

模式的岩石標本の帯磁率特性 —関東平野に分布する岩石について—

文学部 教育学科 中井 睦美

Magnetic Susceptibility of Japanese Typical Rock Samples, Especially Distributed around the Kanto Plains.

Mutsumi NAKAI

1. はじめに

地層から堆積物の起源を求めるには、年代や岩石を特定可能な鉱物粒から求める方法や、碎屑物の構成から求める方法などが一般的であるが、簡易的かつ予測的な堆積物の調査を行う方法として帯磁率を使用する方法があり（佐藤ほか，2002；杉山・宮田，2011），堆積物コアの調査などにも一般的に用いられている（秋山ほか，2009）。帯磁率は物性を反映する物理量であり，それだけでは堆積物の質の解明にはならないので，本来はあくまでも予測的な手法である（中井，2004・2011）。

帯磁率は一般的には高い部分のみが注目され，火山灰の存在や遺跡調査の手法として利用されているが，一方で帯磁率には非常に小さなマイナスの値も存在する。堆積物や岩石全体の帯磁率は，堆積物・岩石を構成する各粒子の複合した値として測定される。そのため，全体としてマイナスの帯磁率を示す堆積物や岩石は，一般的な碎屑物を構成するような強磁性体がほとんど含まれていないということの意味する（中井，2003）。このように，帯磁率は岩石の特徴を反映するので，特殊に高い場合だけでなく，相対的に分布や変動を比較するのに優れているといえよう。

相対的に帯磁率を利用するためには，その地域に分布する岩石の相対的な帯磁率の値の範囲を知る必要がある。相対的な帯磁率分布は，環境汚染調査などにも利用可能である（中井ほか，2006）。本研究では，主として関東地方に限定した模式的な岩石標本の帯磁率を測定・比較することにより，主要岩石の帯磁率分布について議論する。

関東地方には，日本列島を代表する様な古生界・中生界（秩父層群など），結晶片岩類（三波川変成岩），グリーンタフ，新生代火山岩が分布する。比較的少ないのは片麻岩類だけである。また，帯磁率を用いた堆積物の起源についての研究も行われており（中井，2007；中井・石澤，2015），主要岩石の帯磁率の範囲がわかれば，今後の研究に貢献可能である。

研究に使用した試料は、国立科学博物館研究室所蔵の岩石試料であり、関東地方産のものに限定して調査した。研究上重要な試料を集めたものであるため、必ずしも一般的に多い岩石を網羅している訳では無く、試料の種類と数に偏りはあるが、日本を代表する岩石標本で有ることは間違いない。なお、測定を行ったのは1999年であり、岩石標本の測定に当たっては、当時国立科学博物館地学研究室にいらした斉藤靖二博士、横山正巳博士、千葉とき子博士に多大なお世話になった。この場をお借りして御礼申しあげる。

2. 測定方法

帯磁率計は、携帯帯磁率計 SM20 を用い、測定面を確保できる試料のみ選択した。試料の測定面の帯磁率は、3回測定し、3回の測定値の誤差が 1×10^{-3} SI unit 内に収まった測定値のみ採用した。測定した試料の岩質別試料数を表1に示す。

試料総数は965である。岩石の分類からいうと、本論であつかう砂岩には礫岩など粒度の大きな砕屑岩を含むとする。泥岩は頁岩・粘板岩・シルト岩などを含む。石灰岩はドロマイトを含む。火砕岩は、降下軽石・スコリア、火砕流・火山灰質泥流・火山弾・溶岩・溶結凝灰岩を含む。流紋岩

