

ユネスコ湿潤熱帯デルタシンポジウムに出席して

誌名	水利科学
ISSN	00394858
著者名	大矢,雅彦
発行元	水利科学研究所
巻/号	8巻3号
掲載ページ	p. 80-95
発行年月	1964年8月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



ユネスコ湿潤熱帯デルタ シンポジウムに出席して

大矢 雅彦

はしがき

1964年2月24日より1964年3月2日にかけて、東パキスタンのダッカ市にあるダッカ大学においてユネスコの主催による湿潤熱帯デルタシンポジウム (Symposium on Scientific Problems of the Humid Tropical Zone Deltas and Their Implications) が開かれた。筆者はユネスコおよびアジア財団の援助でこの会議に出席することができた。以下シンポジウムの模様と、旅でみた東パキスタン、特にガンジス平野の一端をお話したいと思う。

1. ユネスコ湿潤熱帯デルタシンポジウム

湿潤熱帯デルタは将来人類活動の舞台として大きな可能性をもっている。しかし、今まではどちらかといえば、その特有の自然環境のために、あまり開発が進んできているとはいえない。ユネスコはこの湿潤熱帯デルタの自然的性格を明らかにし、将来の熱帯デルタ利用の基礎とするため、このシンポジウムを計画したのである。

これに類するシンポジウムとして、1963年7月にバンコックでECAFEによる熱帯デルタ開発に関するシンポジウムが開かれた。このECAFEのシンポジウムは主として技術面を扱ったものであり、ユネスコは主として基礎科学面を扱った。

討議あるいは研究発表の対象となったデルタはガンジス・デルタを始め、濁水溪、パンパンガー(フィリピン)、チョオ・ピヤ、イラワジ、マンゴキエ(マダガスカル)、ミシシッピー、アマゾンなど多数にのぼった。このうち、ガンジス・デルタに関する発表、討議が最も多かった。

ユネスコによる熱帯デルタシンポジウムは決してこれが始めてというわけではなく、かつてブラジルのマナオスで開かれたこともあった。しかし、その時は地下水であるとか、土壌であるとか、かなり限られた分野のみであった。

今回は地理、地形、水文、堆積、土壌、植生、生物等多方面の分野を含んでいた。

今回のシンポジウムは、ユネスコの天然資源局が中心となり、同局のワットマン君(Wirthmann)が中心となって活躍、これにパキスタン学会会議、パキスタン文部省、

ダッカ大学、パキスタン科学産業調査会議の共催で行なわれた。これら各機関の非常な努力によりシンポジウムはきわめて活発にかつスムーズに行なわれた。

ダッカ大学でのシンポジウムに先んじて、ガンジス平野の見学旅行が行なわれた。普通は学会が最初で見学旅行があとで行なわれるものであるが、今回は従来の慣例を破って、旅行が先に行なわれたのである。このような方法をとった理由をダッカ大学の Nafis Ahmed 教授は、シンポジウム参加者はきわめて遠方からくる人が多く、かなりつかれていると思われるので、そのつかれをなおしてもらふことと、お互いに顔見知りになってもらうにはこの方が都合がよいと思われるからであると説明していた。事実そのとおりであって、船によるガンジス川の旅は全員につかれをなおす絶好の機会であったし、またお互いに顔見知りになることもでき、さらにガンジス・デルタを全員がみることができたので、シンポジウムの際、共通の舞台をもつことができたのである。

2月24日ガンジス・デルタへの旅に出るのに先んじて、各国からの参加者の登録および資料の配布が行なわれた。参加国はパキスタンを除き19カ国に達した。国名と人員は次のとおりであった。

ベルギー(1)、ブラジル(1)、セイロン(1)、マダカスカル(1)、フランス(2)、ドイツ(5)、インド(3)、日本(2)、マレーシア(1)、ニュージーランド(1)、オランダ(7)、ナイジェリア(1)、スイス(1)、タイ(2)、アラブ連合(1)、アメリカ合衆国(3)、ソ連(3)、ヴェトナム(1)

このほかオブザーバーとして、ECAFE, IUGG, WMO, FAO WHO 等の機関が代表をおくり、日本からもパキスタンのチッタゴン地区調査中の、名古屋大学掘川侃助教授(地理学)がオブザーバーとしてガンジス・デルタの旅に参加された。

