

立山砂防工事事務所 ○伊藤佳晴 牧野裕至 中田定男

1. はじめに

常願寺川は、古来比較的安定した河川であったが、安政5年（1858）の大地震による水源地の大崩壊によって河相が一変し、日本でも有数の急流荒廃河川となった。その際に崩壊した土砂は豪雨のたびに流出し、災害の絶え間のない状況であったが近年、砂防工事が進捗したことによって漸次河相も安定に向いつつあるが、まだまだ予断のゆるさない荒廃河川である。そこで今回は、砂防施設（砂防ダム）の効果を把握することを目的として、常願寺川流域の14基の砂防ダムを対象に既往の河床変動測量資料（約30年間）より砂防ダムの貯砂量、調節量及びダム下流の洗掘量を算出して、その変動についての検討を行った。

2. 調査内容

1) 砂防ダム堆砂形態の検討

貯砂量・調節量を算出する前段として各ダムの最深河床高（又は平均河床高）縦断面図及び、元河床を基準とした累加変動量の経年変化図を作成し、その特性について調査した。

図-2及び図-3は本宮砂防ダムの例で縦断面図はポイントと

なる年度だけを抜き出したものである。

2) 貯砂量・調節量の検討

貯砂量は満砂後の安定状態に於ける堆砂量、調節量は貯砂量より上部の容量とされるが、実際には、満砂後の安定状態が幾通りも表われどこを基準としたら良いかの判断が難しいことから、

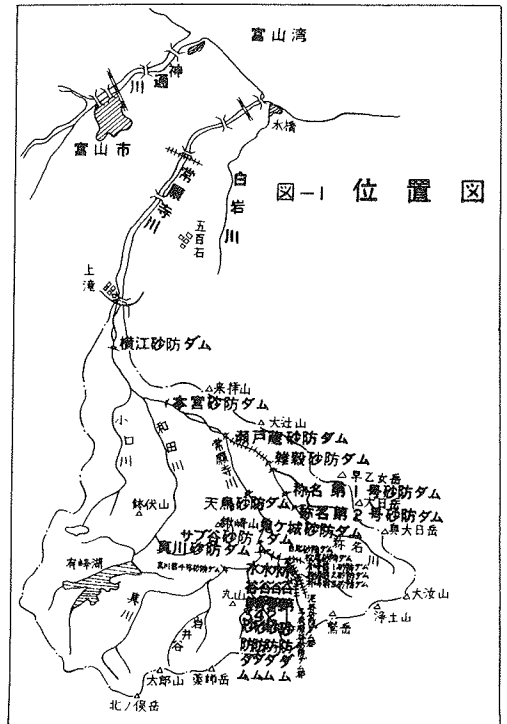
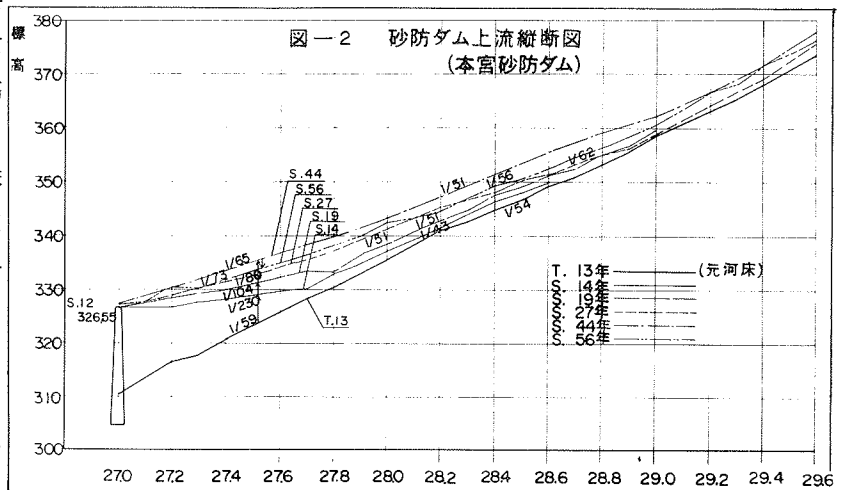


図-1 位置図

図-2 砂防ダム上流縦断面図
(本宮砂防ダム)

