

古期岩類

阿武隈山地岩石鉱物調査会

地質概略

1. ハンレイ岩

筑波山頂付近を中心に、少なくとも東西5.5 km、南北2 kmの範囲に分布している(図1)。山頂及び稜線部付近に露出があるが、地表での露出は限られており、山腹は岩屑物に覆われているため、山麓付近を形成する筑波花崗岩や筑波変成岩との境界部の露出はない。一方、筑波山塊の地下を通過する霞ヶ浦用水筑波トンネルにおいては、花崗岩類に貫かれ、接触変成作用を被っているハンレイ岩類やハンレイ岩中の筑波変成岩の捕獲岩が確認されている(笹田ほか, 1987)。また、八郷町太田及び道祖神峠付近にも露出がある。

ハンレイ岩にはしばしば層状構造がみられる。山頂

付近の露出では、角閃石ハンレイ岩、カンラン石ハンレイ岩、斜長岩などがみられ、ペグマタイトを伴う。一方、霞ヶ浦用水筑波トンネルでは、カンラン石ハンレイ岩を主に、角閃石ハンレイ岩、コートランド岩などからなり、標高により岩相変化があることが知られている。形成年代は角閃石の K-Ar 法により75Maの放射年代値が得られている(宮崎ほか, 1996)。

2. 斜長岩

斜長岩は筑波ハンレイ岩体の一岩相であり、女体山の北東斜面に分布する。ハンレイ岩体の一連の岩相変化において、最も有色鉱物に乏しい岩相である。ほとんど斜長石からなる優白質岩脈を伴う。

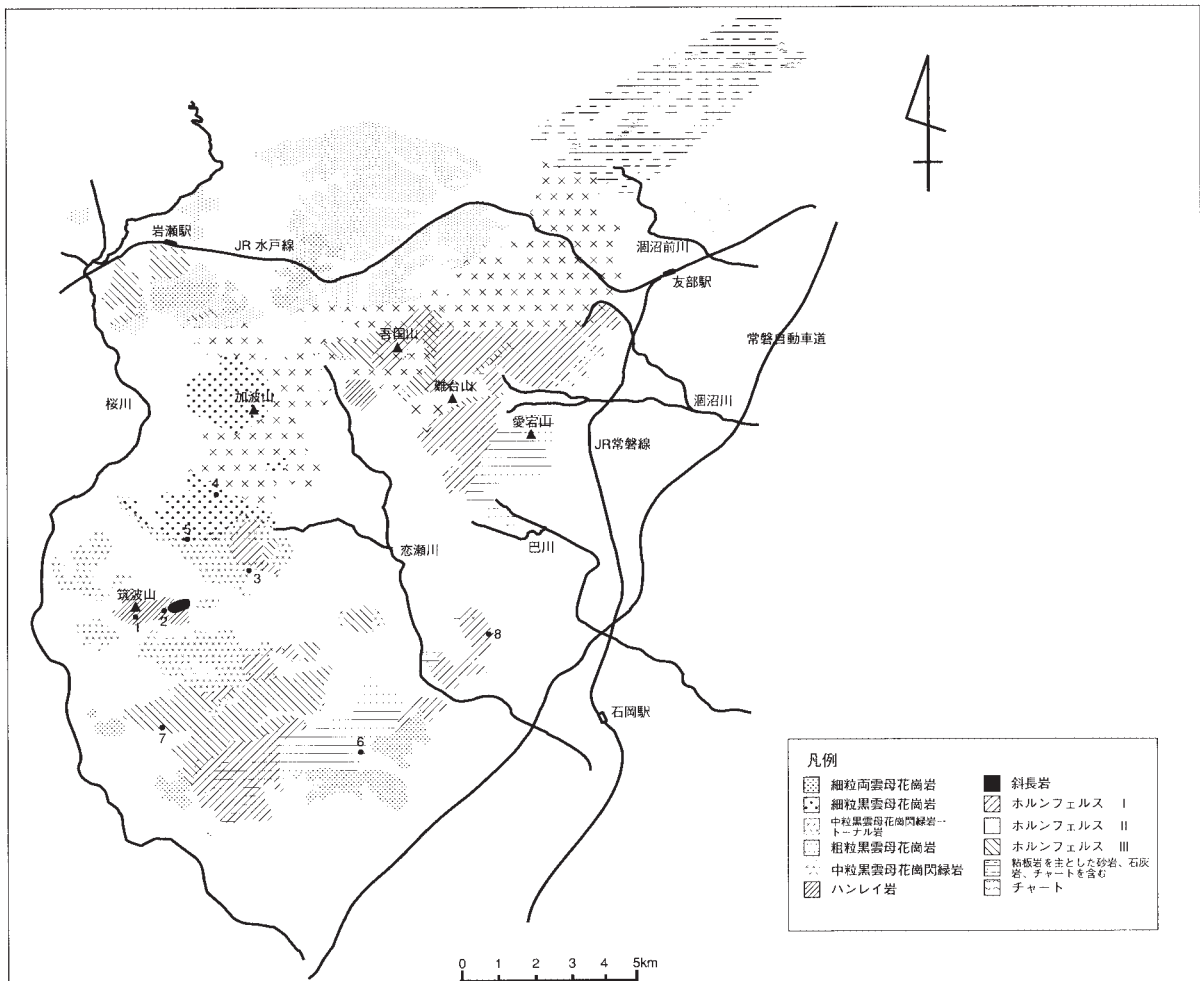


図1. 筑波山周辺の地質概略図.

3. 中粒黒雲母花崗閃緑岩～トータル岩

筑波ハンレイ岩体を取り囲むように筑波山中腹～山麓に広く露出するほか、筑波山南方の筑波変成岩類の分布域に小岩体として散在する。北側は加波山花崗岩に貫入される。また、筑波山上部にみられるハンレイ岩類との境界は岩屑物に覆われて露出していないが、霞ヶ浦用水筑波トンネル内において、ハンレイ岩に貫入している様子が報告されている（笹田ほか、1987）。中粒黒雲母花崗閃緑岩、斑状黒雲母花崗岩、片状黒雲母トータル岩、細粒黒雲母角閃石閃緑岩などから構成され、柴田（1944）の命名による筑波花崗岩は当岩体と細粒両雲母花崗岩を合わせたものに相当する。また、八郷町西光院では、堇青石などからなる球顆を含む球状花崗岩が斑状花崗閃緑岩に貫入している。また、柴（1979）、河野・植田（1966）、Arakawa & Takahashi（1988）らにより、中粒黒雲母花崗岩～トータル岩を含めた筑波～笠間地域に分布する花崗岩類の放射年代は63～58Maと測定されている。

4. 細粒両雲母花崗岩～花崗閃緑岩

つくば市北条や小田、千代田町上佐谷、雪入付近にまとまった岩体として露出するほか、筑波変成岩の中に細粒花崗岩の小岩体として露出する。細粒～中粒白雲母黒雲母花崗岩を主とし、しばしば細粒のザクロ石を伴う。高橋（1992）における北条花崗岩にほぼ相当する。

5. 細粒黒雲母花崗岩

真壁町山尾周辺、上小幡～加波山西斜面、及び足尾山頂付近の3ヶ所に分布する。

比較的均質で、粒度も一定し、石材に適しているため、石切場が多数みられる。その一方で、山尾付近ではベグマタイト脈が多数発達し、珪酸塩鉱物や多種の希元素鉱物が報告されている。

筑波花崗岩との境界では、筑波花崗岩に貫入する様子が観察される。また、中粒黒雲母花崗閃緑岩との境界では貫入・漸移の様子がそれぞれ確認されている（高橋、1982；宮崎ほか、1996）。

6. 中粒黒雲母花崗閃緑岩

加波山・足尾山一帯から難台山、笠間市福原、吉原に至る広い地域に分布する。一般に均質な中粒黒雲母花崗岩～花崗閃緑岩で、塊状であるが、難台山南部ではカリ長石の2 cm程度の斑品を含む。

北側に分布する粗粒黒雲母花崗岩体に貫入してい

る。また、東方の堆積岩類への貫入に伴い、吾国山変成岩類が形成されている。

7. 粗粒黒雲母花崗岩

笠間市稲田から岩瀬町にかけて広く分布する。粗粒の花崗岩で、「稲田石」として広く石材に利用されている。八溝層群笠間層に貫入しており、周囲の砂岩・泥岩やチャート、石灰岩等は接触変成作用を受けている。また、境界部付近では、ホルンフェルスや大理石の捕獲岩がみられる。

