

物理定数から見た白亜紀-古第三紀花崗岩類— その2. 東北地方南部

金谷 弘¹・大熊茂雄¹

Hiroshi Kanaya and Shigeo Okuma (2007) Physical properties of Cretaceous to Paleogene granitic rocks in Japan: Part 2. A case of the southern Tohoku region. *Bull. Geol. Surv. Japan*, vol. 58(7/8), p.239 - 252, 12 figs, 1 table.

Abstract: About 340 granitic rock samples (including 12 gabbroic rock samples) exposed in the Abukuma Mountains, southern Tohoku region, were collected and measured on their physical properties such as density, porosity, magnetic susceptibility and natural remanent magnetization (NRM).

Two tectonic lines, the Futaba Fracture Zone (FFZ) and Hatakawa Fracture Zone (HFZ) trend north in the east side of the Abukuma Mountains and the Tanagura Fracture Zone trends the NNW in the west side. Therefore, the Abukuma Mountains are divided into three areas by these tectonic lines. They are the east of the Futaba Fracture Zone, between of the Futaba Fracture Zone and the Hatakawa Fracture Zone, west of the Hatakawa Fracture Zone (between of the Hatakawa Fracture Zone and the Tanagura Fracture zone) and the South Area accompanied with metamorphic rocks. Eleven gabbroic rocks from the west of the HFZ and one from the South Area were collected and measured.

The measurement result was averaged for each area.

1. Density

The mean density of these areas varies from 2.68 to 2.74 $\times 10^3$ kg/m³ (g/cm³) according to the means in the collected area, the lowest one is in the area between of the FFZ to HFZ, the second east of FFZ, the third west of HFZ, the highest is South Area. Gabbroic rock samples have a mean density of 3.03 $\times 10^3$ kg/m³.

2. Porosity

The porosity shows from 0.53 to 0.68 % (with a mean value from 0.62 to 0.86 % and gabbroic rock has 0.27 %).

3. Magnetic susceptibility

All the samples can be sectioned within a zone bounded by two straight lines, in a density-magnetic susceptibility chart: The samples in the Abukuma Mountains lie from near the lower line up to middle zone and are not distributed along the upper line except tonalite rock in the east of FFZ. The magnetic susceptibility of middle zone of the Abukuma Mountains is only a third or a quarter to that of the South Kitakami Mountains.

4. Natural Remanent Magnetization (NRM)

The relationship between the density and NRM could scarcely show correlation, but the magnetic susceptibility and NRM show more correlative. Königsberger ratio (Q_n)s of the 70 or more percent rock samples show less than 0.4. The low Q_n s are the same as the rock samples in the northern Tohoku region.

Keywords: density, porosity, magnetic properties, granitic rocks, Abukuma Mountains

要 旨

阿武隈山地花崗岩類は阿武隈山地を北北西 - 南南東に走る畑川破碎帯によって境される。畑川破碎帯は先新第三系地質体を境とする構造線とされ以東に露出する古い花崗岩類と以西に露出する新しい同質岩は明確に区別されている。また畑川破碎帯東側の双葉破碎帯及び西側の棚倉破碎帯を基準として大まかに3つに分

け、畑川破碎帯と棚倉破碎帯間の南部(北緯37度10分以南)には変成岩が共存することから、最終的には4地域に分けて物理定数の結果を検討した。

結果は以下のようである。

阿武隈山地畑川破碎帯以東についてその密度をみるとその変化範囲は2.62~2.82 (g/cm³= $\times 10^3$ kg/m³), 平均2.69 (g/cm³)で、それに対し以西は同2.57~3.16 (g/cm³), 2.70 (g/cm³)そして南部は同2.61~2.97

¹地質情報研究部門(AIST, Geological Survey of Japan, Institute of Geology and Geoinformation).

(g/cm^3), $2.74 (\text{g}/\text{cm}^3)$ である。これは畑川破碎帯以西に密度の大きい斑れい岩類が多く含まれるが、南部地域は大きな密度の試料の割合が多いことを意味している。孔隙率は三地域いずれも大差なく平均値、最頻値とも0.7%台であり、南部地域は0.6%台である。

磁化率についてみると、阿武隈山地東部双葉破碎帯以東、太平洋までの間に見られる花崗岩類は、カリ長石の少ないいわゆるトータル岩であって、密度の大きさの割には比較的磁化率の高い岩石で、双葉破碎帯・畑川破碎帯間に見られる岩石とは異なる岩石として考えるのが妥当と思われる。双葉破碎帯と畑川破碎帯間に露出する岩石は地域により、低い磁化率を示す岩石と、中程度の磁化率を示す岩石に分かれ、高い磁化率を示す岩石は見当たらない。次に畑川破碎帯以西も低い磁化率を示す岩石と中程度の磁化率を示す岩石とにわかれる。この地域にみられる斑れい岩類は原則として高い磁化率を示す。南部地域も畑川破碎帯以西に類似するが中程度の磁化率を示すものの割合は畑川破碎帯以西同様多くない。磁化率の強度から見た双葉破碎帯・畑川破碎帯間の岩石は南部北上山地と比較して平均値で0.25程度しかなく、磁化率から見た畑川破碎帯は、地質学的に考えられている境界のような意味を持っていない。

Q_n 比について阿武隈山地全域は0.4程度以下であり、これまでに公表されている他地域の花崗岩類と大差は無い。

1. はじめに

本研究は、日本列島を構成する基盤深成岩類の中で、約12%の露出面積をもつ花崗岩類の物理的性質を明確にするための一環としてそれらが共通して持つ性質や、また各時代、地域が持つ特有の性質を明確にし、地質構造の解析や環境問題、災害予知など各方面に必要な基礎資料を提供する事を目標としてとりまとめを行っている。今回は東北地方北部（金谷・大熊，2003）に引き続き、阿武隈山地花崗岩類（第1図）を対象に約350個の露頭（第2図）より採取した試料をとりまとめ、物理定数の考察・検討を行った。測定した物理定数は密度・孔隙率・磁化率（帯磁率）・残留磁化そして Q_n 比（Königsberger ratio）である。これらは日本列島を同一レベルで比較・検討が行えるよう既存の東北地方北部（金谷・大熊，2003）、飛騨花崗岩類（金谷・大熊，2005）それに今後公表予定のものも含め同一手法を用い測定精度を確保している。また、より多くの人の利用を可能にするため一部化学元素との対比も行った。

ここで使用した岩石試料とその測定データについては産業技術総合研究所RIO-DB（研究情報公開データ

ベース）の一環としてWebサイト（<http://riodb02.ibase.aist.go.jp/pb-rock21/>）で公開している。

2. 地質学的研究の概要

阿武隈山地はその地質学的特徴から南部地域・東縁地域そして中・北部地域の3地域に大別されてきた。変成岩類や古生界堆積物を密接に伴う南部地域の花崗岩類はGorai (1944)により貫入時期を異にする岩石群に分けられその詳細が明らかになった。その後、牛来正夫・黒田吉益・渡辺岩井ほかの阿武隈グループによって調査地域が阿武隈全域に広げられた。阿武隈山地に関する研究はその後多くの研究者により引き継がれ数多くの報告がなされている。

今回分類の基本として用いた資料は以下のとおりである。

5万分の1地質図幅、角田地域の地質（藤田ほか，1988）、原町及び大甕地域の地質（久保ほか，1990）、浪江及び磐城富岡地域の地質（久保ほか，1994）、相馬中村地域の地質（柳沢ほか，1996）、川前及び井出地域の地質（久保ほか，2002）、二本松地域の地質（阪口，1995）、竹貫地域の地質（加納ほか，1973）。

