



天 気

1985年10月
Vol. 32, No. 10

103 (モンスーン期のプラネタリー波)

印度モンスーンとプラネタリー波の伝播*

—昭和60年度藤原賞受賞記念講演—

岸 保 勘三郎**

このたび藤原賞を頂き大変恐縮しています。この席をかり選考にあられた関係者および学会理事会に対し厚く感謝の意を表したいと思います。何分突然の受賞で、記念講演日まで講演内容をまとまった形で整理する十分な時間がなかったので、本日は最近訪れました印度で見聞、考えたことのひとつふたつを話してみたいと思います。

私は昨年12月から今年の春まで、ニューデリーの印度工科大学(Indian Institute of Technology: 略称 I.I.T.)の大気物理研究センターに客員教授の形で滞在しました。この工科大学は1957年の印度独立後、1960年代に印度の理工系総合大学院を主目的にして発足し、ニューデリー、ボンベイ、マドラス、カンブール(ニューデリーの東南約500km)、カラガブール(カルカッタの西方)の5カ所に設立されたもので、これら大学院の入試は全国共通となっています。

1970年代の後半に、はじめてニューデリーの工科大学に大気物理研究センター(Centre for Advanced Atmospheric and Fluid Sciences)が設立され、センター長は応用数学出身のSingh教授で、センターの主な研究内容は(1)モンスーンの解析、(2)大気大循環のシミュレーション、(3)ベンガル湾のサイクローンによる高潮、(4)大気汚染、(5)生体の肺呼吸、血液循環を取り扱う生物学となっています。7名の講師、それに10名位の研究員、20名

位の大学院生で構成されています。このニューデリーの工科大学大気物理研究センターの設立につづいて、1982年にはバンガロー(印度南部)の印度理科大学(Indian Institute of Science)にも大気物理研究センターが設立され、所長は航空流体専門のNarasimha教授。来年はカラガブールのI.I.T.にも大気物理研究センターが新設されるとのこと。1970年代までは印度の気象学研究はボンベイ近くのプーナにある印度気象台の印度熱帯気象研究所(Indian Institute of Tropical Meteorology: 略称 I.I.T.M.)でのみ行われてきましたが、1980年代からは上述のように大学サイドでの基礎研究と大学院生の教育が行われるようになったわけですね。さきに述べましたバンガローの印度理科大学は英国の植民地時代にタータ財閥によってつくられた古い大学で、物理学者のラーマンをはじめとして沢山のノーベル賞受賞者がでています。余談ですが今までプーナの熱帯研究所には沢山の日本人研究者の訪問がありましたが、これからはニューデリー、バンガローなどの大気物理研究センターも訪れて貰いたいと思います。

さて私のニューデリー滞在中は、大気物理研究センターの(1)モンスーンの解析(責任者: U.C. Mohanty)(2)大気大循環の数値シミュレーション(責任者: O.P. Sharma)の研究スタッフ、大学院生と楽しく討論することができました。しかし本日は講演時間の制約と手許の資料の関係もあって、(1)のモンスーンの解析に関する話を話させて貰います。ことわっておきますが以下の話題は、主として今年7月大学院を卒業する K.J. Ramesh

* Indian monsoon and propagation of planetary waves.

** Kanzaburo Gambo, 元東京大学理学部。

君と院生の John 君の仕事であること、また研究も未完成のもので内容について吟味不十分な点もあることをご了承願いたい。いずれ Ramesh 君などの手で論文の形でまとめられることとは思いますが……。

1. 夏期モンスーン期の約40日周期

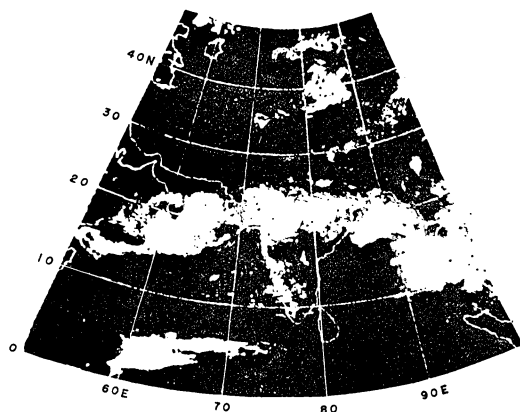
一部の人を除き日本人の人にはあまり関心のない印度モンスーンの話なので、話の序論として夏期モンスーン期の40日周期という現象から話をすすめさせて貰います。

