

「水環境行政コース」研修員APフォローアップ調査  
(カンボジア：2020年2月2日～8日)

報告者： 貴戸 東  
コースリーダー

## 調査団員

1. 多久和さやか : J I C A九州 研修業務課
2. 中野幸昌 : J I C A九州 研修業務課
3. 芳賀正明 : E C H 環境コンダクター芳賀
4. 加地湧太 : 北九州市 環境局 環境監視課
5. 貴戸 東 : (公財)北九州国際技術協力協会

## 1.アクションプラン（AP）フォローアップミッションの背景

2019年度JICA「水環境行政」において、各研修員から、ジョブレポートとして、自国で水環境の現状と汚染を防止すべく如何に対策を施し、その過程でどのような課題があるのかについて発表してもらった。

また、各研修員は、本研修の中で、自らの課題を解決するために有用な情報や知識を習得し、それらを活用して帰国後にどのような活動を行うかというアクションプランを作成してもらった。

カンボジア環境省のMr.ドゥンのアクションプランは、工場排水に起因する水質汚濁について効果的な対策を立てるものであった。具体的には、日本で研修・実習した水質分析法を使って、カンボジアにおいてどのような工場が水質汚濁の原因となっているかを調べる。

その工場からの排水の水質を改善するため、日本で使われている排水処理技術の情報を工場に提供することにより、工場側に水処理の改善を実施させるという計画であった。

同じくMr.サイのアクションプランは、繊維工場から処理が不十分な排水が出されているため、これが河川の汚染の原因となっているので、改善したいというものであった。

具体的には、繊維工場からの排水を有効に処理するため、日本で使われている処理法を、カンボジアでも使えるように技術開発を行う。

また、その処理法が広くカンボジアで使えるように、排水処理工程を管理するためのガイドラインを作るというものであった。

今回のミッションは、同研修から帰国した2人の研修員のアクションプランの進捗状況を確認すること。

およびAPプランの実施段階で直面する課題に対し、日本側からどのような協力が可能か(研修内容の見直しを含む)を調査すること。

さらに、カンボジアにおける他の水環境問題の改善のため、北九州市のリソースを活用してどのような協力が可能であるかを調査することであった。

## 2.調査日程表

日付	曜日	調査内容
2月2日	日	11:40-15:40 TG649 (福岡→バンコク) 18:20-19:35 TG584 (バンコク→プノンペン) ※滞在地は全日程プノンペン
2月3日	月	08:30-09:00 JICAカンボジア事務所訪問 09:00-11:00 帰国研修員とアクションプランの進捗につき協議 14:30-15:30 環境省表敬訪問 (課題解決に向けた活動状況及び日本側への要望の聞き取り) 協議を踏まえた調査内容の確認 15:30-16:30 MOEのラボ視察
2月4日	火	08:30- 産業排水の現状視察 (製紙、醸造の工場) 14:30- 産業排水の現状視察 (工場周辺の河川)
2月5日	水	09:00-12:00 カンボジア工科大学(ITC)環境省水質検査ラボ視察および関係者(SATREPS「ト ンレサップ湖における環境保全基盤の構築」との協議 15:00-17:00 環境行政に関するセミナー(@ITC)
2月6日	木	08:30-12:00 水環境行政に関するセミナー、ラップアップ(@MOE) (日本における環境汚染の歴史、北九州市の公害克服の歴史と水環境の現状、環境行政にお ける環境省の役割、日本の排水処理技術) 14:00-16:00 今後の水環境分野における北九州関係者の活動計画につき協議(@JICAカンボジ ア事務所)
2月7日	金	AM 報告書作成等 14:30-15:30 JICAカンボジア事務所への調査報告(テレビ会議) 20:55-22:00 TG585 (プノンペン→バンコク)
2月8日	土	01:00-08:10 TG648 (バンコク→福岡)

