

第3章 活動と成果の概要

当プロジェクトの活動内容は、PDM に記載されているとおりであり、個々の活動項目の取り組みの概容は下記のとおりである。

活動 1. モデルサイトにおけるパイロットプロジェクトの「活動」に関する実績と評価

1-1 PUSARPEDALDA におけるラボ管理の改善

1-2 環境モニタリングの実施と特定問題に関するアセスメントの実施

1-3 特定問題の環境対策オプションの検討

活動 2. EMC の政策策定能力の強化

2-1 ラボ管理の向上

2-2 環境モニタリング・管理の研究を実施する。

活動 3. 地方政府の環境モニタリング・監視能力の強化

3-1 地方ラボの管理能力の向上

3-2 環境モニタリング・監視方法に関する訓練の実施

3-3 影響評価に関する研修の実施

以上の個々の活動に対し、プロジェクトの成果として得られた実績の概要を示すと以下のとおりとなる。

3.1 北スマトラ州のパイロットプロジェクト

- シニアボランティアの指導を受けて、北スマトラ州地方政府環境管理局ラボラトリー (PUSARPEDALDA-NSP) は、分析機器の維持管理、校正の知識 (原子吸光分析気等) を習得し、また、分析技術の技術移転が、EMC スタッフにより行われた結果、PUSARPEDALDA-NSP は基本的な分析能力を習得し、現在、21 項目について分析を実施中。
- プロジェクト終了時点までに、合計 32 回 (EMC: 19 回, NSP: 13 回) のマネージメント会議が開催され、モニタリング技術の移転が行われた。
- これらの活動の結果、2005 年 7 月、PUSARPEDALDA-NSP は、KAN による認証を受けた (認証番号: LP-281-IDN)。
- プロジェクト終了時点までに、デリ川の水質モニタリングが 27 回実施された。
- DSS (Demonstration Site Station) プログラムの活動として、デリ川周辺の家庭排水の水質調査が 4 回実施された。
- これまでのデータの蓄積により、デリ川水質汚染源の多くが家庭排水によるものであるとの分析結果を得た。
- デリ川汚濁負荷量推定モデルが開発され (2004 年 7 月)、校正用データの取得が実施されている。また、モデルを利用した汚染源削減計画が、2005 年 2 月、メダンにおける合同マネージメント会議で DSS のコンポーネントの一つとして提案された。
- 2005 年 9 月にデリ川の水質管理データベースが構築された。
- 2005 年、デリ川周辺のコミュニティに対する啓蒙活動が 5 回実施された。

3.2 環境管理センターの能力強化

- 合計 80 の標準手順書が認証された。
- 合計 26 の標準物質(RM)が製造された。
- 2004 年、短期専門家により、ラボ排水処理装置が作成され、試験運転、研修の実施、ガイドラインの作成がなされた。
- ジャカルタ市の大気汚染モニタリングデータ(2002-2005)に基づき、自動車の排気に関わる大気汚染シミュレーションが実行された。また、2005 年 10 月から、シミュレーション精度の向上のため、汚染源と、交通量調査が行われている。
- 自動大気モニタリングシステム(AQMS)による 10 都市のモニタリングが、ジャカルタ市の環境管理局により 2003 年 4 月以降実施されているが、EMC は、そのデータ管理機関として機能してきた。
- 2004 年 1 月から、ジャカルタ周辺において、大気汚染の健康影響調査が、インドネシア大学への委託により実施された。

3.3 地方人材育成トレーニングの実施

- 様々な研修(環境分析コース、精度管理試験、ラボ管理(LQMS)、環境モニタリングワークショップ等)が地方ラボ職員に対して実施された。
- 参加者は、インドネシア各州から、各 1 名程度。
- 精度管理試験：2002: Pb, Cd, Cr, Zn, Cu, 2003: NO_3^- , Hg^{2+} , SO_4^{2-} , Cl^- , 2004: Fe, Cu, Mn, Cr, Ni, 2005: COD, T-P, Hg^{2+} , Pb, Cu, Fe について、実施された。
- プロジェクト終了時点で、地方政府職員合計 413 名に対して、環境影響評価に関する研修が実施され、教材(229 モジュール)が作成された。
- その他、特別セミナー、環境省との合同プログラムなどを実施した。

第4章 成果1：北スマトラ州パイロットプロジェクト

4.1 BAPEDALDA NSP 環境ラボの設立から今日までの歩み

(1) 設立までの動き

DEMS プロジェクト開始前、北スマトラ州のメダン市にある現在の BAPEDALDA NSP の環境ラボは、工業省の繊維研究所の敷地・建物を引き継ぎ 2002 年 1 月から設立準備がなされた。環境ラボに設置された機材は、環境管理監督庁が、保健省、工業省および公共事業省所管のラボに環境関連のモニタリングを行うため機材を貸与して分析を依頼していたものである。環境大臣の要請に基づき環境ラボを州の所管として、2002 年 1 月にはメダン市の他の省ラボから環境分析関連の機材が現在の場所に集約された。これらの機材は、JBIC ローンにより環境管理監督庁が、各州における保健省、工業省および公共事業省所管のラボに設置していたものである。BAPEDALDA NSP の環境ラボは、これを受けて BAPEDALDA NSP の予算により環境ラボとして改装され、現在の形になった。

2002 年 3 月には、「地方環境管理システム強化プロジェクト」を開始する目的で実施協議が行なわれ、パイロットプロジェクトのサイトとして北スマトラ州メダン市を貫通するデリ川が選ばれた。実際の活動としての河川水質モニタリングの実施に伴い、北スマトラ州環境局所管のラボは、サンプリングと水質分析を担う環境ラボとして機能することとなった。

(2) 設立後の動き

DEMS プロジェクトが開始された当初、環境ラボは、建屋も実験室施設も全く未整備な状態であった。2002 年 7 月より DEMS プロジェクトによるこ入れが開始された。実際の動きとしては EMC および DEMS 専門家およびシニアボランティアにより環境ラボの機能強化を目的に、検討されたレイアウトに基づき、実験台や分析機器の再配置が行なわれた。DEMS プロジェクトの長期・短期専門家および EMC のスタッフにより薬品及び分析機器の取り扱いや分析方法についての指導も行なわれた。この際の指導に用いられた分析技術に関する資料が現在の SOP に発展していくこととなる。また、不足していた薬品や機材の補充がなされ、2002 年 11 月には、DEMS プロジェクトのパイロットプロジェクトを担う環境ラボの活動を開始するための体制が整った。この整備に対して DEMS プロジェクトより総額 400 万円程度の予算が投入された。

