

## モンスーン実験計画\* (MONEX/GARP)

### MONEX 作業委員会\*\*

#### 1. はしがき

GARP 合同組織委員会 (JOC) は、1973 年第 8 回会議で MONEX を GARP 副計画の一つとして採択し、関係各国に参加を呼びかけた。わが国では、学術会議国際協力事業特別委員会 GARP 分科会 (委員長: 山本義一) が MONEX 小委員会 (幹事: 岸保勘三郎) を設けた。1974 年以来、MONEX 小委員会が、公式、非公式の勉強会やシンポジウムを開催し、関係研究者の意見の集約にあたった。その間、迂余曲折はあったが、国際的な研究計画との調整を配慮しつつ、研究計画が立案された。これまでの経過については、「GARP の窓」欄などで「天気」誌上にたびたび報告されてきたので御承知のことと思う。

測地学審議会 (会長: 永田武) は、その研究計画面に審議検討を加え、1977 年 5 月、これを承認した。測地学審議会気象水象部会 (部会長: 山本義一) は、作業委員会 (幹事: 浅井富雄) を発足させ、さらに計画面の細部に検討を加えて実施計画を作成した。以下はその概要である。研究内容の詳細は、今後研究分担者によってそれぞれ順次紹介されるであろう。

#### 2. 背景

全地球的な規模の大気の流れは、アジア、アフリカ、ヨーロッパなどの大陸と太平洋、大西洋、インド洋などの海洋によって大きく左右され、モンスーンはその結果アジア地域に生ずる大規模な現象である。モンスーン域と呼ばれる地域を図示すると、第 1 図のようになっており、インドを中心に西はアフリカ大陸、東は日本、フィリピン、南はオーストラリア大陸をも含んでいる。アジア地域でモンスーンが顕著にみられる理由として、ヒマ

ラヤ山脈、東アフリカ高地、これに接するインド洋、アラビア海、ベンガル湾、西太平洋などの地域的要素をあげることができる。GARP がその副計画の一つとしてモンスーン実験 (MONEX) を取り上げたのは、上述のようにモンスーンは大気大循環の不可欠の構成要素であると同時に、社会的にもその科学的解明が強く要請されているからである。

ICSU と WMO は、1970 年 3 月、ブラッセルで 26 ヶ国の政府代表を集めて GARP 計画会議を開き、GARP の研究計画面の大綱を承認した。この GARP 計画面は次のようないくつかの副計画より成っている。

#### (1) 数値実験計画

より現実的な予報モデルの開発、それに用いるデータの収集を行なう。

#### (2) 第 1 回 GARP 全球実験 (First GARP Global Experiment: 略称 FGGE)

3.1.1 節で述べるように、1978 年～1979 年に予定され、観測は全地球の規模で実施される。

#### (3) 大西洋熱帯実験 (GARP Atlantic Tropical Experiment: 略称 GATE)

熱帯における対流の役割を明らかにすることを目的とし、具体的な熱帯観測は、1974 年の夏に、北米、南米、ヨーロッパ諸国の協力のもとに大西洋で実施され、現在その成果がとりまとめられつつある。

#### (4) 気団変質実験 (Air Mass Transformation Experiment: 略称 AMTEX)

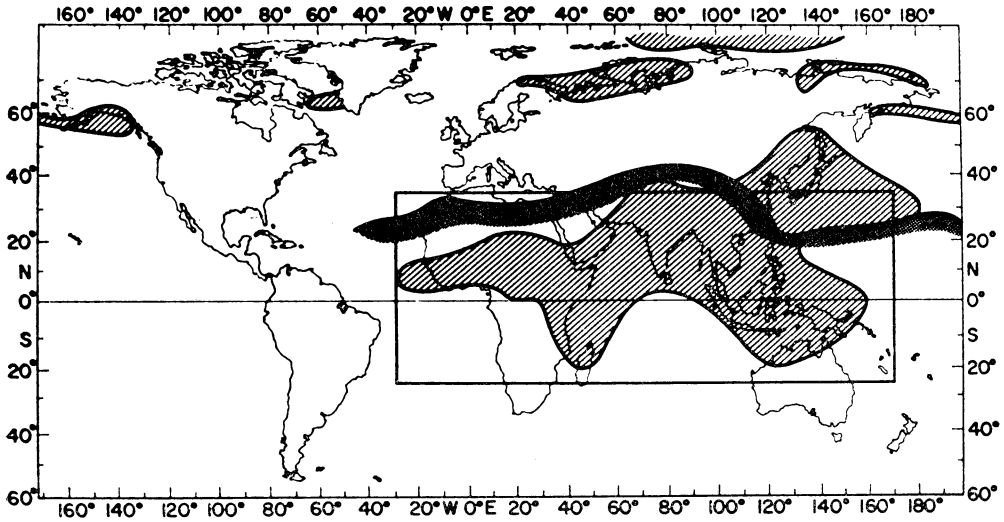
1974 年、1975 年の 2 月、南西諸島を中心にして実施された。冬期、中国大陸から黒潮海域に向けて吹き出す寒気の気団変質を明らかにする観測であり、日本を中心に、オーストラリア、カナダ、米国の研究者が多数参加した。

#### (5) 極実験 (Polar Experiment: 略称 POLEX)

極地方における熱エネルギー収支を明らかにする目的

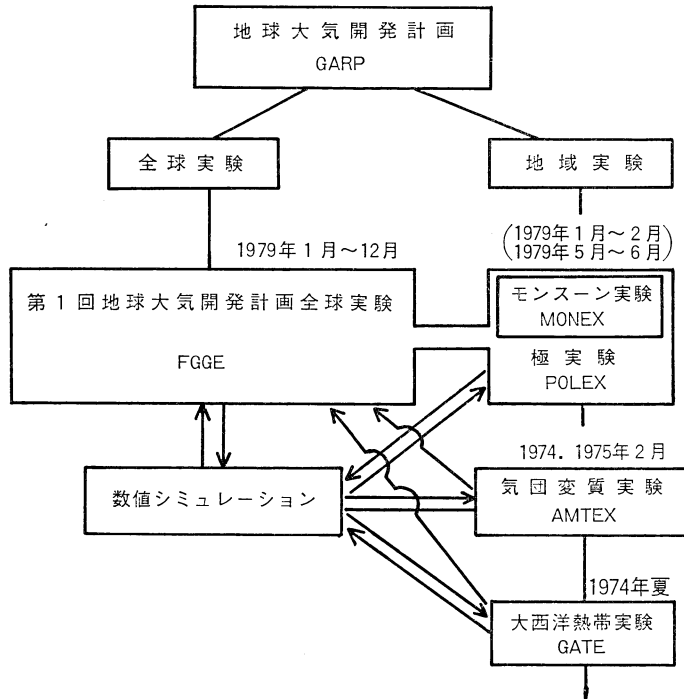
\* Implementation program of Monsoon Experiment in Japan.

