

## 4. 南鳥島, 小笠原父島におけるエアロゾル濃度の島内分布

三崎方郎\*, 池上三和子\*, 伊藤朋之\*\*  
池上比呂志\*, 矢野直\*\*\*, 堤敬一郎\*\*\*\*

### 4.1 はじめに

気象, 気候学上の観点から, 基準観測所設置の候補と目される島についても, 人間の居住活動区の不均一性, また特有な地形に由来して, 人為的または自然のエアロゾル濃度の分布は必ずしも島内にわたって一様ではない。

基準観測所における測定値はその海域全般にわたる代表値でなければならないから, 局所的な影響は極力避けなければならない。したがって, 観測所の設置地点の選定にあたっては, 島内におけるエアロゾル濃度分布をよく見定めておく必要がある。

この場合においても, エアロゾル粒子の濃度は粒径別に調べなければならない。発生源により, 発生エアロゾルの粒径は異なるし, 粒径によって拡散特性もちがってくる。気象気候に与える影響について云えば, 粒子の大きさによって全く異なった面が考えられているからである。

したがって, 本来ならば, エアロゾルの粒径分布を島内の各点で測定しなければならないが, それは実行至難であるので, 今回の一連の観測においては, 直径  $0.3 \mu\text{m}$  以下の粒子 (小粒子, または Aitken 粒子と称する) と, それ以上の粒子 (大粒子, または Mie 粒子と称する) とに分け, それぞれについて濃度の島内分布のサーベイを行った。

### 4.2 南鳥島におけるエアロゾル濃度分布

#### (i) 南鳥島における小粒子濃度分布

1975年の夏季および晩秋期に予定された本観測にそなえて, 同年5月, 予備調査を行った際, 矢野(1975)の企画により, 堤, 三崎がこれに協力して, ガードナー計数器\*による小粒子濃度のサーベイを行った。ガードナー計数器による計数は, 厳密に云えば小粒子だけでなく, 大粒子も含んでいるわけであるが, 後者は前者に比べて2桁から3桁も濃度が低いので, 事実上小粒子濃度を測っていると云っても良い。

南鳥島は一辺約 2,000 m の正三角形に近い極めて偏平な珊瑚島で, 殆んど直線の環礁3辺で囲まれている。島内の汚染源として考えられるものは, 第一に常時運転されている発電棟からの排気(軽油燃焼生成物)で, これには気象観測所に所属するものと, 米国沿岸警備隊に所属するものがある(図 4.1 参照)。第2はそれぞれに職員の居住区であり, 第3は島内道路上を走る車輛である。

\*高層物理研究部, \*\*物理気象研究部, \*\*\*応用気象研究部, \*\*\*\*企画室

\*観測に使用したガードナー計数器は, 北海道大学理学部地球物理学教室の御好意により借用したものである。ここに厚く謝意を表す。

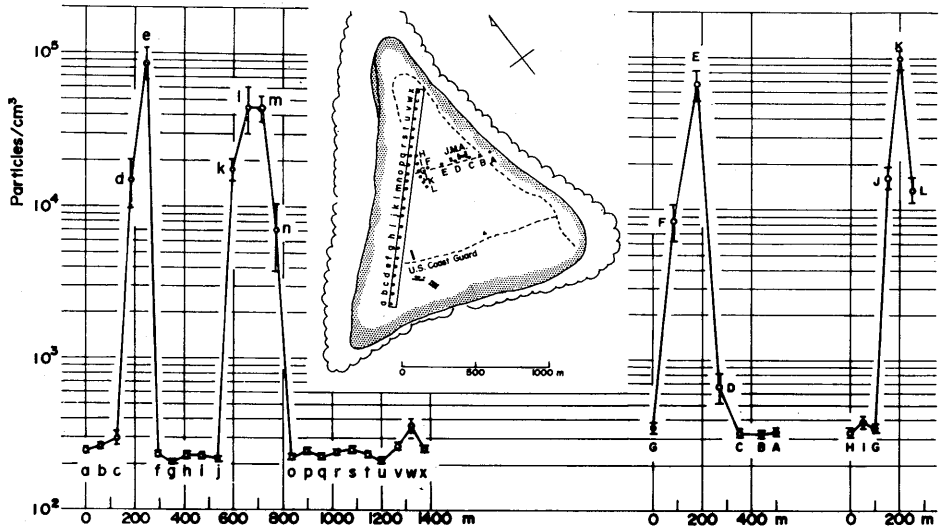


図4.1 南鳥島における小粒子 (Aitken 粒子) 濃度のサーベイ記録, 1975年5月

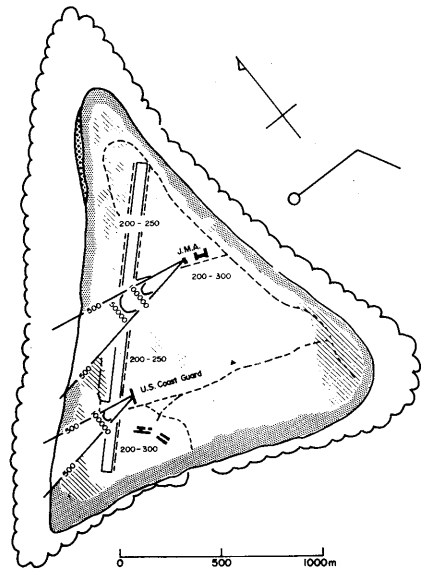
測定地点の選定はこれを考慮に入れて行い、特に重点を滑走路においた。図4.1には、これらの測点A~L (気象観測所前の非舗装道路), およびa~x (滑走路) の記号で示されてある。

これら36地点における測定値を図4.1に示してある。図中のE, FならびにJ, K, Lは気象観測所の発電棟の煙突からの排気プルームの直下であり、10万ヶ/ccを超える高濃度も現われている。また滑走路上のd, eの2点、およびk, l, m, nの4点は、それぞれ米沿岸警備隊および気象観測所の発電棟の風下であり、いずれも5万~10万ヶ/ccという高濃度を示している。

この結果を地図上にプロットしたものが図4.2である。高濃度を示した地点は、極めて明確な線で境界づけられるプルーム内に限られていることがわかる。この限界線を超えると、粒子濃度は数万ヶ/ccという高い値から数百ヶ/ccという低い値に急落する。

