

M-7 河床の変動特性について

九州大学 工学部 正員 平野 宗夫
 " " 正員 岩元 賢

1. はじめに

河床変動の長期的予測を行なうことは、安定河道の設計上、必要である。しかし、長期にわたる観測例が少ないため、現段階では、精々20~30年程度の観測結果から河床変動の平均的傾向のみの予測にとどまり、実際の河道との対応性には問題があり、検討の余地がある。

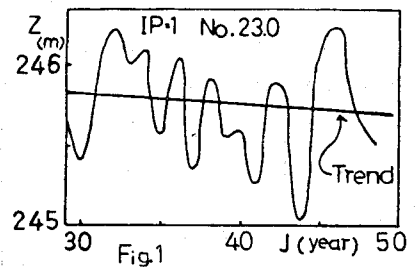
変動現象は、一般に次式に示すように、各種変動成分の和として表わされる。

変動 = 傾向変動(トレンド) + 周期変動 + 不規則変動(ランダム変動)

河床変動における傾向変動は、ダムの築造、ショートカット、上流域での山地前壊や砂利採取など、境界条件の大規模な変化に伴って生ずる河床の応答現象で、不規則変動は、予測できない境界条件の変動によるランダムな変動である。従来の河床変動理論は、前者に対しては威力を発揮するか、後者には適用できないので、不規則な変動成分は統計的に処理しなければならない。

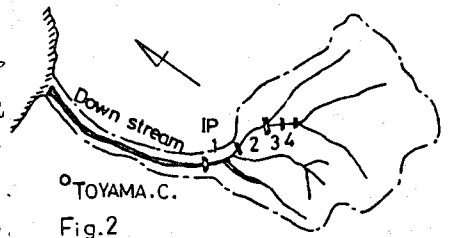
Fig 1 は、ある地点における平均河床高の経年変化の1例を示したものであるが、トレンドに比し不規則成分が大きく、不規則変動の特性の把握が重要なことを示している。

本論文では、このような観点から、河床における各種変動成分の特性を調べることにする。なお、河床変動においては、水文現象における年周期のようなはっきりした周期性は認め難いので、周期変動は不規則変動に含めて考えることにする。



2. 資料

常願寺川における建設省の資料(常願寺川水系砂防調査報告書オ1~5回)から、比較的資料のそろっている Fig 2 に示す区間(下流域, IP=1~4)を対象とし、途中で欠測のない昭和29~48年について、平均河床高 $\bar{Z}$ 、最深河床高 Z_{min} 、深掘り量 $G (= \bar{Z} - Z_{min})$ 、および川幅 B などの変動特性を調べる。Fig 3 は記号説明図である。



3. 変動特性の考察

1) $\bar{Z}$, Z_{min} および G の標準偏差の分布と B の関係

各断面における $\bar{Z}$, Z_{min} および G の各変動量を、それぞれ直線回帰式によってトレンド除去した残差の標準偏差は、前報¹⁾に示したように、 B と相関がなく、また、砂防ダム直下流部を除くと、ほぼ正規分布しており、中央極限定理から、これらの各変動量は、ランダムに変動しているものと考えられる。

2) B と G の相互相関係数

B と G の相互相関係数 $R_{BG}(L)$ と $R_{BG}(0)$ の経年変化 (Fig. 4) は、各区間ともに、その値は1よりかなり小さく、また正負の変動が大きい傾向を示し、 B と G の関係は単純でない。これは、ある年のデータ

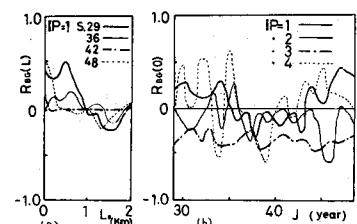
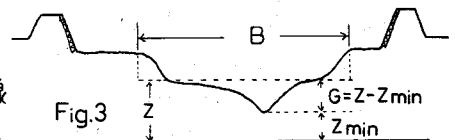


Fig.4 $R_{BG}(L)$ と $R_{BG}(0)$ の経年変化

かBとGの間に高い相関を示しても、それが持続するとは限らず全く逆になることもあることを示すものであり、注目すべきことと思われる。

3) ZおよびZ_{min}の自己相関係数

Fig 5 に示すZおよびZ_{min}の自己相関係数 $R_{ZZ}(L)$, $R_{Z_{min}Z_{min}}(L)$ によれば、経年的にその傾向は若干変化するが、IP=1~4では、ほぼ400~600 mの波長が認められるようである。また、資料数の多い下流域では、Duneに相当する卓越波長(400, 600 m付近)が認められており、上流域と一致するようである。そして、このような河床波は下流へ移動することにより、定常的な周期変動とランダム変動成分を構成する可能性もあると思われる。

