

JMA モデルによる梅雨とモンスーンの予報実験*

中村 一**

現在気象庁・数値予報課で使われている全球モデルは、12層T42のスペクトルモデルである。T42とは、三角形切断で切断波数が42と言う意味で、約250 kmの格子間隔の差分モデルに相当する。この解像度では梅雨前線帯やモンスーンの大循環的な側面を予報するのが限度で、メソスケールの現象は表現出来ない。過去数年間の予報結果を見ると、現在のモデルの問題点として次のような系統的なエラーが見られる。

(赤道域)

(1) 熱帯での降雨が実況に比べかなり少ない。特に西太平洋からインドネシア付近の積雲活動が活発な地域で顕著。

(2) 西太平洋上に中心を持つ上層の発散場がモデルでは維持されず東に動く。

(3) 200 mb 面のチベット高気圧が弱まってしまうなど、モンスーン循環が全体に弱まる。

(東アジア域)

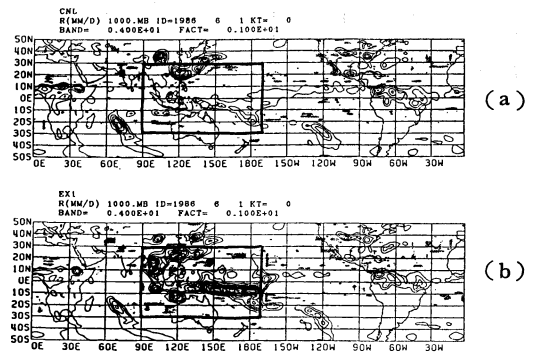
(1) 日本列島およびその東で梅雨前線帯が北上する傾向がある。

(2) 同時に北太平洋高気圧が日本列島の南に張出してくる。

モンスーンや梅雨前線帯の生成・維持には多くの要素が関係していると考えられる。したがって、唯一つの要素についてその影響を議論することは危険であるが、ここでは、赤道域の熱源とモンスーン、梅雨前線の関係がモデルの中でどの様になっているか示してみたい。なお、この話は隈(1987)の研究を基にしていることを断わっておく。例に挙げるのは、1986年6月1日を初期値とした8日予報の結果である。

1. 西太平洋赤道域の熱源とモンスーン循環

第1図(a)はモデルで予報された8日平均の降雨量である。ITCZの雨が非常に少なく、西太平洋からイン



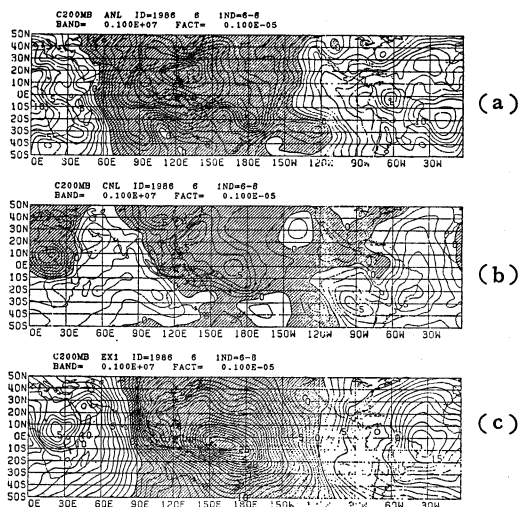
第1図 8日平均の降雨量。太線で囲んだところは「ひまわり」の雲データが得られるところ。(a) 通常の子報 (b) 人工加熱を入れた予報。

ドネシアにかけての積雲対流活動の活発な領域で雨量が大幅に減少している。第2図は200 mb面の速度ポテンシャルを示している。解析(第2図(a))では160°Eの赤道上に中心を持つ大きな発散場がある。これは西太平洋上の活発な積雲対流活動によるものである。しかし、通常の子報(第2図(b))ではこの発散域がなくなり、南アメリカ大陸上にまで東進して弱まっている。モデルで西太平洋の積雲対流活動が弱まり、実況の強い発散場とバランスする加熱を与えられなくなったためと考えられる。何故モデルのなかで積雲対流活動が維持できないかは非常に重大な問題である。その理由については色々研究されており、その対策も考えられているが、ここでは触れない。

