

ペルー、マチュピチュ遺跡の保存修復〔I〕 —遺構の劣化と保存に関する現地調査—

西浦 忠輝* 藤田 晴啓**
フェルナンド・アステテ*** カルロス・カノー****

Conservation of Machu-Picchu Archaeological Site [I]:
Field Investigation on the Deterioration and Conservation of Remaining Structures

Tadateru NISHIURA*, Haruhiro FUJITA**,
Fernando ASTETE*** and Carlos CANO****

[Abstract]

Machu-Picchu archaeological site, which is called the “Ancient capital in the sky,” is one of the most important and famous world heritage sites. Machu-Picchu, located on a high ridge in Peru, was the capital of the Inca Empire in the fifteenth century. There are about 200 remaining structures built of stones (granite) on the site of 13 km². Systematic conservation measures for the structures have not been conducted, except emergency measures by the regional office.

Thus, the authors investigated the site, in cooperation with the Cultural Agency of Peru, to consider the possibility for contributing to the conservation of the remaining structures, especially the “Temple of the Sun” which is one of the most important structures on the site.

However, the Temple of the Sun has three major problems: First, the stones of the structure have cracks caused by the high temperature of fire, which was used for burning the cut trees at the site while excavating. The second problem is that the structure became instable because some of the joint parts among the stones have been open since the site excavated. Third, the color of the structure has changed recently because of the lichens growing on the surface of the stones.

This investigation made the authors realize that the conservation project for the temple can start soon.

The main activities of the project as to the treatment of stones would be as follows:

- Injection of epoxy resin under pressure into the cracks of the stones.

* 国土館大学イラク古代文化研究所

(Institute for Cultural Studies of Ancient Iraq, Kokushikan University, Japan)

** 東洋大学国際地域学部 (Faculty of Regional Development Studies, Toyo University, Japan)

*** ペルー国文化庁マチュピチュ保護管理事務所

(Office for Conservation and Administration of Machu-Picchu region, Cultural Agency, Peru)

**** クスコ芸術大学 (Cusco University of Art, Peru)

- Consolidation of the fragile parts of the stones by impregnation with silicone resin and acrylic resin.
- Setting the detached parts of the stones back to the original places by mortising and gluing with epoxy resin.
- Filling the open spaces among the stones with a mixture of clay and lime.
- Killing and elimination of lichens on the stones using a special chemical.
- Making the stone structure waterproof by impregnation with hydrophobic silicone resin.

[要旨]

「天空の古代都市」として世界に知られているペルーの世界遺産「マチュピチュ遺跡」は、よく遺されたインカ帝国（15世紀中頃）の遺跡である。

本遺跡の石造建造物遺構の中で最も重要なものの一つである「太陽の神殿」は、石材（花崗岩）の劣化が最も大きな遺構である。その原因は、発掘調査時に、生い茂っていた灌木、樹木を切り払い、遺構の内側で燃やしたため、その火熱で亀裂が多数入り石材が劣化したためとされている。花崗岩は、その鉱物組成から火熱に弱い構造になっているからである。また、発掘された時点で、石積みの目地がずれて隙間ができており、崩れやすい状態にあった。さらに、近年になって地衣類の繁殖が増大し、変色等の外観上の問題が生じている。

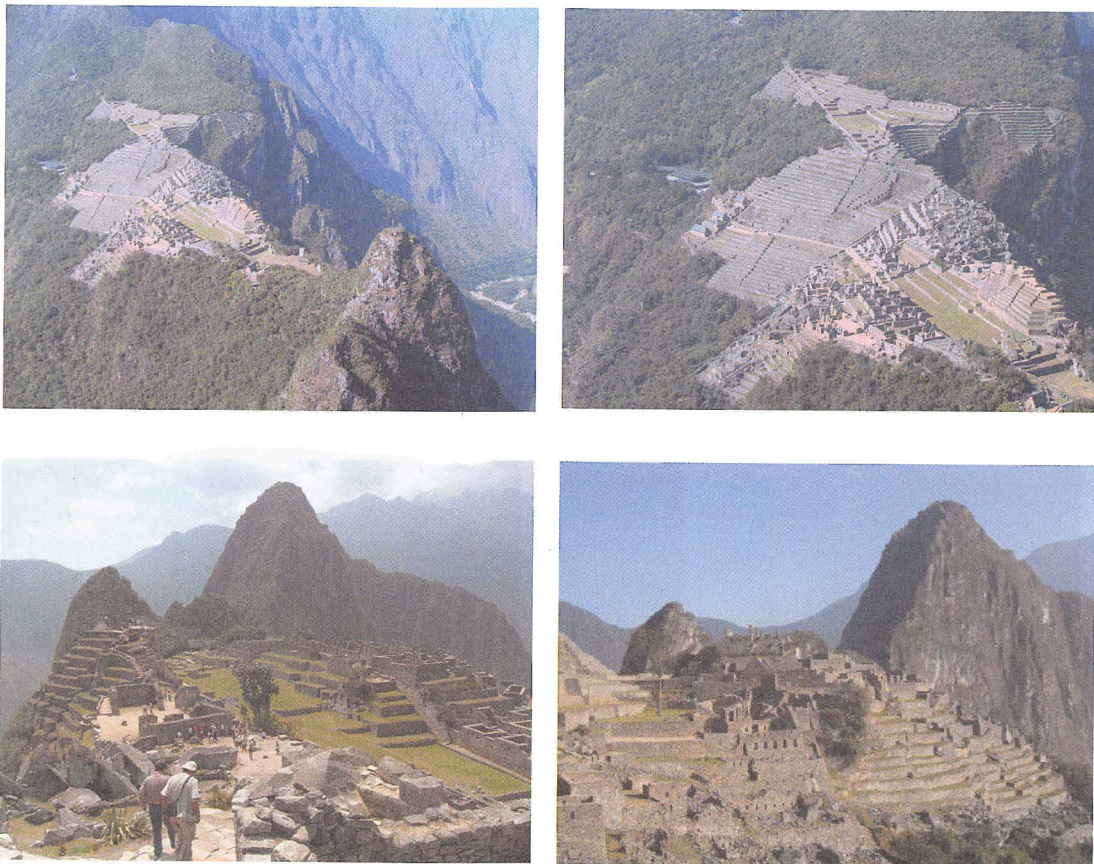
この「太陽の神殿」を中心に石造遺構の劣化と保存についての現地調査を、ペルー政府文化庁との共同で行った。その結果、全体としては遺跡の劣化はそれほど著しくはないものの、確実に進んでいること、それに対する保存修復対策は現在の日本の技術によって十分効果的に対処できること、現地の協力体制が整っていることなどが明らかとなった。



