

平成21年度

第4回 矢作ダム堰堤改良技術検討委員会

委員会資料

(第3回委員会での指摘に対する対応)

平成22年2月3日

国土交通省 中部地方整備局 矢作ダム管理所
豊橋河川事務所

矢作ダム排砂運用の検討

■ 以下について、排砂運用の検討結果を報告する。

1. 平成12年洪水が貯水位が高い場合に生じたら排砂量はどれくらいになるか？
2. 水利用が少ない冬季において、貯水位が低い場合でも排砂できるとしたらどれくらい効率的に排砂できるか？
3. 吸引濃度をコントロールし、大きな流量では濃度を高く、小さな流量では濃度を低くすることで、効率的かつ下流への影響を小さな排砂が可能ではないか？

1. 平成12年洪水が貯水位が高い場合に生じたら排砂量はどれくらいになるか？

平成12年恵南豪雨は、貯水位280mに満たない状況で発生している。

<現在の排砂条件では>

下図の紫色のハイドロの部分のみ排砂

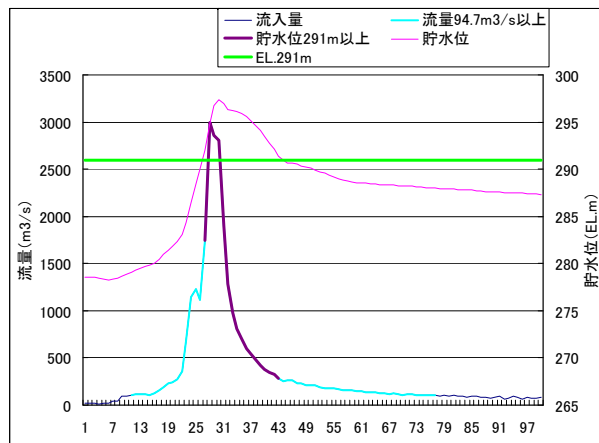
<もし貯水位が常に高ければ>

水色のハイドロ部分(94.7m³/s以上)で排砂可能

⇒洪水時の貯水位により排砂量が大きく異なる。

⇒堆砂状況、排砂量、下流影響とも大きく異なる

⇒貯水位が常時291m以上と想定して影響を確認



2. 水利用が少ない冬季において、貯水位が低い場合でも排砂できるとしたらどれくらい効率的に排砂できるか？

冬季は水利用が少ないため、夏季に比べ貯水位を高く保つ必要性は低い。

冬季洪水は以下の18洪水(34年間)あり、貯水位291mに満たない洪水が10洪水ある。

⇒冬季の排砂開始貯水位を280m、270mと想定して効果を確認する。

日流量が80m³/sを越える洪水

年	月日	貯水位	流量
S50	11/7	294.8	80.1
S51	2/28	294.3	91.6
	2/29	295.6	124.7
S54	2/23	272.6	81.4
S57	11/10	295.9	99.4
S60	2/9	271.2	82.8
H1	1/20	280.6	95.2
	2/16	283.6	103.2
	2/17	287.8	105.6
	2/18	288.5	86.2
H2	2/11	285.1	111.1
H3	11/28	287.5	192.9
H8	12/5	279.2	127.0
H9	11/26	294.2	109.9
	11/30	293.8	120.9
H14	1/21	294.1	92.8
H15	11/30	293.5	91.6
H16	12/5	280.3	182.3
最小値		271.2	-
90%カバー		272.6	-
80%カバー		280.3	-

■ : 291m以上

3. 吸引濃度をコントロールし、大きな流量では濃度を高く、小さな流量では濃度を低くすることで、効率的かつ下流への影響を小さな排砂が可能ではないか？

これまでの検討において、5%濃度で排砂すると排砂地点の直下流での堆砂が著しいことが分かっている。

これは小流量時の排砂によるものが大きな原因となっている。

このため、通常時は2%濃度での排砂とするが、大きな流量(300m³/s、400m³/s、500m³/s以上)では5%濃度にコントロールすることを想定する。

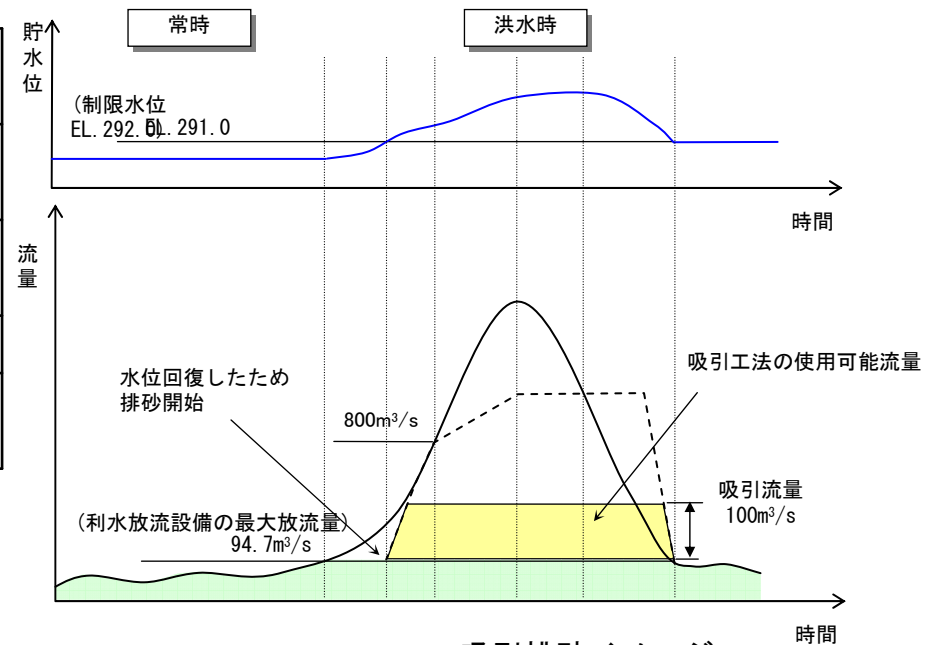
⇒3ケースの排砂量を検討するとともに、代表洪水での影響を確認する。

矢作ダム排砂運用の検討(吸引の基本条件)

- 吸引排砂の基本条件は以下のとおりであり、これまでの検討と変えていない。
- 以下の各検討においては、これらの条件を見直すことによる効果、影響について検討している。

吸引排砂の条件

吸引開始条件	貯水位	EL291m以上 (夏期制限水位292mマイナス1m)
	流入量	流入量94.7m ³ /s以上 (発電放流量以上)
吸引濃度	2%濃度とする(吸引流量100m ³ /sで 2m ³ /s=7200m ³ /hの排砂とする)	
吸引最大流量	100m ³ /sとする	
吸引土砂の組成	貯水池内の吸引箇所に堆積する土砂 (主に砂0.1mm~2mmが90%程度)	



吸引排砂イメージ

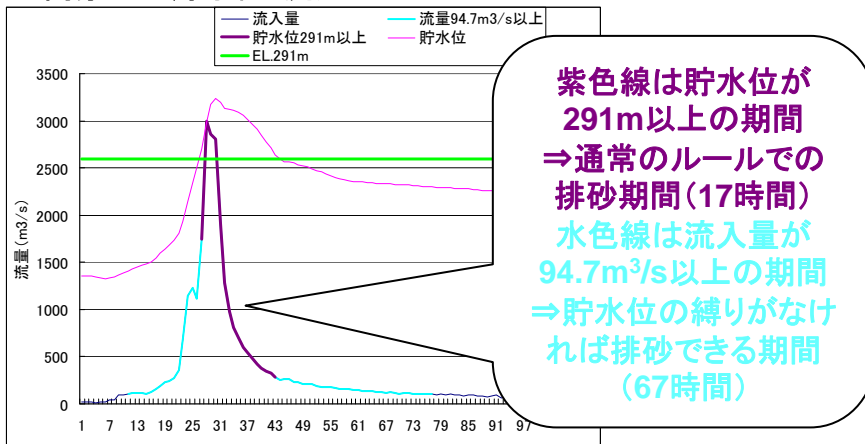
シナリオ検討における計算条件

流況・貯水池運用	昭和46年~平成16年のうち、昭和54年(選択取水設備設置に伴う水位低下)と平成12年に(恵南豪雨)を除く32年繰り返しの100年間の流況
流入土砂条件	貯水池堆砂量を再現する流量-流入土砂量関係式により設定
計算手法	一次元河床変動計算による

