

徳次郎石を含む新第三系の層序と堆積構造と石材特性について

相田 吉昭 (宇都宮大学)

1. はじめに

宇都宮市の北北西に位置する男抱山（338m）の南部から半蔵山（502m）の東南側の山地一帯にかけて、とくに徳次郎町・門前・上田中・下田中・西根の4集落の西側丘陵には新第三系の火山礫凝灰岩や細粒凝灰岩からなる火山砕屑岩類が広く分布している（図1）。これらの丘陵部から採石された白色～青灰色の硬質な石材は、一般に徳次郎石（とくじらいし）と呼ばれている。北西に伸びる丘陵の尾根下の東側（標高250～290m）には、徳次郎石の採石場跡が5地点確認されている（池田、2020a；中村、2020）。とくに下田中西方の尾根付近に存在する旧日光石材採石場から昭和39年～49年にかけて採掘された石材は「日光石」の名称で出荷されていたことが報告されている（池田、2021）。徳次郎町周辺には、徳次郎石を使用した特徴的な張り石や積み石外装による石蔵群が顕著に分布しており、この地域の景観を特徴づけている（池田、2020b）。良質な石材として知られる徳次郎石の特徴は、白緑色～青灰色の火山礫凝灰岩や白色の細粒凝灰岩であり、岩質は硬質で粘土鉱物化した軽石などを全く含まないことや風化や侵食に強く、軽石が抜けたミソを全く含まないことから、大谷地区の石材を代表する大谷石の岩質とは大きく異なっている（中村、2020；中村・相田、2021）。このような良質の石材である徳次郎石が、丘陵部を構成する新第三系の地層のどの層準に相当するのかはまだ明らかにされていない。筆者らは2019年から本地域の地質調査に関わり、徳次郎石の採石場跡を中心にして調査を行ってきた。本報告の目的は共有石山田中場南の採石場跡における徳次郎石を含む地層の岩相層序を記載することとそこで新規に観察された堆積構造や石材としての特性について報告する。2021年8月24日と9月25日に現地で調査を実施した。実地調査にあたっては池田貞夫氏、中村洋一氏ならびに清木隆文氏の協力をいただきました。



図1. 徳次郎石採石場跡、共有石山田中場南採石場跡（▽）と旧日光石材採石場跡（▼）を示す地形図（国土地理院電子地形図より作成）

2. 徳次郎石を含む新第三系の地質

徳次郎石を産出する地層は、従来の地質図では大谷地区の大谷層の北方延長部であることから大谷層下部として扱われてきた（酒井、1986；吉川、1998；布川ほか、2004；吉川ほか、2010）。従って、これまで一般に大谷石下部層と起源と時代を同じくする広義の大谷層下部の火山礫凝灰岩として扱われてきた（吉川ほか、2010）。しかしながら徳次郎石の岩石学的特徴は、構成する火山礫や軽石が新鮮であり粘土鉱物化が進んでいない特徴を有している（中村、2020）一方、本地域の下田中西方の「日光石」採石場跡の砂質凝灰岩中からは保存良好な海生の魚化石が産出し、スズキ目スズメダイ科に属するソラスズメダイの一種、*Pomacentrus* sp. が報告されている（中村ほか、1981；相田・酒井、2017；吉田、2020）。この魚化石は現在の海洋では、熱帯～亜熱帯海域に生息することが知られている。本化石標本は現在、栃木県立博物館で所蔵管理されている。

