

カンボジア・プノンペン市における大気汚染特性の考察

金沢大学工学部	山下 道子
金沢大学大学院自然科学研究科	村瀬 高広
金沢大学大学院自然科学研究科	塚脇 真二
金沢大学大学院自然科学研究科	畑 光彦
金沢大学大学院自然科学研究科 正会員	古内 正美

1. はじめに

開発途上国では、環境破壊の現状に関する意識が低く、著しい経済発展に伴う都市の発達による交通量の増加などにより大気汚染・熱汚染が進んでいる。経済発展の著しい国ほど、環境問題よりも経済発展のほうに関心が向けられており、環境汚染は顕著である。

カンボジアの首都プノンペンでも、1993年の内戦終了後、約10年で都市機能が発展してきており、自動車や産業の集中が進んでいる。しかしその一方で、人材や資金、機材の不足、法整備の整備不足などにより、環境汚染監視システムなどは十分に機能しておらず、大気環境や熱環境に関するデータはほとんどない。

本研究では、プノンペンの大気環境と熱環境の現状を明らかにし、汚染特性を把握した上で、対策に必要とされる基礎的情報を得ることを目的とし、以下の観点で基礎的な調査を行った。

すなわち①時間帯の影響（人間活動の影響）②モンスーンによる汚染物質の拡散③熱環境の影響。

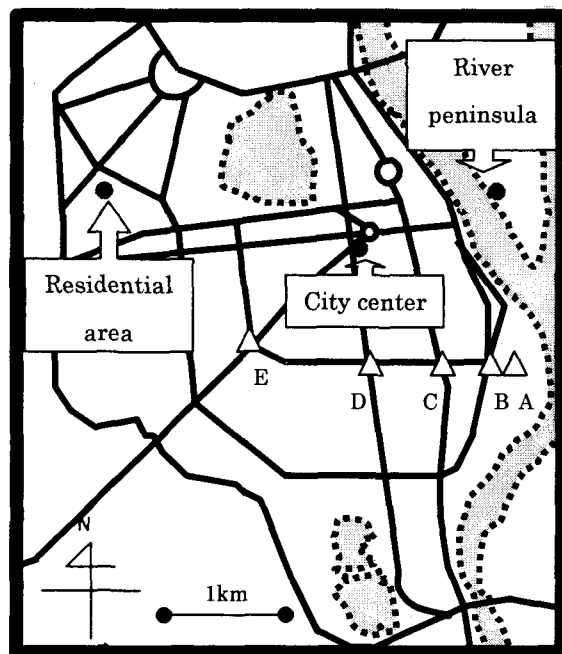


Fig.1 Sampling sites in Phnom Penh

2. 調査方針および分析方法

カンボジア・プノンペン市における大気汚染特性を検討するため、以下の項目に分けて調査を行った。

①時間帯の検討（人間活動の影響）：プノンペンは交通量が多く、市内において人為起源粒子の大量発生が予測される。人為起源粒子は人間活動に依存するため、2005年の3月、5月、9月に昼夜にわたるサンプリングを行った。

②熱環境の影響：プノンペンの東側では、国際河川メコン川とトンレサップ川が合流し、北から南へ流れている。季節変動による土地利用の変化や川の冷却効果を調べるため、トンレサップ川に直交する通り沿いの温度分布に着目した。川岸に近い点から5点の観測地点（A～E）を設定し、自動車に設置した温度計によって2005/9/25と2005/9/27の日中、2005/9/26の夜間に測定を行った。

③モンスーンによる汚染物質の拡散：カンボジアは熱帯モンスーン気候に属しており、11月から4月にかけては陸地側からの北西モンスーンの影響を受けて、乾季となり、5月から10月にかけては海側からの南東モンスーンの影響を受けて雨季となる。モンスーンによる風向の変化や多雨に伴う土地被覆の変化の大気環境に与える影響をみるために、2005年乾季（3月）と雨季（5月、9月）に携帯型ハイボリュームエアースンプラーを用いて、全浮遊粒子状物質（TSP）のサンプリングを、Fig.1に示したプノンペン市内の3点にて行った。さらに、5月と9月にはパッシブサンプラーによるNO₂濃度測定を行った。捕集されたTSPから15種類の多

