

三峰川下流部の土砂動態に係わる実証的研究

STUDY FOR THE DAM CONSTRUCTION IMPACT ON SEDIMENT RUN-OFF IN MIBU RIVER

浦上將人¹・杉山勉²・園原一男³

Masato URAKAMI, Tutomu SUGIYAMA and Kazuo SONOHARA

¹正会員 工修 国土交通省 三峰川総合開発工事事務所 所長 (〒396-0402 長野県上伊那郡長谷村大字溝口 1527)

²国土交通省 三峰川総合開発工事事務所 調査設計課長 (〒396-0402 長野県上伊那郡長谷村大字溝口 1527)

³国土交通省 三峰川総合開発工事事務所 調査設計課 設計第一係長 (〒396-0402 長野県上伊那郡長谷村大字溝口 1527)

Mibu river is a main branch of Tenryu river which is famous for the high productivity of sediment yield in Japan. And Miwa dam was constructed on Mibu river in 1959. After completion of the dam, the condition of sediment run-off was changed and about 40 years have passed. In this report, we analyze the basic data and estimate the dam construction impact on sediment run-off.

Key Words: : Mibu river, Miwa dam, sediment run-off

1. はじめに

中部地方は元来河川の土砂生産量が多く、全国的にみても、ダム堆砂率も高いことで知られている。特に美和ダム(昭和34年竣工 国土交通省)においては堆砂がダムの機能を損ない、貯水池計画を見直さざるを得なくなった経緯もある。また今後同様の事態が同水系のダムで発生することも予想され、極めて重大な問題意識が持たれる中、その対策が検討されている。しかしこれまで、土砂に関しては砂防、ダム、河川、海岸の各領域において現場で発生している問題に個々に対処してきたのが実態であり、また流域全体の土砂動態について詳細に把握するための源流から河口までの一貫した調査方法の確立も開発途上にあり問題の重大性とは裏腹に十分な成果が得られていないのが現状であると考えられる。

本稿では三峰川を事例として、美和ダム完成後の約40年間で貯水池とその下流の河道部で発生した土砂動態に係わる現象の実態把握と評価を行い、今後の土砂管理方策検討の一助とするものである。

2. 天竜川におけるダム建設と堆砂問題の概況

天竜川水系ではその豊かな水量と急勾配を生かし、昭和11年竣工の泰阜ダム(中部電力)を始めとして、古くから本川に発電専用ダムが建設されてきた。現在三峰川、小渋川等主要な支川に国土交通省が管理する美和ダム、小渋ダムといった多目的ダムが建設されている外、長野県、中部電力、電源開発が管理する多目的、治水、発電ダムが建設されている。そしてその多くが土砂の問

題を抱えており、長野県管理の片桐ダム(支川片桐松川)では既にガイドウォール吹き上げ放流設備による対策工¹⁾を施した実績もある。図-1に天竜川流域図を示す。

美和ダムでは、建設当初の総貯水容量約3,740万 m^3 に対し、竣工から今日までの約40年間に度重なる出水に伴い約1,950万 m^3 もの大量の土砂が流入した。このため、国土交通省では平成元年度から多目的ダムとしては全国初の恒久堆砂対策である「美和ダム再開発事業」に着手したのである。同事業の概要については、浦上ら²⁾を参照されたい。

3. 三峰川の河道の変遷と出水記録

(1) 三峰川の概況

三峰川は流域面積481 km^2 で天竜川流域の約1割を占め、流路延長60 km の天竜川最大の支川である。南アルプス仙丈ヶ岳に源を発し、地質構造を反映した縦谷(南北方向)と横谷(東西方向)を繰り返し、伊那市内で天竜川に合流するが、急峻な地形ともろい地質の為、土砂生産量が大きく、古来よりしばしば災害をもたらしてきた。それが「天竜の氾濫を防ぐには、先ず三峰川を治めよ」と言われてきた由縁である。

