は表2のとおりであった。

1シリーズにおいては平均水温が24.0°Cと高く、ユスリカの幼虫が1ブロック当たり20~50個の筒巢を付着形成していた。また、藻類のブロック付着状態が弱く、実験開始と同時に一部剥離した。

2シリーズは河川中で生物膜を生育させたブロックを使用した。生物膜は高密度でブロックにしっかり付着していた。

表2 検査結果

水温 (°C)									
	1 シ リ ー ズ						2 シ リ ー ズ		
	1 8/9	2 8/16	3 8/30	4 9/13	5 9/14	6 9/27	1 10/26	2 10/27	3 11/2
開 始 直 後	25.0	23.5	22.5	21.0	21.0	15.0	16.0	11.0	6.0
1 時 間 後	28.0	24.5	26.5	23.5	22.0	20.0	17.5	11.5	8.6
2 時 間 後	28.0	25.5	29.0	25.0	24.0	21.0	18.0	15.0	9.3
3 時 間 後	28.0	26.5	27.5	26.0	26.0	23.0	19.5	16.0	9.0
4 時 間 後	27.0	27.0	25.5	26.0	27.0	21.0	19.0	16.0	10.0
6 時 間 後	28.0	25.5	24.0	24.0	23.0	19.0	18.0	14.0	9.0
8 時 間 後	26.0	25.0	23.0	21.0	21.0	17.0	17.0	13.0	7.3

pH									
	1 シ リ ー ズ						2 シ リ ー ズ		
	1 8/9	2 8/16	3 8/30	4 9/13	5 9/14	6 9/27	1 10/26	2 10/27	3 11/2
開 始 直 後	8.7	8.7	8.2	9.3	8.8	9.4	8.3	8.8	7.4
1 時 間 後	8.7	9.1	8.9	9.1	8.8	9.3	8.9	8.9	7.8
2 時 間 後	8.7	9.4	9.2	9.0	8.6	9.4	9.3	9.2	8.3
3 時 間 後	8.9	9.6	9.4	8.9	8.9	9.6	9.6	9.6	8.6
4 時 間 後	8.9	10.0	9.4	8.8	8.9	9.6	9.6	9.9	8.7
6 時 間 後	9.1	10.4	9.5	8.7	8.9	9.4	9.5	9.8	8.5
8 時 間 後	8.9	10.5	9.1	8.6	8.7	9.3	8.7	9.5	8.0

DO (mg/L)									
	1 シ リ ー ズ						2 シ リ ー ズ		
	1 8/9	2 8/16	3 8/30	4 9/13	5 9/14	6 9/27	1 10/26	2 10/27	3 11/2
開 始 直 後	7.5	8.3	8.5	8.6	8.7	9.9	10.4	10.5	11.5
1 時 間 後	7.3	8.5	8.6	8.0	8.2	9.1	10.3	11.1	11.6
2 時 間 後	7.6	8.6	8.0	7.7	8.5	9.2	10.0	10.9	11.4
3 時 間 後	7.4	8.3	8.0	7.8	7.8	8.9	9.8	10.7	11.2
4 時 間 後	7.8	8.3	8.1	7.5	7.8	8.5	9.0	11.1	11.1
6 時 間 後	7.3	8.5	8.2	7.9	8.4	9.3	9.2	10.4	11.1
8 時 間 後	7.4	8.3	8.2	8.4	8.5	9.1	8.9	10.0	11.6

BOD (mg/L)									
	1 シ リ ー ズ						2 シ リ ー ズ		
	1 8/9	2 8/16	3 8/30	4 9/13	5 9/14	6 9/27	1 10/26	2 10/27	3 11/2
開 始 直 後	3.5	3.8	3.1	4.3	3.2	5.8	11.2	5.5	3.2
1 時 間 後	3.8	2.9	2.9	4.5	3.5	3.8	9.9	3.9	2.0
2 時 間 後	4.1	2.6	2.9	4.6	3.7	3.8	8.9	1.4	2.0
3 時 間 後	3.8	2.3	3.2	4.5	2.9	3.9	4.9	3.6	1.6
4 時 間 後	3.9	1.6	3.2	3.9	3.3	3.7	3.8	2.0	1.6
6 時 間 後	3.9	1.6	3.0	4.4	2.6	4.0	4.8	1.4	1.9
8 時 間 後	4.1	2.0	3.0	3.7	2.5	4.1	7.6	2.0	1.4

