

ノンポイント対策の推進方策 に関する調査研究

1. はじめに

湖沼等の閉鎖性水域では、下水道整備等による家庭や事業所等の点源汚濁源（ポイントソース）からの流出汚濁負荷を削減するだけでは、水質改善は難しく、市街地や農地からの非点源汚濁源（ノンポイントソース）から流出する汚濁負荷量も軽視できない状況である。また、市街地ノンポイント対策は、まちづくり、道路、河川、公園、下水道部局、住民等様々な主体が適切な役割分担と合意のもとに、効率的に進めていくべきものである。

したがって、本調査では、これら背景を踏まえて、平成19年度に改定された「市街地ノンポイント対策に関する手引き（案）」を活用し、水環境改善緊急行動計画に位置付けられている佐鳴湖流域を対象として、ノンポイント対策手法、関係部局や住民との協議の場づくりや協働による取り組みについて検討し、それによる成果を他の流域へ展開していくための普及促進策について検討することを目的とする。

2. ノンポイント対策効果の把握手法

2.1 調査内容

市街地ノンポイント対策の効果を把握するため、ノンポイント対策導入初めの参考として、簡素化した手順を図-1のフローに示す。ノンポイント対策の効果把握のために、ノンポイント対策の必要性、対策手法の抽出、シミュレーションモデルの構

築、ノンポイント対策効果について検討する。

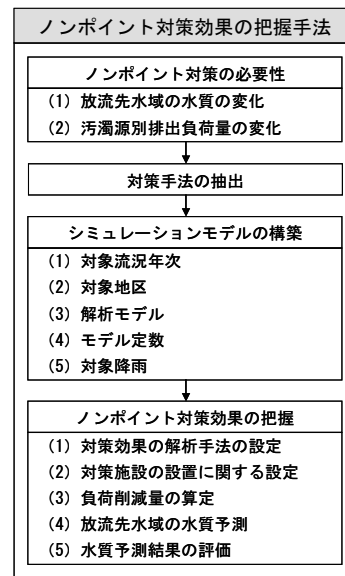


図-1 ノンポイント対策効果の把握手法の手順

佐鳴湖は、静岡県浜松市の西部に位置する湖で、都市化に伴う汚濁排水の増加等により、慢性的な水質悪化の問題を抱えており、水質改善を図るため、平成7年度に「水環境改善緊急行動計画」が策定され、平成15年度より、計画は二期目（清流ルネッサンスⅡ）に入っている。

本調査では、この水環境改善緊急行動計画に位置付けられている佐鳴湖流域を対象にノンポイント対策の推進方策に関するケーススタディを実施した。

2.1.1 ノンポイント対策の必要性

ノンポイント対策必要箇所を選定の考え方を図-2に示す。まずは、対象水域においてCOD等の環境基準の達成状況を確認することが重要である。環境基準未達成の場合は、対象流域における下水道普及率等から、下水道整備が十分に進んでいるかを確認し、十分に進んでいる場合には、ノンポイントを視野に入れた対策を実施していく必要がある。

ノンポイントソースは、雨天時において山地、農地および市街地等から流出するため、汚濁源別排出負荷量の割合等を整理して、市街地ノンポイント対策の必要性が高いと考えられる場合には、市街地ノンポイント対策を実施し、そうではない場合は、関係部局と連携して対策を実施することが重要である。

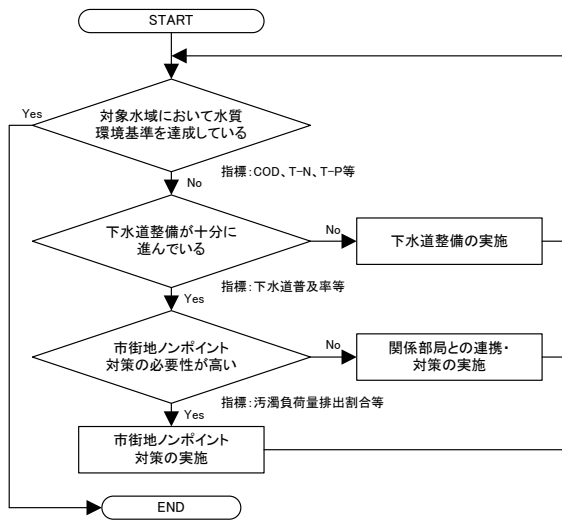


図-2 市街地ノンポイント対策必要箇所の選定の考え方

(1) 放流先水域の水質の変化

佐鳴湖におけるCOD75%値の経年変化を図-3に示す。COD75%値は、工場排水の規制や公共下水道の整備等の実施により、水質が低減する傾向を示しているが、昭和49年以降、一度も環境基準(5mg/L)を達成していない。

