

10. ライダーによる下層大気の対流観測

Lidar observations of the convection in the lower atmosphere

内藤 恵吉* 高橋 克己* 田端 功*

K. Naito

K. Takahashi

I. Tabata

横田 良夫* 池野 達哉**

Y. Yokota

T. Ikeno

* 気象研究所

Meteorological Research Institute

** (財)日本気象協会

Japan Weather Association

1. フリューム状の対流

従来、多くの人は対流は熱気泡的な形で現れると考えてきたが、フリューム状であるとある研究者もある。しかし、実際に対流の形状を、視覚的にとらえた人は無かった。そこで、わかりやすいライダーを用いて、対流を視ようと試みた。地表付近は浮遊微粒子が多いので、対流が存在すれば、その上昇気流によって、浮遊微粒子は上方に運ばれる。すなわち、浮遊微粒子トレーサーとして、ライダーにより、対流上昇の形が視えるわけである。

晴れた日中、とくに地表の最高気温の生ずる前後には、対流が顕著である筈である。その場合弱風であれば対流上昇は鉛直に近く、また乱流拡散も少なく、ライダー観測に便利であろう。このような気象状況におけるライダー観測例は、才1図に示すようなものである。

この図はAスコープライダーの観測によるものであって、方位は一定に保ち、高度角を少しずつ変化させたものである。等値線はエコー強度をdBで示している。図のHは浮遊微粒子濃度の大きい領域で、地表付

近から上方へ伸びている。すなわち、Hは対流上昇域の形状を現わすと考えられる。

第1図から考えると、対流上昇は熱気泡というよりは、プルーム的のものである。われわれの数年間にわたる観測例は、すべてこの形状を示し、熱気泡を示すようなものはなかった。

対流の上昇高度は、ゾンデ観測との比較によると、一般的に、そのときの混合層高度に一致していることが明らかとなった。顕著な逆転層が存在するとき、それが蓋の役割をしている。われわれの観測は、すべて比較的晴れた日であったが、このような状態における上昇は、乾燥断熱線に沿って行なわれるといえよう。

第1図の観測の場合、パイバル観測によると1000m以上の高度まで風向は右方から左方への成分を持ち、風速は5m/sのオーダーであった。図の対流上昇の傾きは鉛直からほぼ45°であるので、上昇速度は少なくとも5m/sの値であったといえる。

また、プルームの水平的大きさは、気象研究所周辺においては、地表付近で径500~1000mの程度である。

2. 堤状対流上昇域

前項のプルーム状対流は、Aスコープ・ライダーではじめて視覚的に確かめられたが、前章で述べたPPI-RHIライダーでは、きわめて簡単に観測されるようになった。第2図はその例である。

この観測は方位を固定したRHI観測で距離自乗の補正は施されていない。高度角10°近くまでエコーがないのは、ライダー設置場所周辺の建物により、その高度角までライダー視野が遮蔽されているからである。下の写真はライダーの感度を上げた場合で、中央と上の写真は順次感度を下げたものである。

エコー・パワーで考えると、それぞれの臨界値は $1 : \frac{1}{2} : \frac{1}{4}$ となっている。

下の写真では、感度が大であるため、遠距離の水平3 Kmにおける対流上昇域が観測されている。この上昇域はほぼ500 m程度の巾を持ち、その周囲500 m位は非上昇の、ガスが（地表を除いては）少ない領域となっている。この非上昇域は必ずしも下降とはいえない。他の地域で大きな下降の補償が行なわれている可能性も存在する。

水平距離2.5 Km付近まで、下の写真ではエコーが連続しているが勿論、内部的にエコーがなわちガスの濃淡が、ネガフィルムには明らかに認められている。そこで感度を少し落した中の写真を見ると、3 Kmの上昇域は見えなくなったが、水平距離2.2 Km付近に対流上昇域が、3 Km付近のものとはほぼ同じ巾を持って、現われてきた。さらに感度を下げた上の写真においては、2.2 Km付近の上昇域は見えなくなり、近距離のエコーだけが残る。このエコーの内部にも、下や中の写真と同様の構造が存在するようであるが、写真からはあまり詳しいことは云えない。

上に述べた二つの上昇域について、その高度は混合層高度と一致している。また、それぞれの地表付近から上方へ輸送するガスの濃度も、ほとんど等しいようである。これは、次のようにして結論される。両者の距離の比は、約 $3 : 2.2$ 。そこでその自乗比は $9 : 4.84 = 1.86 : 1$ となる。これは感度比よりわずかに小であるが、ほとんど等しい値であり、減衰を考慮して、両上昇域内のガス濃度が等しいことを示す。この付近においては、自動車の排気を含むガス源について、一般的に大きな差異は考えられないから、両上昇域内の濃度が等しいことは合理的である。さて、以上の事柄は才1項で述べたことと、二つの（あるいは、いくつかの）上昇域が並んで観測されていることを除いて、本質的に変