貯砂量・調節量を図-4のように定義して算出した。

定義に基づき、貯砂基準年河床高と元河床高が等しくなる地点までの区間を基本として貯砂量を算出した結果が表-1のようになった。又、元河床勾配と貯砂勾配の関係は図-5のようになるが、これは現在まだ貯砂過程にある2基のダムを除く12基のダムについてプロットしたもので、いずれのダムも貯砂勾配は元河床勾配のほぼ $\frac{1}{2}$ となる結果を得た。

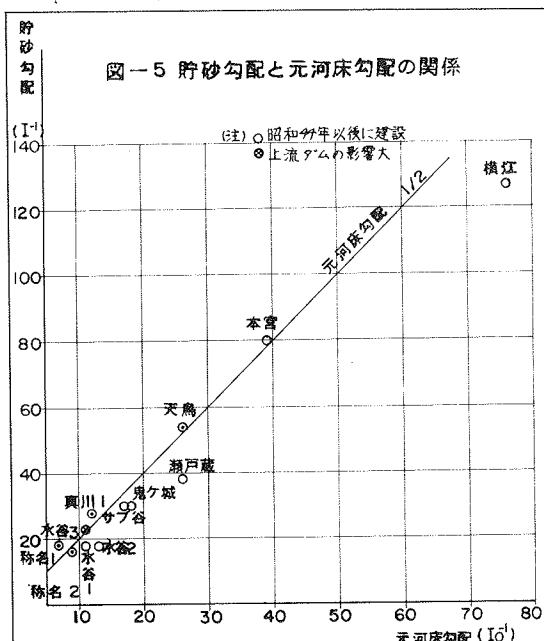
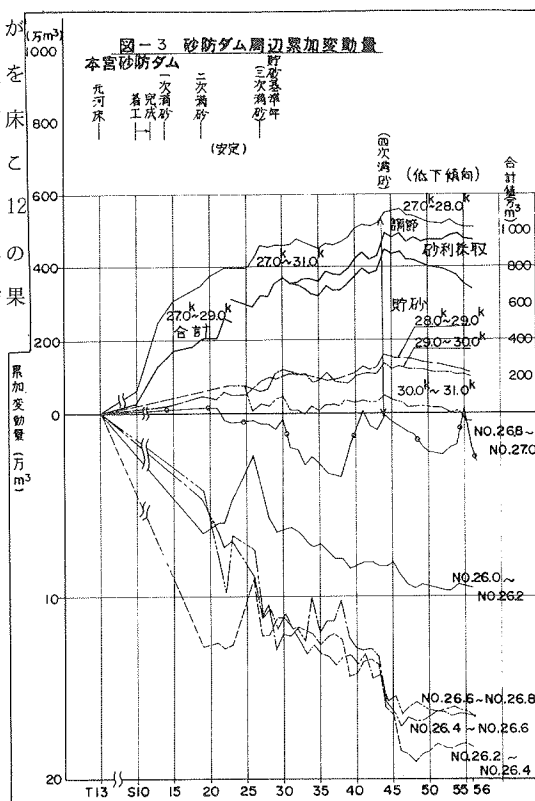
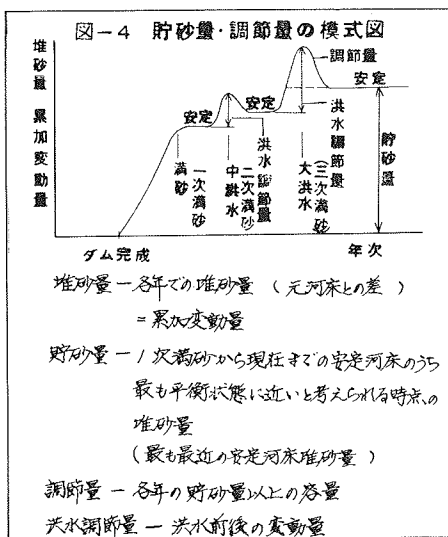


