

技術移転手法事例研究

地	ア	シ	ア	分	鉱	工	業
域	スリランカ	0520	野	機械工業	402040		

鑄造に関する専門家活動報告

(スリランカ)

個別派遣専門家活動報告シリーズ — 30 —

昭和60年3月

国際協力事業団
国際協力総合研修所



総 研
J R
85 - 4

技術移転手法事例研究

地 域	ア ジ ア	分 野	鋳 工 業
スリランカ	0520	機械工業	402040

JICA LIBRARY



1026659[1]

鑄造に関する専門家活動報告 (スリランカ)

個別派遣専門家活動報告シリーズ ー 30 ー

専門家氏名： イロブチ ヒデオ 岩 瀨 秀 男

担 当 分 野： 鑄 造

派 遣 期 間： 昭和57年9月10日～昭和58年9月9日

派 遣 国： スリランカ

派 遣 機 関： 政府工場

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。

国際協力事業団	
受入 月日 '85. 9. 13	120
登録No. 11906	66.6
	11C

目 次

序 文

1. 要請の内容と協力の背景	1
2. 業務項目別達成及び具体的成果	3
3. 業務と技術移転の具体的実際例	4
3.1 キューボラ溶解作業とキューボラ構造の改善を含めての 全溶解工程	4
3.2 造型法とそれに使用する砂	6
3.3 中子造型法とそれに使用する砂	10
3.4 模型とダイス	10
4. 提 言	12

序 文

1944年

秋田鉱山専門学校冶金科卒業。

1945～1963年

東京鑄造所に勤務。鑄鉄鑄物、鑄鋼、球状黒鉛鑄鉄鑄物の非量産、量産に従事。この間日本鑄物協会NK鑄物砂試験法（後JIS規格）制定委員補助、強靱鑄鉄協会粘結剤委員として鑄物、砂、粘結剤の調査、試験法の研究に従事。

1953～1956年

日本大学短期二期工業化学科卒。強化樹脂の試作に従事。

1963～1981年

東菱機工（現東北三菱自動車部品工業）に出向。自動車鑄物の量産、及びその合理化に従事。

1981年

APO派遣専門家として、パキスタン国営自動車（PACO）において鑄物技術指導。

1981～1982年

山川鑄工他で高周波誘導炉による鑄鉄及び高合金鑄鉄の製造指導に従事。

1982～1983年

スリランカ政府工場派遣専門家

1. 要請の内容と協力の背景

A1フォームによる要請内容は、スリランカの政府工場（Government Factory）での鑄造技術の改善のための指導とのことであった。要請内容が、漠然とし範囲も広く重点が明らかでなく、又重点項目によっては必要とされる器具設備もあると考えられたので、先方の現状と希望をもっと詳しく報らせる様、再三スリランカ政府に要求した。しかしながら質問の主旨が通じないのか、先方に何か事情あってか、回答は皆無であった。

出発直前コークスメーカー社から「コークスの輸出を行っているがその量と質から相当な質と量の鑄物生産をやっているらしい」との漠然とした情報が得られた。そこで先輩、友人に挨拶、事情説明の際派遣後の協力を依頼した。

コロンボに到着赴任の挨拶後政府工場に行った処、先方最高責任者（所内ではDirector、公的にはChief Engineer）は机上に西独のジョージフィッシャー社の型録を置いて、これらを設置したいとの希望を述べた。同社は世界的に名の通った会社であり、特に同社の造型機は、日本でも設置した工場もあり、先年パキスタンで指導した工場にも造型機3台稼動中であったので、設備そのものには反対はないがその前に調べることがあるとその場で回答した。

工場現場を案内して貰うと、一応作業はやっているが、一見して製品の質、設備の旧さ、特に維持管理の悪さには呆然とした。例えば設備の旧さでは、各種溶解材料で作業床へあげる起重機は1904年製のスチームエンジンが動力であり、維持管理の悪さでは、工場内の運搬用の起重機の動力は電気だが、二基の中の一基は故障したモーターを取外し手巻きで稼動しているという状態であった。製品はこれが製品かと質問して苦笑された位であった。

