

「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*

安成 哲三**, 栗原 弘一***

ヒマラヤの降雪を基礎にしてモンスーンの雨の長期予報をプランフォード博士が試みたのは100年前である。彼に従って、ギルバート・ウォーカー卿が世界各地の各種の先駆現象とインドの降水量との関係を研究したのは今世紀の初めであった。

ロシアの気候学者ワイコフが、インドのモンスーンの始まりと、日本の入梅とは関係があると指摘したのは前世紀の末であったが、これを統計的にまたシノプティックに研究したのは今世紀の中頃である。その後、日本の梅雨とインドのモンスーンとの深いかかわりあい、長期予報に生かされて今日に及んでいる。

日本気象学会は、昭和61年度の国際学術交流活動の一部としては、インド気象学会が計画した「インド・モンスーンの長期予報100年記念国際セミナー」に後援学会のひとつとなることを決定した。そして、日本気象学会理事長山元龍三郎名で開会式にメッセージを送り、栗原弘一、安成哲三の2名の会員が出席するための旅費の援助をした。この2名の会員は、後に記す通りの活動をこのセミナーで行った。

セミナー終了後、6月16日付で、インド気象学会長より日本気象学会の後援に対し感謝するとともに、セミナーの結論としてまとめられた勧告(20項目)が送られて来た。

ここに、国際学術交流委員会として、活動を援助していただいている会員各位に対し深謝し、安成、栗原の両会員からのセミナーの報告を紙面をかりて掲載する次第である。
(国際学術交流委員会)

1. はじめに

南方振動(SO, Southern Oscillation)は、今から約

* Report of International Seminar on Long-Range Forecasting of Monsoon Rainfall.

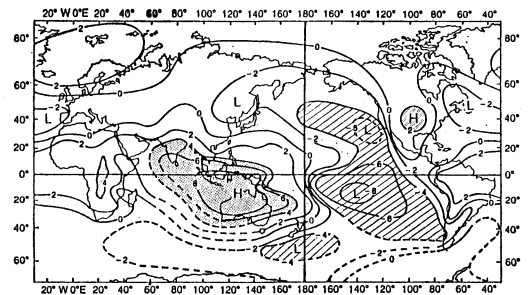
** Tetsuzo Yasunari, 筑波大学地球科学系.

*** Koichi Kurihara, 気象庁長期予報課.

60年前インド気象局長官に就任した Sir Gilbert Walker が、インドの夏期モンスーン長期予報の研究過程で発見(第1図)したものである。インドネシア付近の地上気圧が高く南太平洋で逆に低くなる南方振動指数(SOI)の低指数期には、モンスーン降水量は平均より少ない傾向があり、反対にSOIの高指数期には降水量が多い傾向がみられる。この関係はモンスーンの子報に際し、様々なかたちで利用されてきたという。

インドにおけるモンスーン長期予報は、初代気象局長官のBlanfordにより、SO発見より50年も逆のぼる1880年代初めから試みられ、1886年6月には、気象局(IMD: India Meteorological Department)が初めて公式の長期予報を発表した。今年はしたがって、インド長期予報100年にあたる。これを記念して、インド・英国の気象学会共催の「インドモンスーン長期予報国際セミナー」が、去る4月16~18日、インドのニューデリー市で開催された。

セミナーは、ニューデリー気象局から徒歩で10分足らずのインド国際センターで開催された。「国際」セミナーとはいうものの、出席した外国人は、私達2人のほ



Correlations of annual mean sea level pressure with Darwin, Australia. (Courtesy K. Trenberth, National Center for Atmospheric Research, Boulder, CO).

第1図 ダーウィン(オーストラリア)と世界各地の年平均海面気圧の相関係数($r \times 10$)の分布(Rasmusson, 1986)

第1表 セミナーのプログラム

Technical Session (発表数)	Session Chairman	Key note Speaker
I. Observational Asepts of Monthly & Seasonal Variations (4)	Y.P. Rao	R. Ananthkrishnan
II. Statistical Techniques of Long Range forecasting (12)	S.K. Das	J. Shukla
III. Dynamical Methods for Long Range Forecasting (5)	安 成	P. K. Das
IV. Teleconnections & Long Range Forecasting (10)	H. Reihl	栗 原

