

## 史跡薬師堂石仏の保存環境

三浦 定俊

### 1. はじめに

福島県相馬郡小高町泉沢にある史跡薬師堂は、8体の石仏がほぼ南面した崖に刻まれ、その石仏を覆うように薬師堂の覆屋が作られている。手前には高い木々があつて、陽が直接当たらず、常に湿った環境である。石仏の石質はシルト岩まじりの粗粒凝灰岩できわめて脆く、12世紀に作られて以来の長い期間に塩類の析出と凍結破壊が原因となつて、鼻や指などの凸部が欠落したと推察される<sup>1)</sup>。いずれの現象も雨水や地下水の侵入によって起こるので、昭和61年から63年にかけて修理工事を行い、古い覆屋の上に背面の尾根まで覆うように新しく大屋根をかけ、裏山からの水の侵入を防ぐ処置をとつた。

修理工事以前の状況については既に報告したので<sup>1)</sup>、ここではその後の環境変化を中心に報告する。

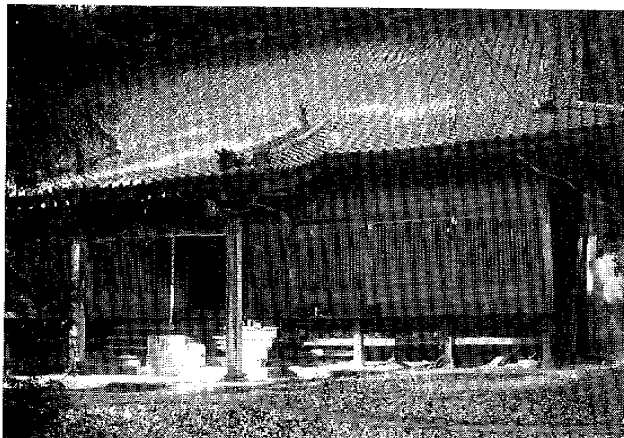


写真1. 薬師堂全景 (1986年, 修理工事前)



写真2. 同 (1990年, 修理工事後)

### 2. 石仏周辺の地質

薬師堂周辺の地質は新第三紀鮮新世に属し、石仏のある山は珪藻土質凝灰岩、凝灰岩、泥岩および凝灰岩質シルト岩が互いに重なる9層の地層で構成され、石仏は上から7番目の粗粒凝灰岩～凝灰岩れき岩層に彫り刻まれている(図1)。層理面はほぼ水平であるが、この層理面を垂直に切っていくつもの節理面があり、この節理面を通して上からの雨水が、石仏を構成する空隙率の高い岩石にしみこみ、冬期の凍結破壊や塩類析出による表面層の剥落を引き起こしていると予想された<sup>2)</sup>。