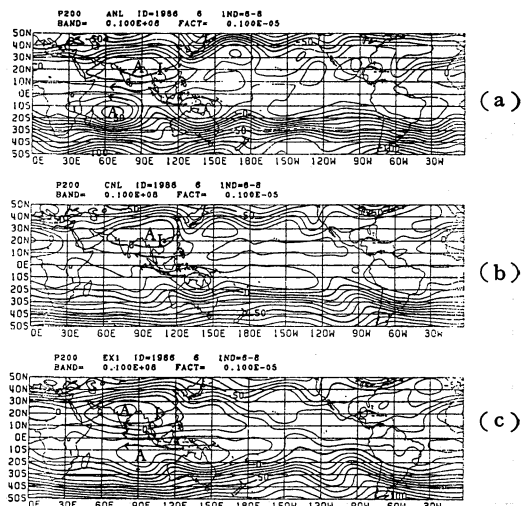
隈(1987)はモデルが積雲対流を予報して作る代わりに、観測から知られた降雨に対応する潜熱加熱をモデルの大気に強制的に与えてみた。観測の雨量としてはGMS(ひまわり)の雲画像から推定した降雨量を使用し、加熱率の鉛直プロファイルはモデルの対流パラメタリゼーションのスキームで計算されたものを用いる。ただし、この人工加熱は「ひまわり」のカバーする範囲(90°E~170°W, 50°S~50°N)だけにしか入らない。

* A Forecast Experiment of the Baiu and Monsoon by the JMA Global Spectral Model

** Hajime Nakamura, 気象庁・数値予報課



第2図 200 mb の速度ポテンシャル. 予報後半の3日平均. (a) 解析 (b) 通常予報 (c) 人工加熱を入れた予報.



第3図 200 mb の流線関数. 予報後半の3日平均. (a) 解析 (b) 通常予報 (c) 人工加熱を入れた予報.

第1図(b)にこの人工加熱のモデルの降雨量を示す。「ひまわり」がカバーする西太平洋で雨量が大幅に増えている。強い降雨域は赤道の少し南に在ることが分かる。第2図(c)は人工加熱のモデルでの200 mb面の速度ポテンシャルである。160°Eの赤道上に中心を持つ発散域が実況と同じ位維持されている。実際に近い潜熱加熱を与えたのであるから当然の結果であろう。

200 mbの流線関数を見てみると、解析でははっきりと見えるチベット高気圧(第3図(a))が、通常予報では極端に弱まっている(第3図(b))。しかし、人工加熱を与えたモデルではチベット高気圧の強さは維持されている(第3図(c))。隈(1987)はこの様に西太平洋域の赤道付近の積雲対流活動がチベット高気圧の形成に重要であること、また、このレスポンスがGill(1980)の赤道上の熱源に対するRossby波の線形応答の理論で説明出来ることを示した。従来考えられていたチベット高原上の顕熱・潜熱加熱だけが、チベット高気圧を形成する要因ではないことを示している。

2. 西太平洋赤道上の熱源と梅雨前線

第4図は850 mb面の相当温位(θ_e)である。この実験例でも梅雨前線帯の予報の一般的な特徴が現れている。

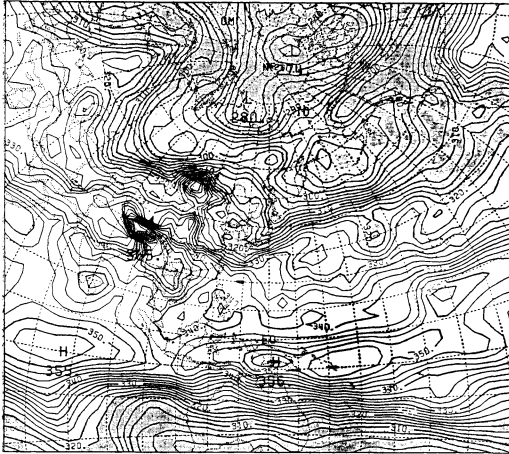
実況(第4図(a))では、 θ_e の傾度の集中帯が中国大陸上では30°Nの緯線に沿って東西に延びている。こ

の傾度帯は日本の南岸を通り、北太平洋上160°W付近まで認められる。これが梅雨前線を示している。一方、シベリア東部にも310°Kあたりに θ_e の傾度帯があり、カラフト付近から南下し東北地方で西から延びる梅雨前線と合流している。極前線帯である。

このような特徴は梅雨前線帯の一般的な性質であるが、予報は少し異なる。通常モデルの予報では中国大陸上では、前線の位置は実況とほぼ良く合っている。しかし、日本列島上では、約5°北に上がってしまっている。北太平洋上では逆に実況より南下し、その東端も180°E付近ではっきりしなくなる。北太平洋高気圧が西に日本列島付近に張り出し、梅雨明けの状態が通常モデルで予報されているのである(図略)。他の年の予報でも梅雨前線の位置のずれは日本から東で大きくなる。

