

パキスタン回教共和国

気象レーダ網整備計画

基本設計調査報告書

平成元年 3 月

国際協力事業団

無計二

89 - 26



55.1

JICA LIBRARY



1073149[5]

18968



パキスタン回教共和国

気象レーダ網整備計画

基本設計調査報告書

平成元年 3 月

国際協力事業団

無計二

CR (1)

89 - 26



## 序 文

日本国政府は、パキスタン回教共和国政府の要請に基づき、同国の気象レーダ網整備計画にかかる基本設計調査を行うことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施した。

当事業団は、昭和63年10月25日から11月21日まで、当事業団無償資金協力計画調査部次長、鈴木治夫を団長とする基本設計調査団を現地に派遣した。

調査団は、パキスタン国政府関係者と協議を行うとともに、プロジェクト・サイト調査を実施した。帰国後の国内作業後、気象庁観測部測候課調査官、迫田優一氏を団長として平成元年3月2日より3月12日まで実施されたドラフト・ファイナル・レポートの現地説明を経て、ここに本報告書完成の運びとなった。

本報告書が、本プロジェクトの推進に寄与するとともに、ひいては両国の友好・親善の一層の発展に役立つことを願うものである。

終りに、本件調査にご協力とご支援をいただいた関係各位に対し、心より感謝の意を表するものである。

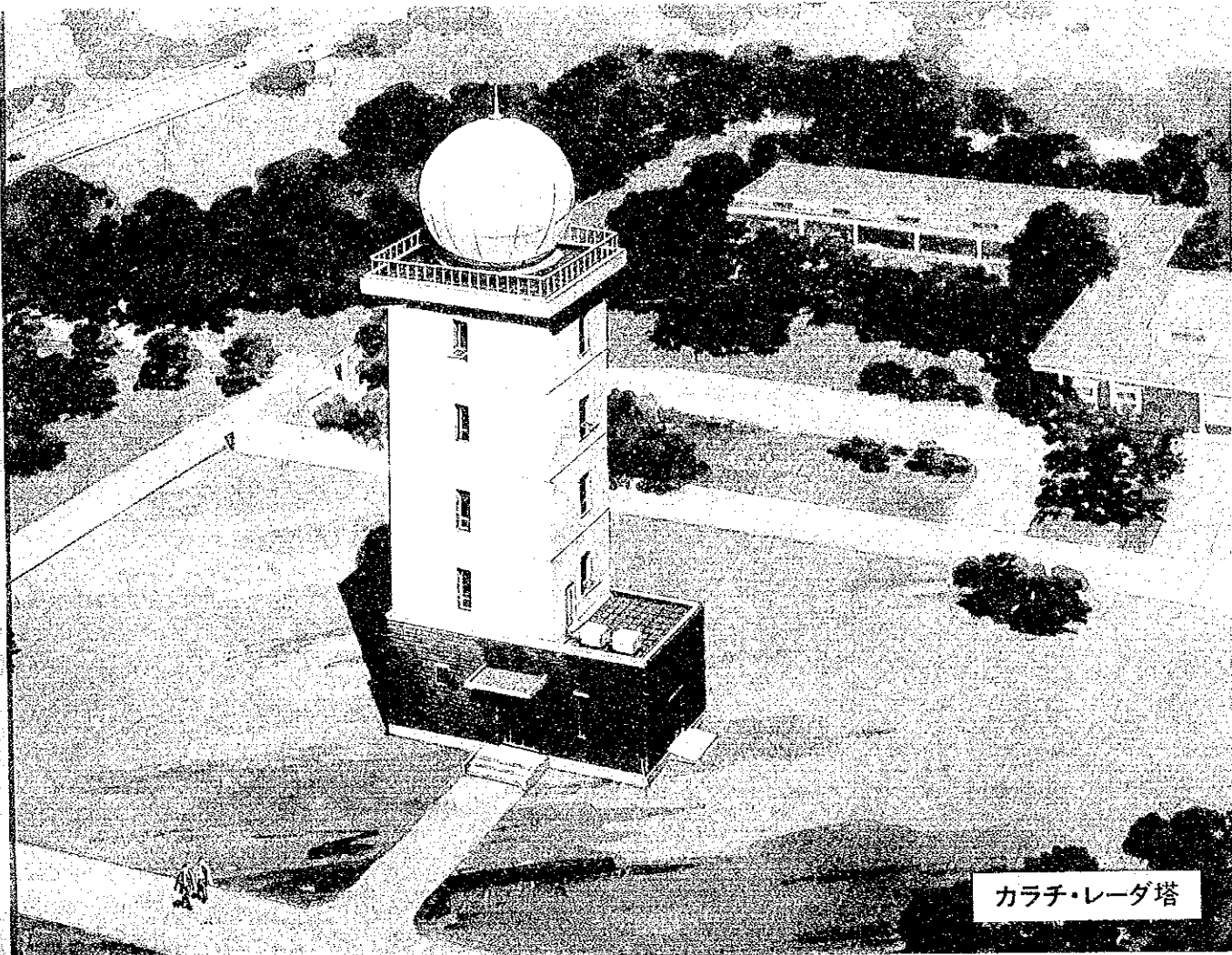
平成元年3月

国際協力事業団

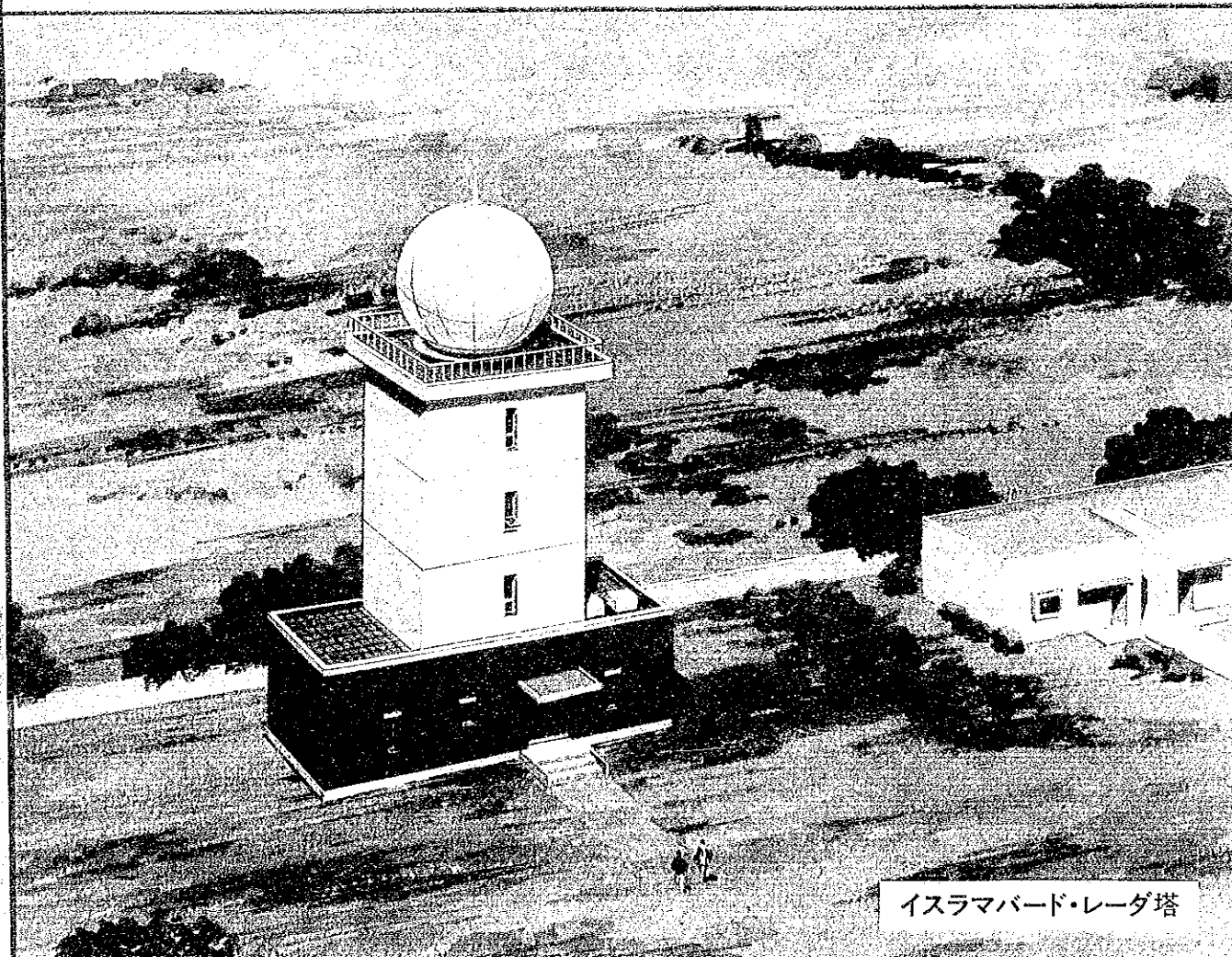
総裁 柳谷謙介







カラチ・レーダ塔



イスラマバード・レーダ塔



## 要 約

パキスタン回教共和国は、北部山岳地帯を除き南部アラビア海沿いまでのほぼ全土が亜熱帯気候区に属する。平野部ではモンスーン季およびモンスーン季を挟んで熱帯収束帯に発達する積乱雲に伴う集中豪雨によって、毎年のように人的、経済的被害を被っている。また、モンスーン後退季にはアラビア海から北上するサイクロンにも見舞われる。

特に、積乱雲群に伴う豪雨災害は、穀倉地帯においては農業生産に打撃を与えるだけでなく、都市部でも洪水などの災害を引起こして、多大な人的、経済的被害を与えている。また、近年発達が著しい航空機の離発着にも支障をきたしている。

このような気象災害防止のため、パキスタン気象局は広域的な気象観測を行うために最も有効な手段である気象レーダを同国5カ所に設置して気象現象の監視を行っている。しかしながら、それらレーダの大半は20年以上も前に設置されたものであり、機能が著しく低下している。このため、的確な予警報の発表に支障をきたしており、現在は強い雨域の分布を監視できる気象レーダ網の整備を中心とする気象観測体制の充実が緊急の課題となっている。

かかる状況に鑑み、パキスタン国政府は同国の政治・経済の中心で、かつ周辺に穀倉地帯を擁し、航空交通上も重要な位置を占めるカラチとイスラマバード地域の気象災害の軽減を目的として、気象レーダの更新および新設を骨子とした『気象レーダ網整備計画』を策定し、その実施につき、日本政府に無償資金協力を要請してきた。

これに対し、日本国政府は基本設計調査の実施を決定し、国際協力事業団は昭和63年10月25日から同年11月21日まで、無償資金協力計画調査部次長、鈴木治夫を団長とする調査団を現地に派遣した。調査団は本計画の背景、要請の内容を把握、確認すると共に、パキスタン国政府関係者と本計画についての協議を行い、プロジェクト・サイト調査を実施した。更に帰国後、調査結果を検討・解析し、最も適切な規模での機材および施設の基本設計を策定し、この結果を基本設計調査ドラフト・ファイナル・レポートにとりまとめ気象庁観測部測候課調査官、迫田優一氏を団長とする調査団を平成元年3月2日から同年3月12日まで現地に派遣し、説明を行なった。

以上によりとりまとめられた本計画の概要は以下の通りである。

### (1) レーダ：

パキスタン国の代表的気象災害である積乱雲群に伴う豪雨は個々の現象の空間的規模は通常数kmから数十kmの狭い範囲に集中し、またその寿命も最大3時間程度である。このような気象現象を的確に捕えるレーダとして、周波数帯はCバンド（波長約5cm）、探知距離約400km（送信出力250kw）のレーダとする。

(2) データ処理装置の設置：

レーダシステムには利用者の便宜を考え、1時間積算雨量を算出する。

(3) 副指示装置の予報官室への設置：

レーダの一層の有効利用を図るため、レーダ画像を予報官が直接モニタして予報業務に役立てることができるよう、カラチ、イスラマバードの両地で副指示装置を気象台の予報官室に設置しリアルタイムでレーダ画像のモニタを可能とする。

特にカラチではレーダサイトから見通し約5kmの距離にあるカラチ国際空港の空港気象台に副指示装置を設置し、無線装置でレーダ画像を送信して航空の安全面でも十分な利用を可能とする。

(4) 自動電圧調整装置の設置：

パキスタン国の商用電源の電圧変動からレーダ機器を守る。

(5) 予備発電機の設置：

パキスタン国の商用電源事情に影響されずにレーダ観測を可能とする。

(6) レーダ塔の新設：

カラチでは既存の鉄塔が構造、強度面から適していないこと、イスラマバードにおいてはレーダを設置すべき施設がないことから、それぞれレーダ塔を新設しレーダを設置する。

以下、カラチおよびイスラマバードに設置する機材および施設を記す。

## 1. 気象レーダ機材

(1) レドーム (直径 7m)

(2) 空中線装置 (直径 4m)

(3) 送受信装置 (Cバンド、送信出力 250kw、探知範囲約 400km)

(4) 空中線制御装置

(5) 導波管加圧装置

(6) 主指示装置

(7) 信号処理装置

(8) データ処理装置

(9) 監視用ディスプレイ装置

(10) モデム(2,400bps)

(11) UHF無線装置 (カラチのみ)

(12) 副指示装置 (カラーモニタ)

(13) 無停電電源装置

(14) 自動電圧調整装置

(15) 分電盤

## 2. 予備電源

(1) 予備発電機 (定格出力 60KVA)

(2) 発電機制御パネル

(3) スタートバッテリー

(4) デイタンク ( 420ℓ )

## 3. 空調設備

## 4. 予備部品および保守用備品

## 5. レーダ塔

(1) カラチ ; 19.6m 5層

(2) イスラマバード ; 16.1m 4層

本計画に必要な事業費は、総額約 8.09億円 (日本側負担分 8.05億円、パキスタン側負担分0.04億円) と概算される。

本計画実施に当っては交換公文締結後、詳細設計 3.5ヶ月、入札業務 1.5ヶ月、レーダ製作 8ヶ月、レーダタワー建設 8ヶ月 (レーダ製作と平行して実施)、日本からサイトまでのレーダ輸送 1ヶ月、据付・調整から引渡し 3.5ヶ月の合計 17.5ヶ月を見込む必要がある。

2基のレーダの年間維持費は、両サイト合せて年間約1,400,000ルピー (日本円相当額約 10,010,000円) となる。これはPMDの現行予算の内、経常費の約2%であり、十分負担可能と判断される。

本計画の実施により次のような効果が予想される。

### (1) 気象業務への効果

カラチおよびイスラマバードを中心として半径約 300kmの範囲では常時 2.5kmメッシュで定量的な降雨現象の監視が可能となり、気象業務の基礎である気象観測能力が充実向上

する。従って、積乱雲群に伴う突発的かつ集中的な豪雨の発生やその移動状況も常に 2.5 kmメッシュできめ細かく定量的に観測できるので、気象災害防止のための予警報が的確に発表できるようになる。

#### (2) 都市型災害の軽減

都市型災害の典型でもある豪雨による中小河川の氾濫に対しても、その災害の可能性をかなりの精度で予測できるようになり、防災関係機関や市民に対しての予警報の的確性が増す。

#### (3) 河川洪水対策への効果

レーダの雨量積算機能を利用すると、河川流域ごとの面積雨量からダムや主要河川への流出量が求められる。これは水位に換算できるのでダムの制御や主要河川の洪水予測が可能となり、洪水による人的、経済的被害の軽減に資することができる。