2003 年 4 月からは、パイロットプロジェクトの活動としてデリ川の定期河川水質モニタリングが開始された。

(3) ラボの人員と環境監視機材の配置

- ① パイロットイロットプロジェクト開始時のラボスタッフは総勢10名であった。現在は地方公務員12名、ラボ分析者52名となりその陣容でラボ活動を行っている。
- ② DEMS プロジェクト開始時のラボに配置されていた環境監視機材は、環境ラボの活動としては最低限の規模であった。主なものは、pHメーター、電気伝導度計、温度計、DOメーター、濁度計、塩分計、TOCメーター、騒音計、振動計、原子吸光光度計、滴定装置等である（2002年4月実施協議報告書による）。
- ③ DEMS プロジェクト開始後2005年12月までに、ラボの環境監視能力の向上を目的に、大気の高ボリュームエアサンプラー、吸引ポンプ、自動採水器、インキュベーター、オートクレーブ等がDEMSプロジェクトにより新たに供与され配置された。

(4) デリ川の水質環境監視活動

- ① パイロットプロジェクトが対象としたデリ川流域に対し、2003年度21地点のサンプリング地点が設定され、月に一度のペースで採水分析を行った。2004年度は17地点に変更され二ヶ月に一度の間隔で行なわれた。また、2005年度には11地点に対し毎月のモニタリングが行われている。
- ② 現在までに水質分析が可能な項目は、pH、濁度、DO、TSS、COD、BOD、TOC、油分、MBAS、アンモニア態窒素、硝酸態窒素、亜硝酸態窒素、総窒素、オルトリン酸、硫化物、フェノール類、銅、カドミウム、六価クロム、鉄、ニッケル、鉛、亜鉛等となっている。

(5) ラボの運営管理

- ① 環境ラボの活動当初から二年間にわたり、ラボの運営管理について特にラボスタッフのモニタリング・分析能力の向上のための指導が行われた。その結果環境ラボとしてこれらの機能向上が図られ、ラボ機器のメンテナンスおよびキャリブレーションを独自で行うことができるようになった。
- ② 北スマトラ州政府においてNo. 06/633Kの発布により、環境ラボの位置付けが決定され、環境ラボは環境局長の下に置かれ、組織、義務、機能および業務システムが明確化された。
- ③ 環境ラボはこれまでの精度管理活動に基づき2005年9月にKANの認証を受け、ラボ管理システムおよび品質管理(QC/QA)システムは、達成されたと考えられる。また外部からのサービス分析にも力を入れている。

4.2 デリ川を対象として環境モニタリング・監視活動

4.2.1 事業の概要

(1) モデルサイトでの活動

DEMS プロジェクト活動における 3 つの大きな柱の一つとして、PDMの中にはモデルサイトでのパイロットプロジェクトの実施が規定されている。具体的には、北スマトラ州メダン市を貫通するデリ川の環境質改善を目指した活動である。

本プロジェクトは、2002 年 7 月より、PDMに沿った活動を実施してきた。環境質の中でも、本プロジェクトでは、水質の改善を取り上げ、これをデリ川の水質改善さらには流域環境の改善に結びつけるべく活動を実施してきた。これらを達成するためには、以下の 6 つの活動が、重要であった。

- ① 河川水質をモニタリングにより正確に分析できる環境ラボの設立。
- ② デリ川に係わる水質汚染の定期的なモニタリング。
- ③ 汚濁負荷量を計算するための汚染源調査。
- ④ これらの関連データから総合負荷量を推定するためのモデルの作成。
- ⑤ これらの環境問題を解決する戦略的なプログラムの提案
- ⑥ 多方面からの問題解決の対策実施。

ここでは、北スマトラ州をモデルサイトとしたパイロットプロジェクトが具体的にどのように実施されたかについて上記活動に関連した以下の 10 個のキーワードの関連を説明することにより、北スマトラ州をモデルサイトとしたパイロットプロジェクトの全容を明らかにする。

- a. 河川水質汚染のモニタリング基礎知識
- b. 水質汚染パラメーターの分析能力
- c. デリ川の汚濁負荷推定の試み
- d. データベース
- c. 家庭排水原単位調査
- e. 汚濁堆積負荷モデル (タンクモデル)
- f. 水質汚濁評価モデル
- g. 河川水質の環境基準値の見直し

h. 住民参加型開発（DSSプログラム）

i. 環境教育（DSSプログラム）

(2) パイロットプロジェクトの実施経過

北スマトラ州メダン市を流れるデリ川の水質汚染改善および流域環境の改善には、環境質を判断する科学的な根拠が必要である。これらを、北スマトラ州環境局スタッフは、デリ川の水質汚染をモニタリングすることで、実習的に、河川水質汚染のモニタリング基礎知識を習得した。デリ川の水質モニタリングでは、環境をモニタリングするためのサンプリングポイントと特定な工場または事業所からの排水を測定するためのサンプリングポイントが、合計で21ポイント設けられた。環境ラボの分析者は、専門家、EMCスタッフの指導のもと、水質汚染パラメーターの分析能力（BOD、COD他21パラメーター）を、これらの実習によって身に付けていった。

このモニタリング結果の分析から、特定の汚染源からの重金属の排出量は、環境省で定めている河川水質基準類型 II の基準値を下回っていることが確認された。一方、汚染の原因を推測したときに有機物による汚染が高いと判断され家庭排水、家畜飼育場からの排水、森林伐採による土壌流失等が疑われた。汚染の原因を特定するためには、流域における土地利用、人口、工場の種類、排出物等のデータの入手が必要である。2004年3月時点では、十分なデータが準備できない状態であったが、デリ川の水質汚濁の対策を検討するため、プロジェクトでは、北スマトラ州環境局の組織と能力を調査すること、ならびにデリ川の水質汚濁負荷を推定することを目的とした短期専門家を要請し、デリ川の汚濁負荷推定の試みをおこなうこととした。

その結果、デリ川における汚濁の主な原因は、家庭排水がその汚濁原因の主な部分を占めることが判明した。さらに、デリ川におけるクリーンキャンペーンの時点で、環境局長がマスコミに発表し、市民の河川水質浄化への協力を呼びかけることとなった。ただし、ここでは負荷を計算するために汚染の原単位を推定で行っており、実際の調査からデータを導き出す必要性が叫ばれた。このことは、北スマトラ州での次ぎの調査に引き継がれた。現実のデータが貴重であることから、工場排水インベントリーのデータ、農用地からの排水データ、家畜飼育場からの排水データ等が、収集されデータベースとして蓄えられていった。さらに、デリ川の汚濁負荷推定では、家庭排水の原単位をジャカルタ市での調査データを使用していたことから、さらに汚濁負荷推定を現実に近づけるために、デリ川周辺の家庭排水の原単位調査が重要であるとの結論に達した。このことは、次の2005年3月、2005年5月の第2回めの短期専門家への要請内容へとつながった。

