

環境影響調査に関する参考図書
～水上太陽光発電設備（FPV）編～
FPV 設置による農業用ため池の環境への影響について

令和8年3月

農林水産省農村振興局
鳥獣対策・農村環境課

<目 次>

1.	はじめに	1
	(1) 参考図書作成の背景・趣旨	1
	(2) 参考図書の構成	2
2.	ため池への水上太陽光発電設備（FPV）設置に関する状況	3
	(1) FPV とは	3
	(2) 環境影響評価法及び条例等における FPV 設置に係る規定例	3
	(3) FPV をため池に設置する際に関連する規則等	6
3.	FPV を設置したため池の環境への影響調査（事例調査）	8
	(1) 調査対象のため池の概要	8
	(2) 調査対象期間	9
	(3) 調査方法	9
	(4) 調査結果（データ等）の整理とその評価	11
	(5) 事例調査の総括	30
4.	ため池における調査方法	33
	4. 1 水質・底質等調査	33
	(1) 地域概況調査	34
	(2) 現地調査	35
	4. 2 生物多様性、自然との触れ合い、光害	49
	(1) 生物多様性保全に関する調査	49
	(2) 自然との触れ合い分野に関する調査	58
	(3) 地元意向の把握と合意形成	62

1. はじめに

(1) 参考図書作成の背景・趣旨

農林水産業は生物多様性に立脚する産業であり、生物多様性と密接に関連している。

政府は1995年に生物多様性条約及び生物多様性基本法に基づく、生物多様性の保全と持続可能な利用に関する国の基本的な計画として「生物多様性国家戦略」を策定した。

農林水産省は2007年に生物多様性保全を重視した農林水産業を強力に推進するため「農林水産省生物多様性戦略」を策定し、施策を推進するとともに、生物多様性国家戦略へ反映した。その後「みどりの食料システム戦略」(2021年農林水産省策定)や「昆明・モンテリオール生物多様性枠組」(2022年採択)等を踏まえ2023年に改定した。

農業用ため池(以下、単に「ため池」という。)は、農業用水の確保はもとより、生物の多様性の確保をはじめとする自然環境の保全、良好な景観の確保、文化の伝承等に寄与している。近年では、再生可能エネルギーの固定価格買取制度の導入等を背景として、農業用ため池の水面に太陽光発電設備を設置する事例がある。

農林水産省では、政府の「地球温暖化対策計画」を踏まえ、農林水産分野の地球温暖化対策を総合的かつ計画的に推進するため、「農林水産省地球温暖化対策計画」を自主的に策定している(2017年3月策定、2025年4月改定)。2030年度温室効果ガス削減目標(2013年度比46%削減、さらに50%の高みに向けて挑戦)や2050年カーボンニュートラルの実現に向け、農林水産分野における地球温暖化対策を最大限推進している。再生可能エネルギー導入ポテンシャルの活用にあたっては、ため池における水上設置型太陽光発電設備の導入が期待されている。

一方、太陽光発電事業全般については、設置に伴い土砂流出や濁水の発生、景観への影響、反射光による生活環境への影響などの問題が生じる事例が増えている。また、重要な動植物の生息・生育環境の改変等による自然環境への影響等も懸念されている。

このように環境影響が顕在化している状況を踏まえ2020年4月に大規模太陽光発電事業は環境影響評価法の対象事業に追加されたが、ため池に水上太陽光発電設備を設置した場合のため池の環境への影響に関する知見はなく、また、調査方法についても情報が不足している。

本参考図書は、ため池における太陽光発電を取り巻く状況を踏まえ、ため池の管理者や都道府県・市町村及び土地改良区の担当者、発電設備事業者が、ため池に水上太陽光発電設備を設置した事例において、水環境を中心とした調査、評価を行うとともに、設置を進める際のため池の環境への影響を調査するための方法について取りまとめたものである。多様性豊かなため池の環境の保全と脱炭素社会への貢献が両立されるよう、本参考図書が有効に活用されることを期待する。

(2) 参考図書の構成

本書の構成は以下の通りである。

【参考図書の構成】

1. はじめに : 本書の趣旨、構成を記載
2. ため池への水上太陽光発電設備 (FPV) 設置に関する状況
: 環境影響評価法及び条例等における FPV 設置に係る規定、ため池に FPV を設置する際に関連する規則、ガイドライン等を記載
3. FPV を設置したため池の環境への影響調査 (事例調査)
: ため池において、FPV 設置による水環境を中心とした環境影響を調査し、その調査結果を分析評価した事例を記載
4. ため池における調査方法
: 事例調査結果から得られた知見などを踏まえ FPV 設置による環境影響を調査する際の考え方及び調査方法等について記載。記載項目は水質 (DO、COD、pH、窒素、リン、クロロフィル a 等)、底質のほか、生物多様性保全、自然との触れ合い分野、光害についても紹介

2. ため池への水上太陽光発電設備（FPV）設置に関する状況

(1) FPVとは

FPVとは、ため池等の水面に設置された太陽光発電設備(Floating Photovoltaic)であり、太陽光パネルが架台やフロートに固定され、水面上に浮かぶような構造となっている。なお、フロートは係留索でアンカーとつながれており、コンクリートブロックや池底等の土中に差し込まれたアンカーにより固定されている（図 2.1 参照）。

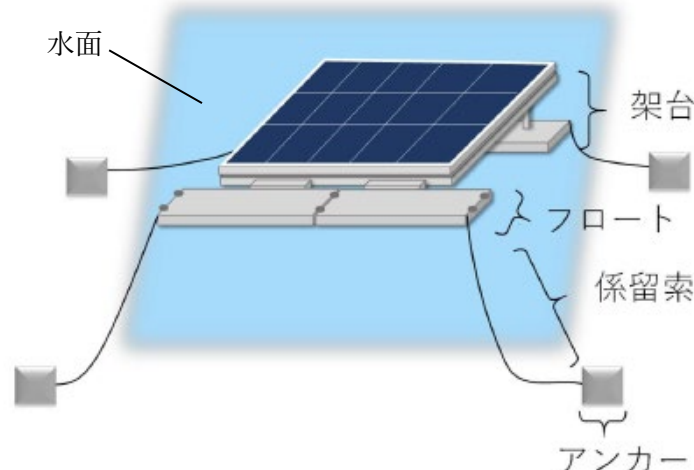


図 2.1 水上太陽光発電設備（FPV）の構造例

（出典：農業用ため池における水上設置型太陽光発電設備の設置に関する手引き

農林水産省 R3.9 作成）

(2) 環境影響評価法及び条例等における FPV 設置に係る規定例

1) 環境影響評価法

環境影響評価法は、事業者がその事業の実施に当たりあらかじめ環境影響評価（環境アセスメント）を行うことが環境の保全上極めて重要であることから、規模が大きく環境影響の程度が著しいものとなるおそれがある事業について環境影響評価の手続を定め、関係機関や住民等の意見を求めつつ、環境影響評価の結果を当該事業の許認可等の意思決定に適切に反映させることを目的とするものである。

法対象事業は、許認可や補助金の交付等を通じて国の関与がある道路、河川、鉄道等の 13 事業種となっている。一定以上の規模を有するものが「第一種事業」、それより小さな規模の事業が「第二種事業」とされており、具体的な規模要件は環境影響評価法施行令に規定されている（表 2.1 参照）。

水上太陽光を含む太陽光発電施設は「太陽電池発電所」に該当し、環境影響評価法の対象事業規模は発電出力規模で設定され、第一種事業は 4 万 kW 以上、第二種事業は 3 万 kW～4 万 kW である。ただし、現時点で FPV が環境影響評価法の対象事業に該当する規模となっている施設はない。また、環境影響評価に係る実施事例等の情報は下記支援システムにて閲覧することができる。

《環境影響評価に係る実施事例等の情報》

環境省大臣官房環境影響評価課「環境影響評価情報支援ネットワーク」

<https://assess.env.go.jp/index.html>

表 2.1 環境アセスメント対象事業一覧表

対象事業	第一種事業 (環境アセスメントを 必ず行う事業)	第二種事業 (環境アセスメントが必要かどうかを 個別に判断する事業)
1. 道路		
高速自動車国道	すべて	—
首都高速道路など	4車線以上のもの	—
一般国道	4車線以上・10km以上	4車線以上・7.5km以上10km未満
林道	幅員6.5m以上・20km以上	幅員6.5m以上・15km以上20km未満
2. 河川		
ダム、堰	湛水面積100ha以上	湛水面積75ha以上100ha未満
放水路、湖沼開発	土地改変面積100ha以上	土地改変面積75ha以上100ha未満
3. 鉄道		
新幹線鉄道	すべて	—
鉄道、軌道	長さ10km以上	長さ7.5km以上10km未満
4. 飛行場	滑走路長2,500m以上	滑走路長1,875m以上2,500m未満
5. 発電所		
水力発電所	出力3万kW以上	出力2.25万kW以上3万kW未満
火力発電所	出力15万kW以上	出力11.25万kW以上15万kW未満
地熱発電所	出力1万kW以上	出力7,500kW以上1万kW未満
原子力発電所	すべて	—
太陽電池発電所	出力4万kW以上	出力3万kW以上4万kW未満
風力発電所	出力5万kW以上	出力3.75万kW以上5万kW未満
6. 廃棄物最終処分場	面積30ha以上	面積25ha以上30ha未満
7. 埋立て、干拓	面積50ha超	面積40ha以上50ha以下
8. 土地区画整理事業	面積100ha以上	面積75ha以上100ha未満
9. 新住宅市街地開発事業	面積100ha以上	面積75ha以上100ha未満
10. 工業団地造成事業	面積100ha以上	面積75ha以上100ha未満
11. 新都市基盤整備事業	面積100ha以上	面積75ha以上100ha未満
12. 流通業務団地造成事業	面積100ha以上	面積75ha以上100ha未満
13. 宅地の造成の事業（「宅地」 には、住宅地以外にも工業 用地なども含まれる）	面積100ha以上	面積75ha以上100ha未満
○港湾計画	埋立・掘込み面積の合計300ha以上	
港湾計画については、港湾環境アセスメントの対象になる。		

2) 地方自治体の条例

すべての都道府県と環境影響評価法施行令を定める市には、環境アセスメントに関する条例が定められており、これらは、環境影響評価法と比べ、法対象事業以外の事業種を対象とする、小規模の事業を対象にする、公聴会を開催して住民などの意見を聴く、第三者機関による審査の процедуруを設けるなど、地域の実情に応じた特徴ある内容となっている。

また、地方公共団体の環境アセスメント制度は、地域の環境保全のためにとっても重要な役割を果たしており、環境影響評価法では、地方公共団体の環境アセスメント条例との関係についての規定を置き、手続が重複したり、法の手続の進行が妨げられたりすることのないように配慮している。

太陽光発電設備等の設置に関する条例として、都道府県条例は 9 条例、市町村条例は 327 条例である（令和 7 年 12 月 31 日時点）。このうち、対象事業及び事業区域として水面に設置される太陽光発電設備を対象としている条例について、表 2.2 に整理した。

表 2.2 FPV に関する条例

自治体名	条例名・対象事業
兵庫県	条例名：太陽光発電施設等と地域環境との調和に関する条例
	対象事業：太陽光発電施設のうち事業区域面積 5ha 未満（森林の伐採を伴うもの又は <u>ため池の水面上等に設置するもの</u> に限る。）については、「小規模太陽光発電所に関する自然環境調査指針」に基づき、自然環境調査を行う。
三重県 志摩市	条例名：志摩市における再生可能エネルギー発電設備の設置と自然環境等の保全との調和に関する条例
	対象事業：太陽光をエネルギー源とする発電設備のうち、事業区域の面積が 1,000 平方メートル以上のもの、事業区域の発電出力が 50 キロワット以上のもの又は <u>海上を含む水域に設置するもの</u>
三重県 鳥羽市	条例名：鳥羽市における再生可能エネルギー発電事業と自然環境等の保全との調和に関する条例
	対象事業：太陽光をエネルギー源とする発電設備のうち、事業区域の面積が 1,000 平方メートル以上のもの、事業区域の発電出力が 50 キロワット以上のもの又は <u>海上を含む水域に設置するもの</u>
三重県 南伊勢町	条例名：南伊勢町自然環境等と再生可能エネルギー発電事業との調和に関する条例
	対象事業：太陽光をエネルギー源とする発電設備のうち、事業区域の面積が 1,000 平方メートル以上のもの、事業区域の発電出力が 50 キロワット以上のもの又は <u>海上を含む水域に設置するもの</u>
岡山県 和気町	条例名：和気町太陽光発電設備の適正な設置に関する条例
	対象事業：太陽光発電設備を土地又は <u>水面上に設置する事業</u> をいう。
広島県 東広島市	条例名：東広島市太陽光発電設備の適正な設置等に関する条例
	対象事業：太陽光発電事業の用に供する一団の土地又は <u>水面</u> をいう。

出典：一般財団法人地方自治研究機構 HP(http://www.rilg.or.jp/htdocs/img/reiki/005_solar.htm)

(令和 7 年 12 月 31 日更新)

3) ガイドライン等

国等の行政機関や関係団体が作成した手引き・ガイドラインは、法的強制力は基本的にな
いものの、主に行政や団体が望ましい行動や判断の方向性を示すため作成され、法令の内容
を実務でどう適用するか解釈の参考となるものである。

ここでは、FPV 設置や管理の際に参考となる手引き・ガイドライン等について、表 2.3 に
示す。

表 2.3 FPV 設置に関する手引き・ガイドライン等

手引き・ガイドライン名	概要
農業用ため池における水上設置型太陽光発電設備の設置に関する手引き（農林水産省農村振興局、令和3年9月）	ため池所有者等や都道府県・市町村の担当者、発電設備設置者が、ため池に水上設置型太陽光発電設備の設置を検討する際の留意点を取りまとめたもの。
水上設置型太陽光発電システム的设计・施工ガイドライン2025年版（国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）、令和7年4月）	水上という特殊な設置環境での太陽光発電に関する知見を取りまとめ、安全性確保のためのガイドラインを作成したもの。
太陽光発電の環境配慮ガイドライン（環境省、令和2年3月）	環境影響評価法や環境影響評価条例の対象にならない規模の太陽光発電事業について、適切に環境配慮が講じられ、環境と調和した形で事業の実施が確保されることを目的に策定されたもの。
環境との調和に配慮した事業実施のための調査計画・設計の手引き（第2編）（食料・農業・農村政策審議会農村振興分科会、農業農村整備部会技術小委員会、平成15年3月）	ため池の新設又は改修に当たり、地域の環境との調和に配慮した事業実施を推進するため、調査計画、設計の基本的な考え方や仕組み、留意事項等を取りまとめたもの。
ため池管理マニュアル（農林水産省農村振興局整備部防災課、令和2年6月）	日常管理における管理や点検、非常時の対応の際に活用するため、ため池の管理者に必要な基本的事項や重要なポイントを取りまとめたもの。

(3) FPV をため池に設置する際に関連する規則等

1) ため池管理保全法

近年、豪雨等により多くのため池が被災し甚大な被害が発生していることから、ため池の情報を適切に把握し、決壊による災害を防止することを目的に、「農業用ため池の管理及び保全に関する法律」（ため池管理保全法）が令和元年7月に施行された。

その中で、特定農業用ため池（決壊により周辺区域に被害を及ぼすおそれがあるものとして都道府県知事が指定する農業用ため池）において、堤体の掘削、竹木の植栽、その他当該特定農業用ため池の保全に影響を及ぼすおそれのある行為を行うときは、都道府県知事の許可（国や地方公共団体が行う場合は協議）が必要となり、水上太陽光発電設備の整備についても許可が必要な行為となっている。

2) 農業（水稲）用水基準

FPV 設置により、ため池内の水質が悪化して農業用水の利用に影響を及ぼさないことが重要である。農業（水稲）用水基準は、農林水産省が学識経験者、研究者の協力を得て、かんがい水への依存度の高い水稲を対象作物に、汚濁物質項目毎に、被害が発生しないための許容限界濃度を検討し、昭和 45 年に基準が定められた。法的な基準ではないが、農作物被害と汚濁物質の関係等から設定された基準であり、農業用水の指標として利用されている。表 2.4 に農業（水稲）用水基準を示す。