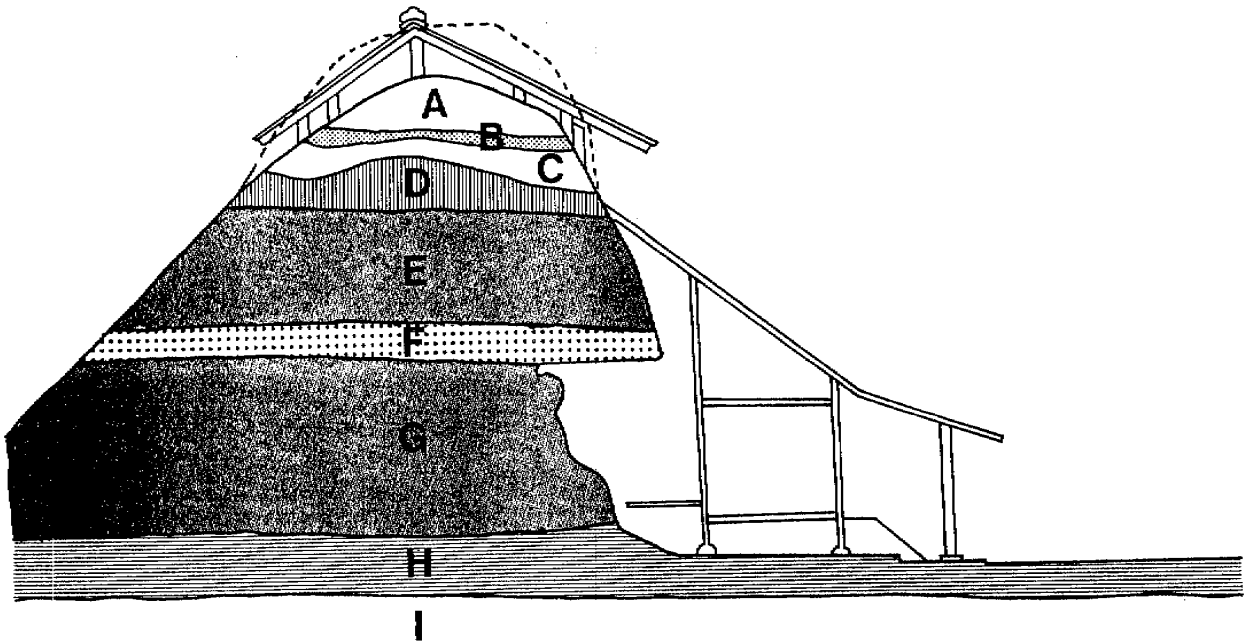


図1. 薬師堂石仏の断面図（関陽太郎埼玉大学名誉教授による）

### 3. 気象調査

#### 3-1. 測定位置

気象測定は、修理工事中（1986～88年）から工事後（1989～95年）にかけて、薬師堂の中と外で行った。外気温湿度は薬師堂に向かって右端の外壁のひさしの下で、屋内の温湿度は薬師堂内陣で測定した。修理工事で薬師堂の内陣と外陣を格子戸で区切ったので、修理後は外陣でも測定した。このほか、外陣の天井裏の気温と右端の薬師如来像の膝上で表面温度を測定した。

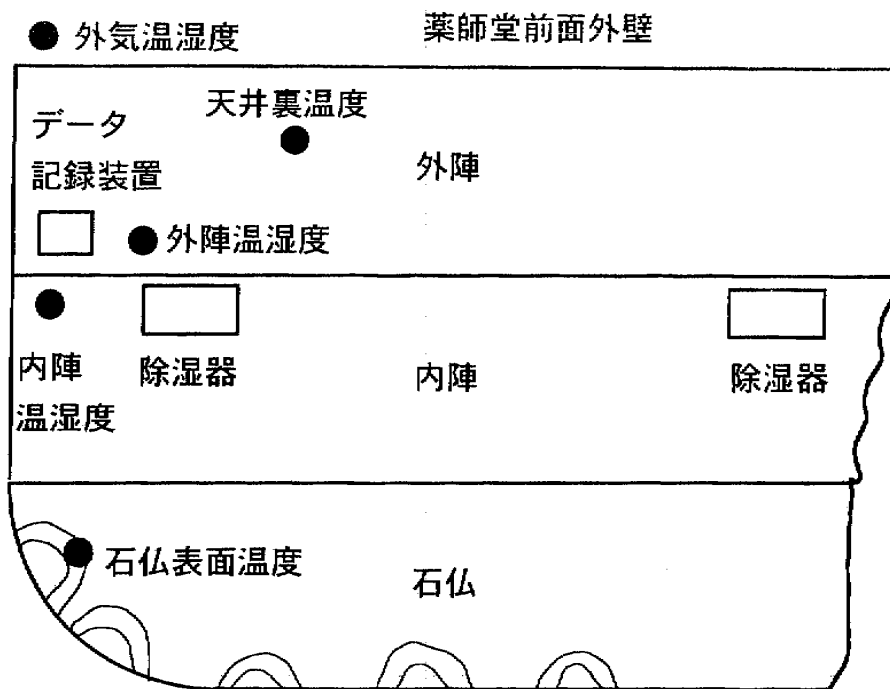


図2. センサー配置図（外陣の温湿度と天井裏の温度の測定は修理工事後）

### 3-2. 測定方法

測定は1時間ごとに1日24回行った。データマーク中に蓄えられたデータは、ほぼ3カ月ごとに、携帯用コンピュータに転送して持ち帰り解析したが、1991年12月12日からは薬師堂内に電話回線を引き込み、モデムを介してデータを回収した。測定機器とセンサーは表1に示すとおりである。