第1図は Gadgil の論文 (1984) から引用した、印度上空のモンスーン期における熱帯収束帯に伴う雲の分布図です。この収束帯はまず赤道海域に発生し、その後北上しヒマラヤ近傍で消滅します。その北上の模様を図示したのが第2図です。第2図には東経90度に沿っての収束帯に伴う雲 (第1図参照) の北端、南端の緯度変化が時間軸に対して示してあります。斜線が雲域で、この図からわかることは、約40日位の周期で雲域が赤道海域から北上、30°N 付近で消滅というサイクルをくりかえしています。このような興味ある現象は1979年に安成 (1979) によって初めて指摘されたものですが、ほぼ時を同じくして Sikka と Gadgil (1980) も指摘しました。つけ加えておきますと Gadgil はバンガローの印度理科大学大気物理研究センターの教授 (女性) です。何故40日位の周期があるのか、これは熱帯気象学にとって現在興味ある研究テーマになっています。一方インドの研究者にとっては、いつモンスーンに入るのかということも大切な研究テーマです。第2図の左端にも示してありますように、毎年6月上旬に赤道海域からの雲域の北上がはじまりますが、年によってははっきりわかる年と、はっきりしない年があります。この雲域が印度南端のケララ州 (北緯7度付近) に達する時を、印度ではモンスーンの入りとっているようです。ニューデリーの大気物理研究所の大気大循環・数値シミュレーションの研究グループは、このモンスーンの入りを予報しようとしています。しかし今日はこの研究テーマにはふれないことにします。

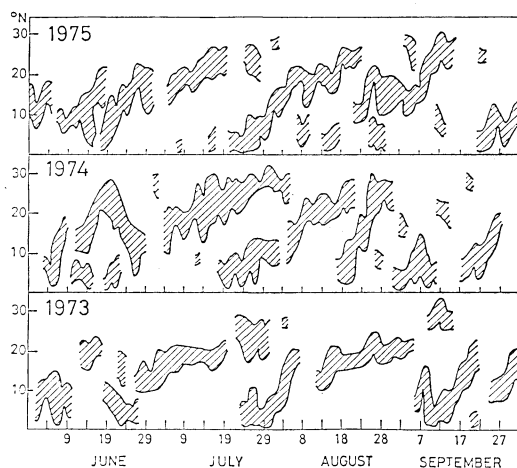
2. 1979年の夏季モンスーン

1979年は、はじめて国際的な協力で地球大気開発計画実験 (First GARP Global Experiment: 略称 FGGE)

* くわしい内容を知りたい人は、住 明正・村上多喜雄「モンスーンをめぐる諸問題」(気象研究ノート, 第149号 (1984)) を参照して下さい。



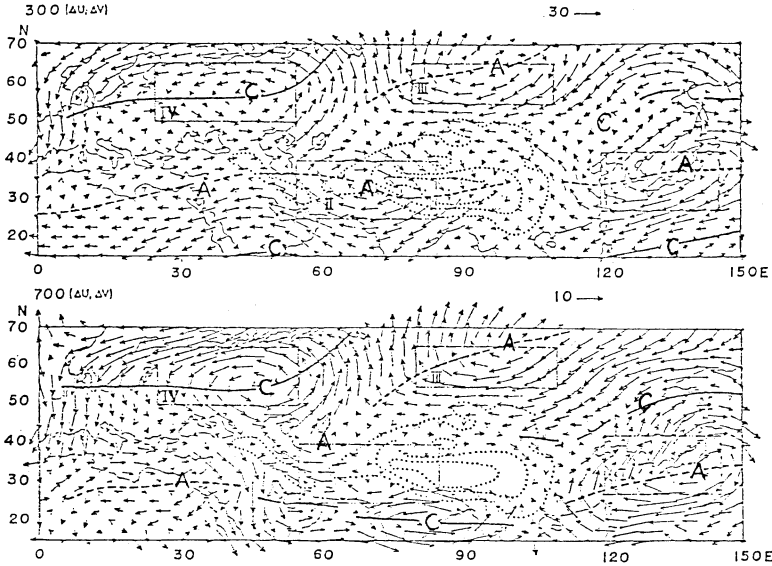
第1図 1973年7月8日の印度地域における熱帯収束帯に伴う雲,



第2図 1973~75年の夏モンスーン期における、東経90度に沿う雲域 (斜線) の緯度に対する揺がりの時間変化。

が行われ、史上はじめて全球的に質のよい観測データがえられた年です。と同時に印度では悪いモンスーン (bad monsoon) といわれた年です。例年だと6月1日頃が印度モンスーンの入りですが、この年はモンスーンの入りが2週間も遅れ、印度全域がモンスーンの雨期に入ったのは6月19日頃でした。

