

エーロゾルプロダクトの開発  
 — GMS/VISSR および NOAA/AVHRR 画像データを利用して —

大河原 望<sup>\*1</sup>、吉崎 徳人<sup>\*1</sup>、徳野 正己<sup>\*2</sup>

Development of Aerosol Products from GMS/VISSR and NOAA/AVHRR Image Data

OKAWARA Nozomu <sup>\*1</sup>, YOSHIZAKI Yoshito <sup>\*1</sup>, TOKUNO Masami <sup>\*2</sup>

Abstract

Aerosol products from GMS/VISSR and NOAA/AVHRR have been developed in MSC in cooperation with Meteorological Research Institute (MRI). The products include two parameters on atmospheric aerosol, namely, the aerosol optical thickness (AOT) at 500nm and Ångström exponent. The former is related to its concentration, and the latter is related to its particle size distribution. Both two parameters, AOT and Ångström exponent are retrieved using NOAA/AVHRR channel 1 and 2 data. On the other hand, only one parameter AOT at fixed Ångström exponents is retrieved using GMS/VISSR visible channel data. The aerosol parameters are retrieved referring the Look Up Tables (LUTs) generated by radiative transfer calculations in which satellite measurements are converted to the aerosol optical thickness at 500nm of wavelength. These parameters are produced at every 20-km grid intervals in the vicinity of Japan over the sea. MSC began to produce prototype of aerosol products operationally using GMS-5 and NOAA-16 data in December 2001, and has sent them to Atmospheric Environment Division of JMA for the evaluation of their quality. Furthermore optical thickness of aerosol derived from GMS/VISSR data is compared with surface measurements of sky radiometers at five stations (Qingdao, Naha, Fukuoka, Nagoya, and Tsukuba) in the duration of intensive observations from April 7 to April 22, 2002. The result shows that there is a good correlation and no obvious bias between them. It is also found that a typical parameter size distribution of yellow sands flying to Japan is not so much different from that estimated in the radiative transfer model by assuming the fraction of small component optical thickness in the total aerosol optical thickness is 0.4 (Ångström exponent=0.42).

要 旨

気象研究所と協力して、GMS/VISSR および NOAA/AVHRR からエーロゾルプロダクトを開発した。このエーロゾルプロダクトは、エーロゾルの光学的厚さとオンゲストローム指数というエーロゾルの光学的性質に関する 2つのパラメータを算出したものである。前者は、エーロゾル濃度を表し、後者はエーロゾルの粒径別濃度分布の指標を表す。NOAA /AVHRR のチャンネル 1 および 2 を用いたプロダクトでは、エーロゾルの光学的厚さとオンゲストローム指数を、GMS-5/VISSR の可視データを用いたプロダクトでは、一定のオンゲストローム指数を仮定した場合におけるエーロゾルの光学的厚さのみを算出する。これらのエーロゾルに関するパラメータを、

<sup>\*1</sup> 気象衛星センターデータ処理部システム管理課、<sup>\*2</sup> 気象庁予報部数値予報課  
 2002 年 7 月 25 日受領 2003 年 2 月 10 日受理

放射伝達計算により作成されたルックアップテーブルを参照して求める。プロダクトは、20kmの経緯度格子で、日本付近の海上において算出される。衛星センターでは、衛星エアロゾルプロダクトの品質評価のため、2001年12月から、GMS-5とNOAA-16のデータを用いたプロダクトの試験的な算出、および、環境気象課への試験配信を開始した。さらに、GMS/VISSRデータから算出したエアロゾルの光学的厚さとスカイラジオメーターによるエアロゾルの光学的厚さの地上観測データとを、2002/4/7～4/22の集中観測期間について比較した。両者は、良く対応しており、顕著なバイアスはみられなかった。このことから、日本付近に飛来する黄砂の代表的な粒径が、エアロゾルの光学的厚さで小粒子成分の占める比率を0.4としたもの(0.044  $\mu$  mを中心とする粒径をもつもの、オングストローム指数=0.42)と大きく変わらないことがわかった。

## 1. はじめに

気象衛星センターでは、静止気象衛星「ひまわり」や極軌道気象衛星「NOAA」データを利用して海面水温や大気鉛直分布などのプロダクトを作成・配信している。しかし、これまで大気中のエアロゾルに関するプロダクトの作成は行っていなかった。

近年、気候変動や環境問題に関してエアロゾルの重要性が指摘され、気象庁でも、エアロゾルに関する情報の収集と提供を目的に、平成13年環境気象課にエアロゾル観測係を設置した。気象衛星センターは、環境気象課にエアロゾルプロダクトを提供するための技術開発の一環として、平成12年度から3年計画で実施されている科学技術振興調整費「風送ダストの大気中への供給量評価と気候への影響に関する研究」の「衛星情報を用いた広域ダスト分布の解明に関する研究」に気象研究所と共同して参加している。この中で、気象衛星センターは、衛星データからダストの分布や光学的な厚さの算出について開発およびデータベースを作成する作業を担当している。