また、南部に接する中粒黒雲母花崗閃緑岩、及び岩瀬町上城・加茂付近に露出する細粒両雲母花崗岩に貫入されている。

8. 安山岩

花崗岩や変成岩を貫く岩脈として露出する。新治村山ノ荘や霞ヶ浦用水筑波トンネル内では筑波変成岩中に、加波山の西斜面では中粒黒雲母花崗閃緑岩に、大和村役場では粗粒黒雲母花崗岩にそれぞれ貫入している（宮崎ほか、1996）。柴ほか（1979）により、17MaのK-Ar年代が得られている。

9. 筑波変成岩（ホルンフェルスI）

筑波変成岩類は筑波山南方～西方にかけて広く分布する。つくば市平沢から千代田町上志筑付近に最も連続的に広く分布する。また、千代田町高倉から八郷町龍神山にかけての地域や八郷町富士山周辺にも分布があり、筑波山北東の八郷町西光院付近にも露出する。筑波変成岩類の大部分は泥岩及び砂岩（砂泥互層）を原岩とする。

筑波変成岩類と吾国山周辺に分布する吾国山変成岩類、及び八溝層群笠間層との岩相の類似性及び地質的な連続性から、筑波変成岩類はジュラ紀末期～白亜紀前期に形成された付加体堆積岩が起源であり、断続的なフェルシクマグマの貫入に伴い熱変成を受けて形成されたものであると考えられている。また、筑波変成岩類は吾国山変成岩類よりも地下深部で形成されたと考えられている（宮崎ほか、1992）。

ホルンフェルスIには黒雲母粘板岩を主とする。筑波変成岩類において低変成度の領域に相当する。泥質岩起源の岩相ではスレート劈開が発達し、黒雲母の細粒結晶集合体からなる点紋を伴うことがある。また、泥質部と砂質部の粒度の相違が明瞭である。

10. 筑波変成岩（ホルンフェルスⅡ）

新治村東城寺から八郷町弓弦にかけて連続的に分布する。また、八郷町根小屋にも小規模に露出する。主岩相は片理が発達した黒雲母片岩であり、泥質部にはしばしば紅柱石の斑状変晶が生じていることがあるが、砂質部にはみられない。紅柱石は層理に平行な foliation が顕著であるが、lineation はみられず、白雲母化して空晶石となっていることがある。

11. 筑波変成岩（ホルンフェルスⅢ）

つくば市平沢から八郷町仏生寺、下青柳にかけて分布し、八郷町富士山付近や西光院付近にも露出する。黒雲母片麻岩を主岩相とする。泥質部・差質部ともに再結晶により粗粒化しているが、泥質部には片麻状組織が発達する。筑波花崗岩類と近接し、小規模な花崗岩類が多数貫入している。筑波変成岩類において最も高温に達し、500～550℃程度であると推定されている（宮崎ほか、1992）。

主要露頭

1. つくば市筑波（筑波山頂男体山）（図2）



図2. 所在地（国土地理院発行1:25,000地形図「筑波」を使用）。

- (1) 名称 筑波山はんれい岩体
- (2) 目標物からの方位・距離
筑波山頂男体山神社の礎石
- (3) 2.5万分の1地形図幅名「筑波」
- (4) 概説

筑波山はんれい岩体は、主として角閃石はんれい岩と斜長岩質はんれい岩から構成される。結晶粒度の変化と角閃石と斜長石の量比の変化によって、岩相が著しく変化する。層状構造も顕著で、斜交層理も観察される。かんらん石はんれい岩やシソ輝石はんれい岩も少量分布する。はんれい岩質～閃緑岩質ペグマタイト

もよく発達する。はんれい岩類は花崗岩中に捕獲されたものや、花崗岩に貫入された関係が報告されており、花崗岩より前の活動によるものである（笹田ほか、1987）。

(5) 詳細説明

男体山には優黒質中粒～細粒の角閃石はんれい岩及びシソ輝石はんれい岩が露出する。結晶粒度の違いと角閃石・斜長石の量比の違いによる数cm～数10cm程度の層状構造が顕著である。層状構造には、斜交層理も観察され、玄武岩質マグマ中での結晶集積作用が観察できる。このはんれい岩を切る閃緑岩岩脈やはんれい岩質ペグマタイトもよく発達する（図3）。ペグマタイト中の角閃石は層状構造に斜交して大きく成長している。ホルンブレンドやシソ輝石は、花崗岩の熱の影響やはんれい岩の冷却過程での再結晶によって、アクチノ閃石やカミングトン閃石に変化している。細粒片状のはんれい岩ないし閃緑岩はかつて角閃岩と呼ばれ変成岩とされていたが、その後の研究によりこれらははんれい岩の一部とされている。

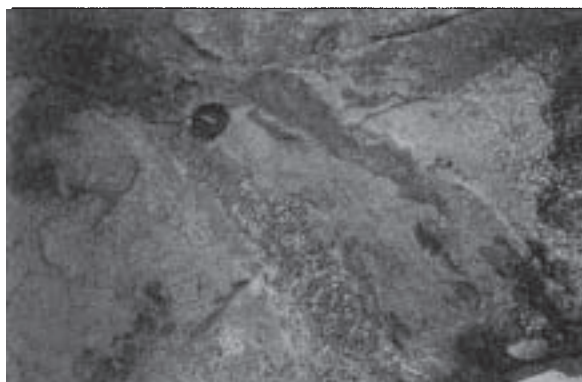


図3. 筑波はんれい岩中のペグマタイト脈。

(6) 岩石記載（図4）

a. 男体山1

岩石名：角閃石ハンレイ岩

初生鉱物：斜長石、褐色角閃石、薄緑色角閃石、カミングトン閃石、黒雲母、カリ長石、単斜輝石、スフェーン、磁鉄鉱

交代鉱物：絹雲母、緑泥石

備考：塊状、少し風化を受けている。

b. 男体山2

岩石名：角閃石ハンレイ岩

初生鉱物：斜長石、褐色角閃石、緑色角閃石、カミングトン閃石、黒雲母、カリ長石、ジルコン

交代鉱物：アクチノ閃石、絹雲母、緑泥石

備考：片状構造が発達している。優黒部と優白部の縞状構造が明瞭である。角閃石の巨晶あり。

c. 男体山3

岩石名: 細粒角閃石ハンレイ岩 (角閃岩)
 初生鉱物: 褐色角閃石, 斜長石, カミングトン閃石,
 磁鉄鉱, 黒雲母, 緑色角閃石, 燐灰石, チタン鉄鉱
 交代鉱物: 絹雲母, 緑泥石
 備考: 優黒質塊状, 細粒.

岩石名: 細粒角閃石ハンレイ岩 (角閃岩)
 初生鉱物: 褐色角閃石, 斜長石, カミングトン閃石,
 磁鉄鉱, 黒雲母, 緑色角閃石, 燐灰石, チタン鉄鉱
 交代鉱物: 絹雲母, 緑泥石
 備考: 細粒優黒質であり, 弱い縞状構造あり.

d. 男体山4

(7) 化学分析
 ハンレイ岩類の全岩化学組成値を表1に示す.