かは、アメリカから Shukla, ブータンからオブザーバーとして Namgay, それに IIT (インド工科大学) に客員としてたまたま滞在中の Reihl (コロラド州立大学) の3氏のみで、あとは IMD のスタッフを中心とするインド人であった。

開会式では組織委員長 (R.P. Sarker) やインド気象学会会長 (S.K. Das) のあいさつの他に、山元日本気象学会理事長のメッセージが栗原により紹介された。セミナーは4つのセッションに分かれ、最後に全体の総括と長期予報研究に関する勧告をまとめた。またセミナー2日目には、科学技術担当国務大臣が出席しインド気象学会の学会賞授与式も行われた。各セッションは、冒頭の45分間の Key note address と一般講演とからなっていた。第1表に各セッションの座長と key note speaker を示す。全部で35編の発表がなされたが、表の発表数から一見してわかるとおり、長期予報の統計的手法に関する講演が圧倒的に多く、発表内容からみた各セッションの区別もあまり明確ではなかったように、筆者らには思われた。ここでは発表のひとつひとつの紹介はせず、セミナー全体を通して浮かび上がったいくつかの問題について、筆者らの感想をまじえて紹介したい。

2. 何が予報に使えるか? —統計的予報の問題—

インドでモンスーンの“予報”といえは、まず第1に今年のモンスーンは活発か不活発か(雨が多いか少ないか)という予報(日本での季節予報)であり、第2には季節内での活発期(不活発期)の予報(週間ないしは1カ月予報)である。とくに年々のモンスーン降水量の予報こそが、Blanford 以来、100年間のインド長期予報の基本テーマであり、このセミナーでも大部分がこれに関するものであった。

さて、統計的手法に関しては、いったい何がモンスーンの子報因子 (Predictor) として使えるか。このセミナ

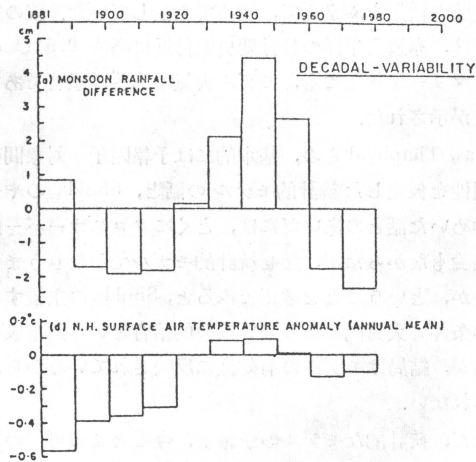
ーでは、さまざまな要素を用いた予報研究が紹介され、IMD が Blanford, Walker 以来営々としてこの努力をしている印象を受けた。

まず SOI である。SO とモンスーンとは冒頭でのべたごとく、高い相関のあることは、すでに多くの人たちより指摘されている。しかし SOI とモンスーン降水量とのラグ相関を調べると、ほぼ同時か、モンスーン降水量の方がやや先行しているという指摘が多く、予報としては必ずしも SOI を使うことができないという議論があった。Shukla はこの問題について、SOI そのものを用いるのではなく、先行する冬の SOI の tendency (すなわち $\frac{\partial}{\partial t}(\text{SOI})$) を用いるべきであると主張していた。

多くの予報因子の中で、前 IMD 長官の P.K. Das や Shukla が重要視していたもうひとつのものに、春(4月頃)のインド亜大陸における 500 mb 面のリッジ(亜熱帯高気圧)の位置(緯度)がある。モンスーンの強い年には早くから北上するが、弱い年には北上が遅れるという。事実 Shukla は、先の SOI tendency とこのリッジの位置を用いた重相関は非常に高く、少なくともインド主要部の季節降水量の予報は可能であることを強調していた (Shukla and Mooley, 1986)。

ヒマラヤないしはユーラシア大陸上の積雪面積とモンスーン降水量との間に負の相関があるという、古くは Blanford, 近年においては Hahn and Shukla に始まる指摘に沿った発表も4つほどあったが、新しい視点のものはなかった。物理過程からすると、むしろはっきりした要素のように思われるが、ひとつには、積雪というデータの精度や取り方かなりの任意性が含まれているために、現時点では、SOI や 500 mb リッジに較べ、1ランク落ちる予報因子であるという印象を持った。