大谷地域では、灯籠先から多気山東麓にかけて砂岩泥岩互層や硬質な凝灰質砂岩層などの堆積岩相が分布しており、凝灰質砂岩層を境に吉川（1998）は大谷層を下部と上部に区分している。連続性の良いこの凝灰質砂岩層は大谷層下部の最上位層と位置付けている特徴的な岩相である（吉川ほか、2010）。財団法人大谷地域整備公社（1997）による大谷層のユニット区分では、この堆積岩相はUnit S 2層に相当し、その全層厚は70mである（松居ほか、2011；相田・酒井、2017）。本層準からは貝化石が産出しており、*Placopecten akihoensis*、*Pitar itoi*、*Chlamys* cf. *hataii* などの二枚貝化石が報告されている（中村、1948；中村ほか、1981）。一方、北部の徳次郎町周辺には、大谷地区に分布する凝灰質砂岩層などの堆積相であるS 2層の分布はまだ知られていない。さらに大谷石上部を構成する軽石を含む火山礫凝灰岩からなる大谷石の岩相（Unit V～II層）は、徳次郎石を産出する本地域では観察されていない。

3. 共有石山・田中場南の徳次郎石採石場跡における岩相層序

田中場南と呼ばれる採石場跡（池田、2021）は、徳次郎町上田中の集落の分岐から南西方へ伸びる林道を約1500m進んだ尾根下の標高270～280mの斜面に位置している（図1）。その緯度経度は36.64967°N、139.82541°Eである。採石場跡の開口部は横方向に約50m、垂直方向に約10mあり、厚さ1mの灰色細粒凝灰岩が天盤となっている（図2）。天盤は緩く東に傾斜している。採石場外側の露頭は風化面が硬質で内部の新鮮な岩質が判定しにくい。採石場跡内部の壁面には採石後の新鮮な岩相が露出している（図6）。田中場南の採石場跡における地質柱状図と岩相を図3に示す。採石場跡を構成する地層は火山碎屑岩からなり、下位から青灰色細粒凝灰岩、緑色火山礫凝灰岩、灰白色～茶白色細粒凝灰岩、灰色火山礫凝灰岩の4つの岩相に区分される（図3）。全層厚は16m。採石されている層位範囲を示した（図3）。



