

高分子マイクロフィルターを活用したダム湖の

アオコ回収技術に関する研究（Ⅱ）

研 究 報 告 書

平 成 1 8 年 1 月

中国電力株式会社

中国高圧コンクリート工業株式会社

中村建設株式会社

モリリン株式会社

要 旨

高分子マイクロフィルターを活用したダム湖のアオコ回収技術に関する研究 (Ⅱ)

1. はじめに

新成羽川貯水池に発生するアオコ除去対策として、平成 16 年度「高分子マイクロフィルターを活用したダム湖のアオコ回収技術の開発に関する研究」¹⁾ を実施した。平成 16 年度の研究では、口径、材質の異なる 3 種のフィルターを用いて貯水池のアオコのろ過、脱水を試みた。その結果、ろ過機、脱水機ともに口径 7 μ m 程度の高分子マイクロフィルター (名称・B型フィルター) を使用した場合に、他のフィルターの組合せに比べ良い結果 (クロロフィル a 除去率 96%, 処理量 2m³/h) が得られた。高分子マイクロフィルターを活用することによりアオコが回収できることが確認できた。

平成 16 年度に使用した機器は処理量の少ない試験機 (設計処理量 1m³/h) であった。平成 17 年度は池内のアオコを除去できる可能性があると思われる最も経済的な機器構成を用い、フィルター洗浄による処理量の向上と取水方法に関する検討を行った。研究目標を処理量 12 m³/h とした。

2. 平成 17 年度現地試験場所のアオコ発生状況

新成羽川貯水池西谷橋奥において現地試験を実施した。平成 16 年度試験時に、平成 16 年度現地試験場所より 200m 程度上流においてアオコの大量発生が見られたため、この場所を平成 17 年度現地試験場所とした。現地場所において、8 月上旬から 9 月上旬の期間にアオコの大量発生が見られた。8 月 22 日調査時がアオコの発生の最盛期であった。

3. 現地試験の概要

(1) 機器構成

現地試験における機器構成を写真 1 に示す。貯水池から取水するための取水口、貯水池からろ過機まで原水を圧送する吸引ポンプ、原水をろ過するろ過機 (高分子マイクロフィルターによる) および、アオコを回収する脱水機 (高分子マイクロフィルターによる) から構成されている。

(2) 試験概要

平成 17 年 7 月 21 日から 9 月 15 日の期間に現地試験を実施した。試験期間において、ろ過機・脱水機の流入水・処理水の採水によるアオコ除去率の確認、ろ過機洗浄方法 (ハケ洗浄, 高圧水洗浄) の検討、スイング式脱水機の運転実施、牽引ロープを用いた取水口移動方式の実験を行った。

4. アオコ回収技術の現地試験結果

(1) ろ過機について

a. 除去率

表 1 に水質分析結果及び除去率を示した。クロロフィル a のろ過機への流入水に対する処理水の除去率は最大 98.9%, 平均 79.5% であった。T-P ろ過機処理水の平均値に用いた 1 データにおいて、1.8mg/L と他の処理水と比較し 10 倍程度の高い濃度を計測した。同試料のクロロフィル a, 植物プランクトン数はともに低い値を示しており、アオコのフィルター通過による高濃度の T-P ではないことが確認できた。

b. 洗浄方法



写真 1 機器構成

表 1 水質分析結果及び除去率

分析項目		池内	ろ過機 流入水	ろ過機 処理水	除去率(%)
クロロフィル a (mg/m ³)	平均	213.7	126.3	22.6	79.5
	最大	590.0	220.0	51.0	98.9
	最小	21.0	22.0	2.0	71.8
T-N (mg/L)	平均	5.0	2.5	1.9	21.1
	最大	9.0	3.6	2.6	30.6
	最小	1.0	0.9	0.8	6.0
T-P (mg/L)	平均	0.5	0.1	0.3	-96.3
	最大	1.0	0.3	1.8	62.8
	最小	0.0	0.0	0.0	-958.8
SS (mg/L)	平均	41.5	15.1	3.1	62.3
	最大	81.0	29.0	7.0	90.9
	最小	2.0	2.0	1.0	-50.0
全植物プラン クトン (個)	平均	6277.0	9156.8	1961.4	81.9
	最大	14230.0	14085.0	5061.0	99.9
	最小	548.0	828.0	6.0	42.2
藍藻類(群 体) (個)	平均	3599.7	5179.6	1957.1	68.8
	最大	10375.0	9600.0	5000.0	100.0
	最小	113.0	23.0	0.0	-16.0

図1にハケ洗浄間隔の違いによりろ過機処理量の変化(累計値)を示した。洗浄後30分間の累計処理量は30分間隔(ハケ洗浄なし)の場合が最も多い。

図2に高圧水洗浄方法の違いによるろ過機処理量の変化を示した。洗浄方法は気中または水中、および圧力強(1つ穴)または圧力弱(4つ穴)を実施した。気中4つ穴の洗浄を実施した結果、直後6m³/h程度、50分後5m³/h程度の処理量を得ることができた。この時点で繰り返しのハケ洗浄のためフィルター表面が劣化していたため、フィルターを交換し再度、気中4つ穴による高圧水洗浄を実施した。結果を図3に示す。いずれの場合も洗浄直後に高い処理量最大12~14m³/hを得ることができ、平均10m³/hを確認した。

(2) 脱水機について

a. スイング脱水機

平成17年度試験の脱水機の構造を示す。平成16年度試験において多くの脱水機処理量とアオコ回収量を得ることができたフィルターを全浸させる方式を自動化した機構を開発し採用した。フィルターは全面、濁水に漬けられた状態でろ過を行う。一定時間を経過した毎にフィルター全面が気中にスイングすることにより上昇する。フィルターが気中にある状態で、フィルターが回転し、表面がスクレーパーに随時接触し、アオコが掻き採られる機構である(写真3)。

b. 回収量

スイング脱水機を開発し、最大アオコ回収量200g/日程度の回収量を得た。ろ過機の洗浄方法試験のため、高濁度の水塊を脱水機に移せず、脱水機の十分な運転時間が取れなかった。

(3) 取水口について

a. 牽引ロープを用いた取水口移動方式

写真4に牽引ロープを用いた取水口移動方式を示した。牽引ロープAは手前のドラムから、対岸の滑車を通り取水口に、牽引ロープBは手前のドラムから取水口に、牽引ロープCは手前のドラムから、対岸の滑車を通り取水口に接続されている。

牽引ロープAを手前に引くことにより取水口は写真左下方向に移動、牽引ロープCを手前に引くことにより取水口は写真右下方向に移動できる。

牽引ロープの操作により取水口は牽引ロープ内の範囲を移動できることが確認できた。また、ロープのような表層に浮く、薄く簡易なものでアオコを収集できることが確認できた。

b. 収集面積

ポンプ運転開始直後、周辺50cm程度(1m²程度)のアオコを処理した後、続けて周りのアオコを引き寄せられない(アオコの発生していない表層より深い層を優先的に取水)、取水口直上にあるアオコにおいても吸引力が小さく取水できない課題が明らかになった。

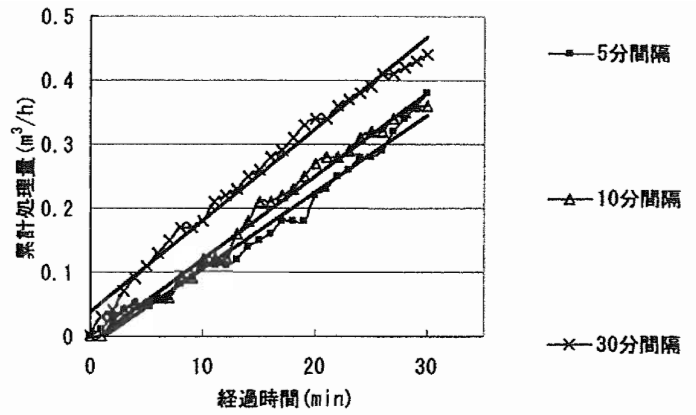


図1 ハケ洗浄間隔の違いによるハケ洗浄直後30分間のろ過機処理量累計値の変化

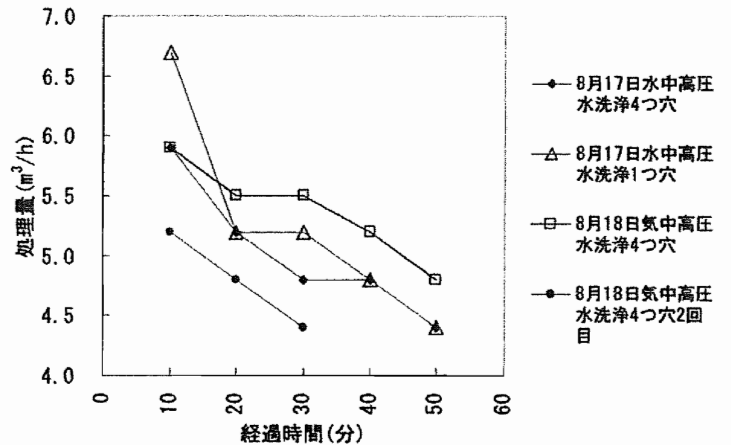


図2 高圧水洗浄方法の違いによる高圧水洗浄後のろ過機処理量の変化

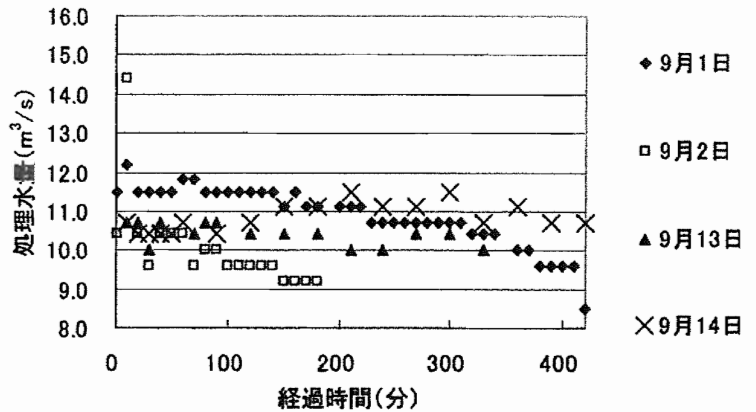
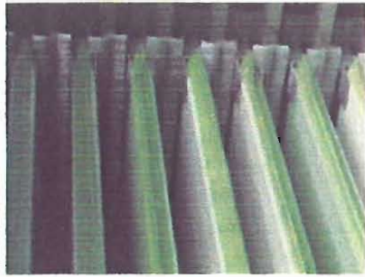


図3 高圧水洗浄(気中4つ穴)後のろ過機処理量の変化

写真2
ろ過機フィルタ
洗浄方法

(a) ハケ洗浄



(b) 高圧水洗浄

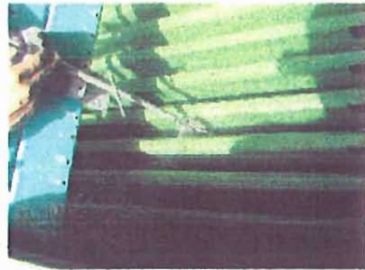


写真3 スイング脱水機

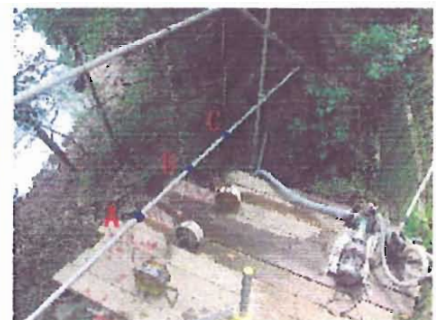
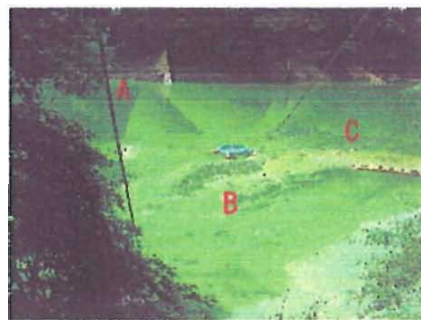
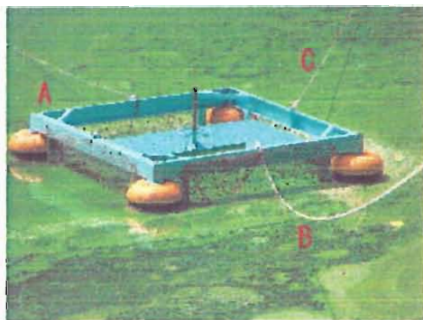


写真4 取水口及び牽引ロープを用いた取水口移動方式

5. おわりに

(1) H17 年度研究結果のまとめ

a. ろ過機

- ・ハケ洗浄を行った場合に比較し、高圧水洗浄を行った場合に多くの処理量を得ることができた。
- ・高圧水洗浄によりろ過機処理量、平均 $10\text{m}^3/\text{h}$ 、最大 $12\text{m}^3/\text{h}$ を確認した。
- ・クロロフィル a 除去率 80%程度を確認した。

b. 脱水機

- ・スイング脱水機を開発し、最大アオコ回収量 $200\text{g}/\text{日}$ 程度の回収量を得た。
- ・ろ過機の洗浄方法試験のため、高濁度の水塊を脱水機に移せず、脱水機の十分な運転時間が取れなかった。

c. 取水口

- ・収集範囲は 1m^2 未満であった。

(2) H18 年度現地試験へ向けての取組み

特に取水口の開発に取り組む。H18 年度現地試験へ向けての取組みとして、アオコを取水口に掻き寄せる、表層水のみ吸引することを目的とし、新たな機構について具体案を絞込み、模型実験、実機試験でその効果を確認する。以下に検討案の例を示す。

a. アオコを取水口に掻き寄せる機構

ノレン掻き寄せ機構。取水口を中心として半径 5m のアーム 2 本にノレン状の垂れ幕（またはロープ）をぶら下げ、取水口を中心に回転させてアオコを取水口に導く。

b. 表層水のみ吸引する機構

水中ポンプ。フロート架台に固定した水中ポンプにより表層のアオコを吸引する。なお、水中ポンプの呑口部は、側部からのみ吸引するよう底部を塞ぐ改造を行う。

参考文献

- 1) 高分子マイクロフィルターを活用したダム湖のアオコ回収技術の開発に関する研究、平成 16 年度

目 次

1. はじめに.....	1
1. 1 H16年度のアオコ回収技術研究	
1. 2 H17年度アオコ回収技術研究の目的と目標	
1. 3 研究体制と役割分担	
2. 新成羽川貯水池の富栄養化傾向とアオコ発生状況.....	4
2. 1 H17年度及びこれまでのアオコ発生状況	
2. 2 夏季植物プランクトン優先種の経年変化	
3. 現地試験の概要.....	13
3. 1 現地試験場所の選定	
3. 2 機器構成と試験概要	
4. アオコ回収技術の現地試験結果.....	21
4. 1 ろ過機について	
4. 1. 1 アオコ除去率	
4. 1. 2 ハケ洗浄時の処理量と濁度	
4. 1. 3 高圧水洗浄時の処理量と濁度	
4. 2 脱水機について	
4. 2. 1 スイング脱水機	
4. 2. 2 脱水機の処理量と濁度変化	
4. 2. 3 回収量	
4. 3 取水口について	
4. 3. 1 牽引ロープを用いた取水口移動方式	
4. 3. 2 取水水深と収集面積	
5. おわりに.....	40
5. 1 H17年度研究結果のまとめ	
5. 2 H18年度研究目標の設定	
5. 3 H18年度現地試験へ向けての取組み	
5. 3. 1 装置の改良方針	
5. 3. 2 冬期研究工程	

参考文献

付録 取水口（案）ほか

1章 はじめに

1. 1 H16年度のアオコ回収技術研究

新成羽川貯水池に発生するアオコ除去対策として、平成16年度「高分子マイクロフィルターを活用したダム湖のアオコ回収技術の開発に関する研究」¹⁾を実施した。平成16年度の研究では、口径、材質の異なる3種のフィルターを用いて貯水池のアオコのろ過、脱水を試みた。その結果、ろ過機、脱水機ともに口径7 μ m程度の高分子マイクロフィルター(名称・B型フィルター)を使用した場合に、アオコ除去率と処理量の指標において、他のフィルターの組合せに比べ最適な結果が得られた。

表1-1に平成16年度B型フィルター使用時に得られた研究成果を示す。ろ過機・脱水機のクロロフィルa除去率は流入水に対して最大96%程度であり、B型フィルターを用いることによってアオコを回収することができることが示された。また、公称1m³/hタイプ、設計2m³/h程度の性能のろ過機を用い、設計値程度の最大処理量34L/min(2m³/h)を得ることができた。

平成16年度の研究の課題として、高いアオコ除去能力を維持しつつ処理量を拡大することが挙げられた。

表1-1 平成16年度 B型フィルター使用時の研究成果

除去指標	除去率 (%)
クロロフィル a	96.0
植物プランクトン (全種)	91.8
植物プランクトン (藍藻類)	97.1
T-N	25.5
T-P	42.9
機器構成	処理量 (L/min)
ろ過機設計値	33.3
ろ過機	34.0
脱水機	6.6

1. 2 H17年度アオコ回収技術研究の目的と目標

平成 16 年度の研究課題を受け、平成 17 年度の研究目標をアオコ回収装置処理量 $12\text{m}^3/\text{h}$ を設定した。

表 1-2 に算定条件を示す。1 日当たりに増加するアオコを処理することを目指し目標を設定した。「新成羽川貯水池アオコ追跡調査業務報告書、1990～2005」²⁾より 1 日当たりのアオコ発生面積増加量を算出した。アオコ発生水深は平成 16 年度の現地調査より、発生水深を推定した。アオコ除去率、取水効率とともに平成 16 年度の研究実績より、妥当と思われる値を用いた。

表 1-2 平成 17 年度 研究目標算定条件

考慮した項目	算定条件
アオコ発生面積増加量/日	$720 (\text{m}^2/\text{日})$
アオコ発生水深	$0.1 (\text{m})$
装置運転時間/日	$10 (\text{h}/\text{日})$
アオコ除去率	$80 (\%)$
取水効率	$80 (\%)$
アオコ回収装置目標処理量	処理量= アオコ発生面積増加量/日×アオコ発生水深÷装置運転時間/日÷アオコ除去率÷取水効率 $720 (\text{m}^2/\text{日}) \times 0.1 (\text{m}) \div 10 (\text{h}/\text{日}) \div 80 (\%) \div 80 (\%)$ $=11.25 (\text{m}^3/\text{h}) < 12 (\text{m}^3/\text{h})$

1. 3 研究体制と役割分担

表 1-3 平成 17 年度 研究体制と役割分担

研究体制（四社共同研究）	役割分担
中国電力（株） 事業支援部門（土木）水力担当	<ul style="list-style-type: none"> ・ 研究企画，調整
中国電力（株） 岡山支社土木・建築担当	<ul style="list-style-type: none"> ・ 全体計画の策定 ・ 研究目標，装置の能力等の設定 ・ 研究結果の取りまとめ，評価 ・ 現地計測，データ収集 ・ 実証試験におけるアオコ回収装置の日常保守
中国高圧コンクリート工業（株）	<ul style="list-style-type: none"> ・ 実証試験全体調整，進捗状況管理 ・ 現地計測，データ収集 ・ 実証試験におけるアオコ回収装置の日常保守 ・ 取水口の改良 ・ アオコ回収装置の改良 （フィルターに関わる部分を除く） ・ 除去したアオコの産廃処分
中村建設（株） モリリン（株）	<ul style="list-style-type: none"> ・ アオコ回収装置に関する技術提供 ・ 実証試験におけるアオコ回収装置の日常保守 ・ 取水口の改良 ・ アオコ回収装置の改良 （フィルターに関わる部分，フィルター洗浄機能等）

