

論文

環境大気における多環芳香族炭化水素の濃度推移と挙動(第3報) —小笠原諸島父島における3種PAHs—

吉岡秀俊 秋山 薫 泉川 碩雄
早福正孝 伊藤政志 渡邊武春
鎌滝裕輝

要 旨

東京の南方約1000 kmの海洋上に位置する小笠原諸島父島における多環芳香族炭化水素(PAHs)の島内発生の有無を見るために、2地点において同時捕集した粒子状物質中の3種PAHs濃度について調査した。2地点間には濃度差があり、集落が集中し、発生源となり得るものが多い小笠原支庁の濃度に対して、集落の無い追跡所の濃度は7割~1割に減少しており、支庁の濃度にはほぼ追従して上下していた。このことから、この調査期間(9月下旬~10月上旬)においては、支庁付近のPAHsの局地的発生が追跡所に影響を及ぼしたと考えられた。

また、追跡所においては、ろ紙に捕集された3種PAHsとろ紙を通過するそれについても調査した。ろ紙を通過するPAHsの割合は「本土」よりも高いと考えられるが、清浄な追跡所においてすら、比較的高温時の捕集にもかかわらず、ろ紙上に捕集されたベンゾ(k)フルオランテンは、ろ紙とポリウレタンフォームに捕集された合計量の53%~64%であり、ベンゾ(a)ピレンは58%~87%、ベンゾ(ghi)ペリレンは83%~93%あった。支庁では、これらの捕集率は若干高くなると予想されるが、ろ紙捕集値のみを比較しても誤りではない。

継続モニタリングの近年8年間の月別平均濃度をみると、都区内や小河内に概ね類似して、小笠原においては12月~3月にPAHs濃度が高くなる季節変化が見られた。この濃度の増加を、島内発生の増加に起因すると考えるのは疑問であり、濃度増加は北方から小笠原へ移流があることを示唆していると考えられた。

英文要旨

Yearly Variation and Behavior of Polynuclear Aromatic Hydrocarbons in Ambient Particulate Matter (3)
-Three Polynuclear Aromatic Hydrocarbons in the Ogasawara Islands (Chichijima)-

Hidetoshi Yoshioka, Kaoru Akiyama, Sekio Izumikawa, Masataka
Sofuku, Masashi Ito, Takeharu Watanabe and Hiroki Kamataki

At the two points in the Ogasawara Islands (Chichijima) where was on the sea about 1000 km south of Tokyo, particulate matter was collected at the same time. Concentrations of three polynuclear aromatic hydrocarbons (PAHs) in particulate matter at the Ogasawara tracking station, where was sparsely populated, were about 70% ~10% of those at the Ogasawara branch office, where was densely populated and might be rich sources of PAHs. The former nearly followed latter. Therefore, in period of the investigation (from 29 Sep. to 4 Oct. 1992), it was considered that effect of local generation of PAHs from area around the branch office was observed at the tracking station.

And then PAHs collected on a filter and passed through the filter were collected on a filter and on a polyurethane foam respectively at the tracking station. Though the rate of PAHs passed through a filter might be higher than that in the mainland, benzo(k)fluoranthene (BkF) collected on a filter was 53% ~64% of BkF collected on a filter and on a foam, benzo(a)pyrene was 58%~87%, and benzo(ghi)per-

ylene was 83%~93% in spite of sampling at the clean area and comparatively at high temperature. It is possible to compare the amounts of PAHs collected only on a filter.

Monthly mean concentrations of PAHs in recent eight years increased from December to March at the Ogasawara branch office. This tendency was roughly same in the Tokyo area. There was some doubt whether increase in local generation of PAHs in the island caused increase in the concentrations. So transportation of PAHs from other area was discussed in terms of wind vectors. Therefore, in this period, possibility of the transportation of PAHs from the north was suggested.

1 はじめに

発ガン性を有するベンゾ(a)ピレン (BaP)をはじめとするいくつかの多環芳香族炭化水素 (PAHs) の環境濃度自体はよく測定されているが、その挙動については不明な点が多い。当所においてもハイボリウム・エアサンプラー (Hi-Vol) を用いて、定期的に東京都の粒子状物質濃度とその含有成分を調査 (継続モニタリング) しており、近年の調査結果の概要と挙動に関する若干の知見については先に報告した²⁾³⁾。

継続モニタリングにおける小笠原諸島父島の測定地点は小笠原支庁である。小笠原支庁におけるBaPの年平均濃度は、ここ10年間ほぼ横ばい状態にあり、都区内のおおよそ1.5/100、小河内の約1/10の濃度である。支庁の粒子状物質濃度は、小河内と同程度であるから、BaPはごく低濃度といえる。第2報³⁾で示したように、今回の対象物質であるBaP、ベンゾ(k)フルオランテン (BkF) 及びベンゾ (ghi) ペリレン (BghiP) の3つのPAHsは、2 μ m以下の微小粒子中に遍在しているので、粗大粒子が多い父島では⁴⁾粒子状物質との相関は高くなくてもよい。しかし、ろ紙に捕集されたPAHsだけを測定した結果であるため、清浄 (すなわちスス等の吸着媒が少ない。) であり、かつ気温の高い小笠原では、ろ紙を通過する割合が非常に高いために、見かけ上低濃度になっているのかも知れない。近年調査対象にしているこれら3つのPAHsは、5環以上の構造をもち、ろ紙ではほぼ捕らえらるとされている⁵⁾⁶⁾が、それらはいずれも都市域での知見であり、小笠原のごく清浄で比較的高気温である地域での知見はない。

