技術移転手法事例研究

地域	アジア		分野	農林水産	
	タイ	0550		農業土木	301030

土木地質に関する専門家活動報告
(タ　イ)

個別派遣専門家活動報告シリーズ　—65—

昭和61年3月

国際協力事業団
国際協力総合研修所

技術移転手法事例研究

地域	アジア		分野	農林水産	
	タイ	0550		農業土木	301030

土木地質に関する専門家活動報告
(タ　イ)

個別派遣専門家活動報告シリーズ　—65—

専門家氏名：　宇野(ウノ)　一治(カズジ)
担当分野：　土木地質
派遣期間：　昭和56年12月8日～昭和60年3月31日
派遣国：　タイ
派遣機関：　農業共同省王室かんがい局

本シリーズは、国際協力総合研修所の調査研究活動の一環として実施している技術移転手法事例研究のうち個別派遣専門家の現地活動について、要請の背景、業務の範囲と内容、業務の達成と具体的成果及び技術移転手法の実際例をとりまとめたものである。

なお、作成に当っては、専門家本人による執筆原稿を統一的な記入要領に基づき多少加筆修正した。

目　　次

序　文 …… 1
1. 要請の内容と背景 …… 2
1.1　要請の背景 …… 2
1.2　要請の内容 …… 3
2. 業務の範囲と内容 …… 4
2.1　配属機関の概要 …… 4
2.2　要請に対する対応 …… 5
2.3　実施計画の方針 …… 6
3. 業務の達成と具体的成果 …… 7
3.1　項目別目標の設定 …… 7
3.2　具体的成果 …… 8
4. 技術移転の実際例 …… 9
4.1　地質技術者のためのダム調査の知識 …… 9
4.2　ダム基礎岩盤グラウチングの施工指針 …… 11
4.3　現場でおこった問題の解説 …… 12
4.4　その他 …… 15
5. 提　言 …… 18
5.1　後継専門家の派遣 …… 18
5.2　短期専門家の派遣 …… 18
5.3　地質技術者の土木技術研修 …… 18
5.4　岩盤検査規則の設定 …… 19

序　文

(1)　執筆者の略歴

１９１８年	山口県で生れる。
１９４７年	東北大学理学部岩石鉱物鉱床学教室を卒業する。
１９５０年	農林省に就職する。
１９７０年	カンボジア技術協力業務（ダム、地下水指導３ケ月）に派遣される。
１９７３年	フィリピン農業水利補強計画（地下水調査１ケ月）に派遣される。
１９７４年	インドネシア技術協力業務（土木地質調査指導６年間）に派遣される。
１９７７年	農林省を退職する。
１９８１年	タイ技術協力業務（土木地質調査指導３年４ケ月）に派遣される。
１９８５年	帰　国

農林省勤務中は土地改良、開拓、干拓等に関連する土木事業の計画調査、農業用地下水調査又地すべり、地盤沈下等防災関係の調査研究等について企画、指導、審査等を行っていた。

地質専門家としてタイに派遣されたが、専門職種は応用地質のなかの地質工学又は土木地質学の分野に属する。具体的に云うとダム、トンネル、橋梁、港湾等の建設、地下水開発等のために基盤地質を調査したり侵食、地すべり、地盤沈下等の原因、対策を究明する仕事であり、土木地質といった方がわかり易いであろう。参考までに私は科学技術庁の技術士試験では応用地質部門の試験委員であったこともあり、又私の学位論文は「八郎潟の土木地質学的研究」であった。

(2)　派遣前の学習および諸準備

派遣前研修をうけたが、英会話研修では５ランク中Ｃクラスに編入されていた。

土木地質についての一般的な参考文献資料等は一応準備携行した。現地での仕事の上で必要になった文献類はその都度日本から取り寄せた。

1. 要請の内容と背景

1.1 要請の背景

１９６２年に始まった第１次から第４次にいたるタイ国家経済社会開発計画の２０年間の生産平均生長率は年間平均８％で経済は著しい発達をとげた。国民総所得の配分は工業、製造業が１９％から２８％（１９６０～１９７６）まで伸びたが農業はその間４０％から２６％に減少している。しかも農業人口は依然として８３％（１９７９）を占めている。タイの工業化はそのための資本財輸入のみかえりとしての農産物の輸出の増大と農民所得の向上による国内消費需要の高まりが必要であるが、それが認識されて各種農村発展政策が計画の中に位置付けられたのは第３次計画以降であった。農業政策のインフラストラクチュア一面では耕地改善、かんがい整備、農地開発等があげられている。第５次国家経済社会開発計画は１９８２年度に開始されたが私が派遣された時期はこの計画の初年度にあたる。

コロンボプランによる専門家要請者は農業協同組合省、王室かんがい局である。タイ国農業の主体が稲作農業であり、かんがい（安定した農業用水の供給）が収量増大に支配的効果をもち、安定に重要な役割をはたすことを考えると王室かんがい局の占める位置は大きい。王室かんがい局の所掌業務は次のように規定されている。