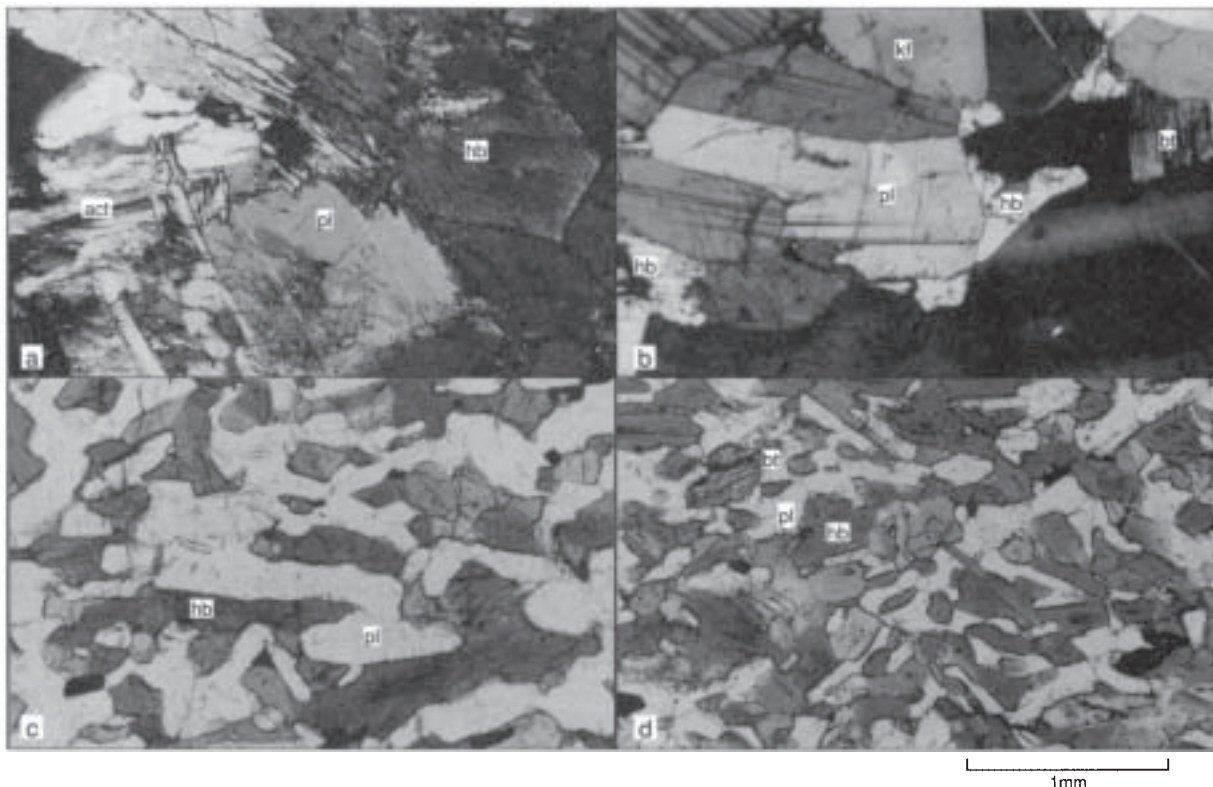


図4. 男体山周辺のハンレイ岩類の薄片. a: 男体山1 (直交ポーラ), b: 男体山2 (直交ポーラ), c: 男体山3 (下方ポーラ), d: 男体山4 (下方ポーラ). pl, 斜長石; kf, カリ長石; hb, 角閃石; bt, 黒雲母; act, アクチノ閃石.

表1. 男体山周辺のハンレイ岩類の全岩化学組成.

	男体山1 (hb gabbro)	男体山2 (hb gabbro)	男体山3 (fine-grained hb gabbro)	男体山4 (fine-grained hb gabbro)	筑波山 (gabbro)	酒寄御幸原 (opx gabbro)	柴田院※ (hb gabbro)
SiO ₂	52.262	45.985	45.091	44.558	44.21	46.37	48.0
TiO ₂	0.710	0.214	1.847	2.181	0.24	0.25	0.72
Al ₂ O ₃	18.418	27.875	19.544	19.093	24.37	21.88	20.95
Fe ₂ O ₃	9.056	4.517	14.202	14.504	0.56	0.43	1.34
FeO					5.06	5.36	8.03
MnO	0.170	0.068	0.192	0.187	0.08	0.07	0.13
MgO	8.568	4.907	6.021	6.526	6.29	8.27	4.91
CaO	9.193	14.431	11.286	11.542	16.43	14.16	9.18
Na ₂ O	1.354	1.372	1.515	1.563	1.56	1.24	3.82
K ₂ O	0.557	0.233	0.384	0.315	0.15	0.22	1.34
P ₂ O ₅	0.079	0.077	0.301	0.292	0.01	tr	0.3
H ₂ O ⁺					0.83	2.05	1.17
H ₂ O ⁻					0.58	0.29	0.48
Total	100.367	99.679	100.383	100.761	100.37	100.59	100.37
分析者	田切美智雄	田切美智雄	田切美智雄	田切美智雄	高橋・荒川, 1998	柴田, 1944	柴田, 1944

※: 花崗岩中の捕獲岩.

(8) 現況

周辺登山道及び自然観察路に沿って良好な露出があるが、全て男体山山頂神社のご神体及び礎石となっており、試料採取は許可されていない。

(9) 文化財としての指定状況

未指定

(10) 他の法令での規制状況

水郷筑波国定公園地域内

(11) キーワード

はんれい岩、角閃石、シソ輝石、ペグマタイト

(12) 記入者名

田切美智雄

2. つくば市筑波（筑波山頂女体山）(図5)

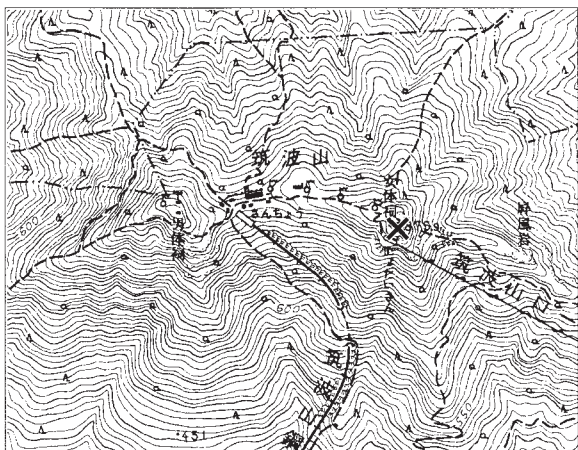


図5. 筑波山はんれい岩体（女体山）露頭所在地（国土地理院発行 1:25,000 地形図「筑波」を使用）。

(1) 名称 筑波山はんれい岩体

(2) 目標物からの方位・距離

筑波山頂女体山神社の礎石

(3) 2.5万分の1地形図幅名「筑波」

(4) 概説

筑波山はんれい岩体は、主として角閃石はんれい岩と斜長岩質はんれい岩から構成される。結晶粒度の変化と角閃石と斜長石の量比の変化によって、岩相が著しく変化する。層状構造も顕著で、斜交層理も観察される。かんらん石はんれい岩やシソ輝石はんれい岩も少量分布する。はんれい岩質～閃緑岩質ペグマタイトもよく発達する。はんれい岩類は花崗岩中に捕獲されたものや、花崗岩に貫入された関係が報告されており、花崗岩より前の活動によるものである（笹田ほか、1987）。

(5) 詳細説明

女体山は斜長岩質はんれい岩・角閃石はんれい岩と少量のかんらん石はんれい岩から構成されている。斜

長岩質はんれい岩は優白色粗粒の岩石で、主に斜長石を主成分とする。女体山の山頂から東側斜面に多く分布する。体内潜り・弁慶の七戻り・北斗岩により露出がある。角閃石はんれい岩は角閃石と斜長石を主成分とする優黒質粗粒な岩石で、女体山山頂から御幸原にかけて分布する。これらの岩石は層状に互層することも多い（図6）。山頂ロープウェイ出口の広場にこれらの関係を観察できるよい露頭がある。かんらん石はんれい岩は女体山山頂に少量分布する。きわめて粗粒な角閃石と斜長石からなるはんれい岩質ペグマタイトが山頂付近に点在する。



