

## 南極昭和基地における大気エアロゾル観測\*

伊藤 朋之\*\*

### 1. はしがき

第19次南極地域観測越冬隊の気象研究部門担当隊員として、1978年2月から1年間、昭和基地において大気エアロゾルの観測に従事した。この観測は、気象学会からの推薦に基づいて、第17次隊以来3ケ年計画で行なってきた気象部門の研究観測「南極におけるエアロゾルおよび微量気体成分の研究」(主任研究者:1975~1977年の期間は当時気象研究所物理気象研究部部長であった斎藤博英博士,1977年以後は名古屋大学小野晃教授)の最終年度にあたるものである。

昭和基地を中心とした日本の南極観測の中でエアロゾル観測の草分けは、ちょうど10年前第9次の気象部門研究観測「南極昭和基地における雲物理,大気電気観測」の中で、菊地勝弘隊員(現北海道大学助教授)によって行なわれた、雲核、氷晶核、海塩核等の一連の観測である。その後は、夏期の降下ばい塵の元素分析などについて断片的に報告されている他には、本格的な観測は行なわれていない。今回の3年計画の中で、第17次隊後藤良三隊員(気象研究所)は、太陽光を利用した昭和本地上空のエアロゾルの光学的特性の観測と、放射収支に影響を及ぼす大粒子濃度の通年観測を行ない、第18次隊岩井邦中隊員(信州大学)は、エアロゾル核濃度の通年観測、通年採取による大粒子の物質同定等を行なった。この報告では、第19次隊で行なった観測の概要と若干の結果を紹介する。

### 2. 観測の意義と目標

人間活動が活発になるにつれて、それが環境の汚染を引き起こしていることが無視できなくなってきた。大気環境もその例外ではないことは周知の事実である。生体への直接的な影響が重要である大都市工業地帯の大気汚染とは別に、気象気候への影響を通じて人間生活に影響

を及ぼす、いわゆる全地球的規模のバックグラウンド大気汚染の問題も注目されてきた。具体的な動きとして、WMOでは第22回執行委員会(1970年10月)、および第6回総会(1971年5月)において、全地球的規模の大気汚染の研究を進め監視のための観測網を展開することを決議し各国に要請している。これを受けて各国で準備が進められ、現在までにハワイのマウナロア観測所をはじめ世界の6ヶ国14地点において、今後数百年以上の時間スケールで全地球的な規模のバックグラウンド大気汚染を監視する定常観測が始まった。日本でも、気象庁の業務としてこの種の観測を取り入れるべく、関係者の努力が続けられている。気象研究所では、1972年から4ケ年計画の特別研究「気候に影響する大気汚染物質の測定法およびその監視のシステム化に関する研究」を行ない、これまで極めて困難であった極低濃度の汚染の測定法を大きく前進させた。

バックグラウンド大気汚染の研究には、その実態の把握が不可欠である。このため、人間活動から充分離れた大洋上の船上観測や離島での観測、山岳や航空機やゾンデを利用した上空の観測が盛んに行なわれねばならない。

良く知られているように、南極大陸は日本列島総面積の数十倍もの広大な面積がほぼ全面にわたって雪氷に覆われた大陸である。この大陸上では、人間から植物、バクテリアに至るまであらゆる生物活動が極めて少ない。したがって、人間活動に伴って放出される人工起源のエアロゾルはもちろん、植物から放出される Terpenes 等や地中微生物の働きに伴って放出される硫化水素やアンモニアなど、空気中での化学反応によってエアロゾル粒子に変化し得る気体成分の発生、さらには風によって舞い上がる土壌粒子などもない。西南極地域で静穏な活動を続けているといわれる、Erebus, Melbourne, Berlin, Deception 等の火山からの蒸気も大きな爆発がない限り、この広大な南極全体の大気の組成に重要性を持つとは思えない。つまり、南極大陸の大部分は、現在の知識から推定する限り、潜在的にも顕在的にもエアロゾルの

\* Observation of Atmospheric Aerosols at Syowa Station, Antarctica.

\*\* Tomoyuki Ito, 気象研究所物理気象研究部, 第19次南極地域観測越冬隊員(気象研究部門担当).

発生作用を持たない大陸なのである。このような大陸の上に広がる大気中に含まれている粒子状物質は、ほとんど全て南極地域の外に起源を持つと推定される。このようにして、南極地域が、全地球的規模でのバックグラウンド大気汚染の研究のために良質のデータを提供する場合であることが理解されよう。

第19次隊の観測では、先に気象研究所の特別研究の中で開発されたばかりの装置や手法を中心的に適用し、昭和基地周辺の大気エアロゾルについて、総合観測を行なうこととした。先行した2次隊で行なわれた観測結果から、充分測定対象とし得るだけの濃度のエアロゾルが存在し、その濃度値は気象状況に応じて変動し、特徴的な季節変化をすることが知れた。そこで今次隊では、第1に、さらに精密な測定を行なってこれまでの知識を補強すること、第2に、多種類の要素を同時に測定しそれらの相互の関連を調べることを目標とした。特に第2の点については、昭和基地ではエイトケン核が冬期に少なく夏期に多いという結果が示されていることから、夏冬の濃度の違いが、物質や粒径の面でどのように現われるかを見ることを重点課題とした。昭和基地と同様の濃度の季節変化は、極点やミールスイでも報告されており、南極地域全体に共通する様相であると推察されるので、その様子を物質や粒径についても調べることを通じて、南極エアロゾルの起源、さらに進んで全地球的なバックグラウンド大気汚染の機構をも明らかにする手掛かりが得られるものと考えたからである。

3. 観測構成の概略

観測は、大別して、昭和基地での観測と基地外での観測に分かれる。昭和基地での観測は、通年観測と集中観測に分かれる。

通年観測として、エイトケン核、大粒子、地上オゾンの観測を取り上げた。集中観測では、物質同定試料採取とエイトケン核の揮発特性の観測を行なった。

昭和基地外での観測は、東京～南極の洋上のエイトケン核濃度の観測と粒子採取、大陸上および周辺部での粒子採取、セスナ機による上空での粒子採取が挙げられる。これらの観測で対象とする粒子の大きさと、用いた測器の一覧表を第1表に示した。以下それぞれについての概要を述べる。

