

斐伊川の河床変動の数値シミュレーション

鳥取大学 工学部

正員 道上 正規

鳥取大学 工学部

正員 鈴木 幸一

シンワ技研コンサルタント(株) 〇正員 横谷 浩

1. はじめに わが国の河川では、治水あるいは利水を目的として人工河川とってよいほどに人工的な構造物が多数設置されているため、著しい河床の変動はこれらの構造物の機能や安定性を脅かすので大きな問題となる。本研究では、建設省出雲工事事務所の資料を解析することによって最近の斐伊川の実態、とくに土砂収支および河床変動の実態を明らかにした。また、実際の河床変動および流砂量を数値シミュレーションによって説明することを試みた。

2. 土砂環境の実態 斐伊川は、図-1に示すように島根県東部に位置し、赤川、三刀屋川、又野川等の支流を合わせ奥道湖流入後、中海に流入し境水道を経て日本海に注いでいる。斐伊川の河床は砂防工事の行なわれていない昭和25年以前は河道全域において上昇していたが、昭和41年河床を基準として各年の河床の変動量を示した図-2にみられるように、砂防工事の影響の現われだした昭和40年代は採砂の盛んな時期でもあり、全域で河床が低下している。昭和49年の採砂禁止に伴い河口～10km区間の河床低下はとまり現在ではわずかながら上昇している。しかし、伊豆床園め工(23.4km)下流部では現在でも河床低下が続いており、この床園め工下流部の河床低下は除々に下流へ河床低下をもたらしてきている。つぎに、奥道湖への流出土砂については、砂防工事の影響の現われる昭和28年以前は、50～70万 $m^3$ /年程度であったと推定されるが、28年以後は砂防工事の影響によって20万 $m^3$ /年程度に急減した。さらに、河道からの大量の採砂により6万 $m^3$ /年までに減りしたが、昭和49年に採砂が禁止されてから昭和55年までは16万 $m^3$ /年まで回復している。最近の河床変動および流砂量について、以下で数値シミュレーションを行なう。

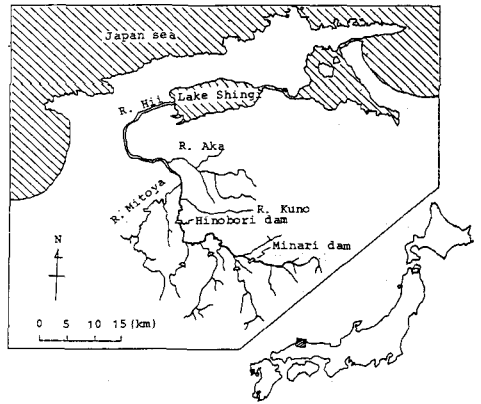


図-1 斐伊川の流域図

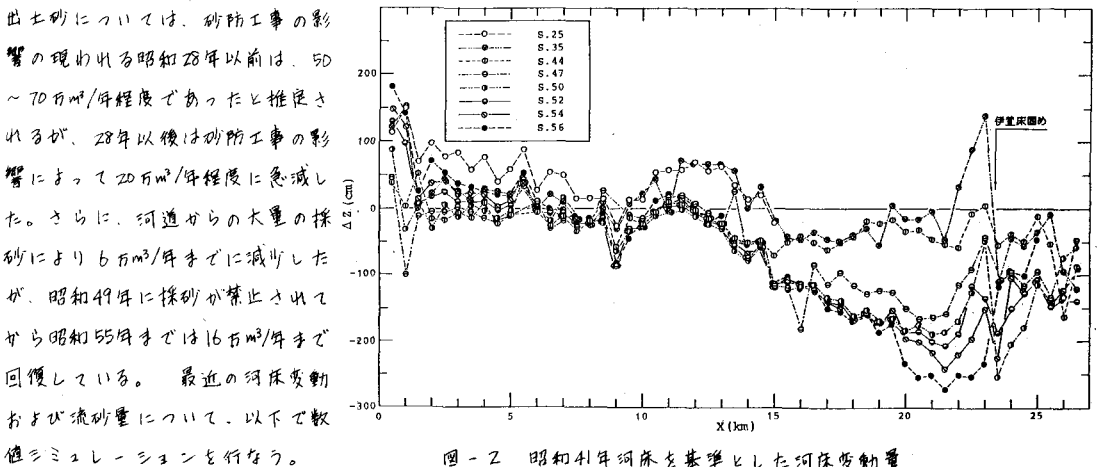


図-2 昭和41年河床を基準とした河床変動量

3. 河床変動および流砂量の数値シミュレーションの方法

斐伊川における最近6年間の河床変動および流砂量について数値シミュレーションを行なうが、計算に際して対象河道を図-3に示すように斐伊川河口(奥道湖流入部)0km～上流29kmまでとしこの区間を43区間に分割する。昭和50年12月実測河床を初期条件とし、昭和51～56年の源光寺(5km)  $Q_g$ 、町上(赤川)  $Q_a$ 、三刀屋(三刀屋川)  $Q_m$ 、水次(28.4km)  $Q_u$ の各地点の日流量を用いて次のように計算区間での流量  $Q$  を与える。

0 km ~ 20 km :  $Q = Q_g$ , 20 km ~ 26 km :  $Q = Q_g - Q_a$

26 km ~ 28 km :  $Q = Q_g - Q_a - Q_m$ ,

28 km ~ 29 km :  $Q = Q_u$  である。

計算手順は、与えられた流量に対し井田の方法によって水面形の計算を行なう。この場合境界条件として最下流断面において突進湖の水位  $H_s$  を与える。計算された水深から各断面における掃流力を求め、各断面における掃流砂量  $Q_b(I)$  を掃流砂量に関する芦田・道上の式により求める。つぎに、流砂

