

吉野川谷，美馬町中上の土柱層から見出された高度変成岩礫

中尾賢一^a・石田啓祐^b・西山賢一^b・森江孝志^c

^d徳島県立博物館，〒770-8070 徳島市八万町向寺山，*nakao-kennichi-1@mt.tokushima-ec.ed.jp*

^b徳島大学総合科学部自然システム学科，〒770-8502 徳島市南常三島町1-1

^c鷲敷中学校，〒771-5203 徳島県那賀郡那賀町和食郷字南川119番地

Gravels of high-grade metamorphic rocks from the Dochu Formation, Nakaue, Yoshinogawa Valley, East Shikoku, Japan

Ken-ichi NAKAO^a・Keisuke ISHIDA^b・Ken-ichi NISHIYAMA^b・Takashi MORIE^c

^a*Tokushima Prefectural Museum, Bunka-no-mori Park, Tokushima 770-8070, Japan.*

E-mail:nakao-kennichi-1@mt.tokushima-ec.ed.jp

^b*Laboratory of Geology, Faculty of Integrated Arts and Sciences, University of Tokushima, 1-1, Minamijosanjima, Tokushima 770-8502, Japan.*

^c*Wajiki Junior High School, Minamikawa 119, Wajiki, Naka-cho, Tokushima 771-5203, Japan*

Abstract

A condensed bed of the gravels derived from high-grade metamorphic rocks has firstly found in the lower Pleistocene Dochu Formation, from the Nakaue outcrop, Mima-cho in Tokushima Prefecture. The metamorphic gravels are garnet amphibolite, spotted amphibolite, serpentinite and coarse grained piedmontite-quartz schist. The content of the metamorphic gravels is nearly 10 percent. Comparison with the modern original gravels, based on the mineral composition and rock texture on the slab, the metamorphic gravels were identified with the Sambagawa Metamorphic Rocks. Among them, garnet amphibolite and spotted amphibolite are high-grade metamorphic rocks that the modern distribution is restricted only in the Higashi Akaishi-yama district, central Shikoku, and the amphibolite gravels are rarely found in recent Yoshino-gawa riverbed around the Mima-cho area. The Nakaue outcrop and gravels of high-grade metamorphic rocks were described, and the provenance of the gravels was discussed with tectonic and geomorphological respects.

Keywords: 三波川変成岩，土柱層，変成岩礫，ざくろ石角閃岩，点紋角閃岩

1. はじめに

礫層や礫岩の構成を解析することは，粗粒な碎屑性堆積物の後背地を解明する上で重要な情報をもたらす。筆者らは，土柱層（水野，1987）と考えられる礫層に，ざくろ石角閃岩，点紋角閃岩，蛇紋岩，粗粒な紅簾石石英片岩などの礫が特徴的に含まれることを見出した。このうち，ざくろ石角閃岩と点紋角閃岩は，現在，四国三波川帯の中でも愛媛県東部の東赤石山周辺に分布が限定される高変成度変成岩であり，その他の岩石も東赤石山周辺に分布することが知られている。

本論では，この礫層および礫種を記載し，その地質学的意義を考察する。

2. 地質および露頭の概要

阿讃山脈南縁部の中央構造線に沿った丘陵には，半～非固結の礫・砂・泥からなる河成層である鮮新～更新統の土柱層（水野，1987）が分布する。土柱層の年代は，ところどころに挟在する火山灰層より，下部更新統と考えられている（水野，1987）。美馬市美馬町中上にある土採場（以下，中上露頭：図1）では，中央構造線荒川衝上断層（加藤ほか，2007）は荒川低角度

