

室生ダム貯水池水質保全事業

近畿地方ダム等管理フォローアップ委員会資料（案）

【費用対効果の分析に関わる背景資料】

目 次

1. 室生ダムの概要	1
1-1. 室生ダムの位置	1
1-2. 室生ダムの概要	3
1-3. 環境基準の指定状況	5
2. 事業の概要	6
2-1. 事業の背景	6
2-2. 宇陀川流域で実施されている取り組み	9
2-3. 事業の目的	12
2-4. 事業の概要	14
2-5. 社会・経済情勢の変化等	28
3. 事業効果の発現状況	43
3-1. 富栄養化現象の抑制効果の発現状況	43
3-2. 室生ダムにおける水質改善結果のまとめ	66
4. 費用便益計算	77
4-1. 評価手法の選定	77
4-2. 代替法による効果の算定	85
4-3. CVMによる効果の算定	92
4-4. 費用便益計算	106
5. 事業評価の必要性	124
6. 改善措置の必要性	124
7. 同種事業の計画・調査のあり方や事業評価手法の見直しの必要性	124

1. 室生ダムの概要

1-1. 室生ダムの位置

奈良県宇陀市に位置する室生ダムは、昭和34年の伊勢湾台風（台風15号）による出水を契機に、下流地域の洪水被害の軽減と、水道用水やかんがい用水の供給を目的とした多目的ダムとして名張川支川宇陀川において、昭和44年に工事に着手し昭和49年に完成したダムである。木津川上流域の全体図を図1-1-1に、室生ダム流域図を図1-1-2に示す。



図 1-1-1 室生ダム位置図



図 1-1-2 室生ダム流域図

1-2. 室生ダムの概要

1) 室生ダムの諸元

室生ダムは洪水調節（一定量放流方式：300m³/s）、河川環境の保全等及び水道用水の供給を目的として建設されたダムである。貯水池容量配分図及びダム諸元を以下に示す。

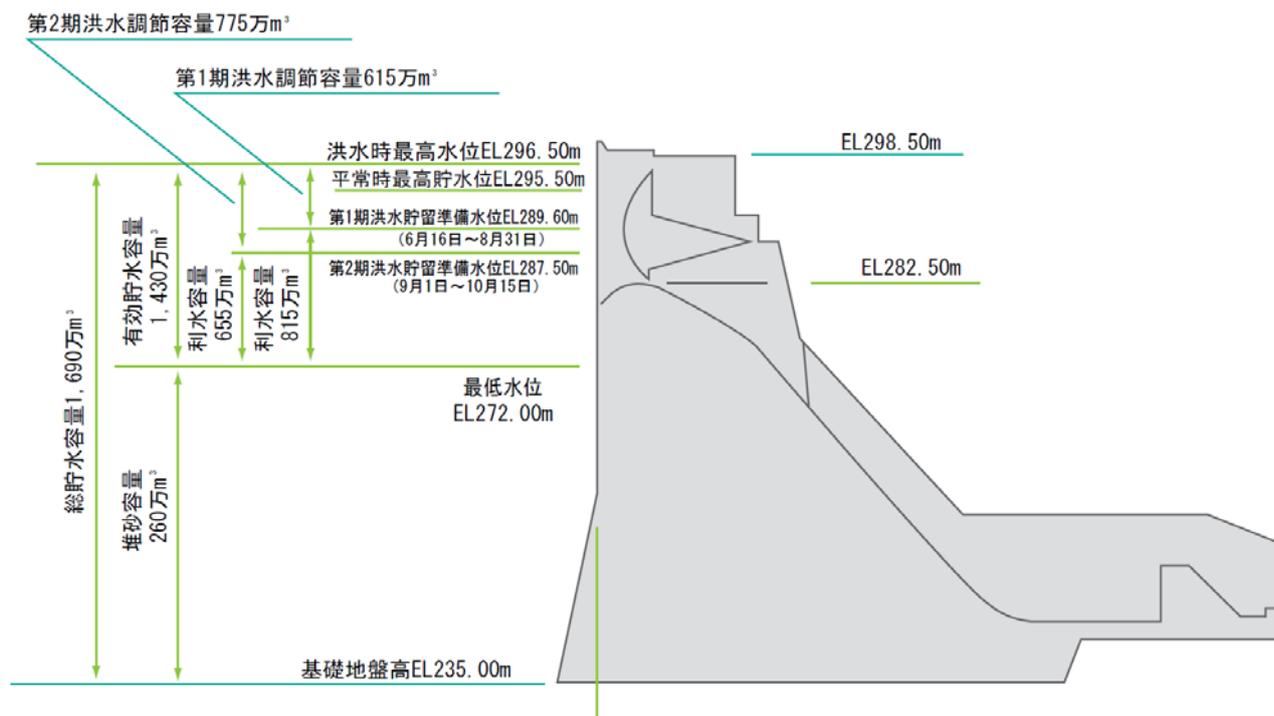


図 1-2-1 貯水池容量配分図

表 1-2-1 室生ダム諸元表

形式	重力式 コンクリートダム	総貯水量	1,690万m ³
堤高	63.5m	有効貯水量	1,430万m ³
堤頂長	175.0m	堆砂容量	260万m ³
集水面積	169km ² 直接 136km ² /間接 33km ²	洪水調節容量	615万m ³ (第1期) 775万m ³ (第2期)
湛水面積	1.05km ²	利水容量	815万m ³ (第1期) 655万m ³ (第2期)

2) 室生ダムの上水供給範囲

室生ダムは奈良県奈良市、生駒市等の計 17 市町村に給水を行っている。

表 1-2-2 室生ダム給水範囲一覧表

市町村名	
奈良県	宇陀市
	奈良市
	桜井市
	天理市
	山添村
	名張市
	生駒市
	平群町
	三郷町
	斑鳩町
	大和郡山市
	安堵町
	河合町
	上牧町
	橿原市
	明日香村
	高取町



図 1-2-2 室生ダム給水範囲平面図

2. 事業の概要

2-1. 事業の背景

室生ダム貯水池近辺では昭和 49 年の湛水直後から大阪都市圏のベッドタウンとして宅地開発が進められ、ダム流入河川の水質悪化によりダム湖の富栄養化が見られるようになった。また、貯水池内では次表に示す課題が発生しており、貯水池内における水質及び景観の改善が必要となった。

表 2-1-1 室生ダム貯水池における従前の課題

- 昭和 49 年の湛水直後から、ダム湖の富栄養化が見られた。
- 貯水池内ではアオコ現象が確認され景観障害が発生。
- 貯水池から直接取水を行う奈良県営水道や室生ダム下流で取水を行う名張市営水道でカビ臭が発生。

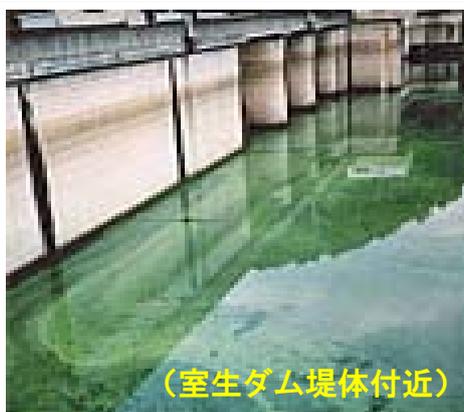


図 2-1-1 アオコ発生状況(平成 5 年 8 月)



図 2-1-2 水質悪化に関する新聞記事

年次	地点	1月		2月		3月		4月		5月		6月		7月		8月		9月		10月		11月		12月	
		上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下
昭和61年	下山橋																								
	赤人橋																								
	下戸橋																								
昭和62年	下山橋																								
	赤人橋																								
	下戸橋																								
昭和63年	下山橋																								
	赤人橋																								
	下戸橋																								
平成元年	下山橋																								
	赤人橋																								
	下戸橋																								
平成2年	下山橋																								
	赤人橋																								
	下戸橋																								

図 2-1-3 平成2年までのアオコの発生状況

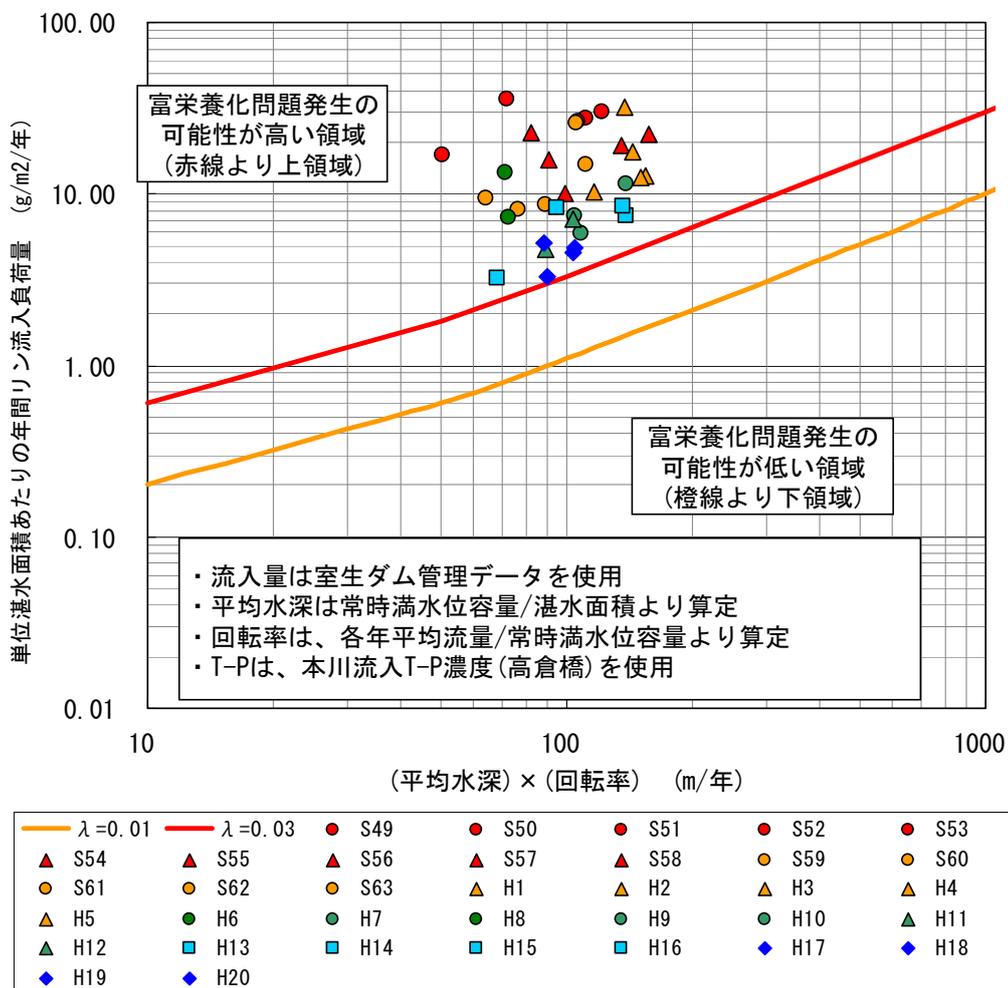


図 2-1-4 Vollenweider モデルの適用結果

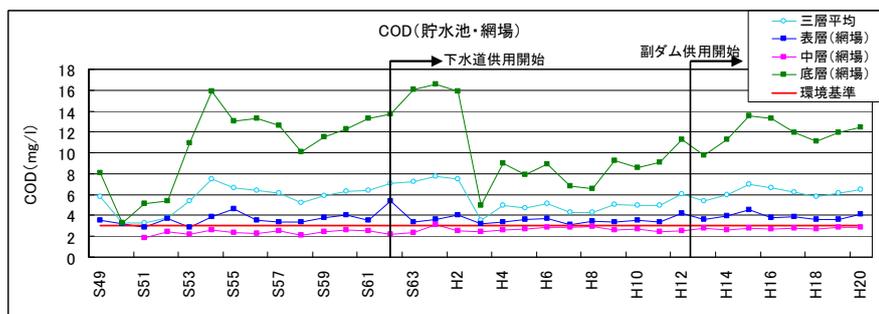
室生ダム貯水池は湖沼の環境基準A類型に指定されている(栄養塩類(T-P)は指定なし)。

COD：貯水池中層では環境基準を満足していますが、それ以外は超過している

T-P：昭和58年以降の貯水池表層・中層は概ね参考値(環境基準)を満足している

【環境基準:A類型】

区分	基準値
COD	3mg/L以下
pH	6.5以上8.5下
SS	5mg/L以下
DO	7.5mg/L以上
大腸菌群数	1,000MPN /100mL以下



【参考:T-P 環境基準】

類型	基準値
I	0.005mg/L以下
II	0.01mg/L以下
III	0.03mg/L以下
IV	0.05mg/L以下
V	0.1mg/L以下

III：水道3級（前処理等を伴う高度の浄水操作を行うもの）

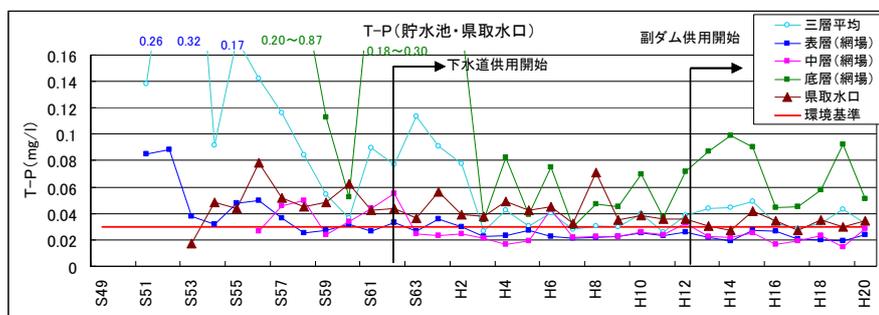


図 2-1-5 CODとT-Pの経年変化

2-2. 宇陀川流域で実施されている取り組み

宇陀川流域では水質及び水辺環境改善のための取り組みとして「清流ルネッサンス 21」が行われている。室生ダム貯水池水質保全事業は「清流ルネッサンス 21」の取り組みの中で、国土交通省が実施したものである。

1) 清流ルネッサンス 21 協議会

清流ルネッサンス 21 協議会では、大宇陀町、菟田野町、榛原町、室生村における室生ダム貯水池、宇陀川とその支川、さらにそれら流域内を対象とした水質や水辺環境の改善計画（室生ダム貯水池及び宇陀川流域清流ルネッサンス 21（以下清流ルネッサンス 21））を、地域住民の協力を得て進めている。

表 2-2-1 清流ルネッサンス 21 協議会の構成機関

構成機関	
近畿地方整備局	菟田野町
水資源開発公団関西支社	榛原町
奈良県	室生村
大宇陀町	

表 2-2-2 清流ルネッサンス 21 協議会の委員

委員会		
近畿地方整備局	会長	河川部長 木津川上流河川事務所長
水資源開発公団	関西支社	管理部長
奈良県		企画部長 生活環境部長 土木部長 水道局長
大宇陀町		町長
菟田野町		町長
榛原町		町長
室生村		村長
専門員		京都大学 教授

2) 清流ルネッサンス 21 の目標

清流ルネッサンス 21 協議会において取り組んでいる目標を以下に示す。

表 2-2-3 清流ルネッサンス 21 の目標

具体的な内容	
	・水道水源となる室生ダム貯水池の水質を改善する。
	・宇陀川とその支川の水質を、子どもが遊べ、ホタルや魚がすみやすいレベルまで改善する。
	・室生ダム貯水池と宇陀川をはじめとする地域の水辺を、人々が憩え、ホタルや魚、水草がいきいきするように改善する。

改善目標	
	・河川では、環境基準である BOD 1~2mg/L を達成。
	・ダム貯水池では、環境基準である COD 3mg/L と、その他に T-P 0.03mg/L を達成。
	・水辺では、親水性が高く生物にとって良好な環境を実現。

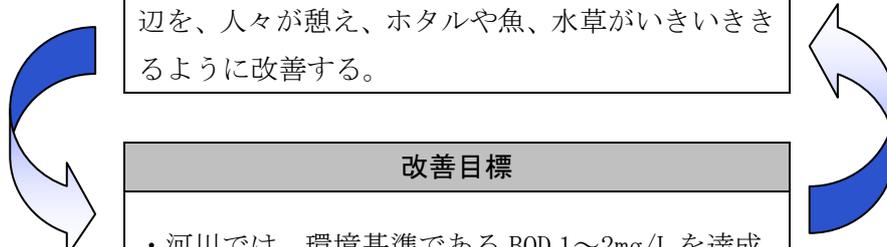


表 2-2-4 清流ルネッサンス 21 の改善目標等

テーマ	基本理念	内容	対象	改善目標
「うだ野の清らか でやすらぎのある 流れを 21 世紀の こどもたちへ」	<ul style="list-style-type: none"> ・良好かつ魅力あるダム貯水池環境の保全と創出 ・地域の個性と生活を支える河川環境の保全と創出 	宇陀川とその支川の水質を、子どもが遊べ、ホタルや魚がすみやすいレベルまで改善する	河川	BOD 1~2mg/L (環境基準: 河川 AA,A 類型)
		水道水源となる室生ダム貯水池の水質を改善する	貯水池	COD 3mg/L (環境基準: 湖沼 A 類型) T-P 0.03mg/L (異臭味対策を行っている浄水場の水質として適当と考えられるレベル)
		地域の水辺を、人々が憩え、ホタルや魚、水草がいきいきするように改善する	貯水池 河川	以下のような水辺環境の創出 <ul style="list-style-type: none"> ・親水性の高い水辺環境 ・良好な景観を形成する水辺環境 ・水生生物の生息に適した水辺環境

表 2-2-5 清流ルネッサンス 21 の各種事業内容

区分	各事業内容	実施者
河川事業	<ul style="list-style-type: none"> ・水質浄化事業 ・水辺環境整備事業 	国交省、水機構、奈良県、各市町村
下水道事業	<ul style="list-style-type: none"> ・流域下水道整備事業 ・関連公共下水道整備事業 	各市町村 (一部事務組合)
流域対策	・農業集落排水処理事業	大宇陀町
	・合併浄化槽の設置	各市町村
	・家畜ふん尿処理の適正化	各事業者
	・家庭内でできる排水対策	各家庭
	・河川美化活動	各市町村 (自治会)
	・河川愛護活動の啓発・支援	国交省、奈良県、各市町村
	・その他	—

2-3. 事業の目的

貯水池内における水質・景観改善及び環境基準の達成を目標とし、平成2年度に室生クリーンアップレイク事業（現：ダム貯水池水質保全事業）の採択後、水質保全ダム（副ダム）、水質自動監視装置の設置、及びモニタリング調査による機能検討・効果把握の調査を実施し、アオコ等植物プランクトンの増殖による富栄養化現象の抑制対策を行っている。

- ◆ 事業機関：平成2年度～平成16年度
- ◆ 全体事業費：約40億円

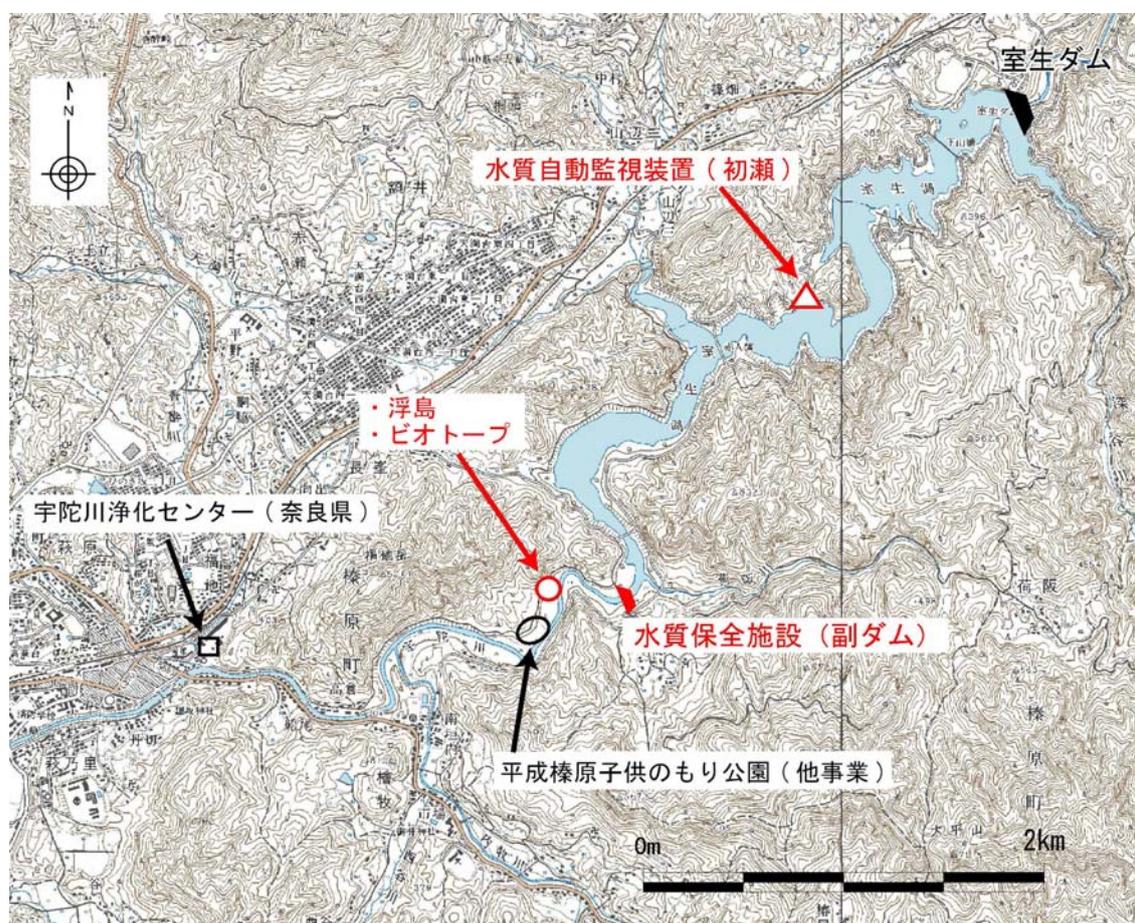


図 2-3-1 事業実施箇所(赤字)

なお、アオコ等植物プランクトンの増殖による弊害としては、以下があげられる。

- ◆ 浄水施設のろ過池砂層に詰まり浄水効率が低下する。
- ◆ 水域の pH が上昇するため、凝集沈殿効率低下の影響が生じる。
- ◆ 景観が悪化する。
- ◆ 悪臭が発生する
- ◆ 魚類のエラ閉塞による死亡等が起こる。
- ◆ アオコを引き起こす代表的な藻類であるマイクロキスティス（藍藻類）は毒素を持っており、野生動物や家畜への影響があるといわれている。

2-4. 事業の概要

室生ダム貯水池水質保全事業として以下に示す施設整備が実施されている。なお、各施設の内容については、次頁より詳述する。

表 2-4-1 施設整備内容

水質保全施設（副ダム）：

室生ダム貯水池の上流端に河川水を一時滞留させ、沈降粒子に含まれる栄養塩類（窒素、リンなど）を除去することにより流入河川からのリン負荷を削減することを目的として、平成13年3月に設置。

なお、沈降させた土砂は湖外搬出後、天日乾燥させ、内牧川へ搬出処分している、

水質自動監視装置：

良好な水質環境を管理することが出来るよう水質の常時監視を行うために、奈良県営水道取水口付近に水質自動監視装置を設置した。

1) 水質保全施設（副ダム）

(1) 設置目的及び諸元

水質保全施設（副ダム）は、室生ダム貯水池の上流端に河川水を一時滞留させ、沈降粒子に含まれる栄養塩類（窒素、リンなど）を除去することを目的として、平成13年3月に設置した。副ダムは、その貯水池内に堆積した土砂を浚渫することにより、本ダム貯水池への水質改善を図る施設であり、緊急放流用ラバーゲート（ゴム堰）は、浚渫時の水位低下設備として設置されている。

なお、沈降した土砂は、天日乾燥後、湖外へ搬出処分している。

表 2-4-2 水質保全施設（副ダム）の諸元

形式	重力式コンクリートダム
堰高	14.5m
堰頂高	114.0m
越流頂標高	EL. 294.5m
貯水容量	245,000m ³
集水面積	116km ²
湛水面積	0.08km ²
付帯設備	緊急放流用ラバーゲート
	排水ゲート、魚道

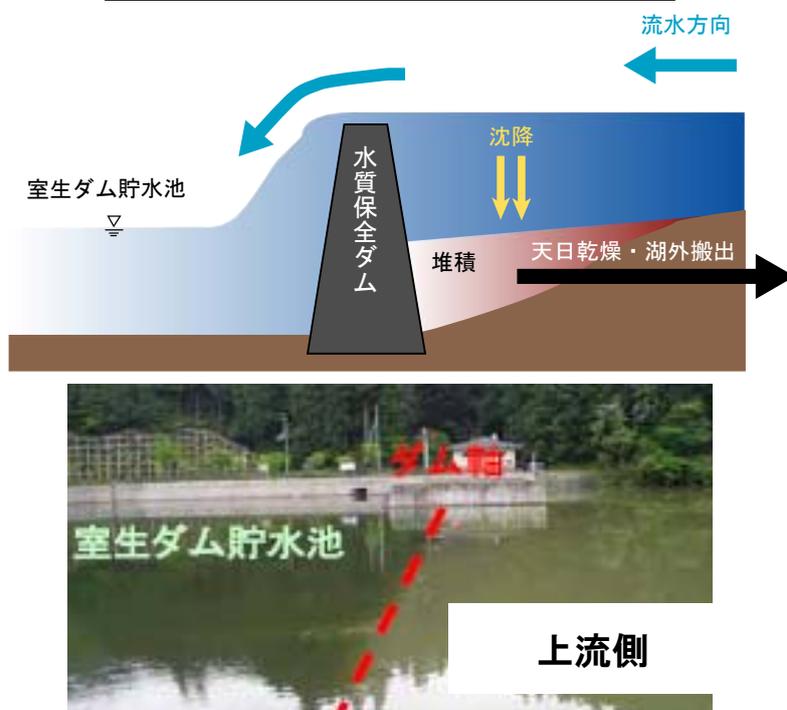


図 2-4-1 水質保全施設（副ダム）の概要と栄養塩沈降状況

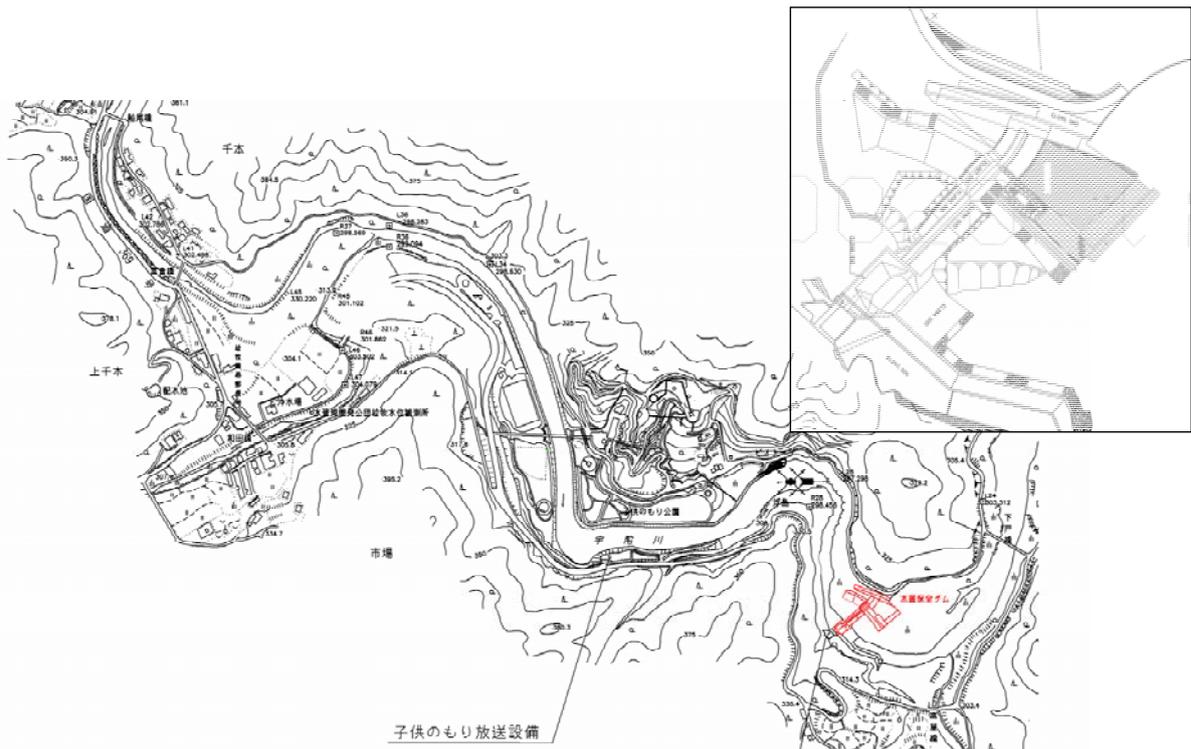
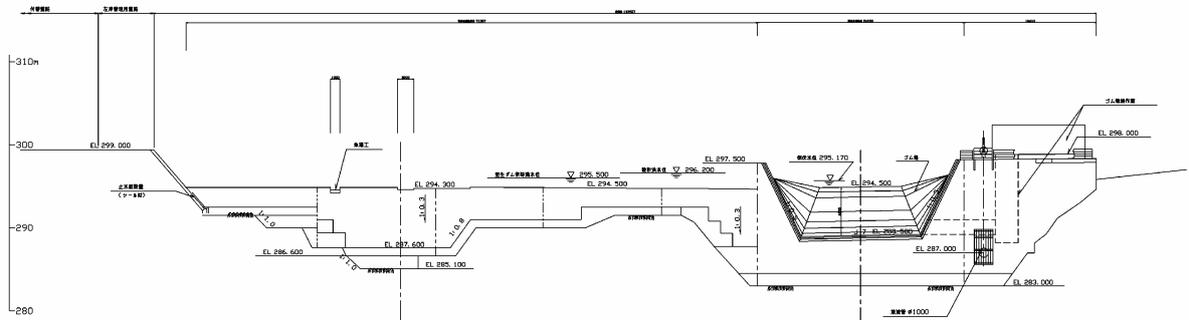


図 2-4-2 副ダム平面図※1

○ダム上流面図



○ダム下流面図

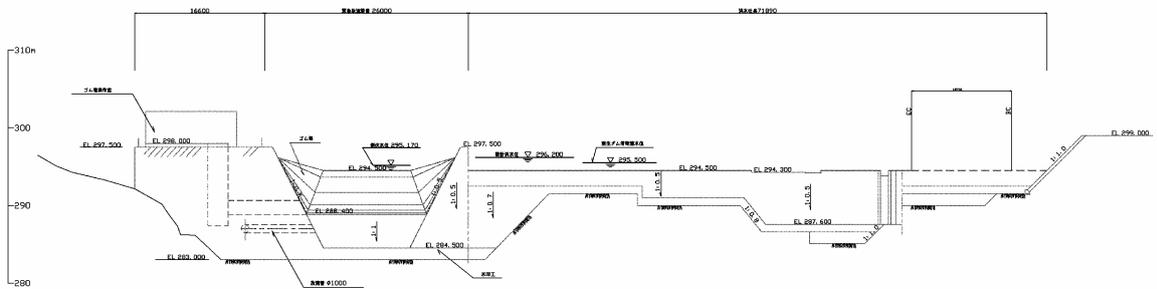


図 2-4-3 副ダム上流面図、下流面図

※1 室生ダム副ダム維持管理方針検討業務 報告書 平成 21 年 3 月 日水コン

(2) 搬出計画の整理

副ダム貯水池に堆積した土砂は、上流ストックヤード及び下流ストックヤードに一時的に搬出し、天日乾燥させた後、湖外へ搬出処分している。

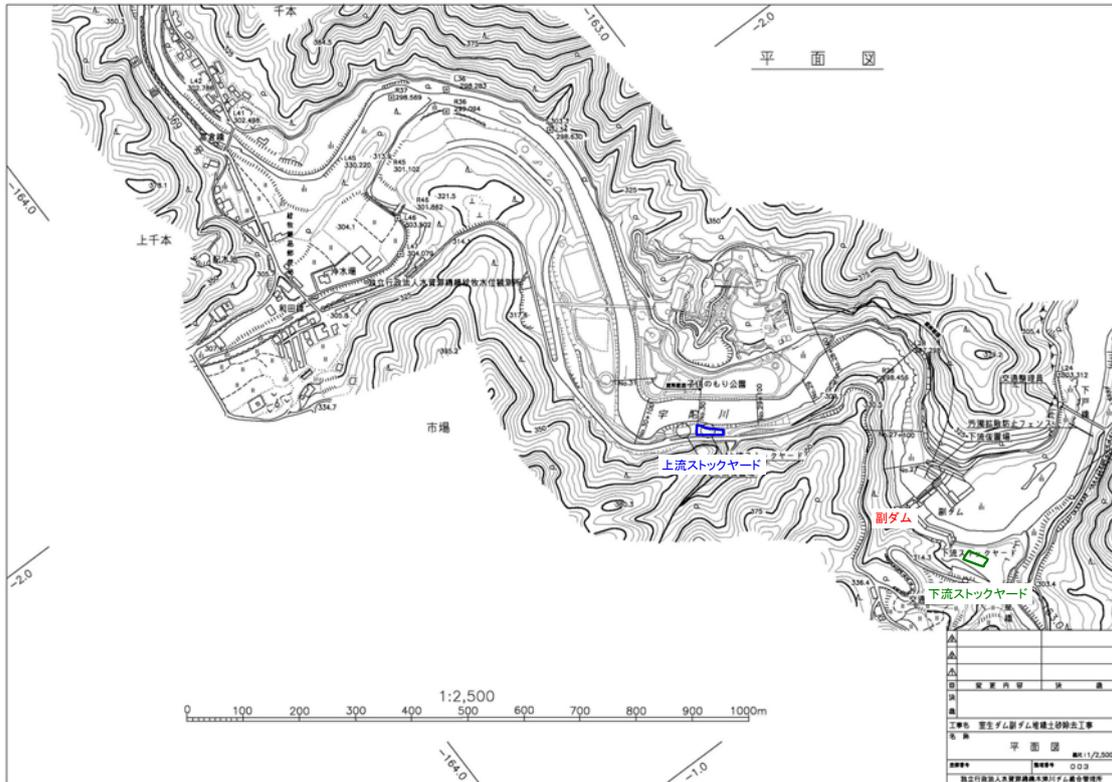


図 2-4-4 スtockヤード位置図



図 2-4-5 上流ストックヤード写真 (ストック量 : 約 1,300m³)



図 2-4-6 下流ストックヤード写真 (ストック量 : 約 300m³)

(3) 副ダム設置位置の整理

副ダム設置位置について既往検討結果^{※1}を整理する。

既往検討^{※1}によると、副ダム候補地点としてA案、B案、C案による比較検討が行われており、結果としてB案が選定された。各案の概略諸元を表 2-4-3に、比較検討表を表 2-4-4に示す。

表 2-4-3 各案の概略諸元^{※1}

案	貯水量 千 m ³	湛水面積 千 m ²	概略堤高 m	概略堤頂長 m
A 案	200	73	15	70
B 案	245	80	15	120
C 案	570	120	20	80

^{※1} 室生副ダム位置付整理業務報告書 平成8年12月 (株)日建設計

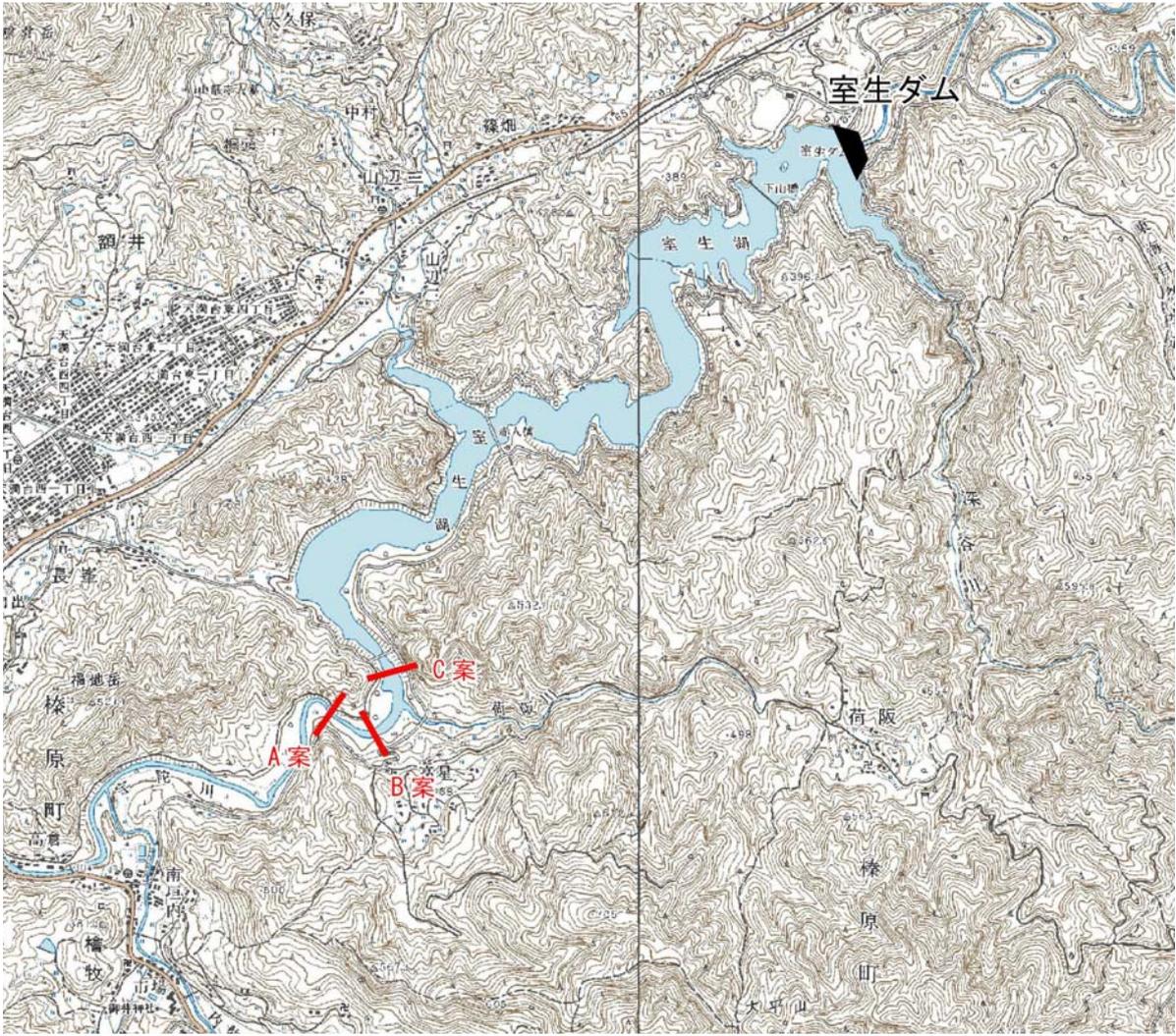


図 2-4-7 副ダム候補地点※¹

表 2-4-4 副ダム設置位置比較検討表

	(7) 上流側の背水影響	(8) 周辺への影響	(9) 地質条件	(10) 施工性と建設費	(11) 維持管理性	(12) 総合評価
A 案 (上流案)	<ul style="list-style-type: none"> 設計洪水水位は室生ダム洪水時満水位EL 296.50mを上回り上流へ背水の影響がおよぶ。 	<ul style="list-style-type: none"> 左岸管理用道路、ゴム堆積管理用広場及び設計洪水水位上昇による用地買収が必要。 	<ul style="list-style-type: none"> 河床堆積物の層厚が比較的薄い。(約1m) 良好な岩盤面(CM級)が比較的浅い位置にある。(中央部河床-1m) 	<ul style="list-style-type: none"> 河積(断面積)が小さいため、半川幅切りによる施工が高価となり、仮設費が建設費を増加させる。全建設費で3案中の中心位と見積られた。 	<ul style="list-style-type: none"> 維持管理性など 「子供の森」から見て、湖面上の死角が少なく、湖岸地形からダム漂着物の引き上げが困難と思われる。 大規模模出水時の越流水深が高く、上流側への背水影響が最も大きい。 	<ul style="list-style-type: none"> 設計洪水水位が室生ダム洪水時満水位を上回り、上流民地への背水影響がおよぶため、新たな用地買収が必要となる。 施工性、経済性で中流案にやや劣る。
B 案 (中流案)	<ul style="list-style-type: none"> 上流へ影響はない。 	<ul style="list-style-type: none"> 左岸側部の用地買収が必要である。 ダムサイト以外の用地買収はない。 	<ul style="list-style-type: none"> 河床堆積物の層厚が比較的薄い。(約1m) 良好な岩盤(CM級以上)が比較的薄く、CL級と混在する。 	<ul style="list-style-type: none"> 地形・地質条件により、コンクリート打設量と基礎掘削量はA案に比べ大となるもの、仮設費が抑制できるため、全建設費では最も安価となる。 	<ul style="list-style-type: none"> 維持管理性など 「子供の森」から見て、湖面上の死角が多く発生する。 左岸地形より、ダム漂着物の引き上げが比較的容易と思われる。 	<ul style="list-style-type: none"> 地質上劣るが、ダム高より構造上の問題は無い。 施工性、経済性で最も優れている。 ダムサイトが広く景観が良い。
C 案 (下流案)	<ul style="list-style-type: none"> 上流への影響はない。 	<ul style="list-style-type: none"> 下戸権直上流で両岸町道が長期間の通行止めを要する。 ダムサイト以外の用地買収はない。 	<ul style="list-style-type: none"> 河床堆積物が比較的厚い。(約5~10m) 横断方向全体に、D級が10m以上の厚さで分布する。 	<ul style="list-style-type: none"> 地形・地質条件から本體工事費と仮設工事費ともに高価となる。全建設費で、3案中で最も高価となる。 	<ul style="list-style-type: none"> 維持管理性など 「子供の森」から見て、湖面上の死角が多く発生する。 両岸地形からダム漂着物の引き上げが困難と思われる。 	<ul style="list-style-type: none"> 施工性、経済性で他案に大きく劣る。 施工のために、ダム貯水池水位を下げる事が不可能
	○	△	×	×	△	×

