



天 気

1992年9月
Vol. 39, No. 9

[解説]

601 (WCRP)

中国に於ける WCRP とその研究成果*

黄 栄 輝**

はじめに

ここ数年来、人間活動による温室効果ガスの増加による全球規模の気候変動の問題は科学界でもっとも関心を持たれている問題であるばかりでなく、食糧、水資源、エネルギーなどの問題と関連し、社会問題にもなっている。各国の経済発展計画をつくる時には必ず気候変動の問題を考えなければならない。そのために、気候変動の状況とメカニズムを解明し、気候変動を予測することを目標にしてWMOとICSUとは協力してWCRP(気候変動国際協同研究計画)を組織した。

中国の気象研究者たちは気候変動の問題を非常に注目している。中国では1986年からWCRP国内委員会をつかって若干の気候変動に関する研究プロジェクトを実施し、中国と東アジアにおける気候変動とそのメカニズムをいくつか明らかにした。

ここでは中国のWCRP国内委員会の組織、1986—1990年間に中国で行なわれたWCRPに関する研究プロジェクトとその若干の研究成果、およびこれからの五年間に中国で行われるWCRPに関する研究プロジェクトの概要を紹介してみた。

1. 中国における WCRP 国内委員会の組織について 中国に於て WCRP を実施するために、1986年に葉篤

* この文章にまとめてある研究成果は全体ではなくてその論文と解説の一部である。

** 東京大学気候システム研究センター客員教授。
(1991年11月—1992年4月)、中国科学院大気物理研究所。

正教授を責任者として中国気候研究委員会が創立された。この委員会は、中国でのWCRPの研究の組織や、中国における気候変動の問題に関する研究面で重要な役割を果たしてきた。1990年には曾慶存教授がこの委員会の会長になった。

次に中国気候研究委員会(現在、国家気候委員会の気候研究会ともよばれている)について触れてみたい。この委員会は次の研究機関で構成されている、即ち:

1) 中国科学院の気候に関する研究所(大気物理研究所、蘭州高原大気物理研究所、地理研究所、海洋研究所と南海海洋研究所などが含まれている)。

2) 気候に関する大学(北京大学地球物理系、南京大学大気科学系、中山大学大気科学系と南京気象学院などが含まれている)。

3) 気候に関する国家部門(主に国家気象局、国家海洋局、国家計画委員会の国土局、水利部の水文局、国家環境局などが含まれている)。

4) 科学研究と予算を管理する部門(主として国家自然科学基金委員会と国家科学技術委員会の気候関係部門)。

以上の機関からなっている。

中国気候研究委員会は具体的な研究実施機関ではなく、次のような役割を行っている。

1) 中国でのWCRPに関する研究プロジェクト及び研究計画を企画立案すること;

2) 気候に関連する各機関の連絡と研究の調整を行い、協同研究を組織すること;

3) 気候変動に関するシンポジウムを組織すること;

4) 国家の計画部門と防災部門に気候変動の状況を報告し、気候変動に関する研究成果をまとめること；

ここ数年来，“気候変動に関する研究報告”（気候研究報告），“早ばつと水害に関する研究進展”（早涝研究進展），“当代気候学”（当代气候学），“気候変動に関するダイナミクスとモデリング”（Climate Change Dynamics and Modelling）（中国気候研究委員会，1988，葉他，1990，葉他，1991，Zeng *et al.* 1990）などの本を編集したり，“気候”の編集に参加したりしている。

5) 国際的な WCRP に対する窓口として WCRP のシンポジウムや研究計画に関する討論に参加すること。

このように中国気候研究委員会の創立は中国における気候変動に関する研究の発展に対して大きな役割を果たしている。

2. 1986—1990年間の中国における WCRP について

2.1 1986—1990年間の研究プロジェクト

世界の WCRP に対応して、中国気候研究委員会は気候変動に関する研究プロジェクトを作り、中国とアジアにおける気候変動の状況とそのメカニズムに関する研究に力を入れた。具体的には、中国における気候変動とその環境に及ぼす影響の程度に基づいて次のようなプロジェクトを制定した。

1) 今後五十年の間における気候と環境の変動

本研究の目的は、十年以上の時間スケールで中国における気候と環境の変動の解明、温室効果ガスによる全球的な温暖化の中国に及ぼす影響の解明とその予想を行うことである。この項目では次の三つの研究課題で行われた、即ち：

- (a) 研究課題1：十年間と百年間の時間スケールで中国における気候と環境（主に気温、降水、海面高度、氷河、砂漠化面積、メタン）の変動の解明；
- (b) 研究課題2：温室効果ガスの観測的研究；
- (c) 研究課題3：二酸化炭素の増加による全球的温暖化のモデリングと CO₂ 倍増時での中国における気候と環境の変動の予測。

2) 黄河流域と揚子江流域における早ばつと水害の発生状況、および原因と予測に関する研究

黄河流域と揚子江流域は中国の工業と農業生産の重要な地域であるが、気候変動に伴い、この両流域では早ばつと水害が頻発し、この両流域の食糧と工業生産に大きな影響を及ぼしてきた。本研究ではこの両流域におけるモンスーン降水の年々変動とその異常による早ばつと水害の発生状況の解明、東アジアにおける大気大循環の年

々変動と季節内変動のメカニズムの解明、大気大循環モデル、海洋大循環モデルと大気・海洋結合モデルの開発、大気大循環の年々変動と季節内変動のシミュレーションおよび夏期モンスーンの降水の季節間予測などの研究が行われた。