図2. 田中場南の徳次郎石採石場跡の開口部。天盤の灰色細粒凝灰岩がゆるく東に傾斜する。

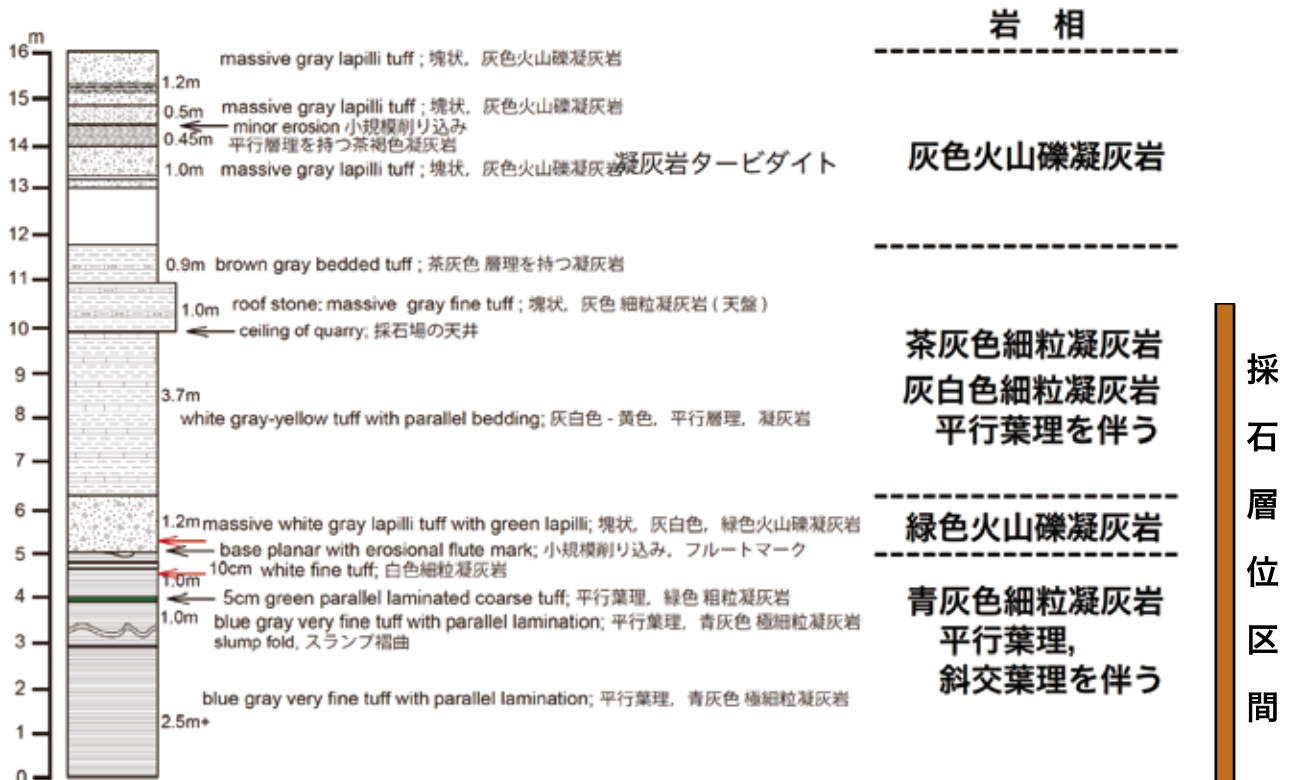


図3. 田中場南の徳次郎石採石場跡における地質柱状図と岩相区分. 赤矢印は試料採取層準を示す.

3-1. 青灰色細粒凝灰岩 (最下部: 層厚5.0m+)

岩相は青灰色の細粒凝灰岩であり平行葉理が発達し、一部斜交葉理が認められる。岩質は上部の塊状火山礫凝灰岩と比べると柔らかい。上位の岩相との境界部から20~30cm下位に白色凝灰岩層 (厚さ10cm) また境界から1m下位に緑色粗粒凝灰岩層 (厚さ5cm) が挟まれる (図5)。その緑色凝灰岩層の下位80cmには顕著なスランプ褶曲構造が認められる (図14)。成層した細粒のシルト質凝灰岩が海中で沈積した堆積途中で、地震などにより未固結時に変形したものと推定される。スランプ褶曲構造の上位も下位と同様な平行葉理を有する細粒凝灰岩層であることから、荷重によるスランプ変形を示すものではないと判断される。堆積断面の肉眼観察では平行葉理ははっきりと認識できるが、実体顕微鏡下の観察では堆積物粒子の配列を明瞭に区分することは難しい (図6)。軽石片や火山岩礫などはほとんど含まれない。切断面では微細な石英や褐色の粒子が散点している (図9)。またcmオーダーの正級化を示す堆積サイクルが観察される (図11-12)。上位の火山礫凝灰岩は本岩相の平行葉理を小規模に削り込んで堆積している。中村 (2020) の徳次郎石の試料2aは本岩相から採取された試料である。層厚は5.0m+。



図4. 青灰色細粒凝灰岩と上位の塊状火山礫凝灰岩との境界. 小規模な削り込みを示す.

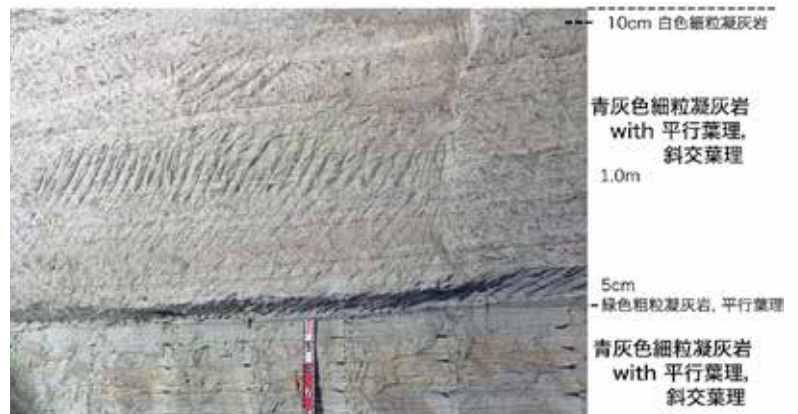


図5. 平行葉理が発達する青灰色細粒凝灰岩 緑色の細粒凝灰岩を挟む.



