

カンボジア・アンコール遺跡区域周辺の大気環境の現状と特性

(金沢大学工学部) ○正井 晶

(金沢大学大学院自然科学研究科) 村瀬 高広, (正) 古内 正美, 畑 光彦

(金沢大学自然計測応用研究センター) 塚脇 真二

(アンコール遺跡整備機構) ペオ・ハン

(カンボジア・エネルギー鉱工業省) ソタム・シエン

1. はじめに

アンコール遺跡を訪れる観光客の急増とそれに伴う観光産業の急速な発展とで、隣接するシェムリアップ地域や遺跡区域における人口が急増してきている。観光客を含むこのような人口増加によるエネルギー消費、道路需要、廃棄物処理需要などが増加する一方で、十分な対策をなされぬまま汚染物質が大気や河川へ排出され、遺跡区域周辺の環境汚染が深刻化してきていることが考えられる。大気汚染はさまざまな方面への悪影響が懸念される環境汚染であるにもかかわらず、その深刻さはほとんど認識されていない。

また、カンボジアの地方都市では、家庭用燃料の 90%以上を現在でも薪が占めており、さらにアンコール遺跡群周辺では、人口増加に伴う道路などのインフラやホテル、住宅の建設だけでなく、燃料用の薪や家具・民芸品を目的とした違法伐採の急増のため、ここ数十年で遺跡区域内の豊かな密森がかつての 1/20 以下にまで激減しており、このまま放置すれば数年内に消滅するという予測まである。森林の消失によって遺跡周辺の気候が変化し乾燥状態になるだけでなく、大気汚染に対して森林が果たしてきた除去・吸収フィルターとしての効果も失われるため、遺跡の劣化や破壊がさらに加速されると考えられる。このように遺跡周辺の大気環境の現状は、遺跡の保全、遺跡区域で生活する人々の健康影響、同国の豊かな生物多様性の維持にとって危機的状況にあり、緊急な改善策はまさに急務と言えよう。その基礎情報の収集のためには、まず現状の把握が必要であるが、現地での大気環境観測体制は機材的にも人的にも全く整えられていないといつて良い。

本研究は、このような現状・背景に基づき、1) アンコール遺跡区域内に長期的な環境・気象モニタリングサイトを複数設定して、大気汚染の現状と特性の把握を目的とした浮遊粒子・ガス状物質の観測を継続的に行うと共に、2) 遺跡区域内水底堆積物の採集・分析を行って長期環境変動を把握し、3) 市街および遺跡区域内の発生源分布の調査と発生源サンプルの分析から発生源プロファイルを作成し、4) 遺跡周辺の大気流動と発生源が遺跡区域の大気汚染に与える影響とを大気拡散シミュレーションと観測結果とに基づいて評価するとともに将来的な大気環境の変動予測から対策を提案し、さらに、これらの活動を通じて、5) カンボジア側へ観測・調査技術を移転する、というものである。以下では、1)を進めるに当たってこれまでに得られた結果の一部を述べる。

2. 調査方法

2.1 大気汚染物質サンプリング

アンコール遺跡区域内に選定した複数箇所で、全粒子状物質 (TSP) を携帯型ハイボリュームエアーサンプラー (柴田科学 HV-500F) で、粒子径別サンプルを 3 段 ($>10\mu\text{m}$, $10\text{--}2.5\mu\text{m}$, $<2.5\mu\text{m}$ (PM_{2.5})) のカスケードインパクター (東京ダイレック MCI) で捕集した。また、NO₂濃度をパッシブサンプラーで測定した。Fig. 1 にサンプリング地点を示す。すなわち、1) アンコールワット (Site 1), 2) シェムリアップ市街地 (Site 2), 3) プノクロム (クロム山; トンレサップ湖畔の山 (標高約 120m)) (Site 3), 4) 国道 6 号線沿い (Site 4) の 4 箇所である。サンプリングは雨季である 2005 年 5 月と 9 月、2006 年 6 月および乾季の 12 月に同時サンプリングを行った。以降はアンコール遺跡整備機構が定期的な観測を継続している。なお、遺跡区域内の調査に

は非常に制限が多く、治安上の問題もあるため環境調査は昼間の時間帯にのみ行っている。

2.2 気象観測

シェムリアップ市街地と遺跡区域内にある植物園とトンレサレサップ湖畔 (チョニアンクス) の農工研観測サイトの計3箇所に気象観測装置を設置して、継続的観測を行っている。