図6. 斜長岩質ハンレイ岩の層状構造。

(6) 現況

周辺登山道及びロープウェイ山頂駅付近により露出があるが、全て女体山山頂神社のご神体及び礎石となっており、試料採取は許可されていない。

(7) 文化財としての指定状況

未指定

(8) 他の法令での規制状況

水郷筑波国定公園地域内

(9) 岩石記載（図7）

a. 女体山1

岩石名: カンラン石-輝石ハンレイ岩

岩石名: カンラン石-輝石ハンレイ岩

初生鉱物: 斜長石, 単斜輝石, 斜方輝石, カンラン石, 褐色角閃石, 緑色角閃石, スピネル, カリ長石

交代鉱物: アクチノ閃石, スピネルシプレクタイト, 滑石, 緑泥石, 炭酸塩鉱物, 磁鉄鉱, 燐灰石

備考: 塊状。

b. 女体山2

岩石名: 角閃石ハンレイ岩

初生鉱物: 斜長石, 緑色角閃石, 単斜輝石, カリ長石

交代鉱物: アクチノ閃石, カミングトン閃石, 緑泥石

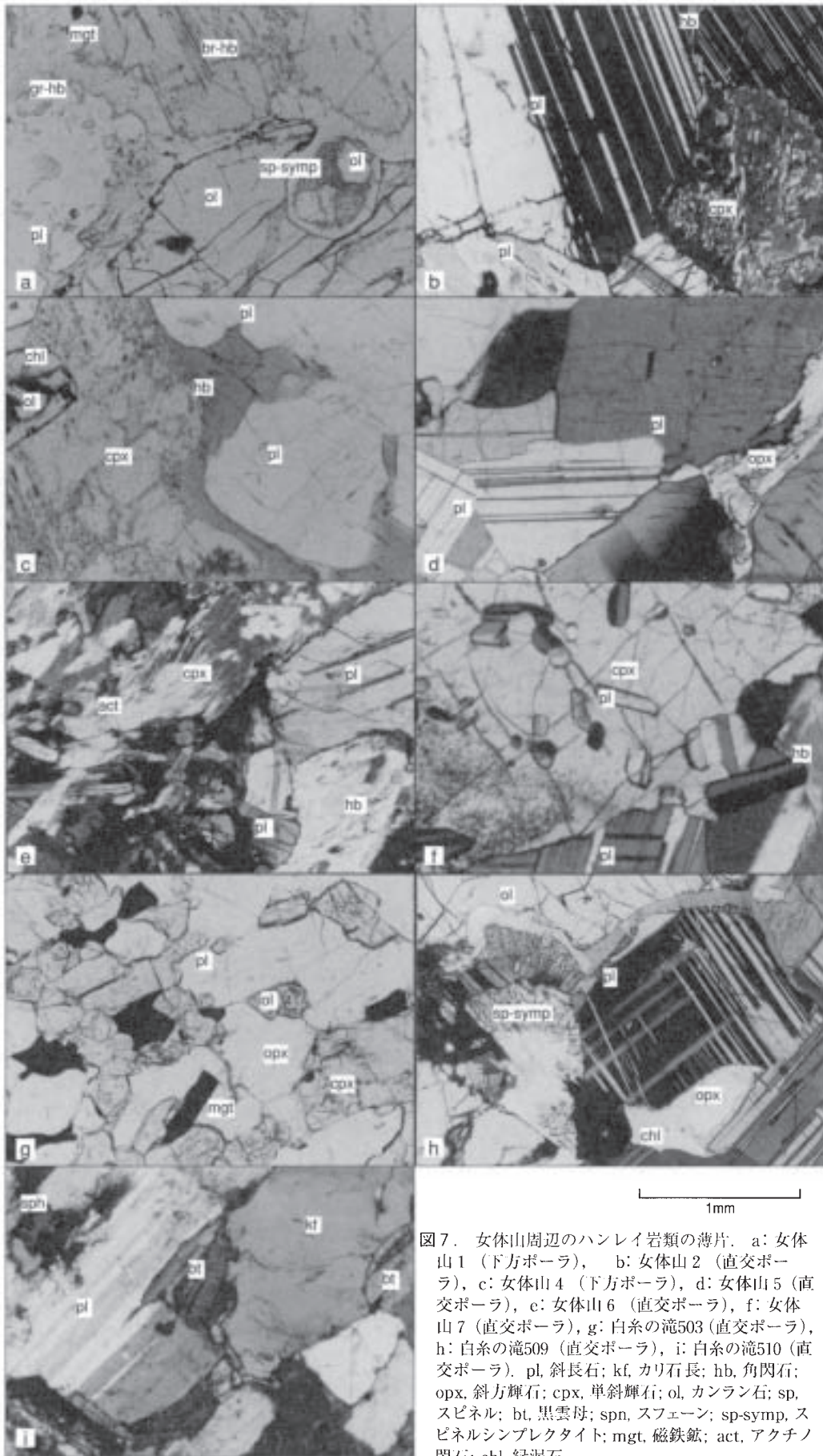


図7. 女体山周辺のハンレイ岩類の薄片. a: 女体山1 (下方ポーラ), b: 女体山2 (直交ポーラ), c: 女体山4 (下方ポーラ), d: 女体山5 (直交ポーラ), e: 女体山6 (直交ポーラ), f: 女体山7 (直交ポーラ), g: 白糸の滝503 (直交ポーラ), h: 白糸の滝509 (直交ポーラ), i: 白糸の滝510 (直交ポーラ). pl, 斜長石; kf, カリ石長; hb, 角閃石; opx, 斜方輝石; cpx, 単斜輝石; ol, カンラン石; sp, スピネル; bt, 黒雲母; spn, スフェーン; sp-symp, スピネルシンプレクタイト; mgt, 磁鉄鉱; act, アクチノ閃石; chl, 緑泥石.

表2. 女体山周辺のハンレイ岩類の全岩化学組成.

	女体山1 (ol px gabbro)	女体山2 (hb gabbro)	女体山4 (px hb gabbro)	女体山5 (anorthositic ol px gabbro)	女体山6 (hb gabbro)	女体山7 (ol px gabbro)	女体山8 (ol px gabbro)	女体山14 (px gabbro)	女体山509 (anorthositic gabbro)	白糸の滝510 (migmatic amphibolite)	白糸の滝503 (finegrained gabbroic migmatite)
SiO ₂	45.359	48.187	45.172	44.779	46.505	44.998	44.543	47.028	43.790	54.791	44.422
TiO ₂	0.234	0.332	0.303	0.190	0.207	0.196	0.197	0.211	0.107	1.366	4.446
Al ₂ O ₃	19.283	13.711	20.200	23.341	26.198	22.529	18.801	25.437	26.337	18.644	18.388
Fe ₂ O ₃	9.246	11.220	8.937	7.564	4.806	6.641	9.917	5.294	5.229	9.861	12.628
MnO	0.162	0.221	0.155	0.115	0.094	0.121	0.162	0.111	0.079	0.129	0.211
MgO	10.0	12.6	9.2	7.2	5.2	7.6	11.2	5.9	6.1	3.3	7.1
CaO	14.8	13.0	15.1	15.9	15.4	16.6	14.6	14.6	17.2	7.1	12.3
Na ₂ O	0.7	0.5	0.7	0.7	0.8	0.7	0.6	0.9	0.6	2.8	0.9
K ₂ O	0.1	0.1	0.1	0.1	0.3	0.1	0.1	0.3	0.1	2.0	0.2
P ₂ O ₅	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0
Total	99.9	99.9	99.8	99.8	99.5	99.5	100.0	99.8	99.5	100.3	100.6
Nd			0.4		0.3		0.3				6.6
Zr			14.9		13.7		11.0				16.2
Y			6.6		3.5		5.6				8.1
Sr			359.5		476.1		337.7				425.5
Rb			4.7		26.7		3.3				4.1
Ba			9.3		23.3		2.8				95.5
Ni			20.8		10.1		32.9				3.7
Cr			239.1		125.6		395.2				13.0
V			198.1		145.6		178.3				462.0
Sc			28.6		20.0		31.5				60.8

備考: 塊状, 少しソーシュライト化している.

c. 女体山4

岩石名: 輝石-角閃石ハンレイ岩

初生鉱物: 斜長石, 褐色角閃石, 緑色角閃石, 単斜輝石, 斜方輝石, カンラン石, スピネル, カリ長石

交代鉱物: スピネルシンプレクタイト, 炭酸塩鉱物, 滑石, 緑泥石, 磁鉄鉱

備考: 塊状, 優黒質.

d. 女体山5

岩石名: 斜長岩質ハンレイ石-輝石ハンレイ岩

初生鉱物: 斜長石, カンラン石, 単斜輝石, 斜方輝石, 褐色角閃石, カリ長石

交代鉱物: アクチノ閃石, カミングトン閃石, 黒雲母, 磁鉄鉱, 炭酸塩鉱物, 滑石, スピネルシンプレクタイト, 緑泥石

備考: 弱い定向配列がみられる.

e. 女体山6

岩石名: 角閃石ハンレイ岩

初生鉱物: 斜長石, 褐色角閃石, 緑色角閃石, 単斜輝石, カリ長石

交代鉱物: アクチノ閃石, カミングトン閃石, スフェーン, ルチル, 黒雲母, 緑泥石

備考: 塊状. 少しソーシュライト化している.

f. 女体山7

岩石名: カンラン石-輝石ハンレイ岩

初生鉱物: 斜長石, 斜方輝石, 単斜輝石, カンラン石, 褐色角閃石, 緑色角閃石

交代鉱物: 黒雲母, スピネルシンプレクタイト, 滑石, 炭酸塩鉱物, 緑泥石

備考: ハンレイ岩質ペグマタイトあり. 角閃石の巨晶を伴う.