環境気象課には、衛星エアロゾルプロダクトの品質評価のため、2001年12月からGMS-5とNOAA-16のデータを用いた試験プロダクトを配信している。

本稿では、衛星エアロゾルプロダクトの作成および初期の評価結果について報告する。

## 2. 算出原理

### 2.1 衛星の可視センサーが観測する反射率

衛星の可視センサーが観測する反射率Rは、次のように書くことができる。

$$R = R_a + R_{mol} + R_g$$

**R<sub>a</sub>**：エアロゾルによる反射成分

**R<sub>mol</sub>**：エアロゾル以外の、大気成分の分子による反射成分

**R<sub>g</sub>**：地表面からの反射成分

このうち、R<sub>mol</sub>は、大気中の水蒸気やオゾンなどの鉛直分布を仮定すれば、放射伝達計算により求めることができる。また、R<sub>g</sub>についても、地表面の光学特性を仮定すれば、求めることができる。R<sub>a</sub>は光学的厚さ、光学特性(複素屈折率)、粒径分布、形状、波長などのパラメータとして表すことができ、R<sub>a</sub>から光学的厚さを求めるためには、その他の変数を仮定し、複雑な放射伝達計算を解く必要がある。

### 2.2 エアロゾルの光学特性および粒径分布

放射伝達計算では、エアロゾルの光学特性(複素屈折率)および粒径分布を仮定する必要がある。今回、エアロゾルの複素屈折率は1.5-0.005iとし、エアロゾルの粒径分布は、大・小2つの粒径を持つエアロゾル(98)と同じ方法)。その正規対数粒径分布関数は、次の形で表される。

$$dn(r)/dlnr = ((2\pi)^{1/2} \ln \sigma)^{-1} \exp\{-(\ln r - \ln r_m)^2 / 2 \ln^2 \sigma\} \quad (\text{図1})$$

**r**：エアロゾルの半径

**n(r)**：半径rを持つエアロゾルの数

**r<sub>m</sub>**：エアロゾルの中心半径

**ln  $\sigma$** ：標準偏差

小粒子は、r<sub>m</sub>=0.044  $\mu$  m、 $\sigma$ =1.96

大粒子は、r<sub>m</sub>=0.370  $\mu$  m、 $\sigma$ =2.37

ただし、Mie 散乱の理論計算で考慮したエアロゾル粒子の半径  $r$  の範囲は、 $0.001 \mu\text{m} < r < 10.0 \mu\text{m}$  である。

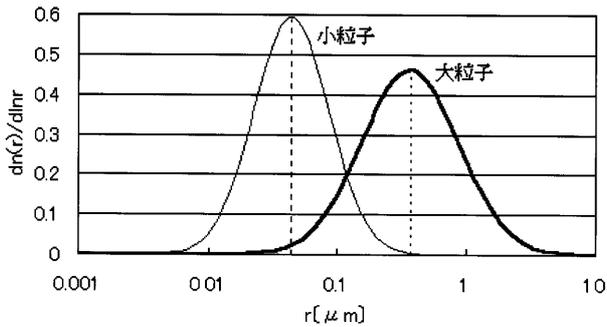


図 1 粒径の正規対数分布関数

### 2.3 エアロゾルに関する 2 つのパラメータ

エアロゾルプロダクトでは、エアロゾルに関する 2 つのパラメータを算出する。1 つは大気中のエアロゾル濃度に関するパラメータで、波長  $\lambda = 500\text{nm}$  におけるエアロゾルの光学厚さである。もう 1 つは、2.2 項で仮定した大小 2 つのエアロゾル粒径分布の存在比を表すパラメータである。以下に、これらのパラメータの詳細を示す。

#### 2.3.1 エアロゾルの光学厚さ

エアロゾルの光学厚さとは、大気中のエアロゾル濃度を表すパラメータで、次式で定義される。

$$I_{\lambda} = I_{0\lambda} \exp(-\tau_{\lambda} \cdot \mu)$$

$I_{\lambda}$  : 波長  $\lambda$  における、地表面が受け取る日射量

$I_{0\lambda}$  : 波長  $\lambda$  における、大気外日射量

$\tau_{\lambda}$  : 波長  $\lambda$  におけるエアロゾルの光学厚さ

$\mu$  : 大気路程

したがって、 $\tau_{\lambda} = 1$  というのは、太陽が真上 ( $\mu = 1$ ) にある場合、地表面が受け取る日射量 ( $I_{\lambda}$ ) を大気外の日射量 ( $I_{0\lambda}$ ) の  $1/e$  (約 37%) に減衰させてしまうほどのエアロゾル量である。

#### 2.3.2 オングストローム指数

オングストローム指数は、オングストローム混濁公式である (1) 式の波長の指数項  $\alpha$  である。

$$\tau(\lambda) = \gamma \lambda^{-\alpha} \quad (1)$$

$\tau(\lambda)$  : 波長  $\lambda$  (nm) におけるエアロゾルの光学厚さ

$\gamma$  : オングストローム混濁係数

$\alpha$  : オングストローム指数

(1) 式からオングストローム指数は 2 つの波長における光学厚さを用いて計算できる。

ここでは、500nm と 655nm を用いる。

$$\alpha = -\log(\tau_{655} / \tau_{500}) / \log(655/500) \quad (2)$$

小粒子、大粒子による光学厚さの関係は次式で表される。

$$\tau_{500} = \tau_{500}^S + \tau_{500}^L \quad (3)$$

$$\tau_{655} = \tau_{655}^S + \tau_{655}^L \quad (4)$$

$\tau_{500}^S$  : 波長 500nm における小粒子エアロゾルの光学厚さ

$\tau_{500}^L$  : 波長 500nm における大粒子エアロゾルの光学厚さ

$\tau_{655}^S$  : 波長 655nm における小粒子エアロゾルの光学厚さ

$\tau_{655}^L$  : 波長 655nm における大粒子エアロゾルの光学厚さ

波長 500nm におけるエアロゾルの光学厚さで小粒子成分の占める比率を  $f_s$  とすると、(3) 式は、

$$\tau_{500} = f_s \cdot \tau_{500}^S + (1-f_s) \cdot \tau_{500}^L \quad (5)$$

また、消散係数を用いると (4) 式の  $\tau_{655}^S$  と  $\tau_{655}^L$  は次式で表すことができる。

$$\tau_{655}^S = \tau_{500}^S (\beta_{\text{ext},655}^S / \beta_{\text{ext},500}^S) \quad (6)$$

$$\tau_{655}^L = \tau_{500}^L (\beta_{\text{ext},655}^L / \beta_{\text{ext},500}^L) \quad (7)$$

