

1. -12 冲積河川の河床状態の区分法

徳島大学工学部 正員 工博 杉尾 捨三郎

1. 概説： 洪水時の河川水位の変動に伴い、河床砂礫は複雑な移動を生じ、河床状態は砂連、段丘、あるいは一転して平滑になるなど、固定床流れの場合とは全く異なった状態となる。このような流砂面の表面状態の変化は、流量、水深、河中、水面コウ配などの水理量と、河床構成材料や浮遊土砂の粒度、大小粒の配合状態、比重、粒子形状などの砂特性との関連において決定されたと考えられている。D. B. Simons の分類によれば、常流と射流とに対し次のようである。

Froude数 < 1.0 ; Flat, Ripples, Ripplesを伴うDunes, Dunes, Transition

Froude数 > 1.0 ; Plane bed and water surface, Standing waves, Antidunes,

流砂面上のレゾムが変わると流砂量、Manningの粗度係数などがそれに伴って変化するから、高水計画を立案する上に重大な影響を及ぼす。上述の水理量と砂特性の組み合わせにより流砂面のレゾムが決定されるであろうとの推定のもとに、従来多くの研究が発表されている。本研究は、最近発表された Simons の実験資料などを用い、従来のもより合理的と思われる一区分法を提案する。

2. 従来の研究： 古くは Gilbert, Langbein の研究、さらに Liu⁽¹⁹⁵⁷⁾, Bogardi⁽¹⁹⁵⁹⁾, 杉尾⁽¹⁹⁶⁰⁾, Garde-Albertson, Garde⁽¹⁹⁶³⁾, Simons などの研究がある。図-1 は Liu-Albertson の方法で縦軸には U_b/w を、横軸には $U_b d/v$ をとった両対数図で、使用にも便利で、室内実験結果とよく適合するが、自然河川に対して適合し難い欠点をもつ。図-2 は、コウ配 S と無次元の掃流関数 ψ を両軸において分類した杉尾の方法⁽¹⁾ である。これは主として Gilbert の豊富な資料、若干の自然河川の資料が用いられている。図-3 は近年 Garde が発表した区分法⁽²⁾ で、縦軸には $S/\Delta\sigma/\sigma_s$ 、横軸には R/d をとっている。こゝに $\Delta\sigma/\sigma_s$ は砂の水中比重、 R は径深、 d は砂平均径である。彼の方法は簡単明快で、単に三本の直線で区分していることゝ、そのうちの一本は限界掃流力を示し、 $\psi_c = 0.05$ としている点がある。

