

## 「インドネシア地域における赤道大気観測に関する 第4回国際シンポジウム」の報告\*

山中 大学\*<sup>1</sup>・村上 勝人\*<sup>2</sup>・荻野 和彦\*<sup>3</sup>・新田 勅\*<sup>4</sup>・小川 忠彦\*<sup>5</sup>

### 1. 開催の経緯ならびに概要

標記の国際シンポジウムを1992年11月10～11日にインドネシア共和国ジャカルタ市内において、京都大学超高層電波研究センターの主催により、文部省科学研究費補助金・国際学術研究の一環として、インドネシア技術応用評価庁 (BPPT)・航空宇宙庁 (LAPAN) ならびに日本インドネシア科学技術フォーラム (JIF) の後援を得て行った。このシンポジウムは、米国 NOAA と BPPT・JIF が1989年3月に行った「インドネシアと地球規模気象」と題するもの (日本から加藤・深尾・住3教授が参加)、および今回と同じタイトル・主催で1990年3月および1991年5月に行ったもの (加藤他, 1990; 津田他, 1991参照) に続くものである。シンポジウム議長は加藤進京大名誉教授 (JIF 副議長, Bandung 工大教授) が務め、また企画・運営は LAPAN 長官の Harsono Wiryosumarto 教授ら組織委員およびプログラム委員, 準備・進行は BPPT 人工降雨研究部長の Sri Woro B. Harijono 女史ら実行委員が行った。

インドネシア諸島を中心とする赤道西太平洋領域の重要性については、前2回のシンポジウムの報告のほかあちこちで述べられているので、ここでは繰り返さない。今回は「赤道大気の振舞とその地球環境変動へ

の影響」をメインテーマとし、第一日目午前に開会式、午後に「大気海洋相互作用」と「大気圏と生物圏」の2つのセッション、夜に懇親会、また第二日目午前に「経年変動・気候変動」と「熱帯太平洋域の観測・データ解析・モデリング」の2セッション、午後に「赤道超高層大気」、「赤道中層大気」および「ICEAR (国際赤道大気研究センター) と赤道レーダー」の3セッションと閉会式、というスケジュールが組まれた。参加者は、日本・インドネシア・米・独・英・豪の計6ヶ国より160名であった。

開会式では、まず BPPT 次官 Wardiman Djonegoro 博士 (現・文部大臣) の挨拶、加藤名誉教授の歓迎の辞に続いて、オーストラリア大使館に科学担当官として滞在中の T. Beer 博士 (CSIRO)、米国大使館付科学技術担当参事官の S. Smith 氏、日本大使館の高須幸雄公使 (臨時代理大使; 現・国際連合事務次長補) から次々にスピーチを頂き、最後に B. J. Habibie インドネシア科学技術担当国務大臣 (BPPT 長官・学術審議会長) から直々に開会の辞を頂戴した。一方、最後の閉会式では、Harsono LAPAN 長官が閉会の辞を述べた。各セッションにおける各発表論文の内容は2節に、また日本からの参加者の有志による印象記については3節にまとめる。

前2回に比べて大きな特徴は、赤道西太平洋領域での国際協同観測活動 (TOGA/COARE, STEP/CADRE 等) がいよいよ本格的に開始されたということである。この観測活動そのものに対しては、日本の文部省サイドでは生態学関係と組み合わせ、科学研究費補助金 (創成的基礎研究) その他の既存の諸制度を複合させた「新プログラム」(アジア・西太平洋域を中心とする地球環境変動の研究) として主な予算措置がなされている。深尾教授や津田助教授から別途報告があると思うのでここでは詳述しないが、シンポジウム前日の9日には、Jakarta 南西郊外 Serpong 地区にあ

\* Report on the 4th International Symposium on Equatorial Atmosphere Observations over Indonesia, Jakarta, 10-11 November 1992.

