

「研究」

不動岩礫岩の帰属について

鹿本町立鹿本中学校 島田 一哉
八代市立第五中学校 宮川 英樹
熊大大学院 一瀬めぐみ

1. はじめに

著者らは、熊本大学教育学部地学教室に在籍し、身近な地域の自然環境の探究と教材化をテーマに熊本県内を中心に調査研究している。今回は、熊本県北部の山鹿市に分布する不動岩の礫岩について報告する。

山鹿市東部の三玉地域では、山腹に不動岩と呼ばれる奇岩が露出している。古くは山伏の修験場であり、また民話の題材としても使われている。現在は九州自然歩道の1コースとして多くの人に親しまれている。

この不動岩は、厚い赤紫色の礫岩層からなり、現在までほとんど研究の対象とされていない。それは、分布が三玉地域のみに限られ、他地域への連続性がよくわからない。さらに化石の産出も報告されていないためである。

ここでは、不動岩の礫岩に着目し、礫岩の分布域の踏査とともに礫岩の礫組成を調査し、他地域の礫岩層の礫組成と比較する。この礫組成により、不動岩の礫岩の帰属問題について検討する。

本研究を進めるにあたり、地学教室の渡辺一徳教授には研究の便宜を図っていただくとともに有益なご助言をいただいた。また、同教室の田中均助教授には現地調査や地質図、礫組成等研究全般にわたり終始懇切丁寧な指導をしていただいた。同馬場正弘助手には、礫組成等データ処理に関しご助言をいただいた。以上の先生方に心より感謝いたします。

なお、本研究は、島田・宮川の平成10年度科学教育研究生としての研究の一環であることを付け加えるとともに、研究の機会を与えていただいた、熊本県教育庁及び鹿本教育事務所、鹿本町教育委員会、八代教育事務所、八代市教育委員会当局の方々、ならびに鹿本中学校、八代第五中学校の職員の方々に深く感謝いたします。

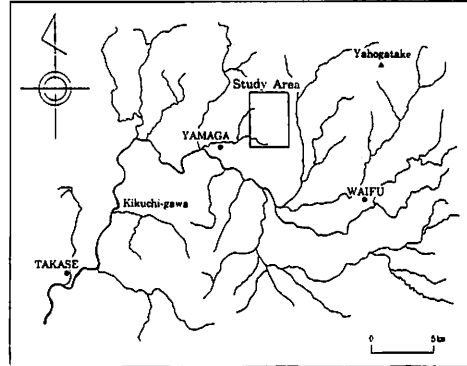


図1 調査地域位置図

2. 地質概要

調査地域は、山鹿市の中心部から東北東へおよそ3 kmの地点を中心に位置する山地であり、標高100 mから400 mの地域である。行政区分では、山鹿市と鹿本郡菊鹿町の境界に位置している(図1)。

調査地域の地質学的位置は、筑後変成岩(三郡変成岩)の南東端付近であり、結晶片岩と変斑れい岩体の分布地域である。

筑後変成岩は、松本達(1958)により福岡県南部から熊本県北部に分布する三郡変成岩について命名され、源岩層序がたてられた。その後、井上(1959, 1963)や榊・山本(1967)、柳(1967)によって変成岩岩石学的研究がなされている。また、山鹿地域の変斑れい岩は南北5 km・東西20 kmの範囲で、周囲の三郡変成岩の向斜構造の軸部に分布する。この変斑れい岩については、榊・山本(1967)により変成分帯が行われた。また、矢野ほか(1991)、早坂・梅原(1994)、早坂・廣瀬(1997)による構造地質学的見地からの報告もある。周辺部には小規模な蛇紋岩体を帯状に伴う(榊・山本, 1967)。本調査地域は、この変斑れい岩体の東縁部にあたる。

さらに、白亜紀花崗岩類が本地域を取り巻くように分布している。花崗岩体は、赤木(1933)、山本(1955)、Yamaoka(1956)らの研究に始まり、井上(1963)、唐木田(1992)、笹田(1987)などの報告がある。本調査地域周辺に分布する花崗岩は、唐木田(1992)により、玉名花崗閃緑岩、菊池花崗岩、筒ヶ岳花崗岩の3種類に分類されている。本調査地域北西部に分布する岩体は、筒ヶ岳花崗岩に属している。

以上の岩石を覆い山鹿市東部の山地の南斜面に分布する赤紫色の礫岩層が不動岩礫岩である。その赤紫色礫岩層の一部が奇岩としてそそり立ち不動岩と呼ばれている(表紙写真参照)。10~50cmほどの礫からなる礫岩であり、松本(1962)によれば古第三系だと考えられている。

なお、本地域の総合的研究は、鹿本郡鹿北町から菊池市北部地域にかけては、Yamaoka(1956)により地質学的研究が行われているが、不動岩周辺までの報告はされていない。

さらに調査地域の低地に点在して阿蘇火砕流堆積物(小野, 1965)が分布している。

阿蘇火砕流堆積物は、下位からAso-1~Aso-4に区分される(小野ほか, 1977; 小野・渡辺, 1983)が、本地域に分布するのは、Aso-4火砕流堆積物であり、岩相上軽石質非溶結凝灰岩と溶結凝灰岩に大きく2分される。非溶結部分は、Watanabe(1978, 1979)の用木軽石流、八女軽石流の一部にあたり、溶結部は八女軽石流の一部に相当する。本質岩塊の岩質は、流紋岩質である(渡辺・藤本, 1993, 1994)。本調査地域では、菊鹿町下内田の谷沿いに低地を埋めるように分布する。また、調査地南部山鹿市蒲生から八の峯にかけては標高50m程度の台地を形成している。堆積物の層厚は、数m~10mを越え、特に谷を埋めている部分では溶結しており、10m近い崖を形成している部分もある。