4) ZとGの経年変動量の自己相関係数

ZとGの経年変動量 $\Delta Z = Z(I, t + \tau) - Z(I, t)$, $\Delta G = G(I, t + \tau) - G(I, t)$,

($\Delta \tau = 1$ 年) ……(1) の分布と自己相関係数 $R_{\Delta Z \Delta Z}(\tau)$, $R_{\Delta G \Delta G}(\tau)$ の1例をそれぞれFig. 6, 7 に示す。 ΔZ はほぼ正規分布を示し、また ΔZ および ΔG の自己相関係数は、いずれも $\tau = 1 \sim 2$ 年の所に極小値(負の極大値)が存在している。

次に、この最初に現われる極小値を IP=1 の各点について求めてプロットしたものを Fig 8 に示す。それによると、極小値はいずれも負の値となっており、河床が洗掘されると1~2年後の河床にその代償作用としての堆積が、逆に、堆積するとその後には洗掘が生じやすいことを示している。これは、すなわち、河川には変動をフィードバックして、平衡状態に戻ろうとする安定化作用が内在していることを示すものである。

5) Z, Z_{min} および G の経年変動量の相互相関係数

式(1)において、距離と時間を同時に任意量(L, τ)だけ変化させて定義される ΔZ , ΔZ_{min} および ΔG の相互相関係数

$$R_{\Delta Z \Delta Z}(L, \tau) = \overline{\Delta Z(I, t) \Delta Z(I + L, t + \tau)} / \overline{\Delta Z^2} \quad \dots\dots(2)$$

($R_{\Delta Z_{min} \Delta Z_{min}}(L, \tau)$, $R_{\Delta G \Delta G}(L, \tau)$ も上式と同定義)

の計算結果は、区間によって値は若干、異なるが全体的には同傾向で、 $\tau = 0$ で $L = 400$ m 程度までは、相関係数が0.2~0.3程度(2変量正規分布型関数の相関係数の検定基準によれば、有意である。)であるが、L, τ をこれ以上にした場合には、値は1よりかなり小さくなり相関はなくなるようである。

これは、本河川の河床変動は、時間的には数ヶ月以内、距離的には400 m 位の河床区間内では、正の相関があり、浸食または堆積作用が同時に生じるが、これ以上離れると、もはやこのような相関はなくなるものと思われる。

参考文献

1) 平野 岩元：河床変動の不規則性について，砂防学会，第15回災害シンポジウム論文集，1978。

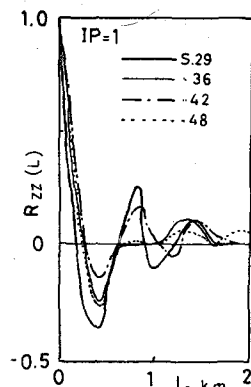


Fig 5 Zの自己相関係数

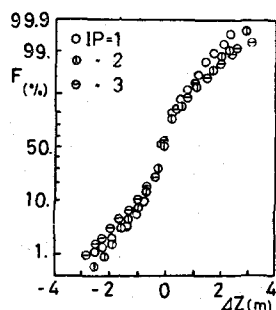


Fig 6 ΔZ の分布

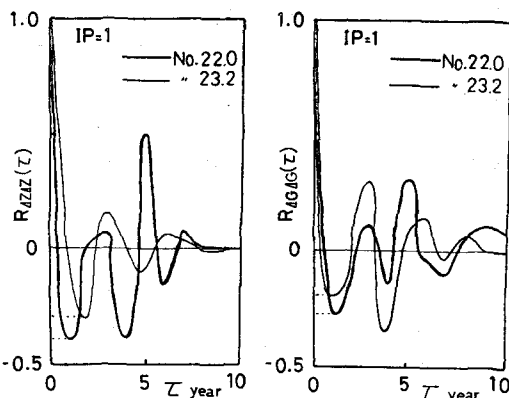


Fig 7 ΔZ および ΔG の自己相関係数の経年変化

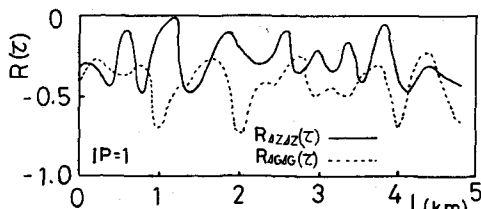


Fig 8 $R_{\Delta Z \Delta Z}(\tau)$, $R_{\Delta G \Delta G}(\tau)$ の初期相値の分布