\*<sup>1</sup> Manabu D. Yamanaka, 京都大学超高層電波研究センター。

\*<sup>2</sup> Masato Murakami, 気象研究所。

\*<sup>3</sup> Kazuhiko Ogino, 愛媛大学農学部。

\*<sup>4</sup> Tsuyoshi Nitta, 東京大学気候システム研究センター。

\*<sup>5</sup> Tadahiko Ogawa, 通信総合研究所。

© 1994 日本気象学会

る研究学園都市 PUSPIPTEK において、京大が BPPT の協力のもと新プログラム観測の一環として搬入した境界層レーダー・流星レーダー観測施設の開所式が挙行された（この席では、インドネシア・日本両政府関係者の他、新プログラムを代表して全体のリーダーである田村二郎東大名誉教授、京大超高層を代表して松本紘センター長の臨席・式辞を頂いた）。またシンポジウム翌日を移動日として13日には Irian Jaya（インドネシア領 New Guinea）北西端の属島 Biak において、NOAA の K. Gage 氏が LAPAN との協力で建設したウインドプロファイラー観測所の開所式が行なわれた。これらの他、インドネシア国内では Bandung 市におけるオメガゾンデ連続観測（津田氏が京大と LAPAN の協同）や Sumatera での森林生態学的研究（新プログラム生態グループと国立科学院=LIPI の協同）なども開始され、また Surabaya 市南方の Watukosek での雲物理・大気化学観測（岩坂泰信教授・石坂隆助教授ら名大と LAPAN の協同）、インドネシア気象庁 (BMG) 観測資料を用いた協同研究（東大の松本淳氏ら TRMM グループ）なども計画されている。

なおこれらの観測研究活動は、インドネシア国内でのレクチャーや技術指導、日本への研究者・技術者・留学生の受け入れなども並行して実施されており、次段階におけるさらに本格的な協同研究の担い手の育成を含め、インドネシア側の科学技術発展に貢献する配慮が充分になされていることを強調しておきたい。シンポジウムそのものの趣旨は、「新プログラム」のような限定された期間内のプロジェクトの次に来るべき、恒久的かつより本格的な国際協同研究を議論するものであり、別途国際学術研究として予算措置がなされている訳である。しかしようやく開始にまで漕ぎ着けた観測活動と、これにより増幅されたインドネシア国内の大気科学研究の火を絶やすことなく、次段階にはより発展的に継続させたいというのが、各観測そしてこのシンポジウムに参加した研究者の一致した意識である。そういう意味で、このシンポジウムも回を重ねるにつれて参加者の数のみならず、インドネシア側の発表内容、質疑応答などにも着実な発展が実感できることは、観測活動の成功と同等にまことに喜ばしい限りである。

このシンポジウム開催に当っては多くの方々から有形無形の御協力を賜ったが、特に Habibie 大臣閣下をはじめとするインドネシア政府、高須公使・山下一等

書記官をはじめとする在インドネシア日本大使館、所澤事務局長をはじめとする JIF 事務局の各位に心より御礼申上げる。なお本報告は、加藤名誉教授・深尾教授に代わって津田助教授が執筆計画を立てられたものを、山中が引き継いで取りまとめた。かなり早くから原稿を頂いた参加者各位には、取りまとめの不手際のため印刷が大幅に遅れてしまったことを深くお詫び申し上げる次第である。また貴重なコメントを頂いた佐藤清富編集委員にも謝意を表したい。

## 2. 発表論文の内容

各セッションの発表論文の内容を以下にまとめる。文中では発表者所属のうち日本およびインドネシアの国名、敬称ならびに共著者名については原則として省略する。またインドネシア人の多くは姓を持たないが、複数の語からなる名前を有する人については、欧米式に Last name（一般に父親、夫、先祖などの名）を用いて表わすことにする（最近はこのような表記もかなり見受けられる）。なお内容の詳細について知りたい方は、山中まで御連絡頂ければコピーを送付できる。

