

二価鉄イオン供給による富栄養ダム湖の水質改善調査

復建調査設計(株) フェロー会員 福田 直三
無有産研究所 杉本 幹生
曾於南部土地改良区 松山 貴幸
復建調査設計(株) 西本 秀憲・青山勇一・菅野孝則
(株)ゲット 遠藤 茂

1. はじめに

溜池、公園の池、ダムや水路などの水域において富栄養化によって、アオコ、ヒシや葦などが発生し景観のみならず利水・悪臭・ヘドロ化など環境問題を生じている。このような問題に対して、第二著者は、これまで二価鉄イオン溶出体（通称、鉄炭ダンゴ等）を水域に設置することによる水圏環境改善に取り組んでいる^{1) 2)}。

本報告は、鹿児島県曾於郡に位置するダム湖におけるアオコ対策として、富栄養化の原因の一つであるリン酸イオンを二価鉄イオンの供給によって低減させアオコの発生を抑制する効果について室内水槽試験および現地での試験調査を実施しその有効性を確認した結果について述べる。

2. 二価鉄イオン供給による水質改善の原理

電気陰性度の異なる金属鉄と炭素材（以下、両材料と略す）を接触させた状態で水など電解液に浸潤させると両材料間で局部電池が生じ、金属鉄が二価鉄イオン（以下、 Fe^{2+} ）として水中に溶出される（図1）^{1) 2)}。

両材料を接触させる特許技術として、例えば使い捨てカイロを使って団子状態する方法（鉄炭ダンゴ、以下 D 法）や鋳物と炭素材を格子状にする方法（鉄カーボンスクリーン、以下 S 法）、水中でカーボン含有率を高めた鉄材を研磨する方法（シグマインテグラ、SI 法）があり、 Fe^{2+} の水圏への供給能力は異なる²⁾。現地の状況にあわせて、各手法を選択することになる。

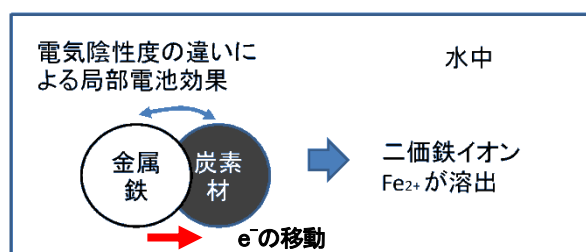


図1 水圏における二価鉄イオンの発生方法^{1) 2)}

3. ダム湖の水質状況

ダム湖流域から流入する富栄養水の水質は変動があるが、夏季にはアオコの繁殖が著しい（写真1）。表1はH24.6からH24.9に実施した水質分析結果である。H24.7.11の全リン濃度は0.931mg/Lと非常に高いが、溶解性リンは0.005mg/Lと低い値であり、クロロフィルも876 $\mu\text{g/L}$ と高く、リンの吸収によるアオコの繁殖を呈している。また、H24.7.11の透視度は5.1cmと非常に低い値であった。

表1 ダム湖の水質

採水日	No.	試料名	T-P 全リン mg/L	D-T-P 溶解性リン mg/L	Chl-a クロロフィル $\mu\text{g/L}$
H.24.6.20	1	ダム左岸	0.084	0.011	169
H24.7.11	1	ダム左岸	0.033	<0.005	32.7
	2	橋	0.931	0.005	876
H.24.9.22	1	ダム湖上流	0.036	0.006	16.9
定量下限値			0.005	0.005	0.5



写真1 ダム湖のアオコ発生状況

3. 溶解性リン濃度低減に関する水槽比較実験

Fe^{2+} を富栄養水に溶出させることにより水酸化第三鉄となり溶解性リンを吸着することによってその濃度を低減する。これを確認するために、D法（ペレット状100g、10L水槽、7日）、S法（2kg/個、50L水槽、7日）およびSI法（50L水槽、15分）を水槽実験により効果を比較した。