このときの短期専門家には、家庭排水の原単位調査とともに、家庭排水汚染防止対策の実施調査も依頼することとなった。

DEMSプロジェクトでは、第2回目の短期専門家とともに、DSSプログラムの3地区を選定し環境キャンペーンを実施した。3つの地区の一つ、シマリンカー地区においては、33世帯が環境改善に関するアンケートに協力した。さらに、この地区では、家庭排水の原単位調査が行われた。排水原単位調査は、環境キャンペーン開始前に、33世帯の1日の排水を調査し、キャンペーン後に再度同じ方法において調査を実施した。環境キャンペーンでは、家庭からの台所排水の生ごみをトラップするための網目のプラスチックかごの配布、ゴミの重量を測るための天秤の配布（毎日記録）、使用した食用油の回収、環境啓蒙ポスターの配布が行われた。その他、2地区においては、環境キャンペーン、アンケート調査が行われた。これらの活動により、環境キャンペーン後の家庭排水のBOD値が、通常の3分の一に減少したことが確認され、環境教育が有用であることが認められた。さらに、家庭排水原単位についても、結果が得られた。

北スマトラ州でのDEMSプロジェクトのパイロットプロジェクトが進捗するにつれて、北スマトラ州環境局のデリ川環境改善に対する意欲が高まっていった。その結果、2005年の1月における北スマトラ州環境局でのDEMSプロジェクト運営会議において、DSSプログラムが、提案された。DSSプログラムは、北スマトラ州環境局による環境質改善のための戦略的プログラムであり、2005年の事業では、デリ川流域の8つの地域を選定し、それぞれの地区において、住民と環境局が環境改善協定を結び環境の改善に多くの人々が参加することを目指している。この住民参加型プログラムと環境教育を混合した戦略的プログラムは、州政府に承認され、2006年以降も実施されていくことになる。

DEMSプロジェクトでは、環境質改善へのプログラムを科学的な方法で行うことを目指している。デリ川の汚染状況をモニタリングにより明らかにし、その主な汚染原因が、家庭排水であることを突き止めた。その次には、河川の流量を推定するためのタンクモデルおよび水質評価モデルが技術指導された。さらにデリ川の河川水質の環境基準値が見直され、規制のポイントがどこにあるかを決定することが可能になった。将来的には水質汚染の総量をシュミレーションすることができるように技術指導が行われた。

このため、第3の短期専門家には、中間目標値と環境基準値見直しのための手順について北スマトラ州環境局のスタッフに技術移転を依頼した。北スマトラ州環境局は、すでに州政府に、デリ川の環境基準値の見直しについて原案を提出しており、条例化されればインドネシア全国で初めての州政府による川の水質基準値の公布が達成されることとなる。

このように、デリ川の環境質改善のための戦略的プログラムは、2つに区分されることになる。第1は、科学的根拠に基づいた水質汚濁源の規制である。条例化にも基づいてそれぞれの汚染源を総合した総量負荷が計算されれば、規制対象もはっきりと定めることができる。第2は、住民啓蒙のためのDSSプログラムである。このプログラムの特徴は、環境教育およびデリ川に関係する官庁、自治体、地域住民、NGO等が参加者となり一体となって住民参加型開発として環境の改善に組み込んでいることである。詳しくは、DSSプログラムに記述する。

(3) PDMとの関連から活動と成果

北スマトラ州における活動は、PDMに沿って順調に実施された。PDMの中では、モデル地域での3つの活動を以下の中項目で規定している。

- a. 環境ラボにおけるラボ管理の改善
- b. 環境モニタリングの実施と特定問題点に関するアセスメントの実施
- c. 環境対策のオプションの検討と実施

したがって、DEMSプロジェクトでは、これらの活動に基づいてモデル地域でのパイロットプロジェクトを実施した。

「1. 環境ラボにおけるラボ管理の改善」については、3つの小項目活動が規定されている。」

- ・ラボ機器のメンテナンスおよびキャリブレーションを行う
- ・ラボ管理システムを構築する。
- ・品質管理（QC/QA）システムを構築する。

これらの活動項目は、順調に実施され環境ラボにおけるラボ管理の改善は達成された。詳しくは 4.1 BAPEDALDA NSP 環境ラボの設立から今日までの歩みに記述してある。

「2. 環境モニタリングの実施と特定問題点に関するアセスメントの実施」については、2つの小項目活動が規定されている。

- ・環境モニタリング・監視を行う。
- ・環境汚染状況と汚染源に関するスタディーを行う。

これらの活動に対する項目は順調に行われ、環境モニタリングの実施と特定問題点に関するアセスメントの実施は、達成された。成果指標レベルでは、モニタリング・監視報告を毎年3回提出して、対策会議を実施しモニタリングの評価を行っている。この活動では、河川水質モニタリングデータ、デリ川流域の汚染源

インベントリーの作成、水文データ収集、汚染源データ収集を実施し、データベース化を図っている。詳しくは、環境モニタリング・監視活動に記述する。

「3. 環境対策のオプションの検討」については、2つの小項目活動が規定されている。

- ・汚染源のアセスメントを行う。
- ・環境質改善のための戦略プログラムを策定する。

これらの活動は、順調に実施された。デリ川の水質モニタリングにより、デリ川の水質汚染有機物問題は、工場排水による汚染よりも家庭排水の汚染が多いことが判明した。また、デリ川流域の環境質改善のための戦略プログラムとして、DSSプログラムが提案され、実施されている。詳しくは、DSSプログラムに記述する。

4.2.2 デリ川を対象とした水質モニタリング・監視活動

(1) 活動の概要

以下の活動概要は個々のアクティビティの目的やつながりを分かり易くするため、実施した順番ではなく、通常の河川水質管理の順序で記述する。活動形態はJICA 専門家がEMC スタッフを指導、次にEMC スタッフによる北スマトラ環境部局、ラボへの指導という形態を原則とした。

(2) デリ川流域の情報収集

a) 流域区域の確定と流域環境情報の収集

地形図の収集、地形図による河川流域の確定及び流域内の社会情報収集の方法が指導された。

b) 河川流量の把握、推定

水質の変動把握や汚濁負荷量算定の基礎となる流量・降水量データの所在調査を行い、データの収集と電子ファイル化を行った。合わせて流量データが欠けている時期の負荷量算定に備えて、降水量データから流量データを推定する流出モデルを理解させた。モデルとして雨から河川への流出（流量）、地下水流出、晴天時河川流量、降雨時河川流量、水質変動などの水循環の概念を図的にわかりやすく理解でき、計算が簡単なタンクモデルによる流量計算の実技指導を行った。

c) 工場分布調査

流域内の主要工場の名称、位置、業種、排出水の量と水質などの一覧表、および河川近傍の小規模事業場の分布位置図の作成が行われた。位置確認のための

GPS 使用法と PC によるデータ処理法、画像処理法の指導も行われた。

d) その他の情報

人口、家畜数などの流域情報を収集し、流域内各支流への振り分けを行った。

e) データベース化

河川水質管理システム構築を目指して、水質モニタリング結果も含めた各種流域情報のコード化と DB 用テーブルを作成し、ミニデータベースの検討を進めた。データ量と種類の数から Microsoft Access を用いた簡易な DB 構築を指導した。