### 3.カンボジア環境省化学試験室

#### イオンクロマトグラフィー



大腸菌検査用インキュベーター



SS試験用吸引ろ過器

#### 様々な項目

(大腸菌検査、アンモニア、陰イオンおよび陽イオン (イオンクロマトグラフ)、残留農薬 (GC-MS)、浮遊粒子状物質 (SS)、全チツソ、全リン、BOD、重金属 (ICP-MS)、残留農薬など) を分析する機器は揃っている。

分析マニュアルが作成されていない。

GC-MSは、2015年まで実施していたが、現在は故障中で使用不可

測定可能な項目は、大腸菌検査、アンモニア、陰イオンおよび陽イオン、浮遊粒子 (SS)、全チツソ、全リン、BOD

BOD検査では、溶存酸素計がないため、サンプル量が多い場合は、迅速な測定は困難と思われる。

残留農薬や重金属の測定は、測定機器は整備されているものの、実際に測定されているかは不明。

#### 4.カンボジア環境省化学試験室 (中国からの供与機器)

発光分析装置



原子吸分析装置



イオンクロマトグラフィー

#### 地下の検査ラボ

中国から供与されたという測定機器（遺伝子分析、原子吸光分析計、溶存酸素計、ミリポアの蒸留水製造装置等）

中国側による使用法のトレーニングが一度実施されただけで、環境省の職員が使用できる状態ではなかった

（近々、二度目のトレーニングが実施されるとのことであったが、コロナウイルスによる新型肺炎問題発生により、実施時期については未定）。

5.メコン川における水質観測所  
(中国からの供与機器)



サンプリング地点



観測所内部



水質観測所、調査団員、カンボジア関係者

川沿いモニタリングポスト視察

現在試験的に実施されているようであったが、測定器が外国製かつ高価であり、機械の維持管理が難しい状況  
他の場所での適応・普及に向けて、SATREPS「トンレサップ湖における環境保全基盤の構築」等、既存事業との  
連携・協力が必要であると考えます。

## 6. Y I D A 社（縫製工場）見学



カンボジア環境省職員、  
調査団、Y I D A 関係者



## 7.Y I D A社（縫製工場） 排水処理施設見学



フィルター



散水ろ床、曝気槽 外観



曝気槽

繊維の洗浄後の染料が含有されている排水の処理

処理工程として、固形物分離、散水ろ床による嫌気性処理、一次好気性処理、沈殿、2次好気性処理、二次沈殿、活性炭によるろ過処理等日本の企業と同等の処理設備や処理工程が実施されており、有機物（BOD、COD-Cr、COD-Mn）の処理方法としては、理想的な処理法が適用されていた

曝気槽や活性炭による処理が行われ、排出水を再生利用するなど高いレベルでの管理がなされていることが確認できた

CODと色度の高度処理は、直接活性炭で行われていたが、処理コストが高いことが懸念された（日本国内では、前処理（薬剤又はガンによる酸化分解処理）を行った後で、活性炭処理を行っている場合が多い）

処理技術は中国製ではあるが、Mr.サイのアクションプラン（染色廃水処理技術の開発）に適用可能と推測された（但し、設備や工程は一部独自の改良が必要）。

中小企業へ適用させる場合は、設計・施工等に関する能力及び機器や施設に関する維持管理能力の向上が必要と思われた

## 8. Y I D A 社（縫製工場） 排水処理施設見学



処理水



パックテストによる水質検査結果  
PH : 7  
COD : 0 ppm



放流水

処理後の放流水は、わずかに染料の色が残っている程度で、処理は良好  
放流水の水質を、日本から持参したパックテストで測定した結果  
pH : 7.0  
COD: 0 mg/L (ppm)

9. I D A 社（縫製工場）  
排水放流口見学

排水放流口と取水口



排水が放流されている川



排水放流口

排水口についても、排水による川の汚染は見られなかった。  
排出水の自主測定を年2回実施するとともに、環境省が実施する採水も行われていた。

## 10. 工場周辺の水質環境調査



工場近くのラグーンの水質調査地点



縫製工場



クリーニング工場

小規模の縫製工場およびクリーニング工場の排水が流入するラグーン

# 11. 工場周辺の水質環境調査



サンプリング水



サンプリング



### 試験結果

PH : 8  
COD : 120 ~ 200 ppm  
NH<sub>3</sub>-N : 約20 ppm  
PO<sub>4</sub>-P : 約20 ppm

