

「モンスーンに関する国際シンポジウム」に参加して*

松本 淳**・杉 正 人***・加藤 内蔵進****

1988年11月23日から28日まで、インド熱帯気象学研究所 (IITM: Indian Institute of Tropical Meteorology) 主催で、「モンスーンに関する国際シンポジウム—理解と予測」がインドのマハラシュトラ州プーナで開かれた。本シンポジウムは、1962年に設立された IITM の創立25周年を記念したもので、インドの科学技術局や気象局をはじめとする9つの機関、およびWMO・アメリカ気象学会・オーストラリア気象海洋学会・日本気象学会が後援して行われた。

発表は、インド国内の IITM・気象局 (IMD) の研究者を中心に、アメリカ合衆国・オーストラリア・中華人民共和国・西ドイツ・日本・フランス・マレーシアなどの各国の研究者により約50編の招待講演が行われた。日本からは、筆者ら3名が参加し、杉は1988年3月から導入された気象庁の数値予報モデルによるインドモンスーン入りの予報結果について、加藤はインドモンスーンの開始と梅雨の開始に伴う下層風系の変化と亜熱帯高気圧の役割について (主に Kato (1989) に基づき)、また松本はインドモンスーンの撤退期に起こる大規模場の変化と東アジアの季節推移との関係についての講演をそれぞれ行った。

プログラムは、「モンスーンのシステムと力学」・「モンスーンの変動」・「熱帯低気圧と大気・海洋相互作用」・「モンスーンのモデリングと予測」・「中期および長期予報」の5つのテーマが、3～4の発表からなる12のセッションにわりふられて行われた。また最終日にはこれらのテーマについて3つのパネルディスカッションも行われた。ここでは日本から参加した各人がそれぞれ得た印象について報告したい。なお、報告が大変遅くなってしまったことを深くお詫び致します。

* Report of the International Symposium on "Monsoon-Understanding and Prediction".

** Jun Matsumoto, 東京大学地理学教室.

*** Masato Sugi, 気象研究所.

**** Kuranoshin Kato, 名古屋大学水圏科学研究所.

1. モンスーン・シンポジウム印象記

杉 正 人

2年前に「インドモンスーン長期予報100年記念国際セミナー」がIMD主催で開かれ、それについて安成・栗原 (1986) の報告が「天気」に載っている。今回のシンポジウムに参加するにあたり、事前にこの報告を熟読し、先入観を持っていたために、予想外と感じたことも少なくなかった。2年前のセミナーでは、国際セミナーとは言っても、外国からの参加者は5人と少なかったのに対し、今回は20名を超える参加者があり、国際シンポジウムというのにふさわしい盛大なシンポジウムで、主催者の意気込みが感じられた。ただ、外国からの参加者のうち米国からの参加者が多く、インド-U.S. シンポジウムという感じがなくてもよかった。これは、米国にもモンスーン研究者が多いということだけでなく、インド-米国の研究協力協定があること、そして何よりも、主催者である IITM の所長の Sikka が、米国にある国際 TOGA 事務局に務めていた時に直接・間接に知りあった人達を、今回のシンポジウムに招待したというところが大きいようである。

私自身、フロリダ州立大学の Krishnamurti の所にいた時に Sikka と会う機会があった。また、IITM 副所長の S.S. Singh とは、彼が7年前に日本を訪れた時に一緒に気象庁の狭領域モデルを用いてモンスーン低気圧の予報実験を行った間柄であった。そういったことのために、私が日本からの参加者の一人として招かれたものと思われる。理由はともかく、私にとってこのシンポジウムは3月にルーチン運用を開始したばかりの気象庁の新しい全球モデルの熱帯での予報の改善を世界に紹介する絶好の機会に思われた。ちょうどインドで中期予報センターを設立して、数値予報によるモンスーンの中期予報を始めようとしていた所だったということもあって、気象庁のモデルによる現実的なモンスーン循環の再現、30～50日予報の成功についての私の発表は、数値モデルによるモンスーン予報の現実的な可能性を示したものと