\*\* 測地学審議会気象水象部会 MONEX 作業委員会 (幹事: 岸保勘三郎, 浅井富雄, 藤原滋水)



第1図 モンスーン域。斜線域は khromov の定義によるモンスーン域、MONEX および WAMEX 域を示す。

第1表 GARP における各副計画。



で、南極および北極を中心にした観測計画がある。それぞれ、POLEX-NORTH, POLEX-SOUTH と呼ばれている。

(6) モンスーン実験 (Monsoon Experiment: 略称

MONEX)

アジアにおける季節風を取り扱う計画で、後述のように、1979年に観測を実施する研究計画が立案されている。

(7) 放射副計画 (Radiation Sub-program)

具体的な計画としては、ここ数年ソ連の研究者を中心として、CAENEX (Complete Atmospheric Energetics Experiments) が実施されている。この研究では、大気中におけるあらゆる形の熱エネルギーの流れを明らかにしようとしている。

(8) 地形による気流副計画 (Air flow over and around mountains)

地形による大気擾乱の変動をより正確に把握するために、1976年新しく副計画が設定された。大はヒマラヤ山脈、小はアルプス山脈に至るまで種々の地形が考えられるが、さしあたりアルプス山脈のまわりの気流について観測を行なうことにしている。

以上、たくさんの副計画が設定され、あるもの (GATE,

AMTEX) は既に実施された。これらの副計画を表示したものが、第1表である。

数値実験計画 (大気大循環の数値シミュレーションの手法を用いる) を中心として、副計画の観測が相互に関連し合い、大気擾乱の振舞いを総合的に明らかにしようとする計画である。特に、1979年には第1回地球大気開発計画全球観測 (First GARP Global Experiment), それと併行してモンスーン実験 (MONEX), 極実験 (POLEX) が大きな副計画になっている。

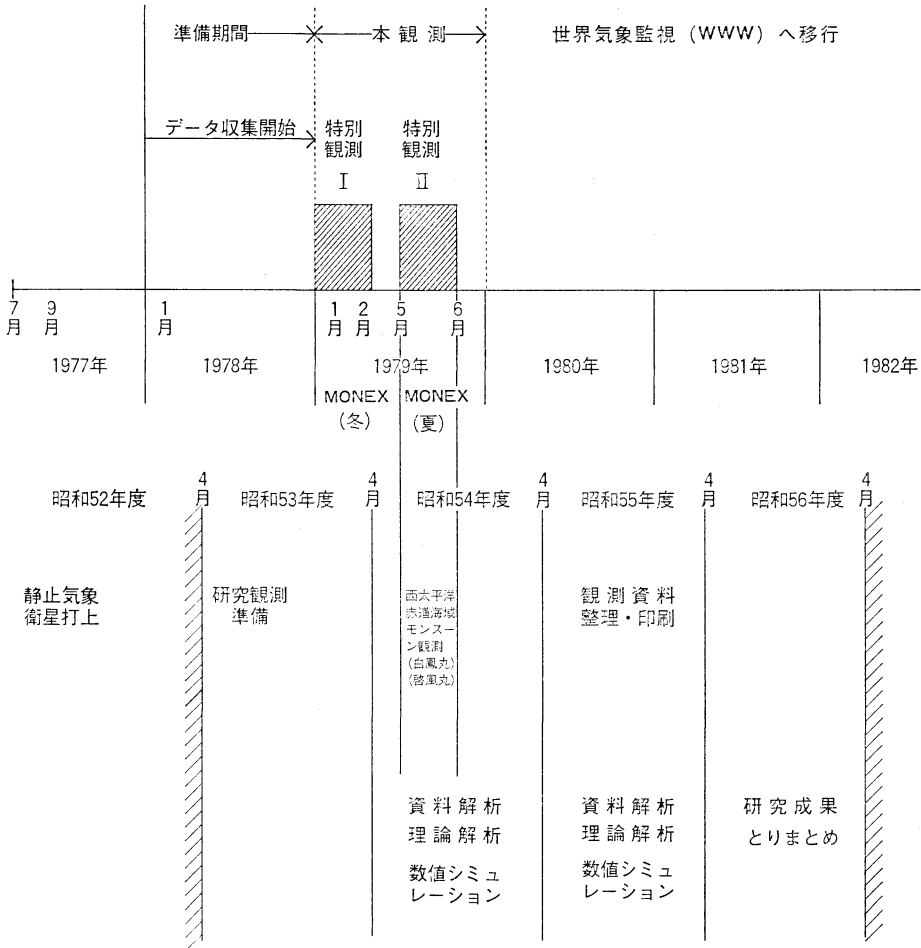
3. 研究目的

3.1. 大規模循環の立場から見たモンスーン

3.1.1. 第1回地球大気開発計画全球実験

モンスーン実験 (MONEX) と第1回地球大気開発計画全球実験 (FGGE) は第2表のように重なり合っている。

第2表 MONEX 実施計画の時間表、  
第1回地球大気開発計画全球実験 (FGGE)