(4) 副ダム目標値

副ダムによるリン削減の目標値は約 8.6kg/日となっている。数値の設定根拠は以下に示すとおりである。

表 2-4-5 リン負荷削減の考え方

【目標値】：T-P 流入負荷削減量 約 8.6kg/日

1. 貯水池の水質目標

中栄養レベルへの移行及び水の華・カビ臭の発生抑制を目標

そのために、貯水池のT-Pを0.02mg/Lに抑制する

2. 許容流入負荷量

2.1. 計算手法

許容負荷量は、流入負荷量と貯水池内水質が線形関係にあるものと仮定し、貯水池水質シミュレーションモデルによる計算結果から、リン流入負荷量と湖内リン水質との関係を求め、これから目標水質に対応する流入負荷量を算出することとした。

2.2. 評価条件

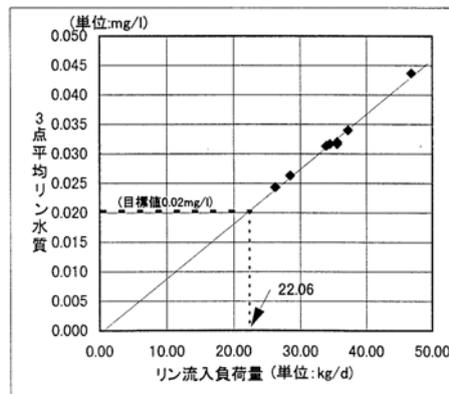
貯水池の代表地点である①ダムサイト②湖心③県営取水口、以上3地点の平均をもって評価した。

2.3. 計算結果

8ケースの水質計算結果から推定した流入リン負荷量と貯水池内リン水質の関係を図に示した。

清流ルネッサンス 21 においては、異臭味対策の特殊な浄水工程を有する浄水場の水道水源の水質として適当と考えられる総リン(T-P)の濃度 0.03mg/l を下回ることを目標としています。

貯水池水質シミュレーションモデルを用い、目標水質を達成するためのリン許容流入負荷量を推定した結果、約 22kg/日であることが見込まれました。



注) 平成7年度室生ダム貯水池水質保全事業検討計画業務報告書を基に作成
参考図 室生ダム貯水池流入負荷量と年平均表層水質濃度の関係 (T-P)

3. 副ダム計画

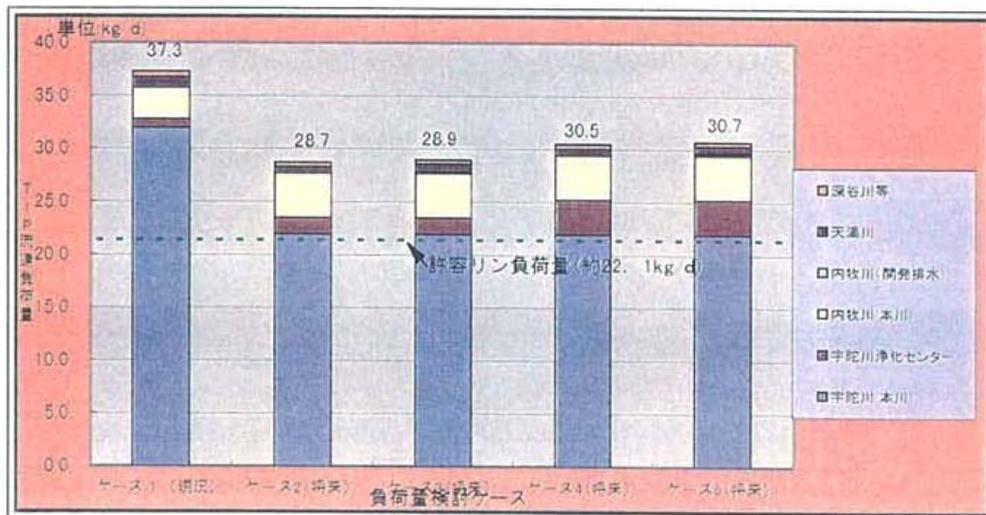
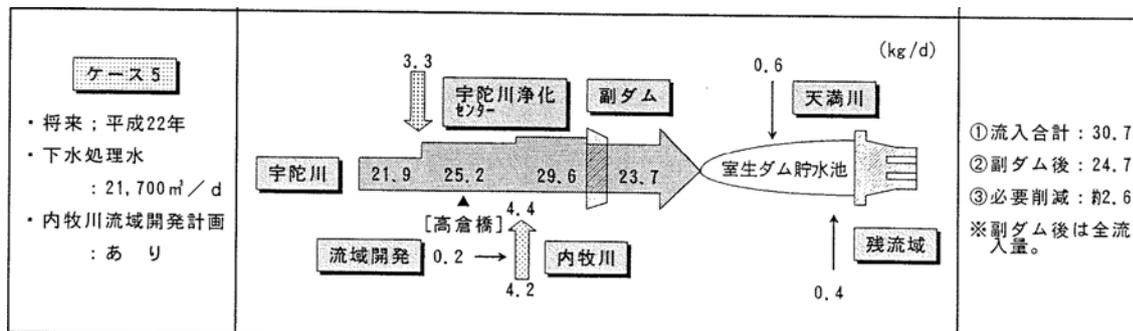
流入河川では、主要流入河川である本川宇陀川に対し、下水道完成までの間の早期的な対策の効果発現を目的として、合理的かつ経済的なリン除去方策としての副ダム施設の建設を推進する。

3.1. 将来の水質予測

目標年次

平成22年 下水道100%

内牧川開発あり



3.2. 負荷削減量

副ダムによるリン削減の目標値は約 8.6kg/日 (30.7-22.1) となる。

(5) 副ダム維持管理方針の整理

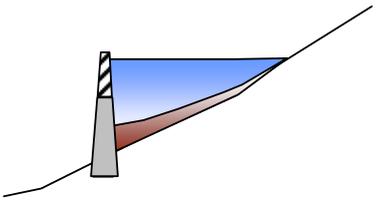
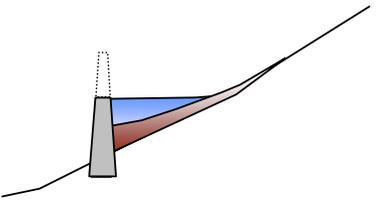
副ダム操作ルールと、改善案について既往検討資料^{※1}を整理する。

a) 操作ルール

副ダムを倒伏する条件は、「時間平均流量 $100\text{m}^3/\text{s}$ 生起時」及び「浚渫時」である。

なお、浚渫は10月の洪水期終了後、水位が常時満水位に回復するまでの期間に実施している。(常時満水位 EL. 295.5m はゴム堰天端標高 EL. 294.5m よりも高いため、非洪水期には浚渫できない。)

表 2-4-6 副ダム現行操作時イメージ

状態	起立時	倒伏時 (倒伏条件： $100\text{m}^3/\text{s}$ 生起時 or 浚渫時 10月～12月)
副ダム イメージ 図		

^{※1} 室生ダム副ダム維持管理方針検討業務 平成 21 年 3 月 (株)日水コン

b) 今後の操作ルール見直しの可能性

副ダムは T-P の低減に一定の効果を発揮しており、室生ダム貯水池水質向上に寄与していると考えられる。ここでは、水質改善効果をより発揮できると考えられる副ダムの改善案について整理する。

① 副ダム貯留水の放流前における水質悪化の低減。

状態	現行	改善案
副ダム イメージ 図		
評価	起立時に副ダム貯水池内で貧酸素化するなどして、水質が悪化（貧酸素化）する。	曝気等により深層の酸素量を保つことで、本ダムへの流入水質を改善する。

② 貯留水の本ダム流入時の流下に伴う巻き上げ現象の抑制

状態	現行	改善案
副ダム イメージ 図		
評価	水位低下時に、懸濁物が巻き上げられる。(現況：およそ2時間で完全倒伏。)	より長時間で放流することが可能となる放流堰を新設することで、底質の巻き上げを抑制する。

2) 水質自動監視装置

副ダムの効果を検証するとともに、良好な水質環境を管理することが出来るよう水質の常時監視を目的として、奈良県営水道取水口付近に水質自動監視装置を設置した。監視結果は、値が高い時に、水道事業者へ電話で情報伝達し、処理方法の事前準備等に活用されている。

水質自動監視装置の測定項目を以下に示す。

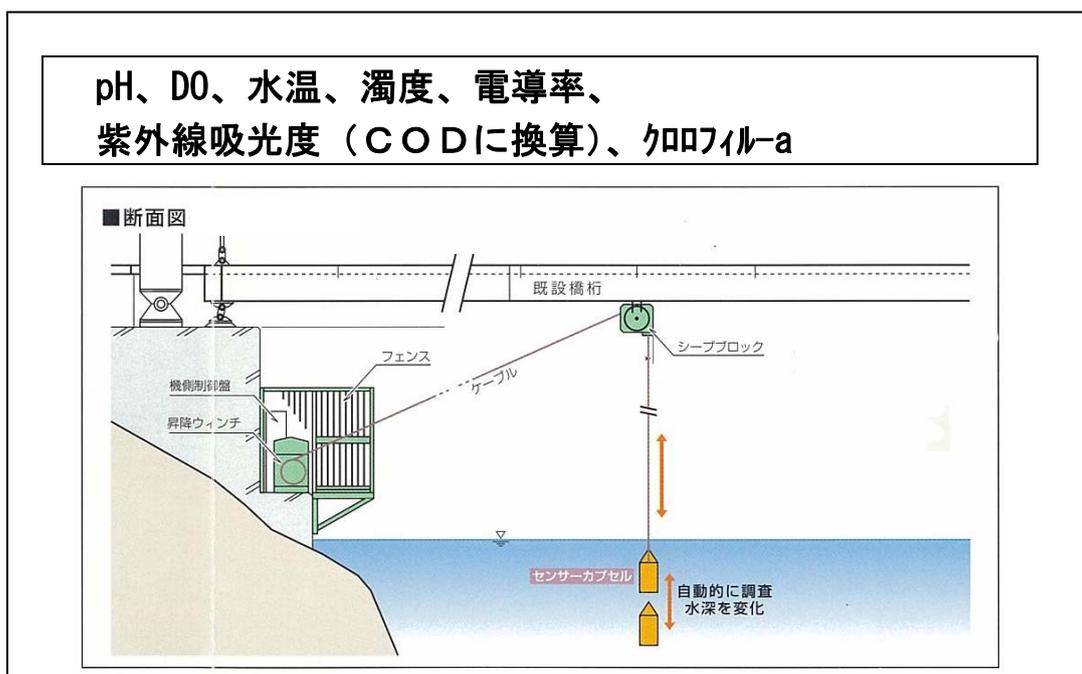


図 2-4-8 水質自動監視装置の観測項目及び概要



図 2-4-9 水質自動監視装置の設置状況
(奈良県取水口付近)

3) データ整理地点

室生ダム流域では、次図に示す地点において水質調査が実施されている。一般に水質は鉛直方向には変化するものの、水平方向には一定であることが多いことから、水質については、貯水池内基準点であり今後も継続して水質データを観測する“網場地点”を対象に整理を行う。

ただし、アオコのような浮遊物は風下の湾部に溜まることも多く、場所によって異なるため、アオコ等の発生については貯水池全体を対象に整理を行う。

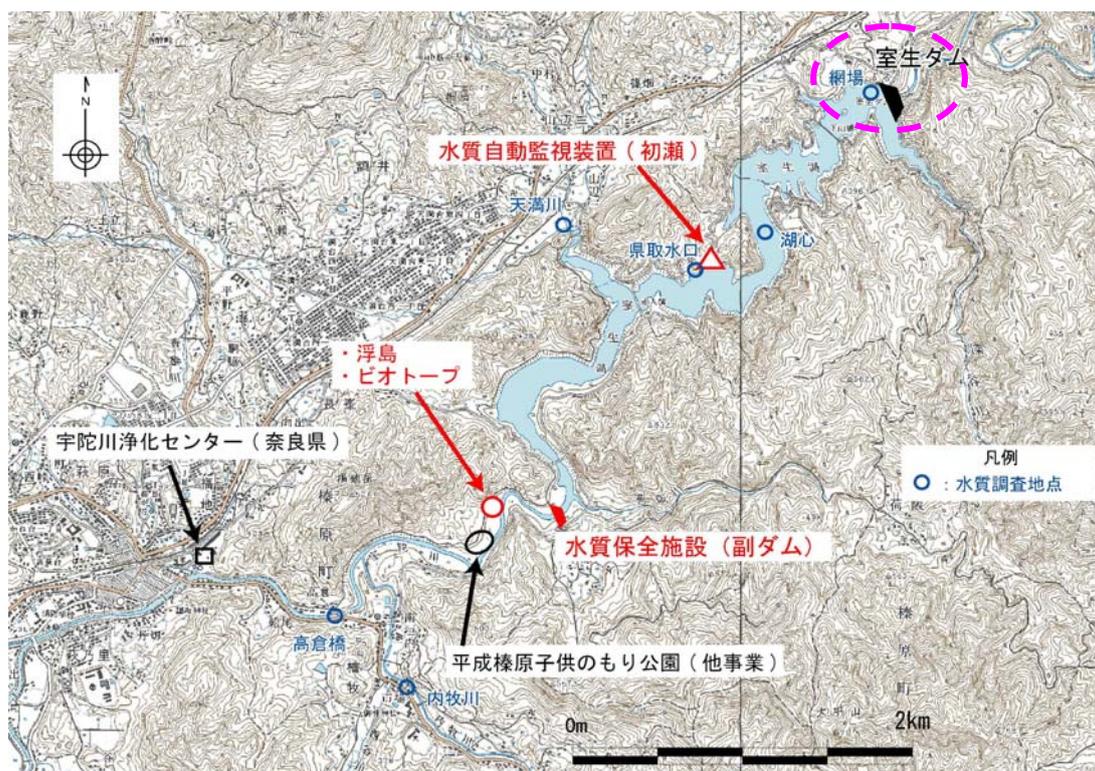


図 2-4-10 事業実施箇所とデータ整理地点

2-5. 社会・経済情勢の変化等

1) 土地利用状況の変化

室生ダムの流域面積は直接流域 136km²、間接流域 33km²である。直接流域には宇陀市の約55%が位置し、間接流域には約13%が位置している。

流域の関連市町の土地利用状況では、林野が約74%占めており、次いで農耕地(水田7%、畑4%)である。

表 2-5-1 室生ダム流域関連市町村の行政面積とダム流域面積の関係

名称	行政面積 (km ²)	室生ダム流域面積(km ²)		流域面積/行政面積	
		直接流域	間接流域	直接	間接
3町1村合計	247.62	136.0	33.0	0.549	0.133
旧大宇陀町	47.45	38.21	—	0.805	—
旧菟田野町	27.77	27.77	—	1.000	—
旧榛原町	64.41	61.57	—	0.956	—
旧室生村	107.99	8.45	33.0	0.078	0.306

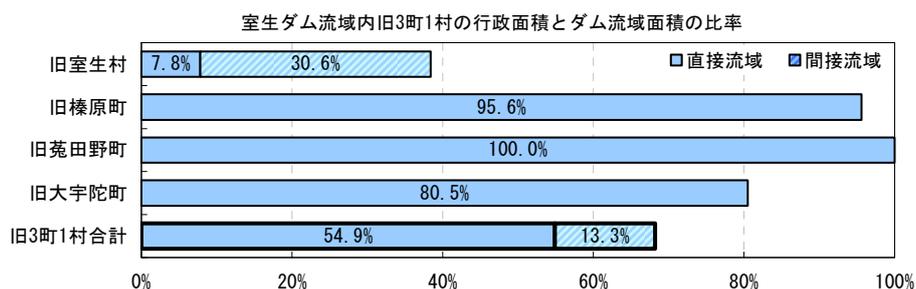
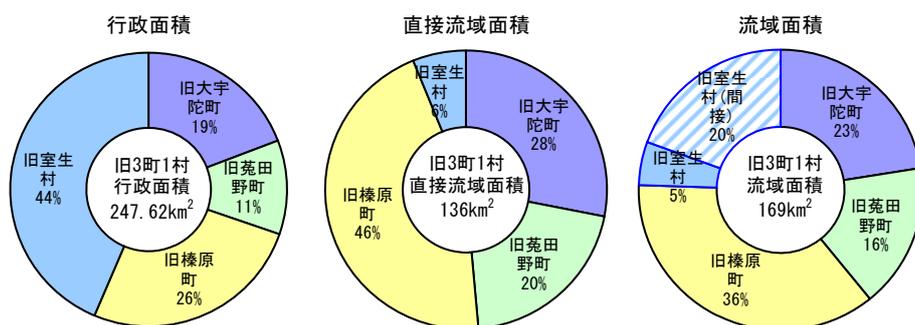


図 2-5-1 室生ダム流域関連市町村の行政面積とダム流域面積の比率

表 2-5-2 室生ダム流域関連市町村の用途別土地利用状況(H17)

単位:ha

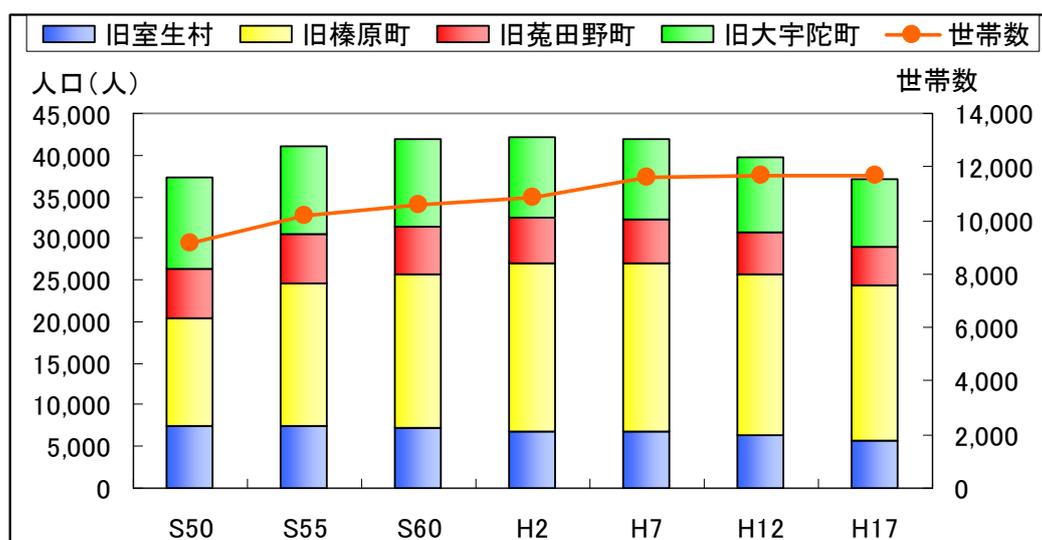
名称	行政面積 (km ²)	面積計	田	畑	宅地	池沼	林野	原野	計	雑種地			その他
										ゴルフ場	鉄軌道用地	雑種地・その他	
3町1村合計	247.62	22,072	1,770	921	494	49	18,275	208	355	210	29	116	2,690
旧大宇陀町	47.45	4,169	591	325	118	2	2,996	47	90	61	-	29	576
旧菟田野町	27.77	2,487	237	152	69	-	1,986	27	16	-	-	16	290
旧榛原町	64.41	5,741	503	232	218	47	4,596	68	77	12	14	51	700
旧室生村	107.99	9,675	439	212	89	0	8,697	66	172	137	15	20	1,124
割合(%)			7.2	3.7	2.0	0.2	73.8	0.8	1.4	0.9	0.1	0.5	10.9

【出典:農林業センサス】

2) 人口の変化

人口は、平成7年までは増加傾向にありましたが、それ以降は減少傾向が見られます。

世帯数については、核家族化の進行により平成7年以降も横ばいの状態です。



出典:「国勢調査」

図 2-5-2 室生ダム流域市町村の人口・世帯数の推移(S35~H7)

3) 下水道の整備状況の変化

室生ダム流域内において、室生ダムの水質保全を目的として宇陀川流域下水道が昭和 55 年より整備開始され、昭和 62 年より供用が開始された。計画処理面積 10.25km² に対して平成 18 年度末で概ね 68%程度の進捗状況となっている。

表 2-5-3 宇陀川流域下水道の計画

	全体計画	事業認可	平成 18 年度末
処理面積 (ha)	1,025	774	682.6
処理人口 (人)	42,700	26,400	21,064
処理能力 (m ³ /日)	日平均 16,000 日最大 26,300 時間最大 38,600	12,000 15,100 22,800	12,200
排除方式	分流式	分流式	
処理方式	水処理方式 嫌気-無酸素-好気法(A ₂ O法) +砂ろ過 汚泥処理方式 濃縮-消化-脱水-焼却	同左 (I系は標準活性 汚泥法+砂ろ過) 汚泥処理方式 濃縮-脱水-焼却	
幹線管渠延長 (km)	9.1		9.1
計画水質 mg/L			
流入水質	BOD 188 SS 178	197 186	
放流水質	BOD 5 SS 4	5 4	
対象市町村	供用市町村 宇陀市 大宇陀区、菟田野区、榛原区		
宇陀川 浄化センター	〒633-0204 奈良県宇陀市榛原区福地 28-1 0745-82-5725		

また、平成 19 年度末の段階で、流域内の人口は約 3 万 7 千人、下水道の普及人口は約 2 万 1 千人で、下水道普及率が 56.4%となっています(表 2-5-4 参照)。

表 2-5-4 汚水処理施設普及の推移

年度	市町村名	住民基本台帳 人口 (人)	汚水処理施設整備人口 (人)				合計 (人)	整備率 (%)
			公共下水道 (人)	農業集落排水 事業等 (人)	合併処理浄化 槽設置 (人)	コミュニティ プラント (人)		
S63年度末	大字陀町	-	-	-	-	-	-	
	菟田野町	-	-	-	-	-	-	
	榛原町	18,670	7,515	-	-	7,515	40.3	
	室生村	-	-	-	-	-	-	
	計	18,670	7,515	-	-	7,515	40.3	
H1年度末	大字陀町	10,159	-	-	-	-	-	
	菟田野町	5,448	20	-	-	20	0.4	
	榛原町	18,838	8,484	-	226	8,710	46.2	
	室生村	6,931	-	-	-	-	-	
	計	41,376	8,504	-	226	8,730	21.1	
H2年度末	大字陀町	10,027	-	-	-	-	-	
	菟田野町	5,463	176	-	-	176	3.2	
	榛原町	19,253	9,283	-	751	10,034	52.1	
	室生村	6,841	-	-	-	-	-	
	計	41,584	9,459	-	751	10,210	24.6	
H3年度末	大字陀町	9,968	333	-	-	333	3.3	
	菟田野町	5,411	337	-	-	337	6.2	
	榛原町	19,737	9,693	-	757	10,450	52.9	
	室生村	6,798	-	-	55	55	0.8	
	計	41,914	10,363	-	812	11,175	26.7	
H4年度末	大字陀町	9,857	725	-	-	725	7.4	
	菟田野町	5,385	673	-	-	673	12.5	
	榛原町	20,050	11,089	-	757	11,846	59.1	
	室生村	6,747	-	-	152	152	2.3	
	計	42,039	12,487	-	909	13,396	31.9	
H5年度末	大字陀町	9,792	1,167	-	-	1,167	11.9	
	菟田野町	5,282	795	-	-	795	15.1	
	榛原町	20,478	11,646	-	841	12,487	61.0	
	室生村	6,874	-	-	231	231	3.4	
	計	42,426	13,608	-	1,072	14,680	34.6	
H6年度末	大字陀町	9,694	1,381	-	-	1,381	14.2	
	菟田野町	5,256	624	-	-	624	11.9	
	榛原町	20,647	11,890	-	841	12,731	61.7	
	室生村	6,852	-	-	399	399	5.8	
	計	42,449	13,895	-	1,240	15,135	35.7	
H7年度末	大字陀町	9,657	1,901	-	-	1,901	19.7	
	菟田野町	5,242	658	-	31	689	13.1	
	榛原町	20,525	12,157	-	1,230	13,387	65.2	
	室生村	6,792	-	-	602	602	8.9	
	計	42,216	14,716	-	1,863	16,579	39.3	
H8年度末	大字陀町	9,547	2,278	-	-	2,278	23.9	
	菟田野町	5,196	753	-	90	843	16.2	
	榛原町	20,446	12,352	-	1,240	13,592	66.5	
	室生村	6,710	-	-	735	735	11.0	
	計	41,899	15,383	-	2,065	17,448	41.6	
H9年度末	大字陀町	9,399	2,607	-	-	2,607	27.7	
	菟田野町	5,303	759	-	169	928	17.5	
	榛原町	20,341	12,428	-	1,331	13,759	67.6	
	室生村	6,980	-	-	902	902	12.9	
	計	42,023	15,794	-	2,402	18,196	43.3	
H10年度末	大字陀町	9,474	2,935	-	60	2,995	31.6	
	菟田野町	5,252	1,019	-	205	1,224	23.3	
	榛原町	20,301	12,359	-	1,738	14,097	69.4	
	室生村	6,833	-	-	1,289	1,289	18.9	
	計	41,860	16,313	-	3,292	19,605	46.8	
H11年度末	大字陀町	9,266	4,722	-	156	4,878	52.6	
	菟田野町	5,093	2,720	-	397	3,117	61.2	
	榛原町	19,954	13,913	-	612	14,525	72.8	
	室生村	6,610	-	-	1,988	1,988	30.1	
	計	40,923	21,355	-	3,153	24,508	59.9	
H12年度末	大字陀町	9,160	4,731	-	308	5,039	55.0	
	菟田野町	5,020	2,750	-	418	3,168	63.1	
	榛原町	19,724	13,830	-	721	14,551	73.8	
	室生村	6,549	-	-	2,288	2,288	34.9	
	計	40,453	21,311	-	3,735	25,046	61.9	
H13年度末	大字陀町	9,052	4,783	-	428	5,211	57.6	
	菟田野町	4,975	2,766	-	467	3,233	65.0	
	榛原町	19,543	13,899	-	916	14,815	75.8	
	室生村	6,441	-	-	2,557	2,557	39.7	
	計	40,011	21,448	-	4,368	25,816	64.5	
H14年度末	大字陀町	8,949	4,800	-	546	5,346	59.7	
	菟田野町	4,923	2,771	-	467	3,238	65.8	
	榛原町	19,404	13,915	-	1,055	14,970	77.1	
	室生村	6,367	-	-	2,943	2,943	46.2	
	計	39,643	21,486	-	5,011	26,497	66.8	
H15年度末	大字陀町	8,800	4,992	-	636	5,628	64.0	
	菟田野町	4,903	2,786	-	475	3,261	66.5	
	榛原町	19,207	13,904	-	1,152	15,056	78.4	
	室生村	6,241	-	-	3,204	3,204	51.3	
	計	39,151	21,682	-	5,467	27,149	69.3	
H16年度末	大字陀町	8,703	5,059	-	692	5,751	66.1	
	菟田野町	4,837	2,735	-	645	3,380	69.9	
	榛原町	19,089	13,938	-	1,263	15,201	79.6	
	室生村	6,094	-	-	3,395	3,395	55.7	
	計	38,723	21,732	-	5,995	27,727	71.6	
H17年度末	宇陀市	38,295	21,221	-	6,288	27,509	71.8	
H18年度末	宇陀市	37,763	21,064	-	6,475	27,539	72.9	
H19年度末	宇陀市	37,062	20,920	-	6,714	27,634	74.6	

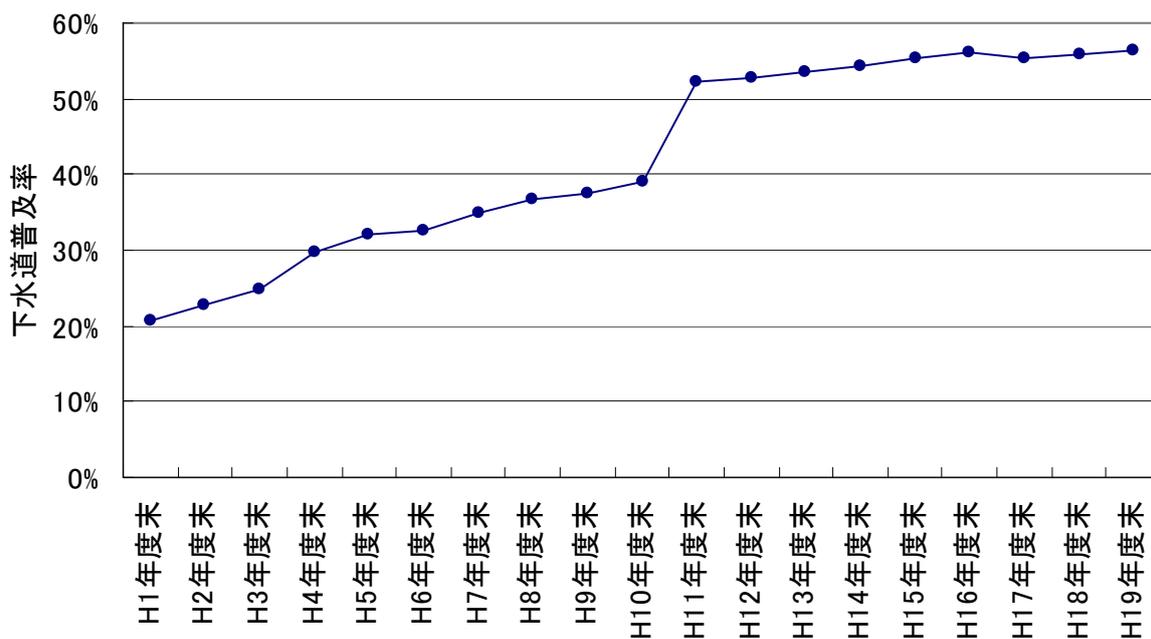


図 2-5-3 下水道普及率の経年変化

(出典：下水道統計 (下水道協会))

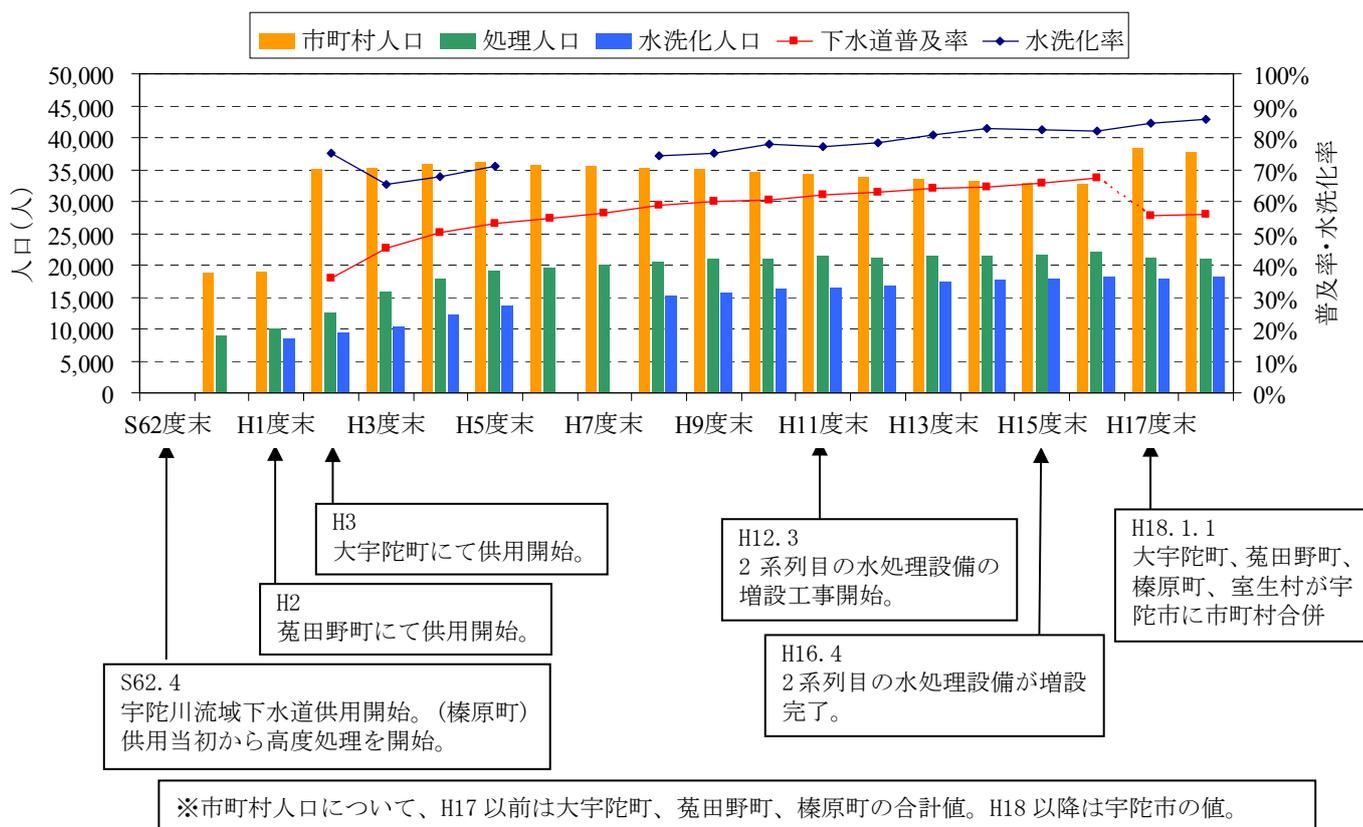


図 2-5-4 下水道接続率 (水洗化率) の経年変化

(出典：下水道統計 (下水道協会))

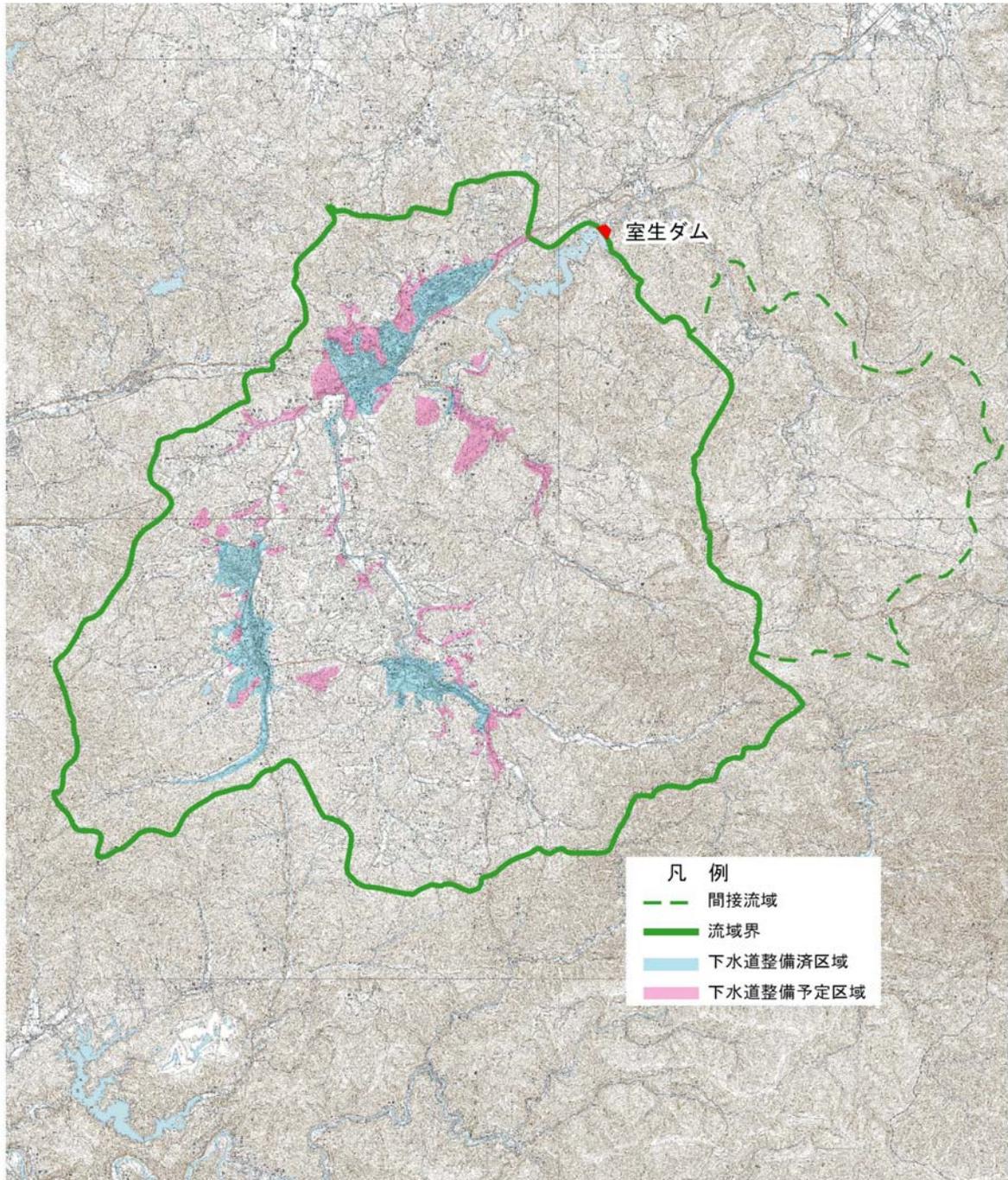


図 2-5-5 室生ダム流域の下水道整備状況（平成 16 年度時点）

次に、宇陀川流域下水道の放流水質を表 2-5-5 に示す。

昭和 62 年の供用開始後に比べて、放流水質は改善されており、平成 18 年度の平均では BOD 1.1mg/L、COD 4.3mg/L、SS 1mg/L 以下、T-N 9.7mg/L、T-P 0.1mg/L 以下である。

表 2-5-5 宇陀川流域下水道放流水質

単位水量:m³/日、pH:—、その他:mg/L

項目	S62	H8	H9	H10	H11	H12	H13	H14	H15	H16	H17	H18	H19
pH	6.9	6.5	6.5	6.4	6.6	6.5	6.6	6.6	6.5	6.5	6.7	6.9	6.9
COD	5.2	10	9.7	9.4	7.7	8.4	10	11	9.7	7	5.2	4.9	6.2
BOD	1.2	2.7	4.1	2.4	1.5	1.3	1.8	2.4	1.9	<0.5	1.1	0.6	0.7
SS	2	1	2	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
T-N	6.9	13	13	13	12	12	13	12	9.8	8.6	10	9.7	7.7
T-P	1.10	0.10	0.20	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	0.10	0.20	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10
水量	449	5,656	6,092	6,440	6,487	6,784	6,739	6,834	7,353	7,511	6,948	7,018	7,054

4) 工業出荷額の推移

(1) 産業全体

室生ダム流域関連市町村の工業出荷額（産業全体）は、平成2年をピークに減少傾向がみられる。

（単位：百万円）

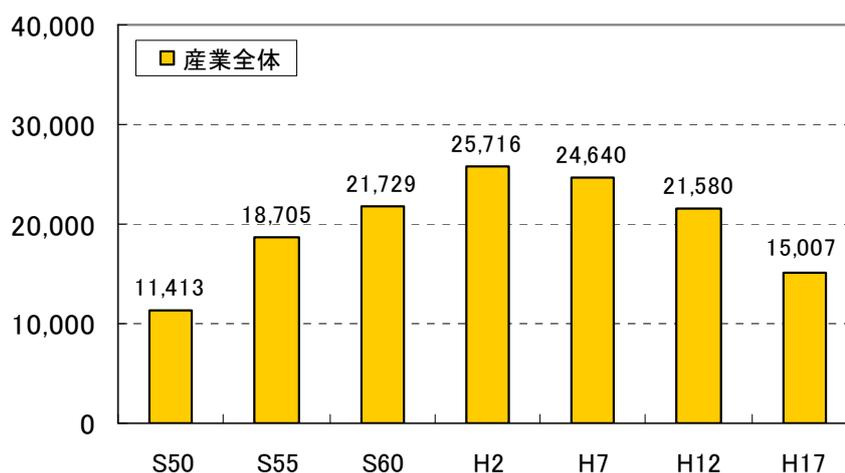


図 2-5-6 室生ダム流域関連市町村の工業出荷額の経年推移 (S50~H17)

(出典：各年の奈良県統計年鑑)

(2) なめし革・銅製品・毛皮製造業

室生ダム流域関連市町村の主な産業である「界面活性剤を使用する皮革産業（産業分類：なめし革・銅製品・毛皮製造業）」の工業出荷額は平成2年をピークに横ばい傾向にある。

（単位：百万円）

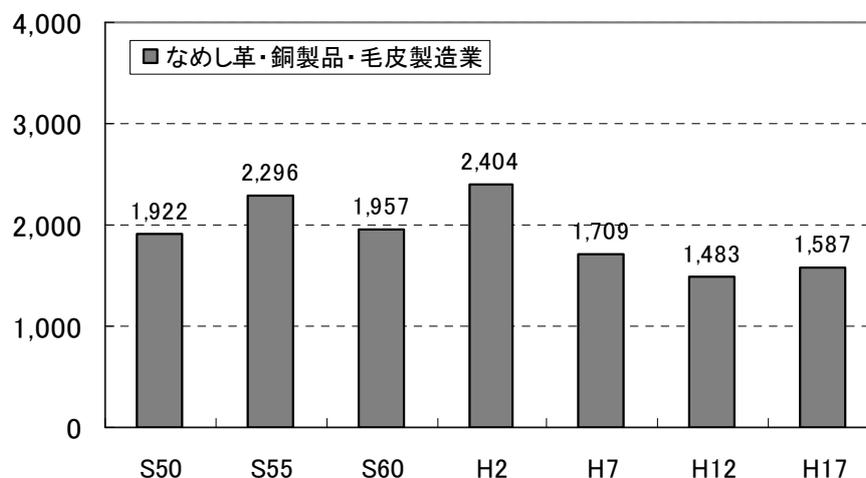


図 2-5-7 室生ダム流域関連市町村の工業出荷額（なめし革・銅製品・毛皮製造業）の経年推移 (S50~H17)

(出典：各年の奈良県統計年鑑)

表 2-5-6 室生ダム流域関連市町村の工業出荷額の経年推移 (S50~H17)