1 はじめに

「天空の古代都市」として世界に知られ、特に日本では最も人気の高い世界遺産である「マチュピチュ遺跡」は、ペルーのウルバンバ谷に沿う高い山の尾根（標高 2057m）に位置する、よく遺されたインカ帝国（15 世紀中頃）の遺跡である。1911 年にアメリカの歴史学者ハイラム・ビンガムによって発見され、発掘調査が行われて、その全貌を現した。現在はペルー政府文化庁によって保護、管理されている。

遺跡には 3 m ずつ上がる段々畑が 40 段あり、3000 段の階段でつながっている。遺跡の面積は約 13km² で、約 200 の石造建造物遺構がある。熱帯山岳樹林帯の中央にあり、植物は多様性に富んでいる。その特色ゆえに 1983 年にユネスコの世界遺産（複合遺産）に登録された。いまだに多くの謎に包まれた遺跡でもあり、2007 年に新・世界の七不思議の一つに選ばれている。



遺跡の劣化と保存に関しては、山頂上部に建設されたという特異性から、地質学的、土木工学的調査を中心に行われている。特に地すべり対策については、京都大学防災研究所の研究グループ（代表：佐々恭二教授）が本格的な調査を行っている¹。また、筑波技術大学の藤澤正視教授は 1990 年から首都リマの天野博物館と協力して、遺構の構造力学的調査を行っている²。なお、文化人類学分野では国立民族学博物館・関雄二教授、山形大学・坂井正人助教授らの研究がよく知られている。

しかしながら、花崗岩からなる個々の石造遺構の具体的な保存、修復対策については、現地保護管理事務所による応急的対策が適宜行われているものの、本格的な調査、研究、事業はまだ行われていない。

そこで、石造遺構の劣化状態と具体的な保存、修復、整備対策について、日本の技術を活かした保護への協力が可能かどうかについて、ペルー国政府文化庁クスコ地域支部ならびにマチュピチュ遺跡保護管理事務所の全面的な協力の下に、具体的な技法を踏まえた現地調査を行った。

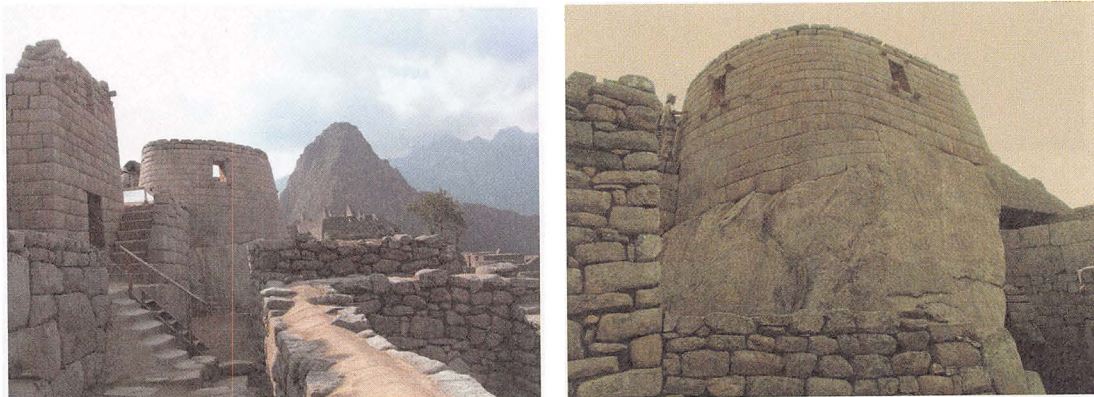
本報は、マチュピチュ遺跡全体の保護状況を概説し、遺構の劣化と保存修復について、「太陽の神殿」を中心に調査と検討結果を報告するものである。

