

住民討論集会の論点説明資料（環境）
（川辺川ダムを考える住民討論集会資料の抜粋）

○「国土交通省側」の説明資料

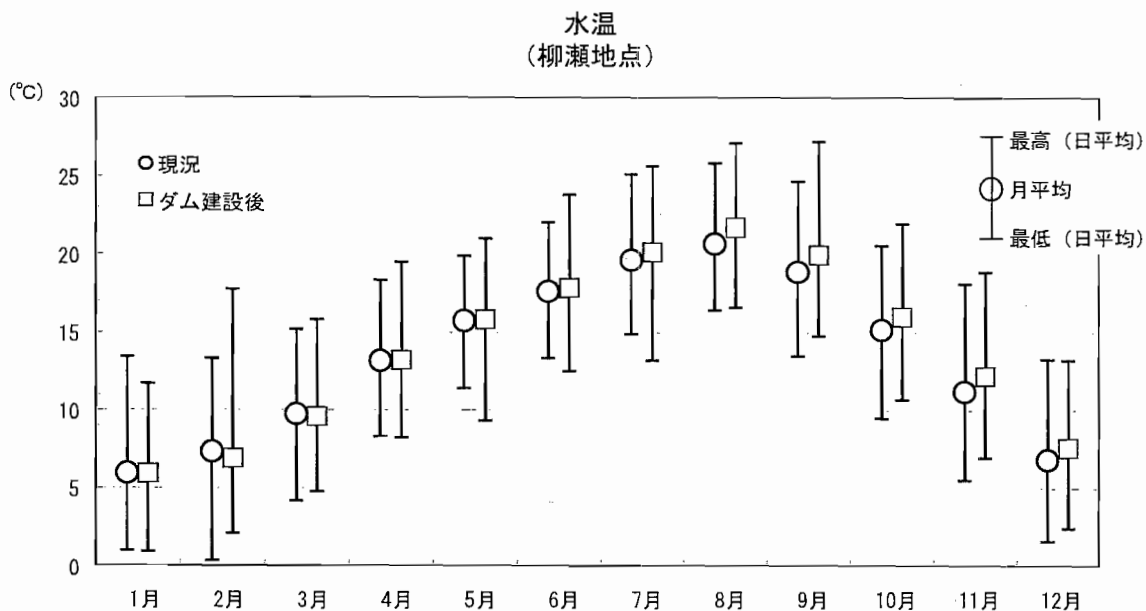
論 点	説明資料（該当部分）	ページ
1. ダムによる水質影響 1) 水温の問題 2) 濁りの問題 3) ダム湖の富栄養化の問題	1) 第6回討論集会 P 34、50 第6回討論集会 OHC資料集 P 29～30 第8回討論集会 P 42 2) 第6回討論集会 P 16～17、33、53 第6回討論集会 OHC資料集 P 45、47 第8回討論集会 OHC資料集 P 43 3) 第8回討論集会 P 12 第8回討論集会 OHC資料集 P 39 第9回討論集会 資料4 専門家質問回答 P 36～40	3 5 7 8 12 14 15 16 17
2. 魚族（アユ等）への影響 1) アユ個体調査について 2) 付着藻類の問題	1) 第6回討論集会 P 55 第8回討論集会 P 45 第8回討論集会 OHC資料集 P 32～34 2) 第6回討論集会 OHC資料集 P 44 第8回討論集会 P 46	22 23 24 27 28
3. 八代海への影響 1) 川辺川ダムの影響予測 2) 既存ダム等と干潟の減少の関係	1) 第7回討論集会 P 41～44 第7回討論集会 OHC資料集 P 42～44 第8回討論集会 P 35～38 2) 第7回討論集会 P 38 第7回討論集会 OHC資料集 P 50～55、62～63、65	29 33 36 40 41
4. 希少動物への影響 1) クマタカへの影響 2) 九折瀬洞の生物への影響	1) 第7回討論集会 P 14～22 第7回討論集会 OHC資料集 P 56 第8回討論集会 P 48 第8回討論集会 OHC資料集 P 31 2) 第7回討論集会 P 23～28 第7回討論集会 OHC資料集 P 45～46 第8回討論集会 P 29～33 第8回討論集会 OHC資料集 P 36～38	50 59 60 61 62 68 70 75

国土交通省側の説明資料

(3) 水温（水質予測モデルによる予測結果）

水質保全対策を実施することにより、水温に大きな変化はない。

- 柳瀬地点の月平均水温は、ダム建設後も大きな変化はない。
- 日平均水温は、月平均水温の概ね±5℃の範囲内で上下している。この傾向はダム建設後も大きな変化はない。



現況は、ダムがない場合の予測結果（S33～H8の平均）
ダム建設後は、ダムがある場合の予測結果（同上）

(3) 選択取水設備の運用実績

【ご意見(H13.12住民討論集会)】

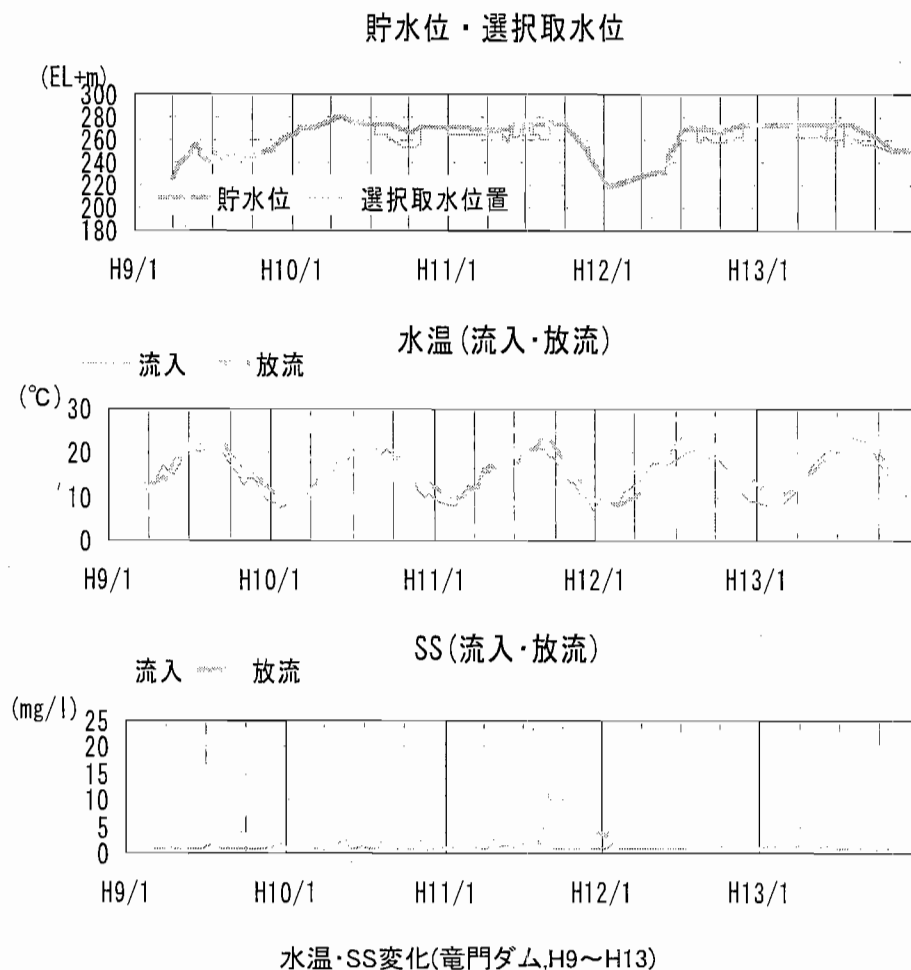
- ・ 既存ダムにおける選択取水設備+清水バイパスの効果検証データが示されていないため、水質保全施設が十分な効果を発揮できるかについて大きな疑問が残る。

【当方の考え】

- ・ 竜門ダムや耶馬溪ダムでは、選択取水設備を運用することにより、放流水は流入水と概ね同程度の水質や水温となっている。
- ・ 旭ダムでは、アマゴ釣りとおアユ釣りのため、バイパス水路を清水バイパスとして運用し、流入水をバイパス水路を経由して下流に流しており、地元十津川村から喜ばれている。

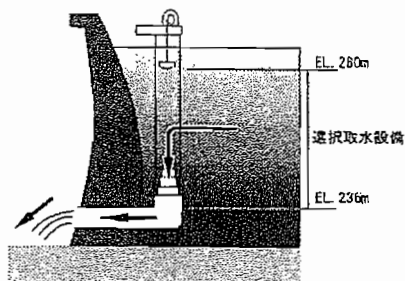
○竜門ダムの実例

平成10年～12年の夏季など、選択取水設備を運用している。流入水と放流水の水温及びSSは概ね同程度である。

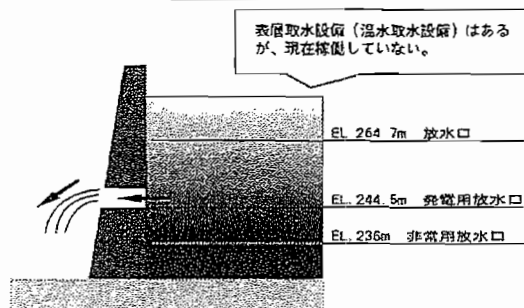


川辺川ダムと市房ダムの比較

川辺川ダム



市房ダム



○諸元の比較

諸元	
集水面積	470km ²
湛水面積	3.91km ²
総貯水量	133,000,000m ³
有効貯水量	106,000,000m ³
ダムの型式	アーチ式コンクリートダム
堤高	107.5m
選択取水設備標高	EL236m~EL280m
計画高水流量	3,520m ³ /sec
夏期容量配分	(6/11 ~ 9/15)
洪水調節容量	84,000,000m ³
利水容量	22,000,000m ³

諸元	
集水面積	157.8km ²
湛水面積	1.65km ²
総貯水量	40,200,000m ³
有効貯水量	35,100,000m ³
ダムの型式	重力式コンクリートダム
堤高	78.5m
発電用放流口標高	EL244.5m
非常用放流口	EL236m
計画高水流量	1,300m ³ /sec
夏期容量配分	(8/1 ~ 9/30)
洪水調節容量	18,300,000m ³
利水容量	16,800,000m ³

○負荷量の比較

項目	単位	川辺川ダム上流
人口	(人)	1,861
牛	(頭)	0
豚	(頭)	0
製造品出荷額	(万円)	99,519
市街地等	(km ²)	1,692
農地	(km ²)	563
山林	(km ²)	44,745
計		47,000

出典：熊本県統計年鑑（H13年度版）

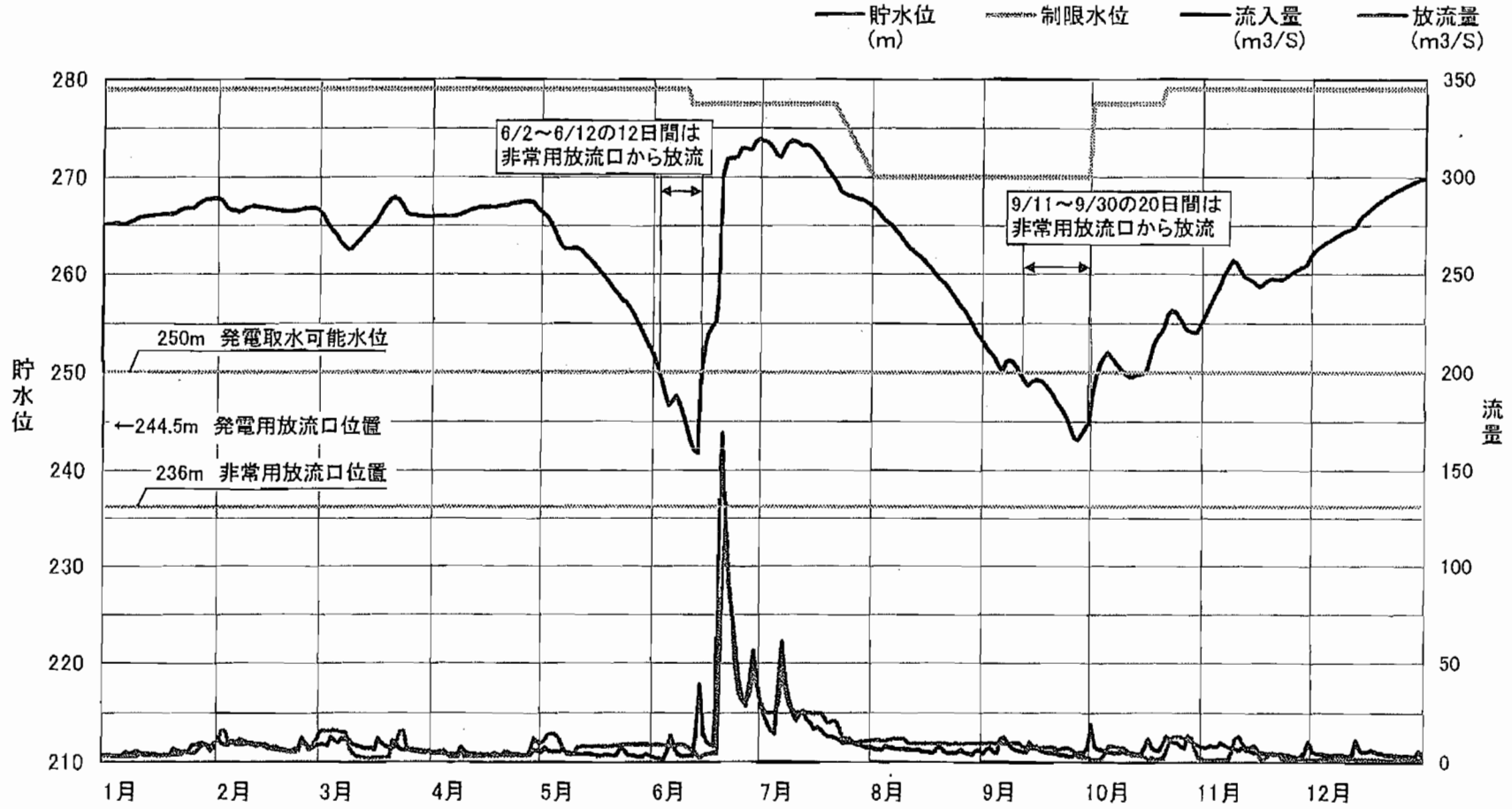
項目	単位	市房ダム上流域
人口	(人)	1,427
牛	(頭)	518
豚	(頭)	0
製造品出荷額	(万円)	93,471
市街地等	(km ²)	866
農地	(km ²)	427
山林	(km ²)	14,487
計		15,780

出典：熊本県統計年鑑（H13年度版）

○地質について



平成13年 市房ダム諸量グラフ



30

発言録 P33 参照

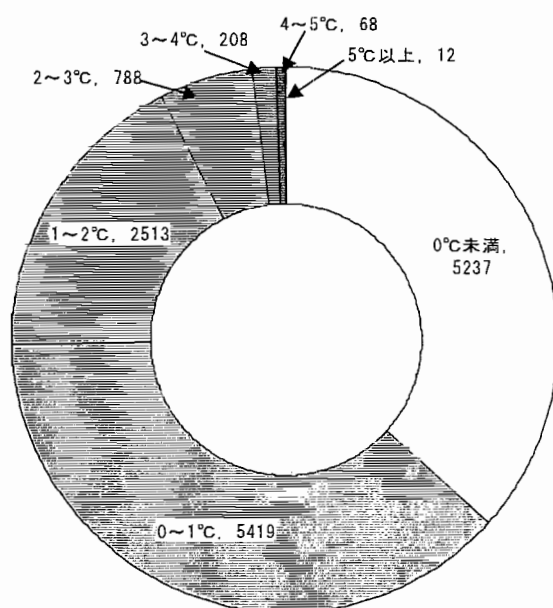
【ご意見】

国交省の水質予測結果によると、現況とダム建設後では、月によっては日平均水温に6°C程度差があるが、これでダム建設後も大きな変化がないと言えるのか。

【当方の考え】

・ダム建設により、現況と比較して水温が高くなる日もあるが、水温が5°C以上高くなる日などは全体で見れば稀であり、大きな変化ではないと考えている。柳瀬地点における現況とダム建設後の水温差が5°C以上の日数は14245日(昭和33年から平成8年の39年間)のうち12日である。

○ダム建設後の水温が現況より高い日数

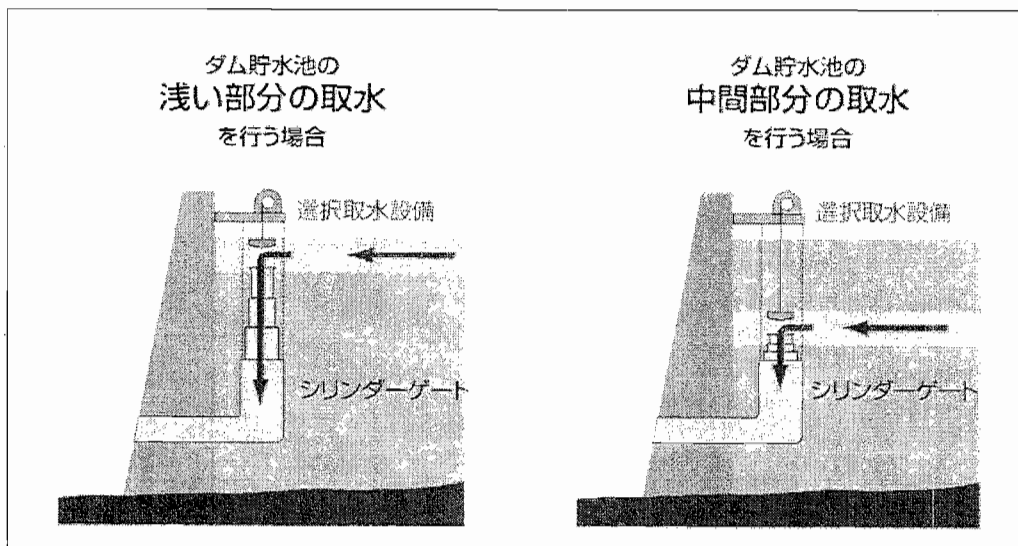


(4) 水質保全対策（^{せいすい}選択取水設備・清水バイパス）

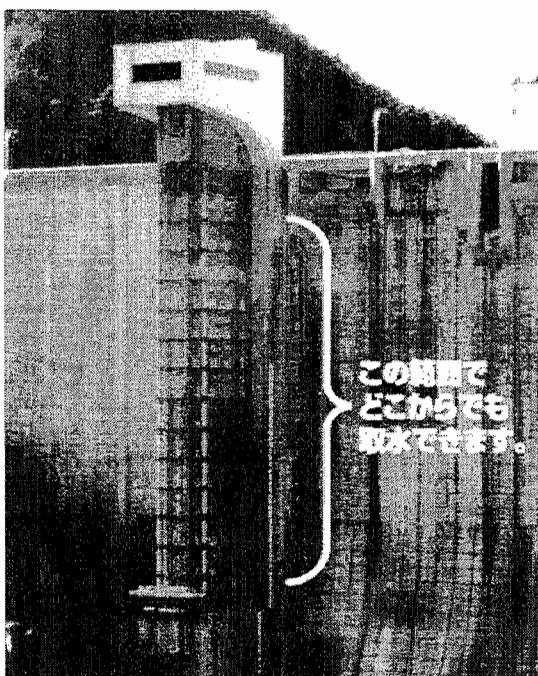
**洪水時の濁水長期化や冷水放流の発生を抑制するため、
選択取水設備及び清水バイパスを設置する。**

○選択取水設備のはたらき

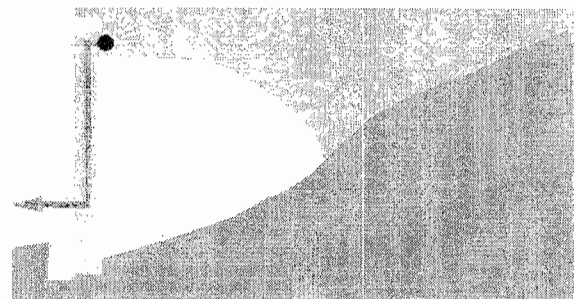
洪水などで貯水池に入った濁りの成分は、時間とともに沈降していく。このため、一般的には貯水池の下部は濁っていても、表層に近い部分は澄んでいる状態となる。川辺川ダムでは、選択取水設備を設置し、取水する高さを選択できるようにして、水温も考慮しながら水が澄んでいる層から取水する。



最大30m³/s



▲竜門ダム選択取水設備（上流側から望む）

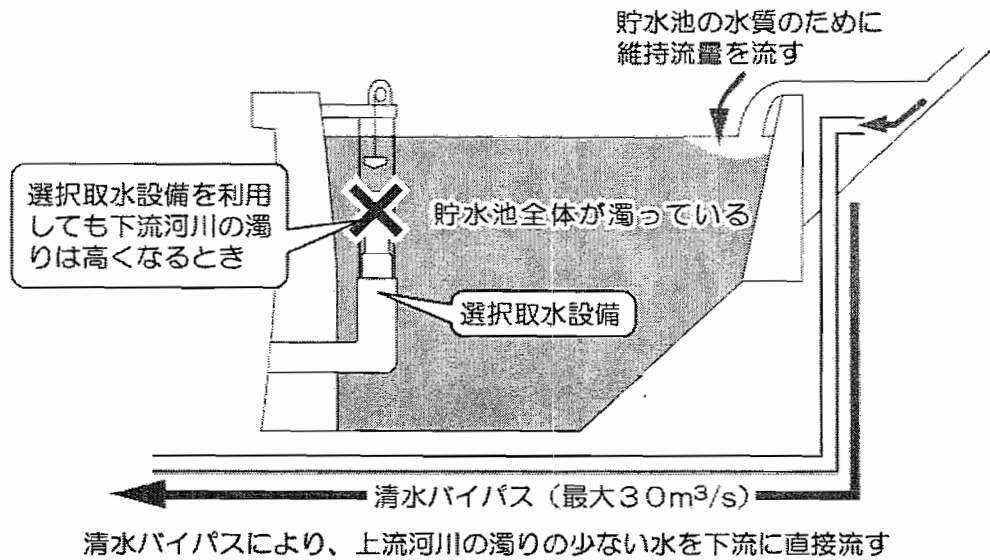


洪水後の貯水池の水の濁りや水温は、均一ではない。選択取水設備は運用ルールに従い、濁度及び水温に配慮して取水位置を決定する。

せいすい

○清水バイパスのはたらき

清水バイパスは、洪水などにより貯水池全体が濁り、選択取水設備を利用して下流河川の濁りが上流河川に比べて高くなる時に、上流河川の濁りの少ない水を貯水池をバイパスして直接下流に流す。また、洪水時には、ダム下流に土砂や濁質を流す運用も可能。



川辺川ダムの清水バイパス位置



(2) 水の濁り (水質予測モデルによる予測結果)

水質保全対策を実施することにより、河川水の濁りに大きな変化はない。

川辺川の柳瀬地点では、現況では濁度5度未満の日数が年間308日、ダム建設後も309日であり、河川水の濁りに大きな変化はない。

川辺川(柳瀬)の濁度別の日数(39年間平均)

□ 濁度5度未満日数 □ 濁度5度以上日数

現況	濁度5度未満の日数：308日	5度以上 ：57日
ダム建設後	濁度5度未満の日数：309日	5度以上 ：56日

現況は、流量からの推定値 (S33~H8の平均)
 ダム建設後は、ダムがある場合の予測結果 (同上)

なお、球磨川本川では、現状でも濁度5度未満の日数が年間250日程度である。

球磨川本川の濁度別の日数 (一武地点は23年間平均 (S49~H8) 人吉地点は39年間平均 (S33~H8))

□ 濁度5度未満日数 □ 濁度5度以上日数

一武	濁度5度未満の日数：249日	5度以上 ：116日
人吉	濁度5度未満の日数：249日	5度以上 ：116日

(5) 市房ダムの影響(球磨川本川の水質)

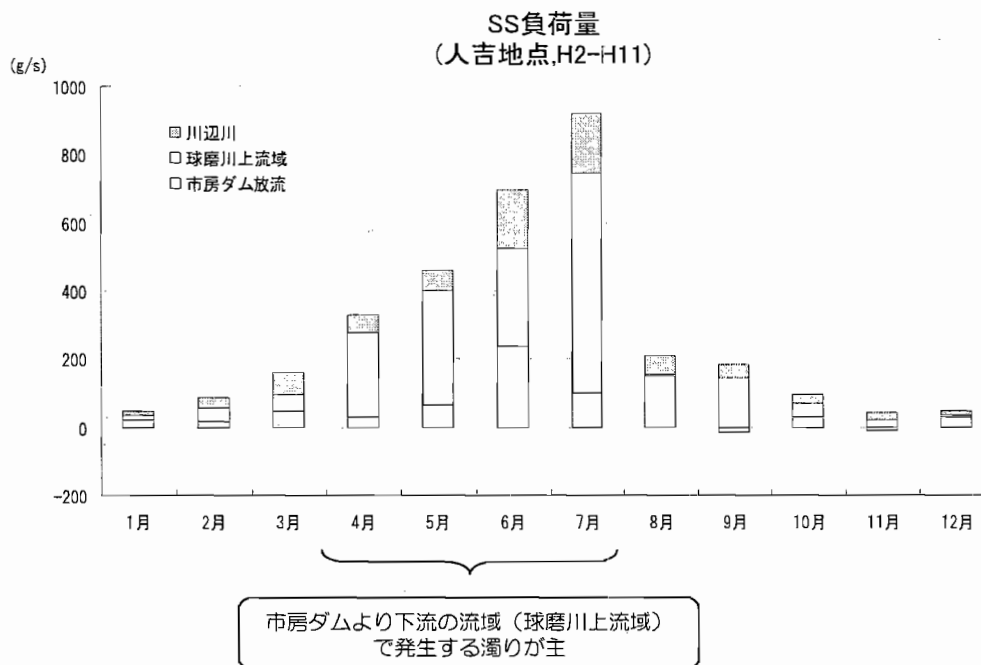
【ご意見】

- ・ 川辺川合流前の球磨川本川上流では、川辺川と比較して水質が悪い。これは市房ダムの影響である。
- ・ 川辺川においても、川辺川ダムが建設されれば下流河川の水質が悪化する。

【当方の考え】

- ・ 一武地点（球磨川本川上流）のBOD（水の汚れの指標）は、柳瀬地点（川辺川）と同程度である。
- ・ 球磨川本川の水の濁りの要因には、季節的な傾向が見られる。濁りの発生が多い4～7月は市房ダムより下流の流域で発生する濁りが主である。

人吉地点の濁りの要因(平常時)



※ (月流量中央値の10年間平均値) × (水質調査結果(月1回)の10年間平均値)として、川辺川(柳瀬)、市房ダム(流入・放流)及び人吉の負荷量を算定)

※ 球磨川上流域は人吉ー柳瀬ー市房ダム放流として算定

どのくらい球磨川が濁っているのか。

平成11年4月～平成12年3月の一年間を比較して濁りの程度を比較したもので若干球磨川の方が濁っていますが、一年の大半は両河川とも澄んでいます。

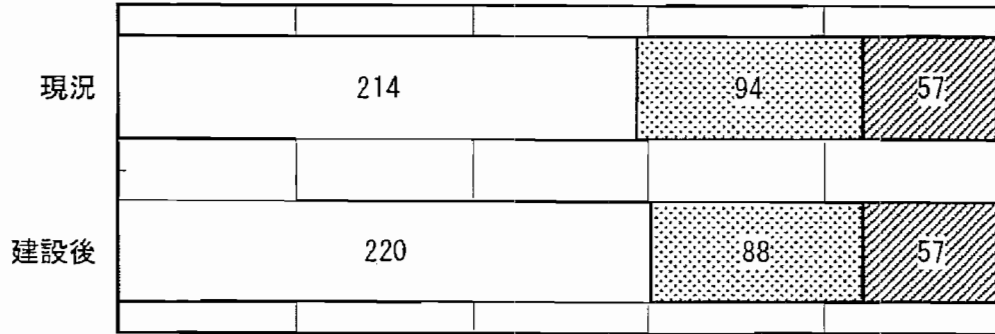
		球磨川	
		澄む	濁る
川辺川	澄む	277	48
	濁る	4	34

注) 平成11年4月～平成12年3月までの1年間の調査結果

	平成11年										平成12年			計
	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月		
両河川とも澄んでいる	26	17	13	18	19	15	28	29	29	30	26	27	277	
球磨川が濁り 川辺川が澄んでいる	4	9	8	8	6	6	2	0	0	0	2	3	48	
川辺川が濁り 球磨川が澄んでいる	0	0	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	4	
両河川とも濁っている	0	5	9	4	3	9	1	1	0	1	0	1	34	
計	30	31	30	31	31	30	31	30	29	31	28	31	363	
※12/29～12/31未観測														

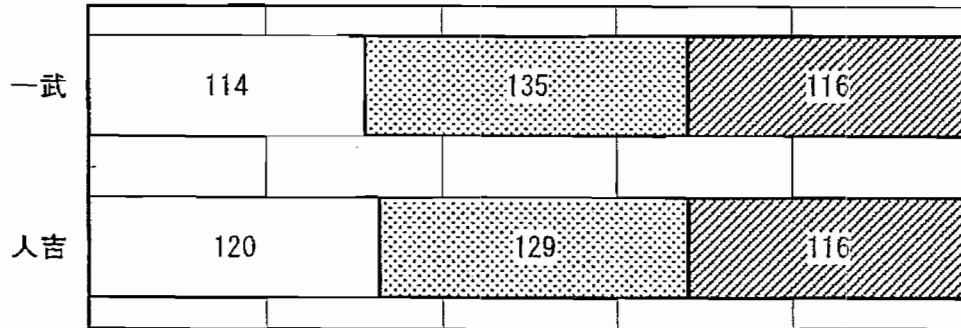
川辺川(柳瀬)の濁度日数(S33~H8, 39年平均)

□2未満 □2~5 ■5以上



球磨川本川の濁度日数
(一武 S49~H8, 人吉 S33~H8)

□2未満 □2~5 ■5以上



【ご意見】

濁った水はダム湖内に長く留まり、川辺川と比べ球磨川の濁りの回復が遅いのは、ダムのためではないでしょうか？

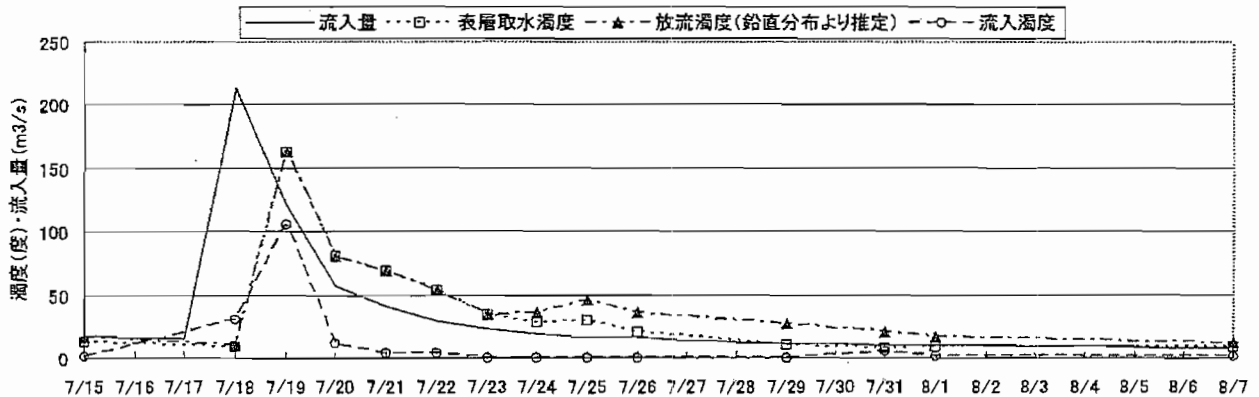
(2003年2/16 第6回討論会 村上氏資料)