採録した温湿度データの解析は次のようにして行った。まず24時間のデータから、日平均日最高、日最低を計算した。さらに、各旬、各月ごとに、それぞれ旬(月)平均、日最高の旬(月)平均、日最低の旬(月)平均を求める。また、各時ごとにとった全部のデータの中で、各月中で最も大きな値を月最高値、最も小さな値を月最低値として整理した。

表1 気象測定に使用した機器・センサー

機器	名称	型名	製造会社	使用期間
データ記録装置	データマーク	LT 2001	白山工業	1990.8.3以前
	データマーク	LS 3000 PtV	同上	1990.8.3以降
モデム		MD 24 FB 5 V	オムロン	1991.12.12以降
温度センサー	白金測温抵抗体	TS 101	白山工業	全期間
湿度センサー	セラミック抵抗式	HT 410	ソアー	1990.8.3以前
	容量式	HS 151 LS	白山工業	1990.8.3以降

### 3-3. 結果

屋根工事と覆屋の断熱工事が始まる前(1986年)と工事終了後(1990年)の、1月から2月にかけての外気温と石仏表面温度の変化を図3、4に示す。また工事前(1986年)、工事中(1988年)、工事終了後(1992年、1993~94年)における温湿度の年変化を図5~8に示す。

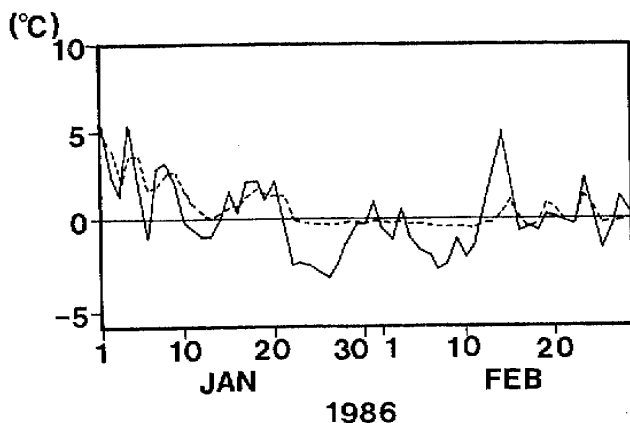


図3. 冬季における外気と石仏表面温度の変化(1986年, 修理工事前)

実線: 外気温度

破線: 石仏表面温度

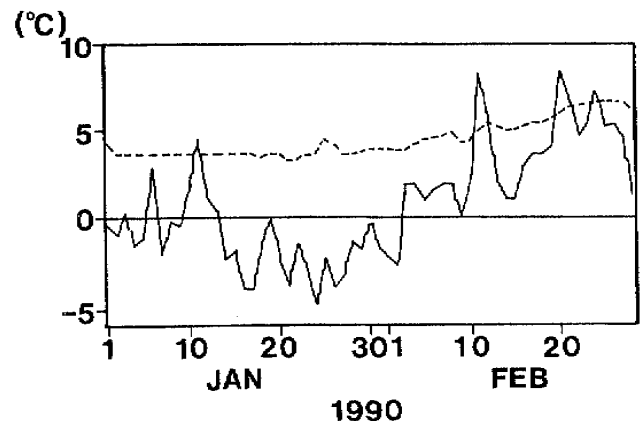


図4. 同(1990年, 修理工事後)