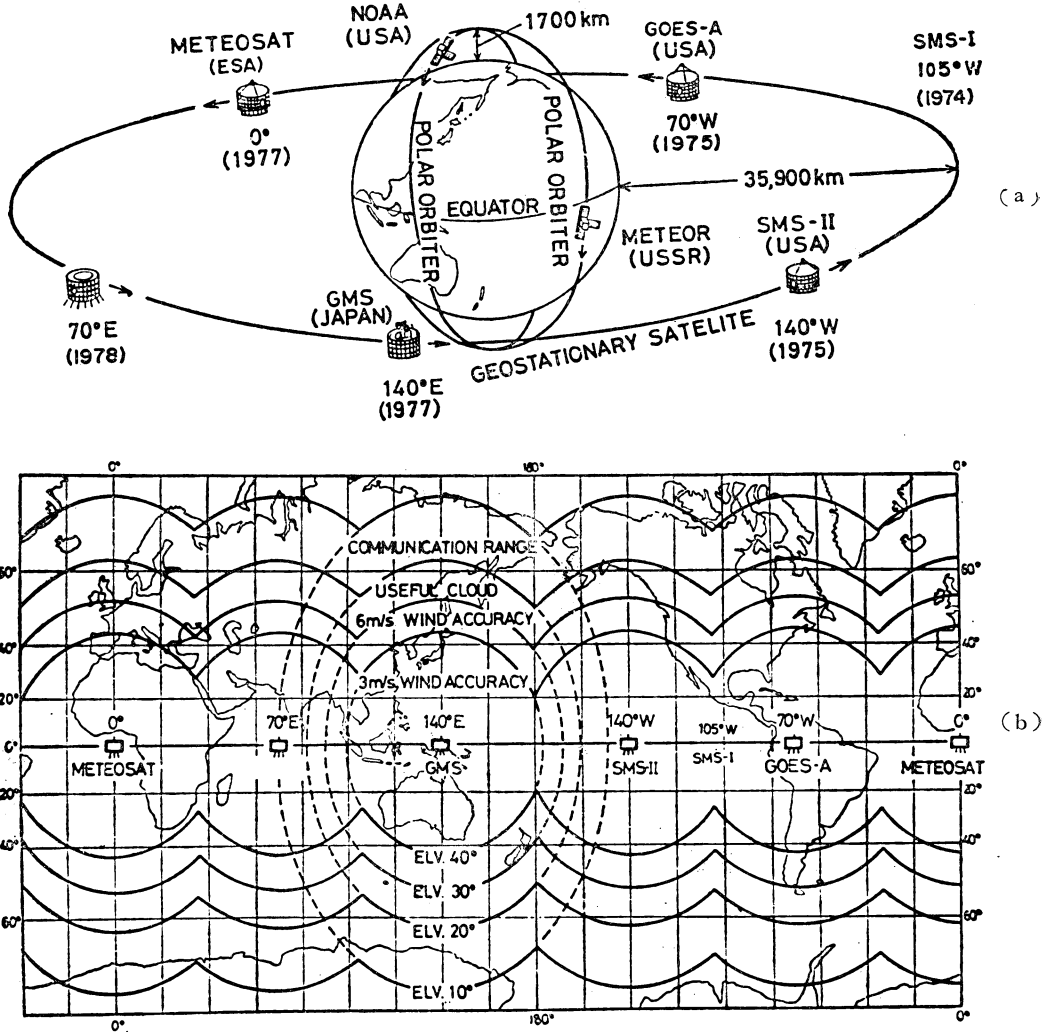


るので、FGGE のことに少し触れておきたい。MONEX は第2表の特別観測 I (冬の MONEX), 特別観測 II (夏の MONEX) の時期に実施される予定であり、わが国は主として夏の MONEX への参加を計画している。

1979年の FGGE は、ひと言いでいえば、大気大循環の流れを大筋として把握するための全球の実験であり、具体的には数日先 (可能ならば十数日先) の天気予報の精度向上を目的のひとつとしている。数日先の予報ということを考える場合には、中緯度では、下層の高・低気圧は1日に経度にして20度位の速さで東進すること、上層

風は1週間位で地球を1巡することを考えれば、どうしても全球的な大気の流れを把握することが必要である。特に大気大循環の立場にたてば、赤道地方の熱源が大気の流れを動かす原動力となっているので、今まで殆んど観測の行なわれていない赤道地方の大気の実体を明らかにすることが大切であり、また、そのために赤道地方の観測網の充実が強調されるのも当然である。

静止衛星を赤道上に5つ上げ (第2図参照)、雲の動きから風の推定を行なったり海水温度の測定を行なったりするのも、赤道地方の観測網の充実といった基本方針



第2図 (a) 静止衛星の全球的配置図。  
 (b) 5個の静止衛星。内側枠は風速の精度が6m/sで測定可能な範囲。  
 中側枠は雲の利用できる範囲。

によるものである。また、静止衛星の活用をより効果的にするために、特別観測 I, II の時期に約 50 隻の気象観測船の配置も計画されている。

このような FGGE の成果は、将来 WMO の世界気象監視計画 (World Weather Watch : 略称 WWW) を作る際に大いに役立つことが期待される。

