

26. ライダーによる大気拡散解析

内藤恵吉, 横田良夫, 高橋克己, 田端 功, 林 龍美

K. Naito, Y. Yokota, K. Takahashi, I. Tabata, T. Hayashi

気象研究所

Meteorological Research Institute

1. 序

最近の高煙突からの排煙流は、高度600mあるいはそれ以上にまでも達することがある。しかしこのような高度までの大気層に対し拡散調査は極めて少ない。そこで弥栄平(青森県), 天王町(秋田県)両地域に於いて四季を通じ拡散調査を行った。本調査では煙流断面を観測しうるPPI-RHIライダーを使用して、煙流がいかに分散し、蛇行するかを観測し解析を行った。

2. ライダーによる煙流観測の方法

各種高度に於いてヘリコプターによる直線状煙流を数kmにわたって発煙し、煙流の移動とともにその位置と断面の変化状況をライダーで観測することにした。これについて発煙筒の設計試作、ローターの影響、風向の問題等について検討も加えた。

3. ライダーによる拡散解析の基礎的考察

煙流の変動は、気流の全く不規則な運動と蛇行的な運動によって支配されている。現在の拡散論では一般にこの両者を分離して考えるものは存在しないようであるが、煙流の蛇行運動は我々のライダー観測では明らかに認められるので、ここでは拡散に対して両者双方を考慮する。

ある風下距離において平均風向に垂直な面を考え、その中で水平方向にy座標、鉛直方向にz座標をとる。任意の一煙流要素が気流に従ってこの平面を通過するのであるが、この通過点の確率分布がその平面内の煙流の拡散を規定する。通過点の位置の分散をy-, z-座標に対しそれぞれ σ_y^2 , σ_z^2 とすると、 σ_y , σ_z が煙流拡散幅である。

煙流要素の運動は不規則なもの、蛇行的のものの両者の合成であり、この両者は統計的に独立と考えられる。そこで分散 σ_y^2 , σ_z^2 は不規則運動による分散と蛇行運動による分散(標準偏差の平方)の和である。この二種の分散を煙流のライダー観測に基づいて求めることは、すでに第2回レーザ・レーダ(ライダー)シンポジウム(1973, 7. 24, 25 予稿集 No.6)において述べた。

以上の方法によって今回の拡散解析は行われた。

4 煙流の解析

4.1 煙流拡散の階級別分類

※1表 拡散の階級別分類

$\frac{\Delta \sigma_y}{\Delta x} (m/100m)$	>21.7	18.4 ~ 21.7	15.6 ~ 18.4	13.1 ~ 15.6	11.0 ~ 13.1	8.9 ~ 11.0	7.2 ~ 8.9	5.9 ~ 7.2	5.1 ~ 5.9	4.8 ~ 5.1	3.5 ~ 4.8	2.9 ~ 3.5	2.9>
Y-spread	A'	A	AB	B	BC	C	CD	D	DE	E	EF	F	F'

← 不安定(拡散大) 中立 (拡散小) 安定 →

$\frac{\Delta \sigma_z}{\Delta x} (m/100m)$	>107.3	44.4 ~ 107.3	18.3 ~ 44.4	9.9 ~ 18.3	6.9 ~ 9.9	4.7 ~ 6.9	3.2 ~ 4.7	2.3 ~ 3.2	1.9 ~ 2.3	1.5 ~ 1.9	1.2 ~ 1.5	1.0 ~ 1.2	1.0>
Z-spread	A'	A	AB	B	BC	C	CD	D	DE	E	EF	F	F'

ΔX : 風下距離(X軸) 500 mと1,000 mの区間長、ただし100 mを単位とする。

$\Delta \sigma_y$: y軸(X軸に垂直、かつ水平)方向の煙拡がり(標準偏差)増加分

$\Delta \sigma_z$: Z軸(" かつ鉛直) " "

Y-, Z-spread : y軸あるいはZ軸方向の拡散階級別分類(パスکیلによる)

拡散の大きさは極めて広範囲にわたり分布しているので、拡散分布の拡がりをそのまま用いずにはその増加率を用いる。増加率は風下距離500~1000 m間

の平均増加率を対象とした。この増加率をパスキルの分類に沿って細分化し、拡散の大きさを示す尺度として使用した(表1表)。

4.2 解析結果

4.2.1 各種パラメータと拡散

拡散特性は高度とともに変ずることが予想されるが、実際には高度に対する依存性は明らかでない。大気の静的安定度、リチャードソン数、天気などのパラメータについても拡散との関係は認められない。大気拡散特性と上記諸パラメータとの関係はきわめて平坦な地形において成立するものと考えられる。

