

物理定数からみた飛騨花崗岩類

金谷 弘¹・大熊茂雄¹

Hiroshi Kanaya and Shigeo Okuma (2005) Physical properties of Hida granitic rocks in Japan. *Bull. Geol. Surv. Japan*, vol. 56(9/10), p.303 - 313, 8 figs., 1 table.

Abstract: About 130 granitic rocks exposed widely in Toyama, Ishikawa, Fukui, Gifu and Nagano prefectures in the Hida metamorphic terrain, central Japan, were collected and measured on its physical properties such as density, porosity, magnetic susceptibility and natural remanent magnetization (NRM).

These rocks are divided into the following five rock types accounting geologic age from Triassic to Jurassic. Those are 1; older granitic rocks, 2; Augen mylonites, 3; gabbroic rocks, 4; Shimonomoto-type, 5; Funatsu-type.

The results are summarized as follows :

1. Density (number in parenthesis represents number of samples)

The mean density of this area varies from 2.66 to 2.85 ($\text{g/cm}^3 = 10^3\text{kg/m}^3$), the lowest one is Funatsu type (46), the second Augen mylonites (19), the third Shimonomoto-type (36), and the highest is gabbroic rocks (20). Older granitic rocks show 2.62 g/cm^3 (5).

2. Porosity

There is no large difference among the four rock types, except older granitic rocks. It changes from 0.43 to 0.60%.

3. Magnetic susceptibility

The whole mean intensity of magnetic susceptibility without older granitic rocks is $1,673 \times 10^{-5}$ SI. Augen mylonites is $1,536 \times 10^{-5}$, gabbroic rocks is $2,637 \times 10^{-5}$, Shimonomoto-type is $1,633 \times 10^{-5}$, Funatsu-type is $1,355 \times 10^{-5}$ respectively and older granitic rocks is only 3×10^{-5} .

All the samples can be sectioned within a zone bounded by two straight lines, in a density-magnetic susceptibility chart: Most Hida granitic rocks lie close to the upper line, but the small amount of rocks close to the lower line.

4. Natural remanent magnetization (NRM)

The relation between the density and NRM is not clear, but magnetic susceptibility and NRM are strongly correlated. Königsberger ratio (Qn) of granitic rocks shows less than 0.4 in this region and most granites occupy less than 0.2.

5. Density and porosity

The results represent that a) mean density and porosity in this region are 2.71 g/cm^3 and 0.54% respectively. Compared with another region, mean density of Hida granitic rocks is situated between those of Kitakami Mountains and Kurikoma-Narugo area in the northern Tohoku region. Porosity, 0.54%, shows somewhat smaller than that of Kitakami Mountains. The mean value of magnetic susceptibility in this region, $1,673 \times 10^{-5}$ (SI) is close to that of the south Kitakami Mountains in a density-magnetic susceptibility chart. Qn ratio of this region is very low compared with that of the northern Tohoku region. Shimonomoto-type is the lowest.

Keywords: density, porosity, magnetic properties, Hida granitic rocks

要 旨

本研究は日本列島に分布する花崗岩類を対象にそれらが持つ物理定数, すなわち密度・孔隙率・磁化率・自然残留磁化そして Qn 比 (Königsberger ratio) などを系統的に測定, 集約し, これら花崗岩類が共通して持つ性質や, 各地域差, それぞれの形成年代がもつ特有の性質を明確にし, 地質構造の解明や, 公害, 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ことを

目標にしている。

今回は富山, 石川, 福井, 岐阜そして長野の各県にまたがって露出する飛騨花崗岩類約130個 (第1図) の試料を対象に測定結果を取りまとめた。これら花崗岩類は1, 古期花崗岩類, 2, 眼球状マイロナイト類, 3, 斑れい岩類, 4, 船津花崗岩類とし, 4を下之本型, 船津型として, 最終的に5種類に区分けした。

これら5種類の平均密度の変化範囲は2.62~2.85 ($\times 10^3 \text{kg/m}^3 = \text{g/cm}^3$) で古期花崗岩類が最も小さく, 斑

¹地質情報研究部門(Institute of Geology and Geoinformation, GSJ)

れい岩類がもっとも大きい。孔隙率は0.4~0.6%でこれまでにみられた他地域との差はほとんど認められない。磁化率は密度が2.60~2.95の変化に対しその分布域を上限,下限の2直線で囲むと,その直線は密度の増加に対し約10倍増加し,東北地方北部(金谷・大熊,2003)にみられる磁化率-密度グラフ中の上限,下限の2直線には含まれる範囲と一致し,北上山地花崗岩類に近いパターンを示す。飛騨花崗岩類は,常磁性造岩鉄鉱物によるとみられる磁化率を示す試料の割合は非常に少ない。また, Q_n 比は0~0.3と低くその平均値も0.12と非常に低い。

1. はじめに

日本列島の基盤を構成する深成岩類のなかで,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飛騨花崗岩類のとりまとめを行い,これらの物理定数を考察・検討した。これら試料は今後公表予定のものも含め同じレベルで比較・検討を可能にするため東北地方北部(金谷・大熊,2003)と同一手法を用い測定精度を揃えた。

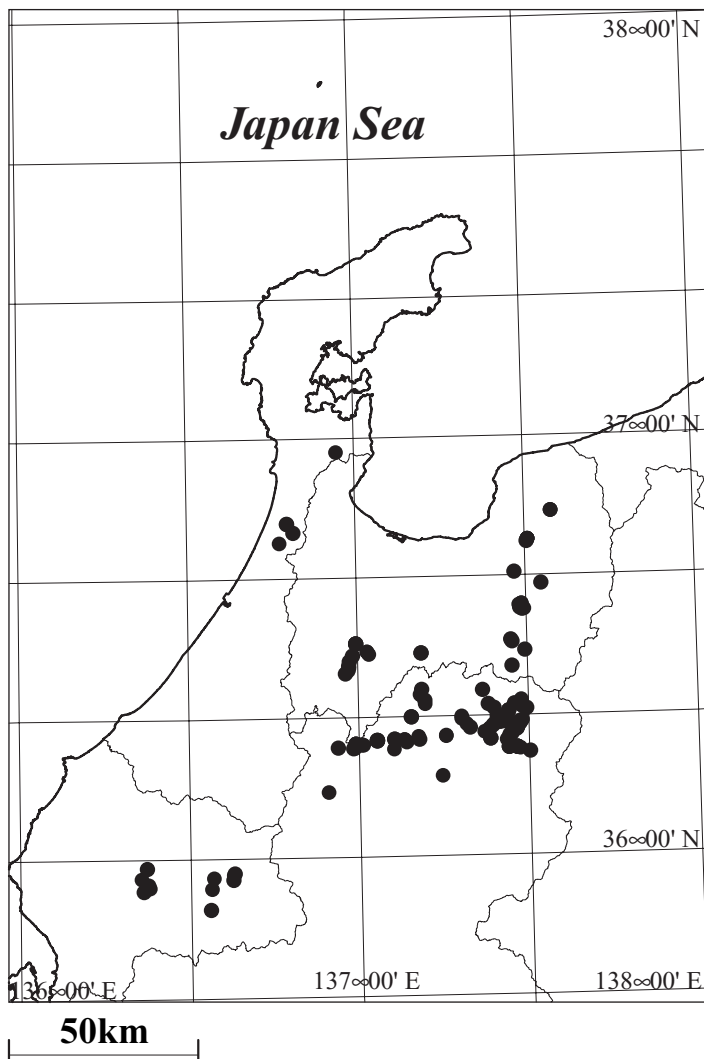
ここで使用した岩石試料とその測定データについては,産業技術総合研究所RIO-DB(研究情報公開データベース)の一環としてWebサイト(<http://www.aist.go.jp/RIODB/pb-rock21/>)からダウンロードが可能である。これらデータはこれまでにに行われてきている岩石の光学的研究や岩石化学的研究そして絶対年代の研究などと合わせて検討の必要があるものと考えられる。

