伊那谷自然史論集 11：27－38（2010）

長野県下伊那郡喬木村毛無山産球状花崗岩の球顆について

久保田　賀津男*

Report on“Kenashi-yama Ball Granite”in Ohshima，Takagi Village，Nagano Prefecture，Japan
Kazuo Kubota*

*〒395-0807　長野県飯田市鼎切石4381

長野県下伊那郡喬木村毛無山産球状花崗岩は，有色鉱物が放射状に配列した断面を示すため，菊目石の通称がある．この球顆の特徴を明らかにするため，194個の球顆を切断してそのデータをとり，末尾の付表1にまとめた．球顆は2007年５月に久保田賀津男・久保田紬布子が発見した西露頭（久保田，2009）の転石から，欠損部分が半分以下のものを用いた．切断は長軸×中間軸の面が得られる方向で行う事を原則としたが，止むを得ない場合には切断可能な方向を優先させた．この標本は飯田市美術博物館に保管されている．

キーワード　　毛無山産球状花崗岩，西露頭，記載，喬木村

１．はじめに

毛無山産の球状花崗岩について報告されたものには以下の５編がある．信濃教育会下伊那部会（1925），竹内（1939ａ，1939ｂ），河野（1939），久保田（2009）である．

前４編に使われている用語や表示などは現在のものにそぐわないものが多く，解釈についても統一されていない．また，この４編は菊花模様の断面を持つ球顆のみを対象にしているが，西露頭では球状苦鉄質岩や菊花模様を示さない球状花崗岩などが混在する．こうした球顆には菊花模様の球顆の部位に与えられた用語を当てることは適切ではない．本稿では各部位の名称を図１・表１のように定義してまとめを行う．

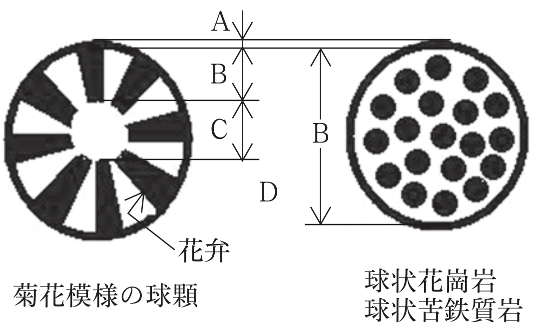

図１　球顆各部位の名称解説図
Ａ～Ｄは表１に対応する．

表１　球顆各部位の名称

	信濃教育会 下伊那部会（1925）	竹内 （1939ａ，1939ｂ）	河野（1939）	本稿の定義
Ａ	共心帯	外殻	圍繞帯	リム
Ｂ	放射体	有色放射部	放射状外殻	マントル
Ｃ	核	核	内核	コア
Ｄ	母岩	充填岩	充填部	充填岩
母岩	角閃石黒雲母片麻岩	中粒花崗岩	中粒閃緑岩	生田花崗岩Ａ～Ｃ

＊河野はリムとマントルを合わせて外殻としている．
リム：球顆の表面を被覆する部分で、放射状構造を示す内部に比べて構成鉱物が細粒である。
マントル：有色鉱物が放射状に配列する部分。放射状構造を示さない球顆では、リム以外の内部。岩相が閃緑岩以上の優黒質で、放射状構造を示さないものは苦鉄質岩に一括した。この中にはリムとマントルの区別ができないものがあり、全体をマントルとした。
花弁：放射状構造を形作る、有色鉱物よりなる単体。菊花の花弁に相当する部分。
コア：放射状構造で囲まれた中心部。
充填岩：球顆が分布する範囲の岩石。
母岩：露頭において球顆分布域を囲む、最も外側の岩石。球顆は存在しない。
濃集域：長野県指定天然記念物の露頭において、球顆分布域の最も下位に位置する、有色鉱物が濃集した部分。西露頭では前面に現れている。
優黒質花崗岩：長野県指定天然記念物の露頭では濃集域の上部に位置する。西露頭では濃集域の奥にあり、球顆が存在する。

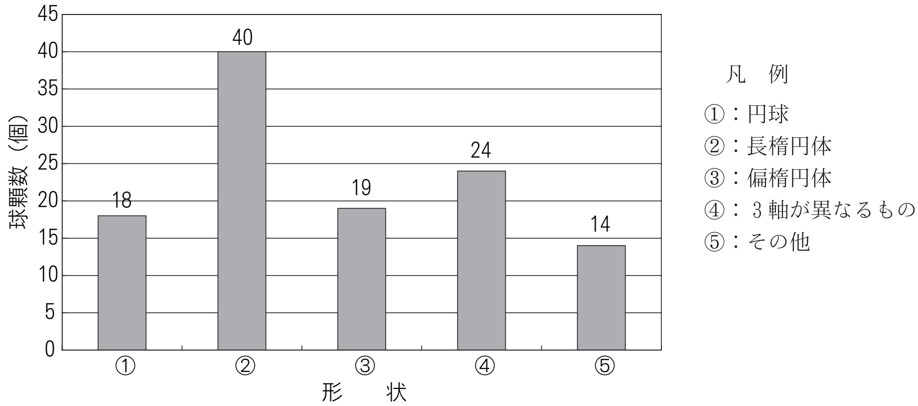

図２　球顆の形状による分類と数量

県指定の天然記念物露頭及び西露頭の母岩は生田花崗岩であるが，天然記念物露頭と西露頭では岩相が異なるため本稿ではこれを以下の３つのタイプに分類する．

生田花崗岩Ａタイプ：優白質・塊状で，従来から生田花崗岩と呼ばれてきたもの

生田花崗岩Ｂタイプ：Ａタイプより有色鉱物の含有量が多く，片麻状構造の弱いもの

生田花崗岩Ｃタイプ：片麻状構造が顕著で，滝沢花崗岩と呼ばれるもの

２．球顆の形状，サイズについて

対象球顆194個の中で全体の形状が分かるもの115個を以下の５種に分け，その内訳を図２に示す．

①円球体もしくはそれに近似するもの．

②長楕円体（ラグビーボール状に長軸の両端が尖るものも含む）．

③偏楕円体（長軸と中間軸がほぼ等しい楕円体）．

④長軸・中間軸・短軸の3軸がそれぞれ異なるもの．

⑤その他：三角錐に似た四面体など，①〜④に該当しないものを一括した．

球顆の中には輪郭の一部が角ばったものが１個あった（付表１・№121球顆）．円を描くはずの輪郭の一部が角ばった原因と考えられるものは，球顆の周囲には認められなかった（図３）．

付表１・№37球顆の断面は片側の中央が凹状になり，リム〜コアまでの各部位も外形に合った形状をを示す．反対側は他球顆と同様の，一般的な形状である（図４）．

球顆のサイズは長軸，中間軸，短軸の３方向を計測し，付表1にまとめた．欠損部分を持つ球顆については，αを付して，35αのように記入した．

長軸の最小値は付表1の№53で25×24α×22.5㎜の円球，最大値は同じく№51の105×65×45㎜の長楕円体であった．一方短軸の最小値は№154の33×23×17㎜の偏楕円体であるが，№174は欠損があるものの，短軸がこれより最小値となる可能性があり33×27×9α㎜である．短軸の最大値は№１の84α×66×62㎜の長楕円体である．

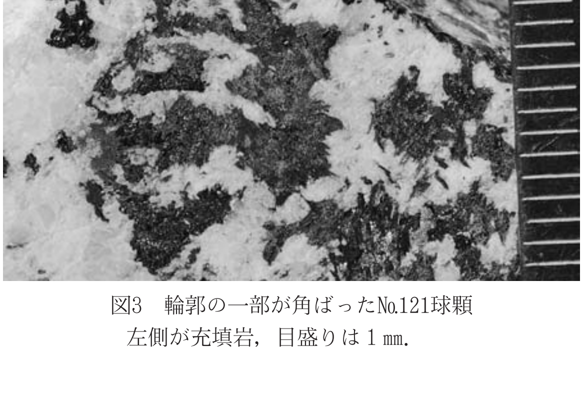

図3　輪郭の一部が角ばった№121球顆
左側が充填岩，目盛りは１㎜.

