

Visible Meteorology

(眼で見る気象学)*

孫 野 長 治**

まえがき

本日は名誉ある藤原先生の記念賞をいただいて大変ありがとうございます。恩師の中谷先生が藤原先生を大変尊敬しておられましたので、もし御存命ならば喜んでいただけることと存じます。

20年ほど前、始めて自分で論文を書きだした頃、落下中の雪片をライカの接写装置で手持で撮影して岩波書店の「科学」の寄書欄に投稿したところ、これは物理学でないということで原稿が返って来ました。そこで中谷先生のすすめで米国の Jour. Meteor. に投稿しましたら掲載はしてくれましたが、落下中の雪片の写真を上下逆に印刷されて大変困りました。

次に終端速度で落下する水滴の写真を撮りました。これは手持のカメラというわけにはゆきませんので、当時2年目の学生だった樋口君が三階の屋上から水滴の落とし役、私は下で電気火花で撮影しました。落下中の水滴は御存知のように鏡餅のようにつぶれた形で落ちてきますが、得意に思ったことは、水滴が蛇口からちぎれる時のショックで、水滴表面を横に取りまくような縞が出来て、表面を移動するのが見付かったことです。これを表面張力波と考えるとうまく説明できるということで当時横浜国立大学にいましたが、また Jour. Meteor. に投稿しました。すると「表面張力波云々のところはあまりにも物理的にすぎる」ということで肝腎な部分がけずられてしまいました。当時、気象集誌は日本語が大部分でしたが、同じものを日本語で投稿しましたら全部採用してくれました。気象集誌のほうが目が高いと思いました。

北大に地球物理学科が出来たときに中谷先生から気象学教室に来ないかとさそわれました。母校のことですか

ら行きたいのは山々でしたが、「私のやっていることが気象学にはいるのでしょうか」と聞きましたら「立派な物理気象学ではないか」と答えられましたが、全くものはいいようだと思います。

北大に参りましてから私は大変学生運にめぐまれた、すなわち子宝を持ったと思います。一期の学生でさきほど学会賞をいただいた高橋君や菊地君がもりもりと実験をする。これを私が英論文にまとめると云った流れ作業をやって来ました。最近は流れ作業が私の手許で滞りがちで学生諸君にすまないと思っています。本日は手許で滞っている山崎君と竹内君の実験結果を紹介して記念講演にかえたいと存じます。いづれも4年前の4年目の卒業実験であります。

私は育ちが育ちですから気象現象が目に見えないとびんと来ないのです。気象現象を天気図や断面図の形でとらえる人もありますし、微分方程式の形であつかう人もあります。もちろんこれが本筋と考えます。私は目に見えないことは一切信用しないというわけではありませんが、目に見えないと感激しないのです。こういう点がまことに素人くさいところであります。素人くさいという点では米国のほうがうわてであります。10年ほど前に始めて米国へいった時、ちょうど気象用レーダーが開発された頃ですが、教科書にでている気象現象がそのままレーダーに写っているのですっかり嬉しくなりました。教科書にのっていないこともちゃんと写っておりました。

最近気象衛星が全地球表面の雲の分布(昼の部分)を一枚の写真で写してしようようになり、この方面では米国との間に、10年以上のおくれが出来て、がっかりしております。そこで雲の分布を少し別の見方で眺めるようにしております。

雲のモデル実験と天然の雲

寒冷前線の形: 第1図(口絵1頁) 左は山崎君の寒冷

* 昭和42年度藤原賞受賞記念講演

** Choji Magono 北大理学部地球物理学教室

1967年6月8日受理

前線のモデル実験です。重いドライアイス霧を図の上方から流れ出させ、その先端部分を上から見ますと、前線が凹凸状をなし、また流出方向に沿った条が見られます。天然の寒冷前線にもこのような模様をした雲の分布があるに違いないとタイロスの写真を注意していたところ、第1図右のような寒冷前線の写真が Month. Weath. Rev.¹⁾ に発表されました。寒冷前線に伴う雲域が波状の境界線を持ち、また前線の進行方向に平行とみられる細い雲の条もちゃんとみられます。ここで強調したいのはモデル実験のほうが先に行われたということであり

