

P5. 秩父累帯北帯のチャート巨礫の起源

～高知県いの町大野内地区を例に～

Origin of chert boulders in the Northern Chichibu belt:
An example at the Oonouti area of Ino Town, Kochi Prefecture

佐々木誠・脇田茂・横山俊治(高知大学)

1. はじめに

本調査地域である高知県いの町大野内地区は四国のほぼ中央に位置し、秩父累帯北帯の地質が分布している(図-1)。当地域の谷沿いや緩傾斜の斜面上には、径1~8mのチャート岩塊が多数分布している。巨大なチャート岩塊はしばしば一部が地面に埋まっていたり露頭と見間違えることもあったが、その周囲に点在する数cm大の転石の岩型とは異なることが転石法による詳細な地質踏査によって明らかになった(踏査法については、田中・横山(2008)¹⁾を参照)。このような産状から、チャート岩塊は崩落によって移動してきたものと判断し、チャート巨礫と呼ぶことにした。本稿では、チャート層との位置関係からチャート巨礫の発生源を推定することを第一の目的とした。その上で、チャート巨礫の等価摩擦係数を求め、他地域の地すべり・崩壊・落石のそれと比較し、チャート巨礫の発生要因を考察した。

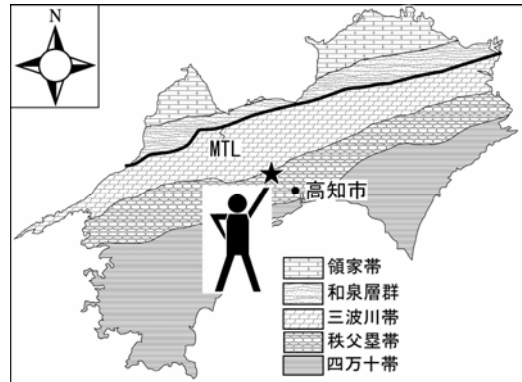


図-1 調査地域(高知県いの町)

2. 地質

本調査地域では、層厚数十~数百m規模の泥質岩、砂質岩、砂岩泥岩互層、チャートと少量の玄武岩が見られる(図-2)。岩相境界および劈開は、大局的にNE-SW走向で、南または北に10~20°の緩傾斜である。また、黒床山の北東側にはNE-SWに軸をもつ緩い背斜構造、布山から北東方向に延びる尾根にはNE-SWに軸をもつ緩い向斜構造が認められる。東~北東方向および北~北西方向の断層群(12本)によって地質体は分断され、大きく変位している。ほとんどの断層は高角断層であるが、一部低角断層に変わるものもある。チャート層が露出する場所はほとんどが受け盤構造を形成している。

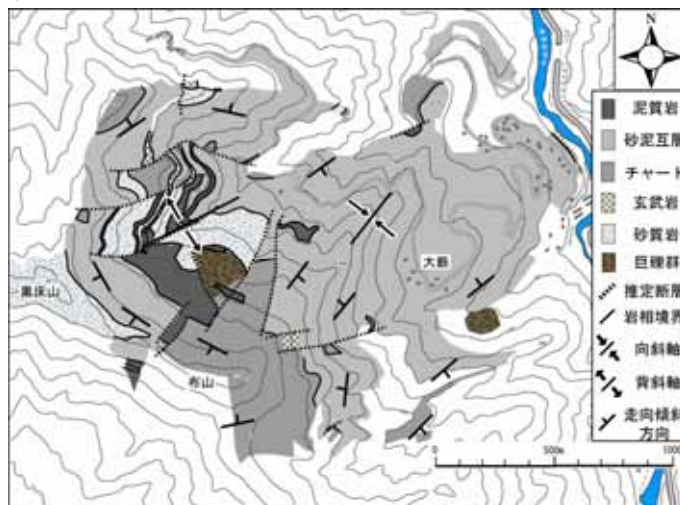


図-2 大野内地区の地質図(確認した露頭・転石の位置は省略する)地形図は2万5000分の1「思地」(国土地理院発行)を利用)

