

黒曜石の表面光沢損失に関する熱の影響

興水達司¹⁾・福岡 孝²⁾

1. はじめに

黒曜石は石器を作る材料として優れていることから、先史時代の遺跡からしばしば発見される。この黒曜石は火山噴火によってもたらされる天然ガラスであり、通常その割れ口表面には黒曜石独特の光沢が認められる。ところが、遺跡から出土した黒曜石の中には、時にその光沢を失っているものがある。また、特別な場合には、いわゆる餅がふくれたように発泡しているものも認められる。このように、本来の黒曜石独特の光沢を失った原因としては、先史時代のヒトが使用した火による熱の影響が十分考えられる。

加藤ほか(1969)は遺跡から出土した黒曜石製の石器・石片の中に、表面の黒曜石特有の光沢を失っているもの、気泡のあるもの、こまかなヒビ割れを生じているものがあることなどから、炉の中に黒曜石片を入れ、マキを利用し長時間加熱した結果、同種の剥片を作り出すことに成功した実験例を紹介している。そして、発掘で得た、光沢を失い白くなった黒曜石の石器および石片の多くは、6～9時間熱せられていた石片の表面と類似する、としている。

しかし、今までに、黒曜石の光沢の失われる条件に焦点をあてた系統的な研究は知られていない。そこで、筆者等は、まずフィッシュン・トラックの消失する条件と黒曜石表面の光沢の失われる条件について検討したが(福岡・興水, 1990)、光沢の失われる温度条件を明確につきとめることはできなかった。

その後、筆者等は実験材料の黒曜石の原産地を本州中央部を含め8地域に増やし、加熱の条件を変えて検討してきたところ、光沢の失われる条件と発泡する条件について、興味ある結果を得た。本稿では、黒曜石表面の光沢の失われる条件を中心に、その実験結果を報告する。



図1 用いた黒曜石試料の原産地

1. 赤井川 2. 十勝三股 3. 置戸
4. 白滝 5. 旭川 6. 名寄
7. 和田峠 8. 霧ヶ峰

Fig. 1 Sample localities.

1) 立教大学原子力研究所: 240-01 横須賀市長坂2-5-1

2) 三瓶フィールドミュージアム三瓶自然館: 694 島根県大田市三瓶町多根1121-8

2. 試 料

実験に用いた黒曜石試料は、北海道の主要な黒曜石製石器の原産地である赤井川・十勝・置戸・白滝のほか、旭川・名寄の6地域（8試料）及び、本州中央部の和田峠・霧ヶ峰の2試料合計10試料である（図1）。なお、白滝地域の試料は次のように区分した。

白滝Ⅰ——黒色光沢のもの

白滝Ⅰ'——黒色と茶褐色が混じった光沢のもの

白滝Ⅱ——黒色であるがにぶい光沢のもの

（白滝Ⅰ、白滝Ⅰ'は1100m峰に、白滝Ⅱは800m峰に各々の産地が対応するものである）

3. 実験手順

各々の黒曜石を打ち砕き、1～3cm程度の大きさにする。これらの黒曜石の表面には、独特の強い光沢が認められる。なお、小さすぎたり、割れ方によって、新鮮な黒曜石の面の観察が困難なものは実験の試料から除外した。

このようにして用意した黒曜石について、図1に示した10試料を同一の蒸発皿に入れ、電気炉内において550℃で1時間の加熱を行った。同様に、600℃、650℃、700℃、750℃で1時間加熱した。しかし、いずれの温度でも、どの試料にも、黒曜石表面に肉眼的な変化は認められなかった。

一般に、先史時代の遺跡から遺物として発見される「加熱された黒曜石」の熱源は、木の燃焼によるものと考えられる。そこで、次の実験として上記と同様に用意された黒曜石について、蒸発皿に木灰を入れて試料を途中まで埋め込み、木灰に接した部分と接していない部分の違いが分かるようにして、上記の温度で各々1時間の加熱を行い検討した。その結果は後述する通り木灰が光沢の変化に関与していることを見出した。

