

## 異なった視点からの GEWEX/GAME\*

—若手が見た第2回 GAME 会議, パタヤ, 1995. 3. 6-3. 10—

沖 大 幹<sup>\*1</sup>・松 山 洋<sup>\*2</sup>・渡 部 雅 浩<sup>\*3</sup>

### 1. 会議報告番外編

所属する研究室が事務局となったこの会議であったが、タイ側の地元事務局を担当してくれたタイ国研究評議会 (NRCT) の部局や会場となったホテルが国際会議開催に非常に手慣れていたこともあって、会議中は落ち着いて発表を聞くことができた。正式なセッション報告は各コンペーナの先生方からなされると思うので、以下では特定の目的のために開かれたいくつかの会合の中で、筆者が参加したものについて報告したい。

#### 1.1 GAME-T

昨年の北京での会議に引続き第2回目の会議をタイで開催した理由は、経済的なコストが日本で開催するのに比べて5分の1程度である、というメリットもあったが、一番はやはり、GAME 地域観測の一翼を担う GAME-T (熱帯湿潤モンスーン域のエネルギー・水循環の研究) がタイのチャオプラヤ川流域を中心として計画されているからである。オープニングセレモニーでタイ国科学技術環境庁の副長官が、「長期予報の物理的基礎について研究することが GEWEX/GAME/GAME-T の目的であり、今後押し進めるべき重要な課題である」とアドレスしてくれたことは、当地で開催する意義をまず始めから実感させてくれた。GAME-T については、初日午前中のセッションにおける虫明功臣氏 (東京大学) からの紹介の他に、7日 (火) の夕方にタイ国王立灌漑局 (RID) と折衝を持ち、9日 (木) の夕方にはチャオプラヤ川流域での観測計画に関する会合を行ない、さらに最終日の会議

本体が終了した後 GAME-T 全体の計画案に関する会合を開いた。まず初日の虫明氏の発表に対しては Bill Lau 氏 (アメリカ) から、マクロスケール水文モデル (MHM) と meso-scale 気象モデルとのカップリングはやるのか、という質問がなされた。虫明氏からの答えは MHM の構築が先決である、であったが、GAME 計画全体における数値モデル担当である住明正氏 (東京大学) から、タイだとか中国だとかいう領域にとらわれずカップリング研究はやるつもりである、とのコメントがあった。タイ国気象局 (TMD) の副長官になったばかりの Patipat Patvivatsiri 氏から長いコメントがあって、TMD では気象レーダは14か所に設置され、気象衛星画像も受信しているという紹介があり、水蒸気が重要であるとの認識をラジオゾンデ観測網に絡めて表明し、GMS で水蒸気が観測できるようになることを期待していると述べられた。7日の RID との折衝にはタイ日2国間の関係者10数名が集まった。以前に国際学術研究でタイの水資源調査をやっていたところに直接日本側の対応をしてしてくれた Tadhya Sukkhaphuaphan 氏がチェンマイ事務所の所長となって臨席してくれていて、旧交を暖めるとともに、この会合中でも中心となって話を取り持ってくれた。日本側からは、1995年は田園地帯における集中観測の候補地を視察し、1996年に観測基地を確立、1998年の集中観測に向けて1997年ころから予備的な観測を開始したいという要望を出した。これに対して RID 側は、特に大きな問題が生じるおそれがないようならタイ国研究評議会 (NRCT) を通して MOU (覚え書き書) を日本側の GAME 委員会と交わす手はずにしよう、ということになった。

9日のチャオプラヤ川の観測計画に関する会議には40人あまりが集まった。筆者と鈴木雅一氏 (東京大学) が GAME-T における科学的背景と観測計画について説明をした。気候システムの年々変動と海面水温度

\* GEWEX/GAME from another point of view.

<sup>\*1</sup> Taikan Oki, 東京大学生産技術研究所.

<sup>\*2</sup> Hiroshi Matsuyama, 東京都立大学理学部.