これでは指導の重点を何にするかとの質問に回答ない筈で、全工程をしかも相当念入りにやる必要があるのは確実に与えられた条件での業務完了は不可能に思えた。とにかく全力をつくしてやれるところまでやって、その後はカウンターパート他に引継ぐまでと気を取り直した。また一方では基礎的技術習得等の前提条件を整備せずに設備してもそれが期待程稼動しないであろうが、それでも彼等が新設備をしたいと考える心情にはそ

の設備の旧さから考えて同情出来た。

全工場長ともいえる立場にあるワークマネジャーは日本留学の経験（通算4年）もあったので、彼と鑄造関係のアシスタントマネジャーであるカウンターパートを対象に溶解造型法全般の改良を行いながら、将来の計画のあり方についても指導することとし、特に設備保守維持能力を向上させることに着手することとした。

着任後一ヶ月程してから

- (1) キューボラ溶解作業（キューボラ構造の改善を含めての全溶解工程）
- (2) 造型法とそれに使用する砂
- (3) 中子造型法とそれに使用する砂
- (4) 模型とダイス

についてその都度の助言だけでなく、最終的に将来計画を含めての助言が欲しいとワークマネジャーを通じてディレクターからの申し出があった。将来計画を含めての意見となれば政府工場が量産、非量産のどちらを志向するかの指示があれば計画策定は単純化される。従って、私見であることを前提に、この工場の現状から見て後者で出発して前者へ進むがよいと思う、と述べたが、「それには政府の決定が必要なので時間を要する。暫く待つて欲しい」との回答であった。政府の決定には一ヶ月以上は要するらしいので、若干の無駄はあるかもしれないが、取敢えず非量産の方向で技術の基礎固めをし、その後量産方向が必要ならそれを附加するという計画にした。ワークマネジャーからは必要な材料は何とか都合つけるが、輸入には長時間必要なので出来るだけ国内材料で検討して欲しいとの希望の申し出もあった。

2. 業務項目別達成及び具体的成果

派遣期間中に指導実施した業務項目及び項目別の成果については、以下のとおりである。

- (1) キューボラ溶解作業とキューボラ構造改善を含めた全溶解工程
 - (イ) キューボラ構造寸法の調査
 - (ロ) キューボラ標準寸法を含めた溶解作業の基礎に関する作業者への英文テキスト二部作成
 - (ハ) 溶解作業の修整二項目（床込コークス、追加コーク量の決定、地金装入量の決定）
 - (ニ) キューボラ溶解に関する一般テキスト作成
 - (ホ) スライド撮影器と英文シナリオ付フィルム寄贈
- (2) 造型法とそれに使用する砂
 - (イ) 関係使用材料調査とそれによる使用テスト
 - (ロ) 造型作業方法の決定
 - (ハ) 造型法のフィルムとその英文シナリオ作成
- (3) 中子造型法とそれに使用する砂
 - (イ) 中子造型法の指導とその中子の鑄込実施
 - (ロ) 使用する砂の決定と中子の鑄込テスト
- (4) 模型とダイス
 - (イ) 作業標準作成
 - (ロ) テキスト作成

3. 業務と技術移転の具体的実際例

援助指導要請のあった四項目については、受け入れ側に混乱の生じる点はあるが、二～三項目を同時平行して実施することも止むを得ないと結論した。やり方だけ理解すればあとは後継者の意志と努力で実施可能であろうと判断したためである。

3.1 キューボラ溶解作業（キューボラ構造の改善を含めての全溶解工程）

キューボラの構造については先づ現在品の寸法を調査した。保管してあるという図面を探して提出する様要請した。倉庫（一部屋）に積んである中から探し出すのは大変な作業であった。書類は沢山あるが、保管が不良むしろ保管でなく積み込み作業をしているだけと思えた。（出発前の要請に対し回答なかったのは、この辺にも理由があるように思えた。）