#### (4) 航空機運行への効果

積乱雲群に伴う豪雨や突風は航空機の離発着や安全運行に対しての大きな障害であり、運行の乱れは燃料消費面からも大きな経済的損失となる。カラチに気象レーダが設置されれば、パキスタン国の空の表玄関であるカラチ国際空港でレーダ画像がリアルタイムでモニタ出来ることになる。そのため、運行関係者はより安全な運行計画が立てられるようになり、航空管制官は航空機に対して上空待機か着陸回避かを的確に指示できるようになる。

この結果、航空機運行の安全性が増し、更に燃料消費等の経済的損失も軽減されることとなる。

#### (5) 農業被害

気象レーダの監視範囲にある平野部はパキスタン国の穀倉地帯でもある。この平野部の豪雨災害に対しては降雨域の空間的分布や降雨量が観測と同時に得られるだけでなく、積算雨量算出機能が付加されていることにより農地の冠水被害の予想の的確性が増す。従って、排水システムが整備されることにより農作物の冠水被害を最小限に抑えることが可能となり、農業生産の向上に寄与することができる。

本計画はパキスタン国の気象事業の充実発展に寄与するものであり、同国の気象災害防止や被害軽減に役立つ効果は非常に大きい。本計画が我が国の無償資金協力により実施される意義は大きく、十分に援助効果を挙げる事が期待できる。パキスタン国もその意義を十分認識し、本計画の実施運営体制を整えていることから計画の早急な実施が望まれる。

なお、本計画の実施にあたり、計画を一層効果あるものとするために無償資金協力と合わせ研修員受入による技術協力を行うことが望ましい。

# 目 次

序 文	
透視図	
要 約	
第1章 緒論	1
第2章 要請の背景	3
2-1 パキスタン国の社会・自然環境	3
2-1-1 社会環境	3
2-1-2 自然環境	9
2-1-3 気象事業の必要性	22
2-2 パキスタン国の気象事業	24
2-2-1 気象事業の現状	24
2-2-2 気象事業の問題点	45
2-2-3 気象レーダの現状	46
2-2-4 既存気象レーダの問題点	57
2-3 要請の経緯と内容	58
第3章 計画の内容	61
3-1 計画の目的	61
3-2 気象レーダの設置場所の選定	61
3-2-1 設置場所の選定理由	61
3-2-2 気象レーダの設置場所の設定	62
3-2-3 気象レーダによる観測範囲	63
3-2-4 電力事情	66
3-3 レーダ塔	67
3-3-1 現状	67
3-3-2 計画	68
3-4 計画概要	69
3-4-1 実施機関、運用体制	69
3-4-2 基本計画	69

3-4-3	機材および施設概要	70
3-4-4	管理計画、人的配置	71
3-5	技術協力	72
第4章	基本設計	73
4-1	基本設計の方針および条件	73
4-1-1	方針	73
4-1-2	条件	73
4-2	レーダの基本設計	74
4-2-1	機材計画	74
4-2-2	レーダ塔の計画	81
4-3	レーダ塔の基本設計	82
4-3-1	配置計画	82
4-3-2	建築計画	84
4-3-3	設備計画	92
4-4	基本設計図	96
4-5	施工計画	105
4-5-1	施工方針	105
4-5-2	工事負担区分	106
4-5-3	施工工程	107
4-6	概算事業費	109
4-7	維持管理計画	109
4-7-1	維持管理体制	109
4-7-2	維持管理費用	109
第5章	事業評価	113
5-1	気象業務への効果	113
5-2	社会への効果	116
第6章	結論と提言	119
6-1	結論	119
6-2	提言	120
資料編		121
I.	協議議事録	121



II. 調査団の構成	129
III. 調査日程	131
IV. 面談者リスト	135



# 第1章 緒論



## 第1章 緒論

パキスタン回教共和国は、北緯23度から37度、東経61度から76度の間に位置する。国土の面積は796,095K<sup>2</sup>mと日本の約2倍である。

人口は1981年に行われたパキスタン国の国勢調査では84,253,000人で、ここ数年の人口増加率は年率約3%程度となっている。またその人口の7割以上は農村部に集中している。

主要な産業は農林水産業でGDPの23.8%を占め、これに製造業の17.5%が続いている。農林水産業は農業の占める割合が大きい。畜産業も近年その比重を高めてきている。また卸・小売業の比重は高く、製造業に次ぐ規模の所得を生み出している。1人当りの国民所得は370ドル(1986年)で、南西アジア諸国の中では最も高く、インド国の1.37倍、バングラデシュ国の2.31倍に相当する。

気候区は、ヒマラヤ、カラコルム、ヒンズークシュ山脈の北部山岳地帯の中緯度気候から、南部アラビア海沿いの熱帯気候まで存在し、パキスタン国内の気候は地域による差が大きい。季節別では冬季は北部地方を寒冷前線を伴う低気圧が通過し各地に雷雨や突風を発生させ、酷暑季は熱波の発生やサイクロンの襲来がある。モンスーン季はアラビア海から吹込むモンスーンの影響による山岳部の大雨や熱帯収束帯の積乱雲群による豪雨が発生する。特に7月から8月にかけて熱帯収束帯やモンスーン低気圧により集中豪雨が発生し、その結果洪水や土砂崩壊をおこし、人命や農作物に多大な被害を与えている。

一方、近年の発達した航空機は輸送力を大幅に向上させているが、その運航効率は気象現象に大きく影響されるため、気象情報の活用がますます重要になっている。特に、国際主要航空路上にあるカラチ空港、イスラマバード空港付近は積乱雲群による豪雨、突風や視程障害などが度々発生し、航空機の離発着に支障をきたしている。

ところが、集中豪雨や突風を引起す積乱雲群の動きをいち早く捕まえるために最も有効な観測手段である気象レーダはその観測範囲がパキスタン国全土をカバーできるほど設置数が十分でないうえに、10数年前の老朽化したものでレーダとしての機能を十分には発揮していない。次善の策としてPMDは1日2回受信する極軌道衛星NOAAの雲画像に拠っているが、時々刻々変化する大雨域を捕らえきれず有効な気象情報の発表に苦慮している。

かかる状況に鑑みパキスタン国政府は、「パキスタン気象局(Pakistan Meteorological Department; PMD)近代化計画」を策定し、その計画の一部であるカラチのレーダの更新、イスラマバードのレーダの新設について日本国政府に無償資金援助を要請してきた。これを受けて日本国政府は基本設計調査を実施することとし、国際協力事業団は、同事業団無償資金協力計画調査部次長鈴木治夫を団長とする調査団を昭和63年10月25日から11月21日まで現地に派遣した。調査団は本計画の背景、要請の内容を把握、確認するとともに、要請のあった2サイトについて候補地周辺の状況、敷地の状況、建設事情、電力事情、輸送事情等を実地に調査した。

現地調査実施後、国内作業において本プロジェクトの効果ならびに無償資金協力案件としての妥当性を検討し、協力に必要な最適な気象レーダの内容、規模について基本設計をおこないドラフト・ファイナル・レポートをとりまとめた。

ドラフト・ファイナル・レポートについては、平成元年3月2日から3月12日まで気象庁観測部測候課 迫田優一氏を団長とする調査団を現地に派遣し、内容を説明するとともにパキスタン回教共和国政府関係者と協議を行った。

本報告書は、上記の結果に基づいて、必要な修正を加えファイナル・レポートとしてとりまとめたものである。

なお、上記調査団の構成、調査日程および協議議事録は資料編に記載した。

## 第2章 要請の背景





## 第2章 要請の背景

### 2-1 パキスタン国の社会・自然環境

#### 2-1-1 社会環境

##### (1) 国土

パキスタン国は、北緯23度から37度、東経61度から76度の間に位置し、アラビア海に面する約 800Kmの海岸線から北東へ1,500Kmほど延びている。西は、イラン、北西と北はアフガニスタン、北東は中国、東と南東はインド国に接している。

インド国との係争地カシミールを除いて、パキスタン国は図2-1-1 に示すように行政上、4州と連邦政府直轄の部族地域(Federally Administered Tribal Areas) それに首都イスラマバードを含む連邦首都区 (Islamabad Federal Capital Area) から成っている。4州の州都はそれぞれラホール(Lahore)、カラチ(Karachi)、ペシャワール(Peshawar)、クエッタ(Quetta)である。各州・地域の面積は表2-1-1 のとおりで、総面積は796,095 k㎡で日本国のほぼ2倍に相当する。

##### (2) 人口

1981年のパキスタン国の国勢調査によると、パキスタン国の総人口は84,253,000人で、世界第9位であった。表2-1-2 は州別の人口分布を示す。年齢別では、15歳以下の若年層が44.5%、65歳以上の高年齢層が 4.2%となっており、両者で総人口の約半分の48.7%を占めている。

都市・農村部の人口は、人口5,000人以上の都市や町を都市部とすると総人口の28.3%が都市部に住んでいる。シンド州は最大の都市人口(43.4%)を有しているが、バルチスタン州、北西辺境州では約85%、パンジャブ州では73%が農村人口となっている。主な都市の人口は表2-1-3 のとおりである。人口520万人のパキスタン国最大の都市カラチを含め人口50万人以上の都市は、8都市である。

人口密度は、全国平均で 105人/k㎡である。最も人口密度が高い州はパンジャブ州(230人)、最も人口密度が低い州はバルチスタン州(12人)である。

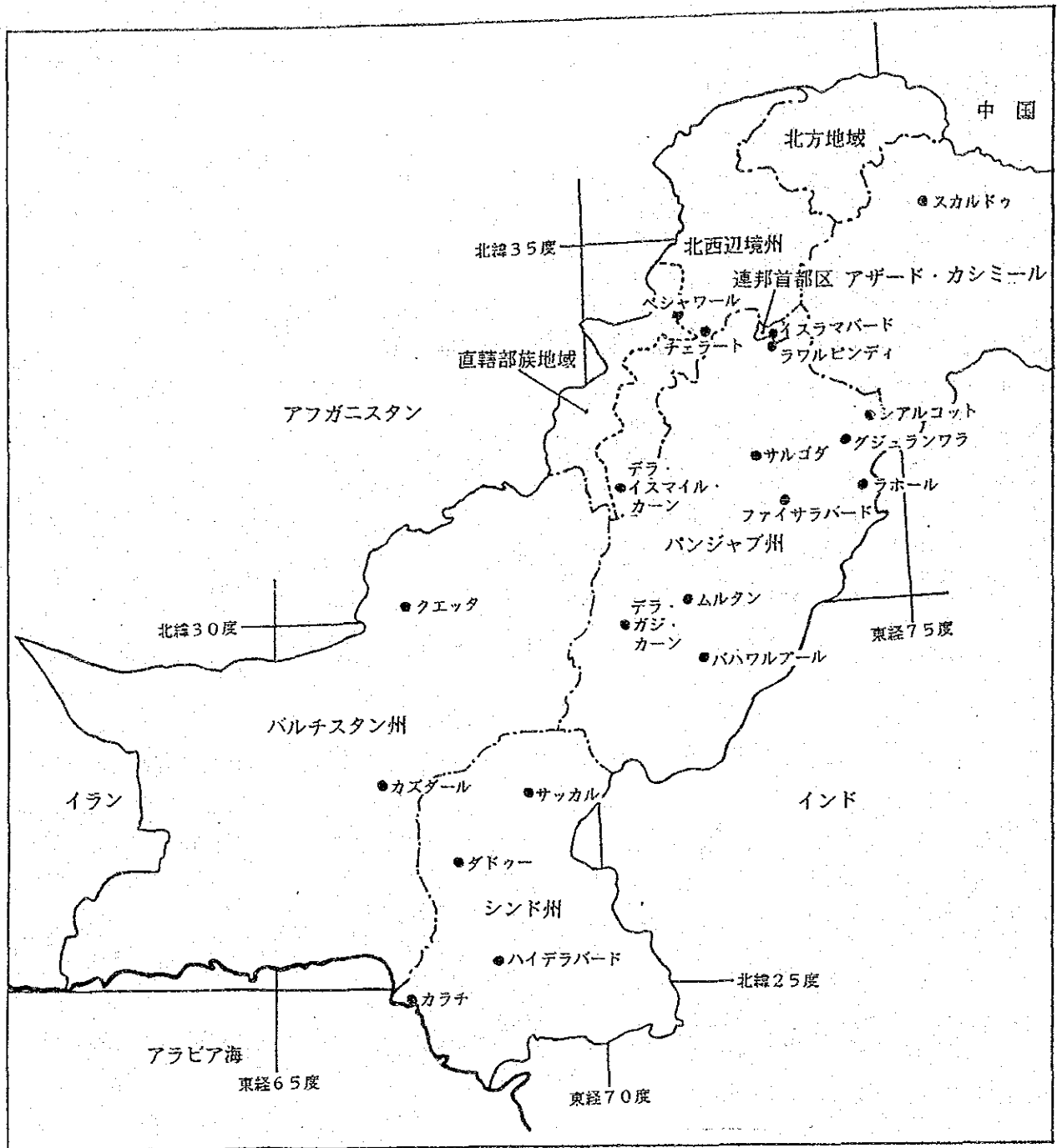


図 2 - 1 - 1 パキスタン国の地図

表2-1-1 パキスタン国の州別面積

州	面積 (km <sup>2</sup> )	総面積に占める割合 (%)
パンジャブ州 (注)	206,251	25.9
シンド州	140,914	17.7
北西辺境州	74,521	9.4
バルチスタン州	347,190	43.6
直轄部族地域	27,219	3.6
計	796,095	100.0

(注) 連邦区の面積 907 km<sup>2</sup>を含む

表2-1-2 パキスタン国の人口および州別人口分布 (1981年国勢調査)

	人口 (1,000 人)			総人口に占める割合 (%)	人口密度/km <sup>2</sup>
	計	男	女		
パンジャブ州	47,292	24,860	22,432	56.2	230
シンド州	19,029	9,999	9,030	22.6	135
北西辺境州	11,061	5,761	5,300	13.0	148
バルチスタン州	4,332	2,284	2,048	5.1	12
直轄部族地域	2,199	1,143	1,056	2.6	80
連邦首都区	340	185	155	0.4	375
合計	84,253	44,232	40,021	100	105

表 2-1-3 パキスタン国主要都市の人口  
 (1981年国勢調査； 単位：1,000 人)

カラチ (Karachi)	5,208
ラホール (Lahore)	2,953
ファイサラバード (Faisalabad)	1,104
ラウルピンディ (Rawalpindi)	795
ハイデラバード (Hyderabad)	752
ムルタン (Multan)	732
グジュランワラ (Gujranwala)	659
ペシャワール (Peshawar)	566
シアルコット (Sialkot)	302
サルゴダ (Sargodha)	291
クウェッタ (Quetta)	286
イスラマバード (Islamabad)	204

### (3) 産業

#### ①農林水産業

パキスタン国経済の中心は農業（林業および水産業を含む）で、1985年には就業人口の51%を雇用し、1986/87年のGDPの23.7%を占めている。小麦、米、綿などが代表的な農産物で、このほか、砂糖きび、豆類、とうもろこしなどが多く作られている。

農地の多くはパンジャブ州とシンド州に集中しており、発達した灌漑水路によって、概ね北緯32度以南の地域では灌漑農業が行われている。灌漑農地は全農地の7割以上を占め、これはアジアでは最も高い比率である。しかし農産物の収穫量は、天候に大きく左右されて、約4,000万エーカーの総耕地面積のうち2,500万エーカー以上がパキスタン国の特徴的な気象現象である熱帯収束帯の積乱雲群による突発的な集中豪雨で浸水の影響を受けている。