具体的な研究課題は次の七つの課題である。即ち：

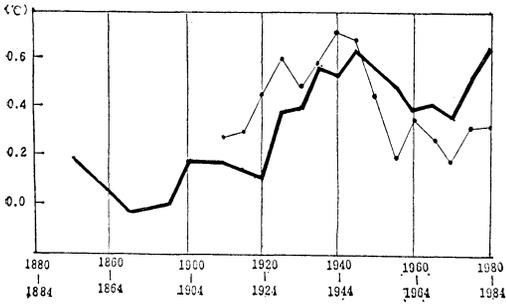
- (a) 両流域における早ばつと水害の発生状況の解明；
- (b) 両流域における早ばつと水害の形成過程に関する診断的研究；
- (c) 東アジアにおける大気大循環の変動のメカニズムの解明；
- (d) 大気中ゆっくりとした変動（Low-frequency variability）と東アジアにおけるモンスーンの異常との関係の解析；
- (e) 地表面と海洋における熱の異常の東アジアにおける夏期モンスーンへの影響の解析；
- (f) 大気大循環モデルの改善、海洋大循環モデルと大気・海洋結合モデルの開発、夏期モンスーンのシミュレーション；
- (g) 夏期両流域でおこる早ばつと水害の季節内予測に関する研究。

3) 熱帯西太平洋における大気と海洋との相互作用に関する総合的な観測的研究

熱帯西太平洋の海面と混合層の水温は全球海洋のなかで最も高温である。しかも、この海域の上空ではアジアモンスーン循環と赤道貿易風と南北両半球からの気流とが交叉している。したがって、この海域における海洋と大気との相互作用はもっとも強くなっている。最近の研究によって、この熱帯西太平洋にある世界で最も高温な水塊が地球全体に重要な役割を果たしていることが明らかになってきた（とくに東アジアにおける大気大循環の年々変動と季節内変動に大きな影響を及ぼすことが明らかになった）。この観測的研究では五年間にわたってこの暖水プール（Warm water pool, 中国語で暖池とよばれている）の熱容量と海面における熱平衡を形成する各過程を観測し、海洋物理及び海洋化学的な観測、および海洋と大気との相互作用を調査してきた。

具体的な研究課題は主に次の三つの課題である、即ち：

- (a) 西太平洋暖水プールの海洋の熱容量とエネルギー平衡を形成する各過程の観測；
- (b) 暖水プールの海洋物理学的、及び化学的調査；
- (c) 暖水プールの海面における大気と海洋との相互作用の観測。



第1図 北半球と中国の五年間平均した気温の変化。太い線は北半球の気温を示す、細い線は中国の気温を示す。

4) 早ばつ地域における大気と陸地との相互作用の観測的研究

大気と陸地との相互作用は気候の形成と変動にも大きな影響を及ぼしている。とくに早ばつ地域における大気と陸地との相互作用の解明は気候の変動および気候変動の環境への影響に関する研究にとって意義ある研究であると考えられる。本研究では日本の気候研究者と協力して早ばつ地域(中国の甘肅省黒河地区)に定点観測場をつくって大気と陸地との相互作用の境界層過程を観測することも含まれている。勿論、この観測場は将来 GEWEX と IGBP 研究計画の一環として大切な観測場になることも予想される。本研究は主に次の四つの研究課題を含めている：

- (a) 黒河観測場の建設；
- (b) 植生のある場合とない場合について大気と陸地との間の水分と熱の交換；
- (c) 植生のある場合とない場合について地表面におけるエネルギー平衡を形成する各過程の観測；
- (d) 接地境界層の物理過程の調査。

2.2 1986—1990年間の中国における WCRP の実施とその研究成果

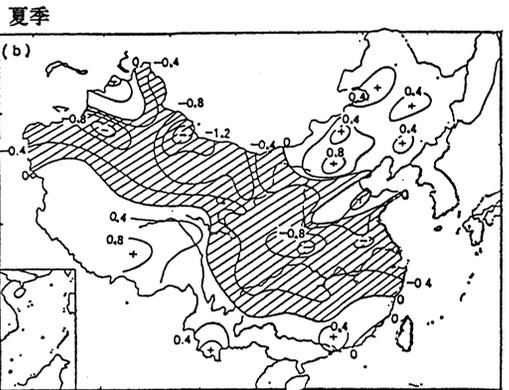
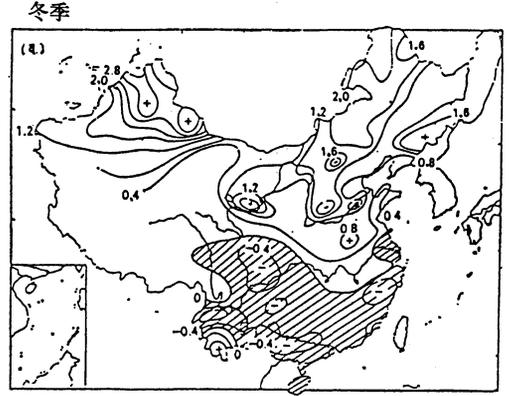
国家自然科学基金委員会 (National Natural Science Foundation of China) と中国科学院の後援のもとで、前に述べた研究プロジェクトは順調に進んできた。また、これらのプロジェクトの成果をもとに、全球と東アジアにおける気候変動の状況とそのメカニズムについての研究も行われた。その成果をまとめると次のようになる。