2. ガンジス・デルタの旅

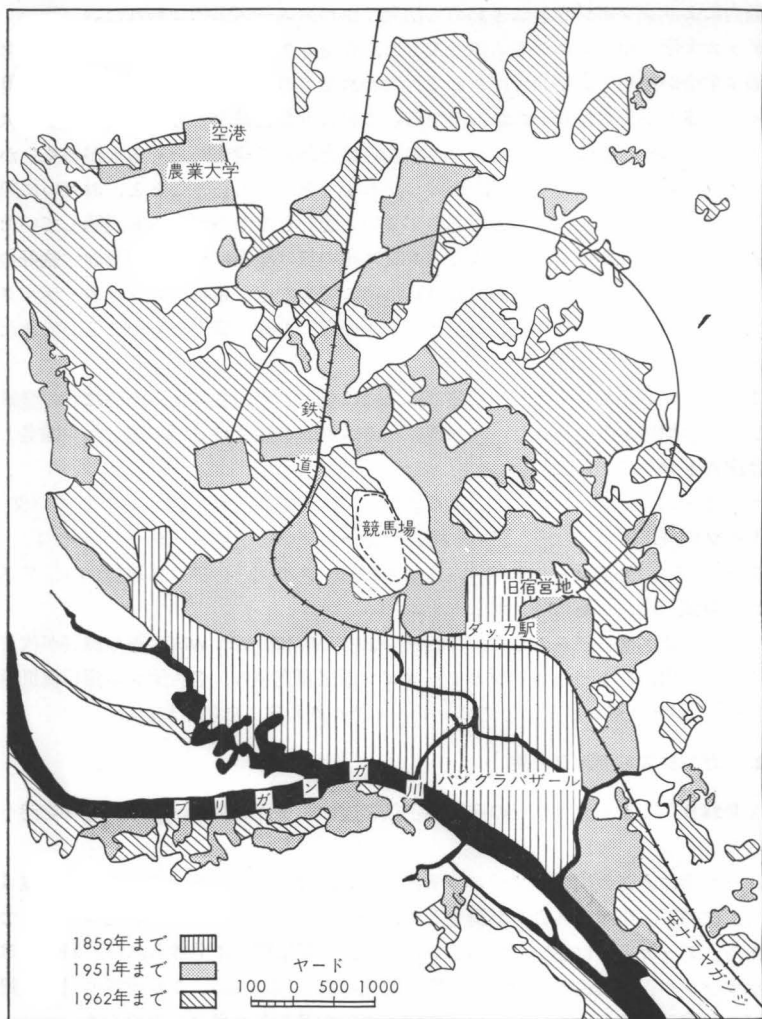
2月24日　ダッカ大学での登録終了後私達はダッカをたち、ナラヤガンジ港へ向かった。

ダッカ市はメグナ川(ガンジスの下流)の支流であるブリガンガ川左岸に位置する町で人口60万、東パキスタンが誕生して以来、その中心都市として急速に発展した町である。ダッカ自身は古い町であるから旧市街と新市街とに分けられる。旧市街はナラヤガンジへ行く鉄道の南側、新市街は北側にある(第1図)。この両者の対照は建物など外見が異なるだけでなく、生活様式までいちじるしく異なるのである。

新市街は政治の中心地域であるため、政府関係の建物、ダッカ大学、私達の泊った国営のシャパホテル、各国領事館等の近代建築が立ちならび、また、建設されつつある。街路はよく整備されており、町全体は比較的きれいである。これに対し、旧市街は建物は小さく汚ないが、商業の中心であり、たえず賑わっている。

ナラヤガンジ港はダッカの南西 18km のところにある河港で、ダッカの外港として

第1図 ダッカ市の発展過程 (1850~1962年)



の機能を果たしている。ダッカとの間は道路とともに鉄道も開けている。ダッカの町は新市街は台地上に位置しているが、ナラヤガンジにはもう台地はみられず、町は自然堤防上に位置している。港には大小の河航の船のほか、チッタゴン等外海へ出て行く船も集まり、まことに賑やかな港である。このほか、ドック、倉庫等多数建ちならんでいる（〈写真1参照〉）。

私達はオストリッチ号という 700 トンの汽船に乗った。純粹の河航用の船でスクリューは船尾につけず、両舷側についている水車を回転しながら進む船である。私はドイツの気候地形学者 Budel 教授と船室が同じであった。

夕方猛烈なスコールがやってきたため、甲板は水びたしになった。午後 6 時スコールの止んだガンジス川へ船はすべりだした。気温 23℃。

2月25日 蚊にせめられて夜あまり眠むれなかった。ここはマラリヤの多い所である。従来、東南アジアといえばマラリヤの本場のようにいわれたが、現在ではすでに台湾、タイからは消滅している。ただ、ガンジス・デルタでは依然として猛威を振っており、シンポジウムの発表でわかったことであるが、東パキスタンでマラリヤにかかるものは年 500 万人、そのうち、5 万人が死ぬといわれている。東パキスタンの人口が 5,084 万人 (1961年) であるから、10 人に 1 人がマラリヤにかかり、100 人に 1 人が死ぬ割合になっている。

ナラヤガンジを出航した船はメグナ川を下り、ガンジス本流へ出るころはすっかり暗闇となり、午前 3 時頃バリソールについた。天候はあまりよくなかった。

バリソールを発した船はさらに南下を続け、サンダルパンの森林地帯へ入った。サンダルパンはその名のごとく大森林で、スンドリ(地方名)、アビセニヤ、ニップ椰子等がうっそうと茂っている。しかし、ところどころ家をつくるため木材がとられたり、屋根を葺くためニップ椰子が刈りとられていたりしていた。

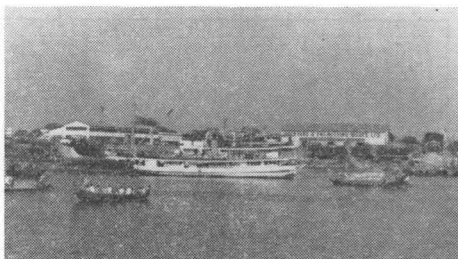
サンダルパンという語源はこの地方で最も普通にみられる樹木のスンドリ (sundri) からきたという説、美しき森を意味するサンダルパン (sundarban) からきたという説、この地方に昔から住んでいた民族名チャンダバンダ (chandabanda) からきたという説等いろいろであるが、とにかく無数の川でとりかこまれた美しき森であることに間違いない。森林の面積は 2,316km²、全区域は政府管理となっている (第 2 図)。

