

自治体における取り組み等の紹介

以下の資料は、発表者の個人的見解が含まれており、必ずしも各県における公的見解のみを示したものではない。

広島県（発表者 保健環境センター環境技術部 冠地敏栄氏）	1
本資料	1
1 広島県での実証試験の概要	1
2 湖沼水質等浄化技術分野実証試験全体のイメージ	2
参考資料	4
1 広島県における湖沼浄化の必要性	4
2 広島県での湖沼に関する調査研究実績	5
3 湖沼への浄化技術の導入について	6
愛媛県（発表者 愛媛県環境局環境政策課 水口定臣氏）	7
本資料	7
1 愛媛県における湖沼の現状	7
2 愛媛県環境浄化新技術公開試験の実施（平成12～13年度）	8
3 実証試験実施計画	8
参考資料1	9
1 目的	9
2 調査内容	9
3 調査結果	9
4 アオコ防止対策の提言	12
参考資料2	13
1 流入汚濁負荷量の削減対策	13
2 鹿野川ダム湖内対策	16
3 流入河川対策	17
4 水質等追跡調査	18

広島県（発表者 保健環境センター環境技術部 冠地敏栄氏）
本資料

湖沼水質等浄化技術分野実証試験のイメージ

1 広島県での実証試験の概要

ため池等の小規模湖沼について，関係機関から情報収集を行っているが，新年度直ちに提供可能な実証試験実施場所としては，管理者の了解を得やすい県が関与する修景池での実証試験が現実的となっている。修景池で導入可能と思われる技術としては，固形物（懸濁物・藻類）回収，底質改善及び酸素供給技術が想定される。

また，これまでの広島県での調査研究では，アオコの消長は数日～2週間で起きることを確認しており，湖沼環境の変化を把握するには，夏季の調査は最低1回/週の頻度が望まれる。このため調査項目の検討にあたっては，効率化・省力化を検討する必要がある。

以上を考慮し，実証試験方法として，次の調査を検討している。

（1）実証項目：対象技術により実証場所の課題がどの程度改善されたかを確認する。（技術の目的により，下記の項目から絞り込む。頻度 1回/週以上）

湖内の透視度又は濁度（透明度の指標）

DO

底泥中の T-C，T-N，T-P

回収された底泥または懸濁物量（kg/処理水量）

回収された底泥または懸濁物中の T-C，T-N，T-P

周囲の臭気強度，外観（写真記録）

（2）副次的環境影響項目：対象技術の導入により目的以外に生じる環境影響を確認する。（頻度 試験開始前・後）

湖内の水温，COD，T-N，無機態窒素，T-P，無機態燐

底泥からの T-N，T-P 溶出量

植物プランクトン

電力消費量，消耗品使用量，廃棄物発生量（：実証項目調査時に計測）

（3）参考項目：対象技術が他の湖沼・気象条件で導入された場合の目安とする。

湖内の水温，COD，T-N，無機態窒素，T-P，無機態燐

湖内のクロロフィル a，b，c，d（植物プランクトン量及び類の指標）

日射量，降水量，水深，湖沼への流入水量・放流量

：（2）と重複

(4) その他

湖沼浄化技術については、短期間で効果を発揮するものから一定の期間を経て効果を発揮するものまで、様々な技術が提案されている。

このため、平成 17 年度から実証試験を始めるにあたっては、初年度は短期間で実証が可能な技術（固形物回収、底質改善、遮光等）を中心に募集する。また、アオコ発生前に導入の必要な技術については、実証試験場所の提供と事前の現地調査を可能とし、次年度の実証試験に備えるといった仕組みも必要と考える。

2 湖沼水質等浄化技術分野実証試験全体のイメージ

対象湖沼

湖沼は、図 1 及び表 1 に示すとおり成立経緯・形状・大きさ等さまざまである。また、利用目的により解決すべき問題課題も異なる。このため、実証試験を実施するにあたっては、まず、どのような湖沼を対象とするかの検討が必要となる。

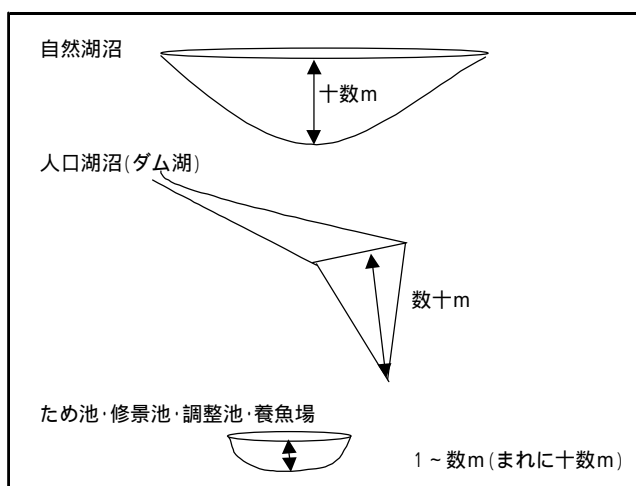


図1 湖沼の分類イメージ

表1 湖沼の分類

	形状	底質	湖岸
天然	複雑	岩・砂・泥・土	植生有り
人工	単純	コンクリート・土	絶壁

表2 湖沼の利用状況

目的	水源地	ため池	修景池	調整池	養魚場
水道用水					
工業用水					
農業用水					
漁業					
発電					
防災					
レクリエーション					
観光					
管理者	自治体	水利権者	自治体	自治体	養魚業者
過去のデータ					
広島県内 個数		65	20910		100以上

凡例： 概ね該当する
やや該当する

広島県は、表 2 に示すとおりため池に代表される小規模な湖沼が多いことから、これら小規模湖沼を実証試験の対象とする。

対象技術

実証場所となる湖沼の形状・大きさ，利用目的による課題により適用できる技術が制限される。また，直ちに効果を発揮する技術から，一定期間かけ湖内環境を改善するものまでである。

表3 湖沼浄化技術（微生物製剤・除草剤等の散布及び大規模土木工事の必要な技術は除く）

	ばっ気	循環	浮上物回収	遮光	酸素供給	固形物回収	底質改善	底泥回収	植物浄化	食物連鎖
物理処理										
生物処理										
薬剤散布										