また、父島内において他地点と同時捕集した場合のPAHs濃度についての知見もない。支庁は父島で唯一集落が集中する地点にある。仮に、父島内でのPAHs濃度が同じであれば、PAHsは不完全燃焼によって生成されるといわれているので、島内の人為起源による局地的発生

が隠れてしまうほど、いわゆる地球規模の人為起源の影響が小笠原諸島において観測されていることになる。逆に、支庁と集落がない地点での濃度が異なるならば、島内発生と移流の影響を考察する糸口となるであろう。

小笠原支庁の継続モニタリング結果を月別の平均濃度で見ると、12月~3月にかけて濃度が増加する。都区内及び小河内の結果を同様にみると、小笠原支庁より一ヶ月前から高濃度になり、早春には減少してくる。小笠原諸島は東京から南方に約1000 km離れた亜熱帯に位置し、気温の変化の少ない海洋性気候の離島であるから、「本土」と概ね同様な傾向を示す原因を島内発生に求めるのは疑問であり、これが何に原因するものなのかを考察する必要がある。

以上のことから、本報では次の3点について考察したので報告する。

- ① 父島における島内発生の有無
- ② 父島内における清浄と思われる地点でのろ紙捕集率
- ③ 小笠原諸島へのPAHsの移流の可能性

2 調査方法

(1) 試料捕集

小笠原諸島父島の小笠原支庁 (1992年9月29日~10月6日) と宇宙開発事業団小笠原追跡所 (9月29日~10月4日) において、石英繊維ろ紙を装着したHi-Volを800 l/minで使用して、24時間ごとに捕集した。なお、追跡所ではろ紙の後ろにポリウレタンフォーム (PUF: 密度0.02 g/cm³, 直径10 cm, 厚さ10 cm) を取り付けて捕集した。PUFは使用に先だってアセトン洗浄した。これらの地点を図1に示した。

継続モニタリングでは、同様のろ紙を装着して、1500 l/minで、小笠原支庁と小河内では72時間、都区内の8地点 (東京都環境科学研究所, 都立衛生研究所又は高田

馬場福祉作業所，糎谷保健所，世田谷区役所，板橋保健所，荒川区役所，江戸川区環境測定分析室及び旧都庁第二本庁舎又は日比谷図書館)では24時間捕集した。捕集地点は第1報²⁾を、その詳細は浮遊物質等測定データ集¹⁾を参照されたい。

(2) 抽出

ろ紙試料はアセトニトリルで超音波抽出した。PUF試料はアセトンで超音波抽出した。

(3) 分取液体クロマトグラフィー

追跡所のろ紙及びPUF試料は、分取用高速液体クロマトグラフ(分取用HPLC)によって分析対象PAHsを分画した。すなわち、抽出後KD濃縮した後、窒素ガスを吹き付けながら乾固し、n-ヘキサン：ジクロロメタン(9：1)に転溶した。その一定量を分取用HPLCに供して、分析対象PAHsを分取した。分取溶液をロータリーエバポレーターで濃縮後、窒素ガスを吹き付けながら乾固し、アセトニトリルに転溶して分析試料とした。

分取用HPLCの主な構成及び分取条件は以下のとおりである。

インジェクター：Model 7125 (レオダイン製)，ポンプ：PU-987 (日本分光製)，カラム：Megapak SIL-10 (内径10 mm，長さ250 mm，日本分光製)，モニター-UV検出器：UV-970 (日本分光製)，移動相及び流量：n-ヘキサン 4 ml/min

(4) 分析液体クロマトグラフィー

マルチソルベント送液システム Waters 600 に、オートインジェクター Waters 712 wisp、蛍光検出器 Waters 470 (以上ウオータズ社製)及びインテグレータ島津C-R 3 A (島津製作所製)を接続して用いた。その他の条件は以下のとおりである。

カラム：SUPELCO SIL LC-PAH (内径4.6 mm，長さ250 mm，ポアサイズ120 Å，SUPELCO社製)，移動相及び流量：アセトニトリル；水(9：1) 1 l/min，測定波長：励起 295 nm 蛍光 410 nm

3 小笠原諸島の概要と発生源⁷⁾⁸⁾

小笠原諸島は、父島、母島の有人島と30余りの無人島からなる。その気候は、亜熱帯の海洋性気候であり、ここ10年間の月平均気温では、最低17.7℃、最高27.6℃と約10℃の温度差しかなく、一日の温度変化も2～5℃ときわめて温度変化が少ない。

