

苫小牧海岸における霧層の気温・湿度の 垂直分布について*

木村 忠志・石崎 健二**

1. まえがき

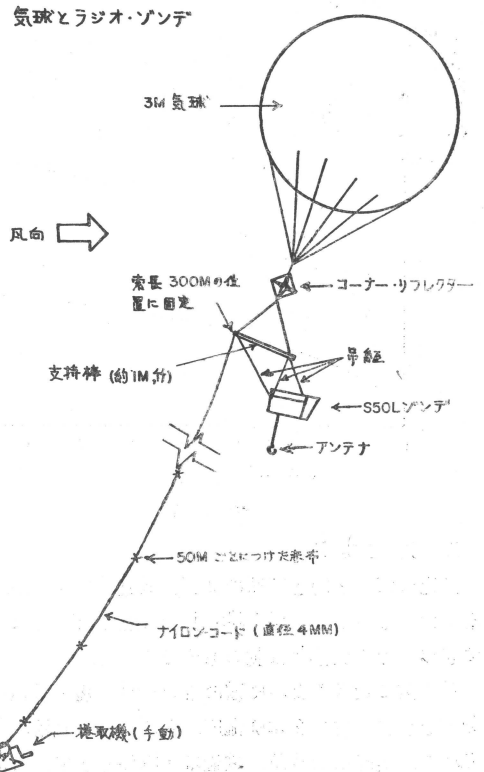
いかなる原理で霧を消散させるにしろ、霧そのものの実体調査特に下降気流を惹起することにより消散させることを目的とする場合は、霧層内外の気温・湿度の垂直分布が特に重要である。そこで1961年7月1日から19日間、苫小牧海岸において繫留気球にとりつけたラジオゾンデを使って霧層の気温・湿度を高さ300mまで測定した。気球は海岸で操作し、ゾンデの受信は苫小牧測候所構内で行なった。なお苫小牧市役所の屋上に設置したレーダーは霧時の気球の高度測定を目的としたものであったが、ビームの仰角調整の精度不足であまり役立たなかつた。観測期間中、データーのとれた時の風向は南東または南西で霧は海上から内陸へ移流するいわゆる海霧であった。



繫留気球式ラジオゾンデ

2. 装置と操作

第1図はゾンデをとりつけた気球の略図で、ゾンデは通常のS50L型をそのまま使用し、繫留索にからみつかないように繫留索にとりつけた長さ1mの腕木から吊下げ、通風口がいつも風上に向くようにした。操作の状況を写真に示す。



第 1 図

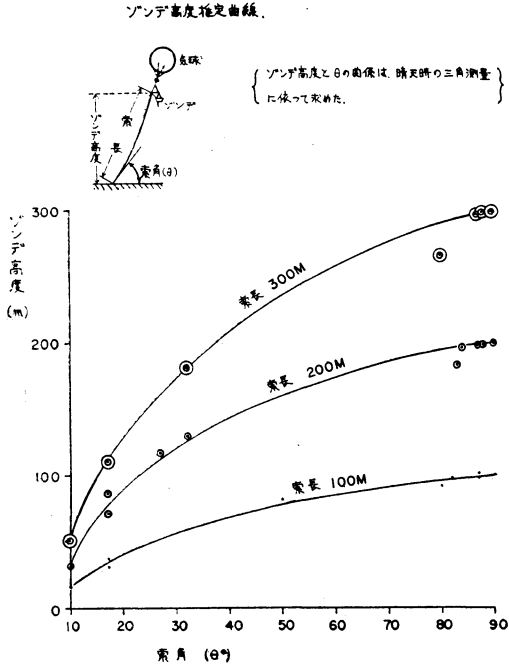
繫留索には 50m ごとに赤い布片を結びつけてあり、上昇時には 50m くり出すたびに約 3 分間停止してその高度のデーターを受信した。下降時も同様の操作を行なった。ラジオゾンデの受信は始めから連続的に行なったが停止点だけの値を採用した。なお上昇前と下降後にそれぞれ数分放置した。コーナレフレクター(木枠にアル

* On the Vertical Distribution of Air Temperature and Humidity of Fog Layer at Tomakomai Sea Shore.