【当方の考え】

市房ダムにおいても、選択取水により現状の中層取水から表層取水に切り替えることにより、下流河川への水の濁りを軽減することができる。

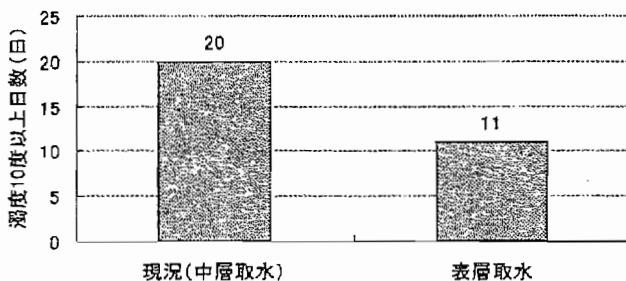
○貯水池内の水の濁り

- 出水後における濁度変化について、平成8年7月下旬の濁度鉛直分布より7月24日以降中層取水から表層取水に切り替えることで放流濁度を低下させることが可能となる。
- 現状と表層取水における放流濁度について、濁度10度以上の日数を比較すると現状では20日間、表層取水では11日間と約半分程度に改善する。
- 7月29日の濁度鉛直分布図では表層取水により濁度15度程度の改善が期待できる。

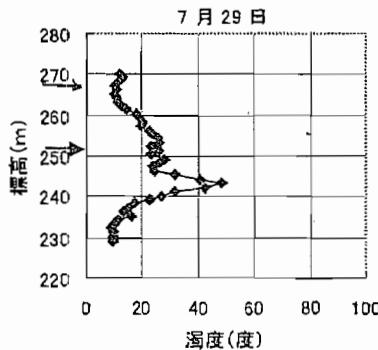


市房ダム貯水池濁度変化図（平成8年7月15日～8月7日）

濁度10度以上の日数
(平成8年7月下旬出水)

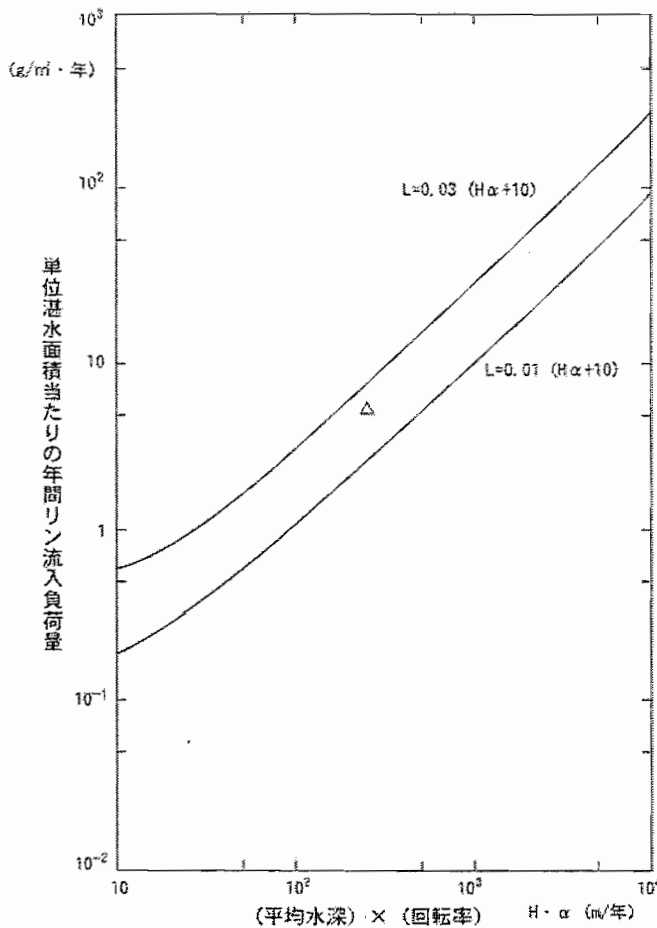


放流濁度10度以上の日数
(平成8年7月19日～8月7日)



市房ダム貯水池濁度鉛直分布図（平成8年7月29日）

ポーレンワイダーモデルでも、川辺川ダムでは富栄養化現象が発生する可能性は低い。



川辺川ダムのポーレンワイダーモデルによる予測
(S32~H3の平均)

ポーレンワイダーモデル (Vollenweider) の図において、川辺川ダムは $L=0.01(H\alpha+10)$ の曲線と $L=0.03(H\alpha+10)$ の曲線のほぼ中央に位置する。このため、富栄養化現象が発生する可能性は低いと予想される。

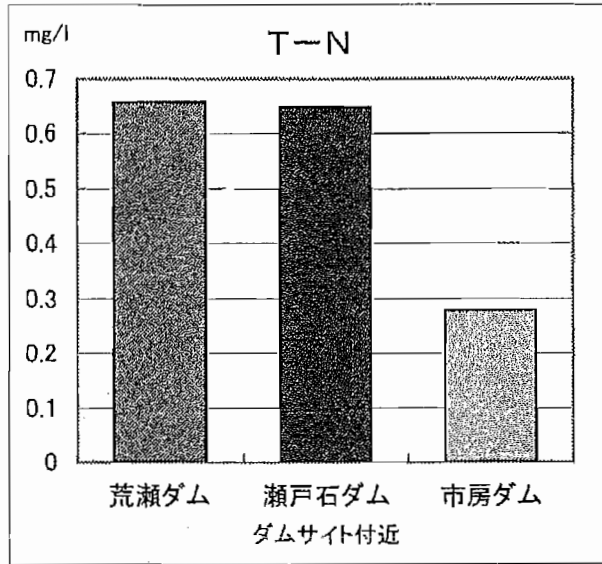
$$[P]=L/(H\alpha+10)$$

[P] : 湖内の年間平均全リン濃度(mg/l)
L : 単位湖面積あたりの全リン負荷量(g/m²/年)
H : 平均水深(m)
 α : 年間回転率(年間流入量/貯水容量)

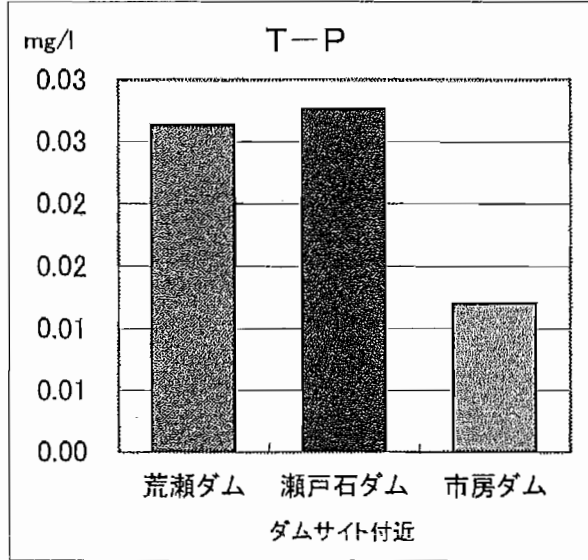
ポーレンワイダーモデル (Vollenweider) とは

- 自然湖沼やダム貯水池における富栄養化現象発生の可能性を予測するモデルである。
- 富栄養化現象は、ダム貯水池などに流入する栄養塩類が多くなるほど発生しやすく、そして流入した水が貯水池に長く滞留するほど発生しやすくなる。
- ポーレンワイダーモデルでは、これらの指標を縦軸と横軸にしており、グラフ上の右下から左上に向かうほど富栄養化現象が、発生しやすくなることを表している。
- この図において、 $L=0.01(H\alpha+10)$ の曲線より下方に図示される範囲は富栄養化現象の発生の可能性が極めて低く、 $L=0.03(H\alpha+10)$ の曲線より上方に図示される範囲は発生の可能性が高いとされている。また、 $L=0.01(H\alpha+10)$ から $L=0.03(H\alpha+10)$ の曲線の間は富栄養化現象の可能性は低いとされている。

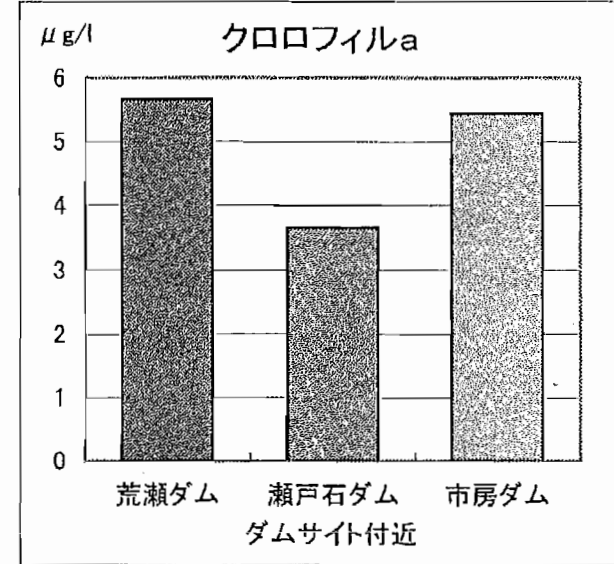
既設3ダム(荒瀬ダム・瀬戸石ダム・市房ダム)の水質調査結果(平均値)



荒瀬ダム・瀬戸石ダムはH14の平均値
市房ダムはH8～H14の平均値



荒瀬ダム・瀬戸石ダムはH14の平均値
市房ダムはH8～H14の平均値



荒瀬ダム・瀬戸石ダムはH14の平均値
市房ダムはH7～H14の平均値

◆◆◆ 水質予測モデルの妥当性について ◆◆◆

1. ポーレンバイダーモデルによる富栄養化予測について

川辺川ダム事業における環境保全への取り組み(平成12年6月 建設省九州地方建設局川辺川工事事務所)では、川辺川ダムの富栄養化の可能性について、ポーレンバイダーモデルを用いている。これによると「川辺川ダムは富栄養化現象が発生する可能性は低いと予測される」と述べられているが、その一方、八代海域調査委員会資料を見る限りでは、ポーレンバイダーモデルを用いた予測上、川辺川ダムの水理条件(回転率×平均水深と年間リン負荷量)は市房ダムと非常によく似ていること、川辺川ダムは市房ダムよりも富栄養化する可能性が高いことが分かる。市房ダムが富栄養化水域と評価するかはともかくとし、平成14年、15年にはアオコが発生していることを踏まえれば、夏季の水質悪化が顕著であると言える。これらの点を踏まえ、以下の質問をします。

1) ポーレンバイダーモデルは、ダム湖のデータがほとんど無い(少なくとも、日本のダムの特性がまったく考慮されていない)条件で作られたモデルと言われている。現に、回転率×平均水深と年間リン負荷量の関係図(例えば、Vollenweider1976)からみても、川辺川ダムや球磨川水系の既設ダムの水理条件の範囲は、その当てはまりが全く検証されていない(第八回討論集会 住民側資料)。それにもかかわらず、ポーレンバイダーモデルの外挿により川辺川ダムの富栄養化が予測できるとする根拠を説明して頂きたい。また、少なくとも球磨川水系で考えた場合、川辺川ダムは市房ダムと同様に、植物プランクトンの異常増殖による水質悪化が生じる可能性が高いと言えるが、この点に関する国土交通省の考えを教えてください。

2) そもそもポーレンバイダーモデルにある程度の予測誤差を設定した場合、川辺川ダムが富栄養化する可能性は高いと考えられる。「川辺川ダム事業における環境保全への取り組み」で述べられている、「川辺川ダムは富栄養化現象が発生する可能性は低いと予測される」の「可能性」とは非常に漠然とした表現であるので、確率的にはどの程度となるのか?ポーレンバイダーモデルの誤差を考慮して説明して頂きたい。

3) 平成14年、15年に市房ダムで発生したアオコの優占種はラン藻の *Anabaena* sp. であった。窒素ガスの同化が出来るという *Anabaena* 属の生理特性から考えて、植物プランクトンの栄養としてリンは十分な濃度が存在する一方、窒素が制限要因となっていることが推測される。このような水域では、リン負荷量を富栄養化の要因と仮定したポーレンバイダーモデルによる予測は全く意味をなさないと考えられるが、川辺川ダムは本モデルに当てはまるという根拠があれば教えてください。

4) 万が一、アオコが発生した場合、アオコ回収船などの除去対策を行う旨の説明がされていたが、国土交通省が管轄しているダムで、アオコや淡水赤潮などの植物プランクトンの異常増殖に対する「事後対策」が効果を上げた例があれば教えてください。また、アオコや淡水赤潮は、異常増殖した植物プランクトンが湖沼表面に集積した状態を示すが、例えば、ケイ藻や緑藻など、基本的に表層に集積しない植物プランクトンが大量発生した場合には、どのような対策を考えているのか。

《回答》

1) について

ポーレンワイダーモデルは、湖沼におけるリンの物質収支に基づいた経験的な水質予測モデルであり、湖沼への単位湛水面積当たりの年間全リン流入負荷量、平均水深及び年間回転率から、湖沼の年平均全リン濃度を算出するものです。

ダム貯水池を含む多くの湖沼において、植物プランクトンなどの生物生産量はリンの濃度によって制限されています。このため、湖沼の富栄養化のレベルは、通常、湖沼の年間平均全リン濃度により、貧栄養（ $T-P=0.01\text{mg/L}$ 以下）、中栄養（ $T-P=0.01\sim 0.03\text{mg/L}$ ）、富栄養（ $T-P=0.03\text{mg/L}$ 以上）の3つの区分に分けることで判断しています。川辺川ダム貯水池のポーレンワイダーモデルによる水質予測は、モデルにより算出された湖沼内の年間平均全リン濃度とこの3つの区分とを比較することで、富栄養化のレベルを判定しています。

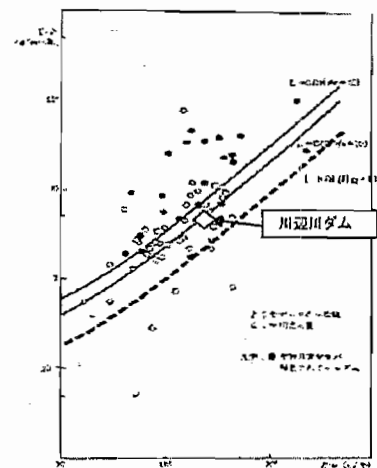
ダム反対側は、「ポーレンワイダーモデルは、ダム湖のデータがほとんど無い条件で作られたモデル」と指摘されていますが、日本の既存のダム貯水池のデータによる検証は行われています。

その一例として、図1の「ポーレンワイダーモデルの日本のダムでの適用例」があげられます。これは、日本の68の既存のダム貯水池を対象として、ポーレンワイダーモデルによる貯水池内の年間平均全リン濃度と生物異常発生報告の有無を比較したものです。ポーレンワイダーモデルによる富栄養化のレベルと、実際のダム貯水池における富栄養化現象の発生状況（生物異常発生）とが比較的良好に対応していることが読み取れます。このようなことから、ポーレンワイダーモデルを用いた富栄養化レベルの判定は、広く我が国のダム貯水池について適用可能であると考えています。

また、川辺川ダムの水理条件は、日本の既存のダム貯水池を対象にポーレンワイダーモデルの検証が行われた際に有用性が確認された水理条件の範囲内であり、「川辺川ダムや球磨川水系の既設ダムの水理条件の範囲は、そのあてはまりが全く検証されていない（第八回討論集会住民側資料）」といったことはありません。

なお、川辺川ダム貯水池については、ポーレンワイダーモデルを用いた富栄養化レベルの判定、水質シミュレーション及び他ダムとの比較検討などから総合的に判断した結果、富栄養化現象が発生する可能性は低いと考えています。

多目的ダムのVollenweider関係図(日本河川水質年鑑1990別冊)



注: 日本河川水質年鑑(1990別冊)より
「ダム貯水池地質学上の環境と多量栄養塩による水質の改善」山口 浩之
多目的ダムのVollenweider関係図を加工

◇: 川辺川ダム予測結果

図1 ポーレンワイダーモデルの日本のダムでの適用例

2) について

川辺川ダム貯水池について、ポーレンワイダーモデルにより貯水池内の年間平均全リン濃度を算出し、「ポーレンワイダーモデルの図」にプロットすると、図2のとおり中栄養に区分されます。この結果と、水質シミュレーション及び他ダムとの比較検討などから総合的に判断した結果、川辺川ダム貯水池において富栄養化現象が発生する可能性は低いと考えています。

$$[P] = L / (H\alpha + 10)$$

[P] : 湖内の年間平均全リン濃度 (mg/l)
 L : 単位湖面積あたりの全リン負荷量 (g/m²/年)
 H : 平均水深 (m)
 α : 年間回転率 (年間流入量/貯水容量)

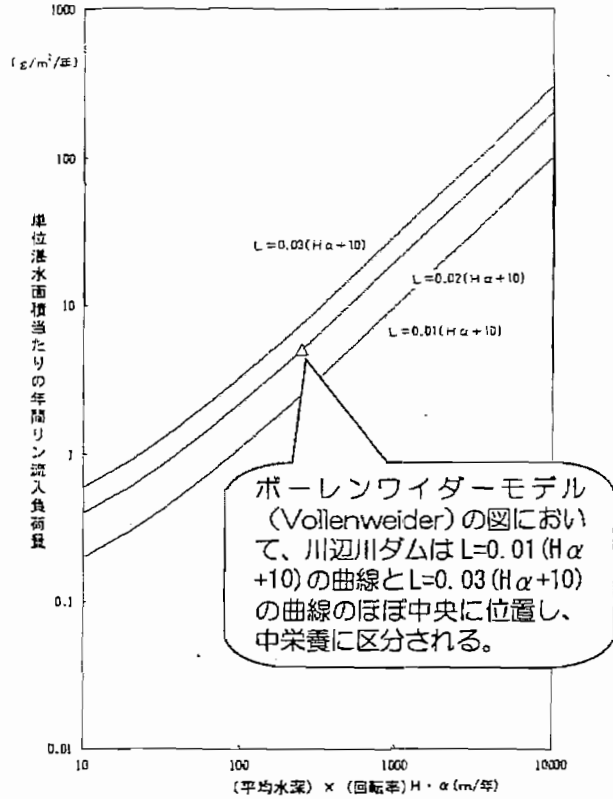


図2 川辺川ダムの Vollenweider モデルによる予測 (S32~H8 の平均)

ダム反対側の「ポーレンワイダーモデルの誤差を考慮して説明して頂きたい」とのご質問については、具体的に何についての「誤差」なのか明確ではありませんが、ポーレンワイダーモデルの図（単位湛水面積当たりの年間全リン流入負荷量と平均水深×回転率の関係図）における川辺川ダムのプロット位置の予測誤差に関する質問であるとする、川辺川ダムにおける単位湛水面積当たりの年間全リン流入負荷量、平均水深及び年間回転率は、長期間のデータを用いて求めた平均的なものであり、これらに関する予測誤差は長期間の大量のデータを取り込むことにより極めて小さくなっていると考えられます。

3) について

市房ダムでは、平成 15 年 7 月以降、藍藻類のアナベナ属が大量に発生していますが、表 1 のとおり、平成 15 年 7 月以降、水中の硝酸態窒素 (NO₃-N) は枯渇しておらず、アナベナ属の発生が窒素により制限されているとはいえません。

表 1 市房ダム貯水池水質の変化 (熊本県の調査データ)

	T-N (mg/l)	NH ₄ -N (mg/l)	NO ₂ -N (mg/l)	NO ₃ -N (mg/l)	T-P (mg/l)	I-P (mg/l)	N/P	Anabaena.sp (細胞数/ml)
H15.7.9	0.26	<0.1	<0.01	0.10	0.012	<0.01	22	18,000
H15.8.6	0.41	<0.1	<0.01	0.06	0.022	<0.01	19	17,000
H15.8.18	0.29	<0.1	<0.01	0.14	0.016	<0.01	18	3,100
H15.8.22	0.24	<0.1	<0.01	0.11	<0.010	<0.01	-	2,100
H15.8.28	0.24	<0.1	<0.01	0.06	<0.010	<0.01	-	5,800
H15.9.10	0.41	<0.1	<0.01	0.03	0.030	<0.01	14	37,000

一般に、流入水の窒素とリンの比率が10~15以上:1であればダム貯水池内の生物生産はリンの濃度によって制限されるといわれています。図3に示すように、川辺川ダムの流入河川水の窒素とリンの比率は概ね15以上:1であり、ダム貯水池内の生物生産はリンによって制限されると考えられます。このことから、リン負荷量から貯水池の富栄養化のレベルを判定するポーレンワイダーモデルは川辺川ダム貯水池に適用可能であると考えられます。

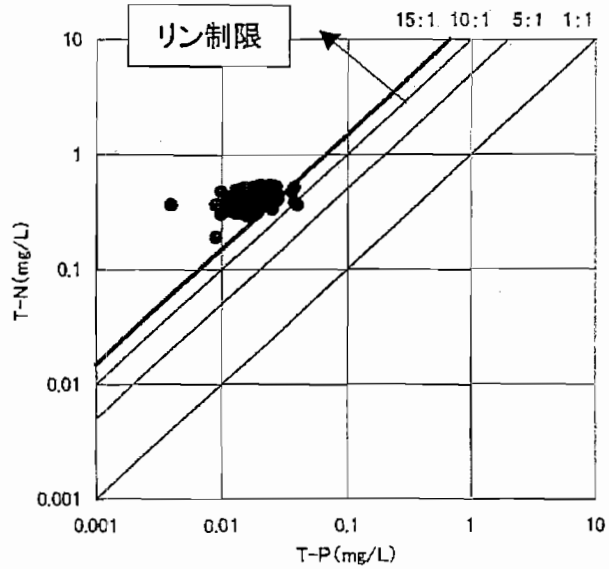
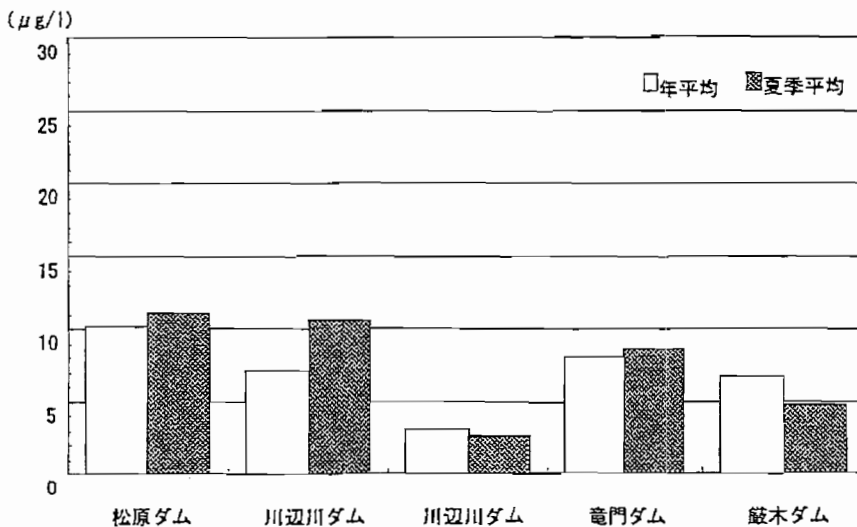


図3 柳瀬地点のT-NとT-Pの関係

4) について

川辺川ダム貯水池における水質シミュレーションによると、植物プランクトンの量を表す指標の一つであるクロロフィルa濃度は、6~8月の平均で約10 μ g/Lと予測されます。これは、九州管内の直轄ダムのなかでは、松原ダム、竜門ダム及び巖木ダムと同程度の値です。このうち松原ダムでは、平成4年~13年の間において、平成13年にアオコによる景観障害が1度発生しています。また、竜門ダムでは平成13年の管理開始以降において、また、巖木ダムでは平成4年~13年の10年間において、それぞれアオコによる景観障害などは発生していません。

クロロフィルa濃度と富栄養化現象発生との関係は必ずしも一意的ではないものの、他ダムの水質調査結果と富栄養化現象の発生状況、さらにポーレンワイダーモデルによる予測結果なども踏まえると、川辺川ダム貯水池でアオコなどによる景観障害が発生する可能性は低いと予想されます。



・他ダムは定期観測結果(H4~H13の平均値)
 ・川辺川ダムは柳瀬地点観測日の予測結果(S54~H8の平均値)
 ・竜門ダムの管理開始はH13

図4 川辺川ダムと同程度のダム貯水池(クロロフィルa)

なお、仮にアオコなどによる景観障害が生じた場合には、必要に応じて対策を実施する予定です。こうした対策の実施事例としては、耶馬溪ダムや釜房ダム（国土交通省）において、曝気循環装置を設置し、効果を上げている事例があります。

珪藻類が大量に発生した場合は、ダム貯水池の水を上水として利用している所では過閉塞障害が懸念されますが、川辺川ダムでは上水としての利用がないため特に問題にはならないと考えています。また、珪藻類及び緑藻類は、ともにアオコのように表層に集積したり、長期間にわたって発生し続けることが少ないことから特に問題にはならないと考えられます。仮に対策が必要となった場合には、曝気循環による方法などが考えられます。

(6) アユのサイズ、肥満度

【ご意見】

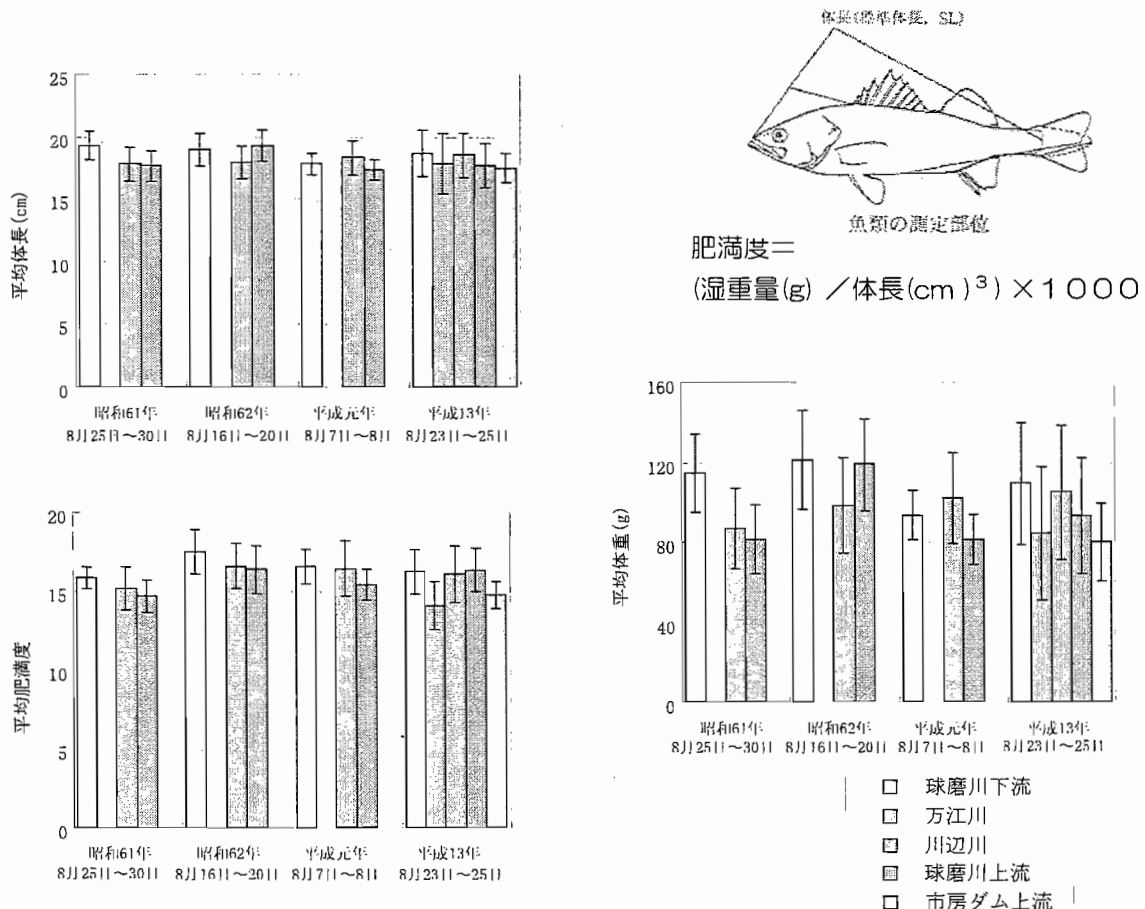
川辺川のアユは「サイズ」「肥満度」共に、すでにダムのある球磨川上流と比べ有意に大きい。

【当方の考え】

「球磨川・川辺川の魚族に関する検討委員会」の調査結果及び国土交通省の調査結果からみると調査年や調査地点によりアユのサイズ（体長、体重）や肥満度にばらつきがみられる。

球磨川上流と比べ必ずしも川辺川のアユが有意に大きいということはない。
(下図参照)

- アユの成長やサイズは河川の形（瀬淵分布、河床材料）、水温、水の濁り、餌である付着藻類の量と質、さらには生息密度や漁業活動といった様々な要因から影響を受ける。また、川辺川と球磨川上流は、もともと河床勾配、流域の人口、耕地面積、畜産頭数等が大きく異なっており、上記のようなばらつきがみられると考えられる。



出典：
昭和61～平成元年：球磨川・川辺川の魚族に関する検討委員会
平成13年：国土交通省調査

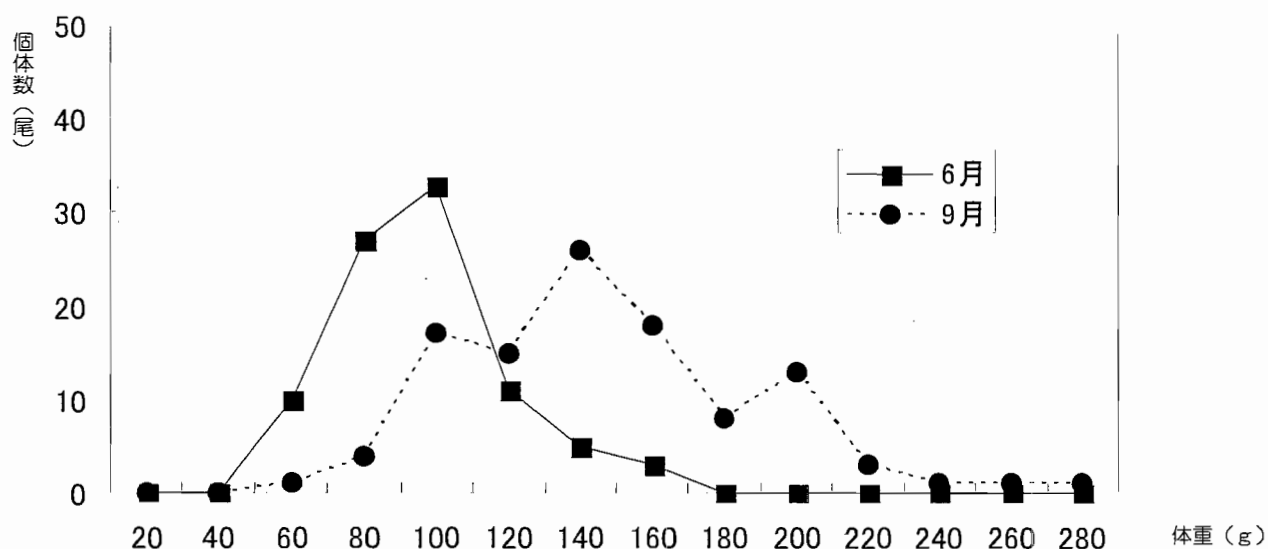
【ご意見】

6月と9月の調査結果をあわせて有意差検定を行うと、球磨川よりも川辺川のアユが大きい。

6月も9月も、川辺川と球磨川と同じ条件で捕獲調査をしており、調査結果をあわせて有意差検定を行うことは統計的に全く問題はない。

【当方の考え】

アユは年魚であり、急速に大きくなるため、異なる調査月のデータは母集団が異なる。母集団が違うデータを混ぜて統計解析することは正しくない。



アユの体重のヒストグラム
(国土交通省 昭和62年6, 9月の調査)

アユの魚体調査結果の変遷

2001. 2. 26発表

○(2000年9月8～10日調査)

