

さわって心地よい岩石

田中 剛¹⁾

1. はじめに

石材には、岩石が持つ様々な特徴が利用される。「石のように固い」と言われるように、その固さが利用されたり、漬け物石のように、その重さが使われたり、また、磨いたその表面の滑らかさが使われたりする。もちろん、本誌口絵(吉田, 2008)に紹介されているような、想像をかき立てるその模様も、石の持つ特徴の一つであろう。

以下に紹介するのは「さわって心地よい岩石とその表面状態」についての研究である。読者の皆さんは、駅あるいは有名デパートなどで、ピカピカに磨かれた岩石の手すりに沿って、階段を上がったり降りたりした経験をお持ちと思う。ピカピカに磨かれた岩石は、確かに美しく清潔に保たれているという安心感を与えてくれる。しかし、素手でさわった感触は、きれいに磨かれていればいるほど、なにか吸い付かれるような不快感を持たれた方も多いのではないだろうか。では、「さわって心地よい岩石」とはどのような岩石だろうか、それは筆者の心にあった謎の一つであった。

2. 気仙沼市岩井崎

2006年10月、東電設計の吉田鎮男さん、名大博物館の吉田英一さん、年代測定総合研究センターの南雅代さんとともに、岩井崎を訪れた。本来の目的は、超長期間にわたるコンクリートの風化の評価指標として、¹⁴Cが使えるのではないかと考え、そのナチュラルアナログ試料としての石灰質砂岩の採集であった。すなわち、新鮮なセメントは、中・古生代の石灰岩を原料として作られるので、¹⁴Cは含まれないはずだが、風化を受け、コンクリート中のCO₃²⁻が大気中、あるいは

は雨水中の炭酸成分(¹⁴Cをたっぷり含む)と反応すればするほど¹⁴Cが増加するに違いない。¹⁴Cの増加は風化の鋭敏な指標にならないだろうか? (¹⁴C年代測定とは逆に、風化を受ければ受けるほど¹⁴Cが増える)との考えに基づくものである。この考えの検証は、名古屋大学の加速器質量分析計が、現在量の1/1000の¹⁴Cを測定できることで、本来目的はほぼ達せられた(田中ほか, 2008)。

そして、その石灰質砂岩の採集中、ふと手に触れた一つの礫は、この世のものとは思えないほど、その手触りがすばらしかったのである(写真1)。この礫は、竹内ほか(2005, 1/20万地質図幅一関)によれば、この地域に分布する古生層を覆う新生代の凝灰質火山岩に由来するとみられる。なぜさわって心地が良いのか? その謎解きが以下の紹介である。

