

博物館内における遺構生物劣化と保存対策に関する検討

－遺構展示室における微生物調査－

Examination of the biodeterioration and preservation measures for exhibited remains in the museum

-Microbial survey in the remains exhibition room-

○渡邊英明¹⁾、佐藤嘉則²⁾、島田潤²⁾、藤井佐由里¹⁾、田中祐二¹⁾、川越光洋¹⁾、高妻洋成^{3,4)}

○Hideaki WATANABE¹⁾、Yoshinori SATO²⁾、Megumi SHIMADA²⁾、Sayuri FUJII¹⁾、Yuji TANAKA¹⁾、

Mitsuhiro KAWAGOSHI¹⁾、Yohsei KOHDZUMA^{3,4)}

1 福井県立一乗谷朝倉氏遺跡資料館 (Ichijodani Asakura Family Site Museum)

2 東京文化財研究所 (Tokyo National Research Institute for Cultural Properties)

3 奈良文化財研究所 (Nara National Research Institute for Cultural Properties)

4 文化財防災センター (Cultural Heritage Disaster Risk Management Center)

1. はじめに

福井県立一乗谷朝倉氏遺跡資料館は、隣接地に展示・ガイダンス施設を新たに整備し、2022年10月に新博物館として開館を予定している。新博物館内の遺構展示室では建設予定地の発掘調査(2017年度・第150次発掘調査)によって見つかった戦国期の遺構(石敷遺構等)の展示を行う予定である。石敷遺構等は新博物館建設工事前に一度埋め戻しを行い、遺構展示室の躯体が完成した2021年8～10月に再発掘を行い現在に至っている。再発掘では石敷部分を完全に露出させた一方、劣化しやすい石敷遺構周辺の土部分は遺構面まで完掘せず、埋土(厚さ約20cm)を保護層として掘り残した。再発掘直後から保護層上面に白色菌類様物質が大量に発生し、遺構展示室の保護層全体を覆うまでに広がった。当初、白色菌類様物質はカビの一種と想定していたため、遺構の汚損のみならず、来館者への健康被害や文化財展示・収蔵エリアへの空気汚染等が懸念された。そこで白色菌類様物質の抑制・除去方法を検討するための基礎情報を得ることを目的に、白色菌類様物質の同定を行った。

本報では、保護層に大量に発生した白色菌類様物質の同定結果を報告し、その結果を踏まえて今後の遺構の保存対策について述べる。

2. 調査対象

展示室の遺構は盛土上に川原石を敷きつめて構築された戦国期の石敷遺構(幅5.6m、検出長38m)および同時期の遺構面から構成されている。石敷遺構は完全に露出させた状態で展示するが、塩類や蘚苔類・菌類等による劣化が生じやすい土部分の遺構面については、上部に保護層を残して展示する。今回の調査対象は、この保護層上面に発生した白色菌類様物質である。

3. 調査方法

滅菌綿棒を用いて保護層上面に発生した白色菌類様物質を採取した。試料採取箇所を図1に示す。採取した試料①～③を電子顕微鏡観察および分子生物学的解析に供した。電子顕微鏡観察では、試料の一部を検体とし、走査型電子顕微鏡(S-3700N、Hitachi)を用いて低真空モードで観察した。分子生物学的解析では、試料からDNAを抽出

(ISOPLANT DNA Extraction kit、ニッポンジーン)



図1. 試料採取箇所

した後、カビおよび細菌が有している遺伝子領域（ITS 領域遺伝子、16S rRNA 遺伝子）を標的とした PCR（Polymerase Chain Reaction）を行った。その後、次世代シーケンス解析に供し、得られた DNA 配列を類似度からグルーピングし（存在比を基に出現頻度（%）を算出）、代表配列について公共のデータベースと照合して相同性検索（BLAST 検索）を行い、白色菌類様物質の微生物同定を行った。

4. 調査結果

走査型電子顕微鏡で得られた像を図 2 に示す。白色菌類様物質は菌糸状の形態をしており微生物であることが観察された。一方、菌糸は 1 μm 程度と非常に細く、カビではなく放線菌であると考えられた。

