

埼玉県小鹿野町日尾産カキ化石岩塊の修復作業

The example of renovation work for a rock mass sample with oyster fossils from Hio, Ogano-machi, Saitama Prefecture

海野 芳聖¹⁾・小原 勝巳²⁾・河合 千賀子³⁾・岡部 秀樹⁴⁾・佐藤 美輪⁵⁾
 UMINO Yoshikiyo¹⁾, OBARA Katsumi²⁾, KAWAAI Chikako³⁾,
 OKABE Hideki⁴⁾, and SATO Miwa⁵⁾

1. はじめに

秩父盆地北西縁部に位置する合角ダム上流, 小鹿野町日尾の新第三紀中新世の露頭からカキ化石を含む岩塊が採取され, 現在, 小鹿野総合センターのエントランス内に保管・展示されている. このカキ化石岩塊について, 小鹿野町教育委員会の依頼を受けて, 永続的な展示に耐え得るよう 2017年1~2月に復元・補強作業を実施した. 以下, この標本の由来と修復の概要について報告する.

2. カキ化石岩塊採取の経緯

荒川水系吉田川に県営合角ダムが建設されるのに伴い, 1988年度から「合角ダム水没地域総合調査」が実施され, 地形・地質については同年5月から1991年12月にかけて現地調査が行われた. 初年度の概査の過程で, 小鹿野町日尾字根古屋の吉田川右岸段丘崖に露出する新第三紀層中にカキ化石が多数含まれているのが確認された(第1図). このカキ化石の産地は海拔326~332mで, 合角ダムの常時満水位328.0mとほぼ等しいため, ダム建設と並行して河道の両岸にコンクリート擁壁が設置されることとなっていた. そのため, 擁壁建設工事に先立ちカキ化石の一部を掘削・採取して保存することとなり, 1991年12月7・8日に当該作業が実施された(写真1). 掘削された岩塊のうちカキ化石が最も密集して含まれる推定重量0.3tの標本1個(写真2)は屋内保管することとなり, 後日キャスト付きの木製箱に格納された. なお, 掘削時に分離したカキ化石とカキ以外の貝化石が含まれる岩塊合計1.9tはトレー等に収納して同町教育委員会で収蔵し, 追って詳細に検討することとなった.

3. カキ化石岩塊の年代と産状

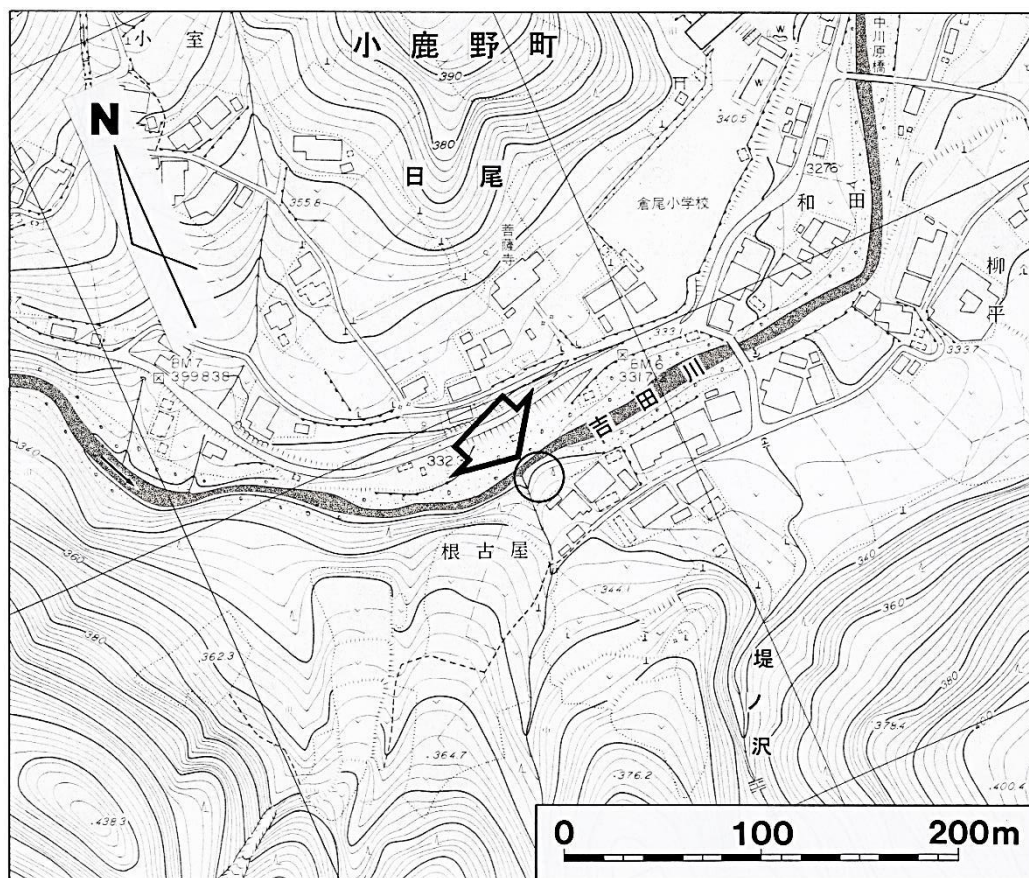
このカキ化石岩塊は, 秩父盆地に分布する新第三紀層の基底部を構成する白^{しら}沙^す層(牧本・竹内 1992)から産出したものである.

