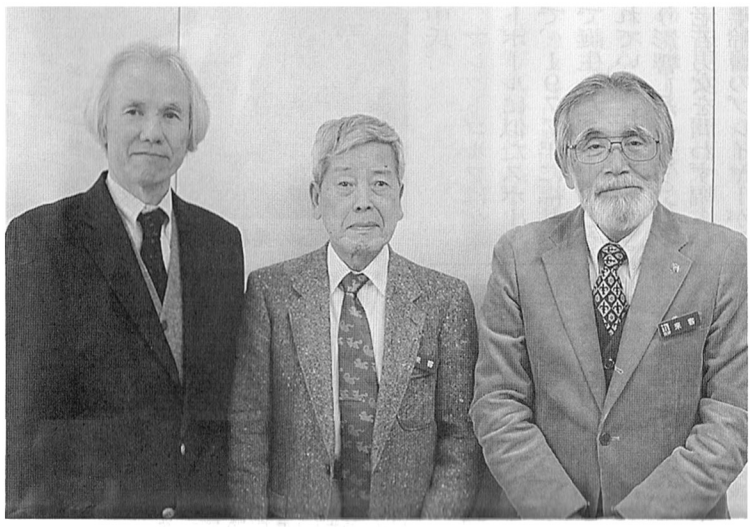
石に携わっている業界人でありながら、実は石という素材について「あまりよく知らない」といった声も耳にする。知らない者が扱えば、それゆえのトラブルが出てくることは当然の帰結。このことは業界として憂うべき事であり、看過できない課題といえるだろう。

そこで今回は石材について幅広い知見を持つ理学博士・技術士（応用理学部門）の服部仁氏、鹿島建設㈱技術研究所専任役であり博士（工学）の中山實氏、多くの石材ケア・メンテナンスの実績を持つ新田倖石氏の三氏に集まっていただき、石材特有の性質、取扱いの注意点などについて鼎談していただいた。ここで挙げられた様々な知識・情報・ヒントを、ぜひ各石材店の現場で役立てていただきたい。

今さら聞けない！石材の基礎知識

特別鼎談（ていだん）「石・素材を見つめ直す」

鹿島建設㈱技術研究所専任役・博士（工学）　中山 實 氏
理学博士・技術士（応用理学部門）　服部 仁 氏
石材ケア・コンダクター　新田倖石 氏



「石」はどのようにして出来たのか？

新田　今回は、これまでも仕事の面で様々なアドバイス・知見をいただいております服部先生、そして私が日頃バイブルとして長く愛用させていただいております『石と建築』の著者・中山先生と鼎談させていただく機会をいただき、本当に感動しております。

はじめに最も基本的なことですが、岩石には、大きく分けて「火成岩」「堆積岩」「変成岩」（※1）とありますが、それぞれ、どのように生成したのか。中山先生、これについて大変恐縮ですが、ぜひ端的に説明していただけないでしょうか。

中山　墓石でもよく使われている花崗岩はマグマ主体の岩石で「火成岩」に分類されますが、このマグマが地中の深部で固まったものが深成岩、表層で固まったものを火山岩、それらの中間で固まったものを半深成岩と呼んでいます。

「堆積岩」は川の流れや波、あるいは風などによって運ばれた鉱物の粒子や土、海洋生物などが堆積していくことによって生成されたものを言います。そして、この「堆積岩」と「火成岩」が高温の熱や巨大な圧力を受けることによって変成を受け、再結晶化されたのが「変成岩」です。

地球の生い立ちを考えると、地殻全体が様々な岩石の塊だという風に思っても良いくらいですけれども、この辺りのことを詳しく説明していくと、服部さんの専門領域になっていきますよね。

服部　この部分は業界関係者だけでなく、日本の教育全体に欠けている部分ですね。ヨーロッパの鉱物学会や地質学会では子どもたちへの教育（キッズ対策）に力を入れています。鉱物の分野で著名な先生が子どもたちと一緒に遊びながら教育している。

石も含めて、私たちの身の回りには自然からいただいているものがたくさんあります。そういったことのありがたみを、空論ではなく、現場で教えているんです。

例えば学校のグランドには砂が撒いてありますが、この砂が何で出来ているか。主に花崗岩が風化して出来た「まさ土」で出来ているわけですが、砂も採れる場所によって性質も違います。静岡の三保の松原の砂は黒っぽいですが、瀬戸内に行けば真っ白な砂になっている。このように目で見てわかる違いから興味を持たせていくことが大事でしょうね。