#### ②鉱業

パキスタン国の代表的な鉱物資源は、天然ガスと石灰岩である。しかしいずれも産出量は国内の需要を満たす程度にとどまっている。

#### ③製造業

1986/87年には製造業はGDPの17.7%を占めている。しかし、原料を農業に依存する食料品加工と繊維産業（主として綿繊維）の比重が高い。

### (4) 交通

陸上交通は約8,800Kmの鉄道と11万Kmの道路とから成り立っている。道路の半分以上は舗装されており、概ね道路事情は良好である。国土が広いため主要都市を結ぶ国内航空路も良く発達しており、輸送量は毎年10%前後の伸びを示している。1987年には国内旅客総輸送量の2%を航空輸送が占めている。

### (5) 電力事情

パキスタン国の発電設備容量は1983年末で4,795Mwであり、このうち水力が53%を占め、火力が44%、原子力が3%となっている。ダムによる水力発電の比率が高いが、ダムの目的は発電と灌漑とを兼ねており、ダムの放流は灌漑目的を優先としている。このためダムの水位が下がると送電が制限されている。

## (6) 貿易

パキスタン国の貿易は1960年代から赤字で推移している。パキスタン国政府は輸入政策令によって輸入に様々な制限を設け、赤字幅の縮小に努めている。

1983/84年度の輸入政策令では、ポジティブ・リスト（輸入可能品目）方式からネガティブ・リスト（輸入禁止品目）方式への輸入制度の基本的な変更が行われた。輸入政策令は単年度毎に毎年発表されていたが、1987/88年度からは、これを向こう3年間の中期的なものとなった。毎年見直しは行うが、基本的な枠組みは変えないことになっている。

輸入対象品目は、

1. 禁止品目（特別な場合を除き、輸入が禁止されている品目）
2. ネガティブ・リスト品目（特別な場合を除き、輸入が許可されない品目）
3. 規制リスト品目
  - (1) 公共部門の機関だけが輸入できる品目
  - (2) 工業消費者のみが輸入できる品目
  - (3) 特定の産業に使用することを条件に輸入が認められる品目
  - (4) 実需者による輸入
  - (5) 一定の条件のもとでの輸入
  - (6) 特定の輸入先からのみの輸入
  - (7) 数量規制を伴う消費財
4. 輸入可能品目（上記 1～3 以外）

の 4種に分類されている。

すべての輸入は、輸入承認証（I/L）が必要である。

## 2-1-2 自然環境

### (1) 地勢

パキスタン国の地勢は図2-1-2に示すように北部と西部の山岳地帯、及びインダス川流域の平野部に大別でき、他に西部に広がるバルチスタン州の高原地帯、山岳地帯と平野部との間に位置する高原地帯（ポートハール高原）などに分けられる。

北部山岳地帯は、ヒマラヤ山脈、カラコルム山脈、ヒンドークシュ山脈など、世界有数の大山脈からなり、標高8,000mを超える峰も存在する。

西部山岳地帯は、インダス川の西側からアフガニスタン国との国境にかけて位置し、北部山岳地帯と比較すれば標高は低いが、サフェード・コー山脈、トーバ・カーカル山脈、スライマーン山脈などいくつかの山脈により形成されている。

インダス川流域の平野部は、チベット北西部に源を発するインダス川と、東側からこれに合流するジェーラム川、チャナーブ川、ラーヴィー川、サトラジ川などにより形成された沖積平野であり、大規模な灌漑が行われているパキスタン国の穀倉地帯となっている。

バルチスタン州の高原地帯はイラン国との国境と西部山岳地帯南部との間に広がり、平均標高がやや高い(500m～1,500m)乾燥地帯で、岩石砂漠、塩砂漠などの不毛の地が多い。

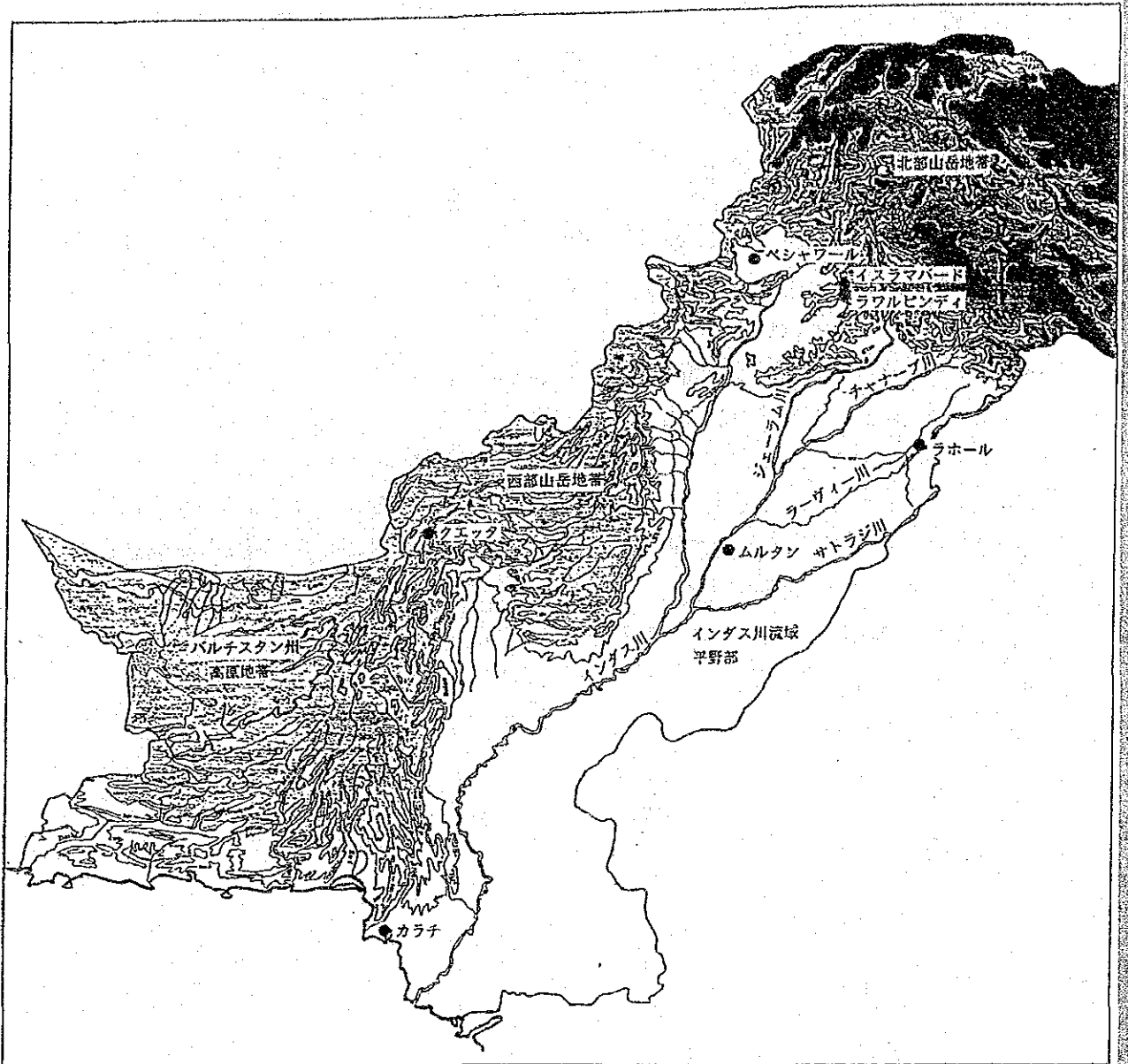


図 2 - 1 - 2 パキスタン国の地勢図



## (2) 気候

パキスタン国の気候は、北部山岳地帯を除くと平野部では冬には亜熱帯気候で、夏には熱帯気候である。国土が南北に長く、地勢が多様であるため、地域差や標高による差が顕著である。パキスタン国では図2-1-3の各地点の月降水量、月平均気温の変化図からわかるように、冬季（12月～3月）、酷暑季（4月～6月）、モンスーン季（7月～9月）、モンスーン後退季（10月～11月）の四季に分けられる。

### ① 冬季（12月～3月）

冬季は、高気圧がインド、パキスタン国に張り出し、パキスタン国全域で北よりの風が吹き、晴天が続き湿度が低くなる。また内陸に入るに従い、日較差が大きくなる。

高気圧の張出しが弱まると寒冷前線を伴った温帯低気圧（Western Disturbance = 西方擾乱 と呼ばれる）がパキスタン国北部を通過し、北部山岳地帯や北西辺境州に降雨、降雪をもたらすと共に、パンジャブ州、バルチスタン州、一部のシンド州に雨を降らせる。この降水量は平野部ではあまり多くならないが、農産物にとって必要な雨となる。

### ② 酷暑季（4月～6月）

太陽の南中高度が高くなるにつれて、各地の気温は急激に上昇して最高気温は連日35℃を超えるようになる。

気温上昇による熱的低圧部が、インド亜大陸に形成される。海からの湿った風が流れ込み、陸上の乾いた熱風とぶつかる所では、激しい対流不安定となり、積乱雲が発達し、強い突風、雹、雷雨などが発生することがあり、そのため北部の農村で農産物が被害を受ける。

温帯低気圧の通過は減少してくるが、北部山地にはなお若干の雨をもたらしている。

### ③ モンスーン季（7月～9月）

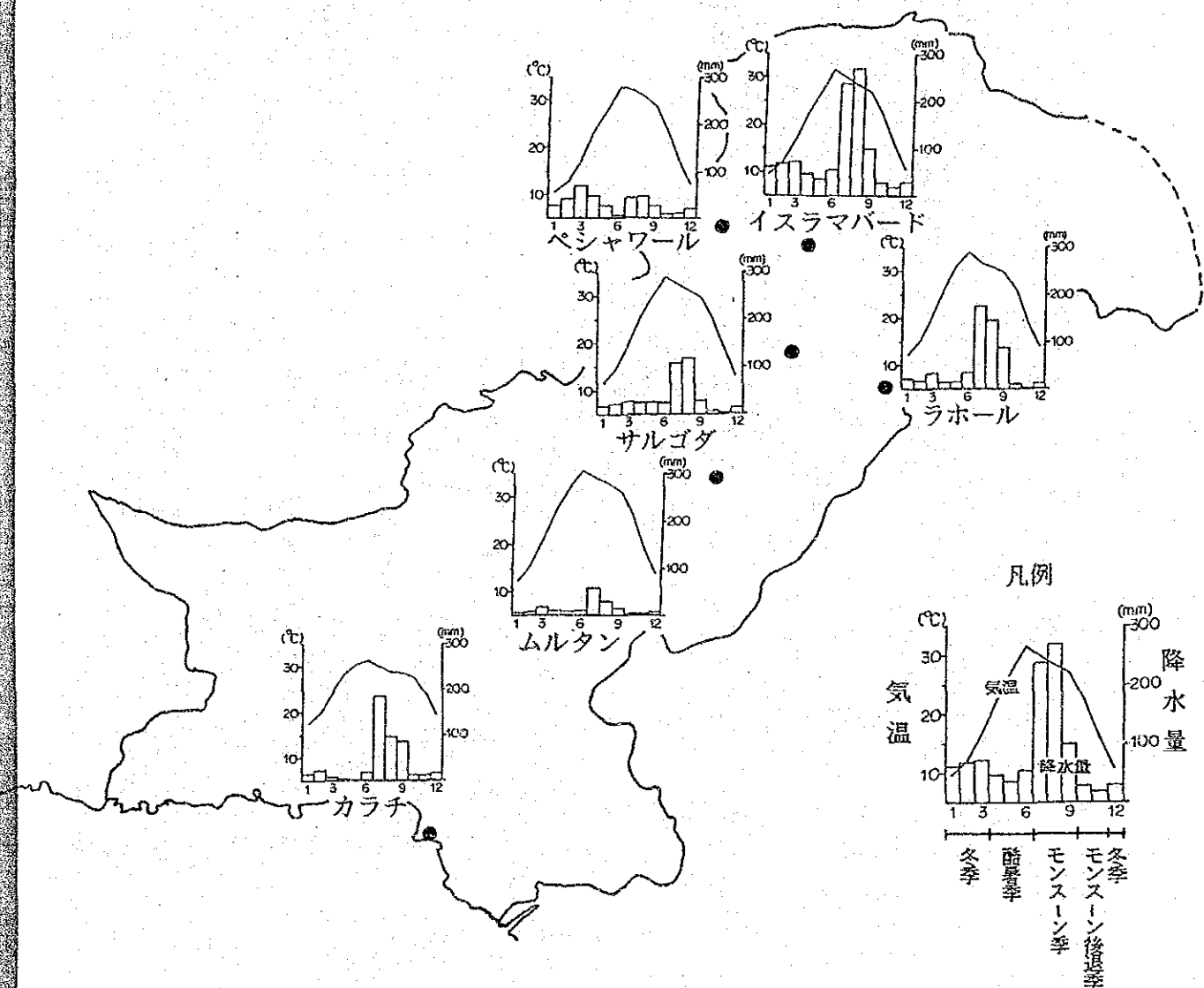
6月下旬から、強い雨を伴った熱帯収束帯（Inter-Tropical Convergence Zone/ ITCZ）が急速に北上する。それに伴い、アラビア海およびベンガル湾から湿った空気がパキスタン国に流れ込み南西モンスーンが形成される。その結果、熱帯収束帯では、強い積乱雲や積乱雲群が次々と発生し、北部山地では多量の降水、平野部では強い雷雨、降雹、突風などを起こす。

