

屋久島の河川における最大粒径の分布と土砂移動プロセス

島津 弘* 西 克幸**

キーワード：河床礫径、河床勾配、土石流、土砂移動プロセス、屋久島

1. はじめに

屋久島は非火山性の1つの山塊からなる日本最大級の離島である。屋久島の大部分をなす屋久島花崗岩は河川による侵食を受け、深い谷が刻まれている。また、多くの河川の河床には中径が1mを超える礫が分布している。2000年に著者の1人の島津が屋久島を訪れた際、いくつかの河川では中径が3mを超える巨大な礫が河床を覆っていることに気がついた(写真1, 写真は2003年調査時)。このように巨大な礫が河床に分布する河川が集中している山地は日本の中でも珍しい。そこで、河床礫の礫径の分布を明らかにし、その成因を検討することは、屋久島における河川プロセスの特徴を知る上で重要であると考えた。本稿では河床堆積物のうち最大粒径に注目して記載を行った結果から、巨大堆積物の分布を明らかにし、運搬プロセスについて検討を行った。

2. 屋久島の地形・地質

佐藤・長浜(1979)は屋久島の地質について記載した。



写真1 巨大な河床礫(鈴川)

中新世に四万十層群に貫入した屋久島花崗岩が島の大部分を占める(図1)。屋久島花崗岩との境界には幅3kmにおよぶ接触変成帯が形成されている。屋久島花崗岩は岩層変化が少なく、一様に正長石の巨晶を含む。

地形的には中心部が高く、円形に近い外形を持つ。しかし、成層火山体のような円錐形ではなく、お椀を伏せたような形をしている。その特徴は接峰面図によくあらわれている(図1)。最高峰は白山以西で3番目に高い宮之浦岳(1,935m)である。宮之浦岳を中心とした標高1,500mを超える山々が奥岳と呼ばれ、そのまわりには前岳と呼ばれる標高1,000~1,200m山々による稜線が取り囲むように円形に連なっている(図1)。島津(2003)は屋久島の起伏構造を調査した。その結果、前岳の部分で起伏が最も大きくなっており、標高の高い奥岳周辺はむしろ低起伏であるという特徴が明らかになった。屋久島の河川は奥岳に源流を持つものと前岳に源流を持つものに大別できる。奥岳を源流に持つ河川は前岳を横切るところで深い谷が形成されている。

3. 礫径計測地点と計測方法

調査を行った河川は63流域、地点数は140地点である(図2)。調査河川の流域面積は最小で0.2km²、最大は85.0km²の安房川である。屋久島の河川は流量が多いこと、谷が深いこと、堆積物の粒径が大きいことなどから谷を遡上するのは容易ではない。そのため、礫径計測地点の多くは海岸沿いにつくられた島の外周道路との交点に位置する。河川沿いの林道や登山道からのアプローチがしやすい場所があった一部の河川では縦断的な調査を行った。