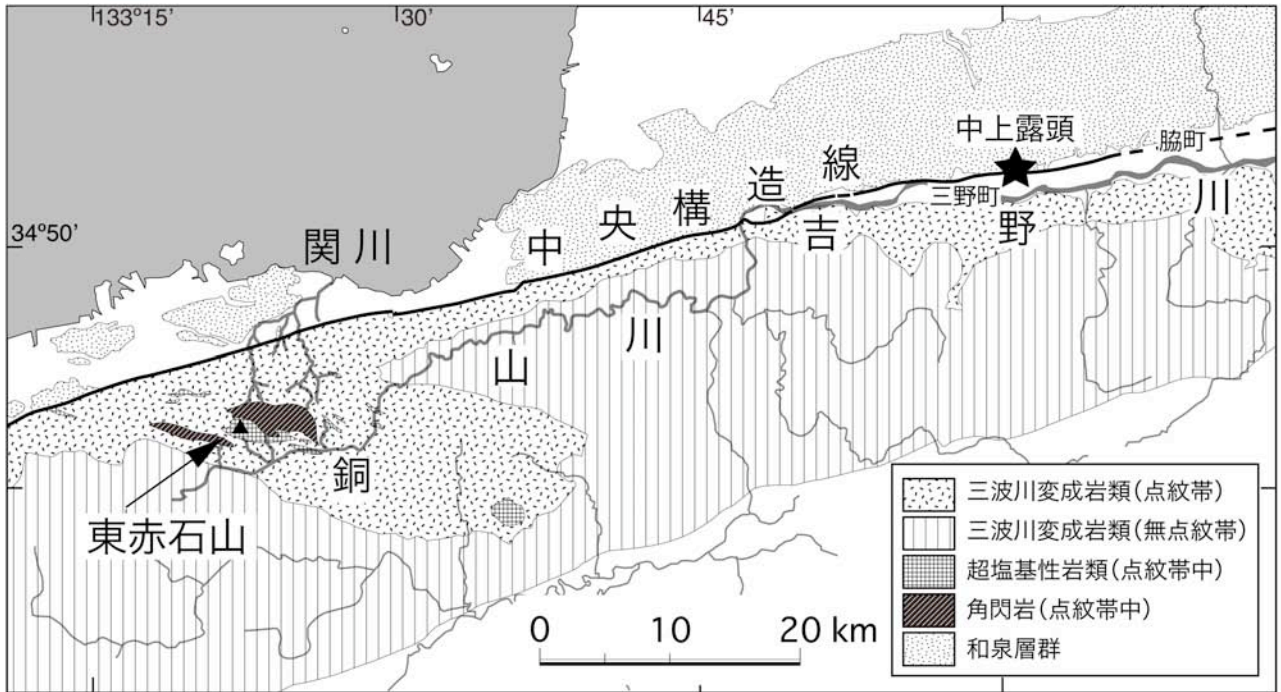


図1 四国中央部における三波川変成岩（ざくろ石角閃岩などの角閃岩類，超塩基性岩，点紋帯，無点紋帯）および和泉層群の分布と吉野川および関川の水系．中央構造線は地質境界断層のみを示した．四国地方土木地質図（1998）をもとに作成．

断層とよんでいる）を介して，礫層および礫層によって不整合に覆われる和泉層群が接している．断層の上盤および下盤の礫層はともに結晶片岩礫を含んでいる．また，上盤側の礫層は地形面が残されていない．これらの特徴より，断層の上下の礫層は，須鎗・阿子島（1990）の本流性土柱層に対比されると考えられる．また上盤の礫層は，ほぼ水平に和泉層群を不整合に覆うように見える．伊藤ほか（1996）によれば，

土柱層の基盤は三波川結晶片岩であり，その点で上盤側の礫層は通常の土柱層とは異なるが，ここでは加藤ほか（2007）にしたがって，荒川低角度断層の下盤側の礫層を下盤土柱層，上盤側の礫層を上盤土柱層とよぶことにする．なお，須鎗・阿子島（1990）は本露頭と思われる場所で，下位より結晶片岩礫を含む厚さ 30m 土の本流性土柱礫層，厚さ約 2m の凝灰質シルト層，厚さ約 20m の扇状地性土柱礫層が累重するとし，



図2 下盤土柱層．図右中央付近の灰色の砂質シルト層から大型植物化石を産出した．



図3 上盤土柱層に含まれるざくろ石角閃岩礫（ハンマー先端の左側）．

凝灰質シルト層中のジルコンより $1.0 \pm 0.3\text{Ma}$ のフィッシュ・トラック年代を報告している。また、水野 (1987) も同様の記述を行っている。しかし今回の調査では中上露頭において凝灰質シルト層は確認できなかった。下盤土柱層は、おもに礫層から始まり砂層に終わる上方細粒化層の繰り返しからなり、一部に大型植物化石を含む青灰色砂質シルト層が見られる(図 2)。須鎗・阿子島 (1990) の扇状地性礫層と見られる和泉層群砂岩垂角礫の多い淘汰不良の礫層は、下盤土柱層露頭の北縁(図 2 左方)で本流性礫層と一部指交する。本流性の礫層はおもに和泉層群の砂岩の垂円礫からなるが、稀に緑色片岩礫を含んでいる。大型植物化石には松類の球果や数種類の落葉広葉樹が見られるが、現在のところ、年代や気候を知るデータには至っていない。

上盤土柱層は 10m 以上の層厚をもち、おもに和泉層群産砂岩の垂円礫からなるが、全体の 10% 未満の割合で変成岩礫を含む(図 4)。変成岩の礫種として、多い順より、ざくろ石角閃岩、紅簾石石英片岩、点紋角閃岩、蛇紋岩、緑色片岩が特徴的に見られた。

