

Ⅶ-114 水循環による底泥酸化処理技術の開発 — 高酸素水を循環した室内溶出試験 —

竹中土木 技術本部 正会員 森嶋 章 *
 建設省 土木研究所 正会員 島谷 幸宏**
 荏原製作所 水処理事業部 高田 正英***

1. まえがき

快適な居住環境への関心が高まるなか、湖沼や河川等の公共用水域の水質改善が求められている。特に、閉鎖水域である湖沼では、流入する栄養塩類である窒素、りんが底泥内に蓄積され、これが夏期を中心に底泥から溶出することが問題となっている。これに対し、主に浚渫により浄化を図っているが、他の対策手法の開発による浄化手法の多様化が期待されている。

本研究では、浅い湖沼における夏期の温度躍層の形成による栄養塩類の溶出に対し、高酸素水を底泥直上に供給することによりこれを防止するとともに、生態系の復活の可能性も検討している。

2. 実験概要

夏期に温度躍層が形成されると底泥直上水は滞留し、貧酸素化する。これに伴い底泥からは栄養塩類が溶出し、水域環境が悪化する。特に、りんはこの傾向が顕著である。本編では、室内カラム中に配置した現地底泥に、酸素濃度を調整した現地水を循環供給することによる栄養塩類の溶出抑制効果を確認したので報告する。

3. 実験方法

実験装置の概要を図-1に示す。本実験に用いた底泥と直上水は、中海で採取したものである。直径19cmの亚克力製カラムに、底泥をほぼ現位置の状態で配置し、40ℓの直上水を約15分に1回転の速度で上部より下降流で循環させた。直上水の酸素濃度調整は、空気と窒素ガスの混合割合を変化させたガスを曝気することにより行った。実験ケースは表-1に示すように、水温を3水準とし、DOは1以下（以後、0と表現）、2、5、8mg/ℓの場合を実施した。

計測については、底泥の酸化状態を把握するため、ORP（酸化還元電位）を底泥面下2mm、4mm、6mm、8mm、10mmの5深度および直上水中にて1時間間隔で測定した。また、直上水の水質測定は、初期状態から5日間隔で直上水を採水することにより実施した。さらに、水温20℃の場合について、各DOレベルにおける30日目の底泥を表面から1cm採取し、成分分析した。

4. 実験結果

表-2に開始時から10日毎の直上水のりん、窒素に関

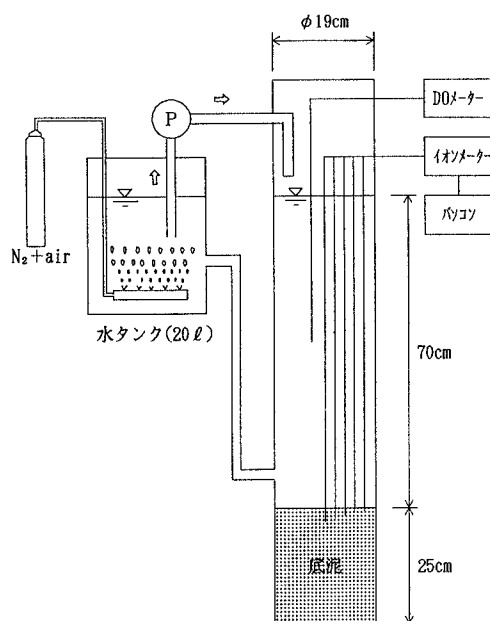


図-1 実験装置の概要

表-1 実験ケース

水温（℃）	DO（mg/ℓ）	実験日数
10	0、5	25
20	0、2、5、8	30
28	0、5	25

底泥処理、高酸素水、栄養塩類、溶出試験

* 〒104 東京都中央区銀座8-21-1

** 〒305 茨城県つくば市大字旭1番地

*** 〒108 東京都港区港南1-6-27

TEL 03-3542-6321 FAX 03-3248-6545

TEL 0298-64-2211 FAX 0298-64-7183

TEL 03-5461-5527 FAX 03-5461-5789

する水質を示す。これらの変化の例として、図-2、図-3に水温28℃のケースのりん、窒素の挙動を示す。これらより、高酸素水を循環した場合のりん、窒素の濃度は明らかに低下しており、その傾向は酸素濃度、水温が高いほど顕著である。