小粒子の島内分布をサーベイした結果によると、高濃度が検出されたのは発電棟の風下に限られており、それ以外の場所では一様に数百ヶ/ccという低濃度で分布していた。

また風向に面する海岸線附近でも濃度増加はみられ



Distribution of small particles, 8-10 May 1975

図4.2 南鳥島における小粒子 (Aitken 粒子) の濃度分布  
 斜線ハッチ部はモンパ密生地域、細点ハッチ部は砂浜、最外側の波線はリーフを示す。  
 風: ESE~ENE 3~12 m/sec

なかったから、大粒子の分布とは全く対称的に((ii)参照)、リーフにおける波シブキからは小粒子の発生はないと推論される。

(ii) 南鳥島における大粒子濃度分布

1975年11月、大粒子(直径 $0.3\mu\text{m}$ 以上)濃度の島内分布のサーベイを行った(三崎, 伊藤, 池上(比))。用いた測定器はエアロゾル・ゾンデとして本研究で開発試作したもので、原理はノズルから噴出する試料空気中に含まれる粒子からの側方散乱光パルスを検出し計数する方式である。

このゾンデをジープに搭載し、島内道路に沿って走行しながら連続記録をとった。ジープの走行速度は $20\text{ km/hr}$ ( $\div 5\text{ m/sec}$ )であり、記録紙上で10秒毎の積算個数をよみとったから、これから算出した粒子濃度は、距離にして50mの間隔毎の平均値を表わすものである。図4.3にこの観測の一例を示す。南東の風を受ける東海岸に沿う道路上で相当の高濃度を記録したことが明らかに見られよう。観測期間中に同様の周回観測を4回行ったが、いずれもこの特徴は例外なく極めて明らかで、島内西部の米国沿岸警備隊付近で極小となっている。

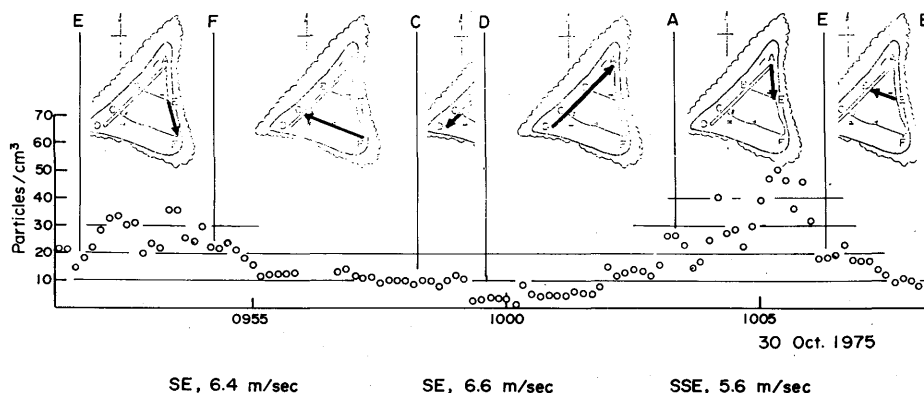
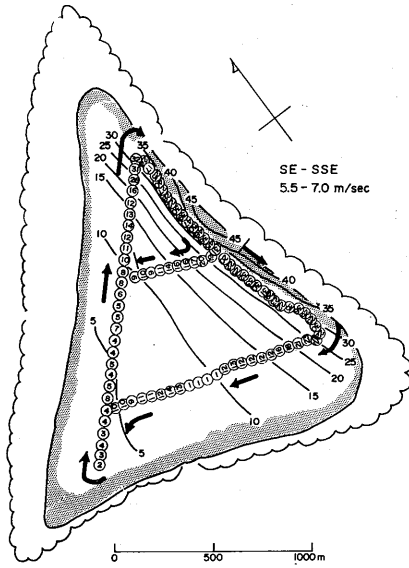


図4.3 南鳥島における大粒子(Mie粒子)のサーベイ記録

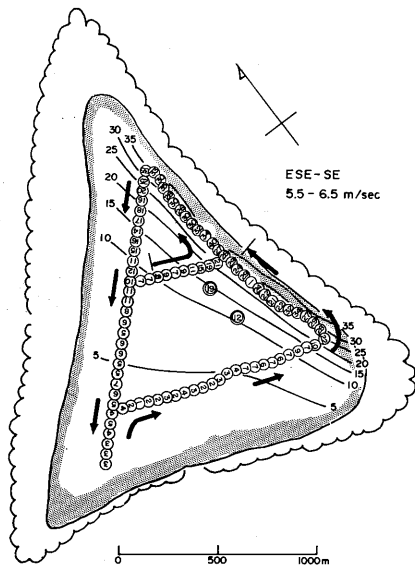
この結果を地図上にプロットすると図4.4となる。この図中の矢印は走行経路を示している。図4.4に示した測定に引きつづいて、その直後に走行経路を全く逆にとった観測を行った。これは使用したジープ自身が発生している汚染による系統的誤差の有無をチェックするためであったが、その影響を受けたと考えられるような証拠はならなかった。この時の観測(反時計まわり周回観測)の結果を図4.5に示す。

図4.4と図4.5を比較すると、この観測には一つの系統的な誤差が混入していることが見受けられよう。図4.4での等濃度線(数値は $1\text{ cc}$ 中の箇数)が下方に向って開いているのに対して、図4.5ではそれが上方に向って開いている。これは明らかに測定器の追従性が充分ではなかったことを示すものである。すなわち、西向き走行では、東側で測定器の中に吸入された高濃度エアロゾルの影響が後をひき、東向き走行では次第に高くなる濃度に追従しきれなかったことを意味する。