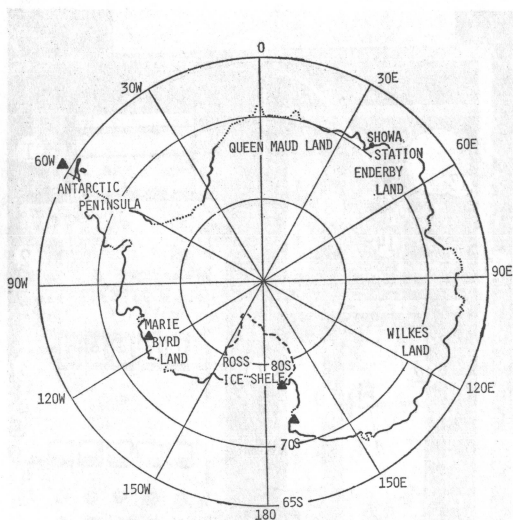
4. 昭和基地での観測

昭和基地は、東南極・エンダービーランド・プリンスオラフコースト沖リュツォホルム湾の海面上に浮かぶ大小の島々の一つ東オングル島の一角にある(第1図)。南極大陸の氷縁からは西に約4km離れた露岩の島である。年間通じて北北東から北東の風が多く、全体の60%以上の頻度を占めている。島内には大小とりまぜて合計三十数戸の建物や小屋があるが、その中で基地中心部から南西に100m離れた環境科学棟が観測場所として与えられた。

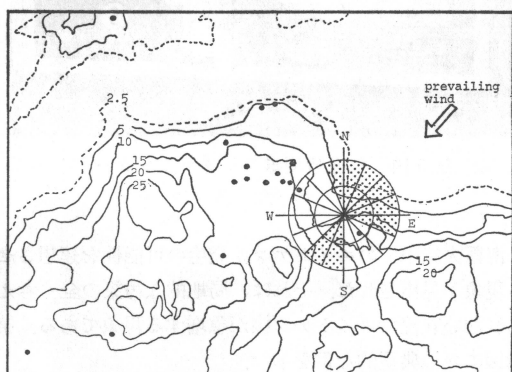
考えられる局地的な汚染は、発電設備・暖房設備・厨房・車輛から出る燃焼生成物と、車輛通行や風により舞

第1表 観測の概要

観測の区分	対象粒子の直径 (cm)						備 考
	10 <sup>-7</sup>	10 <sup>-6</sup>	10 <sup>-5</sup>	10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-2</sup>	
通年観測 (濃度・粒径分布)		←ボラックカウンター→ エイトケン ←核粒径分布測定装置→					} エイトケン核 大粒子
					←光散乱型大粒子計数器→		
集中観測 (物質組成)				←アンダーセンサンプラー→	←インパクター→		} バルク分析用試料 電子顕微鏡用試料 エイトケン核の物質
		←静電サンプラー→ ←揮発特性→					
基地外活動 (空間分布)		←静電サンプラー→ ←ボラックカウンター→					洋上観測
		←静電サンプラー→ カセラ ←インパ→ クター					大陸上、周辺地域 粒子採取
					←インパクター→		セスナによる採取



第1図 南極大陸と昭和基地。黒三角は活火山所在地。



第2図 観測点の周辺地形。円の中心が観測点。黒丸は燃焼性汚染源。スクリーントーンは非汚染風向。

い上がる土壌粒子がある(第2図)。

観測場所の北東側は海氷が広がり、露岩地帯は存在しない。オングル島自体は、岩石年代数億年以上ともいわれる古い花崗片麻岩を主体にした地質で、全島の大部分が風化土壌で覆われている。冬期間は島全体が雪に包まれるので問題は全くないが、夏期特に12月中頃から2月末までは乾燥した地面が露出するので、卓越風向以外の時に得た資料には、島で発生した土壌起源の粒子が混入する恐れがあるので注意を要する。

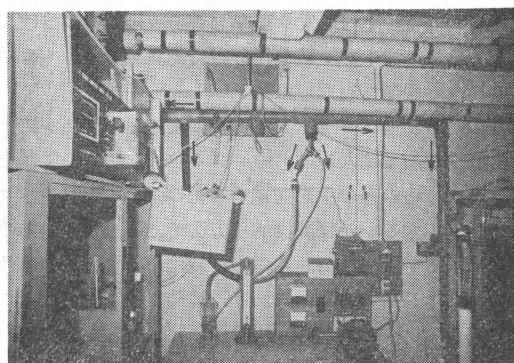
燃焼起源の汚染については、北北西から北を含む東南東までと南から南西までが安全風向で、それ以外の風向で得られたデータは汚染の混入の恐れがある。

車輛通行による汚染は、車で風上を通行する際は事前

1980年1月



第3図 環境科学棟。下の矢印は吸引口。



第4図 室内配管。矢印は試料空気の流れ。

に通報してもらう体制をとったため、大きな障害にはならなかった。

環境科学棟内では、北東側の部屋に採取装置、観測装置を設置し、同室換気扇用穴から直径45mmのエスロンパイプを地上3mで北東側に3m突き出して外気を室内に導入し、それぞれの測定器、採取器に分枝した(第3図、第4図)。なお、エスロンパイプ内の帯電および着氷を防ぐため、内壁にグリセリンを塗布した。

空気がパイプを通過中、直径 $4 \times 10^{-7} \text{cm} \sim 4 \times 10^{-3} \text{cm}$ の粒子については拡散損失や落下損失等が無視できるが、これより大きな粒子は、取入れ口での粒子慣性による流線からの外れ、パイプ通過中の落下損失、曲り角での慣性衝突による損失などが無視できないので、今回の観測では対象外となった。

#### 4.1 通年観測の概要

観測は、1978年2月1日から始まった。越冬を終え年が明けて1月に入ると、隊の交替のための荷物の受出しや建設作業が活発になり、それに伴って車輛の通行も激

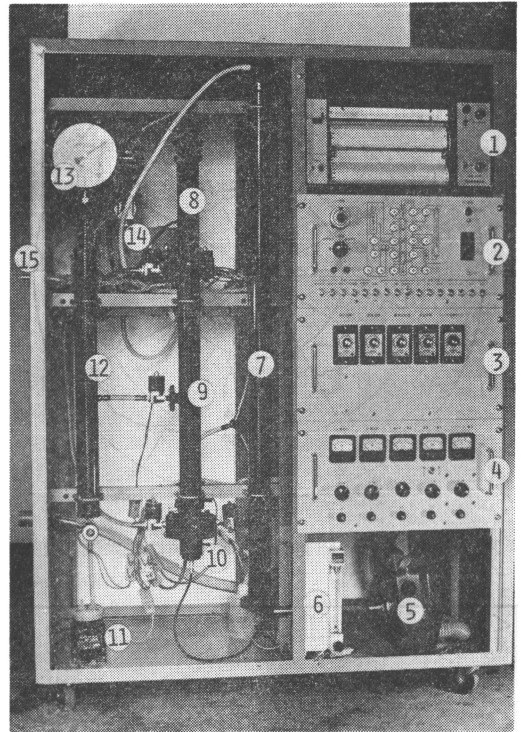
しくなるので、風が弱い月であることも加わって、島全体の局地汚染は増加し、意味のある資料はほとんど採れなくなる。このため通年データは少し欠けるが、観測は1月3日をもって終了した。