$\beta_{\text{ext},\lambda}^S$  : 波長  $\lambda$  における小粒子の消散係数

$\beta_{\text{ext},\lambda}^L$  : 波長  $\lambda$  における大粒子の消散係数

(4) 式、(6) 式および (7) 式から、(2) 式中の  $\tau_{655} / \tau_{500}$  は、

$$\tau_{655} / \tau_{500} = f_s \cdot (\beta_{\text{ext},655}^S / \beta_{\text{ext},500}^S) + (1-f_s) \cdot (\beta_{\text{ext},655}^L / \beta_{\text{ext},500}^L) \quad (8)$$

このように、小粒子成分の占める比率  $f_s$  によってオングストローム指数  $\alpha$  を記述できる。 $\alpha$  と  $f_s$  との

関係を図2に示す。

3. 算出方法

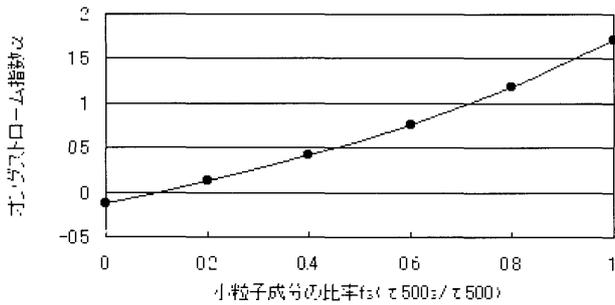


図2 小粒子成分の比率 fs とオングストローム指数  $\alpha$  との関係

実際のエアロゾルパラメータの算出にあたっては、計算時間短縮のため放射伝達計算を行わず、あらかじめ doubling- adding 法で放射伝達計算を行って作成したルックアップテーブル (LUT) を用いる。LUT では、太陽天頂角 ( $\theta_0$ )、観測天底角 ( $\theta$ )、方位角の差 ( $\phi - \phi_0$ )、500nm でのエアロゾルの光学的厚さ ( $\tau_{500}$ ) と、大気上端での双方向反射率 (R) が関係付けられている。ここで、双方向反射率は、衛星観測放射輝度を太陽光の進行方向に対する放射束密度で除し、さらに太陽天頂角の余弦で除したものであり、衛星の可視チャンネルの観測データ (A) を用いて、次式のように表すことができる。

$$R = A / 100 \times \cos \theta$$

R：大気上端での双方向反射率

A：衛星の可視チャンネルの観測データ (アルベド) [%]

$\theta$ ：太陽天頂角

したがって、衛星の可視チャンネルの観測データを、角度などのデータと共に、LUT を参照することで、エアロゾルに関するパラメータに変換する。

3.1 LUT 作成時の放射伝達計算の条件

・モデル大気：平行平板大気を仮定。水平方向には一様。鉛直方向には4層 (0 ~ 2km, 2 ~ 5km, 5 ~ 13km, 13 ~ 100km) に分割し、エアロゾルは第2層 (2 ~

5km) に均一に分布していると仮定する。

・大気 (水蒸気、オゾン) の Profile：

① LOWTRAN7 の中緯度冬 (Kneizys et al., 1988)

(可降水量 0.85cm、オゾン全量 376.8DU)

② LOWTRAN7 の中緯度夏 (Kneizys et al., 1988)、

(可降水量 2.91cm、オゾン全量 331.6DU)

の2通り。ただし、現在算出に使われているのは、中緯度夏の Profile で算出された LUT。

・地表面 (海面) の光学特性：

Cox and Munk(1954) による。海面を微小な面に分割し、それらの傾きが風速をパラメータとする正規分布に従い、各微小面では鏡面反射をすると仮定。風速は、5m/s とした。Oceanic whitecap は考慮していない。

・  $\tau_{500}$  (500nm におけるエアロゾルの光学的厚さ)、太陽天頂角、衛星天頂角、太陽と衛星の方位角の差

$\tau_{500}$ (500nm におけるエアロゾルの光学的厚さ)	太陽天頂角 (度)	衛星天頂角 (度)	太陽と衛星の方位角の差 (度)
9 通り	10 通り	10 通り	19 通り
0.0	72.37	72.37	0.0
0.02	66.46	66.46	10.0
0.04	60.00	60.00	20.0
0.08	53.09	53.09	30.0
0.16	45.81	45.81	40.0
0.32	38.23	38.23	50.0
0.64	30.43	30.43	60.0
1.28	22.47	22.47	~
2.56	14.39	14.39	180.0
	6.28	6.28	(10 度毎)

上記の条件のもと、次に示す6種類の小粒子成分の比率 (6種類のオングストローム指数に対応) に対して放射伝達計算を行い、LUT を作成した。

fs (小粒子成分の比率) 6 通り
1.0 ( $\alpha = 1.71$ )
0.8 ( $\alpha = 1.18$ )
0.6 ( $\alpha = 0.76$ )
0.4 ( $\alpha = 0.42$ )
0.2 ( $\alpha = 0.13$ )
0.0 ( $\alpha = -0.12$ )