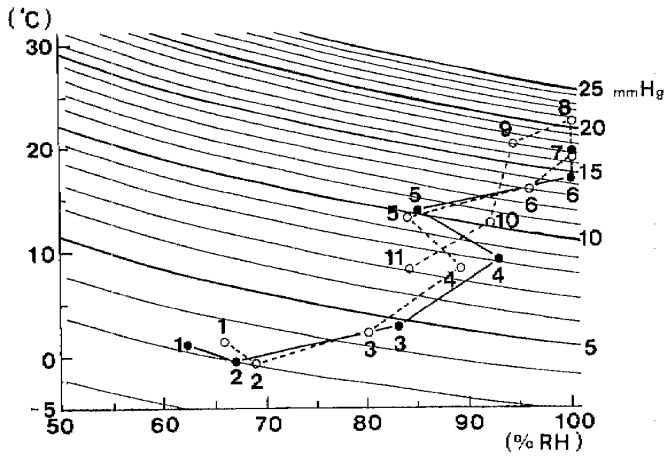


図 5. 覆屋内外の温湿度年変化  
(1986年, 修理工事前)  
実線: 外気温湿度  
破線: 内陣温湿度

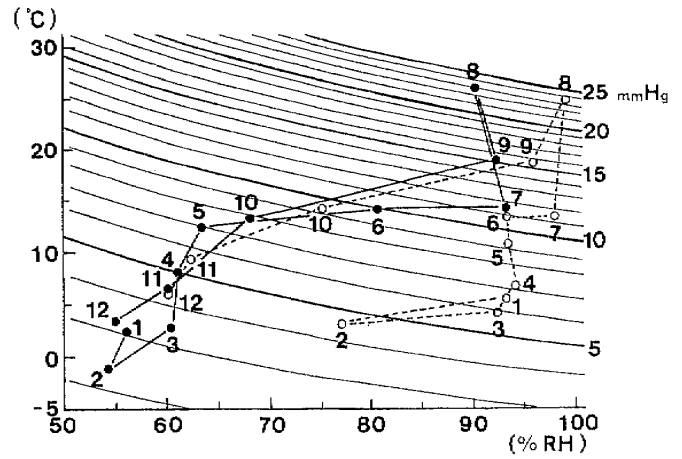


図 6. 同 (1988年, 修理工事中)

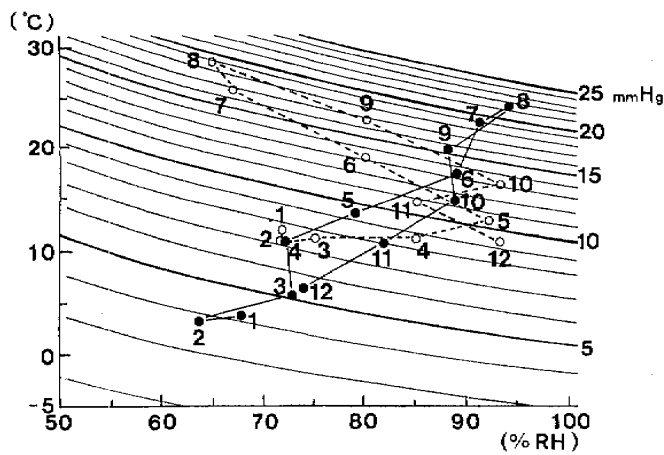


図 7. 同 (1992年, 修理工事後)

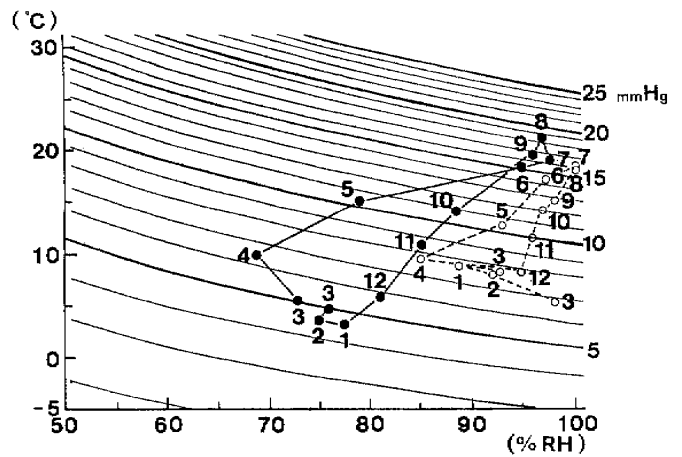


図 8. 同 (1993~94年, 同)

