

## 筑波花崗岩と旧筑波町に残る石造物の帯磁率

長 秋雄

Akio Cho (2014) Magnetic susceptibility of Tsukuba granite and stone sculptures in old Tsukuba town. *Bull. Geol. Surv. Japan*, vol.65 (3/4), p37-43, 1 fig, 3 table.

**Keywords:** Tsukuba granite, magnetic susceptibility, stone sculptures, old Tsukuba town

### 1. はじめに

茨城県つくば市北部の北条は、天和2 (1626) 年の常陸北条藩の成立を契機に筑波地域の政治と経済の中心地として栄え、土蔵造りの店蔵をはじめとする歴史的建造物が多く残り、それらからなる地域特有の町並みを残していた。2011年3月11日の東日本大震災では、100近い土蔵の大半が傷み、10棟以上が倒壊し、毎月1棟以上が取り壊されてきた(朝日新聞2012年5月9日報道)。翌2012年5月6日に北条市街地を通過した竜巻は、前年の大震災を超える被害をもたらした。

北条の住民や商工会・筑波大学・つくば市でつくる「北条復興まちづくり協議会」は、2012年7月と8月に行った住民アンケート調査の結果に基づき、「筑波山麓の観光拠点としての復興」・「歴史的な町並みを活かした復興」を目指している(嶋・安藤, 2013)。筆者は、北条の復興を支援するために、北条を含む旧筑波町に分布する筑波花崗岩と旧筑波町に残る歴史的な石造物を調べ、2013年産総研つくばセンター一般公開に「筑波山花こう岩と人の営み」を展示した(長, 2013a)。

本稿では、旧筑波町に分布する4種の筑波花崗岩(片状花崗岩・斑状花崗岩・中粒花崗岩・細粒花崗岩)と旧筑波町に残る石造物の岩相と帯磁率測定結果を報告し、両者の関係を考察する。

### 2. 筑波花崗岩

第1図は、真岡・真壁・土浦地域地質編集図(高橋, 2007)から筑波花崗岩の分布域を抜粋したものであり、本文中の地名を加筆した。5万分の1地質図「真壁」の説明(宮崎ほか, 1996)によれば、筑波花崗岩は次の5種類に分類されている。

