

だけで金が来るものなら苦労は要らない、というような揶揄する声も聞こえて来るが、“覚悟”もなく金を手に入れても仕方がなかろう)。

次の、観測の次にくる大気-海洋結合モデルは、現在のところ、主として、海洋学者の側で研究されている。しかし、これからは大気の側からも真剣に取り組んでゆく必要がある。なお、最近、Cane 達の仕事を引き合いに出して、“今や、予測は可能となった”と云う場合が多いが、1つの突破口を開いた、という意味に理解してもらいたい。

現在の簡単な大気-海洋結合モデルは、そのままでは実用に程遠いが、この大気-海洋結合モデルというパラダイムは、筆者の感じでは、第二次大戦後の、“数値予報”というパラダイムに匹敵するもののように思われる。思い起こして欲しい。当時の数値予報のプロダクトは、決して、予報官の予想を上まわるものではなかったはずだ。ただ、その新しいパラダイムが、多くの若い学徒の心を捉えたのであろう。日本でも、“Novier-Stokes を解く”というパラダイムに、数多くの人が結集して以来、20年にして、その果実は、大衆のものとなった。その間、このパラダイムが駆逐されないように“戦っていた”前衛がいたわけで、“大気-海洋”結合モデルにも着実に根づかせるためには同じように、この10年を耐え抜く前衛が必要であらう。そして、それは、現在、充ち足

りているところから出て来るものではないであらう。現在のパラダイムに不満を感じている人達の中から、次の時代が産まれて来るはずのものであろう。

その意味でも、最近の、simple model による結果は、新しい時代の息吹きを感じさせるに足るものと思われる。

日本の現状を考えると、この分野に参入することは、非常に容易の様に思われる。とりわけ、日本の研究者が使用出来る計算機資源の量だけは、世界的に見ても、ひけをとらないものであるからである。観測の分野では、日本は、世界をリード出来ない現在、このモデリングの分野では、世界をリードしてみたいものである。

第3のシステム設計については、現在のところ机上のプランである。恐らく、5年後程度に、議論されることになるだろう。

以上、簡単に、TOGA をめぐる状況を述べて来た。この小文の意図は、1人でも多くの人が、このような問題に興味を持ち、主体的に、この問題にかかわって来るようにすることにある。この意図が、少しでも実現されれば、望外の幸いである。

更に、興味を持たれた方は、天気、1986年、5月号の“TOGA の現状と今後の進展について”という記事も参考にされたい。

総合討論

文責：松野太郎*

司会：熱帯の大気と海洋ということで6人の方に話題を提供していただいたが、大きく言って ENSO と30~60日周期振動という2つの話題があった。両者は関係しているのであるが、一応分けて議論したい。

まず30~60日周期振動をとり上げたい。この現象は Madden and Julian が発見して、その時は東西循環の振動と解釈されたが、その後、現在の研究につながる端緒となる安成さんの研究においてモンスーンの南北振動という面が強調された。それから多くの人がグローバルに解析してみると、再び東西流の東西伝播という面がク

ローズアップされて来た。その面でケルビン波ということも考えられるが、Madden and Julian の直後は、周期の点でケルビン波という解釈は無理だと言われていたのだが、今日の話ではやはりケルビン波でよいのだということが言われた。これらの問題を討論したい。

最初に東西伝播か南北伝播かという点について安成さんにうかがいたい。

安成：インド気象学会の長期予報100周年記念シンポジウムに出席させてもらったが、その時聞いた Keshavamurti 氏の未発表の研究で、インド・モンスーン域で東西風の鉛直シアーが大きい事が北進をひきおこすという事であった。まだよくわからないが、基本的に東西に伝

* Taro Matsuno, 東京大学理学部。

播する波があって、それがモンスーン地域で北進現象をおこすのではないだろうか。

村上多喜雄：インドばかりでなくオーストラリア・モンスーン域でも南進がみられる。しかしオーストラリアより東の領域では南北進はない。

村上勝人：夏のインドでも冬のオーストラリアでも熱的な南北の非対称が重要ではないかと思う。グローバルに解析してみると東進するものと南北進するものは別に存在するのではなく同期している。赤道域でみれば東進成分が顕著かもしれないが、エネルギー的に見ればインドやオーストラリア地域での南北の熱源の変動が重要な役割をしている。