(2) 汚濁源別排出負荷量の変化

佐鳴湖流域における下水道普及率は、平成14年度末で75%、平成19年度末で90%であり、下水道整備が進んだ流域である。図-4に佐鳴湖流域におけるCOD排出負荷量の経年変化を示す。

清流ルネッサンスⅡ選定後のH13年以降、特に下水道普及による生活系負荷量の削減割合が高く、市街地等のノンポイント(面源系)の排出負荷量の割合が相対的に高くなっていることから、市街地等か

ら流出するノンポイント負荷対策を視野に入れた検討が必要と考えられる。

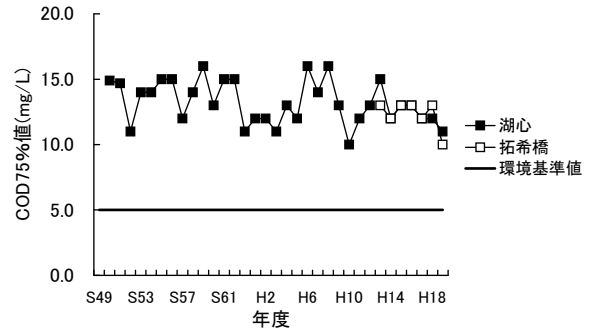


図-3 佐鳴湖におけるCOD75%値の経年変化

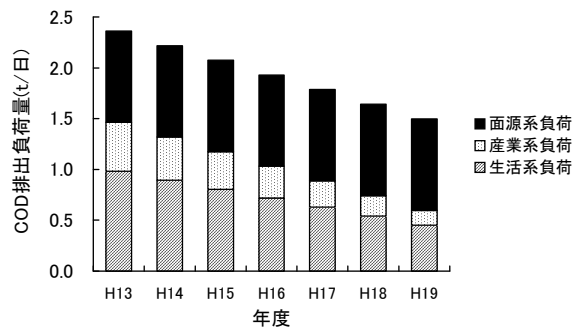


図-4 佐鳴湖流域のCOD排出負荷量の経年変化

2.1.2 対策手法の抽出

市街地ノンポイント対策の抽出にあたっては、ノンポイント負荷削減目標を達成するために必要となる対策手法を抽出する。ただし、対象地区の特性等を踏まえ、表-1に示す実施条件等に留意して抽出する必要がある。例えば、浸透、貯留、清掃等の対策は、表層地質、住民の協力、敷地確保等を考慮して実施可能な対策を抽出することが重要である。

表-1 市街地ノンポイント対策の主な手法と実施のための留意点

対策	実施者	実施条件	留意点
各戸貯留	住民	実施体制 住民の協力	・維持管理は比較的容易であるが、原水となる雨水が不安定であるため、効果の検証が必要
雨水浸透ます トレンチ	住民(宅内) 行政	浸透適地 維持管理体制 住民の協力	・ノンポイント負荷削減だけでなく、流出抑制効果も見込める
透水性舗装	行政	浸透適地	・効果の検証が行われていない
路面清掃	行政・住民	実施体制 住民の協力	・基本的に街きよ部の清掃 ・清掃頻度の確保・維持
雨水ます 管きよ清掃	住民(宅内) 行政	実施体制 住民の協力	・清掃頻度の確保・維持
貯留池	行政	貯留雨水の処理が可能 連集管の能力に余裕	・長期滞留時の処理 ・降雨規模による効果の変動 ・雨水送水用ポンプの動力費
沈殿池	行政	敷地確保	・傾斜板装置の洗浄(下部からの空気洗浄の併用が必要)
ろ過施設	行政	し渣・洗浄水の処理	・洗浄水の確保、送水管が必要 ・送水用ポンプの動力費
植生浄化	行政・住民	植生の生育環境維持	・収穫バイオオマスの有効利用方法の検討 ・水辺景観を考慮
土壌浄化	行政	敷地確保	・目詰まり対策 ・広大な面積が必要