図6. 田中場南、徳次郎石採石場跡の支持壁面の露頭

3-2. 緑色火山礫凝灰岩（層厚1.2m）

岩相は塊状で硬質な緑色の火山礫凝灰岩からなる（図6）。粒径1－5mmの白色および薄灰色の細粒凝灰岩を基質として緑色の火山礫岩片を多く含む（図8）。火山礫は長径が1－2cmのサイズで、外形は角張っているものが多いが、丸まった礫も少数含まれる。外形の一部がちぎれた状態のものがあることから、生成時は比較的柔らかであったと推定される。稀に濃灰色の流紋岩質の火山礫岩片が含まれる。発泡している軽石は含まれない。岩石薄片の偏光顕微鏡による観察からは、緑色の岩片は堆積後の続成・変質作用により緑泥石化したものと判断される（中村、2022）。中村（2020）の徳次郎石の試料2bおよび2cは、本岩相から採取された試料である。本岩相は薄く層厚は1.2mである。本層の基底は下位の青灰色細粒凝灰岩の葉理を小規模に浸食して削り込んで堆積していることが観察された（図13）。従って、本岩相は海中で成層して堆積している細粒火山灰層中に火砕流堆積物が下位の地層を軽微に侵食して堆積したことが推測される。

3-3. 灰白色～茶灰色細粒凝灰岩（層厚5.6m）

本岩相は灰白色～黄色の平行葉理が発達した細粒凝灰岩（層厚3.7m）、天盤を構成する塊状灰色細粒凝灰岩（層厚1m）と茶灰色凝灰岩（層厚0.9m）からなる（図6,7）。最下部の青灰色細粒凝灰岩の平行葉理と比べると葉理は明瞭ではない。下位の緑色火山礫凝灰岩層とは整合的に重なる。

3-4. 灰色火山礫凝灰岩（層厚3.15m+）

本岩相は硬質で灰色の火山礫凝灰岩からなるタービダイトである。凝灰岩タービダイトとしての内部堆積構造が認められ、下位から火山礫凝灰岩（1.1m）の下底面に底痕があり、塊状無層理部（70cm）、平行葉理部（28cm）、リップル葉理部（12cm）が重なる（図15）。一度、浅海底に堆積した未固結の火山礫凝灰岩が堆積物重力流により再堆積したものと推測される。



図7. 田中場南、徳次郎石採石場跡の壁面の露頭



図8. 塊状の緑色火山礫凝灰岩 (a) とその切断面 (b) を示す。緑泥石化した緑色岩片の外形が一部ちぎれたような形状を示す (b)。白色の細粒凝灰岩礫や濃灰色の火山岩礫を含む (b)。

4. 徳次郎石採石場跡の露頭で観察される堆積構造

4-1. 平行葉理および斜交葉理 (図9-12)

田中場南の採石場跡では、1 cm以下の縞目からなる葉理 (laminae)、特に平行葉理が発達する細粒凝灰岩が下部で層厚5.0m、中上部で3.7mと比較的厚く分布している。最下部の細粒凝灰岩は粒子がシルトサイズのものが優勢であるが、粘土サイズの細粒な部分も認められる。緑色のシルトサイズの岩片は長く伸びた角張った粒子からなり正級化が観察され、その緑色部と白色の粘土質凝灰岩部が繰り返して堆積している (図11)。また平行葉理に加えて、波状葉理～レンズ状葉理を示す部分や一部斜交葉理を示すことが切断面から観察された。生痕は一切観察されなかったことから、海中に降下した火山灰が短時間で堆積したか、底生生物が生存しにくい酸素不足の海底環境の可能性がある。



図9. 平行葉理が発達する青灰色凝灰岩.
葉理はやや不明瞭で、褐色の粒子が散在する.



