



アジア水環境  
パートナーシップ

WEPA

アジア  
水環境管理  
アウトルック  
2018





アジア水環境  
パートナーシップ

WEPA

アジア  
水環境管理  
アウトルック  
2018

アジア水環境パートナーシップ (WEPA)

環境省  
公益財団法人 地球環境戦略研究機関 (IGES)

## WEPAアジア水環境管理アウトLOOK 2018

Copyright © 2018 Ministry of the Environment, Japan. All rights reserved.

この出版物のいかなる部分も、WEPA事務局である地球環境戦略研究機関（IGES）を通して環境省の許可なく、コピー、録音、または情報の保存および検索システムを含む電子的または機械的手段を問わず、いかなる形式または手段でも複製または送信することはできません。

ISBN: 978-4-88788-201-0

この出版はアジア水環境パートナーシップWEPAの活動の一部として作成され、地球環境戦略研究機関（IGES）によって出版されております。客観性と公平性を保証するあらゆる努力はなされますが、研究結果の出版はWEPAパートナー国の支持あるいは黙諾を意味するものではありません。

### 環境省

〒100-8795

東京都千代田区霞ヶ関1-2-2

Tel: 03-3581-3351

<http://www.env.go.jp/>

### 公益財団法人地球環境戦略研究機関（IGES）

〒240-0115

神奈川県三浦郡葉山町上山口2108-11

Tel: 046-855-3700

<http://www.iges.or.jp/>

アジア水環境管理アウトLOOK 2018 製作には下記のIGESスタッフが関わっています。

#### [原稿執筆チーム]

久山哲雄 マネージャー（水資源管理）、自然資源・生態系サービスグループ

Bijon Kumer Mitra 主任政策研究、自然資源・生態系サービスグループ

Pham Ngoc Bao 主任政策研究者、自然資源・生態系サービスグループ

Binaya Raj Shivakoti 水・適応専門家、自然資源・生態系サービスグループ

養輪智子 政策研究者、水・災害リスク軽減専門家、自然資源・生態系サービスグループ

高橋愛 プログラムコーディネーター、戦略管理オフィス

#### [支援チーム]

角島小枝子 プログラムコーディネーター、自然資源・生態系サービスグループ

エマ伏見 編集者、戦略管理オフィス

内田東吾 マネージャー、都市タスクフォース

Sarah Heck インターン、バンコク地域センター

印刷地：日本

# 目次

はじめに .....	5
アジア水環境パートナーシップ (WEPA) からのメッセージ .....	6
謝辞 .....	8
略語 .....	9
[1章] WEPAパートナー国の水環境管理の概況 .....	13
[2章] WEPAパートナー国における水環境管理に関する国別情報	
2.1 カンボジア .....	38
2.2 中国 .....	44
2.3 インドネシア .....	50
2.4 日本 .....	56
2.5 韓国 .....	62
2.6 ラオス人民民主共和国 .....	68
2.7 マレーシア .....	76
2.8 ミャンマー .....	84
2.9 ネパール .....	90
2.10 フィリピン .....	96
2.11 スリランカ .....	104
2.12 タイ .....	112
2.13 ベトナム .....	122
参考文献 .....	135



# はじめに

アジアは、世界の土地の30%および世界の淡水資源の30%を占めており、その中に世界人口の60%が居住している。平均3,400m<sup>3</sup>/年/人と見積もられているこの水資源のこのシェアは、人口と経済が拡大するとともに継続的に低下している。当然、アジアの国々は、居住環境の悪化、利用可能な水の減少および水の生態系サービスの損失につながる、深刻な水質汚濁問題に直面し続けている。これらの状況を考慮し、ガバナンスの観点から水質汚濁問題を解決することを目的とし、第3回世界水フォーラムの場で日本国環境省によりアジア水環境パートナーシップ (WEPA) が提案された。

WEPAでは2004年から、アジア13カ国のパートナー国 (カンボジア、中国、インドネシア、日本、韓国、ラオス、マレーシア、ミャンマー、ネパール、フィリピン、スリランカ、タイ、ベトナム) の協力のもと、水環境問題を解決するために、関係者の能力向上及び解決策の情報・知識共有を行ってきた。

アジア地域の水質に関する問題を解決するためには、関係者の間で共通認識を持つことが重要であることを考慮し、このイニシアティブで蓄積された情報及び知識、並びに人的ネットワークを活用して、「水環境管理に関するWEPAアウトルック」を作成した。この報告書は、アジア地域の行政官、専門家及び水セクターのその他関係者を対象に、水環境の現状及び管理の状況に関する最新かつ有益な情報を提供することを目的としている。世界のその他の地域において水質問題に取り組んでいる関係者に有益な情報源として、2009年にイスタンブールで、2012年にマルセイユで、2015年に大邱・慶州でそれぞれ行われた世界水フォーラムの際に、本書は出版されている。

本書はその第4版にあたり、主に「第1章WEPAパートナー国の水環境管理の概況」及び「第2章WEPAパートナー国における水環境管理に関する国別情報」の2つの章によって構成されている。第1章では、各国の水環境管理に関する制度の枠組みについての分析結果を概説する。第2章は、WEPAパートナー国それぞれの水環境管理の最新情報を提供する。また、これまでのWEPA年次会合及びワークショップで議論された持続可能な水環境管理を実現するために解決すべき現在の課題及び今後の取り組みについて示した「WEPAメッセージ」も掲載する。

アジア水環境管理アウトルック2018は、ブラジル・ブラジリアで2018年3月に行われる第8回世界水フォーラムに向けて出版される。以前の3つの版とともに、アジア地域のみならず世界の他の国で水環境問題に取り組んでいる人々にとって有益な情報となるとともに、アジア地域の持続可能な水環境管理に貢献することを願っている。

2018年3月

環境省

公益財団法人 地球環境戦略研究機関 (WEPA 事務局)

# アジア水環境パートナーシップ(WEPA)からのメッセージ

## アジアにおける水と衛生のための持続可能な開発目標を達成するために

1

清潔で、安全で、十分な水供給と改善された衛生への普遍的なアクセスは、人類を幸福にし、貧困を撲滅し、人への悪影響を最小限にし、持続可能な社会経済の発展を促進させるとともに、淡水資源と生態系の質を向上するために必要不可欠である。持続可能な開発のための2030アジェンダにも、水と衛生の地球規模での中心的な役割が明記されている。

2

アジア地域は急激な人口増加、都市化、産業発展、肉のように生産に多くの水が必要な食糧へのシフトを含む消費パターンの変化、および、急速に増加する水需要に関連して地域の水資源および水インフラに対する深刻な課題になりうる気候変化による甚大な影響を経験している。これらの要因により、環境中に排出される排水量及び汚濁負荷量は継続的に増加しており、アジア地域全体の水質の悪化を引き起こしている。



3

ミレニアム開発目標(MDG)に基づき設定されている水と衛生に関する持続可能な開発目標のゴール6は、ただ単にオンサイトの衛生施設を強調するだけでなく、水、排水及び生物資源の管理を含む水サイクル全体の重要性を示す包括的な目標とみなされている。ゴール6は、特に食糧(ゴール2)およびエネルギー(ゴール7)のように、他のゴールと強い関連性を有する。ゴール6のターゲットと他のゴールのターゲットとが互いに強い関連性を有するため、水に関するゴールを達成することが、人の健康、食糧、エネルギー保障、持続可能な経済発展、社会発展および健全な生態系にとって必要なだけでなく、他のゴールの達成やコベ

ネフィットのためにも必須である。



4

アジア水環境パートナーシップのもとで13年の間に蓄積された経験に基づき、WEPAパートナー国は、アジアで持続可能な開発目標ゴール6の達成を促進すると同様に上記の課題に取り組む際に必要な下記のような共通認識を共有する。

- a. 淡水及び排水に着目した水質及び水量の信頼できかつタイムリーなデータは、良い水ガバナンスを保証するために、根拠に基づく意思決定を行う上で重要な役割を果たし、水と衛生に関するSDGのターゲットを効率的にモニタリングすることにつながる。しかしながら、モニタリング機器の不足や専門的な知識を有するスタッフの不足が原因と考えられる信頼性の高いモニタリングデータの慢性的な不足によりアジア地域の多くの国で水の包括的な評価が実施できていないのが実情である。そのため、水のモニタリングと報告に関する技術的な能力の観点から、「ハードウェア」と「ソフトウェア」の両方を強化するとともに、デジタル

プラットフォームのように全ての関係者が広く簡単に利用できるモニタリング結果を提供することが必要不可欠である。

- b. アジア地域における全ての課題を解決できる唯一の方策は存在しないため、適切な解決策は地域の状況に基づかなければならない。また、ほとんどの場合、水のライフサイクルを通じて、発生源での汚染を最小限にする一方で、効果的かつ効率的な水の利用と再利用を最大化するために経済発展と環境の持続可能性とのバランスを維持する循環型のアプローチを採用しなければならない。
  - c. SDGゴール6の達成に向けて水の再利用の割合及び栄養塩のような有益な副産物の回収率を増加させると同時に、水域の汚濁負荷量を削減するために、排水処理の効率性を改善することが必要である。その実現には、改善された排水及び汚泥管理を通じた効率的な水質規制制度の導入、人及び組織の能力向上及び規制と懲罰を強化するための政治意志を含む変化が生まれる環境が求められる。
  - d. 排水処理技術の選択は、自然社会経済的な条件および開発のレベルのような地域の状況に基づき行われるべきである。適切かつ、低コストで、環境配慮型の、利用や維持が簡単で社会的も受け入れられる技術が従来の高コストな手法よりも優先されるべきである。
- 
- e. 水環境管理を改善するために、効果的な政策や規則を立案する際には、政策立案者と研究者との対話を促進することも含め、科学的に根拠のある知識を利用することが求められる。
  - f. 官民連携のような適切なビジネスモデルとともに革新的かつ効果的な財政及びインセンティブ手法により、排水および汚泥管理の財政的な持続可能性を担保することがさらに求められる。
  - g. 水環境管理において、民間部門及び地域コミュニティを含む幅広いステイクホルダーの関与および協力が促進されるべきである。
  - h. 排水モニタリングのプロセスおよび分析手法を含む産業排水管理に関する法的枠組み、規則および詳細なルールやガイドラインの遵守はさらに強化されなければならない。

5 | WEPAパートナー国は地域の水環境管理のレベルを向上することに着目し、持続可能な開発のための2030年アジェンダの継続的な実施に貢献することに合意する。

6 | 上記を念頭におき、WEPAは、WEPAデータベース、政策対話およびワークショップのような既存のスキームによってWEPAパートナー国間での教訓および知識共有の取り組みを続ける。さらに、実施上の重大な課題となっている問題に取り組むために、WEPAパートナー国の行動を促すスキームを2015年に開始した。このスキームでは、WEPAは、水環境政策および管理の計画及び実施上の特定の課題を解決する小さいが意味のある取り組みの実施を支援する。得られた実際的な教訓、およびアクション・プログラムから蓄積された知識は、パートナー国の間でだけでなくWEPAデータベースを通じてより広範囲に共有される。WEPAは、WEPAの活動の影響を最大限にするために、他のネットワーク、国際機関や援助機関との連携の強化を図っていく。

7 | アジア地域の人々の幸福と持続可能な開発を考え、WEPAは協力を強化し、知識を利用し、保全や保護に関する行動を起こすことで世界の水環境の改善に取り組んでいく。われわれは、これらの努力が、水環境ガバナンスの改善、関係者の能力向上及び持続可能な開発のための2030アジェンダの実施にも貢献することを確信している。

# 謝辞

WEPA事務局は、本書作成にあたって多大な貢献と建設的なご助言、並びに多くの支援をいただいたWEPAパートナー国の担当者及び協力者に感謝します。また、多大なご支援と貴重なご意見をいただいたWPEAアドバイザー委員会の委員の皆様に対しても、厚くお礼を申し上げます。

\* フォーカルポイント

## カンボジア

Sokha Chrin\*  
環境省行政会計局 副局長

Rady Phin  
環境省環境管理局水質管理部 課長

Vinarin Sour  
環境省持続可能な開発国家委員会事務局科学技術部 チーフオフィサー

## 中国

Li Liping \*  
環境保護部 環境経済政策研究センター  
国際環境政策研究所 上席技術者(副係長)

## インドネシア

Budi Kuruniawan\*  
環境林業省水質汚濁防止局インヴェントリー・汚濁負荷割当課 課長

## ラオス

Phengkamla Phonvisai\*  
天然資源環境省汚染防止局 副局長

## 日本

渡邊 康正  
環境省水・大気環境局 水環境課長

長谷川 広樹\*  
環境省水・大気環境局 水環境課長補佐

## 韓国

Kyunghyun Kim\*  
国立環境研究員(NIER)水質評価研究課 課長

## ミャンマー

Khon Ra\*  
農業畜産灌漑省灌漑水利用管理局水文課 課長

Mu Mu Than  
農業畜産灌漑省灌漑水利用管理局 副課長

## マレーシア

Ahmad Jamalluddin bin Shaaban\*  
天然資源環境省水文研究所(NAHRIM) 所長

Ang Shin Ying  
天然資源環境省水文研究所(NAHRIM) 水質・環境リサーチセンター

## ネパール

Madhav Dev Acharya\*  
水エネルギー委員会事務局(WECS) 水資源課 上級地質技術者

Dinakar Khanal  
水エネルギー委員会事務局(WECS) 社会経済環境課 上級技術者

## フィリピン

Vincente B.Tuddao Jr.\*  
環境天然資源省 ガバナンス・執行担当局長

Erlinda A. Gonzales\*  
環境天然資源省環境管理局 環境顧問技術員

## スリランカ

R.M.S.K.Ratnayake\*  
中央環境庁 課長(環境汚染防止)

Himali Karunaweera  
中央環境庁 主任補佐(環境汚染防止)

Siriwardhana Liyanage Nadeeka Niroshanie  
中央環境庁環境汚染防止課 上席環境課員

## タイ

Chao Nokyoo\*  
天然資源環境省汚染管理局陸水課 課長

Wijarn Simachaya  
天然資源環境省 事務次官

## ベトナム

Nguyen Minh Cuong\*  
天然資源環境省(MONRE) 環境庁国際協力科学技術局(ISD)  
課長補佐

Nguyen Quynh Huong  
天然資源環境省(MONRE) 環境庁環境科学院環境科学技術室  
副室長

## WEPAアドバイザー委員

鈴木 基之  
東京大学 名誉教授

岡田 光正  
放送大学 副学長

藤江 幸一  
横浜国立大学先端科学高等研究院 客員教授

福士 謙介  
東京大学国際高等研究所サステナビリティ学連携研究機構 教授

風間 聡  
東北大学大学院工学研究科土木工学専攻 教授

蛭江 美孝  
国立環境研究所資源循環・廃棄物研究センター 主任研究員

春日 郁朗  
東京大学大学院工学系研究科都市工学専攻 准教授

# 略語

ADB	Asian Development Bank アジア開発銀行	DoNRE	Department of Natural Resources and Environment 天然資源環境局(ベトナム)
AMDAL	Environmental Impact Assessment Statements (Indonesia) 環境影響評価書(インドネシア)	DPWH	Department of Public Works and Highways 公共事業・高速道路省(フィリピン)
AN	Ammonium Nitrogen アンモニア性窒素	DWQM	Department of Water Quality Management 水質管理局(カンボジア)
ASM	Academy of Sciences Malaysia マレーシア科学学会	DWSS	Department of Water Supply and Sewerage 水供給・下水道局(ネパール)
BOD	Biochemical Oxygen Demand 生物化学的酸素要求量	EHS	Environmental Health Service 環境保健事業公団(フィリピン)
BOI	Board of Investment 投資委員会(タイ)	EIA	Environmental Impact Assessments 環境影響評価
B.E.	Buddhist Era (Thailand) 仏暦(タイ)	EMB	Environmental Management Bureau 環境管理局(フィリピン)
BFAR	Bureau of Fisheries and Aquatic Resources 農業省漁業水産資源局(フィリピン)	ENRC	Environment and Natural Resources Code of Cambodia 環境自然資源法典(カンボジア)
BPP	Beneficiary Pays Principle 受益者負担の原則	EPA	Environment Protection Act 環境保護法(ネパール)
BSWM	Bureau of Soil and Water Management 農業省土壌・水管理局	EPL	Environmental Protection Law 環境保護法(ラオス)
CBS	Central Bureau of Statistics 中央統計局(ネパール)	EPLs	Environmental protection licenses 環境保護ライセンス(スリランカ)
CDC	Council of Development of Cambodia カンボジア開発協議会	EQA	Environmental Quality Act 国家環境保全推進法(タイ)
CEA	Central Environment Authority 中央環境庁(ネパール)	EQS	Environmental Quality Standards 環境基準(日本)
CEM	Centre of Environmental Monitoring 環境モニタリングセンター(ベトナム)	ESC-BORDA	Environmental Sanitation Cambodia-Bremen Overseas Research and Development Association カンボジア環境衛生-ブレーメン海外研究開発協会
CNMC	Cambodia National Mekong Committee カンボジア国家メコン委員会	ESSO	Environmental and Social Services Office 環境社会事業室(フィリピン)
COD	Chemical Oxygen Demand 化学的酸素要求量	EVN	Viet Nam Electricity Corporation ベトナム電気会社
CRMP	Coastal Resource Management Project 沿岸資源管理事業(スリランカ)	FAO	Food and Agriculture Organization 国連食糧農業機関
CSDGs	Cambodia's Sustainable Development Goals カンボジア持続可能な開発目標	FCB	Faecal Coliform Bacteria 糞便性大腸菌
CWTPs	Combined Wastewater Treatment Plants 複合排水処理施設	FMB	Forest Management Bureau 森林管理局(フィリピン)
DAO	DENR Administrative Order 環境天然資源省令(フィリピン)	FOG	Fat(s), Oil(s), and Grease 脂肪、油、グリース
DA	Department of Agriculture 農業省(フィリピン)	GB	Chinese National Standards 国家基準(中国)
DDA	Department of Development Affairs 開発局(ミャンマー)	GB/T	Recommended Standards 国家推奨基準(中国)
DDCs	District Development Committees 地区開発委員会(ネパール)	GDP	Gross Domestic Product 国内総生産
DENR	Department of Environment and Natural Resources 環境天然資源省(フィリピン)	ICIMOD	International Centre for Integrated Mountain Development 国際総合山岳開発センター(ネパール)
DEWATS	Decentralized Wastewater Treatment System 分散型排水処理システム	ID	Irrigation Department 灌漑局(ミャンマー)
DHM	Department of Hydrology and Meteorology 環境省気象局(ネパール)	IETS	Industrial Effluent Treatment Systems 産業排水処理システム(マレーシア)
DILG	Department of Inferior and Local Government 国務省地方自治省(フィリピン)	IGES	Institute for Global Environmental Strategies 公益財団法人 地球環境戦略研究機関
DKI	Special Capital City District ジャカルタ首都特別州(インドネシア)	IMF	International Monetary Fund 国際通貨基金
DO	Dissolved Oxygen 溶存酸素	ISES	Industry-Specific Effluent Standards 産業別排水基準(フィリピン)
DoE	Department of Environment 環境局(マレーシア)	ISO	International Organization for Standardization 国際標準化機構
DoEPC	Department of Environmental Pollution Control 汚染管理局(カンボジア)	IWK	Indah Water Konsortium (Malaysia) インダウォーター共同企業体(マレーシア)
DoH	Department of Health 保健省(フィリピン)		

IWRM	Integrated Water Resources Management 統合的水資源管理	MWQCS	Marine Water Quality Criteria and Standards 海洋水質基準及び規格(マレーシア)
KeTTHA	Ministry of Water Energy, Green Technology, and Water エネルギー・水・通信省(マレーシア)	MWQI	Marine Water Quality Index 海洋水質指標(マレーシア)
LAO	Local Administrative Organisation 地方行政機関(中国)	MWR	Ministry of Water Resources 水利部(中国)
LGUs	Local Government Units 地方自治体(フィリピン)	MWSS	Metropolitan Water Works and Sewerage System 首都圏上下水道公社(フィリピン)
LKR	Sri Lankan Rupee(s) スリランカルピー	NA	National Assembly 国民議会
LLDA	Laguna Lake Development Authority ラグナ湖開発公社(フィリピン)	NAA	Non-Attainment Areas 未達成地域
LSGA	Local Self Governance Act 地方自治法(ミャンマー)	NCEA	National Commission for Environmental Affairs 国家環境問題委員会(ミャンマー)
LWUA	Local Water Utilities Administration 地方水道公社(フィリピン)	NCSO	National Council for Sustainable Development 持続可能な開発国内評議会(スリランカ)
MARD	Ministry of Agriculture and Rural Development 農業・開発省(ベトナム)	NDWQS	National Drinking Water Quality Standards 国家飲料水基準(フィリピン)
MBAS	Methylene Blue Active Substances メチレンブルー活性物質	NEA	National Environmental Act 国家環境法令(スリランカ)
MENR	Ministry of Environment and Natural Resources 天然資源環境省(スリランカ)	NEAP	National Environmental Action Plan 国家環境行動計画(カンボジア)
MEP	Ministry of Environmental Protection 環境保護部(中国)	NEB	National Environmental Board 国家環境委員会(タイ)
MEPA	Marine Environment Protection Authority 海洋環境保護庁(スリランカ)	NEDA	National Economic and Development Authority 経済開発庁(フィリピン)
MLIT	Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism of Japan 国土交通省(日本)	NEQA	National Environmental Quality Act 国家環境法(マレーシア)
MoAIMD	Ministry of Agriculture, Irrigation and Mahaweli Development 農業灌漑マハウェリ開発省(スリランカ)	NESAP	National Environment Strategy and Action Plan 国家環境戦略行動計画(カンボジア)
MoC	Ministry of Construction 建設省(ベトナム)	NGO	Non Governmental Organization 非政府組織
MoCT	Ministry of Construction and Transportation 建設交通部(韓国)	NIA	National Irrigation Administration 国家灌漑庁(フィリピン)
MoE	Ministry of Environment 環境省(カンボジア)	NIS	National Institute of Statistics 計画省統計局(カンボジア)
MoECAF	Ministry of Environmental Conservation and Forestry 環境保全林業省(ミャンマー)	NLCDC	National Lake Conservation Development Committee 国家湖沼保全開発委員会(ネパール)
MoEJ	Ministry of the Environment, Japan 環境省(日本)	NLMA	National Land Management Authority 国有地管理庁(ラオス)
MoF	Ministry of Finance 財務省(ベトナム)	NPC	National Power Corporation 国家電力公社(フィリピン)
MoH	Ministry of Health 保健省(ベトナム)	NRE	Ministry of Natural Resources and Environment 天然資源環境省(マレーシア)
MoHA	Ministry of Home Affairs 内務省(ベトナム)	NSDW	National Standards for Drinking Water 国家飲料水基準(フィリピン)
MoIT	Ministry of Industry and Trade 工業貿易省(ベトナム)	NSO	National Statistics Office 国家統計局(フィリピン)
MoNRE	Ministry of Natural Resources and Environment 天然資源環境省(ラオス、タイ、ベトナム)	NTNC	National Trust for Nature Conservation 自然保護ナショナルトラスト(ネパール)
MoST	Ministry of Science and Technology 科学技術省(ベトナム)	NWP	National Water Plan 国家水計画
MoSTI	Ministry of Science, Technology and Innovation 科学技術革新省(マレーシア)	NWQS	National Water Quality Standards 国家水質環境基準(マレーシア)
MoT	Ministry of Transport 交通省(ベトナム)	NWRB	National Water Resources Board 国家水資源委員会(フィリピン)
MoU	Memorandum of Understanding 覚書	NWS&DB	National Water Supply and Drainage Board 国家給水排水公団(スリランカ)
MoWRAM	Ministry of Water Resources and Meteorology 水資源気象省(カンボジア)	ONEP	Office of Natural Resources and Environmental Policy and Planning 天然資源環境政策計画局(タイ)
MPI	Ministry of Planning and Investment 計画・投資省(ベトナム)	PC	City of Provincial People's Committee 行政区人民委員会(ベトナム)
MPWT	Ministry of Public Works and Transportation 公共事業運輸省(ラオス)	PCAs	Pollution Control Areas 汚染防止地域
MRC	Mekong River Commission メコン河委員会	PCB	Polychlorinated Biphenyl ポリ塩化ビフェニル
		PCD	Pollution Control Department 公害規制局(タイ)

PCE	Perchloroethylene ペルクロロエチレン	TP	Total Phosphorus 全リン
PD	Presidential Decree 大統領令(フィリピン)	TPLCs	Total Pollutant Load Control System 総量規制制度
pH	Power of Hydrogen (hydrogen-ion concentration) 水素イオン指数(水素イオン濃度)	TSA	Tonle Sap Authority トンレサップ庁
PNSDW	Philippines National Standards for Drinking Water 国家飲料水水質基準(フィリピン)	TSL	Tonle Sap Lake トンレサップ湖
PP	Phnom Penh プノンペン	TSS	Total Suspended Solids 全浮遊物質
PPP	Polluter Pays Principal 汚染者負担原則	UKL-UPL	Environmental Management Effort and Environmental Monitoring Efforts 環境管理及びモニタリング活動(インドネシア)
PPP	Public-Private Partnership 官民連携	UNDESA	United Nations Department of Economic and Social Affairs 国連経済社会局
PPSDAL	Research Centre for Natural Resources and Environment 自然資源・環境研究センター(インドネシア)	UNDP	United Nations Development Programme 国連開発計画
PRC	People's Republic of China 中華人民共和国	UN Environment	United Nations Environment Programme 国連環境計画
RA	Republic Act フィリピン共和国法令	UNESCO	United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization 国連教育科学文化機関
RBIMS	River Basin Integrated Information Management Systems 河川流域の統合情報管理システム(フィリピン)	UNICEF	United Nations Children's Fund 国連児童基金
ROK	Republic of Korea 大韓民国	USD	United States Dollars アメリカドル
PROPER	Pollution Control Evaluation and Rating (Indonesia) 環境評価格付け制度(インドネシア)	VAT	Value Added Tax 負荷価値税
PU	Ministry of Public Works 公共事業省(インドネシア)	VDCs	Village Development Committees 村民開発委員会(ミャンマー)
SCP	Sustainable Consumption and Production 持続可能な消費と生産	VEA	Viet Nam Environment Administration 環境庁(ベトナム)
SDA	Sustainable Development Agenda 2015 – 2030 持続可能な開発アジェンダ2015-2030	VOC	Volatile Organic Compounds 揮発性有機化合物
SDGs	Sustainable Development Goals 持続可能な開発目標	WATSAN	Water and Sanitation 水・衛生管理専門家
SEPA	State Environmental Protection Administration, China 国家環境保護総局(中国)	WCP	Wastewater Charge Programme 排水料金徴収プログラム(スリランカ)
SLS	Sri Lanka Standards (test method) 標準規格(調査法)(スリランカ)	WDI	World Development Indicators 世界開発指標
SMEs	Small and Medium Enterprises 中小企業	WECS	Water and Energy Commission Secretariat 水エネルギー委員会事務局(ネパール)
SOEs	State Owned Enterprises 国有企業	WEPA	Water Environment Partnership in Asia アジア水環境パートナーシップ
SS	Suspended Solids 浮遊物	WHO	World Health Organisation 世界保健機構
SSD	Sewerage Service Department 下水道事業局(マレーシア)	WQC	Water Quality Criteria 水質基準(インドネシア)
TCB	Total Coliform Bacteria 総大腸菌数	WQI	Water Quality Index 水質指標(マレーシア、タイ)
TCE	Trichloroethylene トリクロロエチレン	WQMA	Water Quality Management Areas 水質管理地域(フィリピン)
TCVN	National Environmental Standards 国家基準(ベトナム)	WQMAP	Water Quality Management Action Plan 水質管理行動計画(フィリピン)
TDS	Total Dissolved Solids 総溶解性物質	WREA	Water Resources and Environment Administration 水資源環境庁(ラオス)
TKN	Total Kjeldahl Nitrogen 総ケルダール窒素量	WRUD	Water Resources Utilization Department 水資源利用局(ミャンマー)
TMDLs	Total Maximum Daily Load System 日最大負荷最大量規制制度	WWF	World Wide Fund for Nature 世界自然保護基金
TMS	Tele-Monitoring system 水質遠隔モニタリングシステム(韓国)	WWTS	Wastewater Treatment System 排水処理システム
TN	Total Nitrogen 全窒素	YCDC	Yangon City Development Committee (Myanmar) ヤンゴン市開発委員会(ミャンマー)
TOC	Total Organic Carbon 全有機炭素		



# 1章

## WEPAパートナー国の 水環境管理の概況

# WEPAパートナー国の水環境管理の概況

アジア水環境パートナーシップ (WEPA) は、13のパートナー国における水環境ガバナンスを改善することで、水環境問題に取り組むことを目的に設立されたものである。この目的のために、WEPAでは解決策を探るためのパートナー国間の知識共有を促進してきている。WEPAパートナー国は、異なる自然条件及び社会経済状況の下お互い異なる水問題に直面しているため、その問題に対処するために計画されている政策や対策もそれぞれの国で異なり、独自に制定されている状況である。それ故に、上記をレビューし、パートナー国間でどのような相違点や共通点があるのかを明らかにするとともに、WEPAパートナー国における水環境管理制度の課題を明確にすることは大変有益であり、また、お互いの共通認識を持つことで深い議論が今後可能になる。

本章では、次章で取り上げられている各国の水環境管理の概況をもとに、WEPAパートナー国の水環境管理の状況を横断的に整理し、パートナー国間の共通の課題を明らかにすることを目的とする。本章ではまた、各国の水環境管理の枠組みについて以下の視点で整理する。

- 1) 法制度や水質環境基準を含む水環境管理の目的
- 2) 水環境のモニタリング
- 3) 実施や遵守を確保するための方策（特に排水管理）

## 1 | 水環境管理の目的

### 1.1 法制度

ほとんどのWEPAパートナー国で、持続可能な開発の基盤として、人間の健康、安全な生活環境、環境保全を目的とした基本的な環境法が整備されている。これらの目的は、水環境管理に関しても適用されている。

- ミャンマーでは、2012年3月に「環境保護法 (Pyidaungsu Hluttaw 法 No.9/2012)」が制定され、2012年4月に施行されている。
- カンボジアでは、2017年に既存の環境及び自然資源に関する法制度を簡素化し1つの法典に取りまとめた、カンボジア環境自然資源法典の最終案が完成した。
- 水環境汚濁防止のための個別法（水質汚濁法や特定の公共水域を保全するための法律）を定めている国の中には、水環境を保全する目的をさらに詳しく規定している国がある。

表 1.1. WEPAパートナー国における基本法及び水質汚濁防止のための個別法

国	環境基本法	水質汚濁防止のための個別法
カンボジア	環境保護と天然資源管理に関する法律	●カンボジア王国水供給及び衛生に関する法案
中国	環境保護法	●水質汚濁防止法 ●海洋環境保護法
インドネシア	環境保護管理法（法律 32/2009）	
日本	環境基本法	●水質汚濁防止法 ●湖沼水質保全特別措置法 ●瀬戸内海環境保全特別措置法 ●有明海及び八千代海等を再生するための特別措置法 ●特定水源利水障害の防止のための水道水源水域の水質の保全に関する特別措置法
韓国	環境政策基本法	●水質及び水生態系保全法 ●漢江水質改善及び地域社会支援に関する法律 ●洛東江流域管理及び地域社会支援に関する法律 ●錦江流域管理及び地域社会支援委関する法律 ●荣山江—蟾津江流域管理及び地域社会支援に関する法律 ●海洋汚染防止法
ラオス	環境保護法	

マレーシア	環境法	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Selangor 水管理庁法</li> <li>● Kedah 水資源法</li> <li>● サバ環境保全法</li> <li>● サバ水資源法</li> <li>● サラワク天然資源環境条例</li> </ul>
ミャンマー	環境保護法	
ネパール	環境保護法 2053 号	
フィリピン		<ul style="list-style-type: none"> <li>● 共和国法 (PA) 9275 水質浄化法</li> <li>● DAO 第 2005-10 PCWA 実施規則</li> </ul>
スリランカ	国家環境保護法第 47 号 (2000 年改正第 53 号)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 海洋汚染防止法第 35 号</li> <li>● 沿岸保全法 (1984 年法律第 57 号、1988 年改正第 64 号)</li> </ul>
タイ	国家環境保全推進法 (EQA) B.E. 2535	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 地下水法</li> </ul>
ベトナム	環境保護法	

## 1.2 行政目標としての水質環境基準

スリランカとミャンマーを除くすべての WEPA パートナー国で水質環境基準が設定されている状況である。

- 表流水の水質環境基準に比べると、地下水について設定している国の数は少ない。

- スリランカでは、中央環境庁により表流水の水質環境基準が提案されており、現在その承認プロセス中である。
- ミャンマーでは、2012 年に制定された環境保護法で、表流水、海水及び地下水の水質環境基準の設定について規定されており、設定に向けた議論が始まった段階である。

表 1.2. WEPA パートナー国における水質環境基準

国	表流水	地下水	海洋・沿岸	出典
カンボジア	公共用水域における水質基準	公共用水域における水質基準	公共用水域における水質基準	● 水質汚濁の管理に関する政令 (第 27 号, 1999 年)
中国	表流水環境基準	地下水質基準	海水質基準	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 表流水質基準 (GB3838-2002)</li> <li>● 地下水質基準 (GB/T 14848-9)</li> <li>● 海水質基準 (GB3097-1997)</li> </ul>
インドネシア	水質基準	水質基準	海水水質基準	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 政令第 82 号 (2001 年)</li> <li>● 環境大臣令第 51 号 (2004 年)</li> </ul>
日本	水質汚濁に係る環境基準	地下水環境基準	水質汚濁に係る環境基準	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 水質汚濁に係る環境基準 (1971 年、2016 年に最新の改正)</li> <li>● 地下水環境基準 (1998 年、2012 年に最新の改正)</li> </ul>
韓国	水質及び水生生態系の環境基準	水質及び水生生態系の環境基準*	水質及び水生生態系の環境基準	● 環境政策基本法に基づく大統領令 (1990 年)
ラオス	表流水質基準	地下水水質基準*		● ラオスにおける環境国家基準に関する合意 (2009 年)
マレーシア	国家水質基準	**	海水質基準	<ul style="list-style-type: none"> <li>● マレーシア国家水質基準</li> <li>● 海水質基準</li> </ul>
ミャンマー				
ネパール	***	***	***	● ネパール公報 (第 10 号、2008 年 6 月 16 日)
フィリピン	水質ガイドライン	水質ガイドライン	水質ガイドライン	● 水質ガイドライン及び一般排水基準 (2016 年)
スリランカ				
タイ	表流水質基準	地下水水質基準*	海水水質基準	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 国家環境委員会告示第 8 号 B.E. 2537 (1994 年)</li> <li>● 国家環境委員会告示第 8 号 B.E. 2543 (2000 年)</li> </ul>
ベトナム	表流水質に関する国家技術基準	地下水質に関する国家技術基準	沿岸水質に関する国家技術基準	<ul style="list-style-type: none"> <li>● QCVN 第 08 (MT2015/BTNMT) 表流水質に関する国家技術基準</li> <li>● QCVN 第 09 (MT2015/BTNMT) 地下水質に関する国家技術基準</li> <li>● QCVN 第 10 (MT2015/BTNMT) 沿岸水質に関する国家技術基準</li> </ul>

\* 飲料用の地下水については、飲料用地下水質基準が制定されている。

\*\* 地下水の水質基準が制定されていないが、地下水の状況は保健省が定める飲料用地下水質国家ガイドライン (2000 年 12 月改正) に基づき確認している。

\*\*\* ネパールについては利水別の水質基準が制定されている (飲料用、灌漑用、畜産、工業等)。

## 類型化

類型の数は異なるものの、WEPAパートナー国では水利用の目的に応じた水質（水質環境基準）に基づき水域の類型化が行われている。例えば、フィリピンでは水利用に基づき、表流水に対して5つの類型（AA、A、B、C、D）を、海水について4つの類型（SA、SB、SC、SD）を設定している。表流水のAA類型は、主に流域を持つ水源であり、無人水域あるいは保護水域であり認可を受けた消毒方法のみで

フィリピン飲料水国家基準を満たす水域とされている。

## 水質項目

水質の項目に関しては、数やパラメーターは国により異なるものの、物理指標、金属、有機栄養塩、微生物指標等が含まれている。表流水の水質環境基準における各国の水質項目数は下図のとおりである。

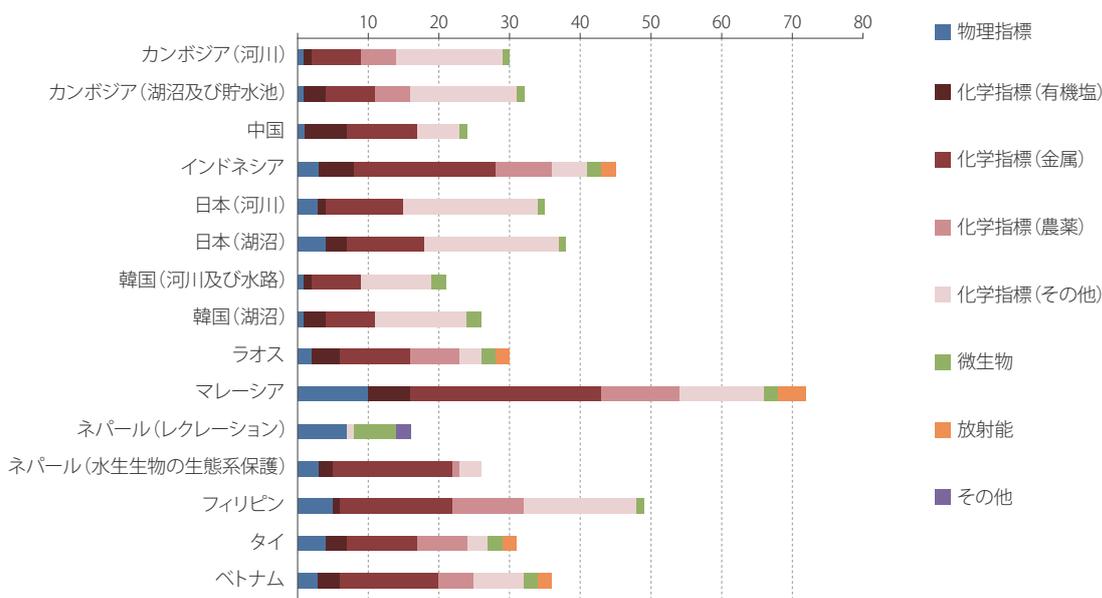


図 1.1. 表流水の水質環境基準における水質項目数

## 2 | 水環境のモニタリング

### 2.1 水質のモニタリングシステム

- 水環境基準を設定している11カ国のWEPAパートナー国のうち、ラオス及びネパールを除く9カ国については公共用水域の定期的なモニタリングを行っている。
- ラオスでは、複数の機関により個別にモニタリングが行われているが、現時点では水質の定期的なモニタリングは実施されていない。

- ネパールでは、複数の省や機関が水質をモニタリングしているが、公共用水域に対する体系的な水質モニタリングは行われていない状況である。バグマティ川についてはバグマティ統合開発高等委員会によって定期的なモニタリングが実施されており、2014年からデータも公開され始めている。
- それ以外の9カ国では中央政府及び地方政府が公共用水域の水質モニタリングを実施しているが、モニタリング地点数、頻度、モニタリング項目は国によって異なる状況である（表 1.3 参照）。

表 1.3. WEPAパートナー国における公共用水域の水質モニタリングの実施状況

国	モニタリング地点数	水質項目	責任機関	年
カンボジア	14 地点	BOD, DO, pH, 水温, TSS, 大腸菌群数、TP、TN、六価クロム	環境省	2017
中国	2,424 地点 (河川) 343 地点 (湖沼及び貯水池) 6,124 地点 (地下水) 147,940 km <sup>2</sup> (海水: 春季) 135,520km <sup>2</sup> (海水: 夏季)	水質基準に規定されている項目	地方政府 (環境保護部)	2016
インドネシア	598 地点	不明	地方政府 (環境林業省)	2016
日本	人の健康保護に関する項目: 3,934 地点 (河川) 401 地点 (湖沼・貯水池) 1,060 地点 (海域) 生活環境項目: 4,578 地点 (河川) 477 地点 (湖沼・貯水池) 2,054 地点 (海域) 水生生物: 1,783 地点 (河川) 168 地点 (湖沼・貯水池) 293 地点 (海域) 地下水: 3,278 地点 (概況調査)	環境基準に規定されている項目	地方自治体 (環境省)	2016
韓国	2,188 地点	環境基準に規定されている項目	水質モニタリングネットワーク	2013
マレーシア	904 地点 (477 河川) (マニュアルモニタリング: 891 地点、 13 地点 自動継続モニタリング) 105 地点 (地下水) 151 地点 (沿岸域) 76 地点 (河口域) 90 地点 (内湾域)	国家環境基準に規定されている項目 (河川) 揮発性有機化合物、農薬、 重金属、アニオン、微生物 (大腸菌)、フェノール化合物、 硬度、TDS、pH、温度、 電気伝導度、DO (地下水) DO、硝酸性窒素、リン酸塩、 アンモニア性窒素、糞便性大 腸菌群数、オイル・グリース、TSS (沿岸域、河口域、内湾域)	環境局 (天然資源環境省)	2015
フィリピン	238 水域	DAO34 (DAO16-08 に改定) に 規定されている項目	環境管理局 (環境天然資源省)	2001-2016
タイ	620 地点 (一般モニタリング局) 39 地点 (自動モニタリング局: 48 の主要な河川対象) 620 地点 (地下水) 170 地点 (海域)	表流水基準に規定されてい る 23 項目 (河川及び湖沼) 不明 (地下水及び海域)	汚染管理局、地下水局 (天然資源環境省)	2017 (河川) 2012 (その他)
ベトナム	248 地点 (116 表流水域)	BOD, COD, DO, TSS, 窒素、リン、金属	ベトナム環境総局 (天然資源環境省) 環境モニタリングセンター	2007

\* 重金属は、鉱業、電気めっき、なめし及び類似の産業が行なわれている地域以外は、環境管理局によって定期的に測定されていない。

(出典: 参考文献参照)

## 2.2 モニタリング結果の評価

- 定期的なモニタリングを実施しているWEPAパートナー

国では公共用水域の水質モニタリング結果を評価している。評価方法を表1.4に整理している。

表 1.4. WEPAパートナー国における水質モニタリングの評価方法

国	評価方法
中国	モニタリング結果及び環境基準に基づきモニタリング地点の類型化（表流水、海域、地下水）
インドネシア	公共用水域における環境基準達成率（表流水）
日本	公共用水域における環境基準達成率（表流水、海域、地下水）
韓国	公共用水域における環境基準達成率（表流水、地下水）
マレーシア	モニタリング結果及び水質インデックスに基づくモニタリング地点の分類（6つの指標：DO、BOD、COD、アンモニア性窒素、SS、pHの結果に基づき計算）（表流水、海域） 飲料水質の国家ガイドラインの超過サンプル率（地下水）
フィリピン	公共用水域における環境基準達成率及び達成率に基づく公共用水域の格付け（表流水、海域）
タイ	モニタリング結果及び水質インデックスに基づくモニタリング地点の分類（5つの指標：DO、BOD、総大腸菌、糞便性大腸菌、アンモニア性窒素の結果に基づき計算）（表流水、海域）
ベトナム	モニタリング結果を水質基準と比較（表流水、海域）

- WEPAパートナー国で採用されている評価方法を大まかに分類すると2種類の方法がある。1つ目は、日本、韓国及びフィリピンで行われているように、まず水域の類型化を行い、その後評価を行うものである。この方法では、まず、各水域の類型が定められ、水質モニタリングの結果に基づき、各水域が類型の環境基準を満足しているかどうかを政府が確認し、その結果を国全体の環境基準達成率として表現している。
- 2つ目のタイプは、水質モニタリングの結果と水質環境基準に基づきモニタリング地点の類型化を行うものである。例えば、中国では、河川の地点を環境質基準に規定されている6つの類型（I、II、III、IV、V及びV以下）に分類している。この評価に基づく、モニタリング地点がどの水利用に適しているかを判断することができる。中国

環境保護部では、環境公報でそれぞれの類型に国全体で何地点のモニタリング地点が分類されているかを公表している。

- マレーシアとタイでは、中国と同様の考え方を適用しているが、環境基準の類型とは別に水質インデックス（WQI）を適用している。水質インデックスは各国で定められた計算式に基づき計算されている（Box1.1参照）。両国ともに年ごとにこのインデックスを使い、国のモニタリング結果を公表している。
- ベトナムでは、水質モニタリングの結果を単純に比較している。
- WEPAパートナー国のモニタリング報告書における水質結果を図1.2に示す。

**Box 1.1. マレーシアの水質インデックス**

マレーシアでは、DO、BOD、COD、アンモニア性窒素、SS、pHの6つの水質項目に対して、公式に基づきまずサブインデックス値を計算し、下記の計算式に基づき各サブインデックスに重みづけを行い、足し合わせて最終的に水質インデックスを求めている。

$$WQI = (0.22 * SIDO) + (0.19 * SIBOD) + (0.16 * SICOD) + (0.15 * SIAN) + (0.16 * SISS) + (0.12 * SIpH)$$

ここで、

SIDO = Subindex DO (% saturation)

SIBOD = Subindex BOD

SICOD = Subindex COD

SIAN = Subindex NH<sub>3</sub>-N

SISS = Subindex SS

SIpH = Subindex pH

0 ≤ WQI ≤ 100

水質インデックスに基づく環境局の水質評価分類

良好：81-100, 若干の汚濁：60-80, 汚濁：0-59

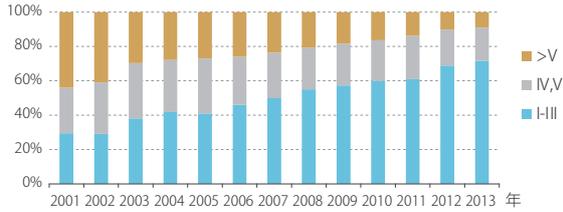
(出典: Department of Environment, Malaysia 2012)

**2.3 水質モニタリング結果の公開**

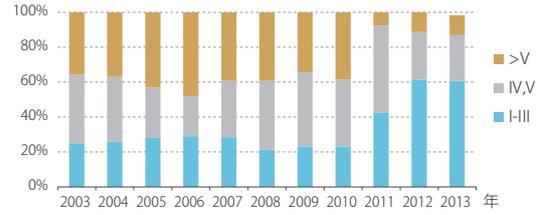
多くのパートナー国で、年度毎に水質モニタリングの結果が整理・公表され、政策評価が行われている。

- 多くの国で、年に一度、環境報告書（環境白書）等で水質の状況が公表されている。ウェブサイトで環境報告書が入手できる国は、中国、日本、韓国、マレーシア、タイ、ベトナムである。
- 中国、韓国、タイ、ベトナムなどでは、ウェブサイトなどで連続観測地点からアップロードされたリアルタイムの水質の状況が確認できるシステムを持つ。日本などの他国では出版された結果をウェブサイトで利用できるようになっている。

## 中国

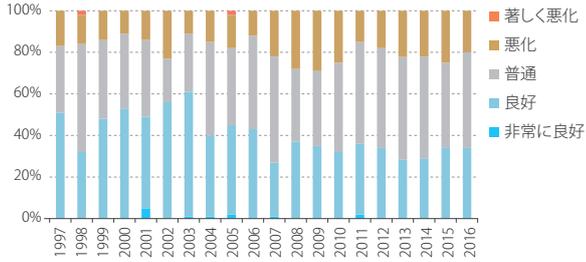


表流水

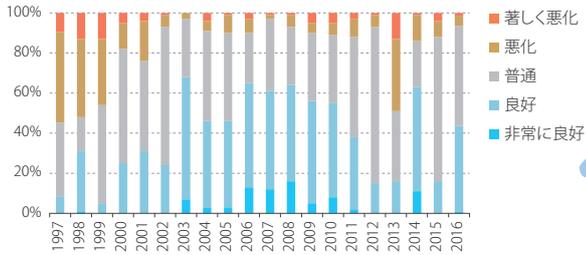


湖沼

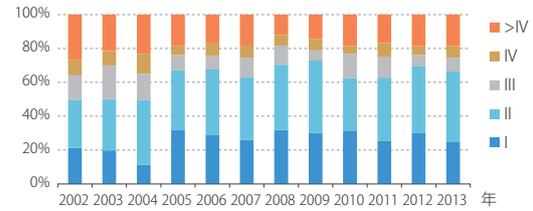
## タイ



表流水

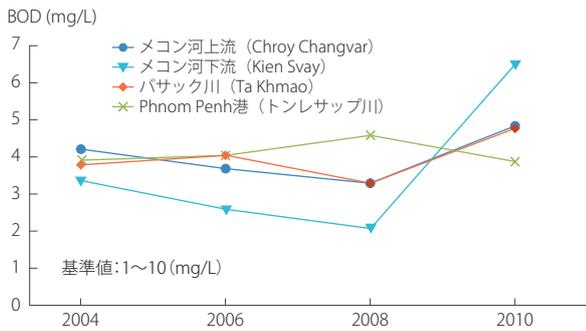


海域

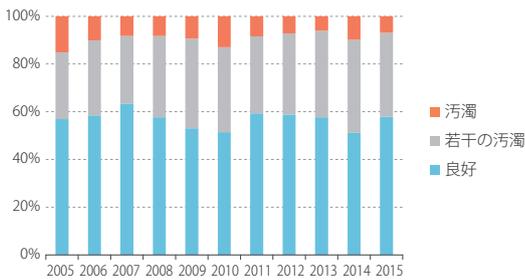


海域

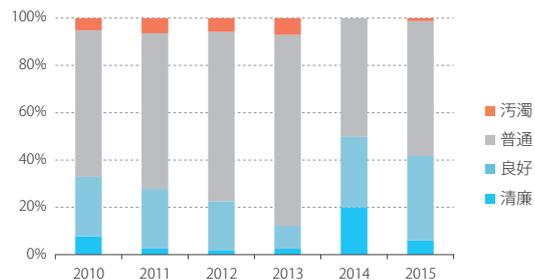
## カンボジア



## マレーシア



表流水



海域

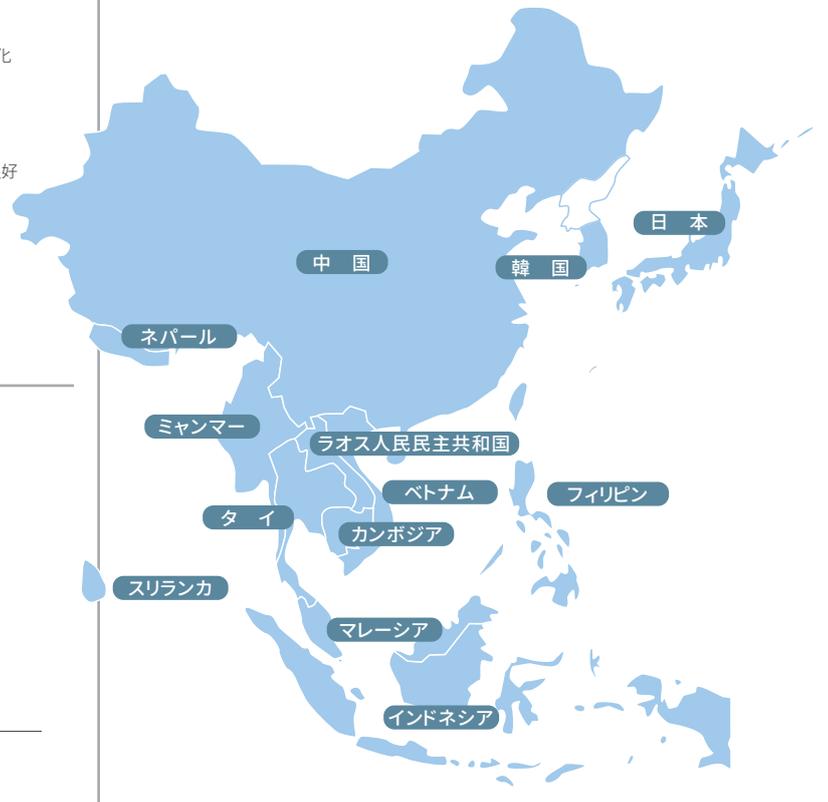
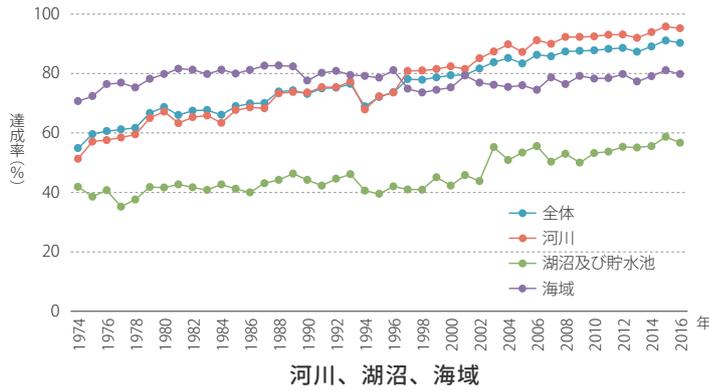


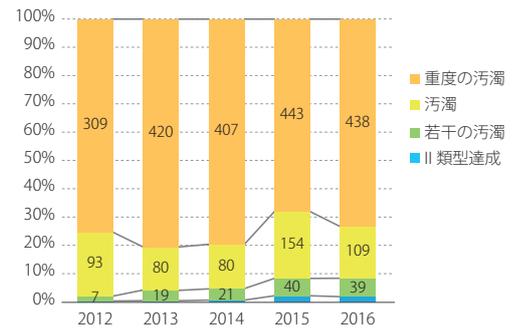
図 1.2. WEPA パートナー国における表流水及び海域の水質の状況 (出典: 参考文献参照)

日本

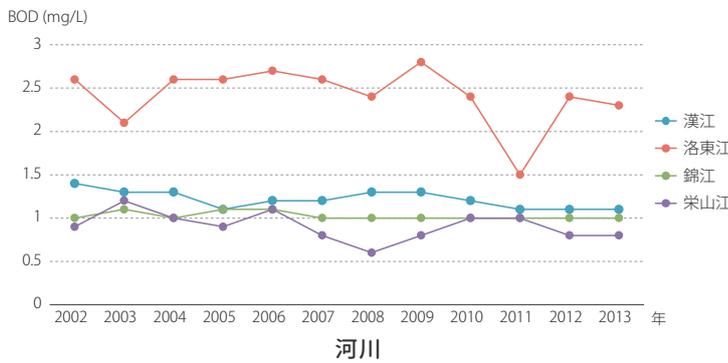


河川、湖沼、海域

インドネシア

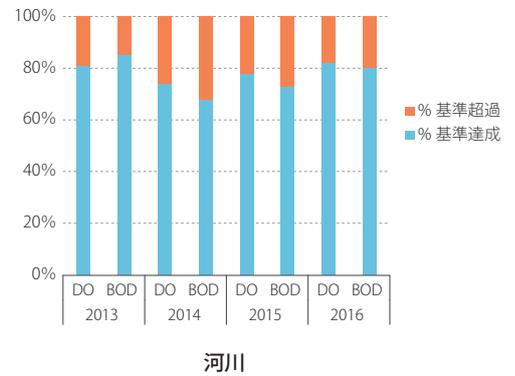


韓国



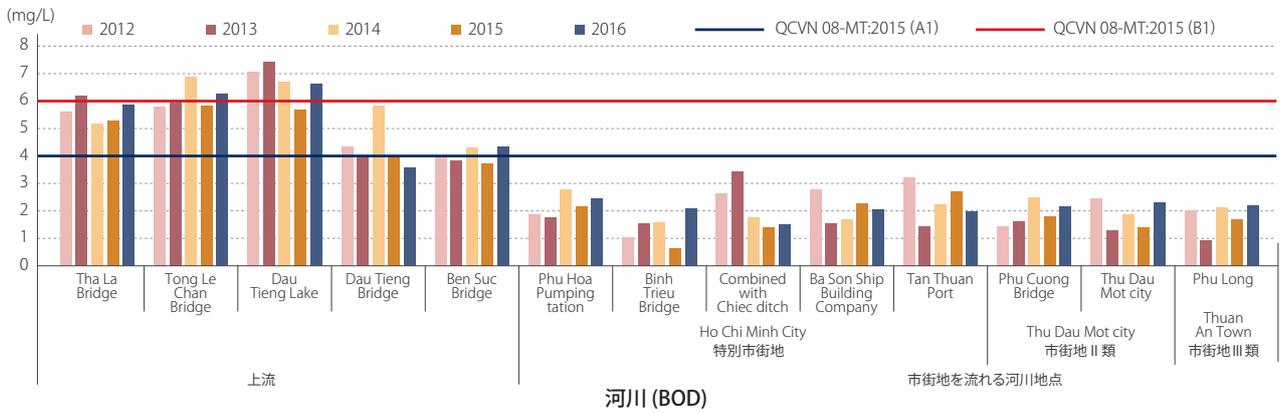
河川

フィリピン

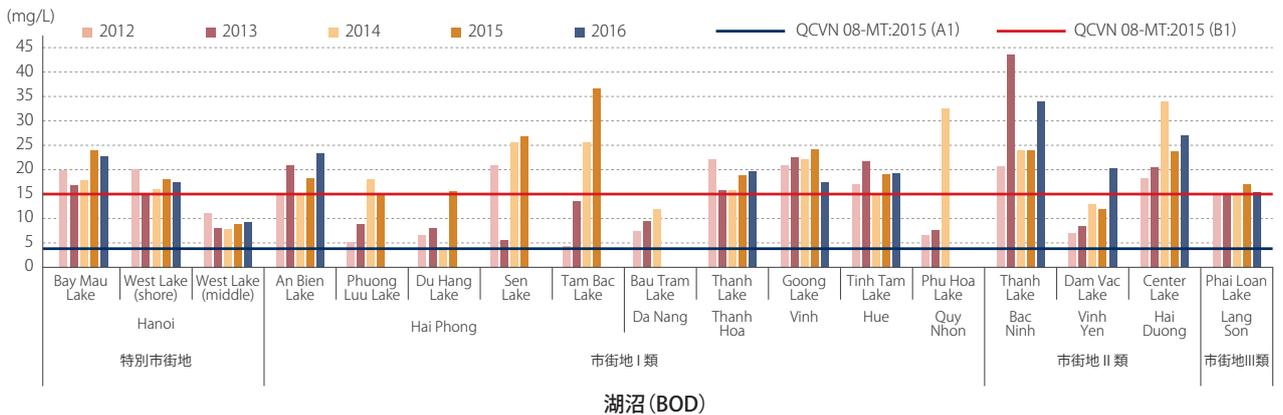


河川

ベトナム



河川 (BOD)



湖沼 (BOD)

### 3 | 排水管理

#### 3.1 排水量の状況

- 下表にWEPAパートナー国における取水量の変化を示す。
- まず、自明のことであるが、取水量は国によって異なる。これは人口、工業化及び農地規模の違いによるところが大きい。

- 取水量の変化の割合もWEPAパートナー国によって異なる。カンボジア、中国、インドネシア、韓国、ラオス、スリランカは取水量が増加傾向にある。マレーシア、ミャンマー、フィリピン、タイ、ベトナムについては1980年代から2000年代にかけては増加傾向にあったが、近年はあまり変化がない状況である。ネパールと日本については1990年代から減少傾向にある。
- 各国の排水量については、取水量の傾向と同様と考えられる。

表 1.5. WEPAパートナー国の取水量の変化

国	年間水使用量 (1980年代～1990年代)		年間水使用量 (2000年代)		年間水使用量 (2010年代)	
	10億m <sup>3</sup>	年	10億m <sup>3</sup>	年	10億m <sup>3</sup>	年
カンボジア	0.5	1987	2.2	2006	-	-
中国	500.0	1990	554.1	2005	610.3	2015
インドネシア	74.3	1990	113.3	2000	175.0	2016
日本	91.4	1992	90	2001	80.0	2014
韓国	23.7	1994	25.5	2002	37.2	2014
ラオス	1.0	1987	3.5	2005	-	-
マレーシア	10.1	1990	11.2	2005	11.2	2014
ミャンマー	28.3	1987	33.2	2000	33.2	2014
ネパール	29.0	1994	9.5	2006	-	-
フィリピン	55.4	1995	81.6	2009	81.6	2014
スリランカ	9.8	1990	13.0	2005	-	-
タイ	30.1	1990	57.3	2007	57.3	2014
ベトナム	45.3	1985	82.0	2005	82.0	2014

(出典: 参考文献参照)

#### 3.2 汚染源の特定

- 13のWEPAパートナー国のうち、8カ国が、定量的に汚染源を特定するためにセクター別のインベントリー調査を行っている。インドネシアとベトナムについては、現在中央政府で行われている調査に改善の余地があるとみなしており、現在インベントリー調査に関する現行制度の改善に関する取り組みを行っている状況である。
- 世界銀行は2006年にベトナムのCau川、Nhue-Day川およびDong Nai川を対象とし、汚染源を特定するための調査を実施したが、異なるセクターからの汚濁負荷量の計算は行っていなかった。さらに、環境白書2010年版によると、産業からの汚濁負荷量と生活系からの汚濁負荷量が別々に計算されており、それらを統合して汚濁負荷

量の計算を行っていない。さらに、ベトナムでは主要な汚染発生源の1つであると考えられている畜産からの汚濁負荷量も計算されていなかった。現在、JICA事業「流域水環境管理能力向上プロジェクト」のもと、中央政府はCau川とDong Nai川を対象として制度改善の取り組みを行っている。

- 表 1.6にWEPAパートナー国における汚濁負荷量調査の詳細を要約している。表によると、実施頻度、対象地域/流域および対象物質は国によって異なる。中国、フィリピン及びタイのような国々は、国全体から発生する汚濁負荷量を計算しており、一方、日本、インドネシア及び大韓民国を含む他の国々は対象の河川及び湖沼に流入する汚濁負荷量を計算している。

表 1.6. WEPAパートナー国における汚濁負荷量調査の詳細

国	実施機関	開始年	頻度	対象地域/流域	対象物質	出典
中国	環境保護部	1997年- (中国環境状況公報) 2006-2009 (全国汚染源調査)	毎年	国全体	COD アンモニア性窒素 (中国環境状況公報)	<ul style="list-style-type: none"> <li>中国環境状況公報</li> <li>全国汚染源調査</li> </ul>
インドネシア	環境林業省	2001年 (規則が策定された年)	毎年(規則上)	主要な河川及び湖沼	BOD COD TSS	<ul style="list-style-type: none"> <li>環境林業省</li> </ul>
日本	環境省	1978年～ (水質総量削減制度) 1985年～ (湖沼法に基づく 汚濁負荷量規制) 1977年～ (水質汚濁物質排出量 総合調査)	約5年に一度 (水質総量削減制度)	東京湾、伊勢湾、 瀬戸内海(水質総量 削減制度) 対象湖沼 (湖沼法に基づく汚濁 負荷量規制)	COD TN TP	<ul style="list-style-type: none"> <li>水質総量削減制度</li> <li>湖沼法に基づく汚濁 負荷量規制</li> <li>水質汚濁物質排出量 総合調査</li> </ul>
韓国	環境省	-	-	主要な4河川	BOD	国立環境研究所
フィリピン	環境管理局/ DENR	2005年	-	国全体	BOD	全国水質状況調査
マレーシア	環境局/ 天然資源環境省	-	毎年	国全体/対象流域	BOD アンモニア性窒素 TSS	環境質調査
タイ	汚染規制局/ 天然資源環境省	2006年と2015年	-	国全体	BOD	汚染状況調査
ベトナム	環境庁/ 天然資源環境省	汚濁負荷調査の制度が現在策定中				JICA

(出典: 参考文献参照)

- 図 1.3 に示すように、中国及び瀬戸内海を除く国・流域では、生活系からのBODもしくはCOD排出量が主要な発生源となっている。しかしながら、排出基準によって規制される汚染源として、畜産業及びアグロインダストリーも産業系とみなし、その他の産業系からの汚濁負荷量も加

味すれば、産業系からの汚濁負荷量の割合はインドネシアのCilliwung河川流域を除いて、全ての国及び流域で全体の20%から60%を占める。また、いくつかの国ではその量は生活系からの汚濁負荷量よりも大きくなる。

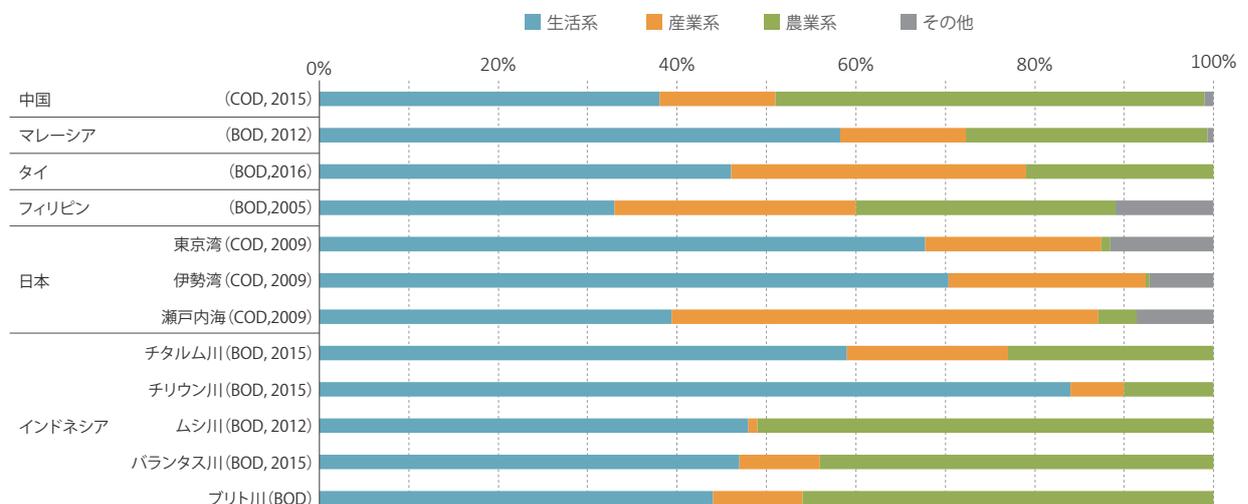


図 1.3. WEPAパートナー国におけるセクター別汚染発生源

(出典: 参考文献参照)

### 3.3 濃度規制（排水基準）

- 濃度規制はWEPAパートナー国における生活・産業排水管理の基本的な手法である。ミャンマーを除く全ての国で、生活・産業排水のため国の排水基準を制定している。
- ミャンマーについては、ヤンゴンで独自の基準を持っているが、それ以外の地域については現在国家排水基準の制定が議論されている。