表1 岩質別試料数

帯磁率 (10E-3SIunit)	>=20	20> =>10	10> =>5	5> =>1	1> =>0.1	0.1>- 0.1	-0.1> =>-1	-1>= >-5	-5>= >-10	-10>= >-20	-20>= =>	総数
結晶片岩類	11	6	1	7	89	30	23	7	4	19	0	197
緑色岩	1	1			27	7		12	1			49
泥岩	2		2	23	13	14	8	3	2	3	1	71
砂岩(砕屑岩)				3	13	10	8	4	2	3	1	44
チャート			1	2	20	60	22	3	8	7	3	126
石灰岩				6	12	28	23	11	10	21	2	113
凝灰岩	1	4	1	6	19	10	3	2	3	1	4	54
火砕岩	4	1	5	9	7	2						28
流紋岩		6	3	1	4	1	1					16
深成岩類	1	4		3	6	6	1					21
安山岩	6	19	25	25	1	6						82
玄武岩	18	11	11	12	27	8	5		2	5	5	104
はんれい岩	1	2		1	9	6		1	3			37
超塩基性岩	19	2		3	7	4	1	1				37
総数												965

はデイサイトや黒曜石を含む。深成岩類は、塩基性岩はのぞき花崗岩や閃緑岩といった中性岩・酸性岩のみである。塩基性岩の深成岩は、はんれい岩に分類した。安山岩は trachyte を含む。玄武岩は粗面玄武岩を含む。超塩基性岩とは、amphibolite, hornblendite, serpentinite, wehrlite などである。以上の火成岩類は変成したものを含む。

帯磁率による分類のしきい値とした範囲は、表の左側から 20 以上, 10 以上 20 未満, 5 以上 10 未満, 1 以上 5 未満, 0.1 以上 1 未満, -0.1 と $+0.1$ の間 (極めて 0 に近い部分), -0.1 以下 -1 より大きい, -1 以下 -5 より大きい, -5 以下 -10 より大きい, -10 以下 -20 より大きい, -20 以下である (単位は 10^{-3} SI unit)。等間隔ではないが、試料数の分布をわかりやすく表現するための分類である。

3. 帯磁率分布の結果

表 1 の結果を岩石試料別にグラフにしたものを、図 1 に表した。図中に破線で入れているのは帯磁率が 0 であるしきい値で、+- の側の位置が記入してある。

結晶片岩類は標本数をもっとも多い岩石であるが、ほとんどが三波川結晶片岩類である。0.1 以上 1 未満に試料は集中しているが、帯磁率は広く分布している。低い負の帯磁率を示すのは珪質結晶片岩が多い。緑色岩も 0.1 以上 1 未満の帯磁率を持つ試料が圧倒的に多い。泥岩と砂岩は双方とも碎屑岩であり図 1 のグラフも同じ分布形状を示すが、泥岩の帯磁率は 1 以上 5 未満と砂岩のピークの 0.1 以上 1 未満より高い。チャート (SiO_2) と石灰岩 (CaCO_3) は双方とも 0 近辺に分布の中心があるが、両者とも負の値をとる試料が多いという特徴がある。凝灰岩と火砕岩は起源は同様であるが、凝灰岩の方が広い帯磁率分布を示す。低い帯磁率を示す凝灰岩は珪酸質である。火砕岩は基本的には火山岩であり、負の帯磁率分布は示さない。流紋岩も深成岩も塩基性岩が含まれない火成岩という点では共通しているが、両者とも 10 以上 20 未満で高い分布を示すが、一方で負の値も示す。安山岩・玄武岩は双方とも高い帯磁率を示す。ただし玄武岩の方は負の帯磁率の分布も示すが、これらは変質あるいは変成した玄武岩である。はんれい岩と超塩基性岩はともに高い帯磁率を示すが負の帯磁率を示すものもある。特に超塩基性岩は、20 以上という非常に高い帯磁率を示すものが多い。

4. 考察

火山岩起源の岩石は高い帯磁率を持ち、碎屑岩は低い帯磁率を持つ傾向がある。ただし変成岩は高い帯磁率から負の帯磁率まで広い分布を示す。変成作用で形成される磁性鉱物が帯磁率が高い磁鉄鉱の場合もあれば、帯磁率の低い黄鉄鉱やチタン鉄鉱の場合もあり、また、反磁性鉱物の石英などが中心に形成される場合もあるからである。泥岩の方が砂岩より高い帯磁率を示すのは粒度が小さいためであり、砂岩の帯磁率が小さいのは反磁性鉱物である石英粒を中心に構成されているため