図10. 斜交葉理を示す粘土質細粒凝灰岩.



図11. 平行葉理が発達する青灰色凝灰岩.
シルトサイズの緑色部と白色部が繰り返す.



図12. 平行葉理が発達する青灰色凝灰岩.
図11の拡大. 緑泥石化した粒子が正級化を示す.

4-2. 底痕 (図13)

塊状緑色火山礫凝灰岩層の基底に、下位の青灰色細粒凝灰岩の平行葉理を削り込む底痕（長さ20cm、深さ6cm）が観察された（図13）。火山礫凝灰岩が未固結の状態で一度浅海底に堆積し、その後水中火山礫凝灰岩流として海底斜面を流れ下って、最終的に細粒凝灰岩の上部を削って再堆積したものと解釈される。

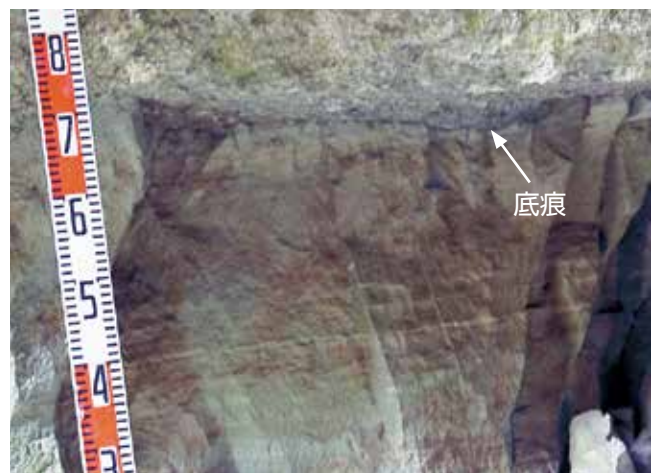


図13. 平行葉理が発達する青灰色凝灰岩を
削り込む緑色火山礫凝灰岩を示す.

4-3. スランプ褶曲 (図14)

田中場南の採石場跡の壁面の基底近くに、青灰色の平行葉理が発達する細粒凝灰岩層中にスランプ（層内褶曲）構造が層厚40cmほどの層位区間で認められる、側方に連続して発達する（図14）。スランプ褶曲軸面の傾斜から判断すると、未固結の細粒火山灰層が海底斜面を図14の右から左方向へ移動したことが推定される。スランプの原因としては当時発生した地震により引き起こされたと考えられる。スランプ褶曲の上位には、再び平行葉理の発達した青灰色の細粒凝灰岩が成層する。

