

地質と文明(2)

原田 憲 一

3. 日本の地質条件と大陸型建築技術

組積式の石造建築が日本に定着しなかった理由として、高温多湿な日本の夏の気候が挙げられることが多い。しかし、インドを源流とする石造寺院は東南アジア諸国に伝播し、アンコールワットのよ様な立派な寺院が建立されている。また、高温多湿なインドネシアのジャワ島でも石造のボロブドール寺院が建立されているし、高級な邸宅には今でも石材が多用されている。

気候ではなく、日本は森林資源が豊富だから木造建築が主流になったと説明されることもある。しかし、古代のギリシャでも中国でも、建築はまず木造から始まり、それから石造に移っていった。中国の石造層塔に木造建築の模様が刻みこまれているのは、その証拠である。また、ヨーロッパでも、スイスのヴァンゲン湖の杭上住居跡のような先史時代の木造建築の遺跡が各地に見られる。だが、こうした木造家屋は、ローマ文明が地中海から北方に浸透して平野部が都市化するにつれて、石造りやレンガづくりの建物に置き換えられていった。現在では、

わずかにスイスやスカンジナビアの山岳地帯に生き残っているだけである。明治維新以後も、石造りやレンガ積みの建物が容易には浸透しなかった日本の場合と明らかに異なっている。

また、森林資源についていえば、森林の更新には100年以上の時間が必要なので、過剰に伐採すれば枯渇する。実際、飛鳥時代に寺院建築が始まると、ヒノキの用材を求めて奈良盆地周辺の森林は盛んに伐採され、たちまちヒノキ資源は枯渇し、山自体も荒廃してしまった。本来ならば、この時点で寺院建築には資源制約が働いて、木造から石造へ移行したはずである。だがこの資源制約は、遠隔地の木材を河川で運搬することによって回避できたので、建築技術は変わらなかった。

このように、建築技術の伝播と受容のありかたを風土論的に説明することは難しいが、地質学的に見れば、原因の一つは適当な石材が確保できないからだと言える。先カンブリア時代の花崗岩や変成岩が豊富に産する朝鮮半島とちがって、日本の盆地周辺の山地をつくる第四紀や

第三紀の地層は未固結で石材として使えない。また、藤田（1982）が「砂山列島」と呼んだように、日本の中世代や古世代の固い岩石は、褶曲や断層によって破碎されていることが多くて、石材として切り出せるものは少ない。せっかく石造建築技術が伝播しても、石材が無ければ、建物は造れないのである。

例えば、韓国慶州の佛国寺には石造の眼鏡橋が多数見受けられるが、日本では眼鏡橋はようやく1634年になって長崎に懸けられた。長崎に分布する砂岩が、眼鏡橋の建材として利用できたからである。そのアーチの技法は、砂岩とよく似た性質をもった凝灰岩を豊富に産する熊本や鹿児島に伝播していったが、当時の文化の中心だった上方や江戸には伝わらず、明治になるまで眼鏡橋が懸けられることはなかった。適当な石材が得られなかったからである。その証拠に、明治初期に山形県令となった三島通庸は、故国の鹿児島から石工を連れてきて、県下に産する凝灰岩を用いて県内各地に多数の眼鏡橋を築いた。

石材の有無が建築様式を規制する典型的な例は対馬でも観察できる。対馬名物と唄われる石屋根小屋は、平板状の砂岩で屋根を葺いた倉庫である。石材は、島全域に分布する対州層群の砂岩泥岩互層から切りだしたもので、小屋の分布は砂

岩泥岩互層の岩相および地質構造の分布とよく対応している。（原田1993b）

一般に、資源制約は輸送によって解決されることが多い。大阪城の改修に際して、玄武岩の石材が小豆島を中心とする瀬戸内海の島々から海路を利用して運ばれたのは、その例である。また、イギリスのストーンヘンジの石材は386kmも離れた所から、水路と陸路を利用して運ばれている。しかし、日本の河川は、平常時の水量が少なく水深は浅いので、船運に利用することは難しい。また、盆地を取り巻く急峻な地形は陸路の運搬を妨げる。だから内陸部では、盆地周辺の山麓付近で入手できる石材を利用していた。例えば、対馬の金田城は、唐・新羅連合軍の来襲に備えて7世紀末に築かれた朝鮮式山城である。備えの要となる3つの城戸は、いずれも石英斑岩の嵌入岩体がつくる嶺から流れ出た土石流の末端に位置している。谷筋にそって運ばれてきた無数の礫を地形変換点に積み上げれば、最小の労力で強固な防御線が築けるからである。また、城を取り囲む石垣は礫を積み重ねて作ったものであるが、現地で見ると、石垣の分布は石材となる礫の賦存状況とよく対応している。