ケーススタディでは、当該流域の表層地質が浸透性の高い礫層であること、自治体が主体的に実施可能で送水管や沈澱池等の比較的規模の大きい施設を必要としないことを条件として、「雨水浸透ます・トレンチ（公共）」、「路面清掃」を抽出した。

2.1.3 シミュレーションモデルの構築

シミュレーションモデルの構築にあたっての留意事項を以下に整理する。

(1) 対象流況年次

対象流況年次は、流総計画や水質保全計画等を参考に計画の目標年次とする。もしくは、年間の降雨回数、降雨量、降雨時間から代表的な年を選定する。

(2) 対象地区

対象地区は、計画目標の水質を設定している懸案地点の集水域（流域）とする。

(3) 解析モデル

解析モデルについては、利用目的に応じて適宜選択する。表-2に解析モデルの選択の目安を示す。

表-2 シミュレーションモデルの概要と特徴

モデル例	概要	特徴	将来予測への適用性
原単位モデル	単位面積・単位時間当たりの汚濁負荷量とした原単位を用いる。	・発生源別原単位を用いることで流域状況に応じた負荷を簡便に評価可能。 ・降雨状況等で負荷が時間的に大きく変化するため、原単位は地域毎に異なる。	将来状況に応じたモデル構築のため、将来想定追加の実測データが必要。
L-Q回復モデル	実態調査結果から得られる流出量Qと流出負荷量Lの関係式(L-Q式)を導く。	・流出量の実測データを用いることで時間変化を考慮した負荷を簡便に評価可能。 ・精度を確保するために数多くの実測データが必要。	将来状況に応じたモデル構築のため、将来想定追加の実測データが必要。
土研モデル + 修正RRL法	土研モデルは建設省土木研究所(当時)で開発された流出負荷量推定モデル。	・比較的少ないデータで十分な精度が得られる。 ・等流仮定での計算法であり、超過降雨時等における背水の影響を考慮できない。	将来状況に応じたパラメータの設定により適用可能。
分布型モデル	近年、欧米を中心に種々の流出解析モデル(MOUSE等)が開発され実用化。	・管渠内が圧力状態となる超過降雨時等の検討に適している。 ・比較的データ量、パラメータが多く、解析に時間を要する。	将来状況に応じたパラメータの設定により適用可能。

(4) モデル定数

シミュレーションモデルの各種パラメータは、原則として対象地区における既往降雨と流量、水質等の観測結果に基づいたキャリブレーションにより決定したパラメータを使用する。ただし、「導入検討」段階における予測には、類似地区のパラメータを使用することも可能である。

(5) 対象降雨

雨天時の汚濁負荷量の削減効果を把握する場合、様々な降雨のパターンに対応するため、一般に年間を通した降雨を用いてシミュレーションが行われる。

年間を通した降雨とは年間総降雨量のことではなく、対象流況年における独立降雨（一般に降雨の前後一定時間降雨がない場合に、その降雨を示すもの）ごとに整理した降雨のことである。

ケーススタディでは、対象流況年次は佐鳴湖清流ルネッサンスⅡの現行計画の対象流況年次である

2003年とし、対象地区は分流地区を想定した。シミュレーションモデルは「修正RRL法+土研モデル」とし、モデル定数は既往の調査結果等を利用して設定した。対象降雨は、独立降雨を「前後4時間無降雨で、かつ1降雨0.5mm以上の降雨」と定義して年間133の降雨を設定した。