g. 女体山8

岩石名: カンラン石-輝石ハンレイ岩

初生鉱物: カンラン石, 単斜輝石, 斜方輝石, 斜長石, 褐色角閃石, 緑色角閃石, スピネル

交代鉱物: スピネルシンプレクタイト, 炭酸塩鉱物, 磁鉄鉱, 緑泥石

備考: 塊状, 優黒質.

h. 女体山14

岩石名: 輝石ハンレイ岩

初生鉱物: 斜長石, 単斜輝石, 斜方輝石, カンラン石, 褐色角閃石, 緑色角閃石, カリ長石

交代鉱物: アクチノ閃石, スピネルシンプレクタイト, スフェーン, 滑石, 緑泥石, 磁鉄鉱, 炭酸塩鉱物

備考: ハンレイ岩質ペグマタイトを伴う.

i. 女体山509

岩石名: 斜長岩質ハンレイ岩

初生鉱物: 斜長石, カンラン石, 単斜輝石, 斜方輝石,

褐色角閃石, 緑色角閃石, スピネル

交代鉱物: アクチノ閃石, スピネルシンプレクタイト,
滑石, 磁鉄鉱, 炭酸塩鉱物, 緑泥石

備 考: 塊状, 弱い定向配列がみられる.

j. 白糸の滝503

岩 石 名: 細粒ハンレイ岩質ミグマタイト

初生鉱物: 斜方輝石, 単斜輝石, 褐色角閃石, カン
ラン石, 黒雲母, 斜長石, カリ長石, 磁鉄鉱

備 考: 明瞭な片状構造がみられる. 散在する
リュウコゾームが多数発達している.

k. 白糸の滝510

岩 石 名: ミグマタイト質角閃岩

初生鉱物: 黒雲母, 角閃石, 石英, カリ長石, スフェ
ン

備 考: 弱い片状構造がみられる. 散在するリュウ
コゾームが多数発達している.

(10) 化学分析

ハンレイ岩類の全岩化学組成値を表2に示す.

(11) キーワード

はんれい岩, 斜長岩, かんらん石, 角閃石, 斜長石,
ペグマタイト

(12) 記入者名

田切美智雄

3. 八郷町峰寺山西光院 (図8)

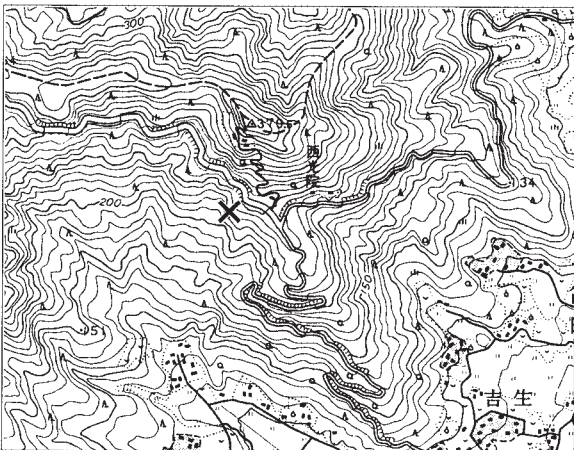


図8. 球状花崗岩露頭所在地 (国土地理院発行 1:25,000 地形図「柿岡」を使用).

(1) 名称 球状花崗岩「小判石」

(2) 目標物からの方位・距離

西光院駐車場から500 m 西方

(3) 2.5万分の1 地形図幅名「柿岡」

(4) 概説

球状花崗岩はホルンフェルスが花崗岩質マグマの中へ融けていく途中の岩石である. ここは筑波型斑状花

崗閃緑岩と筑波変成岩類との境界に位置する. 指定地以外にも類似の岩石が見られる. 指定地の球状花崗岩の露頭は横約2 m, 縦約8 mで, 両側は斑状花崗岩になっている (図9, 10). 斑状花崗岩は垂直板状に分布している. 板の厚さは1 mで, 最下部は2列に分岐している. 球状花崗岩の西側は球の核部だけ集合した部分に急変し, 次第に核部が少なくなって花崗岩に移化する. 球状花崗岩の東側は斑状花崗岩に急変する. 球状花崗岩の直上は不連続にホルンフェルスに変

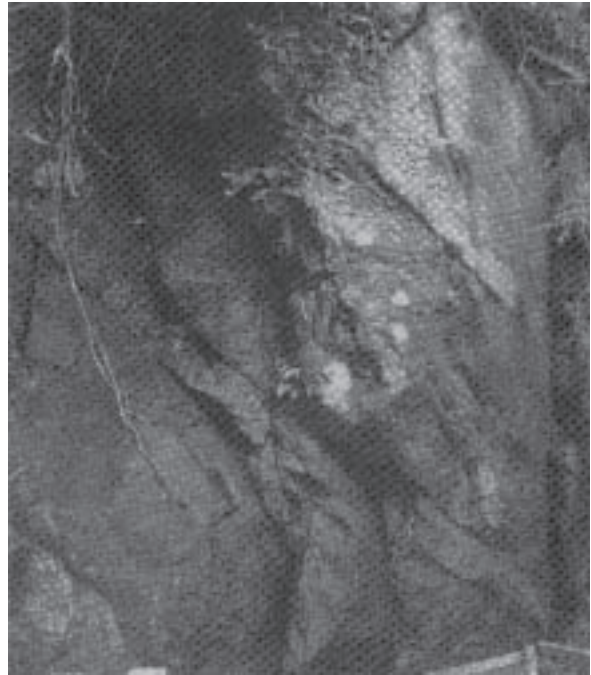


図9. 球状花崗岩の露頭.

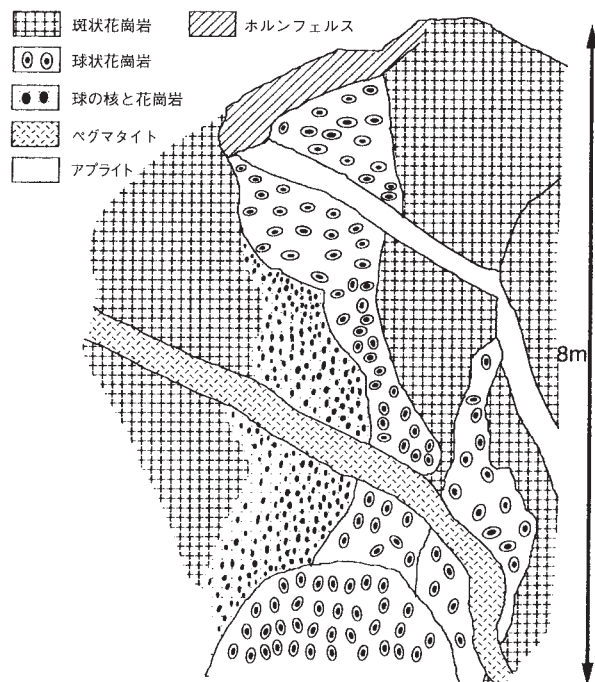


図10. 球状花崗岩露頭のスケッチ (田切ほか, 1998).

わる。これら全ての岩相を貫いて、アプライト脈が貫入している。アプライト脈中には球は含まれない。

(5) 詳細説明

球状花崗岩は球とその基質の花崗岩部からなる。球は扁平球状体で、直径5 cm 前後の径の揃ったものが一定配列して分布している。岩体上部では球の長径は下部より少し大きく、球は水平に緩く傾斜しているが、岩体中～下部では球径は上部より少し小さく、球は垂直に配列している。垂直部では球の下の部分が膨らんだ卵形をしていることが多く、沈んでいく様子が観察できる。球と球の間には必ず基質の花崗岩があり、球と球との衝突や融合は見られない。しかし、球と球とが近接していると、お互いに調和的に湾曲しており、力学的相互関係があったことが解る(図11)。稀に球の外殻部が無く、核の部分のみのものもある。

球の内部は黒色の核部と灰青白色の外殻部からなる。核部は中粒等粒状ホルンフェルスからなる扁平状球体であるが、弱い片状構造を持つ。核部と外殻部の比はほぼ一定で、体積比で核部：外殻部≒ 1：10である。核部の構成鉱物は主として黒雲母よりなり、少～中量の斜長石、石英、少量のカリ長石、白雲母、電気石、燐灰石を含む。斜長石には自形の累帯構造が見られる。

