

## 審査の結果の要旨

氏名 アグス サントソ

河道形状が決定される過程を知ることは、河川管理上極めて重要であるが、その形状を表す指標として川幅水深比がある。川幅水深比は、交互砂州発生の有無を決めるなど、多くの水理現象に関わるものである。Schumm (1963)は、この川幅水深比によって蛇行度が異なることを示すと共に、この川幅水深比は河床材料におけるシルトや粘土の含有率に規定されるとしているが、多くの研究者が安定川幅を求める理論を提案している。ただし、根本的な支配要因や、なぜ同様の河床材料粒径及び平均年最大流量が観測される河川でも川幅水深比が異なるのかについて明確な知見は得られていない。本研究は、河床材料及び河岸材料の粒度の分布形状に注目し、川幅水深比を決定する要因についての解析を、現地調査と水理実験を用いて行っている。

11の河川流域を対象とし、地質構造、周辺地形および国土交通省による定期横断測量結果を解析しつつ、現地では河岸および河床の材料を採取し粒度分析を行っている。また、周辺の自然堤防形状に注目し、データ解析及び現地の状況視察も行っている。ここで、自然堤防に注目したのは、現状の河道が様々な人為的影響で改変されている中で、河道形状の特徴と周辺の自然堤防の双方の特徴が流域地質で説明できれば、形成過程解明のヒントになるのではないかという発想であり、これまでの研究にはなかったユニークな発想である。これらの調査を行った結果、次のような知見を見出している。

(1) 河岸材料の粒度分布は河川間で大きくは異ならず、代表粒径が 0.1～0.5mm (たいてい 0.25mm 前後) の均一な粒径である。シルト粘土率は川によって異なるが大きな差ではなく、既往研究の知見は適用できない。

(2) 河床材料の特徴は大きく3タイプに分けられる。Type1: 河床材料が河岸材料とほぼ同じ。Type2: Type1よりは粗いが1cm以下の均一な粒径で、代表粒径も0.5～2.0mm程度である。Type3: 粒度分布が多様で2cm以上の砂利を含み、代表粒径は0.9～35mm程度となっている。これらの違いは流域地質と対応しており、砂利を多く産出するジュラ紀付加体ではType3が、砂を多く産出する第四紀火山ではType1が見られがちであった。

(3) 様々な検討の結果、川幅水深比の大小の境界は25程度であるとし、この

値を下回るときは河床材料が **Type3** になりがちで、**Type1, 2** では川幅水深比が大きくなりがちであるという特徴を見出した。

(4) **2cm** 以上の砂利が河床材料に含まれると、空隙率がほぼ最小となる粒度分布形状となる。

(5) **Type1** の河床材料及びセグメント **2-2** 全般の河岸材料は浮遊砂となって輸送される粒度であることを既往研究の理論より解明した。

(6) 自然堤防の発達が特に顕著なのは流域に第四紀火山を有する河道であり、**Type1** の河道とほぼ一致する。これは砂の生産量が多いからだと判断される。

(7) その他の河道でも自然堤防はある程度の高さを有していたが、河岸材料のシルト粘土率が低い河道では自然堤防はさほど明瞭ではなかった。

こうした傾向を踏まえて水路実験を繰り返し、以下のメカニズムを解明した。

1. 河岸材料は浮遊砂として輸送されてきた **0.25mm** 程度の材料によって形成されている。流域に第四紀火山など多量の砂を生産する地質が含まれれば、河床材料も同様の材料で覆われる。こうした砂の多さは周辺の自然堤防の発達からもうかがえる。河床材料が **Type1** であるにもかかわらず、川幅水深比の小さな河道では **Type3** の河床材料が洪水末期に輸送されてきた浮遊砂で埋没している可能性もある。

2. **2cm** を上回る材料が存在すれば、細かい材料がその礫間を徐々に埋めていくことで空隙率の低い安定的な河床を形成する。この **2cm** というのはセグメント **1** (扇状地) 端部において、平均年最大流量でギリギリ輸送されるサイズであるため、セグメント **2** であれば上流から流れて来ても下流へ流れにくい。流域にジュラ紀付加体が存在すれば、砂利が多く生産されこの状況が見られやすい。

3. シルト粘土率による河道形状の影響は見られなかったが、シルトや粘土があまり生産されない流域では、自然堤防は不明瞭となる。

4. セグメント **2-2** の河岸材料は浮遊砂でできており、このような河道では河床材料の移動によって河岸が崩落することで河幅が広がる。そのため、河床材料が砂利の存在で安定してしまうと河幅が広がらず川幅水深比が小さくなりがちである。ただし、河岸材料も掃流砂によって形成されている場合の特徴は異なり、安定した河床材料の方がより川幅水深比の大きな河道を形成した。

このように流域の地質と自然堤防の形状と河道断面形状を一体として扱った論文はこれまでになく、説得力のある因果関係を導くことに成功している。物理的なメカニズムの説明については、まだ深める余地があるものの、河道形状の理解への貢献は大きいと評価できる。よって本論文は博士(工学)の学位請求論文として合格と認められる。