

東大寺金堂（大仏殿）の尾根上のコケ

北 川 尚 史

東大寺の金堂（いわゆる大仏殿）は、屋根の損傷がはげしくなったため、現在修復の工事が行われている。元禄年間に再興が計画され、永宝2年に上棟、同6年（1709年）に落慶供養が行われたこの金堂は桁行57m、梁行50.5m、高さ47.5mで、奈良市内の東北部に聳立する世界最大の木造建築である。金堂は寄棟造りで大棟は東西に走り、巨大な鴟尾を具えたその両端は四隅に向う降棟に接続する。したがって、尾根は東西南北を向く四斜面から構成されている。

私は昨年11月10日修復中の大屋根の北斜面に登り、そこに生育するコケの生態を詳しく観察し、また多量の標本を採集することができた。他の斜面は尾根の裾の部分から観察したにすぎないので、以下の記述もほとんど北斜面のコケに限る。また、尾根は二層からなるが下の裳階の部分は調査することができなかった（工事現場の人の話によると裳階の部分にもコケが多量に生育しているという）。この大屋根の上に見出されたコケは、ギンゴケ（*Bryum argenteum*）、ハリガネゴケ（*Bryum capillare*）およびヘラハネジレゴケ（*Tortula muralis*）の3種の群類で、いずれも厳しい気象条件に対して強い耐性を持ち、世界中に広く分布する多型的な種である。なお、採集した標本の一部は培養に供し、採集後4カ月を経た現在もなお研究室のシャーレの中で生育中である。この3種のコケに関し、現場の生態の調査、標本の観察および培養実験により興味深い知見を得たので以下に報告する。

この調査の機会を与えて下さった東大寺当局および工事事務所の方々、仲介の労をとり調査に同行して頂いた本学の永田四郎教授に謝意を表したい。

尾根上のコケの生態

尾根は平瓦と丸瓦を交互に葺いた本瓦葺きで、明治36年から大正4年にかけての修理で瓦の一部は葺き替えられ、丸瓦と平瓦の接続部分にモルタルが塗り込められている。3種のコケはいずれも尾根の北面および東面に多く、特にモルタルの部分に好んで生育する。このモルタルは砂が露出して表面が粗く、またしばしば割れて水分を保持し易い構造をもっている（実際、明治の修理でこのモルタルを塗ったことが却って尾根の損傷を速めたという）。特にギンゴケの生育地はほとんど

モルタルの部分に限られている。また、元祿時代の古い瓦はしばしば亀裂が入ったり、一部が欠損して表面がざらついているが、この部分にヘラハネジレゴケが生育している。風や日射に曝されて、微気候的にも最も厳しい条件下にあると考えられる丸瓦の峰の部分にさえ、亀裂にそってヘラハネジレゴケが生育している（丸瓦の峰の部分には他の２種は生じない）。なお、明治時代の新しい瓦は表面が未だ平滑であり、その上にはいずれのコケも見出されない。

３種のコケ、とりわけハリガネゴケは棟の垂直面にも多く、特に西北の隅降棟の東北に向う側面に旺盛に生育している（大棟の北向きの側面基部にもかなり多い）。棟は鬘斗瓦を漆喰で固定したものであるが、瓦と瓦の間の漆喰の上に大小様々なマットを構成している。特に棟の基部の瓦（肌鬘斗瓦）の間の漆喰上にハリガネゴケが多く、しばしば掌大の大きなマットをなしている。直径約 3cm 以上のマットはハリガネゴケだけで構成されているが、それ以下のマットまたは瓦と漆喰の接続部にそう細長いマットにはしばしば３種が混生している。また、棟の側面でも瓦の欠損部にはヘラハネジレゴケが単独で生育している。

ヘラハネジレゴケは尾根のどの部分に生じる場合でもほとんど常に孢子体をつけている。つまり、この種は尾根の上で有性生殖を遂げて孢子体をつくり、無数の孢子を散布させて繁殖している。他方、ギンゴケとハリガネゴケは孢子体を生じないで専ら栄養繁殖を行っている。もっとも、顕微鏡下の観察によると、ハリガネゴケでは生殖器官が発達し、その造卵器は受精を果している形跡が認められるので、環境が不良なため胚が発達しないものと判断される。

３種のコケの特性

大厦の屋上というきわめて特殊な環境に生じるこれらの３種の蘚類は、以下のように、一般のコケにとってとうてい生育できない劣悪な条件に耐える顕著な特性を具えている。

１） ギンゴケ *Bryum argenteum* Hedw.