### 3.4 生活排水処理 - 現状及び課題

アジアの国々、特に都市部では、下水処理場での好気的条件下での集合処理、あるいは腐敗槽（Septic Tank）による嫌気的条件下での個別処理が主流である。

### 集合処理的アプローチ

アジア地域の特に都市部では、下水処理場での好気的条件下で生活排水を集合処理する方法が一般的である。図1.4はWEPA各国の最新の生活排水集合処理普及率を示している。下水処理場の建設投資に注力した結果、現在では日本、韓国及び中国都市部では全国の生活排水集合処理普及率が80%を超えている。また、マレーシア（マレー半島及び直轄市のみ）では60～70%台、タイでは20%代の普及率となっている。これに対し、その他のWEPAパートナー国では、普及率が未だ5%を下回っている状況である。しかしながら、各国で普及率の算出方法が異なるため、普及率だけでは異なる国の生活排水集合処理の状況を比較するのは難しいことは言及しておかなければならない。

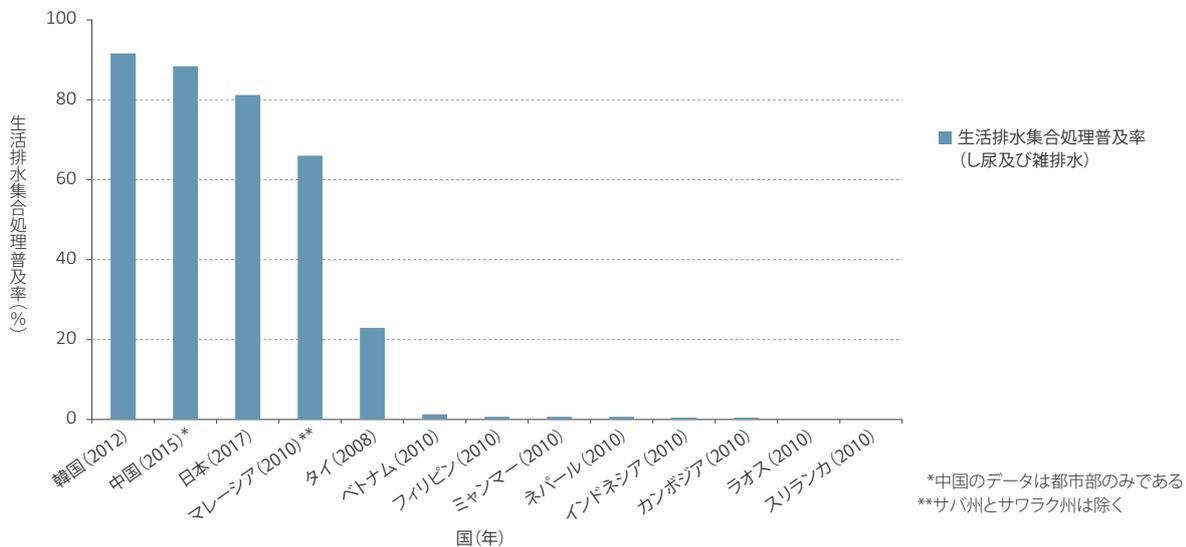


図1.4. WEPAパートナー国における生活排水集合処理普及率

(出典：参考文献参照)

### オンサイト処理（腐敗槽）

下水処理場等による集合処理が普及していない地域では、都市部を中心に腐敗槽による個別処理が一般的となっている。表1.7にその普及状況を示す。腐敗槽の設置状況についての定量的なデータが整備されていない国が多いが、下水処理場の普及が進んでいない国では、特に都市部において腐敗槽の普及率が高い状況であることが推測される。

腐敗槽による処理は水質汚濁防止の観点から課題を抱えている。まず、腐敗槽によるBODの削減効果については、複数の研究成果があるが、おおむね30～60%の除去率である。下水処理場で行われている好気的な処理に比較すると、その削減効果は低いと言える。さらに、し尿だけが腐敗

槽で処理され、BOD負荷の高い雑排水が未処理のまま放流されている地域もアジアの国では見受けられる。

表1.7. アジア諸国における地域ごとの腐敗層の普及率

国	年	地域	普及率 (%)
カンボジア	2008	全国平均	43
		都市部	79
ベトナム	2008	地方部	26
		全国平均	41
マレーシア	2010	全国平均	21
インドネシア	2011	ジャカルタ	93
		全国平均	60
フィリピン	2010	マニラ	71

(出典：参考文献参照)

### 生活排水処理施設建設に関する課題

水質汚濁を軽減もしくは防止するためには、特に、生活排水の集合処理が普及していない地域において、し尿及び雑排水を含む生活排水全体を汚濁負荷除去率の高い処理プロセスで適切に処理することが必要である。しかし、国連のデータ（UNDP 2006年）によると、生活排水集合処理施設の建設には、腐敗槽の設置に比べて2～3倍のコストがかかると指摘されている。WEPA各国の生活排水集合処理普及率と一人当りGDPの関係をみると（図1.4参照）、その間にある程度の正の相関がある。生活排水集合処理普及率の低いアジアのほとんどの国では、一人当りGDPが4,000米ドル以下の状況であるため、腐敗槽に比べてコストがかかる生活排水集合処理施設の建設という政策オプションが経済的に大きな負担になる可能性が高い。

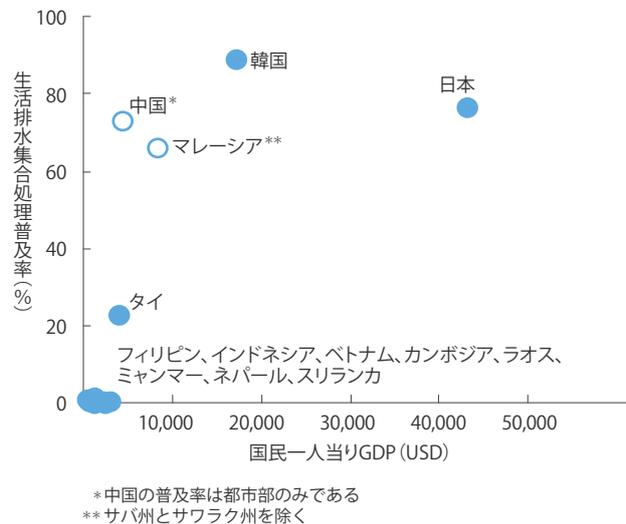


図1.5. WEPAパートナー国における生活排水集合処理普及率と国民一人当たりGDPの関係 (出典:参考文献参照)

### 生活排水処理施設運営に関する課題

すでに建設され、運転の段階に入っている生活排水集合処理施設についても、運営面での課題を抱えているケースが多く確認されている。下水道料金の支払いを嫌い、生活排水集合処理普及地域でありながら住民が下水道に接続しないため、処理能力よりも少ない流入量しかないケースが報告されている。さらに、下水道料金の回収も運営上の課題の一つである。タイではほとんどの処理場で利用者から下水道料金を回収できておらず、地方自治体の資金で運営費を賄っている状況である。下水道運営が地方自治体の財政に負担になっているという理由から、近年では下水道料金徴収を求める地方政府が多く、下水道料金設定の手

続きに関する規則を中央政府で定めているが、実際の徴収についてはまだほとんどできていない状況である。

### 3.5 産業排水規制 - 現状と問題

国により影響の程度に差があるものの、産業排水は、WEPAパートナー国における水質汚染の主要原因の一つである。水質汚染を防止または軽減するために、WEPAパートナー国は産業部門からの排水を管理するための制度を構築してきたが、未だ多くの国々では、構築した制度の実施と法・規制の遵守に課題を抱えている。

#### アジア地域における産業排水

中国、フィリピン、マレーシアやタイといったWEPAパートナー国では、全国的に見れば、産業セクターが必ずしも有機汚染物質の最大の排出源とは限らない。これは、これらの国々が、1970年代後半から80年にかけて、産業排水に対する取り組みを始め、工場排水、特に大規模な工場や工業地帯からの排水に対する汚染管理規制を実施してきたことも関係している。他方、産業排水が適切な処理をされないまま河川などに放流されている流域では、産業排水は水質汚染の主要原因のひとつであるとともに、有機汚染物質に加え、有害物質も政策立案者の大きな懸念となっている。

#### 法制度

全てのWEPAパートナー国において、未処理又は一部しか処理されていない産業排水による汚染の防止又は軽減のための法制度を整備しており、そのほとんどの国では産業セクターが遵守しなければならない排水基準を設けている。

環境影響評価（EIA）は事業が開始される前に汚染を防止する手段であり、ラオスでは、全ての事業者は環境影響評価に関する政令（No112/PM）のもとで環境適合証明書（Environmental Compliance Certificate：ECC）を取得することが求められている。また、カンボジアの環境影響評価に関する政令においても、カンボジア開発評議会からの許可が必要な全ての開発行為・投資及び、EIAの対象となっている事業者は、EIAに関するガイドラインに従ってモニタリングとそのレポートを行わなければならない。法令や規則の違反に対しては、WEPAパートナー国全てがすでに立ち入り検査制度、政府の指導や罰則を導入しているが、必ずしも効果的に実施されているとは言えない。理由は様々あるが、例えば、手続きの長さ、企業の非協力、軽すぎる罰

則などが挙げられる。インドネシア、日本及びベトナムは近年、これらの問題に対処し、遵守を促すために、関連する法令を改正している。

### 排出基準

濃度規制は全てのWEPAパートナー国において産業排水規制の主要な政策の1つとなっている。表 1.8に各国の基準の目的、対象工場、体系を示す。表に示すとおり、詳細は国によって異なるが、濃度規制のためミャンマーを除く全ての国で産業排水基準が制定されている状況である。

- カンボジア、インドネシア、ラオス及びフィリピンのような国々では、工場の規模や業種に関わらず、全ての工場が産業排水基準の適用対象となっている。一方、マレーシアと日本のような国々は、排水量に基づいた除外

条件を持っている。例えば、マレーシアでは、産業排水基準は、60未満m<sup>3</sup>/日の産業排水あるいは混合排水を排出する工場には適用しない。

- 産業排水基準を有する全てのWEPAパートナー国は、全ての産業もしくは個別排水基準を持たない産業に適用される一般排水基準を有する。そのうち、いくつかの国々では、排出先の水環境の状況及び産業規模に基づき、複数のカテゴリ別の基準値に分類されている。一般排水基準に加えて、複数の国では特定の業種のための個別の排水基準（一般基準よりも厳しいもしくは緩い基準）を有する。例えば、中国は業種別に63の個別排水基準を有する。また、インドネシアでは44の業種別排水基準がある。さらに、中国、日本および韓国では、地域の水環境の状況に基づく地方自治体の排水基準が存在している。

表 1.8. WEPAパートナー国の産業排水基準

国	目的	対象工場	基準体系	出典
カンボジア	人間の健康保護及び生物多様性の保護が保証されるように、公共用水域の水質汚濁を防止及び削減するために水質汚濁防止を規定する。	全ての発生源	• 2種類の放流先の水環境（保護水域/公共用水域及び下水道）ごとの異なる排水基準値	水質汚濁の管理に関する政令
中国	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 水質汚濁防止</li> <li>• 河川、湖沼、水路、貯水池、海水及びその他表流水・地下水の水質を保全する。</li> <li>• 人の健康を保護し生態系のバランスを維持する</li> <li>• 国家経済および都市および農村部の開発促進</li> </ul>	全ての発生源 (1種類の汚濁物質)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 統合基準</li> <li>• 63の業種別個別基準</li> <li>• 地方自治体の基準</li> </ul>	統合排水基準 (GB 8978 1996) 他
インドネシア	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. 汚染及び（もしくは）環境劣化からの国土の保護</li> <li>b. 人間の安全、健康及び生活の保証</li> <li>c. 生物の寿命及び生態系保全の保障、生態系の保存</li> <li>d. 環境機能の保全</li> <li>e. 環境の調和、同調およびバランスの達成</li> <li>f. 現在と将来の世代のための公正性（公平性）の保証</li> <li>g. 人間の権利の一部として環境への権利の遵守と保護の保証</li> <li>h. 賢明な方法による自然資源利用の規制</li> <li>i. 持続可能な開発の実現</li> <li>j. 地球規模の環境問題の予想</li> </ul>	すべての産業	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 個別基準を有しない産業活動に対する排水基準（2種類の産業クラスに対する異なる排水基準値）</li> <li>• 44の業種に対する個別基準</li> </ul>	環境大臣令第5号（2014年）

日本	工場及び事業場から公共用水域に排出される水の排出及び地下に浸透する水の浸透を規制するとともに、生活排水対策の実施を推進すること等によって、公共用水域及び地下水の水質汚濁（水質以外の水の状態が悪化することを含む。以下同じ。）の防止を図り、もつて国民の健康を保護するとともに生活環境を保全し、並びに工場及び事業場から排出される汚水及び廃液に関して人の健康に係る被害が生じた場合における事業者の損害賠償の責任について定めることにより、被害者の保護を図ること	<ul style="list-style-type: none"> <li>すべての産業（有害物質）</li> <li>1日当たりの平均的な排水の量が50立方メートル以上である工場又は事業場（その他の項目）</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>一律基準</li> <li>地方自治体の上乗せ基準</li> <li>暫定基準</li> </ul>	水質汚濁防止法
韓国	水質汚濁による市民の健康被害および環境危機を防ぎ、市民がそのような試みから生じる便益を享受し、かつそのような便益を将来の世代に残せるようにするために河川、湖沼及び海域を含む公共用水域及び水系生態系を適切に管理し、保存する	水質及び水生生態系保全法施行規則に規定されている施設	<ul style="list-style-type: none"> <li>国家基準</li> <li>4種類の放流先の水環境及び2種類の施設の排水量規模ごとの異なる排水基準値（BOD,COD,SS）</li> <li>放流先の水環境ごとの異なる排水基準値（その他の項目）</li> <li>上乗せ基準（放流先の水環境及び地域の状況を考慮）</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>水質及び水生生態系保全法</li> <li>水質及び水生生態系保全法施行規則</li> </ul>
ラオス	-	規模、業種に関わらない全ての工場	<ul style="list-style-type: none"> <li>一般基準</li> <li>畜産業のための個別基準</li> </ul>	国家環境基準（2017年）
マレーシア	汚染の予防・軽減、環境の改善及びそれに関する目的	環境質規則（産業排水：2009年）に基準が適用されない工場のリストが規定*	<ul style="list-style-type: none"> <li>環境質規則（産業排水：2009年）</li> <li>環境質規則（パーム油産業：1997年）</li> <li>環境質規則（天然ゴム産業：1978年）</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>環境質法（1974年）</li> <li>環境質規則（産業排水：2009年）</li> <li>環境質規則（パーム油産業：1997年）</li> <li>環境質規則（天然ゴム産業：1978年）</li> </ul>
ネパール	-	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>一般基準（2種類の放流先の水環境ごとの異なる排水基準値）</li> <li>9つの産業別の個別基準</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>一般基準</li> <li>パート1：産業排水が内陸の表流水に排水する際の許容限度（2058/01/07）30-04-2001</li> <li>パートII：産業排水が公共下水道に排水する際の許容限度（2060/03/09）23-06-2003</li> <li>個別排水基準</li> </ul>
フィリピン	淡水、汽水、海水の水質の保全、保護及び回復	排水量及び業種に関わらない全ての発生源	<ul style="list-style-type: none"> <li>排出基準（DAO 2016-8）（4種類の排水先の水環境ごとの異なる排水基準値）</li> <li>13つの産業別の重要な排水の水質項目</li> </ul>	水質ガイドライン及び一般排水基準（2016年）
スリランカ	環境の保護・管理及びそれに関連及び付属する事項	ライセンスが必要な規定産業	<ul style="list-style-type: none"> <li>国家排水・排出基準</li> <li>3つの産業別の個別排水基準</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>国家環境保護法第47号（1980年）</li> <li>国家環境規則第1号（保護と質：2008年）</li> </ul>
タイ	環境の質の保全のための法律に規定された環境基準を満足するため	工場法および工業団地法によって規制された産業	<ul style="list-style-type: none"> <li>一般排出基準</li> <li>6つの産業別の個別排出基準</li> <li>再利用基準</li> </ul>	国家環境保全推進法（B.E.2535）
ベトナム	-	水環境に排出する産業排水の管理に関係のある活動を行う機関及び個人	<ul style="list-style-type: none"> <li>産業排水に関する国家技術基準（2種類の排水先の水環境ごとに異なる排水基準値）</li> <li>10つの産業別の個別国家技術基準</li> </ul>	産業排水に関する国家技術基準等

\*リストに規定されている産業は下記のとおりである。

1. 中間製品もしくは最終製品を問わず、天然のパーム油を精製するためのパーム油の果実の精製
2. 技術的に指定された形、加硫ラテックス、調整されたゴム、特殊仕様のゴム、従来のシート状・液状・クレープ状・スクラップ状のゴムの製造
3. 鉱山業
4. 1日当たり60m<sup>3</sup>未満の産業排水あるいは混合排水を排出する製品の精製、製造、洗浄、サービスに関わる産業
5. 油及びグリースを含まない、もしくは、別表5の第1列に示される項目v~xvとして規定される汚濁物質を含まない産業排水あるいは混合排水を排出する製品の精製、製造、洗浄、サービスに関わる産業
6. BODあるいはSS（もしくはその両方）の負荷量が6kg/日（濃度としては100mg/l）未満の製品の精製、製造、洗浄、サービスに関わる産業

表 1.9. 排水モニタリングの責任

国	排水モニタリングにおける企業/政府の責任
カンボジア	政府が産業排水モニタリングの実施責任を有する。地方政府は化学物質を扱わない工場を、中央政府は化学物質を扱う工場のモニタリングを行う。
中国	中央政府及び地方政府は統合排水基準の実施監督に対する責任を有する。
インドネシア	企業：産業排水モニタリングの実施及び地方政府に対する報告義務を有する。 地方政府：企業の立ち入り検査を行う権利を有する。
日本	企業：排水のモニタリングの実施、記録、結果の保管義務を有する。 地方政府：企業に対してモニタリングの結果の報告を要求するとともに、立ち入り検査の実施を行う権利を有する。
韓国	全ての企業及び処理施設の運転者は排水設備及び処理施設を運転する際には、環境省令に規定されているように、関連する排水設備及び処理施設の運転状況を記録し保管しなければならない。環境大臣及び市長（道長）は企業あるいは処理施設の運転者に対して、その施設が排水基準を満足しているかを検証するために必要な報告書もしくはデータの提出を要求することが出来る。環境大臣に任命された公務員が工場の立ち入り検査を実施する権利を有する。
ラオス	企業：排水モニタリングの実施及び地方政府に対する結果の報告義務を有する。 地方政府：工場の立ち入り検査の権利を有する。
マレーシア	企業のオーナーや経営陣は環境局が策定するガイダンスに規定されている方法で処理システムの能力のモニタリングを行う義務を有する。産業排水施設を有する企業のオーナーや経営陣は、製造プロセス及び排水処理システムの運転、メンテナンス及び能力のモニタリングを記録する必要がある。記録は権限を与えられた職員による立ち入り検査の際に閲覧できるようにしなければならない。
ネパール	企業は排水モニタリングの権限を持たない。いくつかの工場はモニタリングを実施しているが、その結果は参考値として扱われる。公的機関がモニタリングの責任主体である。
フィリピン	企業は排水の自主モニタリングの実施を推奨されているが、環境天然資源省の環境管理局が排出認可制度を通じて排水の水質のモニタリングを実施する。
スリランカ	企業：産業排水のモニタリング実施の責任を有する。 中央環境庁の地方事務所：工場の立ち入り検査を実施する権利を有する。
タイ	企業：産業排水のモニタリングを実施し、関連する省庁に対する報告の義務を有する。 工業省・天然資源環境省：工場の立ち入り検査の権利を有する。
ベトナム	企業：産業排水のモニタリングを実施し、DONREに報告する義務を有する。 DONRE：工場の立ち入り検査の権利を有する。

## 制度上の準備

### 制度的措置

一般的には環境関連の省庁（環境省等）が環境汚染管理を担当しているが、産業排水管理では、関連する産業・経済開発分野の省庁もその責務を負うことがある。これにより、責務の重複を招き、法規制の実施における課題のひとつとなっているケースもある。工場が密集している工業団地や経済特区では、異なる法・規制が適用されていることが多く、集合排水処理施設の設置が義務付けられている。このような特別な地域では、工業団地に対する許認可省庁などの異なる省庁が水質汚染を管理している国が多い。

ほとんどの国では、事業者に対し、排水を伴う操業を開始する前に、担当省庁（国又は地方レベル）に届出を提出するか、承認又は許可の申請をするよう求めているが、その内容は産業の種類や規模等によって様々である。

### 排水モニタリング

排水のモニタリングは工場が排水基準を達成しているかをチェックする上で重要である。表 1.9 は WEPA パートナー国における排水モニタリング、モニタリング結果の報告及び立ち入り検査の義務について整理したものである。原則として、いくつかの例外はあるものの WEPA パートナー国では、汚染発生源の所有者は排水の水質をモニタリングする義務を有し、その結果は政府もしくは公的機関に報告しなければならない。また、政府もしくは公的機関は、必要ならば立ち入り検査を行うと同時に、定期的にモニタリング結果を報告することを汚染発生源の所有者に要求することが出来る。

- カンボジアでは、政府だけが、産業排水モニタリングの実施に対し責任を有している。ネパールでは、公的機関が産業のモニタリングの実施に対して責任を有している。企業には排水モニタリングの実施の権限がない。いくつかの企業はモニタリングを実施しているが、そのモニタリング結果は参考値として扱われる。フィリピンでは、企業は排水の自主モニタリングの実施を推奨されているが、環境天然資源省の環境管理局が排出認可制度を通じて排水の水質のモニタリングを実施する。

- 韓国とタイでは、ある一定の排水を伴う汚染物質排出源に対してオンラインモニタリングが導入されている。他方、事業者（汚染者）がモニタリングを自ら実施するとは限らないケースや、モニタリング結果へのアクセスが容易な形で保持されていないケースなど、関係省庁がモニタリングの結果を必ずしも入手できるとは限らない。このため、許認可官庁が遵守の状況を確認することも、対策の効果を評価することもできない状況が起きることがある。日本では、2010年に水質汚濁防止法の改正によって、排水の水質モニタリングとその記録の保存を事業者の責務とし、違反した場合には罰則が科せられることとなった。

### モニタリング結果

政府によるモニタリング及び立ち入り検査または企業による自主モニタリングの結果に基づき、いくつかの WEPA パートナー国は産業排水の遵守状況を評価している。図 1.6 に評価の結果を示すが、評価方法は国によって様々である。図によると、中国、韓国、マレーシア、日本の遵守率は 90% を超えている。

## 韓国

### 排水施設のための立ち入り検査及び行政措置

年		2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
立ち入り検査	検査工場数	63,968	61,934	59,914	57,038	57,675	41,141	40,785	37,456	39,662	35,546
	違反工場数	2,874	2,857	2,685	2,413	2,135	1,721	2,019	1,994	2,280	2,818
	違反率	4.5	4.6	4.5	4.2	3.7	4.2	5.0	5.3	5.7	7.9
行政措置	合計数	2,789	2,779	2,576	2,316	2,085	1,687	1,976	1,947	2,245	2,776
	改善命令	1,267	1,193	1,171	1,002	1,019	849	809	830	921	975
	一時休業	364	319	280	300	253	236	339	245	232	170
	操業休止	249	210	156	163	130	101	87	122	84	221
	営業停止	230	304	282	241	212	131	184	120	121	118
	警告及びその他	679	753	687	610	471	370	557	630	887	1,292
	告訴	85	78	109	97	50	34	43	47	35	42

## 日本

### 水質汚濁防止法の遵守状況

年		2010	2011	2012	2013	2014
特定事業者数		271,242	266,860	271,168	269,847	267,328
うち平均排水量 50m <sup>3</sup> /日以上事業者数		33,964	33,529	33,067	32,589	32,381
届出関係	第5条(特定施設の設置)	5,307	4,989	6,598	5,786	6,026
	第7条(特定施設の構造等の変更)	3,539	3,924	4,427	4,105	5,006
	第8条(計画変更命令)	0	0	0	0	0
立入検査事業者数(第22条1項)		41,260	38,882	43,135	39,490	41,110
うち夜間		588	587	491	465	510
改善命令(第13条)		16	12	14	11	8
一次停止命令(第13条)		0	0	1	0	3
浄化措置命令(第14条の3)		0	0	0	0	0
行政指導件数	文書指導	2,880	2,761	2,650	2,503	2,556
	口頭指導	5,095	4,826	5,432	4,753	4,981
	合計	7,975	7,587	8,082	7,256	7,537
行政指導内容	処理施設の設置・改善	2,206	2,474	2,145	1,946	2,192
	排水の一時停止	28	30	16	7	20
	その他	6,010	5,432	6,169	5,613	5,651
	合計	8,244	7,846	8,330	7,566	7,863
排水基準違反(第31条第1項第1号)		11	8	6	4	4
改善命令違反(第30条)		0	0	0	0	0
その他の水濁法違反		0	0	0	0	0
事故時の措置		433	504	540	565	557

図 1.6. WEPA パートナー国における排水モニタリング結果

## 中国

中国における産業排水基準の遵守割合

年	1996	1997	1998	2000	2001	2002	2003	2004	2005
遵守率 (%)	41.1	54.4	65.3	82	85.6	88.3	89.2	90.7	91.2

## マレーシア

産業の遵守状況

年	2012	2013	2014
立ち入り検査数	6,590	7,201	11,410
遵守率 (%)	98	99	99

## インドネシア

PRPOPERの下での産業排水基準の遵守率

年	2015	2016
参加企業数	2,157	1,930
遵守率 (%)	76.9	78.2

## スリランカ

産業排水基準の遵守率

工場の分類	高汚染企業	中汚染企業	低汚染企業
工場数	10,020	10,410	22,501
遵守率 (%)	71.5	80.9	46.2

## タイ

遵守状況



## フィリピン

2011年から2015年までモニタリングされたマニラ湾地域の向上のうち、45.4%は天然資源環境省の基準もしくは排出許可によって定められた基準値を満足している。

(出典：参考文献参照)

### 法令順守の促進

罰則制度以外の対策が、事業者の法令遵守をより効率的に促す場合がある。

- 例えば、インドネシアのPROPERプログラム（環境管理における企業の評価格付けプログラム）は、事業者の環境パフォーマンスを公表することで、事業者が排水基準や環境法令を遵守するように促している。
- また日本では、法令で定められている排水基準を満たすことが難しい一部の業種に対して、一定の期間の間に排水基準を満たすための改善を求めするために排水基準より低い暫定的な基準を設けている。

- マレーシアも同様に、建設中又は改善中の処理施設に対して、排水基準の遵守をある一定期間免除する規則を定めている。

### 共通の課題

文献及び質問調査やインタビューを通して明らかになったWEPAパートナー国における法令実施に関わる共通課題を以下にまとめた。図1.7は一般的な規制フローに基づいて、課題として指摘された項目の例を示したものである。

- **法令の不備、実施の手続きに係る細則の欠如**：産業排水に関連する異なる法律がそれぞれに義務を規定し、現

場に混乱をもたらすことがあるが、関連省庁における調整、法・規則の改正は、長いプロセスを必要とする。また、法令を確実に実施するために必要な細則やガイドラインを整備する必要のある国もある。例えば、従うべきガイドラインがなく、事業者が異なる排水モニタリングの手順や分析法を使っていた場合、排水水質のデータの信頼性や比較が難しくなるなど、不遵守を証明する上で問題を生じさせる可能性が出てくる。

- **関連省庁間の調整不足**：少なくとも産業排水管理に関連する省庁が（通例、環境分野と産業分野）が国家レベルで2つ以上存在し、省庁間の職務の重複や調整不足さらには利害の衝突（「産業の発展」対「環境の保全」等を生み、法・規制の実施に悪影響を与える場合もある。
- **情報入手の可能性**：WEPAパートナー国では、事業者数や事業の種類だけでなく、排水量や水質のデータといった事業者及び排水に関する情報が不十分である。特に、汚染管理に関する制度が近年整備されたばかりの国や産業活動がまだ活発でない国においてこの問題が顕著である。また、中小企業による地元の河川の汚染が疑われているが、大規模事業者に比べると中小規模の事業者に関する情報を集めることは難しい。さらに、整理されたインベントリーの欠如は効果的または戦略的な汚染管理対策の計画と実施の妨げになる可能性がある。
- **情報へのアクセス**：情報の欠如そのものに加えて、産業排水に関する情報内容がセンシティブなため、事業者が情報共有に消極的であり、計画・実施の妨げとなっているということが産業セクターへの聞き取りで垣間見れた。この背景には、機密事項が公表されるかもしれないといったデータの使用に関しての事業者の不信がある。また、省庁間での情報共有のための調整の仕組みも問題で、WEPAが実施した質問調査では、産業排水に関する情報を手に入れるために、各国担当者がいくつもの異なる省庁を訪れる必要があった。
- **データの信頼性**：いくつかのWEPAパートナー国では排水の水質等のデータの信頼性が低いことが問題であると指摘された。これはラボの能力やサンプリングや分析の標準的な方法がない等の理由が考えられる。
- **人材不足**：規制官庁（国家及び地方レベル）における担当官の能力及び数の不足がしばしば指摘された。

- **予算不足**：法令遵守状況を確認するための排水及び水質モニタリングの実施、特にデータベースやインベントリー構築には予算が必要不可欠であるとされた。

### 3.6 排水管理を強化するための取り組み

下表に示すとおり、中国、日本、韓国では濃度規制を通じた排水管理に加えて、全国もしくは特定流域を対象とした総量規制制度（TPLC）を適用している。

表 1.10. アジア諸国における総量規制制度の状況

国	対象地域	対象物質
中国	国全体	COD、NH <sub>3</sub>
日本	東京湾、伊勢湾、瀬戸内海	COD (Mn)、TP、TN
韓国	洛東江、錦江、荣山江、蟾津江	BOD、TP

## 4 | 今後：ミレニアム開発目標から持続可能な開発目標へ

2000年9月に、国連ミレニアム宣言が世界のリーダーにより採択され、極度の貧困を削減するための新しい世界規模のパートナーシップに合意し、基準年に選ばれた1990年とともに2015年を目標年にした、期限を定めた一連の目標を設定した。それらの目標は、ミレニアム開発目標（MDG）として知られるようになった。MDGには8つのゴール、18のターゲットおよび48の指標が含まれる。MDGのゴール7は環境の持続可能性を保証することを目標としており、2015年までに、飲料水および基礎的な衛生への持続可能なアクセスのない人々の割合を半減にするために、国際社会に要求した目標（7C）を含んでいた。15年間のMDGsの実施において非常に大きな進展が見られたが、複数の分野で目標と実施との間には多くのギャップが残っている。23億人が未だに基礎的な衛生サービスにアクセスできていないと推定されている。また、8億9200万人が2015年の時点で未だに、特に東南アジア（WHO及びユニセフ、2017年）では、屋外排泄を余儀なくされている。さらに、改善された衛生に関するMDG目標は、ただ単純に、改善されたトイレ設備を使用している人口の増加割合に着目している。これらのトイレ設備からの排水（排水と汚泥の両方）が適切に集められ、環境へ排出される前に処理されることが保証されるかどうかについては、ほとんど着目されることがなかった。従って、特に開発途上国では、15年間

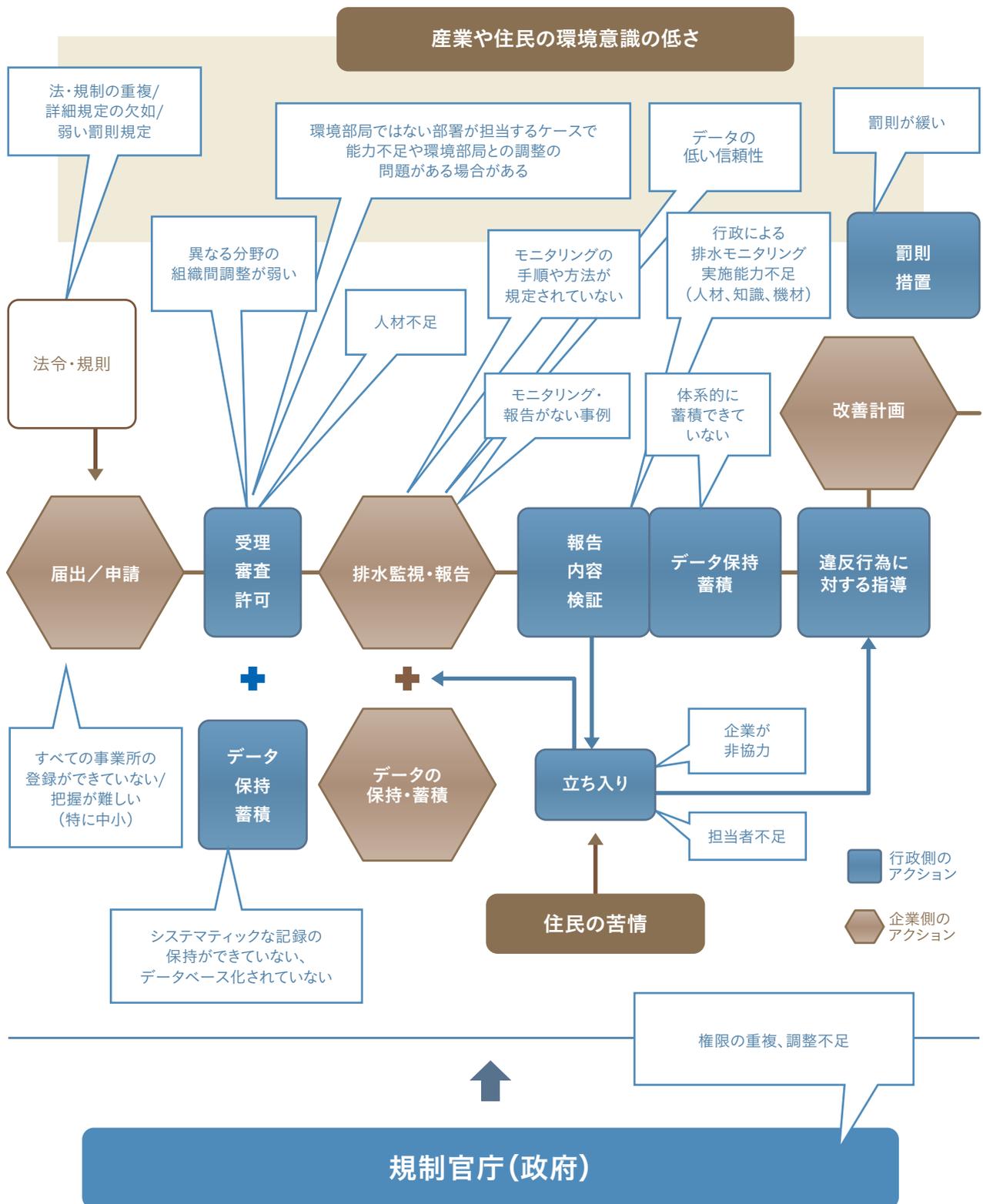


図1.7. インタビュー及び文献調査で明らかになった産業排水管理における課題

にわたって、排水と汚泥管理において著しい改善は見られなかった。

15年間、MDGを実施した後に、世界のリーダーは、もう一度2015年9月25日に歴史的な国連持続可能な開発サミットに集まり、169のターゲットと230以上の指標を有する17の持続可能な開発目標を含む持続可能な開発のための新しい2030アジェンダを採択した。この2030アジェンダ（それらは全ての形の貧困をすべて撲滅し、かつMDGにおいて未完であったの事業に取り組むことを目的としているが）も、「よりよい世界のための普遍的で、統合され、変革させるビジョン」として採択されている。

水と衛生に関する持続可能な開発目標のゴール6はMDGのゴール7Cに基づき設定されているが、MDGに比べてより包括的であると考えられている。SDGのゴール6は、ただ単にオンサイト衛生処理施設を強調するよりも、水のサイクルを発生源から到達点までの全体で捉え、包括的な管理を行うことの重要性を述べている。これは、排水およびし尿/汚泥管理のような水、統合的資源管理、水利用の効率性、保全及び生態系といった水の危機的な側面を含んでいる。持続可能な開発のための2030アジェンダでは、水と衛生に関する目標は持続可能な開発の核として設定されており、他のSDGの目標との強い関係性がある。

そのため、水に関する目標の達成は、人の健康、食物及

びエネルギー安全保障、持続可能な経済発展、社会発展および健全な生態系のために不可欠だけでなく、他のSDGsの目標にまたがる多くの目標のために、予期される結果とコベネフィットが達成されることを保証することが重要である。

図1.8に示されるように、ゴール6と他のSDGの目標の間には多くの関連性がある。したがって、SDGのゴール6の実施によって、他のゴールも実施され、またその逆もある得る。相乗効果の例としては、家庭、病院、学校及び職場における水道設備、衛生施設のアクセスの改善（ターゲット6.1および6.2）と適切な排水処理と再利用（ターゲット6.3）は水系感染症のリスク（ターゲット3.1-3.3及び3.9）と栄養失調の発生を下げることに繋がること挙げられる。また、一般的に農業（ゴール2）や教育（ターゲット4.1-4.5）を支援すること、一般的にエネルギー需要を保証し（目標7）、生産的な労働力（ターゲット8.5及び8.8）を保証することにも繋がる。さらに、貧困に取り組む（ターゲット1.1、1.2、1.4）ことや、男女不平等（ターゲット5.1、5.2、5.4、5.5）および他の不平等（ターゲット10.1-10.3）も同様に関連性がある。図1.8は、水に関するターゲットと異なるゴールの他のターゲットとの関連性の性質を示しているが、いくつかは潜在的に矛盾しているおり、また、いくつかは、互いに強化しているか相互依存の状態である。

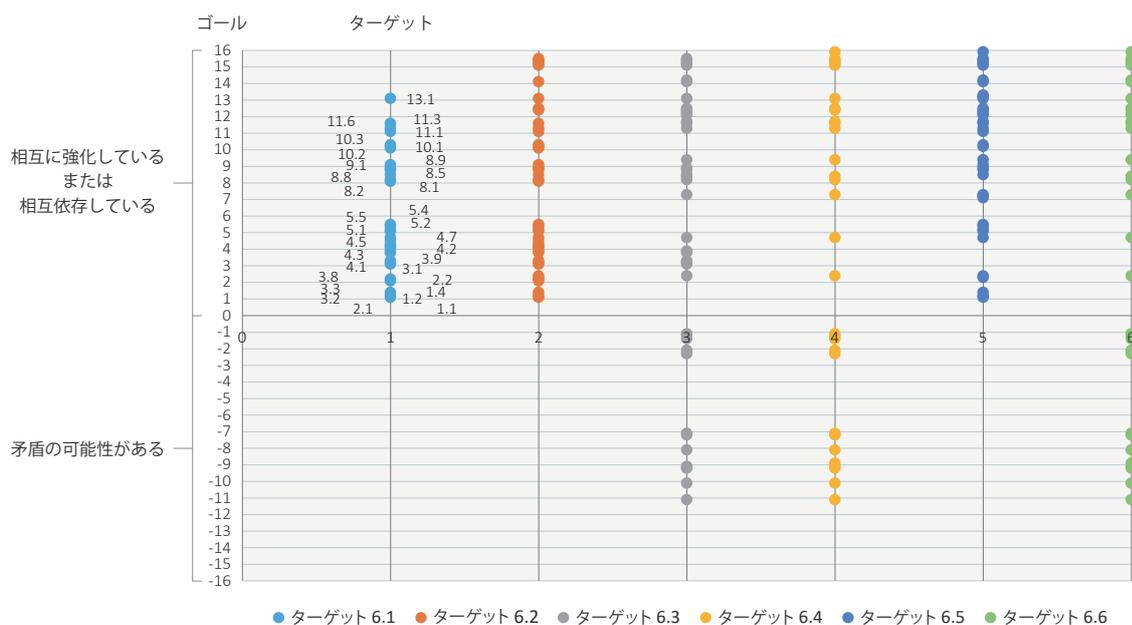


図1.8. 水目標と他のSDG目標の間の相互依存性のタイプおよび性質（出典：UN-Water（2016年）の情報に基づいて著者によって作成）

注：X軸に示される数字はターゲット6.1（1）～ターゲット6.6（6）を示す。Y軸に示される数字は、ゴール1（1）、ゴール2（2）等を示す。一方マイナスの値は、SDGの目標6とこれらの目標がいくつかの潜在的な矛盾を持っている可能性があることを示す。

フォローアップ・メカニズムの一環として、持続可能な開発のための2030アジェンダは、「国および地方レベル（それは国主導で行われ国によって実施される）で実施される進捗を定期的にかつ包括的にレビューするように加盟国に推奨している。これらの任意の国によるレビュー（VNR）は、2030アジェンダの実施を加速する目的で、成功、課題及び教訓を含む経験の共有を促すことにつながる。VNRは、さ

らに政策と政府機関の強化を求め、また、持続可能な開発目標（国連、2017年）実施を行うためのマルチステイクホルダーの支援およびパートナーシップの構築を促している。2018年1月の時点で、カンボジアとミャンマーを除く全てのWEPAパートナー国においてVNRは既に策定したか、2018年までに策定させる予定であることが報告されている（表1.11）。

表 1.11. VNRを策定しSDGsを国の活動・開発計画に組み込んでいるWEPAパートナー国のリスト

国	任意の国によるレビュー（策定年）	国家活動・開発計画もしくはSDGsの実施に関する国家計画もしくは国家制度	VNRの中に含まれる備考もしくは主要なメッセージ
カンボジア	-	-	SDGsの現地の状況への適合化が現在進行中である。
中国	✓（2016）	✓	中国は、7つのアプローチを通して漸進的な方法で2030アジェンダの実施を行う：(i) 戦略の相乗効果、(ii) 制度上の保証、(iii) 社会的流動性、(iv) 資源投資、(v) リスク管理、(vi) 国際協力、(vii) 監視及びレビュー
インドネシア	✓（2017）	✓	VNRの中で示されている主なメッセージは以下のものが含まれる。1) 包括的・参加型プロセスを通じた国のオーナーシップの構築、2) インドネシアにおけるSDGs実施のための体系的な枠組み、3) 7つの相互に関連するセクターをカバーするHLPFの主要なテーマとインドネシアの開発の実現とを一致させる、4) SDGを実施することを可能にする環境、5) 及びそのための方法
日本	✓（2017）	✓ (SDGインプリメンテーション指針)	日本はSDGを達成するための手法の実施で世界のモデル的な役割になることを計画している。国内的にも他の国との協力においても誰も取り残させることがない持続可能な社会の実現に向けて努力を行う。
ラオス	✓（2018）	✓ (SDGsは国家社会経済開発計画およびセクター開発計画に組み入れられる予定である)	
マレーシア	✓（2017）	✓	第11次マレーシア計画（11MP）はほとんどの持続可能な開発目標と関連している。したがって、マレーシアは、改めて持続可能な開発の新たに取り組むを行うわけではないが、第11次マレーシア計画の枠組みの下で2030アジェンダを実施において前進すると考えられる。
ミャンマー	-	-	
ネパール	✓（2017）	✓	ネパール政府は、SDGが相互に関連しており、1つのゴールの達成は他のゴールの達成に関しても相乗効果があることを自明のこととして認識している。会計、管理及び制度上の能力の点から、これらの統合的な課題に対して適合する対応策が必要とすることが示唆されている。
フィリピン	✓（2016）	✓	フィリピンは、国の中期・長期開発計画及び社会計画においてSDGsを主流化する必要性を強調している。
韓国	✓（2016）	✓	韓国では、持続可能な開発のための第3次基本計画でアジェンダ2030の実施のための基本的なプラットフォームを提案している。
スリランカ	✓（2018）	✓	スリランカにおける経済発展の中での環境問題に取り組むために開発されている、Haritha（Green）Lankaのための国家行動計画にSDGsは関連している。
タイ	✓（2017）	✓	「足るを知る経済（SEP）」およびSDGは、20年国家戦略枠組み及び第12次全国経済・社会開発計画（2017-2021）に統合された。
ベトナム	✓（2018）	✓	2030アジェンダの実施のための国家行動計画は、2017年5月10日付けの首相決定/QD-TTg 633の下で近年公布された。これは、ベトナムでSDGを実施する政府のコミットメントを示す。

さらに、SDGの実施は、全てのWEPAパートナー国の国家開発アジェンダに関連している。したがって、ほとんどのWEPAパートナー国は、新しい国家行動・開発計画の中でSDGsを主流化するか、ほとんどのSDGsに関連する既存の枠組みの下で2030アジェンダを実施に向けて取り組みを進めている（例：マレーシア、スリランカ）。多くの国々が、複数の主要な省、ステークホルダー及び組織をSDGsの実施の責任主体として指定している。たとえば、ベトナムでは、MONRE（天然資源環境省）、MARD（農業農村開発省）、MoC（建設省）及びMoF（財務省）が、水と衛生に関連するゴール（ゴール6）の継続的な実施を保证するための最も重要な組織と考えられている。これらの省の間では、MONREが、ターゲット6.1d、6.3b、6.4、6.5及び6.6を実施する際に主導的組織として指定されている。一方、MoCはターゲット6.1a、6.2及び6.3aの責任主体であり、MARDはターゲット6.1bの、また、MoFは6.1c、6.3cの責任主体である。

入手が可能なVNRのレビューの結果によると、多くのWEPAパートナー国は安全な飲料水及び改善された衛生施設へのアクセスに向けた大きな進展とともに、水使用の効率性（例：タイ）を強化する取り組みについて報告がされている。気候変動、自然災害および過剰な地下水揚水の影響とともに、複数間のセクター間の競合的な水需要は、WEPAパートナー国において近い将来の水の利用可能性に関する潜在的な問題が、水の安全保障のための課題であると確認されていることを意味する。陸域生態系及び生物多様性のような、水と他のセクターや領域の間との相互関連性も着目されている。同時に、よりよい水質および排水処理を保证するための課題が多くの国によって報告されている。これらの報告書では、データが入手不可能であること、体系的なデータ（例：性別、ジェンダー、地方レベルで断片化されたデータ）がないこと、データ収集や管理における能力不足、財政的・技術的な支援の不足等、データと関係する多くの共通の課題や懸念も、これらの報告書で強調されている。

これらの課題にもかかわらず、他の多くのアジアの国々と同様にWEPAパートナー国も、以下のものを含む統計システムを強化するために複数の取り組みを行うことを決定した。

- (i) データやモニタリング用のガバナンス構造を含むSDGのための明確な実施ロードマップの策定
- (ii) 国家的優先課題と断片化されたデータの利用可能性との関連性に基づくSDG指標の見直し
- (iii) プロセスへの多くのステークホルダーの参加の促進
- (iv) SDGのモニタリングおよび監視を改善するために、データ収集、分析および報告に関する統計機関、関係のある機関と同様に地方のリーダーおよびコミュニティーの能力の向上

## 2章

# WEPA パートナー国に おける水環境管理に 関する国別情報

# 2.1 カンボジア



## 1 | 国別情報

図2.1.1. 基本指標

国土面積 (km <sup>2</sup> )	181,035 (2013)	
総人口 (人)	15,762,370 (2016)	
名目GDP (米ドル)	112億 (2010)	
一人当り名目GDP (米ドル)	1,435 (2017)	
平均降水量 (mm/年)	1,904 (2014)	
水資源量 (km <sup>3</sup> )	489.1* (2014)	
年間水使用量 (10億m <sup>3</sup> )	2.2 (2006)	
セクター別 年間水使用率	農業用水	94% (2006)
	工業用水	1.15% (2006)
	都市用水 (生活用水を含む)	4.48% (2006)

\* 推計値

(参考文献参照)

## 2 | カンボジアの主な流域



図2.1.1. カンボジアの主な流域

## 3 | 水資源の現状

カンボジアは、メコン河下流中域に位置し、トンレサップ湖を含む同河の集水域は国土の86%を占める。メコン河氾濫原及びトンレサップ湖、メコンデルタ(三角州)は、水生生態系や水産に欠かせない養分を含む堆積土で窪地を

形成している。メコン河とトンレサップ湖をつなぐ領域の生態系は、世界でも稀な珍しいものである。雨季のメコン河の流量は多く、トンレサップ川を通過してトンレサップ湖に逆流し、同湖支流にも流れ込む。それに伴い、湖の面積は6倍の約13,000km<sup>2</sup>、水深は平均で8~10mまで増大する。しかし乾季には、トンレサップ湖から水が流れ出ていき、下流のメコンデルタに重大な影響を与える。メコン河から分岐したバサック川は、さらにいくつもの支流に分かれ、ベトナムでくさび状のデルタを形成する。メコンデルタはカンボジアとベトナム両国にとって主な穀物用地であり、その特殊な水文サイクルや養分を含む堆積土は、水生生態系や浮魚の種にとって非常に重要であり、カンボジア人口の約40%が依存している。

メコン河、トンレサップ川、バサック川やその支流を通じて、カンボジアは十分な水の供給を受けているといえるが、乾期中は各地で生活用水や灌漑用水等の不足に直面する。国内で管理されている水資源はほんの一部に過ぎず、雨季には水供給過剰となり、乾季には不足する。

地下水の利用可能量は176億m<sup>3</sup>と推定されており、主として生活用水と灌漑用水に使われているが、近年、首都郊外及び地方に立地する工業セクターの取水量が増加している(Sokha 2005)。トンレサップ及びメコン氾濫原/デルタの沖積層は、地下水涵養量が大きい最良の浅部帯水層であると考えられている。地下水及びその利用に関するデータ及び情報は依然として不足しているが、浅井戸が利用可能な面積は全国で48,000km<sup>2</sup>と推されている(Sokha 2005)。

## 4 | 水質状況

カンボジアの表流水質は概ね国家水質環境基準を満たしており、汚染されていないとみなされている。しかし、水質が脅かされている地域も存在する。都市排水や農業排水、航行由来の排水が未処理のまま公共用水域に流入しており、水質汚濁はとりわけ乾季に顕著となる。

さらに、水質は各種開発活動によっても悪化している。

例えば、湿地や森林の農地転用により、農薬残留物を含む農業排水による水質汚濁のリスクが高まっている（MoE 2009）。他にも水質に大きな影響を与える可能性のある汚染源としては、製造業や鉱業、サービス業、屠殺場や畜産場が挙げられる。排水が未処理もしくは不適切に処理されるのは、現行の法施工が緩いためであり、カンボジア環境省水質管理課は、水環境における非常事態を想定し、関連組織を通じてこれらの汚染源に適切に対処するためのメカニズムを確立したいと考えている。

#### 4.1 河川

カンボジア環境白書 2017年版によれば、公共用水域の水質は全体として良好であり、水質汚濁は大きな問題とは考えられていない（MoE 2017）。カンボジア環境省水質管理課は、メコン河、トンレバサック川、トンレサップ川、トンレサップ湖の指定モニタリング地点で毎月サンプル採取を行っている。

水質汚濁の管理に関する政令の基準に基づいてみると、公共用水のモニタリング結果は全般的によいと見える。トンレサップ川、メコン川、バサック川では、乾季雨季を通じてpH及びBOD、COD、6価クロムの値は基準を満たしている。乾季のトンレサップ湖一部周辺地域（Kampong Loung やChnok Tru、Psar Krom）においては、TSS、全窒素、全リンのような指標を若干超過している。これは交通量の多さや過密な水上住居・村、水上商業、瓦礫、周辺の農業由来の富栄養化が原因である。

#### 4.2 湖沼及び貯水池

2017年公共用水域水質調査では、乾季雨季を通じてSen川、Chinit川、Siem Reap川、Sangkae川、Pursat川といったStungと呼ばれる小川程度の流域において、pH、TSS、BOD、COD、6価クロムの項目が基準を満たしていた。雨季の全窒素、全リン値は基準超過がみられた。これは、居住地域からの未処理生活排水や周辺の農業地域から肥料が流出していることが原因である。現状の河川水質をみると2017年環境会議において、いくつかのモニタリングの対象湖の水質は、どの目的の水使用にも適しているとの評価を受けた。

#### 4.3 沿岸水域

カンボジアの海岸線はタイランド湾に沿って435kmあり、沿岸水域の海側境界は同国の排他的経済水域の外境によって区切られ、沿岸域面積は55,600km<sup>2</sup>になる。陸側境界に関しては、未だ十分には定められていないが、現在は海岸から約5kmと考えられている。沿岸水域は、Koh Kong及びKmapot、Sihanoukville、Kep各州にまたがっている。沿岸水の水質は全般的に割合良好と考えられている。しかし、排他的経済水域及び海港で進められているような開発事業は、そこから発生する固形廃棄物及び排水の健全な管理が然るべく実施されなければ、沿岸水及び沿岸生態系に悪影響を及ぼす可能性がある。

#### 4.4 地下水

カンボジアでは、特に地方において、表流水と雨水と並んで地下水も主な水源として考えられている。乾季では特に重要な飲料水源・水供給源となり、約53%の世帯が飲料水として利用している。共通して水質はよいが、地域によっては高濃度のヒ素や鉄、マンガン、フッ素、総溶解固形物（塩）が確認されている。多くの浅井戸が糞便性大腸菌に汚染されているのも確認されている（IWMI 2013）。2000年の全国飲料水質評価では、メコン河、バサック川、トンレサップ川流域の地域において、ヒ素による汚染が判明した（Arsenic Center of Cambodia 2010）。

地下水開発に関するデータは国内に存在しないが、手動ポンプの掘りぬき井戸が約270,000あり、飲料水源として利用されている（Sok Sophally）。

自然由来の化学物質に加え、処理されていない産業廃棄物の過剰投機や地下水の過剰揚水は、地下水の水質を悪化させるであろうと考えられており、適切な処置が求められている。

### 5 | 排水処理状況

現存の水関係のインフラは植民地時代に作られたものであり、国内の下水道及び衛生処理は未発展である。これによりプノンペンのような都市で雨季にしばしば洪水が発生する。下水道普及率は2011年の7%から2015年の11%に少しずつ上昇している。2015年、都市部では44%であるのに対し、農村部では3%と最低値である。下水道は、生活・

都市排水を自然水路に直接流すか、もしくは自然水路に流す前に池や湿地等の自然処理を施す排水路として使われている。

プノンペンには排水を受けるためのラグーンがあるが、国内の集合型排水処理は非常に限られている。このため、国内のいくつかの場所で、下水道と集合型排水処理の開発を優先的に進めているところである。カンボジア公共事業運輸省の排水管理計画は、プノンペン、Kandal、Sihanoukville、シエムリアップ（最優先）、Kampong Cham、Battambang（第二優先）、Stung Treng、Banteay Meanchay、Koh Kong（第三優先）のように成長させる都市を定めている（UNESCAP 2015）。シエムリアップ、Kampong Cham、Battambang、Sihanoukville では、下水道と排水処理施設が既に完成しているか、建設途中である。集合排水処理システムを補助しているのは ESC-BORDA のような非政府組織である。この組織は、学校や地域のコミュニティー、病院、中小企業で分散型排水処理の普及を行っており、これまで 23 の分散型排水処理を実施してきている。

国内の限られた排水処理能力の現状を考えると、水の再利用、養分回収、排水からのエネルギー生産の優先度は不十分で、うまく実施されていないといえる。

## 6 | 水環境管理の枠組み

### 6.1 法整備

水を含む天然資源管理の目的は、環境の質の向上及び公衆衛生の保護促進である（環境保護と天然資源管理に関する法律、第 1 条）。水資源管理法（2007）にも水質管理に関連する条項があり、水質及び人間や健全な生態系に悪影響を及ぼす恐れのある活動に対して、排水のライセンスや許可の取得を義務付けている（第 22 条）。また、水質、水量及び生態系のバランスが脅かされている地域を水利用の危険区域もしくは制限区域として指定している（第 23 条）。さらに、許可された量を超過して地下水を開発したり、占有したりする地下水持ち出しも対象とされ、許可やライセンスが必要とされている。

「都市部における下水道管理に関する政令」と「都市部におけるごみと固形廃棄物の管理に関する政令 27/08/15」は、共に表流水と地下水の水質維持と保護に関与している政令である。地方分権及び権力分散の方針のもと、その責務と所有権は地方自治体に委任されている。

水環境保全については、環境保護と天然資源管理に関する法律の下で 1999 年に制定された、水質汚濁の管理に関する政令で詳細に述べられている。同政令の目的は、公共用水域（例えば、河川、湖、地下水、海水等）を汚染する恐れがある、もしくは既に汚染している各種活動を規制することにある。同政令により、人間の健康及び生物多様性のための水質環境基準（第 7 条）や、汚染源の排水基準（第 4 条）が定められている。他には、汚染源及びその排水のモニタリング（第 4 章）、公共用水域のモニタリング（第 5 章）ならびに検査規則（第 6 章）も同政令に含まれる。また、環境保護と天然資源管理に関する法律の下で定められている、固形廃棄物の管理に関する政令、環境影響評価（EIA）手順に関する政令等にも、水環境保全に関わる条項が含まれている。

カンボジア水資源管理法（第 4 条）は、統合水資源管理（IWRM）の概念に基づいた水と水資源開発に注力している。更に、法第 12 条は、産業と農業セクターにおける水資源の抽出・利用の管理を目的とし、利用者は許可またはライセンスを得ることとしている。

2017 年にはカンボジア環境自然資源法典の最終案が完成した。これは、これまでの環境や自然資源に係る法制度をひとつに整備したものである。この新しい法典のもとで、廃棄物や汚染管理に関する第 6 法は、12 の項から成り、第 6 項は水質汚濁管理である。本項は 7 章 27 条から成る。表 2 に詳細を示す。

表 2.1.2. カンボジア環境自然資源法典（最終案2017）第6法第6項における各章概要

章	条	主な内容
1章：水質汚濁防止	1～5	固定汚染源汚染物質の排出禁止
2章：固定汚染源の水質汚濁規制	6～10	排水と処理に対する責務、排水の許可のための条件、追加条件と基準限界値
3章：ノンポイントソースの水質汚濁規制	11、12	分類、土地有効利用管理の具体的実施に対する優良事例や責務
4章：モニタリング	13～20	固定汚染源排出許可、サンプリング、検定、命令、表流水及び地下水モニタリングとサンプリング、分析、検査へのモニタリング責務
5章：排水と汚泥の処理と再利用	21、22	汚泥、生物性固形物、排水再利用
6章：作業員の認証	23、24	特定汚染源作業員の認証について
7章：海洋汚染規制	25～28	陸からの排出、海辺や船舶からの海洋汚染源、国際協定の実施について

第6項に加えて、第6法において関連の項は、第2項（環境基準と排水）、第3項（環境汚染検査と調査）、第4項（危険物管理）、第5項（廃棄物管理）が挙げられる。

## 6.2 制度的措置

環境省は、環境保護と天然資源管理に関する法律に基づき、カンボジアの環境及び天然資源の保護と管理を所管している（第9条）。同国の環境法制に基づき、環境省は化学物質やその他の汚染源を使用する工場に対し、排水を処理してから放流水域に排出するよう命令することができる（MoE 2009）。地方及び都市の環境部局は、水質モニタリング等の水環境管理に責任を負う。2009年には、トンレサップ地方とその周辺地域の管理、保全、開発に対する新たな国の取り組みとして、国立機関であるトンレサップ庁が設立された。同機関は、研究や調査を実施したり、マスタープラン策定及び政府承認のためのビジョン、政策、戦略の提言を目的とした経済や社会への影響評価やトンレサップ地方とその周辺地域の天然資源への評価を実施している。

## 6.3 政策

カンボジアの主な政策として、汚染関連の法令及び法令といった法整備や、特に環境省と水資源気象省のもとに制度的枠組の設立、モニタリングやその実施の導入が挙げ

られる。1998年～2002年のカンボジア国家環境行動計画（NEAP）は、環境問題を国の施策や多様な関係者の意思決定プロセスを統合したガイドラインの開発や実施を目的とし、環境省がイニシアティブを取った初の行動計画である。漁業、トンレサップ湖、湿地、水由来疾病に対する公衆衛生やエネルギー産業（水力・火力発電）から受ける環境への影響を最小にする観点から、NEAPは今でも水環境に関与を続けている。

## 6.4 環境水質基準

公共用水の環境水質基準は、水質汚濁の管理に関する政令で定められている。水質基準には二種類あり、一つ目は生物多様性を目的とし、河川（5指標）、湖沼及び貯水池（7指標）、沿岸水域（7指標）に指定されたものである。二つ目は、公衆衛生を目的とした、人の健康に影響を及ぼす25指標を指定したものである。地下水に対する環境水質基準は存在しないが、国家飲料水質基準のような特定の用途に対する特定の基準で評価される。

## 6.5 公共用水域におけるモニタリング

環境省は、カンボジア国内の公共用水域における水質汚濁の防止及び定期的なモニタリングを所管している。水質項目の詳細は、表 2.1.3. に示す通りである。地方分権によ

り地方政府・行政はモニタリングをはじめ様々な業務を負うことになったが、水質分析に経験豊富な人材及び検査機関が不足しているため、業務実施に制約がある。このため、中央省庁の行政官として環境省員が地方関係者の能力構築及び制度的能力開発を行うと同時に、これらの業務を担い続けている。

表 2.1.3. 環境省が実施する水質モニタリングの現状

水質指標	BOD、溶存酸素、pH、温度、TSS、大腸菌、TP、TN、六価クロム
サンプリング採取場所	プノンペン港、Chroy Changva、Ta Khmoa、Kien Svay、Stoung Chenit、Stoung Sen、Stoung Siem Reap、Stoung Sangke、トンレサップ湖、Stoung Pursat、Kampong Loung、Chhnok Trou、SESANJII、SEKONG川、Kampong Chhnang
頻度	毎月1回

水質モニタリングネットワーク（メコン河委員会（MRC）のプログラム）に基づき、水質汚濁の管理に関する政令に従い、水資源気象省も定められたモニタリング地点でサンプルを採取し、分析や現状や傾向の評価を行っている。モニタリング対象の水質指標は、温度、pH、TSS、導電率、カルシウム、マグネシウム、ナトリウム、カリウム、アルカロイド、塩素、四酸化硫黄、全酸化鉄、ケイ素、溶存酸素、COD、マンガン、硝酸態窒素、アンモニア性窒素、リン酸態リン及び全リンである。モニタリング結果は、データベースを通じ、また要請があれば一般にも公開される。地下水の水質が飲料水や生活用水の基準を満たしているかどうかは、適宜採取される水質サンプルの検査により判明する。これは、カンボジアにおいて地下水の水質に関する定期的なモニタリングシステムが未整備なためである。

## 6.6 排水基準

汚染源からの排水管理を目的として、水質汚濁の管理に関する政令の下、排水を公共用水域へ排水する汚染源に対する排水基準が定められた。基準値は52項目を対象に定められており、これらの項目には温度、pH、BOD、重金属、農薬及び有機溶剤等が含まれる。基本的にこうした基準は、下位基準により定められる産業及び他の汚染源すべ

てに適用される。また、人の健康及び生物多様性の保護のために特別な取り扱いを必要とする地域においては、環境省は当該地域にある汚染源に対し個別の排水基準を定めることができる（水質汚濁の管理に関する政令第5条）。

## 6.7 排水モニタリング

水質汚濁の管理に関する政令では、排水のモニタリングやいかなる汚染源から排水を移動させるのは環境省の責務と定められている。環境省は汚染源の各排出ポイントでサンプリングを行わなければならない。汚染源の事業主もしくは責任者は、環境省の協力をしなくてはならない。

## 6.8 違反に対する措置

排水基準の違反が判明すると、環境省は当該企業に対し、現行の活動を是正するよう書面で命じる。こうした環境省の命令に従わない場合、水質汚濁の管理に関する政令で定められた排水に関するモニタリングや報告及び遵守における違反をしたとして、罰金または罰則が科される。

## 7 | 水環境管理に係る最近の動き

水環境管理に重要な影響を及ぼす国の政策の進展について、次のとおりである。一つ目は、持続可能な開発目標をカンボジアの国の現状にそったカンボジア持続可能な開発目標（CSDG）を策定し、国家計画に取り入れたことである。また、政策、戦略、計画、事業、法整備において、持続可能な開発を主流化することを責務として持続可能な開発のための国家評議会を設立した。加えて、環境保護と天然資源管理に関する法律に従い、カンボジア国家戦略行動計画2015-2023（NESAP）の作成を進めている。NESAPはNEAPに続いて国内二つ目の環境戦略・行動計画で、政府省庁やステークホルダーを環境に配慮した開発政策及び計画や投資に導くものになる予定である。同様に、2017年にはカンボジア環境自然資源法典の最終案を策定し、環境保護や自然資源保全関連の法令を一つにまとめ、SDGsの実施や廃棄物・汚染規制への対策も整えた。

## 8 | 現在及び今後の課題

カンボジアにおける水質管理の現況を踏まえると、次のような管理上の主な課題が挙げられる。

1. 人的及び制度的能力を改善するべきである。特に、カンボジア持続可能な開発目標やNESAP、環境法典を実施するに当たり、環境省の強化が特に求められている。
2. 上流にダムを建設したり、気候変動や土地利用の変化によって起きる堆積土や栄養土の流れが変化する。それによりメコン河とトンレサップ湖が受ける影響に留意しなければならない。
3. 汚水及び排水や流域汚染の問題に対処するため、下水道と排水処理施設の開発が求められている。同時に、都心や地方における下水道・排水マスタープラン策定も必要である。
4. 人の健康やレクリエーションのような個別用途・目的別の水質基準の欠如等、法的枠組みが脆弱である。
5. 試験所や現場の水質検査用機器の不足。水質の適切な管理に対し支障となっている。
6. 国レベル、地方レベルで水質管理を行うことができる技術専門職員が不足している。
7. 政府の予算不足。特に、施設インフラや機器及び人材の面から試験所の能力を改善するための予算が不足している。

## 2.2 中国



### 1 | 国別情報

表 2.2.1. 基本指標

国土面積 (km <sup>2</sup> )	9,478,000 (2015)	
総人口 (人)	13億7400万 (2015)	
名目GDP (米ドル)	11兆1990億 (2016)	
一人当たりの名目GDP (米ドル)	8,123 (2016)	
平均降水量 (mm/年)	645 (2014)	
水資源量 (km <sup>3</sup> )	2,796 (2015)	
年間水使用量 (km <sup>3</sup> )	610.3 (2015)	
セクター別 年間水使用率	農業	63.1% (2015)
	工業用水	21.9% (2015)
	消費	13.0% (2015)
	生態系保護	2.0% (2015)

(出典：参考文献参照)

### 2 | 中国の主要河川流域



図 2.2.1. 中国の主要7流域

### 3 | 水資源の現状

中国の水資源総量は世界第6位であるが、人口が多いため1人当りの水資源量は約2,100m<sup>3</sup>と少なく(世界開発指標)、世界平均の5分の1に過ぎない。しかも、中国の水資源の分布は偏っており、水資源が豊富な南部に対し、北部は乏しい(MWR 2011)。都市の約3分の2で水不足が生じており、110都市以上で切迫した状況となっている(MWR2011)。北京や天津といった巨大都市も、深刻な水不足に直面している(世界銀行 2008)。