3. チャート巨礫の特徴

3-1 チャート巨礫の分布

本稿では、長径 1m を超える岩塊を巨礫と呼び、図-3 にチャート巨礫の分布をチャート層の分布と共に示す。巨礫の形態は立方体に近いものよりも一辺の長い直方体が多く見られた。最大のものは長径 8m に達する。調査地内の 2 箇所が無数の巨礫が集積したところがある。図-3 には、巨礫群として図示した巨礫群の分布域に関しては長径 2m を超えるもののみをプロットした。

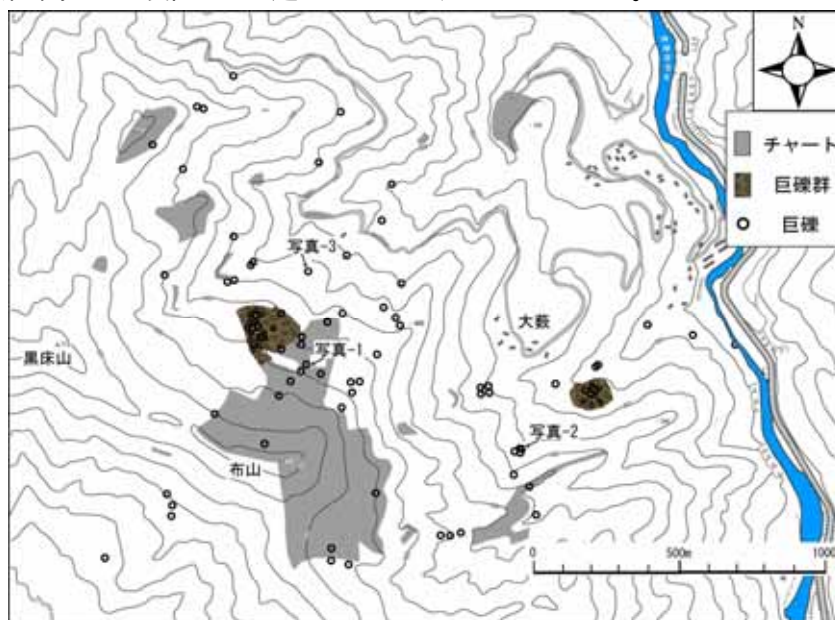


図-3 チャート層とチャート巨礫の分布

チャート層は布山を中心に尾根から斜面にかけて広く分布している(図-3)ほか、布山の中腹や大藪地区の南東側に小規模な岩体が分布している。チャート層の分布域に点在しているチャート巨礫は 14 個であるが、チャート層の分布域以外に転がっているチャート巨礫は巨礫群を除いても 40 個を超え、チャート層ではない所に落ちている巨礫の方がはるかに多い。また、谷沿いに転がっているものもあるが、尾根上に転がっているもののがはるかに多く、2 箇所の巨礫群も比較的緩い斜面に分布している(図-3 写真-1, 2, 3)。



写真-1 急斜面上にあるチャート巨礫群
(最大長径 2m)



写真 - 2 谷沿いにあるチャート巨礫群
(最大長径 5m)



写真 - 3 平坦面上にあるチャート巨礫
(長径 5m)

3 - 2 チャート巨礫と地すべりの関係

空中写真判読によって 20 箇所の地すべり地形を抽出し、現地調査により 7 箇所の段差地形を確認した(図-4)。そのうち、チャート層で発生した地すべりは 2 箇所(地すべり A、B とする)である。

図 - 4 の地すべり A は標高 720m 付近に頂部をもつ、高さ 60~70m、幅 150m の滑落崖を形成し、滑落崖のチャートの露頭は節理が見られ、節理によりさまざまな大きさに分けられている。径 2~3cm 程度のチャート角礫が標高 670~590m 付近まで密集して分布し、移動体を形成している。ただし、移動体の範囲にチャート巨礫は認められない。

