

奈良文化財研究所 第127回公開講演会

令和3年11月13日（土）

於：平城宮跡資料館 講堂

【プログラム】

12時30分 受付、開場

13時30分 開演（スケジュール説明、講演者の紹介等）

13時35分 奈良文化財研究所長 挨拶

13時45分～ 講 演

「神々の住まいの内装－石清水八幡宮本殿の室礼（しつらい）について」

都城発掘調査部 平城地区遺構研究室 研究員

山崎 有生（やまざき ゆうき）

14時35分 休憩

14時55分～ 講 演

「どうして古墳の副葬品は現代まで残るのか？」

－模擬古墳による金属製品の腐食メカニズムの検討－

埋蔵文化財センター 保存修復科学研究室 研究員

柳田 明進（やなぎだ あきのぶ）

15時45分 終了

目 次

- ・講 演「神々の住まいの内装
　　－石清水八幡宮本殿の室礼（しつらい）について」…P 1
　　都城発掘調査部 平城地区遺構研究室 研究員 山崎 有生

- ・講 演「どうして古墳の副葬品は現代まで残るのか？
　　－模擬古墳による金属製品の腐食メカニズムの検討」…P 9
　　埋蔵文化財センター 保存修復科学研究室 研究員 柳田 明進

神々の住まいの内装

—石清水八幡宮の室礼（しつらい）について

都城発掘調査部 平城地区遺構研究室 山崎有生

1. はじめに

奈良市にも比較的近い京都府八幡市には、石清水八幡宮という神社がある。『徒然草』第 52 段、「仁和寺にある法師」でよく知られる神社である。今日は、仁和寺の法師がついに見ることのできなかった、山上の壮麗な社殿を取り上げたい。そして、内部にある家具類（歴史用語では調度という）とその配置（歴史用語では室礼という）に着目し、この特徴的な社殿の発生に関わる 1 つの見解をしめしたい。

石清水八幡宮本殿

石清水八幡宮は 9 世紀に宇佐神宮（大分県宇佐市）から分社された神社。貞觀 2 年（860）に本殿が創建された。祭神は^{御子}尊（応神天皇）・比咩大神・息長姫命（神功皇后）。その本殿は寛永 11 年（1634）再建である。その外観は間口（桁行）11 間の巨大な社殿に見えるが、実は間口（桁行）3 間×奥行（梁行）2 間の 6 つの建物に分割できる。すなわち、桁行 3 間×梁行 2 間の建物を前後にならべ（前方の建物を外殿、後方の建物を内殿と呼ぶ）、その間を樋下でつなぐ。そして、この 2 棟を 1 セットとし、横方向に 3 セットならべて相互を造合で連結しているのである（図 1）。中央は中御前（菅田別尊）、西は西御前（比咩大神）、東は東御前（息長姫命）と呼ばれる。床の高さは、内殿・外殿とも同じだが、樋下と造合はそれよりも低い床を張る（図 2）。ただし、樋下は建久 6 年（1195）年より前は土間であったことが文献資料から判明している。樋下の両端には扉を開き、外殿の正面には蔀を吊る。内殿は板壁と扉により、樋下とは完全に隔てられているが、外殿と樋下・造合の間には低い壁がもうけられるのみで比較的開放的である。本殿の内部へは正面からではなく、樋下両端の扉から入る。

特殊な形態の神殿「八幡造」

神社本殿の形式には伊勢神宮を代表とする神明造、春日大社を代表とする春日造、京都の上賀茂・下賀茂神社を代表とする流造があり、石清水八幡宮の形式は八幡造とよばれ、宇佐神宮本殿がその代表例である。八幡造の特徴は、前後に屋根を葺き下ろす切妻造とよぶ形式の社殿 2 棟を前後にならべ、樋下という空間を介して連結する点である（図 1・2）。現存する八幡造の本殿は古い順に石清水八幡宮本殿（京都府八幡市。1634 年建立）・伊佐爾波神社本殿（愛媛県松山市。1667 年建立）・作原八幡宮本殿（大分県大分市。1751 年建立）・宇佐神宮本殿（大分県宇佐市。1859-1861 年建立）の 4 神社のみで、その建築の形式は少しずつ異なる。神社の本殿といえば一般的には人間が入ることはないが、八幡造の本殿では樋下や外殿の空間に人間が入ることがあるのも特徴である。なお、伊佐爾波神社と作原八幡宮の本殿の形式は中世以前に遡る確証はないことから、議論の対象となるのは石清水八幡宮と宇佐神宮である。

「御帳」と「倚子」

石清水八幡宮や宇佐神宮の現在の本殿には、内殿に御帳^{みどり}が、外殿に倚子^{のぞき}が置かれている。御帳とは、貴族住宅などの寝台である御帳台の周囲に懸ける帳^{たん}で、倚子とは椅子のことである。これらの調度は『石清水八幡宮記録』という史料によると、延久 3 年（1071）に遡ることが判明する。また、宇佐神宮