20万分の1地質図、福島（久保ほか，2003）、白河（久保ほか，2007）、水戸（吉岡ほか，2001）で主としてこれらに使用されている分類及び用語を使用した。

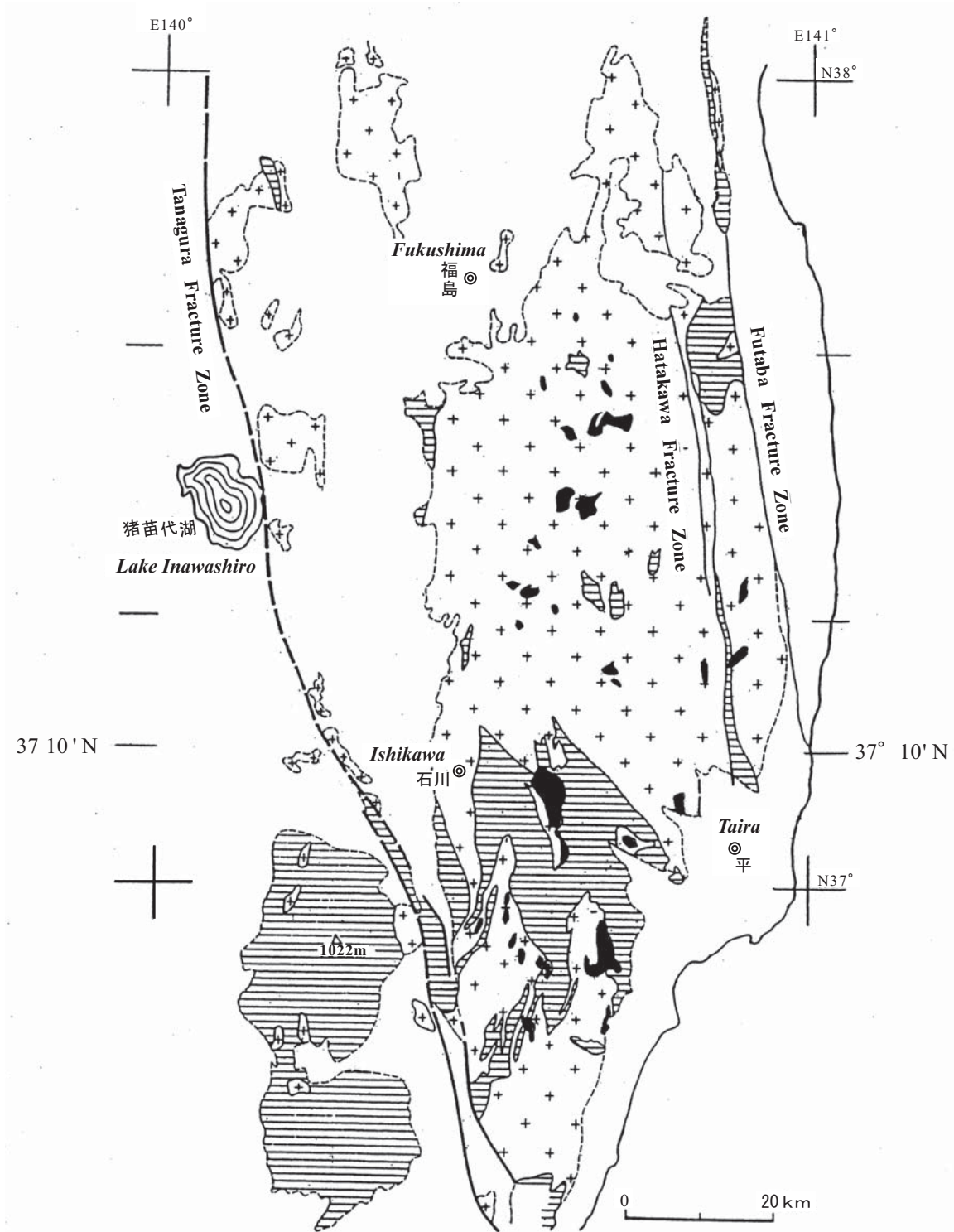
3. 試料及び測定方法

露頭より採取した数kgの岩石塊より直径、長さ共に25.4 mmの円筒試料3～6個を作成し密度、孔隙率、磁化率そして自然残留磁化（NRM）の測定を行った。

密度測定は上皿天秤を用い下部フックにケージを吊し純水（水道水を活性炭とイオン交換樹脂を通したものを）を用いた。強制乾燥は特殊空調室で長期間放置ないしは真空槽中で長時間放置し熱を加えることを避けた。強制湿潤状態は、岩石試料を水につけ真空槽中で減圧し、そのまま48時間以上放置した後、水中重量及び空中重量の秤量を行った。

磁化率測定はBison 3101型帯磁率計（Bison社，米国）及びMS2（MS2B）型（Bartington社，英国）を用いた。自然残留磁化（NRM）の測定はスピナー磁力計SMM-85型（夏原技研，日本国）を使用した。これら値はSI慣用系（河野，1982；小玉，1999）に換算して表示した。したがって表示単位は磁化率（無名数）、磁化強度（A/m）である。磁化率測定は、前記2機種で3～6試料行い、その平均で表示した。両機種合わせた磁化率の測定範囲は $10^{-6} \sim 10^0$ （SI）で再現性も良好である。

自然残留磁化測定のスMM-85型磁力計はX, Y, Z 軸

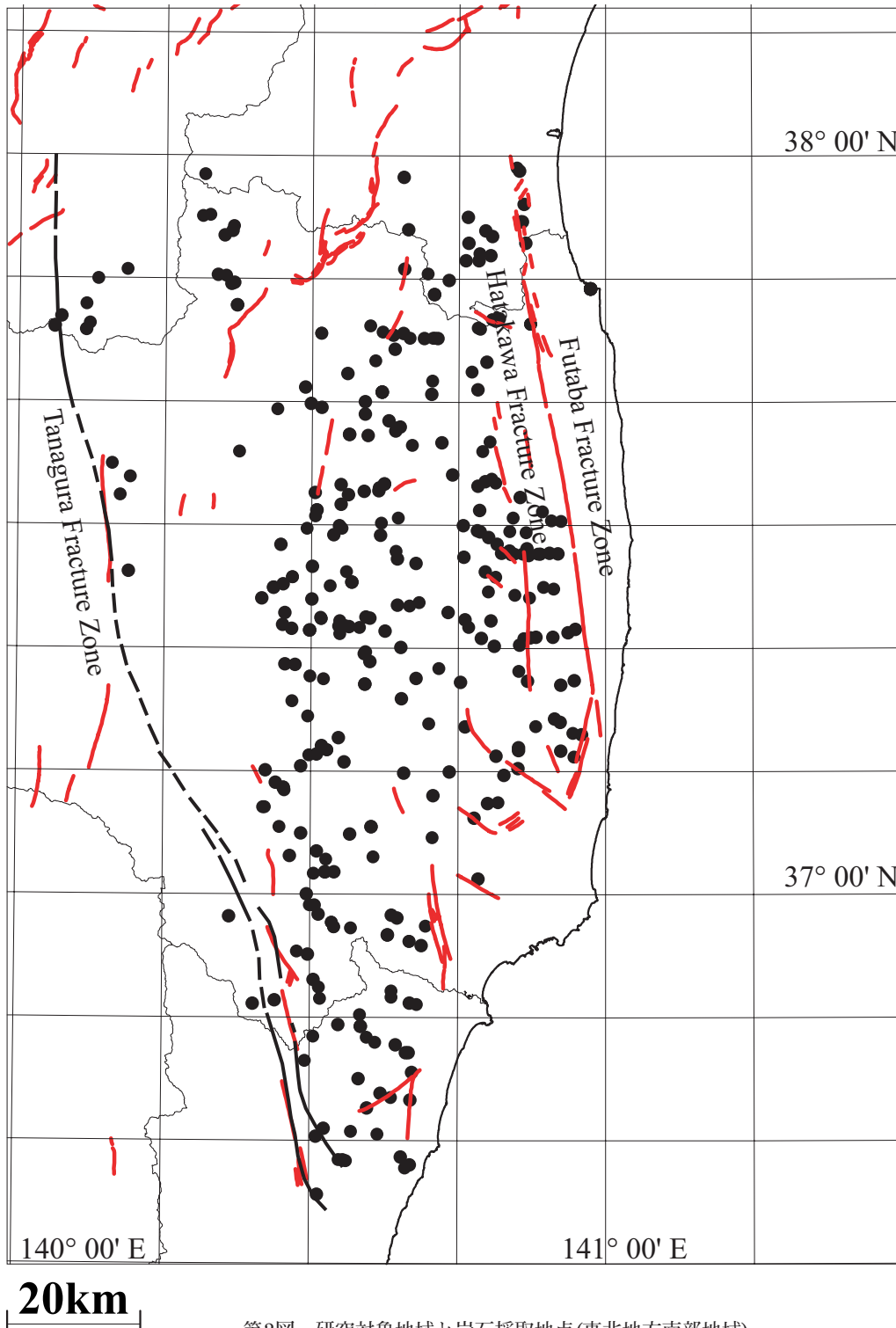


第1図 阿武隈山地における花崗岩質岩類と破砕帯。

+字：花崗岩質岩類，黒色：斑れい岩，横線：古生層を主とする基盤岩類。双葉破砕帯・畑川破砕帯・棚倉破砕帯を示す。50万分の1地質図幅「新潟」(福田ほか，1958)を改変。

Fig. 1 Location map of the study area (southern Tohoku region).

Granitic rocks (cross), Gabbroic rocks (black) and Paleozoic basement (stripe) in the Abukuma Mountains modified from the Geological Sheet Map 1:500,000 "Niigata" (Fukuda et al., 1958).

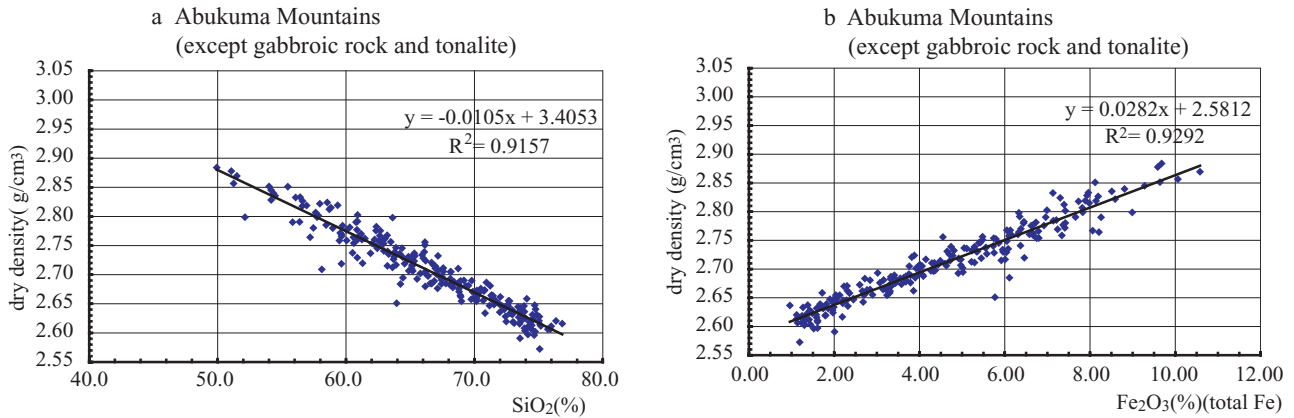


第2図 研究対象地域と岩石採取地点(東北地方南部地域).