4.1.1 エイトケン核の観測

気象研型ポラックカウンターを用いてエイトケン核の連続観測を行ない、18次隊と合わせると、約2ケ年間の連続観測資料を得た。この装置は、直径  $4 \times 10^{-7}$  cm 以上の粒子の個数濃度と、拡散管（エイトケン粒子のブラウン運動による拡散損失を利用して微細粒子を除去する装置）によって直径  $3 \times 10^{-6}$  cm 以下の粒子を除去した後の個数濃度を、5分毎に交互に測定する（第5図）。これに加えて、二つのポラックカウンターと4種の拡散管を組合わせて、エイトケン核を七つの粒径区分に分けて測定する、エイトケン核粒径分布自動測定装置（第15図）による観測も行なった。

なお、ポラックカウンターは、直接にエアロゾル粒子を計数するのではなく、エアロゾル粒子を核にして霧を発生させ、その霧の中を通過する光の減衰率からエアロゾル濃度を知るいわば間接的な方法である。日本からの輸送中あるいは製作時からの経年変化などで測器の特性に変化が生じている恐れもあり、現地で検定を行なうことが望ましい。このため、10月中に約2週間かけて、直接測定法である写真撮影式エイトケンカウンターとの比較測定による検定を行ない、 $30 \sim 800$  個/cm<sup>3</sup> の濃度範囲で165回分の比較測定値を得た。これをもとに換算式を作り、 $30$  個/cm<sup>3</sup> 以下の濃度値も式をもとに外挿して換算することとした。

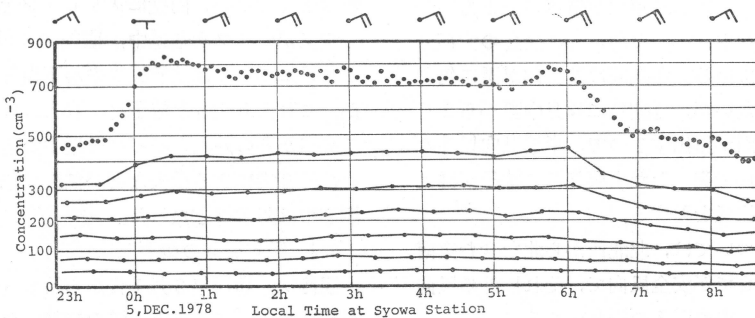
年間通じての濃度変化の傾向は、18次隊の観測で明らかにされたものと同じで、夏は高濃度で  $1000$  個/cm<sup>3</sup> に達することもあり、冬は低濃度で測定下限（外挿した換算値で  $3$  個/cm<sup>3</sup>）に達することもあった。



第5図 気象研型ポラックカウンター。

南極大気中でのエイトケン核発生の可能性を連想させる現象が見出された。それは、局地的な汚染の全く考えられない状況でエイトケン核が急増する現象である。第6図にその典型的な例を示す。

図中の点列は5分毎に測定したエイトケン核濃度を、また、その下の6本の折線は拡散管を用いて6段に分けたエイトケン核の拡散損失特性の時間変化を示す。大まかには、点列は直径  $4 \times 10^{-7}$  cm より大きい粒子の数、



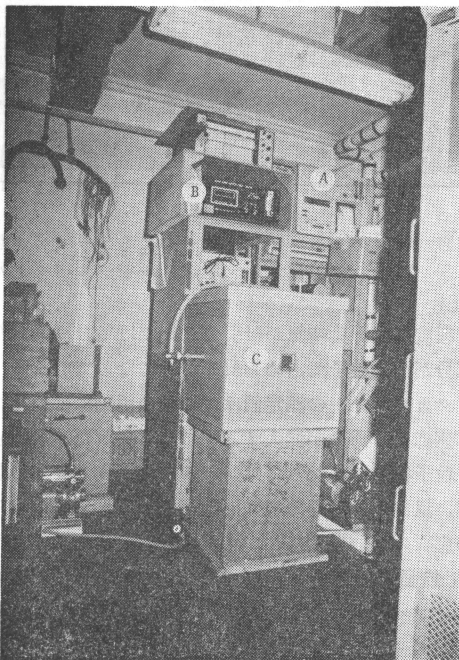
第6図 エイトケン核の急増現象。



その下の6本の折線は上から順に、直径1.3, 2.0, 3.0, 5.2, 7.4,  $10.8 \times 10^{-6}$ cm よりそれぞれ大きい粒子数を表わすとみてよい。

最も重要な特徴は、粒子増大がエアロゾル核の内でも最も小さい粒径の部分で顕著に起こっていることである。一方では、後で述べるような揮発特性の実験によって、この種の増大粒子は、 $300^{\circ}\text{C}$ 程度の加熱で容易に蒸発して消失する粒子であることもわかった。この種の急増現象は、太陽光が少なく気温の低い6~8月には全く現われず、9月以後夏から秋にかけて多く出現した。

粒径が極めて小さいこと、揮発性に富んでいること、昼間の時間の長い季節に出現することなどを考え合わせると、この急増する粒子は、発生後それほど時間を経っていない粒子であって、気相反応でできた凝結粒子おそらくは光化学反応粒子であろうと推定される。しかしこの例でも示されているように、太陽光の強い日中でなく夜間(白夜ではあるが)にも起こることから、この現象の出現に関しては、気象場も重要な因子になっているものと想像する。いずれにしても、この現象が南極大気中のエアロゾル核の主要な発生源に関連する現象であるのかどうかは、今後の解析の主眼点である。



