

〈ノート〉

開発途上国における廃棄物プロジェクト評価に関する基本概念と指標について

土井 由利子¹⁾, 田中 勝²⁾, 池口 孝²⁾, 河村 清史²⁾
大迫 政浩²⁾, 山田 正人²⁾, 井上 雄三²⁾A concept and indicators for evaluations of solid waste management projects
in developing countriesYuriko DOI¹⁾*(Department of Epidemiology, National Institute of Public Health)*Masaru TANAKA²⁾, Takashi Ikeguchi²⁾, Kiyoshi Kawamura²⁾Masahiro OSAKO²⁾, Masato Yamada²⁾, Yuzo Inoue²⁾*(Department of Waste Management Engineering, National Institute of Public Health)*

Y. DOI, M. TANAKA, T. Ikeguchi, K. Kawamura, M. OSAKO, M. Yamada, Y. Inoue, A concept and indicators for evaluations of solid waste management projects in developing countries, 47(2), 128-133, 1998

We have proposed a concept for evaluations of *solid waste management projects in developing countries*. The concept was developed in the frame of Waste-Environment·Ecosystem·Man based on the DSR frame work which was recently introduced by the UN *Commission* on Sustainable Development. We listed twelve indicators corresponding to five objectives: improvement of public health, environmental conservation, conservation of an ecosystem, a safe solid waste management and a minimization of solid wastes. A paradigm of the concept focusing on impacts of public health should be a key point how to evaluate solid waste management projects in developing countries.

(Accepted publication, June 23, 1998)

Key words solid waste management projects, public health, a DSR frame work, a Waste-Environment·Man·Ecosystem frame work, indicators, developing countries, international cooperation

1. はじめに

我が国は、開発途上国に対し、国際経済社会の調和ある発展と人道的配慮という基本理念の下に、地域保健サービス、保健医療従事者の養成・訓練、人口・家族計画、水道・廃棄物等環境衛生施設整備など広汎な分野にわたり保健医療計画を実施し協力援助を行ってきた。特に、感染症対策と水道・廃棄物対策は、公衆衛生水準の向上を進めていく上での中核課題として重点的に取り組まれてきた¹⁾。低い生活水準、劣悪な生活環境、不十分な保健医療サービス等により今なお多くの人々が疾病に罹患し若年死している状

況をみると、開発途上国に対し今後も引き続き援助を行っていくことは、国際社会におけるわが国の使命である。

アジア諸国における最近の経済状態の悪化は著しい。国の経済が逼迫した場合最優先的に予算が削減され影響を受けるのが保健医療福祉や環境衛生の分野である。未だ充分とはいえないものの、これまで脈々と続けられてきた途上国への公衆衛生水準の向上支援が、このような状況下において無に帰すことがあってはならない。しかし一方、わが国においても景気が低迷し赤字国債が加速度的に膨張している現状では、かつてのように政府開発援助の量的拡充を期待することができなくなった。そのため、いかに効果的かつ効率的に限られた資源を利用し投入すべきかという問題、換言すれば、援助の質の改善がクローズアップされ、これらの分野におけるわが国の国際協力のあり方を見つめ直すべき時期を迎えた。開発途上国に対する援助の質を改善するためには、個々のプロジェクトの評価を行うとともに、いくつかの個別のプロジェクトを包括的に集約しその

1) 国立公衆衛生院疫学部 2) 国立公衆衛生院廃棄物工学部
〔キーワード〕廃棄物のプロジェクト、公衆衛生、DSR フレームワーク、廃棄物-環境・生態・人系フレームワーク、指標、開発途上国、国際協力
〔平成10年6月23日受理〕

評価を行うといった作業に力を注ぐ必要がある。廃棄物分野においても公衆衛生水準の向上や健康の増進といった最終目標を念頭においた包括的なプロジェクト評価が重要になってきている。そこで我々は開発途上国における廃棄物プロジェクト評価に関する基本概念の構築と指標の開発を試みたのでここに報告する。

