

# 水滴の落下に伴う下降気流による霧の人工消散試験\*

孫野長治・菊地勝弘\*\*

## 1. まえがき

飛行場の霧を人工的に消散させようという試みは約30年前から Houghton<sup>1)</sup>, 中谷<sup>2)</sup>, Schaefer 等によって行なわれ、現在までに Junge<sup>3)</sup>, 浅井・西沢<sup>4),5)</sup> によって展望されている如く夥しい数の研究がなされている。また第2次大戦の末期に英国空軍によって FIDO と称する大気加熱法が実用化されたようであるが、莫大な燃料を要する故に平時にはなかなか実用化されないようである。

霧の人工消散の方法は原理的に次のように大別される。

1. 加熱法
2. 薬品による乾燥法
3. 機械的除去法

霧が自然に発生したり消散する現象<sup>6)</sup>を調べてみると霧層の気温の低下または上昇が主因であるから、加熱法が最も無理のない方法と考えられる。そこで消霧のために要する熱エネルギーを最も安価に済ませる方法として霧層の上側及び下側の温度の高い大気層の存在に気付いた。何等かの方法により霧層内外の大気層を上下に拡散することができればある程度の加熱が行なわれる訳で、この手段としてヘリコプターから散水し、散水滴の下降気流とそれによる断熱圧縮の昇温効果を狙って実際の霧の消散状態を観測した。

## 2. 散水試験方法

昭和36年7月1日から約1カ月にわたって千才・苫小牧付近の霧についてヘリコプター(H-19)から散水試験を行なった。第1図参照。

0730~0830及び1630~1730の間で飛行場に霧がなくて千才南方に霧が認められる時に出発し、なるべく気温と湿度の測定している苫小牧市付近の霧に散水を試みた。しかし霧層内の垂直分布の測定したその霧に散水する機会を得られなかったが、霧の性質には大差はなかったと

考えられる。

1. 散水方法 ヘリコプター内の重心付近に200ℓ入りのドラム缶を第2図及び口絵Ⅱの写真1に示す如く鉛直にとりつけ、径6cmのノズルを床の穴から下方に突き出すようにとりつけた。貯水槽の水を全部放出するには弁の開放に12秒、放水に約1分を要した。放水に従い水頭が低下するので前半は放水強度は大きい、後半は非常に弱かった。飛行中に弁を開くと、水はノズルの管壁から細かくちぎれ飛んで行った。

2. 効果の確認法 霧頂には進入方向に平行な条がみられるので、これに垂直に散水して散水終了後に迂回して散水区域付近をヘリコプターから撮影した。散水区域の目印として落下傘や赤色発煙筒を使用したこともあるが役に立たなかった。

## 3. 試験結果

7回の飛行を行なったが結果の出たのは5回であった。

### 1. 霧頂の散水実験番号1

7月4日 1500~1600 千才西南方

霧頂 900呎 霧底 500呎 散水高度 1000呎  
散水速度 200ℓ/分 操縦 春山二尉

散水効果をはっきり見るために第3図に示す如く層状に進入して来た霧層の条に直角に散水した。口絵Ⅱの写真2にこの試験後に散水区域付近に生じた霧層内の穴を示す。この試験では散水高度が霧頂高度に近いのでヘリコプター自身による下降気流の影響も強かったと考えられる。なお散水した区域を散水後に迂回して確認することは相当困難で、数多くの試験をくりかえす必要が感ぜられた。