2. 研究の概要

飛騨変成帯については大塚(1891)の20万分の1富山図幅以来,今日に至るまでおびただしい数の報告書,論文がみられる。今回はこれまでに出版されている地質図幅,5万分の1及び20万分の1図幅を軸に,その他いくつかの論文を参考にして飛騨花崗岩類を5種類に区別し,その結果を比較した。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,荒島岳(河合ほか,1957),邑知瀧・虻ガ島(今井ほか,1966),石動(角ほか,1989),城端(井上ほか,1964),八尾(坂本・野沢,1960),白木峰(野沢ほか,1981),飛騨古川(野沢ほか,1975),魚津(角・野沢,1972),五百石(野沢・坂本,1960),東茂住(河合・野沢,1958),船津(磯見・野沢,1957),立山(原山ほか,2000)。

20万分の1地質図,七尾・富山(坂本ほか,1967),



第1図 研究対象地域と岩石採取地点(飛騨山地花崗岩類)。

Fig. 1 Location map of the study area and sampling sites of the Hida granitic rocks.

金沢(鹿野ほか,1999),岐阜(脇田ほか,1992),富山(原山ほか,1996),高山(山田ほか,1989)。

50万分の1地質図,金沢(山田ほか,1974)。

また,絶対年代測定の結果(Ishizaka and Yamaguchi, 1969, 柴田・野沢, 1978, 1984)も考慮し,これらに使用されている分類及び用語を用いた。

1, 古期花崗岩類(水無花崗岩, 天生型花崗岩を含む)など。

2, 眼球状マイロナイト類

3, 斑れい岩類

4, 船津花崗岩類,これは更に下之本型,船津型の2岩型に分類されている。この分類は5万分の1地質図幅,同説明書,「船津」(磯見・野沢1957)を原則として踏襲した。飛騨帯各地に同様な花崗岩が広く分布するが,周辺部においては必ずしもこれらの区別が明確でない場合(金山・広井,1979)もある。

測定された結果はこれら5種類に分類し、とりまとめを行った。

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、長さともに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の測定を行った。

磁化率測定はBison 3101型帯磁率計(Bison社, 米国)及びMS2 (MS2B)型帯磁率計(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, 1987; 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Bison 3101型帯磁率計及びMS2 (MS2B)型帯磁率計双方で3～6試料の測定を行い、その平均値で表示した。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SMM-85型磁力計はX,Y,Z軸方向の測定4回(6スピン)、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} ($\times 10^{-6} \text{ A m}^2$)で、測定試料の大きさを考慮すると、単位体積当り 2.3×10^{-4} (A/m)である。この値は、弱い試料の測定には必ずしも十分な感度ではない。このことは、後述の Q_n 比(Königsberger ratio)の検討を行う際、弱い試料では大きな誤差を含むため、取扱いに注意を要する。

密度測定は上皿天秤を用い、下部フックにケージを吊るし純水(水道水を活性炭とイオン交換樹脂に通したものを)を用いた。強制乾燥状態は、弱い残留磁化の消滅や試料の変形を避けるため熱を加えず、特殊空調室や真空槽または長期間放置にて対応し、通常行われる 120°C 、2時間、デシケーター中で冷却する方法と同レベルの乾燥状態になるようにした。強制湿潤状態は、試料を水につけ真空槽中で減圧し、そのまま24～48時間以上放置して後、水中重量及び空中重量の秤量を行った。

4. 測定結果

今回採取した花崗岩類試料を分類すると(括弧内は試料数)、1. 古期花崗岩類(5)、2. 眼球状マイロナイト類(19)、3. 斑れい岩類(20)、4. 下之本型(36)、5. 船津型(46)であるが、古期花崗岩類は試料数が少ないことと、地質年代が他よりも古いこと等から、参考値とし、各種頻度分布図を作成しなかった。この他に花崗岩類採取時に採取した飛騨変成岩類(18)も少数ではあるが参考値として部分的に表示した。これらは、石

灰質、珪長質、苦鉄質のものを含んでいる。

4.1 飛騨花崗岩類

各岩型(岩種)別の結果を記載するに先立ち、飛騨花崗岩類全体としてみられる特徴をこれまでに判っている他地域の結果(東北地方北部、すなわち南・北北上山地、早池峰構造帯の南と北、太平山地域、栗駒・鳴子地域そして村上地域の各花崗岩類、前出)と比較するため、採取された各岩型の試料数がそれぞれの岩型の露出面積に比例していると仮定して、密度(従来からの実用性を考慮しc.g.sで表示)、孔隙率、自然残留磁化、それに Q_n 比を求め、それらの結果を考察した。

それらの結果(第2図a-d)を示す。

これらについて頻度分布図を作成してみると、

a) 平均乾燥密度は、 2.71 g/cm^3 ($= \times 10^3 \text{ kg/m}^3$)、乾燥密度(以下密度で記載)の最頻値は 2.67 g/cm^3 (第2図a)にみられる。

b) 孔隙率の平均値は、0.54%、最頻値は0.48%(第2図b)付近に見られる。

c) 磁化率についての最頻値は $\kappa_{SI} = 1.7 \times 10^{-2}$ (第2図c)付近にみられる。

d) Q_n 比は0.2以下のものが多く、非常に低い(第2図d)。

つぎに密度と他の測定値の対比図(第3図a-d)をみると、

a) 密度と磁化率(κ_{SI})を対比(第3図a)すると、飛騨花崗岩類は東北地方北部(前出)で観測された上限、下限の2直線中に挟まれる範囲に含まれ、かつ上限に近い試料が多いことから、これらは高い磁化率を示す花崗岩類であり、下限線に近い試料が非常に少ないため、全体として常磁性を示す花崗岩類ではない。参考までに飛騨変成岩類をみると、下限線(第3図b)に近い試料のみである。