モンスーンの年々変動が、地球規模の気候変動と結び



第2図 インド・モンスーン降水量(6~9月)と北半球平均気温の変動(Verma, 1985) 夏期降水量の変動は、北半球の気候変化と関係することが示唆される。降水量と北半球平均気温の遅れ相関から、気温の変動が夏期モンスーンの変動より約6ヵ月先行することも調べられている。

ついていることを示唆する例として、北半球の平均気温とモンスーンの年々変動を比較した研究(Verma *et al.*, 1985)があった。第2図は北半球気温偏差(Δt_{NH})とモンスーン降水量の10年平均値の変化を示したものである。両者に正の相関関係があると容易に推察できるであろう。モンスーン降水量に Δt_{NH} との相関は月々の Δt_{NH} の間でも成立し、モンスーンに先立つ冬期(1~2月)の北半球平均気温がモンスーンの前報因子として有効であることが示された。

その他に、このセミナーで発表された前報因子をら列すると、ベンガル湾およびアラビア海の海面水温(SST)、東太平洋のSST、インド及び太平洋上の500 mb面での亜熱帯高気圧(東西)位置、デリーにおける最高、最低気温の差、インド全域での蒸発量、成層圏QBOの風の位相、南極大陸上の平均気温、マスカレン(南インド洋)高気圧の強さ、東南アジア上空の熱帯偏東風ジェットの強さ、などである。いずれも、モンスーンに先立つ冬から春(又はそれ以前)のこれら因子の値とインド中部(又は全域)のモンスーン降水量との時差相関や合成偏差などの手法で議論したものである。特に今回は、IMDとIITM(インド熱帯気象研究所)の幹部研究者が、張り合うように南極大陸上での前年7月の気温とモンスーン降水量に高い負の相関があることを強調してい



写真 セミナー開会式

たのは、印象的であった。この背景には、インドが数年前から南極観測を開始していることがあるのかもしれない。

このような「相関法」に対する予報への利用上の制約についての議論もあった。IMDで長期予報を担当しているThapliyalは、以上にあげられたいくつかの因子とモンスーン降水量との相関係数を、統計期間をずらしながら計算し、相関係数それ自体が(こういう言い方が許されるならば)気候変動していることを示した。例えば冒頭にのべたSOとモンスーンとの関係は、一般に安定していると考えられがちだが、ダーウィンの地上気圧とモンスーン降水量の相関は、少くとも1930~40年代は正の相関であったが、その前後の期間は負相関というように、相関の逆転が起こっているという。

ところで、このセミナーの出席に際し、私たちが期待をいただいていたことのひとつは、モンスーンの年々変動が、SOをはじめ全球的な大気循環とどのように関係しているのか、モンスーンの変動と他の地域との天候との関連について何か新しい知識が得られるのではないかと、いうことであった。日本の、特に夏期における長期予報研究をすすめる上で、これらの問いは極めて重要である。例えばSOは日本の夏期天候とも関係し、特にインド洋から西部太平洋のモンスーン活動はSOの活動を反映し、それが夏の天候に支配的な役割をもつ亜熱帯高気圧の振舞に影響するという、一連のテレコネクションの存在が明らかになりつつあるからである(Kurihara and Kawahara, 1986)。さらにモンスーンとSOの結びつきについて、どのような物理的な説明がなされるか、との興味もあった。私たちの発表も、実はこれらの問題に関することであった。しかしながら、多くの発表者が次から次へとさまざまな前報因子を登場させて、モンスーンとの相関に言及しながら、以上のような視点で議論した

ものは、残念ながらほとんどなかった。インド人は、これほどまでにモンスーンにしか興味を持たないのだからと、改めて感じた次第である。

メカニズム抜きで、さまざまな因子とモンスーンとの相関を、次々に聴かされると、さすがにうんざりもし、失礼ながら、アメリカ人研究者がよく口に出す garbage などということばを、ひそかに思い出ししたりしてしまう。しかし、3日間のセミナーを通して、garbage (?) も山のように積み上げられると、不思議と何かが見えてくるようでもあり、かえってモンスーンが全球的な気候システムの中に、どう組みこまれているかを考えさせるヒントにもなった。例えば 500 mb リッジの位置とは、積雪分布も関連した大陸の暖まり方の指標でもあり、一方冬期の熱帯東西循環の指標という側面も持っている。とすると、当然冬の熱帯偏東風ジェットも関係するであろう。南極の気温とは、南半球の南北の温度勾配、すなわち偏西風の強さの指標であり、SOI とも関連を持ってくる……という具合である。考えてみれば、このような手法こそ、Blanford, Walker 以来インドにおけるモンスーン研究のひとつの伝統的な手法であり、それなりにモンスーンの理解を進めてきたのかもしれない。

