

米国における航空気象

織畑重太郎¹⁾

緒論

米国の航空会社の気象技術者が、どの様な役目を果たしているかをお話したいと存じますが、初めにその気象技術者がどの様な履歴をもっているかを先ず理解した方がよいかと思われます。御存知の様に米国の大学教育は社会の種々の要求を満たす様に組織化されているからであります。

大学の気象学科

気象学で最低の資格である B. A. (Bachelor of Arts) を獲得するためには Dynamic Meteorology の課目、Synoptic Meteorology の課目と Lab (天気図解析実習) の三つの部門が課せられますが、課目がたくさんあるため撰択の自由がかなりあり、とにかく定められた単位を収めればよいことになります。しかしながら航空会社の天気予報者になるためには、これらの課目中必修のものとして、幾つか指定されております。その内特に Synoptic Meteorology の中の天気予報論と実習とについてその内容を少し紹介しましょう。

天気予報論について例を U. C. L. A. の気象学科²⁾にとります。そして私はこの課目を採っている学生のノートを見せてもらい、どの様に講義が進められているかも時々聞いたものです。担当は Associate Professor M. Neiburger です。講義は秋の学期と春の学期 (一年を二つの学期に分っている) の二部分に分れ、前者では

Fundamentals of Weather Map Analysis	} Petterssen
Air Mass Properties	
Forecasting Methods	
Weather Observations	} Byers
Radiation and the Heat Budget of the Atmosphere	
The "General Circulation" of the Atmosphere	} Neiburger
Jet Stream	

以上の様な広範囲の講義が与えられるので試験にパスするのに最も困難な課目の一つだそうす。後者は上層大気解析法とその力学基礎を初めとし、又特殊問題として驟雨の予報、最高最低気温の予報、霧・雷雨・着氷の諸問題が論ぜられます。これに至っては大部分の学生が悲鳴をあげると聞いております。とにかくこの課目は

範囲も気象学全般にわたり、従って総括的で試験を受ける学生にとっては誠に同情を禁じませんでした。

次に天気図解析実習について申し上げます。この実習は月曜から金曜まで午後一時から四時まで二つの学期に出席しなければなりません。初期には地点番号とか電文形式、天気記号等々種々の機械的なことを習得し、ほとんど暗記させられるそうです。そして例えば天気記号の50から60まで書き内容を説明せよなんて試験を突然行うそうです。それが一応修了すると、いよいよ天気図解析に入ります。典型的な pressure pattern から始められ、日々の天気解析に入り、範囲も米大陸を中心とした地域から北半球全般にわたって行きます。解析図の種類は 200MB, 300MB, 500MB, 700MB, 850MB, 地上に及んでおります。毎日最後の30分間は担当教授によって代表的解析図が掲示され、それについて詳細な検討と説明が与えられます。その他、断面図の書き方航空路の予報等も行われます。とにかく何もかも一通り教えられるわけです。担当は矢張り Neiburger と Dr. Delinger が当り、それに臨時講師 (大学院学生) 4, 5名が援助します。試験が10回位行われ、front の位置が間違ったら-10点 (地上), cold core の周りの等温線が間違ったら (上層) -15点という具合に減点されます。

航空会社の気象課

米国の大航空会社では気象課は二つに大別され、研究部門と予報部門とがあります。前者の研究部門ではその会社にとって直接必要な、そして会社に利益をもたらすと考えられる面を開拓します。例えば Pan American World Airways (PAA) では太平洋上の Jet Stream を解析し商業上にその結果を利用するという類であります。後者の予報部門はいわゆる会社の航空路に沿う詳細な天気及び気流解析であります。航空会社でなぜこの様に気象課が必要となったかの理由は Weather Bureau の予報では安全なそして能率的な飛行を行うのに必要な気象資料を、必要な時刻に与えられることが出来なかったからです。そして現在の航空会社の気象業務は W. B. の予報を補うものとして存在しているものではありません。W. B. の一般的な予報では航空会社にとっては充分

1) Department of Meteorology, University of California at Los Angeles にて三ヶ年の研究を経て、前 Pan American World Airways (San Francisco) 気象技師

2) J. Bjerknes, Holmboe 両教授は大学院及び研究者の指導しか行わない。

ではなかったからであります。航空会社はその指定の航空路に沿っての運航のみを考えればよいのであります。又その解析に当たっても、見解の差異はいかなる高級な技術にも起るものであります。