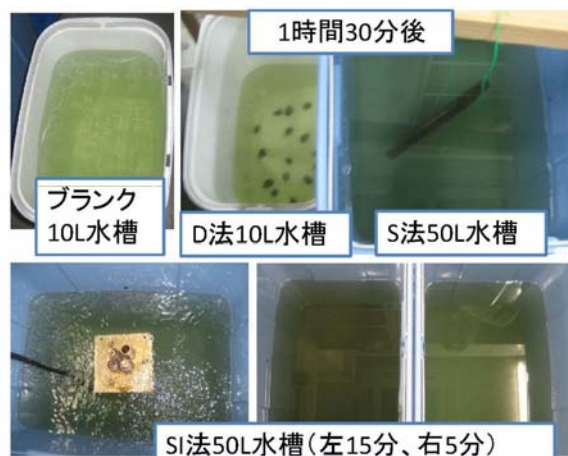


写真2 鉄イオン溶出体の違いによる水槽状況の比較

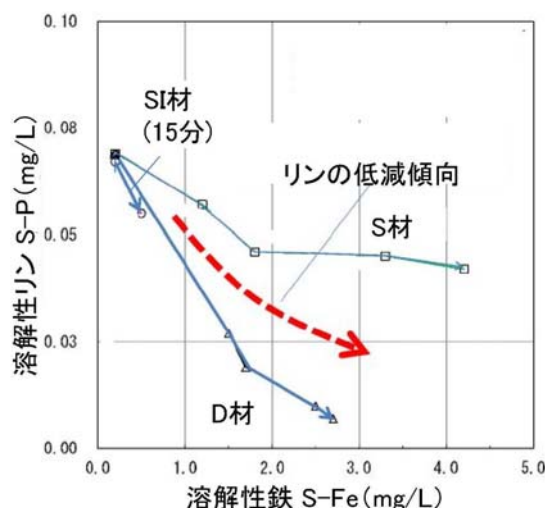


図2 溶解性鉄の増加による溶解性リンの低減効果

写真2は水槽実験の途中経過を示したものである。また図2は、 Fe^{2+} 溶出にともなう溶解性鉄の増加に対する溶解性リンの低減の関係図である。SI法は15分で約20%の溶解性リンの低減がみられた。一方、S材、D材とも同様に溶解性リンの低減傾向が見られるが、ペレット状のD材は重量に対する表面積が大きいこともあり、1週間で約90%の溶解性リンの低減効果を得た。

4. ダム湖における実証試験

富栄養のダム湖上流に5mの調査枠を設け、不織布によって仕切りをした中に穴空きパイプを4本（1本に10kgのD材を封入）設置し、水中ポンプによって1時間間隔でポンプを稼働させ、 Fe^{2+} を水中拡散する方式をとった（着底式、図3(a)）。一方、水深が深い場合は図3(b)のように浮体式として効果を確認した。