熱帯収束帯上の積乱雲群は、弱い熱帯低気圧になることがあるが、内陸に入ることが多いため、サイクロンまでに発達することはほとんどない。

#### ④ モンスーン後退季（10月～11月）

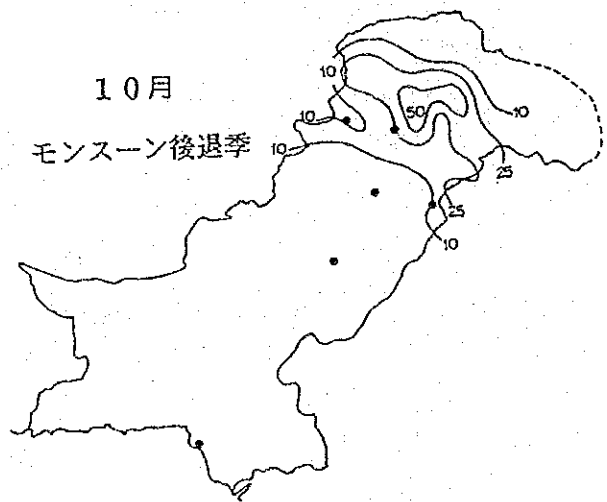
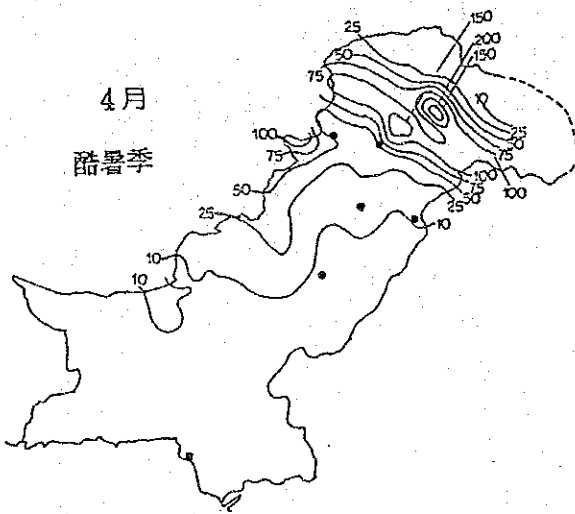
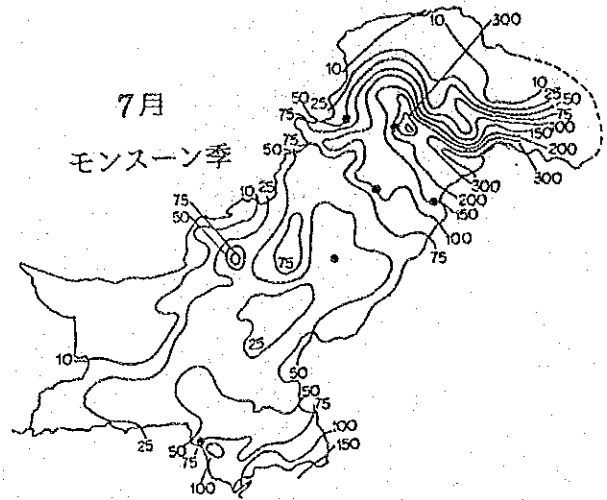
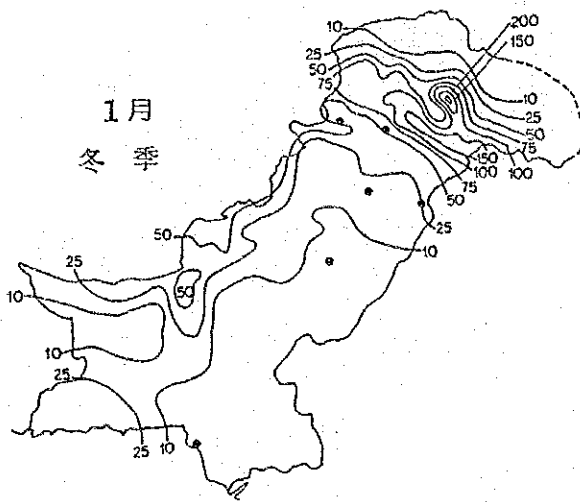
モンスーン後退季は、熱帯収束帯が南下し、南西モンスーンの影響がなくなる。その結果、晴天が多くなり、風も穏やかな日が続き、1年で最もしのぎやすい時期となる。しかし、熱帯収束帯がアラビア海沖からインド亜大陸南部に伸びる。モンスーン低気圧が時々ベンガル湾で発生し北西に移動してパキスタン国に影響を与える。それは適度な雨から大雨までをもたらす、生命や財産に損害を与える。

各季節の月平均降水量の分布を1月、4月、7月、11月を代表として図2-1-4に示す。いずれの季節も北部山岳地帯に多くの降水があり、モンスーン季には最大200mm以上、冬季と酷暑季にも100mm以上の降水量がみられる。これに対してインダス川流域の平野部では降水が少なく概ね北緯32度以南（サルゴダ以南）の地域ではモンスーン季でも25～75mm程度、そのほかの季節では10mm以下の降水量となっている。しかし、季節別の既往最大日降水量（1931年～1961年）の分布をみると、図2-1-6に示すとおり状況は異なってくる。日最大降水量は北部山岳地帯で多い傾向はあるが、月平均降水量分布図でみられるように山岳地帯と平野部の降水量は極端な差はなく、平野部でもかなりの降雨がある事がわかる。これは平野部では降雨日は少ないが、一度降ると豪雨になることを示している。例えば、酷暑季の南西部沿岸（パスニ付近）、モンスーン季の平野部中央（ムルタン付近）、モンスーン後退季のカラチ付近の沿岸部では月平均降水量が少ないにもかかわらず日最大降水量の多い所があるが、当該地域では普段は雨が降らないが一度降ると短時間に集中し大雨になるのである。沿岸部で日降水量が多くなる原因はサイクロンまたは熱帯性低気圧の影響によるものであり、海岸から内陸に入った平野部で日降水量が多くなる原因は熱帯収束帯上に発生する積乱雲群の影響によるものである。



注：1951年～1980年 30年平年値（カラチのみ1931年～1961年）

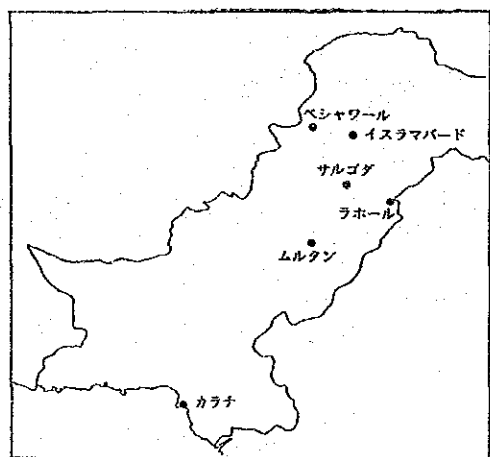
図2-1-3 月平均気温と月平均降水量

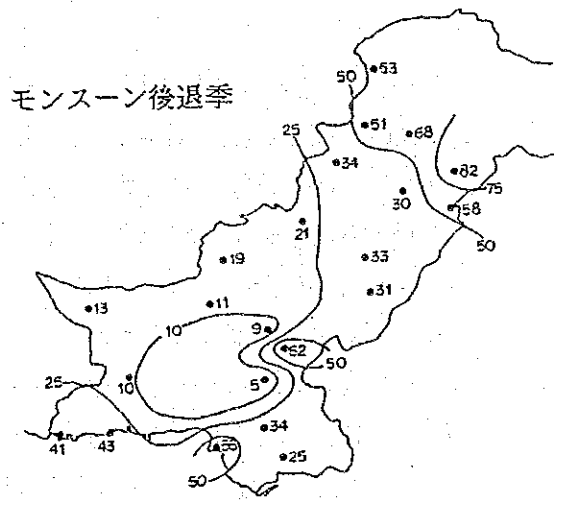
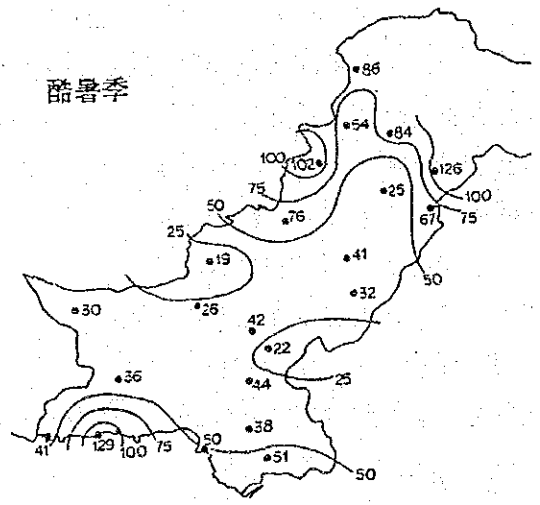
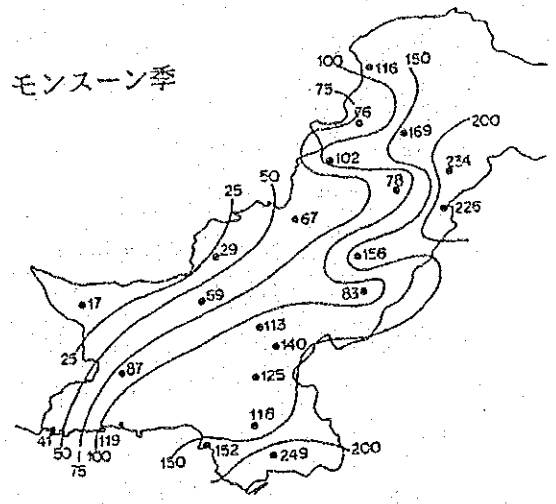
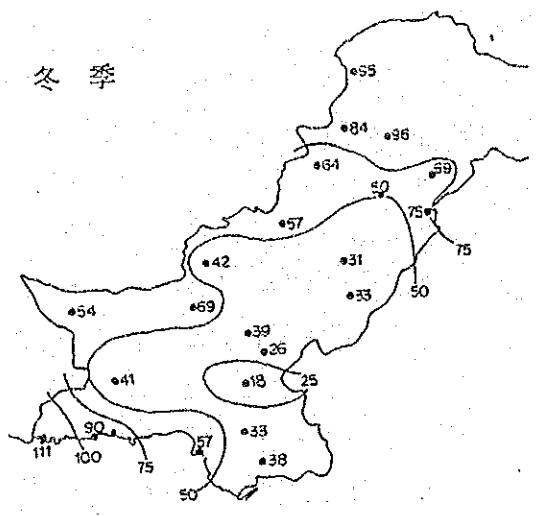


(単位 ; mm)

図 2-1-4 月平均降水量の分布

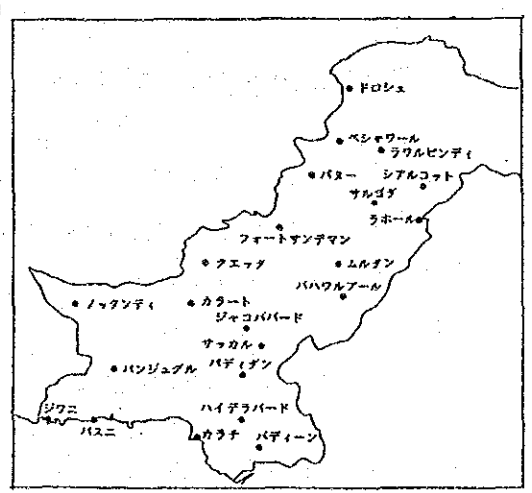
出展 : Atlas of Pakistan





注；1931年～1960年（単位；mm）

図2-1-5 日最大降水量の分布



### (3) 気象災害

気象現象が原因による気象災害は、パキスタン国ではモンスーン季に多く発生している。これは、熱帯収束帯の積乱雲群や熱帯性低気圧が、集中的な豪雨、降雹、強風などの現象を引き起こしているためであり、洪水や田畑の冠水、家屋の倒壊、送電線の切断、土砂崩れ、道路の斜面崩壊などの被害ばかりでなく、尊い人命を多数奪うことがある。パキスタン国の穀倉地帯の中心であるパンジャブ州を例として1973年から1986年までの洪水による被害を表 2-1-4に示したが、ほとんど毎年のように洪水による死亡者が出ており、1973年、1976年には400人以上の死亡者が記録されている。そのほか農地、家屋、家畜なども多大の被害を受けている。1987年にも豪雨による農作物の冠水による被害などが発生し、とくに小麦などが大きな被害を受け100万ドル(US\$)の被害総額を記録した。さらに1988年には、インド国方面の大雨によりパンジャブ州に大洪水が発生して250人が死亡し、農作物などに大きな被害が出ている。そのためパキスタン国政府は、災害復旧予算確保のため他の部門の1988年度予算を大幅に削り、PMDにおいても当初予算の11%削減がなされた。

また、パキスタン国の国内航空路は年々輸送量が増えているが、航空運航は、積乱雲などの気象状態に大きく影響される。1988年のパキスタン国際航空(PIA)の国内線の資料により、悪天候が原因で着陸地の変更の指示をした空港と便数を表2-1-4に示す。1ヶ月のうちで20日間はいずれかの空港で、雷雨や悪天候のため代替着陸を指示している。特に8月14日の例は、表の中で示していないが、ラホール空港が雷雨のため着陸できず、代替としてデリー空港に着陸しようとしたがやはり悪天候のため着陸不可能で、最後にイスラマバード空港に着陸したものである。

PMDの資料による1972年以降に発生した全国の主要な気象災害は次の通りである。

#### 気象災害

1972年 ; 6月26日、クエッタに強い下降流を伴う降雹が発生。25m/s以上の風と20分間で38mmの降水量があったと推定される。市内道路はひざまでの深さの水に覆われ、子供の犠牲者、建物の被害、電力・通信線の被害が生じた。少なくとも9人が死亡、家畜269頭が死に、損害の合計は25億ルピー(Rs)とみられる。

1973年 ; 8月の最初の週に降った豪雨のため、北部、中部パンジャブ州に洪水が生じ、月末には南部パンジャブ州及びシンド州にも広がった。この洪水は先例のないもので、多大の損害を与えた。約500人が死亡し、多くの家畜が

失われた。損害はパンジャブ州で25億Rsに達し、1,000万エーカーの土地が浸水し、1万の村が被害を受け800万人が家を失った。シンド州での損害は10億Rsに達し、200万エーカーの土地が浸水し、2万4千の村が被害を受け80万人が家を失った。

1974年 ; 6月8日、バハワルプール（パンジャブ州）に雷を伴う砂嵐が襲来、25m/sを超える風が吹き、4人が死亡、20人が負傷した。いくつかの市や村では家の屋根が飛ばされ、多くの樹木が倒された。

1975年 ; モンスーン季に洪水が発生した。パンジャブ州では25人が死亡、家畜1062頭が死に、240万エーカーの土地が浸水し、6万戸以上が被害を受けた。シンド州では49人が死亡、家畜578頭が死に、410万エーカーが浸水し、13万戸以上が損害を受けた。

1976年 ; 7月末の豪雨のため、北部および中部パンジャブ州、北西辺境州、シンド州に洪水が発生し、25人がシンド州で死亡、うちカラチでの死亡者は5人であった。8月中の北部の降雨によっても、パンジャブ州、シンド州に先例のない洪水が発生し、パンジャブ州で240人、シンド州で42人、北西辺境州で8人が死亡し、50人が行方不明、12700の村が被害を受けた。

9月にもバルチスタン州、シンド州で豪雨による洪水が発生し、シンド州では600の村が水没、5万人が被害を受けた。ボラン・ダムが流失し、ダドゥー市（シンド州西部）が孤立した。

1977年 ; 6月末に国の南東部に豪雨があり、カラチでは29日、30日両日の合計雨量が240mmを記録し、洪水が発生して300人が死亡、2000人が家を失った。シンド州の低地帯でも家畜、作物に損害が生じた。

7月11日、12日に再び豪雨がカラチに降り、合計雨量が90mmを記録して、多少の損害が生じた。

また7月には北西辺境州のマルダン地区に一時的ながらモンスーンによる豪雨があって洪水が発生し、北部パンジャブ州にも局地的な洪水が発生した。北西辺境州では130人が死亡、シンド州でも2人が行方不明となって、7000戸が損害を受けた。

1978年 ; 7月14日にモンスーン低気圧による豪雨がシンド州に降り、カラチでは15日朝の5時間に76mmの降水量を記録した。5人が死亡し、20人が負傷、

2000人が避難した。サッカル（シンド州北部）では14日から15日にかけて、10時間で 203mmの降水量を記録し、4人が死亡した。

8月17日には他の低気圧がシンド州を襲い、同日夜にはカラチで 127mmの降水量を記録、49人が死亡し、多くの負傷者が出た。低気圧は西進してラス・ベラ地区（カラチ西方）に豪雨をもたらし、78人が死亡、家畜1000頭が死んだ。

1980年 ; 7月30日、31日にラホールが豪雨にみまわれた。24時間で 333mmの降水量を記録し（1930年以来）、多くの古い家に被害が出た。

1982年 ; 8月5日、発達した擾乱がクエッタを襲い、短時間に44mmの降水量があった。このため30人が死亡、30戸の家が倒壊し、強風により多くの樹木が倒れ、家屋の屋根が吹き飛ばされた。