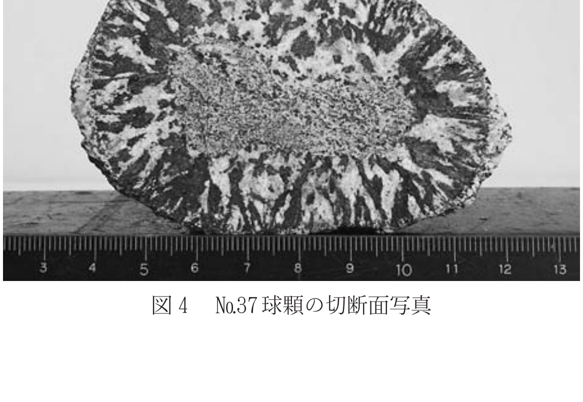

図４　№37球顆の切断面写真

表２　内部構造別の数量表

番号	分　　　類	数量
①	マントルが放射状構造を示す球顆	175
②	マントルが放射状構造を示さない、花崗岩の球顆	8
③	上記①と②がセットになった、花崗岩の球顆	7
④	球状苦鉄質岩（細粒苦鉄質岩１個・閃緑岩質３個）	4

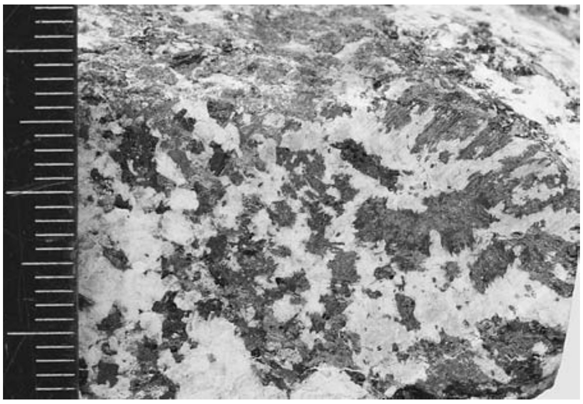

図５　放射状構造を示す部分と，示さない部分がセットになったマントルを持つ№168球顆

３．内部構造による分類

切断面の観察により，球顆を４タイプに分けた．その数量は表２の通りである．岩相が閃緑岩以上の優黒質で，放射状構造を示さないものは苦鉄質岩に一括した．表２の分類のうち，③に相当するものを図５に示した．

４．リムについて

球顆にはリムを有するものと，これを全く欠くものがある．露頭および転石の観察では，両者の分布が明瞭に区別される事はなく，隣り合う状態で混在している．リムを有する球顆は，更に構成する主成分鉱物の配列によって４つに分類できる．以上をまとめると表３の様になる．表３のうちｂ，ｃ，ｄ２をそれぞれ図６，７，８に示した．

リムには，花弁と接触・交差するものと，明確に両者が離れるものがある．また，放射状配列するものには，花弁先端との区別が困難なものもある．

ほとんどのリムは外縁が滑らかなカーブを描くが，部分的に有色鉱物が突出するものが数例見られた（付表１の№85・92など）．

球状苦鉄質岩には細粒苦鉄質球顆と閃緑岩質の球顆がある．細粒苦鉄質球顆は全体が同じ大きさの鉱物による塊であるのに対して，閃緑岩質球顆は不鮮明なリムを有する．

表３　鉱物の配列によるリムの分類表

分類	番号	リムの様子	数量
a		リムを全く欠くもの	44
b		有色鉱物がコアに向かって放射状配列するもの	76
c		有色鉱物が円周に沿って配列するもの	29
d	1	bとcが層状をなして多重リムを構成するもの	16
	2	層状のリムの間に無色鉱物の極めて多い帯を挟むもの	13
その他		鉱物が定向配列するものなど	4
不　明		欠損などによる	12
合　計			194

