

南極昭和基地における Black Carbon 濃度とその季節変化

原圭一郎¹・長田和雄²・矢吹正教³・林 政彦¹・塩原匡貴⁴・山内 恭⁴

1: 福岡大、2: 名大院環境学、3: 京大生存研、4: 極地研

1. はじめに

大気中に存在する Black carbon(BC)は、強い光吸収性を示し、大気中の放射収支やエアロゾルによる気候影響を議論する際には、考慮しなければならない重要な物質の一つである。特に極域では、BC の雪氷表面への沈着により、地表面アルベドが大きく変化する要因にもなる。南極圏内での BC 発生源は、各観測基地や周辺海域での船舶、夏季の人員輸送や観測のための航空機運航に限定されており、BC 発生強度や BC 濃度は、他地域と比べると極めて低い。そのため、BC を低中緯度域からの物質輸送のトレーサーとしての利用も期待される。ここでは、南極沿岸域での BC 濃度レベルとその季節変化とその要因を理解することを目的として、南極昭和基地で行った BC 連続観測の結果を報告する。

2. 観測と解析

南極昭和基地において、第 46 次南極地域観測隊(JARE46: 2005 年)から、高感度仕様の 7 波長型 Aethalometer (AE31; Magee Sci.)を使用し、BC 濃度の連続観測を開始した。AE31 の測定波長は、370, 470, 520, 590, 660, 880, 950 nm である。JARE48(2007 年)では測器保守のため、観測を中断したものの、JARE49 から連続観測を再開し、現在も観測継続中である。南極大気中の BC 濃度は低いため、外付けポンプを使用し、観測時の流量を約 10-13 LPM に設定した。BC 計測下限値の評価のため、フィルター(CCS-045C1H, Advantec)を使用し、エアロゾル粒子を除去した空気を本観測と同様の流量で、吸引・計測させることで、測器のノイズレベルの評価を行った。BC 濃度は、気象データ・エアロゾル数濃度データと比較し、局所汚染時のデータを取り除いた後、Weingartner et al. (2003) の方法に基づいて、計測される光透過率の時間変化(Δ ATN)から、BC 濃度(M_{BC})の算出を行った。

3. 結果と考察

3-1. BC 濃度計測下限の評価

BC 濃度の計測下限は、測器のノイズレベルと、 Δ ATN に関係する。BC 濃度計測下限評価を行うため、 Δ ATN 値のばらつきの評価を行った。 Δ ATN は、15-400 分の時間分解能で求めた。時間間隔を問わず、短波長域(370, 470nm)のチャンネルでは、他

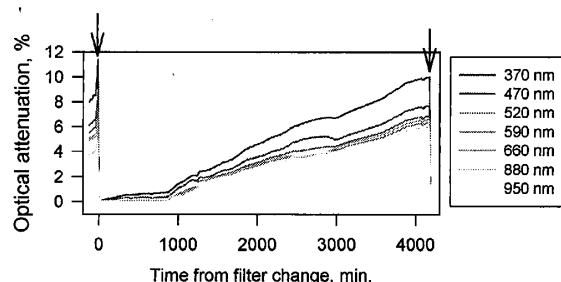


Fig.1 Variations of optical attenuation in BC measurements at Syowa Station, Antarctica on 16-19 May, 2008. Arrows indicate "filter change".

の波長領域と比べると Δ ATN が大きく時間変化をしていた。この変化は、ガス状有機化合物の吸着によると考えられる。また、520nm より長い波長域では、時間的な変化は若干見受けられるものの、 Δ ATN は 0%前後で変化していた。520nm より長い波長域の Δ ATN の標準偏差(σ)は、どの時間分解能でも、ほぼ同程度であり、2-3 時間の時間分解能で、 σ の値は 0.03-0.06%程度だった。3 σ の値以上の Δ ATN を有意の変化と評価すると、大気吸引流量 10-13 LPM の条件の下で 3 σ に相当する M_{BC} は、520nm より長い波長域では、0.2-0.4 ng/m³と見積もられた。本研究では、この値を M_{BC} 計測の下限とした。

3-2. 南極昭和基地での BC 濃度

Fig.1 に昭和基地での BC 濃度観測で得られた Attenuation の時間変化の一例を示す。この事例は、局所汚染は受けておらず、Attenuation の時間変化が比較的少ない期間に相当していた。多くのデータで計測下限を下回らない様にするには、 Δ ATN を 2 時間以上の分解能で解析することが望ましい様である。本研究では、2 時間分解能で解析を行うことにした。 Δ ATN から算出した $M_{BC}(\lambda=950\text{nm})$ の頻度分布を Fig.2 に示す。非汚染時のデータの内、 Δ ATN が負になるデータ数は、5%前後だった。低気圧接近に伴う中緯度大気の輸送により、 M_{BC} が一時的に 10 ng m⁻³ 以上に増加することもあったが(例、Hara et al., 2010)、解析を行った期間中(2005-2006 年、2008-2009 年)の M_{BC} の平均値は 3.1 ng m⁻³、中央値は 1.9 ng m⁻³、最頻値は 1.2 ng m⁻³ だった。以上から、昭和基地における BC のバックグラウンドレベルは、1 - 2 ng m⁻³ 程度と考えられる。この BC 濃度レベルは、Neumayer 基地で観測されたレベルと同程度であった(Weller et al., 2013)。また、昭和基地では、4 月頃に M_{BC} の月中央値が約 1 ng m⁻³ で極小を示し、9-10 月に月中央値が約 3 ng m⁻³ まで増加する季節変化が確認された。当日は M_{BC} の季節・経年変化も紹介する予定である。

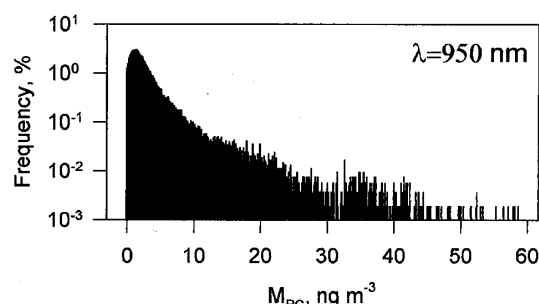


Fig.2 Histogram of M_{BC} at wavelength of 950 nm in 2005-2006 and 2008-2009 at Syowa Station, Antarctica.

References

- Hara, K. et al., *J. Geophys. Res.*, 115(D14), doi:10.1029/2009JD012582.
Weingartner, E. et al., *J. Aerosol Sci.*, 34(10), p.1445-1463, 2003.
Weller, R., et al., *Atmos. Chem. Phys.*, 13(3), 1579-1590, 2013.