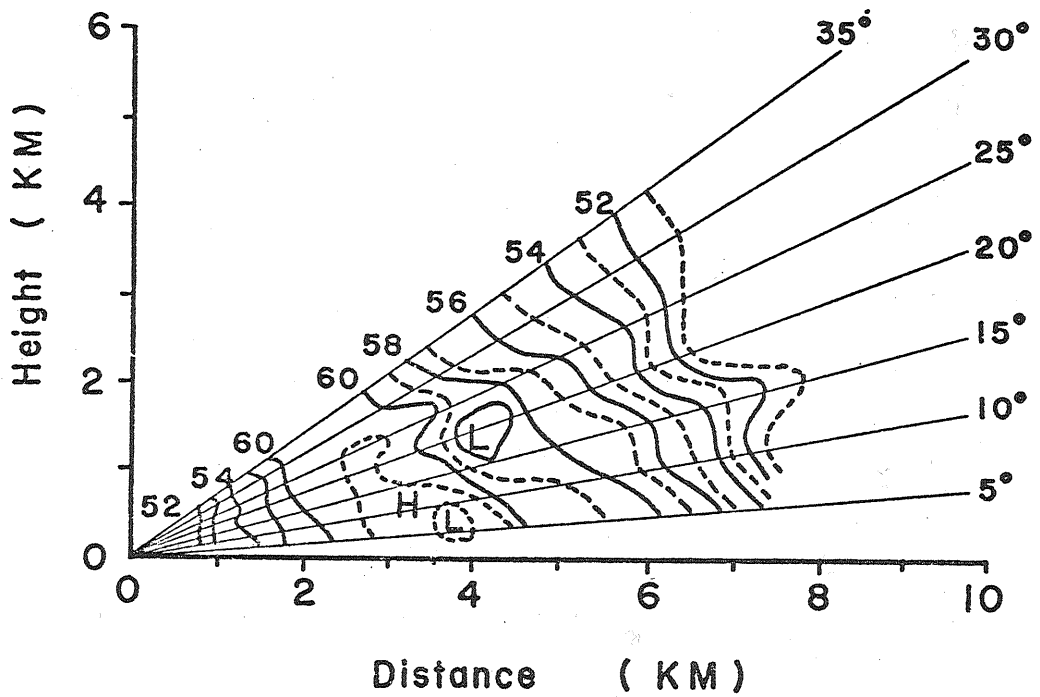
わりはない。しかし、わかれわかれは、晴れた日中、弱風時で、しかも、1 KM以上の高度まで風向がほとんど一定の場合について興味を持っていた。すなわち、気象研究所周辺のように平坦な場合ではある種の対流のモードが見出されるかも知れないと期待したのである。第2図は、このような気象状態における観測である(1972年7月17日、16時13分、1 KM付近の高度までSE、数m/s、気象研究所付近)。第2図の如きRH観測を方位を少しずつ変じて行い、それを地図上に模式的に画いたのが第3図である。

この図から、対流上昇域が平行な堤状の形をなしていることが判る。いうまでもなく、ライダールの探知能力がさらに大であるならば本々の堤だけでなく、何本も平行に見出されるようである。実際、スコープを直接目視すると、写真のものより遠方に、堤状上昇域が認められている。この堤の方向は風向と一致し、高さは混合層高度と一致している。

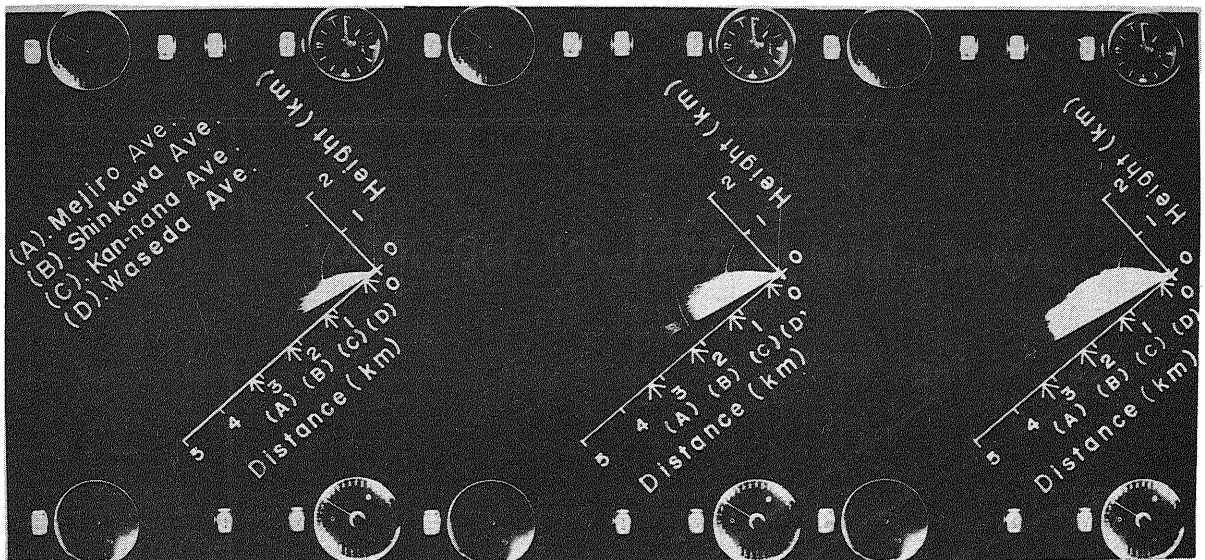
このような堤状対流上昇域のモードは、決して珍しいものではなく、第3図の結果が得られてからは、しばしば観測されている。わかれわかれの勤務体制にもよると思われるが、最も多く見出されているのは、海風が明らかに認められる、午後の後半であった。これは、かなりの高度まで風向が一定、しかも弱風という条件を示すと考えられる。