Fig. 2 Sampling sites in the Abukuma Mountains.

方向の測定は4回(6スピンの), スタック回数35回, 全磁力のバラツキ(1σ)が50%を示す時の強度はおおよそ 3×10^{-3} ($\times 10^{-6}$ Am²)で, 測定試料の大きさを考えると単位体積あたり 2.3×10^{-4} (A/m)である. し

かし, この値は強度の弱い花崗岩試料に対して十分な感度ではない. このことは磁化強度の弱い試料のQn比(Königsberger ratio)の取り扱いに多少の注意を要する.



第3図 密度と化学元素 (SiO₂ 及び Fe₂O₃ (全鉄)) の対比図.

Fig. 3 Relationship between density and chemical elements (a: SiO₂, b: Fe₂O₃ as total Fe).

4. 測定結果

測定結果を表示するのに花崗岩類の分化指数として密度 (乾燥密度 ρ_d) を横軸に使用した. 密度を使用した場合その精度は $0.002 \text{ (g/cm}^3\text{)}$ 程度が確保されている. 金谷・大熊 (2003) と同様, 阿武隈山地花崗岩類についても密度と SiO₂, Fe₂O₃ (全鉄, いずれも重量パーセント) との対比図を作成した (第3図, a 及び b). これで見ると阿武隈山地花崗岩類は北上山地第V帯の花崗岩類 (金谷・大熊, 2003) とその係数・パラッキともに僅差で一致している.

4.1 密度

阿武隈山地を畑川破砕帯, 双葉破砕帯及び北緯37度10分以南で4つに分けた. ほとんどの斑れい岩類は一部を除き畑川破砕帯西側に露出する. また南部地域には一部に圧砕花崗岩 (先白亜紀) もみられる. 斑れい岩類は一括して扱った.

双葉破砕帯以東, 双葉破砕帯 - 畑川破砕帯間, 畑川破砕帯以西そして南部地域 (北緯37度10分以南) の4地域の乾燥密度 (以下密度) のヒストグラム (第4図, a - d) を示す. 双葉破砕帯以東の割山圧砕花崗閃緑岩と松川浦ボーリングコア (金谷, 1996) は $\rho_d = 2.65 \sim 2.72$ (平均 $2.69 \text{ (g/cm}^3\text{)})$ と幅の狭い岩石である. 双葉破砕帯 - 畑川破砕帯間の岩石の分布は2つのピークが見られる. それぞれのピーク値は $2.62, 2.69$ (平均 $2.68 \text{ (g/cm}^3\text{)})$ である. 畑川破砕帯以西のピークも 2.63 と 2.73 (平均 $2.70 \text{ (g/cm}^3\text{)})$ 付近に2つ見られる. 南部地域は複数個 (2個以上) のピークが見られその平均値は $2.74 \text{ (g/cm}^3\text{)}$ で, これらの中では南部地域が最も大きい. また斑れい岩類は 3.03 (平均) $\text{(g/cm}^3\text{)}$ であった.

4.2 孔隙率

双葉破砕帯以東の割山圧砕花崗閃緑岩と松川浦ボーリングコアはある程度風化, 変質の影響を受け岩石試料の状態は必ずしも良くなく, 孔隙率の平均値は 0.86% , 双葉破砕帯 - 畑川破砕帯間は 0.76% (最頻値 0.64), 畑川破砕帯以西は 0.79% (同 0.68) そして南部地域は 0.62% (同 0.53) である (第5図 a - d). ちなみに斑れい岩は 0.27% (平均値) であった. 孔隙率は密度の増加とともに低下するため, これら数値は各地域の密度分布の影響も受けている.

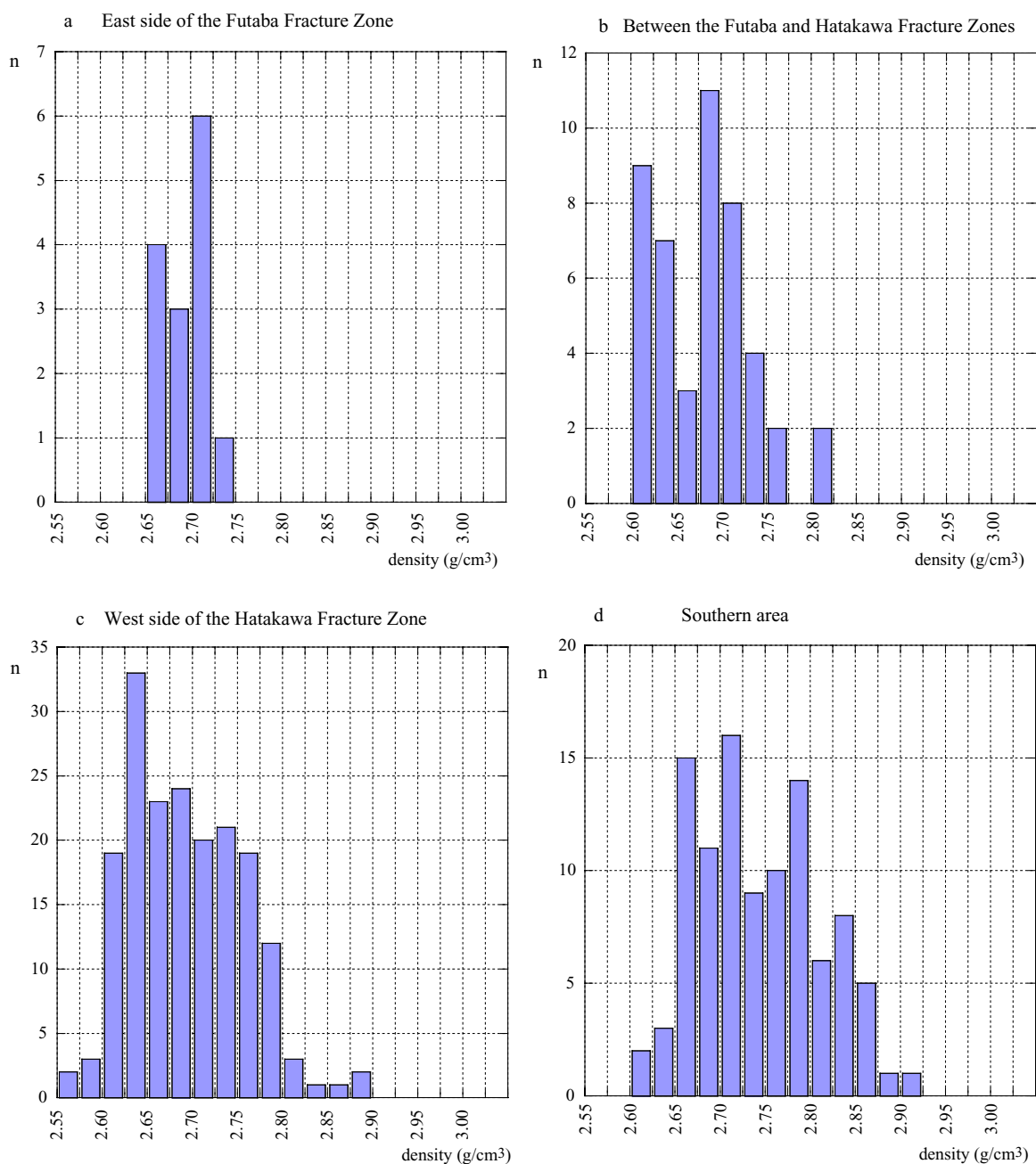
4.3 磁化率

双葉破砕帯以東の磁化率の平均値はおおよそ $1,800 \times 10^{-5}$ (SI) と比較的高く, 畑川破砕帯以西にみられる斑れい岩の平均 $4,500 \times 10^{-5}$ (SI) について高い. 双葉破砕帯 - 畑川破砕帯間は北部の丸森町, 相馬市地域に低い磁化率を示す試料が多く, 原町, 浪江地域は中程度ないしはやや高いものがありそれらの平均値は 520×10^{-5} (SI), 畑川破砕帯以西は低い磁化率を示す試料の割合が多く 130×10^{-5} (SI), しかし中程度の試料もみられる. 南部地域は畑川破砕帯以西に類似するがその平均は 197×10^{-5} (SI) で低いものと中程度のものの割合がやや異なる (第6図 a - d).

4.4 磁化率と密度の対比

磁化率と密度を対比した (第7図, a - d) これは磁化率が岩石の分化指数の変化に相関するためである. 簡単な分化指数として SiO₂ や Fe₂O₃ (全鉄, いずれも重量%) それに密度を使用することにより, より詳細な検討が可能になると考えられる.

阿武隈山地全体の対比図を見ると, 東北地方北部 (金谷・大熊, 2003) でみられた全体傾向にほぼ一致し, 大雑把に見て測定値は密度, $\rho_d = 2.60 \text{ (g/cm}^3\text{)}$ と磁



第4図 各地域でみられる密度の頻度分布.