3. 変成岩礫の記載

上盤土柱層に含まれていた結晶片岩礫の多くは、四国三波川帯の中でも分布域の限られた高変成度の変成岩である。

(1) ざくろ石角閃岩(図 4, 6)：礫径は数 cm~10 数 cm 程度のものが多い。おもに暗緑色で柱状の角閃石、黄白色の緑簾石(灰簾石または斜灰簾石と思われる)、径 1mm~4cm 程度の赤褐色の自形変晶を示すざくろ石からなる。この 3 者の割合にはかなりの変異があり、3 者がほぼ等量のもの、緑簾石が大部分を占めるもの(図 6)などがある。大型のざくろ石の斑状変晶は多くの包有物を含んでおり、しばしば結晶外形が不明瞭である(図 4)。片理は細粒なものでは明瞭であることが多いが、粗粒なものでは多くが不明瞭である。

(2) 点紋角閃岩(図 8)：礫径は長径数 cm 以内のものが多い。暗緑色~暗灰色の暗緑色角閃石が岩石の大部分を占め、その中に白色の単柱状~粒状自形の曹長石が点在する。同一の礫の中では曹長石の結晶の大きさがよく揃っており、多くの礫では曹長石の長径は 2mm 前後である。片理はあまり明瞭ではない。

(3) 蛇紋岩(図 10)：長径約 20cm の礫を確認した。表面から数 cm まででは風化により黄褐色に変色している。破断面では中央部は暗緑色を示す。表面には黒色で結晶面が立方体の鉱物(おそらくクロム鉄鉱またはクロム苦土鉱)がみられる。全体的に鏡肌は見られない。これらの肉眼的特徴は、愛媛県四国中央市東赤石山山頂および関川河床に見られる橄欖岩や蛇紋岩の一部(図 11)によく似ている。中上露頭産の礫を偏光顕微鏡で観察したところ、大部分が蛇紋石に変質しており、かんらん石は確認できなかった

ので、中上産標本に関しては蛇紋岩とよぶことにする。

(4) 紅簾石石英片岩：おもに石英、白雲母、紅簾石からなる結晶片岩で、片理は明瞭である。中上露頭では、細粒で構成鉱物が肉眼で見えないものおよび粗粒で鉱物粒子が肉眼で見えるものの 2 タイプが確認された。粗粒な紅簾石石英片岩礫が礫径として最大で、長径は約 40cm である。この礫の紅簾石結晶の長さは約 2mm であるが、局部的には約 1cm に達する。

4. 高変成度変成岩礫の地質学的意義

これまで土柱層の中の結晶片岩礫に関してはその有無についての議論はあったが(須鎗・阿子島, 1990 など)、礫種についての検討はほとんど行われておらず、土柱層からの高変成度結晶片岩礫は初めての報告である。

今回多く見出されたざくろ石角閃岩は、四国三波川帯では愛媛県四国中央市および新居浜市別子地区の東赤石山周辺に限って分布している(四国土木地質図編纂委員会, 1998; 図 1)。また、この周辺には点紋角閃岩および蛇紋岩、かんらん岩等の超塩基性岩も分布するため、これらの岩石よりなる河床礫(図 5, 7, 9, 11)は、東赤石山の南麓を流れる吉野川水系銅山川、北麓を源流域とする愛媛県四国中央市土居町の関川などで見ることが出来る。一方、現在の美馬市美馬町周辺の吉野川では、ざくろ石角閃岩や点紋角閃岩などの礫(図 5, 7, 9, 11)はほとんど見られない。このような現象が起こった理由として、大きく次の 3 つの可能性が考えられる。

(1) 上盤土柱層堆積時にはざくろ石角閃岩や点紋角閃岩などの分布地が愛媛県東赤石山周辺とは別に中上露頭の近くにあったが、その後削剥されて現在は残っていない。

(2) 堆積当時、中上周辺の上盤土柱層は、現在の愛媛県東赤石山周辺に分布するざくろ石角閃岩体と地理的に近い同一河川系にあったため礫が多く供給されたが、その後の中央構造線の右横ずれ運動により河川系が変化し、距離が遠くなり、現在では同種の礫がほとんど供給されなくなった。

(3) 東赤石山周辺から一時的に大量の礫が供給される何らかのイベント、たとえば大規模な山体の崩壊などや、それを契機に形成された堰止め湖の二次決壊などに伴い、吉野川水系に一時的に大量の礫が供給された。

