

WEPA

アジア水環境パートナーシップ アジア水環境管理アウトルック



2021



WEPA

アジア水環境管理アウトルック

2021

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ルック 2021

Copyright © 2021 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: 978-4-88788-251-5

この出版物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パートナー国へ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

〒100-8975

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ルック 2021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]（所属は執筆時、[]内は執筆担当部分）

(監修)

水野 理

プリンシパル・フェロー、適応と水環境領域 [WEPAメッセージ、第1章]

(*以下五十音順)

稻村 由佳子

研究員、適応と水環境領域 [中国]

京極 智子

シニアコーディネーター、戦略マネージメントオフィス [WEPAメッセージ、中国]

クマール・パンカジ

主任研究員、適応と水環境領域 [インドネシア、ラオス、マレーシア]

シバコティ・ビナヤ・ラズ

主任研究員 (水・適応専門家)、適応と水環境領域

[ネパール、フィリピン、スリランカ]

田口 達

研究員、気候変動とエネルギー領域 [日本]

武田 智子

研究員 (水・災害リスク軽減専門家)、自然資源・生態系サービス領域

[WEPAメッセージ、第1章、韓国]

ファン・ンゴク・バオ

主任研究員 (水・衛生専門家)、適応と水環境領域 [タイ、ベトナム]

ミトラ・ビジョン・クマール

主任研究員、適応と水環境領域 [カンボジア、ミャンマー]

村瀬 憲昭

プログラム・マネージャー、自然資源・生態系サービス領域 [WEPAメッセージ、中国]

八木 一行

プログラム・マネージャー、適応と水環境領域 [第1章]

[支援チーム]

北村 恵以子

出版コーディネーター、戦略マネージメントオフィス

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パートナー国における水環境管理の概況	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	34
2.2 中国	42
2.3 インドネシア	48
2.4 日本	56
2.5 韓国	64
2.6 ラオス人民民主共和国	70
2.7 マレーシア	80
2.8 ミャンマー	90
2.9 ネパール	96
2.10 フィリピン	104
2.11 スリランカ	112
2.12 タイ	120
2.13 ベトナム	130
参考文献	141

はじめに

2019年終わりに発生した新型コロナウイルス感染症（以下、COVID-19）は、単なる地域的な健康上の危機から、世界全体に影響を及ぼすような世界的大流行（パンデミック）・経済災害へと大きく変化した。このような状況において、水環境の改善を含む公衆衛生の重要性が一層高まっている。アジアは世界の土地の30%及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。アジア地域においては、人口と経済の拡大に伴い、居住環境の悪化、利用可能な水の減少及び生態系サービスの低下につながる深刻な水質汚濁問題に直面し続けてきた。こうした中、昨今のCOVID-19の大流行と相まって、水環境の改善の必要性が強く認識されているところである。

日本国環境省は、ガバナンスの観点からアジアにおける水質汚濁問題を解決することを目的として、2003年に開催された第3回世界水フォーラムの場でアジア水環境パートナーシップ（WEPA）の創設を提案し、2004年からその活動に取り組んできた。

WEPAでは、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・知識共有を行っている。

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、WEPAでは、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アウトロック」を定期的に作成している。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。本報告書は、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とっても有益な情報源となるよう、これまで、2009年にイスタンブルで、2012年にマルセイユで、2015年に大邱・慶州で、2018年にブラジリアでそれぞれ行われた世界水フォーラムの際に作成・公表してきた。

本書はその第5版にあたり、主に「第1章 WEPAパートナー国における水環境管理の概況」と「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るべき現在の課題及び今後の取り組みについて示した「WEPAからのメッセージ」も掲載する。また、本報告書では、各国間の情報の比較可能性の向上を図るとともに、経年変化の明示や、WEPA第4期基本方針にも掲げられた「規制の遵守」に関する記載の充実を図るなどにより、これまで以上に質の高い情報を提供するよう努めている。

アジア水環境管理アウトロック2021を公表予定であったセネガル・ダカールでの第9回世界水フォーラムは、COVID-19の影響により2021年3月から2022年3月に開催が延期となった。しかしながら、定期的にアジア地域における水環境管理の概況を整理することの重要性にかんがみ、本報告書は、これまで通り、前報告書公表から3年目にあたる2021年12月に発刊の運びとなった。本報告書が、以前の4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、有益な情報源となるとともに持続可能な水環境管理に貢献することを願っている。

2021年12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

1

アジア地域では、急速な人口増加、都市化、工業化、そして消費パターンの変化が続いている。また、気候変動による深刻な影響も現れ始めており、この地域の水資源を取り巻く課題はさらに深刻化している。環境中に排出される排水や汚濁負荷量は増加の一途をたどっており、地域全体の水質を悪化させている。この水質汚濁問題に対処するためには、アジア地域全体、国、そして地方自治体レベルでのリーダーシップが必要であり、特に適切な排水目標の設定が求められる。



2

水と衛生に関する持続可能な開発目標(SDGs)ゴール6の達成は不可欠である。本目標には、他のSDGsとの相互補完的な役割もあり、その達成は、健康や生物多様性を含めたSDGs全体の達成を確実にする上でも重要な鍵となる。



3

さらに、COVID-19という未曾有のパンデミック(世界的大流行)の中、水環境管理が公衆衛生の維持に重要な役割を果たすことが示されている。水は生命維持に不可欠であり、飲料や調理、洗濯、衛生、煮沸消毒、重要な医薬品や医療機器の生産など、パンデミックと戦う上でなくてはならないものである。したがって、将来同様のパンデミックを予防し、対処する上で、水環境ガバナンスの改善が一層重要となる。一方で、パンデミック対策の新たな政策やガバナンスツールが、水環境に負のトレードオフを生じさせないよう注意する必要がある。また逆に、COVID-19や他のパンデミック対策に対して、水環境管理政策が負のトレードオフを生じさせてはならない。こうしたトレードオフを回避し、COVID-19に関連する政策と水環境管理との間のコベネフィットを最大化するために、水環境管理を担当する政府機関は、COVID-19対策を行う各国政府内の広範な調整プロセスに関与すべきである。

4

WEPAパートナー国は、その17年間の蓄積された経験に基づき、上記の課題に取り組む際に下記の認識を共有する。

- 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く必要がある。可能であれば、水のライフサイクルを通じて、効果的かつ効率的な水の利用と再利用を最大化するとともに、発生源での汚染を最小化または防止する総合的なアプローチを採用する必要がある。



- 水質及び汚濁負荷に関する信頼性の高いタイムリーなデータは、持続可能な水環境ガバナンスを確保し、水環境を改善するためのエビデンスに基づいた意思決定に不可欠である。しかし、多くの場合、モニタリング施設や人的資源、特に技術的な能力が不十分であることから、信頼性の高いモニタリングシステ

ムが不足しており、多くの国で信頼性の高いモニタリングデータが利用できていないのが実情である。したがって、水のモニタリングと報告に関して「ハードウェア」と「ソフトウェア」の両方に投資すること、そしてすべてのステークホルダー（利害関係者）がデジタル・プラットフォームなどを通じてモニタリング結果を広く簡単に利用できるようにすることが重要である。

- c. 排水処理効率を向上させて水域の汚濁負荷量を低減するとともに、水の再利用の割合や栄養塩などの有益な副産物の回収率を高めるためには、さらなる技術革新が必要となる。このような技術革新を実現するためには、排水・汚泥管理の改善を通じた効果的な水質規制制度の構築、人及び組織の能力強化、規制や罰則を実施する政治的意図など、変化を促す環境の構築が求められる。
- d. 排水処理技術の選択は、自然条件や社会経済条件、開発レベルといった地域の状況に基づいて行われるべきである。低コストかつ環境配慮型で利用や維持が容易な社会的に受け入れられる適切な技術が、従来の高コストな手法よりも優先されるべきである。
- e. 水環境管理の改善を図るため、効果的な政策・規制の立案に際しては、政策立案者と研究者との対話の促進などを含む科学的根拠に基づいた知見を活用することが求められる。
- f. 革新的で持続可能な資金調達メカニズムを通じて、排水・汚泥管理の財政的な持続可能性を担保することが喫緊の重要課題である。
- g. 民間部門や地域社会を含む様々なステークホルダーの水環境管理への積極的な関与を促進すべきである。意思決定プロセスにおいて、水環境管理が実施される、または実施されないことによって影響を受けるステークホルダーの意見が十分に反映されるよう、特に注意を払う必要がある。
- h. 特に、昨今のソーシャルディスタンスといった新たな環境や限られた人的資源の下では、排水モニタリング手順や分析方法を含む生活排水や産業排水管理に関する法的枠組や規制、詳細な規則やガイドラインの施行が引き続き困難な状況にある。WEPAパートナー国は、この課題を克服するための努力を継続するとともに、規制遵守と経験共有に向けて協力を続ける必要がある。



5

水環境に関するWEPAパートナー国の専門機関は、水環境管理の改善を通じて、持続可能な開発のための2030アジェンダとその中心に置かれている持続可能な開発目標（SDGs）の達成に引き続き貢献する。

6

WEPAは、WEPAデータベース、政策対話、ワークショップ、国別プロジェクトを通じて、WEPAパートナー国間の教訓と知識の共有を引き続き促進する。また、WEPAは、適切なアクション・プログラムを実施することで、WEPAパートナー国の特定の政策課題の解決を支援する。アクション・プログラムから得られた実践的な教訓と知識は、WEPAデータベースを通じて、WEPAパートナー国だけでなく、より広範に共有される。WEPAは、その活動の効果を最大化するべく、志を同じくする他のネットワーク、国際機関、援助機関との連携強化を図っていく。

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、知識を共有し、水環境ガバナンスにおける行動をとることで水環境の改善に取り組んでいく。我々は、このような努力が、ステークホルダーの能力向上及び持続可能な開発のための2030年アジェンダの円滑な実施に貢献するものと確信する。

略語

ADB	Asian Development Bank アジア開発銀行	DENR-NCR MBSCMO	Department of Environment and Natural Resources-National Capital Region Manila Bay Site Coordinating and Management Office (Philippines) 環境天然資源省・マニラ首都圏及びマニラ湾調整管理事務所(フィリピン)
AMDAL	<i>Analisis Manajemen Dampak Lingkungan</i> (Environmental Impact Assessment Statements) (Indonesia) 環境影響評価書(インドネシア)	DEWATS	Decentralized Wastewater Treatment System 分散型排水処理システム
As	Arsenic ヒ素	DHM	Department of Hydrology and Meteorology (Nepal) 水文学・気象局(ネパール)
ASEAN	Association of South-East Asian Nations 東南アジア諸国連合	DILG	Department of Interior and Local Government (Philippines) 内務自治省(フィリピン)
ASM	Academy of Sciences Malaysia (Malaysia) マレーシア科学学会(マレーシア)	DIN	Dissolved Inorganic Nitrogen 溶存無機窒素
AWQS	Ambient Water Quality Standards (Sri Lanka) 環境水質基準(スリランカ)	DIP	Dissolved Inorganic Phosphorus 溶存無機リン酸塩
B.E.	Buddhist Era (Thailand) 仏暦(タイ)	DISI	Directorate of Industrial Supervision Inspection (Myanmar) 産業監査検査部(ミャンマー)
BAPPENAS	<i>Badan Perencanaan Pembangunan Nasional</i> (Ministry of National Development Planning) (Indonesia) 国家開発計画庁(インドネシア)	DKI Jakarta	<i>Daerah Khusus Ibukota Jakarta</i> (Special Capital Region of Jakarta) (Indonesia) ジャカルタ首都特別州(インドネシア)
BFAR	Bureau of Fisheries and Aquatic Resources (Philippines) 農業省漁業水産資源局(フィリピン)	DO	Dissolved Oxygen 溶存酸素
BOD	Biochemical Oxygen Demand 生物化学的酸素要求量	DOE	Department of Environment (Malaysia) 環境局(マレーシア)
BOI	Board of Investment (Sri Lanka) 投資委員会(スリランカ)	DOH	Department of Health (Philippines) 保健省(フィリピン)
Cd	Cadmium カドミウム	DoNRE	Department of Natural Resources and Environment (Viet Nam) 天然資源環境局(ベトナム)
CDOs	Cease and Desist Orders (Philippines) 停止命令(フィリピン)	DONRE	Department of Natural Resources and Environment (Lao PDR) (地方)天然資源環境局(ラオス)
CEA	Central Environmental Authority (Sri Lanka) 中央環境庁(スリランカ)	DOSM	Department od Statistics Malaysia (Malaysia) 統計省(マレーシア)
CEM	Centre of Environmental Monitoring (Viet Nam) 環境モニタリングセンター(ベトナム)	DPCM	Department of Pollution Control and Monitoring (Lao PDR) 汚染管理監視局(ラオス)
Chl. a	Chlorophyll a クロロフィルa	DPWH	Department of Public Works and Highways (Philippines) 公共事業道路省(フィリピン)
COD	Chemical Oxygen Demand 化学的酸素要求量	DWSSM	Department of Water Supply and Sewerage Management (Nepal) 上下水道管理局(ネパール)
COD_{Mn}	Chemical Oxygen Demand (potassium permanganate method) 化学的酸素要求量(過マンガン酸カリウム法)	EC	Electric Conductivity 電気伝導率
Cr	Chromium クロム	ECD	Environmental Conservation Department (Myanmar) 環境保全局(ミャンマー)
CSDGs	Cambodia's Sustainable Development Goals Frameworks (Cambodia) カンボジア持続可能な開発目標のためのフレームワーク	EIA	Environmental Impact Assessments 環境影響評価
CSO	Central Statistical Organization (Myanmar) 中央統計局(ミャンマー)	EMB	Environmental Management Bureau (Philippines) 環境管理局(フィリピン)
CSO	Civil Society Organization 市民社会組織	ENRC	Environment and Natural Resources Code of Cambodia (Cambodia) 環境自然資源法典(カンボジア)
CWTP/CWTF	Centralized Wastewater Treatment Plants/Facilities 集合型排水処理施設	EPL	Environmental Protection license (Sri Lanka) 環境保護ライセンス(スリランカ)
DA	Department of Agriculture (Philippines) 農業省(フィリピン)	EPL	Environmental Protection Law (Lao PDR) 環境保護法(ラオス)
DAO	DENR Administrative Order (Philippines) 環境天然資源省令(フィリピン)	EQA	Environmental Quality Act (Malaysia) 国家環境法(マレーシア)
DAS	<i>Daerah Aliran Sungai</i> (watersheds) (Indonesia) 流域(インドネシア)	EQS	Environmental Quality Standards (Japan) 環境基準(日本)
DENR	Department of Environment and Natural Resources (Philippines) 環境天然資源省(フィリピン)		

ESC-BORDA	Environmental Sanitation Cambodia-Bremen Overseas Research and Development Association (Cambodia) カンボジア環境衛生・ブレーメン海外研究開発協会(カンボジア)	MEPA	Marine Environment Protection Authority (Sri Lanka) 海洋環境保護庁(スリランカ)
FAO	Food and Agriculture Organization 国連食糧農業機関	MIME	Ministry of Industry, Mine and Energy (Cambodia) 鉱工業エネルギー省(カンボジア)
FCB	Faecal Coliform Bacteria 糞便性大腸菌	MLD	Million Liters Per Day 百万リットル/日
FMB	Forest Management Bureau (Philippines) 森林管理局(フィリピン)	MLIT	Ministry of Land, Infrastructure, Transport (Korea) 国土交通部(韓国)
GAP	Good Aquaculture Practice 養殖生産工程管理	MMDA	Metro Manila Development Authority (Philippines) メトロマニラ開発庁(フィリピン)
GB	Chinese National Standards (China) 国家基準(中国)	MND	Ministry of National Defence (Korea) 国防部(韓国)
GB/T	Recommended Standards (China) 国家推奨基準(中国)	MOC	Ministry of Construction (Viet Nam) 建設省(ベトナム)
GDP	Gross Domestic Product 国内総生産	MOE	Ministry of Environment (Korea) 環境部(韓国)
GES	General Effluent Standards (Philippines) 一般排水基準(フィリピン)	MOEC	Ministry of Environment (Cambodia) 環境省(カンボジア)
GIS	Geographic Information System 地理情報システム	MOEF	Ministry of Environment and Forestry (Indonesia) 環境林業省(インドネシア)
GoN	Government of Nepal (Nepal) ネパール政府(ネパール)	MOEF	Ministry of Forests and Environment (Nepal) 森林環境省(ネパール)
Hg	Mercury 水銀	MoEJ	Ministry of the Environment, Japan (Japan) 環境省(日本)
HMs	Heavy Metal(s) 重金属	MOEWRI	Ministry of Energy, Water Resources and Irrigation (Nepal) エネルギー・水資源・灌漑省(ネパール)
IETS	Industrial Effluent Treatment Systems (Malaysia) 産業排水処理システム(マレーシア)	MOF	Ministry of Finance (Viet Nam) 財務省(ベトナム)
IGES	Institute for Global Environmental Strategies 公益財団法人 地球環境戦略研究機関	MOH	Ministry of Health (Viet Nam) 保健省(ベトナム)
IMF	International Monetary Fund 国際通貨基金	MoH	Ministry of Health (Lao PDR) 保健省(ラオス)
IPL	Industrial Processing Law (Lao PDR) 産業加工法(ラオス)	MOHA	Ministry of Home Affairs (Viet Nam) 内務省(ベトナム)
IWK	Indah Water Konsortium (Malaysia) インダウォーター共同企業体(マレーシア)	MOIC	Ministry of Industrial and Commerce (Lao PDR) 産業商業省(ラオス)
IWMI	International Water Management Institute 国際水管理研究所	MOIF	Minsitry of the Interior and Safety (Korea) 行政安全部(韓国)
IWRM	Integrated Water Resources Management 統合的水資源管理	MOIT	Ministry of Industry and Trade (Viet Nam) 工業貿易省(ベトナム)
JICA	Japan International Cooperation Agency 国際協力機構	MoNRE	Ministry of Natural Resources and Environment (Thailand) 天然資源環境省(タイ)
KRA	Key Result Area (Philippines) 重点地域(フィリピン)	MONRE	Ministry of Natural Resources and Environment (Viet Nam) 天然資源環境省(ベトナム)
LGUs	Local Government Units (Philippines) 地方自治体(フィリピン)	MONRE	Ministry of Natural Resources and Environment (Lao PDR) 天然資源環境省(ラオス)
LKR	Sri Lankan Rupee(s) (Sri Lanka) スリランカルピー	MONREC	Minisry of Natural Resources and Environmental Conservation (Myanmar) 天然資源環境保全省(ミャンマー)
LLDA	Laguna Lake Development Authority (Philippines) ラグナ湖開発公社(フィリピン)	MOST	Ministry of Science and Technology (Viet Nam) 科学技術省(ベトナム)
LSB	Lao Statistics Bureau (Lao PDR) ラオス統計局(ラオス)	MoSTE	Ministry of Science, Technology and the Environment (Malaysia) 科学技術環境省(マレーシア)
LWUA	Local Water Utilities Administration (Philippines) 地方水道公社(フィリピン)	MoSTI	Ministry of Science, Technology and Innovation (Malaysia) 科学技術革新省(マレーシア)
MAFRA	Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs (Korea) 農林畜産食品部(韓国)	MOT	Ministry of Transport (Viet Nam) 交通省(ベトナム)
MARD	Ministry of Agriculture and Rural Development (Viet Nam) 農業・開発省(ベトナム)	MoWRAM	Ministry of Water Resources and Meteorology (Cambodia) 水資源気象省(カンボジア)
MEE	Ministry of Ecology and Environment (China) 生態環境部(中国)	MPI	Ministry of Planning and Investment (Viet Nam) 計画・投資省(ベトナム)
MENR	Ministry of Environment and Natural Resources (Sri Lanka) 天然資源環境省(スリランカ)		

MPWT	Ministry of Public Work and Transport (Cambodia) 公共事業運輸省(カンボジア)	NO ₃ -N	Nitrate Nitrogen 硝酸性窒素
MPWT	Ministry of Public Works and Transportation (Lao PDR) 公共事業・運輸省(ラオス)	NOV	Notice of Violation (Philippines) 違反通知(フィリピン)
MRC	Mekong River Commission メコン河委員会	NPC	National Planning Commission (Nepal) 国家計画委員会(ネパール)
MRD	Ministry of Rural Development (Cambodia) 農村開発省(カンボジア)	NPC	National Power Corporation (Philippines) フィリピン電力公社(フィリピン)
MSDP	Myanmar Sustainable Development Plan (Myanmar) ミャンマー持続可能な開発計画(ミャンマー)	NRESRI	Natural Resources and Environmental Statistic and Research Institute (Lao PDR) 天然資源環境統計調査研究所(ラオス)
MWQI	Marine Water Quality Index (Thailand) 海洋水質インデックス(タイ)	NWP	Myanmar National Water Policy (Myanmar) ミャンマー国家水政策(ミャンマー)
MWQI	Marine Water Quality Index (Malaysia) 海洋水質指標(マレーシア)	NWQS	National Water Quality Standards (Malaysia) 国家水質環境基準(マレーシア)
MWR	Ministry of Water Resources (China) 水利部(中国)	NWRB	National Water Resources Board (Philippines) 国家水資源委員会(フィリピン)
MWS	Ministry of Water Supply (Nepal) 水供給省(ネパール)	NWRP	National Water Resources Policy (Malaysia) 国家水資源政策(マレーシア)
MWSS	Metropolitan Water Works and Sewerage System (Philippines) マニラ首都圏上下水道供給公社(フィリピン)	NWSDB	National Water Supply and Drainage Board (Sri Lanka) 国家上下水道公社(スリランカ)
NCSD	National Council for Sustainable Development (Sri Lanka) 持続可能な開発のための国家評議会(スリランカ)	ONEP	Office of Natural Resources and Environmental Policy and Planning (Thailand) 天然資源環境政策計画局(タイ)
NDWQS	National Drinking Water Quality Standards (Nepal) 全国飲料水水質基準(ネパール)	PAB	Pollution Adjudication Board (Philippines) 汚染裁定委員会(フィリピン)
NEA	National Environmental Act (Sri Lanka) 国家環境法(スリランカ)	Pb	Lead 鉛
NEAP	National Environmental Action Plan (Cambodia) 国家環境行動計画(カンボジア)	PC	City of Provincial People's Committee (Viet Nam) 行政区人民委員会(ベトナム)
NEB	National Environmental Board (Thailand) 国家環境委員会(タイ)	PCB	Polychlorinated Biphenyl ポリ塩化ビフェニル
NEDA	National Economic and Development Authority (Philippines) 経済開発庁(フィリピン)	PCD	Pollution Control Department (Thailand) 公害規制局(タイ)
NEQA	National Environmental Quality Act (Thailand) 国家環境保全推進法(タイ)	PD	Presidential Decree (Philippines) 大統領令(フィリピン)
NEQEG	National Environmental Quality (Emission) Guidelines (Myanmar) 国家環境排出ガイドライン(ミャンマー)	PEZA	Philippine Economic Zone Authority (Philippines) フィリピン経済特区庁(フィリピン)
NESAP	National Environment Strategy and Action Plan (Cambodia) 国家環境戦略及び行動計画(カンボジア)	pH	Potential of Hydrogen 水素イオン指数(水素イオン濃度指数)
NGDWQ	National Guidelines for Drinking Water Quality (Malaysia) 全国飲料水水質基準(マレーシア)	PHP	Philippine Peso (Philippines) フィリピンペソ(フィリピン)
NGO	Non Governmental Organization 非政府組織	PNSDW	Philippines National Standards for Drinking Water (Philippines) 国家飲料水水質基準(フィリピン)
NH ₃	Ammonia アンモニア	PO ₄ /PO ₄ -P	Phosphate リン酸(PO ₄ /PO ₄ -P)
NH ₃ -N/ NH ₄ -N	Ammoniacal/Ammonia/Ammonium Nitrogen アンモニア性窒素	PROPER	Program Penilaian Peringkat Kinerja Perusahaan (Program for Pollution Control Evaluation and Rating) (Indonesia) 環境評価格付け制度(インドネシア)
NH ₄ ⁺	Ammonium アンモニウム	PUPR	Ministry of Public Works and Housing (Indonesia) 公共事業・住宅省(インドネシア)
NIA	National Irrigation Administration (Philippines) 国家灌漑管理局(フィリピン)	RA	Republic Act (Philippines) フィリピン共和国法(フィリピン)
NIER	The National Institute for Environmental Research (Korea) 国立環境研究院(韓国)	RPJMN	Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional (National Medium-Term Development Plan) (Indonesia) インドネシア国家中期開発計画(インドネシア)
NIWR	Norwegian Institute for Water Research ノルウェー水質研究所	RPJPN	Rencana Pembangunan Jangka Panjang Nasional (National Long-Term Development Plan) (Indonesia) インドネシア国家長期開発計画(インドネシア)
NLCDC	National Lake Conservation Development Committee (Nepal) 国家湖沼保全開発委員会(ネパール)	RTG	Royal Thai Government (Thailand) タイ王国政府(タイ)
NO ₃ /NO ₃ ⁻	Nitrate 硝酸塩	SD	Transparency (secchi disc) 透明度(セッキ板)

SDGs	Sustainable Development Goals 持続可能な開発目標	WEPA	Water Environment Partnership in Asia アジア水環境パートナーシップ
SEPA	State Environmental Protection Administration, China (China) 国家環境保護総局(中国)	WHO	World Health Organisation 世界保健機構
SIA	Social Impact Assessments 社会影響評価	WISA	Water Service Industry Act (Malaysia) 水道事業法(マレーシア)
SMEs	Small and Medium Enterprises 中小企業	WQC	Water Quality Criteria (Indonesia) 水質基準(インドネシア)
SPAN	<i>Suruhanjaya Perkhidmatan Air Negara</i> (National Water Services Commission) (Malaysia) 国家水事業委員会(マレーシア)	WQG	Water Quality Guidelines (Philippines) 水質ガイドライン(フィリピン)
SpTPs	Septage Treatment Plants 浄化処理場	WQI	Water Quality Index (Korea) 水質インデックス(韓国)
SS	Suspended Solids 浮遊物質	WQI	Water Quality Index (Thailand) 水質指標(タイ)
SSD	Sewerage Service Department (Malaysia) 下水道事業局(マレーシア)	WQI	Water Quality Index (Viet Nam) 水質インデックス(ベトナム)
STPs	Sewage Treatment Plants 下水処理場	WQMA	Water Quality Management Areas (Philippines) 水質管理地域(フィリピン)
SWML	Scheduled Waste Management License (Sri Lanka) 定期廃棄物管理ライセンス(スリランカ)	WQMaca	Water Quality Management and Conservation Area (Philippines) 水質管理保全地域(フィリピン)
TCB	Total Coliform Bacteria 総大腸菌数	WWTPs	Wastewater Treatment Plants 排水処理施設
TDS	Total Dissolved Solids 総溶存固体分	WWTS	Wastewater Treatment System 排水処理システム
THB	Thai Baht (Thailand) タイバーツ(タイ)	Zn	Zinc 亜鉛
TKN	Total Kjehldahl Nitrogen 総ケルダール窒素量	MEP	Ministry of Environmental Protection (China) 環境保護部(中国)
TMDL	Total Maximum Daily Load System 日最大負荷量規制制度		
TN/T-N	Total Nitrogen 全窒素		
TOC	Total Organic Carbon 全有機炭素		
TP/T-P	Total Phosphorus 全リン		
TPLC	Total Pollutant Load Control System (Japan) 水質総量削減制度(日本)		
TSA	Tonle Sap Authority (Cambodia) トンレスアップ庁(カンボジア)		
TSL	Tonle Sap Lake (Cambodia) トンレスアップ湖(カンボジア)		
TSS	Total Suspended Solids 全浮遊物質		
UNDP	United Nations Development Programme 国連開発計画		
UNEP	United Nations Environment Programme 国連環境計画		
UNESCO	United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization 国連教育科学文化機関		
UNICEF	United Nations Children's Fund 国連児童基金		
USD	United States Dollars アメリカドル		
VEA	Viet Nam Environment Administration (Viet Nam) 環境庁(ベトナム)		
VIPs	Ventilated Improved Pit Latrines 通気改良型ピット式トイレ		
VOCs	Volatile Organic Compounds 揮発性有機化合物		
WECS	Water and Energy Commission Secretariat (Nepal) 水エネルギー委員会事務局(ネパール)		

1章

WEPAパートナー国の水環境管理の概況



WEPAパートナー国における水環境管理の概況

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によって水環境問題に対処することを目的として設立された。この目的のために、WEPAでは解決策を見出すためのパートナー国間の知識共有を促進している。WEPAパートナー国は、異なる自然条件及び社会経済的状況のもと、それぞれ異なる水環境問題に直面しているため、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、独自に行われている状況である。そこで、これらに関しレビューを行い、WEPAパートナー国間の水環境管理の枠組みにおける相違点や共通点を明らかにし、その課題を明確にすることで深い議論が可能となる。

そのため、本章では、次章に記載されている各国の水環境管理の概況を基に、WEPAパートナー国の水環境管理の状況をまとめ、パートナー国間の課題を明らかにすることを目的とする。

また、本章では、パートナー国における現在の水環境管理の枠組みについて、以下の観点から概観することとする。

- 水環境管理の目的や水質基準を含む法的枠組み
- 水環境管理のための制度的枠組み
- 水環境のモニタリングフレームワーク
- 排水管理を中心とした、実施と遵守を確保するための手段を含む実施枠組み

なお、各国が抱える問題は種類も規模も異なることから、今回は水環境に関する政策・施策の進捗状況を国別に概観することにとどめ、国別の比較や進捗状況の評価は行わないようにした。

1 | 水環境ガバナンスの展望

1.1 新たな政策展開及び法律の制定

すべてのWEPAパートナー国において、持続可能な開発の基盤として、安全な環境の確保により人の健康を保護することを定めた環境基本法が制定されており、これらの目

的是は水環境管理にも適用されている。表1.1は、WEPAパートナー国における環境基本法及び環境汚染規制等に関する法令をまとめたものである。近年、WEPAパートナー国は、より良い水環境ガバナンスのための政策や法的枠組みの確立・改善に積極的に取り組んでいる。WEPAパートナー国の水環境に関する政策、法律、規制について、WEPA Outlook 2018発刊時以降の主な動きは以下の通りである。

- カンボジアでは、2017年12月に「下水道・排水処理システムの管理に関する政令」が制定され、下水道や排水処理システムの管理を準国家機関に委任することとなった。水質基準と排水基準の改訂を含む水質汚濁の管理に関する政令を改訂中である。
- 中国では、2018年に「環境保護法」と「水污染防治管理法」が改正された。水質汚染防止管理法では、排水の防止と処理に関する要件が定められている。海水については、2017年に「海洋環境保護法」が改正された。また、2018年には「環境保護税法」が制定された。また、中国では2018年に排水の管理要件を含む汚染排出許可制度を試験的に導入している。
- インドネシアでは、SDGsに沿った全体的な水資源管理に焦点を当てた「水資源法」(2019年法律第17号)が2019年に制定された。同法では、より包括的なモニタリングのための水資源情報システムの構築や、水資源の監督・管理に従事する当局へのライセンス供与や権限付与など、いくつかの新しい要素が導入されている。現在、インドネシア環境林業省は、WEPAアクションプログラムを通じた技術支援を受けて、関連する枠組みや規制、特に国内の特定の河川流域における水質総量規制(TMDL)の導入・実施のための技術ガイドラインの起草を行っている。
- 日本では単独処理浄化槽の転換と浄化槽の管理の向上を図るため、浄化槽法の一部改正が成立・公布された。また、2020年には新たな「水循環基本計画」が策定された。

- 韓国では、統合的な水資源管理の概念を包含する「水管理基本法」が2018年に新たに制定された。従来の「水質及び生態系保全法」は、2018年に水環境全体を網羅するように拡張され、「水環境保全法」として整備された。2020年からは、非分解性有機物質のモニタリングが困難なことから、COD_{Mn}に加えて有機物質をモニタリングする項目として全有機炭素 (TOC) が用いられるようになった。
- ラオスでは、環境の保護・緩和・回復のための措置や、環境管理・モニタリングのガイドラインを含む「環境保護法」が2018年に改正・制定された。2019年に「農村部における給水及び衛生に関する国家戦略 2019-2030 (第947号/MoH)」が承認・公布された。
- ミャンマーでは、2019年に「国家環境政策」及び「ミャンマー持続可能な開発計画 (MSDP) 2018-2030」を策定した。また、国家表流水水質環境基準の策定を検討中である。
- ネパールでは、2015年に新憲法が制定された後、2019年に「環境保護法」及び「国家環境政策」が制定された。2020年には「統合国家水資源政策」が施行された。現在、水供給・衛生法は国会承認中、統合国家水資源法は起草中となっている。
- フィリピンでは、環境天然資源省行政命令第2019-15号 (DAO 2019-15) により、ボラカイ島の水質管理・保全地域 (WQMACA) の指定とその管理委員会の設置が新たに行われた。なお、ボラカイ島では、2018年に主要な観光地であるビーチエリアの水環境の回復のため、リゾートエリアが半年間閉鎖されるなどの措置も行われている。また、同命令第2018-15号 (DAO 2018-12) では、アンブラン川上・下流水系 (UARS/LARS) の2つの水質管理地域とその管理委員会を指定した。
- スリランカでは、2019年国家環境(環境水質)規則第01号に基づき、水質環境基準 (AWQS) が制定された。また、包括的な河川水のモニタリングプログラムとケ

表1.1 WEPAパートナー国における環境基本法及び水環境汚染規制等に関する法令

国	環境基本法	水環境汚染規制等に関する法令
カンボジア	環境保護及び資源管理に関する法律	水資源管理法
中国	環境保護法	水質汚濁防止法 海洋環境保護法 水質汚濁の防止及び管理のための行動計画
インドネシア	環境保護管理法	水質汚濁の防止及び水質管理に関する政令 水資源法
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 有明海及び八代海を再生するための特別措置に関する法律 特定水道利水障害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	水管理基本法 水環境保全法 各指定河川の水質管理等に関する法律 海洋環境管理法
ラオス	環境保護法	水及び水資源法 産業処理法
マレーシア	環境法	環境法命令 2015
ミャンマー	環境保全法	水資源河川保全法
ネパール	環境保護法	統合国家水資源法(策定中)
フィリピン	国家環境政策 フィリピン環境法令	水質浄化法
スリランカ	国家環境法	海洋汚染防止法
タイ	国家環境保全推進法	地下水法
ベトナム	環境保護法	水資源法

ラニ (Kelani) 川を保護するためのプログラムが2020年に開始された。

- タイでは、2017年6月から新たに「産業排水規制に関する法律」(2016年制定)が施行された。また、59地域(48の主要河川)の表流水の水質を改善する目標を含む水質管理のためのマスター・プラン2018–2037が策定された。
- ベトナムでは、2020年11月に、2022年1月1日に発効する「改正2020年環境保護法」が国会で承認された。2017年5月には、持続可能な開発のための2030ア

ジェンダの実施のための国家行動計画に関連して首相決定No.622/QD-TTgが公布された。

1.2 組織体制

すべてのWEPAパートナー国において、水環境は、環境保護を担当する省庁及びその関連省庁によって管理されている(表1.2)。また、水資源管理や公共事業を担当する省庁も重要な役割を担っている。公害対策については、一般的には環境関連の行政機関(環境省)が担当している。しかし、国によっては産業排水の管理責任が産業・経済開発部門の機関にも委ねられており、関係省庁間の連絡・調

表1.2 WEPAパートナー国における水資源管理の主な関連機関とその所掌

国	関連機関	所掌
カンボジア	環境省	環境影響評価(EIA)、インベントリ作成、汚染防止・削減のための政令の規律の策定、汚染源のモニタリング、検査など
	水資源気象省	水の管理、保全、モニタリング
	公共事業運輸省	都市排水管理
	トンレサップ庁	トンレサップ湖および関連地域の管理・保全・開発
中国	生態環境部	水環境保護の監督と管理
	農業・農村部	農村環境の監督と管理
	水利部	水資源管理
	自然資源部	海洋資源管理
インドネシア	環境林業省	水質管理、污染防治
	公共事業・住宅省	水資源管理
	国家開発計画庁	国全体の開発
日本	環境省	水環境保全、排水規制、浄化槽の整備と管理
	国土交通省	水資源管理、河川・下水道の整備と管理
韓国	環境部	公共の上下水道の水質管理
ラオス	天然資源・環境省	天然資源(水を含む)の保護
マレーシア	環境・水省	水量・水質管理
	保健省	飲料水の水質管理
ミャンマー	天然資源・環境保全省	水環境の保全、排水処理の管理
	計画・財務・産業省	工業用水の使用・排水の規制
ネパール	森林環境省	環境保護
	水道省	上水道、下水道の管理
	エネルギー・水資源・灌漑省	水資源開発、水質モニタリング
	水・エネルギー委員会事務局	水資源開発、政策、プログラム策定
フィリピン	環境天然資源省	環境と天然資源の保全
	国家水資源委員会	水関連法規の管理・施行
	公共事業道路省	国の下水道・浄化槽管理
スリランカ	環境省	環境と天然資源管理
タイ	天然資源環境省	水資源の管理
ベトナム	天然資源環境省	水資源の管理

整が必要となる。工場が密集している工業地帯や経済特区では、異なる法律や規則が適用されることが多く、そのような法律や規則に基づいて集合型排水処理施設の設置が義務付けられている。多くの国では、工業団地規制当局などの異なる機関がこのような特区の水質汚染対策を行っている。ほとんどの国では、工場は、排水を排出する事業を開始する前に、指定された当局（国または地方レベル）への届出、または当局からの承認や許可の申請を行う必要があるが、その要件は産業の種類や規模によって異なる。

一部の国では、これらの分散した責任を1つまたは少数の省庁に統合する取り組みが行われている。例えば、

- 中国では、2018年に国家発展改革委員会（NDRC）、国土资源部（MLR）などにおける関連部門を統合して、生態環境部（MEE）が新たに設立された。

- 韓国では、これまで各省庁に分散していた責任（例えば、大河川は国土交通部、小河川は行政安全部、湖沼は農林畜産食品部、下水道は環境部）が、2019年に統合水資源管理（IWRM）という概念のもと、環境部のもとですべて管理するように再編された。

1.3 水質環境基準

ミャンマーを除くすべてのWEPAパートナー国では、水質環境基準が設定されている（表1.3）。

- ミャンマーでは、2012年に制定された環境保全法において、表流水、海洋水、地下水の水質環境基準の策定が規定されている。国家表流水水質環境基準は、策定中である。2020年12月現在、水生生態系と人の健康を守るために38の水質項目が検討されている。

表1.3 WEPAパートナー国における水質環境基準

国	表流水	地下水	沿岸水域・海域	根拠法令等
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（1999年第27号）
中国	表流水環境基準	地下水質基準	海水質基準	表流水質基準（GB3838-2002） 地下水質基準（GB/T 14848-9） 海水質基準（GB3097-1997）
インドネシア	水質基準	水質基準	海水水質基準	水質汚濁の防止及び水質管理に関する政令（2001年） 海水の水質基準に関する環境大臣令（2004年）
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	水質汚濁に係る環境基準（1971年、最新改正は2016年） 地下水環境基準（1998年、最新改正は2012年）
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*	N/A	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 国家湖沼水質基準 自然レクリエーションの水質に関する国家水質基準	地下水水質基準	海水水質基準	国家水質基準 国家湖沼水質基準 地下水水質基準 海水の水質基準 自然レクリエーションの水質に関する国家水質基準
ネパール	**	**	N/A	ネパール官報（No.10、2008年6月16日付）
フィリピン	2016年水質ガイドライン及び一般排水基準	*	2016年水質ガイドライン及び一般排水基準	水質ガイドライン及び一般排水基準（2016年）
スリランカ	水質環境基準		N/A	2019年国家環境（環境水質）規則第01号
タイ	表層水質基準	地下水水質基準*	海水水質基準	国家環境委員会告示第8号B.E.2537（1994年） 国家環境委員会告示第20号B.E.2543（2000年）
ベトナム	表流水質に関する国家技術基準	地下水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	QCVN08:MT2015/BTNMT 表流水質に関する国家技術基準 QCVN09:MT2015/BTNMT 地下水水質に関する国家技術基準 QCVN10:MT2015/BTNMT 沿岸水質に関する国家技術基準

N/A：該当なし

* 飲用に供される地下水については、飲用地下水水質基準が適用される。

** ネパールでは、目的（レクリエーションや水生生態系の保護など）や分野（飲料水、灌漑用水、畜産業用、産業用等）に応じて異なる水質ガイドラインを設定している。

- スリランカは2019年に表流水の水質環境基準を制定している(2019年国家環境(環境水質)規則第01号)。

分類及び指標

水域の分類は、WEPAパートナー国ではほとんどが水質環境基準に基づいており、国によってその分類の数は異なる。

指標については、国によって総数や水質項目の内容が異なるが、すべての基準に物理的指標、金属、有機栄養塩、微生物に関する指標が含まれている。各国の表流水の環境水質基準に用いられる水質項目の数を図1.1に示す。

水質環境基準モニタリングの枠組み

水質環境基準を設定しているWEPAパートナー国12カ

国のうち、11カ国が公共用水域の水質を定期的にモニタリングしている(表1.4)。

- ネパールでは、公共用水域における系統的な周辺水質のモニタリングは行われていないが、各省庁により関連の水質モニタリングが行われている。例えば、バグマティ川の水質の定期的なモニタリングは、バグマティ統合開発高等委員会が行っており、2014年から一般向けにデータを公開している。エネルギー・水資源・灌漑省(MEWRI)は、河川や湖沼の水質をモニタリングしている。
- その他の11カ国では、国や地方自治体が定期的に公共水域の水質モニタリングを実施しているが、モニタリングステーションの数や頻度、指標の数などが異なる。

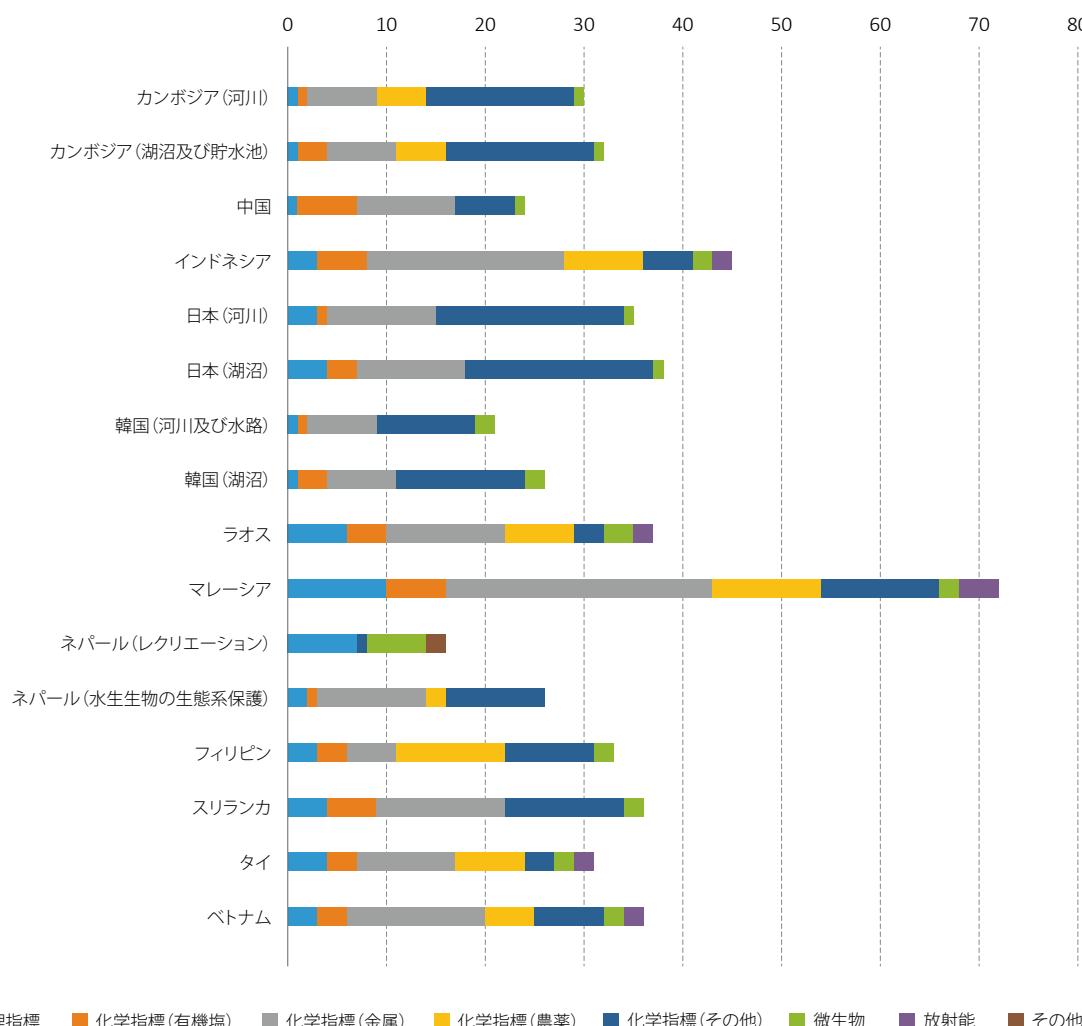


図1.1 WEPAパートナー国における表流水の水質環境基準における水質項目数

表1.4 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	モニタリング実施地点数	水質項目数等	実施機関	年*
カンボジア	河川:7 湖沼:3 沿岸水域:7 メコン川:19	公共用水域の水質基準に規定されている水質項目(環境省:地表水7、沿岸水7、水資源気象省:18)	環境省、水資源気象省	2020
中国	河川:1,610 湖沼及び貯水池:110 地下水:16,292	環境水質基準に定められた水質項目(河川・湖沼は24、地下水は39、海水は35)	地方自治体(生態環境部)	2019
インドネシア	河川:510 湖沼:10	水質基準(河川・湖沼は45)に定められた水質項目	県／市政府 (2つ以上の県に水源地がある場合に環境林業省)	2020
日本	人間の健康保護に関する項目 河川:3,876 湖沼:405 沿岸水域:1,037 生活環境項目 河川:4,568 湖沼:477 沿岸水域:2,027 地下水:3,191	環境基準に規定されている水質項目	地方自治体(環境省)	2020
韓国	河川:5,589 湖沼:368 河口地点:668	環境基準に定められた水質項目(河川26、湖沼30、地下水20)	国立環境研究院、各地の環境部出先機関	2020
ラオス	93地点	環境基準の水質項目(30以上)	メコン河委員会、天然資源環境統計調査研究所(NRESRI)、天然資源環境省汚染管理監視局	2020
マレーシア	河川:1,353 沿岸水域:151 地下水:119	国家水質基準などに定められた水質項目(河川は30、地下水は17、海洋は29)	環境・水省(環境局)	2020
ミャンマー	河川:15/26 湖沼:21/8 地下水:3/0 (環境保全局/林業局)	環境保全局:18 林業局:30	環境保全局、林業局	2020
フィリピン	河川:321(主要河川) 湖沼:ラグナ湖 沿岸部:39(レクリエーション水域) 地下水:88	DAO 2016-08または2016年水質ガイドライン及び一般排水基準に規定された水質項目	環境天然資源省(DENR) 環境管理局	2001-2019
スリランカ	河川:9 湖沼・貯水池:3 (111+地点)	環境基準に定められた水質項目(36項目)	中央環境庁(CEA)	2020
タイ	河川:59 湖沼6 (368地点) 75の自動モニタリングステーション(表流水) 地下水:1,162	28(表流水) 30(沿岸水) 38(地下水)	天然資源・環境省(MoNRE)	2020
ベトナム	360地点(MONRE) 100地点(関係省庁) 23の自動モニタリング地点(中央政府) 80以上の自動モニタリング地点(地方レベル)	24/2017/TT-BTNMTに規定されている水質項目	天然資源・環境省(MONRE)	2020

*「年」は、各国で特に明記されていない限り、各が情報提供了した年を示す。

モニタリング結果の評価

各WEPAパートナー国は、公共水域に対する水質モニタリングの結果を評価している。表1.5に評価方法の概要を示す。

表1.5 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品質基準に基づくモニタリング地点の類型化（表流水、地下水、海域）
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（表流水及び地下水）における環境基準達成率（水質インデックス（WQI）も使用し、7段階で評価）
マレーシア	モニタリング結果及び水質インデックス（WQI）に基づくモニタリング地点の類型化（6つの指標（DO、BOD、COD、NH ₃ -N、SS、pH）のモニタリング結果に基づき算出。）（表流水、海域） 国家飲料水水質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の達成率及び水域ごとの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（WQI）に基づくモニタリング地点の類型化（8つの指標（pH、DO、BOD、TS、FCB、NO ₃ 、TP、SS）のモニタリング結果に基づき算出）（表流水）
ベトナム	モニタリング結果と水質インデックス（WQI）に基づくモニタリング地点の類型化

- WEPAパートナー国で採用されている評価方法は、大きく2つのタイプに分けられる。1つ目は、日本、韓国、フィリピンのように、あらかじめ水域の類型化を設定してから、その後評価を行う方法である。この方法では、水質モニタリングの結果に基づいて、各水域が水質環境基準を満たしているかどうかを政府が判断し、それをもとに各国の水質環境基準の達成率をパーセンテージで表すことになる。この評価方法を用いれば、その水域があらかじめ設定された水利用に適しているかどうかを評価することができる。
- 第二のタイプは、水質モニタリングの結果と水質環境基準の分類に基づいて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、環境品質基準で定められた分類に基づいて、河川区間を6つのクラス（I、II、III、IV、V、V以下）に分類している。この評価に

基づいて、調査対象の水域に指定された水利用が適切かどうかをモニタリング地点で確認する。

- マレーシア、タイ、ベトナムでは、中国と同様の考え方で評価を行っているが、環境基準の類型ではなく、水質インデックス（WQI）を用いている。また、韓国では7段階のWQIを導入している。WQIはそれぞれの国で開発された計算式で算出される。また、これらの国では、この指標を用いた水質モニタリングの結果を毎年公表している。

水質環境モニタリング結果の公開

多くのWEPAパートナー国において、情報開示や政策評価のために、年度毎に水質モニタリングの結果が評価されている。

- 水質の状況は、主に環境報告書（環境白書）等として一般に公開されているが、中国、インドネシア、日本、韓国、マレーシア、フィリピン、タイ、ベトナムでは、水質を総合的に評価した環境報告書をウェブサイトで公開している。カンボジアでは、モニタリングレポートが四半期ごとに公表されており、ネパールでは最新の報告書は「Environment Statistics of Nepal 2019」となっている。
- 中国、韓国、タイ、ベトナムなどでは連続モニタリング地点からアップロードされたリアルタイムのモニタリングデータをウェブサイトで公開している。

1.4 排水管理及び排水基準

汚染源の特定

WEPAパートナー国13カ国の中、7カ国が汚染源を定量的に特定するためにセクター別のインベントリ調査を実施している。特に、インドネシアとベトナムは、政府が現行のインベントリ調査には改善の余地があるとみなしており、その改善に取り組んでいる。

表1.6は、WEPAパートナー国の一覧における汚濁負荷量調査の詳細をまとめたものである。これによると、調査頻度、対象地域/流域、調査対象物質は国によって異なる。中国、フィリピン、タイなどの国では、国全体で発生する汚濁負荷量を算出しており、日本、インドネシア、韓国などでは、対象となる河川や湖沼に排出される汚濁負荷量を算出している。

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	指標	出典
中国	環境保全部 (現:生態環境部)	1997– (中国環境状況公報) 2006–2009 (全国汚染源調査)	毎年	国全体	COD NH ₃	中国の環境の現状についての第1回全国汚染源調査
インドネシア	環境林業省	2001(規則制定の年)	毎年	優先順位の高い川と湖	BOD COD TSS	環境林業省
日本	環境省	1978– (水質総量削減制度) 1985– (湖沼の水質保全のための特別措置法に基づく汚濁負荷量規制) 1977– (水質汚濁物排出量総合調査)	5年に 1回程度	東京湾、伊勢湾、瀬戸内海 (水質総量削減制度) 対象となる湖沼 (湖沼の水質保全のための特別措置法に基づく汚濁負荷量規制)	COD TN TP	水質総量削減制度 湖沼の水質保全のための特別措置法に基づく汚濁負荷量規制 水質汚濁物質排出量総合調査
韓国	環境部	-	-	四大河川	BOD	国立環境研究院
フィリピン	環境管理局/ 環境天然資源省	2005	-	国全体	BOD	全国水質状況調査
マレーシア	環境管理局/ 環境・水省	-	毎年	国全体/対象河川流域	BOD NH ₃ SS	環境質報告書
タイ	汚染管理局/ 天然資源環境省	2006, 2015	-	国全体	BOD	汚染状況調査

図1.2に示すように、多くの国・流域では、生活排水が主要な汚染源となっている。しかし、排水基準で規制されるべき汚染源である工業(産業系)と畜産・農業(農業系)からの汚濁負荷を合わせると、これらからの汚濁負荷量の割合は全体の約20~60%を占め、いくつかの国や流域では生活排水からの汚濁負荷量よりも高くなる。

排水基準

排水基準における濃度管理は、WEPAパートナー国における生活排水及び産業排水の管理の基本的な手法である。ミャンマーを除くすべての国では、生活排水及び産業排水に関する国の排水基準が設定されている。

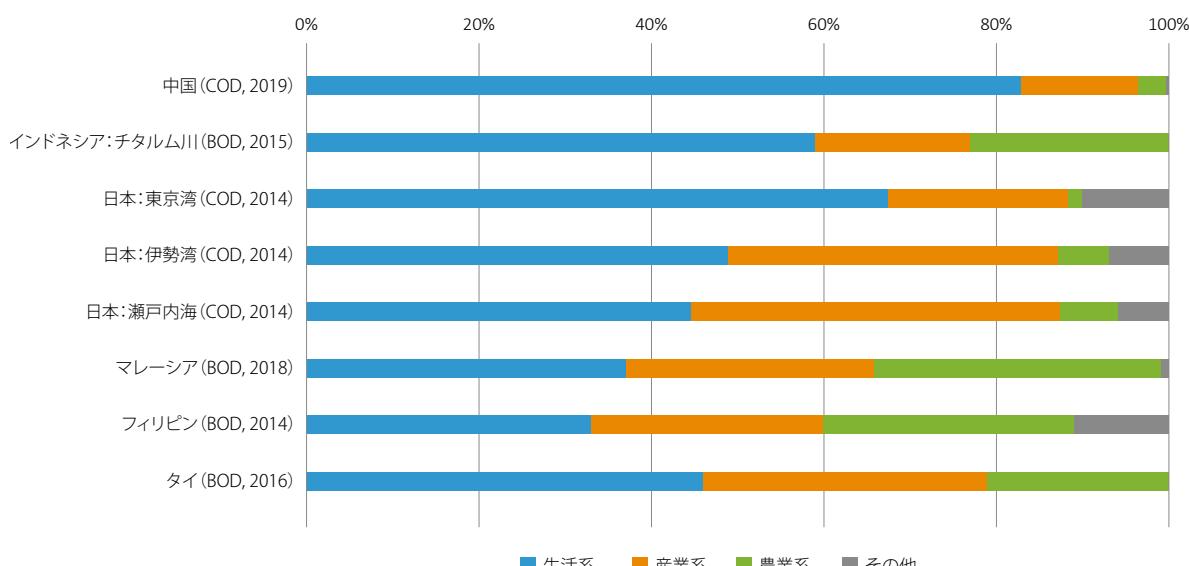


図1.2 WEPAパートナー国におけるセクター別汚染源

- ミャンマーでは現在、国の排水基準の設定が検討されている。2015年12月29日に「国家環境排出ガイドライン(NEQEG)」が公表されたが、このガイドラインは、排水管理のための基礎となるものであり、計71の産業別排水レベルが定められている。ヤンゴン市では独自の排水基準が設定されている。
- 中国、日本、韓国では、排水規制に加えて、国全体または特定の水域に対して水質総量規制制度(TMDLまたはTPLC)を採用している。マレーシアとインドネシアでは特定の水域へのTMDL制度の導入に取り組んでおり、タイにおいてもTMDL制度の導入を検討している。

産業排水規制

国によって水域への影響の程度が異なるものの、産業排水は、WEPAパートナー国における水質汚染の主な原因の一つとされている。水質汚染を防止または軽減する目的で、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、未だ多くの国でその制度の実施や法・規制の遵守について課題を抱えている。

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、タイなどのWEPAパートナー国では、産業セクターが有機汚染物質の最大の排出源とは限らない。これは、これらの国では1970年代後半から80年代前半にかけて、産業排水に対する取り組みを開始し、特に大規模工場や工業地帯の工場からの排水の処理について汚染管理規制を実施してきたことが一因となっている。しかし、産業排水が適切な処理をされないまま河川などに放出されている流域では、産業排水が依然として水質汚染の主な原因となっている。有機汚染物質に加えて、産業排水に含まれる有害物質は、政策立案者にとって大きな懸念となっている。

産業排水基準

水質管理は、WEPAパートナー国すべてにおいて産業排水規制の主要な政策のひとつである。表1.7に、各国の基準の目的、対象産業・工場、体系を示す。ここに示されるように、ミャンマーを除くすべてのWEPAパートナー国では、水質管理のための産業排水基準が設定されているが、国によって詳細は異なる。

- カンボジア、インドネシア、ラオス、フィリピンなどの国では、工場の規模や種類にかかわらず、すべての工場が排水基準の対象となっている。一方、マレーシアや日本などの国では、排水量に応じた除外条件を設けている。例えば、マレーシアでは、産業排水または混合排水の排出量が $60\text{ m}^3\text{ 未満}/\text{日}$ の工場には、産業排水基準は適用されないことになっている。
- 産業排水基準を設けているすべてのWEPAパートナー国では、すべての種類の産業もしくは個別の排水基準が設定されていない産業に適用される一般排水基準を設定している。一部の国では、排出される流域等の水環境及び工場の規模に基づき、複数のカテゴリー別の基準値が設けられている。また、一般的排水基準に加えて、国によっては特定の産業に対する個別の基準（一般排水基準より厳しいまたはより緩い基準）を設けている。例えば、中国では業種別に63の個別排水基準を、インドネシアでは44の業種別排水基準を設定している。さらに、インドネシア、中国、日本、韓国では、地域の水環境の状況を考慮し地方自治体が独自の排水基準を設定している。
- 韓国では、2007年から生態毒性が許容排出量の項目として含まれており、2019年には生態毒性管理制度の対象が82種類の産業施設にまで拡大された。2020年からは、非分解性有機物質のモニタリングが困難なことから、 COD_{Mn} に加えてTOCも有機物質をモニタリングするパラメータとして使用されている。

排水モニタリング

排水モニタリングは、工場における排水基準の遵守状況を確認するための重要な手段である。表1.8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、立ち入り検査の義務について整理したものである。いくつかの例外はあるものの、原則として、汚染発生源の所有者は排水の水質をモニタリングし、そのモニタリング結果を政府または公的機関に報告する義務を負っており、政府や公的機関は必要に応じて立ち入り検査を行い、定期的にモニタリング結果の報告を汚染発生源の所有者に要求することができる。また、政府または公的機関がモニタリングを行う国もある。

- ミャンマーでは、排水モニタリングは、国家政府の各部局の責任のもとに行われている。ネパールでは、公

表1.7 WEPAパートナー国における産業排水基準

国	対象となる産業	基準体系	根拠法令等
カンボジア	政令で指定されたすべての産業	2種類の基準値(保護された公共用水域／公共用水域及び下水道)なお、人の健康と生物多様性の保護のために特別な処置を必要とする地域については、環境省は別の排水基準を設定することができる。	水質汚濁の管理に関する政令(改訂中)
中国	すべての発生源(類型Iの汚濁物質)	1つの統合基準63基準(産業種類別) 地域別基準	統合排水基準(GB 8978 1996)等
インドネシア	すべての産業	一般産業排水基準 44の産業に対する基準	(20/1990) Decree (No.5/2014)
日本	全産業(有害物質) 50 m ³ /日以上の排出水がある事業所(その他の項目)	一律基準 地方自治体による上乗せ基準 特定の事業者向けの暫定基準	水質汚濁防止法
韓国	施行規則で定められた排出施設	水質汚濁物質の排出基準(7項目) 有害汚染物質の許容排出量(32項目)	水環境保全法
ラオス	規模や業種を問わず全産業	国家環境基準 畜産業に特化した基準	国家環境基準(2017年)
マレーシア	1974年環境法 環境基準(2009年)では、本規制が適用されない施設のリストあり	環境品質(産業廃棄物)規則(2009年) 1997年環境品質(粗製パーム油)規則 1978年環境品質(生天然ゴム)規則	1974年環境法 環境品質(産業排水)規則2009
ミャンマー	国家環境排出ガイドライン(NEQEG)に規定される対象産業	国家環境排出ガイドライン(NEQEG)	国家環境排出ガイドライン(NEQEG)
ネパール	-	内陸の表流水に排出される産業排水の許容値(一般的基準) 内陸の表流水に排出される特定の産業排水の許容値 公共下水道に排出される産業排水の許容値 集合型排水処理施設(CWTP)から内陸の表流水に排出される排水の許容値	環境保護法
フィリピン	すべての汚染点源	すべての点源に対する排水基準(DAO 2016-08) 農業向け排水基準(DAO 2007-26)	2016年水質ガイドライン及び一般排水基準
スリランカ	全業種(ライセンスが必要)	産業廃棄物の排出量の許容値 3業種の廃棄物の許容値	2008年国家環境(保護および品質)規則第1号(排水排出基準)
タイ	工場法で規制されている産業	一般的な排水基準(31項目) タイプ別排水基準	国家環境保全推進法
ベトナム	-	産業排水に関する国家技術基準(2種類の排出先の水環境毎に異なる排水基準値) 特定産業向けの国家技術基準	産業排水に関する国家技術基準

的機関が産業排水モニタリングの実施に責任を有している。一部の産業はモニタリングを実施しているが、その結果は参考程度とされている。フィリピンでは、事業者が排水を自主的にモニタリングすることが奨励されているが、EMB-DENRは排水許可制度により排水モニタリングを行っている。