表 2.4 農業（水稲）用水基準

項目	説明	基準値
pH (水素イオン濃度)	水中の水素イオンのモル濃度[H ⁺]の逆数の常用対数であり、水の酸性、アルカリ性を示す指標である。25℃の水において、pH7.0 が中性である。	6.0～7.5
COD (化学的酸素要求量)	水中にある物質（主に有機物）が酸化剤によって酸化される時に消費される酸素量で表す。	6 mg/L 以下
SS (浮遊物質)	水中に浮遊又は懸濁している直径 2mm 以下の粒子状物質のことで、沈降性の少ない粘土鉱物による微粒子、動植物プランクトンやその死骸・分解物・付着する微生物、下水、工場排水などに由来する有機物や金属の沈殿物が含まれる。	100 mg/L 以下
DO (溶存酸素)	水中に溶けている酸素を示す。溶存酸素量は、汚染度の高い水中では、消費される酸素の量が多いため少なくなる。また、水温が高いほど、気圧が低いほど、また、塩分濃度が高いほど濃度は低くなる。	5 mg/L 以上
T-N (全窒素濃度)	有機態及び無機態（アンモニア態・亜硝酸態・硝酸態）の窒素化合物の総量。湖沼の窒素に関する環境基準になっている。窒素はリンとともに水系を富栄養化させ、赤潮の原因となる。	1 mg/L 以下
電気伝導度 (EC)	純粋の水は電気をあまり通さないが、水の中に不純物が含まれると、その一部がイオンになり電気を通すようになる。この電気の通し易さを示すのが電気伝導度である。土の中の肥料分(塩類)が多くなるほど、電気が多く流れるようになる性質があるため、この性質を利用して、土壌中の肥料塩類(硝酸態窒素・塩素・カリウム・マグネシウム等)の多少を知ることができる。	0.3 mS/cm 以下
重金属	As (ヒ素) Zn (亜鉛) Cu (銅)	重金属であり、稲等の生育を阻害する。 0.05 mg/L 以下 0.5 mg/L 以下 0.02 mg/L 以下

3. FPV を設置したため池の環境への影響調査（事例調査）

ため池に FPV を設置した場合、パネルによる日照の遮蔽や水面の被覆により、例えばため池の水温の変化、水質（溶存酸素、栄養塩類等）の変化、植物プランクトンの生育等に対する影響などが想定される（図 3.1 参照）。しかし、ため池の環境への影響に関する知見が乏しい状況を踏まえ、実際に FPV を設置したため池（以下、実証池）において、FPV 設置による物理環境・水質・底質・生態系への影響を把握するため、様々な項目について調査・評価した（事例調査）。

本調査で得られた知見を基に、ため池に FPV の設置を進める際のため池の環境への影響を調査するための方法について取りまとめる（4. ため池における調査方法）。なお、本調査は 3 事例の結果であり、ため池の構造や周辺環境の違いにより影響の程度は異なると考えられる。

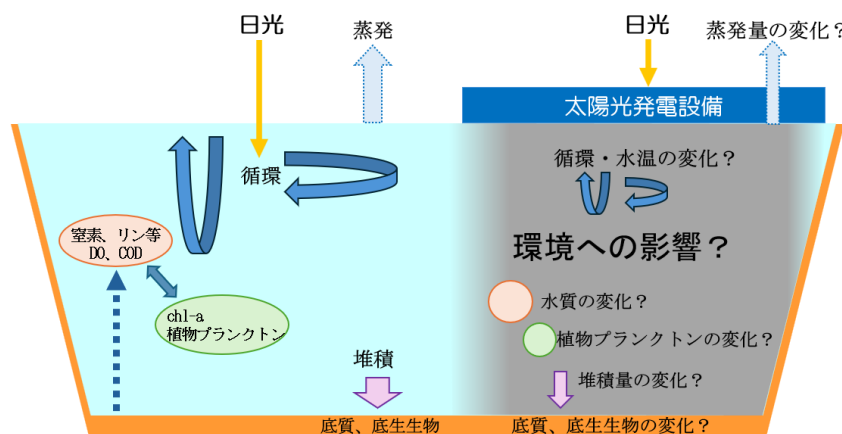


図 3.1 ため池に FPV を設置した際、影響を受ける項目の関係（想定）

(1) 調査対象のため池の概要

現地調査では近畿地方の実証池 A、実証池 B、中国四国地方の実証池 C を対象とした。各実証池のため池の諸元は表 3.1 のとおりである。

実証池 A は 3 つの実証池の中で最も貯水量、湛水面積が大きいため池であり、夏季から秋季にかけて池全体にヒシが繁茂していた。実証池 B は 3 つの実証池の中で最も貯水量、湛水面積が小さいため池である。実証池 C の貯水量、湛水面積は実証池 A に次いで大きく、3 つの実証池の中で最も水深が深いため池である。また、FPV 被覆率 (%) が最も高く、FPV 設置による影響が比較的大きいと考えられる。

表 3.1 調査対象のため池の諸元

池名	所在	貯水量	湛水面積	最大水深	FPV 設置年月	FPV 設置面積	FPV 被覆率
実証池 A	近畿地方	約 200 千 m ³	約 110 千 m ²	約 3.0m	H30 年 9 月	約 25 千 m ²	22.1%
実証池 B		約 30 千 m ³	約 30 千 m ²	約 4.0m	H30 年 8 月	約 13 千 m ²	44.0%
実証池 C	中国四国地方	約 190 千 m ³	約 40 千 m ²	約 7.0m	H30 年	約 26 千 m ²	62.4%

※貯水量は農林水産省農業用ため池一覧に基づく値

※近畿地方のため池の湛水面積は農業用ため池一覧に記載されていないため空中写真を図測した値を記載

※FPV 設置面積は空中写真を図測した値を記載

※FPV 被覆率 (%) = FPV 設置面積 (千 m²) ÷ 湛水面積 (千 m²) × 100

(2) 調査対象期間

令和5年度～令和7年度(3か年間)

(3) 調査方法

現地調査を行うに当たって、実証池周辺地域の気象データについて、近傍の気象観測所のデータを収集・整理した(概況調査)。

現地調査では、FPV 設置による物理環境・水質・底質・生態系への影響を評価するため表 3.2 に示す調査項目について、連続観測(1時間間隔)及び定期観測(月1回程度)を行った。調査項目については、農業(水稻)用水基準の該当項目及び閉鎖性水域である特性を踏まえ、植物プランクトンの過剰な増殖であるアオコの発生に関連する項目を選定し、試験的に調査・評価を行った。

実証池における調査地点は、図 3.2 に示すとおりである。以降は、実証池において FPV の設置箇所直下を「パネル下」、設置箇所の外側を「パネル外」と呼ぶ。実証池 A 及び実証池 B ではパネル下 1 地点、パネル外 1 地点で調査を行った。実証池 C は他の実証池に比べて FPV 被覆率(%)が高いため、パネル下 2 地点、パネル外 1 地点で調査を行った。

調査項目ごとの調査概略図を図 3.3 (1) に示す。気温の連続観測は各地点の水面直上で調査を行った(図 3.3 (2))。水質の調査項目について、水温の連続観測は各地点 4 層、DO の連続観測は各地点 2 層、水質の定期観測は各地点 2 層、植物プランクトンの定期観測は各地点 1 層で調査を行った。底質の定期観測は各地点の底質表面から 10cm 程度の底土を採取した。底生生物の定期観測は底質と同じ手法で調査を行った。

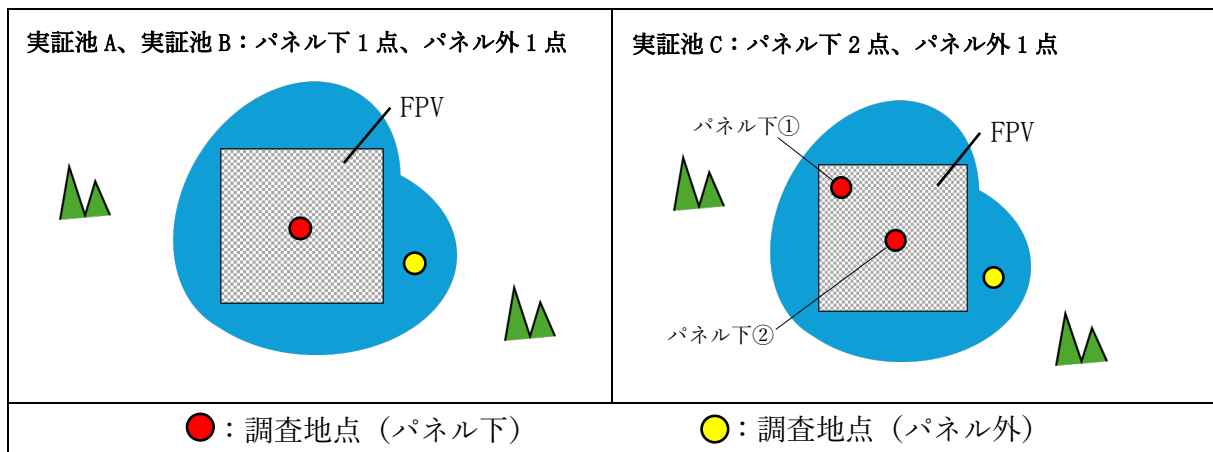
なお、各調査項目の用語解説は「4. ため池における調査方法」に記載した。

表 3.2 現地調査の調査項目及び調査方法

調査種類	調査対象	調査手法	調査項目	調査頻度	対象		調査地点
					農業用水基準関連	アオコ関連	
概況調査	気象	アメダス	気温	-	-	-	実証池近傍の気象観測所
			降水量		-	-	
			風向、風速		-	-	
現地調査	物理環境	連続観測	気温	1時間間隔	-	-	パネル下、パネル外
			水位		-	-	
	水質	連続観測	水温	1時間間隔	-	○	パネル下、パネル外
			DO		○	○	
		定期観測	DO	月1回程度	○	○	
			chl-a		-	○	
			COD		○	○	
			T-N		○	○	
			DIN		-	○	
			T-P		-	○	
			DIP		-	○	
			SS		○	○	
	pH	○	○				
	植物プランクトン	期間中に2~3回	-	○			
	底質	定期観測	含水率	月1回程度	-	○	パネル下、パネル外
			強熱減量		-	○	
			COD		-	○	
			T-S		-	○	
			T-N		-	○	
T-P			-		○		
生態系	定期観測	底生生物	期間中に1~2回	-	○		

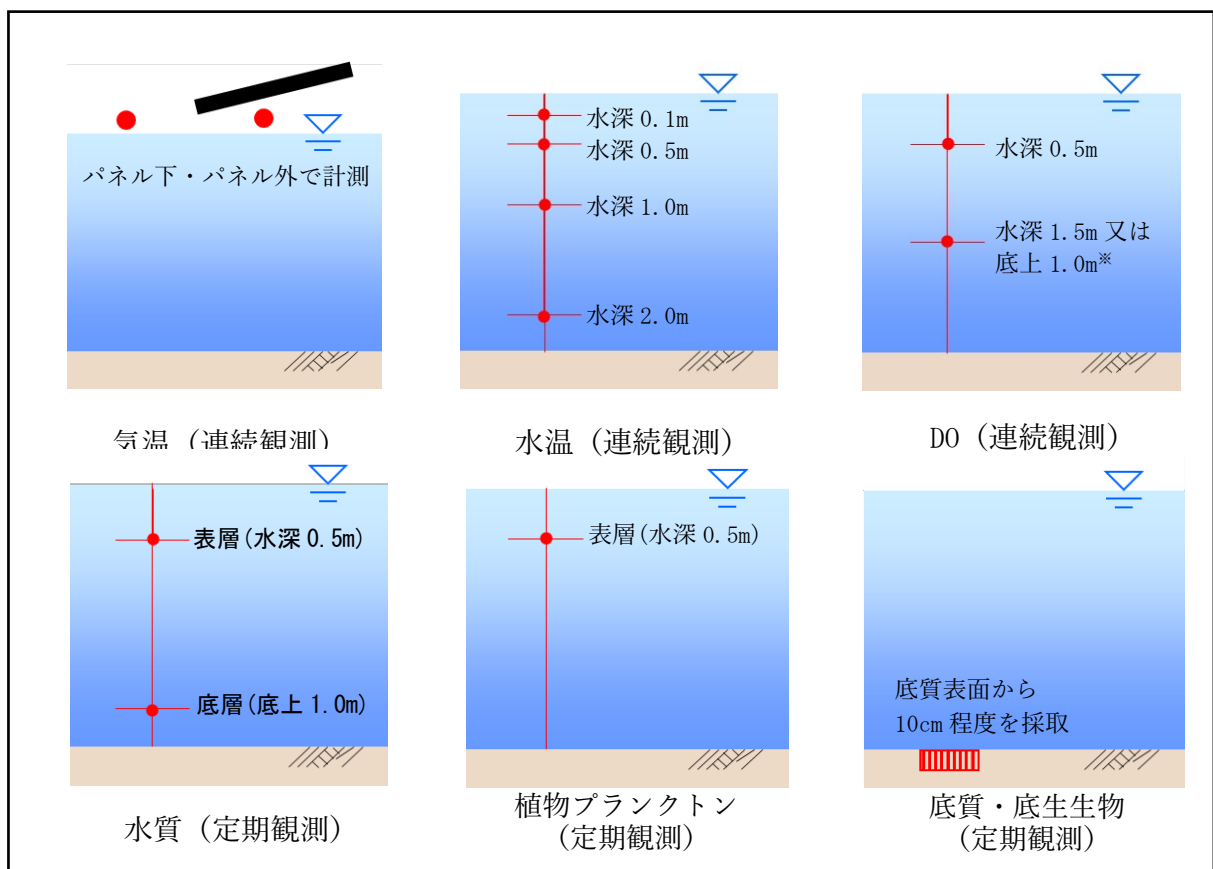
※1：各調査項目の調査位置(水深)は図 3.3 (1) を参照

※2：水質調査の詳細については p. 35, 39, 42, 45 を、底質調査の詳細については p. 46 を参照



※実証池 C は実証池の中で最も FPV 被覆率 (%) が高いため、パネル下の調査地点を 2 地点設定した。パネルの縁辺部をパネル下①、パネルの中心部をパネル下②とする。

図 3.2 各ため池における調査地点



※実証池 C は実証池の中で最も水深が深いことから、底上 1.0m で DO 連続観測を行った。

図 3.3 (1) 各調査項目における調査位置（水深）



図 3.3 (2) 気温計の設置状況

(4) 調査結果（データ等）の整理とその評価

実証池における FPV 設置がため池の環境に与える影響について、表 3.2 に示した調査項目のうち、主にアオコの発生に関連する項目の調査結果を以下に示す。

水質の調査結果

1) 水温及び気温

①連続観測（時間水温）

【調査内容】

令和7年度（令和7年6月～11月）に実施した、実証池における水温の1時間おきの連続観測結果を図 3.4 に示す。水温の連続観測ではパネル下及びパネル外において各地点4層（図 3.3 (1) 参照）で調査を行った。なお、この図で示す調査期間中の実証池周辺の気温・降水量として、実証池近傍の気象観測所における観測結果を整理した。