3. 何が予報できるか、何を予報すべきか？—統計モデルの問題—

第1表で紹介したように、力学的予報に関するセッションもあったが、実質的にこの話題に関連したものは4つしかなかった。key note address として P.K. Das は、決定論的な力学モデル、すなわち GCM (大循環モデル) による予報を、将来的にはやるべきだが、現状ではそれに替るものとして、dynamic-stochastic model が有効であることを強調した。この具体的な方法については、Thapliyal が、4月の75Eにおける500 mb リッジの位置や春のダーウィン気圧 (SOI とほぼ同じ指標) を予測変数 (因子) とした ARIMA (Autoregressive Integrated Moving Average) モデルによる、インド中部のモンスーン全期間降水量の予報を試みた成果を報告し、従来の重回帰式による予報よりかなり高い精度 ($r.m.s.e.=4.4$ cm, 重回帰式によるものは 7.1 cm) を得たとしている。

一方 Shukla は、モンスーンを含む熱帯域の大気は、中高緯度にくらべ、境界条件に対しより依存的な性質を持つため、長期予報における predictability は中高緯度よりも高い、とする従来からの持論 (Charney and Shukla, 1981) を、GCM による SST アノマリーの感

度実験の結果をふまえて、改めて主張していた。彼の結果では、赤道太平洋の日付変更線付近に高々 0.5°C のアノマリーを与えても、モデル大気の応答は顕著であることが示された。

Das, Thapliyal らの、基本的には予報因子一対象間の線型性を仮定した統計的モデルの話と、Shukla のやや哲学めいた話とのあいだには、とくにクロスオーバー的な議論もなかったが、なぜ統計的モデルでかなりうまくいくか、ということを考えてみると、Shukla の主張する境界条件—大気間のより強い線型的結合という熱帯域の特性が、結局はモデルの有効性に反映されているからかもしれない。

ただ、統計的なモデルの予報も、今のところ可能なのは、中部インド (或は半島部) 全域のモンスーン全期間の総降水量のみについてであり、より小さな地域 (sub-division) ごと、月ごとの予報に関しては、全くお手あげの状態である。これに関連して、Shukla と IMD の現業側とで、ちょっとした面白い議論があった。Shukla は、先の重回帰による予報や GCM 実験にもとづく結果から、何を予報すべきかではなく、何が一体予報可能であるか、が問題であると強調していた。そして、一定の時間、空間平均 (具体的には季節平均・インド中部全域の平均) を施せば予報が充分可能であり、かつそれが現時点での限界であるとしていた。これに対し、予報にたずさわる側を代表(?) して、IMD 長官の R.P. Sarker が「そうはいつでも、ユーザーはより詳しい情報を求めているのだ」と実情をのべた。なるほどユーザーの要求と実務に携わる人間の課題は国を選ばないのかと、改めて感心した。また元長官の P.K. Das はやや楽観的に、より細かな予報に関しては、まだ有効な予報因子が見つかっていないためであるとのべていた。そんな因子が簡単に見つかれば苦勞しない、と物理過程重視派にはすぐ反論されそうな言い方だが、それでも地域ごと月ごとの予報というニーズがある限り、やらねばならぬという姿勢は、天気予報屋としてはかえって健全な態度ではないか、との印象を持った。

4. 季節内変動についての話題

いわゆる30—50日周期のモンスーンの季節内変動に関する発表は、2—3編のみであったが、いずれも興味深く聴いた。熱帯、特に赤道ぞいにおけるこの周期振動に関しては、理論・解析両面から、アメリカ、日本を中心として最近非常に活発に研究が行われているが、この振