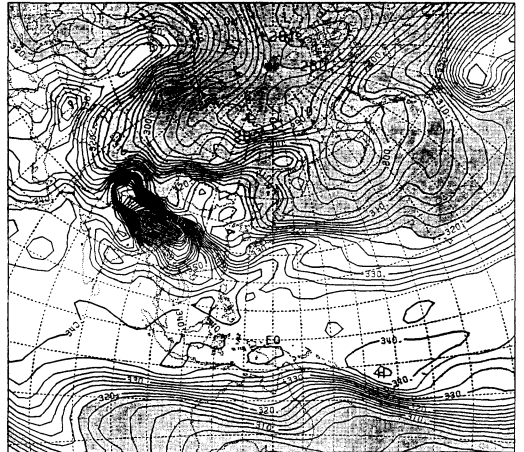
夏季の亜熱帯高気圧と熱帯地方の大気循環とは密接な関係があると考えられてきた。最近の研究では、15°N~20°N付近の西太平洋の積雲対流活動と夏の小笠原高気圧の間に正の相関があるのがみつかった(Nitta, 1986, 1987)。このことから考えると、通常モデルの中で北太平洋高気圧が西に張り出すのも、赤道域の積雲対流活動が弱まる事と関連があるかも知れないと考えられる。しかしながら、人工加熱を入れた予報を見ると(第4図(c))、梅雨前線の位置は通常予報とほとんど変わらない。亜熱帯高気圧の張り出し方もほとんど同じである。モデルのこの1986年の例については、赤道域の熱源と亜熱帯高

TIME MEAN = 1986 6 2 OUTC (MON) -- 1986 6 9 OUTC (MON)



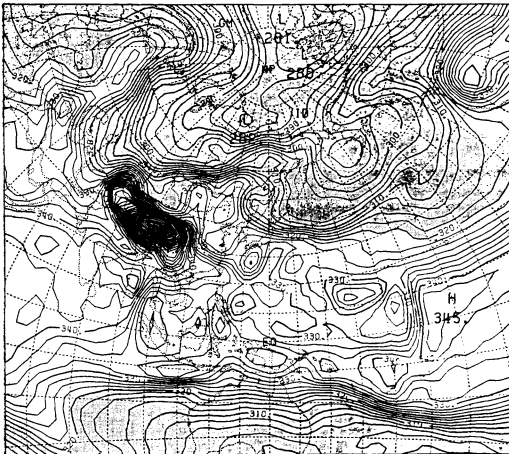
(a)

INITIAL = 1986 6 1 12UTC (SUN) KT = 0
TIME MEAN = 1986 6 2 12UTC (MON) -- 1986 6 9 12UTC (MON)



(b)

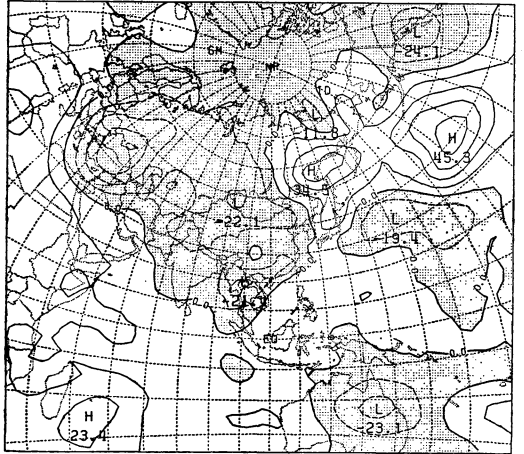
INITIAL = 1986 6 1 12UTC (SUN) KT = 0
TIME MEAN = 1986 6 2 12UTC (MON) -- 1986 6 9 12UTC (MON)



(c)

第4図 850 mb の相当温位 (θ_e), 8日平均. (a) 解析 (b) 通常予報 (c) 人工加熱を入れた予報.

INITIAL = 1986 6 1 12UTC (SUN) KT = 0
TIME MEAN = 1986 6 2 12UTC (MON) -- 1986 6 9 12UTC (MON)



第5図 500 mb の高度 (Z) の人工加熱を入れた予報と通常予報との差, 8日平均.

気圧とは相関がほとんどない訳である.

第5図は人工加熱を入れた予報と入れない予報との差を示している. 赤道域の熱源にレスポンスして2つほど Rossby 波の波列が中緯度に伝播しているのが見られる. しかし, 日本列島付近を通っているものはないようである. 一方, Nitta (1987) は $15^{\circ}\text{N} \sim 20^{\circ}\text{N}$ 付近の西太平洋の積雲活動に関して Rossby 波によるテレコネクション

が中高緯度に見られ, 小笠原高気圧もその一つの波に対応していることを示した. この予報実験に就いては Nitta のような関係は言えない.

