

洋上におけるラドン濃度・大気電気伝導度の観測

材料・化学系（情報工学科） 沖野 典夫

1 緒 言

大気中のラドンとその娘核種、エアロゾル等が、陸地から海洋上へ輸送され、それらが海洋上でどのように分布しているのか、また大気の電気伝導率は海洋上でどのように変動しているのか、これらを観測するため、1981年以来、主に東京大学海洋研究所の研究船・白鳳丸の研究航海に共同研究者として参加し、これらに関するデータを収集してきた。本報告ではこれらの観測に使用した測定装置、および1993年の7月から9月に実施されたKH-93-3次研究航海のうち、主にインド洋での観測結果について報告する。

2 測定装置

2.1 大気電気伝導度計

大気イオンは、その粒径により、大イオン、中イオンおよび小イオンに分けることができる。このうち大気電気伝導度に大きく寄与するのは、主に小イオン以下の領域のイオンであり、これを測定することにより大気電気伝導度を得る。本観測で使用された装置は、いわゆるゲルディエン型と言われる装置を改良したもので、大気をサンプリングしながらその中に含まれるイオンを正・負に分けて測定するものである。図1にその概要を示す。

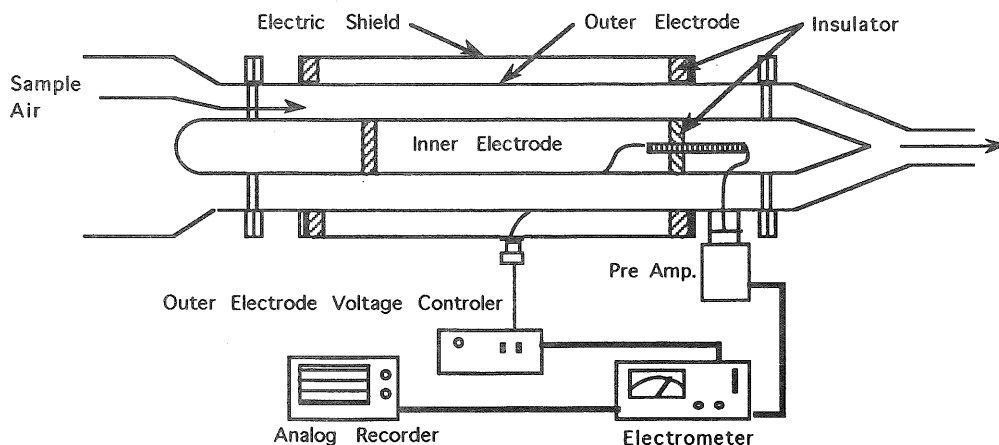


Fig. 1 Measuring System of Atmospheric Conductivity

開口部から入った試料空気中のイオンは、装置の寸法、流量および外部電極に与えられる電圧によって分級され、内部電極に付着したイオンの電流は振動容量型電流電位計によりイオン電流として測定され、記録計によりアナログ記録される。計測されたイオン電流を I 、

伝導率計の静電容量を a 、印加電圧を V_{\pm} とすると大気の偏電気伝導度 λ_{\pm} は次のように表わされる。

$$\lambda_{\pm} = \frac{1}{4\pi a} \cdot \frac{I}{V_{\pm}}$$

印加電圧 V_{\pm} の極性を 5 分毎に交互に変えることにより、 λ_{+} と λ_{-} を得る。イオン電流 I は瞬時値であるので λ_{+} 、 λ_{-} も瞬時値となるが、イオン電流 I の 5 分間の平均値をとることにより λ_{+} 、 λ_{-} についても 5 分毎の平均値を得ることにしている。これらを加算することにより 10 分毎の大気電気伝導度 λ が得られる。

船上観測では、船の最上部のデッキに装置の主要部分を設置し（海面上から約 13m）、記録計のみ本体から 10m 程の同軸ケーブルで引き伸ばし、このデッキの下の研究室に置いた。