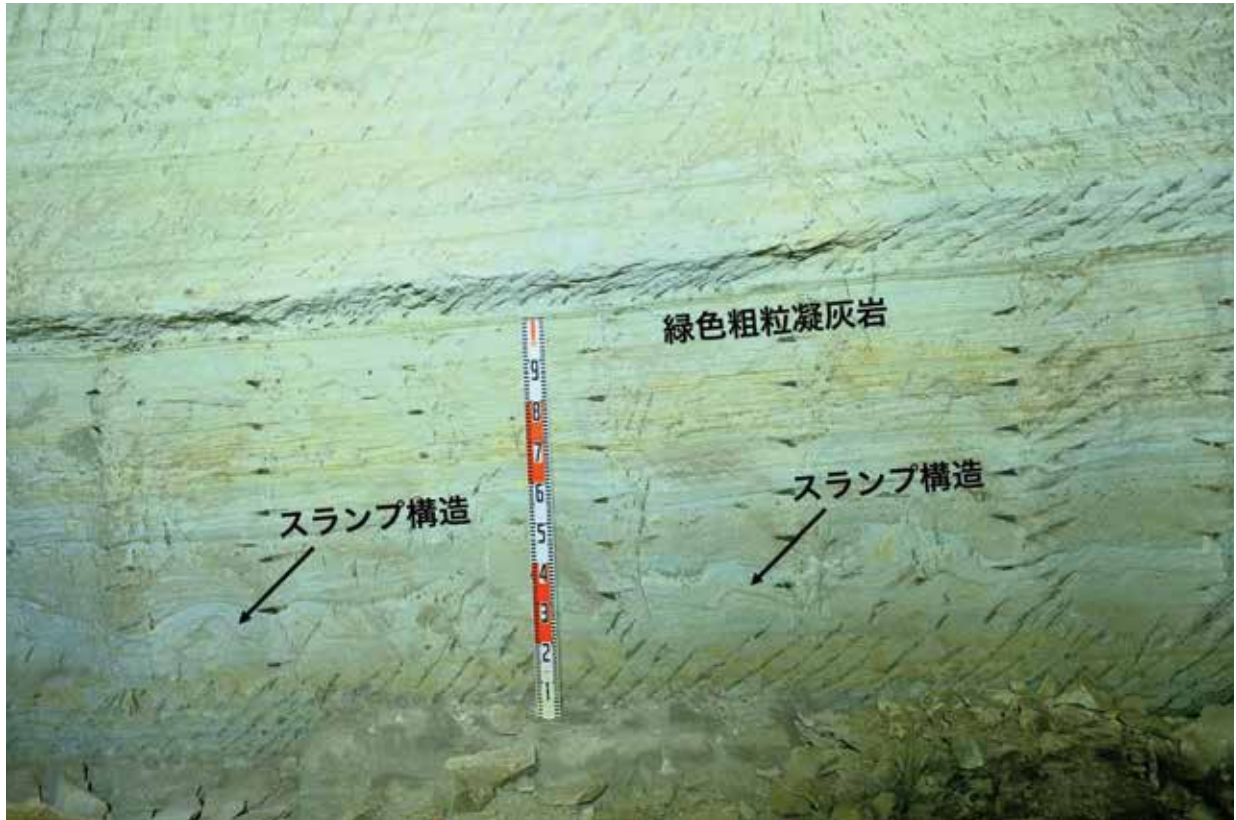


図14. 青灰色細粒凝灰岩下部のスランプ褶曲構造. スランプは層厚40cmの層位区間が層内褶曲として側方に観察される.

4-4. タービダイトの内部堆積構造 (図15)

田中場南の採石場跡の上部斜面、約3m上の層準に凝灰岩タービダイトが確認された。硬質な火山礫凝灰岩がタービダイトを構成しており、全体の層厚は110cm。下位の火山礫凝灰岩を削り込む塊状層理部（A部：層厚70cm）の基底に底痕が存在し、平行葉理部（B部：28cm）から最上部のリップル葉理部（C部：12cm）に変化する。さらに上位には別な底痕を有するタービダイト層が重なる。



図15. 火山礫凝灰岩からなるタービダイト内部堆積構造、A部、B部、C部が観察される

5. 徳次郎石を含む地層における石材としての特徴

共有石山田中場南の採石場跡の調査から、石材として採取された岩相は青灰色細粒凝灰岩、緑色火山礫凝灰岩、そして灰白色～茶白色細粒凝灰岩であり、これらの層序区間から徳次郎石として採石されていたことがわかる(図3)。これらの岩相の石材としての特性を簡単にまとめてみたい。

5-1. 平行葉理の発達した青灰色細粒凝灰岩

1. 色調は青白色であるが、切断面の色調は乾燥すると灰白色となる
2. 岩質が細粒で均質、緻密で柔らかい
3. 切断面の平行葉理や斜交葉理が美しい
4. 岩片や軽石がほとんど含まれなく、鉱物粒子の粘土鉱物化がほとんど見られない
5. 張り石など薄板としての使用の場合は葉理面で剥離しやすい可能性

5-2. 塊状緑色火山礫凝灰岩

1. 色調は緑灰白色である
2. 岩質は粗粒で硬質
3. 含まれる緑色岩片や鉱物粒子は緑泥石に変質している
4. 軽石の粘土鉱物化や欠落したミソはほとんど見られない

