

## 米国の予報業務\*

立 平 良 三\*

1978年の年末、ワシントンに出張する機会があり、そのついでに米国の NWS (National Weather Service) のいくつかの施設を見学することができた。ここでは、その見聞を中心に米国の予報業務について紹介してみたい。

以前に山岸 (1976) による紹介もあるので、特に興味を感じられた点についての断片的な解説になると思われるがご了承願いたい。

### 1. AFOS (Automations of Field Operations and Services) 計画の進行状況

AFOS 計画は、現在 NWS が取り組んでいる最も大きな計画と言ってよかろう。これは簡単に言えば、全国約 200 の気象官署にミニコンと Display (Graphic and Character) を配置し、ほとんどすべての気象情報 (画および文字) の受信を Display 上で行なおうとするものである。また、予報の発信も Display 上に Message を作り通信回線へ乗せることになる。

この Message Composition 機能は AFOS の大きな特色で、Free Text, Pre-Format, Added の 3 種類ある。Free Text は、Key で Message を入力する普通の方法である。

Pre-Format は、たとえばトルネード警報の発表などのとき、Display に警報の Format が呼び出され、その空白部分に時刻・領域などを Key で打ち込むというもので、トルネード警報のような寸刻を争う場合に威力を発揮しよう。

現在 NWS では、MOS\*\*\* などの方法で客観的自動的に計算された天気予報のガイダンスを組み合わせて、コンピュータで天気予報文にする技術が開発され、実用テスト中である。この Computer Worded Forecast を

Display に呼び出し予報官が必要な修正を加えて送出するのが、Added という機能である。

このような AFOS の端末機器は現在約 50 の官署に設置されているが、まだテスト中であった。Display に表示されたものは、必要に応じハードコピーをとることができる。第 1 図は地上プロット図のコピーで、かなり鮮明である。

将来、AFOS の Display には衛星やレーダの画像まで表示される予定で、そうならばこれらの高分解能のデータを使ったきめ細かい目先の予報 (Nowcast) の充実が期待される所である。この準備として、NWS と NESS が共同で 1974 年から 1976 年にかけての夏に Nowcast の実験を行なっている (Roderick *et al.*, 1977)。実験対象地区はワシントンの近くにある Chesapeake 湾周辺である。この湾では水上レジャー活動が盛んで、きめ細かい予報のニーズが特に高いらしい。ワシントン WSFO では、現在 6 時間先までの Now cast を朝 6 時から夜 22 時まで毎時発表している。

Nowcast は予報班の中でも Leading Forecaster の受持で、重要視されていることがわかる。

ワシントン WSFO\*\*\*\* の現業室には、第 2 図のようにテレビ画面に前 4 時間の衛星写真のムービーがエンドレスに繰り返し写し出されており、最新の衛星写真が入手される毎に自動的に更新されている。このムービーは、Nowcast の重要な武器になっている。

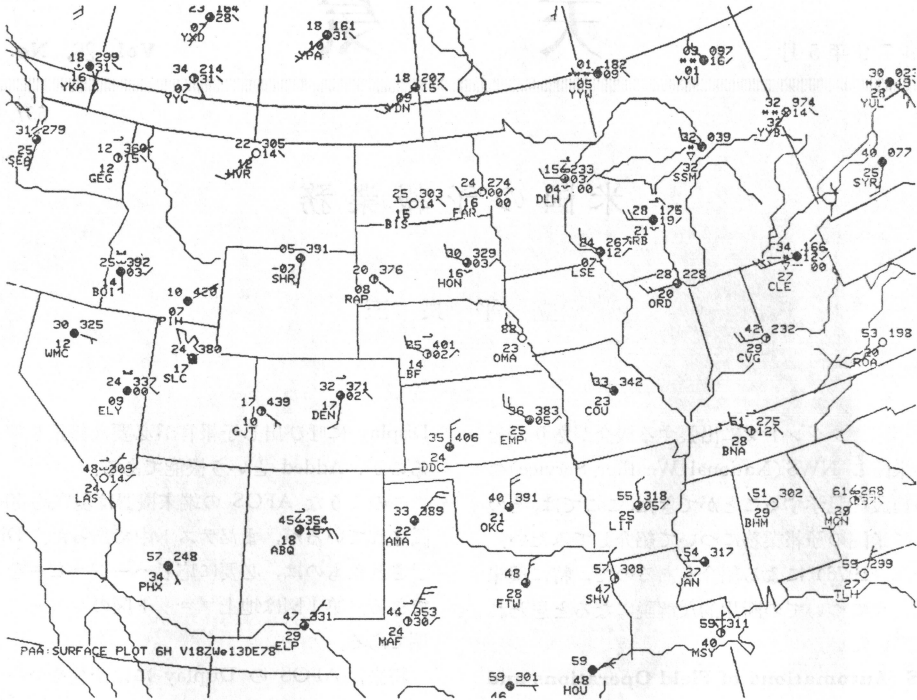
ワシントン WSFO に隣接して、NESS の組織である Satellite Support Unit があり、これがムービーをリアルタイムに作成して WSFO に提供しているわけである。