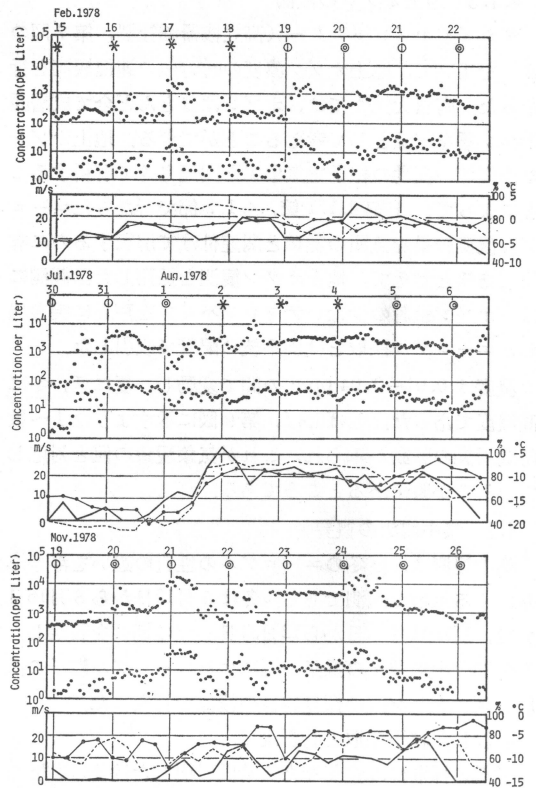
第7図 測定器。A：大粒子計数器，B：オゾンモニター，C：エアロゾル貯留袋。

#### 4.1.2 大粒子の観測

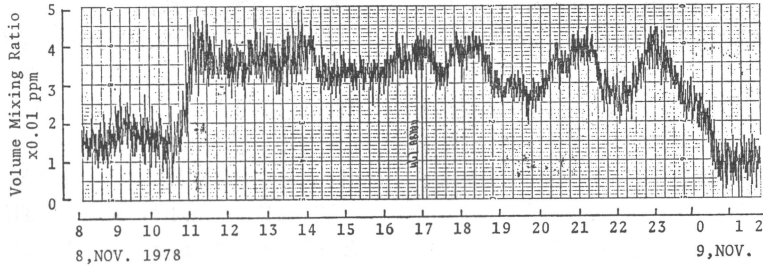
光散乱を利用した大粒子計数器(ダン産業株式会社製、第7図のA)を用いて、直径 $3 \times 10^{-5} \sim 2 \times 10^{-3}$ cmの粒径範囲を対数等間隔に15段に分けた粒径区分別個数濃度を自動測定した。測定は1時間毎に正時前10分間空気を吸引し、その中に含まれている大粒子の数を計数する。

年間通じての傾向は、大粒子濃度は冬に高く夏に低いというエアロゾル核と逆の季節変化を示す。これは、第17次に後藤隊員が手動の測定器を用いて行なった通年観測の結果と一致している。

低気圧の襲来に伴って、どの季節でも、静穏時の10倍以上まで濃度が増大する。第8図にその3例を示す。上段の2月の例は越冬観測が始まって初めてのブリザード、中段の7~8月の例は厳寒期のブリザード、下段の11月の例は観測中最後のブリザードの期間中にそれぞれ観測された大粒子の変化図である。3例とも、ブリザード中に濃度は高くなっているけれども、必ずしも風速と



第8図 大粒子濃度。上の点列は直径 $0.3 \mu\text{m}$ 以上の濃度、下の点列は直径 $1 \mu\text{m}$ 以上の濃度。太実線：風速，細実線黒丸：温度，破線：湿度。



第9図 地上オゾンの脈動.

相関して変動していない。ブリザードに伴う地吹雪粒子が大粒子を発生するという考え方もあるが、むしろ、ブリザードをもたらす気象場が、海塩粒子を主体とする大粒子を昭和基地まで運んでくると解釈したほうが良さそうである。これらの点は、さらに詳細に解析することによって、大気下層を通過しての大陸内部への風媒による物質の輸送に関する知識が深まる。

4.1.3 地上オゾンの観測

ダズビ型オゾンモニター（高立機器株式会社製、第7図のB）を用いて、地上オゾン濃度の瞬時値の連続観測を行った。南極大気中では、オゾンほとんど全て成層圏オゾン層を起源として考えることができる。地上オゾンの濃度値の変動の様子を気象場と関連させて解析することによって、上記4.1.1節、4.1.2節で行なったエアロゾル観測結果を気団の種類と関連付けて解釈するのに有用であると考えて、地上オゾン観測を採用した。観測には、オゾン吸着の少ないテフロンパイプを戸外に突き出し、エアロゾル採取とは別系統の配管で吸引した。

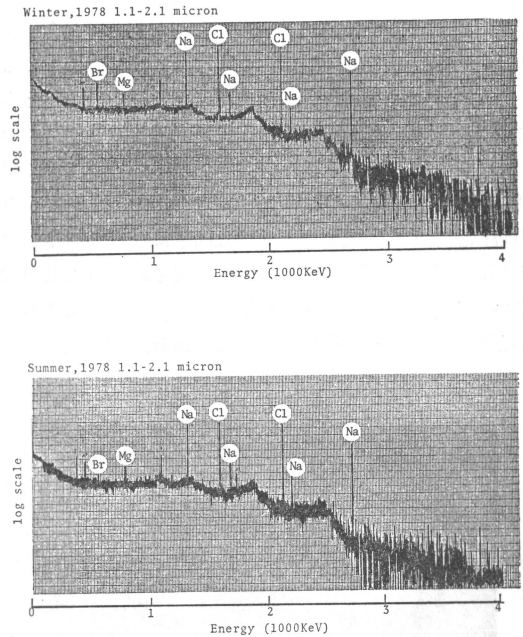
濃度は0.01-0.04 ppmの間で変動し、夏に低、冬に高濃度であった。しばしば、第9図に示すような1〜数時間周期の脈動がみられ、これが気象現象の何と対応しているのか興味あるところである。

4.2 集中観測の概要

集中観測は、夏冬のエアロゾルの性質の違いを浮き彫りにするための観測である。冬は5月19日から8月16日まで、夏は11月1日から12月31日までの期間を設定し、この期間中に種々の採集装置によるエアロゾル粒子の採取とエアロゾル核の揮発特性の観測を行なった。

4.2.1. 粒子採取と物質同定

試料の採取には空気をおある時間吸引しなければならず、吸引期間中に風向が変わるなどして汚染が混入することがある。汚染空気は自然の100倍以上の汚染粒子を含んでおり、たとえば、10時間の吸引期間中にわずか10



第10図 アンダーセンサンプラーによるエアロゾル粒子試料の放射化ガンマ線エネルギースペクトル.