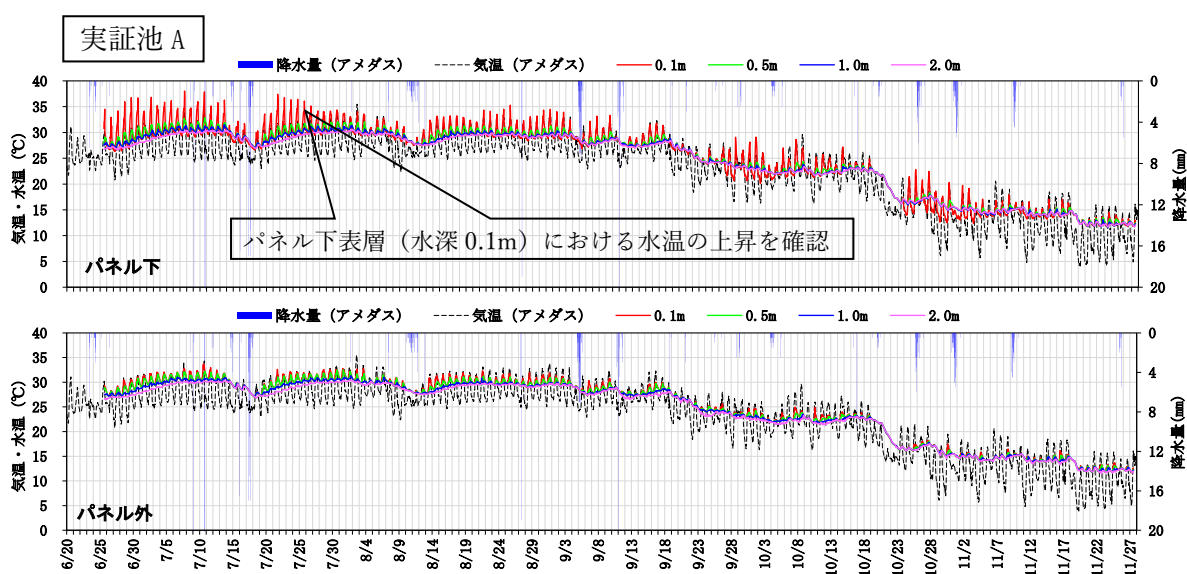


図 3.4 (1) 水温の連続観測結果（実証池 A：令和7年度）

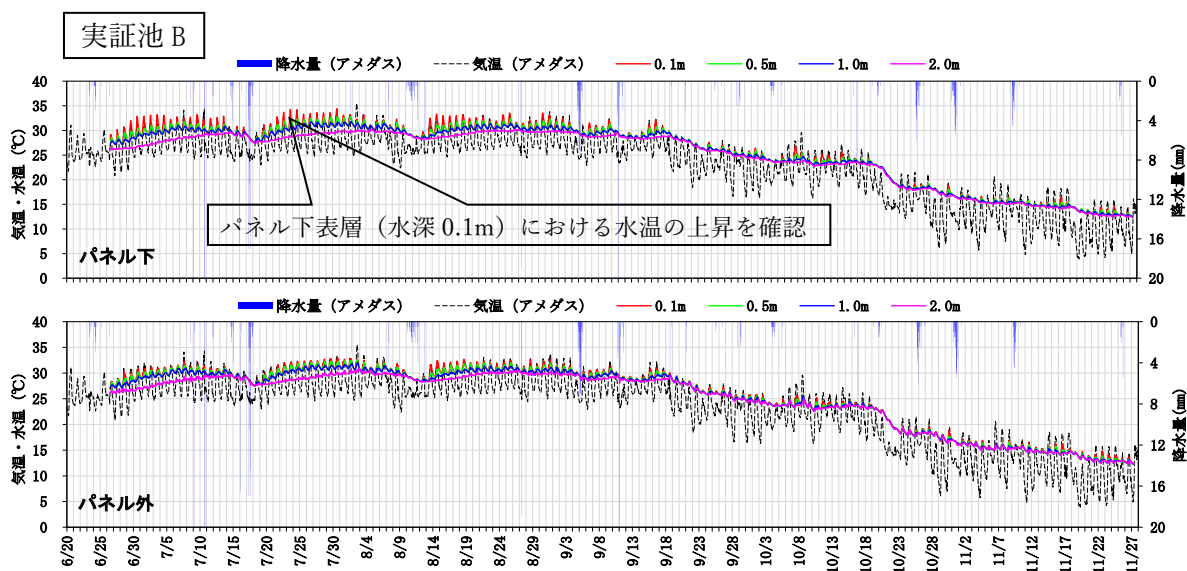


図 3.4 (2) 水温の連続観測結果（実証池 B：令和7年度）

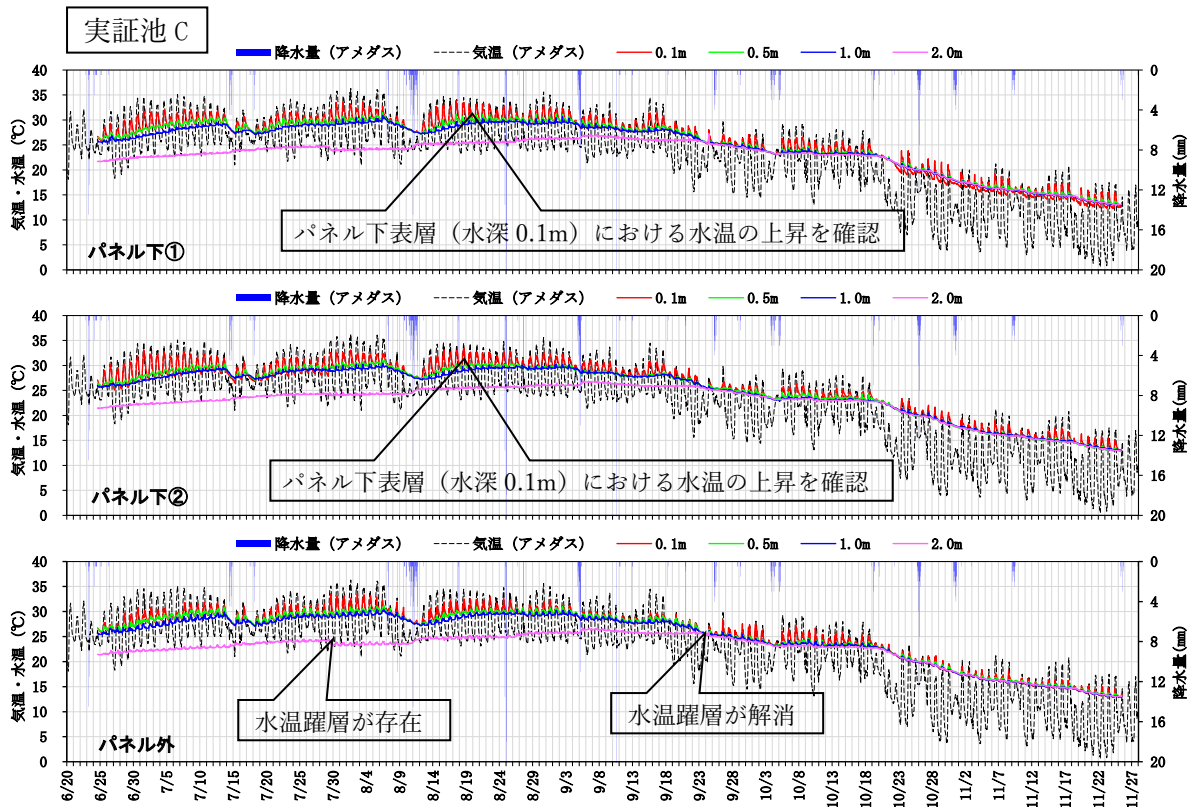


図 3.4 (3) 水温の連続観測結果 (実証池 C : 令和 7 年度)

【調査結果概要】

- ・実証池 A、実証池 B、実証池 C において、表層 (水深 0.1m) の水温はパネル下の方がパネル外よりも日変動が大きく、パネルからの輻射やパネルが風を遮ることにより表層の水温が上昇したものと考えられる。
- ・10 月下旬以降の一部の期間では、夜間にパネルが冷やされることで、パネル下の表層水温が低下し、瞬間的に下層 (水深 0.5m~水深 2.0m) の水温を下回る現象が見られた。
- ・水深 0.5m、1.0m、2.0m の水温については、パネルの有無による明確な差は見られない。
- ・全ての実証池で 6 月~9 月下旬にかけて、水深 1.0m と水深 2.0m の間に水温躍層が形成されている。特に実証池 C では強固な水温躍層が形成された。9 月下旬以降は気温の低下に伴い、水温躍層が解消されている。

②連続観測（月別の水温の平均値）

【調査内容】

令和7年度（令和7年6月～11月）に実施した水温の1時間おきの観測値より、実証池のパネル下及びパネル外の表層水温(水深0.1m)を月別に平均した結果を図3.5に示す。

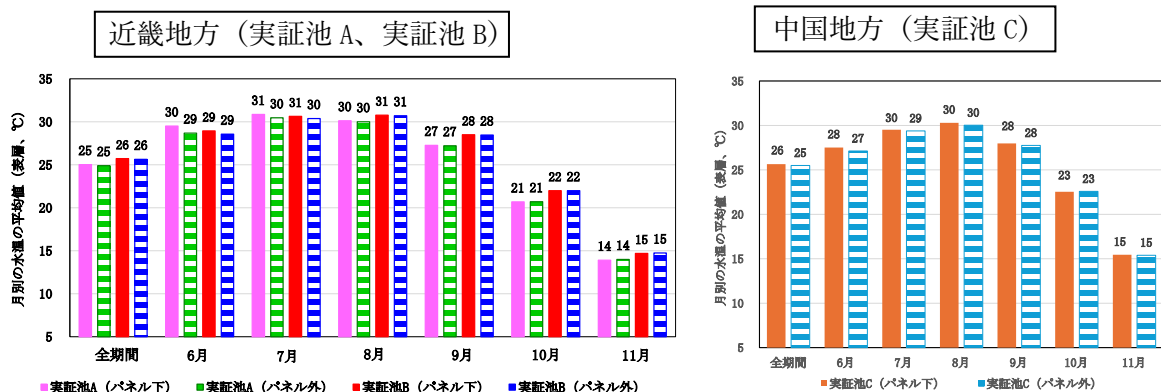


図 3.5 月別の表層（水深0.1m）水温の平均値（令和7年度）

【調査結果概要】

- ・水温の連続観測の結果ではパネル下の方がパネル外よりも日変動が大きく、水温が上昇していたが、月別の表層水温の平均値についてはパネルの有無による水温の差は小さい。

③時間別の表層水温及び気温（現地観測）の平均値の比較

【調査内容】

令和7年度（令和7年6月～11月）に実施した表層水温と気温（現地観測）の1時間おきの観測値より、表層水温と気温を時間別に平均し、実証池のパネル下とパネル外で差をとった結果を図3.6に示す。なお、実証池Cについてはパネル下2地点の平均値を用いてパネル外との差分を算出した。水温差・気温差がパネル下>パネル外の場合は正の値、パネル下<パネル外の場合は負の値を示す。

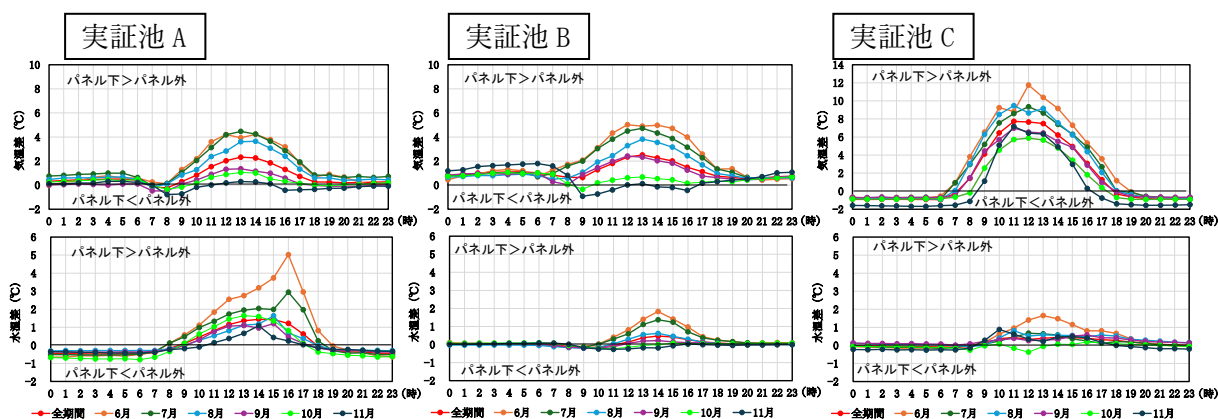


図 3.6 時間別の表層水温及び気温の平均値の差（令和7年度）

【調査結果概要】

- ・気温の比較では、日の出から日の入りまでパネル下の方が気温が高く、夜間の気温の差はゼロに近い。実証池 C は他のため池に比べてパネルの被覆率が高いため、日中のパネル下の気温の変化が大きい可能性がある。
- ・水温の比較では、基本的に気温の変化と同様の傾向が見られた。9月以降では、日中のパネル下の水温の上昇が弱まり、パネル外よりも水温が低くなる時間帯が見られた。

【水温及び気温へのパネル設置による影響（調査結果の評価）】

ため池の表層の水温は、主に、太陽からの短波放射(+)と長波放射(+)、長波の逆放射(-)、蒸発に伴う顕熱(-)、伝導による熱損失(-)の要素による熱収支で決定される。パネルが存在する場合、太陽熱を遮るため短波放射と長波放射が減少する一方で、パネルの下で空気が滞留しやすくなるため蒸発や伝導による熱損失も減少することが考えられる。また、パネルはフロート上に設置されており、パネルが水面の全てを覆っていない。表層の水温は、このように様々な要因で決定されているが、パネル下の水温が高くなった結果から、以下の要因が考えられる。

- ・実証池においては、パネル下の表層（水深 0.1m）の水温が、日中に日射で暖められたパネルの輻射、パネルによる風の阻害等により上昇したと考えられる。なお、夜間にはパネル外と同程度になるため、調査期間中の平均水温の差は小さくなった。
- ・気温の低下に伴い、日中のパネル下の水温上昇は弱まり、夜間にはパネルが外気により冷やされ、時間帯によってはパネル外よりも水温が低くなる傾向が見られた。
- ・水深 0.5m、1.0m、2.0m の水温の日変動及び水温躍層の形成についてはパネルの有無に関わらず明確な差が見られないため、パネルの設置による水温への影響は表層に留まると考えられる。

【文献調査から得られた知見】

- ・表層がパネルにより温められ水温が上昇
 1. Yang, P. et al. 2022, Impacts of a floating photovoltaic system on temperature and water quality in a shallow tropical reservoir. Limnology, 23, 441-454.
- ・風速の減少による水温の上昇
 2. Bax, V. et al. 2023, Floating photovoltaic pilot project at the Oostvoornse lake: Assessment of the water quality effects of three different system designs. Energy Reports, 9, 1415-1425.
- ・太陽光の遮光による水温の低下
 3. de Lima, R.L.P. et al. 2021, In-situ water quality observations under a large-scale floating solar farm using sensors and underwater drones. Sustainability, 13, 6421.
- ・表層水温上昇による躍層化で鉛直混合が減少
 4. Yang, P. et al. 2022, Impacts of a floating photovoltaic system on temperature and water quality in a shallow tropical reservoir. Limnology, 23, 441-454.

2) 溶存酸素量 (DO)

①連続観測 (DO の時間値、月別の DO の平均値)

【調査内容】

令和7年度(令和7年6月~11月)に実施した、実証池におけるDOの1時間おきの連続観測結果及び月別のDOの平均値を図3.7に示す。月別のDOの平均値は、DOの1時間おきの観測値より、実証池のパネル下及びパネル外の水深2層のDO値をそれぞれ月別に平均した値である。

DOの1時間おきの観測ではパネル下及びパネル外において各地点2層(図3.3(1)参照)で観測した。なお、実証池A、実証池Bについては水深0.5m、1.5mの2層、実証池Cについては水深0.5m、底上1.0m(パネル下①:水深2.1m、パネル下②:水深4.1m、パネル外:水深5.3m)の2層で観測した。

調査期間中の実証池周辺の降水量として、実証池近傍の気象観測所における観測結果を整理した。

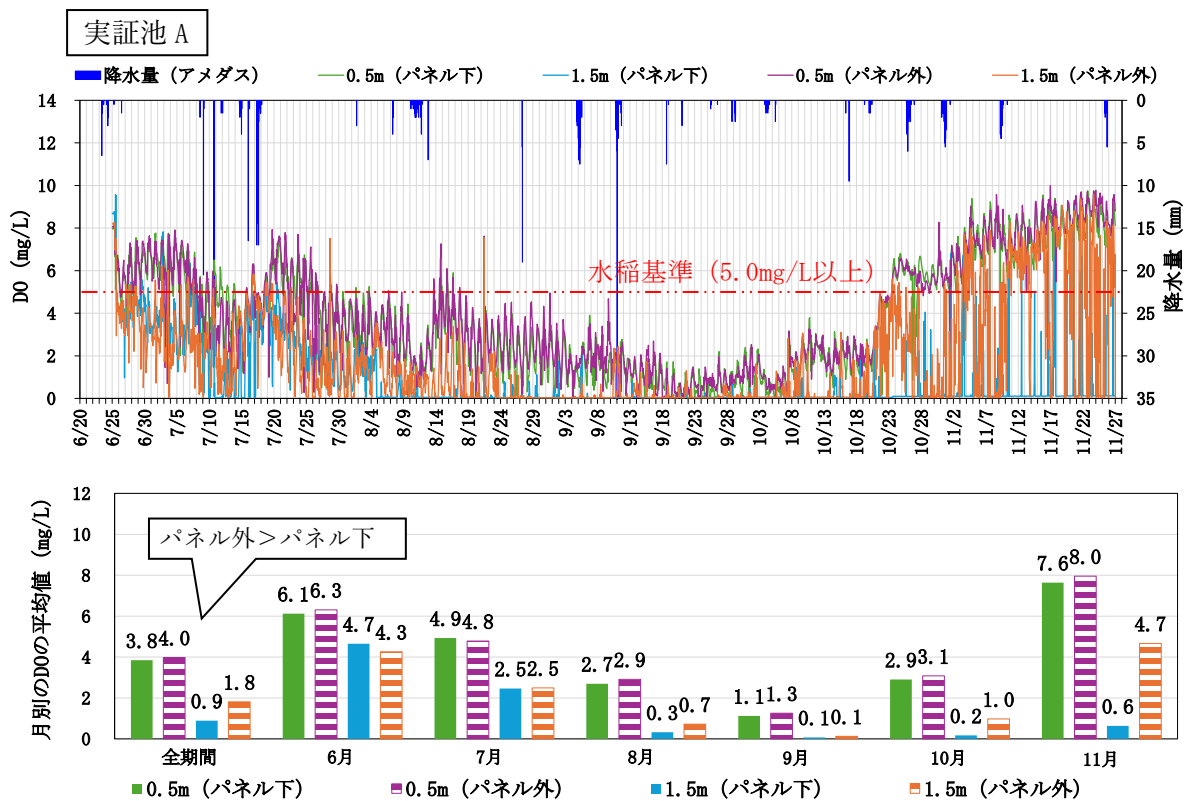


図 3.7 (1) DO の連続観測結果 (実証池 A : 令和 7 年度)