### 2.1 セッション I：大気海洋相互作用

インドネシア気象庁 (BMG) の Karjoto 長官を座長としたこのセッションでは、まず J. L. McBride (豪・気象局) が、「海洋大陸」という呼称に象徴されるインドネシア域対流圏の気象学・気候学に関する知見を、蘭領時代の先駆的なものから最近の ENSO, 地球規模モンスーン、季節内変動とスーパークラスター、中国大陸南岸あるいは豪州大陸北西岸からの南北の季節風循環、メソスケール・スコールライン、豪州砂模・国内工業地帯・火山噴火などによる雲凝結核生成など多岐にわたって総括し、あらゆるスケールの現象においてこの地域の研究が極めて重要であることを改めて強調した。次に M. T. Zen (BPPT) は、過去の状況に関する地質学的知見や、地球温暖化がもたらすと予想される海面上昇なども踏まえて、インドネシア列島の海面の昇降について論じた。続いて村上勝人 (気象研) は、赤道域対流システムに現れる階層構造と各階層間の相互作用に関して、観測事実およびメカニズムの両面の最新の研究状況を概観した。また Hadi-kusumah (LIPI) は、インドネシア西部での14年間の観測で得られた毎年 3~9 mm の海面上昇と地球温暖化の関連を論じ、P. T. May (豪・気象局) は Darwin での様々のスケールの対流現象に関するウインドプロファイラー観測結果に基づき、国際赤道大気観測所で

期待される熱帯対流活動研究やその重要性を展望した。最後に P. A. Winarso (BMG) は、赤道レーダー計画や WMO の諸計画を踏まえ、インドネシア国内の大気海洋相互作用研究や気象事業の将来展望について発表した。

## 2.2 セッションII：大気圏と生物圏

座長は S. W. B. Harijono (BPPT) が務め、まず新プログラム熱帯林研究班の中心人物である荻野和彦(愛媛大農)が、マレーシア Sarawak 州に設けたタワー観測を中心とした熱帯雨林の複合生態系に関する最新の研究状況について概説した。また de Rozari (Bogor 農科大学=IPB) は、晴天領域の気象衛星観測データを用いた砂糖キビ畑の土壤水分推定法について論じた。大気圏と生物圏、あるいはさらに水圏・固体圏まで含めた相互作用の重要性は次第に深く認識されつつあるが、各圏内部に今なお多くの未知を抱えているため具体的な研究成果についてはまだまだの感がある。これに対していわゆる地球環境問題ブームに触発された行政面での対応は、インドネシア国内においてもかなり性急であり、さらに途上国特有の開発とのジレンマ、インドネシアの地域大国としての自負なども強く意識されている。これらのことは A. Sugandhy (インドネシア環境庁=KLH) の紹介した温室効果気体増加対策や、H. Wiryosumarto (LAPAN) の紹介した国際地球圏生物圏研究 (IGBP) トレーニングセンター計画 (START) へ向けての東南アジア地域国際委員会 (SARCS) の内容に象徴されていた。このようなインドネシア側の問題意識にこたえるためにも、新プログラムで具体的な一歩を踏み出した大気科学と生態学の連携や、インドネシア地域での大がかりな研究活動を、次段階においては恒久的かつ総合的な国際研究センター組織に発展させていくことが必須であろう。

## 2.3 セッションIII：経年変動・気候変動

インドネシア国内でも国際的にも最も関心の高いテーマであり、座長(村上勝人)の名司会ぶりもあって、このセッションでは特に活発な議論が行なわれたのが印象的であった。まず新田勲(東大気候システム)は、インドネシア赤道西太平洋域の対流活動の変動が、日本を含む東アジア全体、さらに Rossby 波あるいはテレコネクション・パターンを通じて北太平洋域全体の気候にどのように影響しているかについての、近年の研究成果を総合報告した。続いて、米国 UCLA の柳井教授研究室で修士課程修了の経歴をもつ H. Har-

janto (BMG) が、インドネシア国内の多数の観測点における地上雨量・気圧などの経年変動と ENSO との関連に関する詳細な解析結果を発表した。このように多くの観測点で(最先端とは言えないまでも)実際に観測が行なわれていることは、インドネシアを始めとする東アジア諸国の大半の地域の、世界の他の途上国(人口密度が0に近い地域)にない大きな特徴であるが、これらの極めて貴重なデータは集積や公開が殆どなされていない。その背景には技術的・経済的な理由があることは否めないが、ここではむしろ植民地時代の愚民政策や独立後の外国思想への極端な警戒などで、データの貴重さや気象学・大気科学の現状への正しい認識が殆ど浸透していないことを本質的な原因として指摘したい。