各調査地点では上下数10mの区間内で最も大きな礫についてコンベックスまたはエスロンテープを用いて中径を計測した。半分以上埋まっている礫については、ど

* 立正大学地球環境科学部

** 立正大学大学院地球環境科学研究科研究生

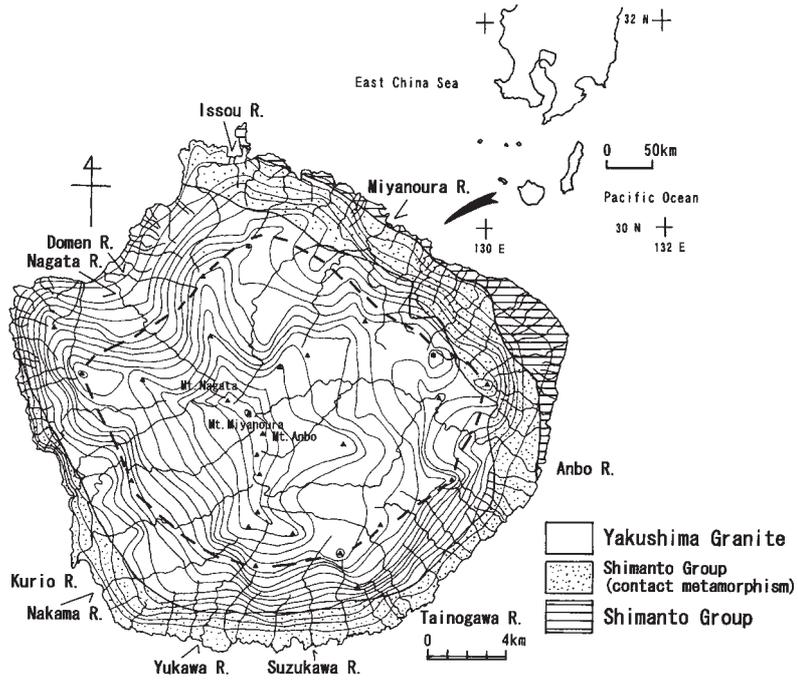


図1 屋久島の地質と地形

地質は佐藤・長浜（1979）に基づく。等高線は接峰面を示す。等高線間隔は200m。破線は前岳の主稜線の位置を示す。

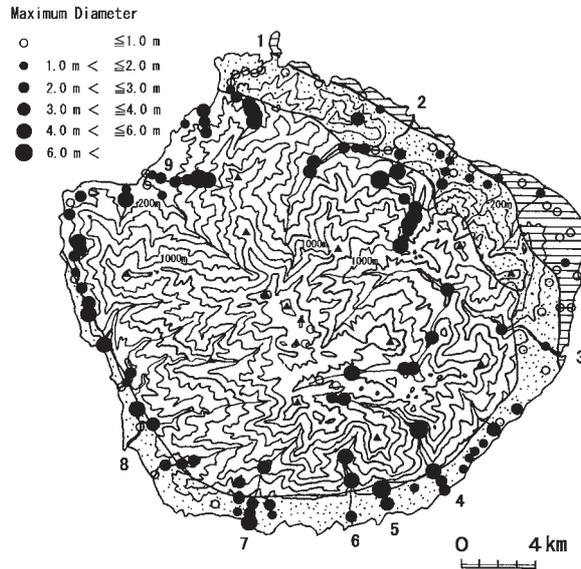


図2 河床礫の粒径計測地点と粒径

地質の凡例は図1と同じ。等高線間隔は200m。

1：一湊川，2：宮之浦川，3：安房川，4：鯛ノ川，5：二又川，6：鈴川，7：湯川，8：栗生川，9：土面川



写真2 遠隔粒径測定を行った地点の例(荒川)
観測地点から河床までの距離は566m。

の程度が地上に露出しているのか全くわからないことや、礫と岩盤の区別が付きにくいことから、計測しなかった。

計測は河床に降りて実際に礫にエスロンテープ等をあてて行った。しかし、河床の様子が観察できるものの河床に降りることが困難な場所も存在した。そのような場所では、最大と考えられる礫について、礫までの距離と中軸に相当する部分の角度を計測して、計算によって粒径を求めた(写真2)。観測地点から中軸が確認できる礫を1地点につき数個ずつ測定し、最大のものをその地点の最大粒径とした。距離の計測にはニコンレーザー距離計(レーザー800)を用い、角度の計測には牛方デジタルセオドライト(TEO-100, 1読み)を用いた。距離計の精度は ± 1 m、最大計測可能距離はおよそ800mである。この方法を用いた礫の計測地点は8地点で、計測を行った場所から河床までの距離は56~630mである。なお、礫径は1.0m以上のものは0.1m刻み、1.0m未満の場合は0.01m刻みで読みとった。

4. 最大粒径の分布

第2図には粒径を6段階に分けて表示した。全140地点のうち、ほぼ砂からなる地点は3地点、これらを含めて最大粒径が1.0m以下の地点は41地点で、計測地点の大部分が河口付近に集中しているにもかかわらず、3分の2以上の地点で最大粒径が1.0mを超えることが明らかになった。また、最大粒径がきわめて大きく、3.0mを超える地点が41地点も存在していることも注目に値する。

粒径が小さな地点は島の北-東-南東にかけての海岸沿いにみられる。一方、海岸沿いでも西-南にかけては、



写真3 荒川源流の河床の様子
河床には所々に岩盤が露出する。砂質堆積物の中に50cm以下の礫が混じる。

粒径が大きな地点が多く、一部の地点では4.0mを超える。北から時計回りに、一湊川、宮之浦川および支流の白谷川、城之川、安房川および支流の荒川、鯛ノ川、鈴川、湯川、中間川、土面川では一部の区間ではあるが河川に沿って礫径を縦断的に計測することができた。このような河川の内陸部で計測できた地点の多くでは、最大粒径が3.0mを超えている。しかし、島の中心に近い安房川、荒川、鯛ノ川の源流付近では相対的に粒径が小さく、1.0m以下のところもみられた。特に荒川源流の淀川小屋付近では、最大粒径が0.5m程度と、屋久島の中でも粒径が小さい地点となっている(写真3)。縦断的に計測できた河川では一般的に上流から下流へ向かって粒径が減少している。特に、一湊川、宮之浦川、土面川では顕著である。