表-2 水質分析結果

※単位：mg/ℓ

実験 ケース	項目 経過日数	S・T-P	PO ₄ -P	S・T-N	NH ₄ -N	NO ₂ -N	NO ₃ -N
水温10℃ DO:0	0	0.72	0.71	2.84	1.62	<0.01	0.43
	10	—	0.81	—	2.14	0.19	<0.05
	20	0.92	0.88	2.94	1.87	0.37	<0.05
水温10℃ DO:5	0	0.74	0.72	2.70	1.71	<0.01	0.43
	10	—	0.60	—	1.69	0.20	<0.05
	20	0.54	0.49	2.25	0.69	1.06	0.07
水温20℃ DO:0	0	0.52	0.52	1.43	1.27	0.031	0.07
	10	—	0.53	—	1.11	0.021	<0.05
	20	0.59	0.53	2.39	1.31	0.004	<0.05
	30	0.67	0.62	2.10	0.92	0.020	<0.05
水温20℃ DO:5	0	0.55	0.55	1.51	1.30	0.024	0.07
	10	—	0.52	—	0.71	0.080	0.11
	20	0.48	0.42	2.22	<0.01	1.207	<0.05
	30	0.43	0.38	1.89	0.11	0.545	0.09
水温20℃ DO:8	0	0.49	0.48	1.28	1.04	0.025	0.05
	10	—	0.34	—	1.11	0.062	0.05
	20	0.29	0.27	1.72	<0.01	0.610	<0.05
	30	0.20	0.14	1.61	0.08	0.290	0.09
水温28℃ DO:0	0	0.77	0.76	2.91	1.81	<0.01	0.47
	10	—	0.76	—	1.54	0.14	<0.05
	20	0.91	0.81	2.01	0.18	1.08	0.06
水温28℃ DO:5	0	0.72	0.72	3.04	1.72	<0.01	0.45
	10	—	0.66	—	1.41	0.20	<0.05
	20	0.65	0.56	1.11	0.10	0.12	<0.05

表-3に水温20℃の場合の底泥表面の成分分析結果を示す。これより、直上水のDOが高くなると二価鉄が減少し、三価鉄が増加した。これに伴いりん酸態りんは直上水の酸素濃度が高いほど底泥中に多く含まれるようになる。循環している直上水中と底泥表面中のりん酸態りんの合計量は図-4のようになり、各DOレベルの実験槽間で非常によく一致した。

一方、ORPの変化については、底泥表面の浮泥中にセンサーを2mmの深度間隔で貫入したため、データのバラツキが大きかったが、全体的な傾向としては、直上水のDOが高いほど、また、底泥面に近いほどORP値は大きく上昇した。

5. まとめ

今回の実験では高酸素水の供給により、りんは溶出が止まるとともに底泥中に固定されることが認められた。

本研究は、(財)土木研究センターにおける共同研究「効率的な湖沼底泥処理技術の開発に関する研究」の内、水循環による底泥酸化処理技術分会で実施されたものである。なお、本技術分会は本編発表者の他に、大林組、五洋建設、大成建設、テトラ、フジタ、三菱重工の各社から構成されている。

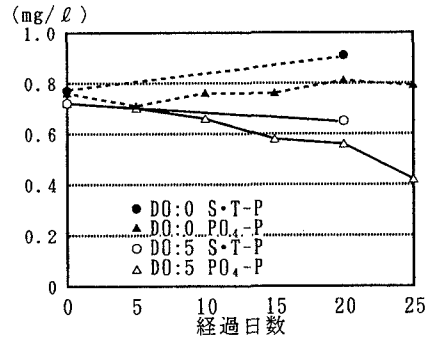


図-2 りんの濃度変化 (28℃)

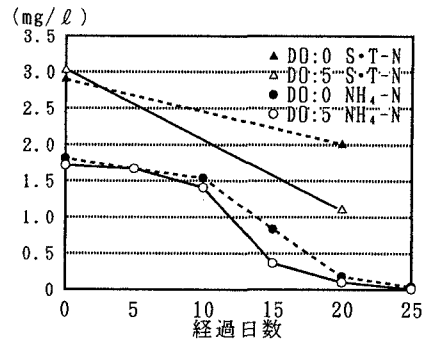
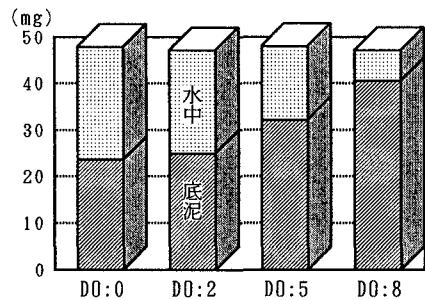


図-3 窒素の濃度変化 (28℃)

表-3 底泥表面の成分 (水温20℃)

※単位：mg/g

項目	初期 条件	終了時			
		DO:0	DO:2	DO:5	DO:8
水分含量	85.2%	86.6	85.1	85.4	85.0
強熱減量	14.6%	14.2	14.0	14.7	13.7
PO ₄ -P	0.54	0.52	0.53	0.69	0.86
NH ₄ -N	0.26	0.11	0.11	0.09	0.02
NO ₂ -N	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
NO ₃ -N	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
二価鉄	6.70	4.91	3.49	4.73	1.04
三価鉄	5.68	5.48	4.37	5.64	8.00


図-4 PO₄-Pの絶対量 (20℃)