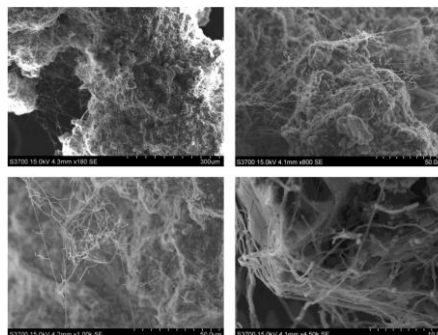


図 2. 白色菌類様物質の走査型電子顕微鏡画像

分子生物学的解析では、抽出した DNA を用いてカビおよび細菌が有している遺伝子領域（ITS 領域遺伝子、16S rRNA 遺伝子）を標的とした PCR

を行ったところ、ITS 領域遺伝子では定量下限値以下であったが、16S rRNA 遺伝子では有意な定量値が得られた。このことから白色菌類様物質はカビではなく、細菌の 1 グループである放線菌である可能性が高いことが分かった。次に、細菌を対象とした次世代シーケンス解析の結果を表 1・2 に示す。門レベルで出現頻度が最も高いグループは Actinobacteria 門（放線菌門）で、次に多いのは Proteobacteria 門であった。種レベルでは、*Pseudonocardia spinosa*（Actinobacteria 門）、*Nevskia ramosa*（Proteobacteria 門）、*Pseudonocardia petroleophila*（Actinobacteria 門）が試料①～③に共通して多く認められ、いずれも人体に悪影響を及ぼす種ではないことが判明した。

表 1. 白色菌類様物質の細菌を対象とした次世代シーケンス解析（門レベル）

表 2. 白色菌類様物質の細菌を対象とした次世代シーケンス解析（種レベル）

| RDP Classifierによる系統分類 | | 構成比 (総リード数に対する割合) | | | リード数 | | | RDP Classifierによる系統分類 | | 構成比 (総リード数に対する割合) | | | リード数 | | |
|-----------------------|----------------|----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-----------------------|-------------------------------------|----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| ドメイン | 門 | 試料① | 試料② | 試料③ | 試料① | 試料② | 試料③ | ドメイン | 種 | 試料① | 試料② | 試料③ | 試料① | 試料② | 試料③ |
| Bacteria | Actinobacteria | 57.9% | 70.2% | 41.0% | 31416 | 18613 | 21928 | Bacteria | <i>Rseudonocardia spinosa</i> | 37.7% | 38.1% | 23.2% | 20431 | 10119 | 12418 |
| Bacteria | Proteobacteria | 40.8% | 21.4% | 58.0% | 22110 | 5671 | 31020 | Bacteria | <i>Nevskia ramosa</i> | 34.4% | 1.4% | 50.7% | 18669 | 367 | 27110 |
| Bacteria | Others | 1.3% | 8.4% | 1.0% | 727 | 2244 | 543 | Bacteria | <i>Pseudonocardia petroleophila</i> | 11.3% | 14.9% | 9.5% | 6111 | 3958 | 5107 |

5. 今後の対策

当初、白色菌類様物質はカビの一種と想定していたため薬剤による処置も検討していたが、同定の結果、放線菌を主とする細菌であることがわかった。放線菌は抗生物質を生産する種が多く、カビの増殖を抑制することでも知られており、薬剤の使用によってかえってカビの大発生を招く可能性も考えられた。そのため、遺構展示室内では薬剤による処置は行わないこととした。現在、放線菌による保護層の汚損を軽減するため定期的に噴霧器による散水等を行うことで、一時的に放線菌を目立たなくすることができており、開館後も同様の管理を継続していく予定である。

また、放線菌が卓越した現在の土壌生態バランスは、遺構の埋め戻しと再発掘による土壌の攪乱によって始まった長期的な微生物群集変化の過程にあり、時間とともに安定した状態まで変化していくものと考えられる。今後、昆虫の粘着トラップ調査等も実施し、土壌動物も含めた生態バランスの変化を継続的に監視していく予定である。