なお、LUT 作成は、気象研究所気象衛星・観測システム研究部第一研究室長の増田一彦氏によって行われ、気象衛星センターに提供された。

また当初、LUT はエアロゾル粒子を球形と仮定して作成した。しかし、実際にこの LUT を用いて、GMS-5 の毎時データから、午前中から午後にかけての 1 時間毎にエアロゾルの光学的厚さを算出したところ、同じ領域で正午付近に光学的厚さの不自然な減少が見られた。そのため、非球形の効果を採り入れた半経験的モデル (Pollack and Cuzzi, 1980) を導入して作成した LUT を用いてエアロゾルの光学的厚さを算出したところ、この不自然な減少は解消された (Masuda et al., 2002)。したがって、GMS データを処理する時は、この非球形の効果を採り入れた LUT を使用している。

### 3.2 LUT の概要

6 種類の小粒子成分の比率 (6 種類のオンゲストローム指数) に対してそれぞれ 9 種類の  $\tau_{500}$  (500nm におけるエアロゾルの光学的厚さ) に対応する LUT を作成する。各 LUT は、次の 4 種類のデータに関してテーブル化されている。

- ① 大気上端での双方向反射率
- ② 太陽天頂角
- ③ 衛星天頂角
- ④ 太陽と衛星の方位角の差

この LUT を参照することにより、衛星データからエアロゾルパラメータが算出される。

## 4. プロダクトの作成

エアロゾルデータは、GMS/VISSR データと NOAA/AVHRR データから算出する。GMS のプロダクトでは、可視チャンネルのデータを用いて、固定したオンゲストローム指数に対するエアロゾルの光学的厚さを、00 ~ 06UTC の毎時について算出する。また、NOAA のプロダクトでは、可視域の 2 チャンネル (CH1:640nm, CH2:840nm) のデータを用いて、エアロゾルの光学的厚さとオンゲストローム指数を算出する。

なお、算出時の条件は、以下のとおりある。

算出範囲：17.0° -52.0° N、114.0° -150.0° E (格子中心)

格子間隔：0.20° (緯度方向、約 20km)、  
0.25° (経度方向、約 20km)

サンダングリント角が 30° 以下の場合には風速の影響および表面からの反射成分の強度が大きいことから算出しない。

また、太陽天頂角が 70° より大きい場合、および衛星天頂角が 70° より大きい場合には、地球の曲率の影響で平行平板大気による近似から大きく外れるため、算出しない。

次に、GMS と NOAA のプロダクトそれぞれについて、算出手順および算出例を示す。

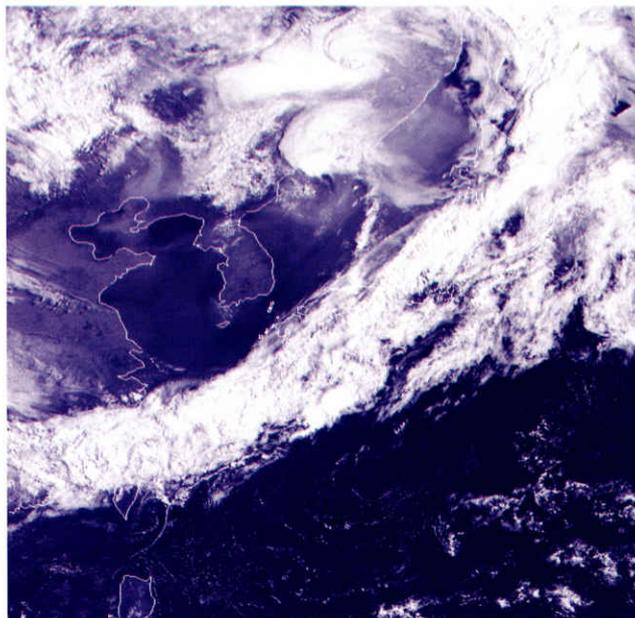
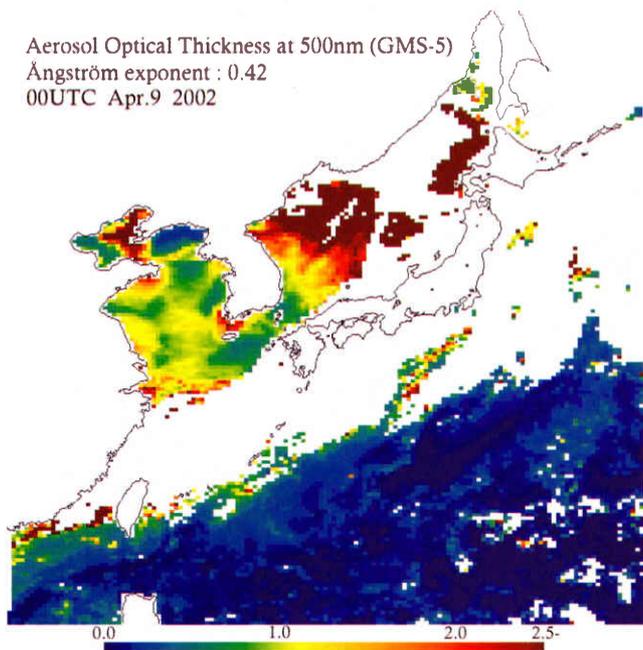
## 4.1 GMS-5/VISSR