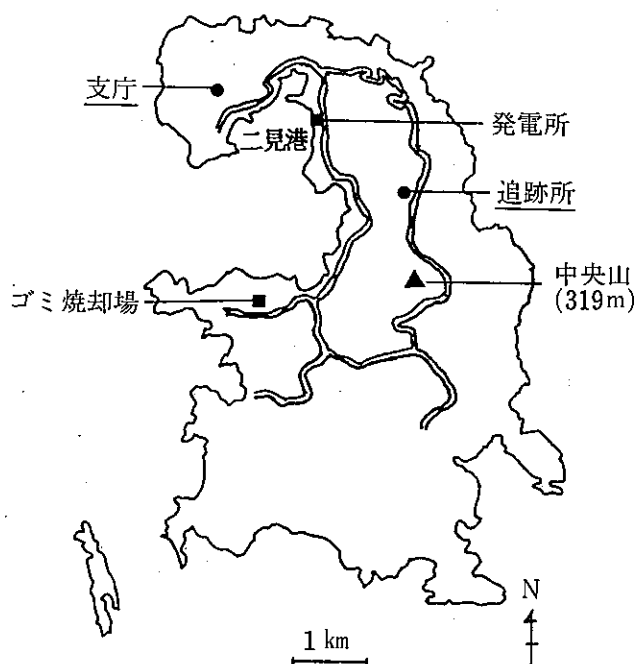


図1 父島における測定地点等

父島は、東京の南方海上約986 kmに位置し(東経142°11′，北緯27°05′)、面積は104.41 km²であり、小笠原諸島の中で最も大きな島である。島のほぼ中央の中央山(標高319 m)から四方に山稜が走り、周囲はほとんど切り立った崖となり平地は少ない。集落は、北西部の二見港沿いに集中している。その人口は父島と母島を合わせて2143人(平成5年1月1日)であり、父島は約1600人である。

考えられるPAHsの移動及び固定発生源をあげると、自動車(保有台数：乗用車436台，バス18台，貨物車249台，軽自動車447台，自動二輪車111台，原付自転車767台，総計2028台(小笠原村として：平成5年)、漁船(1～3t 2隻，3～5t 24隻，5t以上16隻(小笠原村として：平成4年))、発電所(認可出力2800 kW，契約電力7253 kW(父島：平成5年)，推定発電用燃料 約3000 kl/年(父島))、ゴミ焼却場(固定バッチ焼却炉3t/日(父島)、可燃ゴミ収集量968 t・焼却率100% (小笠原村として：平成3年度))である。このうち自動車については、集落の集中する二見港沿いの道路では見かけるが、それ以外の道路で自動車に出会うことは希であった。また、「本土」・父島間の定期的な交通機関としては、「おがさわら丸」(3553 t，定員1041人)が運航(年間約60往復)

しているだけである。

図1に父島の道路、主な固定発生源及び測定地点等を示した。

4 結果及び考察

(1) 支庁と追跡所での測定結果

ア 追跡所の妨害ピーク

追跡所のろ紙抽出物を直接分析用HPLCに供すると、BaPとほとんど重なる大きなピークがあり、そのままではBaPを定量できなかった。そこで、この抽出物を、移動相としてn-ヘキサン(4ml/min)を用い、シリカゲルカラムを接続した分取用HPLCに供して、分析対象PAHsの画分を分取した。この画分を分析用HPLCに供したところ、先の未知ピークはこの画分にはなく、BaPを定量できた(図2)。

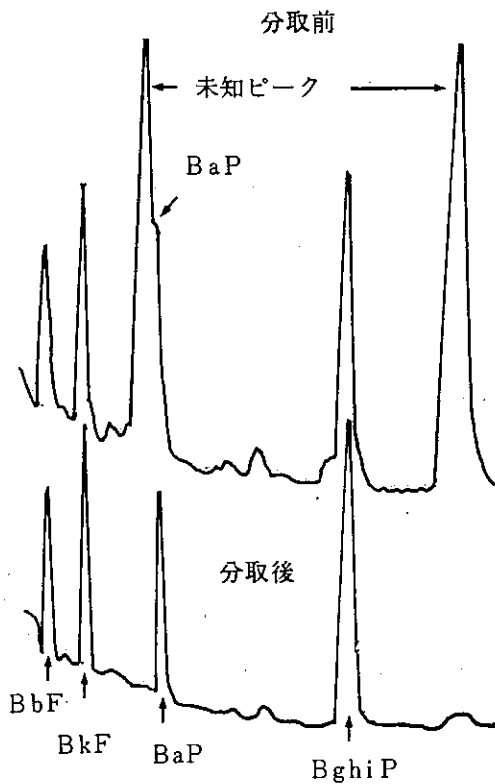


図2 分取しない場合と分取した場合の分析用HPLCのクロマトグラム例(追跡所試料)

なお、未知ピークがろ紙に起因するものか、追跡所の大気に起因するものかは明確ではないが、他年度の化学物質調査時のろ紙試料については、BaPに近接するこのようなピークは見られなかった。また、支庁のろ紙試料にもこのようなピークは見られなかった。

イ 父島における島内発生の有無とろ紙捕集率

表1 小笠原支庁と追跡所における粒子状物質濃度とろ紙上に捕集されたPAHs濃度(1992年)

単位 PAHs: pg/m³ 粒子状物質: μg/m³ 気温: °C

捕集月日	BkF		BaP		BghiP		粒子状物質		平均気温
	支庁	追跡所	支庁	追跡所	支庁	追跡所	支庁	追跡所	
9/29-30	2.9	1.9	6.8	4.8	19	11	46	45	25.4
9/30-10/1	2.3	1.7	5.5	2.5	19	12	31	33	26.0
10/1-2	2.3	1.0	6.8	0.84	21	2.3	26	21	25.8
10/2-3	5.3	2.5	17	5.7	82	20	23	27	25.7
10/3-4	1.2	0.84	4.1	0.48	14	1.7	16	17	25.3
10/4-5	2.2		6.0		16		14		24.8
10/5-6	6.1		20		98		18		24.0