- ・「全長」: 球磨川と川辺川では川辺川が有意に大きい(全長が長い)
- ・「体長、体高及び体重」: 川辺川のアユは、球磨川本流、球磨川のアユと比較して有意に大きい(体が大きい)
- ・「肥満度」: 球磨川のアユは他の流域のアユと比較して有意に小さい

～「熊本県川辺川における2000年アユ魚体調査/調査結果(概要)」より～

2001. 10. 29発表

○(2000年9月8～10日, 2001年6月2日, 8月24日, 9月8日調査)

- ・大型のアユ(160g以上)は、川辺川で最も多く捕獲される
- ・「肥満度」: 川辺川のアユは球磨川上流と比べ有意に高い

～「球磨川・川辺川におけるアユ魚体調査結果」より～

2002. 1. 8発表

○(2001年8月23～25日調査)

- ・「全長」: 球磨川下流のアユは、球磨川上流、市房ダム上流、万江川に対し有意に大きい
- ・「体長」: 球磨川下流及び川辺川のアユは、球磨川上流に対し有意に大きい
- ・「体高、体重」: 球磨川下流及び川辺川のアユは、球磨川上流、市房ダム上流、万江川に対し有意に大きい
- ・「肥満度」: 球磨川上流、球磨川下流、川辺川のアユは、市房ダム上流、万江川に対し有意に大きい

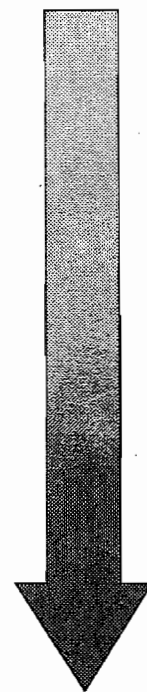
～「球磨川・川辺川におけるアユ魚体と生息環境の有意差検定の調査結果」より～

本日配付資料

- ・解禁直後の6月上旬は、川辺川・球磨川上流に比べ、球磨川下流のアユは大型の個体が多い。
- ・8月下旬～9月上旬には、川辺川が球磨川上下流よりも大型の個体が多い
- ・9月下旬以降は、3流域で差が無くなる。
- ・今回比較を行った3流域では、川辺川のアユは体高・肥満度がともに大きい

～「球磨川流域におけるアユ成魚の体格と消化管内容物の比較」より～

体の
大きさ



肥満度

「肥満度」は尺アユの指標ではない

○肥満度とは、魚の体重と体長のバランスによって、魚の体型を示す指標

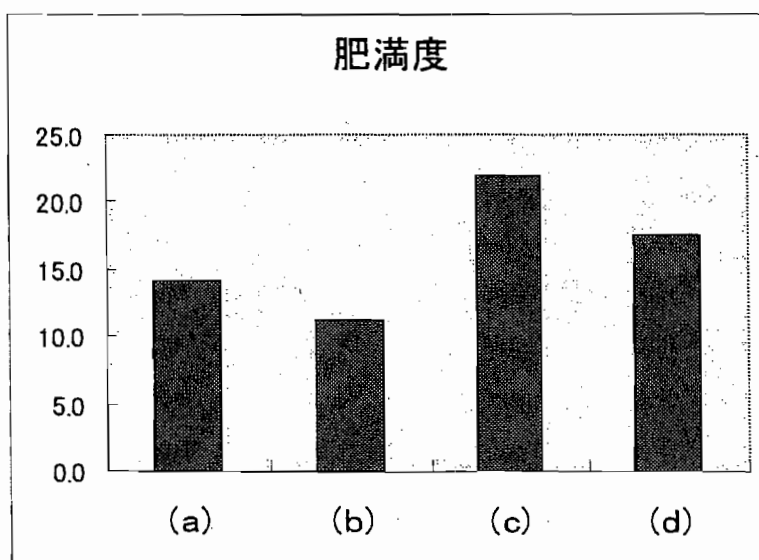
$$\text{肥満度} = [\text{体重(g)} \div \text{体長(cm)}^3] \times 10^3$$

○体重が大きく、体長が短いほど肥満度は大きくなる。

● 全長、体長を評価する尺アユの指標ではない。

〔試算例〕

個体	体長(cm)	体重(g)	肥満度
(a)	22	150	14.1
(b)	22	120	11.3
(c)	19	150	21.9
(d)	19	120	17.5



全長	調査時期	地点	流域	全長(mm)	体長(mm)	体高(mm)	背鰭基底長	体重(g)	肥満度	雌雄	備考
1	2001.08.24	四浦(ST.4)	川辺川	340	213	50.63		157	16.23	♀	解剖に使用せず
2	2001.10.13	人吉(ST.2)	球磨川下流	302	263	61.86	34.1	273	15.01	♀	
3	2002.09.28	人吉(ST.2)	球磨川下流	300	264	62.2	36.6	311	16.9	♀	
4	2001.10.13	人吉(ST.2)	球磨川下流	296	257	52.76	38.88	250	14.73	♂	
5	2000.09.22	柳瀬(ST.3)	川辺川	289	255	61		254	15.32	♂	
6	2001.10.13	人吉(ST.2)	球磨川下流	286	252	51.86	27.64	215	13.43	♀	
7	2001.10.13	人吉(ST.2)	球磨川下流	285	245	50.13	27.72	189	12.85	♀	
8	2000.09.09	大阪間(ST.1)	球磨川下流	284	250	62		274	17.54	♂	
9	2000.09.10	大阪間(ST.1)	球磨川下流	281	241	54		225.1	16.08	♀	
10	2001.10.13	人吉(ST.2)	球磨川下流	280	244	53.51	28.53	228	15.7	♀	
10	2002.09.28	免田(ST.6)	球磨川上流	280	246	53.6	38.5	218	14.6	♂	

体長	調査時期	地点	流域	全長(mm)	体長(mm)	体高(mm)	背鰭基底長	体重(g)	肥満度	雌雄	備考
1	2002.09.28	人吉(ST.2)	球磨川下流	300	264	62.2	36.6	311	16.9	♀	
2	2001.10.13	人吉(ST.2)	球磨川下流	302	263	61.86	34.1	273	15.01	♀	
3	2001.10.13	人吉(ST.2)	球磨川下流	296	257	52.76	38.88	250	14.73	♂	
4	2000.09.22	柳瀬(ST.3)	川辺川	289	255	61		254	15.32	♂	
5	2001.10.13	人吉(ST.2)	球磨川下流	286	252	51.86	27.64	215	13.43	♀	
6	2000.09.09	大阪間(ST.1)	球磨川下流	284	250	62		274	17.54	♂	
7	2000.09.22	柳瀬(ST.3)	川辺川	279	246	57		224	15.05	♀	
7	2002.09.28	免田(ST.6)	球磨川上流	280	246	53.6	38.5	218	14.6	♂	
9	2001.10.13	人吉(ST.2)	球磨川下流	285	245	50.13	27.72	189	12.85	♀	
10	2000.09.08	野々脇(ST.5)	川辺川	273	244	60		229	15.76	♂	
10	2001.10.13	人吉(ST.2)	球磨川下流	280	244	53.51	28.53	228	15.7	♀	

体高	調査時期	地点	流域	全長(mm)	体長(mm)	体高(mm)	背鰭基底長	体重(g)	肥満度	雌雄	備考
1	2001.06.02	四浦(ST.4)	川辺川	206	189	75.39	27.13	112.15	16.61		2年
2	2001.06.02	四浦(ST.4)	川辺川	269	230	68.73	27.16	188.65	15.51		
3	2001.08.24	四浦(ST.4)	川辺川	211	184	68.7		104	16.69	♂	
4	2000.09.08	野々脇(ST.5)	川辺川	253	223	64		175	15.78	♂	
5	2002.09.28	人吉(ST.2)	球磨川下流	300	264	62.2	36.6	311	16.9	♀	
6	2000.09.09	大阪間(ST.1)	球磨川下流	284	250	62		274	17.54	♂	
7	2001.10.13	人吉(ST.2)	球磨川下流	302	263	61.86	34.1	273	15.01	♀	
8	2000.09.22	柳瀬(ST.3)	川辺川	289	255	61		254	15.32	♂	
9	2000.09.08	野々脇(ST.5)	川辺川	257	227	60		211	18.04	♂	
9	2000.09.08	野々脇(ST.5)	川辺川	273	244	60		229	15.76	♂	

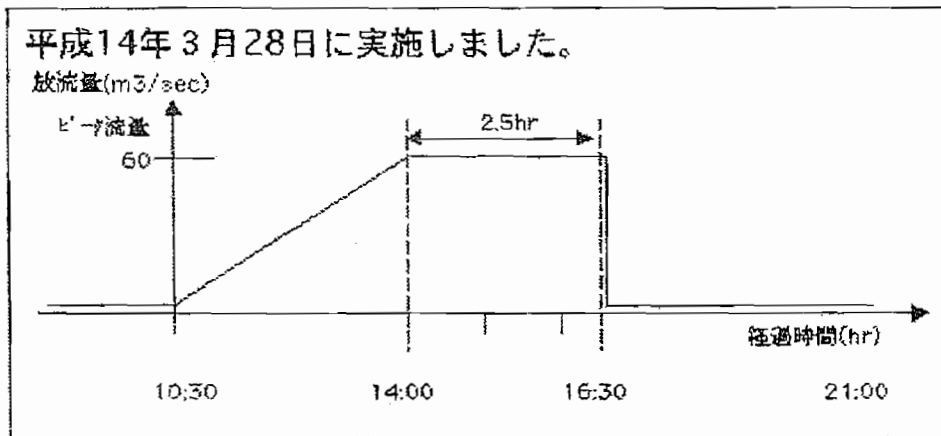
体重	調査時期	地点	流域	全長(mm)	体長(mm)	体高(mm)	背鰭基底長	体重(g)	肥満度	雌雄	備考
1	2002.09.28	人吉(ST.2)	球磨川下流	300	264	62.2	36.6	311	16.9	♀	
2	2000.09.09	大阪間(ST.1)	球磨川下流	284	250	62		274	17.54	♂	
3	2001.10.13	人吉(ST.2)	球磨川下流	302	263	61.86	34.1	273	15.01	♀	
4	2000.09.22	柳瀬(ST.3)	川辺川	289	255	61		254	15.32	♂	
5	2001.10.13	人吉(ST.2)	球磨川下流	296	257	52.76	38.88	250	14.73	♂	
6	2002.09.28	人吉(ST.2)	球磨川下流	275	242	54.5	31.4	241	17	♀	
7	2000.09.08	野々脇(ST.5)	川辺川	273	244	60		229	15.76	♂	
8	2001.10.13	人吉(ST.2)	球磨川下流	280	244	53.51	28.53	228	15.7	♀	
9	2002.09.28	四浦(ST.4)	川辺川	268	240	56.5	31.2	226	16.3	♀	
10	2000.09.10	大阪間(ST.1)	球磨川下流	281	241	54		225.1	16.08	♀	

肥満度	調査時期	地点	流域	全長(mm)	体長(mm)	体高(mm)	背鰭基底長	体重(g)	肥満度	雌雄	備考
1	2001.10.13	人吉(ST.2)	球磨川下流	250	179	43.36	27.83	148	67.83	♀	解剖に使用せず
2	2001.10.13	人吉(ST.2)	球磨川下流	160	132	37.95	18.64	62	26.56	♀	冷水?
3	2001.10.13	人吉(ST.2)	球磨川下流	196	165	46.56	23.56	111	24.74	♀	冷水?
4	2001.10.13	柳瀬(ST.3)	川辺川	202	170	40.59	25.21	111	20.16	♀	冷水?
5	2001.10.13	人吉(ST.2)	球磨川下流	174	154	37.67	20.35	73	19.09	♀	冷水?
6	2001.10.13	人吉(ST.2)	球磨川下流	170	143	33.32	18.67	67	19.40	♀	冷水?
7	2001.09.08	野々脇(ST.5)	川辺川	177	152	35.42	20.64	87.6	19.76	♀	冷水?
8	2001.06.02	人吉(ST.2)	球磨川下流	219	183	47.93	21.66	117.9	19.24		
9	2002.09.28	人吉(ST.2)	球磨川下流	235	206	46	24.4	165	18.9	♀	
10	2001.06.02	人吉(ST.2)	球磨川下流	200	174	43.82	22.49	98.45	18.69		
11	2001.10.13	人吉(ST.2)	球磨川下流	220	183	42.8	27.88	114	18.6	♂	
12	2001.09.08	野々脇(ST.5)	川辺川	230	197	47.67	26.72	142.15	18.59	♀	
13	2001.10.13	人吉(ST.2)	球磨川下流	200	165	38.23	26.17	88	16.66	♀	冷水?

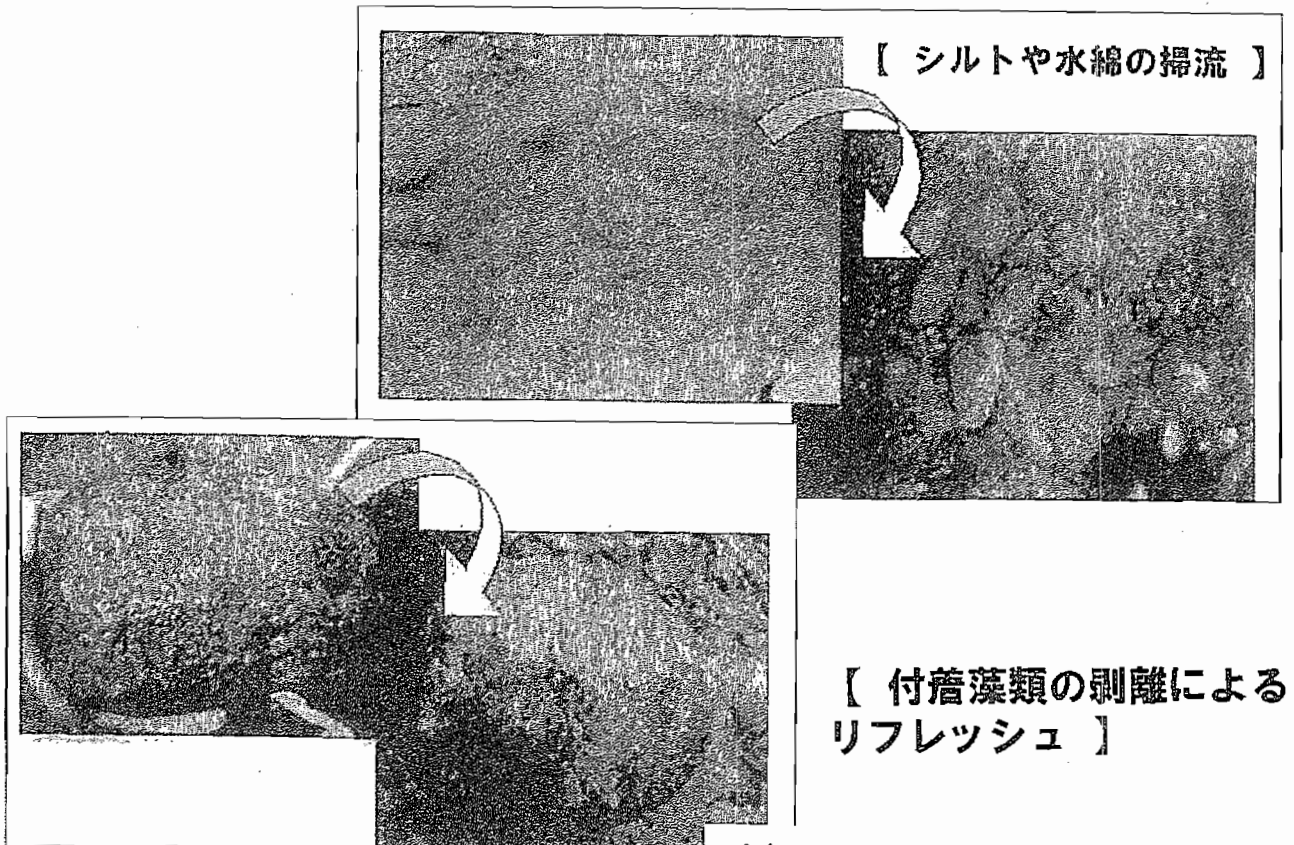
宮ヶ瀬ダムフラッシュ放流の効果について

○フラッシュ放流の目的及び実施状況

宮ヶ瀬ダム下流の中津川の瀬には石が多く、その表面にはアユやヨシノボリなどの餌となる付着藻類が繁殖しています。ダム下流の河川環境としての付着藻類のリフレッシュを目的に、小石を動かすのに十分であり、文献による付着藻類を剥離させる流速(1.3m/s)となりピーク流量60m³/s(通常の約30倍)によるフラッシュ放流が行われました。



○フラッシュ放流の効果 (ダム下流から相模川合流点までの区間)



【ご意見】

川辺川で捕ったアユの胃袋には珪藻類が詰まっているが、球磨川で捕ったアユには藍藻類が詰まっていることが多い。

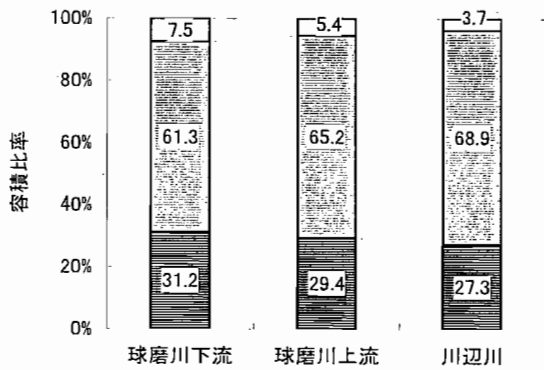
【当方の考え】

アユの餌として主なものは珪藻類と藍藻類であるが、特定の付着藻類を選択的に摂食していない。アユの消化管内容物の組成は、河川の付着藻類の状態を反映していると考えられる。

ただし、一般に、珪藻類は消化が悪く、藍藻類は消化が良いので、調査方法によっては、アユの消化管内容物の組成で珪藻類の比率が高くなる場合もある。

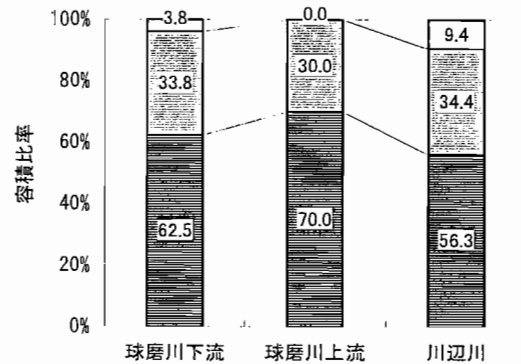
ちなみに、1908年に「多摩川産あゆ一尾ノ消化器官中ヨリ得タル珪藻ノ一部」（徳久三種）が発表された。この論文は、消化管に藍藻類も含まれていたと思われるが、珪藻類のみの種構成を扱ったもので、この論文がアユの餌は珪藻類という誤った認識を与えた可能性がある。

付着藻類の種類やその量は時期や流況により大きく変化する。このため、アユの消化管内容物も調査年や河川により異なっており、一定の傾向は見られない（昭和61、62年、平成13年の調査結果）。



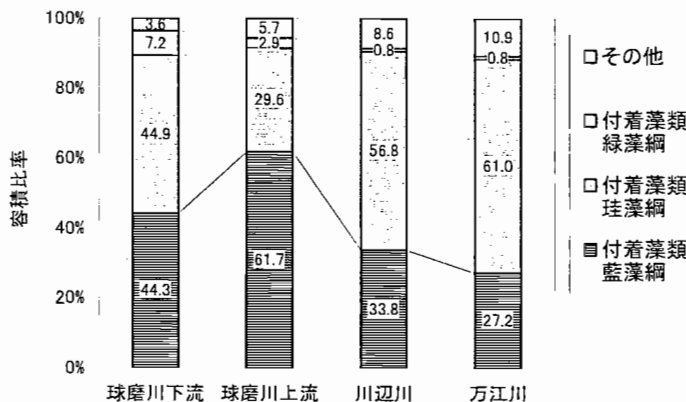
昭和61年の調査結果

分析結果：種別容積を+、++、+++の3段階で表記
容積比率計算方法：個体別に+の数を計数し、その合計数をもとに%換算して容積比率とした。



昭和62年の調査結果

分析結果：種別容積を%表記
容積比率計算方法：分析結果をそのまま利用



平成13年の調査結果

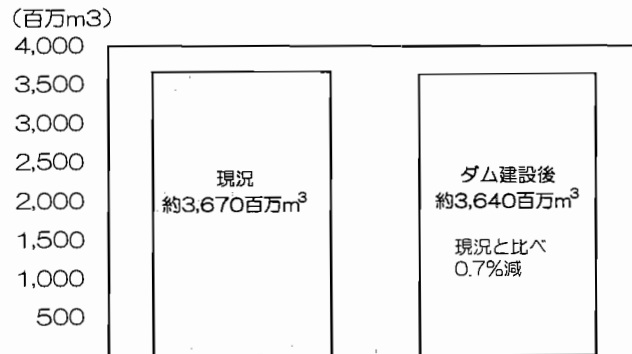
分析結果：分類群別の細胞数
容積比率計算方法：細胞数の比率を利用

(5) 川辺川ダムとの関係の確認

① 川辺川ダム上流域の八代海環境に対する位置づけ

川辺川ダムの建設前後で、球磨川から八代海に流れ込む年間の水の総量はほとんど変わらない

川辺川ダム建設後の横石地点を流れる年間の水の総量は、最も多く見積もっても現況と比べ0.7%の減少である。



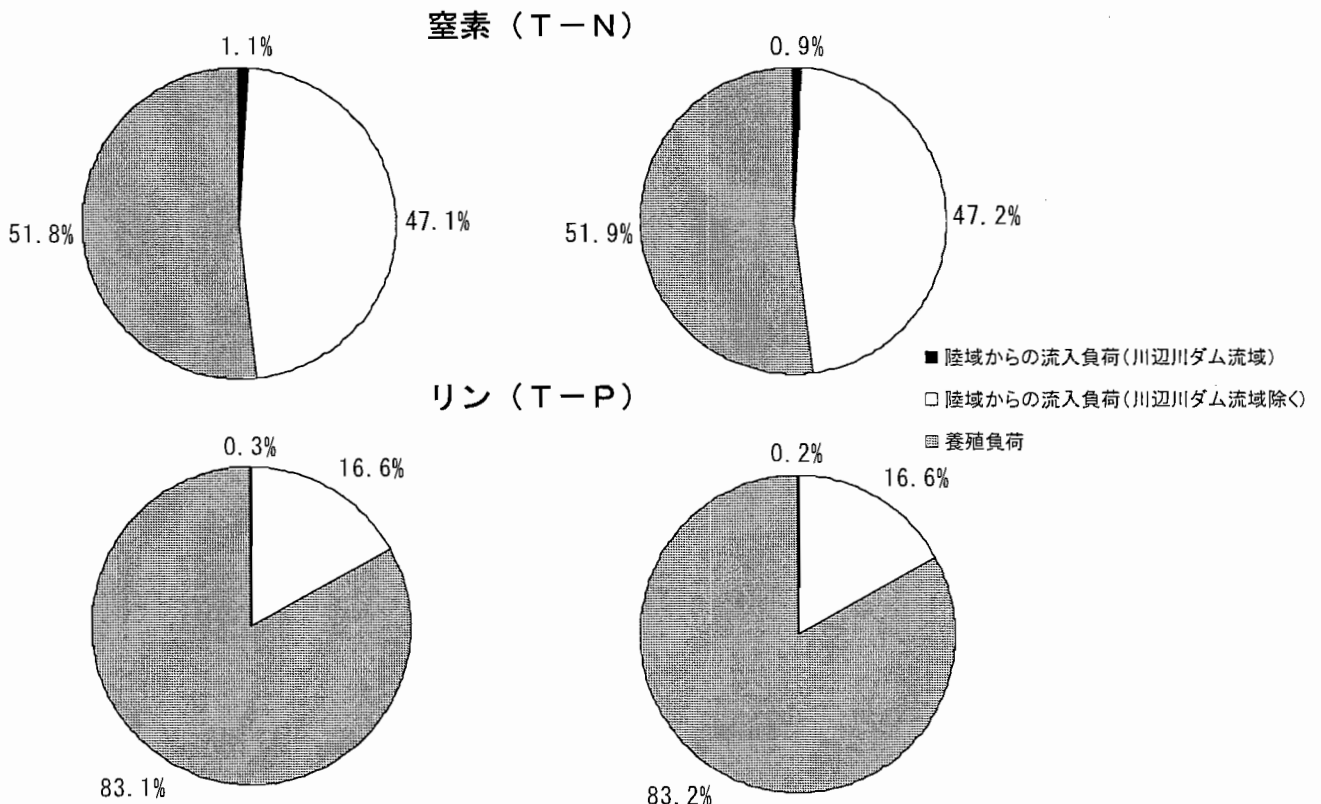
横石地点を流れる年間の水の総量の変化

- 注) 1.新たに農業に利用される水量は年間約30百万m³。この水はダムから直接農地に送られる。農地で利用された水は一部河川に戻るが、ここでは仮に全量が河川に戻らないものとして試算。
2.ダムの有効貯水容量106百万m³。

八代海域に流入する栄養塩類のうち、川辺川ダム上流域から流出する栄養塩類の占める割合は小さい。このため、ダム建設前後で栄養塩類の濃度変化はほとんどみられない。

【川辺川ダム建設前】

【川辺川ダム建設後】



注) 川辺川ダム建設前後の八代海域への流入負荷は、熊本県及び鹿児島県が作成した流入負荷に水質予測計算における川辺川ダム建設前後の負荷量の差を考慮して試算した。

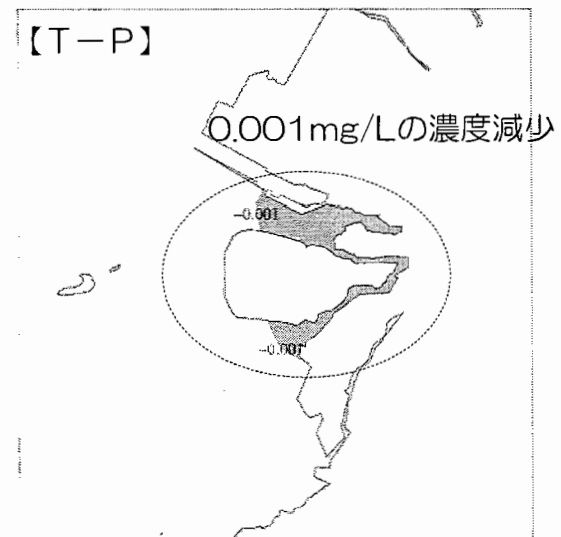
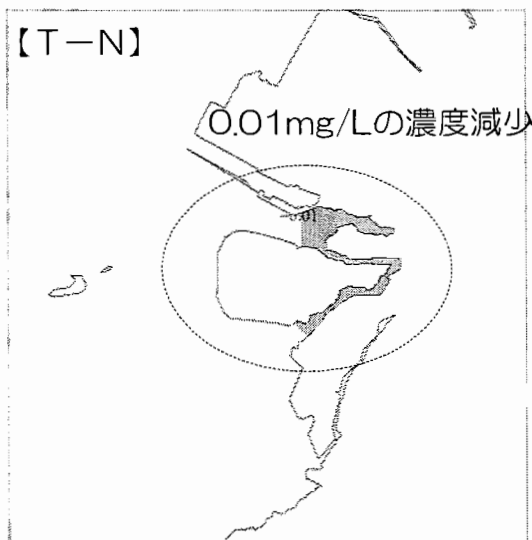
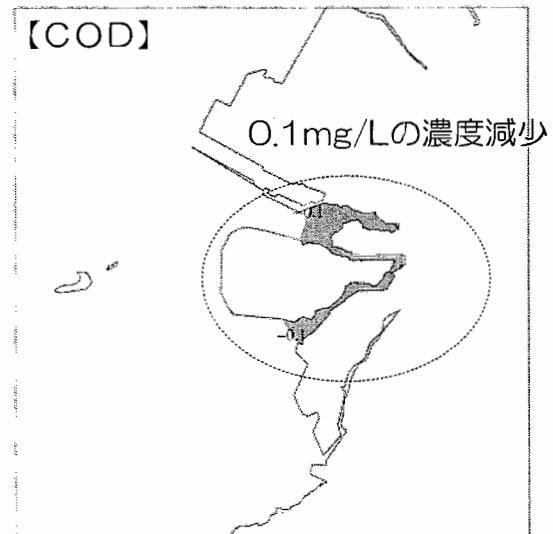
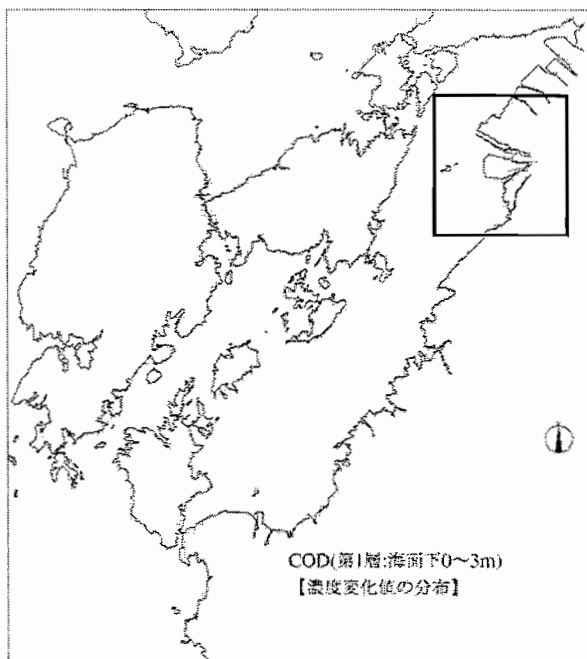
② 水質予測モデルによる予測結果

川辺川ダムが建設された場合の八代海域の水質を予測した結果、現状とほぼ変わらないことから、海域へ与える水質面での影響は無視し得る程度のもものとみてとれる結果であった。

川辺川ダムは、水質保全対策として選択取水設備及び清水バイパスを設置し運用することとしている。これを前提として川辺川ダムが建設された場合の河川水質、水量の変化を踏まえた数値シミュレーションを実施した。

○夏季平常時

川辺川ダムが建設された場合の八代海域の水質を予測した結果、現状とほぼ変わらないことから、海域へ与える水質面での影響は無視し得る程度のもものとみてとれる結果であった。



濃度減少域

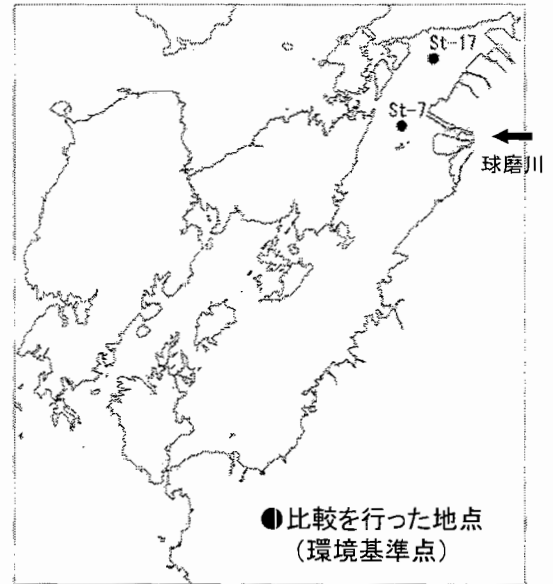
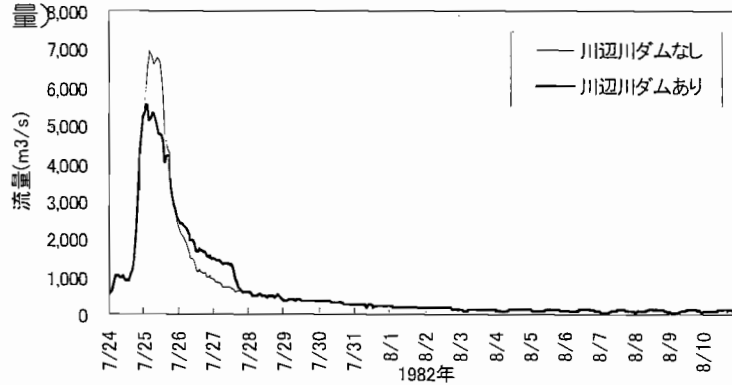
濃度変化値：
・現況の夏季平常時の計算結果と、川辺川ダムの建設前後の、濃度変化値を求めた。
・夏季平常時は、1994～1996年の6～8月とした。