<sup>\*3</sup> Masahiro Watanabe, 東京都立大学理学部 (現 東京大学気候システム研究センター).

© 1996 日本気象学会

(沖ほか, 1994), GCM による降水量予測の年々変動に対する陸面過程の寄与, などの話はわかりやすかったようで, OHP のコピーをくれ, という人も1人ならず来た. Yongnian Shi 氏 (King Mongkut 大学) からは GCM の解像度は荒過ぎる, 独自のメソスケールモデルを構築しているから GAME-T で使ってくれ, という申し出があった. また彼は, 水文学者が MHM を構築するよりは, すでにそのスケールでモデリングを行なっているメソ気象学者が MHM 作成をした方が早く完成するのではないかと主張した. これに対しては Chumnong Sorapipatana 氏 (Mahanakorn 大学) は, やはり水文学者が水文モデルを作るべきであると反論した. M. Sivapalan 氏 (オーストラリア) からは MHM 構築はまだうまくできていなくて今後の発展が望まれるおもしろい分野であるとのコメントがなされた. 砂田憲吾氏 (山梨大学) からは, 準備に残された時間もあまりないが, 文献調査が必要であり, ある程度はやるべきであるとの提案があった. 一方, NRCT の Suvit Vibulsresth 氏は, メソスケール大気モデルと対応するスケールの水文モデルを作るのがおもしろそうである, NRCT としてタイ国内での GAME-T に対する共同研究の枠組を提案したいと思う, と述べてくれた. また, Department of Energy Promotion and Development も雨量計網を持っているとの情報も寄せられた.

最終日午後の GAME-T 全体の会合には, タイだけではなくて熱帯湿潤モンスーン領域の広い範囲, インドやバングラディッシュ, マレーシアなどからも参加があった. ここではもう一度研究計画全体について紹介し, 各国の参加者から積極的に参加したいという旨の前向きな意見をもらって終了した. タイなど GAME-T のカウンターパート側にとっては, 単にデータをもって行かれてしまうだけでなく, それぞれの国でも自主的に研究を行えるようなプロジェクトであるかどうか非常に重要な関心事であるようであった. この日も発表後に SST とタイの降水量との話について, 質問や OHP をコピーさせてくれ, という方が何人か来た. 40人近くが本会議終了後のこの会合までわざわざ残って参加してくれたのも感激的であった.

今回, この様にタイで国際会議を開催し, 頻繁に話し合う機会を持つことができたことによって, タイにも積極的に水文/気象/気候研究を進めている方々がいる, ということがわかったのは大きな収穫であった. セッション中もタイからの参加者は会場にちゃんと

て, 極めて熱心に聞いている様であった. 他国などからの参加者の様に「気分はタイ観光」などということはないこともあろうが, 何よりも「GEWEX/GAME とは何だ?」と, 一生懸命に理解しようとしている姿勢がひしひしと感じられた. 今後いよいよ GAME が実行に移されるにあたり, 機材などの経済的資源だけでなく, 研究のアイデアや種をどんどん持ち込むようにしなければなるまいと強く思った次第である.

## 1.2 マクロスケール水文モデリング

Macro scale hydrological modeling という呼び名 (以下 MHM と略す) が巷間に広まりつつある. GAME 計画でも, MHM の構築, という研究が1つの柱になっている. しかしながら, MHM のイメージは各研究者によって様々で, 時として研究計画を話し合う際にも噛み合わないことがある. そこで, 'Free Discussion on the Macro Scale Hydrological Modeling and its Coupling with Atmospheric Models' と題する night session を3日目, 3月8日 (水) の夜20時-23時に開催した. 同様の議論を名古屋大学大気水圏科学研究所で行なわれた GAME 国内ワークショップに引き続いて1995年1月7日 (土) に行なった際に, 「MHM において, 大気と切り離して水文過程だけを考えることは不適切である」という意見が1つの重要な結論として提案されたことを考慮して, パタヤでは 'coupling' をタイトルに加えた.