- 水資源開発マスタープランの策定
- 地形、水文、水路測量、土壌及び地質、経済の調査
- 開発可能性調査の実施
- かんがい排水路システム、頭首工、ダム及びポンプシステムの設計及び建設
- 交通車輌、船舶、通信機器を含む（建設）機械の管理
- かんがい排水施設の維持管理

王室かんがい局の組織は所属する農業協同省１１局中とびぬけて大きく、予算は同省の約６０％（総額８６.５億バーツ、約８６５億円に相当、1982）職員数は約８万人で同省の過半数を占めている。かんがい局は中央に２２部をもち、地方に１２のかんがい地方事務所と１５の直轄工事事務所がある。極度の中央集中型であり、又民間関連企業が育っていないため直営工事、建設機械の官有、建設資材製造から技術者の育成まで行っている。

私の派遣とほぼ同時期にかんがい局へ、その業務推進に協力するため、国際協力事業団から４人のコロンボプラン専門家（農林水産省より出向）が派遣された。４人の配属された機関は局内２２部中事業計画部、設計部、管理運営部と私の配属された地質部とである。以後４人の専門家は緊密な連絡をとりながら仕事をしてゆくことになる。私の配属先地地質部については次節でのべる。

1.2　要請の内容

地質専門家としての私に対する、Ａ－１フォームによる要請業務内容は次のように要約される。

- ダムその他のかんがい施設等に対する地質調査基準および実施指導書を作成する。
- 各種かんがい関連事業について、その地質条件、築造物材料等の資料を収集し、現地調査を指導し、有用な勧告をする。

したがって、要請された業務内容は、かんがい局の所掌事業について計画、設計、施工、管理等にかかわる地質的業務についての技術移転、協力であると解釈される。

2. 業務の範囲と内容

2.1 配属機関の概要

私の配属された地質部は赴任当時、土壌および地質部Division of Soil and Geologyと称されていたが、後多少の組織変更と共に土木地質部Division of Geotechnicsと改名された。地質部は技術担当技師長所掌の事業計画部、測量部、水文部、設計部、試験研究部とならんでいる。

地質部の１９８２年度の予算は３６百万バーツ（約3億６千万円）である。職員数は正職員と常雇を合はせて４４５人である。

地質部は次の７課によって編成されている。

- 庶　務　課
- 地質調査課
- 土質調査課
- 土地分類課
- 地下水調査課
- 地質工事課
- 地質試験課

以上の課名によって地質部の所掌業務の大要は理解できる。やや詳しく説明すれば、地質調査課は事業地区の一般地質調査を行っているが、その調査のなかにはボーリング（試錐）も直営でやっている。１２の調査班をもち年間調査件数は２０～３０件。土質調査課は土質材料の調査を主とし、現場のサンプル採取は自力で行うが土質試験は試験研究部に委託している。５の調査班があり年間調査件数は４～５件。土地分類課は土壌調査を行ない事業地区の土地分類を行う。４調査班があり年間調査件数４～５件。地下水調査課は１の調査班と４の作井工事班をもち年間件数は４～５件。地質工事課はダムの基礎処理、トンネル岩盤の掘さく等を行う。５の工事班をもち年間件数は４～５件。地質試験課は地質試料の分析、鑑定、物理探査、航空写真の解析等を行う。

地資部の編成は以上のように分化しているが、その特徴は管理的性格の日本の官庁とことなり、現業的性格が強く加わり大きな組織になっている。このことは民間企業体の未発達なタイの産業構造のためである。

職員中正職員は１６４人で次のような職階に分かれている。

技師－地質　３６，　土木　４，　農業　３，　事務　１

技手－土木　７２，　機械３１，　電気　１，　事務　４

技工－機械　８，　電気　４

以上のうち、技師が大学卒に相当する。

地質部長が私の正式のカウンターパートであった。土木技術者であったが、私の業務についてはすべて部長の承認を得て遂行した。特別な反対意見も出されず制約されるようなことはなかった。私の助手としてのカウンターパートは地質試験課の技師でアジア工科大学出の修士であった。兼務という形だったのでフルタイムと云う訳にはゆかなかったが、有能誠実で公私にわたって私を助けてくれた。私の３年間の業務は彼に負うところが非常に多い。

2.2　要請に対する対頓

以上のような環境条件の下で申請された指導書の作成とか、現場の指導を具体的にどのように展開するかが赴任当初の問題であった。Ａ－１フォームを起案した地質調査課長と話しあったが、具体的な案はもっていず、土木と地質との境界的分野である土木地質技術を如何に育ててゆくかということを考えてほしいと言われるに止まった。

地質部の組織、活動状況等の聞きとりを行った後、部長の要請もあって、ダム関連の調査、工事現場を廻って現場状況を見、現場意見を聞いた。事業計画部設計部に派遣された農業土木専門家と同行することが多かった。結果として次のような印象をもった。