2.2 ラドン濃度測定装置

ラドンは希ガスであるため、これをそのまま計測することは難しく、主にその娘核種を計測してラドン濃度に換算することが従来から行われている。本観測に使用した装置は、ポアサイズが 100μ のメンブランフィルタ (TOYOROSHI TM-100) に試料空気を通過させ、この中に含まれるラドンの娘核種の内、 ^{218}Po および ^{214}Po から放出されるアルファ線をフィルタに対向するように置かれた S. S. D. (Surface Barrier Type Silicon Semiconductor Detector) により検出し、ラドン濃度に換算するものである。一般に、フィルタに試料を捕集後、計測する方法もあるが、海洋上では濃度が非常に低いのでこの方法は適当とは言えず、本装置は試料を捕集しながら、蓄積しつつ崩壊するアルファ線を効率的に計測しようとするものである。

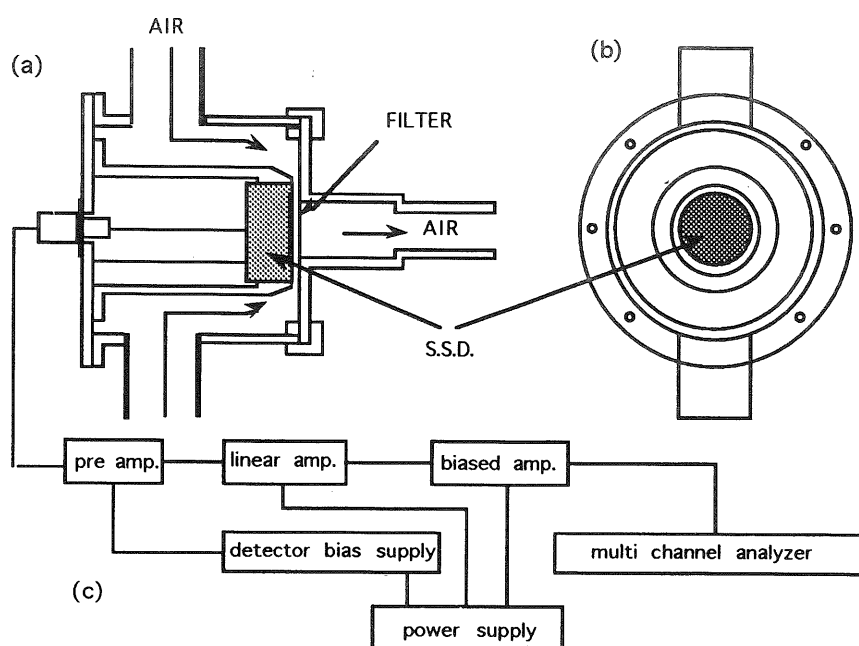
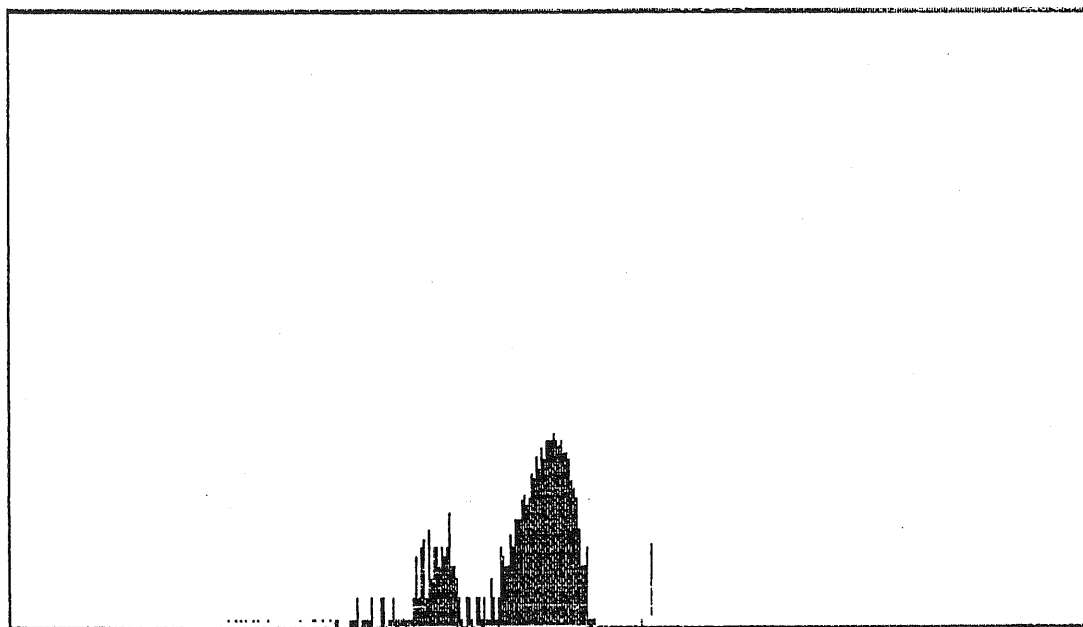