分間程度の間汚染空気が吸引されただけで、採取試料の大部分が汚染粒子で占められることになってしまう。ポラックカウンターの測定値はこの種の汚染には極めて鋭敏に感応し、汚染が混入すると激しく乱れた記録を示す。粒子採取にあたっては、ポラックカウンターの記録状態、風向、風速を参考にしながら、基地で発生する汚染の影響のない期間についてだけ採取するよう努めた。採取装置は、アンダーセンサンプラー、静電サンプラー、インパクターを用いた。

アンダーセンサンプラーは、直径  $4 \times 10^{-5}$  cm より大きな粒子を粒径に従って8段に分別捕集する装置である。この装置を用いて、冬は6月3日09時から8月6日

12時までの間に580時間の採取を行ない、空気985m<sup>3</sup>の中に含まれていた粒子を捕集した。夏は11月7日10時から12月25日19時の間に739時間、1,255m<sup>3</sup>の空気について捕集した。採取した試料は、清浄なビニール袋で密閉包装し内地に持ち帰った。持ち帰った試料は3等分し、その一つについて、立教大学 TRIGA-II 型原子炉で中性子照射を行ない、放射化分析法により元素分析を試みた（気象研究所 矢野直、小林隆久、小出孝、東邦大学 桂川秀嗣、立教原子力研究所 戸村健児 の各氏との共同研究による）。

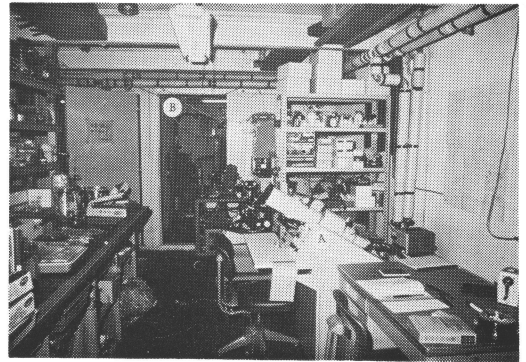
第10図は、直径  $1.1 \sim 2.1 \times 10^{-4}$  cm の粒径区分の試料からのガンマ線エネルギースペクトルを夏冬の試料についてそれぞれ示す。夏、冬とも、海起源と思われる Na, Cl が多量にあることを示す顕著なピークが認められる。全粒径範囲にわたる詳しい定量結果によれば、Na や Cl は夏冬ともに、直径  $1.7 \sim 1.9 \times 10^{-4}$  cm のあたりに全質量の多くが集中していて、夏冬の違いという点では、質量濃度が、Na, Cl とも冬のほうが夏の4倍も大きいということであった。

今後残りの2/3の試料について、X線マイクロアナライザーや線束の大きい京大炉での中性子照射等による分析を予定している。

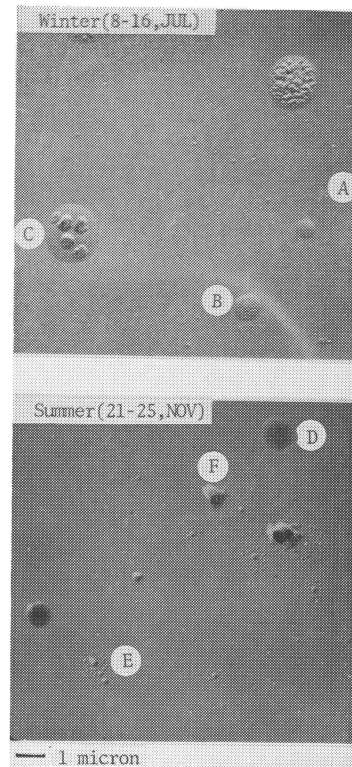
アンダーセンサンプラーでの長期間採取のような、いわゆるバルク試料の解釈については、定量による元素比が知られるという利点はあっても、粒子の上に粒子を積み重ねた形で採取した試料であるため、組成の異なる粒子同志が採取後反応し合うことが起こり得る。したがって特に、気体状の反応生成物が予想されるような元素の定量結果の解釈には注意を要する。同様のことは、この種の試料をX線回折などで物質同定するような場合にも起こり、同定した物質が採取後反応してできたものでないことを確認する必要がある。

このような事情にあって、エアロゾル研究には、古くから電子顕微鏡とそれに付随する諸技術を用いた個々の粒子の物質同定法が試みられ改良が続けられてきた。バルク試料の場合のように物質組成比や元素組成比を得ることは至難の業ではあるが、エアロゾルを、それを構成する粒子一粒一粒に関する知識の集積として把握する点が特異であり、観測プログラムに必ず加えるべき重要な項目である。

