

第 Ⅲ 部

第 III 部 結論および提言

第 1 章 結論

調査地域の気候は 5~10 月の雨季と 11~4 月の乾季に分けられる。第 1 年次調査は 12~2 月にかけての乾季の安定期に、第 2 年次調査は雨季後半の 9 月と乾季安定期の 1~2 月の 2 回に分けて実施された。本章では、第 1 年次と第 2 年次の調査結果をまとめて記す。調査フローを図 1-6-1 に示す。

水文調査は、地形図作成、ボーリング調査、地表水および地下水調査、気象調査からなる。第 1 年次に SPOT 衛星画像を利用して、5 万分の 1 地形図を作成し、水系解析を行った。水系は流域の大小を問わず樹枝状を呈し、主要な支流はおおよそ、長さ 10~30 km、平均幅 4~12 km、形状比 0.30~0.48 という性状を持ち、やや細長い形状を呈する。第 1 年次に 4 孔のボーリングを掘削し、透水試験により $2.77 \times 10^{-4} \sim 3.54 \times 10^{-5}$ cm/sec の透水係数を得た。これらのボーリング孔で 2 年間に 3 回の水位測定を行い、2.5~3.5m の地下水位の季節変化を確認した。第 2 年次の雨季に 10 地点で河川流量調査を行い、平均流域面積 382km²、平均流量 1.13m³/s を得た。2 年間における河川水のべ 17 試料および地下水のべ 34 試料の水質分析結果では、Fe および Ni を除き金属元素の含有量は非常に低く、特に問題となるような値は得られなかった。水の Fe・Ni 含有量が高いのは、地域に発達する鉄アルミナ質の熱帯性土壌（ラテライト）に起因する。第 1 年次に自動気象観測システムを Dogo に設置して、温度、湿度、雨量、風向、風速、日射量の観測を開始し、第 2 年次終盤に丸 1 年間の観測記録を回収し、解析を行った。年間の日毎データを検討することで、詳細な季節変動を把握することができた。調査地域近隣の Bamako, Bougouni および Dioila で気象データを収集した。これらの既存観測データと本調査で観測したデータは調和的であった。第 2 年次に水文調査結果を総括して、水収支モデルを構築しデータ解析を行った。水収支は気候条件に大きく左右され、季節変動が激しいことを確認した。乾季末期の 4 月では、降水量は年間降水量の 2% と非常に低いが、蒸発散量は年間蒸発散量の 12% に達する。一方、雨季最盛期の 8 月では、降水量は年間降水量の 26% と高いが、蒸発散量は年間蒸発散量の 4% と非常に低い。

土壌・河床堆積物調査では、2 年間に計 550 試料の土壌、計 100 試料の河床堆積物および 20 試料の岩石を採取し、化学分析に供した。土壌、河床堆積物および岩石の重金属類の含有量は全般に低く、CN, Cd, Hg, Cr, As, Pb のような有害成分の含有量も低い。多くの成分の高含有量試料は、地質、土質、鉱化作用および地形に起因するが、一部で人為的な環境負荷の可能性が示唆される。Zn, Ni, Cu, Co などの高含有量は塩基性火成岩類に、Au と As の高含有量は金鉱化作用に起因する。Pb については自動車の排気ガス等の人的要因の可能性も考えられるが、基本的には深成岩に由来すると推定される。第 2 年次に実施した岩石の分析結果から、ほとんどの元素の含有量は岩質に従い変化する

ることが判明した。塩基性火成岩類では Co, Ti, Ni, Zn, Cu, Cr など、花崗岩質岩類では Na, K, Al, Sr, P, Ba など、変成岩類および堆積岩類では K が高い。

マリ国の環境保全に関連する法令によると、11 種類の樹木の伐採および 22 種類の野生哺乳動物の捕獲が規制されている。しかし、水質、土質、大気質などに係る環境基準値は現在のところ制定されていない。