1) 中国の異なる時間スケールにおける気候変動の実情の解明

(1) 十年の時間スケールの気候変動

1910年代から80年間の気温、および1950年代から40年

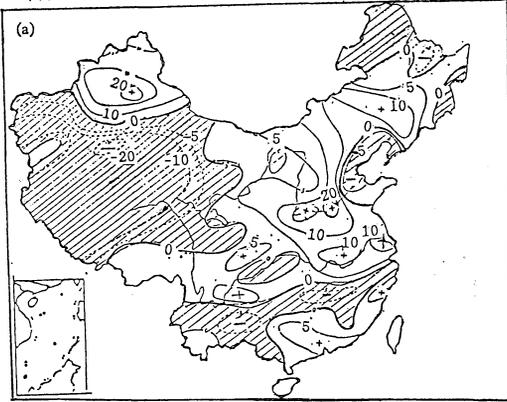
1992年9月



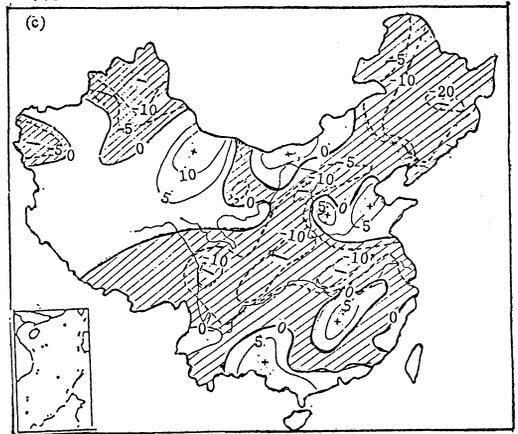
第2図 中国の80年代と50年代の気温の差(単位: °C)。 (a) 冬の気温の差, (b) 夏の気温の差。

間の降水と環境の観測データの解析から、中国における気候と環境の変動の実情がある程度で明らかにされた。北半球の温暖化とともに、中国の気温も上昇している傾向がみられる。第1図に示すように、40年代が今世紀の最高温の時期で、そのあと気温が下がり、60年代は低温期になっていたが、70年代の後半期から気温が再び上がっているようである(国家科学技術委員会, 1988)。しかし、第1図を詳しく見れば、両者の間に著しい差異がある。50年代から中国における気温が北半球の気温より大幅に下がっていたが、80年代の中国における気温の上昇は北半球の気温の上昇とくらべるとそんなに激しくない。これはたぶんモンスーンの地域における気温の変動がグローバル気温の変動と違うということを示唆しているものと考えられる。

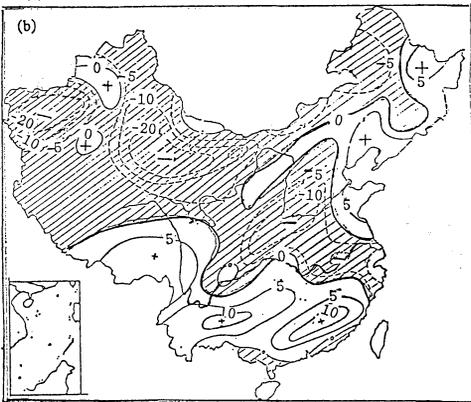
50年代



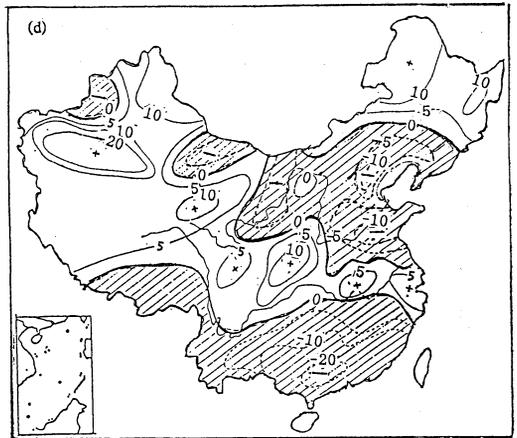
70年代



60年代



80年代



第3図 中国の各年代(10年間)の降水の平均のアノマリの分布。

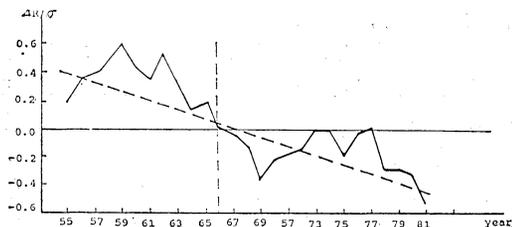
(a) 50年代, (b) 60年代, (c) 70年代, (d) 80年代。

第2図に示すように、中国の十年間の時間スケールの気温変動から見ると、北部の気温変動は揚子江流域の気温変動と大分違うようである (Chen *et al.*, 1991)。北部では80年代の冬期の気温が50年代の気温より大分上昇し、およそ1-2°C ぐらい上がった。しかし、中国の南部では、とくに揚子江流域の夏の気温は50年代の気温より約0.5°C ぐらい下がった。これらの気温変動は各地域における気温の十年移動平均からも見られる。