2. 廃棄物プロジェクト評価に関する基本概念の構築と指標開発の手順

平成8年度より国際協力における包括的プロジェクトの取り組みとして「環境と健康問題を中心とした国際協力のあり方に関する研究」が発足し、国立公衆衛生院廃棄物工学部、疫学部の2学部合同による「廃棄物プロジェクトの評価に関する研究班」が結成された²⁾。

インドネシアは、わが国の政府開発援助の最大の対象国であり、廃棄物分野においてもジャカルタ市都市廃棄物整備計画調査、スラバヤ市廃棄物処理計画調査、ウジュンバンタン市環境衛生整備計画調査、ブカシ水道環境衛生訓練センター等でこれまでに多くの実績を挙げてきた^{3,4,5,14)}。そこで我々は対象国としてインドネシアを選定することにした。基本概念の構築と指標の開発を行うための手順として次の3つのステップを踏んだ：1) 欧米において開発された

水道や廃棄物を含む環境に関する指標および日本における廃棄物処理に関する指標の文献⁶⁻¹⁴⁾を入手し基礎資料とする、2) この基礎資料を基に対象国の公衆衛生・環境分野の専門家達と討論を行い現状を把握する、3) これらを基に研究班内で検討を行い基本概念と指標についてのコンセンサスを形成する。なお本文中で用いる廃棄物という言葉の意味は固形都市廃棄物（ごみ）に限ることとする。

基礎資料として参考にした既存の指標を下記に示す。

1) EPA の環境指標

アメリカ環境保護庁 (EPA) の水道局 (Office of Water) による水質に関する環境指標⁶⁾、廃棄物局 (Office of Solid Waste) による資源保全回収法 (RCRA) の環境指標⁷⁾を表1、表2に示す。

2) 厚生省の廃棄物処理事業実態調査における指標

厚生省が毎年実施する廃棄物処理事業実態調査に用いられる廃棄物処理の実態に関する指標⁸⁾を表3に示す。

3) 国連の持続可能な開発委員会 (CSD) の環境指標

経済開発協力機構 (OECD) は環境情報を体系的に整備し指標化していくため PSR フレームワークという概念的枠組みを開発した。P は環境への圧力 Pressure, S はそれによる環境の状況 State, R はこれに対応する社会的対応 Response のそれぞれ頭文字である。国連の持続可能な開

表1 米国における水質に関する環境指標 (U.S. EPA, Office of Water)⁶⁾

目標	指標	内容
公衆衛生の保全および向上	1	大腸菌群、鉛、銅、化学物質、放射線物質等の規則を満たさなかった上水道から供給を受けている人口
	2	微生物汚染リスクのある濾過されてない表流水の供給を受けている人口
	3	鉛濃度が基準以上の上水道から供給を受けている人口
	4	上水道（地下水利用）のうち水源保全計画を有する数
	5	魚類食用禁止勧告を1つ以上受けた湖（面積）、川（距離）の割合
	6	貝類・甲殻類の生育水域における各階級（捕獲認可、条件付き捕獲認可、制限、禁止）の割合
生態系の保全および向上	7	健全な水棲生物群の存在する河川・河口域の割合
	8	絶滅の恐れがある水域・湿地の生物種の割合
	9	湿地面積の減少率
水域利用用途の維持	10 a	安全な飲用水の供給ができる水域の割合
	10 b	魚貝類・甲殻類の食用可能な水域の割合
	10 c	レクリエーション利用可能な水域の割合
	10 d	健全な水棲生物が維持されている水域の割合
周辺環境の保全および向上	11	飲用水中の硝酸塩に暴露されている人口
	12	表流水中の汚染物質の経時変化
	13	貝類・甲殻類中の汚染物質の経時変化
	14	河口域の富栄養化状態
	15	人や水棲生物にリスクのある底質汚染個所の割合
汚染負荷の防止または削減	16	汚染負荷点源の経時変化
	17	侵食により表流水へ流出する耕作地の土壌量
	18	海域のごみの量の源と経時変化