### 4 | 水質状況

中国環境保護部(MEP)の環境状況広報2016年版によると、中国全土の表流水は僅かに汚染されている。都市部を流れる河川については、部分的な汚染が依然深刻である(MEP 2017a)。表流水の水質に対しては評価が実施されており、表流水の環境基準に基づき、クラスIからクラスVまでの5つに分類される(表2.2.2)。海水と地下水に関しては、前者は海水の水質基準に、後者は地下水の環境基準に従い、表流水と同じく類型にて評価される(表2.2.3及び表2.2.4)。

#### 4.1 河川水

全国のモニタリング結果によると、河川水の水質は、71.2%がクラスIからクラスIII、19.7%がクラスIVからV、9.1%がクラスV以下と等級付けられた主要10水系(揚子江、黄河、珠江、松花江、淮河、海河、遼河、浙江省と福建省を流れる河川、南西部の河川、内陸部の河川)の水質は、全体的に「僅かに汚染されている」と報告された(MEP2017a)。2013年比では水質に大きな改善が見られたことになる(表2.2.5)。図2.2.2は10大河川の2016年の状態を示す。揚子江、珠江、浙江省と福建省を流れる河川、南西部及び内陸部の河川は、良好或いは普通との評価を受けている。黄河、松花江、淮河、遼河については僅かに汚染が進み、海河は中程度に汚染されている。

表 2.2.2. 表流水環境基準の分類

分類	説明
I	主として水源水や国家自然保護区に相当。
II	主として一級保護区の飲料水資源、希少魚類保護区及び魚類とエビ類の産卵地域に相当。
III	主として二級保護区の飲料水資源、一般魚類保護区及び遊泳区に相当。
IV	主として工業用水資源及び直接人体に接触しないレクリエーションの用途に相当。
V	主として農業用水資源及び景観のために必要な水域に相当。

(出典：表流水環境基準)

表 2.2.3. 海水の水質基準の分類

分類	説明
I	海洋漁業、海洋自然保護区、希少種または絶滅危惧種海洋生物保護区に適している。
II	海洋栽培、海水浴、マリンスポーツまたは身体が直接海水に接触するレクリエーション活動及び人の消費に關係する工業用水源に適している。
III	一般的工業用途のための水資源に適している。
IV	港湾及び海洋開発活動のみに適している。

(出典：MEP 2007)

表 2.2.4. 地下水の水質基準の分類

分類	説明
I	地下水の天然化学成分バックグラウンド含量が低いことを示す。
II	地下水の天然化学成分バックグラウンド含有を示す。様々な用途に適用可能である。
III	人の健康に関する基準値に基づく。主として、集中式飲料水源及び工業用水や農業用水に適用可能である。
IV	工業用水及び農業用水要件に基づく。主として工業用水として、また、一部の農業用水としても適用可能である。適切に処理がなされると、飲料水にも適用可能である。
V	飲料水には不適。他の用途によっては、こうした分類の水が選択されることがある。

(出典：UNEP 2010)

表 2.2.5. 中国の主要 10 水系の水質 (2013 年及び 2016 年)

年	I~III 類型	IV-V 類型	V 類型よりも劣る
2013	71.7%	19.3%	9.0%
2016	71.2%	19.7%	9.1%

(出典：MEP 2014a, 2017a)

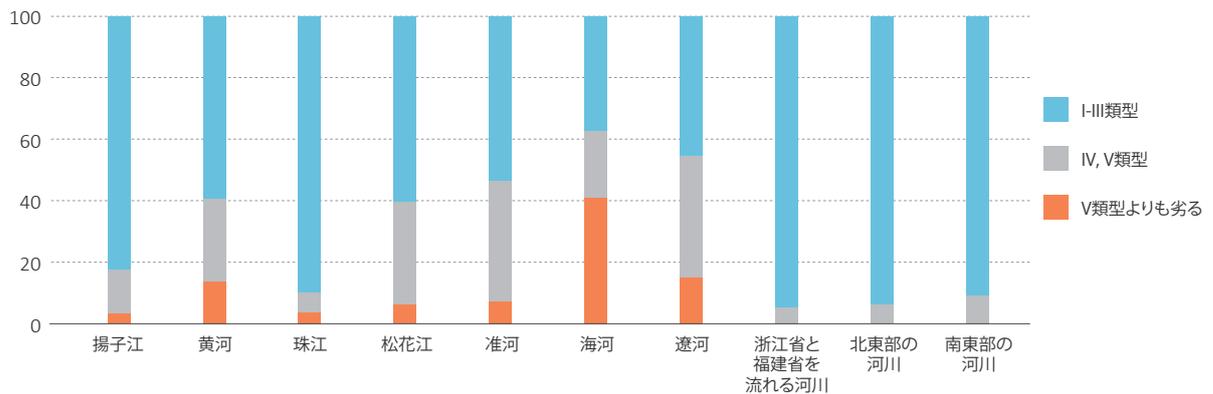


図 2.2.2. 中国の主要 10 水系の水質状況 (2016 年)

(出典：MEP 2017a)

#### 4.2 湖沼及び貯水池

2016 年の全国の 112 の主要な湖沼 (貯水池) では、8 (7.1%) の湖沼 (貯水池) が環境基準の I 類型を満足し、28 (25%) が II 類型を、38 (33.9%) が III 類型を、23 (20.5%) が IV 類型を、6 (5.4%) が V 類型をそれぞれ満足し、9 (8%) の湖沼 (貯水池) が V 類型も満足できなかった。主な汚濁物質は総リン、COD、過マンガン酸指標であった。108 の湖沼 (貯水池) については、栄養塩の状態をモニタリングされており、その結果、10 の湖沼 (貯水池) が貧栄養化の状態であり、73 が中栄養化の状態であり、20 が若干の富栄養

化の状態であり、5 つが中程度の富栄養化の状態に分類されている (MEP 2017a)。

#### 4.3 沿岸水域

海水の水質は全体的に良好と言える。417 の沿岸域海水モニタリング地点のうち、32.4% は国家海水水質基準の I 類型に、41.0% は II 類型に、10.3% が III 類型に、3.1% が IV 類型を満足しており、13.2% が IV 類型も満足できなかった (図 2.2.3 参照)。主な汚濁物質は無機体窒素及び活性リン酸塩であった (MEP 2017a)。

表 2.2.6. 主要な湖沼（貯水池）の水質（2016年）

水質	三湖	主要な湖沼	主要な貯水池
I-II類型	-	梁子湖、香山湖、班公错、花亭湖、邛海、柘林湖、赛里木湖、抚仙湖、泸沽湖	崂山水库、瀛湖、解放村水库、云蒙湖、山美水库、白龟山水库、大伙房水库、白莲河水库、党河水库、密云水库、双塔水库、石门水库、里石门水库、大隆水库、怀柔水库、丹江口水库、隔河岩水库、黄龙滩水库、太平湖、大广坝水库、松涛水库、长潭水库、千岛湖、湖南镇水库、漳河水库、东江水库、新丰江水库
III類型	-	南漪湖、小兴凯湖、高邮湖、兴凯湖、焦岗湖、西湖、南四湖、升金湖、色林错、东平湖、瓦埠湖、骆马湖、斧头湖、衡水湖、菜子湖、武昌湖、镜泊湖、洱海、万峰湖、阳宗海、羊卓雍错	鹤地水库、玉滩水库、董铺水库、尔王庄水库、峡山水库、红崖山水库、磨盘山水库、小浪底水库、昭平台水库、王瑶水库、富水水库、南湾水库、高州水库、龙羊峡水库、鲇鱼山水库、铜山源水库、鸭子荡水库
IV類型	太湖、巢湖	白马湖、龙感湖、阳澄湖、东钱湖、洞庭湖、鄱阳湖、黄大湖、百花湖、红枫湖、仙女湖、洪湖、博斯腾湖、高唐湖	于桥水库、三门峡水库、松花湖、鲁班水库、莲花水库、察尔森水库、龙岩滩水库、水丰湖
V類型	滇池	杞麓湖、淀山湖、白洋淀、洪泽湖、乌梁素海	-
V類型より劣る	-	异龙湖、呼伦湖、星云湖、沙湖、大通湖、程海、乌伦古湖、纳木错、艾比湖 (最後の4つの湖については比較的バックグラウンド値が高いことが原因である)	-

(出典: MEP 2017a)

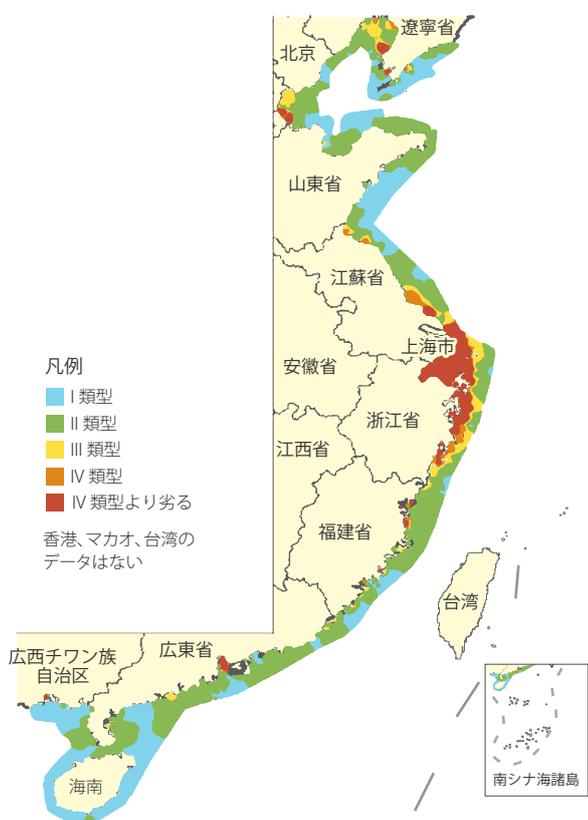


図 2.2.3. 2016年の中国本土の沿岸海水水質状況 (出典: MEP 2017a)

#### 4.4 地下水

2016年の地下水質モニタリングの結果によると、6,124の観測地点のうち56.2%が、「悪い」、19.8%が「非常に悪い」を評価された (MEP 2017a) (図2.2.4)。主な汚濁物質は、総硬度、総蒸発残留物、マンガン、鉄およびフッ化物であった。

さらに、「3種類の窒素」汚染は比較的深刻であり、また、重金属類および有害無機汚染物質による汚濁もいくつかの地域で確認された (MEP 2017a)。

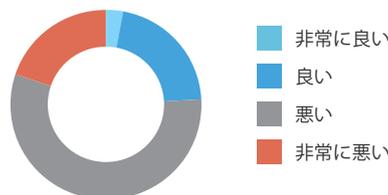


図 2.2.4. 地下水質モニタリング結果 (2016年) (出典: MEP 2017a)

#### 4.5 排水及び主要汚染源

工業排水、都市部の生活排水、農業排水を合わせた総排水量は増加しているものの、COD及びアンモニア性窒素は減少している。2015年の排水排出総量は735億3千万

トンであり、内、工業排水は199億5千万トン、生活排水は535億2千万トンであった。2013年（総排水量695億4千万トン）比では約10%増加している。2011年以降、中国政府はプランテーション、漁業、畜産業といった農業排水から検出されるCOD及びアンモニア性窒素をモニタリングしている。COD排出総量は2,223万5千トンであり、2011年（2,499万8千トン）から11%減少した。この内、48%は農業排水によるものである。また、アンモニア性窒素量の58%は生活排水から発生している（MEP 2017b）。

## 5 | 水質環境管理の枠組み

### 5.1 法整備

生態及び生活環境の保護と改善、そして汚染防止は、中華人民共和国憲法により国家の責任と定められている。中華人民共和国環境保護法は、水環境保全の目的を「人間の健康を保障し、水資源の有効利用と海洋資源保全を維持し、生態系のバランスを維持し、そして現代社会主義の発展を増進すること」と定めている。図2.2.5は、中国における水質汚濁防止に関する法律体系の概略を示している。中華人民共和国環境保護法は、2014年に改正され、2015年7月1日より施行されている。表流水及び地下水の水質汚濁防止に関しては、中華人民共和国水質汚濁防止法が2008年に改正され、その下で表流水環境基準、地下水環境基準及び水質汚濁物質排出基準が定められている。海水に関しては、中華人民共和国海洋環境保護法が1982年に制定され、同法の下で、海水の水質基準が定められた。以上の法

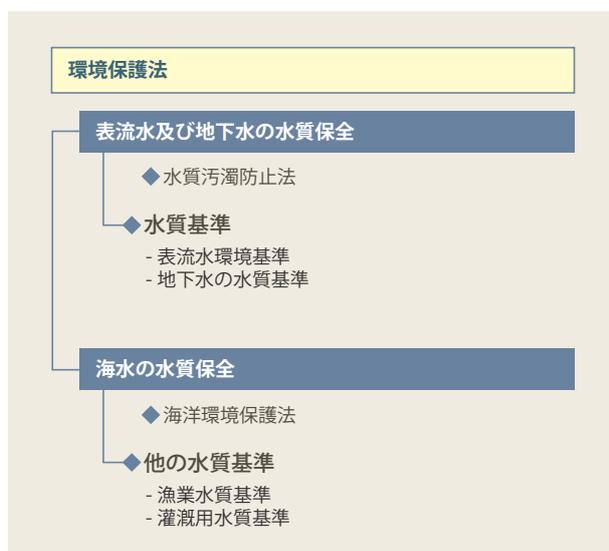


図 2.2.5. 水質に関する法的枠組み

（出典：MoEJ 2009）

律に加え、汚染排出費徴収に関する暫定措置といった水質汚濁防止に関連した規制及び行政命令／規則も存在する。

### 5.2 制度的措置

環境保護部（MEP）は、2008年に国家環境保護総局（SEPA）から格上げされたもので、環境保護管理の全体的監督ならびに調整を通じ、中国の環境汚染を防止する使命を負っている。省および市も、地方の法律及び基準により、汚染防止に重要な役割を果たしている。

### 5.3 水環境管理政策

中国国民経済・社会発展5カ年計画は中国の基本政策文書であり、水環境管理の達成目標も定められている。また、主要流域の水質汚濁防止に関する国家5カ年計画も、重要な水環境管理政策文書として策定されている。

### 5.4 水質環境基準

表流水環境基準では、24の基本的な水質項目について5分類の基準値を定めている。地下水の水質基準では39の項目、また、海水の水質基準では35項目について基準値を定めている。漁業水質基準及び灌漑用水質基準は、追加的な水質基準として定められている。

### 5.5 公共用水域の水質モニタリング

2016年の全国モニタリングプログラムでは、1,940の表流水セクション（地点）及び417の沿岸海水モニタリング地点があった。さらに、国土資源部は、31の省（自治区または直轄区）の225の県レベルの行政区に6,124箇所のモニタリング井戸（地点）（そのうち1,000箇所は全国モニタリング地点）を設置し、地下水質のモニタリングを行った（MEP 2016a）。水質の分析手法は、各水質基準（表流水（GB3838-2002）環境基準、地下水質基準（GB/T14848-93）および海水質基準（GB3097-1997））に記載されている。

### 5.6 排出基準

都市下水処理場の排水地点における生活排水の水質は、都市下水処理場汚染物質排出基準（GB 18918-2002）により規制されている。また、産業排水の汚染物質レベルは、汚水総合排出基準（GB 8978-1996）の規制を受ける。しかし、上記基準の対象とならない鉄鋼業や食肉加工業等の産業については、個別の基準が定められている。汚水総

合排出基準 (GB 8978-1996) では、1997年12月31日以前、また、1998年1月1日以後に設立された企業に対し、個別の汚染物質に関する達成目標値がそれぞれ策定されている。2008年以降、新しく追加された排水基準は10余りにのぼる (2011年10月現在) (MEP 2011c)。

## 6 | 水環境保護に関する最近の政策的成果

第12次五カ年計画 (2011年～2015年) では、2010年レベルのCOD排出量を8%削減することおよびアンモニア性窒素の排出量を10%削減することを達成目標として設定した。都市生活排水処理率は2015年には92%に達した。さらに、72,000箇所以上の村が包括的な環境改善の対策を行い、その結果、1億2,000万人を超える農村部の居住者がその恩恵を受けた。また、61,000の大規模畜産場 (地区) が廃棄物の処理と資源化の設備を設置した。その結果、第12次五カ年計画期間中に、2010年のレベルと比較すると12.9%のCOD排出量が削減され、アンモニア性窒素の排出量を13%削減することに成功し、削減目標を達成した (MEP 2016c)。

更に、主要な水路や河川の水質が著しく改善し、1,940の

全国モニタリング地点の66%が水質基準のⅠ～Ⅲ類型を満足し、Ⅴ類型を満足しない地点はわずか9.7%にとどまった (MEP 2016c)。

## 7 | 現在及び今後の課題

中国は、同国の健全な発展の基礎となる水環境の管理を強化してきた。国家環境保全第12次五カ年計画の期間中 (2011～2015年) に、当局は、生態環境を保護し、かつ環境の質を改善するための努力を行ってきた。これらの努力のおかげで、中国の環境の質は著しく改善され、国家環境保全第12次五カ年計画中に設定された主な目標および任務がすべて達成または遂行された。水質汚濁については、中国は5年 (2010～2015年) 間でCOD排出量を12%およびアンモニア性窒素排出量を13%削減した。この全ての進展にも関わらず、第13次五カ年計画期間中に、中国は依然として環境上の重大な課題に直面している。そのため、生態環境の脆弱性を回復するとともに、2020年までに環境の質を改善するための目標を設定することで、環境の質の改善とガバナンス能力の向上を行うことに重点を置いている。水質及び汚濁物質排出量の目標を表2.2.7に示す。

表 2.2.7. 生態環境保全第13次五カ年計画の主要な目標値

指標		2015	2020	累積値 <sup>*1</sup>	目標の性質
水質	Ⅲ類型以上の表流水の割合 (%)	66	>70	-	拘束力がある
	Ⅴ類型よりも劣る表流水の割合 (%)	9.7	<5	-	拘束力がある
	水質基準を満足する主要な河川及び湖沼の割合 (%)	70.8	>80	-	
	水質が「非常に悪い」に分類される地下水の割合 (%)	15.7 <sup>*2</sup>	約15	-	予期性の
	「非常に良い」もしくは「良い」に分類 (Ⅰ, Ⅱ類型) される海水の割合	70.5	約70	-	
主要な汚濁物質の削減量 (%)	COD	-	-	10	拘束力がある
	アンモニア性窒素	-	-	10	
	重要地域 <sup>*3</sup> の全窒素	-	-	10	予期性の
	重要地域 <sup>*4</sup> の全リン	-	-	10	

\*1: 5年の累積値

\*2: 2013年の値

\*3: 全窒素の規制地域は、56の沿岸都市および29の富栄養化した湖沼・貯水池を含む

\*4: 全リンの規制地域は、過剰に全リンが排出しているもしくはそれに関連している上流地域を含む。

(出典: 国務院 2016)

この目標を達成するために、政府は、生態環境保護第13次5か年計画の中で以下の戦略を策定した。

<水質改善>

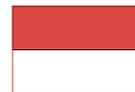
- 規制単位制に基づいた水質管理用の目的指向型システムの開発
- 河川流域の包括的汚染規制
- 清廉な水域の保護の優先
- 地下水の包括的規制と汚染防止
- 都市におけるし尿及び汚染水の処理
- 河口と沿岸域における生態環境の質の改善

<汚濁削減>

- すべての産業汚染源による自己モニタリングおよび情報公開の実施
- 基準違反の産業汚染源の調査及びリストの公開
- 基幹産業が排水基準を満足するための期限の設定
- 工業団地の集約型下水処理場の改善
- 総量削減制度の改善
- 汚染規制・排出削減プロジェクトの促進
- 全窒素及び全リンの排出基準を超過している河川流域及び地域における総量削減の実施
- 都市下水処理システムの改善
- スポンジ都市開発の促進
- 農村環境の包括的改善
- 畜産からの汚染の規制と防止
- 農業系面源汚染の汚染対策

(出典:国務院 2016)

## 2.3 インドネシア



### 1 | 国別情報

表 2.3.1. 基本指標

国土面積 (km <sup>2</sup> )	191万931 (2014)	
総人口	2億6,100万 (2016)	
名目GDP (米ドル)	9,320億 (2016)	
一人当たりの名目GDP (米ドル)	3,570 (2016)	
平均降水量 (mm/年)	2,702 (2009)	
水資源量 (km <sup>3</sup> )	2,019 (2009)	
年間水使用量 (10億m <sup>3</sup> )	175* (2016)	
セクター別 年間水使用率	農業用水	81.9% (2000)
	工業用水	6.5% (2000)
	都市用水 (生活用水を含む)	11.6% (2000)

(出典:世界銀行2017、\*ADB 2016)

### 2 | インドネシアの主な流域

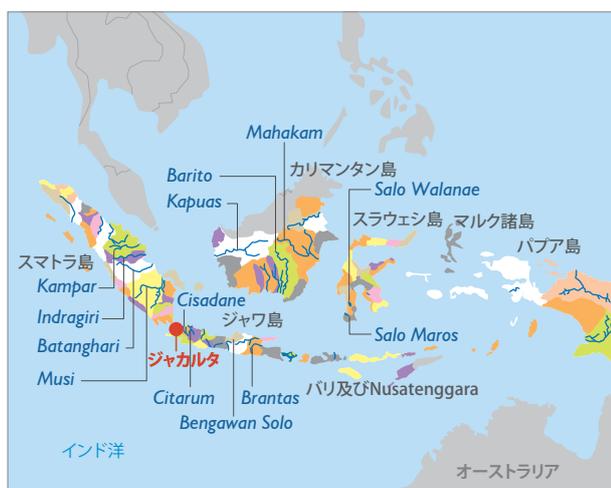


図 2.3.1. インドネシアの主な流域

### 3 | 水資源の現状

インドネシアの水資源賦存量は年間6,900億m<sup>3</sup>と見積もられ、世界のほぼ6%、アジア太平洋地域の約21%を占める。水の総需要量は年間1,750億m<sup>3</sup>と増加傾向にある上、水資源賦存量は島によって大幅に異なる(表2.3.2)。

表 2.3.2. 水資源賦存量の地理分布

島	水資源賦存量 (m <sup>3</sup> /年)
ジャワ (Java)	164,000
スマトラ (Sumatera)	840,737
スラウェシ (Sulawesi)	299,218
カリマンタン (Kalimantan)	1,314,021
バリ及びヌサ・テンガラ (Bali and Nusa Tenggara)	49,620
マルク (Maluku)	176,726
パプア (Papua)	1,062,154
合計	3,906,476

(出典: ADB 2016)

2014年時点で、貯水池の合計有効容量は126億m<sup>3</sup>あるいは一人当たり49.2m<sup>3</sup>であり、1945年の合計有効容量(一人当たり105.5m<sup>3</sup>)の半分以上となっている(ADB 2016)。水のセキュリティを強化するために、インドネシア政府は2015~2019年に49箇所の貯水池を新設し、貯水量を30億m<sup>3</sup>増加する計画である(インドネシア政府 2015)。

### 4 | 水質状況

#### 4.1 河川

インドネシアには5,590の主要河川、131の河川流域がある。大河川のほとんどで水質汚濁が経験している。政府のモニタリングによると、河川水質は2014年まで悪化し続け、2015年にわずかな改善が見られたものの2016年に再び悪化した。政令2001年第82号に定められている水質分類クラスIIの基準に基づけば、重度に汚染された河川の割合は2008年に既に60%以上だったが、2016年には70%以上だった(図2.3.2)。インドネシアにおける44の主要河川で行われたモニタリングの結果、4河川のみが年間を通じてクラスIIの基準を満たしている(ADB 2016)。

#### 4.2 湖沼及び貯水池、沿岸水域

河川と同様、湖沼の水質も悪化しており、生活、農業、家畜、林業、工業等、様々な汚染源により水質汚濁が引き起こされている。政府の重点湖沼一覧にある15箇所

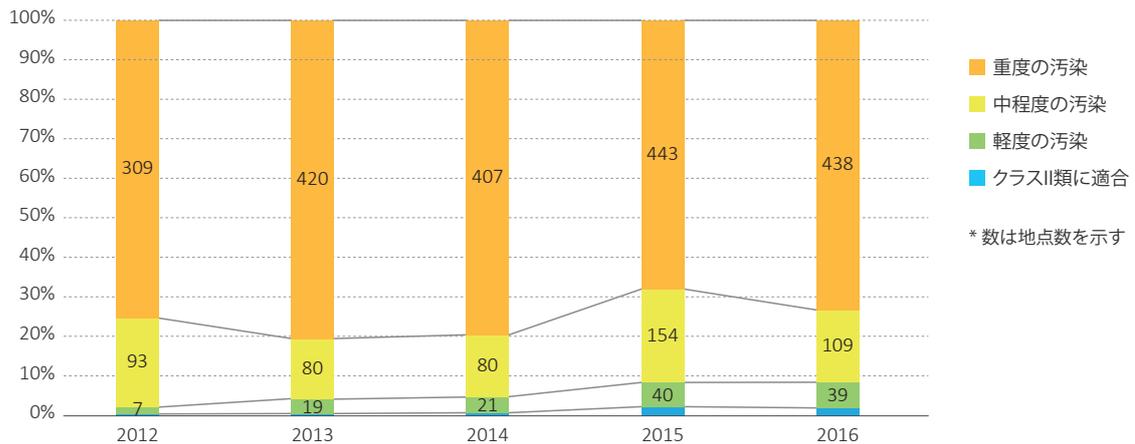


図 2.3.2. インドネシアの河川における水質分類

(出典: MoEにより提供されたデータに基づきWEPAが作成)

の湖で行われた水質モニタリングによると、ほぼすべての湖沼が重度の富栄養化状態に分類される (ADB 2016)。インドネシアは 13,466 の島、580 万 km<sup>2</sup> を超える海域と 81,000km の海岸線を備えた世界最大の列島国であり、沿岸域は汚染の危機に直面している。

#### 4.3 地下水

地下水は重要な水源であり、合計 907,615km<sup>2</sup> の地下水域および合計 5,200 万 m<sup>3</sup>/年の賦存量をもつ (表 2.3.3)。水質汚濁防止に関する保健大臣令 1990 年 416 号により地下水の水質基準が定められている。ジャカルタでは、地下水の 45% が糞便性大腸菌、80% が大腸菌によって汚染されている状況である。主な汚染源は腐敗槽からの漏出、未処理汚水、埋立地浸出水および産業排水を含む。地下水の過剰揚水による海水の浸入は沿岸部の帯水層において一般的である (ADB 2016)。

#### 4.4 排水および主な汚染物質

生活排水は大量の COD、栄養塩および糞便性大腸菌を含んでおり、インドネシアにおいて表流水の最大の汚染源となっている。農業排水は COD、栄養塩、尿素や重過リン酸石灰等の肥料および殺虫剤を含んでおり、非固定汚染源となっている。産業排水は、産業活動 (例として皮革産業におけるクロム、不法な鉱業における水銀、染色業における色度等) の内容により様々な汚染物質を含む。養殖池内に下水を投入する習慣は以前、広範囲で見られたが、近年

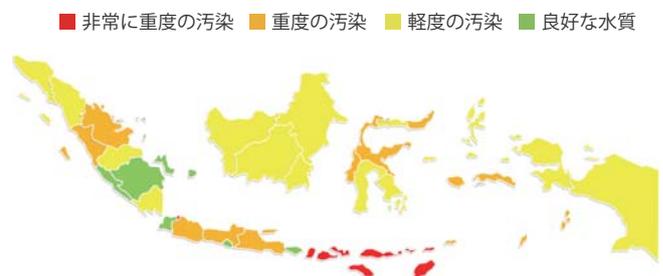


図 2.3.3. 表流水における水質の地理分布

(出典: MoE2017により提供されたデータに基づきWEPA作成)

表 2.3.3. 地下水賦存量の地域分布

地域	帯水層数	面積 (km <sup>2</sup> )	賦存量 (100 万 m <sup>3</sup> /年)	
			不圧帯水層	被圧帯水層
スマトラ (Sumatera)	65	272,843	123,528	6,551
マドゥラ (Java と Madura)	80	81,147	38,851	2,046
カリマンタン (Kalimantan)	22	181,362	67,963	1,102
スラウェシ (Sulawesi)	91	37,778	19,694	550
バリ (Bali)	8	4,381	1,577	21
西ヌサ・テンガラ (West Tenggara)	9	9,475	1,908	107
ヌサ・テンガラ東部 (East Nusa Tenggara)	38	31,929	8,229	200
マルク (Maluku)	68	2,583	11,943	1,231
パプア (Papua)	40	26,287	222,524	9,098
<b>合計</b>	<b>421</b>	<b>907,615</b>	<b>496,217</b>	<b>20,906</b>

(出典: ADB 2016)

は健康上の懸念により減少している。ウキクサ等の魚用飼料を生産するために排水を使用する方がより安全な選択肢となっている（UNESCO 2017）。

## 5 | 排水処理の現状

### 5.1 家庭排水

都市部（人口1.1億）において排水の約1%は安全に収集され処理される。農村部（人口1.3億）では、排水は収集されもせず処理もされない（ADB 2016）。

### 5.2 産業排水

約2.4万箇所の大～中規模産業および350万の小規模産業がインドネシアには存在し、合計1480万人を雇用している。飲料・食料業、繊維・染色業、自動車工業および石油化学工業は近年すべて経済的プラス成長を維持している。セメント、製紙パルプ（規模が30万t-パルプ/年を超えるもの）、石油化学産業、工業団地、乾ドックを備えた造船所、爆薬工業、溶鉱炉等は環境影響評価（AMDAL）を提出することが環境大臣令2012年第5号によって義務付けられている。

中小企業（資産が100億インドネシアルピア以下の企業）

による廃棄物減量・管理への投資に対する最大50億インドネシアルピアの政府による融資プログラム等、環境に配慮した活動を行う企業を支援する様々な制度がある。

法令2014年第3号のグリーン産業基準において、8種の産業（セメント、製紙パルプ、セラミックタイル、繊維染色、粉ミルク、ゴム屑、リブドスモークドシート（RSS）ゴム、化学肥料産業）に個別基準が定められている。

## 6 | 水環境管理の枠組

### 6.1 法制度

インドネシアにおける環境管理の目的は、環境的に持続可能な開発を実現することである。水資源統合管理は水資源法（2004年第7号）により定められている。同法令によると、水資源は、持続可能な水資源の恩恵を実現するため、環境という考え方に従い包括的かつ統合的に管理されなければならないとされている（MoEJ 2015）。組織制度改革計画2010-2025の一環として、新しい水の法律及び附則が2024年までに作成されることが計画されている。なお組織制度改革計画は、信頼性、中立性、能力および専門性の向上を目的とした計画である（ADB 2016）。図2.3.4に水環境管理の基本的な法体系を示す。



図 2.3.4. 水質管理の法体系

（出典：MMOEJ及びIGES 2015、ADB 2016）

水質汚濁の防止及び水質管理に関する政令（2001年第82号）は水質管理の基本となる法であり、この法律の下、水質分類が定められている。

## 6.2 制度的措置

2005-2025 長期計画（Undang-Undang 17/2007）において、政府の役割は管理、調整および開発支援と規定されている。インドネシアでは、環境省（MoE）や公共事業省（PU）、政府国家開発計画庁（BAPPENAS）等、水管理にあたる省庁が複数存在する。環境省は水質管理及び水質汚濁を所管し、公共事業省は水の量及び用途に重点的に取り組みながら水資源管理を担っている。また、BAPPENASは総合的な政策計画を担う。

## 6.3 水環境管理政策

インドネシア国家長期開発計画 2005-2025（RPJPN）は主な政策および戦略を示しており、国家中期開発計画（RPJMN）2015-2019に対して方向性を示しており、水環境保全に関する次の目標を含んでいる。

- インドネシアの森林550万haの再生
- コミュニティー・プランテーション、コミュニティ森林、村森林、エコ・ツーリズムの発展及び非用材森林製品の開発による水源林管理における地域社会の参画促進
- 灌漑水路300万haの修復及び100万haの新設
- 33の河川流域の洪水管理計画の策定
- 15の湖沼及び5の河川における水質改善

流域の現状分析、水源の保護や再生は、4つの流域（Ciliwung, Citarum, Kapuas 及び Siak）で優先的に行うことが計画されている。また、植生管理は準優先流域26箇所で予定されている。

大統領令 2011 年第 33 号は、2011～2030 年の水資源管理の国策を定めている。

## 6.4 水質基準

水質基準（WQC）は、水質汚濁の防止及び水質管理に関する政令（2001年第82号）の下、水質保全のための基準として定められた。これらの基準は中央政府により定められた最低限守るべき基準であるため、地方政府はそれを満たした上で独自に基準を定める - すなわち、現地の事情を踏まえ、中央政府の定めた数値よりも厳しい基準値を設定することが出来る。また、国の基準には含まれていない水質項目を追加することも可能である。

水質基準（WQC）には、用途の種類に基づいて決められた4類型、45項目が定められている（表2.3.4）。河川の類型あてはめが十分ではないため、水質状況の評価は、計測値がクラスIIに定められている数値を満たしているかという判断に基づいて行われている。海洋水質保全に関しては、海水の水質基準に関する環境大臣令（2004年第51号）の下で定められた基準値が海洋水質基準に用いられている。海洋水質基準は、海水の用途または特性に基づき、港湾水、海洋観光、そして海洋生物の3種類が設けられている。海洋生物の水質基準はさらに、サンゴ、マングローブおよび海草（lamun）それぞれに透明度、TSS、温度および塩分濃度の個別基準を設定している（表2.3.5）。

表流水の水質基準同様、前出のとおり地方政府はより厳格な基準を定めることが認められており、ジャカルタ首都特別州（DKI）知事規則 2006 年第 93 号により、首都及び特別地域（ジャカルタ首都特別州）ではより厳格な基準が適用されている。

表 2.3.4. 陸水水質基準の分類

分類	用途
クラスI	飲料水及び／または同等の水質を要する他の用途の原水として利用できる水。
クラスII	水に関するレクリエーション、インフラ／手段、淡水養殖業、畜産業、園芸用水及び／または同等の水質を要する他の用途に利用できる水。
クラスIII	淡水養殖業、畜産業、園芸用水及び／または同等の水質を要する他の用途に利用できる水。
クラスIV	園芸用水及び／または同等の水質を要する他の用途に利用できる水。

（出典：MoEJ 2009）

表 2.3.5. 海洋生態系のための海洋水質基準

No.	水質項目	単位	基準値		
			サンゴ	マングローブ	海草
物理的項目					
1	透明度	m	>5	-	>3
2	臭気	-	正常		
3	濁度	NTU	<5		
4	総浮遊物質	mg/L	20	80	20
5	糞便	-	不検出		
6	温度	°C	28-30	28-32	28-30
7	油膜	-	不検出		
化学的項目					
1	pH	-	7.0-8.5		
2	塩分	‰	33-34	34	33-34
3	DO	mg/L	>5		
4	BOD	mg/L	20		
5	アンモニアイオン (NH <sub>4</sub> -N)	mg/L	0.3		
6	リン酸イオン (PO <sub>4</sub> -P)	mg/L	0.015		
7	硝酸イオン (NO <sub>3</sub> -N)	mg/L	0.008		
8	シアン (CN)	mg/L	0.5		
9	硫黄化合物	mg/L	0.01		
10	PAHs	mg/L	0.003		
11	フェノール類	mg/L	0.002		
12	PCB	µg/L	0.01		
13	海面活性剤 (MBAS)	mg/L	1		
14	油分	mg/L	1		
15	殺虫剤	mg/L	0.01		
16	トリブチルチン (TBT)	µg/L	0.01		
金属イオン					
1	水銀	mg/L	0.001		
2	6価クロム	mg/L	0.005		
3	ヒ素	mg/L	0.012		
4	カドミウム	mg/L	0.001		
5	銅	mg/L	0.008		
6	鉛	mg/L	0.008		
7	亜鉛	mg/L	0.05		
8	ニッケル	mg/L	0.05		
有機性物質					
1	大腸菌群数	MPN/100mL	1,000		
2	病原性物質	nb/100mL	不検出		
3	プランクトン	-	異常発生なし		
放射性物質					
1	放射性物質	Bq/L	4		

(出典: WEPA 2016)

## 6.5 公共用水域における水質モニタリング

水質モニタリング制度は、水質汚濁の防止及び水質管理に関する政令で次のように定められている：

- (1) 地方自治体における水源のモニタリングは、地方政府により実施される。
- (2) 一つの州内における二つ以上の県／市にまたがる水源のモニタリングは、当該州政府が調整をはかり、各地方自治体が実施する。
- (3) 二つ以上の州にまたがる水源及び／または他国との国境上にある水源のモニタリングは、中央政府が行う。

水質モニタリングは少なくとも6カ月毎に1回の割合で実施し、その結果は環境大臣に報告される。水質モニタリングに関するメカニズムと手続の詳細は、大臣令で規定する。

## 6.6 排水基準

国家排水基準は、関連省庁からの提案を考慮しつつ、大臣令により定められる（水質汚濁の防止及び水質管理に関する政令）。水質基準同様、当該州政府は国家排水基準と同等、またはより厳格な排水基準を規定できる。一般的な産業排水基準は環境大臣令1990年第20号に初めて制定され、14の産業活動を対象とする業種別の排水基準が環境大臣令1991年第3号に定められている。産業排水の基準に関する環境大臣令1995年第51号により21種類、さらに環境大臣令2014年5号により36種類の業種が加えられている。DKIジャカルタ、西ジャワ州及びジョグジャカルタ州は、中央政府よりも厳格な排水基準を定めている。

## 6.7 産業排水のモニタリング

企業は事業内容に従って月に一度以上、公認の水質検査センターへ排水サンプルを送ることが義務付けられている。その分析報告書は6か月ごとに地方自治体とMoEに提出される。また、地方自治体と中央政府は立ち入り検査を常時行える権限をもつ。

## 6.8 遵守管理

水質汚濁管理評価及び格付（PROPER）制度は、企業に対し規則及び規制を遵守することを促進する目的で実施さ

れている。結果は公表され、企業の環境管理に対する評判を左右する。2016年には、合計1895社がPROPER制度の下で評価された(表2.3.6)。

表 2.3.6. PROPER評価レベルと評価の現状

評価レベル	内容	2016年の企業数
金	排出ゼロ	12
緑	遵守以上の積極的な行動	172
青	基準遵守	1,422
赤	基準未達成	284
黒	基準未達の上、改善努力が見られない	5
合計		1,895

(出典: MoE 2017)

- 産業が基準・規制に従うべきインセンティブを与える
- 河川において廃棄物管理の手法を導入する
- 水質改善に向けた政策手法を導入する
- データベース・情報システムや水質検査センターの人材開発活動を改善する
- 空間的規制を導入し、空間計画において関係者の参画を促進する

## 7 | 水環境管理に係る最近の動き

持続可能な開発目標(SDGs)に関して、政府国家開発計画は計画、導入、モニタリング、また評価及び報告の総合的な管理の責任をもつ。インドネシアは、政府、市民社会組織、慈善事業、民間企業及び学術組織すべての相互信頼関係に基づいた取組体制を維持している。全てのステークホルダーによる活発な参画を推進し、SDGsの国家調整チーム内の実施チームとワーキンググループへの代表参加を通じた形でSDGs導入の意欲を高めている。一例として国家・準国家行動計画策定のSDGsメタデータやガイドラインの開発へ向けたオフライン・オンラインの公開協議が挙げられる(ADB 2016)。

国家中期開発計画(RPJMN) 2015-2019では2019年までの水・衛生への普遍的なアクセスを目標としている。

## 8 | 現在及び今後の課題

WHO(2015)によると、水・衛生保健分野における人的資源確保の最大の課題は、技術者にとってインドネシアの農村部が居住・職業ともに魅力に欠けることである。対策として、国家地域開発プログラム等により農村部における人材開発研修が行われている。

インドネシアでよりよい水環境管理を達成し促進するためには次のような行動が必要である。

## 2.4 日本



### 1 | 国別情報

表 2.4.1. 基本指標

国土面積 (km <sup>2</sup> )	37万7,971 (2015)	
総人口 (人)	1億2,709万 (2015)	
名目GDP (米ドル)	4兆9,474億 (2016)	
一人当り名目GDP (米ドル)	3万8,968 (2016)	
平均降水量 (mm/年)	1,772 (2016)	
水資源量 (km <sup>3</sup> )	430 (2017)	
年間水使用量 (10億m <sup>3</sup> )	80.0 (2014)	
セクター別 年間水使用率	農業用水	68% (2014)
	工業用水	14% (2014)
	都市用水 (生活用水を含む)	19% (2014)

(出典: 参考文献)

### 2 | 日本の主な流域



図 2.4.1. 日本の主な公共用水域

### 3 | 水資源の現状

我が国は、世界でも有数の多雨地帯であるモンスーンアジアの東端に位置し、年平均降水量は1,720mmで、世界(陸域)の年平均降水量約1,065mmの約1.6倍となっ

ている。一方、これに国土面積を乗じ全人口で除した一人当たり年降水総量で見ると、我が国は約5,000m<sup>3</sup>/人・年となり、世界の一人当たり年降水総量約20,000m<sup>3</sup>/人・年の4分の1程度となっている。

一人当たり水資源賦存量を海外と比較すると、世界平均である約7,500m<sup>3</sup>/人・年に対して、我が国は約3,400m<sup>3</sup>/人・年と2分の1以下である。さらに、我が国は地形が急峻で河川の流路延長が短く、降雨は梅雨期や台風期に集中するため、水資源賦存量のうちかなりの部分が水資源として利用されないまま海に流出する。

### 4 | 水質状況

日本における水質保全の目標は、人の健康の保護と生活環境の保全の2つの観点がある。これらの目標を達成するため、環境基本法に基づき、公共用水域等で維持されることが望ましい基準として、水質汚濁に係る環境基準が定められている。この基準(EQS)は、2種類ある。すなわち、全国各地の公共用水域及び地下水すべてに適用可能な一律基準である人の健康の保護に関する環境基準と、公共用水域の利用目的に応じた基準値を適用する生活環境の保全に対する環境基準である。

#### 4.1 河川、湖沼、貯水池及び沿岸海域

人の健康に関する環境基準はほとんどの場所で達成されており、2016年度の達成率は99.2%に達する。生活環境の保全に関する環境基準に関しては、代表的な有機汚染の水質指標である生物化学的酸素要求量(BOD)または化学的酸素要求量(COD)の環境基準達成率は90.3%に達する。水域種別の達成率は、河川が95.2%、湖沼・貯水池が56.7%及び沿岸海域が79.8%である。河川の達成率は高いものの、湖沼・貯水池の達成率は依然として低い状況にある(図2.4.2)。湖沼・貯水池の全窒素及び全リンの環境基準達成率も49.6%と低かった。一方、沿岸海域の全窒素及び全リンの環境基準達成率は90.1%で、前年度より高い状況となった。

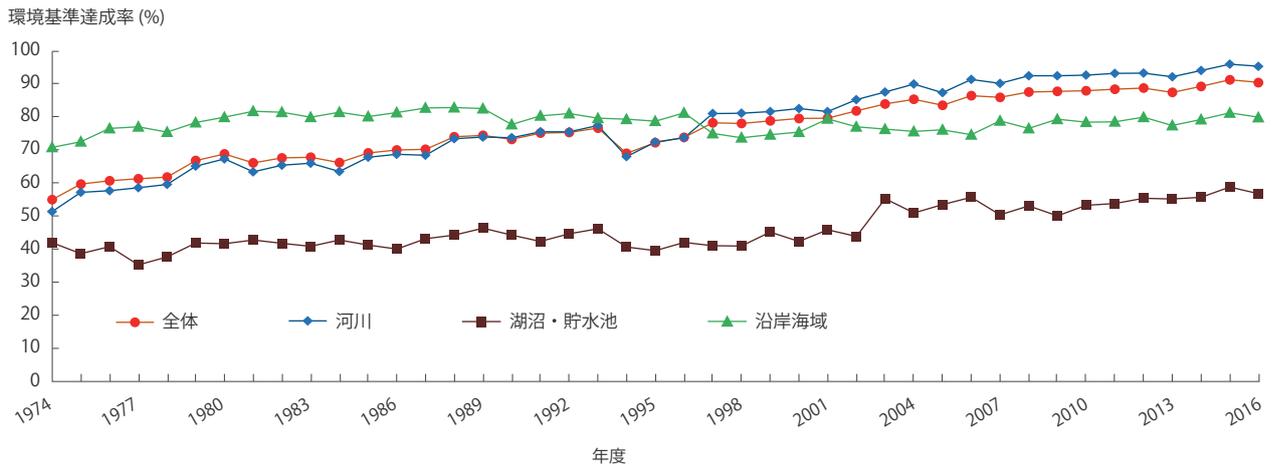


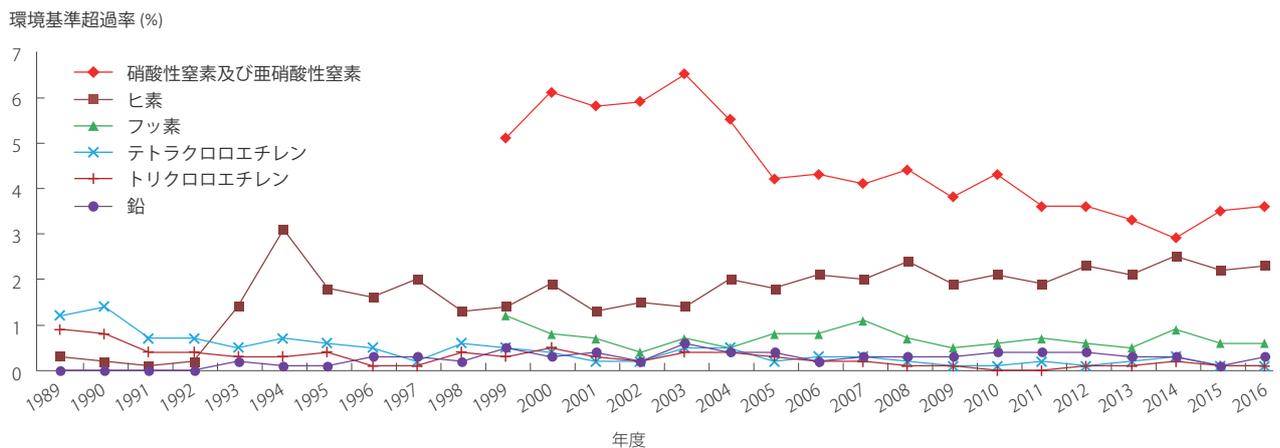
図 2.4.2. 環境基準達成率の推移 (BOD又はCOD)

(出典: MoEJ 2017)

## 4.2 地下水

2016年度に調査を実施した3,278本の井戸のうち、200本の井戸においていずれかの項目で環境基準超過が見られ、全体の環境基準超過率は6.1%であった。とりわけ、硝

酸性窒素及び亜硝酸性窒素の測定値が基準値を超過していた(図2.4.3)。この主な原因は、過剰施肥、不適切な家畜排せつ物処理及び生活排水からの窒素負荷であると考えられる。



注1: 概況調査で測定された井戸は、年度毎に調査対象の井戸が異なる。

注2: 地下水の水質汚濁に係る環境基準は1997年に定められた。同年より前の基準は評価基準とみなされる。なお、1993年には評価基準の改定があり、ヒ素は「0.05mg/L以下」から「0.01mg/L以下」に、鉛は「0.1mg/L以下」から「0.01mg/L以下」に改定された。また、2014年に環境基準の改定があり、トリクロロエチレンは「0.03mg/L以下」から「0.01mg/L以下」に改定された。

注3: 1999年、新たな環境基準項目として、硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素、フッ素が加えられた。

図 2.4.3. 地下水の環境基準超過率の推移 (主な項目)

(出典: MoEJ 2017)

## 5 | 水環境管理の枠組み

### 5.1 法整備

環境基本法の目的は、「現在及び将来の国民の健康で文化的な生活の確保に寄与するとともに人類の福祉に貢献すること」(環境基本法第1条)である。水質汚濁に係る環境基準は、行政上の水質の目標として環境基本法により定められている。

水質汚濁防止法は水質目標値を達成するために制定さ

れており、工場や事業所からの排出規制、水質モニタリング、公共用水域に対する測定基準、総量規制制度といった水質保全のための条項を定めている。公共用水域の保全に関するその他法関連は図2.4.4に示す通りである。

また、生活排水対策としては、下水道の整備を進めるために下水道法が定められており、また下水道以外の生活雑排水を処理する施設である浄化槽については、浄化槽法においてその設置、保守点検、清掃及び製造について規制等が定められている。



図 2.4.4. 日本における水環境管理の法体系 (出典: MoEJ 2017)

## 5.2 水質汚濁に係る環境基準

公共用水域における水質汚濁に係る環境基準は1971年に定められた。現在、人の健康の保護に関する水質汚濁に係る環境基準(環境項目)は、27項目が全国一律の基準値が定められている。生活環境の保護に関する水質汚濁に係る環境基準(生活環境項目)には、BOD、COD及び溶存酸素(DO)といった環境基準が13項目定められている。全窒素及び全リンも、湖沼及び海域における富栄養化の防止のための目標として生活環境項目に含まれており、水生生物保全の観点からの水質汚濁に係る環境基準として、2003年に全亜鉛、2012年にノニルフェノール、2013年に直鎖アルキルベンゼンスルホン酸及びその塩を設定した。

## 公共用水域と地下水のモニタリング

水質汚濁防止法では、都道府県知事は公共用水域及び地下水の水質汚濁の状況を常時監視し、その結果を環境省へ報告し、公表する義務を定めている。都道府県知事は、環境省により定められたモニタリング方法に基づき、国の関連機関と協力して測定計画を作成し、水質のモニタリングを定期的実施している。

全国の公共用水域およそ7,000地点におけるモニタリング結果は、環境省のウェブサイトで公開されている(図2.4.5)。

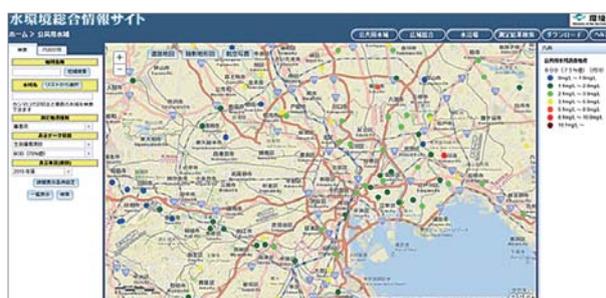


図 2.4.5. 水環境総合情報サイト (出典: MoEJ 2017)

## 5.3 排水基準

水質汚濁防止法に基づき、人の健康の保護に関する28項目に対し全国一律の排水基準が定められており、工場及び事業所に適用されている。生活環境に関する15項目の排水基準は、一日当りの排水量が50m<sup>3</sup>を超える工場や事業所のみを対象としている。地方自治体(都道府県及び政令指定都市)は、一律排水基準が水質目標を達成するのに不十分であると考えられる場合、より厳しい排水基準を定めることができる。水質汚濁防止法は、工場及び事業所からの排出水の水質をモニタリングし、記録することを規定している。水質総量削減対象地域に立地する工場及び事業所は、排水の汚濁負荷を測定し、記録する義務を負っている。都道府県知事ならびに政令指定都市の市長は、工場及び事業所に対し、違反を防止するために排水処理方法及び排水の質・量に関する報告の義務付けや、立ち入りを行うことができる。また、違反が判明した場合、報告及び立ち入りの結果に従い、改善を求める命令を出す等、行政措置を講じる権限を持つ。

### 水質総量削減制度(TPLCs)

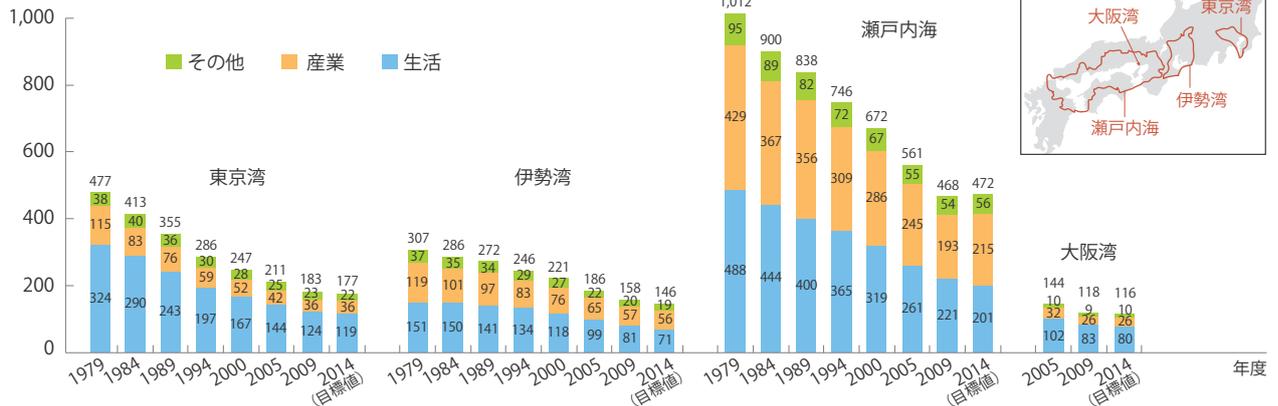
水質総量削減制度は、人口や産業が集中する閉鎖性海域である東京湾、伊勢湾及び瀬戸内海に流入する汚濁負荷の総量を削減することで水質を改善する排水規制メカニズムである。対象となる水域は、規制汚染物質の濃度のみ

による排水の規制方法では環境基準の達成が困難なところである。水質総量削減制度では、国が汚濁負荷量の削減目標量及び目標年度を定め、関連する都道府県は、総量削減計画を策定し、目標値を達成するための具体的な方途及びその他必要な事項を定める。

1979年から現在に至るまで、対象水域のCOD負荷量は

徐々に低減してきた（図2.4.6）。一例として、図2.4.7は東京湾のCOD濃度の改善状況を示している。窒素及びリンの負荷量も2001年に水質総量削減の対象となる指定項目に追加されて以降、着実に低減している。2016年9月には、目標年度を2019年度とする第8次水質総量削減基本方針が定められた。

COD発生負荷量(トン/日)



注：1979～2009年の数値は実績値、2014年の数値は削減目標値。

図2.4.6. 汚濁負荷量及び目標値の推移（COD値）

（出典：MoEJ）

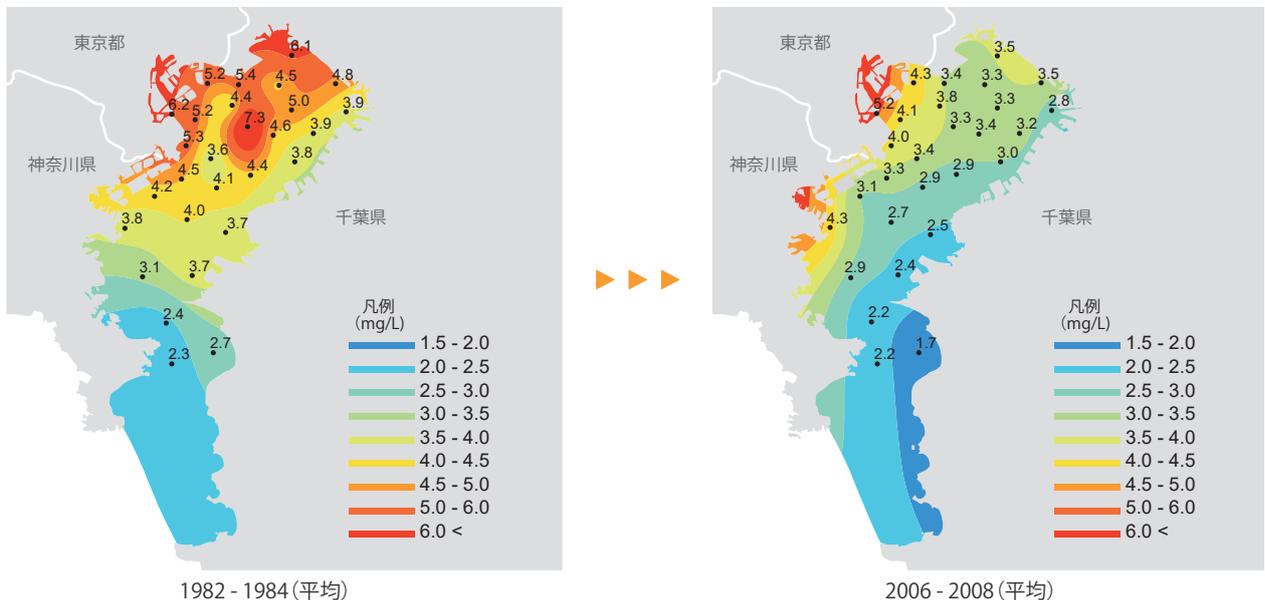


図2.4.7. 東京湾のCOD濃度の改善の状況

（出典：MoEJ）

## 5.4 生活排水対策と浄化槽整備

平成28年度末における全国の污水処理人口普及率<sup>※1</sup>（東日本大震災の影響により調査不能な市町村があった福島県は除く。）は90.4%となっている。

污水処理普及率の状況としては、図2.4.8のように人口規模の小さい所ほど、污水処理普及率が低く、また個別分散型の特性から人口散在地域に適している浄化槽<sup>※2</sup>が整備される傾向が高くなることから、今後の污水処理における

※1 污水処理人口普及率には、し尿のみを処理して生活雑排水を未処理で放流している場合はカウントしない。

※2 郊外部を中心に日本で広く使われている分散型生活排水処理施設。現在、し尿と生活雑排水を合わせて処理することができ、曝気することで良好な水質（構造基準はBOD20mg/L以下）を確保でき、最近では窒素・リンを除去できる高度処理型が普及しつつある。2005年の浄化槽法改正で、放流水に係る水質の基準が定められた。

浄化槽整備の重要性は一層高まるものと考えられる。さらに、今後の少子高齢化、人口減少といった社会情勢の変化を踏まえると、汚水処理未普及の解消に向けて、新たな浄化槽の整備及び単独処理浄化槽<sup>※3</sup>から合併処理浄化槽への転換を効果的に進めていくことが重要である。

環境省では、浄化槽の設置を行う者に対し、市町村が設置費用を助成する浄化槽設置整備事業、市町村が設置主体になって浄化槽の整備を行うのに必要な費用を国が助成する浄化槽市町村整備推進事業に加え、既設の単独処

理浄化槽から合併処理浄化槽への転換を推進するため、単独処理浄化槽の撤去費用に対する対して助成を行っている。

今後の汚水処理施設整備においては、下水道、集落排水、浄化槽等それぞれの汚水処理施設の有する特性、経済性等を総合的に勘案し、社会情勢の変化等に応じた効率的かつ適正な整備及び持続的な汚水処理の運営に向けた効率的な改築・更新や運営管理手法を講じていくことが重要である。

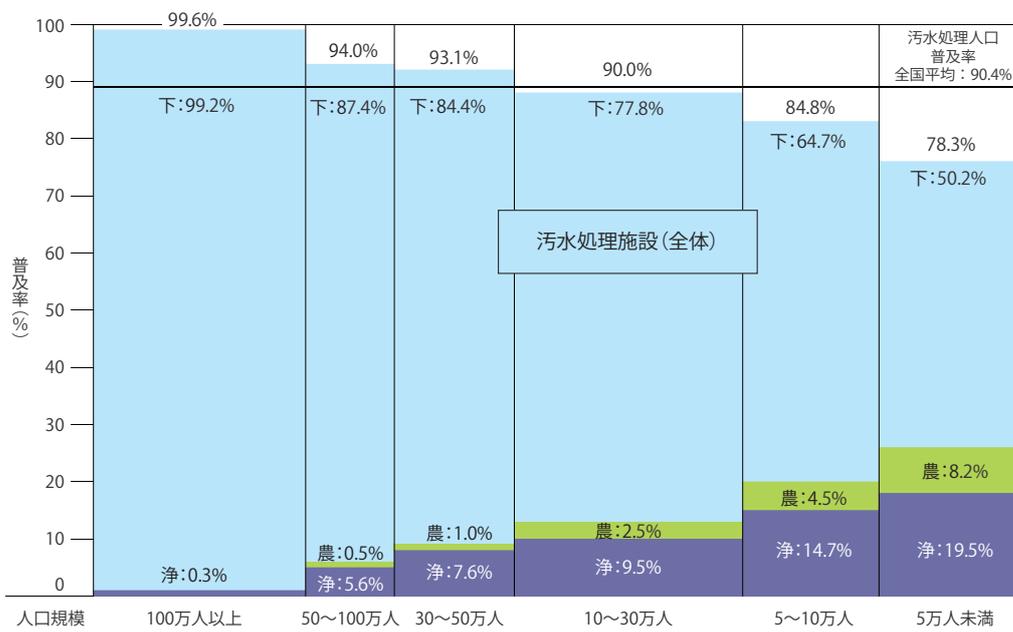


図 2.4.8. 都市規模別汚水処理人口普及率

(出典：環境省浄化槽推進室，平成28年度末)

※3 し尿のみを処理できる古いタイプの浄化槽。生活雑排水を処理できないため現在の浄化槽法では、浄化槽はし尿と生活雑排水を合わせて処理できる合併処理浄化槽のみを指し、単独処理浄化槽はみなし浄化槽として扱われている。単独処理浄化槽は生活雑排水を処理できない上、処理性能が低く、合併処理浄化槽の約8倍の汚濁負荷があるとされる。このため、2000年の浄化槽法改正により、原則として新規設置が禁止されてきた。以後の設置基数は着実に減少しているが、平成27年度末現在においても、なお約412万基が残存している状況にあり、単独処理浄化槽から合併処理浄化槽への転換が課題となっている。

## 6 | 水環境管理の最近の動向

時代と社会の要請にしたがって、水環境管理に係る法律の改正等が行われてきた。以下では、水環境管理の最近の動向について概説する。

### 6.1 地下水質汚濁を未然に防止する積極的措置 (2011年水質汚濁防止法改正)

地下水は一般に水質が良好で、水温の変化が少ないこと等から、我が国では、身近にある貴重な淡水資源として広く利用されてきた。しかしながら、工場・事業場からのト

リクロロエチレン等の有害物質の漏洩による地下水汚染事例が毎年継続的に確認されており、これらの地下水汚染は、事業場等における生産設備・貯蔵設備等の老朽化や、生産設備等の使用の際の作業ミス等による有害物質の漏洩が原因の大半であった。

こうした状況をかんがみ、地下水汚染の効果的な未然防止を図るため、有害物質を貯蔵する施設の設置者等についての届出義務の創設、有害物質を使用・貯蔵等する施設の設置者に対して、構造基準等の遵守義務や定期点検の記録、保存の義務が新しく課されることになった(図2.4.9)。

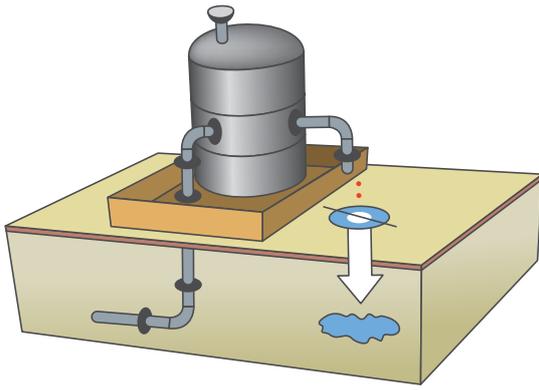


図 2.4.9. 有害物質の生産施設から地下水への浸透

(出典:MoEJ)

## 6.2 放射性物質のモニタリング (2013年水質汚濁防止法改正)

2011年3月の東日本大震災時の福島第一原子力発電所の事故により放出された放射性物質による環境の汚染が発生したことを契機に、放射性物質の存在状況を把握するため、公共用水域及び地下水について測定を開始し、随時公表するとともに、定期的に有識者による評価を実施している。

## 6.3 水循環基本法の成立(2014年)

水循環に関する施策を総合的かつ一体的に推進するため、2014年に水循環基本法が施行され、2015年には同法に基づく水循環基本計画が策定された。同計画においては、水循環の健全化に取り組む一つの方向性として、「流域マネジメント」が位置付けられ、流域において様々な主体が連携して水循環の健全化に取り組むこととされている。

# 7 | 今後の課題

## 7.1 生物応答の水環境保全に利用する取組

近年の水環境保全・水生生物保全に関する課題は地域・水域毎に多様化しており、全国的に設定されている水生生物保全に着目した水質環境基準の達成や水質汚濁防止法に基づく排水基準の遵守では、各地域における水生生物の生息状況、その保全に対するニーズ等に十分に答えられない場合もあると考えられる。こうした場合、事業者が自ら選択して行う自主的な手法の一つとして、生物応答を利用する生態毒性試験を事業場からの排水に対して用い、多種多様な物質による水生生物への影響を個別にではなく総体として評価し、その結果や試験実施を契機に各段階で事

業場から周辺の水環境に排出される化学物質による環境負荷の削減が図られれば、排水基準等の法令を遵守する取組を補完すると考えられる。このような生物応答を水環境保全に利用する手法について、今後、技術的な課題の検証等を進めつつ、関係者の理解促進や普及に向けた取組を進めていく予定である。

## 7.2 湖沼の水質改善

湖沼の水質は徐々に改善しているものの、実際の環境基準達成率は50%前後と低い。湖底の貧酸素化、水草の繁茂、生態系の変化による魚類の在来種や漁獲量の減少、ならびに人と湖沼のふれあいの場の減少による関係の希薄化等数多くの課題が山積している。国民によりわかりやすい水環境の指標として、2016年3月に底層溶存酸素量及び沿岸透明度を追加したところであるが、今後とも、日本に暮らす人々の実際のニーズに対応した新たな水質指標や各水域の自然条件や目標を反映した目標値をさらに検討していくべきである。また、湖沼及び貯水池の汚染メカニズムの解明に努めるとともに、湖沼及び集水域の両方で自然浄化メカニズムを利用した対策を促進していくことが大切である。

## 7.3 「里海」づくり

里海とは、人の手で陸域と沿岸海域が一体的に総合管理されることによって、物質循環機能が適切に保たれ、豊かで多様な生態系と自然環境が保全されている場であり、水産や流通だけでなく、長年にわたって地元文化や他地域との交流をも支えてきた重要な海域である。豊かで多様な生態系及び自然環境が保全されることにより、里海では貴重な財産が次世代へと継承されており、水環境の保護における重要な場となっている。

## 7.4 地球規模の水問題に関する取り組み

日本は、かつての激甚な水質汚濁による公害を克服する過程で培われた技術やノウハウを活用して、開発途上国をはじめとする諸外国における水環境の保全と改善に寄与することが大切である。このため、これまでに取り組んできたアジア水環境パートナーシップ事業(WEPA)や日本が有する優れた水処理技術を海外展開させるための取組をさらに積極的に取り組んでいくこととしている。