このような風の条件を持つ対流において、わかれわかれのライダール観測は、対流に関して、平行な堤状のモードが存在することを示す、といえよう。もちろん、地形は平坦であるといっても、多少の起伏はあり、これらのあるものは、対流モードに各種の影響を与えると思われる。とくに幹線道路の一つの立体交叉点付近は、常に対流上昇域内にあり、ということなど、地形地物の特異な効果が認められてきた。しかし、今後のデータ収集が必要である。

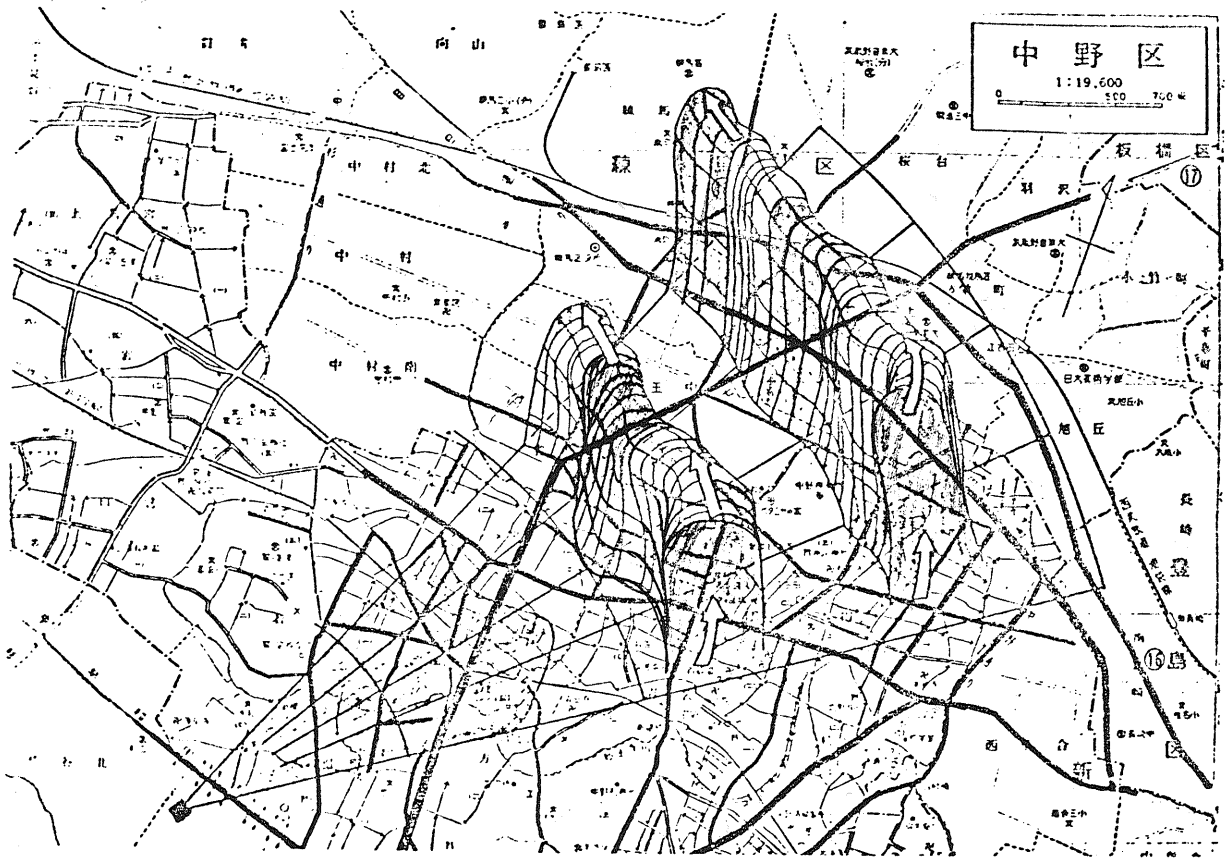
10.35, Oct. 19, 1967, at M.R.I., Tokyo



オ1図 フリューム状対流のライダー観測



オ2図 対流のRHIライダーによる観測



第3図 RHI ライダー観測による堤状対流上昇