

ECAFE 第2回デルタ地域開発に関する シンポジウムに出席して

吉 川 秀 夫*

まえがき

第2回デルタ地域の開発に関するシンポジウムが、昭和44年11月4日から11月13日まで東京（高輪プリンスホテル）で開かれ、引き続いて利根川、木曽川、淀川および筑後川のデルタ地域における開発状況および計画についての見学旅行が10日間にわたって行なわれた。この会議および見学旅行に参加することができたので、大略の内容その他についてご参考までに書きしるしてみたいと思います。会議の性格上、地域開発に伴う技術的問題に重点がおかれ、発展途上国の開発を技術的に指導、援助し、また相互の理解を深めるのが主目的であるので、わが国の技術に特に有益と思われるものはほとんどないと思われるが、海外技術援助の問題点の所在および相互理解の上では、非常に有益であろうと思う。

まず、会議の背景について説明を加え、会議の内容などについて簡単にご紹介したい。

1. 会議の背景

第1回のデルタ・シンポジウムは Bangkok において1963年に開催され、この議題はデルタ地域の洪水防衛、干拓、利用ならびに開発に関する全般的な問題についてであり、ECAFE 地域のデルタの特性を考慮して、一般的にどのように問題に接近し、それを解決に持ってゆくべきかが論ぜられた。第1回のシンポジウムでは、問題が広般であり、ECAFE 地域の各国の実情、問題点などについて相互理解が得られ、各国の問題の接近法についても討議が行なわれ、非常に有益であったが、さらに問題を掘り下げて集中的に討議すべきであるという結論に達し、第2回のシンポジウムでは問題を次の2課題にしばって討議を行なうことが決議された。すなわち

- ① 塩害防止と排水に特に重点をおいた水管理
- ② 海岸堤防の計画と設計

の2課題である。その他、会議の結論としては、ECAFE 地域の各国ではデルタ開発の種々の問題を抱えており、これを各国の事情に応じて適切に解決することが要望さ

* 正会員 工博 東京工業大学教授 工学部土木工学科

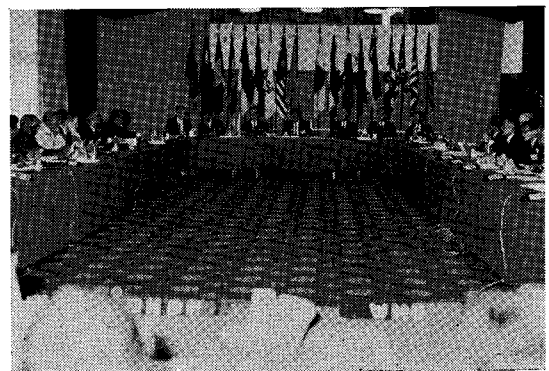
れているが、これに対して ECAFE は、問題に応じて専門家団を編成して派遣指導することになった。この決議に基づいて順次専門家団が編成派遣され、韓国（吉川）、台湾（吉川）、フィリピン（村野）、東パキスタン（吉川）、イラン（富永）（カッコ内は日本からの参加者）に各1ヵ月程度滞在し、それぞれの国の種々の問題の実質的指導が行なわれ、各国のデルタ開発に有効な助言をした。これに引き続き水理構造物の設計についての巡回セミナーが組織され、各国の設計技術者の具体的な指導が行なわれてきた。

ECAFE 地域においては人口増加が近年著しく、食糧不足が大きな問題になってきており、これを解決するためには、デルタ地帯の開発を行なって就業人口を増加し、かつ食糧増産を行なうことが痛切に要望され、各国とも非常な努力が払われているが、技術面から見ると、計画、設計、維持管理の面で必ずしも十分とはいえない状況にある。したがって、開発技術の進歩は ECAFE 地域の発展に重大な関係があることが一般的に認められている。このような見地から、第2回シンポジウムが ECAFE の主催で日本政府の援助のもとに東京で開催されることになった。