2章 新成羽川貯水池の富栄養化傾向とアオコ発生状況

2.1 H17年度及びこれまでのアオコ発生状況

アオコ回収技術に関する現地試験を新成羽川貯水池西谷橋奥の対象地点において、平成17年7月21日から9月15日の期間に実施した。現地試験期間における対象地点のアオコ発生状況について以下に示す。

図2-1に1990年（平成2年）から2005年（平成17年）における新成羽川貯水池本川、入江部のアオコ発生面積を示した。また、図2-2に平成15年、平成16年、平成17年のアオコ発生面積（本川、入江部の合計値）の比較を示した。面積の算出手法については、「高分子マイクロフィルターを活用したダム湖のアオコ回収技術の開発に関する研究、2005」¹⁾に示した。

過去16年間におけるアオコの発生面積の平均値は本川約4,000m²、入江部約3,000m²であった。平成15年は過去16年間に比較し、最もアオコの発生面積の広い年である。特に本川での発生が他の年に比較し広く、約15,000m²であった。

アオコ回収現地試験を実施した平成16年、平成17年のアオコ発生面積は過去16年に比較し、平均的な発生量である。平成16年は本川約5,000m²、入江部約3,000m²であり、平成17年は本川約3,000m²、入江部約3,000m²であった。

新成羽川貯水池アオコ追跡調査²⁾から貯水池アオコの発生状況について示す。表2-1に7月1日から9月30日における貯水池全体のアオコ発生状況の分布図、写真2-1に平成17年現地試験を実施した新成羽川貯水池西谷橋奥の6月27日から9月30日における時系列写真を示した。

平成17年度は6月の少雨により新成羽川貯水池西谷橋奥の対象地点において貯水池底層が露出する渇水状況があった（写真2-1、6/27～7/1）。7月上旬の台風により7月5日以降は常時20m程度の貯水位であった。アオコの分布状況を貯水池全体から見ると本川に少なく、入江部に多いことが分かる。入江部では8月上旬から9月上旬において大量のアオコの発生が見られる。8月22日がアオコ発生の最盛期であった。

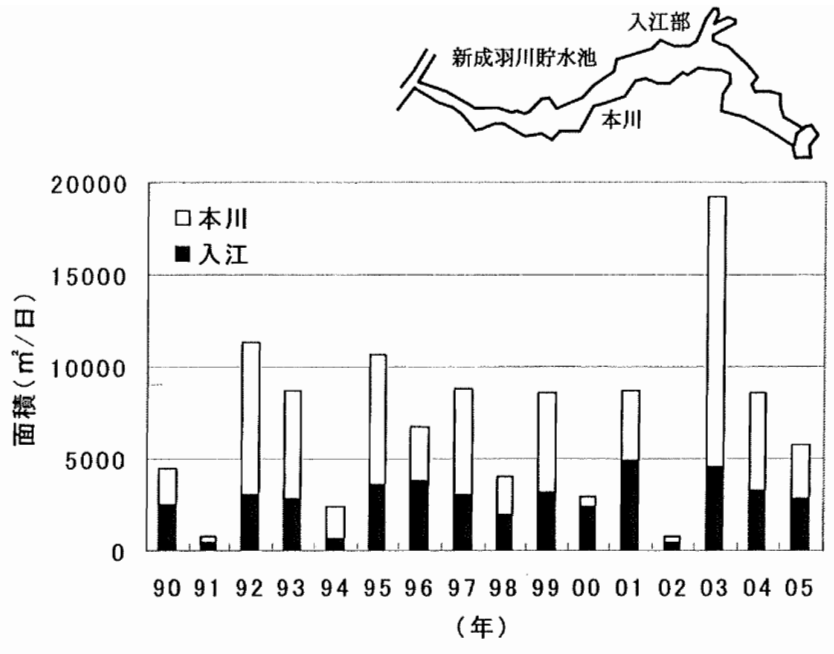


図 2-1 アオコ発生面積の経年変化

(面積は 7 月 10 日から 9 月 20 日の平均値, 発生面積の確認は目視による。)

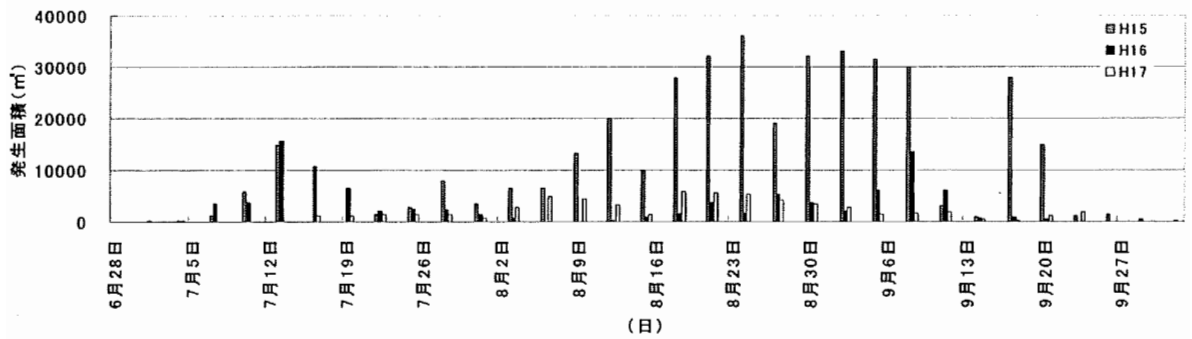
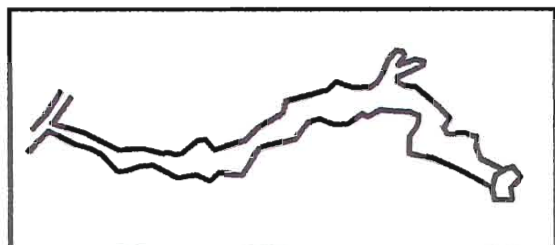


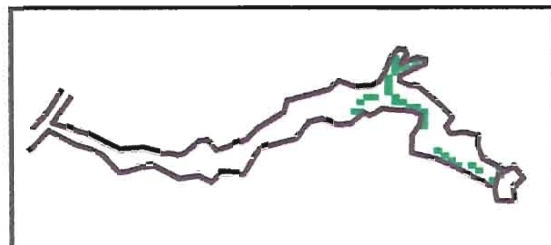
図 2-2 平成 15 年, 平成 16 年, 平成 17 年におけるアオコ発生面積の比較

(発生面積の確認は目視による。)

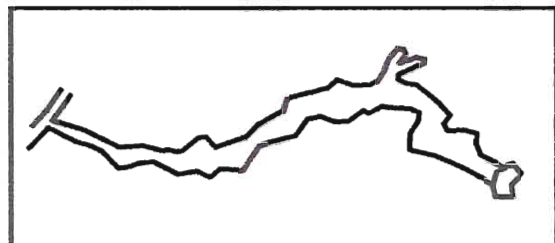
表2-1 新成羽川貯水池 アオコ発生状況管理表（平成17年度）



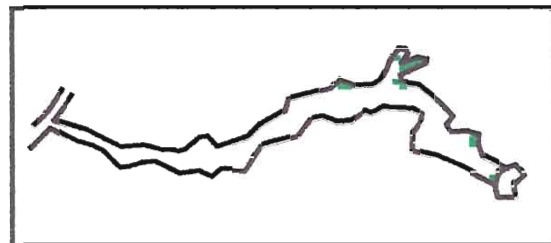
調査日	平成17年7月1日
発生範囲	アオコ各所共なし
備考	貯水位：7.45m



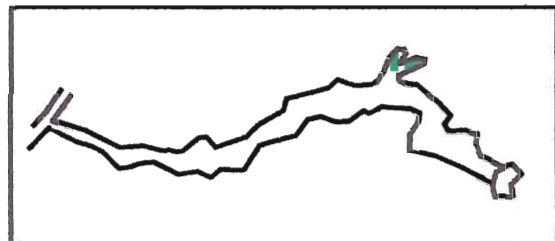
調査日	平成17年8月22日
発生範囲	入江部 中流域～下流域
備考	貯水位：20.63m



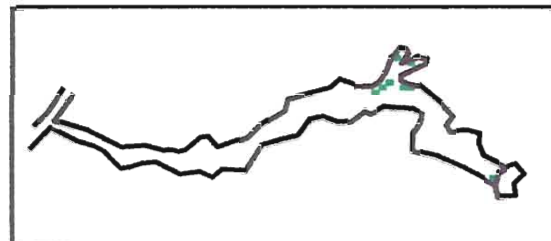
調査日	平成17年7月11日
発生範囲	アオコ各所共なし
備考	貯水位：24.34m



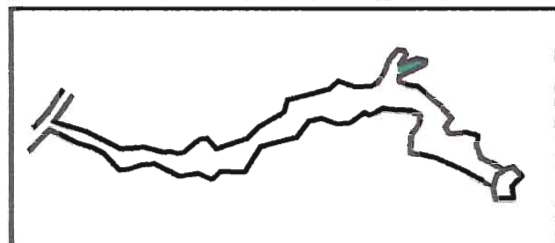
調査日	平成17年8月31日
発生範囲	入江部 揚木場 ダムサイト
備考	貯水位：19.82m



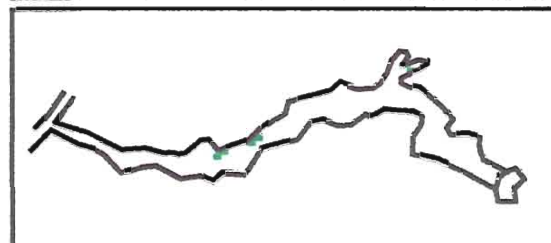
調査日	平成17年7月20日
発生範囲	入江部
備考	貯水位：22.44m



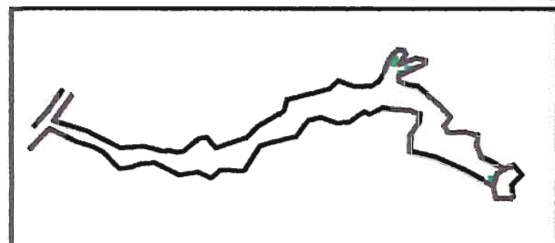
調査日	平成17年9月9日
発生範囲	入江部 揚木場 ダムサイト
備考	貯水位：25.07m 台風14号の影響で上流は通行止め



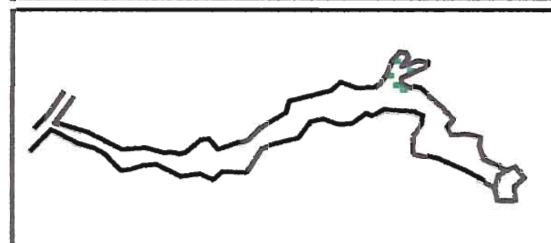
調査日	平成17年8月1日
発生範囲	西谷橋
備考	貯水位：21.68m



調査日	平成17年9月20日
発生範囲	入江部 ダムサイト
備考	貯水位：24.50m



調査日	平成17年8月10日
発生範囲	ダムサイト 入江部
備考	貯水位：21.80m



調査日	平成17年9月30日
発生範囲	立木橋 西谷橋 揚木場
備考	貯水位：22.49m


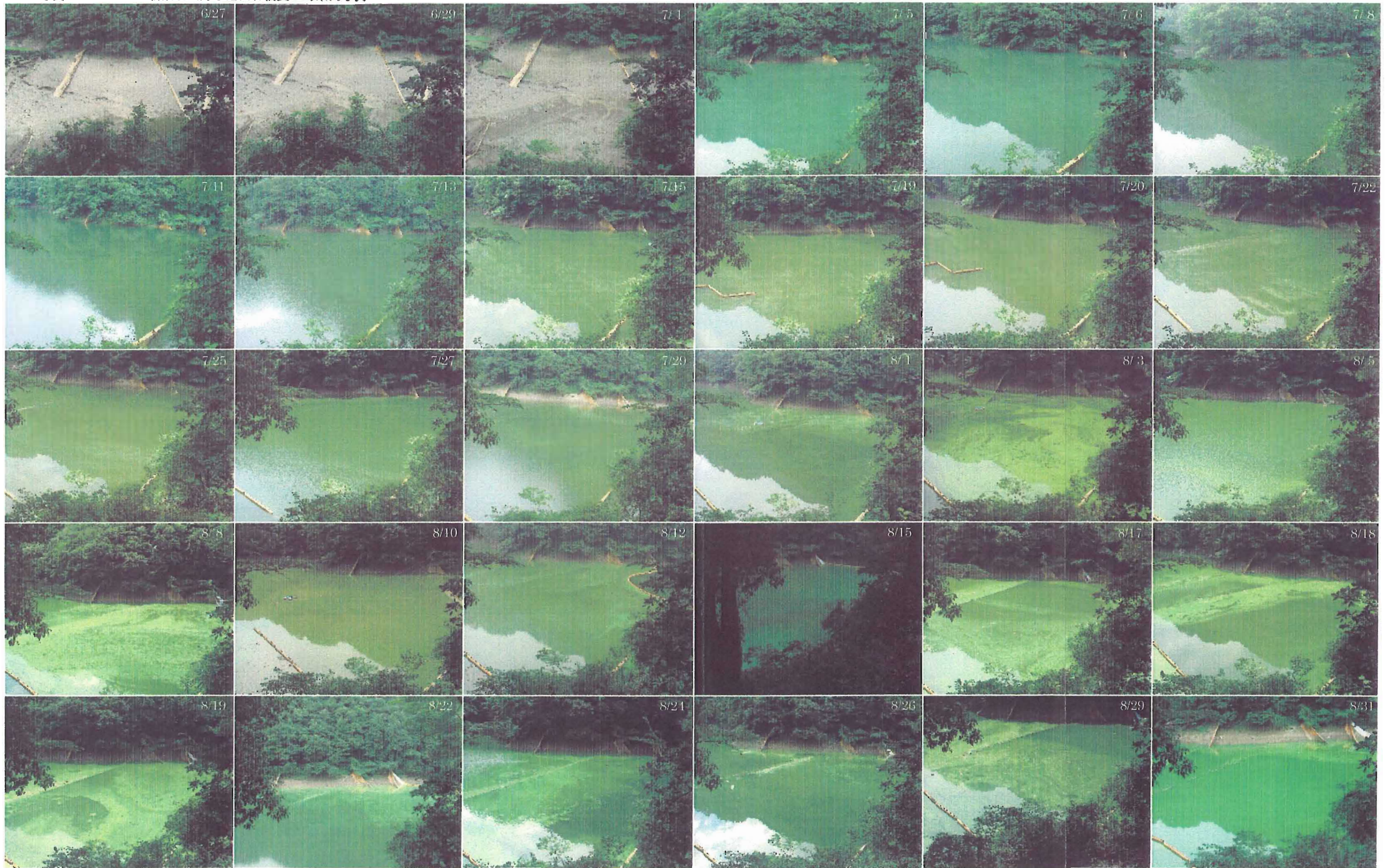
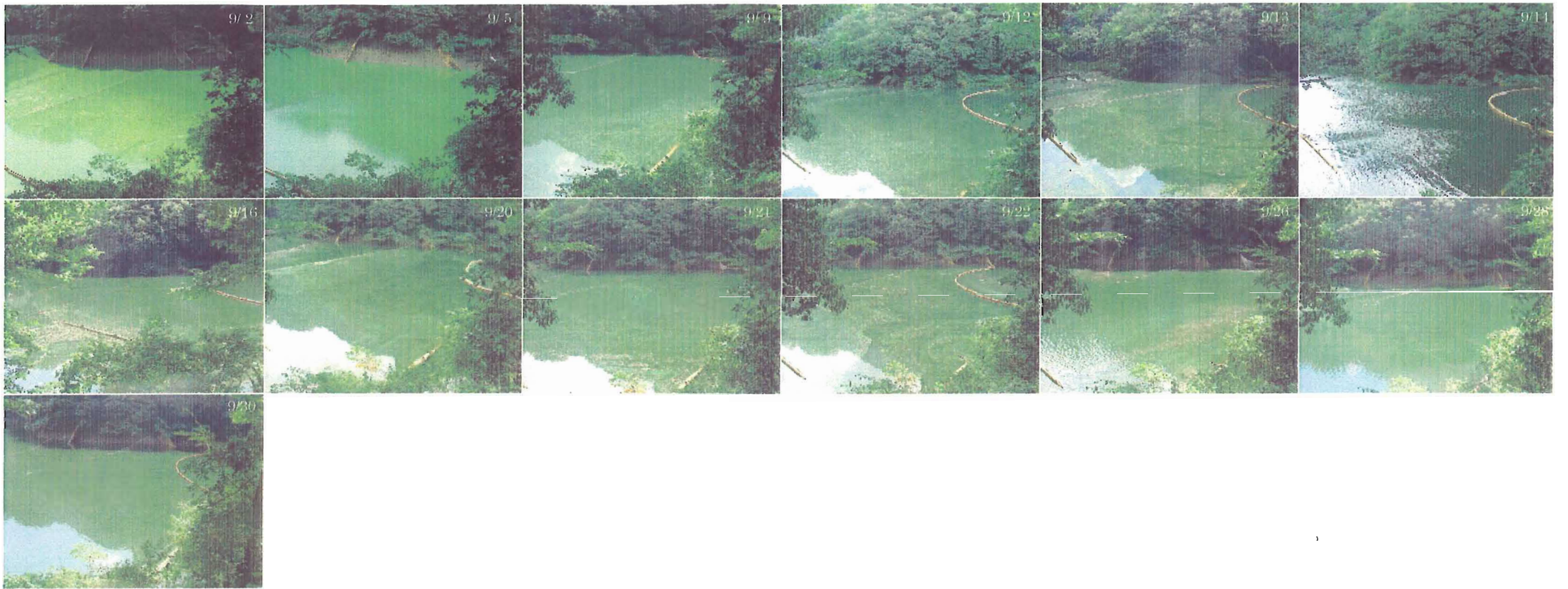
 アオコ発生状況

写真 2-1 H17 新成羽川貯水池西谷橋奥 時系列写真





2. 2 夏季植物プランクトン優先種の経年変化

表 2-2 に平成 12 年 5 月から平成 17 年 9 月までの新成羽川貯水池における植物プランクトン主要種の経年変化を示した。本試験が行われた平成 17 年夏期の優先種は珪藻網の *Fragilaria crotonensis* であった。また、アオコ現象の原因種となる藍藻網については、*Anabaena spiroides* が 8 月から 9 月、*Microcystis aeruginosa* が 7 月から 9 月に発生していた。

図 2-3 に池内の取水口付近における水質の鉛直分布を示した。調査時期はアオコ回収試験実施前の 7 月 21 日、試験実施期間中の 7 月 29 日、8 月 4 日、9 月 1 日、9 月 15 日である。ポータブル水質計の特性から表層の 0m 値は水深 0m から 0.05m 程度の値である。

(a) 水温については、7 月 21 日において水深 1~2m において成層が発達していたことが分かる。7 月 29 日、8 月 4 日においても、7 月 21 日と同様に表層 0~2m 程度において成層が見られる。9 月 1 日においては表層 0m から水深 4m までの水温差が 2℃未満であり、夏期に見られた成層が壊され鉛直対流が始まっていることが推測される。アオコ発生期間は 8 月上旬から 9 月上旬（写真 2-1）であり、水温成層期間にアオコが発生していることが分かる。