## 2.5 韓国



### 1 | 国別情報

表 2.5.1. 基本指標

国土面積 (km <sup>2</sup> )	100,341 (2015)	
総人口 (人)	5,100万 (2016)	
名目GDP (米ドル)	1兆4,110億 (2016)	
一人当たりの名目GDP (米ドル)	27,539 (2016)	
平均降水量 (mm/年)	1,274 (2009)	
水資源量 (km <sup>3</sup> )	69.7* (2009)	
年間水使用量 (10億m <sup>3</sup> )	37.2* (2014)	
セクター別 年間水使用率	農業用水	41%* (2014)
	工業用水	39%* (2014)
	都市用水 (生活用水を含む)	20%* (2014)

\*推計値

(出典：参考文献参照)

### 2 | 韓国の主な流域



図 2.5.1. 韓国の主な流域

### 3 | 水資源の現状

韓国では水不足が常態化している。同国の一人当たりの使用利用可能水量は約 540m<sup>3</sup> (MoCT 2007) で、世界平均の約 6,400m<sup>3</sup> の 3 及び 3,100m<sup>3</sup> の 3 と比べてはるかに少ない (FAO 2012)。人口成長と経済成長を背景に総水使用量は 1965 年から 2003 年にかけて 6.6 倍に急増した (MoE 2011)。年間降水量の約 3 分の 2 が 6 月から 9 月までの期

間に集中しており、水利用可能量の季節な変動も水管理上の課題である。多雨期の洪水と少雨期、とりわけ春季の干ばつは重大な課題である。過去 1 世紀の傾向を見ると、年間降水量の変動と洪水ならびに干ばつの程度が激しさを増している (MoCT 2007)。韓国の主な流域は、漢江、錦江、洛東江及び柴山江－蟾津江の 4 つである。湖沼及び貯水池の大半は人工のものである。地下水の賦存量は、およそ 117 億 m<sup>3</sup>/年である。地下水総使用量は約 40 億 m<sup>3</sup>/年であり、主な用途は生活用水 (44%) と農業用水 (50%) である (MoE2014)。

### 4 | 水質状況

#### 4.1 河川

韓国全土の河川は 115 区間に分類されており、それぞれについて水質目標値が定められている。韓国の水質は 1990 年代以来、全体として改善されている。図 2.5.2 は主要 4 河川系 (八堂 (漢江)、勿禁 (洛東江)、大青 (錦江) 及び住岩 (柴山江－蟾津江)) の選定地点において、生物化学的酸素要求量 (BOD) が改善傾向にあることを示している。BOD 値が改善傾向にある一方で、化学的酸素要求量 (COD) 値は大きな改善はみられてない (図 2.5.3)。COD 濃度の改善がみられない理由としては、非固定発生源からの非分解性有機物質及び化学物質の増加が考えられる (MoE 2016)。全リン (TP) も増加傾向にあるが、これが原因で藻類の発生を引き起こしている (MoE 2016)。

主要な 4 流域及びその他の流域で水界生態系の調査が 2007 年位開始された。河川は、付着藻類、魚類、底生大型無脊椎動物、居住/水辺環境及び生物生息地の 6 つの指標からなるインデックスを使い、最適、良好、普通、悪化 4 つの類型に分類される。

#### 4.2 湖沼と貯水池

河川水質と同様、湖沼及び貯水池における COD 濃度も近年増加傾向にある。図 2.5.4 及び図 2.5.5 は、主要貯水池における COD 及び全リンに関する水質の傾向を示している。

### 4.3 地下水

2015年に行われた調査では、6,900サンプル中8.5%のサンプルが地下水基準を満足していなかった。基準を満足していない主な水質項目は総大腸菌群、硝酸性窒素、トリクロロエチレン (TCE) 及びテトラクロロエチレン (PCE) で、工業地区及び都市居住地区で検出されている (MoE 2016)。

#### Box 2.5.1. 汚染源に関するいくつかの事実

- 2015年に、1日あたりの産業排水量は5,495トンに達し、50,973箇所の施設から排出されている。
  - 1日あたりに発生している畜産排水が118,000トンに達している。排水量の観点からは畜産排水は1パーセントしか寄与していないが、汚濁負荷の観点からは37%を占めている。
- (出典: MoE 2016)

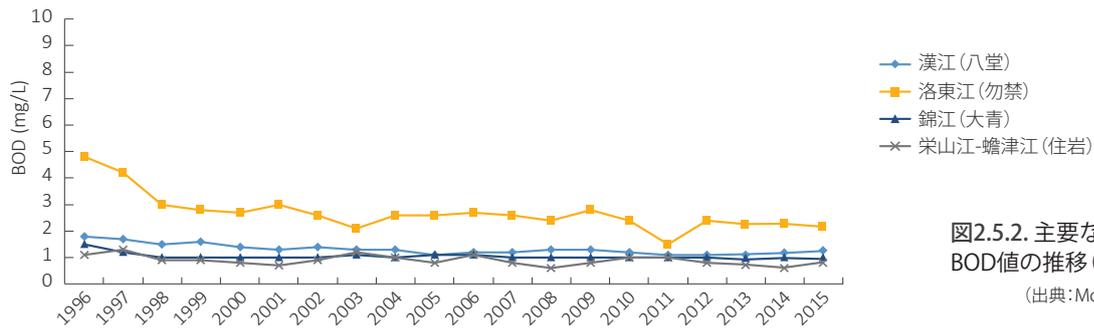


図2.5.2. 主要な4流域におけるBOD値の推移 (1996~2015年)  
(出典: MoE 2006, 2011, 2016)

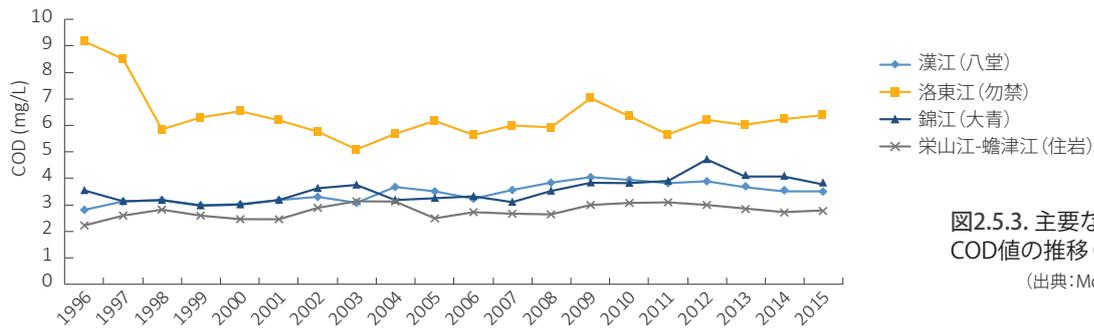


図2.5.3. 主要な4流域におけるCOD値の推移 (1996~2015年)  
(出典: MoE 2006, 2011, 2016)

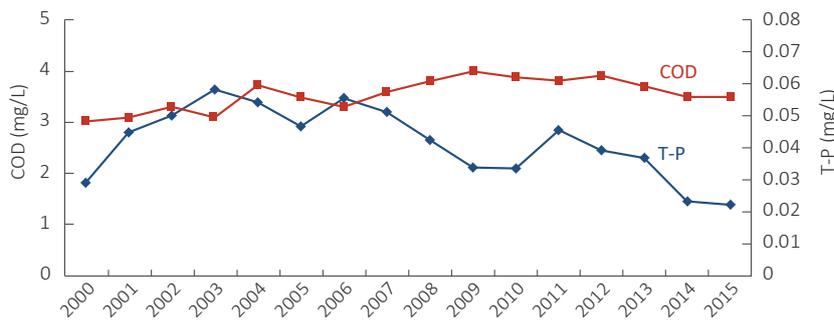


図2.5.4. 八堂第2ダムの水質の推移  
(出典: MoE 2011, 2016)

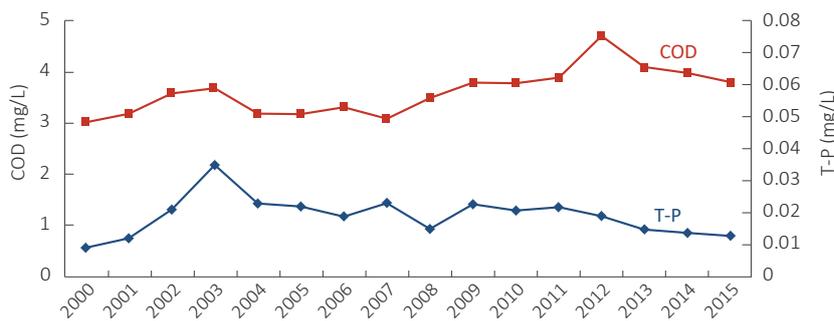


図2.5.5. 大青第1ダムの水質の推移  
(出典: MoE 2011, 2016)

## 5 | 水環境管理の枠組み

韓国における環境管理政策の基本法は環境政策基本法で、同法の下に環境基準が定められている。水質及び水生生態系保本法は、水環境管理の主目的として人の健康及び環

境の保護、ならびに安全な水及び水生生態系の保全を掲げ、韓国における水環境管理の枠組みについて概要を定めている。主要4河川に対しては個別に法が定められており、これらの河川を対象とした再生プロジェクトの基礎を成している。図2.5.6に水環境管理に関する法的枠組みを示す。

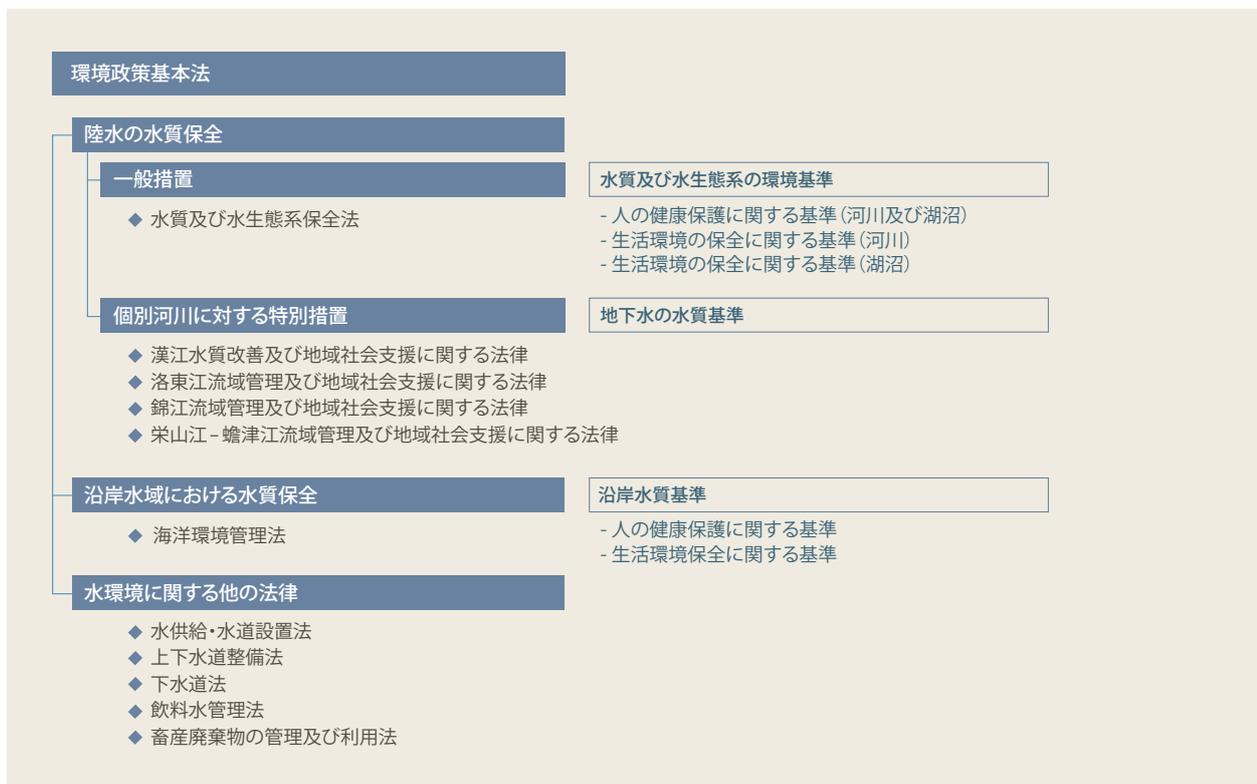


図 2.5.6. 水質管理法の枠組み

(出典：MOEJ 2009を改変)

### 5.1 水環境管理の基本政策方針

韓国の近年の政策方針には、次の原則が盛り込まれている (Yu 2010)。

- 生態的に健全な水環境の創出
- 有害物質に対する水質の保護
- 最新の水質基準及び評価方法の導入
- 湖沼、沿岸水域及び河口に対する国家水質政策の強化
- 水質汚濁総量管理制度の本格的実施
- 非固定発生源及び家畜汚染に対する管理の重点化
- 水循環機能の改善及び水需要管理の強化
- 環境インフラに対する投資の合理化及び効率化

環境部 (MoE) は、水環境管理基本計画で、2006～2015年の期間を対象とした水環境保全の目的ならびに目標値

を定めており、「子どもたちが水生生物と共に泳ぐことができる安全な水環境の創出」という目的の下、次の指標が定めている (Yu 2010)。

- 水質改善 (遵守率) を76%から85%へと引き上げる。
- 下水道普及率を81%から90%へと引き上げる。
- 非自然河川の25%を自然河川に再生する。
- 水質の基本的な基準を9項目から30項目へと増やす。
- 上流のうち河川エコベルトとして買い上げられた緩衝地帯の30%を保全する。

環境部は中央レベルの水質及び生態系管理に責任を負う。また、飲料水供給や下水処理、さらには河川再生のための計画を策定し、実施している。

表 2.5.2. 韓国における主要な水環境管理政策

名称	内容及び政策
上水供給に対する包括的対策	水質、飲料水供給及び水源保全に関するその他の項目を含む一連の水管理対策
4大流域に対する包括的水質改善対策	総量規制システム、水辺の緩衝地帯の計画、水利用料金、流域管理ファンドを含む4大流域を改善するための一連の対策
水環境管理マスタープラン	支流河川管理システムを含む、4大流域に対する包括的水質改善対策をフォローするための活動

(出典: MoE 2013)

## 5.2 水質環境基準

表流水の水質基準には2種類ある。一つは人の健康の保護に関する基準（カドミウム、ヒ素及びポリ塩化ビフェニル（PCB）等の20項目）で、河川及び湖沼の両方に適用される。もう一つは、生活環境に関する基準で、河川及び湖沼それぞれに定められている。河川的生活環境基準には9項目、湖沼の基準は7分類10項目が含まれている（MoE2017a）。項目数は有害化学物質に対応して増加傾向にある。

地下水に関しては、水の用途にしたがって、様々な基準が適用されている。飲料水管理法により定められている飲料水基準は、51項目が含まれ飲料用水に適用される。生活用水、農業用水、養殖用水及び産業用水といった他の用途に関しては、地下水基準を用いて地下水質が評価される。水利用に応じて、基準には14から19項目が含まれる（MoE 2017a）。

特別市、広域市または「道」は、地元の環境状況を勘案して必要と判断した場合、国の基準よりも厳しいまたは幅広い環境基準を定めることができる（環境政策基本法第10条3項）。

### 公共用水域及び地下水の水質モニタリング

公共用水域及び地下水の水質モニタリング水質は全国のモニタリングネットワークを通じてモニタリングされている。モニタリング分野は河川26項目、湖沼30項目及び地下水20項目となっている。とりわけ、表流水に関する自動運転のモニタリング地点は70カ所ある。水質モニタリングの対象は、溶存酸素（DO）、全有機炭素（TOC）及びpH等の5共通項目、ならびに揮発性有機化合物（VOC）を含む17選択項目である。検査の効率化を図るために、モニタリング地点は用途によって分類されている。すなわち、河川水、湖水、飲料用水、灌漑用水、産業用水及び都市部を流れる河川水である。

地下水については、4省庁により管理されている国家モニタリングネットワーク、及び、市、県及び地方環境局を含む地方自治体によって管理されている地方ネットワークが存在している。

4大河川の16の支流の水質汚濁を効果的に抑制するために、水質予測システムが2012年に開始された。これにより、7日間のクロロフィルa濃度及び水温が提供される。短期間（1週間後）及び3カ月予測が水管理を行っている機関に対して提供されている（MoE 2013b）。

## 5.3 排水基準

排水基準は、水質及び水生生態系保全法（第32条）に基づき、環境部令により定められている。現行の排水基準の対象は生活排水、産業排水及び畜産排水である。産業排水の許容可能濃度は、排水量と排出先の水域の状況に応じて決められている。排出先の水域は、4つに分類されている。「清廉」地域については厳しい排水基準が適用され、続いて、「A」地域（標準）、「B」地域（緩い）及び地区地域に分類される。畜産排水基準は、畜産設備の規模および地域に基づき決められており、汚染度の深刻化と環境技術の向上を考慮して、段階的に強化されている。また、環境基準と同様、都市や「道」が必要に応じて地元の排水基準を定めることができる。2012年以降、富栄養化に対応するために、総リンの基準が強化されている。

### 排水モニタリング

排水の水質モニタリングは基本的に、排水基準を遵守しなければならない当事者により行われる。また、近年、排水モニタリングのコンピュータネットワーク化が導入されている。遠隔モニタリングシステムを通して、リアルタイムのデータの入手が可能である。入手されたデータは排水費の信頼性を向上することに利用している（MoE 2013b）。遠隔モニタリングシステムが設置されている施設は4.3%に

過ぎないが、総排水量の95%をカバーしている。98%の公共排水処理施設が遠隔モニタリングシステムに接続されているが、プライベートセクターについては73%にとどまっている。遠隔モニタリングシステムは汚濁負荷量の削減に寄与している(図2.5.7)。

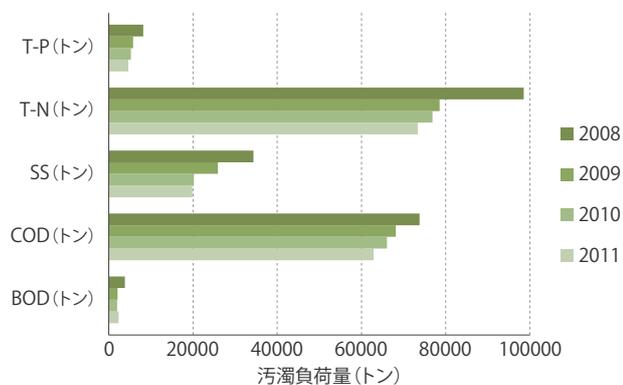


図 2.5.7. 遠隔モニタリングシステムに接続している施設からの汚濁負荷量の削減状況 (出典: MoE 2013)

排水基準の違反が判明すると、環境省は当該事業所に対し改善命令を出す。当該事業所が求められている水質を守ることができない場合、操業停止及び罰則を科される。

#### 一日あたり最大負荷量規制制度 (TMDL)

一日あたり最大負荷量規制制度は、通常の濃度による規制に加え、汚染物質負荷量の削減目標を定めることで、水質の改善に寄与するものである。この規制制度では、指定された汚染源はその汚染物質負荷量を「一日あたり最大許容負荷量」以内に抑え続けなければならない。この許容負荷

量は、科学的事実に基づき、また、個別の便益に応じた水利用等、対象地域すべての現地の状況を勘案して決定される。2004年以来現在まで同規制が適用されているのは、3大河川、すなわち洛東江、錦江及び栄山江である。現行の対象水質項目はBODであり、近い将来には全リンが加えられる予定である。同規制は2013年より、漢江でも実施された(Yu 2011)。

#### 面源汚染に対する措置

非固定発生源の水質汚濁寄与率は、2020年までに固定発生源を上回り68~75%に達するものと予測されている(MoE 2012)。面源汚染に対処するため、国務総理室が主導して関連省庁と協力しながら、4大河川における面源汚染管理のための包括的措置を2004年に定めた。この包括的措置における重点は、政策体系の改善、面源汚染処理施設の建設・管理、調査・広報の3つである。また、面源汚染に対して脆弱な地域が面汚源汚染防止区域として指定されており、昭陽湖、住岩湖、臨河湖及び光州広域市等がその指定を受けている(Yu 2011)。具体的には、第1期(2004~2005年)では政策体系の改善とパイロット事業に、第2期(2006~2011年)では4大河川の主要流域における最適な管理事業に重点が置かれた。2011年3月現在、非固定発生源負荷量削減のための施設が43カ所、都市部、農地及び駐車場といった様々な土地利用においてパイロット事業として整備されている(Yu 2011)。面汚染に対応する努力を続けていくために、第2次面源汚染管理包括的対策が制定された。

#### Box 2.5.2. 韓国における下水道システム

2011年には68億トンの排水が発生している。2007年水循環利用マスタープランでは、2016年までに1年間あたり12.4億トンの排水を採用するという目標が設定されている。排水の適切な再利用を推進するために、排水の再利用の計画、実施、運営及び管理を説明する「処理水の再利用に関するガイドブック」が2007年に出版された。これは2011年の排水再利用の促進と支援法が2011年に施行されたことによりさらに強化された。

2011年の段階で90.9%の人口が下水道システムに接続している。下水処理システムの総処理能力は1日あたり2,522,800m<sup>3</sup>

であり、500m<sup>3</sup>/日の処理能力を有する公共下水処理施設は505カ所あり、500m<sup>3</sup>/日未満の施設は2858箇所である。

水源の保護のため特別な対策が取られている。2004年から2011年にかけて、28の都市で多目的ダムを保全のために、1.17兆ウォンが投資され、2011年には434箇所の公共下水処理施設が建設された。下水道法のもと、下水道システムの効率的な建設及び運転を行うためには、流域下水道管理計画が2015年までに39流域で策定されなければならない。

## 5.4 流域レベルの水環境管理

4大河川の水質改善事業を通して流域管理アプローチが国全体に普及した。このアプローチを促進するために、「水辺緩衝帯」が計画され、レストラン、ロッジ、公衆浴場、工場及び屠殺場のような水質汚濁を引き起こす危険性がある施設の新設を規制した。水の利用量に応じて原水及び都市水道利用者に対して水使用料を導入している。この水使用料の収入を使い、水環境プロジェクト及び活動を流域レベルで促進するための流域管理ファンドが制定された。

## 5.5 藻類の発生対策

韓国において藻類の発生が主要な汚染の1つとなっており、固定発生源及び非固定発生源からの窒素やリンといった栄養塩の対策を進めてきている。これらの対策には、総リンを処理できる処理施設の建設や総リンの排水基準の強化が含まれる。改正された水質及び生態系保全法では、1000万m<sup>3</sup>以上の能力を有するもしくは「若干悪化（IV類型）」の水質の農業用の貯水池、あるいはより良い管理が必要な「普通（III類型）」よりも水質が悪い他の貯水池が、集中的な管理が必要な貯水池と設定されている。政府はこれらの貯水池に対して水質改善対策を要求している。前述

した水質予測システムや22の湖沼に整備されている藻類警告システム（1998年に設置）により政府や地方関係者がこの藻類発生の問題に対処する適切な予防策を講じることを可能になると期待されている。

## 6 | 既存及び今度の課題

韓国では様々な対策を通じて水環境の問題に対処している。4大河川再生事業の一環として行われている水質改善事業や他の関連する政策は、水質改善の確実な実施を目的としている。貯水池からの窒素やリンをはじめとする汚染物質負荷量の削減と、流域及び支流レベルでの包括的な水環境管理政策の実施が、表流水の観点から水環境管理政策が強く強調している主要な課題である。現在起きている社会の高齢化、都市化の拡大及び所得水準の向上といった社会経済変化に対応することが、水環境管理で配慮しなければいけない課題であるとともに、政策手段の強化を通じてだけでなく、管理に一般市民を参加させることを通じて、包括的もしくは統合的アプローチが強化されてきている。

### Box. 2.5.3. 2015年環境政策方針

2015年の環境省政策方針には下記のような水環境に関連する課題が含まれている。

課題	政策	活動
藻類	小規模河川の上流部の復元	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 四大河川の藻類発生に寄与する汚濁物質の削減のための人工湿地の建設</li> <li>• リアルタイムモニタリングや3D自動計測のような藻類モニタリングシステムの改善</li> <li>• 市民とのコミュニケーションの促進</li> <li>• 藻類発生警告システムの水路から湖沼・河川への拡大</li> <li>• 124万人の市民に対する高度処理された水の供給</li> </ul>
産業排水及び廃棄物	海洋及び沿岸に対するゼロ排出	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 廃棄物処理施設ファンドを活用した内陸部への廃棄物処理施設の普及</li> <li>• 再利用資源交換の活用（海洋・漁業省との連携）</li> </ul>
環境管理	（ライセンスシステム）	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 9つのライセンスシステムの統合</li> <li>• 状況に応じた管理サービスの提供</li> <li>• ライセンスシステムを簡素化するための環境汚染施設の統合的管理法の施行</li> </ul>

（出典：MoE 2015）

## 2.6 ラオス人民民主共和国



### 1 | 国別情報

表 2.6.1. 基本指標

国土面積 (km <sup>2</sup> )	236,800	
総人口 (人)	680万 (2016)	
名目GDP (米ドル)	159億 (2016)	
一人当り名目GDP (米ドル)	2,373 (2016)	
平均降水量 (mm/年)	1,834 (2009)	
水資源量 (km <sup>3</sup> )	333.5* (2009)	
年間水使用量 (10億m <sup>3</sup> )	4.3* (2005)	
セクター別 年間水使用率	農業用水	93%* (2005)
	工業用水	4%* (2005)
	都市用水 (生活用水を含む)	3.1%* (2005)

\*推計値

(出典: 参考文献参照)

### 2 | ラオスの主な流域

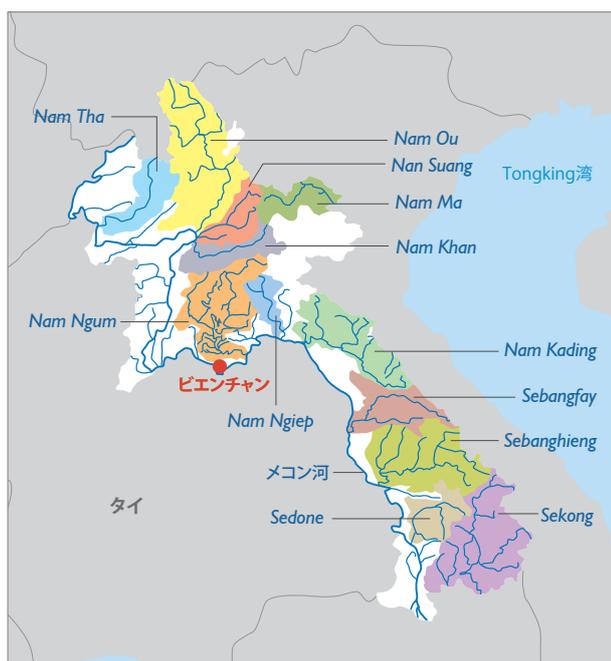


図 2.6.1. ラオスの主な流域

### 3 | 水資源の現状

ラオスは豊富な水資源に恵まれた国である。年間平均降水量は、南部の高山地帯では約4,000mm、北西部の溪谷部では1,300mmである。人口はおよそ680万人で、年

間一人当たりの使用可能水量は約5万982m<sup>3</sup>である。この量は、WEPA (アジア水環境パートナーシップ) 参加国の中で最も多い。しかし、水関連のインフラが十分整備されていないため、ラオスの水供給能力は限られている。

東南アジアの他の国々と同様、ラオスの水資源量は季節によって変動する。年間降水量のおよそ80%は雨季(5月から10月)に集中し、残る20%は乾季(11月から4月)に分布する。中部から南部を流れるSe Bang Fai川、Se Bang Hieng川、Se Done川では、乾季の河川の流量が年間平均の10%から15%にまで減少する。

ラオスには主要な河川流域が12ある(図2.6.1)。ラオス国土のほぼ全体はメコン河流域内に位置しており、ラオス内のメコン河支流の流量は全体の年間平均流量の35%に相当する。これは全流域面積の25%にあたる(MRC 2005)。

2015年には、全人口の71%が改善された衛生施設を使用し、76%は改良された飲料水源へのアクセスがある(WHO 2017)

### 4 | 水質状況

ラオスの表流水の水質は良好と考えられているが、都市部を流れる河川や支流では悪化がみられる。これは、未処理または処理が不十分な排水や廃棄物の増加が原因である。首都ビエンチャンを含むいずれの都市にも、総合的な下水道システムあるいは排水の収集・処理・処分システムはない。メコン河下流のビエンチャンでは、溶存酸素濃度の低下が確認されている(MRC 2010)。

採鉱と水力発電は水質悪化の主因であり、特に土砂堆積が問題である。農業からの排水または流出水も、肥料や農薬の使用により高い栄養塩や有害化学物質を生じる原因になり得る(MRC 2010)。

都市部の廃棄物管理が行き届いていないことも、特に雨季の水質の懸念材料となっている(MoNRE 2012)。有害廃棄物や感染性廃棄物は他の廃棄物と同じ場所に廃棄されているにもかかわらず、ごみ埋立地では、浸出液が地下水質に及ぼす影響や雨季に表流水(河川や湖沼)へ流れ込む排水の影響をモニタリングできていない。

#### 4.1 河川

ラオスの河川の水質は、総じて良好であるが、人間活動が河川の水質に与える影響が増している（表2.6.2）。2009年から2010年にかけて、Mak Hiao川の本流とその主な支流でありビエンチャン県を流れるHong Ke川、Hong Xeng川で実施された定期及び長期モニタリングの結果によると、生物化学的酸素要求量（BOD）の値は10～35mg/Lであった（Phonvisai 2011）。メコン河委員会（MRC）のモニタリング結果では、水質汚濁が都市部で確認された。ビエンチャン付近のモニタリング地点では、栄養塩レベルやリン濃度、アンモニア濃度が、2000年から2008年にかけて増加した（MRC 2010）。2010年のMRC報告では、上流で行われる人為的活動（ダム稼働や灌漑事業等）の影響で河川流量が減少すれば、汚染レベルが悪化する可能性

があると指摘している。

同国で水質問題を引き起こす一番の原因は土砂堆積で、特に雨季に顕著となる。図2.6.2に、北部のLuang Prabangで観測された土砂堆積の季節変動を示す。

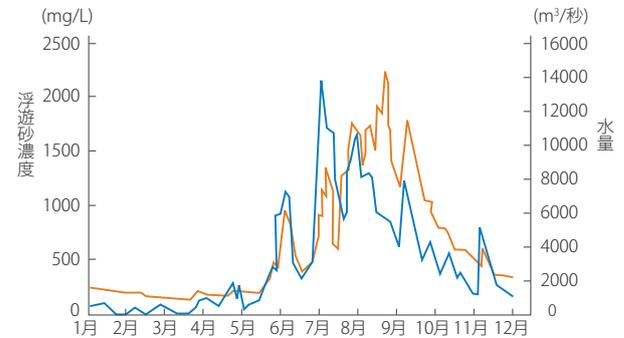


図 2.6.2. Luang Prabang におけるメコン河の流量と流砂量の季節変動 (出典：MRC 2010)

表 2.6.2. ラオス国内のメコン河水質モニタリング地点における人間活動が水質に及ぼす影響の度合い 水生生物の保護を利用目的とした場合の水質分類 (2007～2011)

モニタリング地点	人間活動が水質に及ぼす影響の度合い					水生生物の保護を利用目的とした場合の水質分類							
	2007	2008	2009	2010	2011	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Houa Khong	C	B	B	C	B	A	A	A	A	A	B	B	B
Luang Prabang	B	C	B	C	B	A	A	A	B	A	A	B	B
ビエンチャン	C	C	B	C	A	A	A	A	A	A	A	B	B
Savannakhet	C	C	C	B	C	A	A	A	A	A	A	B	B
Pakse	B	B	B	C	A	A	A	A	A	A	A	B	B

注：影響度合い（A：影響なし、B：わずかに影響を受けている、C：影響を受けている、D：深刻な影響を受けている）  
水生生物の保護を利用目的とした場合の水質（A：非常に良好、B：良好、C：適当、D：不適当）

(出典：Y. & L. 2012, Kongmengおよびラーセン 2016)

#### 4.2 湖沼及び貯水池

一年中干上がることのない池や沼地、三日月湖は、ラオスの低地・氾濫原によくみられる。これらの水域は通常浅く、その大きさは年間を通してかなりの変動があるが、多くの水生植物や軟体動物、甲殻類、両生類、爬虫類等の生息地となっている。湖沼と貯水池の水環境に関するデータは現在、プロジェクト単位でしか入手できない。例えば、Nam Ngumダム（第1、第2）貯水池では、水力発電開発プロジェクトの一環として2006～2011年にかけて水質モニタリングが実施された。9地点におけるモニタリングの結果（図2.6.3）、複数の地点で溶存酸素濃度（基準値は6mg/L以上）の低下傾向がみられた（図2.6.4）。2009年には、全リン濃度が国家基準（0.05mg/L）を大幅に上回るモニタリング地点も複数みられた。肥料や洗剤が、汚染源の一つであると考えられている（図2.6.5）。

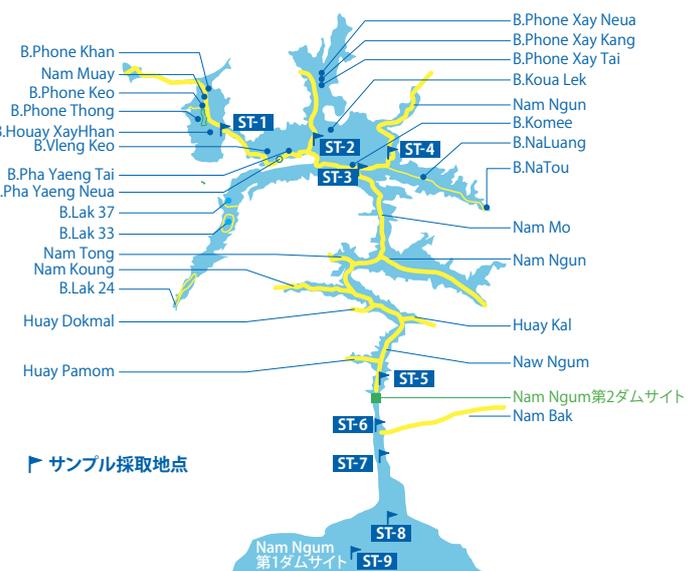


図 2.6.3. 水質モニタリング地点

(出典：Komany 2011)

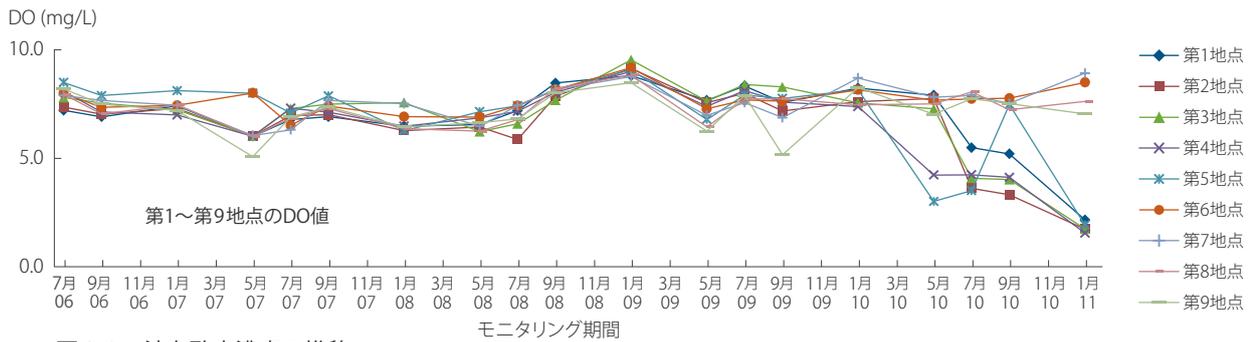


図 2.6.4. 溶存酸素濃度の推移

(出典：Komany 2011)

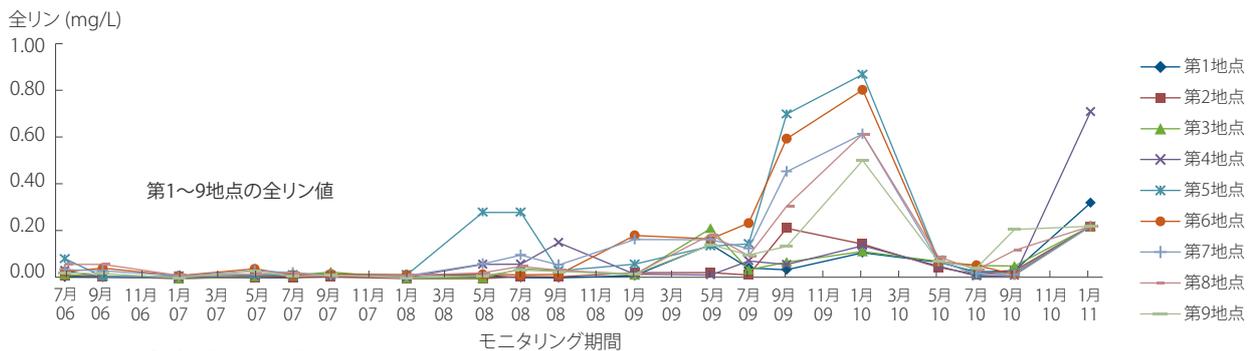


図 2.6.5. 全リン濃度の推移

(出典：Komany 2011)

### 4.3 地下水

ラオスでは、地下水資源の資源潜在性、用途、水質といったデータが非常に乏しい。表流水は供給に足る量が十分であることから、地下水は表流水が利用できない場合と地域でのみ水源と捉えられている (Chanthavong 2011)。しかし、地下水は生活用水、小規模灌漑、小規模産業にとって重要な水源でもある。地下水の水供給量は総製造水量のおよそ5%程であるものの (湧水を含めるとおよそ20%)、都市の水は地下水を供給源としている (Chanthavong 2011)。ラオス社会指標調査 (MoH 及び LSB 2012) によると、ラオスの家庭の約32%は地下水や湧水を飲料目的に使用している。水質に関しては、中国との国境付近 (MRC 2010) 及び Attapeu 県にてヒ素による汚染が確認されている。

## 5 | 水環境管理の枠組み

### 5.1 法整備

2012年に改正された環境保護法 (EPL) は、ラオス環境法の基盤である。環境の保全、緩和、回復のための手法や環境管理・モニタリングのガイドラインについて記載されている。自然、人の健康、豊かな資源、持続可能な開

発プロセスを目的としている。EPLの下、天然資源環境省 (MONRE) は環境管理に係る規則等を制定する際に他省庁を取り纏め、汚染管理技術や科学的な手法の研究開発、汚染管理全般に対する責務をもつとされている。

EPL2012では、天然資源環境省はモニタリングの実施を司り、その権限の範囲内で特定汚染源に対する検査や行政措置を行うとされている。しかし、同法では、産業汚濁源に対して天然資源環境省や汚染管理局といった下部組織に強い権限を与えていない (EPL2012 第33条)。その代わりとして、2013年12月27日、産業加工改正法 (IPL) が産業商業省によって施行された。産業商業省は、工場に権限をもち、排水・排ガス規制をして稼働の上限を定めたり、工場によるモニタリングとその結果提出求めたりすることができる。他には、立ち入り検査、サンプル採取、工場稼働停止、行政指導や罰則を科すこともできる (EPL2013 第62条)。法が重複しているために、環境遵守に責務を持つ省庁は複数にまたがっている (EPL2012 第83条)。

1996年に公布された水及び水資源法は、水の管理、利用及び開発に関する原則を規定している。その目的は、国民生活に必要な量と質の水を確保し、環境の持続可能性を保証することにある。ただ、水供給と排水の問題については明記していないため、公共事業・運輸省 (MPWT) は世

界銀行の支援のもと、新たに水道法を起草した。この水道法案は2009年11月に国民議会の承認を受けたが、条項の多くが主に水供給サービスに重点を置いたものであるため、公衆衛生と下水処理に係る規定は抜けており、別途政令で定めることになっている。こうした変化を反映するため、アジア開発銀行（ADB）の支援のもと、水及び水資源法の改正作業が始まっている。

2017年5月11日の国家委員会で水資源改正法案が承認され、現在草案検討が進められている。この改正案は、水環境と生態系の保全のため、海外の優良事例を取り入れつつ、健全で持続可能な環境の中で水資源を開発することを

目的としている。新たな草案は、水を利用する権利、排水許容量、湿地や水資源の保全、地下水管理、貯水池管理について述べている。加えて、大規模、中規模、小規模の使用に関してや、水力発電や灌漑についても述べている。また、国内の河川流域管理・開発計画について、天然資源環境省に強い権限を与えている。

また、人が流域に依存せざるをえない場合の基本的ニーズを満足させたり、生態系の持続性を考慮するために、全ての水資源に対し流量の下限値を定めることとした。その他の法律としては、森林法や鉱業法が水環境管理に関連している。図2.6.6に示す。

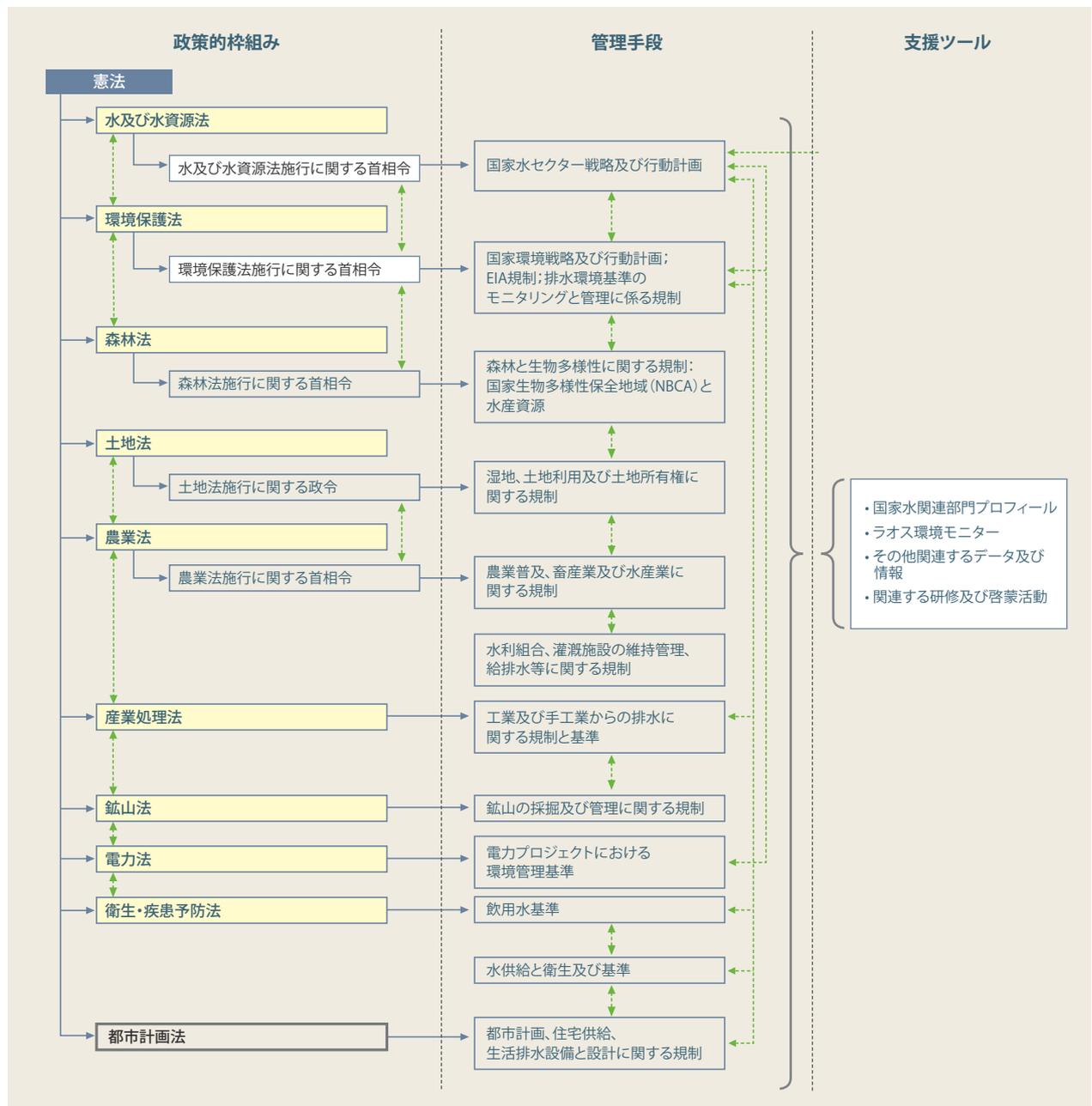


図 2.6.6. ラオスの水環境管理に係る法制度

(出典：MoEJ 2009)

## 5.2 制度的措置

2017年7月8日の首相令 (No. 145/PM) により、天然資源環境省の役割と責務はより広範になった。国土や水資源のような国の自然資源の保全、環境保護やその回復を所管する。同省汚染規制局 (PCD) は、水質汚濁管理政策・計画の担当部局として、環境管理計画、水質汚濁緩和・防止の行動計画、緊急対策計画を担当する。モニタリングや管理を行うための基準や手法を提案及び実施することにより、規制や問題解決、汚染を受けた流域の回復、汚濁負荷の影響評価などを実施する。また、国家公害報告書に水質汚濁のセクションを作成しつつ、システム構築や水質汚濁防止のための条約策定などを行う。

表 2.6.3. 飲料水の水質基準

項目	指標	基準値	単位
色度	-	10	Pt-Co (プラチナ-コバルト)
味	-	-	-
臭気	-	-	-
懸濁度	-	15	NTU
水素イオン濃度	pH	6.5-8.5	-
全蒸発残留物	TS	1,000	mg/L
アルミニウム	Al	0.2	mg/L
アンモニア	NH <sub>3</sub>	1.5	mg/L
鉄	Fe	1.0	mg/L
マンガン	Mn	0.5	mg/L
ナトリウム	Na	250	mg/L
鉄・マンガン	Fe, Mn	1.0	mg/L
銅	Cu	1.5	mg/L
亜鉛	Zn	15	mg/L
カルシウム	Ca	150	mg/L
マグネシウム	Mg	100	mg/L
硫酸塩	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	250	mg/L
硫化水素	H <sub>2</sub> S	0.1	mg/L

## 5.3 環境水質基準

汚染規制局が国際機関や先進国の最新のデータとの比較を行うなど改正に取り組み、ラオス国家環境基準は、2009年12月7日に発布された。その後、人の健康と環境保護を目的とした、大気、騒音、土壌、廃棄物の管理及び評価基準が首相令により施行された (No. 81/PM 2017年2月21日)。

飲料水の水質基準を表2.6.3に、表流水と地下水の環境水質基準を表2.6.4に示す。

項目	指標	基準値	単位
塩化ナトリウム	NaCl	320	mg/L
塩化物	Cl <sup>-</sup>	250	mg/L
フッ化物	F <sup>-</sup>	1.0	mg/L
硝酸塩	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	45	mg/L
アルキルベンゼン スルホン酸塩	C <sub>18</sub> H <sub>29</sub> NaO <sub>3</sub> S	1.0	mg/L
フェノール合成物	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> O	0.002	mg/L
水銀	Hg	0.001	mg/L
鉛	Pb	0.01	mg/L
ヒ素	As	0.01	mg/L
セレン	Se	0.01	mg/L
六価クロム	Cr <sup>+6</sup>	0.05	mg/L
シアン化物	CN <sup>-</sup>	0.07	mg/L
カドミウム	Cd	0.003	mg/L
バリウム	Ba	1.0	mg/L
残留塩素 (消毒)	Cl <sub>2</sub>	>0.2	mg/L
一般性菌数 (SPC法)	-	500	コロニー/cm <sup>3</sup>
大腸菌群	-	< 2.2	MPN/100 cm <sup>3</sup>
大腸菌	-	-	MPN/100 cm <sup>3</sup>

表 2.6.4. 表流水の水質基準

項目	指標	水のレベル					単位	分析方法
		1	2	3	4	5		
色度	-	-	-	-	-	-	-	-
温度	-	-	-	-	-	-	℃	温度計
水素イオン濃度	pH	6-8	6-8	5-9	5-9	-	-	pHメーター
溶存酸素	DO	<7	6.0	4.0	2.0	>2	mg/L	アジ化化合物
電気伝導率	Ec	<500	>1000	>2000	>4000	<4000	μS/cm	電気伝導計
化学的酸素要求量	COD	>5	5-7	7-10	10-12	<12	mg/L	ニクロム酸カリウム酸化法、開放系還流・閉鎖系還流
総大腸菌群数	-	-	5,000	20,000	-	-	MPN/100 ml	Multiple-Tube 培養法
糞便性大腸菌群数	-	-	1,000	4,000	-	-	MPN/100 ml	Multiple-Tube 培養法
総懸濁物質	TSS	>10	>25	>40	>60	<60	mg/L	ガラス繊維ろ過
リン酸塩	PO <sub>4</sub>	>0.1	0.5	1	2	<2	mg/L	アスコルビン酸
アンモニウム・イオン	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	>0.5	>1.5	>3	>4	<4	mg/L	ケルダール法
硝酸性窒素	NO <sub>3</sub> -N	-	-	5.0	-	-	mg/L	カドミウム還元
アンモニア性窒素	NH <sub>3</sub> -N	-	-	0.5	-	-	mg/L	蒸留スラー法
フェノール	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH	-	-	0.005	-	-	mg/L	蒸留、4-アミノアンチピリン
銅	Cu	-	-	1.5	-	-	mg/L	AA直接吸引
ニッケル	Ni	-	-	0.1	-	-	mg/L	
マンガン	Mn	-	-	1.0	-	-	mg/L	
亜鉛	Zn	-	-	1.0	-	-	mg/L	
カドミウム	Cd	-	-	0.003	-	-	mg/L	
六価クロム	Cr <sup>+6</sup>	-	-	0.05	-	-	mg/L	
鉛	Pb	-	-	0.01	-	-	mg/L	
水銀	Hg	-	-	0.001	-	-	mg/L	
ヒ素	As	-	-	0.01	-	-	mg/L	
シアン	CN-	-	-	0.07	-	-	mg/L	
放射性物質	α, β	-	-	0.1 1.0	-	-	ベクレル/L	ガスクロマトグラフィ
有機塩素系農薬	-	-	-	0.05	-	-	mg/L	
ジクロロジフェニルトリクロロエタン	DDT	-	-	1.0	-	-	μg/L	ガスクロマトグラフィ
α-六塩化ベンゼン	α-BHC (C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> Cl <sub>6</sub> )	-	-	0.02	-	-	μg/L	
ジエルドリン	C <sub>12</sub> H <sub>8</sub> Cl <sub>6</sub> O	-	-	0.1	-	-	μg/L	
アルドリン	C <sub>12</sub> H <sub>8</sub> Cl <sub>6</sub>	-	-	0.1	-	-	μg/L	
ヘプタクロル及び ヘプタクロル・エポキシド	C <sub>10</sub> H <sub>5</sub> Cl <sub>7</sub> C <sub>10</sub> H <sub>5</sub> Cl <sub>7</sub> O	-	-	0.2	-	-	μg/L	
エンドリン	C <sub>12</sub> H <sub>8</sub> Cl <sub>6</sub> O	-	-	-	-	-	μg/L	

### 公共用水域におけるモニタリング

ラオスでは、都市部の水供給源として主に表流水が使われている。農村地や低地では地下水の利用が多く、特に中央部や南部でその割合が高い。水質は良好である。北部や東部のような高地では、小川（表流水）から自然に流れてくる水を利用しており、隔たれた地域にとっては水へのアクセスに制限が生じる場合もある。ラオス天然資源環境省報告書（2012）では水質はおおむねよいが、都市部では未処理排水の増加に伴い河川やその支流に水質の悪化がみられるとしている。鉱業や水力発電は、特に沈殿物が堆積を

形成するため、水質に悪影響を与えている。また、農業においては、化学肥料や農薬が流域に流入し、富栄養化や有毒な化学物質の問題が発生する。水質汚濁物質としてのごみやちり、油分は、タイヤのゴム、金属ちり、車両のガラス片やプラスチック片等が原因である。都市排水管は産業排水の下水道としても利用されているが、セプティックタンクからの浸出や逆流が発生している。ラオスでは現在、水質の定期的モニタリングは体系的に実施されていないが、水質モニタリングと試験所での分析をアドホックに実施している機関が複数存在する（表2.6.5）。

表 2.6.5. 水質モニタリングを実施している公的機関

機関名	サンプルの種類	モニタリング地点数	モニタリング対象水質指標
農林省灌漑局 (分析は水質研究所が実施)	表流水、地下水、産業排水	17県23箇所 (個別検査)	14項目 (溶存酸素、溶解塩、栄養塩、有機物) (ヒ素、水銀、カドミウム、鉛も検査予定)
保健省、農業試験所	表流水	個別検査	24項目(有機化合物及び農薬)
エネルギー・鉱業省	水力発電ダムからの表流水	個別採取	約8項目 (温度、pH、溶存酸素、COD等を含む)
天然資源環境省(MONRE)	排水(都市/産業)	11箇所 (ビエンチャン市内)	4項目 (全浮遊物質(TSS)、全溶解物質(TDS)、BOD、pH)
商工省(MIC)	産業排水	個別採取	産業排水に関連する指標
保健省	農村供給水	個別検査	7項目 (鉄、銅、バリウム、pH、電気伝導率(Ec)、TDS、窒素化合物)

メコン河委員会(MRC)の環境事業の下で実施されている環境モニタリングのうち、水質モニタリングは特に重要である。関連の組織や公的機関、民間企業も注目している(表2.6.6)。

表 2.6.6. 水質モニタリング地点

No	地点名	地点ID	対照の河川名
1	Luang Prabang	H011200	メコン河
2	ビエンチャン	H011901	Nam Nguen川
3	Khammoune	H013401	Nam Xebang Fai川
4	Champasack	H013900	Nam Xe Done川

(出典:メコン河委員会水質モニタリングレポート2013)

### 5.4 排水基準

2017年2月発布の国家環境基準に基づき、排水基準が定められている。基準は、MRC水質基準ガイドラインにより、人の健康と水生生物の保護のために課せられたものである。

都市部の排水基準は、ホテル、宿舎、病院等の建物を、部屋の数と排水量に応じて、また、住居、寺院、学校、事務所、市場、レストラン等の建物は、床面積ごとに基準が定められている。公共区域の排水処理基準では、史跡、公共公園、親水公園、湿地・池等のエリアごとに分類されている。

環境保護法第27条と32条により、国家環境基準の対象は以下の通りである。

1. 地下水
2. 飲料水
3. 排水基準
  - a. 一般工場からの排水
  - b. 家庭からの排水
  - c. 一般的なトイレからの排水
  - d. 公用運河からの排水
  - e. 養豚場からの排水
  - f. 洗車場と給油場からの排水

### 5.5 排水モニタリング

2005年に工業・手工業省（現・商工省）が発布した産業処理工場からの排水に係る規制により、すべての工場において排水処理システムとサンプルのモニタリング・分析に必要な設備を導入すること、また排水を定期的にモニタリング・分析し、結果を同省の工業局長または各県に報告することが求められている。同局は必要であれば職員を工場環境監査官として派遣する。監査官は、工場内のすべての敷地への立ち入りが認められており、公共用水域へ放流される排水の検査、モニタリング、測定、サンプル採取、モニタリングを実施できる。

### 5.6 遵守管理

産業局が違反を発見した場合、排水許可が一時停止されるほか、改善と規定の遵守が確認されるまで、工業局長により排水放流の一時停止または中止処分を命じられる可能性がある。違反に対する罰則は、次のように定められている。(1) 第1段階：警告、輸出入の一時停止、生産の一時停止、(2) 第2段階：許可取得手数料の5～10倍の罰金、(3) 第3段階：許可取得手数料の10～15倍の罰金及び他の関連規制に対する罰金。現在、汚染管理局は、環境基準モニタリングに加えて、基準遵守、ラオス公害白書、各種データ提供（大気、騒音レベル、水質、固形廃棄物、危険物、国内汚染問題）を所管している。環境基準モニタリングは、環境の現状や排出による影響を把握するために実施されている。

## 6 | 水環境管理に係る最近の動き

- 環境保護法（2012年）
- 水資源法（2017年）
- 国家環境基準（2017年）
- 公害防止決議（最終案大臣承認中）
- 国家水資源管理戦略（水資源局が草案を作成）

## 7 | 現在及び今後の課題

ラオスの水質は概して良好な状態にあるが、主な都市部では悪化が進んでいる。前述のとおり、首都ビエンチャンを含むいずれの都市にも、総合的な下水道システムまたは排水の収集・処理・処分システムは存在しない。都市の拡大に伴い未処理排水の流入量が増加すれば、近い将来、都市河川の水質はさらに悪化する可能性がある。

ラオス政府は関連法規の改正等を通して、環境管理の枠組みの構築と改善を行ってきたが、その実施にあたっては課題が残る。例えば、さまざまな省や部局がモニタリングや分析等による水質管理を独自に行っているが、その結果が共有されることはない。また、法規に重複もみられる。例えば、産業処理工場からの排水に係る規制、EPL、EIA規制、工業部門に関するEIA政令には、環境適合証明書の取得、また排水の排出工場に対する環境管理計画の提出・承認を事業所に義務付けている点で重複がある。排水の排出許可制度は現在、運用されておらず、各規制にしたがって立ち入りが実施されているという（Phonvisai 2011）。関係諸機関に対し、全体的な水質モニタリング・管理に対する能力を強化し、組織的な連携手順を確立する必要がある。これらの問題に取り組むため、天然資源環境省は組織改編を進めており、ラオスにおける水環境管理が促進、強化されることが期待される。

## 2.7 マレーシア



### 1 | 国別情報

表 2.7.1. 基本指標

国土面積 (km <sup>2</sup> )	330,336 (2013)	
総人口 (人)	3,118万 (2016)	
名目GDP (米ドル)	2,965億 (2016)	
一人当り名目GDP (米ドル)	9,860 (2016)	
平均降水量 (mm/年)	2,496* (2014)	
水資源量 (km <sup>3</sup> )	580 (2014)	
年間水使用量 (10億m <sup>3</sup> )	11.2 (2014)	
セクター別 年間水使用率	農業用水	22% (2014)
	工業用水	43% (2014)
	都市用水 (生活用水を含む)	35% (2014)

(出典:世界銀行 2017)

\*SabahとSarawakの降水量はそれぞれ2,560mm及び3,640mm (ASM 2014年)

### 2 | マレーシアの主な流域



図 2.7.1. マレーシアの主な河川

### 3 | 水資源の現状

マレーシアは降水量が多く、水資源が豊富な国である。2016年には、クッチング観測所において、前年より877.5mm多い5,423mmの過去最高値を記録した。一方、テムロー観測所では、最も少ない年間雨量1,398.8mmを記録した (DOSM 2017)。体積にすると9,728億m<sup>3</sup>となる。このうち、4,957億は地表に流れ、640億は地下水に流れ込

み、残りは大気中に蒸発する (ASM 2014年)。マレーシアの気候は、5月後半から9月までは南西モンスーン気候、11月から3月までの北東モンスーン気候といった2つのモンスーン型に影響を受けている。北東モンスーンは、特にマレー半島の東海岸各州とサラワク州西部に豪雨をもたらすが、南西モンスーンは通常、比較的乾燥した気候になる (MoSTI 2010)。川や湖、湿地、貯水池からの表流水は国の水供給源となっており、生活用水、工業用水及び農業用の98%を賄っている。残りの2%は地下水から賄っている。河川から取水される水の約80%は灌漑用として利用されている。将来的にも、生活用水及び工業用水は表流水を水源とする割合が多いものと見込まれる。上水道は国内のほぼ全域を網羅しているが、少数の孤立した地域では、物理的または地理的要因により、上水道の普及が依然として困難である。こうした地域では、地下水井戸もしくは地方給水計画が実施されている。

ASM (2014) によると、現在の水の使用量は年間約125億m<sup>3</sup>、または利用可能な流出の3%未満である。加速的な人口増加および産業発展により、1年当たり約5%ずつこの使用量が増加すると予想され、総使用量は2020年までには年間304億m<sup>3</sup>、2040年までには608億、2060年には1,216億まで増える見込みである。現在の水の消費最大用途は灌漑であるが、生活用水及び工業用水の需要が高まりつつあり、灌漑用の水利用量を超える可能性もある。

### 4 | 水質状況

#### 4.1 河川

国家水質基準 (NWQS) に基づき、水質インデックス (WQI) を用いて、河川の水質や、水利用の観点からの適合性について評価をしている。河川の水質インデックスは6つの水質指標 (溶存酸素、BOD、COD、アンモニア性窒素、浮遊物質、pH) を元に算出される (DoE 2012)。その結果に基づき、河川の水質は「良好」、「若干の汚濁」、「汚濁」の3つに分類される。図2.7.2は、2005年から2015年までの河川水質の経年変化を示している。図2.7.3及び図2.7.4は、2005年から2015年までのBOD及びアンモニア性窒素 (NH<sub>3</sub>-N) の2種類のサブインデックスに基づいた

河川水質の経年変化を示している。BODについては2013年と比較すると、2015年に「汚濁」に分類された河川の割合が大きく増加しているが、2014年に年は比較すると若干減少している。一方、アンモニア性窒素においては、「汚濁」に分類された地点は2014年と比較すると2015年年は若干減少し、その前の年のレベルに戻っている。重金属のうち水銀(Hg)、ヒ素(As)、カドミウム(Cd)、クロム(Cr)、鉛(Pb)および亜鉛(Zn)についてサンプルを分析した結果、どのサンプルもCd、Pb、Znでは、水質基準のⅡ類型を満足している。その他、Ⅱ類型の達成率はCrで約99.87%、Hg

で99.45%、Asで98.63%であった(DOE 2015)。

2015年には、477の河川の891地点の手動観測地点から5,469のサンプルが採取され、水質調査が行われた。これらの観測地点には、801の環境・ベースライン地点、特定取水口の上流に位置する55の地点、「生命の川(ROL)」プロジェクトにおける35地点が含まれていた。さらに、13地点では、自動継続水質モニタリング調査が行われた。調査対象の477の河川のうち、276(58%)は良好、168(35%)が若干の汚濁、33(7%)が汚濁という結果になった(DOE 2015)。



図 2.7.2. 国内河川の水質の経年変化 (2005年～2015年)

(出典: DOE 2015)



図 2.7.3. BOD サブインデックスによる水質の経年変化 (2005年～2015年)

(出典: DOE 2015)

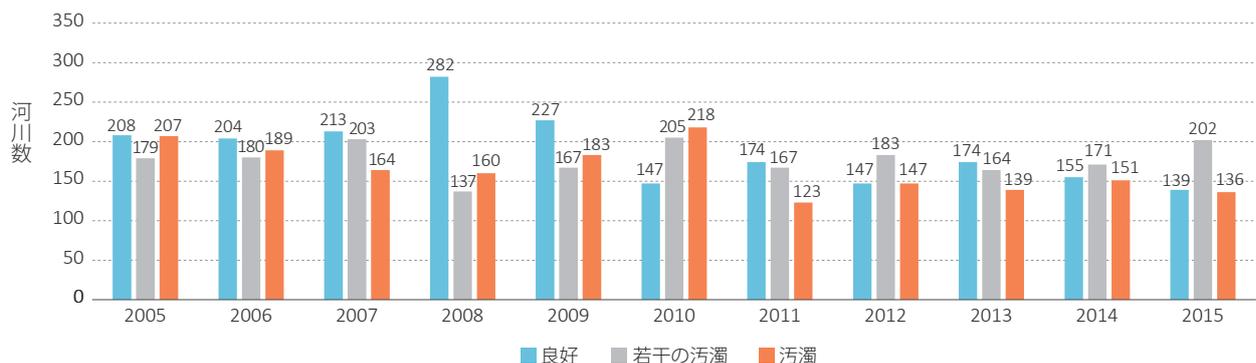


図 2.7.4. アンモニア性窒素サブインデックスによる水質の経年変化 (2005年～2015年)

(出典: DOE 2015)

水質改善や保全のための多くの投資や努力にも関わらず、河川の汚濁は未だに国内主要課題のひとつである。固定発生源及びノンポイントソースが主要な原因であり、モニタリングの結果からは、BOD、アンモニア性窒素（NH<sub>3</sub>-N）、浮遊物質（SS）の値が高いことがわかった。BODが高い値を示す原因としては、アグロインダストリーや製造業からの不適切な排水処理が考えられる。一方、アンモニア性窒素は、畜産及び生活排水がその汚染源であると推測される。浮遊物質は主に不適切な土木作業や森林伐採が原因である。今後、薬品やパーソナルケア製品が多く使用されることにより、微小汚染物質や新種の汚染物質（NEPs）が増加し、水質管理の課題は増加すると予想されている。NEPsには内分泌攪乱物質も含まれている。

#### 4.2 湖沼及び貯水池

湖沼及び貯水池は所有者や管理者も含め等互いに異なる機関により管理されているため、環境局による包括的な水質モニタリングは実施されておらず、水質インベントリーも存在しない。マレーシア環境・水資源管理・技術研究所が行った湖沼と貯水池の水質に関する研究によると、調査対象の62%の湖沼と貯水池で富栄養化が確認されている（Sharifuddin 2011）。

#### 4.3 沿岸水域

2015年に、151の沿岸、76の河口及び90の島嶼の観測地点において海域の水質モニタリングが実施され、沿岸のモニタリング地点からは590、河口からは401、島嶼からは353のサンプルが分析用に採取され、海洋水質インデックス（MWQI）を用いて評価を行った。インデックスは溶存酸素（DO）、硝酸性窒素（NO<sub>3</sub>）、リン酸態リン（PO<sub>4</sub>）、アンモ

ニア（NH<sub>3</sub>）、糞便性大腸菌群、油脂類・グリース（O&G）及び浮遊物質（TSS）の7つの水質指標の測定値を用いて算出される。海洋水質インデックスの数値により、海の水質は0～100の範囲で「清廉」から「汚濁」まで分類される。モニタリング結果によると、9地点（6%）で清廉、54地点（36%）で良好、86地点（57%）で普通、2地点（1%）で汚濁が確認された。2013年から2015年の海洋水質インデックスの経年変化は図2.7.5の通りである。前年に比べ、良好、普通、汚濁と判断された地点数は増加したが、清廉は減少した。

#### 4.4 地下水

ASM（2014）によると、揚水にコストがかかるため、国内の地下水は現在まだあまり利用されておらず、主にKelantan州で利用されている。Sarawak州沿岸部では、中心にあるパイプ設備から低コストで地下水を得るのが主流である。また、小島嶼においては雨水の表面流出に並んで重要な水供給源である。