5. 最大粒径と河床勾配の関係

第3図には河床勾配と最大粒径の関係を示した。河床勾配が大きい地点ほど最大粒径が大きくなるという関係が認められる。しかし、粒径が最も大きいのは勾配が100~200‰の地点で、勾配がそれ以上の地点ではかえって粒径が小さくなる。これは、島津(1990, 1991)が河床勾配と河床堆積物の平均粒径の間に見出した関係と同様である。

島津(1990, 1991)が平均粒径を計測した地点について、河床勾配と最大粒径の関係を調べてみても平均粒径の場合と同様の関係が認められた。しかし、粒径は屋久島の方がはるかに大きい。すなわち、島津(1990, 1991)が取り上げた日本の山地河川では、河床勾配が10‰の地点で最大粒径0.5m程度、80‰の地点で1.4m程度、

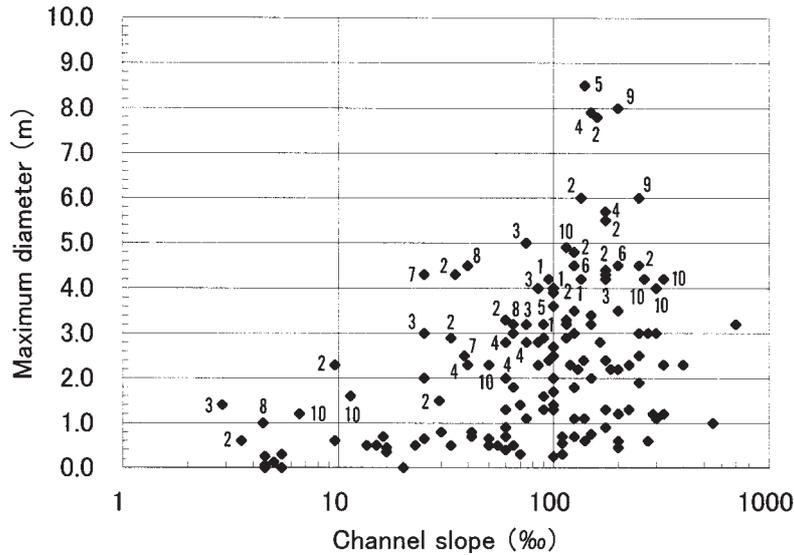


図3 河床勾配と最大粒径の関係

1：一湊川，2：宮之浦川，3：安房川，4：鯛ノ川，5：二又川，
6：鈴川，7：湯川，8：栗生川，9：土面川，10：その他の河川

100～200%の地点でも3.0m以下であった。図3の河床勾配が80%以下の地点においては、前述のような他の日本の山地河川と同様の粒径範囲に入る地点も多い。しかし、この勾配の範囲でも2.0mを超える地点が多くみられ、100～200%の範囲では3.0mを超える地点が半分程度を占める。日本の山地河川においても手取川上流のように、河床勾配が30%程度の地点においても最大粒径が5mを超えるような河川も存在する（島津 1996）。手取川上流では1934年に天然ダム形成・決壊により激しい土砂移動が生じて、巨大な礫が運搬・堆積したことが推定されている（島津 1996）。



写真4 湯川河口にみられる花崗岩起源の巨大礫

6. 土砂移動プロセスと巨大河床礫の分布

これまでみてきた屋久島の河床にみられる巨大な礫はほとんどすべてが屋久島花崗岩の礫である。図2からわかるように、巨大礫がみられる地点のうち大部分が屋久島花崗岩の分布範囲である。したがって、これらの巨大礫が谷壁斜面からの崩落や風化花崗岩の中に存在するコアストンの洗い出しを起源として、ほとんど移動せずにその場で角が取れたとも考えられる。一部にはそのような礫も含まれていると考えられるが、以下の理由によって大部分は河川プロセスによって移動したと推定した。第一に、最大粒径が河床勾配と一定の関係を示していることである。島津（1991）は河床勾配と粒径の関係について河川プロセスに基づいて説明した。第二に四万十層群分布範囲においても巨大礫がみられることである（写