(b) pH の鉛直分布について示した。7 月 21 日から 9 月 1 日までの期間において、表層の pH は 9 以上と高く、植物プランクトンの光合成が盛んに行われていたことが分かる。9 月 15 日は表層 9 未満であり、9 月 1 日までと比較し若干低い値であった。

(c) DO の鉛直分布について示した。7 月 21 日から 9 月 1 日までの期間において、表層の DO は 10mg/l 以上と高く、植物プランクトンの光合成が盛んに行われていたことが分かる。9 月 15 日は表層 9mg/l 程度であり、9 月 1 日までと比較し若干低い値であった。この傾向は (b) pH と同様である。

(d) 濁度の鉛直分布について示した。表層にアオコの発生していた 7 月 21 日から 9 月 1 日において、表層の濁度が非常に高いことが期待されるが、濁度計の特性から表層の値は表層 0m より数 cm 深い、水深 5 cm 程度の値である。このためアオコ発生による表層の高濁度水を計測することはできていない。表層 1 cm 未満の薄い層にアオコが発生していることが分かる。

表2-2 植物プランクトン主要種の経年変化

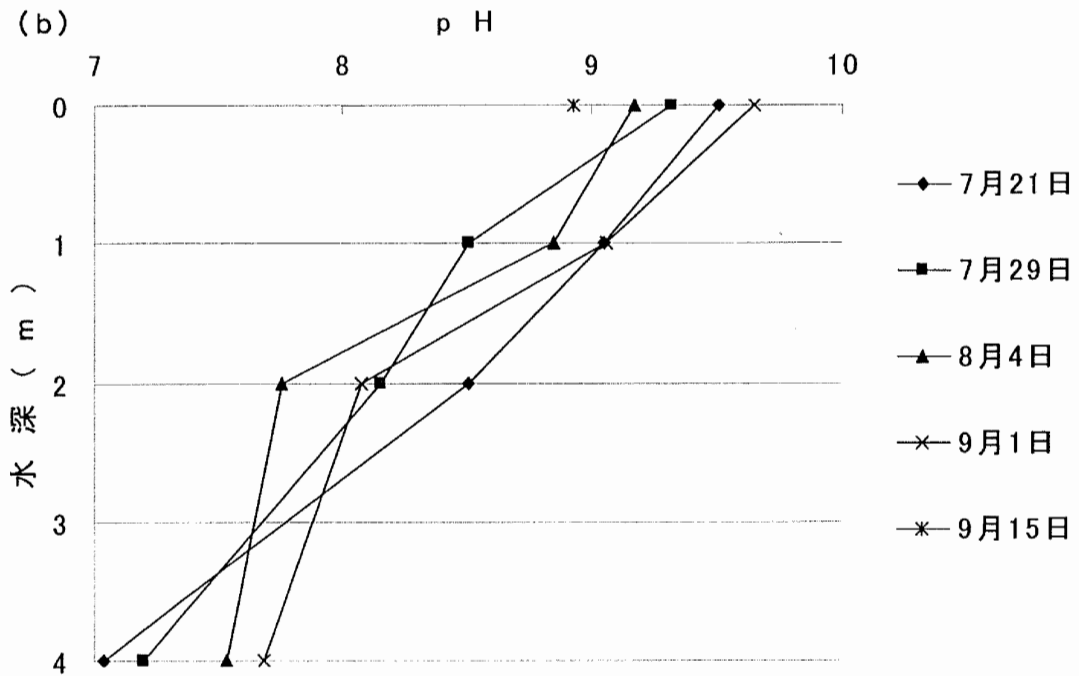
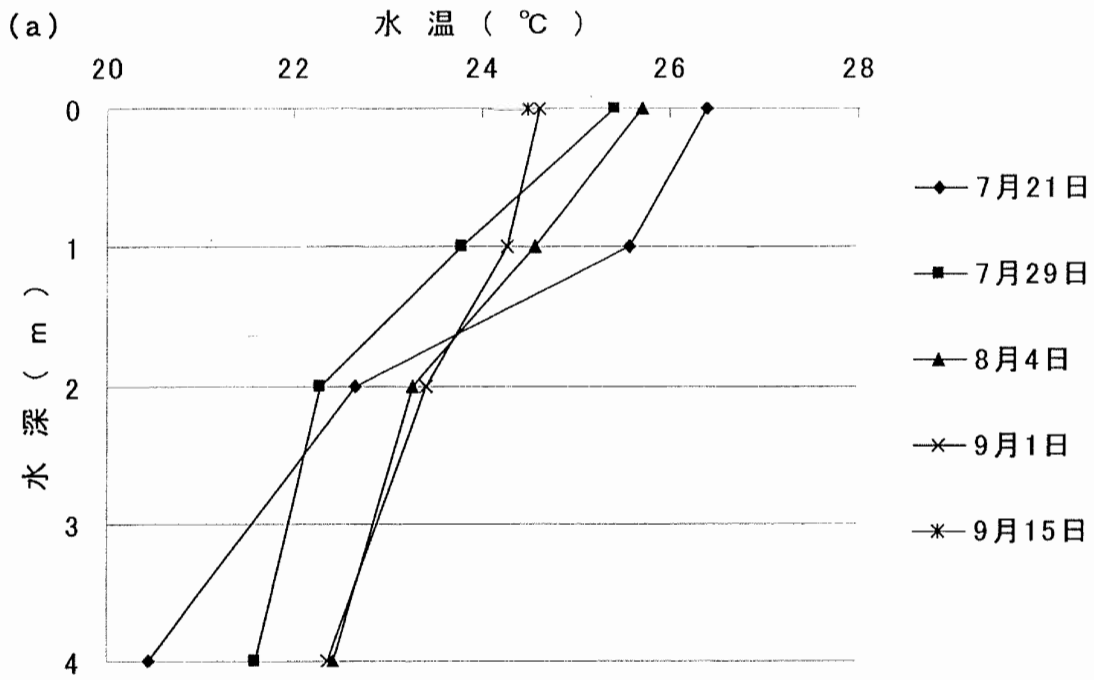
種名	H. 12				H. 13				H. 14				H. 15				H. 16				H. 17								
	5	7	8	9	11	3	5	7	8	9	11	3	5	7	8	9	11	5	7	9	10	11	5	7	8	9			
藍藻綱																													
* <i>Anabaena spiroides</i>			+												○											+	+		
* <i>Microcystis aeruginosa</i>									+	+												○				+	○	+	
渦鞭毛藻綱																													
* <i>Peridinium cunningtonii</i>			○						○																				
* <i>P. Bipes f. occultatum</i>																												+	
クリプト藻綱																													
<i>Cryptomonas</i> spp.						○	+			○					○											+	○	○	
黄色鞭毛藻綱																													
<i>Dinobryon divergens</i>																+												+	
珪藻綱																													
<i>Asterionella formosa</i>																												+	
<i>Attheya zachariasii</i>																												+	+
<i>Aulacoseira ambigua</i>																													+
<i>A. distans</i>																													+
<i>A. granulata</i>																													+
<i>Cyclotella</i> spp.																													+
<i>Fragilaria crotonensis</i>	◎	○	○	◎	◎	○	●	○	◎	○	+			◎	○	○	+			●								◎	
<i>F. ulna</i> var. <i>acus</i>			○																										+
<i>Nitzschia holsatica</i>																													+
緑藻綱																													
<i>Chlamydomonas</i> sp.																													+
<i>Eudorina elegans</i>																													+
<i>Microactinium pusillum</i>																													+
<i>Oocystis</i> spp.			◎	◎					◎	+					○	○													+
<i>Pandorina morum</i>																													○
<i>Scenedesmus ecornis</i>			○						○						○														○
<i>Sphaerocystis schroeteri</i>																													○

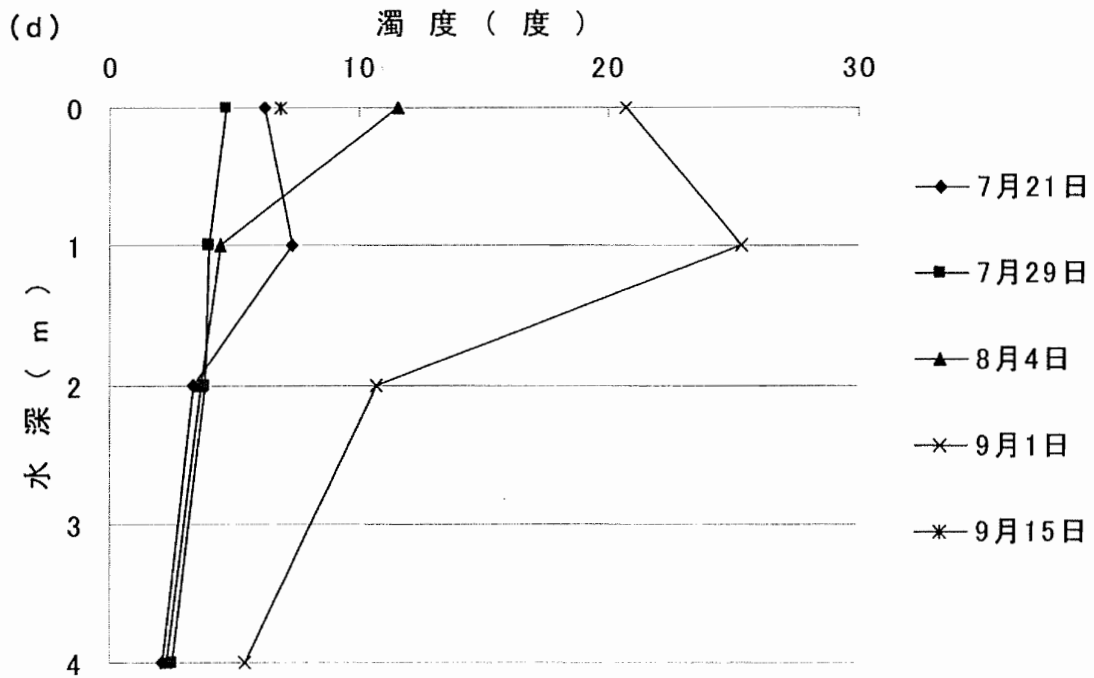
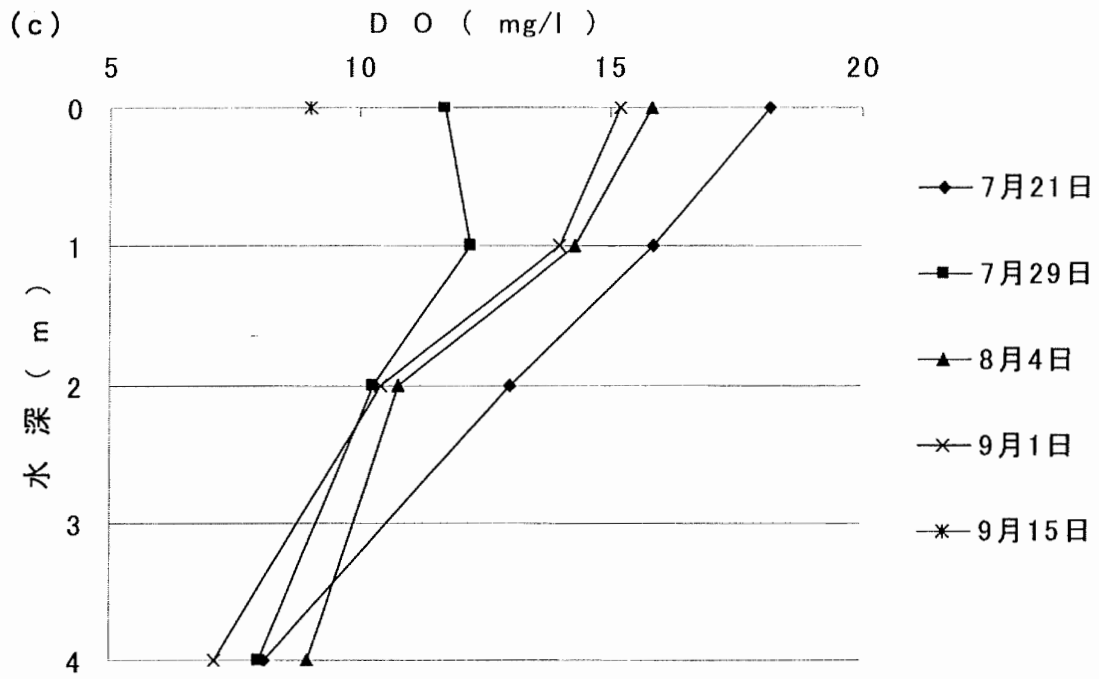
注1) ●: 10,000以上, ◎: 1,000~10,000, ○: 100~1,000, +: 100未満 (cells/me)

*: アオコ。赤潮の原因種となることがある。

全地点を平均し、100cells/me以上出現した種を記載した。平均値が100cells/me未満でもいずれかの地点で100cells/meを超えた種、及び特徴的な種は「+」として記載した。

図 2 - 3 池内 (取水口付近) の水質鉛直分布





3章 現地試験の概要

3.1 現地試験場所の選定

平成17年度現地試験位置図を図3-1に示した。平成17年度現地試験場所は平成16年度現地試験場所より200m程度上流とした。平成16年度試験時に、平成17年度試験場所においてアオコの大量発生が見られたためである。平成17年度現地試験場所におけるアオコの発生状況は写真2-1に示した。

平成17年度現地試験場所は当初配電線設備が設置されていなかったが、本試験を行うため新たにそれを設置した。本試験における使用電力は電灯17kwh(950円)、電力301kwh(42,754円)であった。



図3-1 位置図

3. 2 機器構成と試験概要

表 3-1 に試験概要として，平成 17 年度現地試験の実施工程表，表 3-2 に現地試験の体制表を示した。

また，図 3-2 にアオコ回収装置の機器構成とフローを示し，以下にろ過機，脱水機，取水口の図面を示した。

表3-1 実施工程表

平成17年7月7日当初工程の一部見直しを実施

工種	4月				5月				6月				7月				8月				9月				備考				
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4					
現 地 試 験 工 程	1. 実施立案、契約締結																												
	(1)実施立案決定																												
	(2)共同研究契約締結																												
	2. 機器詳細設計																												
	3. 機器手配、製作、改造																												
	(1)機器手配																												
	(2)機器製作、改造																												
	(3)工場試験																												
	4. 仮設備搬入、設置・撤去																												
	(1)ヤード整備																												
	(2)仮設備搬入・搬出																												
	(3)仮設備組立・設置・撤去																												
	5. 主要機器搬入、設置・撤去																												
	(1)搬入・撤去																												
	(2)据付・調整・解体																												
	(3)現地試運転																												
	6. 現地試験																												
	(1)ワイヤー式取水試験																												
	(2)アオコフェンス固定式取水試験																												
	(3)現地改造																												
	(4)ワイヤー式取水(改良後)																												
	(5)アオコフェンス固定式取水(改良後)																												
	(6)最適な組合せによる試験																												
	7. 観測・測定																												
(1)現場測定 1回/月 (水色、水温、濁度、pH、透明度、 植物プランクトン、T-N、T-P、SS)																													
(2)採水分析 1回/2週 (クロロフィルa)																													
8. 四社による検討会																													
関 係 箇 所 対 応 お よ び 申 請	1. 関係箇所説明																												
	(1)成羽漁協・高梁市																												
	(2)高梁電力センター																												
	2. 申請関係																												
(1)道路法(市)																													
(2)河川法(県)																													
備考	<p>* □・・計画、■・・実績</p> <p>* 主要機器設置後は、原則として、平日、午前8時頃から午後4時頃まで連続運転とする。</p> <p>* 8/25 時間的変化を把握するため、8時から16時まで2時間毎に採水(アオコの発生状況による変更あり)</p> <p>* 機器の評価は採水分析に限らず、ポータブル水温・濁度計、積算流量計を用い、適時データ取得を行う。</p> <p>* 取水口の効率評価はクロロフィルaの採水分析により行う。</p> <p>* 採水分析の実施日はアオコの発生状況と取水方式の変更に合わせ、1~2週間の間で決定する。</p>																												