開催国日本側の意見により、シンポジウムで討議された議題は前記2議題のほか

③ 湿地、泻、干泻の干拓、埋立に関する議題が ECAFE 事務局との意見の交換で、将来の発展のために非常に重要であることが認められ、追加されることになり、以上3議題が採択され、これらの

写真—1 シンポジウム会場



議題を中心に討議されることになった。

会議開催に先立ち、会議の Background Paper を準備するため、日本より首藤伸夫（中大助教授）、奥田節夫（京大教授）および筆者が、オランダから3名、ECAFE 事務局から Mr. Kanok が参加して、日本、韓国、台湾、タイ、東パキスタンのデルタについて上記3議題に関し各国の問題点を理解した上で、上記議題についての報告書を作成し、会議での討議を有効ならしめるために調査旅行を行なった。この報告書は会議開催前に各国の出席者に配布され、これを読んでおいて討議にのぞむ形式がとられた。なお、これら専門家の意見とECAFE 事務局の取りまとめにより、各議題に関して事前に質問書をつくり、各国の意見をとりまとめて会議で討議を行ない、討議がより集中的に、かつ密度の高いものにする努力が払われた。

2. 会議の概要

会議出席者数は、セイロン1名、台湾2名、フランス1名、フィジー1名、インド2名、インドネシア3名、イラン2名、韓国2名、マレーシア1名、オランダ4名、パキスタン1名、フィリピン1名、シンガポール1名、タイ1名、アメリカ合衆国2名、それに日本17名のECAFEメンバー国からの出席者と、キューバ4名がオブザーバーとして参加した。そのほかに、国際機関から10名、ECAFE事務局から4名がおのおの出席して、合計61名の参加者を数えた。そのほかに、日本から多数のオブザーバーが参加し、盛大に会議が行なわれ、活発な意見交換が行なわれた。

なお、外務省、建設省、農林省、運輸省の係官が非常な努力を払われ、会議の運営にあたり、会議を成功させた。

11月4日10時から開会式が行なわれ、田中外務次官、尾之内建設次官の歓迎の挨拶、ECAFE事務総長の挨拶を水資源開発部長 P. T. Tan 氏が代読し、続いて

写真-2 ECAFE 代表挨拶



感謝答辞が述べられ、引き続き会議の議長の選出が行なわれた。議長には福岡正巳建設省土木研究所所長、副議長には Mr. Latif（パキスタン）と Mr. Sarbini（インドネシア）が選ばれ、福岡議長司会のもとに各議題についての討議に入った。

議事の進め方として、各議題につき discussion leader が任命され、Background Paper について概要、問題点などを説明し、コンサルタント・グループ（日本3名とオランダ3名の Background Paper の作成者）がそれを補足して、その後 Paper についての一般意見、質問を参加者が出し、それについて討議されたのち、用意された質問書の各質問につき討議が進められた。

discussion leader には第1議題に Prof. Volker（オランダ）、第2議題に Mr. Fung（台湾）、第3議題に Dr. Goholizadeh（イラン）がなり、討議が進められた。

各議題についてまことに活発な討議が行なわれた。以下にその内容について簡単にご紹介しようと思うが、種々の国状、気候条件、考え方の相異などがあり、その上筆者の聞き取り能力の低さも手伝って、本質的な議論の内容を正確にお伝えすることができないのを恐れるものであるが、ご推量により判断して頂ければ幸いです。

3. 会議内容の概要

第1議題の水管理の問題については、各国の種々の実例が提示され、水管理のデルタ開発に占める重要性について各国とも認識を新たにし、また水管理のための構造物の維持に注意を払うべきことが強調された。

維持の問題については、各国とも技術者は新しい構造物の設計、施工には非常に熱心であるが、竣工すれば維持を十分に行なわないために、その機能を十分に発揮できなくなっており、開発の障害となり、また災害の原因となっていることが多いことが指摘され、維持の機構ならびに予算上の措置について現状を改良しなければ、せっかくの投資が無駄になることが強調された。