	予防措置	対処措置	技術導入時期	効果発生時期
ばっ気			水温躍層発生前	一定期間必要
循環			水温躍層発生前	一定期間必要
浮上物回収			アオコ発生後	直ちに
遮光			アオコ発生前	直ちに
酸素供給			アオコ発生前	直ちに
固形物回収			アオコ発生後	直ちに
底質改善			アオコ発生前	直ちに
底泥回収			アオコ発生前	直ちに
植物浄化			アオコ発生前	一定期間必要
食物連鎖			アオコ発生前	一定期間必要

実証試験初年度は，まず，単年度で効果を確認できる物理処理技術を中心に募集することが考えられる。

評価方法

湖沼問題においては，内部生産に代表される生物の作用が大きく関与しているが，単年度でこの生物へ対象技術が与える影響まで評価することが困難である。ただし，気象・形状・容量・流入負荷まで同様の湖沼を準備できれば，比較試験による評価も可能である。現実的には，小規模なため池や修景池等，湖底形状が一定な湖沼を分割する方法が考えられるが，工事費用と管理者の了解が必要となる。

一方，物理処理技術の場合，その技術の目的項目（DO,回収量等）のみに焦点を当て，類似技術と比較することは可能である。

参考資料

1 広島県における湖沼浄化の必要性

表4 湖沼の用途別課題

	水道用水	工業用水	農業用水	漁業	発電	防災	レクリエーション	観光
COD,BOD濃度上昇								
N,P濃度上昇								
臭気発生								
透明度低下(濁度上昇)								
着色								
浮遊物増加								
貧酸素塊発生								
アオコ発生								
ヘドロ蓄積								

解決すべき課題は、湖沼の用途により表4に示すとおり異なる。

広島県内の湖沼の概況を整理すると、次のとおりとなる。

(1) 水源地対策

広島県の水源地はダム湖が中心となっているが、夏期には植物プランクトンの異常増殖による利水障害が問題となっている。特にアオコ発生する湖沼では、異臭味苦情が発生するため高度処理が求められる等、対策に苦慮している。

このため、主要な水源地では、攪拌・ばっ気を中心とした直接浄化対策も導入されているが、解決に至っていない。また、近年は放線菌が原因と推察される異臭味事例も確認されており、湖沼浄化対策の充実が必要となっている。

(2) 観光資源の管理

広島県には、日本三大庭園に挙げられる、縮景園を始め修景池を主体とした観光地が数多く存在するが、水源の汚濁、湖内魚類・鳥類への給餌や園内植樹への施肥等により、ヘドロの蓄積や植物プランクトンの増殖による透明度など景観悪化の他、夏期には酸欠による魚類斃死事案も発生している。

修景池は比較的小規模な湖沼となるため、管理者に対し湖沼浄化技術開発者から様々な技術の紹介が行われているが、その効果が客観的に評価されておらず、導入に至っていない。

なお、観光地としての特殊性から、景観及び湖内生物に配慮可能な技術の選定が必要となっている。

(3) ため池の管理支援

広島県には多数のため池があり、その数は全国第2位と言われているが、その大半は従来水利権者による管理(水抜き・草刈り等)が困難となり、また、周辺の宅地化により汚濁が進行している。このため、夏期には臭気や衛生害虫が発生し苦情に発展するケースが見られる。

一部では、地域住民による浄化の取組みも見られるが、下流への影響が

危惧される事例もみられ，科学的根拠に基づく対策技術情報の提供が必要となっている。

(4) 身近な水辺の保全

住宅団地や工業団地では，調整地の整備が義務付けられ防災用水としても利用されているが，面源負荷等により汚濁の進行が見られ，また，水質の悪化によりごみの不法投棄等を招く悪循環が見られる。周囲が宅地化しているため池と同様な状態と言える。

これらの池は住民にとって身近な水辺であることから，水質改善技術の導入は，環境教育の教材としても有効である。

2 広島県での湖沼に関する調査研究実績

広島県では，次に示す閉鎖性水域の富栄養化に関する調査研究【(1)，(2)】を行ってきたが，直接浄化対策を進めるため，県内水源地に導入された湖沼浄化技術の効果把握【(3) (7) (8)】及びこれらの調査研究を効率的に進めるための技術開発【(9) (10)】も行っている。更に，浄化技術の開発研究【(4) ~ (6)】にも取り組んでいる。

- (1) 水源地の汚濁状況及び要因の調査研究 (H10 ~ 12)
- (2) 水源地におけるアオコ発生要因の調査研究 (H13 ~)
- (3) 水源地におけるばっ気・循環技術の調査研究 (H13 ~)
- (4) 植物による浄化技術の開発 (H 7 ~ 8)
- (5) 底質改善技術の開発基礎調査 (H15)
- (6) 遮光による藍藻類発生抑制技術の開発基礎調査 (H16)
- (7) 微生物製剤の効果判定方法の検討 (H14 ~ 15)
- (8) 閉鎖性水域への酸素付加水供給技術の実証試験の企画 (H16 ~)
- (9) 不攪乱採泥器の開発 (S63)
- (10) 湖沼プランクトン自動測定技術の開発基礎調査 (H16)

3 湖沼への浄化技術の導入について

湖沼浄化技術に期待される効果表5のとおり技術毎に異なる。

表5 期待される効果

	COD, BOD	N, P	臭気	濁度	色	浮遊物	アオコ	ヘドロ
ばっ気								
循環								
浮上物回収								
遮光								
酸素供給								
固形物回収								
底質改善								
底泥回収								
植物浄化								
食物連鎖								

また、湖沼の規模及び用途により、効果のある技術また導入できる技術を整理すると次のようになる。

(1) 水源地

水面が広く、水深も深い(5 m以上)のものが多い。このため、様々な技術の導入が想定されるが、湖沼の現況調査並びに技術の設計計算が不十分な場合は浄化効果を確認できない。

また、副次的環境影響についても、住民の安全・安心を確保するため事前に慎重な確認を行う必要がある。

改善が望まれる項目としては、有機物及び懸濁物の削減、異臭味及びアオコ発生抑制が挙げられる。

(2) 修景池

比較的水深が浅い(1~3 m)ため、垂直方向の循環技術は効果が期待できない。また、景観に影響を与える技術(遮光、植物浄化等)も検討が必要である。更に、鯉や水鳥が放し飼いされているものも多いことから、生態系への配慮も必要となる。