3. 礫の表面状態

まず、礫の表面状態を調べた。礫の表面状態の観察には、名古屋大学技術部にある三鷹光器製 NH6型非接触三次元測定装置を用いた(写真2)。本来の

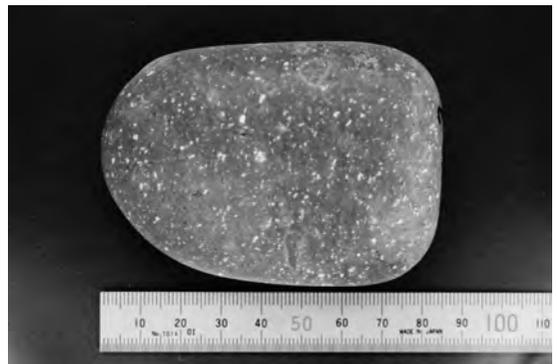


写真1 気仙沼市岩井崎から採集した海浜礫。

1) 名古屋大学/元地質調査所

キーワード: 石材, 岩石表面, 触り心地, 気仙沼

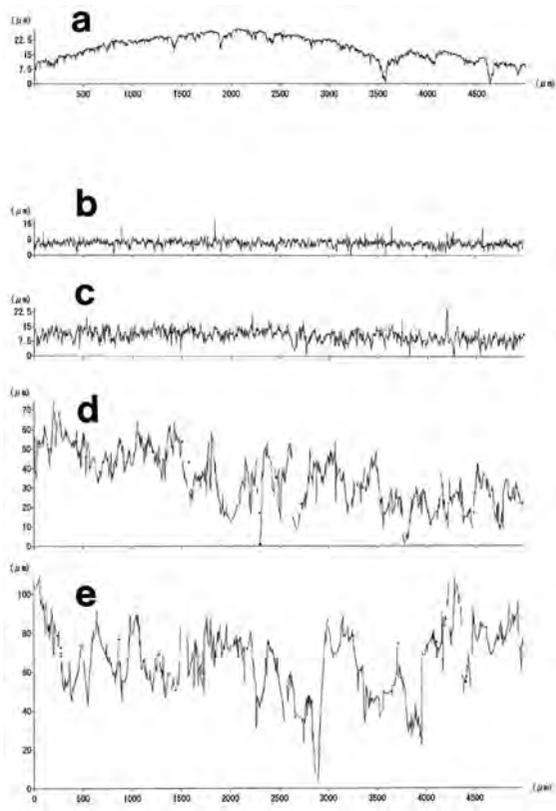


写真2 礫の表面状態の観察に用いた、三鷹光器製 NH6型非接触三次元測定装置(名古屋大学技術部)。

用途は、レーザー光を照射しながら試料を水平に移動し、様々に加工した金属表面の仕上がり具合を観察する道具である。宇宙で星からのX線分布を調べる鏡の仕上がり検査などに使われたらしい。写真2は本研究で用いた約7cm四方の厚板ガラスの上に顕微鏡の対物レンズで絞られた赤色レーザー光を照射し、表面状態を測定中の場面である。

岩井崎の礫の表面状態を第1図aに示す。比較の為に、岩石薄片を作成する要領で、600メッシュ、400メッシュ、120メッシュ、60メッシュのカーボランダムで、厚さ1cm一辺7cmの板ガラスを研磨し、それらの中央部を同一条件で測定した結果を、第1図b, c, d, eに示す。いずれの測線(左右の幅)も長さ5mmで、左右に比べての上下の拡大率は、どの図面でも20倍に強調してある。

岩井崎の礫と、人為的な研磨を施したガラスの表面状態を比較して、礫の凸凹は全体として400~600メッシュの研磨剤で研磨したガラス表面に近いが、礫は凸凹の凸の上が滑らかにそろえられているところに大きな違いがある。この違いが作られた原因として、大きく二種類の基本的なメカニズムが考えられる。一つは、ある粒度で研磨された岩石表面の、より細かい粒度の粒子(最終的には海水による凸部分の溶解)による更なる平滑化で、もう一つは、ある粒度で研磨

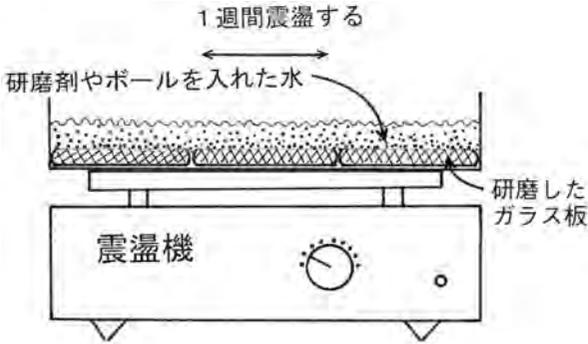


第1図 a:写真1に示した、さわって心地よい礫の表面状態。
b, c, d, e:板ガラスを、それぞれ600メッシュ、400メッシュ、120メッシュ、60メッシュで研磨した表面状態。
図の左右は、いずれも5mm。縦方向は20倍に拡大してある。

された岩石表面に対するより粗い大きな粒子による更なる平滑化である。

4. 平滑化実験

さわって心地よい礫の表面状態は、自然界の複雑な研磨メカニズムによると考えられる。その要素を再現・抽出する為に、フラスコの長時間震盪実験等に用いるシェーカーを用いた再現実験を行った。ある粗さを持つ岩石表面が、様々な粒子と水との接触により、いかに変化をするかの実験である。第2図に示すように、さまざまな粗さの研磨剤で研磨をしたガラス片をプラスチックの箱に入れ、中に水と研磨剤を入れて、