表2 米国における廃棄物に関する環境指標 (U.S. EPA, Office of Solid Waste)⁷⁾

目標	指標	内容
廃棄物減量	1	有害廃棄物の発生量
	2	有害廃棄物の発生量の経時変化
	3	有害廃液と非有害廃液の発生量
	4	非有害廃液の発生量の経時変化
	5	RCRAの有害廃棄物のリサイクルの経時変化
	6	有害廃液と非有害廃液のリサイクルの経時変化
	7	家庭廃棄物の全発生量の経時変化
	8	一人当たり家庭廃棄物の量の経時変化
	9	回収された家庭廃棄物の割合とリサイクルの割合の経時変化
安全管理	10	施設における有害廃棄物の処理状況
	11	施設における有害廃棄物の処理状況の経時変化
	12	査察時に発見された違法件数の経時変化
	13	査察時に発見された違法件数の経時変化
	14	家庭廃棄物の処理(埋立て, 焼却, リサイクル)の経時変化
	15	家庭有害廃棄物収集事業数の経時変化
修復	16	廃棄物処理施設の現況(調査, 精査, 汚染物質排出コントロール)と経時変化
	17	精査および排出コントロールに関する優先順位別施設数の割合
	18	人への暴露数
	19	地下水への放出数

表3 日本における廃棄物処理状況に関する指標⁸⁾

目標	指標
廃棄物処理	総人口, 計画収集人口, 計画収集量, 直接搬入量, 自家処理量, 焼却・処分量(焼却, 埋立, 粗大ごみ, 資源化, 高速堆肥化, その他), 1人1日当たり排出量, 最終処分量
焼却施設整備	固定バッチ, 機械化バッチ, 準連続, 全連続, 炉の数と処理能力
資源化設備整備	資源化, 固形燃料化, 高速堆肥化, その他の施設数と処理能力

表4 国連の持続可能な開発委員会(CSD)による廃棄物に関する環境指標⁹⁾

DSR	指標
環境の負荷等の駆動力(Driving Force)	産業廃棄物および都市廃棄物の発生量, 家庭廃棄物の一人当たり排出量, 有害廃棄物の発生量, 有害廃棄物の輸出入量
環境の状況(State)	化学的に誘発された急性中毒, 有害廃棄物に汚染された土地の面積
社会的対応(Response)	廃棄物処理に要する経費, 廃棄物の再利用, 都市廃棄物処理, 禁止または制約を受けた化学物質の数, 有害物質処理に要する経費

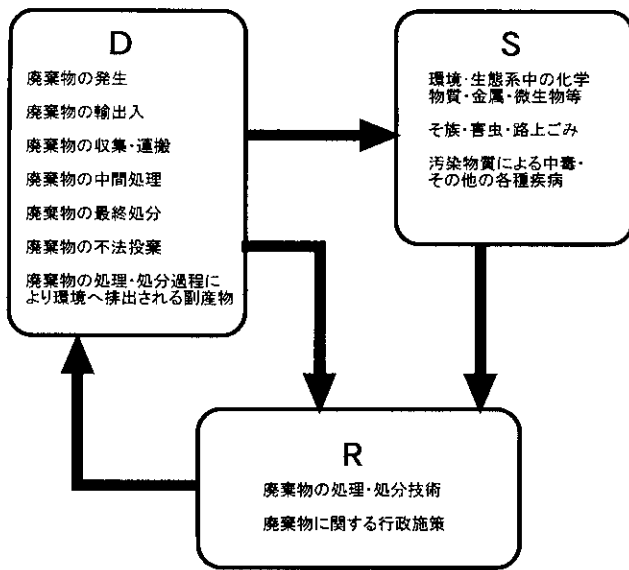
発委員会(CSD)は、このPSRフレームワークのPを環境への負荷等の駆動力Driving forceすなわちDと置き換え、このDSRフレームワークの下に環境指標の開発とその活用を進めようとしている⁹⁾。この中の廃棄物に関する指標を表4に示す。

3. 廃棄物プロジェクト評価に関する基本概念と指標

開発途上国における廃棄物プロジェクト評価に関する指標作りをするうえで、まずその基本概念を構築する作業を行った。基本概念の中心をなすのは主に以下の4点であ

る：1)廃棄物処理に主眼をおいたフレームワークを人の健康や環境・生態系の保全も含めた大きなフレームワークの中での廃棄物プロジェクトとして位置付ける、2)環境・生態・人系における廃棄物の位置付けは汚染源である、3)プロジェクトの最終目標は公衆衛生の向上および環境・生態系の保全であり、そのための達成目標として廃棄物の減量と安全管理がある、4)基本概念の構築にあたり現在世界的主流となりつつある DSR フレームワークを基本骨格として応用する。