\*\*\* 数値予報の結果を予測因子とした統計的予測式によって、各種の天気要素を予想する方法。

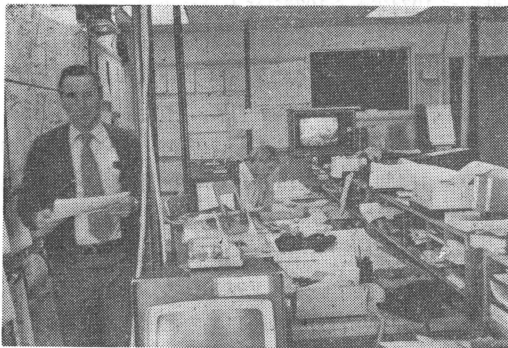
\*\*\*\* 第 2 表参照

\* Operational Forecasting Service in U.S.A.

\*\* R. Tatehira, 気象庁予報課。



第1図 AFOS の Display のハードコピー。



第2図 ワシントン WSFO の予報現業室。中央奥の Public 担当予報官の脇のテレビに衛星写真の4時間ムービーがエンドレスに映っている。

2. D/RADEX (Digitized Radar Experiment) について

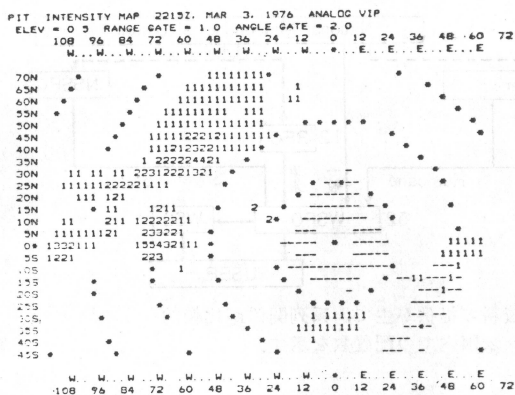
AFOS の Display には、レーダ画像も表示される計画になっているが、まだ実際には接続されていない。AFOS には、単なるレーダ画像だけでなく、3時間あるいは24時間の積算レーダ雨量やエコーパターンの短時間

予想なども表示されることになっている。このためには、エコーのデジタル化が必要であるが、米国では D/RADEX と呼ばれるプロジェクトでその技術開発を進めている。

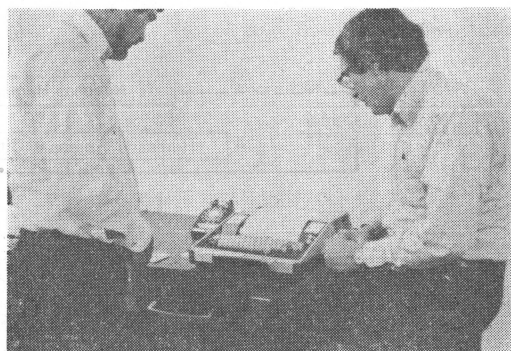
1971年にアメリカ中西部の4台の現業用レーダにデジタル化装置を取り付け、実用化試験が開始された。その後、1974年にはピッツバーグの現業レーダに3次元エコーのデジタル化が自動的に行なえる装置が付加され、鉛直積分エコー強度やエコー頂高度などのデジタルデータの利用がテストされている。

米国では、日本のアメダスのような密な雨量観測網がないので、デジタルエコー強度を時間積分して得られる「レーダ雨量」に対する期待は大きい。

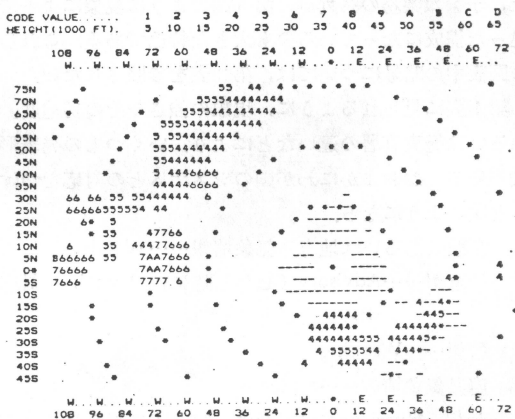
第3図は、ピッツバーグ・レーダのデジタル化エコーをタイプアウトしたもので、第4図のような簡単な受画器を設置すれば公衆電話回線でピッツバーグ・レーダを呼び出し、最新のエコーを受画できる。第3図の(a)はエコー強度、(b)はエコー頂高度で、それぞれ3×5n.mi (約5.5×9.0km) メッシュでデジタル化して数字で表現してある。メッシュが正方形でないのは、タイプラ