		(万円)									
産 業 分 類	数	昭和45年	昭和50年	昭和55年	昭和60年	平成2年	平成7年	平成12年	平成17年	平成19年	
09	食料品製造業	46,767	62,453	78,016	83,738	77,842	84,713	83,871	85,251	90,190	
10	飲料・タバコ・飼料製造業	-	1,170	-	-	x	x	x	x	x	
11	繊維工業(衣服、その他の繊維製品を除く)	2,782	29,183	17,940	39,244	54,421	x	x	x	x	
12	衣服、その他の繊維製品製造業	19,883	40,606	233,934	427,085	433,878	486,507	290,430	128,837	131,641	
13	木材・木製品製造業(家具を除く)	223,419	455,838	654,385	625,481	809,888	756,093	552,703	164,788	131,272	
14	家具・装備品製造業	1,498	33,786	46,444	45,704	41,951	23,602	47,672	x	15,804	
15	パルプ・紙・紙加工品製造業	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
16	印刷・同関連業	x	3,544	7,200	3,454	8,089	x	8,552	-	-	
17	化学工業	x	3,450	-	-	-	x	-	-	-	
18	石油・石炭	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
19	プラスチック製品製造業(別掲を除く)	-	-	-	-	56,642	88,218	60,834	51,100	77,675	
20	ゴム製銀製造業	3,707	3,842	x	x	x	x	x	-	-	
21	なめし革・銅製品・毛皮製造業	106,856	192,212	229,646	195,689	240,387	170,928	148,250	158,680	163,120	
22	窯業・土石製品製造業	31,187	27,154	x	207,908	189,748	255,760	114,029	118,303	118,184	
23	鉄鋼業	x	48,553	x	87,483	x	x	x	x	x	
24	非鉄金属製造業	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
25	金属製品製造業	42,215	86,771	180,991	78,244	220,720	205,228	299,591	118,931	395,822	
26	一般機械器具製造業	x	x	x	x	23,488	x	x	x	x	
27	電気機械器具製造業	x	-	x	37,192	x	12,990	x	x	x	
28	情報通信機械器具製造業	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
29	電子部品・デバイス製造業	-	-	-	-	-	x	-	x	x	
30	輸送用機械器具製造業	-	-	x	x	x	x	-	-	-	
31	精密機械器具製造業	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
32	その他の製造業	23,342	13,135	109,432	94,660	19,375	176,669	39,735	19	16,384	

※「-」は該当数値なし、「x」は2事業者以下のため秘匿とした箇所
 ※着色は秘匿町村があるところ
 ※各年の奈良県統計年鑑より引用

(出典：各年の奈良県統計年鑑)

5) 経営耕地面積の推移

室生ダム流域関連市町村の主な産業の農業(高原野菜等)の経営耕地面積の推移は、横ばい傾向にある。

(単位：百 ha)

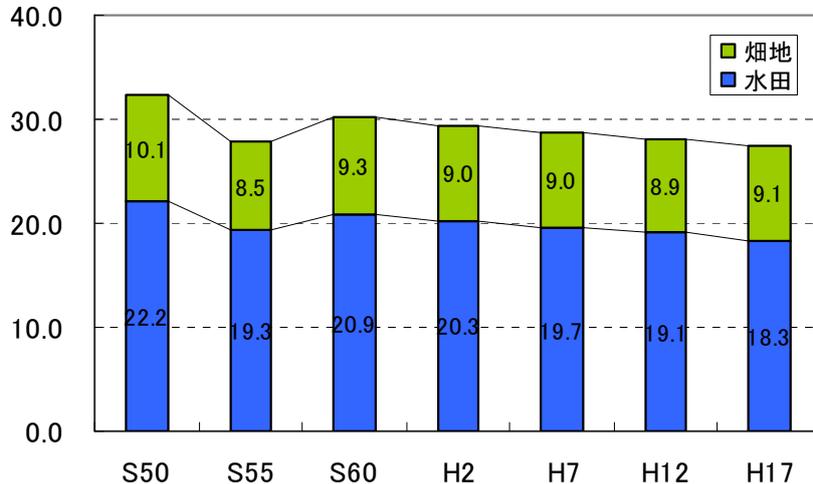


図 2-5-8 室生ダム流域関連市町村の経営耕地面積の経年推移 (S50~H17)

出典) 各年の奈良県統計年鑑

表 2-5-7 室生ダム流域関連市町村の経営耕地面積の経年推移(S50~H17)

単位:ha

		S40	S45	S50	S55	S60	H2	H7	H12	H17	H19
旧 大宇陀町	水田	675	686	632	654	649	641	630	602	591	-
	畑地	325	342	298	310	309	305	317	323	325	-
	計	1,000	1,028	930	963	958	945	946	924	916	-
旧 菟田野町	水田	309	312	248	294	286	269	263	248	237	-
	畑地	156	162	126	150	147	154	153	155	152	-
	計	465	474	374	444	433	423	416	403	389	-
旧榛原町	水田	695	717	566	630	595	575	549	522	503	-
	畑地	252	279	221	253	228	232	216	228	232	-
	計	947	996	787	883	824	807	766	750	736	-
旧室生村	水田	474	504	484	508	496	481	464	457	439	-
	畑地	215	229	203	221	216	211	207	208	212	-
	計	689	733	687	729	713	693	672	665	651	-
宇陀市	水田	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,761
	畑地	-	-	-	-	-	-	-	-	-	915
	計	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,676
旧 3町1村合 計	水田	2,153	2,219	1,929	2,086	2,027	1,965	1,906	1,828	1,770	-
	畑地	948	1,012	848	934	900	902	893	914	922	-
	計	3,101	3,231	2,777	3,020	2,927	2,867	2,799	2,742	2,691	-

出典) 各年の奈良県統計年鑑

6) 観光動向

室生ダム貯水池の周辺には、室生赤目青山国定公園、東海道自然歩道も周囲に設定されている豊かな自然のある風光明媚な地域であり、行楽・観光に訪れる人々も多い。

室生ダムが位置する室生・長谷の観光客数は平成2年に100万人を超え、以降年間150万人前後で横ばい状況である。

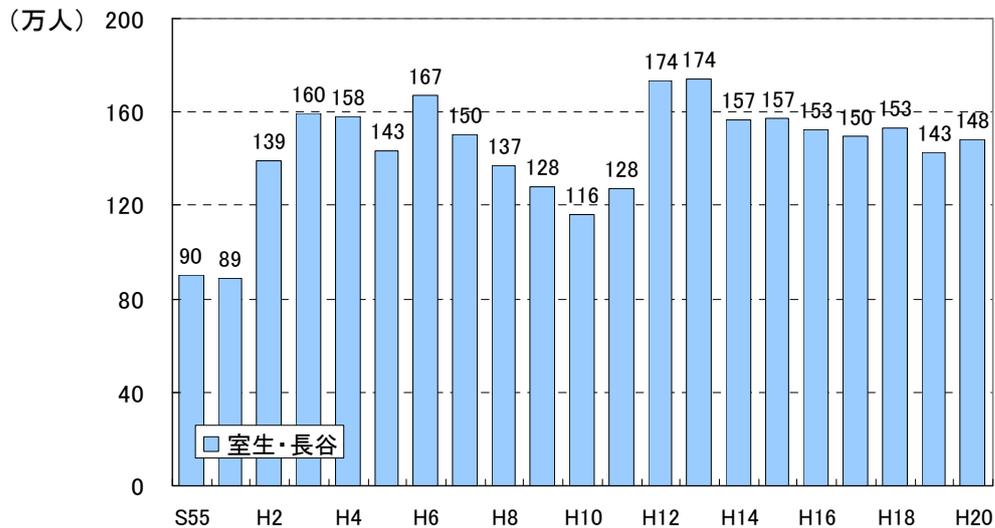


図 2-5-9 観光客入込み状況

(出典：平成20年奈良県観光客動態調査報告書)

なお、室生ダムへの来訪者の居住地は、奈良県内が約62%を占めており、関西・中京圏が約98%を占めている。

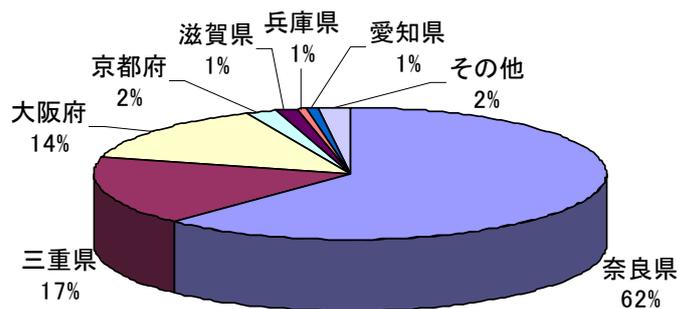


図 2-5-10 来訪者の居住地

(出典：平成18年ダム湖利用実態調査)

ダム湖周辺には、「不思議の森公園」、「室生農林トレーニングセンター」、「室生ダム展望台」、「平成榛原子供のもり公園」等の各種レクリエーション施設が整備されている。



図 2-5-11 室生ダム湖周辺の主な観光施設位置図

平成榛原子供の森公園は、平成 13 年に完成し、毎年 8 万人前後の入園者数となっています。

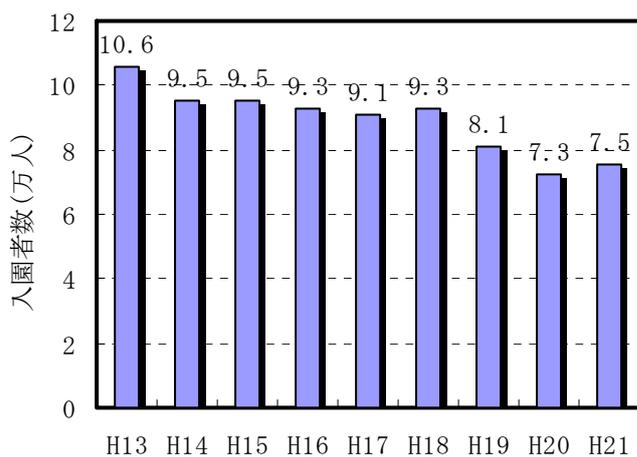


図 2-5-12 平成榛原子供のもり公園入園者数
(平成榛原子供のもり公園 (宇陀市) ヒアリングより)

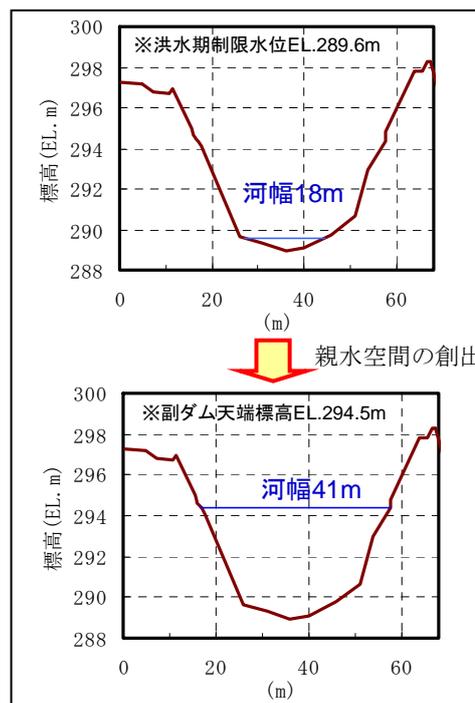


図 2-5-13 親水空間創出のイメージ
(公園付近の河道横断H19測量成果より作成)



図 2-5-14 平成榛原子供のもり公園写真

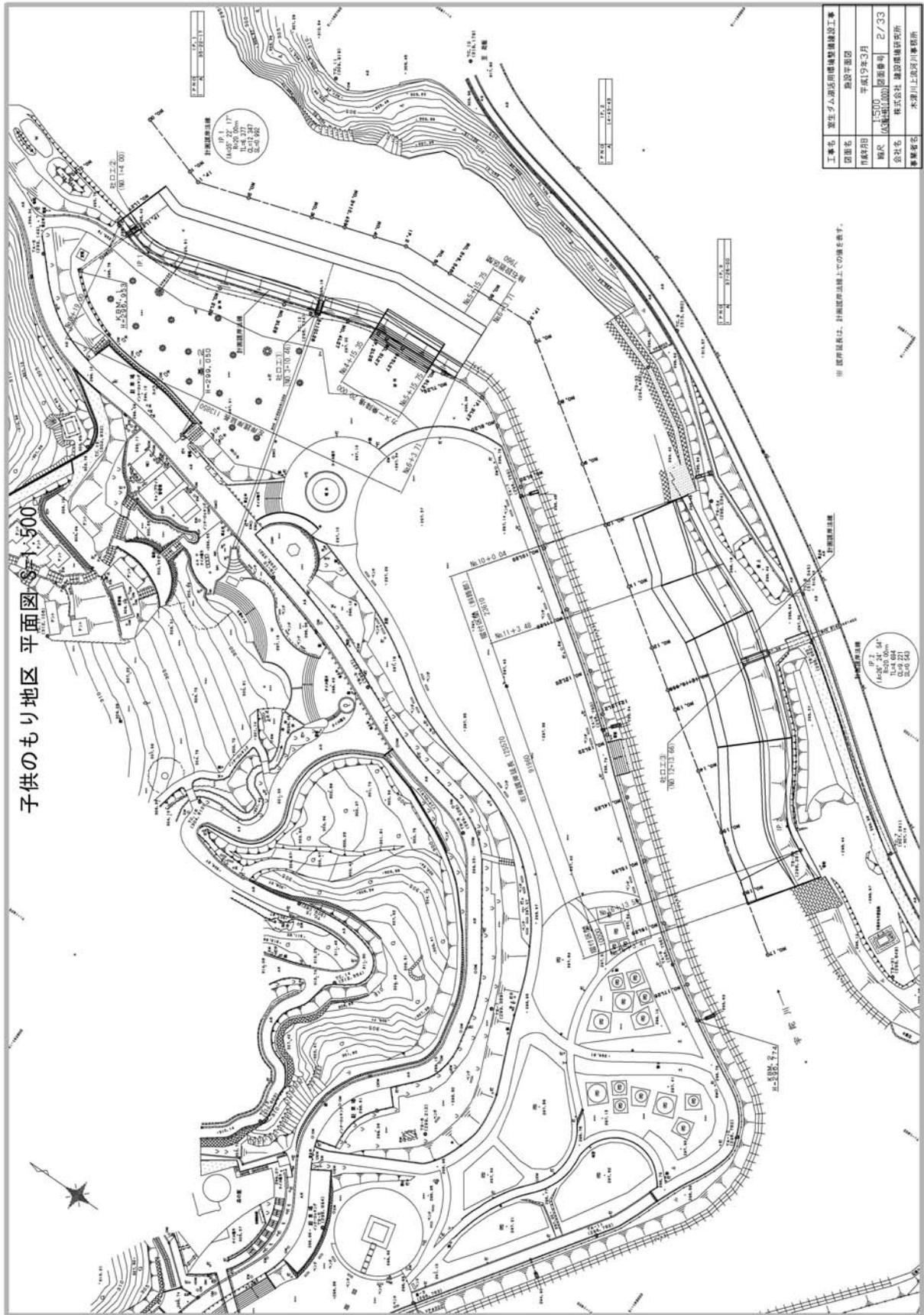
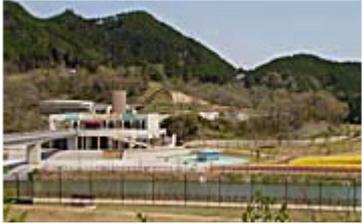


図 2-5-15 平成榛原子供のもり公園付近測量平面図 (H19.3)

表 2-5-8 室生ダム湖周辺の主な観光施設

<p>●不思木の森公園</p> <p>室生ダム湖畔にある室生村健民グラウンドでは、野球、サッカー、テニスなどを楽しめる。ナイター施設が整備されている。</p>	
<p>●室生農林トレーニングセンター</p> <p>室生ダム湖畔にある室生農林トレーニングセンターでは、バレーボール、バスケットボールなどを楽しめる。</p>	
<p>●室生ダム展望台</p> <p>室生ダム管理所の正面に位置し、室生湖を展望することができる。また、東海遊歩道の沿線でもあることから、多くのハイカーが休憩所として利用している。</p>	
<p>●平成榛原子供のもり公園</p> <p>平成13年4月、室生ダムの貯水池湖畔にオープンした。この公園は、21世紀を担っていく子供たちが健やかに成長していくための活動の場となり、また、野外活動やレクリエーションを通して大人と子供の世代間の交流が盛んに行える場となるよう、奈良県宇陀市榛原町が整備したものである。</p>	

7) ダム湖利用者数

平成18年度河川水辺の国勢調査〔ダム湖版〕(ダム湖利用実態調査編)より、室生ダム湖及びその周辺の利用者数の推移は、以下に示すとおり増加傾向にある。

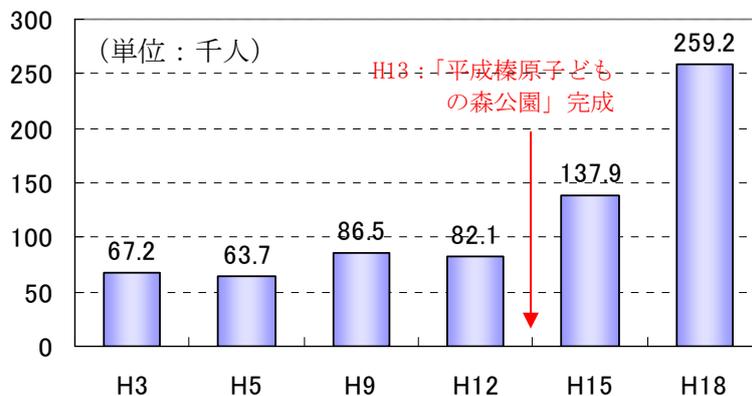


図 2-5-17 室生ダム年間利用者数

3. 事業効果の発現状況

3-1. 富栄養化現象の抑制効果の発現状況

事業による富栄養化現象の抑制効果については、以下の項目について検討した。

- (1) 副ダムによるリンの削減状況
- (2) 淡水赤潮・アオコの発生状況の変化
- (3) 貯水池内における水質・植物プランクトンの変化
- (4) 水温成層の形成状況
- (5) アオコ発生ポテンシャルの変化

なお、抑制効果は主に流入するリンの削減効果によって算出しているが、その理由としては以下があげられる。

植物プランクトンの N/P 比は約 7, アオコは 13.5 であり、これより N/P 比が高いと P 制限, 低いと N 制限になるとされている (手塚公裕ほか: 用水と廃水, 48, 411-423 (2006)、藤本尚志ほか: 水環境学会誌, 18, 901-908 (1995))。室生ダムの N/P 比は 20 年間の平均で 40 程度であり (平成元年～平成 20 年の網場表層の平均 T-N=0.964mg/L、T-P=0.024mg/L)、P 制限になっている。

1) 副ダムによるリンの削減状況

副ダムの設置に伴うリンの削減量について、以下の手法による推定を行った。

- 【推定手法】 浚渫土砂のリン含有量からの推定
- 【推定対象期間】 平成 17 年 (事業完了後) ～平成 20 年

(1) 浚渫土砂のリン含有量からの除去量の推定

副ダムによるリンの削減量として、浚渫土砂のリン含有量からの除去量を推定する。各年度の浚渫位置及びその土質と平成20年度底質調査位置及び結果を対応させて算出を行った。

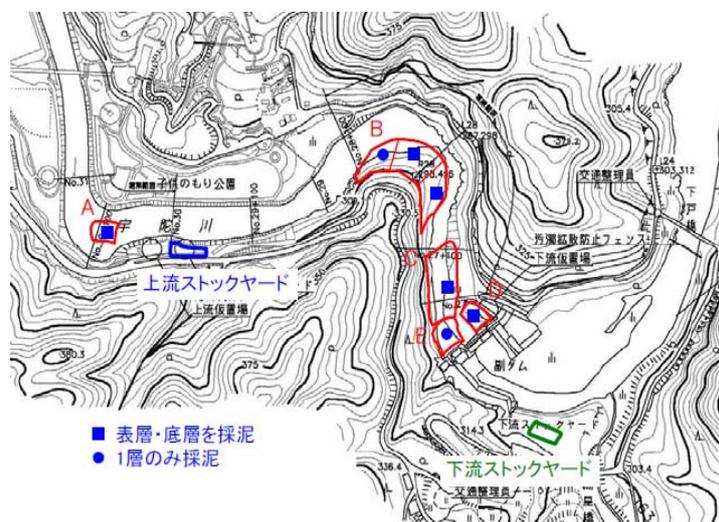


図 3-1-1 底質調査地点図 (H20.12)

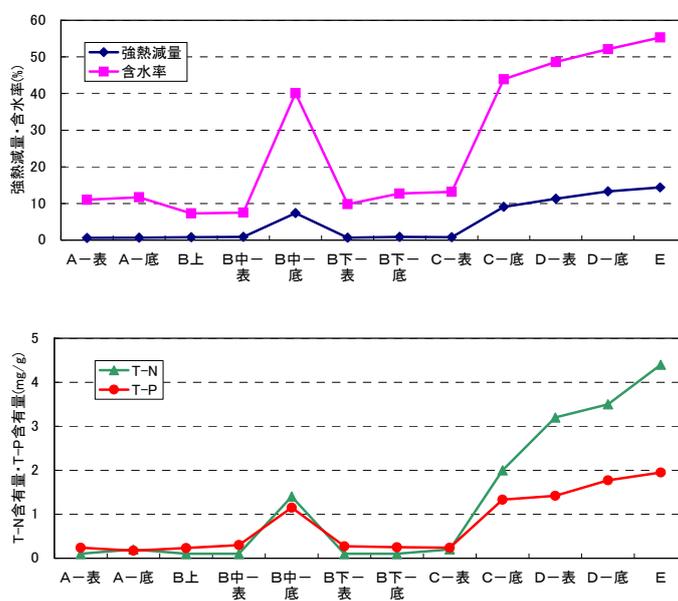


図 3-1-2 底質調査結果 (H20.12)

表 3-1-1 底質調査結果 (H20.12)

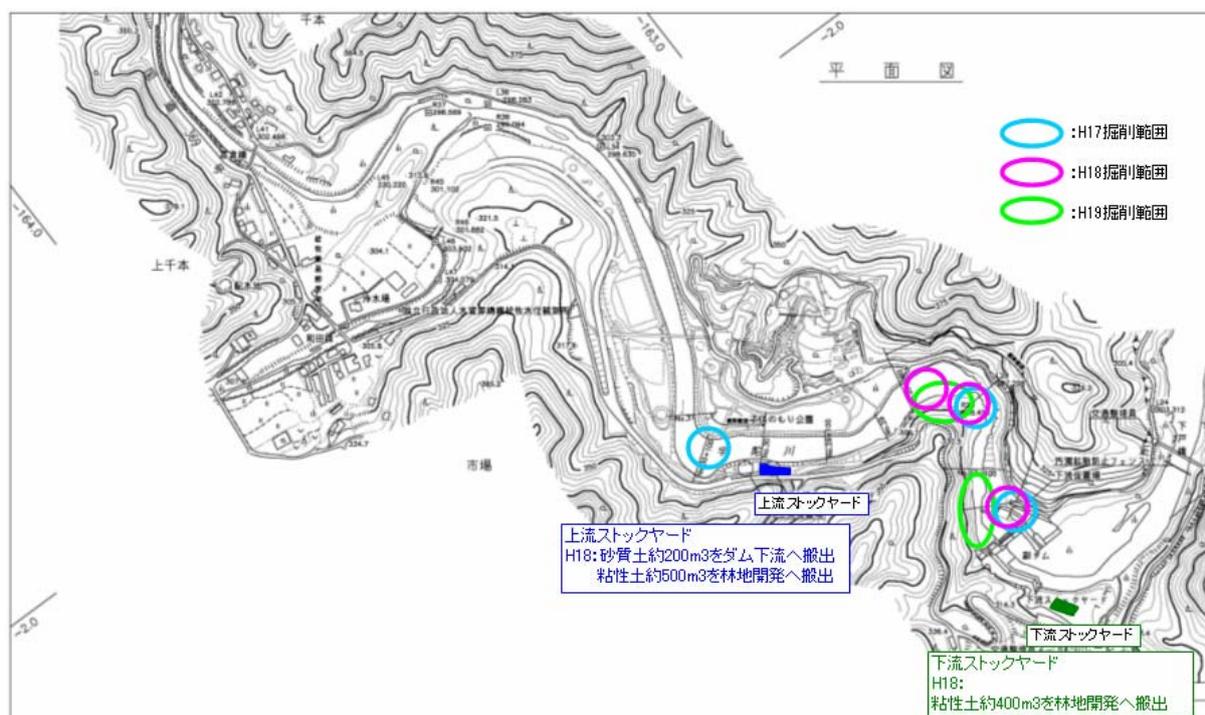
項目	地点 単位	地点											
		A-表	A-底	B上	B中-表	B中-底	B下-表	B下-底	C-表	C-底	D-表	D-底	E
強熱減量	%	0.6	0.7	0.8	0.9	7.4	0.7	0.9	0.8	9.1	11.3	13.3	14.4
含水率	%	11.0	11.7	7.3	7.5	40.1	9.8	12.7	13.2	43.9	48.6	52.1	55.3
T-N含有量	mg/g	0.1	0.2	0.1	0.1	1.4	0.1	0.1	0.2	2.0	3.2	3.5	4.4
T-P含有量	mg/g	0.24	0.17	0.23	0.30	1.15	0.27	0.25	0.24	1.33	1.42	1.77	1.95

平成 20 年度調査結果を見ると、副ダム直上流 (C、D、E) と No. 28 地点(B 中地点)の栄養塩濃度が高いことがわかる。さらに、No. 28 地点(B 中地点)では表層は栄養塩濃度が低く、底層は高い傾向となっている。

このような傾向は既往の浚渫実績とよく一致していることから、栄養塩濃度の高い底泥はほぼ同じ箇所に堆積すると考えられる。そこで、既往の浚渫実績データと平成 20 年度の底質分析データを活用し、浚渫方法による栄養塩除去効果を推定した。

なお、浚渫位置と H20 年度底質調査位置の対応については、次のとおりとした。

- >> No. 30 上流側で砂質土・・・A-表層
- >> No. 30 上流側で粘性土・・・A-底層
- >> No. 28 上流側で砂質土・・・B 上
- >> No. 28 で砂質土・・・・・・・・・・B 中-表層
- >> No. 28 で粘性土・・・・・・・・・・B 中-底層
- >> 副ダム直上流で粘性土・・・・・・・・D(表層・底層の平均) (H19 はC-底層とEの平均)



地点別浚渫量に T-P 含有量・(1-含水率)及び砂の単位体積重量を乗じて、浚渫による T-P 除去量を算定した。単位体積重量については一般的に用いられる 1,800kg/m³ とした。

以上より、H19 年度の T-P 除去量が圧倒的に大きく、除去効率も最も高いことがわかる。また、H18 年度は浚渫量が少ないものの T-P 除去効率は高かったと言える。

表 3-1-2 各年度の T-P 除去量推定結果

浚渫年度	土質	(1)	(2)	-	(3)	(4)	(5)=(1)×(3) ×(1-(4))×砂の 単位体積重量	(6)=Σ(5)	(7)=(6)/(2)	(8)
		浚渫量 (m ³)	浚渫量計 (m ³)	浚渫位置 -	T-P含有量 (mg/g)	含水率 (%)	T-P除去量 (kg)	各年T-P除去量 (kg)	T-P除去効率 (kg/m ³)	個々の除去効率 (kg/m ³)
H17	砂質土	250	2,840	A表	0.24	11.00	96	1,806	0.64	0.38
	粘性土	40		A底	0.17	11.70	11			0.27
	砂質土	2,010		B中表	0.30	7.50	1,004			0.50
	粘性土	400		B中底	1.15	40.10	496			1.24
	粘性土	140		D	1.60	50.35	200			1.43
H18	砂質土	220	1,930	B上	0.23	7.30	84	2,353	1.22	0.38
	粘性土	910		B中底	1.15	40.10	1,128			1.24
	粘性土	800		D	1.60	50.35	1,140			1.43
H19	砂質土	970	4,070	B上	0.23	7.30	372	4,984	1.22	0.38
	粘性土	3,100		C底・E	1.64	49.60	4,612			1.49
H20	砂質土	596	4,046	B中表	0.30	7.50	298	3,859	0.95	0.50
	粘性土	3,450		C表・D表	0.83	30.90	3,562			1.03

※「浚渫位置」はH20年度底質調査における調査地点名で示した

※砂の単位体積重量は一般に用いられる1800kg/m³とした

※A地点はT-P含有量が表底逆転しているが、浚渫量が少ないことから、砂質土：表層、粘性土：底層とした。

これをみると、平成 17~20 年度の浚渫により、副ダム設置後 7 年間に堆積した 13,003kg のリンが削減されたと推定される。

表 3-1-3 T-P 除去量目標値の達成状況（浚渫土 T-P 含有量からの推定）

	年あたり T-P 除去量(推定)	日あたり T-P 除去量(推定)	目標値	目標達成率
	kg/年	kg/日	kg/日	%
H17	1,806	4.9	8.6	57%
H18	2,353	6.4	8.6	74%
H19	4,984	13.7	8.6	159%
H20	3,859	10.6	8.6	123%
合計	13,003	35.6	—	—
平均	3,251	8.9	8.6	103%

次に、次項以降において、副ダム及び副ダム越流水の水質調査結果を基に、これらの水質濃度の差からリン除去量の推定を試みるものとした。

(2) 副ダム流入水・副ダム越流水の水質調査結果からの除去量の推定

水質の変化から推定した場合、室生ダムに流入する全リン (T-P) が、7年間で5,945kg (流入 T-P の約 11%) 低減されたことになる。

表 3-1-4 副ダム流入水・副ダム越流水の水質調査結果からの除去量の推定結果

T-P	G	H	I (=G*H)	C	E	J (=C*E)	K (=J/I)
	総流入負荷量 (倒伏時含む)			副ダムによる 削減負荷量			実削減率
	kg/日	日	kg/年	kg/日	日	kg/年	%
H13.11-H14.10	9.18	365	3,351	0.85	357	304.7	9.1
H14.11-H15.10	27.34	365	9,980	5.44	319	1739.5	17.4
H15.11-H16.10	39.12	366	14,318	3.37	289	978.4	6.8
H16.11-H17.10	17.18	365	6,271	2.55	131	335.1	5.3
H17.11-H18.10	17.46	365	6,371	2.87	315	906.4	14.2
H18.11-H19.10	25.32	365	9,241	3.22	290	938.7	10.2
H19.11-H20.10	19.63	365	7,165	3.08	241	742.5	10.4
平均	22.18		8100	3.05	277	849	10.5
					合計	5,945	kg/年

浚渫土砂量からの推定除去量と比較すると、約 4 割の値となっている。水質による推定では掃流砂が考慮されないことが、この差の一因になっている可能性がある。

副ダムによる T-P の低減イメージを図 3-1-3 に示す。流量が多いほど室生ダム貯水池への流入量を低減させている。ただし、ダム等の維持管理に必要な時期および大規模な出水時には副ダムを倒伏させるため、この間の倒伏期間低減効果はなくなる。

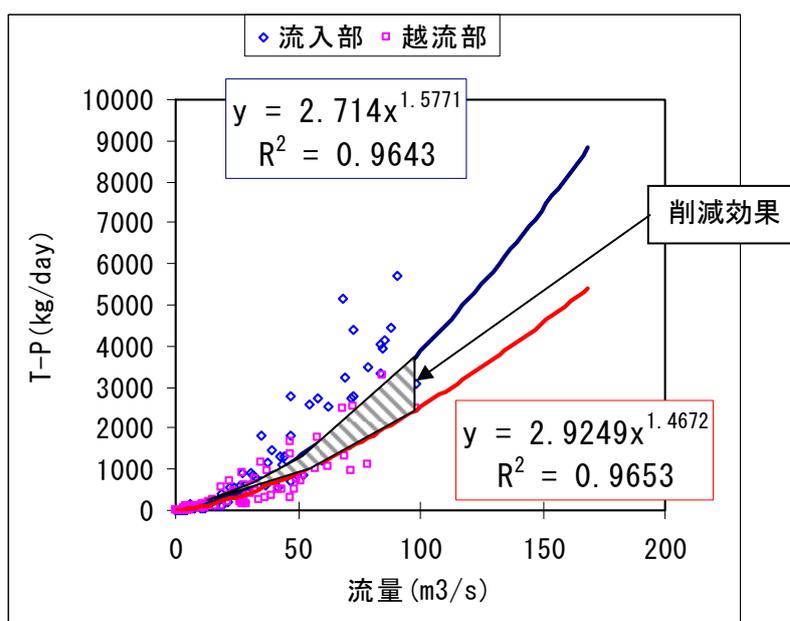


図 3-1-3 副ダムによる T-P 制限効果のイメージ (倒伏を考慮)

次に、小規模出水時に貯留された栄養塩類が副ダム倒伏時に室生ダム貯水池に流入することが想定されるため、出水時の流入－流出の T-P の調査結果を比較した。

その結果、2回の出水時（H13. 8. 21 出水、H19. 7. 17 出水）の水質調査結果を見る限り、流入に比べて越流が高くなる現象は認められず、出水時には流入と同程度の流出負荷になっていると考えられる。

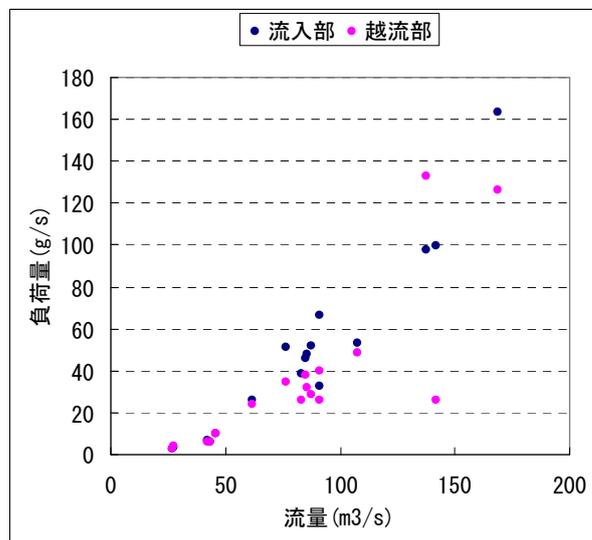


図 3-1-4 副ダム倒伏時（出水時）の流入流出の L-Q 式 (T-P)
（H13. 8. 21 出水、H19. 7. 17 出水による観測値より）

副ダムの倒伏実績を以下に示す。

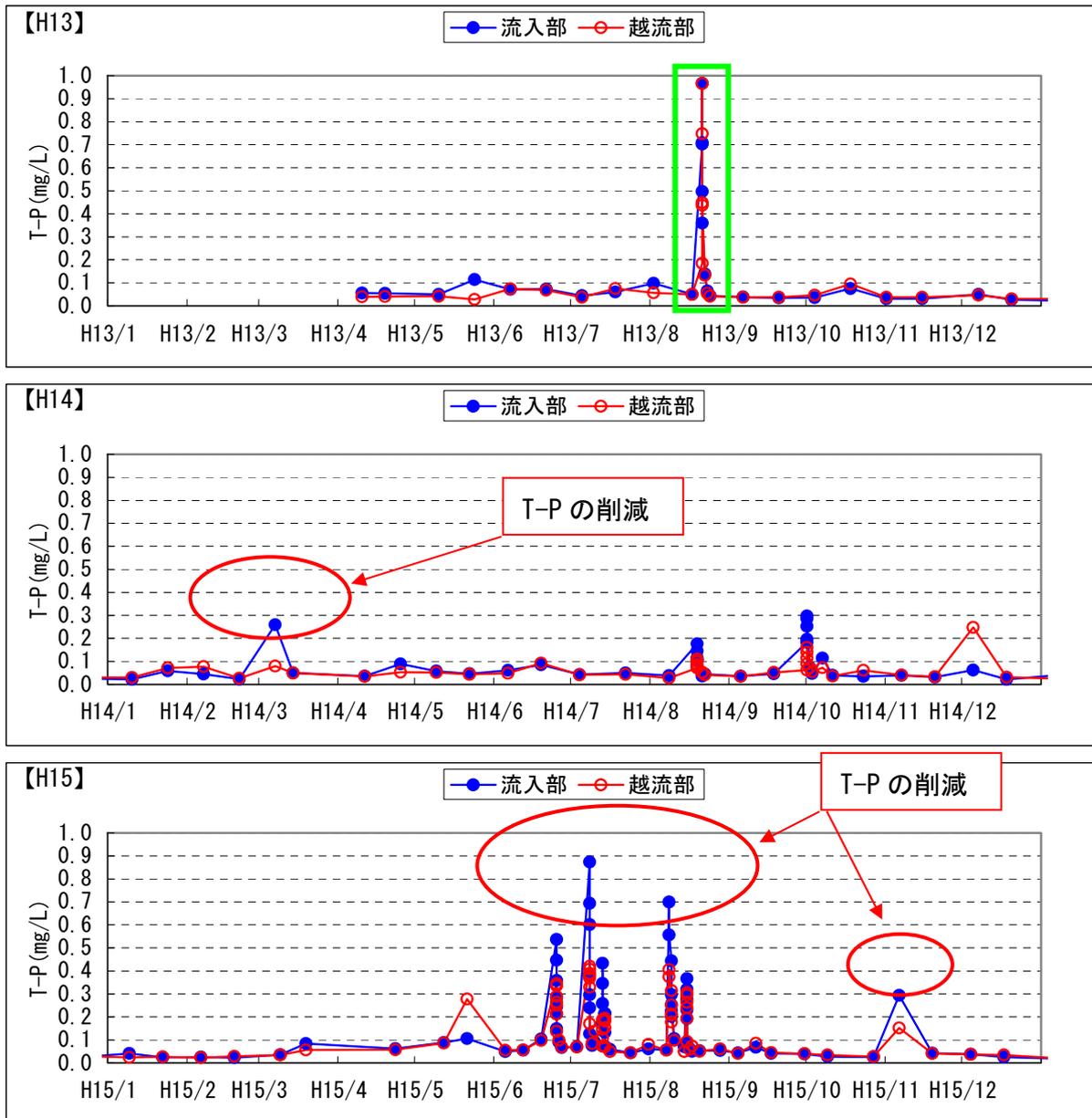
倒伏をしていない期間は年平均値で 283.5 日であり、副ダムの稼働率は 77.5%であった。

表 3-1-5 副ダムの倒伏実績

年度	回数 (/年)	区分	倒伏期間	倒伏時間 (時間)
平成 13 年度	4 回	倒伏試験	2001/ 7/30 11:00～2001/ 7/30 14:00	3
		出水による自動倒伏	2001/ 8/21 13:00～2001/ 8/24 19:00	78
		倒伏試験	2001/10/ 5 11:00～2001/10/ 5 19:00	8
		倒伏試験	2001/10/ 9 11:00～2001/10/ 9 18:00	7
平成 14 年度	1 回	試験浚渫による倒伏	2002/10/24 11:00～2002/12/16 11:00	1272 (53 日)
平成 15 年度	—			
平成 16 年度	2 回	出水による自動倒伏	2004/ 8/ 5 4:00～2004/ 8/ 7 10:00	54
		護岸工事による倒伏	2004/ 8/19 11:00～2005/5/20 20:00	6585 (275 日)
平成 17 年度	1 回	浚渫工事による倒伏	2005/9/29 11:00～2005/11/22 12:00	1297 (55 日)
平成 18 年度	1 回	浚渫工事による倒伏	2006/10/4 11:00～2006/11/20 15:00	1132 (48 日)
平成 19 年度	2 回	出水による自動倒伏	2007/7/17 2:00～2007/7/20	
		浚渫工事による倒伏	2007/9/11 19:00～2007/11/28	
平成 20 年度	1 回	浚渫工事による倒伏	2008/8/30 ～2009/3/27	