表3-2 現地試験体制表

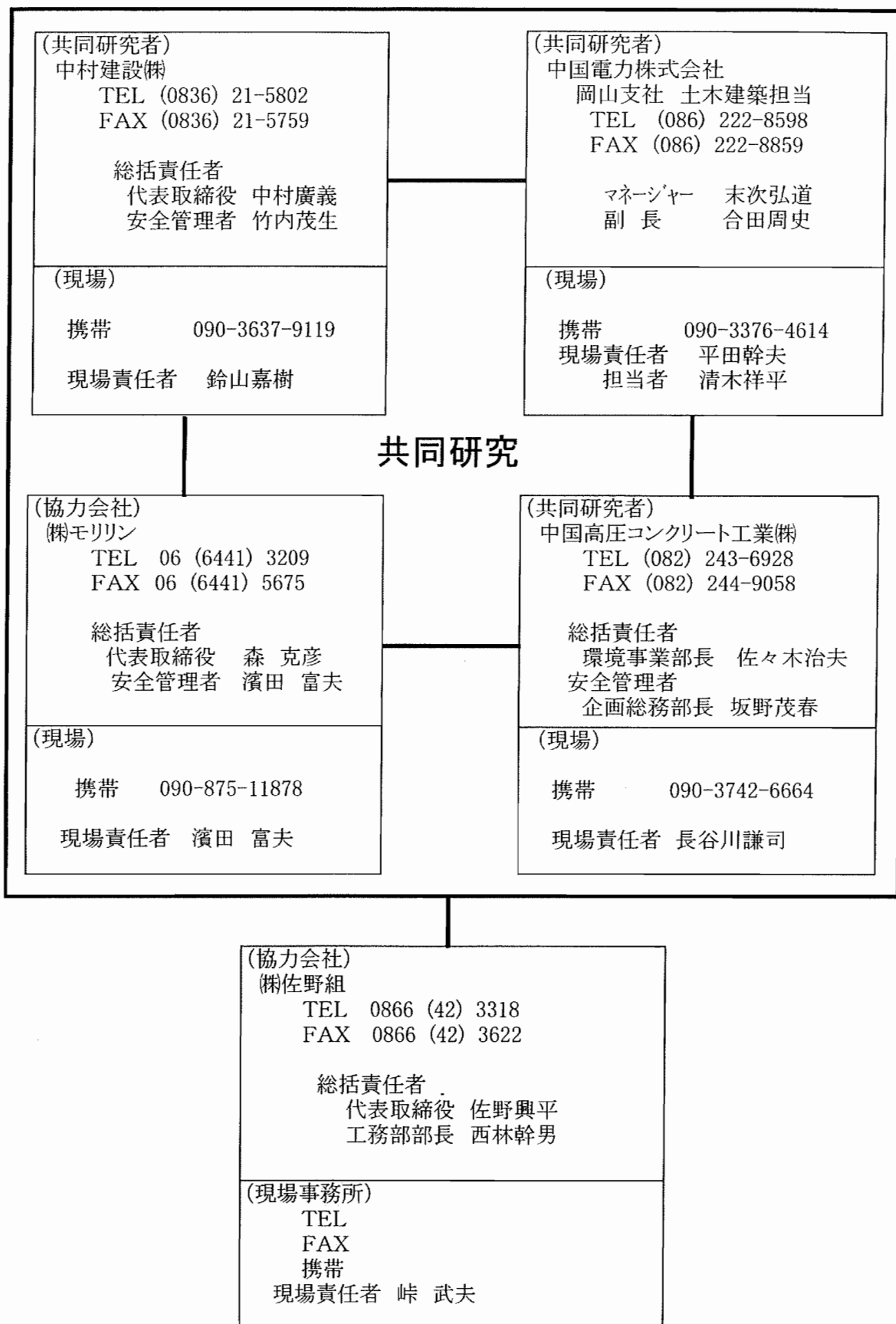
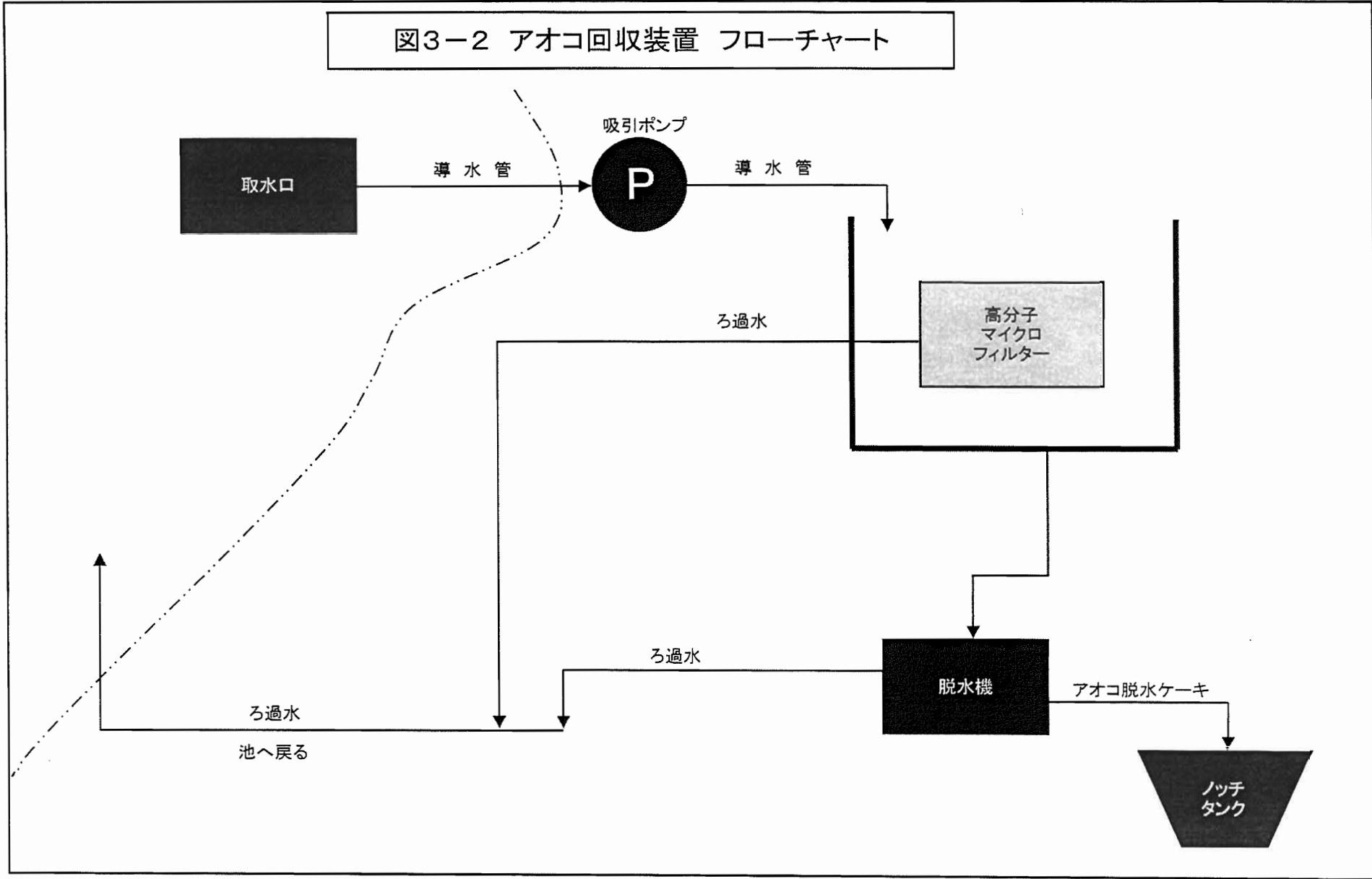
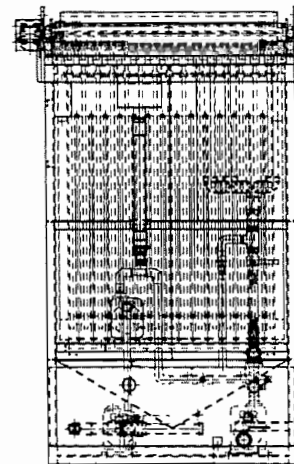
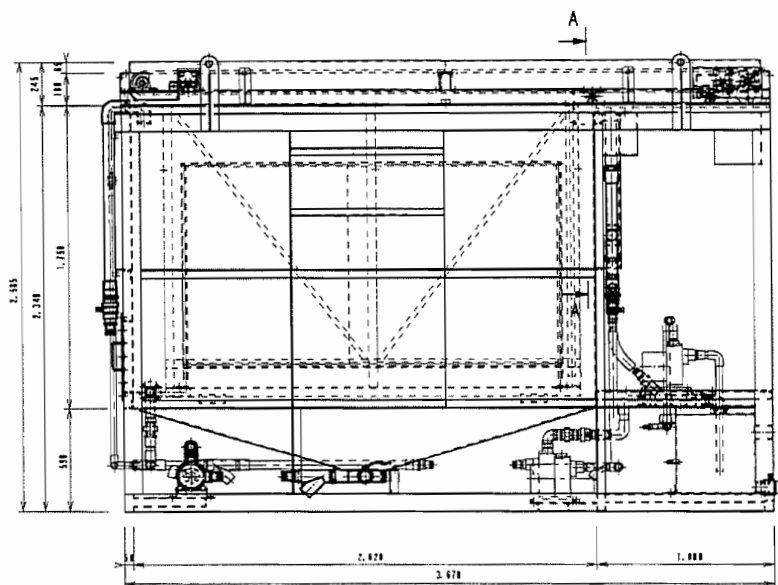
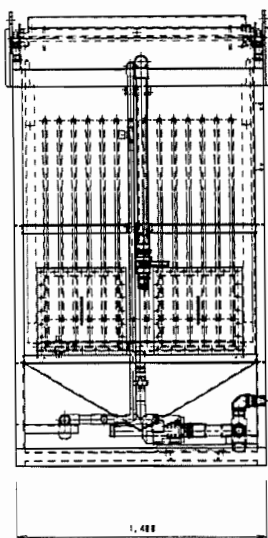
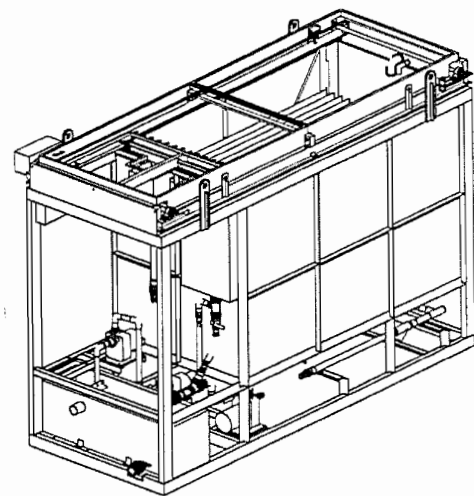
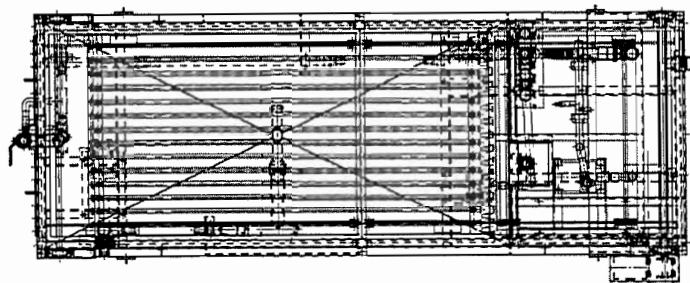
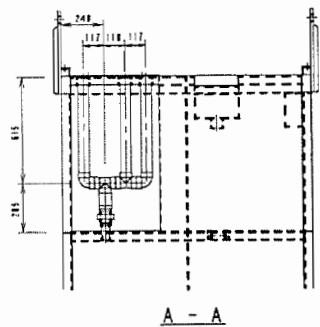


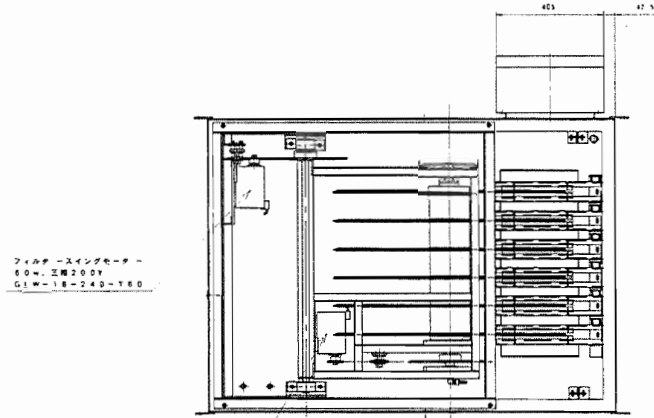
図 現地試験体制図

図3-2 アオコ回収装置 フローチャート

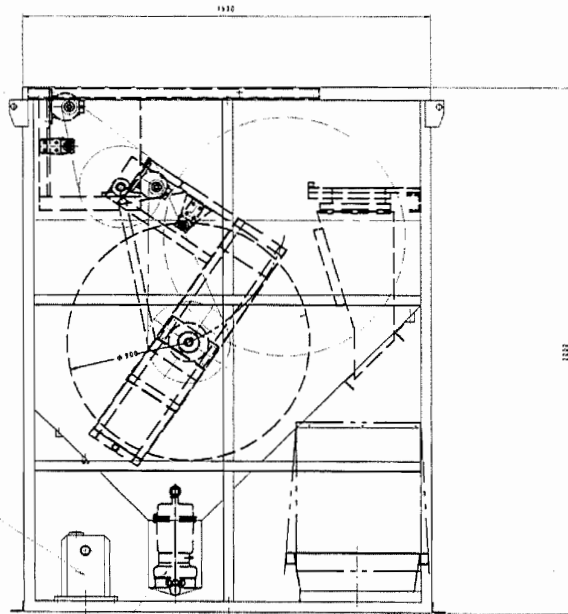




ろ過機概観図

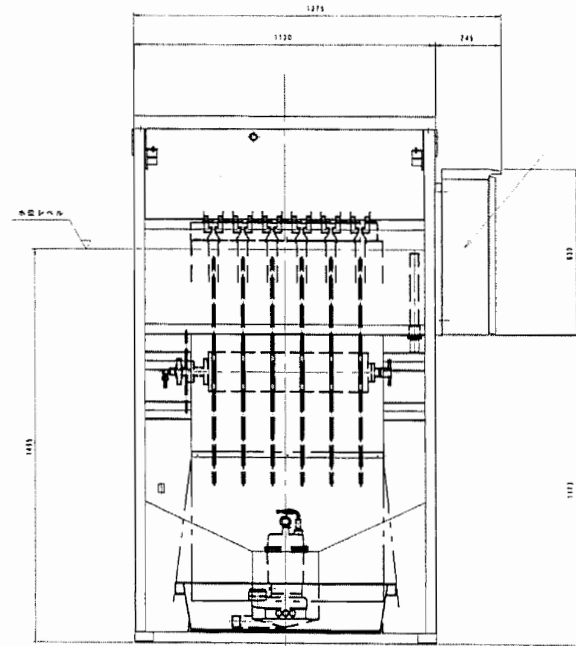


フィルタースイングセーフ
60w, 三相200V
GLW-18-240-T60

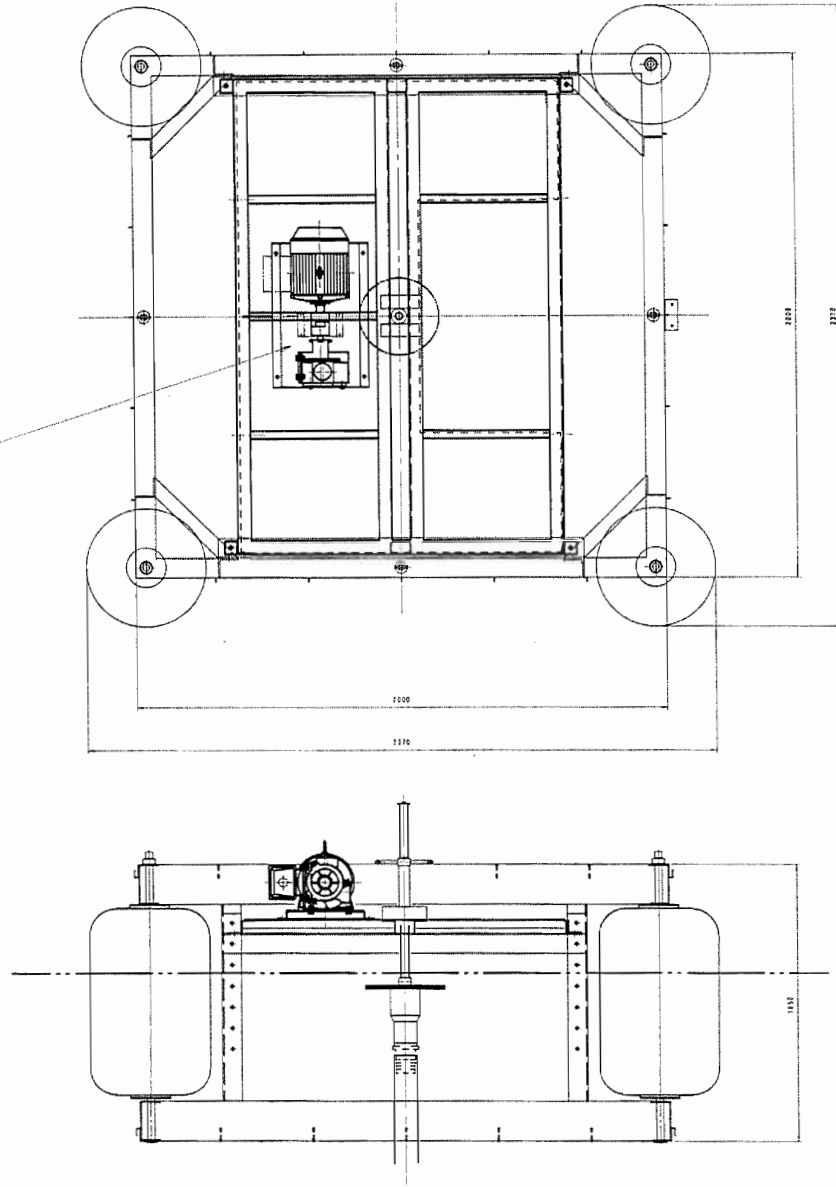


排水ポンプ
0.2kw, 三相200V
PS-2023B

視察用ポンプ
0.25kw, 三相200V
YUK-408-0.25T



脱水機概観図



取水口概観図

4章 アオコ回収技術の現地試験結果

4.1 ろ過機について

4.1.1 アオコ除去率

アオコ除去率の指標として、クロロフィルa, T-N, T-P, SS, 植物プランクトン数の室内分析を行った。表 4-1 に分析結果と除去率算出過程及び、除去率算出結果を示す。

「池内」はアオコ回収装置取水口付近の池内の表層水を採水した。「ろ過機流入前」は貯水池からポンプにより取水された水であり、ろ過機に入る直前の水である。「ろ過機流出後」はろ過機内の高分子マイクロフィルターを通過した処理水である。「脱水機流出後」は脱水機内の高分子マイクロフィルターを通過した処理水である。「ろ過機中」はろ過機の高分子マイクロフィルターを通過前のろ過機底層の水、「脱水機中」は脱水機の高分子マイクロフィルターを通過前の脱水機底層の水である。

(a) クロロフィルa

平成 16 年度の研究において、ろ過機クロロフィルa 除去率（流入水に対して）80%を目標とし研究を行った。平成 16 年度の研究結果として、高分子マイクロフィルター（B型フィルター）を用いた場合に最大 96%の除去率を得ることができた。平成 17 年度の研究は平成 16 年度の研究結果から B型フィルターを用いて行われた。

表 4-1 (a) にクロロフィルa の水質分析結果及び除去率を示した。ろ過機への流入水に対する処理水の除去率は最大 98.9%、平均 79.5%であった。

9月1日、15日の試験において除去率が 73.2~79.4%と若干低い値を示している。この期間は洗浄方法確立のため、複数の高圧水洗浄方法を試しており、実験ケースの中に高圧水洗浄の圧力が高過ぎたものがあったため、フィルターが劣化し除去率が低下したことが推測される。

(b) T-N

表 4-1 (b) に T-N の水質分析結果及び除去率を示した。ろ過機への流入水に対する処理水の除去率は最大 30.6%、平均 21.1%であった。

(c) T-P

表 4-1 (c) に T-P の水質分析結果及び除去率を示した。ろ過機への流入水に対する処理水の除去率は最大 62.8%であった。9月1日 9:30 のろ過機流出後（処理水）の値において、1.8mg/L と他の処理水と比較し 10 倍程度の高い濃度を計測した。同試料のクロロフィルa, 植物プランクトン数はともに低い値を示しており、アオコのフィルター通過による

高濃度のT-Pではないことが確認できる。

(d) SS

表 4-1 (d) にSSの水質分析結果及び除去率を示した。ろ過機への流入水に対する処理水の除去率は最大 90.9%, 平均 62.3%であった。

(e) 全植物プランクトン

表 4-1 (e) に全植物プランクトン数の水質分析結果及び除去率を示した。ろ過機への流入水に対する処理水の除去率は最大 99.9%, 平均 81.9%であった。

(f) 藍藻類 (群体)

表 4-1 (f) に藍藻類の群体個数の水質分析結果及び除去率を示した。アオコの原因種となる *Microcystis aeruginosa* についてはフィルター通過後の群体が破壊され小群体となるために群体数での除去率の評価はできない。しかし、ろ過機への流入水に対する処理水の除去率は最大 100.0%を示す場合もあり、確実にアオコを回収できることが示された。

表4-1 水質分析結果とアオコ除去率

(a) クロロフィルa

		池内	ろ過機 流入前	ろ過機 流出後	脱水機 流出後	ろ過機中	脱水機中	ろ過機 取水率	ろ過機 除去率 (ろ過機流 入前に対 する)	ろ過機 除去率 (ろ過機中 に対する)	脱水機 除去率 (ろ過機流 入前に対 する)	脱水機 除去率 (脱水機中 に対する)	ろ過機 濃縮率
		(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	b/a	(b-c)/b	(e-c)/e	(b-d)/b	(f-d)/f	e/b
月日	時間	単位(mg/m ³)						単位(%)					
7月29日	11:30	30.0	22.0	6.2	1.1	30.0	59.0	73.3	71.8	79.3	95.0	98.1	1.4
9月1日	9:30	-	180.0	2.0	-	190.0	-	-	98.9	98.9	-	-	1.1
9月1日	10:00	590.0	150.0	26.0	-	180.0	-	25.4	82.7	85.6	-	-	1.2
9月1日	12:00	-	130.0	34.0	-	180.0	-	-	73.8	81.1	-	-	1.4
9月1日	14:00	-	160.0	33.0	-	170.0	-	-	79.4	80.6	-	-	1.1
9月1日	16:00	-	220.0	51.0	-	170.0	-	-	76.8	70.0	-	-	0.8
9月15日	12:00	21.0	22.0	5.9	6.7	38.0	75.0	104.8	73.2	84.5	69.5	91.1	1.7
平均		213.7	126.3	22.6	3.9	136.9	67.0	67.8	79.5	82.9	82.3	94.6	1.2
最大		590.0	220.0	51.0	6.7	190.0	75.0	104.8	98.9	98.9	95.0	98.1	1.7
最小		21.0	22.0	2.0	1.1	30.0	59.0	25.4	71.8	70.0	69.5	91.1	0.8