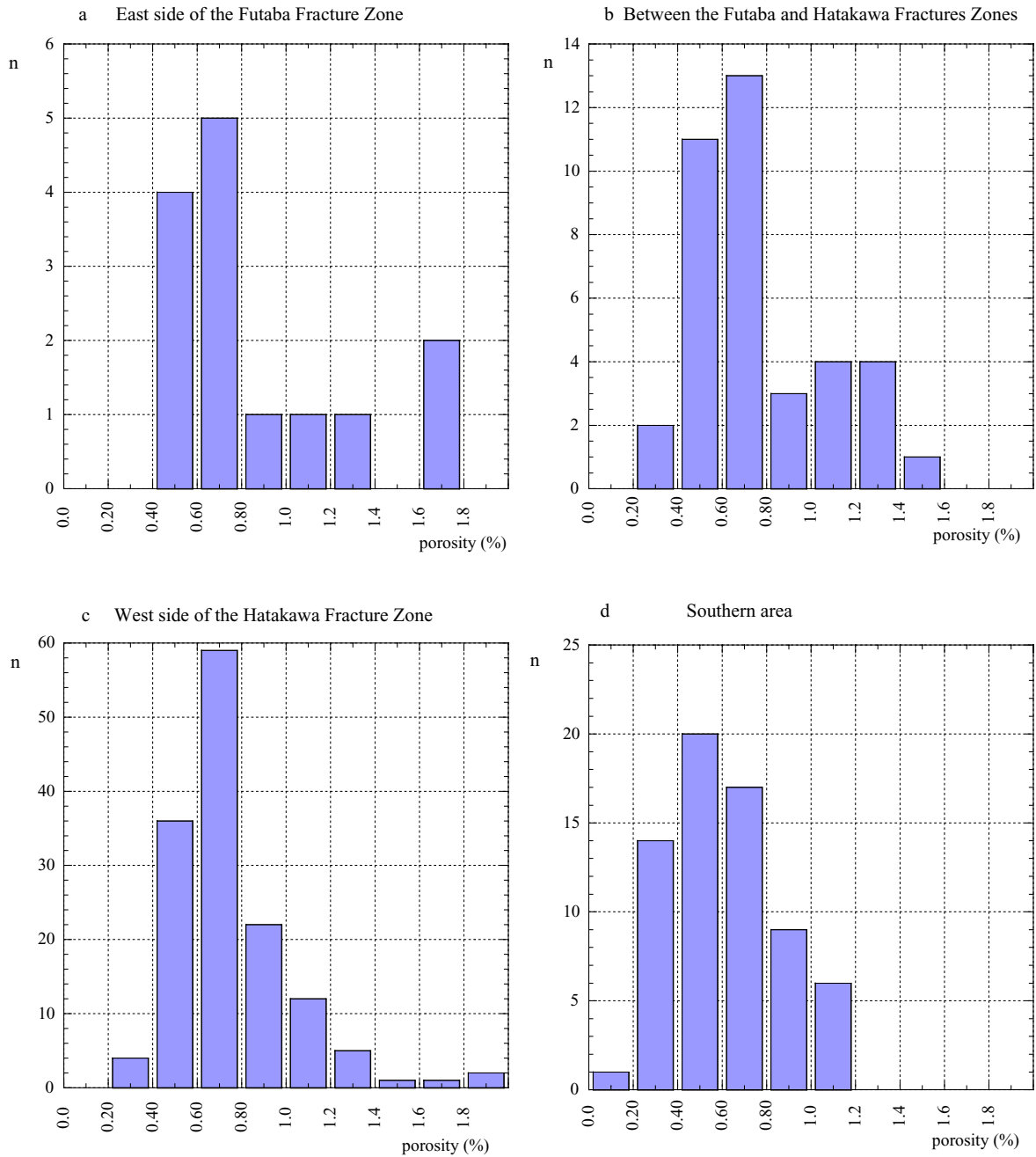
a: 双葉破砕帯東側, b: 双葉 - 畑川破砕帯間, c: 畑川破砕帯西側, d: 南部地域.

Fig. 4 Histogram of density distribution of each area.

a: east side of the Futaba Fracture Zone, b: between the Futaba Fracture Zone and the Hatakawa Fracture Zone, c: west side of the Hatakawa Fracture Zone, d: southern area.

化率, $\kappa_{SI}=10 \times 10^{-5}$ 及び $\rho_d=2.95$ と $\kappa_{SI}=100 \times 10^{-5}$ (下限線) と, 同じく密度, $\rho_d=2.60$ (g/cm^3) と磁化率, $\kappa_{SI}=2,000 \times 10^{-5}$ 及び $\rho_d=2.95$ (g/cm^3) と $\kappa_{SI}=20,000 \times 10^{-5}$ (上限線) の2直線間に含まれる. また阿武隈山地は北上山地に比べ下限線付近に分布する試料に対し, 上限線付近に分布する試料の割合 (第7図, a - d) が非常に少ない. 上限線付近に分布する

試料は双葉破砕帯以東のトータル岩と畑川破砕帯以西に露出する斑れい岩の一部 (第7図, a) のみである. 双葉破砕帯 - 畑川破砕帯間に露出する岩石 (第7図, b) は両破砕帯間の北部地域 (角田地域, 相馬中村地域) の試料が下限線付近に存在し, 上限線付近に分布する試料はほとんど存在せず中程度の試料のみである. 畑川破砕帯以西 (第7図, c) には下限線付近に分布する試料



第5図 各地域でみられる孔隙率の頻度分布. 第4図を参照.

Fig. 5 Histogram of porosity distribution of each area. See also Fig.4.

の割合が多いが、また中程度の値を示す試料もある程度みられる。南部地域（第7図, d）も畑川破碎帯以西に類似するが、中程度の値を示すものもある割合でみられる。

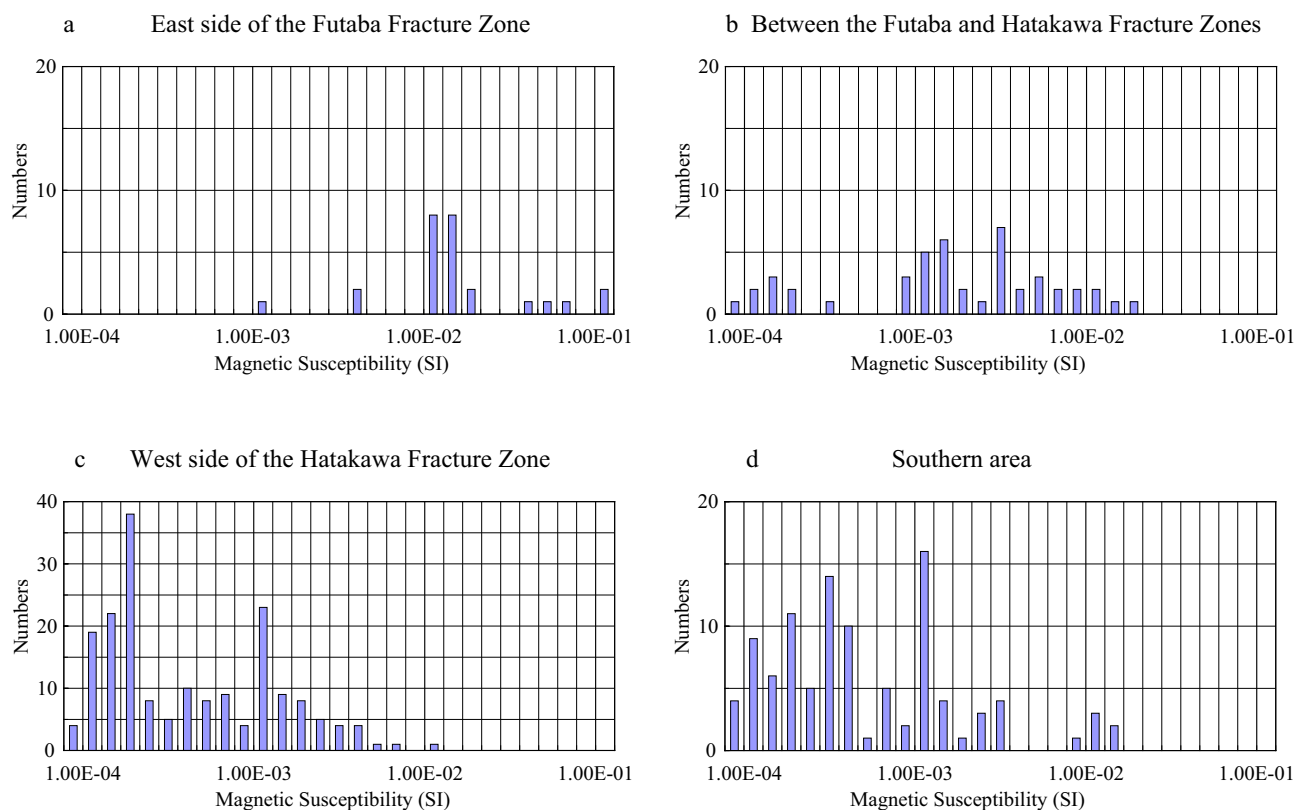
4.5 残留磁化

磁化率同様、密度と残留磁化（NRM）の対比図（第8図, a - d）を作成した。双葉破碎帯以東は試料数が少ないと変化幅が狭いため不明であるが、双葉 - 畑川

破碎帯間は密度に対しやや増加傾向、畑川破碎帯以西（斑れい岩を除く）はやや増加傾向であるがいずれも明確な相関は見られない。南部地域は双葉 - 畑川破碎帯間と同様、密度に対しやや増加傾向がみられる。

4.6 Qn比(Königsberger ratio)

残留磁化（NRM）と現在の地球磁場による誘導磁場（ κH , κ は磁化率, H は現在の地球磁場の強さ）の比 Qn の頻度分布図（第9図, a - d 階級値は0.2, 斑れい



第6図 各地域でみられる磁化率の頻度分布. 第4図を参照.

