

氏名(本籍)	新井英夫(東京都)		
学位の種類	学術博士		
学位記番号	博乙第591号		
学位授与年月日	平成2年3月23日		
学位授与の要件	学位規則第5条第2項該当		
審査研究科	農学研究科		
学位論文題目	文化財の生物劣化とその防除に関する研究		
主査	筑波大学教授	農学博士	安井恒男
副査	筑波大学教授	農学博士	井上嘉幸
副査	筑波大学教授		長谷川誠
副査	筑波大学教授		岩崎卓也
副査	日本大学教授	理学博士	椿啓介

論文の要旨

文化財を保存し、民族・国家等の文化遺産を永く後世に伝える事は民族・国家を超えて人類にとって非常に重要な事である。特に我が国の文化財は、欧米の文化が石と金属に象徴されるのに対比して、木と紙の文化と云われる程、木と紙を素材とした多種多様な形体をとっている。更に我が国は亜熱帯性気候区にあり、微生物や昆虫の繁殖に最も適した環境にある。

申請者は微生物学を専攻とするが文化財保存科学の生物学を昭和45年から担当し、文化財に発生する生物起因の劣化を阻止して、その保存に寄与する研究に従事してきた。文化財の材質は、単に化学的・物理的劣化だけであれば消失する事はないが、これに生物劣化が加わると文化財を消失させると云われている。従って文化財の生物劣化の防除の研究は、文化財保存科学の中でも重要な位置を占めている。

本論文は紙質類文化財の生物劣化、古墳等埋葬・環境の微生物学的研究、加害微生物の防除法についての成果をまとめたものである。

紙質上における微生物の増殖と代謝：

絵画・書籍等の紙質類文化財には、褐色斑点(foxing)の発生する現象がある。著者はfoxing形成要因と形成機構を究明して、紙質類文化財の保存と修復に寄与する事を目的とし、foxingの微生物学的研究を行った。

その結果foxing部位にのみ糸状菌を生育させる方法を発見し、foxing部位生育する糸状菌の選択的分離を可能とした。foxing部位から分離した菌はその水分活性から絶対好稠性と条件的好稠性に属していた。そしてfoxing要因糸状菌はすべて絶対好稠性に属する事を明かにした。この水分活性測定には著者の考察したゼラチン膜法を使用した。foxing要因糸状菌は*Aaspergillus penicilloides* Speg.

と *Eurotium herbarium* (Wigger : Fr) Link と同定され、特にリンゴ酸を多量に生産する特徴を持っていた。

また絵画に foxing の発生に保存環境の1年間の温湿度記録から、その環境は毎年7月から9月の間に foxing 要因菌の最適生育環境を形成している事を明らかにし、紙質類文化財の foxing について、foxing 要因糸状菌の気候図からこれら糸状菌の生育し難い環境を調整して防除する微生物学的方法を確立した。

古墳等における微生物の増殖と代謝：

未発掘古墳が形成している微生物学的に不活性な環境条件に着目し、その微生物抑制因子を究明して発掘後の古墳保存並びに多湿な環境下の文化財の微生物劣化防除法への適用を試みた。

虎塚古墳（茨城県勝田市）の発掘前の古墳石室の空気中には細菌200個/m³、糸状菌400-700個/m³が生息し、酸素も19~20%存在していた。それにも拘らず、発掘直後の古墳の壁画には糸状菌の繁殖が認められなかった。この時、同一資料の空気中の成分を4極型質量分析計で測定し、未発掘古墳石室の空気中に大気よりも顕著に認められる分子量45の成分の存在が発見された。その他の石室内の環境調査の結果も加味して、この成分をアミン類と推定した。著者は14種類の低分子アルキルアミン類について微生物標準菌株19株に対する防菌防黴効果を比較検討した。その結果、供試したアミン類は、極めて微量で顕著な防黴効果のある事が示された。

古墳等埋葬環境では遺体が古墳に埋葬されると先づ腸内細菌、土壤微生物、空中微生物の増殖によって遺体の腐敗が進行する。つまり、タンパク質がアミノ酸に加水分解され、これが脱炭酸作用を受けて腐敗生成物のアミンを形成し、土壤中に吸着される。そのなかの低分子アミン類が年間の温度12~17℃の我が国の埋葬環境で、土中への吸着と蒸散を繰返していると考えられる。従って、低分子アミン類が未発掘古墳内の微生物抑制因子と考えると、発掘前に埋葬環境が微生物学的に不活性な現象を合理的に説明できる事を示した。

一方、高松塚古墳に於ては、昭和47年3月に発掘されて以来、7~8年間にわたり石室内の微生物の変遷と特徴が観察された。発掘後、細心の注意を払いながら各分野の調査と記録、壁画の応急措置、保存施設工事等が行われ、3年経過した時に当初認められなかった *Doratomyces* sp. の出現が認められた。経時的調査の結果、本菌が高松塚で特徴的に増殖している事が判明した。そこで昭和56年にパラホルムアルデヒド燻蒸を行い、*Doratomyces* sp. の増殖を抑制した。