表-1 貯砂量一覧表

※印: 44年以後建設
△印: 上流ダムの影響大

ダム名	横江	本宮	天鳥	瀬戸蔵	真川	水谷3	水谷2	水谷1	水谷0
ダム高(m)	14.1	22	11	21	25	23.0	14.0		
元河床高(m)	340.9	193.1	(173.8)	122.3	107.9	104.5	24.9		
貯砂基準年	昭和28年	昭和27年	昭和55年	昭和51年	昭和56年	昭和55年	昭和59年		
貯砂勾配	1/26	1/29	1/26	1/26	1/18	1/17	1/11		
貯砂量(m³)	1385	2004	600	890	1000	575	220		
貯砂量(10³m³)	23.0	72.9	1.25	1.05	15.8	9.8	1.78		
貯砂勾配	1/27	1/30	1/28	1/24	1/20	1/30	1/23		
元河床勾配	1/17	1/21	1/15	1/11	1/17	1/18	1/11		

ダム名	水谷4	水谷2	水谷1	天鳥	瀬戸蔵	真川	水谷3	水谷2	水谷1	水谷0
ダム高(m)	12.0	13.0	14.0	13.0	18.0	20.0	22.5			
元河床高(m)	24.7	24.6	22.4	36.0	24.5	22.6	79.2			
貯砂基準年	昭和29年	昭和29年	昭和29年	昭和55年	昭和55年	昭和55年	昭和57年			
貯砂勾配	1/12	1/13	1/11	1/11	1/10	1/10	1/12			
貯砂量(m³)	330	180	180	230	300	325				
貯砂量(10³m³)	2.97	1.30	1.30	2.81	2.82	3.28				
貯砂勾配	1/18	1/18	1/18	1/18	1/18	1/20				
元河床勾配	1/14	1/16	1/16	1/16	1/16	1/18				

(注) 本河川の勾配は1/12.5と仮定

次に調節量及び洪水調節量を定義に従い求めると表-2のようになった。

この結果に基づき、最大調節量と貯砂量の関係について調査すると図-6のようになった。今回の調査では調節量と貯砂量との比、すなわち調節率は9.6%~304.9%と非常にバラツキが激しいが、その最低値が10%程度という結果を得た。

その他に、調節量と地形要因との関連や水文要因との関連についても調査を行ったが、その結果、調節量は貯砂区域平面形状に強く規定され、これと因果関係にある流域面積、元河床勾配、貯砂勾配とは比較的弱いながらも一定傾向を示すが、ダム高との相関性はない。又、雨量との関係では、降雨が大きいほど堆積（調節）も増える傾向が見られるが、その相関性は良くないという結果を得た。

表-2 調節量 洪水調節量一覽表

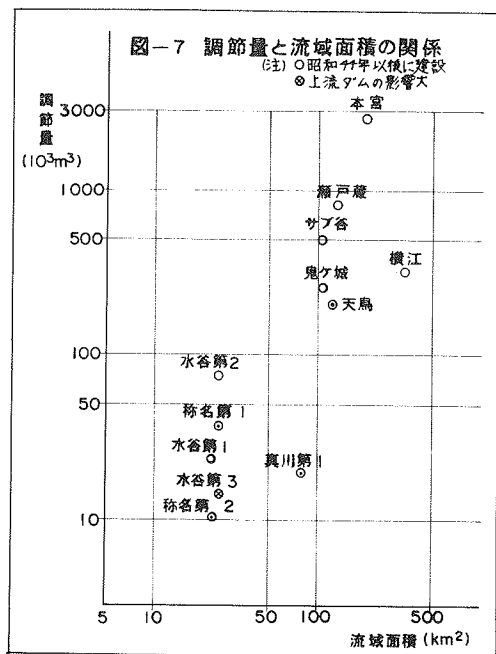
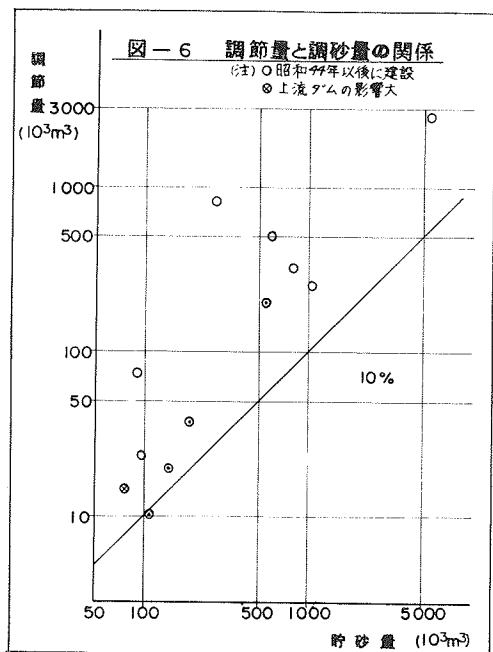
※10.44は概算値
※10.1はダム工事の影響