本議題については特に塩分の問題について大部分の議論が集中されたが、その中でのおもな討議を次に述べてみる。

日本の塩害防除事業についての説明に各国とも非常に関心を示した。すなわち、各国のデルタの新規開発可能地域としては、塩害を受けている地域が最も有望である。なぜならば種々の開発計画に伴って塩害の新たな発生が生じていることが多いからである。説明は河床低下による塩水侵入、地盤沈下、使用水量の増加に伴う河川水、地下水の塩分増加について行なわれ、その対策とし

て、① 真水の供給の増加を上流の貯水の開発、② 取水地点の変更、③ 塩水侵入防止のための堰の建設、④ 河口湖の建設、などが実例を示して説明された。

東パキスタンのスンダバン地域では、地盤が満潮位より低く、大小の河川が網の目のようになっている(潟水時には河口より 100 km 以上も上流に塩水が遡る)。この広大な地域を開発するために延長 1 800 mile の土堤を川沿いに築いて輪中とし、これに大小 600 ヵ所の水門を設け、塩水侵入防止が行なわれ、現在なお工事が続行中である。しかし、高潮のためしばしば破堤し、被害をうけているし、また塩分の低い灌漑用水を得るのに苦労している状況が説明され、生産性の比較的低い米作地の開発は相当に困難であることを知らされた(このことは、タイその他の沿岸地帯においても全く同様である)。討議の結論としては、米の単位面積あたりの生産量を増大させることが必要であり、このためには、よい品種を選ばなければならないことが多くの出席者により強調され、そのためには水の質と量を時間的に適切に制御するよい水管理が重要であることが改めて認識された。また、種々の開発、改良工事に伴って塩害問題の発生が各地で経験されているが、この点について事前によく調査、研究しておくことが必要であることが強調された。

その他、塩水楔の問題、塩水侵入に関する模型実験、計算法などについても論議されたが、特に目新しい点もなかったので省略する。塩分測定に関しては、わが国の測定器が外国のものに比し、低廉で精度もよく、取り扱いが便利なこと注目された。

第 2 議題の海岸堤防の問題については、種々の問題点について突っ込んだ討議が行なわれた。そのおもなものについて紹介する。ただし、ここでいう海岸堤防は潮汐と波浪の影響を受ける堤防のことである。

一般議論としては、船の航行による堤防の浸食が近年船の大型化、高速化に伴い大きな問題となってきているが、これについてさらに研究を行なう必要があること、沿岸漂砂の調査に航空写真の有用性などにつき討議が行なわれた。

また、波浪の予測に対し一般的に S. M. B. 法が非常に有効であるが、台風、サイクロン等の来襲地では、台風などの中心の接近速度により波高に影響をおよぼすことがあり、たとえば、昭和 39 年の台風で、日本において S. M. B. 法で計算された以上の波が駿河湾で起こり、これが台風の急速な速度での接近によるものであることが報告され、このような現象の起こりうる地域に対しては堤防設計に十分な注意を払うべきことが述べられ、各出席者の関心をよんだ。

次いで質問書の各項目について討議されたが、まず堤防設計上の余裕高について討議が行なわれた。現状では

各国においてこれに対する考え方が異なっている。たとえば、ある国では平均海面上の堤防高をすべて余裕高としている。この会議では討議の結果、設計水位(波浪の打ち上げ高を含む)に対して、堤防の余裕高としての高さを余裕高とすることが妥当であろう、ということになった。この考え方では日本の大部分の海岸堤防は余裕高は 0 であり、オランダでは 0.5 m~0.1 m 程度の余裕高をとっていることになる。