※1
「火成岩」＝花崗岩、閃長岩、斑レイ岩、安山岩など
「堆積岩」＝砂岩、石灰岩、凝灰岩など
「変成岩」＝片麻岩、大理石、蛇紋岩、粘板岩など

「石」の善し悪しとは？

新田　服部先生がおっしゃるように、私たち業界人は自然の恵みである「石材」を利用させていただいているわけですが、石の性質という点において、その善し悪しはどのように判断されるものでしょうか。

中山　建築で使われている石を考えると、やはり主たる価値は外観に求められるものだと思うのですね。石の色や模様、光沢度などを基準にしつつ、経済性なども加味しながら、設計者、施工会社、石材商社の3者で石を選択していくことが建築では一般的です。

ただし、この石の選択において、外見だけで決めていくと、結果的にその判断を間違えることもあるわけです。以前使った石と似たものだから大丈夫だろうと、安価な石を使ったところ「汚れやサビなどの不具合が出てしまった」、そういった事例も少なくありません。

墓石も建築の外壁と同様、風雨にさらされるわけですから、やはりチェックしなければならないのは吸水率。そして、花崗岩であれば必ず鉄鉱物が入っているので、それが有害なものかどうか、また量が多いのか少ないのか。そういった物理的・鉱物的な性質は最低限調べないと本来販売することは出来ないと思います。

新田　墓石分野でも吸水率や鉄の含有率など、いわゆる物性データは出ていますが、それがどれだけ活用されているかは微妙ですね。

中山　鉄の含有率については、その分析方法に問題があるんですね。含有率の分析は、石を全部すりつぶして元素がどれだけ入っているのかをチェックしていく作業になります。これだと鉄が何%入っているのかはわかるのですが、もっとも重要になる硫化鉄系鉱物（黄鉄鉱や黄銅鉱、磁硫鉄鉱など）が成分として含まれているかどうかはわかりません。

硫化鉄系鉱物が成分として含まれていると、その鉄鉱物は空気中ですぐ化学反応（酸化反応）を起こし、錆びていく。ですから石に含まれている鉄が、どの鉄鉱物から出来ているのかがわからなければ対策も講じようがないわけです。このことがもっとも重要なのですが、それを調べるのには地質学者の専門的な技術がなければ出来ません。

服部　同じ花崗岩でも、その鉄に硫黄がくっついているかどうか、また酸素が一つか二つか（FeO か Fe_2O_3）によっても磁性が全く違ってくるわけです。風化や変質の程度も全く違うんですね。

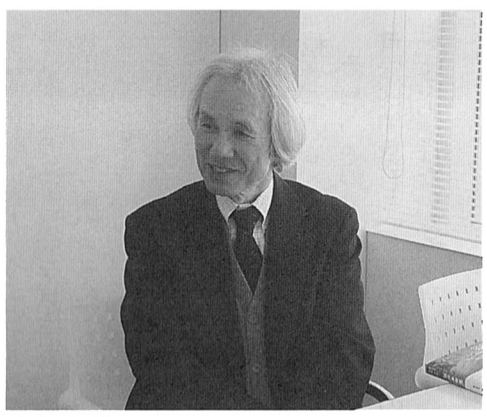
それを調べるには反射顕微鏡を使い、鑑定する専門家の見る目も必要になってくる。早稲田大学など一部では行っていますが、私が知る限り、それが出来るところはごくわずかです。

新田　現在において、これは危ないなと思われるような石材が流通している可能性はありますか？

服部　多いですね。そういった石は磁性が高く、風化も早いですよ。

中山　磁性があると、石本体から錆びが出なくても、空気中に飛んできた鉄粉が付着して、もらい錆びが出る可能性もあります。ですから、磁性があることは石にとって良いことではないわけです。

新田さんもご存じのように、石が汚れるというのは、鉱物的な要因と、もう一つが水ですね。水はいろいろなものを溶かして石の中へ一緒に運んできてしまう。高温になれば水は蒸発していきますが、水に溶けたものは石の中に残ってしまう。すると、汚れがどんどん石の中に蓄積されていってしまうわけです。建築の分野でも、磁性が高く、しかも吸水率の高いもので、悪い評価をつき付けられてしまった石材も存在しています。