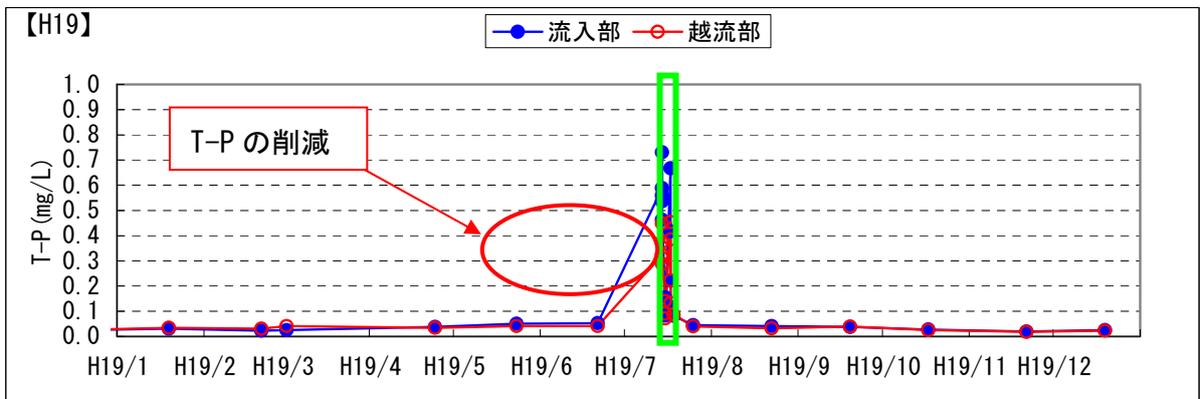
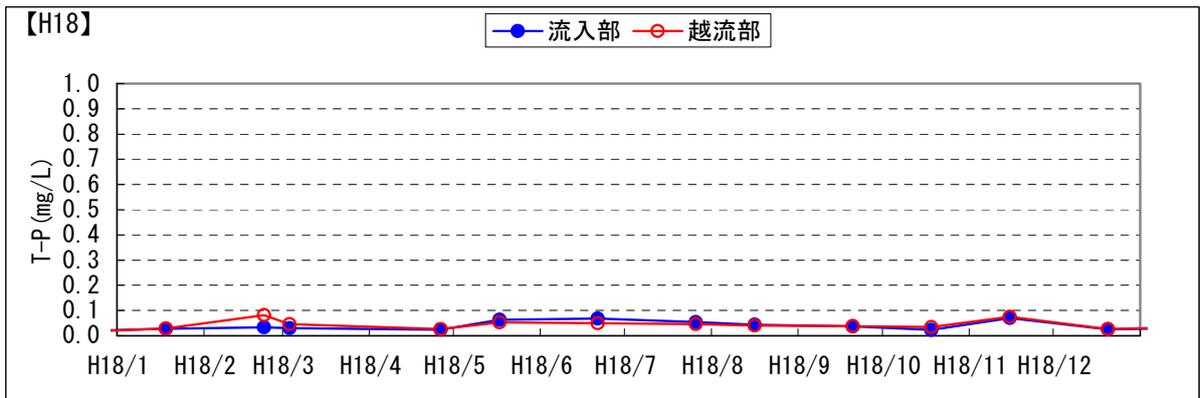
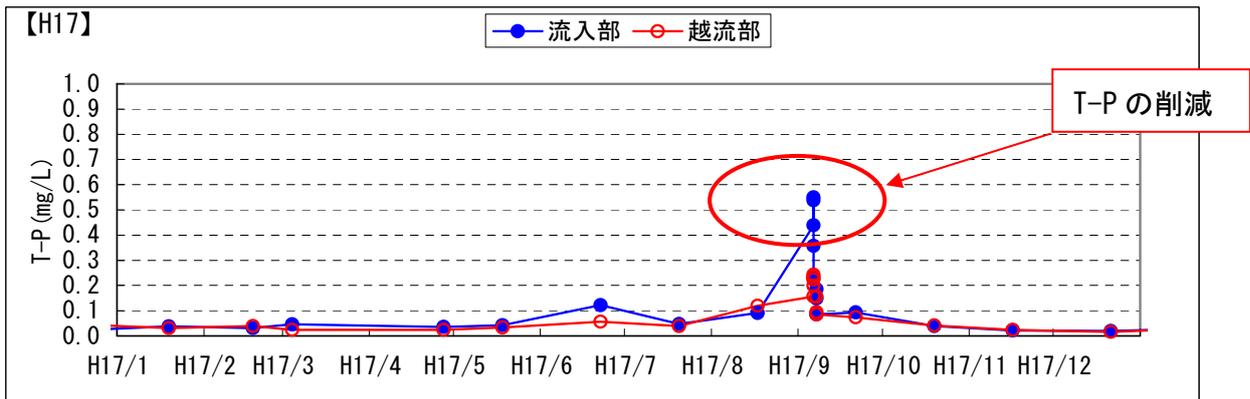
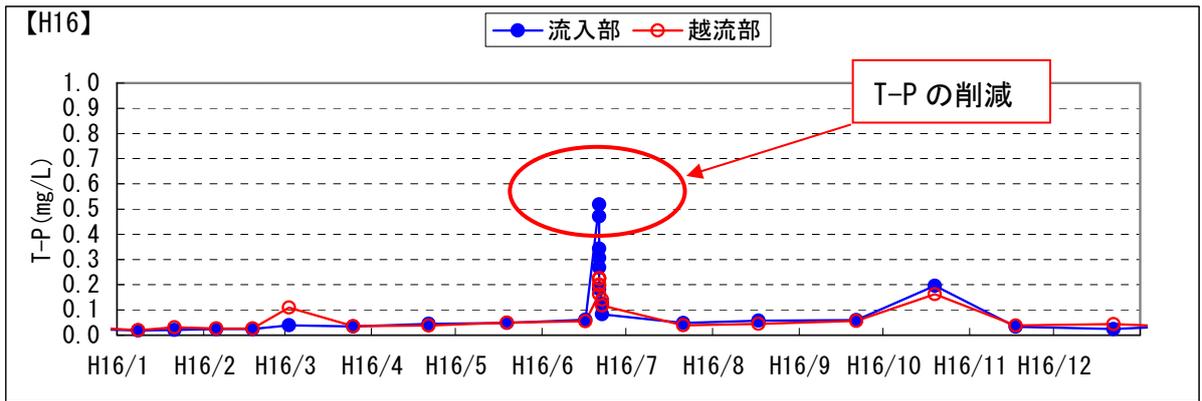
(3) 副ダムに流入、流出した T-P

副ダムに流入、流出した T-P 調査結果を図 3-5 に示す。平水時には低減効果はほとんど認められないが、流量が多い時には流入に比べて越流する T-P が低く、室生ダム貯水池への流入量を低減させていることがわかる。



※緑色の枠（ ）はゴム堰倒伏時を示し、この間は T-P 削減効果はない。

図 3-1-5 副ダムの流入流出の T-P 調査結果(平水時、出水時) (1/2)



※緑色の枠（）はゴム堰倒伏時を示し、この間はT-P削減効果はない。

図 3-1-6 副ダムの流入流出の T-P 調査結果(平水時、出水時) (2/2)

(4) 副ダムの運用に伴う副次的効果

以上に示したとおり、常に T-P の流入制限効果を発揮するために、副ダムにおいて毎年定期的に浚渫が行われている。

副ダム供用後の平成 13 年度からは、各年堆砂量が供用前よりも減少する傾向にあり、この要因の一つとして、副ダムの存在が考えられる。

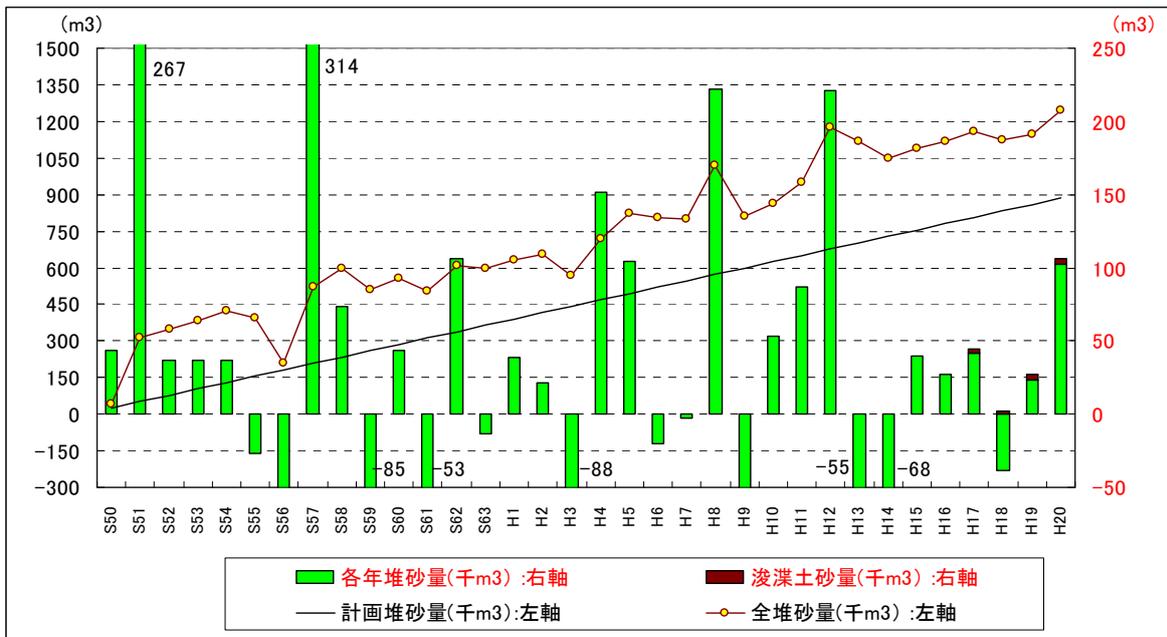


図 3-1-7 室生ダムの堆砂量の推移

2) アオコ等の発生状況の変化

室生ダム貯水池の淡水赤潮及びアオコの発生状況を下表に示す。事業が実施された平成13年以降、7年間で13,003kg(土砂による推定値)のT-Pを削減したと考えられる。淡水赤潮の発生日数は減少したものの、アオコ発生日数については、室生ダムは昭和49年の管理開始以降、底層に堆積したT-Pなどの栄養塩類の影響などもあり、アオコ等が減少したとは言い難い状況である。

表 3-1-6 淡水赤潮・アオコの発生状況(室生ダム貯水池全体)

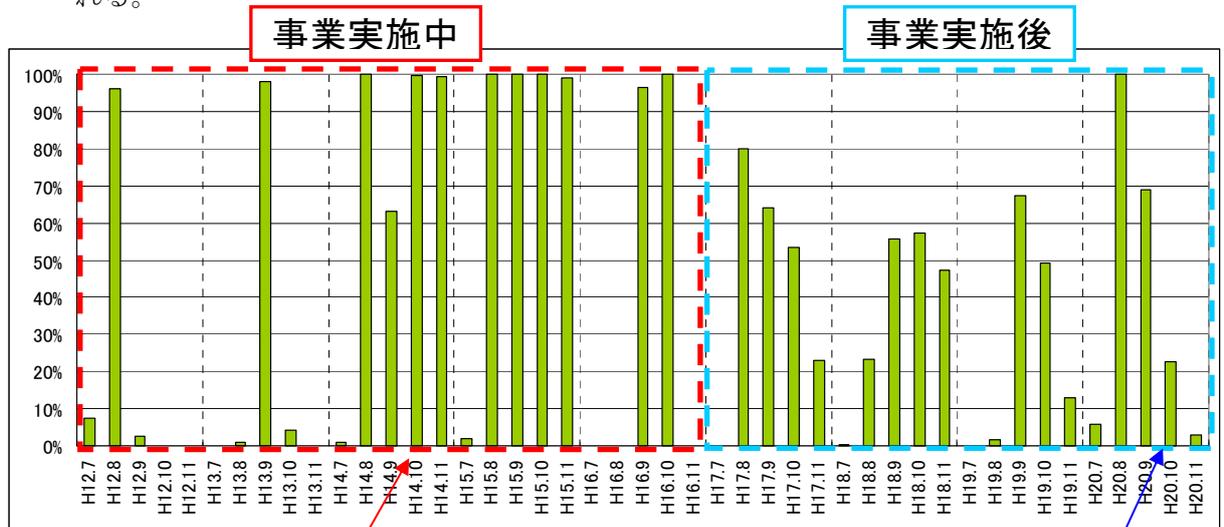
年次	発生場所	発生状況												下水道普及率 (宇陀川流域)	備考	
		1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月			
1993年(H5)	a.貯水池全面 b.ダムサイト付近 c.流入部付近 d.湖心部 e.貯水池周辺部の流入部								8/1~31 アオコ						53%	
1994年(H6)	a.貯水池全面 b.ダムサイト付近 c.流入部付近 d.湖心部 e.貯水池周辺部の流入部														55%	
1995年(H7)	a.貯水池全面 b.ダムサイト付近 c.流入部付近 d.湖心部 e.貯水池周辺部の流入部														57%	
1996年(H8)	a.貯水池全面 b.ダムサイト付近 c.流入部付近 d.湖心部 e.貯水池周辺部の流入部														59%	
1997年(H9)	a.貯水池全面 b.ダムサイト付近 c.流入部付近 d.湖心部 e.貯水池周辺部の流入部														60%	
1998年(H10)	a.貯水池全面 b.ダムサイト付近 c.流入部付近 d.湖心部 e.貯水池周辺部の流入部			3/2~21 淡水赤潮				7/8~14 水の華		9/1 緑藻類					61%	
1999年(H11)	a.貯水池全面 b.ダムサイト付近 c.流入部付近 d.湖心部 e.貯水池周辺部の流入部									9/30 アオコ	10/14 アオコ	11/11 アオコ			62%	
2000年(H12)	a.貯水池全面 b.ダムサイト付近 c.流入部付近 d.湖心部 e.貯水池周辺部の流入部			4/17~4/25 アオコ			6/5~9 アオコ	6月下旬~9月中旬 アオコ							63%	水質自動観測装置設置
2001年(H13)	a.貯水池全面 b.ダムサイト付近 c.流入部付近 d.湖心部 e.貯水池周辺部の流入部									9/29 アオコ	10/3 アオコ	10/22 アオコ			64%	副ダム完成
2002年(H14)	a.貯水池全面 b.ダムサイト付近 c.流入部付近 d.湖心部 e.貯水池周辺部の流入部			3/20~27 アオコ		5/29~6/12 アオコ	6/27~7/1 アオコ	7/30 アオコ	8/8 アオコ	9/16 アオコ	11/7 アオコ	12/9 アオコ		65%	[クロキステスが産生する毒素(クロキスティン)検出]	
2003年(H15)	a.貯水池全面 b.ダムサイト付近 c.流入部付近 d.湖心部 e.貯水池周辺部の流入部					8/4~8/11 アオコ	7/2~7/9 アオコ	7/24 アオコ	8/18 アオコ	9/16 アオコ	11/7 アオコ	12/9 アオコ		67%		
2004年(H16)	a.貯水池全面 b.ダムサイト付近 c.流入部付近 d.湖心部 e.貯水池周辺部の流入部					6/11 アオコ	6/16 アオコ	7/7 アオコ	8/18 アオコ	11/1 アオコ				69%		
2005年(H17)	a.貯水池全面 b.ダムサイト付近 c.流入部付近 d.湖心部 e.貯水池周辺部の流入部								8/4 アオコ			11/18 アオコ		注2)	貯水池水質保全事業 1年目	
2006年(H18)	a.貯水池全面 b.ダムサイト付近 c.流入部付近 d.湖心部 e.貯水池周辺部の流入部								8/28 アオコ	8/30 アオコ	9/15 アオコ	9/22 アオコ	11/1 アオコ	11/9 アオコ	注2)	貯水池水質保全事業 2年目
2007年(H18)	a.貯水池全面 b.ダムサイト付近 c.流入部付近 d.湖心部 e.貯水池周辺部の流入部								9/13 アオコ	9/18 アオコ	9/25 アオコ	11/12 アオコ	11/30 アオコ	注2)	貯水池水質保全事業 3年目	
2008年(H20)	a.貯水池全面 b.ダムサイト付近 c.流入部付近 d.湖心部 e.貯水池周辺部の流入部								8/11 アオコ	9/1 アオコ		10/17 アオコ		注2)	貯水池水質保全事業 4年目	

事業実施中

事業実施後

注1)「a,b,c,d,e」は発生場所を示す。 a.貯水池全面 b.ダムサイト付近 c.流入部付近 d.湖心部 e.貯水池周辺部の流入部
 注2)2006(平成18)年1月に大宇陀町、宇陀野町、榛原町、室生村が合併して宇陀市が誕生し、見かけ上の下水道普及率は減少してしまう。比較対象にならないため、数値の記載をしていない。

一方、貯水池監視時の湛水面積に対するアオコの広がりを整理した場合（事業中にアオコが主に発生していた7月～11月で整理）、事業中に比べ事業後は10ポイントの減少が認められる。



- ※1 週1回の割合で貯水池監視を行っている平成12年以降のデータを使用した。
- ※2 貯水位によって面積が異なることから、貯水池の面積に対してアオコが占める割合を求めた。
- ※3 前ページの発生状況の表は年変動・月変動を捉えることを目的として日変動を省略して表現しているのに対し、本グラフの面積は月の最もアオコの発生面積が大きい日を抽出しているため、整合がとれていない部分もある。

図 3-1-8 室生ダムのアオコの広がりの推移

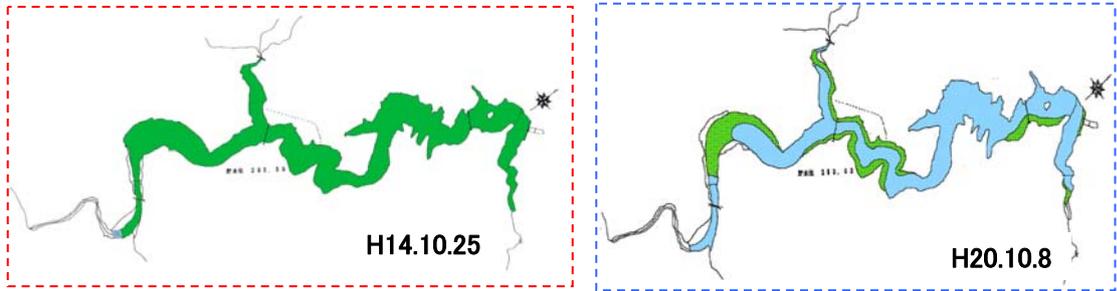


表 3-1-7 アオコの広がりの比較 (7月～11月平均)

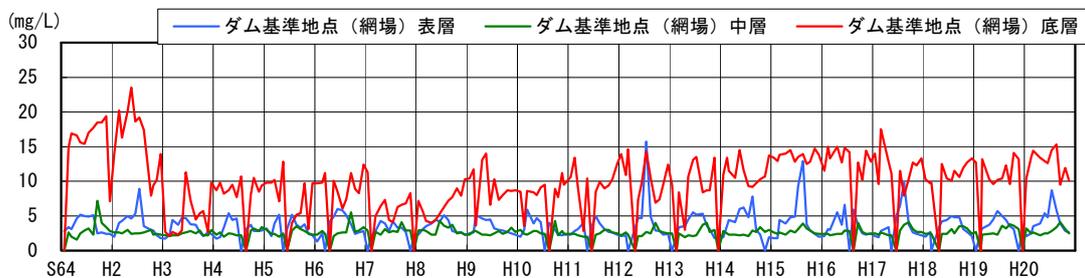
事業中平均	事業後平均
47%	37%

現在、貯水池内において、底質からの栄養塩類の溶出や表層水の水温上昇の抑制を目的とした水環境改善事業を実施しており（平成22年度完了予定）、本事業との相乗効果によりアオコの発生抑制を行っていく。

3) 貯水池内における水質・植物プランクトンの変化

網場地点の水質についてはこの20年間で大きな変化はない。

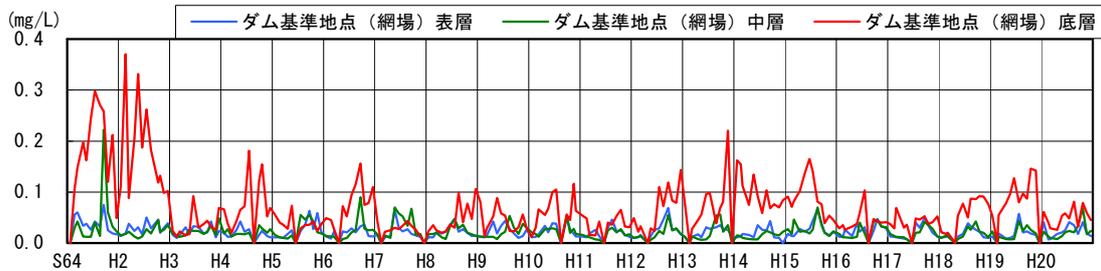
COD



全窒素



全リン



クロロフィルa

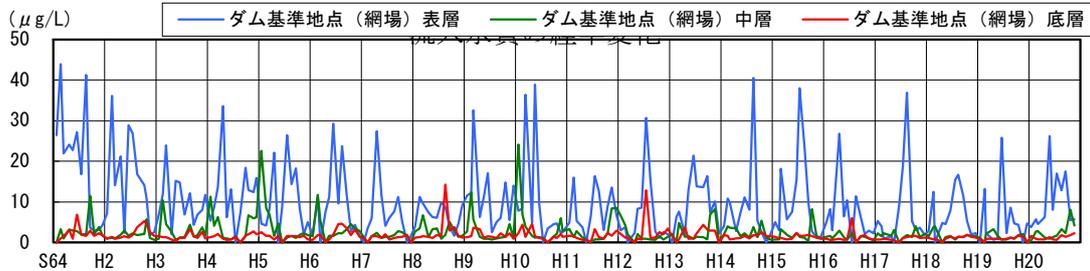


図 3-1-9 網場地点の水質経年変化

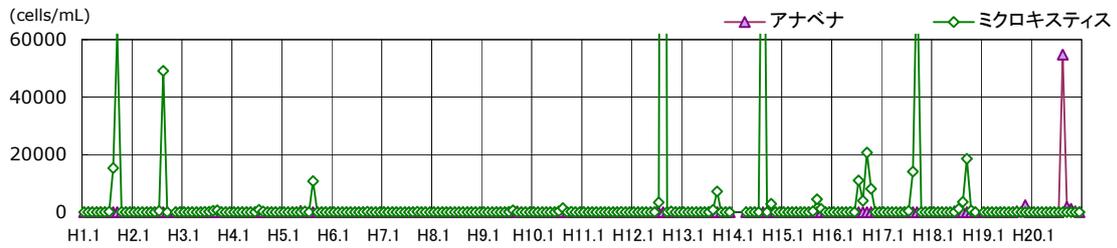
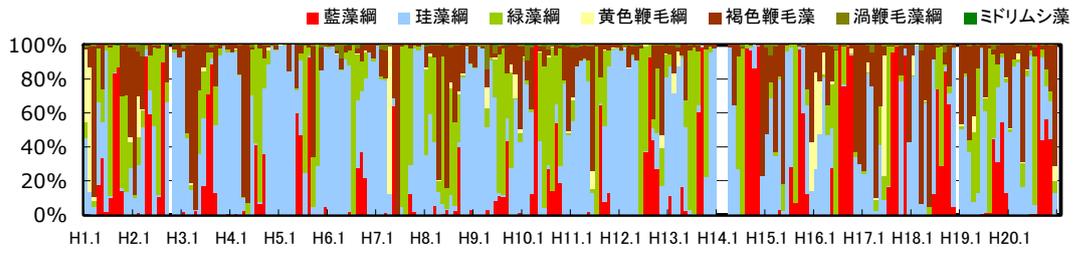
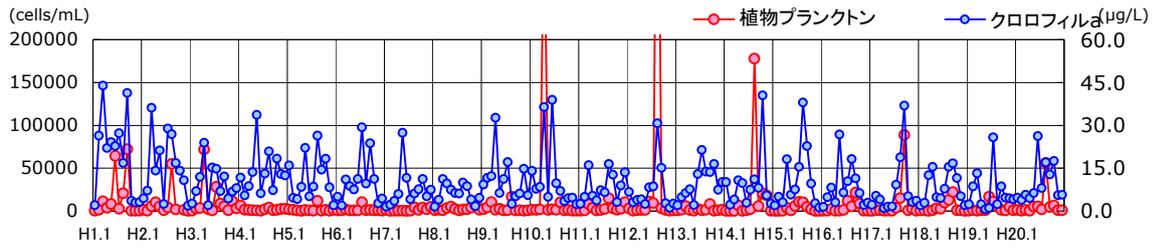


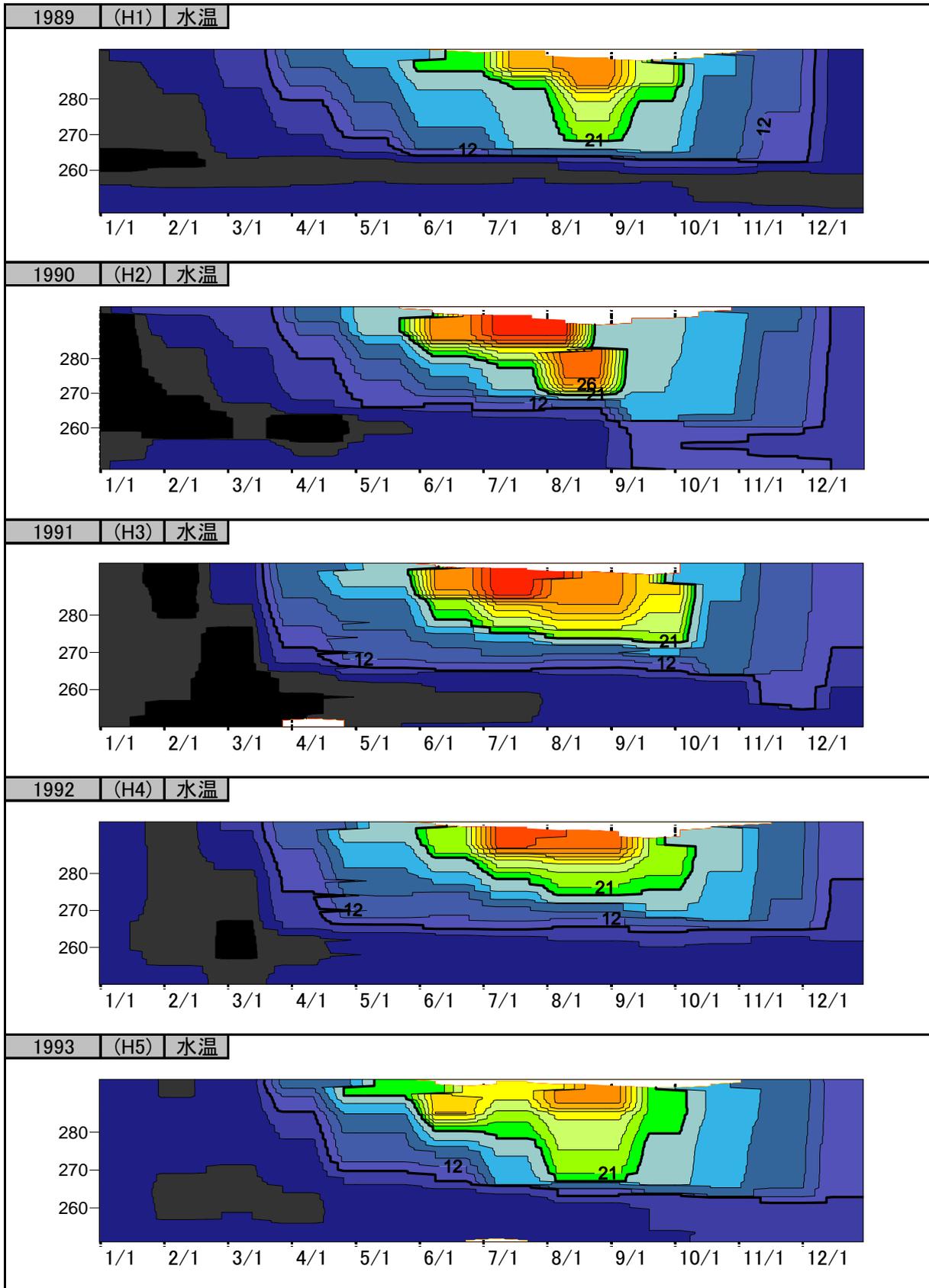
図 3-1-10 植物プランクトン等の経年変化

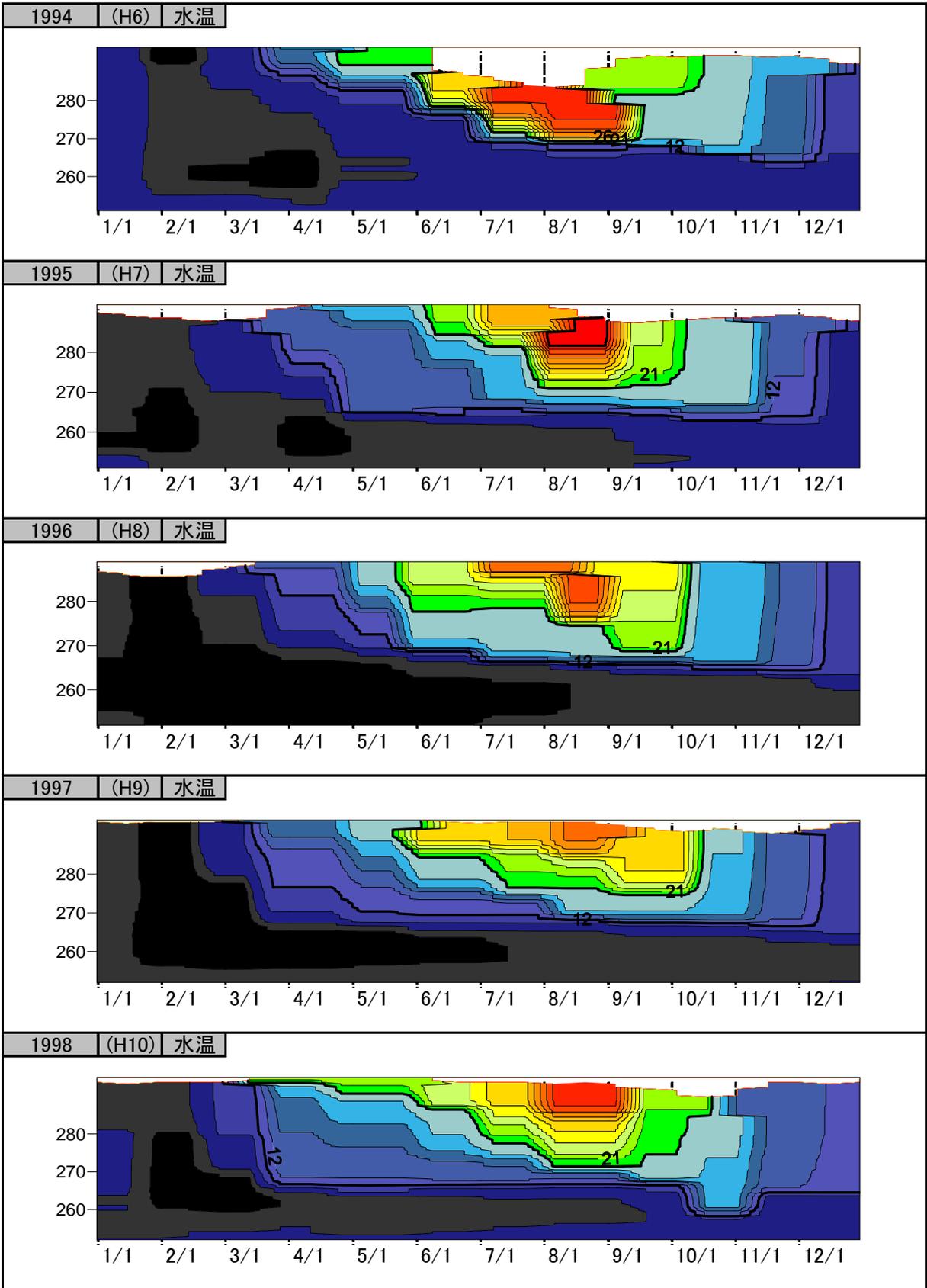
4) 水温成層の形成状況

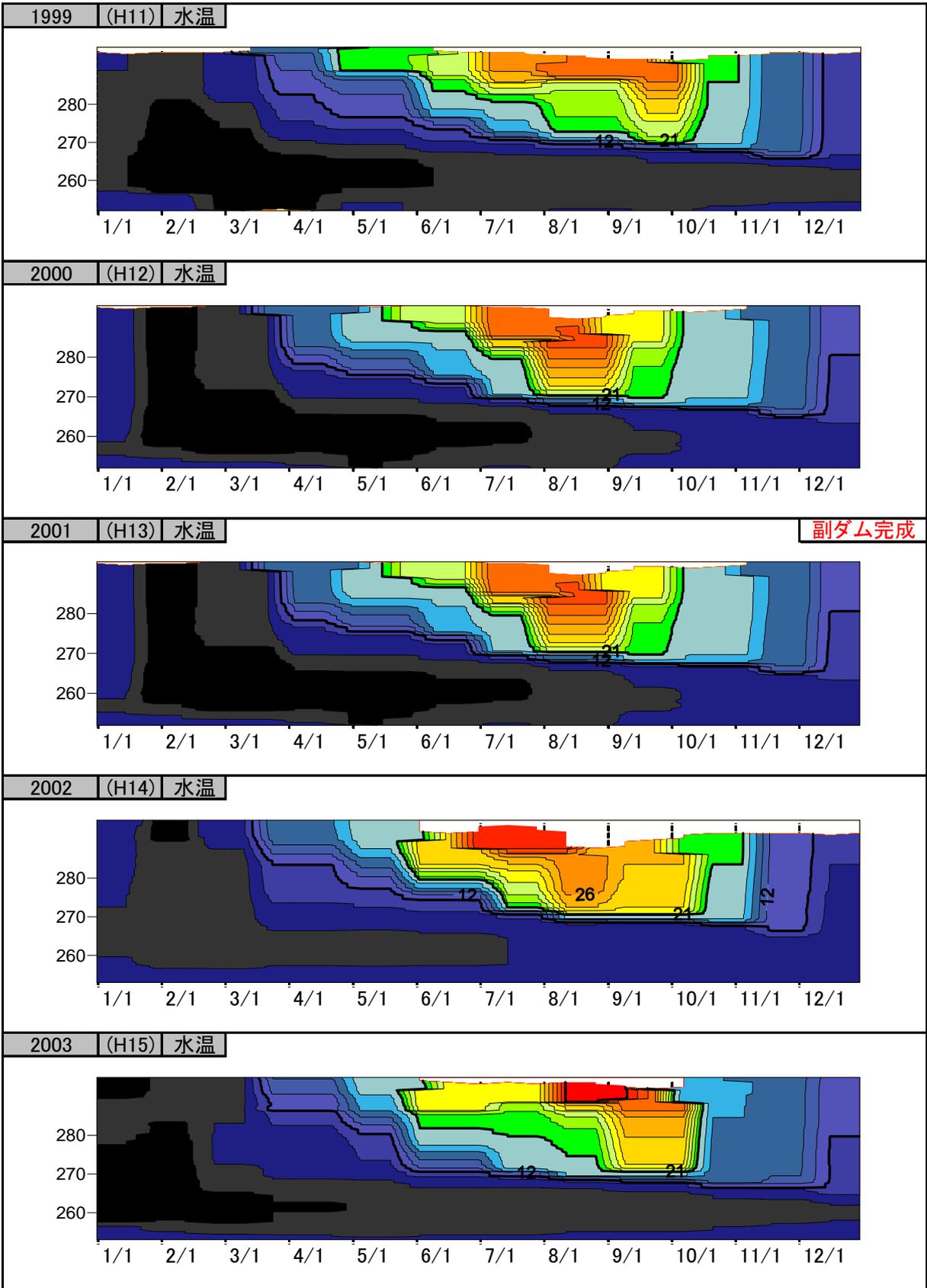
室生ダムの網場地点の鉛直方向の水温、D0 の状況を整理した。(※2005 より前は1ヶ月毎の観測結果、2005 以降は毎日の自動観測値：13時を使用)

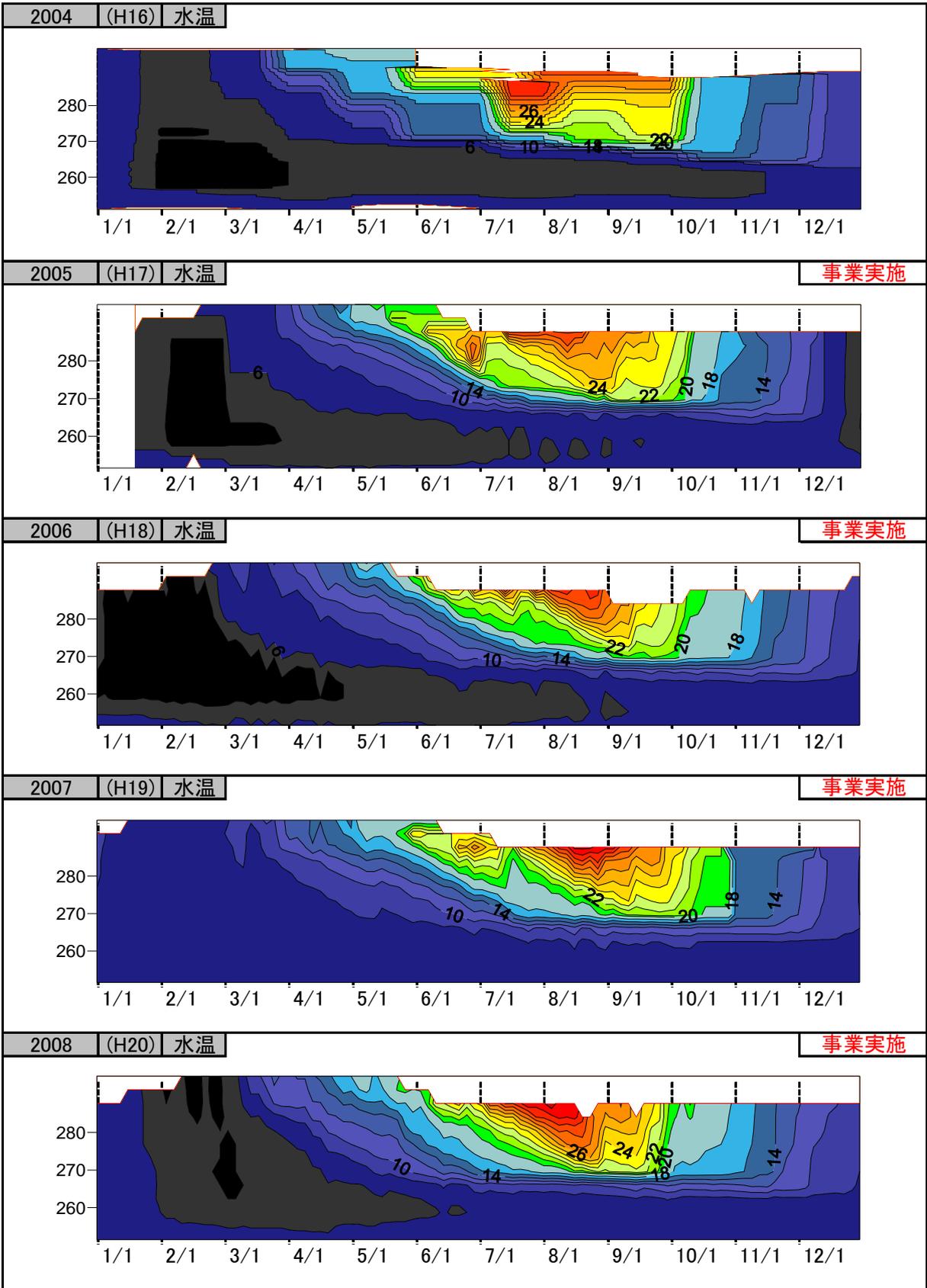
室生ダムでは概ね12月～3月が循環期となり、4月に成層が形成しはじめ、11月に循環期に移行している。底層では年間を通じて6℃程度で一定になっており、表層との水交換の頻度は少なく、年間を通じて無酸素状態(D0がほぼ0)である。