3. 地質各論

本調査地域の地質図を図2に示し、各岩体の特徴を述べる。なお、図中のPHO.は露頭写真の位置、丸数字は露頭番号である。

1) 筑後変成岩(三郡変成岩)

松本達(1958)は、筑後変成岩の源岩組成を下部よりA, B, C, D層群に区分した。井上(1959)は福岡県八女地域の調査から、下位から下部層, 中部層, 上部層に区分した。下部から中部層は、松本達(1958)のA層群に、上部層は、B層群の下部に相当する。なお、松本達(1958)のC層群, D層群は石灰岩を含む地層である。井上(1959, 1963)による各部層の特徴は以下の通りである。

下部層: 大部分は泥質岩起源の黒色片岩層よりなり、その中に数枚の砂質片岩及び緑色片岩の薄層をはさむ。層厚600m。

中部層: 中部層の主部は1枚の厚い砂質片岩層と1枚の厚い緑色片岩層で構成され、砂質片岩層中には連続性に乏しい黒色片岩層の薄層が数枚はさまっている。層厚約1200m。

上部層: 大部分は泥質岩起源の黒色片岩層よりなり、緑色片岩及び珪質片岩の薄層をはさむ。層厚約1200m。

本調査地域における筑後変成岩は、菊鹿町車谷と山鹿市深倉峠付近にわずかな分布を示し、片理の明瞭な泥質片岩からなり若干珪質部分をはさんでいる。片理の方向はNNE-S SWで、東傾斜である。菊鹿町車谷の林道沿いの露頭①では、泥質片岩と見かけ上上位の蛇紋岩、変斑れい岩との間に写真1のような結晶片岩のみからなる角礫岩層が観察される。

筑後変成岩の変成年代は、泥質片岩中の白雲母のRb-Sr年代が、 207 ± 10 Ma(久留米)、 207 ± 7 Ma(山鹿)、 214 ± 9 Ma(八女)であり、K-Ar年代が、 163 ± 4 Ma(久留米)、 193 ± 6 Ma(山鹿)、 211 ± 7 Ma(八女)であ