電子顕微鏡による粒子観察のための試料は、インパクター（名古屋大学水圏科学研究所 石坂隆氏の御好意により借用）と静電サンプラーを用いて採取した。前者は主

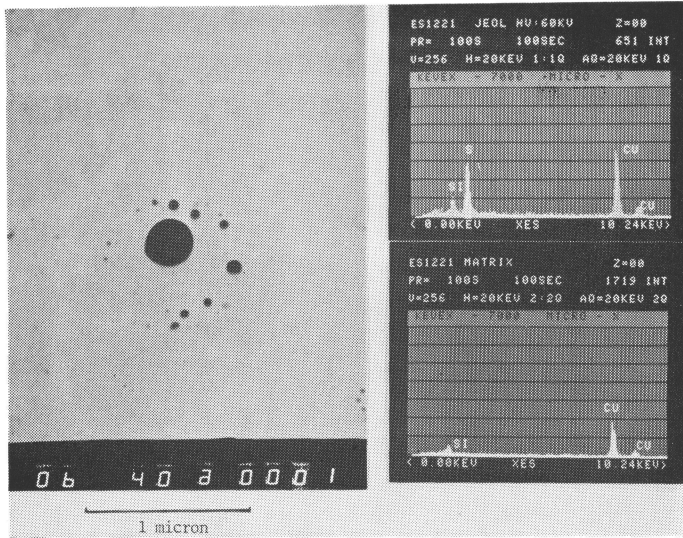


第11図 小型電子顕微鏡(A). 奥の部屋(B)が観測室。

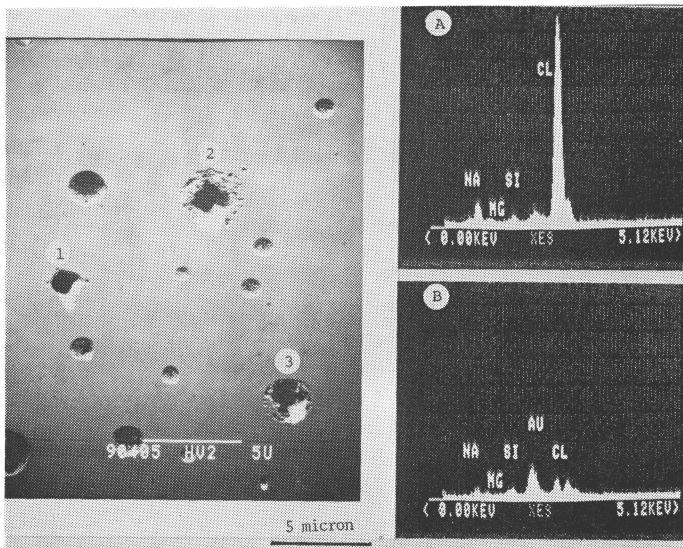


第12図 エアロゾル粒子の電子顕微鏡写真。

として直径  $10^{-4}$  cm より大きい粒子の試料を、後者は直径  $2 \times 10^{-6}$  cm  $\sim$   $10^{-4}$  cm の粒子試料を得るために用いた。採取試料の一部は密閉容器に入れて持ち帰ったが、一部は採取直後に蒸着処理をして現地で透過型電子顕微鏡(第11図)による観察を行なった。長期間試料を置いた場合、試料の変質等の不確かさが問題になる。採取後



第13図 E型粒子の特性X線エネルギースペクトル。



第14図 F型粒子（左上），B型粒子（左下）の特性X線エネルギースペクトル。

短時間の内に試料を観察することが、この問題を回避する最も確かな方法であり、得られる結果の信頼性が高い。さらに、試料面上に観察に適した個数の粒子を集めるよう採取時間を現地の状況に合わせて決定できる利点もある。

現地で行なったのは、主として形態分類を中心とする観察である。電子顕微鏡で観察する場合、試料を $10^{-5}$

mmHg 以下の真空状態に入れるので、水分や揮発成分が抜けて粒子を構成する物質の違いが電子顕微鏡下での像の違いとなって現われてくる。電子線に対して比較的透明な粒子、あるいは電子線による熱で蒸発消失してしまう粒子、薄膜状に広がってしまう粒子等をも有効に観察できるようにするため、金パラジウム合金蒸気を真空蒸着して、試料面上に粒子による影を作らせる。直径



$4 \times 10^{-6}$  cm 程度までの小さな粒子をも観察できるよう、 $\tan^{-1} \frac{1}{5}$  の低い照射角からの蒸着処理を行なった。

第12図は、冬と夏のエアロゾルの電子顕微鏡像である。それぞれの試料の中で卓越していた型の粒子に記号を付けて示してある。㊸は硫酸を含む粒子、㊹は海塩粒子といわれているものによく似ている。

第13図、第14図は、日本電子と日立製作所の御好意により、帰国後行なった分析電子顕微鏡（日本電子 JEM-100CX 型、日立製作所 H-600 型）による観察結果である。いずれの機種も、透過電子像で見た粒子の部分に電子線を照射し、そこから発生する特性X線のエネルギー分光を行なう EDX 装置を装備している。

第13図右中段には、㊸の型に相当する粒子の EDX によるX線スペクトルを示す。下段に示したバックグラウンドからのスペクトルと比較して見れば、硫黄 (S) の存在をはっきり示していて、硫酸を含む粒子であるとした形態による同定を支持している。

第14図右中段には、第12図の㊹の型に相当する粒子（第14図左で番号を付けた粒子）のX線スペクトルを示す。海塩粒子であるという形態による同定を支持して、Cl の顕著なピークと、Na, Mg からの特性X線に相当するエネルギーにピークがみられる。

第14図右下段のスペクトルは、第12図㊸の型に相当する粒子（第14図左で番号を付けない粒子）のもので、Na, Mg, Cl など海洋起源を思わせるエネルギー値でピークがみられるが、上段に比べて極めて弱いのが特異である。この種の粒子は、冬に卓越する粒子で、その経歴に興味を持たれる。

さて第12図にもどって、夏冬の違いとして最も明らかに気付かれるのが、硫酸を含む粒子㊸の型が夏だけにみられることである。他の月に採取した試料の観察結果も加えて年間傾向を一口でいうと、南極の夏から秋（11～6月）にかけては硫酸粒子が存在し、冬から春（7～10月）にかけては硫酸粒子がなくなるようである。

持ち帰った試料を薄膜蒸気法や EDX 法等で分析することにより、さらに詳細な様子が明らかになるであろう。

#### 4.2.2 エイトケン核の揮発特性の測定

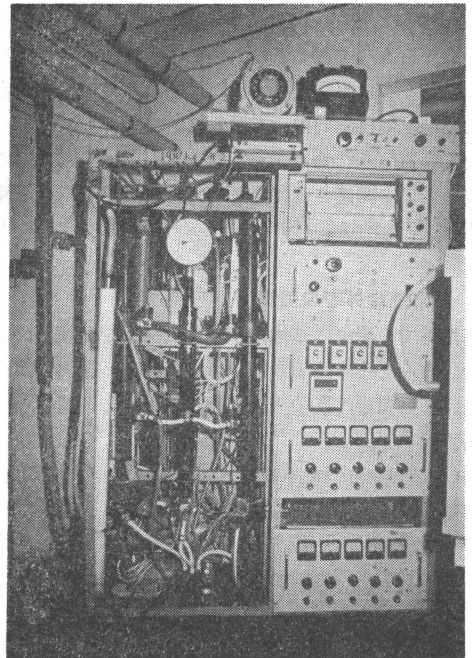
直径が  $4 \times 10^{-6}$  cm より大きい粒子については、ある程度物質組成に関する情報が得られることは上で述べたが、さらに小さな粒子について物質組成に関しては、決め手となる方法がない。今回の観測では、試料空気を加熱して、中に含まれている粒子が蒸発分解によって消失

する割合を測定して、物質に関する情報を得ることを試みた。対象とするエアロゾルの粒径範囲は、直径  $4 \times 10^{-7} \sim 4 \times 10^{-5}$  cm である。