### 4.1.1 算出手順

- ① 格子中心での太陽天頂角、衛星天頂角、太陽入射光と観測光の方位角の差を算出。
- ② 陸域の格子を除去。
- ③ 晴天画素の判別 (安田、白川、1999 による。ただし、採用する晴天判別テスト、および閾値は若干変更)、晴天以外の画素を除去。
- ④ 格子平均の VISSR/GMS-5 可視チャンネルの反射率を算出。
- ⑤ オンゲストローム指数 (6 種) を仮定し、それぞれの場合について太陽天頂角、衛星天頂角、太陽方位角と衛星方位角の差から LUTs を直線内挿し、500nm におけるエアロゾルの光学的厚さを算出。

### 4.1.2 算出例

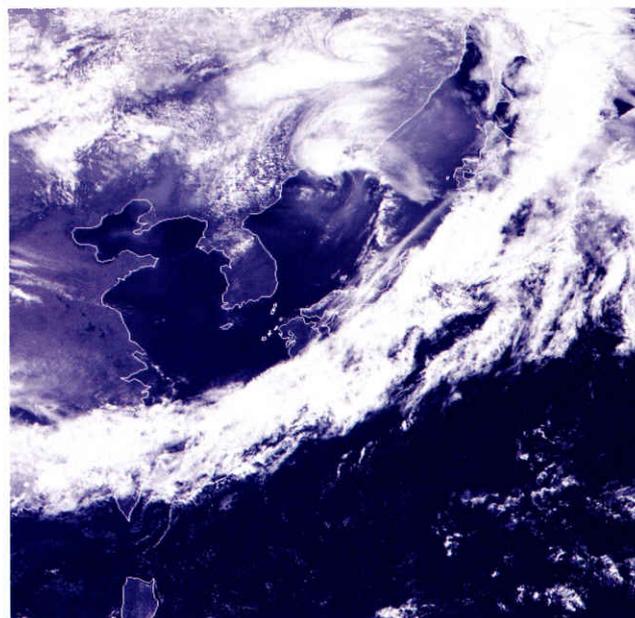
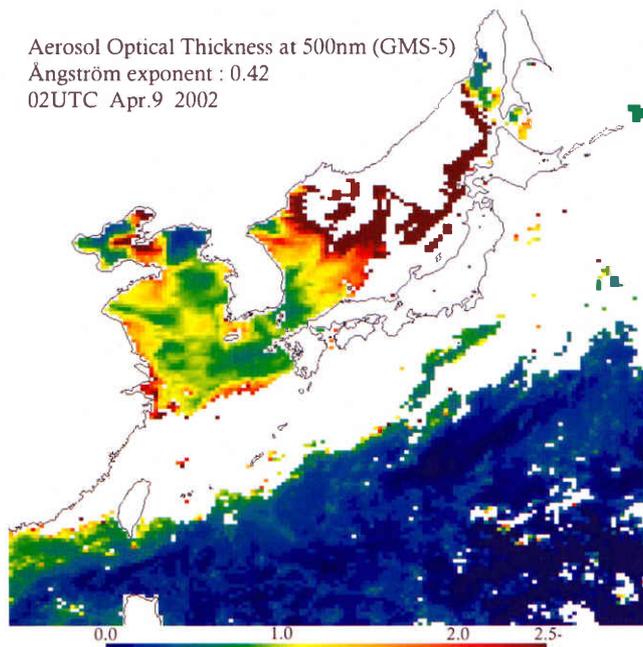
GMS エアロゾルプロダクトは、00 ~ 06UTC の毎時算出されるので、エアロゾルの濃度分布に加え、その時間的変化を見ることができる。図 3.1 ~ 図 3.4 に、日本で広範囲に黄砂が観測された 2002 年 4 月 9 日のエアロゾルの光学的厚さおよび同時刻の可視画像を示す。



GMS-5 visible image (00UTC Apr. 9 2002)

図 3.1

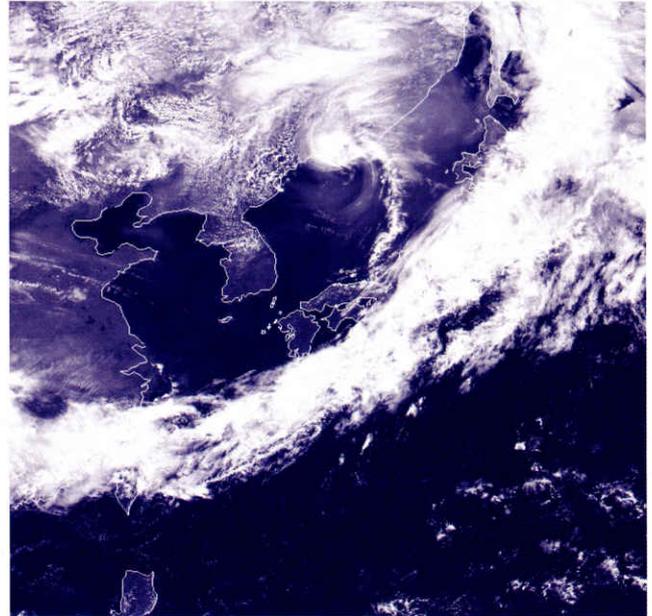
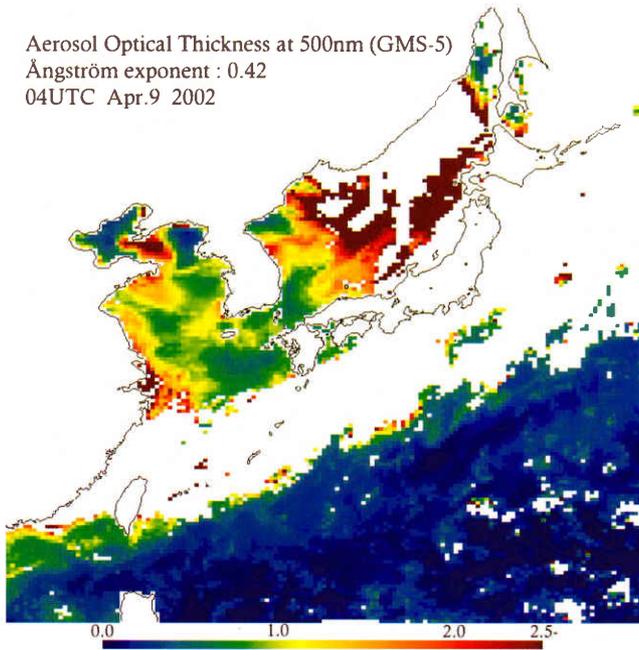
GMS-5/VISSR による 500nm におけるエアロゾルの光学的厚さ (左, オングストローム指数 =0.42)、および同時刻の可視画像 (右) (2002/04/09 00UTC)