(2) 美和ダム建設以前の三峰川

山間部から出てきた天竜川との合流点付近の三峰川下流部は、典型的な扇状地河川であった。土砂生産源に近く大量の土砂供給を受けて、固定した流路を持たずに網状流路を形成して流下していた。

以下に、美和ダム建設以前の三峰川の変遷と特徴を列記する。

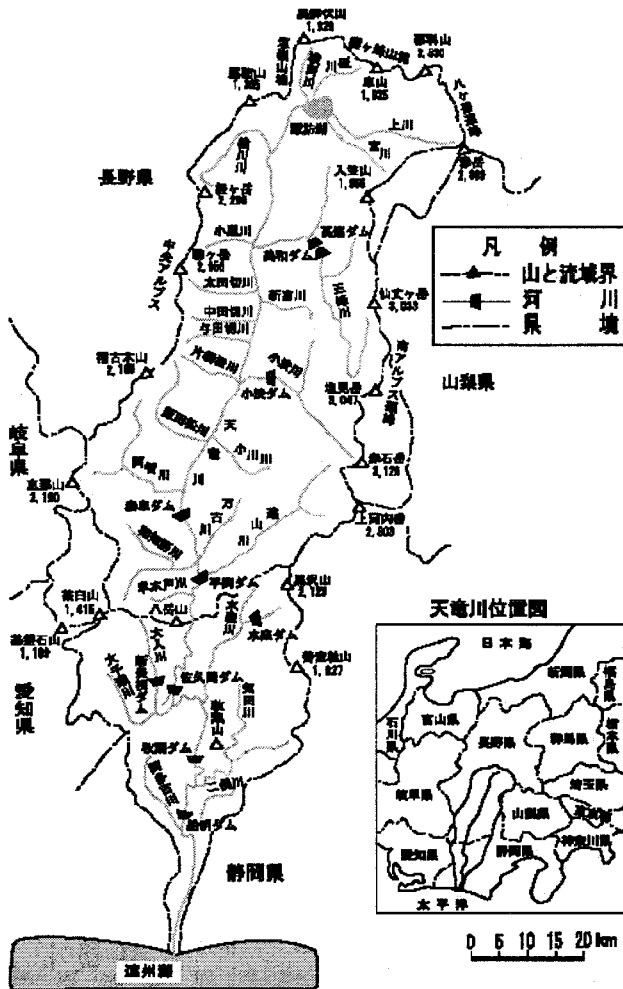


図-1 天竜川流域図

a) 河道付け替え

往古の三峰川は現在的位置より北側を流れていたが、古三峰川沿いに出来た集落が洪水の度に被害を受けたため、本流を集落から外れた最も南側の位置に付け替え、集落沿いには、必要な水量のみ確保するようにしたものと推測される。図-2 に古三峰川の位置³⁾を示す。

b) 霞堤防

三峰川は、河床勾配 1/100 の急流河川で、かつ土砂供給も多いが故に、現在地形的に確認出来るものでも、左岸 5 箇所・右岸 7 箇所の霞堤を設けて、洪水を処理する治水計画を採用してきた。

(3) 美和ダム完成後の三峰川

美和ダム完成後、三峰川は土砂の供給を絶たれたこともあり徐々に河床低下の傾向が見られるが、特に砂利採取が大量に行われた昭和 40 年から 52 年にかけて、河床低下が著しい。(写真-1)

昭和 59 年以降は大規模な出水も無く、河道全幅に及ぶ河床低下の傾向は鈍化し、局所的な洗掘が進み滞筋が固定化した。これに伴い河道にはヤナギ・ハリエンジュ等からなる樹林化が起きている。(写真-2)