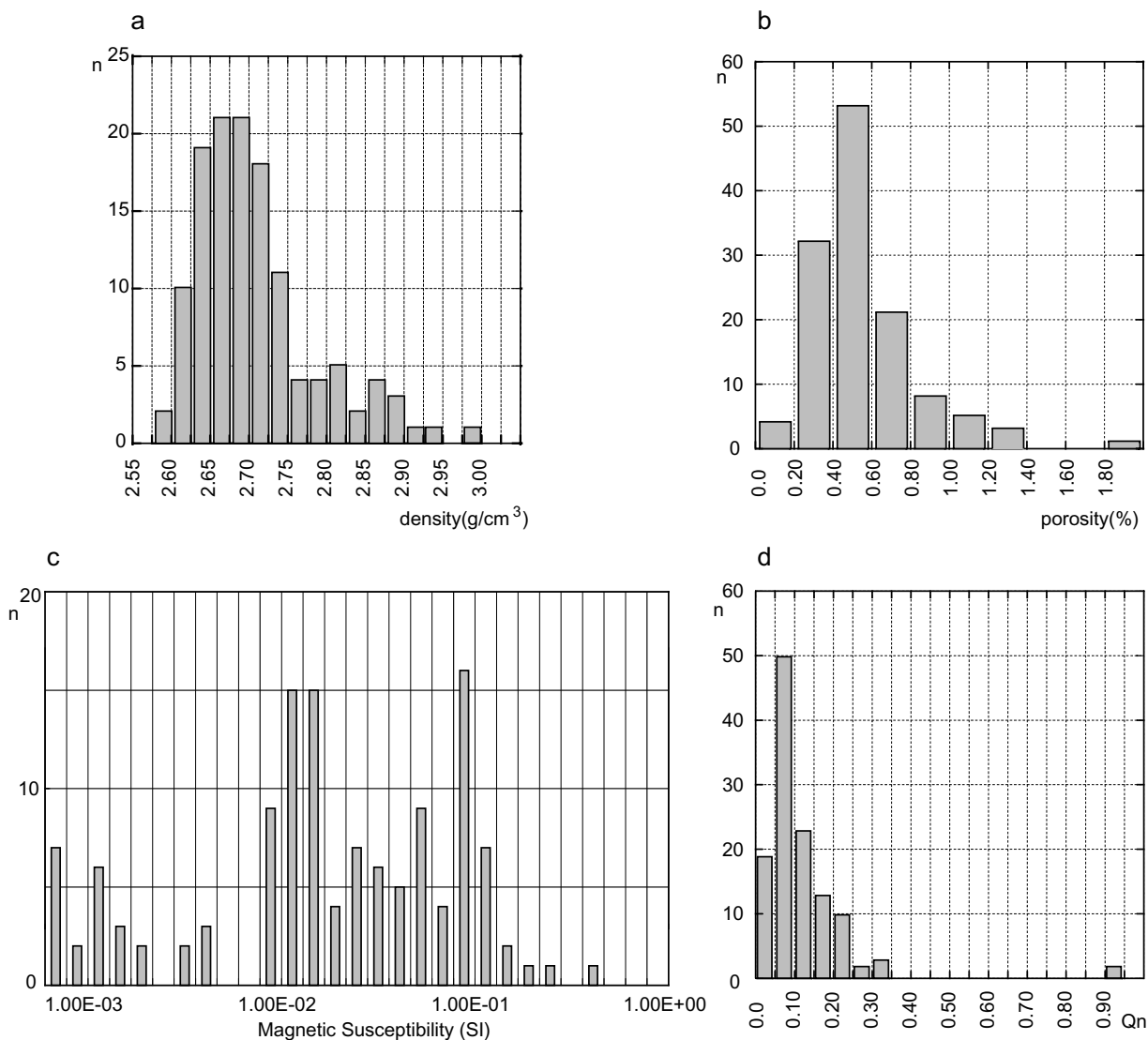
b) 密度と孔隙率を対比(第3図c)してみると、大局的には密度の増加にともない孔隙率が減少しているようにみえる。

c) 自然残留磁化と密度の対比図(第3図d)から飛騨花崗岩類全体をみると、密度の増加に比例して自然残留磁化の増加がcausing認められるようであるが、これらの中から斑れい岩類を除くと、それ以外($2.60 \sim 2.79 \text{ g/cm}^3$)の部分では両者の関係は明確でない。

d) 磁化率 κ_{SI} と自然残留磁化の関係(第3図e)は磁化率の増加にともない自然残留磁化が増加する正相関を示す。

これら飛騨花崗岩類全体の結果を概観すると、密度は、平均密度と最頻値との差は 0.04 g/cm^3 (減少)であり、図からもわかるように塩基性岩石が多少存在するものの酸性の岩石の割合が多い事を意味している。平均密度は太平山地域や栗駒・鳴子地域のそれに近い。

Hida granitic rocks



第2図 飛騨山地花崗岩類にみられる密度 (a) , 孔隙率(b), 磁化率(c) そして Qn比(d)の頻度分布。

Fig. 2 Histogram of density (a),porosity (b),magnetic susceptibility (c) and Qn ratio (d) distributions of Hida granitic rocks.

孔隙率は東北地方北部4地域（前述）と比べ，平均（0.5%）ないしはややそれより低い値を示している。

磁化率についてその頻度分布図でみると， $\kappa_{SI} = 1.7 \times 10^{-2}$ 付近に最頻値がみられ南部北上帯（早池峰構造帯南側，V - VI帯）の磁化率の頻度分布に類似の値を示す。

