

分担課題名

CO₂にともなう地球温暖化とアジアモンスーンの変動
— 気候シナリオおよびGCMによる研究の問題点 —

分担者名

安成哲三 (筑波大学地球科学系)

(1) 研究報告

地球大気の増加が、現在の状態で進行して行った場合、2030年ごろには、対流圏の平均気温は少なくとも2°Cは上昇すると予想されている。このような地球全体の温暖化が進行した場合、アジアの夏と冬のモンスーンは、どのように変化するか。

今のところ、この問題にアプローチできる可能な方法としては、

(1) GCMによるCO₂増加時のシミュレーションのOUTPUTの検証

(2) 過去約100年の観測時代における長期平均(少なくとも20年間)した気候値による寒冷期、温暖期のモンスーンの状態(降水量、気圧分布)の比較検証

の二つしかない。本年度は、これら二つの方法の妥当性と問題点について、若干の考察を試みた。

(2) 結果

(i) GCMアウトプットの検証

CO₂を倍増または4倍増したときの平衡状態としての気候は、Manabe and Strickler(1964)の放射対流平衡モデルによる研究以来、数多くなされてきた。最近では、海洋混合層と大気の相互作用を含めた、本格的なGCMによる研究が、いくつか報告されている。特に、GIS S (Hansen et al, 1984)、GF DL (Wetherald and Manabe, 1986)、NCAR (Washington and Meehl, 1984)のGCMの結果は、数値の差はあるものの、高緯度、極域での全般的な大きな昇温、冬季の特に顕著な昇温、成層圏での一般的な降温と

いった共通の様相を示し、GCMによるアプローチが、かなり有効であることを示している。しかしながら、これは、気温の緯度平均分布について言えることであり、海陸分布にともなう降水量や気温の分布については、これら3つのモデルも大きな食い違いを示している(Schlesinger, 1985)。例えば、GFDLのモデルでは、夏のモンスーンはより活発になっているのに対し、GISSとNCARのモデルでは、むしろ不活発になっている。このような違いは、降水量(積雪量) - 土壌水分 - 蒸発量というhydrological cycleの季節進行が、それぞれのモデルのパラメタリゼーションの違いにより、大きく変わってしまうことに由来していることが、例えば図1(土壌水分偏差)よりわかる。言いかえるならば、大気の全般的な温暖化により、モンスーンが活発になるか、不活発になるかは、特に大陸上での水文学的過程が、季節サイクルの中で、どう変化を受けるか、にかかっていると見える。

(ii) 気候シナリオ的方法の検証

過去100年の北半球の地上気温の長期的変化は、1880-1920年ごろまで低温傾向、その後急上昇し、1940年代に極大に達し、その後再び下降している。非定常次元気候モデルによる研究(Hansen et al, 1981; Gilleland, 1984)は、この気温の長期傾向を、CO₂増加と火山噴火に伴うダストの効果により説明している。そこで、寒冷期(1890-1920)と温暖期(1930-1960)の夏(7月)と冬(1月)の全球的な地上気温偏差の分布を作成した(図2)。夏・冬のモンスーンにともなう作用中心(モンスーン低気圧、シベリア高気圧、アリューシャン低気圧)に着目して気圧分布をみると、寒冷期には夏・冬のモンスーン共に弱く、温暖期には共に強いことを、示唆させる。実際、インドモンスーンの降水量は、1900-1930に極小期、1940-1960に極大期を示している。冬の日本海側の降水量は、河村・杉山(1987)によると、1930-1960の温暖期により多く、この結果と矛盾しない。これらの解析による結果は、しかし、(i)での