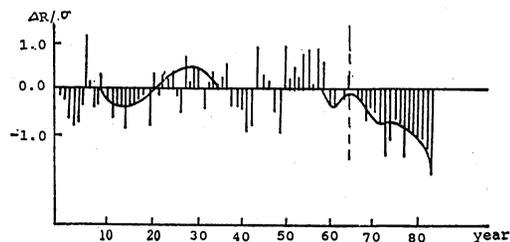
中国の十年間の時間スケールの気温変動の実情から見て、全球的温暖化の各地域に及ぼす影響は違うようにみえる。したがって、全球的気候変動と地域の気候変動と

の相互作用は今後注意深く研究されなければならない。

中国と日本とは同じように東アジアのモンスーンの地域にあり、降水の変動は気温より著しい (黄他, 1991)。第3図は中国の各年代の夏期降水のアノマリを示す。この図から中国の降水が60年代に50年代のアノマリとの符号を変えるほど激しく変動していることが見られる。中国の北部における降水の動態は1965年からずっと減少し、80年代に平均値より大分低くなった。これと逆に、揚子江流域における降水は大分増えて平均値より高くなった。これらの変動は夏期各地域における降水の十年間移動平均した結果からみると、もっとはっきりするよう



第4図 夏期華北地域における降水の正規化 (normalized) したアノマリ.

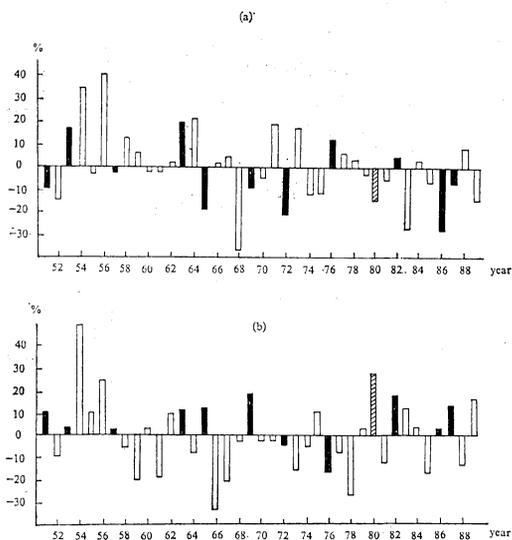


第5図 アフリカのサヘル地域における降水の正規化した (normalized) アノマリ.

である (例えば第4図). 第4図で示すように中国の華北地域における降水は1965年頃からずっと減少している. 80年代の降水量は50年代の降水量より約30%ぐらい減少した. この下降の仕方は第5図で示すアフリカのサヘル地域における降水の下り方に似ているようである. この変動は中国の気候研究者の注目をよびおこしている. なお, 中国における降水の気候変動の様子から見れば60年代の中頃に気候ジャンプと呼ぶべき変動が起きている (Yan *et al.*, 1990). これは山元龍三郎先生が指摘されている気温のジャンプがおきている時期と少し違うように思われる (Yamamoto *et al.*, 1986).

今まで述べてきた結果をまとめてみると, 中国の北方で気温が著しく上昇し, 降水が減少しているといえる. これは大規模な耕地を砂漠化させる原因となる. 統計によれば, この40年間に砂漠化の面積は大体15万平方キロぐらい拡大した. なお, 降水量の減少は華北地域の水資源を大分減少させて, 80年代のこの地域の水資源は50年代の水資源より著しく減少してしまった (Huang, 1991). これも工業, 農業と生活用水に大きな影響を及ぼし, 大変憂慮すべき問題になった.

北半球における気温の上昇に伴って海面高度は上昇してきている. しかし, 観測によると, 海面高度の変化は海域によって異なり, 上昇する所もあるし, 下降する所もある. 現在では, 中国の海岸にそって揚子江の南側の海面高度は50年代の高度よりもうすこし上がったが, そ



第6図 夏期黄河流域 (図a) と揚子江流域 (図b) における降水のアノマリの年々変動.

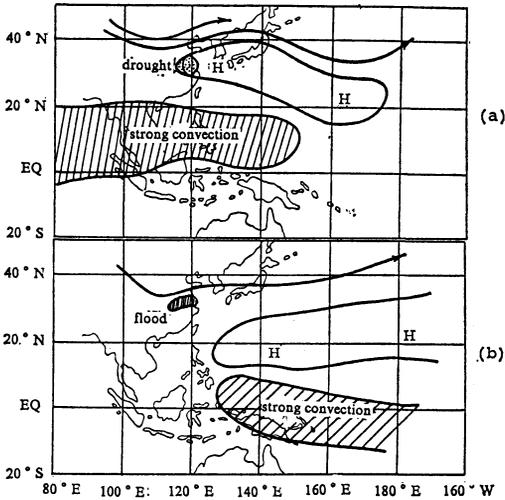
の北側の海面高度は50年代の高度より下がった (趙他, 1991).

(2) 気候の年々変動と季節内変動

中国がモンスーンの気候地域にあり, モンスーンの変動によって気候の年々変動も大きく, また, 季節内変動も大きい. この変動は早ばつと水害を引きおこした. 第6図では夏期黄河流域と揚子江流域における降水のアノマリの年々変動を示している. この図から中国の東部におけるモンスーン降水の年々変動が大きいことがよくわかる (Huang, 1989). なお, 黄河流域におけるモンスーン降水の年々変動は揚子江流域におけるモンスーン降水の変動と逆になるようである. ENSO年の夏には揚子江と淮河流域におけるモンスーン降水が強くなり, 黄河流域におけるモンスーン降水は弱くなる (黄他, 1989).

