

電力供給が困難な地域を想定した湖沼浄化の検討 ーフッ素化合物電解法を用いたー

日本大学(院) 学生会員 ○四ツ柳 卓也
日本大学 正会員 保坂 成司

日本大学 正会員 大木 宜章
日本大学(院) 木科 大介

1. 序文

平成 16 年度における湖沼の環境基準達成率は COD で 50.9%、全リン・全窒素 42.9%と依然として低く、このため閉鎖性水域の富栄養化現象でよく見られるアオコや淡水赤潮といった問題が発生している。現在、閉鎖性水域の浄化対策として底泥の浚渫が広く行なわれているが、浚渫には大量の土砂が発生し、その廃棄場所やコストの面での問題がある。本研究では浚渫せずに底泥からの窒素・リンの除去、同時にアオコの除去が可能であるフッ素化合物電解法を用い、この電源としてエネルギー環境に配慮したソーラーによるものとし、電力の得られにくい地域での浄化を対象として実験を行った。

2. 実験装置及び実験条件

実験対象とした池は 100 t、215 m²であり、人工的に富栄養化状態として用いた。

装置概略図を Fig.1 (CASE1)、Fig.2 (CASE2) に示す。なお、両装置は目的別にシステムが多少異なり、CASE1 では僻地での使用を考え、ソーラーパネルからの太陽光発電（最大電圧 25.7V、最大出力 625W）を利用し、極板と直接接続した。CASE2 では一定電圧での基礎データを得るため、蓄電池（電圧約 14V、出力 63W）に充電器を接続し使用した。さらに、CASE2 には極板表面の酸化皮膜の抑制のため＋・－極板切り替えスイッチを付け、24 時間ごとに切り替えを行った。なお、フッ化物としての CaF₂ は CASE1 では袋詰めし極板間に懸垂、CASE2 では水溶液にし、極板上部より滴下した。両装置の共通部分は極板間の水の循環装置、生成されたフロックの拡散を防止するためのフロック拡散防止囲、水面に浮かび上がったスカムを掻き寄せるためのスカム掻き寄せ機、集めたスカムをろ過装置へと運ぶポンプ、スカムを固液分離するためのろ過装置である。さらに、電解に要する電極板（1.0×0.5m）は極板枚数 5 枚、間隔 10cm とした。

測定項目はクロロフィル a (Chl-a)、全窒素 (T-N)、全リン (T-P)、COD、SS、pH の 6 項目を行った。

3. 実験結果

各 CASE の Chl-a の経日変化を Fig. 3、Fig. 4 に、各測定項目の 0 日目と最終日の結果及び 0 日目からの減少率を Table1、Table2 に示す。なお、各 CASE の処理水は電解装置より 10m 程離れた場所より採取し、また比較対象として、実験池と同容量で、さらに隔離されている自然状態の池を比較池として検討した。電解期間は各システムの都合上、CASE1 では 13 日間、CASE2 では 29 日間とした。なお、両装置の比較検討は 13 日目までの値で行なった。

Fig. 3 より、CASE 1 の Chl-a は処理開始 1 日目に 100 μg/l 近くの減少が見られるが、その後は緩慢な浄化効果となった。13 日目には実験池 103.77 μg/l、減少率は 65.5% となり、比較池と比較すると約 163 μg/l の差が見られ

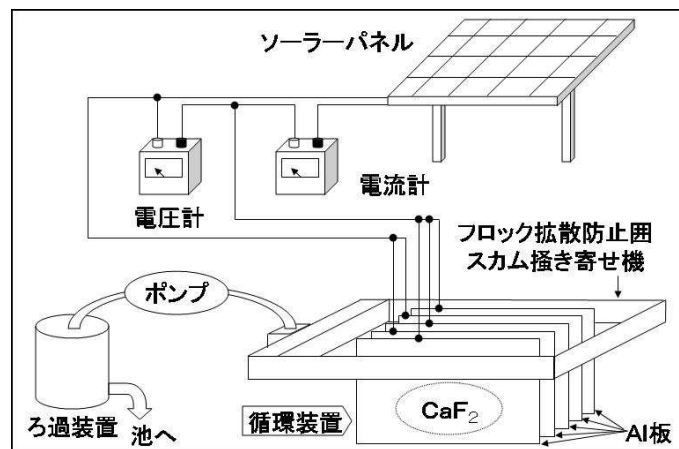


Fig. 1 装置概略図 (CASE1)