(a) エコー強度



第4図 SDOにおけるデジタルエコーの受画器。  
左は Saffle, 右は Elvander で、共に D/  
RADEX の担当者。



(b) エコー頂高度

第3図 ピッツバーグレーダのデジタル化されたエコーの例。

エコーの重畳の有無を検出し、重畳しているメッシュは捨てるという方式である。この場合は、グラウンドエコーのあるメッシュの降水エコーの強さは測定できなくなるわけである。ただ、異常伝搬による異常なグラウンドエコーを降水エコーと誤認することだけは防げる。

### 3. 予報の精度検証システム

予報報を利用する上で、その精度やくせを十分に把握しておくことは大切である。予報報が完全に当たるものとして行動すれば問題があらうし、また全然信用しなければ、せっかくの有効な情報を捨てることになる。予報精度を踏まえた適正な利用が望まれるわけである。

#### 3.1. Public Forecast

一般向けの短期予報である public Forecast については、次のような検証システムになっている。

##### (a) 検証項目

降水確率 (Propability of Precipitation), 最高気温, 最低気温の3要素である。

##### (b) 予報期間

0~12時間, 12~24時間, 24~36時間の三つの期間について、1日2回の予報内容を検証する。

##### (c) 記入様式

Mark Sense Cards に、予報値, ガイダンス値\*, 実況値の三つが並記される。

##### (d) 処理

1ヶ月毎まとめてNWS本部(Technical Procedure Branch)へ提出され、月別成績表にまとめられる。この表は原官署の error check を経て、NWS 本部

イターのプリント様式に合わせたものらしい。中心付近の-印はグラウンドエコーを意味し、この部分のエコー情報は捨てている。

日本ではすでにグラウンドエコー除去の技術開発に成功しており、実際に現業レーダに装着して約 50dB までのグラウンドエコーを除去できたという結果は、第18回の Conference on Radar Meteorology (Tatehira・Shimizu, 1978) に報告してあるが、D/RADEXの担当者 (R. E. Saffle および R.C. Elvander… 第4図) や SDO\* の所長 (W.H. Klein) もこの論文は読んでおり、アメリカのデジタルエコーシステムに取り入れることを検討したいと言っていた。現時点の D/RADEX の計画では、SVP (Signal Variability Processor) によってグラウンド

\* MOS などの客観的な予測法によりコンピュータで計算された降水確率などの値で、予報官はこれを補正して予報を発表する。

\* 第2表参照





第1表 米国の警報の種類と発表形式

現象	Outlook or Summary	Advisory	Watch	Warning	Statement	Report	Radar Summaries
Tornado Severe Thunder Storm	NSSFC より常時1日3回約24h先までの見直し。	—	NSSFC より Severe Weather の可能性のあるとき Valid Time 6h, (250 km) <sup>2</sup> の面積毎。	WSFO, WSO より Severe Weather 発生または発生直前のとき Valid Time 1h, County 毎。	WSFO, WSO より Severe Storm の現況, watch/warning についての詳細説明。	NSSFC, WSFO, WSO より随時, トルネード, 雹などの発生状況。	Radar Office より最も烈しい Storm についての状況
Flash Flood	◦NMC より常時1日2回48h先までの雨量予想 ◦RFC より Flash Flood Guidance (過去の雨による)。	—	WSFO より, Valid Time 12h 以内, 豪雨発生の前に出す。	WSFO, WSO より, Valid 4h 以内, 流域別	WSFO, WSO より, 雷雨についての最新状況	—	—
Winter Weather (必ずしも冬に限らない)	—	WSFO より, Warning の基準に達しないが注意すべき現象について。	WSFO より, Lead Time 12h ~24h.	WSFO より, Lead Time 12h 以内 (基準は全国共通)	WSFO, WSO より, Winter Storm の現況。	—	—
Hurricane	NHC より常時1日3回。	HWO より	HWO より	HWO より (基準は全国共通)	WSFO, WSO より。	—	—

第2表 米国の気象官署の略語表

NOAA	SDO	NSSFC	HC	WSO
National Oceanic and Atmospheric Administration	System Development Office	National Severe Storm Forecast Center	Hurricane Center	Weather Service Office
NWS	NMC	NHC	HWO	WSMO
National Weather Service	National Meteorological Center	National Hurricane Center	Hurricane Warning Office	Weather Service Meteorological Office
			RFC	
			River Forecast Center	

第3表 ハリケーン関係の警報の内容 (TCは Tropical Cyclone の略)