Fig. 6 Histogram of magnetic susceptibility distribution of each area. See also Fig.4.

岩類は0.5)を示す. 斑れい岩を除き大半が0.4以下で特に0.2以下の割合が大きい. 斑れい岩については高い値を示すものが多い. これは斑れい岩が山頂に近いところから採取した試料が多いため落雷の影響を受けているのかもしれない.

Qn比に関連して磁化率と残留磁化の対比図(第10図, a - d)を示す. いずれの地域もバラツキは多いものの両者は正の相関を示す.

5. 双葉破砕帯以東について

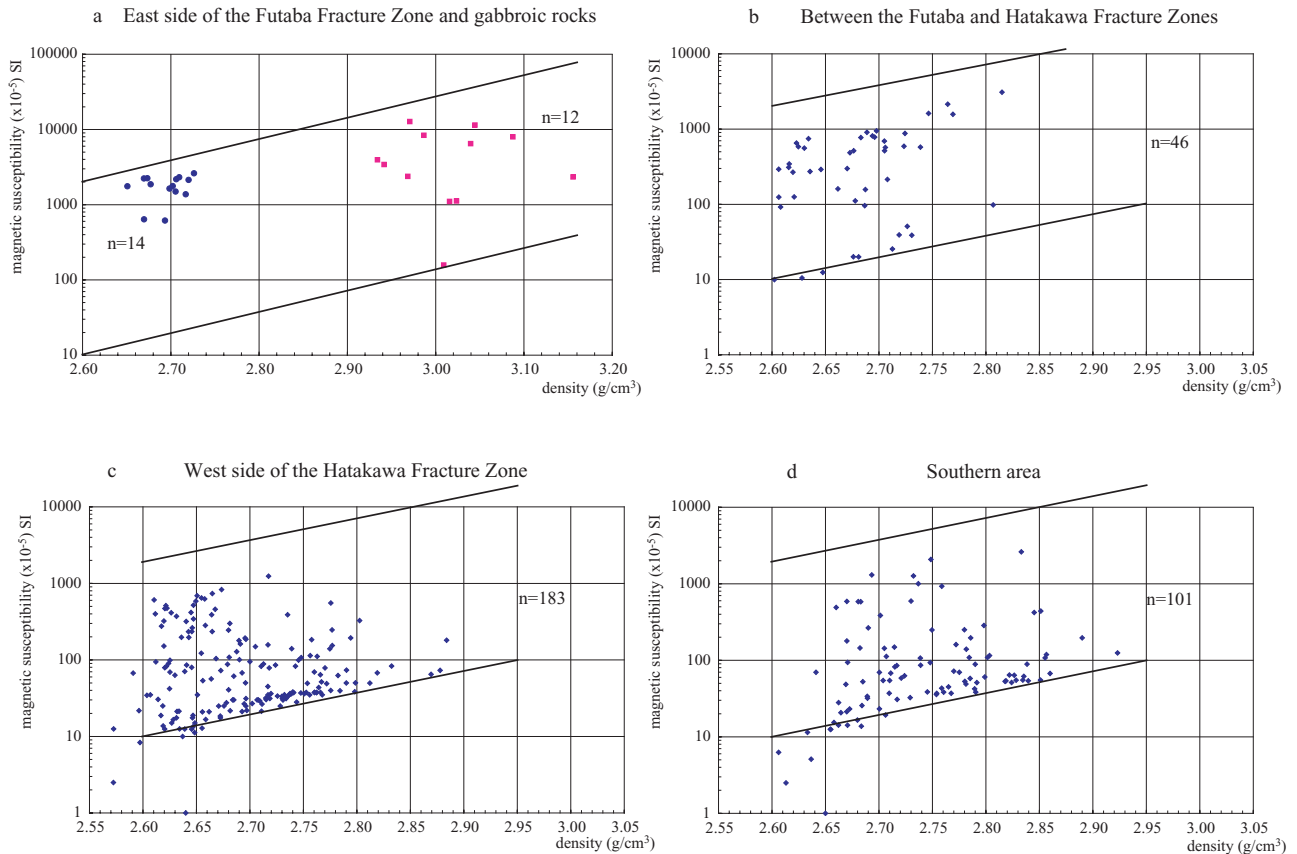
阿武隈山地双葉破砕帯以東, 太平洋に至る地域に露出する岩体は割山庄碎花崗閃緑岩(藤田ほか, 1988)で, これはその南東方約15 kmの松川浦の試錐コア地下327 m以深より採取された花崗岩質岩(金谷, 1996)とは化学組成(第1表)が類似し, いずれもトータル岩である. またこれらの磁化率は密度との対比図でも上限線付近に分布する試料であり岩石のもつ分化指数の割には高い磁化率を示す.

他方, 北部北上山地第II帯(階上岩体, 田野畑岩体そして宮古岩体)(片田ほか, 1971・1974 a, b)中にも化学的性質が類似(片田・金谷, 1980)し, かつ高

い磁化率を示す岩石がある. これを東北日本三陸沖に存在する帯状磁気異常の原因物質(Finn, 1994)であると, これら岩石をアダカイト質花崗岩として取りまとめを行い, その南方延長部分が阿武隈山地東縁に及んでいるとしている(土谷, 1997). この他, 阿武隈山地には阿武隈川河口付近, 原町市南方から小高町にかけて大きな磁気異常(中塚・大熊, 2005)がみられ, また磐城富岡付近の試錐コアの記載岩石学的特徴が一致した花崗岩類も報告(久保ほか, 1994)されている.

阿武隈山地東部(双葉破砕帯以東)に見られるこれらの岩石は双葉破砕帯以西, 南部阿武隈地域には見当たらないことから, この種の岩石を分離して考える方が妥当と考えられる. このため双葉破砕帯以東, 太平洋に至る地域にみられる岩石を北部北上山地第II帯の同質岩と比較してみた. 北部北上山地第II帯にみられる3岩体の微量元素は分化指数に対し2つのトレンドを示し周辺相及び中心相(片田・金谷, 1980)に分かれ, 中心相に当る部分の化学的性質が土谷(1997)によるアダカイト質花崗岩といわれる岩石に類似している.

採取された割山庄碎花崗閃緑岩の試料の状態は強熱減量, 孔隙率等から見ても必ずしも良好な試料ではない. 割山庄碎花崗閃緑岩(第1表)と松川浦の花崗岩質



第7図 密度と磁化率の対比図。

図中の2直線は大半のデータが含まれると考えられる上限、下限を表す。

a: 双葉破砕帯東側 (●印) 及び斑れい岩 (■印), b: 双葉 - 畑川破砕帯間, c: 畑川破砕帯西側, d: 南部地域。

Fig. 7 Relationship between density and magnetic susceptibility.

Two straight lines show the upper and lower limits between which most data are plotted.

a: (●) the east side of the Futaba Fracture Zone and (■) gabbroic rocks, b: between the Futaba Fracture Zone and the Hatakawa Fracture Zone, c: west side of the Hatakawa Fracture Zone, d: southern area.

岩はSiO₂, CaO, Fe₂O₃ (全鉄) そしてNa₂Oで他の花崗岩類とは明らかにその占有領域が異なる。割山庄碎花崗閃緑岩の特徴である主元素の変化範囲は、SiO₂は62~71%, Na₂Oは4.0~5.2%, K₂Oは1.0%以下である。

他方、北部北上山地第II帯の中心相を形成する岩石のSiO₂は62~71%, Na₂Oは3.5~4.7%, K₂Oは1.0~2.2%であって、阿武隈、北上山地の両者はNa₂Oで0.5~1.0%異なり、K₂Oは1.0%を境に分かれる。微量元素は阿武隈山地のSrが600 ppm以上、北上山地が550 ppm以上、おなじくYが阿武隈山地10 ppm以下、北上山地が15 ppm以下で、いずれもこれら岩石はその特徴からアダカイト質花崗岩(土谷, 1997) であると考えられる。