動の側面であるモンスーン域での雲量の北上という現象についての、明確な答はまだ出ていない。Keshavamurty は、東西方向には基本的には東進する Kelvin 波モードであるとしながら、モンスーン域では、大きな東西風の鉛直シアが、北上の位相伝播に重要であることを、線型化されたモデルで示した。残念ながら時間も短かく詳しくは理解できなかったが、北上現象がモンスーン地域に限られること、年々の周期性や北上の様相の変動には、平均東西風の鉛直分布（すなわち平均場としてのモンスーンの強さ）が関係していることを示唆している。おもしろい。インド気象学会の大御所の1人である Ananthkrishnan は、セッション I での key note address の中で、中部インドでの降水量の季節変化についてふれ、長年のデータによる平年値をみても、7月下旬と8月末に降水量の極大（8月中旬に極小）が現れることを指摘していた。これは30—50日周期という季節内変動の位相が、季節推移と全く独立に存在するのではなく、ある程度 phase-lock されて出現することを示唆しているようで、筆者らには非常に興味深かった。その他、R. Singh は1983年についてこの周期の変動の解析結果を示していた。1982年に筆者のひとり（安成）がこの30—50日間振動の話を書いた時は、とくに IMD の予報関係者のあいだで懐疑的な感もあったが、今回の雰囲気は、このモードに対し、かなり認識が高まっていることを感じさせた。

5. おわりに

セミナーの最終日には Concluding session があり、各セッション座長の総括に続いてセミナーの組織委員長 R.P. Sarker がセミナー全体の総括を行い、最後に20項目からなる勧告が委員長と各座長の名のもとに決議された。その内容の主なものを紹介すると、

- 1) 長期予報のための全球資料の整備
- 2) 18世紀にさかのぼるインド各地の気象資料の整理、歴史的資料の活用
- 3) モンスーンと地球的テレコネクションの詳細な研究の必要性
- 4) モンスーンとさまざまな因子との相関を、物理過程をふまえて解明する
- 5) 冬のモンスーンの予報の開発
- 6) 統計的力学的モデルを農業からの要請に答えるように改善する
- 7) 長期予報技術者のマンパワーを増やす

8) ユーザーとの対話（何が求められているかを把握する）

9) 英国・日本・米国気象学会などと協力して、1988年までに、Sir Gilbert Walker 記念の長期予報シンポジウムを開催する、などである。

筆者のひとり（栗原）も、セミナーに対する意見や感想を求められ、ユーザーの要求に応えようとする努力はもちろん大事だが、一体现在のわれわれは、何をどの程度予報できるか見極めることが緊急の課題ではないかと、常日頃感じていることをのべた。加えて、INSAT（インド静止衛星）の利用について、関係者で検討してほしい旨要求した。現在、インドでは熱帯域の対流活動の監視に極めて有効な雲量や TBB 平均値などの統計資料は作成していないとのことだった。また、snow cover 域のモニタリングも、最低輝度合成等の手法で是非やってほしいもののひとつである。GMS がカバーするのが 80°E 以東であることを考えると、こうしたデータの作成を早急にルーチンにのせることが望まれよう。

最後に、今回のセミナー出席に際し、多大な援助をいただいた日本気象学会に深く感謝する次第です。

セミナー印象記

安成 哲三

ブレモンスーン期の暑い最中ではあったが、IMD (Indian Meteorological Department; インド気象局) のすぐ真向かいにあるインド国際センターで行われたせいもあって、人の集まりはまずまずであった。

筆者にとってのインド訪問は、今回で6度目であったが、インド人の演説好きと formality 好みには改めて驚き、ややうんざりもした。3日間のうち、1日目と2日目の午前の大半を費した式典では、次々に立つ主催者、来賓などが長いあいさつを行い、その内容まで印刷して配布された。筆者にとってはかなり退屈な時間ではあったが、インド人は結構好きらしく、会場の入りは、こういう儀式の時に満員で、セッションになるとぐっと減るという具合であった。key note address も、45分という時間を割り当てられながら、1時間を越す人もいた。

このこととも関連するが、参加者が IMD 関係者にかかなり偏っていたこと、若い人の参加が非常に少なかったことなどが、やや残念であった。これは、セミナーの組織委員長が現 IMD 長官であり、主催者のインド気象学会の総裁が前 IMD 長官であることにも見られるように、インドの気象学が、IMD 主導型で進んできたこと、