種類	発表官署	Tropical Weather Outlook	Tropical Cyclone Discussion	Marine/Aviation Advisory	Public Advisory	Tropical Cyclone Position Estimate	Hurricane Watch	Gale, Storm, Hurricane Warning	Local Statement
回数	NHC	常時 6 hrly, 3/day	NHC	3 HC	7 HWO	7 HWO	7 HWO	7 HWO	WSFO, WSO
内容	NHC	大西洋方面の TC 発生に影射の無い TC の予想	Advisory の中の予想の根拠 (Intergovernment use only)	担当域のすべての TC について、 (1)位置 (2)風の分布 (3)予想位置 (4)風の分布の予想	TC が陸上に被害を及ぼす恐れのあるとき、 (1)Warning, Watch の発表状況 (2)位置 (3)現在の速度およびその24h以内の変化 (4)風の分布 (5)勢力の変化の予想 (6)洪水等の災害の警告	200 mi. 以内 hourly 位置の速報	TC が陸上に被害を及ぼす恐れのあるとき、その対象領域に対する早期警戒の呼びかけ 発表は Advisory の形で	陸上に被害の予想されるとき、TC の対象領域に対して、強風および高潮の警報 (3段階)	担当域に対する TC の影響の予想 警告 (1)Warning の適用 County (2)災害対策の時期 (高潮、強風について)
(Valid Time) 予報時間	NHC	24h ないし 48h まで	24h ないし 72h まで	24h (付加的に 72h まで)	24h まで		36h 以内 (ウィークエンドは 48h)	24h 以内	24h まで
対応する予報の	日本	全般海上警報	タイシンの一部	全般海上警報	全般台風情報	タイシン	注	注	注

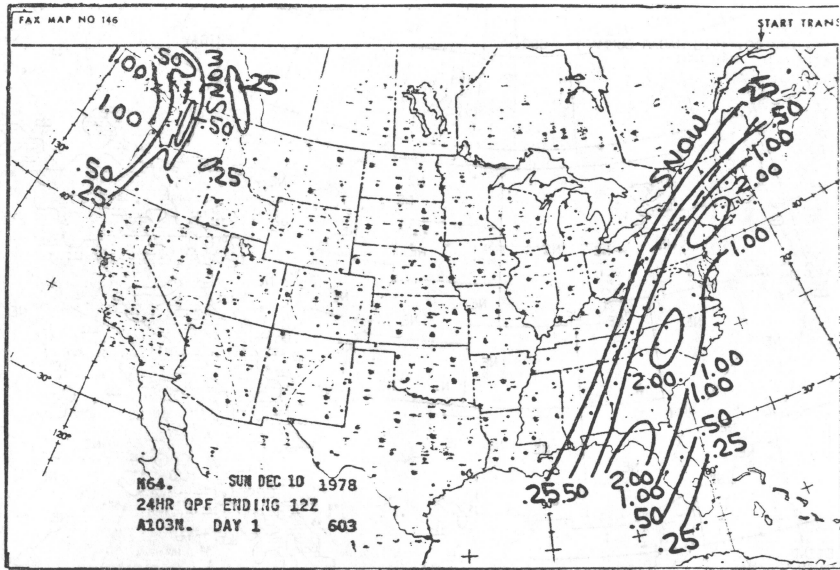
しがあったが、NWS の情報発表が必ずしも適切でなく、住民から不満がでていたという話を滞米中に聞いた。NMC を訪問した折、案内してくれた次長 (H. Saylor) に聞いてみた所、われわれとしてはこのストームの予報は非常にうまくいったと思っているとの答であった。そして、H.E. Brown *et al.* (1978) のコピーをくれて、君自身で判定してみてくださいということであった。内容を見ると、結局、このときの数値予報およびそれに基づく MOS などによる降雨雪の量的予想がかなりうまくいったということである。東部各州の WSFO がこれを受けて、きめ細かい適切な Winter Weather Warning を出したかどうかは問題で、不満の種はこの辺にあったのかも知れない。

NMC では、24時間ききみで、48時間先までの雨量予想に力を入れており、QPB(Quantitative Precipitation Branch) に 8名の予報官を配置して 1日2回第6図のような予想図を FAX 放送している。これは、MOS などの客観予測の結果をマニュアル修正する形で作成されるもので、マニュアル修正による精度向上は12時間分くらいだという表現をしていた。つまり、マニュアル修正の結果  $T=24h-48h$  の予想は、無修正の  $T=12h-36h$  の予想とほぼ同じ精度だということである。

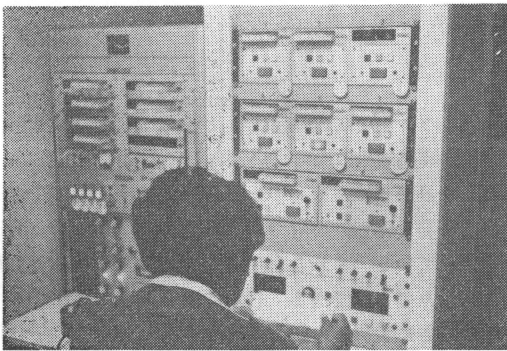
5. 気象情報伝達システム (航空・海上関係を除く)