- 日本、韓国、マレーシア、タイでは、一定量の排水がある汚染源に対して、排水のオンラインモニタリングが導入されている。一方で、モニタリングは所有者や管

理者の義務であるにもかかわらず、常に行われているわけではなく、その結果が適切に保存されていなかったり、当局に届いていなかったりしており、当局は遵守状況の確認や講じた対策の有効性を評価することができない状況が生じている。日本では、モニタリング結果の記録保存は事業者の義務ではなかったが、2010年の水質汚濁防止法の改正により、モニタリング結果の記録・保存が義務付けられ、違反した場合には罰則が適用されるようになった。

表1.8 WEPAパートナー国における排水モニタリングの責任

国	排水モニタリングに対する企業/政府の責任
カンボジア	すべての事業者は、排水を自主的にモニタリングし、その結果を環境省に定期的に報告することが義務付けられている。環境省は定期的に立ち入り検査を行っている。
中国	中央政府及び地方政府は、統合排水基準の実施を監督する責任を有する。
インドネシア	すべての産業は、月に一度、あるいは活動内容に応じてより頻繁に、排水のサンプルを登録された検査機関に送ることが義務付けられており、分析レポートは6ヶ月ごとに地方自治体及び環境林業省に提出される。地方自治体と国家機関は、いつでも排水にアクセスしてサンプリングする権利を有する。
日本	事業者は、排水のモニタリングを実施し、その結果を記録・保管する責任がある。地方自治体は、事業者に対して結果の報告を求め、立ち入り検査の実施を行う権利を有する。
韓国	すべての事業者及び処理施設の運営者は、排水設備及び処理施設を稼働させる際に、環境部令で定めるところにより、関連する排水設備及び処理施設の稼働状況を記録し、保管しなければならない。環境部長官または市長・道(ド)知事は、事業者または処理施設の運営者に対し、当該施設が排水水質基準を満たしているかどうかを確認するために、必要な報告書または資料の提出を求めることができる。環境部長官によって任命された公務員は、立ち入り検査を行う権利を有する。
ラオス	すべての事業者は、排水処理設備及び排水サンプルのモニタリングおよび分析に必要な設備を設置することが義務付けられている。モニタリングレポートの結果は、天然資源環境省や各地方政府の産業部局長に提出される。
マレーシア	施設の所有者または占有者は、環境局策定のガイドラインに規定されている方法で、排水処理設備の性能モニタリングを実施しなければならない。 産業排水処理施設の所有者または占有者は、製造過程、産業排水処理システムの操作、保守および性能モニタリングの記録を行う必要がある。当該記録は、権限のある職員の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。
ミャンマー	環境保全局公害防止課、総務局、産業監査検査部、産業連携部が排水検査を担当。環境保全局地方事務所は、排水の定期的な水質モニタリングを担当し、環境汚染の重大な問題が発生した場合には、環境保全局本部が直接排水モニタリングに関与する。
ネパール	公的機関がモニタリングの責任を負う。
フィリピン	環境天然資源省環境管理局は、事業者が排水の水質を自主的にモニタリングすることが奨励しているが、排水許可システムを通じて排水の水質のモニタリングを行う。
スリランカ	事業者は、産業排水モニタリングの実施に責任を持つ。中央環境庁の地方事務所は、事業者への立ち入り検査を行う権利を有する。
タイ	事業者は、産業排水モニタリングを実施し、その結果を各省庁に報告する責任がある。産業省と天然資源環境省は、事業者に対して立ち入り検査を行う権利を有する。
ベトナム	事業者は、産業排水モニタリングを実施し、その結果を天然資源環境省に報告する責任がある。天然資源環境省は事業者に対して立ち入り検査を実施する権利を有する。

モニタリング結果

いくつかのWEPAパートナー国の政府は、政府によるモニタリングや立ち入り検査の結果または事業者による自主モニタリングの結果に基づいて、産業排水基準の遵守状況

を評価している。図1.3は、WEPAパートナー国における産業排水基準の遵守率を示している。この図によると、マレーシア、日本、韓国、中国の遵守率は90%を超えていることがわかる。

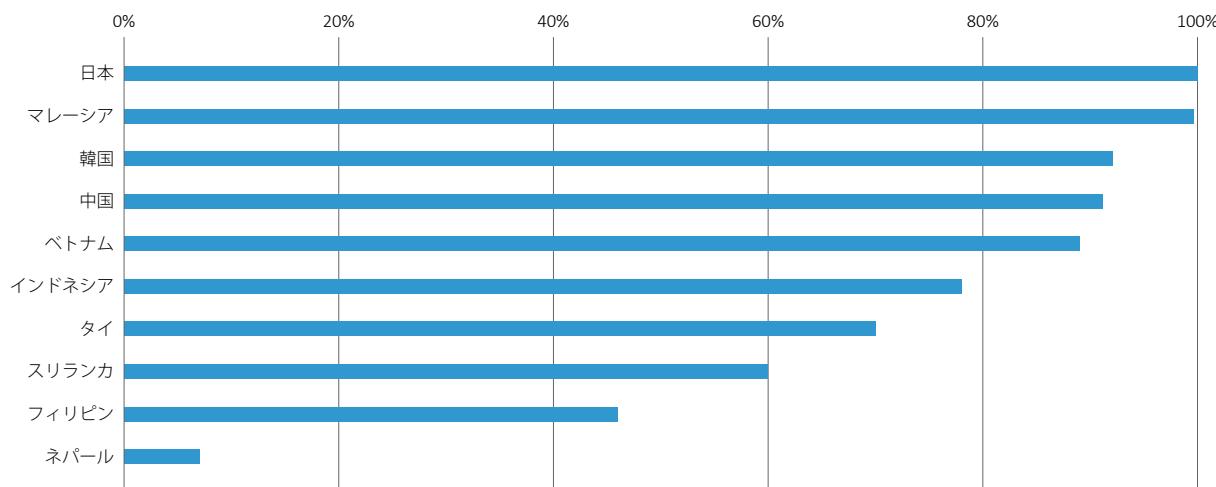


図1.3 WEPAパートナー国産業排水基準の遵守率

一方で、産業排水基準の遵守率が高くななく、政府機関でも遵守率が正確に認識されていないWEPAパートナー国もある。

法令遵守の促進

罰則制度以外の対策が、事業者の法令順守をより効率的に促す場合がある。

- たとえば、インドネシアのPROPERプログラム（環境評価格付け制度：*Program Penilaian Peringkat Kinerja Perusahaan* (*Program for Pollution Control Evaluation and Rating*))では、指定された排水基準を満たしているかどうかなどの環境パフォーマンスを公表することで、事業者に環境規制の遵守を促している。
- 日本では、基準を満たしていない特定の業種に対して、一定期間の間に改善を促すために、暫定的な排水基準を設けている。
- また、マレーシアでは、建設中または改善中の処理施設について、排水基準の遵守を一定期間免除する規則を定めている。
- フィリピンでは、優れた革新的なプロジェクト、技術、プロセスや活動を行っている個人や民間団体などに対して、国家水質管理基金から報奨金を支給している。

生活排水

集合型排水処理

アジア諸国、特にその都市部では、生活排水は下水処理場における処理が一般的である。図1.4は、WEPAパートナー国における生活排水集合処理普及率を示している。これによれば、マレーシア、韓国、日本の下水道処理普及率はほぼ80%以上、中国、タイ、ベトナムは、それぞれ、40台、20台、10台となっている。一方、他のWEPAパートナー国では、下水道処理施設の普及率は10%以下にとどまる^{*1}。ラオスでは、都市の下水道処理システムと集合型排水処理施設がなく、カンボジア、ミャンマー、ネパール、ベトナム、スリランカ、インドネシアの都市部の排水処理率は、農村部よりも高いものの、20%以下となっている。一方、農村部の排水処理率は、日本、マレーシア、韓国を除いて、ほとんどの国でかなり低くなっている。このような下水道処理普及率の違いは、WEPAパートナー国の経済規模に起因するものと考えられる。実際、WEPAパートナー国の下水道処理普及率と一人当たりのGDPとの関係を調べてみると、一定の正の相関関係が見られ、下水道処理普及率がまだ低いアジア諸国の中には、一人当たりのGDPが4,000ドルを下回っている。このため、資本集約的な大規模下水処理場の建設は経済的に困難である。なお、国連のデータ(UNDP 2006)によると、生活排水集合処理施設の建設は腐敗槽の設置に比べて2~3倍のコストがかかるとされている。

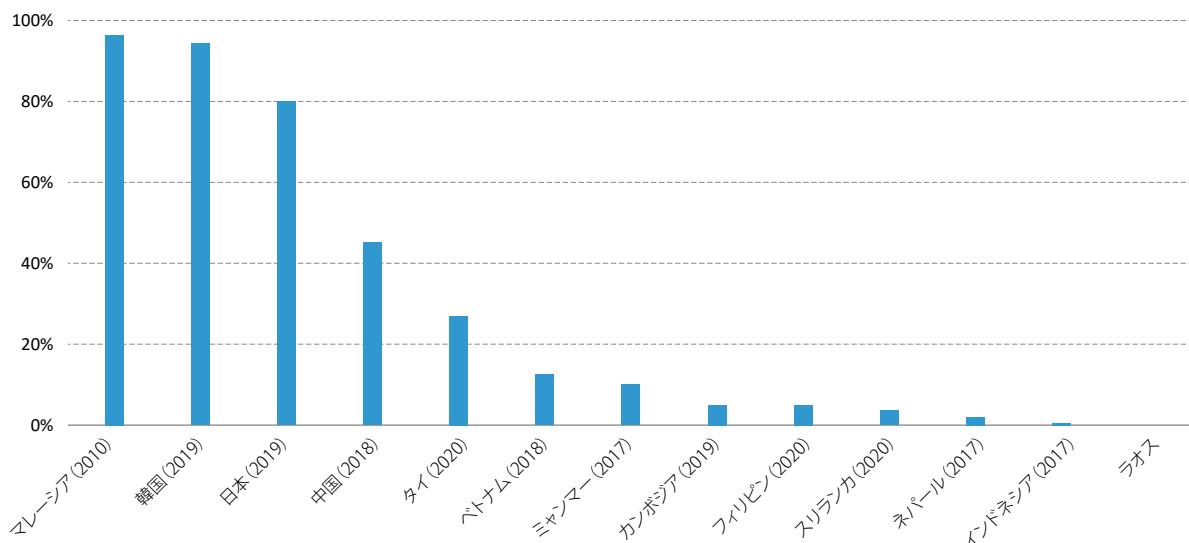


図1.4 WEPAパートナー国における下水道処理のサービスカバー率

*1 しかしながら、各国によって普及率の算出方法が異なるため、本図における普及率だけでは各々の生活排水集合処理の状況を比較するのは難しいことに言及しておかなければならぬ。

先進国と同等の生活排水処理率を達成するために集合型排水処理システムを構築、運用、維持するには、時間、継続的な投資（運用・保守費用を含む）、能力開発、膨大な量のインフラ建設が必要となる。これは、多くのWEPAパートナー国にとって、経済的にも環境的にも必ずしも実現可能な選択肢ではない可能性があり、従来の集合型排水管理に代わる解決策が模索されている。その中で、分散型排水処理システム（DEWATS）は、上述の制限に対処するための有望なアプローチとして、WEPAパートナー国から注目を集めている。DEWATSへの関心が高まっているのは、集合処理施設と同等のBOD除去率を達成しながら、長期的な処理コストの削減、運用の簡素化、建設時の環境への影響が少ないという可能性があるからである。インドネシア、マレーシア、フィリピンなどのケーススタディでは、その好例が観察されている。

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、特に都市を中心にトイレからの汚水（し尿）を処理するために、腐敗槽を使った個別処理が一般的となっている。図1.5は、WEPAパートナー国（主に都市部）における腐敗槽等の普及率及び下水道ネットワークへのアクセス率を示している。すべての国が共通の指標（定義）でカウントされていないが、下水道処理の普及率が低い都市部では、腐敗槽の普及率が高くなっている。ベトナムの都市部では約95%の世帯に腐敗槽が設置されており、タイは87%、フィリピンは83%、インドネシアは80%となっている。このことは、腐敗槽による汚水処理が、これらの地域の人々にとって基本的な設備として、当面の間、衛生的に重要な役割を果たし続けることを意味している。

しかし、腐敗槽を使った個別の排水処理には、水質汚濁

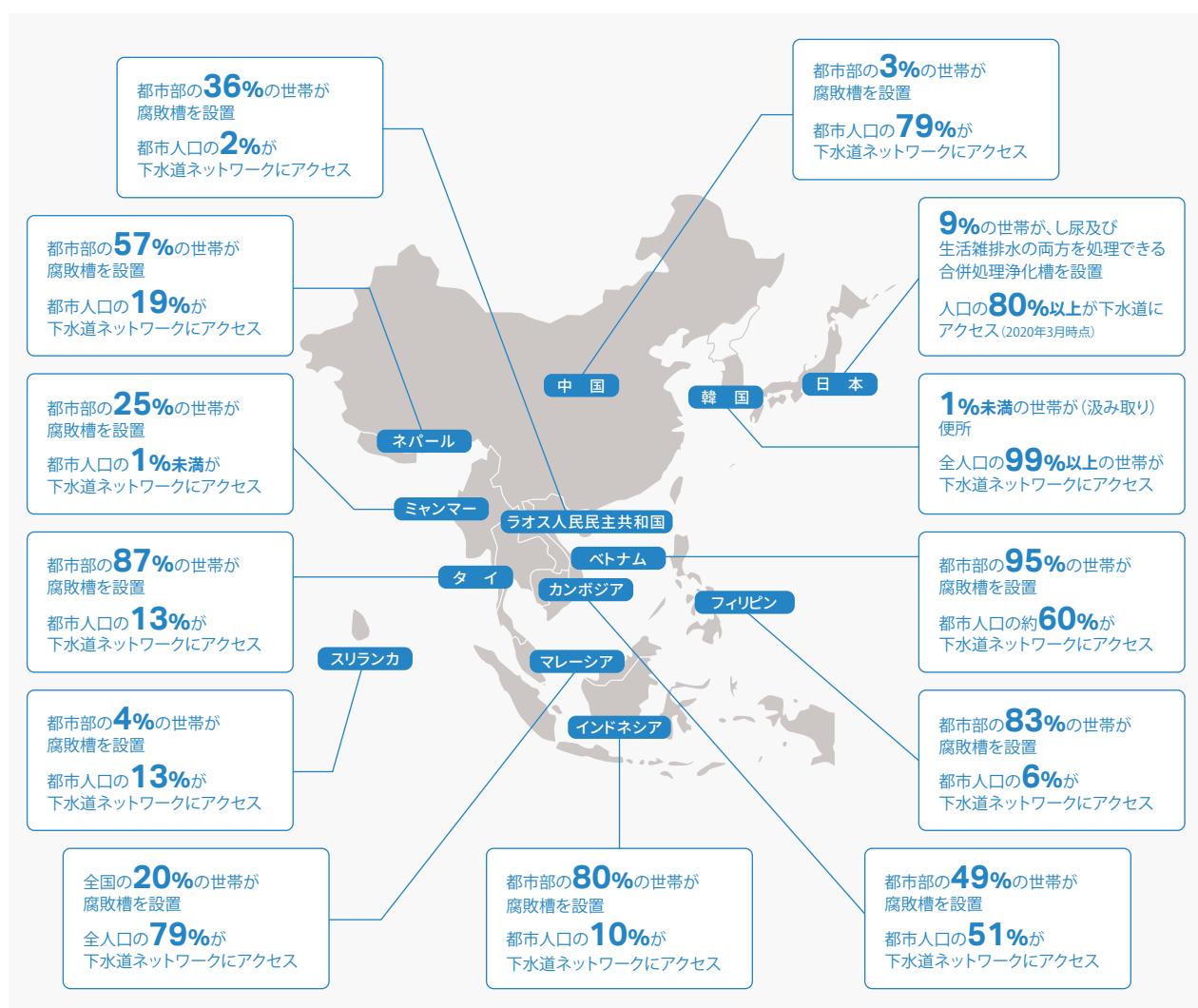


図1.5 WEPAパートナー国における腐敗槽等の普及率と下水道ネットワークへのアクセス率

（出典：WHO and UNICEF 2019, MOEJ 2020 (Data for Japan), World Bank 2019 (Data for Vietnam on sewer network coverage)）

注：図1.5における下水道ネットワークへの接続に関する数値はすべての排水の適切な処理を示すものではないため、図1.4との数値に違いが出ていると考えられる。

防止の観点からいくつかの課題を抱えている。腐敗槽の多くは、規格を遵守しない設計であったり、不適切な構造であったり、また、定期的なメンテナンスや汚泥の引き抜きが行われていないため、効果的なBOD除去ができていない場合がある。腐敗槽によるBODの削減効果については、複数の研究結果があるが、おおむね30~60%の除去率であり、下水処理場で行われているに好意的な処理によるBOD除去率よりも低くなっている。これは、腐敗槽の管理が適切になされていないことが一因である。例えば、ベトナムでは75%、インドネシアでは66%の腐敗槽において汲み取り清掃が一度も実施されていないという試算がある（World Bank 2015）。

また、腐敗槽ではし尿のみを処理し、台所や浴室からの雑排水は未処理のまま排出されている。水質汚濁を軽減・防止するために、特に下水道が整備されていない地域では、汚染除去率の高い高性能の処理設備を用いて、生活排水（し尿・雑排水を含む）を適切に処理する必要がある。

WEPAパートナー国の中多くが直面しているもう一つの大きな問題は、腐敗槽から発生する糞尿汚泥（以下「腐敗槽汚泥」という）の不適切な管理である。腐敗槽汚泥が安全な方法で処分または処理される割合は、インドネシアで4%、フィリピン（主にマニラ首都圏）で10%、ベトナムで4%（World Bank 2013）、スリランカのヌワラエリヤでは1%未満、タイでは30%（AECOM & SANDEC 2010）となっている。多くの場合、腐敗槽汚泥は、中央政府や地方自治体にとって優先度が低く、また、政府の取り組みが、コミュニティの社会的・経済的条件にうまく適合していないために、導入を予定していた腐敗槽管理システムが機能不全に陥ってしまうこともある。例えば、インドネシアでは、1990年代以降、150以上の腐敗槽汚泥処理施設が建設されたが、効果的な汚泥の汲み取りがなされていないため、処理施設の多くが稼働を停止しており、現在稼働している施設（10%以下と言われている）においても、その多くで十分な機能を果たしていない（World Bank 2016）（WEPA 2019）。

今までのところ、ほとんどの都市部では、非公式な「オンコール」による腐敗槽の汲み取り・回収サービスに大きく依存している。これらのサービスは、規制されていない民間企業によって提供されており、その汲み取りサービスの質は低い。ここで最も問題となるのは、腐敗槽内汚泥回収業者による腐敗槽汚泥の河川や運河への不法投棄である。これは、効果的かつ公的な腐敗槽汚泥回収メカニズムの欠如、処理施設における限定的な処理能力、汚泥処理に係

るコストの高さ（長距離輸送にかかるコストや時間）、処理施設における処理料金の高さなどが原因となっている。その結果、都市部の人の排泄物のほとんどは、安全に収集、管理、処理されることなく放出され、地下水と表流水の両方を汚染し、都市部における水環境に病原体を拡散させ、糞便関連の感染症を引き起こしている（Bao 2021）。

2 | WEPAパートナー国における水環境ガバナンスに関する協力にむけての課題

WEPA Outlook 2018では、水環境ガバナンスに関する共通の課題、特に産業廃水管理に関する課題を以下のように指摘している（WEPA 2018）。

法令の不備、実施の手続きに係る細則の欠如：産業排水管理に関連する法律や規制が異なると、義務の内容が異なる場合があり、現場での混乱をもたらすことがある。また、実施のための詳細なルールやガイドラインが必要な国もある。例えば、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方法を使用している場合、排水水質データの信頼性が低かったり比較が難しくなるなど、不遵守を証明する上で問題が生じる可能性が出てくる。

関連省庁間の調整不足：産業排水管理に関連する省庁は、国レベルで少なくとも2つ（通常、環境分野及び産業分野）存在することが多く、その責任が重複していたり、調整不足に陥ったり、利害の対立（「産業の発展」と「環境保全」の対立など）が生じたりして、国によっては法・規制の実施に悪影響を与える可能性がある。

情報の入手可能性：WEPAパートナー国では、事業者数や事業の種類だけではなく、排水量や水質のデータといった排水に関する情報が十分ではないことが多い。特に、中小事業者による地元の河川の汚染の可能性が高いにもかかわらず、中小事業者に関する情報を集めることは難しい。さらに、系統立てて整理・保管されたインベントリーデータがないため、効果的・戦略的な汚染管理対策の立案・実施が妨げられている可能性がある。

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自体がセンシティブなものであるため、事業者がその情報共有に消極的であり、計画や実施の妨げとなっていることが、産業セクターへの聞き取りで垣間見られた。この背景として、機密事項が公表されるかもしれ

ないといった、データの使用に関する事業者の不信感がある。さらに、関連省庁間での情報共有のための調整の仕組みにも問題があり、例えば、産業排水に関する情報を入手するために、各WEPAパートナー国における担当者がいくつもの異なる省庁に照会する必要があった。

データの信頼性: WEPAパートナー国の中には、排水の水質等のデータの信頼性が低い国があることも問題として指摘されている。これは、ラボの能力の欠如に加え、サンプリングや分析に関する標準的な方法がない等理由が考えられる。

人材の不足: WEPAパートナー国においては、規制官庁(国及び地方自治体レベル)における担当官の能力及び数の不足が規制を実施する上での障壁となっていると指摘されている。

資金の不足: 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構築のための資金が必要不可欠であるとされた。

WEPA Outlook 2018の発刊以来、WEPAでは年次会合、国際ワークショップ、アクションプログラム、アンケート調査、日常的なコミュニケーションを通じて、パートナー国間の共通課題を議論・伝達し、協力の機会を設けてきた。

その結果、WEPA Outlook 2018で確認された共通の課題は、2018年時点とはその文脈や重要性の度合い、特徴が異なるものの、依然としてWEPA諸国的主要な共通の課題の一つであることが再確認された。このような共通課題を克服するために、様々な議論の機会を通じて、以下の通り、いくつかの追加的な関心事項や協力の機会が生まれている。

法規制の健全な執行

本章の冒頭で述べたように、WEPAパートナー国では近年、より良い水環境ガバナンスのための政策や法的枠組みの確立・改善が大きく進んでいることが確認されている。これには、水環境ガバナンスに関する基本的な法的枠組みや組織体制の更新、水質環境基準の設定、包括的なモニタリング戦略の開始、産業排水管理に関する新たな規制枠組みの導入などが含まれる。しかし、WEPAパートナー国にとって、このような政策や規制の適切な実施や施行を確保することが共通の課題となっている。このような背景から、

WEPA第4期(2019年4月～2024年3月)では、法律や規制の健全な実施を確保するため、政府関係者の能力向上を優先的に推進することとしている。

水環境ガバナンスのための具体的な政策ツールに関するキャパシティ・ビルディングと情報共有

WEPAパートナー国のはうは、すでに水環境ガバナンスに関する基本的な法律や規制を導入している。しかし、これらは、水環境ガバナンスに関する既存の課題に対処するには十分ではないと考えられる。この点について、課題に対処するために追加の政策手段を導入している国もあり、また、そのような政策手段の適用可能性について調査を開始している国もある。

水環境ガバナンスに関する課題に対処するための政策手段の一つとして、水質総量規制(TMDL)アプローチがある。TMDLの導入に際しては、基本的な法律や規制よりもはるかに高いレベルの技術的な厳密さと、国と地方自治体の間の調整が必要となる。また、TMDLを実施するためには、汚濁負荷とその分析に関するより包括的なデータが必要となる。

もう一つの例として、WQI(Water Quality Index: 水質インデックス)がある。WQIはすでにWEPAの一部のパートナー国で導入されており、関心を集めようになつた。WQIの利点の一つはそのシンプルさであり、一般市民へのコミュニケーションツールとして有用である。WQIはWEPAパートナー国間でもその利点がよく理解されているが、その一方で、WQIは科学的分析のみに頼って開発することはできず、WQIを開発するためには、政策的判断と主要な機関や利害関係者間の調整が必要となる。

WEPAパートナー国では、TMDLやWQIの策定・実施などの具体的な政策ツールを促進するための相互理解や情報共有を行っている。

強力な水平方向の連携

関係省庁間の水平方向の調整における課題とその必要性は、WEPAパートナー国間で明確に認識されており、WEPA Outlook 2018では「関係省庁間の調整不足」が共通の課題の一つとして挙げられている。調整の問題は、もう一つの共通課題である「法令の不備、実施の手続きに係る細則の欠如」とも密接に関連しており、この課題は、関連省庁間の調整不足に起因する義務の分散や重複(例: 産

業排水管理に関連し、異なる法律や規制が存在し、それぞれの義務が異なるなど)から生じることが多い。

このような課題に対処するため、最近ではいくつかのWEPAパートナー国において具体的な措置が講じられている。例えば中国では、2018年に、環境保護部と国家発展改革委員会(NDRC)、国土资源部(MLR)などの部門と統合され、生態環境部が設立された。韓国では、これまで異なる省庁に分散していた責任が、2019年にはすべて環境部の下で管理するように再編された。このような組織体制の抜本的な再構築は、高いハードルがあると考えられるため、そのようなハードルをどのようにして下げることができるか、WEPAパートナー国間でその経験を共有することが有用と考えられる。また、既存の組織体制にそれほど大きな影響を与える前に、関連省庁間の高度な連携を確保できるような別のアプローチをとることも考えられよう。いずれにしても、WEPAパートナー国において、水平方向の調整に関する経験を共有することは有益と考えられる。

強力な垂直方向の連携

WEPA Outlook 2018には明記されていないが、中央政府と地方自治体等の垂直方向の調整も、WEPAパートナー国に共通する重要な課題として浮上している。これは、TMDLの導入を議論する際に特に強調されるものである。TMDLを成功させるためには、国と地方自治体の間の連携と責任の明確な振り分け、及び地方自治体の職員の能力向上が不可欠な要素であると考えられている。したがって、国と地方自治体の関係については、WEPAパートナー国間においてさらに議論が必要なテーマの一つであると言えよう。

分散型排水処理システム(DEWATS)の戦略的展開

下水道は、特に都市部における生活排水処理の重要なインフラであるというのが、WEPAパートナー国による共通認識である。多くのWEPAパートナー国において下水道処理普及率を高めるためにはさらなる努力が必要であり、WEPAパートナー国は下水道システムに関する情報共有を継続することに合意している。また、関連して、WEPAパートナー国間における情報共有やキャパシティ・ビルディングを通じて各国間で協力できる有望な分野として注目されているものとして、次の2つを挙げることができる。一つは、既存の腐敗槽とその汚泥管理の向上である。WEPAパートナー国においては、腐敗槽の管理が適切でないため、その性能が非

常に低いケースが多く見られる。また、腐敗槽から発生する排水処理が適切に行われておらず、時には公共用水域に不法に投棄されることもある。既存の腐敗槽とその汚泥管理については、明らかに改善の余地があるといえる。

もう一つは、分散型排水処理システム(DEWATS)の戦略的展開である。腐敗槽は、どんなに整備されても、その性能には技術的な限界がある。その一つが、WEPAパートナー国の多くで腐敗槽により処理されるものは屎尿のみであり、BOD負荷の高い生活雑排水は未処理のまま排出されていることが挙げられる。この点で、日本の浄化槽システムのような分散型排水処理システムの戦略的展開は、WEPAにおける今後の協力の焦点となるものである。そのためには、DEWATSの役割や下水道との補完関係などを十分に検討し、慎重に計画を立てる必要がある。

統合的水資源管理(IWRM)とSDGsのための包括的なアプローチ

近年、国際社会では、水環境ガバナンスを含む環境問題に対処するためには、必要に応じて、より包括的なアプローチを導入・実施すべきと認識されているところである。この考えは、2015年に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」とその「持続可能な開発目標(SDGs)」によく組み込まれている。水については、SDG6.5で、「2030年までに、国境を越えた適切な協力を含む、あらゆるレベルでの統合的な水資源管理を実施する」と述べ、統合的水資源管理(IWRM)に触れている。国連水関連機関調整委員会(UN-Water)は、IWRMを導入する理由を、「多くの異なるセクターが水に依存しており、その結果、水資源が限られているところでは、利用をめぐる紛争が発生している。水資源の管理が分断されていると、このような対立を解決し、資源の持続的な利用を確保することができない。水資源は自然と流域に限定されるため、生態学的な観点からは、その規模で管理することが最も適切である。」と説明している。

包括的なアプローチを必要とするもう一つの重要な側面として挙げられるのは、水環境管理は、社会、経済、環境のさまざまな課題と相互関連するということである。SDGsは、17の目標それが独立したものではなく、社会がその発展のために等しく光を当てる必要がある目標である。持続可能な開発のための2030アジェンダでは、「持続可能な開発目標の相互関連性及び統合された性質は、この新たな

アジェンダの目的が実現されることを確保する上で極めて重要である。」と明記している。その中で、水は、他の多くのSDGsを達成するための重要な要素と考えられている。UNESCAPは、このSDGsにおける水の重要な役割を、水を中心に据えた図1.6の図に描いている(UNESCAP 2017)。河川流域管理は、健全な水循環管理のためのIWRM実施の空間単位として活用されるものであり、WEPAパートナー国のいくつかが共有するメコン河委員会のような確立されたメカニズムを通じてSDGsを総合的に実施するための現実的な入口の一つとなり得る(Shivakoti 2021)。

最近の新型コロナウイルス(COVID-19)の世界的流行は、様々な社会問題が相互に関連していることを再認識させるものとなっている。排水処理業者や規制監視機関は、COVID-19対策の第一線におけるサービス提供者として、

大きく変化した労働条件に適応しなければならないとされている。政府や企業も、財政支出をCOVID-19への対応と復旧対策に財政支出を振り向ける必要がある(OECD 2020)。COVID-19は、すでに汚染された水資源の影響を受けている脆弱なコミュニティの生活条件を悪化させる可能性もある。多くのWEPAパートナー国では、感染症の問題も視野に入れた水環境管理の包括的なアプローチの重要性を理解した上で、新たな制度の導入を試みている(本章1.1参照)。しかし、このような包括的アプローチの実施に関する経験やグッドプラクティスに関する情報はまだ限られており、WEPAパートナー国間においてはさらなる情報交換や相互学習のための機会を設けるべきであろう。

その他の課題

もちろん、WEPAパートナー国が直面している課題は上



図1.6 SDG ゴール6がそのほかのSDGsの中心となるゴールであることを示す図（出典：UNSCAP 2017）

記に限定されるものではない。WEPAにおいては、パートナー国からの要請に基づき、新たな課題についての議論を行うこととなっている。今後想定される議論のテーマとして考えられるのは、以下のものである。

- 農業排水管理
- モニタリングデータの品質管理
- パートナー国間における各種手続きや規制の標準化
- 経済的手段の展開
- 自然機能を活用した問題解決
- 環境意識の向上
- 気候変動と水環境ガバナンス
- 越境する水問題
- 排水の再利用と資源回収
- 官民連携（PPP）
- 國際的な金融機関との連携
- 水環境ガバナンスへの地域コミュニティの参加
- 他の国際的なイニシアチブとの連携

3 | 今後に向けて

上述したように注意を要する分野も多く存在するが、WEPAでは、近年、パートナー国による水環境ガバナンス、特に政策や法的枠組み、組織体制の整備が大きくかつ着実に進展している。これは、すべてのWEPAパートナー国が、どんなに困難な課題に直面していても、国や地域のために水環境ガバナンスの向上に取り組んでいることを示す明確な証拠である。WEPAは、政策の策定や実施、キャパシティ・ビルディング、情報共有、相互学習のための非常に有用なプラットフォームであり、パートナー国は今後もWEPAの下での協力を推進していくことに合意している。

WEPAは、年次会合、国際ワークショップ、アクションプログラム、データベースの整備などの手段を最大限に活用することで、すべてのパートナー国と協力し、より良い水環境ガバナンスに貢献することができると考えている。2024年に、また、この地域の水環境ガバナンスの更なる目覚ましい進展を報告できることを期待している。



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

表 2.1.1 基本指標

国土面積 (km ²)	181,035 (2013)*
総人口(人)	15,288,489 (2019) *
名目GDP(米ドル)	270.8億(2019)**
一人当たり名目GDP(米ドル)	1,643 (2019)**
平均降水量(mm/年)	1,840 (1901–2016)***
水資源量 (km ³)	476.1 (2017)
年間水使用量 (10億m ³)	2.184 (2017)
セクター別 年間水使用率	農業用水 94% (2017) 工業用水 1.51% (2017) 都市用水(生活用水を含む) 4.48% (2017)

(出典 : FAO 2020, *Ministry of Planning 2019, **World Bank 2020a,
***World Bank 2020b)



図 2.1.1 カンボジアのトンレサップ湖

2 | 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(Tonle Sap)湖を含む同河の集水域は国土の86%を占める(FAO 2016)。メコン氾濫原、トンレサップ湖、メコンデルタ(三角州)は、水生生態系や農業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、雨季のメコン河の多大な流量が、

トンレサップ川を通ってトンレサップ湖に逆流するという世界でも類を見ない水生生態系である。その逆流と湖周辺の支流からの流水により、トンレサップ湖の面積は乾季の平均6倍の約13,000 km²に増大し、平均水深は8~10 mに達する(TSA 2015)。乾季には、トンレサップ湖から水が流れ出し、下流のメコンデルタに大きな影響を与えている。メコン河から分岐したバサック(Bassac)川は、さらに多数の支流に分かれ、ベトナムでくさび形のデルタを形成している。メコンデルタはカンボジアとベトナムの主要な穀物用地である。この独特的な水文サイクルとそれに伴う養分を含む堆積土は、回遊魚を含む水生生物の多様性にとって不可欠であり、トンレサップ湖にはカンボジアの人口の約40%がその生計を依存している(MRC 2010)。

カンボジアでは、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十分な水が供給されているが、国内のほとんどの地域で、乾季には、生活用水や灌漑用水等の水不足に直面している。カンボジア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に、乾季には水不足に陥っている。

地下水の利用可能量は176億m³(MoWRAM 2012)と推定されており、主に生活用水と灌漑用水、また工業用水にも使われている。地下水の使用量は毎年10%ずつ増加しており、カンボジアの多くの地域では、急速な人口増加と農業や工業の需要増加により、地下水の過剰使用が発生している(UNDP 2020)。例えば、1996年から2008年の間に、プレイベン(Prey Veng)とスヴァイリエン(Svay Rieng)の井戸では年平均14 cmの地下水位低下が報告されている(Johnston et al. 2013)。

3 | 水環境の状況

3.1 河川

河川の水質は良好と評価されており、水質汚染は大きな問題ではないと考えられている(MOEC 2020)。しかし、近年、河川の水質悪化が報告されている。カンボジア環境省(MOEC)水質管理局がメコン河のクロイ・チャンバ(Chroy

Changvar) 観測点で実施した水質モニタリングでは、2011年以降、河川水中の栄養塩汚染が増加傾向にあることが示されている(図2.1.2)。全窒素(T-N)濃度は、2011年以降しばらくは国の基準値を下回っていたが、2018年及び

2019年は基準を超過した。全リン(T-P)濃度は2012年から2019年にかけて国の水質基準値を上回った。その一方で、生物化学的酸素要求量(BOD)、化学的酸素要求量(COD)の値は、有機汚染が低いことを示唆している。

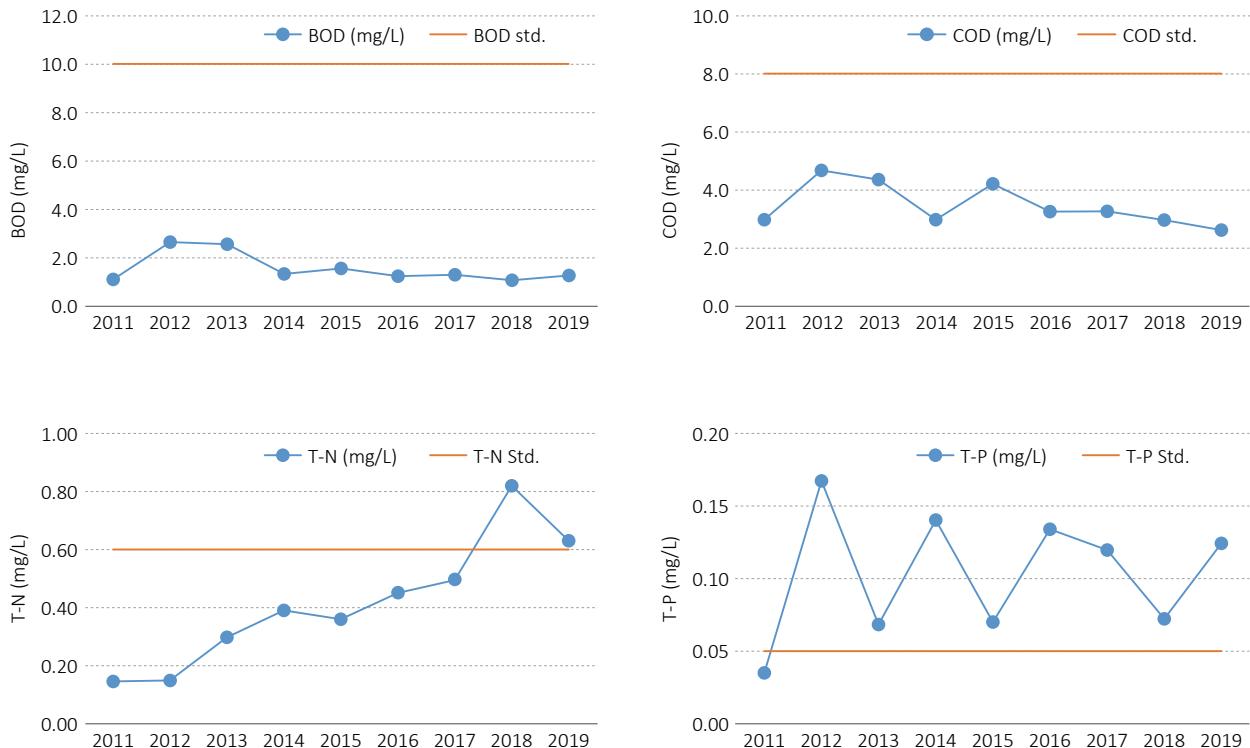


図2.1.2 クロイ・チャンバ(Chroy Changvar)観測点で実施したメコン河の水質モニタリング(出典: MOEC 2020)

3.2 湖沼及び貯水池

トンレサップ湖は東南アジア最大の淡水湖であり、主流路であるメコン川との間がトンレサップ川によって繋がっているため、雨季には約13,000 km²の大きさになり、乾季には約2,500 km²に縮小する。トンレサップ湖とその周辺の氾濫原にある1,037の漁村には約170万人が暮らしており、生計をトンレサップ湖の資源に直接依存している(Shivakoti and Bao 2020)。しかし、汚染物質の流入によるトンレサップ湖の水環境悪化により、数百万人の地域住民の生活が影響を受けている(Ung et al. 2019)。環境省水質管理局が、2011年から2019年にかけてチュノック・チュ(Chhnok

Trou) 村でモニタリングした結果、トンレサップ湖の水質の悪化が明らかになった(図2.1.3)。モニタリングデータによると、BOD値、COD値とともに湖沼の水質基準値内で良好に推移しており、トンレサップ湖の水環境管理において有機汚染は大きな問題ではないことが示唆された。しかしながら、BOD値、COD値とは対照的に、T-N、T-Pの濃度はモニタリング期間中のほとんどの期間で水質基準値を超えており、トンレサップ湖の水は、肥料や糞尿の流出などによる農業汚染、さらには洗剤等の家庭で使用されている日用品によって汚染されている可能性があることを示している。

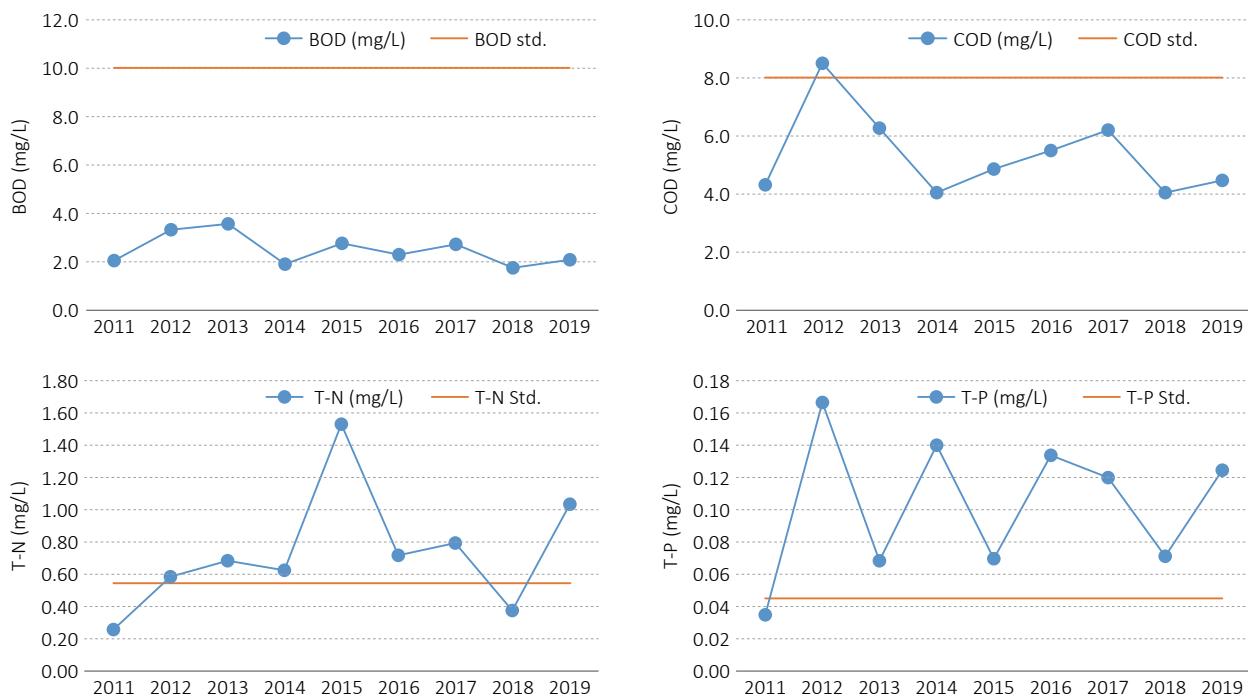


図 2.1.3 チュノック・チュ (Chhnok Trou) 村で実施したトンレサップ湖の水質モニタリング (2014~2019年) (出典: MOEC 2020)

3.3 沿岸水域

カンボジアの海岸線はタイランド湾に面して全長435 km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 55,600 km²となっている。陸側の境界は未だ十分には定められていないが、現在のところ、海岸から約 5 km と考えられている。沿岸水域は、ココン (Koh Kong)、カンポット (Kampot)、シアヌークビル (Sihanoukville)、ケップ (Kep) 各州にまたがっている。一般的に沿岸水の水質は良好と考えられているが、経済区や港湾などでの開発活動により発生する廃棄物管理が適切に行われていないと、沿岸水や沿岸生態系に悪影響を及ぼす可能性がある。2018年のモニタリング結果によると、

T-N、T-P、油脂類の濃度が沿岸水の水質基準を超えており、人為的活動が沿岸水環境の主な脅威となっていることを示している(図 2.1.4)。

3.4 地下水

カンボジアの地下水は一般的に良質であり、生活用水源としての地下水への依存度は 62~100% と高い (MoWRAM 2008)。しかし、一部の地域ではヒ素、鉄、マンガン、フッ化物、総溶解固体物 (塩類濃度) が高いレベルで観測されている (UNDP 2020)。カンボジアの多くの地域では、地下水のヒ素濃度が WHO 基準の 10 mg/L とカンボジアの飲料水水質基準の 50 mg/L の両方を超えており、また、多くの浅井戸も糞便性大腸菌群で汚染されている (IWMI 2013)。

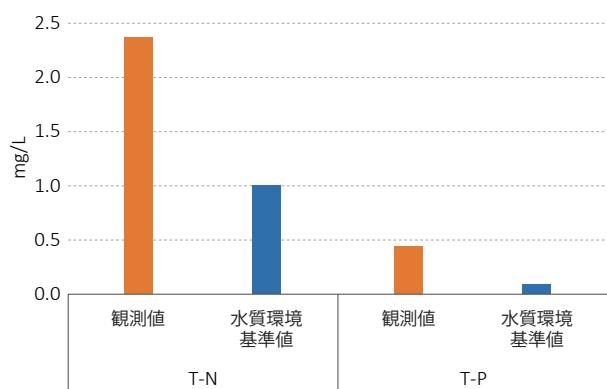


図 2.1.4 ケップ州の沿岸水質 (2018年) (出典: MOEC 2020)

4 | 排水処理状況

カンボジアの下水道と衛生設備は旧植民地時代に建設されたものであり、老朽化が進んでいる。ほとんどの場所で汚水は主に腐敗槽で処理され、排水されている。2019年時点では、バッタンバン (Battambang) 市、シェムリアップ (Siem Reap) 市及びプレアシアヌーク (Preah Sihanouk) 市にある 3 つの集合型排水処理場 (CWTP) のみが稼働している (Rady 2020)。プノンペンには、排水を受ける自然

のラグーンがあるが、国内の集合型排水処理は限定的であり、都市の汚水のわずか5%しか処理できない(Heng 2019)。集合型排水処理場については、公共事業運輸省(MPWT)が毎月のサービス料を徴収しており、例えば、プレアシアヌーク市では、建物のカテゴリーに応じて建物ごとに2.5~1,125米ドルの料金が徴収されている。

カンボジアでは、国内数箇所において、下水道システムと集合型排水処理の整備を優先的に実施しており、都市排水管理計画では、集合型排水処理場の整備優先都市を選定している(表2.1.2)。また、集合型処理システムに加えて、ESC-BORDAなどのNGOは、学校、コミュニティ、病院、中小企業での分散型排水処理によるソリューションを推進している。現在までに、ESC-BORDAはカンボジア全土で62の分散型排水処理施設(DEWATS)を設置している(BORDA 2017)。

表2.1.2 既存及び将来設置予定の集合型排水処理場の一覧

処理場の設置場所	容量 (m ³ /日)	現状
バッタムバン(Battambang)市	2,800	稼働中
シェムリアップ(Siem Reap)市	8,000	稼働中
プレアシアヌーク(Preach Sihanouk)市	25,000	稼働中
ポイペト(Poipet)市	3,000	フィージビリティスタディ中
セレイ・サオボアン(Srei Saophoane)市	3,000	フィージビリティスタディ中
カンボット(Kampot)市	6,000	フィージビリティスタディ中
ケップ(Kep)市	3,000	フィージビリティスタディ中
プノンペン(Phnom Penh)	30,000	フィージビリティスタディ中
タクマウ(Takhmao)市	12,000	フィージビリティスタディ中
ポーサット(Pursat)市	6,000	フィージビリティスタディ中
クラチエ(Kratie)市	6,000	フィージビリティスタディ中
ストゥン・セン(Steung Sen)市	3,000	フィージビリティスタディ中
バビット(Bavet)市	3,000	フィージビリティスタディ中

(出典:Heng 2019)

5 | 水環境管理の枠組み

5.1 法制度

カンボジアの水環境管理に関する現在の法制度の枠組みを図2.1.5に示す。環境保護及び天然資源管理に関する法律(環境保護・天然資源管理法)の下では、環境の質の向上と公衆衛生の保護・促進が水を含む天然資源管理の

目的とされている(第1条)。水資源管理法(2007年)では、水質、人の健康及び健全な生態系に悪影響を及ぼす可能性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(第22条)、水質、水量、生態系のバランスが危機に瀕している地域を水利用の危険区域や制限区域として指定する(第23条)など、水環境管理の側面が盛り込まれている。

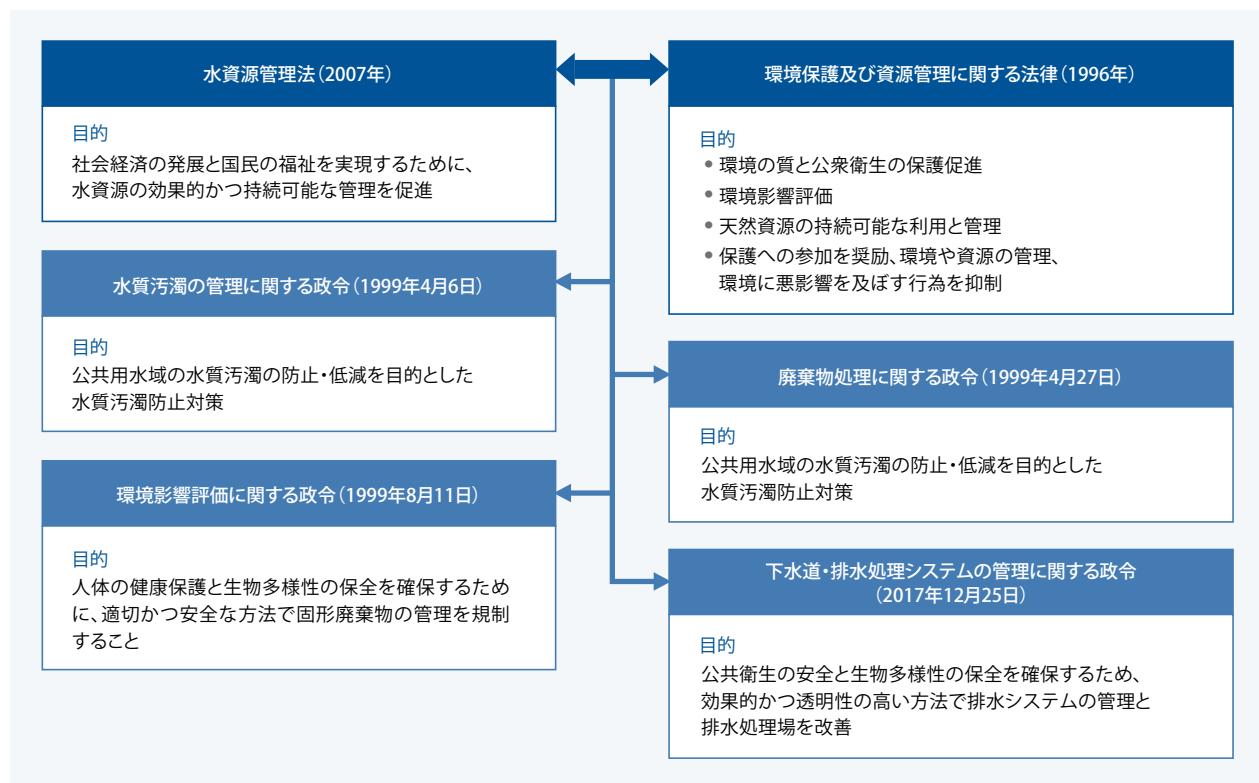


図2.1.5 カンボジアにおける水環境管理の法的枠組み

水環境保全対策の詳細は、環境保護・天然資源管理法に基づき1999年に制定された「水質汚濁の管理に関する政令」に記載されている。この政令は、公共用水域（河川、湖沼、地下水、海水など）を汚染する可能性のある、もしくはすでに汚染している各種活動を規制することを目的としている。人の健康と生物多様性のための水質環境基準（第7条）及び汚染源の排水基準（第4条）は、この政令によって定められている。他には、汚染源と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）、検査規則（第6章）なども同政令に含まれる。また、環境保護・天然資源管理法の下で定められている、廃棄物処理に関する政令や環境影響評価に関する政令等にも、水環境保全に関する条項が含まれている。

現在、水質管理に関する公共事業運輸省による下水道法と水資源気象省（MoWRAM）による水質に関する省令の2つの新しい法律を策定中である。水質汚濁の管理に

関する政令（1999年4月6日）は、状況を反映して改正される。

5.2 組織体制

カンボジアでは、いくつかの省庁が水環境管理を担当している（表2.1.3）。環境省は環境保護・天然資源管理法（第9条）に基づいて国内の環境と天然資源の保護・管理を担当しており、州や市の環境局などの地方自治体は水質モニタリングなどの水環境管理を担当している。水資源気象省は1999年に水部門の主導機関として設立され、統合水資源管理（IWRM）を含めた水管理・保全の全般的な責任を負っている。公共事業運輸省は都市排水管理を担当している。その他の重要な機関としては、鉱工業エネルギー省（MIME）、農村開発省（MRD）、トンレサップ庁（TSA）などがある。

表 2.1.3 カンボジアにおける水環境管理政策に関する省庁

省庁名	所掌
環境省（MOEC）	<ul style="list-style-type: none"> • 既存及び提案されているすべての事業・活動の環境影響評価（EIA）（第6条） • 自然資源に対する環境影響の調査・評価（第9条） • 天然資源の保全及び合理的な利用の確保のため、他の関係省庁に勧告（第9条） • 汚染源のインベントリの作成（第12条） • 汚染の防止及び軽減のための政令等の規律の策定（第13条） • 汚染源や資源開発活動のモニタリング（第14条） • 汚染源の検査（第15条）と違反行為の改善命令（第20条）
水資源気象省（MoWRAM）	統合水資源管理（IWRM）による水管理と保全
公共事業運輸省（MPWPT）	都市排水管理
鉱工業エネルギー省（MIME）	市町村への飲料水供給
農村開発省（MRD）	農村部への清水の供給
トンレサップ庁（TSA）	トンレサップ湖及び関連地域の管理・保全・開発の調整

5.3 水質環境基準

水質環境基準

公共用水域の水質環境基準は、水質汚濁の管理に関する政令（1999年4月6日公布）で定められている。その中には、河川（5項目）、湖沼（7項目）、沿岸水域（7項目）を対象とした生物多様性の保全に関するものと、人の健康への影響に関する25項目の基準値を定めた公衆衛生に関するものがあり、これらの水質基準値は、本政令の改正により改訂

される。地下水の水質基準は存在しないが、国の飲料水水質基準など、特定の用途の水質に関しては基準を設けて評価している。

水質モニタリングの枠組み

1999年に水質汚濁の管理に関する政令が公布されて以来、環境省はカンボジア全土の公共用水域における水質汚濁の定期的な管理とモニタリングに責任を負ってきた。

環境省は毎月7地点の河川水質、7地点の沿岸水質、3地点の湖沼水質をモニタリングしている。水質は環境省の研究所で分析される。さらに、メコン河委員会水質モニタリング・ネットワーク・プログラムの下、水資源気象省が、河川や関連する支流の指定地点で毎月水質を測定している。水質モニタリングの枠組みの詳細を表2.1.4に示す。

表2.1.4 環境省と水資源気象省による水質モニタリングの枠組み

項目	環境省	水資源気象省
モニタリングパラメータ	表流水:pH、総浮遊物質(TSS)、COD _{Mn} 、BOD、クロム(Cr ⁶⁺)、T-N、T-P 海水:pH、COD _{OH} 、溶存酸素、大腸菌、油脂、T-N、T-P	T°C、pH、EC、アルカリ度・酸性度、DO、COD、BOD、T-P、T-N、NO ₃ -N、NH ₄ -N、糞便性大腸菌、TSS、カルシウム、マグネシウム、カリウム、硫酸塩(SO ₄ ²⁻)、塩素
サンプリングポイント数	17	19
モニタリングの頻度	月毎	月毎
モニタリングレポートの発行頻度	四半期毎	-

5.4 排水基準

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に基づき「下水道から公共用水域に排水する汚染源に対する排水基準」が制定された。本基準においては、温度、pH、BOD、重金属、農薬、有機溶剤など52項目について基準値が設定されている。この基準値は、原則として、指定されたすべての産業やその他の汚染源に適用される。人の健康と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ついて、環境省は、その地域の汚染源に対して個別の排水基準を設定することができることとしている(政令第5条)。前述の通り、水質汚濁の管理に関する政令は状況を反映して改正され、それに伴い排水基準が更新されることとなる。

排水検査手続き

水質汚濁の管理に関する政令では、すべての事業者は排水を自らモニタリングし、その結果を定期的に環境省に報告することが定められている。しかし、一部の産業では、この規定を遵守していない場合がある。そのため、環境省は

定期的に立入検査を実施し、排水のサンプルを採取して分析するとともに、処理水も採取して、事業者が排水基準を遵守しているかどうかを確認している。汚染源では、以下2種類のモニタリング・プログラムが実施されている—(1)通常の工場やホテルにおいて90日間隔で実施される定期的な排水モニタリング、(2)化学物質や化学化合物を使用している工場において45日間隔で実施される定期的な排水モニタリング。

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、基準を遵守するために現在の活動を是正するよう書面で命じる。水質汚濁の管理に関する政令の下で規定されている排水基準のモニタリング・報告・遵守に違反した企業は、環境省の命令に従わなかった場合、罰金・処罰される。

5.5 水環境管理に関する主な政策

これまでカンボジアが行ってきた主な施策には、汚染関連の法令や法律の制定、環境省及び水資源気象省の下での制度的枠組みの構築、モニタリングなどがある。このような施策のひとつとして、2014年に水資源気象省が策定した「カンボジア王国の水資源政策」がある。その主な目的は以下の通りである。(i)効果的、公平かつ持続可能な方法で水資源を保護、管理、利用すること、(ii)官民の関係機関と連携して水問題を解決すること、(iii)水資源管理に向けた国家戦略と政策を策定し、実行すること、(iv)水資源の開発、管理、利用のためのステークホルダーとの調整を行うこと、(v)貧困削減と持続可能な国民経済の発展に関する国家政策目標を達成すること。「カンボジア国家環境行動計画(NEAP)1998-2002」は、環境問題や様々なステークホルダーの意思決定プロセスを国の政策に統合するために、環境省が初めて策定・実施した環境行動計画である。NEAPでは、漁業、トンレサップ湖、湿地帯、公衆衛生(水を媒介とする病気)、エネルギー産業(水力発電、石油・ガス産業)による環境への影響を最小限に抑えるという観点から、環境に関連する事項が盛り込まれている。

6 | 水環境管理に係る最近の動き

水環境管理に大きな影響を与える最近の動きとしては、以下のものがある。

- i. 2017年12月25日に制定された「下水道・排水処理システムの管理に関する政令」では、下水道及び排水処理システムの管理を下位国家機関に委任。
- ii. 廃棄物や汚染の管理、持続可能な開発目標(SDGs)の実施に関する規定を含む、環境保護と天然資源の保全のためのいくつかの既存の法的取り決めを統合する環境・自然資源関連法規(ENRC)案の策定。
- iii. リアルタイム・オンラインモニタリング装置の設置と環境省への定期的な報告により、潜在的な汚染源のモニタリング強化を目的とした、自己モニタリングと報告に関する政令案の策定。
- iv. 水質基準及び排水基準の改正を含む水質汚濁の管理に関する政令の改訂。

これらの課題を克服するためには、各省庁が以下の行動をとる必要がある。

- i. 環境省による国家水環境管理戦略の策定
- ii. 水環境モニタリング・実施能力開発のための他国との協力強化
- iii. 重点都市における計画的な集合型排水処理場建設に向けた開発パートナーとの連携強化
- iv. 環境省、水資源気象省、農林水産省、鉱工業エネルギー省、カンボジア開発評議会などの各省庁間の連携を強化し、カンボジアの水環境の健全な管理に向けた連携を強化するための省庁間調整メカニズムの構築

7 | 現在及び今後の課題

カンボジアにおける水環境管理の現状を鑑みると、以下のような重要な課題がある。

1. 具体的な水環境管理方針と戦略の欠如
2. 水環境管理のための省庁間連携の弱さ
3. 「カンボジア持続可能な開発目標のためのフレームワーク(CSDGs)」、「カンボジア国家環境戦略及び行動計画(NESAP)」、環境・自然資源関連法規を実施するための環境省を中心とした人的資源と制度的能力の向上
4. 排水問題や水域の汚染に対応するための下水道・排水処理の整備、都市・地方における下水道・排水マスターplan策定の必要性
5. 分析機関や現場の水質検査用機器等の不足による水質の不適切な管理
6. 適切な水質管理と実施を行うための国や地方レベルの専門技術職員の不足
7. 政府の予算不足、特に施設インフラ・機器設備・人材の面から分析機関等の能力を向上させるための予算不足

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

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

2.2 中国



1 | 国別情報

表2.2.1 基本指標

国土面積 (km ²)	約960万 (2018)
総人口(人)	14億5万 (2019)
名目GDP(米ドル)	14兆3,241億 (2020)*
一人当たり名目GDP(米ドル)	10,484 (2020)*
平均降水量(mm/年)	651.3 (2019)**
水資源量 (km ³)	2,904.1 (2019)**
年間水使用量 (10億m ³)	602.12 (2019)
セクター別 年間水使用率	農業用水 工業用水 都市用水(生活用水を含む)
	61.16% (2019)** 20.22% (2019)** 14.48% (2019)**

(出典：中国統計局 2019、*IMF 2020、**MWR 2019)

2 | 水資源の現状

中国の淡水資源総量は世界第4位であるが、人口が多いため1人当たりの水資源量は約2,300 m³と少なく、世界平均の4分の1に過ぎない (Chinese Hydraulic Engineering Society 2016)。また、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。2019年の中国全土の降水量を見ると、北西部の降水量が少なく、南東部は多い傾向にある (MWR 2019)。

中国には45,203の河川があり、全長約151万 kmにもなる (MWR 2011a)。このうち、長江(揚子江)、黄河、珠江、松花江、淮河、海河、遼河が主要7流域と呼ばれる。中国には湖も多く存在し、1 km²以上の湖は2,800以上あり、計約78,000 km²の広さとなっている。長江の中下流域に位置する鄱陽湖 (Boyang Lake)、洞庭湖 (Dongting Lake)、太湖 (Taihu Lake)、洪澤湖 (Hongze Lake)、巢湖 (Chao Lake) が5大淡水湖と言われる。

中国の水資源のほとんどは地表水であり、2019年の地下水資源量は8191.5億 m³であった。水使用量の水源別内訳をみると、全体の8割が地表水、約2割が地下水となっているが、地域によっては地下水の利用率が高くなっている。北方の黄河流域は、地下水の汲み上げ過ぎによる地盤沈下等の問題が起きている都市も多い。

表2.2.2 中国7大河川の概要

	流域面積 (km ²)	長さ (km)	年間流量 (100 million m ³)
揚子江	1,782,725	6,300	9,857
黄河	752,773	5,464	592
松花江	561,222	2,308	818
遼河	221,097	1,390	137
珠江	442,527	2,214	3,381
海河	265,551	1,090	163
淮河	268,957	1,000	595