改善が望まれる項目としては、透明度の向上、ヘドロの削減、魚類斃死防止、アオコ及び臭気発生抑制が挙げられる。

(3) ため池

形状・大きさとも様々であり、水源地と同様の技術が導入できる。また、水源地と比較すると規模の小さいものが多く、各技術の性能確認試験に適したフィールドと言える。なお、農業用水として利用されることから、植生へ影響を与える可能性のある技術は導入できない。

改善が望まれる項目としては、透明度の向上、魚類斃死防止、アオコ及び臭気発生抑制が挙げられる。

(4) 調整池

人工的に造成され、水深は4m以内のものも多く、垂直方向の循環技術は効果が期待できないが、形状が単純なため設計計算の基礎データ採取が可能である。

改善が望まれる項目としては、浮上物の除去、堆積物の削減、魚類斃死防止、アオコ及び臭気発生抑制が挙げられる。

愛媛県（発表者 愛媛県環境局環境政策課 水口定臣氏）

本資料

1 愛媛県における湖沼の現状

愛媛県における湖沼は、人工ダム及び農業用の溜池である。県内のおもな湖沼について表1に示す。

規模の大きな5つのダム湖については、利用目的に応じて湖沼Aまたは湖沼Bの類型指定がなされており、近年水質は悪化の傾向にあるが環境基準（COD）は達成している状況にある。ダム湖のなかでアオコの異常増殖による被害が報告されているのは、鹿野川湖、野村ダム湖、石手川ダム湖である。

特に、鹿野川湖については、昭和34年3月に建設されて以後、発電・洪水調節ダムとして運用されてきたが、年の経過とともにアオコや黒水が頻発するようになり、近年、異常増殖したアオコから発生する悪臭の苦情が多く寄せられるようになった。このため、平成15年度愛媛大学と共同で、鹿野川湖上流の負荷量実態調査とダム湖、流入河川の水質調査や藻類増殖調査等による汚濁源調査（別紙1）を行い、効果的な対策手法（別紙2）について検討した。

悪臭対策としては、鹿野川ダム管理事務所では、H15年度から異常増殖したアオコを凝集ろ過により除去している。また、国土交通省は、鹿野川湖や野村ダム湖において、密度流拡散装置等の水質浄化試験に取り組んでいるところであるが、アオコの増殖抑制までの結果はでていない状況にある。

このため、県としてはアオコの異常増殖を効果的に抑制できる技術について実証試験を行ないたいと考えている。

表1 愛媛県のおもな湖沼

湖沼名	所在地	流域面積 (km ²)	湖容積 (千m ³)	利用目的	水質(14年度)			汚濁負荷量(KG/日)			排水規 制項目	工場 等数	環境基準 類型指定	アオコ被 害の有無
					COD (mg/l)	全窒素 (mg/l)	全りん (mg/l)	COD	全窒素	全りん				
新宮ダム	新宮村	214.9	13,000	農業、工業、発電	1.8	0.47	0.014	82	423	13	N P	1	湖沼A	×
柳瀬ダム	伊予三島市	170.7	32,200	上水、農業、工業、発電	2.6	0.47	0.009	65	337	11	N P	1	湖沼A	×
別子ダム	別子山村	15.2	5,628	発電	-	-	-	-	-	-	N P	0	河川A	×
黒瀬ダム	西条市	100.6	36,000	農業、工業、発電、洪水	2.1	0.56	0.007	38	220	5	N P	0	湖沼A	×
大谷池	小松町	2.1	1,032	農業	-	-	-	-	-	-	N P	0	-	-
大明神池	東予市	3.3	450	農業	-	-	-	-	-	-	N P	0	-	-
玉川ダム	玉川町	38.1	9,900	上水、農業、工業、洪水	-	-	-	25	94	2	N P	0	河川A	×
俵原池	北条市	4.7	1,000	農業	-	-	-	-	-	-	N P	0	-	-
石手川ダム	松山市	72.6	12,800	上水、農業、洪水	-	0.77	0.012	70	201	4	N P	1	河川A	○
面河ダム	面河村	16.8	28,300	農業、工業、発電	1.7	0.28	0.006	21	145	9	P	0	湖沼A	×
大谷池	伊予市	5.7	1,258	農業	-	-	-	-	-	-	N P	0	-	-
鹿野川ダム	肱川町	455.6	48,200	発電、洪水	3.9	1.01	0.061	1891	2823	121	N P	3	湖沼B	○
野村ダム	野村町	168.0	16,000	上水、農業用水	-	1.20	0.047	557	647	30	N P	11	河川A	○
閑地池	宇和町	3.3	3,870	農業	-	-	-	-	-	-	N P	0	-	-
須賀川ダム	宇和島市	14.0	3,050	上水、洪水	-	-	-	-	-	-	N P	0	-	-
山財ダム	津島町	29.4	5,900	上水、農業、洪水	-	-	-	-	-	-	N P	0	-	-
台ダム	大三島町	4.9	1,790	上水、洪水	-	-	-	-	-	-	N P	0	-	-
大渡ダム	柳谷村	688.9	66,000	上水、農業、発電	-	-	-	-	-	-	P	5	-	-
大久保山ダム	城辺町	5.5	750	上水、農業	-	-	-	-	-	-	N P	0	-	-
富郷ダム	四国中央市	101.2	52,000	工業、発電、洪水	-	-	-	35	195	5	N P	0	河川A	×

2 愛媛県環境浄化新技術公開試験の実施（平成12～13年度）

愛媛県では、民間が持つ微生物を用いた河川などの水質浄化技術を広く公募し、公開試験を実施し、愛媛県内の河川における水質浄化の効果、実用化の可能性を検討した。微生物を活用した技術を全国から公募した結果、全国より25件の技術の応募があり、応募技術の実用性、経済性、独自性や地域特性等について、書類審査、ヒアリング審査を行い、6件の技術を選定し、県下6箇所において、平成12年8月から平成13年9月にかけて公開試験を行った。

- | | |
|-------------|----------------------|
| ○応募技術審査 | 環境創造センター研究員（愛媛大学教授等） |
| ○実施場所 | 溜池、公園の池、河川、水路等 |
| ○浄化施設設置運転管理 | 事業者実施（一部県補助） |
| ○効果検証試験 | 事業者及び県実施 |
| ○浄化技術評価 | 環境創造センター |

