

昭和基地におけるベリリウム7の観測

田阪茂樹¹、松原正也²、阿部琢也³、山内恭⁴

^{1,2} 岐阜大学総合情報メディアセンター

³ 静岡県環境放射線監視センター

⁴ 国立極地研究所

Mesurement of Be-7 at Syowa Station

Shigeki Tasaka¹, Masaya Matsubara², Takuya Abe³ and Takashi Yamanouchi⁴

^{1,2} Information and Multimedia Center, Gifu University

³ Shizuoka Prefecture Environmental Radiation Monitoring Center

⁴ Natinal Insitete of Polar Research

This report is the first observation of Be-7 at Syowa Station in JARE46. Annual average concentration of Be-7 was 3.9 ± 1.1 (mBq/m³). The minimum value was recorded to be 2.7 (mBq/m³) in May and Oct.-2005. And the maximum value was 6.2 (mBq/m³) in Jan.-2006. Annual variation of the concentration of Be-7 was found to be high in summer and low in winter. This observation at Syowa Station is well with similar observations of the Amundsen-Scott Station. Be-7 and Ozone concentration is observed at the same time, the observation results were compared. The Be-7 observations have found to be a strong indicator which shows the descent of air masses from the stratosphere.

本報告は第46次日本南極地域観測隊(JARE46)で実施された、昭和基地における初めてのベリリウム7(Be-7)の観測結果である。Be-7は成層圏もしくは対流圏上層において、宇宙線と大気中の酸素、窒素の原子が衝突して、原子核破砕で生成する宇宙線生成核種である。その半減期が53日の放射性核種である。生成後、周囲のエアロゾルに付着してエアロゾルと同じような挙動をされると考えられている。Be-7は成層圏から対流圏への大気塊の移流に伴って地上へと降下するために、地上で観測されるBe-7濃度変動は、高層大気の降下を示す指標として、地上オゾン濃度などの観測とともにその研究が行われている。

JARE46で実施されたBe-7の観測方法について述べる。昭和基地観測棟の大気吸入タワーの横にある高さ約1.5mの架台に、ガラス繊維フィルター(GB-100R-110A)を装着したハイボリウムエアサンプラー(SHIBATA HV-500F型)を設置して、大気中の粉塵を採取した。吸引量は毎分800リットルで、吸引時間は原則的に3時間である。1回の空気の総吸引量は約144m³である。サンプルは1枚ずつアルミ箔にくるみプラスチック容器に入れて日本へ持ち帰った。Table1の4列目には月別のサンプル数を示す、総サンプル数は206枚であった。測定は2006年4月～8月に、金沢大学低レベル放射能実験施設にある高感度Ge半導体検出器を用いて行った[Takuya Abe et al. 2007]。この検出器は通常のものと比較して、約百分の一とバックグランド計数値が極めて低いため、1年2か月前の2005年2月に採取したサンプル10枚を同時測定することによってBe-7濃度の有限値を得ることができた。Table1の5列目には月別のサンプルのGe半導体検出器による測定回数を示す。総測定回数は93回であった。

昭和基地のJARE46における、月別の地上Be-7濃度の観測結果をTable 1に示す。その年間の平均値は 3.9 ± 1.1 (mBq/m³)であり、最小値は5月、10月の2.7(mBq/m³)、最大値は1月の6.2(mBq/m³)であった。年周変動は1月、2月の夏季に高く、冬季に低いが、7月と8月の冬季に少しの増加が観測された。この昭和基地の年周変動はアムンゼン・スコット基地のBe-7の観測結果、12月の最大値6.4(mBq/m³)、7月の最低値1.9(mBq/m³)と、測定誤差の範囲でよく相似している[Hongyu Liu et al. 2001]。

昭和基地で同時に観測した、Be-7濃度とオゾン濃度の観測結果について両者の相関関係を検討する。

Fig. 1は、JARE46におけるBe-7濃度と地上オゾン濃度の年周変動の観測結果である。Be-7のサンプリング時間に合わせて、オゾン濃度データを抽出処理した。青木[青木1997]は、昭和基地の地上オゾン濃度連続観測は1988年から開始され、地上オゾン濃度は冬に最高濃度、夏に最低濃度が出現する顕著な季節変化を示して、2月～6月にかけての濃度上昇期と、10月～1月までの濃度下降期を比