キューボラ溶解に使用しているコークスは、出発前情報を入手した如く良質なものであった。風量風圧は、送風機の仕様書もなく計器もないので詳細は知り得ない。不安は残るが英国標準で設備したとの意見に従って問題ない、としてスタートすることにした。構造寸法は日本の標準と大差がない。そこで基礎になった英国標準は概ね誤りないと考えてよいと結論した。しかし、それにしてはその結果の溶湯の温度が低いので、操業法が悪いと結論せざるを得なかった。操業法も英国標準だとのことであったが、現場で実際に調査したところ装入している金属材料の管理の一步である大きさを揃えること、秤量することが全く行われていないことが判明した。

日本でも四十年前秤量させることに苦労したが、それでも日本の場合には大きさを揃えてあったので、容積で大体的見当をつけることが出来た。しかしながら両方ともやっていないとすれば無統制無管理作業であり、結果がその時次第となるのは当然であった。新しい設備の導入を希望したのは、それにより管理し得ると考えたものかと思料された。保管してあるという秤を見てさらに驚いたことは、左右にざるをぶらさげた天坪であったことである。片側に泥まみれの分銅をのせ、もう一方に材料をのせてバランスを取るだけだ。バランス中に「ざる」がひっかかっているでも大丈夫、のせればよい式の形式的作業だけであり、作業の精密さを

図ろうとしても分銅が一種類なので過大過少の時、重量の調整が不能であった。従って、トラック用の台車秤を利用して標準分銅を揃えた。

材料過大なものは割る必要があるが、それには必要なハンマーがない。ハンマーがあっても体力がない。木材を割る時でも斧があるが、その斧を振り続ける体力のある者が少ない。割る時楔を利用して体力を節約する工夫がない。これでは肉厚のもの、形状大なるものは、ハンマーによる破砕作業も出来ない。このため機械による切断を止むを得ず実施した。

通常大きさの標準は、キューボラ内径の $1/5 \sim 1/10$ とあるが、なるべく $1/4$ 以内と譲歩する。これらを嚴重にやるにはソ連の援助で完成した再生銑を使用しなければならぬ。それには成分から考えて鋼屑を配合する必要があるが、その為にはより一層嚴重な秤量が必要となるがその基礎がなく、この為の手段として、政府の予算措置によって現代風の秤を導入することとなった。秤を購入し設置までの間は、過大サイズの屑鉄は溶解終了時にキューボラで溶解鑄型に注湯して大きさを揃えることにした。

こうした作業が進んで来ても溶湯の温度が上昇せず、その原因を調査するために、繩梯子を補強してキューボラ炉内に潜って、キューボラ内寸法を測定すると標準寸法とはずれている。標準寸法が全く無視されているといった方がよい位なのに驚く。これだけ狂っていると、全部を正規に戻すとどんな結果が出るか判らないと不安になる。前述の送風機の仕様が明らかでない為一層不安が増す。とりあえずキューボラの標準内径を基礎にしてコークスのベットコークスの高さ、追い込めコークスの重量を標準に近づけると溶湯温度が上昇して胴体から湯洩れして私以下五名の火傷者が発生して中止する。追い込めコークスの重量を減ずるとともに、温度の低いのは注湯時間を短縮してなんとか切り抜ける。溶解温度がもっと高い方がよいが耐火物（煉瓦及び粘土）が質不良で上記程度が限度であると判断せざるを得なかった。当国産の煉瓦質が上昇したら標準値に戻すことを指示した。この場合一人では上の装入プラットフォームと下の出湯口の両方の監督が出来ない。特に秤量を永続することは現在の作業では不能、目を離せば秤量を中止する。傍にいてがみがみ言えば姿を消す。大きな物を持ち上げるクレーンを設置してくれと文句いう。ワークマネジャーに何か良策は