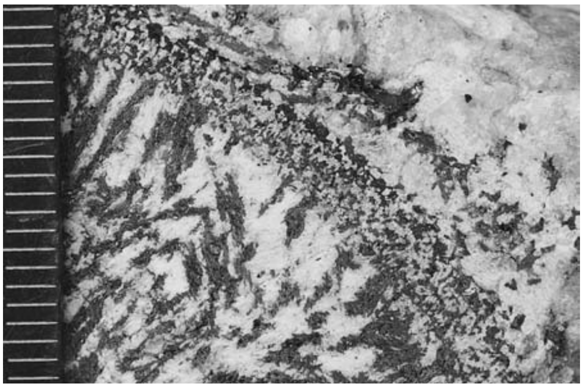

図６　有色鉱物がコアに向かって放射状配列するリム
右側が充填岩，目盛りは１㎜．

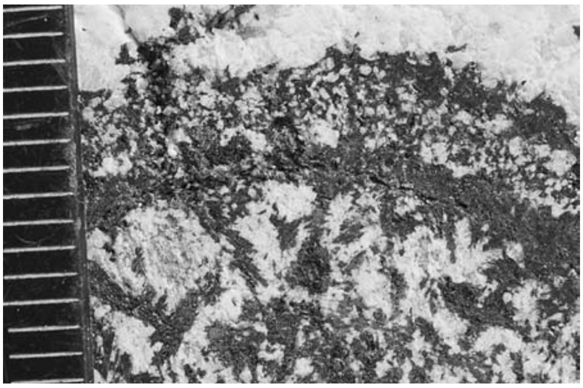

図７　有色鉱物が円周に沿って配列するリム
上側が充填岩，目盛りは１㎜．

図８　マントルとの間に優白質花崗岩の帯を挟むリム
上側がリム，目盛りは１㎜．

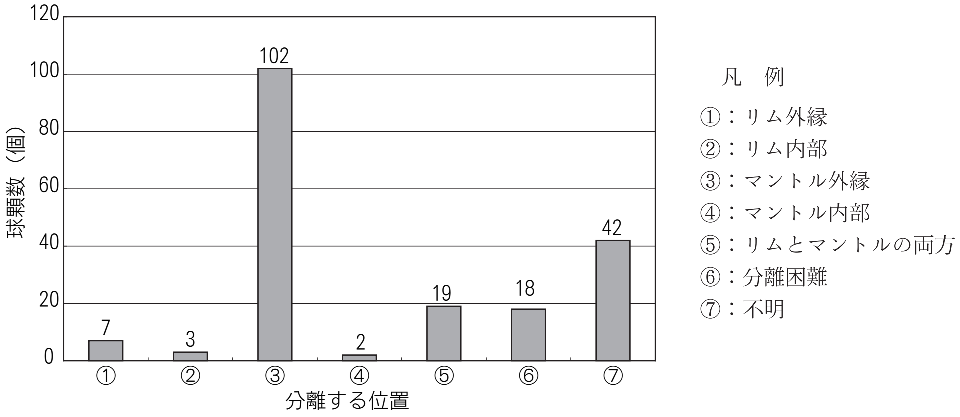

図9　充填岩から球顆が分離する位置による分類図

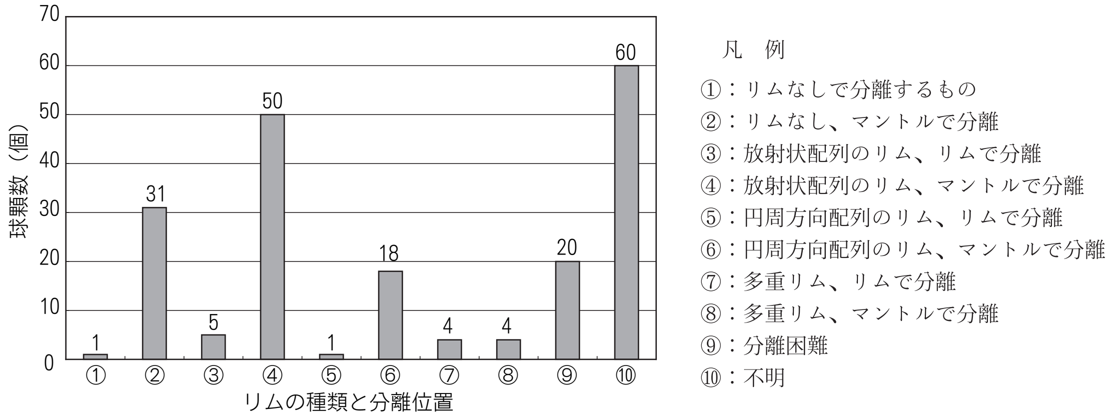

図10　リムの種類と分離する位置の関係図

対象球顆２個（付表１・№21と45）を含む，33個の球顆から作成した薄片の偏光顕微鏡観察では，リムを構成する主成分鉱物は黒雲母・斜長石・石英・角閃石である．有色鉱物の大半は黒雲母で，その大きさはマントルを構成するものと大差がない（図11）．黒雲母に比して角閃石は極めて少なく，これを全く欠く事の方が多い．かつ結晶は他の鉱物と較べて極端に小さくなる．無色鉱物の方向性は弱く，充填岩との差異が殆ど見られない．

リムの風化が進むと，振動や小さな力で充填岩から球顆が分離する傾向が強くなる．球顆が分離した後の充填岩には，凹状に窪んだ跡を有色鉱物が被覆する雌型が残る．対象球顆194個で，分離する場所を調べたところ，分離は充填岩とリムの間（リム外縁），リムの内部，リムとマントルの間（マントル外縁），マントル内部の４箇所で起きる．その内訳を図9に示す．

対象球顆194個による結果は，マントル外縁で充填岩から分離するものが全体の約53％を占める．リムを構成する鉱物の配列と分離する位置の関係を図10に示す．充填岩から球顆が分離するのは，リムの有無や構造と無関係にマントル外縁で起きるものが圧倒的に多い．

マントル外縁で充填岩から分離した球顆の表面を観察すると，花弁先端が末広がりになって，球顆表面に沿った円周方向の配列をしている．この配列がマントル外縁を密に被覆するものほど，分離が容易になる傾向がある．

５．マントルについて

対象球顆2個（付表１・№21と45）を含む，20個の球顆から作成した薄片の偏光顕微鏡観察では，花弁は主に黒雲母と角閃石で構成され，リムに向かって末広がりの形状になるのが通常である（図12）．角閃石は花弁の軸線に沿った配列をする斑晶が多く，これに斜交するものは黒雲母に較べて少ない．斜長石や石英の細粒結晶を包有する．黒雲母は花弁の軸線に沿うものと，軸線に対して約30°～45°左右に傾くものがある．花弁を囲む優白質部は斜長石と石英が主体になり，少

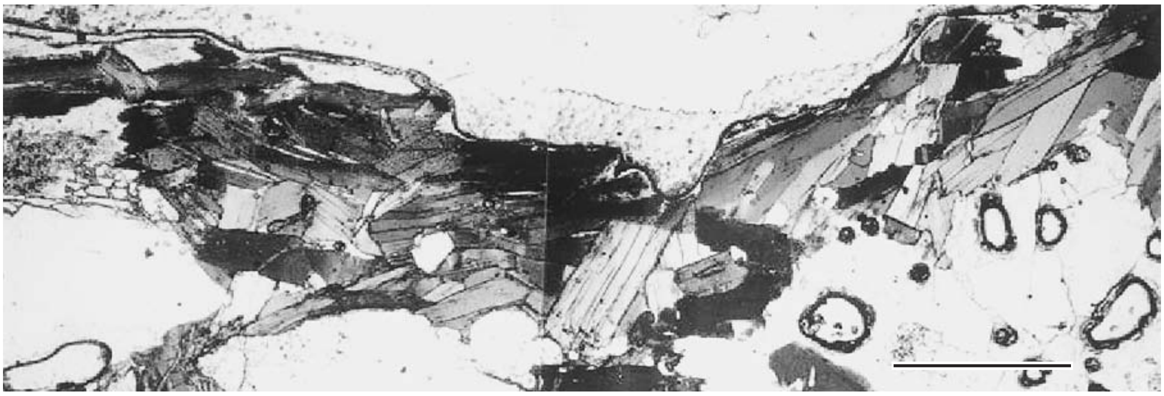

図11　雌型に残るリムの偏光顕微鏡写真
開放ニコル，スケールは１㎜，写真上側が分離した面で，有色鉱物は全て黒雲母.

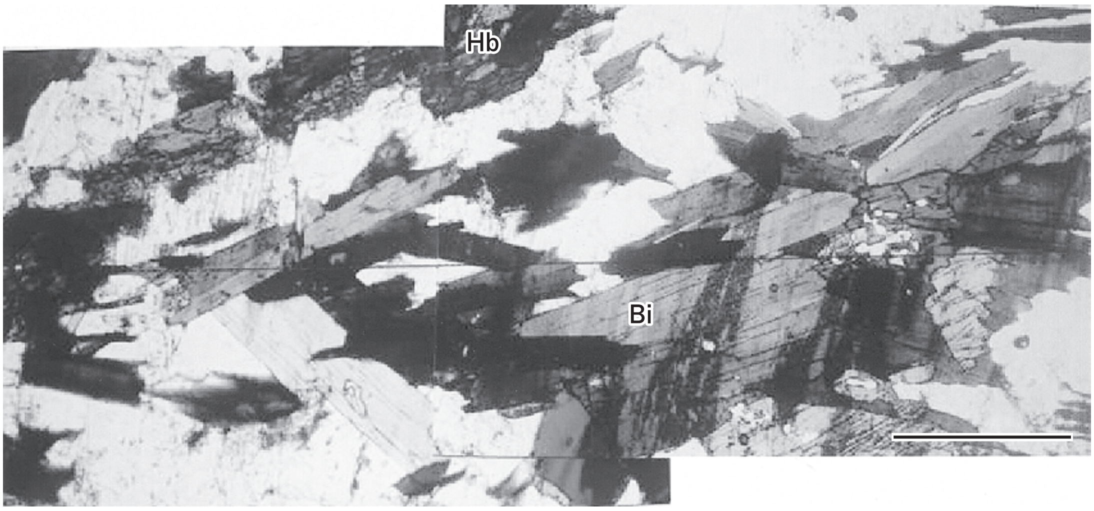

図12　花弁の偏光顕微鏡写真
開放ニコル，スケールは１㎜，左がコア側，Bi：黒雲母　Hb：角閃石.