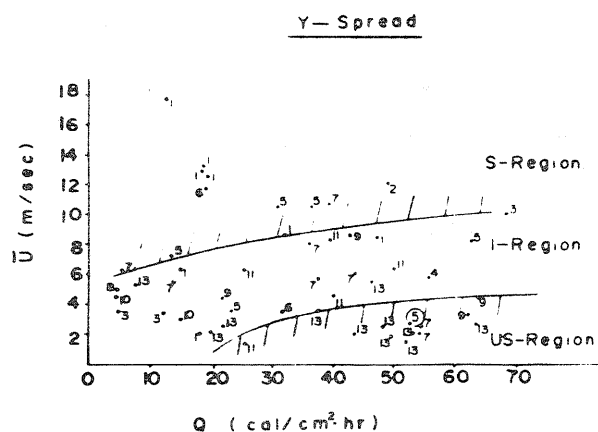
日射量との関係は、日射量が増すと拡散の大きくなる傾向にある。煙流の存在する大気層の平均風速との関係を見ると弥栄平、天王町兩地域において 7m/sec を境界値として、Y、X方向とも拡散特性の異なることが認められた。図の鉛直シアについては、弥栄平では鉛直シアがある値より大になると拡散は小となる傾向にあるが、天王町ではそのような関係は認められなかった。これは兩地域の地形的な差によるものと思われる。

4.2.2 平均風速と他パラメータとの組合せ

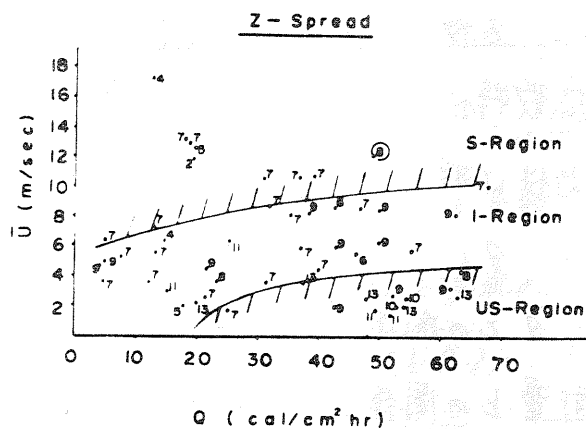
前節の風速と日射量が拡散特性と関係の深いことが分かった。そこで兩者を表1図のように組合せてみた。図中点に添う数字はパスキルの拡散分類(表1表参照)に対する番号づけで、Fを1、Fを2、順次以下最も拡散の大きいA'を13とした。すると表1図に見られるように拡散の小さい1~7で占める安定領域、拡散大きい7~13で占める不安定領域および拡散の大きいものから小さいものまで入り混じった3つの領域に明瞭に分類できた。特に3領域の境いが水平(表1図(a))、鉛直(表1図(b))、両拡散に対して同一であることは興味深い。

このように日射と風速の組合せが興味深い結果を示したので、安定度に対し

てよい対応を得られると思える温位傾度，リチャードソン数についても同様の試みを行った。温位傾度については日射量ほど有効ではないが同様の傾向を示している。他のパラメータについては，いづれも一定の傾向は認められなかった。

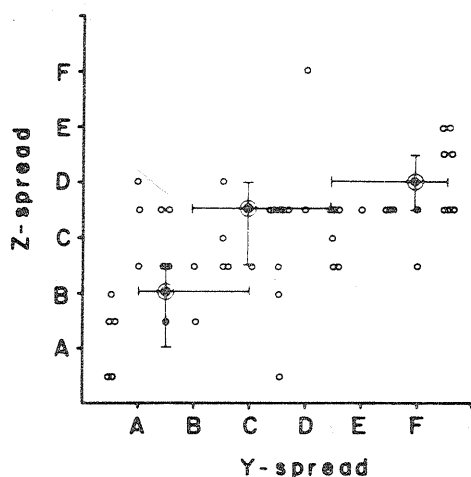


※図(a) 風速 — 日射座標図上の
水平拡散
(秋田，天王町)



※図(b) 風速 — 日射座標図上の
鉛直拡散
(秋田，天王町)

4.2.3 水平拡散と鉛直拡散の対応



※2図 水平拡散と鉛直拡散の対応
(秋田，天王町)

水平，鉛直拡散の実測値をプロットすると，
※2図のようにながりのバラツキがある。これ
までの経験でも個々のケースについては水平，
鉛直拡散は決して良い対応を示すとは云えない
が，図中○印，実線で示すように上記の3領域
の平均値および50%レンジでみると（平均化）
ほぼ直線的な関係にあると云える。また上記解
析結果から，水平拡散，鉛直拡散の統計的特性

が類似していることからこのようにことが裏付けされる。