2.3 化学成分分析

捕集粒子の各種化学成分を分析した。PAHs はベンゼン/エタノール (1:3) 混合液中で超音波抽出, 減圧乾固を行った後 HPLC (蛍光検出器: アセトニトリル・超純水混合移動相, Intertsil ODS-P) で分析した。分析 PAHs は, Nap, Ace, Fle, Phe, Ant, Flu, Pyr, BaA, Chr, BbF, BkF, BaP, DBA, BghiPe, IDP の 15 種類である。ここでは人為起源の指標と考えられる 4 環以上 (Flu 以降) に着目した。また, 全炭素成分 (TC) および有機炭素 (OC) を CHNS 元素分析装置で分析した。さらに試料を酸分解した後, 重金属類を

ICP-AES で分析した。NO₂ フィルタバッジは分光光度計による吸光高度測定から決定した。以下では PAHs の結果のみを示す。

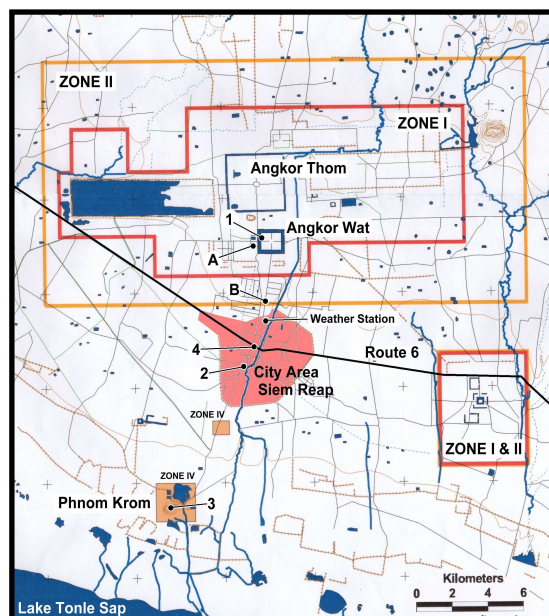


Fig. 1 サンプルング地点の位置とシェムリアップ地域の Map

3. 結果と考察

Fig. 2 の (A) と (B) は各地点における雨季と乾季別の PAH fraction の違いを表している。南西方向からの風が卓越する雨季は市街地とアンコールワットでよく似た傾向にある。一方でクロム山においては、バイオマス燃焼起源の Flu, Pyr の割合が高くなっている。反対に市街地とアンコールワットではディーゼルエンジン起源となる BaP, BghiPe, IDP が主要な要素。北よりの風が卓越する乾季は市街地とアンコールワットでは異なる傾向にある。上記の結果より、雨季は南西モンスル移送されていることが予想される。

4. まとめ

- ・ 雨季におけるアンコールワットと市街地の濃度比率は似た傾向にあり、人為起源、特にディーゼルエンジン起源となる BaP, BghiPe, IDP の比率が高く、南西方向からの季節風による輸送が影響している。
- ・ アンコールワットと市街地の両方において、乾季はバイオマス燃焼起源 (Flu, Pyr) の比率が高くなる。暖房のために薪などを多く燃やしていたことが予想される。

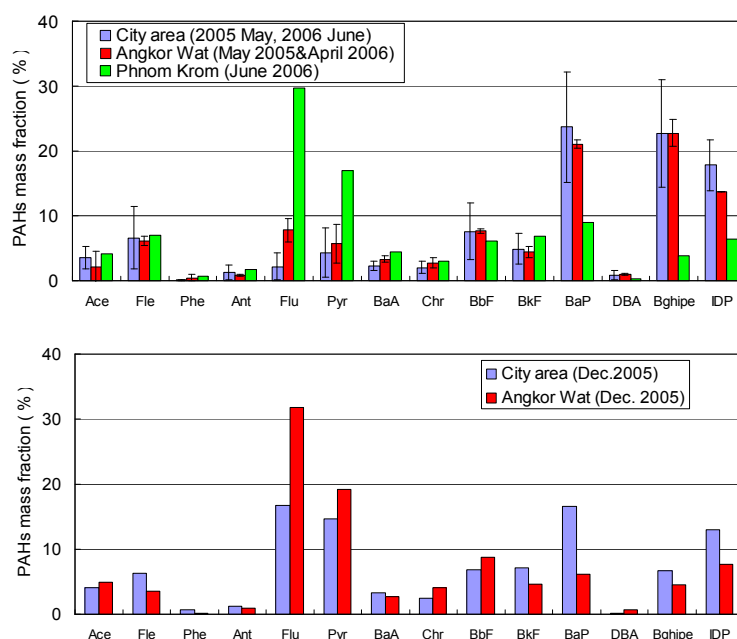


Fig. 2 市街地とアンコールワットにおける PAH 濃度の季節による違い