

群馬県茶臼山溶結凝灰岩の地質構造と磁化

野村 哲*・伊藤 収**・新井文夫***

Geological Structure and Magnetization of the
Chausu-yama Welded Tuff Bed in Western Gunma Prefecture,
Central Japan

Satoshi NOMURA, Osamu ITO and Fumio ARAI

Abstract The Chausu-yama Welded Tuff Bed is intercalated in the middle part of the Upper Miocene Akima Formation in the western part of Gunma Prefecture, Central Japan.

It extends from Matsuida Town in the west to the northern part of Annaka City in the east for about 15km.

At the Yudono-yama area, it is folded to form an oblong dome with a WNW-ESE trending axis.

Eighty to ninety percents of magnetic minerals in this bed are magnetite and the rest are maghemite altered from the former. Directions of magnetization of the rocks from many sampling sites well agree with each other except those from the folded part of the Yudono-yama area. When the attitude of the folded part is reconstructed to conform with other parts of the same bed, the orientation of the rock magnetism of that part becomes conformable with the general attitude of the other parts. It shows that the original directions of magnetism of the Chausu-yama Bed are maintained since the time of its deposition.

はじめに

岩石の磁化方位から地塊の動きを論ずる方法は、古地磁気学の発展にともなって、広く使われるようになった。古地磁気による大陸漂移説 (RUNCORN, 1955), 日本列島のおれまがり説 (KAWAI, et al, 1962) などは、その好例である。この場合、岩石の磁化方位が、地質時代のあいだに変化しなかったことを証明することが、不可欠の要素となっている。

岩石磁気の安定性を吟味する方法は、従来、強磁性鉱物の鉱物学的特性を調べたり (AKIMOTO, 1957), 消磁実験をすること (COX, 1957; CREER, 1959; NAGATA, 1961) であった。このようなテストは、地質時代を経てきた岩石に対して、人工的に、強制的に加熱したり、磁場をかけたりすることになり、初生磁化が残っているかどうかを、最終的につきとめたことにはならない。わ

けても、堆積岩の場合は、堆積および続成作用の過程がはっきりしていない上に、磁化の強さが火成岩にくらべてきわめて弱いなどの問題が山積している。

群馬県西部の、国鉄信越線と榛名山にはさまれた丘陵地には、中新世末に形成された茶臼山溶結凝灰岩が分布している (秋間団研グループ, 1971)。この溶結凝灰岩は、安中市の北から松井田町の北まで広がっており、その長さは、東西方向に約15kmである。北北東に傾く単斜構造をとっているが、烏川ぞいの湯殿山周辺は、茶臼山溶結凝灰岩が断層をともないながら褶曲しており、地質時代のあいだに、初生磁化の方位に変化がおきたかどうかを確かめるには、好都合な場所である。

茶臼山溶結凝灰岩の全般的な磁化方位は、 200° , -38° であるが、褶曲している部分では、褶曲して地層が傾いた角度だけ磁化方位も変化していた。このように、地質構造の変化が、岩石の磁化と、どうかかわっているかを調べることが、磁化の安定性を調べる手がかりとなるだろう。

この研究をすすめるにあたっては、秋間団研グループ

* 群馬大学教養部。

** 群馬県立松井田高校。

*** 前橋市立上川渕小学校。

に、ひとかたならぬお世話になった。深くお礼申し上げます。なお、本研究に、文部省科学研究費を使用させていただいた。

地質の概要

群馬県の西半部には、第三紀中新世以後に形成された火山噴出堆積物が分布している(秋間団研グループ, 他, 1973; 秋間団研・上越南部グリントフ団研, 1976)。そのうち国鉄信越線の北側の、通称秋間丘陵と呼ばれている地域には、火山噴出物を中心にした上部中新世の秋間層が、東西方向に細長く分布している(藤本・小林, 1938; 秋間団研グループ, 1971)(第2図)。火山噴出物の供給源は、西方の長野県境に近い地域であろうと推定される。

