

VII-252

大阪湾臨海部で実測された温度・風速の鉛直分布特性

大阪大学大学院 学生員○南 博高

電力中央研究所 正会員 佐藤 歩

大阪大学工学部 正会員 中辻啓二

1、はじめに 都市域では、大量の熱エネルギー消費や地表面性状の改変などに伴い都市特有の気候が見られる。なかでも、都市の温暖化現象なるヒートアイランド現象が問題になってきている。これは、産業・経済の発展が都市への人口集中をもたらし、人間の生産および消費生活が促進され、都市機能が集約された結果である。大阪では消費エネルギーが自然エネルギーに匹敵するまでになり、ニューヨークでは既に6倍を上回っている。気温・風速の鉛直分布の観測が行われた例は世界的にも少ない。大阪市南港で観測された鉛直データが得られたので、三次元数値シミュレーションを行い、実測値との比較を通して大気の熱構造を調べた。

2、実測データの分析 大阪市南港で実測されたデータの中から、海陸風現象が顕著に現れる晴天日で大阪湾周辺に低気圧や前線の見られなかった、1982年7月22日から23日のデータを選択した。測定はほぼ1時間30分おきに、高度は50mごとに地表面から1500mまで行っている。

南港における風向及び風速データの鉛直分布の時系列変化を図-1に示す。8時頃から100m以下の上空で海風が卓越し始めている。海風は14時前後において

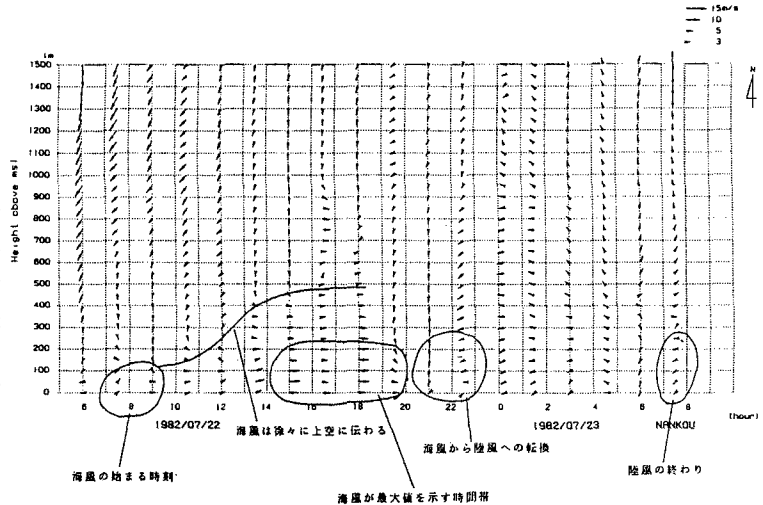


図-1 大阪市南港における風向・風速の鉛直分布

て最大値6m/s～8m/sを示し、上空500mまで伝わっている。この時間帯は一日で最も陸地の気温が高くなる時間帯であり、海上との気圧差により海陸風が最も発達する。その後、20時前後において西風は徐々に東風になり始める。この陸風（東風）は翌日8時まで続くが、その風速は海風（西風）に比べるとかなり小さく、最大でも3m/s前後となっている。

次に、南港における気温の鉛直分布の時系列変化を図-2に示す。この図は各時刻の地表面を基準とした高度に伴う気温の変化を表している。7時30分から10時30分までは、地表面から高度1500m付近まで、高度に伴って気温の減少する混合層になっている。また、9時から15時頃までは、太陽の上昇に伴い地表面が暖められるため地上50m付近で大きな減率になっている。12時頃から、高度50mから250mの間で上方ほど気温の高い安定層が生じ、この逆転

