トピックス TOPICS

ダム貯水池の水質に関するマニュアルの紹介

西村 宗倫¹⁾・木村 文宣^{2)*}・東海林 太郎³⁾・小野 雅人²⁾・對馬 育夫⁴⁾・本田 真章⁵⁾

1) 国土交通省 国土技術政策総合研究所 河川研究部 水循環研究室 〒305-0804 茨城県つくば市旭 1

2) 一般財団法人 水源地環境センター 研究第2部 〒102-0083 東京都千代田区麹町 2-14-2 麹町NKビル

3) パシフィックコンサルタンツ株式会社 国土基盤事業本部 河川部 〒101-8462 東京都千代田区神田錦町 3-22

4) 国立研究開発法人 土木研究所 水環境研究グループ 〒305-8516 茨城県つくば市南原 1-6

5) 国土交通省 水管理・国土保全局 河川環境課 流水管理室 〒100-8918 東京都千代田区霞が関 2-1-3

Sourin NISHIMURA¹⁾, Fuminori KIMURA^{2)*}, Taro SHOJI³⁾, Masato ONO²⁾,
Ikuo TSUSHIMA⁴⁾, Masaaki HONDA⁵⁾: Introduction of manual on water
quality of dam reservoir. *Ecol. Civil Eng.*

1) Water Cycle Division, River Department, National Institute for Land and
Infrastructure Management (NILIM), Ministry of Land, Infrastructure, Transport and
Tourism (MLIT), 1, Asahi, Tsukuba-shi, Ibaraki 305-0804, Japan

2) Water Quality Research Division, Water Resources Environment Center (WEC), NK
Bldg, 2-14-2 Kojimachi Chiyoda-ku Tokyo 102-0083, Japan

3) Water Course Engineering & Water Resource Dept, Pacific Consultants Co., Ltd.
, 3-22, Kanda-Nishikityo, Chiyoda-ku Tokyo 101-8462, Japan

4) Water Environment Research Group, Public Works Research Institute (PWRI), 1-6,
Minamihara, Tsukuba-shi, Ibaraki 305-8516, Japan

5) Water Management Office, River Environment Division, Water and Disaster
Management Bureau, Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism (MLIT),
2-1-3, Kasumigaseki Chiyoda-ku Tokyo 100-8918, Japan

1. 概要

国土交通省では、ダム貯水池の水質の調査や改善に関する技術を普及・継承するため、マニュアル化を進めてきた。2021年（令和3年）5月に「水質シミュレーション」及び「気泡式循環施設」のマニュアルを公表したことを踏まえ、本報では、ダム貯水池の水質に関する各種マニュアルの概要を紹介する。

2. はじめに

ダム貯水池では、流域からの富栄養化物質や濁水の流

入及びこれらを貯留すること等により、富栄養化現象、濁水長期化現象、冷温水現象等の水質障害が発生する場合がある（図1）。

国土交通省及び独立行政法人水資源機構（以下、「水資源機構」という。）が管理するダムを対象として2015年（平成27年）度の実施したアンケート調査（図2）によると、国土交通省・水資源機構が管理するダムでは、例えば全体の約4割のダム貯水池で、富栄養化現象に伴う水質障害（アオコ発生による景観障害・カビ臭発生による利水障害等）が発生している。

一方で、水質改善対策は、ダムの貯水量、湛水面積、水深、滞留時間、流入負荷量、気象条件を踏まえて検討する必要があること、また、これらの特性に応じて、ある水質障害を緩和する対策が、他の水質障害を助長するトレードオフが発生する場合がある。そのため、ダム貯水池の水質対策を検討する上では、そのダム貯水池の特

2021年8月17日受付、2021年10月6日受理
早期公開（J-STAGE）

J-STAGE Advance published
doi: <https://doi.org/10.3825/ece.21-00023>

*e-mail: fkimura@wec.or.jp

図1 ダム貯水池の水質障害の事例

(上：濁水長期化現象の事例：ダム下流河川での合流時に濁りが顕著に表れている)
 (下：富栄養化現象の事例：ダム湖面にアオコが大量発生して湖面が緑色に着色し集積したアオコがスカム状になっている)