(出典：National Bureau of Statistics of China 2020)

3 | 水環境の状況

中国生態環境部 (MEE) の2020年生態環境状況公報によると、中国全土の表流水の汚染は改善されている。表流水の水質に対して評価が実施されており、表流水の環境基準に基づき、類型Iから類型Vまでの5つに分類される (表2.2.3)。図2.2.1は、2020年の表流水の水質の割合を示す。

表2.2.3 表流水の水質基準の類型

類型	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：MEE 2002)

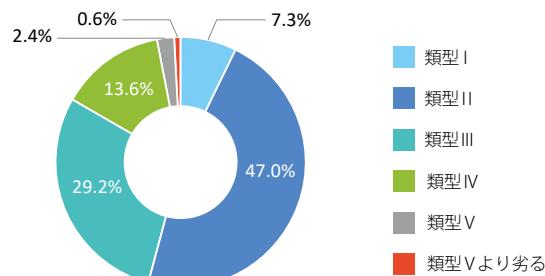


図2.2.1 表流水の水質の割合

(出典：MEE 2020)

ている。海水と地下水もそれぞれの水質基準に従い、表流水と同様に類型にて評価される（表2.2.4及び表2.2.5）。

表2.2.4 海水の水質基準の類型

類型	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	養殖、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関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：MEE 1997）

表2.2.5 地下水の水質基準の類型

類型	説明
I	地下水の化学成分の含有量が少なく、様々な用途に利用可能。
II	地下水の化学成分の含有量が比較的少なく、様々な用途に利用可能。
III	地下水の化学成分の含有量が中程度で、GB5749-2006に基づき、主に濃縮された飲料水源や工業用水、農業用水に利用可能。
IV	地下水に含まれる化学成分の含有量が比較的多く、人間の健康と工業用水・農業用水の要求の基準値に基づき、主に工業用水と一部農業用水に利用可能。適切な処理後には、飲料水に利用可能。
V	地下水の化学成分の含有量が多いため、飲料水には利用不可。利用は、目的による。

（出典：Standardization Administration 2017）

3.1 河川

全国のモニタリング結果によると、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、北西部の河川、南西部の河川）の水質は、87.4%が類型Iから類型III、0.2%が類型Vより劣ると等級付けられた（MEE 2020）。2013年比では水質に改善が見られたことになる（表2.2.6）。図2.2.2は主要10水系の2020年の水質を示す。揚子江、珠江、浙江省と福建省を流れる河川、北西部及び南西部の河川は、類型I～IIIの割合が多く、黄河、松花江、淮河、遼河は類型IV～Vの割合が増え、海河は類型IV～Vと類型Vより劣るの割合が更に増える。

表2.2.6 中国の主要10水系の水質（2013年及び2020年）

年	類型I～III	類型IV～V	類型Vより劣る
2013	71.7%	19.3%	9.0%
2020	87.4%	12.3%	0.2%

（出典：MEE 2020）

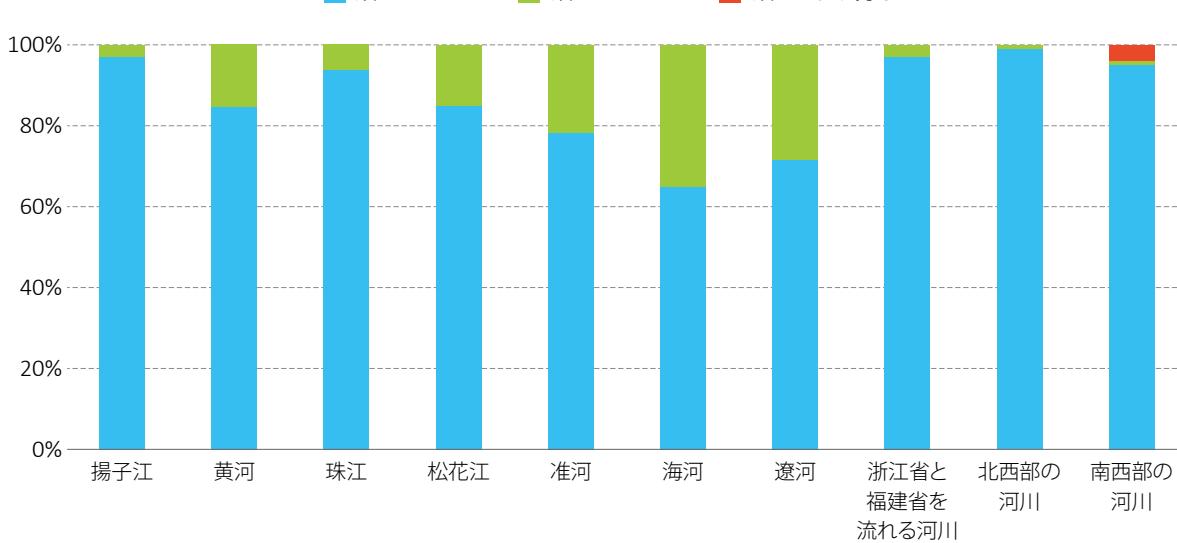


図2.2.2 中国の主要10水系の水質状況（2020年）

（出典：MEE 2020）

3.2 湖沼及び貯水池

2020年の全国の112の主要な湖沼（貯水池）では、76.8%が環境基準の類型I～IIIの基準を満たしていた。汚濁を示した主な指標は、総リン、COD、過マンガン酸カリウムであった。110の湖沼（貯水池を含む）では、栄養塩の状態がモニタリングされており、9.1%が貧栄養化の状態、61.8%が中程度、23.6%が富栄養化へ移行している状態、4.5%が富栄養化の状態、そして0.9%が重度の富栄養化状態であった（MEE 2020）。

3.3 沿岸水域

沿岸水域の水質は全体的に良好と言える。2020年のモニタリング結果では、国家海水水質基準の類型I又は類型IIに分類された水域は77.4%であり、前年と比べ0.8ポイント改善した。また、類型IV以下の水域は9.4%であり、前年に比べ2.3ポイント改善した。主要な汚濁物質は無機態窒素及び活性リン酸塩であった（MEE 2020）。

3.4 地下水

2020年の地下水質モニタリングの結果によると、10,171の観測地点のうち、13.6%が類型I～III、68.8%が類型IV、17.6%が類型Vに分類された。また、10,242の浅井戸観測地点のうち、22.7%が類型I～III、33.7%が類型IV、43.6%が類型Vに分類された。基準値を超えた主な指標は、マンガン、水の硬度、総溶存固形分量であった。

4 | 排水処理状況

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。2018年のCOD排出総量は5,842千トンであり、この内、81.6%は生活排水によるものである。更に、90.5%のアンモニア性窒素は家庭排水から排出されている（NBS and MEE 2019）。都市生活排水処理施設の数は全国で2,471カ所あり、2019年の処理能力は1億7,863万m³/日に達する。都市生活排水の年間処理量は525億8500万m³で、2019年の処理率は96.81%であった。

5 | 水質環境管理の枠組み

5.1 法制度

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、「国家は、大気、水、土壤の保護を強化し、調査、監視、評価、修復システムを確立し、改善しなければならない」と定めている。中華人民共和国環境保護法は、2014年に改正し、2015年1月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。水質汚濁防止法も2017年に改正されている。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。なお、同法は2017年に改正されている。以上の法律に加え、2018年には環境保護税法が施行され、汚染物質を直接排出する企業等から排出量に応じて環境保護税を徴収する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。また、省や市においても、独自の環境基準等を設定している。

5.2 組織体制

2008年に国家環境保護総局（SEPA）から格上げされた環境保護部（MEP）は、2018年に第13期全国人民代表大会の機構改革案により、国家発展改革委員会や国土资源部、農業農村部、国家海洋局などの環境保護部門等と統合され、新たに生態環境部（Ministry of Ecology and Environment, MEE）が設立された。

MEEは、中国における生態系環境に関する基本的なシステム構築や生態系改善を担当している。他の政府部門と協力して、国家の生態系環境政策・計画の策定と実施、法律・規則の起案、部門規則の制定を行い、重点地域、河川流域、沿岸域、飲料水源地域の生態系環境計画や水機能に応じた区域計画を作成し、監督する。また、生態系環境基準を起案し、生態系環境の基準や技術仕様を策定している（MEE 2021a）。また、州や自治体も、地域の法律や基準を制定することで、汚染防止に重要な役割を果たしている。

5.3 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類型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。

水質モニタリング

2020年には、長江、黄河、珠江、松花江、淮河、海河、遼河の7つの大河流域に加え、浙江省や福建省の河川、中国北西部や南西部の河川などの1,614水域を含む1,937の地表水域が国家モニタリングプログラムの対象となっている。さらに、112の主要な湖沼（貯水池）、10,171の天然資源局の地下水水質モニタリングポイント（平野部の盆地、カルスト地形の山岳地帯、中山間地の岩盤にそれぞれ7,923、910、1,338の地下水モニタリングポイント）、10,242の天然資源局の地下水水質モニタリングポイント（主に浅い地下水）でも水質のモニタリングが行われた（MEE 2020）。水質の分析手法は、各水質基準（表流水環境基準（GB3838-2002）、地下水質基準（GB/T14848-2017）および海水質基準（GB3097-1997）に記載されている。

5.4 排水基準

公共下水処理場の排水は、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、全国の公共下水処理場に対して、19の基本的な汚染物質及び43の任意の汚染物質に対する排出基準を設けている。さらに、特定の地域では、地方レベルでの排水基準が設けられている。産業排水の汚染物質基準レベルは、污水総合排出基準（GB 8978-1996）により、鉄鋼業や食肉加工業等の産業別の基準が定められている。産業排出基準が定められていない一部の産業は、污水総合排出基準に基づいて制限を受ける。現在、中国では65の国家水質汚染物質排出基準が定められている。

違反に対する措置

2017年の水質汚濁防止法の改正により、違反に対する処罰規定が強化された。①法に基づき汚染物質排出許可証を取得せずに汚染物質を排出した場合、②排出基準又

は総量規制指標を超過した場合、③排水水質データを偽造した場合、④汚水処理施設を正常に稼働させずに汚染物質を排出した場合等においては、政府環境保護部門は、その是正、生産制限、停止を命じ、10万元以上100万元以下の罰金を科すこととされた（Lin 2020）。

5.5 水環境管理に関するその他の政策

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。

中国国务院は、2015年4月に「水質汚染防止行動計画（水十条）」を発表し、水質汚染問題の解決に取り組んできている。水十条では、①汚染物質排出の全面的な抑制、②再生水利用促進等の経済構造の転換の促進、③節水と水資源の保護、④科学技術面での支援の強化、⑤水道料金の合理化等の市場メカニズムの機能強化、⑥法執行等の厳格化、⑦水環境管理の強化、⑧水源地生態環境の保護強化、⑨地方政府等の責任の強化、⑩市民の参加促進等、に関連する措置が盛り込まれている（MEE 2015）。また、2020年までに全国水使用量を670億m³以下に抑えること、長江・黄河等の7つの河川流域における水質の類型Ⅲ以上の割合を70%にすること、都市部汚水処理率を95%にすること等の数値目標も設定されている（MEE 2015）。

6 | 水環境管理に係る最近の動き

中国は、国家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。2016年3月の全国人民代表大会で採択された第13次5カ年計画期間中に、さらに環境の質の改善とガバナンス能力の向上を目指し、「生態環境保護計画」を策定し、生態環境の脆弱性を回復するため、2020年までに環境の質を改善するための目標を設定した。

2016年～2020年までの第13次5カ年計画で掲げられた水質目標は、類型Ⅲを4%増やし、類型Ⅴ以下を少なくとも4.7%削減するというものであったが、2019年度末時点では、水質類型Ⅲ以上的良好な割合が2017年の67.9%から2019年には74.9%に増加し、類型Ⅴ以下の割合が2017年の8.3%から2019年には3.4%に減少している

(Chinese Academy of Environmental Planning 2020)。また、COD やアンモニア性窒素は、ともに 2020 年末時点できれいさ指数で、それぞれ 13.8% と 15% の削減を達成している (Chinawater net 2021)。

7 | 現在及び今後の課題

中国の水環境の質は全体的に改善されてきているが、まだ改善すべき点が残されている。一部の地方では比較的大規模な開発が行われており、環境インフラの改善が必要である。全国的に、水環境の状態は、世界の先進地域に比較すると改善の余地があり、一部の地方では災害リスクや流出した土砂による汚染などの水環境リスクに注意が必要である (MEE 2021)。

第13次5カ年計画は2020年末に終了し、2021年3月に「国家経済社会発展のための第14次5カ年計画の概要と2035年までの長期目標」が全国人民代表大会で承認された。

第14次5カ年計画では、水環境を改善するための以下の戦略が策定されている（新華社通信、2021年）。

＜農村インフラと公共サービスの水準改善＞

- ・水、電気、道路、ガスなどの農村のインフラ改善 (24-2)
- ・農村生活排水の処理の促進 (24-3)

＜生態系の質と安定性の向上＞

- ・主要河川、重要な湖沼、湿地の生態保護と管理の強化 (37-1)
- ・生態系の保護と回復のための陸と海の利用に関する政策の改善 (37-2)
- ・重要な河川流域における、流域全体の生態学的補償措置確立の促進 (37-3)

＜環境改善＞

- ・水質汚染防止と流域の管理・調整方法の改善 (38-1)
- ・主要な河川流域、主要な湖、都市水域および沿岸水域での包括的管理の強化 (38-1)
- ・COD と総アンモニア窒素排出量のそれぞれ 8% の削減 (38-1)
- ・類型 V 以下の水域の解消 (38-1)
- ・主要な河川流域の水質汚染源である企業の移転と技術革新の促進 (38-1)
- ・水および土壤環境リスクの総合的防止と管理の実施 (38-1)
- ・プラスチック汚染の防止と管理の強化 (38-1)
- ・都市下水道管網の整備の推進 (38-2)
- ・下水処理の高度化 (38-2)
- ・汚泥の集中焼却と無害化処理の推進 (38-2)
- ・都市汚泥の無害化処理率 90% の達成 (38-2)
- ・水不足都市での 25% 以上の再生水利用 (38-2)
- ・地上と地下、陸と海を統合した生態環境管理システムの確立 (38-5)
- ・点源汚染源に対する公害排出許可発給の実現 (38-5)
- ・河川と湖沼の管理・保護体制の改善と強化 (38-5)
- ・省の下での生態環境機関の監視、監督、法執行の垂直管理システムの改善 (38-5)
- ・生態環境保護のための包括的な法執行改革の推進 (38-5)
- ・環境保護情報の開示の増加と企業の環境ガバナンス責任システムの確立の強化 (38-5)
- ・公衆の監督と報告とフィードバックのメカニズムの改善 (38-5)
- ・社会組織と一般市民の環境ガバナンスへの参加促進 (38-5)

() 内は、第14次5カ年計画の該当章節

カンボジア

中國

インドネシア

日本

韓国

ラオス人民民主共和国

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

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 ²)	1,904,569 (2017) *
総人口(人)	2億6,770万 (2018)**
名目GDP(米ドル)	9,700億 (2019)**
一人当たり名目GDP(米ドル)	4,200 (2019) **
平均降水量(mm/年)	2,702 (2020) ***
水資源量(km ³)	2,019 (2011)
年間水使用量(10億m ³)	222.6 (2019)****
セクター別 年間水使用率	
農業用水	85.2% (2017)
工業用水	4.1% (2017)
都市用水(生活用水を含む)	10.7% (2017)

(出典: FAO 2020, *World Atlas 2017, **World Bank 2018,
World data atlas 2020, *Ministry of Public Works and Housing 2019a)



図2.3.1 バンドン市のチタルム川

2 | 水資源の現状

インドネシアの水資源は世界の水資源の約6%、アジア太平洋地域の水資源全体の約21%を占めており、水資源賦存量は6,900億m³/年、総需要量は1,750億m³/年と推定されている。しかし、水資源賦存量は島によって大幅に異なる（表2.3.2）。

2014年時点での貯水池の合計有効容量は126億m³、一人当たり49.2 m³であり、1945年の合計有効容量（一人当

表2.3.2 水資源賦存量の地理的分布

島	水資源賦存量 (m ³ /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)

たり105.5 m³）の半分以下となっている（ADB 2016）。水の安全保障を強化するため、政府は2015年から2019年の間に49カ所の貯水池を新設し、総容量を30億m³に増やす計画を進めた（Government of Indonesia 2015）。

インドネシアには約8,000の流域があり、131の河川流域が管理されている。インドネシアでは、5つの流域（304中小流域）が国境を越えて流れしており（マレーシア、東ティモール、パプアニューギニア）、29の流域（859中小流域）が州の境界をまたがっている。また、37の流域については国家戦略的に重要なものと考えられている（ADB 2016）。

3 | 水環境の状況

3.1 河川

インドネシアには5,590の主要河川があり、上述の通り、131の河川流域が管理されている。インドネシアの表流水における水質ガイドラインの遵守状況と水質の州別分布をそれぞれ図2.3.2、2.3.3に示す。政令2021年第22号に定められている水質分類クラスIIの基準に基づくと、重度に汚染された河川の割合は、2016年には70%を超える。また、インドネシア全土の44の主要河川をモニタリングした結果、年間を通じてクラスII基準を満たしているのはわずか4河川であることが判明した（ADB 2016）。環境林業省（MOEF）の最近の調査によると、現在、同国の河川の75%が深刻な汚染となっている。

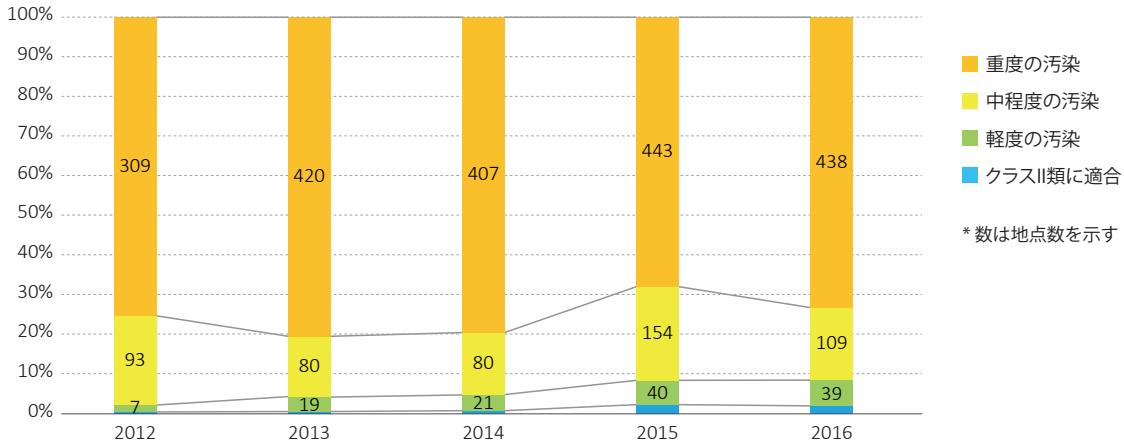


図2.3.2 インドネシアにおける水質ガイドラインの遵守状況（出典：MOEFから提供されたデータに基づきWEPAが作成）

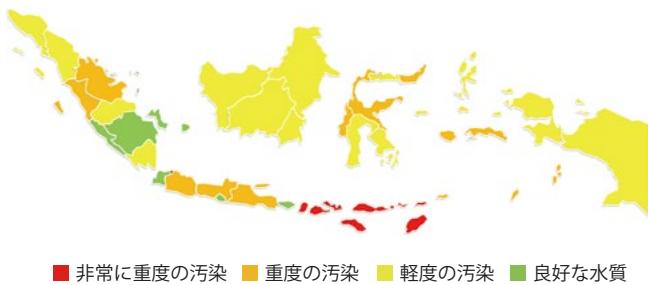


図2.3.3 表流水の水質の地理分布

(出典：ADB 2016)

インドネシアの主要河川について5つの主要指標を網羅した水質データ(2019年)を図2.3.4に示す(PUPR 2019b)。ほとんどの河川が中等度から重度に汚染されており、特に大腸菌の汚染度が高いことがわかる。

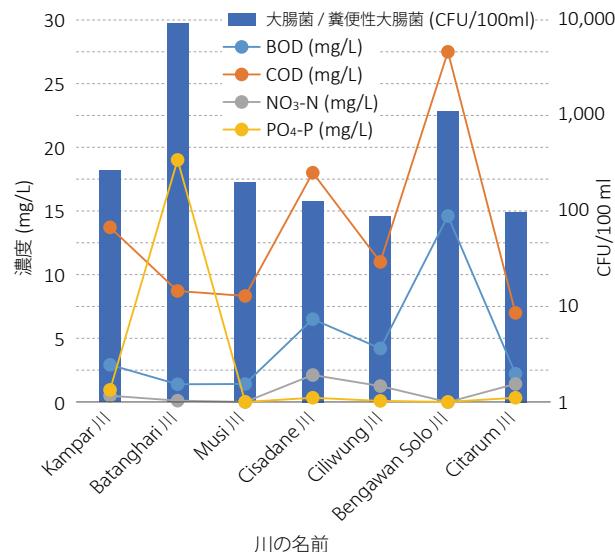


図2.3.4 インドネシア主要河川の水質 (2019年)

(出典：PUPR 2019b)

3.2 湖沼及び貯水池

河川の状況と同様、湖沼も、生活、農業、畜産業、林業、工業など、様々な汚染源により水質汚濁が進んでいる。政府の重点湖沼一覧に掲載されている15カ所の湖沼における水質モニタリングでは、ほとんどの湖沼が富栄養化状態に分類されることが明らかになった(ADB 2016)。

3.3 沿岸水域

インドネシアは世界最大の島国であり、13,466の島々、約580万km²を超える海域と約8.1万kmの海岸線を有するが、その沿岸域は汚染の危機に直面している。

3.4 地下水

地下水は重要な水源であり、合計907,615km²の地下水域及び合計約5,200万m³/年の賦存量を有する(表2.3.3)。

表2.3.3 地下水賦存量の地域分布

地域	帯水層数	面積 (km ²)	賦存量 (100万m ³ /年)	
			不圧帶水層	被圧帶水層
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 Nusa 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
合計	421	907,615	496,217	20,906

(出典：ADB 2016)

 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
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

水質汚濁防止に関する保健省令1990年第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。主な汚染源としては、腐敗槽からの漏出、未処理生活排水の流出、埋立地浸出水、産業排水の汚染などが挙げられる。沿岸部の帶水層では、過剰揚水による海水の侵入が一般的となっている(ADB 2016)。

4 | 排水処理状況

排水と主な汚染物質

生活排水には、栄養塩、糞便性大腸菌が多量に含まれており、またCOD(化学的酸素要求量)も高く、表流水汚染の最大の原因となっている。農業排水にはCOD、栄養塩、尿素、重過リン酸石灰などの肥料や農薬が含まれており、非点源汚染源となっている。産業排水には、産業活動に応じて様々な汚染物質が含まれている(例:皮革産業におけるクロム(Cr)、違法採掘に含まれる水銀(Hg)、繊維・染色業における着色料など)。養殖池への下水投入は、以前は広く行われていたが、健康への懸念から近年減少している。浮草等の魚用飼料を生産するために排水を利用する方がより安全な選択肢となっている(UNESCO 2017)。

生活排水

都市部(人口1億1,000万人)では排水の約1%が安全に収集・処理されているのに対し、農村部(人口1億3,000万人)では排水は収集も処理もされていない(ADB 2016)。

産業排水

インドネシアには大・中規模企業が約2万4,000社、小規模企業が約350万社あり、合計1,480万人を雇用している。飲料・食品業、繊維・染色業、自動車工業、石油化学工業などの産業は、近年GDPベースでプラスの成長率を維持している。セメント、製紙パルプ(年産30万トン以上のもの)、石油化学産業、工業団地、造船(ドライドックを備えるもの)、爆薬工業、製錬などの産業は、環境影響評価(AMDAL)の提出が、環境影響評価が要求される事業活動に関する環境省令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。産業問題に関する法律2014年第3号のグリーン産業基準においては、8つの産業(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、リブスマーケット(RSS)ゴム、化学肥料産業)に対し個別基準を定めている。

5 | 水環境管理の枠組み

5.1 法制度

水環境管理については、水資源法(2019年第17号)と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2つの主要な法令がある。前者の目的は、持続可能な開発目標(SDGs)に沿った質・量両面の全体的な水資源管理であり、後者の目的は、水質管理と公害防止、すなわち具体的には水質基準、排水基準、排水総量規制(TMDL)の厳格な実施である。これらの法令で定められている基準や規制の現場での実施状況を改善するため、水資源法では、より包括的なモニタリングのための水資源情報システムの構築や、水資源の監督・管理に携わる当局への許認可・権限付与など、新たな要素が導入されている。

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可能にすることである。水環境管理の基本的な法体系を図2.3.5に示す。統合的な水資源管理は、前述の水資源法によって規定されている。本法律で規定されている主な事項は、国家の管理と水に対する国民の権利、水資源の管理における中央政府と地方政府の権限と責任、水資源管理、水資源利用許可、水資源情報システム、市民啓発と監督、資金調達、権利と義務、社会参加、調整などである。それとは別に、刑事捜査に関する規定や、本法の規定に違反した場合の規定も定めている。

政令2021年第22号は、異なる汚染物質(点源および非点源)を明らかにしつつ、表流水と地下水のインベントリを策定することとしている。また、水質汚染防止のための経済的手段についても規定している。

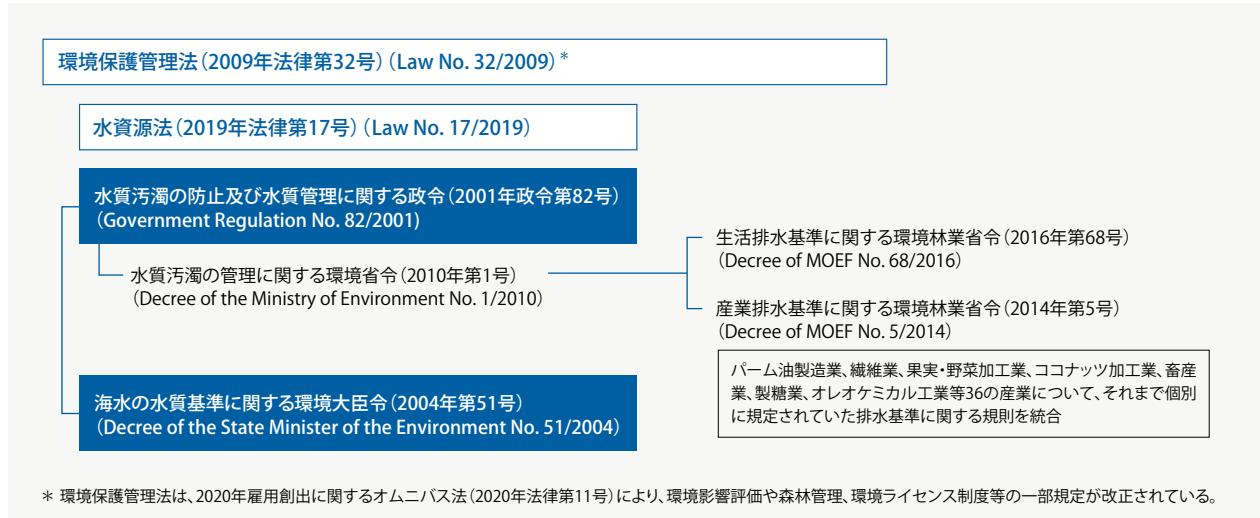


図2.3.5 水環境管理の法体系

5.2 組織体制

インドネシア国家長期開発計画2005-2025(RPJPN)では、政府の役割は公共サービスの有効性を高めるための管理、規制及び開発支援と規定している(ADB 2016)。

インドネシアでは、環境林業省、公共事業・住宅省(PUPR)、国家開発計画庁(BAPPENAS)など、いくつかの省庁が水管理を担当している。環境林業省は水質管理と汚染を担当し、公共事業・住宅省は特に水量と水利用に焦点を当てた水資源管理を担当し、国家開発計画庁は国家全体の開発を担当している。

5.3 水質環境基準

水質基準(WQC)は、政令2021年第22号の下、水質保全のための基準として定められている。これらの基準は、中央政府により設定された最低限守るべき基準であり、地方政府はこれを満たした上で独自の基準を設定することが

できる。すなわち、現地の事情を踏まえ、中央政府の定めた基準よりも厳しい基準値を設定したり、国の基準には含まれていない水質項目を追加することができる。

これまでに、河川、湖沼(2001年制定)、沿岸水域(2004年制定)などの内陸の表流水域については水質基準が設定されているが、懸念される地下水については基準が設定されていない。全国的には、河川では510カ所、湖沼では10カ所の水質モニタリング地点で水質のモニタリングが行われている。

WQCでは、水の利用形態に応じた4類型と各種項目が設定されている(表2.3.4)。ただし、河川の類型のあてはめが十分に行われていないため、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どうかで評価されている。沿岸水域の水質については、海水の水質基準に関する環境大臣令(2004年第51号)により、港湾の海洋水質基準(附属書I)、海洋レクリエーションの

表2.3.4 陸水水質基準の分類

類型	用途	基準値(mg/L)					
		BOD	COD	塩素(Cl ₂)	フェノール	大腸菌群	大腸菌
クラスI	飲料水	2	10	0.03	0.001	1000	100
クラスII	水に関するレクリエーション	3	25	0.03	0.001	5,000	1,000
クラスIII	淡水養殖業、農業、畜産業	6	50	0.03	0.001	10,000	2,000
クラスIV	灌漑用水	12	100	0.03	0.001	10,000	2,000

(出典:Purwati et.al. 2019)

ための水質基準(附属書II)、海洋生態系のための水質基準(附属書III)の3つの基準が設定されている。海洋生態系の水質基準は、サンゴ、マングローブ、海草(lamun)それぞれに透明度、TSS、温度、塩分濃度の個別基準を設定している(表2.3.5)。

表流水の水質基準については、前述の通り、地方政府はより厳しい基準を設定することができ、例えば、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)ではより厳しい基準が適用されている。

水質モニタリングの枠組み

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に基づき、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、地方政府が実施する。
2. 1つの州内の2つ以上の県・市にまたがる水源のモニタリングは、当該州政府が調整し、各地方自治体が実施する。
3. 2つ以上の州にまたがる水源及び／または他国との国境上の水源のモニタリングは、中央政府が実施する。

水質モニタリングは少なくとも半年に1回以上実施され、その結果は環境林業省に提出される。水質モニタリングに関するメカニズムと手続きの詳細については、省令で詳しく規定されている。

5.4 排水基準

排水基準

排水基準は、関係政府機関からの提案を十分に考慮した上で、大臣令で定められている(政令2021年第22号)。水質基準と同様、地方政府は、国の排水基準と同等またはより厳しい排水基準を規定することができる。

一般的な産業排水基準は、政令1990年第20号で初めて制定された。環境省令1991年第3号(no. KEP-03/MENKLH/II/1991)では、最初に14の産業活動に対する業種別の排水基準が定められたが、その後、環境省令1995

表2.3.5 海洋生態系のための水質基準

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 ₄ -N)	mg/L		0.3	
6	リン酸イオン(PO ₄ -P)	mg/L		0.015	
7	硝酸イオン(NO ₃ -N)	mg/L		0.008	
8	シアノ(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	界面活性剤(MBAS)	mg/L		1	
14	油分	mg/L		1	
15	殺虫剤	mg/L		0.01	
16	トリプチルチタン(TBT)	μg/L		0.01	
金属イオン					
1	水銀	mg/L		0.001	
2	六価クロム	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	

年第51号で21の産業に定められたが、36の産業については環境林業省令2014年第5号に統合された。ジャカルタ首都特別州、西ジャワ州、ジョグジャカルタ州では、中央政府より厳しい排水基準を設定している。

排水検査手続き

すべての事業者は、排水サンプルを登録検査機関に毎月1回、または事業内容に応じてそれ以上の頻度で送ることが義務付けられており、分析報告書は6ヶ月ごとに地方自治体と環境林業省に提出される。また、地方自治体及び中央政府当局は、立ち入り検査を常時行える権限を持つ。

違反に対する措置

インドネシアにおいては、水質管理と規制の施行のための経済的手段や具体的な計画は策定されていないが、排水水質基準への不遵守を管理するための司法的・非司法的な措置がある。水管理ガイドラインを実施するために、工業部門の排水基準は2014年に、生活部門の排水基準は2016年にそれぞれ承認されており、発行された許可証に基づいて、地方政府・州政府の環境庁または環境林業省のいずれかが検査を管理している。

各事業者は月1回の排水モニタリングを行うことが義務付けられているが、排水の排出率やpHについては毎日モニタリングを行っている。その報告は3カ月ごとに行われており、検査は、a.立入検査、b.事業者排水品質報告書の提出、c.オンライン報告書の提出の3ステップで行われている。

また、環境保護管理法（2009年第32号）第76条に基づき、大臣、知事、市長は、環境許認可の違反の程度（例えば、排水の質）に応じて、事業者に対して行政処分を科すことができる。

- a. 警告
- b. 政府の強制
- c. 環境許認可の凍結
- d. 環境許認可の取消し

これまで施行規則は存在していたが、排水の連続モニタリングに関する環境林業大臣令2018年第93号（No.P.93/

MENLHK/SETJIN/KUM.1/8/2018）に基づき、排水のモニタリングを自動的、継続的、オンラインで行うことを規定した新たな制度が導入された。

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。その結果は、環境管理に関する企業の評価を反映した情報として公表されている。2016年には、1,895社がPROPER制度の下で格付けされた（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	基準未達成の上、改善努力が見られない	5
合計		1,895

（出典：MoE 2017）

5.5 水環境管理に関する主な政策

インドネシア国家長期開発計画2005-2025（RPJPN）では、主要な政策と戦略を示しており、その中で水環境の保全に関する以下の目標を含む国家中期開発計画（RPJMN）2015-2019の方向性が示されている。

- インドネシアの森林550万haの再生
- コミュニティ・プランテーション・フォレスト、コミュニティ・フォレスト、ビレッジ・フォレストの開発、エコツーリズムの開発、木材以外の林産物の開発を通じて、流域管理へのコミュニティの関与強化
- 300万haの灌漑用水路修復と100万haの灌漑用水路構築
- 33の河川流域における洪水管理スキームの確立
- 15の湖沼と5つの河川の水質改善

流域の現状分析、水源の保護と再生は、4つの優先流域（チリウン川、チタルム川、カプアス川、シアク川）で実施され、植生管理は、26の準優先流域で実施されることになつ

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
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

ている。

大統領令2011年第33号は、2011年から2030年までの水資源管理政策を規定している。

6 | 水環境管理に係る最近の動き

SDGsについては、国家開発計画庁が、計画、導入、モニタリング、評価、報告のプロセス全体を調整・管理する役割を担っている。

インドネシアでは、政府、市民社会組織(CSO)、慈善事業団体や民間企業、学識経験者など、すべての関係者間の相互信頼に基づいた取り組み体制を維持している。すべてのステークホルダーの積極的な関与が奨励され、SDGs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して、SDGs導入の意欲を高めている。すべてのステークホルダーは、SDGsの実施に関与するだけでなく、その実施の方向性決定にも関与する。

国家中期開発計画2015–2019では、2019年までに水と衛生設備への普遍的なアクセスを目標としている。

2019年よりインドネシアではアクションプログラムが実施されており、WEPA事務局は水質総量削減(TMDL)の実施に向けた自治体向けガイドライン案の作成を行う環境林

業省に対し技術的な支援を行ってきた。TMDLガイドラインの導入及びその実施は、インドネシアにおいて長年の課題となっていた生活排水・産業排水による汚濁負荷軽減に資するものと期待される。ガイドライン案は、WEPA事務局及びバンドン工科大学(ITB)の協力のもと、環境林業省により最終化が行われているところである。

水質に関するSDGs目標(SDGs目標6.2、6.3、SDGs目標6.A)を達成するためのインドネシアの具体的な対応を表2.3.7に示す。

水環境改善のための主要なフラッグシッププログラム

インドネシアでは、水質改善と水域の生態学的・社会文化的機能の回復を目的とした水域修復プログラム(Eco-riparian Program)を開発し、実施している。プログラムには以下が含まれている。

1. 水量と連続性を維持し、浸水を防止
2. 水質改善と水生生態系の回復
3. 環境にやさしい川に根ざした文化の活性化
4. 水の保護と管理における地域社会の啓発
5. 水質管理を強化し、水質汚濁を抑制するための規制を実施

表2.3.7 SDG6達成に向けた対応

事項	対応している	対応していない	対応内容
SDGs目標6.2と6.3のための機関のマッピング	✓		公共事業・住宅省及び環境林業省
SDG目標6.2、6.3に関する国別指標の設定・修正	✓		2030年までに、すべての人々の、適切かつ平等な下水施設・衛生施設へのアクセス改善を達成し、野外での排泄をなくす。 また、女性や弱い立場にある人々のニーズに特別な注意を払うこととする。
SDG目標6.2及びSDG目標6.3の進捗状況を測定するための利用可能なデータ	✓		中央統計局(BPS): 全国社会経済調査(Susenas)健康・住宅編 公共事業・住宅省: 年次報告書

7 | 現在及び今後の課題

インドネシアにおける重要な課題は以下の4つに分類される。

- **制度的課題**: 実施レベルでの調整と統合に関して問題があること
- **施行上の課題**: 地方レベルの環境検査官の数が限られていること

- **資源と財政的課題**: 水質汚染を管理するための予算配分が限られており、地方レベルで水質保全と管理を行う人材の数と質が限られていること
- **技術的課題**: 水質保全と管理に関連した科学技術の開発と応用におけるイノベーションの能力を高める必要があること

表2.3.8 上記の課題に対応するために必要な対策

課題	必要な対策
制度的課題	i. 関係省庁・機関と地域社会との間で、共同でプログラムや行動を実施するための効果的なシステムを構築する必要性
施行上の課題	i. 検査官の増員と環境法の検査・施行に関する研修の実施 ii. 地方レベルの政策立案者に環境検査官の権限を高めるよう働きかける必要性
資源と財政的課題	i. 研修実施や予算支援等で地方自治体の能力を向上 ii. 地方自治体に対する効果的なインセンティブ・ディスインセンティブ制度の実施
技術的課題	i. 科学技術の開発と応用における研究者と管理者の連携の強化 ii. 産業界、政府機関のスタッフや管理者の技術的能力を向上させ、水質保全と管理を実施

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
|
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

2.4 日本



1 | 国別情報

表2.4.1 基本指標

国土面積 (km ²)	37万7,977(2020)
総人口(人)	1億2,590万(2020)
名目GDP(米ドル)	4兆9,564億(2018)
一人当たり名目GDP(米ドル)	3万5,280(2018)
平均降水量(mm/年)	1,668(2017)
水資源量(km ³)	430(2017)
年間水使用量(10億m ³)	79.3(2017)
セクター別 年間水使用率	農業用水 68%(2017) 工業用水 14%(2017) 都市用水(生活用水を含む) 18%(2017)

(出典：参考文献参照)



図2.4.1 滋賀県・琵琶湖

2 | 水資源の現状

日本は、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1,668 mmで、世界(陸域)の年平均降水量約1,171 mmの約1.4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みると、我が国は約5,000 m³/人・年となり、世界の一人当たり年降水総量約20,000 m³/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7,300 m³/人・年に対して、我が国は約3,400 m³/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。

3 | 水環境の状況

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される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。

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、2018年度の達成率は99.1%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89.6%に達する(図2.4.2)。

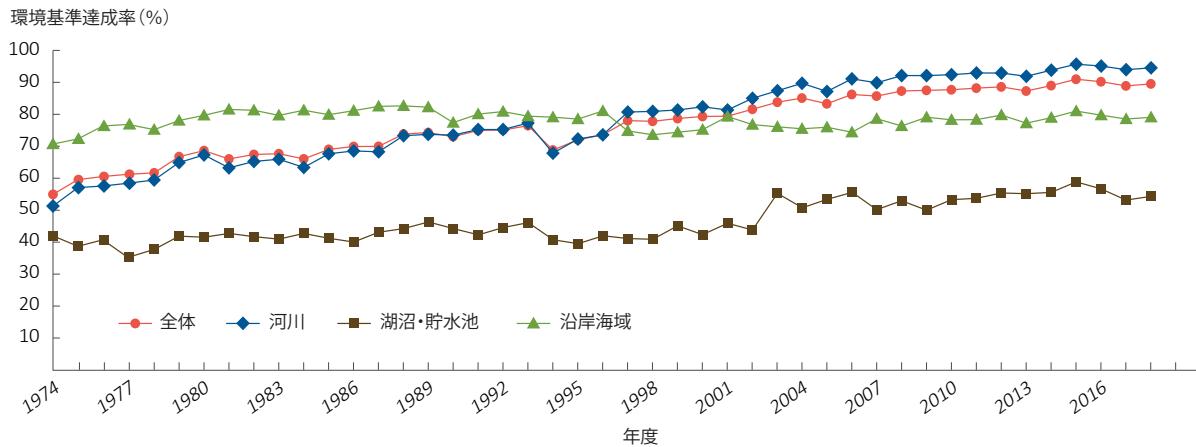


図2.4.2 環境基準達成率の推移 (BOD又はCOD)

(出典: MoEJ 2020)

3.1 河川

水域種別の達成率は、河川が94.6%と最も高い数値を記録している。2015年までは総体的に増加傾向にあったもののここ数年は横ばいであるが、概ね良好な水質が確保されている。

3.2 湖沼及び貯水池

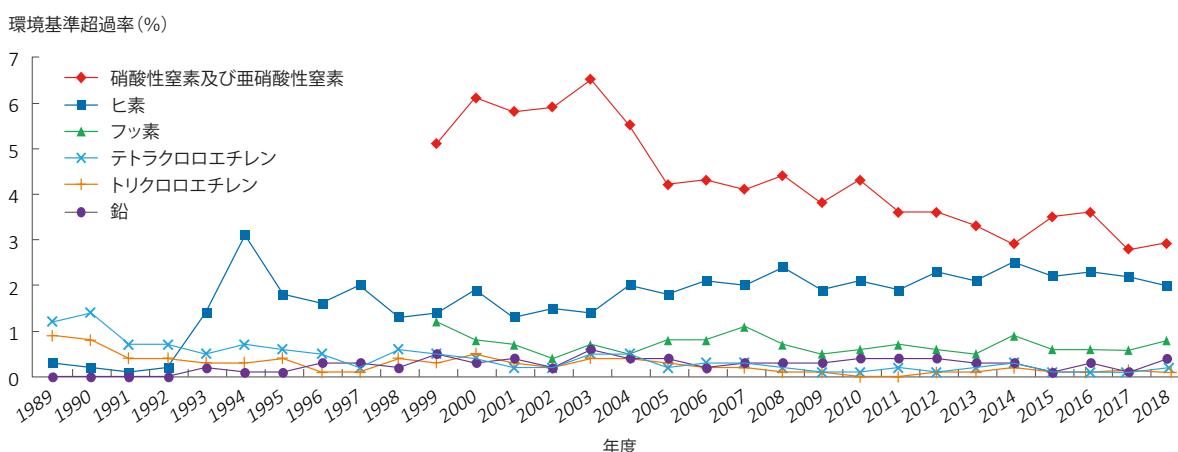
湖沼及び貯水池の達成率は54.3%であった。2000年以前と比較すると達成率は改善しているものの、近年は55%前後で推移している。また、湖沼・貯水池の全窒素及び全リンの環境基準達成率も48.8%と低かった。

3.3 沿岸水域

沿岸の海域における、環境基準達成率は79.2%であつた。また、全窒素及び全リンの環境基準達成率は92.1%で、前年度より高い状況となった。

3.4 地下水

2018年度に調査を実施した3,206本の井戸のうち、181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5.6%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「0.05 mg/L以下」から「0.01 mg/L以下」に、鉛は「0.1 mg/L以下」から「0.01 mg/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「0.03 mg/L以下」から「0.01 mg/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 2019)

カンボジア | 中國 | インドネシア | 日本 | 韓国 | ラオス人民民主共和国 | 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

4 | 排水処理状況

2019年度末における全国の汚水処理人口普及率^{*1}（東日本大震災の影響により調査不能な市町村は除く。）は91.7%となっている。

汚水処理普及率の状況としては、図2.4.4のように人口規模の小さい地方公共団体ほど、汚水処理人口普及率が低く、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^{*2}が整備される傾向が高くなることから、今後の汚水処理における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^{*3}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。

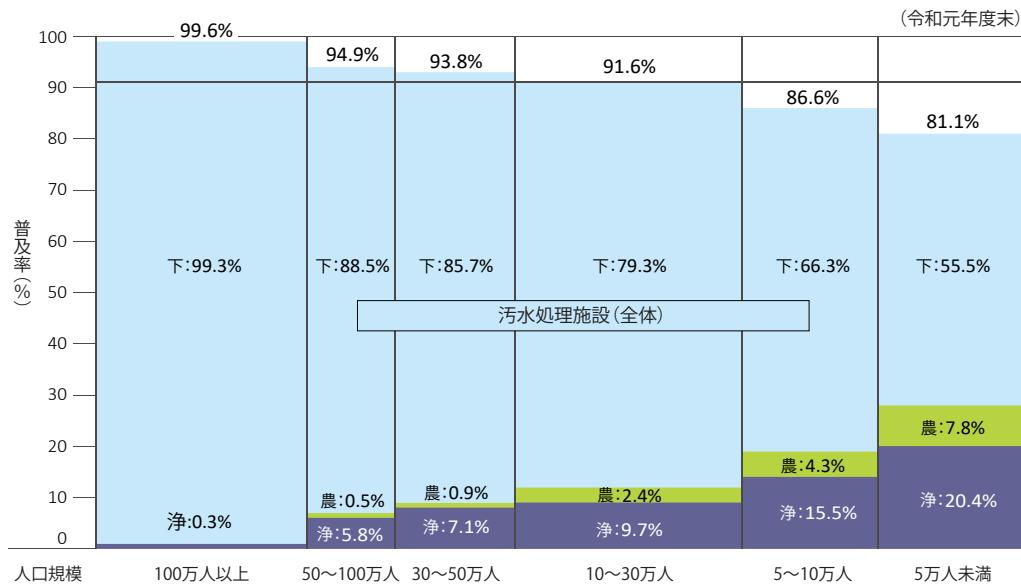


図2.4.4 都市規模別汚水処理人口普及率

下:下水道、農:農業集落排水等、浄:浄化槽
(出典: MoEJ 2019)

5 | 水環境管理の枠組み

5.1 法制度

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

*1 汚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BOD20 mg/L以下)を確保でき、最近は窒素・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。

*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された。以後の設置基数は着実に減少しているが、2018年度末現在においても、なお約380万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。

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2.4.5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

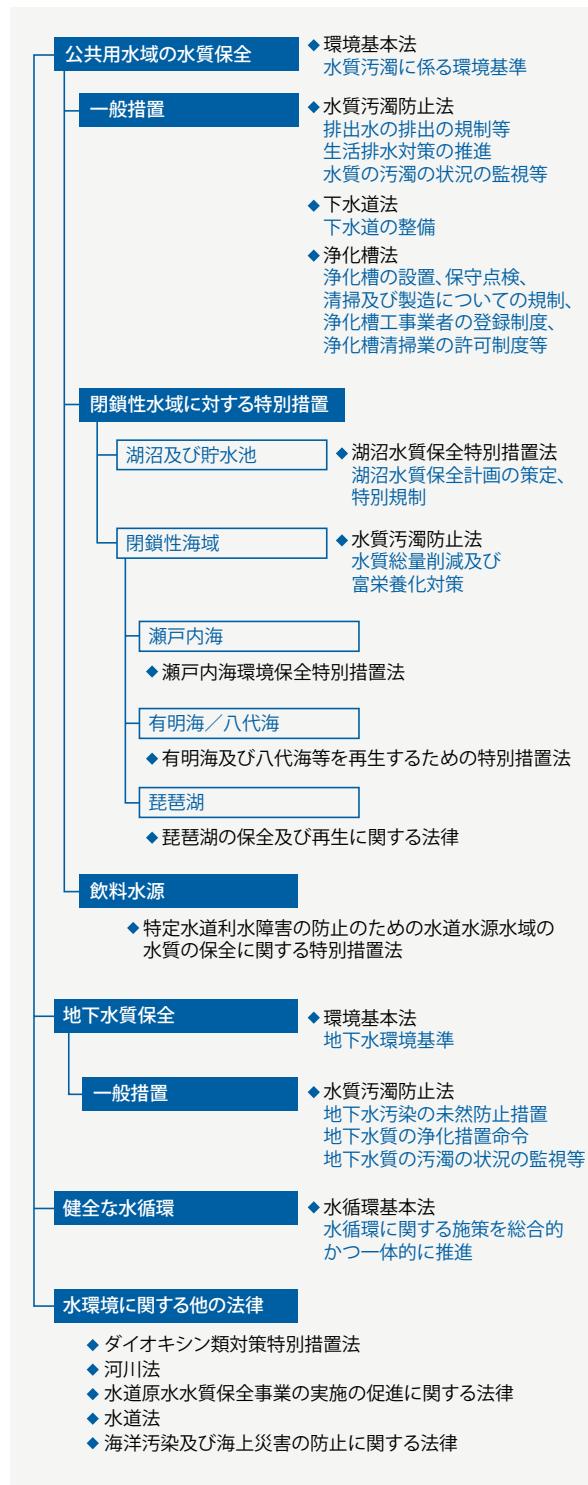


図2.4.5 日本における水環境管理の法体系 (出典: MoEJ 2017)

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。

5.2 組織体制

水は我々の生活の様々な面に関係するため、日本における水環境管理に関しては、主に5つの省庁（環境省、国土交通省、厚生労働省、農林水産省、経済産業省）が中心となつて連携して取り組んでいる（表2.4.2）。

表2.4.2 日本における水環境管理政策に関連する省庁

省庁名	所掌
環境省	水質汚濁に係る環境基準の策定、公共用水域の水質モニタリング及びその結果の公表、排水規制、浄化槽整備等幅広く水環境管理に関する政策を立案・実施
国土交通省	河川に関連した整備計画や管理計画の策定を通じた持続可能な河川管理の推進、下水道の普及促進、水資源の開発・管理等に関する政策を立案・実施
厚生労働省	上水道の整備、水道水に係る水質基準の策定、水道水質の安全確保等に関する政策を立案・実施
農林水産省	農村環境保全に資するような農地・農業用水等の保全管理、及び農業集落等における汚水処理施設などの整備等に係る政策を立案・実施
経済産業省	鉛害防止事業の実施による抗廃水処理、工業用水道の整備等の政策を立案・実施

また、水循環に関する施策を一体的・総合的に推進するため、2014年に水循環基本法が制定され、これに基づき、内閣に、内閣総理大臣を本部長とする水循環政策本部が置かれている（内閣官房に同事務局を設置）。

5.3 水質環境基準

水質環境基準

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（健康項目）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年にノルルフェノール、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。

水質モニタリングの枠組み

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・関連機関と協力して測定計画を作成し、水質のモニタリ

ングを定期的に実施している。

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2.4.6）。



図2.4.6 水環境総合情報サイト

（出典：MoEJ 2020）

5.4 排水基準

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50 m³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、より厳しい上乗せ排水基準を定めることができる。

水質総量削減制度

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2.4.7）。一例として、図2.4.8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。

排水検査手続き

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、立ち入り検査を行うことができる。また、違反が判明した場合、報告及び立ち入り検査の結果に従い、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。

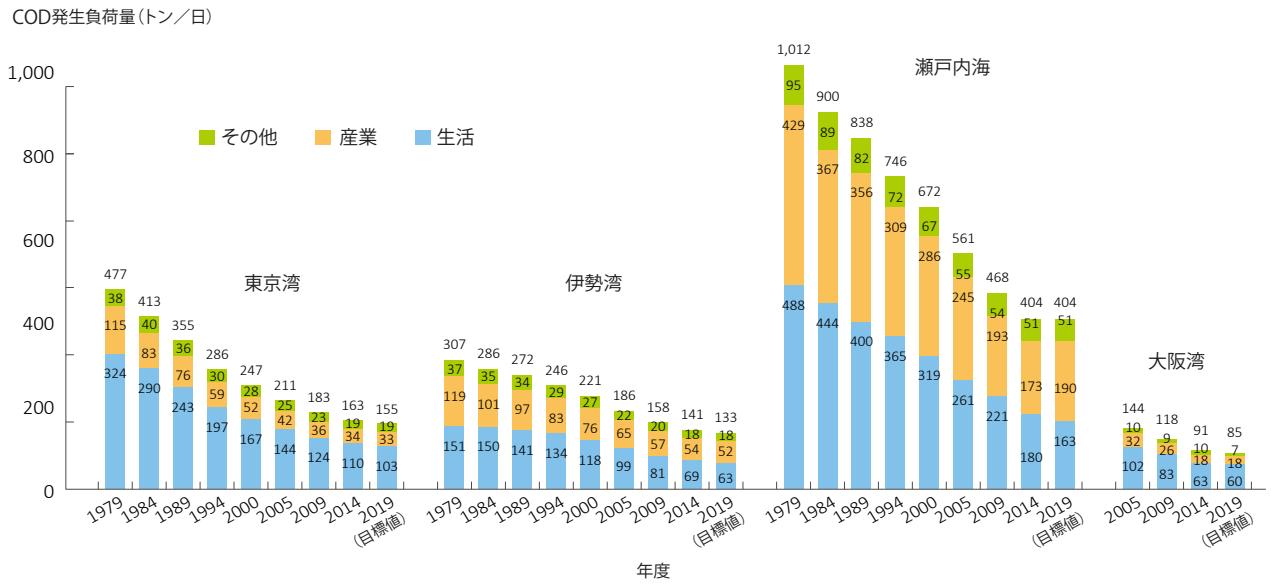


図2.4.7 汚濁負荷量及び目標値の推移(COD値)(出典:MoEJ)

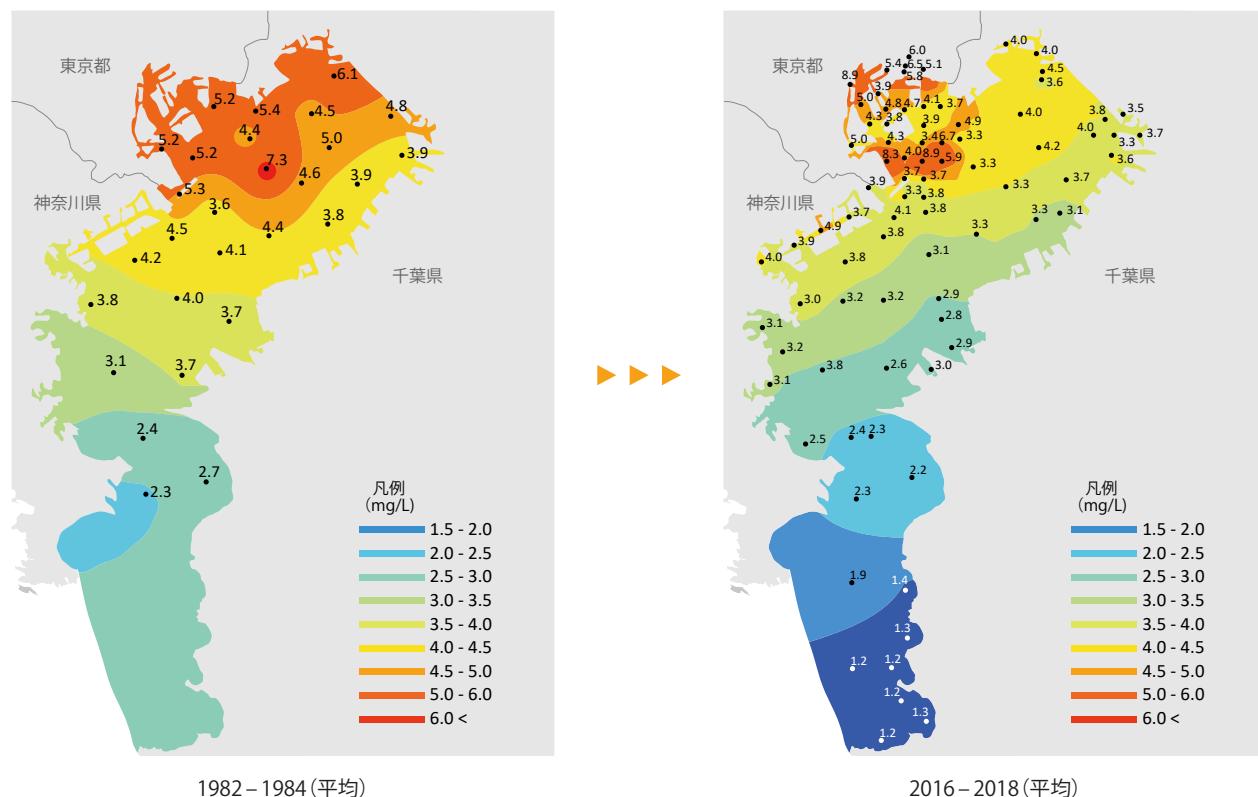


図2.4.8 東京湾のCOD濃度の改善の状況(出典:MoEJ)

カンボジア | 中國 | インドネシア | 日本 | 韓国 | ラオス人民民主共和国 | 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

違反に対する措置

事業場からの排出水が排出基準に適合しない（基準を上回る）おそれのある場合においては、改善措置命令や業務一時停止命令等の行政処分が実施され、排出基準に適合しない（基準を上回る）状況（排出基準違反）においては、懲役または罰金による罰則が適用される。

6 | 水環境管理に係る最近の動き

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。

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。

こうした状況にかんがみ、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）。

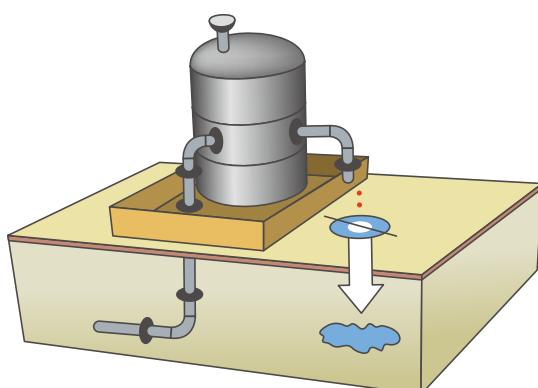


図 2.4.9 有害物質の生産施設から地下水への浸透（出典：MoEJ）

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、隨時公表している。

水質汚濁に関する環境基準（2016年）

水質汚濁に関する環境基準は、健康項目、生活環境項目が設定されている。健康項目については、カドミウム、鉛等の重金属類を含め、有機塩素系化合物、農薬等、公共用水域において27項目、地下水においては28項目が設定されている。

生活環境項目については、生物化学的酸素要求量（BOD）、化学的酸素要求量（COD）、全窒素、全リン、全亜鉛等について基準が定められている。これらをもとに、水域ごとに利水目的等を踏まえて環境基準の類型指定を行っている。2016年3月に追加された底層溶存酸素量（底層DO）については、国が類型指定を行うこととされている水域についてその検討が進められている。

排水規制の実施（排水基準の一部見直し）（2019年）

水質汚濁防止法により、公共用水域ではその水質を保全するため特定事業場から排出される水に関し、全国一律の排水基準が設定されている。基準が設定されている物質のうち、ホウ素、フッ素及び硝酸性窒素並びにカドミウムについては、一律の排水基準を直ちに達成することが困難な状況であることを勘案し、これまで暫定排水基準が適用されていた業種の排水基準値について、それぞれ見直しの検討を行った。その結果、ホウ素、フッ素、硝酸性窒素等については、2019年7月より、カドミウムについては2019年12月から新たに暫定排水基準が適用された。

浄化槽法の一部改正（2019年）

汚水処理施設整備の一環として、浄化槽については、「循環型社会形成推進地域計画」等に基づき、国庫補助等を活用して各市町村にて浄化槽整備が進められている。特に単独処理浄化槽から合併処理浄化槽への転換については、

宅内配管工事を助成対象範囲にするとともに、省エネ型浄化槽導入と合わせて促進する市区町村の事業は助成率を引き上げる等、これまでその転換に一層の支援が行われている。今般さらにその動きを支援するため、浄化槽法の一部を改正する法律が、2019年6月に成立・公布され、2020年4月に施行された。

新たな水循環基本計画の策定（2020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。また、水循環に関する情勢の変化や水循環に関する施策の効果に関する評価を踏まえ、同計画はおおむね5年ごとに見直すこととされ、2020年6月に新たな水循環基本計画が策定された。新たな計画では、①流域マネジメントによる水循環イノベーション、②健全な水循環への取組を通じた安全・安心な社会の実現、③次世代への健全な水循環による豊かな社会の継承を重点的に取り組む3本柱として推進することとしている。

7 | 現在及び今後の課題

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。今後も、水質改善に関する各種規制措置のほか、下水道及び浄化槽の整備などを総合的に推進する。また、浄化の機能及び生物多様性の保全及び回復の観点から、湖辺域の植生や水生生物の保全など、湖辺環境の保全を図っていく。

豊かな海の再生

自然と調和した形で人が手を加えることにより、水質が保全され、生物の多様性・生産性が確保されたきれいで豊か

な海は「里海」と呼ばれており、人の生活の場に近い内海や内湾において里海づくりを推進することは重要である。

環境省では瀬戸内海において、中央環境審議会による2020年3月の「瀬戸内海における今後の環境保全の方策の在り方について（答申）」、2021年1月の「瀬戸内海における特定の海域の環境保全に係る制度の見直しの方向性（意見具申）」を踏まえ、従来からの水質改善や自然海浜保全の取組に加え、きめ細やかな栄養塩類の管理や藻場・干潟の保全・再生・創出等を組み合わせた施策を進めていく。

地球規模の水問題に関する取り組み

日本は、かつて経験した激甚な水質汚濁による公害を克服する過程で培っ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。また、2019年に発生した新型コロナウィルス感染症の世界的な大流行（パンデミック）を受け、これまで以上に公衆衛生や地球環境に配慮した社会づくりが世界的に求められている。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（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推進していく。