DSR フレームワーク下における廃棄物プロジェクト評価の基本概念を図1に示す。環境への負荷等の駆動力(Driving Force)として、環境・生態・人系への汚染源である廃棄物がある。ある国(地域)の廃棄物負荷等の駆動力は、廃棄物の総量(自国で発生する廃棄物量+その国へ輸入される廃棄物量-その国から輸出される廃棄物量)から実際の最終処分量や中間処理量や不法投棄量等を減算・加算した大きさとその処理過程において環境へ排出される副産物の大きさによって決定される。この環境への負荷等の駆動力により、環境・生態・人系における状態(State)が変化する。この駆動力をコントロールするものとして、廃棄物処理に関する技術的あるいは行政施策的介入等の社会的対応(Response)がある。駆動力や環境・生態・人系における状態や社会的対応に関与する外的要素(External Component)としては、その国(地域)の政治的判断・優先順位、経済状態、住民の教育・関心等がある。



D: Driving Force, 環境への負荷等の駆動力
 S: State, 環境・生態・人系における状態
 R: Response, 社会的対応
 EC: External Component, DSRに関与する外的要素

図1 DSR フレーム下における廃棄物プロジェクト評価の基本概念

以上述べたような廃棄物プロジェクト評価の基本概念に基づき、環境への負荷等の駆動力(Driving Force), それによる環境の状況(State), これに対応する社会的対応(Response)を測定する指標作りを行った。指標作成の基本姿勢は以下の2点である：1)従来の廃棄物関連指標, 環境関連指標, 健康関連指標を DSR フレームワークに基づいて整理する, 2)健康関連指標については, 対象国の現状を反映しかつ環境・生態・人系における量-反応関係の仮定に立った特異的疾患を選定する(乳児死亡率等の非特異的指標は除外する)。DSR フレームワーク下における公衆衛生の向上・生態系の保全・環境の保全(最終目標)・廃棄物の安全管理・廃棄物の減量(達成目標)の5つの目標と12の廃棄物関連指標, 環境関連指標, 健康関連指標を表5に示す。

4. 考察

今回我々が提案する廃棄物プロジェクト評価の基本概念には2つの特徴がある。1つは、環境への負荷等の駆動力(Driving Force), それによる環境の状況(State), これに対応する社会的対応(Response)の DSR フレームワークを基本骨格にしているという点である。1992年の国連環境会議以降、持続可能な開発(Sustainable Development)は多くの国々が掲げる目標となった。そこで国連持続可能な開発委員会は DSR フレームワークを基に環境に関する総合的指標作りをすすめるようとしており現在世界的にも広く浸透しつつある。廃棄物分野においても指標作りの推進が期待されている⁹⁻¹²⁾。我々はこの基本骨格に加えて、DSR フレームワークの各要素に対し影響を与える外的要素(External Component)も考慮に入れた。

DSR フレームワーク自体はもともと環境系における負荷と状態と社会的対応との関係において出発した。世界資源開発銀行が DSR フレームワークの下に現在開発を行っている環境指標マトリックスにおいても、水質や大気等個々の指標作りは進んでいるものの、廃棄物と環境・生態・人系との相互影響にまで言及したものはない¹⁰⁾。そこで我々は、これまで別個に行われがちであった廃棄物のイン・アウトにおける廃棄物プロジェクトの介入効果と環境汚染による人・生態系における影響という2つのフレームを廃棄物=汚染源という認識の下に1つの枠組みの中で評価していきたいと考える。この点が我々の提案する廃棄物プロジェクト評価の基本概念の2つ目の特徴である。

我々が提案する廃棄物プロジェクト評価の基本概念すなわち廃棄物-環境・生態・人系フレームワークの意義は、廃棄物フレームワーク内における課題解決目標、すなわち廃棄物の安全管理や減量から環境・生態・人系フレームワーク内における課題解決目標、すなわち公衆衛生レベルの向上や環境・生態系の保全をも含めたパラダイムの拡大にある。し尿処理やトイレの普及率と下痢症との有意な相関関係等は既に明白な事柄であり教科書的にも¹³⁾述べられている。しかしこれまで固形都市廃棄物処理と健康や衛生水準との相関にまで言及したものは少なかった。最近先進国に