日本では建材として切り出せる石材資源は乏しいが、河原や海岸あるいは山麓で大小の礫が無尽蔵に産するので、金田

城の石垣の工法を使えば、組積式の構造物を作ることができるはずである。実際、対馬の峰町の西海岸沿いには、海岸の礫を積み重ねた壁をもつ藻小屋が何軒も建てられている。同じく豊玉町の廻の海岸には、江戸時代に海岸礫を積み重ねて築いた高さ2 m以上の防波堤が残っている。

ところで、こうした新しい建築技術が朝鮮半島から伝わる以前の日本では、大社造や神明造といった巨大な社殿が生み出されていた。その技術的な伝統は、おそらく縄文時代につながるものであろう。その証拠は、縄文時代に北陸地方の各地で作られたウッド・サークル（環状列木）の柱の根底部に組まれた基礎板で、低湿地で大建築を支える基礎工法が3000年も前から存在していたことを示している。従って、飛鳥時代の工人にとって、レンガを用いた組積式構法の修得はたやすかったに違いない。しかも、瓦を焼く技術を利用すればレンガは簡単にしかも大量に入手できたはずである。しかし、明らかに対馬まで伝播した組積式の構法は日本本土では受容されなかった。

その原因の一つは、組積式の建物は地震に弱いことである。対馬では地震が起らないので、藻小屋や石屋根小屋を建てても安心だが、地震が多発する本土では危険すぎる。そこで組積式を応用して石垣を生み出したのであろう。石垣は、

盛土の法面や自然斜面の保護を目的とした、日本独自の石組技術で、特に鉄砲伝来以後、築城技術の進歩にともなって発達した。城の石垣の四隅はきれいに整形した巨石で組まれていて、地震の応力が集中することに備えている。石垣の側面は形状やサイズの異なる石が放物線にそって粗く積み重ねられている。石垣全体の振動を吸収するためである。しかも、礎石は地面に直接置かれているのではない。地山の上に粘土と水草を交互に敷いて踏み固め、その上に赤松の杭を並べて作った基礎の上に置いている。地面の振動を吸収するため、同じ工法は眼鏡橋の橋げたの基礎にも用いられている。こうした工夫で耐震性能を高めた石垣は、侵食の激しい海岸や河岸の護岸あるいは棚田の法面保護のために、全国いたるところに組まれている。

こうした石材資源と地震の制約に加え、地盤の制約がある。日本の平地は主に沖積層で覆われており、地盤は軟弱である。地震によって大きく揺れるだけでなく、時には液状化して全く支持強度を失ってしまう。1964年の新潟地震で、新潟市内の旧川床の上に建てられた鉄筋コンクリートのアパートが無傷のまま横倒しになってしまったのはその代表例である。また、軟弱地盤上に重構造物を築くと容易に不同沈下が生じ、建物に亀裂が

生じて強度が損なわれてしまう。1948年の福井地震で、市内のデパートが崩壊した原因は不同沈下だった。

地盤の制約は、古くから石造建築が発達した西ヨーロッパにも存在する。例えば、アムステルダムとハンブルクは、それぞれライン川とエルベ川の河口に位置する都市で、古くから発展していた。しかし、軟弱な沖積地盤のために16～17世紀になっても木造建築しか建てられず、何度も火災に見舞われた。ようやく18世紀になって地盤が改良され、基礎工法の発達とあいまって、念願の石造建築が建つようになったのである。

4. 日本の建築技術

日本列島では、資源と地盤の制約から、朝鮮半島から伝えられた建築技術の多くは使えない。巨大な構築物を建てようとするれば、石やレンガよりも軽い建材を用いて、地震に耐える建築法を独自に考案しなくてはならない。そこで生まれたのが軸組式建築、すなわち木材で柱や梁をつくり、それらを組み合わせて骨格を造り、柱と柱の間は貫を通し、木舞に壁土を塗り込み漆喰で表面を仕上げる真壁で埋めて、耐震強度を強める構法である。これは本質的に大陸のものと異なっている。なぜならば、様々な建材を用いるだけでなく、材料の特性を最大限に発揮さ