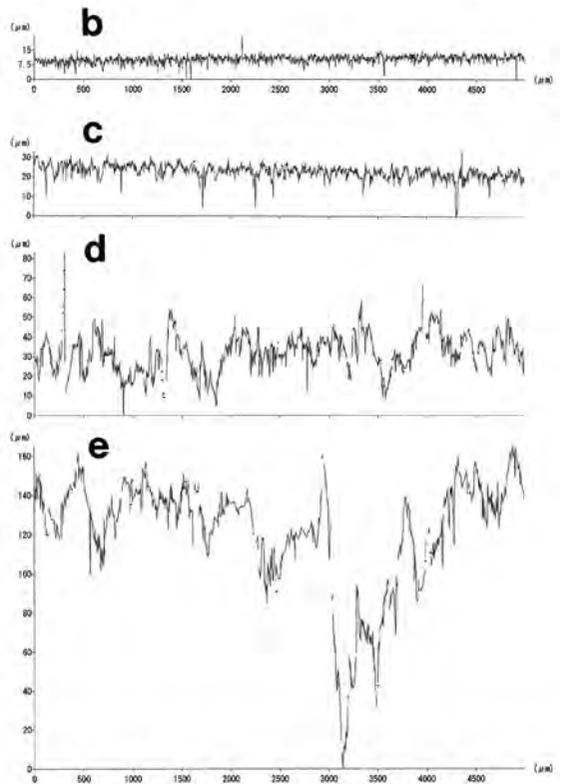
第2図 自然界における礫の円磨を再現する為の装置。第1図に示したように、様々な粒度で研磨した板ガラスの上に水と研磨剤やメノウボールを入れて1週間震盪させ、その後の表面状態を観察した。

震盪機で毎分100往復、一週間続けて揺った。

第3図に示すのは、それぞれ600メッシュ、400メッシュ、120メッシュ、60メッシュのカーボランダムで研磨したガラスを第2図に示す震盪機の中で60メッシュのカーボランダムとともに1週間連続して震盪させた後、再度その表面を非接触三次元測定装置で測定した結果である。測線は第2図に示した部分と異なるので、細かな凸凹の対比はできない。しかし、第1図b, c, d, eと第3図b, c, d, eに示す表面状態に本質的な差は認められない。同様に、600メッシュのカーボランダムを入れた水の中での震盪実験も試みたが、これまた特段の違いはみとめられなかった。

違いが現れたのは、研磨したガラスを直径1cmのメノウボールと共に1週間震盪させた結果である。メノウボールは、岩石を粉末にする時に用いるボールミルで使われているものを用いた。結果を第4図に示す。凸凹の凹の部分に、第1図や第3図と本質的な差は見られないが、凸部分の頂上が滑らかにそろえられていることがわかる。その状況を第5図に模式的に示す。震盪実験は1週間であったが、より長期間行えば、その差がより明確になったと考えられる。

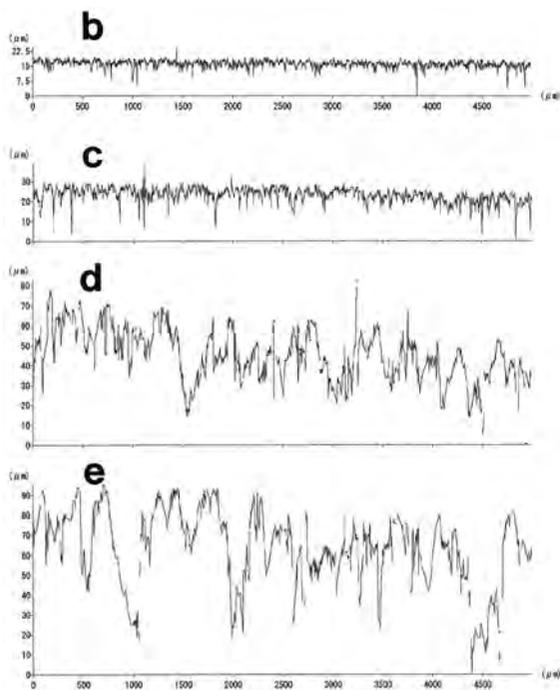
また、平滑化実験後の観察は、実体顕微鏡下でも行ったが、実体顕微鏡の低い拡大率下ではミクロンサイズの凹凸の観察が難しく、さらに、実験試料に透明ガラスを用いた事で、表面の凹凸はさらに見にくくなり、凹凸の評価は非接触三次元測定装置に依らざるを得なかった。将来、電子顕微鏡像による観察が可能になれば、視覚による評価が可能となろう。



