

環境のバックグラウンド指標の検索

国立公害研究所 正会員 溝口次夫

1. はじめに

環境の濃度が過去に比べてどうか、これからどうなるか、ということは、人間の未来にとって極めて重要なことである。そのためには、あらゆるところでの環境汚染成分の変化を知って置く必要がある。

大気域については、わが国では1960年代の初めから都市域、工業地域などにおいて、高濃度汚染に対処するため、環境基準値の適合性のチェックのため、あるいは、将来の開発に備えのアセスメントなどの目的でモニタリングが実施されている。しかし、グローバルな環境の変化を検知するための広範囲の代表性をもつと考えられる地域でのルーチンワークとしてのバックグラウンドモニタリングは、まだ、ほとんど行われていない。ヨーロッパではOECD、WHOなどがそれぞれの立場からバックグラウンド汚染のモニタリングの必要性を認識し、1960年代の終り頃から準備を始めている。1972年スウェーデンのストックホルムで開かれた国連人間環境会議においても、環境のグローバル汚染の重要性が指摘され、国連環境計画（UNEP）が設けられた。この中に地球環境監視計画（GEMS）が含まれバックグラウンドモニタリング計画が進められている。このように、環境のバックグラウンドモニタリングはすでに、全地球的なテーマであり、未来にわたっての重要な課題である。

バックグラウンドとは何か、その定義について論ずる必要があるが、広義には人為的な発生源のある後背地（あるいは、汚染源の直接の影響を受けるところ）、狭義には、人為的な汚染の影響を全く受けないところと位置づけられよう。しかし、この場合、火山活動等の影響をどう考えるかなどの問題点を含んでいる。厳密な意味で後者の意味のバックグラウンド値が求められるところは、恐らく、現在の地球上には存在しないであろう。したがって、ここでは、現時点で求めうる最も清浄な環境での各環境成分の値をバックグラウンド値と考え、以下に、バックグラウンド地域の選定手法、バックグラウンド地点と想定される場所での環境成分の測定、測定法、問題点などについて検討したので報告する。

2. バックグラウンド地点の選定

環境成分の媒体には大気、水、土壌などがあるが、グローバルな観点からのバックグラウンド地点の選定という意味で、大気域について考えることとする。

WHOはバックグラウンド地点をベースラインステーションとリージョナルステーションに分けている。前者は全地球的規模の汚染の変動を検知するためのもので、後者は地域的な土地利用等の変化による環境汚染成分の変動を知るためのものである。ベースラインステーションが満たすべき条件は非常に厳しく定められているが、その主なものは次のとおりである。

イ) 少なくとも、今後、50年間はそこから100 km以内で土地利用の大きな変化が予想されないこと。

ロ) 人口密集地域および主要な航空路から離れたところで、できれば孤島もしくは山岳の樹林線より上に設置すること。

ハ) 火山活動、山火事、砂じんあらしなどの自然現象の影響を受けないこと。

さらに、モニタリングのために立入る者の汚染をできるだけ少なくするために、例えば、暖房、厨房などの熱源は他の場所が発電された電気を使用すること、現地への往来は電気自動車を利用することなど細かい配慮がなされている。

従来、バックグラウンド地点を選定する場合には、上記のような厳密なチェックは行えないが、地理的、気候的条件などから経験的に設定している。

ここでは、バックグラウンド地点を理論的に選定するため、バックグラウンド地点の備えるべき条件を物理的、

化学的および物理化学的手法からのアプローチを試みた。

i) 発生源（固定および移動発生源）からの水平および鉛直方向の距離。

ii) エアロゾルの濃度、成分組成および粒径分布。

iii) オゾン濃度の日変化。

iv) 亜硫酸ガス、一酸化窒素、二酸化窒素、一酸化炭素などバックグラウンド地域ではほとんど存在しないと考えられる成分の濃度。

v) メタン、亜酸化窒素、炭酸ガス、オゾンなどバックグラウンド地域においても一定のレベルを有する成分の濃度。

vi) エクセルギー理論に基づく汚染成分のバックグラウンド値の評価

とりあえず以上の各項目について、理論値および実測値からバックグラウンド地点の指標としてより効果的なものを検索することとした。

3. バックグラウンドと想定される地点での大気成分の測定

WHOの大気汚染バックグラウンドモニタリングネットワーク計画のわが国におけるリージョナルステーションの一つが岩手県三陸町陸里にあるが、その近くにある東京大学宇宙航空研究所大気観測所および茨城県北西部の緒川村、福島県との県境にある八溝山頂において大気成分の測定を行った。

① 測定項目および測定法

岩手県三陸町では大気成分のうち、亜硫酸ガス、一酸化窒素、二酸化窒素、一酸化炭素、オゾン、炭化水素（メタンおよびノンメタン炭化水素）、エアロゾル粒子および気象要素（風向、風速、気温、湿度）を測定した。茨城県緒川村では一酸化炭素を除いて三陸町と同項目を測定した。また、八溝山ではエアロゾル粒子およびオゾンを測定した。測定期間は三陸町、緒川村では二酸化鉛法による亜硫酸ガス（1か月間）を除いて3日間行なった。八溝山では約1か月間測定した。それぞれの測定法は表-1