Distribution of large particles, 0950-1012, 30 Oct. 1975

図 4.4 南鳥島における大粒子 (Mie 粒子) の時計まわり巡回観測



Distribution of large particles, 1013-1035, 30 Oct. 1975

図 4.5 南鳥島における大粒子 (Mie 粒子) の反時計まわり巡回観測

測定器内のエアロゾル濃度を  $N'$  , 試料空気中のそれを  $N$  とする。試料流入率を  $\omega$  とすると、 $dt$  時間中に測定器 (容積を  $W$  とする) に流入するエアロゾル数は  $N\omega dt$  で、その間に測定器から流出するエアロゾル数は  $N'\omega dt$  である。したがって、 $dt$  時間後の測定器内のエアロゾル濃度は

$$N' + dN' = \frac{(W - \omega dt) N' + N\omega dt}{W}$$

であるから

$$\frac{dN'}{dt} = \frac{1}{\tau} (N - N'), \quad \tau = \frac{W}{\omega}$$

4回の観測結果を平均すると、エアロゾル濃度は東海岸から風下に向かって指数関数的に減衰し、その減衰定数 ( $\delta$ ) は 300 m である。そこでこの分布を仮定し、20 km の時速で風下に向かって、また風上に向かって (東行き) 走行したとき、測定器が示す濃度変化を上式により計算すると図 4.6 となる。この試算により測定器の応答時定数  $\tau$  ( $=W/\omega$ ) を 60 秒とすれば、図 4.4 と図 4.5 の不一致の理由を説明できる。

さて、この観測でもっとも関心がもたれたのは、島内における人工汚染であった。小粒子の場合には発電棟からの排気プルーム内に高濃度が極めて明瞭に検出されたのに反して、大粒子の分布ではそれが全く認められなかったのはむしろ意外であった。ところで、測定器の応答に上述のような遅れがあるとすると、滑走路を走行中の観測で、発電棟の風下の巾狭いプルームの存在を見逃すおそれがあると

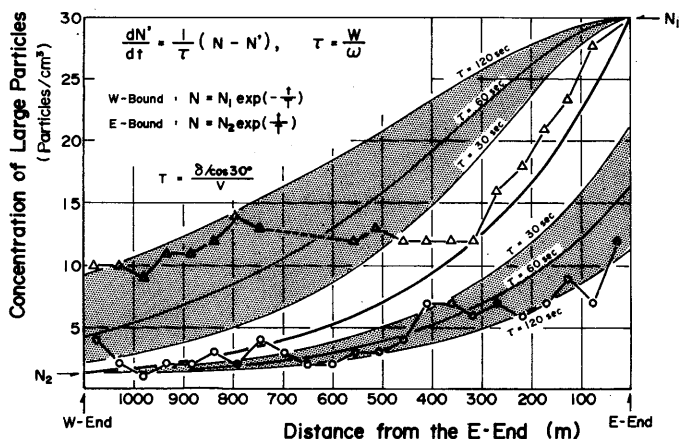


図 4.6 測定器の応答速度

$\delta$  ( $= 300$  m) は粒子濃度分布の距離に対する減衰定数,  $V$  ( $= 5$  m/sec) はジープの走行速度,  $T$  は走行中のジープから見た粒子濃度変化の時間的減衰定数, 粒子の濃度勾配に対して道路が  $30^\circ$  傾斜しているため, 距離・時間の対応にはその項が掛けてある,  $\triangle$  印は西行き,  $\circ$  印は東行き走行観測の結果である。想定された分布 (太実線) に対する指示値の遅れを示す。

考えられた。このプルームの巾を  $100$  m とし (小粒子の場合には滑走路上で  $100 \sim 200$  m であった), これを時速  $20$  km で横断したとすると, 測定されるピーク値は実際の濃度の何%にあたるかを計算すると図 4.7 となる。すなわち,  $\tau = 60$  秒では  $25\%$  となる。検出限界を  $3$  ケ/cc とすれば, プルーム内の大粒子濃度が  $12$  ケ/cc あれば, 必ずプルームの存在を検知した筈である。しかし記録上には濃度増加は全く見られなかったのだから, 仮りに大粒子が存在したとしても, それは  $10$  ケ/cc を越えていたとは考えられない。

実際には発電棟の周辺では, この他にも大粒子の検出に特に留意した観測を繰返したがその徴候は一切認められなかった。すなわち島内で最大の人工汚染源とみなされる発電棟から排出される汚染空気中には, 著しく高濃

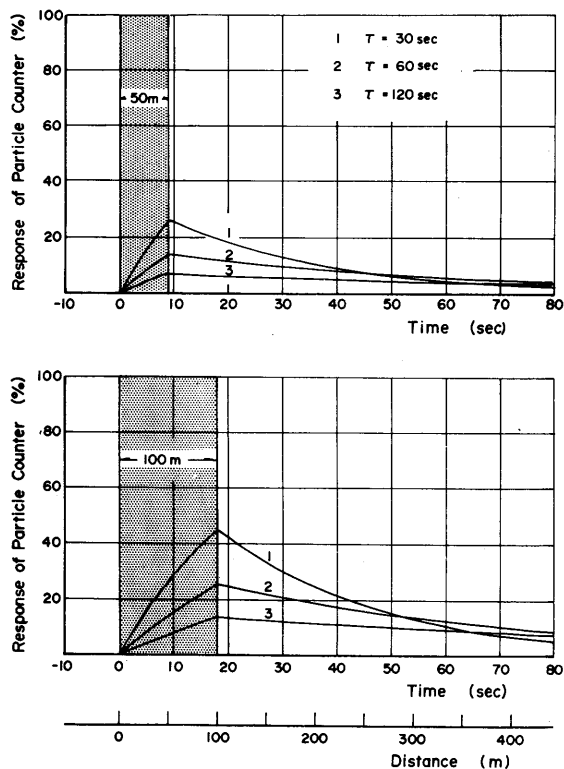
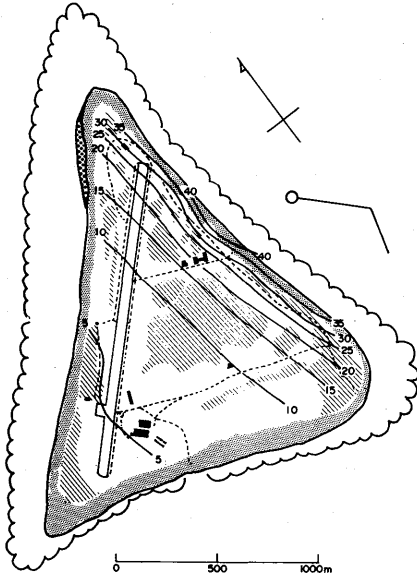


図 4.7 汚染プルームを横断した時の測定器の指示値  
細点ハッチは汚染プルームの巾を示す。曲線 1, 2, 3 は時速  $20$  km で横断した時の指示値変化を示す。