** Tadashi Kimura, Kenji Ishizaki
北海道大学理学部地球物理学教室
—1962年7月30日受理—

ミ箔をはったもの)は航空保安法規の必要に基づくものである。

風のある場合は繫留索が傾くので索長が真の気球の高度を表さない。また霧のため気球が目視できない。そこで気球高度を求めるために次の方法をとった。すなわち福富りの海流測定法にヒントを得て晴れた日に三角測量により気球高度と索長(繫留索の下部と水平面との角度)との関係を予め第2図の如く高度別に求めておいた。各100mの間は内挿法によった。



第 2 図

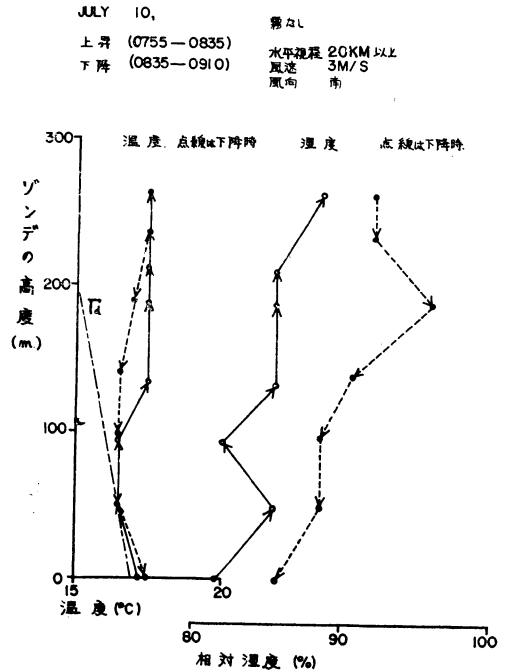
3. 測定結果

測定は毎日8時と17時の2回、風速6m以下の時に行なった。しかし気球が200m以上に達したことは5回にすぎず、その大部分は朝のものであった。

第3図に比較のために霧のない時の気温・湿度の垂直分布を示す。右の2本は湿度、左の2本は気温の分布を表わす。実線は上昇時、破線は下降時を示す。なお左下方の鎖線 γ_d は乾燥断熱線で、これを気温の通減率と比較すると高度50m以下が不安定になっていたことがわかる。この最下層が不安定という傾向は霧のある時に特に強く表われた。また従前の観測^{2),3)}にも共通にみられる現象である。

第4図は朝の厚い霧の例である。霧底は気球の目視によって決定した。霧底の下では水平視程が可なり良好で

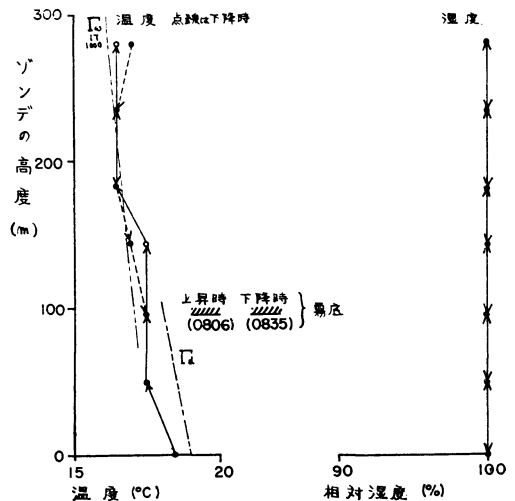
あったが、湿度は全層に亘って100%を示していた。 γ_d , γ_w はそれぞれ乾燥断熱線、湿潤断熱線(1000mb)で当時の気温の通減率と比べてみると高度200m以下で