して好評であった。

2年前のセミナーでは IMD が主催者であったこと、そしてテーマが「モンスーンの子報」ということであったために、大部分が統計的な予報法に関するものであった。今回は、それとは対照的に、テーマが「モンスーンの理解と予報」ということで、理解ということにも力点が置かれていて、講演のほとんどはデータの解析と数値モデルに関するものであり、統計的予報法に関するものはごくわずかであった。このあたりにも、主催者が IITM であったことだけでなく、中期予報センター設立を機に、力学的予報の近代化を進めようとしている関係者の意図がうかがわれた。

シンポジウムの数値モデルに関したセッションでは、いろいろ興味深い発表があった。Shukla は、GCM による4月のインド上空の500 mb リッジの緯度の変動(モンスーン予報の重要な因子の一つである)のシミュレーションを現実とみなして、それをさらにシンプルなモデルでシミュレートすることにより、その変動のメカニズムを探る方法について話した。GCM のシミュレーションがそれほど現実になくなり、このような解析方法が有効であるというわけである。Krishnamurti は、モンスーンの入りやその季節内変動に重要な役割を果たしている30~50日周期振動が、予報の初期値から高周波成分をフィルターにより除くことによってうまく予報できることを示した。Gadgil は30~50日周期でインドモンスーン域で北上するモードに関する Webster のモデルで、対流のパラメータを少し変更することにより、周期と出現頻度が実際のもので非常に近くなることを示した。また、Dumenil は ECMWF のモデルをもとにした GCM を用いた数値実験で、冬から春にかけての積雪の多少が夏のモンスーンの強弱に与えるインパクトを実証して見せた。狭領域のモデルでは、Bhola と Singh がそれぞれ IMD と IITM のモデルの予報結果を発表した。モンスーン低気圧に伴う降水の的確な予想が目標であるが、うまくいくケースとそうでないケースとがあり、現業モデルとして実用化してその価値が認められるようになるのはもう少し先のことになりそうな気がした。熱帯の数値予報には、中高緯度と違う困難があることは確かであるが、不十分なりにも現業モデルを運用して経験を蓄積していくことも大切なのではないだろうか。実際、中期予報センターができて、数値予報によるモンスーンの中期予報の現業化が進められているわけであり、短期予報の面でも関係者の努力に期待したい。

シンポジウムの中心テーマの一つは、30~50日振動とモンスーンの関係であった。これに関して、私の発表も含めて10件近い発表があった。インドの研究者たちにも、この重要性が認識されてきているとの印象を受けた。内容も INSAT のデータを用いた解析から、理論・数値モデルと多岐にわたっていた。最後のまとめのセッションで Puri が、30~50日振動がモンスーンの理解と予報に重要なことは確かであるが、それですべてが解決するわけではないとわざわざ言ったほど、このテーマは関心を集めたテーマの一つであった。

最後の日に、モンスーン研究のレビュー的な講演をした Cadet をはじめ、外国からの参加者の話は、インドモンスーンをアジアモンスーンとしてとらえ、更にグローバルな循環との関連でとらえるという点を強調したものが多かった。この点について何人かのインドの発表者も賛同していた。このあたりに、国際シンポジウムの意義の一つがあるように思われた。それはまた、そのよりグローバルな視点でインドモンスーンの研究を進めて行こうとする関係者のねらいでもあるように思われた。インドでは気象学といえばインドモンスーンに関する学問であるというくらいモンスーンに関する研究が多く行われており、これがよりグローバルな視点で行われるようになれば、モンスーンの研究の大きな発展が期待できるのではないだろうか。日本においても、モンスーンの重要性は十分認識され、それに関する研究も多く行われているが、とにかく1週間にわたり圧倒的な数のモンスーンについての研究発表を聞いていると、日本におけるモンスーンの研究がずいぶんときさやかなものと思われてきてしまう。ともかく、モンスーンは魅力的な研究テーマであり、これから大いに研究を進めていきたい。そんな気持ちになっただけでもこのシンポジウムに参加した意義はあったと言えるだろう。

最後に、国際交流基金から出席補助金をだしていただいたことをお礼申し上げる。

2. シンポジウム印象記

加藤 内蔵進

気象学の研究の際、スケールの大小を問わず、対象とする現象を実際に自分の眼で眺めること(必ずしも、測器で定量的な観測をする場合だけでなく、単に風土等から“感じる”ことも含め)は、しばしば大変重要な手がかりを与えてくれる。特に、大規模スケールの気候システムの場合、その土地の風土を感じる、いわば“巡検”