(上図 : DO の時間値、下図 : 月別の DO の平均値)

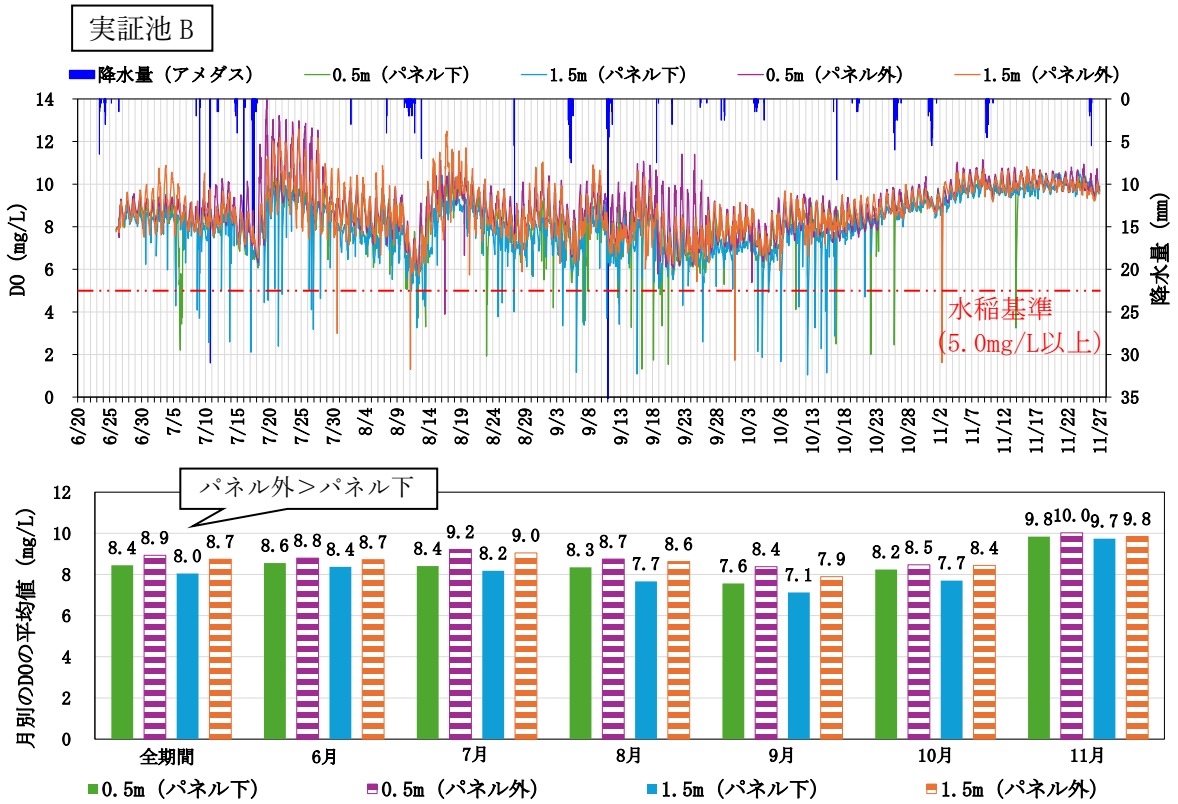


図 3.7 (2) DOの連続観測結果(実証池B:令和7年度)
(上図:DOの時間値、下図:月別のDOの平均値)

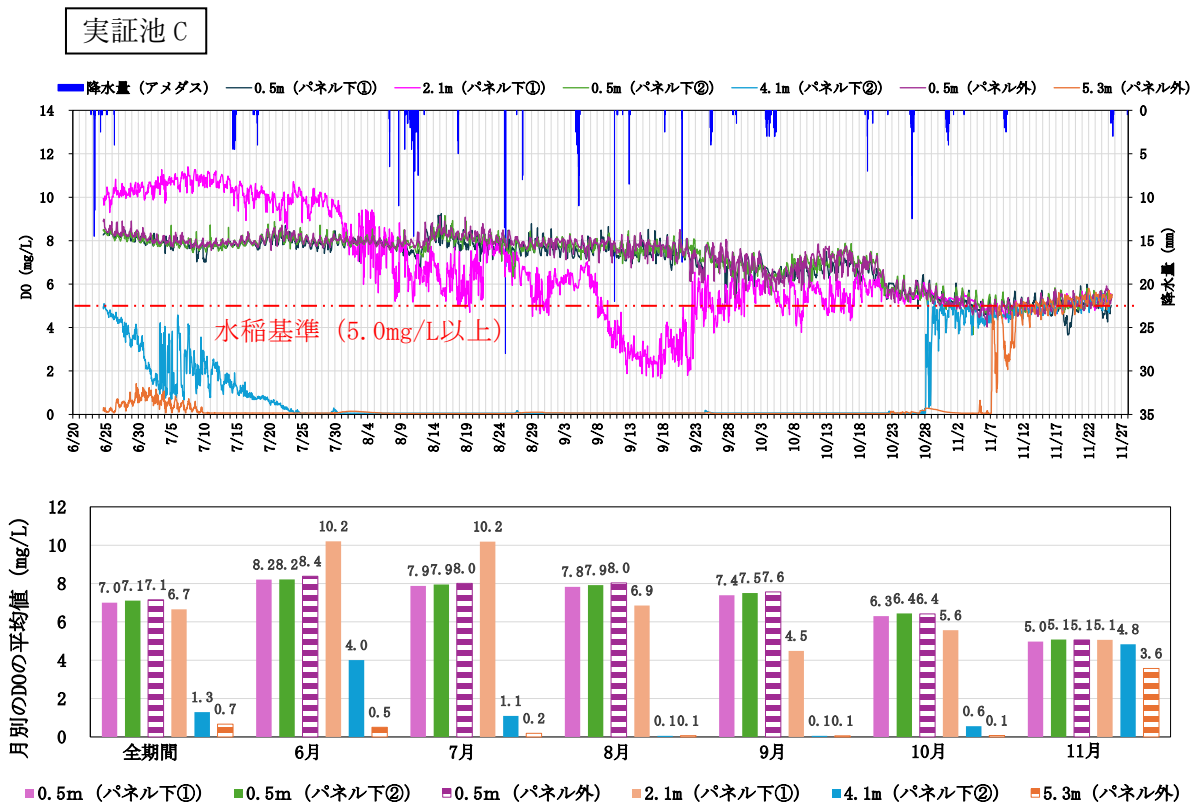


図 3.7 (3) DOの連続観測結果(実証池C:令和7年度)
(上図:DOの時間値、下図:月別のDOの平均値)

【調査結果概要】

- ・ 全ての実証池において、表層ではパネル下の方がパネル外よりも DO が低い傾向が見られた。
- ・ 実証池 A、実証池 B では底層においても、表層と同様にパネル下の方がパネル外よりも DO が低い。
- ・ 実証池 C の底層においては、パネル下②の方がパネル外よりも DO が高い。また、9 月下旬以降の気温・水温の低下に伴い水温躍層が解消され、10 月～11 月には底層 DO と表層 DO は同程度となった。

※1：表層：水深 0.5m、底層：水深 1.5m 又は底上 1.0m

※2：実証池 C パネル下①では、一部の期間（6 月～7 月）で底層 DO が表層 DO を上回る結果が見られたが、パネル設置による影響ではないと考えられる。

②定期観測結果

【調査内容】

令和 5 年度～令和 7 年度に実施した、実証池における DO の月 1 回の定期観測結果を図 3. 8 に示す。DO の定期観測ではパネル下及びパネル外において各地点 2 層（図 3. 3 (1) 参照）で調査を行った。

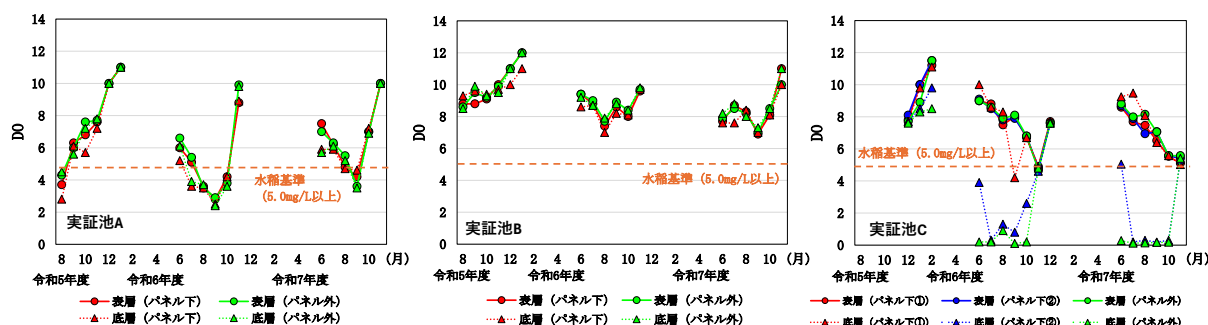


図 3. 8 DO 定期観測結果（令和 5 年度～令和 7 年度）

【調査結果概要】

- ・ 全ての実証池で、表層 DO と底層 DO にパネルの有無による明確な差は見られなかった。
- ・ 全ての実証池で、パネルの有無に関わらず 9 月以降に DO が上昇する傾向が見られた。

【D0 へのパネル設置による影響（調査結果の評価）】

➤ 表層（水深 0.5m）D0

表層の D0 は、主に風等による水面の乱れによる空気中の酸素の取り込み（最曝気）（+）、植物プランクトンによる光合成（+）、微生物等による呼吸（-）によって決定される。また、飽和酸素濃度は、水温によって決定され、水温が高いほど飽和酸素濃度は低い。全ての実証池において、パネル下の表層 D0 が低くなった結果から、以下の要因が考えられる。

- ・ パネル外は光環境が良く植物プランクトンによる生産活動が活発である一方、パネル下は遮光の影響で植物プランクトンの活動が鈍化した。
- ・ パネル下は水面直上の風速が遅く、空気中の酸素の取り込みが少なくなった。

➤ 底層（水深 1.5m 又は底上 1.0m）D0

- ・ 実証池 A、実証池 B において、表層と同様にパネル下の方がパネル外よりも低い要因として、水深が浅いため表層の植物プランクトンの生産活動がパネルの遮光により鈍化した影響で底層 D0 が低くなった可能性が考えられる。
- ・ 実証池 C において、パネル下の方がパネル外よりも D0 が高い要因として、測定した各調査地点の水深の違いが主に影響していると考えられる。また、パネルによる遮光で植物プランクトンの生産量が減少し、有機物が減ることで、底層の D0 消費が抑えられた可能性も考えられる。

【文献調査から得られた知見】

- ・ 水面面積に対して中程度までの遮光は D0 増加、それ以上の遮光は顕著に D0 が低下
1. Li, P. et al. 2020, Characteristic analysis of water quality variation and fish impact study of fish-lighting complementary photovoltaic power station. *Energies*, 13, 4822.
- ・ 水温の低下を促進し、光条件の悪化と相まって植物プランクトンの成長を遅らせる
2. Exley, G. et al. 2022, Floating solar panels on reservoirs impact phytoplankton populations- A modelling experiment. *Journal of Environmental Management*, 324, 116410.

3) クロロフィル a (chl-a)

①定期観測結果

【調査内容】

令和5年度～令和7年度に実施した、実証池における chl-a の月1回の定期観測結果を図 3.9 に示す。chl-a の定期観測ではパネル下及びパネル外において各地点2層(図 3.3 (1) 参照)で調査を行った。

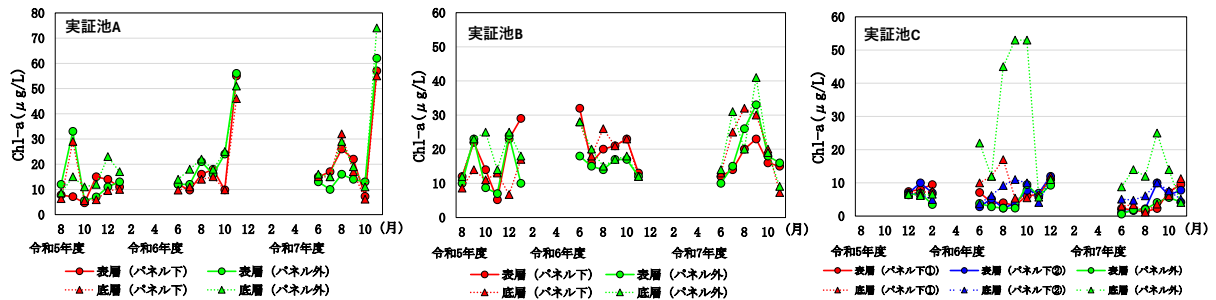


図 3.9 chl-a 定期観測結果 (令和5年度～令和7年度)

【調査結果概要】

- ・実証池 A、実証池 B においてはパネルの有無による明確な差は見られなかった。
- ・実証池 C の底層において、パネル下の方がパネル外よりも chl-a が低い傾向が見られた。

【chl-a へのパネル設置による影響 (調査結果の評価)】

- ・実証池 C において、パネル下の方がパネル外よりも底層の chl-a が低い傾向が見られた要因として、以下のことが考えられる。

- ◇ パネルの遮光に伴いパネル下の光条件が悪化し、植物プランクトンの成長を阻害する。
- ◇ パネル設置により池内の風・水の流れが阻害され、河川からの栄養塩供給がパネル下で不足する。
- ◇ パネル設置によりパネル下の水温が上昇し、高温状態に適さない植物プランクトンの成長を阻害する。

※chl-a は葉緑素の量であり、植物プランクトンの量の指標である。植物プランクトンは、日射、栄養塩、水温によって増殖速度が決定され、一般的な水環境においては、これらの指標が高いほど(多いほど)増殖速度が大きい。

【文献調査から得られた知見】

- ・パネル設置により水温の低下を促進し、光条件の悪化と相まって植物プランクトンの成長を遅らせる
1. Exley, G. et al. 2022, Floating solar panels on reservoirs impact phytoplankton populations- A modelling experiment. Journal of Environmental Management, 324, 116410.
- ・パネル設置による太陽光の遮断と風の作用、流れ、又は水面への雨滴の影響を制限するシェルター効果
2. de Lima, R.L.P. et al. 2021, In-situ water quality observations under a large-scale floating solar farm using sensors and underwater drones. Sustainability, 13, 6421.