¹⁾会員 ²⁾飛鳥建設株式会社 ³⁾洗足学園小学校 ⁴⁾八潮市立柳之宮小学校 ⁵⁾埼玉県所沢県税事務所

秩父盆地の新第三紀層については1930年代以降多くの研究があり、層序・化石・年代などの詳細が明らかにされている。これまでの知見を総合すると、約1800万年前(中新世前期末)秩父地域には東方に開いた海湾:「古秩父湾」が存在した。その後この湾内は北～西方の山地から流入した堆積物によって次第に埋積され、約1500万年前(中新世中期前半)には、現在外秩父山地となっている秩父盆地の東側地域の急速な隆起によって、外洋と分離されて陸化したと考えられている(たとえば、山内・上村 1986;高橋 2008 など)。

したがって、秩父盆地の新第三紀層は南東側ほど上位の地層が分布しており、最も下位の地層は盆地の北縁～西縁部分に分布している。最下位の白沙層は、下部は礫岩層、上部は砂岩層からなるが、地区により層厚・層相の変化が激しく、このことは「古秩父湾」形成当初の背後の陸域の地形・地質の多様性を反映したものと考えられている(平山 1981)。

秩父盆地の計142箇所から新第三紀の化石を採取し査定・検討したKanno(1960)によれば、今回の岩塊の産地に相当もしくは至近と思われる「地点番号125(日尾の吉田川右岸)」から*Ostrea sp.*の産出の報告がある。しかし産出量のランクは「F」(採取個数2～4)で、今回の標本のように密集して多産するという記載はない。秩父盆地全域でみても、白沙層からの化石の報告は上位の富田層と比較して少なく、含まれる化石の検討は当時の古環境を推定する貴重な手掛かりとなるものと考えられる。