- 局内のたて割組織が強い。事業実施手順も分業的で一貫性を欠き、各部の横の連繋が弱い。特に、特殊専門家の多い地質部は他の土木部門から孤立しているようにさえ見える。極端にいえば地質部は他部の発注を受けて仕事をする請負企業のような立場に近いのではないかと感じた。
- そのため、地質部は一般に理学的な地質学の段階にとどまって、工学的な地質技術にまで進展していない。地質調査は単なる調査でなくて、設計施工に役立つ調査でなければならないという認識が不充分である。
- 地質部は事業予算の編成に参加せず、割当てられた予算で業務を行っている。したがって与えられた予算で、きめられた仕事量をこなせばよいという「親方日の丸」的な安易な考え方におち入りがちである。これは技術の経済性という因子の軽視に通じ、技術の改善、合理化又は仕事

に対する工夫への志向を妨げているのではないか。

- 地質技術の一般的水準は低い。本来の地質学の基礎知識も充分でなく、土木工学に対する理解も浅い。技術水準の向上のためには個々の技術者の意欲が推進力とならなければならないが、そのような意欲の持主は限られている。
- 現場従業員の意識も同様に現状満足的であるように見うけられる。職業意識の高揚のためには管理者側も配慮すべきである。
- タイの教育制度はほとんど日本の教育制度と同じである。しかし、その学力の点では一段低いような感じがする。英語の力も中央では私より遥かに上手な人も多いが、一般には私と同程度か低い人が多い。
- 実をいうと、派遣当初、タイには既に日本の最大ダム容量をこえる貯水池が多数あり、その最大なものは容量３０倍に近いことを知った。このような国に技術の移転などいうことが必要なのかどうか疑問を感じていたのであるが、これらの巨大事業への参加経験も、少なくとも地質部門については、組織又は外形的なものにとどまっていると感じた。

2.3 実施計画の方針

一般に技術移転に関し相手側のニーズに応じて業務を行うべきだと強調されているが、相手側の技術のなかで、今何が必要かということを見つけ出して提言することも必要であると思う。要請業務項目を考慮して、次のような基本的な考え方で業務計画をたてることにした。

- 土木関係の設計基準、施工指針、調査試験要領等を紹介することによって対象への認識を深かめさせる。
- その中で地質業務のしめるべき位置（目的、方法）を明確にさせる。
- それ等（主として日本の）技術基準指導書類は絶対的なものではなく、種々の問題を含み、新らしい基準（解釈、方法）が期待されている場合が多いことを認識させる。
- したがって、タイの技術環境に応じたタイ独自の標準指導書を作成する必要があり、それが地質部の仕事の一つの目標であることを自覚させる。
- 以上の技術的知識はタイ語で末端技術者にまで普及させなければならない。

3. 業務の達成と具体的成果

3.1 項目別目標の設定

赴任後半年経過して指導計画の私案をつくり、部長の承認を得た。その直後、関係各課長その他に集まってもらい説明討論の後決定した。項目別実施目標は次のとおりである。

A 「地質技術者のためのダム設計の知識」の作成

大学で学んだ地質学から、一歩進んでダム地質技術者として育ってゆくのに目標がはっきりしていない。地質技術者が土木技術者に協力すべき点、又そのために必要な予備知識といったようなものを示したいと思っている。

B 「ダム基礎のグラウチング指導書」の作成

当初、現場で最も多く質問をうけたのはグラウト施工に関する問題であった。地質工事課長の要請もあり、標準的方法を基礎知識としてもつことが、当面必要なことだと考えた。

C 現場でおこった問題の解説

現場で発生した個々の問題をとりあげるが、解答を与えるだけでなく、その問題を中心としてその対象、目的、基本理論、方法およびその方法のもつ問題点等を全体的に解説する。

ダム地質を中心とした項目設定になったが、地質部の根幹業務はダムに関連しているし、目的は技術水準向上のための考え方のサンプルを示すことであるので、地質部の業務全体を網羅するような設定は必要もないし又出来るものでもないと考えた。現場調査又は工事のため、ほとんどの地質部職員は出張が多く、一堂に集めて講義するような形は期待できなかった。私の技術移転業務はテキスト作成という形になった。

又、私にはタイ語の業務に関連したテキストが殆んどないということが技術向上のためには基本的な障害になっていると感じられた。現場業務の多い人達に英語の参考書を読めといっても無理だし、読みたいと思っても、該当する書物や報告をさがすことは更に難かしいだろう。私のテキスト類は地質部内でタイ語訳するように要請した。専門的なテキストの翻訳はやはり専門の知識をもっているものでなければ困難だし、翻訳する技術者は翻訳の過程でうるところが多い筈だと思っていた。案外スムースにはゆかなかった。