においては廃棄物焼却場から発生するダイオキシンの健康に与える悪影響について危惧する声が高まっており、廃棄物の適正処理と健康影響の問題は今後大きな関心事となっていくと思われる。開発途上国においても廃棄物処分場における野焼とダイオキシン発生、それによる健康影響について考慮をする必要がある。しかし同時にもっと基本的な問題として公衆衛生の一般的な水準を引き上げる必要があり、そのためには廃棄物フレームワークから環境・生態・人系フレームワークをも含めたパラダイムの拡大と学際的取組みの重要性をここで再確認しておきたい。パラダイムの拡大により、廃棄物系だけでなく環境・生態・人系の状態 (State) による正のフィードバックが社会的対応 (Response) に対し働き、D-S-R-D サイクルをより円滑に循環させるという効果が得られる。すなわち、廃棄物問題そのものの解決がこのサイクルの中で促進され、最終目標である公衆衛生レベルの向上へと繋がっていくと考えられる。

廃棄物フレームワーク内でのみ廃棄物問題改善の必要性を訴えても議論の発展性には限界がある。しかし、例えば、廃棄物の適正処理を通し蠅・蚊やコレラ等下痢症が減少し景観の美化が推進され観光が活性化することが認識されれば、廃棄物プロジェクトに対する評価は高まる。すなわち政策決定過程における優先順位 (External Component) が上がり廃棄物処理事業の強化が期待される。

上述の基本概念に従い廃棄物プロジェクト評価の指標作

成過程において留意した点は、対象国で現実に使える指標を選定していくということであった。データが入手できなければ指標は成立しないので、特に開発途上国の現状を考慮すると、新しい指標の開発は極力避け現地で現在使用されている廃棄物・環境・生態・人系に関連する指標を採用することとした。現地の公衆衛生・環境分野の研究者との意見交換・討論を通し、疾病構造、優先順位、Vectors Index 等の人・生態系に関する貴重な情報を得ることができたのは指標作りを行う上で大いに役立った。今後はインドネシアの AMDAL (環境影響評価制度)、PROKASIH (清浄河川計画)、LNGIT BIRU (大気汚染対策計画)、ADIPURA (清浄都市計画)、Healthy City (健康都市計画) 等現地の制度に関する情報をさらに収集し、より対象国に適した指標作りを進めていきたい。

今後の課題としては、環境・生態・人系フレームワーク内でのターゲット・エリアあるいはターゲット・ポピュレーションを選定し、表5に挙げた指標を用い量・反応関係の仮説を検証するための疫学調査を廃棄物プロジェクト評価の中に取り込んでいくことである。ハイ・リスク地域としては廃棄物処分場周辺やスラム等、ハイ・リスク・グループとしては低所得層、廃棄物処理業従事者、スクャベンジャー、廃棄物処分場周辺住民等が考えられる。例えば、オープンダンピングをしている埋め立て地の下流にある河川の水中原菌数と下痢症の関係、あるいは Mosquitoes Index (Biting Index) とデング熱との関係等ターゲットの

表5 DSR フレームワーク下における廃棄物プロジェクト評価の目標と指標

目標	項目	指標	内容	DSR
公衆衛生の向上	1	有害物質による中毒	有病率、死亡率、就労不可日数	S
	2	各種疾病 (消化器疾患、皮膚疾患、眼疾患、呼吸器疾患、マラリア・デング熱等)	有病率、死亡率、就労不可日数	S
	3	そ族・害虫・路上ごみ	鼠の数、Flies Index, Mosquitoes Index, 路上塵量	S
生態系の保全 環境の保全	4	大気・河川・湖沼・海・土壌・食物等	濃度：化学物質、金属、微生物等	S
廃棄物の安全管理	5	廃棄物の収集・運搬、中間処理による焼却・コンポスト・リサイクル、最終処分、副産物	量/年	D
	6	廃棄物処理処分施設整備	施設数/年、事業数/年、処理処分能力、経費/年	R
	7	監視指導	件/年	R
	8	河川・海域等への不法投棄	量/年	D
廃棄物減量	9	廃棄物の発生量	量/年、量/人	D
	10	廃棄物の輸出入量	量/年	D
	11	減量のための中間処理	量/年	D
	12	廃棄物減量事業	事業数/年、経費/年	R