表-3にケーススタディにおけるシミュレーションモデルの構築条件の一覧を示す。

表-3 ケーススタディにおけるモデル構築条件

検討場面	設定諸元			
雨水流出	解析モデル	修正RRL法		
	排水区諸元	■面積A 100ha	■流下時間TL 18分 (=2.58×A ^{0.420})	
		■不浸透面積率Imp 0.3, 0.5, 0.7		
	対象降雨	■代表降雨年 2003年(平成15年): 133降雨		
	有効降雨モデル		直接流出域	凹地貯留域
		不浸透域	0.400	2.0mm
浸透域		10mm/hr 0.200	6.0mm 0.800	
インフローモデル	■等到達時間域別面積 貯留関数モデル			
解析モデル	■K値、P値 K=S30/30 ^P S30=0.171×TL+0.90 P=0.7 土研モデル			
汚濁負荷流出	管渠負荷流出モデル	■負荷流出係数 C=平均水質/P ² P:初期管渠内堆積負荷量 ■限界流量 0.0001 m ³ /s/ha		
	路面負荷流出モデル	■初期路面等残存負荷量 COD 7.000 kg/ha T-N 1.000 kg/ha T-P 0.200 kg/ha		
		モデル式: $S = S_0(1 - \exp(-k_r \cdot T)) \times 10$ S:初期堆積負荷量(g/ha), S ₀ :極限堆積量(mg/m ²), k _r :堆積速度係数(1/日), T:先行無降雨日数(日) ※回復期間14日で、先行無降雨期間に応じた初期堆積負荷量を設定 ■路面負荷流出係数 0.100 1/mm ■限界降雨強度 2.000 mm/hr		

2.2 ノンポイント対策効果の把握についての調査結果

ケーススタディを通じて得られた結果を以下に示す。

ノンポイント対策効果の把握にあたっての留意事項を以下に整理する。

ノンポイント対策の効果を定量的に把握するためには、表-1に示した各対策手法に応じたシミュレーションモデルを構築し、年間放流負荷量の算定および放流先水域の水質予測を実施する必要がある。

(1) 対策効果の解析手法の設定

対策効果の解析手法には、次の2つが考えられる。

- ・ 浸透施設、路面清掃、貯留池等の場合は、シミュレーションモデル定数等を修正し、汚濁負荷の流出過程においてノンポイント対策効果を把握する（モデルの修正）。
- ・ 処理施設等の場合は、排水区域からの流出負荷量に想定した負荷削減率を乗じてノンポイント対策効果を把握する（除去率による評価）。

(2) 対策施設の設置に関する設定

各対策手法の対策量（対策施設の規模）を検討す

るため、対策施設の数量等に関する条件を設定する。

(3) 負荷削減量の算定

ノンポイント対策効果は、様々な降雨に対応するため、対象流況年次の年間を通じた降雨を対象にシミュレーションを実施し、年間値を算定する。

(4) 放流先水域の水質予測

放流先水域の水質予測は、水質予測モデルによる詳細な検討が一般であるが、「導入検討」段階における予測では、簡易なモデル（統計モデル）の検討を行い、必要性に応じて、より高度なモデルも適用するという使い分けが必要である。

(5) 水質予測結果の評価

水質予測結果と目標とした水質環境基準等とを比較して、対策手法の対策量が適切かどうか検討する。水質予測結果が環境基準値等の目標値を超える場合は、水質改善対策の手法や規模を再度検討する。

ケーススタディでは、これらに留意して対策効果の解析手法を設定し、年間放流負荷量の算定および水質予測を実施した。まず、浸透施設等の各対策手法をシミュレーションモデルに組み込むための解析手法を表-4に示す。

表-4 解析手法の設定(例)

対策施設	解析手法
浸透ます・浸透トレンチ	修正RRL法における有効降雨算出過程において、浸透損失(浸透強度)を考慮した。
路面清掃	土研モデルにおける初期路面等残存負荷量を減じた。不浸透域面積に対して道路面積を20%に設定した。

ケーススタディにおける年間放流負荷量の算定手順を図-5に示す。モデル定数、対象降雨、対策施設の規模を解析モデルに入力してシミュレーションを実施し、年間放流負荷量および年間放流負荷量の削減率を算定した。

図-5の手順から出力される「負荷削減量の算定結果」と、別途、水質予測モデルの算定結果をもとに整理した「負荷削減量と湖内水質の関係」を用いてCOD予測を試みた(図-6参照)。

図-6の手順で水質予測を実施した結果、流域全体に浸透施設等ノンポイント対策を講じた場合、CODにして、少なくとも約0.3mg/Lの濃度低下が期待できることが明らかになった。