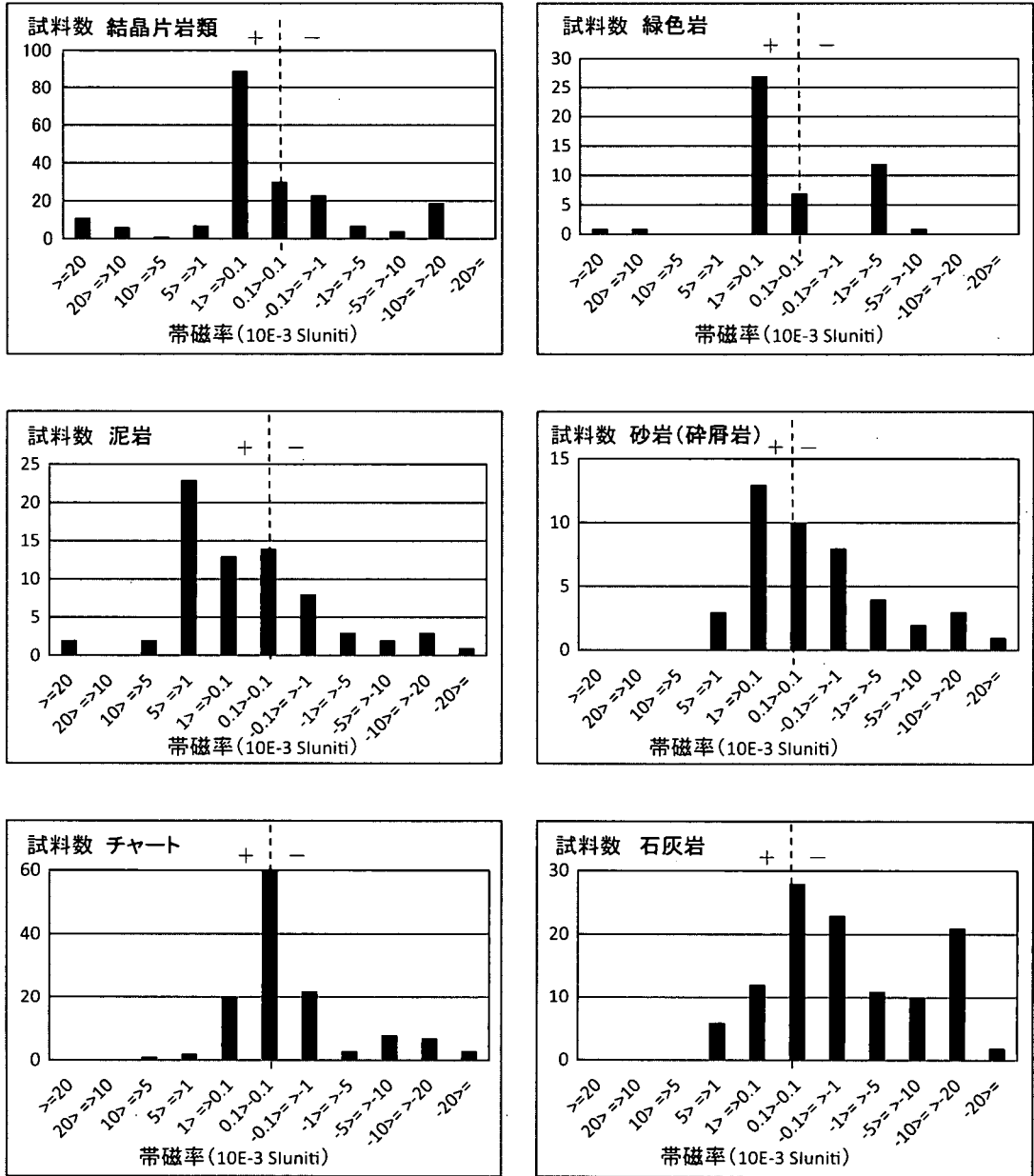
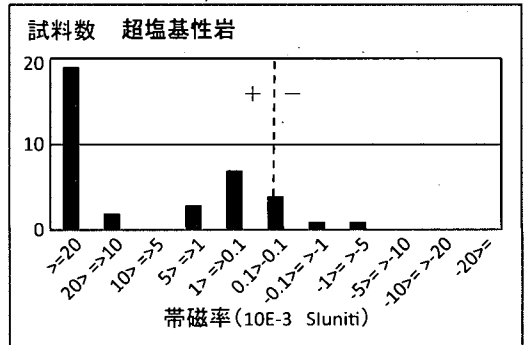
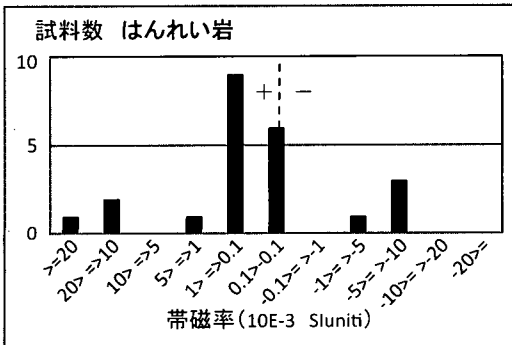
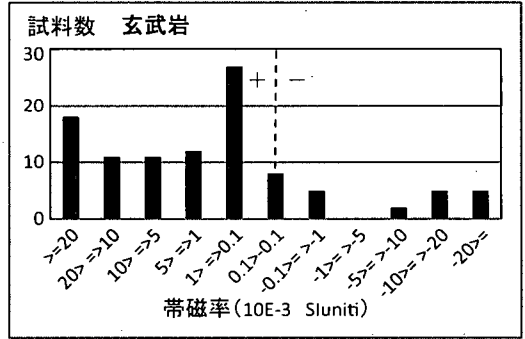
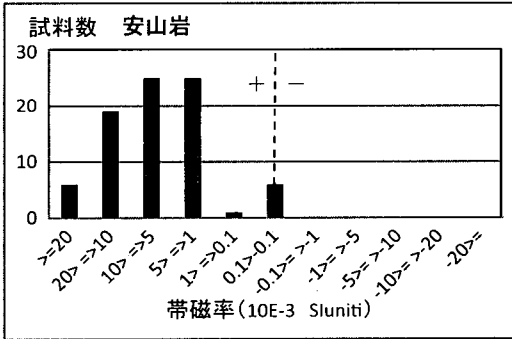