第1図 カキ化石岩塊の採取地点(丸印)
2500分の1合角ダム附近平面図(荒川水系ダム総合事務所, 1982年測量)に加筆した。



写真1 カキ化石産地における採掘作業
掘削には0.7t ブレーカを使用した。1991年12月7日撮影。

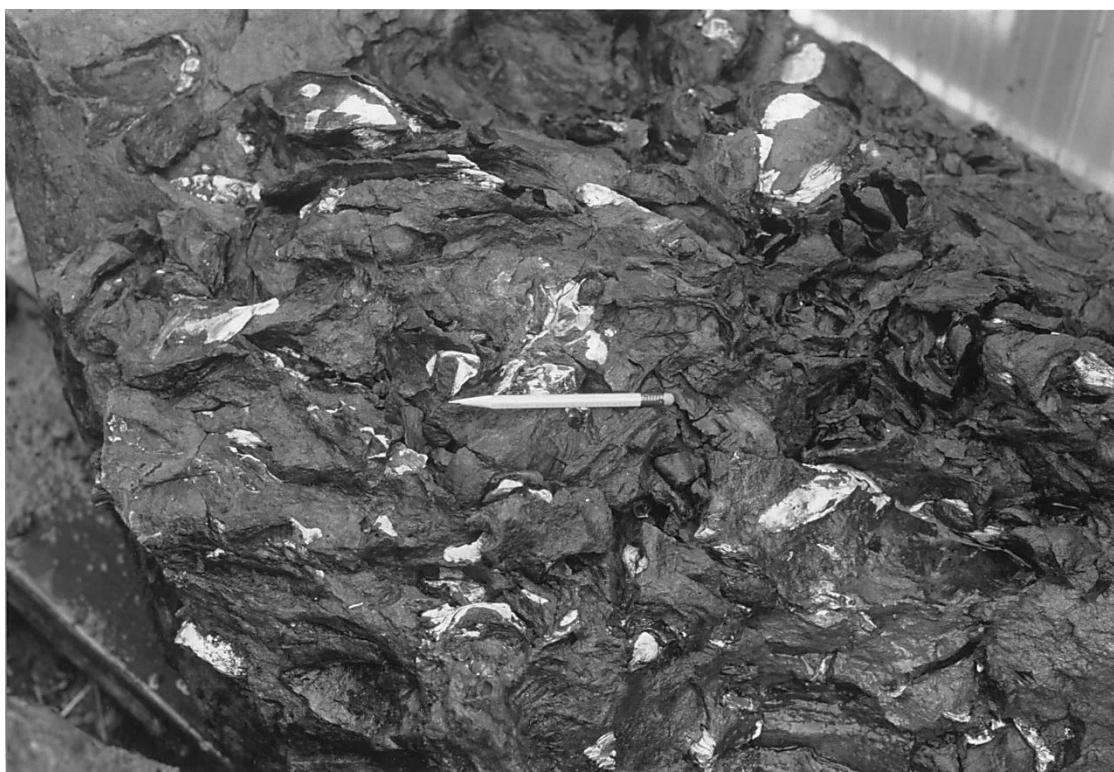


写真2 採取直後のカキ化石岩塊
岩塊上の鉛筆の長さ11.5cm。1991年12月8日撮影。

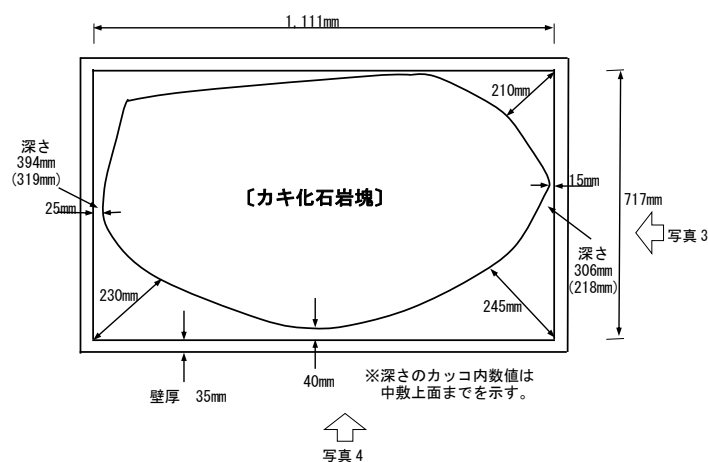
今回のカキ化石を含む岩石は中～粗粒砂岩で、全体にシルト～粘土を含有している。ややアルコース質で、未風化部分は青灰色を、強風化部は黄褐色を示す。カキ化石はいくつかの個体が付着し合ったものが横倒し（地層面に平行）になったものが多く認められ、生息時に至近の場所でカキ礁を形成していたものがあまり長距離を流されることなく砂層中に埋積されたものと推定される。掘削時に地表面近くにあった部分の化石殻は溶失しているものの、未風化部分の殻はよく保存され、表面・内部の構造も明瞭に確認できる。

カキの種類については、Kanno（前出）では *Ostrea* sp.（イタボガキ属）としている。今回の化石は、殻高（最大 15cm）が殻長よりも大きい長卵形で、右殻は左殻よりやや小さく扁平であること、殻表は板状の成長脈を持ち殻頂下の内面の前後縁に刻みがないことなどの特徴から、*Crassostrea* sp.（マガキ属）とすべきである。殻の形状は現生の *C.gigas*（マガキ）に酷似するが、殻厚が最大 3cm に達することから、*C.gravitesta*（アツガキ）に同定されると考えられる。

4. 岩塊の修復計画

(1) 保存状態

カキ化石岩塊は、アラレ組のキャスト付き木製箱（壁厚：35mm、内寸法：縦×横 = 1111mm×717mm、深さ = 306～394mm）に収納され、小鹿野総合センター内に保管されている（第 2 図および写真 3・4）。岩塊には、発掘後約 25 年経過したことによる数多くの亀裂が生じている。亀裂には、岩塊を分断する貫通亀裂（岩石内に元々潜在または発掘・運搬中に発生）および岩石表面全体に生じた亀甲状亀裂（岩石内部よりも表面が早期に乾燥収縮が進むために発生）の 2 種類が見られた。岩塊全体をなまし鉄線で緊縛してあることから、貫通亀裂は発掘当時もしくは発掘後の早い時期に発生したものと考えられる。表面の亀甲状亀裂は、岩塊中心に向かって亀裂幅を減じているとともに、亀裂面とカキ殻を分離面として岩石表面を数 mm から数 cm 単位で剥離させる原因となっていた。