例えば国際誌を購読して世界の学界の中心的研究課題をフォローしたり、それに沿った研究を行なった成果を論文にして投稿し、国際レベルの批判や評価を受けてまた仕事を先に進めるといような、我々にとって当り前の研究態度・環境が全くと言ってよいほど根付いていない。観測点やデータの貴重さが理解できないため、各地に展開した膨大な末端の人員に、日本ではかつて岡田武松が説いた「観測精神」のようなものは浸透せず、そのため少し注意すれば防げるはずのデータの信頼度の低下や、先進国によるデータ搾取への過度の警戒とは裏腹なデータの死蔵などがあちこちで生じている。気象学・大気科学で大きな比重を占める、古典的な観測作業やデータの統計は別に高度な技術・知識、あるいは高価な設備がなくてもすぐに取りかかれるものである(そのレベルでやれるテーマがこの地域の大気圏にはまだ数多くある)。そのような言わば簡単な、しかし強く正しい科学的興味に裏付けられた研究作業の積み重ねから、彼らの日常生活や産業活動の向上にも直結する気象や気候の理解・予測が、高価な機械をわからずに使ったりするのは比べ物にならないほど、大きく前進するはずである。

少しでも多くの人にこれらに気付いてもらうことが、このシンポジウムの大きな目的の一つであり、このセッションで彼らの中から出た僅かではあるが正しい興味に裏打ちされた発表や質問は、主催者側としてとても嬉しかった。しかし国際学術誌への論文発表となると、きれいな図にするための技術や投稿料などに加え、著者の地位や序列の問題などまだまだ多くのかべがあることも確かであり、まだまだ努力不足であることを認めざるを得ない。岡田武松は「観測精神」を説く

と同時に、「中央気象台欧文報告」に毎号4～5本の英文論文を書き、傘下の中央気象台職員にも論文執筆を督促したという。このようなイズムの伝授を、単に技術供与だけでなく行なうことを日本の気象庁に期待するのは無理なのであろうか？ 我々としては、このような研究遂行上の支援を行なうためにも、やはり恒久的かつ国際的な研究センターの設立が急務であると信じ、これへ向けて努力を続ける所存である。

さて話を元に戻すと、英国出身で現在は独の Labitzke 教授の研究室にいる S. Pawson は、成層圏における QBO および季節変動の観測事実とメカニズムについて、特に熱帯域・中高緯度域の相互作用という問題に焦点を当て、よくまとまったレビューを行なった。おしまいに再びインドネシア側の地上気象観測データの統計的研究2件が、H. Pawitan (IPB) ならびに Z. A. Jamaluddin (ITB) から発表された。

#### 2.4 セッションIV：熱帯太平洋域の観測・データ解析・モデリング

このセッションは、1節で述べた NOAA-LAPAN 協同の Biak ウィンドプロファイラー観測を主要なテーマとし、中心人物の K. S. Gage (米 NOAA) を座長として、彼自身による太平洋横断ウィンドプロファイラーネットワーク計画の現状紹介から始まった。この報告と、次の P. E. Johnston (米 Colorado 大) が Sukmadrajat (LAPAN) らと連名で発表した Biak 島ウィンドプロファイラー観測結果速報では、TOGA/COARE 計画なども念頭に置き、対流活動や東西循環などに関する熱帯気象学・気候学的議論が中心であった。これに対して S. K. Avery (同) は同じシステムを流星エコー観測に利用する装置 (MEDAC) による中間圏界面領域の、また C. R. Williams (同) はプロファイラー観測そのものを用いた対流圏～下部成層圏領域の、それぞれ大気潮汐・赤道波などの力学的研究の可能性について、Christmas 島の観測結果を例として論じた。

#### 2.5 セッションV：赤道超高層大気

まず日本の STEP 計画の実質的総責任者である大家寛 (東北大理) が、「たいよう」・「ひのとり」・「おおぞら」・「あけぼの」各衛星観測結果の総括を行い、これまで極域に重点が置かれがちであった電離圏・磁気圏 (あるいはプラズマ圏) 領域の研究にとっても、特にグローバル構造および上下 (とりわけ下方の熱圏・中間圏) とのエネルギー収支の2点において、赤道域の観測・研究の拡充が緊急に必要であることを力説さ