3 実証試験実施計画

アオコの異常増殖を抑制する技術について公募し、技術実証委員会で審査後、その技術に応じた現地を県が用意し、応募者が現地試験を行なう。試験場所は、水流による抑制技術であればダム湖での試験、栄養塩類溶出抑制剤であれば比較的小さな池を想定している。

対照をどのように設定するかは今後の検討課題である。

なお、試験の実施にかかる費用（設置・運転管理・撤去等）については、事業者負担を考えている。

また、水質等測定項目については、下記の項目及び頻度を想定しているが、各技術が評価できるような項目及び頻度で実施する必要があり、全てを実施する必要はないと考えている。

- 実施場所 応募技術内容に応じた現地試験（ダム湖、溜池、公園の池等）
- 実施機関

・技術実証委員会

- | | | | |
|----|------------|-----|---------------------|
| 委員 | 環境創造センター所長 | 立川涼 | |
| | " | 研究員 | 武岡英隆（沿岸環境科学研究センター長） |
| | " | " | 逸見彰男（愛媛大学農学部教授） |
| | " | " | 中嶋敏明（愛媛大学理学部助教授） |
| | " | " | 中野伸一（愛媛大学農学部助教授） |

・水質試験等実施機関 県衛生環境研究所

試験項目（調査頻度 原則2週間に1回）

- | | | | | | | | |
|------|-----------|-----|---------|-----|--------------|----|-------|
| [水質] | 水温 | pH | BOD | COD | DO | SS | 電気伝導度 |
| | 全窒素及び各態窒素 | | 全磷及び各態磷 | | | | |
| | クロロフィルa | | プランクトン | | 藻類増殖試験等（AGP） | | |
| [底質] | 硫化水素 | ORP | 窒素 | 磷 | | | |

参考資料 1

肱川流入汚濁負荷量調査事業の調査結果(概要)について

1 目的

鹿野川ダム湖は、昭和 34 年 3 月に建設されて以後、発電・洪水調節ダムとして運用されてきたが、年の経過とともにアオコや黒水が頻発するようになった。このため、ダム湖上流の負荷量実態調査と水質調査、藻類増殖調査による汚濁源調査を行い、効果的な対策手法について検討した。

2 調査内容

(1) 水質等調査

水質調査

- ・調査地点 ダム湖 3 地点、流入域 2 地点、流入河川 3 地点
- ・調査項目 水温、流量、pH、全窒素、硝酸性窒素、亜硝酸性窒素、アンモニア態窒素、全磷、磷酸態磷、クロロフィル a、窒素安定同位体比、蛍光強度

- ・調査時期 5 月～11 月 10 回

藻類増殖試験

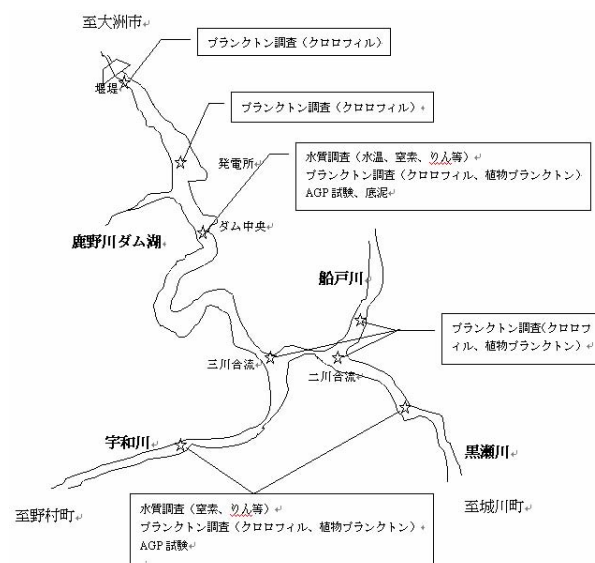
- ・調査地点 宇和川、黒瀬川、ダム湖のろ過水
- ・調査時期 5 月～10 月 5 回

底質調査

- ・ダム湖と黒瀬川で観察調査

(2) 負荷量調査

- 発生負荷量
 - ・調査地域 宇和町、野村町、城川町、肱川町、河辺村
 - ・項目 BOD について生活系、畜産系、産業系、土地系
- 流入負荷量
 - ・調査河川 宇和川、黒瀬川、船戸川
 - ・項目 全窒素及び全磷について晴天時と濁水時



3 調査結果

(1) 水質調査

水温

昼夜をとわず水温成層が形成され、表層と底層において特に水は混ざりにくい状態である。このような水温構造は、鉛直方向に移動可能なシアノバクテリア（アオコの原因）にとって、底泥から溶出する栄養塩類を利用することができ増殖には好適な環境である。

栄養塩類濃度

鹿野川ダム湖における溶存窒素及び溶存磷濃度は、表層では変動し、検出限界以下になるときもある。その変動パターンは両者でよく一致していた。それに比べ底層では、両濃度ともほぼ一

定濃度で推移し、表層より底層のほうが高濃度である。

宇和川、黒瀬川、船戸川における溶存窒素及び溶存リン濃度は鹿野川ダム湖より高い濃度であり、溶存窒素濃度は5月～11月にかけて経時的に減少したが、溶存リン濃度は7月～8月に高くなり両者の変動パターンは異なっていた。なお、両濃度とも宇和川が一番高濃度であった。溶存栄養塩類濃度は、プランクトン量を表すクロロフィル濃度と逆相関であった。

クロロフィル及びプランクトン

鹿野川ダム湖表層におけるクロロフィル濃度は5月～6月にかけてと、7月以降に高くなった。優占プランクトンは、5月～6月珪藻、7月以降にはシアノバクテリアが優占し、7、9月には鞭毛藻が多く見られた。このことから、鹿野川ダム湖は7月以降アオコ状態であった。また、珪藻や鞭毛藻はダム湖だけでなく河川でも増殖が認められたが、シアノバクテリアはダム湖でしか増殖が確認されなかった。