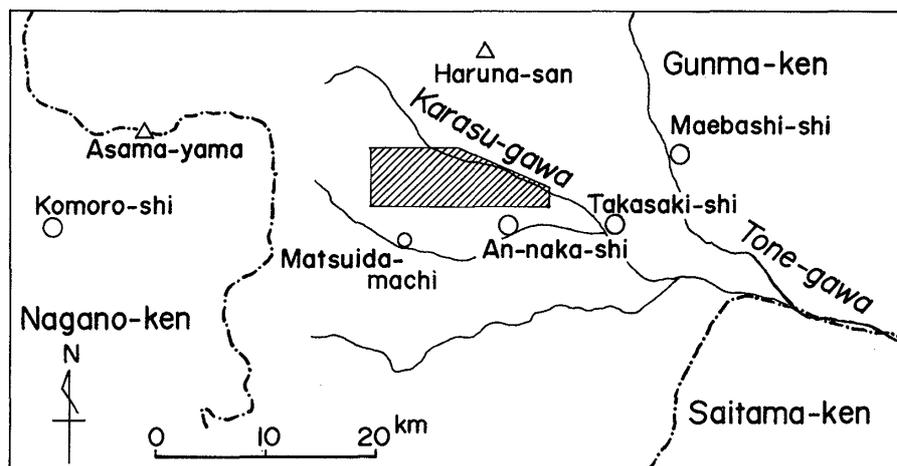
秋間層の層序・層厚は、次のとおりである(秋間団研

グループ, 1971)。

地藏峠凝灰角礫岩部層	30m ±
長者久保凝灰角礫岩部層	30m ±
相吉凝灰角礫岩部層	60m ±
茶臼山溶結凝灰岩層	30m ±
大戸貝礫岩・凝灰角礫岩部層	100m ±
長岩凝灰角礫岩部層	50m ±
森熊凝灰角礫岩部層	50m ±

最下部の森熊部層は、その下位の板鼻累層を不整合におおっており、先第三系の変成岩礫、板鼻層の礫層中の礫、泥岩塊、および本部層堆積時に活動した酸性火山岩の岩片などをとりこんでいる。

ここであつかう茶臼山溶結凝灰岩は、上述したように、秋間層の中部に位置している。



第1図 調査地域を示す図(斜線部が第2図の範囲)。

茶臼山溶結凝灰岩層

茶臼山溶結凝灰岩は、秋間層の中部にはさまれる複雑石安山岩質の溶結凝灰岩で、安中市北部の茶臼山(海拔596m)を標式地としている。噴出源は、いまだにあきらかにされていない。分布域の西端は、松井田町北部、増田川上流の三輪久保付近で、それ以西では、凝灰角礫岩に移りかわる。

木馬瀬北東部や後閑川上流の一部では欠層するが、三輪久保から東南東に12km離れた御岳山までは、ほぼ連続して分布する。御岳山以東は、浸食のため、尾根のピークにのみ点在し、天神山まで確認できる。それ以東には露出してない。

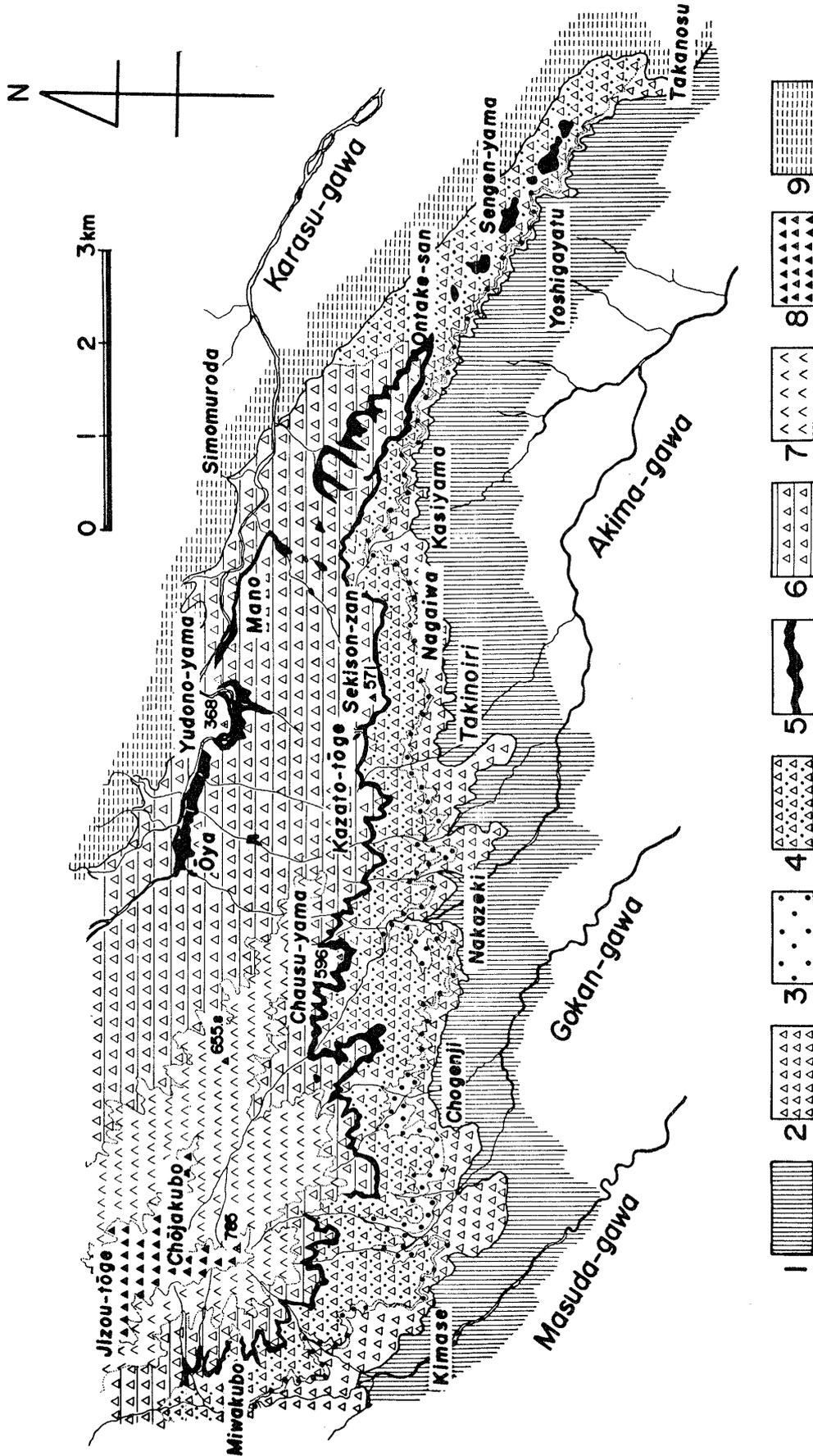
層厚は、場所により多少の差はあるが、全般的には25~30mである。模式地の茶臼山では、層厚が40mに達し、当地を離れるにつれてうすくなる。溶結構造も茶臼山付