量の黒雲母と角閃石が混じる．斜長石はどの球顆も，顕微鏡下では変質して黒く汚れて見える．副成分鉱物としてジルコンが存在するが数は少なく，これを全く欠く事の方が多い．

マントルの構造には４つのタイプがあり，これをＭ１～Ｍ４の記号を用いて分類した（表４）．花弁が放射状に配列する球顆の切断面には，花弁が同心球状に層状構造を示すＭ２タイプと，単層構造のＭ１タイプがある．Ｍ２は２層以上の層状構造を示し，内側の層が大型花弁で形成され，外側の層に向かうほど花弁が小型化する．最も外側の層を形成する細粒花弁がリムのように集合する場合があり，両者の識別は困難なものが多い．Ｍ３タイプは放射状構造を示さないもので，花崗岩の球顆と苦鉄質岩の球顆に分けた．Ｍ４タイプは放射状構造を示すＭ１やＭ２タイプとＭ３タイプが共存するものである．Ｍ３タイプを示す部分には花弁が存在しない．

表４　マントルの構造による分類表

番号	構　造		数量
Ｍ1	単層放射状		8
Ｍ2	複層放射状		168
Ｍ3	放射状構造を示さないタイプ	花崗岩	6
		苦鉄質岩	5
Ｍ4	Ｍ1～Ｍ3が共存		7
合計			194

Ｍ１タイプでは，№129を除く総てが，３軸ともに20㎜クラスの小型球顆であった．

Ｍ２タイプは全体の約87%を占める．但し，花弁は外に向かって末広がりの多方向に枝を広げているため，切断位置によっては先端の枝が本体と切り離されて多層構造に見える事もあり，168個のすべてが多層構造を示すとは限らない．

Ｍ３花崗岩タイプは総てが粗粒花崗岩で，その中に

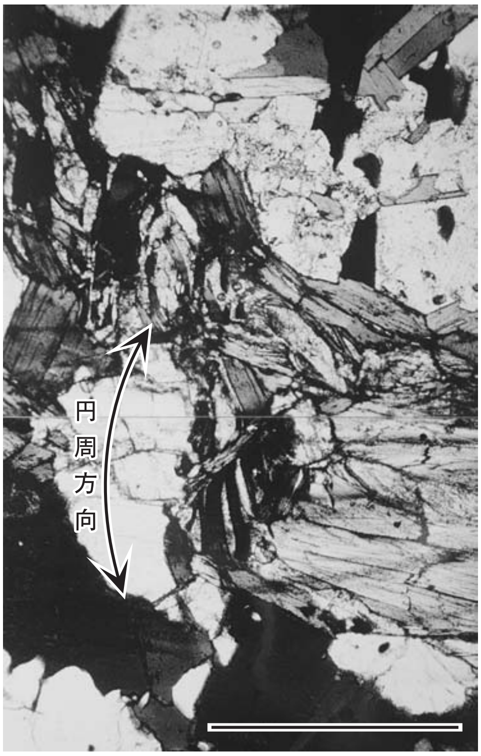

図13　花弁先端で鉱物が円周方向に向きを変える部分（偏光顕微鏡写真）
開放ニコル，スケールは１㎜，左側が充填岩で，有色鉱物は全て黒雲母．

は同心球状の配列をする№132がある．同苦鉄質岩タイプはリム～コアまでが一様であるが，不均質な構造のものや，鉱物が定向配列するものなどがあった．内訳は細粒苦鉄質岩２個，閃緑岩質３個であった．

Ｍ４タイプはＭ１およびＭ２タイプとＭ３タイプが，それぞれ断面の約半分ずつを占めるものに限ったが，断面の一部がＭ３タイプであるものがＭ１タイプの中に１個，Ｍ２タイプに30個あった．

花弁先端がリムを突き抜けるものがあり，全てが明確にリムで境されるものではない．№176球顆の花弁は，リムが欠けた部分で突出する．

花弁の根元は一様に揃って，コアとの明瞭な境界をなすものが大半を占めるが，一部の花弁根元がコアに食い込んだり，反対側まで貫通するものも見られた．花弁は根元から外に向かって成長した事が顕微鏡観察で分かるが，何を以ってコアから花弁が生じたかは，別の方法で調べないと判断できない．

コアが異常に大きいためマントルの幅が狭くなり，細粒花弁の放射状になるものが３個あった．また，花弁先端の鉱物が放射状の方向に斜交して，円周方向へ向きを変える部分が，リムのない一部の球顆に見られた（図13）．

表５　コアの分類表

コアのタイプ	数量
花崗岩	127
苦鉄質岩	56
不明	11
総数	194

表６　鉱物の定向配列の方向による分類表

鉱物の定向配列の方向	コアの種類	数量
球顆の長軸方向と一致するもの	花崗岩	10
	苦鉄質岩	2
長軸に対して斜交するもの	花崗岩	5
	苦鉄質岩	7
球顆の中間軸方向と一致するもの	花崗岩	8
	苦鉄質岩	4
中間軸に対して斜交するもの	花崗岩	2
	苦鉄質岩	5
球顆の短軸方向に一致するもの	花崗岩	5
	苦鉄質岩	4
総　数		52

６．コアについて

マントルに較べて放射状構造は弱い．本稿は，コアを岩相によって花崗岩と苦鉄質岩に２分類した（表５）．マントルと同様に閃緑岩以上の優黒質のものは苦鉄質岩に含めた．充填岩に包まれた球顆は，切断してみないとその大きさや形状が分からないため，切断が中心を外れることがある．充填岩から分離した球顆でも真芯を通る断面を得る事は難しく，切断する位置が芯をどれだけ離れたかによってコアの様子が著しく変化する事がある．例えば切断した片方のコアが花崗岩，もう一方が苦鉄質岩を呈するものもあり，タイプ不明とした．

花崗岩のコアには優白質花崗岩（28個）から優黒質花崗岩まであり，大別しても中間タイプを加えた３タイプになる．苦鉄質岩では細粒と閃緑岩質に分けられる．

断面の形状も様々で，特異なものには滴形１個，長方形の細粒苦鉄質岩の塊がコアの中央にあるもの４個，同じく長方形の優白質花崗岩がコア中央に入るもの１個，楕円形の中央が凹状になるもの１個，球顆状に鉱物が集合するもの，あるいはリムに囲まれたもの５個がある．いずれも断面に現われた形状で，立体的な形は分からない．