これらの可能性のうち、(1)については中上露頭ではざくろ石角閃岩だけではなく、関川河床に見られる河床礫と酷似した点紋角閃岩礫、蛇紋岩礫がセットで見出されていることから、可能性はきわめて低いと判断される。すなわち、これらの礫は愛媛県東部の東赤石山周辺に由来すると考えるのが妥当だろう。その上で(2)の見解をとる場合、土柱層の中には高変成度変成岩礫がある程度多量に、しかも下位ほど多く含まれる傾向が見出されることが考えられる。現在愛媛県関川の中央構造線横断地点から徳島県美

吉野川谷，美馬町中上の土柱層から見出された高度変成岩礫



図4 大型ざくろ石変晶を含む角閃岩 (中上)

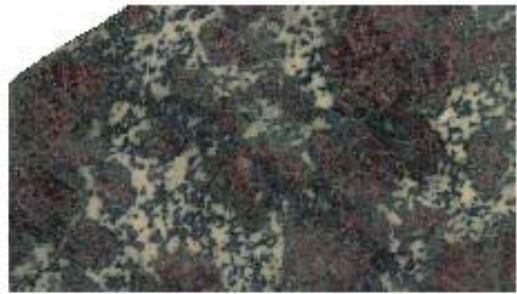


図5 大型ざくろ石変晶を含む角閃岩 (関川)



図6 緑簾石を多く含むざくろ石角閃岩 (中上)

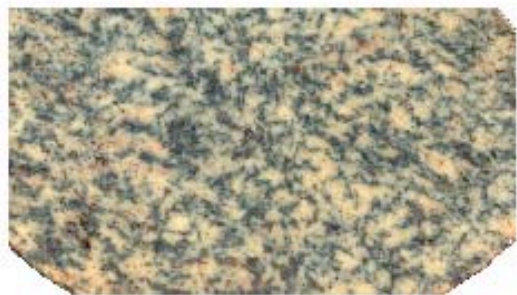


図7 緑簾石を多く含むざくろ石角閃岩 (関川)



図8 点紋角閃岩 (中上)

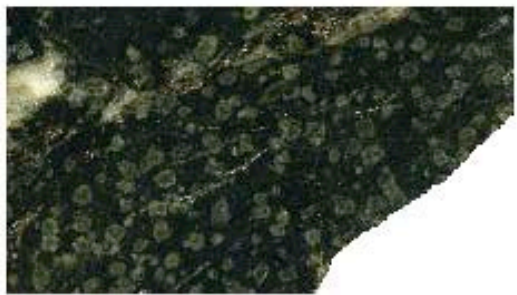


図9 点紋角閃岩 (関川)



図10 蛇紋岩 (中上)

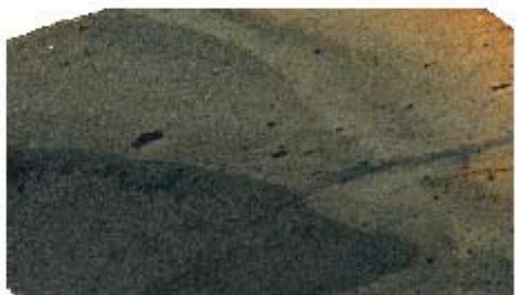


図11 “箴攪岩” (関川)

2cm

馬市の中上露頭まで約 60km の距離がある．中央構造線活断層系の最近の発掘調査(水野ほか，1993；森野ほか，2001 など)によれば，中央構造線四国東部セグメントはひとつの活動区をなし，上下の平均変位速度が約 1m/千年であるのに対して，水平方向の変位は，右横ずれセンで，その 10 倍程度，すなわち約 10m/千年と推定さ

れている．今回，ざくろ石角閃岩礫を報告した中上露頭の礫層の年代を，須鎗・阿子島(1990)による 1Ma と見なした場合，その期間の中央構造線右横ずれ変位量は，10km となり，現在の両地点の距離の 6 分の 1 程度ではあるが，距離スケールが同一オーダーとなることは考慮に値する．一方，(3)の場合であれば，現在の吉野川屈

曲点の池田から中上までが約 20km あり、現時点では(2)と(3)のどちらが妥当であるかの判断はできないが、今後、同様の礫の空間的・当時の屈曲点からの距離が近接することになる。この場合、土柱層の特定層準に限って高変成度変成岩礫が多く含まれることが予想される。層序的広がりを追跡することによって、これらの礫が多量に供給された原因の解明が期待される。また、紅簾石石英片岩は四国三波川帯に広く分布するが、粗粒なものに関しては高い変成作用を受けていることが推察できるので、ざくろ石角閃岩と同様の供給源から運搬された礫である可能性がある。