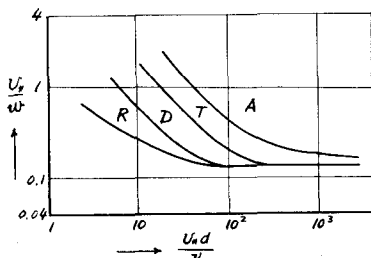


図-1. Liuの区分図

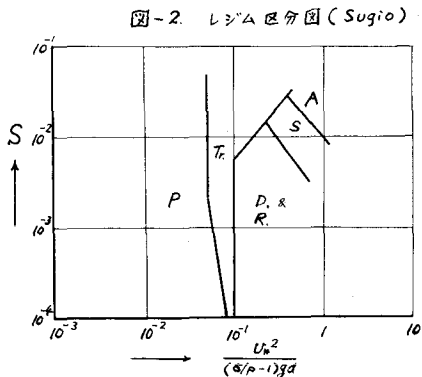
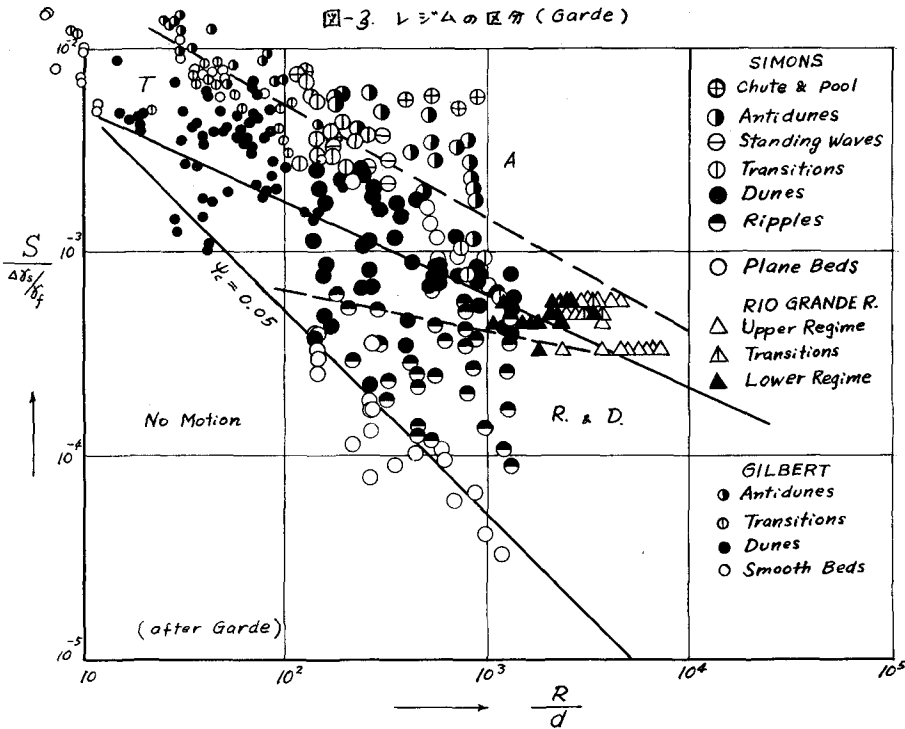


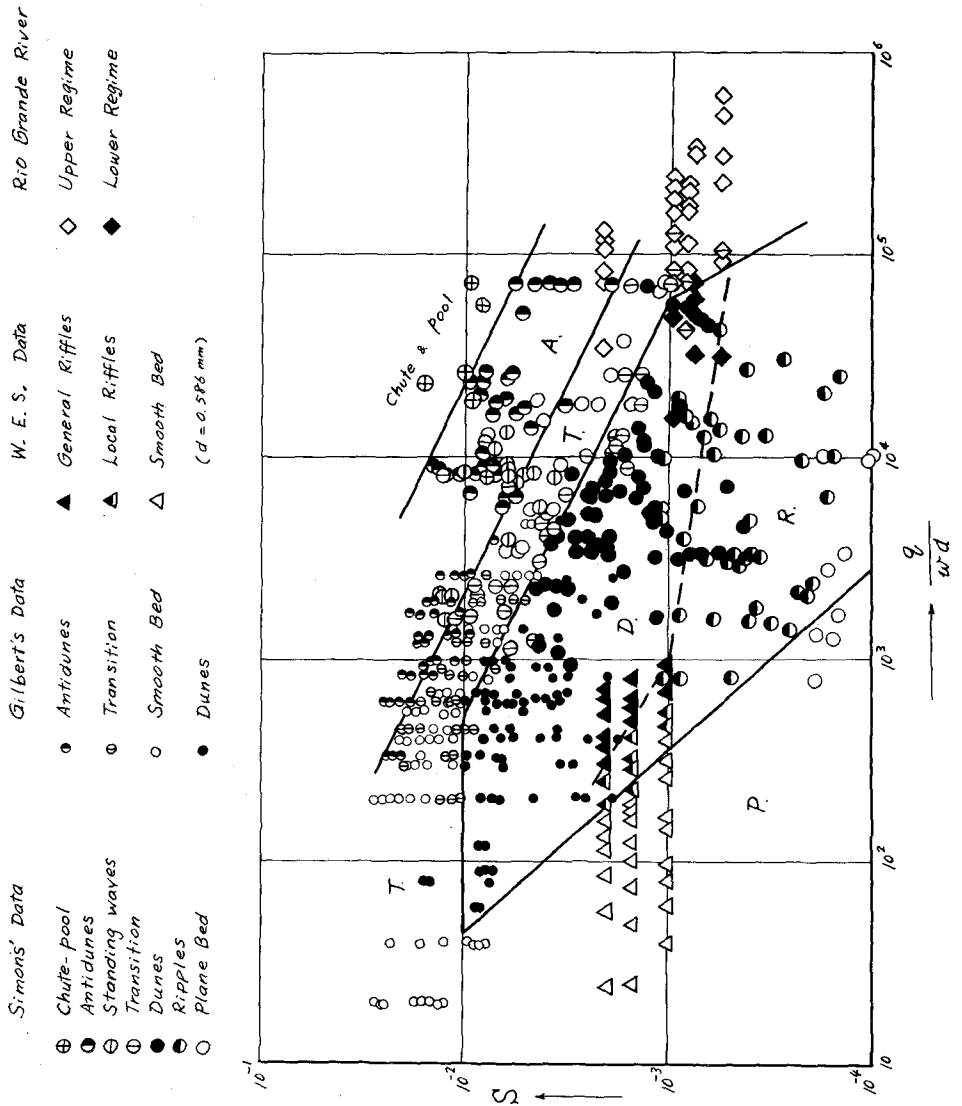
図-2. レゾム区分図 (Sugio)