ダム名	横江	本宮	瀬戸蔵	大鳥	鬼ヶ城	サバ谷	水谷サ3
貯砂基準年	昭和28年	昭和27年	昭和55年	昭和51年	昭和56年	昭和56年	昭和55年
貯砂量 (10 ³ m ³)	785	5516	268	549	1051	587	74.6
最大洪水調節量	年度 昭和44年 工事 昭和44年 調節率 22.7%	年度 昭和44年 工事 昭和44年 調節率 41.7%	年度 昭和44年 工事 昭和44年 調節率 12.3%	年度 昭和53年 工事 昭和53年 調節率 29.3%	年度 昭和44年 工事 昭和44年 調節率 53.5%	年度 昭和44年 工事 昭和44年 調節率 18.4%	年度 昭和44年 工事 昭和44年 調節率 22.7%
最大調節量	年度 昭和44年 工事 昭和44年 調節率 41.7%	年度 昭和44年 工事 昭和44年 調節率 49.1%	年度 昭和44年 工事 昭和44年 調節率 30.4%	年度 昭和53年 工事 昭和53年 調節率 36.2%	年度 昭和44年 工事 昭和44年 調節率 24.2%	年度 昭和44年 工事 昭和44年 調節率 85.7%	年度 昭和44年 工事 昭和44年 調節率 19.3%
調節率	135 (N=7)	1278 (N=4)	292 (N=3)	25 (N=3)	142 (N=5)	358 (N=3)	758 (N=5)
調節率値	17.2	23.2	109.0	22.8	13.5	61.0	10.2

(注1)本川筋の貯砂量には含まない

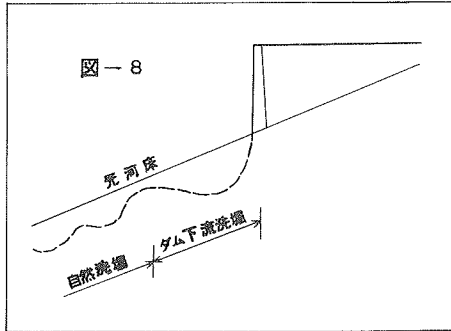
ダム名	水谷サ4	水谷サ2	水谷サ1	瀬戸蔵	称名サ1	称名サ2	真川サ1
貯砂基準年	昭和54年	昭和57年	昭和49年	昭和50年	昭和54年	昭和57年	昭和57年
貯砂量 (10 ³ m ³)	89.4	91.8	18.7	10.7	1.40		
最大洪水調節量	年度 昭和51年 工事 昭和48年 調節率 16.8%	年度 昭和48年 工事 昭和47年 調節率 30.5%	年度 昭和54年 工事 昭和57年 調節率 10.2%	年度 昭和57年 工事 昭和57年 調節率 16.4%	年度 昭和57年 工事 昭和57年 調節率 31.7%	年度 昭和57年 工事 昭和57年 調節率 6.7%	年度 昭和54年 工事 昭和54年 調節率 1.1%
最大調節量	年度 昭和51年 工事 昭和48年 調節率 34.1%	年度 昭和48年 工事 昭和47年 調節率 11.1%	年度 昭和54年 工事 昭和57年 調節率 17.0%	年度 昭和57年 工事 昭和57年 調節率 6.3%	年度 昭和57年 工事 昭和57年 調節率 0.8%		
調節率	73.5	23.2	37.1	10.3	19.2		
調節率値	82.2	25.3	19.8	9.6	13.7		
調節率値	41.9 (N=5)	10.8 (N=4)	27.0 (N=2)	9.4 (N=2)	18.5 (N=2)		
調節率値	46.9	11.8	14.4	8.8	13.2		