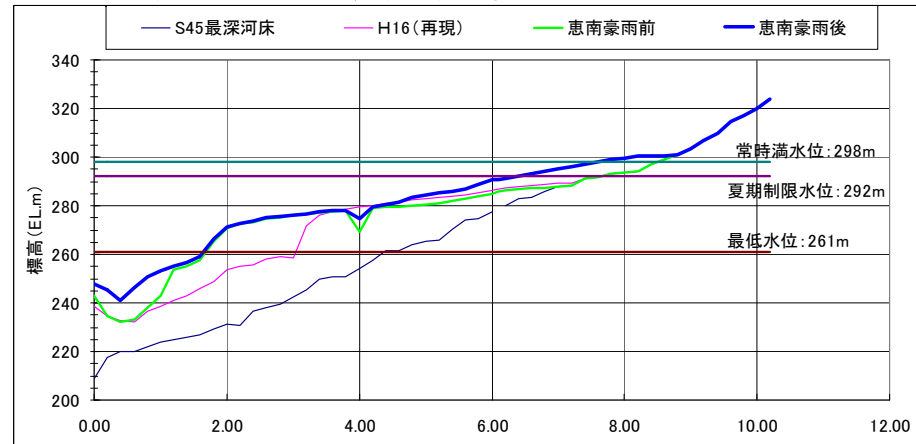
矢作ダム排砂運用の検討(平成12年洪水の分析)

- 東海豪雨の期間すべてで吸引排砂できるとすると、平成12年の排出土砂量(吸引排砂分+ダム通過分)は62.9~90.9万 m^3 となる(土砂動態予測においては実績水位で計算している)。
- 実績水位の排出量はでは46.~70万 m^3 であり、1.3倍程度の土砂が矢作ダム下流に排砂されることになる。
- 排砂可能時間が長くなるものの、排出土砂量の増加がそれほど多くないのは、平成12年ではダム内に堆砂する土砂量が非常に多いことによる(吸引ポケットまで辿りつかないもの、通過するもの)。
- 堆砂が進むほど排出土砂量は多くなる。これは堆砂により断面が小さくなり掃流力が増していることが要因となっている。

恵南豪雨の貯水位・流入量



恵南豪雨実績水位での排砂(紫色線の期間)



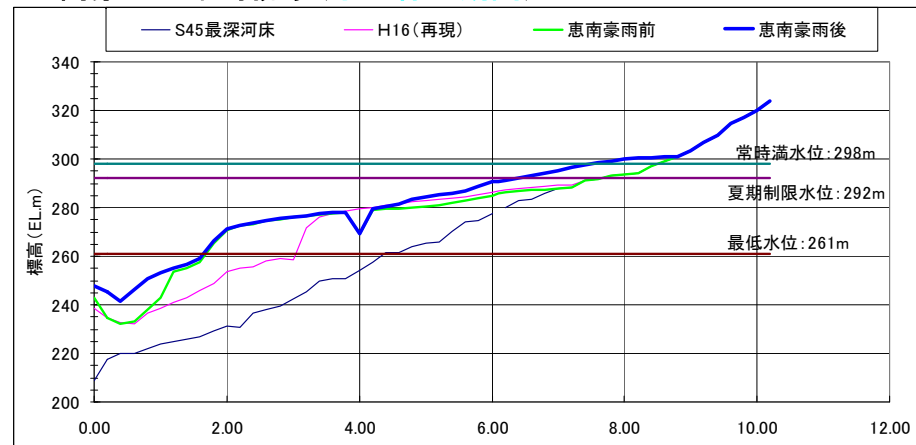
平成12年の流入土砂量と排出土砂量(排砂、ダム通過)

計算上、平成12年とした年※1	流入土砂量(H12の1年間)	排出土砂量(H12の1年間)	
		実績水位で291m以上のときのみ排砂	水位制限なしで排砂
1年目	354.5	46.3	62.9
50年目		51.9	66.1
100年目		70.3	90.9

※1~49年目、1~99年目までは、H12年を除いたS46~H16の流況を繰り返し与えた。

(単位: 万 m^3 /年)

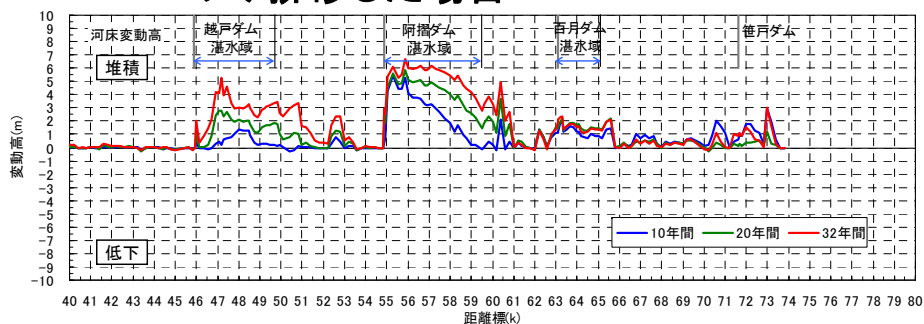
恵南豪雨の常時排砂(水色線の期間)



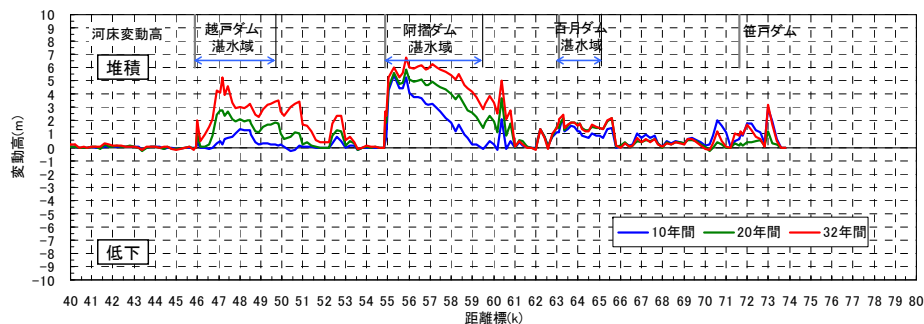
矢作ダム排砂運用の検討(平成12年洪水の分析)