近で著しい。走向傾斜は、N80°~85°W, 10°~12°Nである。これは、茶臼山溶結凝灰岩を含む秋間層の走向傾斜とも一致する。

烏川ぞいの湯殿山周辺には、他地域には見られない特殊な地質構造があるが、これについては後述する。

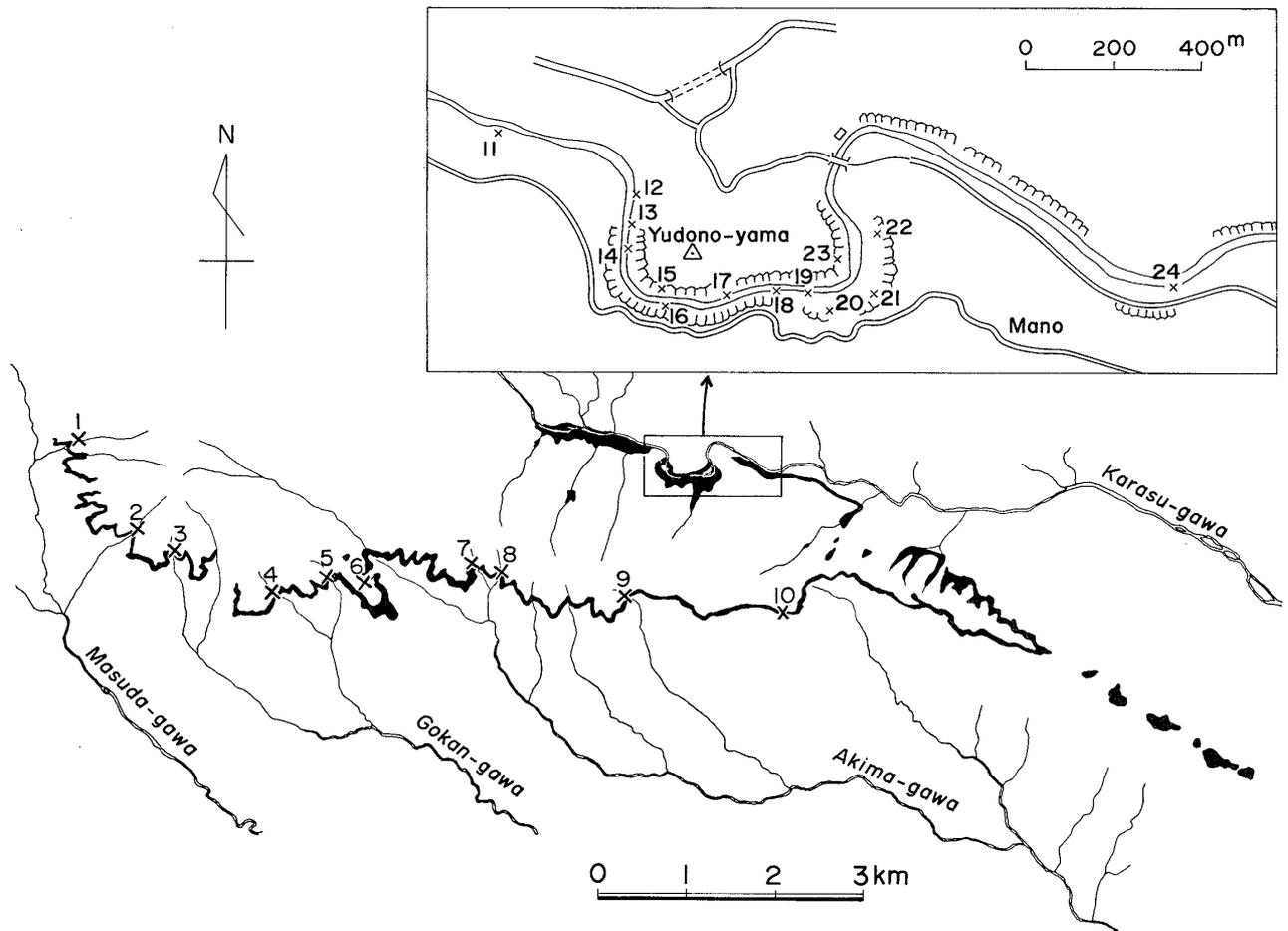
茶臼山溶結凝灰岩は、風化がすすんでいて、黄灰色ないし褐色を呈し、鋭利に割れるような性質を失っている。