度の小粒子は観測されたが、大粒子は全く含まれていなかったと結論される。

図 4.8 は図 4.4 と図 4.5 の平均である。そしてこれが南鳥島における穏和な気候時（東風 5 ~ 10 m/sec) の大粒子分布のモデルであると考えてよい。



Distribution of large particles, 0950-1035, 30 Oct. 1975

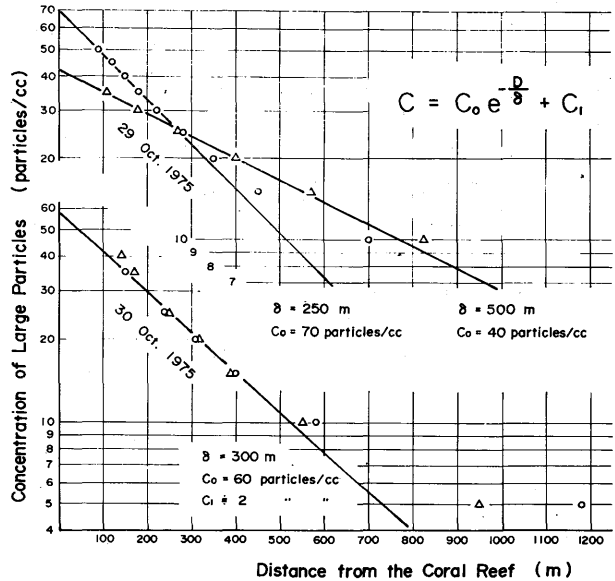


図 4.9 大粒子濃度の減衰特性

$\delta$  は風上側リーフ線よりの距離に対する減衰定数,  $C_0$  はリーフ線上における大粒子濃度,  $C_1$  はこの海域におけるバックグラウンド値である。

図 4.8 南鳥島における大粒子 (Mie 粒子) の濃度分布

この分布は風上程濃度が高い。測定が行われた数日は穏和な日が続いており、

白波が見られたのはリーフ線だけであったことから、その起源はリーフ線における波シブキであると考えられる。(後になって父島で行われた観測では、海岸によせる一波毎に多量の大粒子が発生していることが確認されている。)

図 4.9 は海岸より内陸に入るにつれての大粒子濃度の減衰を示す。さきにも述べたように減衰定数 (濃度が  $1/e$  になる距離) は 300 m であるから、リーフ線で発生した大粒子が 5% 以下にまで減衰するには 1 km, 1% 以下になるには 1.5 km ほども要する。つまり比較的に静穏な日でも、リーフ線で発生した大粒子はほぼ全島をおおっていると云える。

波シブキそのものの分布に関しては、5月の予備調査の際測定を行った。これには酸化マグネシウムを塗布したフィルムの小片を15ヶ所の地点で地上 20 cm の台上に置き 6 ~ 12 時間後に回収して、フィルム上に沈着した微水滴の痕跡を検鏡し、粒径別の沈着濃度分布を求めた。図 4.10 はこれから推定した波シブキ粒子の地面への沈着フラックスである。大粒子と同様に、風上の東海岸から内陸に入るにしたがって沈着量は減衰している。この減衰は大粒子より速いが、それでもかなり内陸部まで侵入しており、

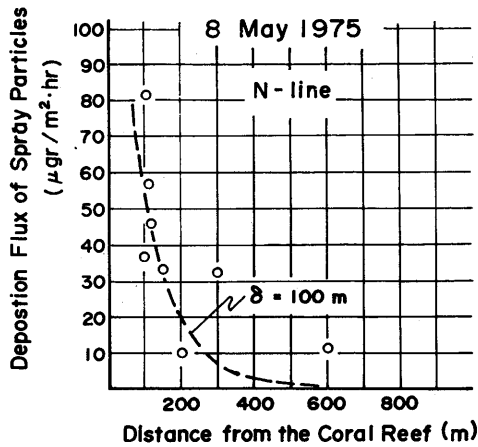


図 4.10 波シブキ粒子（液滴）の地表面への沈降フラックスの減衰特性  
 $\delta$  は風上側リーフ線よりの距離に対する減衰定数。

傾斜で海岸沿いに住民の居住区が散在している。なお人口の最も稠密な地区は二見湾北部の沿岸地帯で、島の南半分は殆んど未開のまま残されている。

エーロゾル濃度の島内分布サーベイの主眼は、

- (イ) 住民居住区から発生する粒子汚染の程度と、それが滞留する地域を調査すること。
- (ロ) 南鳥島は平坦な小島嶼であるが故に、波シブキから発生する高濃度の海塩粒子に全島曝されていたことを考慮に入れて、これと対照的な山岳島嶼である父島では海塩核の侵入がどの程度妨げられているかということの調査

にあった。測定は島内の循環道路に沿って行われた。図 4.11 に示すように、この道路は二見港北岸を東行して山岳地帯に入り、夜明山、中央山を連ねる尾根筋の東側を南下し、島の中央部で尾根を越えて西斜面を下り、二見湾岸を北上して起点に戻る。このコースを、N地区：二見港北岸の人口稠密区、E地区：脊梁山脈東側の尾根沿いの地区、W地区：脊梁山脈西側の低地、と分けることによって、島の地理学的特徴をそれぞれ代表することができる。

測定は南鳥島の場合と同様に大粒子（Mie 粒子）と小粒子（Aitken 粒子）それぞれの濃度について行った。大粒子濃度測定には南鳥島で用いたエーロゾル・ゾンデ（散乱光パルス計数型）をその後改良したものをを用いた。小粒子濃度測定にはこれと同等の応答速度を持ち、連続アナログ記録の可能な点を考慮して、Rich 型の計数器（Environment One 社製、MODEL RICH100）を用いた。いずれもジープに搭載し、走行中連続に記録を行った。

図 4.11 に第 1 回周回観測（31 Oct. 1976, 12<sup>h</sup>00<sup>m</sup>~15<sup>h</sup>20<sup>m</sup>）の結果を示す。同図左上は Aitken 粒子、右上は Mie 粒子濃度である。同様に図 4.12 上段は第 2 回周回観測（2 Nov. 03<sup>h</sup>40<sup>m</sup>~05<sup>h</sup>