**筑波花崗岩1 (Ts1 細粒黒雲母角閃石閃緑岩・中粒黒雲母角閃石トータル岩)**

斑状黒雲母花崗閃緑岩・中粒黒雲母トータル岩・粗

粒黒雲母花崗岩(いずれもTs3)中の捕獲岩として産し、白滝(筑波山南麓)などに比較的まとまった分布が見られる。分布域が小さく、第1図では判読できない。

**筑波花崗岩2 (Ts2 片状黒雲母トータル岩)**

筑波山西側の桜川市真壁町酒寄から権尾にかけての地域とつくば市国松周辺に分布し、明瞭な片状構造を持つ。第1図では明るい紫色で表示されている。

**筑波花崗岩3 (Ts3 斑状黒雲母花崗閃緑岩など、筑波花崗岩の主岩相)**

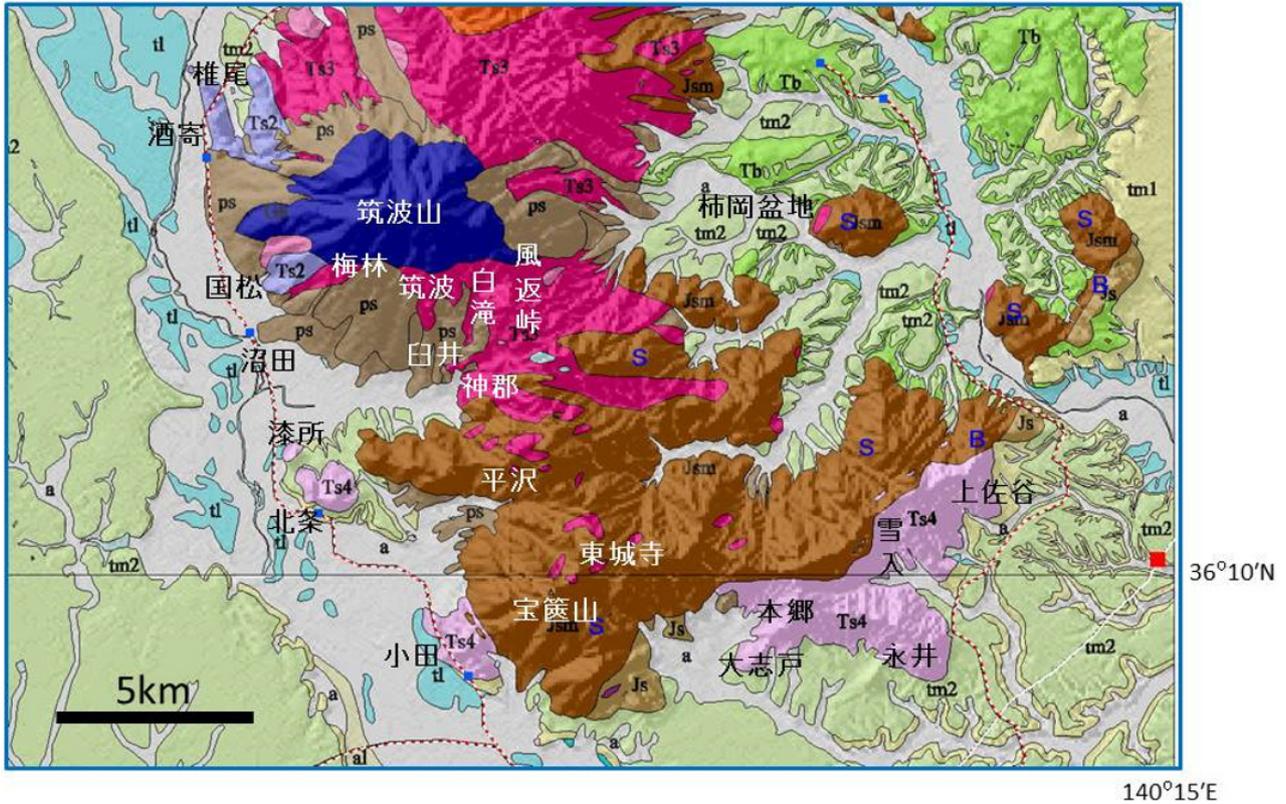
筑波山の山腹から山麓に広く分布し、表筑波スカイラインから柿岡盆地(八郷盆地)にかけての筑波変成岩類(第1図でのJsm)の分布域に数100 m規模の小岩体として散在する。斑状黒雲母花崗閃緑岩はカリ長石の斑状結晶を含み、その長径は10 cmに及ぶものもある。第1図では赤色で表示されている。斑状黒雲母花崗閃緑岩が最も広く分布し、他に斑状白雲母黒雲母花崗閃緑岩、粗粒黒雲母花崗岩、粗粒黒雲母花崗閃緑岩、中粒黒雲母トータル岩の計5つの岩相が漸移関係となっている。

**筑波花崗岩4 (Ts4 中粒白雲母黒雲母花崗岩)**

かすみがうら市千代田町と石岡市八郷町の町境を東北東に走る尾根の南斜面(かすみがうら市雪入<sup>かみさや</sup>・上佐谷)に約4 kmの広がりをもって分布する。5万分の1地質図「真壁」の南側で、つくば市小田(前山)、かすみがうら市大志戸・本郷・永井にも分布する。第1図では薄い桃色で表示されている。

**筑波花崗岩5 (Ts5 細粒花崗岩類)**

筑波花崗岩3及び筑波変成岩類(Jsm)の分布域に径数100mから1km程度の小岩体として産し、国松・風返峠<sup>うるしじよ</sup>・漆所(土塔山)・北条(城山)などに分布する。第1図では、濃い桃色で表示されている。第1図に用いた真岡・真壁・土浦地域地質編集図(高橋, 2007)では、漆所(土塔山)と北条(城山)の花崗岩は筑波花崗岩4に分類されている。



第1図 筑波花崗岩4種の分布域と本文中にある地名の位置

真岡・真壁・土浦地域地質編集図(高橋、2007)から筑波花崗岩分布域を抜粋し、地名を加筆した。

薄い紫(Ts2)：筑波花崗岩2，赤(Ts3)：筑波花崗岩3，薄い桃(Ts4)：筑波花崗岩4，濃い桃(Ts5)：筑波花崗岩5

Fig. 1 Distribution area of 4 Tsukuba granites (Ts2, Ts3, Ts4, Ts5) after Takahashi (2007). Japanese characters show village name and location.

### 3. 筑波花崗岩の帯磁率

れないか少ない箇所を選定し帯磁率を測定した。

#### 3.1 帯磁率測定法

帯磁率測定には携帯型帯磁率計KT-6 (Satis Geo製)を用いた。露頭や大きな転石を選び、目視により表面の凸凹が小さい箇所を5点選定し、5点の平均値を代表値とした。測定箇所表面の凸凹により測定値は真の帯磁率より小さい値(みかけの帯磁率)となるが、補正は行わなかった。金沢城石垣に使われた戸室石(安山岩)の事例では、補正係数は1.5以下である(長, 2013b)。そのため、本報での帯磁率の値は、みかけの帯磁率である。