ないか質問すると、「私が担当の時2年かけて出来なかった」と言われる。一応現状で止め、秤の購入を持って作業の細かい見直しをすることでキューボラ溶解作業の改善は終了とした。装入材の大きさ管理の方法はないのでコースの装入重量と煉瓦の質とで調節し危険防止する様追加指示した。

3.2 造型法とそれに使用する砂

政府工場で行われている方法は、床の砂を掘り起して下型の鑄型を作り、その上で上型を作って鑄型を完成するという「土間込法」と称する能率も不良で、技術的にも問題の多い古い造型法である。使用されている砂の性質にもよることが多いが、同じ棟の合金（銅軽）工場では普通の枠込め法で行っている。鋳物砂を改善すれば容易に平常の造型法の採用が可能で、能率も向上すると思われたので、先ずよい砂を作ることを指導することにした。それには砂の混練機が必要である。テストは混練機なしでなんとか間に合わせたが、混練機の購入が必要でそれが基礎になると意見具申した。予算措置の為に、その仕様の決定の指導も行った。比較的旧型であるが強力な故障の少い英国のリチャード社の混練機を推薦した。部品磨耗部品の予備も十分に購入する様注意した。（予算金額が少いので可能であったか心配している。）

材料は、ワークマネジャーの要望の様に、出来るだけ国産品でやるよう心掛けた。最低限材料は珪砂、粘結剤、炭素材で他にテスト結果によって有機質粘結剤（殻粉）が必要となる。珪砂は同宿の港湾施設設計エンジニア（日本人）が各地を調査するので、堆積の多い砂の見本を収集して貰った。他に内陸部の出張の多い専門家にも依頼した。二、三ヶ月中に各地から二十種に近い見本が集った。粒形、大きさ、色などの外観・産地をチェックして五種を選別した。

粘結剤の粘土は、政府工場でも三種類のものを使用しているので、その使用の可否も調べた。しかし粘土については、使用可能のものがなかった。偶然粘土人形の製作を指導している日本のエンジニアから、そこまで使用している粘土が良質なので使用可能でないかとの提言があり、また更によく調べたいならタイルの製造をしている日本のエンジニアが詳しいと紹介された。両社の見学を行ったが十分使用可能であることが判明し、また、その使用法につい

てもよいヒントを得た。その粘土はコロンボに近いカルタラ産で分析値は灼熱減量 (1 g. loss) 1 4. 4 4、珪産 (SiO_2) 4 8. 9 0、アルミナ (Al_2O_3) 3 0. 0 3、酸化鉄 (Fe_2O_3) 1. 5 0、石灰 (CaO) 0. 2 1 酸化チタン (TiO_2) 1. 3 4で、X線分析では37ピカオリナイトで少量のオルソクォーツとの成績表も示された。これなら十分なので粘結剤に使用することに決定した。

炭素材は椰子殻木炭の粉末とした。実験中にバーム油の搾油かすの使用のアイデアも出た。結果はよいが、それを粉末化する方法が不明だったので、将来の検討事項として報告にとどめた。

これらの混練法は、先ず粘土を通常の水で希釈し、それを蒸発水分を減少して作ったスラリーに砂、木炭粉を混ぜ混練 (人力) し、更に乾燥させ水分を4~5% (計器なく感覚) にして、それを肌砂とし鋳型をつくり、それに鋳込んだ鋳物でその良否を判定するという当地風の気の長いやり方であった。カルタラ粘土は埋蔵量が減少しているとの情報で心配したが、前述のタイル会社の技術者からより上質の粘土の大きな鉱区が発見されたとの報告を受けた。