断面で見る限り，コアと球顆は相似形になるものが一般的であるが，球顆の長軸に対してコアの長軸が約

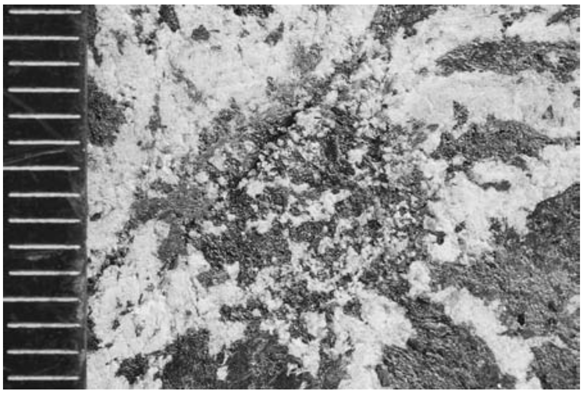

図14　左上から右下へ鉱物の定向配列が見られるコア
目盛りは１㎜．

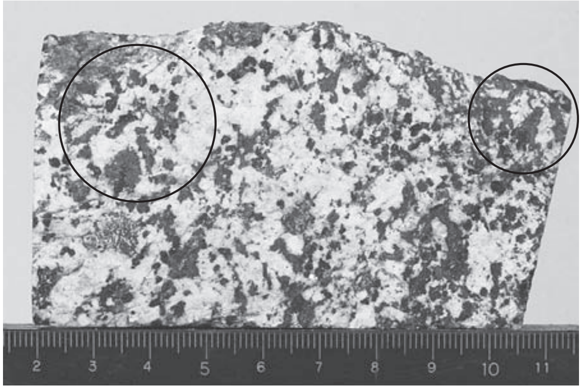

図16　優黒質花崗岩の断面
右上円内に球顆，左上円内に不明瞭球状体・目盛りは１㎜．

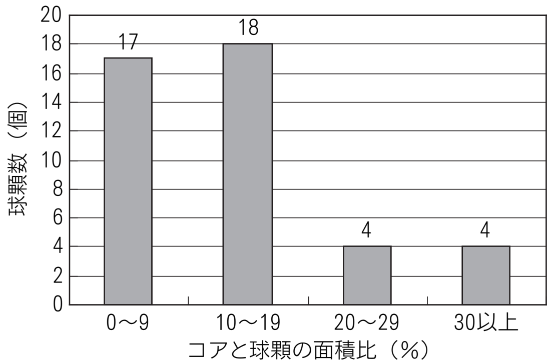

図15　切断面によるコア：球顆の面積比と球顆数

45度傾くものが１個あるほか，球顆の中心を外れたものが５個あった．

花崗岩質のコアでは，大半が斜長石の斑晶で占められるものが多い．斜長石はマントルを構成するものと同様の大きさで，黒く汚れた変質もそのままである．僅かではあるが累帯構造を示す斑晶や，半自形の結晶も見られた．石英は小さく少量で，斜長石の斑晶や角閃石に含まれるものが多い．斜長石・石英にはクラックが見られる．黒雲母はリムを構成するものと同じ大きさから，花弁を構成するものと同じ大型結晶まであり，多くは集合する．角閃石は花弁を構成するものより小さく，少量である．

苦鉄質のコアは黒雲母と角閃石が不規則に集合する．黒雲母が大きめの結晶が多いのに較べて，角閃石の結晶は小さく，少量である．斜長石は花崗岩質と同じように変質する．

断面によっては鉱物の定向配列が明瞭なものがあるほか，弱いながらも放射状の配列をするものが20個あった．長軸×中間軸の面が得られる方向で切断できない球顆には，短軸に沿って切断したものがある．短軸方向に見られる鉱物の定向配列は，そうした球顆から得られたものである．鉱物の定向配列が分かるものを表６にまとめた．

切断面によるコアの大きさは球顆のサイズと無関係で，異常にコアが大きいため，マントルの幅が狭くなるものがある．切断面によるコアと球顆の面積の比を，適宜に選出した43個で算出した．図15は球顆断面に対してコアが占める面積の率である．その数値は最小3.4から最大61.0までばらつきがあり，コアのサイズが統一されていない事は対象球顆全体を反映している．

７．その他

切断による球顆の観察以外に，充填岩や濃集域など，今回新たに分かったことを記載する．

⑴　充填岩について

充填岩には優白質の生田花崗岩Ａタイプから優黒質花崗岩まで様々なタイプがある．いずれも球顆を構成する鉱物より明らかに大型の結晶を持つ．比較的大型の結晶で構成された花弁でも，充填岩と直接する所では鉱物の大きさによって両者の識別は容易である．

優白質の生田花崗岩ＡタイプやＢタイプは，大半が斜長石・石英の大型結晶で占められる事が多い．斜長石の変質の程度は充填岩によりばらつきが見られる．斜長石と石英にはクラックが入る事が多く，中には黒雲母・角閃石・斜長石を連ねて入るクラックもある．斜長石・角閃石には斑晶が多い．黒雲母と角閃石が花弁状に集合する事もある．

久保田（2009）では，「球顆は濃集域・優黒質花崗岩には含まれず」と記したが，不明瞭球状体の混じる優黒質花崗岩中に球顆が存在する事が確認された．優黒質花崗岩の表面は有色鉱物が多いため，露頭や転石の表面を見る限りにおいては球顆の存在は確認できなかった．今回，優黒質花崗岩の標本6個を切断したと

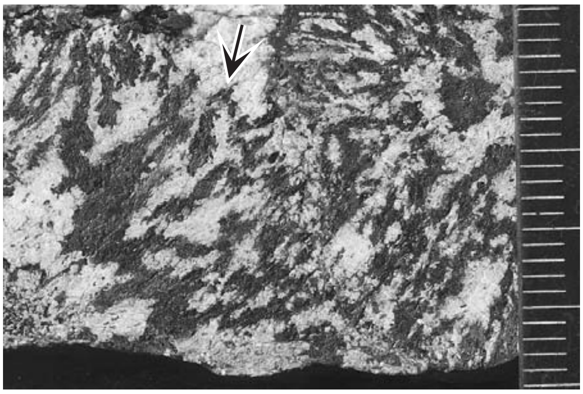

図17　No.73，74球顆が接触する部分の拡大写真
左側がNo.73で，矢印の部分に方向が異なる花弁が見られる．目盛りは１mm.

図18　球顆同士の接触で下側の球顆が凹状になる
目盛りは１mm.

ころ，この花崗岩は不明瞭な球状体や球顆が比較的多く存在し，その間を有色鉱物の多い生田花崗岩Ｂタイプが充填するものである事が分かった（図16）．不明瞭な球状体並びに球顆の周囲には有色鉱物が集合する事が多く，時に凹凸の多いリムを形成し，明瞭なリムを有するものは少ない．

優黒質花崗岩を構成する主成分鉱物は斜長石・黒雲母・角閃石・石英である．無色鉱物の大半は斜長石で，石英は少ない．斜長石は斑晶が多く，微小な石英を含有する．どの結晶にもコアやマントルを構成するものと同じような変質が見られる．斜長石・石英にはクラックが入り，角礫状に分離した石英の結晶も見られた．

有色鉱物には黒雲母が多い．角閃石も花弁を構成するもののように石英の細粒結晶を含んだ斑晶が多いが，黒雲母に較べて量が少ない．黒雲母と角閃石は，球顆の花弁に近似した集合をする．この集合体は有色鉱物の量が増すほど大型化する．因みに矢筈ダム下流で採集した生田花崗岩Ｂタイプも有色鉱物が細長い集合をするが，全体の伸長方向に対して斜交する黒雲母の結晶が見られない点で優黒質花崗岩と異なる．

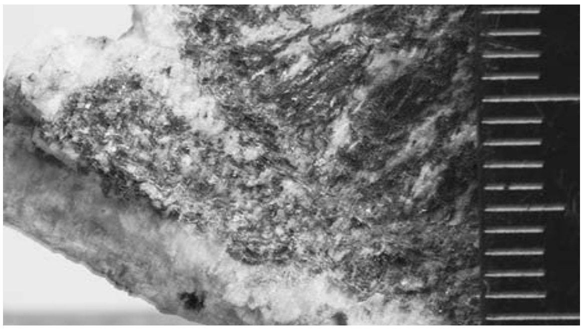

図19　No.102球顆のリム内部に入る優白質花崗岩
目盛りは1mm，右上がマントル．

⑵　濃集域について

優黒質花崗岩と濃集域の境界には滑り面が見られ，粘土化した有色鉱物に石英・斜長石が含まれているが，著しい破砕は認められない．

濃集域は角閃石の斑晶と黒雲母の小型〜大型結晶が，ほぼ定方向で帯状の集合をする．角閃石の斑晶は斜長石・石英の細粒結晶を含み，帯状方向の配列をするが，黒雲母にはこの方向に斜交するものがあり，この点で花弁の集合状況に近似する．角閃石・黒雲母ともに白雲母の針状，または四角形結晶を含み，弱い粘土化の見られる部分がある．斜長石には斑晶が多く，変質は球顆と同じか，それより強いものがある一方で，全く変質しないものも見られる．石英と共にクラックが入る．単純双晶した単斜輝石が１個見られた．これはアルカリ分に富み，緑色の干渉色を示す．