サンダルパンはガンジス下流の潮汐平野であり、地盤高は低く、傾斜は緩く、自然堤防はあまり発達していない。土地はその高低により、毎日海水をかぶる地域、1 年に数日だけ海水をかぶる地域等に分けられ、それぞれ独特の植生がみられる。

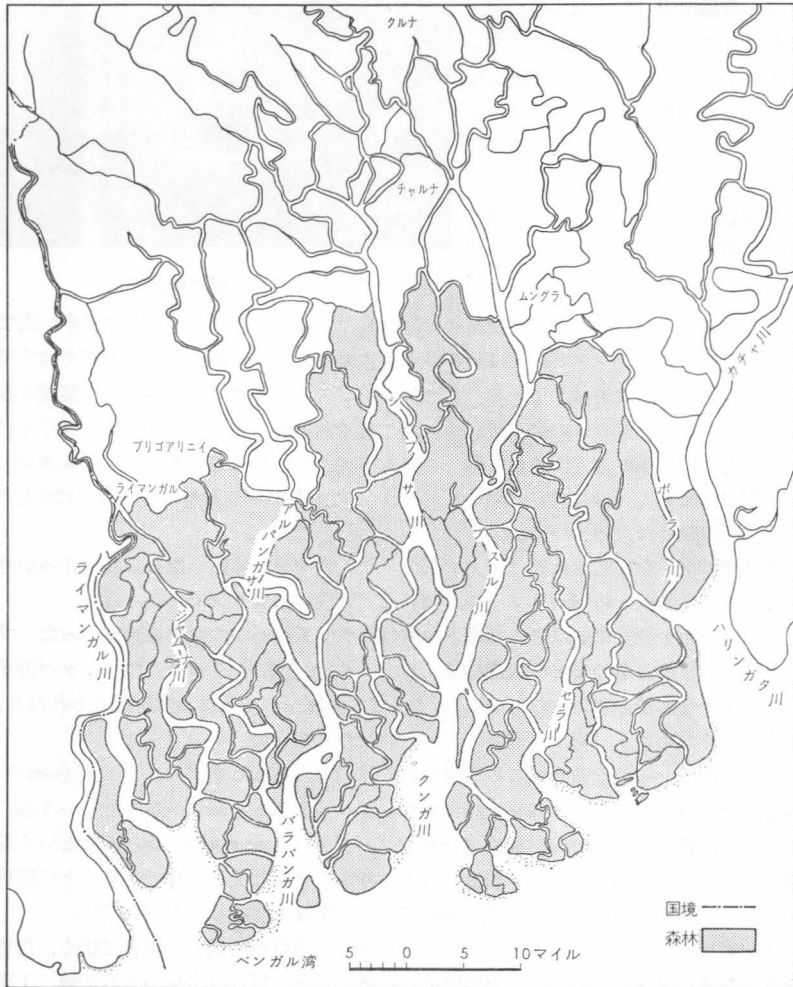
2月26日 サンダルパン内の多くの水路をまわりながら、私達はクルナ市へ着いた。クルナは東パキスタン第 3 の大きな町で、ジュート、新聞紙、マッチ等の工場のほか、ドックなどもある。この町は 19 世紀にできた町であるが、最近 20 年間に急速に発展した町である。

クルナを発した船は mollahat, pirojpur, バリソールを経て、メグナ川へもどった。

(写真 1) ナラヤガンジ港



第2図 パキスタン南部のデルタとサンダルバン



2月27日 船はメグナ川を溯ってチャンドプール (chandpur) に達した。この付近は河岸浸蝕の激しい所であって、川岸の教会が今にも水没そうになっている所もあった(写真2参照)。また、この付近は自然堤防のいちじるしく発達している所であるから、その断面も見ることができた(写真3参照)。この浸蝕はずっと継続しているのであり、このため多数の耕地、農家が流出した。農地や家を失なった農民は、他へ移らざるをえない状態であるが、かなり困っているものもある。数年前には高等学

校も流された。住民達は政府に対し、強力な堤防をつくるように要求しているが、あの巨大なメグナ川の浸蝕を防止するなど、容易なことではないように思われる。

チャンドプールを発した船は再びナラヤガンジ港へもどり、自動車でダッカ市へもどった。

3. シンポジウム次第

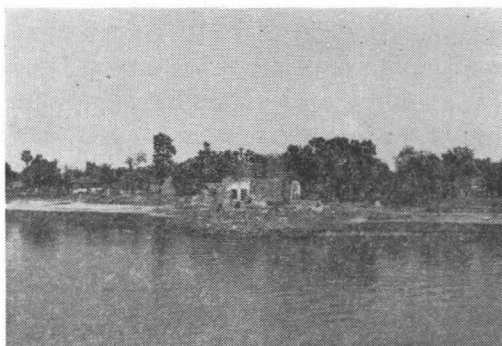
2月28日 夕方、ダッカ大学のクルゾンホールにおいて開会式が行なわれた。午後6時30分、回教の僧侶によるコーランの有名な1章の朗読によって始まった。高らかなコーランの朗読には意味はわからなくとも、砂漠の国に発生した宗教らしい神秘さと明るさをもっていた。