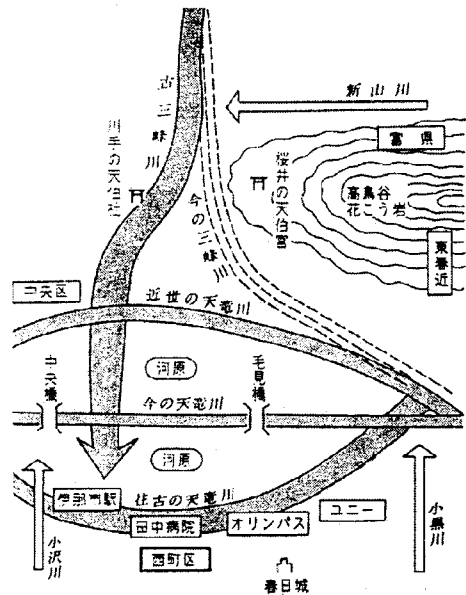


図-2 古三峰川の位置

a) 美和ダム完成後の出水

美和ダム完成後の出水は洪水調節が行われるようになった。図-3 に美和ダム完成後の主な洪水時（美和ダムが洪水調節を行う流入量 $300\text{m}^3/\text{s}$ 以上の洪水）のダムによる調節後の流量とダムへの流入量の比較による三峰川河道流量実績を示す。(注：同一洪水であるが、最大流入量と最大放流量の日時は一致していない)

河道流量（高遠ダム放流量）としては昭和 36 年 6 月 $837\text{m}^3/\text{s}$ が最大で、昭和 57 年 8 月 $816\text{m}^3/\text{s}$ がそれに続く。(注：高遠ダムは洪水調節を行わないため、三峰川下流部へダムが無い場合の流量は、美和ダム流入量に高遠ダム残流域流入量を加えて推定)

b) 美和ダムの堆砂状況

この約 40 年間で美和ダムには約 $1,950 \text{万 m}^3$ の土砂が流入した。(図-4)

特に昭和 57 年洪水では 434万 m^3 の土砂が流入しているが、これが流下していれば、急激な河床上昇を招き高遠町中心部の低地等の三峰川下流部で氾濫被害を発生させたであろうことは想像に難くない。

なお、美和ダム堆砂土砂の約 3/4 はウォッシュロードと呼ばれる細かい粒子であり²⁾、下流河道の構成材料にはほとんど存在しない。(注：三峰川下流部の河床材料の代表粒径は $d_{60}=100\text{mm}$ である)

c) 砂利採取と河道整理

三峰川における砂利採取は、昭和 39 年から 56 年まで続きその間に 132万 m^3 が採取された。その後禁止されたが、平成 10 年には天竜川との合流点において河道維持のため特別に採取が許可された。砂利採取はほぼ全川で行われているが、8.4km 地点より上流の溪谷部では少量の採取のみである。(表-1) 採取は、下流側から上流に向かって進められた。特に昭和 40 年から 52 年



写真-1 河床低下 (右岸 4Km 地点)

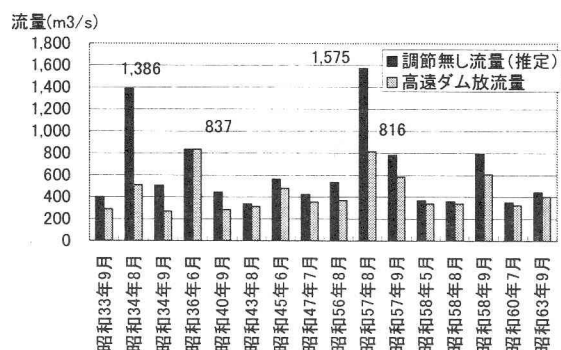


図-3 三峰川主要洪水実績

の13年間は、年平均10万m³もの大量の採取が行われたことになる。

また砂利採取とあわせて、左右岸に高水敷を形成し低水路を直線化する河道整正が行われたが、この高水敷は低水護岸等の整備による河道の固定化を行わなかったため、昭和57,58年の出水で侵食され整正前の滞筋に近い状況に戻った。

