

## 「自然の恵みと先人の知恵に学ぶ」

埼玉大学 池野順一

## エピソード1

## 1. 本研究のきっかけ

10年も前のことである。ふと立ち寄った本屋で一冊の新書本が目にとまった。村松貞治郎著「大工道具の歴史」である。頁を捲ると、各種大工道具とともに職人に親しまれてきた天然トイシが紹介されていた。昔、大工は鍛冶屋をおがみ倒して気に入ったカンナを鍛ってもらうと、「次はこいつの嫁さん探しだ」と言ってトイシを探したのだという。「トイシが嫁さんかあ・・・」ちょっと面白そうなので買って読んでみることにした。

読んでみると、この本には地道に足で稼いだ知見が随所に込められ、読み始めた者に最後まで巻を閉じさせない魅力と迫力があった。大工道具が主役の本でありながら、天然トイシに25頁も割いて紹介しており、とくに京都特産の仕上げ砥「合砥」には著者の格別な想いが込められているように思えた。驚いたことに、天然トイシは磨製石器時代から使われてきた最古の工具でありながら、これまで科学研究がほとんどなされて来なかったことを知った。研いで得られる表面性状でさえも素人の手で僅かに調査されているに過ぎないという。これに対して村松氏は「研究者の怠慢に挑戦するものとして注目される。」とし、トイシに対しては「科学研究の盲点のようなものを感じる」と記している。

考えてみれば、工業界では産業革命のころから鉄をばりばり削るために、トイシは四角形から円形に姿を変え、回転させられて縁で削る工具になったのであろう。用途からみて、砥石は荒砥である砂岩の構造を模し、砥粒は砂よりも硬くて加工効率の良くなる物質を使って作られたのであろう。一方、表面仕上げには遊離砥粒加工法が発達し、職人が大事に使用していた「合砥」は、工業化の波に乗れなかったのではないかと。もしこの仮説が正しければ、鏡面創成用砥石の開発を目指す自分は、これまで荒砥のメカニズムを使って仕上げをしようとしていたことになる。自然界からの恵みである天然の仕上げトイシを知らず、太古の昔に先人が獲得した知恵に気づかず、独りよがりな研究をしてきたのではあるまいか。怠慢と言われても

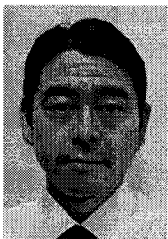
仕方あるまい。そのとき受けた衝撃は今も鮮明に思い出す。

このようにして、一冊の本との出会いが「合砥に基づく新たな鏡面研削用砥石に関する研究」(砥粒加工学会誌, 53-3, 174~179, 2009.)を始めるきっかけとなった。

## 2. いざ、京都へ

恩師の小林昭先生にこの事をご相談すると、日本グリーン研究所の岡田昭次郎先生を紹介して下さいました。天然トイシに精通された先生は京都天然砥石組合と繋がりが深く、組合の会合で小生に話す機会を与えて下さいました。会合は2001年8月、台風一過の爽やかな京都で開かれた。これまで小生が行ってきた砥石研究を紹介し、今後さらにより砥石を開発するためには京都特産「合砥」に学ぶ必要があると主張し協力をお願いした。そこには加藤晴永理事長はじめ組合の方々にも混ざって地質学者の井本伸廣先生(元京都教育大学学長)も出席されていた。先生は「合砥」の学名「砥石型ケイ質頁岩」の名付け親である。小生の勝手な話を熱心に聞いて下さり、その後の懇親会でも天然トイシに関する興味深いお話を伺うことができた。その中で、地質学者は付加価値の高い鉱物を含んだ地層の研究に関心があること、トイシの地層は鉱物を含まず風化され“枯れた地層”であるため、これまで研究対象にならなかったことを知った。科学的根拠は定かではないが、天然トイシの切刃は丸い石英であり、雲母と交互に層をなしているのだと言われてきた。組合では丸い石英の正体は何かということが議論されていた。天然トイシの七不思議の一つである。大きくは2説あり放散虫の化石説、ゴビ砂漠の砂説である。さらにもう一つ七不思議を紹介すれば、日本刀の刃部に浮き出た霞のような白い模様に関する不思議である。すなわち、研ぎの工程に荒砥で日本刀を整形すると柔らかな背の部分は傷が入って白くなる。一方、硬いマルテンサイト組織の刃部はトイシが上滑りして黒光りするのだという。研ぎ師はこの白黒を反転させて美しい模様を白く浮き出させるのである。ただし、幾種類もある合砥の中でこれを可能にするトイシは「内曇砥」ただ一つである。何故だろうかというものである。

京都では平安時代からトイシは採取され、武器に刃をつけるものとして権力の象徴となり、実生活ではカミソリや道具の研ぎで日用品として重宝がられてきた。昔は幼い頃から山に入って採石に精を出し、寒さの厳しい冬だけ山から下りてきて色街で豪遊し、一文無しになって再び山に戻っていく男たちが



池野 順一

1986年埼玉大学大学院修士課程修了。東京大学、豊橋技術科学大学、埼玉大学にて砥粒加工、レーザー応用加工技術の研究に従事。現在、埼玉大学教授。博士(工学)(東京大学)

埼玉大学: 〒338-8570 埼玉県さいたま市桜区下大久保 255, TEL/FAX: 048-858-3578, E-mail: ikeno@mech.saitama-u.ac.jp

いたという。その多くは珪肺にかかり極めて短命であったという。権力と富の陰で、命をすり減らし利根的に生きた人たちの哀しい歴史があることも知った。今は珪肺が労災となり、過去に採石したものを切り売りして生計を立てているのだという。