帯磁率は、与えた磁場の強さ(H)に対する誘導磁化の強さ(M)の比(M/H)で表され、SI単位系では無次元である。岩石などの地質試料では含有強磁性鉱物の量・鉱物組成・粒径分布等に支配され、特に磁鉄鉱の含有量との相関が高い(山崎, 1996)。KT-6では、厚さ50 mm程度の深さまでが測定対象となるので(KT-6取扱説明書より)、表層での風化や変質は測定値に大きな影響(測定値の低下)を及ぼさないと考える。また、風化や変質による影響を少なくするために、目視により風化や変質が認めら

#### 3.2 筑波花崗岩の帯磁率測定結果

第1表に、筑波花崗岩の帯磁率測定結果を、測定場所を概ね北西から南東の順に、測定場所・岩相とともに示す。筑波花崗岩2～5の分布域は、5万分の1地質図「真壁」(宮崎ほか, 1996)に基づく。一般に、地質図に示される各地質の分布域は、その地質図の縮尺に応じた主要な岩種や岩相の分布域であり、それぞれの分布域の全域が同一の地質であるとは限らない。また、有限の調査日数や地形による調査の難易などの理由で、それぞれの全域を網羅的に踏査することは不可能である。したがって、地質図での分類とは異なる岩種や岩相が現れることがある。今回の調査でも、地質図とは異なる岩相が確認された。

5万分の1地質図「真壁」(宮崎ほか, 1996)と真岡・真壁・土浦地域地質編集図(高橋, 2007)では「細粒花崗岩」・「中粒花崗岩」・「粗粒花崗岩」の分類がなされているが、結晶粒の大きさに基づく数値的区分は示されていない。そのため、前述の筑波花崗岩5で述べたように、両者で分類の違いが生じているのであろう。新版地学事典で

筑波花崗岩と旧筑波町に残る石造物の帯磁率（長）

| 帯磁率測定場所          | 岩相        | 帯磁率( $\times 10^{-3}$ SI) |
|------------------|-----------|---------------------------|
| 筑波花崗岩5分布域        |           |                           |
| 国松 上郷-1          | 中粒        | 0.18                      |
| 国松 上郷-2          | 中粒        | 0.14                      |
| 国松 上郷-3          | 中粒        | 0.15                      |
| 筑波花崗岩2分布域        |           |                           |
| 国松 椎木坪-1         | 中粒        | 0.17                      |
| 国松 椎木坪-2         | 中粒        | 0.17                      |
| 国松 椎木坪-3         | 斑状        | 0.13                      |
| 国松 椎木坪-4         | 片状        | 0.15                      |
| 国松 椎木坪-5         | 片状        | 0.14                      |
| 国松 椎木坪-6         | 片状        | 0.18                      |
| 国松 椎木坪-7         | 中粒        | 0.19                      |
| 筑波花崗岩3分布域        |           |                           |
| 国松 下郷-1          | 長石に富む、白雲母 | 0.06                      |
| 国松 下郷-2          | 斑状        | 0.10                      |
| 国松 下郷-3          | 中粒、長石脈    | 0.06                      |
| 国松 下郷-4          | 長石に富む     | 0.03                      |
| 沼田 梅林付近          | 中粒、弱風化    | 0.13                      |
| 筑波 東山 風返峠への道     | 粗粒        | 0.06                      |
| 筑波 風返峠手前         | 粗粒        | 0.07                      |
| 筑波 風返峠の富士見橋付近    | 粗粒        | 0.04                      |
| 臼井 六所皇大神宮奥-1     | 斑状        | 0.19                      |
| 臼井 六所皇大神宮奥-2     | 斑状        | 0.17                      |
| 臼井 六所皇大神宮奥-3     | 斑状        | 0.18                      |
| 臼井 六所皇大神宮奥-4     | 斑状        | 0.20                      |
| 臼井 六所の滝-1        | 斑状        | 0.20                      |
| 臼井 六所の滝-2        | 斑状        | 0.21                      |
| 神郡 つくばねCCへの道-1   | 斑状        | 0.13                      |
| 神郡 つくばねCCへの道-2   | 斑状        | 0.19                      |
| 神郡 つくばねCCへの道-3   | 斑状        | 0.19                      |
| 神郡 つくばねCCへの道-4   | 斑状        | 0.19                      |
| 平沢 表筑波スカイライン     | 斑状        | 0.19                      |
| 東城寺 表筑波スカイライン    | 斑状        | 0.18                      |
| 帯磁率測定場所          | 岩相        | 帯磁率( $\times 10^{-3}$ SI) |
| 筑波花崗岩5分布域        |           |                           |
| 漆所 土塔山-1         | 細粒        | 0.06                      |
| 漆所 土塔山-2         | 細粒        | 0.07                      |
| 北条 城山-1          | 細粒        | 0.05                      |
| 北条 城山-2          | 細粒        | 0.05                      |
| 北条 城山の採石場跡       | 細粒        | 0.07                      |
| 北条 北条保育所脇        | 斑状        | 0.17                      |
| 北条 熊野神社の祠脇       | 斑状        | 0.07                      |
| 筑波花崗岩4分布域        |           |                           |
| 小田 前山の前山城展望場     | 中粒        | 0.07                      |
| 小田 前山のA採石場跡      | 中粒        | 0.09                      |
| 小田 前山のB採石場跡-1    | 中粒        | 0.11                      |
| 小田 前山のB採石場跡-2    | 中粒        | 0.08                      |
| 小田 前山のB採石場跡-3    | 中粒        | 0.09                      |
| 小田 前山の磨崖不動明王立像岩盤 | 中粒        | 0.09                      |
| 小田 前山の愛宕神社裏      | 斑状まじり中粒   | 0.09                      |
| 小田 前山の愛宕神社奥      | 斑状まじり中粒   | 0.09                      |
| 大志戸 甲山城跡         | 細粒        | 0.09                      |
| 大志戸 新治浄水場裏-1     | 細粒        | 0.08                      |
| 大志戸 新治浄水場裏-2     | 中粒        | 0.06                      |
| 本郷 中央青年の家の西方     | 中粒        | 0.11                      |
| 永井 中央青年の家の東方     | 中粒        | 0.09                      |
| 永井 泉             | 中粒        | 0.06                      |
| 雪入 弓弦峠への道 麓から1   | 中粒        | 0.12                      |
| 雪入 弓弦峠への道 麓から2   | 中粒        | 0.10                      |
| 雪入 弓弦峠への道 麓から3   | 中粒        | 0.10                      |
| 雪入 弓弦峠への道 麓から4   | 中粒        | 0.05                      |
| 雪入 弓弦峠への道 麓から5   | 中粒        | 0.06                      |
| 雪入 弓弦峠への道 麓から6   | 中粒        | 0.03                      |
| 雪入 弓弦峠への道 麓から7   | 中粒        | 0.05                      |