第 2 図 カキ化石岩塊の格納状態



写真 3



写真 4

(2) 修復方法の検討

a. 木箱からの取り出し可否の検討

岩塊は、木箱に格納されており、そのままでは岩石側面と底面の観察および修復を行うことは難しい。しかしながら、以下の理由により、木箱から岩塊を取り出さずに修復を行うことを選択した。

- ① 人力で木箱より取り出すことは重量的に困難であること。
- ② 岩塊に亀裂が発達し全体に脆くなっているため、吊上げ作業時の更なる破損が懸念されること。
- ③ 乾燥収縮による変形が著しく、一旦分離した岩塊を再度組上げることは難しいこと。

b. 岩塊の固定方法

発掘後の経過年数から今後の乾燥収縮は微量と予想されるものの、なまし鉄線を除去することにより岩塊を小片に破損させることが予想された。このため、既に岩塊から脱落し移動が認められる部分を元の位置に修復しながら、岩塊を木箱内で固定するのが最良と判断した。岩塊を固定するために岩塊周囲の空隙に間詰材を充填することとし、その数量は概算 0.16m³程度となることから軽量化を図る必要があると判断し、間詰材料の検討を行った。材料は、以下の2案の候補から、①発泡スチロールを選択した。

- ①案：発泡スチロール
- ②案：エアミルク（発泡モルタル）

①案の具体的な材料としては、(ア)市販の発泡スチロール製品、(イ)建築資材の板状スタイロフォームの2種を候補として検討し、材料供給の容易な(ア)に決定した。

②案は、セメントミルクに泡を混入して空隙に流し込み、硬化後の比重 1.0 以下かつ強度を有する間詰めを行うことができ作業性も良いが、少量のため供給不能であった。

c. 亀裂の処理方法

岩塊の開口亀裂については、今後の亀裂の進行による岩塊の劣化を抑制する必要があるため、展示物としての見栄えも考慮する必要があるため、モルタルで充填することとした。また、微細な亀裂については、アロンアルファによる修復を行うものとした。

(3) 使用資材

修復作業に使用した主な材料を第1表に示す。なお、これらの資材の大半は同町内の家庭用品量販店から入手し、一部は廃材を利用した。

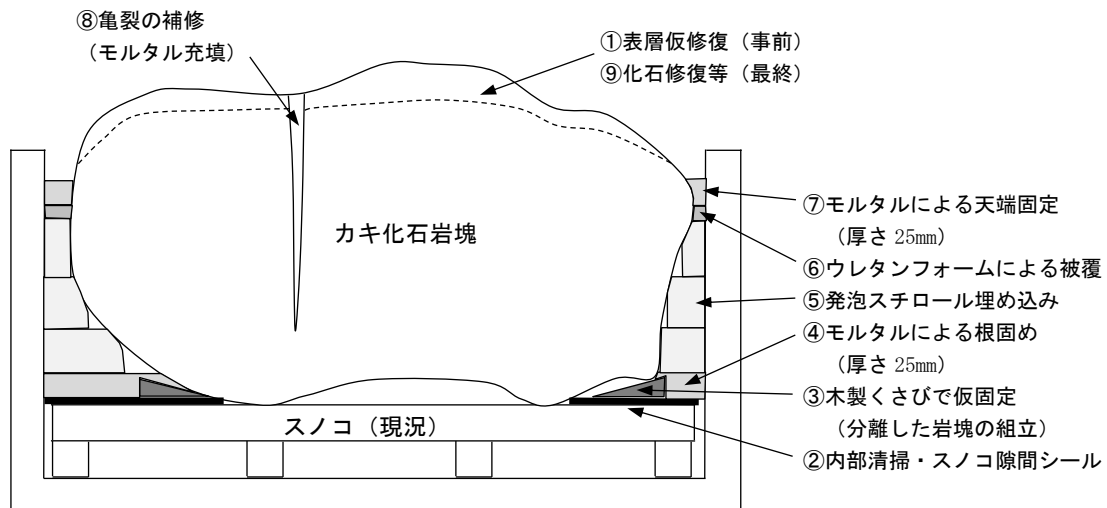
第1表 主な使用資材

資材名称	形状・仕様等	使用量
プレモルタル	20kg/袋	3袋
成型発泡スチロール	軽量ブロック型 100×190×390mm	10個
	梱包用（リサイクル）	適量
硬質ウレタンフォーム	スプレー式 約 350ml/缶	2缶
発泡スチロールカッター	電池式	1個
ガムテープ	布製	1巻
アロンアルファ	一般用 2g	5本
木材	小割 21×30×1,800mm	1本
	木製キャンバー	10個