(注2)最上流



3) ダム下流洗掘量の検討

ダム下流洗掘と自然洗掘の境界を求めるのは、非常に難しいので、図-8のようにダム直下の洗掘が減少する地点までを、ダム下流洗掘区間と仮定して洗掘量を算出した。表-3はその結果である。



次に、洗掘量の経年変化の特性について調査したが(図-3)、その特性として①下流洗掘は満砂後に激しくなる②下流洗掘の進行は、下流ダムの影響を受けるダムでは、中小洪水で洗掘し、大洪水では逆に堆積する。又、下流ダムの影響を受けないダムでは主要洪水後に洗掘が進行し一度洗掘されると元に戻らない特性があることが明らかとなった。さらに洗掘量と地形要因、雨量との相関性についても検討を行ったが、洗掘現象の複雑性や、洗掘量の算出の問題もあり、相関性は、悪いものとなった。

3. まとめ

今回の調査で、河床勾配比(貯砂勾配と元河床勾配の比)は多少のバラツキがあるものの%近くになる事が又、調節率(調節量/貯砂量)は最小が10%であったが、そのバラツキは大変激しい結果となった。ダム下流の洗掘については下流ダム堆砂の影響を受けるダムと受けないダムによって特徴が異なる事が確認されたが、

洗掘量との関連要因については、現象の複雑性もあり良好な相関を見いだすことができなかった。

今後は、さらに精度の高上をはかるとともに水系全体としての効果を調査する必要があると思われまます。

- 参考文献 1). 村野義郎(1962) ; 砂防ダム堆砂面の縦断面形について, 新砂防
2). 平尾公一・泉岩男(1970) ; 堆砂面の変動記録による流砂量の推算法, 新砂防
3). 石崎 勝義 ; 河床縦断面形の変動, 新砂防

表-3 現況洗掘量一覧表

①下流ダムの影響あり							
ダム名	本宮	水谷第2	天島	鬼ヶ城	リブ谷	水谷第3	水谷第4
ダム高(m)	22	11	21	25	23	14	12
流域面積(km ²)	193.1	129.9	122.3	107.9	104.5	24.9	24.7
元河床	T 1.3年	S 2.9年	S 4.5年	S 2.5年	S 2.9年	S 2.9年	S 2.9年
元河床勾配	1/39	1/26	1/26	1/18	1/17	1/11	1/12
貯砂基準年	S 27年	S 55年	S 51年	S 56年	S 56年	S 55年	—
貯砂量(t)	5516	268	549	1051	58.7	74.6	—
貯砂勾配	1/80	1/38	1/54	1/30	1/30	1/23	—
最大調節率	2710	817	199	254	503	144	—
最大調節率%	49.1	304.9	36.2	24.2	85.7	19.3	—
現況	255k ～y&T	30.6k ～y&T	NO.9	NO.27	NO.10 ～y&T	NO.5 ～y&T	NO.17 ～y&T
調節率	99	270	142	117	133	149	79
上流勾配	-83.5	-11.74	-63.5	-51.6	-56.7	-13.9	(+215)
現況堆砂量	7130	268	553	1051	587	746	582
洗掘量%	117	438.1	11.5	49.1	96	186.3	—
(注)本河川の元河床は存在しない							
ダム名	水谷第2	水谷第3	雑穀	称名第1	称名第2	須川第1	
ダム高(m)	13	14	13	18	20	22.5	
流域面積(km ²)	2.46	224	360	245	226	79.2	
元河床	S 2.9年	S 2.9年	S 4.5年	S 4.5年	S 4.5年	S 4.5年	
元河床勾配	1/13	1/11	1/11	1/70	1/90	1/12	
貯砂基準年	S 57年	S 49年	—	S 50年	S 54年	S 57年	
貯砂量(t)	894	918	—	187	107	140	
貯砂勾配	1/18	1/18	—	1/18	1/16	1/28	
最大調節率	73.5	23.2	—	37.1	10.3	19.2	
最大調節率%	82.2	25.3	—	19.8	96	13.7	
現況	NO.18 ～y&T	NO.27	NO.23	NO.30	NO.35	合流点	
調節率	60	68	106	93	84	78	
上流勾配	-25.9	-18.3	-16.1	-11.9	-4.99	-11.2	
現況堆砂量	894	149	517	224	115	140	
洗掘量%	290	12.3	311.4	53.1	434	800	