(1) 水温鉛直分布の時系列変化

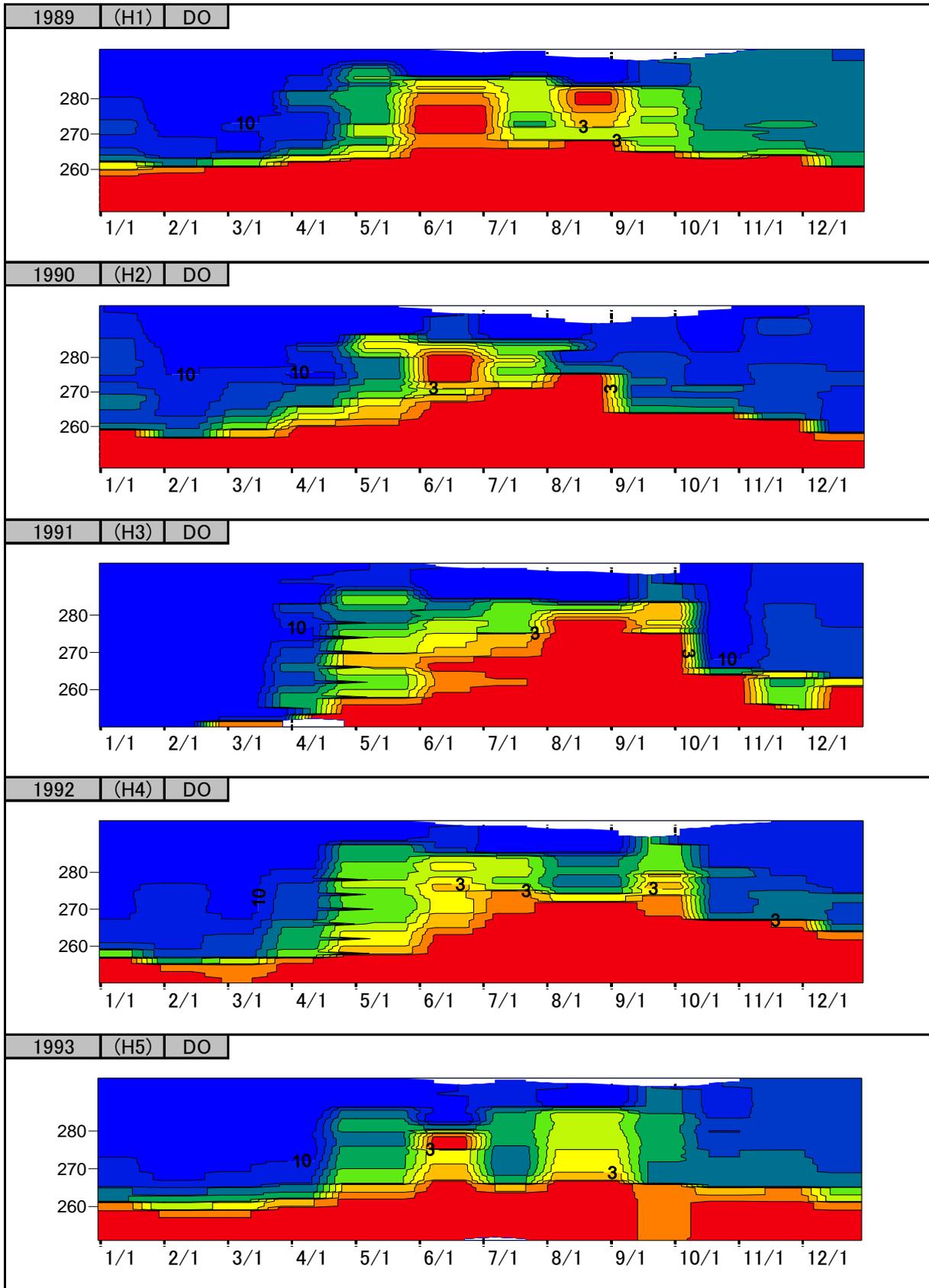


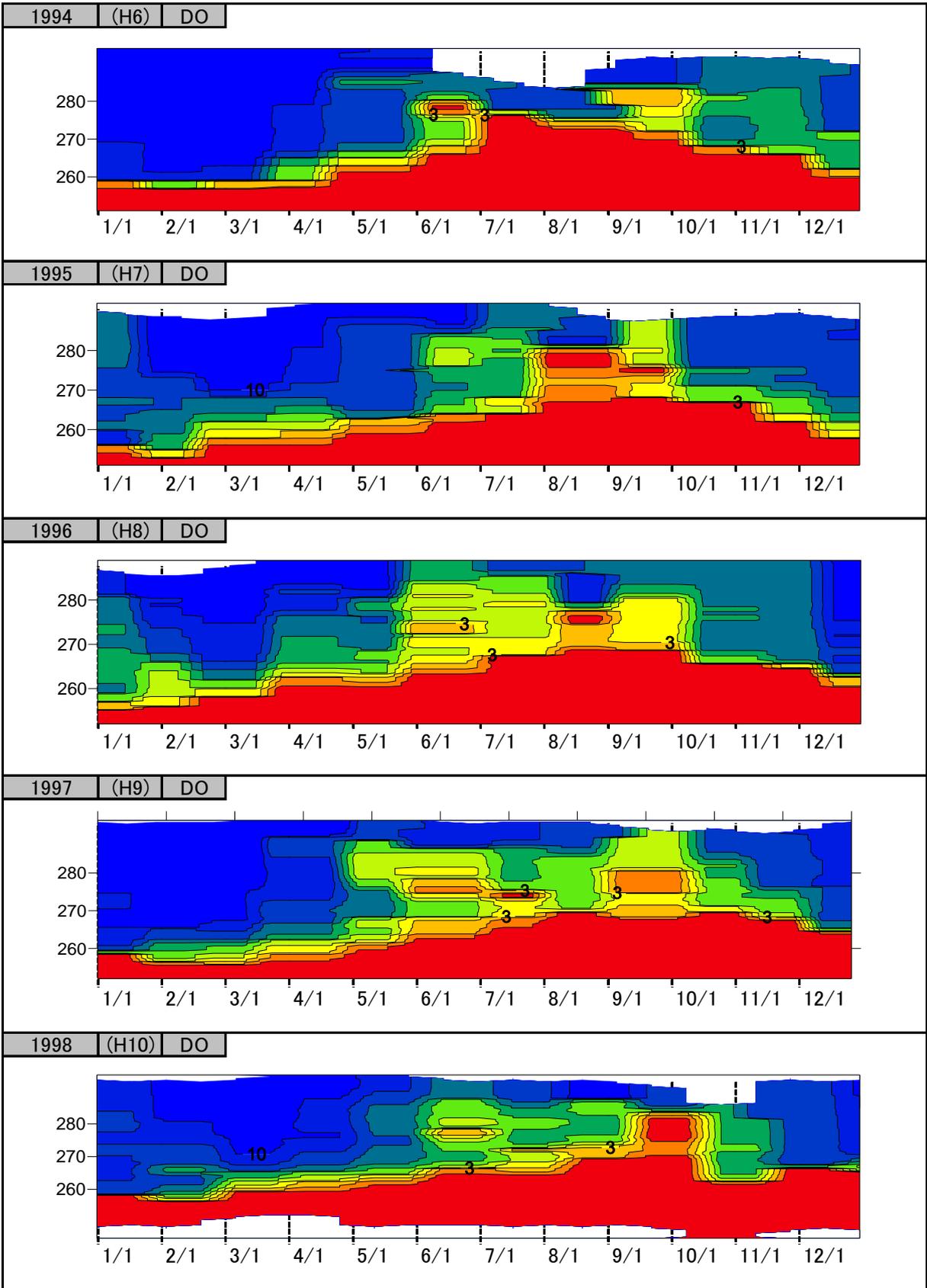


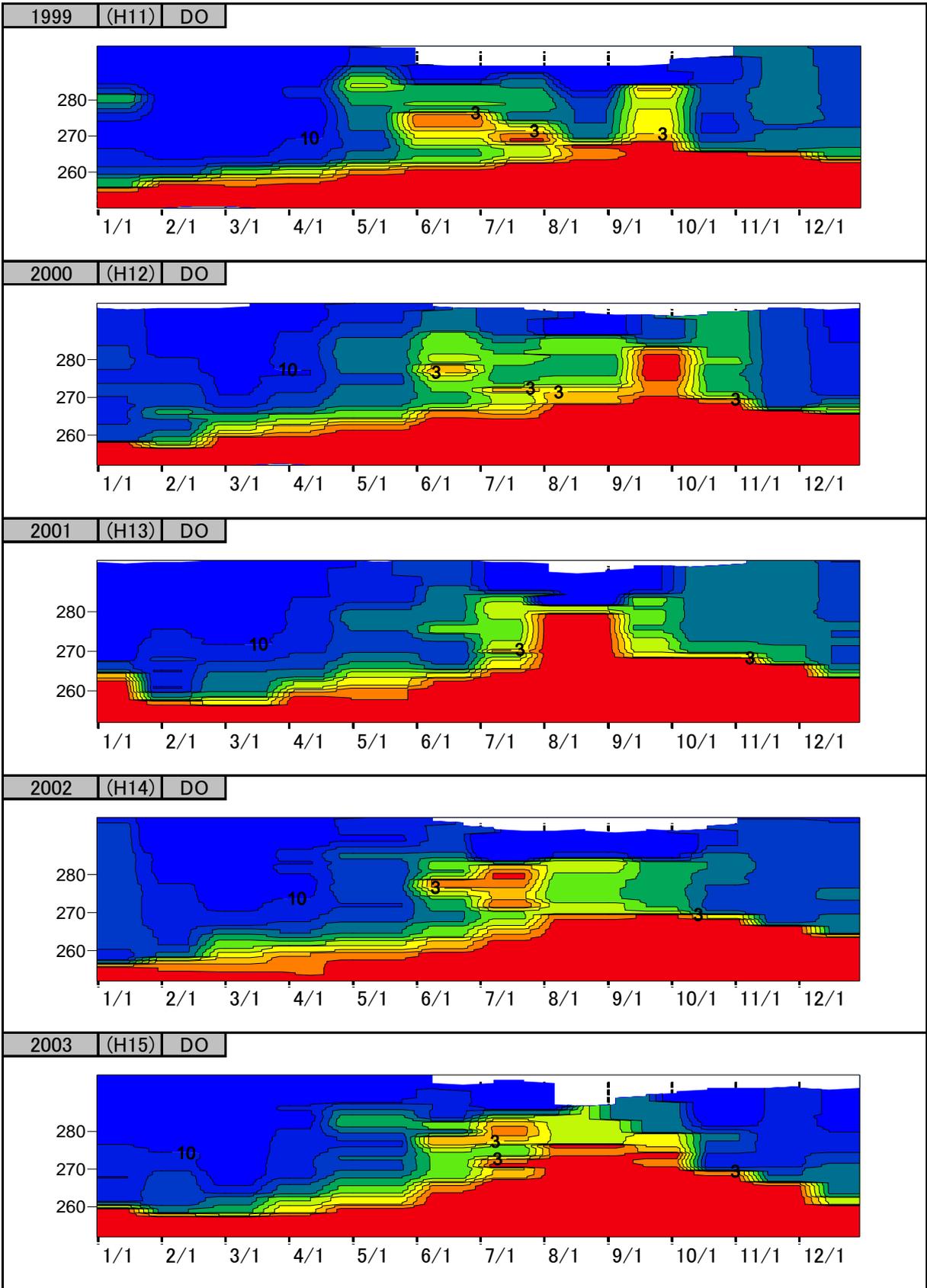


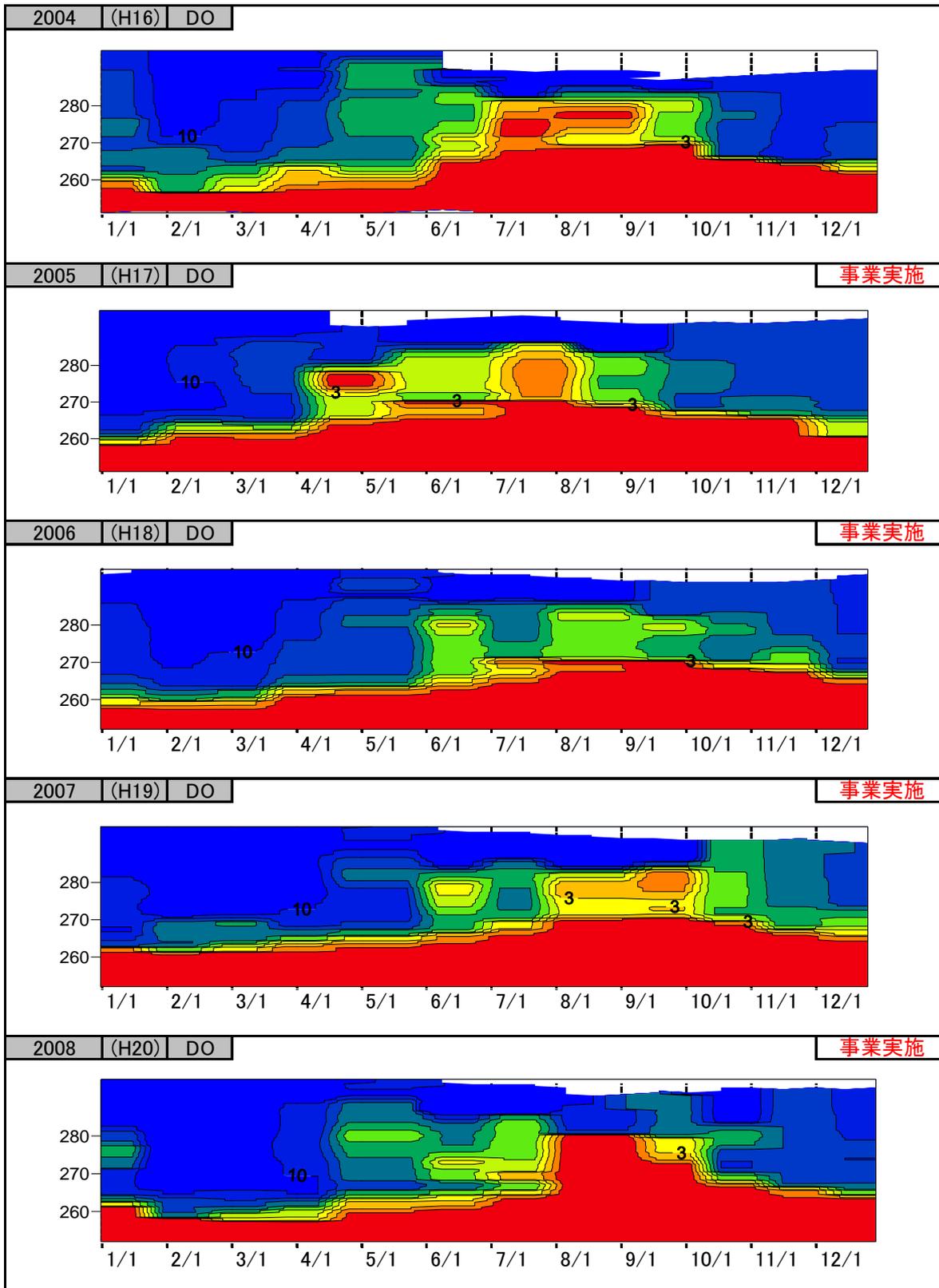


(2) DO 鉛直分布の時系列変化









5) アオコ発生ポテンシャルの変化

気象状況については、下表に示すとおり、事業実施前後で大きく変化はしておらず、淡水赤潮・アオコの減少は事業によるものであると考えられる。

表 3-1-8 アオコ増殖要因の整理結果（平成元年～平成20年平均）

年	結果				要因					
	最大Chl-a μg/l	最大Microcystis cells/ml	T-N mg/l	T-P mg/L	流入量 千m3/年	回転率 回/年	α7 回/月	平均気温 ℃	日射量 MJ/m ²	降水量 mm/年
H元年	43.9	62,500	0.920	0.036	144,542	10.1	1.07	13.3	11.3	1617.0
H2年	36.1	49,178	1.581	0.030	161,474	11.3	0.99	14.0	11.9	1798.0
H3年	23.9	693	0.770	0.023	150,909	10.6	1.23	13.7	10.8	1643.0
H4年	33.6	840	0.340	0.023	121,828	8.5	0.68	13.2	11.1	1276.0
H5年	26.4	10,812	0.915	0.027	157,461	11.0	2.1	12.8	10.3	1758.0
H6年	29.3	160	1.029	0.023	76,270	5.3	0.3	14.0	12.5	1104.0
H7年	27.4	144	0.989	0.021	113,971	8.0	2.1	13.1	11.3	1397.0
H8年	11.2	34	1.184	0.022	74,724	5.2	0.7	12.9	11.4	1127.0
H9年	32.6	680	1.072	0.023	109,874	7.7	2.3	13.5	11.4	1394.0
H10年	38.9	1,415	0.959	0.025	145,480	10.2	1.0	14.5	10.9	1662.0
H11年	16.4	114	1.086	0.023	108,969	7.6	0.8	13.8	10.9	1332.0
H12年	30.7	526,300	1.179	0.026	93,445	6.5	0.4	13.5	7.4	1303.0
H13年	21.4	7,200	1.025	0.022	99,496	7.0	0.3	13.6	13.5	1225.0
H14年	40.5	164,880	0.988	0.019	71,659	5.0	0.49	13.9	12.7	1144.9
H15年	38.0	4,500	0.888	0.028	146,082	10.2	1.11	13.4	11.4	1649.3
H16年	18.2	20,700	0.994	0.020	143,434	10.0	0.43	14.3	13.0	1761.9
H17年	36.9	88,000	0.867	0.023	92,673	6.5	0.79	13.5	12.8	1260.7
H18年	16.7	18,600	0.943	0.020	108,508	7.6	1.54	13.6	12.2	1466.0
H19年	25.8	64	0.839	0.019	94,265	6.6	1.92	13.9	12.9	1389.0
H20年	26.2	0	0.717	0.022	110,046	7.7	0.52	13.8	12.6	1374.0
平均	28.7	47,841	0.964	0.024	116,256			13.6	11.6	1434.1

注) T-N, T-Pは網場表層年平均濃度

*1 データが1～3月のみ
*2 データが3～12月のみ

凡例) 上位 1 下位 1
2 2
3 3
赤色はアオコが発生しやすい年、
青色は発生しにくい状況を示す。

3-2. 室生ダムにおける水質改善結果のまとめ

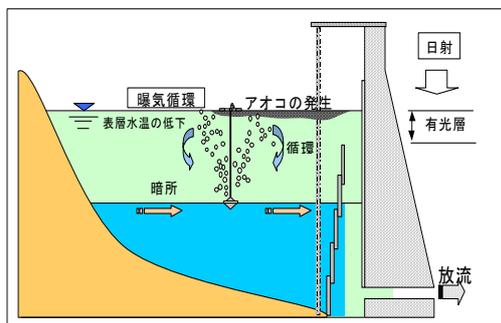
- 副ダムの設置及び浚渫により、T-P の削減効果が確認された。

T-P 除去量 : 13,003 kg (8.9 kg / 日) = 目標値 (8.6kg/日) の 103%

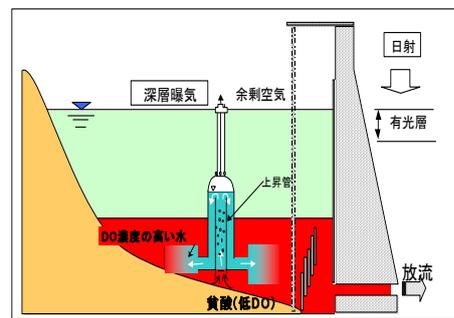
- 一旦流入したリンを貯水池内から除去することは困難であり、原因そのものを除去する方法としては副ダムが効果的であると考えられる。
- 貯水池内の淡水赤潮の発生日数は減少した。
- アオコの発生日数は変わっていないが、発生する面積が 10%程度減少した。
- 気象状況は事業前後で大きく変わっていないことから、アオコ等の発生抑制のためには、更なる対策が必要であると考えられる。
- 現在、貯水池内において、底質からの栄養塩類の溶出や表層水の水温上昇の抑制を目的とした水環境改善事業を実施しており（平成 22 年度完了予定）、本事業との相乗効果によりアオコの発生の抑制を行っていく。

参考：室生ダム水環境改善事業における曝気装置の概要

施設区分	形式	概要
浅層曝気装置	散気式 2基	鉛直方向循環流を生じさせて、表層温度の低下及び日光が届きにくい層へアオコを移動させアオコの発生を抑制する
深層曝気装置	水没エアリフト式 1基	嫌気状態による底層からの栄養塩類（T-P）の溶出を防ぎ、アオコの発生を抑制する



浅層曝気装置



深層曝気装置

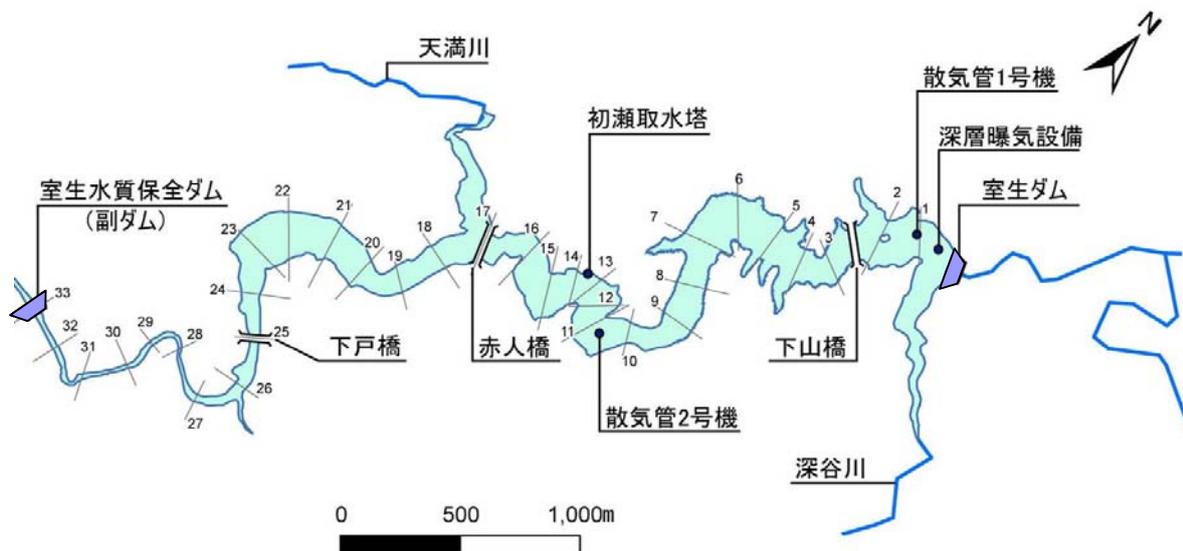


図 3-2-1 曝気設備の概要及び設置位置図

参考：室生ダム水環境改善事業における施設規模の選定根拠

1) 水質改善目標

表 3-2-1 室生ダム水質改善目標と改善方法、期待される効果

項目	改善目標	改善方法	期待される効果
無酸素水塊解消	(1) 対象水塊 水塊① 水位：EL. 272～258m 夏期水温躍層～水温逆転層 容量：1,930,000m ³ 水塊② 水位：EL. 258m 以深 水温逆転層以深 容量：400,000m ³ (2) DO 濃度：2.0mg/L	水塊①は浅層曝気設備による改善 水塊②は深層曝気設備による改善	<ul style="list-style-type: none"> ● 栄養塩・金属の溶出抑制 ● 硫化水素の発生抑制 ● 栄養塩溶出削減による富栄養化の抑制 ● 放流水における金属・硫化水素濃度の低減 ● 水道原水における金属・硫化水素濃度の低減
アオコ発生抑制	(1) 対象水塊 水位：表層～EL258m 容量：8,480,000～15,230,000m ³ (2) 循環日数：5日以内 (3) 循環水深：20m 以上	浅層曝気設備の曝気循環の改善	<ul style="list-style-type: none"> ● アオコの発生抑制 ● 水道原水における Chl. a 濃度の低減、浄水コストの低減

2) 浅層曝気設備の検討

(1) 必要循環量

散気管の循環対象水量は、上層のアオコ抑制に加え、中層から下層の DO 改善も目的とすることから、水面～EL. 258m を対象とする。

室生ダム貯水池は大規模出水時や濁水時を除き、常時満水位 (EL. 295.5m)～第 2 期制限水位 (EL. 287.5m) の範囲で水位変動する。このときの 散気管の必要循環水量は 8,480,000 (第 2 期制限水位)～15,230,000m³ (常時満水位時) となる。

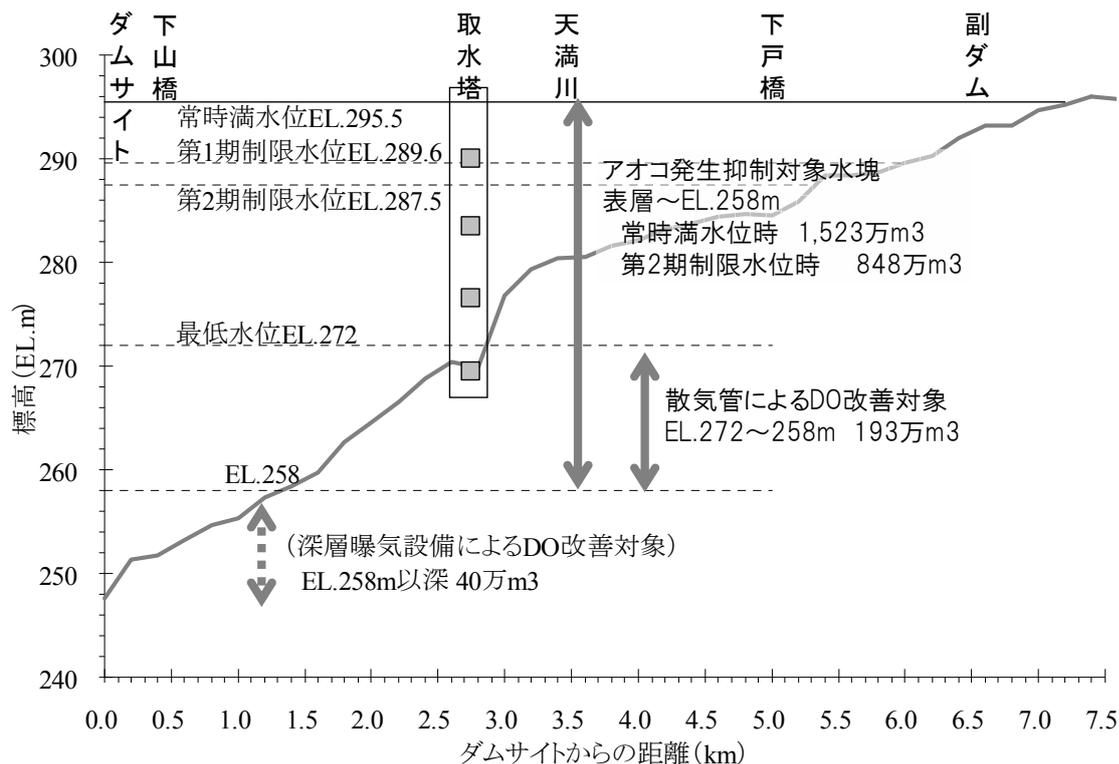


図 3-2-2 散気管（浅層曝気設備）による DO 改善対象

(2) 必要循環日数

アオコ増殖を抑制するために、5 日未満で対象水量を循環させることを目標とする。この根拠は、以下の通りである。

貯水池内の有光層水塊が安定化した（流動が生じない）場合、有光層に存在する植物プランクトンは、最適な環境条件の下で細胞分裂を繰り返して増殖する。この状況は、以下の数式で表すことができる。

$$dM/dt = \mu_{\max} \times f_N \times f_I \times f_T \times M$$

ここで、 M : Chl. a 濃度 (mg/l)、 μ_{\max} : 最大比増殖速度 (1/日)、 $f_N \cdot f_I \cdot f_T$ はそれぞれ栄養塩濃度、照度、水温に関する影響関数 (0~1) である。なお、本来 Chl. a の変化は植物プランクトン枯死、沈降、捕食等の影響を受けるが、これは略している。最大比増殖速度 μ_{\max} の値の例を表 3-2-2 に示す。概ね 1.0 のオーダーであり、一般的に水質シミュレーションを行う場合も 1.0~1.5 程度の値を設定する。

表 3-2-2 植物プランクトンの最大比増殖速度の値

(1) 種別				(2) 湖沼別			
種名	水温 ℃	最大比増殖 速度(1/日)	参考文献	湖沼名	最大比増殖 速度(1/日)	参考文献	
緑藻 <i>Chlorella ellipsoidea</i>	25	3.14	4)	琵琶湖 (珪藻)	0.45	7)	
	25	1.2	5)		{ (その他)}	0.80	
	30	2.64	6)	諏訪湖	0.1+0.06T	8)	
<i>Chlorella pyrenoidosa</i>	25	1.96	4)	霞ヶ浦	1.20	9)	
	25	2.15	4)	琵琶湖内マイクロコスム	0.0626T	10)	
	25	3.9	4)	神戸市千刈貯水池	0.5	11)	
	20	2.4	4)	Shagawa 湖	2.4	12)	
	25	0.85	5)	Odense Fjord and Roshilde Icefjord	1.0	13)	
<i>Chlorella vulgaris</i>	25	1.8	4)	Texome 湖の入江	0.097~0.352	14)	
<i>Scenedesmus quadricauda</i>	25	2.02	4)	Western Lake Erie	0.1+0.06T	15)	
	25	0.88	5)	Washington 湖	1~2	16)	
<i>Scenedesmus obliquus</i>	25	1.52	4)	San Francisco 湾	1.5~2	16)	
<i>Scenedesmus costulatus</i>	24.5	0.47	5)	Upper Potomac Estuary	0.1T	17)	
<i>Scenedesmus sp.</i>	30	2.4	6)	Lyngby Lake	2.3, 2.53	18)	
<i>Engelena gracilis</i>	25	0.60	5)	Glums 湖			
<i>Chlamydomonas reinhardtii</i>	25	2.64	4)	デンマークの湖沼	0.8~2.4	19)	
珪藻 <i>Synedra sp.</i>	20	0.96	6)	-	1.1~1.6	20)	
(海産) <i>Nitzschia closterium</i>	27	1.75	4)				
藍藻 <i>Anabaena cylindrica</i>	23	0.32	5)				
	25	0.75	5)				
	30	0.72	6)				
<i>Anabaena variabilis</i>	25	0.70	5)				

T: 水温(°C)

上式において、 $f_N \cdot f_I \cdot f_T$ を全て1 (すなわち、栄養塩・光・水温などでアオコ増殖に最も適した環境条件となった状態) と考えた上で、最大比増殖速度 μ_{max} が 1.0 および 1.5 の 2 ケースについて、Chl. a 初期濃度が $1.0 \mu\text{g/L}$ の時のその後の経過を試算すると、5~6 日程度で Chl. a 濃度が $40 \mu\text{g/L}$ を超過する試算結果となっている (表 3-2-3)。

以上より、5 日未満で対象水量を循環させることが、アオコ増殖を抑制するための一つの目安になるものと考えられる。

表 3-2-3 アオコ増殖ポテンシャルの試算結果

経過日数 t	最大比増殖速度1.0 (1/日)		最大比増殖速度1.5 (1/日)	
	増殖Chl.a (dM/dt)	Chl.a (M)	増殖Chl.a (dM/dt)	Chl.a (M)
	$\mu\text{g/l}$	$\mu\text{g/l}$	$\mu\text{g/l}$	$\mu\text{g/l}$
0	-	1.0	-	1.0
1	1.0	2.0	1.5	2.5
2	2.0	4.0	3.8	6.3
3	4.0	8.0	9.4	15.6
4	8.0	16.0	23.4	39.1
5	16.0	32.0	58.6	97.7
6	32.0	64.0	146.5	244.1

(3) 散気管の循環水量

散気管の1日あたりの循環水量については、埼玉大学浅枝教授により、以下の理論式が提案されている。

循環水量算定式

$$Q_c = Q_f + Q_e$$

ここで、 Q_c :循環水量(m^3/s)、 Q_f :気泡による揚水量(m^3/s)、 Q_e :連行水量(m^3/s)である。各々の水量は以下の式で与えられる。

$$Q_f = 0.302 \cdot Q_A \cdot \left(\frac{Z}{L_m} \right)^{\frac{4}{3}}$$

$$L_m = \left(\frac{Q_A^2}{g} \right)^{0.2}$$

$$Q_e = \frac{0.18 \cdot Fr^3 \cdot Q_f}{1 + 0.2 \cdot Fr^3}$$

ここで、 Q_A :吐出空気量(m^3/s)、 L_m :気泡による混合運動長さのスケール(m)、 g :重力加速度(m/s^2)、 Z :気泡発生装置からの高さ(m)、 Fr :内部フルード数である。揚水量は Z の関数であることから、散気管の吐出位置が深いほど、循環水量は大きくなる。

内部フルード数は浅枝らにより、以下の経験式が提案されている。

$$Fr = \frac{\omega_n}{\sqrt{\frac{(\rho_{au} - \rho_u)}{\rho_0} \cdot g \cdot b_u}}$$

ここで、 ω_n :中間層上端におけるブルーム上昇速度(m/s)、 b_u :中間層上端におけるブルーム半径(m)、 ρ_{au} :中間層上端の密度、 ρ_u :中間層下端の密度、 ρ_0 :基準密度である。一般に内部フルード数の変動幅は小さいため、ここでは代表値として4.0として設定する。よって、連行水量 Q_e は、

$$Q_e = 0.83 \cdot Q_f$$

として与えられる。従って、散気管による任意の水深での循環水量は、

$$Q_c = 1.83 \cdot Q_f$$

$$= 0.553 \cdot Q_A \cdot \left(\frac{Z}{L_m} \right)^{\frac{4}{3}}$$

これより、EL.258mから散気管を稼動した場合、常時満水位及び第2期制限水位までの距離 $Z=29.5\sim 37.5m$ と設定される。

なお、散気管は深い位置から吐出した場合、水表面に到達する前に気泡が水中に溶解し、循環流が発生しにくくなるケースも生じる(図3-2-3参照)。但し、高山ダム(最大35m水深)の事例にあるように、吐出空気量が大きい場合は、上記課題は生じにくいものと考えられる。ここでは、室生ダムの曝気水深が29.5~37.5mとなることから、導入するコンプレッサは高山ダムと同様に37kw($Q_A=5.6m^3/min$)として設定する。

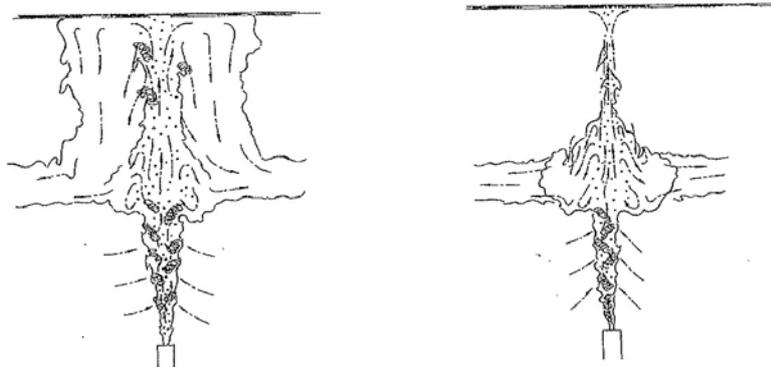


図 3-2-3 散気管による循環流形成イメージ(左図:理想状態、右図:循環不足状態)

埼玉大学浅枝教授資料より

以上より、散気管 1 基あたりの平均循環水量は、
 $Q_c = 116 \sim 159$ 万 m^3 /日
 と算定される。

(4) 必要基数の算定

散気管による改善対象水量 8,480,000 m^3 (第 2 期制限水位時) \sim 15,230,000 m^3 (常時満水位時) を 5 日で循環させればアオコの増殖を抑制することが可能になると考えられる。これより、1 日あたりの必要循環量は以下の通りである。

常時満水位時 : $15,230,000 \text{ m}^3 \div 5 \text{ 日} = 304.6 \text{ 万 m}^3/\text{日}$
 第 2 期制限水位時 : $8,480,000 \text{ m}^3 \div 5 \text{ 日} = 169.6 \text{ 万 m}^3/\text{日}$

これより、散気管の必要基数は、

常時満水位時 : $304.6 \text{ 万 m}^3/\text{日} \div 159 \text{ 万 m}^3/\text{日} = 1.92 \text{ 基}$
 第 2 期制限水位時 : $169.6 \text{ 万 m}^3/\text{日} \div 116 \text{ 万 m}^3/\text{日} = 1.46 \text{ 基}$

と算定され、室生ダムの貯水位が高い場合、低い場合いずれも、2 基 (37kW コンプレッサ一) 設置すれば改善効果が得られるとわかった。

以上より、室生ダム貯水池に必要な散気管基数は 2 基 (37kW) として設定する。

(5) 設置箇所

室生ダムの水質形成機構や、水質改善面から求められる要件を踏まえて、昨年度検討で検討された設置箇所・散気深を再検討する。設置箇所については、下記の考え方から、ダムサイトおよび初瀬取水塔近傍に設置するものとする。

- (a) 散気管 2 基は 2～3km 離すことが効果的である（高山ダムにおける事例より）。
- (b) 1 号機は、EL258～272m の D0 改善、万が一の場合はさらに EL255～258m の D0 改善を兼ねるため、水深が深いダムサイト近傍が望ましい。さらには、深谷川筋の滞留解消・水質改善面からも、ダムサイト近傍が望ましい
- (c) 2 号機は、初瀬取水塔における水質改善を考え、取水塔近傍が望ましい

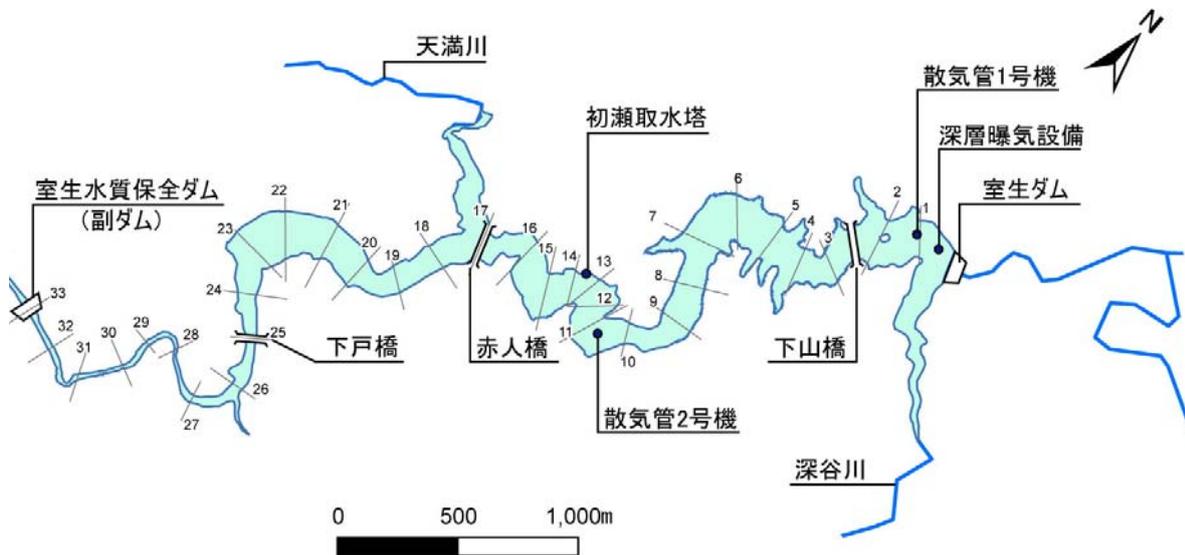


図 3-2-4 室生ダム曝気設備配置図

3) 深層曝気設備の検討

(1) 酸素消費速度の検討

室生ダム底層では経年的に無酸素状態が保持されているが、過年度の定期調査によると、平成3年1月に一度全層循環している(図 3-2-5 参照)。この際に下層の DO 濃度も回復しており、その後、5月までに再び下層が無酸素化している。この期間の調査結果から、「DO 消費濃度/日数」により室生ダム貯水池下層の DO 消費速度を算定した。

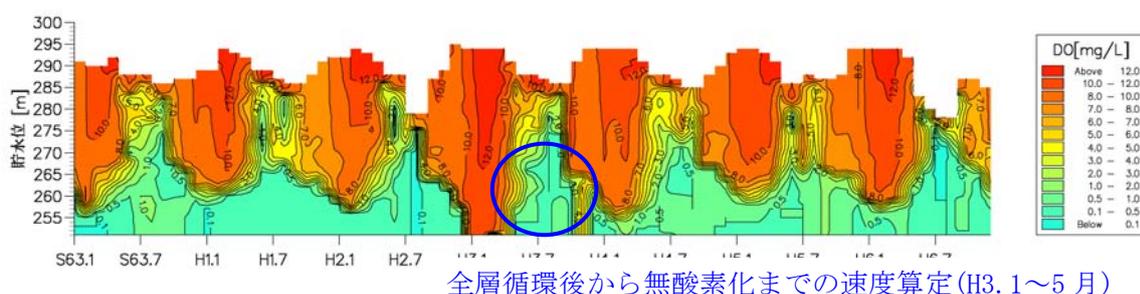


図 3-2-5 室生ダム網場地点 DO 時系列コンター

表 3-2-4 室生ダム DO 消費速度算定結果

			H3. 2. 21	H3. 3. 15	H3. 4. 25	H3. 5. 22
DO濃度	EL. 258以深	mg/L	11.28	9.43	6.60	1.04
	最深部	mg/L	11.30	9.90	6.60	0.50
日数		日	—	22	41	27
消費速度	EL. 258以深	mg/L/日	—	0.08	0.07	0.21
	最深部	mg/L/日	—	0.06	0.08	0.23

これより、室生ダム貯水池における DO 消費速度(最大値)を 0.23mg/L/日と設定する。

(2) 酸素移動効率

深層曝気装置による酸素供給は、コンプレッサーで加圧した空気を上昇管の下部に取り付けた空気分散装置により細かい気泡にして放出し、この気泡の混入した深層水が上昇管を上昇する間に、空気中に容積比率で 21%含まれている酸素が大気中より水中に移動して行われるものである。この時に送り込んだ空気中から水中へ移動する酸素の割合が、酸素移動効率である。

酸素移動効率に大きく影響するものとして、深層水の DO 濃度がある。これは、DO 濃度が低いほど、空気中の酸素が水中へ移動しやすくなるもので、図 3-2-6 に示すように、比奈知ダム深層曝気装置の調査・解析結果からも相関性が高い関係が得られている。

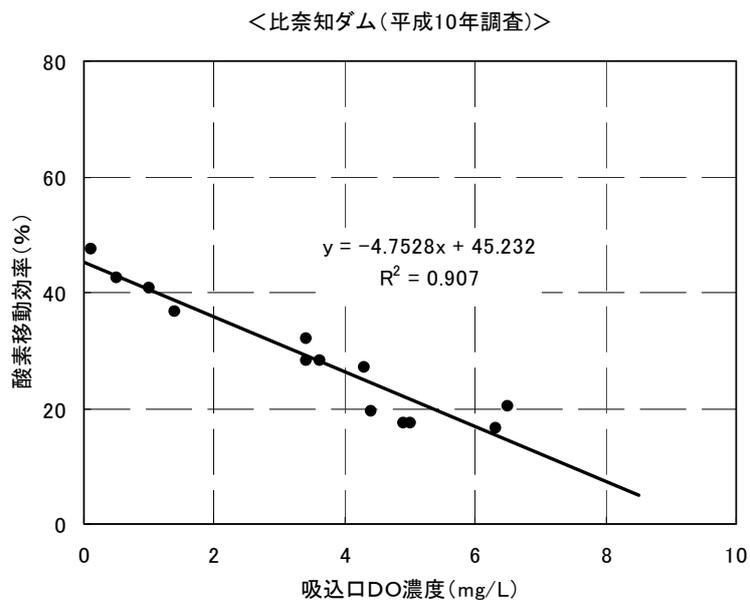


図3-2-6 比奈知ダム深層曝気装置における酸素移動効率算定結果図(平成10年調査)

これを用い、以下の式により酸素移動効率を設定する。

$$\text{酸素移動効率 } E = -0.0475 \times D0 + 0.45$$

ここで、D0:吸入口でのD0濃度(改善前D0濃度:mg/L)である。

(3) 必要規模

エアリフト型深層曝気設備と同様に、改善対象水量 $V=400,000\text{m}^3$ 、酸素消費速度 $D=0.23\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{日}$ 、安全率 $=2.0$ 、酸素移動効率 $=0.355$ として必要空気量を計算すると、以下のとおりとなる。

$$O_c=0.23 \times 400,000 \times 10^{-6}=0.092 \text{ (t/日)}$$

$$E=-0.0475 \times D_0+0.45$$

$$D_0=2\text{mg}/\text{L} \text{ として } E=-0.0475 \times 2+0.45=0.355$$

$$Q_A=2.51 \times 2.0 \times (1/0.355) \times 0.092=1.31\text{m}^3/\text{min} \text{ (78m}^3/\text{hr)}$$

以上より、必要基数は1基 (空気量 78m³/hr) となる。

(4) 深層曝気設備の設置箇所

深層曝気設備1基による D_0 改善効果が、改善対象 40 万 m³ (ダムサイト～堆砂測量測線 No. 6 付近) 全体に及ぶことを確認する。

ダムサイト～下山橋 (堆砂測量測線 No. 2～3 間) 区間の湖底形状は、平成 17 年度のマルチ画像により確認することができる。この区間においては、湖底に突起等の障害はなく、ダムサイトに設置した1基で D_0 改善効果は問題なく得られるとわかる。

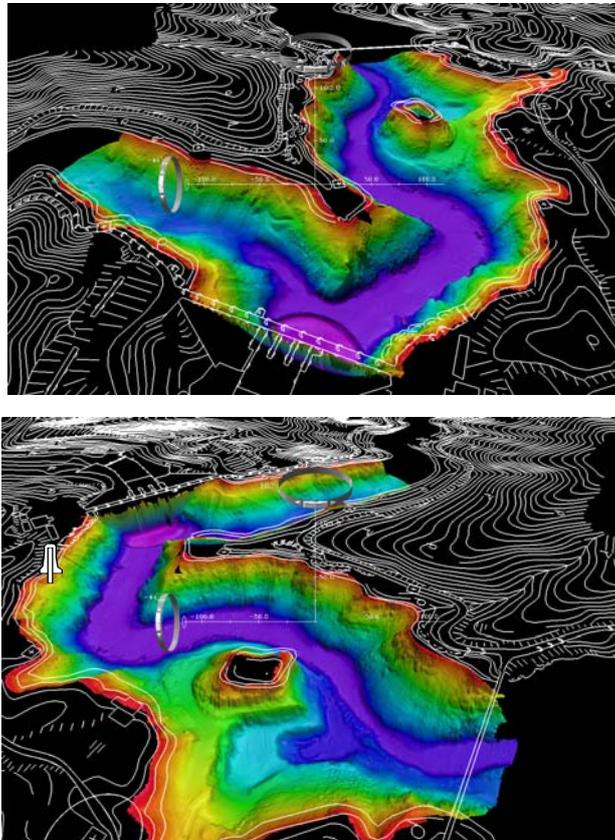


図 3-2-7 ダムサイト～下山橋の湖底状況 (上: 下流側より、下: 上流側より)