3.2 具体的成果

私の派遣任期は初め2年の予定であった。結局1年4ケ月延長して3年4ケ月になった。この原因は目標が大きすぎたこと、現場問題が多発して、その方に時間をとられたこと、又多分私自身の英語作文能力の低さによるものであろう。

項目別の実施状況とその成果の概要を示せば次のようになる。詳細については次節、業務と技術移転の実際例でのべる。

A　目　標：地質技術者のためのダム設計の知識：3年目実施

　○成　果：地質技術者のためのダム調査の知識：A4版タイプ156頁

B　目　標：ダム基礎のグラウチング指導書：1～2年目実施

　○成　果：ダムの基礎岩盤のグラウチング施工指針：A4版タイプ99頁

C　現場で起った問題の解説

　C－1　メクワンおよびメンガットダムの視察報告：1年目実施

△C－2　機能不良ダムの補修：1年目実施

　C－3　クラシオダムの堤頂沈下：1年目実施

　C－4　減圧井（プレッシヤー、リリフウエル：1年目実施

　C－5　年次報告：2年目実施

○C－6　土木地質調査における屈折法弾性波探査の計画調査に関する要綱：2年目実施

　C－7　地震波探査の調査費積算：2年目実施

　C－8　岩盤分類の予備知識：2年目実施

○C－9　ダム設計における地震：2年目実施

　C－10　プケット水資源計画、ダム地質調査報告：2年目実施

　C－11　ダイヤモンドビット：3年目実施

　C－12　年次報告：3年目実施

○C－13　ルヂオンテスト施工指針（案）とその参考資料：3年目実施

○C－14　野外透水試験の理論と実施：3年目実施

○C－15　標準貫入試験法とその実施と応用：実施3年目

以上のうちタイ語訳の完了したものには○印をつけた。部分訳は△印でしめした。タイ訳されたものは部内配布、タイ語訳されていないものは各課長まで配布。Cグループのは A4版タイプ合計253頁。

4. 技術移転の実際例

前述の通り業務をテキストの形式にして配布することにしたので、その実施経過についてのべる。

4.1 『地質技術者のためのダム調査の知識』(A)

業務計画をたてた当初の趣旨は次のようなものであった。

- 地質技術者が純科学としての地質学の領域にとどまっていては土木工学の要求にこたえることは出来ない。又地質技術者が自から基礎処理工事を指導する場合にも、仕様書にしたがうだけの単なる工事請負人としてとどまるべきではない。
- 地質技術者はダムプロジェクトのなかで、土木技術者から期待されている役割を認識することが必要であろう。
- 表題はダム設計の知識となっているが、内容は設計者に要求されるような詳細な計算手法までとりあげる積りはなく、又それは私の出来ることでもない。地質がダム事業の計画、調査、設計、管理の面とどのようなかかわりあいを持っていることを示す、ということに重点を置きたい。
- 主に「日本農林省：ダム設計基準」に拠るつもりであるが、地質技術者がプロジェクトの筋書を理解し、地質と土木の間の境界領域が現在どのような状態にあるか知ってもらいたい。又土木の初歩的な概念についても説明したい。
- 「日本大ダム会議：ダム基礎地質調査基準」も既に公刊されているが、これは、その性格上、土木とのかかわりあいについては殆んど記載がないので参考にとどめる。
- タイ自身の技術、又はタイに適応した技術の開発が叫ばれている。将来、タイのダム設計基準の制定が計画される時、この解説が一つの参考資料となることを願っている。

ある時、ダム地質図の成果品について助言したところ、そこまで行っては、設計者の領域を冒すことになるという意見が出たことがあったが、設計者が必要としている地質資料は、一般的な地質資料では不充分であるという認識にまでいたっていない段階にある技術者が少なくないのである。私にとってこの目標業務は本命であって、これが完成すれば、2年間派遣の任務も略は

たせると思っていた。しかし初年度から手をつけたものは、B「グラウチング指導書」であって、この「ダム設計の知識」を目次順にしたがって書き始めるようになったのは、任期延長になった3年目からであった。最初企画した目次は計画、調査、設計、施工、管理であったが、時間的余裕がなく結局「ダム設計の知識」は「ダム調査の知識」と改称せざるを得なかった。

内容はダム事業の一般知識、計画、調査（地形調査、地質調査、材料調査）である。地形調査の項までは前記「設計基準」に注釈、補遺、削除等をおこなったが地質調査、材料調査の項はまるっきり「基準」の翻訳だけになった。それでも帰国数日前までかかり、最後の部分は原稿のまゝタイプなしで提出した。各項目の書き終る毎に提出していたので、帰国後、整理、まとめ、コピーしたものが地質部から送られてきた。タイ語訳も以前から、手分けして翻訳するようになっていたので、既に終了しているであろう。いずれにせよ、羊頭を掲げて狗肉を売ることになってしまったのは甚だ遺憾である。