図-1はスリランカの鉱物資源の分布を示したものであるが、一般に現地人は宝石以外の鉱石に興味なく鉱山、採掘場の近所でもその所在を知っている者が少なく、中々採掘箇所不明のことが多かった。珪砂は北方のジャフナ附近は治安が良くないとのことで調査不可能であった。しかしテストで最良の結果を得たゴール附近より更に良質らしいので、これも後日スリランカ側が独自に調査試験する様依頼し、その試験法も指導した。また、各種調査の結果「ス」国の内陸の珪砂は粒が大きく通常の鋳物用には不適であり、海岸の珪砂はその点はよいが堆積量不足で貝殻、植物根、雲母の混在が多い傾向にあった。しかしいずれも偏在しているので採掘の際注意すれば分別し得るが、分別困難な場合には篩分けで雲母以外は大部分除去し得た。雲母の少々の混在は木炭粉を若干増加すれば (0. 5 ~ 1. 0 %) 使用可能であった。これ等条件をすべて検討した結果、調査範囲ではゴール附近の珪砂が最善であると判断された。

試験用の鋳型は、教育中の見習工に製作させたが複雑な鋳型も比較的容

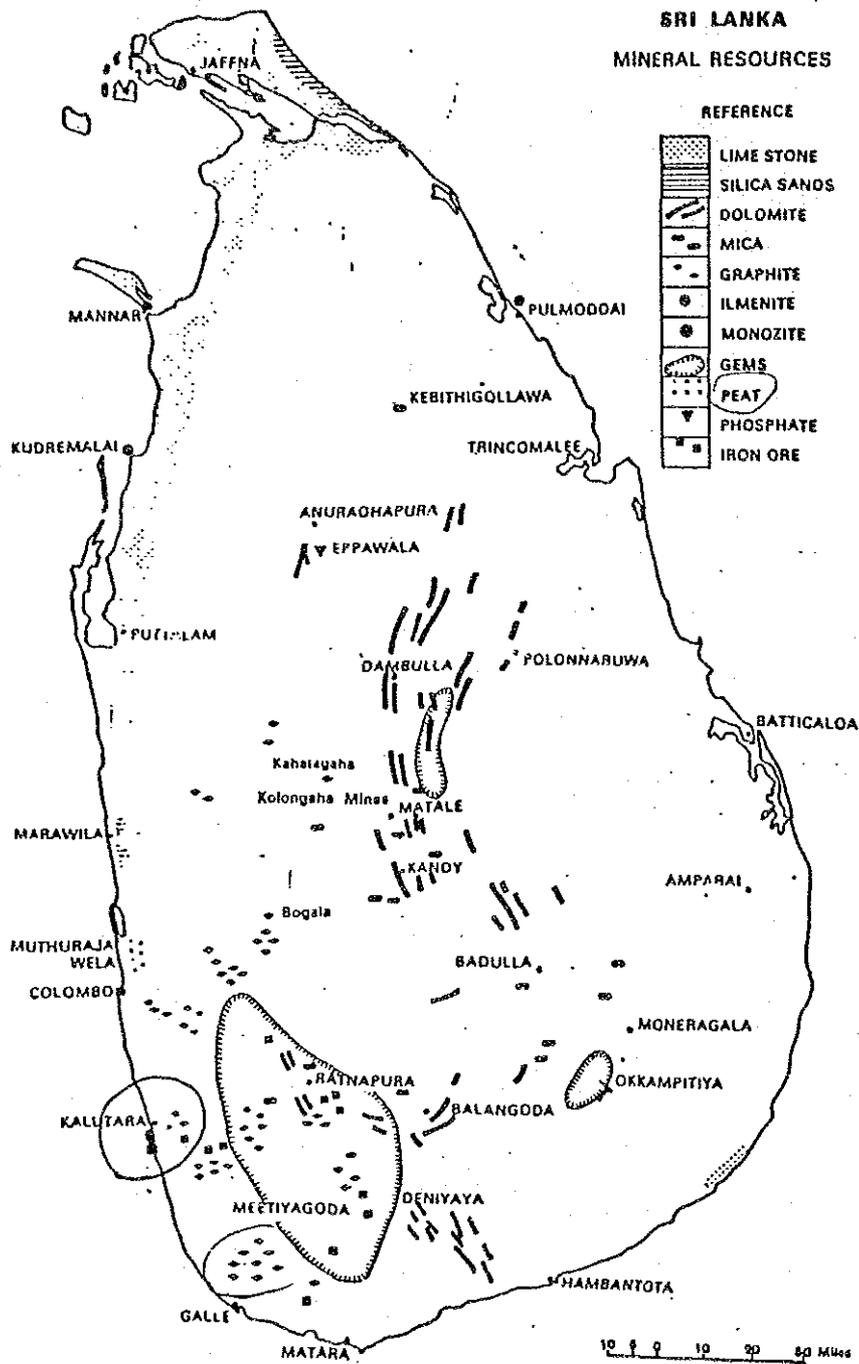


図-1 スリランカの鉱物資源分布図

易に製作可能であったし、スリランカの砂でよい鋳型が造れると作業仲間での評価は高かった。この結果最良と判断した混合割合は体積割合で砂20、粘土（スラリー）2、木炭粉2〜4であった。有機質粘結剤は不要であった。木炭粉は製作する鋳物の厚さによって変化させる必要があるが、この砂を使用すれば枠込め法は勿論機械込め法でも使用可能であった。更にこの砂を少し多目に使用して、古い砂は徐々に捨てて行くことにより現行砂と新配合の砂との交換は容易に出来、かつ能率的にも最善であるとの結論に至った。この砂を使えば現在の如き吸湿性のある中子でない限り、鋳型完成毎に鋳型被せを行えるので能率も上り床面積も少なくてすむ。また将来の機械込めの練習にもなる。