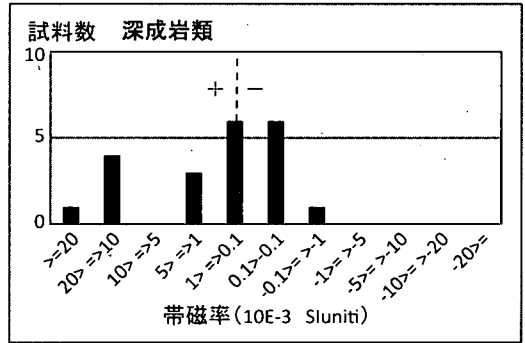
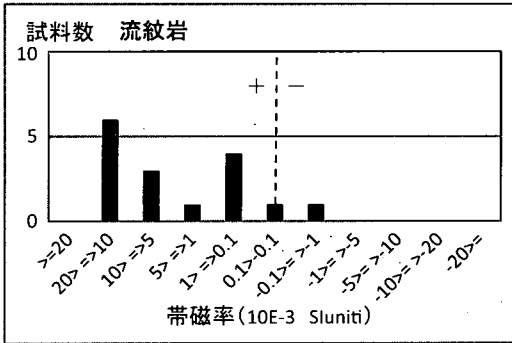
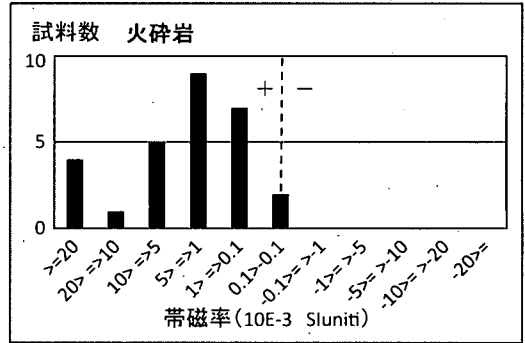
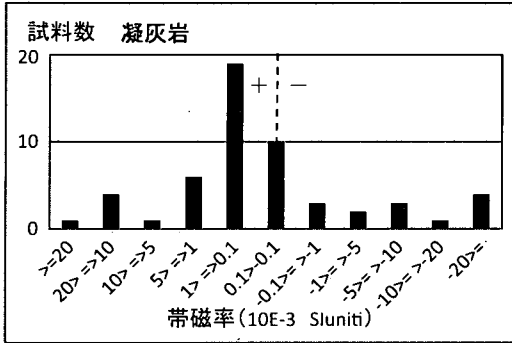