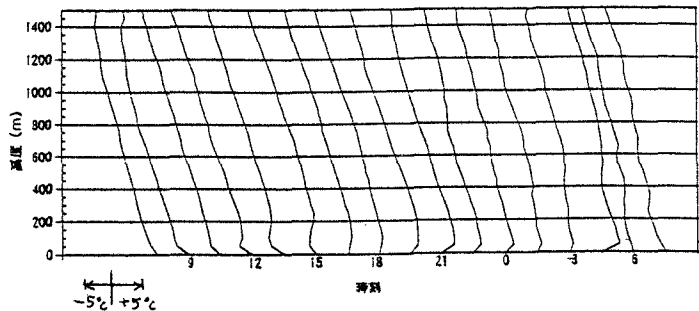


図-2 大阪市南港における気温の鉛直分布

層は海風の最も卓越する15時において最も厚くなっている。これは、海風により大阪湾から冷たい空気が運ばれるためである。このことは、海風が上空に伝わるにつれて（図-1）、安定層が厚くなっていることから分かる。その後、16時を過ぎると地表面の放射冷却により、地表面付近で上方ほど気温の高い接地逆転が見られるようになり、この接地逆転は翌日の4時30分まで続いている。また、21時までは接地逆転層から上空1500m付近にかけて混合層であったのが、22時30分から7時30分頃までは数層の逆転層や安定層ができていく。これは、都市に特有な現象で都市のヒートアイランドの関与が考えられる。郊外では日没後すぐに放射冷却が始まり、気温は急激に低下するが、都市では長波放射や建造物の貯熱、人工熱の排出などのために冷却が遅れる。このために都市と郊外とでは、気温差が大きくなるにつれて気圧差が大きくなり、地上では郊外から都市へ、上空では逆に都市へ向かう循環となる。この循環をヒートアイランド循環と呼ぶ。ヒートアイランド循環により数層の安定層や逆転層が生じることとなる。また、ヒートアイランド循環は風の吹かない状態で顕在化してくる。したがって、夜半過ぎから早朝前の間にこのような気流が認められることが多い。また、6時頃からの日の出とともに接地逆転はなくなっている。

3、数値実験による検証 本節では、まず気温に関して数値実験との比較を行った。数値実験では、対象時期を7月下旬、初期条件として南西風3m/sを与えており、初期温度勾配は1500m以下の上空では $0.001^{\circ}\text{C}/\text{m}$ 、1500m以上の上空では $0.003^{\circ}\text{C}/\text{m}$ の一定値とした。なお、上限は5000mである。

図-3に、6時から6時間ごとの実測データと数値実験結果の気温の鉛直分布を示す。ここでは、気温の鉛直方向の変化が顕著に現れる500mまでの範囲で比較している。この図から、日の出とともに地表面温度が上昇し、上空では混合層ができていくことや日没後地表面温度が下がり逆転層ができていくこと、さらに3時に数層の安定層ができていくことは再現できている。しかし、海風が卓越する時刻の15時に現れる逆転層は再現できなかった。

次に、数値実験によりヒートアイランド循環の再現を試みた。ヒートアイランド循環は風の弱い日に顕在化するため、初期風速 0.01m/s を与え、その他の条件は上述の通りとした。その結果の0時における地上10mでの風の水平分布を図-4に示す。この図から、大阪市に向かって郊外から風が吹き込んでいる状況が伺える。しかし、このような気流は非常に弱く大気が静穏なときでないとい一般風のため分からなくなる。したがって、実際の観測によって直接捉えた例は少ない。

4、結論 大阪市南港で実測された気温と風の鉛直分布から、ヒートアイランド現象により深夜から朝にかけて混合層中に数層の逆転層や安定層が見られることや海陸風現象など見出すことができた。また、三次元数値計算では、気温の鉛直分布特性やヒートアイランド循環などの再現はある程度可能であることが分かった。

参考文献 河村 武：都市の大気環境(1979)、 斎藤直輔：マクロに見た大気境界層(1977)

謝辞 大阪市南港における実測データを提供して頂いた(株)関西電力に感謝いたします。

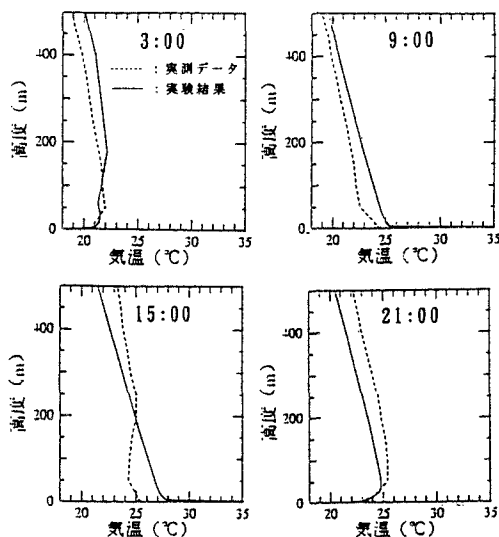


図-3 南港における実測データと数値実験結果の比較

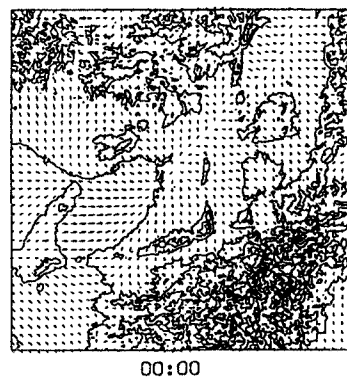


図-4 地上10mでの風の水平分布