COD (mg/L)		1 シ リ ー ズ						2 シ リ ー ズ		
		1	2	3	4	5	6	1	2	3
		8/9	8/16	8/30	9/13	9/14	9/27	10/26	10/27	11/2
開	始	11.0	10.1	8.8	11.6	8.9	12.7	14.8	11.2	8.2
1	時 間 後	11.7	10.5	9.2	12.7	9.4	11.6	15.2	10.4	8.1
2	時 間 後	11.7	10.5	9.6	12.4	9.6	11.1	15.7	9.9	8.1
3	時 間 後	11.0	10.7	10.0	12.4	9.2	11.9	14.7	9.8	7.8
4	時 間 後	11.3	10.4	10.1	12.2	9.4	10.8	14.9	9.5	7.8
6	時 間 後	11.4	11.4	10.7	12.6	9.4	11.8	15.1	9.3	7.9
8	時 間 後	10.8	11.4	11.2	12.5	9.7	11.8	16.2	8.8	7.6

SS (mg/L)		1 シ リ ー ズ						2 シ リ ー ズ		
		1	2	3	4	5	6	1	2	3
		8/9	8/16	8/30	9/13	9/14	9/27	10/26	10/27	11/2
開	始	3.8	5.6	6.8	14.0	7.0	15.9	3.4	3.2	4.0
1	時 間 後	2.8	3.6	6.4	14.5	6.8	11.2	2.8	1.8	2.8
2	時 間 後	2.6	3.2	6.4	13.5	7.2	10.6	2.6	2.2	2.0
3	時 間 後	2.6	2.6	6.0	11.9	6.4	9.8	3.0	2.2	1.8
4	時 間 後	2.2	2.2	6.0	12.8	6.2	8.8	3.6	2.0	2.1
6	時 間 後	2.6	1.8	5.8	11.1	4.8	8.0	3.0	1.4	2.4
8	時 間 後	2.2	1.6	5.6	10.2	4.0	7.6	2.4	2.0	2.4

T-N (mg/L)		1 シ リ ー ズ						2 シ リ ー ズ		
		1	2	3	4	5	6	1	2	3
		8/9	8/16	8/30	9/13	9/14	9/27	10/26	10/27	11/2
開	始	3.65	5.10	2.37	2.50	2.93	3.85	4.00	2.54	3.89
1	時 間 後	3.25	4.25	2.17	2.45	2.37	3.15	3.80	2.21	3.24
2	時 間 後	2.70	3.74	1.88	2.30	1.88	2.50	3.27	2.09	2.91
3	時 間 後	2.15	3.32	1.44	1.81	1.51	1.73	2.61	1.17	2.64
4	時 間 後	1.52	2.66	1.10	1.59	2.10	1.08	2.01	0.71	2.32
6	時 間 後	0.70	1.60	0.66	1.13	0.79	0.79	1.17	0.29	1.48
8	時 間 後	0.65	0.88	0.58	0.67	0.34	0.73	0.48	0.31	1.29

T-P (mg/L)		1 シ リ ー ズ						2 シ リ ー ズ		
		1	2	3	4	5	6	1	2	3
		8/9	8/16	8/30	9/13	9/14	9/27	10/26	10/27	11/2
開	始	0.364	0.437	0.133	0.294	0.142	0.688	0.192	0.114	0.167
1	時 間 後	0.152	0.112	0.063	0.109	0.080	0.324	0.132	0.067	0.114
2	時 間 後	0.086	0.089	0.061	0.095	0.074	0.217	0.103	0.053	0.075
3	時 間 後	0.063	0.077	0.050	0.089	0.066	0.183	0.097	0.051	0.067
4	時 間 後	0.057	0.063	0.045	0.086	0.055	0.154	0.070	0.044	0.059
6	時 間 後	0.050	0.049	0.035	0.066	0.039	0.129	0.062	0.042	0.040
8	時 間 後	0.050	0.041	0.033	0.063	0.038	0.120	0.056	0.031	0.031