の造営関係の史料においても、応永 27 年（1420）の宇佐神宮本殿の造替（社殿の造りかえ）の時点で、内殿に御帳、外殿に倚子の存在が確認でき、この配置は先行研究により八幡造に特徴的なものとされている（詳細は 2 章で後述）。

2. 八幡造本殿をめぐる研究

八幡造が他の神社本殿の形式と比べて特徴的なのは、改めて述べるまでもなく、内殿と外殿という 2 棟の建物を前後に連結させている点である。では、八幡造で外殿と内殿が必要である理由はどのように考えられてきたのか。両者はどのように使い分けられ、どのような違いがあるとされてきたのか。先行研究から外殿と内殿の性格の違いに関する説をみてみたい。

外殿と内殿の性格の違い

外殿を礼殿（礼拝の施設）とみなす説と、内殿と対になる神殿とみなす説がある。

・井上充夫説：内殿は神殿で、外殿は礼殿などよばれる礼拝のための建物。仏教建築に「双堂」という、後方に仏を祀る正堂を、前方に礼拝のための礼堂を並べたものがある。そこからの連想。

・稻垣栄三説：外殿は俗人の礼拝の施設ではなく、神座である。現在の宇佐・石清水の内殿には御帳、外殿には倚子が確認できる。天皇の御在所である清涼殿の昼御座には倚子が置かれ、貴族住宅の寝所は御帳台とよばれる帳を垂らした寝台であることからの連想で、倚子のある外殿は昼間の御座所で、御帳のある内殿は寝所と解釈できる。また、倚子が昼の空間、御帳が夜の空間に関わるという理解は土田・太田・林に受け継がれる。

・土田充義説：長元 3 年（1030）の時点で内殿を「御夜殿」と呼んでいる。応永 27 年（1420）の時点では、内殿に御床（御帳台）、外殿には倚子が確認できる。よって内殿・外殿の両方に神座があり、前者は夜、後者は昼に關係する。

・太田静六説：内殿・外殿はともに神座をもつ神殿。内殿に御靈代（神体）が奉安され、外殿には御倚子が据えられていることから、内殿と外殿の関係は清涼殿における夜御殿と昼御座に対応する。ただし、外殿には御靈代が安置されず、その床はかなり低いものであったとみられることから、外殿は内殿に比べて格式が相当低かったと推測する。

・林一馬説：内殿に御帳、外殿に倚子を置いていずれも神座にするのは、宮殿や貴族住宅との関連をうかがわせる。特に内殿はその閉鎖性から寝殿造の寝所である塗籠に比定できる。また、外殿は、巫女が神懸りをし、託宣を受けるような、祭祀者が神祭りを行う場に由来する建築で、内殿は神の常住を可能にする建築と考えられる。

既往研究まとめ

以上を概観すると、稻垣・土田・太田・林は内殿・外殿とともに神殿とみなしており、内殿の神座は御帳に囲まれた、御帳台（貴族住宅の寝台）の形式で、外殿の神座は倚子の形式とみている。そして、神座の形式の違いを根拠に、内殿・外殿の性格を判断しており、彼らの見解はほぼ一致している。すなわち、内殿を夜の空間として寝所と理解し、外殿を昼の空間として昼御座とみなしている。ただし、細部の見解には相違がある。注意しておきたいのは御帳・倚子がそれぞれ内殿・外殿に置かれたとするものの、具体的にどのように置かれたのかについては言及がないことである。また、土田は、内殿・外殿の

両方に神体が安置されることや、内殿は神の夜の空間であり、外殿は昼の空間であるという、2棟の建物の性格が対になっていることを重視する。よって土田は、八幡造において両社殿が必須の要素とみて、八幡造が成立した当初から内外殿の両方で1つの神殿であったと考えている。