夕食後, せっかくのリゾート地なので行楽に出かけたくなるのが普通であろうが, この night session には40名程が集まった. 話の始めは, 水文過程における 'Macro Scale' とは何か, という点でかなり激しい議論が交わされた. 定義の議論自体はあまり建設的ではないけれども, 水文学においてどのようなスケールが可能であるか, という議論は現在の中心的学問課題のひとつであると言っても良いであろう. 気象サイドから発言する Liu Chunzhen 氏 (中国) や Yongnian Shi 氏 (中国/タイ) らは, 気象学では力学的にスケールが分離されているが, 水文過程のスケールにそうした物理的背景があるか, と盛んに述べていた. 椎葉充晴氏 (京都大学) からは  
○10-100 m のポイントスケール  
○100 m-1 km の斜面スケール  
○1 km 以上の流路網スケール  
という水文過程のスケール分離が提案された. Liu Xinren 氏 (中国) からも斜面における水文過程を考え, それが支配的である小流域をセルとして, そのセルを

越えるような空間スケールでは空間不均一性を統計的に扱うことができるようになり、そのスケールでの水文過程モデリングこそがMHMである、という意見が述べられた。筆者も、1 kmもの斜面長はなく、斜面固有の大きさが水文過程にスケールギャップをもたらしているはずであると発言した。安形康氏（東京大学）からは、Woodら（Wood *et al.*, 1988）が提案しているREA (representative elementary area) との関係はどうなっているのかという問いかけもあった。彼は、水文・地形学的な立場から、MHMにおいてsub-surface waterはどこに貯留されていると考えてどのように取り扱うのか、また、その越年変化を考えるのか、などの問題提起をした。

Srikantha-Herath氏（東京大学）やTony Jakeman氏（オーストラリア）からは、何をシミュレートしたいかによって数値モデリングは異なってくる、という指摘がなされた。流出用と大気用とでは必要なグリッドサイズも自ずと異なってくるし、大きなグリッドサイズでは表流水の追跡のみで充分となるのではないか、という意見である。これに対して筆者は、

- (i) より広い河川流域の流量をシミュレートしたい
- (ii) GCMの地表面境界条件をよりスマートに与えたい
- (iii) パラメータの最適化なしに普遍的に適用可能でありたい

という3つの目的（願い）がMHM構築には込められているのではないかと述べた。さらに、その様に目的が異なり手法も違ってくる数値モデリングがMHMという大きな枠のもとにまとめられているのは、水文過程のスケールアップ問題とそれとともなって必然的に出てくるサブグリッドスケールの変動の取り扱いを解決することがこれら3つの目的達成に不可欠だからであると主張した。地表面の空間的な不均一性とそれに伴うサブグリッドスケールの変動の取り扱いの重要性はM. L. Kavvas氏（アメリカ）やM. Sivapalan氏（オーストラリア）らが昼のセッションにおける彼らの基調講演でも強く主張していて、ほぼ共通認識となっているものと考えられるし、筆者らも懸命に研究を続けている（仲江川ほか、1995）。何の不均一性（heterogeneity）を考えるか、という点に関しては全体で討議し、地質条件や地形、土壌種類、土壌中の選択的流出経路網、植生を含む土地被覆、などの水文学的な状態量と大気側から与えられる放射や風、気温・湿度といった強制力の空間的・時間的変動を考える必要があるのだ、ということになった。

M. Sivapalan氏はまた、ともすれば河川流域での流量シミュレーションにこだわりがちな水文学者の意見に対してGCMへの適用という目的がなくとも広い領域を対象とした水文過程の数値モデル化は重要かつchallengingな研究課題である、と述べた。