表2 追跡所におけるろ紙とポリウレタンフォームに捕集されたPAHs濃度(1992年)

単位 pg/m³

捕集月日	BkF		BaP		BghiP	
	ろ紙	PUF	ろ紙	PUF	ろ紙	PUF
9/29-30	1.9	-	4.8	-	11	-
9/30-10/1	1.7	1.2	2.5	0.76	12	1.1
10/1-2	1.0	0.90	0.84	0.34	2.3	0.32
10/2-3	2.5	1.4	5.7	0.83	20	1.40
10/3-4	0.84	0.65	0.48	0.35	1.7	0.35

父島で唯一集落が集中し、近くには二見港、発電所がある支庁と、支庁から南東へ約3km離れた、集落を望む尾根の鞍部(標高約220m)に位置し、集落がない追跡所における粒子状物質濃度とろ紙に捕集された3種PAHs濃度の測定結果を表1に示した。追跡所については、ろ紙の後部にPUFを付けることができるHi-Volを使用し、ガス状態及び捕集中にろ紙を通過するPAHsも捕集した。追跡所におけるろ紙とPUFに捕集された3種PAHs濃度の測定結果を表2に示した。

(ア) 島内発生の有無

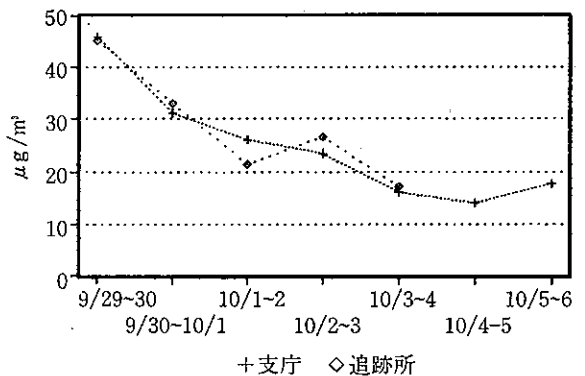


図3 小笠原支庁と追跡所における粒子状物質濃度(1992年)

図3に2地点における粒子状物質濃度の関係を示した。これによれば、2地点間の粒子状物質濃度にはほと

んど差が見られない。秋山ら⁴⁾は東京都の4ないし5地点で、粒子状物質の粒径分布を調査し、父島では微小側のピークは小さく、多くが自然起源の粒子からなることが窺われるとしている。今回の調査においても、父島の粒子状物質は、人為起源の影響を覆い隠すほど、自然起源の寄与が大きかったと考えられる。なお、粒子状物質濃度に変化がある理由については、今後検討する必要がある。

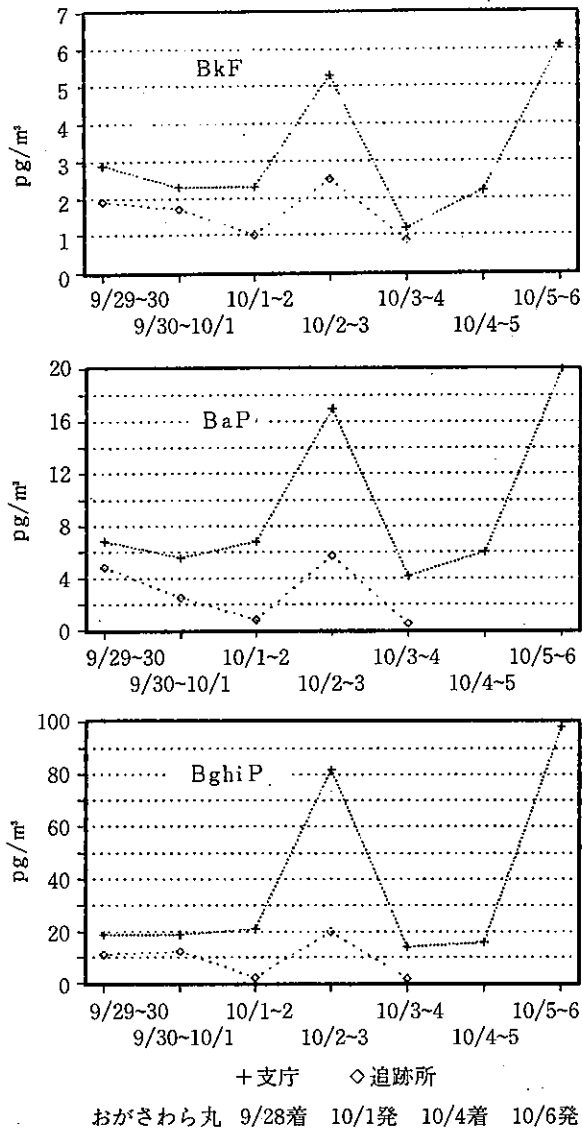


図4 小笠原支庁と追跡所におけるろ紙に捕集されたPAHs濃度(1992年)

一方、ろ紙に捕集された3種PAHsをみると(図4)、支庁と追跡所には明らかな差があり、支庁濃度に対する追跡所濃度は約7割~1割に減少している。そして、追跡所の濃度は支庁にほぼ追従して上下している。よって、