- 恵南豪雨を貯水位291mで迎えたとしても、全体の堆砂において大きな影響を与えるものではない。

実績水位で291m以上のときのみ排砂した場合

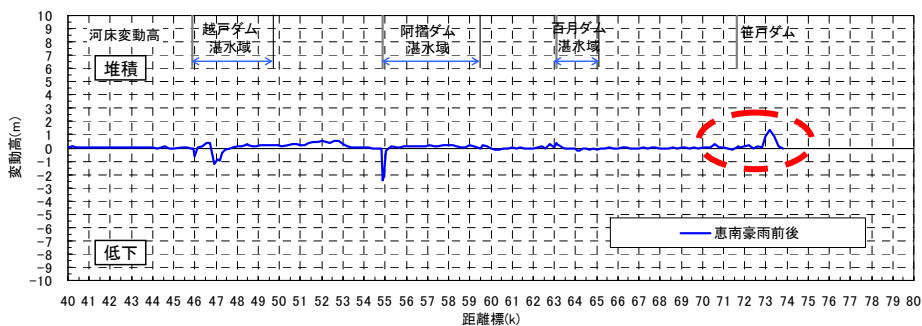


恵南豪雨時のみ水位制限なしに排砂した場合

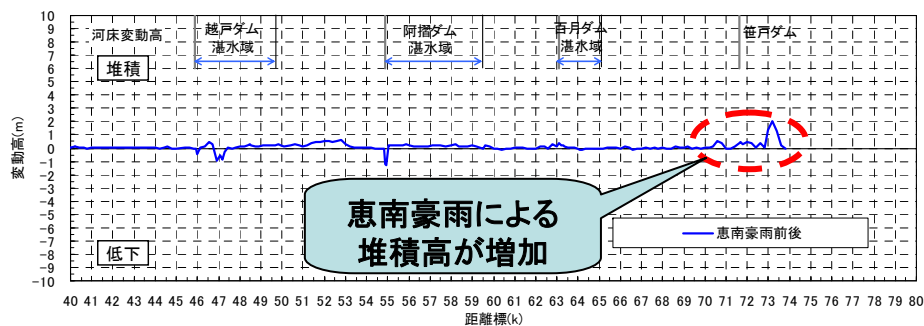


- 恵南豪雨前後(平成11年末と12年末の差分)をみると、排砂地点下流の70~74kmで、大きな違いが生じており、最大堆砂高で1m程度の違いが生じる。

実績水位で291m以上のときのみ排砂した場合



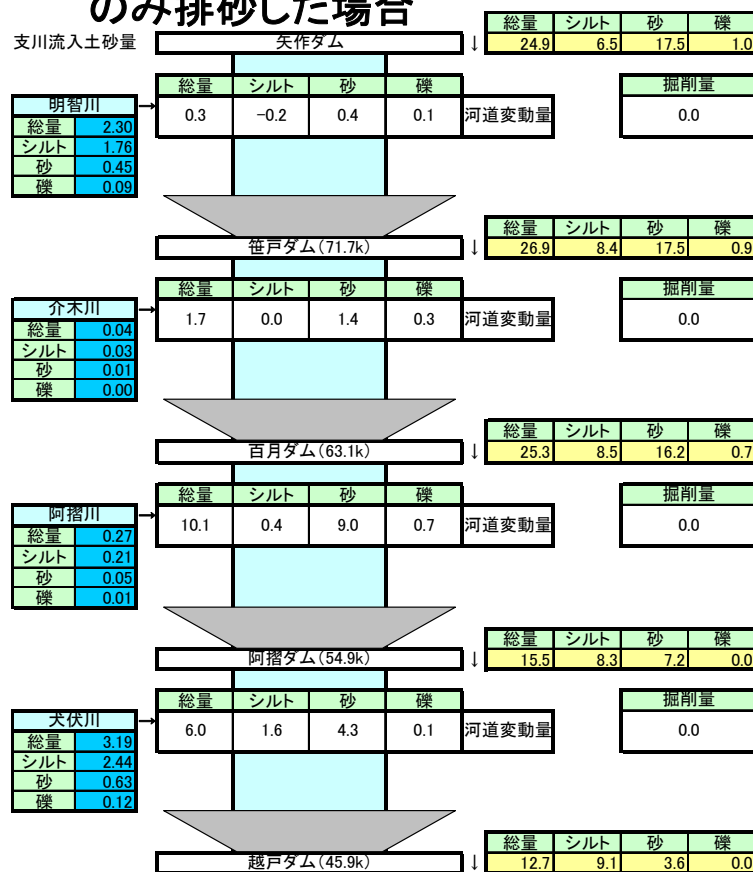
恵南豪雨時のみ水位制限なしに排砂した場合



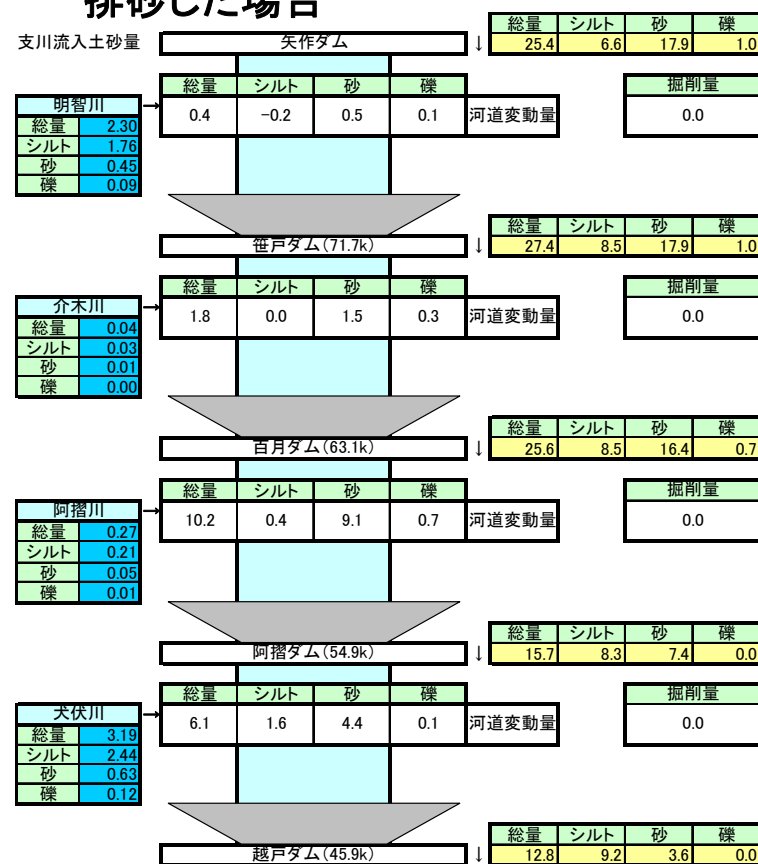
矢作ダム排砂運用の検討(平成12年洪水の分析)

- 32年間の平均で見れば、H12恵南豪雨後は、H13~H15の3年しか経過していない状況で評価しているため、供給土砂量の増分は越戸ダム上流区間に平均的に堆積している。
- 越戸ダムを通過する砂分については両者で違いはない。
- 以上から、恵南豪雨を常時満水位で迎えた場合
 1. 直後において排砂地点下流(70kmより上流)で短期的な影響(堆積)がより増大する(前ページ)
 2. 排砂量の増分は越戸ダム上流に平均的に堆積する(堆積は砂が各区間0.1万m³/年多い)
 3. 越戸ダム下流への影響は小さい(ともに3.6万m³/年)

実績水位で291m以上のときのみ排砂した場合



恵南豪雨時のみ水位制限なしに排砂した場合



矢作ダム排砂運用の検討(冬季排砂運用検討)

＜冬季洪水の生起状況＞

- 冬季は11月～2月と設定した。また、ここでの洪水は排砂可能流量を基準に、日流量で80m³/s以上とした。
- 冬季洪水の頻度は34年間(S46～H16)で18回であり、平均的には2年に1回程度あり得る
- 冬季洪水時の貯水位は18回のうち8回(約半部)は貯水位291m以上であり排砂を実施している。
- 冬季洪水時の最低貯水位は271.2mであり、80%をカバーするには280m以上での排砂とする必要がある。

＜検討条件＞

冬季(11月～2月)において排砂開始条件を270m、280mとした時の排砂計算を実施

＜検討結果＞

- 平成2、3、8、16年など、比較的大きな出水が生起している場合には10万m³/年以上の増加も期待できる。
- 貯水位270m、280mでの差は0.5%程度と小さい。280m程度とすることで年平均で1万m³増加が見込める