GMS-5 visible image (02UTC Apr. 9 2002)

図 3.2

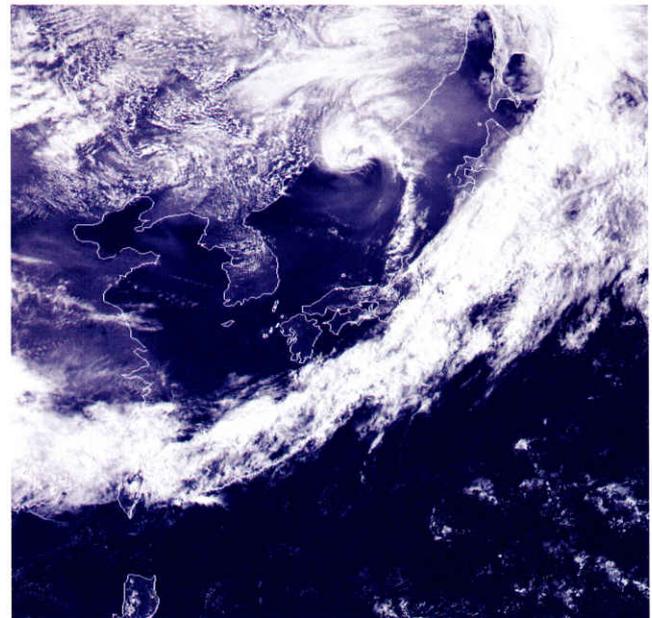
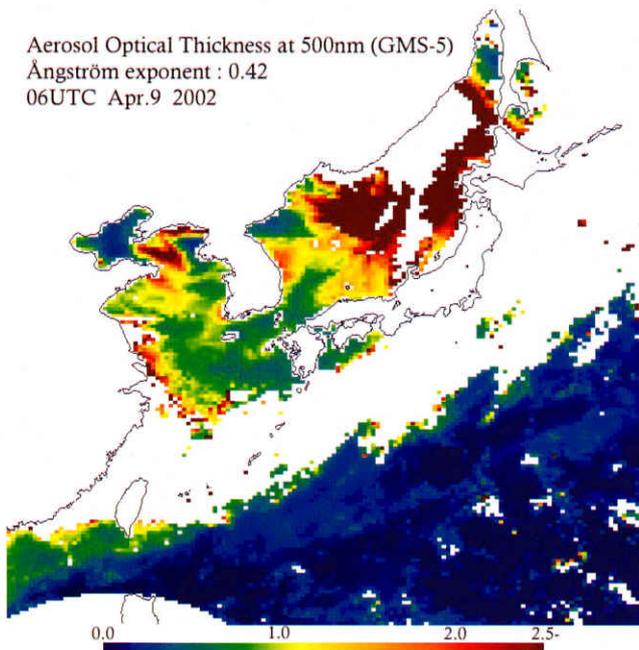
GMS-5/VISSR による 500nm におけるエアロゾルの光学的厚さ (左, オングストローム指数 =0.42)、および同時刻の可視画像 (右) (2002/04/09 02UTC)



GMS-5 visble image (04UTC Apr. 9 2002)

図 3.3

GMS-5/VISSR による 500nm におけるエアロゾルの光学的厚さ（左、オングストローム指数 =0.42）、および同時刻の可視画像（右）（2002/04/09 04UTC）



GMS-5 visble image (06UTC Apr. 9 2002)

図 3.4

GMS-5/VISSR による 500nm におけるエアロゾルの光学的厚さ（左、オングストローム指数 =0.42）、および同時刻の可視画像（右）（2002/04/09 06UTC）

4.2 NOAA-16/AVHRR

4.2.1 算出手順

- ①格子中心での太陽天頂角、衛星天頂角、太陽入射光と観測光の方位角の差を算出。
- ②陸域の格子を除去。
- ③晴天画素の判別 (McClain,E.P., C.G.Walton and L.L.Stowe,1990 による)、晴天以外の画素を除去。
- ④格子平均の NOAA-16/AVHRR・CH1 および CH2 の反射率を算出。
- ⑤CH1 と CH2 それぞれにおいて、太陽天頂角、衛星天頂角、太陽方位角と衛星方位角の差から各オングストローム指数毎に LUTs を直線内挿し、500nm におけるエアロゾルの光学的厚さを算出。

オングストローム指数	CH1 から算出した 500nm おける エアロゾルの光学的厚さ	CH2 から算出した 500nm おける エアロゾルの光学的厚さ
$\alpha 1$	$\tau 11$	$\tau 21$
$\alpha 2$	$\tau 12$	$\tau 22$
～	～	～
$\alpha 6$	$\tau 16$	$\tau 26$