するのみでも得るもの大きい。その意味で、今回はインドの風土の一部でも自分の眼で確かめたことが出来、大変有意義であった。

今回のシンポジウムは、いわゆるインドを中心とするモンスーン、あるいは北半球夏のモンスーンシステム自体の力学の理解と予報が中心であったが、かなり多様なテーマに関する発表が行われて、興味をかきたてられた。

インドでのモンスーン期の総雨量は、作物の収穫と大変関係が深い。インド人研究者の発表に、“good monsoon”（雨量の多い年），“bad monsoon”（雨量の少ない年）という語が頻りに用いられていたのは、彼らの風土観がひしひしと伝わって興味深かった。しかし、逆にいえば、モンスーン現象を常にインド中心に考えることにもなり、北半球規模の現象の本質を理解する妨げにならぬかと心配にもなった。我々にある程度なじみのある現象ほど定義や前提の認識を確認し合いつつ議論を進めねば、とんだイメージのすれ違いを生ずるといった良い教訓であろう。

北半球スケールのモンスーンの力学的側面の他に、インド付近のクラウドクラスターに関する研究や、雨期に入る前のインド大陸上での厚い乾燥対流による混合層（地上数 1,000m に達する）の観測例やそれに関する観測プロジェクトの紹介は、現在、名大水圏研や私自身がやっているクラウドクラスターや中国乾燥地域に関する研究との比較材料として大変興味深かった。

また、インド洋でのモンスーンオンセット前後における海から大気への熱・水蒸気輸送量の分布を衛星データにより評価しようとした研究は、モンスーンオンセット前後での分布の違いを明瞭に示していた（Catherine Gautier）。これは Nimbus 7 のマイクロ波チャンネル（SMMR）を用いて海上風速や水蒸気量を算出し（他の要素も衛星で）、バルク法によりフラックスを求めたもので、モンスーンや東アジアでの亜熱帯高気圧の水循環の研究を定量的に進めるためのステップとして大いに刺激を受けた。

研究面のみだけでなく、文化交流を通じた研究者間の理解を深めるという意味で、毎晩のように開かれたレセプションでのインド民族音楽や劇の公演はなかなか有意義であったと思う。熱帯気象研究所のメンバーの有志によるもので、タンブラ（太鼓の一種）などの民族楽器を用いたり、インドの一種の伝説・神話に基づく劇（おそらく）である。研究会の会場で運営をやって下さって

た女性の方と舞台上でソリストとして舞ったり歌ったりされていた方が同一人物と知った時の驚きは、今でも鮮明に記憶に残っている。日本の気象学会でも89年秋の沖繩大会のように、有志でサロンコンサート等を行うのもいいのではないかと思った。

なお、今回の渡航にあたり、その費用の一部を（財）大幸財団の昭和63年度海外学術交流研究助成金により御援助頂いた点に深く感謝致します。

3. モンスーン・シンポジウムに参加して

松本 淳

3.1 インドにおける“予報”

インドにおいては、“予報”といえば、何と云ってもその年の夏のモンスーン季における全降水量の多寡の予報であり、かつモンスーンのオンセット時期の予報である。その内容については安成・栗原（1986）の報告でもその一端をうかがうことができるが、ともかくインドにおける穀物生産量と夏のモンスーン季の全降水量との間には驚くほど良い相関関係がある。全インドの降水量の長期変動データの解析で有名な Parthasarathy の発表によれば、穀物生産から技術向上による増産のトレンドをとり除いたものと6～9月の総降水量との間の相関係数は、1961～84年の期間で+0.82にもなるという。まさに、降れば降るほど良い、という感じである。そのため大雨による被害など全く眼中にないのには少し驚いた。また日本など中緯度の国と違い、気温にはそれほど関心がないような印象を受けた。さらに言うならば明日の天気にもそれほど関心がないようだ。モンスーン季になれば、明日は「曇りときどき雨」だし、乾期は北部での西方擾乱通過以外は、全て「晴れ」でよいわけだ（ちょっと極端にいいすぎたか?）。このあまりに違う“予報”の感覚に、モンスーンアジアの広さを感じた。