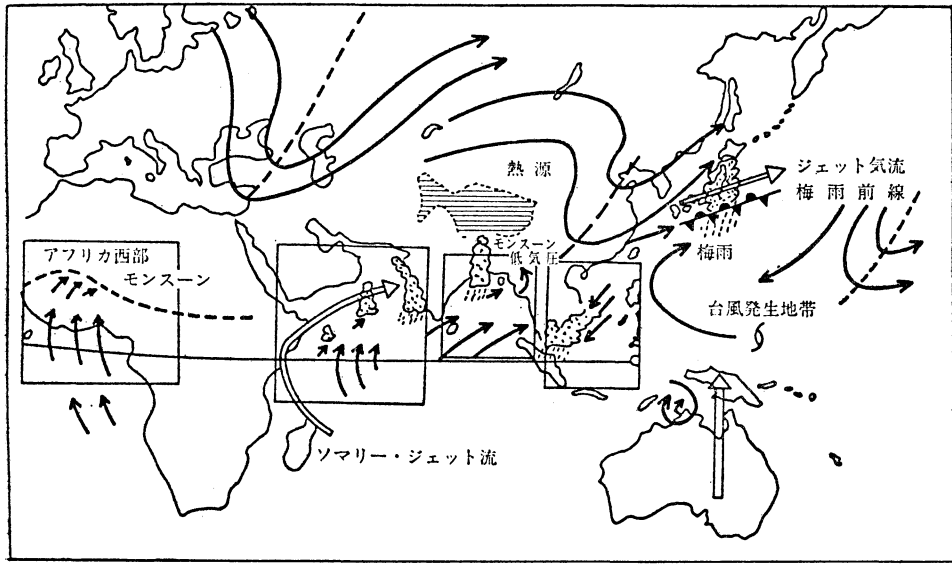
3.1.2. MONEX と FGGE

まず、大気大循環の立場からモンスーンを考えてみる。この場合、GARP の目的の立場から考えれば MONEX の主目的は、アジア、アフリカ、ヨーロッパ大陸

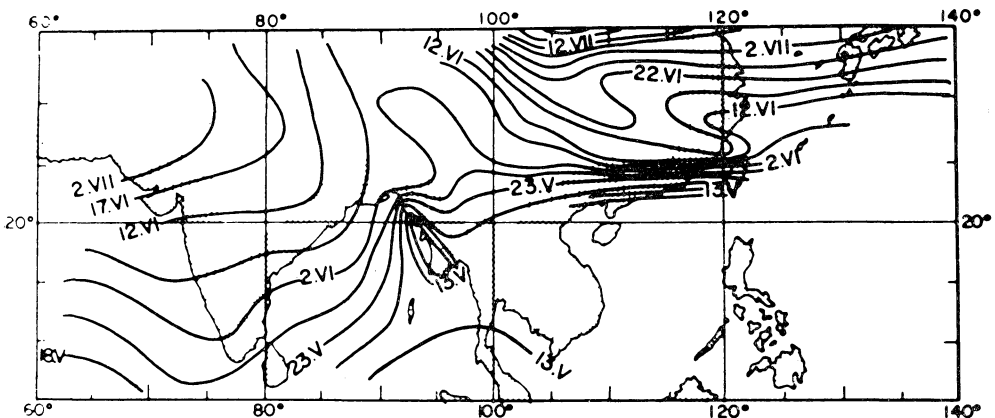
といった大きな“島”に大気がどのように反応を示すかを明らかにすることである。現象論的にいえば、この反応に伴う大気中でのエネルギー収支、大気の時節変動の特性などを明らかにすることである。1979年の FGGE では、全球的な観測が実施されるので、上記モンスーンの大規模循環としての役割はかなり明らかになるであろう。

3.2. 地域的立場からみたモンスーン

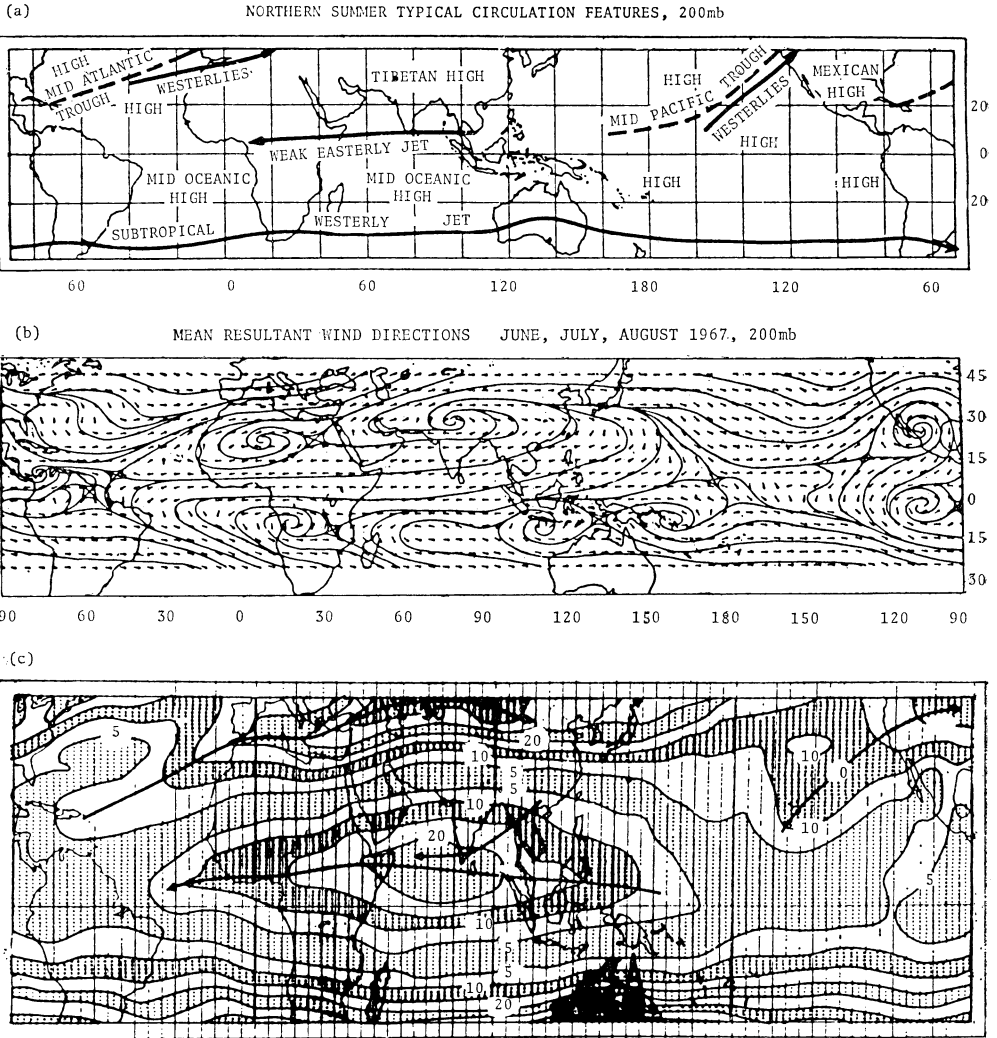
大規模循環の立場からみたモンスーンは、FGGE の観測によって把握できるが、モンスーンをさらに細かくみ



第3図 主要な研究課題を示す模図。



第4図 雨期入りの平均期日 (Ramage, 1971).