(3) 水質モニタリング

河川水質管理の基本はまず水質モニタリング（水質常時監視）である。

このため、モデルサイトとしての北スマトラ州デリ川における水質モニタリングが 2003 年から開始された。

モニタリング当初の 2003 年度は工場排水の河川水質への影響を探ることや窒素・リンなどの水域の富栄養化に関連する項目、上水、農工業用水としての適正を評価する項目（水質環境基準値との比較）などを含む 8 種の基本項目と 16-17 種類の特別項目によるモニタリングが行われた。モニタリング地点は集水域全体のなかでは人口密度が比較的高い中流部以下に 21 のモニタリング地点が設定され、測定頻度は毎月 1 回とされた。

2004 年度はモニタリング地点を見直し 18 地点とし、測定頻度は 2 ヶ月に 1 回とされた。

2003 年-2004 年度のモニタリングデータと汚濁負荷量の概算結果からは有機汚濁源として生活排水の寄与が高いことが判明した。

2005 年度は前年度までの結果から大幅なモニタリング地点の見直しを行い、汚濁負荷モデルによる有機汚濁負荷削減計画の検討を目指し、モニタリング定点は自然負荷や農地負荷把握も配慮した上流 3 地点を含む下流までの計 11 地点とした。

これらのモニタリングの採水作業時には汚濁負荷量計算を目的として、簡易的な方法による流量観測も併せて行われた。

(4) 汚濁対策：生活排水対策

モニタリングにより汚濁負荷のなかで生活排水の寄与率が高いことが判明したため、生活排水（雑排水）の汚濁負荷原単位についての実態調査を行った。調査過程で連続採水器や携帯型水質モニターの利用法の技術指導を行った。調査は、

区域住民への啓発活動前後の 2 回行い、対策としての環境啓発の効果評価も併せて行った。

場所は德里川支流のバブラ川流域シマリンカー地区の 2 地域を選定し、BAPEDALDA_NSP のみでなくメダン市や住民の協力も得ながら、住民や小学校の先生への環境アクティビティ、チラシ配布などのキャンペーンなども実施した。

なお、この河川環境啓発活動は BAPEDALDA_NSP が進める DSS のなかに包含するものと位置づけられ、BAPEDALDA_NSP が主導する D S S 事業として、自主的発展的に展開が進んでいる。

(5) 具体的汚濁対策の策定に向けて一環境基準値達成を目指す中間目標値の設定

水質モニタリングは結果を汚濁対策に結びつけることがその目的であるが、同時に環境基準の設定、改正のためのバックデータとしても重要である。德里川のモニタリング結果では、現状の水質汚濁レベルは環境基準水質を大きく超過している。また削減計算結果でも基準達成には汚濁負荷の大きな削減が必要であると推定された。日本でもこのような短期間に改善が困難な汚濁水域の場合は、とりあえず 3 年～5 年後の中間目標値を設定し、現実的で実施可能な汚濁対策実施計画を策定し、ステップバイステップで汚濁改善を図る手法がとられている。

(6) その他の活動

個別の点源発生源への規制にフィードバックするための、工場データの収集・届け出システムのさらなる整備、規制・立入の仕方を説明し、マニュアルを提供した（2004 年短期専門家：環境管理システム）。

下流部・河口部での SS 沈降堆積も問題となっており、SS などは降雨時流出負荷の寄与が高いため、例として汚濁堆積負荷モデル（タンクモデル）の考え方も理解させた。

4.3 德里川を対象とした水質評価モデルに関する技術移転

(1) 活動の概要

具体的な水質改善対策を立案するためには、河川水質測定データを有効活用して汚濁の現況把握と汚濁源を特定しなくてはならない。こうしたことから、当プロジェクトの中間評価以降、最終目標として挙げられている環境監視データの有効活用や対策立案に不可欠な評価モデルが優先課題となっていた。そのため、早急に関連技術の導入が EMC ならびにパイロットプロジェクトサイトである NSP BAPEDALDA の職員に対し必要とされていた。この一環で 2004 年 3-4 月に環境管理の短期専門家により、下記の活動が行われた。

- ① NSP 環境局組織内の聞き取り調査及び資料の収集。
- ② 環境管理システムの改善手法に関して、環境管理におけるデリ川汚濁負荷源及び負荷計算手法と保全対策にかかる手法を提唱。
- ③ デリ川流域における発生源インベントリー、即ち、工場（事業場）排水、家庭下水、農業排水、自然水などの汚染原単位調査の必要性を提言。
- ④ デリ川の汚濁負荷量とその発生源の概略の推定が試みられ、必要な改善対策の考え方が提案されている。

一方、河川の水質評価モデルは、我国の下水道計画で深く浸透しているものであり、河川流域の汚濁負荷の現況を把握し、将来の水質汚濁状況を予測するために用いられている。具体的な考え方は我国の国土交通省による「流域下水道計画指針」に示されている。特に、計画される下水道施設の規模の設定には不可欠なものである。

長期専門家は、河川に対する水質評価モデルが地方政府による主導的な環境管理の有力なツールとなすことが期待されるものと考え、EMC および BAPEDALDA NSP C/P の水質評価モデルの理解に向けて以降に述べる具体的な技術移転を行った。

(2) 水質評価モデルの作成

2005 年 3 月より長期専門家により水質評価モデルに関する技術移転が下記のとおり行われた。

- ① 具体的な技術移転の実施に向けて、これまでの長期専門家が実施した経験を基に水質評価モデル作成に関するマニュアルが英文で作成された。
- ② 手始めとして EMC スタッフに対し技術移転を行う上で必要となる英文マニュアルを配布し、さらに詳細な説明に必要なパワーポイント資料を基に、2005 年 4 月 5 日から 15 日にかけて合計 5 回の講義が行われた。この講義には対象河川の流域特性の把握と流域分割の方法、河川流路長、流域面積の測定方法等についてのトレーニングが含まれている。
- ③ 最終的には水質評価モデルは地方政府 BAPEDALDA に技術移転する必要がある。そのため、すでに技術移転がなされていた EMC スタッフにより BAPEDALDA NSP 職員を対象に技術移転が 2005 年 5 月 25 日から 27 日にかけて実施された。技術移転には英文で作成された水質汚濁評価モデル作成マニュアルをインドネシア語に翻訳されたものが使用された。その結果、EMC が主導で BAPEDALDA に河川に対する水質汚濁評価手法を技術指導するスタイルがある程度確立したと考えられる。
- ④ 2005 年 11 月 30 日-12 月 3 日に開催された全国州 BAPEDALDA 職員を対象と