写真1 結晶片岩中の角礫岩層

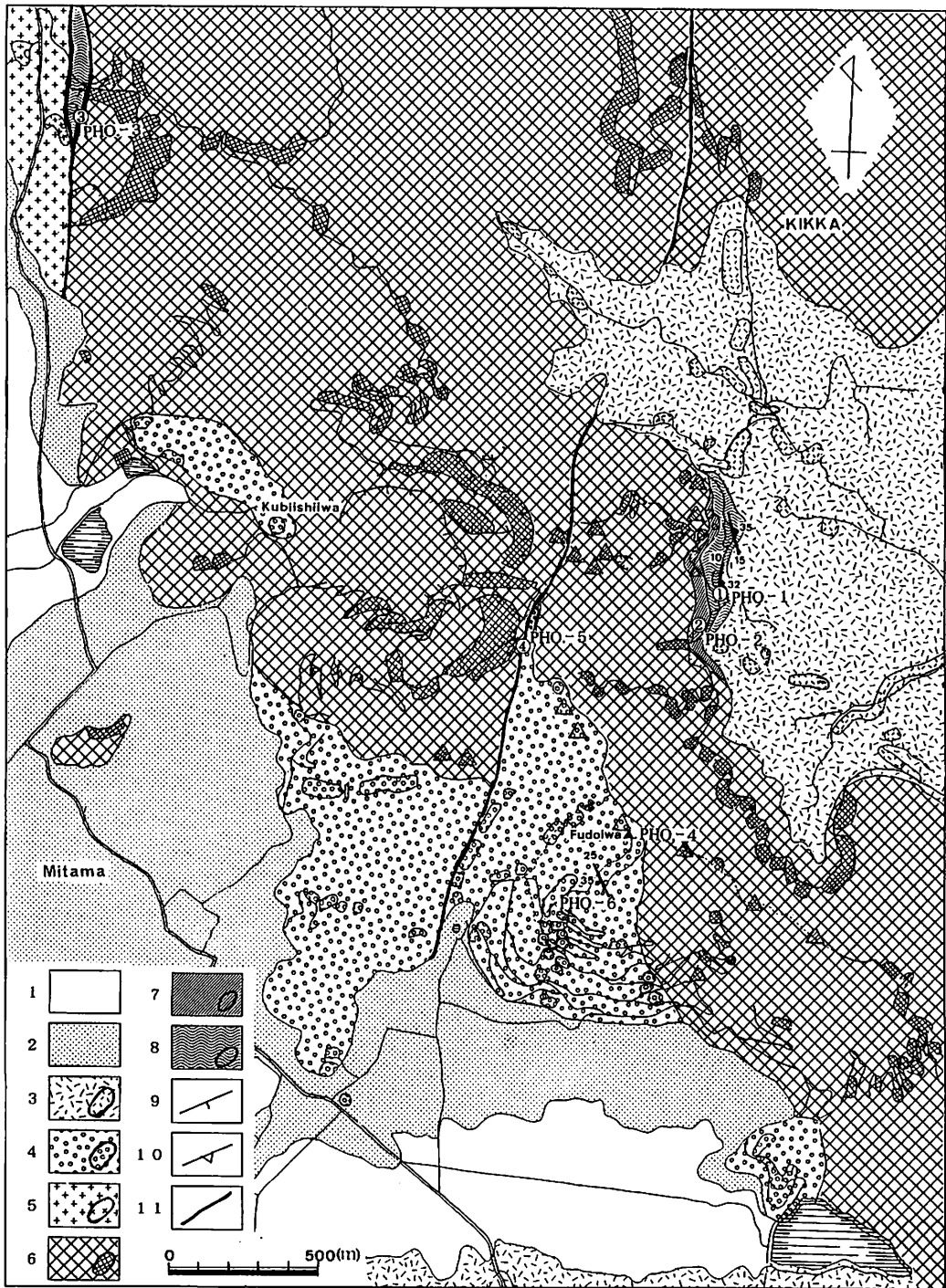


図2 山鹿市三玉不動岩周辺の地質図

1 : 沖積層 2 : 洪積砂礫層 3 : 阿蘇火砕流堆積物 4 : 不動岩礫岩 5 : 筒ヶ岳花崗岩
 6 : 変斑れい岩 7 : 蛇紋岩 8 : 結晶片岩 9 : 走向・傾斜 10 : 片理 11 : 断層
 (丸で囲んでいる部分は露頭が存在する地点を示す)

る(柴田・西村, 1983, 1985). この値は, 周防変成帯(約 220Ma)に対比されている(早坂ほか, 1987).

2) 変斑れい岩

榊・山本(1967)は本地域を含む山鹿市から玉名郡南関町に分布する変斑れい岩体を変成鉱物の組合せをもとにⅠ・Ⅱ帯に分帯した.

Ⅰ帯: パンペリー石・ローソン石が特徴である. 本岩体の北西部にあたる.

Ⅱ帯: 緑れん石と少量のアルカリ角閃石がみられる. 本岩体の北東部にあたる.

本調査地域の大部分を占める変斑れい岩体はこの分帯を用いればⅡ帯に近い組成をもっている. 榊・山本(1967)によれば, 変斑れい岩の受けた変成作用は, 伴われる変成鉱物及び変形の様子から広域変成作用であることを示している. 鉱物粒が著しい破碎作用を受けていたり, 一定方向の再配列がみられる. また, この変斑れい岩体は周囲の結晶片岩に全く熱の影響を与えていないため固体貫入したものであろうと考えられていた. 変成作用も結晶片岩と連続的で同一の変成作用を受けているとされてきた.

しかし, 早坂・梅原(1994)は, 変成作用は非連続的であること, 結晶片岩との間に非変成層が存在すること, 境界付近は著しいせん断帯をなすこと等によりパイルナップを想定するのが妥当としている. 矢野ほか(1991)も変斑れい岩は筑後変成岩に衝上していると考えている.

山鹿地域の変斑れい岩の放射年代は, 角閃石の K-Ar 年代で, $306 \pm 19\text{Ma}$, $477 \pm 11\text{Ma}$ を示す(西村・柴田, 1988, 1989). この放射年代値は, 見かけ上下位の筑後変成岩の放射年代値より古い値を示している.

また, 本調査地域では変斑れい岩にとまわれる蛇紋岩がみられる. 菊鹿町車谷の林道の露頭②では黒色の部分と一部滑石化した部分が観察される(写真 2). この蛇紋岩は変斑れい岩と結晶片岩との境界付近に細長く伸びたように分布し, N-S 方向の破断が多く入り崩れやすい.



写真 2 変斑れい岩に伴う蛇紋岩体

3) 筒ヶ岳花崗岩

唐木田(1992)命名. 玉名・荒尾市の筒ヶ岳に典型的に露出し, 南関町へと続く. さらに東方の鹿北町, 山鹿市に分布する. おもに細粒で塊状の複雲母花崗岩である. 玉名市北方の露頭では, 片状を示す場合も見受けられる. また細粒の複雲母花崗岩〜粗粒の複雲母花崗岩へと地域で岩相の変化がある. 特に鹿北町多久付近では, 1 cm 大の白雲母を含む粗粒の複雲母花崗岩が分布する. 本調査地域内では北西部の深倉峠付近に分布する岩体は, 中粒で塊状を示し小さい六角板状の黒雲母の結晶がみられる. また, 山鹿市上吉田では結晶片岩中に貫入している露頭が確認できるが, ごく細粒のアプライト質の複雲母花崗岩となっている. 一般的に筒ヶ岳花崗岩ではアプライト, ペグマタイト脈をよくともなう.

周囲の岩体との関係は深倉峠南の碎石場の露頭③で, 筑後変成岩に貫入し変斑れい岩と断層で接すること(写真 3)が観察できる.