小池俊雄氏（長岡技術科学大学）のGAMEにおけるMHM構築に関する説明では、

- 1) GCMの陸面境界パラメタリゼーションをより良くする
- 2) GCM予測結果をdisaggregateしてより細かいスケールの水資源予測を行なう

の両方向が示された。これに対して、1)と2)に用いられるMHMとは同じものであるか、との質問が出て、小池氏は違うものになるだろう、と答えていた。その他、MHM構築に関する実際の技術的な手法や方向性について、単純なグリッドベースとするのか小流域セルもしくは斜面などの自然な地形条件を単位とすべきなのかといった議論も出ていた。

もう1つこの会合に意味があったと思われるのはGCM側の立場から話したRobert J. Oglesby氏（アメリカ）の意見であった。それは、「GCMも乾燥大気の大循環過程に関してはほぼ物理的であると言って良いが、サブグリッド過程、いわゆるパラメタリゼーションというのは案外経験的に得られているものであって、現実には合うように最適化されたものである」という発言である。ある意味では「パラメータの最適化なしに普遍的に適用可能な数値モデルを作りたい」という上に述べた水文学者のMHM研究に託した夢をdiscourageするような言い方ではあるが、筆者はあらかじめ用意しておいたOHPシートを利用して次のように述べた。‘No observation, no simulation’. すなわち、目的とするスケールで現象を観察し、そのスケールで見た水文現象などに対する経験が蓄積されて初めて有効な数値モデル化が可能になるわけであり、現象の観測がないのにMHMを構築するというのは単なる机上の空論であるというわけである。この話には続きがあって、「そうしたスケールでの現象把握のためにGAMEでの観測計画を考える必要がある」とし、筆者が特に係わっているGAME-Tにおける現時点での観測計画を話した。MHMとは直接関係はないが、筆者らのこの会議での発表はGCMの算定結果を観測に基づく広域水循環過程の推定値と比較しようというもの（沖ほか、1995；鼎ほか、1995）で、やはり「現象の観測・推定なくしてシミュレーションなし」という

意気込みである。

普段こうした問題についてじっくりと国際的に議論を交わす場はほとんどなく、非常に有意義な会合であったと思う。他国からの参加者にも、「こうした討論を日頃行なうことはなかなかなく今回はいろいろと考えをめぐらせ他人の意見も聞くことができた」と、喜んでもらえたようである。

### 1.3 松山洋氏のコメントに対するコメント (2.1節参照)

最後に、松山洋氏(東京都立大学)のコメントに対して、若干の補足をしておきたい。「なぜマクロ水文モデルにこだわるのであろうか?」という疑問や「MHMとはそもそもなんぞや」という問いに対しては前節に筆者の意見を述べたので繰り返さない。

松山氏のコメントの主張は「すでに実績のあるタンクモデルで良いではないか、なぜタンクモデルではないのか」に集約されている様に思われる。確かに一部の水文モデラー達は、タンクモデルは‘非物理的な概念モデル’であり、‘物理的な基礎を持つモデル’に比べると劣ると考えている様である。しかし筆者は個人的にはタンクモデルが物理的でないとは思っていない。ここでは深く立ち入らないが、例えば kinematic wave model の様に斜めに置いた平板の集まりだと流域をみなすことと、巨大なタンク(の連結)だとみなすこととは実際の流域流出過程を物理的に概念化しているという意味において何ら変わることはないからである。

また、これまでに行なわれてきた研究の中には、まさに松山氏の言う「土地被覆データを用いて、直接流出に効きそうな1段目のタンクのパラメータを客観的方法で決める」という手法により、都市化にともなう流出形態の変化をうまく再現しているもの(安藤ほか, 1981)もある。したがって、筆者は松山氏が挙げているようなタンクモデルの欠点は必ずしも問題ではない、と考える。

ただ、一点だけ、コメントしておきたい点がある。「陸面-大気結合モデルにおいて大気側が必要とするのは、下部境界条件となるフラックスおよび Bowen 比の広域平均値である」という判断は正しいであろうが、だからといって、Bowen 比を適切に与えることができかつ流量もきちんとシミュレートできる数値モデルが完成すればそれで満足か、と問われたら、多くの水文研究者は‘No’と答えることであろう。なぜそのような抽象化に基づく数値モデルが現実と良く対応するの