3. 石清水八幡宮本殿の調度・室礼の検討

ここでは、石清水八幡宮本殿の室礼を検討して、外殿の性格についての現状での見通しを述べ、八幡造成立の要因を考える手掛かりを提示したい。

石清水八幡宮本殿の室礼

中世の石清水八幡宮本殿の室礼に関しては、建保7年（1219）の年紀をもつ『諸縁起』所収の指図（図3）、その指図と類似した描写的指図を含む『石清水八幡宮御指図』（図4）、文明7年～長享2年（1475-1488）の年紀のある『八幡宮寺内外殿之間事』（図5）などの絵画資料がある。『諸縁起』は石清水八幡宮や関係する諸寺社の縁起を集録したもので、その末尾にこの指図が掲載されている。『石清水八幡宮御指図』は石清水八幡宮の主要な社殿・仏堂の指図を集成したもので、鎌倉時代のものと製作年代不明のものが混じる。ここに掲載した指図は製作年代不明のものであるが、その描写は『諸縁起』所収の指図と酷似する。『八幡宮寺内外殿之間事』は室町時代の田中奏清（1465出家-1496）という人物が、古文書や同時代の人物の口伝から、本殿内部の情報を集めて編纂した資料である。まず、調度や室礼を詳細に描写している『八幡宮寺内外殿之間事』から本殿内部の様子をみてみよう。この史料から読み取れることを描き起こすと、図6に示すような室礼となる。内殿には「御床」（脚付きの台座）、「御座」（畳）、「御筵」（莫座のようなもの）、「御茵」（座布団のようなもの）などの神体を奉安する台座や、それを覆い隠す「御几帳」（カーテン状の布帛。御帳に相当）、「御屏風」などが配される（図7）。御床・御座・御筵・御茵を下からこの順番に並べ、その上に神体を安置し、その周囲を屏風や几帳（御帳）で覆う。これらは内殿に配置される一方、外殿には御几帳が配されている。

次に、『諸縁起』所収の指図や、『石清水八幡宮御指図』（図3・4）の室礼を検討したい。これらの外殿の中央には、屏風や畳・茵のようなもの、几帳のような垂れ幕が大きく描かれる。ここで内殿や外殿の調度について記した、建武5年（1338）の『神宝御道具惣目録』と対応させてこれらの調度が何であるが明確にしたい。『神宝御道具惣目録』には「外殿御座具足」すなわち外殿の神座として「絹綿」（絹綿縁といふカラフルなヘリを用いた最高級の畳）・「龍鬚御筵」・「御茵」・「御屏風」・「大御帳」（几帳に相当）との記述がみられる。このうち「絹綿」は『八幡宮寺内外殿之間事』の「御座」に、「龍鬚御筵」は「御筵」に相当し、「御筵」もあることから、外殿は『八幡宮寺内外殿之間事』にみる内殿の神体を奉安する台座の構成から「御床」を除いたものであることがわかる。この構成を前提に、『諸縁起』所載の指図の描写を解釈すると、中央の小さな方形のものは「御茵」、その下にあるカラフルなヘリを持つ方形のものは「絹綿」（畳）、前面に透かして描かれるものは「大御帳」（几帳）と判断できる（図9）。しかし椅子はこれら外殿の神座とは別に、外殿の隅に露出して描かれる（図9）。

以上から中世において、その構成は多少異なるものの外殿・内殿には神座が確認でき、祭神の神体を奉安することが主な目的の空間であったことがわかる。

外殿の倚子の用途について

改めて確認しておくと先行研究では、御帳のある内殿を夜の空間（寝所）、倚子のある外殿を昼の空間（昼の御座所）とみなしていた。つまり、八幡造の社殿では1柱の神に対して2箇所の神座があり、そのうち一方は倚子によって構成される神座であると考えていた。しかし、少なくとも中世の石清水八幡宮に関しては、その見解には疑問がある。前項でみたように、外殿には畳・茵・几帳・屏風などから構成される神座が確認でき、倚子は、この神座とは別の位置に露出して置かれている。少なくとも前述の外殿の神座の一部とはなっていない。これは先学が参考にしていた清涼殿の昼御座における倚子の安置の仕方と異なる。清涼殿の昼御座は御帳台（几帳に相当）の内部の畳の上に倚子が安置されているのである。ここから、倚子が清涼殿の昼御座の倚子と同様な用途をもっていると判断するのはためらわれる。

ここでもう一度『神宝御道具惣目録』を参照にしたい。「外殿御座具足」の項目に以下のような記述がある（<>内は割註、／はその改行をしめす）。

胡床三脚 <在茵三枚、錦縁、放生會／御行之時、外殿御座新也>

「胡床」とは椅子のような座席のこと、つまり倚子のことである。この記述から放生会（旧暦8月15日に神体が鳳輦という神輿のようなものに移されて、本殿が建つ山のふもとにある頓宮に出御する祭儀で、石清水八幡宮では非常に重要視されたもの）で神が出御する際の、外殿における御座であることがわかる。すなわち、倚子は極めて限定された状況において神座となるのであって常設の神座ではないのである。そして放生会という特殊な祭儀との関係の方が強いのであって、清涼殿における昼御座の倚子のような、昼の空間とかかわりを想起させるものではない。

外殿の性格はある時期を境に変化しているのではないか？

『諸縁起』所載の指図には以下のような記述がある。また、この記述とほぼ同文の内容が『八幡宮寺内外殿之間事』でも確認できる。

外殿御座、自公家非調進、内殿御座被調進之時、以其旧御座敷之也、元奉居蕨形御輿、

敦實親王御造立御正軀被領坐輿内歎、而保延炎上之後、件御輿無之由、所司等申

つまり、外殿の神座はかつての内殿の神座を移したものであるという。保延年間の炎上以前は外殿においては「蕨形御輿」を据え、その内部に敦實親王（893-967）が造立した御正軀を安置していたという。しかし保延年間に炎上し、この御輿は失われてしまった。