密度と磁化率の関係は北部北上帯のそれに近いパターンを示す。

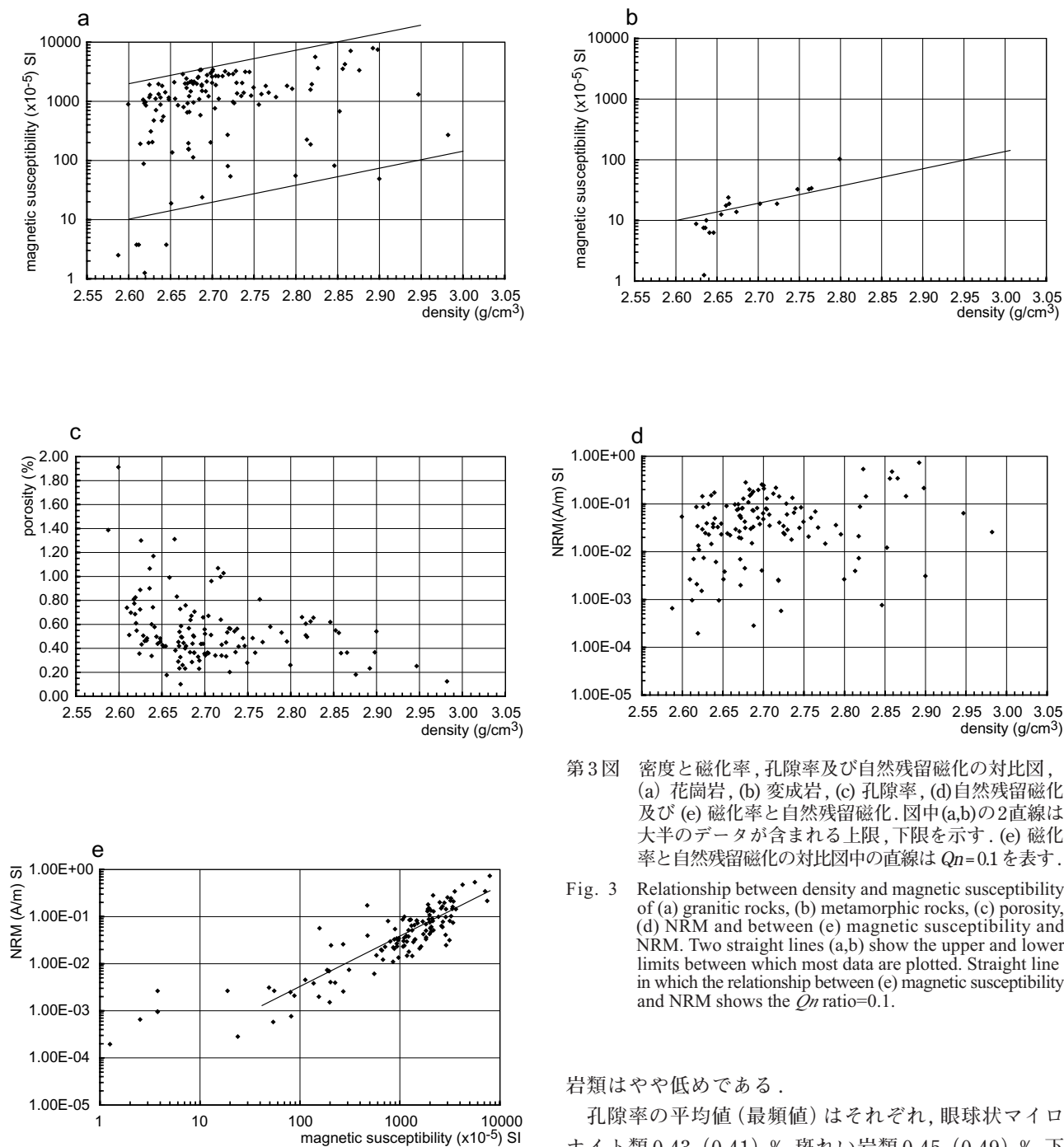
密度と孔隙率の関係は東北地方北部でみられたパターンと類似のパターンを示す。

磁化率 κ_{SI} と自然残留磁化の関係は正の相関を示す。しかし飛騨花崗岩類の Qn 比は低く，これまでに観察した東北地方北部4地域よりも低い。

つぎに各岩型別の考察を行う。

4.2 密度

密度について岩型別の頻度分布図（第4図，a - e）を示す。眼球状マイロナイト類（第4図a，平均密度，2.67 g/cm³，最頻値，2.69 g/cm³），斑れい岩類（第4図b，平均密度，2.85 g/cm³）であるが，斑れい岩類にはピークが2つみられる。眼球状マイロナイト類は密度の変化幅が非常に狭く0.1 g/cm³程度である。斑れい岩類の2つのピークは閃緑岩と斑れい岩のそれぞれの頻度の割合を示しているのかもしれない。下之本型（第4図c，平均密度，2.72 g/cm³，最頻値，2.72 g/cm³）と船津型（第4図d，平均密度，2.68 g/cm³，最頻値，2.65 g/cm³）では，下之本型の平均密度が大きく船津型が小さい。また変化幅は前者がやや広く後者が狭い。これは両者の岩質（定義）の



第3図 密度と磁化率, 孔隙率及び自然残留磁化の対比図, (a) 花崗岩, (b) 変成岩, (c) 孔隙率, (d) 自然残留磁化及び (e) 磁化率と自然残留磁化. 図中(a,b)の2直線は大半のデータが含まれる上限, 下限を示す. (e) 磁化率と自然残留磁化の対比図中の直線は $Q_n=0.1$ を表す.

Fig. 3 Relationship between density and magnetic susceptibility of (a) granitic rocks, (b) metamorphic rocks, (c) porosity, (d) NRM and between (e) magnetic susceptibility and NRM. Two straight lines (a,b) show the upper and lower limits between which most data are plotted. Straight line in which the relationship between (e) magnetic susceptibility and NRM shows the Q_n ratio=0.1.

岩類はやや低めである.

孔隙率の平均値(最頻値)はそれぞれ, 眼球状マイロナイト類0.43 (0.41) %, 斑れい岩類0.45 (0.49) %, 下之本型0.55 (0.46) %, 船津型0.60 (0.51) %, ちなみに飛騨変成岩類0.44%である.

4.4 磁化率

磁化率の平均値は眼球状マイロナイト類 1,536 ($\times 10^{-5}$ SI 以下同様), 斑れい岩類2,637, 下之本型1,633, 船津型1,349, 飛騨変成岩類21であった.

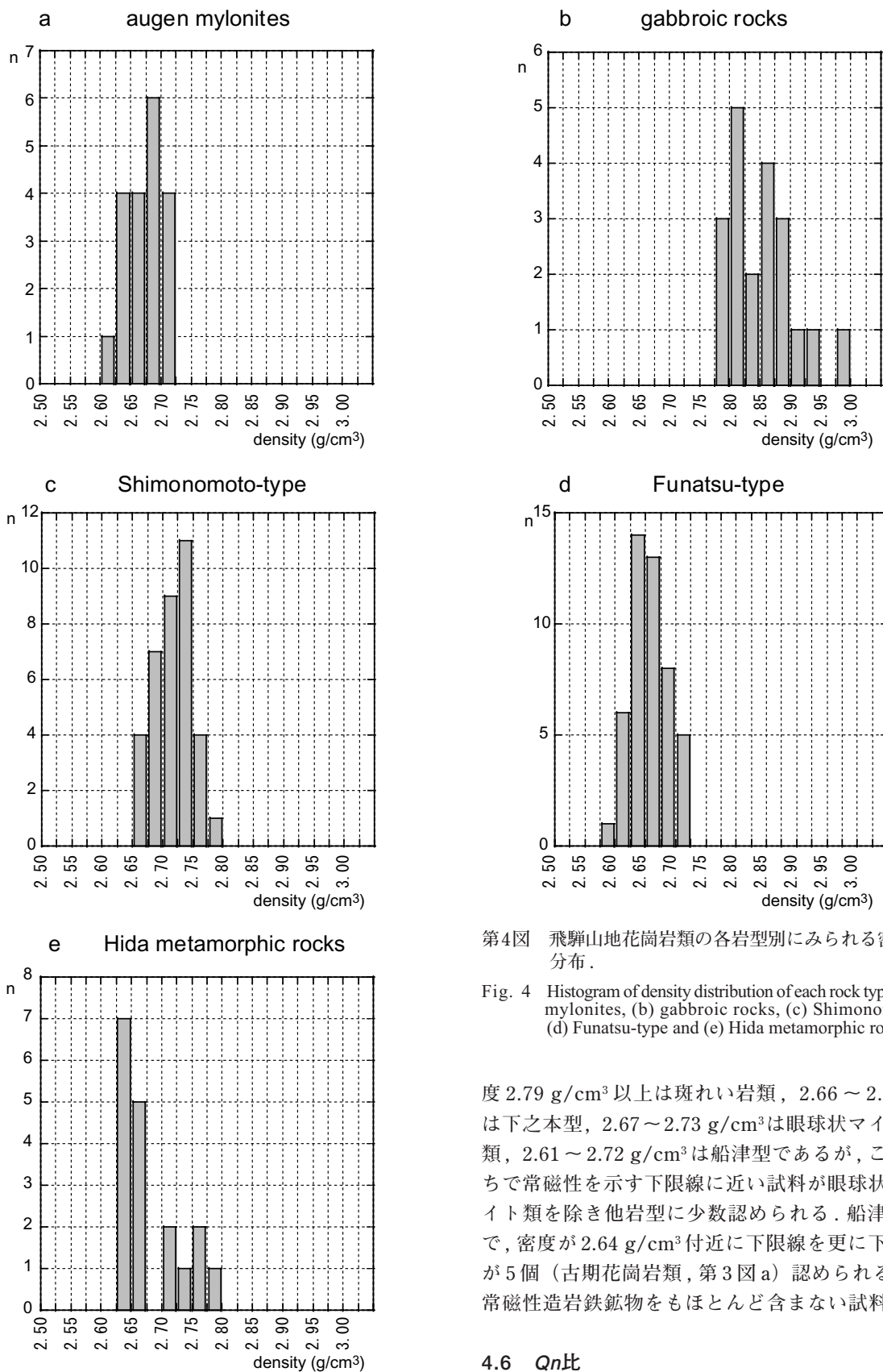
4.5 密度と磁化率の対比

密度と磁化率の対比図(第6図, a - d)をみると, 既述の4.1にみられるように高い磁化率を示すものは, 密

違いをそのまま反映しているものと考えられる. 眼球状マイロナイト類と船津型は平均密度, 変化幅ともに非常に近い値を示す. しかし眼球状マイロナイト類はわずかに船津型の密度の変化範囲の大きい方にシフトしている. 参考までに飛騨変成岩の頻度分布図(第4図e)を示す.