日流量が80m³/s*を越える洪水

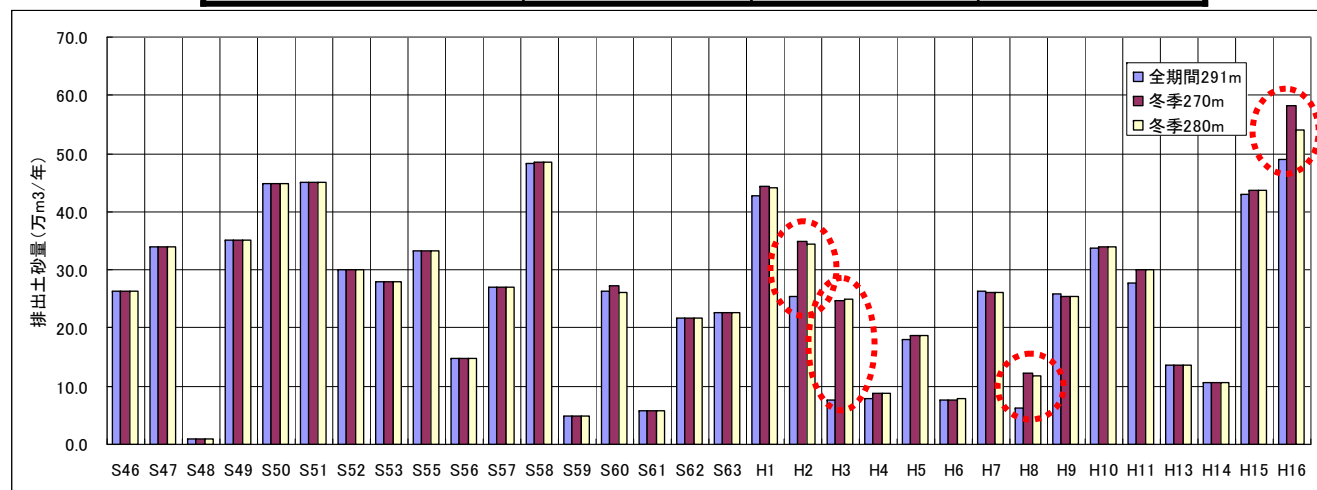
年	月日	貯水位	流量
S50	11/7	294.8	80.1
S51	2/28	294.3	91.6
	2/29	295.6	124.7
S54	2/23	272.6	81.4
S57	11/10	295.9	99.4
S60	2/9	271.2	82.8
H1	1/20	280.6	95.2
	2/16	283.6	103.2
	2/17	287.8	105.6
	2/18	288.5	86.2
H2	2/11	285.1	111.1
H3	11/28	287.5	192.9
H8	12/5	279.2	127.0
H9	11/26	294.2	109.9
	11/30	293.8	120.9
H14	1/21	294.1	92.8
H15	11/30	293.5	91.6
H16	12/5	280.3	182.3
最小値		271.2	-
90%カバー		272.6	-
80%カバー		280.3	-

：291m以上

日流量が80m³/s*であれば時間94.7m³/s以上となると想定

運用による排出土砂量の予測結果(排出土砂量は吸引+ダム通過土砂、34年間の平均値)

	流入土砂量	排出土砂量	排砂率
標準ケース	30.8万m ³ /年	26.1万m ³ /年	84.8%
冬季270m以上吸引		27.5万m ³ /年	89.2%
冬季280m以上吸引		27.3万m ³ /年	88.7%



運用による排出土砂量の予測結果(排出土砂量は吸引+ダム通過土砂)

矢作ダム排砂運用の検討(冬季排砂運用検討)

運用による排出土砂量の予測結果(排出土砂量は吸引+ダム通過土砂)

	流入土砂量	排出土砂量		
		全期間291m	冬季270m	冬季280m
S46	15.6	26.3	26.3	26.3
S47	43.9	33.9	33.9	33.9
S48	2.9	0.9	0.9	0.9
S49	53.1	35.1	35.1	35.1
S50	89.7	44.9	44.9	44.9
S51	37.7	45.1	45.2	45.2
S52	16.2	30.0	30.0	30.0
S53	15.5	27.9	27.9	27.9
S55	20.7	33.2	33.3	33.3
S56	14.4	14.7	14.7	14.7
S57	44.8	27.1	27.1	27.1
S58	72.3	48.4	48.4	48.4
S59	8.8	4.9	4.9	4.9
S60	31.6	26.2	27.3	26.2
S61	6.3	5.9	5.9	5.9
S62	9.9	21.7	21.6	21.6
S63	18.2	22.7	22.8	22.7
H1	70.7	42.8	44.2	44.2
H2	37.2	25.5	34.9	34.5
H3	34.6	7.6	24.8	24.9
H4	4.9	7.8	8.9	8.9
H5	18.8	18.1	18.7	18.7
H6	22.6	7.6	7.7	7.9
H7	16.8	26.4	26.1	26.2
H8	6.3	6.1	12.2	11.7
H9	23.2	26.0	25.4	25.4
H10	53.7	33.8	33.9	33.8
H11	60.9	27.8	30.0	30.0
H13	17.0	13.6	13.6	13.6
H14	5.4	10.6	10.6	10.6
H15	52.7	43.0	43.7	43.7
H16	62.2	49.0	58.2	54.1

排砂頻度について

年数	年	ピーク放流量 (m3/s)	①矢作ダム 排砂頻度		
			標準 (回)	冬季280	冬季270
1	S46 1971	448	7	7	7
2	S47 1972	881	14	14	14
3	S48 1973	233	1	1	1
4	S49 1974	1,034	8	8	8
5	S50 1975	1,782	6	6	6
6	S51 1976	877	9	9	9
7	S52 1977	631	5	5	5
8	S53 1978	726	3	3	3
9	S54 1979				
10	S55 1980	552	4	4	4
11	S56 1981	563	3	3	3
12	S57 1982	801	12	12	12
13	S58 1983	1,606	11	11	11
14	S59 1984	687	2	2	2
15	S60 1985	1,238	7	7	8
16	S61 1986	244	6	6	6
17	S62 1987	393	4	4	4
18	S63 1988	846	7	7	7
19	H1 1989	1,436	7	10	10
20	H2 1990	1,480	5	6	6
21	H3 1991	1,111	0	2	2
22	H4 1992	245	6	6	6
23	H5 1993	609	3	4	4
24	H6 1994	1,341	1	1	1
25	H7 1995	648	9	9	9
26	H8 1996	405	2	3	3
27	H9 1997	490	7	7	7
28	H10 1998	1,295	13	13	13
29	H11 1999	1,492	3	4	4
30	H12 2000	3,185	3	3	3
31	H13 2001	775	2	2	2
32	H14 2002	394	4	4	4
33	H15 2003	1,343	6	7	7

最大	3,185	14	14	14
平均	931	6	6	6
最小	233	0	1	1
合計	29,791	180	190	191

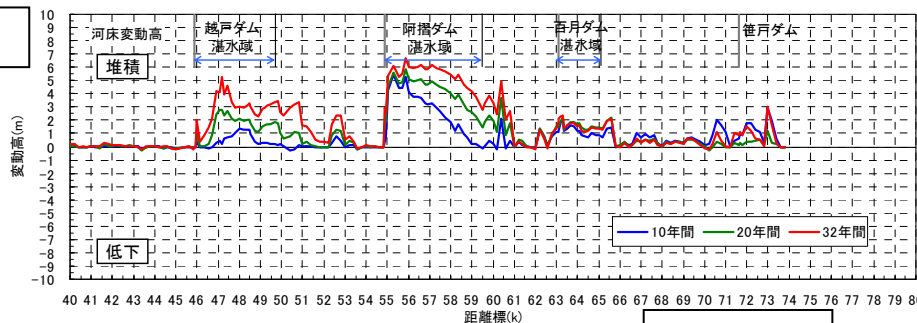
黄色背景: 計算対象外としている年

冬季の排砂開始
水位を280m以下
とすることで、
排砂を行わない
年はなくなる

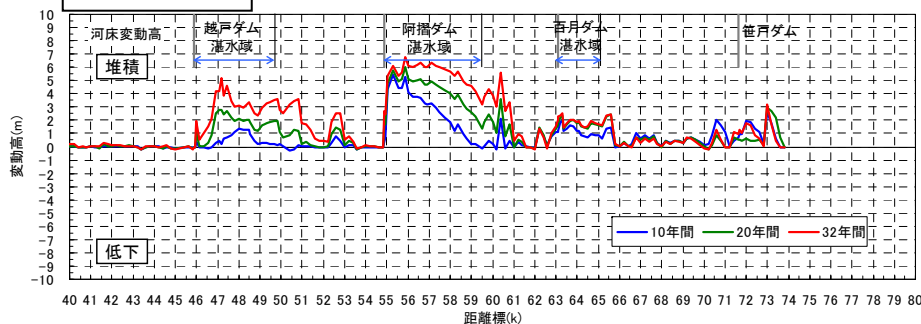
矢作ダム排砂運用の検討(冬季排砂運用検討)