天然記念物露頭の下部に延びる帯状濃集域も角閃石の斑晶と黒雲母の小型〜斑晶の集合体が主体になる．黒雲母は白雲母の針状結晶を含む．斜長石には斑晶がなく，変質は弱い．石英は少なく，クラックが入らない．単斜輝石はなく，斜方輝石が６個見られるなど，西露頭とは若干の相違がある．

⑶　その他，特異なもの

観察対象のNo.73，74球顆（付表１）が接触する部分では，No.73球顆の側に放射状の方向と斜交する花弁が見られる（図17）．

また，図18のように下側の球顆の接触側が凹状になる例も見られた．

図19はNo.102球顆のリム内部に，充填岩から優白質花崗岩がクサビ状に入ったものである．写真でも分かるように，優白質花崗岩とリムの境はシャープさに欠け，周縁急冷相が存在しない．

8．謝辞

本稿をまとめるに当たりご指導くださった坂本正夫氏・村松武氏に厚く御礼を申し上げます．本稿は伊那谷地域史研究の助成を受けたものである．資料収集には飯田市立鼎図書館にお世話になりました．関係各位にお礼を申し上げます．

参考文献

河野義禮，1939，毛無山球顆岩の化学的研究(1)．岩石鉱物鉱床学，22，124-135.

久保田賀津男，2009，長野県下伊那郡喬木村毛無山産球状花崗岩の新露頭について．伊那谷自然史論集，10，61-70.

信濃教育会下伊那部会，1925，球状花崗岩．「下伊那地質志」，99-109.

竹内英雄，1939 a，毛無山産状顆岩石の研究及び其の付近の地質（Ⅰ）．岩石鉱物鉱床学，22，75-105.

竹内英雄，1939 b，毛無山産球顆岩石の研究及び其の付近の地質（Ⅱ）．岩石鉱物鉱床学，22，107-123.

付表１　球顆一覧表

球顆は原則として長軸と中間軸の面が出るように切断した．単位は㎜である．球顆の形状は本文で分類したように，円球体，長楕円体，偏楕円体，３軸が異なる楕円体（「３軸が異なる」の略称を用いる）と，その他に該当するものとして切断面および全体の形状を記した．後生的な作用で全体の半分以下を欠損したものについては，正確なサイズの計測ができない部分をαで表して35αのように記した．この欠損が大きいために全体像が分からないものは半球とした．リムは４つのタイプに分類した．Ｒ１はリムを全く欠くものである．Ｒ２はリムが断続的なものである．Ｒ３はリムが完全に球顆を覆うものである．Ｒ４は多層構造のリムや，幅の広いリムである．但し部分的にしか残らないものは不明とした．コアは花崗岩をＧで，苦鉄質岩をＭで表して２分類した．

球顆番号	長軸×中間軸×短軸	形　状	リム		マントルの厚さ	コア		備　考
			幅	種類		サイズ	種類	
1	84α×66×62	長楕円体	不明		25～30	16×28	M	一部欠損
2	52×46×36	偏楕円体	4α		18～19	9×14	G	
3	56×40×35	3軸が異なる	3～4	R 2	9～11	16×22	G	
4	46×39×32	雨滴形の断面	4		11～14	13×14	G	
5	55×52×44	偏楕円体	不明		17～18	17×21	G	
6	60×50×33	偏楕円体	2		15～19	16.5×21	G	
7	73×50×47	長楕円体	2～3	R 4	13.5～20	17.5×32	M	二重リムの部分あり
8	53×49×39α	円球	3	R 2	17～20	10×16	G	
9	58×52×39	偏平な滴形断面	0.5	R 2	14～20	16×16.5	G	
10	52×47×35	長楕円体	不明瞭	R 2	10～16	13.5×16	M	
11	62.6×47×43.5	長楕円体	不明		15～20	11×16	M	
12	48×42×24	偏楕円体	不明		10～14	17×19	G	
13	39×32.5α×25.5	偏楕円体	1	R 2	6～15	10×18	G	一部欠損
14	41×27×24	長楕円体	3.7	R 2	9～13	12×12	M	
15	79×53×49α	長楕円体	6.5	R 4	20～26	22×23	M	約1/3欠損
16	40×35.6×27α	半球	1～3	R 3	14～15.5	6.5×8α	G	
17	46×36×29	長楕円体	0.5	R 2	10～15	10×15	G	
18	44×42×32α	長楕円体	2.5	R 2	9～15	13×19	G	不明瞭球顆がめり込むように接触
19	34×32×29	三角錐	3	R 3	7～10	10×12	G	
20	38×33×31	滴形の断面	1～2	R 2	9～16	9×10	G	4つに切断する
21	50×48×45	円球	0.5～1.5	R 2	14～18	12×20	M	
22	49×44×42.5	円球	2～8	R 2	9～12	11×20	M	
23	88×73×56	偏楕円体	2～3.5	R 3	13～22	31×44..5	M	
24	49×39×21α	3軸が異なる	4～4.6	R 3	11～14	10α×25	G	
25	51×44×33	偏楕円体	2～5	R 4	10.5～15	21.5×25	G	№24に隣接
26	36×30×26	偏楕円体	なし	R 1	8～10	21×21	M	№24に隣接
27	48.5×40.5×37α	円球	1.5～7	R 4	13～21	9.5×18	M	
28	67×50.5×28α	半球	不明		17～18	8α×21	G	花弁は先端に向かい細くなる
29	43×37α×32	半球	2～13	R 4	7～28	11×20	G	

