

タイ国スコータイ遺跡のスリ・チュム寺院大仏の保存修復(1)

西浦 忠輝・石崎 武志・チラポン アラニャナク*・キッチャ ユホー*

1. はじめに

タイ国中央部にあるスコータイ遺跡は13～14世紀に栄えたスコータイ王朝の都市遺跡で、東西1800 m、南北1600 mの城壁の内外に大小300カ所以上のレンガ造建造物遺構等が残されている。1950年代から発掘と修復、整備が行われている。特に1978～1987年にはユネスコの国際キャンペーンのもと、日本を含む国際支援も得て大規模な発掘、修復、整備事業が行われ^{1,2)}、1991年に世界文化遺産に登録された(図1, 2)。

スリ・チュム寺院は城壁北側外部に位置する。本堂は四方23 m、高さ15 m、壁厚3 mの重厚なレンガ造建造物であるが、屋根部分が失われ開放状態となっている(図3)。

本堂の内側いっばいに高さ15 mの大仏(アチャナ仏と呼ばれる)が納められている。この大仏はスコータイ遺跡の中でも最も巨大で重要なものの一つである。しかし、表面層での夥しい生物(苔類、藻類、地衣類等)の繁殖により、著しい変色(緑黒色化)と表面層の脆弱化が起きていた(図11)。そこで、この大仏のクリーニングと表面層強化防水保護処置を日・タイ共同研究として行った。

本報は、この保存修復処置のための調査研究と実際の処置施工について報告するものである。尚、本研究は東京国立文化財研究所とタイ国政府芸術総局との間で行っている日・タイ共同研究の一環として行っているものである(図4)。



図1 スコータイ遺跡外観



図2 スコータイ遺跡外観

* タイ国政府芸術総局

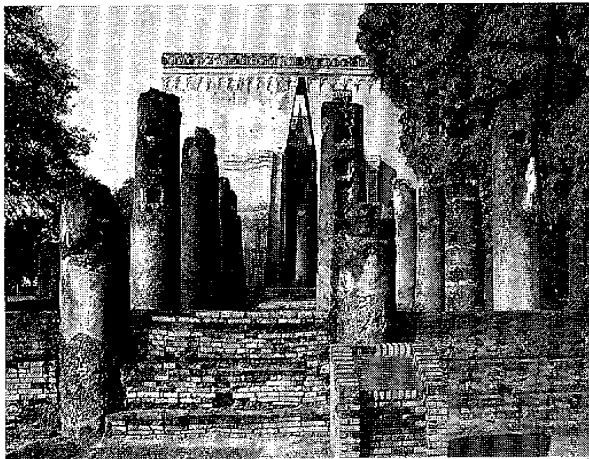


図3 スリ・チュム寺院



図4 日・タイ共同チーム

2. 大仏の状況

大仏は、レンガを積んで大体の形を造ってから漆喰を盛りつけて成形し、表面層を漆喰で仕上げたものである。寺院が放棄されて以来、永く半壊状態にあった。1953～6年に伝統材料と伝統技法により修復されたが、写真以外の記録は残っていないので、その詳細は不明である。その後、1980年に本堂の一部が崩解したのに伴い、1983～4年にユネスコのサポート事業の一環として、スリ・チュム寺院地域の全面的な考古学的調査と保存修復、整備が行われた。その際、大仏のクリーニングも行われた。

大仏の表面には生物（苔類、藻類、地衣類、黴類）が夥しく繁殖していた。雨水が十分に供給される雨季には、生物が活性化し、まるで緑の毛氈を敷きつめたような状態となっていた(図13)。雨がほとんど降らず乾燥状態となる乾季には、生物が仮死状態となり黒変化する。このため大仏は、顔の一部、脇の下、背中部分を除いて緑黒色化し、極めて特異な外観を呈していた。また、生物の繁茂による表面漆喰層の劣化（脆弱化：特に水平面で著しい）が見られた。

3. 環境調査

3-1. スコータイの気候

タイの気候は大きく雨季（5月中旬～10月中旬）と乾季（10月中旬～5月中旬）の2つに分かれる。乾季の末期（2月中旬～5月中旬）を夏季として分類し、3シーズンに分ける場合もある。

スコータイの位置するタイ中央部は、1年中最高気温が30℃を越え、日差しの強い常夏の地である。雨は雨季に集中するが、曇天の中しとしと降り続く陰性の雨ではなく、短時間に集中して降る陽性の雨であり、陽の出る時間も多し。乾季にはほとんど雨は降らず晴天の日が続く。我々は、1996年2月からスコータイ遺跡のスリ・サワイ寺院(図5)に自動環境計測システムを設置して、