○洪水時

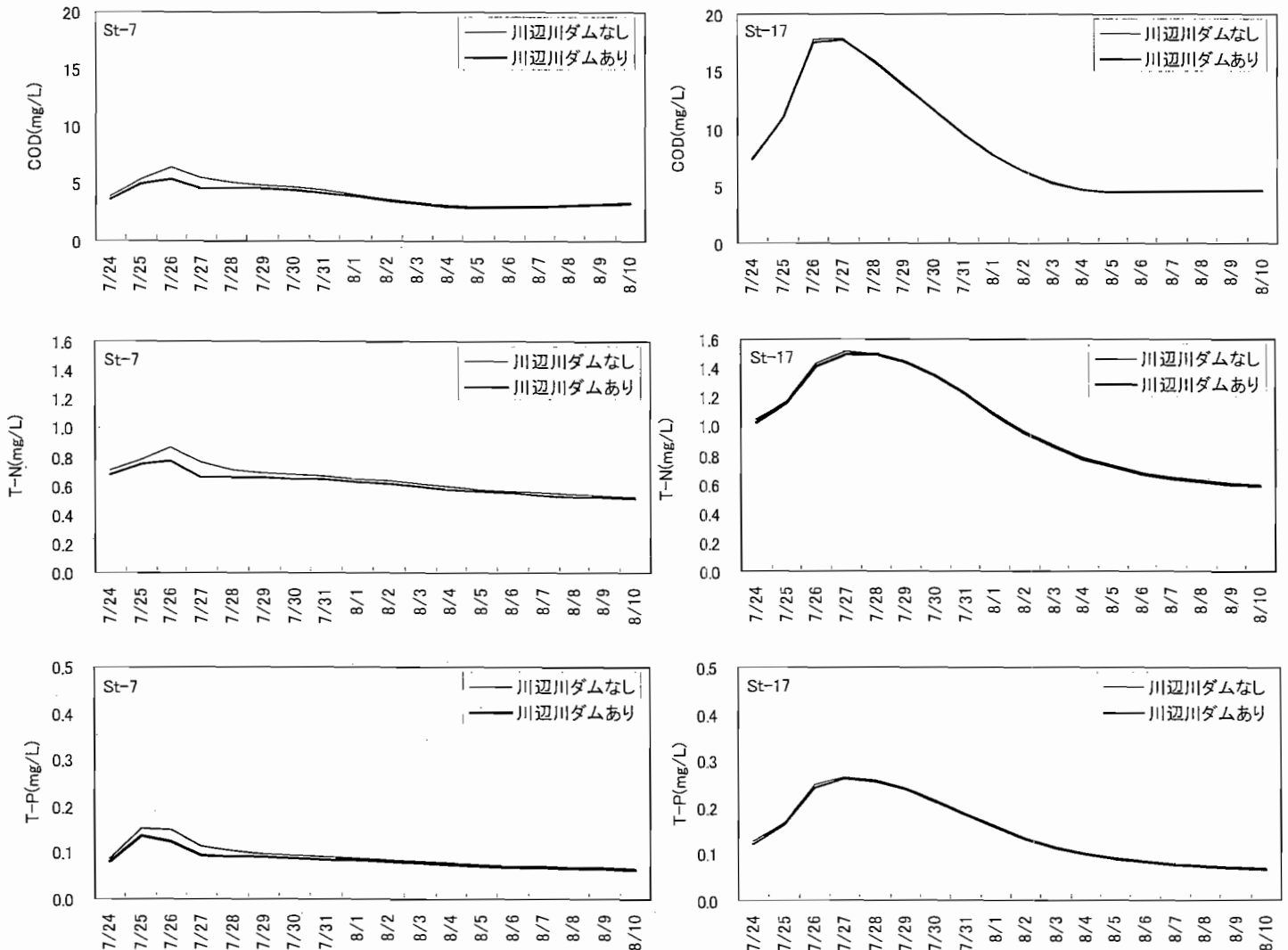
- ・川辺川ダム建設前後のCOD、窒素（T-N）、リン（T-P）の計算結果を、環境基準点のSt-7とSt-17において比較した。
- ・球磨川河口近傍のSt-7において、川辺川ダム建設後は、流量ピーク時の7月25日から7月28日の間にはCOD、窒素（T-N）、リン（T-P）が低くなっているが、7月29日以降には川辺川ダム建設前とほとんど変わらない。
- ・また、湾奥のSt-17では、川辺川ダム建設前後による差は、ほとんどみられない。

○球磨川の流量

（既往最大洪水時〔昭和57年7月の出水時〕における横石地点の流量



○環境基準点St-7、St-17の水質計算結果



八代海の水質予測モデル

○モデルの概要

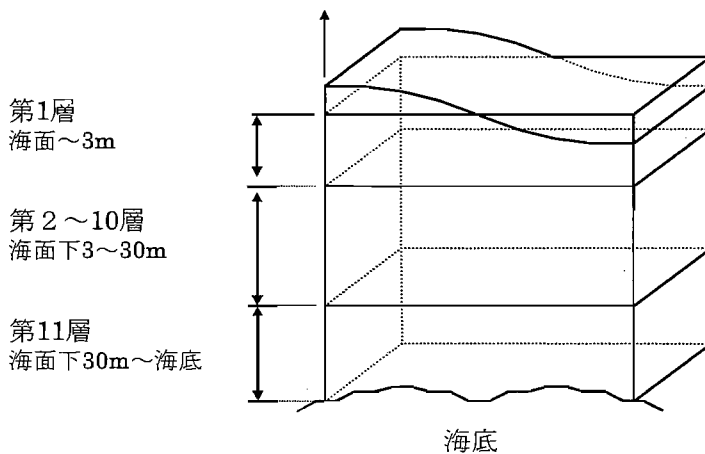
- ・八代海の水質予測モデルは、密度流を考慮した流動モデルと植物プランクトンを考慮した富栄養化モデルからなる。
- ・予測項目は、流動、水温、塩分、COD、窒素、リンである。

○多層メッシュモデル

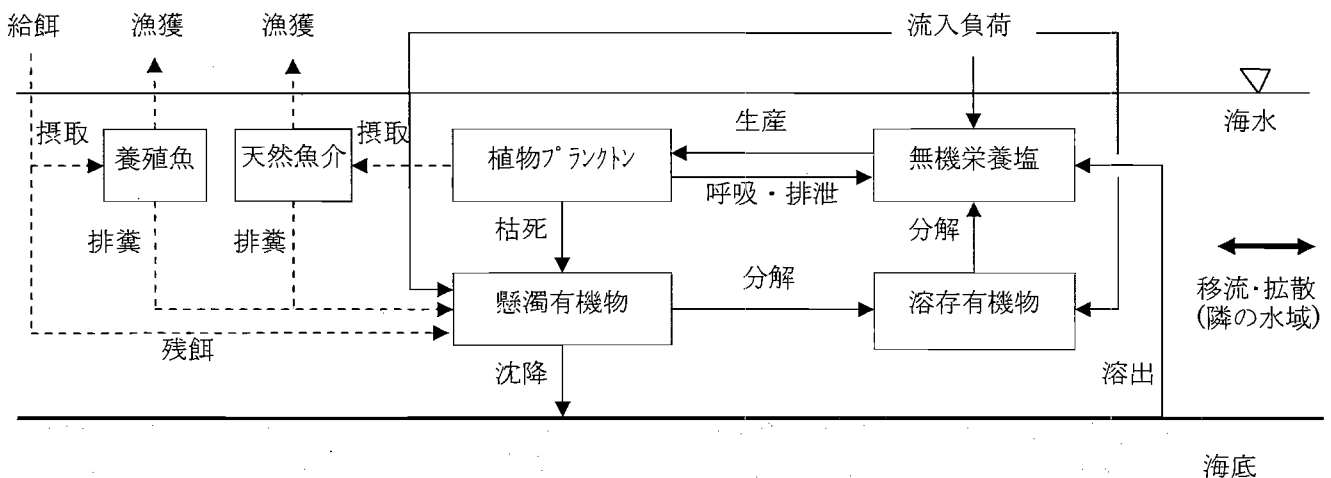
- ・対象海域を水平方向に500m×500mメッシュに分割し、鉛直方向に11層に分割し、各メッシュの流動、水質を計算した。

○計算対象年

- ・平水時 夏季平常時（平成6年～平成8年の6～8月）
- ・洪水時 近年の最大洪水時（昭和57年7月24日～8月10日）



水質予測モデルの基本構造



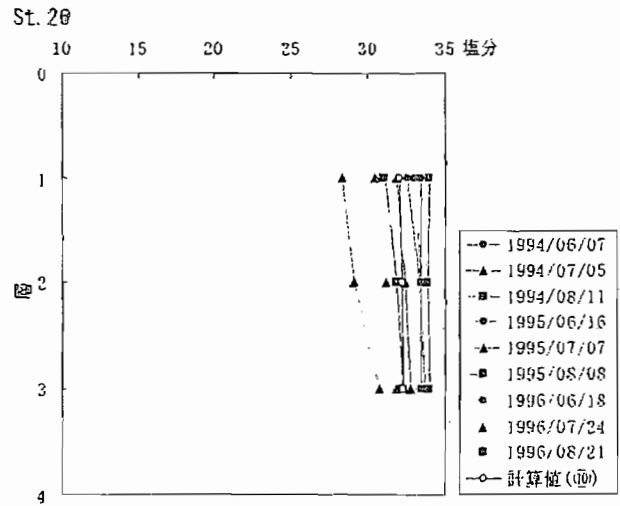
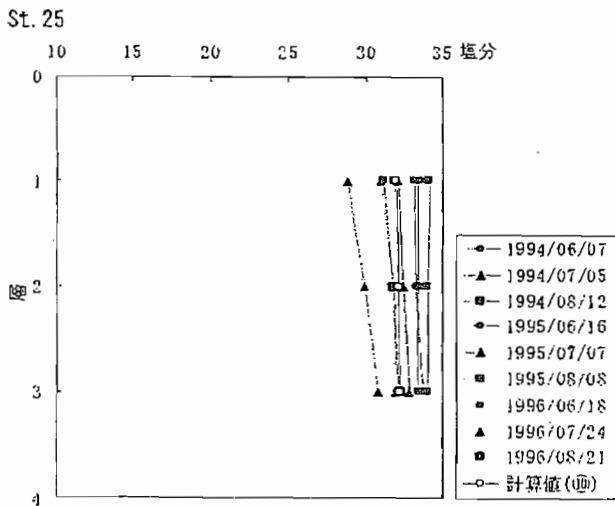
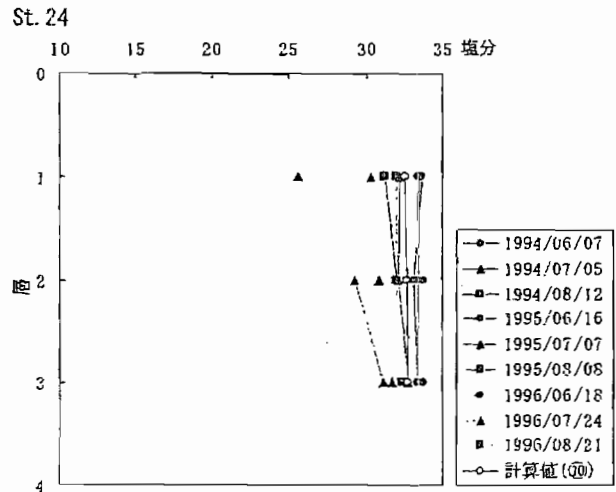
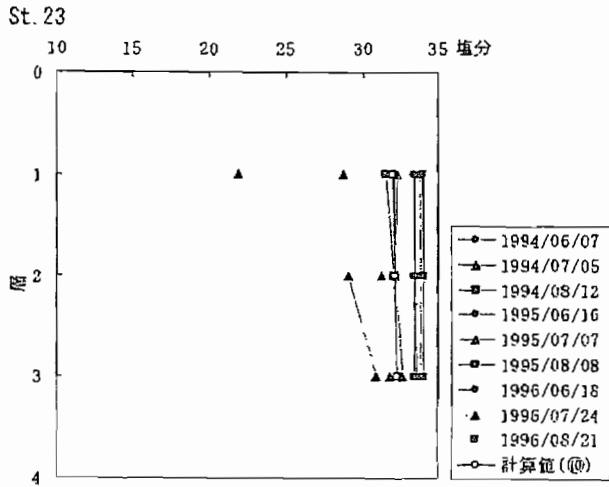
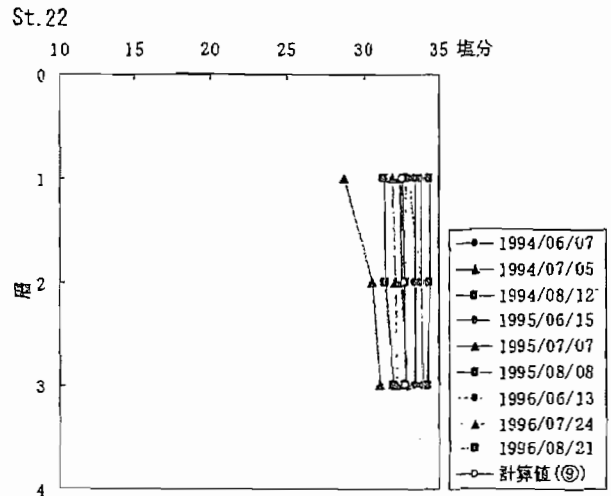
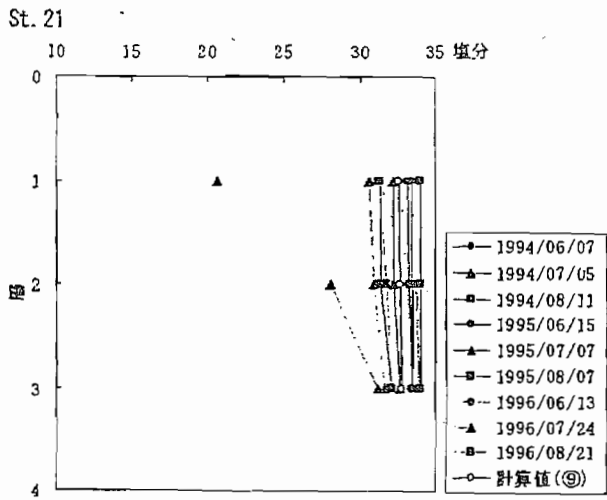


図 塩分実測値と計算値の鉛直分布 (1994年~1996年の6~8月)

※層...1: 海面下0~3m 2: 海面下3~10m 3: 海面下10m以下

実測値の第1、2層: 海面下0m、5m、10mで得られた値を線形補間することにより層中央部の値とした。

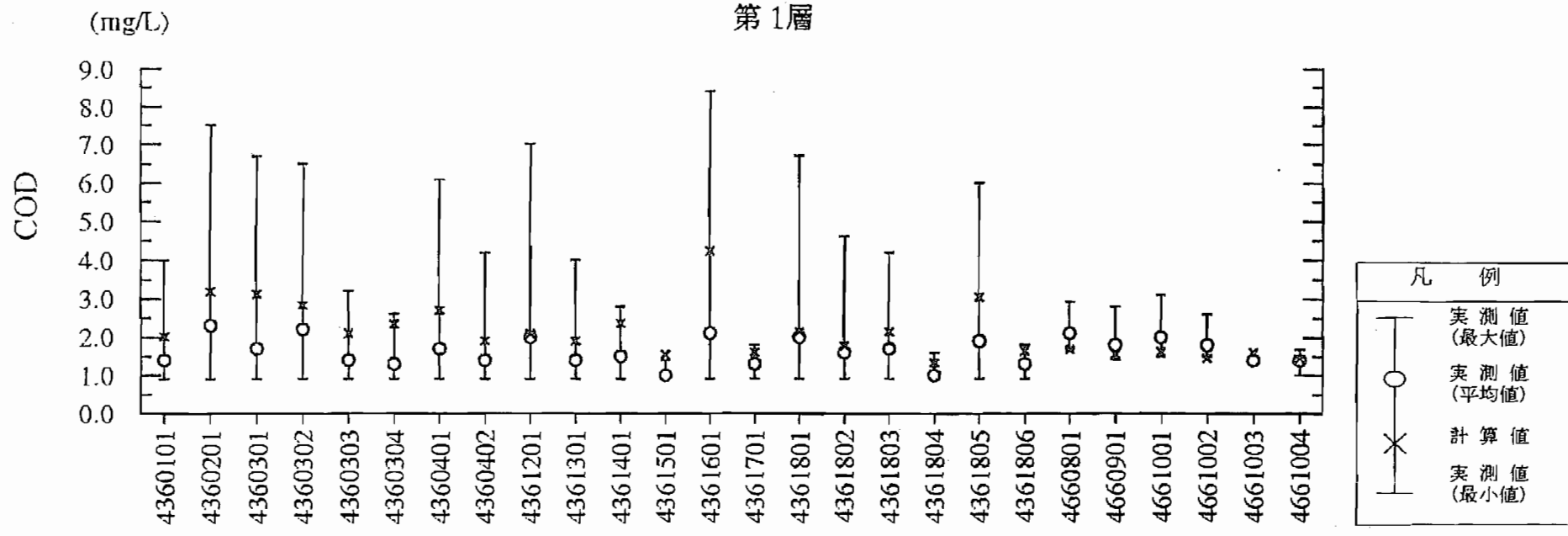
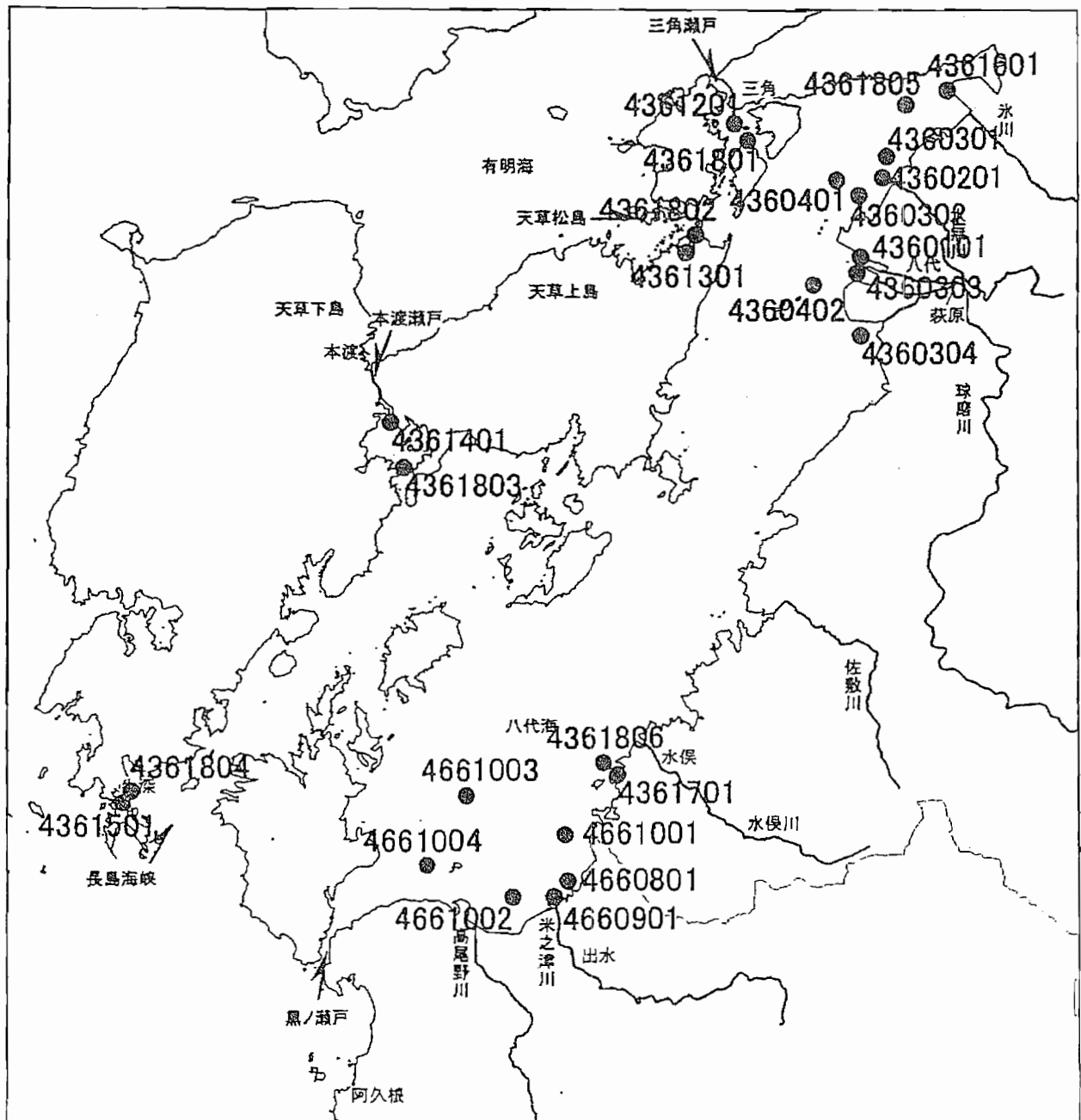


図 水質の比較 (COD)



(2) 八代海の水質予測の方法

水質予測モデルにより、ダム建設後の八代海域の水質変化を予測する。

STEP1 八代海域の水質予測モデルの構築

- ・八代海域の水質を定量的に予測するため、多層メッシュモデルを構築した。



STEP2 八代海域の水質予測モデルの検証

- ・計算条件（八代海の形状、流入水の水質、日射や気温など）を設定
- ・検証計算



STEP3 八代海の水温・水質を予測

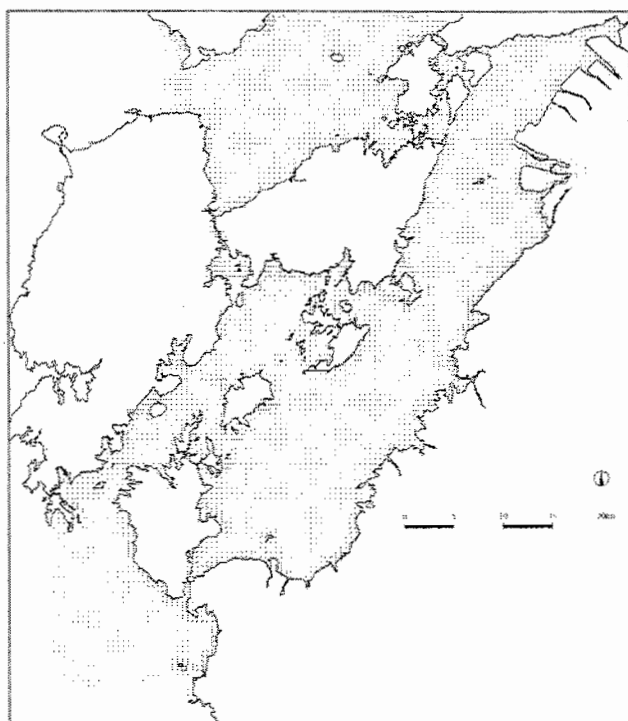
- ・計算条件（流入水の水質など）の設定
- ・予測計算（水質）

この他に、八代海域の現地調査結果なども踏まえ、総合的に判断している。

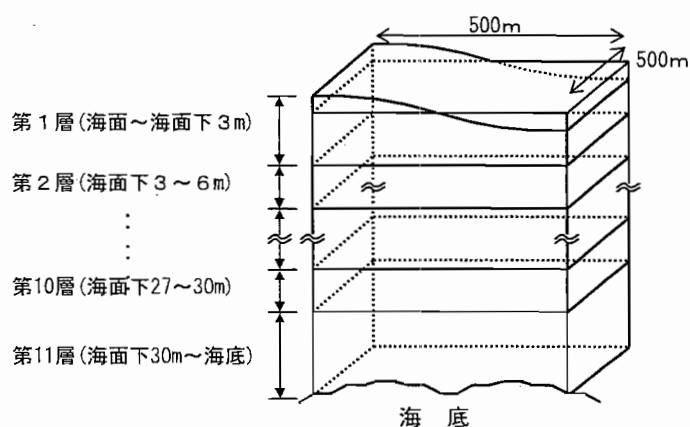
STEP 1 八代海域の水質予測モデルの構築

○八代海域の水質を定量的に予測し、川辺川ダムと八代海域との水量・水質面での関係確認や保全対策の効果を確認するために、八代海域の水質予測モデルを構築した。

○当初は、八代海域における負荷収支の把握を目的としてボックスモデルを構築したが、その後、海域環境の保全対策の効果を評価することを目的として、多層メッシュモデルに改良した。

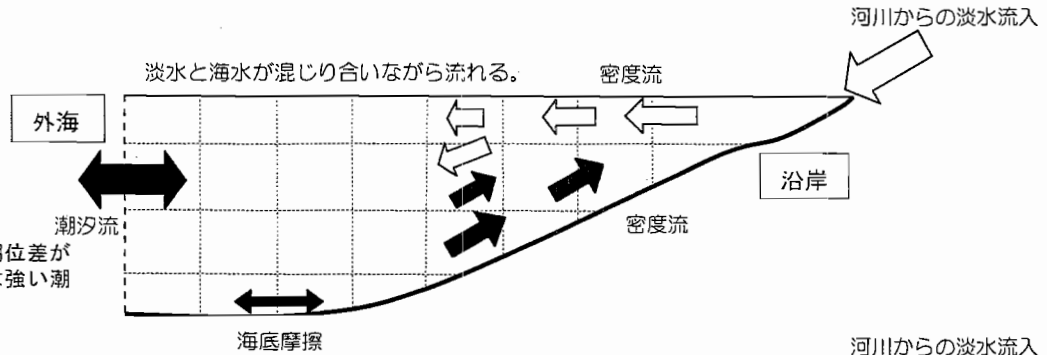


八代海域を500m×500mのメッシュ（7,351個）に分割した。

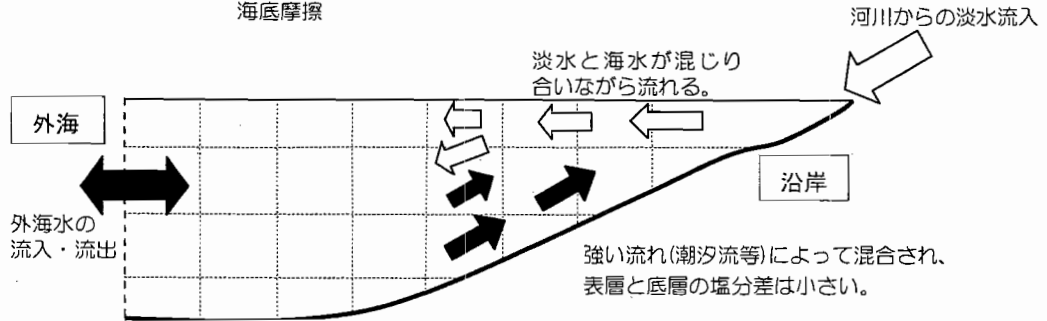


○水の流れの計算

八代海域のように外海との潮位差が大きく、開口部が狭い場合は強い潮汐流が生じる

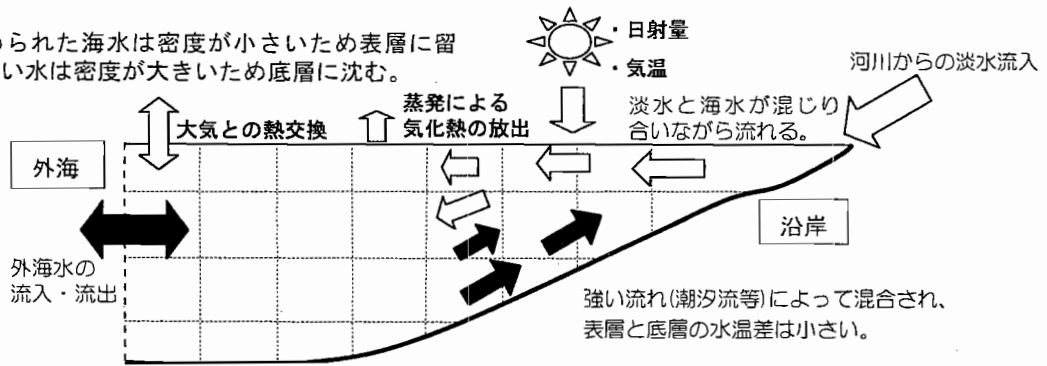


○塩分の計算

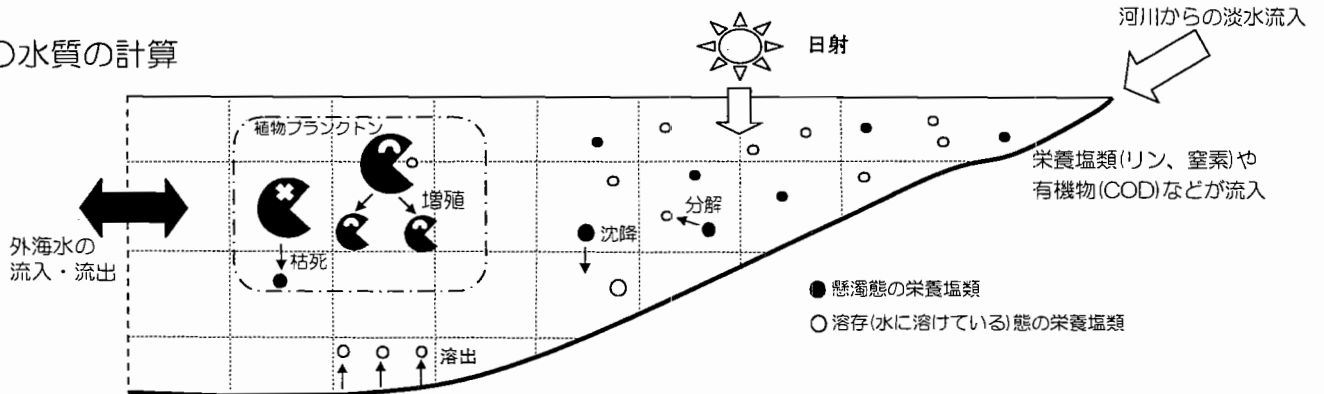


○水温の計算

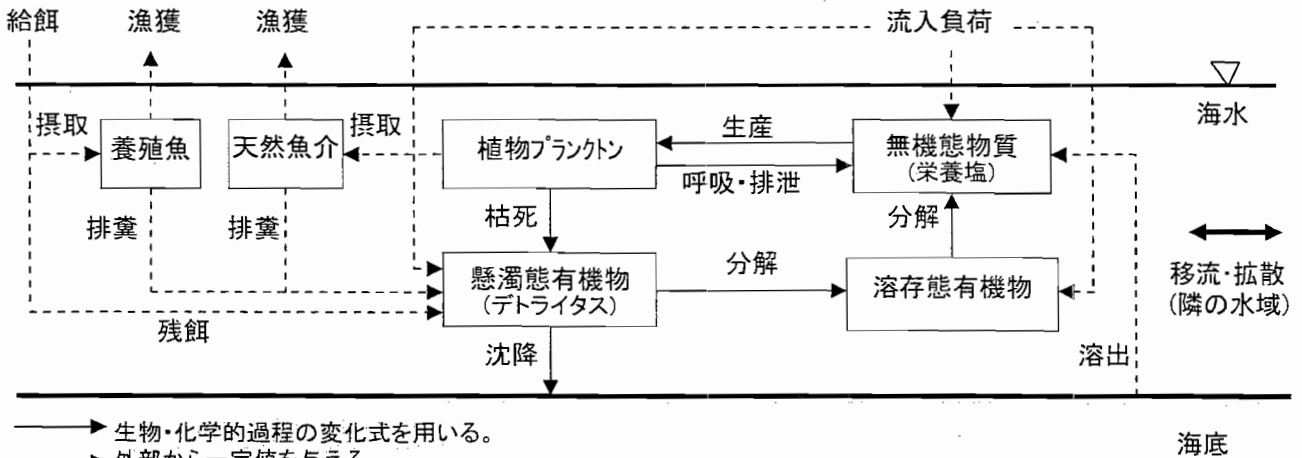
日射で暖められた海水は密度が小さいため表層に留まり、冷たい水は密度が大きいため底層に沈む。