NO ₃ -N (mg/L)		1 シ リ ー ズ						2 シ リ ー ズ		
		1	2	3	4	5	6	1	2	3
		8/9	8/16	8/30	9/13	9/14	9/27	10/26	10/27	11/2
開	始	2.63	3.10	1.76	1.44	1.57	2.42	3.09	1.88	2.17
1	時 間 後	2.28	2.99	1.60	1.27	1.47	2.10	2.89	1.59	2.36
2	時 間 後	1.70	2.75	1.20	1.12	1.25	1.49	2.44	1.24	2.23
3	時 間 後	1.21	2.28	0.79	0.98	1.04	0.70	1.89	0.65	1.97
4	時 間 後	0.67	1.72	0.49	0.72	0.80	0.10	1.23	0.22	1.67
6	時 間 後	0.10	0.79	<0.10	0.30	0.41	<0.10	0.45	<0.10	0.84
8	時 間 後	<0.10	0.25	<0.10	<0.10	0.19	<0.10	<0.10	<0.10	0.27

NO ₂ -N (mg/L)		1 シ リ ー ズ						2 シ リ ー ズ		
		1	2	3	4	5	6	1	2	3
		8/9	8/16	8/30	9/13	9/14	9/27	10/26	10/27	11/2
開	始	0.328	0.480	0.068	0.217	0.109	0.153	0.401	0.262	0.490
1	時 間 後	0.321	0.478	0.070	0.214	0.109	0.149	0.391	0.250	0.487
2	時 間 後	0.313	0.456	0.067	0.209	0.106	0.139	0.377	0.234	0.480
3	時 間 後	0.290	0.421	0.058	0.201	0.104	0.113	0.350	0.186	0.466
4	時 間 後	0.248	0.372	0.048	0.186	0.100	0.058	0.313	0.132	0.447
6	時 間 後	0.016	0.250	0.014	0.145	0.087	<0.001	0.246	0.004	0.376
8	時 間 後	<0.001	0.102	0.023	0.063	0.070	<0.001	0.082	0.001	0.284

生物膜試験 (mg/半型ブロック1枚)		1 シ リ ー ズ						2 シ リ ー ズ		
		1	2	3	4	5	6	1	2	3
		8/9	8/16	8/30	9/13	9/14	9/27	10/26	10/27	11/2
クロロフィルa			1.2	0.38	0.11		0.52	2.18		3.69
SS			514	436	94		284	241		923

4. 考 察

前報と比較し、使用水量及び水路長等が異なるため滞留時間も考慮に入れ、同一条件になるように1 km 当たりの水路上における流下距離換算をし、検討を行った。

4-1 今回の結果

検査項目毎の各シリーズの平均値の比較は図3のとおりである。

一般に水温が高いほど生物の補食、増殖等が活性化するといわれるが³⁾、本実験では水温は2シリー

ズでは1シリーズに比べ約10°C低いにもかかわらず、BODは1km 当たりの流下距離換算で50%の除去率となり、特に高い除去効果が得られた。

これは2シリーズの生物膜がクロロフィルaで約5倍、乾燥重量で約2倍と多く、しかも高密度でブロックに固着しており、生物の活性が高かったことによるとと思われる。T-N、NO₃-N、NO₂-N及びSSについては、ほぼ同程度の除去率であった。