第1表 露頭と大きな転石での筑波花崗岩の帯磁率測定結果

Table 1 Magnetic susceptibility of Tsukuba granite measured on outcrop

は、主要構成鉱物の直径が、一般に直径1 mm以下を細粒、一般に1～5 mmまたは1～10 mmを中粒、一般に5 mm以上を粗粒としている(藤井, 1996a; 藤井, 1996b; 藤井, 1996c)。本稿での「細粒花崗岩」・「中粒花崗岩」・「粗粒花崗岩」の分類は、野外での目視観察と撮影写真の拡大画像での目視判読により、結晶粒の大きさ1 mm以下、同1 mm～5 mm, 同5 mm以上を目安とした。

筑波花崗岩5の分布域にあたる国松北部(上郷)の中粒花崗岩(測定数3)の帯磁率は、 $0.14 \times 10^{-3} \text{ SI} \sim 0.18 \times 10^{-3} \text{ SI}$ であった。国松にある性山寺の土止めと沼田の茨城百景筑波山の石碑は、昭和期(1925年以降)になって性山寺の奥の山から採掘された石材から作られた(性山寺住職からの私信)。これらは細粒花崗岩で、その帯磁率はともに $0.10 \times 10^{-3} \text{ SI}$ であった。

筑波花崗岩2の分布域にあたる国松中央部(榎木坪)の片状花崗岩(測定数2)の帯磁率は $0.15 \times 10^{-3} \text{ SI}$ と $0.18 \times 10^{-3} \text{ SI}$ で、中粒花崗岩(測定数3)の帯磁率は $0.17 \times 10^{-3} \text{ SI} \sim 0.19 \times 10^{-3} \text{ SI}$ で、斑状花崗岩(測定数2)の帯磁率は $0.13 \times 10^{-3} \text{ SI}$ と $0.14 \times 10^{-3} \text{ SI}$ であった。

筑波花崗岩3の分布域にあたる国松南部(下郷)の花崗岩は長石に富み、帯磁率は $0.1 \times 10^{-3} \text{ SI}$ 以下(測定数4)であった。

筑波花崗岩3の分布域にあたる旧筑波町東山や風返峠付近の粗粒花崗岩(測定数3)の帯磁率は、 $0.04 \times 10^{-3} \text{ SI} \sim 0.07 \times 10^{-3} \text{ SI}$ であった。同じく筑波花崗岩3の分布域にあたる白井・神郡・表筑波スカイライン沿い(平沢・東城寺)の斑状花崗岩(測定数12)の帯磁率は、ほとんどが $0.17 \times 10^{-3} \text{ SI} \sim 0.21 \times 10^{-3} \text{ SI}$ であった。

筑波花崗岩5の分布域にあたる漆所(土塔山)と北条(城山)の細粒花崗岩(測定数5)の帯磁率は、 $0.05 \times 10^{-3} \text{ SI} \sim 0.07 \times 10^{-3} \text{ SI}$ であった。城山の麓2箇所で斑状花崗岩を認め、それらの帯磁率は $0.17 \times 10^{-3} \text{ SI}$ と $0.07 \times 10^{-3} \text{ SI}$ であった。