それよりも下流、標高 560~500m に分布する巨礫群が地すべり A 起源と考えられる(図-5、図-6)。なぜならば、この巨礫群は地すべり C の移動体の分布範囲内に位置しているが、地すべり C の発生源の地質は砂質岩や砂岩泥岩互層でチャート層は見られないからである。地すべり A で発生したチャート巨礫は谷を伝ってさらに下方まで転がっている。地すべり B も移動体には巨礫がほとんど見られないことから、巨礫は下流へ転がり落ちたと考えているが、詳細は調査中である。

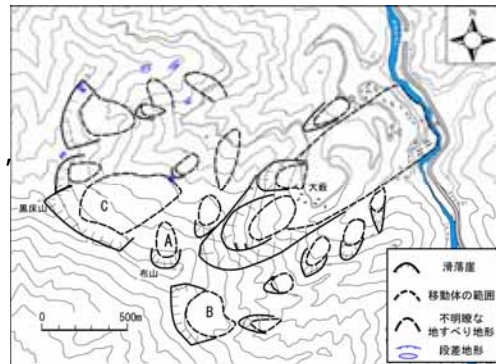


図 - 4 地すべりの分布

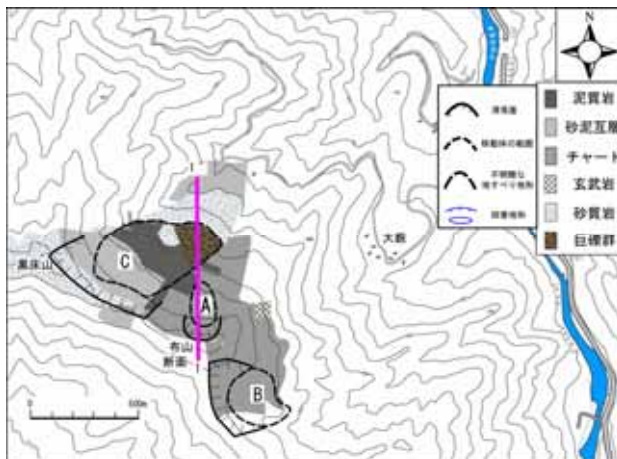


図 - 5 チャート巨礫と地すべり

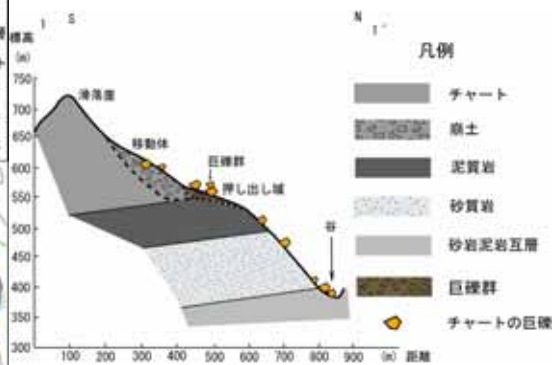


図 - 6 地質断面模式図(1 - 1')

3 - 3 チャート巨礫の発生源

チャート層の分布とチャート巨礫との位置的关系と、両者の間の地形条件を考慮して、チャート巨礫の発生源のチャート層を推定した。チャート層が尾根から斜面にかけて分布する場合、厳密にどこから発生したかを推定することは難しいが、とりあえず尾根付近を仮定した。このようにして画いたのが図-7である。推定した発生源が複数のものもあるが、前節で述べた地すべり A から発生した巨礫群をはじめとして、地すべり A と B が発達するチャート層を発生源とするチャート巨礫が多い。それ以外のチャート巨礫も、尾根に分布するチャート層から発生している可能性が高いと推定した。