4.3 孔隙率

岩型別に孔隙率の頻度分布図(第5図, a - e)を示す. いずれも0.4~0.6%にピークがみられ, 下之本型, 船津型では, やや孔隙率の多いほうに尾を引いている. 変成



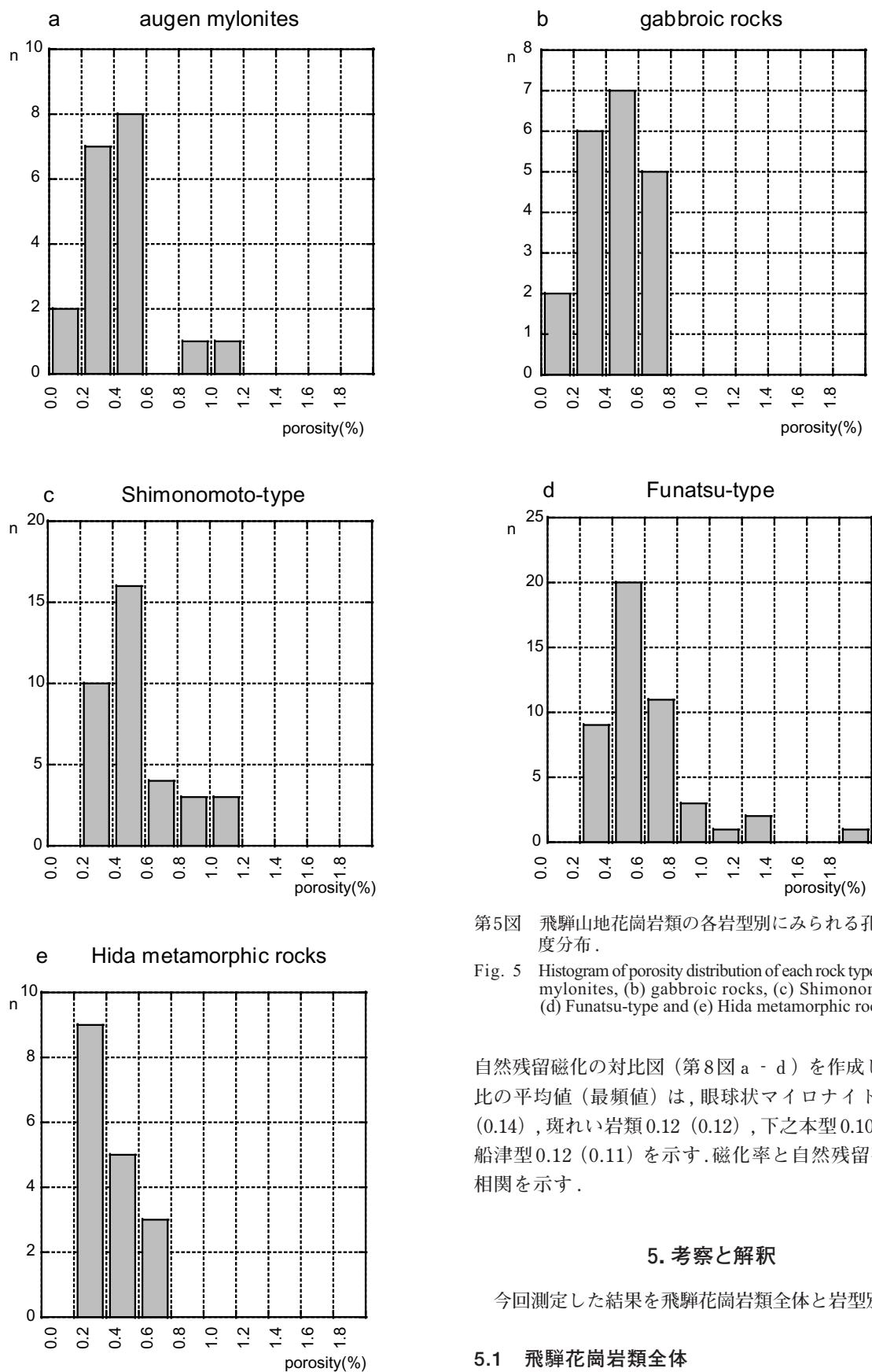
第4図 飛騨山地花崗岩類の各岩型別にみられる密度の頻度分布。

Fig. 4 Histogram of density distribution of each rock type. (a) Augen mylonites, (b) gabbroic rocks, (c) Shimonomoto-type, (d) Funatsu-type and (e) Hida metamorphic rocks (e).

度 2.79 g/cm³ 以上は斑れい岩類, 2.66 ~ 2.78 g/cm³ は下之本型, 2.67 ~ 2.73 g/cm³ は眼球状マイロナイト類, 2.61 ~ 2.72 g/cm³ は船津型であるが, これらのうちで常磁性を示す下限線に近い試料が眼球状マイロナイト類を除き他岩型に少数認められる。船津型の領域で, 密度が 2.64 g/cm³ 付近に下限線を更に下回る試料が 5 個 (古期花崗岩類, 第 3 図 a) 認められる。これは常磁性造岩鉄鉱物をもほとんど含まない試料である。

4.6 Qn比

自然残留磁化と現在の地球磁場での誘導磁化 (κH , κ は磁化率, H は地球磁場) との比, Qn 比を考察するため, その頻度分布図 (第 7 図 a - d) と, 磁化率及び



第5図 飛騨山地花崗岩類の各岩型別にみられる孔隙率の頻度分布。

Fig. 5 Histogram of porosity distribution of each rock type. (a) Augen mylonites, (b) gabbroic rocks, (c) Shimonomoto-type, (d) Funatsu-type and (e) Hida metamorphic rocks.