筑波花崗岩4の分布域にあたる小田(前山)とかすみがうら市大志戸・本郷・永井・雪入の中粒花崗岩(2地点では斑状花崗岩が混じる。測定数19)の帯磁率は、ほとんどが $0.06 \times 10^{-3} \text{ SI} \sim 0.12 \times 10^{-3} \text{ SI}$ であった。大志戸の2地点で細粒花崗岩を認め、その帯磁率は $0.08 \times 10^{-3} \text{ SI}$ と $0.09 \times 10^{-3} \text{ SI}$ であった。

## 4. 旧筑波町にある石造物の帯磁率

### 4.1 旧筑波町にある石造物

旧筑波町南部の小田には、鎌倉時代にこの地を本拠とした西大寺系真言律宗教団が引き連れた石工集団の制作と考えられる宝篋山山頂の宝篋印塔(県指定文化財)・長久寺の石灯籠(県指定文化財)・極楽寺入口の地藏菩薩立像(県指定文化財)・極楽寺跡の五輪塔(市指定文化財)などが残されている(千葉, 2008)。

旧筑波町南部の北条は、天和2(1626)年の常陸北条藩の成立を契機に、筑波地域の政治と経済の中心地として栄えた(筑波町史編纂専門員会, 1989)。熊野神社参道の鳥居には寛永13(1663)年と刻まれ、年号の分かるものでは茨城県内最古級である(井坂, 2011)。他に、多気太郎五輪塔(多気太郎義幹之墓)や八坂神社の五輪塔(天文6(1537)年造立、県指定文化財)などがある。

平沢に産する平沢石(雲母片岩、筑波変成岩類)を使った中世の板碑が、筑波地方に数多く残されている。小田に残る三村山不殺生界碑(建長5(1253)年建立)、北条に残る毘沙門天種子碑(鎌倉時代)などである。常陸型板碑と称され、最小限度の加工によっていわば自然石を利用した形で作られている点に特徴がある(筑波町史編纂専門員会, 1989)。

### 4.2 旧筑波町に残る石造物の帯磁率測定結果

第2表に、旧筑波町に残る石造物の帯磁率測定結果を示す。第3表に、筑波花崗岩の帯磁率(第1表)と旧筑波町に残る石造物の帯磁率(第2表)の比較を、片状花崗岩・斑状花崗岩・中粒花崗岩ごとに示す。

片状花崗岩が使われた石造物で確認したものは旧筑波町北部の国松の性山寺の常夜燈と石垣の2つであるが、これらの帯磁率は $0.21 \times 10^{-3} \text{ SI}$ と $0.20 \times 10^{-3} \text{ SI}$ であった。この値は、露頭や転石では測定面の凸凹の大小により帯磁率が小さく測定されることがあることを考慮すれば、性山寺の背後である榎木坪での片状花崗岩の帯磁率 $0.15 \times 10^{-3} \text{ SI}$ および $0.18 \times 10^{-3} \text{ SI}$ と一致する。

旧筑波町北部(白井・筑波・神郡)に残る石造物は、斑状花崗岩であった。また、小田の宝篋山山頂に残る五輪塔も斑状花崗岩であった。北条に残るつくば道の道標では、竿は中粒花崗岩と思われるが、台は斑状花崗岩であった。これら石造物に使われた斑状花崗岩の帯磁率は $(0.22 \pm 0.04) \times 10^{-3} \text{ SI}$ であり、露頭や転石では測定面の凸凹の大小により帯磁率が小さく測定されることがあることを考慮すれば、白井・神郡・平沢・東城寺で測定した斑状花崗岩の帯磁率 $(0.19 \pm 0.02) \times 10^{-3} \text{ SI}$ と一致する。今回の調査では確認していないが、第1図に示すように、宝篋山山頂付近に筑波花崗岩3(主岩相は斑状花崗岩)が分布している。岩相と帯磁率の一致から、旧筑波町北部(白井・筑波・神郡)に残る斑状花崗岩製の石造物と宝篋山山頂に残る五輪塔には、近くに分布する斑状花崗岩が使われたと考えられる。

旧筑波町南部(北条・小田)に残る石造物は中粒花崗岩であった。北条に残る石造物に使われた中粒花崗岩の帯磁率は $(0.08 \pm 0.03) \times 10^{-3} \text{ SI}$ で、小田に残る石造物に使われた中粒花崗岩の帯磁率は $(0.08 \pm 0.01) \times 10^{-3} \text{ SI}$ であり、両者に違いを認めなかった。これらの値は、小田(前山)に分布する中粒花崗岩の帯磁率 $(0.09 \pm 0.01) \times 10^{-3} \text{ SI}$ と一致する。岩相と帯磁率の一致から、旧筑波町南部(北