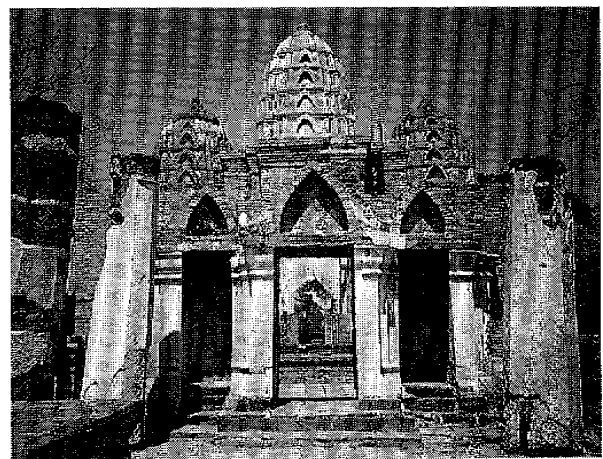


図5 スリ・サワイ寺院

表1 スコータイ遺跡の外気温度測定結果 (°C : 月平均)

年 \ 月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
1996	—	—	34.1	33.2	30.4	29.1	29.8	29.4	28.6	30.5	31.0	29.0
1997	28.1	30.7	31.9	31.2	32.8	32.1	29.4	29.1	29.4	30.4	28.0	—

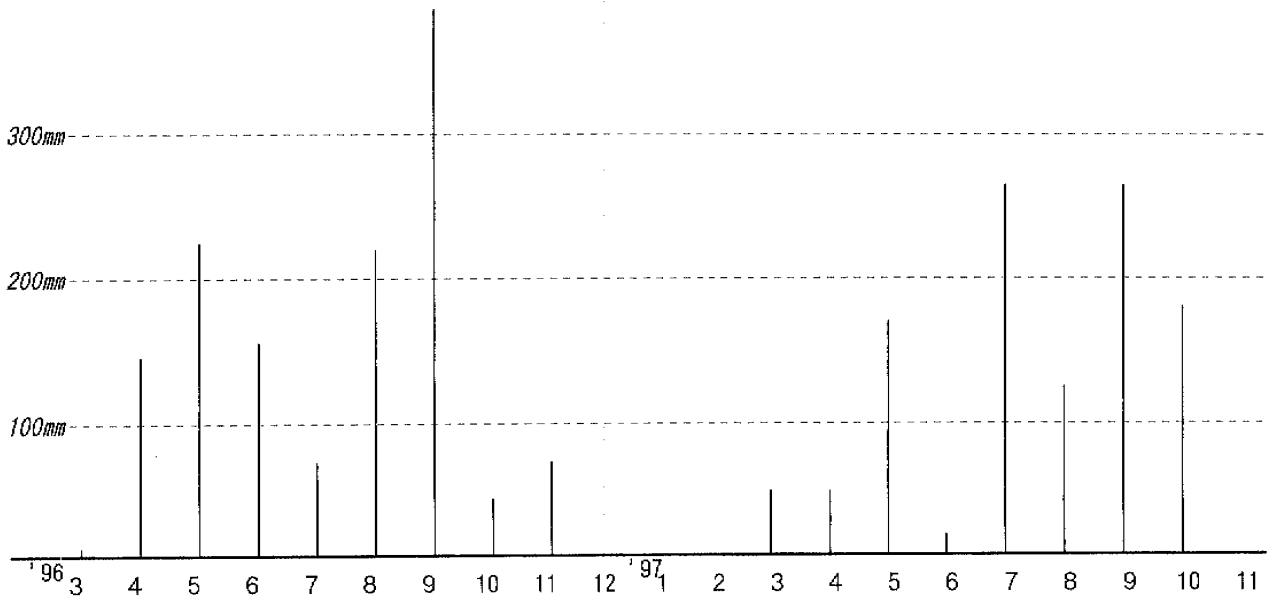


図6 スコータイ遺跡における月別雨量測定結果

環境条件 (外気温度, 外気湿度, 雨量, 日照強度, レンガ表面温度, レンガ内部温度) の測定 (24回/日) を続けている。ここで得られるデータは, 遺跡建造物で直接測定したという点で貴重なものである。今までに得られたデータのうち外気温度を表1に, 雨量を図6に示す。