算出結果を直線内挿して、 $\alpha$  (オングストローム指数) と  $\tau$  (500nm におけるエアロゾルの光学的厚さ) を求める。

4.2.2 算出例

NOAA エアロゾルプロダクトは、エアロゾルの濃度分布に加え、エアロゾルの粒径分布も知ることができる。図 4 に、GMS-5 と同じく 2002 年 4 月 9 日の算出例を示す。

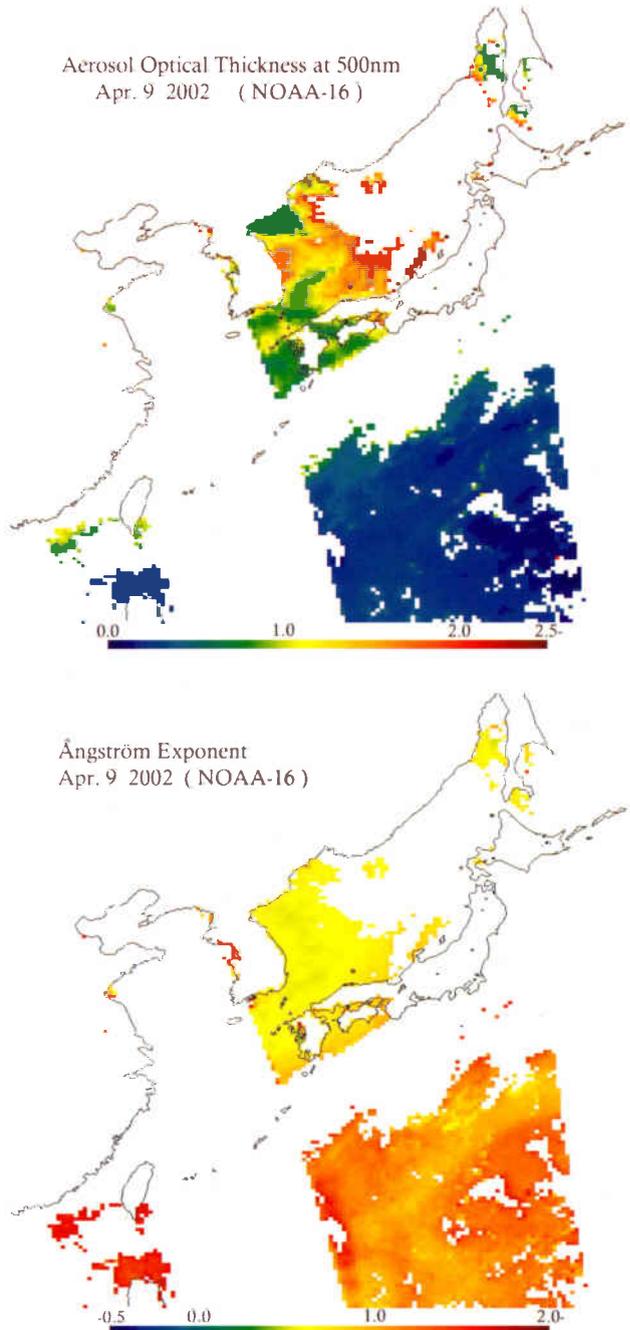


図 4

NOAA-16/AVHRR による 500nm におけるエアロゾルの光学的厚さとオングストローム指数 (2002/04/09 06UTC)

5. 精度比較

科学技術振興調整費「風送ダストの大気中への供給量評価と気候への影響に関する研究」集中観測期間中(2002/4/7 ~ 4/22)において、日本周辺ではしばしば黄砂が観測された。この期間の、スカイラジオメーターによるエアロゾルの光学的厚さの地上観測データを用いて、GMS/VISSR データから算出したエアロゾルの光学的厚さの精度比較を行った。GMS からの算出値は、日本付近に飛来する黄砂の平均的な粒径を考慮して、オングストローム指数=0.42 を使用した。比較方法の詳細は、以下のとおりである。

- ①スカイラジオメーターの 5 観測地点の緯・経度にほぼ対応する、3 × 3=9 格子の衛星データの平均を比較。ただし、5 観測地点の緯・経度は以下とする。

地点名	緯度 (度)	経度 (度)
Qingdao	35.80	120.75
那覇	26.20	127.75
福岡	33.80	130.00
名古屋	34.60	137.50
つくば	36.00	141.25

- ②有効な衛星データが 5 格子以上あるときのみ比較を行う。
- ③各地点の衛星のスキャン時刻に対応するように、その前後のスカイラジオメーターの値を時間で内挿する。ただし、前後の時刻差が衛星のスキャン時刻に対して 15 分以内のもののみ比較する。

図 5 に比較結果を示す。結果を見ると、サンプル数が 100 個程度と少ないため、詳細な議論は出来ないが、両者は良く対応しており、顕著なバイアスも見られない。光学的厚さが大きい程分散が大きくなっているが、雲などの影響を考えれば妥当な結果と思われる。GMS からの算出値は、粒径に関するパラメータであるオングストローム指数を固定したものであるが、この例では、日本付近に飛来する黄砂の代表的な粒径が、比較に利用した値(オングストローム指数=0.42)と大きく変わらないことを表している。

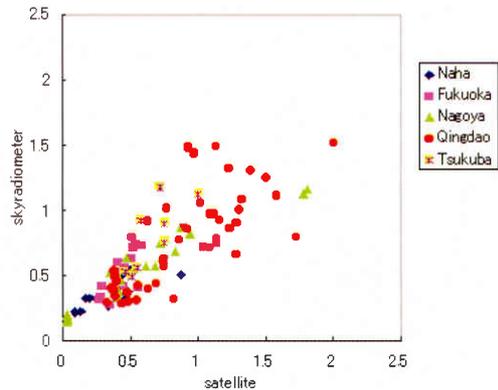


図 5

衛星から算出された値と skyradiometer による地上観測値との比較 (500nm におけるエアロゾルの光学的厚さ)