そこで、更に次の実験として、木灰のかわりに黒曜石との接触物を粘土・砂・黒土に替えて、同様に700℃（粘土）、800℃（砂・黒土）で1時間の加熱を行い、木灰の場合との違いも比較検討した。

4. 結 果

蒸発皿の中に黒曜石のみを入れて加熱した場合（550℃～750℃）は、もろく、割れやすくなるものもあるが、実験手順の項においても述べたように、肉眼的に観察して、黒曜石表面には、ほとんど変化が認められなかった。しかし、木灰に途中まで埋め込んだほとんどの黒曜石は、650℃以上で、埋め込んだ部分の光沢が失われている（表1）。このように、光沢の失われる温度条件は白滝地域の3試料の場合も含めて、産地間の違いは概ね無いものと判断される。

また、大多数の試料について、650℃では埋め込んだ部分の全体または部分的に薄く白っぽくなっている。さらに700℃以上では、木灰に埋め込んだ部分全体が、650℃の場合よりも白っぽく、光沢の失われていることがよりはっきりと認められる（写真1，2，3）。

なお、これらの試料を割って断面を見ると、光沢の変化は表面のみで内部までは及んでいないことがわかる。

今回の実験では、加熱時間を1時間にして行ったものであり、今後加熱時間の及ぼす影響についても詳しく検討して行く必要があるが、木灰による予備的な実験では次のような結果を得た。

400℃、24時間の加熱——光沢は認められる

400℃、100時間の加熱—— ”

500℃、24時間の加熱——光沢が失われる

木灰を粘土・砂・黒土に替えた場合の結果は表2の通りである。いずれの場合も光沢が失われることはなく、木灰の場合とは明らかな違いを示す。

5. 考 察

遺跡から出土する黒曜石の中に、しばしばその光沢を失っているものが含まれている。これらがどのような条件でもたらされたものか明らかにしようとして、筆者等は原産地より採取した黒曜石を用いて、光沢の失われる条件とフィッシュ・トラックの消失する条件について検討した（福岡・興水、1990）。その結果、フィッシュ・トラックの消失条件については明らかに出来た。しかし、光沢の失われる温度条件については不明であった。そこで、筆者等はこれらの条件には、恐らく温度の与えられ方において違いがあるのだろうということを予察的に述べた。

今回の実験は大部分が加熱時間を1時間にして行ったものであるが、木灰に黒曜石を埋め込んだ場合、約650℃あたりからいずれの産地の黒曜石もその表面の光沢を失っている。しかしながら、黒曜石を粘土・砂・黒土に埋め込んだ場合は、700～800℃においても変化がないことから、光沢の失われる条件として木灰が関与していることは間違いないであろう。

これらの結果は、加熱条件は異なるものの、加藤ほか（1969）の報告の一部と類似性をもつ。加藤ほかによると、マキを利用した炉の中で、灰の中に埋もれた黒曜石片は4時間後から白っぽくなり始め、9時間で完全に白色になったとしている。さらに、灰の中に埋もれて行く石片をかき出して、常にマキの燃えている温度の一番高いところにおくと、表面は白色とならず、細かいヒビ割れを生ず

表1 1時間加熱による結果(地図番号は図1に対応)

・：変化なし

*：光沢を失った部分が、かすかにわかる又は、斑点状になっている

**：木灰に埋め込んだ部分全体が、光沢を失ったことがはっきりわかる

Table.1 One hour annealing effects for obsidian in wood ash.

地図	産 地	550℃	600℃	650℃	700℃	750℃
1	赤井川	・	・	*	**	**
2	十 勝	・	・	*	**	**
3	置 戸	・	・	*	*	**
4a	白滝I	・	・	*	**	**
4b	白滝I'	・	・	*	**	**
4c	白滝II	・	・	*	**	**
5	旭 川	・	・	*	**	**
6	名 寄	・	・	*	**	**
7	和田峠	・	・	*	**	**
8	霧ヶ峰	・	*	**	**	**

表2 粘土、砂、黒土に埋め込んだ場合の結果
記号は表1と同じ

Table.2 One hour annealing effects for obsidian in clay, sand and soil.