気候変動によって気候による災害が頻繁にこの両流域でおこり, 平均的に言えば黄河流域に早ばつが1年ごとに一回おこり, 揚子江流域には水害が2-3年ごとに一回おこる (馮他, 1985).

最近, 西太平洋亜熱帯高気圧, 東アジアにおける大気大循環と夏期モンスーンの降水の季節内変動およびそれらの間の相互作用の研究が行われている. 気候学的に言えば夏期モンスーン降水の雨域は6月の初めに揚子江流域の南から北へ突然ジャンプしているが (Yeh *et al.*, 1959), これに関連して西太平洋暖水プールの上空における対流活動によってその雨域の北進の様相がかなり影



第7図 フィリピン付近における対流活動と楊子江流域の夏期モンスーンの降水関係の概念図。

響をうけることが指摘されている (Hunag *et al.*, 1992)。

2) 気候変動に関する理論的な研究

全球的気候変動の実情の解明と伴って全球規模における大気大循環の変動とそのメカニズムの解析と診断的研究も行われ、有意義な研究成果がえられた。

(a) アジアモンスーンシステムは東アジアモンスーンと南アジアモンスーンという二つのサブシステムに分かれて、東アジアモンスーンが西太平洋亜熱帯高気圧の影響を受けてその変動は南アジアモンスーンの変動と逆関係を持っているということが指摘された (Tao *et al.*, 1985, 1987)。

長期間のデータで北半球における大気大循環の振動を解析し、北半球に南方振動と似ている振動もあることがわかった (陳, 1984)、即ち、北東太平洋の地域における海面近くの気圧場とフィリピンの附近の気圧場との間に強い負相関があり、この振動は東アジアにおける大気大循環に強い影響を及ぼすことがわかった (陳他, 1991)。

大気大循環の解析によって熱帯には二つのハドレー型の南北循環があり、具体的には、下部対流圏と上部対流圏に別々に一つのハドレー型循環が存在していることがわかった (呉他, 1987)。

ENSO 現象の東アジアにおけるモンスーン降水と気温への影響についての研究が行われ (Fu *et al.*, 1986)、最近、冬期アジアモンスーンの ENSO 現象への影響も

解析された (李, 1988)。

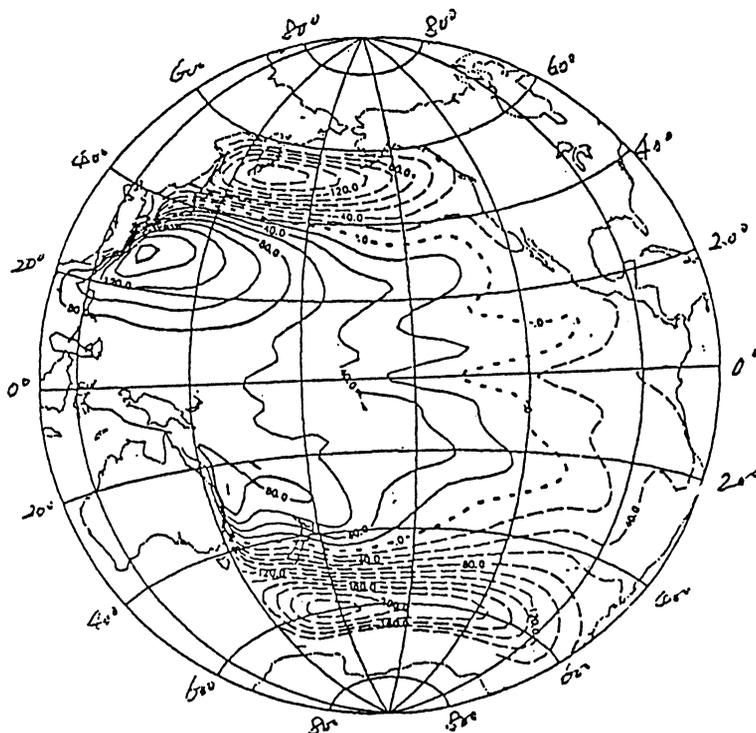
(b) 大気大循環と気候の変動のメカニズムに関して有意義な研究も行われた。大気大循環の変動を支配するプラネタリー波とその伝播などの問題を波束の理論と WKBJ 方法で取扱った (Zeng, 1983, Zeng *et al.*, 1986, 黄他, 1983, Huang, 1986)。なお、normal mode で表わせない波動、例えば30—60日間周期の振動、の大気大循環を維持する役割と気候システムの気候ジャンプと季節内ジャンプのメカニズムも非線形方程式を用いて議論された (Zhu *et al.*, 1987)。

東アジアモンスーン変動のメカニズムについてチベット高原と熱帯西太平洋の対流活動による熱源の東アジアモンスーンへの影響も調べられた。チベット高原の雪に覆われた面積と熱帯西太平洋の対流活動が東アジアモンスーン、とくに楊子江流域と淮河流域の夏期モンスーン降水に大きな影響を与えることも指摘された (陳他, 1981, Huang, 1985, Huang *et al.*, 1987, Huang *et al.*, 1989)。この研究によればフィリピンの附近で対流活動が強くなると、楊子江流域の夏期モンスーンの降水は弱くなって早ばつを引きおこすことになる。また、この場合には夏期モンスーン循環と降水の季節内変化も著しい。逆に、フィリピンの附近で対流活動が弱くなると、楊子江流域の夏期モンスーンの降水は強くなって水害を引きおこしやすい。この場合には夏期モンスーン循環と降水の季節内変化も著しくない。