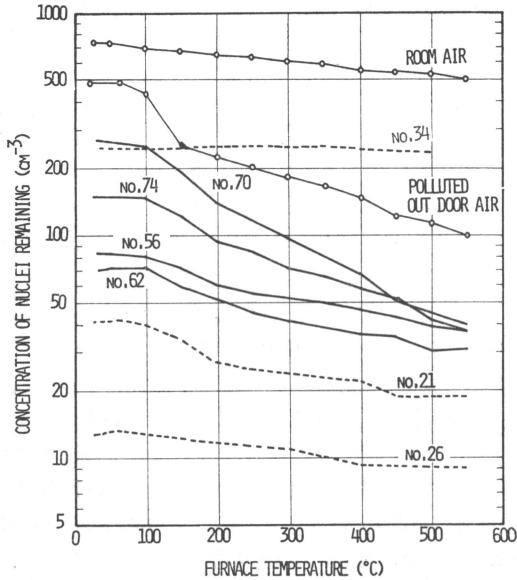
方式の大綱は名古屋大学工学部 池辺幸正教授の御指導に負うところが大きい。内径 8mm 長さ 1m の石英ガラスの管にニクロム線を巻いて加熱管とした。加熱温度は、ガラス管の外壁に付けた熱電対で監視しながらニクロム線に流れる電流を増減して調整した。試料空気は、アンダーセンサンプラーを通して大粒子を除去した後、容積 100l の袋（第7図C）に貯え、袋から毎分 2l の流量で加熱管を通して  $50^{\circ}\text{C}$  から  $600^{\circ}\text{C}$  までのいろいろな温度で加熱した後、ボラックカウンターで測定した。エイトケン核粒径分布測定装置に使用している 2 台のボラックカウンターをこの実験に流用し、一方のカウンターで加熱した試料空気を、他方で加熱しない試料空気を、同時に測定する方式によって、1袋の試料の測定中に起こる粒子の拡散損失の影響を評価できるようにした。

1袋の測定がおわると、エイトケン核を完全に除去した空気を  $600^{\circ}\text{C}$  に加熱した管を通して、ボラックカウンターで測定し、加熱管内でのエアロゾルの発生や室内空気の混入のないことを毎回確認した。

第16図に結果の一部を示す。縦軸の濃度は、加熱によ



第15図 エイトケン核粒径分布測定装置と加熱管。



第16図 エイトケン核の揮発特性. 実線: 夏, 破線: 冬.

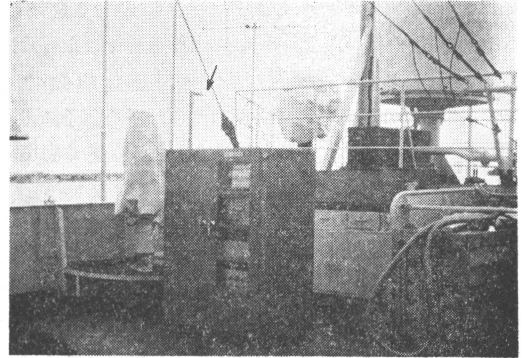
る消失効果だけが現われるよう, 拡散損失効果は補正してある. 全体の傾向として, 温度  $100^{\circ}\text{C}$  の加熱までは大きな濃度減少は起こらず,  $150\sim 300^{\circ}\text{C}$  の間で大きく減少し, 以後  $600^{\circ}\text{C}$  まで少ないけれど減少を続ける. 明らかな結果は, 夏のエイトケン核の加熱による消失の割合が大であるのに対し, 冬のそれは小である点である. 夏に増えるこの揮発性に富んだ粒子は, 先に述べた急増現象で増える粒子同様, 有機物, 硫酸アンモニウム, 硫酸などいろいろな物質が想定できるが, 電子顕微鏡による観察結果と関連させて考えると, 硫酸粒子の可能性が最も強い.

### 5. 昭和基地外での観測

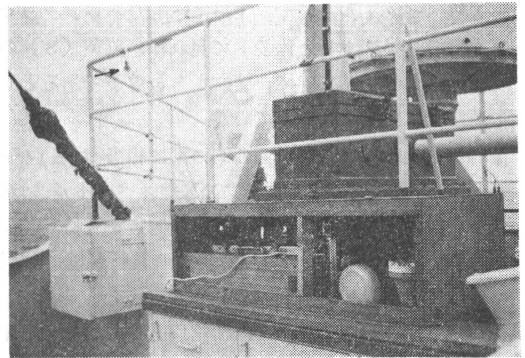
基地外での観測は基地内での観測結果を補強し, 空間的な代表性を吟味するためのものである. 誌面の都合により詳しい報告は別の機会に譲ることとし, 簡単な説明とスナップ写真を示すにとどめる.

(a) 東京～南極間のエアロゾルの洋上観測 (第17図, 第18図). 気象研型ボラックカウンターと静電サンプラーを「ふじ」甲板上に固定し, 南北両半球にまたがる観測, 採取を行なった.

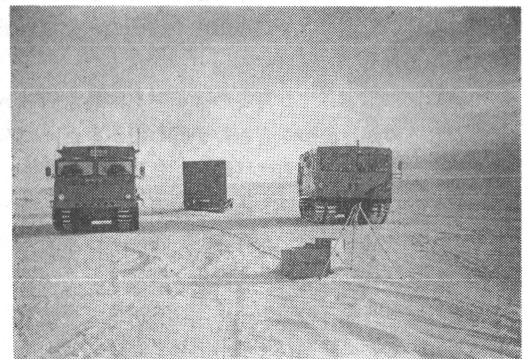
(b) 大陸上および周辺海水上でのエアロゾル採取 (第19図, 第20図). 昭和基地の南東約  $300\text{km}$  の大陸上にあるみずほ基地までのルート上, および, 昭和基地の



第17図 「ふじ」甲板上に固定したボラックカウンター. 矢印は吸引口.



第18図 「ふじ」甲板上に固定した静電サンプラー. 矢印は吸引口.

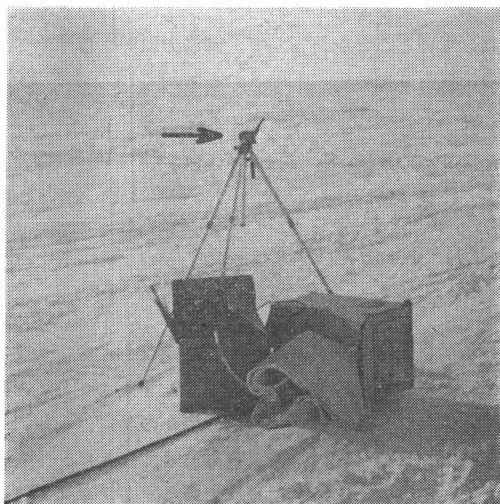


第19図 大陸上での採取. 風上側からの写真. 矢印は吸引口.