大学での気象関係者が、現在でも非常に少ないことを考えると、ある程度やむを得ないことかもしれない。

とはいえ、このセミナーを通しての雰囲気は非常によく、特に IMD 長官に着任したばかりの R.P. Sarker 氏の委員長としての活躍はすばらしく、各セッションでも常に前に陣どって、活発に質問したり、座長へのアドバイスをしたりして、セミナー全体を盛り上げていた。

セミナーを活発なものにしていたもう 1 人として、Shukla 氏（メリーランド大学）の存在も忘れることはできない。とくに、モンスーン予報という問題を、インドというローカルな地域での、いわば国内問題としてしまいがちの在インド研究者に対し、常にモンスーンをグローバルな気候の問題の一環として捉えようという彼の指向は、日本から来た私たち 2 人にとっても、非常にありがたいものであった。余談ではあるが、筆者は ENSO とモンスーンをひとつの結合システムとしてみるという仮説を発表したが、時間をオーバーして質疑時間が打ち切られてしまった。しかし、これは興味深い発表だからと、座長にわざわざ懇請して質疑の機会を設けてくれ、発表後も「非常によかった」と握手を求めてきたのも彼であった。

熱帯気象学の泰斗であり、私たちににとっては教科書でしか知らなかった Richl 教授に会え、親しく話す機会があったのも、今回の収穫のひとつであった。70歳を越える高齢にもかかわらずくしゃくしゃとしており、ひとつのセッションの座長もおおせつかっていた。彼は非常にウィットに富んでおり、自分のセッションの発表者に対し、「発表の終わりには、ついでに自分の研究をふまえた今年のモンスーン予報もやって下さい」と注文していた。残念ながら、インド人発表者が良い意味で慎重だったせいか、あるいは一番前に陣どっていた IMD 長官の目をきにしてか、ひとつの答えもきくことはできなかったが。

ところで、この季節のインドの気候について特筆すべきことは、毎日 30°C を越す暑さもさることながら、インドの空を厚くおおうダスト層であろう。この時期にはじめて飛行機でニューデリーにきた人なら、5000 m 付近以下のダスト層でほとんど地上が見えないという状況に、きつとびっくりするはずである。筆者は今回ネパールにしばらく立寄ったのち、インドを訪れたが、ヒマラヤの谷の奥深くにまでこのダスト層がインド平原から侵入している光景を見ることができた。地上に降り下りてしまうと、あまり気がつかなくなるのだが、夕方白っぽく

輝く西の空を見たりすると、ふたたびこの厚いダスト層の存在を感じることができる。こんな厚いダスト層はいつ頃かから形成されるようになったのだろうか。ガンジス平原が森林に覆われていたというお釈迦さんの時代にはまだなかったのではなかろうか。とすると、その頃のモンスーンはどうであったろうか……。

とにかくこのダスト層は、プレモンスーンを特徴づける酷暑に大きな役割を果していることは確かであり、ひき続くモンスーンの状態とも密接につながっているのではなかろうか。

セミナーが終わった翌日、Shukla 氏からパーティにこないかと誘われた。帰国前の所在なさに気軽に出かけたなら何と彼の弟の結婚式であった。ヒンズー教の儀式にのっとった典型的なインドの婚礼宴であり、思いがけず生きたインド文化を体験することができた。その夜遅く、宴のにぎやかな音楽の余韻をまだ耳に残しながら、ダスト層下のニューデリーをあとにした。

インドの長期予報を垣間見て

栗原 弘一

〈セミナーにおける講演〉

本セミナーへの参加に際し、東アジアの天候とインド～東南アジアの夏のモンスーンの関連性について最近の調査 (Kurihara and Kawahara, 1986) を中心に紹介すると共に、折角インドまで行くのだからモンスーン長期予報の Know-How を勉強してこようと訪印を楽しみにしていた。ところが、一般講演用にアブストラクトを送付し、Proceeding に掲載するレポートが完成間近になった 3 月中旬に、Teleconnections and Long Range Forecasting と題する Key note address をやってくれないかとの手紙が届いた。結局、一般講演の他に 45 分間の特別講演をするはめになってしまった。ともかく時間が限られていたので、ENSO に関連するテレコネクションの例をまとめて持参した。

こうした機会に東アジアの天候と ENSO のテレコネクションを紹介するのは、ENSO を global な現象として理解する上で有意義だろうと考えた。もっとも、筆者の下手な講演以上に、参加者の感心がインド・モンスーンの子報に集中していたため、こちらの意図が果して伝わってくれたらだろうか。

ところで、インドへ行くならば、プーナ(ボンベイの南東約 200 km の高原都市)にある熱帯気象研究所 (IITM, Indian Institute of Tropical Meteorology) を訪問した

第2表 インド・モンスーン降水量の長期予報 (Thapliyal, 1986)
Long Range Forecasts issued by the India Meteorological Department.

