

早稲田大学理工学部 正会員 ○ 鮎川 登  
同上 学生会員 北川 善廣

1.はじめに 鮎川<sup>1)</sup>は直線水路における均一粒径、一定流量の条件のもとで行なわれた実験の資料に基づいて砂礫堆の形成領域区分を図-1のように示している。實際河川の場合には、河床は混合砂礫で構成され、流量も変化するが、図-1を適用することには問題があるが、ここでは、図-1に示された実験水路における砂礫堆の形成条件に基づいて實際河川における砂礫堆の形成について考察した結果について述べる。

2.扇状地河川 木下<sup>2)</sup>はいろいろな年次に撮影された航空写真によって河床形態を検討し、大井川(既往最大流量5,500 m<sup>3</sup>/s)では2列ないし3列の複列砂礫堆が形成され、黒部川(5,700 m<sup>3</sup>/s)および常願寺川(5,400 m<sup>3</sup>/s)では単列ないし2列の砂礫堆が形成されることを推定し、また洪水流量が大きくなると、複列から単列へ移行する傾向があることを指摘している。これらの河川および単列の砂礫堆が形成されていると思われる手取川(4,100 m<sup>3</sup>/s)について、種々の流量に対して不等流計算を行ない水理量を求め、移動限界摩擦速度としては河床

砂礫の平均粒径に対する値を岩垣公式により算定し、各流量時の状態を図-1にプロットして示した。これによると、これらの河川の場合はい

ずれの流量の場合も砂礫堆の形成領域内にプロットされ、木下の推定と一致する結果が得られた。単列と複列の砂礫堆の領域区分については

池田<sup>3)</sup>および岸・黒木・今泉<sup>4)</sup>が区分図を示しているが、図-1と同じ無次元量によって表示すると、図-2

2のようなになる。図-2には木下<sup>5)</sup>および近藤・小森の実験データをプロットしたが、池田および岸らの区分線ではこれらの実験データは、うまく

整理されないようである。図-2によると、単列と複列の砂礫堆の形成領域は重なっており、図-2のような領域区分法では、単列と複列の砂礫

堆の形成領域は区分できないように思われる。今後、複列砂礫堆の形成に関する実験データを増やすとともに、単列と複列の砂礫堆の形成領域を区別する新しい方法を考へ出すことが必要であろう。

3.平地河川 木下は昭和22~41年の間に13回にわたって撮影された航空写真から阿賀野川下流部4~9 km 区間における砂礫堆の移動状況を読みとり、

砂礫堆は連続的に下流へ移動していることを示した。この20年間に阿賀野川下流部では流量2,000 m<sup>3</sup>/s以上の洪水(最大9,000 m<sup>3</sup>/s)が49回あったにもかかわらず、砂礫堆が連続的に前進していることから、

木下は2,000 m<sup>3</sup>/s以上の洪水時にも河床に砂礫堆が

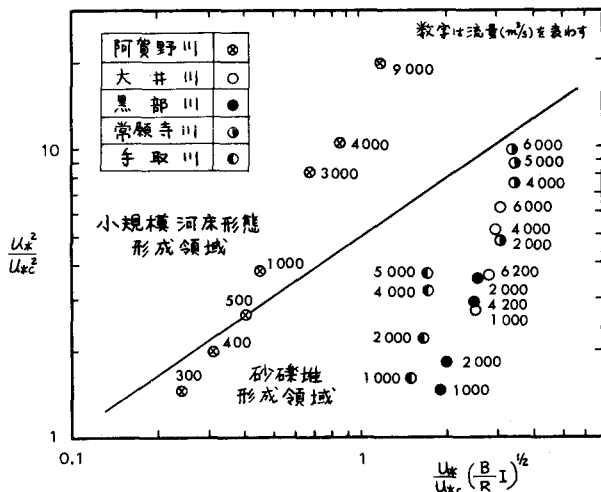


図-1 實際河川における砂礫堆の領域区分図

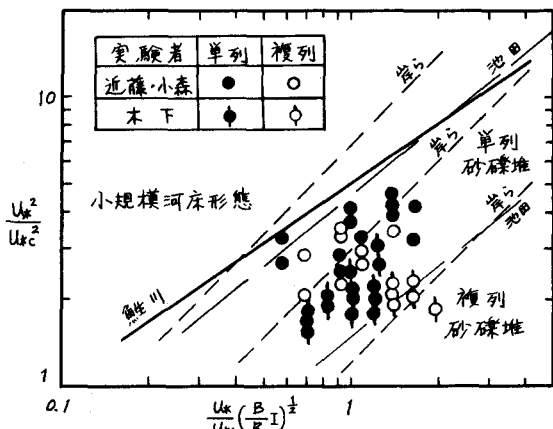


図-2 単列、複列砂礫堆の領域区分図

形成されていたと推定している。さらに、木下は昭和41年9月の洪水時(流量4,000 m<sup>3</sup>/s)の航空写真から水深分布を推定し、また水面流速分布と流向を判読して阿賀野川下流部の洪水時の流況が砂礫堆上の流れの特徴をもっていることを指摘した。このような木下の研究によると、阿賀野川下流部では2,000 m<sup>3</sup>/s以上の洪水時にも河床に砂礫堆が形成されていることは事実であると考えてよいと思われる。