4) 化学的酸素要求量 (COD)

① 定期観測結果

【調査内容】

令和5年度～令和7年度に実施した、実証池における COD の月1回の定期観測結果を図 3.10 に示す。COD の定期観測ではパネル下及びパネル外において各地点2層 (図 3.3 (1) 参照) で調査を行った。

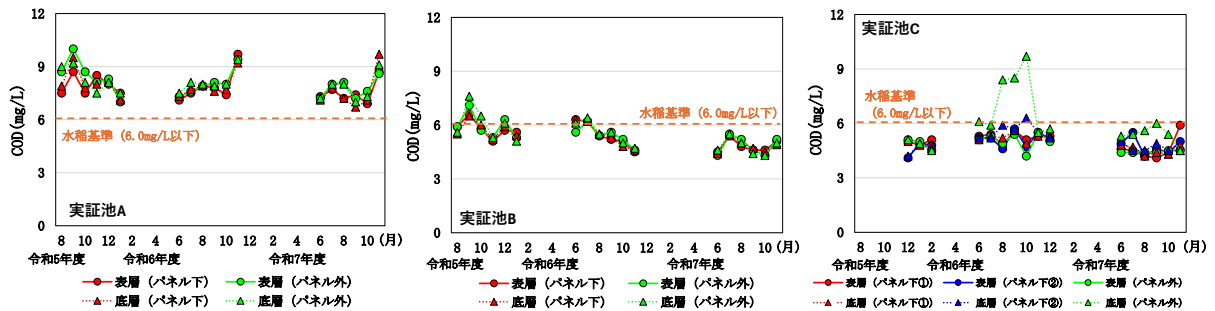


図 3.10 COD 定期観測結果 (令和5年度～令和7年度)

【調査結果概要】

- ・実証池 A、実証池 B ではパネルの有無による明確な差は見られなかった。
- ・実証池 C の底層において、パネル下の方がパネル外よりも COD が低い傾向が見られた。

【COD へのパネル設置による影響 (調査結果の評価)】

- ・実証池 C において、パネル下の方がパネル外よりも COD が低く、chl-a と同様の傾向が見られた。パネル下において遮光により植物プランクトンの生産活動が抑制され、植物プランクトンに由来する COD がパネル外よりも低くなった可能性が考えられる。

【文献調査から得られた知見】

- ・パネルの遮光による光合成の障害でパネル直下の藻類濃度が低下し、合わせて全有機炭素 (TOC) 濃度が減少、TOC は COD と同様に有機物量の指標であるため、COD も TOC と同様に減少すると考えられる。
1. 水環境ハンドブック, 日本水環境学会, 2006 年.
 2. Exley, G. et al. 2022, Floating solar panels on reservoirs impact phytoplankton populations- A modelling experiment, Journal of Environmental Management, 324, 116410.

5) 窒素 (T-N、DIN)

① 定期観測結果

【調査内容】

令和5年度～令和7年度に実施した、実証池における窒素 (T-N、DIN) の月1回の定期観測結果を図 3.11、図 3.12 に示す。窒素 (T-N、DIN) の定期観測ではパネル下及びパネル外において各地点2層 (図 3.3 (1) 参照) で調査を行った。

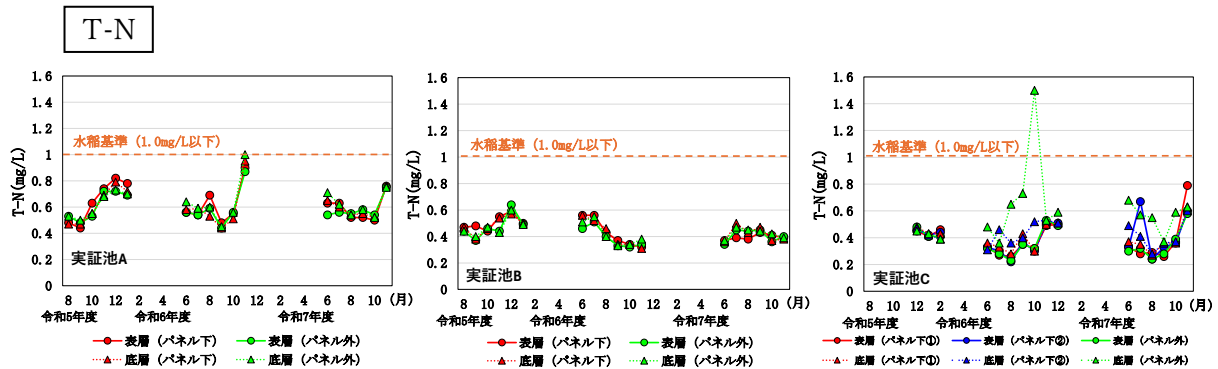


図 3.11 T-N 定期観測結果 (令和5年度～令和7年度)

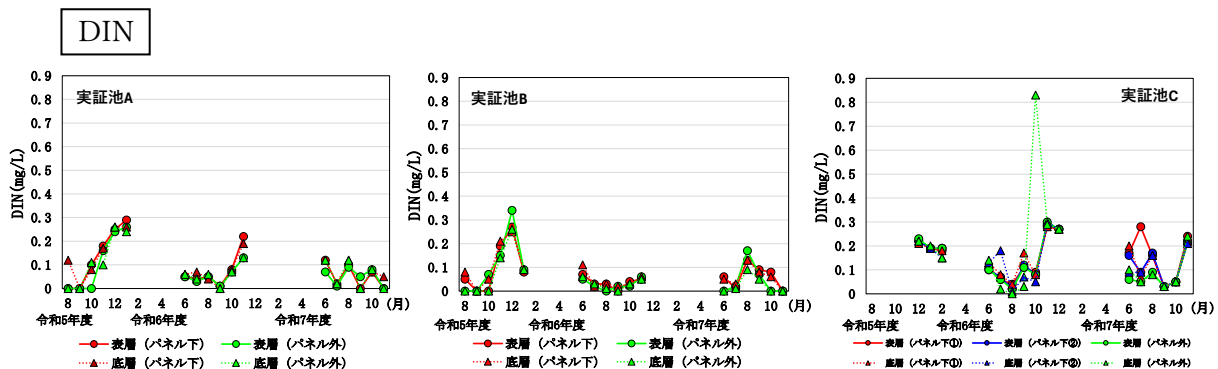


図 3.12 DIN 定期観測結果 (令和5年度～令和7年度)

【調査結果概要】

- ・実証池 A、実証池 B においてはパネルの有無による明確な差は見られなかった。
- ・実証池 C の底層において、パネル下の方がパネル外よりも T-N が低い傾向が見られた。

【窒素へのパネル設置による影響 (調査結果の評価)】

- ・実証池 C において、パネル下の方がパネル外よりも窒素濃度が低い傾向が見られた。これは、パネルの設置により池内の風や水の流れが阻害され、栄養塩を含んだ河川水がパネル下に届く前に植物プランクトンなどに消費されることで、底層への供給量が減少した可能性がある。
- ・また、パネル外において表層の溶存態窒素が植物プランクトンに吸収され、底層に沈降することで、パネル下よりも窒素濃度が高くなった可能性がある。

【文献調査から得られた知見】

- ・パネル設置により風の影響が減少し、ため池内の水流が弱まる
1. Yang, P. et al. 2022, Impacts of a floating photovoltaic system on temperature and water quality in a shallow tropical reservoir. *Limnology*, 23, 441-454.
- ・パネル設置による太陽光の遮断と風の作用、流れ、又は水面への雨滴の影響を制限するシェルター効果
2. de Lima, R.L.P. et al. 2021, In-situ water quality observations under a large-scale floating solar farm using sensors and underwater drones. *Sustainability*, 13, 6421.

6) リン (T-P、DIP)

① 定期観測結果

【調査内容】

令和5年度～令和7年度に実施した、実証池におけるリン (T-P、DIP) の月1回の定期観測結果を図 3.13、図 3.14 に示す。リン (T-P、DIP) の定期観測ではパネル下及びパネル外において各地点2層 (図 3.3 (1) 参照) で調査を行った。

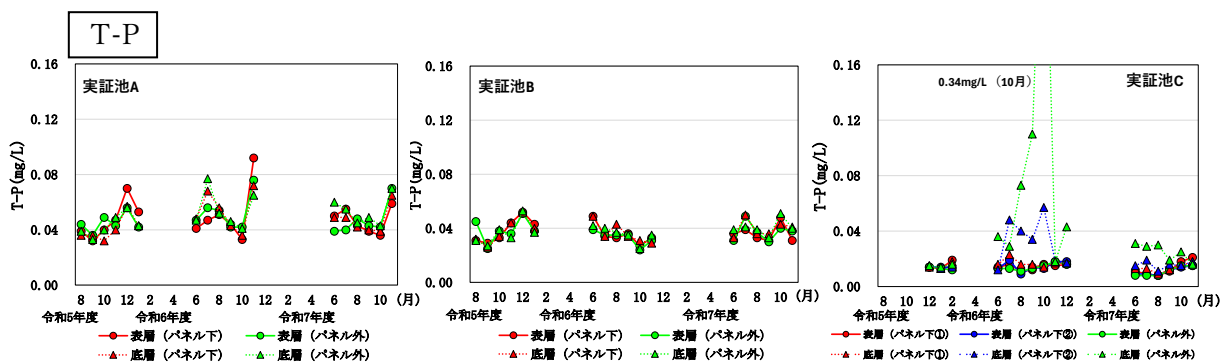


図 3.13 T-P 定期観測結果 (令和5年度～令和7年度)

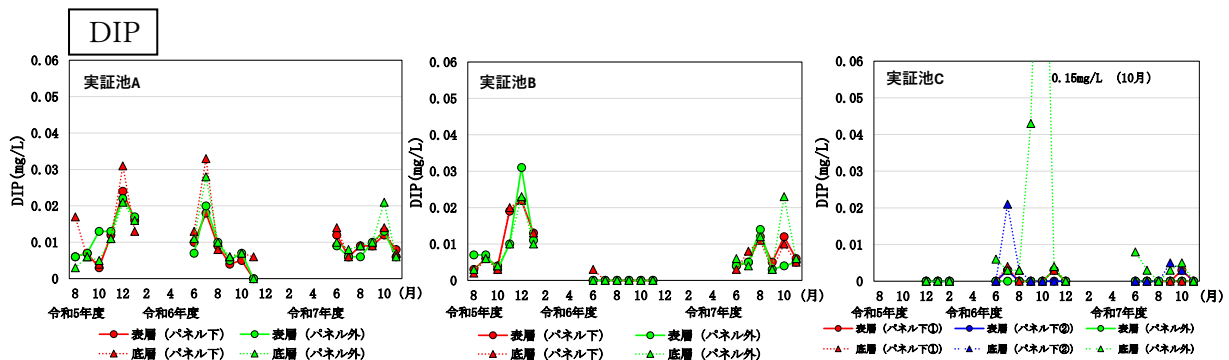


図 3.14 DIP 定期観測結果 (令和5年度～令和7年度)

【調査結果概要】

- ・実証池 A、実証池 B においてはパネルの有無による明確な差は見られなかった。
- ・実証池 C の底層において、パネル下の方がパネル外よりも T-P が低い傾向が見られた。

【リンへのパネル設置による影響（調査結果の評価）】

- ・実証池 C において、パネル下の方がパネル外よりもリン濃度が低い傾向が見られた。窒素濃度でみられた傾向と同様であり、パネルの設置により池内の風や水の流れが阻害され、栄養塩を含んだ河川水がパネル下に届く前に植物プランクトンなどに消費されることで、底層への供給量が減少した可能性がある。
- ・また、パネル外において表層の溶存態リンが植物プランクトンに吸収され、底層に沈降することで、パネル下よりもリン濃度が高くなった可能性がある。

【文献調査から得られた知見】

- ・パネル設置により風の影響が減少し、ため池内の水流が弱まる
1. Yang, P. et al. 2022, Impacts of a floating photovoltaic system on temperature and water quality in a shallow tropical reservoir. Limnology, 23, 441-454.
- ・パネル設置による太陽光の遮断と風の作用、流れ、又は水面への雨滴の影響を制限するシェルター効果
2. de Lima, R.L.P. et al. 2021, In-situ water quality observations under a large-scale floating solar farm using sensors and underwater drones. Sustainability, 13, 6421.

7) 懸濁性物質 (SS)

① 定期観測結果

【調査内容】

令和 5 年度～令和 7 年度に実施した、実証池における SS の月 1 回の定期観測結果を図 3. 1 5 に示す。SS の定期観測ではパネル下及びパネル外において各地点 2 層 (図 3. 3 (1) 参照) で調査を行った。

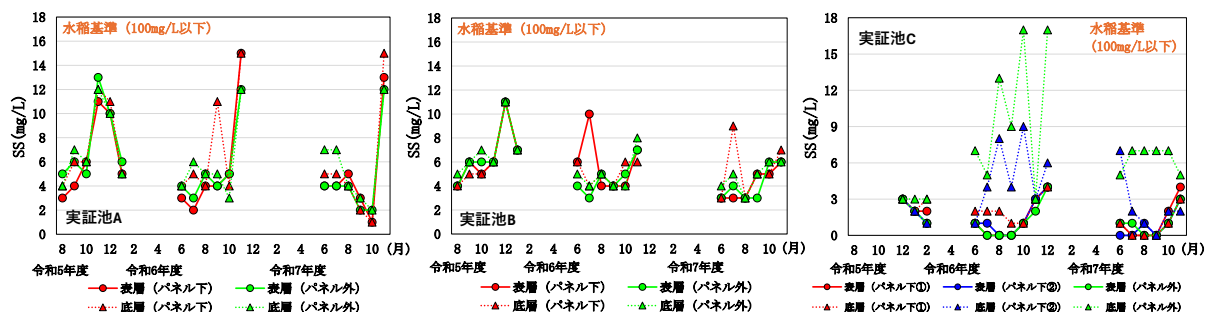


図 3. 1 5 SS 定期観測結果 (令和 5 年度～令和 7 年度)

【調査結果概要】

- ・実証池 A、実証池 B においてはパネルの有無による明確な差は見られなかった。

- ・実証池 C の底層において、パネル下の方がパネル外よりも SS が低い傾向が見られた。

【SS へのパネル設置による影響（調査結果の評価）】

- ・実証池 C において、パネル下の方がパネル外よりも SS が低い傾向が見られた。これは、パネルの設置により水面が覆われることで池内の風・水の流れが阻害され、パネル下において水底の攪乱が弱化した可能性がある。

【文献調査から得られた知見】

- ・水面が覆われることで風の影響が小さくなり、鉛直混合が弱化。沈殿と再浮遊の双方が減少するが、浮遊の減少の割合が大きい

1. Exley, G. et al. 2021, Scientific and stakeholder evidence-based assessment- Ecosystem response to floating solar photovoltaics and implications for sustainability. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 152, 111639.

8) 水素イオン濃度 (pH)

① 定期観測結果

【調査内容】

令和 5 年度～令和 7 年度に実施した、実証池における pH の月 1 回の定期観測結果を図 3.16 に示す。pH の定期観測ではパネル下及びパネル外において各地点 2 層（図 3.3 (1) 参照）で調査を行った。

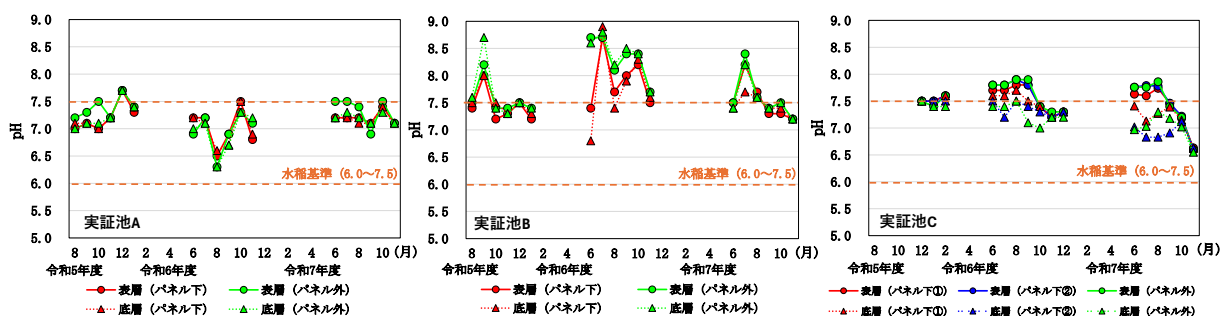


図 3.16 pH 定期観測結果（令和 5 年度～令和 7 年度）

【調査結果概要】

- ・全ての実証池において、パネルの有無による明確な差は見られなかった。

【pH へのパネル設置による影響（調査結果の評価）】

- ・パネル設置による影響は確認されなかった。

9) 植物プランクトン

①定期観測結果

【調査内容】

令和5年度～令和7年度に実施した、実証池における植物プランクトンの年2～3回の定期観測結果（期間中に2～3回）を図3.17に示す。植物プランクトンの定期観測ではパネル下及びパネル外において各地点1層（図3.3（1）参照）で調査を行った。