せる組み合わせを工夫しなくてはならないからである。

例えば寺院建築には高級なヒノキ材が用いられたが、同じ一本のヒノキでも、「日面」の部分は柱などの構造材に用い、「日裏」の部分は見栄えの大事な造作材にまわす。あるいは一本の木を柱に使う場合には、根元の部分を下にして日面を南に向けるなど、それぞれの木材がもつクセを見抜いて、適材適所で使い分けられた。一方、高価なヒノキが使えない民家の場合には、集落周辺の森林資源を活用して、異なる木種がもつ異なった性質をうまく組み合わせて利用した。例えば、骨組みとなる柱・梁・貫板にはスギ・ヒノキ・マツを使い、土台には湿気に強いクリ・ヒノキなどの堅木を使う。ケヤキは柱や差し物に多く用い、床下材の大引にはコナラ・マツを用いた。また貴族や武家の屋敷の屋根は、ヒノキの樹皮で葺いたり、木目が素直で水に強いサワラの板で葺いた。また、農家の屋根材には藁やカヤなどを用いた。このように、各種の建材を組み合わすことで、地域的な木材資源の制約を軽減したり、資源枯渇を回避したのである。

5. 建築技術と労働形態

大陸で発達した組積式建築の場合、宮殿や神殿、コロシムなど、建築物の外

見の差違は設計段階できまり、サイズは建材の種類と数量に規定される。例えば、軟らかい干乾レンガを使うより、固い焼レンガあるいは石灰岩のブロックを使うほうが、大きな建物を造ることができる。実際、古代エジプトの初期の小さなピラミッドは干乾レンガで造られ、その後、石材を用いて巨大なクフやギゼーのピラミッドが建設されたのである。

大陸には石材資源や粘土資源が豊かに賦存するし、遠方からの輸送も難しくないから、材料面での問題はない。地盤は強固だし、地震や火山噴火などの天変地異もない。設計さえ間違えなければ、いくら時間がかかっても、労働量に比例した成果が確実に現れる。実際、ケルンの大会堂は1248年に起工したが、資金難で建設作業が途中で何度も中断し、最終的に完成したのは632年後の1880年であった。

従って、組積式建築の場合、なによりも設計が重要になる。設計には芸術的なセンスと力学の知識と計算能力が要求されるので、建築家は早くから社会的に尊敬される地位を獲得した。だから、古代から建築家は自由人として設計図を片手に諸国を回ることができたし、またオリンピアのゼウス神殿を設計したエリスのリボンのように、建築家の名前は建物とともに記憶された。

ところが、レンガを焼いたり石材を切り出すにはある程度の技能が要求されるが、レンガや石材を積み重ねる作業は誰にでもできる。だからそうした作業にはもっぱら奴隷が使われた。必然的に現場の構成員は労務管理を担当する監督者と施工に従事する単純労働者に二分されることになる。単純労働に従事しない階級は、創造活動に喜びや生き甲斐を見出すことができた。実際、アルキメデスの原理やピタゴラスの法則のように、無形の原理や法則を見出し、個人の名誉が讃えられた。それに対して、労働者階級には、時代を越えて、ひたすら没個性的な単純作業が強制された。従って、彼等にとって労働は苦役以外の何ものでもなく、労働に対する嫌悪感が醸成された。その表れとして、労働を意味するlabourという言葉は、苦痛をも意味している。また旧約聖書は、エデンの園でアダムとイブが神を裏切った罰として、人間に労働が与えられたと説いている。

一方、日本で建築する場合、まず土地の選定から始めなくてはならない。平野部は沖積層に覆われていて良好な地盤が露出する部分が少ない。山麓部では固い地盤を見出しやすいが、地滑りなどの被害を受けやすい。火山地帯では噴火の被害も予測しなくてはならない。だが水田耕作に適した盆地を離れることは難しい。