2.5 韓国



1 | 国別情報

表2.5.1 基本指標

国土面積 (km ²)	100,341 (2015)						
総人口(人)	5,200万 (2019)						
名目GDP(米ドル)	1兆6,470億(2019)*						
一人当たり名目GDP(米ドル)	31,846 (2019)						
平均降水量(mm/年)	1283.4 (2019)						
水資源量(km ³)	132.3 (2020)**						
年間水使用量(10億m ³)	25.1 (2020)						
セクター別 年間水使用率	<table border="1"><tbody><tr><td>農業用水</td><td>61% (2020)</td></tr><tr><td>工業用水</td><td>9% (2020)</td></tr><tr><td>都市用水(生活用水を含む)</td><td>30% (2020)</td></tr></tbody></table>	農業用水	61% (2020)	工業用水	9% (2020)	都市用水(生活用水を含む)	30% (2020)
農業用水	61% (2020)						
工業用水	9% (2020)						
都市用水(生活用水を含む)	30% (2020)						

(出典: *Korean Statistical Information Service 2020 (1,919兆ウォン(季節調整済み、現在価格))、**Sewage statistics by Korean Ministry of Environment)



図2.5.1 ソウルを流れる漢江

2 | 水資源の現状

GDPの成長に伴い、韓国の人一人当たりの水使用量も増加してきた。しかし、近年は顕著に減少しており、1,553 m³/年の年間水利用可能量に対し、一人当たりの水使用量は現在485 m³/年である (Lee et al. 2019)。年間降水量の約3分の2は、6月から9月までの期間 (モンスーンシーズン) に降り、水利用可能量の季節的な変動は、特に気候変動が原因とみられる水関連の災害の増加に鑑みれば、水管理の

課題として残っている。韓国には、漢江(Han River)、錦江(Geum River)、洛東江(Nakdong River)、栄山江-蟾津江(Yeoungsan River-Seomjin River)という4つの主要な河川流域がある。

3 | 水環境の状況

韓国では、1,936カ所のサンプリングポイントで水質が測定され、7つのレベルに分けられた複合的な水質インデックス (Ia: 非常に良い、Ib: 良い、II: 中程度の良い、III: 中程度、IV: 中程度の悪い、V: 悪い、VI: 非常に悪い) に分類される。図2.5.2に示すように、主要なサンプリングポイントにおける水質が当該水質インデックスに基づき評価され、公表される (MOE 2020, NIER MLIT 2020)。



図2.5.2 韓国の河川における水質インデックスの分布
(出典: Park 2020)

3.1 河川

韓国全土の河川は115のセクションに分類されており、それぞれに水質目標値が設定されている。河川水質は、国民の関心が高まったこともあり、1990年代後半から全体的

*1 水の総使用量 (251億m³/年) を人口 (5,178万人) で割って算出 (Statistics Korea 2020)。

に着実に改善されてきた。図2.5.3は、主要4河川系（八堂（漢江）、勿禁（洛東江）、大青（錦江）及び住岩（栄山江－蟾津江））の測定地点における水質の傾向を、BODの観点

から示したものである。2017年～2019年の間、平均BOD値は1.2～1.3 mg/Lで安定しており、平均COD値は、4.2～3.9 mg/Lとやや改善している（図2.5.4）。

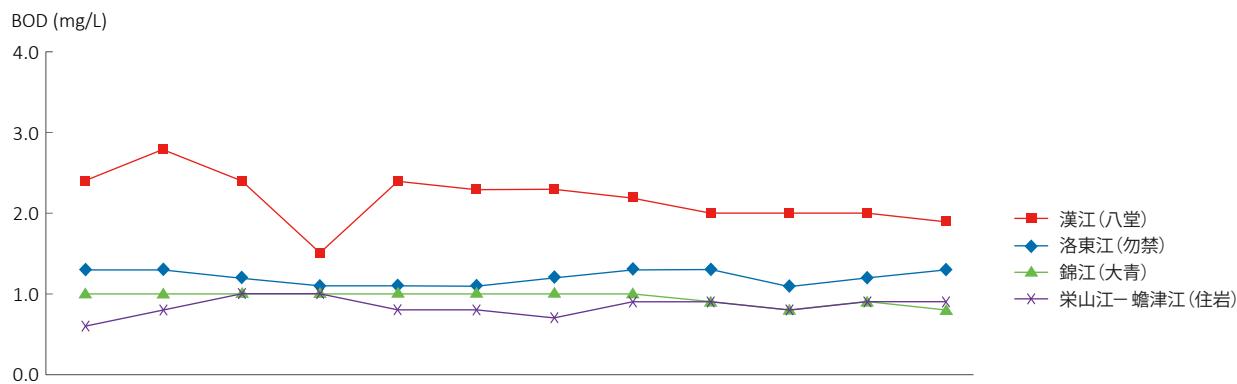


図2.5.3 韓国の4大河川系のBOD値の変化（2008年～2019年）

（出典：MOE 2020）

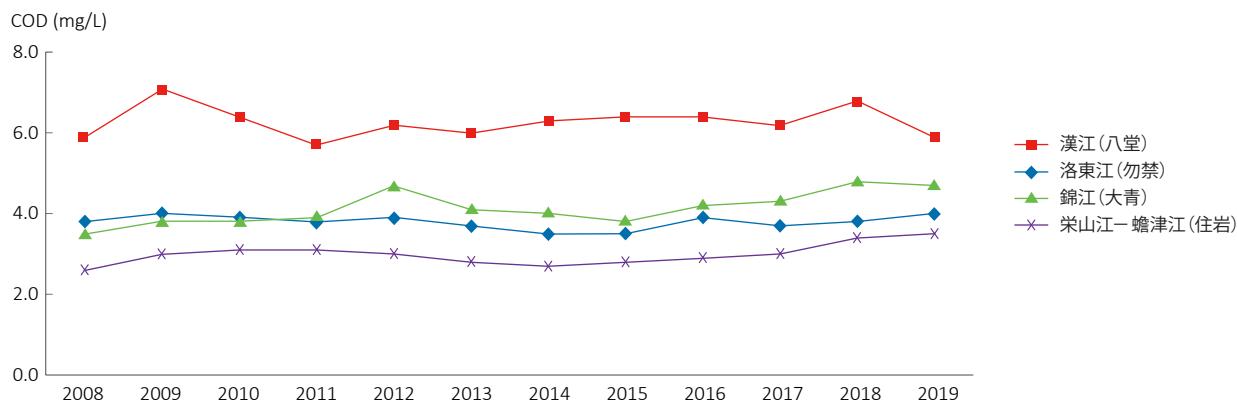


図2.5.4 韓国の4大河川系のCOD値の変化（2008年～2019年）

（出典：MOE 2020）

3.2 湖沼及び貯水池

河川の水質と同様に、湖沼や貯水池の水質も近年、改善と安定化の傾向を示している。表2.5.2は、特定の湖沼・貯水池における最近の水質の傾向を示している。

表2.5.2 八堂湖、安東湖、大清湖、住岩湖における最近の年平均水質値

年	BOD (mg/L)	COD (mg/L)	NO ₃ -N (mg/L)	PO ₄ -P (mg/L)	E.coli (CFU/100mL)
2017	1.2	3.0	1.083	0.005	36
2018	1.3	3.1	1.041	0.007	17
2019	1.1	3.1	1.072	0.006	19

（出典：MOE 2020）

3.3 沿岸水域

韓国の海洋環境モニタリングは、港湾、海岸・沿岸、環境管理水域、河口で行うこととされており、417のモニタリングステーションで季節ごと（2月、5月、8月、11月）にモニタリングが行われている。さらに、始華湖（Sihwa Lake）、馬山港

（Masan Port）、蔚山港（Ulsan Port）、麗水新港（Yeosu New Harbor）、釜山の沿岸部では自動連続モニタリングが行われている（MLIT 2020）。沿岸の水質基準は2018年に導入され（海洋水産部令No.10/2018）、表2.5.3a～cのように5段階からなる水質インデックス（WQI）が算出されている。

表2.5.3a 沿岸域の水質に関するWQI算出方法

カテゴリー	水質インデックス（WQI）*
I (非常に良い)	≤ 23
II (良い)	24 – 33
III (中程度)	34 – 46
IV (悪い)	47 – 59
V (非常に悪い)	≥ 60

（出典：Ministry of Oceans and Fisheries 2021）

$$* WQI = 10 \times [DO] + 6 \times ([Chl.a] + \frac{[SD]}{2}) + 4 \times ([DIN] + \frac{[DIP]}{2})$$

[]内の数字は、表2.5.3bに基づくスコアを表す。DO:溶存酸素、Chl.a:クロロフィルa、SD:透明度（セッキ板）、DIN:溶存無機窒素、DIP:溶存無機リン酸塩。

表2.5.3b 沿岸域の水質に関するWQI算出方法

スコア	パラメータ	
	Chl.a, DIN, DIP ($\mu\text{g}/\text{L}$)	DO (%)、SD (m)
1	< 基準値	> 基準値
2	< 基準値の110%以下	> 基準値の90%以上
3	< 基準値の125%以下	> 基準値の75%以上
4	< 基準値の150%未満	> 基準値の50%以上
5	≥ 基準値の150%以上	≤ 基準値の50%以下

(出典 : Ministry of Oceans and Fisheries 2021)

基準値は、表2.5.3cに示すように、海域によって異なる。

各サンプリングエリアのWQIの傾向は、国立環境研究院(National Institute of Environmental Research (NIER))

表2.5.3c 沿岸域の水質に関するWQI算出方法

エコロジーゾーン	パラメータ				
	Chl.a ($\mu\text{g}/\text{L}$)	DO (%)	DIN ($\mu\text{g}/\text{L}$)	DIP ($\mu\text{g}/\text{L}$)	SD (m)
日本海	2.1		140	20	8.5
対馬海峡西水道	6.3		220	35	2.5
南西海	3.7	90	230	25	0.5
中部西海	2.2		425	30	1.0
済州島	1.6		165	15	8.0

(出典 : Ministry of Oceans and Fisheries 2021)

のウェブサイトで公開されている。図2.5.5に示す例は、仁川港のものである。

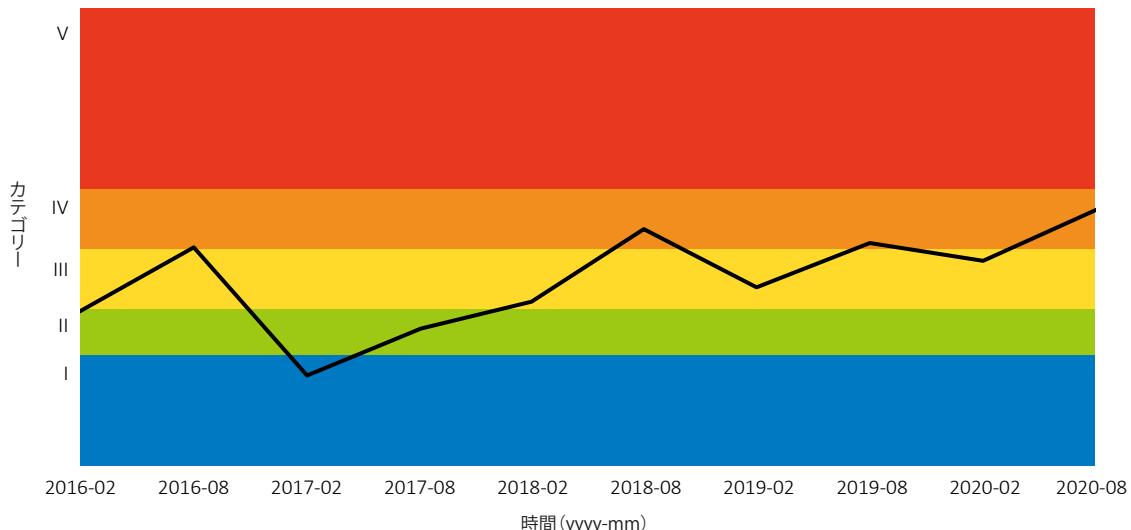


図2.5.5 仁川港のWQIの推移(2016年～2020年) (出典 : NIER MLIT 2020)

3.4 地下水

2018年以前、地下水は、環境部(MOE)、国土交通部(MLIT)、農林畜産食品部(MAFRA)、行政安全部(MOIS)、国防部(MND)という異なる省庁の管理下にある様々な法律によって管理されていた(Kang et al. 2020)。2018年、政府は画期的な「水管理基本法」(no.15653/2018)を可決し、地下水関連のすべての責任を環境部に移管した。韓国環境公団(2021)によると、2020年時点では1,140カ所のモニタリングサイトが設置されており、2030年までに合計3,725カ所のサイトが設置される予定である。Kang et al. (2020)では、気候変動への適応には、地下水利用の戦略的拡大が不可欠であり、特に干ばつの頻度の増加と激化を考える必要があると述べられている。

4 | 排水処理状況

2017年には216万 m^3 /日の生活排水と401万 m^3 /日の産業排水が発生している。その処理率はどちらも100%で、生活排水の93.6%は集中処理、6.4%は分散処理されている(MOE 2018)。生活排水の料金は排出量に応じて段階的に設定されており、例えば2016年の仁川では15 m^3 、50 m^3 、100 m^3 でそれぞれ0.31米ドル/ m^3 、0.48米ドル/ m^3 、0.83米ドル/ m^3 となっている(IBMNet 2020)。

排水処理に関する国民の意識は高い。2017年、クロツラヘラサギ(Platalea minor)の繁殖地を保護するため、仁川市のSeung-Gi排水処理場を地下に建設することが決定された。その生息数は徐々に増えているが(Sung et al.

2017)、クロツラヘラサギは絶滅危惧種に指定されており、2017年1月時点で3,941羽が観測されている(BirdLife International 2021)。

国内の産業数は増加の一途をたどっているが、産業界や政府による水の再利用や節水の努力の結果、産業排水の排出量は安定している。

5 | 水環境管理の枠組み

5.1 法制度

国の環境管理政策の基本法は、環境基準が定められた「環境政策基本法」である。「水管管理基本法」は、統合水資源管理の概念を包含するために2018年に新たに制定された。この斬新な取り組みにより、これまで細分化されていた水関連事項がより全体的なアプローチで合理化され、これに伴い他の法律にも様々な修正が加えられた。

従来の「水質及び生態系保全法」は、2018年に水環境全体を網羅するように拡張され、「水環境保全法」として整備された。図2.5.6は、同国の水環境管理に関する法律の枠組みを示している。

水環境管理の基本方針

環境部は、水環境管理の枠組みにおける2016年から2025年までの5つの核となる戦略を策定している。

1. 調和のとれた水循環の確立
2. 統合流域管理によるきれいな水の確保
3. 水生生態系インデックスの改善
4. 安全な水環境を実現するための仕組みづくり
5. 水環境に関する経済的・文化的価値の創出

水質モニタリングの枠組みは、1967年に初めて制定され、1978年に水質基準が設定された。

5.2 組織体制

水を統合的に管理するというアプローチに沿って、これまで異なる省庁に分散していた責任(例えば、大河川は国土交通部、小河川は行政安全部、湖沼は農林畜産食品部、下水道は環境部が管轄していた)が再構築され、環境部の下ですべて管理されるようになった。

国立環境研究院では、水質環境のモニタリングを行っている。



図2.5.6 水環境管理に関する法律枠組み

(出典: KLRI 2020、MOE 2020を基にIGESが作成)

カンボジア | 中國 | インドネシア | 日本 | 韓国 | ラオス人民民主共和国 | 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

また、以下の地方環境機関がモニタリングと法的執行を行っている。

- 漢江流域環境庁
- 錦江流域環境庁
- 洛東江流域環境庁
- 栄山江流域環境庁
- 大邱地方環境庁
- 原州地方環境庁
- 全州地方環境庁

これらの地方環境機関は、水環境研究センター、公衆衛生・環境研究院、K-Water、韓国農漁村公社とともに、マルチステークホルダーコンソーシアムを形成し、水質モニタリングの枠組みを実施している。

5.3 水質環境基準

表流水には2つの水質基準がある。ひとつは人の健康保護を対象としたもので、河川と湖沼の両方に適用される。現在、Cd（カドミウム）、As（ヒ素）、PCB（ポリ塩化ビフェニル）など20の水質基準項目があるが、2025年までに項目を30に増やす計画となっている。もうひとつは、生活環境（住環境基準）に関するもので、河川を対象とするものと、湖沼を対象とするものとに分かれている。河川の生活環境基準項目は、pH、BOD、TOC（全有機炭素）、SS（浮遊物質）、DO（溶存酸素）、TP（全リン）、大腸菌群、糞便性大腸菌、湖沼の基準項目は、pH、TOC、SS、DO、TP、TN（全窒素）、Chl.a（クロロフィルa）、大腸菌群、糞便性大腸菌である。

地下水については、水の利用目的に応じて異なる基準が適用される。飲料水の利用には、飲料水管理法に基づいて制定された飲料水基準が適用され、51の基準項目が設定されている。家庭用、農業・漁業用、工業用などのその他の目的では、地下水の水質を評価するために地下水基準が用いられ、用途に応じて14～19の基準項目が設定されている。

特別な大都市、州（道）は、地域の環境条件を考慮して、必要に応じて国の基準よりも厳しい、または拡大した環境基準を設定することができる（環境政策基本法第10条第3項）。

公共用水域及び地下水の水質モニタリング

水質は、全国に張り巡らされたモニタリングネットワークにより、カテゴリー別にモニタリングされており、河川は26項目、湖沼は30項目、地下水は20項目となっている。特に、表流水については、70カ所の自動モニタリングステーションが設置されている。モニタリング地点では、DO、TOC、pHなどの5つの共通項目と、VOC（揮発性有機化合物）などの17のオプション項目を測定している。検査効率を上げるために、モニタリング地点は用途別に分類されており、河川水、湖沼水、地下水、沿岸水、飲料水、灌漑用水、工業用水、都市を流れる河川水などがある。

5.4 排水基準

2019年現在、法的枠組みの下で58の水質汚染物質が特定されており、7つの項目（BOD、COD/TOC、SS、TN、TP、大腸菌群、生態毒性）が排水基準に使用され、32の項目が許容排出量の下で有害汚染物質としてモニタリングされている。

産業施設は、排出量に応じて以下の5段階に分類される。

- レベルⅠ： $\geq 2,000$ (t/日)
- レベルⅡ： $700 \leq$ 排出量 $< 2,000$ (t/日)
- レベルⅢ： $200 \leq$ 排出量 < 700 (t/日)
- レベルⅣ： $50 \leq$ 排出量 < 200 (t/日)
- レベルⅤ：その他

2007年、水質及び生態系保全法（現 水環境保全法）に基づく許容排出量の項目として生態毒性が初めて盛り込まれ、2019年には82種類の産業施設を対象に生態毒性管理制度が拡充された。生態毒性は、ミジンコ (*Daphnia magna*) を用いて分析される。

2020年からは、CODよりもTOCの方が高い値を示す非分解性有機物質のモニタリングが難しいことから、COD_{Mn}に加えて有機物質をモニタリングする項目としてTOCが使用されるようになった。

排出モニタリング

モニタリングの年間計画は、以下の通りとなっている。

- 5月までに：産業施設がサンプルを分析し、正当な理由を添えてデータを提出する
- 7月までに：各地方環境機関が産業施設からの報告書を確認し、サンプルの採取・分析を行う
- 12月までに：国立環境研究院がデータを確認し、メタデータの解析を行う
- 翌3月までに：環境部がデータを一般に公開

6 | 水環境管理に係る最近の動き

水資源管理がバランスの一環として統合水資源管理の概念を取り入れたことは、国の水管理全般に大きな影響を与えた。持続可能な開発目標（SDGs）に関しては、指標6.3.2の「良好な水質環境を有する水域」の達成率は、2020年時点で93%と報告されている。

7 | 現在及び今後の課題

統合水資源管理の導入や水環境管理の中央政府から地方政府への権限委譲は、水環境管理政策の再構築という課題に新たな局面をもたらした。すなわち、組織間の協力を生み出すために、実行可能な戦略と詳細な計画を迅速に策定する必要があるということである。

環境部への水環境に関する責務の一元化を含む所掌の再編の結果、その責任と活動が急速に拡大したため、水環境管理に関するプロジェクトの優先順位付けが難しくなっていることも課題のひとつである。

現在直面しているその他の技術的課題としては、気候変動やその他の原因による水循環の悪化、排水中の非分解性有機物の増加、非点源汚染源の管理の難しさ、他の水生生物に影響を与える生態毒性基準の追加の必要性などが挙げられる。このような様々な課題に立ち向かうため、プロジェクトの全体的かつ包括的な見直しが行われている。

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

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

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 ²)	236,800 (2019)
総人口(人)	712万 (2019)
名目GDP(米ドル)	191億 (2019)
一人当たり名目GDP(米ドル)	2,670 (2019)
平均降水量(mm/年)	1,834 (2019)*
水資源量(km ³)	333.55 (2011)**
年間水使用量(10億m ³)	7.32 (2017)**
セクター別 年間水使用率	農業用水 95.9% (2017)** 工業用水 2.3% (2017)** 都市用水(生活用水を含む) 1.8% (2017)**

(出典 : Department of Statistics, Lao 2019、*Bank of the Lao PDR 2020、**FAO 2021 (推計値))



図2.6.1 ラオス・ルアンパバーンのメコン川

2 | 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4,000 mm、北部の渓谷部では約1,300 mmである。人口は約712万人、一人当たりの年間水使用可能量は約55,000 m³で、WEPA参加国の

中では最も多い。しかし、水関連のインフラが十分に整備されていないため、ラオスの水供給能力は限られたものとなっている(MONRE 2019)。

他の東南アジア諸国と同様、ラオスの水資源量は季節によって変動する。年間降水量の約80%が雨季(5月から10月)に集中し、残り20%が乾季(11月から4月)である。ラオスの中部から南部を流れるセバンファイ(Se Bang Fai)川、セバンヒエン(Se Bang Hieng)川、セドーン(Se Done)川では、乾季の河川の流量が年平均の10%から15%にまで減少する。

ラオスには62の主要河川流域があり(MONRE 2019)、国土の90%がメコン河流域内に位置している。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%に相当し、全流域面積の25%を占めている(MRC 2005)。2015年には、全人口の71%が改善された衛生設備を利用しておらず、76%が改善された飲料水源にアクセスすることができていた(WHO 2017)。

3 | 水環境の状況

ラオスの表流水の水質は良好とされているが、都市部の河川や支流では未処理または処理が不十分な排水や廃棄物の増加による水質悪化が見られる。首都ビエンチャンを含むいずれの都市にも、包括的な下水道システムや排水の収集・処理・処分システムが整備されていない。メコン河下流のビエンチャンでは、溶存酸素濃度(DO)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な原因となっており、特に土砂堆積が問題となっている。農業からの排水や流出水もまた、肥料や農薬の使用に由来する高濃度の栄養塩や有毒化学物質を生じる原因となりうる(MRC 2010)。

都市部の廃棄物管理が不十分なことも、特に雨季の水質悪化の原因となっている(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が、ごみ埋立地では、浸出水が地下水質に及ぼす影響や雨季に表流水(河川や湖沼)へ流出する排水の影響をモニタリングできていない。

3.1 河川

持続可能な水資源管理計画のために、天然資源環境省(MONRE)は頻繁に水質をモニタリングしている。水質モニタリングは2015年には開始され、水のサンプルは3ヵ月ごとの頻度で収集されている。主要な水質パラメータの現場分析と実験室分析の両方を実施し、生態系への影響をみるために水質の傾向を評価している。ラオスの河川の水質は一般的に良好であると考えられているが、人為的活動が河川の水質に与える影響は増加している(表2.6.2)。しかしながら、一部を除いて、ほとんどのモニタリング地点の水質は周辺の人為的活動の影響をそれほど受けていないことがわかった。これは、必要に応じて管理戦略を立てれば、

水資源は持続的に管理できることを示している。

ラオスでは、ほとんどの地域が低地のデルタ地帯に位置しているため、過度の土砂堆積が国全体の問題となっており、特に雨季において顕著である。

ビエンチャン県のMak Hiao川とその主要支流であるHong Ke川とHong Xeng川の本流で2009年から2015年まで水質モニタリングが実施された。その結果を生物化学的酸素要求量(BOD)の観点から見ると、図2.6.2に示すように、BOD濃度は2.1 mg/Lから29.2 mg/Lの範囲にあることがわかった(MONRE 2019)。特に都市部では水が非常に汚染されていることがわかった。

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及び水生生物の保護を利用目的とした場合の水質分類(2007年～2011年)

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
Vientiane	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：人間活動が水質に及ぼす影響の度合い(A:影響なし、B:わずかに影響を与えてる、C:影響を与えてる、D:深刻な影響を与えてる)

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: Kongmeng and Larsen 2016)

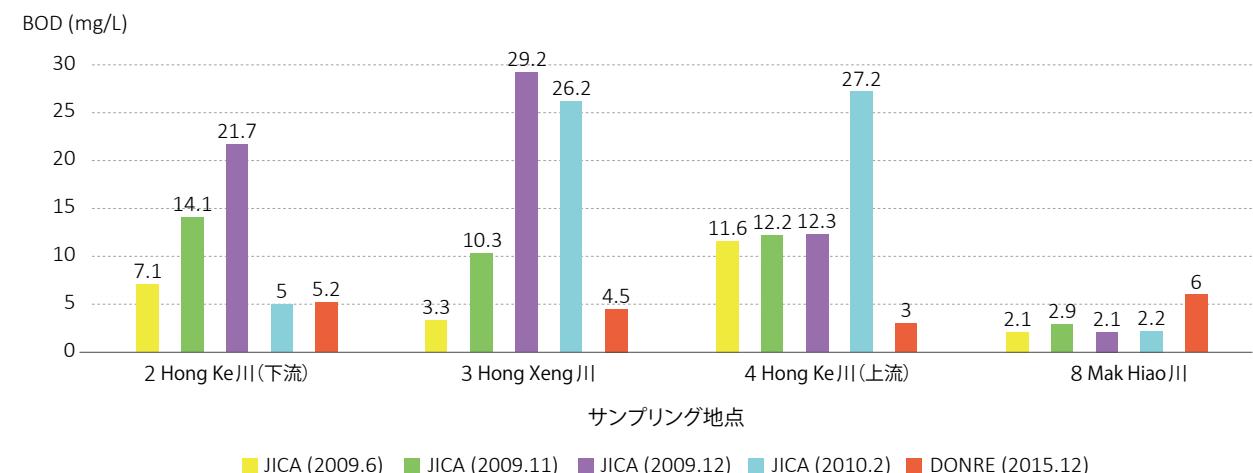


図2.6.2 4主要河川の水質のBOD値の比較調査結果

(出典: MONRE 2019)

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
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

ラオスでは、世界銀行の支援を受けて、ラオス主要11河川の水質分析を行っており、その結果が表2.6.3である。この結果からわかるように、ビエンチャン周辺の河川では、鉱業など的人為的活動の影響を受けて、塩化物、硫酸塩、

電気伝導度、アルカリ度などの水質パラメータが相対的に高くなっていることがわかる。さらに、農業活動からの流出水や不適切な下水管理も水質悪化の要因となっている。

表2.6.3 モニタリング対象河川における水質

	Vientiane CT	Vientiane PV	Savannakhet	Province		Champasak		Attapue		
				Sekong	Xe Nam Noy	Houay Lam Phan	Xe Kham Por	Xe Nam Noy	Xekong	Xe su
River	Namguem	Namguem	Xe Champone	0.03 m	0.03 m	0.03 m	0.03 m	0.03 m	0.03 m	0.03 m
Depth	0.12 m	0.2 m	0.03 m	0.03 m	0.03 m	0.03 m	0.03 m	0.03 m	0.03 m	0.03 m
TEMP. (°C)	25.8	25.7	28.2	28.5	26.3	28.7	25.9	28.4	26	
pH	7.67	7.7	7.12	7.73	7.5	6.89	7.25	7.3	7.68	
TSS (mg/L)	12.83	1.5	0.88	2.56	4.66	1.8	3.75	14.83	65.66	
TDS (mg/L)	116	109	157	76	25	44	25	55	78	
EC (μS/cm)	115.8	109.1	156	75.2	24.8	44	25	54.7	78	
Ca (mg/L)	30.02	29.36	8.12	10.02	2.3	6.16	12.88	7.21	8.4	
Mg (mg/L)	2.82	4.22	1.74	1.15	1.42	1.9	0.18	1.58	1.69	
Na (mg/L)	1.84	1.66	5.82	0.4	0.94	1.04	1.22	1.32	2.7	
K (mg/L)	1.7	1.15	0.82	0.2	0.82	0.05	1.05	0.59	1.28	
ALK (mg/L)	82	68	17.5	29	11	22	28	26	30.2	
Cl (mg/L)	10.95	19.25	15.1	5.25	0.48	0.25	6.25	0.25	0.25	
SO ₄ (mg/L)	5.73	6.92	4.93	2.23	5.19	4.93	4.8	5.73	9.84	
NO ₃ (mg/L)	0.03	0.01	0.04	0.1	0.06	0.05	0.2	0.07	0.09	
NH ₄ (mg/L)	0.02	0.01	0.04	0.02	0.06	0.16	0.01	0.03	0.14	
TN (mg/L)	0.28	0.35	0.39	0.25	0.38	0.29	0.27	0.19	0.24	
PO ₄ (mg/L)	0.01	0.02	0.01	0.04	0.03	0.06	0.06	0.05	0.04	
TP (mg/L)	0.09	0.08	0.04	0.05	0.08	0.09	0.09	0.1	0.15	
DO (mg/L)	7.36	7.27	7.18	7.77	8.24	6.85	8.31	7.62	8.02	

(出典: MONRE 2019)

3.2 湖沼及び貯水池

一年中干上がることがない池や沼地、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、通常は浅く、その大きさが年間を通してかなり変動するが、多くの種類の水生植物、軟体動物、甲殻類、両生類、爬虫類の生息地となっている。現在、湖沼や貯水池の水環境に関するデータは、プロジェクト単位でしか入手できない。例えば、2006年から2011年にかけて、水力発電開発プロジェクト

の一環としてNam Ngumダム(第1、第2)の貯水池で水質モニタリングが実施されたが、9地点におけるモニタリングの結果(モニタリング地点については図2.6.5参照)、複数の地点で溶存酸素濃度(DO)のレベル(基準値は6 mg/L以上)の減少傾向がみられた(図2.6.3)。2009年には、一部の観測地点における全リン濃度も、国の基準値(0.05 mg/L)を大きく上回った(図2.6.4)。肥料や洗剤が汚染源のひとつであると考えられている(Komany 2011)。

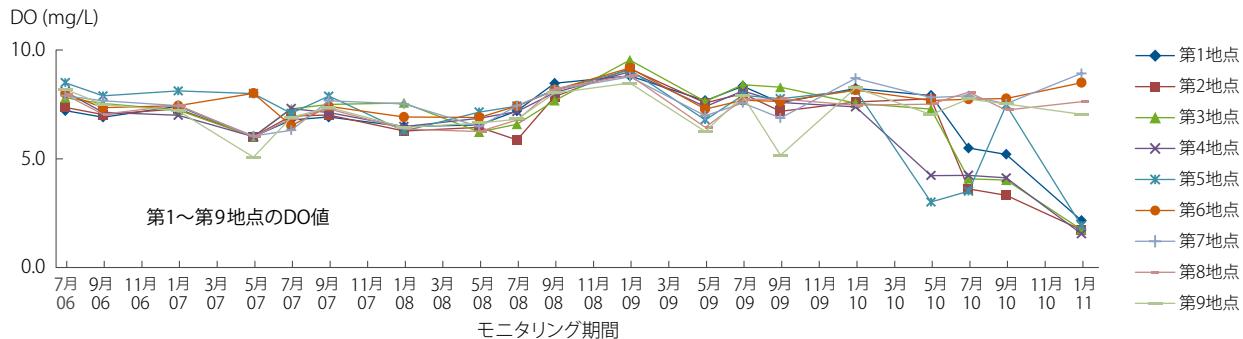


図 2.6.3 Nam Ngum ダムのモニタリング地点におけるDO濃度の推移

(出典: Komany 2011)

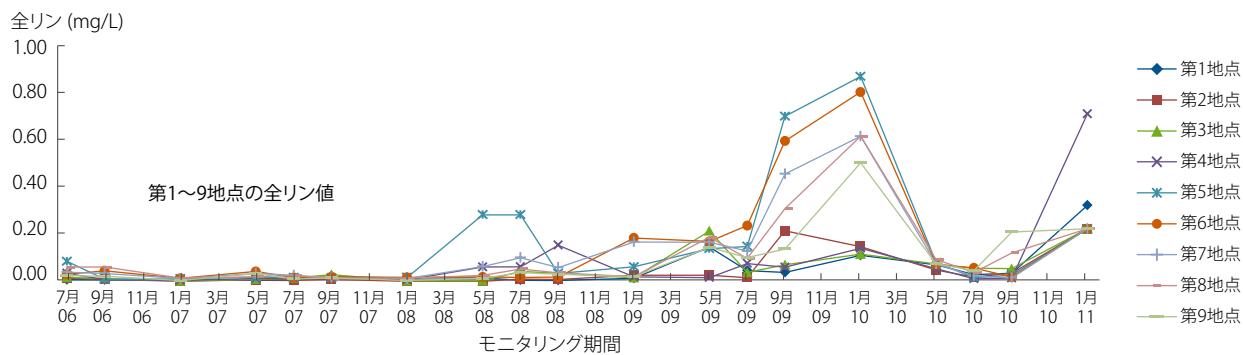
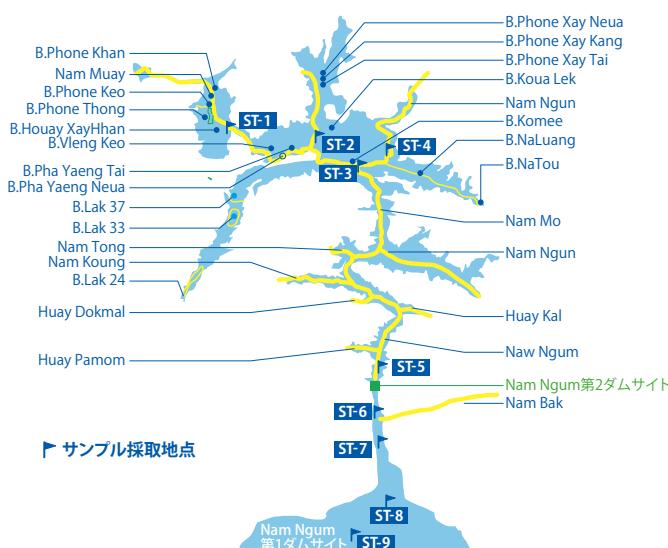


図 2.6.4 Nam Ngum ダムのモニタリング地点における全リン濃度の推移

(出典: Komany 2011)

図 2.6.5 Nam Ngum ダムの水質モニタリング地点
(出典: Komany 2011)

3.3 地下水

ラオスでは、地下水資源の資源賦存量、用途、その水質といったデータが非常に乏しい。表流水が豊富で十分に供給されているため、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みなされている(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ある。地下水は、総生産水量の5%程度

(湧水を含めると約20%)であるものの、都市部の水源としても利用されている(Chanthavong 2011)。ラオス社会指標調査(MoH and LSB 2012)によると、ラオスでは、約32%の世帯が地下水や湧水を飲料目的に利用している。水質については、中国との国境付近(MRC 2010)やAttapeu県でヒ素による汚染が確認されている(MoH and LSB 2012)。

4 | 排水処理状況

排水と主な汚染物質

生活排水、産業排水ともに様々な汚染物質が排出されている。生活排水にはCOD、栄養塩、糞便性大腸菌などが多く含まれており、表流水汚染の最大の原因となっている。農業排水には、主に肥料や農薬の過剰使用による栄養塩が含まれており、非点源汚染源となっている。産業排水には、使用される原材料、加工方法、最終生産形態などに応じて、多種多様な汚染物質が含まれている。一般的には、様々な重金属、油脂等が含まれている。

生活排水

ラオス政府は、これらの増加する生活排水由来の汚染物質に対応するために、分散型排水処理(DEWAT)システム

の整備を推進している。表2.6.4は、国内各地のDEWATシステムへの移行状況を示しており、その容量が大幅に増加していることを示している。2017年現在、同国では総容量464.8 m³/日のDEWATシステムが機能している(MONRE 2019)。

表2.6.4 分散型排水処理システムの状況

No	年	場所	処理容量 (m ³ /日)	使用者数
1	2009	Vientiane Capital	10	125
2	2010	Vientiane Capital	11.2	146
3	2010	Vientiane Capital	7	116
4	2011	Louanphabang Province	15	208
5	2011	Khammoan Provive	70	700
6	2011	Khammoan provive	30	300
7	2012	Vientiane Capital	26	455
8	2013	Vientiane Province	3	66
9	2014	Attapeu province	14	163
10	2014	Attapeu province	14	235
11	2014	Vientiane procince	160	1,600
12	2014	Champasak Province	15	300
13	2015	Champasak Province	8	150
14	2015	Vientiane Capital	6.4	80
15	2015	Vientiane Capital	1.5	50
16	2015	Houaphan province	14	161
17	2015	Louanphabang Province	10	500
18	2015	Vientiane Capital	10.2	-
19	2016	Xekong Province	35	50 bed
20	2016	Bokeo Province	1	220
21	2017	Louanphabang province	5	-
合計			464.8 m ³ /日	

産業排水

ラオスのほとんどの企業や工場では、産業排水を池や河川などの表流水域に直接排水しており、その大半において未処理の排水から地下水域への様々な汚染物質の浸透を防ぐための措置がなされていない。なお、ラオスの小規模工場には産業排水処理用の池があるところもあり、大規模産業の中には、Beer Lao社、Coca-Cola社、Sun Paper社などのように、嫌気性処理・好気性処理双方の処理装置を備えた独自の排水処理場を有しているところもある(MONRE 2019)。

5 | 水環境管理の枠組み

5.1 法制度

2018年に改正された環境保護法(Environment Protection Law 2018: EPL-2018)は、ラオスの環境法制の基盤となるものである。環境の保全、緩和、回復のための措置、環境管理とモニタリングのためのガイドラインなどについて規定され、自然、人の健康、豊かな資源の保護と持続可能な開発のプロセスを促進することを目的とするものとなっている。EPL-2018の下、天然資源環境省は、環境管理に関する規則や規制の策定、汚染防止技術や科学に関する研究開発の実施、総合的な管理と公害防止のためのさまざまな関連他省庁・機関との調整を担当している(EPL 2018)。

EPL-2018は、天然資源環境省に、その管轄内で規制されている点汚染源を検査し、その点汚染源に対して行政処分等を行う監視・執行権限を付与している。改正前のEPL-2012は、産業汚染源に関する天然資源環境省やPCD(汚染管理局(現PCDM(汚染管理監視局)))などへの執行権限の付与については実効性に欠けるものであった(EPL 2018)。その代わりとして、産業商業省(MOIC)によって施行された2013年12月27日付産業加工法(IPL)改正第026/NA号では、産業商業省は、工場等に対し、操業許可の一部として排水・排ガス基準を課したり、工場への自己モニタリングを課しその結果の提出を求めたり、また、検査の実施、サンプルの採取、工場の操業停止等の行政指導や罰則を科すこともできることとされる(EPL 2018)。法が重複しているため、ラオスにおける環境遵守と汚染源への措置の執行に責任を負う省庁は複数にまたがるものとなっている(EPL 2018)。

1996年に公布された水及び水資源法は、水の管理・利用・開発に関する原則を定めたものである。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。しかし、水供給と排水(上下水道)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)が世界銀行の支援を受けて新たに水道法を策定し、2009年11月に国民議会で承認された。しかし、その条項の多くが水供給サービス(水道事業)に重点を置いた規定であったため、公衆衛生や下水処理に係る規定が抜けており、別途政令で追加されることとなった。こうした変化を反映するため、アジア開発銀行(ADB)の支援を受けて、水及び水資源法の改正作業が進められた。

改正水及び水資源法は、2017年に国会で採択された。この改正は、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。改正案には、排水許可、湿地・水資源の保全、地下水管理、貯水池管理など、水の権利と利用に関する新たな規定が追加された。さらに、同法では、大規模・中規模・小規模の水利用についての規定や、水力発電や灌漑利用に関する規定を盛り込んでいる。

また、同法は、全国の河川流域管理・開発計画について、天然資源環境省に強い権限を与えており、水資源に依存して生計を立てている人々の基本的なニーズや生態系の持続性を満たすために、すべての水資源に対して流量の下限値を定めることとした(Phonvisai 2017)。

他にも、図2.6.6に示すように、水環境管理については、森林法や鉱山法などの法律が関連している。

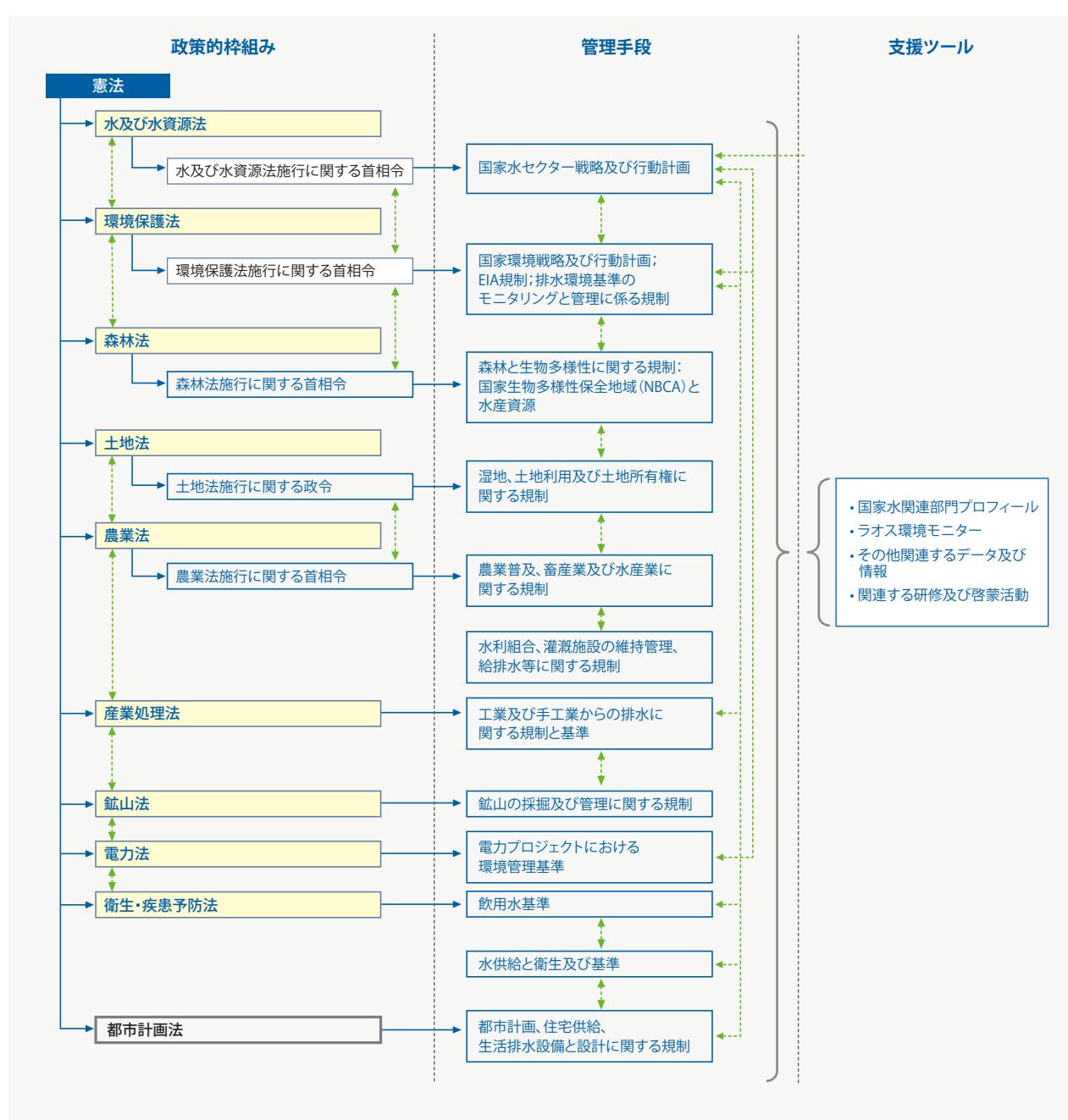


図2.6.6 ラオスにおける水環境管理に係る法制度

(出典: MoEJ 2009)

カンボジア | 中國 | インドネシア | 日本 | 韓国 | ラオス人民民主共和国 | 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

5.2 組織体制

2019年12月の首相令第451号により、天然資源環境省の機能と責務はより広範なものとなった。天然資源環境省は、国土や水資源などの国の自然資源の保全、環境の保護やその回復などを幅広く所管する。同省汚染管理監視局(Department of Pollution Control and Monitoring(DPCM))は、水質汚濁管理の方針と計画、環境管理計画の汚染の側面、水質汚濁の削減と除去のための行動計画、緊急時対応計画を担当している。また、汚染水域の管理、問題解決、回復、及び基準の実施や是正措置の勧告、モニタリング手法の開発等により水質汚染による環境被害を評価し、各種調整を行っている。また、ラオスの公害報告書の水質汚濁セクションの作成、水質汚濁防止のためのシステムや基準、手法の開発なども担当している。

5.3 水質環境基準

水質環境基準

DPCM(汚染管理監視局)は、先進国や国際機関が設定した基準と比較するなど国家環境基準の改正に取り組み、2009年12月7日に改訂国家環境基準を発布した。その後、人の健康と環境保全を目的とした、大気、騒音、土壤、廃棄物の管理及び評価基準が施行された(2017年2月21日首相令第81号)。飲料水水質基準は表2.6.5に、表流水の水質環境基準は、表2.6.6に示すとおりである。

水質モニタリングの枠組み

ラオスでは、都市部では表流水が主な水供給源となっている。農村部や低地では地下水の利用が多く、特に中央部と南部ではその割合が高くなっている。北部と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、泉(地下水)からの水も利用されているが、僻地で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年)によると、水質は概ね良好とされているが、都市部の河川や支流では、未処理の排水や廃棄物が増加しているため、水質の悪化が見られるとしている。鉱業や水力発電は、特に沈殿物の堆積が発生するため、水質に悪影響を与えていている。また、農業では、化学肥料や農薬が流域に流入し、富栄養化や有毒化学物質が問題となる可能性がある。水質汚濁物質としてごみやちり、油脂分は、タイヤのゴムや車両の金属ちり、ガラス片、プラスチック片などが原因となっている。都市の排水管は、

表2.6.5 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 ₃	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
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 ₄ ²⁻	250	mg/L
硫化水素	H ₂ S	0.1	mg/L
塩化ナトリウム	NaCl	320	mg/L
塩化物	Cl ⁻	250	mg/L
フッ化物	F ⁻	1.0	mg/L
硝酸塩	NO ₃ ⁻	45	mg/L
アルキルベンゼンスルホン酸塩	C ₁₈ H ₂₉ NaO ₃ S	1.0	mg/L
フェノール合成物	C ₆ H ₆ 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 ⁶⁺	0.05	mg/L
シアソ化物	CN ⁻	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 ₂	>0.2	mg/L
一般性菌数(SPC法)	-	500	コロニー/cm ³
大腸菌群	-	-	MPN/100 cm ³
大腸菌	-	-	MPN/100 cm ³

表2.6.6 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	t°C	-	-	-	-	-	°C	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	>1,000	>2,000	> 4,000	>4,000	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	ガラス纖維ろ過
リン酸塩	PO ₄	<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 ₄ +	>0.5	>1.5	>3	>4	<4	mg/L	ケルダール法
硝酸性窒素	NO ₃ -N	-	5.0	-	-	mg/L	カドミウム還元	
アンモニア性窒素	NH ₃ -N	-	0.5	-	-	mg/L	蒸留ネスラー法	
フェノール	C ₆ H ₅ OH	-	0.005	-	-	mg/L	蒸留、4-アミノアンチピリン	
銅	Cu	-	1.5	-	-	mg/L		
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	AA直接吸引	
カドミウム	Cd	-	0.003	-	-	mg/L		
六価クロム	Cr ⁶⁺	-	0.05	-	-	mg/L		
鉛	Pb	-	0.01	-	-	mg/L		
水銀	Hg	-	0.001	-	-	mg/L	AA冷却蒸発	
ヒ素	As	-	0.01	-	-	mg/L	AA直接吸引、ICP	
シアノ	CN ⁻	-	0.07	-	-	mg/L	ピリジン・パラビツル酸	
放射性物質	Radioactive	-	-	-	-	-		
	- α - β	-	0.1 1.0	-	-	ベクレル/L		
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		
α - 六塩化ベンゼン	α-BHC (C ₆ H ₅ Cl ₆)	-	0.02	-	-	μg/L	ガスクロマトグラフィ	
ジエルドリン	C ₁₂ H ₈ Cl ₆ O	-	0.1	-	-	μg/L		
アルドリン	C ₁₂ H ₈ Cl ₆	-	0.1	-	-	μg/L		
ヘプタクロル及び ヘプタクロル・エポキシド	C ₁₀ H ₅ Cl ₇ C ₁₀ H ₅ Cl ₇ O	-	0.2	-	-	μg/L		

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

マレーシア

ミャンマー
ネパール

スリランカ

タイ

ベトナム

産業排水の下水道としても利用されているが、腐敗槽からの浸出や逆流なども生じている。

図2.6.7にラオスの表流水水質ネットワークの概要を示す。ラオス内には、18県で30以上の水質項目を分析する施設を持つ93のモニタリング地点がある。



図2.6.7 ラオスにおける表流水水質モニタリングのネットワーク

5.4 排水基準

排水基準

ラオスでは、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おり、そのデータは、人の健康と水生生物の保全のため、メコン河委員会（MRC）水質ガイドラインに照らして評価される。

平均化学的酸素要求量（COD）の濃度は、ビエンチャンでは約1.4 mg/Lであったのに対し、チャンパサック（Champasack）では2.7 mg/Lであった。メコン河の3つの観測地点（Nam Nguem, Nam Xebang Fai, Nam Xe Done）のCOD濃度は、MRC水質ガイドラインの基準である5mg/Lをわずかに超えていた。pH値については、Luang Prabangでは9.9を記録したが、メコン河沿いの他の地域のpH値は、水質ガイドライン（pH値6~9）の範囲内であった。最も低いpH値はビエンチャンのモニタリング地点（pH=6.2）であった。溶存酸素量（DO）は、MRC水質モニタリングネットワークが定期的にモニタリングしている主要な水質監視項目のひとつであり、良好な水質を維持するために重要である。MRCガイドラインでは、人の健康（6 mg/L以上）と水生生物（5 mg/L以上）の保護のための目標値を設定している。

トワークが定期的にモニタリングしている主要な水質監視項目のひとつであり、良好な水質を維持するために重要である。MRCガイドラインでは、人の健康（6 mg/L以上）と水生生物（5 mg/L以上）の保護のための目標値を設定している。

ラオス国内の河川の水質は一般的に良好であると考えられているが、農村部の主要な水源として利用されているにもかかわらず、地下水の水質に関するデータはほとんどない。フッ化物、農薬、肥料による硝酸塩、その他の化学汚染物質の影響に関する包括的なモニタリングは実施されていない。

都市部の排水基準は、ホテル、宿舎、病院などの建物については部屋数と排水量に応じて、また、住宅、寺院、学校、事務所、市場、レストラン等の建物については、床面積に応じて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条及び第32条により、国家環境基準の対象となっている事項は以下の通りである。

1. 地下水の水質
2. 飲料水の水質
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. 洗車場や給油場からの排水

排水検査手続き

工業・手工業省（現工業・商業省）が2005年に発布した産業処理工場からの排水に関する規則によると、すべての工場は、排水処理装置と水質サンプルのモニタリング・分析に必要な設備を設置することが義務付けられている。また、排水を定期的にモニタリング・分析し、同省産業局長または各県産業部長に報告書を提出することが求められている。同局は必要があれば職員を工場の環境監査官として派遣することができ、工場内のすべての区域への立ち入り、公共用水域に排出された排水の検査、観察、測定、サンプル採取、モニタリングを行うことが認められている。

違反に対する措置

ラオスでは、排水の水質管理に違反した場合、司法的または非司法的な措置がとられることになる。産業局によって違反が発見された場合、排水許可が一時停止され、改善と規定の遵守が確認されるまで、産業局長により排水の一時停止または中止処分を命じられる。違反に対する罰則は、次のとおり定められている。(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倍の罰金及びその他の関連法規に違反した場合の罰金。

汚染管理監視局では、環境基準のモニタリングと基準遵守に関する措置、ラオス公害白書の作成を担当しており、全国の大気、騒音レベル、水質、固体廃棄物、有害物質、国内汚染問題に関するデータを提供している。環境基準のモニタリングは、環境の現状や排出の影響等を把握することを目的としている。

6 | 水環境管理に係る最近の動き

水環境管理に係る課題については、既存の規制の政策的な変更や新しい政策が導入されている。主なものは以下の通りである。

- 水及び水資源改正法：2017年
- 国家環境基準：2017年
- 2030年に向けた天然資源・環境セクタービジョンと10カ年戦略（2016–2025）、天然資源・環境セクター5カ年行動計画（2016–2020）：2015年9月22日発布
- 環境影響評価政令（首相令第112号）：2010年
- 産業廃棄物処理管理規則（2012年）、産業排水排出規則（2005年）
- 農村部における給水及び衛生に関する国家戦略2019–2030（第0947号/MoH）：2019年

7 | 現在及び今後の課題

ラオスの水質は全国的には概ね良好な状態であるが、近年、主要都市部では水質が悪化している。前述の通り、

首都ビエンチャンを含む都市部では、総合的な下水道システムや排水の収集・処理・処分システムが整備されていない。都市の成長に伴う未処理排水の流入量の増加により、近い将来、都市河川の水質がさらに悪化する可能性がある。

ラオスにおける水環境ガバナンスの課題は、以下のようにまとめることができる。

a. 政策と立法

- 国の計画についての政策の枠組みの策定、監視、実施の欠如
- 排水の汚染を抑制する現場の法律を実施するための厳格な規制の欠如
- 公害防止のための罰則の欠如

b. 制度的枠組み

- 権限がないことによる深刻なコンプライアンスの欠如→大きな公害問題へ発展の可能性
- モニタリングと実施を支援するための技術的スキルの欠如と人的資源の不足
- 中央・地方自治体や関係機関の間での汚染防止のための協力や調整の欠如

c. 経済的な支援

- 環境に放出された汚染物質については、具体的な法規が施行されていないことによる財政的な回収費用の不足
- 国の年間予算の不足

上記の課題への対応策

ラオスでは、上記のような水環境に関する課題を解決するための政策を模索している。

1. 技術先進国との連携による水環境監視・ガバナンスのキーパーソンとなる政府の技術担当者の能力開発
2. ラオスの水環境改善のためのドナー機関からの資金・技術支援
3. ラオスにおける排水処理プラントのパイロットプロジェクト／プログラムの実施
4. 排水管理に関する技術指針・法整備とその徹底

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
—
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

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 ²)	328,550 (2018)*
総人口(人)	3,252万3,000 (2019)**
名目GDP(米ドル)	3,647億(2019)***
一人当たり名目GDP(米ドル)	11,415 (2019)***
平均降水量(mm/年)	2,420 (2018)****
水資源量(km ³)	580 (2017)*
年間水使用量(10億m ³)	6.707 (2017)
セクター別 年間水使用率	農業用水 29.9% (2017) 工業用水 24.5% (2017) 都市用水(生活用水を含む)

(出典: FAO 2020、* World atlas 2018、** DOSM 2020、*** World Bank 2020、**** World weather online 2018)



図2.7.1 クアラルンプールのチチワンサ湖

2 | 水資源の現状

マレーシアは降水量が多く、水資源に恵まれた国である。2016年には、クッ钦ング(Kuching)観測点において、前年より877.5 mm多い5,423.0 mmの過去最高値を記録した。一方、テメロー(Temerloh)観測点では、最も少ない年間降雨量1,397.8 mmを記録した(DOSM 2017)。体積にすると、9,728億m³に相当する。このうち、4,957億m³が地表に流出し、640億m³が地下水に流れ込み、残りは大気中に蒸発する(ASM 2014)。マレーシアの気候は、5月下旬から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といった2つのモンスーン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大雨をもたらすが、南西モンスーン時には通常比較的乾燥した天候となる(MoSTI 2010)。河川、湖沼、湿地帯、貯水池などからの表流水は国内の主要な水供給源となっており、生活用水、工業用水、農業用水の98%を担っている。残りの2%は地下水からまかなわれている。河川からの取水される水の約80%は灌漑用水に使用されている。生活用水及び工業用水の表流水からの取水割合は、将来的に増加すると予想されている。上水道は国内のほぼ全域を網羅しているが、物理的または地理的原因により供給が困難な孤立した場所では、井戸や地方給水システムが提供されている。

ASM (2014)によると、現在の水の使用量は約125億m³/年であり、これは、利用可能な流出水の3%未満である。しかし、人口の急増と産業の成長により、水の使用量は毎年約5%の割合で増加し、2020年には約304億m³/年、2040年には約608億m³/年、2060年には約1,216億m³/年になると予測されている。現在の水の最大の消費用途は灌漑だが、生活用水及び工業用水の需要が灌漑用の水利用量を超えることが予想されている。

3 | 水環境の状況

3.1 河川

マレーシアでは、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している。河川の水質を評価するために、2010年から2018年にかけて、638の河川から、合計8,118のサンプル(手動観測地点:1,353、環境・ベースライン地点:1,252、上流特定取水口地点:55、「生命の川(River of life)」プロジェクトにおける観測地点:35)が採取されている。河川の水質インデックスは、6つの水質指標(溶存酸素(DO)、生物化学的酸素要求量(BOD)、化学的酸素要求量(COD)、アンモニア性窒素(NH₃-N)、浮遊物質(SS)、pH)を元に算出され(DOE 2018)、その結果に基づき、「良好」、「若干の汚濁」、「汚濁」の3つのカテゴリーに分類される。その結果、図2.7.2は、2008年から2018年に

かけての河川水質の経年変化を示しているが、2018年には、357本の河川（56%）が「良好」、231本の河川（36%）が「若干の汚濁」、50本の河川（8%）が「汚濁」に分類されている（DoE 2018）。図2.7.3および図2.7.4は、2008年から2018年にかけての、それぞれBODおよびアンモニア性窒素（NH₃-N）の2種類のサブインデックスに基づく河川水質の経年変化を示している。図2.7.3によると、河川のBODは2008年から2017年にかけて悪化傾向にあったが、厳格な水質規制や清浄化への努力により2018年には回復の兆しが見られた。すなわち、2017年については、477の河川のうち、「良好」に該当する河川はなく、141の河川（29.6%）が「若干の汚濁」、残りの336の河川（70.4%）が「汚濁」となっていたが、2018年には110河川（17.2%）が「良好」、271河川（42.5%）が「若干の汚濁」、257河川（40.3%）が「汚濁」に分類されている。アンモニア性窒素については、図2.7.4に示すように、2018年には調査対象河川の総数が増えたため、図中に示す割合は小さくなっているものの、「良好」に該当する河川の数は増加していることがわかる。図2.7.5には浮遊物質の推移が示されている。これによれば、2008年から2015年までは水質が改善していたが、2016年と2017年は悪化傾向を示していることがわかる。しかし、

2018年については、モニタリング対象に河川が追加されたが、水質は改善していることがわかる。重金属については、水銀（Hg）、ヒ素（As）、カドミウム（Cd）、クロム（Cr）、鉛（Pb）、亜鉛（Zn）について分析がなされている。その結果、どのサンプルも、Cd、Pb、Znについては、水質基準のII類型を満たしていた。そのほか、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）。

マレーシアでは、河川の水質を改善し維持するために多くの投資と努力が行われているにもかかわらず、河川の汚染はいまだに大きな問題となっている。点源と非点源の両方が水質汚濁に大きく影響しており、モニタリング結果から、BOD、NH₃-N、SSの値が高いことが分かった。BODが高いのは、農業を基盤とした産業（アグロインダストリー）や製造業からの排水の処理が不十分なことが原因である。一方、アンモニア性窒素の主な汚染源は畜産業及び生活排水、浮遊物質の主な発生源は不適切な土木工事や森林伐採であると推測される。今後、医薬品やパーソナルケア製品の過剰使用に起因する微小汚染物質や新種の汚染物質（NEPs）の増加により、水質管理がさらに困難になると予想される。

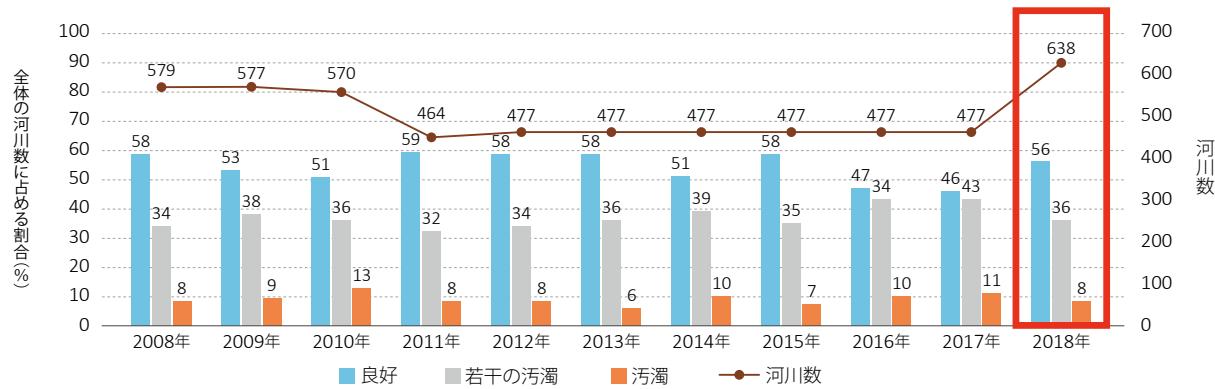


図2.7.2 マレーシアの河川の水質の推移（2008年～2018年）

(出典: DOE 2018)