これらの連年の出水による高水敷の侵食に伴い、滞筋が河岸に接近して、河床低下を引き起こしたため、過去に設置された護岸の基礎部が浮き上がり、堤防の安全性が確保できない状況になった。このため災害復旧工事等により護岸の根継ぎや根固ブロックの設置等の対策が随所でおこなわれた。

d) 近年の三峰川の河床特性

一般にダム建設が下流河道の河床に与える影響としては、洪水調節により流量を減少させるため、高水敷への冠水頻度の減少や、滞筋の固定化、また掃流力低下に伴う土砂移動量の減少等が考えられる。三峰川においても①アーマコート化 (写真-3 9.9K 付近)、②滞筋の固定化 (写真-4 4.2k 付近)、③深掘れ (写真-1 4.0k 右岸)、④ダムによる調節で中規模以上の洪水頻度が減少し、高水敷の冠水頻度の減少とハリエンジュ、ヤナギ等からなる河川内の樹林化の進行 (写真-2 8.0k 付近)、等が見られる。



写真-2 河川内の樹林化 (8.0Km 付近)

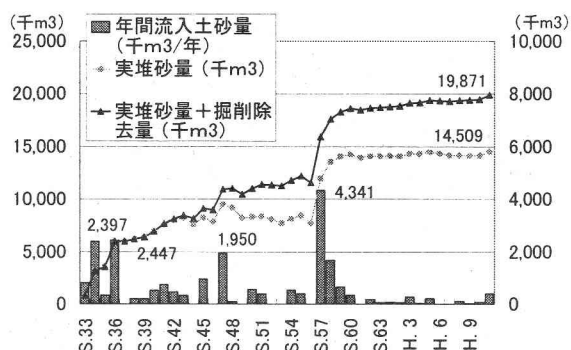


図-4 美和ダム堆砂状況

表-1 砂利採取の変遷

距離標	単位: 千m³										合計
	0~1	1~2	2~3	3~4	4~5	5~6	6~7	7~8	8~9	9~10.4	
S39	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	3
S40	0	57	31	3	0	1	4	0	1	0	97
S41	0	40	28	4	11	7	0	0	0	0	91
S42	3	5	24	7	4	36	29	0	1	0	107
S43	0	42	9	10	25	0	30	0	1	0	116
S44	0	26	9	4	30	24	35	0	31	0	158
S45	0	14	7	7	52	35	21	0	18	0	154
S46	29	0	3	5	38	25	22	0	54	0	176
S47	0	0	10	7	0	0	0	20	0	0	37
S48	0	0	58	14	0	0	21	0	0	11	104
S49	0	0	17	0	25	0	22	0	18	0	82
S50	0	0	0	9	0	0	42	0	18	0	69
S51	0	15	0	0	29	7	26	0	0	0	77
S52	9	20	0	0	0	7	0	0	0	4	39
S53	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2
S54	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	10
S55	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
S56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
合計	41	221	195	69	215	141	252	20	142	30	1,324

注) 砂利採取位置は地先名より距離標位置を推定

4. 河床変動の実態

(1) 平均河床

昭和37年と平成10年を比較 (図-5) すると、マクロ的に見れば平均して約1.5m低下しており、土砂量としては約320万m³ (内訳: 砂利採取: 約130万m³、土砂移動: 約190万m³) を失ったことになる。これは年平均約9万m³が三峰川から本川に移動したことと等しい。

