

1. はじめに

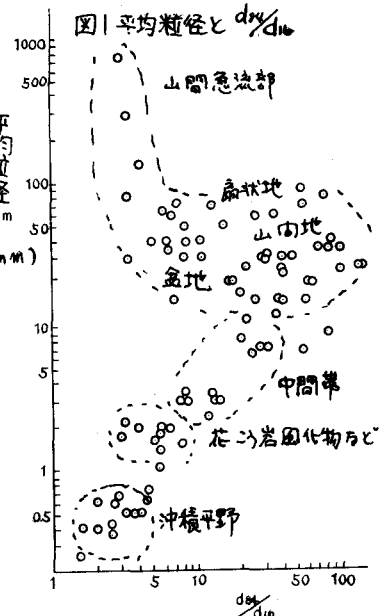
近年河川に対する人間の作用は巨大なものとなつた。ダム、建設、河道規制、捷水路はその最たるものであろう。このような治水利水工法が河道におよぼす影響を正しく把握し位置づけていくことは重要な課題である。このような問題を把握するには、模型実験や理論的な研究による方法も手段であるが、まず第一に河道そのものの実体を把握し、その交通項を把握することが必要なではなからうか。ここでは河床材料と河道の關係について筆者が今まで行つた仕事の中から気づいたことをノートの記してみる。ただし一般河川のみである。

2. 平衡概念と河床粒径 河床の縦断形は指数曲線と言われる。Sternberg や物部の考え方がこれを説明しているとは思えない。また安芸の言うように「河床材料構成砂礫は流水による自然選択作用によって次第にその地点に下ける掃流力に対応する形態を採るものであり……」としても、河床材料がばね距離の指数関数とばかりは説明しきれないが、勾配の変化が河床材料の変化として表わされ説明しても良いことになる。数1.0 km 以内で勾配変化がなく、しかも河床材料の変化がない河川もあり、河床粒径は本来従属量としてあつたべきであらう。河床の縦断形は動的立場に立って説明されるべきであるが、日本のような変動帯においては内的営力（地盤変動等）や浸食基準面（海面）の変化は遅く、河川の縦断形も基本的にはこれらによって決まり、河川の浸食、運搬、堆積作用はこれを形変させているという観点で河川の縦断形を見なければならず、動的立場に立つとしても、河川を全川で見る時には非平衡状態にあると考えなくてはならない。以下に河川の非平衡性を粒径を見ながら具体的に述べていく。

3. 河床材料平均粒径と不均一性 図1は全国一般河川の河床材料の平均粒径 d_m と d_{84}/d_{16} の關係を示している。 d_m が1 cm 以下では粒径が小さくなると河床材料の分散は小さくなり、10 cm を越えると不均一性が増してくる。このような河床材料の分散の違いは、粒径別輸砂量と粒径別限界掃流力の場所的違い、粒径別生産量の反変である。つまり沖積低地においては砂分の上流での抜け落ちによる不均一性の増大、山地急流部では小粒径の小流量時の下流への流送によって不均一性が増し、粒径10 ~ 30 mm の扇状地砂礫平野、小盆地では砂分と礫分の共存可能な水運状況にあることを示している。

4. 河床材料と河床に働く掃流力の關係 図2は河口近く、河道の平均粒径と年一回洪水流量に対する U_{*c}^2 の關係である。この關係は河口近くのみならず山内、扇状地でもほぼ成立している。これによると d_m が1 cm 以上では河床の粒径は、年一回洪水でやると動き出すぐらいの掃流力であるが、一方粒径の細かいものは無次元掃流力は1 ~ 2 にも達する。これは急流河川で静的平衡理論の適用性が良く、緩流部を含む河川では良く合わない理由となつてゐる。

5. 勾配急変点と河床粒径 安芸の指摘のように、河川は砂利河床から砂河床へ変わる所で勾配の急変点となる。この急変点は扇状地の扇端とほぼ一致するが、河道が内海に近く、天井川の性格を持つ所が多い。この勾配の急変は、海面変化、定積盆運動によるもので、安芸の言うように周囲の条件によって河川がこのような形を取ることを余儀なくされているものと考えられる。この地点は河川の非平衡性の顕著な