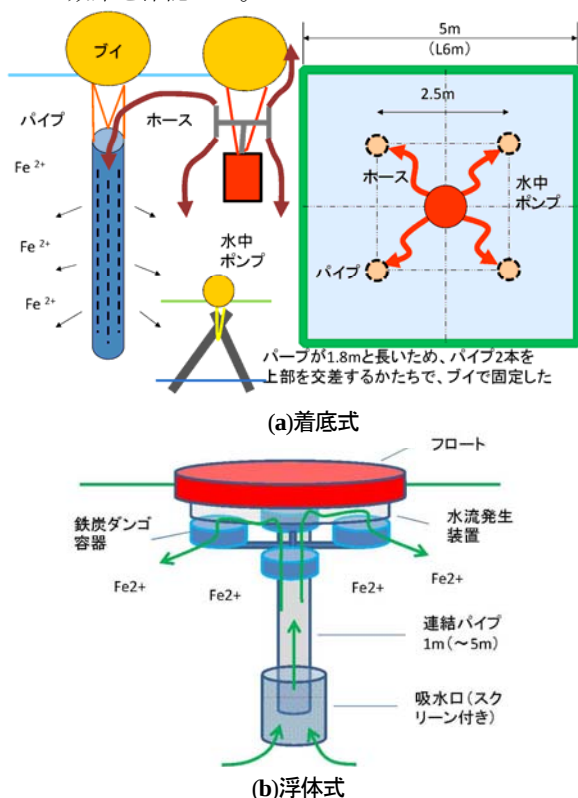


図3 実証試験装置の概要

表2 装置稼働直後の二価鉄イオン供給による水質の変化

	単位	枠内(枠2)浮体式装置		
		装置稼働前	稼働 1分後	稼働 5分後
水温	°C	15.68	15.69	15.69
電気伝導度	ms/cm	0.671	0.66	0.626
塩分	psu	0.33	0.32	0.31
DO	mg/L	10.36	9.49	8.14
PH	-	7.73	7.7	7.68
ORP	mV	153.2	138.2	91.5
濁度	NTU	12.7	12.2	9.1
クロロフィル	μg/L	19.2	17.9	16.4

表2は浮体式について稼働直後の水質の変化を示したものである。特に、酸化還元電位 (ORP) の低下等がみられ、 Fe^{2+} の供給が効果的に行われたことが確認できた。

実証試験は9月から3月までの約6ヶ月である。観察により、アオコや懸濁物質の凝集効果（1週後・写真3(a)）、小魚が集まる効果（2週後・写真3(b)）、枠内外の濁りの違いの効果（11週後・写真3(c)）、枠外まで透明度向上効果（16週後・写真3(d)）等、水質改善効果が確認できた。

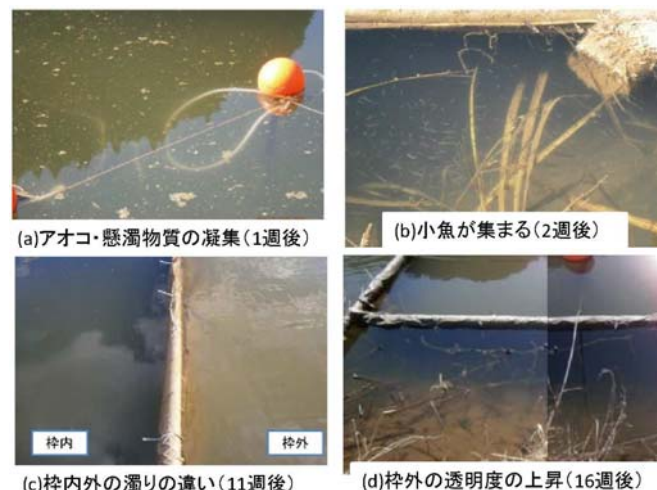


写真3 実証試験期間中の水質状態の変化

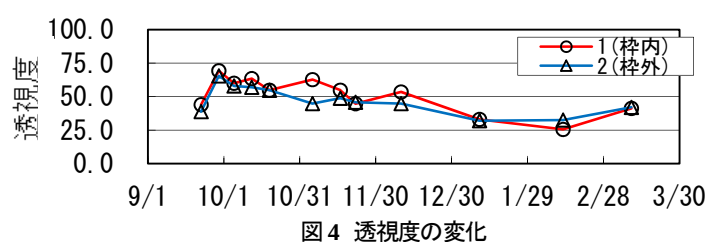


図4 透視度の変化

図4は実証試験期間中の調査枠内外の透視度を比較したものである。降雨等による変動があるが、 Fe^{2+} 供給の調査枠内の方が高い透視度となる傾向を確認できた。

5. あとがき

ダム湖のアオコ対策として、原因の一つである溶解性リンを Fe^{2+} 供給によって低減させる効果を確認した。なお、丸山健吉氏・小浪岳治氏のご支援に謝意を表する。

参考文献

- 1) 杉本幹生：二価鉄イオン (Fe^{2+}) が地球を救う，グローバルネット，地球・人間環境フォーラム，238号，pp.6-7，2010.9
- 2) 福田・杉本・西本・青山：二価鉄イオンによる富栄養池の水質改善水槽実験，土木学会西部支部研究発表会，pp.223-224，2013.3