第5図 (a) 北半球夏に対する 200 mb における典型的な循環の特徴 (Krishnamurti, 1971).

(b) 200 mb における平均風向と流線, 1967年6月~8月(同上).

(c) 200 mb における平均等風速線, 1967年6月~8月(同上).

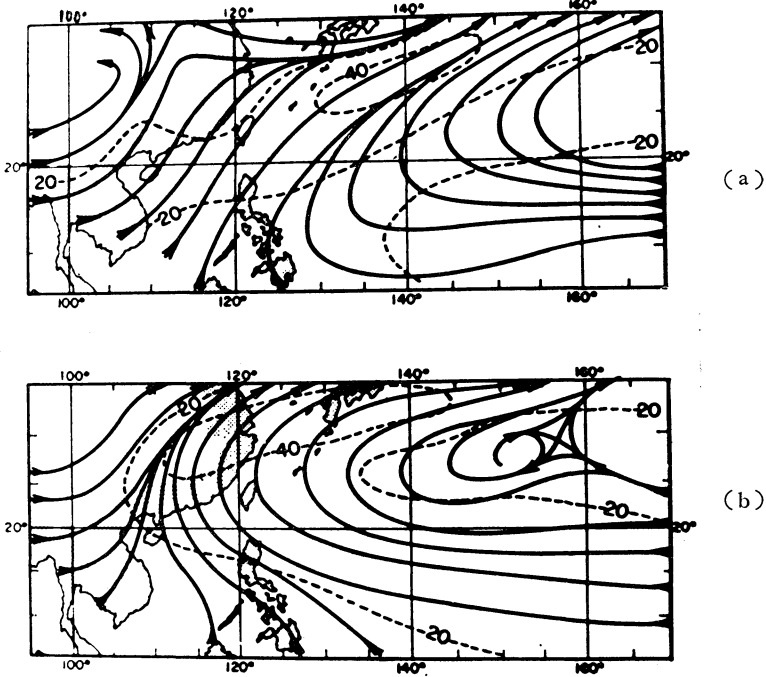
てみると、同じモンスーンという概念の中にも、種々の特色のある現象が含まれている。これらの現象を西から列記すると、アフリカ西岸モンスーン、夏期のソマリージェット流（アフリカ東岸に沿って吹く強い下層風）、ベンガル湾のモンスーン低気圧、インド上に発生する大気中層のみに見られる低気圧、南シナ海からフィリピン東方海上の降雨、東シナ海・日本付近の梅雨などが挙げられる（第3図参照）。

### 3.2.1. 西アフリカモンスーン

アフリカ西岸のモンスーン計画は、West Africa Mon-

soon Experiment (WAMEX) と呼ばれ、(モリタニヤ、セネガル、カメルオン、アイボリコーストなど) アフリカ西部の国が参加する。この地域では、今まで観測があまり行なわれていなかったので、観測網の充実ということに重点が置かれている。アフリカ西部では、夏期にアフリカ西岸から大陸内部に侵入する気流によって大陸に前線が形成され、この前線の強弱によってアメリカ内部の降水量が大きく左右される。

観測は夏の MONEX と同時期に実施され、ニューデリーの MONEX Management Center が実施計画のセ



第6図 矢印は地上から500 mb (約6 km) までの気層についての平均水蒸気輸送の向き。(a)は1957年6月11日~20日,(b)は7月1日~10日。点線は輸送量で単位  $\text{mb, ms}^{-1}$  (村上, 1959)。

ンターとしての役割を果たす。

### 3.2.2. ソマリエット流とベンガル湾低気圧

ソマリエット流はアフリカ東岸に沿って吹く下層風であり、この流れに誘発されて、ソマリエット東岸海域には冷たい湧昇流が発生する。ソマリエット流は、アラビア海上で変質を受けインド西部の豪雨の原因となると考えられている。一方、ベンガル湾で発生した小低気圧が、カルカッタ付近に上陸し、ヒマラヤ山脈の南側に沿って西進し、インドのモンスーン期における豪雨の主要原因となっている。

### 3.2.3. モンスーンの入り、活発なモンスーンと弱いモンスーン

モンスーンの入りの問題は、インドにとって最も大切な問題である。これに対応するものとして、日本には梅雨の入りの問題がある。第4図はモンスーンの入りの期日の北上を示したもので、インドでは5月上旬にモンスーン期に入るが、日本では6月上旬から中旬にかけて梅雨期に入る。また、フィリピン東方海上は一年中雨の多いところである。

### 3.2.4. 北半球夏期におけるモンスーン循環と他の循環等との相互作用

夏のモンスーン期には、ヒマラヤ山脈が熱源地帯となり、ヒマラヤ付近では下層にはモンスーン低気圧、上層には巨大なチベット高気圧が形成される。この上層高気圧から東西南北の四方に空気の流出が起こり、結果的には西太平洋の循環系、南半球の循環系との相互作用が生じている(第5図(a),(b),(c)参照)。最近の研究によれば、チベット高気圧の東方に中部太平洋トラフが形成され、これが南西に延びて西太平洋における台風の発生発達と密接な関係があるといわれている。

### 3.2.5. ヒマラヤ付近の熱源

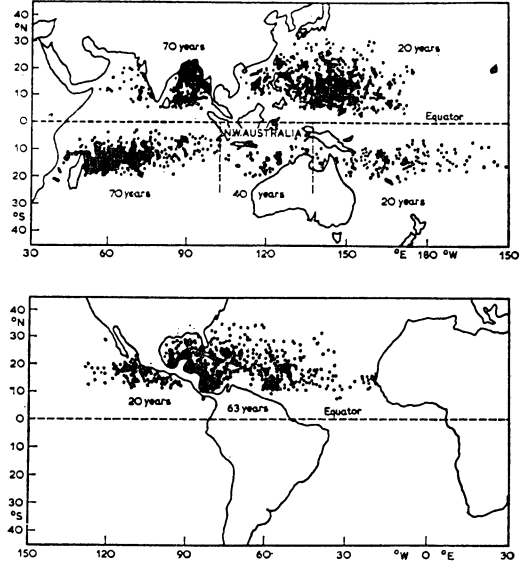
モンスーンの流れを支配する巨大なチベット上層高気圧の強弱は、夏期アラビア海からヒマラヤ山麓に吹きよせる湿った空気の上昇による凝結の潜熱の大小によって左右されるといわれている。また、ヒマラヤ付近の放射熱収支も無視できないといわれている。これらの熱源の推定はMONEXの主要研究テーマのひとつとなっており、具体的には、数値シミュレーションによる手法、気象衛星による放射観測などの利用が期待されている。