した全国トレーニングにおいて、河川の水質評価モデルに関する技術移転が行われた。

(3) デリ川を対象とした水質評価モデルの開発

引き続き長期専門家の活動で作成されたマニュアルを基に、具体的にプロジェクトサイトであるデリ川における水質評価モデルの本格的な適用に向けた活動が以下の内容で行われた。

- ① 具体的な技術移転の実施に向けて、デリ川の水質評価モデルの作成に不可欠な数多くの関連データと情報を EMC および BAPEDALDA NSP の C/P と共に収集した。主なものは関連地図、気象資料、河川流況、定期水質モニタリングデータ、流域内人口、主要工場に関する資料、土地利用状況および家畜頭数等である。また、水質評価モデルに必要であったデリ川の流域特性の把握と流域分割、河川流路長、流域面積の測定についても C/P と協働で行った。
- ② デリ川のある北スマトラ州のデリセルダンリジェンシーは、KLH の作成した GIS である程度カバーされているため、EMC の C/P とともに GIS より関連データが収集された。水質評価モデルに活用できるデータとしては、市町村ごとの人口データおよび土地利用データ等である。
- ③ 最終的にはデリ川のために作成された水質評価モデルは EMC 及び BAPEDALDA に技術移転する必要があった。そのため、EMC に対しては、結果を網羅した英文レポートを基に中から主要部分をパワーポイントによるプレゼンテーションマテリアルを作成し 2005 年 12 月 27 日に説明会を開いた。引き続き NSP BAPEDALDA 職員を対象に技術移転が終了した EMC スタッフによる技術移転が同じプレゼンテーションマテリアルを用い 2006 年 1 月 12 日に実施され、スタッフへの水質汚濁評価モデルの内容と具体的なモデルの作成方法について説明し理解が得られた。
- ④ 2006 年 6 月 8 日には、都市部における環境悪化というテーマで関連機関、NGO 等多数の参加者を集めプロジェクトの最終セミナーが開催された。その場において専門家により、デリ川を例にした汚濁河川に対する水質評価モデルの例が示された。

(4) デリ川における汚濁負荷削減計算

デリ川の水質汚濁レベルが高いため、まず晴天時負荷の削減を第 1 段階の目標として、収集された流域環境データ、発生源データ、水質・水文データを用い発生汚濁負荷量と到達汚濁負荷量を BOD について算出することとした。開発された水質汚濁評価モデルにより各サブ流域ごとの家庭排水と工場排水の点源汚濁負荷発生量、農地からの汚濁負荷や家畜からの面源汚濁負荷発生量とそれらの流達

負荷量が現況と将来について計算された。現況については、図 4-1 に示すとおりである。その結果に基づいて流域内の汚濁削減シナリオの検討が以下のとおり行われた。

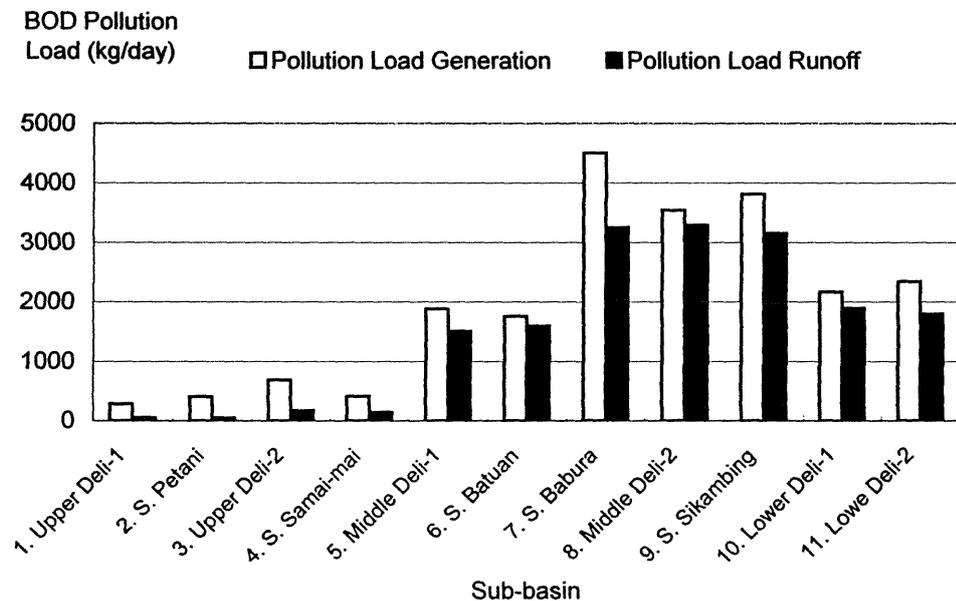


図 4.1 各サブ流域ごとの汚濁負荷発生量と流達量

- ① 汚濁負荷発生量は、メダン市都市部が位置するデリ川の中流と下流部で圧倒的に大きくなっている。デリ川の河川特性として河川流路長が短く、生物酸化による自浄作用が効きにくく、また河川流量も低水時には $10\text{m}^3/\text{s}$ 程度と小さいため汚濁物質の希釈効果も期待できない等の特徴がある。
- ② デリ川の最も汚濁が進行しているのは、河口から 20Km のシカンピン川が合流した後に設定されているサンプリング地点 (Hilir Unis Bis) で BOD で見ると、約 $14\text{mg}/\text{l}$ となっており、環境基準 II 類型の基準値である $3\text{mg}/\text{l}$ を四倍以上超えている。図 4.2 は、水質評価モデルで計算された、環境基準を満足するために必要な家庭汚濁負荷削減量を示したものである。Hilir Unis Bis 地点の BOD を $3\text{mg}/\text{l}$ 以下に低下させるためには、図 4.2 に示したように 80%以上の生活排水の汚濁負荷削減が必要である。
- ③ 2005 年 4-5 月に短期専門家主導で行われたモデル地区の水質浄化実験結果では、廃油の処理や厨房からの廃水をろ過分別することで家庭からの汚濁負荷を三分の一に抑えられるとの結果を得ている。こうした河川への流入負荷量を抑えることは、非常に有効であると考えられる。その他、この単対策のみならず、環境基準値を満足させる上で浄化槽の設置等他の対策との組み合わせが必要と考えられる。

- ④ 環境モニタリングデータの有効活用は、単に濃度のみの追及では不十分であり、負荷量の概念を組み合わせなくてはならないが、水質評価モデルの導入によりモニタリングデータの定量的な扱いが可能となった。