2 現地調査

本調査では、多くの遺構について調査したが、特に「太陽の神殿」についての詳細な調査を行った。そこで、マチュピチュ遺跡の石造遺構の劣化原因、過程を明らかにし、その具体的な保存、修復対策を策定すべく、考察を行った。

2.1 太陽の神殿

自然石の上に建てられた見事な石積み技術は、マチュピチュ遺跡随一といわれる。陵墓の上が神殿となっており、見上げると東を向いたふたつの窓がある。ひとつの窓は冬至に、もうひとつの窓は夏至に太陽の光が差し込むようになっている。



2.2 現在の状態

「太陽の神殿」は最も重要な遺構の一つであるが、同時に石材(花崗岩)の劣化が最も大きな遺構である。その原因は、発掘調査時に、生い茂っていた灌木、樹木を切り払い、遺構の内側で燃やしたため、その火熱で石材が劣化したためとされている。花崗岩は、その鉱物組成から火熱に弱く、亀裂が多数入った状態となっているのである。また、発掘された時点で、石積みの目地がずれて隙間ができており、崩れやすい状態にある。さらに、近年になって地衣類の繁殖が増大し、変色等の外観上の問題が生じている。



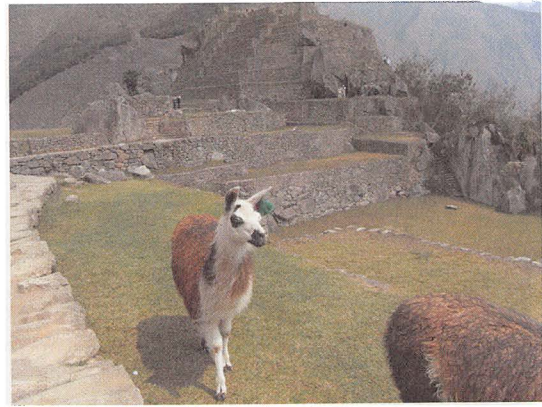
2.3 保存修復に向けての調査、研究計画

現地調査、現地協議の結果を基に、下記のような調査、研究計画を作成し、ペルー国政府に提案している。

- 1) 現地に設置されている環境計測ステーションの測定データの解析（米・ペルー共同で設置されており、データの日本隊への提供が約束されている）。
- 2) 詳細なデジタル写真撮影を行い、その画像データを基に石積み遺構を図形データ化して記録する。
- 3) 石材サンプルを採取し、実験室において、岩石学、鉱物学的調査、強度試験、樹脂による含浸強化実験、地衣類除去実験、粘土と石灰による石積み目地の修復技法についての付着強度実験等を行う。
- 4) 保存、修復処置についての現場実験を行う。具体的には石材の亀裂への合成樹脂（エポキシ樹脂）の圧入、脆弱化した部分への合成樹脂（シリコーン樹脂）の含浸、脱離部の金属ホゾ併用による合成樹脂（エポキシ樹脂）による接合、隙間のあいた目地への粘土と石灰の混合物の充填による強化固定、薬剤による地衣類の殺除処理などである。作業性と処置効果について、慎重かつ詳細に検討、考察する。
- 5) 環境整備面からの保護対策（観光客の立ち入り制限範囲と見学ルートの設定、禁止事項の明示等）についても、多方面からの検討、考察を行う。

3 おわりに

本調査は、マチュピチュ遺跡保護管理事務所長の依頼を受けて、ペルー国政府文化庁クスコ地域支部の承認と協力のもとに行ったものであり、実際に保存修復協力事業を行うことを前提としたものである。本調査結果を受けて、協力事業を具体化すべく、種々の研究助成、事業助成を受けるべく鋭意努力している。については関係機関、関係各位のご協力を切にお願いするものである。



<文献>

- 1) K. Sassa, H. Fukuoka, G. Wang, F. Wang, et al., "Landslide Investigation in Machu Picchu World Heritage, Cusco, Peru (C101-1)," *Landslides - Risk Analysis and Sustainable Disaster Management*, Berlin, 25-38 (2005).
- 2) M. Fujisawa, and T. Kakimi, "Preliminary Investigation on the Preservation of Machu Picchu Ruins: Discussions from Topographical and Geological Aspects," *International Series on Advances in Architecture*, Vol. 15, Southampton (2003).
- 3) 『マチュピチュ完全ガイド』、ダイヤモンド社、50～55頁、2008年。

本研究の一部は、「文部科学省私立大学戦略的研究基盤形成支援事業（平成20年度～平成24年度）」によって行われた。