NWSで作成される各種の気象情報は、文字 (音声を含む) 情報と画情報に大別される。これらの情報が米国内のさまざまな利用者にとりどのように伝達されているかを概観しよう。各地方特有の伝達システムもかなりあるようだが、ここでは全国的なもののみ取り上げることにする。

文字情報についての最も基本的な伝達手段は、NOAA Weather Wire Service



第6図 24時間先までの雨量予想図(インチ単位)。これに引き続き24~48時間先までの予想図が放送される。



第7図 ワシントン WSFO における NOAA Weather Radio の吹込み。

である。各 WSFO は、すべての予警報や特定のデータをこの有線テレタイプ回線に打ち込む。これらの情報を利用したい場合は、この回線の受信契約者になればよく、現在、次のような契約者がいる。

- (1) ラジオ、テレビ：警報などの緊急性の高いものには“Immediate Broadcast Requested”というタイトルが付き、即時の放送が要望されている。
- (2) 電話会社：アメリカでは Weather by Phone というのが日本の 177 に相当するが、その内容は電話会社が回線で受信した予警報を吹き込んだものであ

る。この吹き込みは WSO が直接やっている場合もある。

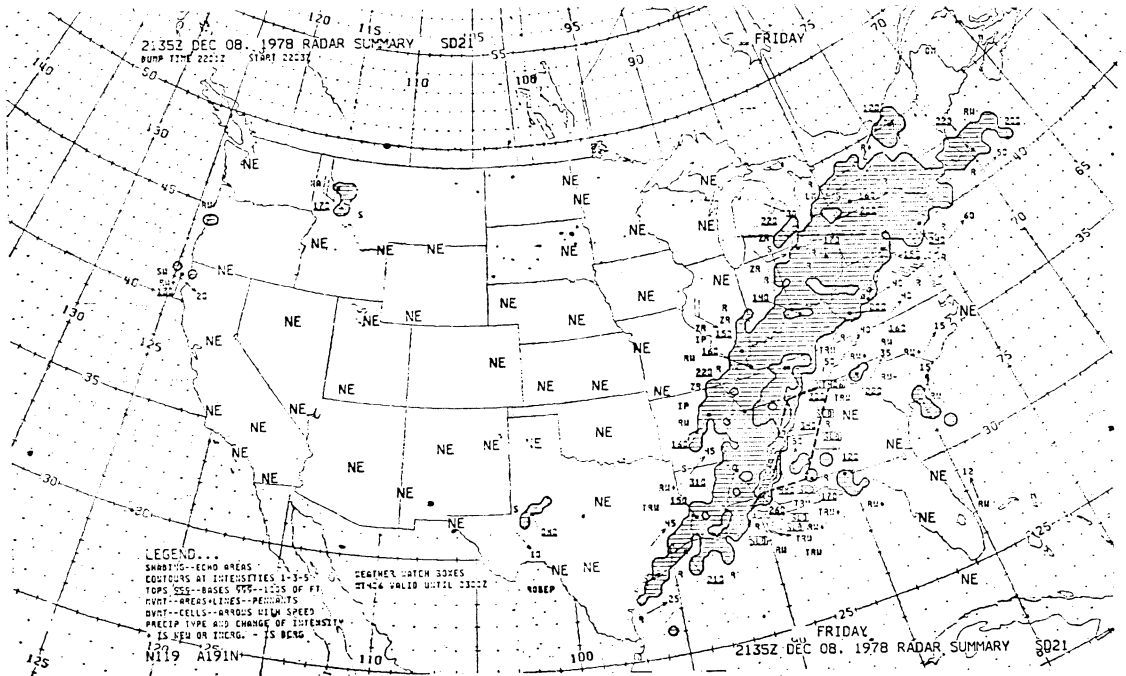
(3) 警察、防災機関、官公庁、新聞、公共企業など。文字情報についての第2の伝達手段は、NOAA Weather Radio である。これは VHF による音声放送で、現在 182局ある。しかし、サービス Area が半径約 40マイルなので、まだ全米をカバーすることはできず、将来は 300局以上に増設される計画である。

各局には、放送内容の吹き込みを担当する WSFO または WSO がある。第7図はワシントン WSFO での吹き込み風景である。放送内容は6本のテープに吹き込まれており、これが順に繰り返し放送されている。新しい予警報が出ると、該当する部分のテープを抜き出し、内容を更新するわけである。