1979年の夏季モンスーンは前述のようにデータの質がよいこともあって、この年のモンスーンを取り扱った研究は沢山あります*。しかしここでは1979年6月のモンスーン期におけるプラネタリー波のことを述べてみたいと思います。



第3図 post-onset (6月20日~30日, 1979年) と pre-onset (5月15日~30日, 1979年) の間での平均風の変化. A, C は anticyclonic change, cyclonic change を表す. 上図は 300mb, 下図は 700mb, 単位の矢印はそれぞれ 30 m s^{-1} , 10 m s^{-1} (住, 村上による).

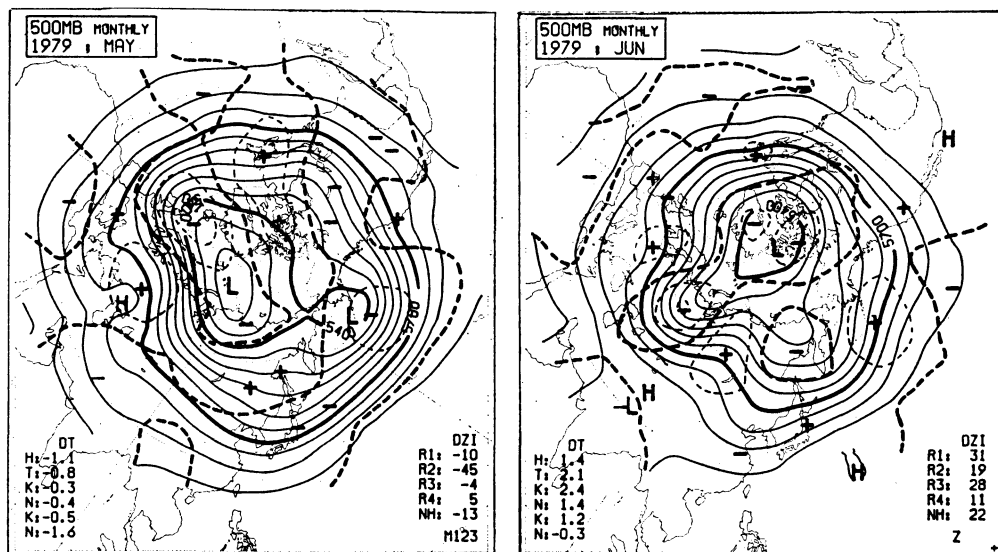
夏期モンスーンがアラビア海, 印度近傍のみにおこる局地的な現象なのか, あるいは全球的規模でおこる現象なのか, この論争に関しては昔から議論がありました. 現在では全球的規模でおこる現象であることを疑う人はほとんどいませんが, 1960年代にはそうではありませんでした. FGGE (前出) の一環として夏期モンスーンをとりあげるか否かが議論された1970年のはじめ頃には, アラビア海, 印度洋に集中的に観測を行えば, 印度モンスーンの実体ははっきりするといった主張が, 当時の印度気象台長 Koteswaramy によってなされました. 一方 FGGE を実施する組織委員会にいた Smagorinsky は FGGE を実施すれば, その副産物として夏期モンスーンの実体は自然に解明されると主張しました. このような相反する議論が行われたわけですが, 今考えれば両者とも正しい面をもっており, 最終的には1977年のモンスーン観測 (MONSOON-77), 1979年の MONEX (Monsoon Experiment) という形で観測実験が行われました.

ここで夏期モンスーンが全球的規模であることを示すよい例として, 第3図を示しておきます (住, 村上, 1984). 図は1979年6月20日~6月30日 (これを post-

onset 期と呼ぶことにする) までの風向, 風速の平均値と, 5月15日~5月30日 (これを pre-onset 期と呼ぶことにする) までの風向, 風速の平均値との差をとったものです. 上図が 300mb 面の値, 下図が 700mb 面の値です. 図の記号 A, C は anti-cyclonic な流れ, cyclonic な流れを示します*. したがってチベット高原 (図の点線) の西端の 300mb 面での anti-cyclonic な流れ A は, pre-onset 期には気圧の谷であったものが, post-onset 期には高気圧の発達に変化したことを意味しています.