を示すとおりである。

② 測定結果

各地点におけるエアロゾル粒子の測定データは表-2のとおりである。南米ボリビアの高度5200mの山中で測定された結果と対比させた。図-1は三陸町、緒川村および筑波（国立公害研究所）におけるSO₂、NO、NO₂、CO、CH₄、non-CH₄-HyC、O₃、SPMの値の比較である。（測定期間が異なるので単純に比較はできない）図-2は3地点のO₃濃度の変化を示したものである。表-3に三陸町で測定したデータの平均値と清浄大気中の成分濃度といわれているものとの比較である。

4. 考察

わが国のバックグラウンド地点の候補地として、岩手県三陸町、茨城県緒川村および八溝山々頂を選ば大気成分の測定を行なったが、測定期間が極めて短く、また八溝山では測定項目も少ないため、この結果だけから早急に結論は得られないが、表-2、表-3、図-1によると三陸町の東京大学宇宙航空研究所周辺は大気成分のバックグラウンド地点としてかなり有力と考えられる。ただし、地理的条件から見れば、山を越すか北方十数km

表-1 大気成分測定法

成分	方式	自動連続測定法	手分析法
SO ₂	紫外線蛍光法	○ ○ ○	パラオサニン法 ○ ○ ○
			二酸化鉛法 ○ ○ ○
NO, NO ₂	化学発光法	○ ○ ○	サルツマン法 ○ ○
O ₃	紫外線吸収法	○ ○ ○	
CO	定電位電解法	○ ○ ○	
HyC	水素炎イオン化法	○ ○ ○	
S. P	光散乱法 ピエゾバランス法	○ ○ ○	ハイボリュームサンプラー ○ ○ ○
			ローボリューム アンダーゼン ○ ○ ○

注1 SP: Suspendid Particulates

2 ○: 三陸町 ○: 緒川村 ○: 八溝山

TABLE 2. Total Suspended Particulates Data of the Samples from Several Background Areas.

Sample	NO.	Sampling	Period	Volume (m ³)	Load (mg)	TSP (ug/m ³)	Sampler
SANRIKU	S1	Oct. 8 to 11	1980	4,223	69.59	16.48	High Volume
SANRIKU	S2	"		85.4	1.48	17.33	Low Volume
OGAWA	O1	Nov. 17 to 21	1980	4,488	172.44	38.42	High Volume
OGAWA	O2	"		112.2	4.34	38.63	Low Volume
MT. YAMIZO	Y1	Mar. 14 to 21	1981	10,080	240.9	23.9	High Volume
MT. YAMIZO	Y2	Mar. 21 to Jun. 4	1981	20,160	647.1	32.1	"
MT. YAMIZO	Y3	Jun. 4 to 29	1981	37,440	625.2	16.7	"
BOLIVIA ¹⁾	B1	Sept. 29 to Nov. 10	1975	20,075	405.9	20.2	High Volume
BOLIVIA	B2	Nov. 10 to Dec 30	1975	18,612	208.0	13.3	"

のところに大発生源があり、此風のときの影響はどうか、また、西オ、約2kmのところに港があり漁船の影響も考えられる。(測定期間中の風向はほとんど西風であった)

次に、以上の測定結果からバックグラウンドの指標について提案した項目について検討する。

図-3はオゾン濃度の日変化である。測定期間が異なるので、そのまま比較はできないかも知れない。地上のオゾンが成層圏および対流圏で生成されたものとし、清浄大気中では地上付近でのオゾンの発生が極めて少ないと考えると、オゾンの日変化の差が小さいことが、よりバックグラウンド地としては適地であると考えられる。次式においてCを指標とし、C→0に近づくほどバックグラウンド値に近いと考えられる。

$$\bar{C} = \frac{\sum_{i=1}^n (C_{i\max} - C_{i\min})}{n}$$

n = 測定日数

C_{i max} : i日のオゾン最大濃度

C_{i min} : i日のオゾン最小濃度

エアロゾル粒子については、その粒径分布、元素成分比(とくに、C/TSP)が指標となるものと思われるが、まだ、測定データは得られていない。

SO₂, NO, NO₂, COなどの汚染成分は清浄地域では、現在の測定法では検出限界付近であり、高感度の測定法の開発あるいはサンプリング手法の改善が必要である。

CH₄, N₂Oなどバックグラウンド地域でも相当濃度検出される成分が指標となりうるかどうか今後検討することとしている。

表-3 大気成分濃度の比較

測定点 成分	単位 = ppb ²⁾	
	三陸町	清浄大気中の濃度
SO ₂	1.5	0 ~ 2
NO ₂	2.2	0 ~ 3
CO	200	1 ~ 200
O ₃	35	0 ~ 50
CH ₄ *	1.67	1.2 ~ 1.5