今回の観測の例では 500 ~ 600 m までは、波シブキ粒子の沈着が明らかに検出された。

### 4.3 父島におけるエーロゾル濃度分布

1976 年晩秋に父島で行われた観測期間中に、エーロゾル濃度の島内分布のサーベイを 5 回行った。この目的は基準観測所設置の地点選定のための基礎となるべき資料を提供することであった。観測には三崎、伊藤、池上（三）が当たった。

南鳥島が極めて単純、平坦な地形で、しかも人間活動の地点が限定されていたのに反して、父島の地形は甚だ複雑であり、かつ近年急速に観光地化されつつある。島は標高 200 ~ 300 m の脊梁山脈によって東西に二分され、山脈の東側は急峻な崖で海に面し、西側はやや緩やかな

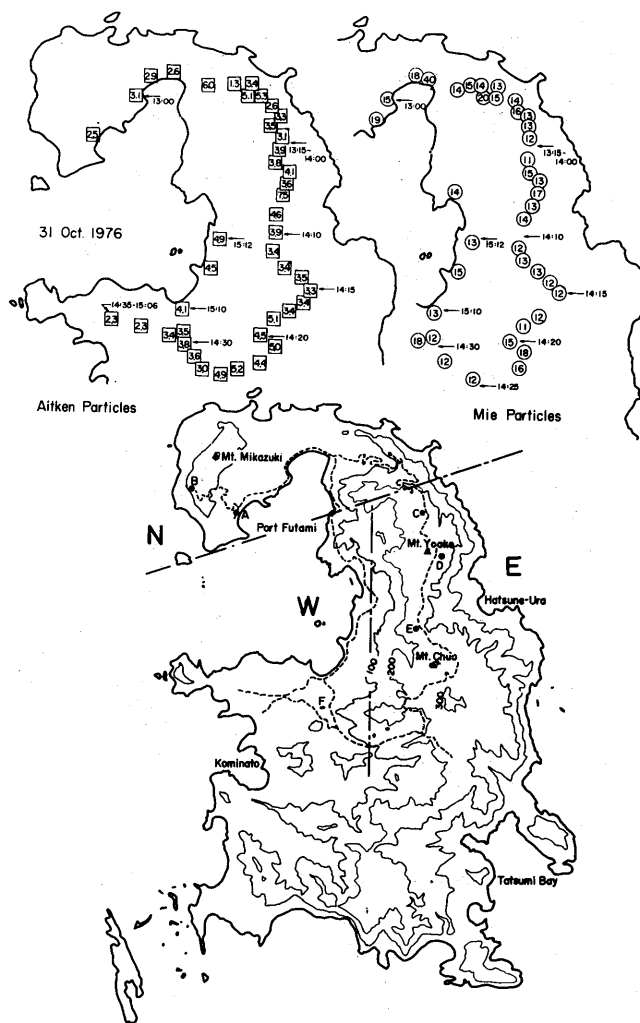


図 4.11 小笠原父島の地形図と第1回周回観測結果

循環道路（下図の破線）上を、20km/hr で走行中連続記録した小粒子濃度（上図左側）と大粒子濃度（上図右側）の分布を示す。

下図のA：父島気象観測所，B：三日月山固定観測点，C：日本電信電話公社父島電報電話取扱所，D：海上自衛隊父島夜明山送信所，E：宇宙開発事業団小笠原追跡所，F：東京都小笠原支庁亜熱帯農業センター

00m)，下段は第3回周回観測（3 Nov. 10<sup>h</sup>40<sup>m</sup>～12<sup>h</sup>10<sup>m</sup>），図 4.13 上段は第4回周回観測（3 Nov. 14<sup>h</sup>50<sup>m</sup>～16<sup>h</sup>40<sup>m</sup>），下段は第5回周回観測（4 Nov. 04<sup>h</sup>00<sup>m</sup>～05<sup>h</sup>20<sup>m</sup>），の結果である。

以上5回の周回観測の結果を通じて、注目すべき点がいくつかあげられる。第1は濃度分布が全島を通じてほぼ一様であって、N地区といえど他地区に比べて、必ずしも濃度が高いとは云えないということである。表 4.1、表 4.2 にそれぞれ小粒子、大粒子について、N地区、E地区、W地区別の濃度の平均値と



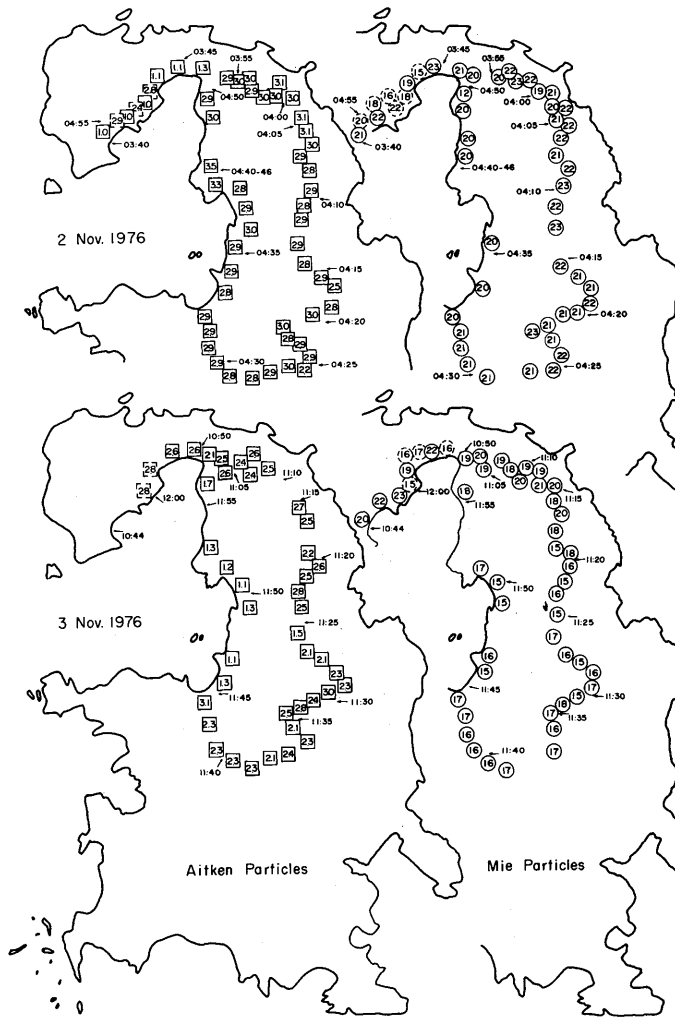


図4.12 父島における第2, 3回周回観測結果

標準偏差を示す。

表4.1 小粒子 (Aitken 粒子) の地区別平均濃度 (1,000 ケ/cc)