図2 国土交通省・水資源機構管理ダムの水質変化現象の発生状況

性を理解し、慎重に検討する必要がある。

その一方で、ダム貯水池の水質管理を担当する職員は減少傾向にあり、技術の継承が懸念されている。国土交通省・水資源機構・道府県が管理するダムでダム管理を担当している職員を対象として2019年（令和元年）度を実施したアンケート調査によると、アンケート回答者の87%が「ダム貯水池の水質に係る手引き等の整備を望む」と回答しており、その理由として51%の職員が「現場での技術の継承に困難な部分がある」ことを挙げている（図3）。

このような背景を踏まえ、国土交通省では、これまでに「ダム貯水池水質調査要領」（2015年（平成27年）3

月）、「ダム貯水池水質改善の手引き」（2018年（平成30年）3月）を公表した。これらに続いて、「ダム貯水池水質改善の手引き」に位置づけた「水質シミュレーション」と「気泡式循環施設」についてのマニュアルを公表した。水質シミュレーションについては、ダム貯水池における水質シミュレーションの具体的な検討手法をとりまとめ、「ダム貯水池水質改善に向けた水質シミュレーション活用のためのマニュアル（案）」（2021年（令和3年）5月）（以下、「水質シミュレーション」マニュアルという。）として公表した。気泡式循環施設については、本施設の設置・運用・効果確認等に関する具体的な検討手法をとりまとめ、「ダム貯水池水質改善に向けた気泡

図3 ダム水質の手引き作成に対するアンケート結果

※平成17年の運用マニュアル（案）のうち、選択取水設備にかかわる事項については引き続き平成17年の運用マニュアル（案）を活用するため、更新ではなく、別冊としてまとめた。

図4 ダム水質のマニュアルの体系

式循環施設マニュアル（案）（2021年（令和3年）5月）（以下、「気泡式循環施設」マニュアルという.）として公表した（図4）。本報では、以上に示した4編のマニュアル等についてそれぞれの特徴を紹介する。

3. ダム貯水池水質調査要領

この調査要領では、ダム水質調査を基本調査、詳細調査、水質保全設備管理運用調査に分類し、それぞれの調査項目・調査地点・調査深度・調査頻度の標準的な考え方や方法をまとめた。

この調査要領の特徴としては、定期調査を計画的に実施するため、各ダムで水質調査計画を策定し、定期的に調査内容を更新することとしたことや、詳細調査を水質変化現象毎に記述し、当該水質変化現象のメカニズムを示した上で標準的な調査を関連づけて記述したことが挙げられる。

また、水質調査結果の整理方法や、様式を統一化し参考資料に掲載した。

4. ダム貯水池水質改善の手引き

この手引きでは、ダム貯水池の水質改善対策を検討する上で一般的と思われるプロセスを、「緊急対応プロセス」「対策検討・実施プロセス」「維持管理プロセス」に分類し、それぞれの基本となる考え方をまとめた（図5）。

この手引きの特徴としては、上述のとおり水質対策のプロセスを分類し、それぞれで基本となる考え方を記すことにより体系的な手引きとしたほか、「水質対策のPDCAサイクルの適用」、「順応的管理の導入」、「流域関係者との連携」、「学識経験者からの指導・助言」を位置づけ、詳述したことが挙げられる。

また、ダム貯水池の水質対策の基本となる用語の解説を参考資料に掲載し、この用語解説を通読すれば、ダム貯水池の水質の基礎知識が学習できることを意識した。

5. 「水質シミュレーション」マニュアル

このマニュアルでは、手引きに示されている水質変化

図5 ダム貯水池の水質改善の検討プロセスの概念図

図6 水質シミュレーションの実施手順の概念図

現象の発生メカニズムの推定や水質改善対策の検討について、水質シミュレーションを用いる場合の実施手順(図6)や実施に関する技術的事項をとりまとめた。

このマニュアルの特徴としては、ダム貯水池の水質シミュレーションの根幹となる考え方の記載が重要と考え、ダム貯水池における水理・水質の特徴やダム湖内に注目したモデル作成のための基本的な考え方を詳述したことが挙げられる。