8月15日にはモンスーン低気圧による豪雨がカラチに降り、11人が死亡し、多くの家屋が被害を受けた。

1983年 ; 7月2日、雨を伴う強い砂嵐がラウルピンディー（パンジャブ州北部）を襲い、5人が死亡し、家畜や樹木に大きな被害がでた。

8月13日、スカルドゥ（カシミール地方）近傍のカマンガで豪雨により、約30人が行方不明となり、多くの家屋が倒壊した。また、デラ・イスマイル・カーン（北西辺境州南部）とその周辺でも豪雨により6人が死亡し、300戸の家が倒壊した。

8月4日、19日、ハイデラバード（シンド州）に豪雨があり、2人が死亡し、通信システムに重大な被害がでた。

1984年 ; 6月初め、国の北部、中部を熱波が襲い、ムルターン、ラホール、デラ・ガジ・カーン（いずれもパンジャブ州）などで5人が死亡、家畜150頭が被害を受けた。8月には2つの低気圧がベンガル湾からインド北部、中部に進み豪雨をもたらした。洪水によりカラチでは31人、カズダール（バルチスタン州）では5人、ペシャワールでは11人が死亡し、多くの家屋が倒壊した。

1985年 ; 4月1日、降雹を伴う豪雨がカラチを襲い、4人が死亡し、航空機の運行、電力供給、電話回線等にも被害が出た。

7月8日、豪雨のためイスラマバード、ラウルピンディーで14人が死亡、



18日、19日にも豪雨のためカラチで 9人が死亡した。

8月にはハイデラバードで豪雨があり、2人が死亡した。シンド州中央部ナワブシャー地区では綿花に重大な被害が出た。

10月10日にはラホールで豪雨があり、24時間雨量で 157mmを記録した。

1986年 ; 5月31日、カラチでは31m/s の強風を伴う砂嵐により21人が死亡、250人が負傷した。

7月4日、ファイサラバードでは強風により、4人が死亡、13人が重傷を負った。7月10日、11日、ムルタンとペシャワールでは強い砂嵐のため数人が死亡した。7月29日、シンド州を強風を伴う豪雨が襲いサッカールでは5人が死亡した。

8月3日、10日、カラチでは豪雨のため8人が死亡した。

1987年 ; ラホール及びパンジャブ州北部では5月の気温が過去122年間で最も低く、降水量は2番目に多かった。5月の最高気温は平年より10°～20°低く、5月のパンジャブ州北部、北西辺境州北部の降水量は平年の3～12倍に達した（ラホールでは平年の月降水量8mmに対し98mmを記録）。豪雨と、これに伴う降雹、砂嵐などのため、収穫を控えた小麦が大損害を受け（全作付面積の15%に被害）、被害額は100万ドルと推定される。人命の被害も報告されている。

モンスーン季の降水は平年より少なく、パンジャブ州平野部では30～50%減、北西辺境州では85%減となり、さとうきび、米などに被害が出た。

1988年 ; 9月にサトラジ川上流のインド国・ビハール州北部に豪雨があり、インド国領内にあるサトラジ川のダムで緊急放流が行われた。このためパキスタン国側で洪水が発生し、パンジャブ州内では250人が死亡し、約3万匹の家畜が失われた。

346万エーカーの土地が浸水し、4038の村が被害を受け、約55万戸の家屋が倒壊または流失した。

表2-1-4 洪水によるパンジャブ州の被害 1973年～1986年

項目 年	農地被害面積 (エーカー)	死者 (人)	破壊家屋 (戸)	流失家屋 (戸)	家畜の被害 (頭)
1973	2,871,924	449	802,020	不明	41,734
1975	678,979	25	63,885	不明	1,062
1976	2,145,635	408	676,509	515,659	27,555
1977	146,801	32	13,807	2,204	95
1978	905,082	129	278,408	214,897	4,003
1979	1,200	1	56	13	1
1980	163,810	61	15,444	11,281	79
1981	299,549	82	41,259	30,047	302
1982	41,535	1	3,376	1,438	4
1983	25,107	—	586	136	13
1984	145,403	7	8,324	3,912	66
1985	12,885	23	2,953	255	16
1986	574,562	37	24,387	55,178	2,169

出典：PMD 洪水予警報センター（ラホール）資料

注）1エーカー(ac)は約4046.9m<sup>2</sup>

表2-1-5 悪天候で着陸できなかった空港と便数 (1988年8月)

パキスタン国際航空 (PIA) 調べ

日	地 点 名	便 数
1	カラチ、ツバート、パンガー	3
2	パスニ、ラホール、ラホール、クエッタ	4
3	ツバート、クエッタ、スカルドゥー	3
4	サイ、クエッタ	2
5	ラホール、カラチ、カラチ、カラチ	4
6	——	—
7	クズダール、カラチ、カラチ	3
8	スッカー	1
9	ファイザラバード、イスラマバード	2
10	グワダール	1
11	ファイザラバード	1
12	チトラール	1
13	——	—
14	ラホール	1
15	——	—
16	——	—
17	チトラール	1
18	スカルドゥー	1
19	イスラマバード	1
20	イスラマバード	1
21	——	—
22	——	—
23	——	—
24	ラホール	1
25	——	—
26	ラホール、ラホール	2
27	ラホール、ゾーブ	2
28	——	—
29	——	—
30	ペシャワール、チトラール	2
31	——	—

### 2-1-3 気象事業の必要性

パキスタン国では独立後、工業の発展がめざましいが、現在でも農業は重要な産業であり、人口の7割以上が農村部に居住している。主要な農業地帯はインダス川流域の平野部である。この平野部では、大規模な灌漑農業が発達している。この灌漑用水はインダス川と、これに東側から合流する幾つかの支流から取水されている。北部山岳地帯に建設されたダム（インダス川のタルベラ・ダム、ジェーラム川のマンガラ・ダムなどが代表的）は、山岳部に降った多量の降水量の有効利用を図っている。しかし、モンスーン季には熱帯収束帯がこの平野部まで北上し、熱帯収束帯上に発生する積乱雲群により局地的ではあるが短時間に集中した大雨が突発的に降る。しかも、大雨と同時にひょうや雷を伴うことが多い。そのため時ならぬ大雨により、田畑の冠水や降ひょうによる農作物への被害のほか洪水や突風で人命や家畜、家屋などにも重大な被害が生じることが少なくない。モンスーン季以外では、サイクロンの襲来でアラビア海沿岸地域は洪水や暴風に見舞われることがある。

交通機関への気象被害も無視できない。とくに国土の広いパキスタン国では航空機輸送は近年重要性を増しつつある。航空機は積乱雲の激しい降雨や下降気流、視程障害などに弱いため、安全運航確保の上で様々な障害を生ずることが多い。幸いこれまで悪天候による大きい事故は報告されていないが、着陸地の緊急変更はたびたび起きている。

パキスタン国ではこのような気象現象による災害や障害が頻発するため、気象情報が重要で気象事業は必要不可欠なものとなっている。気象事業は通常、各地に配置した気象観測所で気象観測を行ない、得られた観測データを収集、解析して現象を作っている気象擾乱をとらえ、その気象擾乱の今後の動きを予測することにより天気予報を作成し、あるいは被害が予測される場合は注意報や警報を作成して国民に提供することを任務としている。気象事業を行うには、その特性上各地での気象観測データを収集することがまず第一に必要である。それはどこの国、どこの地域においてもその必要性はあるが、とくにパキスタン国のような気象災害の多い地域では重要性が高い。

気象観測データを収集して正確な予報・警報を発表するためには、現象の原因となる気象擾乱の正確な把握が必要である。パキスタン国における代表的な豪雨の場合、熱帯収束帯上に発生する積乱雲群による降水の状況を常に監視する必要がある。それは、積乱雲による豪雨が、通常数kmから数10kmの狭い範囲に集中するとともにその盛衰の時間は数10分から1~2時間程度で、あらゆる地点にゲリラ的に出現するからである。モンスーン季におけるモンスーン低気圧もパキスタン国においては激しい豪雨の原因となるので、この降雨の連続的な監視が必要となっている。

しかし基本的な地上気象観測、高層気象観測だけでは空間的、時間的な密度が少なくそれを捕らえきれない。積乱雲群を捕らえるには空間的な観測密度が細かい気象レーダ観測、

気象衛星からの雲画像観測が有効である。

気象衛星からの雲画像観測はインド洋上空にはWMOのWWW計画において、ソ連国が静止衛星を打ち上げることになっているが、この計画は遅々として実現せず、パキスタン気象局は気象衛星の画像を入手できる状態にない。このため、衛星情報としては、NOAAの極軌道衛星の利用に限られており、1日2回程度の断片的な情報しか収集できず、観測時間密度が粗いため、積乱雲群の盛衰を捕まえられない。さらに気象衛星の雲画像は、雲を上空から観測しているため、その中で降っているであろう豪雨そのものは把握できず、むしろ豪雨のポテンシャルを観測していることになる。

短時間で広範囲の降水現象を連続して観測するという目的には、気象レーダが最も有効な手段である。それは気象レーダが電波を発射して降水粒子からの反射波の強弱で雨の強さとその広がり測定し、電波を連続的に発射することにより時間的に盛衰する降雨域を観測するものであるからである。積乱雲群やモンスーン低気圧による集中的で突発的な豪雨の降るパキスタン国においてはまさに気象レーダこそ最も有効な観測手段である。しかしながら、現在パキスタン国にある気象レーダは全国をカバーしきれないとともに老朽化しているため覆域が狭く更にその降水探知能力が不足しているのが現状である。そのため気象レーダ網を確立し、これらによる詳細な観測データの収集と、正確な解析による予報の作成、および関係機関と一般への迅速な予報の伝達がパキスタン国の気象事業に対し求められている。

## 2-2 パキスタン国の気象事業

### 2-2-1 気象事業の現状

#### (1) パキスタン気象局の組織

パキスタン気象局(Pakistan Meteorological Department : PMD)はパキスタン国における気象事業を推進する唯一の政府機関である。PMD は気象現象や地震に伴う災害の防止と交通の安全確保、農業生産性向上への寄与、天気予報などを目的として、さまざまな気象観測を行い、観測されたデータを収集、解析し、国民に情報を提供している。

近年PMD は気象サービス向上のため、次の点に力を注いでいる。

- ・気象、地震、農業気象に係わる観測網の充実
- ・迅速な情報伝達のための気象通信網の充実
- ・気候解析の充実
- ・上述の業務達成に必要な人材の育成および雇用

このためPMD は新しい観測方法、通信技術、解析方法を取り入れる努力を行っている。以下にPMD の現在の組織、業務内容、人員、予算を述べる。

#### 1) 組織図

PMD の組織図を図2-1-1 に示す。PMD は長官(Director-General)以下カラチ本局に予報・気候部、測器部、総務部、企画部がある。

地方は全国を南部(シンド、バルチスタン州)と北部(パンジャブ、北西辺境州)に分割し、それぞれカラチ管区気象台とラホール管区気象台が担当している。イスラマバードではPMD の農業気象センターが連邦首都特別区を担当している。

その他PMD はラホール洪水予警報センター、クエッタ地球物理センター、ペシャワールに高層気象台を保有している。

カラチ本局には予報・気候部のもとに気象・物理学職員研修所、気象解析センター、気候統計センターが置かれている。また測器部のもとには通報センターと気象測器工場が置かれている。管区気象台は、それぞれ担当地域の観測所、空港気象台を統轄している。イスラマバードの農業気象センターは連邦首都特別区の予報を担当する他、農業気象情報提供を行っている。

以上の地域担当に加え、ラホールには洪水予警報センターを設置して河川水文に係わる解析をおこない、予警報を発表して防災活動の一端を担っている。

航空気象サービスは各空港気象台が担当しており、随時気象情報の提供を行っている。

PMD の所有する気象レーダは、カラチ管区気象台に1台、ラホール管区気象台に3台、ラホール洪水予警報センターに1台ある。

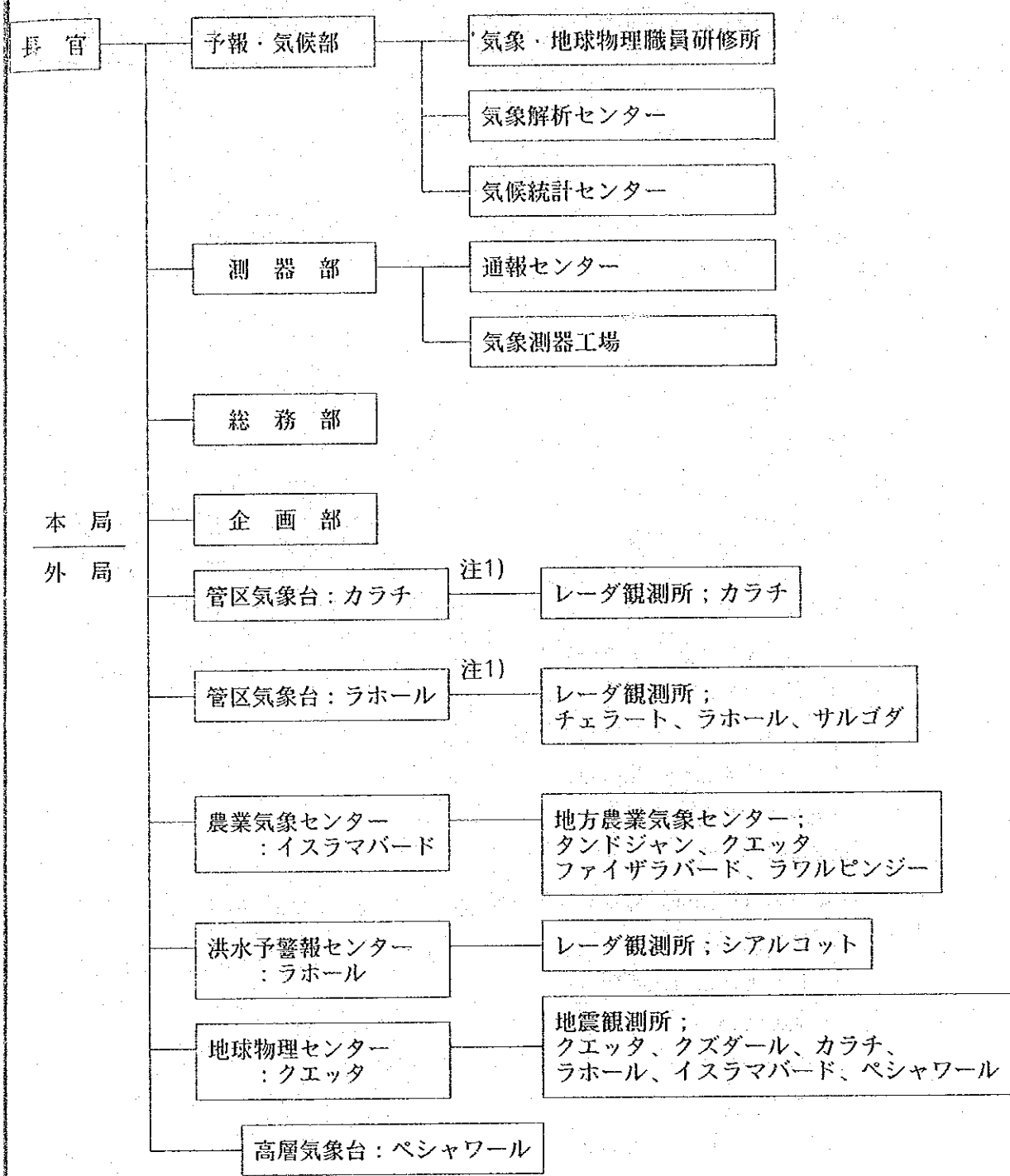


図2-2-1 パキスタン気象局組織図

注1) 管区气象台は、空港气象台を管轄している。

## 2) 業務内容

PMD の業務は観測業務、気象通信業務、気象情報の解析・提供業務等などから構成されている。詳しくは以下の通りである。

### a) 観測業務

- ①地上気象
- ②高層気象
- ③地震
- ④天文
- ⑤日射量
- ⑥大気中オゾン
- ⑦地磁気
- ⑧大気汚染

### b) 気象通信業務

### c) 気象情報の解析・提供

- ①一般気象に関する予報の発表
- ②航空気象に関する予警報の発表
- ③海洋気象に関する予警報の発表
- ④洪水に関する予警報の発表
- ⑤地震情報や資料の提供
- ⑥大気汚染監視
- ⑦農業気象情報提供ならびに警報の発表
- ⑧天文に関する情報提供
  - ・日の出、日の入時刻
  - ・礼拝時刻
  - ・朝晩の薄明時刻
  - ・日食、月食
- ⑨その他の気象情報の提供
  - ・企画や開発
  - ・都市計画
  - ・道路、橋梁、空港、発電所、空気調整の設計
  - ・裁判、保険訴訟、尋問書、自治体の公報などに気象および地震資料



d) 以下の分野の調査業務

- ①気象
- ②気候
- ③水文
- ④海洋
- ⑤大気物理
- ⑥環境汚染
- ⑦地球物理
- ⑧農業気象

e) 気象と地球物理に関する研修

- ①PMD 職員に対する研修
- ②他組織職員に対する研修
- ③外国人に対する研修

f) 気象測器の修理、製造・検定

3) 人員

PMD 職員は1988年11月現在で総勢2233名である。その構成は長官以下、気象技術職が980名、測器部長以下、電気・機械技術職が490名、総務部長以下、事務職が106名、さらに補助的作業を受持つ補助員が657名在籍している。職員構成の詳細を表2-2-1に掲載する。