3.2.6. 冬の MONEX

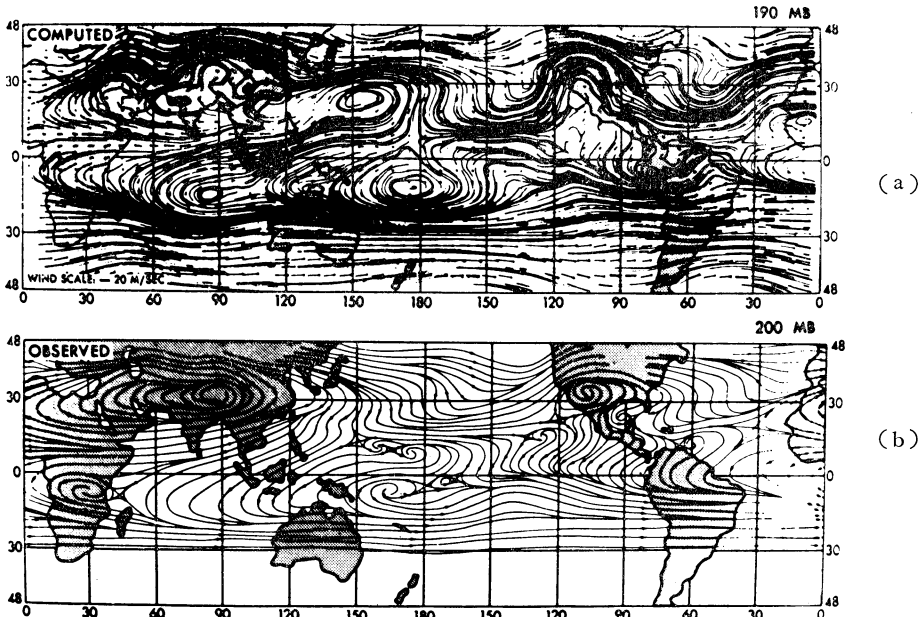
冬の MONEX は、東南アジア諸国、南シナ海およびフィリピン東方海上の降雨の解明を主眼としたもので、FGGE の特別観測 I の時期（1979 年 1 月～2 月）に実施される。Management-Center はマレーシアのクアラ Lumpur に置かれ、米国、マレーシア、香港、タイ、ビルマなどの国が参加することになっている。

4. 諸外国の参加計画

外国のモンスーン実験参加計画は、インド洋を中心に立案されている。観測の主力は米国とソ連であり、観測船（ソ連 4 隻、米国 3 隻の予定）、ジェット機（米国、ソ連、3 機の予定）によるインド洋上の高層観測が中心となっている。インド洋に接するアフリカ諸国（東岸ではソマリー、ケニア）、インド、ビルマ、タイ、スリランカ、マレーシア、フィリピン、香港などは地上観測の強化という形をとっている。ただし、インドはインド沿岸域での洋上観測（2 隻）を考えている。インド洋、アラビア海上の観測計画では、FGGE のための観測と MONEX のための観測が重なり合っているのが特色である。観測の重点は、ソマリージェット流とインド大陸の中層に発生する低気圧の解明に置かれている。これらの地域では、海洋観測船（米国、ソ連）、ジェット機による高層観測（米国、ソ連：ドロップゾンデの投下）が



第 7 図 後に熱帯ストーム (tropical storm) となった擾乱が最初に発見された地点の分布 (Gray, 1968).



第 8 図 200 mb 面 (高度約 12 km) のモンスーン循環図。(a) は数値シミュレーション (Hahn・Manabe, 1975), (b) は 7 月の月平均循環 (Sadler, 1972)。



第3表 参加機関と研究課題

(a) 西太平洋熱帯海域モンスーン観測

|   | 研 究 課 題  |
|---|--|
| 東北大学<br>理 学 部<br>(近藤純正)                                   | 白鳳丸により、日射量、赤外線放射量、気温、湿度、風、水温などの海上気象要素を測定する。また、船舶や島嶼における海洋、海上、上層大気資料も同時に収集し、海域に及ぶ広い範囲の熱収支、蒸発量および風が海面に与えるストレスの分布を作製する。   |
| 東京大学海洋研究所<br>東京大学理学部<br>(浅井富雄)                            | 白鳳丸でオメガ高層風観測装置を用いて、上層大気気温、湿度、風を測定し、海面および大気境界層における熱および水蒸気フラックスの観測（他のグループの観測も含む）と併せて、梅雨期の熱帯大気構造と変動の実態を調べる。なお、CTD (STD), XBT による約 100 m 深までの水温、塩分の測定、GEK や NNSS による流速測定、および海上気象観測も実施する。 |
| 京都大学防災研究所<br>(光田 寧)<br>神戸商船大学<br>(石田広史)<br>琉球大学<br>(石島 英) | 海面から大気と与えられるエネルギー量を、白鳳丸船上において乱流変動量から直接測定によって評価し、さらに低層ゾンデ、係留気球 (凧)、音波レーダを用いて大気境界層内での気温、比湿、風の鉛直分布を測定する。  |
| 九州大学応用力学研究所<br>(光易 恒)                                     | 白鳳丸でクローバー型波浪計を使用して波浪スペクトルの計測を行なう。また、波浪計測と同時に知られる海面付近の微気象観測と併せて大気海洋間の力学的相互作用を調べる。   |
| 気象研究所<br>(藤原滋水)   | 啓風丸で、低ゾンデを用いた大気境界層の観測、レーダの観測、X-BT による海水温観測を行なう。白鳳丸でのオメガ高層風観測および境界層観測に参加する。   |
| 公害資源研究所<br>(横山長之)   | 白鳳丸で係留気球により境界層中の乱流変動量の測定を行なう。また、低層ゾンデにより高度 2 km までの温度プロファイルを測定する。また、音波レーダによる観測、PITS による観測を連続的に行なう。   |