4. 費用便益計算

本検討は、「ダム周辺環境整備事業における費用便益分析の手引き（案）」を含む、以下の5資料に基づいて行った。

1. (財) ダム水源地環境整備センター
「ダム周辺環境整備事業における費用便益分析の手引き（案）」(平成16年3月)
2. 河川に係る環境整備の経済評価研究会
「河川に係る環境整備の経済評価の手引き（試案）」(平成12年6月)
3. 河川環境整備に関わるCVMを適用した経済評価検討会
「CVMを適用した河川環境整備事業の経済評価の指針（案）」(平成20年5月)
4. 国土交通省 「仮想的市場評価法（CVM）適用の指針（案）」(平成21年6月)
5. 国土交通省「公共事業評価の費用便益分析に関する技術指針（共通編）」(平成21年6月)

4-1. 評価手法の選定

1) 評価対象便益のリストアップ

(1) ダム貯水池水質保全事業の便益

「ダム周辺環境整備事業における費用便益分析の手引き（案）」(以下、「ダム手引き」という。)では、事業タイプ別に下表のように該当する便益を整理している。

本事業評価の対象とする貯水池水質保全事業は、「富栄養化」、「濁水」、「樹林帯」のうち、「富栄養化」に該当する。

表 4-1-1 事業タイプ別のダム貯水池水質保全事業の便益

便益 タイプ	直接効果に係る便益		間接効果に係る便益		
	ダム貯水池の水質（富栄養化等のこと、濁水除く）の改善	ダム貯水池の濁水の改善	ダム湖畔の景観の改善	水棲生物の生息環境の改善	鳥類や植物等の生態系の改善
富栄養化	○		○	○	○
濁水		○	○	○	○
樹林帯	○	○	○	○	○

出典：(財) ダム水源地環境整備センター（平成16年3月）

「ダム周辺環境整備事業における費用便益分析の手引き（案）」

各「便益」項目の定義は、下記のとおりである。

【ダム貯水池の水質（富栄養化等のこと、濁水除く）の改善】

流入河川浄化施設等の整備や曝気等の湖内対策を実施することにより、ダム湖流入河川や貯水池の富栄養化を改善することを意味する。

この効果は、「上水利用者」、「工水利用者」、「農水利用者」に帰着する。「上水利用者」や「工水利用者」には、上水・工水として利用するための処理費用が軽減される等の点で効果となる。「農水利用者」には、農業生産量の増加や農産物の品質が向上する等の点で効果となる。

【ダム湖畔の景観の改善】

ダム貯水池におけるアオコの発生が抑制され、ダム湖の景観が向上することを意味する。

この効果は、「ダム湖利用者」と「居住者」に帰着する。「ダム湖利用者」にとっては、良好な景観が鑑賞できるという点での効果となる。また「居住者」にとっては、自らはその場所には行かないけれども良好な景観が保全されること自体に効用を感じる点から効果となる。

【水棲生物の生息環境の改善】

ダム貯水池の富栄養化が改善されることに伴い、ダム貯水池や下流域の水棲生物の生息環境が良好な状態に変化することを意味する。

この効果は、「居住者」と「内水面漁業者」に帰着する。「居住者」にとっては、良好な生息環境が保全されることに効用を感じる点から効果となる。また、「内水面漁業者」にとっては、漁獲量の増加等の点で効果となる。

【鳥類や植物等の生態系の改善】

「水棲生物の生息環境の向上」に伴い、食物連鎖上関係してくる貯水池や下流域周辺での鳥類や植物等も含めた生態系が良好な状態に変化することを意味する。

この効果は「居住者」に帰着する。これは、良好な生態系が保全されることに対して効用を感じる点から「居住者」にとって効果となる。

(2) 室生ダム貯水池水質保全事業の便益帰着構成

室生ダム貯水池水質保全事業の内容を踏まえ、事業の便益帰着構成表を作成した。

この結果から、本事業評価では、横軸合計が「+」となる「ダム貯水池の水質（富栄養化等のこと）の改善」、「ダム湖畔の景観の改善」を計測する便益とする。

なお、「水棲生物の生息環境の改善」「鳥類や植物等の生態系の改善」は、モニタリング結果から大きな変化はみられないことから、計測対象から除くこととする。

表 4-1-2 室生ダム貯水池水質保全事業の便益帰着構成表

効果		主体		用水利用者				内水面漁業者	ダム湖利用者	居住者	被雇用者	事業者		土地等所有者	国・地方公共団体	合計	
				上水利用者	工水利用者	農水利用者	発電事業者					ダム周辺の観光関連事業者	その他事業者				
直接効果	環境	地域社会	ダム貯水池の水質(富栄養化等のこと)の改善	+		+		+	+						+	+	
			ダム湖畔の景観の改善						+	+							+
間接効果	地域社会	環境	水棲生物の生息環境の改善													0	
			鳥類や植物等の生態系の改善														0
		地域経済	観光関連需要の増加										+	-			0
			雇用・所得の増加										+				0
			資産価値の増加								-		-		+		0
公共	税金の増加								-	-	-		-	+	0		
事業収支	事業費	公共	建設費の支出												-	-	
			維持管理費の支出													-	-
合計				+		+		+	+	+	+	-	+	+	+		

注1) 「+」は正の効果、「-」は負の効果、横軸合計の「+」の効果当該事業の便益を表す。

注2) 縦軸合計の「+」と「-」は、水質保全対策事業を実施した際に予想される便益の傾向を表す。また、特に強調された「+」は、当該事業によって大きな便益が予想される主体であることを表す。

便益帰着構成表の各「主体」項目の定義は、下記のとおりである。

【上水利用者】

ダム貯水池や下流域の水を上水利用している世帯を指す。

【工水利用者】

ダム貯水池や下流域の水を工業用水として利用している事業者を指す。

【農水利用者】

ダム貯水池や下流域の水を農業用水として利用している農家を指す。

【発電事業者】

ダム貯水池や下流域の水を利用して水力発電を行っている発電事業者を指す。

【内水面漁業者】

ダム貯水池や下流域において内水面漁業を営んでいる漁業者を指す。

【ダム湖利用者】

ダム湖周辺に來訪して、レクリエーション活動やスポーツ活動等を行う者を指す。

【居住者】

当該事業の効果が及ぶ範囲に居住する者を指す。

【被雇用者】

当該事業の効果が及ぶ範囲において「ダム周辺の観光関連事業者」に雇われている者を指す。

【事業者／ダム周辺の観光関連事業者／その他事業者】

事業者とは、国内において観光関連産業を行う事業者を指す。

このうち、当該事業の効果である「観光関連需要の増加」を享受する事業者を「ダム周辺の観光関連事業者」とする。逆に観光関連需要が減少する者を「その他事業者」とする。

【土地等所有者】

当該事業の効果が及ぶ範囲内に土地・建物の不動産を所有する個人、法人、公共団体を指す。

【国・地方公共団体】

当該事業の整備主体・管理運営主体としての立場、ダムの管理主体としての立場、当該事業の効果が及ぶ範囲内に位置する地方公共団体としての立場、を包括して表現している。

便益帰着構成表の各「効果」項目の定義は、下記のとおりである。

【ダム貯水池の水質（富栄養化等のこと）の改善】

流入河川浄化施設等の整備や曝気等の湖内対策を実施することにより、ダム湖流入河川や貯水池の富栄養化を改善することを意味する。

この効果は、「上水利用者」、「工水利用者」、「農水利用者」に帰着する。「上水利用者」や「工水利用者」には、上水・工水として利用するための処理費用が軽減される等の点で効果となる。「農水利用者」には、農業生産量の増加や農産物の品質が向上する等の点で効果となる。

【ダム湖畔の景観の改善】

ダム貯水池におけるアオコの発生が抑制され、ダム湖の景観が向上することを意味する。この効果は、「ダム湖利用者」と「居住者」に帰着する。

「ダム湖利用者」には、良好な景観が鑑賞できるという点での効果となる。また「居住者」には、自らはその場所には行かないけれども良好な景観が保全されること自体に効用を感じる点から効果となる。

【水棲生物の生息環境の改善】

ダム貯水池の富栄養化が改善されることに伴い、ダム貯水池や下流域の水棲生物の生息環境が良好な状態に変化することを意味する。

この効果は、「ダム湖利用者」と「居住者」、「内水面漁業者」に帰着する。

「ダム湖利用者」には、多様な生物の生息する豊かな自然環境を鑑賞できるという点で効果となる。「居住者」には、良好な生息環境が保全されることに効用を感じる点から効果となる。また、「内水面漁業者」には、漁獲量の増加等の点で効果となる。

【鳥類や植物等の生態系の改善】

「水棲生物の生息環境の向上」に伴い、食物連鎖上関係してくる貯水池や下流域周辺での鳥類や植物等も含めた生態系が良好な状態に変化することを意味する。

この効果は、「ダム湖利用者」と「居住者」に帰着する。

「ダム湖利用者」には、多様な生物の生息する豊かな自然環境を鑑賞できるという点で効果となる。「居住者」には、良好な生息環境が保全されることに効用を感じる点から効果となる。

【観光関連需要の増加】

ダム湖利用者が増加することに伴い、土産物販売業や飲食業、宿泊サービス等の観光関連産業の需要が、地域経済の中で増加することを意味する。

この効果の前提条件には「事業有無での国内の観光関連需要の総量は変わらない」があるため、「ダム周辺の観光関連事業者」にはプラスになるものの、「その他事業者」には需要が「ダム周辺の観光関連事業者」に取られることでマイナスになり、国民経済全体でゼロとして扱われる。

【雇用・所得の増加】

観光関連需要が増加することにあわせて、地域経済の中での雇用・所得が増加することを意味する。

この効果は、「ダム周辺の観光関連事業者」に雇われる「被雇用者」にとってはプラスになるものの、その増加分は「ダム周辺の観光関連事業者」にとっては追加的に発生する費用であり、同量だけマイナスとなり、国民経済全体ではゼロと扱われる。

なお、地域経済の中で雇用・所得が増加する分、「その他事業者」が活動する範囲において「被雇用者」の雇用・所得が減少することが考えられる。この事象については、事業目的との関連性が小さいこと、変化のボリュームが小さく無視してもさしさわりのないものと想定されること等から、ここでは考慮していない。

また、観光関連需要の増加に伴う「ダム周辺の観光関連事業者」の利益の増加分については、効果項目の「観光関連需要の増加」の中に含まれている。

【資産価値の増加】

産業の振興や地元の定住人口の増加等、地域活性化が進むことに伴い、土地や建物の価値が高まることを意味する。

この効果は、「土地等所有者」にとっては賃借料の増加等でプラスとなるが、「居住者」や「ダム周辺の観光関連事業者」の土地や建物を借りている者にとっては、賃貸料を取られるということで、同じ量だけマイナスとなり、国民経済全体ではゼロになる。

【税収の増加】

経済活動が活発化することに伴い、事業者からは法人税等、被雇用者からは所得税等、土地所有者からは固定資産税等の税収の増加が進むことを意味する。

この効果は、税の徴収者である「国・地方公共団体」にとってはプラスになるが、「居住者」、「被雇用者」、「ダム周辺の観光関連事業者」、「土地等所有者」からは、同じ量だけマイナスになることから、国民経済全体ではゼロとなる。

【建設費の支出】

当該事業の整備に要する費用を支出することを意味する。

この効果は、事業主体である「国・地方公共団体」に帰着する。

【維持管理費の支出】

当該事業で整備された施設の維持管理費用を支出することを意味する。

この効果は、事業主体である「国・地方公共団体」に帰着する。なお、国・地方公共団体以外の者が維持管理費を負担する場合は、その者の維持管理費欄がマイナスになる。

2) 評価手法の選定

(1) 評価手法の選定

「ダム手引き」では、ダム貯水池水質保全事業の基本とする評価手法を次のように設定している。

- ・当該事業では、「ダム貯水池の水質の改善」は代替法を用いること、「それ以外の便益」はCVMを用いることを基本とする。
- ・ただし、事業によっては、適切な代替市場が存在しない（あるいは想定できない）場合もみられることから、そのような場合は、CVMを用いて一括して評価することも可能である。
- ・どちらを用いるかは、個々の事業特性に照らして判断する。

これを踏まえ、代替法を用いて「ダム貯水池の水質（富栄養化等のこと、濁水除く）の改善」等は評価し、CVMを用いて「ダム貯水池の水質（富栄養化等のこと、濁水除く）の改善」「ダム湖畔の景観の改善」を一括して評価するものとする。

なお、「ダム貯水池の水質（富栄養化等のこと、濁水除く）の改善」については、後述のとおり、代替法で「上水の改善効果」を計測し、また、CVMのアンケート票においても、ダムの役割として水道用水の供給を提示しているため、便益の二重計測になることから、足し合わせないこととした。

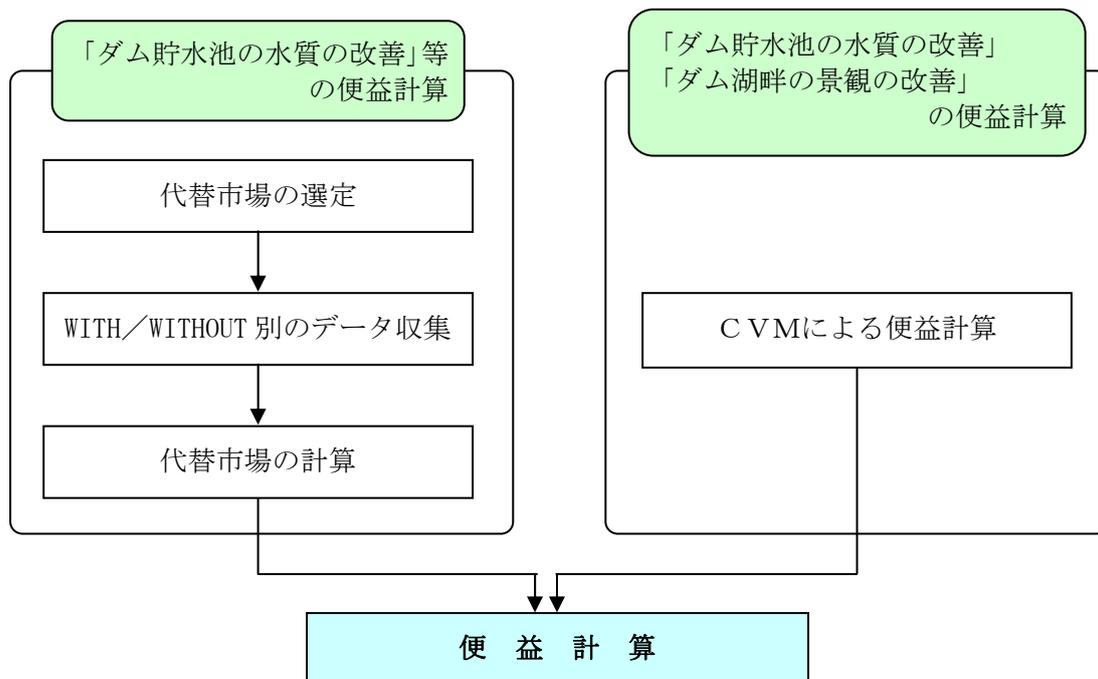


図 4-1-1 便益計算の手順

(2) 評価手法の概要

一般市場より価格が形成されていない便益の貨幣価値を算定する手法としては、CVM（仮想的市場評価法）、代替法、TCM（トラベルコスト法）、ヘドニック法が挙げられる。

本事業では、全ての便益を一括して評価し、非利用価値や環境質などの評価が可能であるCVMを適用する。また、水質改善効果については、代替法を適用する。

表 4-1-3 便益計測手法の選定表

名称	内容	手法の適用性	評価
CVM (仮想的市場 評価法)	アンケート等を用いて事業効果に対する住民等の支払意思額を把握し、これをもって便益を計測。	全ての便益を一括計測することができる。トラベルコスト法などの方法では評価が困難な非利用価値、環境の価値などの評価が可能である。	○
代替法	評価対象とする事業と同様な便益をもたらす他の市場財で代替する場合に必要な費用で当該事業のもたらす便益を計測。	本事業の便益と同等の効果を有する一般市場の価格から求めることが可能である。	○
ヘドニック法	事業がもたらす便益が土地資産額にすべて帰着すると仮定し、事業実施に伴う土地資産価値の増額分で便益を計測。	本事業の便益が地価に影響を及ぼすとは考えにくい。	×
TCM (トラベルコ スト法)	対象施設等を訪れる人が支出する交通費や費やす時間の機会費用を求め、これをもって便益を計測。	景観の改善等の非利用価値については、評価できない。	×

内容の出典：「河川に係る環境整備の経済評価の手引き（試案）」（河川に係る環境整備の経済評価研究会 H12.6）

太枠：選定した手法

4-2. 代替法による効果の算定

室生ダム貯水池水質保全事業の直接効果としては、表 4-2-1 に示すものが挙げられるが、ここでは、「水道需用者側の水質改善費用」、「室生ダムの運用年数の延長効果」の便益を代替法により算定した。

表 4-2-1 直接効果の選定と代替市場の選定結果

受益者	効果	代替財による便益の算定方法
上水利用者	上水の水質改善	水道需用者側の水質改善費用
農水利用者	水質改善に伴う収穫量の増加	今回評価なし (収穫高の変化は、他の要因も影響すると想定され、放流水の水質レベルとの関係を明確にし、便益を算定することは困難である)
内水面漁業者	水質改善に伴う漁獲量の増加	今回評価なし (モニタリング結果から魚類の生息状況には大きな変化はみられないこと、また、漁獲高の変化は、他の要因も影響すると想定され、便益を算定することは困難である)
ダム湖利用者	副ダムによる湖面の創出	今回評価なし (副ダムにより創出した湖面周辺には別事業で平成榛原こどもの森が整備されているため、本事業の効果を分離し、便益を算定することは困難である)
国・地方自治体	副ダムの浚渫による室生ダムの運用年数の延長	室生ダム運用年数の延長で発生する便益を室生ダム建設費から代替

太枠：算定の対象とした効果

1) ダム貯水池の水質（富栄養化等のこと、濁水除く）の改善効果の算定

(1) 算定の考え方

貯水池水質保全事業がない場合に、水道需用者側が独自に行う水質改善費用を代替財として算定する。

(2) 算定方法

ア) 水質改善行動の設定と単価

水道需用者側が独自に行う水質改善方法としては、「①蛇口でのドレイン（捨て水）」「②煮沸消毒」「③浄水器の設置」「④ボトルウォーター購入」が挙げられる。

上記の水質改善方法をとる割合は、「水道事業の費用対効果分析マニュアル（案）＜改訂版＞」（（社）日本水道協会 H16.7）に基づき表 4-2-2 に示すとおり設定する。

表 4-2-2 水質改善行動の設定と単価

水質改善行動	実施割合	単価	単位	備考
蛇口でのドレイン	50%	360	円/世帯・年	大津市実態調査
煮沸消毒	20%	10,000	円/世帯・年	大津市実態調査
浄水器の設置	30%	10,000	円/世帯・年	千葉県実態調査
フィルター交換		(50,000)	(円/世帯・5年)	
		12,000	円/世帯・年	
ボトルウォーター購入	30%	36,500	円/人・年	東京都世論調査

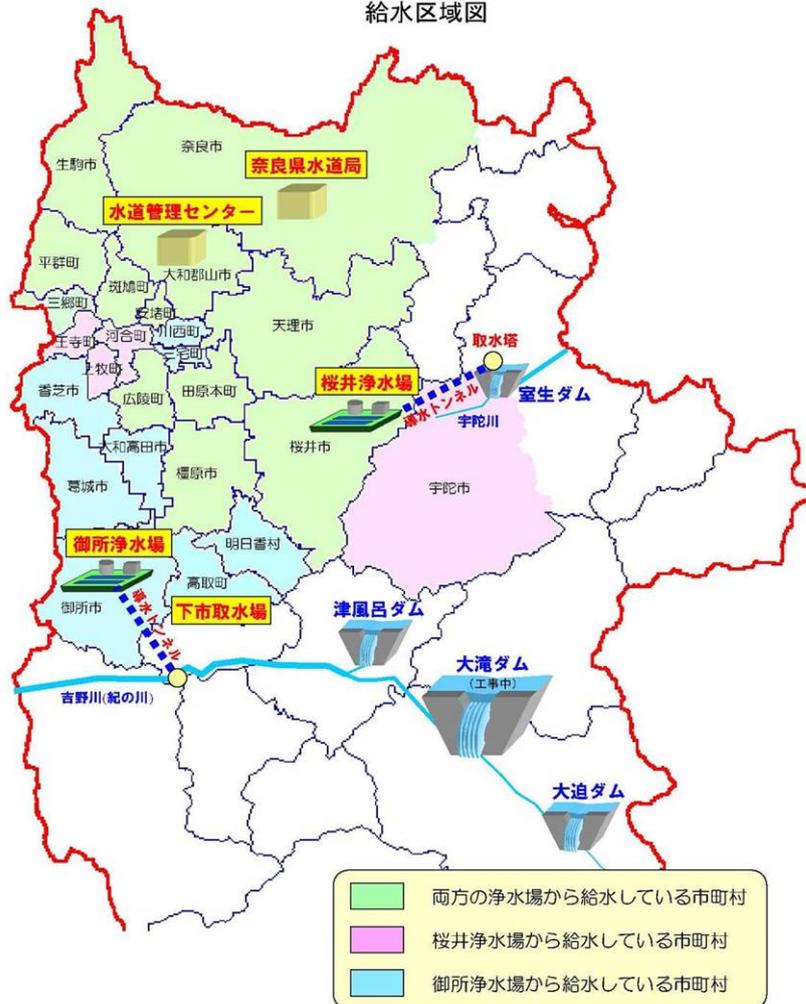
イ) 対象区域

対象区域は、室生ダムのみが上水を供給している桜井浄水場の給水範囲とする。

表 4-2-3 人口及び世帯

	人口	世帯数
河合町	19,446	6,690
上牧町	24,953	8,292
大宇陀町	8,225	2,551
菟田野町	4,623	1,387
榛原町	18,549	5,873
室生村	5,786	1,857
王寺町	22,751	8,479
計	104,333	35,129

給水区域図



出典：「奈良県HP」

図 4-2-1 給水範囲

(3) 算定結果

算定の結果、水道需用者側の水質改善費用を代替財とした場合、年便益は1,450,891千円/年となった。

表 4-2-4 便益の算定

水質改善行動	対象世帯・人口 ①	実施割合 ②	数量 ③ (①×②)	単価 ④	便益額 (千円/年) ⑤ (③×④)
蛇口でのドレイン	35,129 世帯	50%	17,565	360 円/世帯・年	6,323
煮沸消毒	35,129 世帯	20%	7,026	10,000 円/世帯・年	70,260
浄水器の設置	35,129 世帯	30%	10,539	10,000 円/世帯・年	105,390
フィルター交換			10,539	12,000 円/世帯・年	126,468
ボトルウォーター購入	104,333 人	30%	31,300	36,500 円/人・年	1,142,450
計	—	—	—	—	1,450,891

2) 副ダムの堆砂除去による室生ダムの運用年数の延長効果の算定

(1) 算定の考え方

室生ダムでは、堆砂が進行しており、1年あたり20万 m^3 を超える堆砂が進行することもあったが、平成12年度に副ダムが供用して以来、堆砂量は大きく減少している。

このことから、副ダムの堆砂除去による室生ダムの運用年数の延長効果について「室生ダムの建設費」を代替財として算定する。

(2) 算定方法

室生ダム運用に伴う便益は、便宜的に「便益額」＝「事業費」(B/C=1.0)と考え、1年あたりの事業額を算定し、その額に副ダムの供用による室生ダムの運用年数の延長効果の年数を乗じて算定する。

$$\begin{aligned} & \text{【副ダムの堆砂除去による室生ダムの運用年数の延長効果】} \\ & = \text{【1年あたりの事業費額】} \times \text{【室生ダムの運用年数の延長効果】} \end{aligned}$$

ア) 副ダム供用前の年堆砂量に基づく運用期間

平成12年度現在、室生ダム竣工後26年経過しており、計画堆砂率26.0%に対して45.2%の堆砂が進行している。

副ダム供用前の年平均堆砂量は、45千 m^3 であり、この堆砂速度で進行すれば、竣工後58年で計画堆砂量に達すると推定される。

表 4-2-5 室生ダムの堆砂状況（副ダム供用前）

	経年 (年)	全堆砂量 (千m ³)	計画堆砂量 (千m ³)	堆砂率 (%)	計画堆砂率 (%)
	0	0	0	0.0%	0.0%
S50	1	44	26	1.7%	1.0%
S51	2	311	52	12.0%	2.0%
S52	3	348	78	13.4%	3.0%
S53	4	385	104	14.8%	4.0%
S54	5	422	130	16.2%	5.0%
S55	6	395	156	15.2%	6.0%
S56	7	209	182	8.0%	7.0%
S57	8	523	208	20.1%	8.0%
S58	9	596	234	22.9%	9.0%
S59	10	511	260	19.7%	10.0%
S60	11	555	286	21.3%	11.0%
S61	12	502	312	19.3%	12.0%
S62	13	608	338	23.4%	13.0%
S63	14	595	364	22.9%	14.0%
H1	15	634	390	24.4%	15.0%
H2	16	655	416	25.2%	16.0%
H3	17	567	442	21.8%	17.0%
H4	18	719	468	27.7%	18.0%
H5	19	823	494	31.7%	19.0%
H6	20	803	520	30.9%	20.0%
H7	21	800	546	30.8%	21.0%
H8	22	1,022	572	39.3%	22.0%
H9	23	813	598	31.3%	23.0%
H10	24	866	624	33.3%	24.0%
H11	25	953	650	36.7%	25.0%
H12	26	1,174	676	45.2%	26.0%

イ) 副ダム供用後の年堆砂量に基づく運用期間

副ダム供用前の年平均堆砂量は、18 千m³であり、この堆砂速度で進行すれば、ダム竣工後 105 年（副ダム供用後 79 年）で計画堆砂量に達すると推定される。

【計画堆砂量に達する運用期間】

$$\begin{aligned}
 &= \text{【供用時点の経過年】} + \left(\frac{\text{【計画堆砂量】} - \text{【供用前時点の堆砂量】}}{\text{【副ダム供用前の年平均堆砂量】}} \right) \\
 &= \text{【26 年】} + \left(\frac{\text{【2,600 千m}^3\text{】} - \text{【1,174 千m}^3\text{】}}{\text{【18 千m}^3\text{/年】}} \right) \\
 &= \text{【26 年】} + \text{【79 年】} \\
 &= \text{【105 年】}
 \end{aligned}$$

表 4-2-6 室生ダムの堆砂状況（副ダム供用後）

	経年 (年)	全堆砂量 (千m ³)	計画堆砂量 (千m ³)	堆砂率 (%)	計画堆砂率 (%)
H13	27	1,119	702	43.0%	27.0%
H14	28	1,051	728	40.4%	28.0%
H15	29	1,091	754	42.0%	29.0%
H16	30	1,118	780	43.0%	30.0%
H17	31	1,160	806	44.6%	31.0%
H18	32	1,122	832	43.2%	32.0%
H19	33	1,145	858	44.0%	33.0%
H20	34	1,247	884	48.0%	34.0%

ウ) 室生ダムの運用年数の延長効果

室生ダムの運用年数の延長効果は、47年と推定される。

【室生ダムの運用年数の延長効果】

$$\begin{aligned}
 &= \text{【副ダム供用後の年堆砂量に基づく運用期間】} \\
 &\quad - \text{【副ダム供用前の年堆砂量に基づく運用期間】} \\
 &= \text{【105年】} - \text{【58年】} \\
 &= \text{【47年】}
 \end{aligned}$$

エ) 室生ダムの運用年数の延長効果の便益額

室生ダムの建設に係わる事業費は、建設省公共費 56.87 億円と共同費 97.34 億円の計 151.21 億円である（建設当時；「ダム年鑑」財団法人日本ダム協会）。これを現時点までの建設物価の変動を考慮して現在金額に換算し、副ダム供用前時点の年堆砂量に基づく予測運用期間 58 年で除した事業費額は以下のとおりとなる。

【1年あたりの事業費額】

$$\begin{aligned}
 &= \text{【事業費】} \times \text{【平成 21 年度事業費指数】} / \text{【室生ダム施工期間平均事業費指数】} \\
 &\quad / \text{【副ダム供用前の年堆砂量に基づく運用期間】} \\
 &= \text{【151.21 億円】} \times \text{【98.0】} / \text{【35.3】} / \text{【58年】} \\
 &= \text{【7.24 億円/年】}
 \end{aligned}$$

表 4-2-7 室生ダムの事業費デフレータ

種類	S41	S42	S43	S44	S45	S46	S47	S48	S49	H21*	施工期間平均
河川総合開発	24.9	26.9	28.2	30.0	33.1	34.5	37.1	46.4	56.9	98.0	35.3
補足	室生ダム着工～竣工									現在	—

*：H19の暫定値を用いた

(3) 算定結果

算定の結果、副ダムの堆砂除去による室生ダムの運用年数の延長効果の年便益は 7.73 億円/年となった。

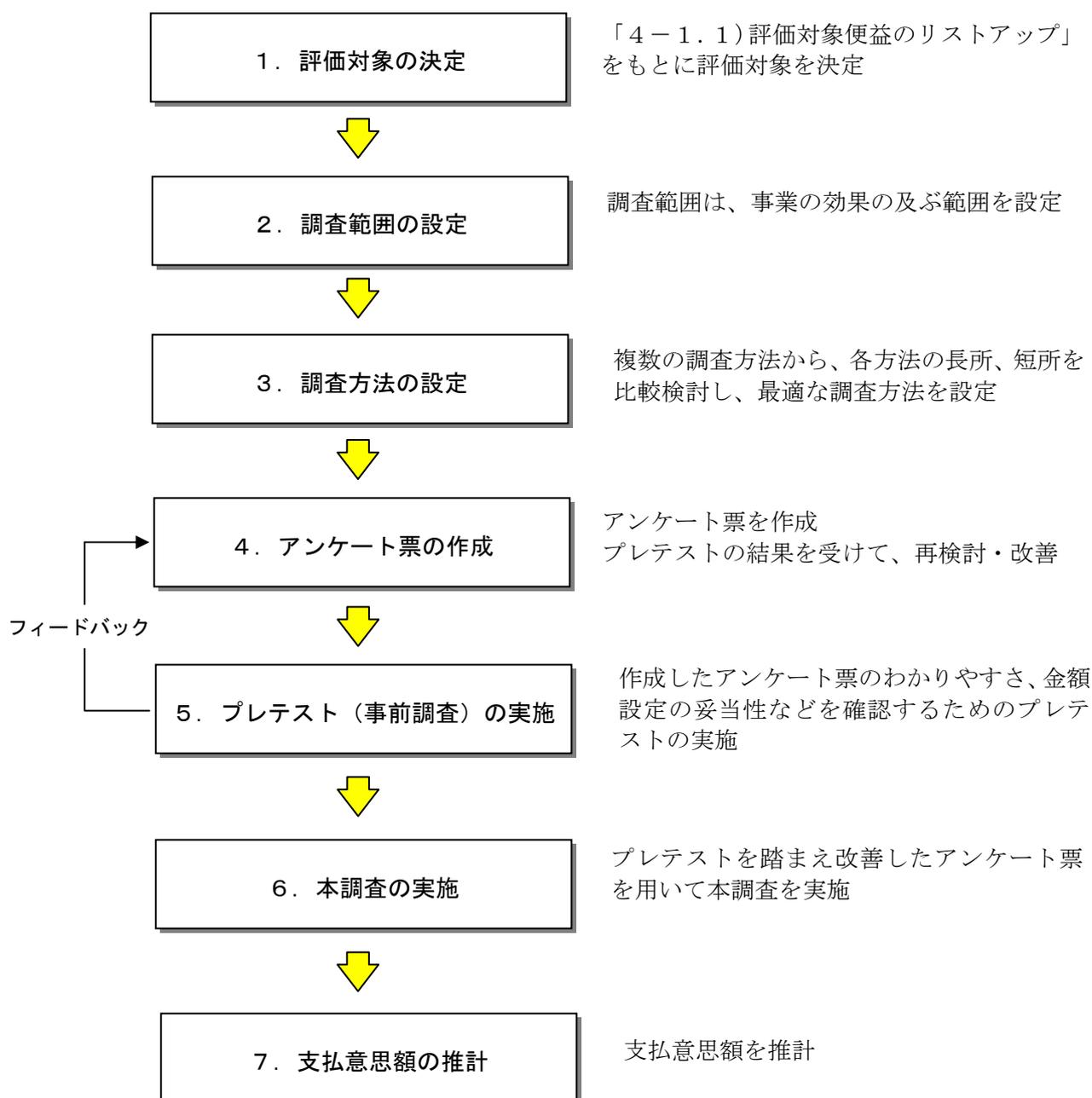
【副ダムの堆砂除去による室生ダムの運用年数の延長効果】

$$\begin{aligned}
 &= \text{【1年あたりの事業費額】} \times \text{【室生ダムの運用年数の延長効果】} / \text{【総合耐用年数】} \\
 &= \text{【7.24 億円/年】} \times \text{【47年】} / \text{【44年】} \\
 &= \text{【7.73 億円/年】}
 \end{aligned}$$

4-3. CVMによる効果の算定

本節では、「4-1. 1) 評価対象便益のリストアップ」で整理された便益のうち、間接効果の「ダム湖畔の景観の改善」また、直接効果の「ダム貯水池の水質（富栄養化等のこと、濁水除く）の改善」による便益をCVMにより算定する。

CVMによる便益算定の流れは、以下のとおりである。



1) 評価対象の決定

「4-1. 1) 評価対象便益のリストアップ」で整理された便益のうち、「ダム貯水池の水質（富栄養化等のこと、濁水除く）の改善」、「ダム湖畔の景観の改善」による便益は、主に「ダム湖利用者」及び「居住者」に便益が帰着する。

表 4-3-1 室生ダム貯水池水質保全対策事業の便益帰着構成表（抜粋）

効果			主体	用水利用者				内水面漁業者	ダム湖利用者	居住者	被雇用者	事業者		土地等所有者	国・地方公共団体	合計
				上水利用者	工水利用者	農水利用者	発電事業者					ダム周辺の観光関連事業者	その他事業者			
直接効果	地域社会	環境	ダム貯水池の水質（富栄養化等のこと）の改善	+		+								+	+	
間接効果		環境	ダム湖畔の景観の改善						+	+						+

注) 「+」は正の効果、「-」は負の効果、横軸合計の「+」の効果当該事業の便益を表す。

2) 調査範囲の設定

そこで、本CVMアンケート調査の調査範囲として、「ダム湖利用者」及び「居住者」を以下のように設定して調査を行った。

表 4-3-2 CVMアンケート調査範囲

調査範囲	備考					
	室生ダムからの距離	市町村名	利用者 利用者数* (人)		給水範囲	
宇陀市、奈良市、井市、天理市	10km 圏内	宇陀市	47	83	●	●
		奈良市	8			●
		桜井市	8			●
		天理市	3			●
		山添村	0			
	10km 圏外	名張市	17	10	-	
		生駒市	1			●
		平群町	0			●
		三郷町	0			●
		斑鳩町	0			●
		大和郡山市	2			●
		安堵町	0			●
		河合町	2			●
		上牧町	1			●
		橿原市	4			●
	明日香村	0	●			
高取町	0	●				
その他	53	53	-	●		
合計		146	146	-	-	

※：平成 18 年ダム湖利用実態調査より ■：アンケート調査範囲

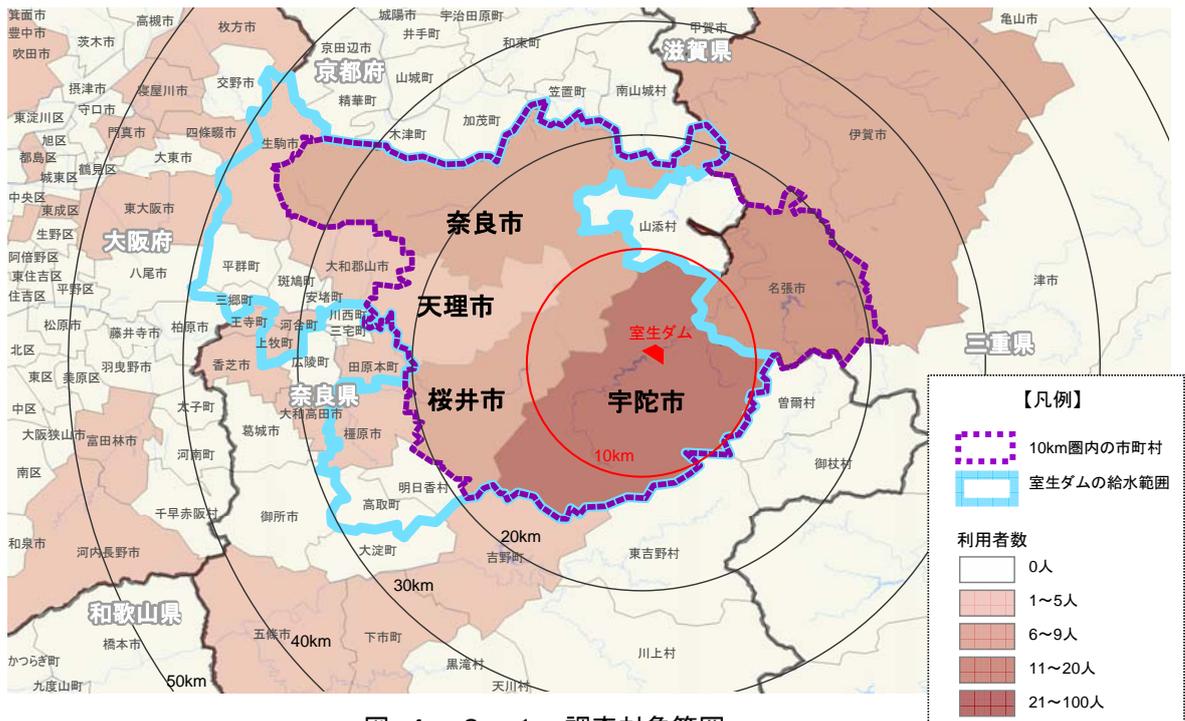


図 4-3-1 調査対象範囲

3) 調査方法の設定

アンケート調査の調査方法は、工程的な制約（自治体の閲覧許可）があり、効率的に調査を行うため、インターネット調査とした。

表 4-3-3 標本データベースの特徴

データベース	標本の 代表性	情報の 新しさ	抽出に要する 時間・費用	個人情報の 取り扱い	総括
住民基本台帳	◎ ¹	◎ ²	△ ³	○ ³	◎時間、費用面での制約がなければ最適
電話帳	△ ⁴	△ ⁵	◎ ⁶	△ ⁷	○標本の偏りに注意が必要
選挙人名簿	◎ ⁸	○ ⁹	○ ³	△ ³	○自治体によっては閲覧不可の場合あり
インターネット アンケート	△ ¹⁰	◎	◎	○ ¹¹	○標本の偏りに注意が必要

出典：河川環境整備に関わるCVMを適用した経済評価検討会（平成20年5月）「CVMを適用した河川環境整備事業の経済評価の指針（案）」

¹ 網羅性が高く属性の偏りが小さい。

² 多くの市町村では毎月更新されており、最新の情報が得られる。

³ 住民基本台帳、選挙人名簿の使用にあたっては、当該の地方公共団体（選挙人名簿の場合は選挙管理委員会）に照会し、提出書類、費用の確認、予約等の必要な手続きを講じる。

⁴ 電話番号を電話帳に掲載している世帯に限られるため、持家世帯、高齢者世帯等に偏りがち。

⁵ 更新頻度が概ね1年である（電話帳をもとに作成した電話帳データベースを使用する場合、さらに情報は古くなる）。また、共同住宅等の場合、住所が完全に書かれていない場合もある。

⁶ 電話帳データベースから抽出する場合は短期間で抽出できる。抽出にかかるコストが安い。

⁷ 電話帳、電話帳データベースの使用は電話帳の目的外使用に当たるとして個人情報保護の観点から不適切との見解もある。

⁸ 網羅性が高く属性の偏りは小さい。選挙権を有する20歳以上のものに限られるが、世帯を調査対象とする場合は大きな問題はない。

⁹ 一般に選挙ごと、選挙がない場合には1年ごとに更新される。

¹⁰ 登録しているモニターに対するアンケートのため、回答者が比較的若年層に偏る。地方部では十分な回答者数が得られない可能性がある。

¹¹ 登録しているモニターに対するアンケートのため、アンケートの趣旨に対する質問や苦情・批判等が少ない。

○インターネット調査

調査プロバイダーに登録しているモニターにアンケートの調査依頼メールを送信し、プロバイダーのサーバーにアクセスし、アンケートに回答して頂くこととする。

表 4-3-4 インターネット調査の概要

調査方法	インターネット調査
調査テーマ	室生ダムの「水質保全の取り組み」に関するアンケート
調査対象期間	2010/01/07～2010/01/12
調査範囲	宇陀市、奈良市、桜井市、天理市
調査対象	登録モニター



図 4-3-2 インターネット調査のイメージ

表 4-3-5 調査プロバイダーに登録されているモニター数

市町村名		登録モニター数	回収予測数
奈良県	宇陀市	56	17
	奈良市	1,355	407
	桜井市	142	43
	天理市	154	46
合計		1,707	513