次に、波浪の計画頻度について非常に活発な議論が行なわれたが、そのおもな議論は次のようなものである。

オランダでは 1953 年までは 200~300 年に一度の頻度が堤防設計に対して用いられていたが、同年に大災害があり、設計頻度を 3 000~10 000 年に一度に下げた。オランダでは国土の約半分が破堤により水没するので、国家的見地よりある程度経済的であることを度外視しても設計頻度を下げていることが説明された。日本では海岸堤防の設計に対しては、設計頻度を主として考えないで、伊勢湾台風などの大規模な台風を他の地域にあてはめて設計高を計算する方法が行なわれることが多い。頻度をしいて計算すれば約 100 年程度がとられていることになるが、ごくまれに起こるであろう頻度の推定は、短期間の測定からは精度よく行なわれないこと、また地域の将来の急速な発展をも考えて、現時点でこの程度の頻度を考え、堤防により守られている地域の発展に伴って設計頻度を下げるような考えがとられていることが説明された。

背後地の比較的高い臨海工業地域では、大部分地盤が満潮位以上に埋め立てられること、平常時の活動をさまたげないことを考えて、比較的頻度の高い(30~50 年)堤防がつくられていることが述べられ、注目された。すなわち、このような考え方に対しては、予報の正確さ、警報伝達、避難場所の設置などの重要な付随条件を必要とする。東南アジア地域ではもちろん安全度の高い堤防の建設が望ましい。しかし、地域の発展が低い場合には経済的にも成り立たないし、また平常活動に支障を与える不便なものとなる可能性が多いなど、参考になる点が多いと思われる。計画時当初の設計頻度のみ重点をおかないで、設けられた防災施設により地域が発展し、それに伴って施設の安全度を上げてゆくよう、またゆるゆるな当初設計が、発展途上国の開発について考えるべきであろうという考え方は、今回の会議で初めて認識された問題点であろうと思う。

続いて、高潮高の頻度についても討議され、オランダで北海において 150 年間高潮を観測した結果、Gumbel の極値分布および指数分布によく合致すること、両者にほとんど差のないことが紹介された。また、100 年までの帰帰年に対しては、高潮高と頻度との間には密接な関

係のあること、それ以上によると誤差が増すことが述べられた。

高潮高の計算法については、オランダでは北海とゾイデル海で過去 10 年間観測した結果では、風速と高潮偏差との間には定常的と考えた公式（Colding 式など）が適用できることが認められたが、台風などのように風向、風速が時間的に急激に変わる場合には、定常的な場合の公式はあまりよくなく、二次元的な非定常解を求めるべきであるという結論になった。

次に、堤防用土および地盤についての問題点が種々論議された。とくに堤防を被覆する場合の内部水圧が構造を破壊する原因となるため、これをいかにすばやかに議論が集中した。また、軟弱地盤の処理についても論ぜられ、特に地震時の流動化現象について注目すべき発言がなされ、設計上十分考慮すべきであるとの結論となった。

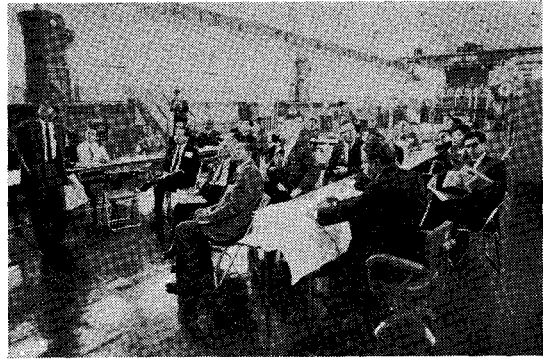
これを調査するには標準貫入試験と、オランダで使われている deep sounding method が有効であろうということになった。

堤防被覆材としてアスファルト・コンクリートがオランダ、日本で用いられているが、種々利点が考えられる。オランダでは石材がなくすべ輸入しなければならず、アスファルトは製油の際に得られ、良質の砂が手近に得られることから最も有利な被覆材料として考えられる。大規模な舗装機が使われ、その能力は 200 t/h であり、現場コストが 4300 円/t 程度であることが報告され注目された。なお、熱帯地域では気温が高く日射も激しいことから、アスファルト・コンクリートの使用に不安を持つ参加者もあったが、配合をよく研究すれば十分に使用できるであろうという結論になった。