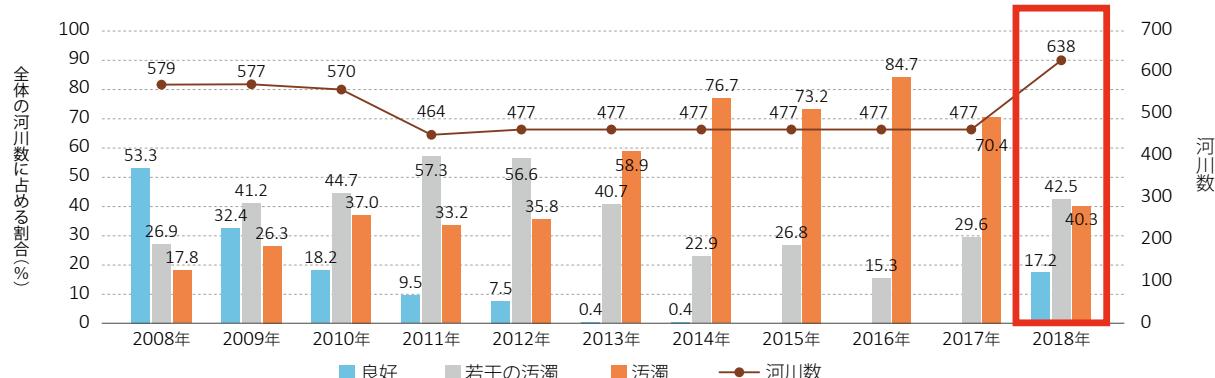


図2.7.3 BODサブインデックスに基づくマレーシアの河川水質の推移（2008～2018年）

(出典: DOE 2018)

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
— 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

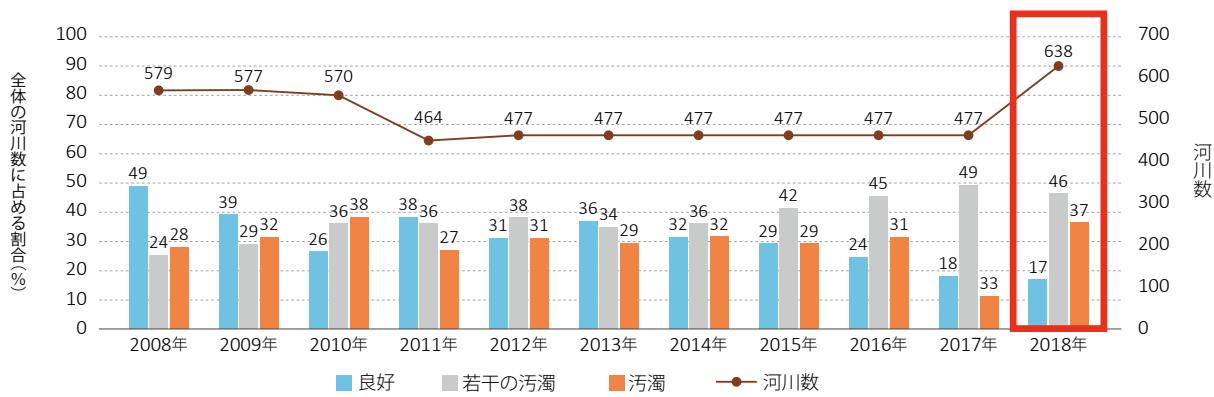


図2.7.4 アンモニア性窒素サブインデックスに基づくマレーシアの河川水質の推移(2008年～2018年) (出典: DOE 2018)

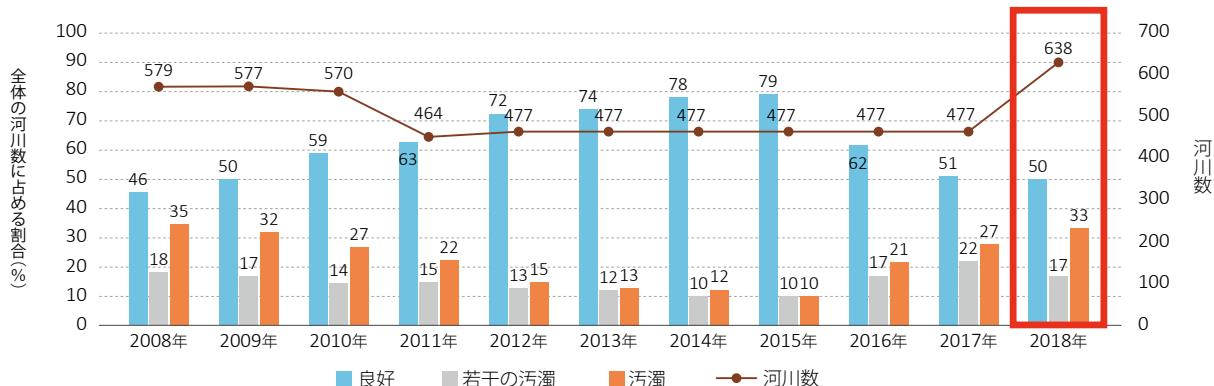


図2.7.5 浮遊物質サブインデックスに基づくマレーシアの河川水質の推移(2008年～2018年) (出典: DOE 2018)

3.2 湖沼及び貯水池

湖沼及び貯水池は、所有者や運営者も含め異なる機関によって管理されているため、環境局(DOE)による包括的な水質モニタリングは実施されておらず、いずれの水域についても水質インベントリは存在しない。しかし、環境・水資源管理研究所(Institute of Environment and Water Resource Management)とマレーシア工科大学(Teknologi Malaysia)の調査によると、調査対象とした湖沼や貯水池の62%で富栄養化が確認された(Sharifuddin 2011)。

3.3 沿岸水域

2015年に、151カ所の沿岸部、76カ所の河口、90カ所の島嶼でモニタリングが行われ、それぞれのモニタリング地点から590、401、353のサンプルが採取され、海洋水質インデックス(MWQI)に基づいて分析された。インデックスは、溶存酸素(DO)、硝酸塩(NO_3^-)、リン酸塩(PO_4^{3-})、アンモニア(NH_3)、糞便性大腸菌、油脂類、全浮遊物質(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、海洋の水質は、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」と確認された。2013年から2015年までの海洋水質インデックス(MWQI)の経年変化は図2.7.6に示すとおりである。2015年は、2014年に比べ、良好、普通、汚濁と判断された地点数が増加したのに対し、清廉と判断された地点数は減少していることがわかる。

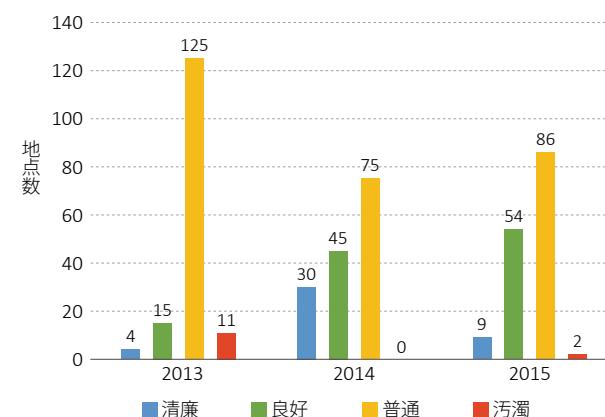


図2.7.6 沿岸水域の海洋水質インデックスの推移(2013年～2015年) (出典: DOE 2015)

3.4 地下水

ASM (2014) によると、地下水資源は、比較的高い揚水コストのため現在も十分に利用されておらず、その利用はケランタン (Kelantan) 州に集中している。サラワク (Sarawak) 州では、中央施設からのパイプ敷設の費用対効果の低さから、主に沿岸部の集落で地下水が利用されている。また、多くの小さな島嶼部では、地下水が重要な給水源となっており、表流水や雨水と組み合わせて利用されている。

地下水の水質は、保健省が策定した「全国飲料水水質ガイドライン (NGDWQ) 2000年版 (2000年12月改訂)」により評価されている。2015年には、105の井戸から390のサンプルが採取され、揮発性有機化合物 (VOC)、農薬、重金属、陰イオン、微生物 (大腸菌群)、フェノール類、硬度、総溶解固体物 (TDS)、pH、温度、導電率、溶存酸素 (DO)について分析された。結果は、ヒ素 (As)、鉄 (Fe)、マンガン (Mn)、大腸菌群、フェノールを除き、すべての採取地点で、NGDWQ 値の基準の範囲内であることがわかった。

4 | 排水処理状況

排水と主な汚染物質

水域の主要汚濁物質 (BOD、SS、アンモニア性窒素) については、DOE (2018) が報告しているように、その汚濁発生源は、主に、製造業、アグロインダストリー、生鮮市場、下水処理場、養豚場の5つのカテゴリーに分けることができる。これらの汚濁物質の一日の排出量を見ると、表2.7.2に示されているように、浮遊物質を除く主要な汚濁物質の大部分について、発生源は高い方から、下水処理場、養豚場、アグロインダストリー、製造業、生鮮市場となっている。

表2.7.2 主要汚濁物質のセクター別負荷の概要

汚濁源の種類	BOD (トン/日)	SS (トン/日)	NH ₃ -N (トン/日)
製造業	55	35	5
アグロインダストリー	133	39	11
生鮮市場	6	8	0.3
下水処理場	242	303	162
養豚場	217	450	27

(出典: DOE 2018)

排水処理の設備・状況

マレーシアにおける排水管理及び汚泥回収・処理は、専門機関であるインダ・ウォーター共同事業体 (IWK) が行っている。IWKは、様々な大きさや種類の下水処理システムを段階的に引き継ぎ、その運営及び維持管理を改善してきた。1994年から2008年までに、8,800以上の下水道が公営化され、IWKの管理下に置かれるようになった。しかし、3,000以上の下水道施設が依然として所有者の直接管理下に置かれたままであり、民間の下水道施設として分類されている。IWKは、年平均、300以上の処理施設と1,000 km以上の下水道排管網を管理している。しかしながら、大規模な下水道施設がない地域では、民間事業者が小規模な下水道を建設し続けている。

IWKは、公共施設の所有者ではないが、公共施設を運営・維持管理しているため、下水道料金の徴収権を有していた。しかし、個人・企業向けに導入した料金体系は、その後、市民からの苦情を受け、3回の料金引き下げ (JSC 2011) を実施した結果、事業費を賄うことができず、料金の徴収が困難となり、財政難に陥った。債務超過が下水道事業に影響を与えることを避けるために、IWKは2000年に政府の管理下に置かれ、それ以来、財務省の下で政府が出資・管理する民間企業として運営されてきた。その後、下水道工事を管理する実施機関の役割はマレーシ亞下水道事業局 (SSD) に移管され、下水道事業管理機関としての役割を補完している。

2006年にマレーシ亞議会は、それまでの下水道事業法に代わる水道事業法 (WSIA) を可決した。従来の法律においては、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かった。新たな法律では、上水道と下水道の双方について一体的に定められており、料金滞納者には水道供給を停止することもできるようになり、上下水道の全体的な管理が可能となっている。また、下水道事業局の役割を強化し、新たな規制機関であるSPAN (Suruhanjaya Perkhidmatan Air Negara (国家水事業委員会)) が設置された。

下水道事業局は事業実施機関となり、下水道や下水処理場の新たな建設や施設改善計画を策定することになった。SPANは、IWKと同様に下水道事業の監視・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、環境省の定める排水基準に合致していることを確認及び指導する。事業者は、SPANの規制に従うことが義務付けられている。

IWKによれば、2018年における同社のサービス提供地域は88,741 km²、6,745力所の排水処理施設、1,188力所のポンプ施設、19,134 kmの下水道ネットワークを運営・維持管理し、人口換算にして約2,500万人の生活を支えている。

また、表2.7.3に、マレーシアにおける排水処理施設の整備状況を示す。SPANの統計によれば、公営・民営併せて10,773の下水処理場が設置されている一方、個別の腐敗槽等による下水処理施設も依然として相当数残されており、1,200万人以上がそうした施設を未だに利用していることになる。

表2.7.3 生活排水処理施設の整備状況（2018年）

排水処理設備	数	人口換算（PE）
公営排水処理場（a+b）	6,932	26,128,858
a. 多地点下水処理場	6,830	17,513,195
b. 地域下水処理場	102	8,615,663
民営排水処理場	3,841	4,010,610
共用腐敗槽	4,231	515,527
個別腐敗槽	1,357,553	6,998,919
水洗式汲み取りトイレ	1,185,032	5,925,160

（出典：SPAN 2018）

5 | 水環境管理の枠組み

5.1 法制度

マレーシアの水質環境管理を含む環境管理の最終的な目標は、国民の生活水準を向上させ、持続可能な生活の質を確保することである。2002年に承認された環境に関する国家政策では、「国家は、マレーシアの継続的な経済的、社会的、文化的発展とマレーシア国民の生活の質の向上を図るため、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。(MoSTE 2002)。この方針に沿って、国の方針では、経済と環境を統合するための8つの原則、すなわち、環境の管理、自然の生命力と多様性の保全、環境の質の継続的改善、天然資源の持続可能な利用、統合的な意思決定、民間部門のコミットメントと説明責任の役割、国際社会への積極的な参加を定めた。

1974年環境法（EQA）(2012年改正)は、汚染の防止、軽減、管理及び環境の改善を目的とする。同法に基づき、環境大臣は、環境審議会との協議のうえ、水質環境基準及び排出基準を設定するための規則を策定し、また、陸水域への排出源に対する最大許容量を公共の又は特定の水域

について定めることができる。

本法律は何度か改正が行われており、また、同法の下に置かれる水環境に関する規律としては、例えば、以下のものがある。

- 環境法規則（粗パーム油）(1977年)
- 環境法規則（天然ゴム）(1978年)
- 環境法規則（予定廃棄物）(2005年)
- 環境法規則（下水道）(2009年)
- 環境法規則（廃棄物の移動及び埋立地からの汚染の規制）(2009年)
- 環境法規則（工業排水）(2009年)
- 環境法命令（環境影響評価）(2015年)

その他の法規制については、図2.7.7に示すとおりである。

ほかにも水環境管理に関する重要な政策があるが、そのうちの一つが国家水資源政策（NWRP）である。NWRPは、2010年から2050年までの期間を対象に、国の水資源をレビューした結果に基づき、今後の水資源分野の方向性を決定することを目的として、2012年3月に策定された。NWRPは、人と自然の双方にとって安全で持続可能な水資源を確保するために、国の水資源管理の明確な方向性と戦略を描いている。

5.2 組織体制

1975年に地方政府・環境省（the Ministry of Local Government and Environment）の下に設立された環境部（Environment Division）は、何回かにわたる省庁再編等を経て、2020年4月より、環境・水省（The Ministry of Environment and Water）のもとに設置された環境局（Department of Environment : DOE）として、水質管理を含む環境保全を所管している。環境・水省は、水資源と水サービスの機能を統合し、国内の水に関するエコシステムの管理を強化し、十分かつ持続可能な水資源と水供給を確保することをその任務としている。また、飲料水の水質については保健省が、水道供給および下水道事業にかかる事業体は国家水資源委員会（National Water Commission）が2008年に施行された水サービス事業法（Water Services Industry Act 2006 (Act 655)）に基づき規制しており、地方自治体は水資源計画及び開発に携わっている。

水質保全		
全般		
<ul style="list-style-type: none"> ◆ 環境法 ◆ 表流水環境基準 ◆ 排水基準 		
特定地域		
<ul style="list-style-type: none"> ◆ Selangor水管理序法(1999) ◆ Kedah水資源法(2007) ◆ サバ環境保全法 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ サバ水資源法(1998) ◆ サラワク天然資源環境条例 	
特定部門		
<p>◆ 半島マレーシア</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 農業 1953年灌漑地区法 1954年排水工事法 2. 林業 1984年国有林野法 3. 河川管理 1920年水域法、1989年改正 Perak河川水利権法 1955年Kelantan河川交通法 Pahang河川航行法(6/49) 4. 土地管理 1965年国土規定 1960年国土保全法 土工事に関する法令 5. 生活給水 上下水道事業法 6. 鉱業 1936年鉱山法 7. 地方及び地域計画 1976年都市・農村計画法 8. 漁業 1963年漁業法 9. その他 1976年地方政府法 1974年街路・排水・建築物法(1994年改正) 地質調査法 1969年省所管法 	<p>◆ サバ州及びサラワク州の状況</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 農業 サバ排水灌漑法(15/1956) 1966年サラワク排水工事条例 2. 林業 1965年サバ森林法 サラワク森林条例(Cap 126) 3. 河川管理 サラワク水域条例 1993年サラワク河川輸送料金条例 4. 土地管理 1930年サバ土地条例 1958年サラワク土地規定 5. 生活給水 上下水道事業法 6. 鉱業 鉱山法(1960年サバ) 鉱山法(1949年サラワク) 7. 地方及び地域計画 サバ都市・農村計画法(Cap 141) サラワク都市・農村計画法(Cap 87) 8. その他 地方自治法、サバ条例(11/1961) サラワク地方自治条例(Cap 117) 	

図2.7.7 水質管理に関する法律一覧

(出典: MOEJ 2009)

カンボジア | 中國 | インドネシア | 日本 | 韓国 | ラオス人民民主共和国 | 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

5.3 水質環境基準

マレーシアの水質環境基準

表流水に適用されるマレーシア国家水質環境基準(NWQS)では、6つの水利用分類に対し72項目の基準値が定められている(表2.7.4)。すべての表流水で特定の水分類の基準を満たすことを目標とするのではなく、現在の水分類よりも高い水分類の基準達成に向けて、段階的に水質を改善していくことが目標とされている。

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)

海洋水質については、7つのサブインデックスからなるマレーシア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水質環境基準は定められていないが、地下水を表流水の代替水源として利用する可能性があることを前提に、地下水の水質モニタリング結果を評価する際の基準として、「全国飲料水水質ガイドライン」が参考されている。

水質モニタリングの枠組み

環境局(DOE)は、1978年から河川の水質状況を把握し、経年変化を確認するための「全国河川水質モニタリングプログラム」を実施し、河川に加え、海洋、地下水のモニタリングを行っている。

河川の水質モニタリング

2018年は、638の河川から8,118の水サンプルが、年間4~12回のサンプリング頻度に基づいて分析が行われた。合計30の水質項目をモニタリングし、6つの主要指標(DO、BOD、COD、NH₃-N、SS、pH)を用いて水質インデックス(WQI)を作成し、評価している。(DOE EQR 2018)。

沿岸水質モニタリング

2018年は、沿岸188地点、河口85地点、島嶼95地点、残りの79地点から選ばれた368の観測地点から合計2,208の水質サンプルが採取され、年6回のサンプリング頻度で分析が行われた。29の水質項目がモニタリングされ、そのうち6つが当該観測地点で、23が実験室で分析された。なお、海洋水質インデックス(MWQI)は、7つの指標(DO、NO₃、PO₄、NH₃、糞便性大腸菌、油脂類、TSS)に基づき作成され、評価される。

地下水モニタリング

2018年は、それぞれの土地利用に基づいて109の井戸でモニタリングが行われた。その内訳は、農地(13)、都市部(12)、工業用地(19)、廃棄物埋立地(23)、ゴルフ場(7)、農村部(4)、鉱山地(金鉱)(3)、市営水道利用地(5)、動物埋立地(14)、養殖場(7)、放射性廃棄物埋立地(1)、リゾート地(1)であり、当該地点での分析(6項目)と実験室分析(11項目)の合計17項目について分析が行われており、各種サンプリング機器を使用して精度を向上させている。マレーシア地下水水質インデックス(MGQI)は、地下水の水質状態とカテゴリーを表すために開発されたもので、0~100(「極度の汚濁」から「清廉」まで)の尺度で評価されている。MGQIに使用される指標は、pH、鉄、総溶存固形分、硝酸塩、大腸菌、フェノール、硫酸塩である。

5.4 排水基準

マレーシアの排水基準

国家環境法(1974年)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、環境に有害な物質、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」と規定している(1974年国家環境法第25条)。

排水検査手続き

下水道および産業排水に関する環境規制は、規制対象全てに対し、排水のモニタリング及びモニタリング結果の規則と管理を義務付けている。分析方法とモニタリングの水質項目については指定されている。また、すべての規制対象について、オンラインでの報告システムによる提出または郵送による書類提出により、毎月の排水排出報告書を

環境局に提出することが義務付けられている。権限を有する環境局職員は、抜き打ち検査を含む立ち入り検査を実施し、すべての規定が遵守されていることを確認することができ、遵守していない場合は汚染者に直ちに罰則が科せられることとなる。排水の水質向上策として、一定の指標に基づいて排水処理性能を監視し、予防的・是正的な対応を可能にすることで、排水処理の運用・維持管理の最適化を図ることを目的とした産業排水処理システム（IETS）が導入された。IETSを通じて、企業は、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（How 2008）などのメリットを得ることができる。環境局は、IETSを推進するための技術ガイドを行っている。本ガイドでは、企業内において、環境局長官の認定を受けた有資格者がIETSを監督任務に就くことを推奨している。IETSの導入により、産業界全体が汚染防止についてより積極的に関与し、公的機関による強

力な執行措置が不要になることが期待されている。

マレーシア政府は、主要な水質項目を用いて、家庭排水及び産業排水のモニタリング及び基準の遵守に取り組んできた。公共下水処理場と産業排水の国家排出基準への適合に関する排水基準のモニタリング結果は、それぞれ表2.7.5と2.7.6に示されている。2010年と比較して2018年の遵守率が大幅に改善していることがわかる。2018年の公共下水処理場および産業排水の平均遵守率は、それぞれ97.8%および99.6%であった。

違反に対する措置

2009年以降、環境局は、水環境を維持するためのさまざまな執行手段とツールを設計してきた。不履行者に対する罰則の概要を表2.7.7に示した（DOE 2018）。違反機関・事業体は、最高10万RMまたは5年の懲役刑を受けることとなる。

表2.7.5 2010年～2018年の公共下水処理場における排水基準遵守率

水質項目	遵守率（%）（目標：90%以上）									
	2010年	2011年	2012年	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年	2018年	平均
浮遊物質（SS）	97.8	97.1	97.0	96.9	97.3	98.1	98.5	98.2	97.9	97.6
生物化学的酸素要求量（BOD）	95.2	94.8	93.9	93.7	94.7	96.3	96.2	97.7	95.4	95.3
化学的酸素要求量（COD）	97.7	97.5	97.1	96.9	97.9	98.5	98.6	98.4	98.2	97.9
油脂分	99.1	99.1	99.1	98.6	99.1	99.5	99.6	99.5	99.4	99.2
アンモニア性窒素（NH ₃ -N）	99.6	99.4	99.5	99.2	99.1	98.9	99.8	99.9	97.2	99.2
平均	97.9	97.6	97.3	97.1	97.6	98.3	98.5	98.7	97.6	97.8

（出典：SPAN 2018）

表2.7.6 産業排水検査数と産業排水基準の遵守状況

産業排水規制				
	机上検査数	遵守率（%）	現地検査数	遵守率（%）
2018年	4,549	99.6	5,663	99.6
2017年	10,280	99.2	5,518	99.2
検査数				
		遵守率（%）		
2016年	14,995	99.0		
2015年	11,372	99.0		
2014年	11,410	99.0		
2013年	7,201	99.0		
2012年	6,597	98.1		

（出典：DOE Annual Report 2012–2018）

表2.7.7 水環境管理の履行確認及び違反に対する罰則の概要

規則	執行機関	遵守方法・報告	罰則
1 EQ (産業排水) 規制2009 - 産業排水・混合排水	環境局 (DOE)	<p>1. <u>自己規制</u></p> <p>a. 第7節: CODのモニタリング、 第5表における水質項目のモニタリング</p> <p>b. 月次報告</p> <p>c. 第9節: IETS モニタリング-IETS モニタリングシステムガイドラインに基づき実施</p> <p>d. オンライン環境報告 (OER)</p> <p>2. <u>DOE担当職員による現地立ち入り検査</u></p>	第32条: 罰則 - 有罪判決を受けた場合、最高で RM 100,000 または 5 年の懲役刑。継続して違反した場合は 1 日あたり RM1,000 の罰金を科す。
2 2009年EQ (下水道) 規則	環境局 (DOE)	<p>1. <u>自己規制</u></p> <p>a. 第10節: 第2表の環境項目の濃度をモニタリング</p> <p>b. 月次報告</p> <p>c. オンライン環境報告 (OER)</p> <p>2. <u>DOE担当職員による現地立ち入り検査</u></p>	第26条: 罰則 - 有罪判決を受けた場合、最高で RM 100,000 または 5 年の懲役刑。継続して違反した場合は 1 日あたり RM1,000 の罰金を科す。
3 EQ (廃棄物輸送場および埋立地からの汚染規制) 規則2009	環境局 (DOE)	<p>1. <u>自己規制</u></p> <p>a. 第8節: DOEとリンクしたオンラインシステムを使用して、埋立地におけるアンモニア性窒素濃度を継続的にモニタリング</p> <p>b. 第8節: 第2表で指定された環境項目の濃度のモニタリング</p> <p>c. Section 11: 浸出水処理装置の性能モニタリング</p> <p>d. オンライン環境報告 (OER)</p>	第29条: 罰則 - 有罪判決を受けた場合、最高で RM 100,000 または 5 年間の懲役刑。継続して違反した場合は 1 日あたり RM1,000 の罰金を科す。

5.5 水環境管理に関するその他の政策

複雑な水環境管理に関する問題に対応するために、マレーシア政府は既存の基準を改訂するだけでなく、新たに立法やガイドラインを作成・導入している (DOE 2018)。

- マレーシアの地下水水質基準及びインデックス (2019年): DOE策定
- 全国湖沼水質基準・基準 (2015年): NAHRIM策定 (2015年に国家水資源審議会が承認)
- 飲料水の水質に関する国家基準 (2000年): 保健省 (MOH) 策定
- 親水レクリエーション用水質全国基準及び同水質モニタリングガイドライン (海洋水・淡水) (2017年): 保健省策定
- マレーシアにおける廃棄物の包装、ラベリング、保管に関するガイドライン (2014年): DOE
- グリーン産業実践ガイドライン (ジュース製造業) (2014年): DOE

- グリーン産業実践ガイドライン (印刷業) (2014年): DOE
- 実験室からの化学廃棄物の処分に関するガイドライン (2015年): DOE
- 乳牛・肉牛・水牛飼育業者のための排水処理システムガイドライン (2016年): DOE
- 養豚業者のための排水処理システムガイドライン (2016年): DOE
- グリーン産業実践ガイドライン (屠殺・食品加工業) (2017年): DOE
- 土地汚染防止・緩和対策に関するガイドライン (2017年): DOE
- 傾斜地・丘陵地開発のための環境影響評価ガイドライン (2017年版): DOE
- 沿岸域・海洋公園開発のための環境影響評価ガイドライン (2017年版): DOE

6 | 水環境管理に係る最近の動き

第11次マレーシア計画2016–2020は、「ビジョン2020」の達成に向けた最終段階と位置付けられている。1991年に政府が打ち出した「ビジョン2020」は、2020年までにマレーシアを経済的、政治的、社会的、精神的、心理的、文化的に完全に発展した国にすることを目標とした意欲的な目標である。第11次マレーシア計画は「(錨で固定するような)確固たる人々の成長」を大きな目標とし、「ビジョン2020」の目標を達成し、先進的な経済を持つ包括的な国家を作るため、6つの「戦略的推進力」と6つの「ゲームチェンジャー(大きな変革をもたらす者)」が掲げられている。水環境管理に関連する中核的戦略は以下の2つが挙げられる。1)「持続可能性と回復力のためのグリーン成長の追求」では、より質の高い成長、食料・水・エネルギーの安全保障の強化、環境リスクの低減、生態系現象リスクの低減、そして最終的にはマレーシアの人々のより健康で安全な生活の質の向上が期待されている。2)「経済発展を支えるインフラの強化」では、水事業の規制体制の強化として、(i) 料金体系の強化や上下水道料金の一括徴収の実施により、水道事業の財政的持続可能性を高める、(ii) 新規処理場建設等へのインフラ投資と効率的な技術の活用によるネットワーク・処理場容量の拡大、クリーンな処理水の供給拡大、農村部における上下水道サービスの拡大、(iii) 無収水削減プログラムの実施や下水処理場の合理化・整備による上下水道サービスの効率化・生産性の向上、(iv) 国家下水道マスタープラン、水需要管理マスタープラン、“廃棄物を富へ”的取り組みの推進、などを挙げる。

7 | 現在及び今後の課題

1974年環境法は、点源と非点源の管理、水環境の継続的なモニタリングと評価を通じた汚染の削減にある程度成功してきた。しかし、依然として多くの課題が残されている。水環境管理の新たな方向性は、第11次マレーシア計画と新たな環境保護政策に盛り込まれている。また、環境局は、マレーシアにおける将来の水環境を改善するために、以下を提案している(Majid 2016)。

- (i) 汚染管理規制を改正し、汚染防止の責任を産業側にシフトさせる(汚染防止のための新規制の策定において同省がとった新たなアプローチ)
- (ii) 汚染の防止と規制のためのより良い解決策として、遵守に対するモニタリングを継続するとともに、プログラム実施に関して再度戦略を練り直す
- (iii) より多くの汚染源に対処し、実施コストを削減するために、ICTの利用を拡大する

このほか、汚染防止のための自主規制の取り組みを促進すること、表流水の利用が限定的または利用できない地域において地下水の賦存量を特定すること、関連する利害関係者の役割と責任を明確にすること、湖沼および貯水池のより良い管理を達成すること、この目標を達成するためにさらなる研究と適切なデータ管理を行うことなどを挙げている。

また、追加的な課題としては、以下のようなものがある。

- 河川への廃棄物の不法投棄への対処
- 点源汚染と非点源汚染への対処
- 1974年環境法の欠点に対する対処(本法では、河川の収容力の縮小に対応できず、また、河川に流入する汚染の管理ができない)
- 生鮮市場における排水、洗車場、洗濯場に対する排水規制や基準の欠如への対処

水質環境管理については以下が実施されている。

- 1974年環境法の改正: 2020年国会に提出予定
- 2006年水道事業法の改正
- 水資源法案: 2020年国会に提出予定
- マレーシア河川水質基準及び水質インデックスの見直し: 報告書作成(2019年9月)
- マレーシアの海洋水質基準及び水質インデックスの改訂・実施
- マレーシアの地下水水質基準及び水質インデックス: 2017年に研究終了(2019年に公開)

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 ²)	676,552 (2018)*
総人口(人)	5,304万 (2019)**
名目GDP(米ドル)	869億3,000万 (2019)**
一人当たり名目GDP(米ドル)	1,407 (2019)**
平均降水量(mm/年)	2,340 (2008–2017)*
水資源量(km ³)	1,168 (2017)
年間水使用量(10億m ³)	33.2 (2000)***
セクター別 年間水使用率	農業用水 89% (2017) 工業用水 1% (2017) 都市用水(生活用水を含む) 10% (2017)

(出典: ADB 2017, *CSO 2018, **World Bank 2020, ***FAO 2016)



図2.8.1 ミャンマー・ニヤウンワーのエーヤワディー川

2 | 水資源の現状

ミャンマーは豊富な水資源に恵まれているが、その分布は不均等である。年間平均降水量2,340 mmの約80%がモンスーン期(5月~10月)に集中し、残りの約20%が乾季に降る(CSO 2018)。ミャンマー国内の8つの主要河川流域は合わせて約73万7,800 km²であり、主要な湖沼として、Inle湖とIndawgyi湖の2つの天然湖がある。人工貯水池の貯水容量は15.46 km³である。ミャンマーの地下水資源の賦存量は580 km³であり、再生可能な水資源量は1兆460億m³、一人当たりの水資源量は24,046 m³/人/年である(FAO 2016)。開発済みの水資源は332億m³で、これは、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、地下水はそのほとんどが生活用水に利用されている(ADB 2017)。

3 | 水環境の状況

3.1 河川

ミャンマーは、生活用水、農業用水、工業用水を内陸の表流水に大きく依存している。Bago川、Shwegenin川、Sittaung川の水質モニタリングデータから、これら3つの河川の水環境の状況は概ね良好であることが明らかになったが、河川によって差がある。2020年の水質モニタリングデータによると、硝酸性窒素(NO₃-N)濃度は、Bago川では97 µg/Lであったが、Shwegenin川では780 µg/Lであった。一方、Bago川のPO₄-P濃度は、Shwegenin川とSittaung川の約2倍である(図2.8.2)。高濃度のリンの主な原因は定住地域からの排水や下水であり、窒素は農業地域からの肥料の流出に由来していると考えられる(NIWR 2018)。

3.2 湖沼及び貯水池

ミャンマーにはIndawgyi湖、Inle湖、Inya湖、Sunye湖など、様々な目的の水源となる天然の湖があり、その生物多様性や景観の美しさから人気の高い観光地となっている。しかし、近年、これらの湖は水質汚濁、森林伐採、ゴミの不法投棄など湖沼環境の悪化に直面している。Inle湖は、自

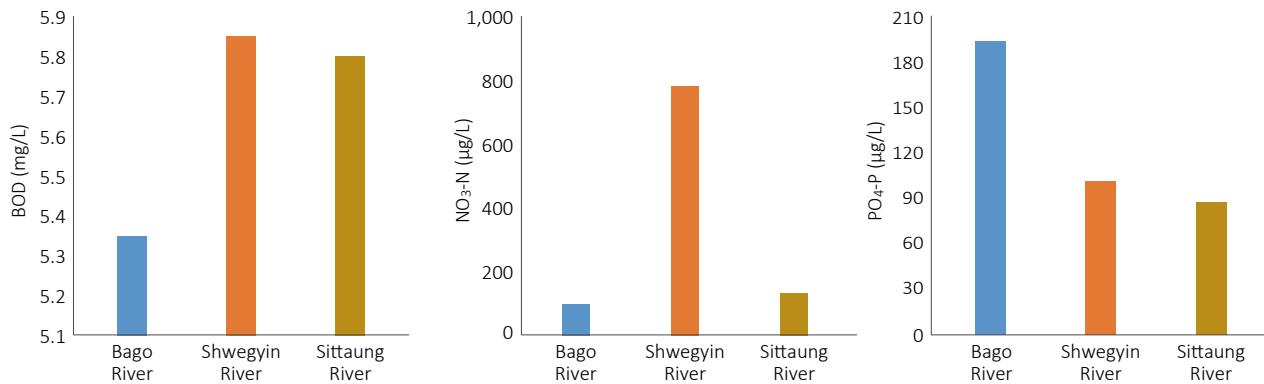


図2.8.2 ミャンマーの河川の水質（2020年）（出典：FRI 2020）

然湖としては国内第2位の大きさを誇り（面積116 km²、総流入水量11億3,200万m³/年）、国内湖沼の主要な水源のひとつである。また、年間30万人以上の観光客が訪れている（NIWR 2017）。しかし、湖沼環境の悪化は生態系システムに支障をきたすとされており、2017–2018年に実施された水質調査では、有機汚染物質が多いことを示すCODの値が高いことも報告されており、水質悪化の懸念が指摘されている。

表2.8.2 Inle湖の水質（2017–2018年）

項目	2017年 (雨季)	2018年 (雨季)
1.濁度（度）	9.0	9.9
2.溶存酸素量 (mg/L)	5	5
3.化学的酸素要求量 (COD) (mg/L)	12	10

(出典：Yuasa et al. 2019)

3.3 沿岸水域

ミャンマーはベンガル湾とアンダマン海に接する全長2,400 kmの海岸線を有する。沿岸水域の汚染は、内陸部だけでなく沿岸部も含まれ、その主な汚染物質には、農場や工場、都市部から川によって海に運ばれた化学物質や栄養塩、重金属などが挙げられる。また、各地の海洋水域は、石油の流出などによって水質が悪化することもある。

3.4 地下水

地下水はミャンマーの多くの地域で重要な水源であり、飲料水と灌漑用水の8割を地下水に依存している地域もある（Viossanges et al. 2017）。しかし、データが限られているため、地下水の全体的な水質を把握することは難しい（van Geen et al. 2014, Bacquart et al. 2015）。また、地下水も水質汚染の影響を受けている。例えば、多くの地域で、飲料水のWHOガイドライン値（10 µg/L）を超える地下水のヒ素濃度の上昇が報告されている。表2.8.3によれば、乾燥地域で採取された30,420サンプルのうち、全国飲料水ガ

イドラインで定められたヒ素値（50 µg/L）を超えたものが2%あり、また、80%がWHO飲料水ガイドライン値（10 µg/L）を超えており、一部の場所では、フッ化物、硝酸塩、塩分、鉄、マンガン、アルミニウムもWHO飲料水ガイドライン値を超えており（Pincetti-Zúniga et al. 2020）。

表2.8.3 Sagaing、Mandalay、Magway地域の地下水のヒ素濃度

地域	総サンプル数	<10 µg/L	10–50 µg/L	>50 µg/L
		総サンプル数に占める割合		
Sagaing	8,611	79	19	2
Mandalay	21,257	81	18	1
Magway	552	81	17	2

(出典：Pavelic et al. 2015)

4 | 排水処理状況

都市の排水処理インフラへの投資が不足しているため、ミャンマー全土で排水処理サービスが著しく不足している。ミャンマーでは、発生した排水の約10%しか適切に処理されておらず（United Nations World Water Assessment Programme 2017）、ミャンマーの主要都市であるヤンゴン及びネピドーにそれぞれひとつしかない下水処理施設の処理能力は著しく低い。ヤンゴンの下水処理施設の現在の処理能力は12,302 m³/日（ECD 2019）で、市の人口のわずか7%しかカバーしていない。ネピドーの下水処理施設の処理能力は1,600 m³/日であり、ネピドー市の新規開発地域の約20%をカバーしているが、残りの80%の地域では腐敗槽や掘り込み式トイレが利用されている（ECD 2019）。ミャンマー中部の主要都市である人口120万人のマンダレーには、集合型排水管理システムが存在しない。また、工業部門の急速な成長により工業排水を管理する能力が不足し、水質汚染のリスクが高まっている。ミャンマーには合計41の工業地帯があるが、そのほとんどが集合型

排水処理施設を備えていない。しかし、近年、ミャンマー政府は、開発パートナーの支援を受けて、新たな工業地帯における排水処理施設の設置を計画しており、国際協力機構（JICA）によるヤンゴン下水道整備事業や、日本との環境協力協定に基づきマンダレー市に工業排水処理施設を設置するプロジェクト、責任あるビジネス基金（the Responsible Business Fund）の資金援助を受けてマンダレー工業団地に230 m³/日の処理能力を持つ集合工業排水処理システムを建設するプロジェクトなど、いくつかのプロジェクトが実施されている（Win 2019）。

表2.8.4 都市部における生活排水処理の実施状況

都市名	人口(百万人)	排水管理の実態
ヤンゴン	5.2	i. 集合型排水処理 (12,302 m ³ /日)
		ii. 腐敗槽
		iii. 掘り込み式トイレ
ネピドー	0.9	i. 集合型排水処理 (1,600 m ³ /日)
		ii. 腐敗槽
		iii. 掘り込み式トイレ
マンダレー	1.2	i. 腐敗槽
		ii. 掘り込み式トイレ

（出典：ECD 2019）

5 | 水環境管理の枠組み

5.1 法制度

ミャンマーにおける水環境管理のための現在の法的枠組みを図2.8.3に示す。2012年に制定された環境保全法は、現在及び将来の世代の利益のために、健全で清潔な環境を維持し、自然遺産や文化遺産を保全することが目的とされる。第7条では、環境に重大な影響を与える可能性のあるプロジェクトについては、環境影響評価（EIA）及び社会影響評価（SIA）を実施しなければならないと規定されており、EIA手続きは、環境影響評価ガイドライン（2015年策定）によると、まず、プロジェクト提案書を天然資源・環境保全省（MONREC）環境保全局（ECD）に提出することとされている。国家環境基準（排出基準）ガイドラインは2015年に承認されたもので、人間の健康と生態系の保護を目的とし、環境汚染を防止するために、騒音や振動、大気や水環境への汚染物質の排出等、さまざまな発生源からの環境汚染を規制するための基礎となるもので、大気汚染、排水、騒音、悪臭に関するセクター別のガイドラインとなっている。2006年に制定された水資源河川保全法の目的は、公共の有益な利用と円滑で安全な航行のために水資源と河川シ

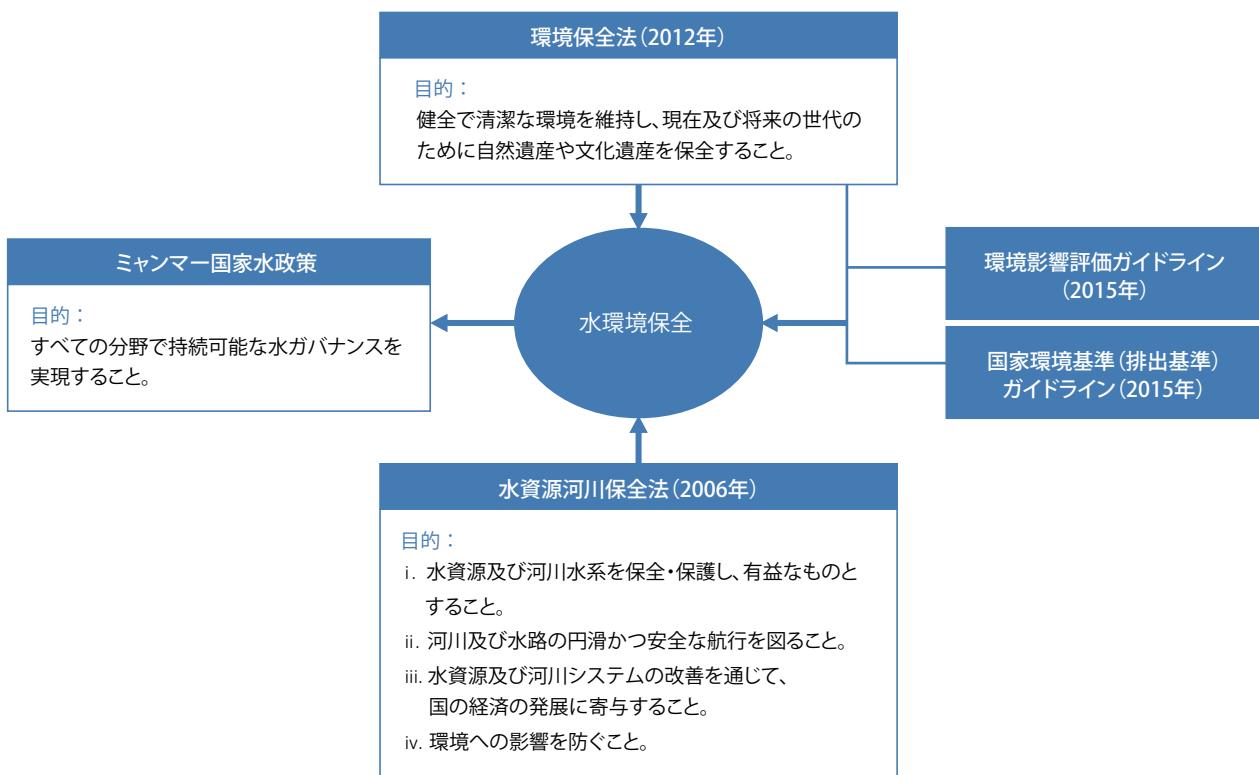


図2.8.3 ミャンマーにおける水環境管理の法的枠組み

ステムを保全・保護し、水資源の改善と環境への影響の緩和を通じて国家経済に貢献することである。

5.2 組織体制

ミャンマーでは、いくつかの省庁が水環境管理を担当している。表2.8.5は、水環境保全に関する機関とその所掌である。住宅、オフィスビル、工場からの排水処理の管理は、天然資源・環境保全省の責任であり、計画・財政・産業省は工業用水の使用と排水の規制を担当し、都市開発委員会は各都市の給水と衛生を担当している。

表2.8.5 ミャンマーにおける水環境管理政策に関連する省庁等

省庁・組織	部署	所掌
天然資源・環境保全省	環境保全局	水質環境基準、水質モニタリングを含む国家環境基準の策定・実施
	林業局	流域を含む森林域の造林・保全
農業・畜産・灌漑省	灌漑・水利利用管理局	農地への灌漑用水の提供
	水資源利用局	灌漑と農村地域への水供給
運輸・通信省	水資源・河川整備局	河川の造成、航行、河川の汚染防止
計画・財政・産業省	工業監督検査部	工業用水の使用・排水の規制
	計量・水理局	主要河川の水質評価
建設省	都市住宅開発局	生活上水道の整備
保健・スポーツ省	公衆衛生局	水質評価と管理
国境・開発省	開発局	農村部への給水と衛生管理
教育省	研究開発局	各種国家基準の策定
都市開発委員会 (ヤンゴン、マンダレー、ネピドー)	水・衛生局	都市部の給水・衛生環境の整備

5.3 水質環境基準

水質環境基準

ミャンマーでは現在、水質環境基準は策定されていない。しかし、環境保全法第10条(「(天然資源・環境保全)省は、適切な表流水の水質基準、沿岸・河口域の水質基準、地下水の水質基準、大気環境基準、騒音・振動基準、排出基準、排水基準、廃棄物基準その他の環境基準を定めることができる」)に規定されている国の基準を定めることを目的として、天然資源・環境保全省環境保全局は、他の関連省庁や国際的な専門家と協力して表流水の水質基準案の作成に取り組んできた。その一環として、周辺国や先進国の基準の調査を行い、600以上のパラメータを選定した。その後、

表流水の水質基準案の策定検討がすすみ、水生生態系と人の健康を保護するため36のパラメータを「全国表流水水質基準」として提案した。天然資源・環境保全省環境保全局は、2021年には「全国表流水水質基準」を発効させ、表流水の水質基準確立を目指している。

水質モニタリングの枠組み

上述の通り、ミャンマーには現在水質環境基準は策定されていないが、天然資源・環境保全省環境保全局及び林業局が水質モニタリングの管理を行っている。環境保全局は、河川の水質を15カ所、湖沼の水質を21カ所、地下水の水質を3カ所のモニタリングポイントで、18項目の水質について四半期または年2回モニタリングしている。林業局は、河川では26カ所、ダムでは8カ所のモニタリングポイントで30項目の水質をモニタリングしている。水質モニタリングの枠組みの詳細を表2.8.6に示す。

5.4 排水基準

表2.8.6 環境保全局 及び林業局の水質モニタリングの枠組み

項目	環境保全局	林業局
モニタリング項目	温度、濁度、総溶解固形物(TDS)、導電率、pH、溶存酸素(DO)、COD、BOD、塩分濃度、全アンモニア、全硝酸塩、全リン酸塩、銅、鉛、ヒ素、水銀、鉄、カドミウム	pH、導電率、色、総アルカリ度、濁度、BOD、COD、カルシウム、マグネシウム、カリウム、ナトリウム、塩化物、硫酸塩、アンモニア、フッ化物、硝酸塩、亜硝酸塩、全窒素、全リン、臭素、水銀、銅、鉛、ヒ素、カドミウム、ニッケル、大腸菌、オルトリン酸、ケイ素、クロム
モニタリングポイント数	河川：15箇所 湖沼：21箇所 地下水：3箇所	河川：26箇所 ダム：8箇所
モニタリングの頻度	四半期または年2回	隔月
モニタリングレポートの発行頻度	四半期	-

排水基準

2015年12月29日に「国家環境排出ガイドライン(NEQEG)」が公表された。このガイドラインは、公害を防止し、人の健康と生態系を保護するために、様々な発生源からの騒音・振動、排出、排水を規制・管理するための基礎を提供するものである。NEQEGでは、合計71の産業別排水レベルが設定されている。排水レベルのガイドラインが対象とする

産業は、火力発電、地熱発電、風力発電、石油・ガス、石油精製、天然ガス処理、天然ガス液化、原油・石油製品ターミナル、送配電、ガス流通システム、石油系有機化学品製造、プランテーション、作物生産、畜産、養鶏、水産養殖、森林伐採、食肉加工、家禽類加工、水産加工、食品・飲料加工、乳製品加工、植物油生産加工、製糖、醸造・蒸留、繊維製造、なめし革製造、製材、板紙製造、パルプ・製紙、印刷、無機化合物製造、石油系ポリマー製造、石炭、窒素肥料製造、リン酸塩肥料製造、農薬製造、オレオケミカル製造、医薬品及びバイオテクノロジー製造、ガラス製造、ガラス・鉱物繊維製造、セラミックタイル・衛生陶器製造、精錬、製鉄、鋳物製造、金属・プラスチック・ゴム製品製造、半導体・その他電子機器製造、廃棄物処理施設、排水処理施設、健康管理施設等である。

排水検査手続き

排水検査は、環境保全局公害防止課、総務局、産業監察検査部（DISI）、産業連携部が担当している。表2.8.7に各機関の所掌を示す。なお、産業監察検査部は、アルコール工場からの排水をオンラインモニタリングシステムでモニタリングしている。環境保全局地方事務所は排水の定期的な水質モニタリングを担当し、環境汚染の重大な問題が発生した場合には環境保全局本部が直接排水モニタリングに関与することになっている。

表2.8.7 排水管理関連機関とその所掌

機関	所掌
環境保全局公害防止課	排水の水質の定期モニタリング
総務局	酒類免許の発行・管理
産業監察検査部	工業企業法に基づき民間企業の発展を奨励
産業連携部	産業の成長を加速させるための政策や法律を策定

違反に対する措置

排水基準に違反していることが判明した場合には、関連する法律や排水ガイドラインを遵守するために現在の活動を是正するよう警告書が送付される。それでも汚染問題が解決しない場合は、操業停止通知が出される。

5.5 水環境管理に関する主な政策

ミャンマー持続可能な開発計画（MSDP）2018-2030は、持続可能な開発に向けた国のビジョンを示した文書であり、目標5では国の繁栄のために天然資源と環境の健全な管理を強調している。ミャンマー国家環境政策（2019年）は、ミャンマーのすべての人々の包括的な発展と福祉を確保するために、健全で機能的な生態系を備えたクリーンな環境を目指すビジョンを定めている。ミャンマー国家水政策（NWP）は、「2040年にミャンマーは、完全に機能する統合水資源管理システムに基づいて、十分に開発された持続可能な水資源を有する水効率の良い国家になる」というビジョンを掲げている。ミャンマー国家水政策の目的は、水管理のための省庁間調整を強化するための機関の設立、水分野のインフラ・制度・能力開発への投資、水需給面での効率化、水に関する情報・知識・技術・協力の強化である。

6 | 水環境管理に係る最近の動き

水環境管理に大きな影響を与える政府の政策において、以下の動きがある。

- i. 全国表流水水質基準の策定。環境保全局は、2021年に全国表流水水質基準案を最終化し、承認プロセスを完了させることを目指している。
- ii. 環境コンプライアンス施行・推進能力開発事業を実施。
- iii. 水質管理の国家能力向上のための国家水質モニタリングシステムの構築と水質検査ラボの設置プロジェクト実施。
- iv. (1) 生態学的水質状態の評価、(2) ミャンマー国立水質研究所の機能強化、(3) 林業局による環境状態の伝達のためのデータベースとデータ・ユーザー・インターフェース・ツールの開発、(4) 特定の小流域におけるミャンマー国家水枠組指令のパイロットプロジェクトとしての実施、(5) 鉱業活動におけるモニタリングとリスク評価計画の策定、などの具体的な成果を含む、林業局による「統合的水資源管理制度構築と研修」プロジェクトの実施。

7 | 現在及び今後の課題

ミャンマーの水質管理の現状を踏まえた主要な課題として以下を挙げることができる。

分類	具体的な課題内容	対応策
制度上の課題	i. 水質環境基準の策定、水質・排水モニタリング・検査の実施	i. 国、州、地域、市、町のレベルで、関連部門を含むモニタリング・検査チームを組織
施行上の課題	ii. 地域事務所の人材不足・能力不足 ii. インセンティブ政策の欠如	i. 新規人材の採用とキャパシティビルディング研修の実施 ii. 環境汚染の取締りに対するインセンティブ政策の策定
資金面の課題	i. 研究室設置や技術研修実施のための資金力の欠如	i. 開発パートナーとの協力を強化し、水質・排水モニタリングに関する研究室の設置と能力開発のための研修プログラムの確立

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

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



2.9 ネパール

1 | 国別情報

表2.9.1 基本指標

国土面積 (km ²)	147,181*
総人口(人)	3,016万 (2020予測値)**
名目GDP(米ドル)	318.3億 (2020)***
一人当たり名目GDP(米ドル)	1,085 (2020)***
平均降水量(mm/年)	1,530 (2014)
水資源量(km ³)	210.2 (2014)
年間水使用量(10億m ³)	29.31 (2017)
セクター別	
農業用水	98.26% (2017)
年間水使用率	
工業用水	1.7% (2017)
都市用水(生活用水を含む)	0.03% (2017)

* 2020年に国会で可決された新国土地図を参考に、国の正式な国土面積を更新中。
(出典: **NPC 2020、***GoN 2019、WEPA 2018)



図2.9.1 ネパールを流れるトリスリ川

2 | 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。年間平均降水量は約1,500 mmであるが、ネパール中央部のアンプルナ山脈の南側山麓沿いでは6,000 mmを超える一方、中央北部のチベット高原付近では250 mm未満であり、地域によって降水量に幅がある。ネパールの総降水量の約10%が雪として降るが、そのほとんどはネパールの総面積の23%を占める標高5,000 m以上の万年雪の地域に降るものである。また、ネパールには、国土面積の3.6%にあた

る5,323 km²を占める3,252の氷河があり、その推定氷床面積481 km³となっている。また、総面積75 km²を有する2,323の氷河湖もある。雪に覆われたヒマラヤ山脈は、特に乾季には河川の主な源流となっている。

ネパールには約6,000の河川があり、その総流域面積は19.1万 km²に及ぶが、そのうちの74%がネパール国内を流れている。ネパールの河川は、その源流に応じて、3つのカテゴリーに分類される。第一の河川水系は、コシ(Koshi)川、ガンダキ(Gandaki)川、カルナリ(Karnali)川、マハカリ(Mahakali)川の4つの主要な河川流域であり、これらはすべてヒマラヤの氷河や雪が積もった湖を源流とする。第二の河川水系は、中山間地域のマハーバーラート(Mahabharat)山脈を源流とし、ババイ(Babai)川、西ラプティ(West Rapti)川、バグマティ(Bagmati)川、カマラ(Kamala)川、カンカイ(Kankai)川、メチ(Mechi)川の河川水系が含まれている。第三の河川水系には、南ネパールのテライ平原地域と国境を接するチュレ丘陵地帯の小川や小流が含まれており、これらは通常モンスーンには鉄砲水を引き起こし、乾季には干上がる。

ネパールでは、ヒマラヤ高地の氷河湖、自然湖、池、ダム、小規模湿地を含む湖沼が5,358カ所確認されている(NLCDC 2009)。標高3,000mまでに位置する329の湖(池、小規模湿地を含む)は、西部の2州に位置する21の湖を除き、他の5つの州にほぼ均等に分布している(表2.9.2)(NLCDC 2018)。

表2.9.2 ネパールの7つの州における湖の分布

州	湖の数
第1州	73
第2州	86
バグマティ(Bagmati)州	36
ガンダキ(Gandaki)州	61
ルンビニ(Lumbini)州	52
カルナリ(Karnali)州	14
スドルパシム(Sudurpashim)州	7
合計	329

(出典: NLCDC 2018)

年間の地下水利用可能量は88億m³とされ、そのうち現在取水されているのは20億m³未満であり、主にテライ地

域南部の灌漑用水に使用されている(WECS 2011)。低地であるテライ地域や丘陵部の内陸側、山間部の谷間に住む人々は、生活用水や工業用水のために地下水を利用している。

3 | 水環境の状況

公共用水域の水質は、一般的に良好とされている。しかし、カトマンズやポカラを中心とした都市部では、大量の未処理の生活排水や産業排水が直接排水され、水質悪化の原因となっている。また、河川や湖沼に直接投棄される固体廃棄物も、水環境に悪影響を与えている。

特に野菜などの商業的農業が盛んな都市近郊地域における肥料や農薬の使用量の増加は、表流水や地下水の水質に影響を与えている。特に農村部では、雨季には衛生環境の悪化や汚染された飲料水により、水を媒介した感染症が頻繁に発生している。

3.1 河川

表2.9.3、2.9.4に主要地点の水質状況をまとめた。都市部での河川の汚染、農村部での土壌侵食と砂岩の採掘が河川の水質に影響を与えており、3つの主な要因である。雨季には土壌侵食と流出水による河川の沈降が顕著である。

表2.9.4 砂石の採掘が広範囲に行われている河川水系における水質状況

河川(所在地)	pH	TDS (mg/L)	DO (mg/L)	BOD (mg/L)
Mechi	8.3	30	8.9	1.8
Kankai	7.7	60	8.7	2
Arun	6.2	200	9.1	2.1
East Rapti (Sauraha)	7.8	213	8.7	2.5
Seti (Ramghat)	8.2	222	9.3	2
Bheri (Chatagaon)	7.8	208	9.3	1.1
Karnali (Chisapani)	7.8	264	10.5	1.5
Mahakali (Pancheswor)	8.8	110	5	2
基準値	6.5-8.5*	<1000*	>5.0	<30

* NDWQS : 全国飲料水水質基準

(出典 : Department of Hydrology and Meteorology 2018)

表2.9.3 ネパール各地の河川の水質状況(上流・下流)(2016年)

	pH	DO (mg/L)	BOD (mg/L)	COD (mg/L)	TDS (mg/L)	EC (μS/cm)	NH ₃ -N (mg/L)	NO ₃ -N (mg/L)	NO ₂ -N (mg/L)	TOC (mg/L)	TH (mg/L)	Mg (mg/L)	Fe (mg/L)	TC (MPN/ 100ml)	E-coli (MPN/ 100ml)
基準値	6.5-8.5*	>5	<30	<250	<1000*	<1500*	<1.5*	<50*	-	-	<500*	<100*	<0.3*	0*	0*
Bagmati (Sundarijal - Khokana**)	6.6- 7.4**	14.8- 1.2	9.6- 90.5	24.8- 192	380- 810	460- 970	10- 70	0.1- 0.3	0.1- 0.1	6.8- 30	140- 90	21.1- 10.6	0.5- 3.9	500- 900	40- 50
Bishnumati (Budhanilkantha - Teku Dovan)	7- 7.5	12.5- 0.9	15.4- 167	36.7- 178	120- 920	187- 1360	90- 90	0.5- 0.5	0.2- 0.1	22.6- 34.6	160- 130	24.5- 43.7	0.5- 5.7	900- 1600	110- 170
Nakhu - Saibu	8- 8.1	2.1- 7.1	40.5- 5.4	78- 15.9	120- 920	650- 300	90- 30	0.5- 0.2	0.13- <0.1	12.1- 3.6	100- 120	12.3- 24.7	4.2- -2.8	1600- 900	110- 70
Hanumante (Sallaghari-Thimi)	8.5- 7.3	1.8- 15.1	33.0- 48.9	120- 90.7	1530- 1290	1800- 1600	160- 180	2.4- 2.7	0.2- 0.1	45.6- 26.7	80- 120	9.8- 10.2	6.4- 6.5	1600- 1600	120- 90
Manahara (Pepsikola - Balkumari)	7.4- 7.6	7.0- 3.9	14.5- 23.8	23.7- 40.5	620- 980	870- 1450	60- 60	2.3- 2.0	0.2- 0.2	4.5- 12.8	60- 80	7.8- 11.8	4.9- 6.1	1600- 500	140- 40
Seti Pokhara (Mardi - Dobila)	7.4- 7.6	8.1- 8.7	1.2- 1.3	2.4- 2.6	110- 150	130- 170	1.5- 2.8	0.13- 0.1	0.05- 0.01	2.0- 2.0	120- 170	9.8- 6.9	0.3- 3.8	500- 500	50- 40
Narayani (Bridge - Devghat mixed)	7.3- 7.1	11.2- 9.7	0.88- 1.5	2.5- 3.5	170- 160	200- 180	2.0- 1.1	3.5- 3.9	0.1- 0.1	2.0- 5.0	340- 180	25.6- 22.9	0.2- 0.3	900- 900	60- 70
Sirsya (Parwanipur - Ghadiharwa Pokhara)	6.5- 6.6	1.1- 1.1	87.3- 88.6	123.1- 78	390- 750	410- 710	80.0- 90.0	8.9- 3.6	0.1- 0.2	23.0- 33.0	300- 240	24.6- 25.9	3.9- 3.7	1600- 900	170- 110
Tinai (Jhumsa bridge - Radhakrishna Tole)	7.2- 7.5	10.4- 9.5	1.6- 1.5	2.6- 3.9	200- 220	220- 220	0.9- 1.0	0.5- 0.5	0.02- 0.01	4.0- 4.0	200- 200	14.5- 9.8	0.1- 0.1	900- 500	70- 30

* NDWQS : 全国飲料水水質基準

(出典 : GoN 2016)

** 表中の河川の上流・下流区間に対応。

カンボジア | 中國 | インドネシア | 日本 | 韓国 | ラオス人民民主共和国 | 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

砂の採掘、河岸の侵食、不適切な河岸保護工事などの開発活動もまた、深刻な沈降問題を引き起こしている。過去10年の間に、中小の破碎業者による砂石の採掘が増加したことにより、河川での堆積が増加し、深刻な濁りと生態系への影響（河川の流れの変更や河岸侵食など）が発生している。

3.2 湖沼及び貯水池

ネパールの湖沼の水質は概ね良好である。しかし、経済発展、観光活動、人口増加などの影響を受けている湖もある。表2.9.5は、カトマンズとポカラの2つの湖の水質状況を示したものである。ポカラの主要観光地であるPhewa湖では、湖畔に複数のホテルが集まり、また住宅地もあるこ

とから、排水が湖に流れ、富栄養化や藻類の繁殖が起こっている地点も多い。

3.3 地下水

ネパールの地下水汚染は、病原性細菌、殺虫剤、硝酸塩、産業排水や家庭排水などによって引き起こされている。地方部の地下水汚染の主な原因は、無計画な都市開発と廃棄物管理施設の不備である。カトマンズでは、浅い井戸での窒素汚染など、地下水の長期的な水質悪化が継続的に報告されている（Shakya et al. 2019）。表2.9.6に主要地点の地下水の水質状況を示す。

表2.9.5 Phewa湖（ポカラ）とTaudaha湖（カトマンズ）の水質状況（2016年）

	pH	DO (mg/L)	BOD (mg/L)	COD (mg/L)	TDS (mg/L)	EC (μS/cm)	NH ₃ -N (mg/L)	NO ₃ -N (mg/L)	NO ₂ -N (mg/L)	TOC (mg/L)	TH (mg/L)	Mg (mg/L)	Fe (mg/L)	TC (MPN/100m)	E-coli (MPN/100m)
基準値	6.5–8.5*	>5	<30	<250	<1000*	<1500*	<1.5*	<50*	-	-	<500*	<100*	<0.3*	0*	0*
Phewa Lake (Halanchowk - Dam site), ポカラ	7.5–7.6	7.9–8.0	2.5–2.1	5.7–5.7	50–50	50–60	1.6–1.6	0.11–0.16	0.07–0.07	5–4	120–120	6.7–11.1	0.1–0.1	900–900	70–70
Taudaha (Location 1–3), カトマンズ	8.2–8.1	8.9–8.9	17.1–25.9	24.5–33.8	90–85	175–167	50–37.8	0.3–1.0	0.1–0.1	10.1–13.8	160–130	12.8–19.4	0.9–0.8	900–500	70–40