Table 1 Result of Be-7 at Syowa Station in JARE46

date	Be-7(mBq/m ³)	SD	sample	measurement
Feb-05	6.0	-	10	1
Mar-05	4.4	-	10	1
Apr-05	3.6	0.5	18	2
May-05	2.7	0.4	18	2
Jun-05	3.5	0.7	14	3
Jul-05	3.9	1.6	12	4
Aug-05	3.6	0.8	13	5
Sep-05	3.4	1.5	14	9
Oct-05	2.7	1.2	32	17
Nov-05	3.0	1.6	25	13
Dec-05	4.0	2.2	23	19
Jan-06	6.2	1.4	17	17

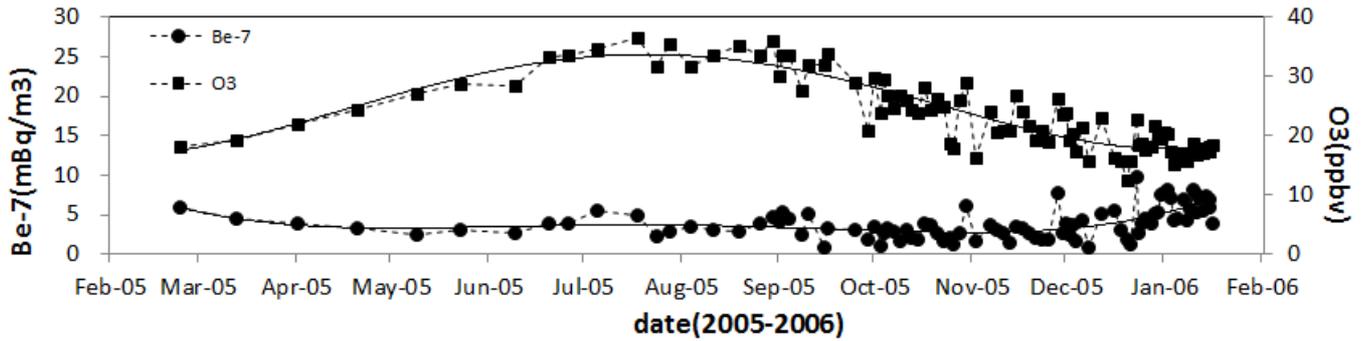


Fig. 1 Annual variation of Be-7 and O₃ at Syowa Station in JARE46. Solid curve is the polynomial approximation of the observed data.

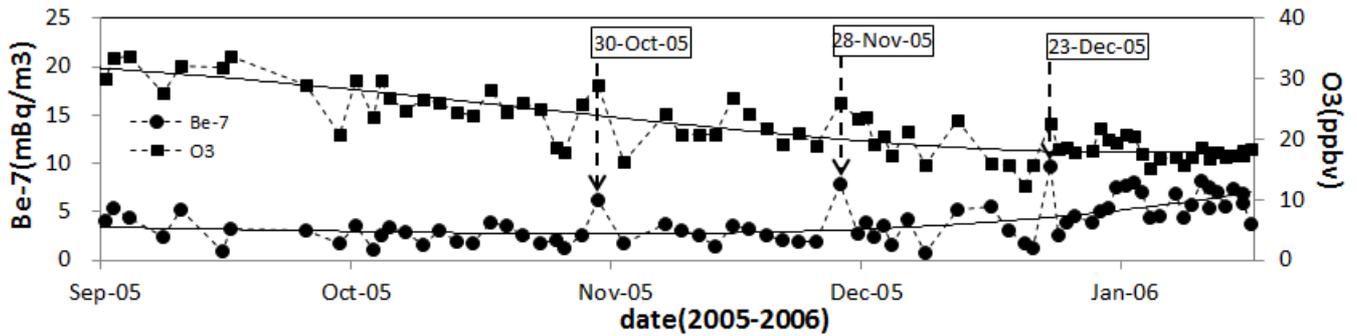


Fig. 2 Measurement of Be-7 and O₃ concentration at Syowa Station in Sep.-2005 to Jan.-2006, JARE46.