会合の翌日には、理事長の加藤氏に案内してもらって砥石山に登った。天然トイシの研究を始めるには、本物をサンプルとして入手する必要があるからだ。坑口まで道なき道を行き、斜面をよじ登っていく。“これから前例のない研究に挑戦するのだ”という思いでワクワクしたものである。採石現場は閑静な緑の中にあった。坑口から数 m 中は真っ暗で懐中電灯の明かりを頼りに進んだ。まだ多くの合砥が残っていた。トイシに触ってみると、石とは思えないくらい柔らかく暖かな物のように感じた。昼飯は坑口から吹き出てくる冷気を天然クーラーにして、静かな木漏れ日の中でおにぎりを頬張った。その美味しさは格別であった。

### 3. 出会い

岡田先生や京都の天然砥石組合の方々、地質学の井本先生と出会い、研究をスタートさせた。当時、豊橋技術科学大学から埼玉大学に移ったばかりで実験室は岩盤学の研究室と一緒の共通実験室しか与えられていなかった。実験室では岩盤学の博士後期課程学生であった竹村氏(現:日本大学講師)が熱心に研究をしていた。そのうち、互いの研究に興味を持つようになり、すっかり共同研究者になってしまった。岩盤学では組織の配向性を知るのに超音波を使っていること、地殻内での圧力を想定した圧密法で薄片状のものは配向性が得られることなど貴重な知見が得られた。さまに小林先生が提唱されたトランスファ・エンジニアリングである。

配向性をもつトイシの分析を詳細に行いたい。そう思っていた矢先、機械振興協会の齊藤氏が研究室見学に来た。そのとき天然トイシに大変興味を持ち、その後技術研究所の研究テーマとしても取り上げてもらい共同研究することとなった。前述した七不思議氏によって解明の糸口を得たと言える。すなわち、丸い石英ガラスの存在はほぼ否定され、薄片状の石英と雲母が積層されている構造を明らかにした。さらに、内曇砥には他のトイシには見られないカプセルが存在し、そのカプセル内には自然界では珍しく硫化していない数ミクロン径の球形酸化鉄が存在していることを突き止めた。砥石として使用すると球形酸化鉄はばらばらに分散した。日本刀の刃先にあるマルテンサイト組織にほどよく傷をつけ、白く曇らせるのであるということもわかってきた。混沌から真実を見出すために夜遅くまで熱心に装置と向かう姿が印象的であった。

天然トイシをインフィード研削装置にセットし、人造砥石同様の条件でシリコンを加工すると傷だらけになり、最後にシリコンは破損してしまう。人が研ぐスピードでゆっくりとトイシを回転させてやると、研ぎ汁が出てきて鏡面創成が可能となった。人は山から特定の石を切り出し、人の使用できる条件下で砥石としての性能を引き出していたのである。あらためて先人の知

恵に驚かされた。そこでトイシの性能を引き出すプロフェッショナルに教えを請う必要を感じて刀研ぎ師佐々木卓史氏の仕事場を訪ねた。研ぎの詳細を惜しげもなく教えて下さった。インタビュー中に彼の仕事場に日本画家が訪ねてきたり、過去にはドイツ人の学芸員が弟子入りしたりと、職人とは一風違った世界を感じた。じつは“美術刀”を研ぐ佐々木氏は芸術家でもあることを知った。砥粒加工が芸術と交差する領域に出くわし、砥石の多様性を感じたものである。

砥石の取り持つ縁はさらに広がり、文化人類学者とも交流するようになった。江戸時代の大名屋敷跡からは、大火で熱に曝され性能を喪失した仕上げ砥がまとめて見つかるという。大名達が廃棄したものである。文化人類学では各藩の大名たちがどんなトイシを使用していたのかを調べているのだという。さまざまな分野でトイシは人々の関心を引きつける魅力を放っている。

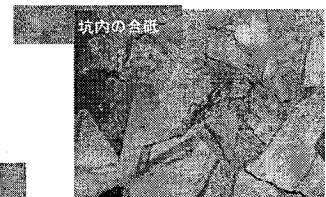
### 4. おわりに

埼玉大学のある埼玉県には、県名の由来ともなった埼玉(さきたま)古墳がある。昨年の ABTEC で思いっきりサンパシオンを楽しませてくれたものづくり大学の近所である。5世紀の埼玉は鉄器をもつ豪族によって支配されていた。彼らが埋葬される際には、あの世でも権力を維持できることを願って手元に天然トイシが置かれたのだという。砥石は文明を作り、社会構造を変革し、長い時間をかけて文化となり、さまざまな世界とつながりを持っている。この多様性がさまざまな個性あふれる人々との絆をつくり、このたびの研究に結びついている。この研究は天然トイシのコピーを人造的に作って新しい仕上げ用砥石にしようというのではなく、天然トイシの仕上げメカニズムを解明し、その要点を抽出して新砥石開発に結びつけるものである。まだまだ道半ばであり、多くの天然トイシが科学研究されるのを待っているように思えてならない。

かつて荒砥を模して砥石を製造したとすれば、仕上げ砥から学ぶことはこれからであり、大袈裟に言えば、砥石業界はまだ本来の半分の規模しか満たしていないのではないかと思う。これからも伸びていく業界であり、我々のささやかな試みが何某か貢献できれば幸いである。このたび荣誉ある砥粒加工学会賞論文賞に選ばれたことは、我々研究チームにとって、この上ない喜びである。あらためて学会の見識の高さと懐の深さに敬意を表する次第である。最後に多くのご指導ご鞭撻を賜った故小林 昭先生、岡田昭次郎先生、井本伸廣先生、故加藤 晴永様、安永暢男先生、河西敏雄先生、佐々木卓史様および関係各位に感謝の意を表します。



加藤氏と砥石山へ



坑内の会誌