れた。次に長年にわたりインドネシア国内で観測を続けている Koeswadi (LAPAN) が、1991年3月に観測された電離圏波動のケーススタディを報告した。続いて座長の小川忠彦 (通総研) が低中緯度電離圏の構造とイレギュラリティについて、MU などこれまでの各種レーダー観測を例に引きながらよくまとまった総合報告を行い、特に赤道域起源の電離圏変動が GHz 帯通信電波のシンチレーションを引き起こす過程の謎について、その解明が科学・応用両面において重要であることを強調した。最後に論文数配分の関係でこのセッションに回った B. Siswanto (LAPAN) のインドネシアにおけるウィンドプロファイラーの大気研究への応用と題する発表があった。

#### 2.6 セッションVI：赤道中層大気

座長は J. Soegijo (LAPAN 研究主幹) が務め、まず廣田勇 (京大理) による赤道中層大気力学に関する総合報告があり、特に未だ解明されていない赤道波・重力波の発生源、ならびに Coriolis 力の消失する場での伝播過程について、今後推進されようとするレーダーを中心とした観測によって break-through されるであろうことへの強い期待が述べられた。次に津田敏隆 (京大超高層) が、1節で述べた Serpong レーダー観測ならびに Bandung レーウィンゾンデ観測を柱とする日本 (新プログラム)・インドネシア協同観測の全体計画について発表した後、この計画に先立ち1990年2～3月に Surabaya 郊外 Watukosek で約100機のレーウィンゾンデを用いて行った観測結果から、各種の波動の実態と発生源に関する考察を報告して、これらの知見が今後の観測でさらに飛躍的に進むことを参加者に確信させた。続いて H. T. Endi (LAPAN, B. Siswanto 代読) は Java 島内のこれまでの地上・高層観測をもとに、平均東西風および雨量の準2年振動モードについて述べ、最後に R. A. Vincent (豪 Adelaide 大) が Christmas 島に設置した分反射 (PR) レーダー観測結果をもとに、赤道域中間圏における Kelvin 波およびノーマルモード惑星波について報告した。

このセッションと2つ前のセッションIVで報告された Vincent, Gage, Avery, 津田らの観測は、今後 STEP/CADRE 計画 (主査は米 Colorado 大の D. C. Fritts 教授) のもとで、近いうちにより本格的な協同観測に発展させられる予定である。1節に述べたように、かくして赤道中層大気観測はついに本格的に開始されたのであり、またセッションIVの Gage 講演およ

びVの大家講演でそれぞれ下層・中層および中層・超高層大気結合が力説されたように、これまでよりも大気上下の結合・相互作用が一層重視されたものとなっている。このような視点の重要性の認識については、例えばこのシンポジウムの半年前に当学会と地球電磁気・地球惑星圏学会の共催で「赤道大気上下結合」シンポジウム（廣田他，1992）が持たれたように、中層大気科学関係の第一線研究者を中心にかなり深まってきたはいるが、インドネシア側の（どこか日本・欧米においても）多くの研究者あるいは周囲の関係者にとっては、例えばシンポジウム前半の下層大気・海洋・生物圏の問題に比べて、意義が完全に理解されているとは正直言ってまだまだ言い難い。そのあたりを打破することこそ、次のセッションで議論されるより大規模な計画が策定されるための鍵であろうが、まずは現在実行している計画を完全にやり遂げ、かつ誰が見ても明らかな飛躍的成果を獲得することが肝心である。

### 2.7 セッションVII：ICEAR および赤道レーダー

ICEAR (International Center for Equatorial Atmosphere Research) 計画は、1983年8月のIUGGならびに1990年6月のSCOSTEP (国際太陽地球系物理学科学委員会) における勧告決議案に基づき、文字通り赤道大気研究を国際的に推進するセンターを日本・インドネシア両国を中心に設立しようとするものである（追記：1993年9月にはURSI (国際電波科学連合) においても決議案が採択された）。SCOSTEP, 日本学術会議、インドネシア政府およびJIFには、それぞれ準備委員会あるいはワーキンググループ（以下WGと略称）が設けられており、本シンポジウムの継続開催もICEAR設立のための土台の一つとなっている（加藤他，1990；津田他，1991参照）。