- 冬季排砂運用により各ダム上流の堆積高が全体的にわずかではあるが高くなっている。
- 特に阿摺ダム湛水域の上流、百月ダムの湛水域での堆積が増加する。
- 排砂のタイミングではあるが、20年後の上流部の堆砂状況が異なる(20年後は平成3年であり、新たに11月28日洪水の排砂の影響を受けている)。

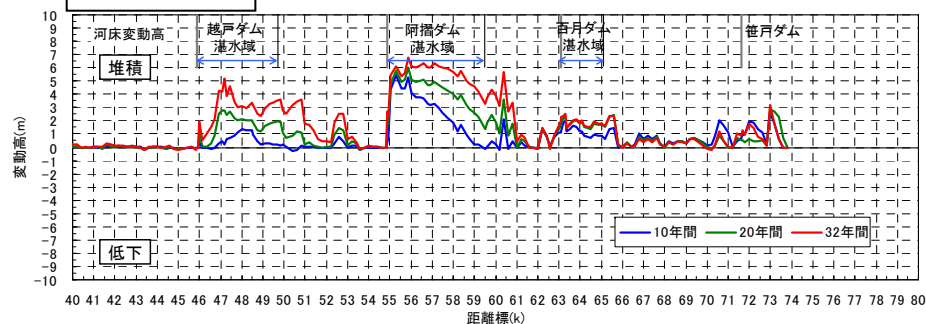
標準ケース



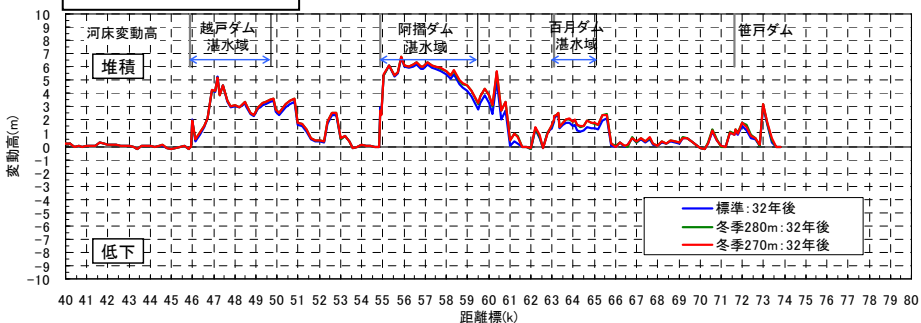
冬季280m



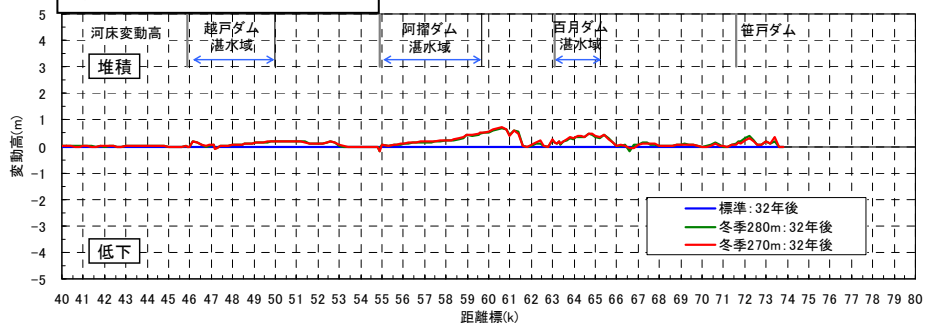
冬季270m



32年後の比較

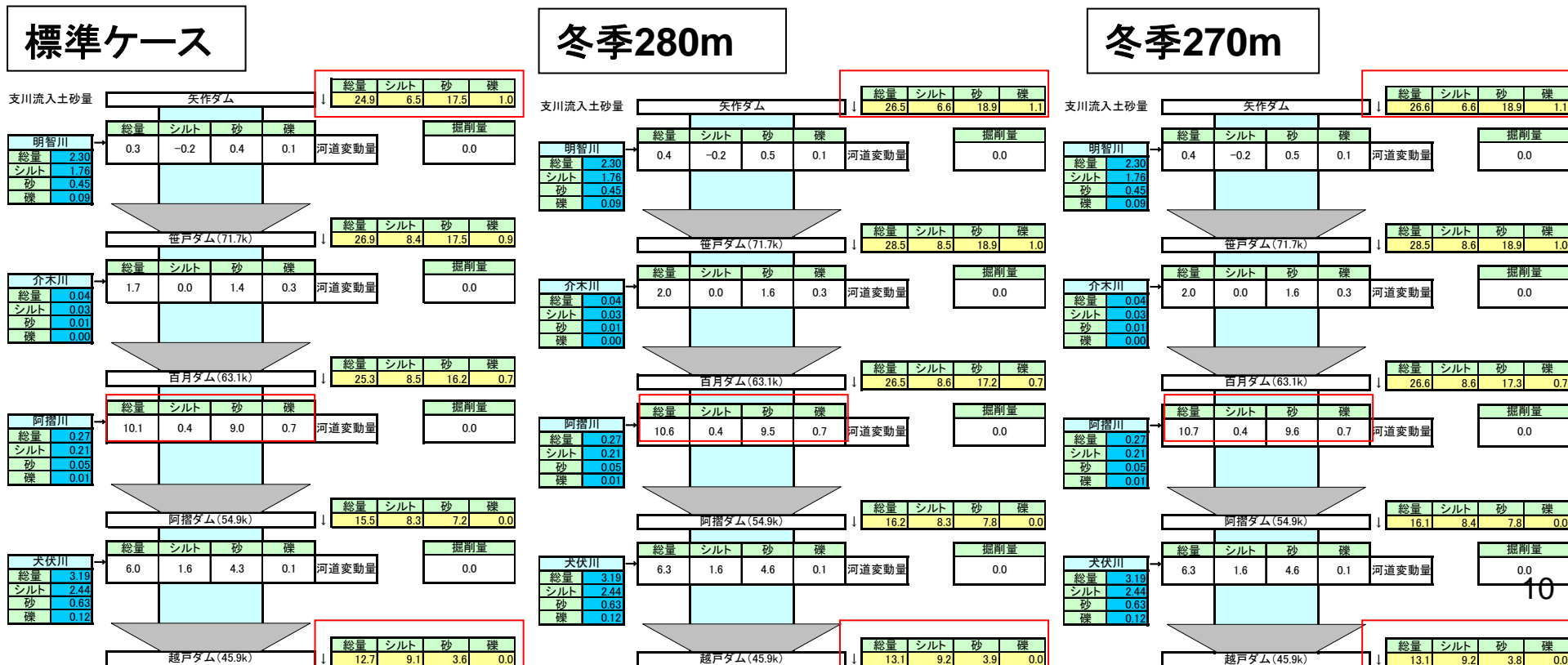


標準ケースとの比較



矢作ダム排砂運用の検討(冬季排砂運用検討)

- 排砂量の増加分により堆積量、越戸ダム通過土砂量が増加する。
- 堆積は阿摺ダム上流での堆砂量が多く10.1万m³⇒10.6万m³と0.5万m³増加する。
- 越戸ダム通過土砂量のうち砂は3.6万m³⇒3.9万m³と0.3万m³増加する。
- 冬季の排砂開始水位を280m以下とすることで、排砂を実施しない年はなくなり、効率性は向上する。
- 以上から、冬季の排砂開始水位を低下することにより
 1. 排砂効率が4%程度上昇する
 2. 排砂量が増加した分、越戸より上流区間での堆積量が全体で1.2万m³増加し、そのほとんどが砂である。
 3. 越戸ダムを通過する砂分は3.6万m³⇒3.9万m³と0.3万m³である。
- 冬季の排砂開始水位については関係機関、利水者との協議・調整が必要である。