この敦實親王造立の御正軀は鎌倉時代後期の歴史書『百鍊抄』などでもその存在が確認でき、保延6年（1140）の本殿の火災で罹災し、改造するか否かが議論されている。また別の史料『八幡宮寺縁事抄』によると、その御正軀は延喜14年（914）に造立されたことが知られる。また、鎌倉時代の説話集『古事談』によると御正軀は僧形の神像であった。石清水八幡宮本殿は貞觀2年（860）に創建されて以来、保延6年まで火災が発生していないことから、この御輿は延喜14年の造立の御正軀を奉安するために製作され、保延6年の炎上までは外殿に安置されていたとみて大過ないだろう。なお、延喜14年以前に外殿には何があったかは不明である。少なくとも、敦實親王の御正軀以前に神体の存在は確認できない。

御輿のような神々の乗り物を本殿内部に納めていた理由は不明であるが、先述のように石清水八幡宮

は旧暦8月15日に神体が鳳輿（神輿のようなもの）に移されて、本殿が建つ山のふもとにある頓宮に出御する放生会という祭儀がある。もしかしたらこの祭儀と何らかの関係があるのかもしれない。とはいえ、この御輿は、几帳や屏風・疊などから構成される通常の神座の室礼とは大きく隔たっており、單なる神座と解釈することは憚られる。

小結

以上の検討から、外殿には倚子のほかに几帳で覆われた神座があり、倚子はその外部に置かれる。この置かれ方は清涼殿における倚子の安置方法とは異なるだけでなく、放生会という特定の祭儀と結びつく可能性が高いものである。よって、昼の空間を象徴する調度と解釈するのは難しいのではないだろうか。また、この几帳で覆われた外殿内部の神座は、保延6年以降に新設されたもので、それ以前は神体を安置した御輿が置かれていた。この御輿は通常の神座とは考えにくく、保延6年以前の外殿は単なる神殿とは異なる性質を帯びていた可能性がある。

4. おわりに

石清水八幡宮本殿の室礼を検討してみた。その結論は以下のとおりである。

- ・倚子の置かれ方は清涼殿屋御座とは異なっているだけでなく、放生会という特定の祭儀との結びつきが強い、特殊な神座である可能性が高い。よって清涼殿や貴族住宅からの連想から、外殿が昼の御座所と判断できるかは疑問である。
- ・外殿内部の神座は、保延6年以降に新設されたものである。それ以前は後世ではみられない御輿が置かれており、単なる神座とは考えにくい。これは、外殿の空間の性質や使用法が保延6年を境に変化していることを暗示する。

以上から、外殿は昼の空間、清涼殿でいう昼御座に相当する建物とみるとこれまでの研究による定説は成立しがたい。さらに、保延6年以前は単なる神の座ではない特別な機能を持っていた可能性がある。これは八幡造の理解に再検討をせまるものである。保延6年以前を含めた外殿の性格や、倚子の用途、八幡造の発生要因については今後の課題としたい。

主要参考文献

- 石清水八幡宮編 2014『石清水八幡宮本社調査報告書 御鎮座一一五〇記念 德川家光公本社造営三八〇年』
京都府教育庁文化財保護課編 1969『重要文化財 石清水八幡宮社殿修理工事報告書』京都府教育委員会
井上充夫 1959「拝殿の起源について」『日本建築学会論文報告集』,62,pp.135-142
橋垣栄三 1968「本殿形式の起源」『原色日本の美術 16 神社と靈廟』pp.174-203
土田充義 1973「八幡宇佐宮本殿について」『日本建築学会論文報告集』,204, pp.83-90,95
太田静六 1979「八幡造の源流と從來說への疑問 八幡造の祖形と源流と変遷 その4」『日本建築学会論文報告集』,283,pp.142-149
林一馬 1980「八幡造の形成過程について（下）」『日本建築学会論文報告集』,292, pp.142-151
高橋啓三編 1973『石清水八幡宮史料叢書 四 年中行事 服足社参』石清水八幡宮社務所
高橋啓三編 1975『石清水八幡宮史料叢書 五 造営 還宮 回祿』石清水八幡宮社務所

図版出典

図1：京都府教育府文化財保護課編 1969『重要文化財 石清水八幡宮社殿修理工事報告書』京都府教育委員会に加筆修正。図2：図1前掲書所載図面に修正・転載。図3：高橋啓三編 1976『石清水八幡宮史料叢書 二 年中行事 總起・託宣・告文』石清水八幡宮社務所 所載写真を修整・転載。図4：高橋啓三編 1975『石清水八幡宮史料叢書 五 造営遷宮 回禄』石清水八幡宮社務所。図5・8：石清水八幡宮提供写真。図6・7：筆者作成。図9：図4前掲書所載写真に加筆修正。