4) アンケート票の作成

アンケート票は、大きくアンケートのお願い、事業紹介シート、質問の3つで構成し、それぞれの概要は下表のとおりである。

表 4-3-6 調査票の概要

項目	内容
アンケートのお願い	<p>○アンケートのお願い</p> <ul style="list-style-type: none"> ・アンケートを行う趣旨を明記 ・協力へのお願いを明記
事業紹介シート	<p>○ダムの概要の説明</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ダムの位置図 ・ダムの目的 ・ダムの給水範囲
	<p>○事業内容・目的の説明</p> <ul style="list-style-type: none"> ・事業の目的 ・事業の背景 ・事業内容
質問	<p>○認知度の質問</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ダムの認知度の質問 ・事業の認知度の質問
	<p>○CVMの質問</p> <ul style="list-style-type: none"> ・CVMで比較する状況を分かりやすく写真で示す ・支払意思額の質問（事業の有無） ・負担したくない理由の質問
	<p>○回答者の属性の質問</p> <ul style="list-style-type: none"> ・性別、年齢 ・職業 ・居住地域
	<p>○自由意見</p>

【支払い形態】

WTPを問う表現には、「負担金」「寄付金」「追加税」「税金捻出」等がある。指針では、バイアスが比較的少なく、税金・寄付金と比べて先入観が小さい「負担金」を推奨しており、本検討でも「負担金」を採用した。

表 4-3-7 支払い形態

支払形態	設問例	特徴
追加税	この計画を実施すると、あなたの世帯の納税額が年間〇円上昇するとします。あなたはこの計画に賛成ですか。	なじみのある支払形態であり、直感的な理解を得やすい。税そのものに対する支払抵抗を誘発しやすい。強制力が強く、それに伴うバイアスが生じる可能性がある。
税金捻出	この事業を実施するために、あなたがすでに納めた税金の中から費用をまかなうという計画があるとします。あなたは年間いくらまでなら支出してもよいと思いますか。	なじみのある支払形態であり、直感的な理解を得やすい。予算制約の想定が難しく、他の形態に比べて大きな値となりやすい。強制力が強く、それに伴うバイアスが生じる可能性がある。
寄付金	寄付金を集めて水質浄化を行う計画があるとします。あなたは、世帯当たりで年間いくら寄付してもよいと思いますか。	なじみのある支払形態であり、直感的な理解を得やすい。寄付行為そのものに価値を見いだすというバイアス(温情効果)が発生しやすい。基金の設立を伴う場合があるが、基金そのものに対する理解が得られにくいことがある。強制力が弱く、それに伴うバイアスが生じる可能性がある。
負担金	この事業を実施するために、あなたの世帯は年間いくらまでなら負担してもよいと思いますか。	河川環境に関する便益計測で多く用いられている。河川整備事業の実施方法としては、なじみのない支払形態なので、理解しやすい表現の工夫が必要である。税金、寄付金と比べて先入観が小さいと考えられる。
利用料	もしこの河川公園の入園料金が〇〇円ならば、あなたは入園しますか。	なじみのある支払形態であり、直感的な理解を得やすい。利用料金を徴収できるような整備内容でないと採用できない。非利用価値の向上に伴う便益を計測できない。利用回数を聞く必要がある。
代替財	水質を浄化できる木炭が販売されているとします。この浄化木炭が100kg〇〇円で売られているとしたら、あなたはこれを購入しますか。	なじみのある支払形態であるが、環境の改善のために財を購入するという点の理解が得られにくい恐れがある。適切な代替財がないと採用できない。代替財に依存したバイアスが発生しうる。

太枠：採用案

出典 CVMを適用した河川環境整備事業の経済評価の指針(案), H20. 5

5) CVM アンケート調査結果

(1) 回収結果

目標サンプル数は、「指針」では、最低で 50 票できれば 300 票程度と記載されている。回収数は、目標サンプル数の 300 票を上回っており、統計上の精度が確保できるサンプル数を収集することができた。

・回収数： 506 票

表 4-3-8 居住地別の回収数

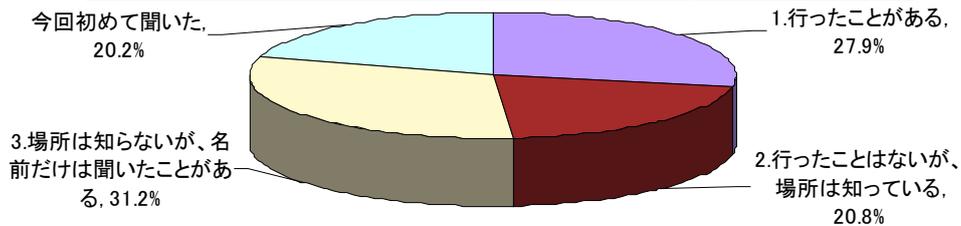
居住地	回収数
奈良市	396
宇陀市	12
桜井市	46
天理市	52
合計	506

(2) 集計結果

ア) 問 1

あなたは、室生ダム（室生湖）をご存じでしたか？

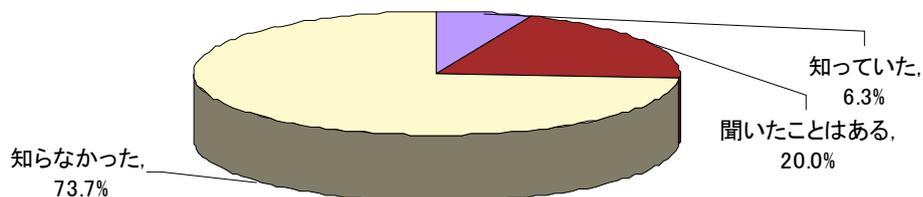
問 1	実数	%
全体	506	100%
1. 行ったことがある	141	28%
2. 行ったことはないが、場所は知っている	105	21%
3. 場所は知らないが、名前だけは聞いたことがある	158	31%
4. 今回初めて聞いた	102	20%



イ) 問 2

あなたは、「水質保全の取り組み」についてご存知でしたか？

問 2	実数	%
全体	506	100%
1. 知っていた	32	6%
2. 聞いたことはある	101	20%
3. 知らなかった	373	74%



ウ) 問3

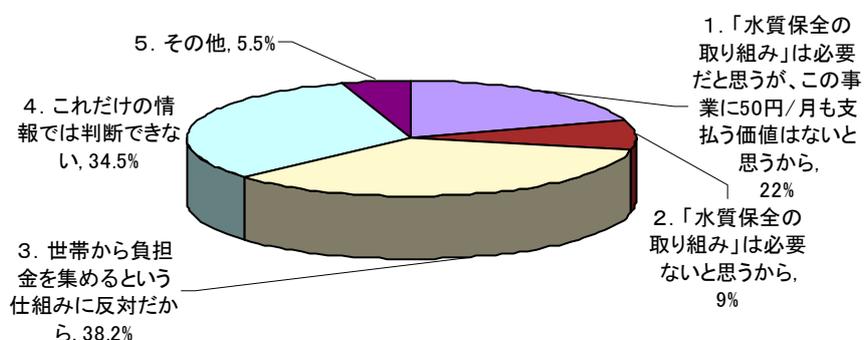
事業が行われる場合の負担金の額を、次の(1)から(7)に具体的に示します。それぞれについて、【事業あり】と【事業なし】のどちらが望ましいかを考え、実際に負担するつもりになって、望ましいと思う方を選択してください。

アンケートでの番号	-	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
円	0円	50円	100円	200円	500円	1000円	2000円	4000円
事業あり(票)	450	441	384	299	169	73	31	25
事業なし(票)	2	11	68	153	283	379	421	427
計	452	452	452	452	452	452	452	452
無効票	54							
回収数	506							

エ) 問4

問3(1)で、【事業なし】を選択した方にお伺いします。その理由は何ですか。あてはまるものをお選び下さい。(複数回答可)

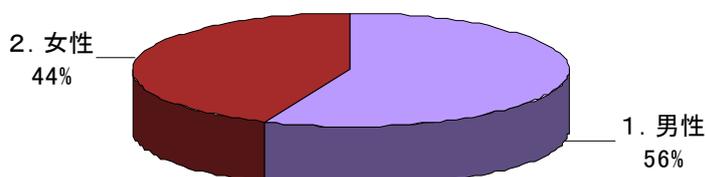
問4	実数	%
全体	55	100%
1. 室生ダムの「水質保全の取り組み」は必要だと思うが、この事業に毎月50円(年間あたり600円)も支払う価値はないと思うから	12	21.8%
2. 室生ダムの「水質保全の取り組み」は必要ないと思うから	5	9.1%
3. 世帯から負担金を集めるという仕組みに反対だから	21	38.2%
4. これだけの情報では判断できない	19	34.5%
5. その他	3	5.5%



オ) 問5

あなたの性別をお答えください。(1つだけ)

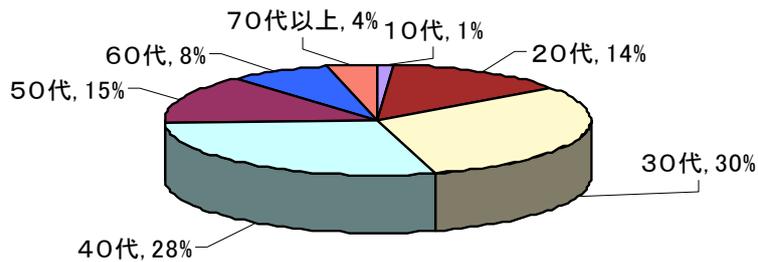
問5	実数	%
全体	506	100%
1. 男性	285	56.3%
2. 女性	221	43.7%



カ) 問6

あなたの年齢をお答えください。(1つだけ)

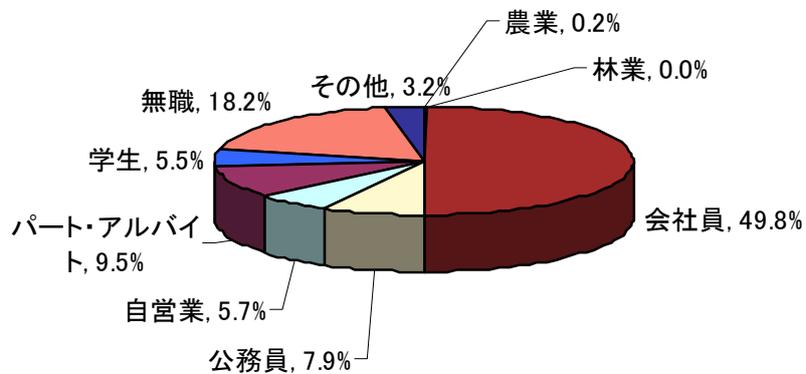
問6	実数	%
全体	506	100%
10代	6	1%
20代	70	14%
30代	154	30%
40代	144	28%
50代	75	15%
60代	38	8%
70代以上	19	4%



キ) 問7

あなたの世帯で主な収入を得ておられる方のご職業をお答えください。(1つだけ)

問7	実数	%
全体	506	100%
農業	1	0.2%
林業	0	0.0%
会社員	252	49.8%
公務員	40	7.9%
自営業	29	5.7%
パート・アルバイト	48	9.5%
学生	28	5.5%
無職	92	18.2%
その他	16	3.2%



(3) 支払意思額 (WTP) の算出

インターネット調査で得られた各回答者のWTPを集計し、以下の方法により賛同率曲線を作成した。

【WTPの算定方法】

①賛同率の算出：全有効票に占める各提示金額に賛同した人の割合を求める。

$$\text{賛同率} = \text{各提示額の賛同者数} / \text{有効票数}$$

②賛同率曲線の作成：各提示金額の賛同率を直線で結んだグラフを作成する。

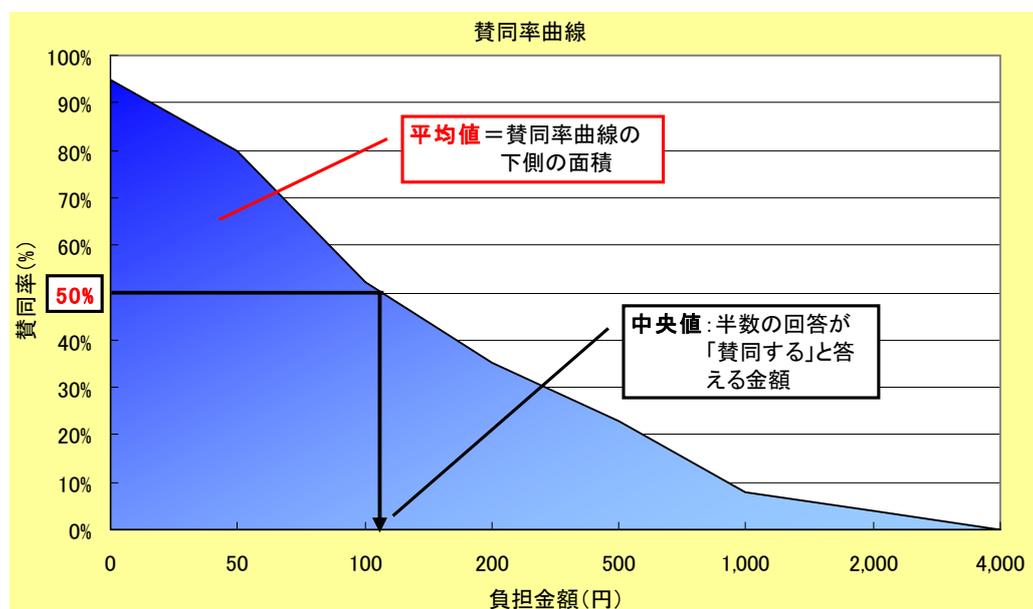
X軸に提示金額，Y軸に賛同率をとる。

③WTPの算定：WTPの代表値として平均値と中央値を算定する方法がある。

指針では、便益計測にはWTPの代表値として平均値を用いることを推奨しているため、本検討では平均値を採用する。

平均値：全世帯のWTP合計値を世帯数で除した加重平均値で、賛同率曲線の下側の面積で表される。

中央値：賛同率が50%となるWTP値で、賛同率曲線より読みとる。半数の回答者が『賛同する』と回答する金額となる。



ア) 異常データの排除

回収したアンケート票の集計・入力結果からWTPを算定するため、WTPの質問について適切ではない回答をしている異常データを排除し、有効票を抽出した。

- ◆理論的回答していない人¹² : 28名
 - ◆問4で(3)(4)回答した人¹³ : 25名
 - ◆問4で(5)で無効と判断した人¹⁴ : 1名
- 計 54名

表 4-3-9 有効票数

回収票数	有効票
506票	452票

イ) WTPの算出

アンケート調査で得られた各回答者のWTPの集計結果と賛同率曲線を以下に示す。算定の結果、WTP平均値は699円/月・世帯、WTP中央値は450円/月・世帯となった。

表 4-3-10 WTP算定表

アンケートでの番号	単位	-	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	-
負担金額	円	0	50	100	200	500	1,000	2,000	4,000	合計
事業に「賛成」	票	450	441	384	299	169	73	31	25	-
事業に「反対」	票	2	11	68	153	283	379	421	427	-
計	票	452	452	452	452	452	452	452	452	-
賛同率	%	100%	98%	85%	66%	37%	16%	7%	6%	-
WTP平均値	円/月・世帯	-	49	46	76	155	134	115	124	699
WTP中央値	円/月・世帯	-	-	-	-	-	-	-	-	450

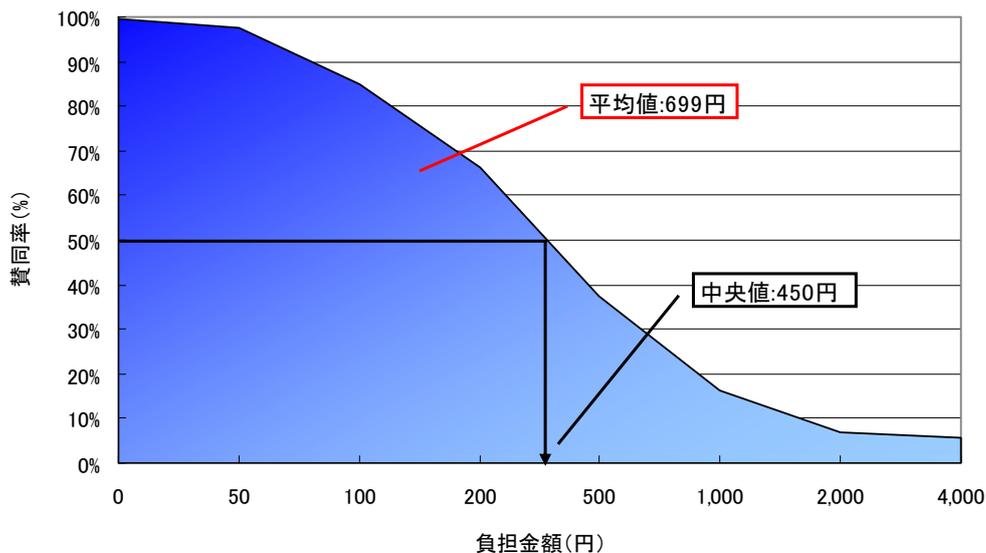


図 4-3-3 賛同率曲線

¹²負担金の支払額が高ければ「賛成」、低ければ「反対」と回答している人。

¹³CVMの仮想上の状況を理解していないまま、「反対」している人。

¹⁴事業の価値そのものを評価するのではなく、その他の要因で「賛成」または「反対」している人。

(a) 市町村別

市町村別の WTP 平均値、WTP 中央値、有効票数とその比率を表 4-3-11 に示す。

表 4-3-11 市町村別の WTP

		全体	奈良市	宇陀市	天理市	桜井市
WTP 平均値	(円/月・世帯)	699	688	1,000	833	532
WTP 中央値	(円/月・世帯)	450	445	909	475	430
有効票数	(票)	452	356	11	48	37
比率	(%)	100.0%	78.8%	2.4%	10.6%	8.2%

(b) 年齢別

年齢別の WTP 平均値、WTP 中央値、有効票数とその比率を表 4-3-12 に示す。

表 4-3-12 年齢別の WTP

		全体	10代	20代	30代	40代	50代	60代	70代以上
WTP 平均値	(円/月・世帯)	699	925	709	738	649	673	871	463
WTP 中央値	(円/月・世帯)	450	500	456	451	451	431	450	465
有効票数	(票)	452	2	64	140	130	67	32	17
比率	(%)	100.0%	0.4%	14.2%	31.0%	28.8%	14.8%	7.1%	3.8%

(c) 認知率別

認知率¹⁵別の WTP 平均値、WTP 中央値、有効票数とその比率を表 4-3-13 に示す。

表 4-3-13 認知率別 WTP

		全体	認知している人	認知していない人
WTP 平均値	(円/月・世帯)	699	690	707
WTP 中央値	(円/月・世帯)	450	449	450
有効票数	(票)	452	225	227
比率	(%)	100.0%	49.8%	50.2%

¹⁵ アンケート票の間1「あなたは室生ダムをご存知でしたか？」で「1.行ったことがある」「2.行ったことはないが、場所は知っている」と回答した人の割合を認知率とした。

ウ) 本事業のWTPの算出

アンケート調査票で提示した効果は、「本事業」と「水環境改善事業」の2つの事業によりあいまって発生する効果であるため、イ) で算定したWTP平均値を事業費の比率で按分し、本事業のWTP平均値636円/世帯・月を算出した。

表 4-3-14 事業費の比率

	貯水池水質保全事業	水環境改善事業
事業費(千円)	4,000,000	397,859
比率(%)	91.0%	9.0%

表 4-3-15 本事業のWTP

		比率(%)	全体
WTP平均値	全体	100.0%	699
	貯水池水質保全事業	91.0%	636
	水環境改善事業	9.0%	63

(4) 年便益の算出

年便益は、アンケートから算定した月・世帯あたりWTP平均値に、受益範囲の世帯数(H17国勢調査より)と12ヶ月を乗じることにより算定した。

なお受益範囲は、利用の多い10km圏内かつ給水範囲にしたケース(ケースA)と利用の多い10km圏内にしたケース(ケースB)の2通りを算定した。

$$\text{年便益額} = \text{WTP平均値} \times 12 \text{ヶ月} \times \text{受益範囲の世帯数}$$

表 4-3-16 年便益の算定結果

WTP平均値 (円/世帯・月)	受益範囲の世帯数 (世帯)	年便益 (百万円/年)
636	197,306	1,506

4-4. 費用便益計算

1) 総費用の算出

総費用は、室生ダム貯水池水質保全事業の他に、清流ルネッサンス 21 により流域として下水道を整備することによっても水質改善が図られることから、宇陀川流域の下水道事業費を含めた場合の 2 ケースについて算定した。

(1) 室生ダム貯水池水質保全事業の総費用の算出

既存資料より、室生ダム貯水池水質保全事業の総費用を算出した。

総費用は、当該事業に要する事業費と維持管理費を現在価値化したものとした。

ア) 事業費

既存資料より、平成 2 年度から平成 16 年度までの事業実施時の事業費を整理した。

表 4-4-1 事業実施時の事業費

(単位：千円)

	事業費	建設費	委託費	工事費	測量及試験費	事務費
H2	40,000	38,000	0	0	38,000	2,000
H3	90,000	87,000	16,000	16,000	71,000	3,000
H4	150,000	145,100	84,000	84,000	61,100	4,900
H5	220,000	213,400	120,000	120,000	93,400	6,600
H6	260,000	252,200	177,000	177,000	75,200	7,800
H7	360,000	352,200	318,000	318,000	34,200	7,800
H8	260,000	252,600	199,000	199,000	53,600	7,400
H9	540,419	523,419	500,000	500,000	23,419	17,000
H10	750,000	734,400	724,600	724,600	9,800	15,600
H11	463,000	452,700	439,500	439,500	13,200	10,300
H12	538,000	526,000	484,000	0	42,000	12,000
H13	100,000	97,000	34,700	0	62,300	3,000
H14	36,000	34,000	22,000	0	12,000	2,000
H15	50,000	48,000	41,000	0	7,000	2,000
H16	142,581	138,581	135,800	0	2,781	4,000
合計	4,000,000	3,769,600	3,279,600	2,562,100	490,000	100,400

イ) 維持管理費

既存資料より、整備完了後の維持管理費を整理した。

表 4-4-2 維持管理費

(単位：千円)

年度	維持管理費	
実績	平成 17 年度	53,903
	平成 18 年度	22,413
	平成 19 年度	22,498
	平成 20 年度	26,396
年平均値	平成 21 年度以降	31,302

※1：浚渫費 2000 万弱、残りが電気代、点検整備代

※2：平成 17 年度については管理用道路等の整備を実施しているため年平均より高額

ウ) 総費用の算出

総費用の算出にあたっては、社会的割引率は4%、評価の対象期間は44年、現在価値化の基準時点は平成21年度とし、デフレーター¹⁶を用いて物価変動を除去した後、現在価値化を行った。

<総合耐用年数の考え方>

総合耐用年数は、下記の式で求められる。

$$\text{総合耐用年数} = \text{事業費合計} \div \text{年平均償却額合計}$$

ここで、事業費の合計、年平均償却額は下表のとおりであることから、

$$\begin{aligned} \text{総合耐用年数} &= 4,000,000 \text{ (千円)} \div 91,339 \text{ (千円/年)} \\ &= 43.7929 \text{ (年)} \\ &\approx 44 \text{ (年)} \end{aligned}$$

つまり、平17年度から44年間、平成60年度までが評価の対象期間となる。

表 4-4-3 総合耐用年数

工種		事業費 ¹⁷	耐用年数	年平均償却額	耐用年数の参照 ¹⁸
		a 千円	b 年	c=a/b 千円/年	
宇陀川浄化施設 その他施設	①副ダム	3,793,645	50	75,873	(1)
	②ビオトープ	21,522	20	1,076	(1)
	③浮島	122,800	15	8,187	(1)
	④水質自動監視装置	62,033	10	6,203	(2)
合計		4,000,000	-	91,339	-

表 4-4-4 耐用年数の適用事項

(1)での適用事項			(2)での適用事項	
種類	構造又は用途	細目	大分類	中分類
①	構築物	鉄骨鉄筋コンクリート造又は鉄筋コンクリート造のもの(前掲のものを除く。)	-	-
②	構築物	緑化施設及び庭園	-	-
③	構築物	前掲のもの以外のもの及び前掲の区分によらないもの	-	-
④	-	-	電気計装設備	計測設備(運転制御に必要な機器)

以上の条件のもと、現在価値化した総費用を算出した結果は、以下のとおりである。

表 4-4-5 総費用

	現在価値換算前	現在価値換算後 (H21基準)
総費用(百万円)	5,377	6,978

¹⁶ デフレーター：国土交通省河川局河川計画課、「治水経済調査マニュアル(案) 各種資産評価単価及びデフレーター(H21.2改正)」より、治水事業費指数河川(H12=100)を換算

¹⁷ 工種別の事業費は、工種別の委託費に、測量及び試験費、事務費を、工種別の委託費で按分して算定

¹⁸ (1)「平成20年度減価償却資産の耐用年数表」

(2)「下水道施設の改築について(平成15.6.19国都下事第77号)」の別表

(2) 下水道整備事業の総費用の算出

下水道事業の総費用は、「下水道統計（平成 55 年度版～平成 19 年度版）」（(社) 日本下水道協会）をもとに算出した。

ア) 事業費

下水道整備事業は、昭和 55 年度～平成 27 年度の期間で、全体事業費は 370 億円で計画されている。「下水道統計（平成 55 年度版～平成 19 年度版）」より、実績値が明らかである昭和 55 年度から平成 19 年度までは、実績値を用いた。また、それ以降は全体事業費の残額を各年度に等配分した。

表 4-4-6 下水道整備の事業費

年度	事業費（百万円）
S55	129
S56	185
S57	418
S58	1,024
S59	1,878
S60	2,692
S61	4,315
S62	2,210
S63	2,683
H1	1,953
H2	1,817
H3	2,309
H4	1,359
H5	737
H6	546
H7	795
H8	748
H9	782
H10	860
H11	649
H12	870
H13	1,078
H14	893
H15	1,092
H16	471
H17	270
H18	282
H19	404
H20	444
H21	444
H22	444
H23	444
H24	444
H25	444
H26	444
H27	443
合計	37,000

(実績値)

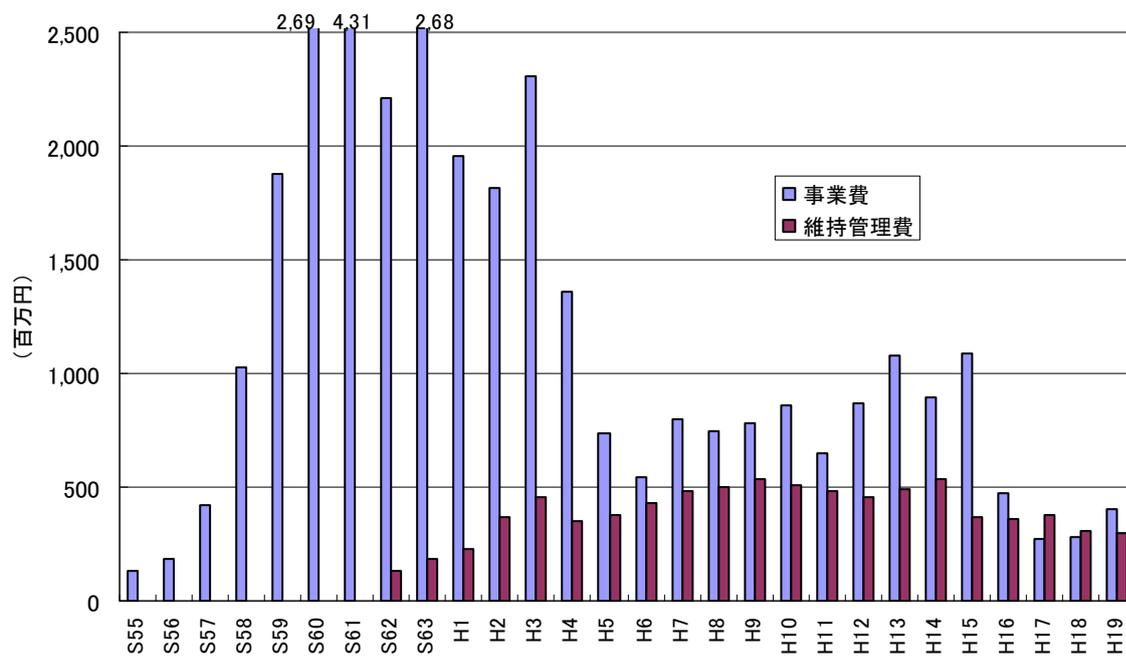


図 4-4-1 下水道の事業費と維持管理費の推移

イ) 維持管理費

維持管理費は、事業費と同様に、「下水道統計資料」により、実績値が明らかである昭和 55 年度から平成 19 年度までは、実績値を用いた。また、それ以降は近年、整備が進捗しているにも拘わらず、維持管理費は、減少傾向にあるため、近年 5 ヶ年間の平均値を用いることにした。

表 4-4-7 下水道整備の維持管理費

年度	維持管理費（百万円）
S55	0
S56	0
S57	0
S58	0
S59	0
S60	0
S61	0
S62	128
S63	188
H1	228
H2	372
H3	460
H4	349
H5	377
H6	427
H7	479
H8	496
H9	536
H10	508
H11	479
H12	460
H13	492
H14	537
H15	370
H16	363
H17	376
H18	308
H19	302
H20	344
H21	344
H22	344
H23	344
H24	344
H25	344
H26	344
H27	344
∫	∫
H60	344

(実績値)

ウ) 総費用の算出

既存資料より、下水道整備事業の総費用を算出した。

また、評価の対象期間は、室生ダム貯水池水質保全事業に合わせた。

以上の条件のもと、デフレーター¹⁹により現在価格に補正後、現在価値化した総費用を算出した結果は、以下のとおりである。

表 4-4-8 総費用

	現在価値換算前	現在価値換算後 (H21 基準)
事業費 (百万円)	37,000	76,165
維持管理費 (百万円)	22,339	20,420
合計	59,339	96,585

¹⁹ デフレーター：国土交通省河川計画課：治水経済調査マニュアル（案） 各種資産評価単価及びデフレーター（H21.2 改正）より、治水事業費指数、国土交通省所管土木総合（除く災害復旧）（H12=100）を H21=100 に換算。

2) 総便益の算出

総便益については、代替法で計測した直接効果の「浄水の改善（水道需要者側の水質改善費用）」、「副ダムの浚渫による室生ダムの運用年数の延長」及びCVMで計測した「ダム貯水池の水質の改善」「ダム湖畔の景観の改善」について算定した。

総便益は、評価期間 44 年分を現在価値（H21 基準）化して、次のように求められる。

$$\text{総便益} = \text{便益（評価期間 44 年分）} + \text{残存価値}$$

※残存価値は、工事費の 10%分を評価対象期間終了年度に便益として計上した。

$$D = 0.1 \times \sum d / (1 + 0.04)^n$$

ここで、 $\sum d$ は事業費のうち、測量及び試験費、工事諸費を除いた毎年の工事費の合計である。n は評価時点からの年数を示す。

(1) 直接効果「上水の改善（水道需要者側の水質改善費用）」の総便益

表 4-4-9 便益一覧

	現在価値換算前	現在価値換算後 (H21 基準)
年便益 (百万円)	1,451	-
便益 (百万円)	63,844	36,276
残存価値 (百万円)	-	-
総便益 (百万円)	-	36,276

(2) 直接効果「副ダムの浚渫による室生ダムの運用年数の延長」の総便益

表 4-4-10 便益一覧

	現在価値換算前	現在価値換算後 (H21 基準)
年便益 (百万円)	773	-
便益 (百万円)	34,012	19,326
残存価値 (百万円)	-	-
総便益 (百万円)	-	19,326

注) 残存価値は、CVMの計測効果で計上する。

(3) CVMで計測した「ダム貯水池の水質の改善」「ダム湖畔の景観の改善」の総便益

表 4-4-11 便益一覧

	現在価値換算前	現在価値換算後 (H21 基準)
年便益 (百万円)	1,506	-
便益 (百万円)	66,257	37,647
残存価値* (百万円)	-	56
総便益 (百万円)	-	37,703

注) 総便益は、四捨五入の関係で、各項目の合計に一致しない。

3) 費用対効果の算出

費用対効果については、以下のケースを算定する。

(1) 分析方法

費用対効果の分析は、主に以下の資料を参考に費用及び便益の算定、費用対効果の分析、評価等を行った。

- ・ 国土交通省：「公共事業評価の費用便益分析に関する技術指針(共通編)」, H20. 6
- ・ 国土交通省河川局：「治水経済調査マニュアル(案)」, H17. 4, H20. 2

(2) 評価指標

費用対効果の分析には、以下の3指標を用いた。

表 4-4-12 費用対効果分析の主な評価指標と特徴

評価指標	定義	特徴
純現在価値 (NPV: Net Present Value)	$\sum_{t=1}^n \frac{B_t - C_t}{(1+i)^{t-1}}$	<ul style="list-style-type: none"> ・ 事業実施による純便益の大きさを比較できる。 ・ 社会的割引率によって値が変化する。
費用便益比 (CBR: Cost Benefit Ratio) ※以下、B/C と表記	$\frac{\sum_{t=1}^n B_t / (1+i)^{t-1}}{\sum_{t=1}^n C_t / (1+i)^{t-1}}$	<ul style="list-style-type: none"> ・ 単位投資額あたりの便益の大きさにより事業の投資効率性を比較できる。 ・ 社会的割引率によって値が変化する。 ・ 事業間の比較に用いる場合は、各費目(営業費用、維持管理費用、等)を便益側に計上するか、費用側に計上するか、考え方に注意が必要である。
経済的内部収益率 (EIRR: Economic Internal Rate of Return)	$\sum_{t=1}^n \frac{B_t - C_t}{(1+i_0)^{t-1}} = 0$ となる i_0	<ul style="list-style-type: none"> ・ 社会的割引率との比較によって事業の投資効率性を判断できる。 ・ 社会的割引率の影響を受けない。

ただし、 n : 評価期間、 B : t 年次の便益、 C : t 年次の費用、 i : 社会的割引率

※社会的割引率: 将来の価値が現在どれだけの価値に相当するかを計算するときに使用する比率。国債の実質利回りを参考に設定されている。

出典 国土交通省：公共事業評価の費用便益分析に関する技術指針(共通編), H20. 6

●総費用

総費用については、室生ダム貯水池水質保全事業のみを計上したケースと、さらに下水道整備事業も含めて計上したケースを算定する。

下水道整備事業も含めて計上するケースについては、事業全体を計上する場合と維持管理費のみを計上する場合の2ケースを算定した。

●総便益

総便益については、代替法で計測した「上水の改善（水道需要者側の水質改善費用）」とCVMで計測したダム貯水池水質改善（水道水）が重複しないように、CVMの計測結果に「副ダムの浚渫による室生ダムの運用年数の延長」を足し合わせたケースと足し合わせないケースを設定した。

a) ケース設定

費用対効果のケース設定を、表 4-4-13 に示す。

表 4-4-13 費用対効果のケース設定

		ケース					
		1	2	3	4	5	6
総便益	副ダムの浚渫による室生ダムの運用年数の延長	●	●	●	-	-	-
	ダム貯水池の水質の改善、ダム湖畔の景観の改善	●	●	●	●	●	●
総費用	室生ダム貯水池水質保全事業の費用	●	●	●	●	●	●
	下水道整備費用	事業全体		●	-	-	-
		維持管理費		●	●	-	●

b) 分析結果

費用対効果の分析結果は、以下のとおりとなった。

表 4-4-14 費用便益比の分析結果（総括）

ケース	総便益 B (百万円)	総費用 C (百万円)	評価指標 (3 指標)					
			純現在価値 B-C (百万円)		費用便益比 B/C		経済的内部収益率 EIRR (%)	
ケースB-1	57,029	103,564	-46,535	≤0	0.55	≤1	1.7%	≤4%
ケースB-2	57,029	27,399	29,630	≥0	2.08	≥1	11.0%	≥4%
ケースB-3	57,029	6,978	50,050	≥0	8.17	≥1	17.5%	≥4%
ケースB-4	37,703	103,564	-65,861	≤0	0.36	≤1	0.1%	≤4%
ケースB-5	37,703	27,399	10,304	≥0	1.38	≥1	6.7%	≥4%
ケースB-6	37,703	6,978	30,725	≥0	5.40	≥1	14.3%	≥4%

総費用及び総便益をそれぞれ現在価値化（平成 21 年度）し、グラフ化すると、下図のようになる。

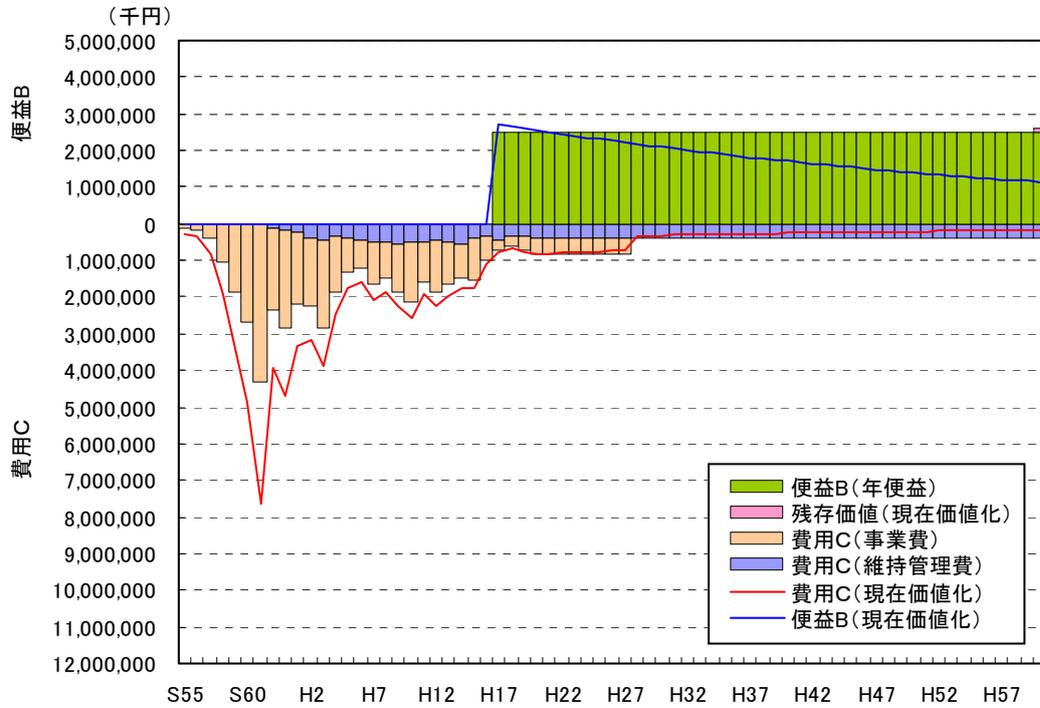


図 4-4-2 総便益及び総費用（ケース-1）

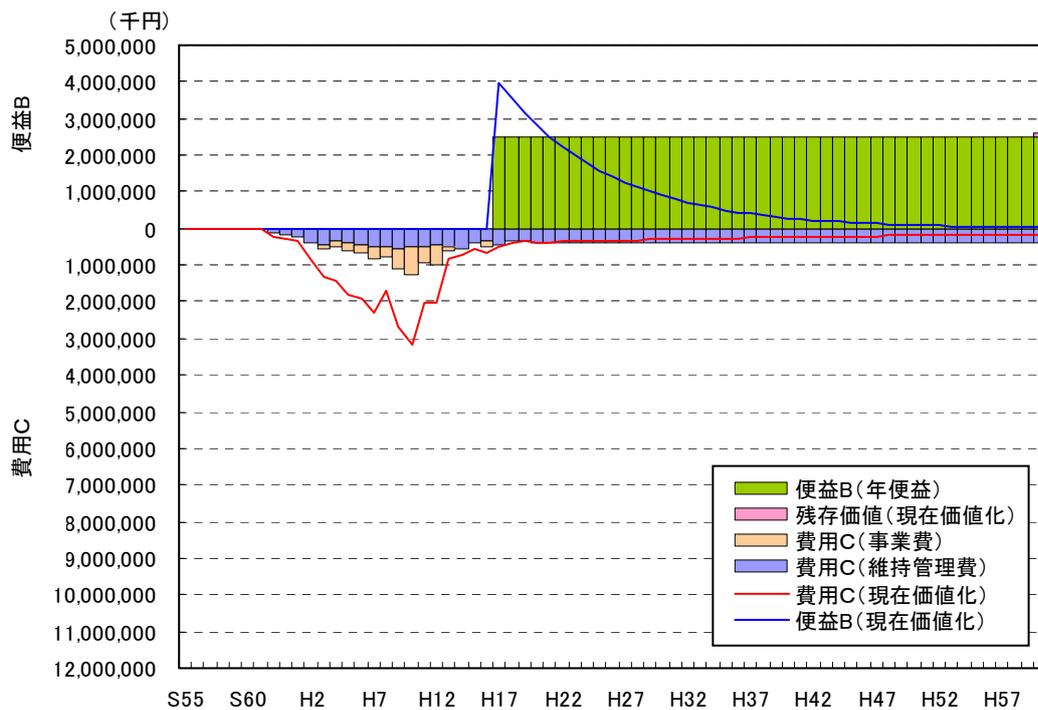


図 4-4-3 総便益及び総費用（ケース 2）

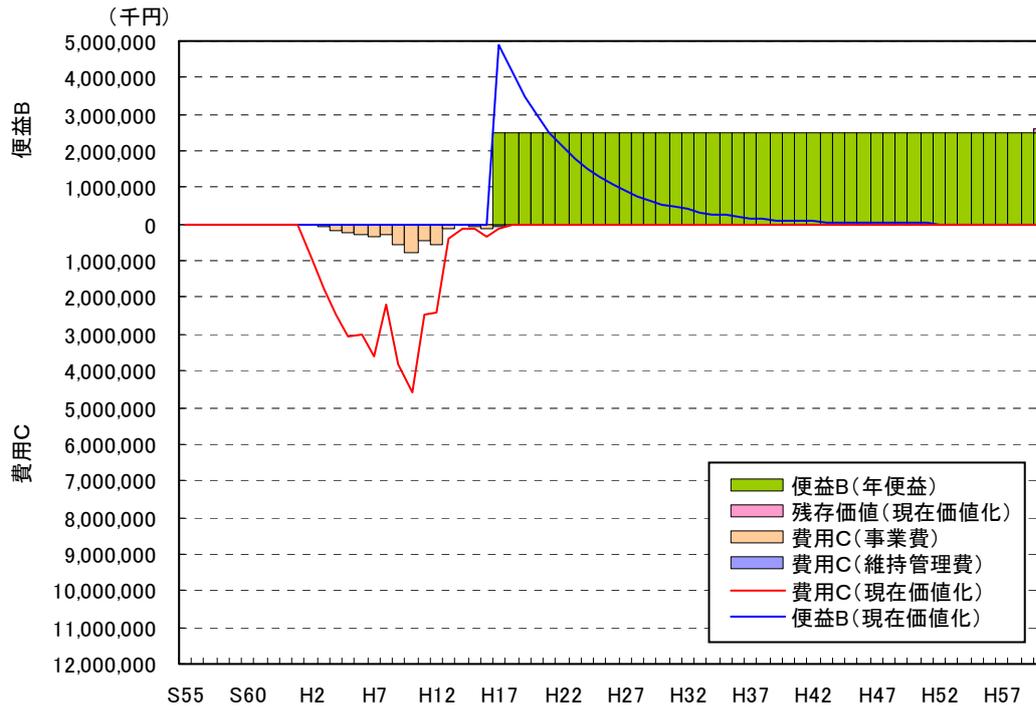


図 4-4-4 総便益及び総費用 (ケース 3)