第3図の解釈についてはいろいろな考え方があると思いますが, はっきりしていることは, 20°N より北では 300mb 面, 700mb 面での変化が似ていること, すなわち変化は順圧 (パロトロピック) 的であること, A, C の分布は全球的規模であることです. ここで個人的な推測をさせて貰えば, (45°E , 60°N) 近傍の C を中心に, ひとつは (90°E , 65°N) 近傍の A, (120°E , 50°N) 近傍の C, (135°E , 40°N) 近傍の A とをむすぶ $\text{C} \rightarrow \text{A} \rightarrow \text{C} \rightarrow \text{A}$ の系列, 他のひとつは (45°E , 60°N) 近傍の C と (70°E , 30°N) 近傍の A とをむすぶ $\text{C} \rightarrow \text{A}$ の系列を考えることができます. post-onset 期と pre-onset 期との差ですから, 正確な定常プラネタリー波の伝播は考えにくいわけですが, これら2つの系列を西から東へのプラ

* 120°E , 50°N 近傍の記号 C, 70°E , 30°N の A は住, 村上の原図に筆者がつけ加えたものです.



第4図 (a) 1979年5月の500mb月平均高度図。点線は平均値(1951~1980)からの偏差(気象庁長期予報課資料による)。

(b) 1979年6月の500mb月平均高度図。

ネタリー波の伝播と関連づけて考えてみたいわけです。

第3図は風向・風速の変化ですが、立場をかえて500mbの等圧面高度図から、上述の変化を見直してみます。第4図(a), (b)は1979年5月、6月の500mbの月平均図です(気象庁長期予報課提供)。大きな特徴は5月にカスピ海近傍にあった高気圧(50°E, 45°N近傍のH)は5月下旬から6月上旬にかけて西進し、ヨーロッパ大陸上に移動します。そして同時に顕著な気圧の峰がヨーロッパ大陸上で形成されます。この気圧の峰の形成につづいて、6月上旬から中旬にかけて、下流(東側)にむけて気圧の谷(60°E近傍)、気圧の峰(100°E近傍)、気圧の谷(120°E近傍)が逐次形成されます。この過程は紙面の都合上ここでは示しませんが、興味する人はMonthly Weather Reviewにのっている700mb面のWeather and Circulation of June 1979(1979年9月号)を参照して下さい。また500mb面での上述の過程は気象庁長期予報課の旬日平均天気図でもみることができます。ともかく大変きれいなプラネタリー波のエネルギー伝播を示した例だと思えます。

天気図解析の立場からは、1979年6月のモンスーンの入りの遅れは、上述のような6月上旬における60°E近傍の気圧の谷の形成によるものだと考えられています。すなわち6月上旬にはモンスーン域の北西部に寒気が南下し、第1図、第2図に示したような熱帯収束帯の北上

が抑制されたとも考えられます。

3. プラネタリー波の伝播

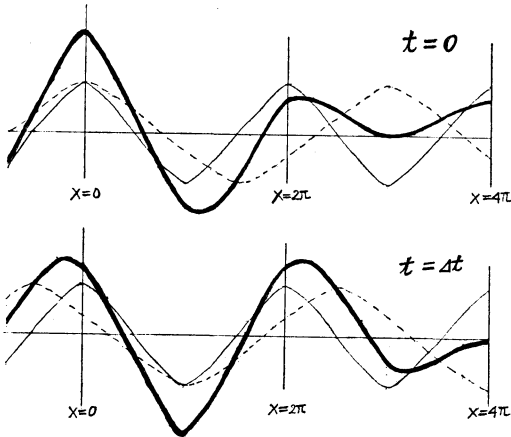
前章で述べました、ヨーロッパ地域での気圧の峰の形成に伴う下流へのプラネリー波のエネルギー伝播について、ここで少し解説的な話をはさみたいと思います。よく知られているように、回転地球上のプラネタリー波(ロスビー波ともいう)の位相速度 C は順圧大気中では次式で与えられます。

$$C = U - \frac{\beta}{k^2}$$

ここで k はプラネタリー波の東西方向の波数、 U は東西方向の一般流、 β はコリオリ因子($2\Omega \sin \varphi$, Ω = 地球の自転角速度, φ = 緯度)の緯度変化を表す量で、 $\beta = \frac{2\Omega \cos \varphi}{a}$ (a = 地球の半径)。したがって定常波($C=0$)の波数を k_0 とすれば

$$U = \frac{\beta}{k_0^2}$$

となり、いま定常波の波数 k_0 より波数の小さい波数の波($k < k_0$)を考えると、この波は西進し、逆に波数の大きい波は東進します。いま波数 k_0 の波と波数の小さい波(波数 k)とが初期($t=0$)に第5図のように重ね合わさった場合考えてみることにします。 x -軸(東西方向)にて、重ね合せによる一番大きい山は $x=0$ に見出され