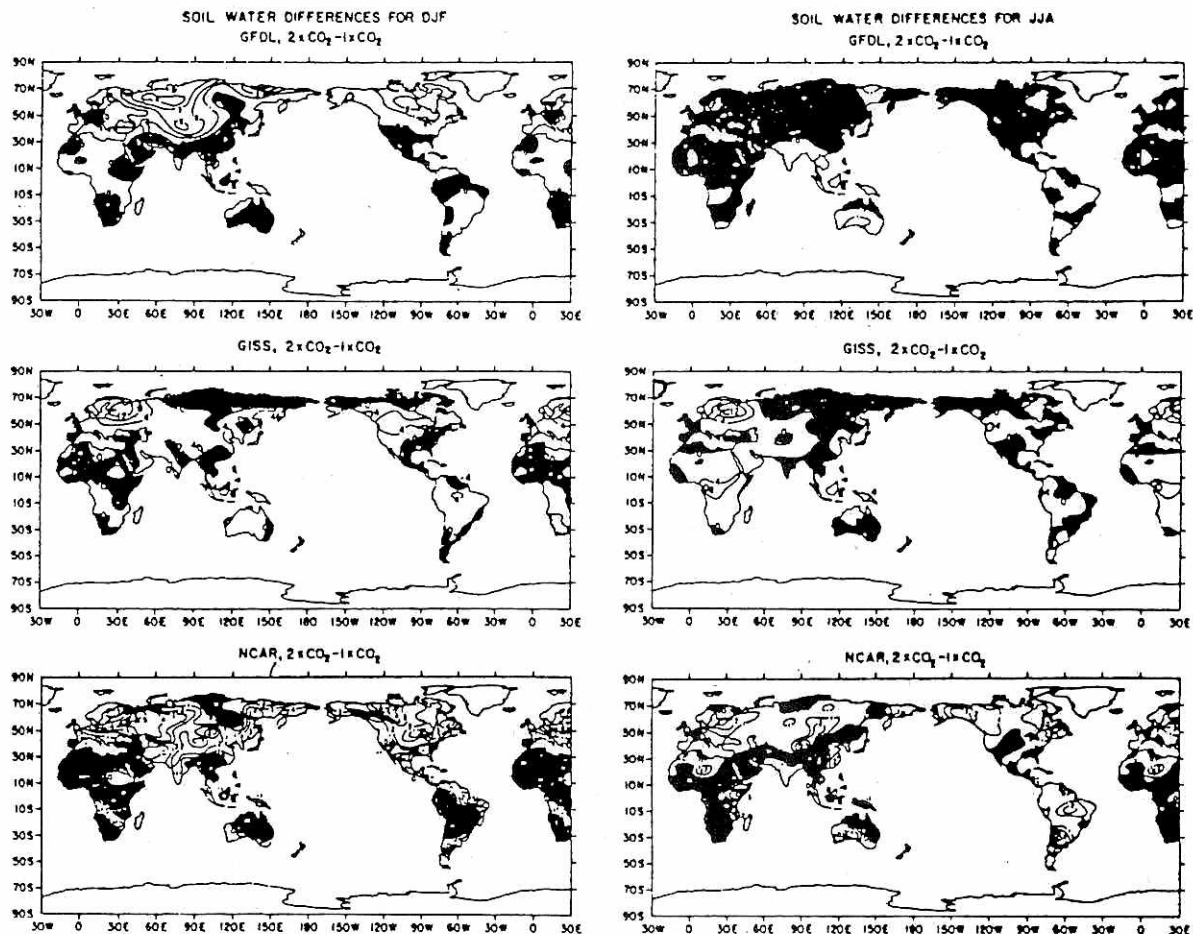
GCMによる結果とは、必ずしも一致しない。夏のモンスーンの様相は、GFDLのモデルとは一致するが、他のモデルとは一致していない。冬のモンスーンの様相は、どのGCMの結果とも対応していない。これら過去の観測事実と、GCMの結果との不一致は、CO₂による気候温暖化における、大気-海洋相互作用の役割の必要性を、示唆させる。即ち、過去100年の気温の長周期変動には、太平洋の海水温の長周期変動が関与している可能性が強い(Paltridge and Woodruff、1981; Chan and Yasunari、1982)が、GCMでの海水温は、むしろ大気によって決められている。

結論的に言えば、GCMのアウトプットによる研究は、現在のところ緯度平均した気温分布にのみ有効であり、東西の分布が基本であるモンスーンの変動の解析には、無理がある。まして、東アジアや日本に限った分布は、完全にノイズレベルであり、無意味に近い。過去の気候シナリオ的研究も、気温差のみに若干の意味づけはできるものの、モンスーンにともなう降水量の変化は、将来予測には、何の役にも立たないと推測される。

(3) 今後の研究の展望

61年度の予備的な考察では、GCM及び過去の気候シナリオによるモンスーン予測の研究にたいし、ひじょうに否定的な総括を行った。しかしながら、これらの研究を、モンスーン変動のメカニズムの研究に利用することはできる。61年度の考察で得られた結論は、モンスーンの長周期変動が、大陸上での水文学的諸過程及び海洋の諸過程に非常に敏感である可能性が高い、ということである。これら諸過程の相対的な重要性は、例えばCO₂増加という大気のインパクトによるそれぞれの過程の変化をGCMで調べることにより、可能である。又、より妥当なパラメタリゼーションの評価は、このようなインパクト研究を、将来に対して行う代わりに、過去の観測時代にたいして行うことにより、可能ともなろう。したがって、過去の寒冷期と温暖期の、水文学的、海洋学的境界条件の、データ解