表2-2-1 職員構成

気象技術職

名 称	人 員
1 長官	1
2 部長	7
3 副部長、主任予報官	18
4 予報官	52
5 予報補佐官	128
6 技術員	88
7 コンピュータ技師	1
8 気象技術員	171
9 気象技術補佐員	53
10 主任観測員	358
11 観測員	103
合 計	980

電気・機械技術職

名 称	人 員
1 部長	1
2 主任電気技師	2
3 電気技師	13
4 測器技師	1
5 電気技師補	11
6 機械技師補	2
7 電気技術員	73
8 機械技術員	1
9 主任無線技術員	1
10 機械技術員	3
11 工場長	1
12 通信主任	25
13 通信タイピスト	166
14 無線技術員	60
15 職工長	6
16 職工(1等級)	32
17 職工(2等級)	48
18 職工(3等級)	2
19 作図係	1
20 通信係	1
21 電気係	1
22 製図係	5
23 運転手	30
24 職工補	3
25 青写真係	1
合 計	490

事務職

名 称	人 員
1 総務部長	1
2 副総務部長	2
3 総務課長	5
4 保安課長	1
5 管財課長	7
6 部長秘書	10
7 部長付タイピスト	10
8 上級事務員	20
9 中級事務員	27
10 事務員	23
合 計	106

補助員

名 称	人 員
1 測器検定員補	15
2 作業員	14
3 配達員	230
4 気球要員	147
5 守衛	136
6 運搬員	19
7 自動車清掃員	2
8 清掃員	57
9 庭師	34
10 室内清掃員	3
合 計	657

4) 予算

パキスタン国政府の財政年度は7月から翌年の6月である。これに先立ちPMDは1月から翌年度の予算要求の準備を始め、予算案は部内調整の後、4月中旬に大蔵省の承認を経て、国会に上程される。7月から新しい予算として執行する。

PMDの予算は経常費と開発費に大きく分けられている。最近5年間のPMDの予算推移を経常費と、開発費に分けて表2-2-2に示す。経常費の伸び悩みに加え、開発費が毎年削減されているのが特徴で、開発の計画が難しくなっている。この開発費には、例えばPC-1として政府承認をうけた計画の総予算のうちで年度分割した該当年度分が含まれている。また外国からの援助も政府予算と別であるが含まれている。

今年度の場合、1988年9月にパンジャブ州を襲った洪水に臨時出費するため政府予算全体の見直しが行われ、PMDの開発費が当初の要求額から11%削減された。

表2-2-2 PMD 予算の最近5年間の推移 (Rs): ルピー

年	経常費(Rs)	伸率(%)	開発費(Rs)	伸率(%)
1984-85	51,400,000		15,240,000	
-86	53,930,000	4.9	15,050,000	-1.2
-87	60,000,000	11.3	15,490,000	2.9
-88	58,879,000	-1.9	8,180,000	-47.2
-89	60,351,000	2.5	7,098,000	-13.2

(1988-1989)の予算の内訳は表2-2-3のようになっている。経常費の70%が人件費などに使われ、同じく5%が機器などの購入に充てられている。なお機器購入費は、経常費と開発費の合計で3,956,000-ルピー(日本円約27,700,000円)となる。このことからPMDの予算では気象レーダのような高価な機器の購入は難しい。

表2-2-3 今年度(1988-1989)の予算の内訳

項目	経常費 (Rs1000)	開発費 (Rs1000)	備考
1. 総務費	42,072-	113-	人件費等
2. 機器購入費	2,956-	1,000-	ラジオゾンデ装置購入等
3. 建設費	228-	4,110-	増築、新築等
4. 保守管理費	513-	---	機器、建物等
5. 運営費	13,775-	---	電話、電気、水道、消耗品等
6. その他	807-	---	
7. 専門者協力	---	1,875-	UNDP

(2) 観測業務

PMD の観測業務は2-2-1 (1), 2) で述べたように、気象、地震、水文等多岐にわたっている。現在表2-2-4 に示したような観測所を保有している。

観測所は、図2-2-2 に示したように地上気象、高層気象観測所を全国的に展開している。さらに、気象レーダをカラチおよび北部の年降水量の多い地域5か所に、上層風観測レーダをカラチとイスラマバードを結ぶ国内主要航空路線沿いに5か所に、極軌道衛星写真受画装置を国内主要空港4か所に設置している。

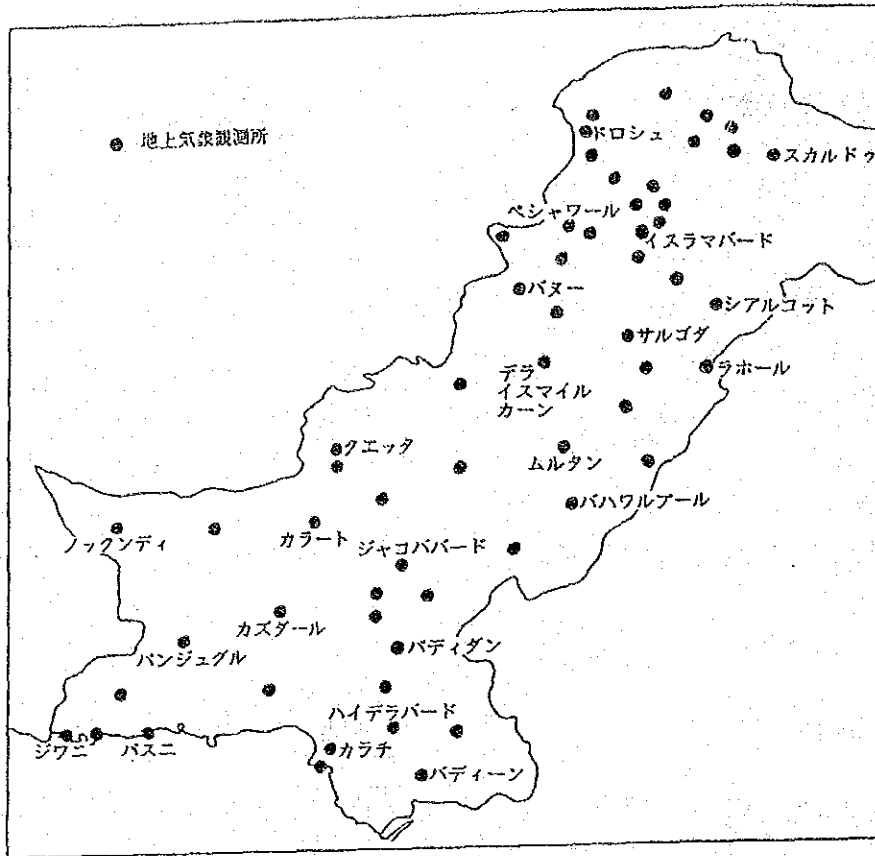
観測測器の状態は、ラジオゾンデ観測設備を近年購入しているものの、20年以上継続使用している気象レーダや地上観測機器など老朽化したものが多い。また、必要な数の消耗品の補給が不十分のため観測回数を減らしている。

観測技術は、カラチ研修所でWMO の基準に順守した気象技術者養成が行われている。

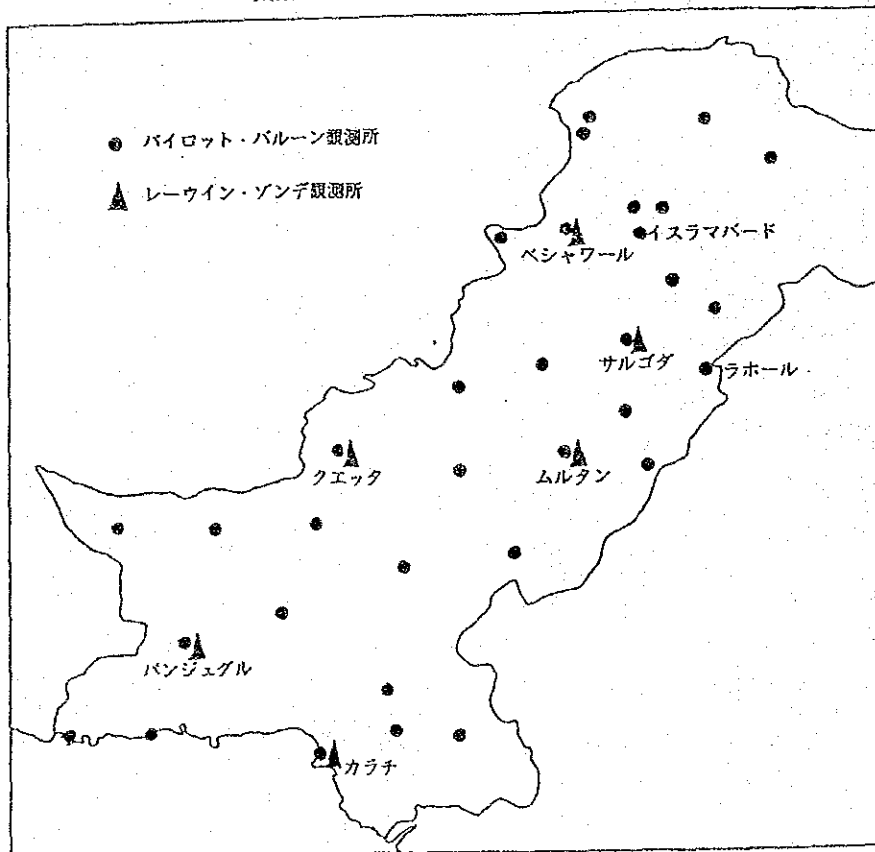
表2-2-4 観測状況

観測所名称	地点数	観測回数 (回/日)	備 考
1. 地上気象観測所	59	8	気圧、気温、湿度、風、雲、天気
2. パイロット・バルーン観測所	28	4	
3. 航空気象観測所	35		民間航空機の発着空港は32箇所
4. ラジオゾンデ/ レーウィンゾンデ観測所	6	2	消耗品不足と技術者不足のため 多くの場合2回観測が困難
5. 上層風レーダ観測所	5	1	x-band, 12GMT
6. 気象レーダ観測所	5	8	悪天時は毎時観測
7. 極軌道衛星写真受信所(APT)	4	4	カラチ他
8. 地震観測所	6		クエッタ他
9. 地磁気観測所	2		クエッタ、ギルギット
10. 日射観測所	7		ラホール他
11. オゾン観測所	1		クエッタ
12. 農業気象観測所	5		イスラマバード他
13. 隔測気象観測所	10		
14. 委託海上観測船	16		
15. 大気汚染観測所	1		チトラール

注：同一地点が複数観測要素を担当している場合を含む

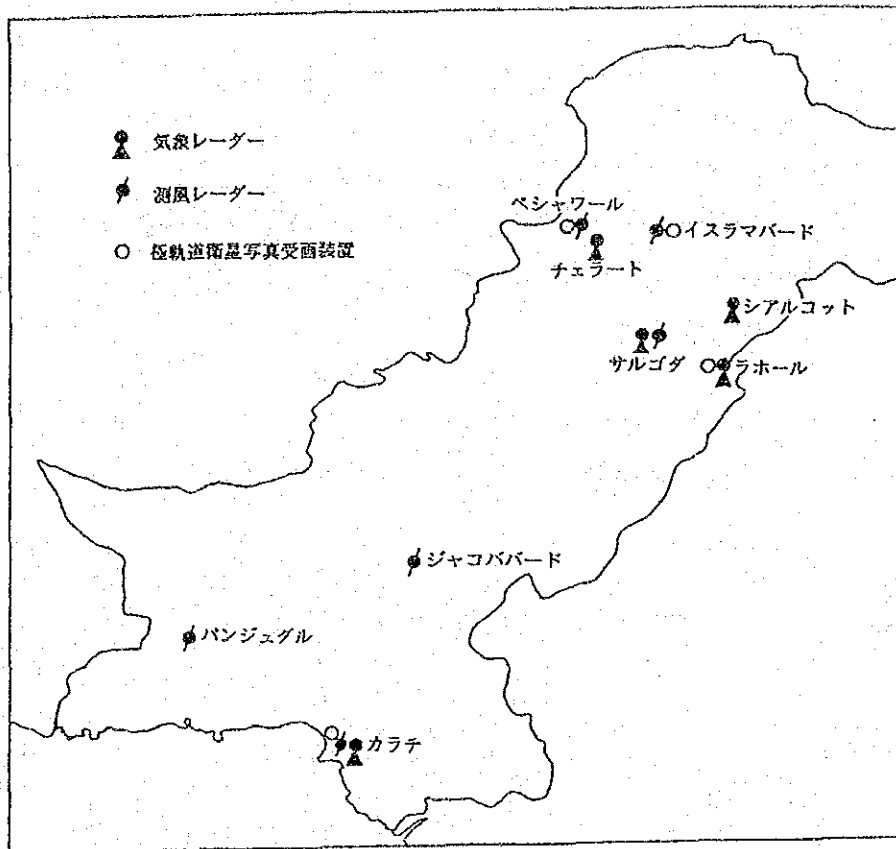


気象観測所の分布（地上気象）



気象観測所の分布（高層気象）

図2-2-2(1) パキスタン国の気象観測所、地上気象（上図）、高層気象（下図）



気象観測所の分布

図2-2-2(2) パキスタン国の気象観測所、気象レーダ、測風レーダ、極軌道衛星写真受画装置

(3) データの集配信

表2-2-5 に、PMD が現在使用している気象データ通信機器を、図2-2-3、図2-2-4 に、気象データ集配信網を示す。

PMD の気象データ通信の状態は、頻繁に発生する停電や電圧降下、電話回線の品質不良のため、良い状態にあるとは言えない。

具体的には、無線テレタイプの受信感度が不十分なため、周辺各国のデータが収集できない。そのため、気象データが収集できない地域が生じ、天気図の作成、解析に支障をきたしている。さらに、テレプリンターが老朽化しており、更に電話回線の品質不良のため、各観測所と管区气象台の間の迅速な通信が妨げられている。