3) 気候モデリングと気候変動のシミュレーション

1986年から1990年まで大気物理研究所では二層と七層の大気大循環モデル、更に四層の海洋大循環モデルおよび大気・海洋結合モデルなどの気候モデルが開発された (Zeng *et al.*, 1986, 曾他, 1988, Zeng, 1990)。今後は生態系のモデルの開発が予定されている (Ji, 1989)。これらの気候モデルを用いて大気大循環と海洋大循環の平均状態をシミュレーションすることができた。また、大気大循環の年々変動と季節変動、季節内変動と大気大循環のアノマリのテレコネクションおよび海洋の El Niño 現象などをよく再現できるようになった (李, 1992, 周他, 1992)。これらの結果は気候変動の予想、とくに早ばつと水害の予報のために初歩的モデルの設定に対する今後の指針を提供した。第8図には IAP 海洋大循環モデルでシミュレーションした太平洋海面のダイナミック高度を示している。その結果は実測の分布と大体よく合っている。

以上述べたことは中国の気候研究の全部ではなく、一部分の説明でしかないことをことわっておきたい。



第8図 IAP 海洋モデルでシミュレーションした太平洋の海面ダイナミック高度 (単位: cm)

3. 1991—1995年間に中国で行なわれる WCRP について

気候変動に関する研究の展開に伴って気候と環境変動の研究の一層の推進をはかるために、国家科学技術委員会と中国科学院は次の五つの研究プロジェクトを選定した。

(1) 将来の20—50年間に中国における生態環境変動の動態とその予測研究

中国における気候変動と生態系との相互作用を研究するためにこの研究項目は選定された。この研究項目では、気候変動の生態系への影響と生態系によって二酸化炭素、メタンなどの温室効果ガスの吸収の低下と放出の促進を引き起こすという地球温暖化の原因を解明し、その相互作用のモデルを作成し、将来生態環境の変動を予測することができることを目指している。具体的には次の研究課題が考えられている：

- (a) 中国における生態系の変動の解明；
- (b) 地表面の物理特性と総観生物学の特性の監視と分析；

(c) 生物から放出される温室効果ガスの測定と監視 (主にメタン)；

(d) 気候変動の典型的な生態系への影響とその観測的研究；

(e) 気候システムと生態系との相互作用のシミュレーションと理論的研究；

(f) 中国における環境の総観的変動の動態とその予測。

(2) 気候力学と気候の予測理論

気候変動のメカニズムを明らかにして気候システムの力学の本質を理解し、信頼できるモデルを作成すること、およびそれによって将来の気候の年々変動と季節進行と季節内変動を予測することを目標にする。具体的には、次の研究課題に従い、研究を行う予定である。

- (a) 気候システムの変動およびジャンプ***とそのメ

*** 気候ジャンプというのは相対的に短い期間で一つの安定な気候状態からほかの安定な気候状態に急速に変動することである。

カニズムの解明；

(b) 大気大循環における異常状態が持続する情況とモンスーン変動の実情の解析；

(c) 気候システムのなかの水循環過程と放射等の物理過程の研究；

(d) チベット高原と熱帯海洋の気候システムの変動への影響に及ぼす役割の解明；

(e) 気候システムの変動のモデリングとそれを構成する各システム間の相互作用の研究；

(f) 気候システムの変動のシミュレーション；

(g) 気候システムの変動の予測に関する問題の検討。

以上の二つの研究項目は既にわが国では重要な研究項目になっており、研究者、研究費などを重点的に投入し、研究の展開を強力にはかろうとしている段階といえるだろう。

(3) 災害気候とその農業および水資源への影響に関する研究

上に述べたようにわが国では気候変動によってしばしば気候異常がおきている。同時に農業生産と水資源に大きな影響を及ぼしている。中国は東アジアモンスーンの地域にあり、モンスーンの年々変動と季節内変動が大きいので、早ばつ、水害および東北地域の冷夏など大規模な気候災害は頻繁におこり、農業生産、工業生産およびほかの産業にも大きな損失をもたらしている。この研究項目は応用面の研究を主な目的にし、次の研究課題を行う予定である。

(a) 中国における災害気候の発生情況の解明；

(b) 災害気候の形成のメカニズムの解明；

(c) 災害気候の予測に関する研究とモデルの開発；

(d) 災害気候の農業と水資源への影響；

(e) 災害気候と災害状況のデータベースの設立。

(4) 早ばつの地域における大気と陸地との相互作用に関する観測的研究

この研究プロジェクトは1986—1990年間の研究にひきつづいて計画されており、前の五年間の観測を継続して実施するばかりでなく、更に観測と研究の推進を行い、将来 IGBP と GEWEX 研究計画の一環とするようにすすめられている。日本の学者と協力して次の研究課題の推進も考えられている：

(a) 早ばつの地域の接地境界層における乱流のフラックスと境界層の構造の観測的研究；

(b) 早ばつ地域の地表面における放射収支と放射の特性の観測的研究；

(c) 早ばつ地域における蒸発と水収支の観測的研究；

究；

(d) 観測データの収集、編集と分析；

(e) 境界層の数値シミュレーション；

(f) 早ばつ地域における農作物による水の需要量の観測と節水の栽培技術の開発。

(5) TOGA-COARE の観測

TOGA 国際組織の要請によって西太平洋大気・海洋相互作用研究計画の強化野外観測期間 (IOP) に、中国科学院と海洋局が二隻の科学観測船を派遣し、この国際観測研究プログラムに参加することになっている。このプロジェクトは TOGA-COARE の観測への協力ばかりでなく、前の五年間に行われていた熱帯西太平洋大気・海洋相互作用の総合観測をも更に発展させることができるものと考えられる。勿論、この観測研究によって西太平洋の海洋循環および西太平洋暖水域における大気と海洋との相互作用の実情を一層解明することができるだろう。また、この暖水域の ENSO 循環と全球大気大循環への影響とそのメカニズムをもある程度明らかにすることも期待されている。