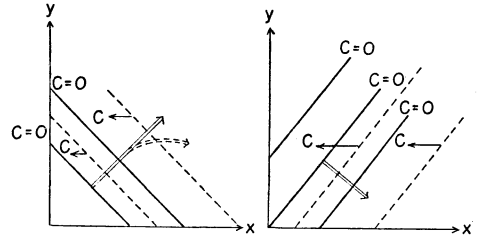


第5図 2つの波 ($\cos k_0 X$ と $\cos kX$; $k_0 > k$) の合成波 (太実線). ただし波数 k_0 の波は定常波 (細実線), k の波は西進 (細点線). $t=0$ で2つの波は $X=0$ で共に峰, $t=\Delta t$ で波数 k の波の谷は波数 k_0 の波と合致するものとする.

ますが、時間がたつにつれ波数 k_0 の波は定常であるのに対し、波数 k の波は西進するのでみかけ上の谷、山が逐次東の方に移っていきます。すなわちエネルギー (振幅の自乗に比例) の伝播が東向きにおきているわけです。

このような伝播を2次元平面 (x, y 面) で考えますと、定常波が $A \exp(ikx \pm ily)$ のような平面波で表現されるとき、上式の+の場合にはエネルギー伝播は東向きと同時に北向きの成分をもち、-の場合には東向きと同時に南向きの成分をもちます。上式の定常波の表現で A の絶対値は振幅, k, l は x, y 方向の波数。上述のエネルギー伝播の様子は第6図(a), (b)に示してあります。図でエネルギーの伝播の方向は太い矢印で示してありますが、この伝播方向については、第5図の x 軸を (x, y) 面の波面に直角な方向に変換することにより容易に推察して頂けるとおもいます。

さらに、もっと現実的な大気中のことを考えますと、 (x, y) 面の2次元平面でなく、球面上で物事を考える必要があります。今まで2次元平面で考えた東西方向 (x -方向) の波数も球面上では、 $k_s = \frac{k}{\cos \varphi}$ (k_s : 球面上の東西方向の波数) と緯度 φ による変化も考える必要があります。またプラネタリー波の位相速度 C に用いられ



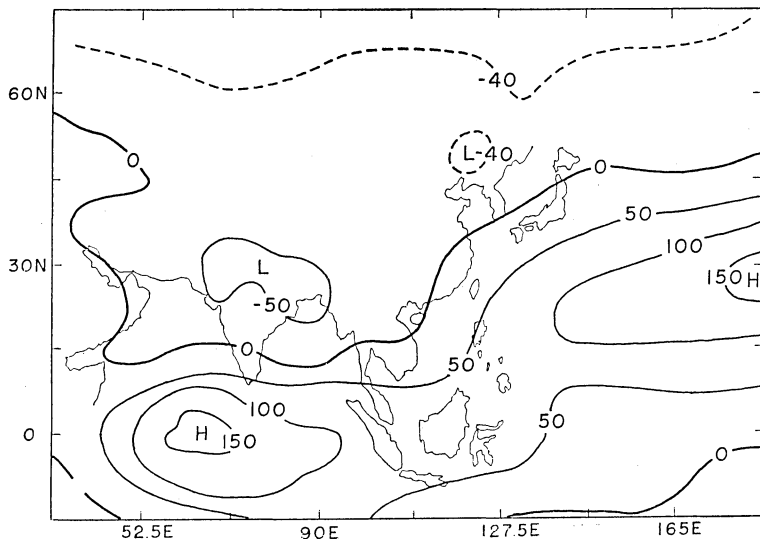
第6図 (a) $\exp(ikx + ily)$ で表せる定常な平面波 (実線). 点線は定常波より波数 $((k^2 + l^2)^{1/2})$ の小さい西進する平面波. 矢印は群速度の方向. 点線の矢印は球面上で考えた場合の群速度の方向. (b) 第6図(a)と同じ. 但し $\exp(ikx - ily)$ の平面波.