筒ヶ岳花崗岩の K-Ar 年代は, 黒雲母が 69

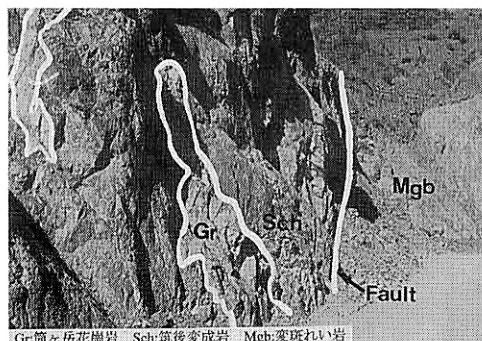


写真 3 花崗岩と周囲の岩体との接触部

Ma (河野・植田, 1966)・ 95.0 ± 4.8 Ma (笹田, 1987), 白雲母が 95.1 ± 4.8 Ma (笹田, 1987) である。

4) 不動岩礫岩

山鹿市三玉地域の山地の南東斜面に露出する礫岩を不動岩礫岩と仮称する。この礫岩は、蒲生北方の不動岩及びその西側の谷と斜面、三玉地区の首石岩から一つ目神社まで、湯口池の北西側斜面の3カ所に分布する。

この不動岩礫岩は、従来は不動岩と首石岩とに限られて分布するとされてきたが、今回の調査により、礫岩層の分布は従来考えられていたものより広く、層厚も数10mを越すことがわかった(図2参照)。

不動岩の礫岩層は、垂円礫から円礫を主とし、cobble大の礫が多くみられる(写真4)。礫の淘汰度は、全体的にはあまりよくない。礫種は、変斑れい岩、結晶片岩類が大部分でまれに花崗岩を含む。

また、下位の岩体との層序関係をはっきり



写真4 不動岩礫岩

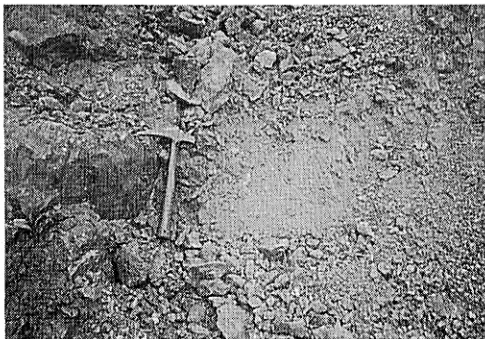


写真5 不動岩礫岩と変斑れい岩の接触部

確認できる露頭は見つけられなかったが、首石峠南東500mの碎石場内の露頭④において変斑れい岩体とN-S方向の断層で接することが確認できる(写真5)。

さらに、今回の調査においても不動岩礫岩からの化石の産出がなかったため、礫岩層の定量的調査を試みた。不動岩礫岩の礫組成を不動岩周辺の8地点で調査し、礫種構成の統計処理をした。礫組成の調査方法は面方式をとり、礫岩1㎡中の礫種と礫径を100個の礫について調査し、100個に達しないときは順次調査範囲を広げる方法をとった。その結果をまとめたものが図3である。

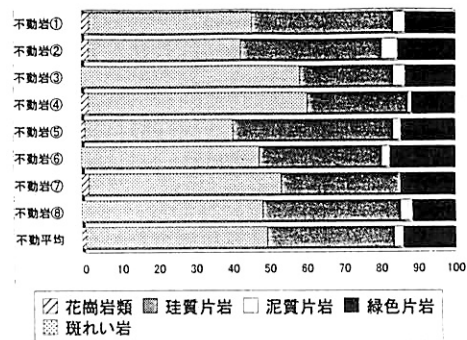


図3 不動岩の礫組成表

不動岩礫岩の構成礫種及び個数比は、変斑れい岩が最も多く49%を占める。次いで珪質片岩が34%、緑色片岩が14%、泥質片岩が2%となる。最も少ないのは花崗岩礫で、わずかに1%を占めるにすぎない。ただし、今回の礫組成調査は必ず花崗岩礫を含むような面で調査しており、無作為に抽出した面における礫調査では、花崗岩礫の割合はもっと小さくなる。

礫径は、最大で50cm程度のものであるが数は多くない。大部分は、cobble~pebbleの範囲に分類される。一部砂質礫岩といえる層も見られるが、非常に薄く連続性もない。

4. 不動岩礫岩中の花崗岩礫について

先に述べたように不動岩礫岩には、まれ(1%以下)に花崗岩礫が含まれる。筆者らは、ごく少量の花崗岩礫が不動岩の堆積時期を考える上で重要な要素となりうると考え、花崗

岩礫と不動岩周辺に分布する花崗岩体との関連について調査した。本調査地域周辺には3種類の花崗岩が分布するため、不動岩の礫岩にどの花崗岩の礫が含まれるかにより礫岩の生成年代を推定することができると思う。

本調査地域周辺の花崗岩類については、山本(1955)により、玉名の北西及び南関町付近の花崗岩類を南関町を模式地として玉名花崗閃緑岩と命名された。山中(1973)はこの地域の花崗岩類を詳しく観察すると岩相のちがいが認められるとし、2種類の花崗岩体が存在することを報告した。また Yamaoka(1956)は、鹿本郡菊鹿町から菊池市北部にかけて調査をし、3種類の花崗岩体が存在することを報告している。唐木田(1992)は、以上の花崗岩体の岩相上の特徴と分布から菊池市から玉名市にかけての花崗岩類を玉名花崗閃緑岩、菊池花崗岩、筒ヶ岳花崗岩の3種類に区分した。

本調査地域周辺に分布する花崗岩類を図4に示す。筒ヶ岳花崗岩の特徴は各論で述べたが、他の2種類の花崗岩体の特徴を述べる。

玉名花崗閃緑岩は、山本(1955)により命

名された。大牟田市東端の三池山から南関町、三加和町、菊水町、山鹿市、菊鹿町、菊池市とほぼ菊池川沿いに東西約40km南北約15kmの範囲で細長く分布し、最も広い範囲を占める。岩相は、粗粒で塊状、長さ1cmかそれ以上の大形で柱状の角閃石を含む。斑状の角閃石の量比は多少変化するが、全般的に岩相変化は小さい。黒雲母も大形のものが多く見られる。有色鉱物が多い部分には、暗色の同源ゼノリスが認められる。主成分鉱物は、石英、カリ長石、斜長石、角閃石、黒雲母である。放射年代は、菊池市龍門の黒雲母のK-Ar年代で87Ma(河野・植田, 1966)を示す。