か、を知りたいのである。もしくは、流量や Bowen 比は現実と良く対応しているように見えても、さらにはモデル中で考慮されている土壌水分などの状態量や地中熱伝導フラックスまでもが現実ときちんと対応しているのか、を調べたいのである。その目的にかなうなら、利用するモデルがタンクモデルの様な構造であっても構わないのであるが、そうはならない(そうはしない)と考えている hydrologist が多いので松山氏の様な問いかけも出てくるのであろう。繰り返しになるが、マクロスケール水文モデリングという名のもとに、水文学研究者は以前よりも少し広い目で見えた水循環現象がどのような振舞をするのかを調べ、これまでに培ってきた知識とのつながりを見つけようとしているのである。それは、「気候力学の法則」を見出そうと企んでいる気象学者が GEWEX/GAME に少なからず参画していることと相通じる点があるように思われる。(沖 大幹)

## 2. GAME と地域観測計画に関する長いコメント・再び

### 2.1 チャオプラヤ川

1995年1月に名古屋大学で行われた GAME 国内ワークショップで、沖大幹氏(東京大学生産技術研究所)が「さっさとマクロ水文モデルを作って GAME-T の IOP (Intensive Observation Period, 集中観測期間)はその検証に行かなければならない」と言っていたのは一部の人々にとっては記憶に新しい。実際、GAME の地域観測計画の中でこの実現性が最も高いのがチャオプラヤ川流域であろう。しかし、なぜマクロ水文モデルにこだわるのであろうか?

今回の会議で、チャオプラヤ川上流の自然流域に関しては蒸発量も算定できるタンクモデルが完成していることが N. T. S. Wijesekera (Sri Lanka) によって示された。Wijesekera 氏の話では、GAME-T の IOP で必要なのは、降水量の観測地点をもっと密にすること、降水量データの品質管理をもっとしっかりすること、蒸発散量の実測データを集めること、ということであった。こういったことも考慮すると、チャオプラヤ川流域の場合、その定義すらはっきりしないマクロ水文モデルにこだわるよりも、蒸発散量の算定できるタンクモデルを改良してスケールアップを図る方が先決ではないだろうか?陸面-大気結合モデルにおいて大気側が必要とするのは、下部境界条件となるフラックスおよび Bowen 比の広域平均値であることを、こ

こでもう一度確認すべきである。

タンクモデルの欠点として「プロセスがないこと」「普遍的なパラメタリゼーションがないこと」などが挙げられる。しかしながら、たとえプロセスがなくても世界の全河川流域をタンクモデルで網羅してしまえばそれでよいではないか（実際、日本列島や中国の河川についてはこのような研究が進展していると聞く）。普遍的なパラメタリゼーションについても、グローバルな地形情報や土地被覆データを用いて、直接流出に効きような1段目のタンクのパラメータを客観的方法で決めるというのではだめなのであるか？マクロ水文モデルを構築する前に、まず筆者のような素人でも分かるようにタンクモデルの限界について示す必要がある。そして、マクロ水文モデルの構築可能性について言及すべきである。

水文学研究者の御意見をぜひともお聞かせいただきたいところである。

## 2.2 淮河

今回の会議では、淮河流域の水文気象の特徴を紹介した研究 (C. Cheng, China) や1991年の大洪水に関する総観気候学的研究 (K. Kato, Japan) など、日・中ともに back ground 的な研究が出てきて、GAME で何を明らかにするのかようやく分かってきたような気がする。Cheng 氏の発表では HRC (Huaihe River Committee の略か?) が既に hydrologic data base (約 200 MB) を完成させているということであり、今すぐにでもこのデータベースを解析したいと思うのであるが、これを国外で外国人研究者が使うのは難しいという話であった。いかにこのデータベースを引っぱり出すか、HUBEX (Huaihe River Basin Experiment, 淮河流域日中共同研究観測計画) に関わる水文学研究者の皆さんの腕の見せどころ、といったところであろう。