Fig. 2 Radioactive aerosol collector provided with silicon semiconductor detector and circuit on counting system for alpha-ray spectrometry.

図2に本装置の概略図を示す。この図で(a)は装置の横断面図であり、(b)はフィルタ面から装置を見た図であり、斜線はS. S. D. の検出面である。(c)は信号処理システムのブロックダイアグラムである。フィルタ上に捕集されたエアロゾルのうち、エアロゾルに付着し、それを放射性エアロゾルにしている ^{218}Po 、 ^{214}Po 等から放出されたアルファ線や、 ^{218}Po がフィルタ上で崩壊を繰り返し、 ^{214}Po となつてから放出されたアルファ線等がS. S. D. に入射すると、そのエネルギーに対応する電子対が生成され、これが電流パルスとなりプリアンプ、リニアアンプで増幅、波形整形され、多重波高分析器でエネルギー毎に計数されることにより核種分析される。

図3は波高分析器からの出力の一例で、1993年9月15日ペナン沖のデータである。横軸はチャンネル番号であり、アルファ線のエネルギーに対応している。縦軸はカウント数である。測定は、航海中1日4ないし6回とし、ラドン娘核種の捕集時間および解析時間は共に8000秒とした。試料は、流量約60 l/minで、吸引ポンプにより海面上約10 mの高さにある研究室の試料空気穴から取り入れた。

15. Sep. 1993 12:00
Live Time : 8000 sec
Real Time : 8000 sec



Scale*	ROI*	Pre Set*
Vertical : log	Gross : 2143	PHA
Horizontal: 1024	Net : 2100	Live time
0 - 1023	± : 47	

Fig. 3 An example of alpha ray spectrum obtained from ^{222}Rn progenies in the atmosphere.

3 観測結果とまとめ

KH93-3 次研究航海のルートを図4に示す。図5は図4中での航路I、IIおよびIIIで得られた観測結果である。風向、風速およびその他の船上での気象観測器によって得られたデータも参考にした。風向(W.D)、風力(W.F)(ビューフォート風速スケールによる)は図の上に示した。この図で横軸は航海ルート上の船位ではなく、約2.5日の間隔で時間を表わしている。ラドン核種濃度と大気電気伝導率の連続的な測定は、図4中の斜線で表わした海域(南緯25度、東経69度)において8月1日から始められた。船はポートルイスに上記の所から図5の#印を通して8月10日に到着した。これらの測定は、船が停泊中も連続して行われた。船は8月14日にポートルイスを出航し、再度上記の点と図5の*印を通過し9月2日ペナンに入港した。