中山 實 氏
博士（工学）、一級建築士。1972年より鹿島建設㈱にて勤務し、主に石材関連の研究開発に従事。建築技術研究部長、先端技術研究部長、副所長を務め、現在は専任役。近著は20年ぶりに増補改訂された『新版 石と建築』（鹿島出版会発行）。

「石」を扱う上で気をつけるべきこと

新田　私は常々「石というのは良いも悪いもない。地球の産物です」といった言い方をしているんですが、それぞれの価値基準によって善し悪しの判断も変わってくると思います。

ただ、石ももちろんですが、世の中に汚れないものは無い。これは、私のテーマでもあるのですが、「汚れてしまったらどうするのか」、「汚れにくくするためにはどうするのか」。このことを考えていくことが大切だと思っています。

服部　石は生きていて変化するもの。長い年月をかけて朽ちていくわけですからね。それをどうやって遅くするか、あるいは食い止めるか、またはリニューアルするか。そこは我々の使い方になってくるわけですが、日本は要求過多の傾向が強い気がします。ヨーロッパなどは石造物が400年や500年使われていて、かなり汚れているわけですが、立派に観光資源として受け入れられていますからね。

中山　ミロのビーナスなんかも黄変が出ていますが、あの表情を薬品で処理して真っ白にしようなどとは考えないでしょうからね。

新田　昨年11月にミロのビーナスを見てきましたが、日本人の私から見ると、確かに汚れていますね。それはもう感覚の違いというか、国民性などもあるでしょうね。

かつて建築石材の仕事に携わった時、石材選定の最終段階で実際に石張りを組み立てて石の模様、揃えなどをチェックする作業（モックアップ）があるんですが、イタリア人に「こんなことをやるのは日本人だけだ」と言われたことを覚えています（笑）。そういう意味でも我われ日本人は特有の価値観を持っているのでしょうね。

ところで、石材の変化・変質等の速度を遅くするために、どのようにしたら良いのか、アドバイスいただけますか。

中山　まずは石の選択が第一ですが、水の行き来をどのようにして防止するか。最近はいろいろな薬品も出ていますよね。例えば吸水防止剤。これを塗るか塗らないかについては議論も分かれるところでしょうが、水の浸入を押さえないと石はだんだん汚れてきます。

もう一つの観点は、地面から吸い上げていく水もあります。地面から吸い上げていく水の中にはいろいろな成分が含まれています。可溶性の塩類などを吸い上げると黒ずんだり白華を起こしたりする。

そういったこともあるので、いかにして地盤と石を切り離すか。墓石の場合、雨がかからないように屋根を作るわけにもいかないでしょうから、水対策として地盤と石を切り離すような対策をとることによって、持ちも変わってくると思います。

服部　中山さんがおっしゃったことは非常に的を得ていると思います。下から上がってくる水は、いろいろな跳ね返りもあると思いますが、下部で起こることと上部で起こることは違っています。設置場所の向きも関係しますね。南側なのか北側なのか。樹木があるのかないのか。土も、土だけの成分だけでなく、そこには微生物もいっぱいいるわけです。こういった複合的な要素があいまって石の変質に繋がっていくのです。

以前、地震による被害で鳥居の倒壊事例を見たことがあるのですが、この鳥居の破片を見てみると、ものすごく綺麗なんですね。鳥居と言えば、数メートルや10メートル以上の高い所にある石で

すよね。太陽光や風雨にはさらされていますが、土や植物の影響がないために、表面は多少汚れていますが、中は綺麗なんです。

ですから墓石の下の縁石などを見ると汚れているものが多いですよね。もっとも使っている石が不適切なのかもしれないですが、棹石でひどいことになっているケースは割と少ないんです。

外柵に出てくる白い粒の正体とは？

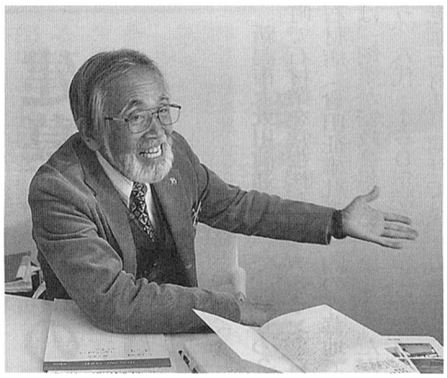
記者　よく外柵などで白華し、白い粒が出ているような状況を見るのですが、あれはどのような理由から引き起こされている現象なのでしょうか？