地域の自然条件をよく理解して、少しでも安全な場所を選ぶことが次善の対策となる。

設計段階でも、宮殿や寺院など建築物の種類と規模が異なれば、設計方針は質的に異なってしまう。しかも、工夫をこらし努力を積み重ねても、天変地異が生じれば、成果は一瞬にして御破算となってしまう。この段階で自然災害による破壊を想定し、万一の場合にも被害が最小限に止まるように設計しなくてはならない。大陸では単純に規模拡大がはかれるが、日本では巨大化に歯止めを掛けざるをえない。現在、科学技術が巨大化して、例えば新幹線や高層ビルのように、自然災害に対する脆弱性を増している。また、原発やジャンボ機のように、僅かな人為的な誤操作が、大参事に直結する危険性が高まっている。そして国際会議の席上などで、日本では伝統的に技術の巨大化が抑制されたのはなぜかと議論されることが多いが、明確な説明はなされていない。だが、地質学的に見れば、原因は設計思想の違いであり、その背景には変動帯特有の地質条件があるのだと説明できる。

施工段階では、先に述べたように、山から伐りだした木材の性向に従って、用いるべき場所とそれに適した形状を決め、木のクセに合わせて製材しなくてはなら

ない。製材しても材木の形状は不揃いなので、組み合わせの順序を工夫して全体のバランスを保つ必要がある。さらに、盆地周辺で入手できる建材の種類と量は限られているので、利用できる材料はすこしの無駄もなく使いきる工夫が必要になる。例えば、木材を加工する時にでる屑や木端は木舞に利用し、樹皮は屋根に葺くなどである。

設計者と労働者は、新しい素材の発見や組み合わせの開発を、理論的思考だけでなく、試行錯誤を積み重ねて行わなければならない。それは決して単純作業ではない。だから労働者には単なる労力ではなく、むしろ新しい組み合わせを考案する創意と、それを具体化させる技量が要求される。例えば、仕口や継手の細工、壁土のねりこみや下塗など、表には現れない些細な工夫や技術の向上でさえも、全体の出来映えに反映するからである。すると、最下級の職人でも自分の技術を誇ることができるし、仕事に生き甲斐を見出せる。彼等にとって、労働は嫌悪の対象ではなく、一種の楽しみにもなり得るのである。

しかも、基礎が固まり用材が調べば、建物の組立を一気呵成に行わなければならない。なぜならば、基礎から一つづつ石材を積み重ねていく組積式建築と違って、軸組式建築は全体が完成して初めて

安定するので、組み立ての間に地震や台風に見舞われると、倒壊してしまうからである。同様に、城の石垣も石積み中は極めて不安定で、地震にあえばたちまち崩れてしまう。しかし、石を積み上げて、四隅に重しの櫓を載せれば安定し、数百年間は安泰である。

先に述べたように、大陸では地盤は安定だし、天変地異が積重ねた仕事を途中で御破算にすることもないので、工期の長さは建築規模と確保できる労働者の数で決まる。例えば、古代ギリシャで最大のアルテミス新神殿は120年かかって完成している。その間、監督者と労働者は何世代も交代するので、労務管理のシステムは強固なものになり、職場の人間関係は階級対立的なものにならざるを得ない。ところが日本では、例えば、大阪城の天守閣は工事開始後1年半で完成している。この場合、作業現場では労務管理用の垂直的な指揮系統が確立していても、作業員全員が互いにたすけあって目的を達成するというチームワークが不可欠である。当然、職階を越えた仲間意識が生まれるので、階級な対立は生じにくいと考えられる。

実際、法隆寺大工に伝わる口伝は、「塔組みは木組み／木組みは木のくせ組み／木のくせ組みは人組み／人組みは人の心組み／人の心組みは棟梁の工人への

思いやり／工人の非を責めず、己の不徳を思え」と、棟梁は有能な指揮者であるよりは、むしろ有徳な調停者であれと論じている。この伝統は現在も日本の職場を特徴づけているようで、現代の先端技術の開発現場のルポルタージュ『匠の時代』（講談社）を書いた内橋克人は、日本の技術開発の特徴は職場のチームプレイにあると指摘している。

このように、建築にまつわる様々な社会現象は、従来は社会科学分野で扱うと思われていた研究テーマだが、地質学の目でみれば、新しいより合理的な解釈を打ち出すことができるのである。同じことは、以下で説明するように、土地利用に関しても当てはまる。

（次号に続く）

山形大学理学部地球科学科
（地殻進化学講座・助教授）