地下水の水質は、保健省が基準として策定した飲料水の水質に関する国家指針（NGDWQ）2000（2000年12月に改正）で評価している。2015年には、105の井戸から390のサンプルを採取し、揮発性有機物質、農薬、重金属、陰イオン、微生物（大腸菌群）、フェノール類、硬度、TDS、pH、温度、電気伝導度、溶存酸素の値について分析され、ガイドラインとの比較が行われた。結果は、全ての採取地点で、ヒ素、鉄、マンガン、総大腸菌群、フェノール類を除いては基準を満たしていた。全ての採取地点で総大腸菌の基準超過が確認され、フェノール類、鉄、マンガン、ヒ素が続いた（DOE 2015）。

#### 4.5 排水及び主な水質汚濁源

DOEは2015年、汚染を5つのタイプに注目して汚濁負荷量の計算を行った。製造業、個別・集合セプティックタンクを含む下水処理場、養豚場、アグロ・インダストリー、生鮮市場である。2015年のセクターごとの汚濁源の構成を表2.7.2（Majid 2016）に示す。

水質に大きな影響を与える3つの指標として、BOD、懸濁物質（SS）、アンモニア性窒素が利用されている。2015年の汚濁負荷量は飲食業を除外して算出された。その結果、一日525トンのBOD負荷量が発生していることが確認された。その主な発生源は下水処理場であり、一日の負荷量は267トン（51%）である。続いて養豚場213トン/日

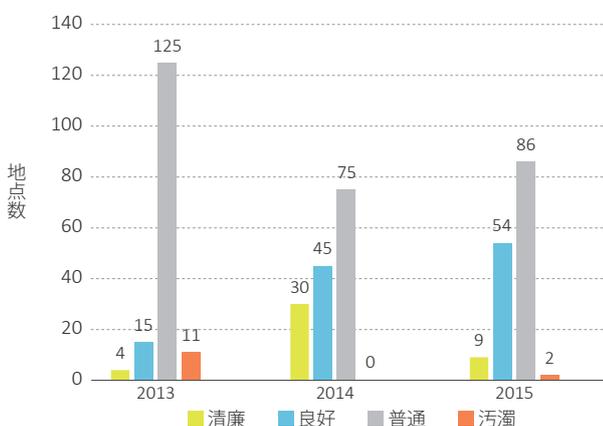


図 2.7.5. 沿岸水域の海洋水質インデックス（MWQI インデックス）の変化（2013～2015）（出典：DOE 2015）

(41%)である。産業工場が29トン/日(5%)であるのに対し、アグロ・インダストリーは10トン/日(2%)、生鮮市場は6トン/日(1%)であった(図2.7.6.)。同様に、懸濁物質、

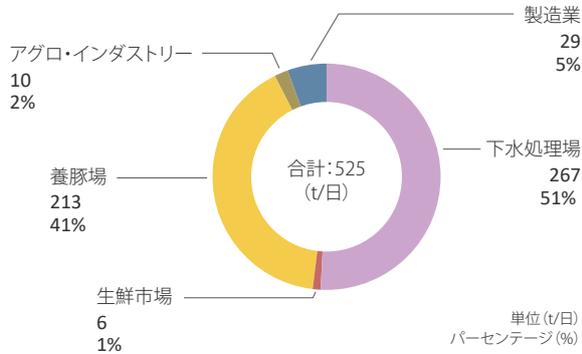


図 2.7.6. 2015年のBOD汚濁負荷量の分布図

(出典: DOE 2015)

アンモニア性窒素についても図2.7.7、2.7.8 (DOE 2015) に示す。

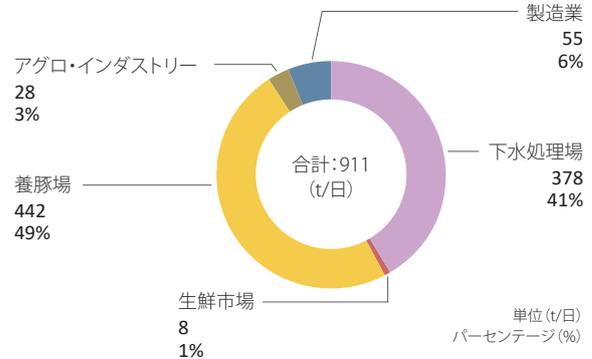


図 2.7.7. 2015年の懸濁物質汚濁負荷量の分布図

(出典: DOE 2015)

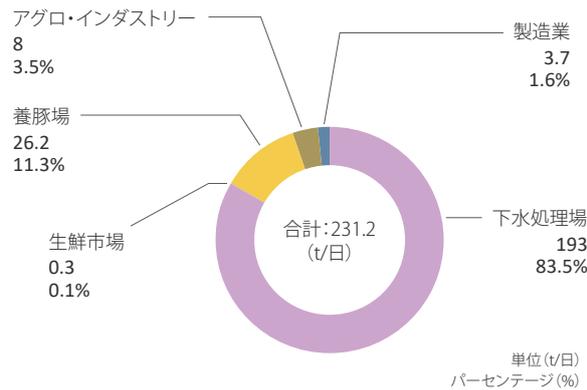


図 2.7.8. 2015年のアンモニア性窒素汚濁負荷量の分布図

(出典: DOE 2015)

表 2.7.2. セクター別汚濁源構成 (2015年)

	汚濁源の種類	汚濁源の数
1	工業産業	3,258
2	アグロインダストリー	
	i ゴム製造工場	64
	ii ヤシ油製造工場	450
3	養豚場	
4	下水処理場	
	i 公用	6,397
	ii 民間	11,318
	iii 個別セプティックタンク	1,273,978
	iv 集合セプティックタンク	3,637
5	生鮮市場	888

(出典: Majid 2016)

## 5 | 排水処理状況

マレーシアでは、インダウォーター共同事業体 (IWK) と呼ばれる専門の組織が、排水管理及び汚泥回収・処理を行っている。IWKは、下水処理システムの大きさや種類を様々に更新させながら、その運営や維持管理を改善してきた。1994年から2008年までに、8,800を超える施設がIWKの管理の下で公的に運営されるようになった。3,000を超える施設は所有者の直接管理のままとなり、民間施設として分類されている。IWKはこれらの公共施設を所有するわけではなく、運転と維持管理をするのみである。これにより、施設を所有する組織は利用者から下水道料金を徴収することができる。IWKは、年平均で300の処理施設と

1,000kmの下水道排管網を管理していると推定されている。しかしながら、大規模下水施設がない地域では、個々の開発事業主が小規模下水施設を構築し、IWKは契約者として個人世帯や企業から下水道料金の徴収システムを導入する役割を果たしている (JSC 2011)。

IWKの問題は、下水道料金収入で運営に必要な支出をカバーすることができなかったという事実にある。それにより、下水道は経営危機に陥り、組織は経営破綻の問題に直面した。このために、IWKは2000年に財務省の傘下に入り、政府に資金管理を受ける民間企業となった。これにより、マレーシア下水道事業局 (SSD) は、下水道建設だけでなく、下水道管理機関としての新たな責務を負うことになった。

2006年、マレーシア議会は、それまでの下水道サービス法を改め、水サービス業法（WSIA）を可決した。それまでは下水道と汚泥管理について定め、施設所有者が運営と維持管理に責任を持つと定めたものであった。また、前法の下では、IWKは汚泥引き抜きや下水道料金の徴収権がなく、罰金を課すこともできないとされていた。新たな法律では、飲料水（上水道）と下水道の双方を定めたものであり、支払いがなされなければ水道供給を止めることも可能になった。また、下水道事業局の役割はさらに強化され、新しい規制機関SPAN（Suruhanjaya Perkhidmatan Air Negaraもしくは国家水サービス委員会）が設置された。

下水道事業局は事業実施機関となり、新しい下水道や排水処理施設の建設計画や施設改善計画を策定する。SPANはIWKと同様、下水道運用の監視と規制を行う。また、民間セクターによって新たに建設された施設の質の向上のため、SPANはさらに、当該施設が環境局（DOE）の定める基準に合った排水の質であることを確認及び指導する。事業者は、SPANの規制に従わなければならない。

表 2.7.3 に、適切な設備あるいはセプティックタンクを通じてし尿を含む排水を処理する施設の分類を示す。IWKは、国内全土で5,800の排水処理施設を操業・維持管理している。これは人口換算（PE）で1,950万人分の排水に相当する（2010）。以前は、集合住宅の共用セプティックタンクは排水処理施設（プラント）とされていたが、現在は個別セプティックタンクとして分類されている。そのような施設は125万5千あるとされ、人口換算で639万人に相当する。

表 2.7.3. マレーシアの排水処理施設の分類

排水処理設備	数/長さ	人口当量 (PE)
地域下水処理場（プラント）（公）	74	5,600,000
多地点下水処理場（民間）	5,148	12,300,000
ポンプ施設	668	3,600,000
個別下水処理場	3,415	2,000,000
共用セプティックタンク	3,635	434,000
個別セプティックタンク	1,100,000	5,500,000
水洗トイレ	761,000	3,800,000
汚泥処理施設	40	-
下水道ネットワーク (km)	14,000	-

(出典: JSC 2011)

IWKが算出した処理前の排水の状態は、以下の通り（JSC 2011）。  
200mg/L<BOD<400mg/Lおよび200mg/L<懸濁物質<350mg/L

## 6 | 水環境管理の枠組

マレーシアにおける水質管理を含めた環境管理の最終的な目標は、国民の生活水準を向上させ、生活の質を維持することである。2002年に承認された環境に関する国家政策では、「国は、経済、社会及び文化の継続的な成長と、マレーシア国民の生活の質向上を図るため、環境的に健全で持続可能な開発を実施する」と述べられている（マレーシア科学技術環境省 2002）。これに沿う形で、国家政策では同国の経済と環境を統合するために、次の8原則を定めている。

- 環境の管理
- 生命力と多様性に満ちた自然の保全
- 環境の質の継続的な向上
- 天然資源の持続的利用
- 総合的な意思決定
- 民間部門の役割
- コミットメントと説明責任

国際社会への積極的な参加環境法（1974年）は、汚染の防止、排除、管理及び環境増進に関連する目的のための法律である。この法律により、大臣は環境質委員会との協議の上、水質環境基準及び排水基準を指示し、また、陸水域への排出源に対する最大許容量を公共のまたは特定の水域について定めることができる。その他の法規制は図 2.7.9 に示す。水質改善の国家目標に関しては、第10次マレーシア計画（2011～2015年）の中で、主要水源である河川の水質汚濁に関し、主要汚染源に対する取り組みを実施するとしており、具体的な汚濁対策には以下が含まれる（Sharifuddin 2011；首相府経済企画院 2010）。

- 下水・産業排水に関する環境規制に従い、下水・産業排水基準の実施を強化する。
- 固定発生源及び非固定発生源の汚濁負荷総量について評価する。
- 水質インデックスを改正し、河川水をより正確に分類するための水質項目を追加する。
- 「国家海洋水質インデックス」を策定する。

国家水資源政策（NWRP）は2012年3月に制定された。本政策は、国内水資源をレビューした結果に基づき、2010年～2050年の方針を定めたものである。人と自然双方に

とって安全で持続可能な水資源の確保のため、国が進むべき方向性と戦略を描いている。

## 6.1 制度的措置

2004年の省庁再編で創設された天然資源環境省 (NRE) は、水の量的・質的管理を含む環境保全を所管する。他に

もいくつかの省庁が水資源管理に関与している。例えば、エネルギー・水・通信省は公共水道供給及び下水、科学技術イノベーション省は水に関する研究開発、保健省は飲料水の品質、地方自治体は水資源計画及び開発に関わっている。水質汚濁管理に関しては、主にNREの環境局 (DoE) が1974年環境法の実施にあっている。



図 2.7.9. 水質管理に関する立法一覧

(出典：MoEJ 2009)

## 6.2 環境水質基準

表流水に適用される国家水質環境基準 (NWQS) では、6つの水利用分類に対し72項目の基準値を定めている (表 2.7.4)。すべての表流水が特定の水分類の基準を満たすことを目標とせず、現在より高い水分類の基準達成に向けて段階的に水質を改善することを目指している。

表 2.7.4. 国家水質環境基準における水質分類

クラス	用途
I	自然環境の保全 飲料水用Ⅰ：実質的に処理不要 漁業Ⅰ：水質に非常に敏感な水生生物が生息する
IIA	飲料水用Ⅱ：標準的な処理が必要 漁業Ⅱ：水質に敏感な水生生物が生息する
IIB	親水レクリエーション用
III	飲料水用Ⅲ：完全な処理が必要 漁業Ⅲ：経済的に価値のあるよく見られる種、耐性種及び家畜用飲料水
IV	灌漑用水
V	上記以外

(出典：DoE 2015)

海洋水質に関しては、7つのサブインデックスを有する海洋水質インデックス (MWQI) が設定されている。

マレーシアの地下水の環境水質基準は定められていない。しかし、地下水は表流水の代替水源として有用なため、地下水の水質モニタリング結果の評価にあたっては、飲料水の水質に関する国家指針を基準として参照している。

### 公共用水域モニタリング

天然資源環境省環境局は、1978年から河川水モニタリング国家計画を実施し、河川に加え、海洋水及び地下水のモニタリングを行っている。このモニタリングにより、河川の水質状況を測定し、その変化を確認している。表 2.7.5に、環境局が実施している水質モニタリングの状況を示す。モニタリングには、保健省灌漑排水局、国家水サービス委員会 (SPAN)、鉱物・地球科学局、地方議会のような他の組織も携わっている。環境局は、1974年国家環境質法 (EQA) に基づき、産業のような特定汚染源への対応を担当している。

河川の水質は水質インデックス (WQI) を用いて評価されている。6つの主要な指標は以下の通りである。(i) 生物化学的酸素要求量 (BOD)、(ii) 化学的酸素要求量 (COD)、(iii) アンモニア性窒素 ( $\text{NH}_3\text{-N}$ )、(iv) pH、(v) 溶存酸素 (DO)、(vi) 懸濁物質 (SS)。海洋水質インデックス (MWQI) は沿岸水域の評価に用いられ、指標は以下の7つである。溶存酸素、硝酸塩 ( $\text{NO}_3$ )、リン酸塩 ( $\text{PO}_4$ )、アンモニ

ア ( $\text{NH}_3$ )、糞便性大腸菌群、油脂分及びグリース (O&G)、TSS。海洋水質インデックスの数値により、海の水質は0~100のスケールで「清廉」から「汚濁」まで分類される。

表 2.7.5. 環境局が実施する水質モニタリングの状況 (2015年)

モニタリング地点数	
河川	手動観測地点：891地点 (477河川) 5,469サンプル 手動観測地点には、801箇所の環境・ベースライン地点、特定取水口の上流部に位置する55箇所の地点、「生活の川」事業における35か所を含む 自動継続観測地点：13地点
地下水	105観測井390サンプル
沿岸水域	沿岸域：151地点 590サンプル 河口域：76地点 401サンプル 島嶼部：90地点 353サンプル サンプルは分析されて、海洋水質インデックスで評価された

(出典：DoE 2015)

## 6.3 排水基準

国家環境質法 (1974年) では、「認可を受けている場合を除き、いかなる者も第21条に定められた許容範囲の条件に違反し、環境有害物質、汚染物質または廃棄物を陸水域に放出、排出、堆積させてはならない (1974年国家環境質法 第25条)」と述べている。同法では排水基準に関する規則がいくつか指定されている。(i) 環境基準 (産業排水) 規則 2009年、(ii) 環境基準 (下水) 規則 2009年、(iii) 環境基準 (固形廃棄物輸送地および埋立地からの汚染規制) 規則 2009年、(iv) 環境基準 (粗製ヤシ油) 規則 1977年、(v) 環境基準 (未加工天然ゴム) 規則 1978年。

### 排水モニタリング

新たに制定された下水及び産業排水に関する環境規制は、規制対象すべてに対し、排水のモニタリング及びモニタリング結果の記録と管理の履行を義務付けている。その際、分析方法とモニタリングの水質項目については指定がある。また、すべての規制対象について、環境局への排水放流に係る月次報告書の提出が義務付けられており、郵送による書類提出のほか、オンラインでの報告システムも用意されている。権限を有する環境局職員は、すべての条項が確実に遵守されるよう、対象すべてにおいて抜き打ち検査を含む立ち入りを実施できる。規制に対する違反が見つかった場合は、汚染者に対し直ちに罰則が科される。また、排水の水質改善策として、排水処理の最適な運用と維持管理を促すことを目的として、産業排水処理シ

ステム (IETS) が導入されている。企業はIETSを利用することで、処理システムの欠陥の早期発見、適切な薬品使用量の決定 (Keong 2008)、予防措置を確認する機会の増加 (How2008) といった恩恵が得られる。IETSの利用を促すため、環境局は技術指導を実施している。企業内では、環境局長官の認定を受けた有資格者が、IETSの監督任務に就かなければならない。IETSの導入によって、汚染管理に対する産業界のより積極的な関与が促され、公的機関による強力な執行措置が不要になるものと期待されている。

## 7 | 水環境管理に係る最近の動き

第11次マレーシア計画 2016年～2020年はビジョン2020の実現に向けた行程を示している。本計画は1991年に策定され、ビジョン2020構想は、経済、政治、社会、精神、心理、文化といったあらゆる次元において、完全に高度な発展を遂げている2020年のマレーシアを描いており、人民の希望を実現させるための政府の責務を表している。第11次計画の主要テーマは「(いかりで固定するような) しっかりとした人々の成長」であり、理想を現実に転換するため、6つの戦略的な推進力と6つのゲームチェンジャー (大変革をもたらす) を設定している。これにより、協力してビジョン2020構想で設定されている目標に導き、マレーシアは進んだ経済力のある包括的な国家に成し遂げるとしている。6つの推進力のひとつに、「持続可能性とレジリエンスのため、グリーンな成長を追求する」とあり、より質の高い成長、安全な食料や水、エネルギー、環境や生態系減少リスクの低下、そして最終的にマレーシアの人々のより健康で安全な生活の実現が期待されている。別の推進力では、「経済の拡大を支えるインフラの強化」とあり、以下の特定項目が指定されている。

- (i) 水の課金制を強化し、上下水道料金の一括徴収をすることで、公的な水事業財政を持続可能なものにする。
- (ii) インフラへの投資と効率の高い技術の採用を行い、処理ネットワークと処理施設の稼働能力を高める。新しい処理施設を開発し、清潔で処理された水の供給を拡大し、農村部での上下水道の施設を整える。
- (iii) 下水道処理施設を改善及び合理化し、無収水を減らすプログラムを通じて、上下水の効率性、生産性を高める。

(iv) 水の需要管理のための国家下水道マスタープランのもとで公的water事業の規制枠組みを強化し、“廃棄物を富に”イニシアティブを促進する。

現在、新しい環境保全法の草案が完成し、2018年内に施行される予定である。同法草案は、環境や国内自然資源の保護がより一層求められている現状を受け、より包括的な法的予防措置として総合的なものとなっている (Clean Malaysia 2017)。経済の変化が激しく、新たな汚染物質が次々に発生する今日は、環境問題も複雑化しており、複数の組織の管轄にまたがることも多い。同草案は、この問題にも対処する予定である。

## 8 | 現在及び今後の課題

環境法 (1974年) は、固定発生源及び非固定発生源の管理により汚染削減に一定の成果を上げること、また水環境の継続的なモニタリングと評価を促すことに成功してきた。しかし、包括的な水環境管理を実現するには、依然として取り組むべき課題が山積している。前項で述べたとおり、水環境管理の方向性は、第11次マレーシア計画と新しい環境保全法草案ですでに定められている。マレーシアにおける水環境の明るい未来を保証するには、天然資源環境省環境局は次の要素が不可欠と考えている (Majid 2016)。

- (i) 新たなアプローチとして、汚染管理規制を改正し、規制部局側から産業側に責務をシフトさせる。
- (ii) 汚染の防止と規制へのよりよい解決策として、モニタリング遵守に対する努力を続け、プログラム実施に対して再度戦略を練りなおす。
- (iii) 情報通信技術を強化することで実施コストの減少を図り、より広範な汚濁源に対処する。

それらの一環として、汚染管理に対する自己規制の取り組みを一層促進させ、表流水の限定的利用または利用不能地域において地下水の賦存量を特定し、湖沼と貯水池の管理向上を目指し、ステークホルダーの役割と責任を明確化する。この目標の達成に向けて、さらなる研究と適切なデータ管理が求められる。

## 2.8 ミャンマー



### 1 | 国別情報

表 2.8.1. 基本指標

国土面積 (km <sup>2</sup> )	676,550 (2015)	
総人口 (人)	5,289万* (2016)	
名目GDP (米ドル)	632億* (2016)	
一人当たり名目GDP (米ドル)	1195.5* (2016)	
平均降水量 (mm/年)	2,091 (2009)	
水資源量 (km <sup>3</sup> )	1,003** (2014)	
年間水使用量 (10億m <sup>3</sup> )	33.2 (2000)	
セクター別 年間水使用率	農業用水	89% (2000)
	工業用水	1% (2000)
	都市用水 (生活用水を含む)	10% (2000)

(出典: CSO 2015, \* 世界銀行 2018, \*\* FAO 2014)

### 2 | ミャンマーの主な流域



図 2.8.1. ミャンマーの主な河川

### 3 | 水資源の現状

ミャンマーは豊富な水資源に恵まれており、年平均降水量は約2,341mmである。しかし、降雨の8割がモンスーン期(5~10月)に集中し、乾期に残りの20%が降る等、その分布は一様ではない。ミャンマー国内にある8つの主要な河川流域は併せて約73万7,800km<sup>2</sup>であり、主要な湖沼として、Inle湖とIndawgyi湖がある。それ以外にも、人工構造物により表流水の15.46km<sup>3</sup>が貯水されている。ミャンマーの地下水包蔵量は580km<sup>3</sup>(河川流域の年間潜在地下水量を図2.8.2に示す)で、再生可能な水資源は1兆460億m<sup>3</sup>と推定される。開発済みの水資源は、332億m<sup>3</sup>で、ミャンマーの再生可能な水資源全体のわずか3%に過ぎない。

全取水量の約91%は表流水、9%は地下水からで、地下水は主に生活用水及び野菜や高付加価値作物栽培を目的とした灌漑用水として利用されている(CSO 2015)。

### 4 | 水質状況

#### 4.1 河川、湖沼及び貯水池

ミャンマーでは、家庭用水、農業用水、工業用水を内陸表流水に大きく依存している。2016年8月(雨季)及び2017年2月(乾季)にAyeyarwady川及びChindwin川で実施された水質モニタリングのデータによると、これらの河川は灌漑用水に適している(表2.8.2)。しかしながら雨季及び乾季ともに濁度が高く、雨季のDOが低いため、水生生物の生息には適さない。Inle湖では、大腸菌群及び大腸菌の値が高く、周辺地域の衛生施設の状況が不適切なことを示している(表2.8.3)。

#### 4.2 地下水

人口増加と経済活動による水需要の増大が、ミャンマーにおける地下水の汲み上げに拍車をかけている。無秩序な汲み上げは地盤沈下や塩水化をもたらすため、適切な地下水の管理の必要性が高まっている。同様に、帯水層の回復のため、表流水と地下水の統合的管理が必要とされている。さらに、ヤンゴン市等で都市中心部及び工業団地が急速に拡大しており、地域の水需要が急速に増大してい

表 2.8.2. Ayeyarwady川及びChindwin川の平均水質

水質項目 単位	pH	鉄 mg/L	硬度 mg/L	アンモニア mg/L	硝酸塩 mg/L	フッ素 mg/L	濁度 NTU	DO mg/L	温度 °C
基準	6.5-9.2	0.3-1.0	500	1.5	50	1.5	5	>5	-
Ayeyarwady川	2016年8月	7.8	0.9	0.2	0.2	0.1	-	363	3.8
	2017年2月	7.9	0.4	0.1	0.1	0.1	0.3	297	5.6
Chindwin川	2016年8月	7.5	0.6	0.2	0.2	1.4	-	389	3.0
	2017年2月	7.4	0.6	0.1	0.2	0.8	0.1	456	5.1

表 2.8.3. Inle湖の水質

No	水質項目	値	備考
1	pH	7.31-7.69	若干アルカリ性
2	カルシウム (mg/L)	28.1-153.1	高濃度
3	大腸菌群数 (MPN/100mL)	> 16	飲料用に適さず
4	大腸菌 (MPN/100mL)	> 16	飲料用に適さず

る。一方、工業排水、都市排水、農業排水（農薬や肥料の無制限な使用）による水質汚濁が進んでいるため、淡水の供給量が減っている。

ミャンマーの中央乾燥地域の詳細な水文地質図が灌漑水利局（IWUMD）の協力の下Drury博士により30年ぶりに書き換えられた。中央乾燥地域はSagaing、Mandalay及びMagway地区を含む54,000km<sup>2</sup>の地域を有し、およそミャンマーの4分の1の人口が居住している。地図は「乾燥地域—ミャンマー中央部の水文地質」に掲載されている。この出版物には地下水に関する情報も掲載されており、地下水揚水量、塩分濃度、被圧力、昇温、砒素やフッ素等の汚濁物質等の水文地質に関する地域の情報が入手でき

る。この調査は、乾燥地域における地下水の水文地質学的な性質の概要が含まれており、潜在地下水量の推定や水バランスモデル、地下水管理に関する提言や今後の水文地質調査に関する提言などが記述されている。

IWUMDはさらに国の地下水の持続可能な開発に関する施策も実施している。この施策では、2016～2017年度に合計9箇所の地下水モニタリング地点が設置され、さらに2017～2018年度には16箇所が設置予定である。モニタリング機器により、地下水位の変動、電気伝導度（EC）、温度が全ての地点で記録されている。

Ayeyarwady川水系の感潮区域だけでなく、内陸部でも塩水侵入が報告されている。乾燥地域における同河川のモニタリング結果からは、夏期を中心に過度の汚染が確認されている。また、塩水侵入は、ミャンマー第3の人口集中地域であり、米作の大半が行われているデルタ域を中心に深刻な問題となっている。毎年夏季にAyeyarwadyデルタの7つの主要な河川で塩水侵入が確認され、灌漑用水に使える水の基準である1pptを示している。図2.8.2は塩水侵入の度合いを示す。

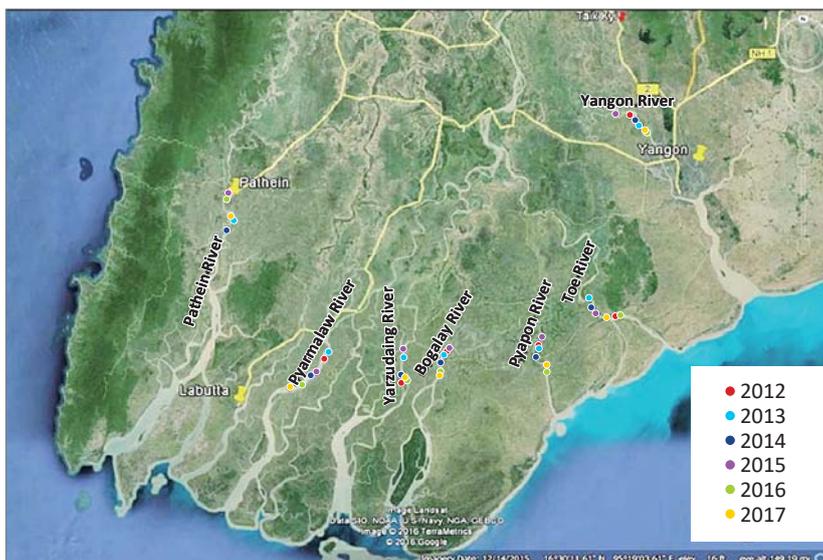


図 2.8.2. 2012～2017年の夏季に測定した塩水侵入フロントの状態

(出典: IWUMD水文部)

### 4.3 排水と主要な汚濁物質

#### 家庭排水

ネピドーでは新興開発地域の20%が合流式下水道を  
通って下水処理場に接続している。残りの80%は嫌気的な  
腐敗槽もしくは掘り込み式トイレが使われている。ネピドー  
の一般的な排水の状況は下記のとおりである。

- 流入水：BOD250mg/L、SS220mg/L、TOC160mg/L、  
COD500mg/L
- 処理水：BOD20mg/L、SS30mg/L、COD60mg/L

マンダレーでは35,000を超える腐敗槽が存在し、毎日

56.8m<sup>3</sup>の排水が発生している。腐敗槽からの排水は集めら  
れ、オキシデーションディッチで処理されている。排水処理  
施設計画が現在検討中である (Tin 2017)。

#### 産業排水

現在の産業排水の状況を理解するために、2016年に調  
査が行われた。ヤンゴン市及びマンダレー市に立地する約  
1000箇所の工場のうち、各100箇所 (合計200箇所) の工  
場に対してインタビュー調査が実施された。マンダレー市  
においては、1.9m<sup>3</sup>/日を超える工場は15箇所あり、そのう  
ち12箇所が食品・飲料工場であった (図2.8.3)。

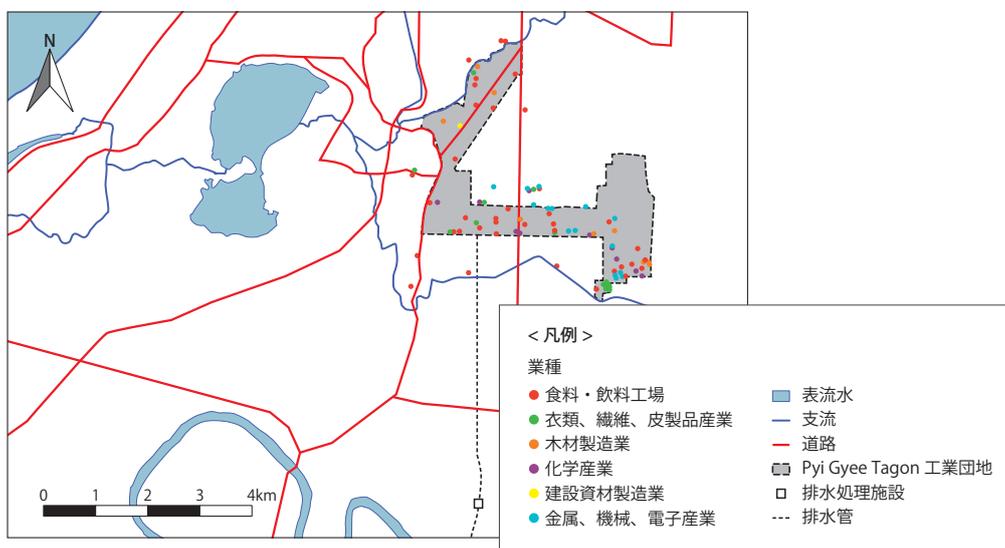


図 2.8.3. マンダレー市における調査対象工場 (100 箇所) の地図 (出典：Oo 2017)

調査によると、70箇所を超える工場が国家環境質ガイド  
ラインの存在を認識していなかった。また、46%は排水処  
理施設を有していた。

また、マンダレー市の25箇所の工場から排水をサンプリ  
ングし、BODとCODが分析された。その結果、マンダレー  
市の25のサンプルのうち、3箇所のみしかBODとCODの  
ガイドライン値 (BOD50mg/L、COD250mg/L) を満足して  
いなかった。12箇所の工場はBOD濃度1000mg/Lを超える  
排水を排出している状況であった。

ほとんどの工場が大きな粒子や廃棄物を排除するた  
めのスクリーン及び池のみが設置されている状況であった。  
これが適切な処理を行われずに非常に汚染された排水が  
環境中に排出されている原因と考えられる。

能力や資金の不足、高い投資コスト及び資金調達  
の難しさもしくは補助金不足、工場敷地内の土地不足、低い意識  
もしくは不明瞭な規制要件、現実的でない環境規制等が現  
在の課題である。これらの課題に取り組むために下記  
のような複数のプロジェクトが実施中である。

- ミャンマー水環境管理及び環境影響評価制度の能力  
向上プロジェクト (Hlaing川及びDoke Hta Waddy川  
流域で実施) (JICA支援 2015~2018年)
- Wundwin 地区での染色工場からの排水処理事業  
(日本国環境省による支援)

## 5 | 水環境管理の枠組み

### 5.1 法整備

ミャンマーには水質汚濁を管理する特定の法律がない。公衆衛生法（1972年）第9条の一般的な規定により、保健省は、ごみの処分、飲料用等の水使用、放射能や大気汚染の防止、食品と薬剤の安全等環境衛生に関する措置を実施する権限を持つ。しかし、これらの効果的かつ包括的な管理のための規定はない。同様に、ホテルや観光業界に対する規則には、汚染に関する規定は存在しない。港湾法（1908年）には港の汚染に関する規定があるが、航海

において損害をもたらすものしか扱っていない。水質汚濁について唯一規制しているのは、ミャンマー投資委員会が1994年6月に発表したガイドラインのみである。このガイドラインでは、新たな投資事業は、排水処理システムを整備しなければならない。ミャンマーでは下水、工業排水、固形ごみ処理による河川や湖沼の汚染が深刻な問題となっているが、明確に規制する法律はなく、汚染に関する新法の制定が必要となっている。現在、環境保護に関する法案が政府による承認待ちである。正式な承認が下りれば、国の環境基準が設定されることになる。

表 2.8.4. 水環境に関するミャンマーの法的枠組み

No	法令（水質管理に関する具体的内容）
1	刑法（1860年） [公共の水源地または貯水池の水をその意図した目的に合わず故意に汚染した者は、自治体管轄下の水域を汚染した罪で禁固刑または罰金を科せられる。]
2	ヤンゴン水道法（1885年）
3	運河法（1905年）
4	ヤンゴン港湾法（1905年）
5	港湾法（1908年）
6	ヤンゴン市法（1922年） [ヤンゴン市の水域の汚染に対する罰則]
7	緊急規定法（1950年）
8	工場法（1951年） [事業者は、排水を放流する前に、汚染を引き起こす可能性を除去または低減させる処理施設を備えなければならない]
9	領海及び連続水域法（1977年）
10	外国漁船の漁業権に関する法律（1989年）（1993年改訂）
11	ミャンマー海洋漁業法（1990年）（1993年改訂）
12	水生生物法（1989年）
13	淡水漁業法（1991年）
14	殺虫剤法（1990年）
15	開発委員会法（1993年） [下水及び汚染水の適切な処理を含む、改正ヤンゴン市法（1922年）]
16	ミャンマーにおけるホテル及び観光業に関する法律（1993年）
17	野生動植物の保護及び自然地域の保護に関する法律（1994年） [上流域における水質管理を目的とする野生生物保護区及び保護林に関する規制]
18	ミャンマー鉱山法（1994年） [上流域における採掘作業の禁止]
19	資源及び河川保護法（2006年） [表流水、地下水等の水資源管理及び河川管理]
20	環境保護法（2012年） [水資源、沿岸域及び排水の水質基準の規定、水資源の保護及び管理、排水規制]
21	環境影響評価（EIA）規定（2015年）
22	国家環境質（排出）ガイドライン（2015年）
23	環境政策（案）

（出典：Ra 2015及び2017）

## 5.2 制度的措置

政府内には現在、保健、灌漑、鉱業、輸送、産業等、各部門で水環境管理を担当する複数の組織がある（表 2.8.5）。例えば、ヤンゴン市開発委員会（YCDC）は、旧首都の水質管理を担当している（Ra 2017）。また 2011 年 9 月、森林省

は環境保全・森林省へと省名を改め、環境保護法（案）の実施を所管することになった（MoECAF 2014）。しかしながら、水質汚濁対策等を推進する上で、複数の省の間の責任の明確化が課題として残っている。

表 2.8.5. 水環境管理に係る既存の制度的枠組み

省	部局及び政府機関	責務
国家水資源委員会（NWRC）	国家委員会	統合的水管理システムの構築と実施、国家統合的水管理戦略の策定、国家水資源政策の策定、水関連制度及び法制度整備
国家環境保護及び気候変動中央委員会	国家委員会	国家水質基準
環境保全・森林省	環境保全局	環境・気候変動管理、水環境管理、国家水質基準の策定
	灌漑・水利用管理局（IWUMD）	灌漑用水（地下水及び表流水）供給及び洪水防止対策
農業・畜産・灌漑省	地方開発局（DRD）	地方水供給
	水産局	水産業に基づく地域コミュニティの社会経済効果が得られるような食の安全保障改善
	畜産・獣医局（LBVD）	畜産管理
運輸通信省	水資源・河川改修局（DWIR）	水運、土壌侵食・堆積対策
	気象・水文局（DMH）	水文データの収集と分析、気象予報
保健省	公衆衛生局	公衆衛生、水質評価と水質管理
	建設局	家庭用の水供給と衛生管理
建設省	都市住宅局（DUHD）	都市計画、家庭用の水供給と衛生管理
	都市開発委員会（ヤンゴン市、マンダレー市、ネピドー市）	都市管理

（出典：MoEJ 2015、Ra 2018）

## 5.3 水質基準

ミャンマーにおける水質汚濁の主な原因は、未処理の都市排水、工業、農業からの固形廃棄物及び排水である。急速な工業化により、旧首都ヤンゴン等多くの都市で環境負荷が増えている。未処理の工業排水が河川等に直接放流されるのが汚染の最大の原因となっているが、都市の下水道にも放流されるため、問題がさらに複雑化している。国家環境問題委員会（NCEA）及び NGO が、工場からの排出基準を提案しているが承認されていない。また、政府は、農業による水質汚濁を緩和するため、有害な殺虫剤の使用を一部禁止し、化学肥料の代替物として伝統的なバイオ肥料の利用を促進している。現在、各省庁・部局は、公共用水域の水質悪化に対処するため水質管理を強化している。飲料水の水質に関する国の基準は現在策定中で、まだ

承認されていない。

現在、水質評価は世界保健機関（WHO）及び国連食糧農業機関（FAO）の基準を使用して実施されている。水質管理対策、特にボトル入り飲料水については、ケースバイケースで実施されている。ヒ素及びその他の水質項目の検査は、水資源利用局（WRUD）と開発局（DDA）、国連児童基金（UNICEF）が共同で行っている。保健省の環境衛生課は、健康管理機関と共同で上水道プログラムを実施し、旧首都のヤンゴンで水質管理モニタリングのパイロット事業を行っている。

## 5.4 水質モニタリング

ミャンマーには、水質を定期的にモニタリングする国レベルのプログラムは存在しておらず、各政府機関がそ

それぞれの目的に沿って実施している。例えば灌漑局は2006年、灌漑用水と飲用水の両方をモニタリングするため、4つの河川に15のモニタリング地点を設置した。内訳は、Ayeyarwady川（8カ所）、Chindwin川（3カ所）、Thanlwin川（2カ所）、Sittoung川（2カ所）である。pH、導電率（ECw）、混濁度、水温、全硬度、全溶存物質、塩分濃度、ナトリウム吸着率（SAR）、残留炭酸ナトリウム（RSC）、カルシウムイオン、マグネシウムイオン、カリウムイオン、コバルトイオン、炭酸水素イオン、酸化硫黄、塩素といった16の水質項目を季節毎（年2回）にモニタリングする。また、灌漑局は夏期、デルタ域での塩水侵入もモニタリングする。

### 5.5 排水基準

2001年、ヤンゴン市開発委員会は会議を招集し、大気、騒音、排水、有害化学物質に関する基準等、ヤンゴンに適用される環境基準案を提出した。同様に、ヤンゴン市開発委員会の政府部局は、管轄地域の環境保護に関して独自の基準を設定した。国家環境問題委員会（NCEA）の主な目的は、水、土地、森林、鉱物、海洋等の天然資源を利用する際の環境保護とその悪化の防止である。これらの措置は、国家環境問題委員会が提出したミャンマーの国家環境政策に基づいている。

## 6 | 水環境管理に係る最近の動き

2012年、経済特別区を対象として、持続可能な水資源開発常任委員会（Sustainable Water Resources Development Standing Committee）が組織された。2013年には、大統領令により国家水資源委員会（National Water Resource Committee）が立ち上げられた。住民参加を通じた大衆意識の向上は、効率的な水の使用及び保全において非常に重要である。社会開発プログラム、教育プログラム、情報プログラムは、見識ある市民を育て、市民による政府の政策決定過程への積極的な関与にもつなげている。また、森林生育、薪の代用品の生産、植林技術に関する小冊子配布に関する訓練が行われ、森林保全活動における地域住民の啓発を目指している。また、政府は7月を全国植林月間に指定した。ヤンゴン市開発委員会は、配水システム改善に関する法律（法令第6号/99）を成立させた。同法の内容として、水の漏洩探知、水道管の建設、

修理、維持、配管規則の変更、不法接続の取り締まりが盛り込まれている。農業用水の保全を目的として数種の有効な対策が取られた。具体的には、作付調整、水供給計画の作成、灌漑施設の整備・管理、整地、水の価格付け、用水路補強、肥料及び農薬の適切使用が挙げられる。水の効率的な利用を目指し、灌漑施設新設の代わりに既存の施設の補修工事が実施された。灌漑効率促進を目的とするプログラムは、農業従事者のエネルギー、労働、コストの削減に成功し、効率性向上、或いは、生産性の増大に寄与している。水資源及び環境管理に係る法規制は、環境評価に沿って見直された。

## 7 | 現在及び今後の課題

複数の政府機関が上水道と衛生の事業計画実施に責任を持つのが現状であるが、理想的にはそれらが統合的に実施されることが望ましい。事業の効果的な運営のため、機関間の調整メカニズムを強化する必要がある。事業者（点汚染源）と農地（面汚染源）による水消費量と汚染物質の排出を減らすため、水利用の効率性向上は灌漑セクターにおける水資源保全の重要な要素と考えられる。水質悪化の主な原因は、下水、産業廃棄物、農業用化学物質の排水等である。水質保全を通じた水資源保護は市の開発委員会が行っているが、排水規制は自治体と産業界双方の課題として捉える必要がある。工業化が進む都市では、自治体による処理は依然複雑な体制のまま実施されているため、水質を規制する法律の強化が必要となる。政府は、農業部門の水質悪化を緩和するため、既に有害農薬の輸入を禁じ、化学肥料に代えて伝統的なバイオ肥料を使用するよう勧めている。集水域及び水源付近の森林破壊により、深刻な水質悪化と水量の減少が起きている。その結果起きるガリー浸食及び面状浸食により表土が流失し土地の劣化が進むため、流入する水の混濁度が過度に上がり、河川と湖底の堆積物によりオフサイト（開発区域から離れた場所）で生態学的・物理的影響が生じている。化学物質を吸着した土砂と粘土が堆積し、水界生態系に取り込まれているためである。



## 2.9 ネパール

### 1 | 国別情報

表 2.9.1. 基本指標

国土面積 (km <sup>2</sup> )	147,181	
総人口 (人)	2800万 (2015)	
名目GDP (米ドル)	193億 (2013)	
一人当たり名目GDP (米ドル)	694 (2013)	
平均降水量 (mm/年)	1,530 (2014)	
水資源量 (km <sup>3</sup> )	210.2 (2014)	
年間水使用量 (10億m <sup>3</sup> )	29.31 (2017)	
セクター別 年間水使用率	農業用水	98.26% (2017)
	工業用水	1.7 % (2017)
	都市用水 (生活用水を含む)	0.03 % (2017)

(出典：参考文献参照)

### 2 | ネパールの主な流域

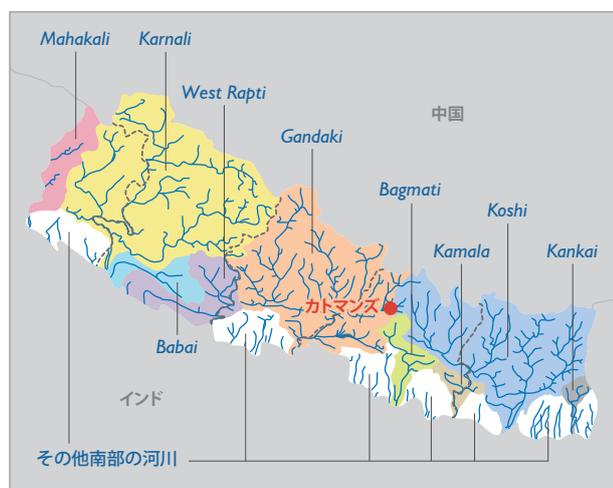


図 2.9.1. ネパールの流域

### 3 | 水資源の現状

ネパールは豊富な水資源を有する国である。年平均降水量は1,530mmであるが、中央ネパールにあるアンナプルナ山脈の南側山麓沿では6,000mmを超える一方、チベット高原付近のネパール中北部では250mm未満である等、地域によって降水量に幅がある。雪を頂くヒマラヤ山脈は、特に乾季にネパールの河川の主要な水源地となっている (WECS 2000)。ネパールには約6,000もの河川があ

り、その流域面積の合計は19万1,000km<sup>2</sup>である。その内74%はネパール国内を流れている (WECS 2011)。

ネパールの河川は、流出量別に3水系に分類される。第一の河川水系は、ヒマラヤ山脈に端を発するMahakali川、Karnali川、Sapta-Gandaki川、Sapta-Koshi川の四大流域から成る。この水系は年間総流出量の約80%に相当する。第二は、Babai川、West Bapta川、Bagmati川、Kamala川、Kankai川から構成される水系となり、中規模河川流域で、合わせて年間総流出量の約7%にあたる。第三は南部の小規模河川流域で、Silwalk丘陵地帯に端を発し、乾季には干上がる。Bering川、Balan川、Khutiya川、Pathraiya川、LalBakaiya川、Ratu川、Sirsia川、Manusmara川、Banganga川がこの水系に属する (WECS 2011)。最近実施された評価において、ネパール国内に5,358の湖沼を確認している (NLCDC 2009)。この数は、ヒマラヤ山脈の高地に位置する氷河湖、自然湖、池、ダム、小規模の湿地帯を合計したものである。利用可能な表流水は2,250億m<sup>3</sup>と推計されている (WECS 2011)。潜在地下水量は多く、年間潜在取水量は約120億m<sup>3</sup>である。低地であるTerai地域、中間山地の丘陵地域に住む住民は、地下水を生活用水として取水している。

ネパールの水資源は水力発電、灌漑、生活用水、養殖、遊漁といった用途に有利に利用可能である。とりわけ、水力発電開発は、ネパールにとって有力なエネルギー源の開発として注目されてきた。その理論上の潜在的水力発電能力は8万3,000メガワットと言われており、内4万5,610メガワットが経済活動に利用できると考えられている。非常に高い潜在的発電能力にもかかわらず、実際の発電容量は低く3%未満である (WECS 2017)。

2015年、改善された衛生設備を使用している人々は人口のわずか46%に過ぎなかったが、92%は改善された飲料水源へのアクセスを有していた (WHO/UNICED 2015)。

### 4 | 水質状況

ネパールの水質データは非常に限られるが、公共用水域の水質は、都市部を除き、一般に良好と考えられている。しかし、首都カトマンズのように都市化が進む地域では、

未処理または処理が十分でない生活・工業排水、また河川や湖沼に直接廃棄されるごみ等が増えているため、水質汚濁が起きている。また、肥料と農薬の使用量が増えているため、特に野菜のような商業的農業が行われている郊外での水質が急激に悪化している。衛生施設の利用が少ないことも、表流水及び地下水の水質に悪影響を及ぼしている。特に農村部では、雨季になると浸食による堆砂が問題になる。また、農村部では、雨季には水を媒介する感染症が頻繁に発生している。これは、安全でない衛生設備から発生する汚染が理由である。

#### 4.1 河川

侵食は、河川水系の水質変化を引き起こす大きな原因である。毎年雨季に大量の堆砂が河川に起こるためである。堆砂を除けば、大部分の河川の水質は概ね良好だが、

都市を流れる河川は、廃棄物及び排水の適切な処理や管理がなされていないため、汚染が進んでいる。首都カトマンズを流れるBagmati川はネパールで最も汚染された川である。図2.9.2は、Bagmati川流域の複数の地点における最新の水質データをまとめたものである。現在の状態では、都市部を通過するBagmati川下流は、飲料用、遊泳、灌漑の何れの用途にも適していない。未処理の生活排水が同河川の水質汚濁の最大の原因と考えられており、その生物化学的酸素要求量(BOD)負荷は全体のおよそ42%に上る(NTNC 2009)。加えて、家庭廃棄物、産業廃棄物、畜産業からの排水も汚染の原因である(NTNC 2009)。また、様々な産業セクターによる汚染負荷の増加に加え、土砂採掘、河岸侵食、不適切な河岸保護工事といった開発事業も堆砂の問題を引き起こしている。

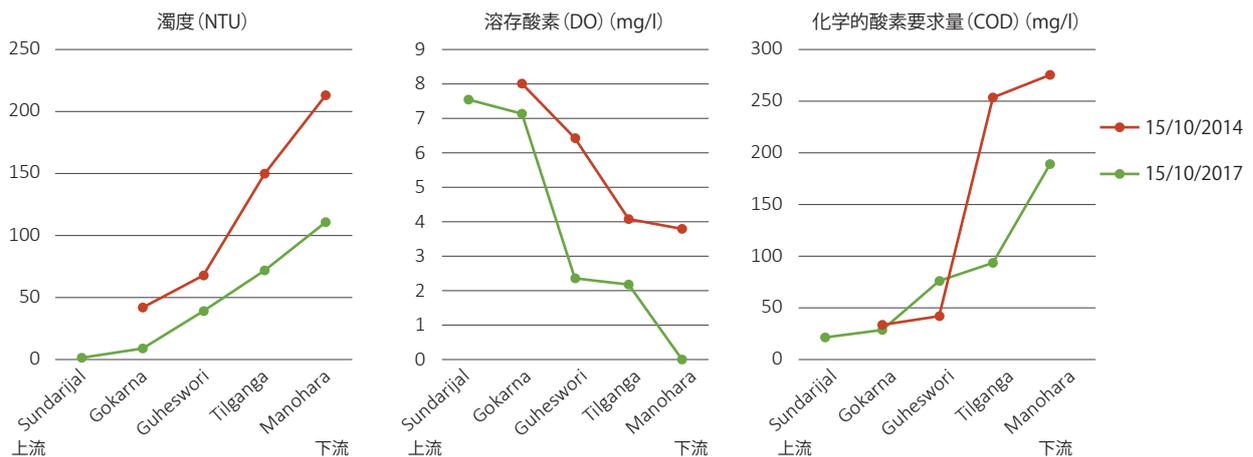


図 2.9.2. Bagmati川流域の複数の地点の水質 (2014年10月及び2017年10月)

(出典: Bagmati文明統合開発のための高次委員会ウェブサイト <<http://www.bagmati.gov.np/bagmati-water-quality-test-report.php>>)

\*他の流域の水質は定期的な水質モニタリングが行われていないため非常に限定される。

#### 4.2 湖及び貯水池

河川同様、湖沼の水質は概して良好だが、経済発展と人口増加の影響を受け水質が悪化しているものもある。例えば、南部のTerai地域のPhewa湖やその他の湿地では、地域の生態系の破壊につながる富栄養化が観測されている。

#### 4.3 地下水

ネパールの浅層地下水及び深層地下水はどちらも汚染の危険にさらされている。浅層地下水は、病原菌、農薬、産業・生活排水に含まれる硝酸塩等に汚染されている。農薬と硝酸塩による汚染は、農業部門における無機肥料の使用と農薬散布によるところが大きい。無計画な都市開発と不

十分な廃棄物処理が、地方における地下水質汚濁の主な原因となっている。カトマンズ及びTerai地域の深層地下水は概して嫌気性で、鉄、マンガン、アンモニウム、ヒ素等の濃度が増加している。カトマンズ渓谷の深層地下水では、鉄の濃度が0.5~9mg/Lで、マンガンの濃度が0.1~0.7mg/Lである。Terai地域の深層地下水は、上部を覆う粘土質の層が厚く透過性が低いため嫌気性となっている。水供給下水局(DWSS)によると、Terai郡全域の掘抜き井戸においてヒ素が検出されている。検出されたヒ素濃度は、100万本以上の掘抜き井戸において10ppb以下、5万8,179本において11~50ppb、1万8,799本において50ppb超であった(CBS 2014)。

## 5 | 排水処理の状況

特に都市部においては、表流水源は未処理排水及びオンサイト衛生施設からの汚泥の投棄により深刻な水質汚濁を引き起こしている。都市部の腐敗槽や掘り込み式トイレは地下水汚染を引き起こす危険性がある。急激かつ無計画な都市化及び不十分な投資がネパール、特にカトマンズにおける現在の未熟な排水管理の原因となっており、適切に運転されている排水処理施設を有する自治体は存在しない（MWSS 2015）。カトマンズ渓谷においては、4箇所の生活排水処理施設が存在し、そのうち1箇所が運転されているが過負荷運転の状況である。カトマンズ以外ではHetauda地区が排水処理施設を有するが運転状況は明らかになっていない。分散型排水処理施設（DEWATS）が近年ネパールではNGOや国際NGOにより普及されている。1997年以来70を超える施設がコミュニティ、ホテル、病院や工場等に設置されている（ENPHO 2017）

産業排水管理の状況は不明でありかつ報告もあまりない状況である。環境局は2013年に設立したが、既存の排水基準の遵守を強化するためのリソースと能力が不足（モニタリング・サンプリングの人的資源と分析機器）している。いくつかの工場からの排水モニタリング結果によると、ほとんどの工場（特になめし革、発酵（アルコール）、染色及び非アルコール飲料の工場）からの排水が国家排水基準を超過している（WEPA 2017）。基準違反の主な原因としては、既存の工場、特に小規模な工場が処理施設に投資を行うことが出来ず、また、新しい法律や規則がこれらの工場には適用されずこれらの工場の建設後から適用され、政府として開発を優先していることが考えられる。

## 6 | 水環境管理の枠組み

### 6.1 法制度

1980年代以来、水資源法（1992年）、環境保護法（1996年）等、環境と水に関する様々な法令が制定されている。ネパールの環境保護の目的は、人間及び自然生態系への悪影響を防止し、持続可能な開発を達成するための天然資源の保護である（1997年環境保護法）。環境保護法（EPA）は、基本方針、環境影響評価、汚染管理証明書発行、環境調査、悪影響に対する補償制度及び環境保護地区等、環境悪化に対応する措置を含む包括的な法令である。

この他にも、河川・湖沼への環境影響の低減に寄与する法律がある。水環境管理または水質汚濁に特化した法律は存在しない。

### 6.2 制度的措置

人口環境省は、ネパールの環境保護政策及び施策を実施し、環境保護に責任を持つ。人口環境省水文気象局（DHM）は、河川の水文学、気候、農業気象、沈殿物、大気環境、水質、陸水学、雪水文学、氷河学、風力・太陽エネルギーに関する活動のモニタリングを実施する。灌漑省地下水資源開発局は表流水とともに地下水の水質をモニタリングする。水に関しては、水エネルギー委員会事務局が、水とエネルギーに関連する政策と戦略の立案を支援し、水とエネルギー関連の国家計画策定を主管機関として担っている。また、水エネルギー委員会事務局は、環境に関する課題を開発政策に統合することで、持続可能性を担保する義務を持つ。水や環境管理を促進する省庁や国レベルの機関は複数あり、こうした省庁の連携を図る必要がある。

ネパール法（2015年）では清廉な環境、ヘルスケア及び自然資源の保護・管理・利用の権利を保証している。ネパールは連邦共和国であり、地方、県、及び国といった3つの政府の階層が存在している。

### 6.3 水環境政策

国家全体の環境に対する配慮は、1980年代に策定された第6次5ヵ年計画（1980～1985年）から確認することが出来、この計画では環境保護の必要性が正式に盛り込まれた。さらに、国家水資源戦略（2002年）や国家湿地政策（2003年）では、環境保護に関する規則や基準を策定するとともにその遵守の強化を行うことの重要性が強調されている。土地利用、建築基準法、廃棄物管理、自然資源及び文化遺産の保全と保護に関連する複数の政策が水環境保護と関連している（表2.9.2）。

### 6.4 水質環境基準

水質環境基準は、環境保護法第24条に基づき定められた。目的に応じて2種類の基準があり、一つはレクリエーションのための水に関するガイドライン、もう一つは水系生物保護のための水質ガイドラインである。

表 2.9.2. 水環境保護に関する国の政策・法制度・戦略

環境（全般）	国家保護戦略（1988年）
水	-水資源法（1992年） -水資源規則（1993年） -国家水供給セクター政策（1998年） -国家水資源戦略（2002年） -国家水計画（2005年） -水災害管理政策（2015年） -国家水資源政策（2017年）（案）
飲料水及び公衆衛生	-農村地域の水供給及び公衆衛生に関する国家政策（2004年） -飲料水の国家水質基準（NDWQS 2005年）及びNDWQS実施指令（2005年） -都市水供給及び公衆衛生政策（2009年） -公衆衛生及び保健衛生基本計画（2011年） -ネパール水供給・公衆衛生セクター開発計画（2016～2030年）
その他の天然資源	-国家生物多様性保護戦略（2002年） -森林部門政策（2000年） -国家湿地政策（2003年）
廃棄物	-固形廃棄物管理政策（1996年）
工業・サービス	-工業政策（1992年） -観光政策（1995年） -水力発電開発政策（2001年）
農業	-灌漑規則（2000年） -灌漑政策（2003年及び2013年）

（出典：ネパールWEPAフォーカスポイント提供の情報を基にWEPA事務局作成）

## 6.5 排水基準

環境保護法に基づき、以下のように汚染源別の排出基準が決められている。

- 内陸の表流水に放流される産業排水の許容量（一般）
- 内陸の表流水に放流される産業排水の許容量（特定産業9部門：製革、羊毛加工、発酵、植物油、紙・パルプ、酪農製品、精糖、綿織物、石けん）
- 公共下水道に放流される産業排水の許容量
- 複合排水処理施設（CWTP）から内陸表流水に放流される排水の許容量

## 6.6 排水及び水質モニタリング

ネパールでは、複数の省庁が各自の目的（例えば、飲料水の国家水質基準（NDWQS）実施指令（2005年）下で行われる水質モニタリング及び調査）に沿って水質モニタリングを行っているが、公共用水域における計画的な水質モニタリングは実施されていない。Bagmati川の定期水質モニタリングは、Bagmati統合開発高等委員会（High Powered Committee for the Integrated Development of the Bagmati Civilisation）によって行われている。同委員会は2014年2月に一般公開用データの発表を開始している。水関連のデータベース開発は、国家水計画の行動計画

に示されている。環境省水分気象局は河川及び湖沼の水質モニタリングを行っている。

## 6.7 遵守管理

環境局が排水基準の遵守状況をモニタリングする責務を有する。しかしながら、2013年と比較的近年に制定されたため、国全体をモニタリングするのに十分な能力と人的資源がない状況である。さらに、違反者に対する罰金も安い（基準違反者に対しては500ドル、環境管理計画違反に対しては1000ドル）（WEPA 2017）。

## 7 | 水環境管理に係る最近の動き

最近20年の間、ネパール政府は水分野及び環境分野における法制度を強化してきた。水環境管理においてこの2分野は密接に関連しているが、より強固な連携が必要である。国家水計画が定めるとおり、排出基準が最近3年間に策定されている。また、2008年以來、EPA（1996年）及び環境保護規則（1997年）が定めるとおり、政府は環境査察官を配置しているが、その数は十分ではない。さらに、ネパール政府は人口環境省にモニタリングと環境遵守を強化する組織として2013年に環境局を設置した。

ネパールは近年連邦共和制に移行したため、7つの連邦州が作られ、水環境管理に関する地方分権的な意思決定や新しい組織・法制度の整備が期待される。

カトマンズに関しては、バグマティ流域改善プロジェクト2014-2021と呼ばれる渓谷全体の河川改善事業が現在実施中である。このプロジェクトは緑地帯を設定することなどにより河川の浄化と美化を目的としている。この事業と平行して河川沿いの下水管を修繕もしくは新規建設とともに排水処理施設の建設も計画中である（ADB 2013）。

## 8 | 現在及び今後の課題

ネパールでは水環境管理に関する法令を施行する段階にある。しかし、条例がなく、また関連する法律や政策が統合されていないため、包括的な水環境管理の実施に支障が出ている。また、定期的な水質モニタリングが行われていないため、政策の策定・実施・見直しに必要な科学的基盤の構築が難しくなっている。都市に限らず大規模河川流域全体で組織の統合及び水質モニタリングを推進する組織・人的能力の構築が早急に必要である。加えて、ネパールの水環境を改善するために、主体的な関与を促すための法的手法の利用が重要である。同様に、環境データベースの構築や定期的なモニタリングも、法の施行と遵守の保証に欠かせない。

同様に、2015年の大地震のあとに、特に、水質及び公衆衛生の悪化を防止するためのWASHサービスを提供することにおいて、ネパールは自然災害に対処するための水環境管理戦略が必要になっていることは明らかである。

カンボジア | 中 国 | インドネシア | 日 本 | 韓 国 | ラオス人民民主共和国 | スロースリランカ | ミャンマー | **ネパール** | フィリピン | スリランカ | タ イ | ベトナム

# 2.10 フィリピン



## 1 | 国別情報

表 2.10.1. 基本指標

国土面積 (km <sup>2</sup> )	300,000 (2017)	
総人口 (人)	1億490万* (2017)	
名目GDP (米ドル)	3,049億* (2016)	
一人当たり名目GDP (米ドル)	2,951* (2016)	
平均降水量 (mm/年)	2,348 (2014)	
水資源量 (km <sup>3</sup> )	479 (2014)	
年間水使用量 (10億m <sup>3</sup> )	81.6 (2014)	
セクター別 年間水使用率	農業用水	82.23% (2013)
	工業用水	10.12% (2013)
	都市用水 (生活用水を含む)	7.65% (2013)

\* 推計

(出典：参考文献参照)

## 2 | フィリピンの主な流域

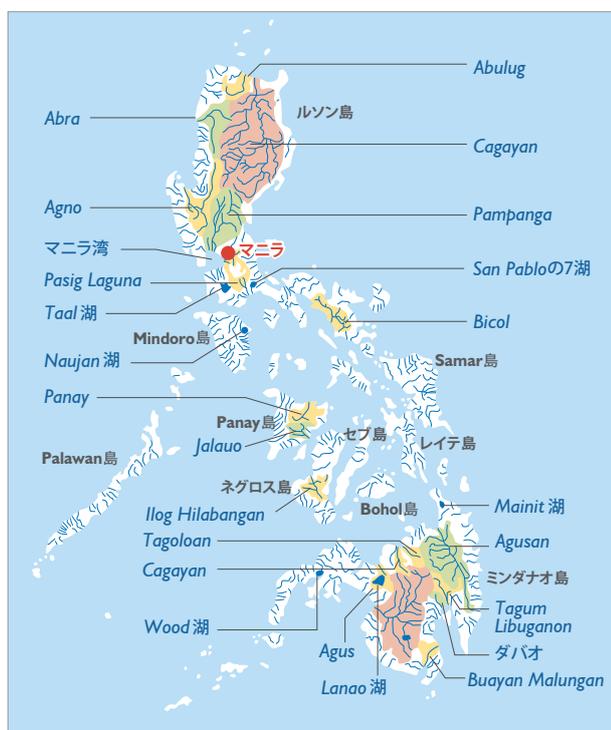


図 2.10.1. フィリピンの流域

フィリピンには、40km<sup>2</sup>以上の流域面積を有する基本河川流域が約421ある。内、流域面積が1,400km<sup>2</sup>を超える18流域は、主要河川流域に区分され、社会経済開発への寄与及び生態系の安定維持において特に重要な河川流域

であると位置付けられている。農業用水、工業用水、生活用水の主な水源であるため、フィリピン政府は、主要河川流域の保護、保全、持続可能な使用を重視している。同時に、これらの流域は気候変動の影響を非常に受け易く、河川の氾濫、洪水、地滑り、土壌侵食、干ばつといった水害が極めて顕著に見られるようになった。このため、主要河川流域の修復及び持続的な管理は重要課題となっている。

## 3 | 水資源の現状

フィリピンは豊富な水資源に恵まれている。一人当たり年間使用可能水量は5,302m<sup>3</sup>であるが、地理的季節的なばらつきがある。主要流域は計18、その他に421の流域及び79の自然湖がある。海岸線の長さは36,289kmで、79州のうち約64州が沿岸地域にある。

表流水はフィリピンの主要水源であり、漁業及び水運にとっても重要な資源である。一方、フィリピンは総面積およそ5万km<sup>2</sup>に及ぶ広大な地下水資源も有する。地域によっては、地下水が生活用水及び飲料水に重要な水源となっており、地下水は水資源ポテンシャル全体の14%を占めており、飲用水の約50%、上水道システムの86%の水源となっている。

人口増加と経済発展で水質が悪化し、水の需要も増えている。政府のモニタリングデータによると、特に乾季において、マニラ首都圏のほか、中部ルソン、南タガログ、中央ビサヤ等の地方で安全な水へのアクセスが難しくなる。

## 4 | 水質状況

水域の類型化及び再類型化は、排水基準の解釈の際に参照されることから、フィリピンの水質管理において極めて重要である。水域は、主に、少なくとも向こう10年間の継続した利水目的に基づき類型化される。環境天然資源省 (DENR) 令 1990 年第 34 号 (DENR Administrative Order: DAO 16-08に改定) に従い、環境天然資源省の環境管理局 (EMB) が、表流淡水、沿岸水、海水の類型化及び再類型化を実施している。この目的は、居住用、農業用、養殖用、商業用、工業用、航行用、レクリエーション用、野生生

物保護用、景観用といったセクター毎に最適な利水を遂行しながら水質を維持することである。環境管理局は、水の用途及び維持が必要な水質という2つの観点から、791の

水域を類型化している。国家水資源委員会（NWRB）が特定した421の基本河川のうち、2016年には72.9パーセントにあたる307が類型化されている。

表 2.10.2. 地域ごとの類型水域数（2016年）

地域	主要河川	その他の河川	海域	湖沼	合計
R-1 (Ilocos Region)	14	10	1	0	25
R-2 (Cagayan Valley)	26	26	0	0	52
R-3 (Central Luzon)	16	43	5	0	64
R-4A (Calabarzon)	26	32	1	2	61
R-4B (Mimaropa Region)	31	27	18	1	77
R-5 (Bicol Region)	29	26	7	4	66
R-6 (Western Visayas)	31	27	15	0	73
R-7 (Central Visayas)	29	14	11	0	44
R-8 (Eastern Visayas)	31	29	9	1	62
R-9 (Zamboanga Peninsula)	19	27	5	0	49
R-10 (Northern Mindanao)	23	29	3	1	45
R-11 (Davao Region)	17	16	5	0	38
R-12 (SOCCSKSARGEN)	14	28	6	2	50
R-13 (Caraga)	19	13	6	1	39
CAR (Cordillera Administrative Region)	11	28	0	1	40
NCR (National Capital Region)	2	3	1	0	6
NIR (Negros Island Region)					0
合計	307	378	93	13	791