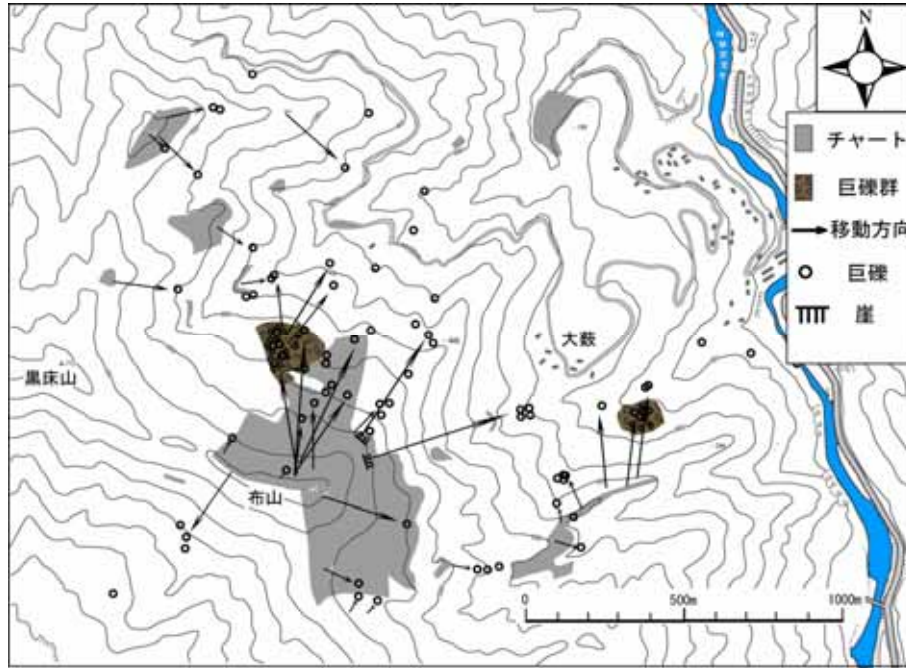


図 - 7 巨礫の移動方向の推定図

3 - 4 チャート巨礫(落石)の等価摩擦係数

図-7 に基づいてチャート巨礫の等価摩擦係数(発生源と停止位置との比高 / 発生源から停止位置までの水平距離)を算出すると、0.31-0.74(図-8)の範囲になり、測定件数の45%が0.37-0.47の中に入る。次に測定件数の32%が0.48-0.62の中に入る。また、地すべり A, B の巨礫の等価摩擦係数は地すべり A の巨礫が0.38-0.55(図-9)の範囲になり、測定件数の61%が0.37-0.47の中に入る。地すべり B の巨礫は0.32-0.47(図-10)の範囲になり、測定件数の60%が0.37-0.47の中に入る。地すべり A, B の巨礫の等価摩擦係数のピークはチャート巨礫のピークと一致している。