(4) 修復方法と手順

カキ化石岩塊の修復は、具体的には以下の手順で実施した（第3図）。

- ①作業開始にあたり、表面の仮修復を実施する。
- ②木箱内の清掃を行い、スノコ上面の隙間をガムテープによりシールする。
- ③化石周囲を木製くさび等により仮固定しながら、なまし鉄線を切断除去する。
- ④モルタル敷設による根固めを行い、岩塊底部を固定する。1週間の養生を行う。
- ⑤発泡スチロールをスチロールカッターで切断し、空隙の間詰を行う。
- ⑥発泡スチロール間の空隙と表面にウレタンフォームを吹付けて一体化する。
- ⑦モルタルをウレタン上面に敷設し、岩塊上部の側方移動を拘束する。
- ⑧流動性を調整したモルタルを開口亀裂にヘラ等を用いて充填する。
- ⑨岩塊表面の化石の修復と劣化防止の処理を行う。



第3図 カキ化石岩塊の修復手順

5. 修復作業の実施と結果

(1) 実施工程

修復作業は、平成27年1～2月の3日間、延べ人数15人・日で実施した（第2表）。なお、表中の作業内容に示した○数字は、第3図の注記に対応している。

(2) 実施結果について

修復作業が完了したカキ化石岩塊を写真5および写真6に示す。

カキ化石岩塊は、木箱に格納された上、経年劣化による亀裂が多数生じている不安定な状態であったことから、木箱内から岩塊を取り出さず、側面および上面の確認・修復のみを行った。今回報告したような複数の化石が含まれる大型標本では、化石の岩石内での分布状態などから堆積環境が推定でき、単体の化石標本に比べて、より多くの知識を見学者に与えることが期待できる。今後、永年にわたる展示に対応できるように、岩塊表面の劣化防止のためパラロイド樹脂の塗布を施す予定である。

第2表 実施作業工程

日程	作業内容	特筆事項
2017年 1月29日	①表層の仮修復 ②内部清掃・隙間シール ③分離した岩塊の組立 ④根固めモルタル	<ul style="list-style-type: none"> ・剥離している化石を岩塊に固定 ・劣化した表層を除去 ・根固めモルタル敷設で作業終了 (7日間の養生)
2017年 2月4日	⑤発泡スチロール埋め込み ⑥ウレタンフォームで被覆 ⑦天端固定モルタル ⑧亀裂の補修	<ul style="list-style-type: none"> ・埋設した発泡スチロールの隙間にもウレタンフォームを充填 ・ウレタンフォームの硬化が遅延してモルタル敷設後に膨張隆起し、モルタルにひび割れが発生 ・亀裂内にモルタル、セメントペーストを充填後、岩石の粉末を硬化前のモルタル表面に散布して色合わせを実施
2017年 2月18日	⑨岩塊表面の修復	<ul style="list-style-type: none"> ・化石のクリーニングと補強を実施 ・岩塊表面や亀裂周辺に付着したウレタンとモルタルの清掃 ・天端モルタルに発生したひび割れをセメントペーストにて補修



写真5 カキ化石岩塊の修復完了状況（前面）

本作業の実施にあたり、小鹿野町教育委員会の山本正実・肥沼隆弘の両氏には、資材の入手等においてご支援をいただいた。記して厚く御礼を申し上げる。



写真6 カキ化石岩塊の修復完了状況（側面）

引用文献

- 平山勝美（1981）関東平野周辺部の第三紀軟体動物化石群について．軟体動物の研究（大森昌衛教授還暦記念論文集刊行会編），271-291.
- Kanno, S（1960）The Tertiary system of the Chichibu Basin. Saitama Prefecture, Central Japan, Part II; Paleontology. *Japan. Soc. Prom. Sci.*, 123-396.
- 牧本 博・竹内圭史（1992）寄居地域の地質．地域地質研究報告（5万分1地質図幅），地質調査所，136p.
- 高橋雅紀（2008）秩父盆地．「日本地方地質誌3 関東地方」，3.2.2.，朝倉書店，143-152.
- 山内靖喜・上村康夫（1986）秩父盆地．「日本の地質3 関東地方」，2.3.(3).，共立出版，110-113.