NOAA-16/AVHRR データから算出したエアロゾルパラメータについては、対応する地上観測データが少ないため、ほぼ同時刻の GMS/VISSR データから算出したエアロゾルパラメータとの比較を行った。結果を図 6 に示す。図から、両者はよく対応しているが、特に光学的厚さが 0 付近において、NOAA-16/AVHRR から算出したものの方が GMS/VISSR から算出したものに比べて 0.15 程度のバイアスが認められる。この原因としては、① GMS 可視センサーの劣化(打ち上げ後約 7 年が経過している)、②量子化の違い(GMS: 6bit、NOAA: 10bit)、③観測波長域の違い、等が考えられるが、現在のところはっきりしない。

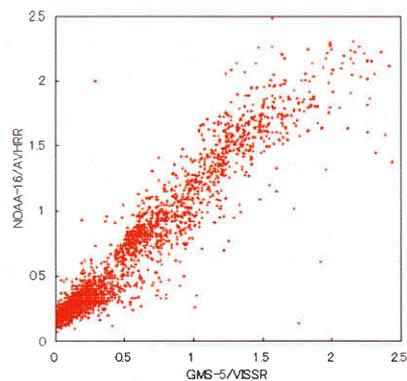


図 6

GMS/VISSR データから算出した 500nm におけるエアロゾルの光学的厚さ(オングストローム指数=0.42)と NOAA-16/AVHRR データから算出した 500nm におけるエアロゾルの光学的厚さ(2002/4/9 06UTC)

6. おわりに

開発を行ったエアロゾルプロダクトは、中国大陸から日本に飛来する黄砂などのエアロゾルの濃度と粒径別濃度分布に関する情報を提供するものであり、算出範囲が限られている。GMS-5では、広範囲のエアロゾルデータを作成できるので、その他の現象（山火事、

火山噴火など）を起源とするようなエアロゾルの増加も見ることができる。図7に、インドネシア付近で大規模な山火事が発生した時（1997年9月30日）の日平均画像を示す。図を見ると、インドネシア付近からエアロゾル濃度の高い部分が広がっている様子が確認できる。今後、この方面への利用も考える必要がある。

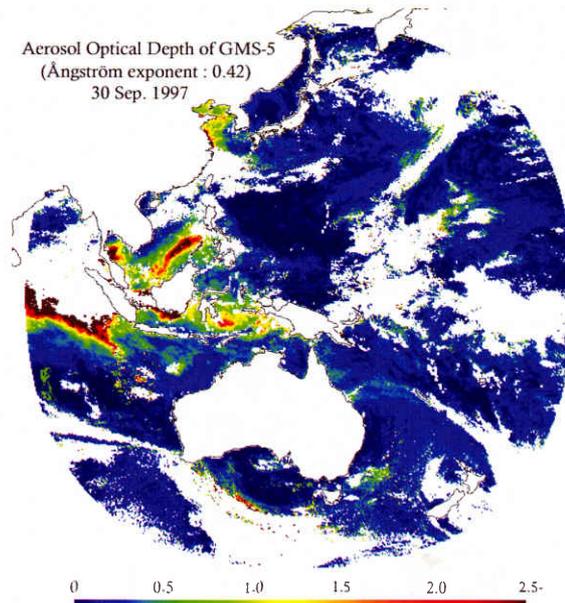


図7

GMS から算出したエアロゾルの光学的厚さの日平均値  
(1997/09/30 00-06UTC の平均、オングストローム指数 =0.42)

参考文献

- Cox, C., and Munk W.,1954:Statistics of the sea surface derived from sun glitter, J. Mar. Res., 13, 198-227.
- Kneizys, F. X., Shettle, E. P., Abreu, L. W., Chetwynd, J. H., Anderson, G. P., Gallery, W. O., Selby, J. E. A., and Clough, S. A.,1988:Users guide to LOWTRAN7, Air Force Geophysics Laboratory, AFGL-TR-88-0177, Hanscom AFB, MA, 146pp.
- Masuda, K, Mano, Y, Ishimoto, H, Tokuno, M, Yoshizaki, Y, Okawara, N., 2002:Assessment of the nonsphericity of mineral dust from geostationary satellite measurements, Remote Sensing of Environment, 82, 238-247.
- McClain,E.P., C.G.Walton and L.L.Stowe,1990:CLA VR cloud/clear algorithms and nonlinear atmospheric corrections for multi-channel sea surface temperatures, Preprint volume of the fifth conference on satellite meteorology and oceanography, September 3-7,1990.
- Nakajima, T. and Higurashi A.,1998:A use of two-channel radiances for an aerosol characterization from space, Geophys. Res. Let., 25, 3815-3818.
- Pollack, J. B. and Cuzzi, J. N.,1980:Scattering by nonspherical particles of size comparable to a wavelength: a new semi-empirical theory and its application to tropospheric aerosols. J. Atmos. Sci. 37, 868-881.
- 白川嘉茂,1994:NOAA/AVHRR データによる海面水温格子点値の作成, 気象衛星センター技術報告,28,43-49.
- 安田宏明, 白川嘉茂,1999: 静止気象衛星データを用いた海面水温算出方法の改良, 気象衛星センター技術報告,37,19-33.