植物相調査では、第 1 年次に乾季の SPOT 合成フォールスカラー画像の判読と現地調査から植物相区分図を作成し、第 2 年次には同画像と同図の現地検証を実施した。現地検証により画像判読結果と現地植生状況が対応することを確認した。また、雨季と乾季に同一地点で調査を行い、植生状況の季節変化を把握した。植生は地形要因に従い変化しており、植生と地形の関係として、河川沿いは樹木に富み植生密度が高く、ラテライト皮殻台地上では植生に乏しく植生密度が低い傾向が明瞭に認められた。第 2 年次には代表的な植生地区を抽出し、詳細な植生調査を行い、90 種類以上の樹木を確認し、植物群落を決定した。伐採が原則として禁止されている 11 種類の樹木を現地で確認した。植物の貴重種および固有種の存在は報告されていない。

動物相調査の結果、現在、調査地域内には陸生の大型野生動物はほとんど存在しないと推定される。調査地域はマリ国内でも植生に富んでいることもあり、鳥類や小動物が多く観察される。動物の貴重種および固有種の存在は報告されていない。考古学調査により Dogo 周辺で 7~11 世紀に作られた墳墓を確認した。

植生および水収支は季節変動が大きく、雨季乾季の景観変化が激しいことが特徴である。乾季には降水がなく、晴天が続く、湿度は低く、蒸発散量が著しく増大するため、ほとんどの河川で水が涸れ、同時に草本も枯れる。一方、雨季には断続的な降水があり、曇天が多く、湿度が高く、蒸発散量が少なくなる。このため、中規模以上の河川には恒常的に流水が見られるようになり、道路など至る所に水たまりが生じ、樹木の葉は茂り、草本は繁茂し大地を覆いつくす感になる。

調査地域内は自然が多く残る農村地帯であり、大きな都市や近代産業施設は存在せず、国道 7 号線を除くと自動車の交通量は非常に少ない。したがって、工業製品、化学物質や有害物質の絶対的な存在量は少なく、自然環境に与える負荷は小さいと考えられる。一方、農作物の栽培や家畜の放牧などで住民の生活活動は広範囲に及ぶ。現時点での環境負荷は、焼畑や伐採による森林の消失、生活雑排水やし尿の未処理排出、生活ゴミの廃棄、農薬の使用、化学物質の廃棄などがあげられる。今後、農業技術の発展、人口の増加、生活様式の変化、工業製品の普及に伴い、環境負荷が増加していくことが予想される。

マリ国の環境保全の政策は近年整備され始めたところであり、本調査のように早期に環境に関連するバックグラウンドデータを取得することは非常に重要で、今後の産業開発あるいは環境評価に有益である。

第2章 将来への提言

第1年次および第2年次の調査結果から、将来の調査として以下の項目が提言される。調査目的は、環境関連のバックグラウンドデータの取得および環境保全に係る基礎資料の収集である。

マリ国の環境行政および関連機関に求められるものとして、環境基準値の設定、環境調査に対応可能な水質および土質の化学分析機器の設置、環境関連資料（法令、公式文書、調査データなど）の一元管理があげられる。

① 土壌・河床堆積物調査

- ・概査的な調査は完了し、全体の傾向は把握できたため、今後は環境負荷が明らかに存在する地点、例えば国道、大きな工場、大きな集落などの近傍で試料を採取し、同様に化学分析を行い、基礎データを取得する。

② 水質調査

- ・有害成分（Cd, Pb, Hg, As など）および農薬系の有機化合物について高精度の水質分析を行う。
- ・季節変動を把握するために、同一地点でより細かい間隔で試料採取を行う。
- ・第1年次に掘削したボーリング孔では基礎的水質の連続モニタリングを行う。

③ 水文調査

- ・より狭い範囲の特定地区において、地下水位、河川流量および雨量の定点連続モニタリングを行い、より現実的な水収支モデルを構築し、解析を行う。

④ 植物相調査

- ・衛星画像を利用して、植生の季節変動および人為影響（伐採や野焼き）を把握し、現地検証を行う。

⑤ GISによる環境評価

- ・衛星画像の経年データを利用して、環境の経年変化を把握し、環境を評価する。
- ・衛星画像解析で得られる植生指数などを用いて、土地利用分類を行い、環境負荷等を評価する。