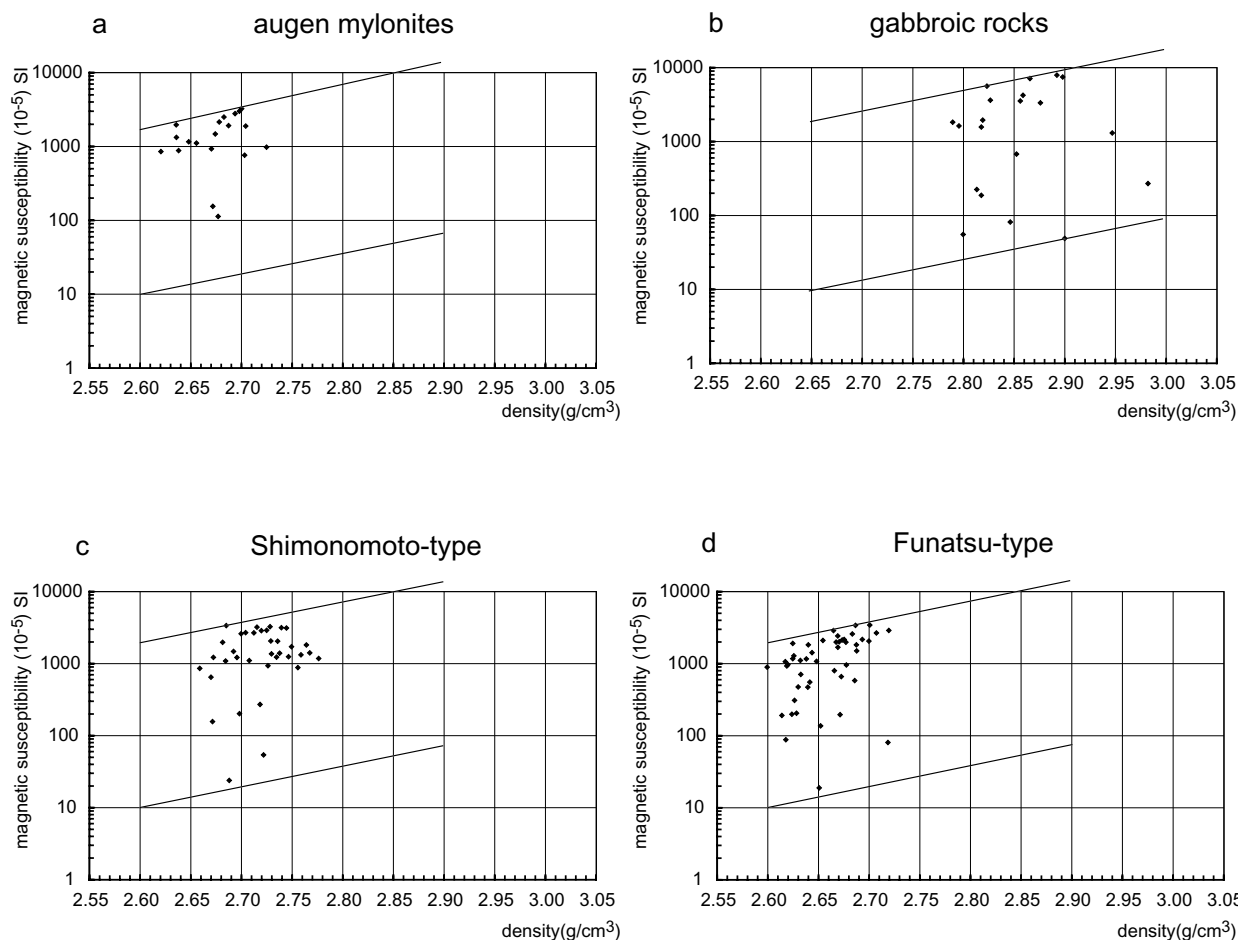
自然残留磁化の対比図(第8図 a - d)を作成した。Qn比の平均値(最頻値)は、眼球状マイロナイト類, 0.14 (0.14), 斑れい岩類 0.12 (0.12), 下之本型 0.10 (0.08), 船津型 0.12 (0.11) を示す。磁化率と自然残留磁化は正相関を示す。

5. 考察と解釈

今回測定した結果を飛騨花崗岩類全体と岩型別でみる。

5.1 飛騨花崗岩類全体

密度は、平均値が 2.71 g/cm³ で、北上山地花崗岩類 2.74 ~ 2.77 g/cm³ よりは小さく栗駒 - 鳴子地域の 2.69



第6図 各岩型別にみられる密度と磁化率の対比図。(a) 眼球状マイロナイト類, (b) 斑れい岩類, (c) 下之本型, そして(d) 船津型。
 Fig. 6 Relationship between density and magnetic susceptibility of each rock type. (a) Augen mylonites, (b) gabbroic rocks, (c) Shimonomoto-type and (d) Funatsu-type.

g/cm³に近い。最頻値は2.67 g/cm³で北上山地 2.72～2.74 g/cm³, 栗駒 - 鳴子地域は2.69 g/cm³である。これらの違いは、高密度岩石の全試料数に占める割合に由来している。

つぎに孔隙率の平均値は0.54%, 最頻値は0.48%で東北地方北部に見られる花崗岩類の一般的な値である。しかし変質, 風化の影響とみられる孔隙率1%以上の値を示す試料の割合がかなり少ない。

密度と孔隙率の関係は密度の増加とともに減少するこれまでに見られたパターンを示す。

磁化率は、 $K_{SI} = 1.7 \times 10^{-2}$ (SI) 付近にピークをもち、これまでに測定された花崗岩類のなかでも高い値をもつ、いわゆる強磁性花崗岩類である。これらを密度と対比させた結果も、北上山地花崗岩類に近い。

