

## 審査の結果の要旨

氏名 秦 夢露

扇状地河川においては、河床変動に伴う諸問題が生じているが、多様な地質構造を有する日本において、河道特性を規定する流域の地質・地形条件に注目した研究は少ない。本研究は、流域地質が扇状地河川の土砂動態、流路形態に及ぼす影響を階層的に解明したものである。

まず、流域の地質および地形の二つの観点で、二種類の類型化を提案した。全一級河川流域を、地質の観点では9つの類型に、地形の観点では4つの類型に分類できることを示し、各類型の地域分布特性および扇状地の特徴をまとめている。

次に、4種類の地形類型の内3類型、9種類の地質類型の内7種類を含む20の扇状地河川を対象に、現地で河床材料を計測し、その粒度組成の特徴を分析した。その結果、地質ごとに河床材料の粒径集団の割合に明瞭な差がみられることを示した。そして、すべての河川において、動きの異なる砂を除去した粒度分布が対数正規分布に従うことを見だし、砂の割合と砂以外の材料の標準偏差を用いて定量的に評価する手法を提案した。これにより、これまで定性的に表現されていた流域地質による粒度の違いを定量的に表現できるようにした。

続いて、花崗岩流域の黒部川・常願寺川、火山岩流域の庄川・手取川、および付加体流域の大井川の扇状地を対象に、河床材料の粒度組成が、各扇状地における新旧河道の流路形態及び河床形態の安定性に及ぼす影響を分析した。その結果、対象河川の流路形態は、小玉ら（1987）が実験で確認した、供給土砂の砂礫比が扇状地の形成に与える影響をよく反映していることに気づいた。すなわち、大礫以上が多く砂の少ない火山岩の河川、大礫以上も砂も多い花崗岩、粒径が全体的に小さい付加体の河川では、新旧河道の位置や安定度に大きな違いが生じており、この違いは歴史的な河川改修に現れていることを示した。

また、粒度の違いは河床形態の安定性にも影響していた。河床形態を表す指標としては、既往の二指標に加え、砂州形状を表す結節点密度という新たな指標を開発し、これら三指標の変化を70年分の空中写真から分析している。その結果、付加体流域では、高頻度の小出水でも河床が大きく変動し、変動性が最も大きかったのに対し、火山岩流域では、大出水がない限り河床変動が生じに

くく、変動性は最も小さかった。一方、花崗岩流域では、中小出水では火山岩流域と同じくらい安定するものの、大出水時に河床が一気に移動するため、変動性は中程度であった。これら、流域地質ごとの河床形態の変動性は、上述した扇状地全体の流路の変動性とも対応しており、付加体流域 ≧ 花崗岩流域 > 火山岩流域となることを示した。

一方、扇状地河川は、地質によらず 4 種類の小セグメントに区分できることを示し、それぞれの特徴をまとめた。まず、扇頂部付近で山地河川同様の諸元を有するセグメント M. 移動頻度の少ない巨礫を 1~2 割程度有し、これらが骨格となって河床を安定させ、河床勾配はほぼ一定で川幅のみが徐々に広がる s1-①. 1~2 割程度存在する大礫が骨格となるが、河床勾配は徐々に低下し、川幅が最も広がる s1-②. 大礫以上の材料が 1 割以下で、安定した骨格を形成できず、勾配がある値に漸近するようにどんどん減少しつつ川幅が急減する s2-① である。このように扇状地河川を区分し、その特徴をまとめたのは初めてである。しかし、河床材料の縦断分級には、地質による差がみられた。粒径加積曲線の形状を保つように細粒化していく火山岩、同様に大粒径の材料は徐々に細粒化していくが、砂の割合が場所によって様々な花崗岩、基本的に細粒化は起こらないが、小粒径のものの割合がやや増加していく付加体流域である。なお、このように勾配と川幅と粒径が変化しつつも、平均年最大流量でどこの河床も限界掃流力程度になることを見だし、勾配と川幅と粒径は相互に調整していることを示せた。

最後に砂州一つ一つの形状に着目し、新たに提案した指標である結節点密度を分析すると、河川間で大小が明瞭に分かれた。しかし、流域地質との対応関係は曖昧で、砂以外の材料の混合度（標準偏差）が重要であった。これが小さければ、洪水時に全ての材料が動くか動かないかのどちらかになり、砂州形状が明瞭なのに対し、混合度が大きければ、部分的に細粒分のみが移動するため、形状が乱れるからであると推察した。そこで、これを水路実験で確認した。その結果、仮説通りの現象を確認すると共に、細礫などの細かい材料が多く含まれると巨礫・大礫の動きを抑制し、流れが集中したところでのみ侵食と堆積が繰り返され、不連続な水路を形成する現象を見いだした。これは同じ細粒分でも、砂とは違う働きであり、本研究で新しく見いだしたものである。

このように、主に地質に起因する粒度分布によって、扇状地全体の河床形態、河床形態の安定度、扇状地上の小セグメント間の分級、結節点密度で表現される砂州形状が大きく異なることを階層的に示し、その背後にあるメカニズムと共にまとめることに成功した。本研究は、扇状地河川の特徴の捉え方を示したものであり、有効な河道管理方策の提案に資することができる。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。