球顆番号	長軸×中間軸×短軸	形　状	リ　ム		マントルの厚さ	コ　ア		備　考
			幅	種類		サイズ	種類	
30	60×47×30α	半球	不明		21～23	9α×17	G	
31	51×42×27α	半球	5	R4	11	17.5×26	M	
32	81.8×81×47	3軸が異なる	4α	R3	16～27	12.3×28.5	M	コア中央は細粒苦鉄質岩
33	74×60α×55	偏楕円体	7α	R3	26.5～30	13×20	G	
34	64×60×47	偏楕円体	1	R3	20～22.5	12.5×21	G	
35	66×58×35	偏楕円体	6	R3	17～22	16×21	G	
36	59×46.5×36α	半球	3～4	R3	15～19	15α×16	G	
37	83×57×37	扁平な卵形	0～3	R2	14	12×50	M	コアは中央が凹状になる
38	65×58.5×32	扁平な滴形	4	R4	13～16	23×27	G	二重リム
39	47×41×32	滴形の断面	2.5	R2	8～18	14.5×20	M	コア中央に四角形の細粒苦鉄質
40	39.5×36×20.5	偏楕円体	2	R2	9～15	12×13	G	コアは球顆状
41	74×65×37	3軸が異なる	4～7	R3	19～21	17×27	G	
42	77×74×60	円球	3～5	R3	20～22	20×20	M	
43	88.5×69×43	3軸が異なる	不明		19～24	29.5×42	M	コアは細粒苦鉄質岩
44	57.5×43.5α×43α	円球	なし	R1	17	8.5×17	M	不均質な優黒質花崗岩に含まれる
45	44×33×28α	滴形の断面	0.5˜3.5	R2	9～12	10.5×13	M	
46	47×42×22.5	長楕円体	3.5	R2	7～13	10×17	G	コアの位置は球顆中心を外れる
47	40×28×24α	長楕円体	6	R4	9～14	8×14	G	コア長軸は球顆長軸に対して45°傾く
48	58×56×37	偏楕円体	3～4	R4	15～21	15×20	M	リムとマントル間に白色帯あり
49	66.3×40×27α	半球	5～13	R4	12～16	3α×5	G	
50	33×31×22	3軸が異なる	なし	R1	8.5～16.5	5×5	G	
51	105×65×45	3軸が異なる	4～5	R4	26	21×60	M	コア中央に四角形の2本の苦鉄質岩
52	37×33α×19.5	3軸が異なる	1	R2	6～13	5×15	G	
53	25×24α×22.5	円球	なし	R1	6～8.5	11×11	G	四角形の苦鉄質岩が隣接
54	35×31α×19.5	長楕円体	1.5～3	R2	8～11	4×18	G	
55	49×41×39	円球	なし	R1	14～19	12×15	M	
56	53.5×27.5×15.5～23	ひょうたん形断面	1～4	R4	17、27	9×13	G	2つの球顆の合体か？
57	44×36×16α	半球	なし	R1	7～12	14×15	G	№56の近隣球顆
58	48×42.5×27	偏楕円体	1～2	R2	12	17×21	G	
59	44×40×25	長楕円体	1～3	R2	8～14.5	6×17	G	マントルは二重の不完全放射状
60	42×32×21	3軸が異なる	不明		6～12	14×16	G	
61	33×27.5×26	円球	なし	R1	9～11	11×15	M	
62	38×30×26.5α	円球	1	R2	9～14	11α×16α	G	
63	40α×30α×18	3軸が異なる	3～3.5	R2	9～15	13.5×23	G	
64	38.4×32×22.6	3軸が異なる	なし	R1	8～11	5×13	G	近隣に接触し合う球顆あり
65	48×37×23α	半球	なし	R1	8.6～18	9.4α×14	G	隣接球顆が接触
66	46×34×29	3軸が異なる	0.5～1	R3	13	13×14	G	
67	53×45×35	3軸が異なる	5	不明	15－20	9×17	G	
68	31×29×26	円球	なし	R1	6～12	8×8	M	マントルとコアの区別困難
69	33×32×23	3軸が異なる	2～5	R2	5～7	12.6×20.5	M	コアは菱形の苦鉄質
70	52×49α×33.5	半球	2	R3	5～11	18×30	M	岩脈で約3分の1消失
71	43×39×24α	半球	4～8	R4	11～13	5×8	G	
72	47×43×30α	半球	なし	R1	18～19	6α×12	G	№71が接触する
73	59×54×37	3軸が異なる	1.2	R2	10～20	15×21	G	
74	45×38×25α	半球	なし	R1	17～18	9×17	G	№73に接触
75	49×38×25	3軸が異なる	なし	R1	10	8×19α	G	№73・74の近隣
76	58×56.5×42α	半球	1	R2	23～24	16α×20	G	花崗岩塊がイボ状の突起になる
77	63×48.5×37.3α	半球	なし	R1	17～23	24×24α	G	38×34α×19球顆が接触
78	60×41×34α	半球	9	R4	12～15	12α×19	G	リムは3重構造
79	58×42×30α	半球	なし	R1	16～22	15.5α×23	G	不明瞭球状体を押し潰す？
80	47×38×30α	半球	6.5	R4	12～15	12×13	M	リムは3構造
81	61×42×30α	半球	0.5	R2	5～11	7×13	M	マントルには放射状でない部分有
82	42×42×30.5	長楕円体	なし	R1	16～20	10×11	G	
83	44×43α×38	半球	2～4	R2	11～15	17×37α	M	
84	50×37×37	長楕円体	5～7	R4	12～14	10×14	G	

球顆番号	長軸×中間軸×短軸	形　　状	リ　ム		マントルの厚さ	コ　　ア		備　　　　考
			幅	種類		サイズ	種類	
85	43×37×17α	半球	1	R3	12〜17	不明		
86	50×40×39α	半球	3	R2	17〜21.5	13×13	M	コア中央に細粒苦鉄質岩
87	103×50α×50	半球	2〜3	R4	28〜32	16α×25	G	2球顆の合体したものか？
88	84×60×37α	半球	4	R2	13〜21	22×39	M	
89	50×49×28α	半球	0.5〜1	R3	9〜17	13×21	G	球顆外周に鉱物の放射状配列
90	39×26×22α	半球	なし	R1	5〜13	15×21	G	
91	37×28×28	長楕円体	1	R2	7〜14	10×11	G	
92	58×49×31α	半球	3〜7	R4	13〜20	15×16	G	隣接球顆との接触部が凹状になる
93	59×58×34α	半球	2〜3	R3	13〜18	18α×26	G	リムの食い違う部分あり
94	73×49×35	紡錘形の断面	12α	R4	13〜21	12×19	G	
95	54.5×41×28α	半球	不明		15〜22	11α×16	G	
96	50×35×21α	半球	1	R3	13〜18	8α×13	G	コアからリムに達する花弁あり
97	69×38×33α	半球	不明		9α	26α×54	M	マントルは細粒放射状
98	53.5×39×28α	半球	1	R3	17〜20	8α×14	G	
99	50×48α×42	円球・一部欠損	なし	R1	13〜18	14×17	G	隣接球顆が接触する
100	55.5×45α×36	長楕円体	1〜2	R2	11〜21	11×17	M	コアの有色鉱物に定向配列あり
101	57×54×48	円球	1.5〜5	R2	13〜23	10×17	G	
102	80α×64×57	長楕円体	2〜5	R4	15〜24	15×16	G	リムが二分する部分あり
103	67×56.5×50	長楕円体	1	R2	15〜24	17×17	G	コア中心の有色鉱物に定向配列あり
104	65×63×30α	半球	なし	R1	20〜24	10α×24	G	花弁は小さく細く短い
105	76α×61×31α	半球・一部欠損	2	R2	24〜33	7α×24	G	
106	35×31×26	長楕円体	2〜7	R2	10〜13	7.5×11	G	
107	48×48×43	円球	1〜2	R2	20	10×10	M	
108	52×49×27α	半球	なし	R1	13〜19	14×16	G	
109	60×42×24α	半球	1〜2	R2	15〜23	11α×19	G	
110	98×53α×49	半球	不明		球状苦鉄質岩　内側は細粒・外側は閃緑岩質			
111	58×51×26α	半球	4〜5	R4	16〜17	7.5α×18.5	G	
112	38×29×45	3軸が異なる	1〜3	R2	8〜14	7×18	G	やや不鮮明な球顆
113	44×26×41	偏楕円体	1	R2	11〜13	4×14	G	やや不鮮明な球顆
114	42.5×33×25α	半球	不明		15〜17	10×16	M	
115	50×49×25α	半球	7〜13	R4	9〜14	3α×17	G	マントル外縁はリム状につながる
116	58α×47×27α	半球	なし	R1	17〜23	5×25	M	マントル一部に円周方向の配列
117	39×31α×21α	半球	なし	R1	マントルとコアの区別は困難・放射状配列は不鮮明・球状花崗岩			
118	50×39×39α	半球	なし	R1	13〜15	8.5×19α	G	
119	49×38×35	長楕円体	1.5〜5.5	R3	9.5〜12.5	14×20	G	
120	41×33α×22	半球	1〜2	R2	5〜14	6×15α	M	№119との接触部は凹む
121	40×27×21α	半球	2〜7	R4	7〜12	8×12	G	角ばった形状の部分あり
122	47×41×25	偏楕円体	1〜4	R2	12〜21	14×19	G	
123	50×38×30	3軸が異なる	1〜2	R2	14〜17	13×13	G	形状やや不鮮明
124	59×51×35α	半球	2〜8	R4	15〜22	15×15	G	リムには花崗岩質の部分あり
125	37×27α×27	半球	1〜1.5	R2	9〜10	16×16	M	
126	72α×45.5×43α	半球	なし	R1	18	28α×48α	M	
127	57×54×30α	半球	なし	R1	16〜23	11α×16	G	
128	54.5×39×37	長楕円体	4~7	R4	8〜18	10.5×13	M	コブ状の突出部あり
129	58×44×44	長楕円体	5〜11	R4	8〜19	10×13	G	長軸方向にリムが広がる
130	46×37×33	長楕円体	なし	R1	6〜8	22×22	G	
131	50×47×38α	半球	1〜3	R2	12〜19	12×16	G	
132	55×55×46	偏楕円体	非放射状の粗粒花崗岩・各部の区別は困難					
133	48×42×38α	半球	1〜3	R4	11〜15	13×13	G	3つの球顆が接触する
133a	65×53×21α	半球	0.5〜4	R2	12〜16	6α×20	G	
134	36×28×21α	半球	1〜2	R2	7	9α×16	G	凹状の部分あり
135	34×28.5×26α	半球	1	R2	8〜12	7×11	G	リムは複雑に屈折する
136	48×35×34α	半球	1	R3	13	12×19α	M	
137	47α×37×34	長楕円体	1	R2	10〜17	15×15	G	
138	41.8×31×25α	半球	0.5〜1	R2	11〜13	14α×20	G	リム・マントル間に白色帯あり