南約  $60\text{km}$  にあるスカルプスネス等の地点において, 静電サンプラー, カセラ型カスケードインパクターによる粒子採取を行なった.

(c) セスナ機による上空エアロゾルの採取 (第21





第20図 大陸上での採取。風下側からの写真。矢印は吸引口。



第21図 採取に用いたセスナ 185 型スカイワゴン。矢印は吸引口。

図)。1979年2月16日14時、19時の2回、高度3000mまでの5高度について、インパクターによる粒子採取を行った。

## 6. あとがき

第19次南極地域観測における気象研究部門の活動を報告した。得られた試料の大部分は現在解析が進行中であり、まとまり次第順次報告する予定である。

この観測を行なうにあたっては、実に数え切れないほど多くの方々に公私にわたって御助力を賜った。なかでも、南極地域観測への参加を承認して頂いたばかりでなく、留守家族への激励にも何かと心を砕いて頂いた、当時の気象研究所長杉浦次郎博士ならびに現在も上司である久保次郎物理気象研究部長には、心からお礼申上げたい。

越冬隊に参加する話が持ち上がったのは、出発を5ヶ月後にひかえた6月末のことであった。この5ヶ月という短期間に過去5年間続けてきた特別研究の最終報告書の作成、アイルランドでの国際学会での発表といったその年度に予定していた行事を片付け、南極で1年間仕事ができるだけの準備を行ない得たのは、ひとえに佐粧純男第1研究室長をはじめとする物理気象研究部の皆様の実質的な御助力によるものである。加えて、現地に着いてからも、電子顕微鏡のトラブルの解決や飛行機観測の諸手続き、その他、国内との連絡には田中豊頭主任研究官の御協力があったし、坂本昭氏には、留守家族に対し

公私にわたって力になって頂いた。これら物理気象研究部あげての協力体制なくしては、今回の仕事のどの段階のどれ一つとして実行し得なかった。

国立極地研究所川口貞男教授と名古屋大学小野晃教授には、それぞれ部門の責任者、テーマの責任者として、多くの御指導を頂き、さらにこの観測計画の実現に御尽力頂いた。

平沢威男隊長はじめ第19次越冬隊員の方々には、風上での車輛通行規制への御協力、環境科学棟への氷山水(実験用水)の補給、基地外活動での援助など、研究の重要性に対する深い御理解に基づく御協力があった。特に平沢隊長には、当初計画にはなく越冬中に立案した内陸旅行観測と飛行機観測の実現に御尽力頂いた。竹内貞男設営主任には、内陸観測のための発電機の雪上車内への取付け加工や飛行機観測の準備に対し、豊富な経験に基づく適切な処置や助言を頂いた。小池捷春隊員(地磁気観測所)には、筆者の内陸観測中、昭和基地での観測継続に御協力頂いた。

田辺元起艦長以下「ふじ」乗組員特に気象室の方々には、洋上観測について多くの便宜を図って頂いた。

第20次隊の吉田栄夫観測隊長と山崎道夫越冬隊長以下隊員の方々には、飛行機観測に際して御支援を頂いた。

気象協会研究所大田正次所長、東海大学 斎藤博英教授、名古屋大学池辺幸正教授、気象研究所高層物理研究部三崎方郎部長、応用研究部矢野直室長には、計画の吟味、観測方法の指導、解析の助言等、この観測全体に対し御好意溢れる御指導を賜った。

後藤良三氏、岩井邦中氏には先輩越冬隊員として経験に基づいた適切な御助言を頂いた。

式守伸江嬢には、帰国後1年分の種々の観測記録を細

かく記録紙から読み取るという気の遠くなるような作業を、尊敬に値する根拠と確実性をもって遂行して頂き、データの早期解析に大きな力になって頂いた。その他、気象研究所、極地研究所の支援部門の方々の御協力も含

め、かくも多くの方々のお力添えの上に今回の仕事が成り立っていることを報告して、御協力頂いた皆様への感謝の言葉としたい。



小田原正夫著  
地震災害を免れるには  
開発社, 1979, A 5 版, 234頁,  
980円.

わかり易く、楽しめる本である。小田原正夫の博学ぶりに一番おどろかされた。実は、これは寺田一彦氏が実弟の没後、50年祭の記念にその正夫の名で著わしたもので、M（正夫）とK（一彦）の対話になっている。この本の特色は、素人のM夫が地震に関する話をK先生からエピソードを交えながら聞かされ、いつの間にかいろいろな事を学ぶ点にある。ものを学ぶとき、その背景あるいは裏話を知ればおもしろさが一段と増すものである。K先生の著書にはその背景や裏話が豊富で、評者はいつも感心させられている。

地震の科学、震災の体験、歴史地震、地震予知、防災のことをこのわずか一冊の本から能率よく学ぶことができる。豊富な内容からそのエピソードの一部を紹介しよう。関東大震災の時横浜港に碇泊していた船からの無線を神戸海洋気象台のN無線技師が傍受し、県庁に知らせた始末書を書かされた話、シャポー氏が日本の陸地測量を引き受ける約束をしたが、測量基点が地震で動くとい

けないと思って「地震計」を初めて日本に持って来たこと、大正12年に旧制一高に入学した「なまず会」の学生によって書かれた震災体験記の紹介の中に、上州における福田前首相のもの、被服廠に逃げて九死に一生を得た人によるものなどが引用されている。なまなましく、感動的である。また朝鮮人事件のことなど。そのほか、モホロビッチ層に穴を掘るモホール計画はカクテルパーティーでの雑談から出たこと、その計画中止のいきさつ、気象学者のウェゲナーが最初に大陸移動説を出したが、当時は総スカンを食ってしまったこと、和達博士が療養生活中に長いこと待っていた巨大な深発地震に遭遇し、この経験がもとで日本の地震学は格段の進歩をしたこと、伊勢湾台風の警報をある市で女子職員が受け取りながらそれを机にしまって伝えなかったので、その市は多数の死者を出した話、等々。

以上のような内容を含むので、だれが読んでもおもしろく、たいへん有益である。本の題名もそれにふさわしい。もし、学校の地学の先生がこの本に書かれていることを授業中に話されれば、それは生きた授業で生徒はますます地学に興味を持つようになるに違いない。

(近藤純正)