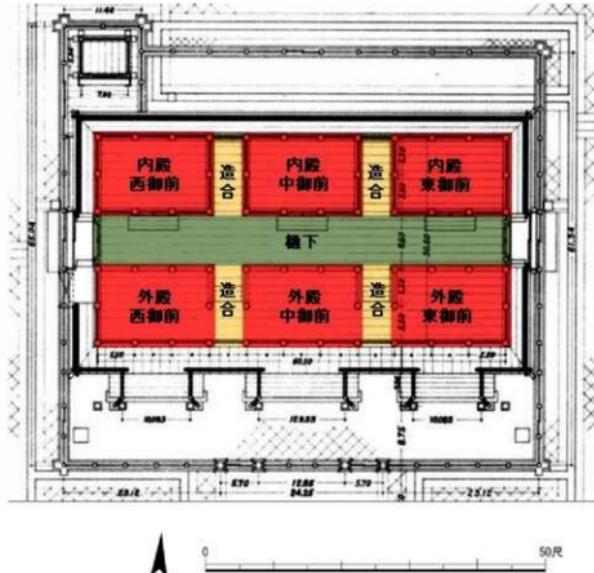


図1：石清水八幡宮本殿平面概念図

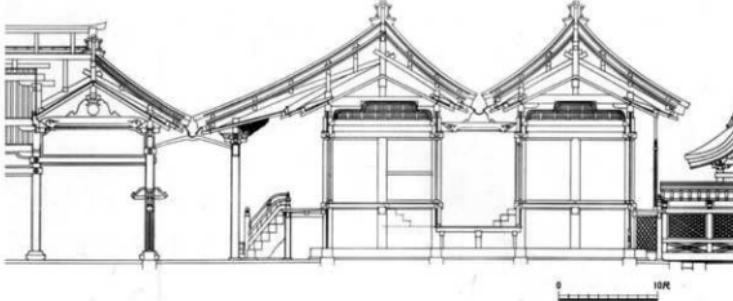


図2：石清水八幡宮本殿断面図

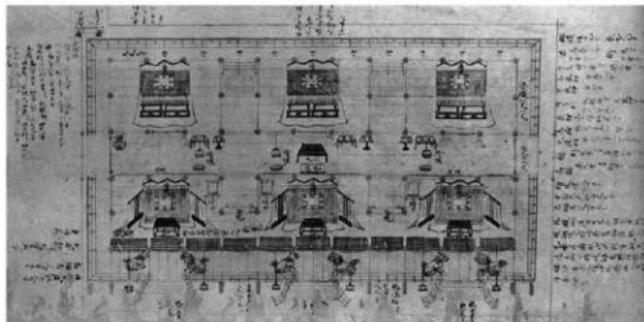


図3：『諸縁起』所収の指図



図4：『石清水八幡宮御指図』(一部)

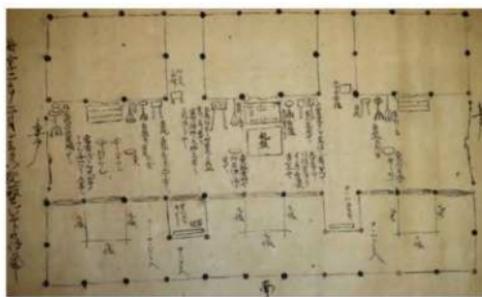


図5：『八幡宮寺内外殿之間事』(一部)