新田　この事例は本当に多いですね。

中山　おそらく裏込めに使ったセメントモルタルが原因でしょうね。石の裏側にセメントモルタルが充填してあって、水がセメント中の可溶性塩類を溶かし込んでいく。そして、透水性が高いと石の表面にまで染み出てきて、水分が蒸発した後、結晶だけが残ってしまう。温泉の浴槽でも見られるケースだと思いますね。

このように塩類が石の表面に出てきてしまうと、石の中でも出ている可能性があるわけですね。石の中の空隙に、この塩類が結晶化すると、この結晶化する時の圧力による影響や、塩類によっては体積膨張を起こすんですよ。そうすると石の表面が欠け落ちてざらざらになり、この繰り返しによって石の変質が加速していくことになる。ですから、こういった現象は避けなければならないですね。

このようなことが起こらないようにするために、建築では石の裏面処理といって石の裏面に樹脂被膜を塗って水が染み込まないようにしています。ただ、その場合ですと、モルタルとの接着がうまくいかなくなる可能性があるので、引き金物でアンカーする、あるいは乾式工法にするといった方法をとっています。



新田倖石 氏
㈲ドレストン中部代表、全国石材メンテナンス協会会長。これまでに全国各地にて石材（墓石）のケア・クリーニングの実績を多数持ち、各地石材店へ石材ケアの技術指導なども行っている。

クリーニング後に注意すべきこと

新田　中山先生の著書『石と建築』の中で保護剤については回答のないようなものだといった主旨で書かれていますが、石材ケア・クリーニングした後にどのようにして石を保護していったら良いのでしょうか、といった質問も出てくると思うんですね。

例えば先程の塩分を処理してきれいになった後、それを今後、出てこないようにするためにどうしたら良いのか。結果的に答えは難しいのかもしれないのですが、いかがでしょうか。

中山　繰り返しになりますが、やはり水ですね。石と水がいかに仲良くやっていけるか。これを見つけていかなければなりません。

墓石も屋外にあるものなので水を避けることは出来ませんよね。通常の水であれば何ら害を与えることは無いと思いますが、その中に汚れを含んでいたり、水が汚れを運んで、他の所を汚していくケースもある。墓石の形状によってもケースバイケースでしょうが、地面から水を吸い上げないようにすることも考えると、単純に一つの方法でクリア出来る、ということは無いと思います。

一度クリーニングした段階で、そもそも既に荒れている石ですから、それをまたクリーニングすると余計に石の表面を荒らすことになる。ミクロの目で見れば、表面積が増えている＝ざらざらになっていると言った方が良いと思いますが、そうすると余計に水や汚れが付着しやすい状況になっているわけです。

ヨーロッパなどの石材修復の教科書などにはクリーニングした後は必ず保護しなさいと書いてあります。保護剤にもいろいろと種類がありますが、最近の研究で最も良いだろうといわれているのがアルコキシシラン系の浸透性吸水防止剤。

ただし、それも処理しにくい場所もあるでしょうし、寿命があって万能とは言いにくい。ですから答えに窮するわけですが、例えば新田さんが5年ごととか定期的に石に手を入れることが出来れば大丈夫だという話ですね。

新田　おっしゃる通りだと思いますね。服部先生もよくおっしゃっていますが、墓石というものもダイヤモンドと同じだと。要するに、定期的にきちんと掃苔（そうたい）をしましょうと。自分の家を毎日綺麗にするがごとく、定期的に掃除をする。これこそが一つの答えではないかと思いますね。

服部 仁 氏
理学博士、技術士（応用理学部門）。通商産業省工業技術院地質調査所地質部長、鹿島建設㈱技術研究所顧問、早稲田大学・日本大学の非常勤講師などを歴任。近著は『石材の基礎知識』（㈱石文社発行）。中山實氏とは鹿島建設㈱時代からの同志でもある。

石のプロとして責任ある仕事を

新田　最後に、服部先生、中山先生、それぞれに石材店さんに気をつけてほしいこと、伝えたいこと等をぜひお聞かせください。

服部　地質調査をする際に硬岩用のハンマーを使いますが、かつては全国各地に鍛冶屋さんがあったんですね。自分に合うハンマーを作ってもらうために鍛冶屋さんにお願いしていた。