た β の値も、 $\beta = \frac{2\Omega \cos \varphi}{a}$ による緯度変化、すなわち低緯度から高緯度への β の増加も考える必要があります。このようなことを考慮すると、第6図(a)の北向きのエネルギー伝播も、ある程度まで北にいくと再び南の方向へと変化します (第6図(a)の点線の方角参照)。このように球面上ではエネルギーの伝播方向も少し変化し、結果的には大円 (great circle) に沿って伝播します (Platzman, 1968; Hoskins and Karoly, 1981)。

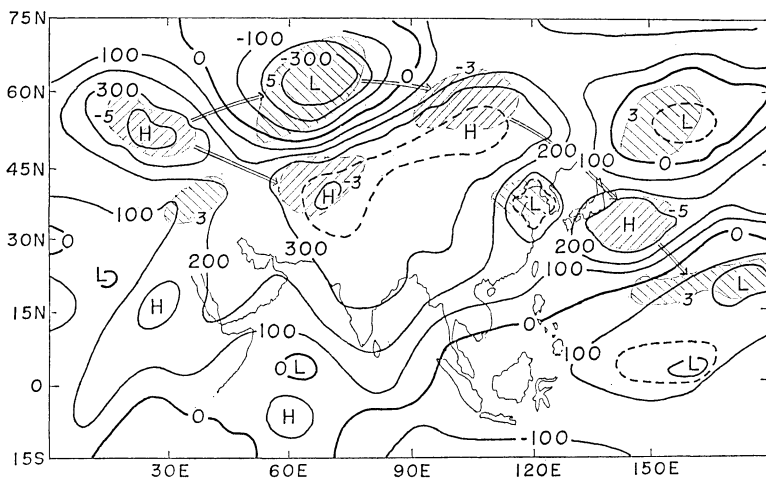
第7図には球面上のエネルギー伝播を具体的に取扱った例が示してあります*。順天大気 (バロトロピック大気) に近い浅水方程式 (shallow water equation) で、緯度60度を中心とするうず度の源 (第7図上段左図参照) をおいた時、これに対する大気の応答の時間変化、すなわち緯度60度のうず度源からのエネルギー伝播を10日間にわたって数値計算したものです。図からもわかりますように、原理的には第5図、第6図(b)に示したように、みかけ上の気谷の峰・谷の伝播が北半球では東南の方向にみられます。その時のプラネタリー波の波面は第6図(b)のように $A \cdot \exp(ikx - ily)$ の形になっています。申し遅れましたが、第7図の数値実験では、東西方向の一般流 U は冬の 500 mb の平均値を用いてあり、また地球全体でうず度が零になるように、南緯60度には負のうず度源がおいてあります。

第7図はうず度源を $60^\circ N$ においた例ですが、うず度源をもう少し南におくとエネルギーの伝播は北向きのものと、南向きのものにはっきりした形でわかれます。これは第6図に示したように、定常平面波の波数 k, l (k, l は東西、南北方向の波数) がある時、 $k > 0$ に対し $\pm l$ の2つの定常波を考えることができるからです。もしう

* 林 祥介 (東大・理) (1983): 未発表の結果を引用させて貰いました。



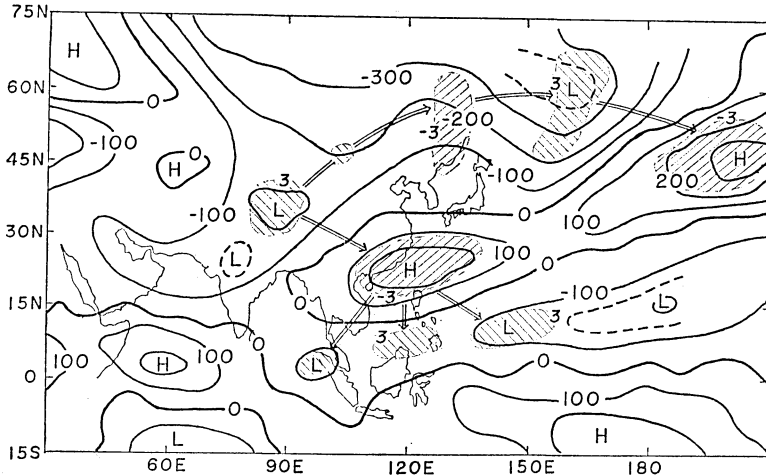
第8図 1979～1984年の6月の850mb面の平均流線関数図. 相対的な単位は等圧面高度に換算.



第9図 1979年6月の平均流線関数の anomaly map (第8図の平均値からのずれ). 単位は第8図の10倍にしてある. H, Lの近傍には斜線でうず度(正, 負)が示してあり, 単位は $10^{-6} s^{-1}$. 矢印は大円に沿った定常プラネタリー波の伝播を示す.