### 2. 霧頂の散水実験番号2

7月6日 0830~0930 千才南方

霧頂 1200呎 霧底 600呎 散水高度 1500呎  
散水速度 200ℓ/分 操縦 上田候輔生

霧頂には日射のある白い部分と上方の雲の影の部分があり、散水は日射の部分に行ったところ散水後に散水区域付近の層雲が積雲に変じた。第4図及び口絵Ⅱ写真3参照。

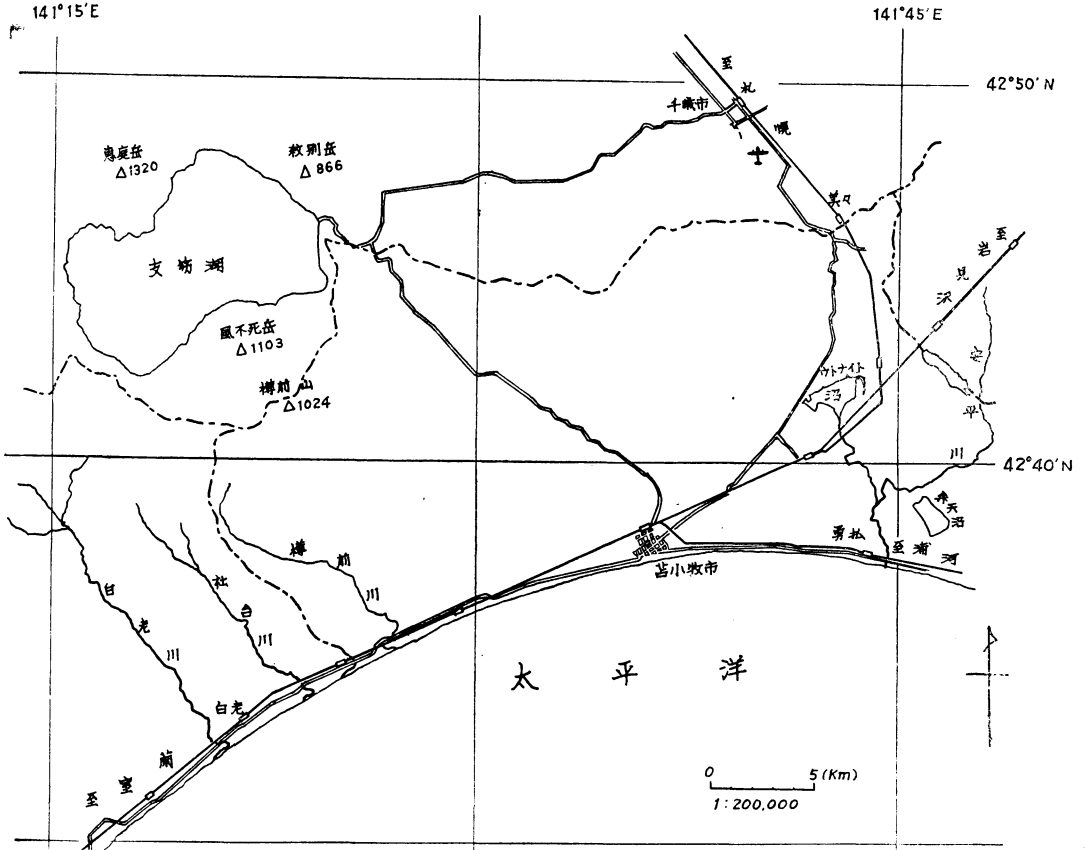
### 3. 霧頂の散水実験番号3

\* An Artificial Fog Dissipation Experiment by Downward Air Current Accompanied by Falling of Water Drops.

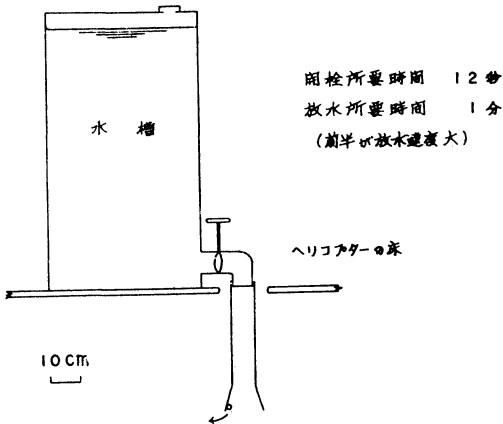
\*\* Choji Magono, Katsuhiko Kikuchi

北海道大学理学部地球物理学教室

—1962年7月30日受理—



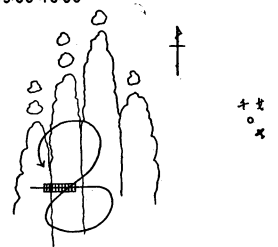
第 1 図



第 2 図

実験番号 1. 1961年7月4日 15:00~16:00

霧頂	900呎
霧底	500呎
散水高度	1000呎
散水速度	200条



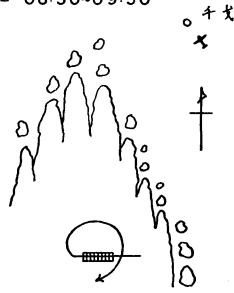
第 3 図

7月8日 0730~0830 勇払弁天沼付近  
霧頂 1800呎 霧底 500呎 散水高度 2100呎  
第5図に見られる如くくさび状に進入して来た霧の中

中央付近に散水した。散水後口絵IIの写真4に見られるように径 30m~50m の穴が連続して生じ、散水速度の小さくなった後半部にはヘリコプターの進行した跡に沿って写真5のような溝状の凹部が生じた。またこの溝の側に高さ 100m 位の雲の山が生じたことが確認された。このことから散水のために霧層を下まで貫くような穴が生じ、散水が殆んどなくても後半に凹部のできることもあ