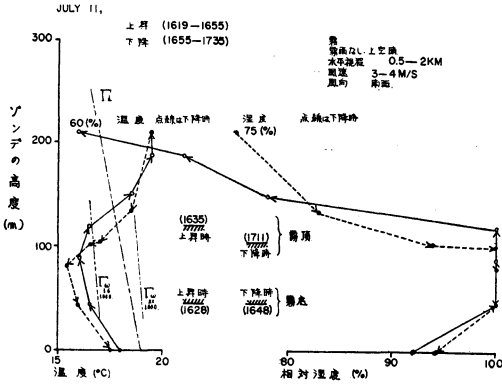
第 3 図

JULY 11, 霧のみ

上昇 (0745—0830) 水平視程 20KM
下降 (0830—0905) 風速 3M/S
風向 南東



第 4 図

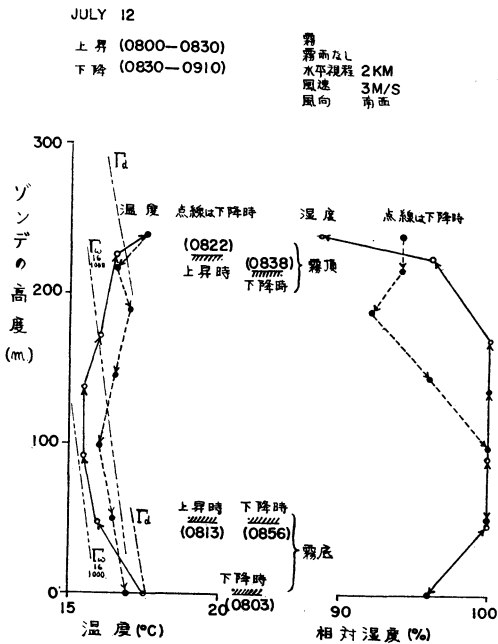


第 5 図

は湿潤不安定になっていることがわかる。

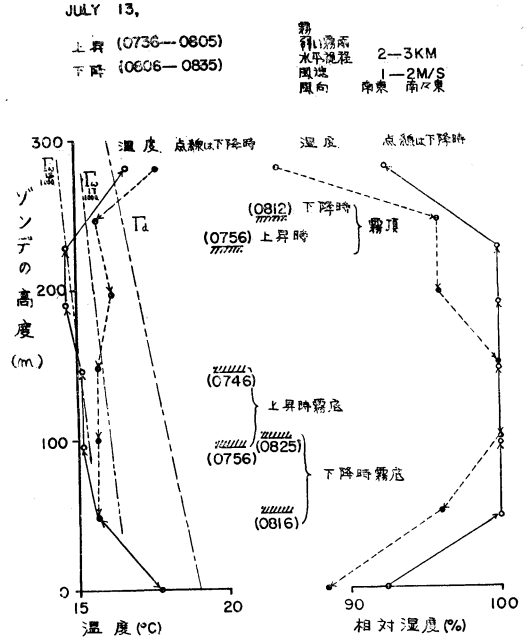
第 5 図は同日の夕刻時のもので、霧頂と霧底が明瞭に観測できた。即ち霧頂として湿度の急変したところを採ったが繫留索を 200m のぼしたところで薄い霧層をすかして上空の青空を背景として気球が輝いて見え、測候所からも霧の上に現れた気球が観測されている。これは極く薄い層雲といった感じで γ_d , γ_w と比較して霧層の下半分は強い湿潤不安定、上半分は安定な状態になっている。

第 6 図は12日の例で湿度から推定した霧頂が逆転層で



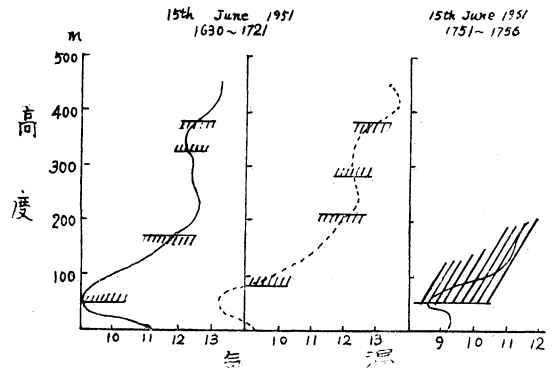
第 6 図

抑えられていることがわかる。霧底は絶えず上下していた。この場合でも下層が不安定、上層が安定な傾向が認められる。第 7 図は13日朝の例で霧底が上下しており、上昇時の気温分布は平均的にみて湿潤断熱線に近くなっている。



第 7 図

第 8 図は1951年 6 月 15 日北海道防霧林研究会の測定した北海道落石海岸での結果を再録したもので横軸が気温 (°C)、縦軸が高度 (m)、斜線は霧層を意味する。地表付近が高温であることと、霧頂が逆転層でおさえられていることは苫小牧海岸の場合と共通であるが、逆転の度合が非常に強いことがわかる。

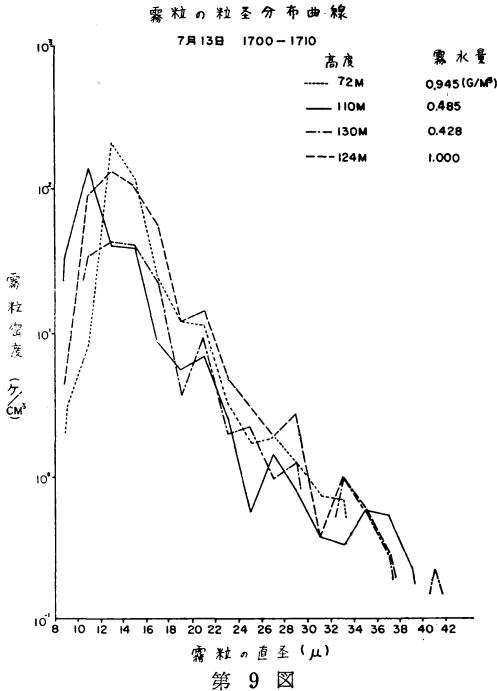


(防霧林に関する研究, 第 2 輯, 59 頁より引用)