○水質の計算



【参考】生態系物質収支の考え方



——> 生物・化学的過程の変化式を用いる。
 - - - -> 外部から一定値を与える

STEP 2 水質予測モデルの検証

○八代海域における公共用水域の調査結果と比較し、水質予測モデルの適正さを検証

○検証対象年

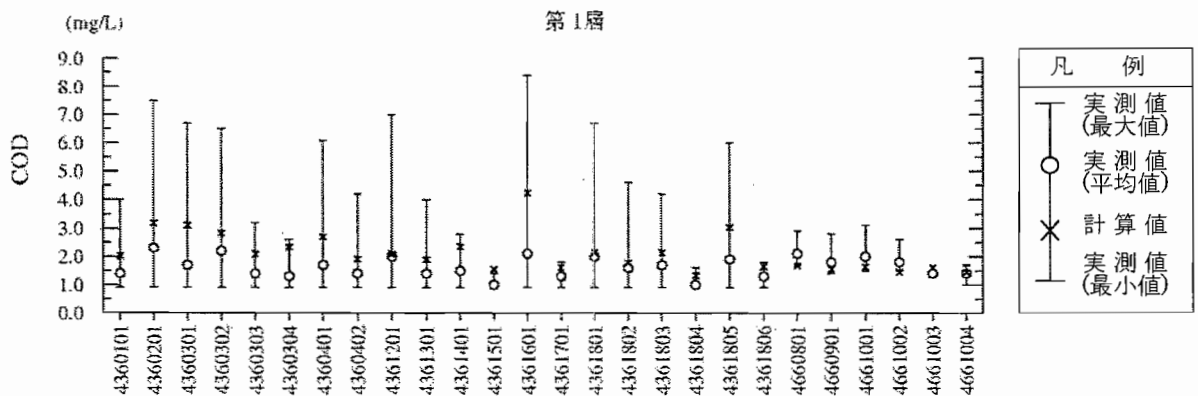
- ・平成6年～平成8年の夏季（6月～8月）で検証
（公共用水域の調査が実施された42日分のデータ）

○検証項目

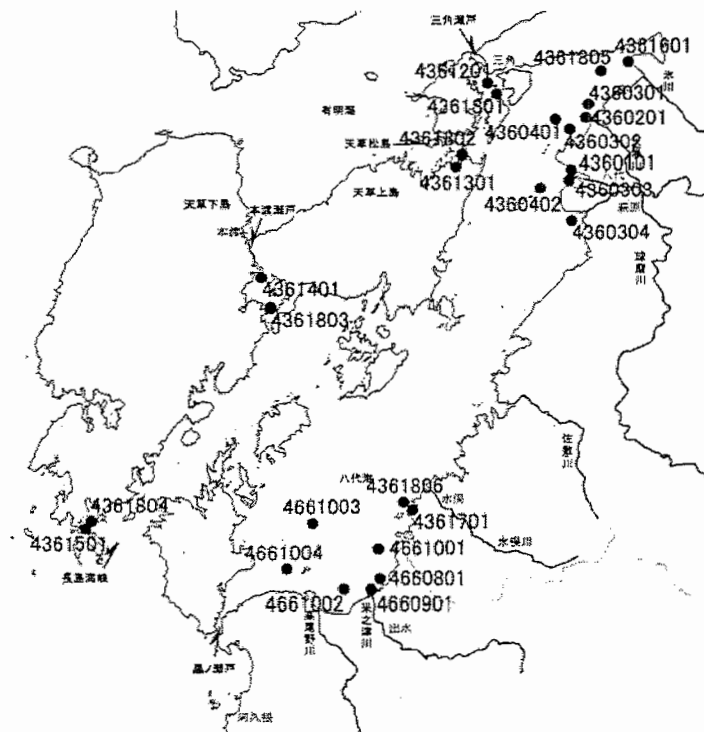
- ・水温、塩分、COD、窒素（T-N）、燐（T-P）について検証

○検証結果

- ・CODの検証結果例



※) 横軸の数値は、公共用水域の調査地点番号を示している。



流入水質などを入れ替えて、八代海域の水質予測モデルを構築。

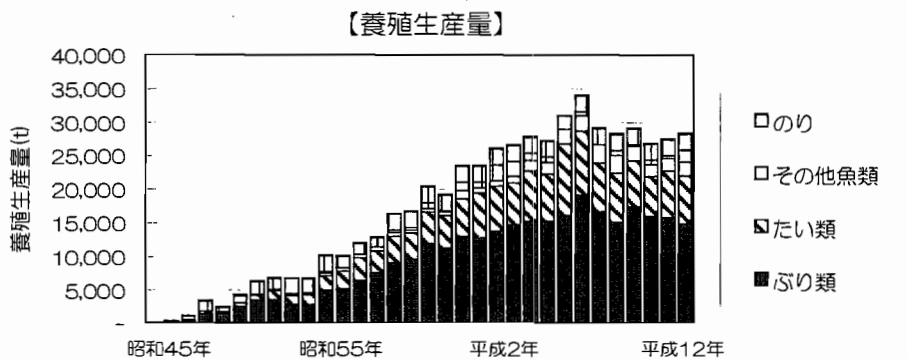
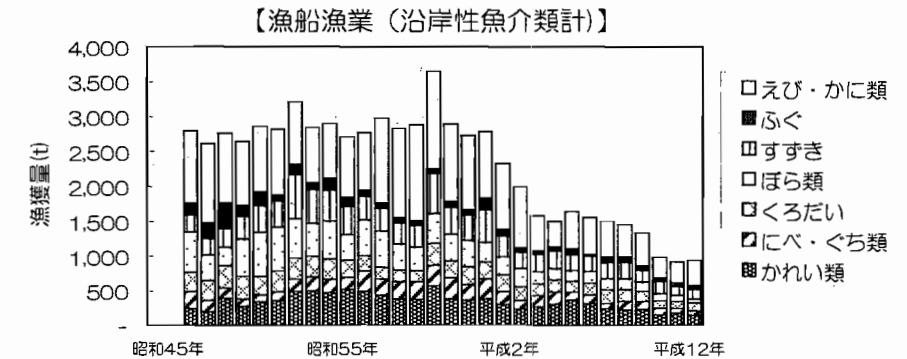
STEP 3 川辺川ダム建設前後の水質を予測

○計算条件

設定項目	設定方法、設定内容
境界潮位	潮汐調和定数を基に推算潮位を設定 潮汐調和定数は、日本沿岸潮汐調和定数表(海上保安庁,平成4年)を基に設定
境界水温・塩分	熊本県が実施した沿岸定線及び浅海定線調査結果を基に設定。
流入水量(球磨川)	横石地点の流量調査結果から設定
流入水量(その他の河川)	各流域の面積と球磨川の比流量から設定
気象条件(日射量、雲量、湿度)	熊本気象台の観測値から設定
気象条件(気温、風速)	八代地域気象観測所の観測値から設定
境界水質	鹿児島県及び長崎県の公共用水域水質測定結果から設定
流入負荷量(球磨川)	横石地点の水質調査結果から設定
流入負荷量(その他の河川)	各流域の排出負荷量と球磨川の流達率から設定
養殖負荷量	地区別の生産量と原単位から設定
漁業取上げ量	漁獲量と魚体の成分から設定

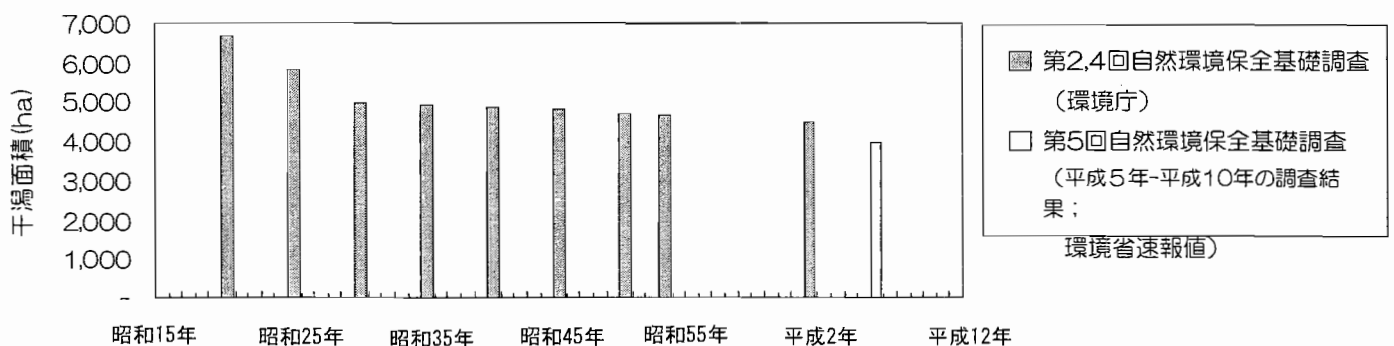
② 沿岸性魚介類の現状

漁船漁業による漁獲量は、稚魚期に河口域を利用する魚類（かれい類、にべ・ぐち類、くろだい、ぼら類、すずき、ふぐ）及びえび・かに類の漁獲量の減少が顕著である。また、魚類養殖の総生産量は、平成7年をピークに、以後減少しており、のり収穫量は、平成2年以降ほぼ横ばい傾向にある。



出典) 熊本農林水産統計年報
鹿兒島農林水産統計年報 より作成

沿岸性魚介類減少の直接的な原因は不明だが、現在得られる知見から、沿岸性魚介類の成育や再生産に影響を与えていると考えられる要因としては、産卵場や保育場として重要な藻場・干潟の減少、浅海域の環境劣化等が挙げられる。八代海の干潟は主に八代海北部に分布しており、昭和20年時点では6,500ha程度あった干潟は、平成元年までに約2,200ha消滅している。



環境省速報値)

(西暦)	(年号)	
1600頃		加藤清正、逸拝塚及び萩原堰を築造し干拓の基礎をなす
1610		
1608	慶長13	加藤清正、新幸田開(千丁)84haの干拓地を造成
1655	明暦1	松井氏、松崎新地34haを築造
1681	延宝9	松井氏、高小原新地124haを築造
1718		築造、迫馬地区を築造
1769	明和6	山本新地(福柳)、堀新地を築造、和川家北川内新地を築造
1772	安永1	塩島新地31ha
1789	寛政1	芝島新地(御政免田)50ha
1804	文化1	延延新地(金剛)84ha
1806	文化3	中幸田新地(安島)23ha
1814	文化11	高島新地187ha
1819	文政2	四百丁新地(千丁)
1821	文政4	七百丁新地(歳)
1842	天保13	二の丸新地(八千把) 藤幸田新地38ha
1843	天保14	水島新地、桜合新地
1844	弘化1	延延新地(松高)
1855	安政2	千丁二の丸新地、北幸田新地(安島)北原新地、三江湖新地
1866	慶応2	野崎新地(歳)
1887	明治20	日本新地(八千把)
1896	明治29	坂田氏等、明治新田253ha
1899	明治32	を干拓
1900	明治35	郡築新地1,050haを干拓
1905	明治38	(郡営工事)
1920	大正9	南新地(昭和)570ha、北新地(歳)637haを干拓(県営工事)
1926		
1943	昭和18	金剛干拓426haを造成
1958	昭和33	(国営工事)
1947	昭和22	芦北干拓(日奈久)30haを造成
1947	昭和22	八代港干拓253haを造成、新田
1965	昭和40	都市指定に伴い工場用地に転用
1964	昭和39	八代平野水利事業計画樹立
1966	昭和41	不知火干拓(和鹿島工区)526haを造成
1987	昭和52	八代港土砂処分場43.8ha造成中
1991	平成3	日奈久地先埋立23.8haを造成

昭和30年(1955) 荒瀬ダム完成 →

昭和35年(1958) 瀬戸石ダム完成 →

昭和34年(1959) 市房ダム完成 →

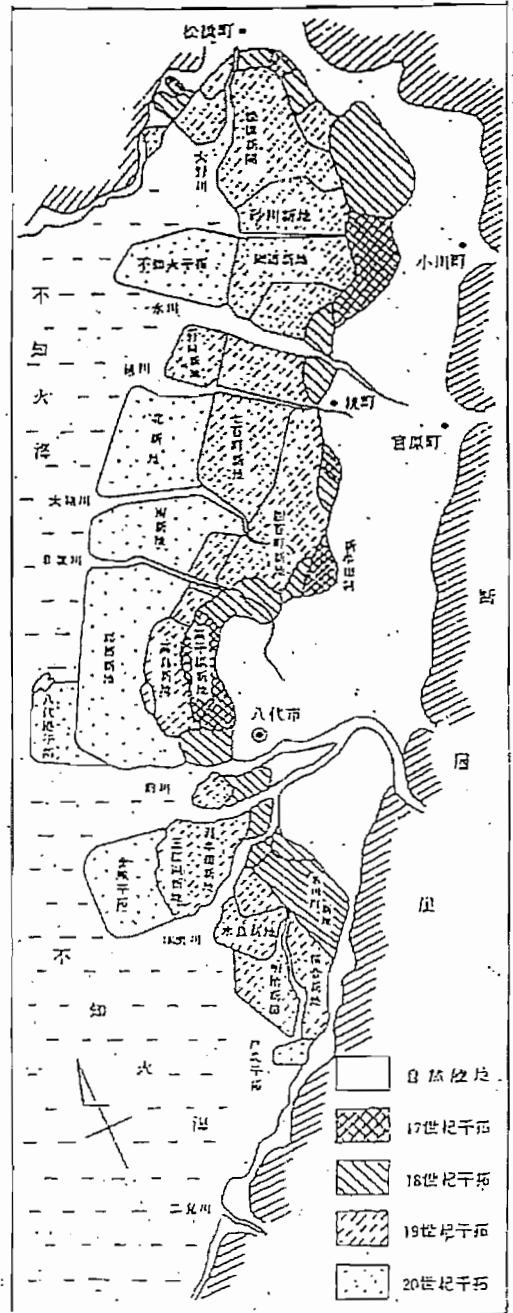
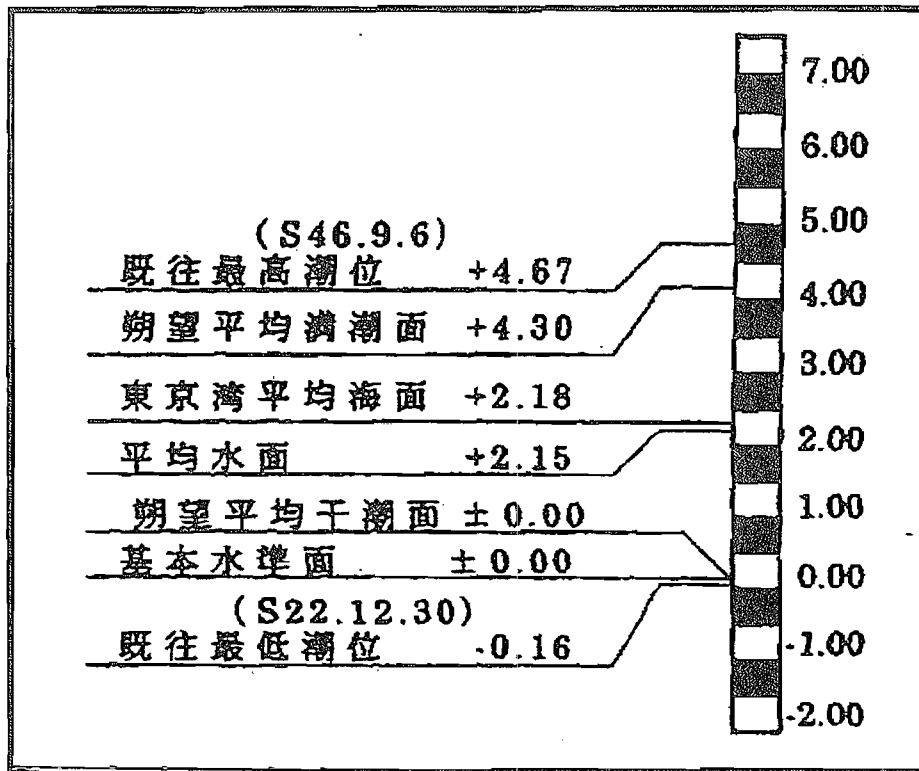


図 D-2-1. 4

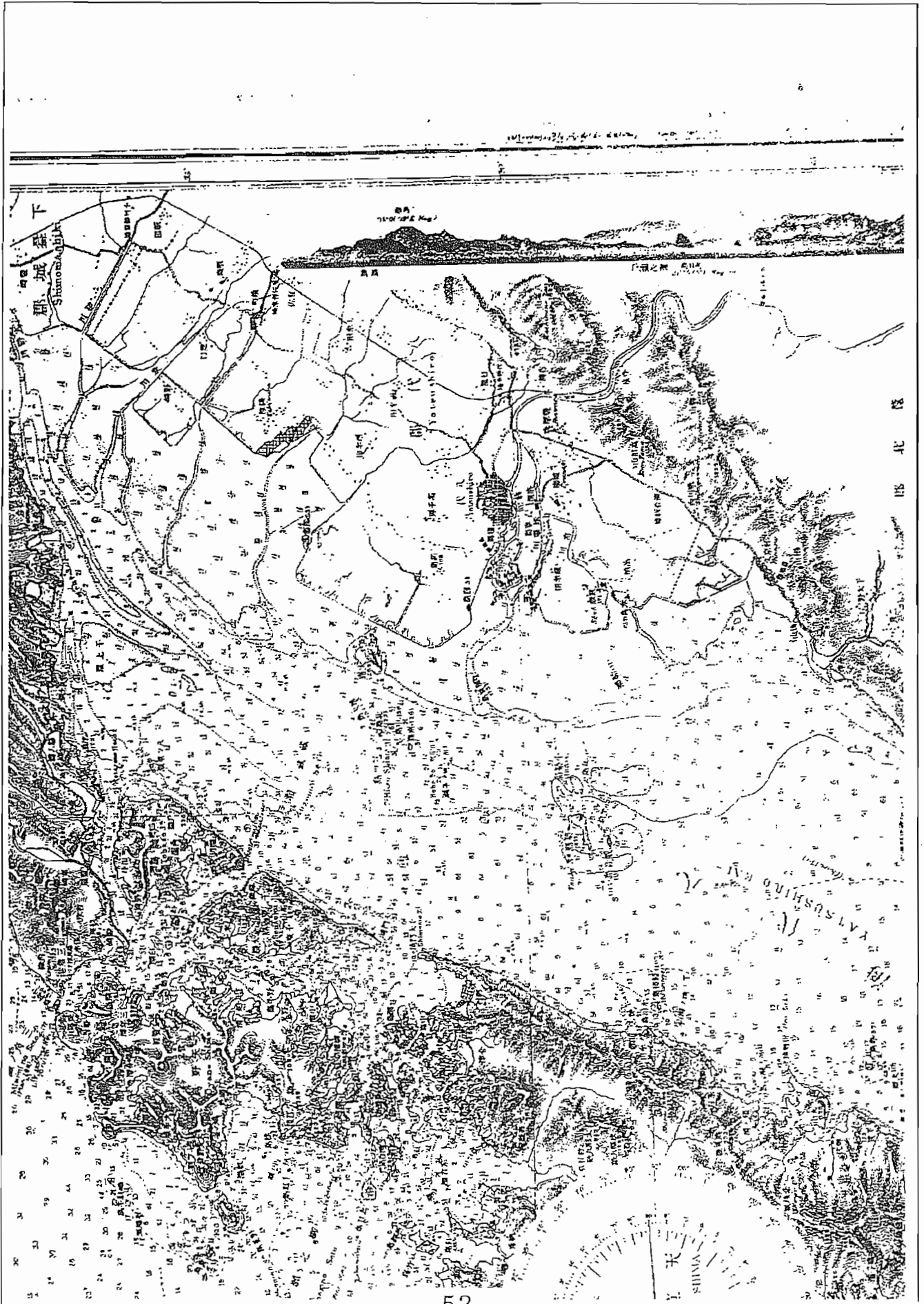
八代海干拓の歴史

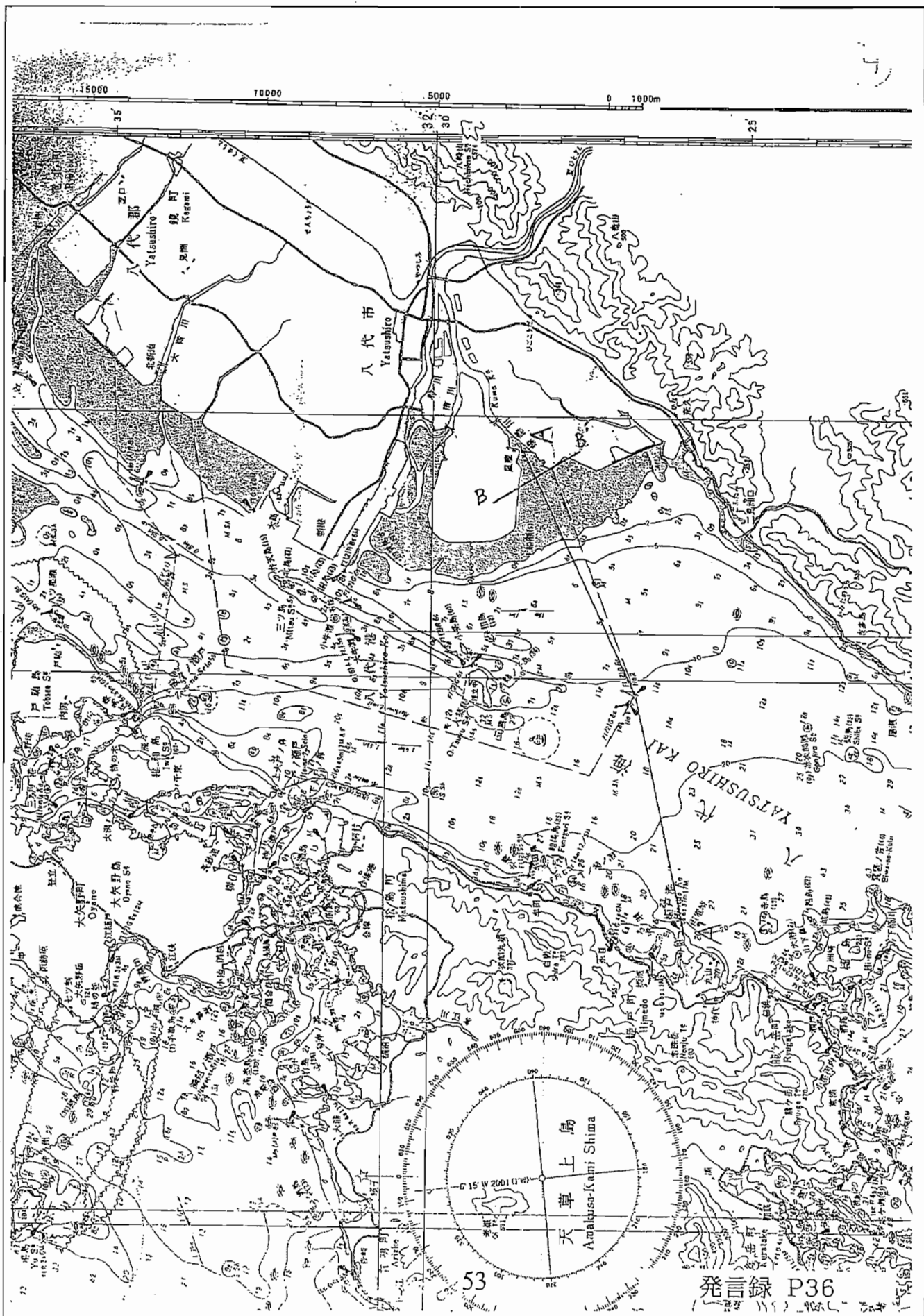


出典:「八代港潮汐表より抜粋」(1997年 第四港湾建設局)

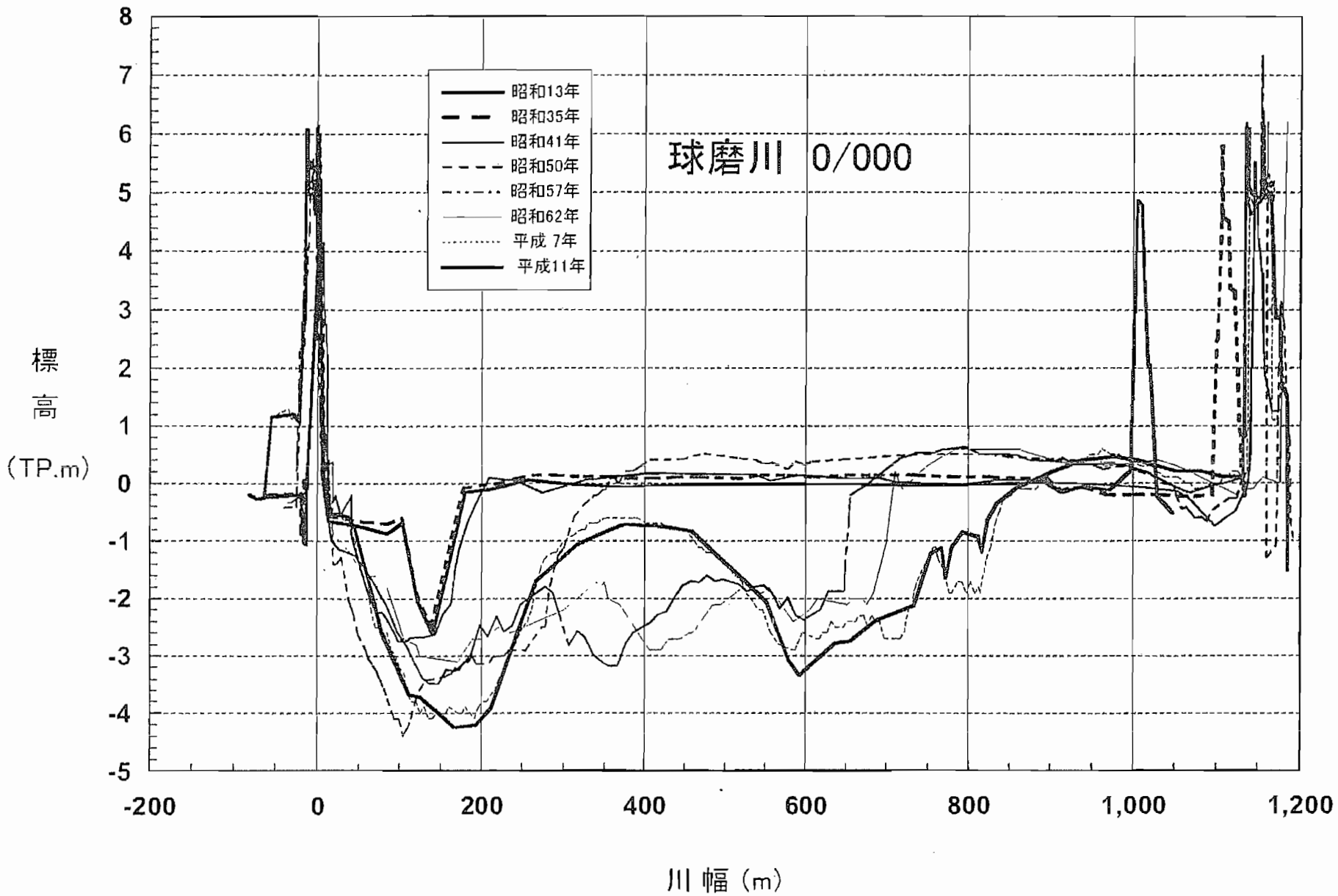
図1-1-4 八代港の潮位図

- 既往最高潮位 +4.67: 1997年までに観測された最高潮位
- 朔望平均満潮面 +4.30: 朔(新月)又は望(満月)の日より5日以内における最高満潮位の平均である。
- 東京湾平均海面 +2.18: 明治6年から12年の間に東京の豊岸島で行われた潮位の観測により求められた平均潮位を根拠として決められた国内の高さの基準であり、これを八代港に当てはめると+2.18mとなる。
- 平均水面 +2.15: 八代港における潮位の平均である。
- 朔望平均干潮面 ±0.00: 朔(新月)又は望(満月)の日より5日以内における最低干潮位の平均である。
- 基本水準面 ±0.00: 朔望平均干潮面を基に設定
- 既往最低潮位 -0.16: 1997年までに観測された最低潮位