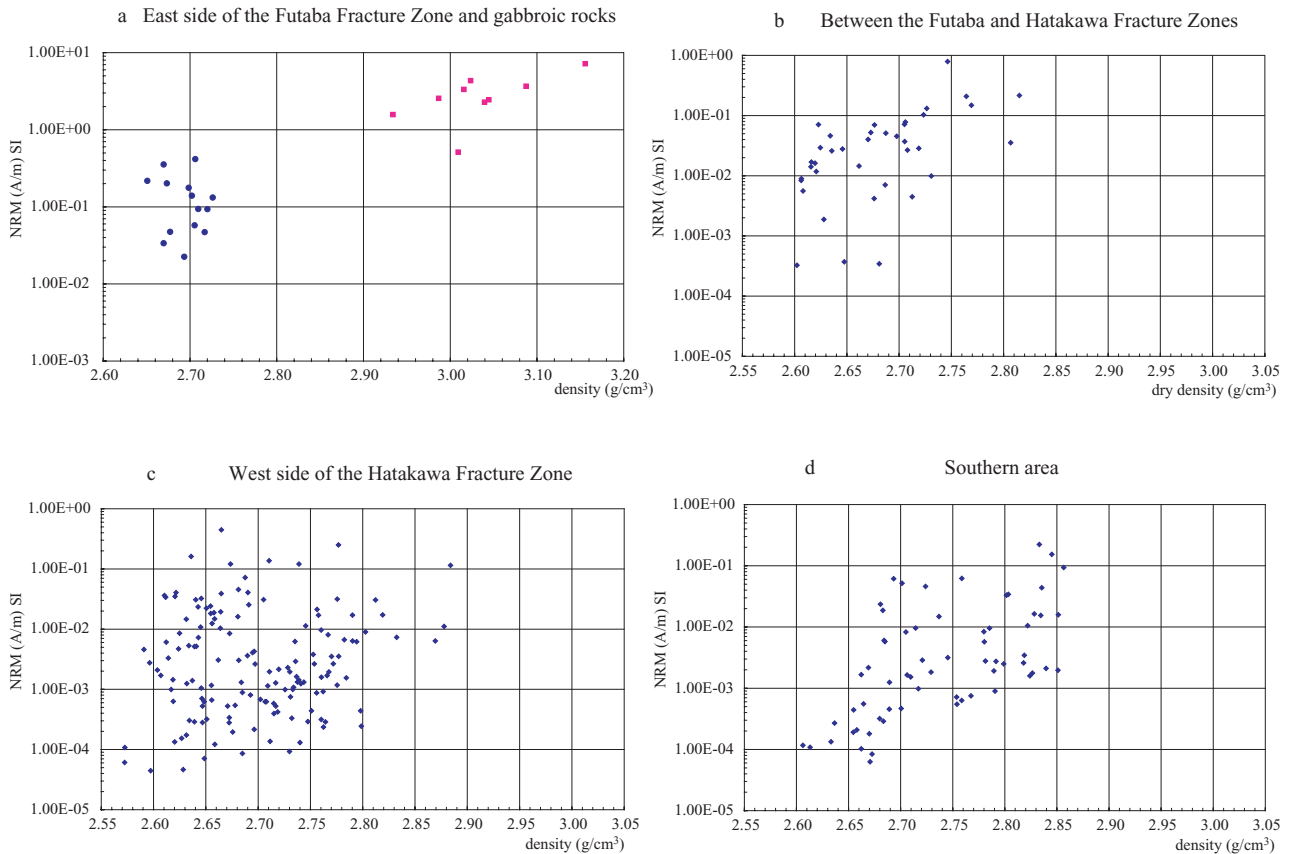
両地域のこれら岩石の産状は阿武隈地域では双葉破砕帯を境としてその東側に単独で、北上山地第II帯では中心相、周辺相という組み合わせの中心相部分でみられる。したがって双葉破砕帯以東のこれら岩石は、双葉破砕帯以西及び南部地域の岩石とは区別して扱う

のが適当ではないかと考えた。

次にこれら岩石が示す磁化率についてこれら岩石の特徴のひとつであるNa₂Oと、分化指数としてFe₂O₃ (全鉄) とのかかわりあいとみると(第11図, 第12図), 阿武隈山地双葉破砕帯以東、北上山地第II帯中心相そして周辺相でそれぞれの占有領域を有している。これを磁化率の強さでみると、北上山地第II帯中心相は、その分化指数に対して高い値を示しているものの、絶対値として高い値を示しているわけではない。周辺相との比較において、分化指数(Fe₂O₃) の変化にたいして磁化率が横ばいに見えるのもそのためである。

6. 考察と解釈

今回、阿武隈山地花崗岩類を4地域に分けて考察した。4地域に分けた東端の双葉破砕帯-太平洋間に分布する岩石はトータル岩であり、それ以外の阿武隈山地の岩石とは様子が異なり、分けたほうが合理的である



第8図 密度と残留磁化 (NRM) の対比図.

a: 双葉破砕帯東側 (●印) 及び斑れい岩 (■印), b: 双葉 - 畑川破砕帯間, c: 畑川破砕帯西側, d: 南部地域.

Fig. 8 Relationship between density and NRM.

a:(●) the east side of the Futaba Fracture Zone and (■) gabbroic rocks, b: between the Futaba Fracture Zone and the Hatakawa Fracture Zone, c: west side of the Hatakawa Fracture Zone, d: southern area.

と考えられる. したがって最終的に双葉破砕帯 - 畑川破砕帯間, 畑川破砕帯以西で北部を東・西に分け (斑れい岩については別途) それに南部地域を加え阿武隈山地花崗岩類を4地域として考察した.

密度はヒストグラムにも見られるように双葉破砕帯以東を除く3地域ともそれぞれ2つ (または2つ以上) のピークが見られ, 2つのピークとも双葉破砕帯 - 畑川破砕帯間, 畑川破砕帯以西そして南部地域と $0.02 \sim 0.05 \text{ (g/cm}^3\text{)}$ 増加しており, 南部地域が最も大きい. これらを平均値で見ると双葉破砕帯以東 $\rho_d = 2.69 \text{ (g/cm}^3\text{)}$, 双葉 - 畑川破砕帯間 $\rho_d = 2.68 \text{ (g/cm}^3\text{)}$, 畑川破砕帯以西 $\rho_d = 2.70 \text{ (g/cm}^3\text{)}$, 南部地域 $\rho_d = 2.74 \text{ (g/cm}^3\text{)}$ である.

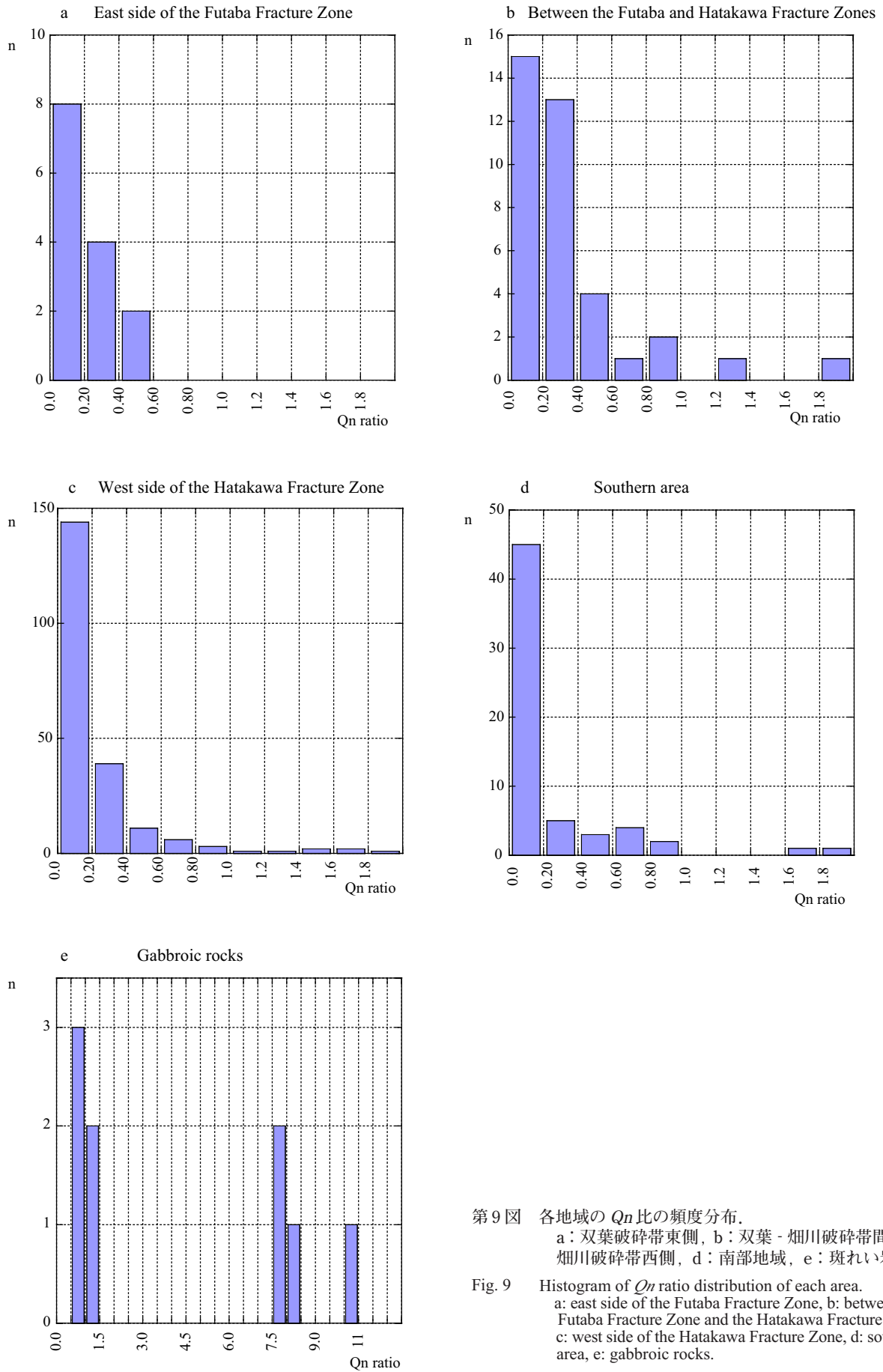
孔隙率は双葉破砕帯以東のトータル岩は, 風化・変質の影響により1%を越す試料がいくつかあり, その影響が大きい. それ以外の3地域では畑川破砕帯以西が双葉 - 畑川破砕帯間, 南部地域よりも多少大きめにみえる.