環境天然資源省令2016年8号では表2.10.3に示すような類型化が行われている。

表 2.10.3. 水域の類型

水域	類型	用途
淡水水域	クラスAA	公共水供給1級 ●主に流域を持つ水源。無人水域或いは保護水域であり、認可を受けた消毒方法のみでフィリピン飲料水国家基準（PNSDW）を満たす水域
	クラスA	公共水供給2級 ●フィリピン飲料水国家基準を満たすために完全な処理（凝集、沈殿、ろ過、消毒）を必要とする水源
	クラスB	レクリエーション用水1級 ●海水浴、遊泳等の主に水と接触するレクリエーション用
	クラスC	●魚類及びその他の海洋資源の繁殖と生育を目的とした漁業水域 ●レクリエーション用水2級（ボート等） ●農業、灌漑、畜産等用
	クラスD	●水運
沿岸水域及び海水域	クラスSA	●大統領告示1801号及びその他既存の法令の下設立された国立海洋公園や保護区域 ●水産用水1級（食用の貝の捕獲に適した水域）
	クラスSB	●水産用水2級（貝類の商業用繁殖用及びサバヒー（学名 Chanos chanos）及び類似種の産卵用区域） ●観光地 — エコツーリズム及びレクリエーション目的 ●レクリエーション用水1級（市民が海水浴、遊泳、スキンドайビング等に使用する水域）
	クラスSC	●水産用水3級（魚類及びその他の海洋資源の繁殖と生育用及び商業用・生活権漁業用の水域） ●レクリエーション用水2級 — （ボート、釣りもしくは類似の活動等） ●魚類及び野生動物保護区に指定された湿地及び（或いは）マングローブ圏
	クラスSD	●水運

（出典：DENR Administrative Order No. 2016-08）

生物化学的酸素要求量(Biochemical Oxygen Demand: BOD) 負荷に基づく表流水及び沿岸水の主要な汚染源は固定発生源である。主たる固定発生源の種類とその内訳を図2.10.2に示す。主な非固定発生源の中で最大のものは農業排水で、BOD負荷においては74%を占める。

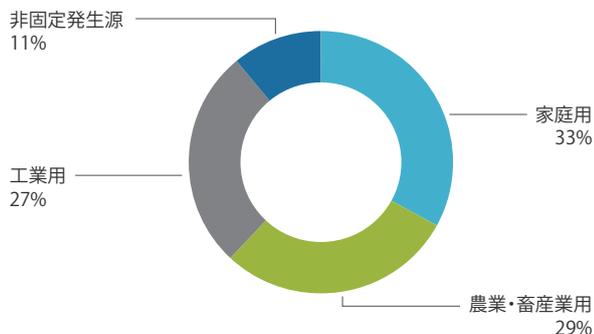


図 2.10.2. 主要な潜在的汚染源別BOD負荷構成割合  
(出典: DENR-EMB 2007)

#### 4.1 河川

環境管理局は、河川及び湖沼を対象とした内陸表流水のモニタリングを実施しており、特に19の河川に重点を置いている。これらの重点河川のうち、DOが5mg/l以上というガイドラインを満足しているのは7河川のみである(Imus川(IV-A地域)、Sapangdaku川及びLuyang川(VII地域)、Salog川及びBalos川(V地域)、Cagayang de Oro川(X地域)、Balili川(CAR))。図2.10.3に2013年から2016年間のBOD及びDOの基準の遵守率の変化を示す。

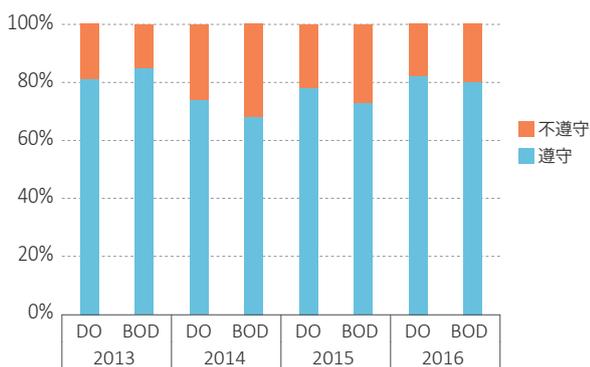


図 2.10.3. 水域におけるDO及びBODの基準遵守率  
(出典: EMB 2017)

#### 4.2 湖及び貯水池

フィリピンには79の自然湖があり、その多くは水産用で使用されている。3,813.2km<sup>2</sup>の面積を持つラグナ湖はフィリピン最大の湖であり、マニラ首都圏にて生計を営む数千人の漁民の暮らしを支える重要な水域でもある。同湖は、マニラ首都圏の主要な飲料水源であるAngatダムに代わ

る水源としても検討されている。従って、同湖の水質の回復・改善はフィリピン政府にとって重要な課題である。

ラグナ湖の汚染源別寄与率は生活排水(77%)、農業(11%)、工業(11%)、林業(1%)である。その水質類型では、ラグナ湖の中心部の水質は漁業に、西の入り江は灌漑に適した水質である。しかし、西の入り江の周辺は流送土砂量及び大腸菌群数が多く、汚染が進んでいる。

#### 4.3 沿岸水域

大小の湾を含めた沿岸域及び海水域は、26万6,000km<sup>2</sup>の範囲に広がる。フィリピンの海岸線はおよそ3万6,289kmであり、世界で最も長い海岸線の一つと考えられている。同国の自治体の半数を超える約54%は沿岸地域にあり、人口のおよそ62%が居住し、生計を立てるために沿岸資源及び海洋資源に直接依存している(Naz 2013)。

海洋及び沿岸部の水質は、地区7のCansaga湾を除けば比較的良好で、DO値はすべてのモニタリング地点で5mg/lを下回っている。DOの遵守率は、26モニタリング地点のうち、優良が54%、良好が46%、不良が0%である(DENR-EMB 2014)。糞便性大腸菌は、主要海水浴場41カ所のうち34カ所が、クラスSBの基準値200MPN/100mLを満たしている(DENR-EMB 2007)。

#### 4.4 地下水

環境管理局の水道モニタリングプログラム(Tap Watch Program)では、国内88カ所の浅井戸をモニタリングしており、フィリピン飲料水国家基準(NSDW)に従って地下水の水質評価を実施している。その結果、地下水の飲用水水質基準に適合するのはわずか21カ所で、27カ所は糞便性大腸菌の飲用水基準を満たしていない。その他の40カ所では飲用に適しているかどうかの検査がさらに必要であった。セブ都市圏及び中部ミンダナオでは硝酸値のモニタリングが行われたが、汚染されている場所はあまり多くなかった。マニラ首都圏及びセブ都市圏の塩分濃度調査では、マニラ首都圏の数カ所で塩分上昇が見られた。過度の取水が原因と考えられる。

### 5 | 水環境管理の枠組み

#### 5.1 法制度

図2.10.4に水環境管理を目的としたフィリピンの水質政策及び法規制の変遷を示す。

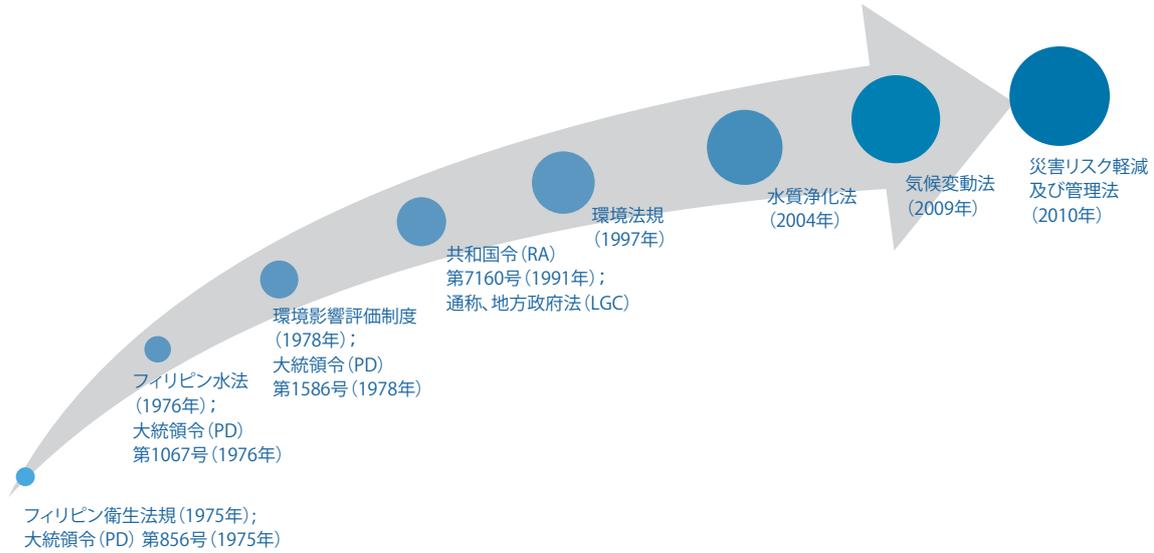


図 2.10.4. フィリピンの水質政策及び法規制の変遷

フィリピンの水関連の法律体系は広範囲に及び、同国の水資源管理に係る政策及び規制の法的根拠となる。代表的な法律として、衛生法規(1975年制定)、水法(1976年)、環境影響評価制度(1978年)、地方政府法(1991年)、環境法規(1997年)、水質浄化法(2004年)が挙げられる(図 2.10.4 参照)。

図 2.10.4 に示した法規制以外にも、国家環境政策(PD1151) や固形廃棄物管理法(RA9003) 等、水環境保護に関連した法令がある。環境管理局は水の保護・保全を管轄している。

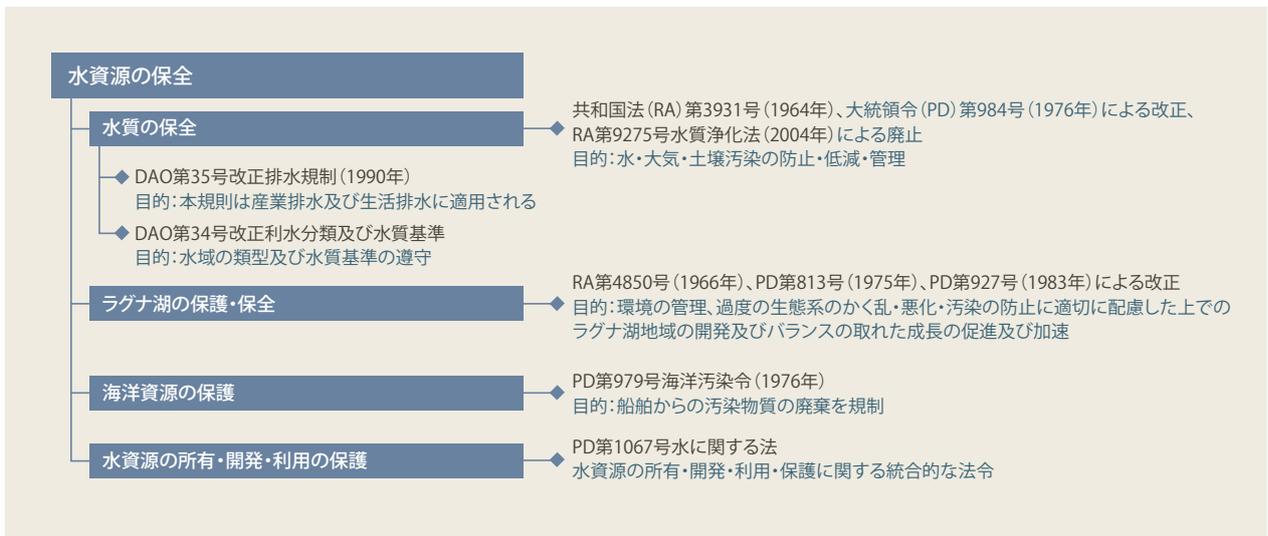


図 2.10.5. 水環境管理に関する法体系

(出典: MoEJ 2017)

水質浄化法(RA 第9275号) 及び実施規則(DAO 2005-10) は、フィリピンにおける水質管理の枠組みを提供し、総合的、全体的、分権的及び参加型のアプローチを採用している。図 2.10.5 は、この法律に基づく水環境管理の概念的

枠組みを示す。フィリピンには多くの水関連法があるが、その執行は不十分で、資源の不足、データベースの不備、省庁及び地方自治体(LGU) 間の連携不足等の問題を抱えている。

## 5.2 制度的措置

フィリピンでは、地方レベル、地域レベル、国家レベル、国際レベルで多数の機関が同国の水のガバナンスを監督している。その中で、環境天然資源省は水資源管理の主管省であり、その他にもフィリピンの水資源の計画及び管理責任を担う政府機関がある。さらに、地方自治体は、環境

天然資源省の監督・管理下で水供給システム及び公共灌漑施設を整備し、社会林業プロジェクト及び地域治水プロジェクトを実施する必要がある（SEPO 2011）。

フィリピンの水環境管理に携わる主な政府機関を下記の表 2.10.4 にまとめる。

表 2.10.4. フィリピンの水環境管理に携わる主な政府機関

省	傘下部局	機能
国家経済開発庁 (National Economic and Development Authority : NEDA)		国家レベル、地域レベル、セクターレベルの開発政策策定や、公衆衛生分野を含めた融資プログラムに係る調整を行う。
環境天然資源省 (Department of Environment and Natural Resources : DENR)	国家水資源評議会 (National Water Resources Board : NWRB)	水法を運用・施行し、水資源管理プログラムの調整を主眼的に担う。
	森林管理局 (Forest Management Bureau : FMB)	森林地帯及び河川流域の保護、開発、管理に係る政策及びプログラムを策定・実施する。
	環境管理局 (Environmental Management Bureau : EMB)	水質管理の全側面の水質及び排水に係る基準、条件、ガイドラインを策定・施行する。
農業省 (Department of Agriculture : DA)	国家灌漑局 (National Irrigation Administration : NIA)	農業用灌漑、及び、治水、排水、水力発電開発といった目的に対し、水資源プロジェクトを実施する。
	土壌・水管理局 (Bureau of Soil and Water Management : BSWM)	農業開発を目的とした、既存・将来の土壌及び水源の保護に係る政策やプログラムを策定・実施する。
	漁業水産資源局 (Bureau of Fisheries and Aquatic Resources : BFAR)	漁業・水産資源の適切な保護及び管理計画を立てる。
保健省 (Department of Health : DOH)	環境衛生サービス (Environmental Health Service : EHS)	飲料水の質を管理し、公衆衛生活動全般及び全国の飲料水源監理を統括し、公衆衛生保護に努める。
公共事業道路省 (Department of Public Works and Highways : DPWH)	環境及び社会サービス課 (Environmental and Social Services Office : ESSO)	国家下水及び腐敗槽汚泥管理プログラムを策定・管理する。公共事業道路省は現在都市公衆衛生部門の主管省である。また、インフラ設備（水資源開発システムを含む）及びその他の公共事業の計画、構築、建設、維持を担当する。
内務自治省 (Department of Interior and Local Government : DILG)	水供給及び衛生ユニット (Water Supply and Sanitation Unit)	地方自治体に対し、地方水供給計画や公衆衛生計画の策定、利用可能なセクタープログラムに関する情報提供、水供給・公衆衛生プロジェクトに必要な資金調達促進に係る能力向上を行う。
国営電力会社 (National Power Corporation : NPC)		水力発電ダム等の発電施設を建設・管理し、河川流域管理に係るその他の事業を行う。
首都圏上下水道システム (Metropolitan Waterworks and Sewerage System : MWSS)		マニラ首都圏の上下水道事業に係る委託会社数及びサービス水準を管理し、既存の遺産やインフラ設備を維持管理する。
地方水道公社 (Local Water Utilities Administration : LWUA)		マニラ首都圏以外の水道会社の設立及び運営を推進し、融資や管理を実施する。

(出典:参考文献参照)

## 5.3 環境政策

水質を保全し、水質汚濁を緩和するために、様々なプログラムが実施されている。具体的には、優先河川モニタリングプログラム（地方自治体、非政府組織（NGO）、その他関係者と連携した Ilog 川の保全及び回復プログラム）、ADOP ESTERO プログラム（覚書に基づいた民間企業との連携による、マニラ首都圏の入り江及び（排水路）の浄

化プログラム）、Tap Watch プログラム（貧困コミュニティの飲用水をモニタリングするプログラム）、Industrial Eco Watch プログラム（環境パフォーマンス格付けプログラム）、Recreational Water Monitoring プログラム（観光ビーチのモニタリング）、フィリピン環境パートナーシップ・プログラム（各産業における自主規制への取り組みの支援）等がある。

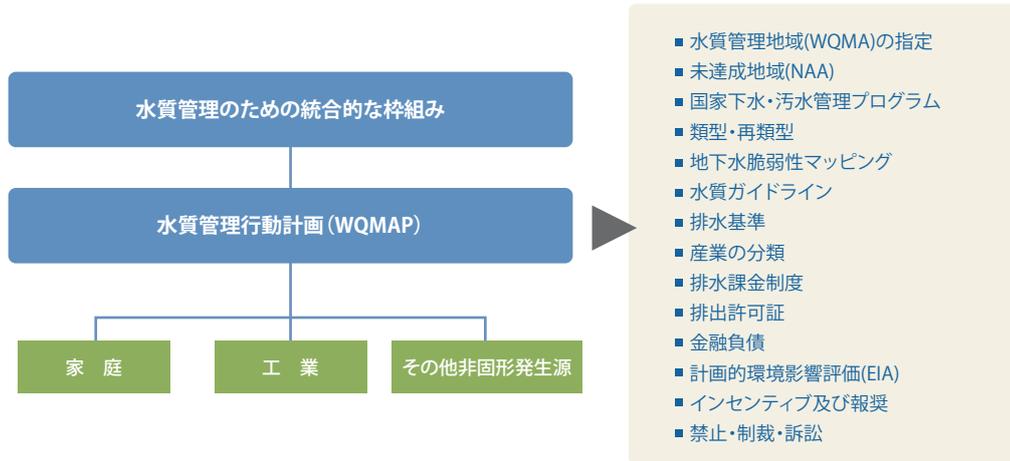


図 2.10.6. 水質浄化法に基づく水環境管理の概念的枠組み

新しい水質管理枠組みの主な特徴は次の通りである。

水質管理地域の指定

水質浄化法（2004年）あるいはフィリピン法第9275号により導入された水環境管理の新しい特徴の一つに、水質管理地域（WQMA）がある。この法律の目的は、水文、水文・生態系、気象、地理等の条件が類似する地域毎に、効率的及び効果的な水質管理を強化し、推進することにある（Tuddao 2011）。各水質管理地域のステークホルダーから構成される運営委員会では、環境天然資源省の地域事

務所が議長を務め、水質浄化法の効果的な実施に必要な政策、規制/地方条例及びその他の措置を調整する戦略を策定する。水質管理地域で流域管理の概念を適用する理由は、（1）物理的条件が似た、扱いやすい大きさの計画・管理地域であること、（2）管理及び実施において各地域の個別的問題への対処に重点を置けること、（3）水質モニタリングの容易さ等である（Tuddao 2011）。

2016年時点で、環境天然資源省及びNWRBは、下図に示す31箇所の水質管理地域を指定している。

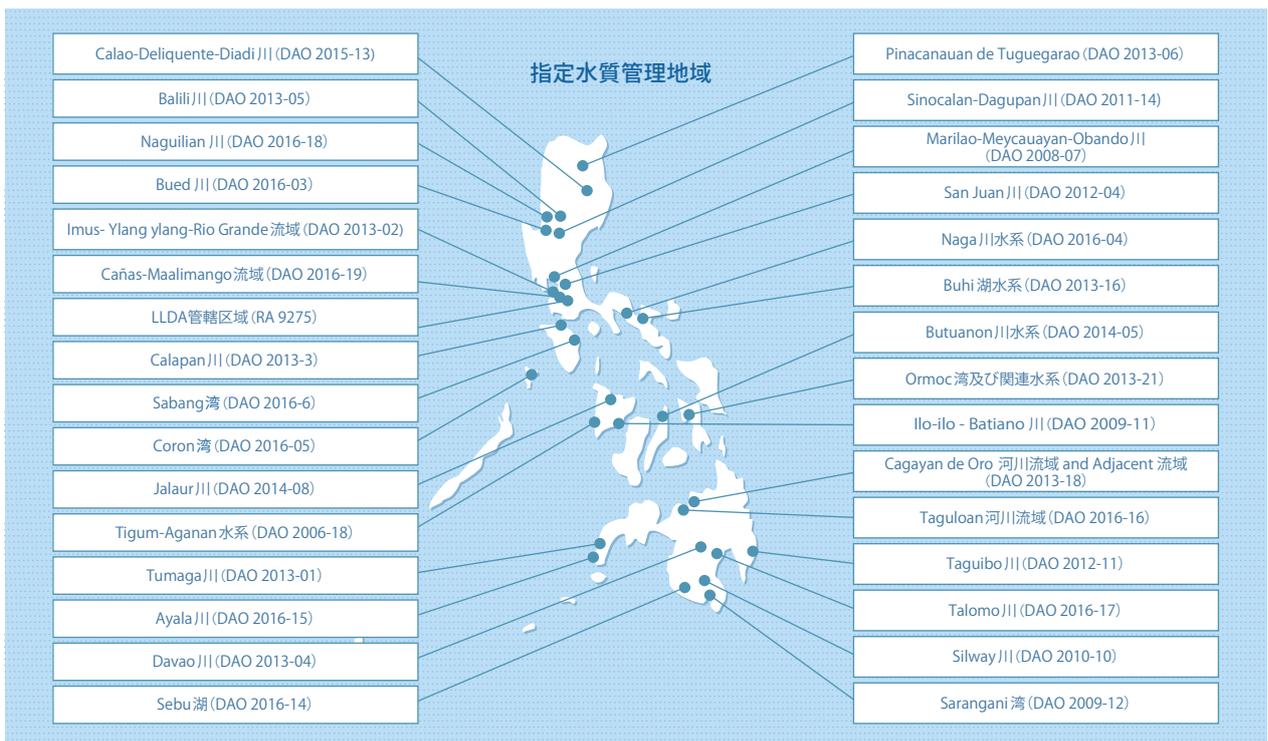


図 2.10.7. 水質管理地域指定地域

(出典：EMB 2016)

### 未達成地域の指定

特定の汚染物質が水質ガイドラインを超えた場合、環境天然資源省はこうした地域を「未達成地域」に指定し、指定された地域では基準に適合するよう汚染抑制措置が強化される。例えば、施設から放流される汚染負荷量がガイドラインを満たすように計画されないと、新しい汚染源（工場など）の設置・操業が未達成地域では許可されない。

### 水質汚濁許可証及び排水課金制度

すべての水管理地域を対象に、排水に対する代金を政府に支払うことを条件とする排水課金方式が、2005年に確立した（DAO 2005-10）。これにより、汚染物質を排出する者が、製造工程の変更や汚染防止技術への投資等を通じて汚染負荷量を減らそうとするインセンティブが働くものと期待されている。また、環境天然資源省は、排水の質・量に関する許容値、遵守スケジュール、モニタリング要件等を記載した排水許可証を発行する。

### インセンティブと報奨

革新的で卓越した事業、技術、工程及び技能、活動等に対し、国家水質管理基金から個人、民間組織及びその他の団体に対し報奨金が支払われる。また、産業排水の処理・収集施設に対する納税免除等、工場にもインセンティブが与えられる。

## 5.4 水質環境基準

この章で記載されているルールや規則については、あらゆる水利用のために全ての水域の水質を維持及び保全するとともに、人の健康、水産資源、農作物やその他の生物を保護するために汚染を防止するとともに軽減することを意図している。水質ガイドラインは各水域分類とカテゴリーⅠもしくはカテゴリーⅡに分類される水質項目ごとに設定されている。カテゴリーⅠの水質項目は、各水域で最低限守るべき水質基準であり、カテゴリーⅡの水質項目は環境影響評価の一環としてのベースライン評価としてもしくはその他の水質モニタリングの目的として利用される。

### 公共用水域における水質モニタリング

環境管理局及び地方局は、DAO 34（DAO16-08に改定）が定める水質項目に関し、全国で定期的な水質モニタリングを行っている。2001年から2016年にかけて、水質の類

型化または定期的水質モニタリングのために238カ所の水域でモニタリングが行われた。これらの水域のモニタリングは、水源に応じて、環境天然資源省環境管理局水質モニタリングマニュアル（2009年）に基づき、毎月または四半期毎に行われている。

## 5.5 一般排水基準

DA16-08のセクション7によると、水域区分ごとに求められる水質を維持するために全ての固定発生源から排出される排水は排水基準を満足しなければならないとされている。一般排水基準（GES）は業種に関わらず全ての産業に適用される。灌漑やその他の農業目的に利用される排水については、農業局行政命令2007年第26号に従わなければならない。水質浄化法では、排水を排出する施設の所有者もしくは運転者は、排水の排出許可を得る必要がある。排出許可は環境天然資源省が認める法的許可で、とりわけ、当該施設が特定の水域への排出を許された排水の量と質、遵守スケジュール及びモニタリング要件が規定される。また、天然資源環境省は、事業者が規則もしくは許可条件（またはその両方）に違反した場合、許可を一時停止し、かつ取り消すことが出来る。

### 排水モニタリング

排水モニタリングは原則として、排水基準の遵守を義務付けられている者によって実施されなければならない。排水モニタリングに関するマニュアルは2009年、環境管理局が発行した。事業所による遵守を確認するために、環境天然資源省の16の地方事務所の職員が一連の検査と追跡検査を行う。

## 6 | 水環境管理に係る最近の動き

- 現在、フィリピン政府は、都市化が進んだ地域、特にマニラ首都圏における水質悪化の緩和に重点的に取り組んでおり、生態系アプローチを採用している。水質悪化は主に、家庭汚染源及び工業汚染源に起因する：
  - 政府は、民間の水道会社でマニラ首都圏の水道事業権の受託者である Manila Water Company 及び Maynilad Water Service, Inc. と協働して、マニラ首都圏における上下水道サービスの100%普及達成を目指し、同地域の生活排水施設・浄水場の設置完了を早

急に進めている。

- 水質浄化中の工業排水処理場に関する項目を企業が遵守しているか否かを厳しくモニタリングし、違反の場合には即時に制裁及び罰則を科すこと。
- 汚染者負担原則 (Polluter Pays Principle) の実施 (排水に対する市場ベースの対策、及び、料金徴収制度の策定)。
- 水環境管理における民間企業及びビジネスグループとのパートナーシップ強化：
  - 企業の社会的責任の原則 (責任の共有と共通ビジョン)
  - 河川・排水路・水塊プログラムの適応 (現在、全国で約300の企業及びビジネスグループ (BG) の参加を得て実施中。ビジネスグループは、政府の一定期間内での河川の浄化や一河川につき少なくとも1つのビジネスグループが支援を行うことを約束している。)
- 様々な産業セクターや関係者の水質浄化法遵守に係る政府のモニタリング制度の強化。能力向上及び民間・公共投資を通じ行われている。水環境管理における厳格な自主モニタリングシステムがその一例である。
- 統合的生態系アプローチを通じて水質悪化を予防、規制、削減するための軽減策・戦略の実施
- 流域レベルにおける統合的水質管理の促進。長期流域総合開発管理計画 (マスタープラン) で特定されている活動、プロジェクト及びプログラムに一致する流域レベルの地方計画及びプログラムを水質管理戦略及びアクションプログラムに組み込まなければならない。
- 予測される気候変動による水資源及びコミュニティに対する影響の観点から、水質管理の災害リスク削減管理計画や手法との統合もしくは関連付け
- 既存の政策や組織体制を含む全ての水資源データに関するベースラインデータの収集と保存
- 2030年までに未処理排水の半減を目標として示しているSDGsのターゲット6.3を達成するための国の取り組みと強調し、未処理排水の排出による水質汚濁や気候変動による水資源や水の安全保障に関連する危機やリスクへの取り組み

## 7 | 現在及び今後の課題

水環境管理に関連して、様々な課題が現在フィリピンでは存在しているが、その課題や問題を解決するために以下の方法や行動が推奨されている。

- 水質浄化法 (2014年) の要件を満足するために、水質改善施設やインフラの整備を支援するための公共投資及び民間投資を含む基金の増大とアクセスの改善
- 能力向上と必要なインフラの整備と資源確保を通じた水質モニタリングの強化
- 水環境モニタリングに対する、制度化された技術・運営アプローチの開発
- 効率的かつ効果的な情報の流れを目指した連携、及び、基本水環境データ収集システムの改善
- 制度的メカニズムの強化及びセクター横断的な参加主体による水質管理の促進

# 2.11 スリランカ



## 1 | 国別情報

表 2.11.1. 基本指標

国土面積 (km <sup>2</sup> )	62,710 (2016)	
総人口 (人)	2,120万 (2016)	
名目GDP (米ドル)	813.22億 (2016)	
一人当たり名目GDP (米ドル)	3,835.4 (2016)	
平均降水量 (mm/年)	1,712 (2014)	
水資源量 (km <sup>3</sup> )	52.8 (2009)	
年間水使用量 (10億m <sup>3</sup> )	13 (2005)	
セクター別 年間水使用量	農業	87.3% (2005)
	産業	6.4% (2005)
	都市用水 (生活用水を含む)	6.2% (2005)

(出典:スリランカ中央銀行2015年報告書)

## 2 | スリランカの主な流域



図 2.11.1. スリランカの主な流域

## 3 | 水資源の現状

スリランカには 103 の河川流域があり、総延長は約 4,500km に及ぶ (UNESCO 及び MoAIMD 2006)。最大河川はマハウェリ川で、延長 335km、流域面積は 10,448km<sup>2</sup> である (MENR 及び UNEP 2009)。さらに、古代に造られた灌漑用池や近年整備された多目的ダム等、多くの貯水池があり、合計面積は 169,941ha に及ぶ (表 2.11.2)。

表 2.11.2. スリランカの貯水面積 (推計)

貯水池のタイプ	数	面積 (ha)	比率 (%)
大規模灌漑用貯水池 (古代)	73	70,850	41.7
中規模貯水池 (古代)	160	17,001	10
小規模灌漑貯水池 (古代)	>10,000	39,271	23.1
氾濫源湖	不明	4,049	2.4
山地の発電用貯水池 (近年)	7	8,097	4.8
マハウェリ多目的貯水池システム		13,650	8.0
その他		17,023	10
<b>総面積</b>		<b>169,941</b>	<b>100</b>

(出典: MENR 及び UNEP 2009)

スリランカの地下水資源量は年間約 78 億 m<sup>3</sup> と推計されている (IGES 2007, MENR 及び UNEP 2009, Nandalal 2010)。地下水は特に農村部では主要な水資源であり、推計によれば農村人口の約 72% は生活用水を地下水に依存している (Nandalal 2010)。

## 4 | 水質状況

産業排水による地下水及び表流水の水質汚濁は長くスリランカで問題となっている。スリランカにおける集合排水処理施設の普及率は 5% 未満であり、オンサイトのセプティックタンクが都市部において主流な処理方法となっている。

### 4.1 河川

都市部における水質汚濁の主な原因は、家庭及び産業廃棄物の投棄ならびに未処理排水の放流である。コロ

ボ市の主な水源の一つであるケラニ (Kelani) 川の水質は、未処理または処理が不十分な排水 (Ratnayake 2010) および廃棄物によって悪化していると考えられている。ケラニ川の水質はほとんどの指標において提案されている水質基準を超えないものの、他の河川と比較すると汚染が進んでいる。2016年1～6月の期間に中央環境庁 (CEA) によって分析された水質指標の平均値は次の通りだった。pH 7.1、電気伝導度 $0.07\mu\text{S}/\text{cm}$ 、濁度 $81.1\text{ NTU}$ 、溶存酸素 $5.3\text{ mg}/\text{L}$ 、BOD  $3.8\text{ mg}/\text{L}$ 、COD  $11.6\text{ mg}/\text{L}$ 、塩化物  $11.5\text{ mg}/\text{L}$ 、硝酸性窒素  $0.45\text{ mg}/\text{L}$ 、大腸菌群  $9,066\text{ MPN}/100\text{ mL}$ 。また2013年11月～2014年9月に測定されたマ・オヤ (Ma Oya) 川の水質平均値は次の通り。pH 7.5、電気伝導度 $0.94\mu\text{S}/\text{cm}$ 、濁度  $92.7\text{ NTU}$ 、溶存酸素  $6.9\text{ mg}/\text{L}$ 、COD  $12.7\text{ mg}/\text{L}$ 、BOD  $2.1\text{ mg}/\text{L}$ 、塩化物  $286.6\text{ mg}/\text{L}$ 、硝酸性窒素  $0.73\text{ mg}/\text{L}$ 、リン酸態リン  $0.04\text{ mg}/\text{L}$ 、大腸菌群  $9,395\text{ MPN}/100\text{ mL}$ 、大腸菌  $3,452\text{ CFU}/100\text{ mL}$  (CEA 2016)。砂利採取事業の拡張も河川の水質に影響しており、濁度の上昇や水流の低下、塩水浸入の加速等を招いている。

#### 4.2 湖沼及び貯水池

湖沼及び貯水池の水質は良好な状況であると一般的に考えられている。2012年4～7月にコロomboの郊外に位置するボラレスガムワ (Boralesgamuwa) 湖で行われた調査によると、CODの平均値は $15\sim 112\text{ mg}/\text{L}$ であり、 $\text{BOD}_5$ は $3.0\sim 6.8\text{ mg}/\text{L}$ であった。また2010～2011年にカラ貯水池 (Kala Wewa) で行われた別の調査ではそれぞれ平均値BOD  $3.2\text{ mg}/\text{L}$ 、溶存酸素  $6.3\text{ mg}/\text{L}$ 、導電率  $1.05\mu\text{S}/\text{cm}$ 、硝酸性窒素  $1.3\text{ mg}/\text{L}$ 、リン酸態リン  $0.8\text{ mg}/\text{L}$  および硫酸塩  $5.3\text{ mg}/\text{L}$  が測定された。これらの結果から、ほとんどの観測地点の水質はCEAの提案する飲料水の基準を満たさないことが明らかになった。この要因としては、廃棄物の投棄、セプティックタンクや下水道からの排水、水路排水及び産業排水等が考えられる (Herath 2014)。

#### 4.3 沿岸水域

スリランカでは、沿岸地域の内外における急速な開発や人口の定住化等により、この数十年に水質汚濁が進行している。民間事業所の61.6%が沿岸水域に存在すると推測されている (CZMP 2006)。民間事業所を含む行政区分は沿岸部に30以上あり、その大部分はコロomboとガンパハ (Gampaha) の沿岸部に密集している。これは近

年30～40年にわたる海水汚染の主な理由となっている。漁業・海洋資源省により導入された沿岸部資源管理プロジェクト (CRMP) は、ベルーワラ (Beruwala) とウナワトゥナ (Unawatuna) 地域における海中の有機性汚濁が年間を通じて高いBOD値に結びつくと報告した (MENR及びUNEP 2009)。スリランカの沿岸警備隊は船舶活動や沿岸地における海事関連活動による汚濁の防止、削減、管理やマネジメントに取り組んでいる。

#### 4.4 地下水

地下水の水質に関する一般的な問題は、掘り込み式トイレ等不十分な衛生システムによる病原性の汚染である (MENR及びUNEP 2009, Nandalal 2010)。ジャフナ (Jaffna) やカルプティヤ (Kalptiya) 等の沿岸帯水層では、肥料の過剰使用や未処理排水を原因とする硝酸塩も検出されている (Nandalal 2010)。特に沿岸地帯では、塩分濃度の高さも問題であり、地下水の過剰利用によって状況がさらに悪化している。一部の地域では自然由来のフッ素やヒ素が検出されている (Nandalal 2010)。過去十年程度にわたり、未知の病因の慢性腎臓病 (CKDu) で受け入れられた患者の著しい増加が報告されている (Weragoda & Kawakami 2016)。また、いくつかの地域で主要な飲料水源となっている浅層地下水の汚染も社会的な問題となっており、産業排水による汚染が疑われている。チュンナカム (Chunnakam) で不適切な産業廃油の排出による地下水汚染の訴訟事件が進行中であると報告されている (CEA 2016)。周辺地域の汚染の規模を推定する研究によると、2013年には80%の井戸で廃油濃度 $0.33\sim 19.40\text{ mg}/\text{L}$  (基準値 $0.2\sim 1.0\text{ mg}/\text{L}$ ) が観測され、さらに調査を進めたところ109箇所 (73%) の井戸から基準を超えた廃油が検出され、7箇所 (4%) で基準値以下の廃油が検出され、34箇所 (23%) では油分が検出されなかった (NWS&DB 2012)。

#### 4.5 排水及び主な汚染物質

農業によるノンポイントソースからの全窒素および全リンは大問題となっている。スリランカの合成化学肥料の年平均使用量は $77\text{ kg}/\text{ha}$ と推定されているが、アジア他国の平均に比べ2～8倍高い (CZMP, 2006年)。単位面積当たりの肥料使用量は2008年に最も高く ( $311.8\text{ kg}/\text{ha}$ )、2013年に $161.6\text{ kg}/\text{ha}$ となるまで徐々に減少した。しかし、2014年には再び $245.2\text{ kg}/\text{ha}$ まで上昇し、スリランカにおける水

質汚濁の主な問題の一つとなっている。また、都市部においては無計画な排水および住民による意識不足が表流水の富栄養化に寄与している。

## 5 | 排水処理の現状

### 5.1 家庭排水

2015年時点で、人口の93.0%が基礎的な衛生へアクセスすることができている。使用されているシステムのうち、セプティックタンクまたは改善式換気トイレ（VIP）が大多数を占め、2010時点で下水道に接続している人口は2.5%となっている。国は2020年までに下水道への接続人口を7%に増やす目標を掲げている。

### 5.2 産業排水

工業地区のほとんどの工場は集合排水処理施設に接続されている。2014～2016年に分散型システムから採取されたサンプル100点のうち、半分以上がBOD<sub>3</sub>濃度基準30mg/Lを満たさなかった。モラトゥワ-ラトマラナ（Moratuwa-Ratmalana）生物学的栄養物除去施設は2013年に運転を開始し、スリランカで初めて嫌気-無酸素-好気（A2O）プロセスを用いて産業排水を処理している。2016年に公表された予備調査によると、全窒素および全リン除去率は80%以上だった。

また2013年に行なわれた研究によると、50室以上の部屋を備えた大規模ホテル61軒の92%、および49室以下の部屋を備えた中小規模のホテル215軒の17%は排水処理施設を持っていた。ヒッカドゥワ（Hikkaduwa）、ベルウエラ（Beruwela）およびウナワトゥナ（Unawatuna）地域における観光業の拡大は海岸の視覚的な汚染と同様に水質低下にも寄与した（CCCRM 2016）。

## 6 | 水環境管理の枠組

スリランカの憲法では、地域社会の利益のために環境を保護や保全、改善することは国の責務であり（第27条14項）、すべての国民は「自然を保護し、その豊かさを保全する」（第28条）義務があると規定されている。表流水資源、すなわち河川、小川および湖沼は国の管理下におかれると国有地条例及び憲法に規定されている。2008年6月に承

認されたハリサ・ランカ（Haritha Lanka）プログラムは、スリランカの国家環境保全基本政策の基礎をなすもので、社会・経済開発ニーズと環境保全とのバランスを図りながら、健全な環境管理を推進することを目的としている。このプログラムを基に「Haritha Lanka プログラムのための国家行動計画」が同年に策定され、2009年から2016年までの間に持続可能な開発国内評議会（NCSD）の監督下で実施すべき活動が盛り込まれている（NCSD 2009）。計画で提起されている戦略や活動は、すべての関連省庁及びステイクホルダーによる協調的な取り組みである。環境汚染防止分野では、中央環境庁（CEA）が5ヵ年行動計画を策定している。

### 6.1 法整備

1980年に施行された法律第47号、すなわち国家環境法（2000年改正法第53号）は、環境保護に関するスリランカの基本法である。この法律の下で国家環境規則が策定され、公共用水域の水質を守るための排水基準が規定されている。環境影響評価（EIA）についても規則が定められている。図2.11.2.は水環境管理に関するその他の法律や条例をまとめたものである。

### 6.2 制度的措置

環境省は、スリランカの環境及び天然資源の保全に関する政策やガイドラインの策定を所轄する国の機関である。環境省の下に、中央環境庁（CEA）および海洋環境保護庁（MEPA）等、政策の実施を所管する6つの機関が置かれている。CEAは、国家環境法（1988年改正法第56号2000年改正法第53号）に基づき、環境に悪影響を及ぼす活動の規制機関として1981年に設立された。産業排水による汚染防止については、中央環境庁が国家環境法に基づき規制を実施している。水環境管理に関わる政府機関は他にもあり、MEPAは沿岸・海洋環境の管理を、国家給排水公団（NWS&DB）は給排水の処理・管理を所轄している。水資源管理を主な業務とする機関には他に、灌漑局、水資源庁、マハウエリ開発庁等がある。コンドミニアム管理庁、国家住宅開発庁、スリランカ投資庁等の建設、各種技術サービス、住宅・娯楽施設等を所管する政府機関は、水環境管理に直接関係しているわけではないが、水質に影響を及ぼす開発や産業活動に対する規制を行っている。自治体も、



図 2.11.2. 水環境管理関連の法律及び規則

(出典：CEA提供の情報を基に作成)

水環境管理において重要な役割を果たしている。国家環境法に基づく命令により定められる影響の比較的小さな産業や活動に対する規制を所管するほか、掘り込み式トイレや浄化槽等の施設内衛生システムの規制・管理も管轄しており、公衆衛生検査官が業務にあたっている。

### 6.3 環境水質基準

スリランカ初の環境水質基準と水域の類型基準が承認され、2018年2月現在発布過程にある(表 2.11.3)。現在、表流水の水質は、飲料水の基準(スリランカ標準規格(SLS) 614)に従って評価されている。

### 6.4 公共用水域における水質モニタリング

表流水及び地下水の水質に関する定期的なモニタリングは実施されていないが、国家給排水公団は、採取した水の水質モニタリングを実施している。CEAは水質環境モニタリング事業をケラニ川等の様々な河川流域で実施している。灌漑局やマハウェリ開発庁等の政府機関は、自身のプログラムで水質をモニタリングしている。

### 6.5 排水基準

現行の排水基準(規則2008年第1534/18号)が現地の社会・経済及び環境状況を十分に反映しておらず、実施上の問題を抱えていることから、2012年に行われた一連の関係者会合の結果を受けて、既存の基準に比べてより多くの

排出形態が追加された新たな排出基準が起草された。排水基準には、放流地点や排水タイプに応じて異なる種類がある。

- 沿岸・海洋水域に放流される産業・生活排水の許容限度
- 内陸表流水に排水を放流する場合の許容限度
- 灌漑用池に放流される産業・生活排水の許容限度
- ゴムの製造・加工業からの排水の許容限度
- 繊維・衣料産業からの排水の許容限度
- 皮革産業からの排水の許容限度
- 固形廃棄物、有害廃棄物埋め立て処分場からの浸出液の許容限度
- 中央処理施設を有する公共下水道に放流される排水の許容限度

基準を遵守しない活動には、国家環境法に基づく罰金や懲役が課せられることになる(CEA2013)。生活排水及び産業排水の海水、表流水、灌漑用地等への放流に対して許容限度が設定されている。改定された許容限度はCEAのウェブサイト上で順次公表される予定である(<http://www.cea.lk/web/en/>)。

### 6.6 排水モニタリング

原則として、排水を放流する企業自らがその水質をモニタリングすべきであるとされている。しかし、全ての企業が

表 2.11.3. 環境水質基準及び水域の類型基準案

分類	番号	指標	単位	A類型 簡易処理用 水源	B類型 水浴・親水活動 用水	C類型 魚類・水生生物 用水	D類型 一般処理用 水源	E類型 灌漑・農業 用水	F類型 下限水質
一般	1	色	PTmg/l	20	-	-	100	-	-
	2	電気伝導度	μS/cm	-	-	-	-	700	-
	3	濁度	NTU	5	-	-	-	-	-
	4	TSS	mg/l	25	-	40	1,500	2,100	-
	5	全硬度 (CaCO <sub>3</sub> 換算)	mg/l	250 des 600 max	-	-	-	-	-
	6	pH	-	6.0-8.5	6.0-9.0	6.0-8.5	6.0-9.0	6.0-8.5	5.5-9.0
	7	DO (25°C)	mg/l	6	5	5	4	3	3
	8	BOD <sub>5</sub> (25°C)	mg/l	3	4	4	5	12	15
	9	COD	mg/l	10	10	15	30	-	40
	10	NO <sub>3</sub> -N	mg/l	10	10	10	10	-	10
栄養塩	11	NH <sub>3</sub> -N	-	-	-	0.94	-	-	9.1
		pH 7.5	-	-	-	-	-	-	-
		pH7.5≤pH<8.5	mg/l	-	-	0.59	-	-	4.9
		8.5≤pH	-	-	-	0.22	-	-	1.6
	12	PO <sub>4</sub> -P	mg/l	0.7	0.7	0.4	0.7	-	-
他	13	塩素 (Cl)	mg/l	250	-	-	250	600	-
	14	CN	mg/l	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
	15	F	mg/l	1.5	-	-	1.5	-	-
	16	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	mg/l	250	-	-	250	1,000	-
	17	Cd	μg/l	5	-	5	5	-	5
	18	Cr	μg/l	50	-	20	50	-	50
金属	19	Cu	μg/l	-	-	100	-	-	100
	20	Fe	μg/l	300 des 1,000 max	-	-	2,000	-	-
	21	Pb	-	-	-	-	-	-	-
		硬度<120	-	-	-	2	-	-	-
		120≤硬度<180	μg/l	50	-	3	-	-	-
		180≤硬度	-	-	-	4	-	-	-
	22	Mn	μg/l	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
	23	Hg	μg/l	1	1	1	1	2	2
	24	Ni	μg/l	70	100	100	100	200	100
	25	Se	μg/l	10	10	5	10	-	-
26	Zn	μg/l	1,000	-	1,000	1,000	2,000	24,000	
27	B	μg/l	-	-	-	-	500	-	
28	As	μg/l	50	50	50	50	50	50	
29	Al	μg/l	200	-	-	-	5,000	5,000	
有機微量汚染物質	30	フェノール化合物	μg/l	2	5	2	5	5	5
	31	油分	μg/l	100	-	100	100	-	300
	32	界面活性剤 (MBS相当)	μg/l	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
	33	MCPA	μg/l	2	-	-	20	-	-
	34	ベンジメタリン	μg/l	2	-	-	20	-	-
微生物	35	大腸菌群数	MPN/ 100ml	10,000	10,000	-	10,000	-	-
	36	糞便性大腸菌	MPN/ 100ml	500 des 1000 max	500 des 1000 max	-	-	-	-

\*本表の詳細に関してはWEPAのウェブサイトを参照のこと (www.wepa-db.net)

モニタリング設備を有しているわけではなく、中央環境庁は、排水基準違反が疑われる企業や活動からの排水に対して、適宜モニタリングを行っている。さらに、市民から寄せられた苦情に基づき、排水の水質検査も実施している。

表 2.11.4. 2016年にCEA水質分析室により集められた産業排水サンプル

目的	サンプル数
環境保護ライセンス (EPL)	66
法律上の目的	20
苦情対応	83
モニタリング	239
企業 (商業)	745
他	210
<b>合計</b>	<b>1,363</b>

(出典: CEA 2016)

## 6.7 遵守管理

環境保護ライセンス (EPL) は、国家環境法に基づく規則により、廃棄物を環境に放出する国内のあらゆる組織に取得が義務付けられている。環境保護ライセンスは、国家環境規則 (2008年第 1533/16号、1534/18号) に基づき中央環境庁が発行する。政府通達 (官報2008年第 1533 / 16号) により、環境保護ライセンス取得義務の対象となっている活動は全部で 138種あるが、活動のリストは 2012年に改正されている。改正に伴い、大部分の産業に対して中央環境庁が環境保護ライセンスを発行できるよう権限を与えられている。これらの活動は、表 2.11.5 に示すとおり、汚濁負荷レベルに応じて 3つに分類されている。

表 2.11.5. 環境保護ライセンス (EPL) の分類及び実施機関

分類	活動	実施機関*
カテゴリーA	高負荷活動 (80種類)	中央環境庁地方事務所
カテゴリーB	中負荷活動 (33種類)	
カテゴリーC	低負荷活動 (25種類)	地方自治体

\* 投資法に基づき登録されている活動については、スリランカ投資庁が環境保護ライセンスの承認機関となっている。

原則として、排水を伴う活動については、国家排水基準を満足しているものに対して環境保護ライセンスを与えている (Ratnayake 2010)。2016年にはCEAにより、1,447の新しい環境保護ライセンスが承認され、2,899の環境保護ライセンスが更新された。また、40の新たな環境保護ライセンスが投資庁により承認され、337が更新された (CEA

2016)。一般からの苦情を受け、中央環境庁では水質汚濁防止システムの観点から工場の立入検査を行っている。2016年には2,802件の苦情を受け、そのうち1,473件が立入検査された。検査結果により行われた対応のひとつが国家グリーン賞プログラムで、2012年に開始された制度である。これは、企業、学校や地方政府やその他の機関が、環境推進における環境配慮型の (よりグリーンな) アプローチ及び性能を評価し奨励することを目的としたものである (CEA 2016)。

## 7 | 水環境管理に係る最近の動き

### 河川水質モニタリング・類型

2015~2017年にわたり、JICAによる技術支援プロジェクトの下で水質モニタリングが強化された。コロンボ都市圏における主な水源であるケラニ川上の 12地点で水質の監視が以前から行われていたが、プロジェクト実施後は 5地点が追加され、2016年から 17地点で水質の監視が行われるようになった。ケラニ川は提案中の水質基準の通りに試験的に水利用目的ごとの類型に分類され、地方自治体や灌漑局、国家給排水公団との協力が図られた。

現在、水質監視室がCEAの主導により設立中である。これはスリランカ初のリアルタイムで水質監視を行うことのできる施設となる。アンバタレ (Ambatale) 浄水場の取水地に設置され、DO、アンモニア、pH、電気伝導度、濁度、TOC、油分等の水質指標が自動的にモニタリングされる予定だ。

### 産業排水管理の新しい戦略

工場からの排水の放流ゼロを目標とした設備投資を行うために、「Eフレンド・クレジット・ファシリティ」という名の融資計画が財務省、商工省およびCEAの協力により設立された。この取り組みではCEA等政府機関の承認を得た企業が、最大 3000万スリランカルピーの融資を受け汚染管理プロジェクトを導入することができるものである。

また、海洋環境保護庁 (MEPA) とCEAの協力のもと、新しいプロジェクトが開始された。このプロジェクトで、国家給排水公団や他の政府機関により、ケラニ川やケラニ川流域付近沿岸部へ放流される産業排水を管理・監視するための戦略が調査、特定、及び導入されることを目的としている。

## 8 | 今後の課題

汚染管理や環境管理の面からCEAの能力向上等、水質を管理する枠組の開発という点では近年、進捗が見られている。その一方、水質汚濁に関する新たな課題も見つかリ、水質汚濁管理対策の導入を行うにあたり様々な課題が存在する。

### (i) 制度面

水源における水質と水量がそれぞれ別の政府機関により管理されている。より包括的かつ効果的な水環境管理を行うために関連機関同士の協力体制が強化される必要がある。

### (ii) 立法面

水質汚濁管理のために環境水質基準及び類型が設立される必要がある。提案された環境水質基準及び改訂排水基準はまもなく出版される見込みだ。環境保護ライセンス (EPL) システムが見直され、水質汚濁管理のために強化されたが、さらに環境保護ライセンスシステムの導入も強化される必要がある。

### (iii) 科学的根拠

基礎データの不足は水質管理業務の促進における重要な課題の1つである。各機関が保持しているデータの情報またデータへのアクセスも課題となっている。データ収集と定期的な水質分析を行うための経済的・組織的な措置が必要である。

## 9 | 地下水汚染へ取り組むにあたっての課題

2015年2月に行われた排水処理に関するWEPAのワークショップにおいて、地下水汚染へ取り組むにあたって不明確な所有権に基づく不明確な管理責任が大きな政策課題であると、スリランカの参加者より結論づけられた。他にも以下の課題が挙げられた。

- 地下水は、現行法に明確に定義されていない。
- 地下水の開発および規制は正式にどの機関にも割り当てられていない。(50条例および42機関存在する。)
- 総合的な地下水情報プログラム及び適切な地下水計画制度が存在しない。
- 季節変動及び水質についての情報は多く存在する反面、規制する機関が存在しない。
- 地下水利用の割り当てに関する法的根拠がない。
- 地下水に関する公開情報または教育プログラムが存在しない。



# 2.12 タイ



## 1 | 国別情報

表2.12.1. 基本指標

国土面積 (km <sup>2</sup> )	510,890* (2016)	
総人口 (人)	6,886.3万* (2016)	
名目GDP (米ドル)	4,068.4億* (2016)	
一人当り名目GDP (米ドル)	5,640* (2016)	
平均降水量 (mm/年)	1,718.1** (2016)	
水資源量 (km <sup>3</sup> )	225* (2014)	
年間水使用量 (10億m <sup>3</sup> )	57.3* (2014)	
セクター別 年間水使用率	農業用水	90%* (2014)
	工業用水	5%* (2014)
	都市用水 (生活用水を含む)	5%* (2014)

(出典: 世界銀行 2017, \*TMD 2016)

## 2 | タイの主な流域

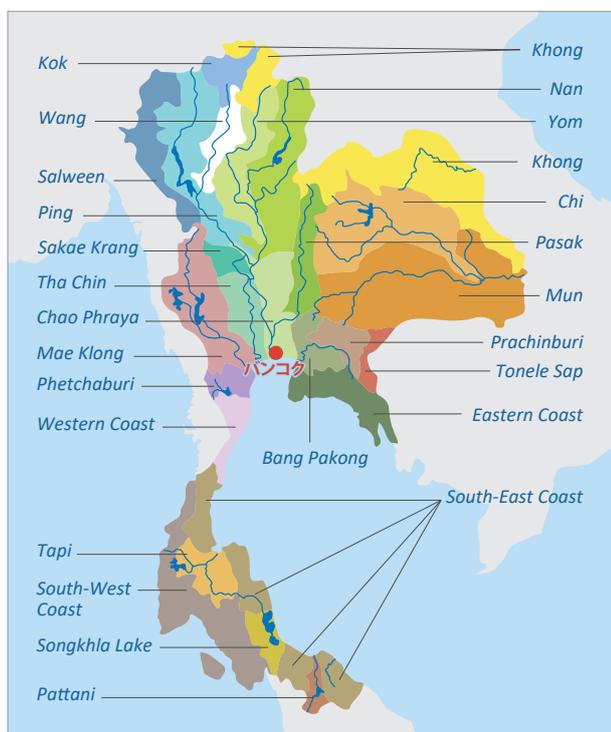


図2.12.1. タイの主な河川流域

## 3 | 水資源の現状

タイは、地理的特徴から25の河川流域に分けられる(図2.12.1参照)。タイの河川流域全体での降水量は約8,000億m<sup>3</sup>と推計され、その75%が蒸発、蒸発散及び浸透により失われるが、残りの25%は河川や小川となって流れる。使用可能水量は、年間一人当り約3,300m<sup>3</sup>である(国家水資源委員会事務局2000)。

タイには、1,260億m<sup>3</sup>/年もの潤沢な水資源がある(ADB2013)。生態系が必要とする量と航行用の水量を除いても、国として一年に必要な500~560億m<sup>3</sup>/年よりはるかに多い。この水資源の中でも、地下水は重要な水供給源であり、公共水道の20%、生活用水の75%に地下水が利用されている。地下水源は、約400億m<sup>3</sup>の雨水の他、河川からの流出により補填さえる。これまでの水収支に関する研究では、雨水が帯水層に到達する割合は約12.5~18%と推定されている。政府と民間セクター共同により、20万本余り、総容量約755万m<sup>3</sup>/日に相当する地下水井戸に係るプロジェクトを実施した(タイWEPAフォーカルポイントからの提供情報2012)。

## 4 | 水質状況

### 4.1 表流水(河川、湖沼及び貯水池)

タイ天然資源環境省公害規制局(PCD)によると、全国65の重要表流水源で行われた2016年水質モニタリングの結果は、34%が「良好」、46%が「普通」、20%が「悪化」であった。2015年と比べると、「普通」は41%から46%に上昇し、「悪化」は25%から20%に減少しており、改善している(図2.12.2.)。Chao Phraya川下流、Tha Chin川下流、Lopburi川、Rayong川下流、Lamtakong川下流では水質の悪化がみられた。これらの川は人口の多い都市部、産業地域、農業、特に畜産の盛んな地域を通過しているが、水質に対する対策は取られていないためである(PCD2017)。

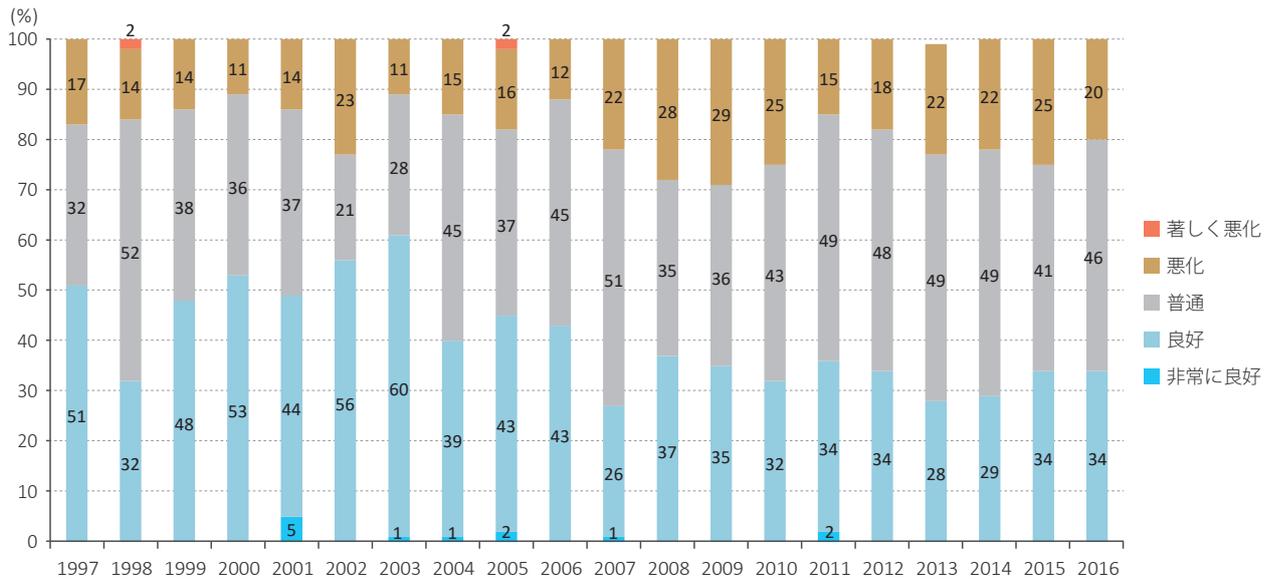


図2.12.2. 全国の陸水における水質の推移

「非常に良好」: 表流水の水質基準クラス1、WQI\* 90~100  
 「良好」: 表流水の水質基準クラス2、WQI 71~90  
 「普通」: 表流水の水質基準クラス3、WQI 61~70  
 「悪化」: 表流水の水質基準クラス4、WQI 31~60  
 「非常に悪化」: 表流水の水質基準クラス5、WQI 0~30

注: \*水質インデックス(WQI)は、5つの指標で測定される。溶存酸素、BOD、総大腸菌、糞便性大腸菌、アンモニア性窒素。

(出典: PCD 2017)

図2.12.3に、水質基準クラス1~4に適合しなかった水域の割合を指標ごとに示す。4分の1以上はBODと溶存酸素の値が高すぎて水質基準クラス4を満足しなかった(BODは26~36%、溶存酸素は25~31%)。

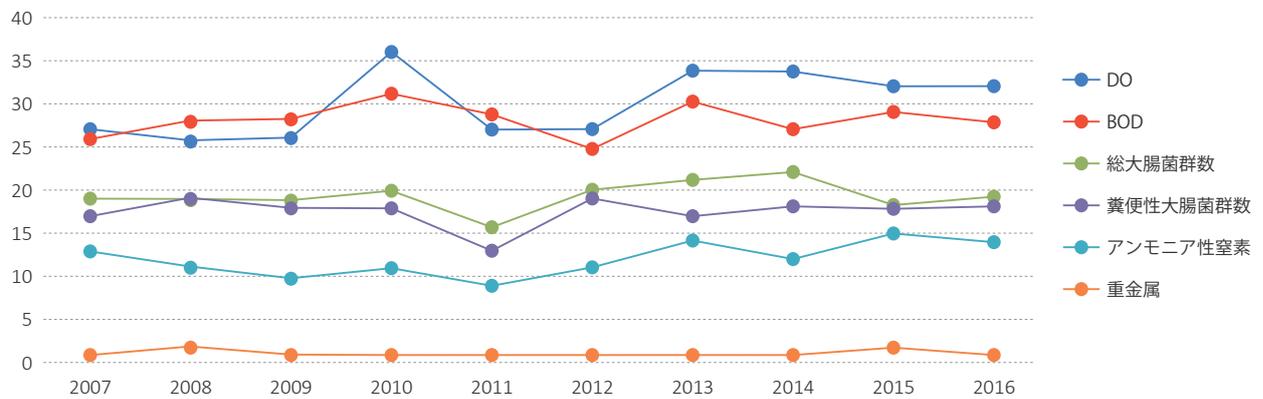


図2.12.3. 水質基準クラス5に分類されたの地域に関する指標ごとの分析結果 (2007年~2016年)

(出典: PCD 2017)

地域ごとのモニタリングは、北部、中央部、北東部、東部、西部、南部にわけて行われ、南部が最も良好な結果を示した。続いて北東部、中央部、北部、西部であった。中心部の水質インデックス(WQI)値は最も低い値を示した。

特にChao Phraya川下流、Tha Chin川中下流、Lopburi川、Sakae Krang川では水質の悪化が顕著で、都市排水や畜産を含む農業、産業からの排水が原因である(図2.12.4と図2.12.5)。

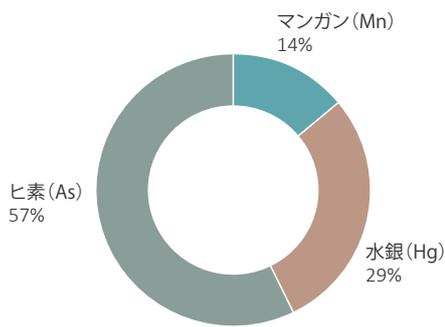


図 2.12.4. 中央部地域における表流水の基準超過の重金属の割合

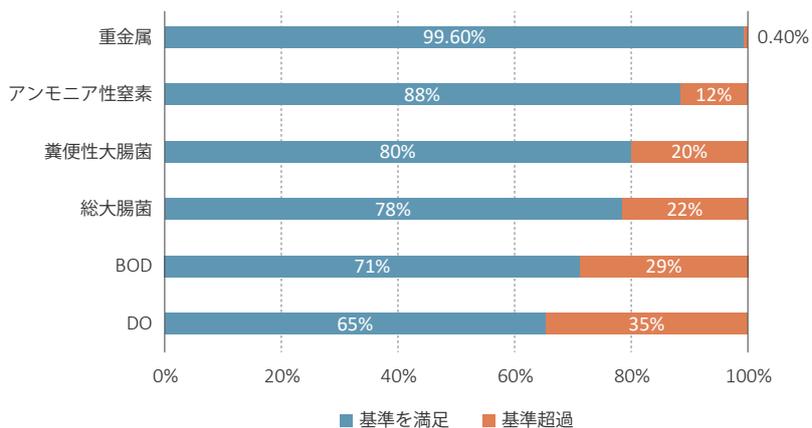


図 2.12.5. 中央部地域における表流水の水質基準3類型の遵守率

(出典:PCD 2017)

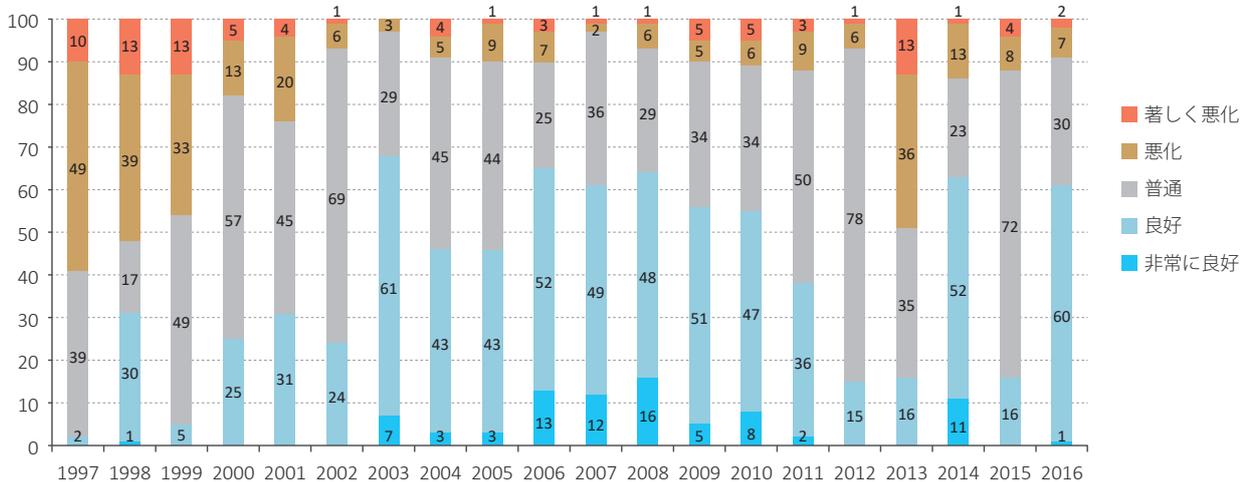


図 2.12.6. 全国の沿岸域における水質 (1997年～2016年)

注：0～100の数値で示され、「非常に悪化」0～20、「悪化」25～50、「普通」50～80、「良好」80～90、「非常に良好」90～100。MWQIは沿岸水域の水質から8つの指標を用いて算出される。溶存酸素、総大腸菌、リン酸態リン、硝酸性窒素、温度、SS、pH、アンモニア性窒素、農業、水銀 (Hg)、カドミウム (Cd)、総クロム (Cr)、六価クロム、鉛 (Pb)、銅 (Cu)、シアン、PCBのような有害物質がMWQIを超えた場合、MWQI値はゼロになる。

(出典: PCD 2017)

2007年から2016年の過去10年の間、ほとんどの表流水の水質は「普通」であり、「非常に良好」はみられていない。しかし、Tapi川上流やTrang川、Welu川では「良好」の結果を得るなど改善傾向がみられつつある。12の表流水源 (Chao Phraya 川下流、Rayong 川下流、Rayong 川上流、Phang Rad川上流、Welu川、Ping川、Bueng Boraphet湖、Phong川、Chi川、Lang Suan 川下流、Lang Suan 川上流、Kui Buri川) では水質は悪化している。Chao Phraya川下流、Tha Chin川下流、Lopburi川、Rayong川下流、Lamtakong 川下流では水質が悪化し続けており、モニタリングや汚染