砂テストを開始した頃、カウンターパートから模型の完了した魚船用エンジンとライナーの鋳込の指導を求めて来た。日本では特殊な鋳込となるのでそれ相当の特殊な準備が必要であり、それ等の説明をイラストを用いて行った。キューボラが不良であり、かつ中子は油中子が必要でそれから発生する多量のガスの逃散方法に特に工夫が必要であり、また強度の弱い油中子は中子取模形の完成した今ではその工夫を追加すること、困難というより不可能であった。しかし納期がないので模型再製の時間がない。何かアイデアをと再度依頼があったので、ライナーは従来通りとして欠陥の出易い上部を切り捨てるアイデアを出して成功した。材質を除いては全く欠陥のない鋳物が出来たので機械工場での鋳物製造の評価が上ったようであった。

しかしエンジンの鋳物には特別なアイデアもなく、カウンターパートと打合せを繰り返していると「一応理解出来たので任してくれ」とのフォーマンの意見があったのでとにかくテストすることにした。最大の問題は複雑な水冷ジャケット部の亜麻仁油中子が複雑な工夫を加えて造型出来るかであった。他の所は日本のやり方の説明に合わせて工夫することが出来た。最難のジャケット中子は、中子を造ってから中子取に入れたまま二週間放置して置くと、亜麻仁油の中の不純物のためか、固化し始め中子取を外すことが出来た。それに砂をかぶせて乾燥して製作を完了した。二週間の時間が油中子の乾燥前の強度の低さを補ったことになる。

この時間を超越した作業には感心した。とても気の短い日本人に考えの及ぶ処ではない。この作業中フォーマンが珍しく私の前もあってか、威厳を持って作業者に説明しながらの実地教育を行った。この中子は鑄込にも成功し立会全員大喜びだった。二個目は先任作業者がやったが失敗した。フォーマン、私が交互について作業し三個目は成功して作業を完了した。二個目の不良については多数の者で原因追求会議を行った。

3.3 中子造型法とそれに使用する砂

シリンダー中子で確認されたヨール浜砂を使用すれば如何なる中子も製作可能であり、またそのやり方(特に中子ガスの取り方)を応用することが必要と提言した。この砂なら繰り返し使用で回収されて来ても性質の劣化することは少い。政府工場で簡単な形状の中子に使用している“Red Sand”は、砂粒子が細か過ぎて砂全体を劣化するので、使用を最低限にする様勧告して指導を完了した。造型と関連する部門が多く、作業の上下相互間の協力体制が確立したので、効果が期待出来る。