200mピッチの各区分土砂変動量を図-6に示すが、土砂の移動は河道内で一律ではなく、特に5~6Km区間

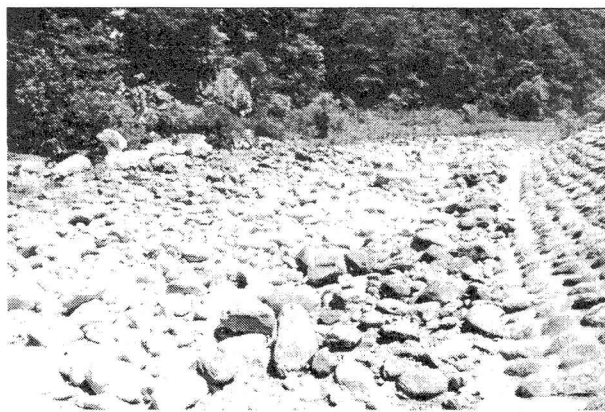


写真-3 アーマコート状況



写真-4 滞筋の固定化

及び8.2Kmより上流区間では他に比べ変化量が少ないことがわかる。これらの区間はいずれも、やや狭窄部または溪谷地形であり土砂が堆積する空間が少ない為、変動を受けにくいものと推察される。

(2)各地点の平均河床の変動

代表断面として2キロピッチの断面について、昭和37年度を基準として各断面の平均河床の経年変化を重ね合わせたのが図-7である。これら各断面の変化を見ると、平均河床の低下現象は時間的、空間的に一様に徐々に起こったのではなく、出水や砂利採取に伴い局所的に短期間のうちに起きたと考えられる。

昭和43年頃から河床低下が大きく進行し始め、昭和56年に低下が鈍化し、その後は若干低下傾向ながら比較的安定していることが分かる。それら河床の変化時期は、「大きく低下する時期」、「比較的安定している時期」、とすべての地点で同じような動きをみせている。大きく低下する時期は、前述した砂利採取の時期と相関性が高いと推察される。

(3)各地点の最深河床の変動

2キロピッチの断面について、昭和37年度を基準として各断面の最深河床の経年変化を重ね合わせたのが図-8である。

全体としては平均河床と同様に低下傾向であるが、8Kmを除き、平均河床低下量の1～2倍に達している

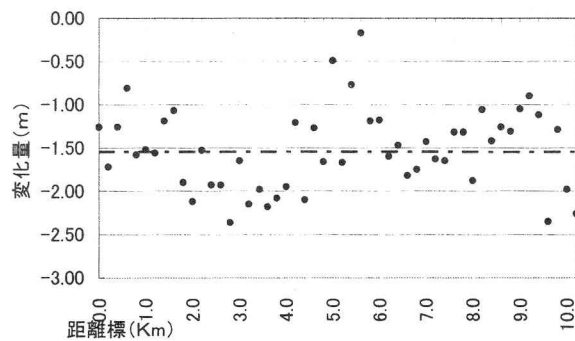


図-5 平均河床変化量(S37-H10)

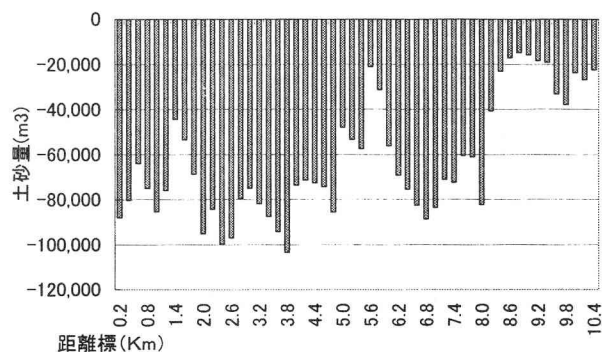


図-6 各区間の土砂変動量(S37-H10)