本種は世界中に広く分布する普遍種（コスモポリタン）である。Horikawa & Ando (1967) によると南極の昭和基地附近にも、また高木 (1967) によると富士山の山頂にも極寒の気象に耐えて生育している。特に人為の加わった環境を好む傾向があり、人家附近の土上、石垣上、コンクリート上などに多い。大気の乾燥や汚染にも強い抵抗性を示し大都市にも生じる。非常に多型的で環境の相違に伴う大きな可塑性を示すが、金堂の屋根上の植物体は以下のように通常の型とかなり異なり var. *lanatum* に当る。植物体は矮小で高さ 3mm 以下、灰白色で緑色はほとんど目立たない。葉は密に重なり中肋が長く尾状に突出し、先端から $\frac{1}{2} \sim \frac{1}{3}$ が透明な細胞からなり、

葉腋にしばしば球芽をもつ。球芽はWilczek & Demaret(1974)のいう *propagules gemmiformes* の型であり、葉腋に1~数個(最も多いもので6個まで数えられた)生じ、多列の細胞からなる短かい柄をもち、容易に脱落する。

2) ハリガネゴケ *Bryum capillare* Hedw.

世界中に広く分布し、その生育地の多様性も著しく、山地の土上、岩上、朽木上、樹幹上をはじめ、市街地のコンクリートの上にまで生じる。金堂の尾根上の植物体は通常の型よりも矮小で高さ1cm以下、かなり密な暗緑色のマットを形成する。葉は舟型で中肋は長く突出し、乾燥すると上から見て時計廻りの逆の方向に強く捩れる。葉腋に(?)糸状の無性芽を生じる。この無性芽はWilczek & Demaret(1974)のいう *propagules filamenteux* であり、1列に並んだ5~10個の細胞よりなるが、原糸体と異なり細胞が太く短かく(26~36×22~50μ)、内部に原形質が密に詰まり油滴を含む。

3) ヘラハネジレゴケ *Tortula muralis* Hedw.

世界の各地に広く分布するが、山中には稀で人家附近に多く、石垣上やレンガやコンクリート上に出現する。日本では特に春期に乾燥する場所を好み、瀬戸内海沿岸に多い(堀川1954)。生育地が人間の活動範囲に限られる傾向が強いため、その分布が人為的な要因に基づくと示唆されている。カナダではバンクーバー周辺にのみ分布するが、Schofield(1969)は多分白人が移住した後にこの地に導入されたものであろうと考えている。また、ノルウェイでも人間の居住地域に限られており、Störmer(1969)は人間によって海上や陸上の交通など様々な手段を通じて他国から導入されたかと想像している。日本でも既知の産地はすべて低地の市街地に限られている(Saito 1973)。

金堂の屋根上の植物体は小さく、茎は高さ1~2mm、葉はロゼット状をなすが乾燥すると中肋の部分で折れたたまれ時計廻りまたはその逆の方向に強く捩れる。葉は舌状で葉縁は反転し、先端の透明尖は長く、十分に発達した葉においてもしばしば葉身とほぼ同じ長さになる。葉身の細胞は小さく、葉面に小さな乳頭を密生する。莖柄は2~3cmで強く捩れて多少とも曲がる。孢子形成は正常に行われており、莖の中には直径10~12μで平滑な表面をもつ孢子が詰っている。

以上のように、この3種のコケはいずれも南北両半球に亘って広く分布するコンモポリタンであり、帰化植物的な性格をもった藓類である。Watson(1964)は、これらの3種はヤノウエノアカゴケ(*Ceratodon purpureus*)、ヒョウタンゴケ(*Funaria hygrometrica*)とともに、“international weed species”であり、その分布は人為によるところが大きいと考えている。実際、日本でもこれらの3種は人口の稠密地域にも多く、安藤・埴田(1967)によると広島市内でもコンクリート上に出現する代表的な種である。

これらの3種が市街地という特殊な環境に生育できる理由には、まず強い日射や乾燥に耐性をもつことがあげられる。従来度々指摘されているように(Grebe 1917, など), ギンゴケの透明な細胞やヘラハネジレゴケの長い透明尖は強い日射から植物体を保護する役割を果している。Herzog(1926)によると自然状態の受光量(Lichtgenuss)はギンゴケで $1 \sim \frac{1}{1.15}$, ヘラハネジレゴケでは $1 \sim \frac{1}{8}$ であり, この値は一般のコケよりもはるかに大きい。また, ギンゴケで葉が密に重なること, ハリガネゴケとヘラハネジレゴケで乾燥時に葉が強く振れて植物体が縊を差したような外観を呈すること, およびヘラハネジレゴケで葉の細胞が小さく小乳頭を密生することはいずれも乾燥に対する適応形質である(Grebe 1917, など)。もともと, これらの形態的な特徴による耐乾性には自ずから限度があり, 越智(1952)が述べているように, 極端な耐乾性は結局細胞膜, 細胞液, 原形質などの生理的な特性に帰因すべきものであろう。

これらの種は大気汚染にも強い耐性を示すことが最近の研究で明らかになった。Düll(1974)は西ドイツのエッセン附近の工業地域の蘚類を, その生育地の大気中の SO_2 濃度に応じて5段階に分類したが, 上記の3種はどの段階にも頻繁に出現するので, SO_2 濃度の指標植物として利用できないことを指摘している。また, Gilbert(1970)によると, イギリスの工業都市ニューカッスルの中心部では大気中の SO_2 濃度(年平均)が $170 \mu g/m^3$ 以上であるが, アスベスト製の屋根上のギンゴケおよび石造物上のヘラハネジレゴケはこの強い汚染に耐えて生育している。