なお1995年1月現在の GRDC (Global Runoff Data Centre, 世界河川流量データセンター) の河川流量観測地点諸元によると、世界の中でも中国の大河川の流量データのアップデートが最も顕著であり、1980年代中頃までの月平均流量データが利用できるようになっている。もっともこれは、筆者の興味がある揚子江、黄河、珠江、淮河といった大陸規模の大河川でも河口に近い流量観測地点の話であるが、これらの地点では数年前にはほんの4年分 (1976~1979年) の流量データしか公開されていなかったことを考えると、大きな進歩であると言えよう。GAME という視点からは、次

に必要なのは1980年代中頃で終わっている旧ソ連の大河川の流量データをアップデートすることである。これらのデータは WCRP のサブプログラムの1つとして挙げられている ACSYS (北極域気候システム研究計画) を遂行するうえでも欠かせないものである。

## 2.3 チベット高原

T. Ohata (Japan) による CREQ 1993 (Cryosphere Research on Qingzang Plateau, チベット高原の水循環における雪水の役割) の観測結果の紹介は非常に興味深かった。インドの南西モンスーン季のチベット高原上 (タングラ山脈) の水収支観測からは、降水量と蒸発量が増大する時期が一致していることが示された。「チベット高原上では、やはり蒸発量の増加が降水量が増大する引き金になるのか？」と思って話を聞いていたが、これは1地点の観測結果であるため、TiPEX では高原上の各地で展開される1次元の水文・気象観測でタングラ山脈と同じ結果が得られるかどうかをまず明らかにすべきであろう。また、3次元的大気の水循環に関しては、観測を始める前に第1次チベット計画の時のデータ (例えば Nitta, 1983) を真面目に見直す必要があると思われる。

K. Ueno (Japan) は GMS データを用いて、インドの南西モンスーン季のチベット高原上の対流活動の日変化の事例解析を行ったが、1日中、対流活動が活発なところがほとんど動かないという結果は非常に興味深かった。チベット高原西部は流出河川がないので、水収支の立場からは年間では  $P-E=0$  となる。しかしながら、これは必ずしもその場で蒸発した水がその場で降水となることを示しているわけではない。水収支解析からは降水をもたらす水の起源までは明らかにできないので、アマゾン河流域の水循環の研究で行われたように (Salati *et al.*, 1979), 同位体を用いた解析が必要になると思う。

## 2.4 シベリア (レナ川流域)

V. N. Razuvaev (Russia) は旧ソ連における気象観測地点数の経年変化を示した。地点数は1800年代から1990年代に向けて単調増加していたが、これは驚くべきことである。外国の地点データはアメリカの NCAR から買ったり CDIAC (Carbon Dioxide Information Analysis Center) からただで入手できたりするが、これらのデータではいずれも1980年頃に境に地点数が激減しており、最近のデータが入手困難になっている (可知, 1995; Vose *et al.*, 1992)。これは、アメリカの研究機関にデータを送る余裕がなくなっている国々が最

近多くなっているためではないかと筆者は推測しているのであるが、こういった国々でも日々の気象観測は真面目に行われていることを示す一例として Razuvaev 氏の研究は非常に興味深かった。ということは、独自のルートでデータをアップデートするためにも、我々は諸外国の研究者と友好関係を深めておく必要があることになる。

旧ソ連の場合、情報公開政策の一環としてデータが国外に出てくるようになったものの、Razuvaev 氏の話によれば、今後は旧ソ連崩壊に伴う国家分裂のためにデータの入手が困難になることが予想されるということであった。シベリアは地球温暖化の影響が最も顕著に現れるところであり、ルーチン観測データによる環境のモニタリングが重要であるのは言うまでもない。そう考えると、学会期間中に「ハラショー！ハラショー！（ロシア語で good の意味）」と叫びながらロシアの研究者たちと大酒をくらったのも無意味ではないなあ、と思うのであった。