筑波花崗岩と旧筑波町に残る石造物の帯磁率（長）

第2表 旧筑波町に残る石造物の帯磁率測定結果  
Table 2 Magnetic susceptibility of stone sculptures in old Tsukuba town

| 所在地                 | 寺社など   | 石造物(測定箇所)       | 建立年         | 岩相  | 帯磁率(×10 <sup>-3</sup> SI) |
|---------------------|--------|-----------------|-------------|-----|---------------------------|
| 1. 花崗岩を使った石造物       |        |                 |             |     |                           |
| 細粒花崗岩（筑波花崗岩5）       |        |                 |             |     |                           |
| 国松                  | 性山寺    | 土止め             | 昭和          | 細粒  | 0.10                      |
| 沼田                  |        | 茨城百景筑波山の石碑      | 昭和          | 細粒  | 0.10                      |
| 片状花崗岩（筑波花崗岩2）       |        |                 |             |     |                           |
| 国松                  | 性山寺    | 常夜燈             |             | 片状  | 0.21                      |
|                     | 性山寺    | 石垣の角石           |             | 片状  | 0.20                      |
| 斑状花崗岩（筑波花崗岩3）       |        |                 |             |     |                           |
| 臼井                  | 飯名神社   | 鳥居（柱）           |             | 斑状  | 0.21                      |
|                     | 六所皇大神宮 | 鳥居（柱）           |             | 斑状  | 0.20                      |
|                     | 六所皇大神宮 | 鳥居（笠木）          |             | 斑状  | 0.26                      |
| 筑波                  | 筑波山神社  | つくば道一の鳥居        | 宝暦9年(1759)  | 斑状  | 0.26                      |
|                     | 八坂神社   | 鳥居（柱）           | 享保18年(1733) | 斑状  | 0.17                      |
| 神郡                  | 普門寺    | 九重層塔            | 慶長          | 斑状  | 0.22                      |
|                     | 普門寺    | 常夜燈             | 弘化3年(1846)  | 斑状  | 0.25                      |
|                     | 蚕影神社   | 鳥居（柱）           |             | 斑状  | 0.25                      |
|                     | 蚕影神社   | 常夜燈1            |             | 斑状  | 0.24                      |
|                     | 蚕影神社   | 常夜燈2            | 文政8年(1825)  | 斑状  | 0.26                      |
| 北条                  |        | つくば道の道標（台）      |             | 斑状  | 0.26                      |
| 小田                  | 宝篋山山頂  | 宝篋印塔            |             | 斑状  | 0.14                      |
| 中粒花崗岩（筑波花崗岩4）       |        |                 |             |     |                           |
| 国松                  | 性山寺    | 山門の石碑           | 寛政6年(1794)  | 中粒  | 0.09                      |
| 北条                  |        | 露盤石             | 奈良？         | 中粒  | 0.05                      |
|                     | 日向廃寺   | 礎石              | 平安末～鎌倉      | 中粒  | 0.08                      |
|                     |        | 多気太郎五輪塔         | 鎌倉？         | 中粒  | 0.07                      |
|                     | 無量院    | 多層塔             | 延文6年(1361)  | 中粒  | 0.08                      |
|                     | 熊野神社   | 鳥居（柱）           | 寛永13年(1636) | 中粒  | 0.10                      |
|                     | 鹿島神社   | 鳥居（柱）           |             | 中粒  | 0.15                      |
|                     | 八坂神社   | 五輪塔             | 天文6年(1537)  | 中粒  | 0.07                      |
|                     | 八坂神社   | 石柱              | 明治24年(1891) | 中粒  | 0.07                      |
|                     |        | つくば道の道標（竿）      | 寛政10年(1798) | 中粒？ | 0.11                      |
|                     |        | 如意輪観音の道標        | 寛延4年(1751)  | 中粒  | 0.08                      |
|                     |        | 西の市の神（屋根）       |             | 中粒  | 0.04                      |
|                     |        | 西の市の神（祠）        |             | 中粒  | 0.11                      |
|                     |        | 東の市の神（屋根）       |             | 中粒  | 0.09                      |
| 小田                  | 極楽寺跡入口 | 地藏菩薩立像          | 天応2年(1289)  | 中粒  | 0.09                      |
|                     | 極楽寺跡   | 五輪塔             | 鎌倉後期        | 中粒  | 0.10                      |
|                     |        | 磨崖不動明王立像が彫られた岩盤 |             | 中粒  | 0.09                      |
|                     | 延寿院薬師堂 | 五輪塔             | 天文5年(1538)  | 中粒  | 0.09                      |
|                     | 長久寺    | 石灯籠             | 鎌倉中期        | 中粒  | 0.06                      |
|                     | 天満神社   | 鳥居（柱と笠木）        | ●永14年       | 中粒  | 0.07                      |
| 2. 雲母片岩(平沢石)を使った石造物 |        |                 |             |     |                           |
| 北条                  |        | 毘沙門天種子板碑        | 鎌倉          |     | 0.21                      |
|                     |        | 二十三夜塔           |             |     | 0.27                      |
|                     | 八坂神社   | 板碑1             |             |     | 0.24                      |
|                     | 八坂神社   | 板碑2             |             |     | 0.24                      |
|                     | 八坂神社   | 板碑3             |             |     | 0.19                      |
|                     | 八坂神社   | 板碑4             |             |     | 0.18                      |
|                     | 八坂神社   | 板碑5             |             |     | 0.17                      |
| 小田                  |        | 三村山不殺生界碑        | 鎌倉          |     | 0.22                      |