ます。冬期季節風時の雲の分布：第2図左(口絵1頁)は冬期の日本海上の季節風時に発生する雲のモデル実験です。ドライアイス霧を冷たい金属板(図の上方1/6, 安定なシベリア大陸)から暖い金属板(図の下方, 不安定な日本海)の上に流すと、両者の境界線から少しはなれた附近から縦方向の対流管が発生し、対流がさかんな地域に入るにしたがい管の数が半減しています。日本海の雲の帯状分布はありふれていますから、グリーンランドとカナダの間のタイロス写真²⁾を第2図右におめにかけます。図の上方1/6がバフィン諸島の海水域で、図の右端にグリーンランドの西端が見えます。縦方向の対流雲列の模様ばかりではなく、雲列の数が下方で半減するところまでそっくりです。不安定域に発生したバーナードセルに強い垂直シャワーを与えると縦方向の対流管の生じることは寺田寅彦先生の実験³⁾以来わかっていることですが、安定域から不安定域への変化の過程を示したところがこのモデル実験のみそであります。

スパイラル状の雲分布：これは竹内君の実験です。第3図(口絵2頁)の下側が側面図です。側面図にみられるようにガラス板と金属板の間にタバコの煙をいれまると、煙は重いので左方の図のように下層にたまりま

これを上からみると全く一様な薄い煙の層で模様は何もみえません。ここで金属板を下からできるだけ一様に、またゆっくり熱してやりますと(この加熱方法が大切)中央から同心円状の波動が発生し(中央図)、これが次第に右図のような渦管に変わってゆき、上からみると同心円状の模様がスパイラル状配列に変わってしまい、白い煙の管と煙のない管が交互に並びます。これは丁度、ゴム管を中央から二つに折り曲げて、曲げた部分を中心にして渦巻にしたような形であります。すなわち通り抜けの一本の渦管になっております。そうして右上図の太い曲線がソース、細い曲線がシンクを表わす線に相当し

ています。

面白いことに、煙の管の中を黒矢印のように空気が中心に向かってゆっくり流れこみ、煙のない管の中を空気が白矢印のようにゆっくりと流れ出ます。方向が逆のこともあります。一様に底から加熱しても中心部は少し高温であります。そこで中心部のいくらか暖い空気が煙の渦管の内部を通して静かに流れ出し、その補償としていくらか冷い周辺部の空気が煙のない管を通して中心に流れこむようです。この実験は強い逆転層の下に一樣でしかも弱い不安定層がある時の状態に相当すると考えられます。この条件下ではスパイラル状の渦管の配列が最も無理のない姿勢かと思われ

ます。第4図左(口絵2頁)は第3図中央に相当する状態で、同心円の波動が発生したところで、第3図右は天然の層雲に波状雲が発生したところで、このことはほぼ間違のないことでは

ありますが、こと新しいことでもありません。第5図上(口絵3頁)は第3図右に相当する最終状態の写真で、渦管がスパイラル状に配列され、白い煙のある渦管と煙のない渦管が交互に並んでいるのがよくわかります。このモデル実験が低気圧に伴う渦巻状の雲分布にそのままあてはまるとは考えられませんが、部分的にはよい相似がみられます。たとえば第5図下は北太平洋の低気圧に伴うスパイラル状雲の一部のタイロス写真⁴⁾ですが、図の中央の帯状の雲が確に渦管性の運動を示しており、しかも渦管の中にもう一廻り細い渦管が存在するように見えます。モデル実験でも細い渦管が太い渦管の中へ捻じこんでゆくの

がみられます。気象衛星から駒どり映画がとられるようになれば、上の相似現象も確認される時期が来るでしょう。モデル実験で底からの加熱を少し強めると、第6図上(口絵3頁)のようにスパイラルをいくつでも作ることができます。これに対応すると思われる雲の航空写真が第6図の下です。下層雲をななめ上からとったもので、丁度夕刻でしたので、も