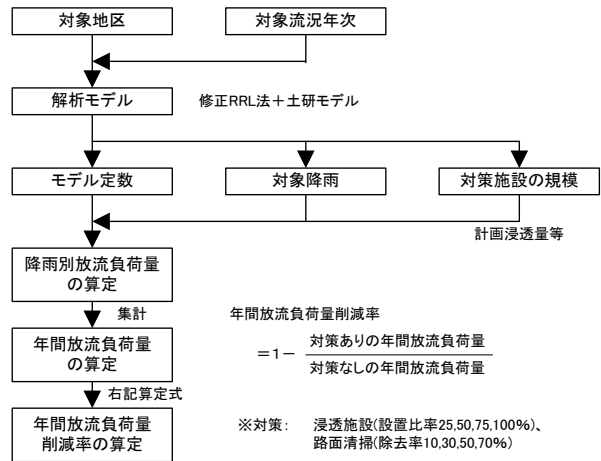


図-5 負荷削減量の算定手順(例)

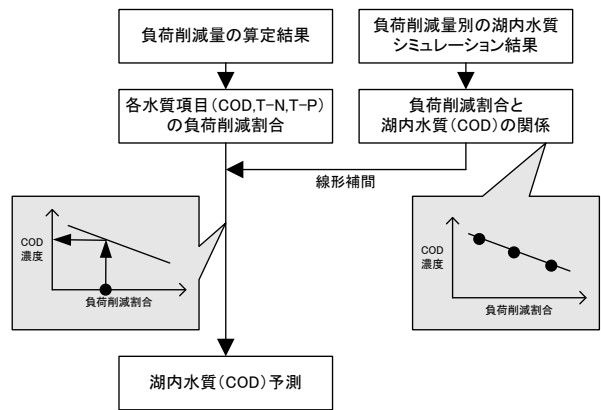


図-6 COD予測手順(例)

3. 水質改善のための関係部局や住民との連携手法

効率的、効果的なノンポイント負荷削減対策を実施するために、関係部局や住民との協議の場づくりや協働による取組みについて検討する。

水質改善のための関係部局や住民との連携手法の手順を図-7に示す。

3.1 実施条件

公共水域の水質改善には、下水道整備による生活排水だけでなく、多くの要因が関係していることから、より効率的に水質改善対策を行っていくためには、関係部局間の連携や地域住民・NPOの協力が必要不可欠である。行政と住民が協力し、積極的に取り組んでいくためには、まず、「組織体制・協議の場づくり」が必要である。協議の場では「課題の共有化」として関係各者が相互を理解し、共通の理念・目標を持つことが重要であり、その結果、「課題解決のための計画立案」が実現できる。