菊池花崗岩は、唐木田(1992)により命名された。菊池市北部竜門ダムの北部と東部に分布する。中粒～粗粒で塊状の黒雲母花崗岩で、おもにアダメロ岩質(Yamaoka, 1956)を示す。花崗閃緑岩類の部分もある(笹田, 1987)。菊池市金峰の断層近くの花崗岩はより優白色となる。ときに大形で斑状のカリ長石を含む。主成分鉱物は、石英、カリ長石、斜長石、黒雲母である。放射年代は、菊池市

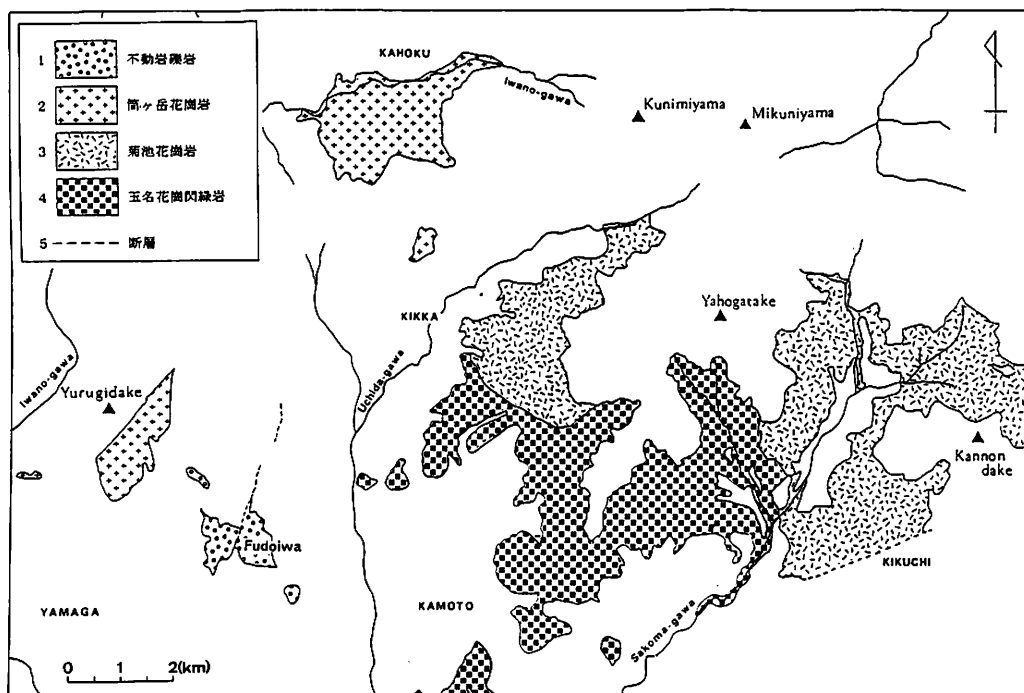


図4 不動岩周辺の花崗岩類分布図 (Yamaoka 1956 ; 渡辺・藤本 1993, 1994 より編集一部加筆)

兵戸峠の黒雲母の K-Ar 年代で 913 ± 4.8 Ma (笹田, 1987) を示す。

さらに本報告の調査地域北方には、筑後変成岩に貫入する石英斑岩が点在する。この石英斑岩の貫入も花崗岩体の活動期と同じ時期の活動であると考えられる。

一方、不動岩礫岩の花崗岩礫は転石で見ることができると露頭で観察できる場所は少ない。露頭で観察できる礫径は、通常 10~20cm 程度の大きさであるが、50cm を上回るものもある (写真 6)。

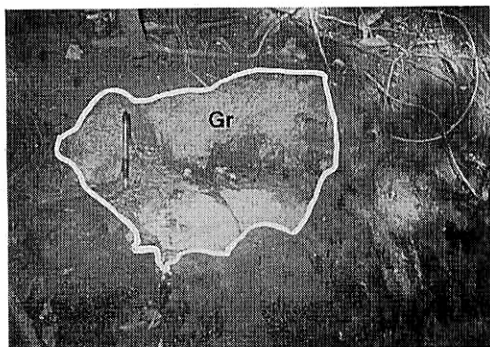


写真 6 不動岩礫岩中の花崗岩礫

また、不動岩礫岩に含まれる花崗岩礫は、アプライト質な礫や細粒~中粒の複雲母花崗岩礫であり (写真 7)、粗粒の黒雲母花崗岩や、大形角閃石を含む花崗閃緑岩の礫を見つけることはできなかった。調査地域周辺の花崗岩体の分布から最も近いのは、筒ヶ岳花崗岩であり、不動岩礫岩に含まれる花崗岩礫は、筒ヶ岳花崗岩の礫であると判断できる。

さらに、不動岩礫岩の堆積時期と筒ヶ岳花崗岩の貫入時期であるが、Yamaoka (1956)