環芳香族炭化水素（PAHs）と重金属成分と炭素成分（TC、OC、EC）の分析を行った。

3. 結果と考察

ここでは、各項目の結果の一部を報告する。

①時間帯の検討（人間活動の影響）：Fig.2 は 2005/3/13 の 21:09 から 2005/3/14 の 9:19 まで（Night）と 2005/3/14 の 9:28 から 2005/3/14 の 20:32 まで（Day）に分けて TSP 濃度測定を行った結果である。3 月にプノンペン市中心部に位置するダイヤモンドホテル屋上（City center）の大気サンプリングによって得られた PAHs 成分の濃度である。夜間（Night）の TSP 濃度は 102.5（ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ）であり、日中（Day）は 241.3（ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ）であった。TSP 濃度は夜間より日中の方が高いが、5 環以上の PAHs 成分は、夜間の濃度が高かった。これらの PAHs 成分の主な発生源は道路交通などの燃料の燃焼によるものとされているが、交通量は夜間のほうが少ないため、主な発生源はエネルギー比率の 80%以上を占め、調理用燃料として使用される薪や、市内に約 25000 台あると言われる民有の発電機の影響が考えられる。

②熱環境の影響：川岸からの距離に対応する温度分布の測定結果を Fig.3 に示す。日中はトンレサップ川から離れるにしたがって温度が高くなることがわかる。夜間も同様の傾向が見られるが、日中ほど顕著な温度差が見られないのは、夜間はプノンペン市全体的に温度差が小さいためと考えられる。

③モンスーンによる汚染物質の拡散

5 月に 3 点で測定した大気汚染物質濃度の一部を Table1 に示す。トンレサップ川とメコン川に挟まれた中州（River peninsula）では、TSP 濃度が高いが、PAHs と NO_2 は他の 2 地点に比べ低いため、土壌粒子が多く、人為起源が少ないことが推測される。5 月と 9 月は共に雨季でモンスーンの風向は同じである。

このとき中州は市中心部の風下にあたり、住宅地（Residential area）より市中心部に近いが、汚染物質の輸送が認められない。これはトンレサップ川とメコン川に沿って吹く北風によって中州と市内の大気流動が分断されているためだと推測されるが、風向・風速を意識した検討を加えるためには熱環境の分析が必要である。

4. まとめ

- （1）プノンペン市内では、TSP 濃度は夜間より日中のほうが高いが、5 環以上の PAHs 成分は、夜間の濃度が高い。薪や夜間電力を供給する自家発電機などが影響していると考えられる。
- （2）トンレサップ川とメコン川がプノンペン市の大気環境に影響を与えている可能性が示唆された。

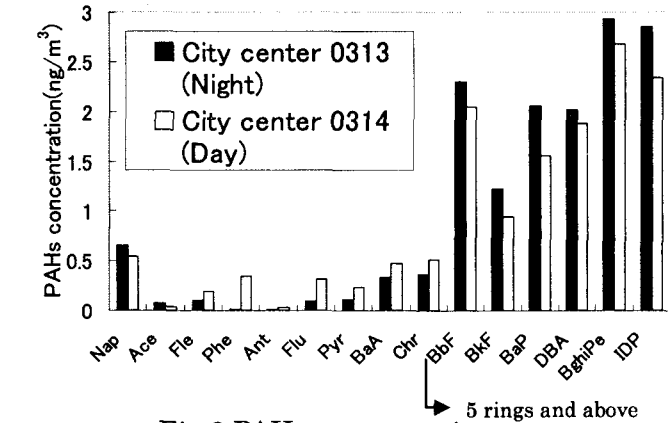


Fig.2 PAHs concentration

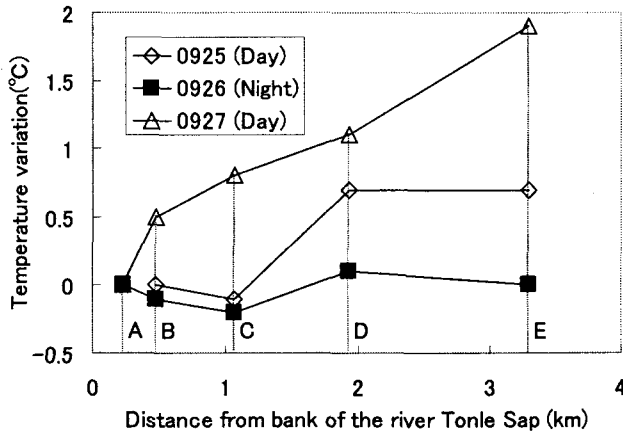


Fig.3 Temperature variation

Table1 Concentrations of air pollutants(May,2005)

Sampling Site	Concentration		
	TSP ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PAHs (ng/m^3)	NO_2 (ppb)
City center	107.4	22.89	25.2
Residential area	151.1	19.53	16.4
River peninsula	162.6	3.37	9.66