です. この図をみますと, 東ヨーロッパのH ($25^{\circ}E$, $50^{\circ}N$ 近傍), ウラル山脈近傍のL ($67^{\circ}E$, $64^{\circ}N$ 近傍), バイカル湖近傍のH ($105^{\circ}E$, $52^{\circ}N$ 近傍), ボツ海湾近傍のL ($120^{\circ}E$, $37^{\circ}N$ 近傍), 日本南岸のH ($145^{\circ}E$, $32^{\circ}N$ 近傍) とつながる H→L→H→L→Hの系列がみられます. また同時に東ヨーロッパのHから ($40^{\circ}E$,

$45^{\circ}N$) 近傍の低圧域を通してタシケント近傍のH ($67^{\circ}E$, $40^{\circ}N$ 近傍) とつながる H→低圧域→Hの系列も考えられます. 第9図には伝播の様様を見易くするために, 正, 負のうず度分布(斜線)も示してあり, また上述のH→L→Hといった系列を主観的に矢印で示してあります. この矢印は東ヨーロッパに気圧の峰(負のうず



第10図 第9図と同じ。但し1980年6月の平均流線関数の anomaly map.

度)が形成されると、そこから定常波のエネルギー伝播がおこるものと仮定して書いたものです。また矢印は参考までに大円に沿って書いてあります。

より正確な議論をするためには、東ヨーロッパから日本付近まで時間と共にエネルギー伝播をしていることを示す必要があります。また同様な図を 200mb 面でも示し、エネルギー伝播が順圧 (バロトロピック) 的であることを示す必要があります。しかし本日の講演まで Ramesh 君の資料が届きませんでしたので、第9図は1979年6月の夏季モンスーンの異常月を考えるひとつの参考資料として受け取って頂ければと思います。余談ですが第9図にみられるように、1979年6月には日本および日本の南岸は例年に比べ高圧域となり、6月上旬、中旬に梅雨にならなかった異常な年でした。しかし第9図をみる限り、印度モンスーンの入りのおくれ、日本付近での梅雨のおくれも、いずれもヨーロッパにみられた気圧の峯の発達 (第4図(b)参照) の影響と思われます。ここまで考えてきますと、何故6月上旬にヨーロッパの気圧の峯が発達したかということが問題の本質のような気がします。しかしこの問題は本日の講演の主旨とはちがいますので、議論はこの位にしておきたいと思います。

5. 1980年6月の 850 mb の流線図

1979年6月が悪いモンスーンといわれたのに対し、1980年6月は良いモンスーン (good monsoon) といわれています。すなわち1980年には例年のように5月30日にはモンスーンの入りがあり、またモンスーン期の降水

量も平年以上に沢山ありました。第10図には1980年6月の 850mb 面における流線関数の anomaly map が示してあります。第9図に対応したものです。第9図と同じように正、負のうず度、さらにエネルギーの伝播を主観的に矢印で示してあります。

この図をみますとオホーツク海の気圧の峰 (127°E, 60°N近傍) と日本南岸の高圧域 (120°E, 20°N近傍) とは、チベット高原の低圧域 (90°E, 35°N近傍) と直接関係しているように思えます。しかしこれ以上こまかく議論するにはデータ不足なので、議論はこれでとめておきます。ここでひとつ指摘しておきたいことは、梅雨期の日本の大気の流れは、年により印度の夏期モンスーンに直接関連していることもあり、また年によりもっと大規模な全球的循環にも関連しているのではないかということです。夏季モンスーン、梅雨などの予報に関心をもっておられる研究者の今後の研究を大いに期待しています。

あとがき

このメモを書くにあたり、印度 I.I.T. に滞在中、大気物理研究センター長の Singh 教授には大変お世話になりました。感謝の意を表したいと思います。またセンターのモンスーンプログラムの責任者である Mohanty 博士、そのもとで指導をうけている Ramesh 君、John 君には本講演の資料提供をして貰いました。さらに気象庁長期予報課のスタッフから第4図(a), (b)の提供、1979年6月の 500mb の旬日平均図などをみせて頂きま

した。これらの人々のご好意にも感謝の意を表したいと
 思います。最後に東大地球物理学教室気象研究室の松野
 教授をはじめスタッフの人々には資料作成で大変お世話
 になったことを付記しておきます。

文 献

- Gadgil, S. et al., 1984: Ocean-atmosphere coupling
 over monsoonal regions, Technical Report,
 84AS5 Indian Institute of Science, CAS.
 Hoskins, B.J. and D.J. Karoly, 1981: The steady
 linear response of a spherical troposphere to
 thermal and orographic forcing. J. Atmos. Sci.,
 38, 1179-1196.