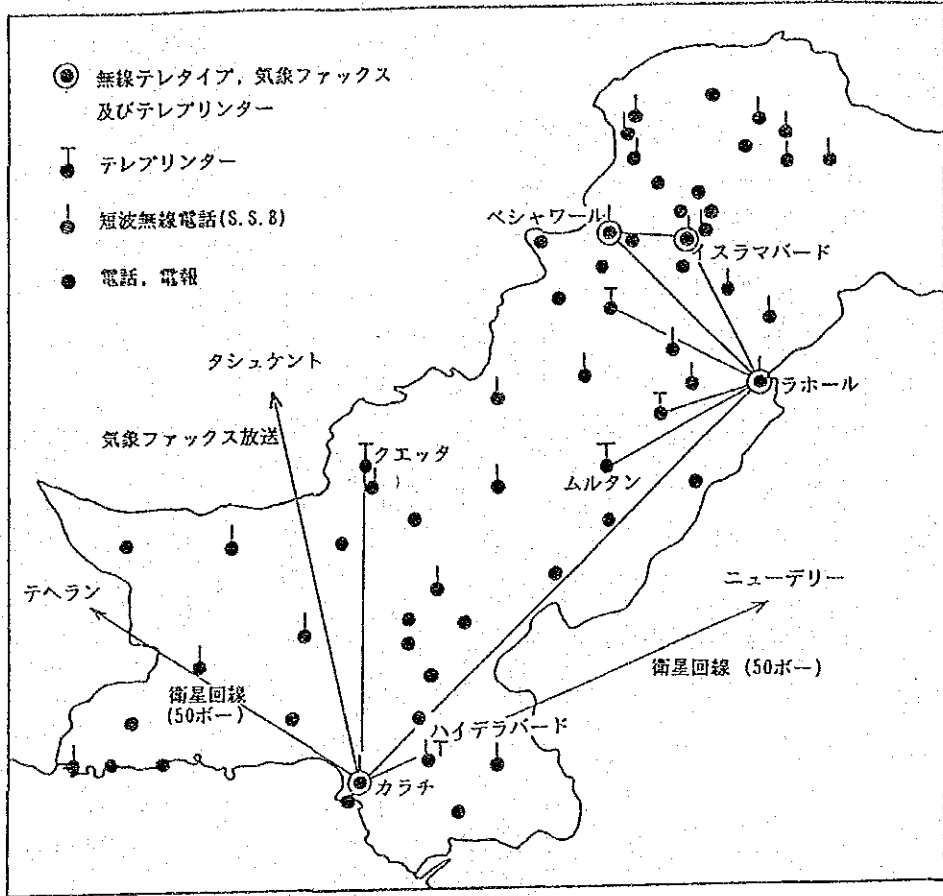
こうした気象データの通信事情は、災害時におけるPMD の対応に遅れをきたし、気象災害による被害を大きくしてしまう可能性がある。

表2-2-5 に、PMD が現在使用している気象データ通信機器を示す。

表2-2-5 気象データ通信網使用機器

入出力方式	通信方式	機能		使用目的	問題点
		受	送		
1)テレプリンター (50bauds)	公衆回線 (Telex)	○	○	データの送受信	修理部品不足
2)SSB	HF	○	○	データの送受信、他の通信 手段があれば予備通信機能	雑音が多いので転 記間違いを起こす
3)無線テレタイプ (RTT)	同上	○		外国の気象放送を現場受信	
4)気象ファックス 放送	同上	○		タシケントから天気図受信	雑音が多い
5)電話	公衆回線	○	○	データ収集、警報の伝達	通信時間に制限
6)電報	郵便局		○	他に通信手段の無い観測所	通信時間がかかる





気象データ集配信網

図2-2-3 パキスタン国の気象データ集配信網

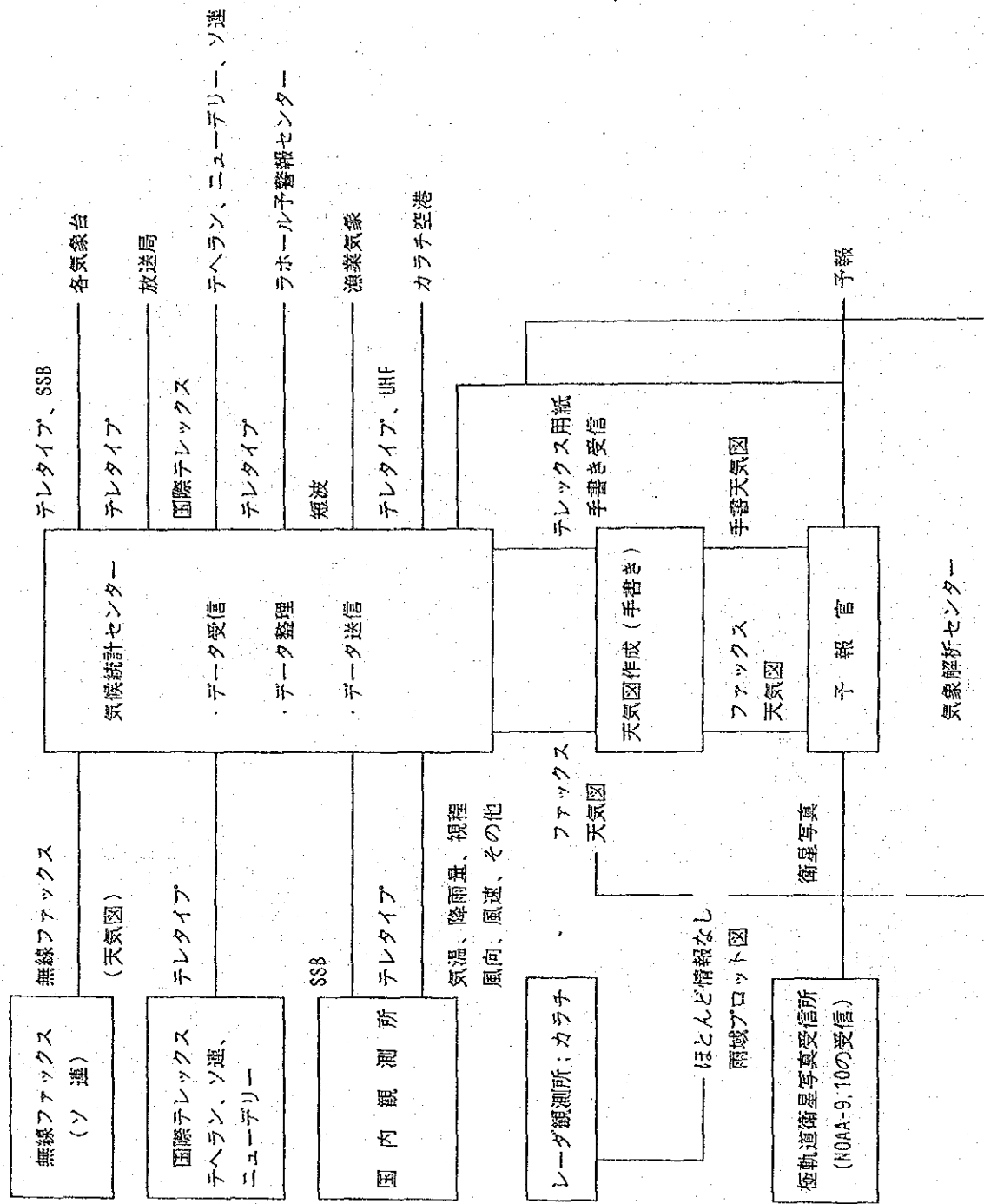


図2-2-4 PHD 本局における気象データ集配信網

#### (4) 気象情報の解析・伝達

表2-2-6 に、PMD が扱う気象情報を示す。

PMD の予報官は、テレタイプで打出された気象電報や気象ファックス放送の天気図、APT で受信した気象衛星のデータをもとに、各種の天気解析を行っている。しかし、通信事情が悪いため、データの空白地域のある天気図になるのは避けられない。その空白地域を埋める情報として他の国の作成した気象ファックス天気図や気象衛星の雲画像を用いている。

PMD の予報官は、このような条件下におかれながらも図2-2-5(1)～(3) に示すように24時間予報や週間予報を作成している。さらに、激しい気象現象、たとえば熱帯収束帯の積乱雲群や熱帯性低気圧によって集中豪雨が発生しそうな場合は、該当地域に対して警報を発表し注意を呼びかけている。しかし、パキスタン国の集中豪雨は、突発的に発生するため、PMD が現在収集し得る気象衛星データなどでは豪雨の危険な徴候を把握しきれないでいる。

しかし、気象情報への要望は強く、現在航空気象の分野では飛行場予報、航空路予報を作成発表し、海上気象ではアラビア海の濃霧地域の予報を行っている。

また気象観測データを統計、解析し、農業気象情報として提供している。

ラホール洪水予警報センターは上述の気象予警報に加え、水文学的手法を用いて河川流出予測を実施している。当センターでは迅速な情報収集と予警報伝達を目的として図2-2-5(4)に示したような気象情報伝達網を構築している。パキスタン国の防災行政に対する取組みの一つの例であるが、即時的な気象データが入ればより効果的になるろう。

表2-2-6 気象情報の解析・提供

担 当	種 類	伝 達 先	伝 達 方 法	備 考
予報中枢(MAC) カラチ本局	24時間予報	政府関係機関	電話、手渡し 注1)	全国予報
	週間予報	同上	手渡し	
	季節予報	同上	手渡し	
管区气象台(RMC) カラチ、ラホール	24時間予報	防災機関 報道機関	電話、手渡し、報道 機関	管区地域担当 注2) 海上予報はカラ チのみ
	農業気象情報	農業関係者	電話、手渡し	
	海上予報	洋上船舶	電報、報道機関	
空港气象台(MMO) カラチ、ラホール 他4主要空港	航空気象情報	運航関係者	面接、手渡し、電話	シグメット
	同 予警報	同上	同上	
農業気象センター (NAMC)イスラマバ ード	農業気象情報	農業関係者	電話、手渡し	連邦首都特別地 区担当
	24時間予報	防災機関 報道機関	電話、手渡し、報道 機関	
洪水予警報センタ ー(FFWC)ラホール	洪水予警報	防災機関 報道機関	電話、警察無線、報 道機関、モスクの拡 声器	インダス川水系