阿賀野川下流部の河道区間で種々の流量に対して不等流計算を行ない水理量を求め、移動限界摩擦速度として河床土砂の平均粒径に対する値を岩垣公式により算定し、各流量時の状態を図-1にプロットした。これによると、流量が500 m<sup>3</sup>/s以下の場合には砂礫堆が形成されるが、500 m<sup>3</sup>/s以上の場合には砂礫堆は形成されないことになり、この場合は木下の推定と一致しないことになる。この間のつじつまを合わせるためにつぎのような考察をした。平水時に形成された砂礫堆は洪水時に堆積部の砂礫が掃流されて平坦化し、ついには消滅するものと考えられるが、洪水の継続時間が短かいために消滅する前に流量が減少するために砂礫堆が洪水時にも存続するものとする。この考えを検討するためにつぎのような計算を行なった。4.6~7.8 km区間の河床を平均河床高より高い部分(堆積部)と低い部分(洗掘部)とに分け、平均の堆積高(あるいは洗掘高)ΔZを求めると1.26 mとなる。砂礫堆の形状を図-3のように単純化して考え、洪水により砂礫堆が消滅する過程を堆積部の砂礫が洪水により掃流されて洗掘部に堆積し、河床が平坦化する過程としてとらえた。単位幅当りの流砂量を $q_B$ とし、上流からの土砂補給がないものとする、長さLの砂礫堆が消滅するのに要する時間 $T$ は $T=L/(q_B/\Delta Z)$ で与えられる。昭和41年の断面資料と昭和45年の河床材料の粒度資料(5~8 km間の平均の粒度分布)を用い、流量が4,000 m<sup>3</sup>/sおよび9,000 m<sup>3</sup>/sの場合について流砂量を計算し、砂礫堆が消滅するのに要する時間を求めた結果を表-1に示す。なお、流砂量計算には浮遊砂量はLane-Kalinske公式、掃流砂量は佐藤吉川・芦田、篠原橋、芦田道上およびBrown公式を用いた。表-1によると、砂礫堆が消滅するのに要する時間は、流量が4,000 m<sup>3</sup>/sの場合は37~155日、流量が9,000 m<sup>3</sup>/sの場合は8~33日となり、継続時間が1~2日程度の洪水では砂礫堆は消滅せずに、洪水中でも存続することが推定される。なお、参考のために、昭和41~45年の日流量資料を用い、年間の流砂量を計算し、砂礫堆の年間の移動量を推定した結果を表-2に示したが、これによると、木下による実測値80 m/yearとオーダーの一致する結果が得られていることがわかる。

参考文献 1) 鮎川 登: 実験水路における交互砂州(砂礫堆)の形成条件, 土木学会論文報告集, 第207号, 1972 2) 木下 良作: 網流河道の平面計画-大井川の問題点-, 1976 3) 池田 忠: 沖積河道の河床形態に関する地形学的研究, 科学技術庁資源調査所資料, 4) 岸 力, 黒木幹男, 今泉正次: 拘束蛇行流に関する実験的研究, 土木学会第30回年次学術講演会講演概要集, 1975 5) 木下 良作: 石狩川河道変遷調査-参考編一, 科学技術庁資源局, 1962 6) 近藤幸雄・小森 保数: 交互砂州に関する基礎実験, 北海道開発局土木試験所月報, No.251, 1974 7) 木下 良作: 航空写真による洪水時の流況測定, 水工学に関する夏期研修会講義集, 土木学会水理委員会, 1968

表-1

|                                | 流 量                    | 佐藤吉川・芦田 | 篠原橋   | 芦田道上  | Brown |
|--------------------------------|------------------------|---------|-------|-------|-------|
| 掃流砂量<br>(m <sup>3</sup> /m・hr) | 4000 m <sup>3</sup> /s | 0.109   | 1.106 | 0.498 | —     |
|                                | 9000 m <sup>3</sup> /s | 0.277   | 5.16  | 1.76  | —     |
| 浮遊砂量<br>(m <sup>3</sup> /m・hr) | 4000 m <sup>3</sup> /s | 0.434   | 0.434 | 0.434 | —     |
|                                | 9000 m <sup>3</sup> /s | 2.31    | 2.31  | 2.31  | —     |
| 全流砂量<br>(m <sup>3</sup> /m・hr) | 4000 m <sup>3</sup> /s | 0.543   | 1.54  | 0.932 | 2.24  |
|                                | 9000 m <sup>3</sup> /s | 2.59    | 7.47  | 4.07  | 10.4  |
| 砂礫堆が消滅<br>するのに要する時間<br>(hr)    | 4000 m <sup>3</sup> /s | 3730    | 1310  | 2160  | 900   |
|                                | 9000 m <sup>3</sup> /s | 780     | 270   | 496   | 194   |

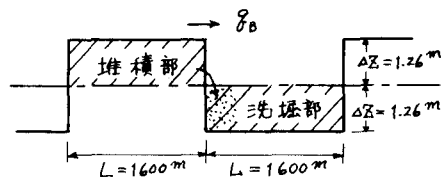


図-3 砂礫堆のモデル

表-2

|                                  | 佐藤吉川・芦田 | 篠原橋 | 芦田道上 | Brown |
|----------------------------------|---------|-----|------|-------|
| 掃流砂量<br>(m <sup>3</sup> /m・year) | 53      | 175 | 117  | 417   |
| 砂礫堆の<br>移動速度<br>(m/year)         | 22      | 70  | 47   | 167   |