注 D: Driving Force 環境への負荷等の駆動力 S: State 環境・生態・人系における状態
R: Response 社会的対応

優先順位を考慮した疫学調査を行う必要があると思われる。この種の疫学調査を実施する候補地としては JICA のマスター・プラン策定予定地域が考えられよう。

「廃棄物プロジェクトの評価に関する研究班」では平成8年度から9年度にかけてインドネシア水道環境訓練センターにおける人材育成プロジェクトの評価に関する研究を行ってきた。訓練センターの教育プログラムの中にも我々が提案する DSR フレームワークに基づいた廃棄物-環境・生態・人系フレームワークの基本概念を積極的に取り入れ訓練生への教育を図り、廃棄物に関する行政施策や処理技術等の社会的対応への波及効果へと繋げていきたい。機会があれば人材育成プロジェクトと廃棄物プロジェクトの両者を包括した総合評価も行いたいと考える。

5. おわりに

以上、現在国連の持続可能な開発委員会が進めている DSR フレームワークを基に、我々が提案する廃棄物-環境・生態・人系フレームワークにおける廃棄物プロジェクト評価の基本概念と指標について述べた。プロジェクトを包括的に評価するためには、費用効果、優先順位の妥当性、プロジェクトの自立発展性等いろいろな角度から検討加える必要がある。Log Frame(USAID), ZOPP(GTZ), PCM(FACID)等従来用いられてきた評価法も参考にしながら、開発途上国における廃棄物プロジェクトの包括的な評価法の開発を今後さらに進めていきたいと考える。

なお、この研究は平成9年度厚生省「環境と健康問題を中心とした国際協力のあり方に関する研究」の一部として実施されたものである。

文 献

1) 厚生省：保健医療分野における国際協力の推進について、

昭和61年6月13日

- 2) 国立公衆衛生院国際協力委員会：公衆衛生院の国際協力活動のあり方について。4-5, 1996.
- 3) 石井明男, 渡辺学：インドネシアの廃棄物処理事業と関連分野に関するデータ(前編)。都市と廃棄物, 26(2), 19-34.
- 4) 石井明男, 渡辺学：インドネシアの廃棄物処理事業と関連分野に関するデータ(後編)。都市と廃棄物, 26(3), 41-55.
- 5) 岩田元一：インドネシアの環境問題。公衆衛生研究, 44(1), 28-33, 1995.
- 6) U.S.Environmental Protection Agency,Office of Water : Environmental Indicators of Water Quality in the United States.1-25,1996.
- 7) U.S.Environmental Protection Agency,Office of Solid Waste : RCRA Environmental Indicators Progress Report 1995Update.1(-1)-E(1),1996.
- 8) 厚生省生活衛生局水道環境部環境整備課監修：日本の廃棄物'96広げようリサイクルの輪。社団法人全国都市清掃会議, 東京, 1996.
- 9) UN Commission on Sustainable Development:Indicators of Sustainable Development-Methodology Sheets. Department of Policy Coordination and Sustainable Development,New York,1996.
- 10) 世界資源研究所：環境指標持続可能な発展に向けた環境政策の成果を評価・報告するための体系的手法。環境情報普及センター, 東京, 1995.
- 11) 環境庁：総合的環境指標研究会：総合的環境指標案, 1996.
- 12) WHO:Indicators for Policy and Decision-Making in Environmental Health Measuring Health and Environment Linkages to Achieve Health for All(Draft).WHO, 1997.
- 13) 内藤幸穂, 眞柄泰基ら：水道・廃棄物処理適正技術マニュアル-ごみ処理編一。社団法人国際厚生事業団, 東京, 1988.
- 14) 田中勝編著：廃棄物学概論。丸善, 東京, 1998.