しかしながら、C「現場で起った問題」の成果品としてあげてあるもののなかの多くはA「ダム設計の知識」のなかに編入することを意図して書かれたものである。例えば、C－9「ダム設計における地震」はA「ダム設計の知識」中設計の章のなかに、C－2「機能不良ダムの補修」は管理の章のなかに述べられる筈であったが、そこまで進捗しなかった。

「ダム設計における地震」は地質調査課長の要請にこたえたものである。タイ発電公社の地質課から、あるダムの設計震度に対する検討を依頼されたので、その予測の方法を解説してもらいたいということであった。日本では予測設計震度は地域別に規定されているので、普通の場合はそれをそのまゝ使うことが多く、あまり問題にしていなかった。タイのようなところでは設計震度決定の方法が必要となり、私は日本から地震の参考書をとりよせて勉強しなければならなかった。又地質技術者にはダムおよびその基盤に及ぼす地震の影響についても解説しておかねばならない。

解説内容は地震のダムへの影響、震度、観測、耐震設計とした。地質調査課長はこれをタイ語訳して部内に配布した。後、国土開発と地質論文集（チュラロンコン大学地質科20周年紀念ゼミナー）に発表した。その掲載論文中タイ語で発表された論文はこれだけであった。

又、「機能不良ダムの補修」はある竣工したダムにおこった堤体異常について意見をきかれたことがあった。既往の調査、設計、施工の資料を見せて

くれるように頼んだが、現地にダムの管理事務所があるにもかゝわらず資料（タイ語）が十分見つからない。資料の集まらないのは、資料の保存整理の不十分又資料散逸もあるであろうが、原因究明のためにいかなる資料が有用、必要であるかを理解していないためではないかと感じた。結局、既設ダムの堤体異常を含む機能不良現象に対する全体像を知らせる必要があると思って「機能不良ダムの補修」を書いた。

これは機能不良の原因、調査方法、対策の３章からなる。そのうち原因、調査の章はカウンターパートの手によってタイ語訳され部内外に配布された。後日、地質学会ニュースレター、王室かんがい局１９８２年報に発表された。これに関連して資料の蓄積、観測機器の整備を勧告した「クラシオダムの堤頂沈下」、同ダムに設置してある揚圧力排除機構を解説した「減圧井（リリーフウエル）」を書いた。

4.2　ダム基礎岩盤グラウチングの施工指針

グラウチングというのは、劣悪な基礎岩盤を改良するためボーリングによって岩盤に孔をあけ、その孔を通してセメント液その他を圧力注入する技術である。ダムの場合は基礎の支持力の増強と浸透水の防止を主な目的として行われ、最も普通に行われている基礎処理技術である。ダムの施工現場にゆくと必ずその説明をうけ質問にあう。私はグラウチングの現場技術者ではなく、地質技術者として工事を計画し、施工結果をチエックするような経験しかない。しかし現場担当者の説明をきいても肝心の施工記録やそのまとめが整理されていない。タイの巨大ダム基礎処理の経験は単にグラウチング作業を行う運転技術者の技能だけに終ってしまって、工事に従事する現場技術者の判断的な知識がかけているのではないかと感じた。

この対策として私は「日本土木学会：ダム基礎岩盤グラウチングの施工指針」の翻訳を選んだ。日本においても、ダム基礎グラウチングについては従来から多くの考え方があって統一されていない現状のなかで、種々の考え方も出来るだけ併記しながら基本かつ一般的な事項について述べてある、この「指針」は、グラウチングの全体像を理解するのに最適の指導書であると考えたのである。内容は、グラウチングの目的、計画調査、施工、コンソリデーショングラウト、カーテングラウトに分かれている。

初めのうちは上記「指針」中に土質工学や岩盤力学の術語が多く出てくる

ので初歩的な解説をつけ加えたが、あまりにタイ語訳の方が進捗しないので、一体こういうテキストを作っても、それを読んでくれるのかどうかと、やゝ失望して中途でやめた。

上記「指針」の英訳は約1年かゝって終了した。地質工事課長（グラウチング担当）は、私の赴任当時班長であった。タイ語への翻訳は自分でやるからといって、私に「指針」の早期翻訳を促していたが、外国研修についで課長に昇格した。一般にタイでは、管理職が多くの仕事をかかえこんで職員に分担させるということがない。課長は極めて多忙でタイ語訳はほとんど進まなかった。私の英訳が全部終了した後、課長のタイ語訳は無理だから職員に分担して訳させることを勧めた。タイ語訳に従事してくれたのはグラウチングの5～8年位の経験者であったが、そのタイ語訳が一応終った後、課長は訳が不正確ではないかと心配して、そのチエックをカウンターパートに依頼した。結局、タイ語訳は私の帰国時には完了して一部は印刷に廻されていた。タイ語のわからない私には、訳された内容が適正なものかどうか判断できない。しかし彼等が座右の読みものとして使ってくれて、そのなかで理解できないところ、納得のいかないところは、自発的に研究批判する意欲をもつにいたることを期待している。