今回のこのセッションでは、最初にSCOSTEPおよび日本学術会議におけるWG委員長の加藤進（JIF/ITB）が、STEPやIGBP等の国際研究計画あるいは新プログラム観測の位置付け、日本・インドネシア間の研究者交流などを含め、ICEAR計画の現状について報告した。次にセッション座長の深尾昌一郎（京大超高層）が、ICEARの中核設備としての赤道レーダーについて建設計画と科学的意義を要約し、続いてH. Wiryosumarto (LAPAN) がインドネシア側WG委員長としてコメントした。その後、出席者を含めた総合討論が行われたが、インドネシア側からは赤道レーダー建設の早期実現が強く要望され、また先述のもの以外にも例えばWMOのGAW（全球大気組成監視）

など他計画推進にも大きな意義があることが述べられた。さらに実現後の研究計画についてもかなり具体的な意見が次々と出されて、予定時間を30分以上も超過するほど熱心に議論が続けられた。

このような議論の具体化や白熱ぶりも、やはり新プログラム等による観測の本格的開始が大きな原動力となっており、そういう意味では中核設備は未完成でもICEARの実質的活動は既に始まっていると言える。シンポジウムを企画・準備した側としては、改めて成功を確信したと同時に、今後の一層の精進への誓いも新たにされた次第である。

## 3. 参加印象記

### 3.1 シンポジウムに参加して

村上勝人

この度、京都大学超高層電波研究センターの御厚意により、ジャカルタでの第4回ICEARシンポジウムに参加する機会を得た。インドネシアには、1979年のFGGEが終わった直後にバリ島で開催された国際シンポジウムに参加して以来の訪問なので、約10年ぶりということになる。ジャカルタは、今回が最初の訪問となった。

インドネシアは、GMS衛星資料を用いた熱帯の積雲対流活動の解析をやっていると、いやでも目につく領域である。GMSの衛星直下点に近いということもあるが、西太平洋の温水域に隣接した数多くの島と熱帯海洋の混在域は、積雲活動の日変化の様相から始めてインド洋・太平洋にかけての大規模雲域変動への影響を考える際のキーエリアとなっている。今回の訪問にあたっては、このような重要地域の現場を訪れる楽しみとともに、同地の気象研究者の現地ならではの発想に触れる期待もあった。

さてそのシンポジウムであるが、初日に印象が深かったのは、開会のセレモニーと共に行われたレーダー観測所の火入れ式である。シンポジウム会場からバスで小1時間ほどの郊外にある観測所で行われたのだが、京都大学のグループを始めとする関係者の感慨が手に取るように感じられた。実際の観測成果はこれからの課題になる訳だが、強力かつ持続的な（これが大事だと思うのだが）リーダーシップと若手の積極的な参加に恵まれたグループだけに、今後の成果が期待される。この分だと本格的な赤道大気観測所も、モノになるのではないかと、そんな印象を改めて感じさせられた。

さて、日本、インドネシアの他に米国、オーストラリア、ドイツ等の研究者が参加したシンポジウムの議論の方は2日目に入ってやや盛り上がりを見せた。個別の内容については2節で紹介された通りであるが、全体的な印象は、インドネシア側での熱帯気象研究の意外な手薄さである。その意味では最初に述べた期待は、やや空振りに終わった。どうもこの国では宇宙科学などの工学(Engineering)に関連した分野の方がハバをきかせているらしい。シンポジウムの終了直後にインドネシア気象局を訪問する機会も得たのだが、研究開発にあたる部門やスタッフは特にならぬようだ。もっとも、このシンポジウムには大学サイドからの参加があまり見られなかったので、全体としての熱帯気象研究の活発さを推し量るには少し早すぎるのかも知れない。と言うのは、講演が終わった後に個別に質問にやってくる参加者は、多くが大学の若手研究者にあたる層で、彼等の方にやっている事を発表させたい位の意欲が感じられたからである。わが国も含めたアジアの諸国では、年功や組織による序列や縄張りがしばしば顔を出すので難しい点もあるが、今回の ICEAR のようなプロジェクトが将来は研究者のネットワークに発展する事を願ってやまない。