ところで、吉野川流域と讃岐平野とを境する阿讃山脈は、その北麓に分布する鮮新～更新統三豊層群の年代と、それに含まれる変成岩礫の含有量の変化などに基づき、2.1～1.2 Ma に顕著に隆起したと推定されており、2.1Ma 以前の古吉野川は、阿波池田から阿讃山脈を北流して讃岐平野に流下していたと推定されている(植木・満塩, 1998)。したがって、阿讃山脈の隆起に伴う吉野川の河道の変化により、銅山川流域の高変成度変成岩礫が、阿波池田より下流の吉野川谷に供給される条件が整ったのは、2.1～1.2 Ma 間およびそれ以降である。また、三豊層群の下部に含まれる変成岩礫の平均最大粒径は 10cm 以下であるのに対し、阿波池田および三加茂の吉野川河床に分布する変成岩礫の平均最大粒径は 30cm 以上に達することから、三豊層群堆積時の四国山地を流下する河床勾配は現在に比べ小さく、当時の四国山地の起伏はかなり低かったと推定されている(植木・満塩, 1998)。今回中上で見出された高度変成岩礫の最大径は 20～40cm に達している。これらのことから、高変成度変成岩礫の吉野川谷への供給・堆積については、阿讃山脈の隆起に伴う吉野川の河道変遷や、東赤石山を含む法皇山脈の隆起・削剥過程に大きく関与したことが予測され、とくに 1Ma 前後の地形発達、すなわち吉野川の北流から東流への流路変遷イベントを特徴づける可能性があることから、これに関しても検討する必要がある。

謝辞

今回の報告は、2008 年度の徳島県美馬市美馬町の総合学術調査(徳島県立図書館・阿波学会)の際の発見をもとに、著者らが検討を加えたものである。調査にあたって、徳島県立図書館および美馬市役所からは支援いただいた。調査には、筆者らのほか、辻野泰之学芸員(徳島県立博物館)、森永 宏教頭(川田中小学校)、橋本寿夫教諭(松茂中学校)が参加した。長谷義隆博士(御所浦白亜紀資料館、熊本大学名誉教授)には土柱層中に含まれる植物化石の現地調査に同行頂き、貴重なご意見を頂いた。阿部敦次氏(徳島市)ならびに山根勝枝学芸員(愛媛県総合科学博物館)には、中上および関川の変成岩礫に関して貴重なコメントをいただいた。愛媛

大学教育学部地学教室の高橋治郎教授には、原稿を査読いただき、有益なご意見を賜った。記して厚くお礼申し上げます。

文献

- 伊藤谷生・井川猛・足立幾久・伊勢崎修弘・平田直・浅沼俊夫・宮内崇裕・松本みどり・高橋通浩・松澤進一・鈴木雅也・石田啓祐・奥池司郎・木村学・國友孝洋・後藤忠徳・澤田臣啓・竹下徹・仲谷英夫・長谷川修一・前田卓哉・村田明広・山北聡・山口和雄・山口寛, 1996, 四国中央構造線地下構造の総合物理探査. 地質学雑誌, 102 (4), 346-360.
- 加藤弘徳・中野浩・横山俊治, 2007, 四国東部中央構造線活断層系の荒川低角度断層の構造と活動様式. 日本応用地質学会中国四国支部平成 19 年度研究発表会論文集, 53-58.
- 水野清秀, 1987, 四国及び淡路島の中央構造線沿いに分布する鮮新・更新統について(予報). 地質調査所月報, 38 (4), 171-190.
- 水野清秀・岡田篤正・寒川 旭・清水文健, 1993, 2.5 万分の 1 中央構造線活断層系(四国地域)ストリップマップおよび同説明書. 地質調査所, 63p.
- 森野道夫・岡田篤正・中田 高・松波高治・日下雅義・村田明広・水野清秀・能見忠歳・谷野宮恵美・池田小織・原 郁夫, 2001, 徳島平野における中央構造線活断層系の活動履歴. 地質学雑誌, 107 (11), 681-700.
- 四国地方土木地質図編纂委員会, 1998, 四国地方土木地質図, 1:200,000 及び同解説書. 財団法人国土開発技術研究センター, 865p.
- 須鎗和巳・阿子島功, 1990, 阿讃山地南麓・北麓の鮮新～更新統. 徳島大学教養部紀要(自然科学), 23, 21-31.
- 植木岳雪・満塩大洗, 1998, 阿讃山地の隆起過程: 鮮新～更新統三豊層群を指標にして. 地質学雑誌, 104(4), 247-267.

原稿受付: 2009 年 3 月 3 日
改訂原稿受付: 2009 年 3 月 14 日
原稿受理: 2009 年 3 月 16 日