小規模の縫製工場近隣のラグーンのパックテストによる環境測定

(この工場付近では、付近の住民から排水によるラグーンの汚染に関して苦情が発生しているとのことであった)

### 水質測定結果

pH : 8  
COD : 120 ~ 200 mg/L(ppm)  
NH<sub>3</sub> : 20 mg/L 以上  
PO<sub>4</sub> : 20 mg/L

有機廃棄物や洗剤等の影響で水質が悪化していることが確認された

## 12. Khmer Beverages Company (ビール工場) 見学



排水処理施設 曝気槽



見学者全員写真



排水処理施設 最終沈殿池

処理施設及び維持管理状況は良好であり、排水処理に関しては優良工場であることが確認できた（放流水は確認出来なかったが、最終沈殿池の様子では、水質は問題ないように見受けられた）

pHの自動調整システムや常時監視モニターが設置されており、環境基準に適合するよう取り組みがなされていた

環境省においては各事業場の排水項目の値を常時、オンライン下にて監視したいとのことであったが、こちらの工場のように常時監視モニターを設置する事業場が増えた場合、実現可能であると思われる

大規模な工場のみならず、小規模な工事に対しても積極的に立入を行うなどして、啓発を行っていく必要があると考える

### 13. パックテストによる 水質調査実習



採水器による採水



パックテストによる  
水質調査の実習



家庭排水が流入する河川におけるパックテストの実習

pH : 6

COD : 120~200

NH3 : 20以上

PO4 : 20以上

水質検査の技術指導として、パックテストを実施したところ大変好評であり、環境省で同様のパックテストを購入したいとの要望があったため、このような簡易な検査によって段階的に水質データ収集するのも有効であると思われる。

環境省職員の水質検査に対する認識やノウハウが十分でないことが確認されたため、水質検査に関する技術協力も重要と考える。

14. カンボジア工科大学におけるJICA プロジェクト  
“SATREPS”  
「トンレサップ湖における環境保全基盤の構築」  
水質試験室の見学



顕微鏡



ガスクロマトグラフ質量分析計  
(GC/MS)



イオンクロマトグラフ

ITCのSokly氏の案内により、プロジェクトにより導入された各種水質等の検査機器を視察  
トンレサップ湖で採取された水や汚泥などの試料を分析する機器が揃っており、それぞれの機器ごとに担当管理者が専任されていた  
ITCには5名程度、水質分析技術を有する者がいる  
プロジェクトにおいてはトンレサップ湖での調査地点を2か所設定してモニタリングを実施しており、今後は調査地点の拡大を行なっていく

## 15. カンボジア工科大学における セミナー



講 義：日本の排水処理技術（染料工場、醸造工場）



- 講 義：
- 1 日本における公害の歴史（水俣病）
  - 2 北九州市における公害克服事例
  - 3 環境省の役割



質疑応答

帰国研修員及びITC内の各種JICAプロジェクト関係者の呼びかけにより、修士課程の学生及び教員およそ30名がセミナーに参加。貴戸、芳賀の講義、質疑応答及びディスカッション。学生からの質問に対しては帰国研修員が回答し、適宜貴戸が補足説明を行う形で進められ、活発な議論が行われた。

## 16. カンボジア環境省における セミナー



講 義：日本の排水処理技術（染料工場、醸造工場）



講 義：  
水環境保全における地方自治体の役割



セミナーに参加したカンボジア環境省職員

MoE職員9名を対象にセミナーを実施

ディスカッションで、調査団側の「今カンボジアの環境省で本当に困っていることは、何ですか？」という問いかけに対し、MoEが自らの課題を重大な環境問題に直面していないため、普及活動の優先順位が低く、その結果、国民の環境保護に対する意識が低い。