### 3.2 生物圏と大気圏のスケール

#### 荻野和彦

熱帯雨林の観察者として、われわれは普通地表面にたつて林床から樹冠付近までを調査の対象にしている。熱帯雨林の林冠の高さはおよそ50m。巨大高木はその上に樹冠をひろげて、70mに達することもある。日当たりも、風当たりもよい樹冠付近と暗くて、じめじめした林内は、全く異なった生物環境をつくりだしている。土壌を併せて考えると、森林の内、外及びその近傍の環境はすばらしく変異に富んでおり、それに応じた独特の、そして多様な生物相が認められる。

多様な生物活動に目をつけると、林冠部の観察が重要になって、そこへのアクセスが課題となる。地上50mへ到達することが、意外にむずかしい。いろいろな方法を比較検討して、われわれはツリータワーを建て、となりの木にウォークウェイをわたすという方法で、林冠部へのアクセスを可能にした。技術的、経済的な諸問題を解決するのに数年間を要した。たった地上数10mの高さに到達するのに、多くの苦労を重ねてきたのである。

そんな時、インドネシア国立研究センター(PUSPIPTEK)に開設される、レーダ観測所の火入れ

式へのお招きを受けた。4基の八木式アンテナが流星風レーダ用、3基のパラボラアンテナが境界層レーダ用であるという。前者は地上100km付近にとびこんでくる流星の挙動をモニタでき、後者は地上数kmの気象変化を追跡するためのものであるという。対象が違うから当然だとはいえ、熱帯雨林の生物圏と気象、気候の大気圏のスケールの違いが強く印象的であった。

スケールの違いが3桁にもおよぶのに、地球生態系を考えると、両者はたがいに強く関係付けられている。生物圏でおこっている諸過程は、大気圏でおこっている諸現象を反映しているし、後者はまた前者のはたらしきの影響を受ける。両者の相互依存的、相互作用的關係は短期のサイクリックな変化にあらわれるもの、長期的、経年的な変動にみられるものなど、きわめて興味深いものがある。両者の関係の未知の分野の解明に、二つの領域の研究者が、密接な研究協力体制をつくりあげることが強く望まれる。

### 3.3 海洋大陸を訪ねて

#### 新田 勲

最近、海洋大陸が注目されている。海洋大陸を含む熱帯西部太平洋は、世界の海洋で最も海面水温が高い地域で、活発な対流活動が常時起きている。この対流活動は様々な時間-空間スケールで変動しており、大気に与える影響も大きい。特に顕著に現われるのが ENSO のシグナルであろう。また、赤道域の30日~60日周期変動やスーパークラスターがインド洋から東進して来るときの太平洋への入口に当たる。この時、海洋大陸の地形や熱的影響を受けることが分かってきた。

今回、その海洋大陸の本拠地で開催された第4回 ICEAR シンポジウムとジャカルタ郊外に設置された京都大学超高層電波研究所のレーダ観測所の開所式に参加する機会を得た。レーダ観測所は設営直後にもかかわらず、既に興味ある観測データが得られ始めており、その手際よさに感心させられた。個人的には、ここに設置された境界層レーダで日変化の構造が詳しく解明されることを期待している。最近、「ひまわり」データで対流活動の日変化の解析を行っているが、海洋大陸域には大きな対流活動の日変化があり、しかも海岸線を挟んで島域と海域で日変化の位相が大きく異なっていることが判明した。多分、島全体を含む大規模な海陸風の影響があるものと思われる。

シンポジウムで一番興味を感じたのは、米国のグ

ループが数年前から取り組んでいる「太平洋横断プロファイラーネットワーク計画(TTPN)」の結果であった。4年間のクリスマス島(2°N, 157°W)の観測結果が紹介されたが、日から数年にわたる対流圏の種々の風の変動が詳細に観測されている。最近、日米のそれぞれの研究グループにより、赤道中部太平洋対流圏に、顕著な対流活動の変動を伴う混合ロスビー重力波と思われる周期4~5日の変動が存在することが確認された。太平洋赤道域は実測の風観測が乏しく、ウインドプロファイラーの観測によって、混合ロスビー重力波等の様々な熱帯対流圏擾乱の実態が明らかになることが期待される。おそらく、この様な対流圏擾乱の影響は、成層圏以上の変動にも大きく及んでいるものと思われる。