外殻部は放射状構造を持ち、主として堇青石から構成される。堇青石は短辺3 mm 以下の放射状に成長した結晶の束からなり、核部に近いほど放射状で、外殻部縁部では粒状結晶が発達する。堇青石中には微粒～細粒の他形燐灰石が多量に含まれる。燐灰石包有結晶は堇青石サブグレインごとに樹枝状の流体包有物のような形態で外に向かって配列する。堇青石結晶の中心部では燐灰石結晶は極めて細粒であるが、樹枝状の先端に向かって次第に粒径を増す。堇青石結晶の粒界では燐灰石結晶は消滅する。ところが、外殻部を放射状に走る雲母濃集部や球と花崗岩との境界部には比較

的粗粒な燐灰石の濃集が見られる。このことは、球の中で堇青石の結晶化とともに燐灰石メルトの分離が起こっていることを示している。

花崗岩はカリ長石の斑状結晶を特徴的に含む黒雲母花崗岩である。斑状結晶は球状花崗岩の延びと調和的に並んでいる。球との接触部は両雲母花崗岩となっている。

この球状花崗岩の成因を考察する上で次の4つの特徴は重要な鍵である。1) 核部はホルンフェルスである。2) 球の大きさが揃っている。3) 球の核と外殻部の比率が一定である。4) 外殻部は主として放射状堇青石から構成される。5) 核部のみ集合した部分が接する。

表3. 球状花崗岩の全岩化学組成。

	外殻部	核部	全岩	堇青石 ホルン フェルス	斑状 花崗岩
SiO ₂	48.40	40.81	49.08		
TiO ₂	0.03	1.14	0.06		
Al ₂ O ₃	27.76	20.83	27.51		
Fe ₂ O ₃	8.09	18.17	8.07		
MnO	0.59	0.30	0.56		
MgO	5.28	8.19	5.24		
CaO	4.06	0.60	3.70		
Na ₂ O	1.75	0.42	1.60		
K ₂ O	1.91	8.31	1.82		
P ₂ O ₅	2.78	0.18	2.58		
Total	100.65	98.95	100.22		
La	41.70	60.10	32.10	23.30	35.10
Ce	116.00	129.00	92.00	54.00	75.00
Pr					
Nd	64.20	57.80	53.70	24.30	31.30
Sm	22.92	11.69	20.39	5.26	6.55
Eu	1.02	0.48	0.99	1.11	1.24
Gd	24.80	8.10	22.80	4.20	4.70
Tb					
Dy	27.38	6.19	26.11	4.07	3.59
Ho					
Y	122.20	25.50	112.70	21.00	16.70
Er	11.98	2.73	10.93	2.60	1.95
Tm					
Yb	7.90	1.61	6.98	2.40	1.42
Lu	0.88	0.23	0.79	0.33	0.18
Ba	108.60	338.20	100.20		
Co	12.00	36.30	13.00	26.20	6.90
Cu	7.90	13.90	8.30	22.30	6.60
Nb	5.26	57.26	5.30		
Ni	6.60	48.50	7.70	67.00	27.00
Rb	109.30	516.90	109.60		
Sc	5.30	23.40	3.30	13.30	3.80
Sr	89.00	31.00	83.00	145.00	297.00
V	7.50	187.30	9.10	132.00	13.30
Zn	0.00	303.00	138.00	107.00	66.00
Zr	74.00	349.00	101.00	149.00	131.00

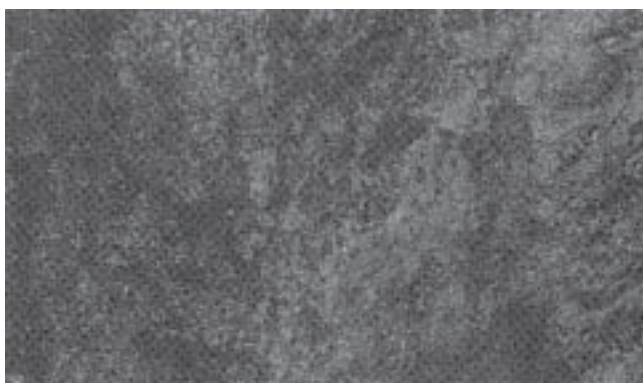


図11. 球状濃集部と核部のみが濃集する境界。

(6) 現況

天然記念物として指定され、保護されている。日陰で湿っているため、苔が表面を広く覆っている。崖上部の樹木が不安定で、倒れる危険性がある。

(7) 文化財としての指定状況

環境庁及び茨城県指定天然記念物

(8) 他の法令での規制状況

水郷筑波国定公園地域内

(9) 分析値

球状花崗岩の各部位及び付近の岩石の全岩化学組成値を表3に示す。

(10) キーワード

小判石、球状花崗岩

(11) 記入者名

田切美智雄

4. 真壁町山尾 (図12)

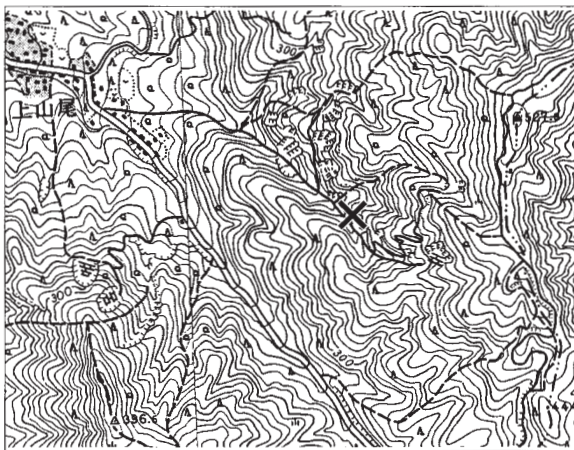


図12. 細粒黒雲母花崗岩露頭所在地 (国土地理院発行 1:25,000 地形図「加波山」「真壁」を使用)。

(1) 名称 細粒黒雲母花崗岩 (加波山岩体)

(2) 目標物からの方位・距離

県道真壁-八郷線, 伝正寺入口より70 m 東方の分岐より東方1,200 m

(3) 2.5万分の1地形図幅名「加波山」

(4) 概説

真壁町山尾周辺一帯に分布する。白雲母を伴い、細粒かつ比較的均質であり、筑波花崗岩に貫入している。採石場跡が多い。また、一部でペグマタイト脈がよく発達している。

(5) 詳細説明

細粒黒雲母花崗岩及び岩体中に走るペグマタイト脈がみられる (図13)。付近の採石場において、「小目」の御影石として採掘していた細粒・緻密な黒雲母花崗岩がみられる (現在は休止中)。カリ長石が斑状を呈

する部分もあり、東傾斜のペグマタイト脈が局所的に発達する。ペグマタイト採掘跡 (3号丁場) 付近では、ペグマタイトや文象花崗岩やアプライトなどの産状が観察される。また、ペグマタイト部では希元素の濃集などにより、鉄礬ザクロ石、緑柱石、白雲母、石英 (水晶)、カリ長石、斜長石、モナズ石、コロンブ石、ジルコン、ゼノタイム、サマルスキー石、燐灰石、ベータウランフェン、褐簾石、濁沸石等の生成が報告されている (古山ほか, 1956; 桜井, 1958; 加藤, 1957) (図14)。



図13. 細粒黒雲母花崗岩に走るペグマタイト脈。

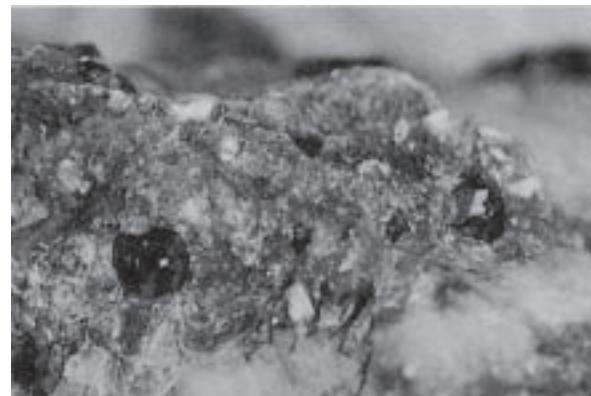


図14. 鉄礬ザクロ石を伴うペグマタイト。

(6) 現況

現地は採石場跡であるが、1988年に発生した土石流の発生後に砂防ダムが3段建設されており、最上段の砂防ダム上方の沢筋及び北方の枝沢にも露出がある。

(7) 文化財としての指定状況

未指定

(8) 他の法令での規制状況

水郷筑波国定公園地域内

(9) キーワード

加波山花崗岩、ペグマタイト

(10) 記入者名

小池 渉

5. 真壁町山口（湯袋峠）（図15）

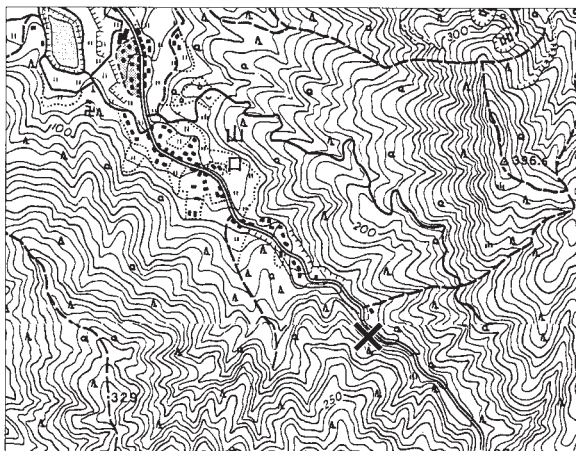


図15. 筑波花崗岩体-加波山花崗岩体境界部露頭所在地（国土地理院発行 1:25,000 地形図「加波山」「真壁」を使用）.