干拓堤防について最も技術的に困難で費用のかかるのは、締切工事である。これについては、Background Paper にオランダなどの技術的経験に基づく計画、施工法について詳しく述べられているが、会議でも種々手法、段取りについて討議がなされた。結論としては、もし締切りに失敗した場合、再度締切りに莫大な費用を要することになるので、締切計画にあたっては十分に調査、研究を行なうことが必要であり、もし締切りにして経験が少なく、調査、研究するのに十分な時間のないときは、経験豊富な外国の技術者の指導を受けるのがよいという結論になった。

海岸堤防の維持の問題については、よい設計、注意深い施工、よい管理により費用を小さくすることができるが、維持費は十分にかけるべきであるという結論となった。次いで各国の維持費について報告が行なわれた。たとえば、日本では建設費の 0.1% 程度が年間維持費の標準であるが、オランダでは河川堤防では 180 000~220 000

写真-3 大和日機場にて印旛沼開発の説明を聞く一行



円/km/年、海岸堤防では平均 370 000 円/km/年であり、インドでは河川堤防に対し 100 000~150 000 円/km/年程度であることが報告された。

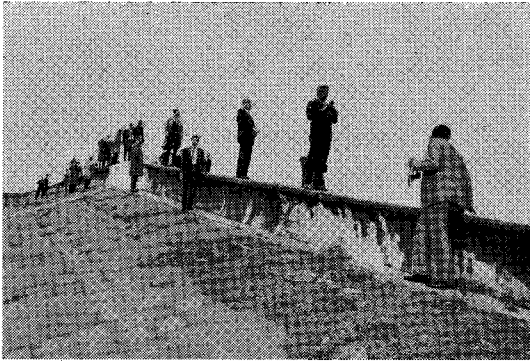
第 3 議題の埋立、干拓の問題については、ECAFE 地域で増加する人口を支え、経済発展をさせるためには新しい土地が農業用、工業用、住居用地として、また貯水池用地として必要になってきていることが一般的に認められ、埋立、干拓が地域開発の重要な問題となっていることが指摘され、この技術的諸問題について熱心な討議が行なわれた。

埋立、干拓予定地の土壌の種類、土地の標高、潮位、造成方法などにより堤防、排水方式などが影響を受けるので当然事前調査を十分にする必要があり、その要素ならびに方法について論議された。さらに、開発後の種々の影響の処理の問題、用水計画ならびに開発政策などについても討議が行なわれた。また、農地が自然氾濫により灌漑し、氾濫による土地の肥沃化を期待しているのが東南アジア農業の基本であるが、これでは低い生産性しか上げ得ず、氾濫を防止し用水供給による方式で人工肥料を与えることによらなければ高い生産性を上げることができないことが FAO より報告され、従来の東南アジア農業に批判が加えられた。

一般議論としては、東南アジア地域では気温、日照は米の二毛作あるいはそれ以上が期待できるのに、雨季と乾季とあるせいで現状では大部分の地域で一毛作しかできないが、地下水の利用によりこの地域で二毛作が可能であることについて、アメリカのセントラル・バレーの開発計画（ここでは全用水量の 30% が地下水に依存している）を例にして説明され、この地域の地下水開発の重要性について示唆された。

また、新たな干拓よりも現存する農地の再整備の方がより生産的であるとの議論もなされたが、干拓と現存農地の再開発とは同時に発展させるべきであるという結論に達した。すなわち、干拓適地としての決定条件としては経済性が重要な要素ではあるが、その他に社会的、政