実験番号 2. 1961年7月6日 08:30~09:30

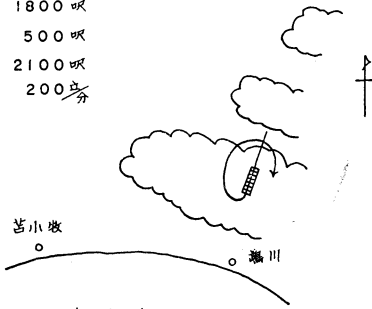
霧頂 1200呎  
霧底 600呎  
散水高度 1500呎  
散水速度 200 $\frac{\text{立分}}{\text{分}}$



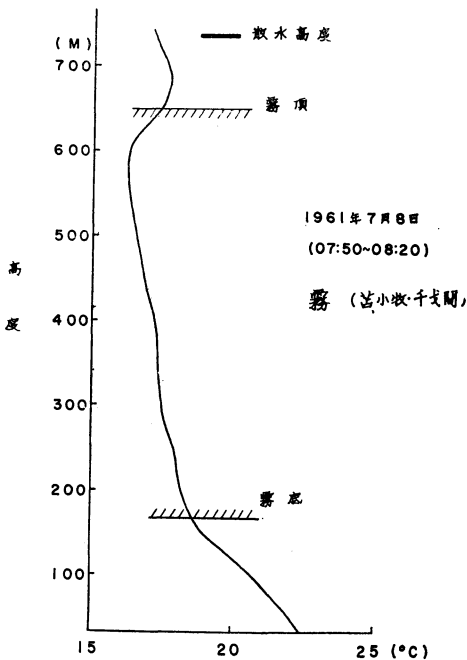
第4図

実験番号 3. 1961年7月8日 07:50~08:30

霧頂 1800呎  
霧底 500呎  
散水高度 2100呎  
散水速度 200 $\frac{\text{立分}}{\text{分}}$



第5図



第6図

るようである。なお穴の近所に大きな突起の出来ることから平滑な霧層が積雲形に変形してゆくことも確かである。なおこの飛行で霧層内の気温の垂直分布を散水直前にサーミスターで測定した結果を第6図に示す。

3.4 霧頂の散水実験番号4

7月18日 0830~0930 苫小牧上空

霧頂 3200呎 霧底 2000呎

散水速度 200 $\frac{\text{立分}}{\text{分}}$  操縦 春山二尉

口絵Ⅱの写真6に見られるような平滑な霧頂に散水した結果直径100呎の切目が生じ、みている中に口絵Ⅱの写真7や写真8のように雲が薄くなり切目も拡大して行った。なおこの散水実験には高度4000呎から(T-6)機で観測したが穴は発見されなかった。

3.5 霧頂の散水実験番号5

7月19日 1630~1730 苫小牧と樽前山の中間

霧頂 2400呎 霧底 1200呎

散水高度 2700呎 散水速度 200 $\frac{\text{立分}}{\text{分}}$

操縦 山梨一尉

これまで効果のあったと判定された例は殆んど午前に行なわれたものである。この際に散水直後から霧層が層雲形から積雲形に変ったが、これは丁度、霧が自然の消散過程にあった時期に相当するので、今回は特に夕刻の発生期にある霧頂に散水を試みた。口絵Ⅱの写真9は散水直前の霧頂の状態、散水後も殆んど効果が認められなかった。恐らく大気が安定の状態にあったとめと考えられる。

4. 考察

前の論文でもふれているように、霧層内気温が、その上外側や下外側に比べて2~3°C低いのが普通であることから、航空機から散水した場合に気温を高める要因として次のことが考えられる。

- 1) 水滴の落下に伴って下降気流が生じ上外側から高温の空気が霧層内に流れ込む。
- 2) 上記の下降気流の断熱圧縮
- 3) 地表附近の高温な空気が対流により上方で拡散する。
- 4) 航空機自体に起因する下降気流

霧頂付近が逆転層にほぼ一致するので非常に安定であるが、霧層の下半分から地表にかけては日中は非常に不安定なのが普通である。この場合、霧頂の上から散水すれば水滴の落下に伴う下降気流が霧層を貫いて地表に達するので、もし霧層が全体として不安定な状態にあれば散水滴が引金の役目を果して対流が経続的に発生する筈

である。そうして対流の渦の下降部の霧が消散する筈である。5回の試験の中で効果の認められた4回の中、3回は日出後であり、午後1回の成功した例も内陸の霧塊の端に相当するため、やはり不安定な部分に相当していたと考えられる。

