

大気大循環研究計画会議*

GARP 大循環部会

1970年9月12日から14日にかけて、静岡県天城湯が島で、日本の GARP 大気大循環部会が中心となり、日本における大循環数値実験の計画について討論が行なわれた。この会合には、米国の研究者4名が加わり、さらに GARP 熱帯部会からも多数の参加があり、総員50人あまりにも達し、終日熱心な質疑討論があった。この分野の最近の研究が話題にのぼり、将来計画についても意見が出されたので、その概要を報告し参考に供したい。

まず、話題提供という形で、つぎの8名からそれぞれの研究状況が発表されたので、各項ごとにその内容を紹介しておこう。

1. 北半球4層モデルのテスト結果 (気象庁電子計算室, 伊藤 宏)

モデルは4層プリミティブで計算スキームは荒川(昭夫)のスキームとほとんど同じであるが、垂直方向の層の作り方が多少違い、 u , v , ϕ の置かれた層の中間層に温度が配置されている。計算領域はほぼ北半球をカバーするようにし、境界を8角形のなめらかな壁で仕切っている。水蒸気の子報を含み、潜熱の放出、海面からの顕熱の補給などが組み込まれている。

テストは実際のデータを用いて48時間後の子報を計算し、その結果を実況と比較するという仕方で行なわれた。結果は一応満足できるものであるが、バランスモデルと比べてどの程度違いがあるのか、今後のためにも検討しておく必要がある。なお、このモデルには対流による垂直安定度の調整効果が組み込まれていないので、一般的には計算不安定になるおそれがあるが、この例では48時間までは安定した結果が得られている。これは、この例が冬期であったため、おそらくは強い対流が起らなかったためであろう。

2. P系を用いた山の影響のテスト (気象庁電子計算室, 岡村 存)

従来、山の影響を取扱う場合、垂直座標としていわゆ

る σ 系を用いると便利であるとされてきたが、急傾斜の山がある場合には気圧傾度力の計算誤差がきわめて大きくなるという欠点がある。このほか、水平拡散の計算がかなり厄介になるということもあって、ここでは気圧座標を用いたプリミティブモデルの計算スキームを提起している。後者の場合は上述のような欠点はないが、最下層面と地面とが高い山の所で交わる部分が生じるため、そこでの計算スキームがかなりめんどうになる。

この方式で北半球3層モデルを作り、初期値として地衡風帯状パターンを与え、これが山岳の影響でどう変わるかをテストした。結果はヒマラヤおよびロッキーの山頂付近で数時間後から明りような高気圧が形成され、その後山の下流域において次第に低圧部が形成されていく様子が示された。

3. 変分法による客観解析と予報 (オクラホマ大学, 佐々木嘉和)

これまでの客観解析法は同一時刻の観測データだけを利用してしたが、ここでは、任意時刻の過去のデータをも考慮した4次元的な解析法が提案された。この方法は、最終的な推定値の差の2乗を最小にすることのほかに、同時に運動方程式のような物理的条件を考慮し、その条件からの偏差を最小にするように推定値を決めるといったやり方である。この方法の特徴は、4次元的な取扱いのため、解析と予報との間に本質的な差がなく、したがって、この方法をそのまま予報法としても利用できる点である。

応用例として、同時観測が困難でデータの数も少ない数10キロ程度の小規模じょう乱の解析が示された。それによると、地表付近の細かい現象を解析することができるし、その予報もある程度可能なように思われる。

4. NCAR の大循環モデル (NCAR, 笠原 影)

この大循環モデルの特徴の一つは、垂直座標として z 系を採用している点で、このため、気圧傾度力や水平拡散の計算の精度がよくなるという利点がある。ただし、P系と同様に山による切断部分の計算法がかなり厄介になる。水平座標は緯度経度を用い、こうし間隔は5度で