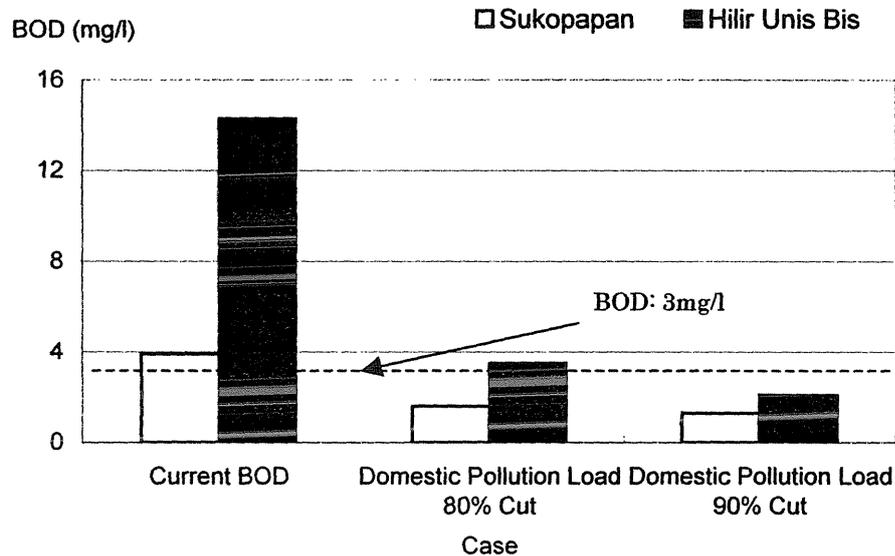


図 4.2 環境基準達成のための家庭負荷削減量

以上の活動により、既存モニタリングの活用から現況河川水質汚濁評価・将来水質予測そして水質改善対策の立案といった一連の流れがパイロットプロジェクトにおいて確立された。

4.4 環境質改善のための戦略的プログラム（DSSプログラム）

(1) 概要

DSSプログラムは、北スマトラ州環境局とJICA-DEMSの協力のもと、2005年1月のプロジェクト運営会議から開始されたデリ川に対しての環境質改善のための戦略的プログラムである。DEMSプロジェクトは、このプログラム内容を受け2005年2月から、DSSの実施場所の選定に協力を開始している。DSSプログラムは、デリ川およびペラワン湾の環境改善政策である。北スマトラ州環境局を中心として、他の官庁、県、市、村、地域住民、NGO、企業、外国ドナー等、すべてのステイクホルダーを取り込んで実施を計画し、その資源の供給（金、物、知識、技術、労力等）については、出せるところが提供するとしたところに、その特徴がある。このプログラムは、2005年7月にメダンのLPPキャンパスで、一般市民、NGO、産業界、USAID、JICA専門家等のデリ川の環境改善にかかるステイクホルダーを集めて発表された。このプログラム

は、以下の章から成り立っている。

デリ川とベラワン湾における環境汚染の取り扱いと防止対策

上記につづく

- ① DSSサイトの選定
- ② 環境質改善のための枠組み構築とDSSサイトの実施計画
- ③ ステークホルダーの役割と参加方法およびDSSサイトの活動の活性化
- ④ DSSプログラムにおける場所に関する選定方法と問題解決の方法
- ⑤ DSSアプローチによるベラワン湾の持続的な環境管理の運営と総合化されたベラワン湾の技術的な環境管理
- ⑥ 良い統治／グッドガバナンスの構築
- ⑦ ベラワン湾と周辺環境の総合的かつ持続的な環境管理における技術チームとステークホルダーのトレーニング

(2) 問題の所在

- ① 持続的な開発の理念は、環境質の改善に対する努力の中で、相乗的で総合的な開発アプローチによって、現在の繁栄と未来の発展を創造することに使用される。
- ② 産業および家庭からの廃棄物、大気汚染、森林の減少、川の蛇行と土砂堆積による川形状の変化による自然災害、環境質と量の低下は、無秩序な開発の結果である。それゆえに、環境汚染と破壊は、開発の過程の中でセクター間および地域間で取り扱わねばならない。
- ③ メダン市は、インドネシアにおいて 230 万人の人口を有する第3の都市である。メダン市の発展は、デリスルダンの発展とも関係している。これらの2都市は、サービス業、貿易、鉱業等の急速な発展にともない、土地不足、水消費の増加、廃棄物による汚染が増加している。メダン市とデリスルダン市の地域は、2つのおおきな川で分断されている。その一つはデリ川であり、45,700ヘクタールの流域面積をもつ。またもう一つのベラワン川は、77,900ヘクタールの流域面積を持つ。これらの2つの川は、現在、重大な環境質の低下に直面している。
- ④ デリ川とベラワン湾の環境質の低下の指標は；
 - ・ 水質汚染と大気汚染、水資源確保のための貯水池面積の減少が、深刻である。

- ・ 毎年引き起こされる洪水
- ・ 流域面積の7%しか森林が残っていない。
- ・ 環境破壊および汚染の原因は、流域住民にある。
- ・ 既に洪水対策、汚染管理は実施されているが、実施者間の連絡がないために効率てきではない。

以上のことから、基幹施設の建設、上流、中流、下流域での環境管理等がばらばらに行われている結果、効果は最小である。よって、環境問題の解決には、これらに関係する政府、産業団体、市民団体との連携が重要である。

(3) 問題解決の方法

a) 総合計画の策定

総合計画は、策定されねばならない。総合計画は、セクター、サブセクター、環境関連部局間の内部調整および活動の目的を達成するためのセクター間、地域間、ステークホルダー間のための環境対策実施中の道しるべとなる。

b) 環境問題の取り扱い方法と汚染防止のための総合管理

問題の解決は、問題に対してすべての関係者を包括し、セクター間、地域間で、以下のように総合的に実施されることが重要である。

- ① ハードものでは、下水廃水処理場の建設、河川護岸の丸太小屋に住んでいる人々の移転、河川護岸からの土砂流入の防止、植林、洪水時の放水路の建設等が考えられる。
- ② ソフトものでは、建物のコーディング、警戒時の体制構築、市民参加の啓蒙、NGOの参画勧奨、民間企業の参加等が考えられる。
- ③ 経済開発と環境保全の調和をはかるための活動の組織化、今までに行ってきた環境質改善のためのプログラムの見直しと環境質改善のための能力の強化が考えられる。

c) 市民参加

セクター間、地域間の問題を調整するためのアドバイザーチームが必要である。アドバイザーチームを設置することにより、以下のことが可能になる。

- ① セクター間、地域間の活動の相乗効果、総合化のための政治的な支援
- ② 施設建設のための予算獲得への協力
- ③ セクター間、地域間のコストの2重化を避けて効率性が生まれる