第 8 図

4. 霧粒の測定

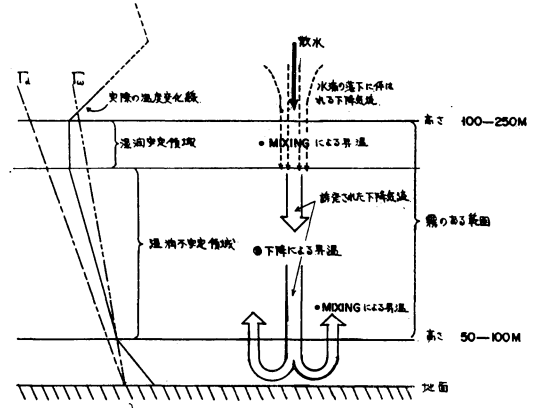
霧の状態を他の角度から調べるために、霧粒の粒径分布の高度別の測定を試みたが、成功したのは13日夕刻の1回のみであった。大喜多^{4),5)}のウオーターブルーで処理したフィルムを使用した自動測定装置を気球に吊下げて行ない、ゾンデの場合と同様に停止点だけのものをデータとして採用した。結果を第9図に示す。最大頻度がどの高度でも大体直径12~14 μ 付近にあり、この例では粒径分布に高度別の差異は特に認められなかった。なお霧水量も粒径分布と密度を用いて計算して第9図右上に示してあるが大体普通の濃さの霧と云えよう。



5. 散水法による霧消し機構の定性的説明

霧層の上部から散水して霧を消す機構について筆者等は次のように考えている。ラジオゾンデの精度がやゝ不足しているが、上述の結果から霧頂が逆転層で圧えられており霧層内の気温がその上下の気層に比べて2~3°C低いことは確かである。また霧層内の気温分布から上部が非常に安定、中下部が湿潤断熱線に近いまたは不安定、霧底より下層は乾燥断熱的にも不安定という傾向は殆んど例に共通している。そこでモデルとして第10図左に示すような気温の垂直分布を考えてよいであろう。

このような状態の霧に上から散水すると、まず水滴の落下に伴う下降気流によって霧頂上の高温な空気が第10図右の図の如く霧層上部の安定領域に突入してこの層の温度を混合によって高める。逆転の度合の強いほどこの



昇温効果が大きい筈である。次に安定層があまり厚くしなければその下の湿潤不安定領域で下降気流が誘発されて不安定領域が湿潤断熱線になるまで下降気流が継続する。この下降気流による断熱圧縮による昇温効果が次に考えられる。この下降気流が霧底に達するとその下は乾燥断熱的にも不安定であるから結局下降気流は霧層を貫いて地面に達しその結果地面付近に上昇気流を生ずる。このため霧底附近には下方の乾いた温い空気との混合により別の昇温効果が考えられる。

更に一度霧層に穴があくと、そこから太陽の輻射熱が地表に到達するので地表付近がますます不安定になると考えられる。要するに霧層が全体として不安定な状態にある時は散水による下降気流という引金を与えることは、消霧現象の促進に充分効果があると思われる。

謝 辞

この研究は孫野長治教授指導の下に霧の人工消散試験の一部として行われたものである。観測に協力された気象学研究室の諸氏、観測にあたって器材、観測室など多くの便宜を与えられた苫小牧測候所、宿泊の便宜を賜った王子製紙苫小牧工場、霧粒の自動測定装置の使用を許可され使用法もご指導頂いた公衆衛生院の大喜多敏一氏に厚くお礼申し上げる。

参考文献

- 1) 福富孝治, 1951: 海面に於ける鋼線傾斜の角度及び方位角を測定して海流を近似的に求める方法, 北海道大学地球物理学研究報告, 第11号, 1頁。
- 2) 花島政人, 1945: 吸収法に依る霧中全含水量並に霧水量の測定, 千島北海道の霧の研究, 26頁。
- 3) 北海道防霧林研究会高層観測班, 1951: 防霧林に関する研究, 第2輯, 59頁。
- 4) 大喜多敏一, 1961: Water Blue Film を用いた霧滴, 雲滴の観測, 人工降雨研究連絡会資料, 1頁。
- 5) 大喜多敏一, 1960: 輻射霧の構造について, 日本気象学会昭和35年度秋季大会。