真4）。第三に土面川や一湊川など、屋久島花崗岩分布範囲においても下流へ向かって粒径が減少していくことである。

それでは、とくに巨大な礫が分布する河川の特徴を検討してみる。第3図には80%以下の地点において、前述の他の日本の山地河川と比べて勾配のわりに粒径が大きな地点、また80%以上の地点において、特に巨大な礫のみみられる地点について河川名を示した。第3図をみると複数の地点で巨大な礫が分布する河川はいくつかに限られていることがわかる。すなわち、一湊川、宮之浦川、安房川、鯛ノ川、二又川、鈴川、湯川、栗生川、土面川である。これらの河川のうち二又川と土面川を除く河川に共通しているのは流域面積が大きいこと、島の中心部の起伏が小さい奥岳に源流を持ち、起伏が大きい前岳地域を貫流していることである。起伏が大きい地域を河川

が貫流するところでは、深い谷と急で長大な谷壁斜面が形成されている(写真5)。鯛ノ川の上流では、谷壁斜面の崩壊による巨大な堆積物が河川を横断して分布し、その背後に細粒堆積物がみられるような場所があった(写真6)。また、宮之浦川では河床勾配がきわめて急な支流が大起伏の区間で合流し(写真7)、本流との合流点に沖積錐が形成されているような場所も見られた。

島津(1991)は河床勾配80%以下の河床では掃流による土砂移動が卓越するとし、土石流による土砂移動が卓越するそれ以上の勾配の河川区間とは、堆積物の粒径、粒径と河床勾配の関係、河床形態が異なっていることを示した。屋久島の80%以下の河床には石礫型土石流により形成されるロウブ状地形は顕著ではない。しかし、その最大粒径はきわめて大きく、土石流が卓越する区間にみられる礫あるいはそれ以上の粒径の礫が分布している。むしろ島津(1996)が明らかにした手取川上流における最大粒径や河床の様子と類似している。したがって、屋久島の巨大河床礫の運搬・堆積にも天然ダム形成・決壊による巨大土石流の発生が関わっていると考えられる。

以上のことから、屋久島の河床に分布する巨大な河床礫は次のように形成されたと考えられる。奥岳に源流を持つ河川では、大起伏の前岳地域を横切る区間で、谷壁斜面の崩壊や支流からの土砂流入によって巨大な岩塊が河川をせき止め天然ダムが形成された。その決壊にともなって巨大な土石流が発生し、せき止めていた巨大な岩塊を押し流した。屋久島には現存する天然ダムはない。屋久島は年降水量が多いだけでなく、豪雨日数もきわめて多い(高原・松本 2002)。したがって、天然ダムが形成されやすい状況にあるだけでなく、巨大な岩塊で構成された天然ダムを決壊させるだけの水量が容易に供給される水文・気象環境にあることも、激しい土砂移動が一般的に生じる要因になっていると考えられる。

7. まとめと今後の課題

屋久島の河床には中径が1mを超える大きな礫が一般的に分布している。これらは河床勾配の緩やかな地点においても見られる。また、河床勾配が大きな地点では3mを超えるきわめて大きな礫が分布している。起伏の大きい前岳地域を河川が横切るところで谷壁崩壊や支流からの土砂流入によって形成された天然ダムのは巨大な土石流を引き起こし、これらの大きな粒径の礫は運搬されたと考えられる。日本には天然ダムの形成と決壊によって巨大土石流が発生し、巨大な礫が運搬された事例



写真5 前岳地域を貫流する谷(安房川)



写真6 鯛ノ川上流にみられる小規模天然ダムの跡。手前が谷壁斜面の崩壊によってできた裸岩壁。この崩壊により鯛ノ川上流がせき止められた。河床には現在も巨大岩塊が残る。その背後(右奥)には砂質堆積物がたまっている。



写真7 宮之浦川に合流する急勾配の支流。手前を宮之浦川が流れている。谷の出口には沖積錐が形成されている。

は数多くある (伊藤 1983 ; Swanson et al 1986 ; 建設省中部地方建設局 1987 ; 島津 1996 ; 田畑ほか 2002)。しかし、一つの地域にこれだけまとまって天然ダム形成・決壊による土砂移動がみられる場所はほかに例がないと思われる。