計画されている。

西太平洋熱帯海域モンスーン観測も FGGE 観測と重なり合う部分が多く、第3図に示されるように、日本、米国、フランス、オーストラリアなどが観測船による気象・海洋観測を計画している。また、上記各国の他、香港、フィリピンなども強化観測に参加する。

5. わが国のモンスーン実験計画

インド洋、アラビア海のモンスーン観測は、米国、ソ連が主力となっているが、西太平洋の熱帯海域での観測は、日本の守備範囲に入っているといつてよい。わが国のモンスーン実験計画は、次の二つから成っている。

5.1. 西太平洋熱帯海域モンスーン観測

3.2 節で述べたように、地域的な立場から見たモンスーンは地域により多様な現象形態をとっている。わが国では諸般の情勢を考え、梅雨と熱帯擾乱発生の問題に研

究テーマをしぼることにした。

梅雨期にわが国にもたらされる大量の降雨の源泉は熱帯気団に含まれている水蒸気であり、西太平洋熱帯海域がその補給源の一つとみられている(第6図参照)。6月～7月にかけて、西太平洋熱帯地域では海洋から大気へ大量の水蒸気が補給され、その一部は熱帯擾乱となってフィリピン東方海上に大量の降雨をもたらす、また一部は、第6図のように途中降雨の形で洋上に落下することなく日本に向けて運ばれている。特に日本南岸では最大の輸送量を示し、これが日本付近の梅雨期の豪雨の原因となっている。

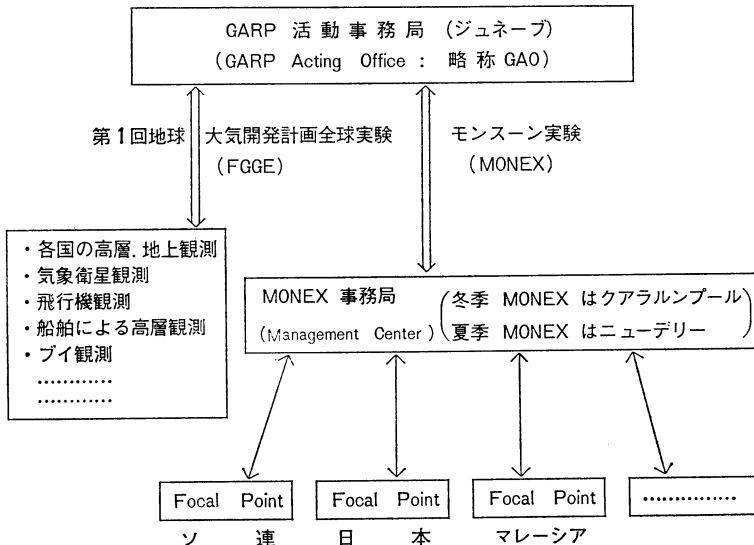
わが国のモンスーン観測計画では、上述の西太平洋熱帯海域上の大気中での水蒸気蓄積機構を解明するために、大気・海洋間のエネルギー交換量、大気境界層の鉛直構造およびエネルギーなどの鉛直輸送量の精密観測を

第3表 参加機関と研究課題

(b) モンスーンの数値シミュレーションと解析

|                         | 研究課題   |
|-------------------------|--|
| 東京大学<br>理学部<br>(岸保勘三郎)  | 夏季モンスーン期に対流圏上部に形成されるチベット高気圧と中部太平洋低気圧部との相互作用を数値シミュレーションで再現することを試みる。同時に、中部太平洋における下層大気の擾乱との関係も明らかにする。 |
| 京都大学<br>理学部<br>(山元竜三郎)  | 夏季モンスーン期に形成される対流圏上部のチベット高気圧の成層圏への影響を明らかにする。数値シミュレーションを行なうと同時に気象衛星の放射観測値を用いて解析も行なう。                 |
| 九州大学<br>理学部<br>(沢田竜吉)   | 回転水槽を用いた実験的手法により、大気大循環の季節変化の機構を解析する。   |
| 筑波大学<br>地球科学系<br>(吉野正敏) | モンスーン期におけるアジア地域の季節風の変動と降水量分布の解析を行なう。   |
| 気象研究所<br>(藤原滋水)         | (1) ヒマラヤの熱的影響に関する数値実験<br>(2) 熱帯循環と擾乱の形成に関する研究<br>(3) 静止気象衛星資料等による熱帯擾乱の研究                           |

第4表 MONEX 実施組織



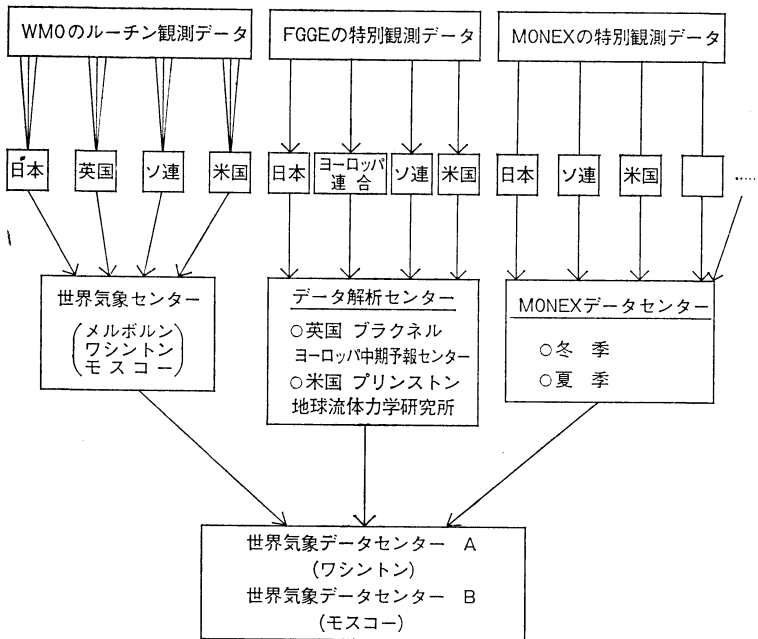
実施することになっている。

上記観測地域はまた台風の発生域にもあたり (第7図参照)、気象庁から FGGE 観測船として派遣される啓風丸では、レーダによる積雲群の観測、低層ゾンデによる大気境界層および XBT による海水温の鉛直分布の観測等、熱帯擾乱の特別観測が計画されている。

具体的観測計画としては、東大海洋研究所の白鳳丸を東経 140 度、北緯 2 度付近に配置し、1979 年 5 月 10 日～30 日の期間中に次の項目について観測を実施する。

- (1) 海面近傍の微気象観測
- (2) 大気境界層の気象観測  
(低層ゾンデ、係留気球など使用)

第5表 MONEX の資料収集.