(1) 名称 筑波花崗岩体と加波山花崗岩体との境界部

(2) 目標物からの方位・距離

山口の集落の東端より南東方約200 m の沢河床

(3) 2.5万分の1地形図幅名「加波山」

(4) 概説

筑波花崗岩と加波山花崗岩との境界部は3ヶ所の露出により確認されている（柴田，1944；高橋，1982；宮崎ほか，1996）。これらの接触部ではいずれも筑波花崗岩に加波山花崗岩が貫入しており，両者の前後関係がわかる。

(5) 詳細説明

筑波花崗岩に属する斑状黒雲母花崗岩に，加波山花崗岩に属する細粒黒雲母花崗閃緑岩が貫入している様子が約30 m にわたり確認できる（図16，17）。細粒黒雲母花崗閃緑岩は接触部付近で優白岩に漸移するとともに，優黒色のトータル岩質捕獲岩を多数伴う。



図16. 細粒黒雲母花崗岩中のトータル岩質捕獲岩.

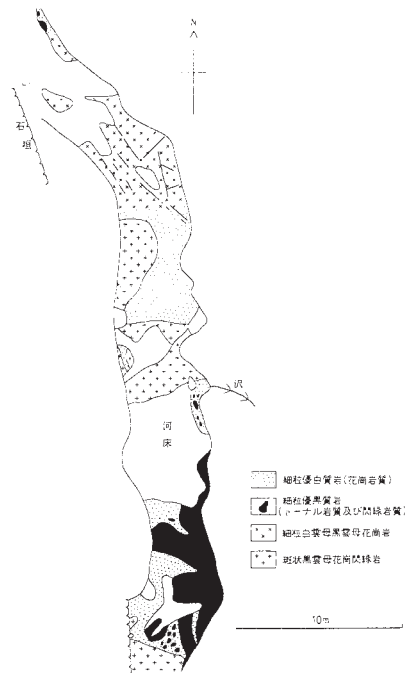


図17. 斑状黒雲母花崗岩と細粒黒雲母花崗閃緑岩との境界部（宮崎ほか，1996）.

(6) 現況

沢の河床であるため，新鮮な露出が連続してみられる。

(7) 文化財としての指定状況

未指定

(8) 他の法令での規制状況

水郷筑波国定公園地域内

(9) キーワード

筑波花崗岩，加波山花崗岩，捕獲岩

(10) 記入者名

小池 渉

6. 入郷町-千代田町境界，雪入採石場跡（雪入ふれあいの甲公園）上方の尾根（図18）

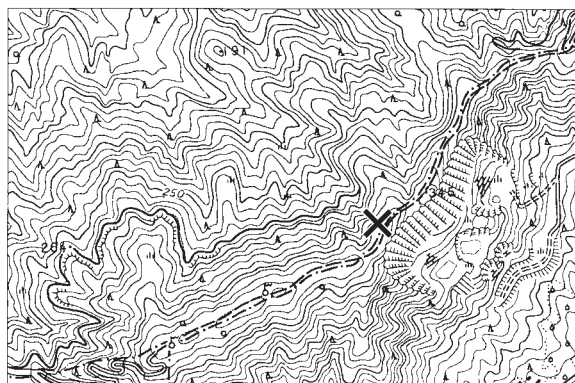


図18. 紅柱石斑状変晶ホルンフェルス露頭所在地（国土地理院発行 1:25,000 地形図「柿岡」を使用）.

- (1) 名称 紅柱石斑状変晶ホルンフェルス
- (2) 目標物からの方位・距離
朝日峠からNTT中継所を経て、1.2 km 東
- (3) 2.5万分の1地形図幅名「柿岡」
- (4) 概説

雪入層の砂泥互層を源岩とするホルンフェルスに紅柱石斑状変晶が群生する。ホルンフェルスは源岩の堆積構造をよく保存している。「ホルンフェルスⅡ」に相当する。

- (5) 詳細説明

朝日峠からNTTの通信所へ至る道を登り、尾根伝いに1.2 km ほど東へ行くと、雪入の採石場跡（雪入ふれあいの里公園）の上方に至る。この尾根一帯に砂岩・泥岩の互層を源岩とする紅柱石斑状変晶を含むホルンフェルスが露出する（図19、20）。露頭は現地性転石と小露頭であり、級化層理や斜交層理などが観察される。紅柱石は長さ最大5 cm、直径1 cm 程度である。一定の配列はなく、泥質部に密集する。白雲母に置換されているものも多い。空晶石となっているものもある。



図19. 源岩の堆積構造が明瞭な紅柱石斑状変晶ホルンフェルスの露頭。

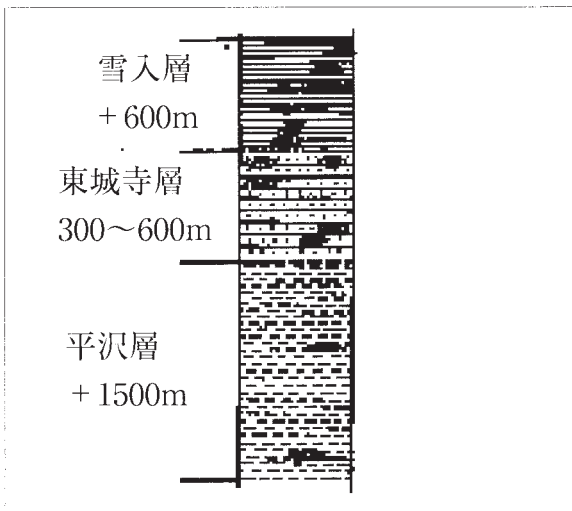


図20. 筑波変成岩の模式柱状図（柴，1979）。

砂泥質ホルンフェルスは黒雲母、白雲母、石英、斜長石、カリ長石を主体とし、紅柱石が斑状変晶として含まれる。副成分鉱物として電気石、石墨、不透明鉱物（黄鉄鉱）を含む。片理はほとんど発達せず、紅柱石は不定方位に成長している。

- (6) 現況

尾根上の現地性転石と小露頭として分布する。南山腹は採石場跡となっており、立入禁止である。北側山腹の尾根下20 m の所を林道が通っており、林道脇から登ることも不可能ではない。

- (7) 文化財としての指定状況

未指定

- (8) 他の法令での規制状況

水郷筑波国定公園地域内

- (9) キーワード

雪入、紅柱石斑状変晶

- (10) 記入者名

田切美智雄

7. つくば市平沢（図21）

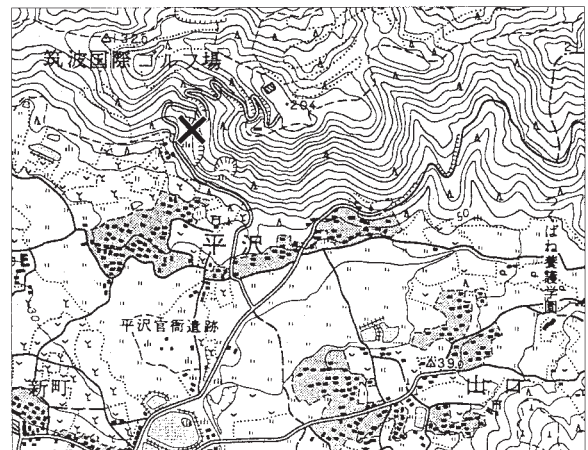


図21. 黒雲母片麻岩露頭所在地（国土地理院発行1:25,000地形図「筑波」を使用）。

- (1) 名称 ミグマタイトを伴う黒雲母片麻岩
- (2) 目標物からの方位・距離
筑波国際ゴルフ場石碑東方100 m
- (3) 2.5万分の1地形図幅名「筑波」
- (4) 概説