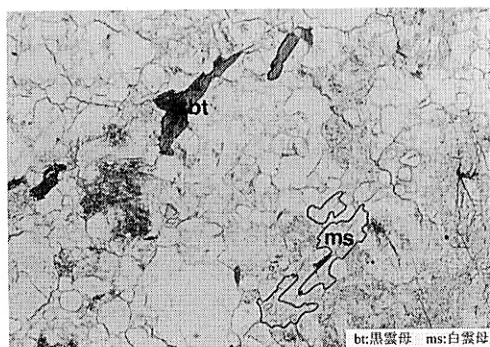


写真 7 花崗岩礫の顕微鏡写真 (不動岩)
写真の横幅が 2 mm

は、玉名花崗閃緑岩に菊池花崗岩が貫入して複合岩体を形成し、その後筒ヶ岳花崗岩が貫入していると報告している。唐木田 (1992) は、玉名花崗閃緑岩と筒ヶ岳花崗岩の境界付近において、細粒優白色の複雲母花崗岩脈が多く存在するとしている。

筆者らは今回の報告地域外であるが、玉名市箱谷の碎石場において、筒ヶ岳花崗岩と玉名花崗閃緑岩の接触面を観察し、筒ヶ岳花崗岩が玉名花崗閃緑岩をゼノリスとしてもつ露頭を確認した (写真 8)。

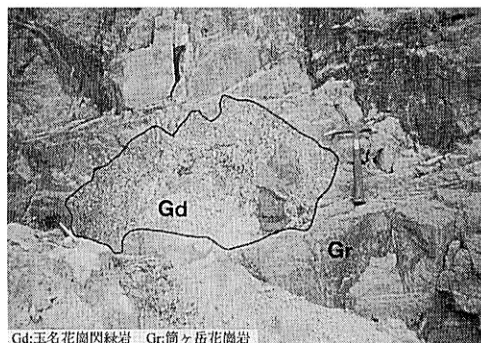


写真 8 玉名花崗閃緑岩のゼノリス

以上の結果から 3 種類の花崗岩の活動については、Yamaoka (1956) の順序が妥当だと考える。また、すべての花崗岩類には、アプライト質の複雲母花崗岩岩脈が認められる。

また、不動岩礫岩に含まれる花崗岩礫は複雲母花崗岩で、最も若い花崗岩の礫である。このことより不動岩礫岩の堆積時期は、3 種類の花崗岩類の活動以降であるといえる。

5. 各地層の礫岩の礫組成

筆者らはまた、不動岩礫岩の帰属問題を考える方法として他地域の礫岩層の調査も行った。同じ後背地から供給される礫なら堆積した礫岩の礫種において共通点が必ずあるはずである。このことが帰属問題を考える上で重要な要素となる。そこで、不動岩に近い場所に分布する礫岩層及び不動岩と同じように赤紫色を呈する礫岩層の礫組成を調査した。

図 5 に礫組成の調査位置を示す。調査方法については、不動岩の礫組成と同じく面方式をとり 1 露頭で 100 個の礫を調査し、各礫岩

層につき3露頭の調査を行った。

各礫岩層の礫組成調査結果をまとめたのが図6である。この表の構成礫種個数比は、3露頭の合計で表してある。

図6より、今回の調査において不動岩礫岩

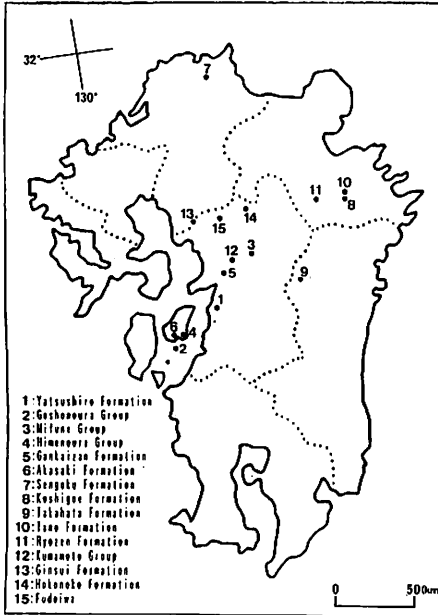


図5 各礫岩層の礫組成調査位置図

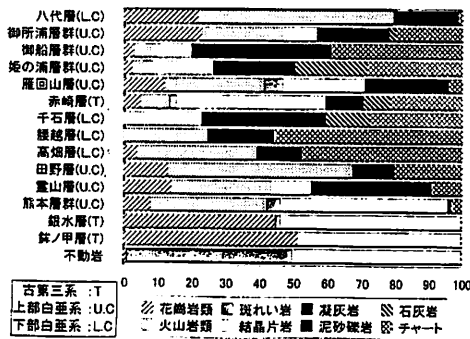


図6 各地層の礫岩の礫組成表

と全く同じ礫組成を示す地層はなかった。しかし、不動岩礫岩に含まれる斑れい岩、結晶片岩、花崗岩の3種の礫の組み合わせが入っている地層は、雁回山層(田村・田代, 1966)、熊本層群(今西, 1963)、赤崎層(長尾, 1926)、銀水層(松下, 1949)である。礫の供給源を考慮した場合以上の地層のいずれかと

不動岩礫岩を対比することが可能であると考える。他の地層については、礫種の共通性がないため、見かけは類似していても対比できない。

そこで、先に述べた4地層において不動岩礫岩と比較する。

この中で、不動岩礫岩と同様に結晶片岩礫の割合が多いものは、熊本層群(50%)、赤崎層(44%)、銀水層(54%)である。これらは、不動岩礫岩と同程度の割合で結晶片岩礫を含んでおり後背地の類似性を暗示させる。また、斑れい岩礫は、不動岩礫岩においてのみ高い含有率を示し、他の地層では、数%にすぎない。花崗岩礫は、赤崎層と熊本層群では10%以下であるが、銀水層では40%を超えている。この場合、古第三紀層である銀水層や鉾ノ甲層と不動岩礫岩が同時代の堆積物であるならば、花崗岩礫の量が違いすぎると思われる。