④ 優先順位に基づいたが学際的な実行的枠組みの形成

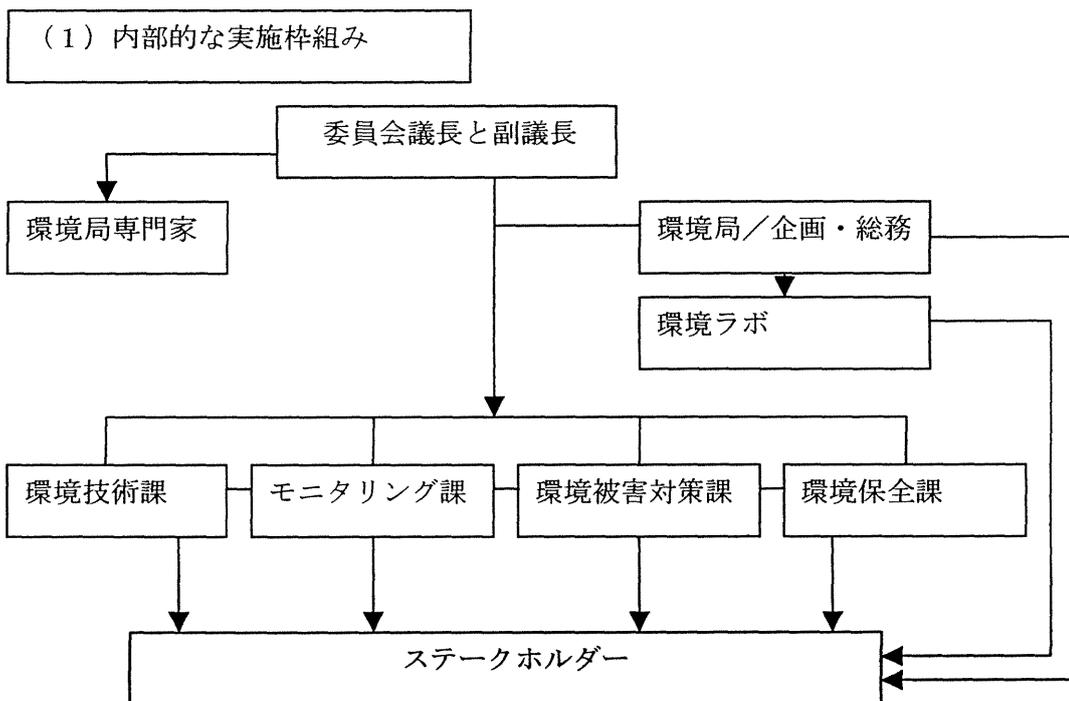
注；アドバイザーチームは、中央政府、州政府、州の専門家、技術者、自治体職員により構成され、環境大臣令に基づく。

(4) プログラム策定の有用性

- ① セクター間、地域間の相乗的な実施によって、デリ川およびベラワン湾流域の環境破壊および汚染の進行速度を遅延させることができる。
- ② セクターおよびステークホルダーの財政支援の使用方法が、効果的、効率的に運用される。
- ③ 目標と目的に基づいた成果の評価に対して、セクターとステークホルダーに容易さを与えることができる。
- ④ 技術を含めた地域資源の強化に対する機会が与えられる。

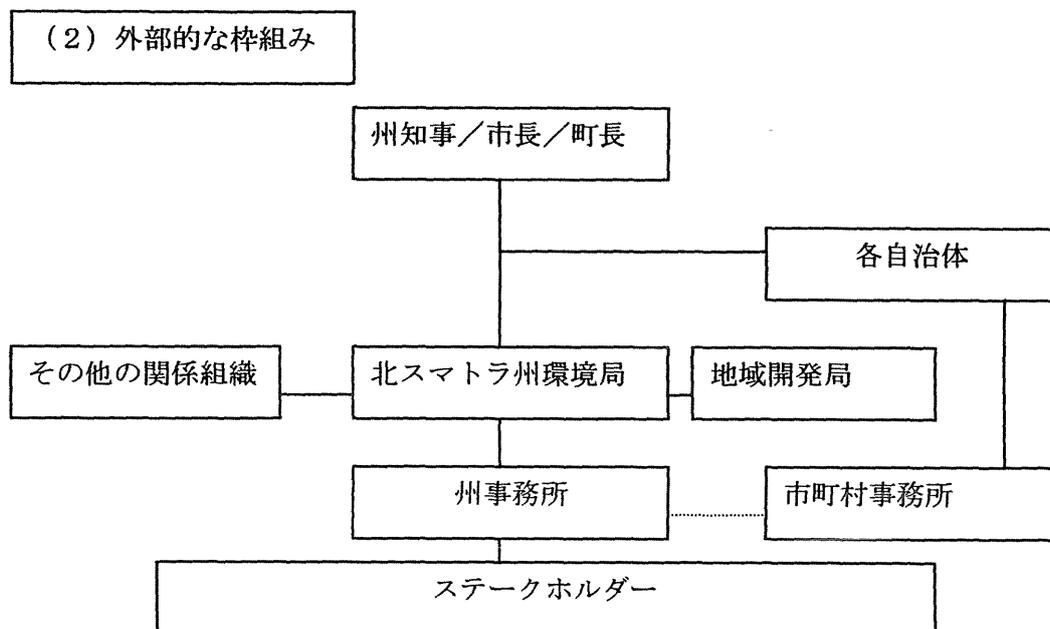
(5) 組織と役割

戦略的プログラムの実施組織は、以下のような内部的な実施枠組みと外部的な実施枠組みに規定されている。内部的な枠組みは、北スマトラ州環境局内の協働の枠組みである。



アドバイザーチームの組織は、以下のようなものである。役割については、前節の

3. 問題解決の方法 (3) 市民参加で述べている。



(6) 活動の概要

2005年7月には、プログラムの活動提案書が提出され、北スマトラ州の予算を獲得している。しかしながら、これらの予算が、すべての経費をカバーするものではない。以下の活動は、DSSプログラムで考えられている活動である。

① 環境啓蒙キャンペーン

- ・ 環境問題の相談
- ・ 家庭ごみまたは、排水の技術指導
- ・ 浄化槽の供与
- ・ 産業系排水の技術指導
- ・ 産業系における工場との紳士協定
- ・ 家庭排水処理の技術相談
- ・ 河川護岸の違法住居の移転
- ・ 村落レベルのスタッフの能力強化

② データベースの整備

③ DSSの現場におけるデリ川護岸の土地利用の開発

④ 護岸公共空間の整備

- ・公園の設置
- ・護岸、歩行者道の整備
- ・スポーツ、レクレーション施設の整備

⑤ モニタリングと評価

活動成果のモニタリング、PH, COD, BOD, 総窒素, 洗剤、オイル、P, NO₃, PO₄, DOの分析と経年変化の評価、ゴミ投棄の動向、住民行動の変化についてモニタリング、評価を行う。

以上の項目には、予算上すぐには達成できないことも含まれるが、このプログラムの方針からすれば、これらを州政府予算だけでまかなうのではなく、持ち寄りで達成しようとの試みである。表 4.1 は、2005 年の活動と 2006 年の活動計画である。また、DEMSプロジェクトでは、上記に掲げられた環境啓蒙活動、ポスターの作成に協力している。