4.3 現場でおこった問題の解説

(1) 年 次 報 告

メクワンおよびメンガットダム視察報告、プケット水資源計画ダム地質調査報告、アングヒンダムの地質雑感は出張したダムについての所見を個々にまとめたものである。そのほか多数のダムを見せてもらったが、その都度報告を書くのもわずらわしく、断片的記載になって書きにくい点もあったので、年次報告（2年目）にまとめた。これは私の業務進捗状況と共に、ダム位置の選択、ボーリング計画のたて方、施工中の地質調査の重要性、ダム岩盤分類の規格化、物理探査導入の必要性の項目に分け視察したダムを例として説明して個別報告に代えた。尚年次報告（3年目）は2年目の業務進捗状況と、次年度の新業務計画について報告してある。

(2) 土木地質調査における屈折法弾性波探査の計画調査に関する要綱

赴任後しばらくして、地質部に国際協力事業団から派遣された調査団が携行してきた弾性波探査機一式が供与されていることを聞かされた。たま

たま国際協力事業団の新規調査のなかに弾性波探査を含ませるという話があった。もともと地質部のような大きな地質調査組織が弾性波探査の技術をもたないのはおかしいと思ってその導入を勧めていたので、調査団の専門家に指導してもらって実習するのによい機会だと考えた。それにしても、基礎的な知識はあらかじめ持っていなければ効果はないので、日本物理探鉱技術協会による上記「要綱」を最も実際的な入門書として翻訳することを思いたった。その契機となった前記調査のなかで弾性波探査は見送られ、指導をうける機会は失われたが、地質試験課内に弾性波探査班が組織され、かんがい局単独のダム調査に参加するようになって色々と単純な失敗を繰り返している。

弾性波探査というのは、ダイナマイトの爆破（又は地震）によって発生する弾性波の伝播を地表の測線上で観測して、地下の岩石、地層等の分布状態を解明しようとするものである。ダム調査の場合、基礎岩盤の状態を推定することが出来る。私は勿論のことであるが、一般物理探査の専門家といえども、土木調査を目的とした屈折波探査については、多年の経験をもった人でなければ、完全な指導をすることはできない。さいわいにして、その後、他の調査団に土木地質専門の探査技術者が参加していたのでその指導をうけることができたが、技術をのばすためには自分で体験し、工夫してゆくほかにないということを覚ってくれればよいと思っている。

上記「要綱」の内容は目的、測線計画、受振点及び起震点、起震方法、調査計画例である。早速タイ語訳されて部内外に配布された。

尚、調査費計算のため「日本全国地質調査業協会連合会：全国標準積算資料」中の弾性波（地震）探査の項を英訳して提出した。

又、前記「要綱」では現場業務が中心になっているので、別に内業に必要な解折方法を紹介する必要があった。私が日本文献を翻訳する余裕がなかったので、とりあえず「ドルブリン：物理探査入門」中の弾性波屈折法の章を、鉱物資源局の技術者に依頼してタイ語訳をしてもらった。まだ印刷にまでいたっていないようである。

(3) ルヂオンテスト施工指針（案）とその参考資料、野外透水試験の理論と実施、標準貫入試験法とその実施と応用

ダムのボーリング調査で基盤の透水性と強度とは最も重要な試験項目である。ルヂオンテストでは岩盤の透水性、野外透水試験では土砂層の透水

性、標準貫入試験では土砂層の強度が求められる。土木地質調査のためのボーリングでこれ等の試験を行なわないものは殆んどない。

初めの出だしは、ルヂオンテストの試験結果の解折および解釈に対する疑問であった。今迄無数といってよい位の試験をおこないながら、簡単に記載された標準試験方法にしたがって事足れりと思っていたのだが、もう一歩原理にさかのぼって考えようという段階にきたということであろう。

「建設省：ルヂオンテストの施工指針（案）」を翻訳すると共に関連文献の紹介をおこなった。指針が必ずしも総べての場合に適合するとは限らず、将来にわたって検討を重ねてゆく必要があること、そのためには試験値がどのような条件下で得られ、それが何に使われるかを理解し、各現場で最も有効な試験値を得るように努力しなければならないことを強調した。

このような外見上簡単な現場技術の問題は一般的な話題より関心をひくらしくすぐタイ語訳されて部内に流された。この機を逸することのないように、続けて「野外透水試験」を書いた。これにはルヂオンテストの一般地中透水理論のなかにおいての位置づけを含め、土質力学、地下水学等で行われている各種透水試験方法とその実施に対する注意事項が書かれている。

続いて「標準貫入試験」をとりあげた。その内容はサウンディング、日本標準規格試験、試験値の検討補正、試験値の力学的性質との相関性である。試験値が対象の物性、試験の実施方法等によって異ってくるので、すべての試験は慎重に配慮されなければならないことを強調した。