注：天満神社鳥居の建立年「●永14年」の●は、判読不能を示す。

第3表 筑波花崗岩の帯磁率(第1表)と旧筑波町に残る石造物の帯磁率(第2表)の比較

Table 3 Comparison of magnetic susceptibility of Tsukuba granite (Table 1) and stone sculptures in old Tsukuba town (Table 2)

|                          | 測定数 | 帯磁率(×10 <sup>-3</sup> SI) |        |             |      |
|--------------------------|-----|---------------------------|--------|-------------|------|
|                          |     | 最小値                       | 最大値    | 平均値         | 標準偏差 |
| 片状花崗岩 (筑波花崗岩2)           |     |                           |        |             |      |
| 表1 国松(椎木坪)               | 2   | 0.15                      | ~ 0.18 | 0.17        |      |
| 表2 国松性山寺の常夜燈・石垣          | 2   | 0.20                      | ~ 0.21 | 0.21        |      |
| 斑状花崗岩 (筑波花崗岩3)           |     |                           |        |             |      |
| 表1 臼井・神郡・平沢・東城寺          | 12  | 0.13                      | ~ 0.21 | 0.19 ± 0.02 |      |
| 表2 臼井・筑波・神郡・北条・宝篋山に残る石造物 | 12  | 0.14                      | ~ 0.26 | 0.22 ± 0.04 |      |
| 中粒花崗岩 (筑波花崗岩4)           |     |                           |        |             |      |
| 表1 小田(前山)                | 6   | 0.07                      | ~ 0.11 | 0.09 ± 0.01 |      |
| 表1 大志戸・本郷・永井・雪入          | 11  | 0.03                      | ~ 0.12 | 0.07 ± 0.03 |      |
| 表2 北条に残る石造物              | 13  | 0.04                      | ~ 0.15 | 0.08 ± 0.03 |      |
| 表2 小田に残る石造物              | 6   | 0.06                      | ~ 0.10 | 0.08 ± 0.01 |      |
| 細粒花崗岩 (筑波花崗岩5)           |     |                           |        |             |      |
| 表1 漆所(土塔山)と北条(城山)        | 5   | 0.05                      | ~ 0.07 | 0.06 ± 0.01 |      |

第4表 4つの五輪塔の各部位の帯磁率(×10<sup>-3</sup>SI)

Table 3 Magnetic susceptibility of each part of 4 gorinto stone sculptures (×10<sup>-3</sup>SI)

| 部位  | 多気太郎五輪塔 | 八坂神社の五輪塔 | 延寿院の五輪塔 | 極楽寺跡の五輪塔 |
|-----|---------|----------|---------|----------|
| 空風輪 | 0.07    | 0.07     | 0.09    | 0.05     |
| 火輪  | 0.09    | 0.06     | 0.09    | 0.10     |
| 水輪  | 0.07    | 0.06     | 0.10    | 0.09     |
| 地輪  | 0.06    | 0.07     | 0.09    | 0.10     |
| 台座  |         |          |         | 0.11     |

条・小田)に残る中粒花崗岩製の石造物には、小田(前山)の中粒花崗岩が使われたと考えられる。

漆所(土塔山)と北条(城山)に分布する細粒花崗岩の帯磁率は $(0.06 \pm 0.01) \times 10^{-3} \text{SI}$ であった。昭和期に国松北部から採掘された細粒花崗岩で作られた性山寺の土止めと沼田の石碑の帯磁率は $0.10 \times 10^{-3} \text{SI}$ であった。

第4表に、旧筑波町に残る著名な4つの五輪塔(多気太郎義幹之墓・八坂神社の五輪塔・延寿院の五輪塔・極楽寺跡の五輪塔)の風空輪・火輪・水輪・地輪・台座の帯磁率を示す。いずれも中粒花崗岩が使われていた。前3つの五輪塔では各部位の帯磁率はほとんど一致しており、同じ場所で採石された花崗岩が使われたと考えられる。極楽寺跡の五輪塔では、最上部の空風輪の帯磁率だけが火輪・水輪・地輪・台座の帯磁率の半分の値であり、この空風輪は後補であるかもしれない。