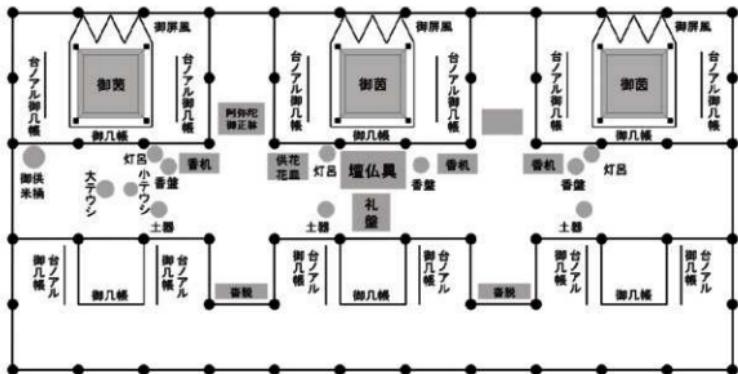


図6：石清水八幡宮本殿の室礼（『八幡宮寺内外殿之間事』による）



図8：「壇 仮具」（上）と「礼盤」（下）

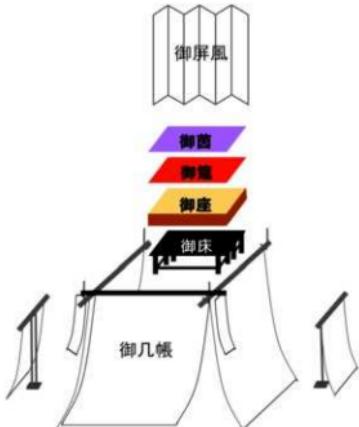


図7：神座における各調度の配置



図9：『石清水八幡宮御指図』にみる「倚子」

どうして古墳の副葬品は現在まで残るのか？

—模擬古墳による金属製品の腐食メカニズムの検討

埋蔵文化財センター 保存修復科学研究所室

柳田 明進

1. はじめに

古墳から出土した鉄剣は褐色を呈し、分厚いさびに覆われている。また、青銅鏡は緑色の腐食生成物に覆われ、中には光沢を有する腐食層が表面を覆い、鏡面が今でも鏡として使えそうなものもある。鉱石を精練して作りだした金属製品は、当初、鉄であれば銀色、青銅では赤～銀色の金属光沢を有していたはずである^{註1}。古墳の中の金属製品はどのような過程で、現在、私たちが博物館で鑑賞するような状態に至ったのであろうか。ここでは、模擬古墳による腐食実験というユニークな研究の成果の一端を紹介し、古墳石室内で金属製品がどのような過程で現在に至ったのか、思いをはせていただきたい。

2. 古墳に埋葬された金属製品の腐食研究の意義

古墳の金属製品の腐食を研究する意義は、文化財の保存の観点でも重要である。そもそも、遺跡は遺構と遺物からなり、これらが一体として存在することに価値があるとされる。古墳の副葬品は埋納状態自体が古墳そのものの価値に直結するため、遺跡の保護

の立場から石室内で副葬品を保護する「現地保存」を検討すべきとの指摘がある（建石：2020^{註2}）。では、古墳の石室内で金属製品の保存を図ることはできるのだろうか？^{註3}これを評価するには、石室内の物理環境と金属の腐食の関係を定量的に把握する必要がある。一方、継続的な調査を実際の古墳と副葬品で実施することは難しいため、模擬古墳による実験的手法が有効である。さらに、環境と腐食の関係が理解できれば、墳丘の状態を改良するなどして（例えば土盛りなど）、より劣化が抑制される環境を積極的に調整し、保存を図るという視点も生まれる（図1）。博物館の収蔵庫のように、空調機をもちいて環境を制御することで保管する場合と比べて、この方法はエネルギー的に圧倒的に有利であり、サステナビリティーの観点でも有効と考えられる。

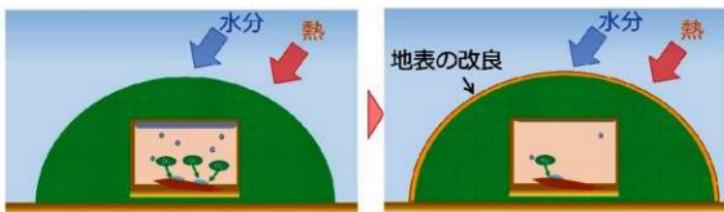


図1 古墳での現地保存の考え方

3. 模擬古墳での腐食実験の概要

3. 1 模擬古墳の構造

実験は京都市西京区に位置する京都大学桂キャンパス内の丘陵地に建設した模擬古墳の石室内で実施している（図2（a））^{註4}。模擬古墳は前室と石室からなる。石室の床面は地表から1.5 mの深さに位置し、石室の寸法は約50×50×100 cmである。なお、

模擬古墳の地盤および石室内では詳細な環境計測が実施されており、石室内の埋蔵環境

とその形成要因については、既報を参照されたい (Xie et al.: 2020)。

3. 2 腐食実験の概要

石室内での腐食挙動を検討するため、腐食センサおよび金属試料を設置した。腐食センサは石室内の床面から 10 cm の高さのアクリル台の上に水平に設置した状態（以下、カサなしセンサ）、同じく石室内で天井石からの水滴の滴下を防ぐ覆いをかけた状態（以下、カサありセンサ）で設置した（図 2 (b)、(c)）。

また、鉄製品、青銅製品を想定し、 $50 \times 50 \times 5 \text{ mm}^3$ の炭素鋼、スズ含有量が異なる 2 種類の青銅（以下、低スズ青銅、高スズ青銅）を石室内に懸垂した状態（以下、懸垂試料）、床面の土中に埋設した状態（以下、土中試料）で 2014 年 2 月に設置した。