較すると、後者の方が日々の濃度のばらつきが大きいと記述している。また、江崎他[江崎他 2010]は、1997年～2008年の観測データについて、7月～10月の春季に地上オゾン急減現象(SOD)が発生していると報告している。

Fig. 2は、Be-7濃度の測定回数の多い9月、10月、11月、12月、1月の5ヶ月間の観測結果をオゾン濃度とともに示した図である。図中の実線は観測データの多項式近似曲線であり、オゾン濃度は下降期で、Be-7濃度は上昇期である。図中の3つの矢印の日時は、2005年10月30日、11月28日、12月23日であり、Be-7濃度と増加の割合は、それぞれ、6.2mBq/m³ (4σ)、7.8mBq/m³ (7σ)、9.7mBq/m³ (4σ)であった。

この時、オゾン濃度が増加しているかを検証するために、Fig. 2の多項式近似曲線からの偏差を、Be-7については $\Delta\text{Be-7}$ 、オゾンについては ΔO_3 を求めてプロットした図がFig. 3である。図の右上にある3個の黒丸は、上記の3日間のプロットであり、いずれもBe-7とオゾン濃度が同時に増加していることを意味する。また、左下に離れている3個のプロットは、この3日間(2005年10月25日、10月26日、11月2日)はオゾン濃度のみが減少しているため小規模なSODが発生したと考えられる。この3日間を除いてBe-7濃度をX軸に、オゾン濃度をY軸にとって、回帰直線及び相関係数を求めると、 $Y=0.99X+0.20$ 及び $r=0.67$ となった。また、月別の相関係数は、2005年10月($r=0.74$)、11月($r=0.70$)、12月($r=0.71$)、2006年1月($r=0.70$)で、両者には強い相関がある。この観測結果は、オゾン濃度下降期10月～1月において成層圏からの大気塊の降下を強く示唆し、Be-7は南極域大気の大気塊の鉛直移流現象を説明する最適なトレーサーであることを示す。

References

- 青木周司(1997): 昭和基地および「しらせ」船上における地上オゾン濃度の連続観測. 南極資料, 41, 231-247.
- 江崎雄治, 平沢尚彦, 林正彦, 山内恭(2010): 1997年春季に南極昭和基地において発現した地上オゾン急減現象, 南極資料, 54(特集号), 623-639.
- Takuya Abe et al.: Highly Time-Resolved Measurements of Airborne Radionuclides by Extremely Low Background γ -ray Spectrometry: Their Variations by Typical Meteorological Events, J. Environmental Radioactivity, 8, 5-9, 2007.
- Hongyu Liu et al.: Constraints from ²¹⁰Pb and ⁷Be on wet deposition and transport in a global three-dimensional chemical tracer model driven by assimilated meteorological fields, J. Geophys. Res., 106, D11, 12109-12128, 2001.

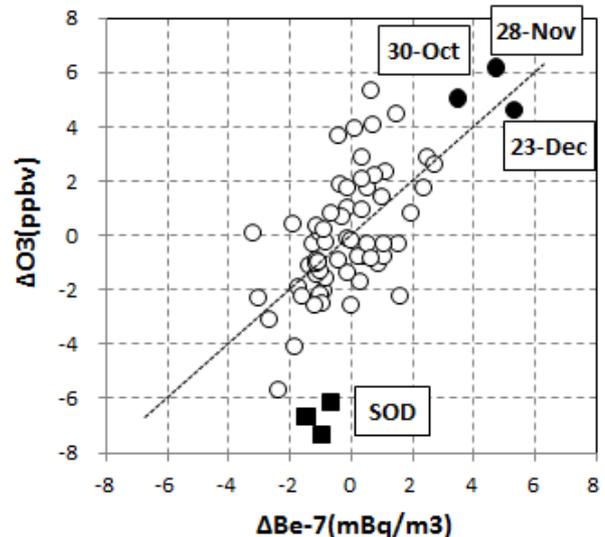


Figure 3. Comparison of the daily $\Delta\text{Be-7}$ and ΔO_3 concentration in Oct.-2005 to Jan.-2006 at Syowa Station