集落が集中し発生源となり得るようなものが多い支庁付近の局地的汚染が、追跡所の濃度に影響を与えていると考えられる。このように、父島内においても、PAHsは局地的に発生していると思われるので、支庁の濃度はバックグラウンドとはいえない。日によって濃度が異なる原因としては、先に述べた発生源の影響に加えて、定期船「おがさわら丸」入港に伴う人口増加や生活物資の搬入による人間活動の活発化の影響が考えられるので、おがさわら丸の発着日も図4に示したが、濃度変化との関係は明らかではなかった。

(イ) ろ紙捕集率

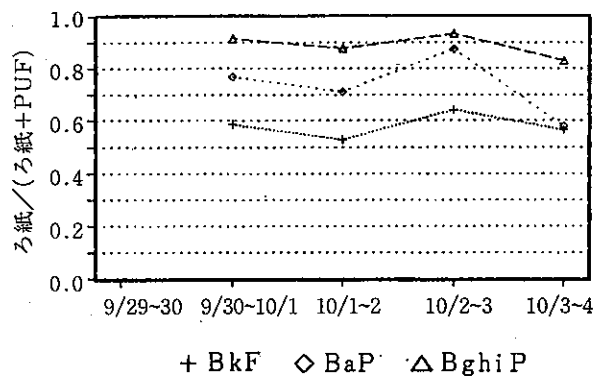


図5 追跡所における(ろ紙+PUF)に対するろ紙に捕集されたPAHsの割合(1992年)

追跡所におけるろ紙に捕集された粒子中のPAHsとろ紙を通過したPAHsとの関係を図5に示した。この測定で用いた捕集法はYamasakiら⁹⁾と同じであるが、Yamasakiらによって報告されている大阪市内での結果(3種PAHs個々では分析していない。)よりもろ紙を通過するPAHsの割合は高い結果となった。Puppら⁹⁾の見解によれば、このような割合は汚染レベルによって変化するものであり、低汚染レベルの方が、ろ紙では捕えられないPAHsの割合は高くなってよい。個々のPAHsについて見るとろ紙を通過し易い順に、BkF>BaP>BghiPとなった。

以上のように、小笠原におけるろ紙を通過する3種PAHsの割合は、本土よりも高いと考えられる。しかし、父島の清浄地域と思われる追跡所においてすら、比較的高温時(平均気温25.7℃)の捕集にもかかわらず、ろ紙上に捕集されたBkFは、ろ紙とPUFに捕集された合計量の53%~64%であり、BaPは58%~87%、BghiPは83%~93%であった。支庁では、追跡所よりもPAHsの吸着媒

が多いであろうから、これらの捕集率は追跡所よりも若干高くなると考えられるが、ろ紙捕集のみの値を比較しても誤りではないと思われる。

なお、PUF を取り付けると、その圧力損失のために、通気流速は今回の調査の 800 l/min が最大である。継続モニタリングの通気流速は 1500 l/min であり、通気時間は 72 時間であるので、この捕集率をそのまま適用できるかどうかについては、検討の余地がある。粒子状物質の性質等の条件は違うが、当研究所屋上において気温約 30℃ で環境大気を捕集した結果では、流速が違って、ろ紙捕集量に相違は見られなかった。

また、捕集中に生じるかもしれない PAHs の分解については、未知である。

(2) 継続モニタリング結果

ア 8 年間の月別測定結果

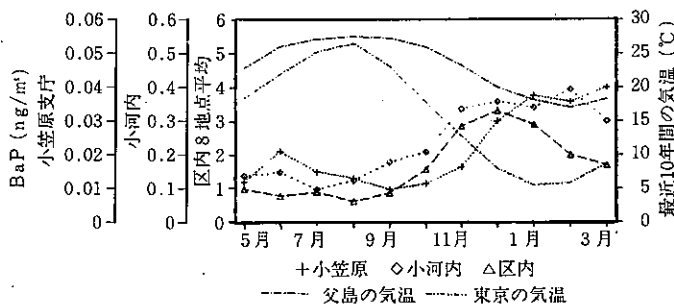


図6 小笠原支庁、小笠原および都区内のBaP月別平均濃度(1986年5月～1994年3月)と父島および東京の気温

1986年5月～1994年3月までの8年間のBaPの継続モニタリングの測定結果を月ごとの算術平均濃度として図6に示した。都区内8地点の平均濃度に対して、本土側の清浄地と考えられる小笠原は1/10の濃度スケールで示し、小笠原支庁は小笠原のさらに1/10の濃度スケールで示してある。これによると、小笠原支庁は都区内平均濃度の0.6% (11月)～2.8% (6月) 平均1.5%、小笠原の4.8% (11月)～16% (3月) 平均9.7%の濃度であった。小笠原支庁と本土の濃度差について、自動車起源であるといわれている元素状炭素は、小笠原支庁では本土の1/5～1/10程度¹⁰⁾であり、当所で行った化学物質調査結果¹¹⁾のうち、小笠原で検出された物質を見ても、本土小笠原間でこれほど濃度差がある物質は見あたらない。