第3図 b, c, d, eは、それぞれ600メッシュ、400メッシュ、120メッシュ、60メッシュで研磨した板ガラスを60メッシュのカーボランダムを入れた水の中で1週間震盪させた、その後の表面状態。b, c, d, eは、第1図のメッシュごとの図のアルファベットに対応している。

5. 考察

第4図に示したガラス表面は、第1図に示した研磨しただけのガラス表面よりさわり心地よいか？ について定量的に言及出来るまでにはいたらなかった。しかし、さわって心地よい岩石の表面は、かすかな凸凹があり、特にその凸の先端部分が滑らかに揃えられていることがわかった。さらにその表面は、400～600メッシュで研磨された表面の凸の部分の滑らかに揃えた表面に対応する事も解った。人工的に作る場合には、400～600メッシュで研磨した岩石の表面を、多種サイズのステンレス球やローラーなどで、静かに震盪させると、類似の表面状態になるであろうと考え

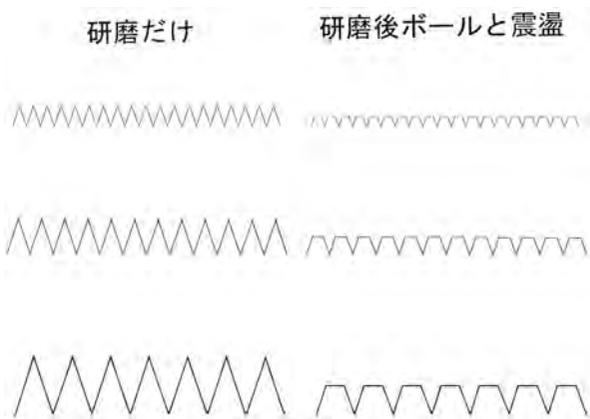


第4図 b, c, d, eは、それぞれ600メッシュ、400メッシュ、120メッシュ、60メッシュで研磨した板ガラスをメノウボールを入れた水の中で1週間震盪させた、その後の表面状態を示す。b, c, d, eは、第1図のメッシュごとの図のアルファベットに対応している。凸部分の表面がなめらかに揃っている事がわかる。

られる。

本稿は、石材の触り心地の良さ、から出発し、その結果は凸部分の状態に依ることがわかってきた。しかし、さわり心地の良い天然の岩石も、それに近づけようと作ったガラスの人工表面にもその凹の部分が残っている。凹の部分の触感上の役割は不明である。凹の部分には塵が付着し易いであろうことから、素材として用いるには、清掃や衛生管理の面から更なる考察が必要であろう。

礫の表面状態は地球科学的にも有為な情報を持つものではないだろうか？ 表面状態は、その礫が経験



第5図 研磨だけを施したガラス表面(第1図)と、研磨したガラスをメノウボールと共に震盪させた後のガラス表面(第4図)の状態の違いを、模式的に示したもの。後者の凸部分が平滑化されている。

した被円磨環境を保存してはいないだろうか？ 礫は、多様な鉱物から構成され、千差万別である。しかし、流れの激しい所、細かい砂ばかりの所、といったように、礫の表面をその堆積場所から一歩昔の円磨環境指標としても調べてみたいものである。

ガラスの研磨は、名古屋大学技術部の与語節生氏、非接触三次元測定装置の使用は、同じく松下幸司氏のご指導をいただいた。もと地質調査所地質部長の服部 仁氏からは粗稿にご助言をいただいた。これらの方々に御礼申し上げる。

文 献

竹内 誠・鹿野和彦・御子柴真澄・中川 充・駒沢正夫(2005)：20万分の1地質図幅「一関」。産業技術総合研究所 地質調査総合センター。
 田中 剛・南 雅代・吉田英一・吉田鎮男(2008)：コンクリート風化の超長時間評価指標としての石灰質砂岩の¹⁴C濃度変化。名古屋大学加速器質量分析計業績報告書(XIX)66-72。
 吉田史郎(2008)：足尾帯に露出するタイガーロック。地質ニュース646号口絵, p1.

TANAKA Tsuyoshi (2009) : A stone with comfortable touch.

<受付：2008年12月22日>