NOAA Weather Radio 放送の受信用ラジオは市販されており、ふだんスイッチが切ってあっても緊急の警報が出た場合自動的にスイッチが入りアラームを出すなど、トルネードのような寸刻を争う場合は非常に有効な伝達手段である。

このほか、緊急連絡用として Hot Line の電話を利用するシステムもある。

いっぽう画情報は、NAFAX と呼ばれる有線 FAX が主要な伝達手段で、この FAX によって NMC で作成された解析図、予想図、各種ガイダンスが伝達される。第



第8図 NSSFC で毎時作成されるレーダエコー合成図。これは電報形式 (RADOB) によるレーダ観測結果の通報をコンピュータで処理して自動的に描かされたもので、観測後30分に放送される。NE は No Echo を意味する。

8図のようなレーダエコー合成図だけは、Severe Storm 予報のセンターである NSSFC から送画される。

この NAFAX の受信契約者の数は、NWS 関係が約 260、NWS 以外の官公庁約 470、民間約 380 となっている。

全体的な印象として、部外に流される情報量の多いこと、また、文字、音声、画による伝達手段がよく整理されており、伝達の迅速性がうかがわれる。今後、利用者が AFOS の Display を設備すれば、いっそう内容豊富な情報を迅速に受け取ることができるわけである。

6. ピッツバーグ WSFO の印象

わが国の気象関係の人が米国の気象業務を見学する場合、ワシントンの NMC やカンザスの NSSFC など全国中核的な組織が多く、日本の地方気象台に相当する WSFO へ足を伸ばすことは少ない。筆者は最新型のレーダエコーデジタル化装置を見学するため、ピッツバーグの WSFO を訪れた。

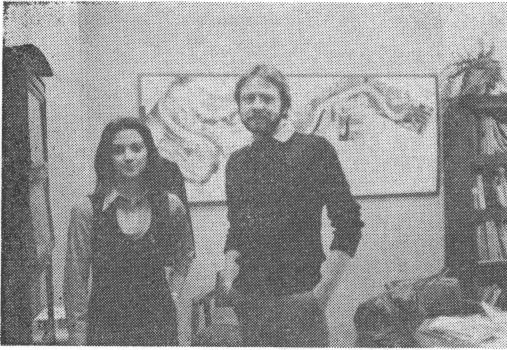
ワシントンからピッツバーグに飛ぶと、途中でアラチャ山脈を越える。北東から南西に走る何十本もの細い山脈の集合体で、まさに地球の小じわといった感じであ

った。このような細かい起伏のために、この一帯は Flash Flood の頻発地帯になっているらしい。

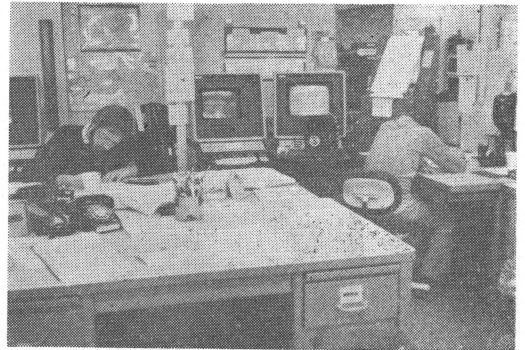
ピッツバーグは、オハイオ川とアレゲーニー川の三角州を中心に発した製鉄の町で、中心部は Golden Triangle と呼ばれている。まわりを丘に囲まれ、大気汚染は米国でも指折りのようである。日本に追い越されるまでは、ここはまさに世界一の製鉄の町であったわけで、今でも中心部のそのまた中心に U.S. スチールの赤さび色のビルがそびえている。

空港に着くと WSFO の次長さんが迎えてくれ、すぐ近くの丘の上にあるレーダ観測所へ案内してくれた。ここは正式にはピッツバーグ WSMO と呼ばれ、高層観測とレーダ観測をやっている。ふと、どこか日本の山岳レーダサイトを訪問しているかのように錯覚するほど雰囲気似ている。ただ、どういわけかレーダ指示機室が地下にあった。もっとも、乾燥した国だから日本の地下室のようなじめじめしたイメージは当たらない。観測員と話していても、言葉は多少もどかしいが日本のレーダ当番と話しているような気さきであった。

案内の次長さんはかなり年配で、レーダサイトから市



第9図 ピッツバーグのWSFO 予報当番.



第10図 ピッツバーグ WSFO の現業室. 中央に AFOS の Display が2台設置されている.