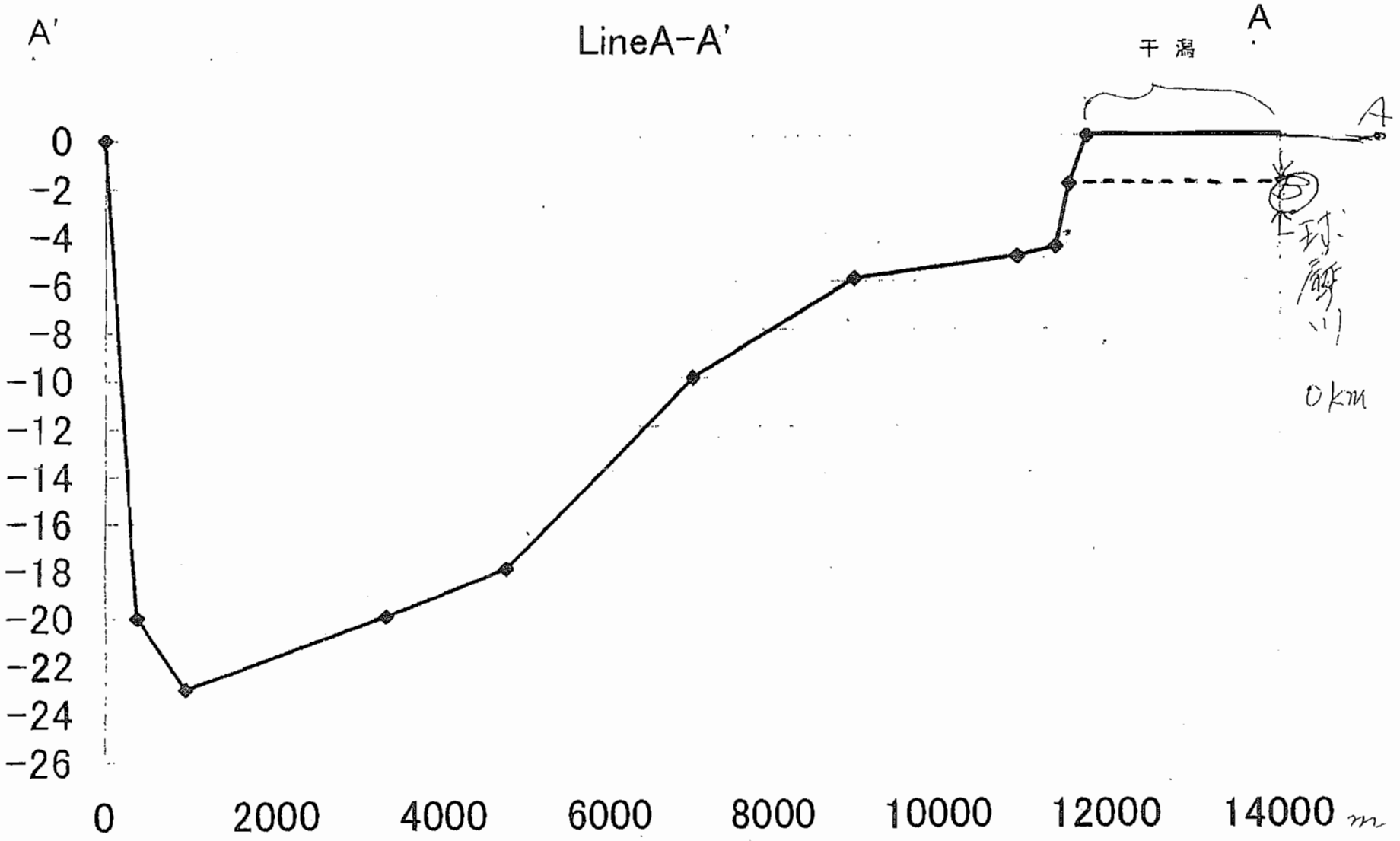


球磨川 0/000



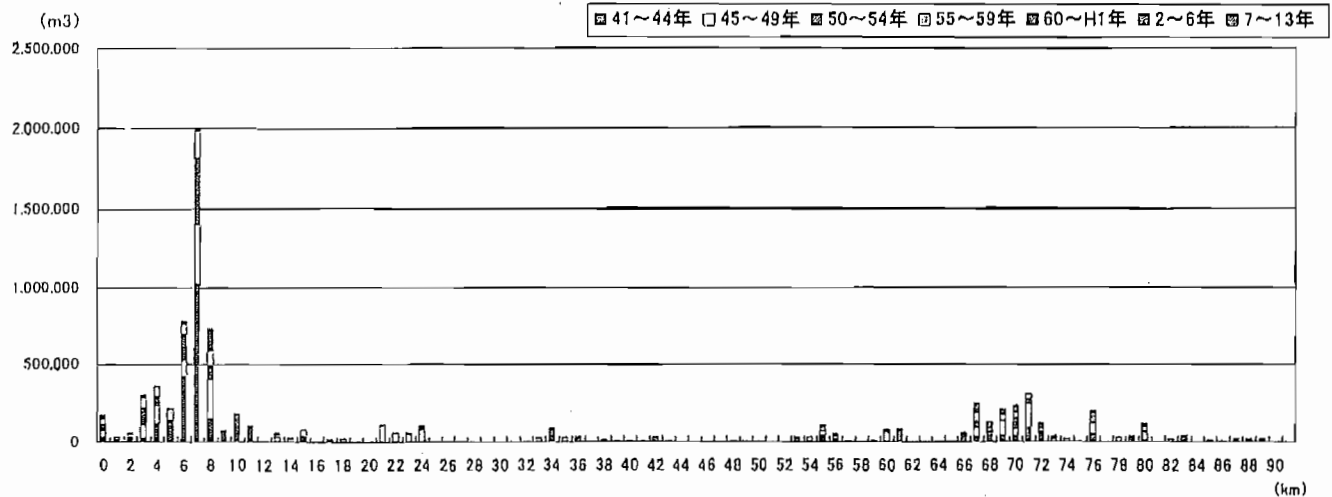
54

発言録 P37.52



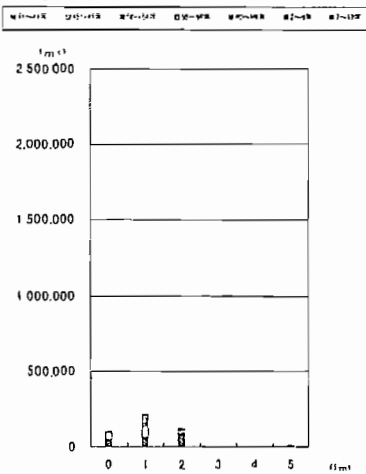
55

球磨川縦断方向砂利採取量合計(5年毎)



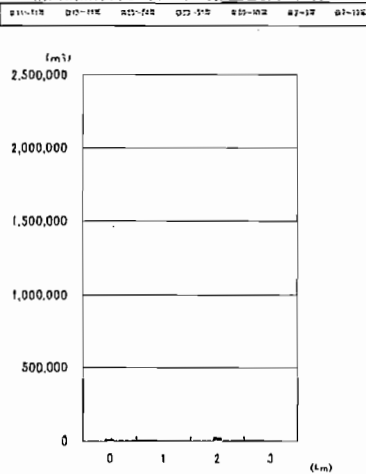
出典: 八代工事事務所 河川管理課 資料

前川縦断方向砂利採取許可数量合計(5年毎)



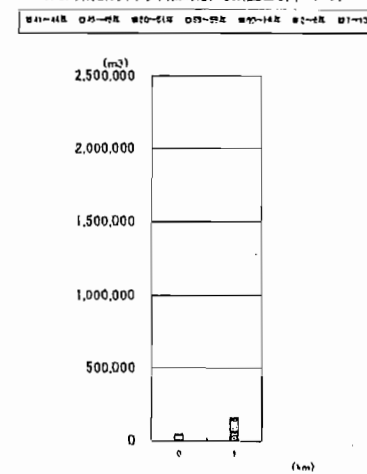
出典: 八代工事事務所 河川管理課 資料

兩川縦断方向砂利採取許可数量合計(5年毎)



出典: 八代工事事務所 河川管理課 資料

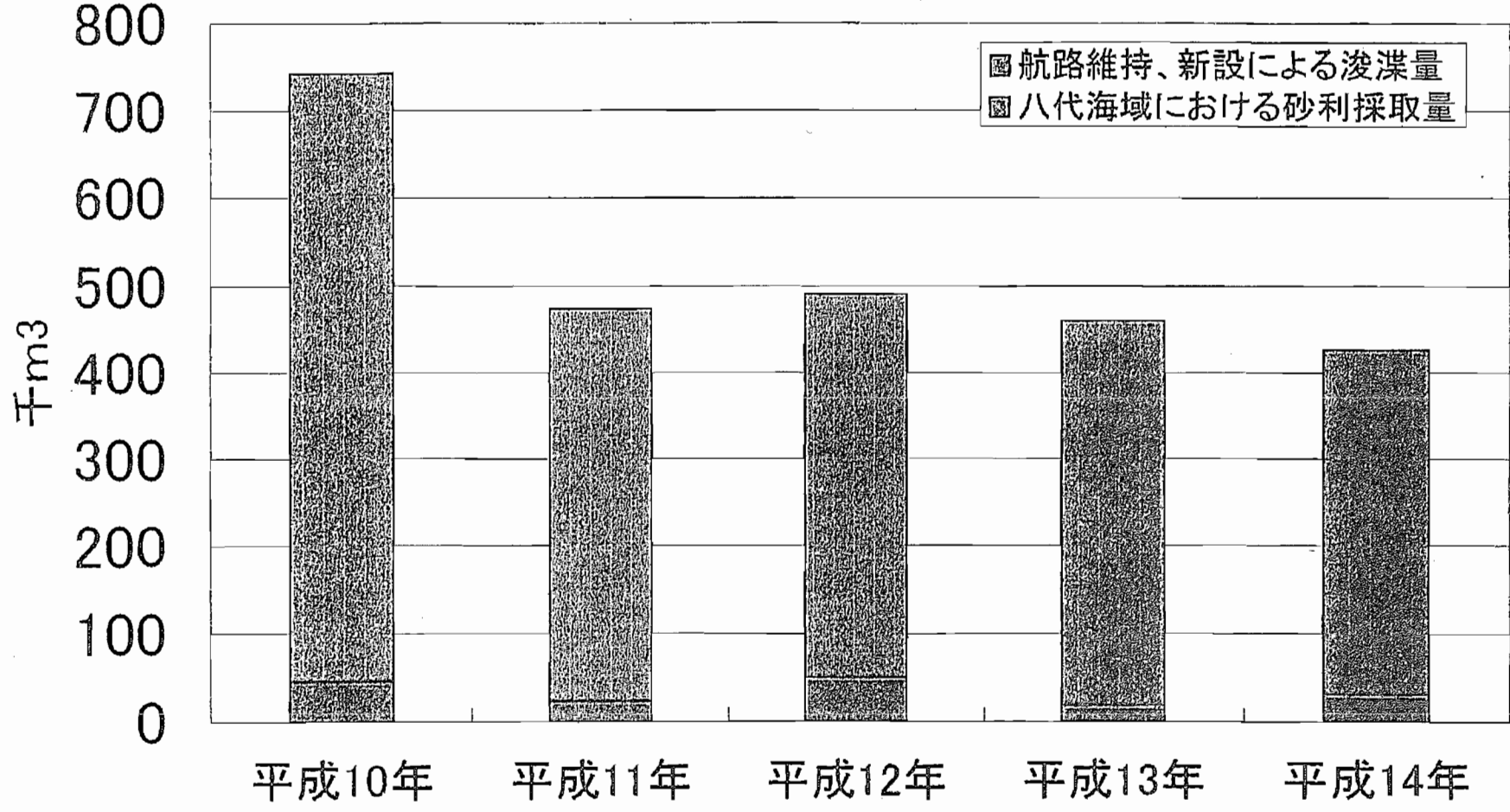
川辺川縦断方向砂利採取許可数量合計(5年毎)



出典: 八代工事事務所 河川管理課 資料

距離の区切りは、0/000~0/999=0、1/000~1/999=1とする

八代海域における砂利採取及び浚渫の状況



【ご意見】

川辺川ダム建設によって海域への砂の供給がどの程度減少し、これが環境へどのように影響するかについて早急に評価すべきであり、これが明確にできない限り、川辺川ダム建設は海域へ影響を与えないと主張することはできない

【当方の考え】

干潟は、主に河川から供給される砂分等により形成されている。川辺川ダム完成後は、モニタリング等を行いながら大きな影響が生じないよう必要に応じ置土・砂利採取許可制限等の適切な対策を講じる。

（参考1）ダム貯水池に堆積する砂の量の試算例

ダムから海域にいたる広域的な土砂の動態については、ダムに流入する土砂の構成比、土砂の移動など不確実な事項が多いため、予測の精度には限界がある。このため、ここでは、既存の文献を参考にして、ダム貯水池に堆積する砂分の試算を行った。

川辺川ダムに流入する土砂量は年間30万m³程度と試算されるが、土砂の構成比を、

砂利：砂：シルト・粘土＝0～10%：35～40%：50～65%
（「沖積河川学」；山本晃一著より引用）

と仮定すると、ダム完成後、川辺川ダム貯水池に堆積する砂の量は、

$$\begin{aligned} \text{貯水池に堆積する砂の量} &= 30\text{万m}^3/\text{年程度} \times (0.35 \sim 0.40) \\ &= 10 \sim 12\text{万m}^3/\text{年程度} \end{aligned}$$

と試算される。

川辺川ダム完成後、モニタリングを行いながら、八代海域へ大きな影響が生じないよう、必要に応じて置土方式により下流に砂を供給するなどの適切な対策を講じる。

なお、八代海では、航路浚渫と砂利採取を併せて年間約10万m³の砂が採取されており、必要に応じてこうした砂の活用も検討していく。

(2) クマタカ

専門家からなる『川辺川ダム周辺猛禽類検討会』を設置し、生息状況の把握、適切な保護方針の検討等を行っている。

1. 委員会の設置目的

川辺川ダム周辺では希少な猛禽類の生息が確認されている。一般的に猛禽類は、全国的に減少傾向にあり、また食物連鎖の上位に位置し、広い生息域を要求するという生態的特性から、環境変化への適応力が小さいと考えられている。

ダム事業を進める上で、初期段階から学識経験者及び有識者の意見を反映させた調査を行い、科学的に生息状況を把握し、適切な保護方針を検討する。

2. 委員会の構成（五十音順・敬称略 平成15年5月下旬現在）

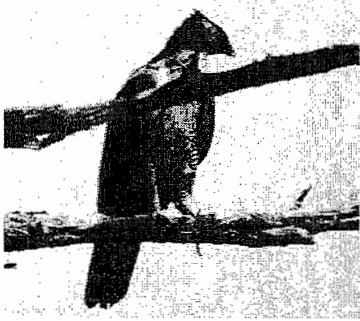
氏名	所属・役職	専門	備考
大田 真也	日本鳥学会会員	鳥類	
中島 義人	日本鳥類保護連盟野鳥専門委員	鳥類	

3. 開催状況

平成11年1月発足 現在（平成15年5月下旬）まで7回開催

①クマタカについて

クマタカは生態系の上位に位置し、全国的にみて個体数が少ない猛禽類の一種。



▲H14年8月撮影

豊かな自然の象徴（抜粋）

クマタカは食物ピラミッドの頂点に位置する生物であり、クマタカが生息していることは、クマタカの生命を支えるに十分なだけの餌動物がいるということであり、さらにその餌動物を支える豊かな自然があるということです。クマタカの保護は「安定した豊かな日本の森林生態系」の保全につながります。

出典：クマタカ・その保護管理の考え方(クマ幼生生態研究グループ,平成12年)

重要さの程度

- ①「絶滅のおそれのある野生動植物の種の保存に関する法律」
→国内希少野生動植物（その種の存続に支障をきたす程度に個体数が著しく少ないか減少しつつあり、その存続に支障をきたす種などの条件を満たす絶滅のおそれのある野生動植物種）に指定
- ②「改訂・日本の絶滅のおそれのある野生生物—レッドデータブック—鳥類」
→絶滅危惧IB類（近い将来における絶滅の危険性が高い種）として記載
- ③「熊本県の保護上重要な野生動植物レッドデータブックくまもと」
→危急（絶滅の危機が増大している種）として記載

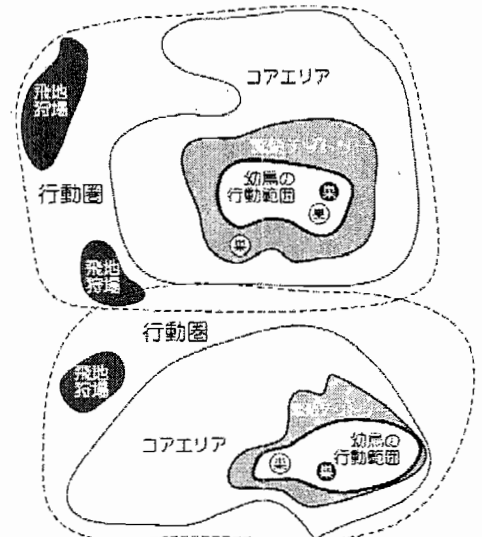
クマタカの生活史

「猛禽類保護の進め方」（環境庁, (財)鳥類保護連盟)



クマタカ行動圏内部構造

内部構造	定義
行動圏	一年を通じて利用される範囲
コアエリア	全行動圏の中で、1年を通じて、よく利用し、相対的に利用率の高い範囲。
繁殖テリトリー	繁殖期に設定される範囲であり、他のクマタカの侵入を防衛する範囲
幼鳥の行動範囲	巣立ち後の幼鳥が独立するまでの生活場所



注)クマタカ・その保護管理の考え方(クマ幼生生態研究グループ,平成12年)を基に作成。

②クマタカの調査

クマタカの調査は平成5年から実施しており、現在も継続中。調査検討にあたっては、委員会の専門家による指導・助言のもとに実施している。

▼クマタカ生息実態調査の状況

川辺川流域では、専門家の指導のもと
詳細な生息調査を継続して実施している。

今後も生息調査を継続して行うとともに、
その成果を保全対策に反映する。



調査方法	<p>現地調査は基本的に複数の調査地点からの同時観察により、クマタカの位置や行動、個体の特徴などを記録している。調査地点は見晴らしのよい場所や、つがいの状況が把握しやすい場所に設定している。なお、調査そのものが繁殖等の妨害をしないように、調査地点の設定に際しては細心の注意を行い、必要に応じてブラインド等を利用している。</p> <p>本調査での個体識別は次の手順で行っている。はじめに翼の欠損状況等により識別された個体に個体番号を付ける。次に交尾等の繁殖行動が確認された時点で個体番号をつけたどの個体が何つがいの雄親・雌親かを整理している。</p> <p>平成15年3月までに、各つがい約1,000時間以上の観察を行っている。</p>	調査区域	<p style="text-align: center;">視野範囲図</p>
------	--	------	--

③クマタカの調査結果（繁殖状況）

川辺川ダム事業区域に関連するものとして、7つがいの生息を確認している。

【生息状況】

- ・川辺川ダム事業区域に関連するものとして7つがいの生息を確認。
- ・つがいを形成していないクマタカ（フローター）複数を確認。

【繁殖状況】

平成10～11年、11～12年では2つがいの繁殖を確認した。

平成12～13年は、繁殖は確認できなかったが、平成13～14年は1つがいの繁殖を確認した。

繁殖状況

繁殖シーズン つがい	H5 ～ 6年	H6 ～ 7年	H7 ～ 8年	H8 ～ 9年	H9 ～ 10年	H10 ～ 11年	H11 ～ 12年	H12 ～ 13年	H13 ～ 14年
Aつがい	×	—	×	●	●	×	○	×	●
Bつがい	×	—	●	×	●	●	●	×	×
Dつがい	×	—	×	●	×	●	×	×	×
Eつがい	×	—	×	△	●	×	×	○	○
Fつがい	—	—	—	—	●	×	×	×	×
Jつがい	—	—	—	—	—	×	●	×	○
Kつがい	—	—	—	—	—	×	×	×	×

●：繁殖を確認（幼鳥の確認で判断）

○：抱卵姿勢もしくは抱雛姿勢を確認したが、幼鳥の確認は出来なかった。

×

—：未調査

△：6月に雛を確認したが、その後調査は実施していない。

調査年：（例）H13～14年＝H13年の求愛期（H13年11月）

～巢外育雛期・家族期（H14年10月）



▲確認された幼鳥

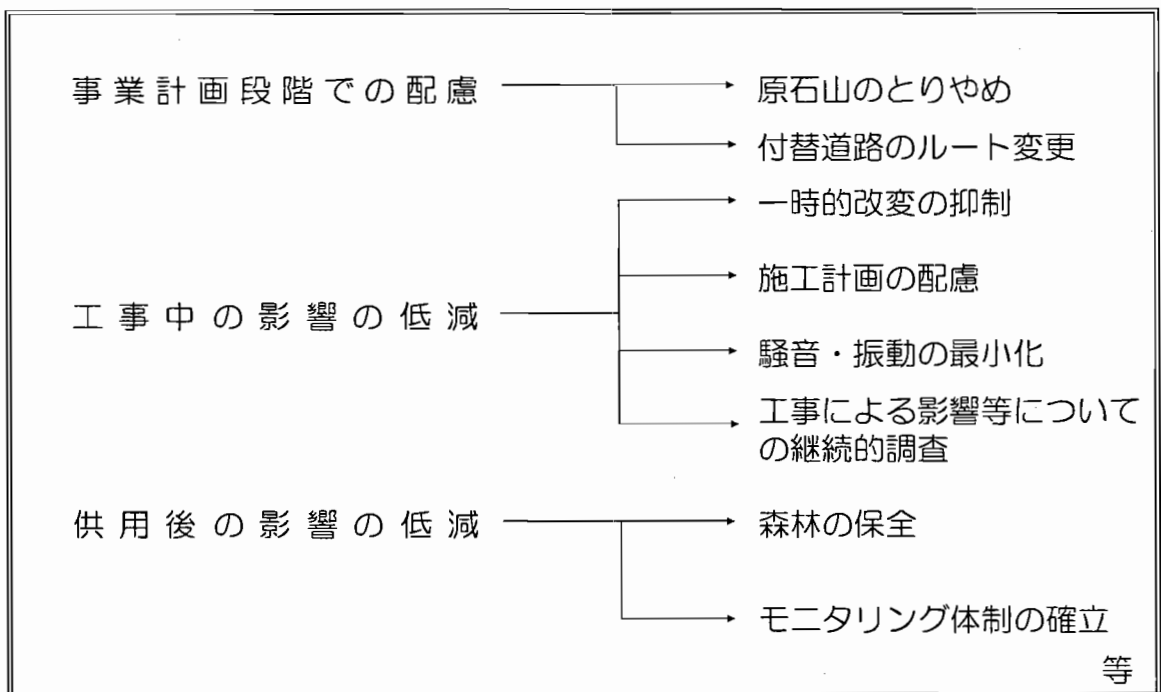
④クマタカの保全措置

クマタカの生息と繁殖活動の継続を図れるように努める。

1) 保全目標

クマタカの生息と繁殖活動の継続を図ることを目標とする。

2) 保全措置



クマタカの保全措置（原石山のとりやめ）

記者発表資料

発表日：平成13年10月9日

川辺川ダム事業における環境保全への取り組み
～ 原石山のとりやめについて ～
(生態系に配慮して原石山をとりやめるのは全国初)

-----お知らせ-----

川辺川ダム事業では、昭和51年度より川辺川ダムの進水予定区域とその周辺区域などにおける動植物の生息・生育環境、水質環境等の調査、保全対策の実施並びに検討を継続的に行っています。

この中で、森林の保全については、付帯道路に深礎工法を用いるなど、従来から事業による改変面積の縮小について検討・実施してきたところです。

特に、ダム本体コンクリート用骨材の採取予定地である「原石山」については、平成12年6月に「川辺川ダム事業における環境保全への取り組み」等を熊本県知事に提出した際、同年7月同知事より、クマタカの保全については、「クマタカが生息している森林を保全し、生態系への影響を最小限にするため、採石予定地での採石を極力縮小していただきたい。」とのご要望を頂きました。

ご要望に対しては、「予定している原石山の改変面積を極力縮小するよう、当該原石山での骨材の採取を補うための、貯水池内での新たな骨材の採取について調査検討してまいります。」とお答えしていたところです。

川辺川工事事務所では、クマタカが生息している森林の保全と、生態系への影響を最小限にするため、原石山の改変面積を縮小するための技術的検討を進めてまいりました。

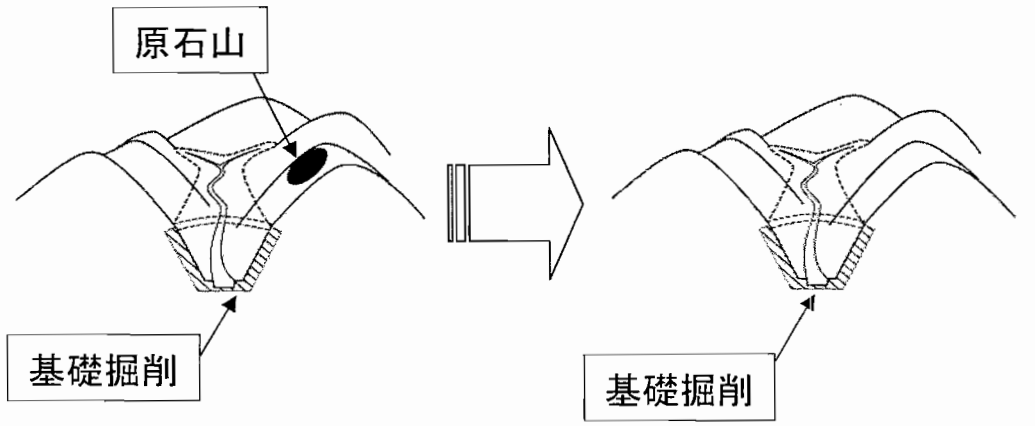
その結果、ダム本体コンクリート用骨材は、本体基礎掘削により発生する材料を選別採取することにより大部分が賚ること、不足した場合でも将来貯水池となる箇所から小規模に採取することで対応可能であることが技術的に判断できたため、現在の原石山の掘削をとりやめることにいたします。生態系への影響を最小限にするために原石山をとりやめるのは国土交通省のダム事業では全国初となります。

現在の原石山の掘削をとりやめることについては、平成13年9月に「川辺川ダム周辺猛禽類検討会」及び「川辺川ダム環境保全・創生に関する検討委員会」にご報告した結果、「原石山の掘削をとりやめることは、窪田谷のつがい（クマタカ）の保護の観点から、その方法が最もよい。」との評価を頂いております。

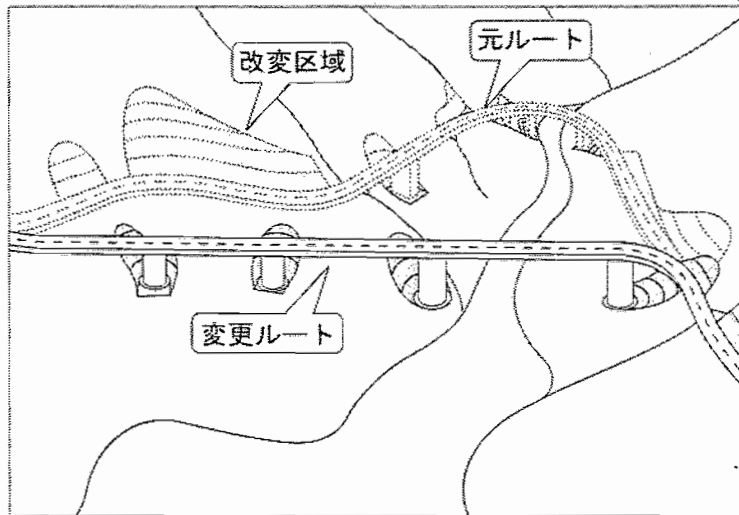
川辺川ダム事業では、今後とも、自然環境に十分配慮したダムづくりを推進してまいります。

お問い合わせ先

クマタカが生息している森林を保全するため、技術的検討の結果、原石山をとりやめた。



クマタカへの影響を極力小さくするため、付替道路のルートを変更した。



ルートの変更により、巣からの距離を極力離すと共に、自然地形の改変面積を約60%減少できた。

工事中においては、仮設備などによる一時的改変を極力抑制するとともに、クマタカの繁殖活動に支障がないように、極力配慮していく。なお工事による繁殖活動への影響が懸念される場合は、専門家の意見を聴取し適切な対応を実施している。

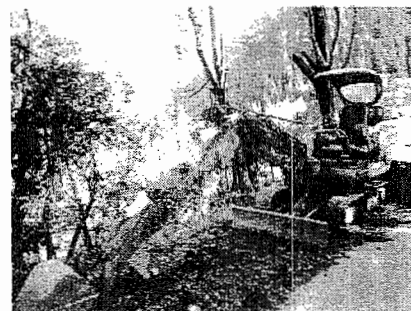
対応の例

①施工計画の配慮

- ・繁殖活動への影響が懸念される場合の工事の一時中止
 - ・工法の変更（深礎工法の採用による改変面積の最小化など）
- 等

②保全措置の実施

- ・重機のカモフラージュ
 - ・騒音対策（低騒音型機械の採用、発破音の抑制など）
- 等



▲重機のカモフラージュ

⑤今後の事業によるクマタカへの影響予測

クマタカの行動圏の内部構造、営巣環境及び狩り場と事業区域を重ね合わせるにより、つがいへの影響を予測した結果、クマタカのつがいの生息及び繁殖活動は、継続するものと考えられる。

1) 各つがいと今後の事業区域の関係

	ダム堤体	付替・工 用道路	土仮置き場	水位維持施設	代替地	ダム貯水池 の出現
Aつがい	—	—	—	—	—	—
Bつがい	—	△	—	—	—	○△
Dつがい	—	—	—	—	—	—
Eつがい	—	○△	○△	—	—	○△
※Fつがい	—	○△	○△	○△	○△	○△
Jつがい	—	◎○△	—	—	○△	◎○△
※Kつがい	—	○△	—	—	△	△

◎：幼鳥の行動範囲の一部がダム事業区域と重なる

○：繁殖テリトリーの一部がダム事業区域と重なる

△：コアエリアの一部がダム事業区域と重なる

—：コアエリアがダム事業区域と重ならない

ここでのダム事業区域は、今後実施されるダム事業（ダム堤体、付替・工用道路、土仮置き場、水位維持施設、代替地、ダム貯水池等）に係わるものを対象とした（平成15年5月中旬以降）

※幼鳥の行動範囲については、幼鳥のデータが十分でないことから推定していない。

2) 今後の事業によるクマタカの各つがいへの影響予測

現在のクマタカの各つがいの生息状況と、今後のダム堤体の工事や貯水池等による改変、さらには保全措置の実施を考慮し、今後の事業によるクマタカの各つがいへの影響を以下のように予測している。

なお、モニタリング体制を確立し、ダム供用後のクマタカの保全措置の効果の評価などを行う。

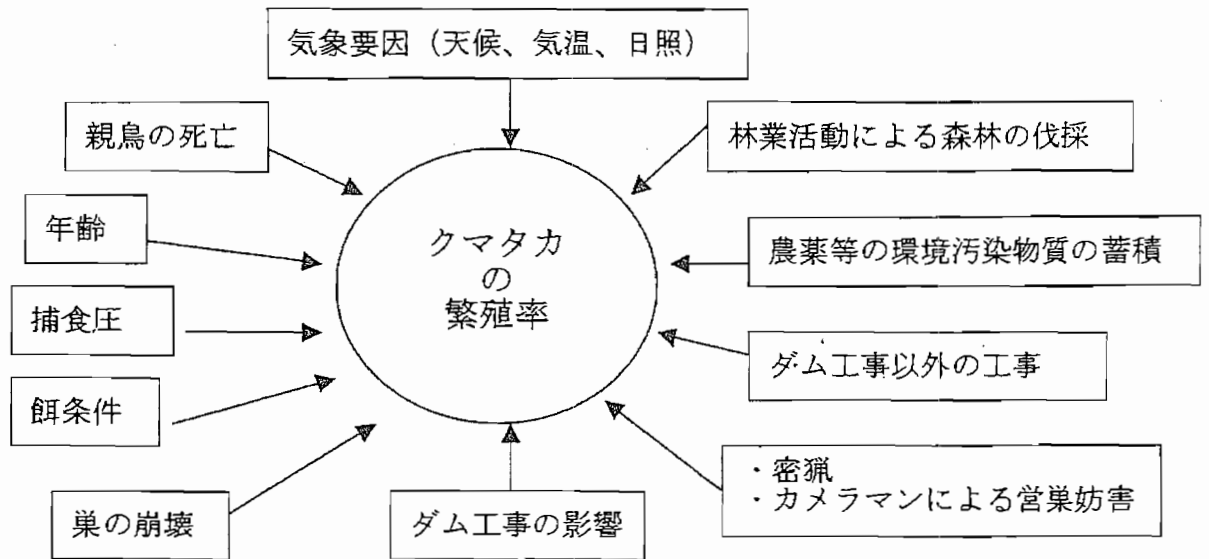
クマタカの各つがいへの影響予測結果

<p>Aつがい</p>	工事中	コアエリア内は改変されないが、ダム堤体から約1kmの位置に巣があり、また工事期間中にはコアエリアの周縁部の一部を工事用車両が通行することから、工事期間中においては繁殖活動が低下する可能性がある。しかしながら、巣とダム堤体の間に尾根があることからその緩衝効果により、工事期間中も現在のコアエリアで生息し続け、繁殖活動も継続すると考えられる。
	ダム建設後	コアエリア内は改変されないことから、事業による影響はほとんどないと考えられる。
<p>Bつがい</p>	工事中	コアエリアの周縁部の一部のみで道路等の工事が行われることから、工事期間中も現在のコアエリアで生息し続け、繁殖活動も継続すると考えられる。
	ダム建設後	貯水池等により、コアエリアの約1%、繁殖テリトリーの約1%が改変される。コアエリアが改変される割合は少なく、営巣地の改変もないことから、事業による影響はほとんどないと考えられる。