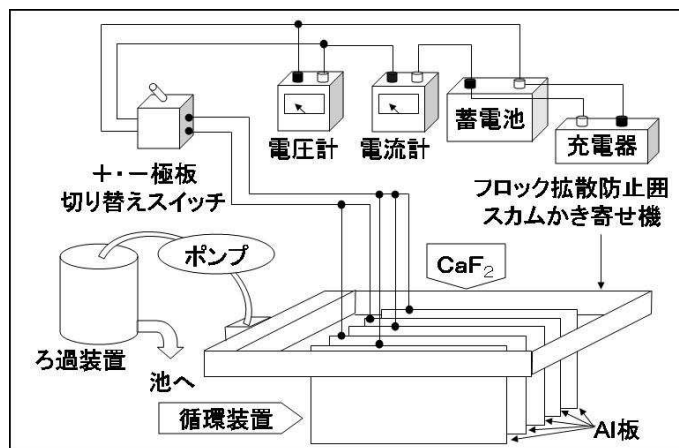


Fig. 2 装置概略図 (CASE2)

キーワード：湖沼、フッ素化合物電解法、アオコ、クロロフィル a

連絡先：〒275-8575 千葉県習志野市泉町 1-2-1 日本大学生産工学部土木工学科 Tel : 047(474)2434

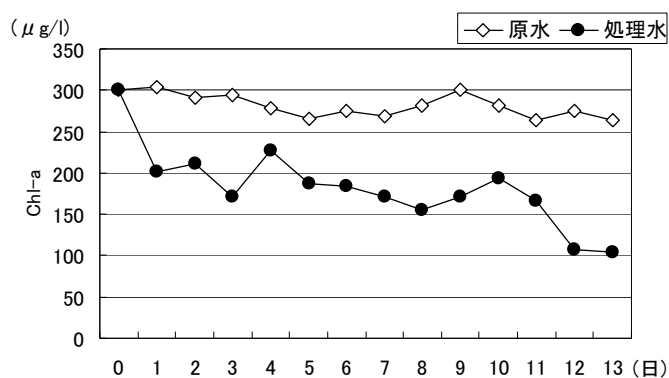


Fig. 3 経日変化 (CASE1)

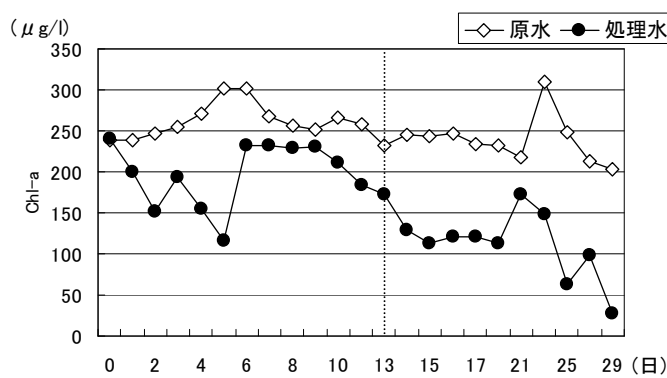


Fig. 4 経日変化 (CASE2)

Table1 結果及び減少率 (CASE1)