金属顕微鏡下では、磁性鉱物は、粒径100~600 μ , 2~7 μ の二種類にわけられ、前者は斑晶として、後者は石基中に見いだされる。もともとは磁鉄鉱であったが、現在は二次的に、鉱物粒の外側および割れ目にそって、磁赤鉄鉱が生じており、その量は、磁性鉱物の断面積の10~20%を占めている。また、磁鉄鉱の斑晶の中に、それぞれ1~2本の幅数 μ の赤鉄鉱脈があり、そのあるものは、磁鉄鉱を通りぬけて石基の中に入りこんでいる。これは明らかに二次生成物であることを示している。



第2図 茶臼山溶結凝灰岩分布域周辺の地質 (秋間研グループ, 1971).

- 1 : 板鼻果層, 2 : 森熊部層, 3 : 長岩部層, 4 : 大戸貝部層, 5 : 茶臼山溶結凝灰岩層,
- 6 : 相吉部層, 7 : 長者久保部層, 8 : 地藏峠部層, 9 : 榛名火山噴出物.



第3図 茶臼山溶結凝灰岩の分布と試料採取地点(番号). 上半分は湯殿山付近の拡大図.

茶臼山溶結凝灰岩の磁化

1. 試料

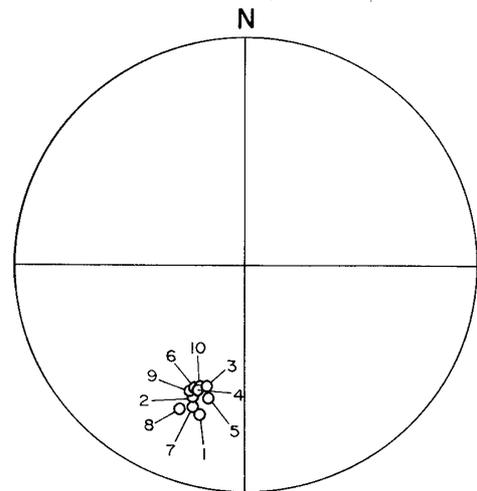
古地磁気用の試料採取地点は、第3図に示した24ヶ所の地点から、合計181コ採取した。とくに湯殿山付近は、地質構造が複雑であるため、採取箇所を密にした。試料は、ひとつひとつハンマーでかいてとり、300~400gの球形に近い形にして、無定位磁力計で測定した。

2. 茶臼山溶結凝灰岩の一般的磁化方位

単斜構造をとっている部分における、茶臼山溶結凝灰岩の磁化方位を、第1表および第4図に示した。平均磁化方位は 200° 、 -38° である。この値から磁極の位置を求めると、 $84^{\circ}E$ 、 $67^{\circ}S$ となる。採取地点相互の磁化方位の差は小さく、誤差角(α)は 3° である。風化が進行しているにもかかわらず、安定な磁化を示している、とみてよい。