* NDWQS：全国飲料水水質基準

（出典：GoN 2016）

表2.9.6 主要地点における地下水の水質状況

	温度 (°C)	pH	EC (μS/cm)	濁度 (NTU)	硬度 (mg/L)	Cl (mg/L)	総アルカリ度 (mg/L)	Fe (mg/L)	As (mg/L)	F (mg/L)
基準値	-	6.5–8.5*	<1500*	<5*	<500*	<500*	-	<0.3*	<0.05*	0.5–1.5*
カトマンズ (Kathmandu)	浅井戸	18.6	7.1	874.5	45.9	230.7	81.8	366.0	1.47	0.004
	管状井戸	17.9	7.0	576.8	54.8	218.8	61.1	258.0	1.90	0.003
	深管状井戸	20.3	7.0	704.2	33.2	251.2	59.0	302.7	1.80	0.009
East Terai (Jhapa, Morang and Sunsari) (2018)**	地下水	27	6.9	445	12.7	191.6	17	197.6	1.83	0.005
Far west Terai (Kailali) (2014)***	地下水	25.6	6.96	838.25	22.13	323	24.88	-	2.01	0.01

* NDWQS：全国飲料水水質基準

（出典：**Mahato et al. 2018, ***Gurung et al. 2015）

4 | 排水処理状況

ネパールでは、排水処理施設が十分に整備されていないため、未処理排水の放流や事業所内衛生設備からの淨

化槽汚泥の河川への投棄が一般的になっている。図2.9.2に示すように、1日当たり8億7,600万リットル（MLD=百万リットル/日）の生活排水が発生していると推定されている。しかし、回収された排水のうち処理されているのは約7%

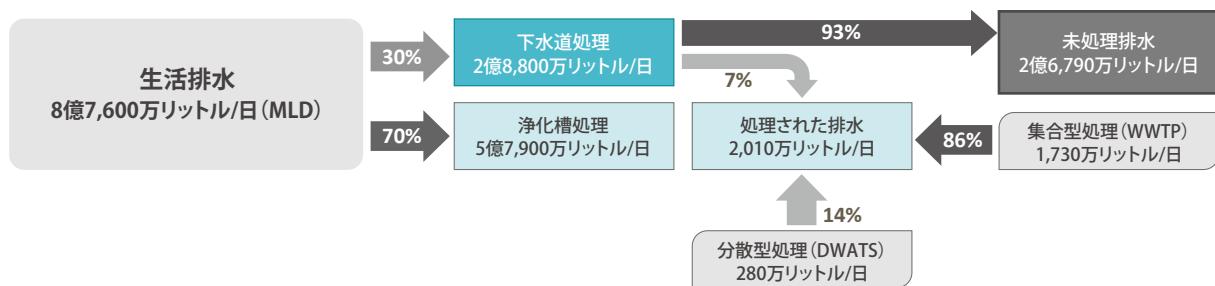


図2.9.2 2017年現在のネパールにおける生活排水(WW)管理

(出典: GoN 2018)

に過ぎず、93% (2億6,800万リットル/日) は未処理で廃棄されている。推定2,010万リットル/日の排水は、集合型下水処理場または分散型排水処理システム(DEWATS)で処理されている。

都市部の腐敗槽や掘り込み式トイレは、地下水汚染のリスクをもたらしている。特にカトマンズにおける脆弱な排水管理は、急激かつ無計画な都市化と適切な投資の欠如が原因である。

また、産業排水管理に関しては、データが不足しており実態があまり把握されていないのに加え、環境局では、既存の排水基準を遵守させるための資源や能力(モニタリング能力やサンプリング分析能力、分析ラボに従事する人材)が不足している。事業者、特に中小企業は、排水に関する法律等の施行による規制強化に対応する高額な処理施設に投資することができていない。

ネパールにおける排水処理料金は、水道管のサイズ別に水道使用量に応じた従量制または定額制のいずれかが適用される。Kathmandu Upatyaka Khanepani Limited (KUKL) の下水道接続(排水処理がある場合を含む)の料金は、水使用料金の50%が課されている(KUKL 2021)。

5 | 水環境管理の枠組み

5.1 法制度

ネパールでは1980年代以降、水資源法(1992年)、飲料水規則(1998年)、水資源戦略(2002年)、全国飲料水水質基準(2005年)など、環境や水に関する様々な法律や規制が制定してきた。ネパールが3層(連邦、州、地方)からなる連邦共和国となった後、2015年の新憲法(2072BS)では、清潔な環境、医療、天然資源の保全・管理・利用の権

表2.9.7 新憲法及び最近の法律・政策文書における水環境に関する主な規定

法律名	法律の種類	年	目的
ネパール憲法	憲法	2015	すべての国民は、清潔で健康的な環境の中で生活する権利を有し、環境汚染の被害者は、汚染者からの補償を受ける権利を有し、清潔な飲料水と衛生の基本的サービスを受ける権利を有する
環境保護法	法律	2019	国のすべての環境保護を統括する包括法
森林法	法律	2019	野生生物、環境、水資源の保全に寄与するとともに、森林管理を中心とするすべての森林及び関連資源について規定
2019年国家気候変動政策	方針	2019	国際的な規定を遵守しつつ、国の優先順位や地域のニーズに沿った気候変動管理を目的とした条約の枠組みを通じた各種支援の機会を活用する
国家環境政策2019	方針	2019	環境関連法や特別法の実施、国際的なコミットメントの実現とともに、環境管理活動に関する関係政府機関と非政府組織との連携について規定
統合国家水資源政策	方針	2020	統合水資源管理(IWRM)の原則と新たに再編成された三層政府構造に基づき、水資源開発と管理のあらゆる側面をカバーすることを目的とする
環境保護規則	規則	2020	2019年環境保護法に基づく各種規則
水供給・衛生法	法律	国会承認中	国のすべての水の供給と衛生の保護を規定
統合国家水資源法	法律	起草中	水資源開発と管理のすべての側面をカバーする新しい政策を実行するための法律

利、また、清潔な飲料水と衛生の基本的サービスへのアクセスの権利を保障している。憲法には水と環境に関する規定があり、政府は新連邦政権下での法的または制度的改革の一環として、新しい法律の制定や規制の改正を行っている（表2.9.7）。新憲法の採択以降、主なものとして、環境保護法（2019年）、国家環境政策（2019年）、国家気候変動政策（2019年）、統合国家水資源政策（2020年）などが新たに制定されている。なお、水供給・衛生法は現在国会で承認中、統合国家水資源法は起草の最終段階にある。

5.2 組織体制

森林環境省は、国の環境保護政策と対策を管理・調整し、環境保護に責任を負っている。エネルギー・水資源・灌

溉省（MOEWRI）傘下の水文学・気象局（DHM）は、河川水文学、気候、農業気象、土砂、大気質、水質、石灰学、雪水文学、氷河学、風力・太陽エネルギーのモニタリングを実施し、調整している。地下水資源開発委員会は、地下水と表層水の水質をモニタリングしている。水・エネルギー委員会事務局（WECS）は、水・エネルギー関連の政策や戦略の策定・支援を通じ、水・エネルギー関連の国家計画の頂点機関としての役割を担っている。また、水・エネルギー委員会事務局は、環境アジェンダを開発政策に組み込むことで、持続可能性を確保することを使命としている。国レベルでは様々な省庁が水と環境の管理を推進しており、これら省庁間の業務を調整することが求められている（表2.9.8）。

表2.9.8 水環境管理政策に関連する省庁

機関名	レベル	所掌
エネルギー・水資源・灌漑省（MOEWRI）	中央政府	国のエネルギー、水力発電、灌漑、水資源開発全般
水資源灌漑局	中央政府	利用可能な地表及び地下水資源を利用して、中央レベルの様々な地表及び地下水灌漑システムの計画、開発、実施、モニタリング
水文学・気象局（DHM）	中央政府	水文気象データの収集、処理、出版、普及／河川水文学、水質、土砂、石灰学、雪水文学、氷河学、気象、気候、農業気象、大気質、風力・太陽エネルギーのモニタリング
水・エネルギー委員会事務局（WECS）	中央政府	水・エネルギー資源の開発・管理に関する政策・計画立案／大型水資源プロジェクトの重要課題に関するアドバイザリー業務
水道省（MWS）	中央政府	国の水道・衛生の開発と管理
上下水道管理局（DWSSM）	中央政府	全国の上下水道システムの計画、実施、運営、維持管理
国家水供給公社（NWSC）	国家企業	国内20都市に飲料水供給サービスを提供
森林環境省（MOFE）	中央政府	森林資源に関する環境管理と環境保護の実施
環境局	中央政府	ネパール政府が公布した環境保護法、規則（EPR）、汚染防止基準の実施と遵守
都市開発省	中央政府	自治体の発展のための総合的な都市計画、開発、管理
インフラ整備部	州政府	州レベルの政策計画の策定と各種物理インフラの整備、環境管理
産業観光部・森林環境部	州政府	森林・環境・生物多様性の保全、気候変動への適応、科学技術に関する州レベルの政策立案と開発
Kathmandu Upatyaka Khanepani Limited（KUKL）	カトマンズ地域	カトマンズ地域の上下水道サービスの運営・管理／メラムチ水道プロジェクトで建設されたインフラの責任
地方自治体	地方自治体	県との緊密な連携による地方レベルの計画と開発

5.3 水質環境基準

水質環境基準

水生生態系保護のためのネパール水質ガイドライン（2008年）に加えて、用途別（飲料水、灌漑、養殖、家畜、レクリエーション）の基準とガイドラインがある。

水質モニタリングの枠組み

国内の公共用水域では、各省庁が目的に応じて水質モニタリングを行っているが、体系的な水質環境モニタリングはまだ実施されていない。カトマンズ地域にあるバグマ

ティ川の定期的な水質モニタリングは、バグマティ統合開発高等委員会(High Powered Committee for the Integrated Development of the Bagmati Civilization)によって行われており、2014年2月から一般向けのデータが公開されている。エネルギー・水資源・灌漑省(MOEWRI)傘下の水文学・気象局が河川や湖沼の水質をモニタリングしている。飲料水については、保健・人口省傘下の関係機関の管理の下、水道事業者は様々な水質パラメータをモニタリングすることが求められている（表2.9.9）。図2.9.3に飲料水の水質モニタリングの制度的枠組みを示す。

表2.9.9 飲料水の水質モニタリング項目

NO.	カテゴリー	パラメータ	モニタリング頻度	モニタリング機関	監督機関
1		濁度、pH、色、味、臭気	毎日		
2	物理的特徴	EC	毎月		
3		TDS	四半期		
4		残留塩素	毎日		
5	化学物質	アンモニア、塩化物、硝酸塩、全硬度、カルシウム 鉄、マンガン、硫酸塩、ヒ素、カドミウム、銅、フッ化物、シアン化物、鉛、クロム、亜鉛、水銀、アルミニウム	毎月	水道事業者 保健・人口省 及び その系列機関	
6			毎年		
7	微生物	大腸菌、大腸菌群	毎月		

（出典：GoN/MoHP 2018）

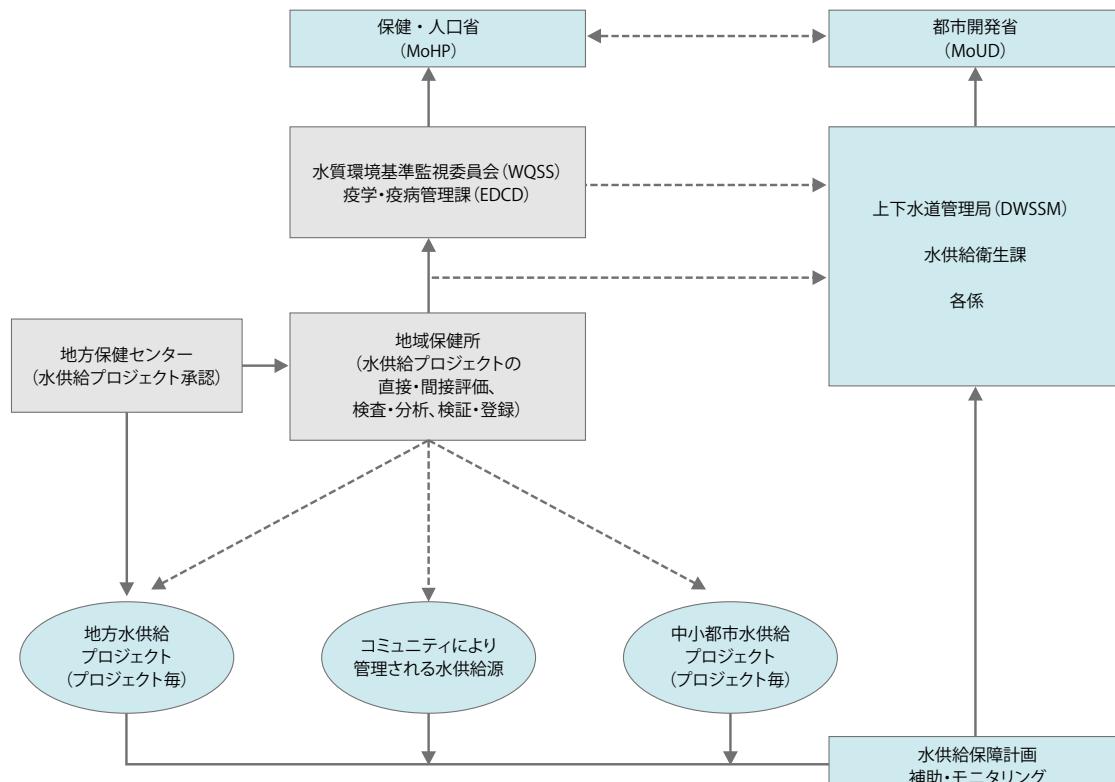


図2.9.3 国の飲料水の水質モニタリングの制度的枠組み

（出典：GoN/MoHP 2018）

5.4 排水基準

排水基準

環境保護法に基づき、汚染源別の排出基準が以下のように設定されている。

- 内陸の表流水に排出される産業排水の許容量（一般的なもの）
- 内陸の表流水に排出される特定の産業排水の許容量（なめし革、羊毛加工、発酵、植物油、紙・パルプ、酪農製品、製糖、綿織物、石鹼、非アルコール飲料、医薬品、塗料など）
- 公共下水道に排出される産業排水の許容量
- 複合排水処理施設から内陸の表流水に排出される排水の許容量

排水検査手続き

検査のメカニズムと手順は、水質モニタリングの枠組み、ガイドライン、飲料水・産業・農業関連の省庁や部局の責任に基づき各々指導されている。

違反に対する措置

関係機関のモニタリング能力に差があるため、違反に対する措置の実施は散発的であるが、遵守していない場合には罰則が課される。2019年の森林環境省の決定では、遵守していない医療機関への罰則を要求した。

6 | 水環境管理に係る最近の動き

政府は、水環境に関連した法律、政策、ガイドラインを大幅に強化しており、連邦制の下、連邦、州、地方の各レベルで、法律の制定や規制の改正、草案の作成を進めている。水供給省の設立は、関連する目標、特に水と衛生に関する持続可能な開発目標（SDGs）とともに、国内及び国際的な公約と水・衛生・衛生（WASH）部門の優先順位の高まりを反映したものであった。ネパールは、2030年までに人口の95%が水道水の供給を受けられることや、衛生環境を改善することなど、WASH関連の目標に向けて国の指標を設定している。

7 | 現在及び今後の課題

ネパールにおける水環境ガバナンスの大きな課題は、連邦、州、地方レベルでの効果的なモニタリングと執行を確実にするための法律、政策、ガイドラインの実施である。エネルギー・水資源・灌漑省、水道省、森林環境省などの関係機関間の調整は、権限の重複、資源の制約、複数セクターの優先順位、技術的な専門知識や能力の欠如などの理由から、大きな課題となっている。連邦政府の構造は、権限と意思決定に関する自治権を地方レベルにまで与えているが、制度の確立、訓練を受けたスタッフの配置、モニタリング・評価施設の設置などは、まだ初期段階にある。

ネパールは、工業化、建設、観光、農業の近代化などへの投資を通じて、後発開発途上国から先進国への急速な発展と移行を目指している。一方で、経済発展に伴い、水環境がより悪化する可能性もある。例えば、ネパールでは、建設資材の需要が高く、鉱業が盛んになっていることから、河川に多くの堆積物が発生している。したがって、関係機関やステークホルダーの水ガバナンス能力のレベルを今後大幅に向上させることが必要である。

カンボジア

中國

インドネシア

日本

韓國

ラオス人民民主共和国

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

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 ²)	300,000 (2020)*
総人口(人)	1億490万 (2017)*
名目GDP(米ドル)	3,768億 (2019)**
一人当たり名目GDP(米ドル)	3,512 (2019)**
平均降水量(mm/年)	2,348 (2017)***
水資源量(km ³)	479 (2017)***
年間水使用量(10億m ³)	92.75 (2017)***
セクター別 年間水使用率	農業用水 工業用水 都市用水(生活用水を含む)
* 推計	73.28% (2017)*** 17.09% (2017)*** 9.63% (2017)*** (出典: **BSP 2020、***FAO AQUASTAT 2020)



図2.10.1 フィリピン・オルモク市を流れるアニラオ川

2 | 水資源の現状

フィリピンは熱帯・モンスーン気候の群島国で、沿岸、湾、河川、湖沼、地下水に恵まれている。水資源は豊富で、一人当たり年間使用可能水量は5,302 m³であるが、地理

的なばらつきや季節によって変動がある。河川流域は、国家水資源委員会(NWRB)によって大きさに応じて分類されている。約421の流域が40 km²以上の流域面積を有している。表2.10.2に示すように、流域面積が1,400 km²を超える河川が18あり、総流域面積の3分の1以上(108,923 km²)を占めている。工業用水、農業用水、生活用水の水源としての重要性、生態系の安定性に鑑み、政府はこれらの河川の保護と保全を社会経済の発展と持続可能性のための最優先事項と考えている。

表2.10.2 フィリピンの主な河川流域

河川流域名	流域面積 (km ²)	全長
カガヤン(Cagayan)	25,649	505
ミンダナオ(Mindanao)	23,169	373
アグサン(Agusan)	10,921	350
パンパンガ(Pampanga)	9,759	260
アグノ(Agno)	5,952	206
アブラ(Abra)	5,125	178
パシグ-ラグナ・デ・ベイ (Pasig-Laguna de Bay)	4,678	78
ビコール(Bicol)	3,771	136
アブルグ(Abulug)	3,372	175
タグム・リブガノン(Tagum-Libuganon)	3,064	89
イログ・ヒラパンガン(Ilog-Hilabangan)	1,945	124
パナイ(Panay)	1,843	132
アグス(Agus)	1,890	36
タゴロアン(Tagoloan)	1,704	106
ダバオ(Davao)	1,623	150
カガヤンデオロ(Cagayan de Oro)	1,521	90
ハラウル(Jalaur)	1,503	123
ブアヤン・マルンゴン (Buayan-Malungon)	1,434	60
合計	108,923	

(出典: NWRB)

農業省漁業・水産資源局(BFAR)の報告書によると、フィリピンには79の天然湖があり、漁業に利用されている。そのうち10の湖は、フィリピン最大の内陸淡水湖であるラグナ湖を含め、主要な養殖生産地である。国は多数の島々で構成されており、海域面積は約26.6万 km²、海岸線の長さは36,289 kmとなっている。自治体(州)の約7割が沿岸部に位置している。

表流水はフィリピンの主要水源である。また、地域によつ

ては、地下水が生活用水、灌漑用水、工業用水の重要な水源となっているところもある。

3 | 水環境の状況

フィリピンにおいては、人口の急激な増加、都市化、産業の発展に伴い、水質の劣化が進んでいる。図2.10.2は、生物化学的酸素要求量(BOD)負荷に基づく水質汚染の主要な4つの汚染源を示している。水質基準に基づく水域の類型化または再類型化は、フィリピンの水質管理の状態を維持または改善するための基準となる。2019年、環境管理局(EMB)は、その用途(公営水道、農業、養殖、商業、工業、航行、レクリエーション、野生生物保護、景観維持目的など)と水質に基づいて、898の水域を類型化している(EMB 2019)。

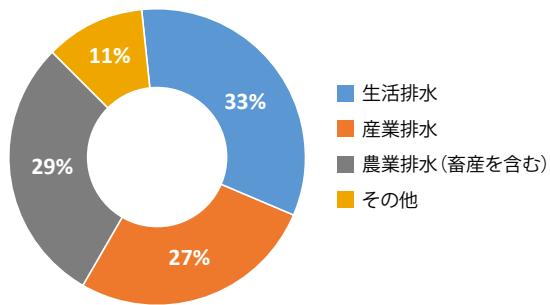


図2.10.2 BOD負荷に基づくフィリピンの主な水質汚染源
(出典:EMB 2014)

3.1 河川

モニタリングの対象となる排水面積が40 km²以上の主要河川は321あり、国家水資源委員会が特定した全国421の主要河川の76%を占めている(EMB 2019)。主要河川のモニタリングの目的は、水質を改善し、環境天然資源省

(DENR) 行政命令第2016-08号または2016年の水質ガイドラインと一般排水基準(GES)に適合させることである。421の主要河川のうち、180の河川は水質汚染に悩まされており、主に生活排水(糞便性大腸菌)や産業廃棄物、農業廃棄物が原因となっている。一方で、2019年に46の主要河川で実施された毎月の水質モニタリングでは、34の河川がBOD基準内にあり、37の河川が溶存酸素(DO)基準内にあることが判明した。さらに180の河川でDOのモニタリングを実施した結果、そのうち82%が水質ガイドライン値内に収まっていた。

また、一部の水路や小川で目立っている浮遊ごみを減らすことを目的に、「アドプト・アン・エステロ/排水路プログラム(Adopt-an-Esterro Waterbody Program)」が実施された。プログラムでは、浚渫や排水活動の頻度の増加、ゴミ収集効率の改善、洪水の軽減、地域の政策やプログラムの補完、プログラムが採用された排水路区域における雇用創出などが行われた。プログラムが採択された排水路区域内のパートナー企業、地方自治体(LGUs)、コミュニティの29,391人が参加した大規模な清掃活動の結果、2,065.3トンの混合固体廃棄物が回収された。2019年にモニターされた407の排水路のうち、153はBODの有意な改善を示し、147はDOレベルの改善を示した。

3.2 湖沼及び貯水池

水質の悪化は、ラグナ湖に関する主要な管理課題のひとつである。湖の汚染は主に生活排水(77%)、農業(11%)、工業(11%)、林業(1%)に起因するものである。表2.10.3は、ラグナ湖に流入する支流の水質をまとめたものである。湖の水質はいくつかの項目で改善が見られるが、支流の水質はクラスD以下の状態である。

表2.10.3 ラグナ湖及びその支流で観測された水質(2018年)

	クラスA	クラスB	クラスC	クラスD	それ以下
DO	mg/L >5	>5	>5	2-5	<2
	モニタリングポイントにおける割合	100% (43%)*		(19%)	(38%)
BOD	mg/L <3	3-5	5-7	7-15	>15
	モニタリングポイントにおける割合	100% (24%)	(19%)	(11%)	(3%) (43%)
NO ₃ ⁻ (硝酸塩)	mg/L ≤7	≤7	≤7	7-15	>15
	モニタリングポイントにおける割合	100% (100%)			
PO ₄ ³⁻ (リン酸塩)	mg/L ≤0.5	≤0.5	≤0.5	0.5-5	>5
	モニタリングポイントにおける割合	100% (47%)		(50%)	(3%)
糞便性大腸菌	MPN/100ml <1.1	1.1-100	100-200	200-400	>400
	モニタリングポイントにおける割合	(N/A)	100% (N/A)	(N/A)	(N/A)

注: 湖におけるモニタリングポイントは9、支流におけるモニタリングポイントは35。*()内は支流の数値を示す

(出典: LLDA 2018)

3.3 沿岸水域

2019年、環境管理局が39の主要な海水浴場で糞便性大腸菌をモニタリングしたところ、64%の海水浴場が水質基準値内に収まっていた。同様に、33の海水浴場でpHをモニタリングしたところ、97%の海水浴場が基準値内に収まっていた。また、主要な海水浴場に加えて、174の海水浴場で糞便性大腸菌、157の海水浴場でpHをモニタリングしたところ、そのうち97が糞便性大腸菌でクラスSB水域の水質基準値を、151がpHで水質基準値をクリアした。表2.10.4にマニラ湾海水浴場の水質状態を示す。

表2.10.4 マニラ湾海水浴場の平均溶存酸素(DO)、リン酸塩(PO_4^{3-})、硝酸塩(NO_3^-)(2018年)

マニラ湾海水浴場モニタリング地点	DO	リン酸塩(PO_4^{3-})	硝酸塩(NO_3^-)
ナボタス(Navotas)	2.59	0.2	0.33
ルネタ(Luneta)	3.9	0.16	0.38
フィリピン文化センター(CCP)	2.8	0.33	0.36
モール・オブ・アジア(MOA)	0.9	0.51	0.33
PEATC	4.9	0.25	0.33
水質ガイドライン クラス「SB」(DAO 2016-08)	6	0.5	10

(出典: EMB 2019)

3.4 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、飲料水国家基準(PNSDW)に従って地下水の水質評価を実施している。その結果、採取された地下水サンプルの58%近くが大腸菌で汚染されていることが判明し、対応する必要が出てきている。地下水の塩分濃度の上昇も懸念されており、特にマニラ首都圏やセブ首都圏などの大都市の沿岸部では、地下水の過剰な取水がその原因と考えられる。

4 | 排水処理状況

生活排水

生活排水のうち適切に処理されているのはわずか10%、下水道網に接続されているのは全人口の5%にすぎない。下水道に接続されていない地域では、腐敗槽や掘り込み式トイレに頼ったり、野外での排泄を行ったりしているが、大多数は浄化槽に接続された水洗トイレを使用している。

マニラ首都圏では、43の下水処理場(STPs)と浄化処理

場(SpTPs)が人口の約9%にあたる100万人以上の住民にサービスを提供している。2012年には、950万kgのBODが除去され、最大の汚染負荷削減が達成された。直近の4年間では、年間平均940万kgのBODが除去されている。

また、主要都市や特定の住宅計画の下で生活排水を処理するための排水処理プロジェクトが進行中である。

産業排水

2017年10月現在、フィリピンには、261のIT特区、74の製造業特区、22のアグロ産業特区、20の観光経済特区、2の医療観光特区、計379の経済特区がある。このうち経済特区庁(PEZA)が所有する特区は4つで、そのほかは民間企業が所有している。フィリピンの製造業の大部分は首都圏(30%)、カラバルソン(17%)、中央ルソン(11%)に位置する。

大量の排水が発生する産業としては、食品・乳製品製造業、パルプ・製紙業、繊維業があるが、関連データはほとんど存在しない。各産業における排水量は主にその技術処理レベルと生産率に関連する(表2.10.5)。

表2.10.5 フィリピンの特定業種における排水発生量の推定値

産業	産業排水(処理排水)量($\text{m}^3/\text{日}$)
鶏肉加工	1,750
食肉及び食肉製品	75-380
銅業	67,500
医薬品製造	50-200
牛乳製造	960
エタノール製造	3,100
サトウキビ製造	100,000
飲料製造	13,000
包装	60
食品加工	500
パイナップル加工	6,540

(出典: ARCOWA 2018)

一般的に、工業排水には、製造過程の種類に応じて高いBOD負荷と汚染物質が含まれている。表2.10.6は、特定の業種の排水の水質を示したものである。

企業には、独立した事業体として、または工業団地の一部として、その排水を管理する義務がある。理想的には、工業団地の下水道に排水を流す前に、排水を適切に処理したりその他の非生活排水を前処理したりすることが望まし

表2.10.6 フィリピンの特定業種における排水の水質

産業	BOD (mg/L)	COD (mg/L)	TSS (mg/L)	Temp. (°C)	pH
サトウキビ製造	2,000–3,500	6,000	800–1,000	-	6.5–8.0
エタノール製造	60,000	110,000	6,000	48–50	4–4.5
水産加工(缶詰)	30,000	45,000	10,700	25	6.5–7.5
飲料製造	900	1,500	250	25	44,147
食肉加工	1,000–1,500	2,000	250	-	7
銅線加工	-	-	43	30.4	8.15
養豚	2,000–4,200	4,000–5,429	1,600–5,380	-	-
ボトリング	400	1,647.05	90	32.2	8.35
乾燥ココナッツ製造	6,000–10,000	17,000–20,000	2,000–4,000	-	5.0–6.3
パイナップル加工	10,200	20,000	585	40–50	4.5–6.5

(出典: ARCOWA 2018)

い。多くの工業団地では独自の処理を行っているが、工業団地の集合型排水処理施設(CWTF)に排水する前に、工業団地が定めた前処理排水基準を遵守することが求められている。工業団地内の集合型排水処理施設では、工業排水をさらに処理してから排水路に排出したり、造園や灌漑などに再利用したりしなければならない。既存の処理システムは、硝酸塩やリン酸塩などの栄養素を必要なレベルまで除去するように設計されていないことから、栄養塩に関する最近の規制は集合型排水処理施設の運営者にとって課題となっている。

工業団地内にない企業の場合、その排水はフィリピン排水基準(環境天然資源省行政命令第2016-08号(DAO 2016-08)(DAO 1990-35の改正))に準拠しなければならない。しかし、一部の企業では、経済特区または一般的排水基準(GES)のいずれかで設定された排水基準に準拠するために、独自の処理機器を開発しなければならず、排水管理が難しくなっている場合もある。

企業は、一般的に、規制で義務付けられている排水量データを収集し、報告することになっているが、これらのデータをすべてまとめた全国データベースは存在しない。経済特区以外の個々の産業施設は、排水許可を取得する必要があり、表流水へ排水する際の水質基準を遵守する必要がある。また、マニラ湾地域だけでも、10,168社のうち5,228社が処理済排水の排出許可を取得していないとして、違反通知(NOV)を受けた。

すべての水管理区域の排水路に排水した場合に国に支払うことを基本とした排水料金の算定式が2005年に制定された(DAO 2005-10)。これは、生産過程の改善や汚染

防止技術への投資など、汚染物質を排出する者に汚染負荷の低減を促すためのインセンティブを与えることを目的とするものである。また、環境天然資源省は排水の排出許可証を発行しており、その中には量と質の両方の許容値、遵守のためのスケジュール、モニタリング要件が含まれている。

5 | 水環境管理の枠組み

5.1 法制度

フィリピンには、水資源管理に関する政策や規制の法的基盤となる水関連の法律が数多く存在する。2004年水質浄化法(共和国法(RA)第9275号)は、すべてのステークホルダーを巻き込んだ多部門参加型のアプローチにより、汚染を防止し、最小化するための包括的な統合戦略を提供している。この法律の目的は、陸上の汚染源(工業、商業施設、農業、地域社会や家庭活動)からの汚染から国の水域を保護することである。同法は、すべての水域における水質管理、土地に由来する汚染の軽減と管理、水質基準、規制、罰則の施行に適用される。

同法(RA9275)第5条に基づき、環境天然資源省は、国家水資源委員会と連携して、河川流域、水資源地域などの適切な生理学的単位を用いて、水質管理地域(WQMA)を指定している。水質管理地域は、水文、水文地理学、気象学、地理学的条件が類似する地域であり、水域における汚染物質の生理化学的、生物学的、細菌学的反応や拡散に影響を与えるか、あるいは共通の関心を共有しているか、または類似の開発プログラム、見通し、あるいは問題に直

面している地域である。各水質管理地域運営委員会は、関連するステークホルダーで構成され、環境天然資源省地域事務所が議長を務める。委員会は、政策、規制、地方条例、及び水質浄化法を効果的に実施するために必要な手段を調整するための戦略の策定に責任を負う。

2016年の水質ガイドライン・一般排水基準 (DAO 2016-08) では、国の水域の分類、時間的傾向の把握、水質の悪化・改善の段階の評価、水質汚濁の防止・抑制・緩和のための措置の必要性の評価などの指針が示されている。

水環境保全に関連する他の法律には、国家環境政策 (PD1151) と固体廃棄物管理法 (RA9003) などがある。環境管理局は水の保護・保全を管轄している。

5.2 組織体制

水資源管理の主担当機関は環境天然資源省である。同省の任務は、汚染の予防と制御、環境管理と向上に関するすべての政策・計画・プログラム・プロジェクト・活動の策定、統合、調整、監督、実施である。このほかにも、水資源の計画と管理に関連する省庁等がある(表2.10.7)。さらに、地方自治体 (LGU) は、環境天然資源省の監督・管理の下、給水システムや共同灌漑施設の提供、社会的林業の実施、地域の洪水管理プロジェクトの実施を義務付けられている (SEPO 2011)。多くの機関が、あらゆるレベルで水のガバナンスを監督している。

5.3 水質環境基準

水質環境基準

フィリピンでは、環境天然資源省行政命令第2016-08号 (DAO 2016-08) (DAO 1990-35 の改正) により、2016年の水質ガイドライン・一般排水基準を設定している。DAO 2016-08には、水質の維持を目的とした利用目的に基づく水域の水の分類に関する規定がある(表2.10.8参照)。

水質ガイドライン (WQG) は、各水域の分類ごとに維持されなければならない、その項目は一次または二次に分類される。一次項目は、各水域のモニタリングに必要な最低限の水質項目である。二次項目は、環境影響評価や他の水質モニタリング目的の一部としてベースライン評価で使用される項目である。

水質モニタリングの枠組み

環境管理局の地域事務所は、DAO 2016-08に示された

水質項目に基づいて、全国で定期的な水質モニタリングを実施している。2001年から2016年まで、238の水域について、類型化のためまたは定期的な水質モニタリングの対象として、DENR-EMB 水質モニタリングマニュアル (2009年) に従って毎月または四半期ごとにモニタリングが実施されている。

5.4 排水基準

排水基準

DAO 2016-08では、あらゆる点源からの排出は常に排水基準を満たさなければならないとしており、同命令の第7節では、あらゆる点源からの排出は、水域の分類ごとに必要な水質を維持するために定められた排水基準を常に満たさなければならないとしている。一般排水基準は、産業分類と排出量にかかわらず用いられる。農業目的からの排水は、DAO 2007-26に準拠するとともに、常に排水基準を満たさなければならない。

排水検査手続き

企業におけるモニタリングはさまざまなレベルで実施されるが(表2.10.9)、原則として、排水基準を自ら遵守する必要がある対象者のみが実施する。提出する書類には、モニタリング報告書(自己モニタリング)、計画書、必要な許可証(排出許可証)、その他の遵守または実施の証明が含まれる。検証のための実地検査では、実際のプラントの点検、排水サンプリングの採取、提出された報告書の検証が行われる。

違反に対する措置

水質浄化法では、規制されている排水を行う施設の所有者または運営者は、環境天然資源省によって認められた法的な認可である排出許可証を取得することが義務付けられている。許可証には、排水の量や質、遵守スケジュール、モニタリング要件などの項目が明記されており、事業体が規則や規制、許可条件を遵守していない場合は、当該許可が一時停止または取り消される可能性がある。

高いレベルの排水処理技術が利用可能とはいえ、未だに排水基準を遵守できていない企業や商業施設が多数存在している。表2.10.10に示すように、2019年に全国のモニタリング対象企業9,060社のうち約54%、4,930社が排水基準に違反していることが判明した。排水を行う前に排

表2.10.7 フィリピンの水環境管理に関わる主要省庁・機関

省庁等	所掌
環境天然資源省 (DENR)	環境と天然資源の保全、管理、開発、適正利用
国家水資源委員会 (NWRB)	水関連法規の管理/施行、水資源管理プログラムのリードコーディネート
環境管理局 (EMB)	公害の防止と制御、及び環境の管理と改善に関連するすべての方針・計画・プログラム・プロジェクト・活動の策定、統合、調整、監督、実施
森林管理局 (FMB)	林地と流域の保護・開発・占有管理・保全のための政策とプログラムの策定、実施
農業省 (DA)	
国家灌漑管理局 (NIA)	治水・排水等、農業用水等の水資源事業の実施
土壤・水管理局 (BSWM)	農業開発を目的とした既存及び潜在的な土壤と水源の保護政策とプログラムの策定、実施
漁業・水産資源局 (BFAR)	国の漁業及び水産資源の適切な保護及び管理のための計画を策定
保健省 (DOH)	飲料水国家基準遵守の管理
内務自治省 (DILG)	国家給水・衛生プログラムの実施を管理し、すべての人が安全な飲料水にアクセスできるようにするという国の持続可能な開発目標 (SDGs) 達成を監督
給水・衛生ユニット	地方自治体 (LGU) に対して、地方給水・衛生計画の作成、利用可能なセクタープログラムに関する情報の提供、給水・衛生プロジェクトへの資金調達を容易にするための能力開発プログラムを提供
公共事業道路省 (DPWH)	国の下水道・浄化槽管理を実施
国家経済開発庁 (NEDA)	国・地域・分野別の開発政策や投資プログラムの作成を調整
フィリピン電力公社 (NPC)	水力発電ダムを含む発電施設の開発・管理、その他流域管理に関する業務
メトロマニラ開発庁 (MMDA)	インフラ整備、固体廃棄物管理、水質浄化法・フィリピン水関連法典・大気汚染防止法などの環境法の施行など、メトロマニラ地域開発のガバナンスを管理
マニラ首都圏上下水道供給公社 (MWSS)	マニラ首都圏及び他の州の給水プログラム、マニラ首都圏の水道会社である Manila Water Company (MWC) 及び Maynilad Water Services Co. (MWSC) の計画・プログラムの実施等を直接監督
パシグ川再生委員会 (PRRC)	パシグ川再生を目的としたすべての政府機関の計画・プログラムの調整と統合、及び実施を監視
ラグナ湖開発公社 (LLDA)	ラグナ湖地域における汚染の予防と制御、環境の管理と向上に関連するすべての政策・計画・プログラム・プロジェクト・活動の策定、規制、実施
地方水道公社 (LWUA)	マニラ首都圏以外の地域の水道事業の運営と建設の促進、資金調達、規制
地方自治体 (LGUs)	地方自治体の管轄区域内の河川の管理・運営、及びその轄区域内での生態系固体廃棄物管理法の実施

表2.10.8 利用目的ごとの水質分類

分類	利用目的
クラス AA	上水道クラス I：人が住んでいない地域または保護対象地域にある水源であって、正式に定められた方法による消毒・滅菌のみで飲料水国家基準に適合するもの
クラス A	上水道クラス II：最新の飲料水国家基準に適合するために、従来の処理（凝集、沈殿、ろ過、消毒）を必要とするもの
クラス B	レクリエーション用水クラス I：一義的に水に触れる活動（水浴び、水泳、素潜りなど）が目的となる水が対象
クラス C	魚類その他の水産資源の繁殖・育成を目的とした漁業用水 レクリエーション用水クラス II：ボート遊び、釣りまたはこれらに類する活動 農業用、灌漑用及び畜産用

表2.10.9 企業に対する排水モニタリングの実施方法

レベル	責任者	報告内容
プロジェクト実施者/企業	汚染管理局担当官	自己モニタリング報告書 (SMR) 及び/またはコンプライアンス・モニタリング報告書 (CMR)
複数の関係者によるモニタリング (MMT) または第三者モニタリング	地方自治体 (LGUs)、NGO、その他の関係者で構成されたチーム	モニタリング報告書/コンプライアンス・モニタリング報告書
規制当局	環境管理局 (本省)/地域事務所	コンプライアンス評価報告書

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

マレーシア

ミャンマー

フィリピン

スリランカ

タイ

ベトナム

水を処理するための設備投資を行わない零細・中小企業が依然として存在し、その結果、河川、湖沼、海洋水域の劣化を招いている。

表2.10.10 2018年及び2019年における企業の遵守率

項目	2018	2019
排出許可証の発行数	6,010	5,929
モニタリング対象企業数	9,554	9,060
違反通知発行数	4,959	4,930
遵守率	48%	46%

(出典: EMB 2019)

一般排水基準に違反した者は、「停止命令」(CDO) の発令を受けるために、汚染裁定委員会 (PAB) に照会される。汚染裁定委員会 (PAB) の勧告に基づき、禁止されている行為を行った者、または水質浄化法及びその施行細則 (IRR) の規定に違反した者には、違反1日当たり1万以上20万フィリピンペソ以下の罰金が科される。故意または重大な過失により清掃作業を実施しなかった場合、2年以上4年以下の懲役に加え、違反1日当たり5万以上10万フィリピンペソ以下の罰金が科される。そのような違反や清掃の拒否の結果、重大な傷害や生命の損失、または不可逆的な水の汚染につながった場合には、6年以上(12年以上)の懲役と違反1日当たり50万フィリピンペソの罰金が科される。

一方、優れた革新的な事業、技術や活動に対しては、国家水質管理基金から個人や民間団体などに報奨金が支給される。また、産業排水処理・回収施設の減税など、産業界へのインセンティブも設けられている。

6 | 水環境管理に係る最近の動き

フィリピンにおける水環境管理に関する最近の動きとしでまず挙げられるのは、DAO 2019-15である。これは、ボラカイ島を水質管理保全地域 (WQMACA) に指定するとともに管理委員会を設立するもので、その目的は、ボラカイ島の水質を継続的に保全・改善し、島の生活機会を維持することである。主要観光地であるボラカイビーチ (Boracay

Beach Areas)、アクラン (Aklan) 州の様々な商業施設に対して、水質浄化法違反に関する違反通知と事業停止命令が出された。また、フィリピン水関連規制 (大統領令第1067号) 違反により、様々な施設が取り壊された。

もうひとつはDAO 2018-12であり、これは、アンブラヤン (Amburayan) 川水系 (UARS/LARS) について2つの水質管理地域とその管理委員会を指定するものである。本環境天然資源省行政命令は、アンブラヤン川上流とその支流の水質を確保し、Atok、Bakun、Buguias、Kapangan、Kibungan、Tublayの各自治体とそのコミュニティの人々のための持続可能な資源とすることを目的としている。同川下流では、水質の改善により、ラウニオン (La Union) 州とイロコス・スル (Ilocos Sur) 州の灌漑用水などの農業利用の水源に貢献することが期待されている。

マニラ湾に関しては、大規模な地上調査及び改修が進んでいる。これは、下水/排水処理場の設置を怠った商業施設やホテルに対する違反通知と事業停止命令の発行を含む。環境天然資源省及びマニラ湾調整管理事務所が実施したマニラ湾地域とその支流の清掃活動としては、バセコ (Baseco) 地区へのゴミ収集機の設置、552kgのゴミ回収船2隻の製作、近隣河川と排水路 (esteros) の調査、関係者との調整会議、マニラ湾ウォッチ自転車パトロール隊の立ち上げ等がある。なお、120万キロ以上の固体廃棄物がマニラ湾地域とその支流から回収・撤去されている。

そのほか、主要観光地であるミマロパ (Mimaropa) 地方のビーチリゾートにおいても清掃活動が行われている。すなわち、パラワン (Palawan) 州コロン (Coron)、エルニド (El Nido)、サン・ビセンテ (San Vincente)、東ミンドロ (Oriental Mindoro) 州プエルトガレラ (Puerto Galera)、西ミンドロ (Occidental Mindoro) 州サンホセ (San Jose)、及びパングラオ (Panglao) 島、ボホール (Bohol) 島、シアルガオ (Siargao) 島、北アグサン (Agusan Del Norte) 州などである。水質浄化法に違反した様々な商業施設に違反通知及び事業停止命令が発行され、フィリピン水関連規制 (大統領令第1067号) に違反した様々な施設が取り壊された。

7 | 現在及び今後の課題

フィリピンでは持続可能な水質管理のための基盤がすでに構築されているため、現在の主な課題は、国内の水域の水質を回復・保全し、最終的には将来世代に向けて生活の質を維持するために、既存の水質管理政策とプログラムをいかに継続するかということである。水利用に関する規制が不十分で、水関連機関が分断されていることが、調整の問題や執行力の弱さの原因となっている。また、高い水需要と限られた供給、無差別な土地利用と開発、固体廃棄物・汚染物質・有害廃棄物の増加、不十分な処理施設などの問題があり、水質維持が困難であることも課題である。水質ガバナンスを改善するための効率的かつ効果的な計画と意思決定には、科学に基づくデータと情報が必要である。そのためには、国際的な研究開発から生み出された新しい知識や技術へのアクセスを増やすことが重要である。

こうした課題を克服するために計画あるいは実施された主な対応策は以下の通りである。

- 関係機関とのミーティングを行い、課題や懸念事項に対処するとともに、適切な対応を実施
- 水管理を効率的かつ適切に行うための法的・制度的枠組みの見直し、再編成、再評価、更新を実施
- 参加型水ガバナンスマネジメントモデルを検討・実施
- 計画と意思決定プロセスを改善
- 水管理に関する様々な課題に対処するため、費用対効果の高い長期計画／枠組みを作成。特に、長期的なコストの削減に取り組むほか、廃棄物増加の可能性及び利用可能なきれいな水の不足に起因する影響を軽減
- 水管理・水環境ガバナンスに関する情報提供、教育、適切な情報発信を目的とした研修・セミナーを実施
- 水資源管理のための各種技術に関するワークショップを実施

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

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

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 ²)	62,705 (2019)
総人口(人)	2,180万 (2019)
名目GDP(米ドル)	840億 (2019)
一人当たり名目GDP(米ドル)	3,852 (2019)
平均降水量(mm/年)	1,712 (2017)
水資源量(km ³)	52.8 (2017)
年間水使用量(10億m ³)	13 (2005)
セクター別 年間水使用率	農業用水 工工業用水 都市用水(生活用水を含む)
	87.3% (2005) 6.4% (2005) 6.2% (2005)

(出典 : CB 2019, FAO 2020)



図2.11.1 スリランカ・キャンディのキャンディ湖

2 | 水資源の現状

スリランカは熱帯の島国で、年間平均降水量は900～5,000 mm（図2.11.2）、年間1,312億3,000万m³の淡水が供給されている。南西部の地域は最も雨が多く、年間降水量が2,000 mm以上であるが、北部（及び一部の南東部）は年間降水量が1,500 mm未満の乾燥地帯となっている。スリランカには103の河川流域がある。最大河川は延長335 kmのマハウエリ（Mahaweli）川で、その流域面積は10,448 km²である（MENR and UNEP 2009）。湿地帯の河川は、土地面積の約3分の1、流出水の50%以上を占めている。スリランカには、湿地帯が3,400以上あり、古代に造

られた灌漑用貯水池や近年建設された多目的貯水池や湖沼が存在している。

国内の地下水資源量は72億5,300万m³と推定され、特に農村部では主要な水源となっており、農村人口の約72%が生活用水として地下水を利用している。

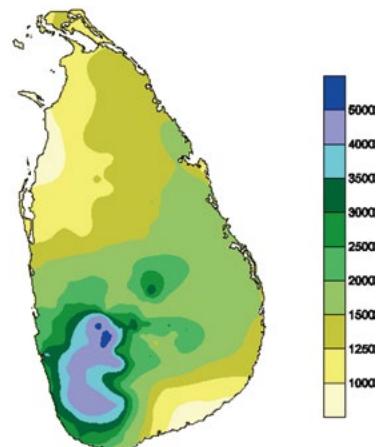


図2.11.2 スリランカの年間降水量分布 (mm単位)

3 | 水環境の状況

スリランカでは、生活排水や工業排水、ごみからの浸出水による汚染が表流水や地下水資源に関する継続的な問題となっている。集合型排水処理施設の普及率は5%未満であり、都市部の住宅には敷地内に腐敗槽が設置されているのが一般的である。農地では合成肥料が多用され、その結果、栄養塩の流出が表流水と地下水の汚染の原因となっている。

3.1 河川

主要な河川流域の水質は、水質基準の範囲内にある。しかし、都市部での未処理または不十分な処理による排水が河川汚染の主な原因となっている。例えば、スリランカで2番目に大きな河川流域であるケラニ（Kelani）川は、川沿いの工業の急速な発展と人口密度の高さが原因で、最も汚染が進んでいる河川のひとつとなっている。

また、固体廃棄物の水路への不法投棄も深刻な問題となっている。砂利採取の拡大は、濁度の上昇、水量の減少、塩水の浸入など、河川の水質に影響を与えている。表2.11.2

にスリランカにおける主な河川の最近の水質状況を示す。

表2.11.2 主な河川の水質状況

河川名	年	BOD (mg/L)	COD (mg/L)	NO ₃ ⁻ (mg/L)	PO ₄ ³⁻ (mg/L)
Nilwala川	2019	1	5.6	0.9	<0.01
	2019	20.1	3.23	1.47	<0.01
Deduru oya川	2020	2.95	26.06	9.97	<0.01
	2019	3.71	16.83	<0.01	<0.01
Attanagal oya川	2019	1.67	14.63	0.15	<0.1
	2020	1.78	12.92	0.15	<0.1
Mahaweli 川	2020	5.0	7.75	0.03	<0.01
	2018	1.37	12.41	0.43	<0.1
Badulu oya川	2019	9	66.29	2.87	<0.1
	2020	1.4	11.0	0.50	<0.1
Diyawanna oya 川	2017	3.87	22.43	0.99	<0.01
	2018	1.75	15.75	1.87	<0.15
	2019	2.75	10.5	1.06	0.05

(出典: CEA 2021)

3.2 湖沼及び貯水池

一般的に、湖沼及び貯水池の水質は良好と考えられる。表2.11.3は、主な湖沼・貯水池の水質状況をまとめたものである。

表2.11.3 主な湖沼・貯水池の水質状況

湖沼/貯水池	年	BOD (mg/L)	COD (mg/L)	NO ₃ ⁻ (mg/L)	PO ₄ ³⁻ (mg/L)
Kurunegala 貯水池	2019	7.43	25.06	1.10	0.03
	2020	3.10	29.7	1.40	<0.01
Gregory 湖	2019	8.42	31.0	1.53	0.04
	2019	12.85	3.18	1.69	0.054
Nuwara wewa	2019	2.53	28.27	NA	0.06
	2020	5.81	18.91	NA	0.03
Tissa wewa	2019	3	35	NA	0.04
	2020	3.56	23.92	NA	0.02

(出典: CEA 2021)

3.3 沿岸水域

沿岸水域の水質汚染は、沿岸地域内外での急速な開発活動や人口の増加、新たな企業活動の展開、観光業の発展などにより、過去数十年の間に悪化している。工業施設の60%以上が、コロンボ(Colombo)県やガンパハ(Gampaha)県など、スリランカの沿岸部に位置している。BeruwalaやUnawatunaなどの沿岸地域では、有機物汚染が原因で生物化学的酸素要求量(BOD)が高レベルとなっている。

3.4 地下水

地下水の水質に関する共通の問題は、掘り込み式トイレ

などの不十分な衛生システムによる微生物汚染と栄養塩(硝酸塩など)である(表2.11.4)。肥料の過剰な使用や未処理排水も、地下水の硝酸塩濃度を高くする要因となっている。沿岸地域では、地下水の過剰使用や波による内陸への侵食などの要因が重なり、地下水の塩分濃度の上昇が顕著な問題となっている。

表2.11.4 地域別の地下水水質の変動(2014年–2018年)*

サンプリングエリア	TDS (mg/L)	大腸菌 (cfu/100ml)	COD (mg/L)	TSS (mg/L)	PO ₄ ³⁻ (mg/L)	NO ₃ ⁻ (mg/L)
農地	160–172	22–40	10–13	140–155	0.3–0.6	0.3–0.5
固体廃棄物投棄場	270–296	10–790	12–20	13–93	0.2–0.5	3.1–6.2
都市	80–105	4–608	16–20	6–58	0.2–0.4	0.3–7.4

* Peradeniya大学及び国家給排水委員会(NWSDB)による調査に基づく。
(出典: CEA 2019)

各種工業もスリランカの地下水汚染の原因のひとつである。WEPAアクションプログラムの下で実施された調査では、一部工場の近くで採取された地下水サンプルで化学的酸素要求量(COD)、硝酸塩、電気伝導率(EC)が高くなっていることが判明した。

4 | 排水処理状況

生活排水

全国の下水道の普及率は3%未満であり、その他の地域では腐敗槽、通気改良型ピット式トイレ(VIPs)、掘り込み式トイレなどの衛生管理が不十分なシステムの使用がほとんどとなっている。生活排水を適切に処理するため、主要都市や住宅団地では排水処理プロジェクトが進行中である。表2.11.5に主要都市における既存の排水処理施設の状況を、表2.11.6に主要な住宅団地における排水処理の状況を示す。

表2.11.5 主要都市における既存の排水処理施設の状況

都市名	処理能力(m ³ /日)	裨益人口
Colombo (CMC)	海へ放出	331,500
Dehiwala/Mt. Lavinia	海へ放出	65,000
Kolonnawa	海へ放出	60,000
Kataragama	3,000	20,000
Hikkaduwa	1,040	500+(60商業施設)
Rathmalana	17,000	20,000+408工場
Ja Ela	7,500	10,500
Kurunegala	4,500	43,000
Kandy	14,000	55,000+150,000 (205,000(最大値))

(出典: CEA 2021)

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
マレーシア
ミャンマー
ネパール
フィリピン
スリランカ
タヒチ
ベトナム

表2.11.6 主要な住宅団地における排水処理の状況

住宅団地	接続戸数	処理能力 (m ³ /日)	裨益人口
Mattegoda	1,154	600	4,850
Jayawadanagama	669	NA	2,810
Maddumagewatta	315	NA	1,320
Raddolugama	2,045	6,000	8,590
Kuruminiyawatta	202	NA	850
Royal Park	249	NA	1,045
Hantana	394	550	1,650

(出典: CEA 2021)

産業排水

スリランカの産業は、中央環境庁(CEA)によって、潜在的な汚染の深刻度に応じて、A型、B型、C型の3つの大まかなグループに分類されている。スリランカでは、合計15,404の高濃度汚染産業(A型)、10,631の中濃度汚染産業(B型)及び26,622の低濃度汚染産業(C型)が操業している。ほとんどの工業地帯には、操業する工場からの排水を処理するための独自の集合型排水処理施設がある。しかしながら、中小企業の排水処理状況に関するデータはほとんどないか、あるいは全くない。表2.11.7は、一部の輸出加工区における排水処理の状況を示している。

表2.11.7 輸出加工区における排水処理の状況

輸出加工区	処理能力 (m ³ /日)
Biyagama	21,000
Seetawaka	9,900
Koggala	675
Katunayaka	3,000
Mirigama	400
Wathupitiwala	900
Polgahawela	450
Mawathagama	500
Horana	1,000
Malwatta	450

(出典: CEA 2021)

国家給排水委員会法(1974年第02号)によると、家庭用と工業用の下水道サービスは、水の総使用量に基づいて、異なる料金体系が適用される。商業用に提供される家庭用下水道サービスの料金は1 m³当たり40スリランカルピーの一括料金であるが、住宅用に提供される場合は水の使用量に応じて料金が異なり、200スリランカルピーの追加サービス利用料金が適用される。工業用の場合は、1 m³当たり40スリランカルピーの一括料金が適用される。

5 | 水環境管理の枠組み

スリランカ憲法は、地域社会の利益のために環境を保護、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)義務があると規定している。河川、小川、湖沼などの表流水資源は、国有地条例と憲法に基づき、政府が管理している。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あり、スリランカの社会・経済開発のニーズと環境保全を両立させることで、健全な環境管理を推進することを目的としている。同年、本プログラムに基づき、「ハリサ・ランカプログラムのための国家行動計画」が策定され、持続可能な開発のための国家評議会(NCSD)の監督のもと、2009年から2016年の間に実施されるべき措置が盛り込まれた。計画に提案されている戦略と行動は、すべての関係省庁と利害関係機関の協調的な取り組みである。環境汚染防止対策に関しては、中央環境庁が5カ年行動計画を作成している。

5.1 法制度

1980年に制定された国家環境法(NEA)(1980年法律第47号(2000年改正法第53号))は、スリランカにおける環境保護に関する基本法であり、「環境の保護・管理・向上、環境の質の規制・維持・管理、汚染の予防・軽減・管理」を目的としている。同法によると、廃棄物の環境への排出は許可なしに行なうことはできず、規定された基準や基準に従わなければならないとされる。水環境管理に関連する他の法令を図2.11.3に示す。



図2.11.3 水環境管理に関する法制度

(出典:CEA提供の情報をもとに作成)

5.2 組織体制

スリランカの水環境管理は、表2.11.8に示すように、それぞれの政府機関がそれぞれの分野を統括している。2001年に設立された環境省は、環境と天然資源の保全に関する政策や指針を策定する国家的な権限を持っている。同省の下、中央環境庁は環境汚染の制御と管理に関する政策と規制の実施を担当している。中央環境庁は1981年に設立され、国家環境法に基づき、環境の保全、管理、改善を行う規制権限を持つ機関である。

海洋環境保護庁(MEPA)は海洋汚染防止に関する規制権限を持つ。コンドミニアム管理庁、国民住宅開発庁、スリランカ投資委員会(BOI)など、建設、エンジニアリングサービス、住宅、共同設備に関する他の政府機関は、その活動が水質の状態に大きく影響するため、水環境保全に間接的に関連する機関である。地方政府もまた、国家環境法に基づく命令により、管轄地域内の産業やその活動を規制することで、水環境管理において重要な役割を果たしている。地方の公衆衛生検査官は、ピット式トイレや浄化槽などのオンラインサイトの衛生システムを管理している。

表2.11.8 水環境管理に関わる主要機関

機関名	所掌
環境省	国の環境と天然資源の総合的な管理。環境管理のための重要な政策・戦略・ガイドラインの策定
中央環境庁	水環境を含む環境保全のための総合的な責任
水資源委員会	地下水資源の保全・利用・管理・開発のための科学的な特徴付けと地図作成及び総合的かつ統合的な計画の作成
国家給排水委員会	地下水を利用した公営・民営の水道事業や調整型下水道事業の運営開発・施工
灌漑局	内水面の規制と管理
マハヴェリ管理庁	農業用地開発のためのマハヴェリ川と周辺貯水池等の整備
海岸保全・海岸資源管理局	沿岸域の保全と資源の管理
海洋環境保護庁	船舶や沿岸を基盤とする海洋関連活動からの海洋環境保護

(出典:CEA提供の情報をもとに作成)

カンボジア | 中國 | インドネシア | 日本 | 韓国 | ラオス人民民主共和国 | 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

5.3 水質環境基準

水質環境基準

表2.11.9は、2019年国家環境（環境水質）規則第01号に基づく水質環境基準（AWQS）を示したものである。水

質環境基準は用途・目的に応じて以下6つのカテゴリーに分類されており、基準を超える汚染物質を内陸の表層水域に排出、沈殿、または廃棄してはならないとしている。

表2.11.9 スリランカの水質環境基準（2019年）

No.	パラメータ	単位	カテゴリーA	カテゴリーB	カテゴリーC	カテゴリーD	カテゴリーE	カテゴリーF
1	色	Pt mg/L、最大値	20	-	-	100	-	-
2	電気伝導率	μS/cm、最大値	-	-	-	-	700	-
3	濁度	NTU、最大値	5	-	-	-	-	-
4	TSS	mg/L、最大値	25	-	40	1,500	2,100	-
一般	全硬度 (CaCO_3)	mg/L	250*最大600	-	-	-	-	-
	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
	DO (25°C)	mg/L、最小値	6	5	5	4	3	3
	BOD ₅ (20°C)	mg/L、最大値	3	4	4	5	12	15
	COD	mg/L、最大値	10	10	15	30	-	40
	NO ₃ -N	mg/L、最大値	10	10	10	10	-	10
	NH ₃ -N pH < 7.5	-	-	-	0.94	-	-	9.1
	7.5 ≤ pH < 8.5	mg/L、最大値	-	-	0.59	-	-	4.9
	8.5 ≤ pH	-	-	-	0.22	-	-	1.6
	PO ₄ -P	mg/L、最大値	0.7	0.7	0.4	0.7	-	-
その他	塩化物 (Cl)	mg/L、最大値	250	-	-	250	600	-
	CN	mg/L、最大値	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
	F	mg/L、最大値	1.5	-	-	1.5	-	-
	SO ₄ ²⁻	mg/L、最大値	250	-	-	250	1,000	-
	Cd、合計	μg/L、最大値	5	-	5	5	-	5
	Cr、合計	μg/L、最大値	50	-	20	50	-	50
	Cu、合計	μg/L、最大値	-	-	100	-	-	100
	Fe、合計	μg/L	300*最大1,000	-	-	2,000	-	-
	Pbの総硬度<120	-	-	-	2	-	-	-
	120 ≤ 硬度<180	μg/L、最大値	50	-	3	50	-	-
金属	180 ≤ 硬度	-	-	-	4	-	-	-
	Mn、合計	μg/L、最大値	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
	Hg、合計	μg/L、最大値	1	1	1	1	2	2
	Ni、合計	μg/L、最大値	70	100	100	100	200	100
	Se、合計	μg/L、最大値	10	10	5	10	-	-
	Zn、合計	μg/L、最大値	1,000	-	1,000	1,000	2,000	24,000
	B、合計	μg/L、最大値	-	-	-	-	500	-
	As、合計	μg/L、最大値	50	50	50	50	50	50
	Al、合計	μg/L、最大値	200	-	-	-	5,000	5,000
	30	フェノール化合物	μg/L、最大値	2	5	2	5	5
有機微量汚染物質	31	オイル/グリース	μg/L、最大値	100	-	100	100	300
	32	陰イオン界面活性剤 (MBAS)	μg/L、最大値	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
	33	MPCA	μg/L、最大値	2	-	-	20	-
	34	ペンディメタリン	μg/L、最大値	2	-	-	20	-
微生物	35	大腸菌群	MPN/100ml、最大値	10,000	10,000	-	10,000	-
	36	糞便性大腸菌	MPN/100ml	500*最大1,000	500*最大1,000	-	-	-

注：* 望ましい値

(出典：Government of Sri Lanka 2019)