4. おわりに

上に述べたように中国での WCRP は主にアジアにおける気候変動、とくに中国における気候変動の実情の解析とそのメカニズムの解明に重点をおいている。日本での WCRP も主にアジアと太平洋の地域における気候変動と陸域生態系の変動過程に注目している。したがって、中国での WCRP と日本での WCRP とが協力すれば東アジアと西太平洋における気候変動とそのメカニズムが明らかになるし、全球的な気候変動に関する研究にも大きな役割を果すことができるであろう。

謝 辞

東京大学気候システム研究センター長松野太郎教授と当センターの住明正教授の御厚意で日本の WCRP のシンポジウムに参加させていただいて、住明正教授の御推薦と御意見でこのレポートを『天気』誌に載せさせていただいて本当に厚く感謝致します。また、東京大学名誉教授岸保勘三郎先生と東北大学理学部大気海洋変動観測センター長田中正直教授の熱意のこもった討論に心から感謝の意を表わしたいと思っております。

注：参考文献の記載が、天気投稿規定に準拠していないが、筆者の意向を優先した。

参考文献

- [1] 中国氣候研究委員会, 1988: “气候研究報告”, 气象出版社, 200 pp (中国語).
- [2] 葉篤正, 黄榮輝, 1990: “旱涝研究進展”, 气象出版社, 156 pp (中国語).
- [3] 葉篤正, 曾慶存, 郭裕福, 1991: “当代气候学”, 气象出版社, 353 pp (中国語).
- [4] Zeng, Qingcun *et al.*, 1990: Climate Change Dynamics and Modelling, China Meteorological Press, 390 pp.
- [5] 国家科学技术委員会, 1990: “气候”, 气象出版社, 397 pp (中国語).
- [6] Chen, L.X., *et al.*, 1991: Preliminary analysis of climatic variation during the last 39 years in China. *Adv. Atmos. Sci.*, Vol. 8, 279-288.
- [7] 黄榮輝, 宋連春, 梁幼林, 1991: 中国气候的年代際变化特征与成因初探, 气候变化研究論文集(出版中), (中国語).
- [8] Climate System Monitoring (CSM), Monthly Bulletin, 1988, No. 8.
- [9] Yan, Z.W., Ji, J.J. and Ye, D.Z., 1990: Northern Hemispheric summer climatic jump during the 1960's. *Sciences in China (Scientia Sinica) Series B*, Vol. 33, pp 61-70.
- [10] Yamamoto, R., Iwashima, T., Sanga, N.K. and Hoshiai, M., 1986: An analysis of climatic jump. *J. Meteor. Soc. Japan*. Vol. 64, pp 273-281.
- [11] Huang, R.H., 1991: Climate change and its impacts on grain yield and water resources in China during recent 40 years. Published in Proceedings of International Conference on Climatic Impact on the Environment and Society. Tsukuba, Japan, Jan. 27-31, 1991.
- [12] 趙希濤, 王明星等, 1991: 气候和海平面变化, 地質出版社, 190 pp.
- [13] Huang, R.H. and Wu, Y.F., 1989: The influence of ENSO on the summer climate change in China and its mechanism. *Adv. Atmos. Sci.* Vol. 6, pp 21-30.
- [14] 黄榮輝, 張慶雲, 1989: 華北降水的年代際与年際变化, 水資源問題討論會論文集, 水利出版社, pp 110-120 (中国語).
- [15] 馮侃芝等, 1985: 中国主要气象災害分析, 气出版社, 197 pp (中国語).
- [16] Yeh, T.C., Tao, S.Y. and Li, M.C., 1959: The abrupt change of circulation over the Northern Hemisphere during June and October. Published in the *Atmosphere and the Sea in Motion*. London, pp 249-267.
- [17] Huang, R.H. and Sun, F.Y., 1992: Impacts of the tropical western Pacific on the East Asian summer monsoon. *J. Meteor. Soc. Japan*, Vol. 70, No. 1B, 243-256.
- [18] Tao, S.Y. and Chen, L.X., 1985: Summer monsoon in East Asia. Published in Proceedings of International Conference on Monsoons in the Far East, Tokyo, 5-8 Nov. 1985, pp.1-11.
- [19] Tao, S.Y. and Chen, L.X., 1987: A review of recent research on the East Asian summer monsoon in China. *Monsoon Meteorology*, Edited by Chang, C.P. and Krishnamurti, T.N., pp.60-92.
- [20] 陳烈庭, 1984: 北方涛動与赤道太平洋海温和降水. 科学通報, Vol. 19, pp.1190-1192 (中国語).
- [21] 陳烈庭, 吳仁廣, 1991: 北方涛動的演变与江淮流域的降水. 大气科学, Vol. 15, No. 6 (中国語).
- [22] 吳国雄, 劉還珠, 1987: 全球大气环流時間平均統計图集. 气象出版社, 212 pp. (中国語).
- [23] Fu, C.B. *et al.*, 1986: Characteristics of the response of sea surface temperature in the central Pacific associated with warm episodes of the Southern Oscillation. *Mon. Wea. Rev.* Vol. 114, pp.1716-1738.
- [24] 李崇銀, 1988: 頻繁的強東亞大槽活動与 El Niño 的發生. 中国科学, B輯, Vol. 31, pp.667-674 (中国語).
- [25] Zeng, Q.C., 1983: The evolution of a Rossby-wave packet in a three-dimensional baroclinic atmosphere. *J. Atmos. Sci.* Vol. 40: pp.73-84.
- [26] Zeng, Q.C. *et al.*, 1986: Evolution of large-scale disturbances and their interaction with mean flow in a rotating barotropic atmosphere. Part I, II, *Adv. Atmos. Sci.*, Vol. 3, pp.39-58, pp.172-188.
- [27] 黄榮輝等, 1983: 关于冬季北半球定常行星波传播另一波導的研究. 中国科学 B輯, Vol. 26, pp.940-950 (中国語).
- [28] Huang, R.H., 1986: Physical mechanism of influence of heat source anomaly over low latitudes on general circulation over Northern Hemisphere in winter. *Sciences in China (Scientia Sinica) Series B*, Vol. 29, pp.970-985.
- [29] Zhu, B.Z. and Jin, F.F., 1987: Dynamics of some characteristic circulation over East Asia. Published in Proceedings in International Conference on the General Circulation of East Asia, Chendu, China, April 10-15, 1987, pp.167-184.
- [30] 陳烈庭, 閻志新, 1981: 青藏高原冬春季異常雪盖影響初夏季風的統計分析, 青藏高原气象會談論文集, 科学出版社, pp.101-110 (中国語).