	I 31 Oct.	II 2 Nov.	III 3 Nov.	IV 3 Nov.	V 4 Nov.
N 地区	3.48±1.49	2.17±0.98	2.48±0.16	1.93±0.94	2.09±0.52
E 地区	4.13±1.00	2.86±0.19	2.38±0.32	1.00±0.37	2.07±0.31
W 地区	3.54±0.85	2.96±0.19	1.73±0.67	1.09±0.27	1.14±0.47
N / E	0.84±0.41	0.76±0.35	1.04±0.16	1.93±1.18	1.01±0.29
W / E	0.86±0.29	1.03±0.10	0.73±0.30	1.09±0.49	0.55±0.24
三日月山固定点	1.8→2.4	—	0.9→0.8	1.0→1.0	1.0→0.8

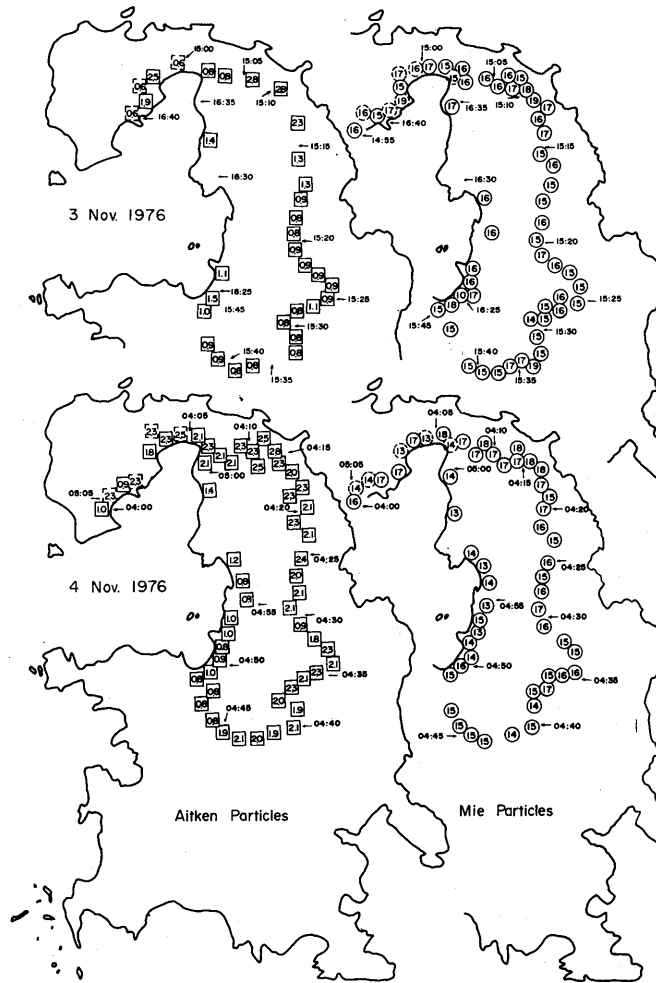


図4.13 父島における第4, 5回周回観測結果

表4.2 大粒子 (Mie 粒子) の地区別平均濃度 (ヶ/cc)

	I 31 Oct.	II 2 Nov.	III 3 Nov.	IV 3 Nov.	V 4 Nov.
N 地区	15.5±2.3	21.0±1.4	20.0±1.5	16.2±1.2	17.3±0.6
E 地区	13.4±1.9	21.7±0.7	16.8±1.5	15.8±1.1	15.6±0.9
W 地区	13.8±2.0	20.4±0.5	16.2±1.0	15.5±2.0	14.2±0.9
N / E	1.16±0.24	0.97±0.07	1.19±0.14	1.03±0.10	1.11±0.07
W / E	1.03±0.21	0.94±0.04	0.96±0.10	0.98±0.14	0.91±0.08
三日月山固定点	17→13	21→22	19→16	16→16	12→11

表の第4行、第5行にはE地区の平均値に対するN地区、W地区の平均値の比を示し、第6行には三日月山の固定観測点における連続記録から読みとった同時刻の値を示す(図3.3参照)。循環道路一巡には一時間あまりを要するので、この間にも固定点における観測値は変動を示している。巡回観測の初期と末期における値を矢印の前後に示してある。したがって、N地区の値は初期の値、W地区の値は末期の値と対比してみるべきである。小粒子濃度の観測値にはかなりのバラツキがあるが、大粒子の方はかなり安定しており、N、E、Wの3地区における平均値の差は地域差というよりは、むしろ時刻差によるものとみることができよう。

第2に注目すべきことは、エーロゾルの島内分布には規則的な日変化が認められないということである。陸地におけるエーロゾル濃度は、下層大気中の交換現象の盛衰にともなって、かなり明瞭な日変化をするのが通例である。したがって、濃度の島内分布にもそれにとまなう特徴的な形が表われることも予想されたので、周回観測の時刻の選定にもこのことが考慮された。すなわち、第1回、第3回、第4回は日中に行い、第2回と第5回は大気が最も安定する夜明け前の時刻をえらんで行った。しかしながら、これも図もしくは表に見られるように、組織的な差異は認められなかった。

さきに、エーロゾル濃度は島内一様に分布していると述べたが、その値は日によって、かなりの差異がみられる。これが注目すべき第3の点である。この差異は三日月山の固定点における連続記録と対比してみると、その変動によく対応していることがわかる。(小粒子濃度の値については、固定点における観測値との間に大きな開きがある。周回観測に用いたRich型計数器の較正に問題があることが後になってわかったので、その値は単なる相対値としてみられたい。)

このことは前章(3.3.1)において、10月31日から11月1日にかけての小粒子の高偏値は日本本土方面からの気塊が到達したことを示すものであるという伊藤の推論の正当性を強力に裏付けるものである。この高偏が三日月山の固定観測点近傍だけの局所的な現象ではなく、島全体が高濃度エーロゾルの気塊におおわれていたということは、周回観測の結果が直接実証していたことであった。