写真-4 鍋田干拓地を見学する一行



治的な配慮も必要なので、経済面のみから割り切れないということである。例としてオランダのゾイデル海の干拓計画は BC 比が1以下であることが報告された。いずれにしても、開発計画をつくっていくのは非常に時間のかかることなので、干拓計画やその設計は十分に早い時期にスタートさせるべきであるという意見に一致したようである。

続いて各国の干拓、埋立の現況について説明があり、日本では米の生産過剰から農地としての干拓ではなく、工業用、居住地区としての埋立が主であることが報告され、台湾でも現在まで農地としての干拓が盛んに行なわれてきたが、最近では工業用地あるいは居住地区として干拓、埋立をすることに注意が向けられている。東パキスタンでは食糧増産のためにスダバン地方で潮汐で冠水する地帯の改良工事が行なわれており、南カリマタンとスマトラではジャワ島からの移民の定着地として湿地の開発が行なわれており、西マレーシアでは米作および果樹栽培のために海浜干拓が、シンガポールではカラシ河流域の干拓が居住地区造成のために、また、ジュロン湿地の開発が工業用水のために行なわれたことが報告された。

引き続き質問書の内容についての討議に入り、まず干拓の物理的ならびに経済的限界について各国の報告が行なわれた。この限界としては地盤の標高が最も重要な要因であり、スダバン地域では大潮と小潮の満潮面の平均の高さが最低限度と考えられており、インドネシアでは平均海面と満潮位との間が適地と考えられ、マレーシアでは平均海面より 4ft 以上の土地が適地であると考慮しており、自然環境条件と経済性の点で種々異なった限界であることが知らされた。

干拓の費用は種々の条件および防災の点からの安全度などにより大きく変わるけれども、次のようなものが各国で標準と考えられている。すなわち、ha あたりの単価が台湾では 144 万円、日本では農業用地として 252 万円、工業用地として 324 万円、住居用地として 7 200 万円、インドでは 15 万円、インドネシアでは 12 万円、

韓国では 137 万円、マレーシアでは農業用として 15~18 万円であり、オランダの Zuiderzee 計画では 151 万円であると報告された。

なお、比較的高い費用をかける割合には、干拓で造成された土地に吸収できる農業労働人口は少なく、労働力吸収には農業用干拓はあまり有利でないことが報告された。オランダでは最近の干拓では内部に水面を広く残し、この水面を農業用、工業用水源とし、さらに最近ではレクリエーションの場として利用する傾向になっていること、また新しい干拓地では農業よりは工業用地あるいは居住地区として利用されることが、いっそう激しくなっていることが報告された。

干拓地を真水の貯水池として使うことの可能性についても論ぜられた。アメリカでこのようにしてつくられた貯水池は、一般に浅く強い日照を受けるので蒸発損失が山間部の貯水池よりも大きく、もし山間部につくることができればその方が有利であると報告され、また海岸に掘り込んで築堤してつくられた河口貯水池についてオランダの経験が報告され、このような方法では、水の価格が他の一般的な方法による水の価格の 50~100% 高価であることが述べられた。また、日本の八郎潟、印旛沼、中海、長崎干拓、六角川、利根河口堰、小糸川の例が説明され、これらは主として農業用に用いられるが、価格は m^3 あたり 10~50 円ぐらいであり、これは他の多目的ダム計画で得られる水の価格とほぼ同じであり、河口貯水池の有望性について述べられた。

なお、土壌の問題についても熱心な討議が行なわれたが、ここでは省略させて頂く。

以上3議題の終わったのち、各国からあらかじめ提出された論文について討議が行なわれたが、許された紙数もないので、討議の内容は省略させて頂き、会議に提出された論文の題目だけを掲げる。