その後、ダッカ大学副総長 Dr. M. O. Ganani 博士、パキスタン文部大臣 Mustaafa-Ministet, ユネスコの Wirthmann, パキスタン学術会議議長などの祝辞が発表された。

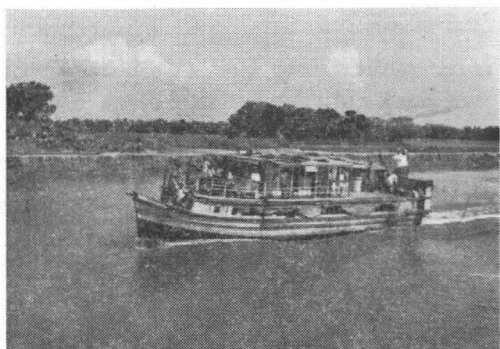
2月29日 ダッカ大学（〈写真4〉参照）においてシンポジウムが開催された。午前中は地形学、堆積学、土壌学が、午後は植生学が行なわれた。

午前中の座長はベルギーの Tison, 副座長はフランスの

〈写真2〉 チャンドプール付近の河岸浸蝕で河中に没しかけている教会



〈写真3〉 チャンドプール付近の自然堤防（樹木のある部分）



〈写真4〉 ダッカ大学校庭における女子学生（地理学専攻）と男子学生（化学専攻）



Tricartであった。発表はすべて英語またはフランス語で行なわれ、ユネスコからは通訳2名がきていて、英語の発表はフランス語に、フランス語の発表は英語になおして放送された。ただソ連だけは通訳を連れてきていて、ロシア語で発表を行なった。9時より13時までの発表は次のごとくであった。

B. M. Abbas (パキスタン水資源開発庁長官)：〔東パキスタンにおける洪水防禦〕
東パキスタンにおける平野の洪水と水資源開発庁(Wapda)の役割を述べた。

パキスタンにはガンジス、メグナ、ブラマプートラの3大河川が流れる。これらの河川の洪水は時間的に一致して重なることはない。しかし、各河川の流量の年変化は大きく、ガンジス川で130万から210万cfsまで、ブラマプートラ川で200万から250万cfsまでの開きがある。このため、年によってかなりの範囲が洪水にかかることがあり、約1万5,000平方マイルが冠水することがある。メグナ川は、流出が非常に速い、現在Wapdaでは洪水に関する基礎データを集めつつある。

このガンジス川の洪水を調節するのに遊水池方式は流域の土地があまりにも平坦すぎることに、全流域のわずか7.5%だけがパキスタン領であることなどから困難である。この洪水防禦のため、堤防の建設や水路の整備を行ないつつある。

なお、高潮対策のため雄大な海岸堤防の計画が立案されている。これは西はインドとの国境から東はビルマとの国境まで面積40万ha、堤防総延長5,000km、水門5,200箇所よりなっている。しかし、この計画は現在のところあまり進んでいないように思われた。

Tricart (フランス、ストラスブール大学地理学教室教授)：〔熱帯デルタの研究における地形学の役割について〕

熱帯デルタは海面変化、河川の浸蝕、堆積作用、局地的地盤沈下等いろいろの作用を受けているが、これら作用の結合の状態を明らかにするのに近代地形学は詳細な地形学図を作成するという有力な手段をもっている。この図は土壌、洪水、植生などの図を作成するのに有効である。セネガル・デルタではこの図を作成することにより、その後の調査、工事費を大幅に節約することができた。

大矢雅彦(建設省国土地理院)：〔濁水溪、チャオ・ピヤ、イラワジおよびガンジス平野の地形と洪水の比較〕

濁水溪の上流部山地は造山帯に属し、砂礫の河川への供給が盛んであるため、下流部平野には巨大な扇状地が形成され、川は天井川化の傾向をもち、過去においてたびたび流路の変遷をくりかえした。洪水の流下速度は速く、水位の上昇も速いが低下も速い、デルタの海側への前進速度は速く、最近1年150mに達している。

チャオ・ピヤ川は砂礫の流出が少なく、かつラテライトなど粒子が細かいため、扇状地はほとんど形成されていない。しかし、自然堤防はよく発達している。洪水状態はおだやかで住民は自然の灌漑用水として洪水のくるのを待っており、この点、洪水を危険なものとしている濁水溪とはいちじるしい相違である。

イラワジ川は上流では砂礫の供給が盛んであるが途中で盆地があるため、下流へ流れてくる砂礫は少なく、扇状地はほとんど形成されておらず、自然堤防の比高もそれほど高くない。堆積作用より浸蝕作用が卓越している。洪水は上流より下流に達するのに1～3ヵ月要するため、下流では局地性降雨による洪水に上流からの水が続くことになる。

ガンジス平野では砂礫の堆積がいちじるしく、自然堤防の発達がいちじるしい。ただ、東部が下る地盤運動があるため、東部と西部とではいちじるしい地形および洪水の状態に差がある。