自然残留磁化 (NRM) と密度の関係は明瞭ではない。自然残留磁化と磁化率の関係は明瞭な正相関を示す。

Qn 比をみると、その平均値は0.12であるが最頻値は0.09で非常に低い。ちなみに古期花崗岩類の平均値は0.60, 飛騨変成岩類は0.30である。

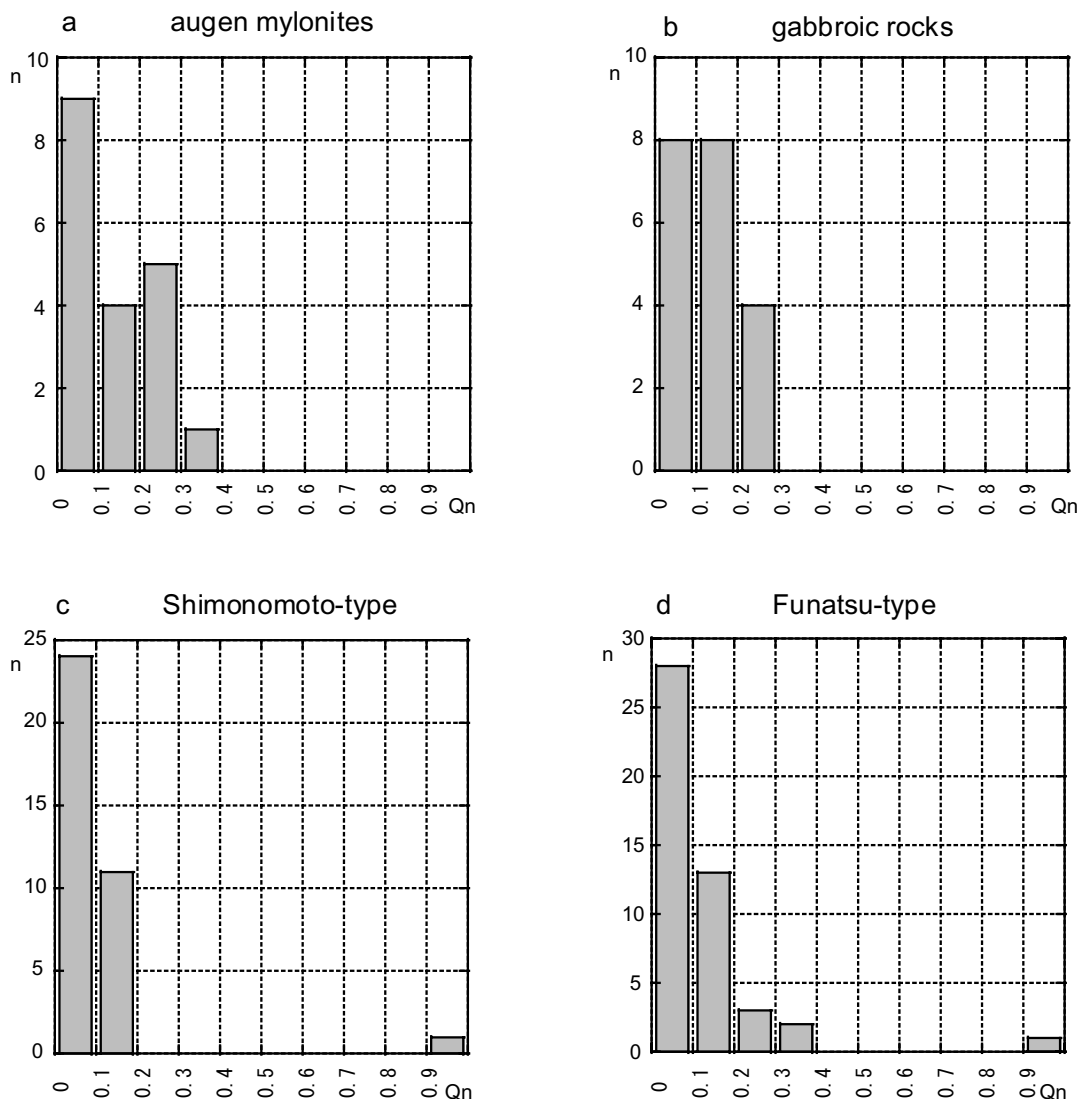
5.2 岩型別

密度は岩型の定義, 古期花崗岩 (灰色花崗岩・ミグマタイト質花崗岩など), 斑れい岩-閃緑岩, 下之本型 (角閃石トータル岩 - 花崗閃緑岩及び黒雲母角閃石花崗閃緑岩), 船津型 (黒雲母花崗岩 - 花崗閃緑岩) に従った形で変化し岩質に調和的である。眼球状マイロナイト類は船津型の変化範囲に含まれる。

孔隙率については全岩型ともこれまでに見られる平均的な数値であるが、密度との対比でみると眼球状マイロナイト類は船津型の変化範囲内にあるにも拘らず他岩型よりも低い孔隙率を示す。これはその成因に起因するのかもしれない。

磁化率の平均値は斑れい岩類 ($2,637 \times 10^{-5}$ SI 以下同様) で最も高く、下之本型, 眼球状マイロナイト類そして船津型 ($1,355 \times 10^{-5}$ SI) の順で、後3者は非常に近い値 (第1表) を示す。

密度と磁化率の対比図では、各岩型ともごく一部の試料を除き密度の増加とともに上限線に沿って増加する強磁性花崗岩類である (古期花崗岩を除く)。



第7図 各岩型別にみられる Qn 比の頻度分布. (a) 眼球状マイロナイト類, (b) 斑れい岩類, (c) 下之本型, そして (d) 船津型.

Fig. 7 Histogram of Qn ratio distribution of each rock type. (a) Augen mylonites, (b) gabbroic rocks, (c) Shimonomoto-type and (d) Funatsu-type.

磁化率と自然残留磁化の関係は正相関を示すが、岩型により微妙に異なり、 Qn 比の最頻値は0.08から0.14と変化するが、なかでも下之本型が特に低い。

6. まとめと結論

飛騨地方に露出する三畳紀からジュラ紀の花崗岩類について密度、孔隙率、磁化率そして自然残留磁化の測定を行った。

これらの測定値（第1表）から飛騨花崗岩類（古期花崗岩類を除く）が持つ特徴と、共通してみられる性質についてこれまでに結果の出ている東北地方北部の白亜紀 - 古第三期花崗岩類と比較した。

a) 飛騨花崗岩類の密度の平均値は 2.71 g/cm^3 、最頻

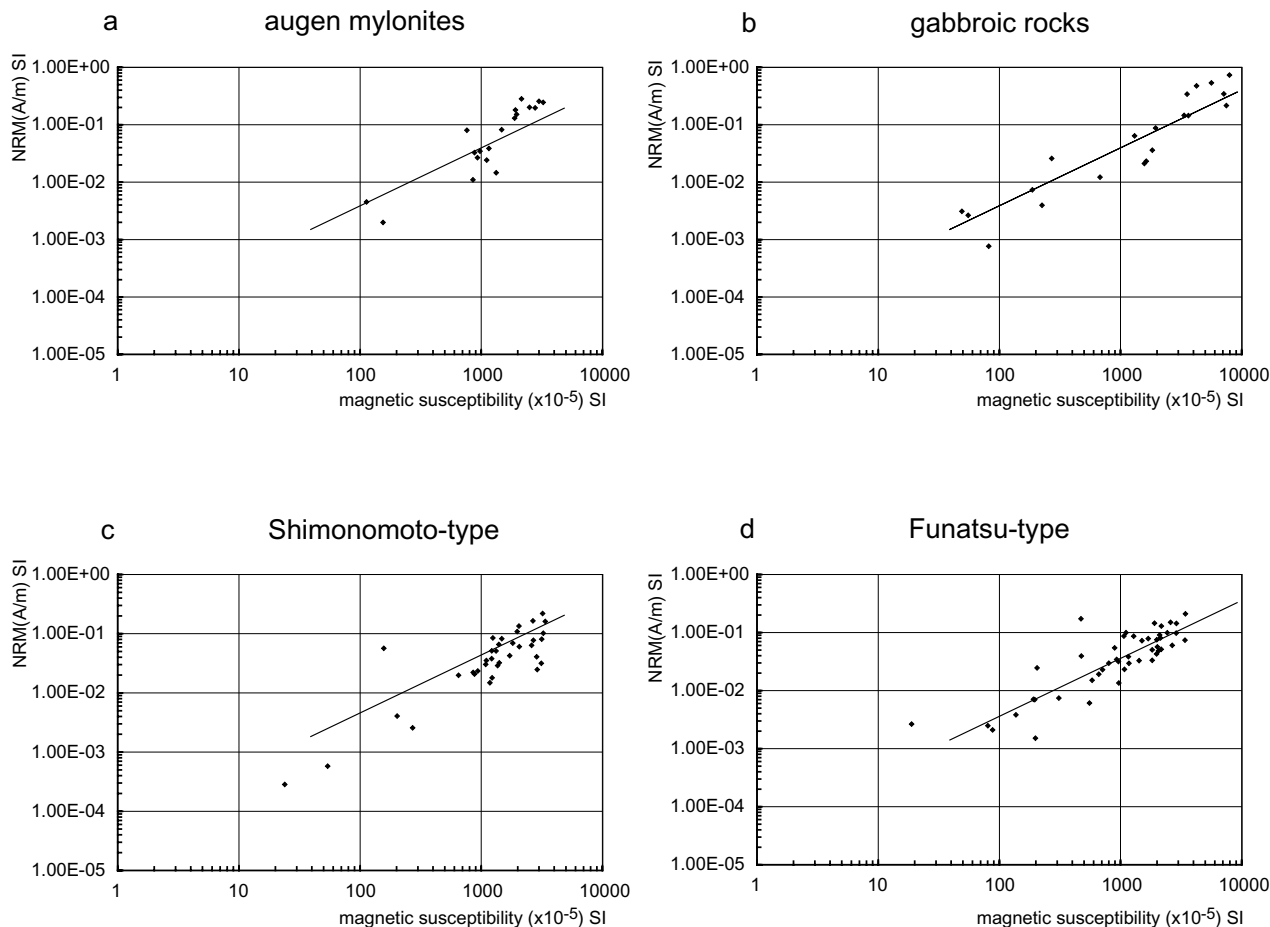
値は、 2.67 g/cm^3 で、高密度の岩石に比べ低密度の岩石がより多く含まれていることを示している。これらは栗駒・鳴子地域に露出する花崗岩類の値に近い。