6. 不動岩礫岩の帰属について

不動岩礫岩では、今回の調査においても化石の産出をみる事ができなかった。ただ、筆者らは以下の理由により、不動岩礫岩は熊本層群に対比できると考える(表1)。

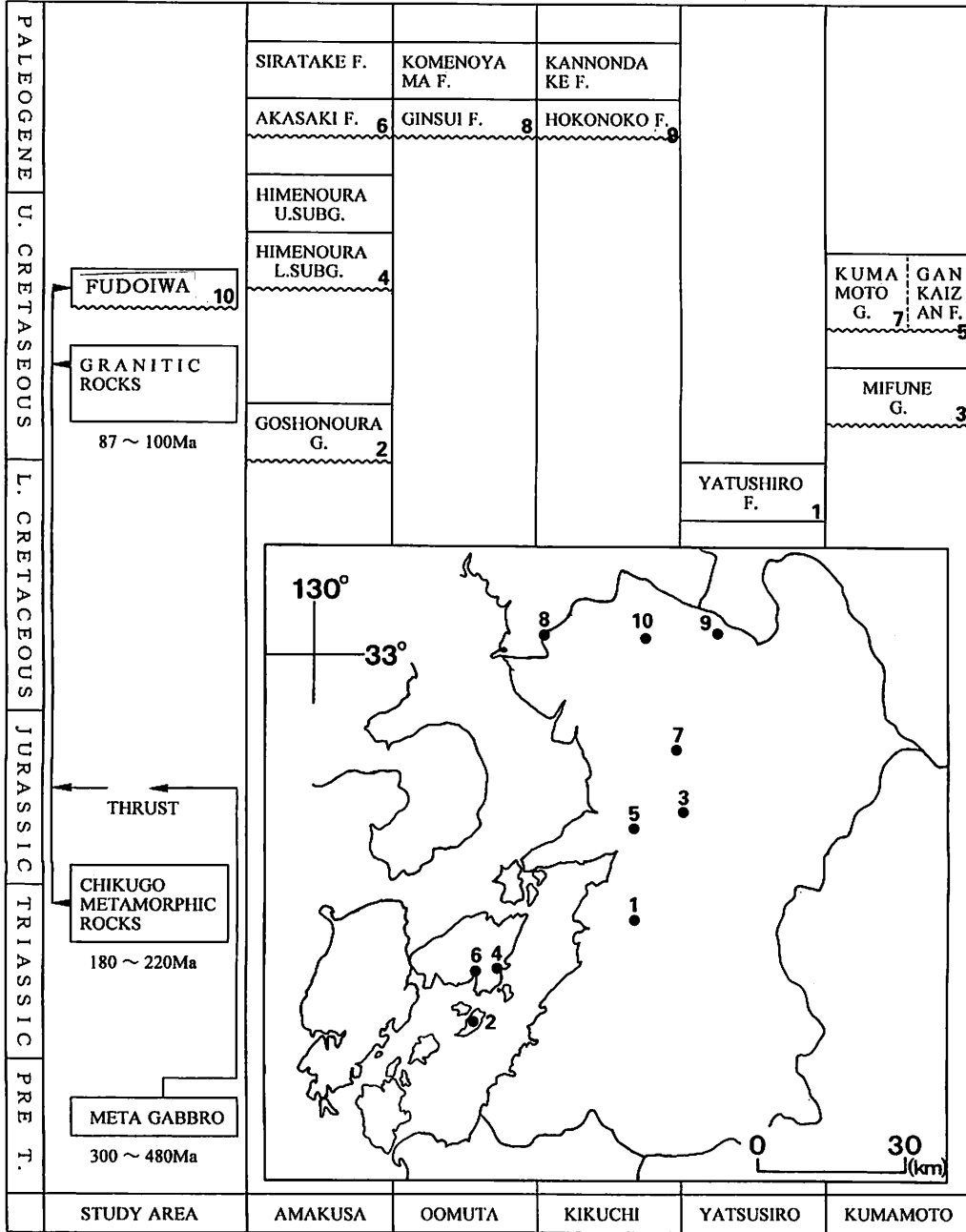
①不動岩礫岩に含まれる花崗岩礫は1%と少なく、筑後変成岩に岩脈状に貫入した花崗岩が礫になっていると考えられる。この場合、花崗岩体本体はまだ露出していなかったにちがいない。とすれば、花崗岩体の貫入後削剥されるまで大きな時間間隙は考えられない。

②不動岩礫岩に含まれる花崗岩礫は、細粒の複雲母花崗岩礫であり、筒ヶ岳花崗岩と判断できる。この筒ヶ岳花崗岩の 95.0 ± 4.8 Ma(笹田, 1987)という放射年代を考慮すると不動岩は、少なくともアルビアン以降の堆積物である。

③熊本市東方に分布する熊本層群の礫組成調査で、不動岩礫岩の礫組成に類似している結果を得るとともに、不動岩礫岩に含まれる花崗岩礫や斑れい岩礫および筑後変成岩中に点在する石英斑岩と全く同じ岩相を示す礫を採集した。

なお、熊本層群は、*Inoceramus amakusensis*

表 1 調査地域の層序および対比表



Nagao & Matsumoto (今西, 1963) の産出で姫浦層群, 雁回山層に対比され, 白亜紀後期, サントニアンとされている。よって不動岩礫岩は, 以上の結果より白亜紀後期の堆積物であると考えられる。

引用文献

- 赤木 健 (1933) : 7万5千分の1地質図幅「山鹿」および同説明書, 地質調査所, 54p.
- 早坂康隆・梅原徹也 (1994) : 熊本県山鹿変斑れい岩体のナップ構造. 日本地質学会101年学術大会講演要旨集, 173.