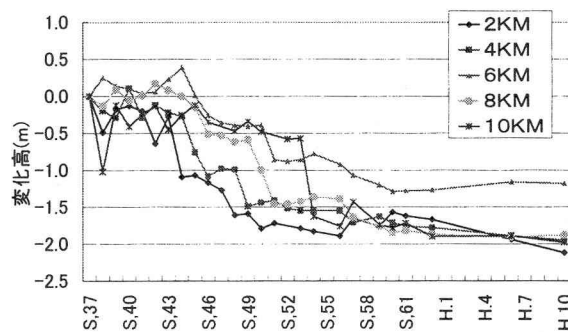


図-7 平均河床経年変化

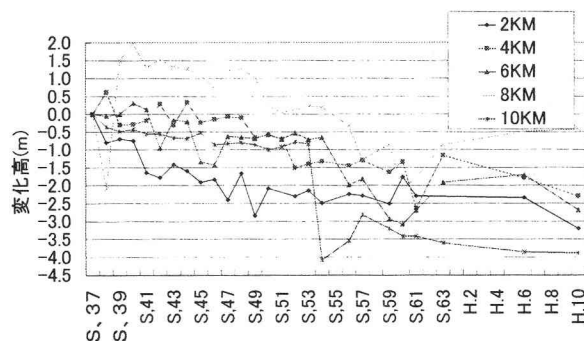


図-8 最深河床経年変化

が、平均河床ほどは砂利採取の影響は大きくない。

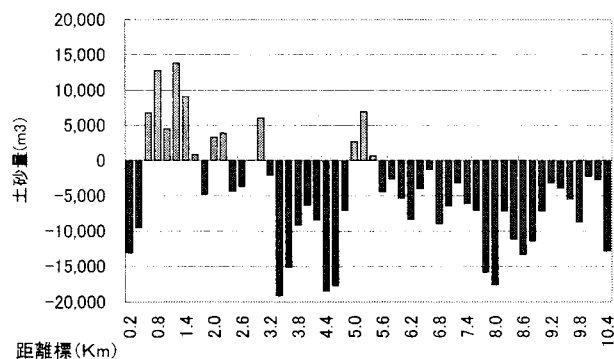


図-9 河床変動(S56-57)

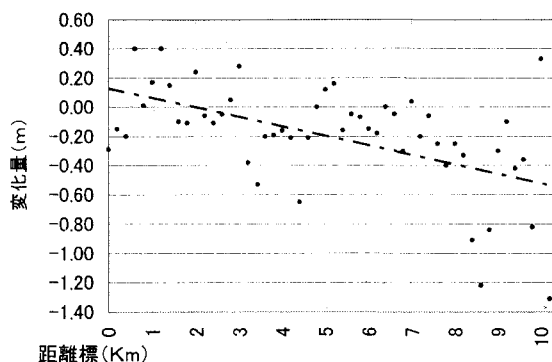


図-10 平均河床変化量(S56-57)

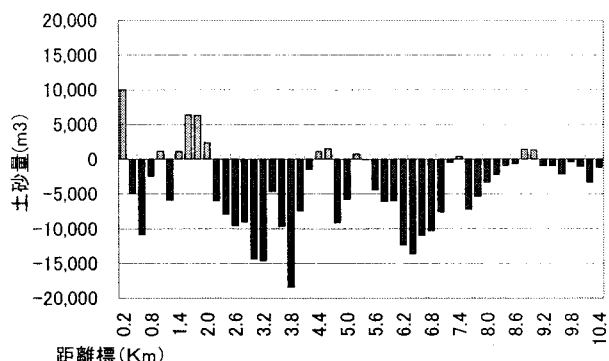


図-11 河床変動量(S57-59)

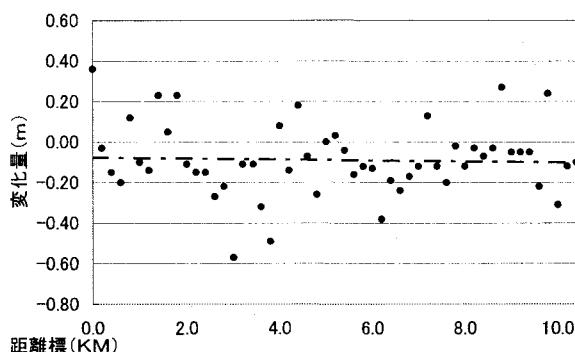


図-12 平均河床変化量(S57-59)