の中心部の WSFO に向かう間、日本の退職年金の話をいろいろ聞いていた。WSFO は連邦政府ビルの21階にあった。台長 (Meteorologist in Charge) は NWA (第7節参照) の Flash Flood の Meeting に出席して留守であった。この人は最近ワシントン WSFO の Public 担当予報官から昇格してきたということである。各 WSFO では Public 担当のほか、航空担当、海上担当などの予報官がいて予報班を編成しているが、Public 担当には Leading Forecaster が当てられている。

この WSFO に日本人が来るのは、おそらく初めてのようで、居合わせた予報当番連中はいろいろと日本のことを質問したり案内してくれたり、同業者意識とでもいうのかたいへん気安かった。米国でも人員整理の波はきびしいらしく、首になったら日本の予報課で雇って欲しくないかなど冗談を言っていた。女性の子報当番は2人いて、2人とも Miss であるが、1人は Leading Forecaster の肩書だから多分オールドの付く方ではないかと思う。たまたま居合わせたのは Weather Service Specialist の方で第9図の写真のようにスペイン系の美人である。ペンシルベニア州立大学で気象を勉強したとのこと。夜勤ももちろんやるのだそうで、日本では女性の子報当番は居ないといったらその理由を聞きたがり、説明に困った。しかし、日本でも気象大学校が女性に門戸を開放したので、女性の子報官の誕生も近いことであろう。

予報現業室は、第10図のようなぐあいでもどの国も似たようなものだが、中央に2台ある Display が AFOS で、まだ作動していないが、これが働き出せばかなり変わった雰囲気になりそうである。

この WSFO は、第11図のペンシルベニア州の予報を担当している。ペンシルベニア州は、第12図(a)のよう

に気候区を考えて12の Zone に分かれていて、Zone 毎に短期予報を出すことになっている。

実際にはいくつかの Zone をグループにして予報文を書いているが、それにしてもかなりたいへんである。第11図には比較のために日本を同縮尺で入れてあるが、ペンシルベニア州は日本の関東から近畿ぐらいの大きさがある。

これを12に分けているのだから、Zone の大きさは日本の府県の2倍ぐらいであろうか。

一方、警報の場合は担当区域が異なり、第12図(b)のようになっている。ピッツバーグの WSFO 担当域は PIT の星印のまわりの太線の領域で、州の1/4ぐらいである。残りはフィラデルフィア (PHL) その他六つの WSO で警報を担当している。しかし、警報の表現は基本的には群単位ということになっている。第12図(b)の細線が郡の区分を示しているが、日本に当てはめてみると、府県を数区分したぐらいの細分になっている。

16時頃になったら次長さんはそわそわし始め、自動車が混むからこれで失礼するという。台長がいないのでさぼるのか、いつものことなのかわからないが、米国でも意外にルーズな所もあるなと感心した。

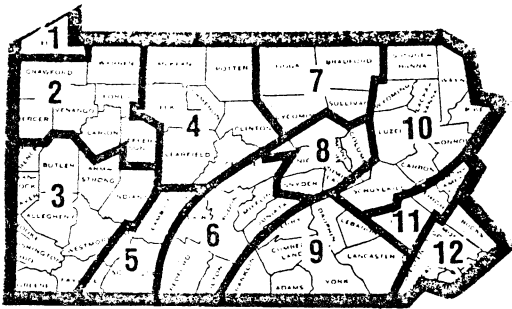
ほとんど随時に即時的に受画できるレーダ FAX や、30分毎に受画できる衛星部分画像など、日本の地方気象台の人にうらやましがられるような設備がある。しかし、雨量計の方は数も受信設備もアメダスとは比べものにならないお粗末さであるなど、いろいろお国柄が現われているように思われる。

## 7. NWA (National Weather Association) について

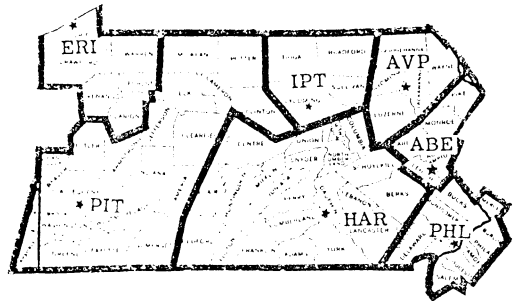
米国では、日本の気象学会に相当するものとして以前



第11図 米国と日本の面積の比較.



(a) ペンシルベニア州の Zone 予報区分 (1~12).



(b) 同州の警報担当区分.