(b) T-N

		池内	ろ過機 流入前	ろ過機 流出後	脱水機 流出後	ろ過機中	脱水機中	ろ過機 取水率	ろ過機 除去率 (ろ過機流 入前に対 する)	ろ過機 除去率 (ろ過機中 に対する)	脱水機 除去率 (ろ過機流 入前に対 する)	脱水機 除去率 (脱水機中 に対する)	ろ過機 濃縮率
		(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	b/a	(b-c)/b	(e-c)/e	(b-d)/b	(f-d)/f	e/b
月日	時間	単位(mg/L)						単位(%)					
7月29日	11:30	-	0.9	0.8	0.7	1.0	1.4	-	19.4	25.0	29.0	52.9	1.1
9月1日	9:30	-	3.2	2.6	-	3.2	-	-	18.8	18.8	-	-	1.0
9月1日	10:00	9.0	3.0	2.3	-	3.2	-	33.3	23.3	28.1	-	-	1.1
9月1日	12:00	-	2.9	2.2	-	3.2	-	-	24.1	31.3	-	-	1.1
9月1日	14:00	-	3.1	2.3	-	3.3	-	-	25.8	30.3	-	-	1.1
9月1日	16:00	-	3.6	2.5	-	3.4	-	-	30.6	26.5	-	-	0.9
9月15日	12:00	1.0	1.0	0.9	1.0	1.2	1.6	101.0	6.0	21.7	0.0	37.5	1.2
平均		5.0	2.5	1.9	0.8	2.6	1.5	67.2	21.1	25.9	14.5	45.2	1.1
最大		9.0	3.6	2.6	1.0	3.4	1.6	101.0	30.6	31.3	29.0	52.9	1.2
最小		1.0	0.9	0.8	0.7	1.0	1.4	33.3	6.0	18.8	0.0	37.5	0.9

(c) T-P

		池内	ろ過機 流入前	ろ過機 流出後	脱水機 流出後	ろ過機中	脱水機中	ろ過機 取水率	ろ過機 除去率 (ろ過機流 入前に対 する)	ろ過機 除去率 (ろ過機中 に対する)	脱水機 除去率 (ろ過機流 入前に対 する)	脱水機 除去率 (脱水機中 に対する)	ろ過機 濃縮率
		(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	b/a	(b-c)/b	(e-c)/e	(b-d)/b	(f-d)/f	e/b
月日	時間	単位(mg/L)						単位(%)					
7月29日	11:30	-	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	-	39.5	59.6	39.5	79.1	1.5
9月1日	9:30	-	0.2	1.8	-	0.2	-	-	-958.8	-757.1	-	-	1.2
9月1日	10:00	1.0	0.2	0.1	-	0.2	-	15.5	44.0	55.8	-	-	1.3
9月1日	12:00	-	0.1	0.1	-	0.2	-	-	40.8	64.5	-	-	1.7
9月1日	14:00	-	0.2	0.1	-	0.2	-	-	56.3	68.2	-	-	1.4
9月1日	16:00	-	0.3	0.1	-	0.3	-	-	62.8	62.8	-	-	1.0
9月15日	12:00	0.0	0.1	0.0	0.1	0.1	0.2	113.3	41.2	64.3	-5.9	70.0	1.6
平均		0.5	0.1	0.3	0.0	0.2	0.1	64.4	-96.3	-54.6	16.8	74.5	1.4
最大		1.0	0.3	1.8	0.1	0.3	0.2	113.3	62.8	68.2	39.5	79.1	1.7
最小		0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	15.5	-958.8	-757.1	-5.9	70.0	1.0

(d) SS

月日	時間	池内	ろ過機 流入前	ろ過機 流出後	脱水機 流出後	ろ過機中	脱水機中	ろ過機 取水率	ろ過機 除去率 (ろ過機流 入前に対 する)	ろ過機 除去率 (ろ過機中 に対する)	脱水機 除去率 (ろ過機流 入前に対 する)	脱水機 除去率 (脱水機中 に対する)	ろ過機 濃縮率	
		(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	b/a	(b-c)/b	(e-c)/e	(b-d)/b	(f-d)/f	e/b	
		単位(mg/L)						単位(%)						
7月29日	11:30	-	4.0	1.0	1.0	10.0	14.0	-	75.0	90.0	75.0	92.9	2.5	
9月1日	9:30	-	22.0	2.0	-	22.0	-	-	90.9	90.9	-	-	1.0	
9月1日	10:00	81.0	18.0	3.0	-	20.0	-	22.2	83.3	85.0	-	-	1.1	
9月1日	12:00	-	15.0	3.0	-	20.0	-	-	80.0	85.0	-	-	1.3	
9月1日	14:00	-	16.0	3.0	-	20.0	-	-	81.3	85.0	-	-	1.3	
9月1日	16:00	-	29.0	7.0	-	27.0	-	-	75.9	74.1	-	-	0.9	
9月15日	12:00	2.0	2.0	3.0	1.0	4.0	16.0	100.0	-50.0	25.0	50.0	93.8	2.0	
平均		41.5	15.1	3.1	1.0	17.6	15.0	61.1	62.3	76.4	62.5	93.3	1.4	
最大		81.0	29.0	7.0	1.0	27.0	16.0	100.0	90.9	90.9	75.0	93.8	2.5	
最小		2.0	2.0	1.0	1.0	4.0	14.0	22.2	-50.0	25.0	50.0	92.9	0.9	

(e) 全植物プランクトン

月日	時間	池内	ろ過機 流入前	ろ過機 流出後	脱水機 流出後	ろ過機中	脱水機中	ろ過機 取水率	ろ過機 除去率 (ろ過機流 入前に対 する)	ろ過機 除去率 (ろ過機中 に対する)	脱水機 除去率 (ろ過機流 入前に対 する)	脱水機 除去率 (脱水機中 に対する)	ろ過機 濃縮率	
		(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	b/a	(b-c)/b	(e-c)/e	(b-d)/b	(f-d)/f	e/b	
		単位(cells)						単位(%)						
7月29日	11:30	4053.0	4154.0	6.0	6441.0	4.0	15991.0	102.5	99.9	-50.0	-55.1	59.7	0.0	
9月1日	9:30	-	11081.0	9.0	-	10574.0	-	-	99.9	-	-	-	1.0	
9月1日	10:00	14230.0	12250.0	3014.0	-	11443.0	-	86.1	75.4	73.7	-	-	0.9	
9月1日	12:00	-	8763.0	5061.0	-	9419.0	-	-	42.2	46.3	-	-	1.1	
9月1日	14:00	-	14085.0	3045.0	-	10733.0	-	-	78.4	71.6	-	-	0.8	
9月1日	16:00	-	12949.0	2725.0	-	9296.0	-	-	79.0	70.7	-	-	0.7	
9月15日	12:00	548.0	828.0	10.0	10.0	893.0	3.0	151.1	98.8	98.9	98.8	-233.3	1.1	
平均		6277.0	9158.6	1981.4	3225.5	7480.3	7997.0	113.2	81.9	58.7	21.9	-86.8	0.8	
最大		14230.0	14085.0	5061.0	6441.0	11443.0	15991.0	151.1	99.9	99.9	98.8	59.7	1.1	
最小		548.0	828.0	6.0	10.0	4.0	3.0	86.1	42.2	-50.0	-55.1	-233.3	0.0	

(f) 藍藻類(群体)

月日	時間	池内	ろ過機 流入前	ろ過機 流出後	脱水機 流出後	ろ過機中	脱水機中	ろ過機 取水率	ろ過機 除去率 (ろ過機流 入前に対 する)	ろ過機 除去率 (ろ過機中 に対する)	脱水機 除去率 (ろ過機流 入前に対 する)	脱水機 除去率 (脱水機中 に対する)	ろ過機 濃縮率	
		(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	b/a	(b-c)/b	(e-c)/e	(b-d)/b	(f-d)/f	e/b	
		単位(個)						単位(%)						
7月29日	11:30	311.0	24.0	0.0	25.0	0.0	3.0	7.7	100.0	-	-4.2	-733.3	0.0	
9月1日	9:30	-	5800.0	0.0	-	7610.0	-	-	100.0	100.0	-	-	1.3	
9月1日	10:00	10375.0	7100.0	3000.0	-	6610.0	-	68.4	67.7	54.6	-	-	0.9	
9月1日	12:00	-	4310.0	5000.0	-	5710.0	-	-	-16.0	12.4	-	-	1.3	
9月1日	14:00	-	9400.0	3000.0	-	6000.0	-	-	68.1	50.0	-	-	0.6	
9月1日	16:00	-	9600.0	2700.0	-	4900.0	-	-	71.9	44.9	-	-	0.5	
9月15日	12:00	113.0	23.0	0.0	19.0	0.0	62.0	20.4	100.0	-	17.4	69.4	0.0	
平均		3599.7	5179.6	1957.1	22.0	4404.3	32.5	32.2	68.8	52.4	6.6	-332.0	0.7	
最大		10375.0	9600.0	5000.0	25.0	7610.0	62.0	68.4	100.0	100.0	17.4	69.4	1.3	
最小		113.0	23.0	0.0	19.0	0.0	3.0	7.7	-16.0	12.4	-4.2	-733.3	0.0	

4. 1. 2 ハケ洗浄時の処理量と濁度

表 4-2 にろ過機設置当初のろ過機処理量を示す。ろ過機の出力を上げることに従って、処理量が上がっている。処理量は流量計による瞬時の最大値である。出力が高いほど、短時間（数秒ごと）に増減を繰り返す傾向にあった。

表 4-2 機器設置初期の試運転（7/27）時における
ろ過機処理量最大値（流量計による瞬時値, m³/h）

出力(Hz)	処理量(m ³ /h)
20	6.3
30	7.9
40	9.5
50	12.5
60	14.7

表 4-2 の結果より安定し、12m³/h 程度の処理量を得るため洗浄を行うこととした。7月 29 日から 8 月 5 日において、定期的(1 日当たり 3 回から 40 回程度)なハケ洗浄を行った。図 4-1 にろ過機処理量と、流入水 (a)・処理水 (b) の濁度を示す。

7 月 29 日運転開始時に 10m³/h 程度の処理量が得られている。8 月 5 日 11:00 において、取水口高さを 30cm から 5cm に変更し、取水口の上蓋を取除いた結果、高濁度の流入水を得ることができた。一方、処理量が 2m³/h 程度に下がった。

経時的な処理量の低下を受け、8 月 11 日試験において、ハケ洗浄の有効性の確認を行った。図 4-2 にハケ洗浄直後のろ過機処理量の累計値を示す。ハケはそれぞれの間隔ごとに 1 回当たり 3 往復を行った。

5 分間隔、10 分間隔のハケ洗浄を行った場合、洗浄直後に累計処理量の勾配が急勾配となる傾向は見られなかった。一次直線による 30 分間の平均勾配では 30 分間に一度ハケ洗浄を行った場合が最も高い値となった。

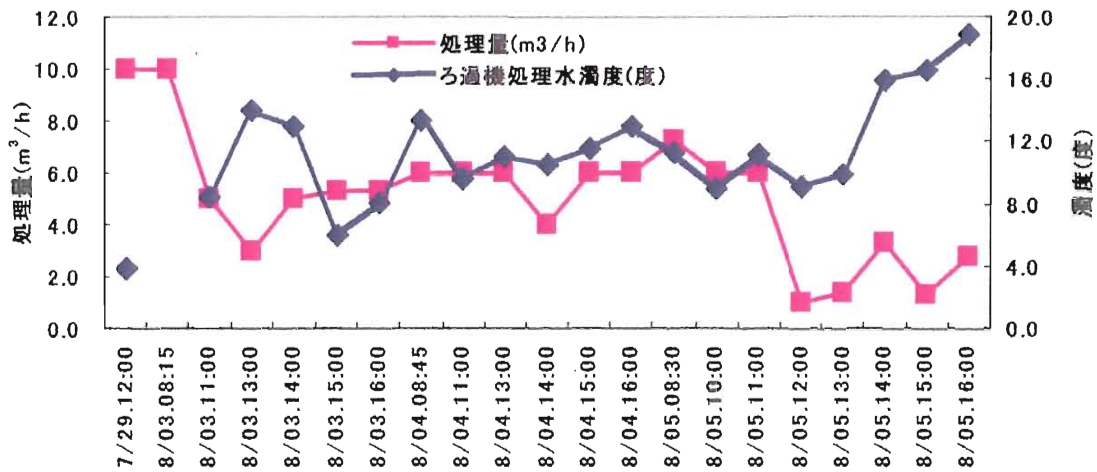
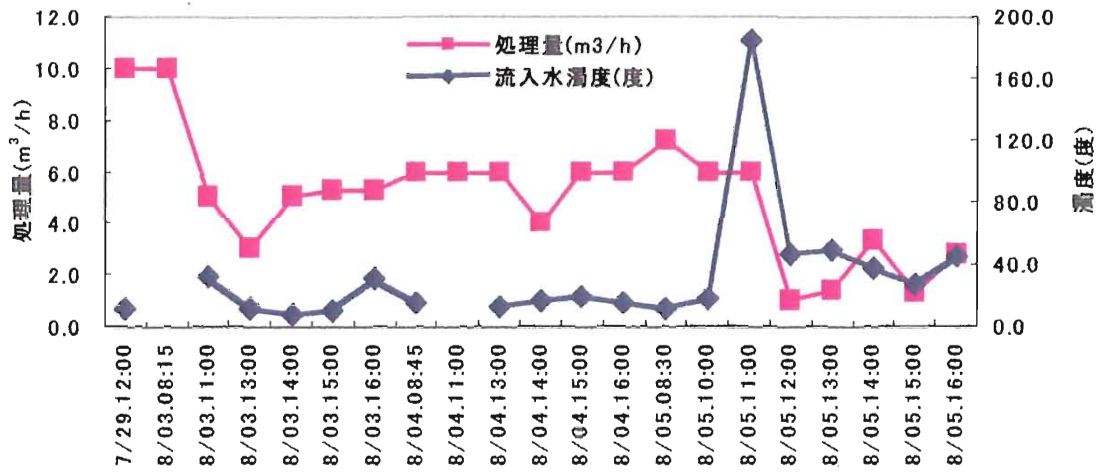


図4-1

(a) ろ過機処理量最大値 (バケツ計測による瞬時値, m³/h) と流入水濁度 (度)

(b) ろ過機処理量最大値 (バケツ計測による瞬時値, m³/h) と処理水濁度 (度)

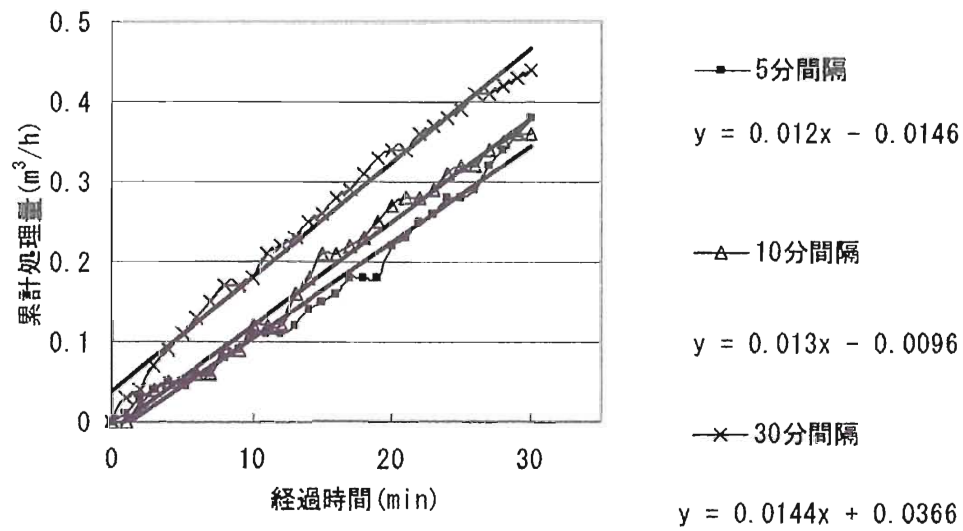


図 4 - 2
 ハケ洗浄間隔の違いによるハケ洗浄直後 30 分間の
 ろ過機処理量累計値 (m³/h) の変化
 (8月 11 日計測)

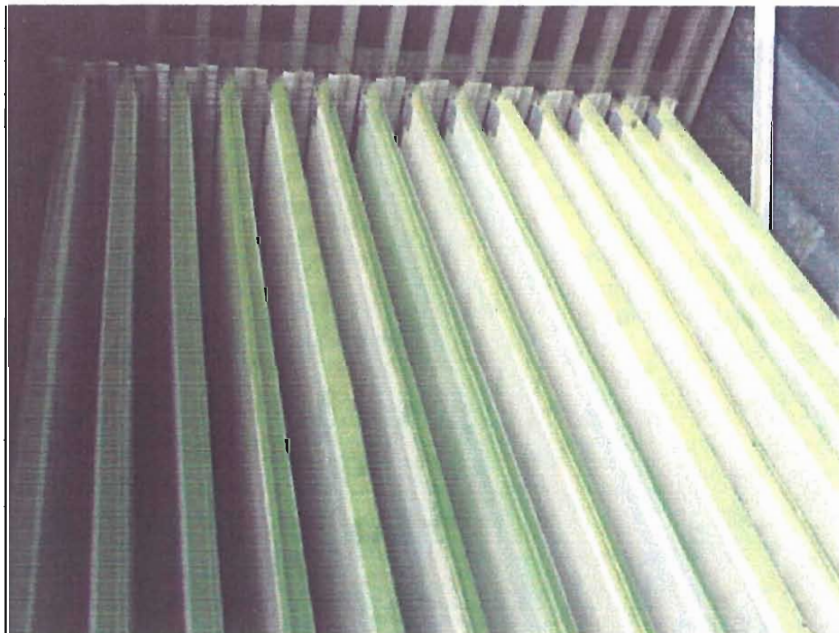


写真 4 - 1 ハケ洗浄状況

4. 1. 3 高圧水洗浄時の処理量と濁度

図4-3に高圧洗浄後のろ過機処理量（1分間平均値）の変化を示す。8月11日ろ過槽内の水を抜き高圧洗浄を行った結果、10分後に10 m³/hの処理量を得ることができた。この際、高圧洗浄機のノズルがフィルター奥まで届かず、全面積の1/3程度の洗浄であった。

図4-4にフィルター全面積の高圧水洗浄を行い、その後の経過時間と処理量の関係を調べた結果を示す。また図4-5に同期間におけるフィルター全面積の高圧水洗浄を行い、その後の経過時間と処理水濁度の関係を調べた結果を示す。凡例の水中はろ過層内に水のある状態で、高圧水洗浄を行ったことを示し、気中はろ過層内の水を排出したのち、高圧水洗浄を行ったことを示す。凡例の4つ穴、1つ穴は高圧水洗浄機の水流の流出口数を示し、1つ穴は4つ穴に比較し、4倍の水圧を持つことを示す（写真4-2）。

ろ過槽内の水を保ったまま、洗浄を行った結果（8月17日水中高圧水洗浄4つ穴、8月17日水中高圧水洗浄1つ穴）、10分後5.9～6.7 m³/h程度の処理量が得られた。