BkF と BghiP についても、それぞれ平均で区内濃度の1.5%、2.5%と小笠原では著しく低濃度であった。し

かし、小笠原では熱帯地域での測定結果¹²⁾¹³⁾のように、BaPと比較してBghiP濃度が高いという特徴が見られた。このような特徴は、気温が高く日射が強い地域ではBaPがBghiPと比較して損失しやすいために起こると通常説明されているが、明確な結論は得られていない。このBghiP/BaP比は、支庁では平均で都区内のおよそ1.7倍であった。小笠原では都区内のおよそ1.3倍であった。

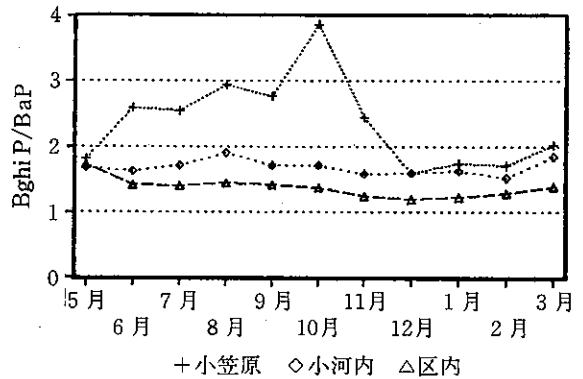


図7 小笠原支庁、小笠原および都区内のBghiP/BaP (1986年5月～1994年3月)

また、これを月別に並べてみると、図7に示したように5月及び12月～3月の期間は、支庁は小笠原の比とほぼ同じになり、都区内の比に近づいていた。なお、10月の比が大きいのは、1991年と1992年等にBghiPがその時だけ特異的に高濃度になり(あるいはBaPが特異的に低濃度になり)、その比を引き上げたためである。

イ 風向から見た移流の可能性

図6の小笠原支庁のBaP濃度を見ると、12月～3月にかけて約2.5倍濃度が高くなっている。なお、BkF及びBghiPもほぼ同様の傾向で、BkFについては約3.2倍、BghiPについては約1.6倍濃度が高くなっている。この地は、海洋性気候の亜熱帯に位置するから、気温の変化が少なく、気温も高いので、冬期に暖房することは希である。したがって、年間を通して生活パターンは余り変わらないであろうから、島の人々の人間活動に伴うPAHsの発生も余り変わらないと思われる。にもかかわらず、12月～3月にかけて濃度が高くなるのは、その時期に①訪島者数が増加し、人間活動が活発化する②気温の僅かな減少により、ろ紙で捕らえられるPAHs量が増える、あるいは③島内発生を上回って移流がある、ことなどが考えられる。

①については、月別の訪島者数を見ると(図8)、1989年⁷⁾は正月に訪島者が年平均の5割増しとなり人間活動が活発化するが、12月、2月～3月には訪島者を含めた人口はほぼ同じであるので、小笠原における自動車走行、発電、ごみ焼却等の発生源からの排出量の増加に伴うBaP濃度の増加とは考えられない。1992年⁸⁾は、12月に3000人弱の訪島者があるが、年末休みを利用した訪島者が相当数を占めるであろうから、1989年と傾向は同じであろう。なお、3月、4月に訪島者数が増えているのは、最近のホエールウォッチングブームによるものと思われる。

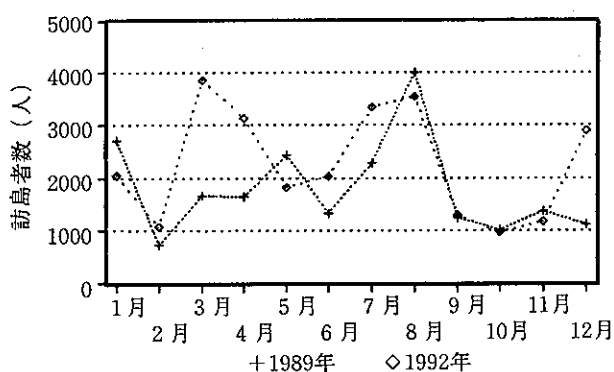
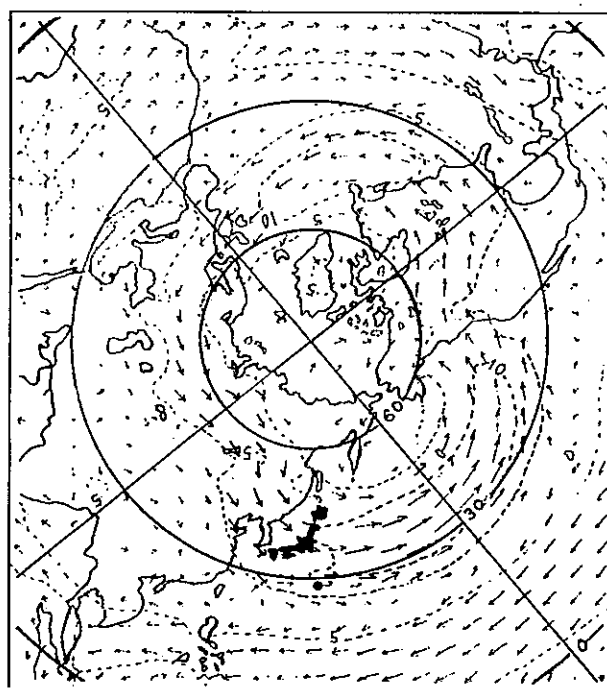