3.4 模型とダイス

現場テストを実施中判ったことは、政府工場の模型が誠に粗末でそれが造型の生産性を著しく低減させ、その上生産される鑄物の質を落していることが甚しいことを眼にした。再三注意したが、形が出来ているのに何故それ以上を要求するのか判らないというのが実情のようだった。それは模型だけでなく発送される鑄物もそうで、形さえあればよいというのが彼等の考えであるらしい。何とか判らせようと思い、自動車のボンネットを開き「こんな複雑なエンジン鑄物に君達の様な大きな傷があるか探せ」と言ったところ「お前は特によい鑄物の自動車を買ったのだろう」と言う言葉まで出て来た。色々説明してから納入に来たトラックのエンジンまで多勢の作業者に見せるが納得出来ない。やっとなり鑄物関係者は納得したが、模型関係は造型関係者のやり方が悪いからだとなり納得しない。相変わらず細い細工部分は粗末である。日本から模型現

物を持参して作業させるより方法がないかもしれないが、時間もないので最低の質だけでもどうやって確保するかを色々考えた。日本では模型工は鑄型造型工より鑄物自体に対する知識があるのに、政府工場の技術者には全然ない。そこで模型製作着手前に、

- (1) どの程度の勾配をつけるか
- (2) どこに分割線を置くか
- (3) どの程度の模型表面仕上げにするか

を、鑄造と模型の担当作業責任者及びマネジャーが集合して相談決定する様指示を与えた。

4. 提 言

これは提言と言うより私が現地で経験し壁にぶつかり前進困難又は不能となった時、周囲の日本人又はスリランカ人の協力によりなんとか一年の任期と与えられた任務を果し帰国し得た。今それ等のことに対し抱いている感謝と日本で考えた反省とを述べたものである。

先方が求めた援助の第一は無償の設備供与であった。しかし、例え設備を与えてもその設備を十分に使い切る能力、条件は先方になかった。技術能力は私の指導でも時間をかければ与えることが出来たとは思いますが、社会的条件、特に材料条件、電力事情等の改善は私の能力の及ぶ所でない。望む通りの品質のものを要求するのは不可能を要求することである。確かに現地の材料条件は日本の40年前のそれと大差ない。しかし当時は、それに適した設備を有し、現在の日本でも望み得ない意識能力を持った作業者があった。作業者の意識能力は、長い期間に教育し得るものであろうし、現地材料に適した設備、特に溶解関係設備は残念ながら現在の日本には存在しない。現地の現状に合わせるには、全く現在の日本の類似設備と全く異なる設備を製作して持ち込まざるをえないが、それは不可能のことに思える。日本の現在の設備を組合せて頭上又は紙上の計画を造ることは可能かもしれないが、その設備が稼動した時現地の市場の大きさから見て稼動し続けることは不能であると思うし、事実その様な例は他国の無償援助で設備された他業種に数多いのが事実である。

従って、要請背景についての事前把握を十分に行うことが必要であることは論を待たないところであるが、スリランカ人の技術者の意識変革を促すことも是非とも必要である。鑄造分野のような生産現場では、研修効果の点で、若干の疑問は残るものの、中間管理者、あるいは現場指導員を対象とした研修を行うことにより、新しい機材を与えるより、さらに生産向上が図られることもある。日本の中小企業の現場で行われている品質管理、材料、設備管理、安全管理、生産性向上運動といったものを自分自身で感じることにより、作業意欲あるいは改善意欲が飛躍的に向上するものと期待できる。

カウンターパート、ワークマネージャーとの一年間の交流を通じて、

彼らの苦勞に同情せざるを得ない面も多々あったが、帰国前に、カウンターパートが模型工場担当のアシスタントマネージャーに昇格したとのことであるので今後は彼らの活躍に期待できるであろう。

JICA