矢作ダム排砂運用の検討（排砂濃度コントロール）

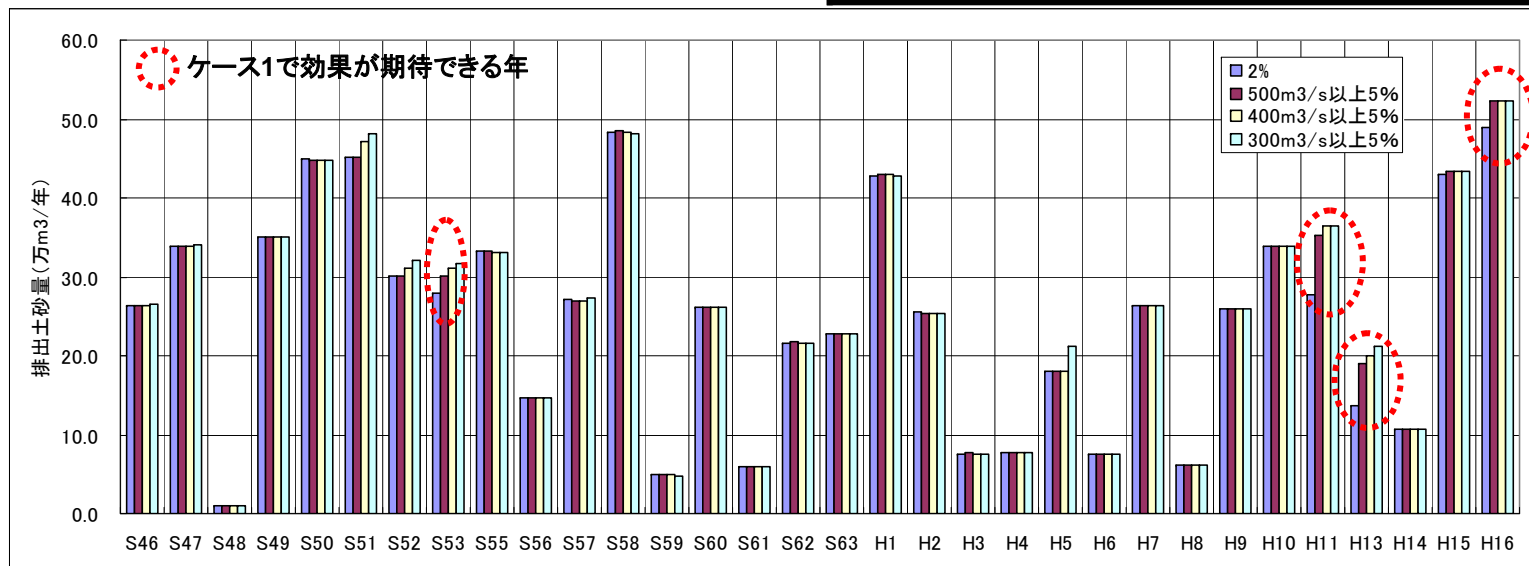
- これまで、吸引濃度2%、5%の検討を行ってきた。吸引濃度を5%とすることで、排砂効率は良くなるものの、下流部（特に排砂直下流）での堆積増加が予測されている。
- ただし、流量が大きい場合には5%濃度で排砂しても、ある程度下流まで土砂を流下させられる可能性がある。
- このため、吸引濃度をコントロールし、流量が小さい時は2%、大きい時には5%とした場合の排砂効率及び下流への影響について検討した。
- 500m³/s以上の洪水頻度が少ないことからケース1で効果がみられる年は限られる（S53、H11、13、16）
- ケース3と冬季での排砂条件を見直した場合とで排砂量は同程度となる。
- 下流における効果、影響を把握する必要がある。

排砂コントロールの検討条件

	94.7m ³ /s~	300m ³ /s~	400m ³ /s~	500m ³ /s~
ケース0（標準）	2%			
ケース1	2%			5%
ケース2	2%		5%	
ケース3	2%	5%		

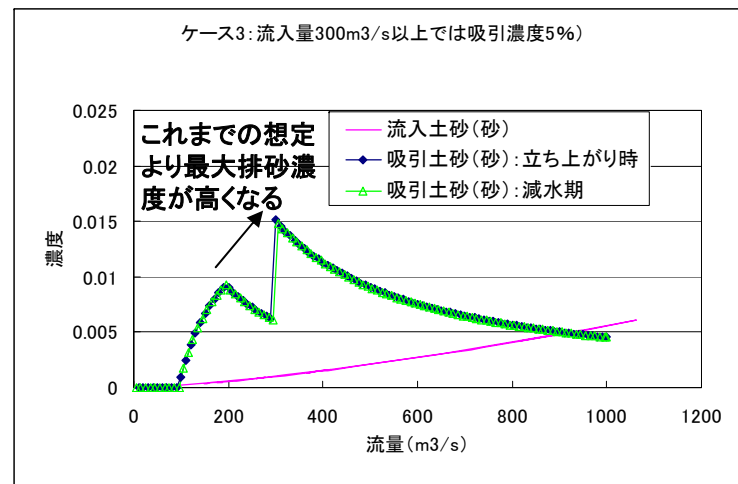
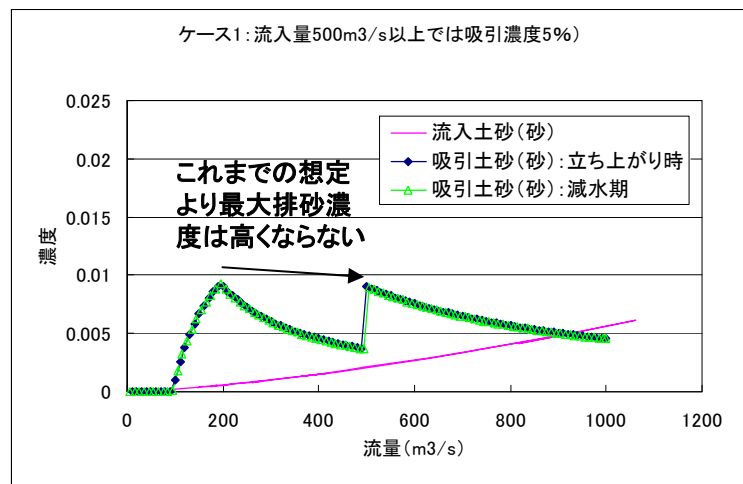
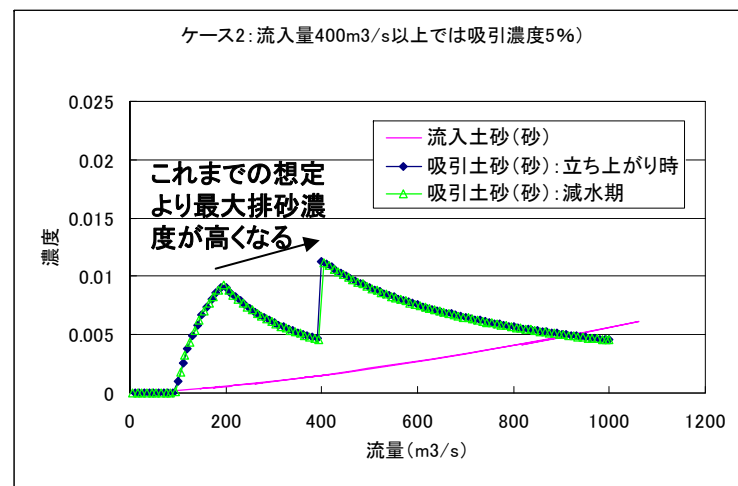
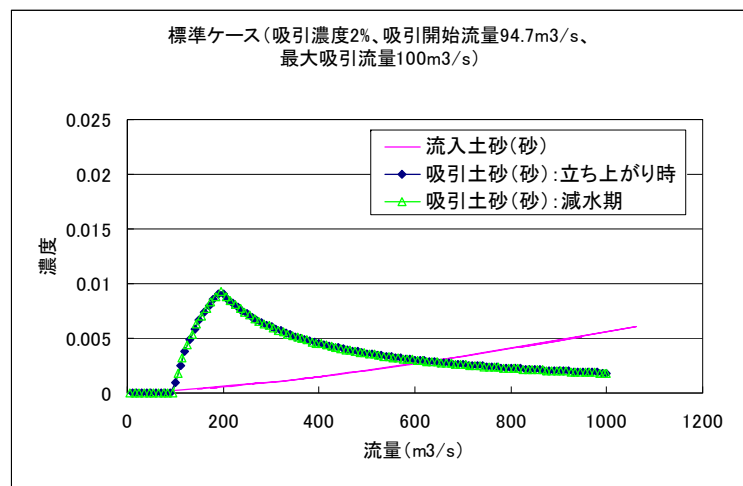
排砂コントロールの排出土砂量予測結果

