

# オーストラリア起源ラドンの南極昭和基地への大気輸送とそのメカニズム

平沢尚彦<sup>1</sup>、田阪茂樹<sup>2</sup>、田口彰一<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 国立極地研究所

<sup>2</sup> 岐阜大学

<sup>3</sup> 産業技術総合研究所

## An atmospheric transport mechanism of Australia-originated radon to Syowa station, Antarctica

Naohiko Hirasawa<sup>1</sup>, Shigeki Tasaka<sup>2</sup>, and Shoichi Taguchi<sup>3</sup>

<sup>1</sup> NIPR

<sup>2</sup> Gifu Univ.

<sup>3</sup> National Inst. Adv. Industrial Sci. Tec.

Atmospheric radon (Rn) and thoron (Tn) measurement was carried out at Syowa station, Antarctica in 2005 wintering season by JARE-46. The half value period of Rn is 3.8 days and Tn is 55 seconds. This paper attempts to extract some cases in which the atmosphere contains a distant place originated Rn, based upon the vertical distribution of Rn and Tn. The origins of Rn in the extracted cases were specified by comparison with a global atmospheric radon transport model. While South America was the most sufficient and frequent contributor among continents, Australian continent was the major contributor in one case. The latter half of this paper examines the transport route and the effective atmospheric circulation of the Australian Rn to Syowa station.

### はじめに

南極域の地表面は氷床や海氷で広く覆われており、エアロゾルやダストに代表される大気微量成分の発生源が少ない。そのため、南極域外から南極域にもたらされる大気微量成分の割合が地球上の他の地域のそれに比べて高い。大気微量成分は南極域に輸送された後、その一部が降水や沈着により南極氷床に取り込まれる。南極域外のどの領域の大気が、どのような経路で南極域に侵入し、南極域のどの領域に影響するのかは、その時の大気循環の状態、主に総観規模擾乱の位置や時間的変化等に密接に関連する（以後、長距離大気輸送メカニズムとする）。長距離大気輸送によって行われる熱、水、大気微量成分の南極域への注入は、直接的なエネルギーや物質の供給とともに、結果として放射収支、水循環過程に変化を引き起こすことで、南極域の気候形成に重層的に影響する。

南極氷床深層コアの分析から、南極氷床に取り込まれた物質の量が気候年代とともに変化してきたことが明らかにされている。この変動の中には、南極域のいくつかの氷床コアに共通して現れるものもあれば、限られた地域にだけ検出されるものもあることが分かってきた。すなわち、各地域に影響する主な長距離大気輸送メカニズムは、気候変化の中で、その出現頻度や影響の強さにおいて個別の変化をしてきたことが示唆される。南極氷床深層コアの掘削地点だけでなく、南極域の各地域がどのような長距離大気輸送メカニズムの影響を受けるのか、過去だけでなく現在の環境についてもまだよく分かっていない。現在の南極域において、各地域への主要な長距離大気輸送メカニズムを明らかにすることは、現在の南極域の気候の理解だけでなく、過去の南極域の大気循環の具体像を与えると考えられる。

大気の長距離輸送を追跡するために、大気のマーカーとなってその大気とともに移動する物理量や物質を利用する方法がある。そのような物質の一つがラドンである。大気中のラドンは主に陸面からの拡散により供給され、海洋表面からの供給量は陸面の100分の1の程度とされている (Wilkening and Clements, 1975)。ラドンは化学反応による化合物を作らず、水に溶けにくいいため、降水等によって大気中から除去されることがほとんどない。そのため、一旦大気中に放出されたラドンは、そこにあった大気とともに拡散しながら移動する。例えば、陸面から放出された高濃度ラドンの大気を追跡することにより、地球規模の大気の輸送を把握できることが期待されており、それを目的として全球ラドン移流拡散モデルの構築も行われている (Taguchi et al., 2002)。

昭和基地は、地球規模の視点では、海洋表面と雪表面に囲まれ、ラドン放出源となる陸面が極端に少ない地域である。氷床表面や海氷面からのラドン放出はほとんどないとされる (Jacob et al., 1997)。従って、昭和基地でラドンを観測することにより、遠方の大陸表面等から放出された大気を検出できる可能性がある。それらの事例が検出されれば、全球ラドン移流拡散モデルや全球客観解析大気データを用いて時間を遡ることにより、大気の輸送経路や輸送に関与した大気循環、すなわち個々の事例の長距離大気輸送メカニズムを明らかにすることができる。そこで、第45次(2004年)及び46次(2005年)南極観測隊において、昭和基地でラドン濃度(半減期3.8日)及びトロン濃度(同55秒)の地上観測を行った。

第46次隊の観測及びモデル解析の結果から、長距離輸送の多くは南アメリカ大陸や海洋表面起源と推定されたが、一部にオーストラリア大陸表面から放出されたラドンが推定された。オーストラリア大陸域からの大気・物質輸送は、昭和基地やドームふじ基地を含む東南極の西側地域への大気・物質輸送に関するこれまでの研究 (Reijmer et al., 2002 等) では

ほとんど調べられておらず、その輸送経路やメカニズムは未解明である。そこで、本論文では、オーストラリア大陸起源のラドンを含む大気の昭和基地への長距離大気輸送メカニズムを調べることを目的とする。

### 解析の概要

Fig. 1 は観測とモデルの結果の時系列を示す。観測 (■) では2005年6月21日と23日にラドン濃度の比較的明瞭な極大が見られているが、このうち23日はトロン極大を伴うことから近傍起源のラドンと推定された。