- (3) 高層気象観測  
(オメガゾンデ使用)
- (4) 海洋観測

(STD による深さ 100 m までの観測)

気象庁の啓風丸は、ほぼ同じ時期に東経 130 度、北緯 2 度付近に配置され、FGGE のための観測を行なうほか下記項目について観測を実施する。

- (1) 大気境界層観測  
(低層ゾンデ、レーダ)
- (2) 海洋観測  
(XBT)

なお、両観測船の資料は観測後互いに交換して、それぞれの研究に利用されることになっている。

### 5.2. モンスーンの数值シミュレーションと解析

2.1 節で述べたように、アジア地域のモンスーンは上層ではチベット高気圧を中心にした大規模な流れであり、3.2 節で触れたように、西太平洋の大気の循環系と相互に関連し合っている (第5図参照)。この相互関連という立場で、梅雨の入り・明けを大循環の数值シミュレーションの手法で明らかにすることが必要である。

200 mb 面 (高度約 12 km) の7月の月平均の流線図をそれに対応する数值シミュレーションの結果 (7月の月平均値) を第8図に示しておく。図からも解るように、

チベット高気圧はシミュレーションでよく再現されている。しかし、日本南岸に台風にからむ上層高気圧が強出す過ぎており、この点では観測とのくい違いがあり、これらの問題点は今後の研究課題として残されている。

従来、熱帯地方には高層気象観測網が乏しく、研究上大きな障害があったが、わが国の静止衛星 GMS 雲画像から得られる風資料は西太平洋からインド洋をカバーするので、熱帯の客解析法や数值予報モデルの開発に極めて有効である。数值シミュレーションと解析による研究は次の通りである。

- (1) 梅雨の入り・明けに注目し、その前後10日位の実験予報
- (2) チベット上層高気圧の生成とそれに伴う南西モンスーンの形成
- (3) ヒマラヤ山脈地方の熱源と大気大循環の生成
- (4) チベット上層高気圧の生成と成層圏への影響
- (5) 熱帯循環と擾乱形成
- (6) 静止衛星資料等による熱帯擾乱の解析

以上の研究計画に対する参加機関とそれぞれの分担研究課題を要約して、第3表に示す。括弧内は各機関の研究代表者である。

## 6. MONEX 実施組織

### 6.1. 国際組織

MONEX 実施機関は、第4表のような形で構成されている。

MONEX の計画立案および実施はニューデリーの Management Center で行なわれるが、各国に Focal Point を置き、各国との調整はこの窓口を通して行なわれる。また、MONEX の Management Center は、ジュネーブの GARP 事務局のもとで活動することになっている。第4表からも分かるように、第1回地球大気開発計画全球実験 (FGGE) の Management Center も GARP 事務局の中に設置されるので、FGGE と MONEX との調整は最終的にはジュネーブの GARP 事務局で行なわれることになる。

ニューデリーの MONEX Management Center の主任は、インドの P.K. Das である。また、冬季 MONEX の Management Center はマレーシアのクアラルンプールに置かれ、その主任はマレーシアの H.T. Yuen である。委員としては、MONEX 参加国からの就任が要請されている。

第1回地球大気開発計画 (FGGE) および MONEX のデータは第5表の形で、最終的にはワシントンの米国気象局内の世界気象データセンター A、モスクワのソ連気象局内の世界気象データセンター B に収録される。

### 6.2. 国内組織

学術会議国際協力事業特別委員会内の GARP 分科会 MONEX 小委員会および測地学審議会気象水象部会が MONEX 計画を立案した。現在、山本義一 (GARP 国内委員会委員長) が研究代表者、岸保勲三郎 (東京大学理学部)、浅井富雄 (東京大学海洋研究所)、藤原滋水

(気象研究所) が幹事となり、測地学審議会気象水象部会 MONEX 作業委員会が計画の推進にあたっている。わが国の Focal Point は山本義一 (宮城教育大学) であり、主として気象衛星 GMS の資料に関する contact point は関口理郎 (気象庁企画課) である。

## 文 献

- JOC (ICSU/WMO), 1976: The Monsoon Experiment, GARP Publications Series, No. 18, WMO, 124 pp.
- , 1976: Report of the Planning Meeting for the Monsoon-77 Experiment, GARP Special Report, No. 21.
- , 1977: Report of the Third Planning Meeting for MONEX, GARP Special Report, No. 25.
- 浅井富雄, 1973: GARP に関する最近の動向, 天気, 20, 364-368.
- GARP 分科会 MONEX Study Group, 1974: GARP/MONEX, 第1回勉強会の報告, 天気, 21, 214-215. 第2回勉強会の報告, 天気, 21, 534-536.
- 村上多喜雄, 1974: MONEX について, 天気, 21, 215-216.
- 朝倉 正, 田中康夫, 1976: MONEX 小委員会の動き, 天気, 23, 101-102.
- GARP 分科会, 1976: 第1回地球大気開発計画全球観測計画 (FGGE), モンスーン実験計画 (MONEX), 極実験計画 (POLEX), 23 pp.
- 新田 尚, 1977: MONEX 第3回計画会議に出席して, 天気, 24, 281-289.
- , 1977: モンスーンに関する国際シンポジウムに出席して, 天気, 24, 375-379.
- 金光正郎, 1978: モンスーン力学の国際シンポジウム報告, 天気, 25, 269-274.