* Report of the Planning Conference on General Circulation Problem

—1970年8月24日受理—

あるが、南北半球とも緯度60度をこえると経度方向のこう子間隔は次第に大きくなり、85度では30度間隔になるように設定されている。

モデル大気の上限は高度18kmでカットされ、層の数は6層で、3km間隔に設定されている。さらに、最下層には厚さ200mの摩擦層が考慮されていて、地表面の温度は熱収支のバランス条件から決定している。このほか、対流による調整効果、非線型粘性などが組み込まれ、タイムステップは6分とし、1日の予報を計算するのに約1時間かかっている。

計算結果は大規模現象については一応満足できるが、まだ細い点で不十分なので、こう子間隔を2.5度に変えてテスト中で、後者の場合は結果がかなり良くなるようである。

5. 山岳と海陸分布の影響 (気象研究所予報研究部, 菊池 幸雄)

北半球線型バランスモデルを用いて長期積分を行ない、この中から適当な期間を選び出して、いろいろな物理量の解析を行なった。計算は、山を含み海陸分布のある場合、山を含み陸だけの場合、山なしで海陸分布のある場合、山も海陸分布もない場合の4例について行ない、それぞれを比較することによって、山や海陸分布がどのように影響しているかを知ることができる。

解析結果は他に例をみないほど豊富で、よく整理されている。特に注目すべき結果は、アリューシアン低気圧およびグリーンランドの低気圧の生成には、大規模な山岳の影響が主役を果し、海陸分布の効果は2次的に影響しているにすぎないという点である。

6. 新しい3層モデル (U.C.L.A., 荒川 昭夫)

これまで2層モデルを用いて2年間くらいの長期積分を行ない、季節変動のシミュレーションを試みてきたが、対流の取り扱い方かなり制約を受けるので、3層モデルに変えた。新しいモデルに取り入れられた対流は、雲のある所では対流圏下層および中層で収束し、対流圏上流の比較的薄い層で発散するようにパラメタライズされており、このことは熱帯での観測事実ともよく一致している。計算スキームは2層の場合とほとんど同じ方式である。

3層モデルの結果は現在計算中であるが、赤道付近のクラウドクラスターの分布を実況と比べてみると、驚くほどよく一致した結果が得られているようである。

7. 地表面の取り扱い方 (気象研究所予報研究部, 片

山 昭)

U.C.L.A. の3層モデルに採用されている方法で、地表面の取り扱い方としては他の大循環モデルに例をみないほど詳しく、手のこんだ方法である。大気への水蒸気の供給をなるべく実際に近づけるためには、地表面のしめりぐあい、地面温度などをできるだけ正確に表現する必要があり、このためには土じょうの性質、降水の流出量等を考慮しなければならなくなり、その取り扱いが容易でない。ここではなるべく既成の知識を総合して定式化することにした。

また、地表面が土じょうであるか、氷でおおわれているか、雪でおおわれているかによってアルベードに差が生じるので、このモデルでは、これらを考慮して境界層付近の温度を求めるようにしてある。

8. 大気と海洋循環の相互作用 (G.F.D.L., 真鍋 淑郎)

大気だけの場合、その予報の可能な期間は数週間程度と考えられているが、もし海洋との相互作用が長周期の部分でも起こるものとすれば、海洋循環は数千年もかかって徐々に変動する性質があるので、大気循環の予報可能性もずっと長くなる可能性がある。このことを調べるために、大気と海洋を結びつけて長期積分を試みた。しかし、大気の時間積分のタイムステップで同時に海洋をも計算しようとするとうる大な計算時間がかかるので、海洋循環の100年分の変動が大気の1年分の変動とカプルするとして単純化して計算した。

海洋循環は数千年くらい積分しなければ安定した結果が得られないので、大気との相互作用を調べるにはきわめて長い期間の積分を必要とするといった問題があり、今後に残された点が多いようである。

9. あとがき

以上の講演が終ったあと、今後の大循環計画に関連した自由討論が行なわれた。大循環モデルを作るには各分野の専門家の協力が必要なことはいうまでもないが、まず中心となって動く人および機関が必要で、現状としては気象研究所が主体となろう。また、実行段階では高速計算機の長時間使用といった問題が残されており、当分は各職場の立場からスタートしてそれらを総合していくようにしたい。その意味でもこのような会合を今後も続けていきたい等の意見交換がなされた。

(文責：岡村 存)