では次に航空会社へ入社する資格はどうかと申しますと、予報部門で働く人の最低限度の資格は上に申し上げました B. A. を獲得した人々であります。すなわちこれで予報者の licence が与えられるわけです。これとて予報者として当直に立てるまでには、しばらく下働きをするのが常であります。もちろん航空会社にはそれ以上の資格（大学院で研究した人々）を以て入社する人々が多数おり研究部門又は予報部門で活躍するのであります。最低限度の資格で入社した人は何年間か経験を積むと、大学の Graduate Course に入って更に勉強し、そして再び入社し、（同じ会社とは限りません）より高い月給とより高い地位に進むのであります。ただ会社に長年勤務したから月給も地位も上昇して行くという考え方はない様です。技術家にあつては、常にその対象となるその人のもつ技術の向上——その判定は厳密で、上述の様に大学で研究した実績とか又は低い段階にあるものは会社で試験する——によって、月給も地位も上昇して行きます。

予報部門

予報を行う部門では会社の持つ航空路に沿う気流、天気現象の予報と終着飛行場の予報の二つを行います。航空路予報では大体飛行高度に近い 500MB Map の等高度線と等温線とを合せて解析します。そしてこれから Pressure Pattern の将来の移動を正確につかみ、航空路に沿う風の成分を算出します。Pressure Pattern の将来の移動の決定には所謂 Bjerknes-Holmboe の理論による level of non-divergence を求め $C = v_x - v_y$ により wave pattern の伝播を予測する外、他はすべて level of non-divergence より高い高度の予報法則（主として Bjerknes, Holmboe, Rossby, Riehl）を用いて、航空路の予報を処理します。換言すると、地上天気図をもとにして、低気圧は発達するだろうか、その移動速度はどの位か、front は発達するだろうか、'どの様に移動するかという様なことは一切判断せず、500MB 以上の wave pattern の解析と、その中から解放される jet stream の状況からすべて判断します。又 front の位置を求めるのにも地上の天気図からは決して解析を行わず、地表面の影響を離れた 850MB map の温度の場の解析によって判定されます。しかしこれは一日に二回の解析でありますから、航空路予報者にとっては不足ですから毎時間の航空実況報や定時地上観測実況によって、刻々の変動を追求して行きます。

終着飛行場の予報は現在の天気解析図を基礎として考

えることはもちろんであります。過去の資料を分析整理しあらゆる面から既に調査が出来上っていてカードに分類してあります。その他着氷の問題等も航空路のどこで起りやすいか、又どんな条件の下でどんな種類の着氷が起り易いかも過去の材料の分析結果をカードに分類されてあります。この様に自己の会社の航空路にわたっては、作業を正確にそして能率化することに努められています。この様にしてある飛行に対する準備が出来上った時分になると乗員が気象の説明を聴くために部屋へ集って来ます。ちょっと意外なのは stewardess までがいっしょにこの説明を聴きに来ることです。多分航行中乗客に気のきいた説明を与えるためなのでしょう。この説明は、なぜこの様な予報を行うかの基礎的な解釈と、それから導かれる気象諸要素の変動を要領よくしかも判りやすく与えます。乗員の気象知識の水準は高く、そして経験のみに頼らず常に基礎的な解釈を気象技術者の許に求めて来ることが多い様です。

研究部門

前にちょっと触れましたが、会社の気象研究は大学の気象研究とは目的が異なりますけれども、その方法論では全く大学の研究法に従って行います。より高い研究からでなくては、より多くの利益を引出すことは不可能だからです。そして会社に利益をもたらす気象の研究は大学で研究された成果を絶えずより多く取入れることはもちろんであります。それ以上に開拓しなければならぬ面があります。例えば、PAA では太平洋上の jet stream を、出来得る限りの資料をしょう集し、精細に解析し、それ等の結果を商業上に適用し、多大の利益を獲得する様努力しています。1954 年には東京から San Francisco へ飛ぶのに、Wake 島を径しないで、直接 Honolulu へ jet stream の band に沿って飛びガソリン使用料で、一回の飛行につき 1,500 ドルの節約を行ったのが一例であります。その他の航空会社でもそれぞれ異なった面の開拓研究をやっておりますことは種々の研究雑誌に発表されている論文がそれを示しております。又この部門には世界第一流の学者が顧問となっています。

当直

当直に立つ気象技術者の人数は仕事量によって決定されましよう。ここには一例として Seattle の PAA の実例を引用します。航空路は Alaska 方面と Hawaii 方面の二つを持っています。地上天気図の plot は、同じ building 内にある W. B. へ依頼します。ここでは各航空会社のこの様な要求を能率的に充しているのです。W. B. の解析範囲は太平洋域と全アメリカ大陸域を必要としています。各航空会社はそれぞれ異なった部分的な地域で間に合うでしょう。従って W. B. では plot の

途中でそれ等の要求に応じて印刷して行きます。plotしたものが直ちに印刷にかけられるのです。この様にしてplotされた地上天気図を航空会社の技術者は約束の時間に受取って解析を行います。その外 500MB Map, 航空路に沿う地点の断熱図, 必要に応じて 700MB, 850 MB Map を作製します。すべての基礎的解析図が出来上ってから、乗員が必要とする断面図の作製にとりかかります。以上の様な仕事を実施するのに原則的には一人で行いますが、次から次へ飛行機の発着の繁しい場合には、もう一人が援助する構成になっています。援助者は実はこの様な shift に入っている人ではなくて全技術者の指導の立場にある人です。日本流に申せば技師長とでもいべき人でしょう。この人は随時出勤して shift の運行や庶務的な事をも処理したりします。