この発表に対し、ガンジス川河口でのデルタの前進速度、地形と土壌との関係などについての質問が行なわれた。

H. TH. Verstoppen (オランダ, デルフト国際空中写真訓練センター) : [デルタ調査における空中写真の利用]

デルタは起伏が微細であるため野外観察が困難であり、空中写真の利用が便利である。旧河道、自然堤防など各地域の地形要素の描写はデルタ研究にきわめて重要である。しかし、これらデルタの静的研究は次の動的研究の基礎となるべきものである。たとえば旧河道から河道の変遷の過程を知ることができ、デルタ内の砂洲から旧海岸線を知ることができ、これからデルタの海側への前進過程を読みとることができる。このようにして、デルタの形成過程とそれに影響を与えた要素を知ることができる。さらに短い期間の変化は数年間隔で海岸あるいは河口で撮影をすれば、海岸あるいは派川の消長の変化を知ることができる。このようなところみがジャワあるいはオランダの海岸でなされた。

また、海岸で干満の限界を知るのに通常パナクロ・フィルムではこれは浅瀬であるか、砂洲か、うすく海水がかぶっているか、露出しているかなどをわずかな灰色の変化だけで識別することは困難である。これを満潮の場合に赤外線写真で撮影すると、海水の部分は真黒となるため、満潮限界を知ることができ、干潮の時はカラー写真をとるとよい。したがって、この2種類の写真を用いれば、海岸での干満の限界を正確に知ることができる。

また、水深を求めるには屈折率を修正して立体視するか、あるいは浮子を浮かべてその浮子の水底に映っている影と浮子の距離をはかることによって可能である。

流速測定は浮子を浮かべ、それを時間をおいて撮影することによって求められる。

空中写真の利用によるデルタ研究は海岸工学に応用され、デルタの利用に役立っている。この発表の中に赤外線写真利用のことがしたが、かつて伊勢湾台風の時浸水地域を赤外線写真で撮影したところ、海水の部分は黒く、河川水の部分は白く移り、海水と河川水との区分が可能であった。

M. I. Choudhury (パキスタン, ダッカ大学教授) : [デルタ形成におけるガンジス川西から東への流路変遷について]

従来の見解にしたがえば、ガンジス川は西より東へ次第に流路を変遷してきて平野を形成してきた。すなわち、歴史時代において現在カルカッタを流れているフーグリー川から現在の本流であるバルマ、メグナへと移った。なお、その中間には Inchatati, Talangi, Mathabhanga, Gorai などの派川があるが、これも流路変遷の過程において形成されたものである。このような流路変遷は主として東部が下る地盤運動と、ガンジス川の優勢な堆積によって起こったものである。

Choudhury 教授はこの説に反対し、ガンジス川は西より東へ流路を変遷せず、現在の本流バルマと西のフーグリーとは同時に存在していたことを実験室内の実験と古地図などによって説明した。

この発表に対し、オランダの Volker 博士は、ガンジス川の流路変遷は今後のガンジス川の治水にとってきわめて重要な問題であって、さらに研究しなければならないことを述べた。

筆者はかつて、木曾川の流路変遷を地形分類図を作成して、自然堤防を確認することによって調査したことがあるが、この方法をガンジス平野に適用すれば、流路変遷の過程も明らかになると思う。この点に関し、インドのナガラジャ氏は関心を示し、その後もずっと意見を交換している。

L. J. Tison (ベルギー) : [デルタにおける堆積の問題]

河口におけるデルタの堆積には河川の真水と海の塩水とのまじり方がいちじるしい影響を与える。海水と河水とがほとんど混合しない地域では海水がくさび状に河口の真水の下に入りこむ。この真水と海水の重複地域は干満や上流からの水の影響で前進、後退を続けるが、この重複地域は堆積にとって最も好都合な地域である。このような海水と河川水の混合しない例とよく混合する例をミシシッピー、ハドソン、ポーなどの河口を例にとって説明した。

C. Kruit (オランダ) : [ローヌ・デルタにおける最近の堆積作用]

ローヌ・デルタについてポーリングおよび化石の研究によって、この地域のデルタを3つに区分した。

J. DE. Groot (オランダ土壌肥料研究所) : [温帯および熱帯におけるマンガンを利用したの泥の運搬に関する研究]

J. Hervieu (マダガスカル) : [マダガスカル南東におけるマンゴキー・デルタにおける近世の堆積機構および鉱物の特色について]

M. Amirul Islam (パキスタン) : [熱帯土壌——特に東パキスタンの土壌について——]

東パキスタンの土壌は3地方、10地域に分けることができる。このほか雨季の洪水時における肥料の平野への運搬、塩害、キャットクレーなどのことを説明した。

H. Sioli (ドイツ水理生物学研究所)

アマゾン河口の平野を洪水時に冠水しないテラ・フィルメと洪水に冠水するヴァルゼアに分け、それら土壌の起源、鉱物組成、化学的性質などを説明した。

A. Q. M. B. Karim (パキスタン)：〔東パキスタンの各土壌区の栄養状態の研究〕
地形、気候などの相違に基づき、東パキスタンの土壌区は次のように設定できるの
である。

- (1) プラマブートラ, ガンジス, テイスタなどの川に沿う沖積地
- (2) マドフブル, バリンドなどに分布する現沖積地より数メートル高い古い沖積地
- (3) クルナ, バリソル, チッタゴンの海成塩分土壌
- (4) チッタゴン丘陵土壌