以上の各試験の解説も「ダム設計の知識」に編入するべく書いたのであるが、編入の余裕がなかった。しかし独立したテキストとしても十分役に立つものと思っている。

(4) 岩盤分類の予備知識

ダム岩盤を土木学的な評価によって分類し、設計者に理解しやすいようなダム基盤地質調査団をつくることは、土木と地質の境界領域を埋めるという点で重要なことである。しかし世界で多くの試案が提出されているのが現状である。以前、私は日本で長い間使はれていた田中の肉眼的感覚的分類法を示して、これで地質図を作成するよう指示したことがあったが成果品はえられなかった。一部のものは本来の地質図作成の基礎もできていないという感じをもった。

カウンターパートが大学の卒業論文で取扱っかったビニアウスキーの、

ＲＭＲ法をあるダムに適用するにあたって、他の職員にも実習させることになった。ＲＭＲ法は簡単な試験を加えた定量的分類法である。岩盤力学、土質力学の基礎知識がなければ理解できる筈はなく、その知識をほとんど持っていないこともはっきりしているので入門的な解説をかくことにした。

岩盤分類の予備知識の内容は分類の必要性、分類例、分類に使用されている術語の解説、最後に岩の破壊理論の紹介である。完成が実習に間にあわなかった。又タイ語訳もされなかったので、配布は課長級に止まった。

ダム岩盤分類の成果品は級別にした結果を表にして示しただけで、試験位置も図上に示されず、分類を露頭全体に敷衍してもなかった。地質と力学のカテゴリーがまだ完全に分離した形でしか考えられていないという事がはっきりしたような気がした。

(5) ダイヤモンドビット

ダイヤモンドビットと云うのはボーリング調査で、回転するボーリング桿の先端につける、ダイヤモンドを装着した刃先（錐）である。ここの地質部では軟弱な土層はハンドオーガー（手動作孔機）で孔を掘り、これで掘れない地層、岩石はすべてダイヤモンドビットを使って作孔している。日本では殆んどのボーリングで特殊合金をとりつけたメタルクラウン（ビット）を使っているので、私のダイヤモンドビットの知識は少ない。自分のためにダイヤモンドに就いてまとめた。内容はダイヤモンドビットの種類、適用性、選択条件、使用法等である。提出にあたって、この様な形でボーリング技術全体についてのハンドブックを作成したらどうかという示唆もつけ加えた。

4.4 その他

以上業務の実際例として、私の主な報文、報告について、その作成経緯や内容について述べたが、次に派遣中に遭遇した技術環境の種々の様相の実例又は印象を、順序不同ではあるが、つけ加えたい。

－ 前節でダイヤモンドビットのことについて書いたが、実は何故ダイヤモンドビットだけを使うのかという疑問が当初からあった。日本国内ではダイヤモンドビットはメタルクラウンより遥かに高価である。ダイヤモンドビットは非常に硬質の岩とか特殊の地層の時だけ使かわれている。ダイヤモンドビットだけ使うようなことになれば企業の採算はとれないとボーリ

ングの専門家はいっていた。ダイヤモンドビットだけの使用はタイ技術の二つの側面を示しているように思われた。一つはボーリング工事が官庁の直営のため、経済的なコスト低下への配慮が足りない。コスト低下が技術の一つの目標であることが意識されていない。もう一つはボーリング機械や器具類は総べて輸入である。業者は高価なものを売込んだ方が利潤が大きい。あえて低価格のものをすすめることはないであろう。

- 私と一諸に出張、案内してくれた地質技師が、必携品だと私達が思っている、岩石を採取するための地質ハンマーも、地層の方向をはかるためのクリノメーターも、地図も携行していないのに驚ろかされた。日本ではこれ等の道具は大学にはいった時強制的に買わされる。タイでは大学の備品になっていて、借り出して現地調査をする。日本の大学生よりタイの大学生の方が金持の息子が多いのにと思う。役所でもこれ等は備品になって、しかも古参者の私有のようになっていて、新参者は不自由する。タイでは自分の使う機械や道具に対する職業意識が日本と違っていると思う。それは学校出の技術者はホワイカラー的な意識が強いためかもしれない。そしてそれは一般社会意識のせいかもしれない。
- 役所の備品になっている上記地質ハンマーもコンパスも、総て外国の輸入品である。ハンマーはステンレスで柄のところには革がまいてある。私の使っている地質ハンマーは木の柄のついた金鎚である。測量用のコンパスの代りにクリノメーター（日本人の発明だと聞いている。大工の水準器に磁石をはめこんだような単純な道具である）を使っている。何故輸入せずにタイの国内で作らせようとしないのか。まだそうするまでの意識的余裕がないのか。
- タイ派遣滞在中、貿易赤字等に端を発して排日的な新聞論調やデモが見られた。なぜ日本品を買うのかと聞くと、日本品が良いからだという返事が帰ってくる。国産品の水準をあげるためには先端技術の輸入などあまり意味ないのではないかと思う。
- 先端技術という言葉が技術向上の目標にかかげられることが多い。新らしい設計や機械、学説等が研修の対象になる。それはそれでいいが徒花になるおそれがある。タイの人達は日本人にくらべて、外国に研修にゆく機会が遥かに多い。おそらく彼等が持ってかえるもののなかには装飾的知識になってしまうものが多いのではないか。現代やっている仕事を合理的効