表 4.1 2005 年 DSSプログラムの活動実績

| 活動項目 | 日時、期間 | 実施場所 | 参加者の種類 | 参加者人数 | 活動内容 |
|-------------------------------------|--------------------------|--|---|-------------------|---------------------------------|
| DSS サイト 事前調査 | 2005 年 2 月-3 月 | DSS Simalingkar DSS Rispa Malibu | 地域住民と公務員 実施チーム、 JICA 専門家 | 10 人 | 実施場所の確定 作業 |
| プログラムの 準備と実施場 所選定 | 2005 年 5 月-6 月 | 8 箇所選定 | 公衆衛生学科学生 および公務員 実施 チーム、DJICA A 専門家 | 72 人 | 実施場所の確定 作業 |
| 家庭排水負荷 調査、ごみの川 投棄防止キャ ンペーン | 2005 年 5 月-6 月 | DSS Simalingkar DSS Rispa Malibu | 地域住民と公務員 実施チーム、 JICA 専門家 | 合計 200 人 程度 | 家庭排水に関す るアンケート調 査、家庭 |
| ベラワンおよ び周辺地域の 環境保全に関 | 2005 年 7 月 5 日-7 日 | キャンパス L PP メダン | 一般市民、NGO、 産業界、USAID、 | 200 人 | DSSプログラ ムの発表、学習型 組織のセミナー、 |

| | | | | | |
|----------------------------------|-----------------|-------------------------|--|---------------|--|
| するグッドガ バナンスと学 習型組織セミ ナー | | | JICA専門家 | | 有機ごみの堆肥 処理、デリ川クリ ーンキャンペーン (漫画、) アニ メの展示 |
| 住民参加型集 会 | 2005年11 月21日 | DSS Simalingkar | 地域住民と公務員 実施チーム | 20人 | 一般ゴミの管理 ワークショップ |
| 住民参加型集 会 | 2005年11 月21日 | DSS Rispa | 地域住民と公務員 実施チーム | デー タ欠 落 | 一般ゴミの管理 ワークショップ |
| 住民参加型集 会 | 2005年11 月22日 | DSS Belawan Bahagia | 地域住民と公務員 実施チーム | 38人 | 一般ゴミの管理 ワークショップ |
| 住民参加型集 会 | 2005年11 月22日 | DSS Bagan Deli | 地域住民と公務員 実施チーム | 41人 | 一般ゴミの管理 ワークショップ |
| 住民参加型集 会 | 2005年11 月23日 | DSS Belawan Secanang | 地域住民と公務員 実施チーム | 29人 | 一般ゴミの管理 ワークショップ |
| 住民参加型集 会 | 2005年11 月23日 | DSS Simpang Kantor | 地域住民と公務員 実施チーム | 40人 | 一般ゴミの管理 ワークショップ |
| 住民参加型集 会 | 2005年11 月23日 | DSS Titi Papan | 地域住民と公務員 実施チーム | 22人 | 一般ゴミの管理 ワークショップ |
| 住民参加型集 会 | 2005年11 月24日 | DSS Sejarah Atas | Darul IImi 私立中学 校の学生と公務員 実施チーム、JICA 専門家 | 77人 | 一般ゴミの管理 ワークショップ、 植樹、環境教育 (いろいろな水 の伝導率、PHチ ェック)、ポスタ ー配布 |
| 住民参加型集 会 | 2005年12 月14日 | DSS Simalingkar | 地域住民と公務員 実施チーム | 42人 | ワークショップ と環境協定署名、 カレンダー配布、 |
| 住民参加型集 会 | 2005年12 月14日 | DSS Rispa | 地域住民と公務員 実施チーム | 23人 | ワークショップ と環境協定署名、 カレンダー配布、 |
| 住民参加型集 会 | 2005年12 月14日 | DSS Sejarah Atas | 地域住民と公務員 実施チーム | 40人 | ワークショップ と環境協定署名、 |

| | | | | | |
|---------------------------|-------------|----------------------|--|-----|--|
| | | | | | カレンダー配布、 |
| 住民参加型集会 | 2005年12月15日 | DSS Belawan Bahagia | 地域住民と公務員実施チーム | 41人 | ワークショップと環境協定署名、カレンダー配布、 |
| 住民参加型集会 | 2005年12月15日 | DSS Bagan Deli | 地域住民と公務員実施チーム | 39人 | ワークショップと環境協定署名、カレンダー配布、 |
| 住民参加型集会 | 2005年12月16日 | DSS Simpang Kantor | 地域住民と公務員実施チーム | 40人 | ワークショップと環境協定署名、カレンダー配布、 |
| 住民参加型集会 | 2005年12月16日 | DSS Titi Papan | 地域住民と公務員実施チーム | 43人 | ワークショップと環境協定署名、カレンダー配布、 |
| 住民参加型集会 | 2005年12月16日 | DSS Belawan Secanang | 地域住民と公務員実施チーム | 38人 | ワークショップと環境協定署名、カレンダー配布、 |
| 2006年DSS実施地の選定 | 2005年11月 | 5箇所 | 公務員実施チーム | 25人 | サイトの選定 |
| 住民参加型集会 | 2006年1月13日 | DSS Belawan Bahagia | 地域住民と公務員実施チーム、港湾管理会社、ISSD(NGO)、JICA専門家 | 70人 | プラスチックの回収、民間会社の古タイヤを利用した地域社会へゴミいれの寄付(2006年2000個予定)、植樹苗の寄付(植樹苗5000本)、マスコミへのアピール |
| 2006年 DSSプログラム活動計画 | | | | | |
| 住民参加型集会 | 2006年4月 | DSS Belawan Bahagia | 地域住民と公務員実施チーム | 50人 | |
| 住民参加型集会 | 2006年5月 | DSS Belawan I | 地域住民と公務員実施チーム | 50人 | |
| 住民参加型集会 | 2006年6月 | DSS Belawan Bahagia | 地域住民と公務員実施チーム | 50人 | |

| | | | | | |
|--|-----------------|--------------------------|-------------------|--------------|--|
| | 月 | | | | |
| 住民参加型集会 | 2006年7月 | DSS Glugur/ Sempakata | 地域住民と公務員 実施チーム | 50人 | |
| 住民参加型集会 | 2006年8月 | DSS Tanah Enam Ratus | 地域住民と公務員 実施チーム | 50人 | |
| DSS8箇所の サイトにおける 更なる環境 啓蒙と能力 強化 | 2006年2 月-12月 | | | 200- 400人 | |
| ジュニアエ コクラブの能 力強化（ NGO/YE S） | 2006年2 月-12月 | | 小中学生と公務員 実施チーム | 200人 | |