3.2 新兵器になるか——中期予報モデル

インドの“予報”といえば、多数の予報因子を組み合わせた重回帰モデルが有名で、今回もインド気象局（IMD）の Thapliyal によって、その予報結果がかなり良好であるとの発表があった。ただ相関関係が年代によって逆転したり、はつきりしなくなったりするという事実は、なかなかの大問題という気がした。しかし、今回の最大の驚きは、ECMWF ならぬ、国立中期予報センター NCMRWF (National Centre for Medium Range Weather Forecasting) を米国 Cray 社のスーパーコンピュータを導入して設立するということであった。こ

の国の経済力を考えた時（1人あたりの GNP は日本の約 45 分の 1）、これがいかに国家的に大きな支援を受けているかがわかる。近い将来にその成果があらわれてくると期待されるが、特に若手を中心にモデル関係者の意気込みには、なかなかすげいものがあるように思われた。

3.3 INSAT が威力を発揮し始めた

最近導入された新兵器といえば、気象衛星 INSAT がある。1984年に打ち上げられたこの衛星のデータもすでに数年の蓄積があり、そのなかでの多雨年・少雨年の季節内変動の起こり方の違いや、シノプティックな擾乱の振舞いなどについての発表がいくつかあった。IMD の Kelkar らによれば、1986年からは、降水量の見積りも行われており、NOAA に比べると格段によい解像力により、精度が向上しているそうである。ただしこのデータは本来予報用ということなのか、インド人の研究者にとっても必ずしも使いやすい体制になっていないようで、それに関して不満を述べる者もあり、内情を垣間見た感じがした。

INSAT と直接は関係しないが、印象深かったのは、80歳を越えたという大御所 Pisharoty が、低 OLR あるいは 200 mb での発散の中心がインドの真上ではなく、ベンガル湾ないしはもっと東方にあることに、ショックを受けていたことである。陸上のデータだけをみているのと随分ちがうものである。とくに、インド洋上はデータがきわめて乏しいところだっただけに、今後新しい知見がふえていくことであろう。それと同時に、インド人研究者の視点がインド国内だけでなく、グローバルに広がっていく契機になることが期待されよう。

なお数値モデルを動かすためにも、インド洋・アラビア海は、通常の気象観測データの乏しいところゆえに、

INSAT からの情報がきわめて重要になっていることはいうまでもない。

3.4 おわりに

最後に簡単に全体の感想を述べて終わりたい。IITM 所長の Sikka 氏のすぐれた指導力のもとで、世界を代表するモンスーン研究者たちとともに過ごすことができ、大変有意義な経験をさせていただいた。1987年の12月に初めてインドへ行って帰ってきた時には、あまりのカルチャーショックの大きさに、当分は行くまいと思っていた。それからわずか1月もたたぬうちに、講演者としての誘いがあった。この時思わず、「行きます」と言ってしまったことに、インドとの出会いの妙を感じている。インドの魅力はとてども1~2回行っただけでわかるものではない。「また来ることがあるだろう」今回はそう思ってインドを飛び立った。

シンポジウム参加に際しては、日本気象学会から発表者として推薦していただき、また国際学術交流基金から出席補助金を出していただいたことに対し、厚く御礼申し上げます。またインドとの出会いを最初に与えて下さった、筑波大学地球科学系の安成哲三氏にも、誌上を借りて謝意を表します。

参考文献

- Kato, K., 1989: Seasonal transition of the lower-level circulation systems around the Baiu front in China in 1979 and its relation to the Northern Summer Monsoon. *J. Meteor. Soc. Japan*, 67, 249-265.
- 安成哲三・栗原弘一, 1986: 「インド・モンスーン長期予報 100年」記念国際セミナーに参加して, *天気*, 33, 529-536.

月例会「長期予報と大気大循環」の講演募集のお知らせ

表記月例会を下記のとおり開催いたします。今年の主題は「力学的長期予報の現状と将来」です。講演を希望される方は下記の要領でご応募ください。

日程：1990年9月21日（金）13時から

場所：気象庁

申込方法：題目、講演者氏名、所属、および400字以内にとまとめた要旨を添えて申し込んでください。

申込先：〒100 東京都千代田区大手町1-3-4

気象庁予報部長期予報課 林 久美

申込締切日：1990年7月20日必着