クマタカの各つがいへの影響予測結果

<p>Dつがい</p> 	工事中	今後はコアエリア内は改変されないことから、工事期間中も現在のコアエリアで生息し続け、繁殖活動も継続すると考えられる。
	ダム建設後	道路により、コアエリアの約1%、繁殖テリトリーの約1%が改変される。コアエリアが改変される割合は少なく、営巣地の改変もないことから、事業による影響はほとんどないと考えられる。
<p>Eつがい</p> 	工事中	コアエリア内で道路等の工事が行われることから、工事期間中においては繁殖活動が低下する可能性があるが、工事期間中も現在のコアエリアで生息し続け、繁殖活動も継続すると考えられる。
	ダム建設後	貯水池等により、コアエリアの約5%、繁殖テリトリーの約10%が改変される。クマタカが生息し続けるために重要である狩り場や営巣に適した環境は、広く残存することが確認されており、つがいは生息し、繁殖活動は継続すると考えられる。
<p>Fつがい</p> 	工事中	コアエリア内で水位維持施設等の工事が行われることから、工事期間中においては繁殖活動が低下する可能性があるが、工事期間中も現在のコアエリアで生息し続け、繁殖活動も継続すると考えられる。
	ダム建設後	貯水池等により、コアエリアの約10%、繁殖テリトリーの約10%が改変される。クマタカが生息し続けるために重要である狩り場や営巣に適した環境は、広く残存することが確認されており、つがいは生息し、繁殖活動は継続すると考えられる。
<p>Jつがい</p> 	工事中	コアエリア内で道路等の工事が行われることから、工事期間中においては繁殖活動が低下する可能性があるが、工事期間中も現在のコアエリアで生息し続け、繁殖活動も継続すると考えられる。
	ダム建設後	貯水池等により、コアエリア約5%、繁殖テリトリーの約5%、幼鳥の行動範囲の約1%が改変される。クマタカが生息し続けるために重要である狩り場や営巣に適した環境は、広く残存することが確認されており、つがいは生息し、繁殖活動は継続すると考えられる。
<p>Kつがい</p> 	工事中	コアエリア内で道路等の工事が行われることから、工事期間中においては繁殖活動が低下する可能性があるが、工事期間中も現在のコアエリアで生息し続け、繁殖活動も継続すると考えられる。
	ダム建設後	代替地等により、コアエリアの約1%、繁殖テリトリーの約1%が改変される。コアエリアが改変される割合は少なく、営巣地の改変もないことから、事業による影響はほとんどないと考えられる。

その他) Aつがいのコアエリア内において、砂防事業により道路に離合場所を数カ所施工中であるが、工事にあたっては専門家の意見を聞き、クマタカの生息の保全を図りながら慎重にすすめているところである。



繁殖率に関する主な要因

【ご意見】

川辺川流域のクマタカの繁殖率は29%と極めて低い。ダム建設はこの繁殖率の低いクマタカ個体群にさらに追い打ちをかけるような悪影響をもたらす。

【当方の考え】

限られたつがい数や限られた期間で算出した「繁殖率（試算値）」では、クマタカの生息を評価することは困難であると考えている。むしろダムの影響を考えるのであれば、個々のつがいについて十分なデータの蓄積を行ったうえで、行動圏の内部構造、狩り場、潜在的な営巣環境等を解析し、生息と繁殖活動の継続について影響を予測することが重要であると考えられる。

- ①工事中については、専門家の指導のもとクマタカの行動圏の内部構造を明らかにして、工事による影響を予測している。
- ②ダム建設後については、行動圏の内部構造と事業との関係、狩り場と事業との関係、潜在的な営巣環境と事業との関係を明らかにし、つがい及びつがい以外の個体（単独成鳥、亜成鳥など）の生息できる環境が残るかどうかを予測している。

専門家からなる「川辺川ダム周辺猛禽類検討会」からは「クマタカの生態に関する最新の知見を生かしつつ保全措置を講じることにより、クマタカは生息し繁殖活動の継続が図られると考えられる」とのご意見をいただいている。

なお、クマタカを頂点とする森林生態系の保全に向けて、川辺川ダム事業区域周辺の森林組合と協力を図るよう努力しているところである。

○川辺川の繁殖状況

繁殖状況

繁殖シーズン つがい	H5 ～ 6年	H6 ～ 7年	H7 ～ 8年	H8 ～ 9年	H9 ～ 10年	H10 ～ 11年	H11 ～ 12年	H12 ～ 13年	H13 ～ 14年	繁殖成功数 ／観察数	繁殖率 (試算値)
Aつがい	×	—	×	●	●	×	○	×	●	3／8	37.5%
Bつがい	×	—	●	×	●	●	●	×	×	4／8	50.0%
Dつがい	×	—	×	●	×	●	×	×	×	2／8	25.0%
Eつがい	×	—	×	△	●	×	×	○	○	2／8	25.0%
Fつがい	—	—	—	—	●	×	×	×	×	1／5	20.0%
Jつがい	—	—	—	—	—	×	●	×	○	1／4	25.0%
Kつがい	—	—	—	—	—	×	×	×	×	0／4	0.0%
										13／45	28.9%

●：繁殖を確認（幼鳥の確認で判断）

○：抱卵姿勢もしくは抱雛姿勢を確認したが、幼鳥の確認は出来なかった。

×

—：未調査

△：6月に雛を確認したが、その後調査は実施していない。

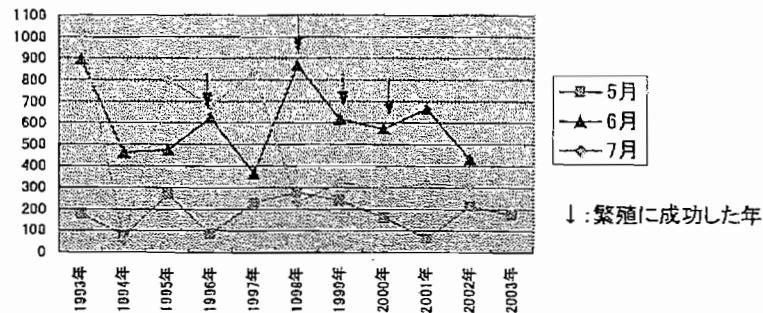
調査年：（例）H13～14年＝H13年の求愛期（H13年11月）

～巣外育雛期・家族期（H14年10月）

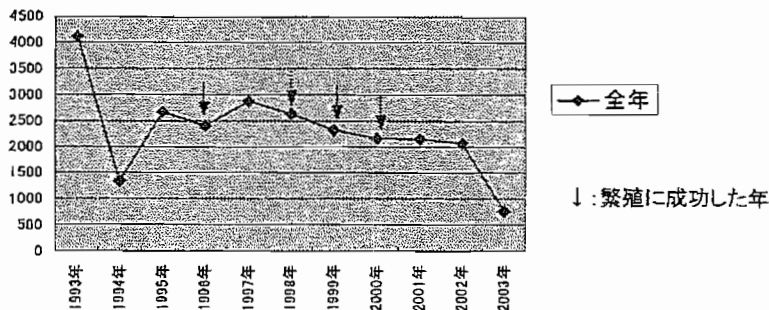
繁殖率：繁殖の成功は巣立ちが成功した場合（幼鳥の確認で判断）として、試算した。

2002年の藤田谷のクマタカの幼鳥が5月を最後にみられなくなったことについて、「川辺川流域は人工林が多いので、餌が不足がちです。とりわけ梅雨は長雨で十分なエサの確保が困難です」とのことですが、この時期の雨量について確認しましたところ、2002年の雨量が特に多かったという事実関係はありませんでした。

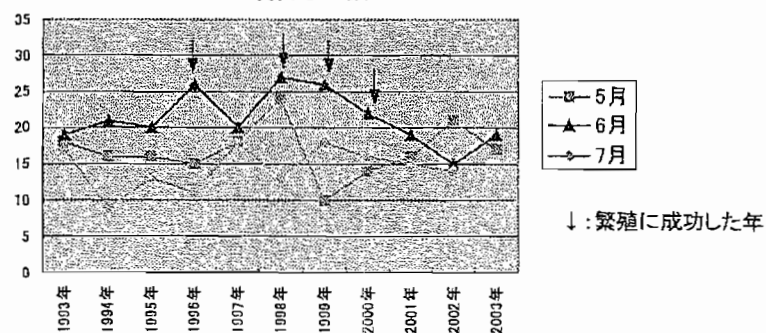
(mm) 人吉月別降水量の比較



(mm) 人吉年間降水量



(日数) 人吉降水日数



繁殖状況

繁殖シーズン	1994年	1995年	1996年	1997年	1998年	1999年	2000年	2001年	2002年
Bつがい	×	—	●	×	●	●	●	×	×

- : 繁殖を確認 (幼鳥の確認で判断)
- × : 抱卵姿勢もしくは抱雛姿勢及び幼鳥は確認できず。
- : 未調査

(3) 九折瀬洞

専門家からなる『九折瀬洞保全対策検討会』を設置し、洞窟の生態系や動物の生息状況の把握、適切な保全措置の検討等を行っている。

1. 委員会の設置目的

川辺川ダムの湛水予定区域に位置する九折瀬洞には、洞窟性コウモリ類や昆虫類が生息しており、これまでこれらの動物の生息実態等に関する調査を実施してきた。調査の結果、洞窟内ではこれらの動物により特有な生態系が形成されていることが明らかになるとともに、九折瀬洞固有の希少な種の生息も確認された。

ダムの建設により九折瀬洞固有の生態系や希少な動物への影響が懸念されるため今後さらに詳細な影響の予測及び適切な保全措置の検討が必要である。しかし、現時点では洞窟の生態系やこれらの希少な動物に関する知見は少なく、検討にあたっては学識者の意見が不可欠であり、本検討会を設置して九折瀬洞に係る詳細な影響の予測及び適切な保全措置を検討する。

2. 委員会の構成（五十音順・敬称略 平成15年5月下旬現在）

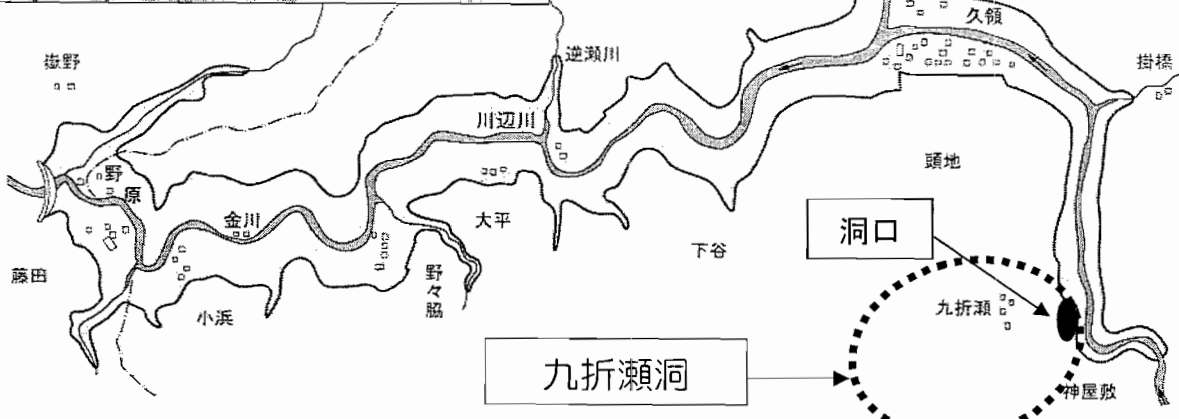
氏名	所属・役職	専門	備考
荒井 秋晴	九州歯科大学講師	動物生態学	
入江 照雄	熊本生物研究所代表	洞窟性動物	
江崎 哲郎	九州大学大学院工学研究院教授	岩盤工学	
杉尾 哲	宮崎大学工学部教授	土木工学	委員長
西川 喜朗	追手門学院大学人間学部教授	動物分類学	
村田 正文	熊本大学名誉教授	地質学	

3. 開催状況

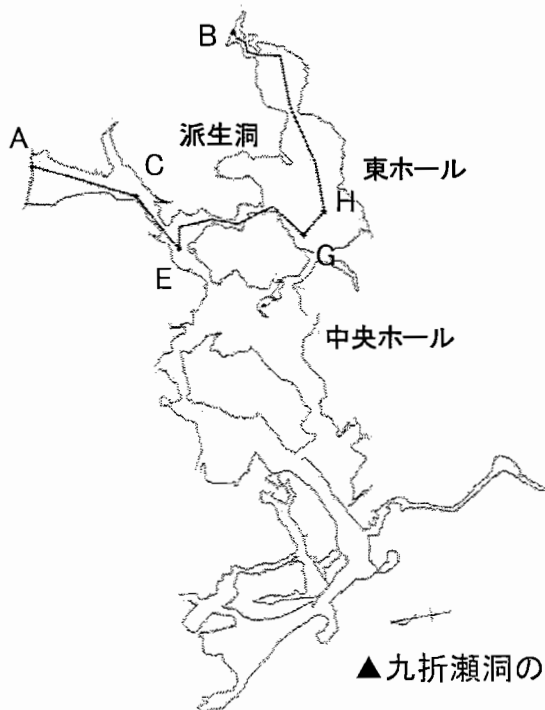
平成12年1月発足 現在（平成15年5月下旬）まで5回開催

①九折瀬洞について

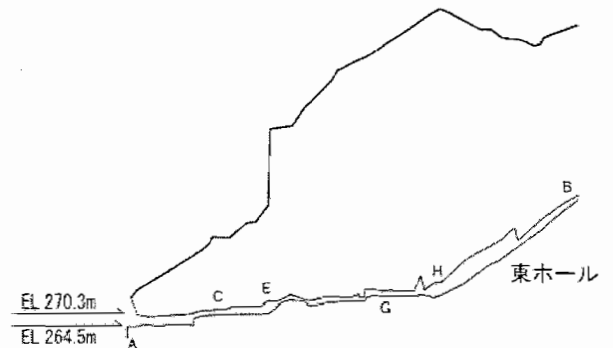
九折瀬洞は川辺川ダム貯水池の上流端付近に位置する洞窟。



- 九折瀬洞は、ダム貯水池の上流端付近に位置。
- 九折瀬洞は石灰岩が溶けて形成された「石灰洞」である。
- 九折瀬洞の総延長は、1,186m、一番広いホールは東に位置するホール。
(以下：「東ホール」という)
- 東ホールの気温、湿度は安定しており、気温は10～15℃、湿度は90% 以上。



▲九折瀬洞の平面図
—24—



▲九折瀬洞の洞口から
東ホールまでの断面図

②九折瀬洞の動物と生態系

洞内では東ホールを中心にコウモリの糞からはじまる生態系が成立している。

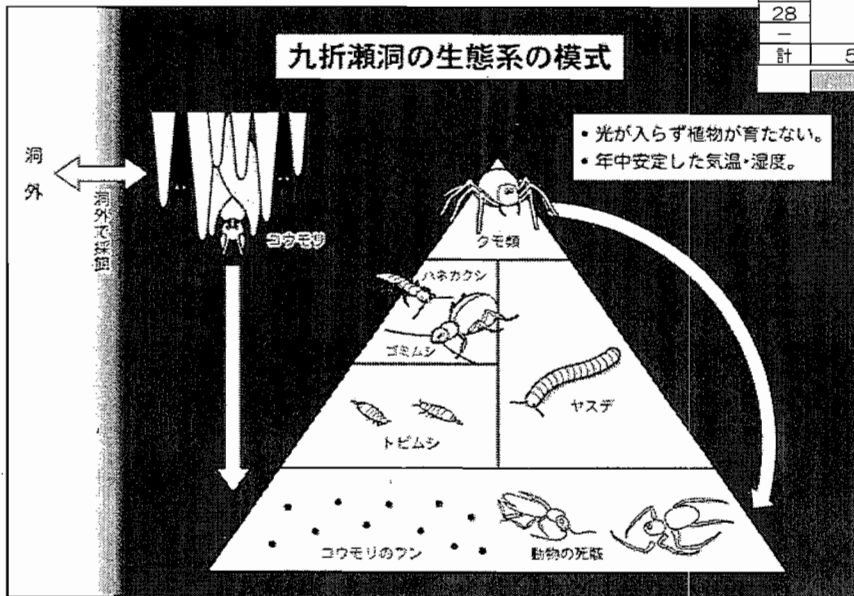
○九折瀬洞に生息する生物

- 現地調査の結果、コウモリ類や昆虫類など28種の洞窟性動物が生息。
- 九折瀬洞で確認された重要な種は、イツキメナシナミハグモ、ヒゴツヤムネハネガクシ、ツツラセメクラチビゴミムシ、コキクガシラコウモリ、モモジロコウモリ、ノレンコウモリ、ニホンテングコウモリ*の7種である。
- 洞窟性動物の主要な生息場所は東ホールである。

※1 モモジロコウモリは平成14年1月と11月調査時にそれぞれ2頭と1頭確認された。
 ※2 ノレンコウモリは平成15年3月調査時に1頭確認された。
 ※3 ニホンテングコウモリは平成8年1月調査時に2頭確認された。

○九折瀬洞の生態系の特徴

- 洞内では東ホールを中心にコウモリの糞からはじまる生態系が成立している。



No	綱名	和名
1	ミミズ	ヒメツリミミズ属の一種
—	—	筒毛綱の一種
2	クモ	ササラダニ亜目の一種
3	—	マシラグモ科の一種
4	—	アケボノユウレイグモ
5	—	ヨロイヒメグモ
6	—	ヒゴホラヒメグモ
7	—	ヒメアツダカグモ
8	—	イツキメナシナミハグモ
—	—	クモ目の一種
9	—	Roncus属の一種
10	ヤスデ	オオセリユウガヤステ
—	—	ヒメヤステ目の一種
11	—	ツノコギリヤステ
—	—	オビヤステ目の一種
12	昆虫	キョウシュウホラトゲトビムシ
—	—	アヤトビムシ上科の一種
13	—	イシカワカマドウマ属の一種
—	—	カマドウマ科の一種
14	—	ヒゴツヤムネハネガクシ
—	—	ハネガクシ科の一種
15	—	Juujiroa属の一種
16	—	ツツラセメクラチビゴミムシ
—	—	オサムシ科の一種
17	—	Corynoptera属の一種 (sp.1)
18	—	Corynoptera属の一種 (sp.2)
19	—	Tephrochlamys属の一種
20	—	Crumomyia属の一種
21	—	Limosininae亜科の一種 (sp.1)
22	—	Limosininae亜科の一種 (sp.2)
—	—	ハエ目の一種
23	哺乳	コキクガシラコウモリ
24	—	キクガシラコウモリ
25	—	モモジロコウモリ
26	—	ノレンコウモリ
27	—	ユビナガコウモリ
28	—	ニホンテングコウモリ
—	—	ヒナコウモリ科の一種
計	5綱	28種

：重要な種（7種類）

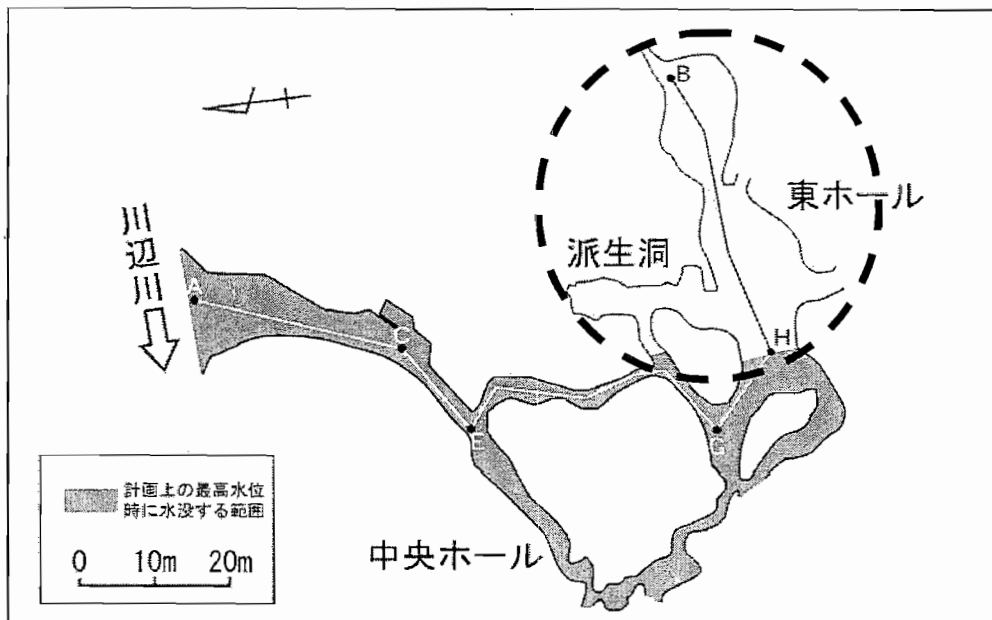
○九折瀬洞のコウモリ類の生息状況

- 洞窟性コウモリ類は季節によって洞窟間の移動を行い、時期により九折瀬洞を利用する種類や個体数が異なる。
- コウモリの中でもユビナガコウモリ、キクガシラコウモリの個体数が多い。
- ユビナガコウモリは年間を通して確認されているが、夏季から冬季までの間に個体数が多い。
- キクガシラコウモリは年間を通じて確認されている。

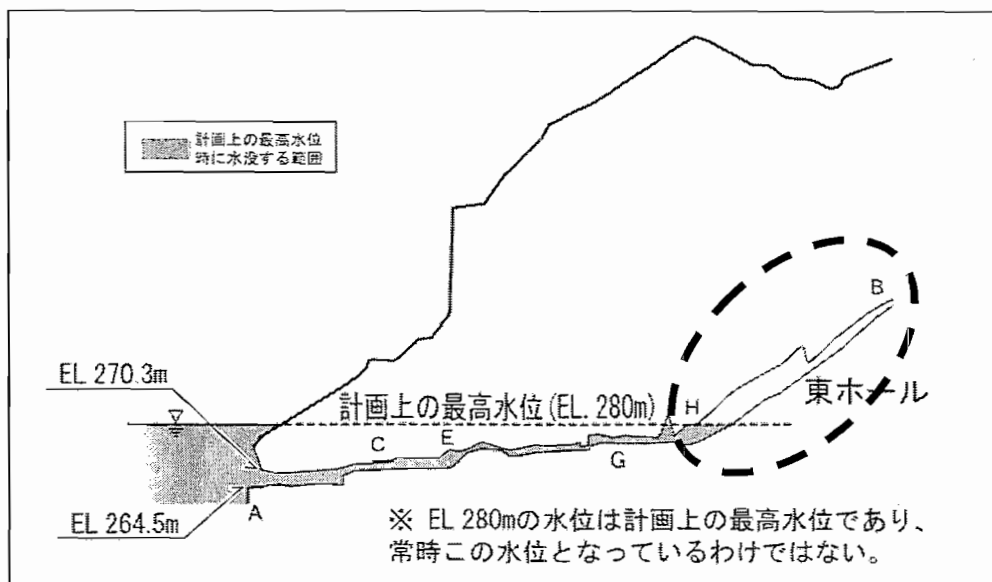
③九折瀬洞へのダム事業による影響

ダムの湛水によりコウモリの移動が一時的に阻害されるものの、洞窟性動物の主要な生息場である東ホールの主要部には水は流入しない。

- ・ 現 況
→平均で3年に約1回、洪水時に約1日間コウモリの移動が阻害される。
- ・ ダム建設後
→平均で2年に約1回、1回あたり約25日間コウモリの移動が阻害される。



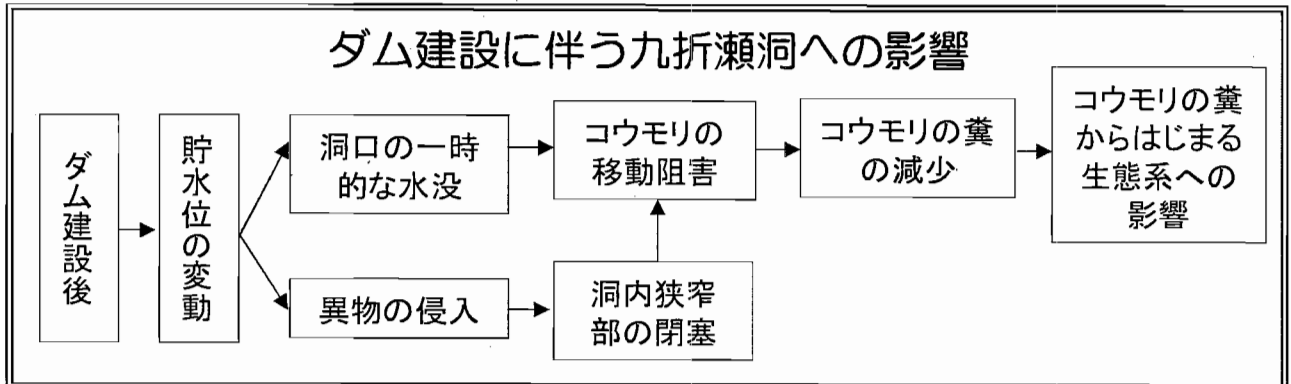
▲九折瀬洞の平面図



▲九折瀬洞の洞口から東ホールまでの断面図

④九折瀬洞の保全措置

コウモリのフンから始まる生態系を維持するため、コウモリの移動経路を確保する保全措置を実施。



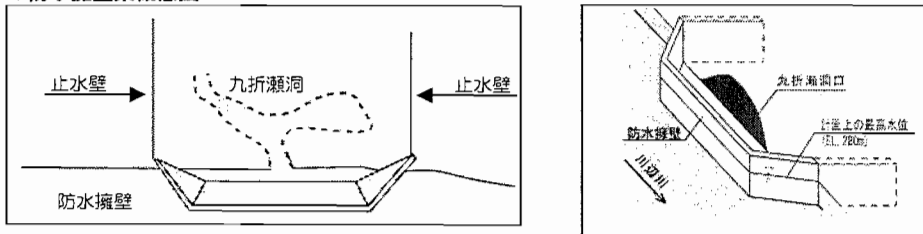
影響低減・回避のための保全措置の検討過程

コウモリの移動経路を確保するための複数の保全措置案の立案及び比較検討

①案：防水擁壁案 ・ 洞口の周囲を防水擁壁で囲む。

<問題点> → 割れ目や空洞の多い石灰岩であるため、十分な止水処理が困難。漏水すれば、ポンプでの排水が必要となる。割れ目や空洞の止水処理により洞窟内の環境変化（地下水脈の分断など）の可能性がある。

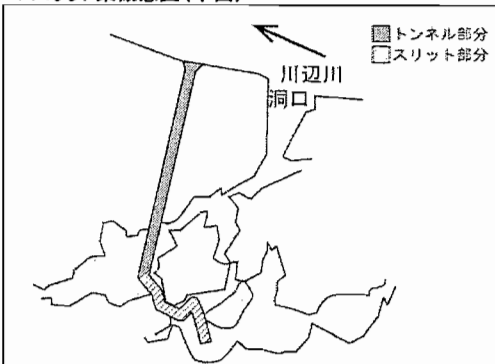
▼防水擁壁案概念図



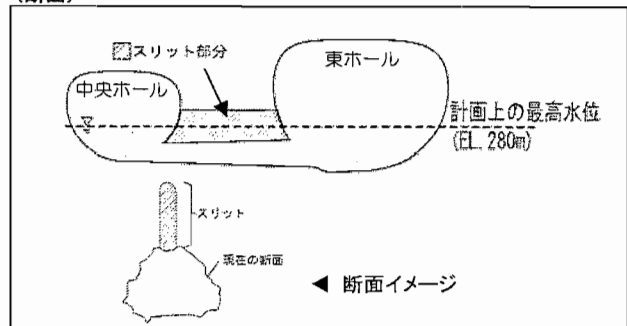
②案：スリット案 ・ 中央ホールまでトンネルを設け、中央ホールから東ホールまでは貯水池の計画上の最高水位より上方向に高さ50cm程度の空間を確保出来るように洞窟の天井をスリット状に掘削。

<問題点> → 中央ホールから東ホールまで長さ約40m、最大で高さ約4mのスリットの掘削が必要となり洞窟内の改変が大きく、落盤の恐れがある。

▼スリット案概念図(平面)



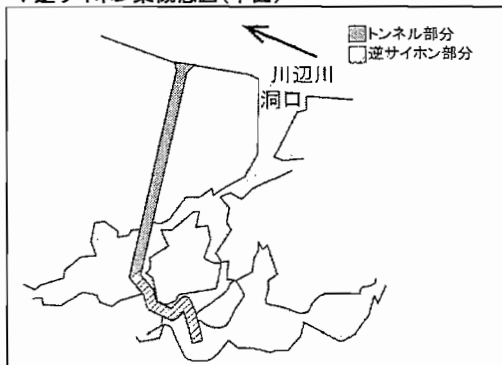
(断面)



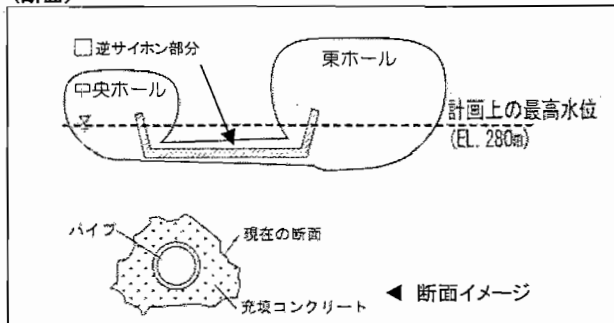
③案：逆サイホン案 ・中央ホールまでトンネルを設け、中央ホールから東ホールまでは洞内に逆サイホン状のパイプを敷設する。

<問題点> → コウモリ類が移動できるように直径1m程度のパイプを敷設する必要がある。敷設作業のスペース確保のため洞窟狭窄部では掘削が必要となる。また、パイプの接続部分が漏水すれば、ポンプでの排水が必要となる。

▼逆サイホン案概念図(平面)



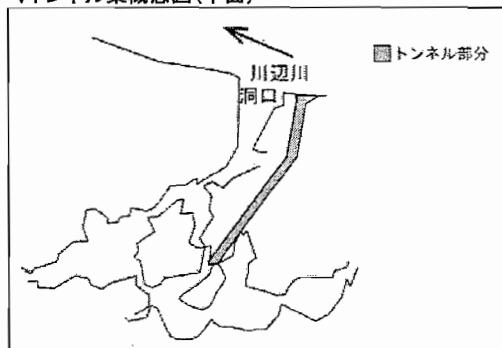
(断面)



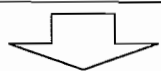
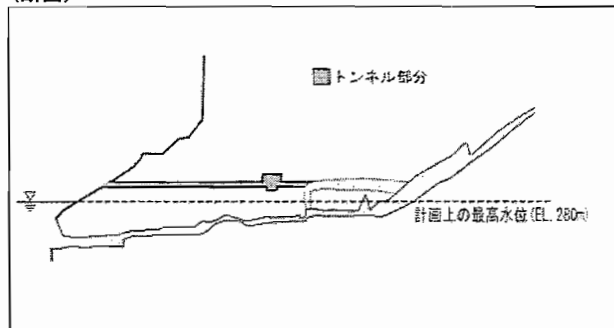
④案：トンネル案 ・東ホールに通じる人工のトンネルを掘削する。

<問題点> → 施工性の面では大きな問題点はないが、九折瀬洞内の微気象に影響を与える可能性がある。影響が最も小さいトンネルの接続点の検討が必要である。

▼トンネル案概念図(平面)



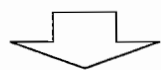
(断面)



