

【学位論文審査の要旨】

河原の砂礫（砕屑粒子）は、上流から下流にかけて粒径を小さくしながら分布する傾向にある。この傾向には細かい粒子がより遠くへ運ばれる「分級作用」と、運搬される粒子が破壊され、小さな粒子が生産される「破碎・摩耗作用」が寄与している。本論文では、破碎・摩耗作用に焦点をあて、堆積学および地形学において基礎的な概念である砕屑物の「生産－運搬過程」について新しい知見を得た。

第1章では従来に関連研究での問題点を指摘し、「礫だけでなく、破碎・摩耗作用の結果新たに生産される砂粒子も対象として」、「粒子固有の壊れやすさを評価するために、粒子の岩種と粒径を揃えた上で」運搬に伴う砕屑粒子の変化を評価するという研究の基本方針を決定した。

第2章ではまず、従来の研究でも種々の呼び方がある砕屑粒子の破碎作用と摩耗作用の区分を明確化した。次に運搬過程における砕屑粒子の形状変化を評価する上で粒子表面の凹凸の丸み（円磨度）が有効であると考え、円磨度と類似の用語に関する従来の研究を整理し、これまで曖昧であった円磨度と表面構造（粒子の表面・輪郭のより微細な構造）の区分案を提案した。さらに粒子の円磨度を実際に測定するにあたり、現在でも円磨度の肉眼判定で多用されている円磨度印象図について指摘されている問題点（測定者の体調等による誤差）を補正するための専用の円磨度判定用補助資料を作成した。また径 0.5–4 mm の細かな粒子の円磨度測定については、画像解析型粒度分析装置によるその装置独自の定義による円磨度指標を、肉眼による計測同様の円磨度に換算するための手法を確立した。

第3章では人工構造物による水流・土砂運搬への影響が小さい渡良瀬川水系（支流2本）で、運搬される砕屑粒子にはたらく破碎・摩耗作用および粒子の円磨に寄与する要素を検証した。「運搬過程における粒子の破碎・摩耗を粒子の形状から評価する」という観点より、硬い岩種として遠洋性の細粒堆積物であるチャートを、軟らかい岩種として泥粒子の集合体の一種である頁岩を検討対象に選び、これらの礫から砂（径 128~0.5mm）を8段階の粒度に分けて、組成比と円磨度の下流方向への変化を調べた。その結果、砕屑物の円磨度は運搬の過程で“飽和状態”に達し、その飽和の値は岩種によって異なる可能性を示した上で、一般的に円磨されにくい細粒子（砂粒）も最終的には円磨度の飽和状態に至る基本モデルを考案した。さらに、実際には粒径の大きい粒子が最も円磨されやすいわけではなく、水流条件によって運搬されやすい（転動しやすい）サイズの粒子から順に飽和状態に至るといふ、実際の河川の水流条件を加味したモデルを考案した。加えて、砕屑物の岩種（粒子の硬さおよび形状）は、運搬過程の粒子が互いに衝突する際にはたらく破碎・摩耗作用を考える上で重要であることを示した。

第4章では大規模ダム群を有する天竜川水系下流域を対象に、ダムが砕屑物の生産－運搬作用に与える影響を検証した。ダム群最下流部に位置する船明（ふなぎら）ダムは堤高が比較的lowく、放流回数が多い。船明ダムの上・下流域において、壊れやすく丸みを帯びやすい頁岩の礫から砂を対象に、粒度毎の円磨度の変化を調べた。径 1mm 以下の砂粒子に

は円磨度が高くダムを通過した可能性のある粒子が大量に混ざっている。一方、径 1mm 以上の粒子（主に礫）はダム上流側より角張る傾向にあり、礫はダムを通過せず、ダム下流域の礫が破碎・摩耗することにより、新たな碎屑粒子を生産していると推定した。

第 5 章では第 3 章で提示した、円磨されにくい細粒子（砂粒）も最終的には円磨され、円磨度の飽和状態に近づくという仮説を検証するため、天竜川下流～遠州灘海岸を対象に砂粒の円磨度を測定した。細かい粒子の円磨度も海浜では飽和状態に近づいていること、またチャートおよび頁岩では飽和状態の円磨度の値が異なることを確認した。さらに河口付近の海岸では頁岩の砂粒子の円磨度が一旦低下することを見出し、河口付近の礫浜では、礫同士の衝突によって新たな頁岩粒子が生産されていると解釈した。

以上に示したように、本研究では、河川から海浜にかけての碎屑粒子の形状の変化を丹念に追うことにより、これまでに実験などを経て一般に受け入れられている碎屑物の破碎・円磨に関するいくつかの概念（粗い粒子ほど早く円磨される、河川より海浜で砂粒子の円磨が進行する、など）について、実際の水流条件や底質の粒度・岩種組成によって変化が生じ得ることを明らかにした。今回提示した碎屑物の粒度－円磨度飽和モデルは、分布が限られる過去の河川堆積物の古流系の推定にも大いに役立つことが期待される。よって、博士（理学）の学位を授与するのに十分な価値があると認められた。