大関 誠・岸保勘三郎, 1984: 熱源に対する大気の
 応答について, 日本気象学会秋季大会 (1984) 予
 稿集 (108頁).

Platzman, G., 1968: The Rossby wave, Quart. J.
 Roy. Meteor. Soc., 94, 225-248.

Sikka, D.R. and S. Gadgil, 1980: On the maxi-
 mum cloud zone and the ITCZ over Indian
 longitudes during the SW. monsoon, Mon. Wea.
 Rev., 108, 1840-1853.

住 明正・村上多喜雄, 1984: モンスーンをめぐる
 諸問題, 気象研究ノート, 149号, 1-111.

Yasunari, T., 1979: Cloudiness fluctuations asso-
 ciated with the northern hemisphere summer
 monsoon, J. Met. Soc. Japan, 57, 227-242.



朝 倉 正 著

「気候変動と人間社会」

岩波現代選書, 1985年,

214頁, 1700円

本書を読みすすむにつれ, 著者が中心となり作成した
 気象庁の「気候変動対策」というリーフレットを思い出
 した。今からおよそ4年前になるが, 気象庁に気候変動
 対策室が設置され, 著者は初代室長として3年間務め
 た。当時は, そもそも「気候変動対策」という言葉自体
 が気象庁内でさえ耳新しいものであった。そんな中で,
 スタッフの一員であった筆者自身もなぜ気候変動の問
 題がクローズアップされて来たのか, また気候変動対策
 とは何を目指しているか等について平易に解説したパン
 フレットを作ろうと, おおげさなようだが前人未踏の世
 界に踏み込むような心境で模索したことを思い出す。し
 かし, 4年たった現在ではこの言葉も定着しつつあり,
 気候変動の問題は広く社会の関心を集め, 大学や研究機
 関でも様々な気候問題について研究がすすめられてい
 る。

前置きが長くなったが, 本書にはこのリーフレットに
 述べた気候変動問題に対する基本的な考え方が反映して
 いる。

第1章では, 人類は過去に2度の危機を乗り越えて来
 たが, 現在我々は第3の危機に直面しつつあると主張す
 る。それは人類と自然とのアンバランスに因るものであ
 り, 背景として人口増加と気候変動による食糧生産の不
 安定性があるとする。

第2章では, 天候の影響を次第に克服してきたかのよ
 うにみる現代社会が, 以前に増して気候変動に対するも

ろさを露呈している点を, 例えば, 1977年の日・米両国
 を襲った大寒波や1972年の世界的な異常気象が社会・経
 済にあたえた影響を通して示す。

第3章では, 気候変動と食糧の問題について論じる。
 食糧需給構造は将来さらに不安定性を増すだろうが, そ
 の要因として需要の増大とともに, 供給構造自体が気候
 変動に対するぜい弱性を増す点を指摘する。

第4章では, 気候変動と水資源の関係, 特にアジア
 地域の降水変動を, モンスーン, チベット高原の役割,
 ENSO 等に関連して説明する。

第5章では, 気候変動の温暖化説と寒冷化説の妥当性
 を評価し, 最近温暖化説が多くなったこと, また気候
 変動と異常気象の関係及び異常気象の原因について解説
 する。

第6章では, 気候変動の要因として人間活動を取り上
 げる。都市化や人工熱放出, 砂漠化, 炭酸ガスの増加等
 が気候変化を導くプロセスについて考える。

最終章では, 近い将来予見される気候とその対策につ
 いて述べる。今後起こりうる気候変化に対し, その対策
 のために気候学者が果たすべき責任について, 具体例をあ
 げて示唆している。

気候変動の問題は, 自然科学としての気候学の問題に
 とどまらず, 関連する水資源・食糧生産の問題に広が
 り, その社会・経済に及ぼす影響に至るまで, 様々の専
 門分野にわたる幅広い問題を扱うので, 問題の本質をつ
 かみにくいきらいがある。本書では, 著者はできるだけ
 平易な表現を使うよう心がけ, 読者が理解しやすいよう
 心をくだしている。気候変動をめぐる問題およびその対
 策について考える時, 本書から多くの示唆を得ることだ
 ろう。

(栗原弘一)