3-2. スリ・チュム寺院本堂内部の環境

大仏は本堂内部に納められている。本堂は, 狭い入口と天井部分の開口部 (屋根が消失したためにできた) の他は閉じられた構造になっており, 内部の空気の移動は小さい。しかし, 天井部が開いているため, 雨は直接本堂内に降り込み, また太陽光も射し込む。従って, 雨が降ると大仏は吸水するが, 本堂内いっばいに閉じこめられた状態になっているため, 吸収した水の蒸発速度は遅い。そこへ日中は太陽光が射し込むため, 本堂内は高温, 高湿状態となる。この本堂内の環境 (温度, 湿度) を継続的に計測しており, その測定結果を表2に示す。高温, 高湿で空気の動きが少ない上に太陽光が射し込むという, 生物の繁殖には格好の条件となっている。

表2 スリ・チュム寺院本堂内の温度, 湿度測定結果 (月平均)

温・湿度 \ 月	1997 4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
温度 (°C)	29.5	31.5	31.5	28.9	28.4	27.8	—	—	25.5
湿度 (%)	60.6	60.2	57.9	75.8	79.5	85.9	—	—	69.5

3-3. 周辺の地下水位と水質, 土質の調査

大仏への雨による水の供給があることは明らかであるが, その他に地下水の供給があるかどうかは, その保存修復対策を考える上で極めて重要である。そこで, 周辺の地下水の水位と水質および土質の調査を行った。本調査については別途報告する予定であり, そちらを参照いただきたいが, 結論としては, 当地の地下水位と大仏の台座の高さ, および土質(主に粒度)から見ると, 地下水が毛管現象で上昇して大仏にまで浸透する状況にはないと判断した。

3-4. 生物の同定

大仏表面に付着繁殖していた生物の培養と顕微鏡による同定を行った。詳細な報告は別の機会にゆずるが, 生物は苔類, 藻類が主であり, その繁殖のためには十分な水分と光が必要であることが確認された。

4. 基本的保存修復対策

大仏の汚れの原因は表面における生物の繁殖である。汚れを取るためにはこれらの生物を除去しなければならない。大仏表面層の脆弱化は生物の繁殖によって促進されている。劣化し空隙率が高まると吸水性, 保水性が高まりさらに生物が繁殖しやすくなる, その結果, 脆弱化が進み益々生物が繁殖しやすくなる。すなわち生物の繁殖と表面層の脆弱化は悪循環となっているのである。従って, クリーニング後, 脆弱化した表面層を強化して, 凝集力を回復させなければならない。しかし, 付着した生物を除去し表面層を強化しても, 高温高湿という条件は同じであるから, すぐに再び生物が繁殖し始めるであろう。実際, 1984年のクリーニングのあとも1~2年で元の状態に戻った事実が報告されている。従って, クリーニング後, 生物が再び繁殖しないように何らかの処置を施さなければならない。そのためには, 大仏の表面層に防水性を与え, 表面層の水分を大幅に減らすのが最も効果的である。何故ならば, 生物特に苔類, 藻類, 地衣類等は水分の少ないところでは生存し得ないからである。

以上のことから, 保存修復対策としては, クリーニング(付着した生物および堆積物の除去)を行った後, 表面層に撥水性強化剤を含浸するのが極めて効果的と判断した。この方法によれば, 表面層が強化され, また防水性が付与されて長期間に渡り生物の再繁殖を防止することができる。ただしこの場合, 含浸用撥水性強化剤は, 耐久性(耐候性)に優れ, 表面層に十分浸透するものでなくてはならない。そこで, 含浸材料としては撥水性シリコン樹脂を用い, 処置は最も乾燥している時期(乾季末期)に行うこととした。

5. 予備実験

1997年3月(乾季末期), 大仏表面の中でも最も汚れ(生物の付着)が著しく, 脆弱化が進んでいる部分(水平面; 胡座をかいて上向きに膝の上に載せられた足の裏)に50 cm×50 cmの範囲を設定し, クリーニングを行った。そして, その半分(50 cm×25 cmの範囲)に撥水性シリコン樹脂(メチルトリエトキシシランのオリゴマーのトルエン・エタノール混合溶媒溶液: 商品名 SS-101 <コルコート糊>^{3,4)}を刷毛で塗布含浸(1 kg/m²)した。6ヶ月後の同年9月(雨季末期)の段階で, 無処理の部分には再び生物が繁殖していたが, 処理した部分は全く変化がなかった。その後, 同年12月, 1998年3月と調査したが, 3月の段階では無処理の部分は完全にクリーニング前の状態に戻っていた。しかし, 処理した部分はクリーニング直後の状態を全くそのまま保っていた(図7, 8)。この結果を受けて, 実際の保存修復処置施工を行った。