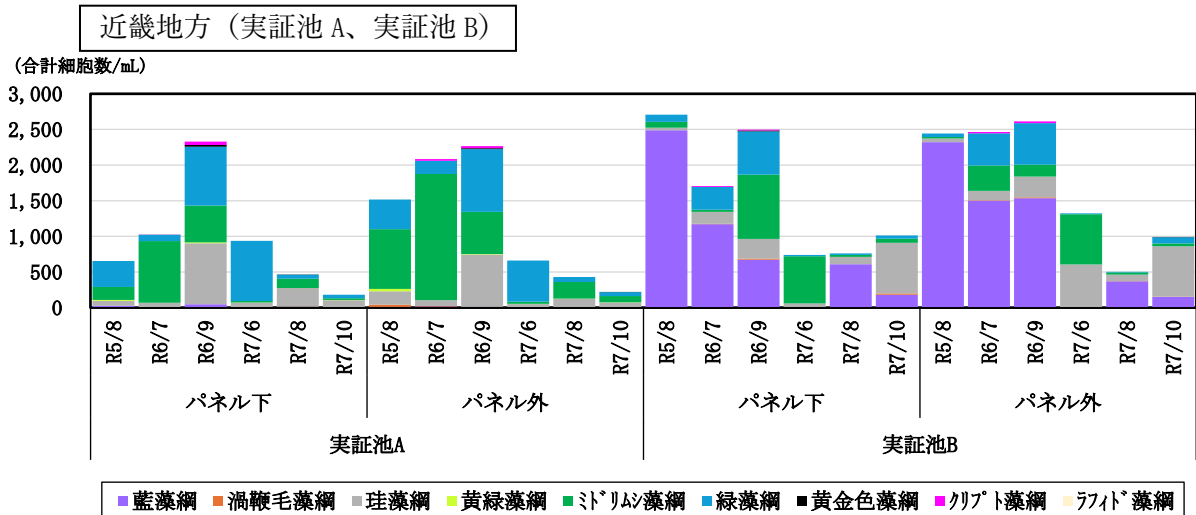


図 3.17 (1) 植物プランクトン定期観測結果
(実証池A、実証池B：令和5年度～令和7年度)

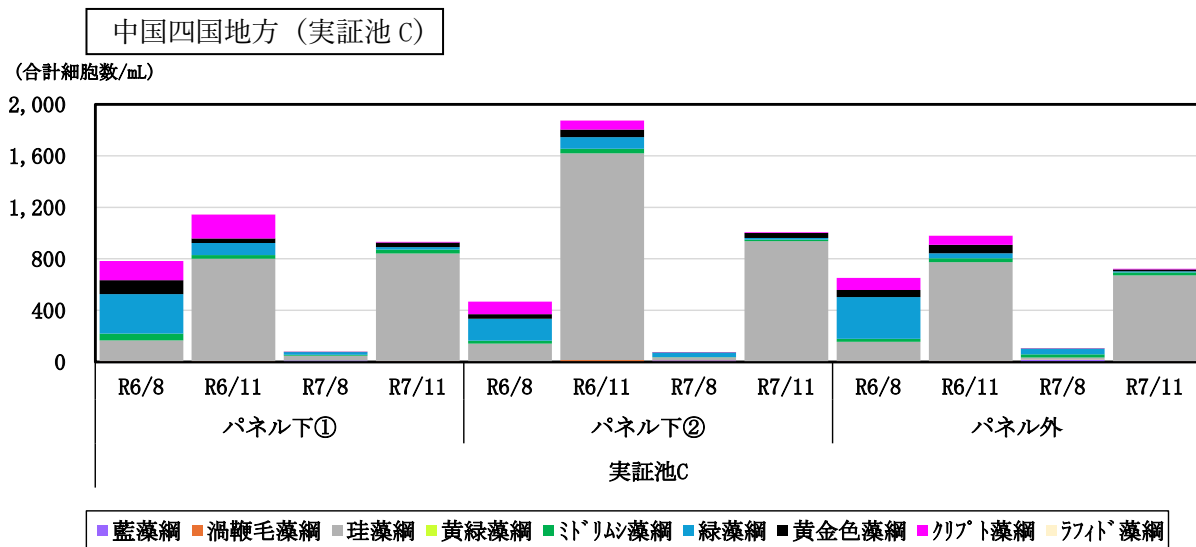


図 3.17 (2) 植物プランクトン定期観測結果
(実証池C：令和6年度～令和7年度)

【調査結果概要】

- ・実証池（パネル下・パネル外）の植物プランクトン細胞数について、パネルの有無による明確な差は見られなかった。
- ・実証池 A ではミドリムシ藻綱、実証池 B では藍藻綱、実証池 C では珪藻綱が優占しており、実証池毎に種構成及び合計細胞数が異なっていた。

【植物プランクトンへのパネル設置による影響（調査結果の評価）】

- ・パネル設置による影響は確認されなかった。

底質の調査結果

10) 底質（含水率、強熱減量、COD、T-S、T-N、T-P）

① 定期観測結果（令和5年度～令和7年度）

【調査内容】

令和5年度～令和7年度に実施した、実証池における底質の年2回の定期観測結果を図3.18に示す。底質の定期観測ではパネル下及びパネル外において底質表面から10cm程度（図3.3(1)参照）底土を採取した。

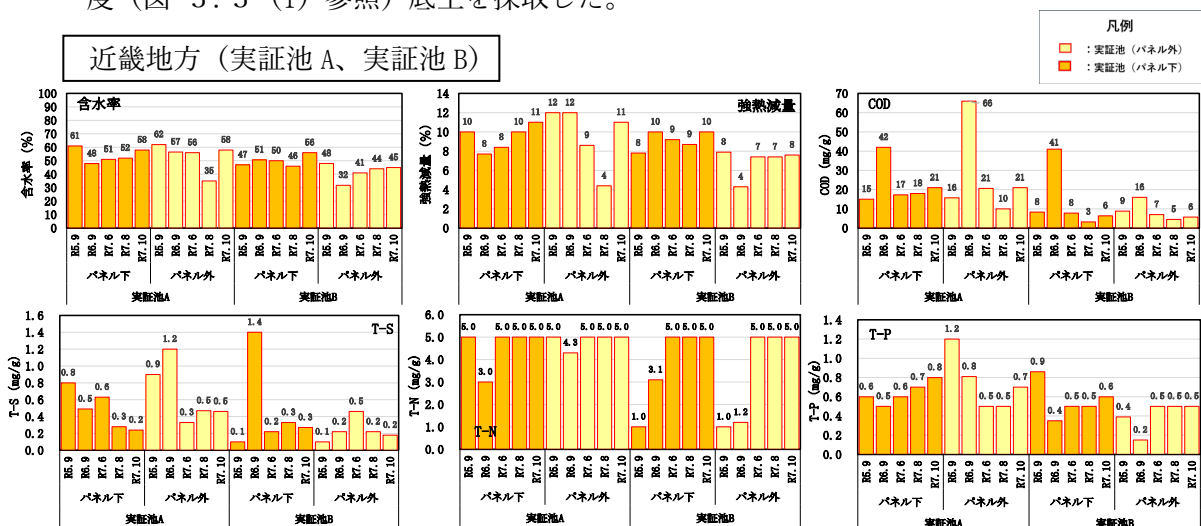


図 3.18 (1) 底質定期観測結果（実証池 A、実証池 B：令和5年度～令和7年度）

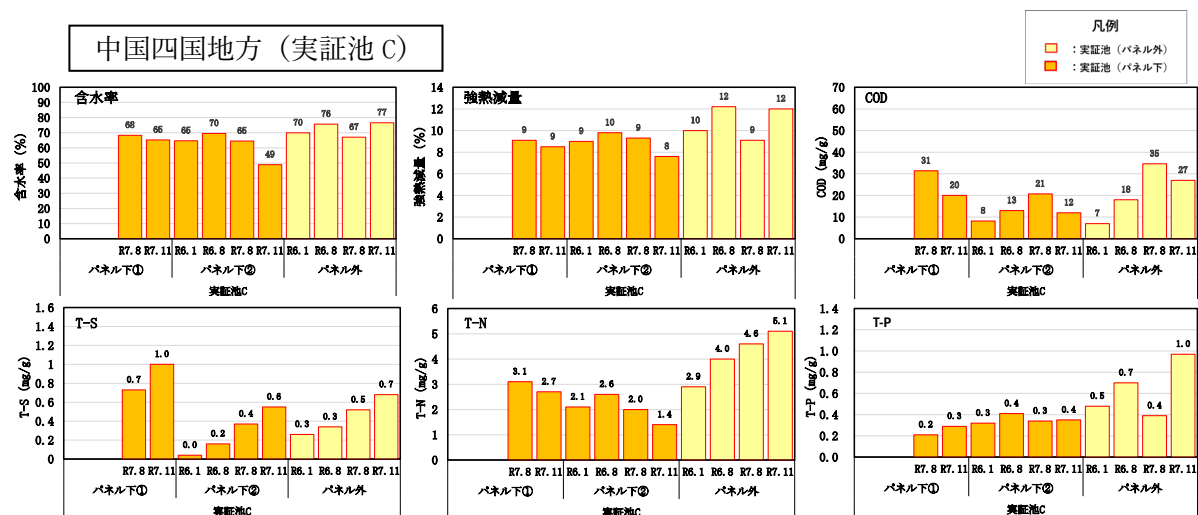


図 3.18 (2) 底質定期観測結果（実証池 C：令和5年度～令和7年度）

【調査結果概要】

- ・実証池 B、実証池 C においては、強熱減量にパネル有無で差が見られた。なお、実証池 B においてはパネル下 > パネル外、実証池 C においてはパネル下 < パネル外の大小関係があり、実証池毎に傾向が異なった。
- ・実証池 A においては、パネルの有無による明確な差は見られなかった。

【底質へのパネル設置による影響（調査結果の評価）】

- ・実証池 C において、パネル下の方がパネル外よりも強熱減量が低い傾向が見られるのは、パネルの設置により水面が覆われることで池内の風・水の流れが阻害され、パネル下において攪乱が弱化した可能性がある。
 - ・一方、実証池 B においては、パネル下の方がパネル外よりも強熱減量が高い傾向が見られており、明確な要因は不明であるが、実証池 C とは逆にパネルの設置が堆積作用の増加に寄与した可能性もある。
- ※底質調査は調査回数が少ないため、今回の調査で見られた傾向が一時的なものである可能性がある。

【文献調査から得られた知見】

- ・水面が覆われることで風の影響が小さくなり、鉛直混合が弱化。沈殿と再浮遊の双方が減少するが、浮遊の減少の割合が大きい
1. Exley, G. et al. 2021, Scientific and stakeholder evidence-based assessment- Ecosystem response to floating solar photovoltaics and implications for sustainability. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 152, 111639.
- ・太陽光パネル配列周辺の領域で流れが減少して、沈降の増加に寄与する可能性がある
2. World Bank Group, ESMAP and SERIS, 2019, Where Sun Meets Water FLOATING SOLAR HANDBOOK FOR PRACTITIONERS.

生態系の調査結果

1 1) 底生生物

①定期観測結果

【調査内容】

令和7年度に実施した、実証池における底生生物の年1~2回の定期観測結果（個体群密度）を表3.3に示す。底生生物の定期観測ではパネル下及びパネル外において底質表面から10cm程度（図3.3（1）参照）底土を採取した。

表 3.3（1） 底生生物定期観測結果（実証池 A、実証池 B：令和7年8月）

（単位：個体数/m²）

No.	分類階級	種和名	学名	実証池 A		実証池 B	
				パネル下	パネル外	パネル下	パネル外
1	環形動物門 └ミミズ綱 └イトミミズ目 └ミズミミズ科	ミズミミズ科	<i>Naididae</i>	15			
2	節足動物門 └昆虫綱 └ハエ目（双翅目） └ユスリカ科	ユスリカ属	<i>Chironomus sp.</i>				15
3		カユスリカ属	<i>Procladius sp.</i>		15		
4		アカムシユスリカ	<i>Propiloscerus akamusi</i>	15			
5	苔虫動物門 └被喉綱 └ハネコケムシ目 └オオマリコケムシ科	オオマリコケムシ	<i>Pectinatella magnifica</i>			15	
合計				30	15	15	15

表 3.3（2） 底生生物定期観測結果（実証池 C：令和7年8月）

（単位：個体数/m²）

No.	分類階級	種和名	学名	実証池 C		
				パネル下①	パネル下②	パネル外
1	環形動物門 └ミミズ綱 └イトミミズ目 └ミズミミズ科	エラミミズ	<i>Branchiura sowerbyi</i>	17	8	25
2	節足動物門 └昆虫綱 └ハエ目（双翅目） └フサカ科	フサカ科	<i>Chaoboridaegen. et. sp. indet.</i>		42	66
合計				17	50	91

表 3.3 (3) 底生生物定期観測結果（実証池 C：令和 7 年 11 月）

（単位：個体数/m²）

No.	分類階級	種和名	学名	実証池 C		
				パネル下①	パネル下②	パネル外
1	環形動物門 └ミミズ綱 └イトミミズ目 └ミズミミズ科	エラミミズ	<i>Branchiura sowerbyi</i>	74	6	16
2	節足動物門 └昆虫綱 └ハエ目（双翅目） └ユスリカ科	ユスリカ属	<i>Chironomus sp.</i>	605	12	174
3	節足動物門 └昆虫綱 └ハエ目（双翅目） └フサカ科	フサカ科	<i>Chaoboridae sp.</i>	190	12	846
合計				869	30	1,036

【調査結果概要】

- ・実証池の底生生物について、パネルの有無による明確な差は見られなかった。

【底生生物へのパネル設置による影響（調査結果の評価）】

- ・パネル設置による影響は確認されなかった。

【コラム：FPV が設置されたため池への水鳥の飛来】

実証池 C では定点カメラを設置し、水鳥の飛来状況を観測した。その結果、FPV を設置した後も水鳥が飛来していることが確認された。また、飛来する水鳥の中にはパネルの上にとまり羽を休めている個体も確認できた。



実証池 C で確認された水鳥による利用

(5) 事例調査の総括

令和5年度～令和7年度事例調査の総括を表3.4に示す。

表3.4 (1) 事例調査の総括

■：パネル設置による変化が見られた調査項目
 赤字：特にパネルの設置による影響が大きいと考えられる項目

調査対象	調査項目	現地調査結果
水質	1) 水温 (p. 11～14)	<p>➤ 表層水温</p> <p>a. 表層水温は、<u>日中に日射で暖められたパネルの輻射、パネルによる風の阻害等により上昇したと考えられる。なお、夜間にはパネル外と同程度になるため、調査期間中の平均水温の差は小さい。</u></p> <p>➤ 底層水温</p> <p>a. 底層水温は、パネルの有無による明確な差は確認されなかった。</p> <p>➤ パネルの特徴</p> <p>a. <u>パネルは日中（特に夏季）においては、日射により暖まりやすく表層水温の上昇に寄与する。一方、外気により冷やされやすい特徴もあり、気温が低い時期・時間帯においては、日中においてもパネル下の水温がパネル外を下回る傾向が見られた。</u></p>
	2) DO (p. 15～18)	<p>➤ 表層 DO</p> <p>a. 表層 DO は、全ての池でパネル下の方がパネル外よりも低い傾向が見られた。<u>パネルの遮光により表層の植物プランクトンの生産活動が抑制されている可能性がある。</u></p> <p>b. また、<u>パネル下は水面直上の風速が遅く、空気中の酸素の取り込みが少なかったことも要因として考えられる。</u></p> <p>➤ 底層 DO</p> <p>a. 底層 DO は、水深の浅い実証池 A、実証池 B では表層と同様にパネル下の方がパネル外よりも低い傾向が見られた。</p> <p>b. 実証池 C では、パネル下の方がパネル外よりも底層 DO が高い傾向が見られた。<u>パネルによる遮光で植物プランクトンの生産量が減少し、底層への有機物の供給が減ることで、底層での DO 消費が抑えられた可能性が考えられる。</u></p>
	3) chl-a (p. 19)	<p>a. 実証池 C の底層 chl-a にパネル下の方がパネル外よりも低い傾向が見られた要因として以下のことが考えられる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ● <u>パネルの遮光による植物プランクトンの生産活動に対する光条件の悪化</u> ● <u>パネル設置により水の流れが阻害され、底層への栄養塩供給が不足</u> ● <u>パネル設置により水温が上昇し、高水温に適さない植物プランクトンの活動阻害</u> <p>b. 実証池 A、実証池 B ではパネルの有無による明確な差は確認されなかった。</p>