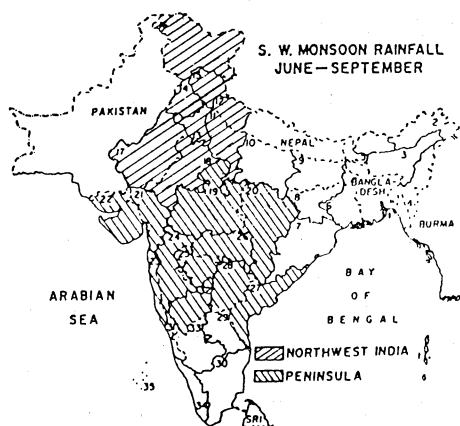
S. No.	Long Range Forecast for	Technique (s) used	Date of issue First week of	Forecast area
1.	Monsoon onset	MR	March	Kerala (southern most state)
2.	Monsoon Rainfall (June to September)	DST & MR	May & June	NW India & Peninsula
3.	Second half of Monsoon Rainfall (August+September)	DST & MR	August	-do-
4.	Winter Precipitation (January to March)	DST & MR	January	NW India
5.	Monthly Rainfall	ARIMA	Each month	All 31 meteorological subdivisions of India

DST: Dynamic Stochastic Transfer 法

MR: Multiple Regression 法

ARIMA: Auto Regressive Integrated Moving Average 法

注) 5.の月別予報は試験的に行われているだけで、一般には公表されていないとのことである。



第3図 モンスーンの予報区 (Thapliyal, 1986)

らどうかと勧められた。また、インドにおける長期予報の実務(技術開発や予報資料の作成など)は、ニューデリーの気象局ではなくプーナの気象局で行われているとのことだった。そこで、セミナー終了後プーナまで足をのばして、IITMと気象局のスタッフからモンスーン予報の研究と実務について話を聞いた。

〈熱帯気象研究所にて〉

IITMは、日本でいえば気象庁の気象研究所に当ると思っていたが、実際は、IITMもインド気象局も Department of Science and Technology に属する別個の機関であるとのことだった。IITMの設立は1963年と比較的新しい。もともと気象局の組織の1つだったが、1971年に独立した機関となった。ただし、IITMの執行理事会

の議長は、インド気象局長官が務めることになっている。

IITMと気象局は道路一本を隔てて並んでいるが、両者の間で人事交流は全くないそうである。少なくとも長期予報研究・技術開発に関して、双方とも競争意識が強いとは、IITMのあるスタッフの話だった。

IITMには6つの研究部があり、そのうちモンスーン長期予報の研究に係わるのは、主として予報研究部と気候・水文部である。研究機関であるから、当然モンスーン予報の義務はないが、1979年から独自に“Monsoon Outlook”を作成し、資料を気象局に提供している。基になる予報法は北半球平均気温を用いた回帰式 (Verma *et al.*, 1985) や、北西インドの積雪・南極の気温資料、そして SO に関する資料である。「モンスーン降水量の予報に際して SO をどの程度考慮しているのか。筆者の個人的感想—これはセミナーに参加して強く感じたのだが—では、SO を余り重要視していないような印象を受けるがどうか」と尋ねた所、「モンスーン降水量の年々変動のうち SOI で説明できるのは10数%に過ぎない。また、モンスーン予報のよりよい指標も幾つか見出されている」との答えがスタッフの1人から返ってきた。

〈インドの長期予報〉

一方、プーナの気象局の歴史は古く、1928年から1944年までここに気象局の本部が置かれていた。現在ニューデリーの気象局がインド全体の気象業務を統括しているが、モンスーンの長期予報に関する実務はプーナで行われている。