また、底泥における沈降・分解・基質化・溶出の機構をモデル化した事例や栄養塩負荷と魚類との関係をモデル化した事例などのサブモデルに関する事例、指定湖沼等における水質シミュレーション実施事例などの最新の知見や事例を資料編に掲載した。

6. 「気泡式循環施設」マニュアル

このマニュアルでは、手引きに示されている水質改善対策の体系に基づき、気泡式循環施設の設置・運用・効果確認の各ステップにおける標準的事項や留意事項をとりまとめた。

なお、これは、2005年(平成17年)に公表した「曝

気循環施設及び選択取水設備の運用マニュアル(案)」に記載されている事項のうち富栄養化対策としての気泡式循環施設の運用に関する事項を更新するとともに、設置・効果確認に関する事項を追加したものとなる。

本マニュアルの特徴としては、気泡式循環施設の設置・運用・効果確認を検討する際の予備知識の記載が重要と考え、富栄養化現象のメカニズムや、藍藻類の写真や生態を詳述したことが挙げられる(図7)。

また、発生要因の推定～対策選定に係る有益な事例や諸元設定方法などの気泡式循環施設の設置・運用・効果確認の技術的・専門的事項に関する最新の知見や事例を資料編に掲載した。

7. おわりに

これらのマニュアルは、国土交通省水管理・国土保全局の下記のアドレスの「指針・ガイドライン」ホームページで公表している。

(https://www.mlit.go.jp/river/shishin_guideline/index.html)

更に、地方整備局・水資源機構・都道府県に直接通知

図7 藍藻類の写真の例

(①: *Microcystis* 属 ②: *Dolichospermum* 属 (旧 *Anabaena* 属)
 ③: *Aphanizomenon* 属 ④: *Pseudanabaena* 属 (旧名称 *Phormidium* 属))

表1 マニュアルの作成に指導を頂いた学識者一覧

氏名 (五十音順)	所属・役職	ダム貯水池 水質調査要領	ダム貯水池 水質改善の 手引き	水質シミュ レーション マニュアル	気泡式循環 施設 マニュアル
浅枝 隆	埼玉大学 名誉教授	○	○	○	○
梅田 信	日本大学工学部 准教授			○	○
古賀 憲一	佐賀大学 名誉教授	○	○	○	○
田中 宏明	京都大学 名誉教授	○	○	○	○
中野 伸一	京大大学生態学研究センター 教授	○	○	○	○
松尾 直規	中部大学 名誉教授	○	○	○	○
吉村 千洋	東京工業大学環境・社会理工学院 准教授			○	○

※所属・役職は令和3年7月現在

すると共に、今後は、ダム管理に関する担当国会議や国土交通大学校における研修の中でも更なる周知を図る予定としている。

国土交通省では、ダム貯水池の水質改善に関する技術を普及・継承に努めつつ、学識者からの指導・助言を仰ぎながら、引き続き、ダムの水質改善に取り組んで参りたいと考えている。

8. 謝辞

それぞれのマニュアルの策定にあたっては、学識者の皆様に活発な議論を頂き、多岐にわたる指導や助言を頂

いた(表1)。更に、地方整備局・水資源機構・地方公共団体のダム管理を担当する職員の皆様には、マニュアルのユーザーの立場からの助言・提案を頂いた。また、「水質シミュレーション」マニュアル及び「気泡式循環施設」マニュアルの検討の際には、建設コンサルタント・メーカー技術者の方から、アウトソーシングを受ける立場からの助言・提案を頂いた。また、応用生態工学会の皆様には、本トピックスの作成にご指導を賜った。ここに深く御礼申し上げる。

最後に、ダム水質行政に理解を賜り、水質の改善にご理解とご協力を頂いている流域の関係者の皆様に心より御礼申し上げます。