しかし、前述のように屋久島には天然ダムは現存しない。また、今までの調査では、鯛ノ川上流においてのみ天然ダムが形成されたと考えられる地点の存在が確認された。しかも、これは小規模であるため、その決壊によっても巨大な礫を大量に長距離運搬するほどの土石流は発生していないのではないと思われる。したがって、天然ダムの存否についてのさらなる調査・検討が必要である。そのためには、内陸部における巨大礫の分布や、河川の縦断方向への粒径の変化から、巨大礫の生産源や流下区間を明らかにする必要がある。前述のように屋久島の河川を遡上して巨大礫の分布を調べることは困難である。しかし、礫が巨大であるため、空中写真によってもその分布を把握することが可能である。さらに、空中写真による詳細な地形判読などにより天然ダム形成地点を推定していく必要がある。

また、過去の土石流災害についての検討も必要である。過去にも決して多くはないが、いくつかの土石流災害が発生した。その中で顕著なものは1979年9月30日に土面川で発生した土石流である (国土問題研究会屋久島調査団 1981 ; 下川・岩松 1982, 1983)。この災害では天然ダムの形成は指摘されていない。源流における崩壊を含めた流域内の多数の崩壊を源として、河床の土砂を巻き上げながら土石流の規模を増大させていったとされている。下川・岩松 (1982) に掲載された写真からは本稿で述べたような巨大な礫は移動していないようにもみえるが、正確なところはわからない。源流や支流にきわめて急勾配の河川と大起伏の斜面が存在し、大きな崩壊によって土砂が移動を開始することに加え、きわめて大量の水が確保されるという屋久島の気象的特性が、巨大土石流を引き起こしたとも考えられる。

以上のように、屋久島河川の土砂移動プロセスに関して、さまざまな角度から検討の必要がある。これらを今後の課題とする。

本研究の遂行にあたり平成15・16年度科学研究費補助金基盤研究(C)(2)「屋久島における河谷地形と土砂移動プロセスに基づいた河川の類型に関する研究」(研究課題番号: 15500691, 研究代表者: 島津 弘)を使用した。

文 献

- 伊藤和明 (1983) 善光寺地震 - 山崩れと洪水の恐怖. 地理, 28 (4), 45 - 54.
- 建設省中部地方建設局 (1987) 『天然ダムによる被災事例調査 - 事例資料の統計的分析』80p. + 付属資料.
- 国土問題研究会屋久島調査団 (1981) 『鹿児島県上屋久町災害対策調査報告書』86p.
- 佐藤岱生・長浜春夫 (1979) 屋久島西南部地域の地質. 地域地質研究報告 (5万分の1図幅), 地質調査所, 47p.
- 島津 弘 (1990) 東北地方の山地河川における礫径変化に基づいた流路の区分. 地理学評論, 63A, 487 - 507.
- 島津 弘 (1991) 山地河川の支流における礫径および河床形態の縦断変化と本流への礫供給. 地理学評論, 64A, 569 - 580.
- 島津 弘 (1996) 手取川上流域における地形特性と土砂移動. 金沢大学文学部論集史学科篇, 16, 45 - 59.
- 島津 弘 (2003) 起伏構造からみた屋久島の地形. 立正大学大学院地球環境科学研究科紀要, 3, 50 - 58.
- 下川悦郎・岩松 暉 (1982) 屋久島永田における山くずれ・土石流災害 (その1). 新砂防, 123, 26 - 31.
- 下川悦郎・岩松 暉 (1983) 屋久島永田における山くずれ・土石流災害 (その2). 新砂防, 126, 20 - 27.
- 高原宏明・松本 淳 (2002) 屋久島の降水量分布に関する気候学的研究. 地学雑誌, 111, 726 - 746.
- 田畑茂清・水山高久・井上公夫 (2002) 『天然ダムと災害』古今書院, 205p.
- Swanson, F.J., Oyagi, N. and Tominaga, M. (1986) Landslide dams in Japan. Schuster, R.L. ed. "Landslide dams: processes, risk, and mitigation" A.S.C.E., N.Y., 131 - 145.

Distribution of maximum diameter of riverbed sediments and debris transport processes in Yakushima Island, Southern Japan.

Hiroshi SHIMAZU* and Katsuyuki NISHI**

*Faculty of Geo-environmental Science, Rissho University

**Researcher, Graduate School of Geo-environmental Science, Rissho University

Keywords: grain size, channel slope, debris flow, debris transport process, Yakushima Island