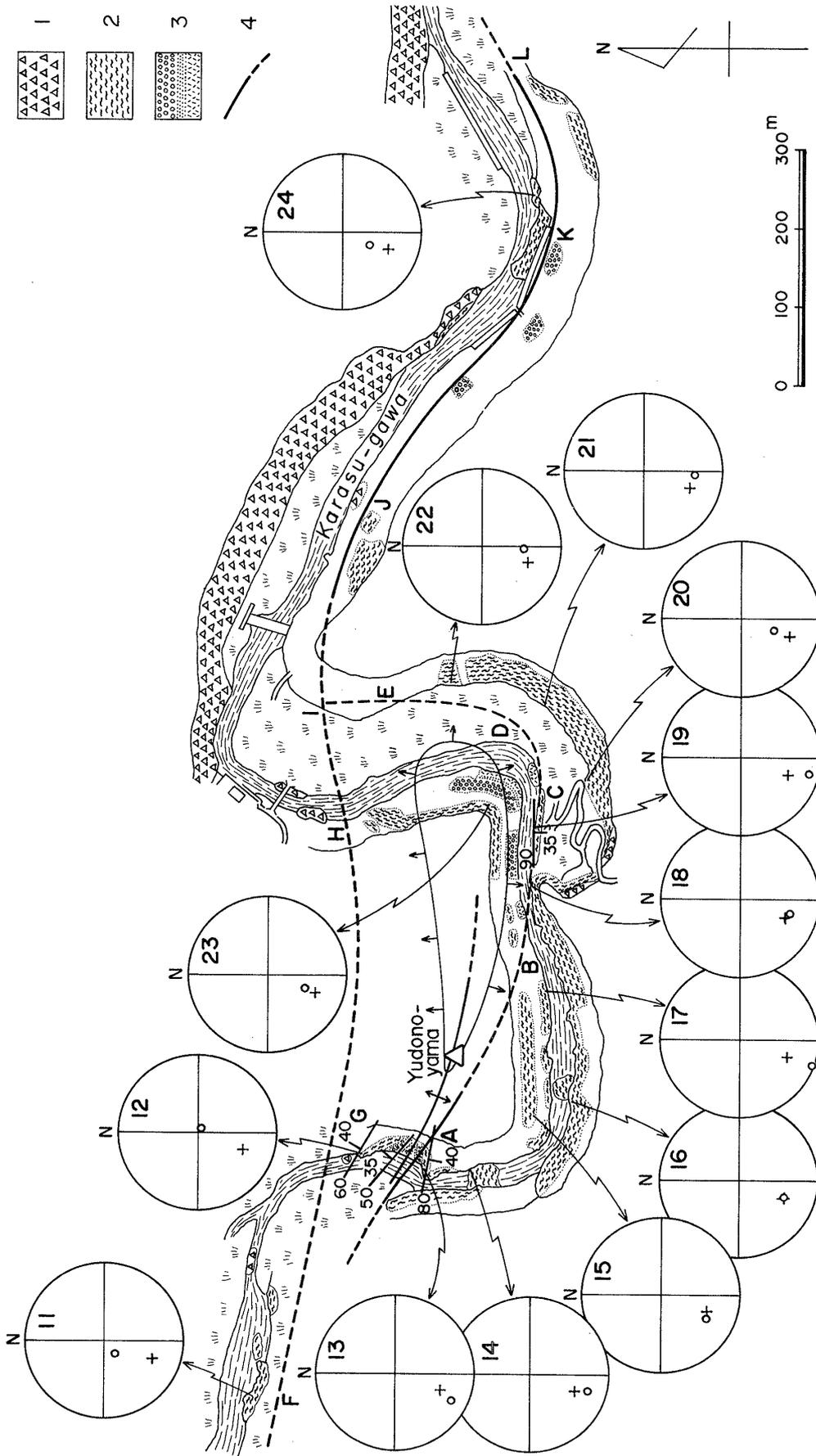
3. 湯殿山付近の地質構造と磁化方位

烏川中流域の湯殿山付近には、褶曲と断層をともなったドーム状構造がある(第5図)。この構造に支配されて、烏川の流れも、特異な流れ方をしている。



第4図 湯殿山付近を除く地域における茶臼山溶結凝灰岩の採取地点別平均磁化方位。図の中の数字は採取地点番号。

第5図のA地点には、 $N60^{\circ}W$ の軸をもつ背斜構造がある。断層をともなっているので、溶結凝灰岩の固結後にも褶曲運動があったと考えられる。



第5図 湯殿山周辺の地質と茶臼山溶結凝灰岩の磁化方位.

1: 茶臼山溶結凝灰岩層の上位の凝灰角礫岩 (相吉部層). 2: 茶臼山溶結凝灰岩層の下位の礫岩・砂岩・凝灰岩 (大戸貝部層).

4: 断層 (推定断層).

ステレオ投影の丸印は、それぞれの地点の磁化方位 (地層の傾きは未補正). プラス印は、採取地点1~10の平均磁化方位 (地層の傾斜補正済).