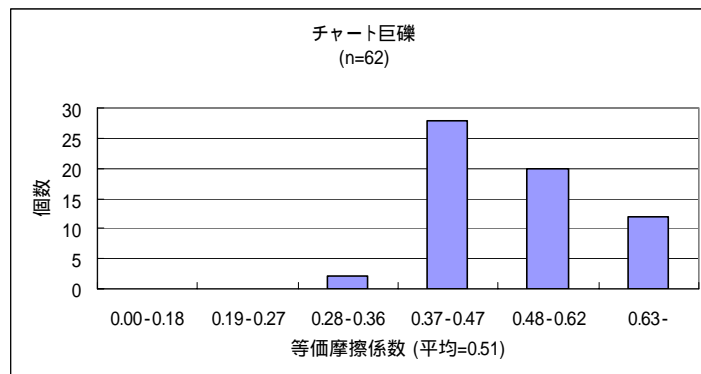


図-8 チャート巨礫の等価摩擦係数

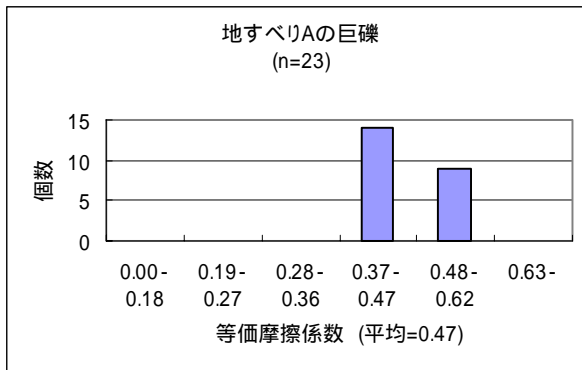


図-9 地すべりAの巨礫の等価摩擦係数

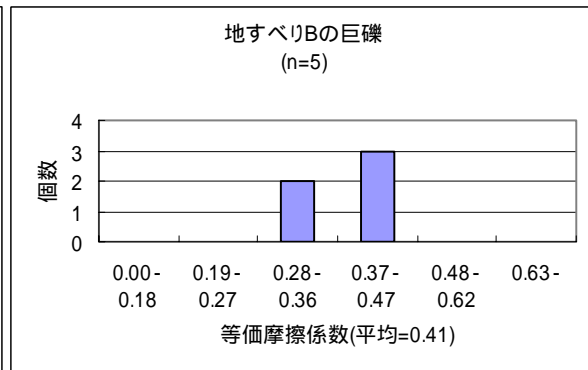


図-10 地すべりBの巨礫の等価摩擦係数

4. 考察

4-1 等価摩擦係数の比較

鳥取西部地震では長径 4.3m の花崗岩巨礫が標高 465m の発生地点から自然斜面に沿って 127m の距離を落下して、最終的には標高 400m のダム湖畔の砂堆上で停止した²⁾。鳥取西部地震での巨礫の等価摩擦係数は 0.43 であった。また、兵庫県芦屋市奥山で発生した落石(なまず石)の等価摩擦係数は 0.54 であった。これら地震時に起こった落石は、本調査地域でのチャート巨礫の等価摩擦係数(0.31~0.74)の範囲に入る値であった。

チャート起源以外の地すべりの等価摩擦係数は 0.40~0.76 である。これと比較すると、チャート層で発生した地すべり A, B の地すべり移動体(地すべり A が 0.46, 地すべり B が 0.33)の方が等価摩擦係数が小さく、より遠くまで移動している。ところが、チャート巨礫の方が最も遠くまで移動し、等価摩擦係数は小さい。

一方、到達距離は崩壊土量(V)と相関があり、Vが多くなるほど到達距離が長くなる傾向がある³⁾⁴⁾。そういう観点から見ると、チャート巨礫は規模の割りに遠くまで移動していると言える(図-11)。

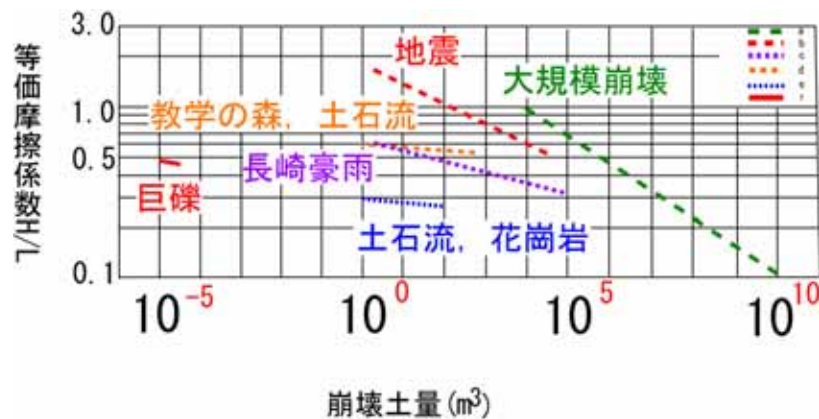


図 - 11 等価摩擦係数と崩壊土量の関係(藤田, 2002MS⁵⁾を修正)