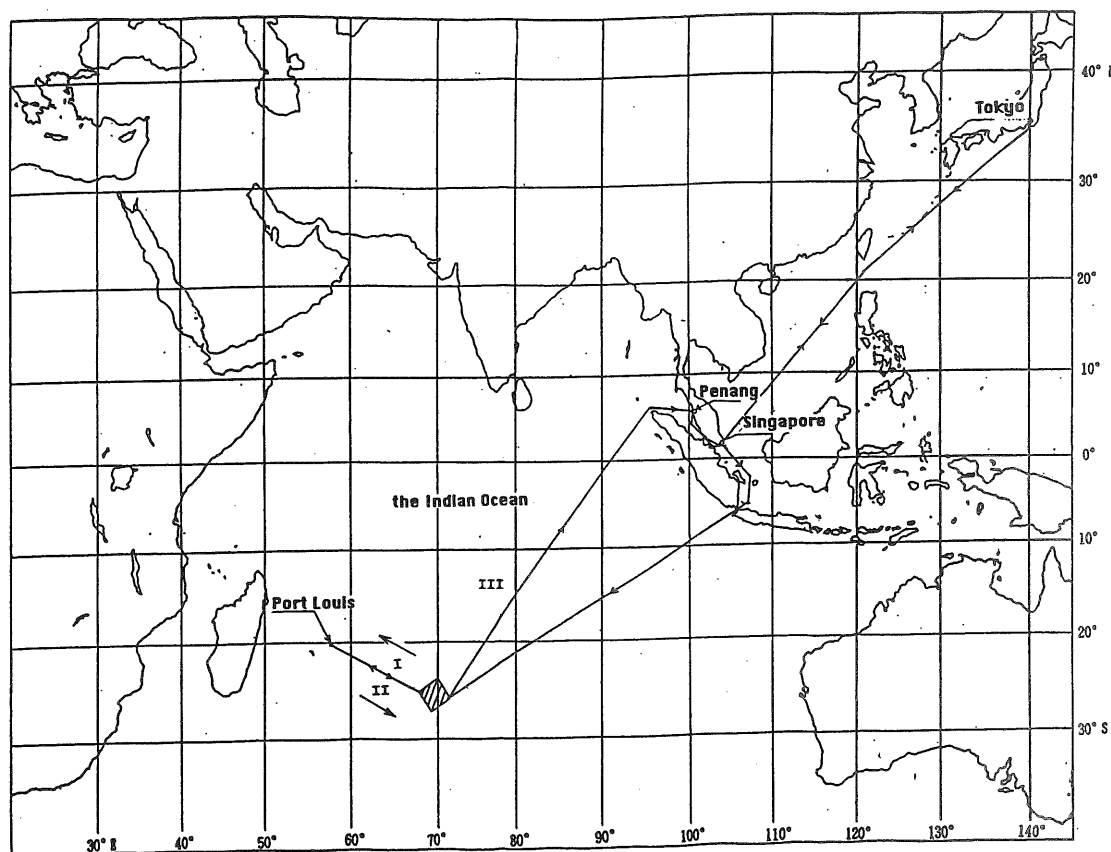


Fig. 4 Cruise route of KH 93-3 expedition, 8 Jul. to 17 Sep. 1993, by the research vessel Hakuho Maru, Ocean Research Institute, University of Tokyo.

図5から、

- a) インド洋中央部での大気中ラドン濃度は $6.6 \times 10^{-4} \text{Bq/m}^3$ から $7.6 \times 10^{-2} \text{Bq/m}^3$ までの値が得られた。ラドン濃度の最低値と大気電気伝導率の最大値は、8月4日の#印の点で得られた。この航海で観測されたラドン濃度の平均値は、約 $1 \times 10^{-2} \text{Bq/m}^3$ である。
- b) 図4に見られるようにインド洋上のおなじ場所でありながら、図5の#印と*印のように