果的に高めることを問題にしなければならない。

- あるダム調査で、ボーリングが基盤まで達せず、基盤岩石の形状が解明されないまゝ設計の方に送られたことがあった。このような例はほかにもあったので、ボーリング計画をたてる前に電気探査を行って基盤の概形を推定することをすゝめた。実行されなかった。私も忙がしかったのでついうかうかしていたが、こんな場合、私だけでも電気探査をやって、その結果を示して、新らしい方法を納得させるというような指導も必要であったと、今思えば心残りである。
- ある露頭（岩石が地表に表はれている場所）が非常に少ないダム調査地点で、人力で表土を取去ってその下の地層を観察することをすすめた。その報告を読んで、我々はハンドオーガーを持っていないから出来ないといってきた。私は安い人夫賃とスコップや鍬を考えていたのである。人々は技術といえば機械と考える思考パターンを持っているのではないかと思った。
- ダム設計課長から、あるダムの地質縦断図を見せられ、その基礎処理をどうするか意見をきかれたことがあった。

  見れば川の左岸に２０ｍ厚さの段丘推積が１Km続いている。どんな方法をとってもこれを処理するには莫大な金がかゝる。私は新らしく経済的なダムの位置をさがし直すべきだと答えた。ところがタイでは、地形が適しておれば、そこにダムを作ってできるだけ一杯貯まるようにする。１年でたまらなかったら２～３年かかって貯まってもよいという。ダムの経済性をどう考えるのかと驚ろかされた。こゝではダムの地質調査は基礎処理のデザインのための資料である。こゝではまだダム位置選定のための地質調査は必要でないらしい。
- 地質部長が替った時、新部長が私に「地質技術者はそれぞれ異った意見をもっていることが多い。私はそれを知っている。しかし遠慮せず意見はどんどんいってください」と云った。地方にいっても事務所で簡単な説明をきかされ、数時間現場を見せられた後、きまって「何か御意見はございませんか」と聞かれる。土木技術者は地質技術者を予言者的性格をもっているように考えているらしい。地質調査はできる限り多くの観察と試験を積み重ねた資料群からの帰納であることを心懸けるべきである。

5. 提　言

以上、おおむね「報告執筆要領」の項目順にのべたが、総括すれば私が選んだ協力の目標は技術改良の必要性を認識させることであった。そのためダム地質の調査技術を対象として選んだ。方法としてはそれを構成する日本の各種部分技術を情報として与えることによって、技術に対する意識変換の促進を企図した。具体的には技術教科書類の作成の形をとり、そのうちの半数はタイ語で読むことができ普及に便利な形になった。もともと現状満足的な意識から、技術導入改善への意欲というような精神的変化は、おいそれと定着するようなものではない。しかし、私の書いたものをタイ語訳する積極性もあり、所謂先進技術というようなものにも興味をもっている。将来の彼等に期待したい。

5.1　後継専門家の派遣

私の目標とした「地質技術者のためのダム設計の知識」の完成、現在日本の関連施工基準類の紹介、又は現場問題の具体的処理方法の指導等を通じて、将来への正しい軌道にのせ、技術向上を加速するため、尚数年間、私の後継専門家の派遣を望む。

5.2　短期専門家の派遣

土木地質は現場に直結し、多くの専門職種に分かれていて、専門家は現場業務の詳細については未経験のことがある。1人の専門家によって総てを指導することは不可能である。長期派遣専門家を補助するため、必要に応じて短期専門家（例えば物理探査、ボーリング、グラウチング等）が派遣できるような制度が望ましい。

5.3　地質技術者の土木技術研究

これは王室かんがい局への要望である。一般に地質技術者にとって業務に必要な関係土木分野の文献を選択入手することは困難なことである。最近発足した「かんがい技術センター」には設計基準開発部門も設けられているが、地質部からも出向させ、設計の勉強をさせると共に、地質に関連する事項は地質部にもち帰って、部内に情報を流すことができるような形がとられることを希望する。

5.4　岩盤検査規則の設定

上と同じく王室かんがい局への要望である。岩盤検査というのは日本の河川堰堤規則中の1頁であるが、ダムの基礎掘さくが終って岩盤が表面をあらわした時、土木技術者と共に地質技術者が岩盤状況、工学的性質を観察し、基礎処理計画を再検討することが決められている。地質技術者にとっては、地質調査の設計施工との連結点を自覚し、技術の反省をするのに、かくことのできない機会である。

こういう機会が与えられないと土木技術者にとって役に立つような地質技術者は養成されない。局内で岩盤検査を規制化することを希望する。

JICA