午後の座長はセイロンの Abeywickrama があつた。

M. Q. Khuda (パキスタン)：〔湿潤熱帯とその植生〕

B. A. Abeywickrama (セイロン, セイロン大学植物学教室)：〔セイロンの河口の植生〕

J. Murca-Piers (ブラジル)：〔アマゾンおよびカヤポク川河口の植生〕

V. J. Chapman (ニュージーランド, オークランド生物学教室)：〔マングローブ生育
に関するいくつかの要素〕

F. R. Fosberg (アメリカ合衆国, アメリカ合衆国地質調査所)：〔熱帯デルタにおける
地質と植生との関係〕

M. Schmid (ヴェトナム・フランス, ヴェトナム経済援助機構)：〔インド支那南部の
最近の沖積作用に占める植生の作用〕

Q. Gani (パキスタン)：〔湿潤熱帯における森林の微気候および土壌に与える影響〕

3月1日 午前中に、水路学および水文学が、午後には生物学の発表が行なわれ
た。

午前の座長はオランダの Volker が、副座長にはインドの Nagaraja があつた。Volker
博士 (〈写真5〉参照) は干拓の専門家であり日本へきたことが4回もあり、八郎潟、伊勢
湾、児島湾、有明海などの干拓地の築堤には同博士の意見が入っている。また、筆
者が1962~63年にかけて ECAFE 地域のデルタ調査を行なった時の調査団の団長でもあ
つた。Nagaraja 氏も昨年 ECAFE の関係で来日している。

P. Santema (オランダ)：〔デルタの自然に対する干満、沿岸流、波浪、高潮などの影
響について〕

V. N. Nagaraja (インド, 水資源開発局)：〔インドのデルタにおける水文気象学ある
いは干満の問題〕

インドのガンジス、マハナディ、ゴダアヴェリイ、クリシュナなどの河口のデルタ
について、河川、洪水、高潮、沿岸流、塩害およびこれが対策などについて説明した。

ガンジス川は16世紀以来西方のフーグリー川から東方の現流路へと変遷してきた。
これは明らかに Choudhury 氏の説と対立するものである。ガンジス川は推定、年4億
5,000万^mの土砂を流してくるが、それにもかかわらずデルタの進展は少ない。これ
は沿岸流の作用に基づくものである。

〈写真5〉 フォルカー博士



マハナディ、ゴダバリ、クリシュナなどのデルタは河川の堆積作用が盛んで、かつ沿岸流が弱いから、堆積作用が盛んで、マハナディ・デルタでは年16mの割合で前進する。

7月より10月に年雨量の80%降ってしまうので毎年洪水が発生する。流域の人口密度が高いこと、地形が平坦であることなどから遊水池方式による治水はできない。

河川の堆積作用のため、高水位が最近になって記録更新を続け、このため堤防の嵩上げまたは強化をしなければならないようになってきている。もし、上流部で貯水ができるようになれば、下流部での水位上昇を防ぐことは可能であろう。

ベンガル湾の潮差は大きく、ベンガル湾の北端にある Saugor では小潮で2m、大潮で5mにも達する。

7月頃しばしばサイクローンがおそう。1901年には最高水位6.9m、1942年には8.2mにも達した。

A. Volker (オランダ) : [デルタ表面の水文]

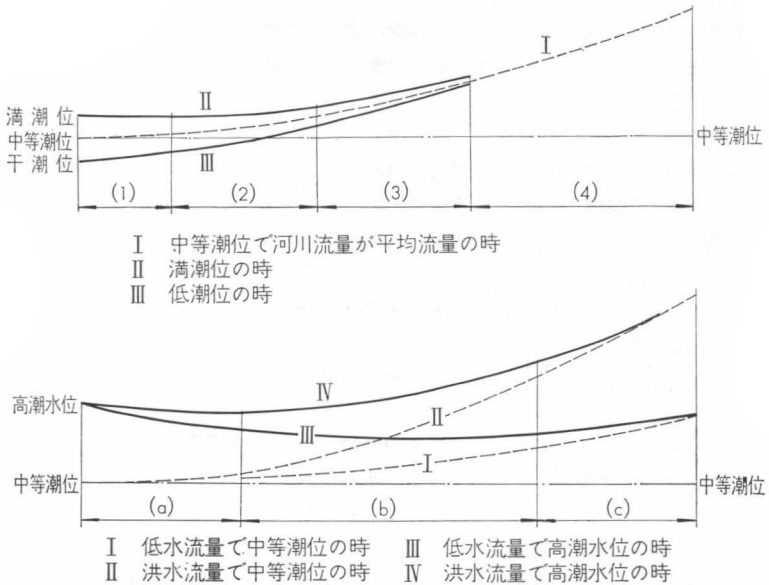
熱帯デルタの水文学的特色はモンスーンに基づくところの莫大な降水量と大きい蒸発量、それに基づく河川洪水、一般的には開発段階が初期の状態にあることなどである。また、デルタの一部に人工を加えるとすぐにそれが他の場所に影響してくる点は他の気候地域のデルタと同じである。