それが今では鍛冶屋さんもほとんどなくなってしまい、地質学で使うハンマーもほとんど統一的なアメリカからの輸入品ばかり。要するに、石屋さんも自分の所で使う道具を作らない時代になってしまっているわけです。

機械も発達したことで、石の素材のことがわからなくても何でも作れちゃう。今や中国に図面さえ送れば製品が届く時代。だからこそ石のことをわからない人が扱っているためにトラブルもいっぱい起きているわけです。もちろん安くて見てくれも綺麗であれば、お客さんは喜ぶかもしれません。ただし、10年先、20年先、30年先にどうなったかということについては保証できないですよね。

私がお願いしたいのは、道具を自分で作れとまでは言いませんが、素材のことをしっかりと理解した上で、この墓石にはどのような石材を使い、誰が製作・施工、いつ設置したのか、こういったことをしっかりと墓地に記しておくことが大切だと思いますね。

墓石業界は建築の分野と比べると無法地帯とも言えるくらい甘いと思います。建築の外壁などはいつも人の目につきやすいこともあって、何かトラブルがあればすぐに大きな問題になってしまう。墓石の場合、年に数えるほどの墓参で変化に気付くのが遅く、しかも他家の墓石の汚れなどには関心を持たれません。

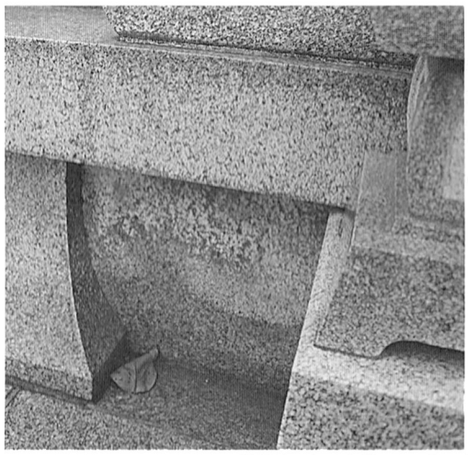
ぜひ石材店の皆さんには、それぞれの石のトラブル事例、失敗事例などを互いに共有しあいながら、50年先、100年先も持つ、責任ある墓石づくりをお願いしたいと思います。

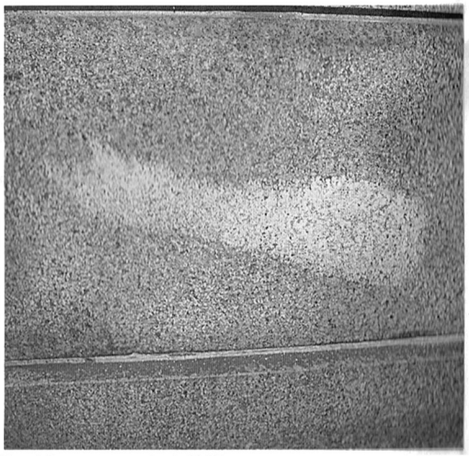
中山　地震が起きた際、「墓石の倒れる方向で地震の波の方向を調べる」という研究があるのですが、建築の世界では絶対に考えられない話なんですね。必ず固定して、どんな地震が来ても倒れないように工夫するのが基本中の基本なわけです。そういう意味では、地震対策もそうでしょうが、石の汚れ、変色・変質などの対策も、ぜひ建築外壁の知識・知見などを取り入れていくと、より良い方向に導けるのではないかと思います。

私がイメージしている石工さんというのは、自分で石を叩けて、石の素材のことを良く理解されている方なんですね。服部さんもおっしゃったように今や機械も精度が良いので、石の方向なども考えずに切ることが出来る。このように石をわかっていない方は石工さんとは呼べないような気がします。

新田　やはり石という素材を扱う者として、ちゃんと素材のことを理解した上で使うのか、ぜんぜん理解してなくて使っているのとでは、その意味合いは全くもって違ってくると思いますし、それが結果的にエンドユーザーに対する責務にも繋がってくると思います。

「いかに売るか」も、もちろん重要なテーマですが、まずは扱っている素材のことをもう一度見直し、勉強していくことが大切だということを、お二人の話を通して強く感じました。墓石業界関係者に求められる非常に示唆に富むお話、誠にありがとうございました。





外柵などで白華し、白い粒が出ているような状況