表 3.4 (2) 事例調査の総括

■：パネル設置による変化が見られた調査項目

赤字：特にパネルの設置による影響が大きいと考えられる項目

調査対象	調査項目	現地調査結果
水質	4) COD (p. 20)	a. 実証池 C では <u>パネル下において植物プランクトンが減少することで、植物プランクトンに由来する COD がパネル外よりも低くなった可能性がある。</u> b. 実証池 A、実証池 B ではパネルの有無による明確な差は確認されなかった。
	5) 窒素 (p. 21~22)	a. 実証池 C の底層の窒素濃度・リン濃度にパネル下の方がパネル外よりも低い傾向が見られた要因として以下のことが考えられる。
	6) リン (p. 22~23)	<ul style="list-style-type: none"> ● <u>パネル下において水の流れの抑制により、パネル下に栄養塩を含んだ河水が届く前に植物プランクトンなどに消費されることで、底層の窒素濃度が低下した可能性がある。</u> ● <u>パネル外において表層の溶存態窒素が植物プランクトンに吸収され、底層に沈降することで、パネル下よりも窒素濃度が高くなった可能性がある。</u> b. 実証池 A、実証池 B ではパネルの有無による明確な差は確認されなかった。
	7) SS (p. 23~24)	a. 実証池 C では <u>パネルの設置による風・水の流れの抑制により、パネル下において水底の攪乱が弱化し、SS が低下した可能性がある。</u> b. 実証池 A、実証池 B ではパネルの有無による明確な差は確認されなかった。
	8) pH (p. 24)	a. パネルの有無による明確な差は確認されなかった。
底質	9) 植物プランクトン (p. 25~26)	a. パネルの有無による明確な差は確認されなかった。
	10) 底質 (p. 26~27)	a. 実証池 C では <u>パネルの設置による風・水の流れの抑制により、パネル下において鉛直混合が弱化し、有機物の供給量が減少した可能性がある。</u> b. 実証池 B においては、 <u>パネルの設置が堆積作用の増加に寄与し、パネル下において有機物の供給量が増加した可能性がある。</u> c. 実証池 A ではパネルの有無による明確な差は確認されなかった。
生態系	11) 底生生物 (p. 28~29)	a. パネルの有無による明確な差は確認されなかった。

【留意事項】

- ・事例調査結果ではパネル設置の有無により変化の見られない調査項目であっても、ため池の構造やパネルの被覆率、周辺環境の違いにより、他のため池では変化が生じる可能性がある。

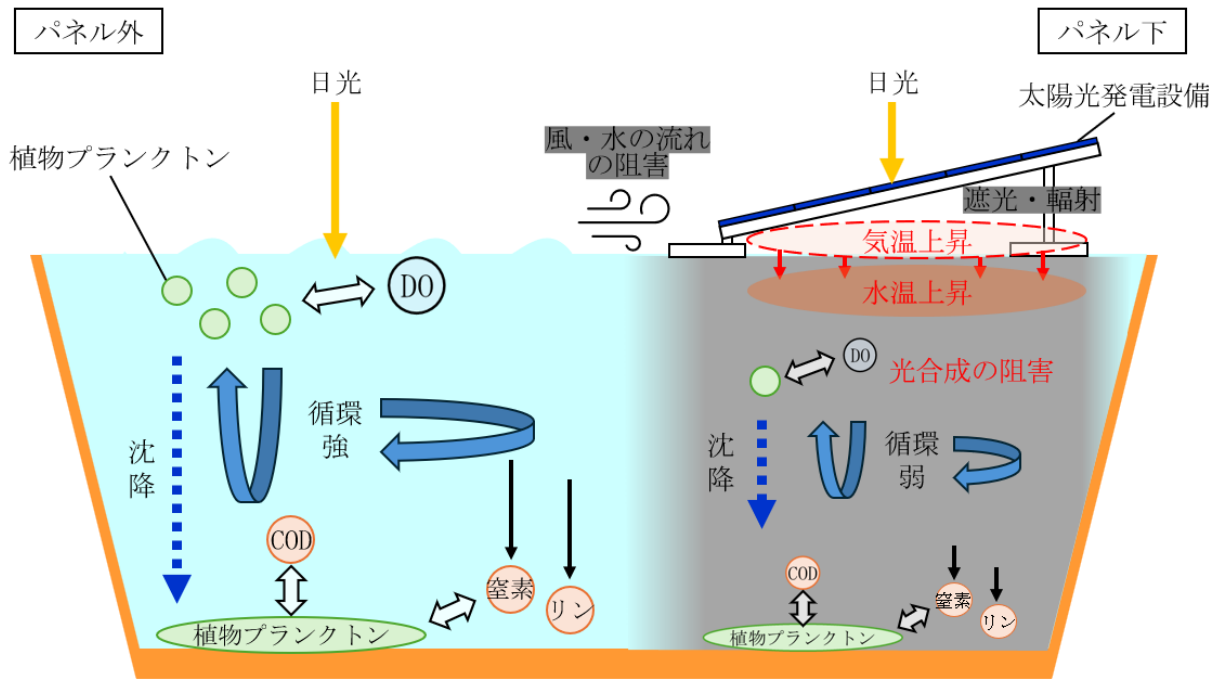


図 3.19 ため池に FPV を設置した際、影響を受ける項目の関係（現地調査結果より）

【パネル設置による直接的影響】

- ・パネルの設置により、ため池内の風や水の流が阻害される。
- ・パネル下では、パネルからの輻射により気温が上昇する。
- ・パネルによる遮光により、パネル下での日光が減少する。

【パネル設置による水質等の変化】

- ・パネル下の気温上昇に伴い、表層水温が上昇する。
- ・遮光により表層の植物プランクトンの光合成が阻害され、溶存酸素（DO）が低下する。
- ・表層での植物プランクトンの生産低下と、ため池内の水の循環が弱まり、底層への植物プランクトンや栄養塩（窒素・リン）の沈降が減少する。
- ・これに伴い、植物プランクトン由来の化学的酸素要求量（COD）も低下する。

4. ため池における調査方法

FPV の設置により、ため池の水環境が変化し農業用水の利用に影響を及ぼすことがないように確認しておく必要がある（農業（水稲）用水基準の確保やアオコ被害の防止等）。また、ため池は農業用水の供給だけでなく、その周辺の樹木や田畑、農村集落、里山等と調和して、多様な生態系や豊かな水辺の景観を形成しているため、FPV の設置に当たっては、ため池の有するそのような多面的機能への影響にも配慮することが重要である。

そのため、本章では「3. FPV を設置したため池の環境への影響調査（事例調査）」を踏まえ、水環境への影響を把握する上で必要な水質・底質等調査項目、それらの調査方法等について記載する。また、事例調査では行わなかった水質・底質等調査以外に考えられる調査（生物多様性保全、自然との触れ合い分野、光害）についても記載する。

4. 1 水質・底質等調査

「3. FPV を設置したため池の環境への影響調査（事例調査）」を踏まえ、FPV を設置したため池の水環境への影響を把握する上で必要な調査項目・内容を表 4.1 に示す。

表 4.1 水質・底質等調査における調査項目・内容

調査項目		調査内容
地域概況調査	ため池及び FPV の状況	<ul style="list-style-type: none"> ・ 諸元データ（貯水量、湛水面積、水深等） ・ FPV 設置年月、設置面積、被覆率 ・ 既往水質・底質調査結果 ・ 特記事項（浮葉植物の繁茂等）
	周辺環境の状況	<ul style="list-style-type: none"> ・ 流入水の流れ込み位置、経路、水位変動、流量 ・ 流入水の既往水質調査結果 ・ 特記事項（上流における工場の立地等）
	気象データ	<ul style="list-style-type: none"> ・ 近傍の気象観測所における気温、降水量、風向・風速
現地調査	気温	<ul style="list-style-type: none"> ・ 観測機器による連続観測 ・ 現地観測（定期採水時）
	水温	<ul style="list-style-type: none"> ・ 観測機器による連続観測 ・ 現地観測（定期採水時）
	溶存酸素（DO）	<ul style="list-style-type: none"> ・ 観測機器による連続観測 ・ 採水して室内分析
	水質	<ul style="list-style-type: none"> ・ 現地観測：外観、色、臭気、pH 等 ・ 採水して室内分析：COD、SS、T-N、DIN、T-P、DIP、chl-a 等
	植物プランクトン	<ul style="list-style-type: none"> ・ 採水試料の室内分析：植物プランクトン（種名、細胞数）
	底質・底生動物	<ul style="list-style-type: none"> ・ 現地観測：泥温、泥種、粒度、色相、臭気、ORP（酸化還元電位） ・ 採泥試料の室内分析：含水率、強熱減量、COD、T-S、T-N、T-P、底生動物（種名、個体数）

(1) 地域概況調査

FPV の影響を把握するために、ため池・FPV の状況、周辺環境の状況、近傍の気象データなどを把握しておく必要がある。概況調査における調査内容・時期・方法を以下に示す。

1) ため池及び FPV の状況

現地調査を実施する前に、調査対象のため池及び設置された FPV の状況について、管理者から資料を収集し、その状況を把握しておく。

特に FPV 設置前の水質・底質調査結果を収集・整理しておくこと、FPV 設置後の水質・底質への影響について比較しやすくなる。

■収集資料（例）

- ・ 諸元データ（貯水量、湛水面積、水深等）
- ・ FPV を設置した年月、設置面積、被覆率
- ・ 既往の水質・底質調査結果（特に FPV 設置前のデータ）
- ・ 特記事項（浮葉植物が繁茂している等）

2) 周辺環境の状況

現地調査を実施する前に、調査対象池への流入水の状況や流域の状況について、管理者から資料を収集するとともに、関係者へのヒアリングや現地踏査により状況を把握しておく。

■収集資料（例）

- ・ 流入水の経路（水源から調査対象池まで）
- ・ 流入水の既往の水質調査結果
- ・ 特記事項（上流に工場が立地している等）

3) 気象データ

調査対象のため池の近傍の気象観測所における気象データ（気温、降水量、風向・風速）の毎時データを収集する。

現地調査の全期間のデータを収集するとともに、特に FPV 設置前の既往水質・底質調査結果が収集できた場合は、その期間についても気象データを収集しておく。

■収集資料（例）

- ・ 気象データ

気象庁「過去の気象データ検索」<https://www.data.jma.go.jp/stats/etrn/>

(2) 現地調査

ため池の水環境への影響を把握する上で必要な現地調査について調査項目ごとに調査時期、調査地点・位置、調査方法等について、以下に示す。

現地調査は、FPV の計画段階（設置前）に、設置による影響を調査・予測・評価して適切な対策を講じる場合と、設置後に実際の影響を調査・評価（モニタリング）する場合に分けられる。本参考図書の事例調査では、設置後にその影響を調査・評価した。

後述する各項目について、計画段階の調査では、調査地点・調査位置を FPV の設置予定位置（設置後のパネル下に相当）とその外側（設置後のパネル外に相当）に設定し、設置後の調査と併せて評価することが望ましい。計画段階での調査で本参考図書を活用する場合はパネル下を設置する予定の位置として参考とされたい。

1) 水温

水温は水環境を確認するための基本となる項目で、DO や植物プランクトンの生育等に深く関わることから、FPV 設置の事前調査や設置後のパネル下とパネル外で調査を行い比較する。なお、事例調査ではパネル設置の有無による変化が確認されている。

①調査時期

調査期間・時期の設定は以下の観点で行う。

- ・かんがい期と非かんがい期（ため池の水が入れ替わる期間と滞留する期間）

ため池の貯留量は、農業用水として農地へかんがいされることから作物の栽培状況により変動する。このため、農業用水としてかんがいをする時期としない時期に分けて調査時期を設定する。

《水稻の場合の調査時期の例》

かんがい期：5月～9月

非かんがい期：10月～4月
- ・水温躍層の形成期と消滅期

ため池の表層水は太陽光により温められる一方で、底層水は水温の変化が小さい。そのため、表層水と底層水との間に温度差が生じる時期（水温躍層の形成期）と、表層から底層まで水温差がほとんどない時期（水温躍層の消滅期）に分けて調査時期を設定する。

《事例調査の例》

形成期：(6月)～9月

消滅期：10月～

※事例調査は毎年6月に調査を開始したため、水温躍層がいつ時点で形成され始めたのかは確認できなかった。
- ・日照時間が長い期間と短い期間

水温はアオコ等の発生に関わり、その生育は日照時間に左右される。このため、アオコ等の発生の防止の観点から、光合成量に影響する日照時間の変化に応じて調査時期を区分して設定する。

《事例調査の場合》

日照時間が長い期間：4月～9月

日照時間が短い期間：10月～3月

②調査地点・位置

調査地点・位置の設定は以下の観点で行う。

a. 調査地点

FPVを設置する計画段階の調査では、設置後の調査と比較検討するため、設置する予定箇所とその外側に調査地点を設定する。

設置後の調査では、FPVの有無による水環境を比較するためFPV設置箇所直下（「パネル下」）、と設置箇所の外側（「パネル外」）に調査地点を設定する。

パネル下の中央、パネル外で各1地点を設定するとともに、ため池の構造によりため池の各箇所でも水深が大きく異なる場合は、パネル下ではパネルの周辺部、パネル外においても複数地点を設定することが望ましい。また、ため池に河川等が流入している場合は、流入水の影響を考慮してパネル下、パネル外の調査地点を設定する必要がある。必要に応じて、流入口にも調査地点を設定することが望ましい。

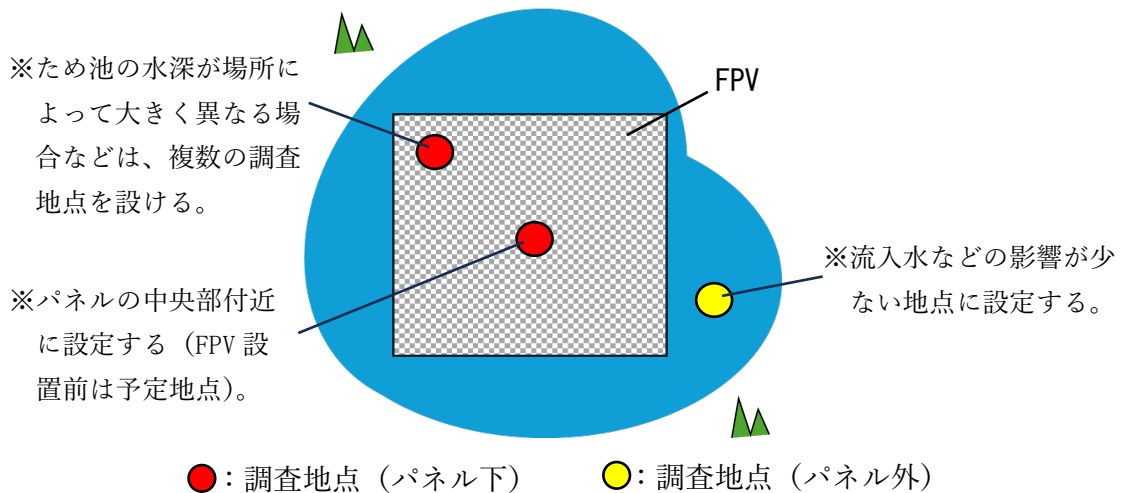


図 4.1 ため池における調査地点設定イメージ

【コラム：対照池における現地調査】

事例調査においては、FPVの設置前後での水質・物理環境・生態系への影響を評価するため、FPV設置前の調査の代わりとして、実証池の近傍のFPVを設置していないため池（以下、対照池）において調査を実施した。

対照池での調査では、一部の項目で実証池と異なる傾向が確認された。しかし、対照池は実証池とため池の諸元や気象条件、周辺環境が異なるため、これらの差がFPVの設置による影響かどうかを判断することは困難であった。

以上のことから、ため池においてFPV設置による影響を正しく評価するためには、同一のため池においてFPV設置前後で調査を行い、設置後はパネル下とパネル外の両方で調査を実施することが望ましい。

b. 調査位置（調査水深）

水温はため池の水面からの深さにより異なることから、複数の深さで測定することが望ましい。ただし、ため池の貯留量は時期によって変化することから、最大の深さも変化する。このため、調査位置・水深はため池の平常時の水位を参考に設定する。

水温を調査する深さの間隔はため池の構造に応じて設定することが望ましい。

《事例調査の例》

表層から水深 0.1m、0.5m、1.0m、以下 1.0m ごとに観測機器を設置。

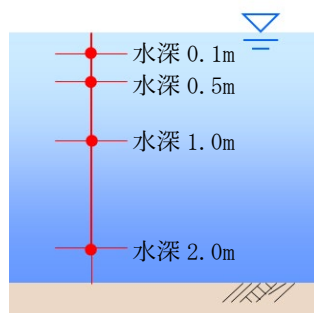


図 4.2 観測する深さの設定のイメージ（連続観測：水温）

③調査方法

各調査地点の調査位置に観測機器（データロガー付き水温計）を設置し、1時間ごとに測定を行う。

2) 気温

気温は環境を確認するための基本となる項目で、水温躍層の形成などため池内の水温に深く関わるため、FPV 設置の事前調査や設置後のパネル下とパネル外で調査を行い比較する。なお、事例調査ではパネル設置の有無による変化が確認されている。