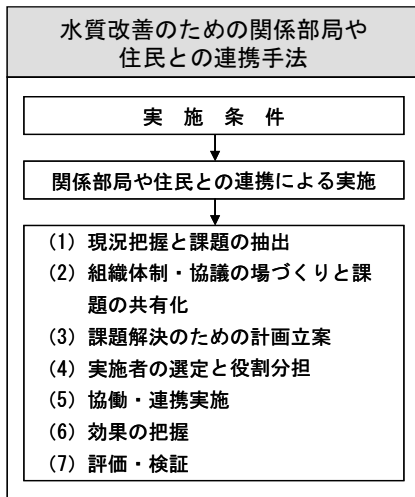


図-7 水質改善のための関係部局や住民との連携手法の手順

3.2 関係部局や住民との連携による実施

関係部局や住民との連携による実施のながれを図-8に示し、図-8の各段階の説明を以下に示す。

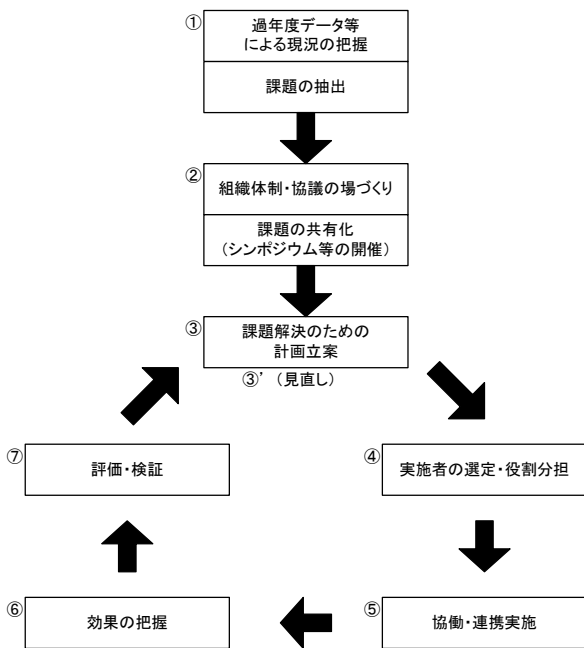


図-8 普及促進のながれ

(1) 現況把握と課題の抽出

対象箇所の現状を把握するために、現地視察や過年度データの整理等を行い、環境および景観面、運用および管理面について、課題点を抽出する。

(2) 組織体制・協議の場づくりと課題の共有化

抽出した課題に対する対策を実施するにあたり、生活排水対策、農地対策、畜産対策、工場対策等の幅広い対策を行うために、関係部局（下水道・環境・河川・農林等）や地域住民・団体の協力が必要不可

欠である。したがって、行政（関係部局含む）と地域住民・団体の両者の協議の場であり、計画を作成・実施支援・評価するための組織として、図-8に示すような地域協議会等を設置し、対策を推進する体制を整備する。

(3) 課題解決のための計画立案

課題を解決するための計画立案では、行政（関係部局：下水道・環境・河川・農林）、住民（地域代表：自治会長・商工会・農協・NPO 団体）、専門家（有識者・大学教授等）の3者が十分な協議を行い、実施可能な計画を選定するとともに、各計画について、「誰がいつ何をするか」といった具体的な行動計画やスケジュールを示し、COD 低下量（あるいは濃度）等の定量的な改善目標を設定することが重要である。

(4) 実施者の選定と役割分担

計画の実施にあたっては、各計画で設定した目標を達成するため、誰が何をするかを行政と住民とで役割分担して各者の実施内容を明確にするとともに、スケジュール管理を行うことが重要である。

また、市民団体による路面清掃等の実施や水質・生物等の実態を把握するためのモニタリング活動等も重要な取り組みとなるため、誰もが参加でき、行動計画を確認できる体制を整え、住民の意識を向上させることも重要である。

(5) 協働・連携実施

各種行動の実施についても行政と住民が連携し、協働することが重要である。そのために、行政は住民の積極的な参加を促す活動を行う必要がある。

具体的には、行政が実施する行動計画に住民が気軽に参加できる体制の整備、ホームページ等を活用した住民からの意見収集、水質改善サポーターとして登録をした住民に対する定期的にメールマガジンの配信等を行い、住民の水質改善に向けたモチベーションを高め、協力を推進していく必要がある。

(6) 効果の把握

行動実施後には、各行動の効果を把握することが重要である。効果の把握方法としては、以下の方法があり、行動内容に応じて手法を選定し、各行動の効果を把握する。

- 水質モニタリングにより水質の状況を把握し、過年度状況や目標となる環境基準と比較
- 生物観察会等により、生態系等の状況を把握し、過年度状況等と比較
- シミュレーションにより水質改善効果を算定し、予測された効果が得られているかを確認
なお、得られた効果を住民等へ分かりやすく伝えるために、COD 等の水質項目だけでなく、ゴミの量

や透視度，臭い等住民がイメージしやすい効果指標を導入することも重要である。

(7) 評価・検証

行動実施による効果を把握した後は，実施した行動を評価・検証する必要がある。評価・検証のポイントは，以下に示す内容であり，これらの結果を踏まえて，計画見直しや次期計画の立案を行い，継続的に行動を実施していくことが重要である。

- 行動実施による効果内容の検証
- 想定された効果と実際の効果量の確認
- 行動を実施する上での課題点の抽出

具体的には，モニタリングやケーススタディの結果から得られた新しい知見の導入や課題点が解明されたことによる見直し，新技術の開発による新たな対策の導入等について検証を行うこととなる。

また，関係部局，地域住民等の積極的な参加，協力を得て各行動を継続発展するためには，汚濁負荷削減効果を評価する仕組み（図-9：PDCA サイクル）

を導入し，関係部局，地域住民・団体の行動実施の状況や進捗率等を明らかにするとともに，協議内容の公開，積極的な情報提供等を行い，流域全体の水質保全に対する意識の向上を図ることも重要である。