検討会で審議をいただき、環境へ与える影響、施工性、経済性を考慮し「④案：トンネル案」を採用

トンネル接続位置の検討

トンネル開削後の洞窟内の微気象をシミュレーションにより再現し、最も変化の少ない接続位置を検討



検討会で審議をいただき接続位置として「派生洞手前の狭窄部」を選択

今後の検討

- ・微気象、コウモリの飛行特性等を考慮した、トンネル形状の詳細設計
- ・掘削の工法や工事時期の検討

なお、トンネルの掘削にあたっては、九折瀬洞内の微気象、生物の状況を継続して調査し、環境変化が生じていないかを見極めながら慎重に行う。

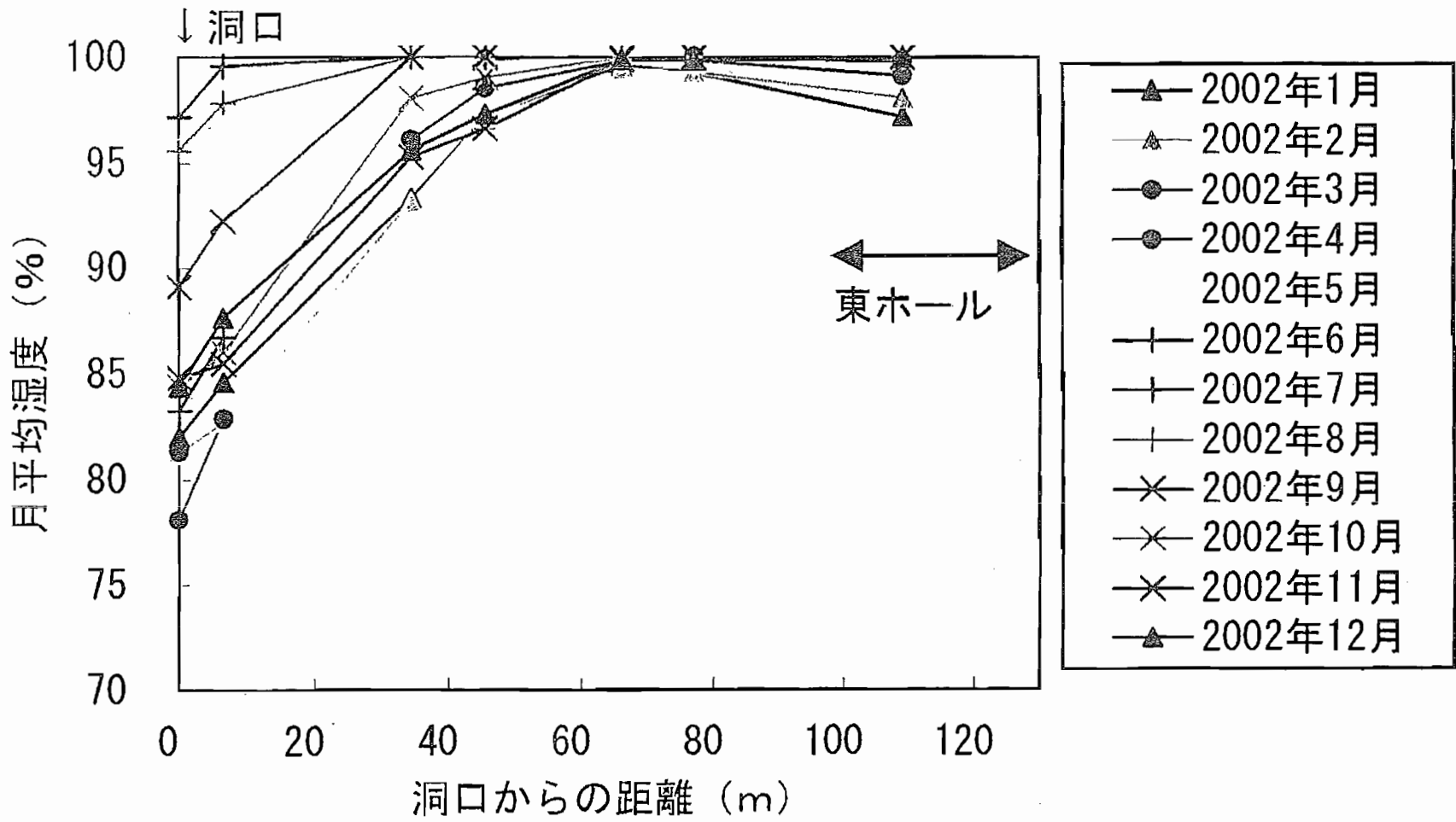


図 九折瀬洞内の湿度分布

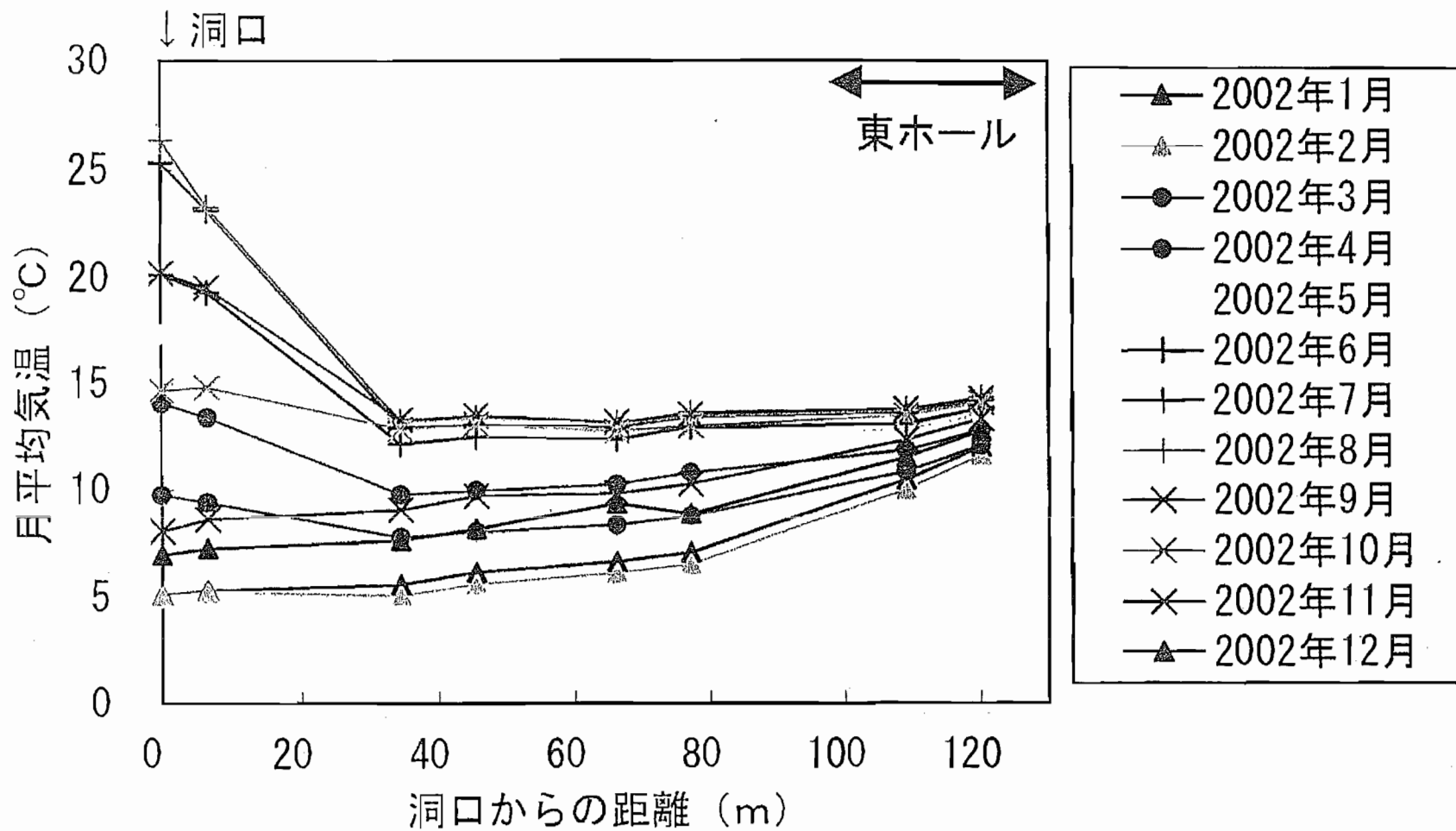


図 九折瀬洞内の気温分布

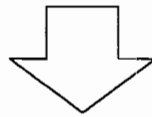
⑤トンネル接続位置の検討

現況の九折瀬洞の微気象、コウモリ類の調査結果を踏まえ、コウモリ類の生息環境の保全、及び東ホールにおいて顕著である閉鎖性の高い食物連鎖関係から成る特殊な生態系の維持を目的として、トンネルの接続位置の検討を行った。

トンネルを接続した場合の

- ・ 東ホールの微気象を維持すること
 - ・ 現在の洞口から東ホールへの通路部の微気象を新たなトンネル内に再現すること
- を目標とした。

微気象及びコウモリ類の調査結果を踏まえ、トンネル接続にあたっての基本的な考え方を整理



洞窟内の気温予測モデルにより、トンネル開削後の気温変化を予測

STEP1 洞窟内の気温予測モデルの構築

- ・ 3次元モデルを採用



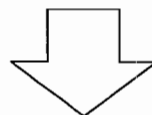
STEP2 洞窟内の気温予測モデルの検証

- ・ 計算条件（洞外の空気の温度、洞窟壁面の温度）、モデルパラメータを設定
- ・ 検証計算



STEP3 トンネル開削後の東ホール・新たなトンネル内の気温を予測

- ・ トンネルを開削したモデルを構築
- ・ 接続位置3案で、東ホール・新たなトンネル内の気温を予測計算



接続位置として、東ホールの微気象がほぼ維持され、現在の洞口から東ホールへの通路部の微気象を新たなトンネル内にほぼ再現できる「派生洞手前の狭窄部」を選択。

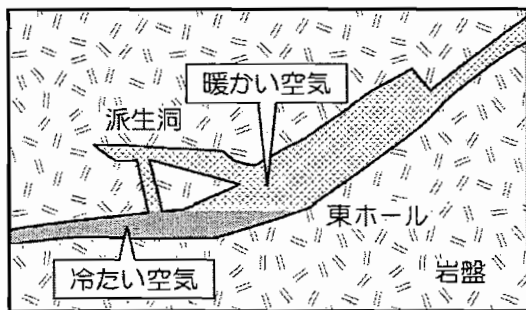
微気象及びコウモリ類の調査結果を踏まえ、トンネル接続にあたっての基本的な考え方を整理。

○微気象

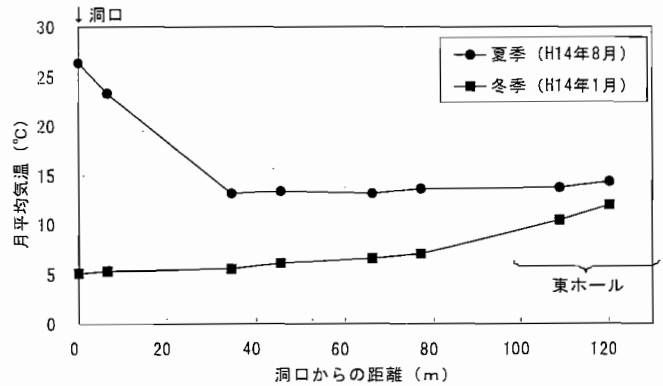
洞内の気温、湿度については、外気温、洞内温度に支配された洞窟特有の周年的な変化が確認された。

夏季は、気温・湿度ともに、洞口から約35mの地点より奥では安定する傾向が認められた。冬季は、気温は洞口から東ホールまで徐々に上昇する傾向があり、湿度は洞口から約50mの地点で東ホールと同程度になることが認められた。

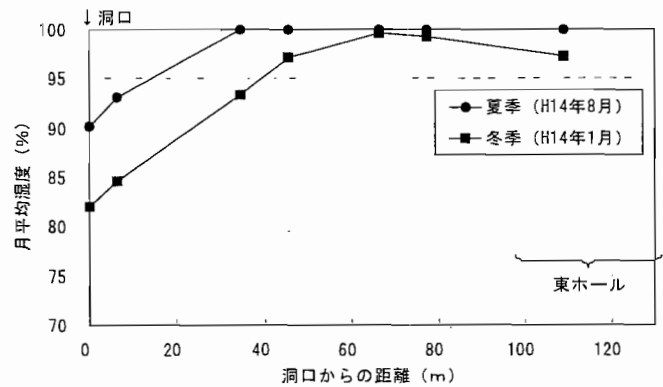
なお、東ホールには、冬季に、洞外の冷たい空気が底に流れ込む。しかし、洞内が暖かく、かつ、天井が高いため、暖かい空気が貯まり、断熱状態となっている。



現況（冬季）の空気のイメージ



洞口からの気温変化

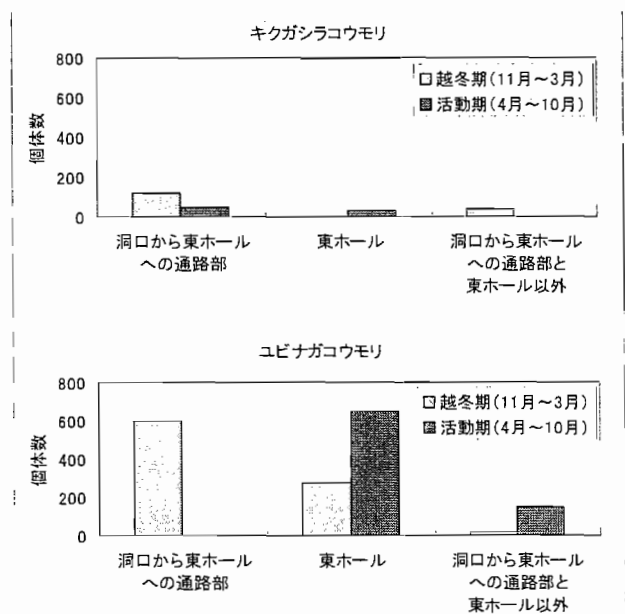


洞口からの湿度変化

○コウモリ類

九折瀬洞を周年的に利用している種は、キクガシラコウモリ、ユビナガコウモリの2種であった。

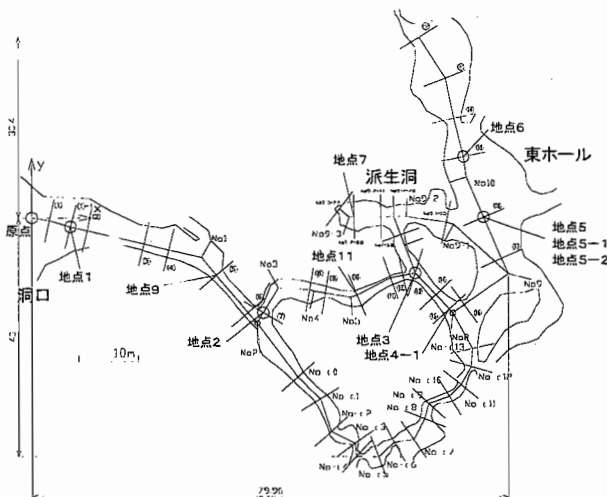
キクガシラコウモリは、越冬期に主に洞口から東ホールへの通路部をねぐらとして利用していた。ユビナガコウモリは、越冬期には洞口から東ホールへの通路部、活動期には主に東ホールをねぐらとして利用していた。



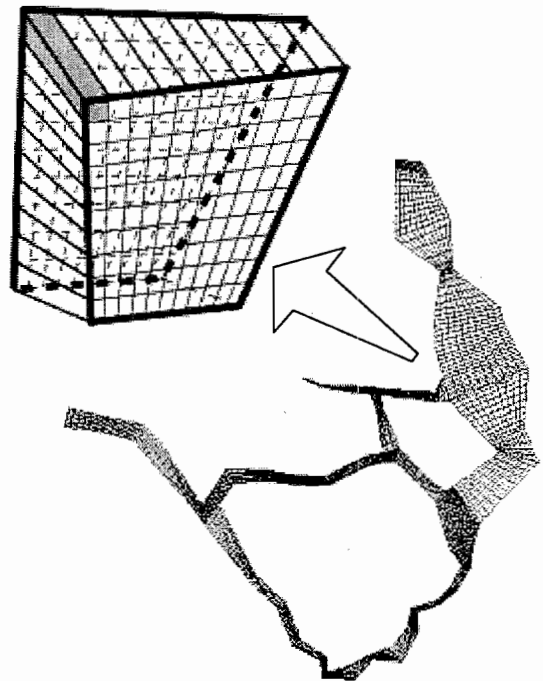
場所別のコウモリの最大確認個体数 (平成14年1~12月の調査結果)

STEP1 洞窟内の気温予測モデルの構築

- トンネル案による保全措置を実施した場合の洞内の気温の変化を定量的に予測するため、洞窟内の気温予測モデルを構築した。
- 九折瀬洞は複雑な形状を有しているため、**3次元モデル**を採用し、空間分割は以下のとおりとした。
 - ⇒ 洞窟の断面を4辺形で近似し、その断面を80または100に分割した。
 - ⇒ 分割した断面と断面を結び洞窟内を41,040個の6面体に分割した。



洞窟モデル全体平面図



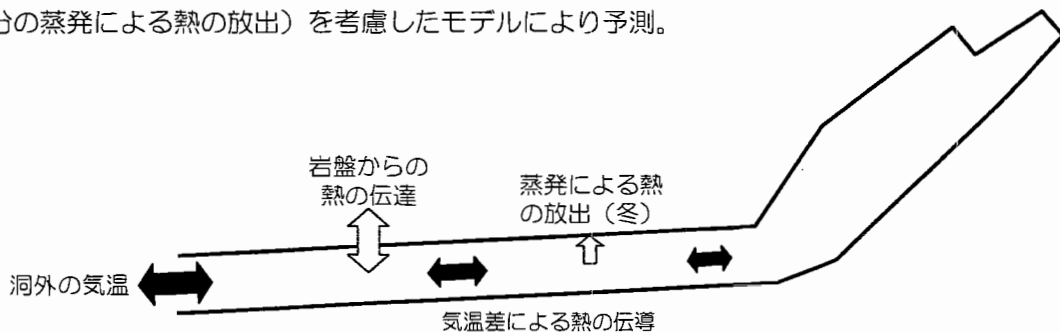
分割のイメージ

○ 東ホールの断熱モデル

東ホールは冬季に断熱状態となっているため、断熱モデルを採用した。境界条件は3次元モデルの計算結果とした。

○ 気温の計算

洞窟内の気温は、洞外の空気及び洞窟内の壁面からの熱の授受、空気の熱の伝達、冬季の気化熱（壁面の水分の蒸発による熱の放出）を考慮したモデルにより予測。

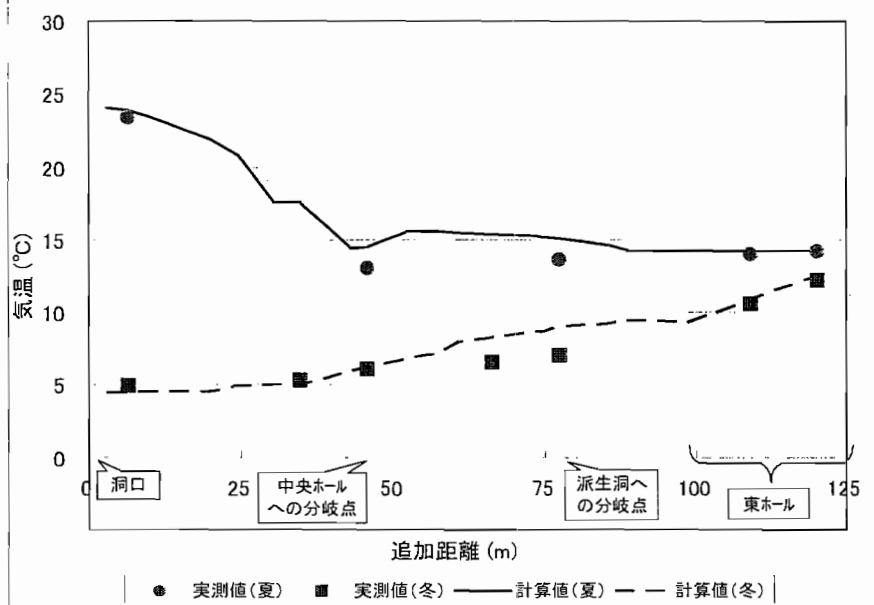


STEP2 洞窟内の気温予測モデルの検証

○ 計算条件

計算ケース	夏季と冬季の2ケース。
洞口の外気温	平成13年度の洞外地点実測値から設定。
岩盤温度	気温の影響を受ける地表面に近い変温層部と、深層の気温の影響を受けない恒温層部に区分。

○ 検証結果

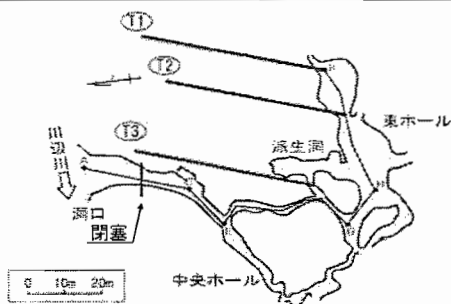


現況の温度解析結果

STEP3 トンネル開削後の東ホールの気温を予測

○トンネルを開削したモデルの構築

トンネル断面	上辺1.2m、底辺1.4m、高さ1.8mの台形	
トンネル全長	50m	
トンネル縦横断線形	水平の直線	
トンネル 接続位置	T1案	東ホール最上部 (EL305m) に接続
	T2案	東ホール中央部 (EL293m) に接続
	T3案	派生洞手前の狭窄部 (EL280m) に接続
現在の洞口	洞内の空気の流れを抑えるため現況の洞口は閉塞	



トンネル案のモデル平面図



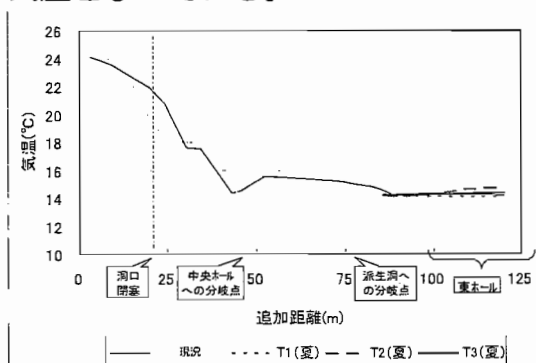
トンネル案のモデル縦断面図

○東ホール・トンネルの気温の予測結果

・東ホール

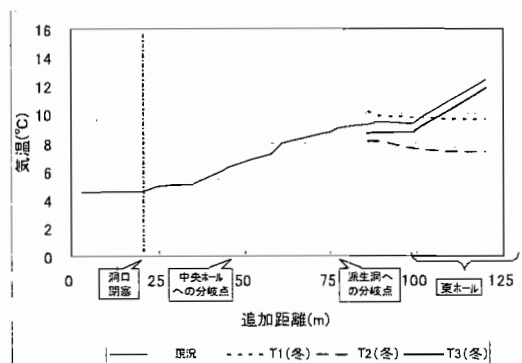
<夏季>

現況と比較すると、T1案、T2案、T3案とも現況の気温とほぼ同程度の気温となっている。



<冬季>

シミュレーション結果から、**T3案では現況との差は1℃未満であり、現況の気温をほぼ維持できると予測された。**



・トンネル

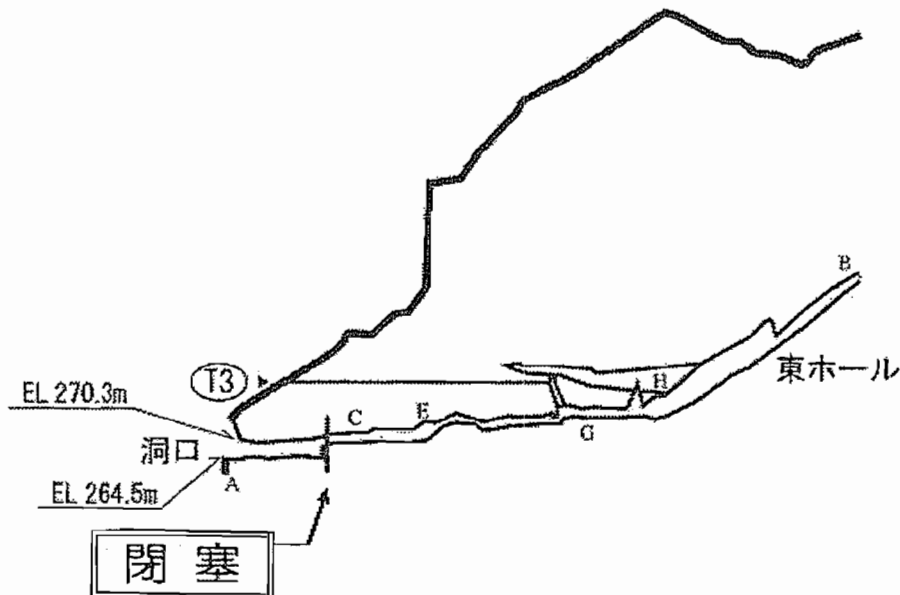
洞口から東ホールへの通路部の現況の気温分布は、新たなトンネル内において夏季にはT3案で、冬季にはT1案とT3案でほぼ再現された。



東ホール・新たなトンネル内の気温の予測結果から、接続位置として**T3案（派生洞手前の狭窄部に接続）**を選択。

洞窟内の気流

現在の洞口を閉塞するため、洞内への入り口は現況と同様に1箇所である。トンネルの断面も現況と同程度とすることにより、現況より気流は大きくならない。



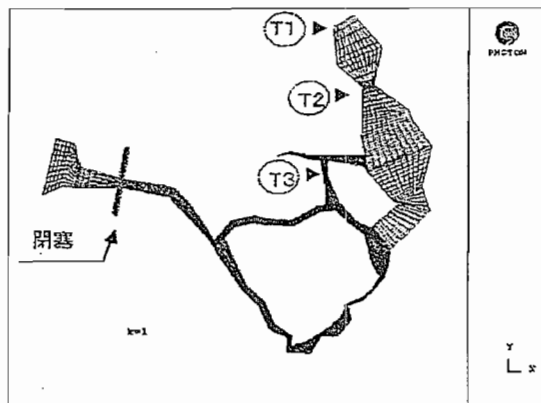
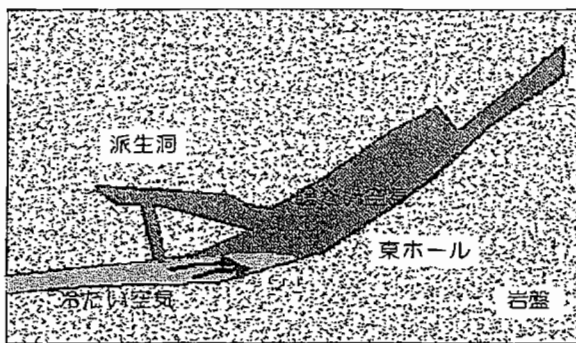
洞窟内の湿度

現在の洞口は閉塞し、トンネル断面も現況と同程度とすることにより、トンネルから洞内に入り込む空気量はほとんど変わらない。また、冬季の東ホールの断熱状態も保たれる。したがって、現況の湿度は維持される。

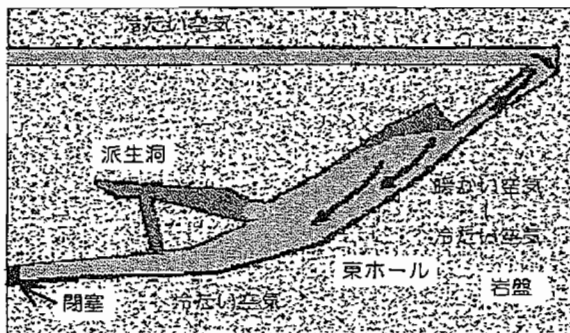
トンネル掘削後のシミュレーション

■ 新たなトンネルを施工した場合は、空気の流れを起こさないように現在の洞口を閉塞する。

■ 現況

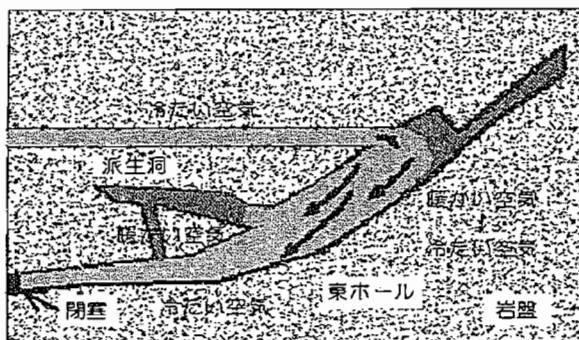


■ T1



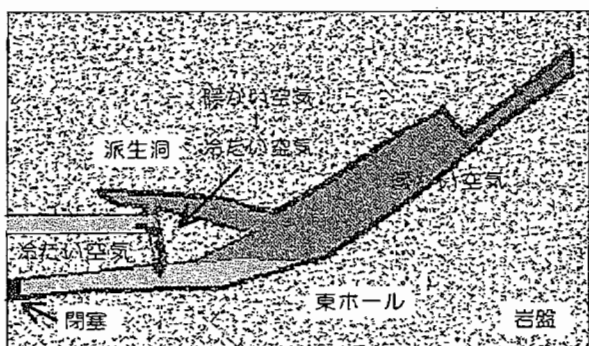
影響範囲：
東ホール全体

■ T2

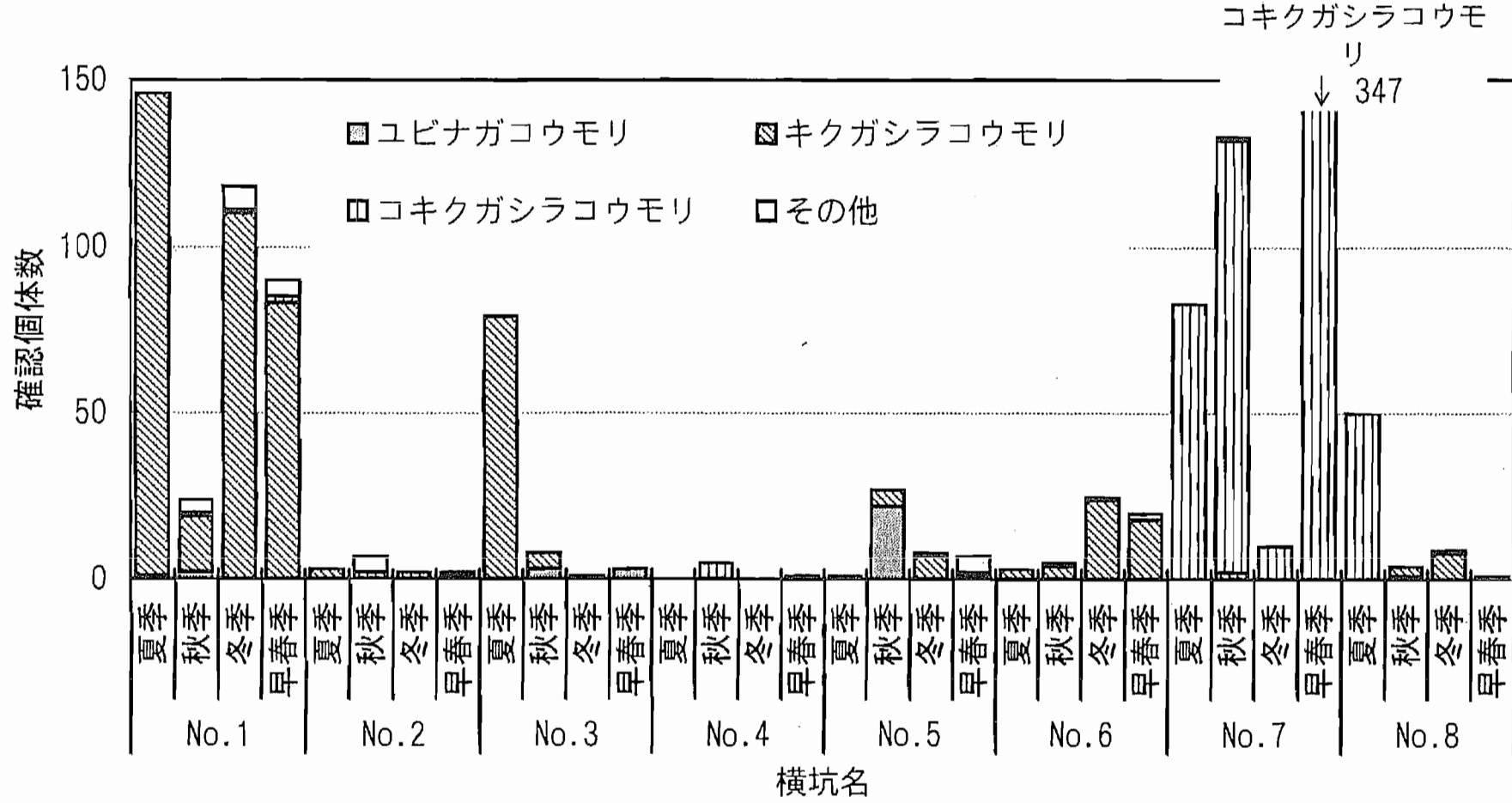


影響範囲：
東ホール下部

■ T3



影響範囲
東ホール局部



※その他…モモジロコウモリ、ノレンコウモリ、ヒナコウモリ科の一種

川辺川ダムサイト周辺横坑のコウモリ調査(平成14~15年)