第12図

から AMS (American Meteorological Society) があり、NWS の職員も多数加入している。しかし、学会活動を盛んに行なっている会員はやはり大学や研究機関に勤務している場合が多く、気象技術の実務に従事している人々にはなじみにくい面もあったようである (AMS の Bulletin などには予報技術関係の論文や紹介がよく見受けられるのだが)。

NWA は、1976年に気象学関連の実務に従事している技術者を対象として設立され、初代の会長は現ワシントン WSFO の MIC (台長) であった。会員数は現在約1,500名、会員の勤務先の主なものは次の通りである。

- Air Weather Service
- Federal Aviation Administration
- National Weather Service
- Naval Weather Service

- National Env. Satellite Service
- University
- Consultant, Private, Industrial Radio/TV

7.1. NWA の活動

出版物としては、季刊の National Weather Digest と不定期 (ほぼ月1回程度) の Newsletter である。

NWA にはいくつかの Committee があり次のような活動をしているとのことであった。この活動内容を見ても NWA の性格がうかがえる。

(a) Public Service Forecast

- 予報の表現法や伝達についての問題
- Private の予報と Government の予報の調整。米国では、テレビ局などが気象専門家をやって独自の予報を放送してよいことになっている。しかし、これが時には問題を起こしているらしい。

- PoP (降水確率) の利用法の検討
- (b) Radar
  - デジタル化されたエコーの利用の検討
- (c) Observational Data
  - 関連する文献の目録の作成
- (d) Environmental Meteorology
  - 大気汚染気象に対する NWA の方針の検討

## 7.2. 新 NOAA 長官とのインタビュー

National Weather Digest の記事の例として現 NOAA 長官 Mr. Frank が着任した直後のインタビューを紹介しよう\*。話題になっていたのは次のようなものであった。

- (a) 沿岸 200 マイル問題に関連して海上気象サービスの向上が必要である。
- (b) Nowcast サービスの充実に関連して、要員と通信手段をどうすべきか。通信手段については NOAA Weather Radio (第 5 節参照) の活用が期待できる。
- (c) レーダ観測網の将来構想については、AFOS に関連したエコーデジタル化に続いて、ドップラーレーダの展開を検討する時期にきている。

## 7.3. NOAA 洪水災害報告に対する反論

これは、Newsletter の記事の例である\*\*。1977 年 7 月 19 日～20 日にペンシルベニア州ジョーンズタウンで Flash Flood があり、死者が 76 名も出た。これに対し、NOAA は調査団を派遣し Disaster Survey Report をまとめた。この中で、ピッツバーグ WSFO の警報作業に対して警報発表のタイミングの遅れを指摘し、その原因は Over Forecasting に対する非難を恐れて慎重になりすぎるためとしている。日本流に言えば、注警報の空振りによる「狼少年」の効果の問題である。

この Disaster Survey Report に対して、ピッツバーグ WSFO の次長が Supplementay Report の形で反論をした。この次長は、第 6 節で紹介した、筆者を案内してくれた人と同一人物かどうかは確認していない。この反論は未公開らしいが、Newsletter の編集者が入手して紹介しているわけである。

反論の要点は次の通りで、米国の防災気象業務を裏側から見た資料という意味で興味がある。

- (a) NOAA の調査チームに予報経験者が含まれてお

らず、また当日の上番予報官に対する事情聴取がなかった。

- (b) 警報発表時刻、ダム決壊時刻など、事実関係の調査がずさんで、新聞記事をうのみにしたセンセーショナルな経過報告になっている。
- (c) 当時レーダ要員に欠員があった。またレーダ観測者に予測作業はやらせないことになっているのに、レーダ観測通報 (Radar Summaries) に予測的な内容を要求している。
- (d) 重要な時点で 2 時間半も衛星が観測中止した。また、部品不良のため衛星受画装置の品質が低下したままであった (新部品を早く送ってこない管区の責任だということであろう)。
- (e) 1972 年から NOAA は Flash Flood 対策を強化しているが、要員と設備の増強が充分でない。今回も、もしジョーンズタウンに自動通報の雨量計があればもっと災害が防げただろう。

最後に、編集者は NOAA の災害調査システムの再検討を要望し、「Scapegoats 探しより Solutions 探しを」と結んでいる。日本でジョーンズタウン洪水のような気象災害が起こったとき、どのような組織が NWA のような立場に立つことになるのだろうか。

## 文 献

- Brown, H.E. and D.A. Olson, 1978: Performance of NMC in Forecasting a Record-Breaking Winter Storm, 6-7 February 1978, Bulletin of AMS, 59, 562-575.
- Roderick, A., A. Scofield and C. E. Weiss, 1977: A Report on the Chesapeake Bay Region Nowcasting Experiment, NOAA Tech. Memo. NESS, 94.
- Snellman, L. W., 1977: Operational Forecasting Using Automated Guidance, Bulletin of AMS, 58, 1036-1044.
- Tatehira, R. and T. Shimizu, 1978: Intensity Measurement of Precipitation Echo Superposed on Ground Clutter — A New Automatic Technique for Ground Clutter Rejection, Preprints of 18th Conf. on Radar Met., 364-369.
- 山岸米二郎, 1976: アメリカの予報業務, 天気, 23, 655-665.

\* National Weather Digest, 2, No. 4.

\*\* Newsletter, No. 78. 4.