CODについては両シリーズとも除去効果は認められなかった。

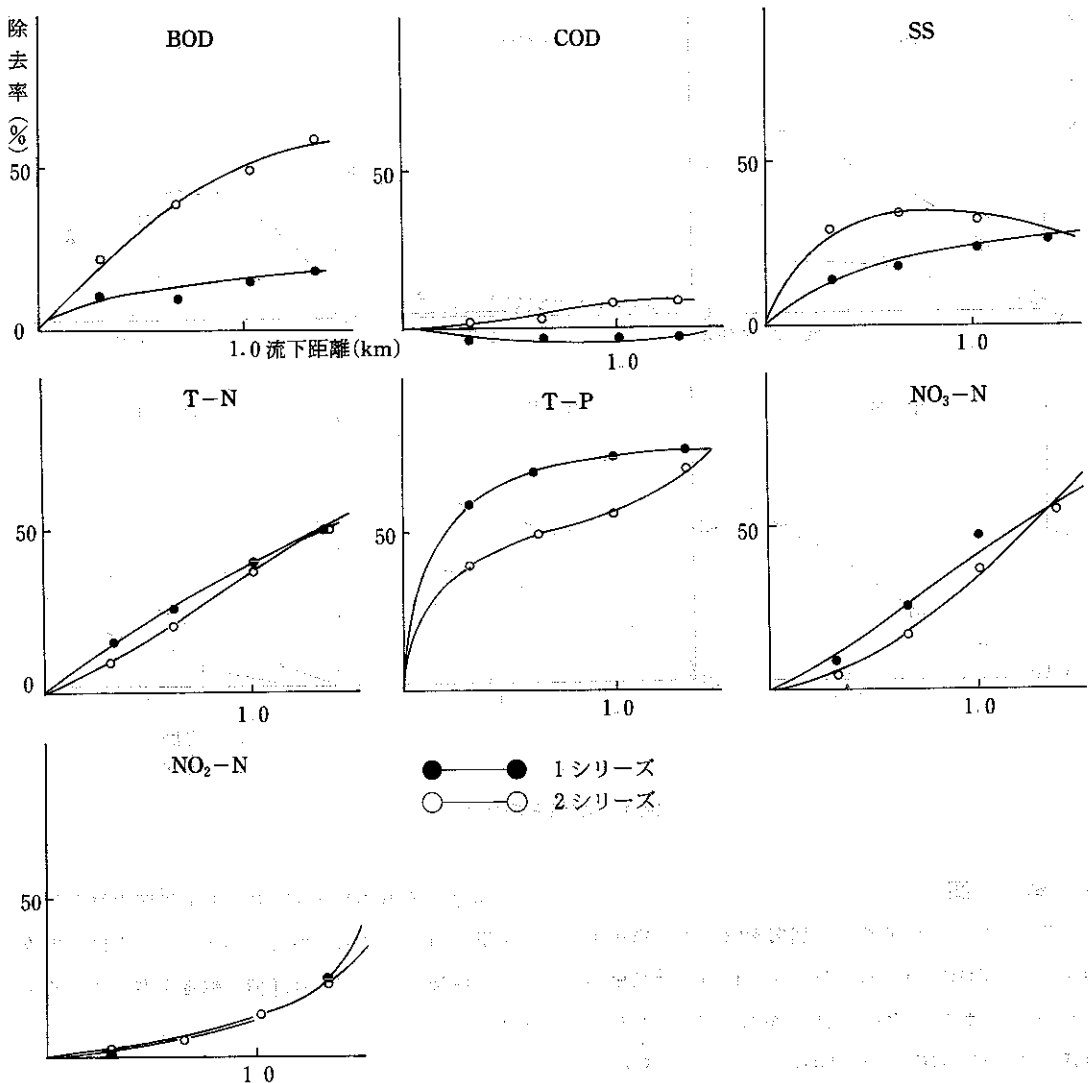


図3 今回の結果

4-2 前報との比較

半球型ブロックの形状及び水路長の異なる前報との比較においては、供試水の条件が同一であるそれぞれの2シリーズ目の平均値をもとに検討を加えた。

結果は図4のとおりであり、今回はSSの除去率は低下していたが、BODで2.5倍、T-Pで1.7倍であり除去効果が優れていた。これは、生物膜の活性や気象条件、水質等いわゆる生態系が前報に比べ

て適切であったためと考えられる。

4-3 実河川への応用

改善型ブロックは旧型ブロックと比較すると、河川においてはゴミ、土砂等の堆積はより少ないと考えられ、浄化能力も十分に期待できる。しかし、生物膜の剝離による再汚濁の防止等、維持管理の面でさらに検討を加える必要がある。