8月17日ろ過槽内の水を排出し洗浄を行った。この際、取水口高さを3cmに変更したことにより、高濁度（414度）の流入水を得ることができた。しかし、処理量は10分後で1 m³/hと極めて少ない処理量となった。

8月18日1回目、8月18日2回目とろ過槽の水を抜き、高圧洗浄を行ったが、8月11日の高圧洗浄後に見られた10 m³/h程度の処理量の回復を得ることはできなかった。

また、8月18日1回目、8月18日2回目と処理水濁度が高圧洗浄を行う度に高くなる傾向があった（図4-5）。

回収装置は8月18日時点で50時間程度の運転を行っている。総横行回数は、10分間隔で1回当たり3往復したとし、概算すると900回程度である。多数のハケ洗浄によりフィルターの磨耗が見られた。本来の高分子マイクロフィルターの処理量、ろ過能力が得られていなかったものと推測される。

8月18日時点でフィルターの磨耗が見られたため、フィルターを新しいものに交換し再度実験を行った。フィルターを痛めることなく、高い処理水量を得るため、気中において4つ穴の高圧水洗浄を行った。高圧水洗浄後のろ過機処理量と処理水濁度の変化について図4-6、図4-7に示す。

図4-6において、9月1日から9月14日の期間においても高圧水洗浄直後は10m³/h以上の高い処理量を得ることが出来た。時間の経過と共に若干処理量の低下はあるものの、翌日の高圧水洗浄により、また10m³/h以上の高い処理量が得られていることが分かる。フィルター交換後のろ過機処理量の平均値は10m³/h程度、最大値は12～14m³/hであった。

図4-7に図4-6の処理量と同時間の濁度変化について示した。9月2日の値において40～50度程度の高濁度を示している。その他、9月1日及び9月13日から14日においては10度前後の濁度であった。



写真 4 - 2 高圧水洗浄状況

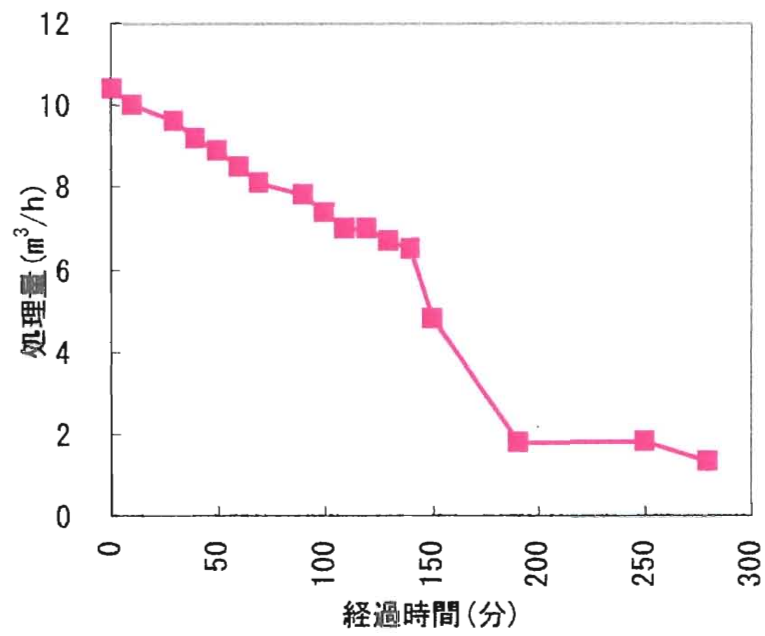


図 4 - 3 気中高圧水洗浄直後のろ過機処理量の変化
 (8月 11・12日, ハケ洗浄あり (10分間隔, 3往復/回), 1つ穴)

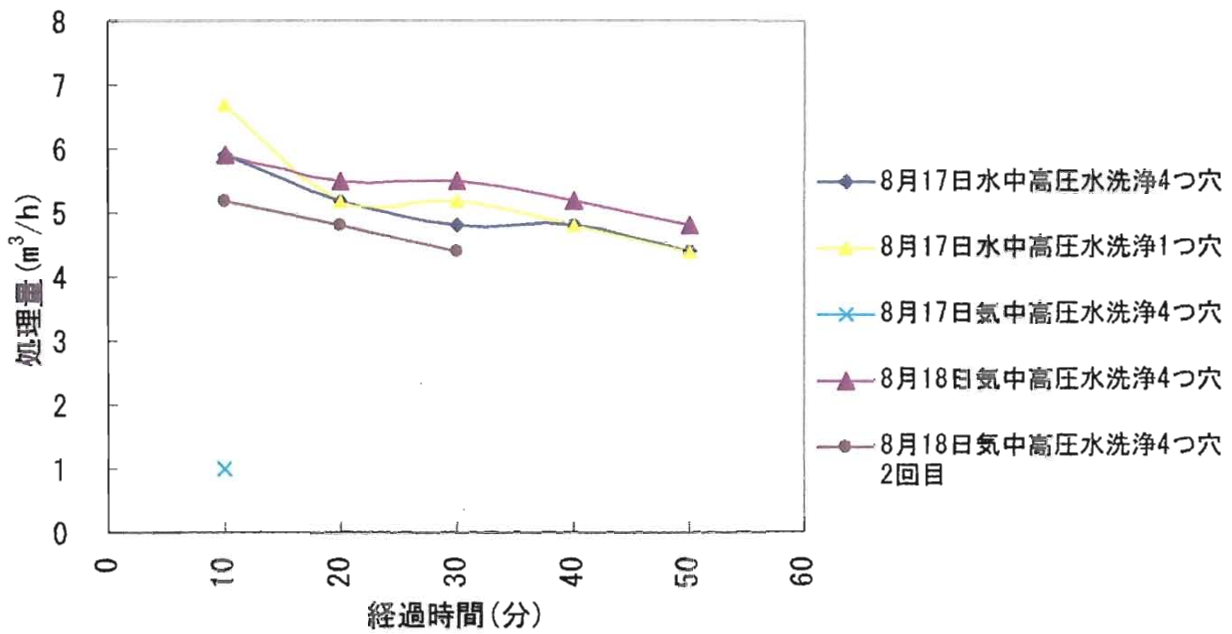


図4-4 高圧水洗浄直後のろ過機処理量の変化

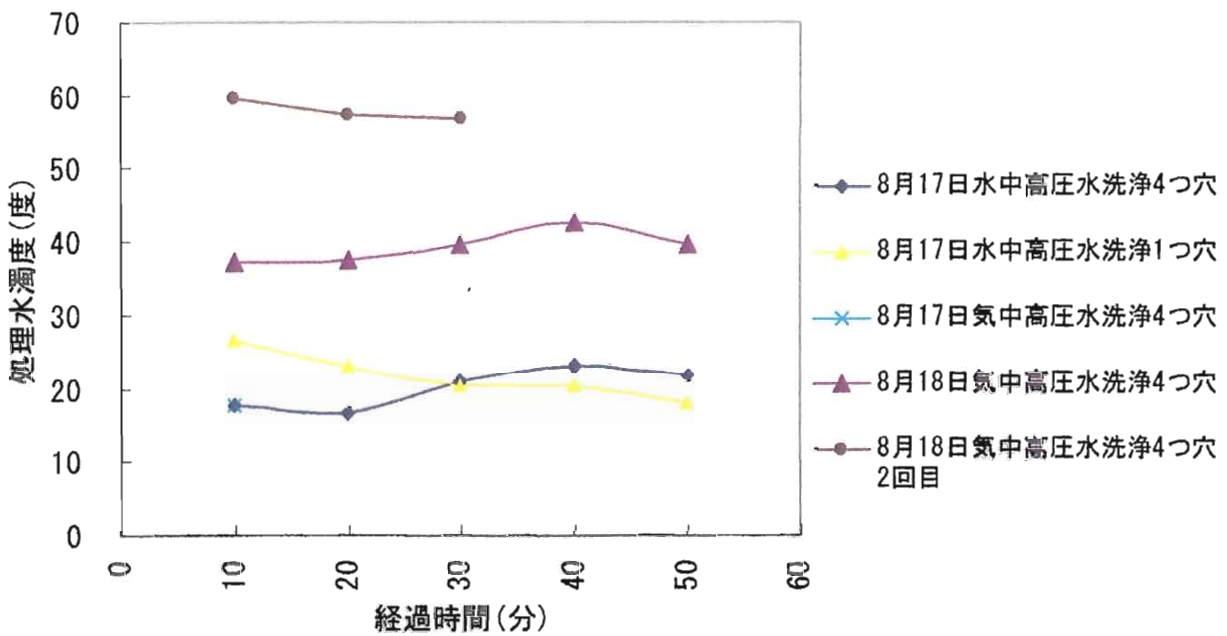


図4-5 高圧水洗浄直後のろ過機処理水濁度の変化

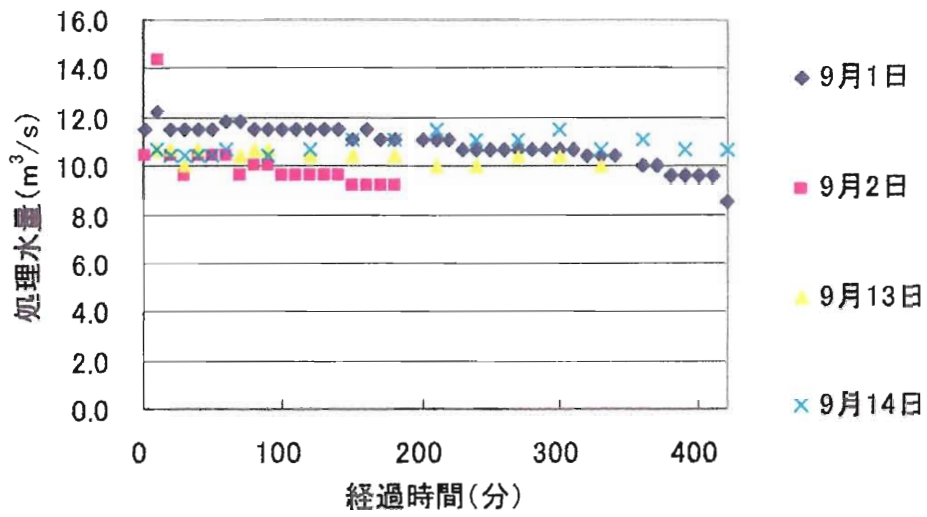


図4-6 高圧水洗浄直後のろ過機処理水量の変化
(フィルター交換後)

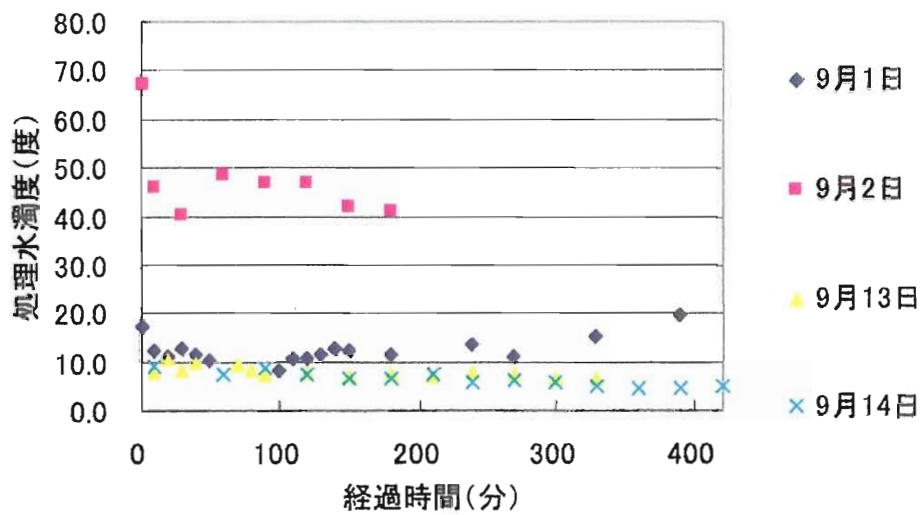


図4-7 高圧水洗浄直後のろ過機処理水濁度の変化
(フィルター交換後)

4. 2 脱水機について

4. 2. 1 スイング脱水機

平成 16 年度試験の脱水機の構造を示す。円盤形のフィルターの下半分を濁水に漬け、円盤形のフィルターが円芯を中心として回転する。回転により、フィルター表面がスクレーパーと呼ばれるアオコ掻き採り用のヘラに随時接触し、アオコが掻き採られる機構である。脱水機においても、ろ過機同様、フィルター内部の吸引によりろ過を行う。半浸状態ではフィルター半分は気中にあるため、フィルター全面からのろ過を行うことができない。平成 16 年度の研究過程において、フィルターを全浸させた場合に半浸の場合に比較し、多くの処理量とアオコ回収量を得ることができた。平成 16 年度のフィルター全浸の方式は手動によるものであった。

平成 17 年度試験の脱水機の構造を示す。平成 16 年度試験において多くの処理量とアオコ回収量を得ることができたフィルターを全浸させる方式を自動化したものを採用した。フィルターは全面、濁水に漬けられた状態でろ過を行う。一定時間を経過した毎にフィルター全面が気中にスイングすることにより上昇する。フィルターが気中にある状態で、フィルターが回転し、表面がスクレーパーに随時接触し、アオコが掻き採られる機構である（写真 4-3）。

4. 2. 2 脱水機の処理量と濁度変化

試験期間を通して、ろ過機、取水口の改良等を随時行ったため、アオコ回収装置全体を通しての連続運転を長時間行うことができなかった。このため脱水機の中に高濁度の水塊を送ることができなかった。

図 4-8 にろ過機中の鉛直濁度分布を示した。9 月 1 日の流入濁度は平均 33 度、最大 83 度であり、9 月 2 日の流入濁度は平均 54 度、最大 73 度であった。9 月 1 日の測定においては全層に渡り流入水程度の濁度であった。9 月 2 日については最大流入濁度以上の濁度（190 度）であり、底層に高濁度の水塊が堆積していることが確認できた。ろ過機底層の水塊を脱水機に送っている。今後ろ過機底層の水塊を脱水機に送ることで脱水機を高濁度にする事ができる。

また、試験期間を通して脱水機の処理量は平均 $0.28\text{m}^3/\text{h}$ 、最大 $0.72\text{m}^3/\text{h}$ （図 4-9）であった。

4. 2. 3 回収量

試験期間を通し、回収量は最大 200g/日程度であった。ろ過機の洗浄方法試験のため、高濁度の水塊を脱水機に移せず、脱水機の十分な運転時間が取れなかった。

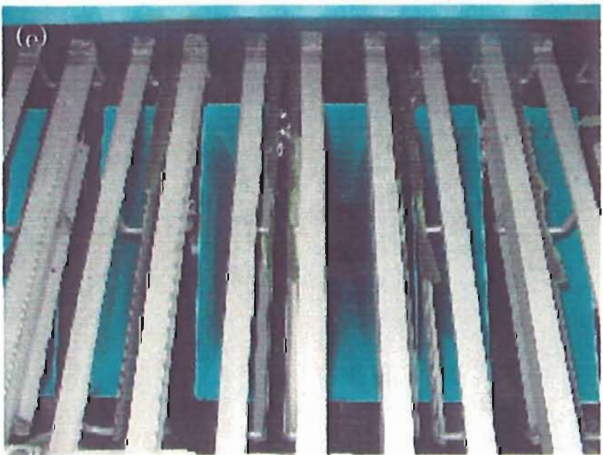
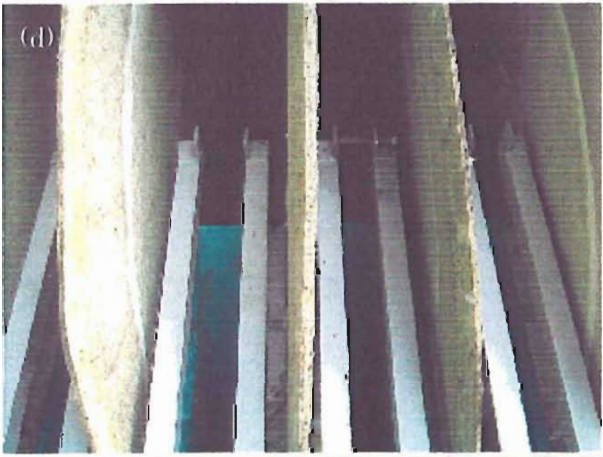
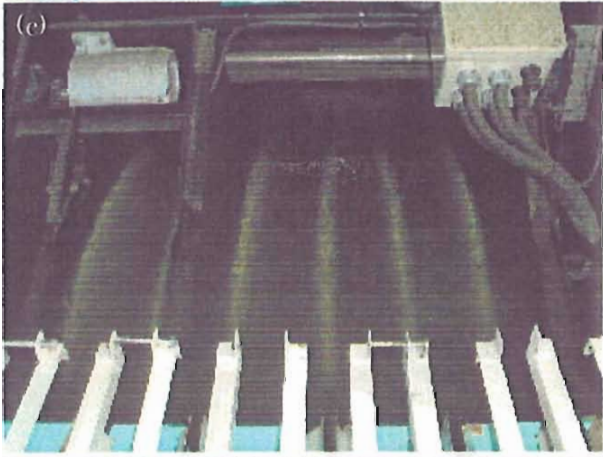
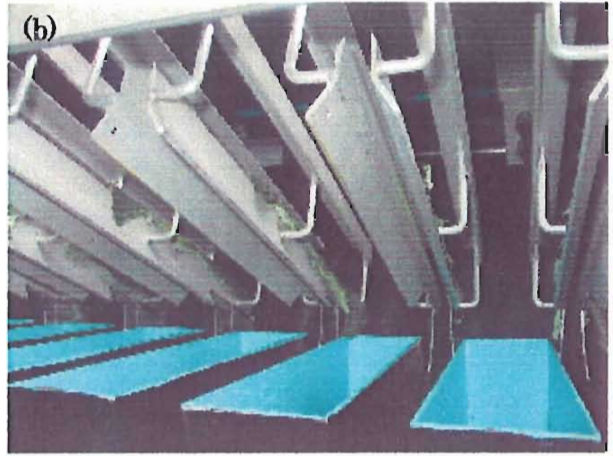


写真4-3 スイング脱水機
アオコ回収状況



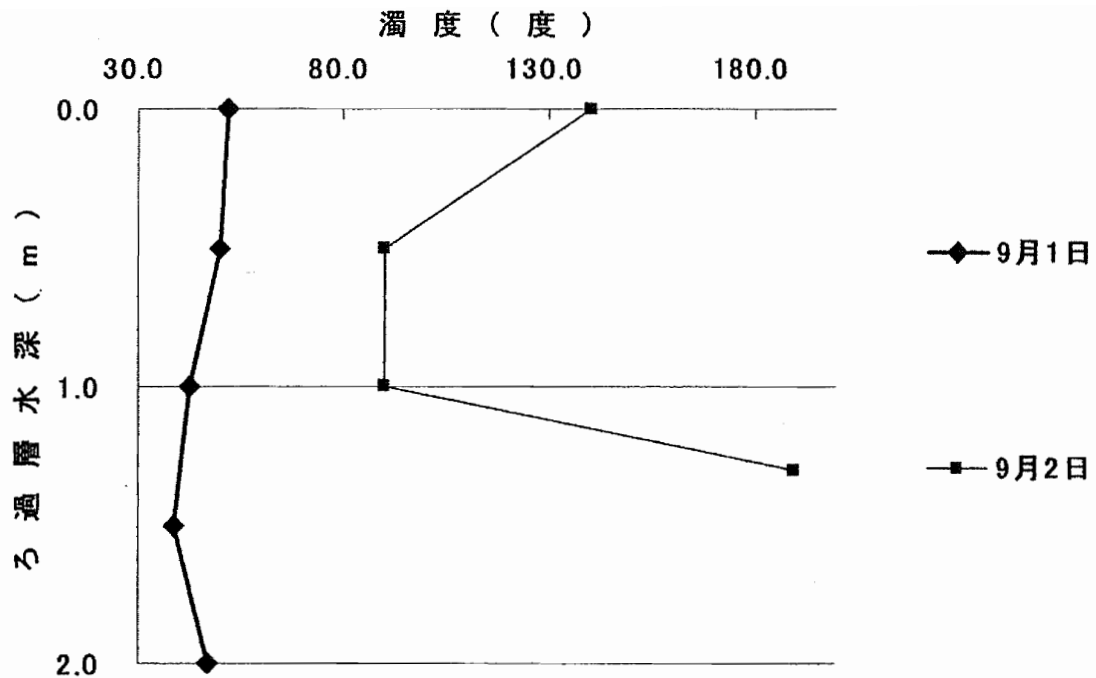


図4-8 ろ過機中の鉛直濁度分布について
(ろ過機底層の水塊を脱水機に送っている。)