熱帯デルタ河川の下流部は、①潮の干満によって流向の逆転が起り、海水の浸入する部分、②流向は逆転するが海水は浸入しない部分、③干満の影響は受けるけれども流向が逆転しない部分、④干満の影響は全くうけない部分の4つに分けられる(第3図上)。

したがって、異状高潮の時は、①高潮の卓越する部分、②高潮と河川洪水の両方の影響をうける部分、③河川洪水の卓越する部分の、3つに分けることができる(第3図下)。

河川の洪水は上流とともに下流でも起こるのであるから、上流の状態あるいは大きさと下流との比は、下流のデルタ地域の洪水の状態を決定するのにきわめて重要な役割を演ずるのである。日本、台湾あるいは北ヴェトナムの紅河の洪水はきわめて速いが、タイのチャオ・ピヤなどはきわめて緩やかである。紅河流域の洪水の出方が速いのは上流域の地形が急峻で、岩石の水の透過度があまりなく、かつ豪雨が降るからである。

第3図 河川下流部の干満による細区分



このように、洪水の出方の激しいデルタでは堤防がないかぎり利用はできないのであるが、洪水の出方のゆるやかな所では堤防がなくても、その水によって水稻栽培などができる。

盆地であるとか、デルタ内の後背湿地は上流からの洪水に対しかなり緩和の役をする。フィリピンのパンパンガー平野の治水はこのような盆地あるいは湿地は築堤せず遊水池として残されているが、もし、ここに築堤すれば、最大洪水位の水位はさらに増加すると思われる。

また濁水流量はそれが海水の浸入と関係するため重要なものである。チャオ・ピヤ川の河口から136kmもはなれたアユタヤでは、濁水流量(60m³/s)の時は河底に塩水が浸入するが、洪水時(4,000~6,000m³/s)の時はアユタヤで真水であるばかりでなく、河口からほんの数キロメートルの所でさえ真水となってしまう。

河川技術家の立場からするとかなり平衡に達した河川の安定した部分と、河川の不安定な部分とでは工事を行なうのにいちじるしい差がある。

熱帯デルタの水の状態は気候状態のほかには土地の状態によってもいちじるしく影響を受ける。特に、平野の微地形と洪水の関係は密接である。そして、河川流域平野は

河川洪水だけを受ける地域、高潮洪水を受ける地域および中間地域の3つに分けることができる。

東南アジアにおいて、輪中とよばれる所の治水方式はきわめて重要なものである。

また、東南アジアにおいては水文資料の整備がきわめて不備であるから、これらをいそいで整備する必要がある。

デルタの利用の発展段階は次のように示すことができる。

(1) 現在あるいはかつての自然堤防の占拠；イラワジ川下流部などに見られる。

(2) 運河の開鑿；19C末期にチャオ・ピヤ、メコンのデルタで行なわれ、デルタ内の交通が便利となり、河道にそって細長く家がたちならんでいる状態。

(3) 河川洪水の派川への供給；これは河川洪水を制御する最初の段階である。チャオ・ピヤ川の平野の頂点にあるチャイ・ナット・ダムはその典型的なものであって、ここから水が各派川へ供給される。

(4) 下流側が開いた輪中によって洪水防御を行なっている状態；イラワジ川の下流に見られる。

(5) 排水目的のための運河；デルタ内の排水のための運河を開鑿して、塩水の浸入を防ぐためには水門をつける。インド、東パキスタン、チャオ・ピヤなどでみられる。

(6) 輪中による洪水防御；下流部で海水の浸入を受ける所あるいは洪水流の激しい所ではこのような型の堤防が必要であり、紅河あるいは木曾川では何世紀も前につくられたのが残っている。

(7) デルタにおける水の制御；デルタ内の灌漑あるいは排水を自然あるいはポンプで行なっている。

(8) 上流部における水の制御；河川の上流部においてダムを建設し、洪水量を調節し、かつ必要な水を供給する。日本、台湾などがその例である。

Boonchob Kanchanalak (タイ国王立灌漑局)：〔デルタの前進ともなう水理の変化〕

チャオ・ピヤ・デルタの最近の観測から、今後35年間のバンコックでの水位の上昇の予測を行なった。

チャオ・ピヤ川上流域は年平均 0.12~0.32mm ずつ地表面が低下しつつある。そして、チャオ・ピヤ川は年平均 1,300 万トンのシルトを運んでくる。

このシルトの堆積によってデルタは海側へ前進を続け、年によって一定はしないけれども、過去 20 年間に 250~500m に達している。

デルタの海側への前進は必然的に河床勾配を緩くし、河床の上昇をきたし、洪水位の上昇をきたす。

もし、1954年より1962年に至る間のデルタの前進と水位の上昇が続くとするならば、今後のバンコックでの水位の上昇は次表のようになるであろう。

もし、このまま続くとすれば、35年後にはバンコックの水位は1.70mとなる。バン

コックの地盤高はわずか 2 m であるから、
十分注意を要する。

バンコックにおける水位の上昇

L. Huisman (オランダ)：〔デルタにおける
地下水〕

デルタの 前進距離	バンコック での水位上 昇 (cm)	1964年か らの年数
100	3.64	3
200	7.28	7
300	10.92	10
400	14.56	13
500	18.20	17