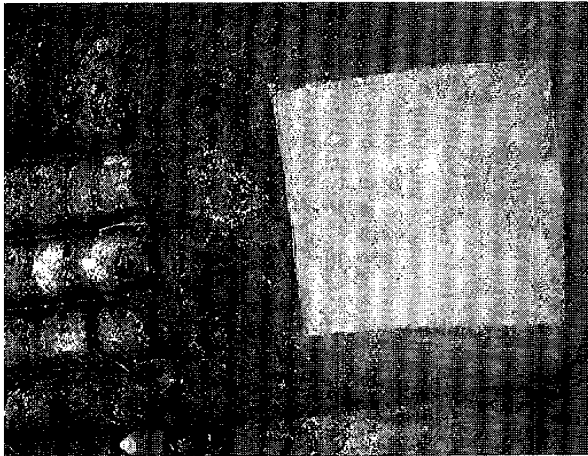


図7 予備実験部位 (処理直後：右半分を樹脂処理)

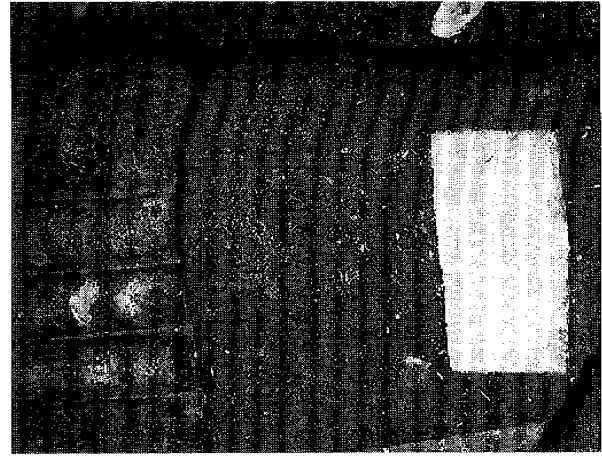


図8 予備実験部位 (処理9ヶ月後：右半分が樹脂処理部分)

6. 保存修復処置施工

6-1. クリーニング

1998年2月の約1ヶ月間をかけて大仏表面の付着生物および堆積物を除去するクリーニング作業を行った。全体に足場を仮設し、プラスチックブラシとメスで丹念に除去した(図9)。この際水は一切使用しなかった。これは、翌月に予定していた樹脂含浸処理をより効果的にするために、大仏をできる限り乾燥状態とするためである。1980年代の修理で極く一部にセメントが用いられていたが、その部分はセメントを除去して漆喰で補った。また、特に脆弱化の著しい部分については、伝統技法により漆喰で補修した。

6-2. 含浸強化撥水処置

表面積概算 300 m²と見積もられた大仏表面部に平均 1 kg/m²含浸するものとして、SS-101 を 304 kg と触媒 16 kg を日本から船便で運んだ。使用時に触媒を 5% 添加して、頭部から下に向かって含浸処理を行った。部位によって劣化状態が異なり、劣化した部分(生物の付着の著しかった部分)では極めて良く浸透し、比較的健全な部分(生物の付着の少ない部分)ではそれほど浸