		0日目	13日目	減少率
Chl-a (μg/l)	実験池	300.90	103.77	65.5%
	比較池		264.33	12.2%
T-N (mg/l)	実験池	1.338	1.132	15.4%
	比較池		1.567	-17.1%
T-P (mg/l)	実験池	0.167	0.131	21.5%
	比較池		0.219	-31.2%
COD (mg/l)	実験池	7.92	4.92	37.9%
	比較池		8.23	-3.9%
SS (mg/l)	実験池	23.5	14.0	40.4%
	比較池		28.5	-21.3%
pH	実験池	9.53	9.01	
	比較池		9.64	

Table2 結果及び減少率 (CASE2)

		0日目	13日目	減少率	29日目
Chl-a (μg/l)	実験池	240.46	172.14	28.4%	27.96
	比較池		232.15	3.5%	203.70
T-N (mg/l)	実験池	1.526	1.480	3.0%	0.844
	比較池		1.626	-6.6%	1.476
T-P (mg/l)	実験池	0.238	0.112	53.0%	0.059
	比較池		0.172	27.9%	0.158
COD (mg/l)	実験池	8.28	5.77	30.3%	2.79
	比較池		8.15	1.5%	10.20
SS (mg/l)	実験池	26.7	14.2	46.9%	3.5
	比較池		24.4	8.6%	25.0
pH	実験池	9.79	9.16		8.2
	比較池		9.64		9.78

た。なお、2日目以降に浄化効果が緩慢となった原因は、電極板とソーラーパネルを直接接続していたため、日中の晴れ間に過放電処理されていたことによる極板表面の早期の消耗と、さらに極板表面にスケールが付着し、電力が低下したことによるものであると考えられる。測定項目別に13日目の減少率を見るとT-N 15.4%、T-P 21.5%、COD 37.9%、SS 40.4%と浄化効果が確認された。

Fig. 4より、CASE2のChl-aは電解開始5日目までは順調に低下傾向を示し、減少率51.9%とCASE1（5日目の減少率37.9%）に比べ良好な値を得た。しかし、6日目に植物プランクトンの増殖によるものといえる急激な上昇を示した。この要因は急激な除去により、一時的に水中の電解物質が減少し、極板表面にスケールが付着したことによるものと考えられる。しかし、その後は定期的に極板表面の付着物を除去したため浄化効果が持続し、13日目には多少CASE1に比べ減少率は低いものの良好な値を得た。測定項目別に13日目の減少率を見るとChl-a 28.4%、T-N 3.0%、T-P 53.0%、COD 30.3%、SS 46.9%となり、比較池と比べ、それぞれ60.01 μg/l、0.146mg/l、0.060mg/l、2.38mg/l、10.2mg/lの差が見られた。さらに極性の切り替えにより、極板消耗が緩慢となった。29日目には伝導率が低下し電解の限界と思われる、実験を終了した。なお、測定項目別に29日目の減少率を見るとクロロフィルa 88.4%、T-N 44.7%、T-P 75.4%、COD 66.3%、SS 86.9%となり、高い浄化効果を発揮した。

両CASEの結果より、系統的に改良はあるもののソーラーパネルからの電力を一度蓄電池へ貯め、一定電圧で流し、さらに極性を定期的に切り替えることにより、長期間の安定した僻地における湖沼浄化が行なえるといえる。

4. まとめ

本研究の結果より、下記の知見を得た。

1. 両CASEとも電解物質の減少に伴う極板表面へのスケールの付着による電圧低下によって、浄化効果の低下が見られるが、付着物の定期的な除去及び極性の切り替えにより浄化効果が長期的に持続した。
2. 両CASEともに各測定項目で良好な値を得た。特にChl-a、T-Pにおいて高い浄化効果が得られた。
3. ソーラーパネルを用いる場合、直接極板と接続すると過放電状態になりやすく、極板消耗や処理効果に影響があり、定電流による処理が望ましい。

以上のことを考慮し更なる浄化効果の向上およびメンテナンスフリー化、さらにソーラーパネルからの安定的な電力供給に向けてシステムの改良を試みる。