注1) 手渡し：市内など近くの地域へは職員が直接、予警報伝達用紙を届けている。

注2) 管区地域担当：カラチ、ラホールで全国を二分して担当している。

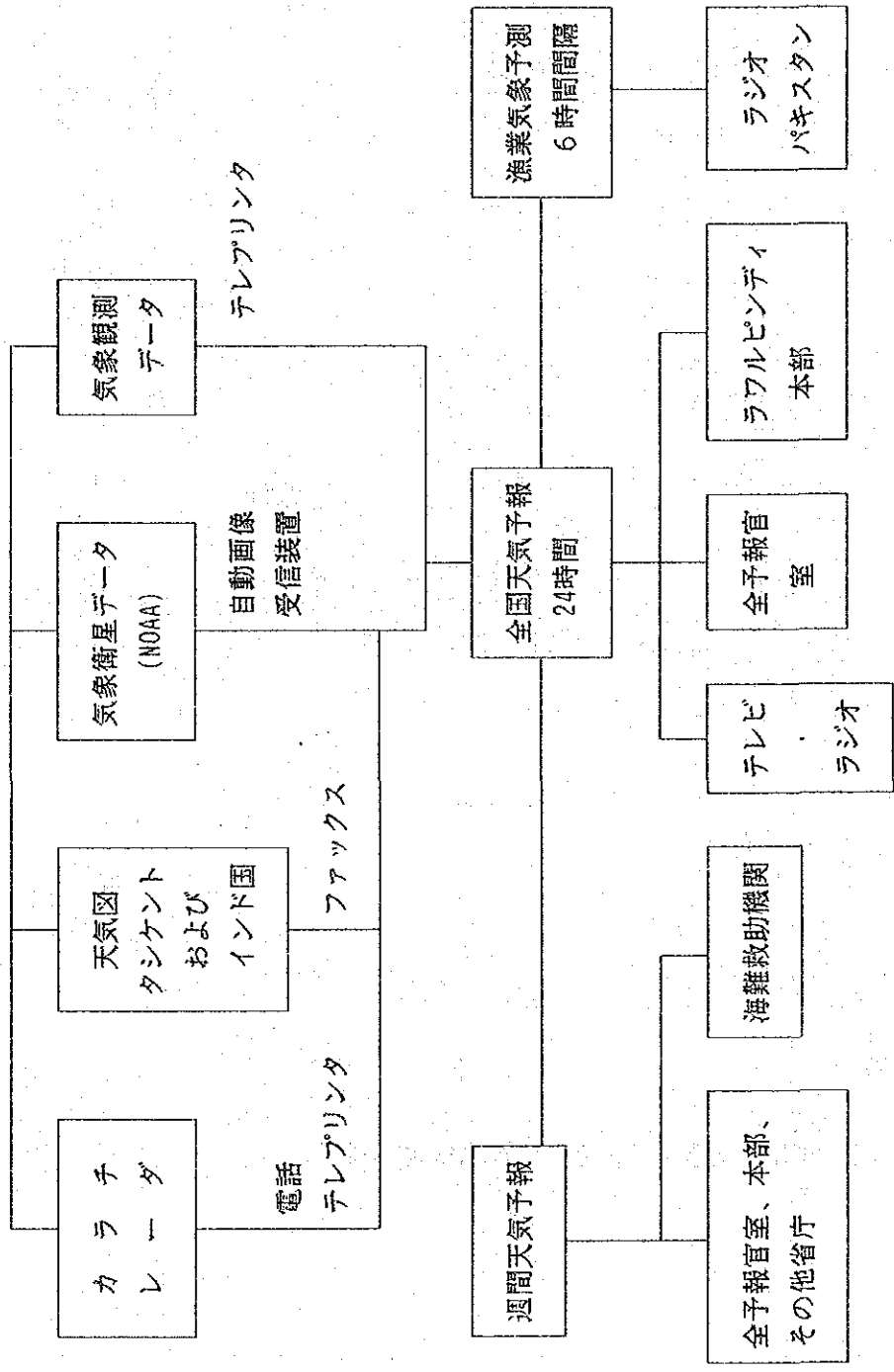


図2-2-5(1) カラチ本局の気象情報伝達網

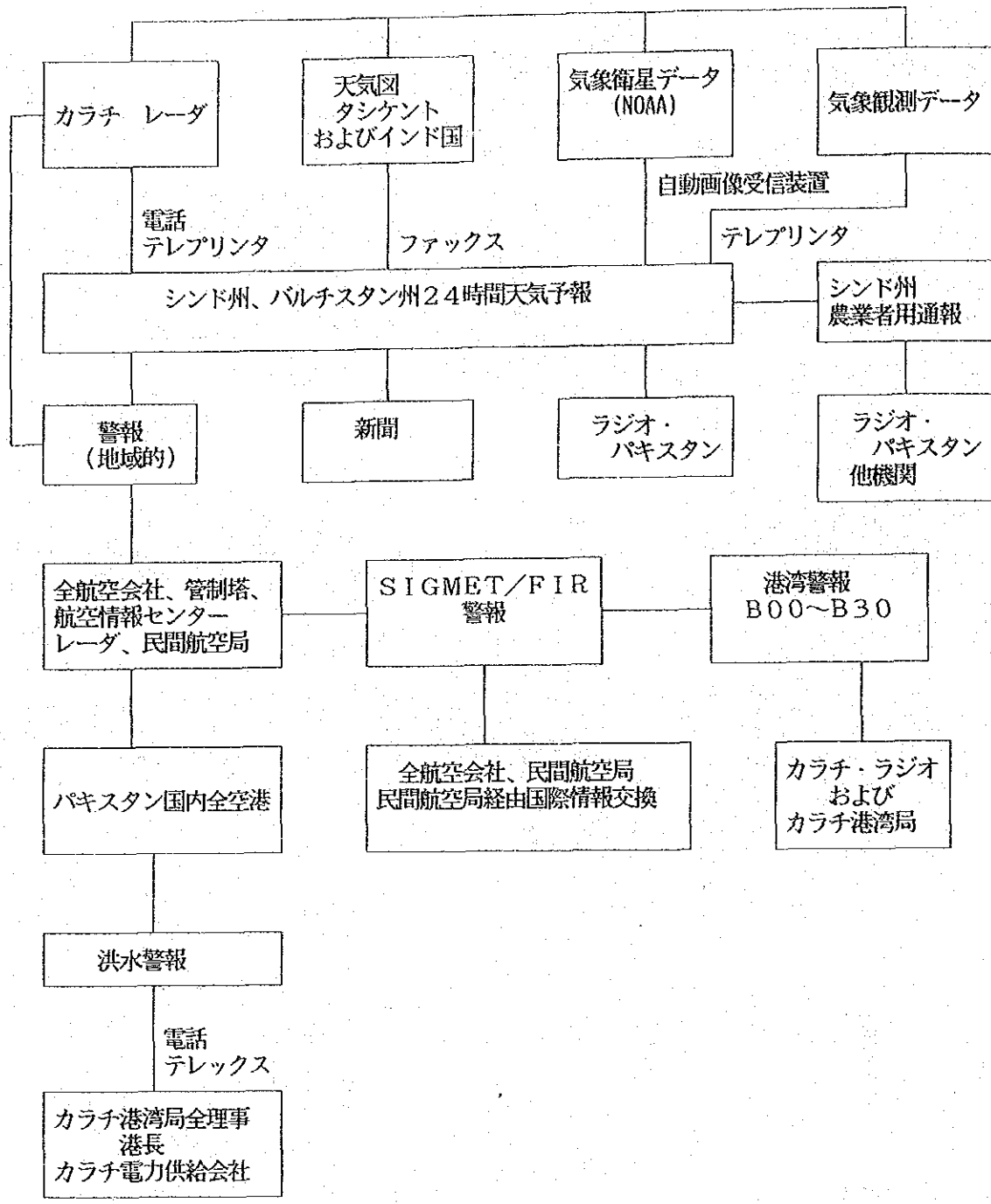


図2-2-5(2) カラチ空港気象台の気象情報伝達網

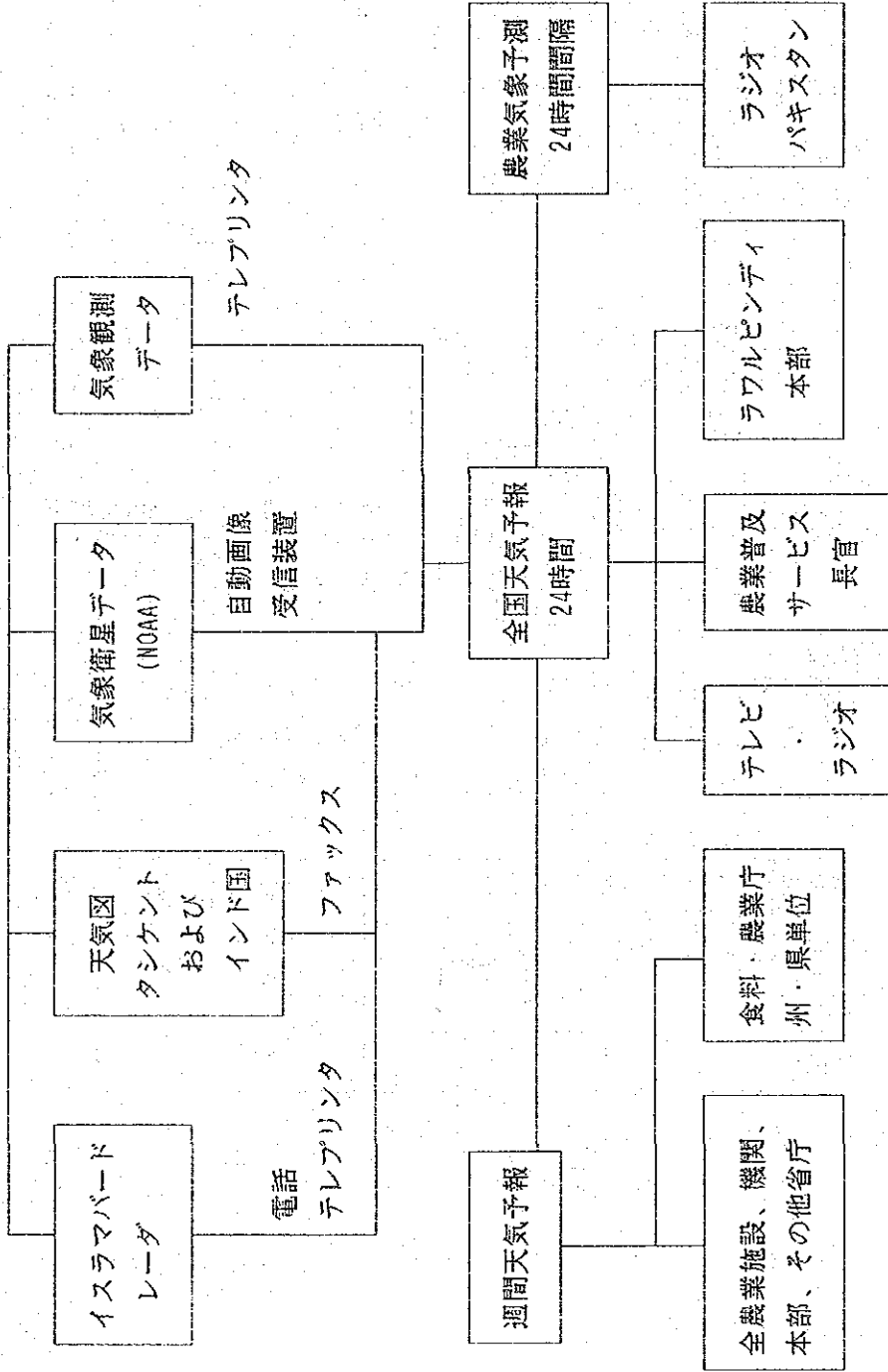


図2-2-5(3) イスラマバード農業気象センターの気象情報伝達網

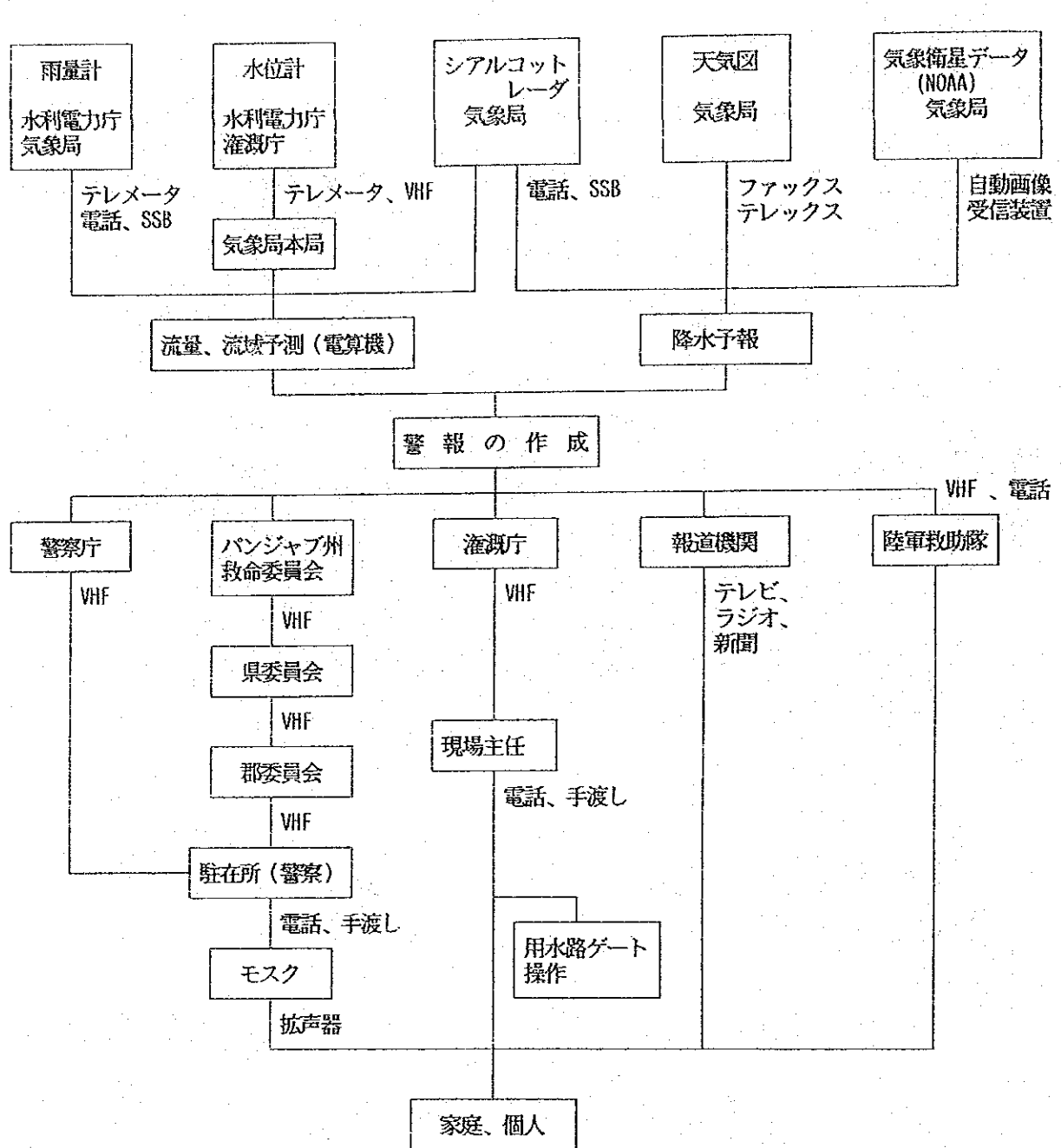


図2-2-5(4) ラホール洪水予警報センターの気象情報伝達網



(5) 気象情報の利用

表2-2-7 に、気象情報の利用者を示す。

防災のうち特に雨による河川の氾濫に起因する災害を防ぐために、PMD はラホールに洪水予警報センターを設け、パキスタン国を流れる主要河川を監視している。航空関係に対するサービスは、ローカル空港も含めて各空港に気象台をおき、航空気象情報を提供している。また、農業関係の気象サービスは、イスラマバードに農業気象センターを設け、穀倉地帯のパンジャブ地方の農業関係者に農業気象情報を提供している。

このように気象情報は、防災面、交通の安全確保の面、農業生産向上への寄与を目的として提供され利用されている。

表2-2-7 気象情報の利用者

分野	利用者	目的
1. 防災	警察	住民を避難させるために警察内部の予警報の伝達
	灌漑庁(Irrigation Authority)	河川氾濫(防止)対策、排水対策
	水利電力庁(WAPDA)	ダム管理に利用
	報道機関	市民への情報の伝達
	救命委員会 陸軍救助隊	災害状況の把握、救助活動の統轄に利用 救助活動を行うための待機、出動の判断に利用
2. 運輸	民間航空局(CAA)	航空機の安全運航確保
	港湾局	船舶の安全航行確保
3. 農業生産	農業省 州政府	かんばつ時、収穫時期の農家への指導 同上

(6) 国際援助

PMD は測器工場の旋盤などの機材整備についてアメリカ合衆国から援助されている他、UNDPの援助で表2-2-8 に示したように職員の海外研修を行っている。さらに現在、WMO/UNDPの技術協力および機材供与を受けて、表2-2-9 のような2つのプロジェクトを実施している。両プロジェクトともEAD の承認をうけて免税措置がとられている。

表2-2-8 国際援助による海外研修の実績

年	題 目	国 名	出席者数	期間 (月)	機関
1984	熱帯気象	アメリカ合衆国	1	2	UNDP
	気象	西ドイツ国	1	6	同上
85	水文	アメリカ合衆国	1	3	同上
86	水文	アメリカ合衆国	2	1, 3	同上
	通信	インド国	2	4	同上
88	農業気象	ケニア国	3	6	同上

表2-2-9 現在行われている援助プロジェクト

題 名	期 間	金 額	機 関	備 考
1. 農業気象センター の設立	1987年6月	467,000-ドル	WMO/UNDP	農地における気象解 析(5地点)
	1990年12月	3,851,000-ルピー	パキスタ ン国政府	
2. 気候データ処理 センターの設立	1987年6月	463,000-ドル	WMO/UNDP	気候データの統計 処理(PMD本局)
	1990年8月	1,861,000-ルピー	パキスタ ン国政府	

## 2-2-2 気象事業の問題点

パキスタン国の気象事業は、PMD が一元的に取扱っており、国内の気象観測を行ない、国内・国外の気象データを収集、解析し天気予報を発表してきた。とくに、パキスタン国の特徴的な気象現象であるサイクロンや熱帯収束帯の積乱雲群などによる突発的で集中的な大雨災害を防ぐために必要な注・警報を発表し、防災面で大きな役割を果たしてきた。

しかし、すでにのべてきたように PMDの現状には以下のような問題点が見られる。

観測の現状は、UNDPの援助などにより新しい測器の購入をしているものの、多くの観測器は老朽化しており、必要なデータが取得されない場合がある。とくに、広域にわたる降雨の観測に関して、パキスタン国の気象レーダは、ほとんどが老朽化し大雨などの現象を把握する気象レーダとしての機能の大半は失われている。そのため、1日数回のNOAAの衛星雲画像のみに頼っているため、大雨や突風を伴う積乱雲群の正確で連続的な監視はできず、その強さ、移動速度、盛衰などを把握できない状況にある。

通信状況は、通信機器の整備の遅れ、電力事情や公衆電話回線の品質の悪さにより、必要なデータの交換、中枢への通報、必要なデータの収集が順調に行われていない。

この様な結果、PMDは解析技術力はあるものの、データ不足のためその技術力が生きず、災害時に適切で迅速な対応が取れないことが多い。

以上の現状から、パキスタン国においては観測の充実がまず急務で、なかでも大雨に起因する災害から国民を守るためには、大雨域を即時に観測できることから直接防災活動に利用できる気象レーダ網の整備が必要である。