1. カテゴリーA：飲料用に簡単な処理を必要とする水
2. カテゴリーB：水泳や水中のレクリエーションに適した水
3. カテゴリーC：水生生物に適した水
4. カテゴリーD：飲料用に一般的な処理加工を必要とする水
5. カテゴリーE：灌漑や農業に適した水
6. カテゴリーF：カテゴリーA～Eに分類できない最低品質の水源

水質モニタリングの枠組み

中央環境庁が水質モニタリングを行う権限を有しており、環境汚染防止ユニットと水質モニタリングラボによって実施されている。中央環境庁は、本部に主要ラボ、その他地方事務所にそれぞれラボを有しており、民間ラボもモニタリングの分析に利用できるよう登録されている。国家給排水委員会(NWSDB)は、飲料水浄化のための取水地点(70の地下水取水地点を含む計340地点)で水質モニタリングを実施している。中央環境庁は主要12水域で定期的に水質モニタリングを実施しており、その他の地域では必要に応じて追加または無作為に水質モニタリングを行っている。表2.11.10は主要12水域のうち、9水域で実施されている水質モニタリング事業を示している。主要な水源であるケラニ(Kelani)川では、2013年に最初の採水が行われた。2017年にはオンライン水質モニタリングを開始し、同年中にモニタリングは16の水域(河川、貯水池等)に拡大され、2020年には総合的に実施されるようになった。

スリランカ土地再生開発庁は、コロンボ地域の23カ所で

表2.11.10 主要9水域の水質モニタリング

水域	モニタリングポイント	頻度	パラメータ
ケラニ(Kelani)川	17	月に一度	
マハウエリ(Mahaweli)川	12	月に一度	
Dadugam Oya川	12	月に一度	BOD
Benthota川	12	月に一度	COD
Mahaoya川	12	月に一度	TSS
キャンディ(Kandy)湖	10	3カ月ごとに	pH
Kurunegala貯水池	12	月に一度	大腸菌群
Gregory湖(Nuwara Eliya)	12	月に一度	リン酸塩
Nuwara Wewa(Anuradhapura)	12	月に一度	硝酸塩
			重金属

(出典: CEA 2019)

運河の水質モニタリングを行っている。また、水資源委員会(Water Resource Board)や国際水管理研究所などの機関は地下水のモニタリングを行っている。

5.4 排水基準

排水基準

排水基準は、2008年1月2日付告示第1534/18号で公表され、「2008年国家環境(保護・品質)規則第01号排水排出基準」と呼ばれる。この排水基準は、環境汚染防止部(EPC)の環境汚染防止ユニットによって特定された排水地点と排水の種類に基づく。工業排水や生活排水の他、沿岸水域や海洋水域、内陸地表水域、灌漑用水などへの放流形態に応じて、許容限界値や基準値が設定されている。

さらに、ゴムの製造・加工産業、繊維・アパレル産業、なめし革産業、公共下水道に関連するものについては、特定の許容限界値と基準値が規定されている。また、本規制では、有害廃棄物から水環境を保護することの必要性に応じて、海洋や沿岸付近での排水に対してより厳しい基準を課すことができる。

排水検査手続き

原則として、排水の水質は、排水を行う事業者または中央環境庁が指定したラボが自主的にモニタリングすることになっている。排水モニタリング報告書は、最低でも年1回は、中央環境庁が決定したモニタリング機関に提出することになる。事業者はまた、中央環境庁が認めた第三者ラボからの排水水質報告書を提出する。しかし、すべての事業者がモニタリング施設を有しているわけではなく、中央環境庁は、年2回または年1回、これらの事業者施設からの排水のモニタリング・検査を行うことがある。また、一般市民からの苦情等に基づき、排水検査を実施することもある。

違反に対する措置

水環境の保全には、環境影響評価(EIA)、環境保護ライセンス(EPL)、定期廃棄物管理ライセンス(SWML)、環境保護地域、廃棄物管理に関する地方自治体への指令、環境勧告(ER)など、いくつかの手段がある。1990年に開始された環境保護ライセンスの枠組みは、国家環境法に基づく規則により、廃棄物を環境に排出する国内のすべての事業体に義務付けられており、ライセンスは産業の汚染の可能性(タイプA、B、C)に応じて異なる。商業利用のための地下取水の承認を行う水資源委員会、排水を海に排出する

ための排出許可を求める海洋環境保護局、貯水池を保護するMahweli Authorityなどの他の機関が、追加の実施体制を整えている。

違反や違反の場合は、ライセンスの停止や取り消し、訴訟、最低でも10,000スリランカルピーの罰金、禁固刑、またはその両方となり、国家環境法に基づき決定される。

6 | 水環境管理に係る最近の動き

2020年には、現在進行中の河川モニタリングプログラムを強化するために、包括的な河川水モニタリングプログラムが開始された。これは、物理的要因と汚染源に基づいて決定されたモニタリングポイントで、25の主要河川に沿って実施されている。モニタリングは、中央環境庁の中央及び地方の研究所によって実施されることになっている。さらに、重複を避けるために、国家給排水委員会は取水地点の水質データを共有する。この全体的なモニタリングプロセスは、河川モニタリングのマスタープランの基礎を形成するものである。水質データの分析後、汚染防止対策を実施するため、事業者に対するモニタリングはさらに強化されることとなる。

また、2020年には、ケラニ(Kelani)川を保護するためのプログラムが開始された。ケラニ川は、漁業、水力発電、砂の採掘、そしてコロンボの主要な水源を支える水資源として国家的に重要である。約10,000の工場等が川沿いに位置している。上流域の汚染は茶畠からの農業排水によるものであるが、下流域では都市の生活排水や産業排水、違法に廃棄された固体廃棄物からの浸出などによる高濃度汚染の影響を受けている。本プログラムでは、短期・中期・長期に計画されたモニタリング活動を行うことで、水質の維持・向上を目指している。短期(2020年初頭)では、地理情報システム(GIS)マッピングの実施や汚染源の特定、産業活動のモニタリング、水質モニタリング(オンラインモニタリングステーションの設置を含む)、啓発活動を実施してきている。中期的には(2020年末までに)、産業廃棄物及び家庭内廃棄物の不法投棄の調査、廃棄物負荷の分析、無許可産業に対する法的措置の実施、オンラインモニタリングの第二段階の実施などの活動を行う予定である。2020年以降は、中央環境庁と連動した監視カメラを設置して大規模産業からの排水をモニタリングするとともに、オンラインモニタリングステーションの設置を継続し、水質の傾向を分析するための包括的なデータベースを構築する計画

である。

Surakimu Ganga国家環境プログラムは、スリランカ大統領が発表したマニフェスト「復活し繁栄する国ためのビジョン」の第8章で強調されている「持続可能な環境管理」に基づく国家河川保護プログラムとして、2021年に開始された。本プログラムでは、環境省、中央環境庁、地方自治体などの関係機関が協力し、スリランカの103の河川系を保護している。最終的な目標は、水質汚染を抑制し、生態系の機能を回復・管理し、これらの河川を最大限有益に利用することである。

本プログラムは、省庁間の調整委員会、地区委員会、部門委員会を通じて実施されている。当初、問題を徹底的に調査し、河川水の汚染を克服するための改善策を講じるために、27の河川が選ばれた。現在行われている水質モニタリングプログラムや関係機関がこれまでに行ってきたその他の活動は、本プログラムを通じて調整され、ネットワーク化されることとなっている。

なお、国家環境法改正案では、環境被害補償、汚染者負担原則の導入、環境クリアランスの合法化、地下水汚染の規制などに関する新たな規制が盛り込まれることとされている。

7 | 現在及び今後の課題

水部門については、異なる省庁下の複数のセクションが管理を行っているため、適切な制度調整の欠如が大きな課題となっている。同様に、水環境管理はいくつかの法律や規則にまたがっており、コンプライアンスの監視とその施行が継続的な課題となっている。また、現地モニタリング・検査やラボにおける分析のためのスタッフの雇用など、国家予算からの資源配分に関して大幅な改善が必要とされる。さらに、ベースラインデータの不足や利用可能なデータの共有が限られていることが、水環境ガバナンス改善のさらなる障壁となっている。財政的・技術的資源の不足は、定期的なモニタリングや新しいモニタリングステーションの設置を妨げていることが多い。一部の産業では、遵守状況をモニタリングし報告するための資源や能力が不足しているため報告ができていないことも顕著な課題となっている。産業界、特に中小企業は、排水処理に投資する財源が不足している。さらに、集中型下水処理場の建設・運営コストの高さや、下水処理場の設置に対する国民の反発や抗議が、都市における排水処理の課題として残っている。

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 | 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

2.12 タイ



1 | 国別情報

表2.12.1 基本指標

国土面積 (km ²)	510,890 (2016)
総人口(人)	6,962.5万 (2019)
名目GDP(米ドル)	5,436.5億 (2019)
一人当たり名目GDP(米ドル)	7,260 (2019)
平均降水量(mm/年)	1,718.1 (2016)*
水資源量(km ³)	438.7 (2017)**
年間水使用量(10億m ³)	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: World Bank 2020, *Thai Meteorological Department 2016,
**World Data Atlas 2017)



図2.12.1 タイを流れるチャオプラヤ川

2 | 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。タイの河川流域全体での降水量は8,000億m³以上と推計され、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たり約3,300m³である(Office of National Water Resources Committee 2000)。

タイには、1,260億m³/年もの潤沢な水資源がある(ADB 2013)。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500億~560億m³/年よりはるかに多い。この水資源の中でも、地下水は公共水道の20%、生活用水の75%を供給していることから重要である。地下水源は、主に約400億m³の雨水の他、河川からの流出により補填される。これまでの水収支に関する研究では、雨水が帶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m³/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(WEPA フォーカルパーソンからの提供情報 2012)。

3 | 水環境の状況

3.1 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2019年水質モニタリングの結果は、2%が「非常に良好(優れている)」、34%が「良好」、46%が「普通」、18%が「悪化」であった(PCD 2020)。「非常に良好」と評価された水源はTapi川上流であった。北部、中部、北東部、東部の表流水の水質は前年に比べ悪化し、特に中部の水質は他の地域よりも悪くなっていた。表流水の水質基準クラスと比較すると、水質を満たしているのは水源の5%を占める3つの水源のみであった。過去10年間(2010年~2019年)、水源の大半は安定している傾向にあり、水質は「普通」から「良好」の範囲であった。

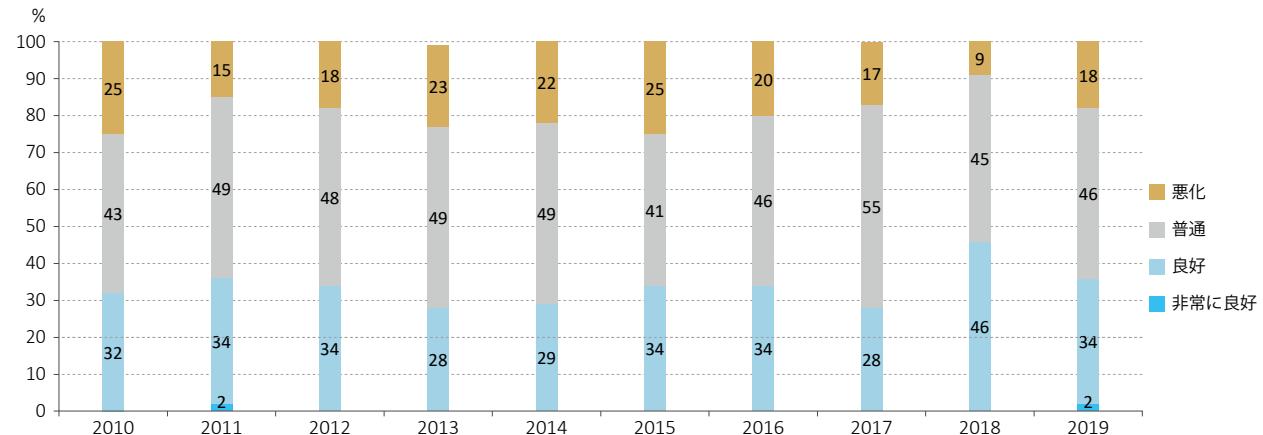


図2.12.2 2010年～2019年の全国の表流水の水質状況

(出典: PCD 2020)

表流水の水質データを分析した結果、2010年から2019年の間、溶存酵素、BOD、大腸菌群（TCB）、糞便性大腸菌（FCB）、アンモニア性窒素（NH₃-N）、重金属（HM）などの主要指標が表流水源分類の必要基準を満たしていなかつ

たことが判った。具体的には、重金属値が水質基準クラスの基準を超えた割合は0.2～1.5%、BOD値は19～36%、溶存酵素値は19～31%で、やや減少傾向にある。

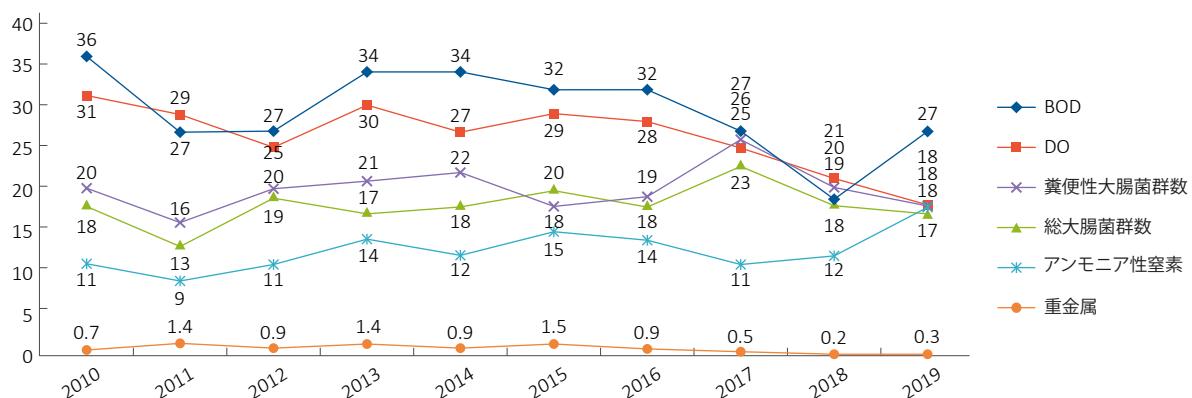
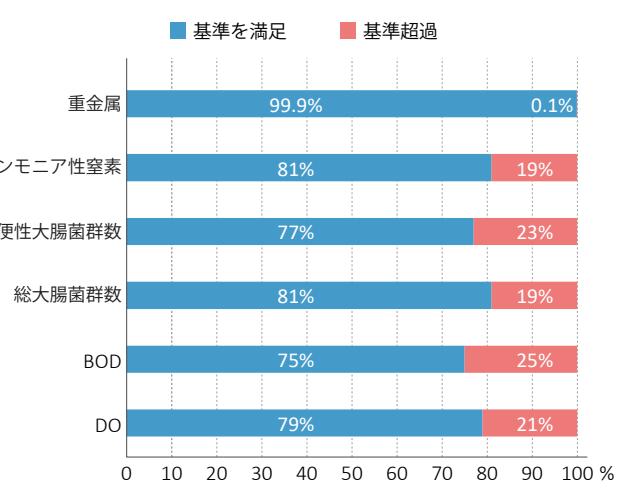


図2.12.3 水質基準クラスに満たない指標の割合（2010～2019年）

(出典: PCD 2020)

水質インデックス（WQI）を用いて評価したところ、最も水質が良好とされた水源は、1) Tapi 川上流、2) Kwai Noi 川と Kok 川、3) Phetchaburi 川上流、4) Lee 川と Kwai Yai 川、5) Tradd 川であった。最も水質が悪かった水源は、1) Ram Tahong 川下流、2) Chao Phraya 川下流、3) Tha Chin 川下流と Panglad 川上流、4) Rayong 川下流と Lopburi 川、5) Sakae Klang 川であった。水質悪化の原因是、主要な水源に流出している自治体排水、産業からの下水、農業・畜産からの流出、非効率な排水処理システム、不十分な排水収集・処理などである（PCD 2020）。

2009年～2019年の過去11年の間、ほとんどの表流水の水質は「普通」であった。2009年以降、「非常に悪い」とされた水源はなく、水源はおおむね良好な水質へと改善しつ

図2.12.4 中央部の表流水水質モニタリング結果
(表流水水質基準クラス3と比較した場合) (出典: PCD 2020)

カンボジア | 中國 | インドネシア | 日本 | 韓国 | ラオス人民民主共和国 | 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

つある。安定して「良好」な結果を得ている水源はTapi川上流、Khwae Noi川、Lum Chee川である。他方、Chao Phraya川下流、Tha Chin川下流、Lop Buri川、Lumtakong川下流では水質が継続して悪い状況にあり、綿密なモニタリングと対策を必要としている。

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、大腸菌群、糞便性大腸菌、硝酸性窒素(NO_3^- -N)、アンモニア性窒素(NH_3 -N)、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 2014)。

3.2 沿岸水域

タイ国家公害白書2019によると、沿岸水域の水質はおおむね「普通」から「良好」の結果を示している。観光客向けのビーチは沿岸の水質が優れているが、一部の沿岸地域、特にタイランド湾では「悪い」という結果が続いている。

2019年の沿岸水質モニタリング結果では、サンプルの2%が「非常に良好」、59%が「良好」、34%が「普通」、3%が「悪化」、2%が「著しく悪化」という結果であった。過去10年間の沿岸水質は、2016年以降改善傾向にあり、2019年まで安定している。「非常に良好」な沿岸水域は、Koh Lann島、Phrao湾(Samet島)、Ban Son湾、Koh Phangan島であったが、Bang Pakong川、Chao Phraya川、Tha Chin川の河口のタイランド湾では、水質が「悪化」ないし「著し

く悪化」の状態が続いている。赤潮は26回(前年の4倍以上)発生したが、これはおそらく、自治体の排水、工業・農業排水、掘削による油流出、石油輸送、航海、植物プランクトンの急速な発生などによるものと考えられる(PCD 2020)。

また、2010年から2019年までの沿岸水質の推移を見ると、ほとんどの沿岸水質がおおむね「普通」から「良好」の水準で推移しており、「悪化」ないし「著しく悪化」を示した場所の割合が減少し、特に2015年以降は「普通」から「良好」の割合が増加している。

沿岸水域の評価として、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が行われている。このツールは、PCDが開発したもので、海洋水質を0~100(0~25:非常に悪い、25~50:悪い、50~80:普通、80~90:良好、90~100:非常に良好)の範囲で評価する。MWQIは、沿岸水域の水質データを基に次の8つの指標により算出される:溶存酸素(DO)、総大腸菌(TCB)、リン酸態リン(PO_4^{3-} -P)、硝酸性窒素(NO_3^- -N)、水温(Temp.)、浮遊物質(SS)、酸度-アルカリ度(pH)、アンモニア性窒素(NH_3 -N)。ただし、水銀(Hg)、カドミウム(Cd)、総クロム(Total Cr)、六価クロム(Cr^{6+})、鉛(Pb)、銅(Cu)、シアノ化物(CN)、PCBなどの農薬や有害元素のレベルが海洋水質基準を超えていたことが判明した場合、MWQIはデフォルトで「0」として記録される(PCD 2017)。沿岸水域全体の問題を示す指標は、バクテリア(大腸菌群、糞便性大腸菌、腸球菌)、リン酸塩(リン)と硝酸塩(窒素)のような化学物質である。これらは主に居住区や観光地、農業や産業から流入する。タイランド湾のBang Pakong川、Chao Phraya川、Tha Chin川、Mae Klong川の河口付近の水質は「悪い」もしくは「非常に悪い」を示している(PCD 2015 2017)。

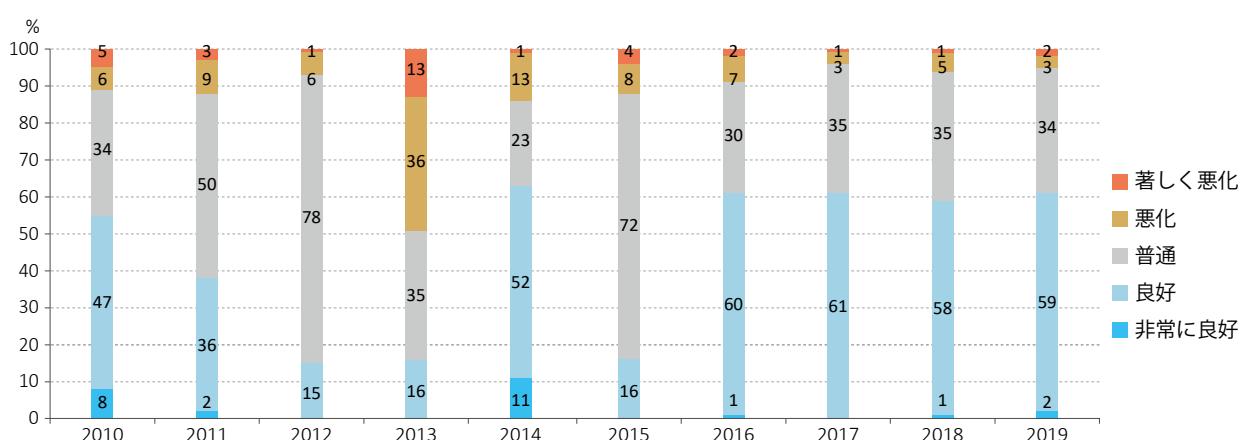


図2.12.5 全国の沿岸水質の状況(2010年~2019年)

(出典: PCD 2020)

3.3 地下水

2019年には、27の流域にある2,098地点の1,162の観測井戸にて、地下水の水質と水位の変化のモニタリングが行われた。その結果、地下水の水質は概ね良好で、地下水法B.E. 2520(1977年) (Groundwater Act B.E. 2520 (1977))に基づく基準値内に収まっていたが、一部の地域では、地理的条件や水文学的条件により、鉄やマンガンの濃度が基準値を超えていた。また、タイランド湾やSongkhla湖周辺では、地下水の塩分濃度が上昇している。一部の廃棄物処分場、産業廃棄物処分場、工業団地のサンプルから地下水の基準値を超える重金属(HM)や揮発性有機化合物(VOC)が検出されている(PCD 2020)。そのため、地下水の利用については、汚染の可能性があるかどうかを注意深く監視する必要がある。

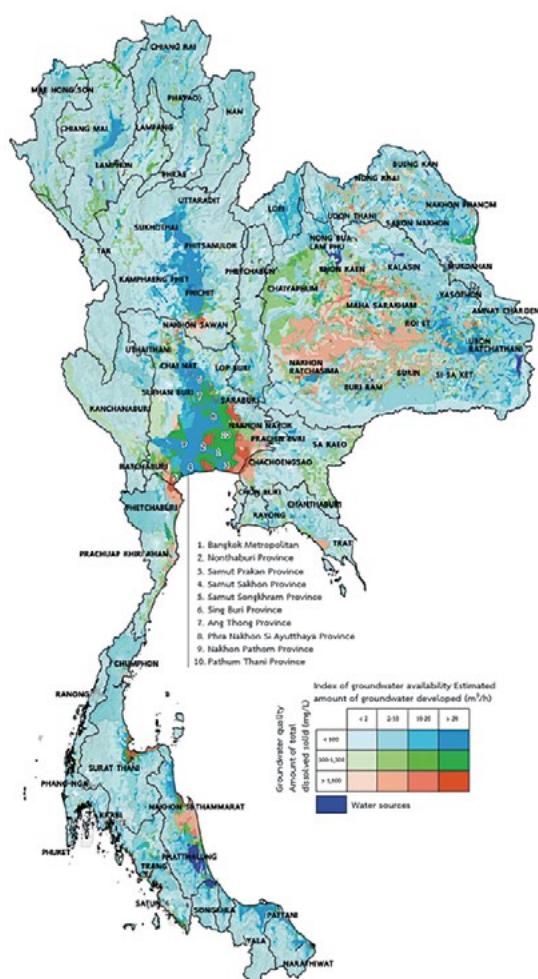


図2.12.6 タイの地下水水質の状況

(出典: Department of Groundwater Resources 2019, PCD 2020)

4 | 排水処理状況

急速な人口増加と生活排水の適切な収集・処理・管理ができていないことが、表流水や沿岸水域の水質悪化の主な原因となっている。2019年の総人口は6,641万人(2018年)から6,963万人に増加し、入国した外国人観光客数は2,583万人(2018年)から2,656万人に増加した(PCD 2020)。その結果、排水の総発生量も増加している。一方で、排水は地元の企業、工場、農業活動など様々な発生源から水資源に排出されており、特に一部の重要な河川流域地域、主要な水路、観光地などでは、当該水源の容量を超えることが多い。また、産業、港湾、観光地、養殖などの活動も年々増加している。

表流水汚染も地下水汚染も様々な発生源に由来するが、主な水質汚染源は、総発生量が約970万m³/日の生活排水、同約1,780万m³/日の産業排水、同約490万m³/日の農業排水の3つに分けられる(養豚場と養殖業のみ)(Chaiyo 2019)。

生活排水

毎日、全国で970万m³の生活排水が発生していると推定され、地方自治体や排水管理当局が運営する105の集中型自治体排水処理場で管理されている。現在、95の処理場が稼働しており、処理能力は260万m³/日(総排水量の27%)である。バンコクのような大都市では、処理済みの排水の比率が高く、45%と推定されている(PCD 2020)。全国的に生活排水の処理率が低い主な理由は、地方自治体レベルでの設備投資や運転・維持管理システム費を賄う予算が不足していることである。排水処理技術としては、主に安定化池、曝気ラグーン、活性汚泥システムが用いられている。

住宅などの建物には、水源に排出する前の排水の汚染を減らすために、一次処理のための排水処理装置の設置が義務付けられている。

ホテル、マンション、病院、デパート、市場、レストラン、学校、寮、オフィスビルなどの大型の建物には、排水処理装置を設置し、基準に従って排水処理することが義務付けられている。特に重要な河川流域地域、主要な運河、人気のあるビーチでは、排水処理を管理するためのモニタリングと取り締まりが定期的に実施されている。調査の結果、大型の建物の62%が法律を遵守していることが明らかになった(PCD 2020)。

産業排水

産業活動に伴って発生する副産物を含む処理済みの廃棄物が産業排水として排出されている。現在、多くの産業は人口密度の高い地域や都市部の住宅地に立地している。全国の77県にさまざまな規模の12万以上の工場があり、その多くが湾内に位置し幅広い活動を行っている。さらに、タイには約87,000の小規模・地域型工場があり、主要河川のBODの6%に寄与している(Wangcharoenrung 2017)。産業排水の総発生量は1,780万m³/日と推定されている(Chaiyo 2019)。タイ政府が定めた排水基準に準拠した排水システムの整備が義務付けられた小規模・地域型、中規模・大規模工場、工業プラント、工業団地については、法令が厳しく施行されている。

産業、工業団地、工業地帯からの排水を管理するための一般基準と、海水逆浸透施設、皮革工場、パルプ・製紙工場から真水を製造するための具体的な基準が出されている。

染色、繊維、パルプ・製紙、茶、コーヒー、飲料産業、中小企業(SMEs)など多くの産業は、廃棄物、水・原材料使用量、エネルギー、温室効果ガス・CO₂排出量を削減するためにクリーン技術の使用に移行し、生産工程と排出管の両方で排水基準を達成している。2011年から2018年までの間に約34,000工場がグリーン工場に認定された。

大量の排水を発生させる産業は、BODとCOD指標を測定する機器やツールを設置し、処理された排水が基準を満たしていることを確認するために、コンピュータネットワークを通じて地方自治体に報告することが義務付けられている。

農業排水

化学肥料や農薬の使用、畜産施設(養豚場など)の動物の排泄物などの農業活動は、どれも排水を発生させていく。水田に使われる肥料の多くは、灌漑用水によって流れ、河川、河口域その他の水域に流入する。これが富栄養化を引き起こし、ホテイアオイの成長を促している。この植物は成長が非常に早く、水域の大半を覆い尽くす。

養豚場や養殖場からの放流水を管理するための基準が策定され、排水処理場が基準内で稼働しているかどうかをモニタリングする体制が整備されている。養殖業者は、排水を効率的に管理し、環境に配慮した生産ができるように支援を受けることができる。現在、18,118の養殖場があり、養殖生産工程管理(Good Aquaculture Practice: GAP)認証を受けている(PCD 2020)。

臭気の影響や汚染水問題の軽減のため、廃棄物処理やリサイクルを含めた養豚場の啓発と環境管理の強化を目的として、農家を対象とした「Farm Rak Sing Waed Lom」(環境にやさしい農場)というプロジェクトが立ち上げられた。

5 | 水環境管理の枠組み

5.1 法制度

タイ国憲法(RTG 2017)では、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この支援に努めなければならないとしている(第4章第50-8項)。また、「持続可能で調和の取れた方法で便益を享受するため、自然資源、環境及び生物多様性の保全、保護、維持、回復、管理、利用又は利用のための措置を講じること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し裨益することを承認する」としている(第5章第57-2項)。加えて、国民は環境を利用する権利を所有すると共に、その保全と保護に努める義務を持つと定めている。

1992年国家環境保全推進法(NEQA B.E. 2535 (1992))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主な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地域の環境問題の解決に利用する。
- 国家環境管理計画を策定し、計画実施のために政府機関は責務を遂行し、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)が污染防治地域(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污染防治に関する問題を扱う、複数の機関で構成される污染防治委員会を設立する。
- 汚染者負担の原則(Polluter Pays Principle: 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m³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ます。

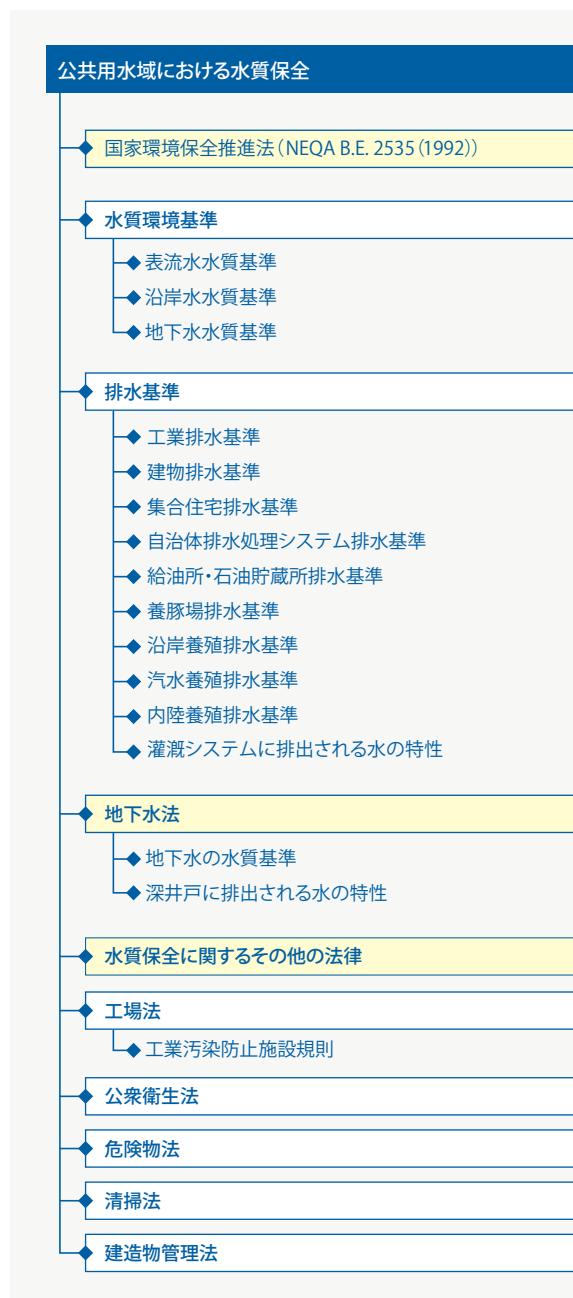


図2.12.7 水質管理に関する法令体系
(本図はタイ公害規制局公式ウェブサイト(http://www.pcd.go.th/about/en_ab_mission.html)の情報を基にIGESが作成)

5.2 組織体制

国家環境保全推進法では、排水管理を所管する機関としてPCDの他に同じMoNRE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、地方自治体の排水管理における各自の責任を果たすよう働きかけていく。国家環境保全推進法に基づき、PCDは環境品質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。

5.3 水質環境基準

表流水の水質環境基準

この基準は、1994年に策定された初の水質環境基準で、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(General Water Quality Index)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。

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	保全、漁業、水泳、レクリエーション用。(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	農業用。(一般処理を施した後) 消費用としても可。
クラス4	ほぼ安全な淡水の表流水源	産業用。(特殊な処理を施した後) 消費用としても可。
クラス5	上記クラス1から4以外の表流水源	水運用。

(出典: PCD 2015)

沿岸水の水質基準

沿岸水域の水質基準に関しては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。ourke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。

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。

水質モニタリングの枠組み

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。PCDの下にある水質管理課 (Water Quality Management Division - MoNRE) は、内陸水（表流水・地下水）と海洋水の定期モニタリングを担当している。国内には368カ所の一般観測地点と75の自動観測地点が主要48河川と6つの表流水資源（湖沼）に設けられている。一般観測地点からの水質サンプルは雨季と乾季の間に年4回採取され (Chaiyo 2020)、水及び排水検査の標準方式 (Standard Method for the Examination of Water and Wastewater) (1998年) に従った方法で行われる (Yolthanitham 2011)。PCD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、毎年オンライン出版物を通じて一般に公表される（例：タイの公害白書 (Thailand State of Pollution Report)）。

5.4 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。

a. 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とIII及び工業団地すべてに適用される。基準値は、15の指標と12種類の重金属に対して定められている。この基準は1996年1月3日から適用されている。基準はまた、化学物質、でんぶん、動物用食料に関連する産業など特定の産業において免除措置を含むものである。最近では、MoNREが2016年6月6日に新たに「産業排水規制に関する法律B.E. 2559 (2016)」を公布し、2017年6月6日に施行された。新しい基準では免除措置は無効となった。同基準は、一般排水基準（15項目の指標と16種類の重金属からなる）と特定排水基準の2つから構成されている。

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械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用し、一日50 m³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。

b. 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、生鮮食料品店、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り、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、沈降性固体、総溶解固体物、硫化物、TKN、油脂分などである。

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。

給油所排水基準・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。

c. 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。

d. その他

そのほか養殖などの排出基準には以下のものがある。

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

排水検査手続き

10年ほど前に「環境軍プロジェクト (Environmental Army Project)」(2005年～2007年)のもと、タイ国内の約12万工場に対する検査を支援するため、全国から25以上の大学が参加して大規模な調査を実施した。将来の産業排水の計画・管理を改善し、排水データベースを構築することが目的であった。集められたデータは、(i)連絡先住所、(ii)GPSの位置、(iii)フロントドアと排水ポイントの写真、(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、10年前に環境軍プロジェクトが工場を対象に実施した調査では、10年後もコンプライアンス統計はほぼ変わらないという結果が出ている。また、以下のようなモニタリングの問題点も挙げられている。

- 人材不足：77県に12万工場がある中で、産業省の検査担当官は各県3名、PCDの担当者は40名程度である。
- 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。
- 省庁間での情報交換は困難で、作業の重複を生んでいる。
- 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3つの産業を下記にあげる (Wangcharoenrung 2017)。

- 高リスクの産業グループ(1)：石油化学工業、エタノール産業、製糖業及び冷蔵産業などの事故が多い産業グループ。理由としては、(i)環境や安全に対して訓練を受けている職員が少ない、(ii)事故防止に対する訓練が不足している、などが考えられる。
- 汚染性の産業グループ(2)：でんぶん工業、繊維、パルプ・製紙工業、皮革業など、排水基準の遵守が困難な業種。理由としては、(i)一種類の排水基準だけであっての産業をカバーするのは難しい、(ii)濃度基準しか存在しない、(iii)排水処理プラントの操業ができる職員が限られている、などが考えられる。
- 環境管理への知識が乏しいグループ：中小企業や地域型工場のように、排水処理を行っていないもの。2014年の調査では、87,000の小規模・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。理由としては、(i)工場は排水処理の方法を知らず、予算もない、(ii)一つ一つの工場が小規模すぎて、当局が調査できないか非常に困難、などが考えられる。

様々な所管事務所からの汚染に対する苦情に関する統計によると、苦情件数は10,422件で、前年比9%減であった(2016年)。これらの汚染問題は、大気汚染(悪臭、粉塵、煙)、騒音、振動であった。一方、首相府次官室行政センター(Public Service Center, Office of the Permanent Secretary, Prime Minister Office)が受けた苦情の大半は、市町村の固体廃棄物、下水、有害廃棄物に関するものであった(PCD 2016)。

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・データ収集及び報告書の提出を義務付けている(第70条及び第80条)。モニタリング対象となる排水源は、次の4グループである：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、マンション、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河川流域でモニタリングが実施されている。

排水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行う必要がある。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、罰金や損害賠償義務、及び罰則が科される。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り、基準を守ることが業務契約に有利に働き得るとともに、環境の質ひいては生活の質向上にもつながる。

PCDは、国家環境保全推進法に基づき、公害規制当局として様々な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。工場及び工業団地の汚濁源については工場法の下で定められる担当官への通知が求められ、一方で、工場及び工業団地以外の事業主や所有者に対しては、汚染処理システムを変更、修正又は改善するよう行政命令

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。

5.5 その他の水環境管理に関する政策

タイ政府は、これまでに830億バーツ以上の投資を行い、集約型排水処理施設を建設してきた。1999年地方分権法(Decentralization Act)第23条と第24条によると、地方政府機関、自治体、Tamboon(小地区)行政機関、Pattaya市は、排水処理施設の運営・維持を目的として、公共サービス利用者から料金を徴収し、収入を得ることができる(Bao et al. 2020)。

また、1992年に制定された国家環境品質向上保全法(National Environmental Quality Improvement and Conservation Act)では、地方自治体は国費を使って公共事業として集中型排水処理施設を建設・運営しているサービス提供地域から料金を徴収することができる。2006年12月4日、NEBは、PPPと排水処理システムの種類に基づく排水管理料の徴収に合意した。最近の調査によると、全国で有料の排水収集を採用しているのは約17の地方政府機関にとどまっている(Bao et al. 2020)。様々な理由から、地方自治体機関の大半は排水収集・処理の利用料金やサービス料を課していないため、既存の処理場を運営・維持するための資金が不足している。

他国ではうまく適用されている経済手段は数多くあるが、タイで成果を出したものはない。基本的な指針として、水質汚染問題に効果的に対処するためには、PPPを全国的に採用すべきである。また、他のASEAN諸国の教訓を踏まえ、経済手段は、環境基準の厳格化、代替技術の指針、環境についての啓発措置といった他の施策と組み合わされた場合に有效地に実施されることにも留意すべきである。

6 | 水環境管理に係る最近の動き

第12次国家経済社会開発計画

2016年9月13日、第12次国家経済社会開発計画(12th National Economic and Social Development Plan)が閣議決定され、10の戦略が盛り込まれたが、そのうち次の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国民の良質な生活のため、自然資源や環境を保全・回復しながら多様な地域、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

また、2016年9月には、MoNREが策定した「2017年~2021年公害防止計画(Pollution Management Plan for the 2017–2021 period)」がNEBで承認された。4つの戦略が盛り込まれており、そのうち2つは公害防止を対象としている。1つは環境の質を良好な状態に管理するための、環境の保護、修復、回復を行う戦略である。もう1つは、適切かつ持続可能な形での自然資源のより効率的な利用に重点を置いた戦略である。これはすべての利害関係者が自然資源の価値を認識し、効率的に利用し、環境への潜在的な影響を緩和し、持続可能な生物資源を基盤とした経済発展を実現しているかどうかを評価するために活用される。

公害防止20年戦略

2016年12月28日、MoNREが策定した「20年公害防止戦略(20-Year Pollution Management Strategy)」がNEBで承認された。次の3つのフェーズ毎に目標を掲げている:(i) フェーズ1: 最初の5年間は公害防止システムの改善、(ii) フェーズ2: 10年から15年をかけて環境に配慮した製品を日常的に生産・消費する、(iii) フェーズ3: 20年以内に国全体の低炭素・廃棄物ゼロ社会への転換を図る。

清潔で秩序ある国を維持するための法律(No.2)

B.E. 2560(2017年)

「清潔で秩序ある国を維持するための法律(第2号)B.E. 2560(2017年)(Maintenance of the Cleanliness and Orderliness of the Country Act (No. 2) B.E. 2560 (2017)」は、内務省(Ministry of Interior)により策定され、2016年1月12日に内閣によって承認された。同法は、下水の収集及び自治体ごみの収集・処理に対する責務は、各地域の自治体行政にあるとしている。内務大臣は、次のように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こと、(ii) ごみ収集、運搬、処分に関する責務と権限を地方自治体(Local Administrative Organizations)に与えること、(iii) 下水道やごみの収集・運搬・処分に関わる事業を行おうとする者は、自治体行政官に許可申請をしなければならないこと、(iv) 地方自治局(Department of Local Administration)は、地方自治体に対し、県の開発計画に沿った廃棄物管理事業の計画の実施、国家予算からの予算獲得、ごみの収集・運搬・処分に係る非公認の業者や条例に違反する者に対する刑事罰の制定を提案、助言、支援する責務を担う。同法は、B.E. 2560(2017年)1月15日付

タイ王国官報No. 134セクション5Aで公布され、翌16日に施行された（PCD 2016）。

水資源管理戦略法

B.E. 2558-2569（2015年～2036年）

MoNREが農業省（Ministry of Agriculture and Cooperatives）と共同で「水資源管理戦略法 B.E. 2558-2569（2015～2036年）（Strategy for Water Resource Management Act B.E. 2558-2569 (2015-2036)）」を策定し、2015年5月7日に閣議決定された。同戦略は、水不足や洪水、水質問題などの水資源問題の予防と解決に向けて統一的かつ総合的に取り組むための政策の枠組を定めたものである。「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。洪水による被害を緩和すること。水質は基準を満たしていること。全てのセクターの関与を得て調和の取れた開発を実現しつつ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。次の6つの戦略からなり、それぞれ異なる対象エリアを持つ。

- (i) 家庭での消費のための水管理戦略
- (ii) 生産セクター（産業・農業）における水の安定供給のための戦略
- (iii) 洪水管理戦略
- (iv) 水質管理戦略
- (v) 水源林の保全・劣化緩和と土壤侵食防止戦略
- (vi) 管理戦略

7 | 現在及び今後の課題

タイでは、古くからそうであったが、特に1992年以降、水環境管理は国の優先課題とされてきた。以降、その実施を促進するための法的枠組みが整備・改善され、最近25年間では、政府や非政府組織を含む様々な利害関係者の協力により、国の汚染状況の全体像はある程度の改善が見られるようになった。しかし、多くの都市や地域（特に水系の近隣）では、地域社会の急速な発展に伴う水質の悪化や、農業・産業活動の影響など、まだまだ多くの課題が残されている。また、多くの都市では、適切な下水道や下水処理システムが未発達である。

現在の課題と上記の議論を踏まえ、今後数年間でタイの水質をさらに改善し、より効果的に水質汚染を抑制するために、以下のような対策を検討することが考えられる。

- 公害防止20年戦略下の国家水資源管理戦略、水資源管理戦略（2015年～2036年）、20年海洋・沿岸資源管理マスタープラン（2017年～2036年）、国家水質マスタープラン（2018年～2037年）、20年地下水資源管理戦略（2017年～2036年）など、水質汚染の防止と水資源の保護に関する関連法と戦略の効果的な実施と取り締まり。
- 水源への排出削減及び許容範囲以内の水質レベルの維持のための、汚染許可制度における経済的措置の効果的な適用。
- 周辺地域の反応や受水域の同化能力を考慮した特定の排水基準の設定。
- 環境水質の定期的なモニタリング、水質変化の調査、汚染源のインベントリ。これらは、効果的な水質保護と管理に向けた戦略において重要な役割を果たす。
- 資本集約度の低い解決策を利用した、高額な集約型排水処理場の建設の回避と排水処理率の向上。分散型排水処理システムは、コスト、面積、ジャスト・イン・タイムという競争優位性から、集約型システムを補完する効果的な手段として統合することができ、特に都市部や都市周辺の環境での排水管理を改善することができる。人口密度や土地利用可能性などの様々な地域要因を考慮して、現場型、分散型、集中型又はそれらの組み合わせなど、様々な衛生体制スキームに応じた地域のゾーニングを行うべきである。
- 排水処理システムの運用と維持にかかる費用を全額回収するための、水保護料金の徴収に関する適切なガイドラインと手順の策定。
- 水質管理施設の対象エリアでの排水処理料金の徴収による市民の環境意識の向上促進。施設を利用する市民による、PPPに基づいた全体的かつ持続可能な問題解決への参画を促す。
- すべての汚染セクター、特に農業と養殖業を対象とした環境対策に関する知識の普及と啓発プログラムの全国展開。臭気や排水のような環境問題の影響を軽減するために、農業従事者にとって環境にやさしい農法が一層強化される必要がある。
- 上下水道部門への民間投資を可能にする環境を（政府が）整備。確実な収益確保と企業の社会的責任（CSR）への民間セクターの一層の関与につなげる。

2.13 ベトナム



1 | 国別情報

表2.13.1 基本指標

国土面積 (km ²)	310,070 (2016)								
総人口(人)	9,646万 (2019)*								
名目GDP(米ドル)	2,619億 (2019)*								
一人当たり名目GDP(米ドル)	2,715 (2019)*								
平均降水量(mm/年)	1,950 (2017)**								
水資源量(km ³)	884 (2017)								
年間水使用量(10億m ³)	82 (2014)								
セクター別 年間水使用率	<table border="1"><tbody><tr><td>農業用水</td><td>80.6% (2018)</td></tr><tr><td>工業用水</td><td>15.0% (2018)</td></tr><tr><td>サービス用水</td><td>1.7% (2018)</td></tr><tr><td>都市用水(生活用水を含む)</td><td>2.7% (2014)</td></tr></tbody></table>	農業用水	80.6% (2018)	工業用水	15.0% (2018)	サービス用水	1.7% (2018)	都市用水(生活用水を含む)	2.7% (2014)
農業用水	80.6% (2018)								
工業用水	15.0% (2018)								
サービス用水	1.7% (2018)								
都市用水(生活用水を含む)	2.7% (2014)								

(出典 : *World Bank 2020, **2030 WRG 2017)



図2.13.1 ベトナム・ダナン市内のハン川

2 | 水資源の現状

ベトナムは大規模な河川・運河網を有しており、10 kmを超える河川や小川は3,450以上ある。8つの大河川流域に属する13の大河川と310の州間河川があり、面積にして約27万km²（流域面積の80%を占める）に広がっている。このうち、メコン河水系（メコン河）、紅河、Bang Giang-Ky Cung川、Ma川、Ca川、Dong Nai川など、多くの河川が他国との国境を越えている。そのため、同国は豊富な表流水資源を有している。河川流域の総水量は年間およそ830～840 km³であるが、ベトナム国土内の表流水量は約310 km³（37%に相当）で、残る63%相当は隣接国の表流水量である（MONRE 2018）。

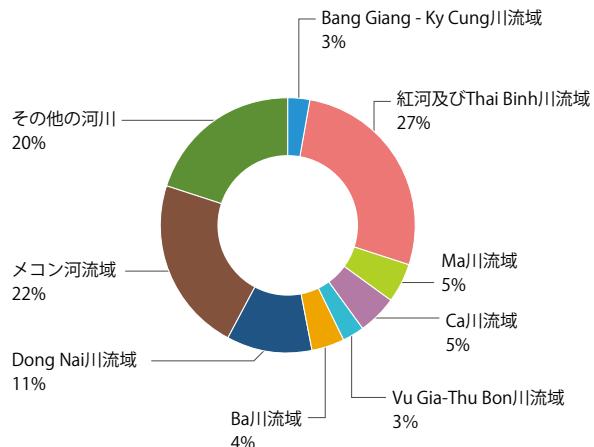


図2.13.2 総河川流域面積に占める主要河川の流域面積の割合
(出典 : MONRE 2018)

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、降水分布に偏りがあることが一つの原因である。利用可能な水量は約806億m³（国内総水量の約10%）で、そのうち80%以上が農業に利用されている（年間約650億m³）。他には、エネルギー生産、生活、養殖・産業生産、観光サービス産業に用いられている。中でも産業、漁業、生活用での利用量が増加傾向にある。農業生産のための水利用量はメコン河・紅河のデルタ域において最も多く、総使用量の70%を占めている。最も産業系の水使用量が多い流域は紅河及びThai Binh川で、国内産業における水使用量の半分近くを占めて

いる(MONRE 2015)。2030年までには水の使用構造が変化し、75%が農業、16%が産業、9%が生活用となることが予想されている(MONRE 2018)。また、急速な都市化や気候変動の影響による乾季の長期化により、ベトナム国土内のメコン河流域周辺を中心に多くの地域で深刻な水不足が発生している。

表2.13.2 ベトナムの河川流域

流域名	流域面積 (km ²)	有効貯水量 (km ³)
紅河及びThai Binh	169,020	135
Bang 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-Sai Gon	40,294	37
メコン河 (Cuu Long)	761,417	475
南東部の河川流域群	15,760	9.16

(出典 : MONRE 2014)

ベトナムは気候変動の影響を受けやすい国の一つであり、特に水資源、中でも表流水資源において深刻な影響を受けることが予測されている。気候変動による影響は地域によって異なり、近年、北部デルタや中央沿岸地域ではすでに乾季の長期化や集中豪雨の影響を受けており、干ばつや洪水のほか、海面上昇、暴風雨、洪水、沿岸浸食が発生している。南部地域は比較的平坦で地質学的に弱く、海面上昇の結果として洪水や塩水の浸入が起りやすく、2030年までに同地域の約45%が危険にさらされると予測されている(MONRE 2018)。

表流水とともに、生活、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(Ministry of Natural Resources and Environment (MONRE)) (2015)によると、ベトナムの地下水は、降雨量が多く全国に広く分布するため、比較的豊富である。埋蔵量は推計で約1億7,260万m³/日とされており、利用可能な量は約1,053万

m³/日である。北部デルタと南部デルタ域は最も地下水が多く利用されている地域であり、双方合わせて全体の55.7%となる約587万m³/日を揚水する。近年、ハノイやメコンデルタなどでの地下水の過剰揚水により、地下水水面の低下や地盤沈下、海水浸入などの問題が報告されている。

3 | 水環境の状況

全国の河川流域の水質汚染の原因は様々であるが、主なものは未処理又は一部のみ処理の生活排水、産業排水、農業排水、工芸村や病院からの排水の放流である。MONRE (2018)によると、生活排水は、河川、湖沼、または河川につながる水路に直接排出される排水全体の30%以上を占めており、高レベルの有機化合物、栄養塩、浮遊物、多量の大腸菌群を含むことが多い。

3.1 表流水

一般的に、いくつかの主要な河川流域の表流水の水質は、汚染負荷の増加をより効率的に制御することにより、若干の改善が見られている。紅河及びThai Binh川、Ma川、Vu Gia-Thu Bon川、メコン河流域の水質は比較的良好であり、これらの河川の多くの区間は国内の水処理場の原水源として利用されている。しかし、一部の河川流域は依然として汚染がひどく、Nhue-Day川流域のように水質が比較的悪いものもある。ベトナム領内の河川流域の大半はしばしば表流水質に関する国家技術基準 QCVN08-MT:2015/ BTNMT (A2類型) を超過する高濃度のTSS値と濁度を有しており、洪水期にはB1類型(表2.13.3参照)を超えることもある。

汚染地域の主な汚染物質は、有機物と微生物である。また、油、グリース、重金属などによる局所的な汚染も、特に水系交通、産業生産、鉱物資源開発の影響を受ける地域で発生している。

7つの河川流域の2014～2018年の水質モニタリング結果をもとに算出した水質インデックス(Water Quality Index : WQI)の値を見ると、水質が「平均」に分類されている河川流域の割合が全河川流域の中で最も高いことがわかった。水質が良好及び非常に良好(全国平均よりも高い)である流域は、紅河及びThai Binh川流域、メコン河流域、Cau川流域である。Nhue-Day川流域の水質は依然として最も悪く「非常に悪い」とされた割合が18.8%となって

いる。Ma川流域、紅河及びThai Binh川流域、Dong Na川流域では、「平均」及び「悪い」とされた割合が非常に高い

が、これは主に浮遊物の量が多いことが原因である（特に雨季）（MONRE 2018）。

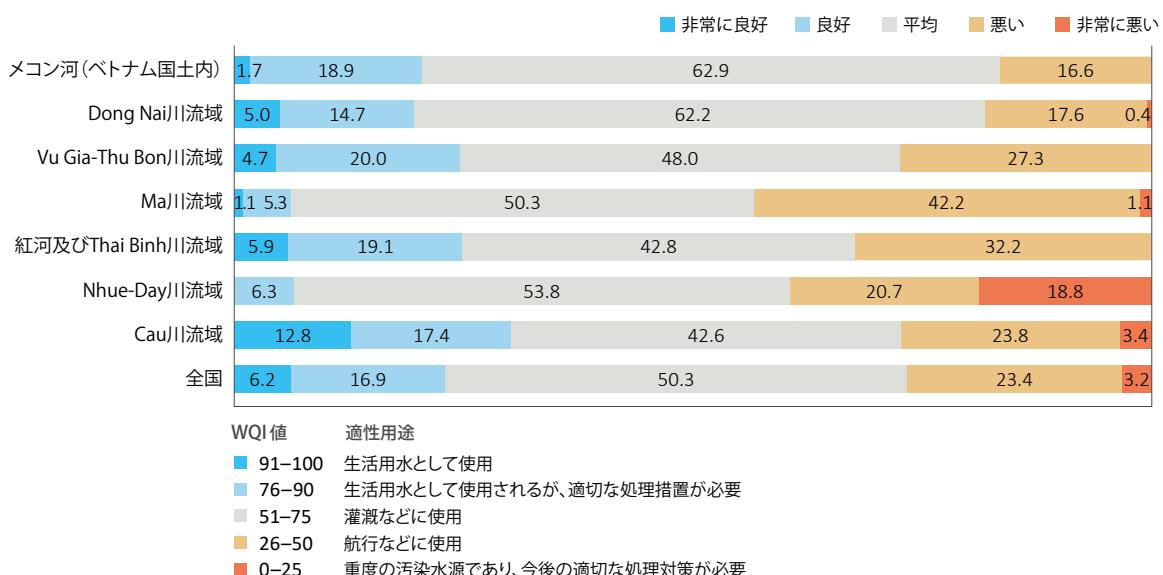


図2.13.3 紅河及びThai Binh川流域に属する河川のWQI値の変化(2014年～2018年)

注：水質指数(WQI)は、「2011年7月1日付決定第879/QD-TTg」に基づいて算出している。

(出典：MONRE 2018)

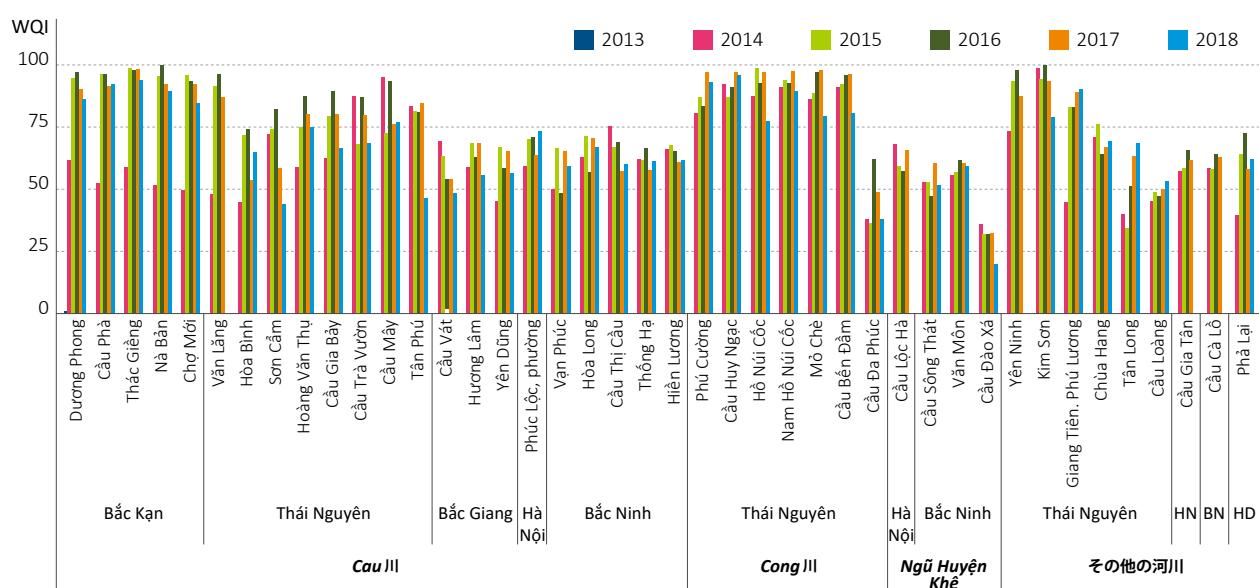


図2.13.4 Cau川流域に属する河川のWQI値の変化(2014年～2018年)

(出典：MONRE 2018)

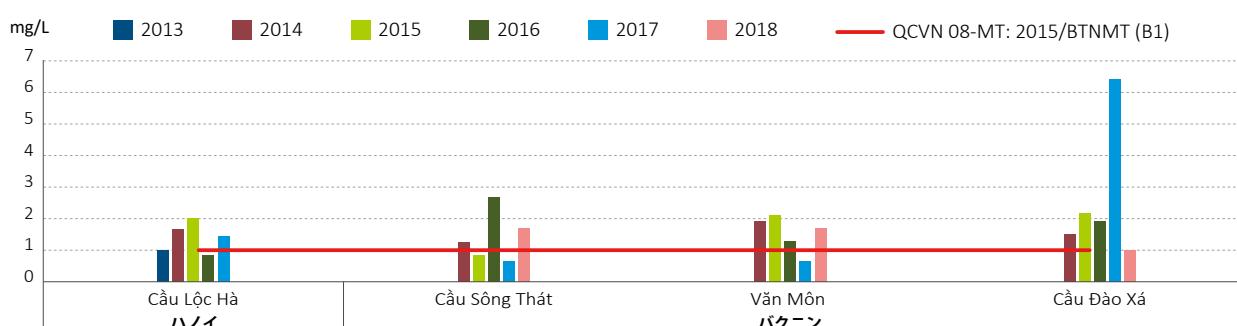


図2.13.5 Ngu Huyen Khe川水のアンモニウム含有量の変化(2014年～2018年)

(出典：MONRE 2018)

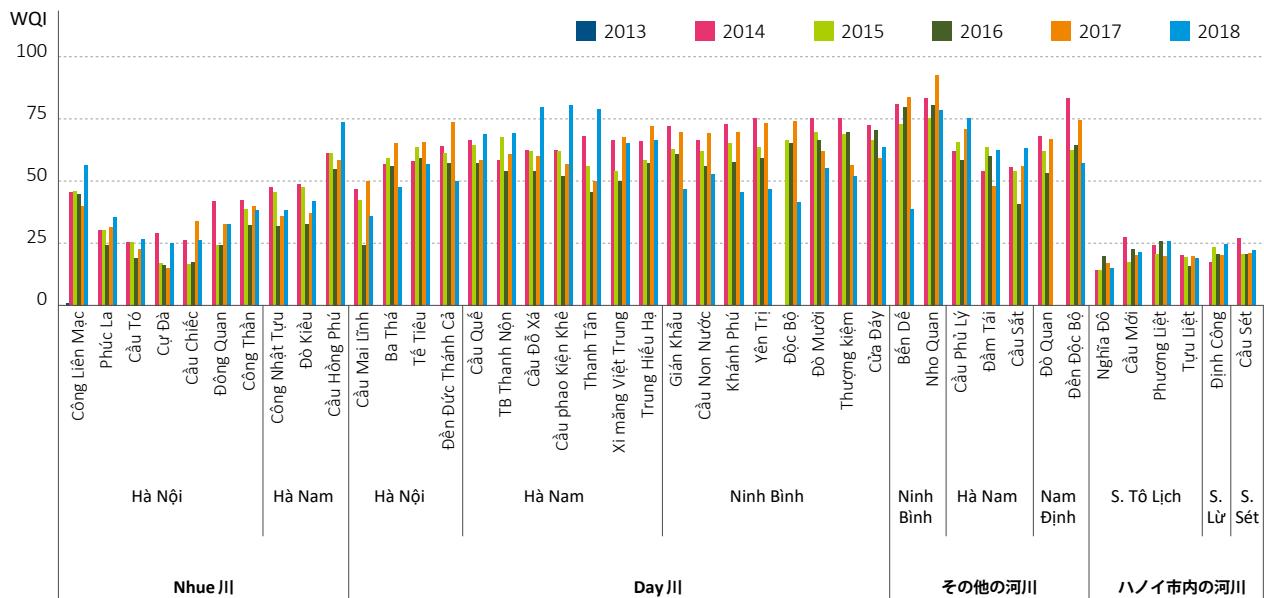


図2.13.6 Nhue-Day 河川流域に属する河川のWQI 値の变化(2014年~2018年)

(出典: MONRE 2018)

Nhue-Day川流域は紅河及びThai Binh川流域の一部で、紅河デルタ地域の6つの省と複数の市にまたがる。2014年から2018年にかけて、都市部や生産集約型地域を流れる河川区間では有機物、栄養塩、微生物による汚染が続き、2016年の河川水質は例年に比べて低下したものの、2017年から2018年にかけては、一部の地域で水質の改善が見られた。

一方、ハノイ市内を流れるNhue川の一部の水質は常に悪い(WQI値が低い)状態が続いている、主に下流域での特に乾季の水質汚染の影響が大きい。さらに、ハノイを流れる河川の大半は常に水質汚染が著しく(WQI値が25未満)、毎年改善は見られていない。MONRE(2018)によると、Lu川、Set川、Kim Nguu川などの他の小河川も同様の状態である。

表2.13.3 表流水質基準の類型区分

類型	使用目的
A1	生活用水、及びA2のその他の目的
A2	生活用水(ただし、適切な処理技術の適用が必要)、水生生物の保全、及びB1及びB2のその他の目的
B1	灌漑並びに同様の水質が要求されるその他の目的、及びB2のその他の目的
B2	水運、及び高い水質を必要としないその他の目的