烏川左岸のB点付近では、溶結凝灰岩が破碎され、ブロック化していること、右岸のC点には、EW、35°Sに傾いた溶結凝灰岩の最下部が露出していること、D点付近の溶結凝灰岩の下面は、左岸では、河床から20mの高さにあるのに対して、右岸では河床面下にあること、などの現象が観察されるので、図のA、B、C、D点を通る断層が推定される。この断層を境にして、湯殿山山体が隆起したことになる。

また、いちばん上流のF点の溶結凝灰岩は、破碎されていないこと、G点では、溶結凝灰岩がN60°W、40°Nに

傾斜し、その数m上流には、溶結凝灰岩の上位の凝灰角礫岩が露出していること、H点では溶結凝灰岩が破碎され、ブロック化し、すぐ下流がわの河床に、溶結凝灰岩の上位の凝灰角礫岩が露出していること、烏川右岸のJ点では、河床から10m高いところに溶結凝灰岩が露出しているが、河床には、溶結凝灰岩の上位の凝灰角礫岩が露出していること、K点では、河床に溶結凝灰岩が露出しているのに、数m高いところには、溶結凝灰岩の下位の礫岩が露出していること、などの現象が認められることから、図のG、H、I、J、K、L点を通る断層を考えざるをえない。ここでは、断層の南がわが隆起している。

第1表 湯殿山付近を除く地域における茶臼山溶結凝灰岩の磁化。

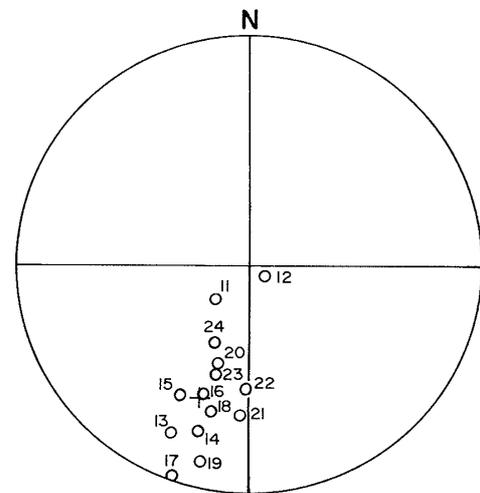
試料採取地点	試料数	磁化方位	α	$J_n \times 10^{-4}$
1.三輪久保	8	196°, -31°	7°	0.7
2.木馬瀬	10	201°, -37°	6°	2.5
3.後閑川本流奥	9	197°, -43°	4°	4.2
4.長源寺北西	3	200°, -41°	7°	4.7
5.長源寺北	4	195°, -39°	7°	3.5
6.茶臼山西	15	202°, -41°	3°	3.2
7.茶臼山	5	200°, -34°	7°	4.1
8.茶臼山北東	5	204°, -30°	8°	4.3
9.滝ノ入	9	203°, -40°	4°	2.8
10.長岩	6	200°, -42°	4°	3.0

α は信頼角、 J_n の単位はemu/gr.

第2表 湯殿山周辺の茶臼山溶結凝灰岩の磁化。

試料採取地点	試料数	磁化方位	α	$J_n \times 10^{-4}$
11.最上流	10	224°, -73°	3°	3.8
12.背斜北翼	8	126°, -84°	4°	4.1
13.背斜南翼	11	204°, -20°	3°	6.9
14.上流河床	5	196°, -25°	3°	2.7
15.湯殿山高所	7	207°, -36°	2°	2.7
16.中流右岸	8	199°, -40°	3°	7.3
17.中流左岸	8	199°, -2°	4°	5.3
18.石切場北西	6	194°, -34°	2°	8.5
19.石切場北東	7	193°, -12°	6°	5.6
20.石切場東	8	197°, -53°	2°	2.1
21.湧水地南	10	183°, -34°	2°	6.0
22.湧水地	4	181°, -45°	5°	3.0
23.神社下	7	196°, -49°	3°	3.3
24.間野右岸	8	204°, -60°	2°	2.4

α は信頼角、 J_n の単位はemu/gr.



第6図 湯殿山付近の、採取地点別平均磁化方位。
図の中の数字は採取地点番号。

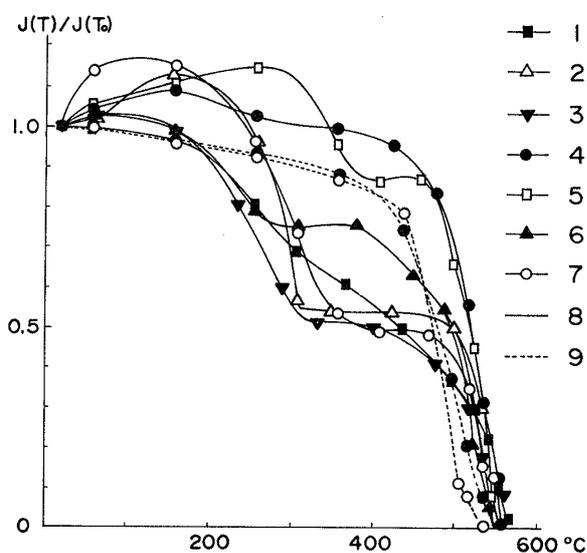
以上の2本の断層にかこまれた湯殿山山体は、ドーム状に隆起したことになる。

第2表および第5、6図は、湯殿山付近の茶臼山溶結凝灰岩について、褶曲や断層による地層の傾きを補正せずに、採取地点ごとの平均磁化方位を求めたものである。第5、6図の中のプラス印は、採取地点1~10の平均磁化方位であるが、丸印とプラス印とのへだたりの大きさは、溶結凝灰岩の傾斜の大きさに、ほぼ比例している。このことは、造構運動後も、堆積面に対する相対的な磁化方位は変化しなかった、すなわち安定であったことを示している。