- 早坂康隆・廣瀬丈洋 (1997) : 三郡-中国帯のナップ構造の広がり九州の地帯構造, 九州のテクトニクスワーキンググループ研究連絡誌, 1, 1-6.
- 早坂康隆・西村祐二郎・原 郁夫 (1987) : “三郡変成岩類”の形成過程. 日本地質学会第94年学術大会講演要旨, 62-63.
- 今西 茂 (1963) : 熊本平野およびその周辺の地質 (その1. 熊本平野東方台地の丘陵群の地質). 熊大理学部地学研究報告, 1, 18-29.
- 井上 保 (1959) : 筑後変成岩類の構造. 地質雑, 65, 639-651.
- 井上 保 (1963) : 南関地域における玉名花崗閃緑岩の接触変成帯について. 広大地学研究報告, 12, 183-194.
- 唐木田芳文 (1992) : 白亜紀深成岩. 中部九州, 九州地方, 90, 共立出版.
- 河野義礼・植田良夫 (1966) : 本邦火成岩の K-Ar dating (V)・西南日本の花崗岩類. 岩鉱, 56, 191-211.
- 松本唯一 (1962) : 20 万分の 1 熊本県地質図および同説明書. 熊本県発行.
- 松本達郎 (1958) : 筑紫山地変成岩地域の地質. 鈴木醇教授還暦記念論文集, 141-161.
- 松下久道 (1949) : 九州北部に於ける古第三紀の層序学的研究. 九大理研報 (地質学), 3, 1, 1-57.
- 長尾 巧 (1926) : 九州古第三紀の層序 (其一-八). 地学雑誌, 115-130, 263-269, 317-323, 369-373, 457-461, 596-603, 663-671, 706-712.
- 西村祐二郎・柴田 賢 (1988) : “三郡変成帯”中の変斑れい岩質岩石の K-Ar 年代. 日本地質学会第95年学術大会講演要旨集, 381.
- 西村祐二郎・柴田 賢 (1989) : “三郡変成帯”中の変斑れい岩質岩石の産状と K-Ar 年代. 地質学論集, 33, 343-357.
- 小野晃司 (1965) : 阿蘇カルデラ東部の地質. 地質雑, 71, 511-533.
- 小野晃司・渡辺一徳 (1983) : 阿蘇カルデラ. 月刊地球, 5, 73-83.
- 小野晃司・松本僊夫・宮久三千年・寺岡易司・神戸信和 (1977) : 竹田地域の地質. 地域地質研究報告 (5 万分の 1 図幅), 地質調査所, 80p.
- 榊 昌宏・山本博達 (1967) : 熊本県山鹿地域の斑れい岩, 柴田秀賢教授退官記念論文集, 175-179.
- 笹田政克 (1987) : 豊肥地域の先第三紀基盤岩類. 地調月報, 38, 385-422.
- 柴田 賢・西村祐二郎 (1983) : 三郡変成岩の同位体年代. 日本地質学会 90 年学術大会講演要旨, 385.
- 柴田 賢・西村祐二郎 (1985) : 三郡-中国帯の放射年代. 日本地質学会第92年学術大会講演要旨, 13-14.
- 田村 実・田代正之 (1966) : 熊本市南方の上部白亜系. 熊大教育学部紀要, 10, 49-56.
- Watanabe, K. (1978) : Studies on the Aso pyroclastic flow deposits in the region to the west of Aso caldera, southwest Japan, I: Geology. *Men. Fac. Educ. Kumamoto Univ., Nat. Sci.*, 27, 97-120.
- Watanabe, K. (1979) : Studies on the Aso pyroclastic flow deposits in the region to the west of Aso caldera, southwest Japan, II: Petrology of the Aso-4 pyroclastic flow deposits. *Men. Fac. Educ. Kumamoto Univ., Nat. Sci.* 28, 75-112.
- 渡辺一徳・藤本雅太郎 (1993) : 5 万分の 1 土地分類基本調査, 表層地質図「山鹿・荒尾・大牟田・久留米」および同説明書, 17-25, 熊本県.
- 渡辺一徳・藤本雅太郎 (1994) : 5 万分の 1 土地分類基本調査, 表層地質図「八ヶ岳」および同説明書, 14-21, 熊本県.
- 山本博達 (1955) : 筑後変成岩・玉名花崗閃緑岩接触部におけるジルコンの行動. 福岡学芸大紀要, 第3分冊, 59-67.
- 山中正義 (1973) : 玉名の地質 (地質図付). 熊本地学会誌, 43, 1-32.
- Yamaoka, K. (1956) : Geology of the Northern-central region of Kumamoto Prefecture. *Kumamoto Jour. Sci., ser. B, sec. 1, 2.*
- 柳 哮 (1967) : 筑後変成岩類について (講演要旨). 地質雑, 73, 113.
- 矢野健二・豊原富士夫・武田昌尚・土肥直之 (1991) : 九州西部, 三郡変成岩類に衝上している変斑れい岩. 日本地質学会第98年学術大会講演要旨, 212.