注目すべき第4点は、小粒子と大粒子濃度の対応性である。局所的汚染とみられる変化(11月1日午後、2日および4日の昼間、ならびに9日以降の濃度高偏、図3.3参照)では大粒子と小粒子に良い対応がみられるが、前章で伊藤が述べたような大規模な変化については、10月31日の例に見られるように両者間には対応がない。(第1回周回観測時には小粒子は極大を、大粒子は極小を示している。)三崎ら(1975)は陸地より洋上へのエーロゾル拡散に伴う濃度変化の観測から、大粒子(Mie粒子)の寿命が小粒子(Aitken粒子)のそれに比べて著しく短いことを推論したが、この場合にも陸性エーロゾルの到来を著明に現しているものはMie粒子ではなく、Aitken粒子であることは、三崎らの推論からしても当然であると考えられる。

最後に、比較的に通量の多いN地区の道路周辺の自動車排気による微粒子汚染の現況について言及しておこう。さきに三崎、池上は信濃追分附近の国道18号線周辺のエーロゾル濃度分布をサーベイした結果同国道が連続的な汚染の線源となっており、その周縁が恒久的な高濃度地帯となっていることを見出した

が、今回の父島における道路の状況はこれとかなり異なる。筆者らはN地区が比較的に通量の多いのにもかかわらず、他地区と濃度差が認められなかったことを奇異として、その路傍に測定器を設置して濃度の連続測定を行った。これによると、測定器直前を自動車が通過した際、通過時から約10秒間だけ濃度の急増をみるが、その後は旧のレベルに復してしまい、恒久的な汚染粒子の滞留をみることはなかった。即ち、現在程度の交通量（10～20台/10分）では、擾乱のパルスを頻発するだけで、汚染は直ちに拡散消失し、濃度レベルの上昇には到っていないものと考えられる。したがって、サンプラーによる空気捕集のような積分法によらない限り、この地区の汚染は適確には把握ができない。

#### 4.4 父島東海岸の海蝕崖斜面に沿うエアロゾル濃度分布

4.3節の冒頭に述べたように、南鳥島ではエアロゾル濃度に対する波シブキの影響を避けることができなかったのに対して、父島ではこの点どれ程の利点があるかを見積る目的で、初寝浦（図4.11参照）に到る崖の斜面に沿う大粒子濃度の測定を行った。第1回目（8 Nov. 14<sup>h</sup>～16<sup>h</sup>）の場合はNNE, 2 m/sec, すなわち、崖の斜面が海風を正面から受けている条件下の測定で、その結果を図4.14に示す。図4.15は第2回目（11 Nov. 13<sup>h</sup>～15<sup>h</sup>）であるが、この場合は風向が変り、S, 3 m/secであった。い

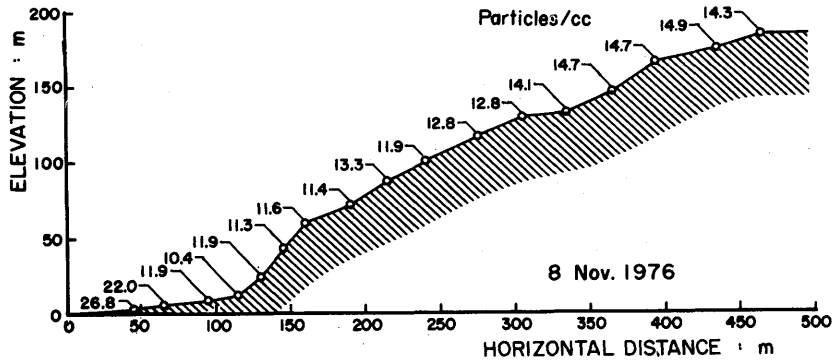


図4.14 父島初寝浦の崖斜面における大粒子濃度分布第1回観測結果  
1976年11月8日, 14<sup>h</sup>00m～15<sup>h</sup>30m. NNE, 2m/sec.

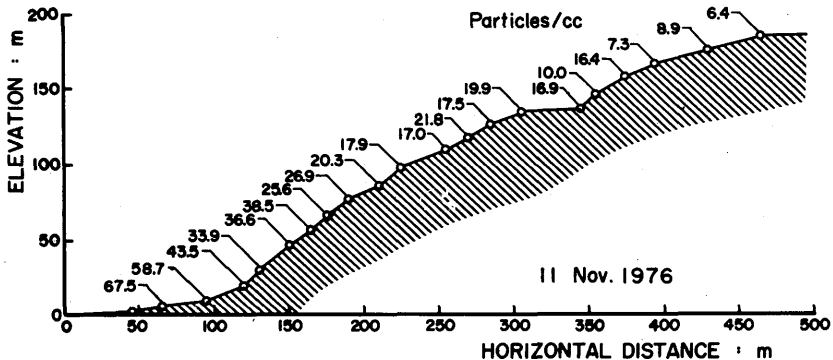


図4.15 父島初寝浦の崖斜面における大粒子濃度分布第2回観測結果  
1976年11月11日, 13<sup>h</sup>00m～14<sup>h</sup>30m. S, 3m/sec

ずれの図でも水平距離は汀線を原点としてある。

全く予想外であったことには、海風を正面から受けた場合（第1回目）に、大粒子の斜面に沿っての這い上りが殆んど見られず、崖を下るにつれて濃度はむしろやや減少し、樹木帯を抜け出て海岸の砂地に達した時、始めて濃度が急増しはじめている。これに反して第2回目は陸風であったにもかかわらず、崖斜面の反流のためか、相当の高度まで大粒子の這い上り現象が見られている。

図 4.15 について更に若干の考察を試みてみよう。まず、海面を粒子放出の面源と考え、粒子の上方拡散と沈降との平衡状態における濃度の鉛直分布を佐藤（1977）が計算しているの、その結果と観測（図 4.15）により求めた濃度の鉛直分布とを比較してみよう。