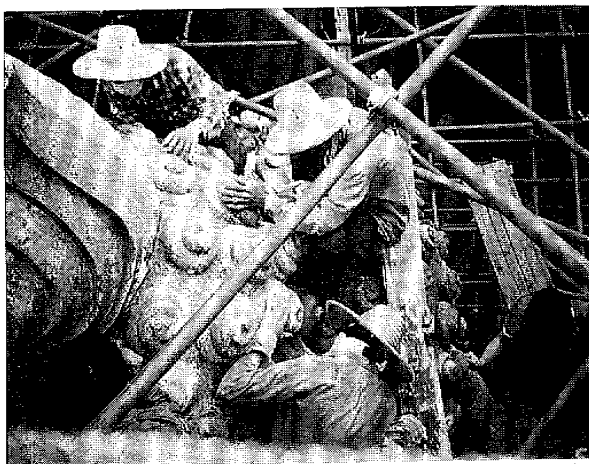


図9 クリーニング作業

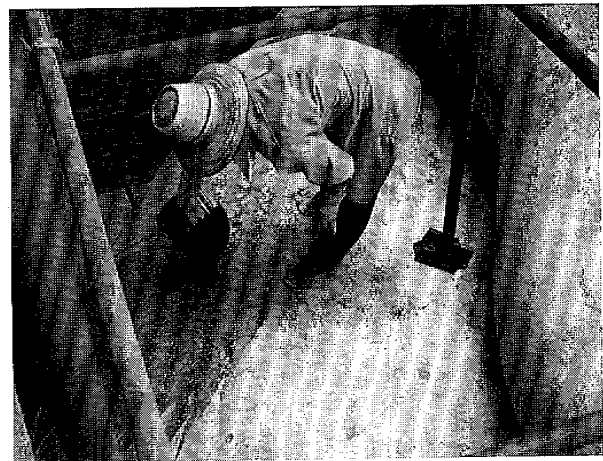


図10 樹脂含浸処置作業

透しなかった。頭髪部や脚部など浸透のよい部分には、樹脂溶液を直接流して十分に含浸させた。一方、あまり浸透しない部分は刷毛塗り含浸とした。従って、含浸量は部位によって異なり、多い部分で2～3 kg/m²、少ない部分で500 g/m²程度で、平均約1 kg/m²であった(図10)。

この処置により、雨水は大仏に浸透せずに表面を流れ、足の部分に溜まる状態になるため、排

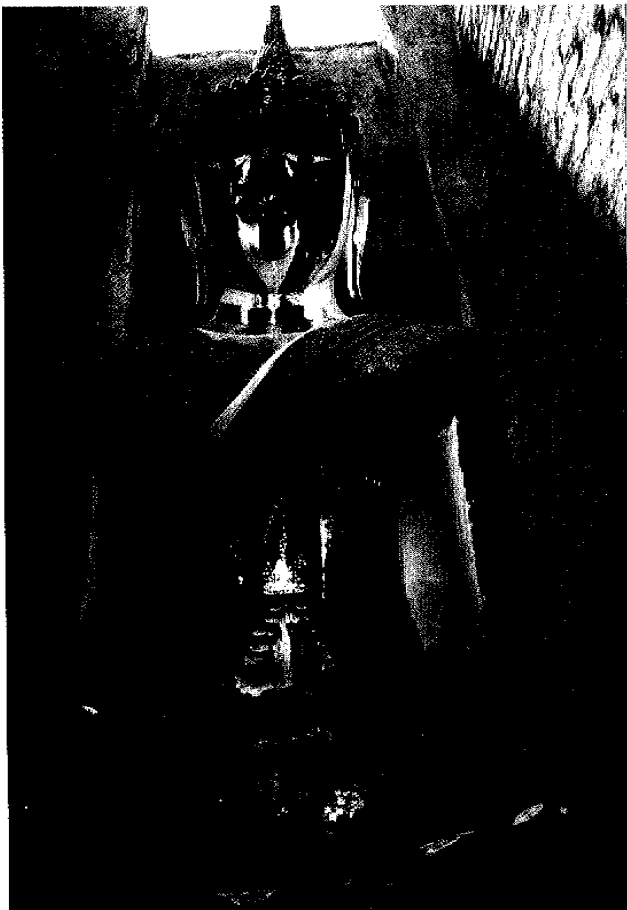


図11 保存修復処置前(全体)

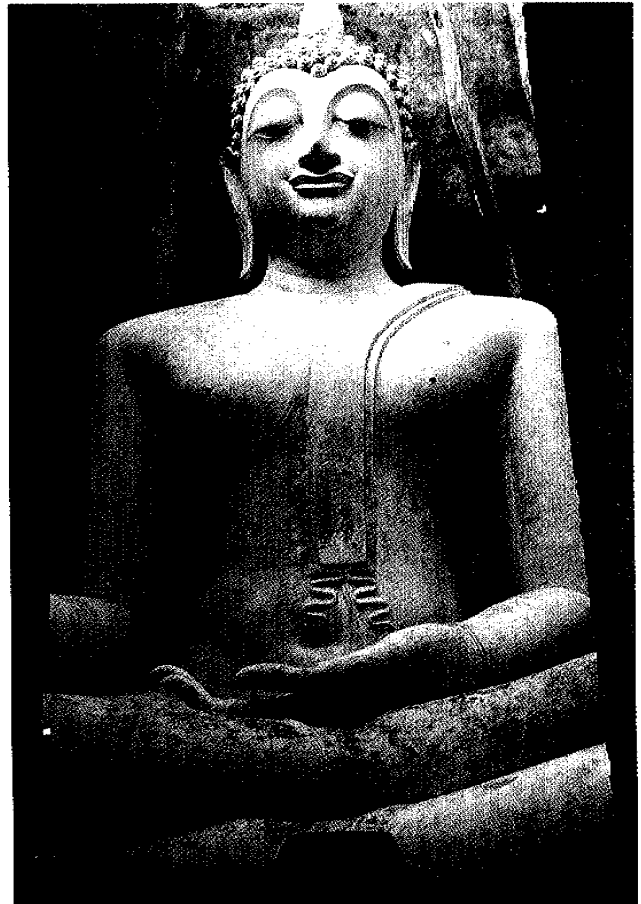


図12 保存修復処置後(全体)