図8 小笠原諸島への月別訪島者数

②については、ごく清浄な地域における捕集中に生じるかも知れないPAHsの分解についての知見はなく、また、ろ紙を通過するBaPの量はそれほど多くないという結果を継続モニタリングにそのまま当てはめることは検討の余地があるが、図6によれば11月と12月の温度差は僅か3℃であるのにBaP濃度は約2倍になっており、この濃度差を捕集中に生じるBaPの分解や通過による差とは考えにくいと思われる。

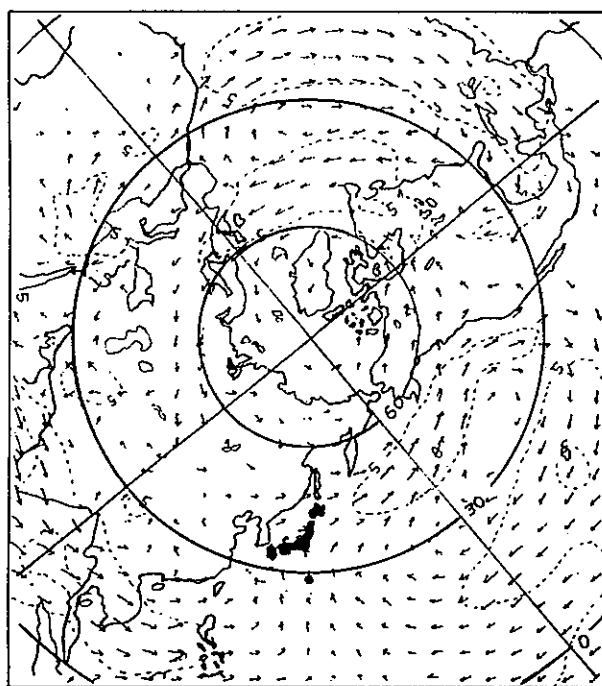
そこで、この増加が他からの移流によって生じているとして、気象庁の調査¹⁴⁾¹⁵⁾による850hPa(上空約1.5km位)の月ごとの風向との関係を見た。それによると、12月～3月位にかけては、北極を中心にして大陸を巡る風(偏西風)が北西季節風と合流して、本土及び小笠原を吹き抜けている(典型的な例として1月を図9¹⁵⁾)に示した。4月になると、この風は本土を吹き抜けるが、小笠原までは到達しにくくなる。5月頃からは東南アジア方面からの風(南西季節風)と太平洋上を右旋回する風(南東季節風及び北東貿易風)がぶつかり合って北上する傾向が強まる。この北上する風は、大陸からしだいに北東

に移動して、小笠原及び本土方面を通過するようになる(例として8月を図10¹⁵⁾に示した)。



●小笠原諸島
MONTHLY MEAN 850MB WIND VECTORS AND SPEED
Contour interval is 5m/s (NORMAL: JANUARY)

図9 風ベクトルと等風速線の新年値(1月)
(850hPa, 30年間の平均) 文献¹⁵⁾による



●小笠原諸島
MONTHLY MEAN 850MB WIND VECTORS AND SPEED
Contour interval is 5m/s (NORMAL: AUGUST)

図10 風ベクトルと等風速線の新年値(8月)
(850hPa, 30年間の平均) 文献¹⁵⁾による

南方からの風も移流に影響すると考えると、例えば8月などは、小笠原に東南アジア方面からの汚染質の移流があってもよい。東南アジアでのBaP濃度の測定例をみると、チェンマイの¹²⁾2商業地区の平均濃度では4.78~5.23 ng/m³ (調査期間：1989年7月~12月)、ジャカルタでは0.98 ng/m³ (1989年8月：雨期)¹³⁾、また、マニラでは、「国設測定局のBaP濃度の平均値が最も高い川崎の3.32 ng/m³と比較しても圧倒的に高い。最大値では12倍以上のものも見られた。」(1990年1月~1991年10月)¹⁶⁾との報告がある。これをもって東南アジアの平均的濃度とするには測定例が少ないが、報告値は都区内濃度より比較的高濃度である。しかし、この方面から小笠原までは距離があり、また、温度が高く、日射が強い条件下での移流中にPAHsが分解や変質するなら、小笠原には移流の影響は現れにくいと思われる。

一方、冬期における北方からの移流は、距離が近く、また、分解や変質の程度も低いであろうから移流の影響は比較的現れやすいと考えられる。例えば、中国におけるBaP濃度の測定例をあげると、成都では住宅地区で44 ng/m³ (1989年2月)、製管工場敷地内で117 ng/m³ (1988年12月)¹⁷⁾である。北京市の住宅地域でも成都の住宅地区と概ね同程度で、「BaPの大気汚染は、石炭使用地区において最も高く、汚染の程度は日本の幹線道路の汚染の20倍を超えていた」と報告されている¹⁸⁾。測定例が少ないが、これらの測定結果は、日本におけるBaP濃度より1オーダー以上高濃度である。以上のことから、小笠原において「冬期」に濃度が高くなるのは、北方からの移流を示唆していると考えられる。なお、ここでは850 hPaの風を例にあげたが、地上風もほぼ同様の傾向が見られた。

