

質疑応答

質問は、東京都千代田区大手町 1-3-4, 気象庁内

日本気象学会天気編集委員会宛、どうぞ

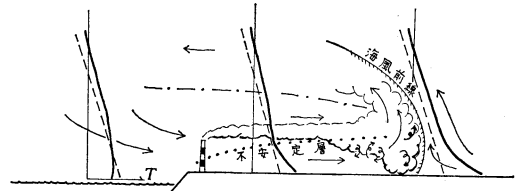
問：海風前線の付近で汚染物質の濃度が濃くなるということを書きますが、空気と同じぐらいの比重のもの（たとえば SO_2 が、海風前線の近くに集積するのは本当でしょうか。

海と陸の熱的性質の差によって海沿いの地方に一日周期をもった海陸風系が形成されることはよく知られた現象です。夜間は内陸の放射冷却によって冷やされた重い空気が海に向かって流れ出し、地上付近にはいわゆる陸風が吹きます。日出後、陸地は日射によって急速に昇温し、陸上の大気は下方から加熱されて不安定化します。これに対して海水は比熱が大きく、上下の混合運動も加わるために、海面では目立った温度上昇がみられません。この結果、陸上よりも冷たく重い海上の大気が海風として陸上へ吹き込みます。このとき内陸から吹き出す風と海風との境界に形成される収束が一般に海風前線と呼ばれています。

けれども海風前線の詳細な構造が明らかにされた例はそれほど多くありません。海風前線の付近に海岸線と平行な積雲の列が観測される例やノンリフト・パルーンによる気流調査の結果から、その付近には一般にかなり強い ($\sim 1 \text{ m sec}^{-1}$) 上昇流があるといわれています。1960年代のシカゴ地域では、ミシガン湖畔の鉄鋼工業地帯の排煙が湖風によって数 km 内陸へ運ばれたあと、湖風前線帯で上昇気流に乗って“煙の壁”をつくり、上空では反対流によって湖上へと吹き戻されるのが見られたと報告されています。この例からもわかるように海（湖）風は一般にセル状の循環流であると考えられており、海風前線付近では海風の中に含まれる汚染質も大局的に上方へ運ばれると思われま

す。それではどうして海風前線の付近に高濃度汚染が現われやすいのか、という問題ですが、それは次のように説明されます。まず第一に、海風前線は二つの風系のぶつかり合う部分ですから、微細な構造としては、乱れが大きくなり、部分的な下降流も生じていることは推測できます。また、安定な成層をした海上の大気が陸上に侵入すると地表面からの加熱によって急速に不安定化しますが、その程度は陸上を進む距離と時間に伴って強くなるでしょう。だから当然その最前線すなわち海風前線の付近で最も不安定になり、上下の混合も盛んになります。従って海岸線付近に建設された高煙突の排煙が海風によって内陸方向に流される場合、最初は比較的安定な気層

中をあまり拡散せずに進むが、海風前線に近づくにつれて下方から不安定層が発達し、乱流強度が増し、下方への拡散も大きくなる結果、高濃度汚染が地上にも現われてきます。一方、海風前線を越えた内陸側ではこれらの排煙の影響を直接には受けず、汚染質の濃度は低いため、海風前線の海側での高濃度がきわだってみとめられます。（付図参照）



海風域での煙の拡散と温度分布の模式図。乾燥断熱減率を破線で示す。

以上の説明は要するに、海岸付近の高煙源からの汚染質が地上に達して最大濃度をとるのが海風前線付近になるということです。従って煙源がもっと低い場合には海風前線と無関係に、より近距離で最大着地濃度をとるはずですが、しかし低煙源であっても煙源が非常に多く、海岸から内陸へと面的に分布しているときはどうか。海風層の厚さは数100m で、しかも比較的安定に成層していることから、煙の上方への拡散が抑えられ、内陸へ行くほど多くの煙源の影響が重合して高濃度になる可能性があります。

第三に、ごく静穏な夜間には、前日陸上で発生した汚染質が弱い陸風によって沖合に吹き出し、滞留している場合があります。この滞留汚染が翌日海風前線とともに再び上陸してくる、という説もあります。

しかしながら海陸風は水平方向に数 10km、高さ方向に 1~2 km のスケールをもつ現象であり、しかもその半分は海上に存在するため、全体的な構造と汚染状況の変化を観測的に実証することはむずかしく、いずれも推論の域を出ません。

なお質問の表現ですと、汚染物質の「濃縮」という意味を含むようですが、空気と同程度の比重でしかも SO_2 のように化学的に安定な物質では、一定の気塊の濃度が上昇することは考えられません。

（公害資源科 吉門 洋）