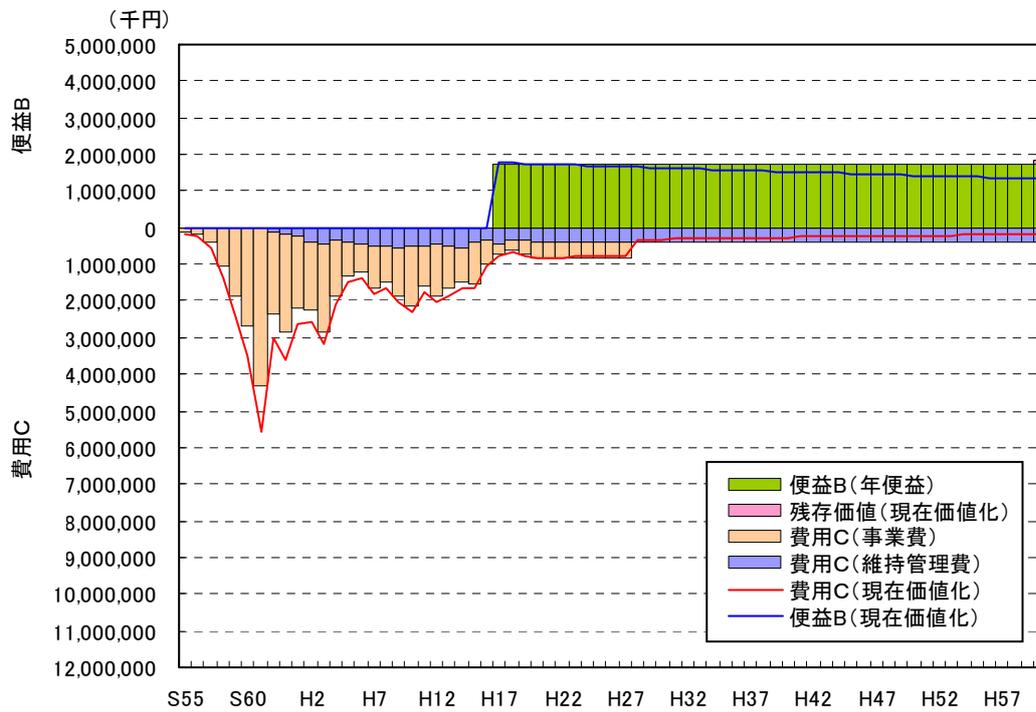


図 4-4-5 総便益及び総費用 (ケース 4)

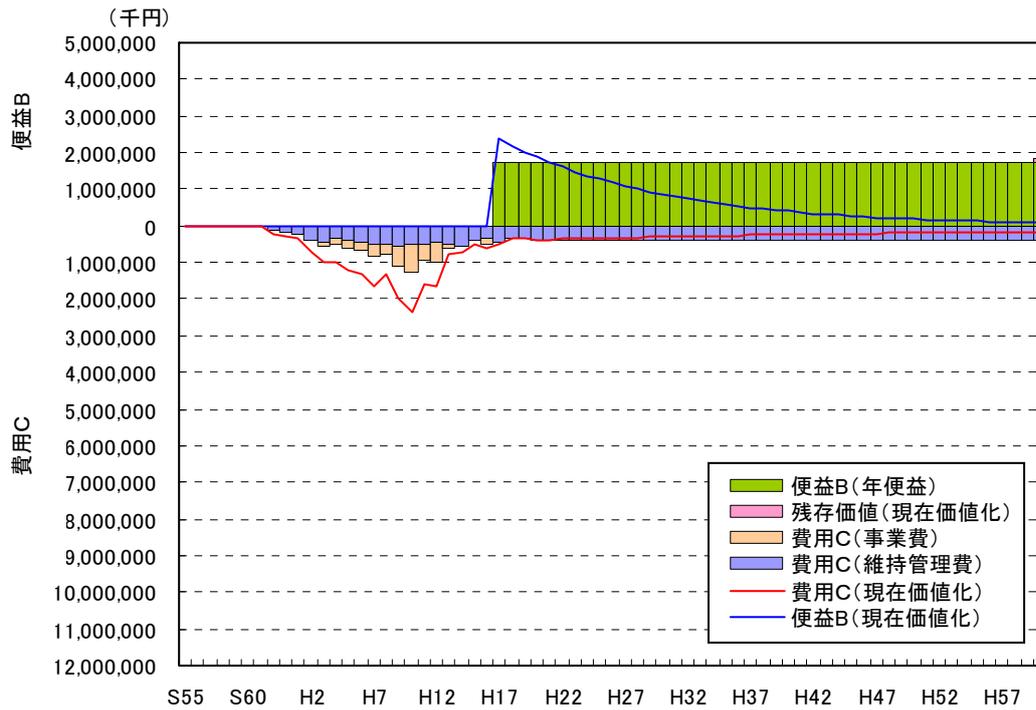


図 4-4-6 総便益及び総費用 (ケース 5)

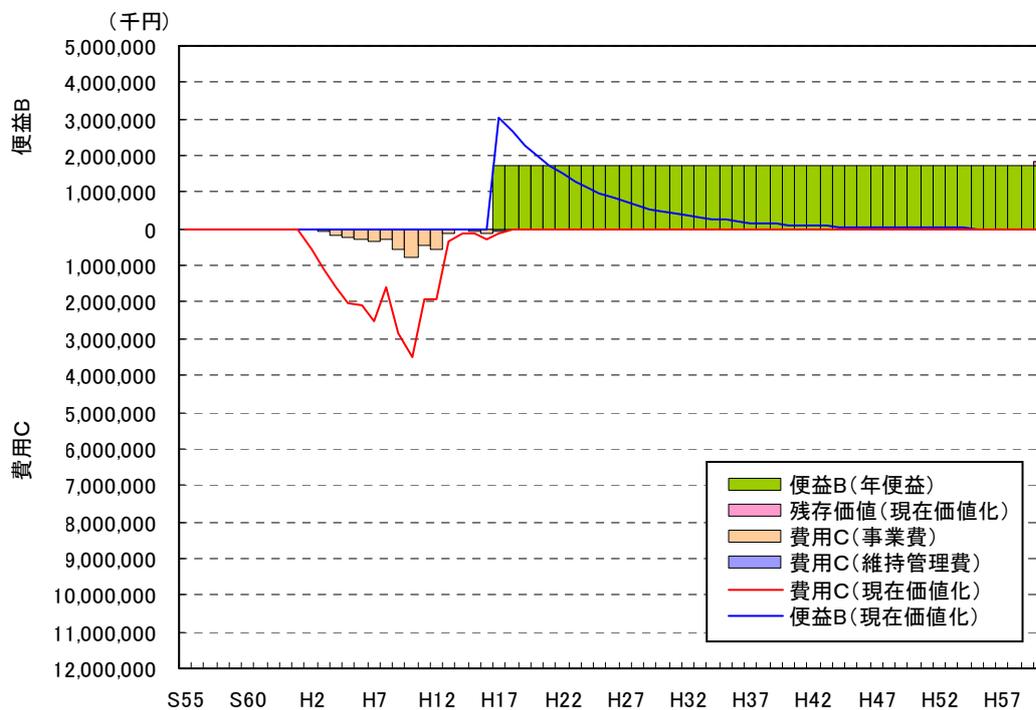


図 4-4-7 総便益及び総費用 (ケース 6)

表 4-4-17 費用便益比算定表 (ケース3)

単位：千円

年次	t	便益 B					費用 C								B/C	年次	評価基準年からn年	デフレーター換算値 (H21=100)	社会的割引率 r 4%	
		CVM		代替法		残存価値	貯水池水質保全事業費				下水道整備費									C=④+⑤+⑥+⑦
		①	現在価値	②	現在価値		B=①+②+③	建設費④		維持管理費⑤		建設費⑥		維持管理費⑦						
						費用		現在価値	費用	現在価値	費用	現在価値	費用	現在価値						
整備期間 (25年)	1																S55	-29	87.1	3.12
	2																S56	-28	89.3	3.00
	3																S57	-27	89.5	2.88
	4																S58	-26	89.3	2.77
	5																S59	-25	91.1	2.67
	6																S60	-24	90.4	2.56
	7																S61	-23	90.2	2.46
	8																S62	-22	92.2	2.37
	9																S63	-21	94.0	2.28
	10																H1	-20	98.6	2.19
	11							40,000	81,885						81,885		H2	-19	102.9	2.11
	12							90,000	172,764						172,764		H3	-18	105.5	2.03
	13							150,000	275,814						275,814		H4	-17	105.9	1.95
	14							220,000	391,197						391,197		H5	-16	105.3	1.87
	15							260,000	441,590						441,590		H6	-15	106.0	1.80
	16							360,000	594,116						594,116		H7	-14	104.9	1.73
	17							260,000	414,568						414,568		H8	-13	104.4	1.67
	18							540,419	825,371						825,371		H9	-12	104.8	1.60
	19							750,000	1,124,058						1,124,058		H10	-11	102.7	1.54
	20							463,000	675,834						675,834		H11	-10	101.4	1.48
	21							538,000	761,147						761,147		H12	-9	100.6	1.42
	22							100,000	139,381						139,381		H13	-8	98.2	1.37
	23							36,000	48,949						48,949		H14	-7	96.8	1.32
	24							50,000	65,507						65,507		H15	-6	96.6	1.27
	25							142,581	178,870						178,870		H16	-5	97.0	1.22
施設完成後の評価期間 (44年)	1	1,505,839	1,761,619	773,000	904,301	2,665,920			53,903	64,887				64,887		H17	-4	97.2	1.17	
	2	1,505,839	1,693,865	773,000	869,520	2,563,384			22,413	25,942				25,942		H18	-3	97.2	1.12	
	3	1,505,839	1,628,716	773,000	836,077	2,464,793			22,498	24,681				24,681		H19	-2	98.6	1.08	
	4	1,505,839	1,566,073	773,000	803,920	2,369,993			26,596	27,452				27,452		H20	-1	100.0	1.04	
	5	1,505,839	1,505,839	773,000	773,000	2,278,839			31,302	31,302				31,302		H21	0	100.0	1.00	
	6	1,505,839	1,447,922	773,000	743,269	2,191,192			31,302	30,098				30,098		H22	1		0.96	
	7	1,505,839	1,392,233	773,000	714,682	2,106,915			31,302	28,941				28,941		H23	2		0.92	
	8	1,505,839	1,338,686	773,000	687,194	2,025,880			31,302	27,828				27,828		H24	3		0.89	
	9	1,505,839	1,287,198	773,000	660,764	1,947,961			31,302	26,757				26,757		H25	4		0.85	
	10	1,505,839	1,237,690	773,000	635,350	1,873,040			31,302	25,728				25,728		H26	5		0.82	
	11	1,505,839	1,190,087	773,000	610,913	1,801,000			31,302	24,739				24,739		H27	6		0.79	
	12	1,505,839	1,144,314	773,000	587,416	1,731,731			31,302	23,787				23,787		H28	7		0.76	
	13	1,505,839	1,100,302	773,000	564,824	1,665,126			31,302	22,872				22,872		H29	8		0.73	
	14	1,505,839	1,057,983	773,000	543,100	1,601,082			31,302	21,993				21,993		H30	9		0.70	
	15	1,505,839	1,017,291	773,000	522,211	1,539,502			31,302	21,147				21,147		H31	10		0.68	
	16	1,505,839	978,165	773,000	502,126	1,480,291			31,302	20,333				20,333		H32	11		0.65	
	17	1,505,839	940,543	773,000	482,814	1,423,356			31,302	19,551				19,551		H33	12		0.62	
	18	1,505,839	904,368	773,000	464,244	1,368,612			31,302	18,799				18,799		H34	13		0.60	
	19	1,505,839	869,585	773,000	446,388	1,315,973			31,302	18,076				18,076		H35	14		0.58	
	20	1,505,839	836,139	773,000	429,219	1,265,359			31,302	17,381				17,381		H36	15		0.56	
21	1,505,839	803,980	773,000	412,711	1,216,691			31,302	16,713				16,713		H37	16		0.53		
22	1,505,839	773,058	773,000	396,838	1,169,895			31,302	16,070				16,070		H38	17		0.51		
23	1,505,839	743,325	773,000	381,575	1,124,889			31,302	15,452				15,452		H39	18		0.49		
24	1,505,839	714,735	773,000	366,899	1,081,634			31,302	14,857				14,857		H40	19		0.47		
25	1,505,839	687,245	773,000	352,787	1,040,033			31,302	14,286				14,286		H41	20		0.46		
26	1,505,839	660,813	773,000	339,218	1,000,031			31,302	13,737				13,737		H42	21		0.44		
27	1,505,839	635,397	773,000	326,172	961,569			31,302	13,208				13,208		H43	22		0.42		
28	1,505,839	610,959	773,000	313,626	924,585			31,302	12,700				12,700		H44	23		0.41		
29	1,505,839	587,460	773,000	301,564	889,024			31,302	12,212				12,212		H45	24		0.39		
30	1,505,839	564,866	773,000	289,965	854,831			31,302	11,742				11,742		H46	25		0.38		
31	1,505,839	543,140	773,000	278,813	821,953			31,302	11,290				11,290		H47	26		0.36		
32	1,505,839	522,250	773,000	268,089	790,339			31,302	10,856				10,856		H48	27		0.35		
33	1,505,839	502,164	773,000	257,778	759,942			31,302	10,439				10,439		H49	28		0.33		
34	1,505,839	482,850	773,000	247,864	730,713			31,302	10,037				10,037		H50	29		0.32		
35	1,505,839	464,278	773,000	238,330	702,609			31,302	9,651				9,651		H51	30		0.31		
36	1,505,839	446,422	773,000	229,164	675,585			31,302	9,280				9,280		H52	31		0.30		
37	1,505,839	429,251	773,000	220,350	649,601			31,302	8,923				8,923		H53	32		0.29		
38	1,505,839	412,742	773,000	211,875	624,617			31,302	8,580				8,580		H54	33		0.27		
39	1,505,839	396,867	773,000	203,726	600,593			31,302	8,250				8,250		H55	34		0.26		
40	1,505,839	381,603	773,000	195,890	577,493			31,302	7,933				7,933		H56	35		0.25		
41	1,505,839	366,926	773,000	188,356	555,282			31,302	7,627				7,627		H57	36		0.24		
42	1,505,839	352,813	773,000	181,111	533,925			31,302	7,334				7,334		H58	37		0.23		
43	1,505,839	339,244	773,000	174,146	513,389			31,302	7,052				7,052		H59	38		0.23		
44	1,505,839	326,196	773,000	167,448	493,644			31,302	6,781				6,781		H60	39		0.22		
		66,256,933	37,647,201	34,012,000	19,325,624	57,028,672	4,000,000	6,191,052	1,377,304	787,304				6,978,356	8.17					

デフレーターで価格変動補正後、社会的割引率4%で現在価値化

供用開始年

評価基準年

表 4-4-18 費用便益比算定表 (ケース 4)

単位: 千円

年次 t	便益 B					費用 C										B/C	年次	評価基準 年からn 年	デフレーター 換算値 (H21=100)	社会的 割引率r 4%	
	CVM ①		代替法 ②		残存価値 ③	貯水池水質保全事業費		下水道整備費						C=④+⑤+⑥+⑦							
	便益	現在価値	便益	現在価値		費用	現在価値	建設費④		維持管理費⑤		建設費⑥			維持管理費⑦						
					費用			現在価値	費用	現在価値	費用	現在価値	費用	現在価値							
1											129,000	461,769						S55	-29	87.1	3.12
2											185,000	620,981						S56	-28	89.3	3.00
3											418,000	1,346,086						S57	-27	89.5	2.88
4											1,024,000	3,177,900						S58	-26	89.3	2.77
5											1,878,000	5,492,717						S59	-25	91.1	2.67
6											2,692,000	7,629,602						S60	-24	90.4	2.56
7											4,315,000	11,785,325						S61	-23	90.2	2.46
8											2,210,000	5,883,510	128,000	329,181				S62	-22	92.2	2.37
9											2,683,000	6,506,693	185,000	455,929				S63	-21	94.0	2.28
10											1,953,000	4,340,396	228,000	506,713				H1	-20	98.6	2.19
11							40,000	81,885			1,817,000	3,719,625	372,000	761,530				H2	-19	102.9	2.11
12							90,000	172,764			2,309,000	4,432,359	460,000	883,017				H3	-18	105.5	2.03
13							150,000	275,814			1,359,000	2,498,873	349,000	641,727				H4	-17	105.9	1.95
14							220,000	391,197			737,000	1,310,511	377,000	670,370				H5	-16	105.3	1.87
15							260,000	441,590			546,000	927,339	427,000	725,227				H6	-15	106.0	1.80
16							360,000	594,116			795,000	1,312,006	479,000	790,504				H7	-14	104.9	1.73
17							260,000	414,568			748,000	1,192,680	496,000	790,868				H8	-13	104.4	1.67
18							540,419	825,371			782,000	1,194,333	536,000	818,622				H9	-12	104.8	1.60
19							750,000	1,124,058			860,000	1,288,920	508,000	761,362				H10	-11	102.7	1.54
20							463,000	675,834			649,000	947,336	479,000	699,189				H11	-10	101.4	1.48
21							538,000	761,147			870,000	1,230,852	460,000	650,795				H12	-9	100.6	1.42
22							100,000	139,381			1,078,000	1,502,526	492,000	685,754				H13	-8	98.2	1.37
23							36,000	48,949			893,000	1,214,217	537,000	730,162				H14	-7	96.8	1.32
24							50,000	65,507			1,092,000	1,430,665	370,000	484,749				H15	-6	96.6	1.27
25							142,581	178,870			471,000	590,877	363,000	455,389				H16	-5	97.0	1.22
1	1,505,839	1,761,619			1,761,619				53,903	64,887	270,000	325,017	376,000	452,617				H17	-4	97.2	1.17
2	1,505,839	1,693,865			1,693,865				22,413	25,942	282,000	326,406	308,000	356,500				H18	-3	97.2	1.12
3	1,505,839	1,628,716			1,628,716				22,498	24,681	404,000	443,209	302,000	331,010				H19	-2	98.6	1.08
4	1,505,839	1,566,073			1,566,073				26,396	27,452	444,000	461,760	344,000	357,760				H20	-1	100.0	1.04
5	1,505,839	1,505,839			1,505,839				31,302	31,302	444,000	444,000	344,000	344,000				H21	0	100.0	1.00
6	1,505,839	1,447,922			1,447,922				31,302	30,098	444,000	426,923	344,000	330,789				H22	1		0.96
7	1,505,839	1,392,233			1,392,233				31,302	28,941	444,000	410,503	344,000	318,047				H23	2		0.92
8	1,505,839	1,338,686			1,338,686				31,302	27,828	444,000	394,714	344,000	305,815				H24	3		0.89
9	1,505,839	1,287,198			1,287,198				31,302	26,757	444,000	379,533	344,000	294,053				H25	4		0.85
10	1,505,839	1,237,690			1,237,690				31,302	25,728	444,000	364,936	344,000	282,743				H26	5		0.82
11	1,505,839	1,190,087			1,190,087				31,302	24,739	443,000	350,109	344,000	271,868				H27	6		0.79
12	1,505,839	1,144,314			1,144,314				31,302	23,787		344,000	344,000	261,412				H28	7		0.76
13	1,505,839	1,100,302			1,100,302				31,302	22,872		344,000	344,000	251,357				H29	8		0.73
14	1,505,839	1,057,983			1,057,983				31,302	21,993		344,000	344,000	241,990				H30	9		0.70
15	1,505,839	1,017,291			1,017,291				31,302	21,147		344,000	344,000	232,394				H31	10		0.68
16	1,505,839	978,165			978,165				31,302	20,333		344,000	344,000	223,456				H32	11		0.65
17	1,505,839	940,543			940,543				31,302	19,551		344,000	344,000	214,861				H33	12		0.62
18	1,505,839	904,368			904,368				31,302	18,799		344,000	344,000	206,597				H34	13		0.60
19	1,505,839	869,585			869,585				31,302	18,076		344,000	344,000	198,651				H35	14		0.58
20	1,505,839	836,139			836,139				31,302	17,381		344,000	344,000	191,011				H36	15		0.56
21	1,505,839	803,980			803,980				31,302	16,713		344,000	344,000	183,664				H37	16		0.53
22	1,505,839	773,058			773,058				31,302	16,070		344,000	344,000	176,600				H38	17		0.51
23	1,505,839	743,325			743,325				31,302	15,452		344,000	344,000	169,808				H39	18		0.49
24	1,505,839	714,735			714,735				31,302	14,857		344,000	344,000	163,277				H40	19		0.47
25	1,505,839	687,245			687,245				31,302	14,286		344,000	344,000	156,997				H41	20		0.46
26	1,505,839	660,813			660,813				31,302	13,737		344,000	344,000	150,959				H42	21		0.44
27	1,505,839	635,397			635,397				31,302	13,208		344,000	344,000	145,153				H43	22		0.42
28	1,505,839	610,959			610,959				31,302	12,700		344,000	344,000	139,570				H44	23		0.41
29	1,505,839	587,460			587,460				31,302	12,212		344,000	344,000	134,202				H45	24		0.39
30	1,505,839	564,866			564,866				31,302	11,742		344,000	344,000	129,040				H46	25		0.38
31	1,505,839	543,140			543,140				31,302	11,290		344,000	344,000	124,077				H47	26		0.36
32	1,505,839	522,250			522,250				31,302	10,856		344,000	344,000	119,305				H48	27		0.35
33	1,505,839	502,164			502,164				31,302	10,439		344,000	344,000	114,716				H49	28		0.33
34	1,505,839	482,850			482,850				31,302	10,037		344,000	344,000	110,304				H50	29		0.32
35	1,505,839	464,278			464,278				31,302	9,651		344,000	344,000	106,062				H51	30		0.31
36	1,505,839	446,422			446,422				31,302	9,280		344,000	344,000	101,982				H52	31		0.30
37	1,505,839	429,251			429,251				31,302	8,923		344,000	344,000	98,060				H53	32		0.29
38	1,505,839	412,742			412,742			</													

表 4-4-20 費用便益比算定表 (ケース6)

単位：千円

年次 t	便益 B					費用 C								B/C	年次	評価基準 年からn 年	デフレーター 換算値 (H21=100)	社会的 割引率r 4%		
	CVM		代替法		残存価値 ③	B=①+②+③	貯水池水質保全事業費				下水道整備費								C=④+⑤+⑥+⑦	
	①		②				建設費④	維持管理費⑤	建設費⑥	維持管理費⑦										
	便益	現在価値	便益	現在価値	費用	現在価値					費用	現在価値	費用						現在価値	費用
1																	S55	-29	87.1	3.12
2																	S56	-28	89.3	3.00
3																	S57	-27	89.5	2.88
4																	S58	-26	89.3	2.77
5																	S59	-25	91.1	2.67
6																	S60	-24	90.4	2.56
7																	S61	-23	90.2	2.46
8																	S62	-22	92.2	2.37
9																	S63	-21	94.0	2.28
10																	H1	-20	98.6	2.19
11							40,000	81,885					81,885				H2	-19	102.9	2.11
12							90,000	172,764					172,764				H3	-18	105.5	2.03
13							150,000	275,814					275,814				H4	-17	105.9	1.95
14							220,000	391,197					391,197				H5	-16	105.3	1.87
15							260,000	441,590					441,590				H6	-15	106.0	1.80
16							360,000	594,116					594,116				H7	-14	104.9	1.73
17							260,000	414,568					414,568				H8	-13	104.4	1.67
18							540,419	825,371					825,371				H9	-12	104.8	1.60
19							750,000	1,124,058					1,124,058				H10	-11	102.7	1.54
20							463,000	675,834					675,834				H11	-10	101.4	1.48
21							538,000	761,147					761,147				H12	-9	100.6	1.42
22							100,000	139,381					139,381				H13	-8	98.2	1.37
23							36,000	48,949					48,949				H14	-7	96.8	1.32
24							50,000	65,507					65,507				H15	-6	96.6	1.27
25							142,581	178,870					178,870				H16	-5	97.0	1.22
1	1,505,839	1,761,619			1,761,619				53,903	64,887			64,887				H17	-4	97.2	1.17
2	1,505,839	1,693,865			1,693,865				22,413	25,942			25,942				H18	-3	97.2	1.12
3	1,505,839	1,628,716			1,628,716				22,498	24,681			24,681				H19	-2	98.6	1.08
4	1,505,839	1,566,073			1,566,073				26,396	27,452			27,452				H20	-1	100.0	1.04
5	1,505,839	1,505,839			1,505,839				31,302	31,302			31,302				H21	0	100.0	1.00
6	1,505,839	1,447,922			1,447,922				31,302	30,096			30,096				H22	1		0.96
7	1,505,839	1,392,293			1,392,293				31,302	28,941			28,941				H23	2		0.92
8	1,505,839	1,338,686			1,338,686				31,302	27,828			27,828				H24	3		0.89
9	1,505,839	1,287,198			1,287,198				31,302	26,757			26,757				H25	4		0.85
10	1,505,839	1,237,690			1,237,690				31,302	25,728			25,728				H26	5		0.82
11	1,505,839	1,190,087			1,190,087				31,302	24,739			24,739				H27	6		0.79
12	1,505,839	1,144,314			1,144,314				31,302	23,787			23,787				H28	7		0.76
13	1,505,839	1,100,302			1,100,302				31,302	22,872			22,872				H29	8		0.73
14	1,505,839	1,057,983			1,057,983				31,302	21,993			21,993				H30	9		0.70
15	1,505,839	1,017,291			1,017,291				31,302	21,147			21,147				H31	10		0.68
16	1,505,839	978,165			978,165				31,302	20,333			20,333				H32	11		0.65
17	1,505,839	940,543			940,543				31,302	19,551			19,551				H33	12		0.62
18	1,505,839	904,368			904,368				31,302	18,799			18,799				H34	13		0.60
19	1,505,839	869,585			869,585				31,302	18,076			18,076				H35	14		0.58
20	1,505,839	836,139			836,139				31,302	17,381			17,381				H36	15		0.56
21	1,505,839	803,980			803,980				31,302	16,713			16,713				H37	16		0.53
22	1,505,839	773,058			773,058				31,302	16,070			16,070				H38	17		0.51
23	1,505,839	743,325			743,325				31,302	15,452			15,452				H39	18		0.49
24	1,505,839	714,735			714,735				31,302	14,857			14,857				H40	19		0.47
25	1,505,839	687,245			687,245				31,302	14,286			14,286				H41	20		0.46
26	1,505,839	660,813			660,813				31,302	13,737			13,737				H42	21		0.44
27	1,505,839	635,397			635,397				31,302	13,208			13,208				H43	22		0.42
28	1,505,839	610,959			610,959				31,302	12,700			12,700				H44	23		0.41
29	1,505,839	587,460			587,460				31,302	12,212			12,212				H45	24		0.39
30	1,505,839	564,866			564,866				31,302	11,742			11,742				H46	25		0.38
31	1,505,839	543,140			543,140				31,302	11,290			11,290				H47	26		0.36
32	1,505,839	522,250			522,250				31,302	10,856			10,856				H48	27		0.35
33	1,505,839	502,164			502,164				31,302	10,439			10,439				H49	28		0.33
34	1,505,839	482,850			482,850				31,302	10,037			10,037				H50	29		0.32
35	1,505,839	464,278			464,278				31,302	9,651			9,651				H51	30		0.31
36	1,505,839	446,422			446,422				31,302	9,280			9,280				H52	31		0.30
37	1,505,839	429,251			429,251				31,302	8,923			8,923				H53	32		0.29
38	1,505,839	412,742			412,742				31,302	8,580			8,580				H54	33		0.27
39	1,505,839	396,867			396,867				31,302	8,250			8,250				H55	34		0.26
40	1,505,839	381,603			381,603				31,302	7,933			7,933				H56	35		0.25
41	1,505,839	366,926			366,926				31,302	7,627			7,627				H57	36		0.24
42	1,505,839	352,813			352,813				31,302	7,334			7,334				H58	37		0.23
43	1,505,839	339,244			339,244				31,302	7,052			7,052				H59	38		0.23
44	1,505,839	326,196			326,196				31,302	6,781			6,781				H60	39		0.22
7	66,256,933	37,647,201			55,847	37,703,048	4,000,000	6,191,052	1,377,304	787,304			6,978,356				5.40			

デフレーターで価格変動補正後、社会的割引率4%で現在価値化

供用開始年

評価基準年

5. 事業評価の必要性

本事業の実施により、流入河川からのリン負荷を目標通り削減していることを確認しました。しかしながら、依然としてアオコ等の発生がまだ見られるため、現在、事業を実施している「室生ダム水環境改善事業」とあわせ事後評価に諮ります。

6. 改善措置の必要性

アオコ等の発生要因の一つである流域からの栄養塩類の流入を防いでいることが確認されたため、改善措置の必要性についてはないと判断した。

ただし、アオコ等の発生がまだ見られるため、現在事業を実施している「室生ダム水環境改善事業」と併せ、アオコ等の発生抑制をしていくこととする。

7. 同種事業の計画・調査のあり方や事業評価手法の見直しの必要性

同種事業の計画・調査のあり方や事業評価手法の見直しの必要性はない。

【巻末資料】

CVMアンケート票

むろろ

室生ダムの「水質保全の取り組み」に関するアンケートにご協力をお願いします。

■調査の趣旨とご協力のお願い

このアンケート調査は、国土交通省が取り組んでいる「室生ダム貯水池水質保全事業」について、その効果の貨幣価値を検討する上での基礎データを収集することを目的として実施するものです。

ご回答の内容は、すべて統計処理し、個々の調査内容に関しては一切公表することはありませんので、率直な回答をお聞かせ下さい。

このアンケートは、室生ダムの周辺にお住まいの方を対象とさせて頂いております。ご多忙のところ誠に恐縮ですが、ぜひともご協力頂きますようよろしくお願い申し上げます。

国土交通省 近畿地方整備局 木津川上流河川事務所



アンケートに対するご不明な点がございましたら下記までお問い合わせ下さい。

■問い合わせ先

八千代エンジニアリング株式会社 大阪支店 おおわき てつお 大脇 哲生
TEL：06-6945-9279 FAX：06-6945-9300
(営業時間：9時～17時 土・日・祝日：休業)

まずはじめに、

室生ダムを含む周辺環境をイメージしていただくとともに、
室生ダム貯水池の水質を保全するための事業について説明します。

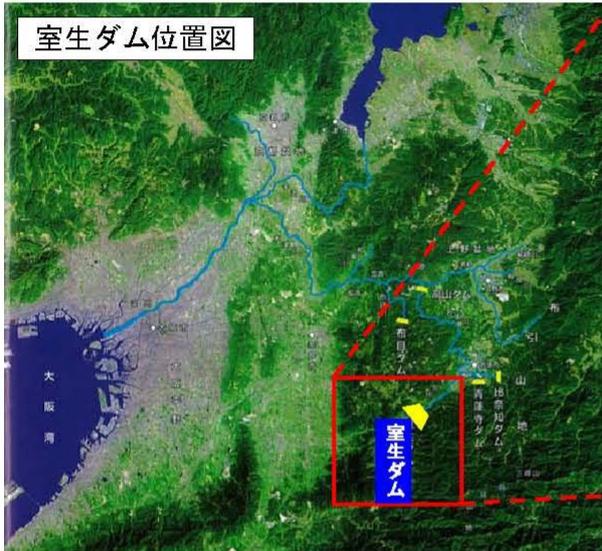
アンケート記入の前に、ご一読をお願いします。

- 室生ダムについて
- 室生ダムの「水質保全の取り組み」について

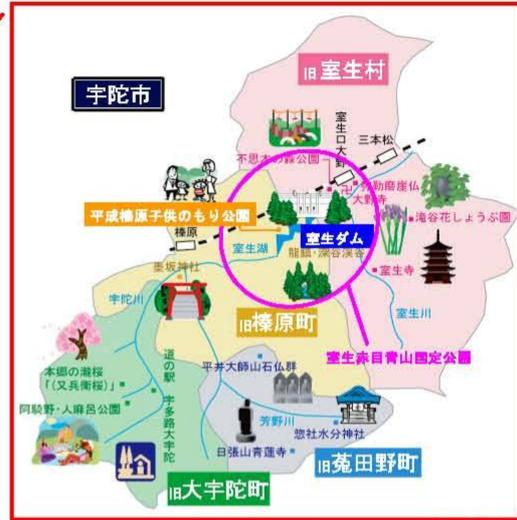
むろろ 室生ダムについて

室生ダムは、昭和49年に木津川水系宇陀川中流部に建設された、ダム堤高63.5m、総貯水容量1,690万 m^3 の多目的ダム（参照：下記口枠内）で、①洪水調節、②河川環境の保全、③水道用水の供給を目的としています。

本ダム湖周辺は室生赤目青山国定公園に指定されており、豊かな自然に囲まれた風光明媚な地域です。



室生ダム位置図



室生赤目青山国定公園



放流時の様子

＜室生ダムの目的＞

- ①洪水調節 : 大雨が降ると、沢山の水が一度に流れてしまうため、川から水があふれてしまうことがあります。台風や梅雨のシーズンは、予めダムの水を少なくしておき、空いた所に大水を貯めて洪水を防ぎます。
- ②河川環境の保全 : 昔は日照りで米や野菜がとれないことがありました。日照りで川の水が少ないときにはダムに貯まった水を農業のために流します。
- ③水道用水の供給 : ダムで貯めた水を利用して以下の15市町村の家庭で使う水を最大1.6 m^3 /秒届けています。

＜室生ダムの給水範囲＞

奈良県	奈良市	生駒市	平群町	三郷町	斑鳩町	大和郡山市	天理市
	安堵町	河合町	上牧町	橿原市	櫻井市	明日香村	高取町
	宇陀市						

むろろ
室生ダムの「水質保全の取り組み」について

以下の説明を良く読んでいただき、5ページからのアンケートにお答えください。

目的

この取り組みは、水質・景観改善及び環境基準の達成を目的としており、アオコ等植物プランクトンの増殖による水質障害・景観障害を抑制する対策です。平成2年度より取り組みを開始しています。



背景

室生ダム貯水池では、昭和49年にダムに水を貯めた直後より、植物プランクトンの増殖によって、貯水池から直接取水を行う奈良県営水道や室生ダム下流で取水を行う名張市営水道で、カビ臭が発生しました。

貯水池内では、植物プランクトンの一種であるアオコ現象が確認されており景観障害も生じています。

これら植物プランクトンの異常発生に伴う水質・景観の悪化に対して改善が求められていました。

水質保全の取り組み内容について

すいじつほぜん
①水質保全ダム (平成16年度完成)

室生ダムに植物プランクトンの増殖の原因となる栄養塩（窒素、リンなど）が入らないよう、河川水を一時的に貯留させることにより、栄養塩を沈降させ除去します。



満水時の水質保全ダムの状況

すいじつじどうかんしそうち
③水質自動監視装置 (平成16年度完成)

ダム湖の水質を、測定する装置です。
(赤点線枠内)



ばっきせつび
②曝気設備 (平成21年度完成予定)

ダム湖の底の溶存酸素を増加させたり（深層曝気設備）、ダム湖の水を循環させる（浅層曝気設備）ことによって、植物プランクトンの増殖を抑制します。



浅層曝気設備の設置状況



深層曝気設備の設置状況

ここからアンケートとなります。
ご回答よろしくお願いいたします。

むろう
室生ダムについてお伺いします。

問1 あなたは、室生ダム（室生湖）をご存じでしたか？
次の中から該当する番号に一つだけ○印をつけてください。

※「平成榛原^{はいばら}子供のもり公園（ゆうゆう）」は除く



【所在地】
奈良県宇陀市室生区大野

室生ダム

1. 行ったことがある
2. 行ったことはないが、場所は知っている
3. 場所は知らないが、名前だけは聞いたことがある
4. 今回初めて聞いた

むろう
室生ダムの「水質保全の取り組み」についてお伺いします。

問2 あなたは、4ページの「水質保全の取り組み」についてご存知でしたか？
次の中から該当する番号に一つだけ○印をつけてください。



（4ページ「取り組み内容」の一部を掲載）

1. 知っていた
2. 聞いたことはある
3. 知らなかった

ここからは**仮**の質問です。説明文をよくお読みになったうえでお答え下さい。

室生^{むろろ}ダムの「水質保全の取り組み」について、
あなたが考える価値をお伺いします。

「水質保全の取り組み（【状況A】を【状況B】に変える）」は、税金によって実施しましたが、ここでは事業の効果を金額に置きかえて評価するために、**仮に事業が税金ではなく、各世帯から負担金を集めて行われる場合を想像してお答えください。**

【状況A】

取り組みを実施しない場合

- ダム湖に、水道水のカビのような臭いの原因となる、アオコが発生することが時々あります。
- ダム湖には、時々アオコが発生し、下の写真Aのように水面が緑色の状態になることがあります。
- あなたの世帯の負担金はありません。



アオコ発生

【状況B】

取り組みを実施する場合

- ダム湖に、水道水のカビのような臭いの原因となる、アオコの発生がなくなります。
- ダム湖にはアオコが発生することがほとんどなくなり、下の写真Bのように水面は透明感があります。
- あなたの世帯から負担金が必要であると仮定します



アオコなし

補足事項

- ・負担金はこの地域にお住まいの間、負担していただくこととなり、**この分だけあなたの世帯で使うことのできるお金が減ることを、じゅうぶん念頭においてお答えください。**
- ・アンケートによる金額（問3、問4）は、事業の効果を評価するための仮定であり、**実際にこのような仕組みが考えられているものではありません。**
- ・ご回答された金額（負担金）は、この事業の実施と維持管理のためにのみ使われ、他にはいっさい使われないとします。
- ・室生ダム湖周辺に整備された「平成榛原(はいばら)子供のもり公園（ゆうゆう）」はアンケート対象から除きます。

問3 6ページの【状況 B】における負担金の額を、次の(1)から(7)に具体的に示しますので、あなたはそれぞれについて、【状況 A】と【状況 B】のどちらが望ましいかを考え、**実際に負担するつもりになって、望ましいと思う方の番号を○で囲んでください。**(1)～(7)の全てにお答えください。

(1) 【状況 B】の負担金が世帯あたり毎月 **50** 円 (年間あたり **600** 円)

1) 状況 A (取り組みなし) がよい 2) 状況 B (取り組みあり) がよい

(2) 【状況 B】の負担金が世帯あたり毎月 **100** 円 (年間あたり **1,200** 円)

1) 状況 A (取り組みなし) がよい 2) 状況 B (取り組みあり) がよい

(3) 【状況 B】の負担金が世帯あたり毎月 **200** 円 (年間あたり **2,400** 円)

1) 状況 A (取り組みなし) がよい 2) 状況 B (取り組みあり) がよい

(4) 【状況 B】の負担金が世帯あたり毎月 **500** 円 (年間あたり **6,000** 円)

1) 状況 A (取り組みなし) がよい 2) 状況 B (取り組みあり) がよい

(5) 【状況 B】の負担金が世帯あたり毎月 **1,000** 円 (年間あたり **12,000** 円)

1) 状況 A (取り組みなし) がよい 2) 状況 B (取り組みあり) がよい

(6) 【状況 B】の負担金が世帯あたり毎月 **2,000** 円 (年間あたり **24,000** 円)

1) 状況 A (取り組みなし) がよい 2) 状況 B (取り組みあり) がよい

(7) 【状況 B】の負担金が世帯あたり毎月 **4,000** 円 (年間あたり **48,000** 円)

1) 状況 A (取り組みなし) がよい 2) 状況 B (取り組みあり) がよい

問4 問3の(1)で「状況 A がよい」とお答えになった方にお伺いします。

その理由は何ですか。あてはまる番号を○で囲んで下さい。(複数回答可)
その他の場合、()の中に具体的にお書き下さい。

- 1) 室生ダムの「水質保全の取り組み」は必要だと思うが、この事業に毎月 **50** 円 (年間あたり **600** 円) も支払う価値はないと思うから
- 2) 室生ダムの「水質保全の取り組み」は必要ないと思うから
- 3) 世帯から負担金を集めるという仕組みに反対だから
- 4) これだけの情報では判断できない
- 5) その他 ()

質問にお答えいただきありがとうございます。これで**仮**の質問は終わりです。

あなた自身のことについてお伺いいたします。

問5 あなたの性別をお答えください。(1つだけ○印)

1. 男性 2. 女性

問6 あなたの年齢をお答えください。(1つだけ○印)

1. 10代 2. 20代 3. 30代 4. 40代
5. 50代 6. 60代 7. 70代以上

問7 あなたの世帯で主な収入を得ておられる方のご職業をお答えください。
(1つだけ○印)

1. 農業 2. 林業 3. 会社員 4. 公務員 5. 自営業
6. パート・アルバイト 7. 学生 8. 無職 9. その他()

問8 あなたがお住まいの市町村を()に記入して下さい。

()市・町・村

問9 最後に室生ダムの「水質保全の取り組み」や、本アンケート調査に対する
ご意見がありましたらご記入ください。

**** ご協力ありがとうございました ****