	流入土砂量	排出土砂量	排砂率
標準ケース	30.8万m ³ /年	26.1万m ³ /年	84.8%
ケース1		26.7万m ³ /年	86.8%
ケース2		26.9万m ³ /年	87.3%
ケース3		27.2万m ³ /年	88.2%



矢作ダム排砂運用の検討(排砂濃度コントロール)

- 各ケースの排砂濃度(砂分)状況は以下のとおりとなる。
- 吸引濃度は固定とするが、ダムからの放流量により希釈されるため、最大放流となる流入量約200m³/s以上では濃度は放流水により低下していく。
- 吸引濃度2%では600m³/s以下、5%では900m³/s以下の範囲では自然状態より土砂供給量が多くなる。
- ケース1では標準ケースより排砂濃度は高くないが、ケース2、3では排砂濃度が標準ケースより大きくなる。



矢作ダム排砂運用の検討（排砂濃度コントロール）

排砂コントロールの排出土砂量予測結果

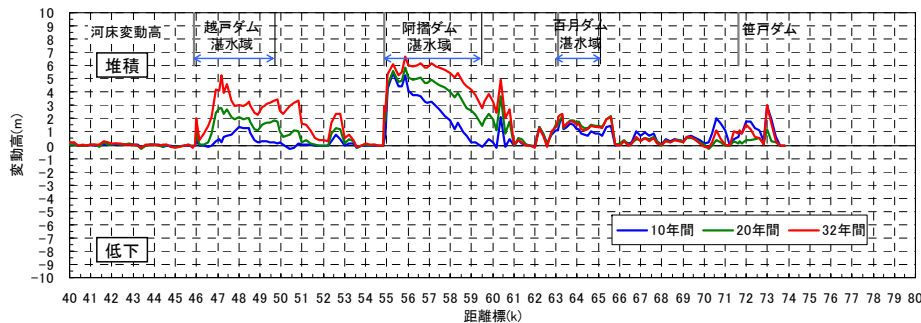
	流入土砂量	排出土砂量			
		2%	500m ³ /s以上5%	400m ³ /s以上5%	300m ³ /s以上5%
S46	15.6	26.3	26.3	26.3	26.5
S47	43.9	33.9	33.9	34.0	34.1
S48	2.9	0.9	0.9	0.9	0.9
S49	53.1	35.1	35.1	35.1	35.1
S50	89.7	44.9	44.7	44.8	44.7
S51	37.7	45.1	45.1	47.2	48.2
S52	16.2	30.0	30.0	31.1	32.2
S53	15.5	27.9	30.0	31.1	31.6
S55	20.7	33.2	33.2	33.0	33.0
S56	14.4	14.7	14.7	14.7	14.7
S57	44.8	27.1	27.0	27.0	27.3
S58	72.3	48.4	48.4	48.3	48.2
S59	8.8	4.9	4.9	4.9	4.8
S60	31.6	26.2	26.1	26.1	26.0
S61	6.3	5.9	5.9	5.9	5.9
S62	9.9	21.7	21.7	21.6	21.6
S63	18.2	22.7	22.7	22.7	22.9
H1	70.7	42.8	43.0	43.0	42.9
H2	37.2	25.5	25.3	25.3	25.3
H3	34.6	7.6	7.6	7.6	7.5
H4	4.9	7.8	7.8	7.8	7.8
H5	18.8	18.1	18.1	18.1	21.3
H6	22.6	7.6	7.6	7.6	7.5
H7	16.8	26.4	26.4	26.4	26.4
H8	6.3	6.1	6.1	6.1	6.1
H9	23.2	26.0	25.9	25.9	25.9
H10	53.7	33.8	33.9	33.8	33.8
H11	60.9	27.8	35.3	36.4	36.4
H13	17.0	13.6	19.0	20.1	21.2
H14	5.4	10.6	10.6	10.6	10.6
H15	52.7	43.0	43.4	43.4	43.4
H16	62.2	49.0	52.3	52.3	52.2

※網掛は標準ケースに比べ排出土砂量が多くなる場合

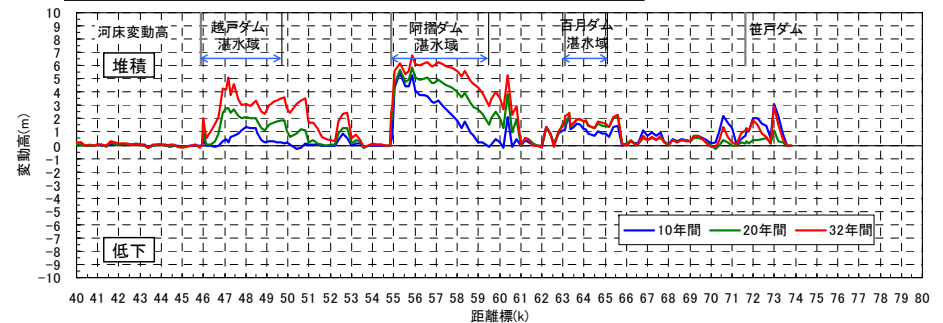
矢作ダム排砂運用の検討(排砂濃度コントロール)

- 全体的に見れば、河床高の大きな変化は見られない。
- ただし、ケース2,3では、洪水期間中の排砂量が大きくなることから、排砂直後において排砂地点直下での堆積が想定される。