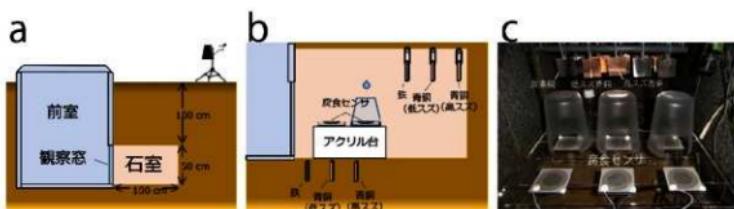


図 2 模擬古墳の構造と腐食試験の状況
(a) 模擬古墳の構造、(b) 腐食試験の模式図、(c) 石室内の写真

4. 模擬古墳から見えてきた金属製品の腐食メカニズム

4. 1 環境の季節変化が金属製品の腐食に及ぼす影響

金属の腐食は、酸素などの酸化剤と水が存在することで進行する。古墳の石室内では、酸素濃度は最も低下する夏期においても 15%以上^{註 5}（大気中は 20.9%）を維持して

おり、金属製品の表面に形成される水膜が腐食の進行を支配する。図3に石室内の腐食センサの出力の変化とこの結果から考えらえる腐食の季節変化を示す。夏期においては、天井側が高温となり、床面付近で結露しやすい環境にあり、金属製品の結露で腐食が進行したと考えらえる。一方で、冬期は天井が低温部となり、結露が生じることで水滴が金属製品に滴下し、その腐食が進行すると考えられる。

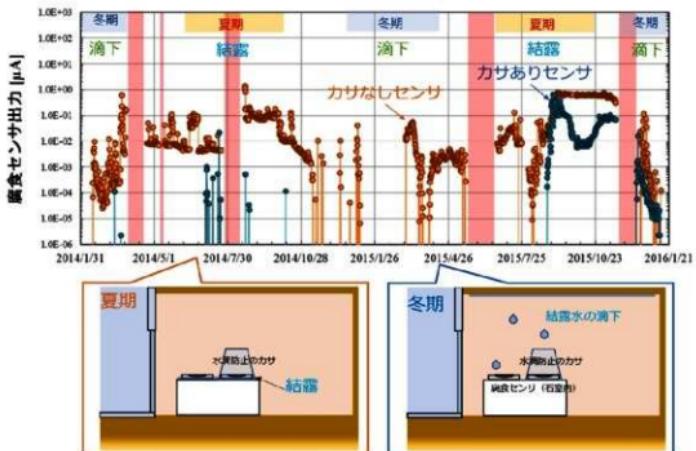


図3 腐食センサーの出力の変化と腐食の季節変動のモデル

4. 2 炭素鋼試料の腐食過程

回収した試料の状態を図4に示す。炭素鋼では、石室内に設置したものに比べて床面土中に設置したもので、顕著に腐食が進行した。石室内に比べて床面土中では腐食が顕著であった要因として次の3つが考えられる。(1) 懸垂試料では季節によって表面の濡れ面積が低下するのに対して、土中では常に高い含水状態が維持され、常にその表面

が濡れた状態であること、(2) 懸垂試料の水膜は結露に由来するため、その電気伝導度は低いのに対して、土中の間隙水では電気伝導度が高く腐食が進行すること、(3) 懸垂試料では水膜の鉄イオンはその表面にとどまるのに対して、土中試料では降雨の影響^{注6}で溶出した鉄イオンが除去されるため、腐食は促進されたと考えられる。

4. 3 青銅試料の腐食過程

青銅製試料では、黒色のスズからなる腐食生成物の上部に孔雀石と呼ばれる緑色の腐食生成物が生成した(図4)。また、緑色の腐食生成物は夏に顕著に成長した。夏に石室内の二酸化炭素濃度が上昇した結果^{注5}、塩基性炭酸銅からなる緑色の腐食層が形成されたと考えられる。青銅試料では、高スズ青銅にくらべて低スズ青銅で腐食が顕著であった。これは、低スズ青銅と高スズ青銅での金属組織の違いに由来していると考えられ、青銅製品ではスズ含有量が腐食に影響を及ぼす重要な因子と考えられる。