なお人工的に消散した霧層の面積から考えて、水滴による雲粒の捕捉や凝結は問題にならない。

今後、この方法による実用性を確かめるためには次の点が考慮されなければならない。

- 1) 散水速度を1桁くらい増大すること。
- 2) 水滴の落下に伴う下降気流と航空機自体に起因する下降気流を量的に区別すること。
- 3) 散水効果を確実に判別するために別の偵察機が必要である。
- 4) 霧層内の気温分布をその場で測定すること。
- 5) 安定な場合及び不安定な場合をはっきり見極めて試験すること。

上述の点を考慮して次のシーズンの散水試験を準備中である。

#### むすび

散水の予備実験、霧層の実体調査並に散水試験の結果、次のことが結論される。

日中の衰退期の霧に関しては200ℓ程度の散水で霧層を層雲形から積雲形に変えて部分的に霧を消散させることが出来る。この原理で実用化するには更に一桁大きい

試験を行なう必要がある。

この方法は燃料を要しない加熱法で経済的には非常に優れているが夜間などの優勢で安定な霧の消散には利用の可能性が少い。

#### 謝 辞

今回の試験研究には防衛庁第一研究所から委託研究費として経済的に援助を受けた。また実際の試験研究に際しては現地で航空自衛隊第2航空団、札幌管区气象台、千才航空測候所、苫小牧測候所、王子製紙苫小牧工場、苫小牧市役所から多くの援助を受け、また札幌電波管理局、千才航空保安事務所から特別の便宜を賜わった。記して深く感謝の意を表す。最後にこの試験のために特にヘリコプターを操縦された救難航空隊千才分遣隊に深甚の謝意を表す次第である。

#### 参 考 文 献

- 1) Houghton, H.G. and W.H. Radford, 1938: On the local dissipation of natural fog. Papers in Physical Oceanography and Meteorology of MIT and W.H.O.I., Vol. 5, No. 3.
- 2) 中谷宇吉郎, 1945: 千島・北海道の霧の研究. 技術院研究動員会議.
- 3) Junge, C.E., 1958: Methods of artificial fog dispersal and their evaluation. Air Force Surveys in Geophysics, No. 5.
- 4) 浅井辰郎, 西沢利栄, 1958: 霧や雲の人工消散に関する展望 I. 天気, 6, 362~372.
- 5) 同上. 天気, 7, 1~6.

## 支 部 だ よ り

### 昭和37年度日本気象学会関東・中部地区気象研究会

東京管区气象台と共催で10月17・18日の両日、新潟市において開催された。26の論文が発表され、出席者は70名で盛会であった。

1. 石川県雨量強度予想 金 沢 川本 敏夫
2. 大雨の予報について 新 潟 福原 耕三
3. 日本の大雪(第4報) 富 山 福田喜代志
4. 変形と前線活動について 甲 府 野本 真一
5. 関東地方の北東気流について(第2報) 東 管 瀬下 慶長
6. 北東気流の長野県に及ぼす影響について(第2報) 長 野 宇田川和夫
7. 気球上昇速度から見た地形性上昇気流 富 山 赤羽 俊朗
8. 豪雪時の海面と大気との間の熱交換について 新 潟 宮沢 清治
9. 客観的天気予報の試み(第1, 2報) 熊 谷 松本 政次
10. 雲量予想について(第1報) 宇都宮 金丸 元
11. 富士山シーケンスの利用法 気 協 大塚 龍藏
12. がけくずれに及ぼす降雨の影響について 横 浜 大滝 俊夫
13. 総観的立場から見た対流雲

- の発達(第4, 5報) 東 航 中山 章
14. 降ひょうについて(第1報) 水 戸 舟田 久之
15. 空電観測から見た雷雨現象とレーダーエコーの関係 名古屋 島川甲子三
16. 寒冷前線のレーダー解析 名古屋 立平 良三  
深津 林
17. 気温の標準偏差の逐日変化とその利用について 前 橋 北沢 貞雄
18. 気象と太陽活動 東 管 須田 滝雄
19. 気象変動系について 新 潟 中田 良雄
20. 台風14号の通過時に発生したたつ巻 浜 松 堀 正義  
山本 孜
21. 稲の乾燥について(第1, 2報) 高 田 山岸孝次郎
22. 東京都の大気汚染に関する調査報告 東 航 橋本 梅治
23. 浅間山の火山活動の解析(第6報) 軽井沢 関谷 溥
24. 伊勢湾内の海況 津 掛橋 勇
25. 沿岸高波災害(第1, 2報) 静 岡 安田 浩
26. 佐渡海峡の波浪 新 潟 浅井 俊夫