#### 4. 考察

石造文化財の凍結破壊は, a. 低温, b. 水の供給, c. 脆い石質の3条件がそろって発生する<sup>3)</sup>。修理工事前の薬師堂石仏では, 冬期の低温, 裏山からの水の供給, 50%近い空隙率を持った石質という凍結破壊が発生する3つの条件を備えていた。工事前の覆屋は断熱が悪く隙間も多かったために, 図3に示されるように, 冬期, 外気温が1週間以上氷点下に下がると, 石仏表面温度も氷点下になって石に含まれる水が氷結し, 凍結破壊が発生した。工事後は床や壁の断熱がよくなり隙間もふさがれたので, 外気温が氷点下に下がっても石仏表面温度は4°C程度に保たれ,

凍結破壊の発生を防げるようになった(図4)。

反面、工事終了後に室内の湿度が高くなった。この原因は裏山からの水の侵入を防ぐ大屋根工事より、覆屋の断熱工事が先になったため、岩体から蒸発する水が密閉度の高くなった室内にこもったからである。さらに当初は屋根裏の断熱が不十分だったために、天井が冷やされ天井面の所々に冬季、著しい結露とカビが生じた。

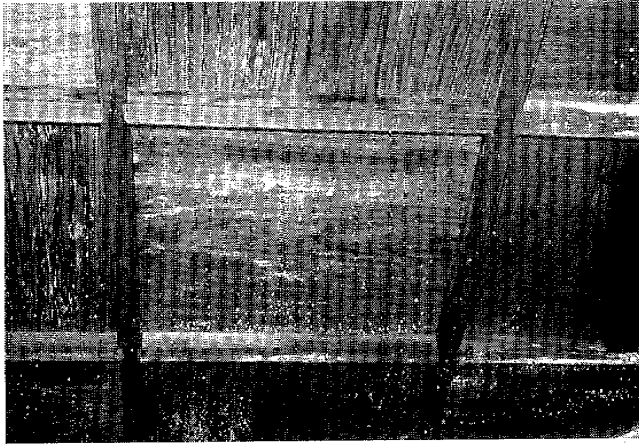


写真3. 天井面に発生した結露

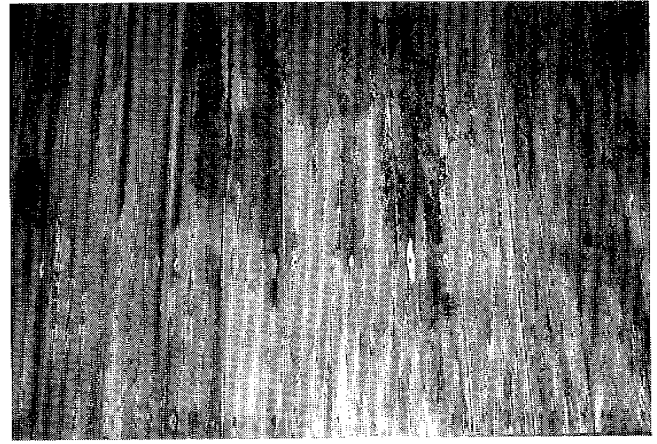


写真4. 天井面に発生したカビ

結露とカビの発生を防ぐために内陣に除湿器を設置した。図7で夏期に湿度が急に低くなっているのはそのためである。しかし除湿することによって岩体表面からの水の蒸発が促進され、除湿器からの風が当たる部分に塩の析出が生じた。除湿器からの風が直接当たらないようにし、設定湿度を高くすることにより塩の析出を押さえたが、本来は水の遮断を先に行い、その効果を確認してから断熱工事を行うべきで、今後の修理計画を立てる上での貴重な知見となった。