考 察

くわしい地質調査にもとづいて、茶臼山溶結凝灰岩の磁化方位を測定した。この溶結凝灰岩は風化が進んでいて、多孔質になっている部分が多く、もろくなっていて、その中は比較的容易に水や空気が通過している、と考えられる。

しかし、磁化方位の点だけからみると(第4図)、溶結凝灰岩分布域全域にわたって磁化方位がよくそろったこと、地層が褶曲している湯殿山付近は、その傾斜角を補正すると、ほかの単斜構造を示している地域の磁化方位によく一致することなどの事実から、今日まで初生磁化は保持されている、と考えてさしつかえない。地質構造による補正をおこなう前の、湯殿山付近の磁化方位が、NNE-SSW方向にばらつく(第6図)のは、湯殿山付近の地質構造が、この方向と直交する $N60^{\circ}\sim 80^{\circ}W$ の褶曲軸や断層に支配されている(第5図)ためである。



第7図 大気中でおこなった茶白山溶結凝灰岩の熱磁化曲線。

1：採取地点1の試料，2：同7の試料，3：同10の試料，4：同11の試料，5：同16の試料，6：同20の試料，7：同24の試料，8： J_n-T 曲線，9： $J_{TC}-T$ 曲線。

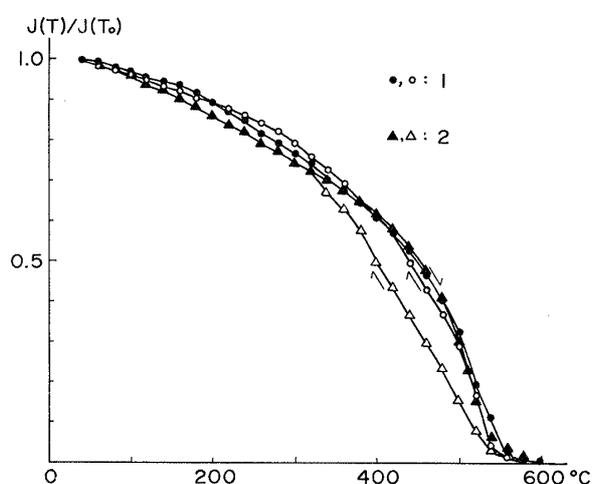
第7図は、いろいろな地点から採取した茶白山溶結凝灰岩を大気中で加熱・冷却して求めた熱磁化曲線を示したものである。地点ごとに異なった曲線になるのは、加熱冷却過程における強磁性鉱物の酸化の程度に差があるからであろう。キュリー温度は、いずれも $570^{\circ}C$ 付近に一致している。 $300^{\circ}C$ 付近にキュリー点の現われた試料を反射顕微鏡で観察したところ、磁鉄鉱中に赤鉄鉱のラメラが形成されていた。従来、このような熱磁化曲線を示す試料は、古地磁気の試料として使ってはならないことになっていた(永田, 1955)。

一方、自然のままの試料を反射顕微鏡で見ると、強磁性鉱物の大部分は磁鉄鉱であるが、その磁鉄鉱の10~20%、および石基中の微小な磁性鉱物のほとんどすべてが、磁赤鉄鉱にかわっていた。したがって、磁赤鉄鉱がこの

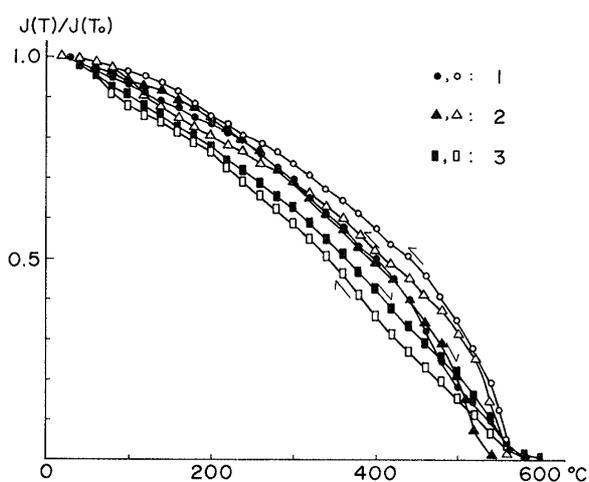
程度に生じた段階までは、初生磁化が保持されている、とみるべきであろう。この問題は、群馬県烏川流域に分布する相間川累層の磁化を調べたおりに、ふれたことがある(野村ほか, 1976)。