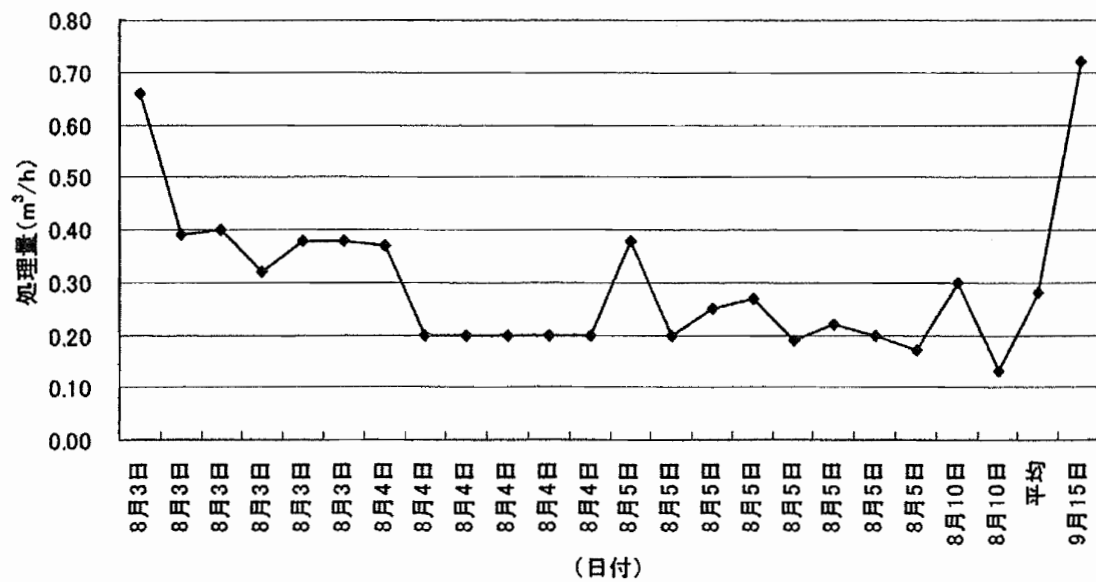


図4-9 脱水機処理量の時系列変化

4. 3 取水口について

4. 3. 1 牽引ロープを用いた取水口移動方式

写真4-4に牽引ロープを用いた取水口移動方式を示した。牽引ロープAは手前のドラムから、対岸の滑車を通り取水口に、牽引ロープBは手前のドラムから取水口に、牽引ロープCは手前のドラムから、対岸の滑車を通り取水口に接続されている。

牽引ロープAを手前に引くことにより取水口は写真4-4の左下方向に移動、牽引ロープCを手前に引くことにより取水口は写真4-4の右下方向に移動できる。牽引ロープの操作により取水口は赤破線で囲った程度の範囲を移動できることが確認できた。

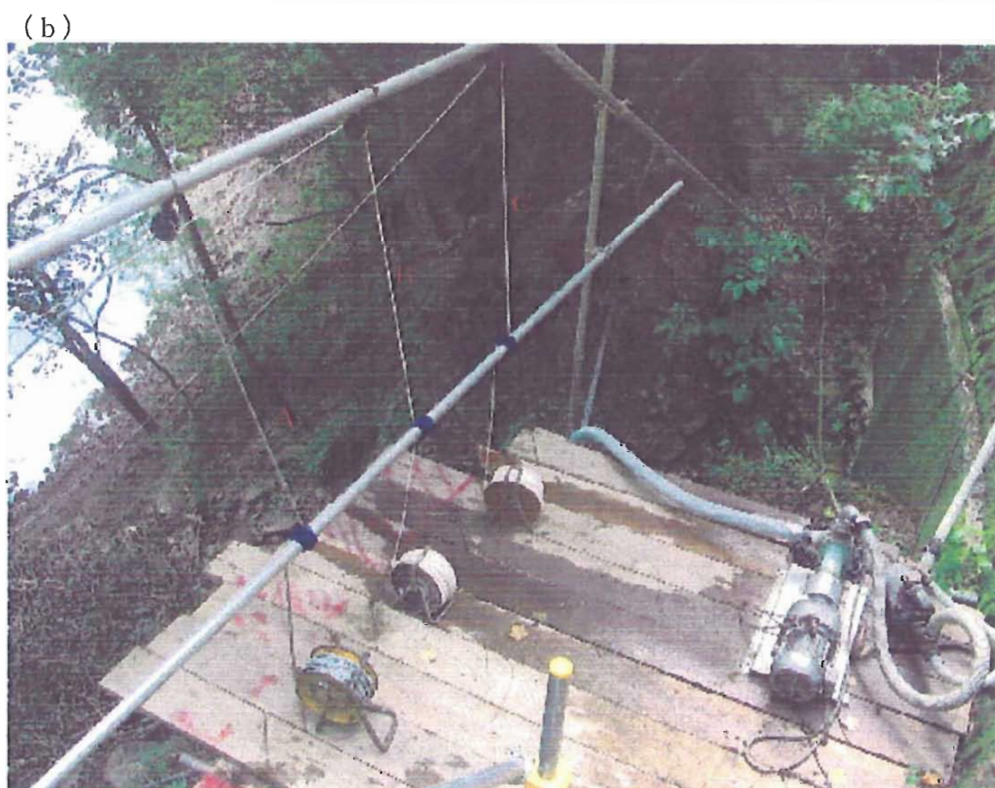
写真4-5にアオコ採取状況を示した。取水口移動用の牽引ロープにより、アオコを収集できている様子が分かる。ロープのような表層に浮く薄く簡易なものでアオコを収集できることが確認できたことから、今後、この特性を利用した効率の良いアオコ収集方法の開発に取り組む予定である。

4. 3. 2 取水水深と収集面積

取水口ポンプ径を65cmから75cmに代えたこと（取水量 $10\text{m}^3/\text{h}$ から $15\text{m}^3/\text{h}$ に改善）と、取水口上蓋を取り表層からの取水が可能になったことにより、取水口枠内程度（周辺50cm程度）の範囲において、表層のアオコの集水が可能となった（写真4-6、写真4-7、写真4-8）。

ポンプ運転開始直後、周辺50cm程度（ 1m^2 程度）のアオコを処理した後、続けて周りのアオコを引き寄せられない（アオコの発生していない水を優先的に取水）。また、取水口直上にあるアオコにおいても、吸引力が小さく取水できない場合があった（写真4-9）。

写真4-4
取水口移動方式



(a)



(b)

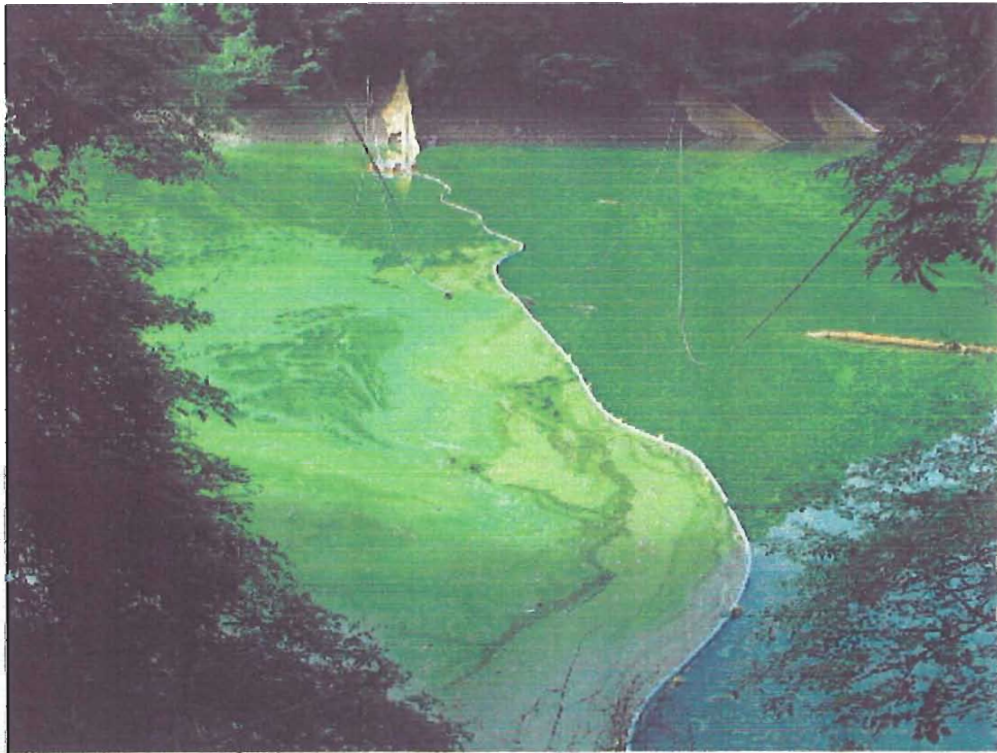


写真4-5 牽引ロープ及び取水ホースによるアオコ収集状況



写真4-6 取水口形状（取水口高さの調整により、任意水深における薄い層の取水が可能）

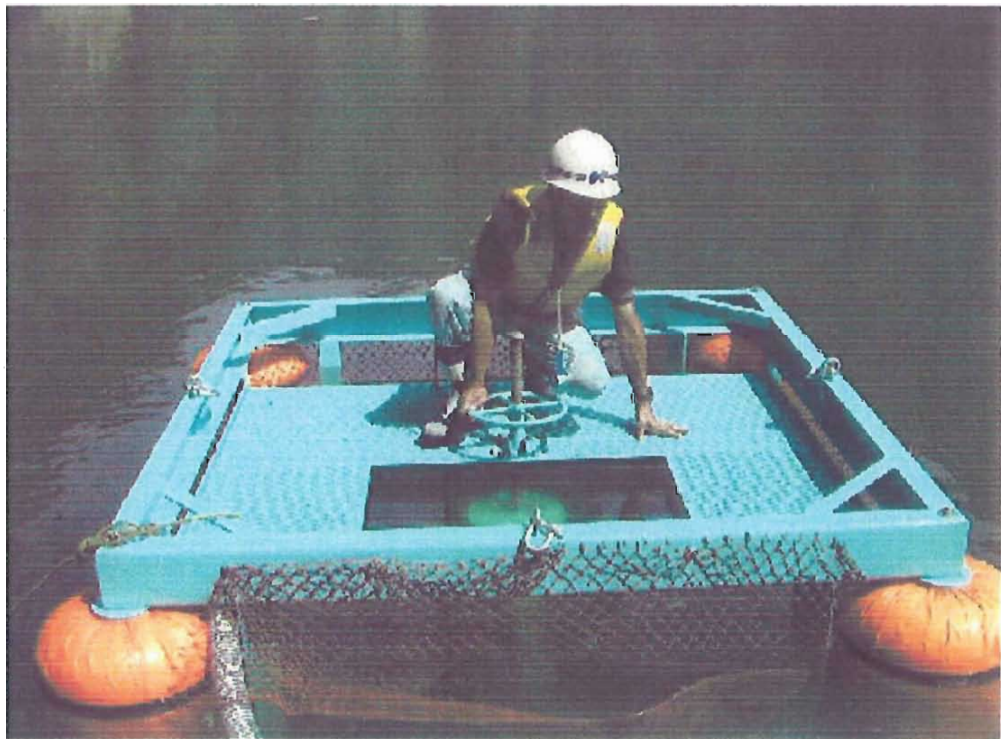


写真4-7 取水口高さの調整



写真4-8 取水口形状の変更（取水口高さを水面3~5cm程度の表層に限定。取水口上蓋を取外し、円盤状の広がりを持つものを取付けた。）

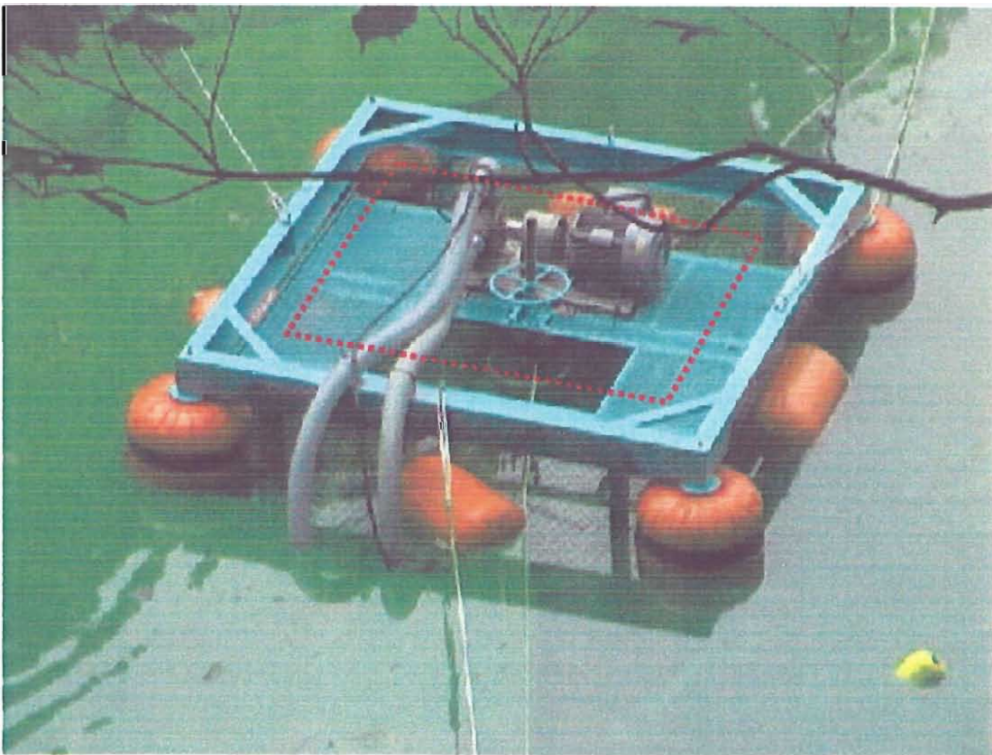


写真4-9 取水範囲（赤破線内程度のアオコを取水した。）

5章 おわりに

5.1 研究結果のまとめと今後の課題

【取水口】

- ・ゴムエンペラを用いアオコ群体を壊し難い取水方法により 12m³/h 以上を確認。
- ・浮いたアオコを収集できない。
- ・収集範囲は 1m² 未満。
- ・最大流入濁度 184 度 (8/5 測定)。
- ・網により流木を除去。

【ろ過機】

- ・処理量平均 10m³/h, 最大 12m³/h を確認 (新規フィルター, 流入濁度は平均 40 度程度, 1 回/日の高圧水洗浄,)。
- ・クロロフィル a 除去率 80% 程度を確認。
- ・高圧水洗浄の実施。H17 研究は手動により, 最適な洗浄圧を確認。

【脱水機】

- ・処理量平均 0.5m³/h 以上を確認。
- ・最大アオコ回収量 200g(目視含水比 200%程度, 平均処理量 47m³/日, 平均流入濁度 22 度)

5. 2 H18年度研究目標の設定

表5-1 H18年度研究目標

機 器	H18 目 標	H17 研 究 実 績	備 考
取 水 口	常時 12m ³ /h 以上取水可能	ゴムエンペラを用いアオコ群体を壊し難い取水方法により 12m ³ /h 以上を確認。	H18 取水方法の見直しが求められる。空気を含み上層部より取水、表層に流れを作り表層のみ取水、渦を作り取水口に吸引等を検討。 アオコ収集の妨げにならない流木除去の方法の検討。
	・浮いたアオコを広範囲に渡り収集、回収可能（半径 2m 程度） 〔貯水池アオコ発生時に、常時濁度 180 度以上を取水可能〕	・アオコの集積方法を確認。 ・浮いたアオコを収集できない。 ・収集範囲は 1m ² 未満。 ・最大流入濁度 184 度（8/5 測定）	
	流木の影響を受けない取水方法の確立（流木除去方法の確立）	網により流木を除去。	
ろ 過 機	平均 10~12m ³ /h の処理量 （10 m ³ /h タイプを用いて）	平均 10m ³ /h, 最大 12m ³ /h 確認。 （新規フィルター, 流入濁度は平均 40 度程度, 1 回/日の高圧水洗浄,）	流入水高濁度時における長期連続運転での処理量は未確認。
	クロロフィル a 除去率 80% 以上 除去率=(流入-処理)/流入	H16・80%, H17・79.5% 確認。	
	高圧水洗浄の自動化	・H17 研究は手動。 ・最適な洗浄圧を確認。	
脱 水 機	平均 0.5m ³ /h 以上の処理量	H17 研究において, 平均 0.5m ³ /h 以上を確認。	ろ過槽 3m ³ 程度を夜間 6 時間中に処理可能。 流入濁度, 処理量の増加に比例した回収量の増加。
	回収量の増加 〔回収量・流入濁度×60 算出条件・SS 換算, 含水比 100% (H16・SS (mg/L):濁度=0.5:1)〕	最大アオコ回収量 200g(目視含水比 200%程度, 平均処理量 47m ³ /日, 平均流入濁度 22 度)	
全 設 備	1 日 10 時間運転を 2 週間以上	新規フィルターに交換後, 2 日間の運転を確認。 （その後アオコの発生なし）	H17 年度は高圧洗浄時にろ過槽内を空にするため, 濃縮アオコを貯水池に戻していた。H18 年度は上述の問題を解決するため, 夜間脱水機運転することを検討。
	自動運転可	タイマーを設置していたが, 使用期間が短いため未使用。	
	1 日の運転サイクルの確立 〔18:00~7:00 脱水 7:00~17:00 取水・ろ過・脱水 17:00~18:00 高圧水洗浄〕	8:00~9:00 高圧洗浄 9:00~16:00 取水・ろ過・脱水 上述の運転サイクルにより実施した。	

※ [] 内は参考値

表 5-1 に H18 年度研究目標を示した。以下に算出根拠を示す。

(a) ろ過機処理量 10~12m³/h 以上

算定条件

- ・日当たりアオコ発生面積の最大増加量 720m²/日
- ・採水深度 0.10 m
- ・回収装置の日運転時間 10 hour
- ・アオコ除去効率 80%
- ・取水口の取水口率 80%

$$\begin{aligned} \text{ろ過機処理量} &= 720 \text{ m}^2/\text{日} \times 0.05 \text{ m} \div 10 \text{ hour} \div 80\% \div 80\% \\ &= 11.25 \text{ m}^3/\text{h} \end{aligned}$$