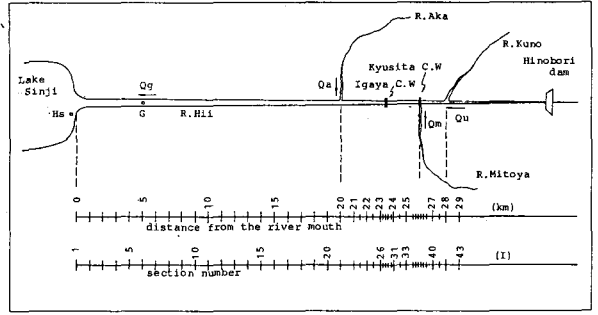


図-3 計算断面

$$\Delta Z(I) = \frac{1}{1-\lambda} \frac{1}{B_s(I)} [B_s(I+1)g_b(I+1) - B_s(I)g_b(I)] \frac{\Delta t}{\Delta x} \quad (1)$$

を用いて河床変動量  $\Delta Z(I)$  を計算する。ここに、 $B_s$  は河床幅、 $g_b$  は単位幅当りの掃流砂量で  $Q_b = B_s \cdot g_b$  である。また、 $\Delta t$  は計算時間間隔で原則として  $\Delta t = 24$  時間であるが流量が大きい場合（源光寺での流量  $Q_g$  が、 $Q_g > 1000 \text{ m}^3/\text{sec}$  :  $\Delta t = 1$  時間、 $1000 \text{ m}^3/\text{sec} > Q_g > 100 \text{ m}^3/\text{sec}$  :  $\Delta t = 3$  時間）、 $\Delta t$  を小さくした。 $\Delta x$  は区間距離であって図-3に示すように原則として  $\Delta x = 1 \text{ km}$  としたが、河床変動が大きい床固め近くでは  $\Delta x = 200 \text{ m}$  とした。入は砂の空隙率である。なお、上流の日笠ダムからの掃流砂の越砂はないとし、境界条件として最上流断面からの流入砂量はないとするが、支川からの流入砂は支川の流量および河道条件を考慮してその量を計算する。河床変動の計算にあたっては河床砂は粒径  $2 \text{ mm}$  の均一砂とした。また、本川工点地点の砂粒径の加積曲線を用いて突進湖への流入砂量（浮遊砂を含む）を計算したが、その際浮遊砂量式としては道上の式を用いた。

表-1 突進湖への流出砂量

| 年    | シミュレーション結果(万 $\text{m}^3$ ) |       |       | 実測値<br>(万 $\text{m}^3$ ) |
|------|-----------------------------|-------|-------|--------------------------|
|      | 掃流砂量                        | 浮遊砂量  | 合計    |                          |
| S.51 | 0.02                        | 18.29 | 18.31 | 29.7                     |
| S.52 | 0.17                        | 12.19 | 12.36 | 28.5                     |
| S.53 | 0.03                        | 7.12  | 7.15  |                          |
| S.54 | 1.06                        | 12.25 | 13.31 | 11.2                     |
| S.55 | 1.56                        | 20.53 | 22.09 | 30.5                     |
| S.56 | 4.36                        | 16.96 | 21.32 |                          |
| 合計   | 7.20                        | 87.34 | 94.54 | 99.9                     |
| 平均   | 1.20                        | 14.56 | 15.76 | 19.98                    |

4. 数値シミュレーションの結果 昭和51年から2年後(S.52)、4年後(S.54)および6年後(S.56)の斐伊川の河床変動に関する数値シミュレーションした結果と実測値を示したものが図-4である。全体的に実測値と計算値が比較的良好に一致していることがわかるが、とくに、河床変動の著しい伊豆床固め工の下流部の河床低下についてよくシミュレートしている。また、各断面を通過する掃流砂の計算値が図-5に示されているが、斐伊川定期横断測量結果より得られた値と比較的良好に一致していることが認められる。突進湖への流出土砂についての計算結果は、表-1のようになり実測値の8割程度と比べるとなっているが、実測の測量方法を考えると、かなりの精度でシミュレートできているといえようが、今後、河床砂を混合砂として河床変動計算を必要がある。

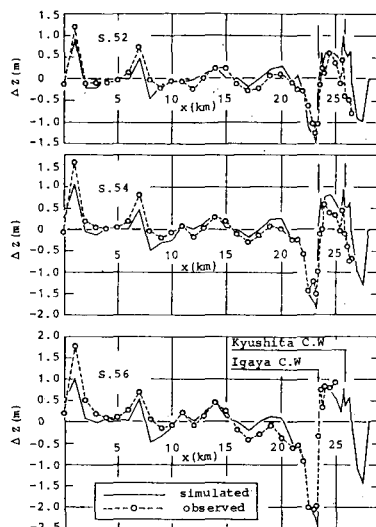


図-4 河床変動量

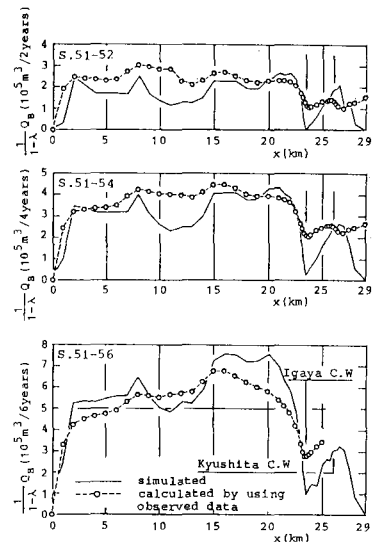


図-5 各断面通過掃流砂量