### 2.5 おまけ：ユーラシアの雪とインドモンスーン

この問題は古くて新しく、洋の東西を問わずみんな興味があるようである。今回の筆者らの研究発表もこの問題に関するものであった。

H. Douville (France) は Barnett *et al.* (1989) や Yasunari *et al.* (1991) 同様、春先のユーラシア大陸に積雪を上乗せした時に、これに続くインドの南西モンスーンがどのような影響を受けるかという GCM 実験を行った。これらの研究ではいずれも融雪水文学的過程（春先の積雪が多くなると春から夏にかけての土壌水分量が増加し、蒸発量の増大に伴って地表面加熱が抑制される。このため海陸の熱コントラストが小さくなり、インドの南西モンスーンが弱くなる）の重要性が示されている。しかしながら、土壌水分量が多くなると蒸発量が増加し、大気中の水蒸気量が多くなって降水量が増加する、といったシナリオも考えられなくはない。実際同じような GCM 実験でも、春先のユーラシア大陸に積雪を上乗せせず GCM の長期ランの結果得られる年々変動を解析したところ、上述したような融雪水文学的効果は顕著ではないとする研究もあるのである (Zwiers, 1993)。そして、筆者らのデータ解析も Zwiers (1993) を支持する結果となった。

五十嵐 (1992) によると、衛星データから得られたユーラシア大陸の春先の積雪面積が広くても、地点で測られた積雪深が深くなるとは限らないことが指摘されている。筆者らも今回の解析を行うにあたって、正

味放射量と同様局地性が大きい地表面の物理量の広域平均値を求めることの難しさを痛感したのであるが、地点データ、衛星データ、4DDA (4 次元同化) データを用いて広域の陸面-大気相互作用を明らかにするという GEWEX/GAME の本来の目的を再認識できたのは、今回の会議に出席して得られた 1 つの収穫であったと思う。(松山 洋)

### 3. 会議参加印象記

今回、参加して初めて GAME の枠組みの一端を理解した初心者立場から、会議での発表内容に関して感じた点を述べてみたい。

密度の濃い 5 日間のスケジュールの中で、筆者の発表も含まれた初日のセッション 2 では、「モンスーンアジアにおけるエネルギー・水収支の季節変化と年々変動」と題して、主に気象側から研究が紹介された。例えば、モンスーンのオンセットに先駆ける春先の対流ジャンプ、アジアモンスーンによる水蒸気輸送の年々変動、インド～太平洋域における季節内変動の位相関係など、このセッションにおける発表の多くは、ルーチン観測データや GMS および NOAA の TBB データなどを用いた解析的研究であり、GAME 特別観測計画よりもやや広い空間スケールで捉えられる。しかし、それらは現在得られるデータから何が分かっているかを確認し、GAME の役割を徹底させるという点だけでも必要不可欠なものであったと思われる。さらに、例えば中国大気物理学研究所の Fu 教授の提唱した「Monsoon-driven Ecosystem」、つまり熱帯林を含むアジアの生態系と大気の相互作用を考慮したモンスーン・システムという概念など、新鮮なトピックスも議論された。

プログラムが進むにつれ、会議参加者の顔に疲労も見えてきたが、最終日の衛星リモートセンシングの応用に関するセッション及び村上勝人氏による Global Research Network (GRN) に関するスピーチに多くの人が強い関心を示していたことが印象的であった。これは、データ・アーカイブの公開をアジアの多くの研究者が求めていることを示しているものと思われる、その意味でも GAME 特別観測で得られるデータの扱いは重要になろう。

難しいことだが、前回の報告 (安成ら, 1994) の中で松山・沖岡氏が指摘しているように、気象研究者と水文研究者の間の認識の差異は未だ解消されていないように筆者には思える。それは特に、GAME 領域の