平沢周辺の花崗岩との接触部付近には筑波変成岩で最も変成度の高い「ホルンフェルスⅢ」の、泥岩及び砂泥互層を源岩とする黒雲母片麻岩などが分布する。

- (5) 詳細説明

筑波変成岩類と花崗岩類との接触部が露出する（笠井ほか，1994）。泥質岩起源の黒雲母片麻岩は黒雲母の密集層と石英・長石の密集層が層理面とはほぼ平行に

片麻状構造をなす。ここでは、黒雲母片麻岩にミグマタイトが層理面に平行に貫入している様子が観察される(図22)。この接触部付近では、両者は変形し、著しく褶曲している。



図22. ミグマタイトを伴う黒雲母片麻岩(つくば市平沢)。

(6) 現況

現地は採石場跡であり、現在は資材置き場となっている。夏期は植生等により観察がやや困難となる。

(7) 文化財としての指定状況 未指定

(8) 他の法令での規制状況 水郷筑波国定公園地域内

(9) キーワード

筑波変成岩, 黒雲母片麻岩, 花崗岩

(10) 記入者名

小池 渉

8. 石岡市大砂(龍神山)(図23)



図23. 点紋粘土板岩露頭所在地(国土地理院発行1:25,000地形図「柿岡」を使用)。

(1) 名称 点紋粘板岩(ホルンフェルス1)

(2) 目標物からの方位・距離

龍神山採石場内(日本採石)

(3) 2.5万分の1地形図幅名「柿岡」

(4) 概説

筑波変成岩において最も低変成度の岩相は、東城寺層の粘板岩及び砂質ホルンフェルスより構成される。

「ホルンフェルスI」に相当する。

(5) 詳細説明

採石場の南側には、砂岩及び砂岩が多い砂泥互層が源岩である砂質ホルンフェルスが露出する。硬質で、低変成度であるため碎屑粒子の存在が明瞭で、構成鉱物の粒度が大きい。この層厚は約450 m程度である。

一方、この下位にあたる採石場北側には、泥岩及び含礫泥岩を源岩とする粘板岩が多く露出する。この粘板岩は黒色で、スレート劈開が発達し、黒雲母の細粒集合体からなる点紋が発達している(図24)。

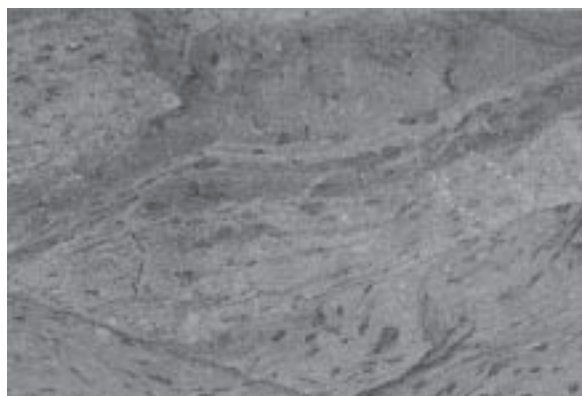


図24. 点紋粘板岩(石岡市大砂)。

(6) 現況

現在稼働中の採石場であるため、観察には事前の許可が必要である。

(7) 文化財としての指定状況 未指定

(8) 他の法令での規制状況 水郷筑波国定公園地域内

(9) キーワード

点紋粘板岩, ホルンフェルス, 筑波変成岩

(10) 記入者名

小池 渉

引用文献

- Arakawa, Y. & Takahashi, Y. 1988. Rb - Sr ages of granitic rocks from Tsukuba district, Japan. *Jour. Japan Assoc. Min. Petrol. Econ. Geol.*, **83**: 232 - 240.
- 古山隆英・島崎英彦・寺島端夫・渡辺 真・山下茂幸・古武昭孝. 1956. 山尾産鉱物採集報告. 無名会誌, **5**: 1 - 7.
- 加藤 昭. 1957. 茨城県山ノ尾産β-ウラノフェン. 鉱物雑, **3**: 335 - 337.
- 宮崎一博・笹田政克・服部 仁. 1992. 筑波山塊周辺の変成深度(圧力)の異なるLowP/T変成岩類.

- 地質雑, **98**: 713 - 722.
- Miyashiro, A. 1973. Metamorphism and Metamorphic Belts. George Allen & Unwin, London, 492 pp.
- 宮崎 一博・笹田政克・吉田敏和. 1996. 5万分の1地質図幅「真壁地域の地質」及び同地域地質研究報告. 99 pp., 地質調査所.
- 桜井欽一. 1958. 茨城県山ノ尾採集記. 自然科学と博物館, **25**: 24 - 28.
- 笹田政克・服部 仁・金谷 弘・豊 遙秋・坂巻幸雄. 1987. 筑波山斑れい岩と周辺の花崗岩類との関係についての新知見 - 霞ヶ浦用水筑波第一トンネルの地質から. 地調月報, **38** (4): 217 - 220.
- 柴 正敏. 1979. 茨城県筑波変成岩類の層序と変成分帯. 岩鉱, **74**: 339 - 349.
- 柴 正敏・植田良夫・大貫 仁. 1979. 茨城県筑波地方, 変成岩類のK - Ar年令. 地調月報, **24**: 513 - 518.
- 柴田秀賢. 1944. 筑波山付近の深成岩類の関係. 東文大地鉱研究, **1**: 69 - 86.
- 柴田秀賢. 1967. 日本岩石誌 I, pp. 177 - 180, 朝倉書店.
- 高橋裕平. 1982. 筑波地方のカコウ岩類の地質. 地質雑, **88**: 177 - 184.
- 高橋裕平. 1992. 筑波山塊の深成岩類. 地球環境の復元 - 南関東のジオ・サイエンス -. pp. 25 - 30, 朝倉書店.
- 高橋裕平・荒川洋二. 1988. 筑波地方の花崗岩類の岩石化学. 岩鉱, **83**: 203 - 209.
- 田切美智雄・影山みずき・小池 渉. 1998. 筑波地方峰寺山産球状花崗岩 (天然記念物, 小判石) の産状, 岩石組織と成因, 茨城県自然博物館研究報告, (1): 69 - 74.

参考文献

- 蜂須紀夫・伊藤修二. 1977. 筑波山周辺. 大山年次 (監), 蜂須紀夫 (編). 地学のガイド - 茨城県の地質とその生いたち. pp. 217 - 234, コロナ社.
- 茨城県高等学校教育研究会地学部. 1994. 茨城の岩石と鉱物 I. pp. 1 - 28.
- 柴 正敏. 1982. 筑波変成岩類の変成条件. 岩鉱, **77**: 345 - 355.
- 柴田秀賢. 1967. 日本岩石誌 II, 深成岩 (2) 花崗岩類. 377 pp, 朝倉書店.
- 高橋正樹. 1994. 関東山地を一望する天然の展望台 (筑波山). 天野一男 (編著). 茨城の自然をたずねて. pp. 37 - 41, 築地書館.
- 高橋裕平. 1980. 茨城県筑波山のガプロ類とカコウ岩類との関係について. 地質雑, **86**: 481 - 483.
- 田切美智雄. 1994. 球状花崗岩 “小判石”. 天野一男 (編著). 茨城の自然をたずねて. p 47, 築地書館.
- 田切美智雄・柴 正敏. 1984. 筑波および日立変成岩. pp. 39 - 57, 日本地質学会巡検案内書第3班.

調査者及び執筆者

- 田切美智雄* (茨城大学理学部)
- 高橋正樹 (茨城大学理学部)
- 影山みずき (茨城大学理学部)
- 安真理子 (茨城大学理学部)
- 菅本智克 (茨城大学理工学研究科修士課程)
- 神賀 誠 (茨城大学理工学研究科修士課程)
- 関慎一郎 (茨城大学理工学研究科修士課程)
- 小池 渉* (ミュージアムパーク茨城県自然博物館)
- (*印は執筆者を示す)

協力者

- 柴 正敏 (弘前大学理工学部)