	700℃	800℃	使用原石産地
粘 土	・	/	赤井川、白滝I
砂	/	・	赤井川
黒 土	/	・	赤井川、十勝

ると報告しているが、おそらく、これは筆者等が黒曜石のみで加熱した場合の結果と同じように、黒曜石と木灰との関与（接触）が少ないためと考えられる。

光沢の失われる条件とは別に、黒曜石はより高温に加熱されると餅がふくれたように発泡しはじめる。筆者等は赤井川産の黒曜石を七輪^{しちりん}の中で木炭を燃焼させて加熱し、木炭の温度と黒曜石表面の変化を観察した。その結果、1時間程の間に、木炭の温度が最も高いと思われる場所で900℃以上にも達し、燃焼する木炭の中央部に置いた黒曜石は発泡部分を生じた（写真4）。

福岡・興水（1990）の実験では十勝産の黒曜石を1000℃で、1時間加熱してもその表面に肉眼的な変化は認められなかった。ところが、今回の赤井川産の黒曜石は900℃前後で発泡することから、発泡条件は光沢を失う条件とは違い、産地によって異なると言える。目下のところ、発泡の認められる下限温度は産地により大きく異なり、さらに同一産地内でも温度差のあることが明らかになりつつある。

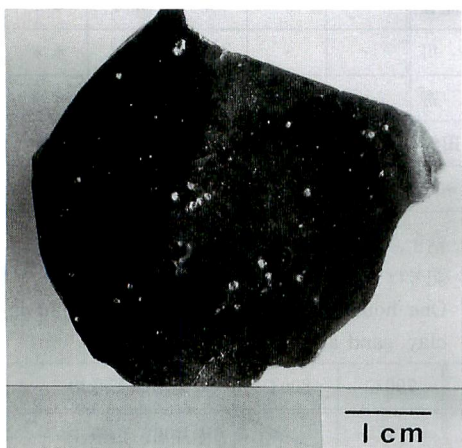


写真1 黒曜石（赤井川産）、750℃、1時間加熱
白っぽいところが木灰に埋め込んだ部分（写真2～3についても同じ）



写真2 黒曜石（白滝産）、750℃、1時間加熱

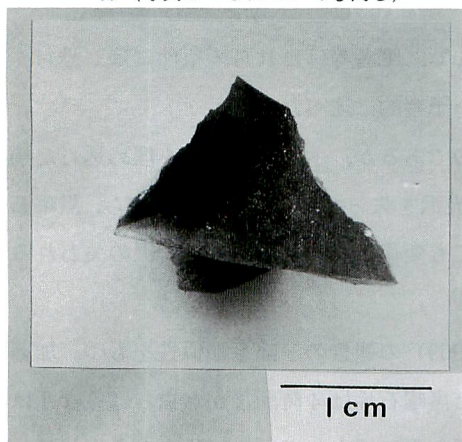


写真3 黒曜石（霧ヶ峰産）、700℃、1時間加熱

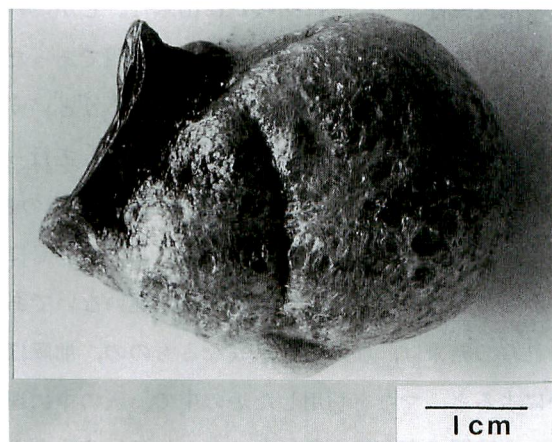


写真4 黒曜石（赤井川産）、七輪での加熱
白っぽいところが発泡した部分

もちろん、同一産地内の黒曜石に認められる発泡現象の下限温度の変動は産地間のそれに比較すると小さいものであるが、これらの詳細については稿を改めて、別の機会に報告する予定である。