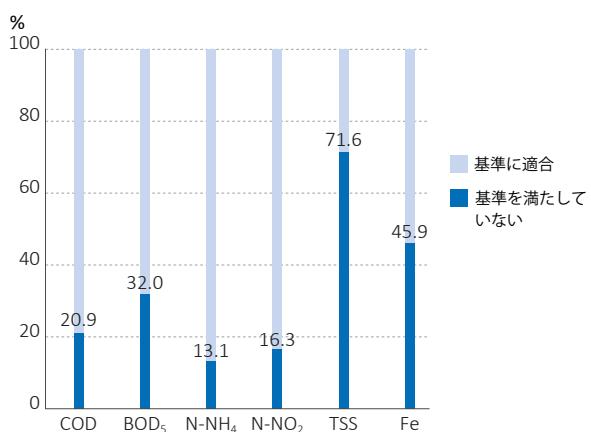


図2.13.7 Ca川流域に関する数指標のQCVN 08-MT: 2015 / BTNMT (A2類型) 基準を超える値の割合(2014年~2018年)

(出典: MONRE 2018)

3.2 沿岸水域

一般的に見て、ベトナムの沿岸水域の水質は比較的良好であり、水質モニタリング指標の大半が沿岸水基準に関する国家技術基準(National Technical Regulation on Coastal Water Quality) QCVN10-MT:2015 / BTNMTで設定された基準値の範囲内に収まっている。2011年から2015年にかけて、ほとんどのモニタリング対象地域、特に北部と南部の沿岸地域で、COD、アンモニアイオン(NH_4^+)の値はQCVN 10-MT: 2015 / BTNMT(養殖と海水浴)基準値を下回った。しかし、沿岸に位置する省では、直接海へ放流・投棄される未処理の排水や廃棄物が増加しているため、有

機物汚染が拡大している。北部沿岸地域の有機物汚染は中部・南部地域に比べて深刻であるが、2011年から2015年の間は減少傾向を示した。Tho Quang boat (ダナン) は近年、海洋汚染が進行する地域の一つとなっている。

3.3 地下水

MONRE (2015)によると、地下水の水質は地域によって異なるが、概ね比較的良好である。通常、地下水のpH値は6.0~8.0で、軟水（硬度1.5 mg/L以下）と呼ばれ、有機化合物、微生物及び重金属の濃度は地下水質に関する国家技術基準 QCVN 09-MT:2015/ BTNMT の許容範囲内に収

まっていることが多い。

しかし、一部の地域、特に北部デルタ（紅河デルタなど）では地下水汚染が進行している。許容濃度を超える主な汚染物質には、総溶解性物質(TDS)、アンモニウム、重金属類(Mn, As, Cd, Pb)、塩水浸入などがある。一部の地域、特に最も脆弱とされる沿岸中央に位置する省、Dong Nai川下流域、メコンデルタの沿岸省の3地域では、塩水浸入も報告されている。また、地下水のアンモニウム含有量は、全国のいくつかの地点で水質基準範囲を頻繁に超過しており、最も高濃度を示しているのは北部デルタである(VEA 2015)。

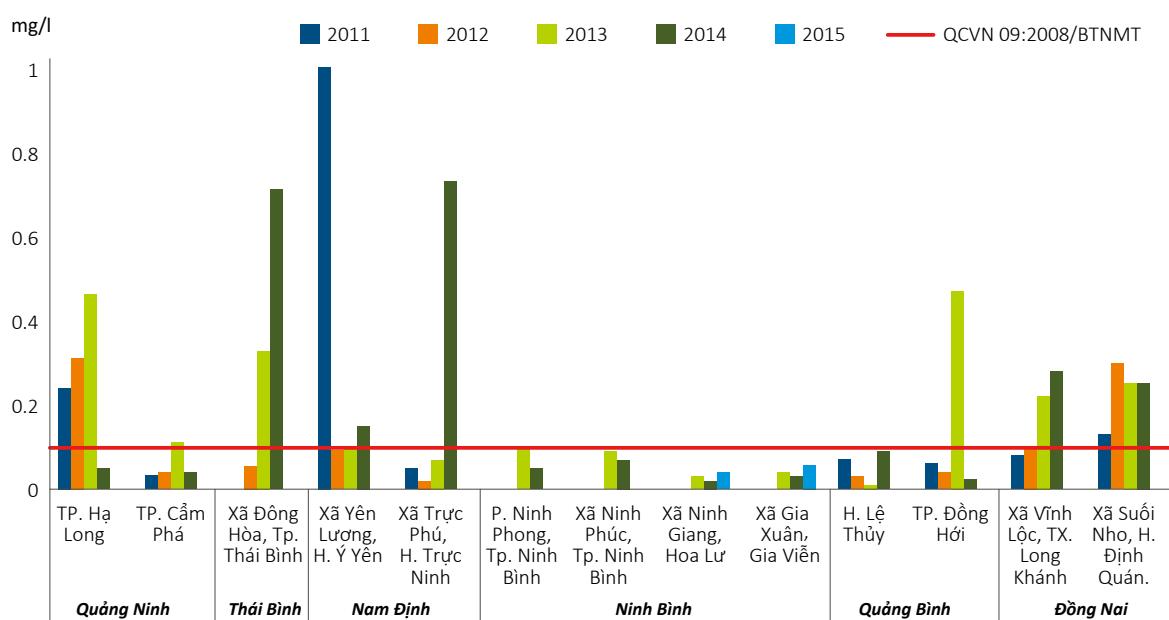


図2.13.8 一部の地域における地下水のアンモニウム含有率(2011年～2015年)

(出典: VEA 2015)

4 | 排水処理状況

生活排水

生活排水には、家事、ビジネス活動、サービス業（レストラン、ホテル、リゾートなど）からの排水が含まれる。河川、湖沼、水路に直接放流される排水に占める生活排水の割合は30%を超え、非常に高い。データによると、生活排水の受入水域への排出量が最も多いのは南東部と紅河デルタ地域（特にハノイやホーチミンなどの大都市）である。4級レベル（又はそれ以上）の都市部での生活排水の推定

収集・適正処理率は約12.5%と、2011年～2015年に比べて5%増加しており、全国に45カ所にある集約型排水処理場の総処理能力は約92.6万m³/日となっている。ハノイなどの大都市では、市内で発生する生活排水量全体の約20.62%しか処理されておらず、さらにホーチミン市ではこの割合が10%強である。現在進行中の開発事業の中で、およそ80カ所に集約型排水処理システムの追加建設が計画されており、その総設計容量は約240万m³/日(MONRE 2018)となる。

産業排水

生活排水以外に加えて、産業、サービス業、商業も都市部の水環境に影響を与えている。ハノイのような一部の都市では、小規模な製造施設や工芸村（食品加工、牛の屠殺など）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、排水処理システムを持たない。工業地帯が集中している南東部、次いで多数の工業地帯が所在し産業生産施設が稼働している紅河デルタ地帯は、産業排水の発生量が最も多いとされている。

ベトナムでは、工業地帯から発生する排水を中心に、産業排水は慎重に管理・処理されてきたが、国の排水基準を満たすよう適切に処理された排水の割合にはばらつきがある。2020年初頭の時点で、全国で274カ所の工業地帯が所在しており、そのうち89%に当たる244カ所に集合型排水処理システムが設置されている。工業地帯や工業団地が多い省は、ホーチミン市（中央直轄市）、ハノイ（中央直轄市）、Binh Duong省、Ba Ria - Vung Tau省、Dong Nai省、Long An省、Quang Ninh省、Bac Ninh省などである。自動水質モニタリング地点が設置されている工業団地は244カ所のうち78.3%の191カ所ある。廃棄物と廃棄材の管理に関する政令No.38/2015/NĐ-CPによると、工業地帯・工業団地外に立地する、大量の排水（1,000 m³/日以上）を発生させるすべての工場、生産、事業、サービス施設は、連続自動排水モニタリングシステムを設置し、すべての実時間データを直接天然資源環境局（Department of Natural Resources and Environment : DONRE）に送信しなければならない。

農業排水

現在、メコンデルタや紅河デルタなどの農業経済が盛んな地域では、農業排水が水資源に影響を与える主要な要因の一つとなっており、大きな関心事となっている。農業排水には、環境や人の健康に有害な農薬や肥料が含まれていることが多い。毎年、約7万kg（固体状）及び4万リットル以上（液体状）の農薬と、約7万kgの未処理の薬品袋が環境に流入し、表流水や地下水の汚染レベルを高めていると推定されている（World Bank 2017）。また、2018年の総推定量が約666万m³/日（MONRE 2018）に上る畜産排水も、量のみならず、大量の浮遊物、有機物、栄養塩、微生物などを含むため、環境に大きな負荷を与えている。

5 | 水環境管理の枠組み

5.1 法制度

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。

また、2012年水資源法（No. 17/2012/QH13）では、水質悪化や枯渇の防止、水質管理に対する責務といった水資源保全に関する課題が強調されている。さらに、2020年環境保護法（No.72/2020/QH14）（2014年環境保護法（法律No. 55/2014/QH13）を改正）では、環境保護活動や、河川の水環境保護を含む環境保護を目的とした措置や財源、また、環境保護に携わる規制部局、組織、家庭及び個人の権利、権限、義務及び責務について定めている。

鉱物法（Mineral Law）、土地に関する法（Land Law）、生物多様性法（Biodiversity Law）のようなその他の関連法、政令、決定、通達、戦略も公布されており、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。

5.2 組織体制

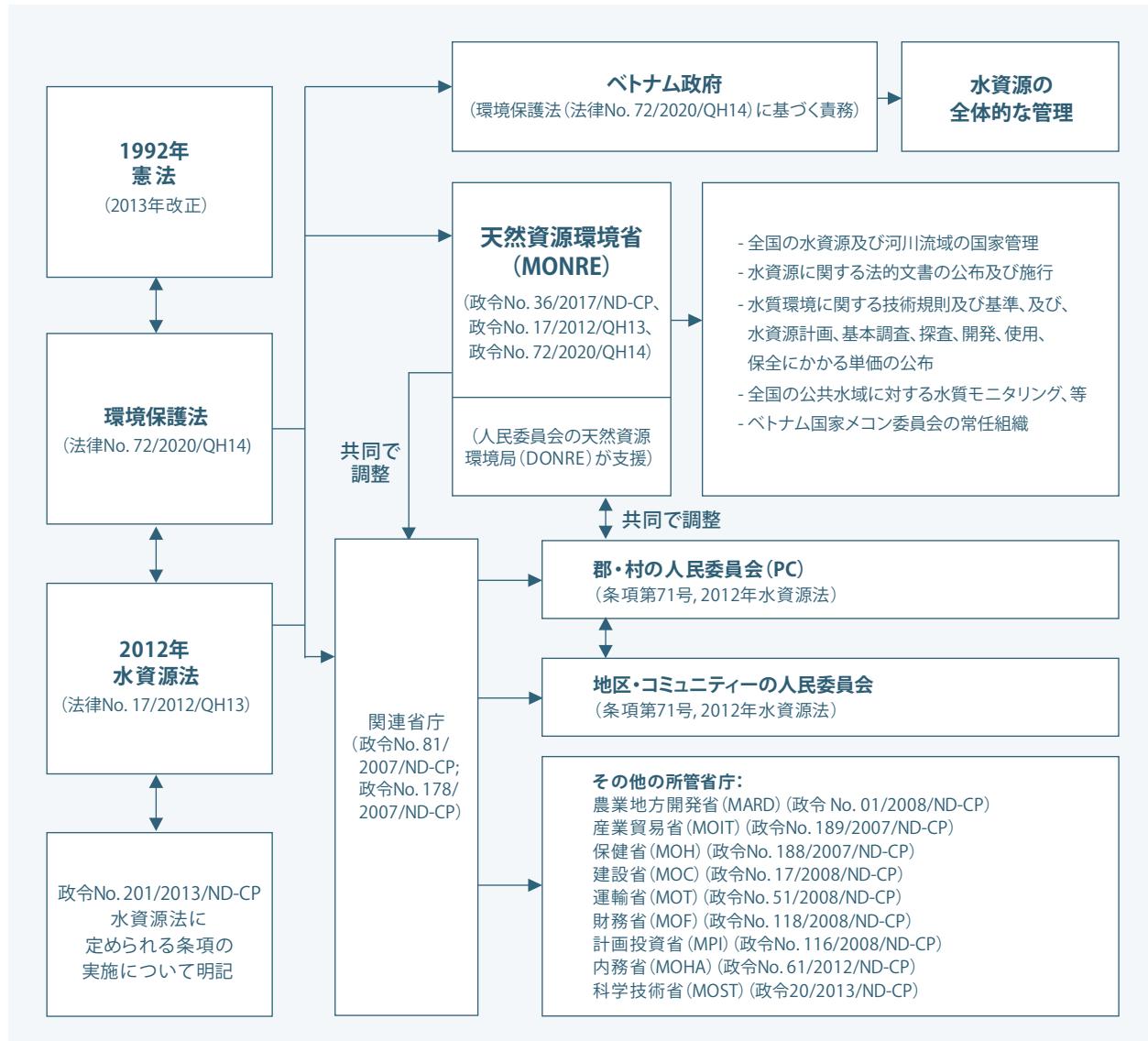
2012年水資源法と2014年環境保護法（現、改正環境保護法（法律No. 72/2020/QH14））では、政府、省庁及び省庁レベルの行政機関、市や省（行政区）の人民委員会、地区や村の住民組織による水資源管理は国家の責務であるとはっきりと述べている。従って、政府は国家レベルの水資源管理を統一的に或いは総合的に行わなければならない。

天然資源環境省は、国家の水資源管理全般に責任を負う主省庁である。具体的には、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・ガイドライン作成支援、環境修復・改善指示、全国的環境モニタリングの実施、公共水域に係る技術的規則、水質基準及び水質モニタリング義務の公布、全国の河川流域管理などを行う（図2.13.9）。

天然資源環境省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)(表2.13.4)。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。DONRE(人民委員会の天然資源環境局)は、市あるいは省の人民委員

会の下、環境規制の施行や指針の提供を通じて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 ; 市または省の人民委員会 (PC) : City or Provincial People's Committee

図2.13.9 ベトナムの水資源管理に係る国家機関及び法制度

(出典: 関係政令の資料を基にIGESが作成)

表2.13.4 天然資源環境省以外の水資源管理に関する省庁

省庁	所掌
農業農村開発省 (MARD)	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 (MOC)	都市部の公共事業を管理。都市部の給水・排水・下水工事の設計と建設。
保健省 (MOH)	飲料水の水質管理。飲料水の水質基準の策定・監督・規制（飲料水及び生活用水）。
科学技術省 (MOST)	天然資源環境省 (MONRE) 策定の水質基準の草案の評価及び公表
財務省 (MOF)	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 (MPI)	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 (MOT)	水上輸送の管理・整備、水工学及び港湾システムの管理
産業貿易省 (MOIT)	ベトナム電力公社 (EVN) を通じた水力発電開発

(出典：各省の機能及び責務を定めた関連政令の資料を基にIGESが作成)

5.3 水質環境基準

水質環境基準

水質環境基準は、表流水、沿岸水域、地下水について適用される。ベトナム環境庁 (Viet Nam Environment Administration: VEA) の下にある環境モニタリングセンター (Center for Environmental Monitoring : CEM) は、2010年3月23日付のVEA決定No.188/QD-IDU号によって設立され、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年以降、CEMでは、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の管理効率を向上させるために、2003年からCEMはこのタスクに特化したソフトウェアの開発を開始した。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、同ソフトウェアを新規システムに発展させ、追加の要件に対応できるように改良した。

水質モニタリングの枠組み

MONREによると、国家レベルでの定期表流水モニタリングプログラムが継続して実施されている。このプログラムでは、年に4~5回程度、約360地点で、Cau川、Nhue~Day川、紅河及びThai Binh川、Ma川、Ca川、Vu Gia-Thu Bon川、Dong Nai川など多数の流域のモニタリングが行われている。他の省庁も独自の環境品質モニタリングプログラムを毎年実施している。都市部や産業生産活動の影響を受ける地域の表流水のモニタリング地点は約100カ所あり、年に3~6回のモニタリングが行われている。

地方レベルでは、ほとんどの省や市では環境モニタリングネットワーク計画や環境モニタリング計画が承認されており、モニタリング地点の数や年間モニタリング回数は、地方の条件や要件及び予算決定の状況により、地方毎に大きく異なる(5~30ポイント、年間2~6回)。

定期的なモニタリング活動に加えて、中央・地方レベルで連続自動モニタリングシステムへの資金投入や拡充も行われている。統計によると、現在、中央レベルでは23カ所、地方レベルでは80カ所以上の連続自動表流水環境モニタリング地点が設置されている。

モニタリングデータは、水質改善や保全対策の方針・対策の見直しや改定に活用されている。MONREは、毎年「国家環境報告書(National State of the Environment Report)」を発行し、主要なデータを公開している。

5.4 排水基準

排水基準

図2.13.10に示すように、ベトナムでは生活排水、産業排水、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、年4回の自主的なモニタリングを行わなければならない。年に2回、MONRE、VEA及び(あるいは)DONREは、産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には、公安省(Ministry of Public Security:MPS)の「環境警察」が事前の通告なしに強制調査を行う権限を有しており、違反の可能性を特定する機会が多くなっている。前述したように、現在、244カ所の工業団地のうち78.3%に相当する191カ所に自動水質モニタリング地点が設置されている。一方、小規模な工業団地や工芸村では、自動モニタリングシステムが未設置である。



図2.13.10 ベトナムの水質保全関連の法律及び基準

(出典:関係各省庁の法令、基準、決定、政令、通達等の情報を基にIGESが作成)

排水検査手続き

生産・事業・サービスの施設や工業団地からの排水活動は、環境保護計画が決定された承認済みのEIA報告書に基づき、定期的にモニタリングを受けなければならない。一方、工業地帯や工業団地は、連続自動排水モニタリングシステムを設置し、そのデータを地元のDONREに直接提出しなければならない。

2016年7月21日付の決定No.1620/QD-BTNMTによると、排水を排出する開発事業、工場又は事業所の検査計画の承認により、排水を環境に放流する生産・事業活動を行う組織（排水流量が200 m³/日以上で、海や河川流域で環境汚染を引き起こす危険性がある産業施設）は、中央・地方の両方の当局による定期的な検査を受けなければならないとされている。さらに、2019年12月31日付の通達25/2019/TT-BTNMT (MONRE) 第37条によると、事業代表者、又は生産・事業・サービスの施設の所有者は、年次環境モニタリング・保護報告書（作業活動、環境保護措置、環境モニタリング、固体廃棄物・有害廃棄物管理、同通達の付属書IVの指針に従って輸入された廃棄材の管理状況を記載）を作成する責任がある。年次報告書（1月1日から12月31日まで）は、翌年の1月31日までに所管官庁(MONRE)に提出しなければならない。同時に、事業所の所有者や企業は関連書類をすべて保管し、所管の国家機関が検査や審査の実施目的で訪問する際に共有しなければならない。

2014年から2018年の間、MONREは、全国の3,000以上の事業所、工業団地及びコンビナートに対する立ち入り調査や検査を主宰し、他の省庁や地方自治体と調整して実施した。1,400の違反組織に対して制裁措置が発せられ、2,000億ベトナムドンを超える罰金が科せられた(MONRE 2018)。

5.5 水環境管理に関するその他の政策

近年、ベトナムの環境管理では、従来の基準を主体とするアプローチを補完する手段として、税金、環境課金、その他の制裁又は補償のような経済手段の利用が重視されている。

水環境に関する税制

現在の税制は、環境全般、特に水環境に悪影響を及ぼす活動や、環境保護に直接又は間接的に影響を及ぼす活動を制限するという観点に基づいている。2009年の天然資源税法 (Law on Natural Resources Tax) では、「表流水及び地下水を含む天然水のうち、農林水産業及び製塩業に利用されるものを除く天然水」が天然資源税の課税対象となることが規定されている。また、「農林水産業及び製塩業に利用される天然水」は課税対象としないこととされ、「家庭及び個人による生活用の水力発電に利用される天然水」及び「家庭及び個人が生活用に利用する天然水」は天然資源税の非課税対象とすることを規定している。天然水への課税は、天然資源の利用及び合理的な利用を促進し、天然資源の保護に貢献するものである。

排水にかかる環境保護負担金

排水にかかる環境保護負担金はベトナム政府によって規制され、2003年から実施されており、現在までに2回の規制変更が行われている。政令 No.154/2016/ND-CPによると、排水環境保護負担金は引き続き生活排水と工業排水に適用される。負担金の徴収は地方自治体が担っており、産業排水に対する負担金はDONREが、生活排水に対する負担金は上水供給者（村、区、町の人民委員会）が徴収している。

環境保護・水資源分野における行政違反に対する措置

水環境に関する行政違反は、環境保護に関連する政令No.155/2016/ND-CP 及び水資源と鉱物に関連する政令No.33/2017/ND-CPの2つの文書で規定されている。

6 | 水環境管理に係る最近の動き

2020年11月17日に国会で最近承認された改正2020年環境保護法は、環境保護活動を規定し、機関、組織、コミュニティ、家庭及び個人の権利、義務、責任を定める171の条項を含む16章から構成されている。同法は2022年1月1日から施行される。

水環境管理における最近の動きとしては、「持続可能な開発のための2030アジェンダ(2030 Sustainable Development Agenda)」実施のための国家行動計画の発行に関連した2017年5月10日付の首相決定 No. 622号/QD-TTgである。ベトナムが掲げる2030年までの持続可能な開発目標(SDGs)は、17の目標と115のターゲットから構成されており、2015年9月に国連総会で採択された文書「我々の世界を変革する：持続可能な開発のための2030アジェンダ(Transforming our world : The 2030 Agenda for Sustainable Development)」で詳述される国連SDGs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、MONRE、MARD、MOC、MOFを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及び6.6への対策を実施、MOCは6.1a、6.2及び6.3a、MARDは6.1b、MOFは6.1c、6.3cを所管することになっている。

7 | 現在及び今後の課題

最近20年間、中央省庁や地方自治体、援助機関は、特にハノイ、ダナン、ホーチミン市のような大都市や省を対象とし、湖沼や河川の水質や景観の改善に向けて多くの取り組みを続けてきた。しかし、湖沼や河川、運河の表流水汚濁の問題は依然として残る。多くの都市では、有機物、栄養塩、微生物汚染による汚染が原因で表流水の水質は低下し続けている。これらの地域では家庭や産業からの未処理又は適切な処理がなされていない排水が大量に発生していることが水質低下の原因である。

以下の表に、残された課題と検討すべき必要な措置の案を示す。

残された課題	必要措置の提案
制度面の課題	<ul style="list-style-type: none"> i. 水環境保護に関する法政策の見直し、補足、策定 ii. 水環境保護のための国家管理システムの割当と確立 iii. 河川流域計画、ゾーニング計画、水の揚水・利用方法の策定と実施促進
施行時の課題	<ul style="list-style-type: none"> i. 水質汚濁防止、検査、審査及び水質環境保護に関する法律遵守の取り締まりの各種活動の強化 ii. 水環境保護における経済的手段、科学技術的解決策の適用 iii. 河川流域の水質汚染頻発地域を徹底的に改善するための効果的な資金投入、廃棄物源の管理、水環境汚染を最小化するための効果的な予防と管理。 iv. 水環境の管理及び保護における意識の向上とコミュニティの参加と責任の拡大 v. 水環境管理・保護、特に越境問題における国際協力活動の推進
資源・資金面の課題	<ul style="list-style-type: none"> i. 国際協力活動の推進 ii. 民間投資の誘致
技術面の課題	<ul style="list-style-type: none"> i. 国際協力活動の推進 ii. 投資を誘致する際に生産の種類と技術を選別（旧式の生産技術の国内流入を防止）。有害廃棄物や有機物汚染に対して環境に優しい技術を採用。

参考文献



参考文献

第1章

- AECOM & SANDEC. 2010. A Rapid Assessment of Septage Management in Asia – Policies and Practices in India, Indonesia, Malaysia, the Philippines, Sri Lanka, Thailand and Vietnam. AECOM International Development, Inc. and the Department of Water and Sanitation in Developing Countries (Sandec) at the Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology (Eawag). Retrieved on 26 March 2019 from http://pdf.usaid.gov/pdf_docs/Pnads118.pdf.
- Bao PN. 2021. Toward the Establishment of Sustainable Faecal Sludge Management – Lessons Learned from WEPA Partner Countries and Japan – (in print).
- Dumrongthai P. 2019. Progress of Water Governance in Thailand. Presentation material at the 14th WEPA Annual Meeting (22 February 2019). http://www.wepa-db.net/3rd/en/meeting/20190222/pdf/D2_S3_Thailand.pdf.
- Ministry of Ecology and Environment, the People's Republic of China (中華人民共和國生態環境部). 2019. 2016–2019年全国生态环境统计公报(2019 Report on the Statistics of the Ecology and Environment in China). <http://www.mee.gov.cn/hjzl/sthjzk/sthjtjnb/202012/P020201214580320276493.pdf> (accessed 20 March 2021).
- MOEJ (Ministry of the Environment, Japan). 2020. 令和元年度末の汚水処理人口普及状況について(Status of population access to the sewage treatment by the end of FY2019 – Ministry of the Environment, Japan (in Japanese)). <https://www.env.go.jp/press/108379.html> (Accessed 22 March 2021).
- . 2021. 中央環境審議会水環境・土壤農薬部会「第9次水質総量削減の在り方について(答申)」令和3年3月25日 (Central Environment Council, Subcommittee on Water, Environment, Soil and Pesticides, "Towards the Ninth Water Quality Total Volume Reduction (Report)," March 25, 2021. In Japanese). <https://www.env.go.jp/press/files/jp/115910.pdf> (accessed 27 March 2021).
- OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development). 2020. Building Back Better: A Sustainable, Resilient Recovery after COVID-19. https://read.oecd-ilibrary.org/view/?ref=133_133639-s08q2ridhf&title=Building-back-better-_A-sustainable-resilient-recovery-after-Covid-19 (accessed 20 March 2021).
- Shivakoti BR. 2021. A river basin approach for the coordinated implementation of water-related targets in the Sustainable Development Goals (SDGs). In: V. P. Pandey, S. Shrestha, D. Wiberg (ed), Water, Climate Change, and Sustainability, Wiley Publication.
- UNDP (United Nations Development Programme). 2006. Human Development Report 2006.
- UNESCAP (United Nations Economic and Social Commission for Asia and the Pacific). 2017. Integrated Approaches for Sustainable Development Goals Planning: The Case of Goal 6 on Water and Sanitation. <https://www.unescap.org/sites/default/d8files/knowledge-products/Integrated%20Approaches%20for%20SDG%20Planning3.pdf> (accessed 20 March 2021).
- UN-Water. Target 6.5 – Water resources management. <https://www.sdg6monitoring.org/indicators/target-65/> (accessed 20 March 2021).
- WEPA (Water Environment Partnership in Asia). 2018. Outlook on Water Environmental Management in Asia 2018.
- . 2019. Third Phase Final Report (第3期報告書). http://www.wepa-db.net/jp/publication/3rd_report/WEPA_3rd_report_e_190408.pdf (in English) / http://www.wepa-db.net/jp/publication/3rd_report/WEPA_3rd_report_j_190408.pdf (in Japanese).
- World Bank. 2013. East Asia and the Pacific Region – Urban Sanitation Review: A Call for Action. World Bank. Retrieved on 26 March 2019 from <http://www.worldbank.org/content/dam/Worldbank/document/EAP/region/eap-urban-sanitation-reviewfull-report.pdf>.

- . 2015. Improving On-site Sanitation and Connections to Sewers in Southeast Asia- Insights from Indonesia and Vietnam. Retrieved on 26 March 2019 from <https://www.wsp.org/sites/wsp/files/publications/WSP-Improving-On-site-Sanitation-Connections-to-Sewers-Southeast-Asia.pdf>.
- . 2016. Septage Management Pilots and Capacity Building in Indonesia: Synthesis Report. Retrieved on 26 March 2019 from <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/24721>.
- . 2019. Vietnam: Toward a Safe, Clean, and Resilient Water System. <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/31770> (accessed 20 March 2021).
- WHO and UNICEF (World Health Organisation and United Nations Children's Fund). 2019. Progress on household drinking water, sanitation and hygiene 2000-2017. Special Focus on Inequalities. https://www.who.int/water_sanitation_health/publications/jmp-2019-full-report.pdf (accessed 24 March 2021).

第2章

2.1 カンボジア

- BORDA (Bremen Overseas Research and Development Association). 2017. DEWATS implementation by BORDA. https://www.borda.org/wpcontent/uploads/2018/08/DEWATS_Inventory_2017_web.pdf.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). AQUASTAT <http://www.fao.org/aquastat/statistics/>.
- FAO. 2016. AQUASTAT Main Database. <http://www.fao.org/aquastat/statistics/> (accessed 26 December 2020).
- Heng L. 2019. Urban Sewerage System in Cambodia.
- IWMI (International Water Management Institute). 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.
- Johnston R, Roberts M, Try T, de Silva S. 2013. Groundwater for irrigation in Cambodia. Retrieved on 20 March 2015 from http://www.iwmi.cgiar.org/Publications/issue_briefs/cambodia/issue_brief_03-groundwater_for_irrigation_in_cambodia.pdf.
- MRC (Mekong River Commission). 2010. State of the Basin Report 2010. <http://www.mrcmekong.org/assets/Publications/basin-reports/MRC-SOB-report-2010full-report.pdf>.
- Ministry of Planning. 2019. General population Census of the Kingdom of Cambodia 2019. https://www.nis.gov.kh/nis/Census2019/Provisional%20Population%20Census%202019_English_FINAL.pdf
- MOEC (Ministry of Environment of Cambodia). 2020. General Directorate of Environmental Protection Annual Report 2020 (In Khmer).
- MoWRAM (Ministry of Water Resource and Meteorology of Cambodia). 2008. Master Plan of Water Resource Development in Cambodia.
- . 2012. Climate Change Strategic Plan for Water Resources and Meteorology 2013-2017.
- Rady P. 2020. Updates on water environment governance in Cambodia. http://wepa-db.net/pdf/meeting/20200206/am_06_Day3_Cambodia_Country%20presentation.pdf
- Shivakoti BR and Bao PN. 2020. Environmental changes in Tonle Sap Lake and its floodplain: Status and policy recommendations. Institute for Global Environmental Strategies, Tokyo Institute of Technology and Institute of Technology of Cambodia.
- TSA (Tonle Sap Authority). 2015. Tonle Sap Authority strategic plan 2016-2020.
- UNDP (United Nations Development Programme). 2020. Development of Groundwater Management Strategy in Cambodia: Institutional Assessment, Capacity Building Plan and Proposed Key Components of Ground Water Management

- in Cambodia. https://www.adaptationundp.org/sites/default/files/resources/groundwater_managment_in_cambodia_-_v.24.02.202027958.pdf
- Ung P, Peng C, Yuk S, Tan R, Ann V, Miyanaga K, Tanji Y. 2019. Dynamics of bacterial community in Tonle Sap Lake, a large tropical flood-pulse system in Southeast Asia. *Science of the Total Environment* 664:414–423 <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.01.351>.
- World Bank. 2020a. World Bank Indicators. <http://data.worldbank.org/indicator> (accessed 22 December 2020).
- World Bank. 2020b. Climate Change Knowledge Portal. <https://climateknowledgeportal.worldbank.org/country/cambodia/climate-data-historical>
- ## 2.2 中国
- Chinawater net (中国水网). 2021. 全国人大常委会报告 2020 年度环境状况和环境保护目标完成情况 (the state of the environment and the achievement of environmental protection goals in 2020). <https://www.h2o-china.com/news/323305.html>
- Chinese Academy of Environmental Planning (中華人民共和国生态环境部环境规划院). 2020. The Voice of Experts on August 19, 2020. http://www.caep.org.cn/ywlm/home/news/The_Voice_of_Experts/202008/t20200819_794232.shtml
- Chinese Hydraulic Engineering Society (中国水利学会). 2016. 中国水資源 (Water resources in China). http://www.ches.org.cn/ches/kpyd/szy/201703/t20170303_879728.htm
- IMF (International Monetary Fund). 2020. World Economic Outlook Database.
- Lin Cisheng (林慈生). 2020. 中国の環境関連分野の最新情報と今後の見通し (Latest information on China's environment-related sectors and future prospects). http://team-e-kansai.jp/wordpress/wp-content/uploads/20201112_China.pdf.
- MEE (Ministry of Ecology and Environment), the People's Republic of China (中華人民共和国生態環境部). 2021. Mandates. (Accessed 7 June 2021).
- . 2019. 中国生態環境状况公報 (2019 Report on the State of the Ecology and Environment in China). <http://english.mee.gov.cn/Resources/Reports/soe/SOEE2019/202012/P020201215587453898053.pdf>
- . 2015. Notice of the State Council on Issuing the Action Plan for Prevention and Control of Water Pollution. <http://english.mee.gov.cn/Resources/Plans/Plans/201605/P020160531584260498694.pdf>
- . 2002. 地表水环境质量标准 (Environmental quality standards for surface water). http://www.mee.gov.cn/ywgz/fgbz/bz/bzwb/shjzbz/shjzlbz/200206/t20020601_66497.shtml
- . 1998a. 海水水质标准 (Sea water quality standard). http://www.mee.gov.cn/ywgz/fgbz/bz/bzwb/shjzbz/shjzlbz/199807/t19980701_66499.shtml
- . 1998b. 污水综合排放标准 (Integrated wastewater discharge standard). http://www.mee.gov.cn/ywgz/fgbz/bz/bzwb/shjzbz/swrwpfbz/199801/t19980101_66568.shtml
- . 1993. 地下水水质标准 (Quality standard for groundwater). <http://www.mee.gov.cn/ywgz/fgbz/bz/bzwb/shjzbz/shjzlbz/199410/W020061027512167894817.pdf>
- Meidan, M., Andrews-Speed, P., and Qin, Y. 2021. 14th Five Year Plan. The Oxford Institute for Energy Studies. <https://www.oxfordenergy.org/wpcms/wp-content/uploads/2021/03/Key-issues-for-Chinas-14th-Five-Year-Plan.pdf>
- MNR (Ministry of Natural Resources), the People's Republic of China (中華人民共和国自然資源部). 2019. 自然资源部国家地下水益測工程通辺聴牧 (National Groundwater Benefit Measurement Project). http://www.mnr.gov.cn/dt/mtsyz/201912/t20191231_2494845.html
- MWR (Ministry of Water Resources), the People's Republic of China (中華人民共和国水利部). 2019. 2019年中国水資源公報 (2019 China Water Resources Bulletin). http://www.mwr.gov.cn/sj/tjgb/szygb/202008/t20200803_1430726.html
- . 2011a. 第一次全国水利普查公報 (The Bulletin of the First National Census for Water). http://www.mwr.gov.cn/sj/tjgb/dycqgslpcgb/201701/t20170122_790650.html
- National Bureau of Statistics of China (国家統計局). 2019. China Statistical Yearbook 2019 (2019 中国統計年鑑). Available on: <http://www.stats.gov.cn/tjsj/ndsj/2019/indexeh.htm>
- Xinhua News Agency (新華社通信). 2021. 中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要 (Outline of the Fourteenth Five-Year Plan for National Economic and Social Development of the People's Republic of China and the Vision 2035). http://www.xinhuanet.com/fortune/2021-03/13/c_1127205564.htm.
- ## 2.3 インドネシア
- ADB (Asian Development Bank). 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>.
- FAO. 2020. AQUASTAT.
- Government of Indonesia. 2007. *Rencana Pembangunan Jangka Panjang Nasional* (RPJPN: National Long-Term Development Plan) 2005-2025. https://www.bappenas.go.id/files/6715/3173/4665/RPJPN_2005-2025.pdf
- Government of Indonesia. 2015. *Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional* (RPJMN: Medium-Term Development Plan) 2015-2019. Retrieved on 5 January 2018 from <http://www.social-protection.org/gimi/gess/RessourcePDF.action?resource.ressourcelid=50077>.
- MOE (Ministry of Environment). 2013. State of the Environment Report Indonesia 2012: Pillars of the Environment of Indonesia.
- . 2017. Industrial Wastewater Management in Indonesia (presented by Tjandra Setiadi at the WEPA International Workshop held on 26 September 2017). http://www.wepa-db.net/3rd/en/meeting/20170926/pdf/26_3-03_Indonesia.pdf.
- PUPR (Ministry of Public Works and Housing, Indonesia). 2019a. <https://pu.go.id/>
- . 2019b. Ministry of Public Works and Housing, Indonesia Website: <https://binamarga.pu.go.id/>.
- Ministry of Regulation, Indonesia. 2015. PUPR 4/PRT/M/2015. <https://www.kemenkeu.go.id/>.
- Purwati SU, Lestari NS, Nasution EL. 2019. Water quality assessment of Cisadane River using pollution indicator parameters. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science: 407, 012009.
- UN (United Nations). 2017. Voluntary National Review 2017, Indonesia. Retrieved on 5 January 2018 from <https://sustainabledevelopment.un.org/memberstates/indonesia>.
- UNESCO (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization) 2017. The United Nations World Water Development Report 2017. Retrieved on 1 February 2018 from <http://unesdoc.unesco.org/images/0024/002471/247153e.pdf>.
- WHO and UNICEF (World Health Organization and United Nations Children's Fund). 2017. Progress on Drinking Water, Sanitation and Hygiene: 2017 Update and SDG Baselines. WHO/UNICEF Joint Monitoring Programme for Water Supply and Sanitation.
- WHO. 2015. Indonesia. UN-Water Global Analysis and Assessment of Sanitation and Drinking Water.
- World Atlas. 2017. Island Countries of the World. [WorldAtlas.com](https://www.worldatlas.com). Retrieved on 7 December 2017.
- World Bank. 2018. DataBank, Indonesia. Retrieved on 5 January 2018 from <https://data.worldbank.org/country/indonesia>.
- . 2020. Demographical statistics of Indonesia. [Worldbank.org https://datacommons.org/place/country/IDN](https://datacommons.org/place/country/IDN).
- World data atlas. 2020. World data atlas. Indonesia Chapter for water. <https://knoema.com/atlas/Indonesia/Precipitation>.
- ## 2.4 日本
- MLIT (Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism of Japan). 2020. 日本の水資源の現状課題 Nihon no Mizushigen no Genjo Kadai (State and Issues of Water Resources in Japan). https://www.mlit.go.jp/mizukokudo/mizsei/mizukokudo_mizsei_tk2_000028.html (Accessed 14 January 2021).
- MoEJ (Ministry of the Environment of Japan). 2018. WEPA Outlook on Water Environmental Management in Asia 2018.
- . 2020. 令和2年版環境白書 Reiwa 2 nenban Kankyo Hakusho (Annual Report on the Environment in Japan 2020). <https://www.env.go.jp/policy/hakusyo/index.html> (accessed 14 January 2021).

- _____. 2020. 令和元年度公共用水域水質測定結果 Reiwa 1 nendo Kokyoyo Suiiki Suishitsu Sokutei Kekka (Result of Measurement of Water Quality in Public Water Bodies 2019). <https://www.env.go.jp/water/suiiki/index.html> (accessed 14 January 2021).
- _____. 2020. 令和元年度末の汚水処理人口普及状況について Reiwa 1 nendomatsu no Osuishorijinko fukyujyoukyou ni tsuite (Situation of access to domestic wastewater treatment in 2019). <https://www.env.go.jp/press/108379.html> (accessed 14 January 2021).
- _____. 2021. 水環境総合情報サイト Mizu Kankyo Sogo Joho Saito (Information Site on Water Environment). <https://water-pub.env.go.jp/water-pub/mizu-site/index.asp> (accessed 14 January 2021).
- _____. 2021. 平成30年度地下水質測定結果 Heisei 30 nendo Chikasuishitsu Sokutei Kekka (Result of Measurement of Groundwater Quality 2018). <https://www.env.go.jp/water-chikasui> (accessed 14 January 2021).

2.5 韓国

- BirdLife International. 2021. Species factsheet: *Platalea minor*. <http://www.birdlife.org> (accessed 7 March 2021).
- IBNet (The International Benchmarking Network). 2021. Incheon Metropolitan City, Tariffs Database. <https://www.ib-net.org/>.
- Lee N. 2019. Water Policy and Institutions in the Republic of Korea. ADBI Working Paper 985. <https://www.adb.org/publications/waterpolicy-and-institutions-korea> (accessed 28 February 2021).
- Statistics Korea, Government of the Republic of Korea. 2020. Population Census. <http://kostat.go.kr/portal/eng/pressReleases/8/7/index.board> (accessed 26 February 2021).
- Kang LS, Hamm SY, Cheong JY, Jeon HT, Park JH. 2020. Groundwater monitoring system and groundwater policy in relation to unified water resource management in Korea. *Water Policy* 22 (2): 211–222.
- Korea Environment Corporation. 2021. Groundwater Quality Monitoring Network. <https://www.keco.or.kr/en/> (accessed 8 March 2021).
- Korea Meteorological Administration. 2017. Annual Report. https://www.kma.go.kr/download_01/Annual_Report_2017.pdf (accessed 28 February 2021).
- FAO. 2017. AQUASTAT <http://www.fao.org/aquastat/statistics/> (accessed 28 February 2021).
- MLIT (Ministry of Land, Infrastructure and Transport, Government of the Republic of Korea). 2019. The National Atlas of Korea Comprehensive Edition. <http://nationalatlas.ngii.go.kr/> (accessed 1 March 2021).
- Ministries of Oceans and Fisheries. 2020. Marine Environment Information System (MEIS) website. <https://www.meis.go.kr/> (accessed 1 March 2021)
- _____. 2021. Marine Environment Information System (MEIS) <https://www.meis.go.kr/>.
- Park, T.J. 2020. *Updates of Water Environment Governance in Korea*. In WEPA Annual Meeting, Bangkok, Thailand on 2020, February 8. http://wepa-db.net/pdf/meeting/20200206/am/13_14_Day3_RKorea_Country%20presentation%20outline%20Ver.1.3.pdf
- Sung YH, Tse I WL, Yu YT. 2017. Population trends of the Black-faced Spoonbill *Platalea minor*: analysis of data from international synchronized censuses. Bird Conservation International.

2.6 ラオス

- Bank of the Lao PDR. 2020. Annual Report 2019. https://www.bol.gov.la/en/fileupload/03-11-2020_1604368441.pdf (accessed 20 December 2020)
- Chanthavong, Phouvong. 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.
- Department of Statistics, Lao PDR. 2019. <http://ghdx.healthdata.org/organizations/department-statistics-laos> (accessed on 19 December 2020).
- EPL (Environmental Protection Law). 2018. Retrieved on 22 December 2018 from https://www.ajcsd.org/chrip_search/dt/pdf/Useful_materials/Lao_PDR/Environmental_Protection_

- Law_Revised_Version.pdf
 - FAO. 2021. AQUASTAT Database: Lao People's Democratic Republic. <http://www.fao.org/aquastat/en/> (accessed 1 February 2021).
 - 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.
 - Kongmeng LY, Henrik L. 2016. Lower Mekong Regional Water Quality Monitoring Report. MRC Technical Paper No. 60 (Mekong River Commission).
 - Ly K. and Larsen H. 2016. 2014 Lower Mekong Regional Water Quality Monitoring Report. MRC Technical Paper No. 60 (Mekong River Commission).
 - MoH and LSB (Ministry of Health and Lao Statistics Bureau). 2012. Lao Social Indicator Survey 2011-2012.
 - MoNRE (Ministry of Natural Resources and Environment). 2019. Annual report on area quality. Vientiane. Supported by World Bank.
 - MRC (Mekong River Commission). 2010. State of Basin Report 2010. Retrieved on 20 January 2018 from <http://www.mrcmekong.org/assets/Publications/basin-reports/MRC-SOB-Summary-reportEnglish.pdf>.
 - _____. 2013. Water Quality Monitoring Report.
 - Phonvisai P. 2011. Water Quality Monitoring in Vientiane Capital City. Vientiane (Unpublished)
 - WHO. 2017. Country Cooperation Strategy 2017–2021. Retrieved on 19 February 2018 from <http://iris.wpro.who.int/bitstream/handle/10665.1/13586/WPRO-2017-DPM-001-eng.pdf?sequence=1>.
 - World Bank. 2018. World Bank national accounts data, and OECD National Accounts data files. Retrieved on 19 February 2018 from <https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.PCAP.CD>.
- ## 2.7 マレーシア
- Anang Z, Padli J, Rashid NKA, Alipiah RM, Musa H. 2019. Factors Affecting Water Demand: Macro Evidence in Malaysia. *Jurnal Ekonomi Malaysia* 53 (1): 17-25.
 - ASM (Akademi Sains Malaysia). 2014. A study on the current status and needs assessment of water resources research in Malaysia (Volume 2) – ASM Position Paper. https://issuu.com/asmpub/docs/water_r_d_-_position_paper_e.
 - DOE (Department of Environment, Ministry of Natural Resources & Environment). 2015. Malaysia - Environment Quality Report (EQR) 2015.
 - DOE (Department of Environment, Ministry of Energy, Science, Technology, Environment and Climate Change, Malaysia). 2018. Environmental Quality Report (EQR) 2018.
 - DOSM (Department of Statistics Malaysia). 2017. Department of Statistics, Malaysia official portal Compendium of Environment Statistics 2017. Retrieved on 22 January 2018 from https://www.dosm.gov.my/v1/index.php?r=column/cthemeByCat&cat=162&bul_id=VTBLVkpVQVJ1QnJtMWdBcUdTzlwZz09&menu_id=NWVEZGhEVlNMeitaMHNzKhtRU05dz09.
 - _____. 2020. Department of Statistics, Malaysia official portal. <https://www.dosm.gov.my/v1/> (accessed on 8 December 2020).
 - Economic Planning Unit, Prime Minister's Department. 2015. Eleventh Malaysia Plan, 2016–2020. <https://www.epu.gov.my/en/economic-developments/development-plans/rmk/previous-plans>.
 - FAO. 2020. AQUASTAT – water resources for Malaysia. <http://www.fao.org/nr/water/aquastat/data/.html> (accessed on 9 December 2020).
 - How Tan Sieow. 2008. Success Story on Benefits and Issues in Implementing Performance Monitoring of Industrial Effluent Treatment Systems (IETS). *Industrial Effluents Issue 1/2008: 22-28*. Retrieved on 20 October 2011 from <http://www.doe.gov.my/portal/wp-content/uploads/2010/07/e-magazine01A4.pdf>.
 - JSC (Japan Sanitation Consortium). 2011. Country Sanitation Assessment in Malaysia Report. Retrieved on 22 January 2018 from http://jsanic.org/publications/Country_Survey_Reports/

- Malaysia/JSC_Malaysia_Sanitation_Assessment_Report.pdf.
- 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. Retrieved on 20 October 2011 from <http://www.doe.gov.my/portal/wp-content/uploads/2010/07/e-magazine01A4.pdf>.
- 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 over 8-10th November 2016 in Taipei, R.O.C (Taiwan). Retrieved on 22 January 2018 from http://www.aecn.org/sites/default/files/panel_4.2_mr_mokthar_abdul_majid_malaysiaa.pdf.
- MoEJ. 2009. WEPA Outlook of Water Environmental Management Strategies in Asia.
- MoSTE (Ministry of Science, Technology and the Environment of Malaysia). 2002. *Dasar Alam Sekitar Negara* National Policy on the Environment. Retrieved on 23 February 2012 from https://www.doe.gov.my/portalv1/wp-content/uploads/2013/01/dasar_alam_sekitar_negara.pdf.
- MoSTI (Ministry of Science, Technology and Innovation of Malaysia). 2010. Official Portal Malaysian Meteorological Department. Retrieved on 23 February 2012 from http://www.met.gov.my/index.php?option=com_content&task=view&id=69&Itemid=160&lang=english.
- Sharifuddin, 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. Retrieved on 20 October 2011 from <http://www.wepa-db.net/pdf/1103annual/10.pdf>.
- SPAN. 2018. SPAN Annual Report 2018. <https://www.span.gov.my/document/upload/D5JoapftrLSaCCPh69zqhGokD8pzvN8B.pdf> (accessed on 2 Feb 2020).
- World Atlas. 2018. World data atlas. Malaysia. <https://knoema.com/atlas/Malaysia/> (accessed 8 December 2020).
- World Bank. 2020. Economic status of Malaysia. <https://www.worldbank.org/> (accessed on 8 December 2020).
- World Weather Online. 2018. Current Weather Report. <https://www.worldweatheronline.com/> (accessed on 8 December 2020).

2.8 ミャンマー

- ADB. 2017. Urban sector and water sector assessment, strategy and roadmap: Myanmar. <https://www.adb.org/sites/default/files/institutional-document/422876/urban-development-water-sector-roadmap-myanmar.pdf>
- Bacquart T, Frisbie S, Mitchell E, Grigg L, Cole C, Small C, Sarkar B. 2015. Multiple inorganic toxic substances contaminating the groundwater of Myingyan Township, Myanmar: arsenic, manganese, fluoride, iron, and uranium. *Science of the Total Environment* 517: 232–245. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.02.038>.
- CSO (Central Statistical Organization, Ministry of Planning and Finance). 2018. Myanmar Statistical Yearbook 2018. https://seadelt.net/Asset/Source/Document_ID-453_No-01.pdf.
- ECD. 2019. Progress of Water Environment Governance in Myanmar. http://wepa-db.net/3rd/en/meeting/20190222/pdf/D2_S3_Myanmar%20-%202017.2.2019.pdf
- FAO. 2016. AQUASTAT Main Database. <http://www.fao.org/aquastat/statistics/> (accessed on 26 December 2020).
- FRI (Forest Research Institute). 2020. Water quality of Bago River, Shwesgyin River, and Sittaung River (Unpublished data).
- Pavelic P, Senaratna Sellamuttu S, Johnston R, McCartney M, Sotoukee T, Balasubramanya S, Suhardiman D, Lacombe G, Douangsavanh S, Joffre O, Latt K, Zan AK, Thein K, Myint A, Cho C, Htut YT. 2015. Integrated assessment of groundwater use for improving livelihoods in the dry zone of Myanmar. IWMI (International Water Management Institute) Research Report 164: 47. doi: 10.5337/2015.216.
- NIWR (Norwegian Institute for Water Research). 2017. Integrated Water Resources Management in Myanmar Assessing ecological status in Inle Lake Preliminary report. 2018. Bago River Sub-basin Management Plan.
- Gianfranco P. Pincetti-Zúñiga, Laura A. Richards, Yin Min Tun, Hla Phone Aung, Aung Kyaw Swar, U. Phyar Reh, Thet Khaing, Moe Moe Hlaing, Tin Aung Myint, Myat Lay Nwe, David A. Polya,

Major and trace (including arsenic) groundwater chemistry in central and southern Myanmar,
Pavelic, P.; Senaratna Sellamuttu, S.; Johnston, R.; McCartney, M.; Sotoukee, T.; Balasubramanya, S.; Suhardiman, D.; Lacombe, Pincetti-Zúñiga, G. P., Richards, L. A., Tun, Y. M., Aung, H. P., Swar, A. K., Reh, U. P., ... Polya, D. A. (2020). Major and trace (including arsenic) groundwater chemistry in central and southern Myanmar. *Applied Geochemistry*, 115. <https://doi.org/10.1016/j.apgeochem.2020.104535>

Pincetti-Zúñiga, G. P., Richards, L. A., Tun, Y. M., Aung, H. P., Swar, A. K., Reh, U. P., ... Polya, D. A. (2020). Major and trace (including arsenic) groundwater chemistry in central and southern Myanmar. *Applied Geochemistry*, 115. <https://doi.org/10.1016/j.apgeochem.2020.104535>

United Nations World Water Assessment Programme. 2017. The UN United Nations World Water Development Report 2017: wastewater—the untapped resource. UNESCO, Paris

van Geen, A., Win, K.H., Zaw, T., Naing, W., Mey, J.L., Mailloux, B., 2014. Confirmation of elevated arsenic levels in groundwater of Myanmar. *Science of The Total Environment* 478: 21–24. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2014.01.073>.

Viossanges, M., Johnston, R., Drury, L., 2017. Ayeyarwady State of the Basin Assessment (SOBA) 2A: Groundwater Resources. International Water Management Institute (IWMI).

Win, U Khin Maung. 2019. Water and wastewater industry: Current situation in Myanmar. http://www.unido.or.jp/files/5_Myanmar.pdf.

World Bank. 2020. World Bank Indicators. <http://data.worldbank.org/indicator> (accessed 22 December 2020).

Yuasa T, Manago G, Shibata K. and Matsumura R. 2020. Current Water Quality of Inle Lake in Myanmar: A Potential Threat to the Lake Environment. IASUR Conference 2019.

2.9 ネパール

GoN (Government of Nepal). 2016. Water Quality Measurement and Hoarding Board Installation 2016, Final Report, Ministry of Energy, Water Resources and Irrigation, Department of Hydrology and Meteorology.

_____. 2018. Ministry of Water Supply and Ministry of Urban Development Report.

_____. 2019/20. Economic Survey 2016 / 77 (2019/2020).

_____. 2020. Central Bureau of Statistics, National Planning Commission.

_____. 2020. Geography. Government of Nepal. <https://nepal.gov.np:8443/NationalPortal/> (accessed 20 January 2021)

GoN/MoHP (Ministry of Health and Population, Government of Nepal). 2018. National Drinking Water Quality Surveillance Guideline 2070.

Gurung S, Raut N, Shrestha S, Gurung J, Maharjan B. 2015. Assessment of groundwater quality in far western Kailali district, Nepal. *Jacobs Journal of Hydrology* 1(1): 1-9.

Kathmandu Upatyaka Khnepani Limited (KUKL). 2021. Annual Report 2077. <http://kathmanduwater.org/wp-content/uploads/2021/03/Annual%20Report%202077.pdf> (accessed on 8 April 2021).

Mahato S, Mahato A, Karna PK, Balmiki N. 2018. Investigating aquifer contamination and groundwater quality in eastern Terai region of Nepal. *BMC Research Notes* 11 (321).

MoEJ. 2018. WEPA Outlook on Water Environmental Management in Asia 2018.

NLCDC (National Lake Conservation Development Committee).

2009. Lakes of Nepal: 5358-Map Based Inventory.

_____. 2018. Lakes Database. <https://nepallake.gov.np/> (accessed on 20 January 2021).

Shakya, B. M., Nakamura, T., Kamei, T., Shrestha, S. D., & Nishida, K. 2019. Seasonal groundwater quality status and nitrogen contamination in the shallow aquifer system of the Kathmandu Valley, Nepal. *Water*, 11(10), 2184.

WECS (Water and Energy Commission Secretariat). 2011. Water Resources of Nepal in the Context of Climate Change 2011.

_____. 2020. River Basins of Nepal (updated map).

2.10 フィリピン

ARCOWA 2018. Wastewater Management and Resource Recovery

- in the Philippines: Current status and opportunities. The Seas of East Asia (SEA) Knowledge Bank Website (<http://seaknowledgebank.net/e-library/wastewater-management-and-resource-recovery-philippines-current-status-and-opportunities>).
- BSP (Bangko Sentral ng Pilipinas). 2020. Selected Economic and Financial Indicators <https://www.bsp.gov.ph/Statistics/keystat/sefi.pdf> (accessed 3 January 2021).
- EMB (Environmental Management Bureau). 2014. National Water Quality Status Report 2006-2013.
- _____. 2019. Annual Report for CY2019.
- FAO. 2021. AQUASTAT. <http://www.fao.org/nr/water/aquastat/data/query/results.html> (accessed 3 January 2021).
- LLDA (The Laguna Lake Development Authority). 2018. Annual Report 2018.
- ### 2.11 スリランカ
- CB (Central Bank, Sri Lanka). 2019. Key Social Indicators. Annual Report 2019. <https://www.cbsl.gov.lk/en/publications/economic-and-financial-reports/annual-reports/annual-report-2019> (accessed 15 December 2020).
- CEA (Central Environmental Authority). 2015. Cooperate Plan 2016-2020. <http://203.115.26.10/CEAcP2016-2020.pdf>.
- _____. 2019. Progress of Water Environment Governance in Sri Lanka (presented by R.M.S.K. Rathnayake at the 14th WEPA Annual Meeting 2019 (in print)). http://www.wepa-db.net/3rd/en/meeting/20190222/pdf/D2_S3_Sri%20Lanka_rev0222-2.pdf.
- _____. 2020. CEA website on Environmental Protection Licensing. <http://www.cea.lk/web/component/content/article?id=25>.
- _____. 2021. Updates on Domestic Wastewater Management in Sri Lanka (presented by H. Karunaweera at the 16th WEPA Annual Meeting 2021 (in print)). http://www.wepa-db.net/pdf/meeting/20210301/11_Sri%20Lanka.pdf.
- FAO. 2020. AQUASTAT. <http://www.fao.org/nr/water/aquastat/data/query/results.html> (accessed 15 December 2020).
- Government of Sri Lanka. 2019. National Environmental (Ambient Water Quality) Regulations, No. 01/2019 (5 November 2019). http://www.cea.lk/web/images/pdf/epc/2148-20_E-1.pdf.
- MENR and UNEP (Ministry of Environment and Natural Resources and United Nations Environment Programme). 2009. Sri Lanka Environment Outlook 2009.
- ### 2.12 タイ
- ADB. 2013. Country Partnership Strategy: Thailand, 2013-2016. Sector Assessment (Summary): Water Resources. <https://www.adb.org/sites/default/files/linked-documents/cps-tha-2013-2016-ssa-04.pdf>.
- Bao et al. 2020. Final Report: A Case Study in Thailand. A Commission Report submitted to the National Institute of Environmental Studies, under the project: "POLICY DIALOGUE & NETWORK BUILDING OF MULTI-STAKEHOLDERS ON INTEGRATED DECENTRALIZED DOMESTIC WASTEWATER MANAGEMENT IN ASEAN COUNTRIES" funded by the Japan-ASEAN Integration Fund.
- Chaiyo J. 2020. Current Situation and Water Quality Management in Thailand. Proceeding of the 15th WEPA Annual Meeting held on 8th February 2020 in Bangkok, Thailand. [http://www.wepa-db.net/pdf/meeting/20200206/am/15_16_Day3_Thailand_DWMInThailand%20\(Chaiyo\)%20V4.pdf](http://www.wepa-db.net/pdf/meeting/20200206/am/15_16_Day3_Thailand_DWMInThailand%20(Chaiyo)%20V4.pdf)
- MoEJ. 2009. WEPA Outlook of Water Environmental Management Strategies in Asia.
- NESDB (National Economic and Social Development Board). 2011. The Eleventh National Economic and Social Development Plan (2012-2016).
- Office of National Water Resources Committee. 2000. National Water Vision: A Case Study of Thailand.
- PCD (Pollution Control Department, Ministry of Natural Resources and Environment (MoNRE)). 2014. Thailand State of Pollution Report 2012.
- _____. 2015. Thailand State of Pollution Report 2015.
- _____. 2017. Thailand State of Pollution Report 2016.
- _____. 2020. Thailand State of Pollution Report 2019.
- RTG (The Royal Thai Government). 2017. Unofficial Translation, Constitution of the Kingdom of Thailand. <http://www.thailembassy.org/doha/contents/files/news-20170417-203812-158174.pdf>
- Thailand's VNR. 2017. Thailand's Voluntary National Review on the Implementation of the 2030 Agenda for Sustainable Development. Retrieved on 22 January 2018 from <https://sustainabledevelopment.un.org/memberstates/thailand>.
- Wangcharoenrung C. 2017. 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)
- World Bank. 2020. <https://data.worldbank.org/> (online)
- Thai Meteorological Department, Annual Weather Summary over Thailand in 2016, <https://www.tmd.go.th/programs/uploads/yearlySummary/weather2016.pdf>
- World Data Atlas. (2017). <https://knoema.com/atlas/Thailand/topics/Water/Total-Renewable-Water-Resources/Renewable-water-resources>
- ### 2.13 ベトナム
- 2030 WRG (2030 Water Resources Group). 2017. Vietnam – Hydro-Economic Framework for Assessing Water Sector Challenges. Retrieved on 22 January 2018 from <http://i-s-e-t.org/resources/major-program-reports/vietnam-hydro-economic-framework-assessing-water-sector-challenges.html>.
- CEM (Comprehensive environmental monitoring program). 2014. Chuong trinh quan trac tong the moi truong. CEM Portal. <http://cem.gov.vn/Home/tabid/82/cat/298/language/vi-VN/Default.aspx>
- Cruz RV, Harasawa H, Lal M, Wu S, Anokhin Y, Punsalmaa B, Honda Y, Jafari M, Li C 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". (M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden and C.E. Hanson, eds.)
- IFAD (International Fund for Agricultural Development). 2014. Comprehensive environment and climate change Assessment in Viet Nam. Retrieved on 15 December 2014 from www.ifad.org/climate/infocus/Viet_Nam_publication.pdf.
- KEI (Korea Environment Institute). 2017. Environmental Sustainability in Asia: Progress, challenges and opportunities in the implementation of the Sustainable Development Goals-Series 1 – VIETNAM.
- 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. http://www.quantracmoitruong.gov.vn/VN/BAOCAO_Content/tabid/356/cat/176/nfriend/969001/language/vi-VN/Default.aspx
- _____. 2010. State of the Environment Report 2010 – An Overview of Vietnam Environment. http://www.quantracmoitruong.gov.vn/VN/BAOCAO_Content/tabid/356/cat/177/nfriend/3741667/language/vi-VN/Default.aspx
- _____. 2014. State of the Environment Report 2014 – Surface Water Environment. http://www.quantracmoitruong.gov.vn/VN/BAOCAO_Content/tabid/356/cat/175/nfriend/3743056/language/vi-VN/Default.aspx
- _____. 2015. State of the Environment Report for the period of 2011-2015 (in Vietnamese).
- _____. 2016. State of the Environment Report 2016 – Urban Environment (in Vietnamese).
- _____. 2018. State of the Environment Report 2018 – Water Environment in River Basins (in Vietnamese).
- Vietnam Association for Conservation of Nature and Environment (VACNE). 2014. Specific law needed for water pollution control. Article published by Vietnam Association for Conservation of Nature and Environment on 26 May 2014. <http://www.vacne.org.vn/can-co-luat-rieng-de-kiem-soat-o-nhiemnguon-nuoc/212324.html>
- World Bank. 2020. <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/>

**公益財団法人 地球環境戦略研究機関(IGES)
WEPA事務局**

〒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 | URL: <http://www.iges.or.jp/>

www.wepa-db.net