6. 既存の徳次郎石石蔵における石材岩質

徳次郎町門前・上田中・西根の3集落に存在する徳次郎石を利用した石蔵の張り石や積み石の石材の岩質を検討するため、4件の徳次郎石石蔵の岩質を比較検討してみたい。徳次郎石の岩質としては白色～灰白色細粒凝灰岩および緑色～薄黄白色～灰色の火山礫凝灰岩などが利用されている。

6-1. 門前の大房家石蔵の張り石

石材岩質：白色～灰白色細粒凝灰岩

- ・基質は細粒で均質、緻密
- ・色調は白～灰白色、青灰色
風化面の色調は卵黄色～灰黄色
- ・火山礫や軽石はほとんど含まれない
- ・塊状で葉理は無し



図16. 門前の大房家の徳次郎石石蔵 (a)、白色の細粒凝灰岩の張り石 (b)、および灰白色の細粒凝灰岩の張り石 (c)

6-2. 上田中、池田家石蔵の積み石

石材岩質：緑色火山礫凝灰岩

- ・ 基質は細粒で均質
- ・ 色調は青灰色～緑灰色
風化面は卵黄色～灰黄色
- ・ 緑色火山岩礫を含む
- ・ 塊状で葉理は無し

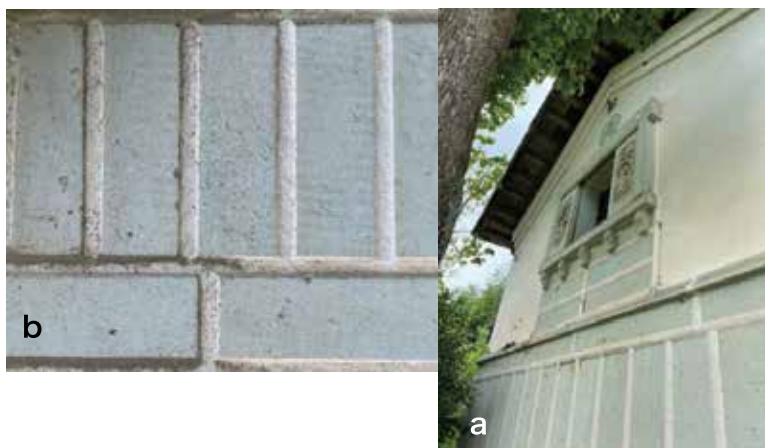


図17. 上田中の池田家の徳次郎石蔵（a）、青灰色の火山礫凝灰岩の積み石（b）、および緑灰色の火山礫凝灰岩の積み石（c）
緑色の火山礫が顕著に含まれる。



6-3. 上田中、池田家石蔵の張り石

石材岩質：灰色火山礫凝灰岩

- ・ 基質は細粒で均質
- ・ 色調は灰色～灰白色
風化面は卵黄色～灰茶色
- ・ 緑色火山岩礫や円礫を含む
- ・ 塊状で葉理は無し



図18. 上田中の池田家の徳次郎石蔵（a）、青灰色の火山礫凝灰岩の石柱（b）、および緑灰色の火山礫凝灰岩の張り石（c）
緑泥石化した火山岩円礫が顕著に含まれる。



6-4. 西根、池田家石蔵の張り石

石材岩質：薄黄白色火山礫凝灰岩

- ・ 基質は粗粒で、色調は薄黄白色
- ・ 緑色火山岩片角礫～亜角礫含む
- ・ 褐色火山礫 2 - 5mm含む



図19. 西根の池田家の徳次郎石石蔵（a）、薄黄白色の火山礫凝灰岩の張り石（b）、およびその張り石の表面の拡大（c）
緑色から褐色の火山岩の角礫～亜角礫が含まれる。張り石を固定する釘は漆喰で隠れている。