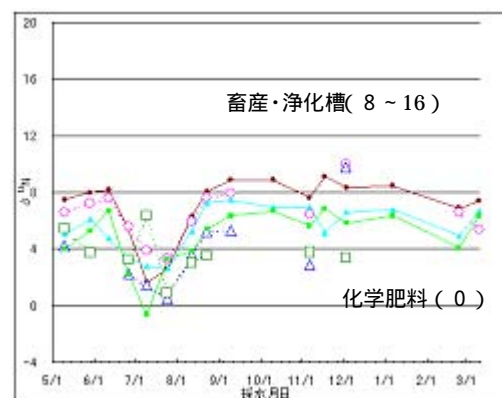
クロロフィル蛍光強度が5月～6月にダム湖より河川が高くなった。これは、河川で増殖した珪藻の細胞が重いいため流れが緩やかになるダム湖入口で湖底に沈降したためである。7月以降は、ダム湖の方が河川より高くなったが、8月以降河川でシアノバクテリアが観測されたことから、野村ダム湖で発生したアオコが鹿野川ダム湖に流入していると考えられる。

A G P 試験

鹿野川ダム湖、宇和川、黒瀬川のろ過水を用いて、シアノバクテリアの増殖試験を行った。鹿野川ダム湖の水では、栄養塩類が十分ある状態ではシアノバクテリアの増殖が認められたが、宇和川、黒瀬川では、栄養塩類が十分にある状態でもシアノバクテリアの増殖が認められない場合があった。必須栄養素あるいは成長阻害物質等の栄養塩類以外の環境要因も考慮する必要がある。

窒素安定同位対比

流入河川における、窒素安定同位体比は、通常6前後であるが6月～8月にかけて0前後までさがった。このことから、6月～8月にかけて、特に化学肥料の耕地からの流出が起きていると考えられる。



底質

底泥は黒色を呈し、酸化還元電位は低く嫌気的環境となっており、底泥から栄養塩類が溶出している。このことから、底泥には分解が不十分な陸上植物の枯死体が含まれている。なお、ダム湖中央では生きたアオコが底泥に沈殿しており、アオコの種となっている。

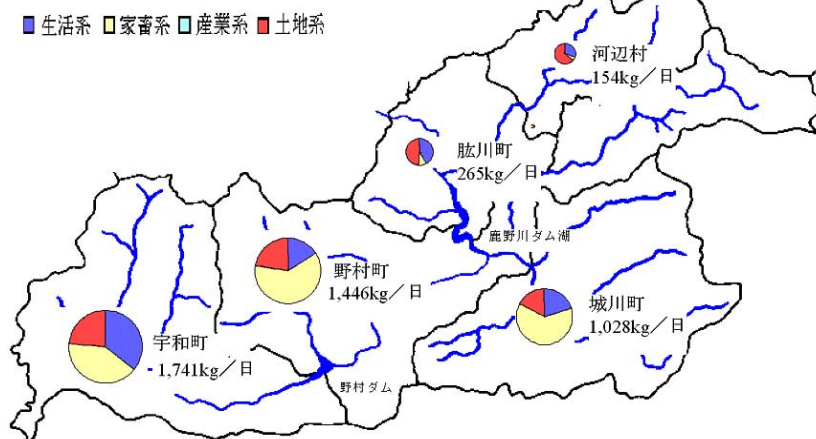


(2) 汚濁負荷量

排出汚濁負荷量 (BOD)

- ・ 負荷量は対策進捗に伴い減少 (H14 / H7 = 95%)
- ・ 家畜系 4.2% 生活系 3.1% 土地系 2.6% (H14)
- ・ 生活系排水対策の進捗 (H14 / H7 = 77%)
- ・ 畜産系負荷の増大 (H14 / H7 = 112%)
- ・ 宇和 : 野村 : 城川 : 肱川 + 河辺 = 3 : 4 : 2 : 1

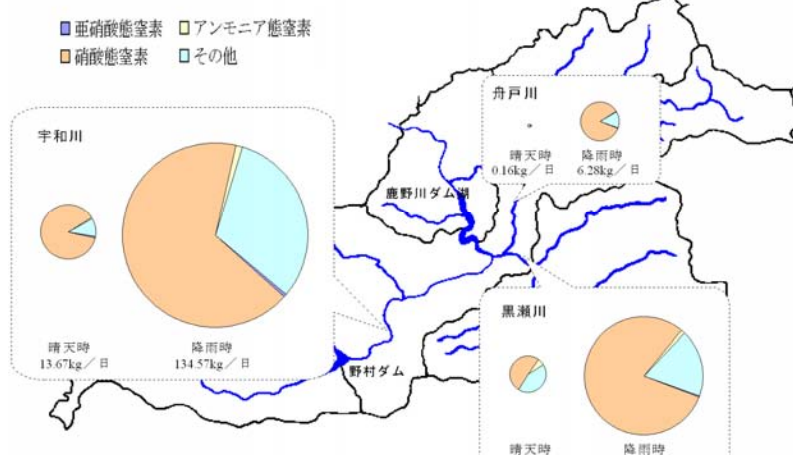
鹿野川ダム湖流入河川域町村別発生負荷量



流入汚濁負荷量

- ・ T - N 降雨時は晴天時の1.0倍
- 晴天時 宇和川 7.1% 黒瀬川 2.8% 舟戸川 1%
- 降雨時 宇和川 7.1% 黒瀬川 2.6% 舟戸川 3%
- NO3 : NO2 : NH4 : その他 = 7 : 0 : 0 : 3

鹿野川ダム湖流入負荷量実態調査

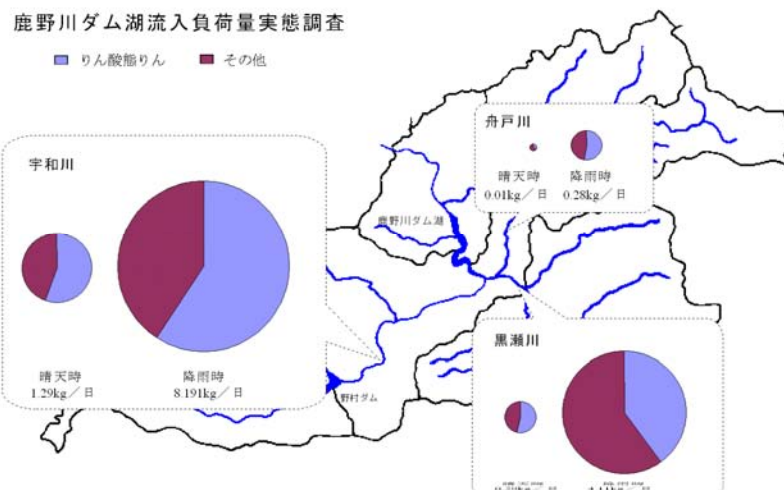


・ T - P 降雨時は晴天時の 8 倍

晴天時 宇和川 8.1% 黒瀬川 1.8% 舟戸川 1%

降雨時 宇和川 6.5% 黒瀬川 3.3% 舟戸川 2%

PO4 : その他 = 1 : 1



これらのことから、鹿野川ダム湖に流入する汚濁負荷量は、宇和川流域約 7 割、黒瀬川流域約 3 割となっており、汚濁負荷量の多くは、宇和町、野村町分は宇和川を經由し、城川町からは黒瀬川を經由して鹿野川ダム湖へ流入している。