以上のことから、500℃～900℃という温度は、先史時代の生活の中で例えば土器の焼成などの際、通常作りやすい温度であり（大沢・二宮，1983など）、遺跡の中で黒曜石の光沢の失われる機会は十分ありえたであろう（名寄市教育委員会，1988など）。また、発泡した黒曜石が遺跡の中から発見される実例についても、上述の実験結果における黒曜石の産地間の発泡条件の違いを考慮すれば、よく理解できる。

前回の筆者等の実験で、400℃、1時間の加熱において黒曜石中のフィッシュン・トラックの完全消失を見出した。この筆者等の研究例も含めて従来フィッシュン・トラックの消失に関する報告は知られているものの、黒曜石の光沢の失われる温度とフィッシュン・トラックの消失する温度の関係について論じたものはない。ところが、今回の実験結果を加味することにより、黒曜石の光沢の失われる温度とフィッシュン・トラックの消失する温度には明らかな差のあることを見出した。要するに、光沢の失われている黒曜石は400℃以上に加熱された時点でフィッシュン・トラックが完全に消失している。従って、遺跡から出土する黒曜石で、光沢の失われているものから得られたフィッシュン・トラック年代は遺跡の年代決定に有効である。しかし、黒曜石に400℃以上の熱が加えられた場合でも、木灰が接触していなければ光沢の失われない場合がある。そのため、特有の光沢の失われていない黒曜石であっても、遺跡の年代決定に有効な役割を果たすものもありえる訳である。

今後は、なぜ木灰が黒曜石の光沢を失わせるのかという疑問のほかに、光沢の失われる温度と加熱時間の関係、産地による発泡条件などを明らかにして、原産地分析の可能性の有無などについても調べる予定である。

謝 辞

立教大学原子力研究所戸村健児教授並びに山梨文化財研究所谷口一夫所長には研究全般について御助言をいただいた。札幌学院大学鶴丸俊明助教授からは実験の進め方において適切な御助言をいただいた。また、山梨文化財研究所河西学氏には結果の考察において有益な討論をしていただいた。記して御礼申し上げます。

文 献

- 福岡 孝・興水達司(1990) 黒曜石のアニーリング特性. 北海道考古学 第26輯, 53-56.
加藤晋平・畑 宏明・鶴丸俊明(1969) エンド・スクレイパーについて. 考古学雑誌 55巻, 3号, 44-74.
名寄市教育委員会(1988) 名寄市日進33遺跡. pp. 148.
大沢真澄・二宮修治(1983) 胎土の組成と焼成温度. 縄文文化の研究 5 (雄山閣) 20-46.

Thermal effects on the obsidian surface luster loss

Satoshi KOSHIMIZU ¹⁾ and Takashi FUKUOKA ²⁾

1) Institute for Atomic Energy, Rikkyo University, Nagasaka 2-5-1, Yokosuka 240-01, Japan

2) Sanbe Field Museum, Sanbe-Shizenkan, Tane 1121-8, Sanbe-cho, Ōda-shi, Shimane-ken 694, Japan

Obsidian artifact assemblages and chipping waste have been commonly found in various prehistoric sites. Some of them have lost their surface luster. To clarify the thermal effects on the loss of luster, ten obsidian samples, which crop out in Hokkaido and Central Japan, were annealed for one hour at various temperatures (550°C ~ 750°C). The surface luster loss was observed in all obsidian samples annealed in wood ash beyond 650°C. The temperature of the luster loss (>650°C) is higher than perfect fission track fading temperature (400°C). Thus, we conclude that the age estimation of prehistoric sites is possible by measuring fission track density for luster loss obsidian samples.