1. Reclamation and Development of Low-lying Coastal Lands in Ceylon (セイロン)
2. Procedures for Determining Sea-dike Cross-sections in the Tidal Lands of Taiwan (台湾)
3. Essential Data and Considerations for Closing the Final Gap of the Chiayi Polder in Taiwan (台湾)
4. Drainage of Clay Soils in the Estuary of the Charente River in Western France (フランス)
5. Some Deltaic Problems in India (インド)
6. Flood and Drainage Problems in the Krishna and Godavari Deltas with Special Reference to Kolleru Lake (インド)
7. Utilization and Development of Deltaic Areas in Indonesia (インドネシア)
8. Development Programme for the Lower Reaches of the Tjitanduj River (インドネシア)
9. Reclamation of the Barito-Kapuas Tidal Area in Kalimantan : Preliminary Investigation of the Canal Sys-

tem (インドネシア)

10. Design Considerations Concerning the Reclamation of Acid Peat Soils in Tidal Areas (インドネシア)
11. A Study of Change from Tidal Irrigation to Gravity Irrigation on Abadan Island in the Delta of the Arvandrud and Karun Rivers (イラン)
12. Hachiro-gata Impoldering Project (日本)
13. Comprehensive Development Plan for the Tone River (日本)
14. Ariake Sea Comprehensive Development Project (日本)
15. River Problems in Urban Areas of Japan (日本)
16. Outline of the Dong Jin Multipurpose Project (韓国)
17. Reclamation of Tidal Lands on the West Coast of West Malaysia (マレーシア)
18. Estuarine Management in the Western United States (アメリカ)
19. Salinity Control in the Deltaic Region of the Mekong River in Viet-Nam (メコン委員会)
20. Water and Soil Resource Development for Continuous Cropping in the Tropical Coastal Areas of Asia (FAO)

以上で全日程を終わり、11月13日に閉会式が行なわれ、報告書作成委員会のつくったシンポジウムの報告書が採択され、次の会議などについて討議され閉会となった。

4. 見学旅行

会議終了後、引き続いて11月14日から10日間の見学旅行が行なわれ、日本側の行き届いた準備により各参加者は十分日本の技術を見ることができ、同時に日本の急進的な発展、開発に感嘆し、彼らも努力次第で発展できるとの明るい希望を抱いて帰国して行き、十分な成

果があったと思われる。

おわりに

以上述べた会議、見学旅行を通じて、ECAFE地域の各国に対し日本の農業技術、土木技術に対して信頼を一段と高めることができ、またわが国の技術者には日本の置かれた技術的立場をいかにして着実に各国に対し遂行して行くかについて大いに考えさせる点において非常に有意義であったと思う。

なお、前回のシンポジウムに比して考えると、前回では欧米諸国がECAFE地域国に対して技術水準の優位さを誇示する傾向がなかったとはいきれないが、今回では開発途上国の身になって技術的指導をしようという空気があふれていたことは今回の会議をより有意義なものとした。このことは国際的情勢の変化に負う所が大きい、技術的援助の経験からの変化であるように思われた。

また、前回の時点から見て開発途上国の技術的水準は非常に向上している感を深くし、わが国の技術水準をいっそう高める努力をしなければならないことを痛感した。

以上簡単に会議について報告したが、より正確にまた詳細な内容については前回の会議については、すでにECAFEから公刊されているし、今回のものについても近いうちに公刊されるので、ご参照されることを希望致します。

最後に会議、見学旅行などの準備をされ、有意義に成功させるために努力された方々に参加者の一員として深く感謝致します。
(1970.1.24・受付)

土木学会誌“合本ファイル”

土木学会誌を整理していただくために合本ファイルを販売しております。1ファイルで半年分(6冊)とじることができます。ご希望の会員は代金に送料を添えお申込み下さい。下記のとおりなるべく一括した方が送料が安くなります。

記

体 裁 B5判・薄グリーン・クロス装、
ピン挿入式(株・テッサーの製造による)

定 価 150円

送 料 1部 100円 17部まで 200円
8部まで 160円 26部まで 240円

申 込 先 土木学会(東京都新宿区四谷1丁目
・振替東京 16828)