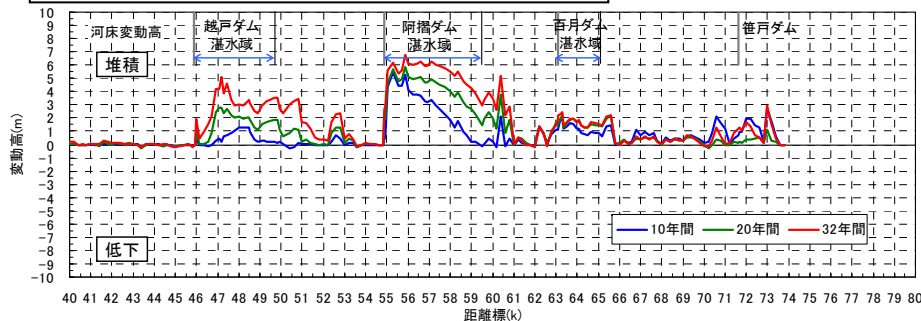
標準ケース



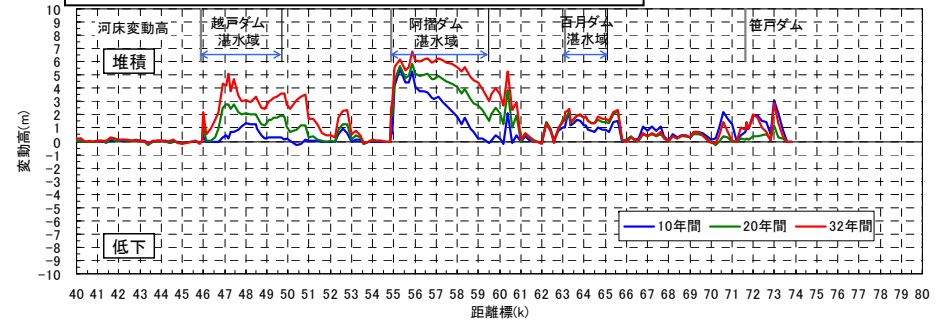
ケース2: 400m³/s以上5%



ケース1: 500m³/s以上5%



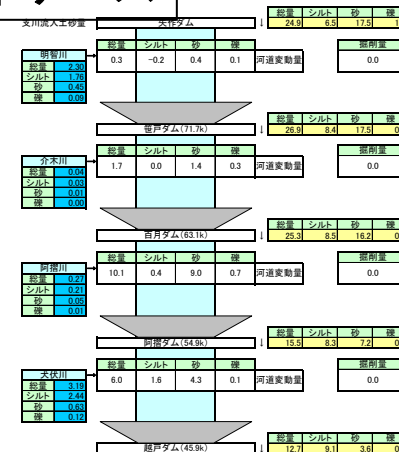
ケース3: 300m³/s以上5%



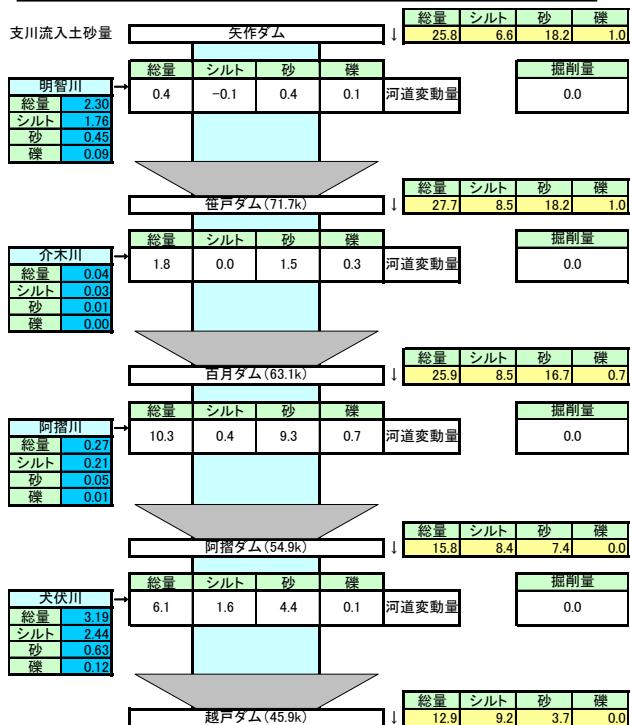
矢作ダム排砂運用の検討(排砂濃度コントロール)

- 堆積は阿摺ダム上流での堆砂量が多く最大10.1万m³⇒10.4万m³と0.3万m³増加する。
- 越戸ダム通過土砂量のうち砂は最大3.6万m³⇒3.8万m³と0.2万m³増加する。
- 以上から、流量による排砂濃度をコントロールすることにより、
 1. 排砂量が増加した分、越戸より上流区間での堆積量が全体で1.2万m³増加し、そのほとんどが砂である。
 2. 越戸ダムを通過する砂分は3.6万m³⇒3.9万m³と0.3万m³である。
 3. 大規模洪水の頻度は少ないため、効果が高いとはいえない
- 一洪水での影響について確認が必要
- 技術的な可能性、管理上の問題(洪水時の運用)について検討が必要

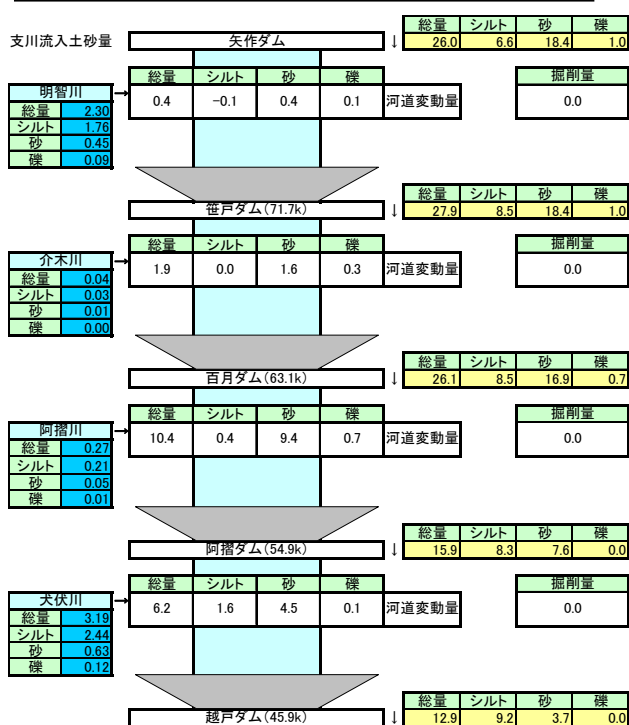
標準ケース



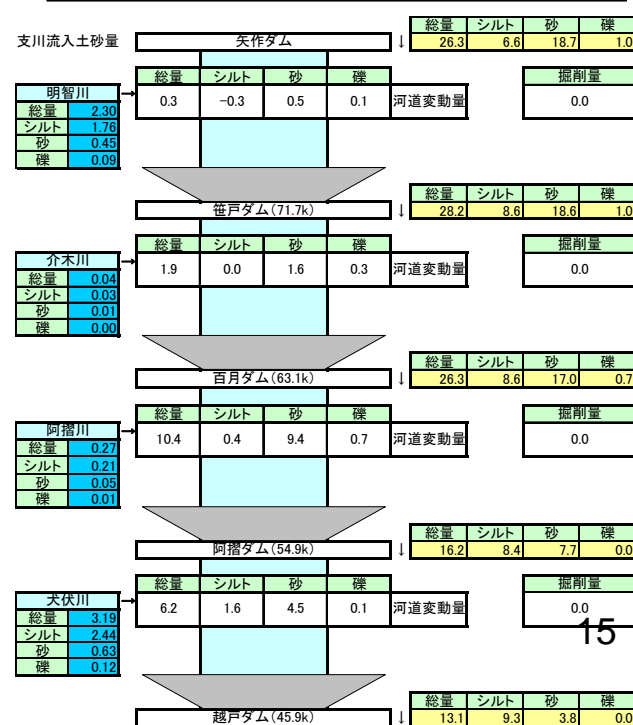
ケース1: 500m³/s以上5%



ケース2: 400m³/s以上5%



ケース3: 300m³/s以上5%



矢作ダム排砂運用の検討(まとめ)

<平成12年洪水の分析>

- 矢作ダムの貯水位が常時満水位の時に恵南豪雨(東海豪雨)が発生した場合には、現在想定している吸引排砂量の1.3倍程度多く排砂することになる。
- これによる影響として、32年間の長期スパンで見れば大きな違いはない。
- ただし、洪水直後においては、上流部(70kmより上流)の堆積高は大きくなる。

<冬季排砂運用検討>

- 冬季は水利用が少ないため、夏季に比べ、低い貯水位でも排砂を開始できる可能性がある。
- 冬季洪水は32年間で18洪水程度あり、このうち10洪水は貯水位が低く排砂できない。
- 貯水位280mで排砂を開始すると、排砂効率は84.8%⇒88.7%に上昇する。
- また、これにより排砂を実施しない年はなくなる(過去の流況において)。
- 下流においては堆砂量が増加し、越戸ダムを通過する砂の量も増加する。
- 冬季の排砂開始水位については関係機関、利水者との協議・調整が必要。

<排砂濃度コントロール>

- 大きな規模の洪水は頻度が少なく効果が得られる場合が限定される。
- 300m³/s以上を5%濃度排砂としても、上述の冬季280m以上での排砂と同等の排砂効率となる。
- 5%濃度での排砂では排砂直下区間の堆砂影響が大きくなる。
- 排砂コントロールの技術的な問題、洪水時に操作を行うことによる管理上の問題が考えられる。