現れである。砂利河川では河床構成材料は顕著な二峰性を示し、砂利分は扇状地では洪水時に移動限界に近い。ため、扇状地ではほとんど堆積してしまうが、砂分は下流に輸送される。勾配の急変が扇状地扇端と下で掃流力の相違を生じさせ、砂分のみ下流運搬が生じているわけである。扇端部は常に堆積域であり、天井川化の傾向を持っている。なお急激に河床材料が変わると言っても、砂利分の一部は下流側にも移動していて扇端より下流は砂質礫まじり、砂質と変化していく。

6. ダム建設が扇状地におよぼす変化、ダム建設による流送工砂の止断は、下流の河床低下を生じさせるが、扇状地全体を低下させるわけではない。扇状地扇頂部では低下するが数mの程度であるようだ。これはダムによる洪水の平滑化と砂利河川では河床材料が限界掃流力に近いため、アーミングによって静的平衡にすぐに近づいてしまうためである。近い将来扇状地を段丘化するほど河床低下があるとは思えない。扇端部では浸食工の土工砂が堆積し河床はむしろ上昇する。扇状地下流、砂質部の河道は、砂分、供給低下によって河床は低下するようだ。緩流部は水利用が高く、将来問題になる。粒径変化を見ることはこの現象理解の助けとなる。

7. 砂利河川の河道掘削の影響、砂利河川、河道掘削は下流側への工砂供給を減らし、下流側の河床低下をもたらしと言われている。しかし幅を変えなければ、多少、掘削によって河床勾配は大きくは変わらない、下流部への工砂供給にそれほど変化を生じるとは思えない。急流河川の河道改修方式として河床掘削を取る立場は基本的には支持したい。もちろん河川利用、歴史性を無視するわけにはいかないが、

8. 河川縦断形変化予測のための今後の課題、工学的に河床の変化を見る時にはその変動速さが問題となる。この把握のためには混合砂、流砂現象、岩砕物の分割課程、河道の平面形(川幅、飛行)の把握、およびダムなどによる工砂生産量の粒径別把握や、沖積層堆積物量からの長い期間、平均的な工砂生産量把握などが必要となる。(Kとは不曹川大山扇状地のKey層(黒色火山灰層B.P 8500 ± 350)上の堆積物から年約6万^m年堆積したことになる。)今後、河川地形、堆積物を踏査し、結果として取り、我々が行っている土砂水理学の研究と結びつけていく努力をしていく。

参考文献 吉川虎雄他; 日本地形論, 西村嘉助編; 自然地理学II, 橋本規明; 急流荒廢河川、処理とその工法について、全国河川粗度資料集、山本晃一; 相似律、観点から見た移動床の水理(I&II), 安芸皎一; 河相論、谷津栄寿; 平衡河川、縦断形について(IX&II),

補足 砂利河川の粗度

混合砂の流砂機構把握の一環として、砂利河川の河床抵抗を更河川の資料より把握した所、 τ_{xm} が0.1位から河床の抵抗が増加し、河床波の発生が推定される。 τ_{xm} が0.1以下では河床はflatのようで河床の粗度はストリックレー公式によって推定できるようだ。ストリックレー公式は $k_{s0} = (2\sim 3)d_m$ に相当している。

河床波の発生は、河床の全粒径が動き出すと発生するらしく、 τ_{xm} が0.1前後で河床の全粒径が動き出しているらしい。この現象は実験室現象とも良く合っている。なお河床波の発生した場合、 $U = U_m/U_x$ は均一砂の場合とほぼ同様で 9~12の間にある。

図2 d_m と U_{*2}

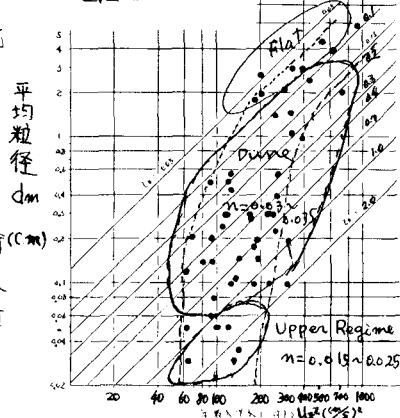


図3 d_m と河床勾配