管理等の対策が求められる。

年に4回、水質モニタリング及び評価を目的としたサンプリングが行われ、1992年国家環境保全推進法に基づく表流水の水質基準に従って分析がなされた。分析は23の指標にわかれ、温度、pH、溶存酸素、BOD、総大腸菌、糞便性大腸菌、硝酸性窒素、アンモニア性窒素、銅 (Cu)、ニッケル (Ni)、マンガン (Mn)、亜鉛 (Zn)、カドミウム (Cd)、クロム (Cr)、鉛 (Pb)、水銀 (Hg)、ヒ素 (As) 等の重金属類、ジクロロジフェニルトリクロロエタン (DDT)、アルファヘキサクロロシクロヘキサン (BHC)、ディルドリン、アルド

リン、エンドリン、ヘプタクロルエポキシド等の塩素系剤について調査が行われた(PCD-天然資源環境省(MoNRE) 2014)。

#### 4.2 沿岸水域

タイ国家公害白書 2016によると、沿岸水域のモニタリングはおおむね「普通」の結果を示しているが、Thong Ta Pan ビーチ(Ko Pha Ngan)とSurat Thaniでは「非常に良好」であった。この地域では、地域の企業が環境に配慮しており、排水を公共用水に流す前に適切に処理を行っている。タイランド湾含む2,800kmの沿岸部で行われた2016年の沿岸水域モニタリング結果は、1%のサンプリングポイントで「非常に良好」、60%で「良好」、30%で「普通」、7%で「悪い」、2%で「非常に悪い」となった。1997年から2016年の20年間にわたってみると、「悪い」「非常に悪い」が減り続け、「よい」「普通」が増え続けている。

沿岸水域の評価として、PCDが海洋水質評価のために開発した海洋水質インデックス(MWQI)を用い、年2回サンプリング及び評価を行っている。

図2.12.6は1997年から2016年の傾向を示す。沿岸水域全体の問題は細菌(総大腸菌、糞便性大腸菌、腸球菌)とリンや硝酸のような化学物質である。窒素分は、居住区(観光客)や農業、産業から流入する。タイランド湾のBang Pakong川、Chao Phraya川、Tha Chin川、Mae Klong川河口付近の水質は悪く、「悪い」もしくは「非常に悪い」を示している(PCD 2015、2017)。

#### 4.3 地下水

タイ国内には合計27の地下水涵養地がある。また、地下水資源局は864の地下水観測所と1,524の井戸を所管しており、主に地域単位で水位と水質のモニタリングが行われている。

2016年に地域で発見された主な地下水の問題は以下の通りである(PCD 2017)。

- 北部 Chiang Mai、Phrae、Mae Hong Son、Lampang、Lamphunで基準値を超えたフッ化物(F)が検出された(基準値は1.1~12mg/L)。
- 中央部(高地) Kamphaeng Phet、Sukhothai、Tak、Phichit、Phetchabun、Phitsanulokで基準値を超えた鉄(Fe)及びフッ化物(F)が検出された(基準値はFe1.1~110mg/L、F1.1~14mg/L)。

- 西部 Kanchanaburi、Phetchaburi、Ratchaburiで基準値を超えた鉄(Fe)(基準値は1.4~12mg/L)が検出、Takで基準値を超えた水銀(Hg)(基準値0.0011~0.004mg/L)とヒ素(As)(基準値0.4378~1.5092mg/L)が検出された。
- 中央部(低地) Samut Songkhram、Samut Sakhon、Samut Prakan、Nonthaburi、Nakhon Pathom、Pathum Thani、Phra Nakhon Si Ayutthaya、Bangkokで、塩化物による高レベル地下水汚染がみられる(600~1,000mg/L)。悪いものでは2,000mg/Lを示す箇所もあった。
- 北東部 Nam Phong 区、Khon Kaen で基準を超えた鉛(Pb)が検出(基準は0.05~0.2mg/L)、Maha Sarakham、Khon Kaen、Kalasinで基準を超える硝酸(NO<sub>3</sub>)が検出された(基準は46~640mg/L)。
- 東部 Bang Phra、Si Racha 区、Chon Buri、Map Yang Phon、Pluak Daeng区、Rayongで基準を超えるヒ素(As)が検出(基準値は0.0028~0.17mg/L)。Khao Khan Song、Si Racha、Chon Buri、Pluak Daeng、Pluak Daeng 区、Rayongで基準を超えた鉛(Pb)が検出された(基準は0.001~0.02mg/L)。
- 南部 Ron Phibun、Ron Phibun区、Nakhon Si Thammaratで基準を超えるヒ素(As)が検出された(基準は0.05~1.3640mg/L)。沿岸部に隣接した1,130km<sup>2</sup>にわたるNakhon Si Thammarat地域の地下50~200mの地下水は、し尿で汚染されており、塩化物濃度は1,000mg/Lを超えていた。沿岸部から200km<sup>2</sup>にわたって広がるHat YaiとSongkhlaの地下20~60mの地下水も塩化物汚染がみられ、最大濃度は4,400mg/Lであった。

#### 4.4 主な水質汚濁源

表流水と地下水の汚濁源は、3つのタイプに分類できる。

- 1) 生活排水公共下水道においては、多くの排水が一次処理を施されるか、処理が全くされず河川に放流されている。2015年のPCDの試算によると、2015年の国内総排水量は9,590,367m<sup>3</sup>/日であり、うちわずか2,580,625m<sup>3</sup>/日しか処理されていない(26%)。処理率はバンコクのような大都市では上昇し、46%である。
- 2) 産業排水人口密度の高い地域に産業も集中している。77県に12万の産業施設が存在する。工場やプラント、業

者は、タイ政府が定める排水基準を遵守して排水するように厳しく法律で決められている。

3) 農業では化学肥料や農薬が使用され、畜産施設の動物の排泄物等が流入する。水田に使われる肥料の相当な部分が灌漑用水によって流され、河川、河口域、その他の水域に流入する。この肥料が富栄養化を引き起こし、ホテイアオイの成長を促す。この植物は、生長が早く水域の大半を覆い尽くす。

政府統計によると、2016年の汚染に対する苦情件数は10,422件で、前年比9%減であった。多くは大気汚染（悪臭やほこり、煙）や騒音と振動に係るものであった。首相府次官室行政センターが受けた苦情で最も多かったのは、都市廃棄物、下水、有害廃棄物に対するものであった（PCD 2016）。

## 5 | 排水処理状況

主な排水源としては、産業排水が1,780万 m<sup>3</sup>/日、生活排水が960万 m<sup>3</sup>/日、農業から生じる排水が390万 m<sup>3</sup>/日である（PCD 2016）。国内には都市排水処理施設が101あり、そのうち88施設が稼働している。68施設は地方自治体に属する。バンコク行政庁が8施設、排水管理局が25施設を所有する。主に安定化池・ラグーンや活性汚泥法が用いられている。

現在、国内の排水処理能力は全国合わせても270万 m<sup>3</sup>/日、全体の28%に過ぎない。地方自治体の稼働費用や維持費用不足が原因である。小さなコミュニティや産業、農家のように排水を処理せずに排出したり、規制当局に従わない排水源が存在するのも確かである。Khleng Saen Saepには51,799もの中小規模養豚場があり、主要な汚染源になっている（PCD 2016）。

## 6 | 水環境管理の枠組み

### 6.1 法整備

タイ国憲法（RTG、2017年）において、国民は、環境及び自然資源、生物多様性、文化遺産の保全保護に協力して努めなければならないとしている（第4章第50～8項）。また、「自然資源の保全保護、維持、回復、管理、利用もしくは利

用のための措置、環境、持続可能で調和の取れた便益を享受する生物多様性」に対しては国家の責務であり、法の下で人々やコミュニティがその実施に参加することを承認するとしている。加えて、国民は環境を利用する権利を所有すると共に、保全保護に努める義務をもつと定めている。

1992年に施行された国家環境保全推進法（NEQA）は、タイの環境保全に関する基本法であり、環境保護に関する権限と責務を定めている。国家環境保全推進法の内容は以下の通りである。

- 環境基金を設立し、その資金を優先度の高い環境問題の解決に活用する。
- 国家環境管理計画を策定する。計画実施は政府機関の責務であり、各県は行動計画を策定する。
- 環境的見地から正当と認められる場合、国家環境委員会（NEB）が汚染防止地域（PCAs）や保全・環境保護区を指定することについて規定する。
- 排出基準の立法化等の汚染防止に関する問題を扱う、複数の機関で構成される汚染防止委員会を設立する。
- 汚染者負担の原則（Polluter Pay Principal PPP）を認知する。

タイにおける水質問題を防止・管理するための規制は以下の3つに分類される。

- 様々なタイプ・規模の開発事業（貯水容量が1億 m<sup>3</sup>以上のダム、面積1万2,800ha以上の灌漑計画、80室以上のホテルやリゾート施設、10MW以上の発電能力を有する火力発電所、あらゆる規模の鉱山事業等）が環境に与える影響の判断及び緩和対策計画の策定に対する環境影響評価（EIA）の適用。
- 各種排水基準、すなわち工業排水基準、生活排水基準、養豚場や魚/エビ養殖場の排水基準等の策定及び適用。
- 水質状態、社会経済的側面及び処理技術の利用可能性に基づく水質環境基準及び分類。

図2.12.7に、タイの水環境管理に関する法制度をまとめる。

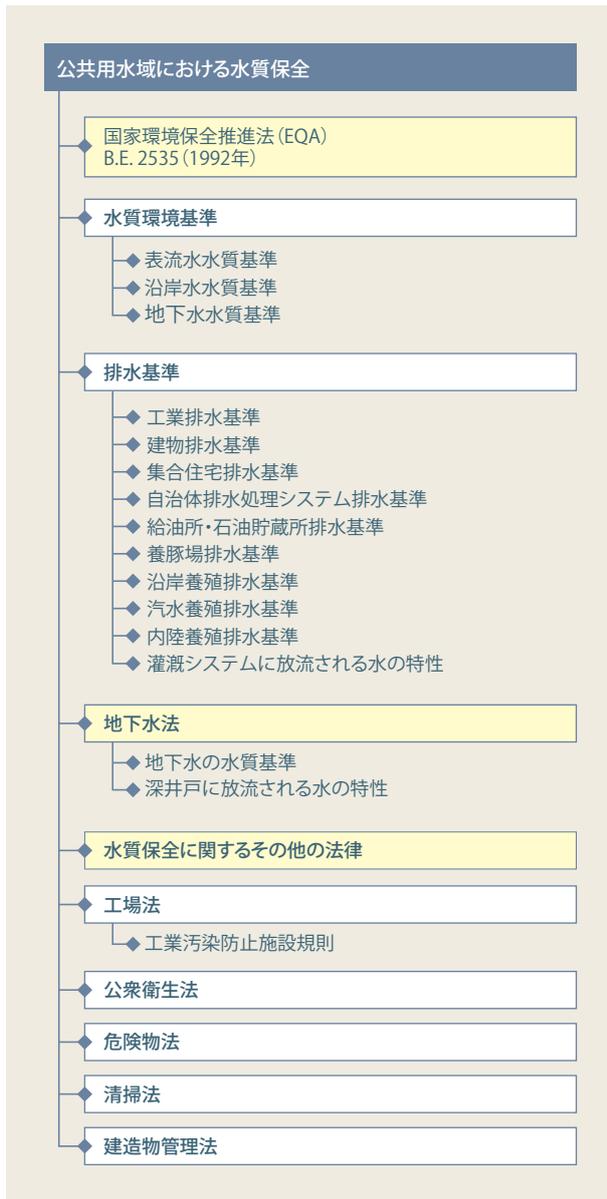


図 2.12.7. 水質管理に関する法令体系

(タイ公害規制局の公式ウェブサイトの情報  
[http://www.pcd.go.th/about/en\\_ab\\_mission.html](http://www.pcd.go.th/about/en_ab_mission.html) の情報より作成)

表 2.12.2. 表流水の水質基準類型

類型	目的／条件	用途
クラス1	いかなる排水も含まない自然水	消費に適した清潔な水。繁殖や生態系保全にも有効。
クラス2	かなり安全な淡水の表流水源。右の用途に使用される。	保全、漁業、水泳用、レクリエーションに適。 (基礎的な処理を施した後) 消費用としても可。
クラス3	安全な淡水の表流水源。右の用途に使用される。	農業、(一般的な処理を施した後) 消費用。
クラス4	ほぼ安全な淡水の表流水源。右の用途に使用される。	産業、(特殊な処理を施した後) 消費用。
クラス5	上記クラス1から4以外の表流水源。右の用途に使用される。	水運用

(出典: PCD 2015)

## 6.2 制度的措置

環境保全推進法では、排水管理を所管する機関として公害管理局のほかと同じ天然資源環境省の管轄下にある天然資源環境政策計画局 (ONEP) がある。これらの機関が、国・地域レベルの水質管理計画を実施し、地元自治体が排水管理における各々の責任を果たすよう働きかけていく。環境保全推進法に基づき、公害管理局は環境基準の達成を目標に、固定発生源からの汚染防止のための排水基準を策定している。

## 6.3 環境水質基準

### i) 表流水の水質基準

この基準は、1994年に策定された初の水質環境基準である。表流水の水質基準では、表 2.12.2. に示すように水域を用途に応じた5つに分類し、28の水質項目を設けている。一般水質項目は、人々の水質に対する理解を深める目的で作られたものであり、8種類の水質指標 (pH、溶存酸素、BOD、固形物量 (TS)、糞便性大腸菌、硝酸塩、全リン、SS) の数値から算出される。これらの基準は国が定める最低基準である。

### ii) 沿岸水の排水基準

沿岸水域の水質基準に関してはグループ、30種類の水質指標があり、用途 (6分類) に応じて水質指標を選定する。プーケット島の西海岸については、通常とは異なる分類が適用される。

### iii) 地下水の水質基準

地下水の水質基準に含まれる水質指標は、揮発性有機化合物 (15種類)、重金属 (10種類)、農業用化学物質 (9種類)、その他 (4種類) の4グループである。

## 6.4 公共用水域における水質環境モニタリング

政府は、国家環境保全推進法に基づき放流水域の水質に関するモニタリングを行って水質維持に努めている。620カ所の一般観測地点と39カ所の自動観測地点が主要48河川に設けられており、水質サンプルは雨季と乾季で年間3~4回採取される。サンプルの採取と分析は、国が定める水及び排水検査の標準方式(1988年)に従って行われる(Yolthantham 2011)。政府が実施する水質環境モニタリングの結果は、取りまとめ後、出版物やオンラインを通じて一般に公表される。

## 6.5 排水基準

国家環境保全推進法(第32条)に基づき、以下の排水基準が策定されている。

### i. 工業セクター

#### 工業排水基準

この基準は、工場法B.E.2535(1992年)に基づき、工場グループII及びIII、ならびに工業団地すべてに適用される。基準値は、重金属12種類を含む27指標に対して定められている。この基準は1996年1月から適用されているが、化学、でんぷん、動物用食料といった特定の産業において、免除措置を含むものである。この免除措置は、2016年6月6日に自然資源環境省が公布した産業排水規制に関する法律B.E.2559(2016)が2017年6月6日に施工されてからは無効になった。新しい基準では一般排水基準と特定排水基準があり、前者は16の重金属を含む31指標に対して定められている。

工業汚染防止施設規則(1982年)では、排水水質管理について、汚染防止の責任を担う監督者と機器操作担当者の配置を特定の工場に対して義務付けている。こうした工場に該当するのは、製造工程で重金属を使い、一日50m<sup>3</sup>を超える排水を放流し、その排水に所定量を超える重金属が含まれる場合である。

### ii. 家庭・商業セクター

#### 建物排水基準

様々なタイプの建物、すなわちアパート、ホテル、病院、学校、学術施設、公共・民間オフィス、デパート、生鮮食品店、レストラン等からの排水を規制する。規制対象の水質指標は建物の規模に応じて異なるが、pH、BOD、浮遊物質、硫化物、ケルダール窒素(TKN)、油脂分(脂肪、油、グ

リース)が含まれる。

#### 集合住宅排水基準

この基準は集合住宅からの排水を対象としているが、適用に際しては、100以上500戸未満の場合と500戸以上の場合に分けられる。規制対象の水質指標は、pH、BOD、浮遊物質、沈降性物質、総溶解固形物、硫化物、TKN、油脂分である。

#### 自治体排水処理システム排水基準

2010年に策定された新しい基準で、対象となる水質指標は、pH、BOD、SS、全窒素(TN)、全リン(TP)、油脂分の6種類である。

#### 給油所・石油貯蔵所排水基準

この基準に用いられる水質指標は、pH、化学的酸素要求量(COD)、SS、油脂分の4種類である。

### iii. 農業セクター

#### 養豚場排水基準

この基準は、養豚場がTha Chin川やBang Pakong川等の水質汚濁に及ぼす影響を踏まえ、2001年に策定された。この基準に含まれる水質指標は、pH、BOD、COD、SS、TKNであり、タイプA(家畜数600頭超)とタイプB(家畜数60~600頭)には、異なる基準値が適用される。

### iv. その他

その他の水質基準には以下のものが含まれる。

- 沿岸養殖排水基準
- 汽水養殖排水基準
- 内陸養殖排水基準
- 灌漑システムに排出される水の特異性
- 深井戸に排出される水の特異性

## 6.6 排水モニタリング

国家環境保全推進法は、同法が定めた固定発生源の所有者に対して、排水の水質モニタリング、統計・データの収集及び報告書の提出を義務付けている(第70条及び80条)。モニタリングの対象となる排水源は、以下の4分類である: 養豚場、土地開発、工業団地・工業地帯及びクラスA建築物(ホテル、病院、コンドミニアム、デパート、市場、レストラン)。水質汚濁の固定汚染源については、Chao Phraya、Tha Chin、Bang Pakongの3河川流域においてモニタリングが実施されている。

排水の処理または処分能力が適用される基準を満たしていない場合、所有者は汚染防止担当者の指示に従い、改良または改善を加える必要がある。違反が判明した場合や所有者が指示に従わない場合には、費用負担、罰金、損害賠償義務、罰則が科せられる。あらゆるセクターが基準の遵守に前向きであることは望ましい傾向であるが、これは基準を守ることが業務契約に有利に働くとともに環境改善につながり、それらが生活の質にも影響するためである。

PCDは国家環境基準法B.E.2535 (1992)に基づき、公害規制当局として汚染源の排水を調査する権限を持っている。2015年にPCDが1,392の汚濁源で実施した調査によると、404地点で基準を超過しているのが確認された。調査対象地点は、工場や工業団地、特定の種類や大きさの建物、給油所、養豚農家、集合住宅排水処理施設、指定された土地などである。基準超過が確認された事業主に対しては、工場法に沿って行政改善令が出され、一定期間のうちに基準を満たすように通達がなされる。

## 6.7 違反に対する措置

国内25の大学が参加して2005年～2007年に行われた環境軍プロジェクトにおいて、約12万の工場の調査支援を行った。産業排水計画・管理を改善し、排水データベースを構築するのが目的であった。集められたデータは、i) 連絡先、ii) GPSの位置、iii) 排出ポイントの写真、iv) ボイラー排気不透明度のリングルマン係数表示、v) 排水水質であった。

Wangcharoenrung (2017)によると、環境軍プロジェクト以降、それに匹敵するようなデータ収集は行われていない。モニタリングの問題点もいくつかあげられてきている。

- 人材不足。77県に12万工場がある中で、各県3名の産業省担当官しかおらず、PCDからは40名である。
- 機器の不足モニタリングや分析に使用する機器や施設が不足している。
- 省庁間で情報交換するのは困難で、同じ作業を別々に実施している等重複を生む。
- 工場側に環境への意識が不足している。何よりも利益を優先してしまう。

排水基準不遵守が多い産業を下記に挙げる (Wangcharoenrung 2017)。

(1) 高リスクの産業グループ (事故を頻発): 石油化学工業、エタノール産業、製糖業および冷蔵産業。

理由i) 環境や安全に対して訓練を受けている職員が少ない。

理由ii) 事故防止に対する訓練が不足している。

(2) 汚染性の産業グループ (排水基準遵守が困難): でんぷん工場、服飾、製紙業、皮革業。

理由i) 一種類の排水基準だけでは全ての産業をカバーするのは難しい。

理由ii) 唯一の関連基準は濃縮を基本としている。

理由iii) 排水処理プラントの操業ができる職員が限られてる。

(3) 環境管理への知識が乏しいグループ: 中小企業や地域の工場のように、排水を処理せずに流す。2014年の調査では、87,000小規模・地域型工場は国内主要河川におけるBODの6%に相当することがわかっている。

理由i) 工場は排水処理の方法を知らず、予算もない。

理由ii) 一つ一つの工場小規模すぎて、当局が調査できない。

## 7 | 水環境管理に係る最近の動き

### 第12国家経済社会開発計画

2016年9月13日に内閣によって承認された。10の戦略のうち次の2つは公害防止に関連するものである。(1)「持続可能な開発のための環境にやさしい成長」のための戦略、(2)「環境にやさしい成長と高い質の生活のため、自然資源や環境を保全回復しながら多様な地方、都市、経済区を発展させる」ための戦略

### 2017～2021年間公害防止計画

自然資源環境省が策定し、2016年9月に国家環境委員会で承認された。計画は4つの戦略から成る。2つの公害防止関連のもの、高い質の環境を維持するためのものと、持続可能な自然資源の利用についてのものである。自然資源を持続可能なかたちで利用しつつ経済活動を発展させるには、自然に敬意をはらい、効率性と影響への負荷に留意することが重要である。

## 公害防止20年間戦略

自然資源環境省が策定し、2016年12月28日に国家環境委員会で承認された。6つのコンセプトから成る。

- (i) 川の上流から管の先まで汚染源の緩和と管理を行う。
- (ii) 問題の優先化を進め、コミュニティレベルで汚染を管理する。
- (iii) 自治体行政官が自身の手で排水・都市廃棄物管理を主流化ようになる。
- (iv) PPP及びSCPを目的とした経済インセンティブプログラムの適用。
- (v) 公害防止法、計画、実施における一貫性を強化する。関連組織にも通じるものとする。
- (vi) 民間セクターを含む全てのステークホルダーがコミュニティレベルでの公害管理に参画する。

## 清潔で秩序ある国を維持するための法律 (No.2)

内務省が策定し、2016年1月12日に内閣によって承認された。本法の下、下水の収集及び都市ごみの収集に対する責務は、各地域の自治体行政にあるとされている。内務大臣は、以下のような大臣令を出す予定である。

- (i) 下水とごみ収集を課金制にする。
- (ii) ごみ収集、運搬、廃棄に対する責務と権限を与える地方機関を定めること。
- (iii) 自治体行政官は、下水道とごみ収集に関連するビジネスを行いたい者に当該ビジネスへの許可証を与えること
- (iv) 地方自治局は、自治体に対し、自治体が策定した開発計画に沿った廃棄物管理計画を提案支援する責務を担う。国家予算からの予算獲得や、廃棄物収集運搬に係る非公認の業者に対する刑事罰を制定する責務も担う。

本法は、B.E.2560 (2017) 1月15日付タイ王国官報 No.134 セクション5A で発表され、翌日施行された (PCD 2016)。

## 水資源管理戦略法 B.E.2558-2569 (2015年~2036年)

自然資源環境省が農業省と共同で策定し、2015年5月7日に内閣により承認された。水資源問題の防止や対策を統合した政策の枠組みに関する法である。「一つ一つの村が安定した生産・家庭消費に適したきれいな水を利用できる

こと。洪水による被害を縮小すること。全てのセクターが関与し、調和の取れた開発・持続可能な水資源管理を行うこと」をビジョンとしている。6つの戦略から成る。

- (i) 家庭での消費のための水管理への戦略
- (ii) 農業・産業における生産の場へ安定した水供給を行うための戦略
- (iii) 洪水管理への戦略
- (iv) 水質管理への戦略
- (v) 水源林の損失緩和と土壌流出保全のための戦略
- (vi) 管理のための戦略

## 8 | 現在及び今後の課題

タイにおける水環境管理は、特に1992年以降、優先課題として取り組まれており、法的枠組みについても、その実施に向けた整備や改善が行われてきた。この25年の間に、汚染に関する国の全体像は改善されてきている。これは、多様なステークホルダーや政府・非政府職員たちの努力のおかげである。しかし、課題はまだ多い。大きな居住区周辺では水質の悪化がみられ（水系の近隣であれば特に）、農業や産業が水環境に与える影響も大きい。多くの都市では、下水道や下水処理が未発達である。

タイ政府は、2015年と2016年版の公害白書で以下のように述べている。

- 地方自治体やコミュニティ等が協力して、水質の「良好」「非常に良好」を増やすべきである。
- 地方自治体は、土地の状況等を十分に考慮し、分散型、合併型、集合型排水処理施設を選択し、建設を進めるべきである。
- 表流水の重金属汚染について、十分調査を行うべきである（特に北部）。原因の鉱山や地質を特定し、重金属の悪影響や蓄積の防止策を策定すべきである。
- 周辺の環境に配慮し、農業や食品加工業において、処理済みの排水再利用を促進すべきである。
- 沿岸水域の水質基準を見直し、リンや窒素汚染由来の富栄養化に対処すべきである。汚濁発生源の管理も必要である。

- 水道料金に統合するなどして、水保全費を課すことを考えるべきである。集められた資金は、コミュニティ活動や農業・産業といった便益のために水が使われている活動に利用される。排水に対しては、汚染者負担の原則（PPP）、受益者負担の原則（BPP）または、「利用者が支払う」原則に基づいて費用が支払われ、集められた資金は集合排水処理施設の建設など、水管理に使われる。

## 2.13 ベトナム



### 1 | 国別情報

表 2.13.1. 基本指標

国土面積 (km <sup>2</sup> )	310,070 (2016)	
総人口 (人)	9,270万 (2016)	
名目GDP (米ドル)	2,026億 (2016)	
一人当り名目GDP (米ドル)	2,050 (2016)	
平均降水量 (mm/年)	1,950* (2017)	
水資源量 (km <sup>3</sup> )	884 (2017)	
年間水使用量 (10億m <sup>3</sup> )	82 (2014)	
セクター別 年間水使用率	農業用水	94.8% (2005)
	工業用水	3.7% (2005)
	都市用水 (生活用水を含む)	1.5% (2005)

(出典:世界銀行 2017、\*2030 WRG 2017)

### 2 | ベトナムの主な流域

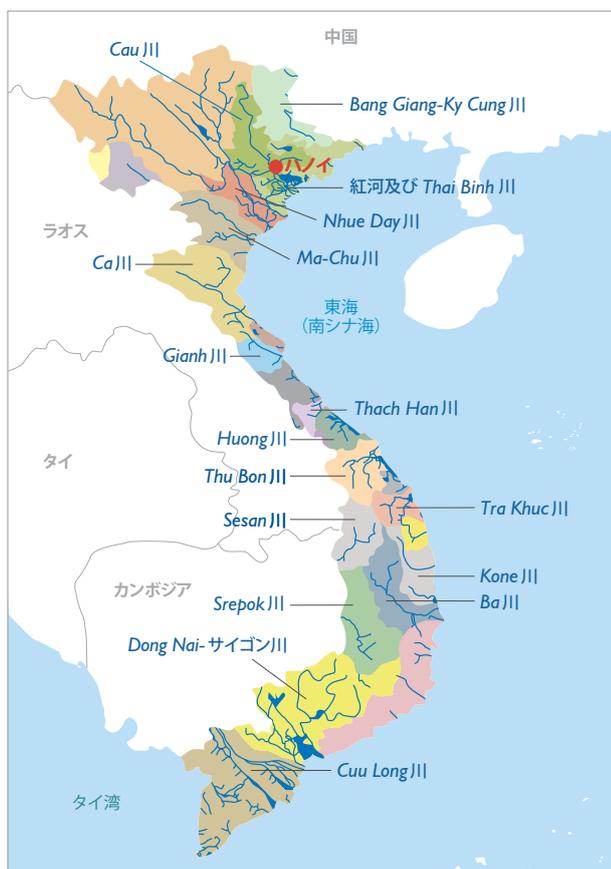


図 2.13.1. ベトナムの主な流域

### 3 | 水資源の現状

ベトナムは大規模な河川・運河網を有している。10kmを超える河川は3,540あり、の中には108の主要河川が含まれる。同国の16の河川流域は、全体の90%を占めており、紅河及び Thai Binh、Bac Giang-Ky Cung、Ma、Ca、Vu Gia-Thu Bon、Ba、Gianh、Thach Han、Huong、Vu Gia-Thu Bon、Tra Khuc-Ve-Tra Bong、Kon-Ha Thanh-La Tinh、BaSesan、Srepok、Dong Nai-サイゴン、メコン河 (Chuu Long川) を含む。多数の河川流域を有することから、ベトナムの表流水は豊富である。河川流域の総表流量量は年間およそ830km<sup>3</sup>であるが、ベトナム国土内の表流量量は、このうち37%にあたる約310km<sup>3</sup>で、残る63%相当の520km<sup>3</sup>は隣接国の表流量量である (MoNRE 2015)。

ベトナムは全体的には表流水資源に恵まれているが、国内で均等に配分されていない。これは、降雨分布に偏りがあることが1つの原因である。国家環境報告書2011～2015年版 (MoNRE 2015) によると、メコン河の年間有効貯水量は約500km<sup>3</sup>で、国内の全河川の年間有効貯水量のおよそ57%を占める。紅河の年間総流量は約126.5km<sup>3</sup> (全体の14.9%)、Don Nai川は36.3km<sup>3</sup> (4.3%)と続く。総流量のおよそ60%は、ベトナム人口の2割が生活するメコン河・デルタ域に分布している。さらに、急速な都市化と長い乾季が原因で、深刻な水不足が起こっている地域が多い。

利用可能な水量は806億m<sup>3</sup>で、国内総水量の10%に相当する。利用可能な量のうち80% (650億m<sup>3</sup>) は農業に利用されている。他には、エネルギー生産、家庭用、水生生物、産業、観光サービス産業に用いられている。中でも産業、漁業、家庭用の利用量が増加傾向にある。メコン河・紅河のデルタ域における農業利用に使用される量が最も多く、農業利用の中でも70%を占める。最も産業系の水利用量が多い流域はHong-Thai Binhで、国内産業における水使用量の半分を占める。

ベトナムは気候変動の影響を受けやすい国の1つであり、深刻な影響を受けると予測されている。気候変動に関する政府間パネル (Intergovernmental Panel on Climate Change: IPCC) は第4次評価報告書の中で、ベトナムを「アジアにおいて今後重大な気候影響が予期される脆弱地域 (Cruz他 2007; IFAD 2014)」と特徴付けている。気候

変動はベトナムの水資源に多大な影響を及ぼし、特に影響を受けるのは表流水であると予想されている。その地域で見ると、乾季のメコン河デルタ域は2020年までに約4.8%、2050年までに約14.5%縮小すると予想されている。

表流水と共に、家庭用、産業活動、農業活動において重要な水供給源が地下水である。天然資源環境省（MoNRE）（2015）によると、降雨量が多いため、地下水は比較的豊富である。埋蔵量は推計で1億7260万m<sup>3</sup>/日ほどであるとされており、利用可能な量は1053万m<sup>3</sup>/日である。北部デルタ域と南部デルタ域は最も地下水開発が進んでいる地域であり、双方併せて全体の55.7%である587万m<sup>3</sup>/日を揚水する。代表的な二都市、ハノイとホーチミンにおいては、全体の25%近く263万m<sup>3</sup>/日を占めている。

表 2.13.2. ベトナムの河川流域

流域名	流域面積 (km <sup>2</sup> )	有効貯水量 (km <sup>3</sup> )
紅河及び Thai Binh	169,020	135
Bac Giang-Ky Cung	13,260	9.4
Ma	28,400	18
Ca	29,930	23.5
Gianh	4,680	8.14
Thach Han	2,550	4.68
Huong	3,300	5.64
Vu Gia - Thu Bon	10,350	20.1
Tra Khuc - Ve - Tra Bong	5,200	6.19
Kon - Ha Thanh- La Tinh	3,640	2.58
Sesan	11,450	12.9
Srepok	18,200	13.5
Ba	13,900	9.5
Dong Nai - サイゴン	40,294	37
メコン河 (Cuu Long)	761,417	475
南東地域のグループの河川流域	15,760	9.16

(出典: MoNRE 2014)

2015年時点で、国内には約100の水企業が存在し、500以上の大規模及び小規模の水供給設備を管理し、住民や企業に水を供給している。都市部への水供給源のうち、約40%が地下水由来であり。農村地域への水供給の80%近くは地下水である（MoNRE 2016）。北部、中央部、中部高原では、掘削井戸の深さは平均して100メートル未満であり、メコンデルタの掘削井は300メートルを超える。近年、ハノイやメコン河デルタ域といった地域で地下水が過剰に揚水されており、地下水位の低下、地盤沈下、塩水浸入といった問題が報告されている。

農業は、依然、ベトナムの貧困削減や食糧保障において重要な役割を担っている。GDPの約18.1%を農業が占め（世界銀行 2016）、同国経済を支える主要セクターである。しかし、水資源を最も消費するのも農業で、総水使用量は全体の95%に上る。また、最近10年間では、生活用水や産業用水の需要が伸びており、水資源の枯渇が引き起こされている。

都市部の急激な人口増加、不適切な廃棄物管理、未処理の生活排水及び産業排水、森林伐採も水資源を逼迫させている原因である。さらに、国の開発事業も水の質と量の両方において水資源の状況に影響を与えている。

## 4 | 水質状況

生活排水及び産業排水による有機性汚濁は、ベトナムで広範囲にわたり河川や湖沼に影響を及ぼしている。主要河川の下流、小規模河川、池、湖、都市部の用水路といった場所では、有機性汚濁が深刻なレベルに達している。しかし、汚染は水流の水利特性にもより、乾季に河川の流量が減ると汚染度は増加する。汚染はまた、地表に排出される廃棄物の管理状況にも非常に影響されるが、現在、河川流域に放流されている廃棄物源はほぼ野放しの状態で、表流水の深刻な汚染を引き起こしている。

2017年時点で、国内795の市街地のうち、全体の94.7%の753施設は規格に適合する排水処理施設を所有していなかった。ベトナム建設省によると、2016年12月時点で37の排水処理施設が稼働しており、合わせて一日に89万m<sup>3</sup>の処理が可能である。さらに45の排水処理施設が計画中もしくは建設中であり、完成すれば設計上は一日200万m<sup>3</sup>の処理が可能になる。適切に処理されている同国の都市排水は10%程度（施設を実稼動した場合。設計上は約12%）であり、処理されない排水はそのまま環境へ排出される（Vietnammoi 2017）。水域に直接放流される未処理の産業排水は一日に100万m<sup>3</sup>超で、総産業排水量の約70%に相当すると推定されている（世界銀行 2012）。

### 4.1 河川と湖沼

都市の中心部、工業地帯、産業地域や工芸村を流れる河川の表流水の水質は、未処理の排水が流れているため、概ね非常に悪い。天然資源環境省が2015年に実施したモニタリングからは、Nhue-Day、Cau、Dong Naiのような主要河川が深刻に汚染されていることが明らかになった。汚染

の原因は、主に有機物やアンモニア性窒素、微生物で、許容範囲を超えている。この状況は長年改善が見られておらず、住民及び周囲の環境に深刻な影響を及ぼしている。

都市部の河川や湖沼、運河、水路は都市排水や時に産業排水に汚染され、自浄作用を失い単に周囲の排水貯水池になっている湖も多い。浄化事業のような改善の努力はあまり効果が無く、ほとんどの都市で表流水の水質汚濁問題は解決されていない。モニタリング結果によると、BOD5、COD、栄養塩（アンモニア）のようなほとんどの水質指標は表流水質に係る国家技術基準（QCVN 08-MT：2015/BTNMT（B1 類型））が定める基準値を超えている。

Cau川、Nhue-Day川、Dong Nai川の流域はベトナムで最も汚染されている流域である。この3流域のある特定地

域の水質は毎年悪化しており、多くの水質指標においてQCVN 08：2008／BTNMT B1 類型（灌漑・農業用の水質）を達成することができなかったことがモニタリング結果で報告されている。Bac Giang 県とBac Ninh 県のCau川水質は常に汚染が見られる。これは川沿いの産業や工芸村が原因である（MONRE 2015）。

ベトナム環境総局（VEA）環境モニタリングセンターが行った水質モニタリングでは、重度に汚染されているのはハノイ周辺のNhue-Day川で、特に、COD、BOD5、アンモニア性窒素の3指標において基準QCVN 08：2008／BTNMT B1類を超えていることが確認されている。とりわけ乾季に超過が見られることが多い（MONRE 2016）。

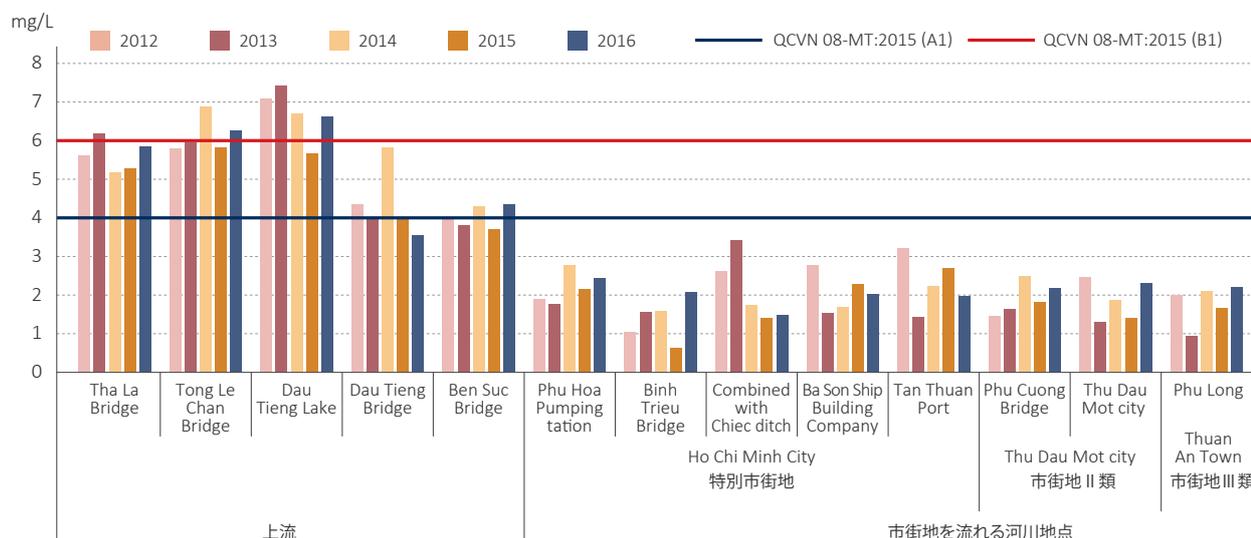


図 2.13.2. サイゴン川近郊流域（上流及び市街地を流れる河川地点）の年間BOD<sub>5</sub>の経年変化（2012～2016年、上流から都市部にかけての地域）（出典：MoNRE 2016）

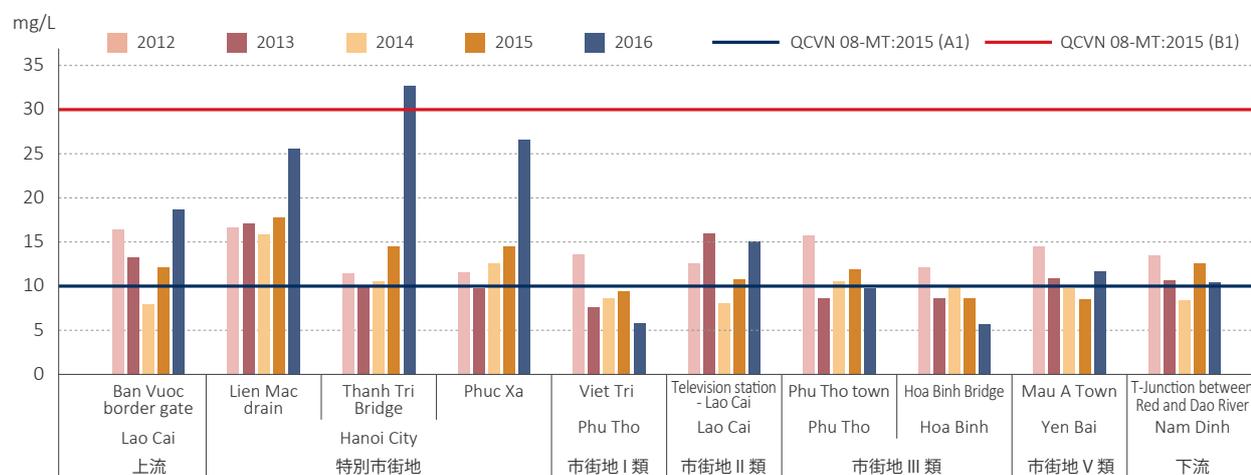


図 2.13.3. 紅河近郊流域（市街地を流れる河川地点）の年間CODの経年変化（2012～2016年、都市部地域）（出典：MONRE 2016）

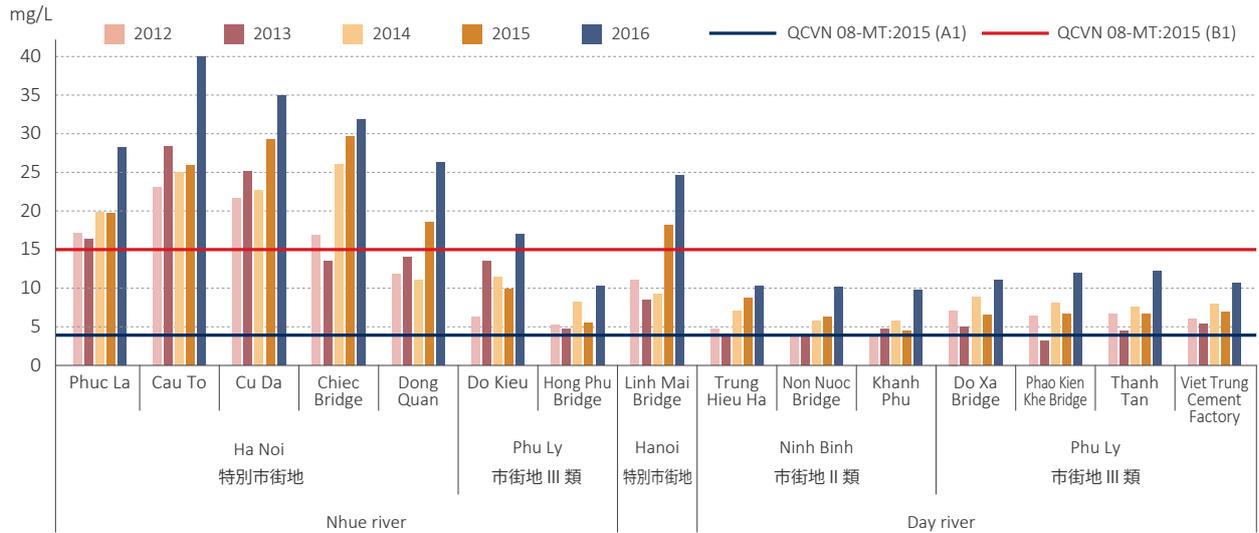


図 2.13.4. Nhue-Day川近郊流域（市街地を流れる河川地点）の年間BOD<sub>5</sub>の経年変化（2012～2016年、都市部地域）

（出典：MONRE 2016）



図 2.13.5. ベトナムで最も汚染されている三河川の概要

（出典：MoNRE 2006）

この三河川流域の汚染源として、産業廃棄物（主に採掘業、冶金業、食品加工業、製紙業）、生活排水、工芸村の廃棄物、医療廃棄物といった多数の汚染源が特定された。これらは河川の水質及び公衆衛生に甚大な影響を及ぼしている。保健省（MoH）及び MoNRE の統計や評価によると、ベトナムでは汚染された水や劣悪な衛生状況が理由で毎年平均9,000人が死亡している。また、毎年20,000人近くがガンと診断され、ガン発症は主に汚染水の利用による（VACNE 2014）。

ベトナムの雨水調節においては、河川の他に自然湖が大きな役割を果たしており、大きな湖は都市機能において非常に重要な存在であると考えられている。しかし、湖水は最近ひどく汚染されている。生活排水からの有機性汚濁物質や環境保全意識の低い人々による廃棄物の投棄が原因である。

都市内部や大都市を流れる河川地点や湖の水質は悪く、主に有機性の汚染に起因している。ハノイ市内陸部の湖の水質指標のほとんどが、基準 QCVN 08 : 2015 / BTNMT B1 類型を超えている。

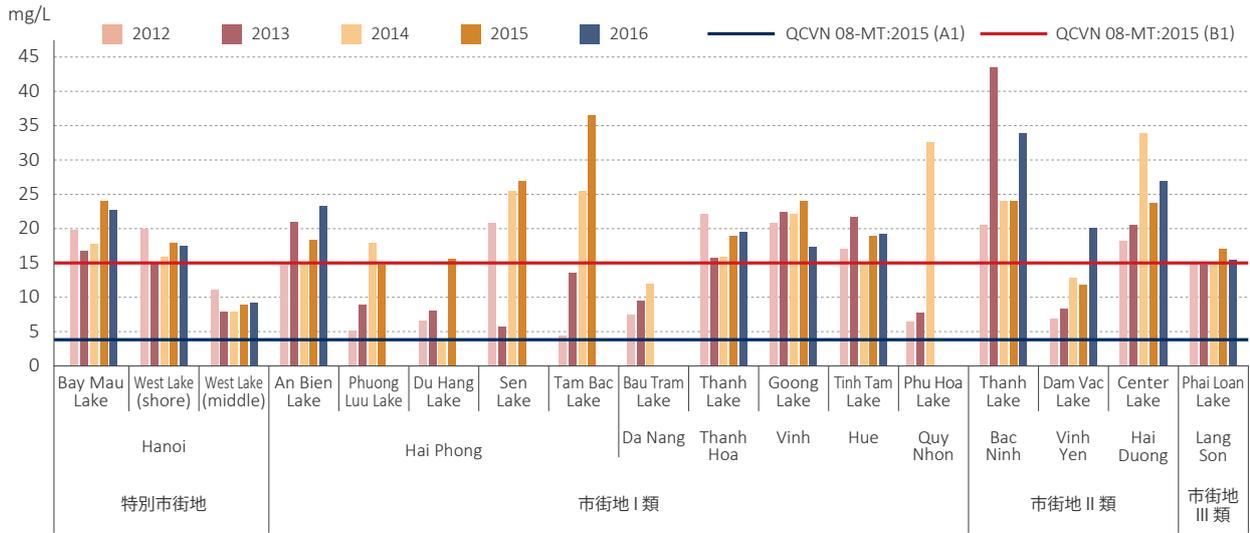


図 2.13.6. 国内の主要内陸湖沼におけるBOD5の経年変化（2012～2016年）

（出典：MONRE 2016）

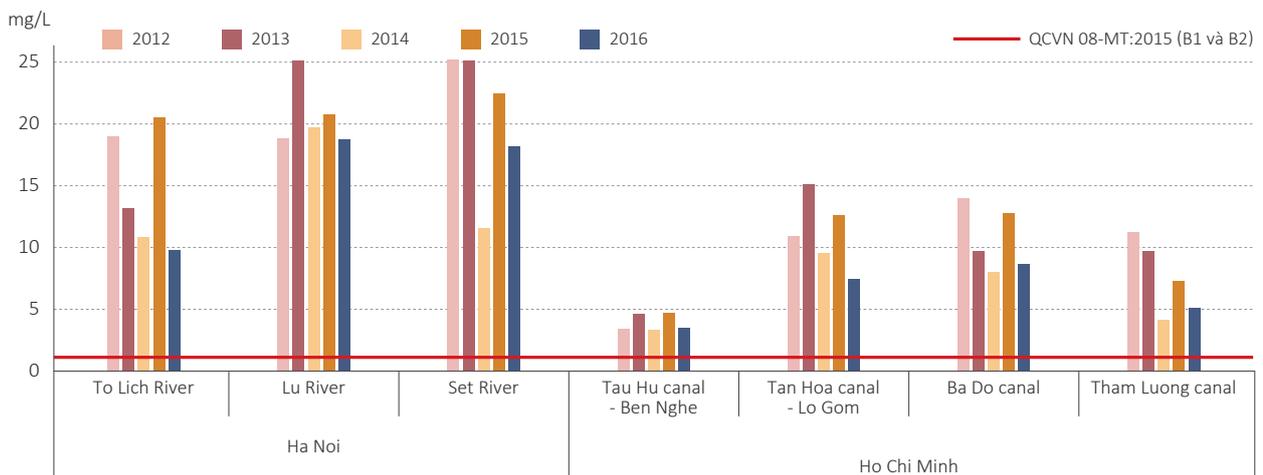


図 2.13.7. ハノイ及びホーチミン市内河川、運河におけるアンモニア性窒素の経年変化（2012～2016年）（出典：MONRE 2016）

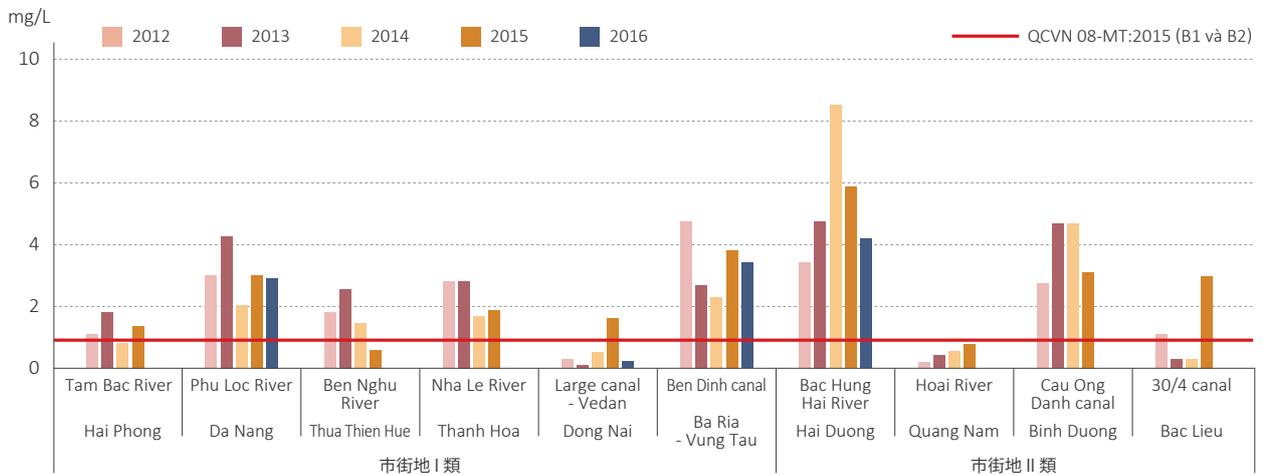


図 2.13.8. その他の主要都市における河川、運河、水路のアンモニア値推移（2012～2016年）

（出典：MONRE 2016）

**Box 2.13.1. ハノイとHueにおける湖水の汚染**

ハノイの天然資源環境局が行った水質モニタリングでは、西湖やNgoc Khanh湖、Xa Dan湖、Quynh湖、Hai Ba Trung湖、Kim Lien湖、Van Quan湖、Vo湖、Den Lu湖、Thanh Nhan 1湖、Thanh Nhan 2B湖、Truc Bach湖において水質の回復がみられ、第Ⅲ類型（灌漑等用の水質）であったが、他の国内湖は第Ⅳ類型（水運等用の水質）もしくはⅤ類型（汚染が甚大で、処理が必要な水質）であった。

一方で、Hue湖やTinh Tam湖は地滑りによる問題を抱えている。湖は土砂の堆積により干上がり、長期に渡る富栄養化で藻が水面を覆い尽くし、日常的に廃棄物が投棄されるため水路はふさがれ、環境は破壊されている。これらの湖周辺では排水処理が行われてきていない。下水管はごみで詰まり、野生植物バイオマスが沼地を汚染し悪臭が発生している。環境破壊は甚大である。

表 2.13.3. 表流水質基準における類型区分

類型	用途
A1	生活用水及びA2に含まれるその他の用途
A2	生活用水に適しているが、適切な処理技術の適用が必要；水生生物の保全及びB1、B2に含まれるその他の用途
B1	灌漑及び同様の水質を必要とするその他の目的やB2に含まれる用途
B2	水上交通及び高い水質を必要としない用途

**4.2 沿岸水域**

国内の沿岸水域の水質は、全般的によく、ほとんどの水質指標が基準 QCVN 10-MT : 2015 / BTNMT 以下である。しかし、未処理排水や廃棄物の増加に伴い、沿岸周辺地域では汚染が確認されてきている。2011年～2015年のモニタリング結果によると、ほとんどの対象地域、特に北部と南部の沿岸で、CODやアンモニア性窒素の値が高く、基準 QCVN 10-MT : 2015 / BTNMT（水生生物や水浴に適した水質）を超過している。ダナンのTho Quang boatは近年海洋汚染頻発地域になるなど、中央部や南部に比べて北部沿岸部の有機物汚染が深刻である。しかし、2011年～2015年にかけて汚染は低減されている。

Khanh Hoa省、Ninh Thuan省、Binh Thuan省では、藻類の爆発的な増殖による赤潮が発生し、生態系や環境資源に大きな被害を与えている。原因は、観光業の拡大や都市化、農業、産業などであり、水域に過剰な有機物や栄養塩が流入することによる富栄養化である。水性植物の種の製造や、ロブスターやハタ類のかご養殖も大量の栄養源を排出するため、ますます藻類に適した環境になっている。

**4.3 地下水**

MoNRE（2015）によれば、地域によるが、地下水の水質は概ね良好である。pH6.0～8.0、水質は軟水（硬度1.5mg/l未満）、有機化合物及び微生物、重金属類は国家技術基準 QCVN 09-MT : 2015 / BTNMT の許容範囲内である。

しかし、特定の地域、特に北部デルタ域（紅河デルタ）では、地下水汚染がみられる。主な汚染源は総溶解性物質、アンモニア、重金属類（Mn、As、Cd、Pb）などであり、沿岸中央に位置する省やDong Nai川、メコン河デルタ域周辺の省では塩水浸入も深刻である。

**4.4 主な水質汚濁源****生活排水**

急激な人口増加、都市の生活スタイルの変化が原因で、都市部の生活排水量は加速的に増加している。生活排水の処理率は依然として低く、未処理のまま排出されることも多い。

**産業排水**

生活排水に加えて、産業、サービス業、商業も都市部の水環境に悪影響を与えている。ハノイのようないくつかの都市では大規模産業地域の近郊に小規模製造業が残っているが、このような製造業のほとんどが家内工業であり、排水処理施設をもたない。また、基準に沿った排水処理施設を建設する資金が不足しており、中小企業は新しい排水処理設備や技術を利用することが困難である。このように、処理済みの排水であってもその水質は保証できるものではない。また、産業排水は高濃度の重金属、油脂分、懸濁物質を含むことが多い。

## その他の汚濁源（医療排水）

医療排水とは、検査機関や処置施設を含む医療施設からの排水を指す。対象施設は、予防医療センター、医療製薬研究機関、医療訓練施設、製薬工場が挙げられる。医療排水は、有機化合物や油脂分のような一般的な汚濁物質に加え、特殊な金属や有機物、感染性病原菌、薬品合成物質、還元剤、化学溶媒、抗生物質を含み、診断や治療に用いられる放射性同位体（アイソトープ）を含む可能性もある。医療排水量は年々増加しており、2015年の特殊処理を要した排水量は約125,000m<sup>3</sup>/日であった。

## 5 | 排水処理状況

### 生活排水

建設省によれば、2015年には52の都市下水排水事業が実施され、総処理量240万m<sup>3</sup>/日の77の灌漑事業が実施された。このうち、都市部において、Ⅲ類型もしくはより高次な集合排水処理施設が37基建設された。施設建設には問題があり、排水収集のネットワークが統合されておらず、施設は完成できないでいる。このため、必要とされる処理量よりも低い稼働率で操業している。

### 産業排水

産業排水は、工業地帯、コンビナート、小規模産業、工芸村からの排水を指す。工業地域の内75%ゾーン（283のうち212ゾーン）は集合排水処理設備を有し（212ゾーンからの排水の60%が処理される）、集合排水処理施設を持つコンビナートは5%、工芸村はごくわずかしが施設を持っていない。

## 6 | 水環境管理の枠組み

### 6.1 法整備

ベトナム社会主義共和国2013年改正憲法第53条は、「土地、水資源、鉱物資源、地下資源、海域及び空域における資源、その他の天然資源及び国が投資、管理する財産は、全人民の所有に属する公財産であり、国が所有者を代表し、統一的に管理する。」と述べている。同憲法は、ベトナムの環境保全及び水資源保全の基盤となっている。

加えて、1998年水資源法（命令No. 8/1998/QH10）に変わり発効した2012年水資源法（命令No.17/2012/QH13）

の下では、水質悪化と水の枯渇の防止、水質管理に対する責務といった水資源保全に関連する問題は第3章にて強調されている。水資源法とは別途、新しい2014年環境保全法（N No.55/2014/QH13）は、環境保護活動、環境保護を目的とした手法や資源活用について制定している。法の中では、河川の水環境保護に加え、環境保護に携わる規制部局、組織、世帯、個人の権利、権限、義務、責務が定められている。

水資源法の他にも、水資源管理に関する多数の法律（鉱物法、土地に関する法、生物多様性に関する法）、政令、決定、通達、戦略が公布されており、水環境管理に関するベトナムの法制度を確立させている。

### 6.2 制度的措置

2012年水資源法と2014年環境保全法では、政府、省庁及び省庁レベルの行政機関、市や省（行政区）の人民委員会、地区や村の住民組織による水資源管理は国家の責務であるとはっきりと述べている。従って、政府は国家レベルの水資源管理を統一的に、或いは、総合的に行わなければならない。

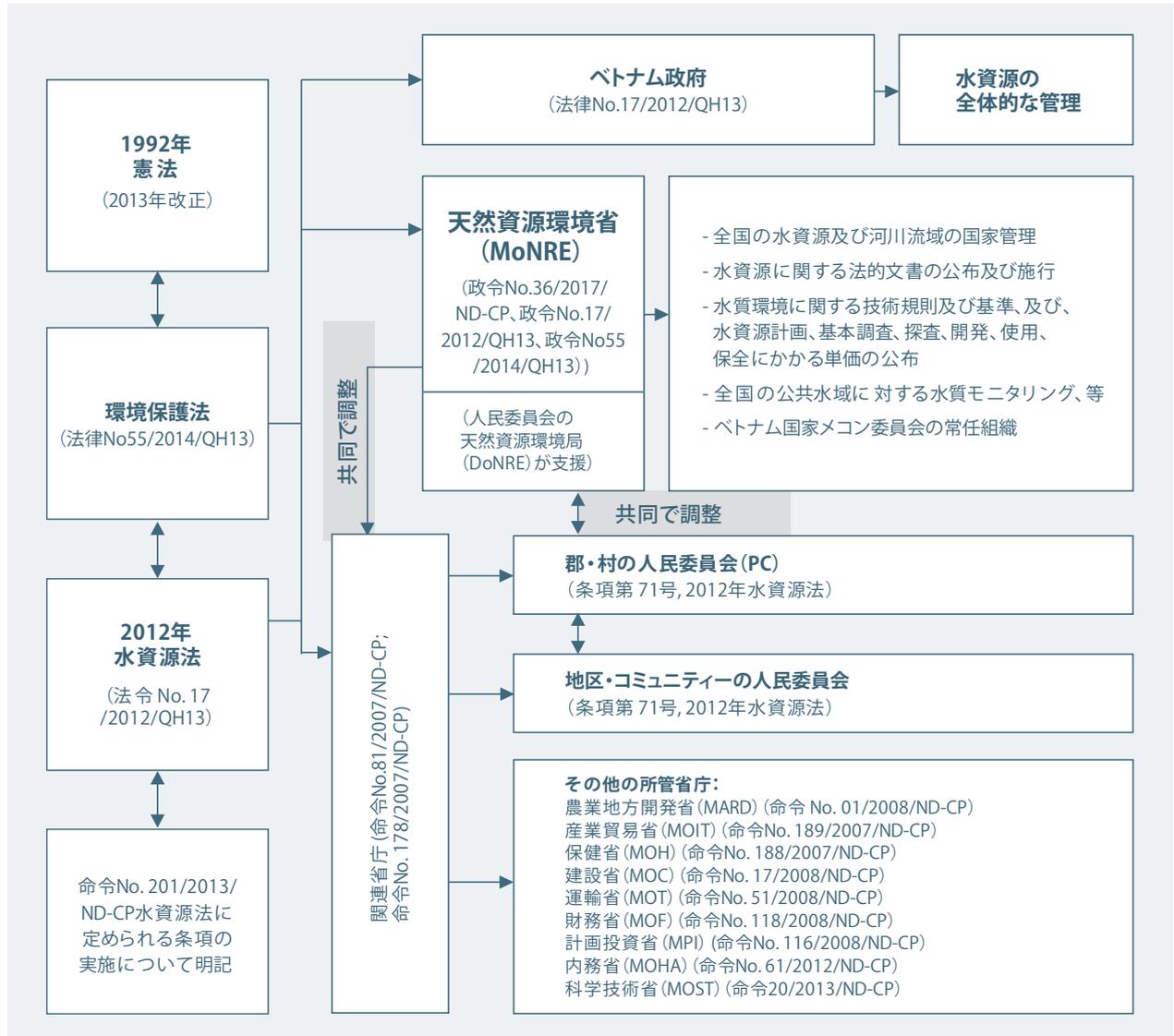
2002年に立ち上げられた天然資源環境省（MoNRE）は、政府機関として国家の水資源管理の責務を負う。MoNREの責務には、環境保護計画の策定、戦略的環境アセスメントの報告書の確認、政府の気候変動対策の立案・実施・ガイドライン作成、環境改善指示、国の環境モニタリングの実施・改善、技術規則や水質基準の公布、公共水域の水質モニタリング実施、全国の河川流域管理が挙げられ、これは2012年水資源法の第70条及び2014年環境保全法、政令No. 36/2017/ND-CPによって定められている。またMoNREは国家水資源委員会（National Council of Water Resources）、ベトナムメコン河委員会（Viet Nam Mekong River Commission）、全国の河川流域組織の常任組織としても機能する。

さらに、MoNREは各レベルにおける人民委員会活動を調整し、統一する。その管轄対象は、市、省、区、村、所管省庁で、水資源法が定める水資源の保全を実現するため、法的文書及び対策の円滑な実施が行われるよう監視する。MoNREの監督事項には、水資源の開発、使用、保全の監督、水が河川に及ぼす危害の防止、管理、改善があり、これは2012年水資源法第72条にて定められている。

MoNREの他に水資源管理に影響力を有し実施にあたる省は次の通りである。農業農村開発省 (MARD)、産業貿易省 (MOIT)、保健省 (MOH)、科学技術省 (MOST)、建設省 (MOC)、運輸省 (MOT)、財務省 (MOF)、計画投資省 (MPI)、内務省 (MOHA)。図 2.13.9 及び表 2.13.4 にて各

省の役割及び所管業務を示す。

環境管理の実施においては、地方政府が重要な役割を果たす。天然資源環境局 (DoNRE) は、市或いは省の人民委員会の下、環境規制の施行やガイダンスの提供を通じ、環境保全活動の推進を主導する。



注：天然資源環境省 (MoNRE) : Ministry of Natural Resources and Environment; 農業地方開発省 (MARD) : Ministry of Agriculture and Rural Development; 建設省 (MOC) : Ministry of Construction; 内務省 (MOHA) : Ministry of Home Affairs; 保健省 (MOH) : Ministry of Health; 科学技術省 (MOST) : Ministry of Science and Technology; 計画投資省 (MPI) : Ministry of Planning and Investment; 財務省 (MOF) : Ministry of Finance; 産業貿易省 (MOIT) : Ministry of Industry and Trade; 運輸省 (MOT) : Ministry of Transport; 市或いは省の人民委員会 (PC) City 或いは Provincial People's Committee.