注) CH₄ = ppm

大発生源からの距離については、拡散式で得られる濃度のオーダーを定めれば求められるが、地形等を考慮することが必要である。鉛直方向の距離についても、ハロカーボンなどの濃度分布から検討する方法もあろう。

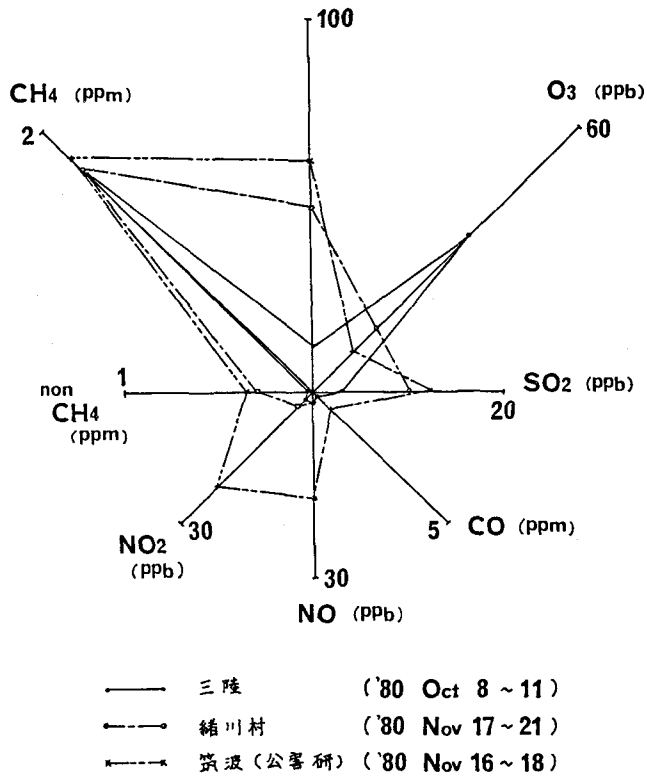


図-1. 大気成分濃度の比較

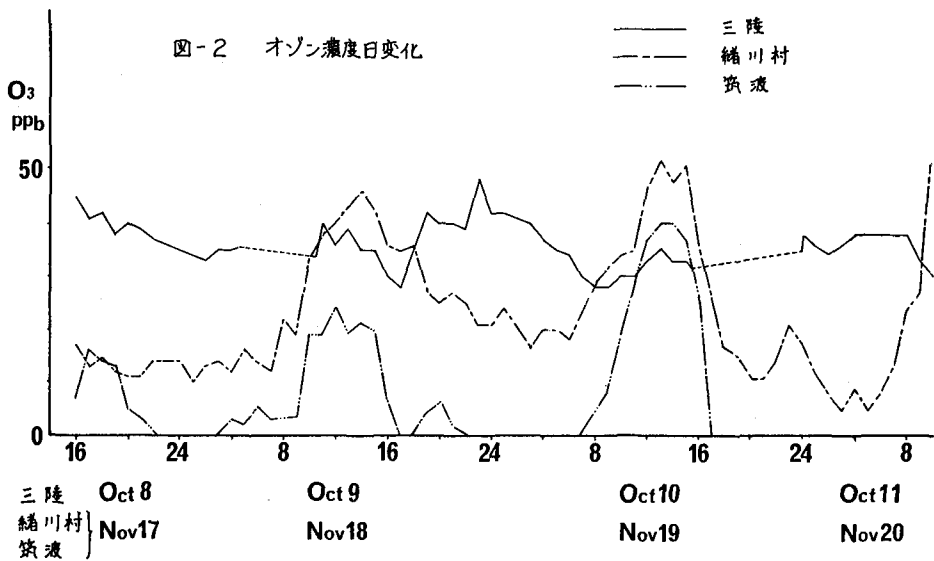


図-2 オゾン濃度日変化

5. おわりに.

3)

地球上の炭酸ガス濃度は、この19年間に約6%上昇しているといわれている。

人間活動の高度化が地球上の空気、水、土壌の汚染を深めている。私達および子孫が、できるだけ長く、良い環境でその人生を享受するためには、環境の汚染を、それが回復できる範囲にとどめなければならない。そのためには、局所的汚染の程度、それが及ぶ範囲を知ることはもちろんであるが、全地球的規模の汚染の変動をモニタリングし、それらのベースライン値を把握しておく必要がある。

〈引用文献〉

1. W. Cautreels, K. Van Cauwenberghe, L.A. Guzman: "Comparison between the Organic fraction of Suspended Matter at a Background and an Urban Station", The Science of the Total Environment vol. 8, No. 1, pp 79-88 (1977)
2. C.E. Junge, "Air Chemistry and Radioactivity. p. 3 Academic Press, New York (1963)
3. John Miller: "Mauna Loa Observatory a 20th Anniversary Report", Sept. 1978