図13 保存修復処置前(部分)

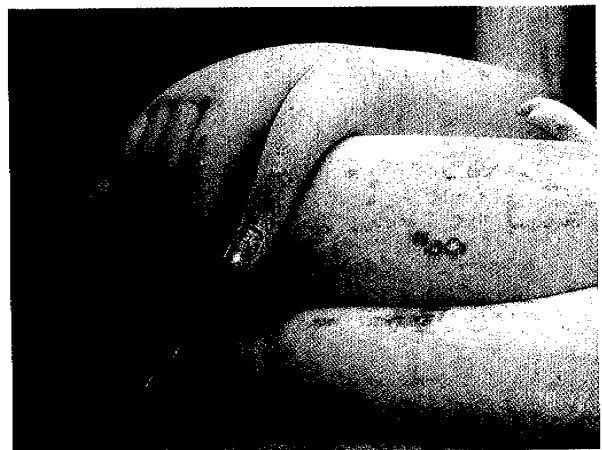


図14 保存修復処置前(部分)



図15 モニタリングを行っている中型仏像とモニタリング箇所

水用の孔の部分（特に劣化が著しかった）を特別念入りに含浸処理した（ 5 kg/m^2 以上）。保存修復処置前後の状態を図11～14に示す。全体が緑黒色から白灰色になったことはいうまでもないが、汚れが取れたことにより、大仏の表情が大きく変わったことに注目されたい。

6-3. モニタリング

処置後の状態を定期的に観察していくことは言うまでもないが、樹脂含浸処置の効果をモニタリングするために、スリ・チュム寺院本堂の外側にある仏像（高さ約3m）の頭部と脚部の一部をクリーニングしその半分をSS-101で含浸処置した。この場合、より厳しい条件で効果を観察するためにSS-101の含浸量を 500 g/m^2 以下とした（図15）。

処置後1年を経過した1999年3月の時点で、大仏本体、モニタリング用中型仏像の処置部分共に殆ど変化は見られない。

7. おわりに

世界遺産であるスコタイ遺跡の重要な大仏を保存修復するについては、様々な面からの調査、研究、協議を行って来ている。それらについては、今後の大仏の状況報告と併せて、次の機会に報告したいと考えている。

本保存修復事業を行うにあたり、種々ご協力頂いたタイ国芸術総局および東京国立文化財研究所のスタッフに感謝申し上げます。

引用文献

- 1) Summary Report "Seminar on Conservation of Sukhotjai Monuments", Fine Arts Department, Thailand (1985)
- 2) Final Report "Fourth Session of the Working Group for the International Campaign for the Preservation and Presentation of Sukhothai", Fine Arts Department, Thailand (1987)
- 3) 西浦忠輝；石材強化保存用シリコーン樹脂の物性評価—WackerOHとSS-101—, 日本文化財科学会第13回大会研究発表要旨集, 140-141, (1996)
- 4) 西浦忠輝；石造文化財保存のための合成樹脂含浸強化法の評価試験, マテリアルライフ学会第9回研究発表会論文集, 53-56, (1998)

Conservation Treatment for the Giant Buddha of *Wat Sri Chum* in
Sukhothai, Thailand

Tadateru NISHIURA, Chiraporn ARANYANAK*,
Takeshi ISHIZAKI and Kitcha YUPHO*

An important giant Buddha statue in Sukhothai historic site in Thailand had suffered from terrible discoloration and deterioration by propagation of microorganisms (mosses, algae, lichens, etc.). The joint team of the Fine Arts Department, Thailand and the Tokyo National Research Institute of Cultural Properties, Japan, made investigations on its degradation and carried out examinations for its conservation measures and then practical conservation work. The statue was cleaned by eliminating the microorganisms, then consolidated and made water repellent by impregnation with hydrophobic silicone resin. The condition of the statue after conservation treatment is satisfactory so far.

* The Fine Arts Department, Thailand