- [31] Huang, R.H., 1985 The numerical simulation of the three-dimensional teleconnections in the summer circulation over the Northern Hemisphere. *Adv. Atmos. Sci.*, Vol. 2, pp. 81-82.
- [32] Huang, R.H. and Li, W.J., 1987: Influence of the heat source anomaly over the western tropical Pacific for the subtropical high over East Asia. *International Conference on the General Circulation of East Asia*. Chendu, China, April 10-15, 1987, pp. 40-50.
- [33] Huang, R.H. and Lu, L., 1989: Numerical simulation of the influence of SST anomaly in the western tropical Pacific on the summer circulation anomaly over the Northern Hemisphere. *Adv. Atmos. Sci.*, Vol. 6, pp. 202-214.
- [34] Zeng, Q.C., *et al.*, 1986: Global gridpoint general circulation model. Published in collection of papers presented at the WMO/IUGG NWP Symposium, Tokyo, 4-8, August 1986, pp. 421-430.
- [35] 曾慶存, 梁信忠, 張明華, 1988: 季風和大气环流季節突变的数值模拟, *大气科学特刊*, pp. 22-42 (中国語).
- [36] 曾慶存等, 1990: 跨季度气候距平的数值予测试験, *大气科学 (啓可楨先生紀念刊)*, pp. 10-25 (中国語).
- [37] Zeng, Q.C., *et al.*, 1990: IAP GCM and its application to the climate studies, published in *Climate Change Dynamics and Modelling*. Edited by Zeng, Q.C., *et al.*, pp. 303-330.
- [38] Zeng, Q.C., *et al.*, 1990: IAP oceanic general circulation models. Published in *Climate Change Dynamics and Modelling*, Edited by Zeng, Q.C., *et al.*, pp. 331-350.
- [39] Ji, J.J., 1989: A simplified land surface process model for use in climate study. *Acta Meteorologica Sinica*, Vol. 3, pp. 342-351.
- [40] 李崇銀, 1992: IAP 模式模拟的低頻遥响座, *大气科学 (印刷中)*, (中国語).
- [41] 周曉平, 陳克明, 1992: IAP 海—气綜合模式模拟的 ENSO 現象, *大气科学 (印刷中)*, (中国語).



「地球大気化学国際シンポジウム」開催のお知らせ

CACGP (大気化学と地球規模汚染に関する委員会, 国際学術連合会議 IAMAP/IUGG 傘下) の第 8 回国際シンポジウムと, IGAC (地球大気化学国際協同研究計画) の第 2 回国際学術集會を兼ねて, 「地球大気化学国際シンポジウム」が開催されます。日時は 1994 年 9 月 5 ~ 9 日で, 場所は山梨県富士吉田市です。

このシンポジウムでは, 地球規模の対流圏化学に関する野外測定・室内実験・モデリング等の論文発表を幅広く募集しています。今回強調するテーマは「地球規模の対流圏に対する人為的影響」で,

- ・対流圏オゾンとその前駆気体
- ・温室効果気体の分布と発生・消失フラックス
- ・硫黄と窒素の循環および酸性化における役割—アジアの現況

・エアロゾルと雲の化学および放射への関連
などのトピックスがあげられます。全体として, このシンポジウムは国内外における IGAC 研究の成果発表の場となる予定です。

このシンポジウムのアナウンスが出来上がっています。入手ご希望の方は, 下記のシンポジウム組織委員会事務局にお問合せ下さい。

地球大気化学国際シンポジウム事務局

東京大学理学部地球惑星物理学科

岩上直幹または小川利敏

TEL. 03-3812-2111 (内) 4590または4592

直通 TEL. 03-3815-8020

FAX. 03-3818-0745