その発生源は、各市町村とも、畜産系が約半分を占め、生活系と土地系が残り約 2.5% ずつである。

土地系は、耕地等への化学肥料や堆肥の施肥からの流出が考えられる。また、降雨時には、通常時の約 1.0 倍の汚濁負荷量の流入がある。

4 アオコ防止対策の提言

愛媛大学農学部中野伸一助教授からのアオコ防止対策の提言は次の 4 項目であった。

流入河川からの窒素・リン負荷の削減

ダム湖底泥環境の改善、あるいはヘドロ化した底泥の除去

【底質改善技術（浚渫、空気（酸素）を送り込む、酸化化合物の投入など）】

アオコの生存に不適な環境条件：湖水の鉛直的循環の促進など

野村ダムでのアオコの防除

鹿野川ダム湖アオコ防止対策

鹿野川ダム湖汚濁負荷量調査結果から、アオコの発生要因は大別すると、ダム湖での水の滞留、流域からの栄養塩類の流入、ダムに堆積した有機物質（底泥）からの栄養塩類の溶出、野村ダムからのアオコの流入の4項目であった。このため鹿野川ダム湖のアオコ防止対策としては、流入汚濁負荷量の削減、ダム湖内対策、流入河川対策及び水質等追跡調査の4項目について実施していく必要がある。

1 流入汚濁負荷量の削減対策

鹿野川ダム湖流入域における、BOD、COD、窒素及び磷の汚濁物質の発生量は次表のとおりである。発生源別の割合は、汚濁物質の平均で生活系23%、畜産系44%、土地系29%及び産業系4%である。

生活系、畜産系、土地系及び産業系について、汚濁負荷量削減対策をおこなって、鹿野川ダム湖への汚濁物質の流入を削減していく必要がある。

鹿野川ダム湖流入地域発生汚濁負荷量 (単位：kg/日)

	BOD	COD	窒素	磷	平均割合
生活系	1,543(31%)	636(34%)	220(8%)	23(19%)	23%
畜産系	2,082(42%)	793(42%)	1,209(43%)	60(49%)	44%
土地系	1,300(26%)	293(15%)	1,362(48%)	31(26%)	29%
産業系	27(1%)	169(9%)	33(1%)	8(6%)	4%
合計	4,952	1,891	2,823	121	100%

(1) 生活系対策

生活系汚濁負荷量削減は、市町村と協力しながら、第二次愛媛県全県域下水道化基本構想に基づき、生活排水処理施設の整備拡大を図り、污水处理人口普及率を平成14年度の28.5%から平成24年度に83.1%に向上させ、鹿野川ダム流入負荷量の削減を図る。

公共下水道については、西予市宇和地区及び野村地区で公共下水道整備の整備促進を図り、24年度には污水处理人口で10,707人の整備を図る。

農業集落排水施設については、既に6地区の整備を行っているが、新たに11地区で高度排水処理を導入した集合処理施設で整備促進を図り、污水处理人口で14年度の3,155人から24年度には12,334人に整備を拡大する。

小型合併処理浄化槽については、公共下水道や農業集落排水施設の整備に伴い、污水处理人口で14年度の7,702人から24年度には7,693人と微減するが、従来型に加え高度処理型合併浄化槽の整備促進を図っていく。

これらの生活排水処理施設の整備により、第二次愛媛県全県域下水道化基本構想の目標年である24年度には、生活系発生負荷量をCODで62%、窒素で20%、磷で39%削減する。

○生活系発生負荷量

項目	14年度	24年度	削減率
COD	636kg/日	241kg/日	62%
窒素	220kg/日	176kg/日	20%
燐	23kg/日	14kg/日	39%

○主な生活排水処理施設整備（西予市） ()内は既設処理区

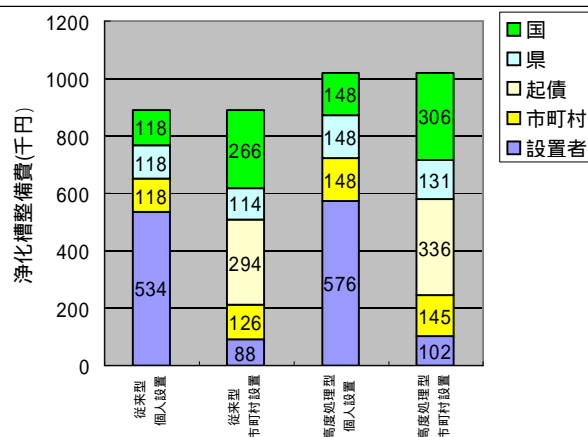
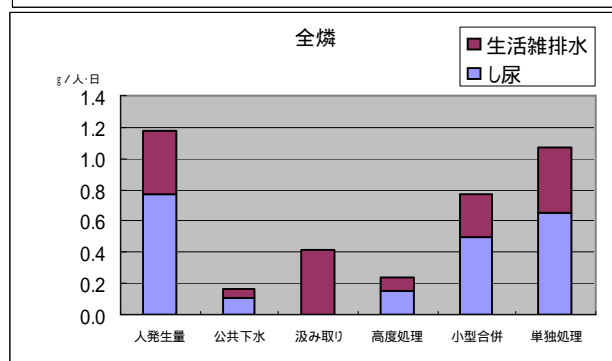
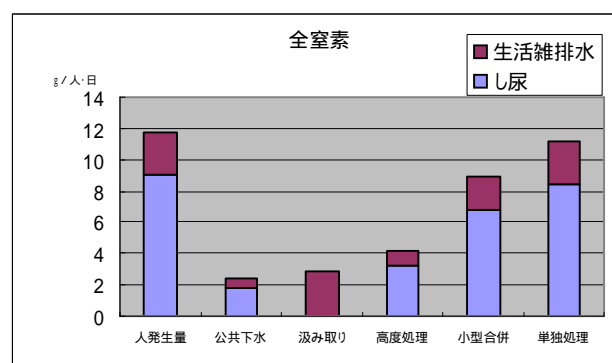
	地区名	処理区	計画人口
公共下水道	宇和地区	1 (0)	7,574 人
	野村地区	1 (0)	5,600 人
農業集落排水施設	旧宇和町	8 (3)	9,718 人
	旧野村町	7 (3)	2,280 人
	旧城川町	2 (0)	336 人