球顆番号	長軸×中間軸×短軸	形　状	リ　ム		マントルの厚さ	コ　ア		備　考
			幅	種類		サイズ	種類	
139	47×34×29	長楕円体	1	R 2	8〜18	9×11	M	
140	46×41×35	長楕円体	なし	R 1	10〜17	10×19	G	
141	55×42×29α	半球	1	R 2	15〜25	8α×11	M	
142	62×41×38α	半球	0.5〜1	R 3	13〜20	11×17α	G	先端に消失部分？あり
143	45×36×31	3軸が異なる	2	R 2	12〜17	12×16	M	マントル放射状不鮮明部分あり
144	35×33α×26	半球	1〜4	R 2	7〜10.5	8.5〜13	G	№143と同じ充填岩
145	42×38×33	扁平な滴形	不明		12〜17	13×13	G	一部欠損
146	43α×33×28.7	長楕円体	なし	R 1	10	10×21α	G	
147	33×25×25	長楕円体	0.8〜1	R 2	10〜16	6×11	G	形状不明瞭・一部に歪みあり
148	32×30×28	円球	なし	R 1	7〜15	不明		形状不明瞭・半面は放射状にならない
149	40α×37×21α	半球	なし	R 1	8〜16	不明		マントル一部は放射状にならない
150	57×49α×25α	半球	なし	R 1	12〜18	13α×30	M	形状やや不明瞭
151	95×57×38α	半球	3〜6	R 4	マントルとコアの区別は困難・放射状でない粗粒花崗岩			
152	56×40×37	紡錘形の断面	2.3	R 3	14〜19	11×14	G	
153	66×46α×25α	半球	3	R 2	19〜26	6×25	M	№153aと接触する
154	33×23×17	3軸が異なる	1〜3	R 2	7〜9	5×10	G	有色鉱物が外周を取り巻く部分あり
155	46×40×35	長楕円体	3〜4	R 4	11〜16	6.5×17	G	
156	48×32×20α	半球	2	R 2	11〜13	5α×7	G	輪郭不明瞭な部分あり
157	38×37×33	円球	2	R 2	11〜15	8×14	G	マントル放射状の不明瞭部分あり
158	54×47×31	長楕円体	なし	R 1	8〜13	11×31	G	マントルは長軸を境に非対称構造
159	37α×30×24	3軸が異なる	1	R 2	6〜13	12×21	G	形状不明瞭
160	46.5×45α×34	3軸が異なる	1.5	R 2	16〜19	15×24	M	
161	44α×39×36	半球	0.5〜1	R 2	11〜13	11×20	M	隣接球顆を潰すように接する
162	45×38×32α	半球	2	不明	10〜13	12×19α	G	
163	34×28×26.5	長楕円体	0.5〜2	R 2	9〜14	7×12	G	2つの球顆の合体したものか？
164	41×35.5×27α	半球	1〜2	R 2	10〜11	7×11	G	放射状でない部分あり
165	36×33α×26	半球	2	R 2	4〜16	4×24α	G	マントル内に花崗岩岩脈状部分あり
166	34.5×32.5×19α	半球	なし	R 1	12〜15	4×10	G	
167	41×40×38	円球	0.5	R 2	9〜21	5×5	G	切断面により相が異なる
168	41×41×24	偏楕円体	なし	R 1	マントルとコアの区別は困難		G	マントルの半面は放射状にならない
169	70×63α×37	紡錘形の断面	1.5〜3	R 2	マントルとコアの区別なし・閃緑岩質			
170	47α×42×36α	半球	なし	R 1	マントルとコアの区別なし・細粒苦鉄質岩			
171	43α×37×35.2	半球	1〜1.5	R 2	12〜15	13×17	G	
172	37×35α×26.5	偏楕円体	1〜3	R 2	11〜13	14×15	G	マントルは切断面により相が異なる
173	52.5×48×36	長楕円体	なし	R 1	12〜17	14×16×24	G	イボ状の凸部あり
174	33×27×9α	長楕円体	なし	R 1	8〜11	5×7	G	形状不明瞭
175	34α×31×21	長楕円体	なし	R 1	10〜15	6×15	M	マントル半分は花弁を欠く
176	27×21α×21	長楕円体	1〜1.5	R 2	6〜9	7×9α×13	M	リムを欠く部分は花弁が突き出る
177	35α×32.5×19α	半球	1〜3	R 2	9〜13	10×21.5	M	外周に沿う有色鉱物が多い
178	45×32×20α	半球	なし	R 1	マントルとコアの区別困難・小型花弁状鉱物が弱い放射状配列する			
179	38×31.5×28	長楕円体	なし	R 1	9〜13	11×12.5	G	№180がめり込む
180	30×27α×19α	不明	なし	R 1	7〜11	12×14	G	切断不可により形状不明
181	61×53×25α	半球	0.5〜3	R 2	13〜18.5	7α×19	G	
182	44×38.6×34α	円球	1〜3	R 2	9〜20	11×11	G	放射状でない部分あり
183	56×41×41	長楕円体	なし	R 1	15	5α×14×19	G	花弁にならない部分あり
184	50×33×23	長楕円体	なし	R 1	10〜21	8×13	G/M	切断面で相が異なる
185	40×28×？	長楕円体	1	R 2	7〜14	6×19	G	切断不可のためサイズ不明
186	51×32×25α	半球	3〜4	R 2	マントルとコアの区別なし・粗粒花崗岩・2球顆の合体？			
187	45×27α×22.4	長楕円体	1〜4	R 3	7〜11	4.5×12	G	
188	47α×35×31	半球	4〜7	R 2	10〜11	5×13	G	形状不明瞭
189	34×30×22α	半球	1〜3	R 2	8〜10	8α×11	M	放射状でない部分あり
190	34×33×22	偏楕円体	1.2	R 2	7〜12	4×6	M	優黒質花崗岩に含まれる
191	39×28×16α	半球	1〜3	R 2	7.5〜9	7×11	G	花弁未発達部分あり
192	47×43×35	偏楕円体	なし	R 1	11〜15	13×15	G	露頭最上部球顆・採集物
193	47×37×36	長楕円体	0.5〜3	R 2	コアとの区別はない・球状閃緑岩			形状は立方体に近い