3. 新区分法の提案： 最近 Dr. Simons⁽³⁾ は水路巾 8 ft, 長さ 150 ft. の大型水路を用い、詳細な流砂実験を実施したので、彼の実験資料を用いて Garde の区分法を検討してみた。図-3 には Simons および Gilbert の実験資料および Rio Grande 河の野外資料が点描されている。これによると、

図-3. レジムの区分 (Garde)



限界掃流力付近の区分と Antidunes の区域はうまく分類されているが、Transition の区域内には smooth や dunes の描点が共存しており、かつ Gilbert の原文に dunes と明記された描点が、Garde の図では Transition の範囲に収容されるなど、相当不合理な点が多いことがわかる。さて著者が新たに提案するのは図-4 に示すように、両対数紙の縦軸にコウ配 S をとり、横軸には q/wd をとったものである。こゝに、 q は流れの単位巾当りの流量、 w は砂の平均径 d のもの、静水中の沈降速度である。 q/wd の物理的意味はつぎのようである。いま河床表面上の横断方向に一列に並んだ砂粒群を考えると、それを下流に押し流そうとする流水の量は単位巾、単位時間当り q m^3/s 、砂粒群が鉛直方向に落下しようとする砂粒量は単位巾、単位時間当り $w d$ である。従って両者の比、 q/wd とコウ配とで流砂面状態が規定されると考えるのは合理的である。この際 w の計算に当っては、砂粒の形状係数 (Shape factor) を 0.7 とみなし、水温を考慮して求めた。⁽⁴⁾ 図-4 には前述の Gilbert, Simons, および W. E. S. の資料の一部と含む室内実験の資料が点描されている。これによれば図-3 の Garde の図で不明確であった dunes と Transition との区分がかなり改善されており、かつ Gilbert の原文で dunes と記録されたものが Simons の dunes の範囲とうまく連続している。Ripples の範囲も大体推定することが可能である。さらに水温がレジムの区分に及ぼす影響も図-4 から推定することが可能である。すなわち Rio Grande 河の報告によれば、水温の高い夏季には Ripples が発生し易く、水温の高い冬期には河床は plane bed になり易いと云われる。図-4 によれば Rio Grande 河の河床は Dunes と Transition の付近にあるから、 q , S , および d が同一であった時水温が上昇すれば、河水の粘性係数が減少して



沈降速度 w が増大し、その結果 q/wd の値が減少する。従って Riffles の領域 (Lower regime) に近づくことになる。水温下がれば q/wd は増加して Upper Regime になり易いことが証明できる。

参 考 文 献

- (1) 杉尾：移動床をもつ流れの水路床状態の区分について；土木学会論文集，オ71号，昭38.11，
- (2) Garde & Raju：Regime Criteria for Alluvial Streams；A.S.E.E.，HY6，Nov. 1963，
- (3) Simons, Guy, & Richardson：Summary of Alluvial Channel Data From Flume Experiment, Geo. Survey Prof. Paper 462-1, 1966.