析による復元と、GCMによるモンスーン再現の試みこそが、地球温暖化に伴うモンスーン予測のための、当面の課題であろう。



↑

図1：GFDL（上）、GISS（中）、NCAR（下）のモデルにおける、 $2 \times \text{CO}_2 - 1 \times \text{CO}_2$ の土壤水分（cm）の差。
（左）冬（12月-2月）、（右）夏（6月-8月）

図2：（a）（1890-1920）-（1930-1960）の →
7月の地上気圧分布差（mb）。
（b）（1890-1920）-（1930-1960）の
1月の地上気圧分布差（mb）。 平年値は細実線、正偏差は
太い実線、負偏差は点線で示す。

JULY (1891-1920) - (1931-1960)

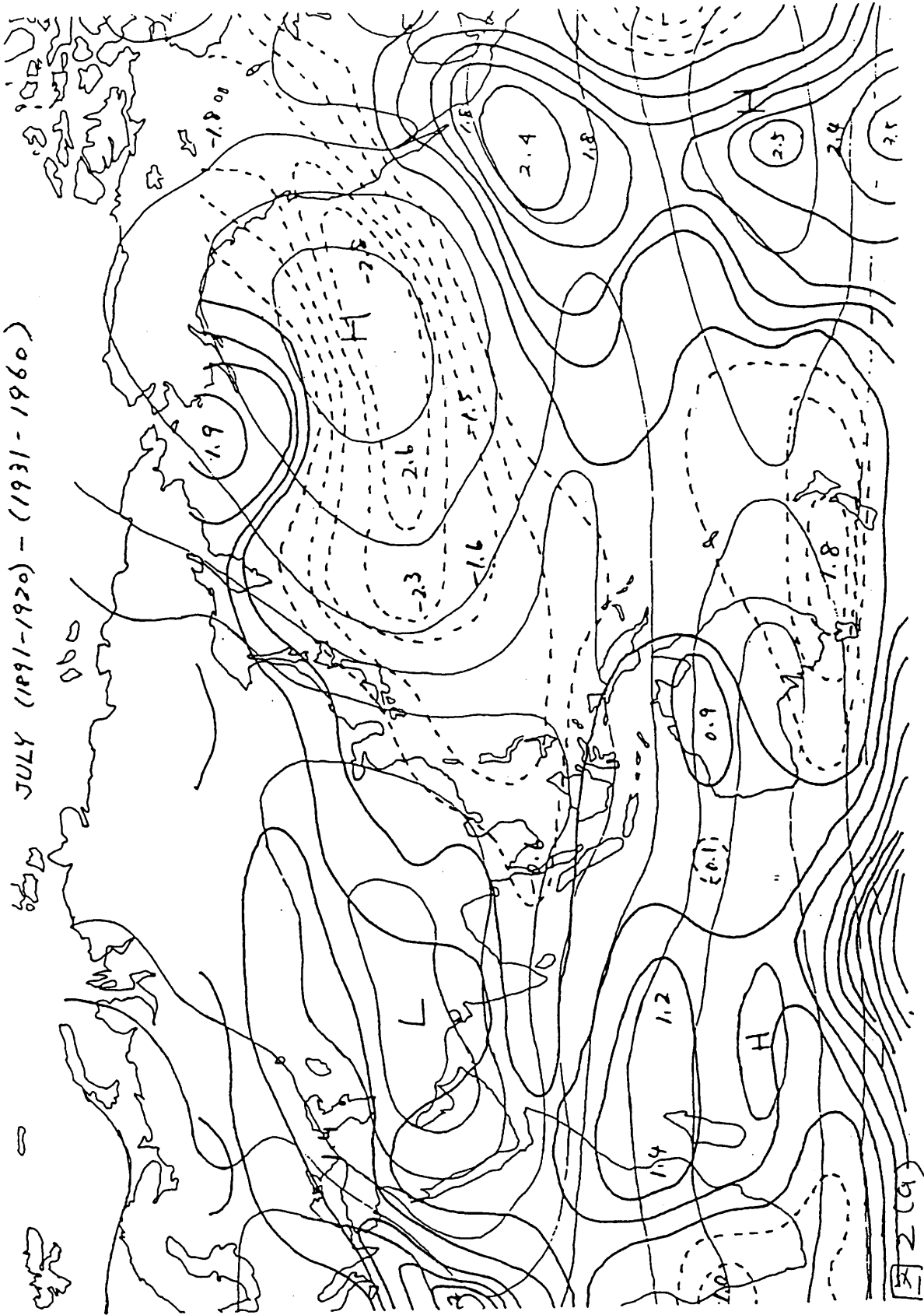
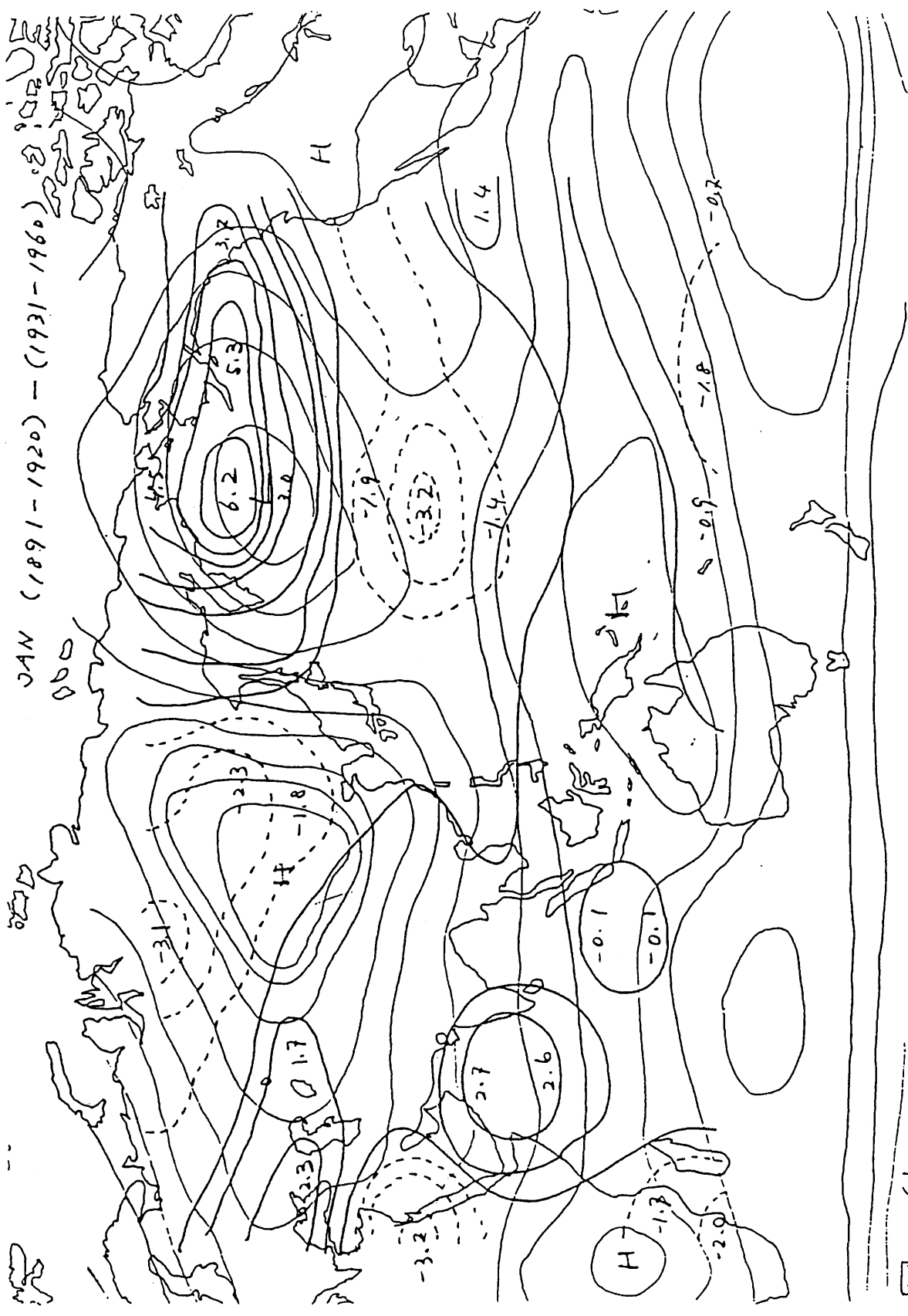


Fig 2 (9)



JAN (1891-1920) - (1931-1960)

☒ Z ☒ (b)