茶白山溶結凝灰岩を真空中で加熱・冷却して熱磁化曲線を求めると、第8図のようになる。

試料採取地点19の溶結凝灰岩の最下部は、粘土化が進んだ粗粒火山灰である。この中から強磁性鉱物を取り出して、磁気天秤で熱磁化曲線を求めると第9図のようになる。いろいろな気圧下でおこなっても、曲線に大きな



第8図 真空中($7 \times 10^{-5} \text{ mmHg}$)でおこなった茶白山溶結凝灰岩の熱磁化曲線(磁気天秤による測定)。1：採取地点7の試料，2：同12の試料。



第9図 採取地点19における茶白山溶結凝灰岩層最下部の凝灰岩中に含まれる強磁性鉱物の熱磁化曲線(磁気天秤による測定)。

1： $7 \times 10^{-5} \text{ mmHg}$ 気圧中で測定，2：大気中で測定，3：大気中で $600^{\circ}C$ ，20時間加熱後 $5 \times 10^{-4} \text{ mmHg}$ 気圧中で測定。

ちがいが認められない。

湯殿山付近にドーム状構造ができた時期は、いつであろうか。確実なきめ手はないが、湯殿山西方の背斜南翼（第5図のA地点）では、茶臼山溶結凝灰岩が、破碎をともわずに褶曲しているので、火山灰が固結する前に造構運動がおきたと考えられる。それは、破碎のはげしい北翼（第5図のG地点）にくらべて、南翼の磁化方位が、湯殿山付近を除く地域の平均磁化方位に近い値を示すことからもうなづける。つまり、A地点の磁化成分の大部分は、褶曲後につくられたことを暗示している。しかし、A地点を除くと、観察できるすべての地点で破碎作用をともなっているため、湯殿山付近の地質構造は、二度以上にわたる造構運動によってつくられた可能性が大きい。

ま と め

中新統最上部の秋間層中には含まれる茶臼山溶結凝灰岩の磁化を測定し、地質構造との関係を検討した。

1. 茶臼山溶結凝灰岩の一般走向傾斜は、 $N82^{\circ}W$ 、 $11^{\circ}N$ であり、烏川中流の湯殿山付近には、褶曲と断層をともなったドーム状構造がある。

2. 湯殿山付近を除く地域の茶臼山溶結凝灰岩の平均磁化方位は、 200° 、 -38° であるが湯殿山付近の磁化方位は、地層が傾動した角度だけ前者の方位からずれている。

3. 茶臼山溶結凝灰岩中の磁性鉱物は、磁鉄鉱から磁赤鉄鉱に変化している部分もあるが、全体としては初生磁化を保持している。

文 献

- 秋間団研グループ, 1971: 群馬県安中市北部の新第三系. 地球科学, **25**, 219-226.
- 秋間団研グループ, 千曲川団研グループ, 豊野団研グループ, 八ヶ岳団研グループ, 松本盆地団研グループ, 1973: フォッサ・マグナ中央部における新第三紀後期～第四紀洪積世の堆積盆地. 地球科学, **27**, 81-91.
- 秋間団研グループ・上越南部グリンタフ団研グループ, 1976: 群馬県西部の中新世から鮮新世にかけての火山活動. 地球科学, **30**, 67-72.
- AKIMOTO, S., 1957: Magnetic Properties of Ferromagnetic Oxide Minerals as a Basis of Rock-Magnetism, *Advances in Physics*, **6**, 288-298.
- COX, A., 1957: Remanent magnetization of Lower to Middle Eocene basalts from Oregon. *Nature*, **179**, 685-686.
- CREER, K. M., 1959: A. C. demagnetization of unstable Triassic Keuper marls from S.W. England. *Geophys. J.*, **2**, 261-275.
- 藤本治義・小林 学, 1938: 群馬県碓氷川及び鐺川流域の第三紀層に就いて. 地質雑, **45**, 205-225.
- KAWAI, N., S. KUME and H. ITO, 1962: Study on magnetization of the Japanese rocks. *J. Geomag. Geol.*, **8**, 150-153.
- 永田 武, 1955: 岩石の磁気と古地磁気学. 科学, **25**, 328-335.
- , 1961: *Rock Magnetism*, p.350. Maruzen, Tokyo.
- 野村 哲・伊藤 収・石橋優子・本間睦美, 1976: 群馬県西部新第三紀秋間層・相間川層の古地磁気. 地質学論集, no. 13, 269-278.
- RUNCORN, S. K., 1955: Palaeomagnetism of sediments from the Colorado Plateau. *Nature*, **176**, 505-506.