

II-350

組成分析に基づく大気エアロゾルの太陽放射吸収特性の評価

北海道大学工学部	正会員	太田幸雄
北海道大学工学部	正会員	村尾直人
日本気象協会中央本部	正会員	守屋 岳

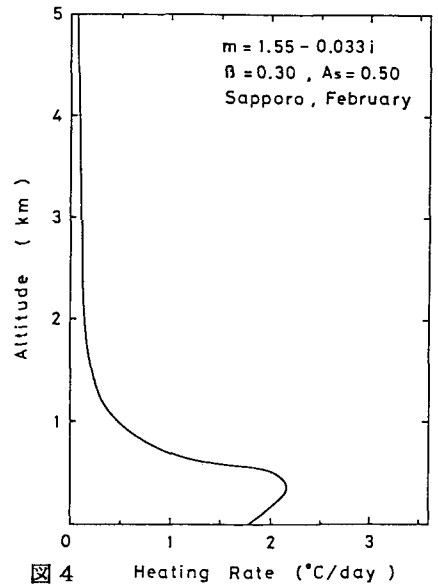
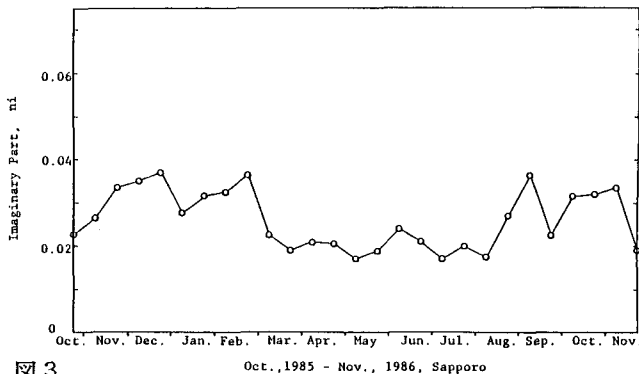
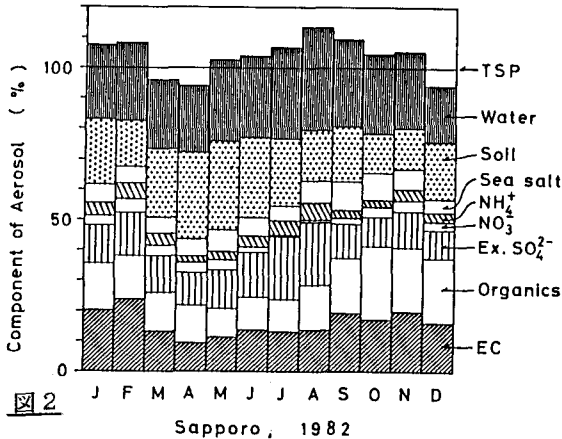
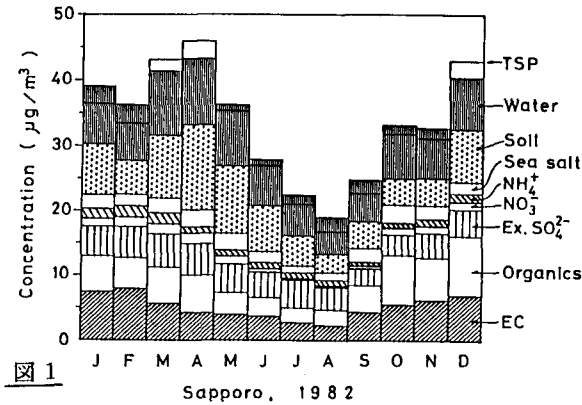
(1) . はじめに:

大気エアロゾルは、太陽放射を散乱吸収することにより気候を変化させ、また対流圏下層においてかなりの加熱を引き起こす。ところでこの気候変動の度合及び大気の加熱率の大きさは、大気エアロゾルの複素屈折率の虚数部(吸収係数 n_i)の値に大きく依存しており、例えば吸収係数 n_i が0.05よりも大きければ、大気エアロゾルの増加に伴い地球は温暖化し、一方、 n_i が0.05よりも小さければ地球は寒冷化するとされている(Yamamoto and Tanaka, 1972)。また、大気の加熱率も、吸収係数 n_i が0.01から0.03に変わると約2倍に増加する(Yamamoto et al., 1974)。このように大気エアロゾルの吸収係数は、大気エアロゾルの増加に伴う気候の変化及び下層大気の熱構造への影響を予測する上で決定的に重要なパラメーターであり、吸収係数を正確に求めることは、重要な課題である。これまでのところ、この吸収係数の測定は主としてポーラネフェロメーターやオーリオルメーター等を用いた光学的手法により行われてきている。これらの方法は原理的に最も正確な測定法であり、いわば大気エアロゾルの吸収係数の標準測定法と言うべきものである。しかしながら、これらの測定法は非常に精密な光学機器を用いた方法であるため、広範囲の地点における野外での測定においてはかなりの困難を伴う。そこで我々は、より野外観測に適し、また任意の期間の平均の吸収係数を求めることのできる方法として、以下に述べる、組成分析に基づく大気エアロゾルの吸収係数の測定法を開発中である。この方法が確立されれば、かなり容易に大気エアロゾルの吸収係数の広域分布を求めることができ、また、将来エアロゾルの組成が現在のものと大きく異なることが予想される場合にも、そのエアロゾルの質の変化に伴う吸収係数の変化を予測することができる。