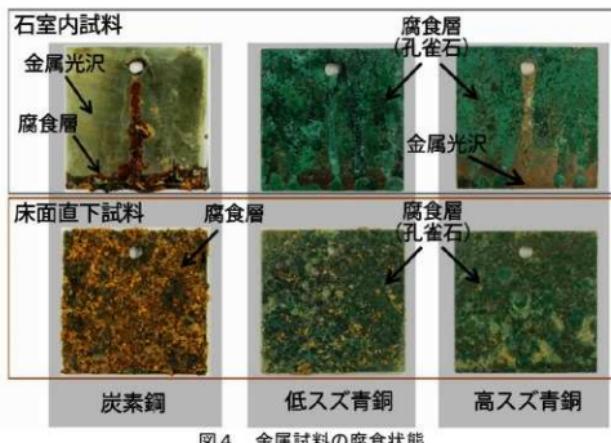


図4 金属試料の腐食状態

5. 模擬古墳に埋設した試料と出土金属製品の腐食状態の比較

では、実験試料は実際の出土金属製品の腐食状態と類似しているのであろうか？図5

(a) は古墳から出土した短甲で、床面の土中と接触していた部分が顕著に腐食し^{注7}、金属鉄が溶出した一方で、石室内空間にあった箇所では、オリジナルの形状をとどめており、非常に腐食が緩慢であったことが認められる。これは、模擬古墳での挙動と整合する結果であり、模擬古墳から得られた結果が、実際の古墳から出土した鉄製品の腐食挙動に外挿され得ると考えられる。また、図5 (b) はスズ含有量が異なる青銅製品であり、スズ含有量が低いものでは、腐食によって顕著な減肉が生じている一方、スズ含有量が高いものでは、黒色の緻密な腐食層が形成され、当初の文様などが良好に残っている。青銅試料の腐食状態においても実際の出土品と調和的な結果を示している。

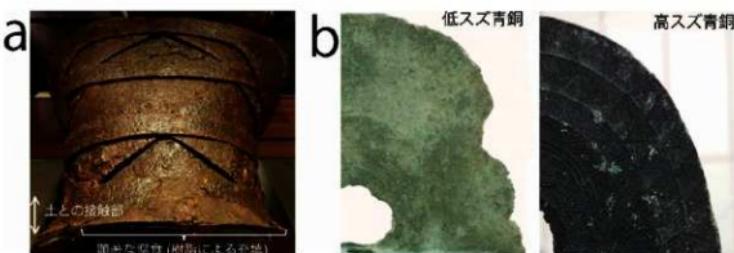


図4 出土金属製品の腐食状態

- (a) 土中に接していた箇所では腐食が激しく石室空間と接していた箇所では腐食は緩慢である。(宮崎県立西都原考古博物館の所蔵)
(b) 低スズの青銅は腐食が激しく、高スズの青銅は当時の形状をよくとどめている
(島根県古代出雲歴史博物館所蔵)。

6. 今後の展望

本研究では模擬古墳を用いた実験的検討から、金属製品が埋葬されてから、私たちが博物館で鑑賞するような状態に至るまでの腐食過程の一端を明らかにした。古墳出土金属製品は、季節的な腐食メカニズムの変化のなかで、埋設位置や金属の組成などが相互に影響を及ぼし、長年をかけて変質した結果である。また、環境条件が整うことで、石室内の金属製品の腐食速度は非常に低く維持され得ることが示され、古墳石室内での金属製品の現地保存の可能性が示唆された。さらに金属製品の腐食に対する環境因子の影響を詳細に解析し、古墳の石室内の環境調整による現地保存も視野に入れて、研究を進めていきたい。

註

- 1) 青銅の色調は、銅とスズの混合比によって変化し、銅の含有量が多い場合は、赤色を帯び、スズの含有量が増えるにつれて、白銀色を呈するようになる。
- 2) 古墳の石室内での遺物保存の考え方や考古学研究者からみた本研究の意義については、考古学研究第67巻第1号から4回にわたり特集記事として連載されている。ご興味のある方は是非ご参照いただきたい。
- 3) 印象として、石室のような高湿度環境にある金属製品は著しく腐食するようと思われるが、時には金属光沢をとどめたまま出土する遺物も見受けられる。このように良好に残存する環境的な要因を把握することが重要と考えられる。
- 4) 本研究は京都大学大学院建築学専攻小椋教授の研究チームと共同で進めており、本発表での検討内容についても、多くの貴重なご助言をいただいている。
- 5) 土中空間の酸素濃度は主に大気からの供給と微生物の呼吸による消費の収支によって形成される。そのため、夏期の気温の上昇に伴い微生物活動が活発になるため、酸素濃度は低下する。一方、微生物の呼吸によって生成する二酸化炭素は酸素と逆の挙動を示す。
- 6) 模擬古墳では、降雨により供給された水が、石室内の床面土中に供給されることを、土中の含水率測定から確認している。

7) 図4(a)の短甲では土中と接していた箇所が修復されている。したがって、この部分は出土時には腐食で失われていたと考えられる。

引用文献

建石徹, 2020, 史跡の現地保存と遺跡の露出展示-取り組みの理念と歩み, 考古学研究, 67(1), pp.12-16

Xie, H., Ogura, D., Yasui, H., Takatori, N., Hokoi, S., Wakinya, S., Yanagida, A., Kohdzuma, Y., 2020, Environment in stone chamber of an unexcavated tumulus and preservation of buried relics: Part 1. Environmental monitoring for simulated tumulus, J. Build. Phys. <https://doi.org/10.1177/1744259120913903>