我が国の古墳は一般に相対湿度95~100%、湿度は深さによるが12~17℃を示す。このような多湿な環境は微生物が最も好むにも拘らず発掘直後の壁画面がきわめて鮮明で、微生物の増殖は全く認められない。しかし発掘後に古墳の壁面に微生物が発生するのはなぜなのか。この未発掘古墳が形成している微生物学的に不活性な条件が判明すれば、発掘後の古墳の微生物劣化防除対策に有効な手段を提供できる可能性がある。

加害微生物の防除方法の研究：

文化財の生物劣化防除は、文化財の材質に変質・変色等の影響を与えずに加害生物の殺滅及び生育阻止することを原則としている。理想的には薬剤を用いずに生物の繁殖し難い環境条件を整備す

るのが最も望ましい。しかしながら文化財の生物劣化を環境条件の制御のみで防除する事は不可能であって、生物被害を発見したとき加害生物の活動を即刻停止できるような薬剤を準備し、いつでも対応できる態勢にあることが望まれる。

我が国で従来実施されている燻蒸法には、医療・醸造関係と植物防疫関係の2種類がある。これらで用いられている燻蒸剤は文化財材質に変質・変色を与え、また燻蒸条件が高温・高圧であるため、脆弱な文化財には危険な場合があって、そのままでは文化財に利用できないものが多い。次に文化財の加害生物を殺滅しても、処理前の悪い環境で保存すれば、短期間に生物被害が再発するので何らかの対策が必要である。更に材質への影響の少ない薬剤があれば文化財の保存は安んじて行える事になる。これらを考慮して次の方法を検討した。

燻蒸法——文化財の加害進行中の生物を即核殺滅する手段としては、燻蒸法に優る方法はないと考えられるので、文化財の保存科学的観点から燻蒸剤の材質への影響、殺虫殺菌効力、燻蒸条件、残留ガス吸収装置等一連の研究を行った。そして「文化財の燻蒸処理標準仕様書とその補遺」を作成し、我が国の文化財保存行政の円滑な推進に寄与した。

環境制御法——燻蒸後の保存方法を含めて、文化財の長期保存方法を研究した。即ち、ガス遮断性と防湿性の高められた2軸延伸ビニロンフィルムを文化財の保存に応用する実験を行い、調湿紙（湿度調節能力を高めた紙）と併用して、多湿な環境条件下でも必要とする任意の一定湿度の環境を簡便かつ経済的に調整する保存方法を確立した。この方法は既に国外で高い評価を得ており我が国でも徐々に普及しつつある。

蒸散性防燻剤——加害微生物の進入を防止するための材質への影響の少ない低毒性の蒸散性薬剤の選択を行った。

審 査 の 要 旨

我が国に於ては文化財の生物劣化そのものの研究、及びその防除対策は文化財の保存上特に重要と考えられる。

それにも拘らずこれらの問題が研究の対象とされる事は少なく、またそれらの業績が学位論文として取上げられる事は殆んどなかった。この理由の1つは文化行政・世間一般の文化財に対する認識が低かったためと、また業績を評価する（学位を審査する）場所がなかった事があげられる。

文化財の保存科学は化学・物理学・生物学から工学・農学、更には人文科学にも関連する境界領域の学問で非常に学際性の高い分野であり、本論文も学術博士論文として審査されるのが妥当と思われる。

著者は先ず紙に生ずる foxing がある特定の糸状菌に起因する事を、独自の実験方法を考案して foxing 部位から微生物の分離・同定し、その糸状菌が foxing を起すことよりつきとめた。この結果、このような微生物を生育させない環境を設定する事が可能となり、更にこの菌の形成する foxing を示す物質か何であるかを明らかにする事により、foxing の除去が可能となり、文化財の修復に寄与

する事は確実と思われる。

また古墳の石室内の微生物の変遷を研究し、高松塚では *Doratomyces* sp. が特異的に増殖している事を明らかにし、殺滅の手段をとった。古墳内の微生物相の研究は誰でもが行えるものではなく貴重な資料となる。また虎塚古墳のような未発掘古墳の埋葬環境が形成している微生物学的に不活性化環境条件を研究し、その結果埋葬した遺体に起因する低分子アミン類に顕著な微生物制御作用の存在する事を明らかにした。本研究を推進すれば、これらの環境を発掘後の古墳の保存と活用面に貢献しうるものと期待される。

文化財の生物劣化防除法の研究では、加害微生物を文化財に影響を与えず一挙に殺滅する方法として燻蒸法を確立し、この方法が我が国の博物館・美術館・資料館等で広く採用されるようになった。更に燻蒸後の文化財の保存対策も含めて、2軸延伸ビニロンフィルムを応用した長期保存法は国の内外で広く実用化されつつある。これらの応用面も高く評価される。

よって、著者は学術博士の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。