磁化率は密度との対比でも見られるように上限線付

近に分布する試料は双葉破砕帯 - 太平洋間に分布するトータル岩のみである. また双葉破砕帯 - 畑川破砕帯間も南部北上山地と比べかなり低く Kitakami Mountains Zone V - VI (金谷・大熊, 2003) の磁化率 - 密度から見られる両者の類似性はかなり低い. 畑川破砕帯以西では中程度の磁化率を示す試料が中粒黒雲母花崗岩 (久保ほか, 1994, 淡紅色黒雲母花崗岩: Grp, 浪江及び磐城富岡地域の地質) 中や, 阿武隈西部三春町付近の同質岩 (久保, 1973; 久保ほか, 2003, G₂ b, 20万分の1地質図幅, 福島) にもいくつかみられる. また, 下限線付近に分布する試料の割合が, 南部地域にゆくに従い変化するものの顕著な差は見られない.

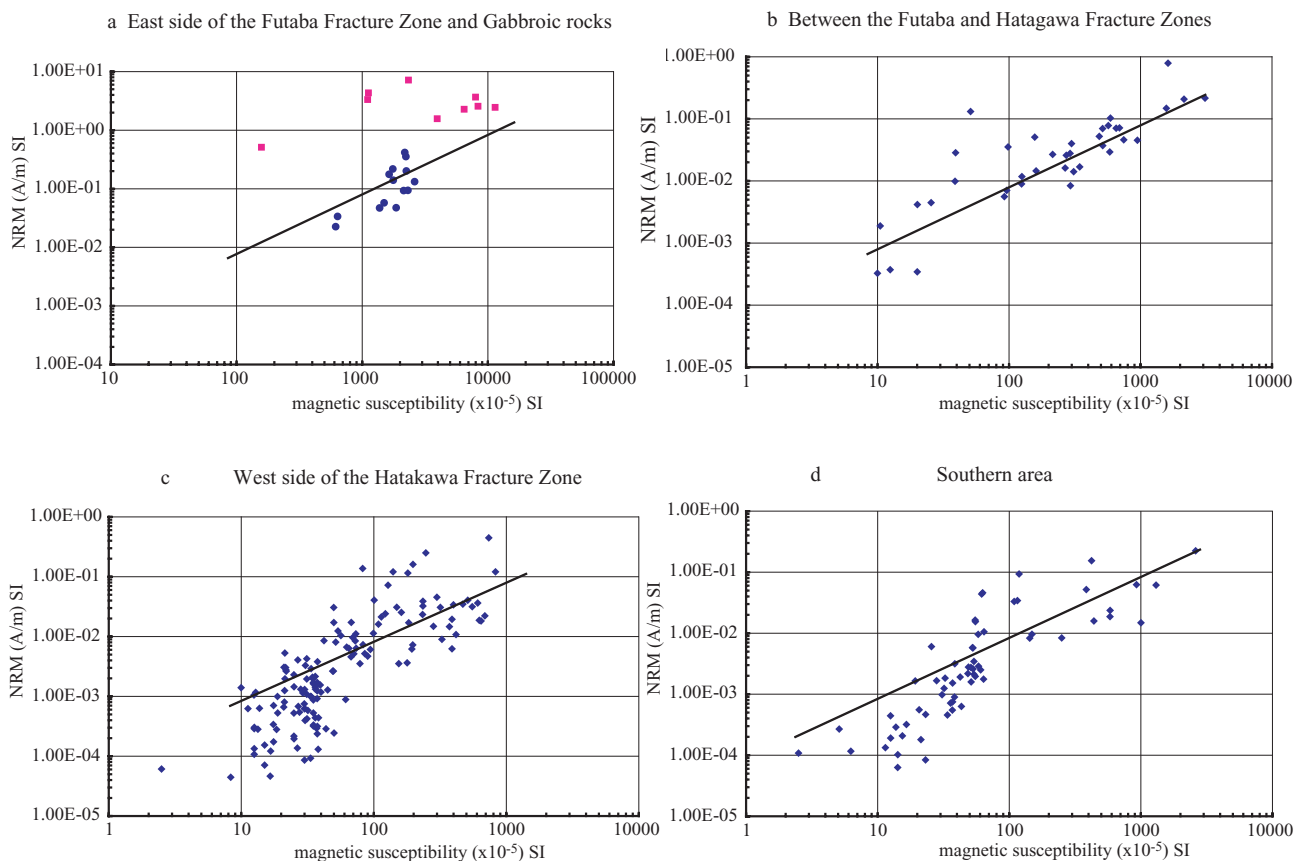
磁化率と残留磁化の関係はこれまでに観察されているように原則的には正相関であるがパラツキが大きい. Qn比は0.4以下が大半である.

これら結果を東北地方北部のこれまでの結果 (金谷・大熊, 2003) と比べてみると北上山地花崗岩類は斑れい岩や閃緑岩などの塩基性岩の割合が多いこともあって平均密度は, $2.76, 2.77 \text{ (g/cm}^3\text{)}$ と高く太平山地域,



第9図 各地域の Qn 比の頻度分布。
 a: 双葉破碎帯東側, b: 双葉 - 畑川破碎帯間, c: 畑川破碎帯西側, d: 南部地域, e: 斑れい岩。

Fig. 9 Histogram of Qn ratio distribution of each area.
 a: east side of the Futaba Fracture Zone, b: between the Futaba Fracture Zone and the Hatakawa Fracture Zone, c: west side of the Hatakawa Fracture Zone, d: southern area, e: gabbroic rocks.



第10図 磁化率と残留磁化の対比図。図中の実線は $Q_n=0.2$ を表す。
 a: 双葉破砕帯東側 (●印) 及び斑れい岩 (■印), b: 双葉 - 畑川破砕帯間, c: 畑川破砕帯西側, d: 南部地域。
 Fig. 10 Relationship between magnetic susceptibility and NRM. Solid lines show $Q_n=0.2$.
 a:(●) the east side of the Futaba Fracture Zone and (■) gabbroic rocks, b: between the Futaba Fracture Zone and the Hatakawa Fracture Zone, c: west side of the Hatakawa Fracture Zone, d: southern area.

栗駒 - 鳴子地域そして村上地域に近い。また磁化率もそれほど高くなく、太平山地域、栗駒 - 鳴子地域そして村上地域に近い。

阿武隈山地の磁化率にたいするこれまでの報告で、阿武隈山地東縁原町地域の白亜紀貫入岩類ほか(久保・山元, 1990; 久保・高橋, 1992)では、畑川破砕帯以東の岩石は北上山地の花崗岩類に対応するとあるが双葉破砕帯 - 畑川破砕帯間の磁化率平均は520 ($\times 10^{-5}$ SI以下同様)、南部北上山地 V - VI 帯平均2,080 (遠野岩体のみ1,910)で、双葉破砕帯 - 畑川破砕帯間にみられる低い磁化率を示す試料(9個)を除いた平均値でも620程度で北上山地(南部北上山地)が示す磁化率の1/3 ~ 1/4程度である。また原ノ町及び大甕地域の地質(久保ほか, 1990)中の新田川上流にみられる斑れい岩が6,000 ~ 13,000の高い磁化率を示すのに対し、畑川破砕帯以西の斑れい岩は5,000以下の低い磁化率を示すと記載されているが、畑川破砕帯以西にも移ヶ岳北側斜面、岩代町の麓山(羽山)そして船曳町の黒石山にも8,000 ~ 12,000の高い磁化率を示す斑れい岩がみられる。

7. まとめと結論

東北地方南部に露出する白亜紀 - 古第三紀花崗岩類の阿武隈山地花崗岩類について密度、孔隙率、磁化率そして残留磁化をもとめ、阿武隈山地がもつ特徴と性質を明確にし、また東北地方北部の結果と比較した。

1. 双葉破砕帯以東(-太平洋)の岩石はその物理・化学的性質から阿武隈山地花崗岩類本体とは分けて考えるほうが合理的である。

2. 地質学的に大きな意味を持つとされる畑川破砕帯を境としてこれら花崗岩類を密度や磁化率で見るとその東西で大きな違いがあるとは考えられない。中程度の強さの磁化率を持つ岩石は地域によりその割合はかなり異なるものの阿武隈山地西側にもみられる。

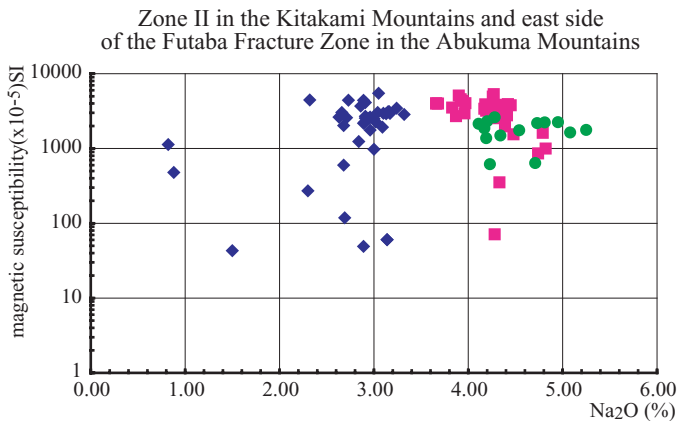
3. 孔隙率はこれまで東北地方各地域の結果からみていずれも大差なくその平均は0.7%程度以下であり密度の増加に比例して小さくなっている。

4. 密度の変化に対する残留磁化(NRM)は大局的には正の相関関係があるように見えるものの明確な関係

第1表 割山花崗閃緑岩の主元素化学組成(蛍光X線分析法, FeOは滴定法による).