先に述べたように小笠原におけるBghiP/BaP比が都区内や小河内と比較して大きい理由は明らかではないが、図7におけるBghiP/BaP比が12月~3月にかけて小河内や都区内のそれに近づくのは、島内発生に、組成比が異なる(BghiP/BaP比が小さい)PAHsの移流が加わったためと考えられる。そこで、6月~11月の3種PAHs濃度を島内発生とみなし、12月~3月のそれから差引いて、小笠原で観測される移流分を求めると、BkFは0.015 ng/m³、BaPは0.022 ng/m³、BghiPは0.024 ng/m³程度と推定された。

5 まとめ

① 小笠原諸島父島における島内発生の有無を見るために、2地点において同時捕集した粒子状物質と粒子状物質中の3種PAHs濃度について調べた。粒子状物質濃度はほとんど差がなく、自然起源の割合が高いことを示唆している。一方、PAHsについては、2地点間に濃度差があり、集落が集中し、発生源となり得るものが多い小笠原支庁の濃度に対して、集落の無い追跡所の濃度は7割~1割に減少しており、支庁の濃度にほぼ追従して上下していた。このことから、この調査期間(9月下旬~10月上旬)においては、支庁付近のPAHsの局地的発生が追跡所に影響を及ぼしていると考えられた。

② 父島内の追跡所において、3種PAHsのろ紙捕集率について調べた。ろ紙を通過するPAHsの割合は「本土」よりも高いと考えられるが、清浄な追跡所においてすら、比較的高温時の捕集にもかかわらず、ろ紙上に捕集されたBkFは、ろ紙とPUFに捕集された合計量の53%~64%であり、BaPは58%~87%、BghiPは83%~93%であった。支庁では、これらの捕集率は若干高くなると予想されるが、①のようにろ紙捕集値のみを比較しても誤りではない。

③ 継続モニタリングの近年8年間の月別平均濃度を見ると、都区内や小河内に概ね類似して、小笠原においても12月~3月にPAHs濃度が高くなる。この濃度増加の原因を、島内発生の増加に求めるのは疑問であり、濃度増加は、北方から小笠原への移流を示唆していると考えられた。

おわりに、小笠原支庁、宇宙開発事業団をはじめ、この調査に御協力いただいた皆様に感謝いたします。

参考文献

- 1) 東京都環境科学研究所：浮遊粒子状物質等データ集、環境科学研究所資料1-2-14 (平成6年3月)。
- 2) 吉岡秀俊ら：環境大気における多環芳香族炭化水素の濃度推移と挙動、東京都環境科学研究所年報1991-2, p.89。
- 3) 吉岡秀俊ら：環境大気における多環芳香族炭化水素の濃度推移と挙動(第2報)一経年推移と粒径分布一、東京都環境科学研究所年報1993, p.53。
- 4) 秋山薫ら：東京都における浮遊粒子状物質の粒径分

- 布とその特徴, 東京都環境科学研究所年報 1994, p.16.
- 5) H. Yamasaki et al. : Effects of Ambient Temperature on Aspects of Airbone Polycyclic Aromatic Hydrocarbons, Environ. Sci. Technol., 16, P.189 (1982).
 - 6) 菅邦子ら : ガス状多環芳香族炭化水素の測定について, 東京都公害研究所年報 1982, p.44.
 - 7) 総務局行政部地域振興課 : 伊豆諸島・小笠原諸島の概要, 平成2年9月.
 - 8) 東京都総務局行政部地域振興課 : 東京諸島の概要(伊豆諸島地域・小笠原諸島地域), 平成5年9月.
 - 9) C. Pupp et al. : EQUILIBRIUM VAPOUR CONCENTRATIONS OF SOME POLYCYCLIC AROMATIC HYDROCARBONS, As₂O₃ AND SeO₂ AND THE COLLECTION EFFICIENCIES OF THESE AIR POLLUTANTS, Atmos. Environ., 8, p.915 (1974).
 - 10) 秋山薫ら : 小笠原における浮遊粒子状物質中の炭素成分, 第31回大気汚染学会講演要旨集, p.260 (1990).
 - 11) 東京都環境科学研究所 : 化学物質による環境汚染, 環境科学研究所資料 0-3-46, (平成6年3月).
 - 12) 松下秀鶴ら : チェンマイ大気中の多環芳香族炭化水素濃度, 第31回大気汚染学会講演要旨集, P.270 (1990).
 - 13) 鎌滝裕輝ら : 東京都とジャカルタ特別市におけるTSP中の金属成分等の相違について, 東京都環境科学研究所年報 1991-2, p.72.
 - 14) 気象庁編 : 気候系監視報告, 1990年.
 - 15) 気象庁編 : 気候系監視報告・長期予報テクニカルレポート, 平成3年3月.
 - 16) 廣井秀美ら : マニラにおける発癌関連多環芳香族炭化水素の室内及び個人暴露濃度に関する調査, 第34回大気汚染学会講演要旨集, p.519 (1993).
 - 17) 張世森ら : GCとGC/MSによる中国成都地区の大気粉塵中の有機化合物に関する研究, 大気汚染学会誌, 28, p.359 (1993).
 - 18) 安藤満ら : 中国北京市における大気汚染・室内汚染と発生源, 第34回大気汚染学会講演要旨集, p.521, (1993).