(2) . 組成分析に基づく大気エアロゾルの吸収係数の決定:

1982年に札幌の北大工学部屋上において、石英繊維ろ紙を装着したエアサンプラーを用いて粒径 $10\mu\text{m}$ 以下の大気エアロゾルを一ヶ月毎に捕集し、組成分析を行った。結果を図1に示す。TSPは相対湿度50%の雰囲気中で測定したエアロゾルの重量濃度、ECは煤中の黒色純炭素(Elemental carbon)、 Ex. SO_4^{2-} は大気中の硫酸塩濃度から海塩粒子に含まれる硫酸塩を差し引いたもの、またWaterは、 Ex. SO_4^{2-} ($(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$)と NO_3^- (NH_4NO_3)及びSea saltが相対湿度50%の場合に含む水分量(粒子成長の実験(Tang, 1980)をもとに計算により求めたもの)を合計したものである。図より、札幌における大気エアロゾルは、黒色純炭素、有機物、硫酸塩、硝酸塩、アンモニウム、海塩、土壌粒子及び水分の8成分で構成されていることがわかる。札幌においては、ECが冬期に $8\mu\text{g}/\text{m}^3$ と多く、夏に $3\mu\text{g}/\text{m}^3$ に減少している。土壌粒子は、4月、5月の春期に多く、風による表土の舞い上がりの他に、札幌においては特にスパイクタイヤによる道路粉塵の寄与もかなりあるものと思われる。一方硫酸塩(Ex. SO_4^{2-})は四季を通じてほぼ $4\sim 5\mu\text{g}/\text{m}^3$ 程度である。図2は、各成分が大気エアロゾル全体に占める割合について示したものである。黒色を帯びているECの割合が冬季に24%にも達すること、及び茶褐色である土壌粒子の割合が春季に30%にまで増加すること等、大気エアロゾル中の着色成分の割合が季節変化をしており、大気エアロゾル全体の吸収係数も季節的に変化していることが予想される。ところで、以上のように、札幌における大気エアロゾルがほぼ上記の8成分で構成されているとすると、大気エアロゾル全体の吸収係数は、各成分毎の吸収係数を用い、分析の結果得られた組成割合に基づいて、計算により求めることができる。この方法により得られた札幌における粒径 $10\mu\text{m}$ 以下の大気エアロゾルの吸収係数 n_i の季節変化を図3に示す。吸収係数は、春～夏には0.02程度であるが、冬期に0.035程度にまで増加している。この結果に基づ

き、2月の札幌における、大気エアロゾルの可視領域（波長0.3～0.8 μ m）における太陽放射吸収による大気の加熱率を計算したところ、図4に示すように、地表から300mまでの大気境界層内で2°C/dayの加熱率が得られた。近赤外領域での吸収加熱効果も考えると、3°C/day以上の加熱率となるものと予想される。また、地表面に到達する太陽放射量は大気エアロゾルによる散乱のため減少しているの、地表面温度は大気エアロゾルが無い場合に比べて低くなる。以上のように、大気エアロゾルの存在により地表面温度は下がり、一方大気は加熱されることから、大気境界層内の大気安定度はより安定になるものと思われる。このように、2月の札幌においては、大気エアロゾルの存在は、大気の安定度を変え、大気の大気構造及び局地風系にかなりの影響を与えているのではないと思われる。



—参考文献—

- Yamamoto, G. and M. Tanaka, 1972:
Increase of global albedo due to air pollution. J. Atmos. Sci., Vol. 29, 1405-1412.
- Yamamoto, G., M. Tanaka and S. Ohta, 1974:
Heating of the lower troposphere due to absorption of the visible solar radiation by aerosols. J. Meteor. Soc. Japan, Vol. 52, 61-68.
- Tang, I. N., 1980:
Deliquescence properties and particle size change of hygroscopic aerosols. Generation of Aerosols. K. Willeke ed. Ann Arbor Sci.