り上がった部分だけが白く光って見えますが、各々のセルがスパイラル状の模様をしているのが認められます。底からの加熱が更につづく

と渦管がちぎれて第7図左(口絵3頁)のように不規則分布になり、ちょうどみみずをぶつぶつに切った時のような動きをします。これに対応するのが第7図右のタイロス写真ではないかと考えます。雲がバーナードセルと渦管性対流の中間状態にあるように見えます。

むすび

気象現象のモデル実験は昔から多くの人達によって試みられております。下手すると落穂ひろいに終わってしまうかも知れません。また相似則などの難しい問題もつきまといまいます。しかしモデル実験が非常によく似た様相を示すとすれば、気象現象の何等かの性質を再現しているに違いないと考えられます。私はどちらかと云えば、わかっていることを再現するよりも、実験結果から天然の雲の姿を予想し、その確認の手段として気象衛星の写真を利用する側にまわりたいと思っております。

目に見える気象現象ばかりを追いかけていたのでは、目に見えない大事なことを見落とす危険があります。しかし一目でわかることは一目で理解するにこしたことはありません。その意味で目に見えない気象現象を目に見

えるようにする努力も大切だろうと存じます。

本日は写真ばかりを並べたてて、ごまかしたみたいですが、藤原先生の喜ばれそうな仕事をえらんで紹介致しました。御静聴ありがとうございます。

参考文献

- 1) Picture of the Month, 1965: Monthly Weather Review, **93**, 416.
- 2) 同上, 1966: **94**, 258.
- 3) Terada, T. and second year students of physics, 1928: Some experiments on periodic columnar forms of vortices caused by convection. Report Aeron. Res. Inst. Tokyo Imp. Univ., **3**, 3.
- 4) Picture of the Month, 1964: Monthly Weather Review, **92**, 202.

関西支部だより

昭和42年度 大阪管区気象研究会 日本気象学会関西支部年会 プログラム

日本気象学会関西支部・大阪管区気象台 共催

会期: 昭和42年 6月22日, 23日

会場: 大阪市生野区勝山通 8丁目 生野区役所 3階講堂

研究発表題目

1. 大島正三(松山地気): 愛媛県の強風について
2. 長久昌弘(徳島地気): 紀伊水道北部の風波の予想
3. 宮崎本弘, 山口 享, 森下敏之, 橋本正義(神戸海洋): 紀伊水道の波浪推定 第1部(主として深海波)
4. 板根教圃, 金谷光三, 倉橋 彰(神戸海洋): 紀伊水道の波浪推定 第2部(主として浅海波)
5. 堀内俊彦(神戸海洋): 神戸港外の観測塔における風について
6. 永田二郎(奈良教大): 古文化財収蔵建築内の気象状態について
7. 東 修三(京都府大): 地面温度の日変化の最高および最低起時に対する一つのモデル的説明
8. 稲葉 優(松江地気): 線状エコーについて
9. 来海徹一, 浜田周作(広島地気): 松江レーダーを用いた夏期の解析例
10. レーダー係(室戸測・大阪管区): 梅雨前線による集中豪雨
11. 後町幸雄(京大防災研): 近畿地方南部の降雨について
12. 福原一雄, 山根成之, 浜田欣弥, 毛利茂春(清水測): 土佐清水の地形効果による大雨機構
13. 江尻 勲(岡山地気): 岡山県の雷雨とその予報
14. 市川清見(鳥取地気): 擾乱と鳥取の天気について
15. 柳本三治(京都地気): 7月1日~2日の近畿地方中部における大雨(メソ解析)
16. 鈴木 斉(松山地気): 寒冷高気圧に伴なう瀬戸内の雨について
17. 奈良地方気象台(奈良地気): 奈良県における雨調査の現状について
18. 和田徳弘(舞鶴海洋): 火災, 海難と気象
19. 杉井 徹(高知地気): 高知県における大雨災害について
20. 北村 進(西郷測): 防災気象の基礎調査(その1)
21. 佐藤 功, 中島和己, 稲浦 昂(大阪管区): 大阪市およびその周辺都市の低地浸水の問題
22. 渡辺正夫(潮岬測): Cold Low と潮岬における晴天持続日数について
23. 太田盛三(広島地気): 台風の進路予想について
24. 合田 勲(高松地気): 本邦付近の低気圧発達の問題

(249 頁へ続く)