

学位論文題名

Fundamental study on the preservation
of Cross River Monoliths, Nigeria, against bushfire
and solar radiation

(ナイジェリア・クロスリバー石像の保全に関する基礎的研究
－特にブッシュファイアーと日射について－)

学位論文内容の要旨

ナイジェリア南東部を南北に貫流するクロス河流域に分布する石像群の劣化現象、特にブッシュファイアーと日射による影響について現地調査と室内実験によりその特徴を明らかにした。この石像群は主に玄武岩を素材としその数350以上とされている。その起源は紀元2世紀とも言われているが16-17世紀頃までには確実にさかのぼることができる。この石像群は現在でも住民の祖先信仰の対象として地域社会で重要な役割を演じているが、森林帯と草原帯の境界に分布しているため気象・植物・人為などさまざまな影響因子により劣化が進行している。

現地調査ではクロス河流域の典型的な森林地帯に属するオールドニクリゴン地区（森林区）の30体と森林から草原に変わったアロック地区（草原区）31体の石像群を対象に劣化の実体を明らかにするとともに、日射・気温・雨量・石像温度などの長期観測を行い石像がおかれている気象環境を明らかにした。また、石像と形状が同じ玄武岩と、地域の代表的な草種であるトールグラス、エレアファントグラス、インデペンデントグラスを用いて火災実験を行い炎・石像表面の温度状況を明らかにするとともに、火災による石像劣化の実体を明らかにした。

現地調査の結果、石像の劣化は表面の付着植物によるもの、降雨などによる表面の変色、表層風化、亀裂・剥離の4タイプに分類できた。このなかで亀裂・剥離によるものが石像に致命的な影響を及ぼすものと判断した。亀裂・剥離現象にはさらに、石像頂部に発生する幅1mm以下のマイクロクラック、幅1mm以上のマクロクラック、表面が板状にはがれる表面剥離、石像の周りに亀裂がはいるリングクラック

クの4タイプが認められた。

現地における石像表面温度の長期観測と岩石サンプルを持ち帰っての室内・野外実験の結果、石像頂部に発生するマイクロクラックは草原における強い日射による昇温と夜間冷却の繰り返しが主な原因である事が推察された。

現地における火災実験の結果、火災は着火後3-4分で昇温のピークに達しその時の炎の温度は700℃以上、石像表面温度は草種などで異なるが160-300℃に達する事が明らかとなった。この急激な昇温が表面剥離の原因であることが示された。また、群落下層部に燃焼部分が多いトールグラスの火災実験では石像下部の昇温が大きく、その高温状態が長く継続する事が明らかになり、上部との大きな温度差がリングクラック発生の一因と推定された。燃焼部分が上部に集中するエレファントグラスでは石像の上部が高温となり、木質部分が多いトールグラスでは石像全体が高温となり、その状態が比較的ながく続くことなど、草種による火災状況・石像温度の相違が明らかとなった。3回の火災実験を繰り返す過程で、マクロクラックが発生したが、火災による温度むら、冷却過程における表面付近での引張り応力の発生、岩石内部に潜在する細かな亀裂とそこに含まれる水分などが複合的に作用しているものと推定された。

以上の結果を踏まえ、ナイジェリア南東部クロス河流域に分布する石像群遺跡の保存計画が立案された。

学位論文審査の要旨

主査	教授	小野	有五
副査	教授	平川	一臣
副査	教授	福田	正己
副査	助教授	高橋	英紀

学位論文題名

Fundamental study on the preservation of Cross River Monoliths, Nigeria, against bushfire and solar radiation

(ナイジェリア・クロスリバー石像の保全に関する基礎的研究
-特にブッシュファイアーと日射について-)

ナイジェリア南東部を南北に貫流するクロス河流域に分布する石像群の劣化現象、特にブッシュファイアーと日射による影響について現地調査と室内実験によりその特徴を明らかにした。この石像群は主に玄武岩を素材としその数350以上と言われている。その起源は紀元2世紀とも言われているが16-17世紀頃までには確実にさかのぼることができる。この石像群は現在でも住民の祖先信仰の対象として地域社会で重要な役割を演じているが、森林帯と草原帯の境界に分布しているため気象・植物・人為などさまざまな影響因子により劣化が進行している。

現地調査ではクロス河流域の典型的な森林地帯に属するオールドニクリゴン地区（森林区）の30体と森林から草原に変わったアロック地区（草原区）31体の石像群を対象に劣化の実体を明らかにするとともに、日射・気温・雨量・石像温度などの長期観測を行い石像がおかれている気象環境を明らかにした。また、石像と形状が同じ玄武岩と、地域の代表的な草種であるトールグラス、エレファントグラス、インデペンデントグラスを用いて火災実験を行い炎・石像表面の温度状況を明らかにするとともに、火災による石像劣化の実体を明ら

かにした。

現地調査の結果、石像の劣化は表面の付着植物によるもの、降雨などによる表面の変色、表層風化、亀裂・剥離の4タイプに分類できた。このなかで亀裂・剥離によるものが石像に致命的な影響を及ぼすものと判断した。亀裂・剥離現象にはさらに、石像頂部に発生する幅1mm以下のマイクロクラック、幅1mm以上のマクロクラック、表面が板状にはがれる表面剥離、石像の周りに亀裂がはいりリングクラックの4タイプが認められた。

現地における石像表面温度の長期観測と岩石サンプルを持ち帰っての室内・野外実験の結果、石像頂部に発生するマイクロクラックは草原における強い日射による昇温と夜間冷却の繰り返しが主な原因である事が推察された。

現地における火災実験の結果、火災は着火後3-4分で昇温のピークに達しその時の炎の温度は700℃以上、石像表面温度は草種などで異なるが160-300℃に達する事が明らかとなった。この急激な昇温が表面剥離の原因であることが示された。また、群落下層部に燃焼部分が多いトールグラスの火災実験では石像下部の昇温が大きく、その高温状態が長く継続する事が明らかになり、上部との大きな温度差がリングクラック発生の一因と推定された。燃焼部分が上部に集中するエレファントグラスでは石像の上部が高温となり、木質部分が多いトールグラスでは石像全体が高温となり、その状態が比較的ながく続くことなど、草種による火災状況・石像温度の相違が明らかとなった。3回の火災実験を繰り返す過程で、マクロクラックが発生したが、火災による温度むら、冷却過程における表面付近での引張り応力の発生、岩石内部に潜在する細かな亀裂とそこに含まれる水分などが複合的に作用しているものと推定された。

以上の結果を踏まえ、ナイジェリア南東部クロス河流域に分布する石像群遺跡の保存計画が立案された。

本研究により、ナイジェリアなどの森林—サバンナの境界地域に存在する貴重な石像遺跡群の劣化原因が解明されその保全対策が確立された。

審査員一同は、これらの成果を高く評価し、また大学院課程における研鑽や取得単位なども併せ、申請者が研究者として誠実かつ熱心であり、博士(地球環境科学)の学位を受けるに十分な資格を有するものと判定した。