何故この様な結果になったかについては, 良く分からない. まだまだモデルが不完全で, 現実を正しく再現出来ていないのかも知れない. 特に熱帯域の予報については, どのモデルもまだ予報精度が悪いので, 何か大事な要素がまだモデルに取り入れられてない可能性がある. しかし, モデルがそんなに見当外れなことを予報す

ることもないだろうと、モデル擁護派にたつて敢えて推測すれば、小笠原高気圧とモデルの亜熱帯高気圧のレスポンスの違いは、盛夏期と梅雨期との時期的な違いによる可能性がある。この予報実験では熱帯の熱源(降雨域)は赤道付近(若干南半球より)にある。一方、Nittaの解析は積雲活動の変動の大きいところは $15^{\circ}\text{N}\sim 20^{\circ}\text{N}$ 付近の西太平洋にある。熱源が赤道の方に寄っているため、中緯度とははっきりした相互作用が見られないのかも知れない。もしそうなら、梅雨期と盛夏期とで亜熱帯高気圧を制御する要素も異なっているかも知れない。

以上見てきたように現在の気象庁の全球モデルでは、モンスーン循環や梅雨前線帯がモデルなりに予報出来ている。最近気象研究所の二階堂によって行われた4か月予報でも梅雨が現われており、大循環のシミュレーションモデルとしてもT42程度の分解能があるモデルなら、初夏から真夏にかけてのアジア域の大循環場をシミュレート出来るようになったと言えそうである。しかしながら、上の例でも明らかなように、まだ実際と比べると大きく違う点が幾つかある。モンスーンの問題については、熱帯域の大循環がまだ何処のモデルでもうまくシミュレート出来ていないことと関連しているだろう。熱帯の予報の改良には、今後の観測の充実とモデルの開発が必要であろう。一方、梅雨前線については、熱帯地方との関係だけでその大規模場が規定されているのではないようである。この実験もそれを示唆している。梅雨前線より北の中高緯度の循環場との関係をもっと調べるべきであろう。

モデルの現状がこの様なため、モンスーンと梅雨前線の相互関係について何等かのコメントをモデルから引き出すことは今回出来なかった。この様な相互作用がモデルで再現出来るようになれば、東アジア域の大循環の理解と長期予報に大きく貢献出来るであろう。

最近では全球モデルの積分時間を延長して1か月予報などの長期予報を行おうと活発な研究が進められているが、モンスーンや梅雨前線のような、ある特定の地域にとって非常に重要な気候現象をある程度正確に予報出来なければ、この様な延長予報の試みは実用的には成功しないのではなかろうか。分解能が粗くて、局地的に重要な気候現象が表現出来ないようなモデルで長期予報を行おうとすることに、筆者は疑問を感じる。

(質問) 児玉安正(東大・海洋研): 通常予報で中国大陸上の降水が、実況に比べて強過ぎるということはないか。それによって北太平洋高気圧の張り出しが、強過ぎることを説明出来る可能性はないか。

(答え) 中国大陸上の降雨は実況に比べて少ない。このモデルでは一般的に陸地上では雨量が少なく、地面温度が上がりがちである。大陸上が相対的に低圧場になることが梅雨前線の北上に関係しているかも知れない。

参考文献

- Gill, A.E., 1980: Some simple solutions for heat induced tropical circulation. *Quart. J. Roy. Met. Soc.*, 106, 447-462.
- Kuma, K., 1987: The role of the equatorial heat sources in the western Pacific Ocean on the onsets of the Asian summer Monsoon of 1986. *JMA/NPD Technical Report*, 17, 40 pp.
- Nitta, T., 1986: Long-term variations of cloud amount in the western Pacific region. *J. Meteor. Soc., Japan*, 64, 373-390.
- , —, 1987: Convective activities in the tropical western Pacific and their impact on the northern Hemisphere summer circulation. *J. Meteor. Soc., Japan*, 65, 373-390.

のですが、実際やるとなると、“覚悟”が必要で、とりわけ、第二次大戦の傷跡は隠しおこせるものではなく、自分なりにカタをつけて、出てゆく必要があります。しかし、どうするかはなかなかむつかしく、中年層以上が

“アジア”を口にすると、すぐ“大東亜共栄圏”臭が出て来ると、新人類諸君からは、ひんしゅくを買っていました。