農業集落排水施設については、14年度より窒素燐高度処理型で整備

○高度処理型小型合併処理浄化槽

高度処理型小型合併処理浄化槽は、従来型の合併処理浄化槽に比べて、窒素の除去率が25%から65%に、燐の除去率が35%から80%に向上する。(窒素については1日一人当たりの排出量を8.85gから4.13gに53%削減し、燐については、1日一人当たりの排出量を0.767gから0.236gに69%削減)流域市町村においては、高度処理型小型合併処理浄化槽の設置の推進を図ることが重要である。

従来型から高度処理型に変更することによる設置費は、5人槽で888千から1,020千円に132千円増加する。なお、高度処理型小型合併処理浄化槽は、既に国、県の補助要綱の対象となっている。



(2) 畜産排水対策

畜産からの汚濁負荷削減対策としては、家畜排せつ物の管理の適正化及び利用の促進に関する法律（平成 11 年法律第 112 号）並びに家畜排せつ物の利用の促進を図るための愛媛県計画（平成 12 年 10 月 27 日制定）」等に基づき、畜産農家と耕種農家の連携による家畜排せつ物の農地還元を行うとともに、適正な家畜排せつ物の処理施設の設置及び管理技術の指導に努める。

○主な畜産排水対策事業

事業名	事業実施期間 及び施設数	事業内容
環境調和型 愛媛畜産 確立事業	13～16 年度 西予市 21 ヶ所 (16 年度 4 ヶ所)	家畜排せつ物の管理施設（管理施設、切り返し機、たい肥散布機）の整備 事業参加農家数 89 戸 (牛 7912 頭 豚 3093 頭)
畜産資源 リサイクル 施設整備事業	15～16 年度 西予市 1 ヶ所 (旧野村町)	たい肥センター設置 事業参加農家数 53 戸 (牛 3404 頭 豚 3927 頭)

○畜産系削減効果

項目	14 年度	24 年度	削減率
COD	793kg/日	703kg/日	11%
窒素	1209kg/日	1071kg/日	11%
燐	60kg/日	54kg/日	10%

(3) 土地系対策

農地からの汚濁負荷削減対策としては、持続性の高い農業生産方式の導入の促進に関する法律（平成 11 年法律第 110 号）並びに愛媛県環境保全型農業推進基本方針等の活用を通じて肥料の施用量の低減を図ること等により、環境保全型農業を推進する。

施肥基準を基本に適正施肥の推進を図るとともに、化学肥料削減技術の導入を促進し化学肥料を単位面積当たり 2 割程度削減する。また、たい肥等の有機性資源の循環利用を効率的に進めるため、流域外への広域的な循環利用を推進する。

(4) 産業系対策

産業系汚濁負荷量は、従来より排水規制等の削減対策がとられているため流域全体の発生負荷量に対して占める割合は小さいが、1 日当たりの排水量が 50 立方メートル以上の事業場については、COD・窒素・燐の排水基準や総量規制基準を適用し、立入検査を実施し、基準遵守状況の監視を行ったり、汚水処理技術等の技術指導を行い、鹿野川ダム湖流入汚濁負荷量を削減していく。

また、基準が適用されない小規模な事業場については、それぞれの汚水発生形態に応じて「小規模事業場排水処理指導の手引き」等に基づいて、排水処理施設の設置等の指導や立入調査等適切な指導を行うことにより、汚濁負荷量の削減を図る。

2 鹿野川ダム湖内対策

ダム湖内の底泥は、嫌気状態にあるため栄養塩類が底泥から湖水に溶出する状態になっている。このため、貯水位の低下時に流入部での底泥の除去を行うこと、湖水の鉛直方向の循環により酸素を底泥に送り込んだり、化学薬品等の注入により底泥を好気状態にし栄養塩類の溶出を防止する方法が考えられる。

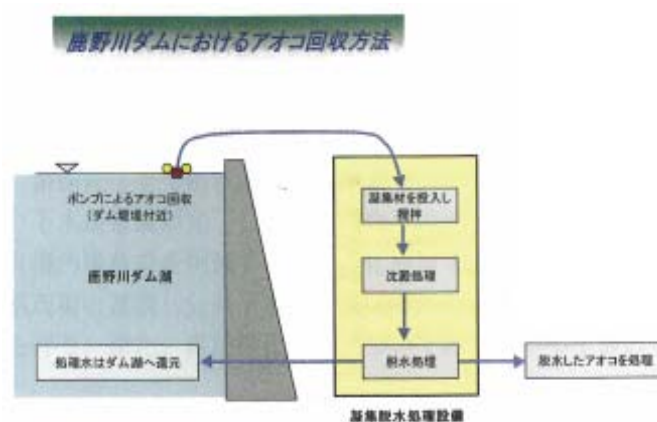
また、ダム湖内でアオコが発生した場合はアオコの回収を行ったり、アオコの増殖を防止するため、湖内で強制循環により湖水を攪乱したり、遮光することによりアオコの増殖しにくい環境をダム湖内でつくる方法もある。