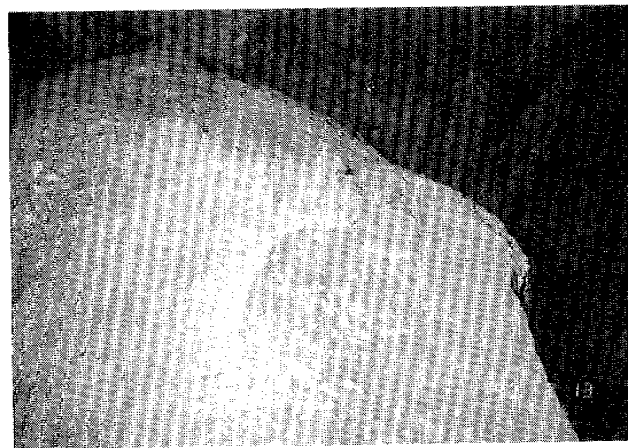


写真5. 除湿器からの風が当たる部分に析出した塩

工事終了後10年近く経ち、現在の覆屋内の湿度は除湿器を作動させないときは90%RH以上になるが、岩体そのものは比較的乾いた状態に見え、岩体表面への塩の析出状況から判断しても、水遮断工事の成果は出ていると考えられる。しかしどのくらいの期間経てば水遮断工事の効果が現れるか一般的に言うことは難しい。また室内湿度は岩体からの水の蒸発と隙間からの水蒸気の

室外への流出の両者によって決まるものなので、単に室内湿度を計測しただけでは水遮断工事の効果判断することはできない。岩体の含水率変化を直接測定するなど、外部からの水の侵入を適切に評価できる手法を確立する必要があると考えられる。

## 5. まとめ

薬師堂石仏の塩類風化と凍結破壊を防止するために、大屋根をかけて水の侵入を遮断し、覆屋の断熱を高めて冬季の気温低下を防ぐ工事を行った。またここでは述べなかったが、剝落の恐れのある部分などに剝落止めと強化処置をパラロイド B-72 とシラン樹脂を用いて施した。

工事終了後 10 年近く経過を観察しているが、現在石仏は比較的乾いた状態で、堂内の気温も冬季零下に下がることなく、安定した状態にある。しかし工事中、室内の湿度が高くなり、結露やカビが天井面に一時的に発生した。その理由は水遮断工事が後になったため、磨崖仏修理工事では、断熱工事や修復に先立って水遮断工事を行い、その効果を確かめた上で他の工事に進むべきであると考えられる。そのためには堂内外の温湿度の通年観測が必要で、また併せて今後、水遮断の効果を適切に評価できる手法の確立が望まれる。

## 謝 辞

本研究を行うに当たり、小高町教育委員会、福島県教育庁、文化庁記念物課など関係の機関に多くのお世話をいただいた。また薬師堂石仏保存修理調査委員会の委員であった、故江本義理先生、樋口清治先生、関陽太郎埼玉大学名誉教授、奈良国立文化財研究所の内田昭人主任研究官、東京国立文化財研究所の西浦忠輝室長には様々な教えをいただいた。さらに東京国立文化財研究所の朽津信明研究員、白山工業㈱の小林正幸氏には現地での調査に協力いただいた。以上の方々に感謝申し上げます。

## 引用文献

- 1) 三浦定俊・西浦忠輝：史跡・薬師堂石仏における凍結破壊の発生，保存科学，27，5-12(1988)
- 2) 『国指定史跡薬師堂石仏附阿弥陀堂石仏保存修理事業報告書』，24-29（小高町，1995）
- 3) 三浦定俊・福田正己・西浦忠輝：凍結劣化とその対策，『石造文化財の保存と修復』，9-46（東京国立文化財研究所，1985）

## Climate of Rock-cliff Sculptures at Odaka

Sadatoshi MIURA

The climate of rock-cliff sculptures at Odaka was studied after an improvement was made on the shelter which surrounds the sculptures. The sculptures are carved on a fragile tuff cliff. They have been damaged severely by efflorescence of salt and frost shattering as reported before in *Hozon Kagaku* No.27. The ingress of water was suppressed by roofing the ridge of the cliff and the shelter was sealed for heat insulation. Continuous measurement of the climate just after the improvement revealed that a defect in the sealing caused local chilling resulting in condensation on the surface of the wall, producing mold growth. This fact indicates that water should be cut off first and that the effect should be evaluated in an adequate way by measuring the moisture content of rock, for example, before other interventions start. Recent observation shows that the present situation of the sculptures about ten years after the improvement seems to be stable.