3種のコケの培養実験

金堂の屋根は修復工事のため昨年6月以来素屋根によって完全に掩蔽されている。したがって, 採集された時点で3種のコケは既に約5カ月間屋根の上で乾燥状態にあったことになる。しかし, いずれの種も未だ生きており, 標本の一部をシャーレに入れ水を加えたところ再び生長を始めた。

ギンゴケではシュートの上半部の葉基の細胞は鮮やかな緑色であり, この部分の茎から新たに仮根を出す。この上半部は容易に下半部から脱落し元の場所と位置をかえた所で発達を続ける。つまり, このシュートは無性芽と同じ行動を示す。ハリガネゴケはこの長期間の乾燥によっても外見上は何らの障害を蒙っていない。ヘラハネジレゴケでは振れて束になった葉の最外部は褐色を帯びているが内部の葉は新鮮な材料と異ならない。Irmischer(1912)はハリガネゴケおよびヘラハネジレゴケがマットを構成している場合に特に乾燥に対する抵抗が強く, $20^{\circ}C$ の室内での気乾(Lufttrockenheit)の条件下で20週間後も生きていることを報告している。また, ハリガネゴケでは葉の細胞は10カ月の気乾によりすべて死ぬが, その無性芽の多くは20カ月後も

生きていることを指摘している。

これらの3種の培養は既に4カ月間を経過している。シャーレの中に密閉し過度の湿度を与える
と耐乾性の強い3種の植物体は却って衰弱し、ギンゴケとハリガネゴケでは尾根上に生えていた元
のシュートは現在までにすべて腐ってしまった（ヘラハネジレゴケでは未だかなり残っている）。
しかし、無性芽による生長は旺盛で、ギンゴケでは脱落した球芽が発達してシュートとなり、また
球芽の基部から原糸体を出す。ハリガネゴケでは糸状の無性芽の両端が伸び出して古いマットの間
に網の目のように原糸体を張る。ヘラハネジレゴケでは古い葉の葉縁の近くの細胞から2種より
もはるかに短かい密に分枝する原糸体を生じる。そして、それぞれの原糸体上に繊弱な植物体が形
成されている。また、ハリガネゴケとヘラハネジレゴケでは、古いシュートからしばしば細い枝が
出て生長を続け腐ったシュートと交替している。

このように、金堂の屋根上のコケは、コケの正常な生活史の“バイパス”として発達した栄養繁
殖が受精や胚の発達を困難にさせる苛酷な環境へも生育地を拡大する大きな動因となった事実を明
白に証明している。

引 用 文 献

安藤久次・持田宏 1967. 広島市街地に生育する蘚苔類のフロラと生態・ヒコビア 5: 46—
68, pls. 1~2.

Düll, R. 1974. Moose als abgestufte ökologische Zeigerart für
die SO₂-Immission im Industriegebiet zwischen Rhein und
Ruhr bei Duisburg. Bull. Soc. Bot. France 121: 265-269.

Gilbert, O. L. 1970. A biological scale for the estimation of
sulphur dioxide pollution. New Phytol. 69: 629-634.

Grebe, C. 1917. Studien zur Biologie und Geographie der Laub-
moose. Hedwigia 59: 1-205.

Herzog, T. 1926. Geographie der Moose. xi + 439pp., pls. 1-8.
Jena.

堀川芳雄 1954. ネジレゴケの分布について. 植物研究雑誌 29: 79—82.

Horikawa, Y. & H. Ando 1967. The mosses of the Ongul Islands

- Watson, E. V. 1964. The structure and life of bryophytes.
192pp. London.
- Wilczek, R. & F. Demaret 1974. Les propagules de quelques
Bryacées de Belgique. Bull. Soc. Bot. France 121: 35-39.
- 越智春美 1952. 蘚類にみられる乾態性とその乾燥抵抗について. 生態学会報 1: 188-187.
- Saito, K. 1973. Memoir of the Japanese Pottiaceae (I) Subfamily
Pottioideae. Bull. Nat. Sci. Mus. 16: 61-91.
- Schofield, W. B. 1969. Some mosses of British Columbia. 262pp.
Victoria (Canada).
- Störmer, P. 1969. Mosses with a western and southern distribution
in Norway. 288pp. Oslo.
- 高木典雄 1967. 富士山頂の *Bryum argenteum* Hedw. 蘚苔地衣雑報 4: 110-111.
and adjoining coastal area of the Antarctic Continent.
Jare Sci. Rep. Spec. Issue 1: 245-252.
- Irmscher, E. 1912. Ueber die Resistenz der Laubmoose gegen
Austrocknung und Kälte. Jahr. Wiss. Bot. 50: 387-449.