しかしながら、湖内対策は多大な経費を必要とし、手法によっては利水障害等が発生する場合があるので実施可能な手法から取り組んでいく。

○発生したアオコの除去

鹿野川ダムの管理の一環として異常繁殖したアオコの回収を凝集沈殿法により実施している。15年度アオコ回収実験の回収実績量は9トンであった。

方法は、水面に浮かせたポンプで、ダム湖のアオコを含んだ水をくみ上げ、凝集脱水施設で凝集剤を添加し、攪拌後アオコと水を分離してアオコを回収する。



○底泥の浚渫等による除去

底泥から栄養塩類が溶出しており、有機物が蓄積された底泥を除去することでアオコ防止に効果が見込める。

肱川流域河川整備計画で水質保全対策として、有機物の蓄積が多いダム湖流入部で水位低下時に陸上掘削し除去することとしている。

ダム湖全体の底泥を浚渫で除去する場合には、多大な費用が必要になるほか、作業中の水質への悪影響も懸念される。



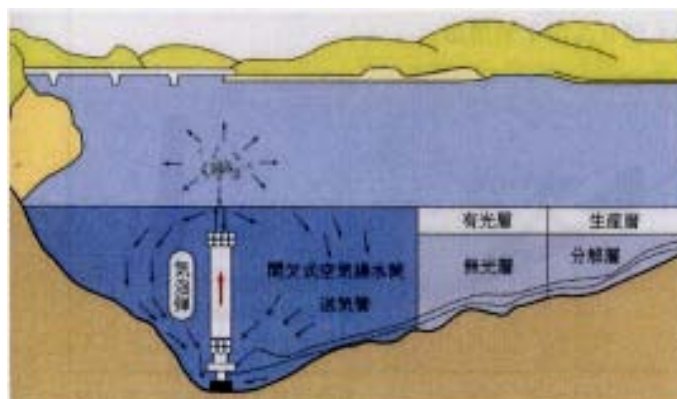
○薬剤による底泥の底質改善

硝酸カルシウム等を用いて底泥からの栄養塩類の溶出を防止する方法である。浚渫に比べると費用は半分程度になるが、まだ琵琶湖等で実証試験中の技術であり確実な施工法が確立していないためリスクも想定される。

○アオコの生存不適環境づくり

・湖内強制循環

曝気などにより湖水を強制循環させることにより、アオコが発生しにくい環境にする。曝気により水中の溶存酸素が増加し、底質改善も併せて出来る。肱川流域河川整備計画で鹿野川ダム湖において水質保全対策として実施することとしている。設置にあたっては、ダムの特性に応じた効果的な装置数や配置となるよう詳細に検討し、湖面利用に支障がない装置の運用方法を検討する必要がある。



曝気による強制循環のイメージ図

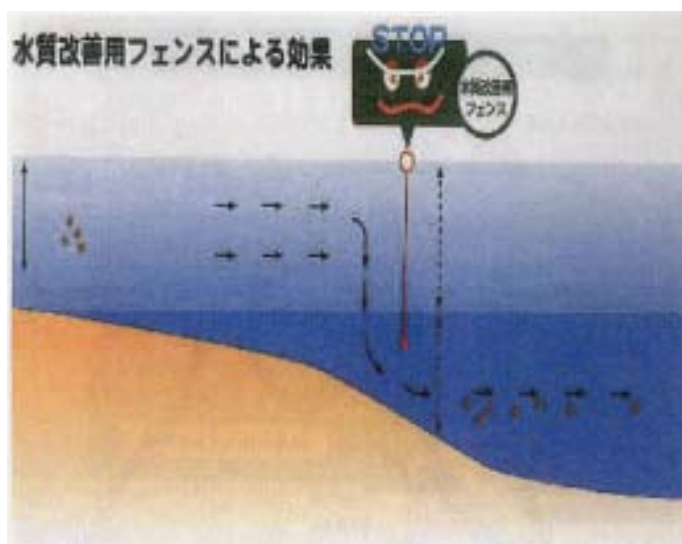
・湖面遮光

湖面を遮光することにより、プランクトンであるアオコの光合成を阻止する方法である。浚渫等に比較すると安価で効果は高いが、湖面の5～7割程度を遮光する必要があるため、湖面利用に支障が出るほか、自然生態系への影響も懸念される。

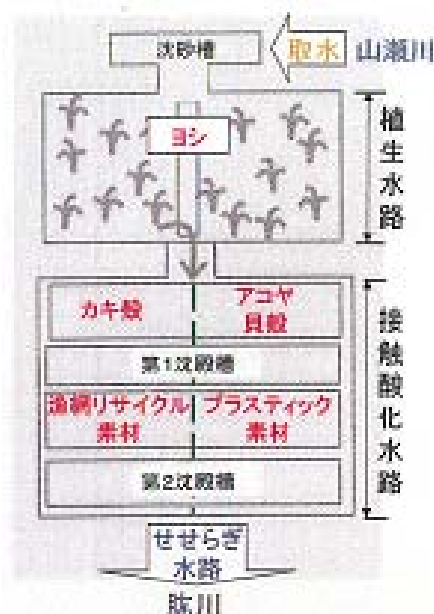
3 流入河川対策

野村ダム湖から大量のアオコが鹿野川ダム湖に流入している場合があるため、野村ダム湖におけるアオコ対策を実施する必要がある。

また、流域で植林等を推進し、山林からの栄養塩類や土砂の流出を防止したり、流入河川において河川直接浄化施設等の整備を行うことも重要である。



野村ダムにおける水質改善フェンス



旧野村町山瀬川における水質改善水路

4 水質等追跡調査

調査結果から、季節によっては流入河川において栄養塩類が十分あるにもかかわらずアオコが発生しないことが確認された。このアオコが発生しない要因の解明は、新たなアオコ防止対策を講ずる上できわめて重要である。このため、藻類増殖（AGP）試験等によって窒素、磷以外のアオコ発生に係る制限因子あるいは阻害因子となる物質を特定するとともに、その物質存在量を把握する調査を行うことにより、新たなアオコ対策の検討に資する。

○ 調査の内容

(1) AGP試験による制限因子等の特定物質把握

- 調査地点：宇和川大和田橋 1地点
- 調査時期：6～10月毎月1回、計5回
- 調査する制限因子等物質
 - 栄養物質等：窒素、リン、鉄、カルシウム、ナトリウム、カリウム、
マグネシウム、コバルト、ビタミンB12、EDTA(阻害物質抑制剤)
 - 阻害物質：銅、亜鉛

(2) 栄養物質及び阻害物質等の存在量把握

- 調査地点：ダム中央（表層）、宇和川 計2地点
- 調査時期：6～10月毎月1回、計5回
- 調査項目：ICP試験等
 - アオコ発生状況：アオコプランクトンの確認
 - 微量金属等：鉄、カルシウム、ナトリウム、カリウム、マグネシウム、
コバルト、銅、亜鉛、カドミウム、シリカ
 - その他：金属錯化容量、電気伝導度

また、鹿野川ダム湖のアオコ対策の進捗状況を確認し適切な対策を講じていくため、継続的に窒素、磷等の汚濁負荷量の調査を行う。