水・熱収支というテーマにおける空間スケールと、数値モデルにおける陸面過程の評価という2点に表れている。とは言え、少なくとも日本側 GAME 関係者のチームワークは、各々の専攻分野に関わらず素晴らしいものであり、特別観測までにこうした分野間のギャップをお互いに理解し合うことで埋めてゆくことは十分可能であると期待させる。

1998年を中心に設定されている特別地域観測は、それぞれ目的の異なる複数地域で行われるため、相当の観測人員が必要になろう。筆者もあるいはそれに関わり、幾ばくかの責任を負うようになるかも知れず、尚一層の努力が要求されていることを痛感した。

(渡部雅浩)

#### 参 考 文 献

- 安藤義久, 虫明功臣, 高橋裕, 1981: 丘陵地の水循環機構とそれに対する都市化の影響, 水理講演会論文集, 25, 197-208.
- Barnett, T. P., L. Dumenil, U. Schlese and E. Roeckner, 1989: The effect of Eurasian snow cover on regional and global climate variations, *J. Atmos. Sci.*, 46, 661-685.
- 五十嵐弘道, 1992: ユーラシア大陸における積雪の衛星気候学, 筑波大学大学院博士課程地球科学研究科修士論文, 76 pp.
- 可知美佐子, 1995: 大気-海洋の年々~十年規模変動, 東京大学理学系研究科地球惑星物理学専攻修士論文, 79 pp.
- 鼎信次郎, 西尾 健, 沖 大幹, 虫明功臣, 1995: AGCM-流路網モデルによる世界の大河川の流出ハイドログラフ, 水工学論文集, 39, 97-102.
- 仲江川敏之, 沖 大幹, 虫明功臣, 1995: サブ領域の物理量分布を考慮した領域蒸発量の推定, 水文・水資源学会誌, 8, 57-66.
- Nitta, T., 1983: Observational study of heat sources over the eastern Tibetan plateau during the summer monsoon, *J. Meteor. Soc. Japan*, 61, 590-605.
- 沖 大幹, 虫明功臣, 北本拓也, 1994: グローバルな海面水温とタイの降水量の長期変動, 地球環境シンポジウム講演集, 2, 195-200.
- 沖 大幹, 虫明功臣, 江守正多, 沼口 敦, 1995: 大気大循環モデルによる大河川の流域水循環と水収支推定, 水工学論文集, 39, 103-108.
- Salati, E., A. Dall'Olio, E. Matsui and J. R. Gat, 1979: Recycling of water in the Amazon basin: An isotopic study, *Water Resource. Res.*, 15, 1250-1258.
- Vose, R. S., R. Heim, R. L. Schmoyer, T. R. Karl, P. M. Steurer, J. K. Eischeid and T. C. Peterson, 1992: The global historical climatology network: Long-term monthly temperature, precipitation, sea level pressure, and station pressure data, Environmental Science Division Publication, 3912, Carbon Dioxide Information Analysis Center, 99 pp+Appendices.
- Wood, E. F., M. Sivapalan, K. Beven and L. E. Band, 1988: Effects of spatial variability and scale with implications to hydrologic modeling. *J. Hydrol.*, 102, 29-47.
- 安成哲三, 小池俊雄, 上野健一, 松山 洋, 沖 大幹, 1994: アジアにおける GEWEX と GAME (GEWEX アジアモンスーン研究観測計画)に関する国際会議(北京, 1994.3.3-3.6) 出席報告, *天気*, 41, 471-479.
- Yasunari, T., A. Kitoh and T. Tokioka, 1991: Local and remote responses to excessive snow mass over Eurasia appearing in the Northern spring and summer climate—A study with the MRI・GCM—, *J. Meteor. Soc. Japan*, 69, 473-487.
- Zwiers, F. W., 1993: Simulation of the Asian summer monsoon with the CCC GCM-1, *J. Climate*, 6, 470-486.