違う日時で、変動の様子は変わっている。8月3日から4日の観測（#印）において、そのレベルは非常に低いが、ラドン濃度の急激な減少が見られ、また大気電気伝導度はかなり高い値を示している。この時、最も低いラドン濃度は $6.6 \times 10^{-4} \text{Bq/m}^3$ で、南緯 25 度、東経 69 度の地点で見いだされた。8月19日から21日にかけての観測（*印）の間、低い濃度レベルにあるが、かなりのラドンの増加、減少が見られ、また、大気電気伝導度はラドンの増減に対応して低い値から高い値へ急激な変化をしている。

c) 紙面の都合上、天気図は割愛したが、これを参考に図5の風向を考慮すると、8月19日から21日に測定されたラドン濃度の上昇はオーストラリア大陸からの気団の影響下にあったものと思われる。また、8月3日から4日に観測されたラドン濃度の非常に低いレベルは南極大陸方向からやってきた気団のためと考えられる。

d) ラドン濃度と大気電気伝導度の明瞭な逆相関係は、図5中の#印の近辺から、a, b, cの海域、ならびに*印で顕著に見いだされた。

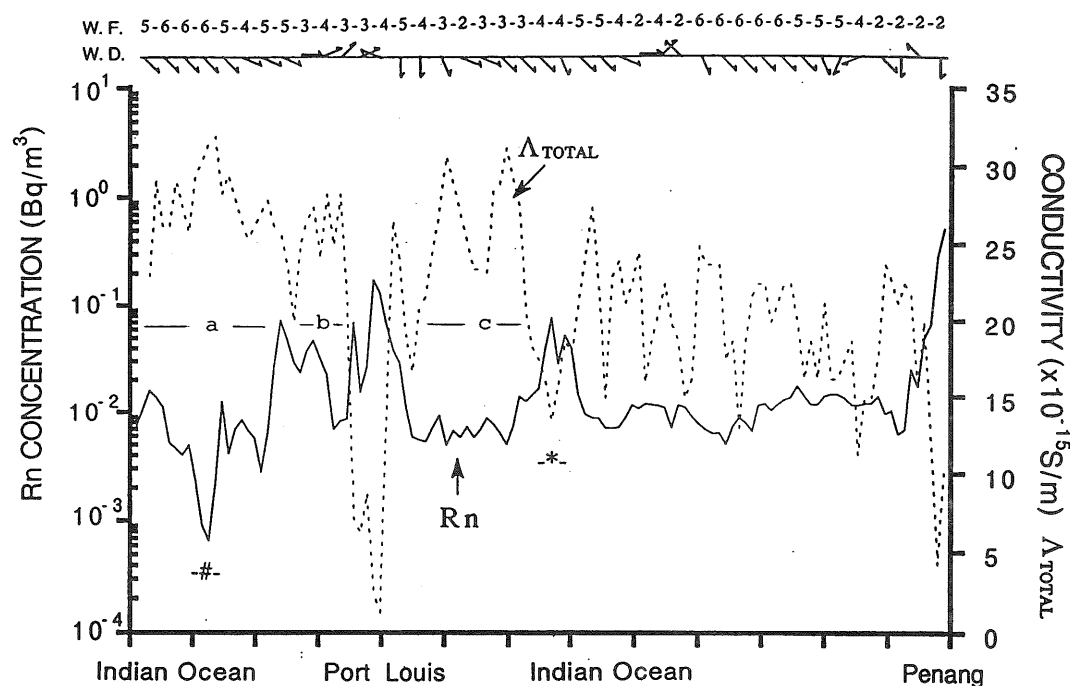


Fig. 5 ^{222}Rn concentration and electrical conductivity in the atmosphere over the Indian Ocean

参考文献

- Mochizuki, S. Radon and its daughters in the maritimes atmosphere near Japan Islands. J. Meteor. Soc. Japan. 60, 787-796, 1982
- Okino, M., T. Tanji and S. Mochizuki. Radon-222 concentration and electrical conductivity in the atmosphere over the Indian Ocean. J. Atmosph. Electr. 15, 45-50, 1995