佐藤の計算は単分散粒子の拡散方程式を解いたものであるが、拡散係数は高さで大気安定度の関数としてある。境界条件としては海面を粒子に対する完全吸収面とし、面源の高さを 1 m とする。（面源の高さは 3 m としても、10 m としても面源より上方の鉛直分布特性には殆んど変りがない。佐藤は大気が中立、安定、不安定、逆転、それぞれの場合について解いているが、ここではそのうち安定の場合についてのみとりあげる。沈降速度は勿論粒径によるが、ここでは  $r^2 \rho = 0.4 (\mu\text{m})^2 \text{ gr}/(\text{cm})^3$  とする。ここで  $\rho$  は粒子の密度である。海塩粒子とすれば、これは半径がほぼ  $0.4 \mu\text{m}$  の粒子を考えていることになる。（ $r^2 \rho = 4 (\mu\text{m})^2 \text{ gr}/(\text{cm})^3$  としても大差ない。）

図 4.16 の実線は実測値で、点線は佐藤の計算であるが、その値は高度 6 m で実測値と合せてある。図に極めて明らかなように、安定な大気状態においてすら、実測の減衰は計算より遙かに速い。このことは汚染源を面源としたことがこの場合には全く不適当なのであって、南鳥島の場合と同様に汀線における線源からの拡散であると考えた方が実際に近かったのであろう。

汀線からの水平距離に対する濃度の減衰を南鳥島の場合と比較して図 4.17 に示す。ここで、南鳥島での

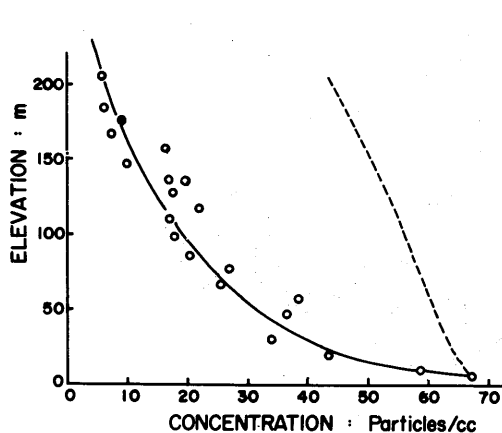


図 4.16 崖斜面における大粒子濃度の高度に対する減率（1976年11月11日）  
破線は拡散・沈降平衡における分布の計算値（佐藤、1977）

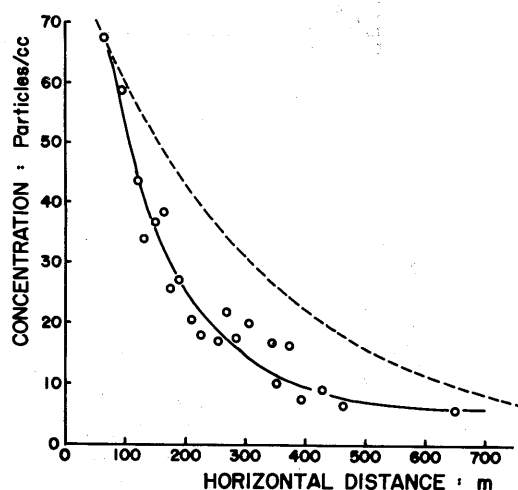


図 4.17 崖斜面における大粒子濃度の水平距離に対する減率（1976年11月11日）  
破線は南鳥島において観測された減率を示す。

減衰は4.2節(ii)で述べたように、

$$C = C_0 e^{-\frac{D}{\delta}}, \quad \delta = 300 \text{ m}$$

として表わしてある。これに比べると父島での減衰はやはりかなり速い。この速い減衰は強い傾斜面(崖)に対する海塩粒子の進入が困難な故か、あるいは崖面に密生している樹木による粒子捕捉の故ではないであろうか。

父島の複雑な地形において、このわずか2回の不備な観測例をもって、海塩粒子の内陸侵入に抗する崖の効果を安易に見定めるわけには行かないが、少なくともこの少数例について云えば、南鳥島のような平坦な小島よりは、海蝕崖で囲まれた地形をもつ父島の方が観測所設置の立地条件としては有利に思われる。

#### 4.5 ま と め

南鳥島および父島におけるエアロゾル濃度観測の結果を総合すれば以下の如くなる。

- (1) 第3章で伊藤が述べたように、晩秋ならびに冬季には、南鳥島においてすら、時として、日本本土、もしくは大陸よりの高濃度エアロゾルを含む気塊が到達することがある。バックグラウンド・レベルの決定にあたっては、単なる平均計算を行うのは危険で、慎重な流跡線解析によるデータの取捨選択を行う必要がある。
- (2) 人工汚染源が極めて限局されている南鳥島は、その意味では基準観測所設置には最適地と考えられる。地形が極めて単純なことも有利な点とされよう。

この反面、リーフ線で発生する大粒子の濃度は圧倒的に高く、島内いかなる場所で測定しても、この海域の代表値とすることは困難である。このことは単にエアロゾル濃度測定のみならず、その他の各種測定にも影響を与えることとなろう。そして更に、長期使用が課せられている精密測器、特に電子技術応用の測器の寿命を短縮することも憂慮される。

- (3) 父島の現況では、恒常的にエアロゾル濃度が高偏している地区は見当らない。しかしながら観測所設置点としては、当然ながら人口稠密地区である二見湾沿岸地帯、観光の中心地である三日月山周辺、ならびに強力自家発電施設をもつ宇宙開発事業団小笠原追跡所の周辺は避けねばならない。島南部は殆んど未開であるから、人工汚染のおそれは少いが、建設経費もしくは運営面から見て実際的ではないであろう。かような点を考慮すると現段階での第一候補地は、電々公社から自衛隊施設の間の東海岸に面する地域と考えられる。その地域周辺はエアロゾル濃度分布のサーベイ結果からも問題視されるような点は見当たらない。

しかしながら、仮に適地が決定されたとしても、一般道路からの距離を充分にとることは期待できないので、浜紙による採集等、いわゆる積分採集法をとる場合には局地風向に対する考慮も必要となる。

- (4) 島嶼における観測では多かれ少かれ、海塩粒子の影響を避けることはできないが、崖の効果につい

では今回の調査では少くとも南鳥島よりは有利に見える。しかしながら、この点については今後更に綿密な調査が必要であろう。

参 考 文 献

Misaki, M., M. Ikegami and I. Kanazawa, 1975: Deformation of the size distribution of aerosol particles dispersing from land to ocean. J. Met. Soc. Japan, 53, 111-119.

佐藤公喜, 1977 : 私信 [ 愛知県公害調査センター ]

矢野 直, 1975 : 南鳥島の予備調査からの報告。気象研究所ニュース, 1975年11月号, pp. 3-6