司会：まとめると赤道域で東西進する波動が全体のサイクルを決め、インド、オーストラリアの海陸分布が南北進をひきおこし、中高緯度にも影響を与える、ということだろうか。

中沢：一定経度に沿って OLR の時間・緯度セクションを作って見ると、インド域で北進のみでなく、南進も見られる。つまり赤道から南北両側に伝播してゆく。ただし北進部分は 20° 以北までゆくが南進部分は 10° で終わる。

司会：30～60日周期振動の動きの問題に関して他にコメントは？

新田：最近ひまわりデータで雲の動きを見ている。グローバル・スケールで見ると東進がはっきりしているが地域的に見ると別の様相もある。対流活動のひとつの中心である西太平洋域を見ると、30日程度の周期があるようで、その動きを見ると西進ないし北西進する。季節内変動も局所的な成分があることを忘れてはならない。メカニズムについて言えば、線形的な波動的なものばかりでなく、非線形なもの、つまり水蒸気の補給とカップルして、水蒸気を消費しつくすと対流のブレイクでおこる、というような事も考えられる。

司会：30～60日周期というのは長期予報にとっても重要なタイムスケールで、いわゆるベースの転換にとってもベースメーカーの役割を果たしていないだろうか。河原さんの話された1984/85年の冬の例は、暖冬の子想が一転して寒冬になった時のものと思うが、中緯度偏西風帯のベースの転換において南の対流群がきっかけを作っているということはないのだろうか。

河原：話をしたのは1例だけであって、それから簡単には結論を下せない。10年間ぐらいについて解析してみる必要がある。私の印象では季節内変動というのは多様

で、様々な機構があると思う。

司会：中緯度で数10日のタイムスケールをもつ変動に関してコメントをいただきたい。

村上多喜雄：講演でははしょってしまったが、熱帯で東進がはっきりしている期間とそうでない期間では、中緯度の循環の様相が違う。東進がはっきりしない時は対流が弱いわけだが、その時には中緯度のレスポンスが弱い。たいへんおだやかである。熱帯では下層の収束と上層の発散との対応が悪くなる。

安成：モンスーンと梅雨の関係について話したい。FGGEの年は30～60日周期振動がはっきりしていたわけだが、この時、同時に梅雨の変動があり両者の間により対応が見られる。しかし、これは特定の年についてであって、河原さんが指摘されたように季節内変動にはいろいろな要因が絡んでいるから、モンスーンと梅雨の関係も年によって違うであろう。

司会：次に30～60日周期振動の力学について議論したい。林さんの講演では、今までケルビン波としての解釈はできないということであったが、水蒸気の効果を今までの常識でない程度にとり入れることによって東進のスピードの遅いことを説明できるという。この問題について。

中沢：CISKの定式化における η の値を10ぐらいにすると説明できるということであったが、台風の発達理論や数値実験では2ぐらいが適当とされているので10というのは大き過ぎないか。

林：台風と赤道上のwave-CISKとは異なると思う。台風の場合はエクマン収束があってその上は上昇流がほぼ一定であるから、発熱量と下層の上昇流の比である η は2でよいかもしれない。しかし赤道上の波長3000kmぐらいのケルビン波的擾乱の場合、上昇流のプロファイルは上にゆく程大きくなっている。下層の上昇流が弱いわけで、したがって雨量と下層上昇流の比である η は大きくてもおかしくない。

小寺：スケール数1000kmの対流群の動きについて話したい。GMSのデータで赤道上に限って時空間スペクトルをとってみたら、数千kmのものは10m/s程度の動きをしている。

司会：30～60日周期振動についてはこれくらいにして、次にENSOの問題に移りたい。今回のこのシンポジウムには特色がある。ENSOのメカニズムについて大気・海洋結合システムの自励振動という考えが今世界をおおっている。たしかに新鮮で魅力的な考えで、このフレ