- a:世界各地の崩壊(崩壊土量 $10^4 \sim 10^{10} \text{m}^3$ オーダー)(Scheidegger, 1973³⁾)
- b:1978年伊豆大島近海地震による崩壊(崩壊土量 $10^0 \sim 10^4 \text{m}^3$ オーダー)(大八木ほか, 1979⁶⁾)
- c:1982年長崎豪雨災害による崩壊(崩壊土量 $10^0 \sim 10^3 \text{m}^3$ オーダー)(大八木ほか, 1984⁷⁾)
- d:1997年「教学の森」災害の崩壊(崩壊土量 $10^0 \sim 10^2 \text{m}^3$ オーダー)(横山ほか, 1999⁸⁾)
- e:1999年「広島」災害(崩壊土量 $10^0 \sim 10^2 \text{m}^3$ オーダー)(藤田, 2002MS⁵⁾)
- f:大野内地区のチャート巨礫

4 - 2 チャート巨礫の発生要因

地すべりの滑落崖や崖がチャート巨礫の発生源である。平坦面に分布するものは土石流起源とは考えられない。また谷沿いには土石流堆積物がなく、谷沿いの巨礫も土石流の可能性は低い。一方、チャート巨礫が発生している場所は地形効果によって地震動が増幅されることが知られている⁹⁾。こういったことを総合して考えると、チャート巨礫は地震動によって発生した可能性が高い。

5. まとめ

詳細な転石法による地質図作成によって、チャート巨礫の存在が明らかになった。チャート巨礫は斜面上方のチャート層で発生した地すべりとして、あるいはその滑落崖やそれ以外のチャートの崖から発生したと推定された。これらチャート巨礫の等価摩擦係数はその体積に比して小さい。このことは通常地すべり等によって移動する距離よりも遠くまで移動したことを示している。この原因としては地震動が考えられる。約100年に一度発生する南海地震がチャートの尾根や崖で地震動を増幅させ、慣性力が大きくなるチャート巨礫の横跳び・落石を発生させたと考えられる。チャートの崩壊・落石の実態把握は始まったばかりである。地震防災を考える上でチャート巨礫の実態把握は防災上重要である。

引用文献

- 1) 田中昭雄・横山俊治:地表地質踏査による付加体地すべりの地質図作成の試み,日本応用地質学会平成20年度研究発表講演論文集, pp.173-174, 2008.
- 2) 横山俊治・水口真一・藤田勝代・加茂美佐子・菊山浩喜(2002):花崗岩地域における地震時落石の発生場所・落下方向・到達距離の予測,地すべり, Vol.39, No1, pp.36-38
- 3) Scheidegger, A.F.:On the prediction of the reach and velocity of Catastrophic landslides, Rock mechanics, Vol.5, 1973.
- 4) Hsu, K.J.:Catastrophic debris streams generated by rockfalls, Bull.Geol. Soc. Amer., Vol.86, pp.129-140, 1975.
- 5) 藤田勝代(2002MS):花崗岩中のラミネーションシーティングによる岩盤の緩みと斜面変動,高知大学理学研究科修士論文,表層崩壊/土石流の到達距離に関する考察, p3-4 図 - 2
- 6) 大八木規夫・熊谷貞治・清水文健・田中耕平:斜面崩壊の地形・地質的特性に関する研究,斜面崩壊及び地盤災害の研究,「1978年伊豆大島近海地震」に関する研究, pp.58-114, 1979.
- 7) 大八木規夫・福園輝旗・清水文健・森脇寛・井口隆:土砂崩れ災害に関する調査研究,昭和57年7月長崎豪雨災害に関する緊急研究報告,科学技術庁研究調整局, pp.58-114, 1984.
- 8) 横山俊治・小川孝宏・平野祐三:突発的豪雨によって山地斜面の表層堆積物で発生した高速斜面変動の発生条件,第38回地すべり学会研究発表講演集, pp.559-562, 1999.
- 9) 栗田哲史・安中正・高橋聡・嶋田昌義・末広俊夫(2005),山地形における地震動の増幅特性,日本地震工学会論文集 第5巻、第3号、2005 山地形における地震動の増幅特性, p.9-10