(b) 取水口の取水濁度 常時 180 度以上

算定根拠

- ・H17 年度現地試験において、最大流入濁度 184 度。
- ・H17 年度現地試験の最大流入濁度取水時において、取水口中心部より 1m²程度の範囲で、貯水池表面のアオコ除去が目視により確認できた。
- ・常時貯水池のアオコ除去が目視により確認できることを目指し、常時 H17 年度の最大流入濁度程度の取水を目標とする。

(c) 回収量 回収量 (g/日) = 流入濁度 (度) × 60 (g/度・日)

算定条件

- ・SS (mg/L) と濁度 (度) の比は、SS (mg/L) : 濁度 (度) = 0.5 : 1 (H16 結果)
- ・含水比 100% (目視)
- ・処理量 30 (m³/日) ← 処理量 100 (m³/日) × ろ過機除去率 80% × 脱水機除去率 80%

・回収量 (g/日)

$$\begin{aligned} &= \text{流入濁度 (度)} \times \text{SS 濁度換算比 (0.001g/0.001 m}^3\cdot\text{度)} \times \text{処理量 (m}^3/\text{日)} \times \text{水分} \\ &= \text{流入濁度 (度)} \times 60 \text{ (g/度} \cdot \text{日)} \end{aligned}$$

・回収量例 (g/日)

$$\begin{aligned} &= \text{流入濁度 (度)} \times \text{SS 濁度換算比 (0.001g/0.001 m}^3\cdot\text{度)} \times \text{処理量 (m}^3/\text{日)} \times \text{水分} \\ &= 180 \text{ (度)} \times 0.5 \text{ (0.001g/0.001 m}^3\cdot\text{度)} \times 60 \text{ (m}^3/\text{日)} \times 2 \\ &= 180 \text{ (度)} \times 60 \text{ (g/度} \cdot \text{日)} \\ &= 10,800 \text{ (g/日)} \end{aligned}$$

5. 3 H18年度現地試験へ向けての取組み

これまでの研究結果を踏まえ、H18年度の研究目標達成に向けては、H18年度の現地試験開始までの取組みが重要との認識から、共同研究者による冬期の検討会をH17年11月14日に発足させ、現在まで3回の会合を開催した。

同会合では、H17年度の研究結果と今後の課題、H18年度研究目標について共同研究者相互の共通認識を得るとともに、具体的な改善施策、取組み内容、冬期の研究工程等について協議を進めている。

これまでの検討内容は、以下に示すとおり。

5. 3. 1 装置の改良方針

1. ろ過機

- ・ フィルターの洗浄方法は高圧水洗浄とし、装置停止時の気中洗浄に使用する。なお、洗浄機構は自動化する。
- ・ ハケ洗浄は、本年の現地試験結果から、フィルター劣化を早める等のマイナス面が多く見られたが、水中洗浄時には有効とも考えられ、洗浄スピードの見直しや素材を筆様の柔らかい素材に変更する等の改良を加え、事前の確認試験によりその効果を判断し、採用の可否を決定する。
- ・ 高圧水洗浄の水中洗浄での有効性についても事前の確認試験で検証する。
- ・ 高圧水洗浄時に一時的にろ過水槽内の水を抜取り蓄える泥水タンクと洗浄水を確保する清水タンクを新たに付加することとし、ろ過装置下部に配置する。タンク容量は、泥水タンク3 m^3 、清水タンク1.5 m^3 程度とする。
- ・ 高圧洗浄時の洗浄圧力を表示するゲージを設け、最適な洗浄圧を数値化する。
- ・ 耐アオコ用として開発中の新フィルター（B型フィルターの改良型で穴径を均一化したもの）は、実験結果を踏まえて採用の是非を検討する。

2. 脱水機

- ・ 脱水槽の底部にマイクロバブル、または、流水による攪拌機構を付加し、沈降するアオコを強制浮上させ、フィルター吸着を促進させる。
- ・ 脱水槽底部に沈降したアオコを回収するカートリッジ式回収機構を設ける。
- ・ フィルターに付着したアオコの掻き取り性能を向上させる他、掻き取ったアオコをシュート内へ振り落とすため、スクレーパにバイブレーション機能を付加する。
- ・ 装置撤去時に残存する脱水槽内の水を、河川に放流可能なレベルまで浄化する循環運転機能を付加する。

3. 装置全般

- ・ 泥水タンクに蓄えた水の処理は、ろ過機、脱水機のどちらでも処理が可能な配管

とする。

- ・ 当日の処理終了後、ろ過槽内部の水（洗浄汚水を含む）は、一旦、泥水タンクに蓄えられ、翌日の取水開始までに脱水機で処理する。なお、この間、ろ過槽には水を供給しない。
- ・ 長期間装置を停止する場合（休日等）は、上記処理の後、ろ過槽内に取水ポンプから水を供給する。（フィルターの乾燥防止のため。）
- ・ 流入水、処理水の流量測定は、流量計の選定、測定位置も含めた見直しを行う。
- ・ H18年度の現地試験では、数値目標に加え目に見える効果も重視する。

4. 取水口

取水口は現行機の問題点を解決するため、「アオコを取水口に搔き寄せる」「表層水のみ吸引する」の両面から、新たな機構について具体案を絞込み、模型実験、実機試験でその効果を確認することとした。

【搔き寄せ】

- ノレン搔き寄せ機構 → 模型実験

取水口を中心として半径5mのアーム2本にノレン状の垂れ幕（またはロープ）をぶら下げ、取水口を中心に回転させてアオコを取水口に導く。

- 風力移動 → 模型実験

両岸（貯水池の横断方向）に渡したロープの中心に取水口を設け、自然風によりアオコがロープ沿いに寄ってくる現象を利用してアオコを取水口へ導く。

- ファン搔き寄せ機構 → エネルギア総研でシミュレーション

取水口中心部に設置したファンの回転で発生する取水口の外側から中心に向かう風の流れを利用してアオコを導く。

【表層部吸引機構】

- スキマーポンプ → 実機試験

- ・ 既存のスキマーポンプの表層吸引能力を確認する。

- 水中ポンプ → 実機試験

- ・ フロート架台に固定した水中ポンプにより表層のアオコを直接吸引する。なお、水中ポンプの呑口部は、側部からのみ吸引するよう底部を塞ぐ改造を行う。
- ・ 吸引ホース内の水の重みで取水口が上下動しないよう、本体フロートとは別のフロートで水中ポンプを保持する方法も合わせて検討する。
- ・ 取水深別に吸水量と影響範囲を確認する。また、スキマーポンプとの比較を行う。

- ゴム板スリット → 実機試験

- ・ 現行の取水口が空気の混入時に呑口が浮き上がり取水不能になる現象の対策として、呑口下部にスリットを設けたゴム取水管を設け、呑口の上下動を感知した

場合にスリットから水を供給して浮き上がりを防止する。

5. 事前確認試験等の実施場所および時期について

【事前確認試験（ろ過フィルター洗浄試験）】

場所：中村建設（工場）

時期：H18年1月下旬

【事前確認試験（ろ過機、脱水機の運転試験）】

場所：中村建設（工場）

時期：H18年5月上旬～中旬

【取水口模型実験（アオコ掻き寄せ）】

場所：中村建設（実験水槽）

時期：1月下旬

【取水口実機試験（表層吸引）】

場所：中村建設（善和の池）

時期：3月

5. 3. 2 冬期研究工程

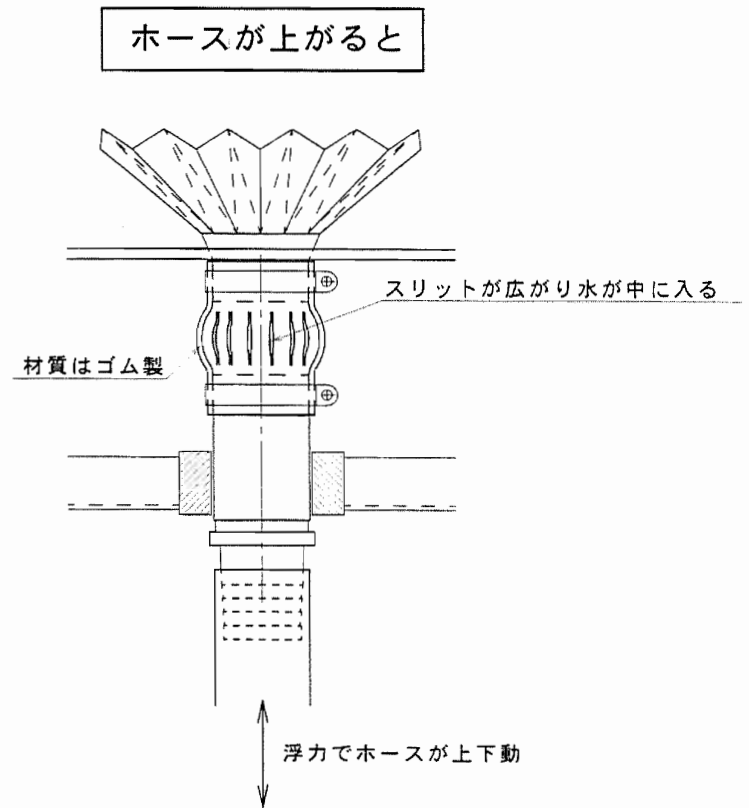
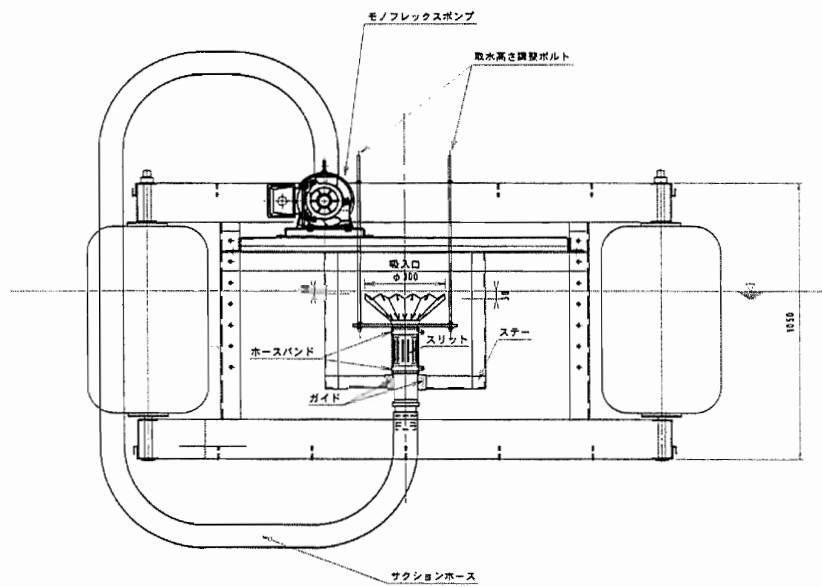
H17年 12月

内 容	1 1			1 2			1			2			3			4			5			6			7			備 考
	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	
検討会		● 11/14	● 11/29	● 12/12																								
1. 事前確認試験																												
試験項目選定				[]																								
模型製作・準備				[]																								
試験・試運転							取水口模型、洗淨 []						取水口実機 []						装置試運転(工場) []									
2. 装置設計																												
計画設計							[]																					
詳細設計										[]																		
3. 装置製作																												
部品製作・購入													[]															
組立・配管・配線																			[]									
装置改良																					[]							
4. 現地工事																												
現地据付																												
現地試運転																												
H18年度回収試験																										[]		
備 考																												

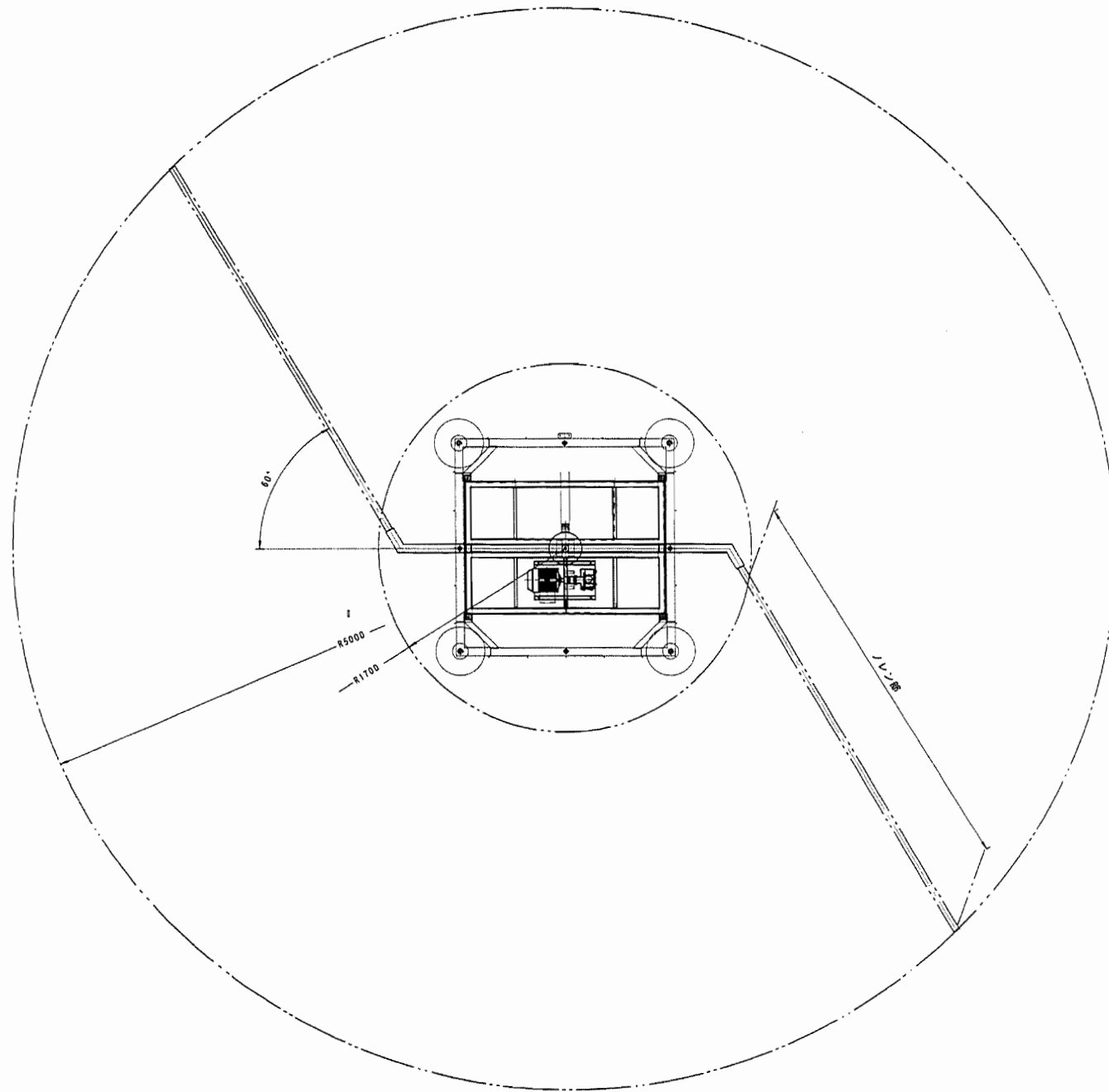
参考文献

- 1) 中国電力株式会社（岡山支社土木・建築担当）他：高分子マイクロフィルターを活用したダム湖のアオコ回収技術の開発に関する研究，2005
- 2) 中国電力株式会社（岡山支社土木・建築担当）：新成羽川貯水池アオコ追跡調査業務報告書，1990～2005

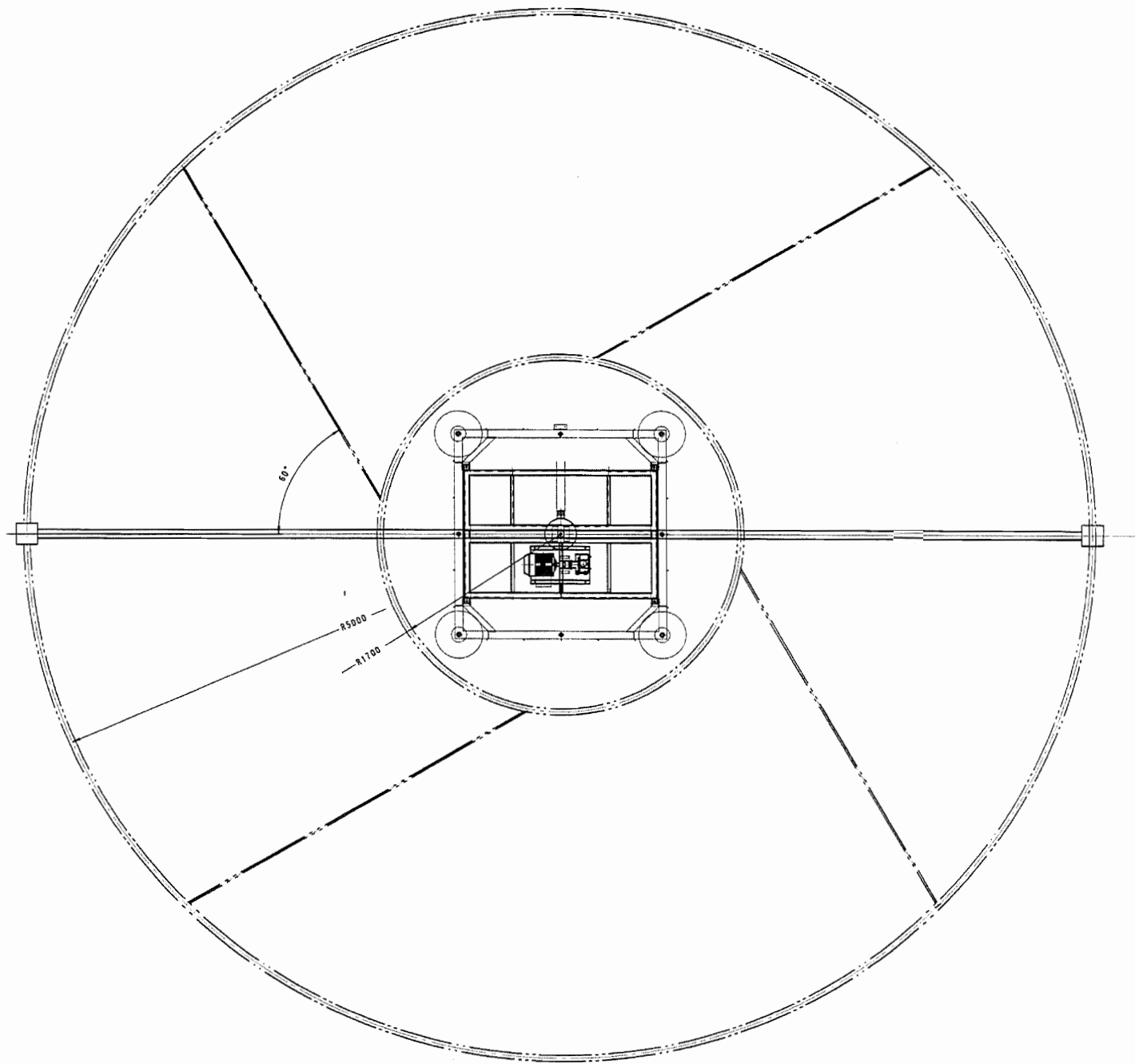
付録 取水口（案）ほか



ゴム板スリット取水口概念図



ノレン掻き寄せ取水口概念図



フラフープ掻き寄せ取水口概念図