#### 4.3 岩相により帯磁率が異なる理由

前節で述べたように、4種の筑波花崗岩(片状花崗岩・斑状花崗岩・中粒花崗岩・細粒花崗岩)の帯磁率に違いが認められた。すなわち、それぞれの帯磁率は、 $(0.15 \sim 0.18) \times 10^{-3} \text{SI}$ ,  $(0.19 \pm 0.02) \times 10^{-3} \text{SI}$ ,  $(0.09 \pm 0.01, 0.07 \pm 0.03) \times 10^{-3} \text{SI}$ ,  $(0.06 \pm 0.01) \times 10^{-3} \text{SI}$ であった(位置が特定できる露頭や大きな転石での測定結果)。帯磁率が異なる理由として、これら花崗岩の元となったマグマの組成変化が考えられる。これまでに報告されている放射年代は、斑状花崗岩で63Maと53Ma, 中粒花崗岩で59Ma, 細粒花崗岩で59Maである(宮崎ほか, 1996)。細粒花崗岩が斑状花崗岩に貫入していることから、細粒花崗岩の方が斑状花崗岩より新しい(宮崎ほか, 1996)。片状花崗岩は、放射年代は測定されておらず、貫入関係も確認されていないが、斑状花崗岩・中粒花崗岩と同時期もしくは記載順からこれらより古いと考えられている(宮崎ほか, 1996)。古い片状花崗岩と斑状花崗岩の帯磁率が大きく、新しい細粒花崗岩の帯磁率が小さかった。

## 5. まとめ

旧筑波町に分布する4種の筑波花崗岩(片状花崗岩・斑状花崗岩・中粒花崗岩・細粒花崗岩)の帯磁率は $0.05 \times 10^{-3} \text{SI} \sim 0.22 \times 10^{-3} \text{SI}$ であり、岩相による違いが認められた。

岩相と帯磁率の一致から、旧筑波町北部(臼井・筑波・神郡)に残る斑状花崗岩の石造物と宝篋山山頂に残る五輪塔には、近くに分布する斑状花崗岩が使われたと考えられる。同様に、旧筑波町南部(北条・小田)に残る中粒花崗岩の石造物には、小田(前山)の中粒花崗岩が使われたと考えられる。

**謝辞：**露頭と石造物の調査と結果の公表を許可いただいた地権者および管理者の皆様に謝意を表します。御子柴真澄博士(産業技術総合研究所地質情報研究部門)の査読意見は、調査結果のまとめ方や記述の改善内容を指摘したものであり、本稿の修正にあたり非常に有益でした。

## 文 献

- 千葉隆司(2008) 筑波山周辺の石材加工の歴史, 地質ニュース, 643, 48-51.
- 長秋雄(2013a) 筑波花こう岩と人の営み—文化地質学による地域振興の試み—, 地圏資源環境研究部門成果報告書2013, 58-59.
- 長秋雄(2013b) 戸室石の帯磁率測定, 戸室石切丁場確認調査報告書Ⅱ, 金沢城史料叢書18, 石川県金沢城調査研究所, 216-228.
- 藤井義雄(1996a) 細粒, 地学団体研究会新版地学事典編集委員会編, 新版地学事典, 平凡社, 482.
- 藤井義雄(1996b) 中粒, 地学団体研究会新版地学事典編集委員会編, 新版地学事典, 平凡社, 833.
- 藤井義雄(1996c) 粗粒, 地学団体研究会新版地学事典編集委員会編, 新版地学事典, 平凡社, 731.
- 井坂敦実(2011) 歩いて発見! 北条マップ, アースディつくば実行委員会編, つくば市.
- 宮崎一博・笹田政克・吉岡敏和(1996) 真壁地域の地質, 地質調査研究報告(5万分の1地質図幅), 地質調査所, 103p.
- 嶋真史・安藤邦廣(2013) つくば市北条の歴史的町並みの復興まちづくりに関する基礎的研究—竜巻災害による被害建物の修復の実態と住民意識—, 筑波大学知的コミュニティ基盤研究センターシンポジウム「大災害における文化遺産の救出と記憶・記録の継承」での配布資料.
- 高橋裕平(2007) 筑波山とその周辺の地質ガイド(真壁・真壁・土浦地域地質編集団), 地質標本館.
- 筑波町史編纂専門委員会(1989) 筑波町史上巻, つくば市, 735p.
- 山崎俊嗣(1996) 帯磁率, 地学団体研究会新版地学事典編集委員会編, 新版地学事典, 平凡社, 741-742.

( 受 付 : 2014年1月15日 ; 受 理 : 2014年6月30日 )