b) 孔隙率は平均値0.54%、最頻値0.48%を示すが、これはこれまでに確認されている平均的な数値である。

c) 磁化率は北上山地同様、高い値を示す。また密度との対比でも明らかなように、上限線にそって分布するいわゆる強磁性花崗岩類である。また下限線に沿って分布する常磁性花崗岩類もごくわずかであるが存在する。

d) 自然残留磁化と密度は明確な相関が認められない。自然残留磁化と磁化率はこれまで同様、明確な正の相関を示す。

e) Qn 比は全体的に低く最頻値は0.1以下であり、



第8図 各岩型別にみられる磁化率と自然残留磁化の対比図。(a) 眼球状マイロナイト類, (b) 斑れい岩類, (c) 下之本型, そして (d) 船津型。

Fig. 8 Relationship between magnetic susceptibility and NRM of each rock type, (a) Augen mylonites, (b) gabbroic rocks, (c) Shimonomoto-type and (d) Funatsu-type.

北上山地花崗岩類と比べ, かなり低い。

f) 岩型(分類)別にみられる結果の違いは, それらの岩質そのものの違いを反映している。いいかえれば, 図中においてそれらはそれぞれの密度幅に応じた占有域を有し, 岩型の分類と調和的である。眼球状マイロナイト類は船津型にくらべ密度の変化範囲は重複するものの, 密度の変化幅は狭く大きいほうに片寄り, 孔隙率が小さい特徴を有する。これらの特徴は眼球状マイロナイト類の成因に由来するものと考えられる。磁化率も平均密度順に斑れい岩類, 下之本型, 眼球状マイロナイト類そして船津型と変化している。自然残留磁化と密度(岩型)の関係は特に認められない。

このことは Q_n 比においても同様である。 Q_n 比は全般に低い, 中でも下之本型が特に低く, 何らかの意味を持つのかも知れない。

文 献

原山 智・滝沢文教・加藤碩一・駒澤正夫・広島俊男・

須藤定久(1996) 20万分の1地質図幅「富山」, 地質調査所。

原山 智・高橋 浩・中野 俊・刈谷愛彦・駒澤正夫(2000) 立山地域の地質。地域地質研究報告(5万分の1地質図幅), 地質調査所, 218p。

今井 功・坂本 亨・野沢 保(1966) 邑知湯・虻ガ島地域の地質。地域地質研究報告(5万分の1図幅), 地質調査所, 67p。

井上正昭・水野篤行・野沢 保(1964) 5万分の1地質図幅「城端」及び同説明書, 地質調査所, 32p。

Ishizaka, K. and Yamaguchi, M. (1969) U-Th-Pb ages of sphene and zircon from the Hida metamorphic terrain, Japan. *Earth Planet. Sci. Lett.*, vol.6, p.179-185.

磯見 博・野沢 保(1957) 5万分の1地質図幅「船津」及び同説明書。地質調査所, 43p。

金谷 弘・大熊茂雄(2003) 物理定数から見た白亜紀—古第三期花崗岩類—その1. 東北地方北部。地調研報, **54**, 221-223。

金山憲勇・広井美邦(1979) 飛騨変成帯宝達山地域の地

飛騨花崗岩類の物理定数(金谷・大熊)

第1表 飛騨花崗岩類にみられる物理定数のまとめ(少量の飛騨変成岩類を含む)

Table 1 Summary of physical constant of Hida granitic rocks and each rock type (small amount of metamorphic rock is included).

	n	乾燥密度	乾燥密度	孔隙率	孔隙率	磁化率	Qn比	Qn比
		平均値	最頻値	平均値	最頻値	平均値	平均値	最頻値
		10 ³ Kg/m ³ (=g/cm ³)	10 ³ Kg/m ³	(%)	(%)	SI(X10 ⁻⁵)		
変成岩類	18	(2.68)	—	(0.44)	—	(21)	0.30	0.16
飛騨花崗岩類(4岩型, 除,古期花崗岩類)	121	2.71	2.67	0.54	0.48	1673	0.12	0.09
古期花崗岩類	5	(2.62)	—	(0.78)	—	(3)	(0.60)	—
眼球状マイロナイト類	19	2.67	2.69	0.43	0.41	1536	0.14	0.14
斑れい岩類	20	2.85	—	0.45	0.49	2637	0.12	0.12
下之本型	36	2.72	2.72	0.55	0.46	1633	0.10	0.08
船津型	46	2.66	2.65	0.60	0.51	1355	0.12	0.11

()は参考値

質・岩鋳, **74**, 36-43.
 鹿野和彦・原山 智・山本博文・竹内 誠・宇都浩三・駒澤正夫・広島俊男・須藤定久(1999) 20万分の1地質図幅「金沢」, 地質調査所.
 河合正虎・平山 健・山田直利(1957) 5万分の1地質図幅「荒島岳」及び同説明書. 地質調査所, 110p.
 河合正虎・野沢 保(1958) 5万分の1地質図幅「東茂住」及び同説明書. 地質調査所, 86p.
 小玉一人(1999) 古地磁気学. 東京大学出版会, 248p.
 河野 長(1982) 岩石磁気学入門. 東京大学出版会, 146p.
 野沢 保・坂本 亨(1960) 5万分の1地質図幅「五百国」及び同説明書. 地質調査所, 68p.
 野沢 保・河田清雄・河合正虎(1975) 飛騨古川地域の地質. 地域地質研究報告(5万分の1図幅), 地質調査所, 79p.
 野沢 保・坂本 亨・加納 隆・稲月恒夫(1981) 白木峰地域の地質. 地域地質研究報告(5万分の1図幅), 地質調査所, 76p.
 大塚専一(1891) 20万分の1地質図幅「富山」及び同説明書. 地質調査所, 78p.
 坂本 亨・野沢 保(1960) 5万分の1地質図幅「八尾」及び同説明書. 地質調査所, 76p.

坂本 亨・今井 功・角 靖夫・野沢 保・盛谷智之(1967) 20万分の1地質図幅「七尾・富山」, 地質調査所.
 柴田 賢・野沢 保(1978) 飛騨変成帯の角閃石のK-Ar年代. 岩鋳, **73**, 137-141.
 柴田 賢・野沢 保(1984) 船津花崗岩類同位体年代. 岩鋳, **79**, 289-298.
 角 靖夫・野沢 保(1972) 魚津地域の地質. 地域地質研究報告(5万分の1地質図幅), 地質調査所, 104p.
 角 靖夫・野沢 保・井上正昭(1989) 石動地域の地質. 地域地質研究報告(5万分の1地質図幅), 地質調査所, 118p.
 脇田浩二・原山 智・鹿野和彦・三村弘二・坂本 亨・広島俊男・駒澤正夫(1992) 20万分の1地質図幅「岐阜」, 地質調査所.
 山田直利・坂本 亨・野沢 保・遠田朝子(1974) 5万分の1地質図幅「金沢」, 地質調査所.
 山田直利・野沢 保・原山 智・滝沢文教・加藤碩一・広島俊男・駒澤正夫(1989) 20万分の1地質図幅「高山」, 地質調査所.

(受付: 2005年6月30日; 受理: 2005年9月29日)