7. おわりに

宇都宮市徳次郎町の門前・田中・西根地区の西方の山地に存在する数ある徳次郎石の採石場跡の一つである共有石山中場南の採石場内部およびその周辺の地質調査結果に基づき、詳細な柱状図を作成して4つの岩相に区分して層序を明らかにした。また観察される堆積構造を紹介して各岩相の堆積過程を推測した。さらに各岩相の石材としての特性をまとめて、既存の徳次郎石石蔵で利用されている石材岩質の特性と比較できることを示した。今後は別な採石場跡の調査をさらに継続して進めていきたい。

徳次郎石の特性は、白色～青灰色細粒凝灰岩や白緑色～青灰色の火山礫凝灰岩であり、岩質は硬質で軽石などが粘土鉱物化したミソをほとんど含まないことや長年にわたる風化や侵食の経年変化にも強いことである。さらに大谷地区の石材を代表する大谷石の岩質とは大きく異なっており、徳次郎石は大谷石とは層準的にも別岩相であり、明確に大谷石とは分離して呼ぶことが望ましい。一般には大谷石の一種であるという従来の呼び方も適切ではなく、大谷石と並び立つ良質な石材が徳次郎石であると言える。

引用文献

- 相田吉昭・酒井豊三郎、2017、大谷石の作る景観と地質、石の街うつのみや、宇都宮市美術館、14-23.
- 池田貞夫、2020 a、徳次郎石の採石と利用の歴史、徳次郎石研究会活動成果報告書、2019（令和元）年度、徳次郎石研究会、8-11.
- 池田貞夫、2020 b、徳次郎石蔵の起源と建築様式の変遷、徳次郎石研究会活動成果報告書、2019（令和元）年度、徳次郎石研究会、12-15.
- 池田貞夫、2021、徳次郎石採石場跡と石工の足跡、徳次郎石研究会活動成果報告書、2020（令和2）年度、徳次郎石研究会、7-15.
- 酒井豊三郎、1986、新第三系関東地方北部足尾山地周辺 宇都宮地域、日本の地質3「関東地方」、共立出版、127-129.
- 高橋雅紀・吉川敏之、2008、日本地方地質誌、関東地方「宇都宮地域」、朝倉書店、p.234-241.
- 中村久由、1948、栃木県大谷緑色凝灰岩層中の化石、地質学雑誌、54（637）：129.
- 中村洋一、2020、徳次郎石の地質と岩石、徳次郎石研究会活動成果報告書、2019（令和元）年度、徳次郎石

研究会、16-24.

中村洋一、2022、徳次郎石の岩質とその生成環境. 徳次郎石研究会活動成果報告書2021（令和3）年度、徳次郎石研究会、42-51.

中村洋一・相田吉昭、2021、長岡石、徳次郎石、大谷石について. 徳次郎石研究会活動成果報告書、2020（令和2）年度、徳次郎石研究会、27-29.

中村洋一・松居誠一郎・鈴木陽雄（1981）宇都宮市大谷付近の地質.宇都宮大学教育学部紀要2部、31：105-116、宇都宮大学教育学部.

布川嘉英・酒井豊三郎・天野一男、2004、栃木県内に分布する新第三系の層序. 栃木県博研究紀要－自然－、21：1-18.

松居誠一郎・山本高司・柏村勇二・青島睦治、2011、栃木の新第三系：荒川層群中部の層序と化石および大谷地域の応用地質. 地質学雑誌、117：89-102.

吉川敏之、1998、栃木県宇都宮地域に分布する新第三系の地質と層序. 地質学雑誌、104（5）：346-356.

吉川敏之・山元孝広・中江訓、2010、宇都宮地域の地質.地域地質研究報告（5万分の1地質図幅）、7 Niigata、103、v、79、1 sheet、産業技術総合研究所地質調査総合センター.

吉田貴洋、2020、徳次郎石の標本収集について. 徳次郎石研究会活動成果報告書、2019（令和元）年度、徳次郎石研究会、25-26.

財団法人大谷地域整備公社、1997、平成8年度大谷石採取場跡地調査業務委託報告書（地質編）.