一方、モデルは20日から22日にかけてラドン濃度の極大を計算しており、モデル内の起源を遡ると前半は海洋表面からの放出、後半はオーストラリア南東部から放出のラドンが到達していた。

Fig. 2 及び 3 は、6月11日にオーストラリア南東部

から放出されたラドンが昭和基地付近まで到達するまでの空間的広がりを地上付近の濃度分布で示す。南大洋域の南下は (Fig. 2)、東側のリッジと西側のトラフの間に形成された極向きの地衡風による。これより数日後に同地域から放出されたラドンはこの流れに乗れず、昭和基地には到達しない。

南極大陸付近まで到達したラドンは、今度は (Fig. 3)、6月15~17日及び19~22日にかけて南極域の120°E付近で間欠的に発生したブロッキング性のリッジに伴う東風によって、大陸内陸域から沿岸域に沿って広がった。21~22日にかけて、内陸域からはカタバ風により、沿岸域からは東風によって、このラドンを含む大気が昭和基地に到達したと考えられる。

### References

Jacob, D. J., and 29 coauthors (1997), Evaluation and intercomparison of global atmospheric transport models using  $^{222}\text{Rn}$  and other short-lived tracers, *J. Geophys. Res.*, 102(D5), 5953–5970.  
 Reijmer, C. H., van den Broeke, M. R., and Scheele, M. P. (2002): Air Parcel Trajectories and Snowfall Related Five Deep Drilling Locations in Antarctica Based on the ERA-15 Dataset. *J. Climate*, 15, 1957–1968.  
 Taguchi, S., T. Iida, J. Moriizumi (2002), Evaluation of the atmospheric transport model NIRE-CTM-96 by using measured radon-222 concentrations, *Tellus B*, 54, 250–268.  
 Wilkening, M. H., and W. E. Clements (1975), Radon 222 From the Ocean Surface, *J. Geophys. Res.*, 80(27), 3828–3830.

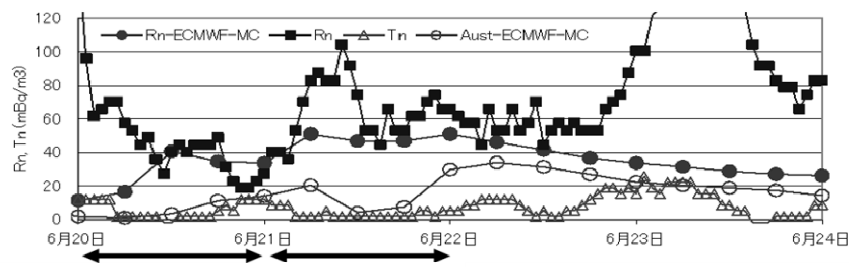


Fig.1 Time series of hourly measured radon concentration (■) at 1m a.g.l. and thoron (Δ), and 6-hourly simulated radon concentration (●) and the contribution on concentration emanated from Australian continent (○).

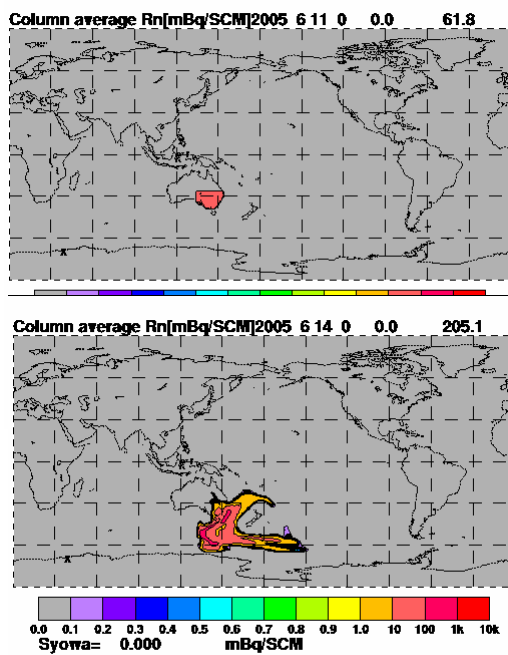


Fig.2 Time sequence of distribution of column-averaged radon concentration emanated from the south-eastern part of Australian continent at 00UT on 11 and 14 June. The emanation is only on 11 June. The location of Syowa station is indicated by a "X".

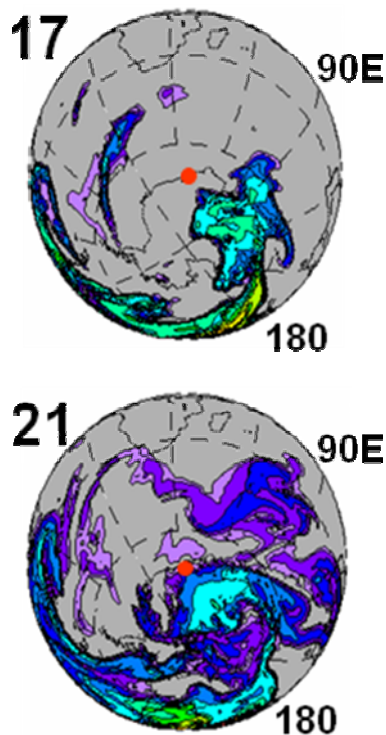


Fig.3 Same as Fig.2 but for those at 00UT on 17 and 21 June, where the radon has been emanated continuously (i.e., not only a specific day). The location of Syowa station is indicated by a red closed circle.