図1 関東地方の代表的岩石標本の帯磁率分布
 縦軸は試料数，横軸は帯磁率（単位 10^{-3} Slunit）である。破線を境にして，正（+）の帯磁率と負（-）の帯磁率に分かれる。



であると思われる。チャートや石灰岩は主要構成物が反磁性鉱物のため、帯磁率が負を示す場合が多いという特徴がある。

火成岩類はほとんど正の帯磁率を示し、鉄を多く含む塩基性の火成岩の方が帯磁率は高く、細粒の火山岩の方が高い帯磁率を示す傾向が見られる。しかし、超塩基性岩は大量の鉄を含むためか、異常に高い帯磁率を示す。

以上のことから結論すると、古生界のような堆積岩中心の地域を起源として流れてくる堆積物と、火山岩地域を起源とする堆積物では、帯磁率が異なり起源を判定できる可能性がある。ただし、堆積岩類が超塩基性岩を伴う場合は、必ずしも火山岩分布地域と差ができるとは限らないので、注意が必要である。

また、広い帯磁率分布を示す岩石の場合、変成・変質している場合があることがわかる。これらの作用を受けている地域の堆積物の起源を考察する場合は結果を単純に比較できない。

5. まとめ

- ①火山岩は帯磁率が高く、砕屑岩は帯磁率が低い傾向がある。この関係を利用して堆積物の起源を推定できる可能性がある。
- ②石灰岩・チャートは負の帯磁率を示す場合が多い。
- ③同じ条件ならば、細粒の岩石の方が高い帯磁率を示す傾向がある。
- ④変成や変質により、帯磁率分布は広がり、正の帯磁率を示す岩石も負の帯磁率を示すことがある。
- ⑤超塩基性岩は非常に高い帯磁率を示す。

文献

- 秋山正秋ほか(2009) 関東平野中央部、埼玉県菖蒲町で掘削された350mボーリングコア(GS-SB-1)の層相と堆積物物性。地質調査所研究報告, 60, 147-197。
- 中井睦美(2003) 負の帯磁率を示す堆積物が持つ地質学的意義。大東文化大学紀要 自然科学, 41, 19-35。
- 中井睦美(2004) ジオロジストのための岩石磁気学。地団研双書34, 地学団体研究会。
- 中井睦美(2011) 磁石のちから。人の中の磁石・自然の中の磁石。ムイスリ出版。
- 中井睦美・石澤杏奈(2015) 下仁田町付近の河川堆積物の砂および礫組成から見た堆積物流入量解析。大東文化大学紀要, 自然科学, 53, 57-71。
- 中井睦美ほか(2006) 帯磁率をもちいたディーゼルエンジンバス排気汚染調査, 第16回環境地質シンポジウム論文集, 21-24。
- 中井睦美ほか(2007) いわゆる物見山層の礫組成と現河床礫との比較研究—物見山礫層の起源について。大東文化大学紀要, 自然科学, 45, 17-27。
- 佐藤高晴ほか(2002) 環境磁気学的方法による日野川への大山起源土砂流入の推定。地球電磁気・地球惑星圏学会講演会講演予稿集(C22-P89)。
- 杉山直也・宮田雄一郎(2011) 帯磁率からみた上総層群海底扇状地堆積物の物質供給と運搬様式。応用地質学会研究発表会講演論文集, 199-200。

(2015年9月29日受理)