クリスマス島でのウインドプロファイラーの観測と対をなす意味で、現在計画されているスマトラ島での日本-インドネシア共同の赤道レーダーの実現が大いに期待される。前述したように、丁度スマトラ島は、赤道をインド洋から西太平洋に進んでくる熱帯擾乱の入口にあっており、ここで擾乱がどの様に変質を受け、西部・中部太平洋に伝わっていくのか、興味深い。このことはENSOの発生過程でも重要である。インドネシア側は大変な熱意を持っているようであり、実現に向けて大いに前進してもらいたい。

### 3.4 赤道レーダーへの期待

小川忠彦

第4回 ICEAR シンポジウムに参加した目的は、ICEAR の中心的施設となる赤道レーダーが建設されると、電離圏と下層大気との結合過程や、複雑な現象が集中的に現われる赤道電離圏の研究が飛躍的に進歩するはずであるとの期待からであった。

冷房のききすぎたシンポジウム会場で二日間発表に耳を傾けた。下層大気に関するインドネシアの人々の発表はよく勉強した内容であるが、研究的にはまだまだである。研究レベルが未だ低いのはいたしかたないが、観測データの処理やアーカイブを改善すれば、もっとよい成果が出るに違いない。ただ、農作物の安全確保や海面水位の上昇から島嶼国を守るために、気象の研究・観測がインドネシアにとっていかに大切か、またインドネシアの若い研究者が赤道レーダーにどのような期待を寄せているのかが私なりに理解できた。

多数の島から成るインドネシアは、島々間の通信手段として安価な短波通信に頼っている(衛星通信の研究も一部行っているが)。短波通信は電離圏の物理的状

態に大きく影響されるため、使用可能な周波数を決める上で電離圏の定常的な観測は欠かせない。インドネシアでは LAPAN が定常的な電離圏観測を担当している。LAPAN の人がシンポジウムで電離圏関係の観測結果を1件発表した。シンポジウム後に、その人から「通信可能な周波数を世界で用いられている方法で計算しても実際とは全く合わない、どうすればよいのか?」と尋ねられた。彼らにとっては切実な問題である。「電離圏の特性は場所によって大きく変わる。特にインドネシア上空の赤道電離圏ではいろいろと複雑なことが起こるので、計算式はあてにならない。これを解明するのが赤道レーダーである」と答えたが、「人はいても、研究費がなくて…」という返答であった。電話事情の悪さと電話代が高いため、短波回線が遠隔地の観測データを送っている、とも聞かされた。多分満足にデータ収集が行われていないのであろう。今回の訪問を機に、われわれはインドネシアに新しい電離圏観測装置を持ち込みたいと考えている。

赤道レーダーはその予算規模からして、初期計画が早期に実現するのは困難であろう。国情や研究レベルの違いを超えて一步一步前進するのみである。京大チームによるジャカルタ郊外での境界層レーダーと流星レーダー観測の開始はその手始めとなるもので、大きく評価されるべきである。最も重要と感じたことは、この分野に興味を持つインドネシア科学者や学生の教育・育成である。シンポジウムで披露された日本とインドネシアの人材交流計画の実施は大変重要である。赤道大型レーダーが対流圏から熱圏に至る大気を同時に観測して新しい発見を得ること、インドネシアの科学技術レベル向上や世界の大気科学研究に貢献することを大いに期待している。

### 参考文献

- 廣田 勇・深尾昌一郎・山中大学, 1992: 地球惑星科学関連学会1992年合同大会共催シンポジウム「赤道大気上下結合」の報告. 天気, 39, 457-458. (発表論文については気象研究ノート第176号に収録)
- 加藤 進・山中大学・山形俊男・上田 博・岩坂泰信・高橋 劭, 1990: 「インドネシア地域における赤道大気観測に関する国際シンポジウム」の報告. 天気, 37, 477-482.
- 津田敏隆・塩谷雅人・中村健治・宮原三郎・竹内謙介, 1991: 「インドネシア域における赤道大気観測に関する第3回国際シンポジウム」の報告. 天気, 38, 747-755.