航空路の天気精通する

気象技術者は機会のある時は、よく同乗して会社の空路に親しみ、その高所の現象に精通する様心がけております。或時、突如発生した Tornado に、興味ある気象技術者は直ちに movie を抱えて現場へ飛行し貴重な記録映画を撮って来ました。後日それを分析し、乗員に公開し且つ学界へも発表した例もあります。

業務としての気象

以上簡単なが航空会社の気象課の内容につきまして紹介しましたが、なお会社の運航の側から気象業務を覗いてみたいと思います。

航空, dispatch 業務, 気象業務の三者は同等の作業

として運航が成立していることはアメリカの航空会社の明示しているところであります。そしてこの三者は業務遂行に当っては、相互の仕事を明確に理解する組織の下に、常に協調的な態度で臨んでおります。勤務中の気象技術者は定められた方法、手続によって、定められた地域に亘って生ずる現象を決定するため解析図を作製します。そして将来の気象の変化及び大勢の予報を準備します。更にこれらを基礎にして各飛行前乗員に示すための気象図を準備します。又一方勤務中の flight dispatcher と現状及び予報について検討します。又気象課内の運営はどうかというに、気象主席技術者は運航担当最高責任者の支配下にあつて、気象業務の管理を行います。そして気象課の絶えざる進歩に努めることが第一で、そのためには新しい技術的方法や実施については気象員を指導します。又進歩上達するように shift を組み、作業の基準を設けます。

気象学会

ここに申し上げるのはいわゆる大学関係の学術発表会とは別の学会であります。会社、W. B. 関係のものが月に一、二回集って発表会をやるものです。会長にはやはり大学教授が就き、司会もやります。例えば Los Angeles では前述の Neiburger が会長でその地域の者が集り、講演者は一回一人の研究発表を行います。討論は重に大学側の研究障が活潑にやります。

その他航空会社の気象技術者の研究で航空界に貢献した者に対しては航空局から毎年 500ドルが贈られることになっています。(日航気象室)

書評 気候変動論 荒川秀俊著 気象学講座第10巻

定価230円 地人書館 1955年

由来気象変化の問題は一般人にとっても大きな興味と関心がもたれていると同時に将来の気象を予測する側からも我々の実生活にとってきわめて重要な関係をもっていることは言うまでもない。ただ問題が今の処かなり漠然としているにもかかわらず、非常に花やかな存在だけに気の弱い者にとってはとなく手が出し難く、特に地質時代や地質時代の古気象学は未だに“最も危険なる科学”の域を脱せず、相当の勇氣と大胆さを必要とする。ここに多才の著者は最近において歴史時代の気候変動の方面に縦横の論陣を張られ、既に多くの成果を挙げられている。本書は現在地人書館から刊行中の気象学講座の第1回分として出版されたもので100頁足らずの小冊ではあるが著

者のこれまでの諸研究を骨子としてまとめられた、主として日本を対象とした気象変化に関する好著である。全巻5篇(1.気候の温暖化, 2.北日本の気候変動, 3.太陽のウォルフ黒点数, 4.天明の飢饉, 天保の飢饉, 慶応・明治初年の飢饉, 5.若干の気候変化資料)より成り、1.では現在までの諸家の考察を気候の温暖化を中心として簡単に概観し、2.は気候の変動が南日本に比べて北日本の方が遥かに大きいとして主として著者自身の研究を紹介し、3.は太陽黒点とこれに関連したケッペンその他の研究、4.は幕末から明治にかけての飢饉を古記録によって調べ、太陽黒点と関係づけて説明したもの、5.は諸資料である。

要するに本書は著者自身の研究を中心とした気候変動論で多くの紙上に分散している成果を一括して眺め

るには非常に便利である。しかし本書はどこまでも講座の中の一冊であるから、むしろもっと広い視野から全般にわたる諸説の紹介や論評を行われた方が読者の要望に副うものではなかったかとも思われる。又著者は前々から気候変動の見地から日本の歴史について新しい解釈を明らかにされており、たとえば平家の没落や徳川幕府の崩壊などを気候異変によって説明され、過ぎし日のハンチントンをしるばせるものがあるが、本書ではほとんどこれらに触れられていないのも惜しい気がする。しかし何分この程度の紙数では、あるいはやむをえないことであり、仮に筆者に執筆を課せられたとしても似たような形になったかも知れない。

いずれにしてもこの方面に好著を加えたことは斯学の進歩に一歩を進めたものと言えよう。

(福井英一郎)