(4)大きな洪水前後の河床変化

昭和 57 年の出水前後の河床を比較すると、昭和 57 年は 8 月に $816\text{m}^3/\text{s}$ 、9 月に $583\text{m}^3/\text{s}$ を高遠ダムで最大放流しており、また砂利採取は行われていないので、この期間の河床変動はほぼ純粋に出水により起こったものと考えられる。(測量は洪水の前後の昭和 56 年 12 月と 57 年 10 月に実施)

図-9・10 に昭和 56 年と 57 年の河床変動量を示すが、全体の傾向としては上流部が侵食され、合流点付近では逆に堆積していることが伺える。三峰川河道からは約 25 万 m^3 が流失している。各地点の変動量を見ると、5Km 付近に堆積傾向の場所がある。この場所は前述の様に昭和 37 年から平成 10 年の期間でも他に比較し河床低下が少ない区間である。また天竜川合流点～3Km の間は大きく堆積している。

図-11・12 では昭和 57 年と 59 年の河床変動量を示す。昭和 56 年と 57 年と比較すると、土砂変動の波が下流に移動していることが分かる。

(5)滞筋の位置と変化

図-14 では、昭和 36 年、44 年、51 年、57 年、平成 11 年の 5 年分について最深河床の位置を比較した。昭和 51 年は砂利採取に伴い河道整正を行った時期で、滞筋が全体的に河道中央に寄っているが、それ以外の時期は川幅いっぱい蛇行している事がわかる。また、水衝部の位置・高水敷を形作る箇所は、ほぼ固定していると見る

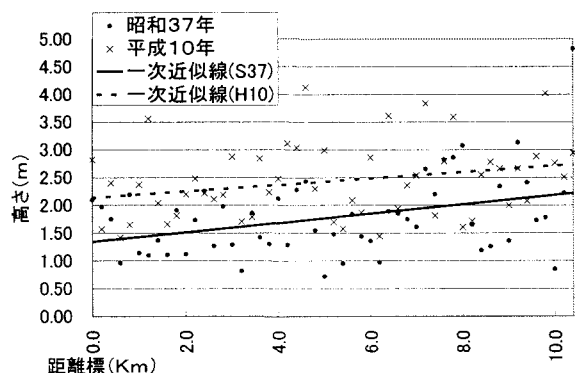


図-13 平均河床と最深河床の差(S37-H10)

ことができる。図-13 では、昭和 37 年と平成 10 年の平均河床と最深河床の差について比較した。全体の傾向として 0.5m～1.0m 差が大きくなっている。流路が固定化したことにより、流水部のみの河床低下が進行していることがわかる。

(6)航空写真より見た河道の変遷

航空写真より河道の変遷について見てみる。

a)昭和 23 年 (写真-5)

美和ダム、高遠ダムの建設以前で上流からの土砂供給がかなりあった時期であり、砂利採取も行われておらず河床も現在よりかなり高い。流路は幾筋にも分かれ、網状になっている。また、河道内の植生は少なく河原が広がっている。

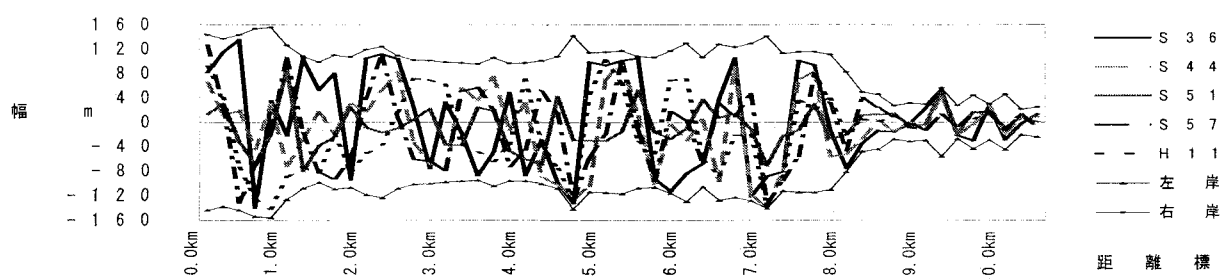


図-14 最低河床位置の変遷



写真-5 昭和 23 年 9 月撮影 (1.4~5.2km)