4. おわりに

- 佐鳴湖流域を対象にノンポイント対策の推進方策に関するケーススタディを実施した結果，「修正 RRL 法+土研モデル」を用いた方法により負荷削減量および効果量の算定が可能であった。
- また，佐鳴湖流域で実施されていた関係部局や住民との協議の場づくりや協働による取り組みについても他の流域で実施する場合の参考となり，ノンポイント負荷削減対策を実施する場合でも適用が可能である。

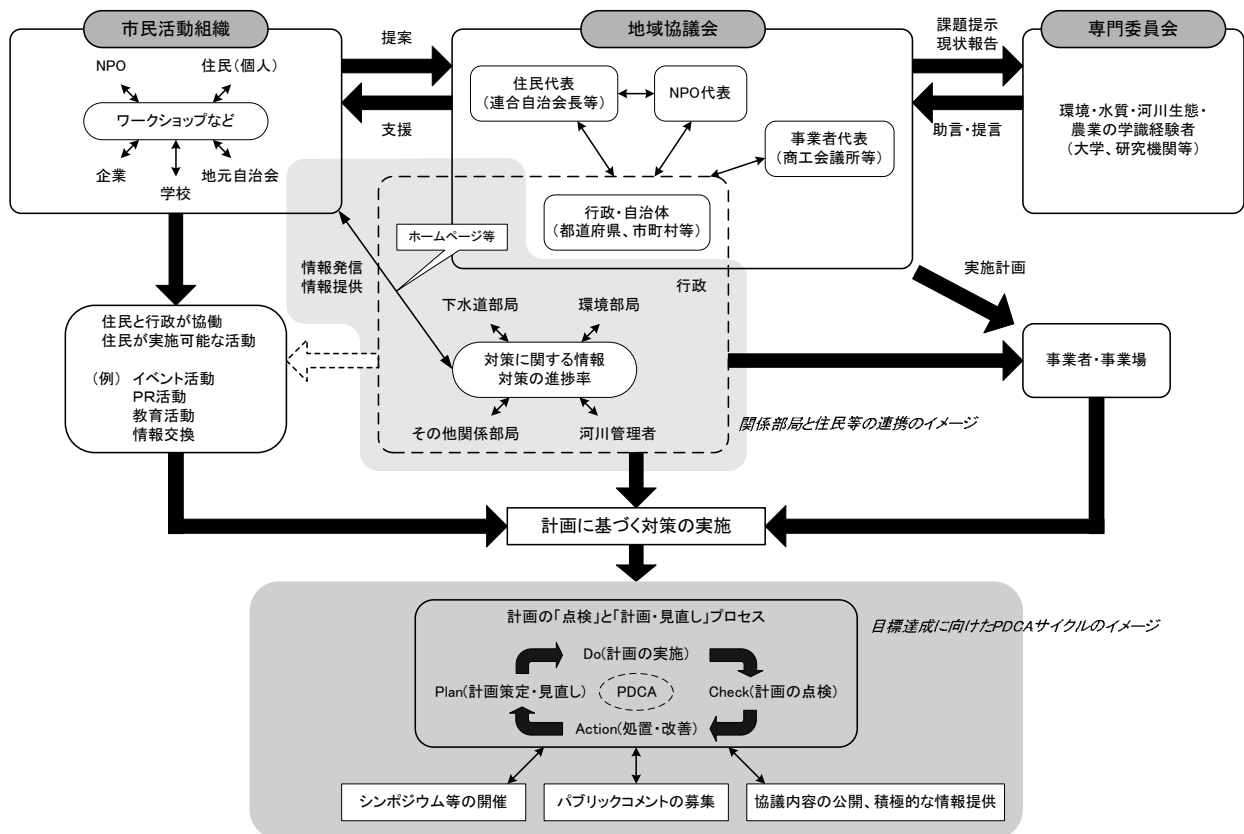


図-9 計画実施のための組織相関図 (例)

●この研究を行ったのは

研究第一部長
研究第一副部長
研究第一主任研究員

清水 俊昭
森島 嘉浩
松井 威喜

●この研究に関するお問い合わせは

研究第一部長
研究第一副部長
研究第一主任研究員
問い合わせ先

森田 弘昭
森島 嘉浩
加藤 薫
電話 03-5228-6597