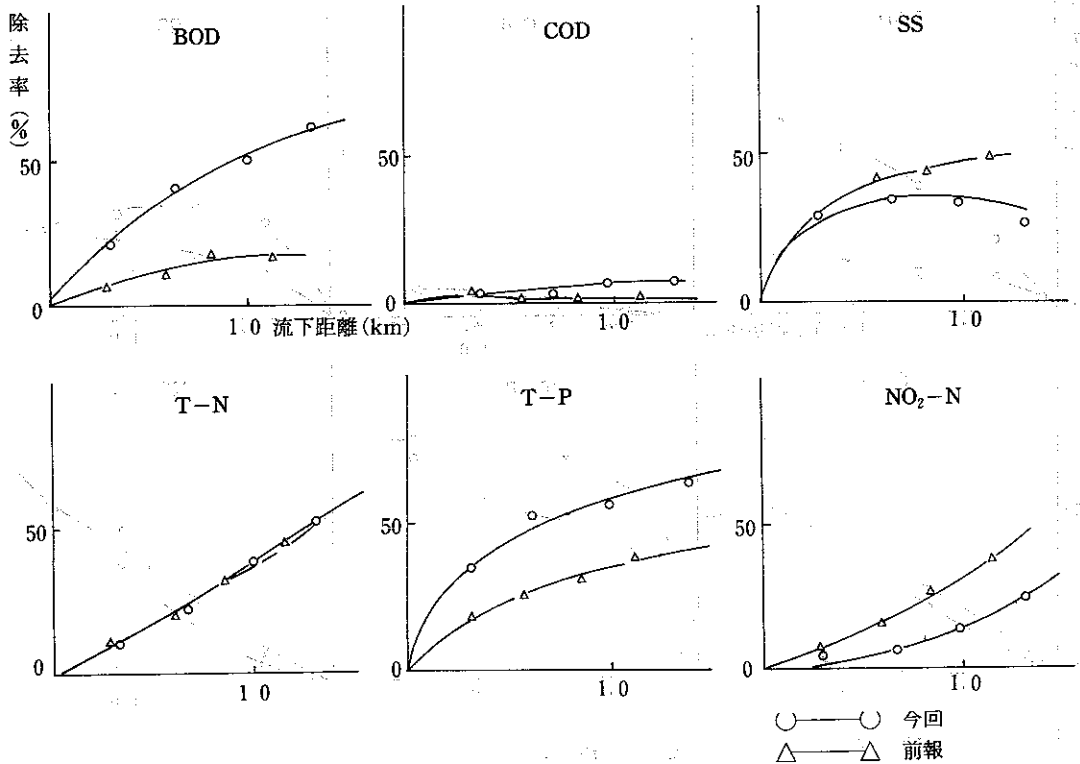


図4 前報との比較

5. 結 語

半球型ブロックに改善した循環水路による浄化実験を行い、BOD、T-N、及びT-Pの除去効果がみられた。また、水温が低い条件においても、BOD、T-N、NO₃-N、NO₂-N及びT-Pについて除去効果が確認された。

今後は、高BODの河川水や下水処理水等を対象に実験を行い、さらに検討を加えるとともに、生物膜との関連についてより詳細な調査を進めていく予定である。

6. 文 献

- 1) 浦島幸雄, 他・札幌市衛研年報, 15, 77-80, 1989.
- 2) 稲森悠平, 他: 水路における浄化とその意義, 国立公害研究所研究報告, 97, 5-34, 1986
- 3) 稲森悠平, 他: 水路浄化法におよぼす温度の影響, 国立公害研究所研究報告, 118, 9-38, 1988.

Studies on the Purification of River Water by Use of a Circulating-Stream Model (Part 2)

Mineko Asano, Yukio Urashima, Mamoru Kashiwabara,
Hiroyuki Maeda and Yuko Kikuchi.

ABSTRACT

In the succession of experiments conducted last year, an experiment on the purification of river water was carried out using a circulating-stream model to which biofilms were attached. A partial improvement was made on the form of the constructed concrete blocks to enhance practical application to real rivers. In addition, the length of the stream was extended to ten meters. The experiment was carried out under these conditions, and the purification effect was observed in total phosphorus and biochemical oxygen demand.