図 2.13.9. ベトナムの水資源管理に係る国家責務

(出典：関連命令の資料を基にIGES作成)

表 2.13.4. 水質管理に関連する省庁の責務

省庁	責務
農業地方開発省 (Ministry of Agriculture and Rural Development)	地方の水供給及び衛生管理；灌漑・水産用水の管理；洪水、暴風、災害予防； 漁業、耕作地の管理；水理工学及び堤防の管理
建設省 (Ministry of Construction)	都市公共事業の管理；都市水供給事業、下水事業、排水事業の設計・施工
保健省 (Ministry of Health)	飲料水の水質管理；水質基準の策定・監督、規制（飲料水及び生活用水）
科学技術省 (Ministry of Science and Technology)	天然資源環境省策定の水質基準の草案を評価し、公布
財務省 (Ministry of Finance)	水資源に対する税制・各種料金に関する政策立案；予算割当
計画投資省 (Ministry of Planning and Investment)	経済社会開発戦略の立案・実施について各省庁及びセクターに対する監督及び指示； 予算割当、計画、融資；国際協力活動の調整
運輸省 (Ministry of Transportation)	水上交通の管理・整備；水工学及び港湾システムの管理
産業貿易省 (Ministry of Industry and Trade)	ベトナム電力公社 (EVN) を通じた水力発電開発

(出典：関連各省庁の機能及び責務を定めた関連命令の資料を基にIGES作成)



図 2.13.10. ベトナムの水質保全関連の法律及び基準

(出典：関連各省庁の法令、基準、決定、命令、通達等の資料を基にIGES作成)

### 6.3 水質環境基準

水質環境基準は表流水、沿岸水域、地下水に適用される。環境モニタリングセンター（CEM）は、2010年3月23日付VEA決定No. 188/QD-IDUによって設立された。同センターは、国内の環境モニタリング、建設及び環境データ管理、環境モニタリングにおける情報技術の活用、VEAの機能枠組内での環境の質に関する報告といった業務の企画・実施においてVEAを補助する。CEMはベトナムの環境モニタリングネットワークの主導機関である。2005年以来、CEMは多数の定期モニタリングプログラムを実施している。

モニタリングデータをより有効に管理するため、2003年以降、CEMは環境モニタリングデータ管理を目的としたソフトウェアを開発した。同ソフトウェアは2009年から2011年にかけて、情報ネットワークシステム構築への投資事業の枠組の下、新規システムへと改良され、増加する需要に対応するためより強化された。この事業では、環境モニタリングデータベースシステムが構築され、情報ツール及びコミュニケーションツールを統合してウェブ上のモニタリングデータを受け、環境モニタリングポータルサイト上で報告書の閲覧や情報共有が可能となった。利用にはVEAに登録（サインアップ）が必要で、登録後に同データベースにアクセスが可能となる（図2.13.11）。

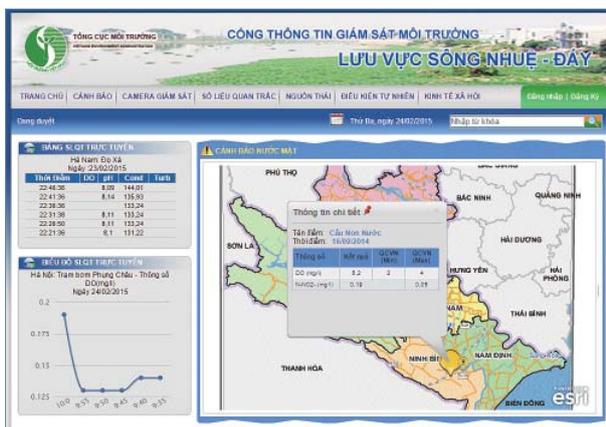


図 2.13.11. VEA 開発の Nhue-Bay 川流域の実時間環境モニタリングポータルサイト (出典：CEM 2015)

### 6.4 公共用水域におけるモニタリング

モニタリングプログラムによって異なるが、通常、モニタリングでは次の約 20 の水質指標が分析される。pH、水温、浮遊物質（SS）、濁度、電気伝導率（EC）、酸化還元電位（ORP）、溶存酸素（DO）、COD、BOD、アンモニア性窒素、硝酸イオン（NO<sub>3</sub><sup>-</sup>）、リン酸イオン（PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>）、硫酸イオ

ン（SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>）、塩化物イオン（Cl<sup>-</sup>）、大腸菌群、重金属（Pb、Ni、Cd、Cr、Hg、As、Mn、Fe）、油分、石炭酸、微量農薬。のちに、次の項目が加えられた（界面活性剤、油脂、アルドリン+ディルドリン、エンドリン、ヘキサクロロシクロヘキサン（BHC）、ジクロロジフェニルトリクロロエタン（DDT、エンドスルフアン（チオダン）、リンダン、クロルデン、ヘプタクロル）、パラチオン、馬拉チオン（2,4D; 2,4,5T; パラコート）、大腸菌（E. Coli））（CEM 2014）。

2017年9月1日に、ベトナムで環境モニタリング活動に関与する、すべての組織および個人に対して発出された通達 24/2017/TT-BTNMT：環境モニタリングに関する技術的な規則により、表流水の水質指標は以下を含むべきであるとされている（温度、pH、溶存酸素、電気伝導度、TDS、酸化還元電位、濁度、塩分濃度、アルカリ度、色、硬度、TSS、BOD<sub>5</sub>、COD、TOC（全有機炭素）、アンモニア性窒素、亜硝酸性窒素、硝酸性窒素、SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>、PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>、CN<sup>-</sup>、Cl<sup>-</sup>、F<sup>-</sup>、S<sup>2-</sup>、全窒素、全リン、Na、K、Ca、Mg、Fe、Mn、Cu、An、Ni、Pb、Cd、As、Hg、総クロム、六価クロム、大腸菌群、大腸菌、総油脂、グリース、総フェノール、有機塩素、有機リン化合物、全α線放射性物質、全β線放射性物質、総PCB、総ダイオキシン・フラン類（PCDD、PCDF）、ポリクロビフェニル類、PCBダイオキシン、浮遊動植物、底生生物、界面活性剤）。

通達 24/2017/TT-BTNMT は、表流水モニタリングの頻度について、最低でも年 6 回、二ヶ月に 1 回としている。

モニタリングデータは、水質保全に係る政策及び方策の評価及び改訂に活用される。MoNRE は、国家環境報告書を毎年発行しており、主なデータは同報告書中で一般公表される。

### 6.5 排出基準

図 2.13.10 に示すように、ベトナムでは生活排水、工業排水、保健医療排水といった様々な排水基準が定められている。政府発行の通達に従い、通常、企業には環境影響評価（EIA）の実施が義務付けられており、さらに年に 4 回の自己モニタリングを行わなければならない。MoNRE、VEA、及び（或いは）DoNRE は、年に 2 回、工業排水基準の遵守状況に係る立ち入り検査を行う。この立ち入り検査の際には事前に通告があり、年に 2 回以上は実施されない。違反が疑われる場合は、公安省（MPS）の「環境警察」が事前通告なしに強制調査を行う権限を持ち、違反を特定することが可能である。

現在、38.6% の工業地域ゾーンは自動モニタリングを

行っているが、コンビナートや工芸村などでは全く行われていない。

## 7 | 水環境管理に係る最近の動き

- 環境保全に係る中央党決議を発展させ、ベトナム共産党中央執行委員会は、「気候変動、天然資源管理の改善、環境保全に積極的に対応する」との決議 No. 24-NQ/TW を 2013 年 6 月に採択した。本決議に従い、気候変動及び環境問題は地球規模の課題として扱われる。従って、気候変動対策及び環境保全には、国際的な状況を勘案してあたらなければならない。気候変動に積極的に対応し、資源管理を強化し、環境を守ることは、重要な課題であり、ベトナムの持続可能な発展に多大に影響し、密接に関連するものである。また、国防と安全及び社会保障を確実に実行する経済開発のためのガイドライン及び政策を立案する基礎である。環境保全の強化は自然と調和し、自然の法則に合致する必要がある。そして、防止が鍵となる。汚染管理、環境改善、天然自然の保護、生物多様性は全て、人々の健康保護を第一に掲げ、これを目指すものである。同環境保全の決議は環境汚染を招き公衆衛生を損ねる事業を断固として拒否する。
- 2014 年改正の環境保護法が国会 (NA) で採択され、2015 年 1 月に発効された。これは、環境保護における現在の課題に対応する上で重要な法的枠組みと考えられている。天然資源環境省 Bui Cach Tuyen 副大臣によると、同新法は、以前の法制度の限界及び欠陥を補っており、グリーン成長、気候変動、環境保障における新たな内容をふまえ、規制をベトナムの国際的な責務に調和させている (Hop 2015)。新法は、全ての団体、組織、家庭、個人が環境保護の責務を負うと明記している。さらに、河川及び流域の水質汚濁管理について、関係省、地方自治体、地方省レベル局の権限及び所管業務を明確にしている。新法では、環境保護原則と経済社会開発、社会保障、子どもの権利、保護、開発、気候変動との調和に重点が置かれている (VEM 2014)。

2016 年 11 月 16 日付の政令 154/2016/ND-CP：排水に対する環境保護負担金に関する規定は、2013 年 3 月 29 日付の同規定 (政令 No. 25/2013/ND-CP) を改正したものである。この政令は、環境保護負担金について、免除事例、負担者、負担率、申告、支払い、負担金の排水への用途につ

き規定している。

同新規定では、次の 2 点が特記すべき点である。(i) 生活排水については、環境保護負担金は上水 1m<sup>3</sup> 販売価格のうちの一定の割合 (%) で算出され、付加価値税がかからない上水水販売価格の約 10% とし、省人民委員会もしくは地方自治体は割合をあげることができる。(ii) 工業排水については、課金対象の汚染物質 (水質指標) は 2 項目から 6 項目に増加された (化学的酸素要求量 (COD) 及び全浮遊物質 (TSS)、水銀 (Hg)、鉛 (Pb)、ヒ素 (As)、カドミウム (Cd)) 固定料金制及び変動料金制が採用され、以下の式で算出される。

$$F = f + C$$

F: 産業保護負担金

f: 固定負担金: 年間 150 万ベトナムドン

C: 変動負担金

変動負担金は、総排水量、汚濁物質濃度、各汚濁物質の課金割合に基づいて算出される。各物質の課金割合を次に示す。

表 2.13.5. 産業排水に対する環境保護負担金

	課金対象汚染物質	料金 (VND/kg)
1	化学的酸素要求量 (COD)	2,000
2	浮遊物質 (TSS)	2,400
3	水銀 (Hg)	20,000,000
4	鉛 (Pb)	1,000,000
5	ヒ素 (As)	2,000,000
6	カドミウム (Cd)。	2,000,000

(出典:ベトナム政府 2016 政令 154/2016/ND-CP)

- 2017 年 9 月 1 日付、通達 24/2017/TT-BTNMT: 環境モニタリングに関する技術的な規則は、ベトナムで環境モニタリング活動に関与する、すべての組織および個人に適用され、表流水のモニタリング指標は前述の全ての項目を含み、モニタリングの頻度は、最低でも年 6 回、二ヶ月に 1 回としている。本通達は 2017 年 10 月 15 日に施行された。

決議 No 90/QD-TTg は 2030 年を見据えた国家自然資源環境モニタリングネットワーク 2015~2016 年マスタープランの承認決議である。本決議内で、ベトナム政府は異なる期間 (2012 年~2016 年、2021 年から 2025 年、2030 年まで) の中で様々な目標とともに、統一性、近代性、広がりを持つ国家自然資源環境モニタリングネットワークを構築する

ことを定めている。具体的には、水、土壌、海洋、島々のような自然資源、水文気象学、環境保護、社会経済発展への行政のために、必要な水準に合うように情報調査することや、気候変動由来の自然災害や環境汚染による被害を減らすため、予想や警告、防止に努めることなどである。

2017年5月10日付の決議No 622/QD-TTgは、2030年までの持続可能な開発アジェンダに対する国家行動計画であり、首相決議である。ベトナムの2030年までの持続可能な開発目標は17の目標と115のターゲットから成り立っており、2015年9月の国連総会で採択された「持続可能な開発のための2030アジェンダ」に対応する形で策定されている。これらのターゲットは国連のSDGsターゲットを基礎とし、国の状況に沿う形に修正されている。水と衛生の目標、SDGs目標6については、天然資源環境省、農業地方開発省、建設省、財務省が中心となって取り組むこととされている。具体的には、MONREは、目標6.1d、6.3b、6.4、6.5、6.6をへの対策を実施、建設省は6.1a、6.2、6.3a、農業地方開発省は6.1b、財務省は6.1c、6.3cを所管することになっている。

## 8 | 現在及び今後の課題

近年、中央省庁や地方自治体、援助機関は、特にハノイやダナン、ホーチミンのような大都市を対象とし、水質改善や湖沼や河川の景観保護に努力を続けてきた。しかし、一部の大きな都市や省では湖沼や河川、運河の表流水汚濁は未だ顕著である。大量の未処理生活排水と産業排水の双方が有機物、栄養塩、微生物を流入させ、多くの都市の表流水を汚染している。一方で、地下水資源量は減少しており、多くの地域で地盤沈下が発生している。この現象は北部都市部、南部デルタ域、ホーチミン12区、Soc Trangが顕著である。

これらの問題に対して、以下の方法が取られるべきである。

- 法制度のより一層の改善（特に省、セクター、地方当局との間で重複したり調整不足となっている条項の削除等）。
- 環境保全法の実施に関する政令の追加及び見直し（手法や管理方法、技術管理、排水への監督を含む）
- 都市近郊や人口密度の高い地域、脆弱性の高い生態系を持つ地域で環境問題を引き起こすと考えられる大規模

でリスクの高い事業の見直し及び環境への影響の評価

- 経済区域や廃棄物問題が深刻な地域への環境観察や警告システムの継続的な強化
- 安定した情報基盤の構築。水質状況及び管理に関する信頼性の高い情報システムや汚濁物質インベントリデータベースの構築
- 河川や湖沼、運河の汚染を最小にするための段階的な改善の促進。浚渫や清掃、流量を増やす等のアプローチの継続、その地域に合った技術の生活排水・産業排水への適用、及び排水処理施設の運用の監視
- 都市環境保全のための以下の国の管理能力及び人材活用の改善：
  - ✓ 水質管理の実施に係る国・地方レベルの制度能力の継続的な強化。特に、水質モニタリング、汚染源の管理及び調査、現場での処罰賦課、等において強化が必要。
  - ✓ 環境管理者へのトレーニングや能力構築の強化。環境保全に関する活動を行う部局や企業の効率性を高めるべき。
  - ✓ 立ち入り調査や検査の仕組み、違反の防止及び違反者への罰則を見直すとともに強化する。
  - ✓ 都市部の環境保全のため、資金運用を強化するとともに、資金の活用と多様化を促進する。最も必要とされている場所に排水処理施設を建設したり、汚染がひどく居住区にある湖沼、池、運河、河川を改善したり、優先度をつけた資金の使い方をすべきである。うまく運用するために、経済セクターや環境保護社会活動からの資源を活用するためのメカニズムや手法を確立する。
  - ✓ 汚染者負担の原則：環境から利益を享受する者が、それにより引き起こされる結果や元通りにするための費用を負担するべきである。



## 参考文献

# 参考文献

## 1章

- Boyer, James A., and C.A. Rock. 1992. "Performance of Septic Tanks." Proceedings of 7th Northwest On-Site Wastewater Treatment Short Course and Equipment Exhibition. Seattle.
- DENR-EMB (Department of Environment and Natural Resources, Environmental Management Bureau) et al.. 2005. Philippines Sanitation Sourcebook and Decision Aid. [http://esa.un.org/iys/docs/san\\_lib\\_docs/Philippines\\_sanitation.pdf](http://esa.un.org/iys/docs/san_lib_docs/Philippines_sanitation.pdf). Accessed 18 February 2012
- Department of Environment, Malaysia 2012 Malaysia Environmental Environment Quality Report (EQR) 2012. Kuala Lumpur. <https://enviro.doe.gov.my/view.php?id=558> Accessed 28 March 2015
- Indah Water Konsortium Sdn Bhd. 2009. Sustainability Report 2008-2009. <http://www.iwk.com.my/pdf/CSR%202009%20.pdf>. Accessed 14 March 2014
- Japan Sewage Works Association. 1984. Gesuido Shisetsu Keikaku Sekkei Shishin to Kaisetsu 1984 nenban (Guideline for Plan and Design of Sewerage Works, 1984). Tokyo.
- Seabloom, Robert W., D.A. Carlson, and J. Engeset. 1982. "Septic Tank Performance, Compartmentation, Efficiency and Stressing." Proceedings of 4th Northwest On-Site Wastewater Disposal Short Course. University of Washington, Seattle.
- UNDP (United Nations Development Programme). 2006. Human Development Report 2006. New York.
- WEPA (Water Environment Partnership in Asia). 2012. WEPA Database of technologies in operation. <http://www.wepa-db.net/technologies/top.htm>, Accessed 18 February 2012

表1.3 WEPAパートナー国における公用水域の水質モニタリングの実施状況

### 中国

MEP (Ministry of Environmental Protection of the People's Republic of China) . 2017a. Report on the State of the Environment in China 2016 (in English). Beijing. <http://english.sepa.gov.cn/Resources/Reports/soe/ReportSOE/201709/P020170929573904364594.pdf>. Accessed 22 February 2018.

### 日本

MoEJ (Ministry of the Environment of Japan). 2017a. "Heisei 28 nendo Kokyoyo Suiiki Suishitsu Sokutei Kekka (Result of Measurement of Water Quality in Public Water Bodies 2016)." Tokyo. <https://www.env.go.jp/water/suiiki/> Accessed 23 Feb 2018.

\_\_\_\_\_. 2016c. "Heisei 28 nendo Chikasuishitsu Sokutei Kekka (Result of Measurement of Groundwater Quality 2016)." Tokyo. <https://www.env.go.jp/water/chikasui/> Accessed 23 Feb 2018.

### 韓国

MoEJ (Ministry of the Environment of Japan). 2015. WEPA Outlook on Environmental Management Strategies in Asia. Hayama: Institute for Global Environmental Strategies.

### マレーシア

DOE (Department of Environment, Ministry of Natural Resources and Environment of Malaysia). 2015. Environment Quality Report (EQR) 2015. Kuala Lumpur

### フィリピン

DENR-EMB (Department of Environmental Management Bureau). 2007. Nation Water Quality Report 2001-2005

### タイ

PCD (Pollution Control Department). 2017. Thailand State of Pollution Report 2016. Ministry of Natural Resources and Environment (MoNRE), Bangkok. Thailand

### その他の国

MoEJ (Ministry of the Environment of Japan). 2015. WEPA Outlook on Environmental Management in Asia. Hayama: Institute for

Global Environmental Strategies.

図1.2 WEPAパートナー国における表流水及び海域の水質の状況

### カンボジア

Sokha, C. 2011. "Progress of Water Environment Management and Future Challenges in Cambodia." Presentation at the 6th WEPA Annual Meeting, Tokyo, Japan, 24 February.

### 中国

MEP (Ministry of Environmental Protection of the People's Republic of China). 2002 Report on the State of the Environment in China 2001. Beijing. [http://english.mep.gov.cn/standards\\_reports/soe/](http://english.mep.gov.cn/standards_reports/soe/). Accessed 28 March 2015.

\_\_\_\_\_. 2003 Report on the State of the Environment in China 2002. Beijing. [http://english.mep.gov.cn/standards\\_reports/soe/](http://english.mep.gov.cn/standards_reports/soe/). Accessed 28 March 2015.

\_\_\_\_\_. 2004 Report on the State of the Environment in China 2003. Beijing. [http://english.mep.gov.cn/standards\\_reports/soe/](http://english.mep.gov.cn/standards_reports/soe/). Accessed 28 March 2015.

\_\_\_\_\_. 2005 Report on the State of the Environment in China 2004. Beijing. [http://english.mep.gov.cn/standards\\_reports/soe/](http://english.mep.gov.cn/standards_reports/soe/). Accessed 28 March 2015.

\_\_\_\_\_. 2006 Report on the State of the Environment in China 2005. Beijing. [http://english.mep.gov.cn/standards\\_reports/soe/](http://english.mep.gov.cn/standards_reports/soe/). Accessed 28 March 2015.

\_\_\_\_\_. 2007 Report on the State of the Environment in China 2006. Beijing. [http://english.mep.gov.cn/standards\\_reports/soe/](http://english.mep.gov.cn/standards_reports/soe/). Accessed 28 March 2015.

\_\_\_\_\_. 2008 Report on the State of the Environment in China 2007. Beijing. [http://english.mep.gov.cn/standards\\_reports/soe/](http://english.mep.gov.cn/standards_reports/soe/). Accessed 28 March 2015.

\_\_\_\_\_. 2009 Report on the State of the Environment in China 2008. Beijing. [http://english.mep.gov.cn/standards\\_reports/soe/](http://english.mep.gov.cn/standards_reports/soe/). Accessed 28 March 2015.

\_\_\_\_\_. 2010 Report on the State of the Environment in China 2009. Beijing. [http://english.mep.gov.cn/standards\\_reports/soe/](http://english.mep.gov.cn/standards_reports/soe/). Accessed 28 March 2015.

\_\_\_\_\_. 2013a Report on the State of the Environment in China 2010. Beijing. [http://english.mep.gov.cn/standards\\_reports/soe/](http://english.mep.gov.cn/standards_reports/soe/). Accessed 28 March 2015.

\_\_\_\_\_. 2013b Report on the State of the Environment in China 2011. Beijing. [http://english.mep.gov.cn/standards\\_reports/soe/](http://english.mep.gov.cn/standards_reports/soe/). Accessed 28 March 2015.

\_\_\_\_\_. 2013c Report on the State of the Environment in China 2012 (in Chinese). Beijing. <http://jcs.mep.gov.cn/hjzl/zkgb/2012zkgb/>. Accessed 28 March 2015.

\_\_\_\_\_. 2014 Report on the State of the Environment in China 2013 (in Chinese). Beijing. <http://jcs.mep.gov.cn/hjzl/zkgb/2013zkgb/>. Accessed 28 March 2015.

\_\_\_\_\_. 2017a. Report on the State of the Environment in China 2016 (in English). Beijing. <http://english.sepa.gov.cn/Resources/Reports/soe/ReportSOE/201709/P020170929573904364594.pdf>. Accessed 22 February 2018.

### インドネシア

Provided by WEPA focal point, 2018.

### 日本

MoEJ (Ministry of the Environment of Japan). 2017a. "Heisei 28 nendo Kokyoyo Suiiki Suishitsu Sokutei Kekka (Result of Measurement of Water Quality in Public Water Bodies 2016)." Tokyo. <https://www.env.go.jp/water/suiiki/> Accessed 23 Feb 2018.

\_\_\_\_\_. 2016c. "Heisei 28 nendo Chikasuishitsu Sokutei Kekka (Result of Measurement of Groundwater Quality 2016)." Tokyo. <https://www.env.go.jp/water/chikasui/> Accessed 23 Feb 2018.

**韓国**

Ministry of Environment of Republic of Korea. 2015. ECOREA Environmental Review 2015 Korea.

**フィリピン**

DENR-EMB (Department of Environmental Management Bureau). 2007. Nation Water Quality Report 2001-2005

**マレーシア**

DOE (Department of Environment, Ministry of Natural Resources and Environment of Malaysia). 2015. Environment Quality Report (EQR) 2015. Kuala Lumpur

**タイ**

PCD (Pollution Control Department). 2017. Thailand State of Pollution Report 2016. Ministry of Natural Resources and Environment (MoNRE), Bangkok. Thailand

**ベトナム**

MONRE. 2016. State of the Environment Report 2016 – Urban Environment. Published by the Ministry of Natural Resources and Environment of Vietnam (in Vietnamese).

**表1.5 WEPA/パートナー国における取水量の変化**

MoEJ (Ministry of the Environment of Japan). 2015. WEPA Outlook on Environmental Management in Asia. Hayama: Institute for Global Environmental Strategies

World Bank, World Bank report, <https://data.worldbank.org/products/wdi> Accessed 23 Feb 2018.

**図1.3 WEPA/パートナー国におけるセクター別汚濁負荷の状況****中国**

Ministry of Environmental Protection of the People's Republic of China. 2017b. China Environmental Statistical Year Book 2017 (in Chinese). Beijing. [http://big5.mep.gov.cn/gate/big5/www.mep.gov.cn/gzfw\\_13107/hjtj/qghjtjgb/201702/t20170223\\_397419.shtml](http://big5.mep.gov.cn/gate/big5/www.mep.gov.cn/gzfw_13107/hjtj/qghjtjgb/201702/t20170223_397419.shtml). Accessed 22 February 2018.

**日本**

MoEJ (Ministry of the Environment of Japan). 2015. WEPA Outlook on Environmental Management in Asia. Hayama: Institute for Global Environmental Strategies.

**フィリピン**

DENR-EMB (Department of Environmental Management Bureau). 2007. Nation Water Quality Report 2001-2005

**マレーシア**

DOE (Department of Environment, Ministry of Natural Resources and Environment of Malaysia). 2015. Environment Quality Report (EQR) 2015

**タイ**

PCD (Pollution Control Department). 2017. Thailand State of Pollution Report 2016. Ministry of Natural Resources and Environment (MoNRE), Bangkok. Thailand.

**インドネシア**

Provided by WEPA focal point

**図1.4 WEPA/パートナー国における生活排水集合処理普及率****中国**

Ministry of Environmental Protection of the People's Republic of China. 2017b. China Environmental Statistical Year Book 2017 (in Chinese). Beijing. [http://big5.mep.gov.cn/gate/big5/www.mep.gov.cn/gzfw\\_13107/hjtj/qghjtjgb/201702/t20170223\\_397419.shtml](http://big5.mep.gov.cn/gate/big5/www.mep.gov.cn/gzfw_13107/hjtj/qghjtjgb/201702/t20170223_397419.shtml). Accessed 22 February 2018.

**日本**

Ministry of the Environment. 2017b. "Heisei 28 nendomatsu no Osuishorijinko fukuyujoukyou ni tsuite (Situation of access to domestic wastewater treatment in 2016)." Tokyo. <https://www.env.go.jp/press/104441.html>. Accessed 23 Feb 2018.

**韓国**

Ministry of Environment of Republic of Korea. 2015. ECOREA Environmental Review 2015 Korea. Gyeonggi-do.

**マレーシア**

The Malaysian Water Association. 2015. Malaysia Water Industry Guide 2015. Kuala Lumpur

**タイ**

Wangwongwatnana, Supat. 2010. "Presentation at International Conference on Construction and Environment" Tokyo, Japan, 4 February

**その他の国**

Estimated by the WEPA Secretariat based on the information provided by each WEPA country.

**表1.7 アジア諸国における地域ごとの腐敗槽の普及率****カンボジア**

National statistical office, 2008, Population and Housing Census 2008

**マレーシア**

The Malaysian Water Association. 2011. Malaysia Water Industry Guide 2011. Kuala Lumpur.

**フィリピン**

Leonor C. Cleofas. 2011. "Pollution Reduction Program in Metro Manila: Sewerage and Sanitation Master Plan of MWSS." Presentation at 6th Regional Training Workshop on Integrated River Basin and Coastal Area Management, Dalian, China. 20 May.

**インドネシア**

MoE. 2013. State of the Environment Report Indonesia 2012: Pillars of the Environment of Indonesia. Jakarta: Ministry of Environment (MoE) of the Republic of Indonesia.

**ベトナム**

General Statistics Office of Viet Nam. 2008. Results of the survey on household living standards 2008. [http://www.gso.gov.vn/default\\_en.aspx?tabid=515&idmid=5&itemID=9647](http://www.gso.gov.vn/default_en.aspx?tabid=515&idmid=5&itemID=9647). Accessed 18 February 2012.

**図1.5 WEPA/パートナー国における生活排水集合処理普及率と一人当たりGDPの関係****国民一人当たりGDP**

World Bank. 2012. World Bank Indicators. <http://data.worldbank.org/indicator>. Accessed 18 February 2012.

**生活排水集合処理普及率****中国**

Ministry of Environmental Protection of the People's Republic of China. 2012. Report on the State of the Environment in China 2010 (in Chinese). [http://zls.mep.gov.cn/hjtj/qghjtjgb/201201/t20120118\\_222703.htm](http://zls.mep.gov.cn/hjtj/qghjtjgb/201201/t20120118_222703.htm). Accessed 18 February 2012.

**日本**

Ministry of the Environment of Japan. 2010. Heisei 21 Nendo no Shorishisetsu betsu Osui Shori Jinko Fukuyuu Jyokyo (Population Coverage with Access to Domestic Wastewater Treatment Facility at the end of FY 2009 by Type of Treatment Facility). Tokyo.

**韓国**

Ministry of Environment of Republic of Korea. 2009. ECOREA Environmental Review 2008. Gyeonggi-do.

**マレーシア**

The Malaysian Water Association. 2011. Malaysia Water Industry Guide 2011. Kuala Lumpur

**タイ**

Wangwongwatnana, Supat. 2010. "Presentation at International Conference on Construction and Environment." Tokyo, Japan, 4 February.

**その他の国**

Estimated by the WEPA Secretariat based on the information provided by each WEPA country.

**図1.6 WEPA/パートナー国における排水モニタリングの結果**

WEPA, 2017, WEPA International Workshop on Industrial Wastewater Management, Jakarta, <http://wepa-db.net/3rd/en/meeting/20170926/index.html> Accessed 22 February 2018.

## 2章

### 2.1 カンボジア

- Arsenic Center of Cambodia. 2010. National Arsenic database. <http://www.arseniccentercambodia.com/>. Accessed 6 October, 2010.
- ESC (Environmental Sanitation Cambodia). 2017. <http://escambodia.org/>, accessed Dec 2017
- FAO AQUASTAT, 2017. <http://www.fao.org/nr/water/aquastat/data/query/results.html>, accessed December 2017
- IWMI. 2013. Groundwater for Irrigation in Cambodia, Issue Brief # 3, IWMI - ACIAR Investing in Water Management to Improve Productivity of Rice-Based Farming Systems in Cambodia Project.
- MoE (Ministry of Environment of Cambodia). 2009. Cambodia Environment Outlook. Phnom Penh.
- \_\_\_\_\_. 2017 Draft. Environment and Natural Resources Code of Cambodia, <https://data.opendevlopmentmekong.net/km/dataset/eedccd06-df86-45d2-8e96-72afe074284b/resource/abbd2e13-ffbb-43d9-8b73-00bbe837e8e5/download/ENR-Code-Draft-9.1-in-English-25.07.2017.pdf> accessed Feb 2018
- \_\_\_\_\_. 2017. Annual Environment Report (in Khmer).
- Sokha, C. 2005. Environmental Hazards and Risks in Cambodia: An Analysis. Phnom Penh: Ministry of Environment of Cambodia.
- UNESCAP. 2015. Background Policy Study on Wastewater Management and Sanitation in Cambodia, Lao People's Democratic Republic (PDR) and of Viet Nam. Available from [http://www.unescap.org/sites/default/files/Background\\_Policy\\_Study\\_on\\_Wastewater\\_Management\\_in\\_3\\_Countries\\_24\\_March\\_2014.pdf](http://www.unescap.org/sites/default/files/Background_Policy_Study_on_Wastewater_Management_in_3_Countries_24_March_2014.pdf)
- WHO and UNICEF. 2017. Progress on drinking water, sanitation and hygiene: 2017 update and SDG baselines, World Health Organization (WHO) and the United Nations Children's Fund (UNICEF), Geneva

### 2.2 中国

- Chinese Government's Official Web Portal. 2011. "China's State Council orders underground water safety, protection." 24 August. [http://english.gov.cn/2011-08/24/content\\_1932057.htm](http://english.gov.cn/2011-08/24/content_1932057.htm). Accessed 15 December 2011.
- Gang, Chen. 2011. "Water Environment Protection in China." Presentation at the 6th WEPA Annual Meeting, Tokyo, Japan, 24 February.
- Jin, Zhu. 2011. "Govt Eyes Safety on Underground Water." China Daily. 25 August. [http://www.chinadaily.com.cn/cndy/2011-08/25/content\\_13184850.htm](http://www.chinadaily.com.cn/cndy/2011-08/25/content_13184850.htm). Accessed 15 December 2011.
- MEP (Ministry of Environmental Protection of the People's Republic of China). 2007. "Appendix IV: Explanatory Notes on Main Statistical Indicators." China Environmental Statistical Yearbook 2006. [http://english.mep.gov.cn/standards\\_reports/EnvironmentalStatistics/yearbook2006/200712/t20071217\\_114397.htm](http://english.mep.gov.cn/standards_reports/EnvironmentalStatistics/yearbook2006/200712/t20071217_114397.htm). Accessed 16 December 2011.
- \_\_\_\_\_. 2010a. Report on the State of the Environment in China 2009. Beijing. [http://english.mep.gov.cn/standards\\_reports/soe/soe2009/201104/t20110411\\_208979.htm](http://english.mep.gov.cn/standards_reports/soe/soe2009/201104/t20110411_208979.htm). Accessed 14 December 2011.
- \_\_\_\_\_. 2010b. "The First National Census on Pollution Sources Completes in Success." 10 February. [http://english.mep.gov.cn/News\\_service/infocus/201005/t20100531\\_190101.htm](http://english.mep.gov.cn/News_service/infocus/201005/t20100531_190101.htm). Accessed 15 December 2011.
- \_\_\_\_\_. 2011a. Report on the State of the Environment in China 2010 (in Chinese). Beijing. [http://www.mep.gov.cn/pv\\_obj\\_cache/pv\\_obj\\_id\\_2664F11057268A0849A1871670B91BB09D7C1200/filename/P020110603390794821945.pdf](http://www.mep.gov.cn/pv_obj_cache/pv_obj_id_2664F11057268A0849A1871670B91BB09D7C1200/filename/P020110603390794821945.pdf). Accessed 14 December 2011.
- \_\_\_\_\_. 2011b. "The Tasks for Reducing the Total Amount of Major Pollutants in the 11th Five-Year Plan Period (2006-2010) Accomplished." 29 August. [http://english.mep.gov.cn/News\\_service/news\\_release/201108/t20110831\\_216799.htm](http://english.mep.gov.cn/News_service/news_release/201108/t20110831_216799.htm). Accessed 14 December 2011.
- \_\_\_\_\_. 2011c. "Discharge Standard." [http://english.mep.gov.cn/standards\\_reports/standards/water\\_environment/](http://english.mep.gov.cn/standards_reports/standards/water_environment/Discharge_standard/?4049701387=2310839348)

- Discharge\_standard/?4049701387=2310839348. Accessed 15 December 2011.
- \_\_\_\_\_. 2011d. "The Exhibition on Environmental Protection Achievement during the '11th Five-Year Plan' Period & 12th CIEPEC Opened in Beijing." 8 June. [http://english.mep.gov.cn/News\\_service/infocus/201106/t20110615\\_212565.htm?2641070603=2310839348](http://english.mep.gov.cn/News_service/infocus/201106/t20110615_212565.htm?2641070603=2310839348). Accessed 15 December 2011.
- \_\_\_\_\_. 2012. Report on the State of the Environment in China 2011 (in Chinese). Beijing. <http://jcs.mep.gov.cn/hjzl/zkgb/2011zkgb/>. Accessed 4 February 2015.
- \_\_\_\_\_. 2013. Report on the State of the Environment in China 2011 (in English). Beijing. [http://english.mep.gov.cn/standards\\_reports/soe/soe2011/](http://english.mep.gov.cn/standards_reports/soe/soe2011/). Accessed 4 February 2015.
- \_\_\_\_\_. 2014a. Report on the State of the Environment in China 2013 (in Chinese). Beijing. <http://jcs.mep.gov.cn/hjzl/zkgb/2013zkgb/>. Accessed 4 February 2015.
- \_\_\_\_\_. 2014b. China Environmental Statistical Year Book 2013 (in Chinese). Beijing. <http://zls.mep.gov.cn/hjtj/nb/2013tjnb/>. Accessed 4 February 2015.
- \_\_\_\_\_. 2017a. Report on the State of the Environment in China 2016 (in English). Beijing. <http://english.sepa.gov.cn/Resources/Reports/soe/ReportSOE/201709/P020170929573904364594.pdf>. Accessed 22 February 2018.
- \_\_\_\_\_. 2017b. China Environmental Statistical Year Book 2017 (in Chinese). Beijing. [http://big5.mep.gov.cn/gate/big5/www.mep.gov.cn/gzfw\\_13107/hjtj/qghjtjgb/201702/t20170223\\_397419.shtml](http://big5.mep.gov.cn/gate/big5/www.mep.gov.cn/gzfw_13107/hjtj/qghjtjgb/201702/t20170223_397419.shtml). Accessed 22 February 2018.
- MoEJ (Ministry of the Environment of Japan). 2009. WEPA Outlook on Environmental Management Strategies in Asia. Hayama: Institute for Global Environmental Strategies.
- MWR (Ministry of Water Resources of the People's Republic of China). (n.d.). "Facts and Figures." <http://www.mwr.gov.cn/english/cpws.html>. Accessed 15 October 2011.
- National Bureau of Statics of China, China Statistics of China 2016
- The State Council of the People's Republic of China 2011. The 12th Five-Year Plan for National Environmental Protection (in Chinese). Beijing. [http://www.gov.cn/zwgk/2011-12/20/content\\_2024895.htm](http://www.gov.cn/zwgk/2011-12/20/content_2024895.htm) Accessed 26 February 2015.
- The State Council of the People's Republic of China 2013. The 13rd Five-Year Plan for National Environmental Protection (in Chinese and English). Beijing. [http://english.sepa.gov.cn/Resources/Plans/National\\_Fiveyear\\_Plan/201706/P020170605420340944828.pdf](http://english.sepa.gov.cn/Resources/Plans/National_Fiveyear_Plan/201706/P020170605420340944828.pdf).
- SEPA (State Environmental Protection Administration). 2006. The State of Environment Report 2005. Beijing. [http://english.mep.gov.cn/standards\\_reports/soe/soe2005/200706/t20070622\\_105622.htm](http://english.mep.gov.cn/standards_reports/soe/soe2005/200706/t20070622_105622.htm). Accessed 15 October 2011.
- UNEP (United Nations Environmental Programme). 2010. Final Review of Scientific Information on Cadmium. UNEP Chemicals Branch, Division of Technology, Industry and Economics. Version of December 2010. [http://www.unep.org/hazardoussubstances/Portals/9/Lead\\_Cadmium/docs/Interim\\_reviews/UNEP\\_GC26\\_INF\\_11\\_Add\\_2\\_Final\\_UNEP\\_Cadmium\\_review\\_and\\_appendix\\_Dec\\_2010.pdf](http://www.unep.org/hazardoussubstances/Portals/9/Lead_Cadmium/docs/Interim_reviews/UNEP_GC26_INF_11_Add_2_Final_UNEP_Cadmium_review_and_appendix_Dec_2010.pdf). Accessed 15 December 2011.
- Wang, Qian. 2011. "Challenges in environmental protection still serious." China Daily, 4 June. [http://www.chinadaily.com.cn/china/2011-06/04/content\\_12640598.htm](http://www.chinadaily.com.cn/china/2011-06/04/content_12640598.htm). Accessed 15 December 2011.
- World Bank. 2008. Mid-term Evaluation of China's 11th Five-Year Plan. [http://siteresources.worldbank.org/CHINAEXTN/Resources/318949-1121421890573/China\\_11th\\_Five\\_Year\\_Plan\\_main\\_report\\_en.pdf](http://siteresources.worldbank.org/CHINAEXTN/Resources/318949-1121421890573/China_11th_Five_Year_Plan_main_report_en.pdf). Accessed 15 October 2011.

### 2.3 インドネシア

- ADB. 2016. Indonesia Country Water Assessment. Retrieved on 20 December 2017 from <https://www.adb.org/sites/default/files/institutional-document/183339/ino-water-assessment.pdf>
- Government of Indonesia, 2015. Rencana Pembangunan Jangka

- Menengah Nasional (RPJMN; medium-term development plan) 2015-2019. <http://www.social-protection.org/gimi/gess/RessourcePDF.action?ressource.ressourcelid=50077>. Accessed 5 Jan 2018.
- MoE, 2013. State of the Environment Report Indonesia 2012: Pillars of the Environment of Indonesia. Jakarta: Ministry of Environment (MoE) of the Republic of Indonesia.
- UNESCO 2017. The United Nations World Water Development Report 2017. <http://unesdoc.unesco.org/images/0024/002471/247153e.pdf>. Accessed 1 February 2018.
- WHO, UNICEF. 2017. Progress on Drinking Water, Sanitation and Hygiene: 2017 Update and SDG Baselines. WHO/UNICEF Joint Monitoring Programme for Water Supply and Sanitation, Switzerland: UNICEF and World Health Organization.
- WHO. 2015. Indonesia. UN-Water Global Analysis and Assessment of Sanitation and Drinking Water. World Bank, 2018. DataBank, Indonesia. <https://data.worldbank.org/country/indonesia>. Accessed 5 January 2018.
- UN, 2017. Voluntary National Review 2017, Indonesia. <https://sustainabledevelopment.un.org/memberstates/indonesia>. Accessed 5 January 2018.
- ## 2.4 日本
- MLIT (Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism of Japan). 2017. "Nihon no Mizushigen no Genjo Kadai (State and Issues of Water Resources in Japan)." [http://www.mlit.go.jp/mizukokudo/mizsei/mizukokudo\\_mizsei\\_fr2\\_000020.html](http://www.mlit.go.jp/mizukokudo/mizsei/mizukokudo_mizsei_fr2_000020.html). Accessed 22 February 2018.
- MoEJ (Ministry of the Environment of Japan). 2015. WEPA Outlook on Environmental Management Strategies in Asia. Hayama: Institute for Global Environmental Strategies.
- \_\_\_\_\_. 2016. "Mizu Kankyo Sogo Joho Saito (Information Site on Water Environment)." <https://water-pub.env.go.jp/water-pub/mizu-site/> Accessed 23 Feb 2018
- \_\_\_\_\_. 2017a. "Heisei 28 nendo Kokyoyo Suiiki Suishitsu Sokutei Kekka (Result of Measurement of Water Quality in Public Water Bodies 2016)." Tokyo. <https://www.env.go.jp/water/suiiki/> Accessed 23 Feb 2018.
- \_\_\_\_\_. 2017b. "Heisei 28 nendomatsu no Osuishorijinko fukuyujoukyou ni tsuite (Situation of access to domestic wastewater treatment in 2016)." Tokyo. <https://www.env.go.jp/press/104441.html>. Accessed 23 Feb 2018.
- \_\_\_\_\_. 2016c. "Heisei 28 nendo Chikasuishitsu Sokutei Kekka (Result of Measurement of Groundwater Quality 2016)." Tokyo. <https://www.env.go.jp/water/chikasui/> Accessed 23 Feb 2018.
- ## 2.5 韓国
- World Bank. 2018. World Bank national accounts data, and OECD National Accounts data files. <https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.PCAP.CD>. Accessed 19 February 2018.
- Ministry of Land, Infrastructure and Transportation of Korea (MOLIT). 2017: The 4th Long-Term Comprehensive Water Resource Plan 3rd Version. (In Korean)
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 2012. Main AQUASTAT Country Database. <http://www.fao.org/nr/water/aquastat/data/query/index.html?lang=en>. Accessed 19 January 2012.
- MoCT (Ministry of Construction and Transportation of Republic of Korea). 2007. Water Resources in Korea 2007. <http://www.adb.org/Documents/Books/AWDO/2007/br04.pdf>. Accessed 20 February 2012.
- MoE (Ministry of Environment of Republic of Korea). 2006. Environmental Statistics Yearbook 2006. Gyeonggi-do. <http://eng.me.go.kr/eng/web/board/read.do?pagerOffset=0&maxPageItems=10&maxIndexPages=10&searchKey=&searchValue=&menuId=29&orgCd=&boardId=4&boardMasterId=548&boardCategoryId=&decorator=>. Accessed 30 November 2017.
- MoE. 2011. Environmental Statistics Yearbook 2010. Gyeonggi-do. <http://eng.me.go.kr/eng/web/board/read.do?pagerOffset=0&maxPageItems=10&maxIndexPages=10&searchKey=&searchValue=&menuId=29&orgCd=&boardId=8&boardMasterId=548&boardCategoryId=&decorator=>. Accessed 30 November 2017.
- MoE. 2012. ECOREA Environmental Review 2011. Gyeonggi-do. <http://webbook.me.go.kr/DLI-File/091/010/5507599.pdf>. Accessed 30 November 2017.
- MoE. 2013. ECOREA Environmental Review 2013. Gyeonggi-do. <http://eng.me.go.kr/eng/web/board/read.do?pagerOffset=0&maxPageItems=10&maxIndexPages=10&searchKey=&searchValue=&menuId=30&orgCd=&boardId=11&boardMasterId=547&boardCategoryId=&decorator=>. Accessed 30 November 2017
- MoEJ (Ministry of the Environment of Japan). 2009. WEPA Outlook on Environmental Management Strategies in Asia. Hayama: Institute for Global Environmental Strategies.
- Yu, Soon-Ju. 2010. "Progress of Water Environment Management and Future Challenges in KOREA." Presentation at the 6th WEPA Annual Meeting, Tokyo, Japan, 24 February.
- MoE (Ministry of Environment of Republic of Korea). 2014. Environmental Statistics Yearbook 2014. <http://eng.me.go.kr/eng/web/board/read.do?pagerOffset=0&maxPageItems=10&maxIndexPages=10&searchKey=&searchValue=&menuId=29&orgCd=&boardId=497370&boardMasterId=548&boardCategoryId=&decorator=>. Accessed 20 November 2017.
- MoE (Ministry of Environment of Republic of Korea). 2015. Environmental Policy Directions 2015. <http://eng.me.go.kr/eng/web/board/read.do?menuId=456&boardMasterId=522&boardId=492190&boardCategoryId=#>. Accessed 20 November 2017.
- MoE (Ministry of Environment of Republic of Korea). 2016. Environmental Statistics Yearbook 2016. (Korean ver.)
- MoE. 2017a. Water quality target and progress. <http://eng.me.go.kr/eng/web/index.do?menuId=287>. Accessed 21 February 2018.
- MoE. 2017b. Groundwater Management. <http://eng.me.go.kr/eng/web/index.do?menuId=319>. Accessed 21 February 2018
- ## 2.6 ラオス
- Chanthavong, Phouvang. 2011. "Groundwater for Water Supply in Laos." Presentation at the Launch Meeting of Asia-Pacific Water Forum Knowledge Hub for Groundwater Management, Bangkok, Thailand, 2 June.
- Komany, S. 2011. "Water Quality Monitoring at Reservoir of Nam Ngum 2 Hydropower Dam and Upper Reservoir of Nam Ngum 1 Hydropower Dam." Presentation at the 3rd WEPA International Workshop, Manila, the Philippines, 21 September.
- Ly, K. and Larsen, H. 2016. 2014 Lower Mekong Regional Water Quality Monitoring Report. MRC Technical Paper No. 60, Mekong River Commission, Vientiane.
- MoEJ (Ministry of the Environment of Japan). 2009. WEPA Outlook on Environmental Management Strategies in Asia. Hayama: Institute for Global Environmental Strategies.
- MoH and LSB. 2012. Lao Social Indicator Survey 2011-2012. Vientiane: Ministry of Health (MoH) and Lao Statistics Bureau (LSB).
- MoNRE (Ministry of Natural Resources and Environment. 2012. Lao Environment Outlook 2012. Vientiane.
- MRC (Mekong River Commission). 2010. State of Basin Report 2010. Vientiane. <http://www.mrcmekong.org/assets/Publications/basin-reports/MRC-SOB-Summary-reportEnglish.pdf>. Accessed 20 January 2018
- MRC (Mekong River Commission). 2013. Water Quality Monitoring Report.
- MRC. 2005. Overview of the Hydrology of the Mekong Basin. Vientiane.
- Phonvisai, P. 2011. "Water Quality Monitoring in Vientiane Capital City." Vientiane (Unpublished)
- WHO. 2017. Country Cooperation Strategy 2017-2021. <http://iris.wpro.who.int/bitstream/handle/10665.1/13586/WPRO->

2017-DPM-001-eng.pdf?sequence=1. Accessed 19 February 2018

World Bank. 2018. World Bank national accounts data, and OECD National Accounts data files. <https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.PCAP.CD>. Accessed 19 February 2018.

## 2.7 マレーシア

ASM. 2014. A study on the current status and needs assessment of water resources research in Malaysia (Volume 2) – ASM Position Paper. Published by Akademi Sains Malaysia 2014. Available on: [https://issuu.com/asm/pub/docs/water\\_r\\_d\\_-\\_position\\_paper\\_e](https://issuu.com/asm/pub/docs/water_r_d_-_position_paper_e)

DOE. 2015. Malaysia - Environment Quality Report (EQR) 2015. Published by Department of Environment – Ministry of Natural Resources & Environment, Kuala Lumpur, Malaysia.

DOSM (Department of Statistics Malaysia, Official Portal). 2017. Compendium of Environment Statistics 2017. Available on: [https://www.dosm.gov.my/v1/index.php?r=column/cthemeByCat&cat=162&bul\\_id=VTBLVkpVQV11QnJtMWdBcUdCTzlwZz09&menu\\_id=NWVEZGhEVINMeitaMHNzK2htRU05dz09](https://www.dosm.gov.my/v1/index.php?r=column/cthemeByCat&cat=162&bul_id=VTBLVkpVQV11QnJtMWdBcUdCTzlwZz09&menu_id=NWVEZGhEVINMeitaMHNzK2htRU05dz09). Accessed on 22nd January 2018.

JSC (Japan Sanitation Consortium). 2011. Country Sanitation Assessment in Malaysia Report. Prepared by Japan Sanitation Consortium. Available on: [http://jsanic.org/publications/Country\\_Survey\\_Reports/Malaysia/JSC\\_Malaysia\\_Sanitation\\_Assessment\\_Report.pdf](http://jsanic.org/publications/Country_Survey_Reports/Malaysia/JSC_Malaysia_Sanitation_Assessment_Report.pdf). Accessed on: 22nd January 2018.

Keong, Loh Chee. 2008. "Success Story on Benefits and Issues in Implementing Performance Monitoring of Industrial Effluent Treatment Systems (IETS)." Industrial Effluents Issue 1/2008: 12-21. Kuala Lumpur: Department of Environment, Malaysia <http://www.doe.gov.my/portal/wp-content/uploads/2010/07/e-magazine01A4.pdf>. Accessed 20 October 2011.

Majid, M. A. 2016. Water pollution control and enforcement – Status and challenges in Malaysia. Paper presented at the Strategies and Practices for Water Pollution Enforcement Workshop held on 8-10th November 2016 in Taipei, R.O.C (Taiwan). Available on: [http://www.aecen.org/sites/default/files/panel\\_4.2\\_mr\\_mokthar\\_abdul\\_majid\\_malaysiaa.pdf](http://www.aecen.org/sites/default/files/panel_4.2_mr_mokthar_abdul_majid_malaysiaa.pdf). Accessed on 22nd January 2018.

MoEJ (Ministry of the Environment of Japan). 2009. WEPA Outlook on Environmental Management Strategies in Asia. Hayama: Institute for Global Environmental Strategies.

MoSTI (Ministry of Science, Technology and Innovation of Malaysia). 2010. Official Portal Malaysian Meteorological Department. [http://www.met.gov.my/index.php?option=com\\_content&task=view&id=69&Itemid=160&lang=english](http://www.met.gov.my/index.php?option=com_content&task=view&id=69&Itemid=160&lang=english). Accessed 23 February 2012.

Shariffuddin, Syazrin Syima. 2011. "Progress of water environmental governance/management and future challenges in Malaysia." Presentation at the 6th WEPA Annual Meeting, Tokyo, Japan, 24 February. [http://www.doe.gov.my/portal/wp-content/uploads/2010/07/dasar\\_alam\\_sekitar\\_negara.pdf](http://www.doe.gov.my/portal/wp-content/uploads/2010/07/dasar_alam_sekitar_negara.pdf). Accessed 20 October 2011.

World Bank. 2017. World Development Indicators 2017. Available on: <https://data.worldbank.org/products/wdi>

## 2.8 ミャンマー

Central Statistical Organization (CSO), Ministry of Planning and Finance. 2015. Statistical Yearbook 2015. Central Statistical Organization, the Government of the Republic of the Union of Myanmar.

Drury, Leonard Warren. 2017. Hydrogeology of the Dry Zone – Central Myanmar. <https://waterpartnership.org.au/wp-content/uploads/2017/10/Hydrogeology-of-the-Dry-Zone-Central-Myanmar.pdf>. Accessed 25 February 2018.

FAO. 2014. AQUASTAT. <http://www.fao.org/nr/water/aquastat/data/query/index.html?lang=en>. Accessed 14 February 2018.

MoECAF (Ministry of Environmental Conservation and Forestry of Myanmar). 2014. 5 year Action Plan for the Sustainability of Inle lake and Environmental Conservation in Myanmar. [http://www.inbo-news.org/IMG/pdf/13a-MOECFAF\\_5\\_year\\_Action\\_Plan\\_Myanmar\\_pptx.pdf](http://www.inbo-news.org/IMG/pdf/13a-MOECFAF_5_year_Action_Plan_Myanmar_pptx.pdf). Accessed 11 November 2014

MoEJ (Ministry of the Environment of Japan). 2015. WEPA Outlook on Environmental Management Strategies in Asia. Hayama: Institute for Global Environmental Strategies.

Oo, Ko Ko. 2017. Current situation and issues of Industrial Wastewater Management In Mandalay. [http://wepa-db.net/3rd/en/meeting/20170926/pdf/26\\_3-07\\_Myanmar.pdf](http://wepa-db.net/3rd/en/meeting/20170926/pdf/26_3-07_Myanmar.pdf). Accessed 31 January 2018.

Ra, Khon. 2017. Preparation Workshop on the Asia Wastewater Management Partnership. <http://wepa-db.net/3rd/en/index.html>.

Tin, Su Nandar. 2017. Current and Future Challenges of Water Environment and Wastewater Management in Myanmar. <http://wepa-db.net/>

World Bank. 2018. World Bank Data. <https://data.worldbank.org/country/>. Accessed 14 February 2018.

## 2.9 ネパール

ADB. 2013. Kathmandu Valley Wastewater Management Project, Asian Development Bank, <https://www.adb.org/projects/documents/kathmandu-valley-wastewater-management-project-rrp> accessed on December 2017.

Central Bureau of Statistics, Nepal 2014. Environmental Statistics of Nepal 2013. Kathmandu, Nepal: (CBS).

ENPHO. 2017. Wastewater Treatment: What is DEWATS? Environment & Public Health Organization (ENPHO), <http://enpho.org/appropriate-technology/waste-water-treatment/>, accessed in December 2017.

FAO AQUASTAT, 2017. <http://www.fao.org/nr/water/aquastat/data/query/results.html>, accessed December 2017

MWSS. 2015. Nepal Water Supply, Sanitation and Hygiene Sector Development Plan (2016 – 2030), Sector Efficiency Improvement Unit, Ministry of Water Supply and Sanitation (MWSS), Government of Nepal

NLCDC. 2009. Lakes of Nepal: 5358-Map Based Inventory. Kathmandu: National Lake Conservation Development Committee (NLCDC).

NTNC (National Trust for Nature Conservation). 2009. Bagmati Action Plan. <http://www.bagmati.gov.np/uploaded/Bagmati-Action-Plan-En.pdf>. Accessed December 2017.

WHO/UNICEF. 2015. Progress on sanitation and drinking water – 2015 update and MDG assessment. WHO/UNICEF Joint Monitoring Programme for Water Supply and Sanitation, Switzerland: UNICEF and World Health Organization

WECS (Water and Energy Commission Secretariat). 2000. Water Resources Strategy Formulation Phase II Study. Prepared by WRSF Consortium for Water and Energy Commission Secretariat, Kathmandu.

\_\_\_\_\_. (Water and Energy Commission Secretariat). 2011. Water Resources of Nepal in the Context of Climate Change. Kathmandu.

\_\_\_\_\_. (Water and Energy Commission Secretariat). 2017. Electricity Demand Forecast Report 2015-2040. Kathmandu.

WEPA (Water Environment Partnership in Asia). 2017. Industrial Wastewater Management in Nepal, WEPA International Workshop 2017, [http://wepa-db.net/3rd/en/meeting/20170926/pdf/26\\_3-08\\_Nepal.pdf](http://wepa-db.net/3rd/en/meeting/20170926/pdf/26_3-08_Nepal.pdf)

## 2.10 フィリピン

DENR-EMB (Department of Environment and Natural Resources, Environmental Management Bureau). 2007. Nation Water Quality Status Report 2001-2005

DENR-EMB (Department of Environment and Natural Resources, Environmental Management Bureau). 2014. Nation Water Quality Status Report 2006-2013. <http://water.emb.gov.ph/wp-content/uploads/2016/06/NWQSR2006-2013.pdf>. Accessed 19 February 2018

Department of Environment and Natural Resources. 2016. Water Quality Guidelines and General Effluent Standard of 2016. DENR Administrative Order No. 2016-08.

- EMB (Environmental Management Bureau). 2017. Environmental Management Bureau Report. Department of Environment and Natural Resources, Manila
- EMB (Environmental Management Bureau). 2017. Water Quality Management Report. Department of Environment and Natural Resources, Manila
- Food and Agriculture Organization, AQUASTAT data. [http://www.fao.org/nr/water/aquastat/countries\\_regions/Profile\\_segments/PHL-WR\\_eng.stm](http://www.fao.org/nr/water/aquastat/countries_regions/Profile_segments/PHL-WR_eng.stm). Accessed 19 February 2018
- Naz, Antonia C. 2013. "The State of the Philippine Environment: An Update on Chapter 4 of the 1994 Philippine Senate Economic Planning Office (SEPO). 2011. "Turning the Tide: Improving Water Resource Management in the Philippines". [http://www.esocialsciences.org/Articles/Show\\_Article.aspx?q=ebKFqzOKXo7se0+tFTcFgB/Qg9lMx8H7EcQyowRRVZ0EY1ajlgLHXfAf4Wg4kc9Ab+3e2VdhpXRCABpE5yj4B/1Z70fJqHov3TmeamZFSc-](http://www.esocialsciences.org/Articles/Show_Article.aspx?q=ebKFqzOKXo7se0+tFTcFgB/Qg9lMx8H7EcQyowRRVZ0EY1ajlgLHXfAf4Wg4kc9Ab+3e2VdhpXRCABpE5yj4B/1Z70fJqHov3TmeamZFSc-). Accessed 19 February 2018
- Tuddao, Vicente. B. Jr. 2011. "Water Quality Management in the Context of Basin Management: Water Quality, River Basin Management and Governance Dynamics in the Philippines." Presentation at the 3rd WEPA International Workshop, Manila, Philippines, 21 September.
- UNDESA (United Nations Department of Economic and Social Affairs). 2017. World Population Prospects. [https://esa.un.org/unpd/wpp/publications/Files/WPP2017\\_KeyFindings.pdf](https://esa.un.org/unpd/wpp/publications/Files/WPP2017_KeyFindings.pdf). Accessed 19 February 2018
- World Bank. 2018. World Bank national accounts data, and OECD National Accounts data files. <https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.PCAP.CD>. Accessed 19 February 2018.
- Worldatlas. 2017. Geography Statistics of the Philippines. <https://www.worldatlas.com/webimage/countrys/asia/philippines/phlandst.htm>. Accessed 19 February 2018
- ### 2.11 スリランカ
- Central Bank of Sri Lanka. 2017. Annual Report 2016. [http://www.cbsl.gov.lk/pics\\_n\\_docs/10\\_pub/\\_docs/efr/annual\\_report/AR2016/English/content.htm](http://www.cbsl.gov.lk/pics_n_docs/10_pub/_docs/efr/annual_report/AR2016/English/content.htm). Accessed 20 February 2018.
- CEA 2016. Annual Report 2016, Colombo. <http://www.cea.lk/web/en/services?id=34>. (In print)
- CCCRM (Coast Conservation and Coastal Resource Management Department). 2016. Coastal Zone and Coastal Resource Management Plan 2016. [http://www.coastal.gov.lk/images/stories/pdf\\_upload/public\\_notice/crczmp\\_2016\\_en.pdf](http://www.coastal.gov.lk/images/stories/pdf_upload/public_notice/crczmp_2016_en.pdf). Accessed 26 February 2018.
- Herath. 2014. "Water Quality Management in Sri Lanka - Current situation and issues". Presentation at 11th International Symposium on Southeast Asian Water Environment, Pathumthani, Thailand, 27-28 November.
- IGES (Institute for Global Environmental Strategies). 2007. Sustainable groundwater management in Asian cities. Hayama: IGES.
- MENR and UNEP (MENR and United Nations Environment Programme). 2009. Sri Lanka Environment Outlook 2009. Battaramulla.
- MOEJ and IGES (Ministry of the Environment, Japan and Institute for Global Environmental Strategies). 2012. WEPA Outlook on Water Environmental Management 2012. Hayama, Japan
- Nandalal, K.D.W. 2010. "Groundwater Resources." In Proceedings of the National Forum on Water Research Identification of Gaps and Priorities. 16-17 September, Colombo, Sri Lanka.
- NCSD (National Council for Sustainable Development) and Presidential Secretariat. 2009. National Action Plan for the Haritha Lanka Programme. Colombo.
- NWS&DB (National Water Supply and Drainage Board) 2012. Annual Report. [http://www.waterboard.lk/web/index.php?option=com\\_content&view=article&id=56&Itemid=216&lang=en](http://www.waterboard.lk/web/index.php?option=com_content&view=article&id=56&Itemid=216&lang=en). Accessed 15 January 2018.
- Ratnayake, R.M.S.K. 2010. "Urbanization and Water Quality Control for the Source of Water in Colombo City, Sri Lanka". Paper submitted to the 1st WEPA international Workshop, Hanoi, Viet Nam, 8-9 March.
- UNESCO (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization) and MoAIMD (UNESCO and Ministry of Agriculture, Irrigation and Mahaweli Development). 2006. Sri Lanka Water Development Report. <http://unesdoc.unesco.org/images/0014/001476/147683E.pdf>. Accessed 10 January 2012.
- Weragoda, S. K. and Kawakami, Tomonori. 2016. Evaluation of Groundwater Quality in 14 Districts in Sri Lanka: A Collaboration Research Between Sri Lanka and Japan. In: Kurisu F., Ramanathan A., Kazmi A., Kumar M. (eds) Trends in Asian Water Environmental Science and Technology. Springer, Cham
- ### 2.12 タイ
- ADB. 2013. Country Partnership Strategy: Thailand, 2013-2016. Sector Assessment (Summary): Water Resources. Available on: <https://www.adb.org/sites/default/files/linked-documents/cps-tha-2013-2016-ssa-04.pdf>
- MoEJ (Ministry of the Environment of Japan). 2009. WEPA Outlook on Environmental Management Strategies in Asia. Hayama: Institute for Global Environmental Strategies.
- National Economic and Social Development Board (NESDB). 2011. The Eleventh National Economic and Social Development Plan (2012-2016). Office of the Prime Minister, Bangkok, Thailand.
- Office of National Water Resources Committee. 2000. National Water Vision: A Case Study of Thailand.
- PCD (Pollution Control Department). 2014. Thailand State of Pollution Report 2012. Ministry of Natural Resources and Environment (MoNRE), Bangkok, Thailand.
- PCD (Pollution Control Department). 2015. Thailand State of Pollution Report 2015. Ministry of Natural Resources and Environment (MoNRE), Bangkok, Thailand.
- PCD (Pollution Control Department). 2017. Thailand State of Pollution Report 2016. Ministry of Natural Resources and Environment (MoNRE), Bangkok, Thailand.
- RTG (The Royal Thai Government). 2017. Unofficial Translation, Constitution of the Kingdom of Thailand. Available from <http://www.thaiembassy.org/doha/contents/files/news-20170417-203812-158174.pdf>
- TMD (Thai Meteorological Department). 2016. Annual Weather Summary over Thailand in 2016. Available on: <https://www.tmd.go.th/programs/uploads/yearlySummary/weather2016.pdf>
- Wangcharoenrung, C. Current situation and issues of industrial wastewater management in Thailand 2017. Presented at the WEPA International Workshop on Industrial Wastewater Management on 26th September 2017 in Jakarta, Indonesia.
- World Bank. 2017. <https://data.worldbank.org/country/> (online version)
- ### 2.13 ベトナム
- 2030 WRG. 2017. Vietnam – Hydro-Economic Framework for Assessing Water Sector Challenges. Prepared by 2030 Water Resources Group. Washington DC. United States. Available on: <http://i-s-e-t.org/resources/major-program-reports/vietnam-hydro-economic-framework-assessing-water-sector-challenges.html>. Accessed on 22nd January 2018.
- CEM (Center for Environmental Monitoring). 2014. Chuong trinh quan trac tong the moi truong (Comprehensive environmental monitoring program. CEM Portal. Available on: <http://cem.gov.vn/Home/tabid/82/cat/298/language/vi-VN/Default.aspx>
- CEM (Center for Environmental Monitoring). 2015. Real-Time Environmental Monitoring Portal of Nhue-Day River Basin. Developed by the Center for Environmental Monitoring – Vietnam Environment Administration, Ministry of Natural Resources and Environment (MONRE) of Vietnam. Available on: <http://lvsnhue.cem.gov.vn/vi-VN/Home.aspx>
- Cruz, R.V., H. Harasawa, M. Lal, S. Wu, Y. Anokhin, B. Punsalmaa, Y. Honda, M. Jafari, C. Li and N. Huu Ninh. 2007. "Climate change 2007: Impacts, adaptation and vulnerability.

- Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change”, eds. M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden and C.E. Hanson, Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- International Fund for Agricultural Development (IFAD). 2014. “Comprehensive environment and climate change Assessment in Viet Nam.” Published by the International Fund for Agricultural Development. Available on [www.ifad.org/climate/infocus/Viet\\_Nam\\_publication.pdf](http://www.ifad.org/climate/infocus/Viet_Nam_publication.pdf); accessed on 15th December 2014.
- MoNRE (Ministry of Natural Resource and Environment). 2006. Environment Report of Vietnam 2006 – The Current State of Water Environment in 3 River Basins of Cau, Nhue-Day, Dong Nai River System. Ministry of Natural Resources and Environment (MoNRE), Hanoi, Vietnam. Available on: [http://www.quantracmoitruong.gov.vn/VN/BAOCAO\\_Content/tabid/356/cat/176/nfriend/969001/language/vi-VN/Default.aspx](http://www.quantracmoitruong.gov.vn/VN/BAOCAO_Content/tabid/356/cat/176/nfriend/969001/language/vi-VN/Default.aspx)
- MONRE . 2016. State of the Environment Report 2016 – Urban Environment. Published by the Ministry of Natural Resources and Environment of Vietnam (in Vietnamese).
- MONRE. 2010. State of the Environment Report 2010 – An Overview of Vietnam Environment. Ministry of Natural Resources and Environment (MoNRE), Hanoi, Vietnam. Available on: [http://www.quantracmoitruong.gov.vn/VN/BAOCAO\\_Content/tabid/356/cat/177/nfriend/3741667/language/vi-VN/Default.aspx](http://www.quantracmoitruong.gov.vn/VN/BAOCAO_Content/tabid/356/cat/177/nfriend/3741667/language/vi-VN/Default.aspx)
- MONRE. 2014. State of the Environment Report 2014 – Surface Water Environment. Ministry of Natural Resources and Environment (MoNRE), Hanoi, Vietnam. Available on: [http://www.quantracmoitruong.gov.vn/VN/BAOCAO\\_Content/tabid/356/cat/175/nfriend/3743056/language/vi-VN/Default.asp](http://www.quantracmoitruong.gov.vn/VN/BAOCAO_Content/tabid/356/cat/175/nfriend/3743056/language/vi-VN/Default.asp)
- MONRE. 2015. State of the Environment Report for the period of 2011-2015. Published by the Ministry of Natural Resources and Environment of Vietnam (in Vietnamese).
- Vietnam Association for Conservation of Nature and Environment (VACNE). Specific law needed for water pollution control. Article published by Vietnam Association for Conservation of Nature and Environment on 26 May 2014. Available on: <http://www.vacne.org.vn/can-co-luat-rieng-de-kiem-soat-oi-nhiemnguồn-nuoc/212324.html>
- Vietnammoi, 2017. 88% of domestic wastewater directly discharge into environment. Available on: <http://vietnammoi.vn/88-nuoc-thai-sinh-hoat-xa-thang-ra-moi-truong-31912.html>
- World Bank. 2012. Project Appraisal Document on Proposed Credit in the Amount of SDR32.9 million to the Socialist Republic of Vietnam for the Industrial Pollution Management Project. Vietnam Sustainable Development Unit, Sustainable Development Department, East Asia and Pacific Region, World Bank.
- World Bank. 2017. <https://data.worldbank.org/>



## 環境省

### 水・大気環境局水環境課

〒100-8975 東京都千代田区霞が関1-2-2  
TEL: 03-3581-3351 | FAX: 03-3593-1438  
URL: <http://www.env.go.jp/>

[WEPA事務局]

## 公益財団法人 地球環境戦略研究機関(IGES)

### 自然資源・生態系サービス領域

〒240-0115 神奈川県三浦郡葉山町上山口2108-11  
TEL: 046-855-3700 | FAX: 046-855-3709  
E-mail: [contact@wepa-db.net](mailto:contact@wepa-db.net) | URL: <http://www.iges.or.jp/>

[www.wepa-db.net](http://www.wepa-db.net)