M. Schoeller (フランス)：〔デルタにおけ
る地下水の蒸発による化学的凝集〕

L. S. Borishansky, V. N. Mikhilov (ソ連)：
〔河川および海水の相互作用〕

V. N. Nagaraja (インド)：〔デルタの水
文模型〕

出口勝美 (農林省)：〔水利事業の影響〕

シンポジウム終了後、パキスタン文部大臣主催によるレセプションが行なわれた。

3月2日 午前に生物学、午後は人類活動のデルタへのあたえる影響、デルタ地誌、デルタの区分などが行なわれた。

B. N. Singh (インド)：〔湿潤熱帯デルタにおける土壌微生物学によって提起された問題〕

M. S. Doty, D. Mullerdombois (アメリカ合衆国, ハワイ大学)：〔熱帯デルタ形成に役立っている淡水、半鹹水、鹹水生物〕

H. Caspeps (ドイツ)：〔河口生物学〕

G. A. Prowse：〔熱帯養殖漁業に関係あるプランクトンの生産力〕

M. R. Quraishi (パキスタン)：〔東パキスタンのサンダルバンにおける魚類相〕

Nazir Ahmed (パキスタン)：〔サンダルバンにおける魚類と魚業〕

M. L. Roonwal (インド)：〔サンダルバン (西ベンガル) のマングローブのフナクイムシ〕

H. K. Yusufzal (パキスタン)：〔東パキスタンのペストと寄生虫について〕

午後の人類活動の影響については、ダッカ大学のナフィス・アーマッド教授が座長をつとめた。

J. Budel (ドイツ, ウィルワブルグ大学地理学教室)：〔文化および文明の基礎としてのデルタ〕

H. Boesch (スイス, チューリッヒ大学地理学教室)：〔土壌、植生にあたえる人類活動の影響〕

原始時代においては自然が人間に働きかけているが、現在は人間が自然に働きかけている。この例をガンジス平野について説明した。

G. A. W. van Goor (オランダ)：〔農業の環境にあたえる影響について〕

Ahmed M. Patel (パキスタン)：〔東パキスタンの人口〕

東パキスタンは熱帯でもきわめて人口の稠密な地域であって、年平均 2.5% ずつ増

加しつづつある。1961年現在、5,000万でこれが5,200平方マイルの所にすんでいる。人口の増加は農業経済に圧力を加えつつあり、さらに性別、年齢別構成を見ると将来爆発的に人口が増加する可能性さえもっている。

大部分が農民であるため、人口の都市集中はほとんどない。食糧の不足はすでに半永久的になり、輸入が続いている。

Nafis Ahmad, Karim Khan (パキスタン) : [東パキスタンにおける土地利用研究の重要性]

K. Ahmed (パキスタン) : [東パキスタンにおける栄養調査]

P. Santema (オランダ) : [自然および生物環境に対する水防工事の影響]

F. Hollerwoger, I. Reksodadiprobjo (インドネシア) : [ジャワにおけるデルタの前進速度]

J. D. N. Versluys : [水理工事と社会問題]

A. Volker (オランダ) : [ビルマのイラワジ・デルタ]

イラワジ・デルタの海岸部の雨量は、2,500~3,500mmであって、東南アジア・デルタ中最大である。

河川の流量曲線は2月から3月にかけての冬季の流量が最低で、4月から5月にかけて上流域の雪がとけるため流量が増加し始め、5月から雨季になると急上昇し、7~8月に最高に達し、9月より減少し始めることを示している。最大洪水流量は1877年 Saiktha (デルタの頂上部付近) で6万3,900m³/secである。

イラワジ河口の干満の差は大きく、大潮の時ラングーン港付近のエレファント・ポイントで5.8mで、これは東南アジア中最大である。

洪水防御には一般に下流側の開いた馬梯形の堤防方式がとられている。

デルタは大部分冬稲の単作地帯で、2期作は水不足のためにできない。1ha当り2,000~2,500kgであって、ビルマ全体の平均1,700kgに比べるとかなり高い。

集落は微地形と洪水の状態にいちじるしく支配されており、旧砂洲、自然堤防上などに線状にならんでいる。

交通機関はデルタでは水路が最も便利なものである。これら水路はメコン川などと異なり、人工のものはほとんどなく、大部分自然の河川である。

Harald Sioli (ドイツ) : [アマゾン・デルタの一般的性格]

アマゾン河口の地形、水文、植生などを説明した。

(デルタの分類・結論)

V. V. Egorov (ソ連) : [ソ連邦内の大デルタのおもな構造上の特色]

A. V. Volker (オランダ) : [デルタの分類と他の気候地域のデルタとの比較]
地形と水文からのデルタの分類を述べた。

Fosberg (アメリカ合衆国) : [結論]

閉会式に続いて、パキスタン学術会議の夕食会が催されて、シンポジウムは終了した。

全体を通じてユネスコの性格から地形学、気候学、土壌学、生物学などの基礎科学に重点をおかれながら、水文学、応用地理学など応用面がかなり加わったことがこのシンポジウムの特色である。

現在プロシーディングが UNESCO で英文または仏文で印刷中である。

(国土地理院，地理課)