

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

(金沢大学大学院自然科学研究科) ○ 正井 晶

(金沢大学大学院自然科学研究科) (正) 古内正美・畑光彦

(金沢大学自然計測応用研究センター) 塚脇慎二

(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に伴い、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。

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、住宅の建設が盛んである。さらに、カンボジアの地方都市では、家庭用燃料の大部分を薪が占めており、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ことが考えられる。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る。また、その基礎情報の収集のためには、まずこの地域における大気環境の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っている。

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) 市街および遺跡区域内の汚染物質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、3) 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、4) 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スンプラー (柴田科学 HV500F) で、粒子径別サンプルをナノ粒子サンプラー (日本カノマック) を用いて捕集した。また、NO₂ 濃度をパッシブサンプラー (アドバンテック東洋) 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、2) シェムリアップ市街中心、3) クロム山 (トンレサップ湖畔の山 (標高約 120m)) の 3 箇所である。気象条件等をふまえて、年に数回現地でのサンプリングを行っており、また、遺跡整備機構が定期的な観測を継続して行っている。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基本的に昼間の時間帯に行っている。現地調査に行った際には、宿泊ホテルのベランダなどを利用して、夜間におけるサンプリングも実施している。

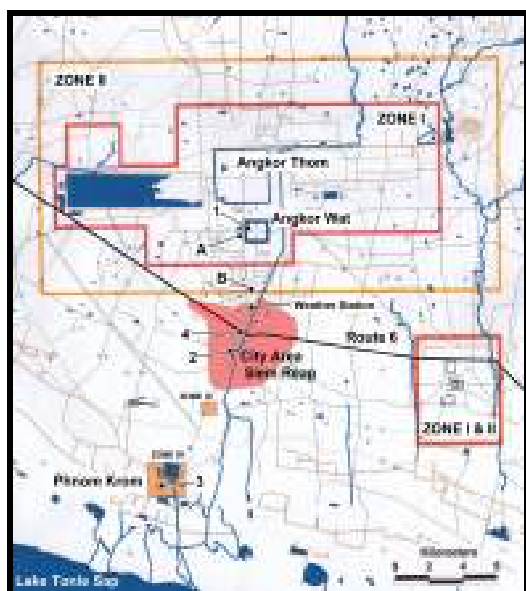


Fig. 1 サンプルング地点

2. 2 気象観測

シェムリアップ市街と遺跡区域内にある植物園とトンレサップ湖畔（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

捕集粒子の特性を評価するため、PAHs 成分をベンゼン/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。分析した PAHs 成分は、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、考察を行った。

3. 結果と考察

東南アジアの気候は季節風により雨季と乾季に季節が分かれることが知られているが、気象観測により、シェムリアップにおける気候はもっと複雑であり、雨季でも少雨季（3～5月）、中雨季（6～8月）、多雨季（9～10月）というように3つに分かれることがわかってきた。

Fig. 2 では各地点における季節による PAHs の成分ごとの割合の違いを表している。

(A) は南西よりの方向からの風が卓越する中雨季であり、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 が主要な要素となっており、両地点はよく似た傾向にある。一方でプノンクロムにおいては、バイオマス燃焼起源の Flu, Pyr の割合が高くなっている。また、(B) は北よりの風が卓越する乾季であり、市街地とアンコールワット、プノンクロムにおいては、バイオマス起源の Flu, Pyr の割合が高くなっている。さらに、(C) は南東の風が卓越する少雨季であり、(A)、(B) とは違った傾向を表しており、3 地点の傾向は類似している。

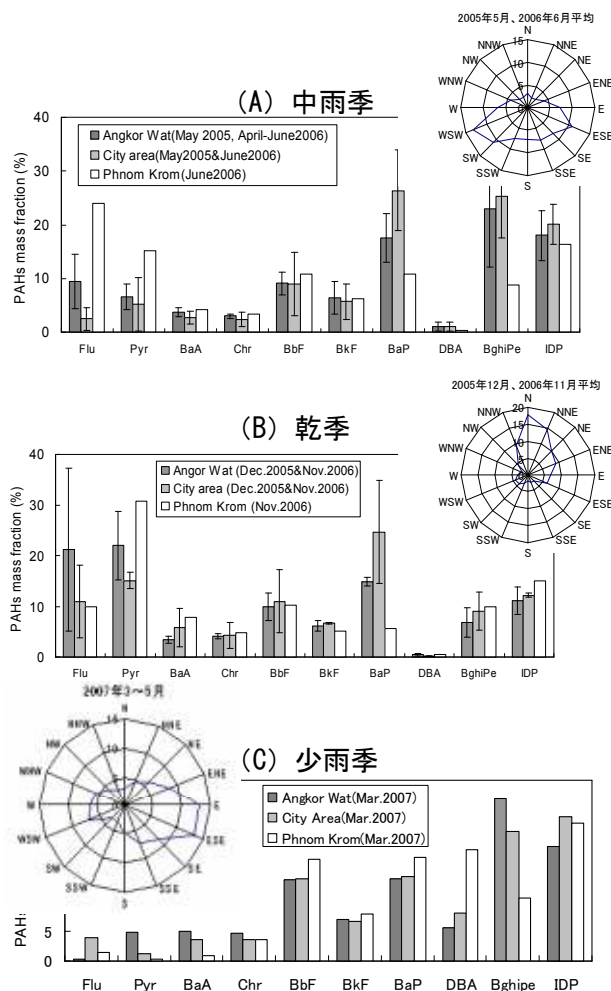


Fig. 2 各地点における季節による PAHs の成分比率の違いと季節風による影響

4. まとめ

- ・ シェムリアップの気候は複雑で、雨季は少雨季, 中雨季, 多雨季の3つに分かれる。
- ・ 成分比率の類似から、各季節において、風により汚染物質が輸送されている可能性がある。
- ・ 今後発生源を調査し、発生源を特定することにより、輸送の観点と合わせて大気汚染対策を考えていく必要がある。