長期予報関係の担当者は3人で、他にアシスタントが

6人いる。長期予報といっても、日本の場合とは異なり、夏のモンスーンの前報がその全てであるといってもいいだろう。インドの年降水量に対し、6～9月の降水量は40%～95%（平均70%）を占めている。気温の前報も短期予報では大切だが、長期予報とりわけ夏期の長期予報にはニーズは余り大きくないようである。モンスーンの前報は、第2表に示した通り3回発表される。4月初めまでにモンスーン Onset の前報が発表されるが、これは半島の南端部における Onset を予報するだけで、ボンベイ、ニューデリー等の地点については予報していない。降水量の前報は2度発表される。予報区は、第3図に示した、「半島部」と「北西インド」の2つである。予報は7階級で表示される。南部および東部については予報は発表されない。これは技術的な問題によるとのことである。南部の地域は夏の南西モンスーンの終了と相前後して、北東モンスーンによる降水が10～12月に継続してあるため、両者を区別できないのが現状であるという説明だった。

冬にも降水量の前報を発表している。これは北部の冬小表の生産地域を対象したもので、1月初めに、1～3月の降水量前報を発表している。

広大なインドを2つの予報区で、しかも特定の区域は予報区からはずしているが、ユーザーからは予報区の細分化と残りの区域の前報発表に対する強い要望がある。そのため、現在、インド全体を35*の予報区に分けて、実験的に降水量の1カ月予報を行っている。しかし、成績が良くないので公表していない。残り2区域のモンスーン前報にしても、一度始めたら技術的な理由で中止することは難しいので、要望は強いが予報を始める計画は現時点ではないとのことだった。

* Thapliyal (1986) によると予報区は31である。

〈おわりに〉

筆者が東京を出発した4月13日の最高気温は17.1°Cで、半袖シャツではまだ寒を感じるほどだった。ニューデリー滞在中、またプーナでも日最高気温は40°Cに迫る暑さだった。6月までの2カ月間はインドの真夏とは聞いていたが、焼けるような暑さとは、まさに言葉どおりだった。もっともこの時期は夜間に20°C位まで気温が下がるので、さわやかな夜を過ごすことができた。新聞の天気欄には、3月からの積算降水量と平年偏差が掲載されていた。ニューデリーより南部では平年以下の地域が多く、新聞はグジャラート州（ニューデリーの南西）などで干ばつが深刻化していることを伝えていた。昨夏、インドは35%の地域が drought condition であった。水源のほとんどを夏のモンスーンに依存する多くの地域で、モンスーン期の少雨は、次のモンスーンまでの1年間、水不足を余儀なくされるわけである。モンスーン長期予報100年の歴史は、結局の所、この干ばつの農業・社会生活への影響を最少限にくい止めるための自然との闘争史だったのではないだろうか。

長期予報100年を記念して、インド気象局は Sir G. Walker の著作集を刊行した。彼等が発見した南方振動は、エル・ニーニョ現象とともに、長期予報研究・実務に係わる人々の間で、今最も注目されている。ところが実際のモンスーン前報では、SOI の占める位置は筆者が当初予想していた程大きくはないような印象を受けた。南方振動の発見から50年以上も経て、現在 TOGA (Tropical Ocean and Global Atmosphere) 計画がすすめられている。この計画が終わるころまでには、インド・モンスーンと南方振動との関係にも新たな解釈が生まれるだろうことを期待したい。

最後に、岸保勘三郎先生と朝倉正博士から、講演について種々御指導いただいた。記して謝意を表します。

第16回太平洋学術会議のお知らせ

韓国の Seoul において1987年8月20～30日の間、第16回太平洋学術会議が開催される予定であり、その Second Circular が最近届きました。気象学および大気物理学関係 (H.K. Cho 教授 (Yonsei 大学)) の主なテーマは

熱帯およびモンスーン気象

S.E. Moon 教授 (Pusan 国立大学)

太平洋域の大気大循環

C.H. Joung 教授 (Seoul 国立大学)

メソ気象学と Severe local storms

H.J. Son 博士 (中央気象局)

気候学の工業への応用

M.I. Kim 博士 (中央気象局)

その他

S.M. Lee 教授 (Yonsei 大学)

() 内は Organizer を示す。

この Second Circular は気象学会の事務局にありますので、詳細は同事務局にお問い合わせ下さい。

(文責: 山元龍三郎)