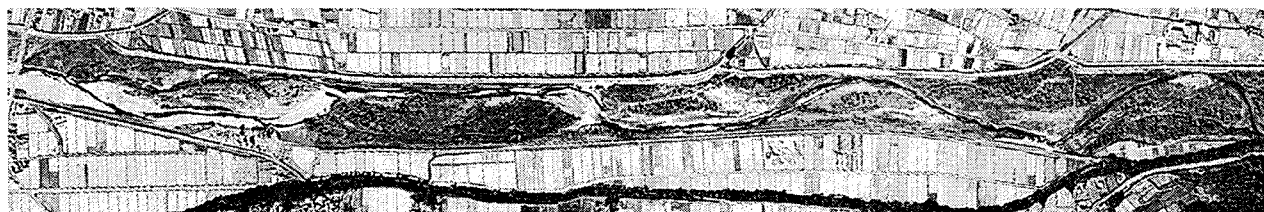


写真-6 平成 9 年 10 月撮影(1.4~5.2Km)

b) 平成 9 年 (写真-6)

昭和 23 年とはまったく異なった様相となっている。滞筋はほぼ一本になり周辺の植生からみて、ほぼ固定化している。樹林化も進み、樹齢 20 年以下のハリエンジュ、ヤナギ等の高木の繁茂がみられる。植生の繁茂は土砂の移動がこの 20 年間ほとんどないことを示す。

5. 河床変動に関する考察

a)河床変動は、マクロ的に見れば①砂利採取②洪水に伴う流失③ダム建設による上流からの土砂供給量の減少と、密接に関係がある。

b) 特に三峰川における昭和 37 年から平成 10 年の間の河床低下は、その低下量の約 40%を砂利採取が占めており、平均河床低下が大きく進行した時期も砂利の採取期間と高い相関性がある。

c)河床は、大きな洪水で大きく変動し、中小洪水では徐々に変動する。近年は砂利採取の禁止、大きな洪水が発生していないため、滞筋を除き河床低下の進行はほとんどない。

d)大きな洪水による河床の変動としては、昭和 57 年の洪水により約 25 万 m^3 の土砂が本川に流失したが、その一方で一時的に堆積する場所もあった。堆積した土砂も、その後の洪水で徐々に流出している。

e) 河床低下は様々な要因 (ダム設置・砂利採取・河道

整正・出水等) が絡んでおり、三峰川下流部においてはダム設置のみが要因とは言い切れない。貯水池内の堆砂が進行していることは事実だが、逆に砂防の機能を発揮して下流沿川を防御する機能や、洪水調節による掃流力の低下という機能による副次的な効果も考えられる。

f) 樹林化は①洪水頻度の減少による植生破壊頻度の減少 (土砂移動量の減少)、②平常時の流量の減少、流量変動幅の減少、深掘れの進行に伴う河原植生の安定、等により安定度が一層高まる傾向にあると考えられる。

6. まとめ

河道の変遷に与える土砂移動環境の関わりは大きく、適切な河川管理を行ううえで引き続きこれらのモニタリングを継続し実施していく必要がある。そして冒頭述べた流砂系の総合的な土砂管理を行うためには、流砂系内の各組織が連携をとり一体となった取り組みを推進する必要がある。

参考文献

- 1)塚原千明・角 哲也・柏井条介：カーテンウォール付常用洪水吐きの土砂放流特性、土木技術資料 40-11,pp.56-61,1998.
- 2)浦上将人・杉山勉：美和ダム再開発事業の概要と土砂排除技術開発の現状、ダム技術 No.166,2000.7.
- 3)伊那市史 歴史編