ームワークの中でいくつもの理論が作られ、Cane and Zebiak とか Shopf and Surez などはシミュレーションに成功したと言い、さらに予報まで出ている。ところが、今日のこの会場の空気はこの考え方に批判的である。チベットの雪など海より陸が大事だという話が出ている。この点に関して数値モデルで実験をしている時岡さんの意見を求めたい。

時岡：まだきちんと調べたわけではないが、研究所のモデルの季節進行を見ると冬から夏に向かうときヒマラヤの雪が消えるのが実際より1か月ばかり遅く、そのために大循環の季節進行も遅れている。このように陸上の雪が大循環に大きな影響を与えるという結果が出ているので年々変動にも重要な役割をはたしているかもしれない。

司会：安成さんはエル・ニーニョとヒマラヤの雪の関係を強調されたが、

安成：モンスーンとエル・ニーニョの関係についてみると、エル・ニーニョの年にモンスーンが弱いということが知られている。1972年にしても1982年にしてもエル・ニーニョのおこる前のモンスーンは弱かった。統計的にもはっきりしていることだが、モンスーンの変動の方がエル・ニーニョに先行しているのでモンスーンの予報には使えない。一方、モンスーンの変動とヒマラヤの雪というのは関係があるということが知られているから、モンスーンを介してヒマラヤの雪がエル・ニーニョに影響して

いるかもしれない。

司会：山形さんは ENSO の最後の段階であるエル・ニーニョの発生には大気・海洋系の不安定が重要であるが、ENSO のサイクルそのものは海洋でなく別のものが決めていてもよいという考えのようだが……。

山形：ケルビン波の不安定はエル・ニーニョにとって重要だが、海は大へん慣性が大きいので、ケルビン波が東岸にぶつかって沢山のロスビー波を作り、それが元へ戻るまでには6年とか9年とかかかる。したがって、エル・ニーニョの引き金をひくのは別に何かあるかもしれない。

別のことになるが、安成さんがモンスーンの変化がエル・ニーニョに先行するから、エル・ニーニョによってモンスーンが影響されるというのは疑問であるというように言われたが、ENSO のサイクルということで見れば、コールドフェイズでもモンスーンが抑制されると考えてもよいはずだ。

司会：ENSO のサイクルを海が決めるか陸が決めるか、という点に関して、海の自己周期は6年といった長いものであるから、海のサイクルがひとまわりしてエル・ニーニョがおこることもあれば、サイクルの途中でヒマラヤの雪のような陸の要因がモンスーンを介してエル・ニーニョをトリガーすることもあるということで両説の調和がとれるのかかもしれない。

第1回「環境科学」シンポジウムのお知らせ

主催：「環境科学」特別研究総合班・「環境科学」シンポジウム実行委員会

日時：昭和61年11月12日(水)～14日(金)

場所：東京虎ノ門パストラル

〒105 東京都港区虎ノ門 4-1-1

TEL. 03-432-7261 (大代表)

〔交通〕 地下鉄銀座線虎ノ門駅下車徒歩8分

地下鉄日比谷線神谷町駅下車徒歩2分

<プログラム>

3日間9:00より17:00まで4会場にて、環境科学全般にわたり広範な研究成果340篇が発表されます。

参加費：要、当日渡しの講演要旨集代を含む。

事前の参加申込みは不要

懇親会：11月12日(水)18時より同パストラル宴会場

葵間、会費5,000円(予定)実行委員会まで早

目に葉書で申し込んで下さい。なお、当日も受け付けます。

展示：期間中、文部省科学研究費「環境科学」特別研究成果報告のデータベース(筑波大学環境科学研究科、UTOPIA)および国立公害研究所のデータベース INFOTERRA のオンライン検索の展示・実演を企画しております。

連絡先：〒305 茨城県新治郡桜村

筑波大学大学院環境科学研究科内

「環境科学シンポジウム」実行委員会

実行委員長 山中 啓

(TEL. 0298-53-4752, 6598 いずれも直通)

なお、プログラムについては、郵送料60円切手同封の上、連絡先に申し込むこと。