技術者の育成が進んでおらず、研究センターもないため、環境データに関する正しい情報が見つからない

水質や大気汚染に関する情報のエビデンス（テストキット等）を事業所に示すことができず、十分な取り締まりができない

罰金が安いと、規制を遵守する意識が低い（ただし、水質汚濁防止法副法令第24条によれば、操業停止を命ずることも可能となっているため、MoE側の運用の問題と思われる）

検査や評価の能力の低いMoE職員では事業所の協力が得られず、逆に検査の妨害や有力者の権威をかさに圧力をかけるなどの行為が常態化している。法律の改正は急務であるとの認識だが、一度に改訂できる量が10%までと定められており、真に必要な改正ができない

# APの経過について

1. Mr.サイは“YIDA”（繊維工場）の水処理の研究をしており、活性炭処理を使った技術を開発し国内企業に普及させたいと考えている。
2. 2月4日に視察した繊維工場の排水処理技術は高いので参考になるが、問題はコストである。カンボジアで普及するためには低コストである必要があり、また処理場建設に必要なスペースの確保にも課題がある。すべての企業がYIDAのように、広大な敷地を確保できるわけではない。
3. 環境省は監査もする機関であり、企業とは対立の構図にあるともいえる中、排水処理技術の現状把握、研究開発に対し、企業の協力が得られるか（積極的に受け入れてくれるか）は未知数である。
4. 2月4日の視察で得られた処理フロー図とインターネットの情報から、ある程度の開発はできるのではないかとMr.サイは楽観的発言をしたものの、指導教官からは企業に受け入れてもらわないと十分な研究開発はできないだろうとのコメントがあった。
5. 私から、水処理で課題を抱える企業に対し、“YIDA”の処理施設の施工会社に支援を依頼することも考えられるのではないかと提案をした。

## A Pの経過について

6. 芳賀専門家から、化学酸化処理は良いが、活性炭処理は処理コストが高くなるため、基本的な処理の方法については、“Y I D A”社の方法を使い、活性炭処理の前にもう一段階の化学酸化処理を導入し、処理コストを削減するという研究にしてはどうかとのアドバイスを行った。
7. 一方、指導教官からは、Mr.サイは繊維工場の染色排水処理の技術開発が修士論文（2020年9月終了予定）のテーマとなっているので、企業の処理方法をコピーするわけにもいかない事情もあるとのコメントがあった。
8. Mr. ドウンのA Pの、日本で研修・実習した水質分析法をカンボジアで普及するためには、試験機器や試薬の整備、MOE職員の水質試験に関する能力向上、試験マニュアルの整備等が必要である。MOE試験室の視察から、直ちにこれらを満たすことは困難であるように感じた。
9. 今回現地の水質調査で使用したパックテスト（簡易水質試験）がMOE職員に好評であったことから、カンボジアにおいては、当面は、このような簡易水質試験を活用しながら、徐々にMOEの水質測定能力の向上を図る方が良いと感じた。簡易水質試験方法としては、パックテストの他、H A C H社による簡易水質試験法も利用が可能）

# 今後、北九州市および市内企業が カンボジア環境省へ協力できること

1. 日本（北九州）の技術を活かせるものを制度面でサポートさせるべく、日本企業に有利な技術ガイドラインの策定（その過程で、日本は水質汚濁防止法に詳しいという印象をカンボジア側に与えていく必要がある）。
2. 「プノンペン都庁及び公共事業・運輸省下水管理能力強化プロジェクト」の本邦研修を北九州市で実施する。同研修にMOEだけでなく、MPWT（公共事業運輸省）からも参加させる。
3. 工場の規模に応じた排水処理施設・技術が課題であるところ、その課題を解決する市内企業を参画させる（民間連携or草の根）。
4. トップダウンの国であることから、幹部職員向け研修の北九州での実施。
5. 水質検査や法制度問題に関しては、「環境影響評価(EIA)を含む環境公害管理能力向上プロジェクト」が取り組んでいるにもかかわらず、依然、MOE内の課題として示されているため、主管部署（地球環境部）に対し、今回の調査結果を共有し、プロジェクトでの活動を強化するよう促すのも一案とのコメントがあった。