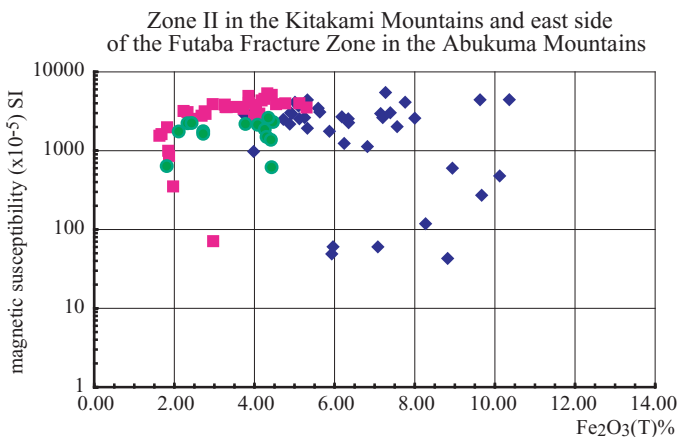
Table 1 Major element compositions of the Wariyama granitic rocks analyzed by XRF (Titration method for FeO).

Sample No.	266	361	451	453	454	455
R.No.	25635	25699	25732	25734	24735	25736
SiO ₂	66.86	66.92	65.82	68.17	66.93	71.44
TiO ₂	0.25	0.36	0.35	0.32	0.22	0.18
Al ₂ O ₃	17.77	17.50	17.82	16.80	17.81	16.33
Fe ₂ O ₃	1.14	1.58	1.62	1.52	1.01	0.90
FeO	1.07	1.03	0.99	0.82	0.99	0.82
MnO	0.06	0.06	0.06	0.05	0.05	0.04
MgO	0.69	0.89	0.75	0.64	0.61	0.50
CaO	3.73	4.46	4.45	3.67	3.83	3.01
Na ₂ O	4.81	5.25	5.08	4.95	4.54	4.71
K ₂ O	0.89	0.57	0.54	0.31	1.14	0.44
P ₂ O ₅	0.10	0.11	0.11	0.09	0.10	0.05
Fe(T)	2.33	2.72	2.72	2.43	2.11	1.81
LOI	1.60	1.35	1.40	1.70	2.10	1.55
Total	99.09	100.19	99.10	99.13	99.44	100.06
	266	Kosai Toge	453	Takase Toge		
	361	Akidoshi Toge	454	Kosai Toge		
	451	Akidoshi Toge	455	Fukuda Toge		



第11図 北上山地第II帯及び双葉断層以東のNa₂Oと磁化率の対比図(◆印, 北上第II帯周辺相, ■印同中心相, ●印双葉破碎帯以東). 北上山地第II帯(階上, 田野畑, 宮古岩体の中心相, 周辺相)及び双葉破碎帯以東.

Fig. 11 Relationship between Na₂O and magnetic susceptibility of Zone II (◆ marginal and ■ central facies) in the Kitakami Mountains and ● the east side of Futaba Fracture Zone in the Abukuma Mountains.



第12図 北上山地第II帯及び双葉断層以東のFe₂O₃(T)と磁化率の対比図. 記号は11図と同じ. 北上山地第II帯(階上, 田野畑, 宮古岩体の中心相, 周辺相)及び双葉破碎帯以東.

Fig. 12 Relationship between Fe₂O₃(as total Fe) and magnetic susceptibility of Zone II in the Kitakami Mountains and the east side of the Futaba Fracture Zone in the Abukuma Mountains (marks are the same as Fig. 11).

は認められない。しかし磁化率と残留磁化の関係は密度との対比よりはより明確な正相関が認められる。Qn比 (Königsberger ratio) は0.4以下が大半を占める。これも東北地方北部地域と類似する。

5. これまでのいくつかの事例からみて、磁化率による双葉破碎帯・畑川破碎帯間地域の北上山地 (南部北上山地) への対応は不可能と考えられる。

文 献

- Finn, C. (1994) Aeromagnetic evidence for a buried Early Cretaceous magmatic arc, northeast Japan. *Jour. Geophys. Res.*, **99**, 22165-22185.
- 藤田至則・加納 博・滝沢文教・八島隆一 (1988) 角田地域の地質。地域地質研究報告 (5万分の1地質図幅), 地質調査所, 99p.
- 福田 理・肥田 昇・広川 治・伊田一善・井上絢夫・磯見 博・金原均二・河野義礼・菊池清四郎・水野篤行・太田良平・大沢 穠・斎藤正次・佐藤 茂・沢田秀穂・鈴木達夫 (1958) 50万分の1地質図幅「新潟」, 地質調査所。
- Gorai, M. (1944) Petrological study on the plutonic rocks of Gosaisyō-Takanuki district, southern Abukuma plateau. *Mem. Fac. Sci. Kyushu Imp. Univ., ser. D*, **2**, 239-321.
- 加納 博・黒田吉益・宇留野勝利・濡木輝一・蟹沢聡史・丸山孝彦・梅村隼夫・光川 寛・瀬戸延夫・大平芳久・佐藤 茂・一色直記 (1973) 竹貫地域の地質。地域地質研究報告 (5万分の1地質図幅), 地質調査所, 109p.
- 金谷 弘 (1996) 福島県相馬市の試錐コアの化学組成と磁性についての2-3の知見—松川浦試錐コアの花崗岩類—。岩鉱, **91**, 364-372.
- 金谷 弘・大熊茂雄 (2003) 物理定数から見た白亜紀—古第三紀花崗岩類—その1。東北地方北部。地調研報, **54**, 303-313.
- 金谷 弘・大熊茂雄 (2005) 物理定数から見た飛騨花崗岩類。地調研報, **56**, 303-313.
- 片田正人・大貫 仁・加藤祐三・蟹沢聡史・小野千恵子・吉井守正 (1971) 北上山地, 白亜紀花崗岩類の帯状区分。岩鉱, **65**, 230-245.
- 片田正人 (1974a) 北上山地の白亜紀花崗岩類, I. 序論。地調報告, **251**, 1-7.
- 片田正人 (1974b) 北上山地の白亜紀花崗岩類, VI. 南部北上山地の花崗岩類, および全北上山地花崗岩類の分帯区分。地調報告, **251**, 121-133.
- 片田正人・金谷 弘 (1980) 北上山地の白亜紀花崗岩類のK, R b, S r, T h, Uについて。岩鉱, **5**, 173-185.
- 河野 長 (1982) 岩石磁気学入門。東京大学出版会, 146p.
- 久保和也 (1973) 中部阿武隈山地三春町付近の花崗岩類。MAGMA, **32**, 11-14.
- 久保和也・高橋 浩 (1992) 阿武隈花崗岩類と北上花崗岩類から見た阿武隈帯の東縁・西縁。地団研46回総会シンポ要旨集, 111-115.
- 久保和也・山元孝広 (1990) 阿武隈山地東縁原町地域の白亜紀貫入岩類—岩石記載及びK-Ar年代—。地質雑, **96**, 731-742.
- 久保和也・柳沢幸夫・吉岡敏和・山元孝広・滝沢文教 (1990) 原町及び大甕地域の地質。地域地質研究報告 (5万分の1地質図幅), 地質調査所, 155p.
- 久保和也・柳沢幸夫・吉岡敏和・高橋 浩 (1994) 浪江及び磐城富岡地域の地質。地域地質研究報告 (5万分の1地質図幅), 地質調査所, 104p.
- 久保和也・柳沢幸夫・利光誠一・坂野靖行・兼子尚知・吉岡敏和・高木哲一 (2002) 川前及び井出地域の地質。地域地質研究報告 (5万分の1地質図幅), 産総研地質調査総合センター, 137p.
- 久保和也・柳沢幸夫・山元孝広・駒澤正夫・広島俊夫・須藤定久 (2003) 福島 (20万分の1地質図幅), 産総研地質調査総合センター。
- 久保和也・柳沢幸夫・山元孝広・中江 訓・高橋 浩・利光誠一・坂野靖行・宮地良典・高橋正樹・大野哲二・駒澤正夫 (2007) 白河 (20万分の1地質図幅), 産総研地質調査総合センター。
- 小玉一人 (1999) 古地磁気学。東京大学出版会, 248p.
- 中塚 正・大熊茂雄 (2005) 日本空中磁気データベース。数値地質図P-6, 産総研地質調査総合センター。
- 阪口圭一 (1995) 二本松地域の地質。地域地質研究報告 (5万分の1地質図幅), 地質調査所, 79p.
- 土谷信孝 (1997) 東北日本白亜紀—古第三紀火成活動の特徴と海嶺沈み込みモデルの検証。1994年度—1996年度科学研究費補助金 (基礎研究 (C)) 研究成果報告書。研究課題番号: 06640574.
- 柳沢幸夫・山元孝広・坂野靖之・田沢純一・吉岡敏和・久保和也・滝沢文教 (1996) 相馬中村地域の地質。地域地質研究報告 (5万分の1地質図幅), 地質調査所, 144p.
- 吉岡敏和・滝沢文教・高橋雅紀・宮崎一博・坂野靖行・柳沢幸夫・高橋 浩・久保和也・関 陽児・駒澤正夫・広島俊夫 (2001) 水戸 (20万分の1地質図幅第2版), 地質調査所。

(受付: 2007年6月7日; 受理: 2007年10月11日)