①調査時期

調査期間・時期の設定は、1) 水温と同様に以下の観点で行う。

- ・かんがい期と非かんがい期（ため池の水が入れ替わる期間と滞留する期間）
- ・水温躍層の形成期と消滅期
- ・日照時間が長い期間と短い期間

②調査地点・位置

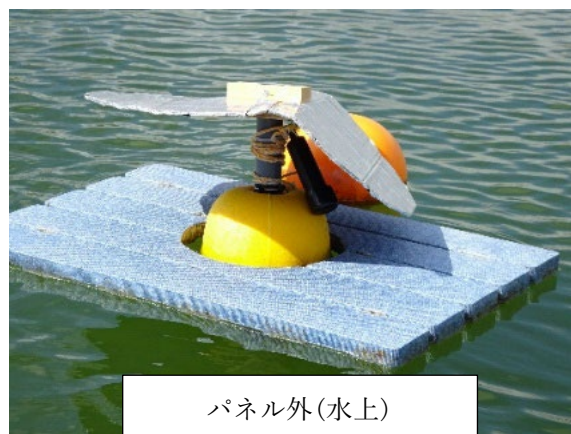
パネル下（FPV パネル裏）では、パネルの設置による遮光、パネルからの輻射や浮体からの熱伝導、水面からの放熱などの影響を受けることが考えられる。そのため、パネル下（FPV パネル裏）及びパネル外（水上）に調査位置を設定する。

③調査方法

各調査地点の調査位置に観測機器（データロガー付き気温計）を設置し、1時間ごとに測定を行う。

なお、パネル外の気温の観測では、日光が観測機器に直接当たり、測定値に影響を及ぼす可能性があるため、観測機器に日よけを設置する等の対策を講じることが望ましい。

《事例調査での設置例》



3) 溶存酸素 (DO)

溶存酸素は、水中に溶存している酸素の濃度である。溶存酸素は、水草や植物プランクトンによる光合成で増加し、微生物による有機物の分解で減少する。農業（水稲）用水基準が設定されており、濃度が極めて低い場合に水生生物に被害を及ぼすことから、FPVを設置する計画段階の事前調査や設置後のパネル下とパネル外で調査を行い比較する。なお、事例調査ではパネル設置の有無による変化が確認されている。

①調査時期

調査期間・時期の設定は、1) 水温と同様に以下の観点で行う。

- ・かんがい期と非かんがい期（ため池の水が入れ替わる期間と滞留する期間）
- ・水温躍層の形成期と消滅期
- ・日照時間が長い期間と短い期間

②調査地点・位置

調査地点・位置の設定は以下の観点で行う。

a. 調査地点

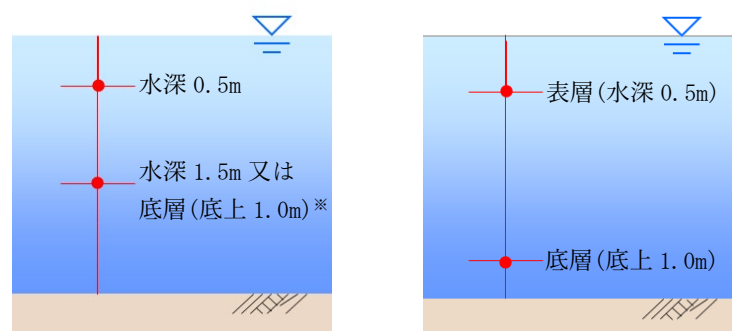
調査地点については、1) 水温と同様にパネル下とパネル外に設定する。

b. 調査位置（調査水深）

調査位置（調査水深）については、1) 水温と同様に複数の深さで測定することが望ましい。このため、調査位置は、水深に応じて表層（水深0.5m）、1/2水深、底層（底上1.0m）などに設定する。

《事例調査の例》

- ・連続観測：表層（水深0.5m）、1/2水深の2層
- ・定期観測：表層（水深0.5m）、底層（底上1.0m）で実施



連続観測

定期観測

※事例調査の実証池Cは実証池の中で最も水深が深いことから、底層（底上1.0m）で連続観測を行った。

図 4.3 調査位置設定のイメージ (DO)

③調査方法

a. 連続観測

各調査地点の調査位置に観測機器（データロガー付きDO計）を設置し、1時間ごと

に測定を行う。

b. 定期観測

1 か月に 1 回、採水器（バンドーン採水器）により採水し、実験室で分析する。また、現地にて試料の状態（水温、外観、色、臭気、pH 等）、試料を採取する地点の水深を記録する。水質の現地観測項目に関する調査方法を表 4.2 に示す。

事例調査では、調査間隔を 1 か月に 1 回として実施したが、ため池の利用状況、水環境、受益農地の作付け作物の生育ステージ等を考慮して調査間隔を検討設定することが望ましい。

なお、定期観測の各調査回における採水時刻は、できるだけ同一の時間帯となるようにする。

- ・代表的な分析方法：よう素滴定法 JIS K 0102-1 (2023) 21.2 (工業用水・工場排水試験方法)

表 4.2 水質の現地観測項目に関する調査方法等

現地観測項目	調査方法等
水温	水温（気温）の測定は、白金抵抗温度計、サーミスタ温度計、転倒温度計、棒状水銀温度計のいずれかを用いて行う。 温度計は検定済みか補正済みのものを用い、少なくとも測定誤差が±0.1℃以下の機器を使用する。機器の保守には十分注意するとともに、測定前には必ず破損等がないかチェックしてから用いる。
外観	採水した試料は通常、白色のポリびんに採取し、色の種類と濃さ、濁りの有無、混入物の性状（混入物がある場合）等について観察、記録する。
水色	水面を垂直上方から見たときの水の色をいい、標準の色と比較して判定する。 色の標準としては、湖沼の藍色～黄緑色の程度を示すフォーレルの水色標準液が最も一般的であるが、他に黄緑色～褐色の程度を示すウーレの標準液や、JIS の新産業色票に基づく水色コードなども用いられる。
臭気	採水した試料の臭いの有無と種類を記録する。 水の臭気は、排水や下水の混入、プランクトンや細菌の繁殖・死滅、地質、塩素処理等に起因する。発臭物質は有機物が多いが、硫化水素やアンモニアのように無機物でも強い臭気を発するものもある。
pH	pH の測定はガラス電極法により行う。なお、pH 計による測定を行う場合、その校正は各測定現場において行わなければならない。また、pH 値は水温によって変化するので、測定時の水温を必ず記録しておく。 なお、農業（水稻）用水基準が設定されている。

【コラム：バンドーン採水器】

湖沼等、比較的水深がある場所において、目的の水深の水を採水するための採水器として一般的に使われている。

ロープ等で目的の水深まで下ろしてからメッセンジャー（円筒形の重り）を下ろすと、上下のゴム蓋が閉じて採水する仕組みである。

なお、試料を固定する際は手袋を着用する。



4) COD、SS、窒素、リン等の水質項目

COD、SS、窒素、リン等は、水中の有機物量、植物プランクトン増殖の要因となる栄養塩類などの指標であり、農業（水稲）用水基準が設定されている。これらの様々な水質項目についてFPVを設置する計画段階の事前調査や設置後のパネル下とパネル外で調査を行い比較する。

これらの水質項目は定期観測でため池の水を採水し実験室で分析、計測する。

項目ごとに考え方と分析方法を解説するとともに共通する調査時期、調査地点、調査方法は一括して記載する。

①調査時期

調査期間・時期の設定は1) 水温と同様に以下の観点で行う。

- ・かんがい期と非かんがい期（ため池の水が入れ替わる期間と滞留する期間）
- ・水温躍層の形成期と消滅期
- ・日照時間が長い期間と短い期間

②調査地点・位置

調査地点・位置の設定は以下の観点で行う。

a. 調査地点

調査地点については、1) 水温と同様にパネル下とパネル外に設定する。

b. 調査位置（調査水深）

調査位置（調査水深）については、1) 水温と同様に複数の深さで測定することが望ましい。このため、調査位置は、水深に応じて表層（水深0.5m）、底層（底上1.0m）などに設定する。

《事例調査の例》

- ・定期観測：表層（水深0.5m）及び底層（底上1.0m）で実施

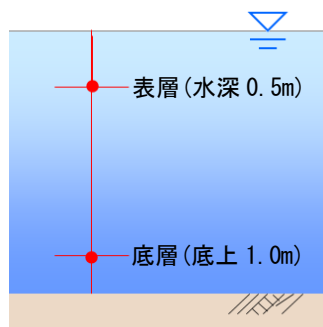


図 4.4 調査位置設定のイメージ

(定期観測：COD、SS、窒素、リン等の水質項目)

③調査方法

1か月に1回、採水器（バンドーン採水器）により採水し、実験室で分析する。また、現地にて試料の状態（水温、外観、色、臭気、pH等）、試料採取地点の水深、光量子などを記録する。事例調査では、調査間隔を1か月に1回として実施したが、ため池の利用状況、水環境、受益農地の作付け作物の生育ステージ等を考慮して調査間隔を検討設定すること

が望ましい。

なお、定期観測の各調査回における採水時刻は、できるだけ同一の時間帯となるようにする。

④水質分析項目の考え方

a. 化学的酸素要求量 (COD)

COD は水中の有機物を、酸化剤を用いて化学的に酸化する際に消費した酸素量で表したものであり、水質汚濁の程度を示す代表的な指標である。植物プランクトン等の有機物が多く含まれると COD の値が高くなり、農業（水稲）用水基準が設定されている。なお、事例調査ではパネル設置の有無により植物プランクトンの増殖に起因する変化が確認されている。

・代表的な分析方法：酸性過マンガン酸カリウムによる酸素消費量(CODMn) JIS K 0102-1 (2023) 17.2 (工業用水・工場排水試験方法)

b. 懸濁物質 (SS)

SS は水中に懸濁している不溶解性物質であり、粘土鉱物に由来する微粒子や動植物プランクトン及びその死骸、下水処理水・工場排水などに由来する有機物や金属の沈殿などがろ紙で捕捉される量である。また、農業（水稲）用水基準が設定されている。なお、事例調査ではパネル設置の有無による風・水の流れの抑制に起因する変化が確認されている。

・代表的な分析方法：浮遊物質質量 (SS) の測定方法 昭和 46 年環境庁告示第 59 号 付表 8

c. 全窒素 (T-N)

T-N は水中に含まれる N_2 を除く全ての窒素の濃度のことであり、このうち溶存態の成分は植物プランクトンの増殖に必要な栄養素である。農業（水稲）用水基準が設定されている。なお、事例調査ではパネル設置の有無により植物プランクトンの増殖に起因する変化が確認されている。

・代表的な分析方法：流れ分析法(酸化分解－紫外線吸光又は銅・カドミウムカラム還元－ナフチルエチレンジアミン発色) JIS K 0102-2 (2022) 17.5 (工業用水・工場排水試験方法)

d. 溶存無機態窒素 (DIN)

DIN は水中に含まれるアンモニア態窒素、硝酸態窒素、亜硝酸態窒素の総量であり、植物プランクトンの増殖に必要な栄養素である。なお、事例調査ではパネル設置の有無により植物プランクトンの増殖に起因する変化が確認されている。

・代表的な分析方法：流れ分析法(インドフェノール青発色、ナフチルエチレンジアミン発色、銅・カドミウムカラム還元－ナフチルエチレンジアミン発色) JIS K 0102-2 (2022) 13.6, 14.3 及び 15.7 (工業用水・工場排水試験方法)

e. 全リン (T-P)

T-P は水中に含まれる全てのリンの濃度のことである。リンは窒素とともに動植物の生息に欠かせない元素であり、このうち溶存態の成分は植物プランクトンの増殖に必要な栄養素である。なお、事例調査ではパネル設置の有無により植物プランクトンの増殖に起因する変化が確認されている。

- ・代表的な分析方法：ペルオキシ二硫酸カリウム分解法及びモリブデン青吸光光度分析法 JIS K 0102-2 (2022) 18.4.1 及び 18.4.4 (工業用水・工場排水試験方法)

f. 溶存無機態リン (DIP)

DIP は水中に含まれるリン酸態リン($\text{PO}_4\text{-P}$)の濃度であり、植物プランクトンの増殖に必要な栄養素である。なお、事例調査ではパネル設置の有無により植物プランクトンの増殖に起因する変化が確認されている。

- ・代表的な分析方法：流れ分析法(モリブデン青発色) JIS K 0102-2 18.2.2 (工業用水・工場排水試験方法)

g. クロロフィル a (chl-a)

クロロフィル a は植物がもつ代表的な光合成色素の一つであり、水中では、植物プランクトンの現存量の指標となる。光合成色素には a、b、c、d の 4 種類があり、水域において、クロロフィル a は全ての藻類に含まれるため、藻類量の目安として一般に用いられる。なお、事例調査ではパネル設置の有無による変化が確認されている。

- ・代表的な分析方法：吸光光度法(単波長法)、吸光光度法(三波長法)、高速液体クロマトグラフ法、蛍光光度法 河川水質試験方法(国土交通省)(2008) II 58.2.3

【コラム：光量子】

FPV の直接的な影響は日射量の遮蔽であると考えられることから、植物プランクトンに含まれるクロロフィルによる光合成反応に必要な光子量について、パネル下とパネル外において光量子計を用いて計測し比較することも考えられる。

ただし、現地調査の際は、光量子計がパネル下から少しずれたり、雲が一瞬かかったりするだけで値が変化してしまうことに十分留意する必要がある。

5) 植物プランクトン

ため池内の植物プランクトンのうち一部の属種が過剰に増殖することにより、アオコや異臭味といった水質障害が発生することがあり、その監視や発生要因の分析等に用いるため、FPV 設置計画段階の事前調査や設置後のパネル下とパネル外で調査を行い比較する。なお、事例調査ではパネル設置の有無により、植物プランクトンの種構成や細胞数の変化は確認されていない。

①調査時期

調査期間・時期の設定は、1) 水温と同様に以下の観点で行う。

- ・かんがい期と非かんがい期（ため池の水が入れ替わる期間と滞留する期間）
- ・水温躍層の形成期と消滅期
- ・日照時間が長い期間と短い期間

②調査地点・位置

調査地点・位置の設定は以下の観点で行う。

a. 調査地点

調査地点については、1) 水温と同様にパネル下とパネル外に設定する。

b. 調査位置（調査水深）

植物プランクトンはため池の表層付近に生育していることから、調査位置は表層（水深 0.5m）に設定する。水深の考え方については1) 水温に記載した内容を参考とする。

《事例調査の例》

- ・定期観測：表層（水深 0.5m）で実施

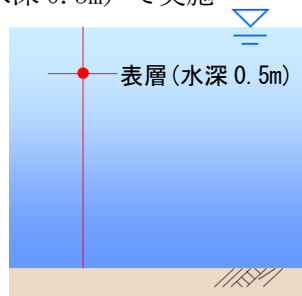


図 4.5 調査位置設定のイメージ（定期観測：植物プランクトン）

③調査方法

1 か月に 1 回程度（水質の定期観測時）あるいは調査期間中に 2~3 回行う。

採水器（バンドーン採水器）により採水し、中性ホルマリンによって固定して試料とする。固定した試料は室内に持ち帰り、静置沈殿法によって沈降させたサンプルを正立顕微鏡（生物顕微鏡）や倒立顕微鏡で検鏡すること等によって種を同定し、細胞数を計数する。

なお、調査方法の詳細については以下のマニュアルが参考となる。

国土交通省水管理・国土保全局河川環境課「平成 28 年度版河川水辺の国勢調査基本調査マニュアル【ダム湖版】V. 動植物プランクトン調査編」（平成 28 年 12 月一部改訂）：

<https://www.nilim.go.jp/lab/fbg/ksnkankyo/mizukokudam/system/manual.htm>

6) 底質・底生動物

ため池の底質は水質と密接に関連しており、含まれる有機物などにより水質に影響を及ぼすことがある。また、底層の DO や底質の変化はそこに生息する底生動物の生息状況に影響を及ぼすことから、FPV を設置する計画段階の事前調査や設置後のパネル下とパネル外で調査を行い比較する。

これらの底質・底生動物は定期観測でため池の底から採泥し実験室で分析、計測する。

項目ごとに考え方と分析方法を解説するとともに共通する調査時期、調査地点、調査方法は一括して記載する。

①調査時期

調査期間・時期の設定は、1) 水温と同様に以下の観点で行う。

- ・かんがい期と非かんがい期（ため池の水が入れ替わる期間と滞留する期間）
- ・水温躍層の形成期と消滅期
- ・日照時間が長い期間と短い期間

②調査地点・位置

調査地点・位置の設定は以下の観点で行う。

a. 調査地点

調査地点については、1) 水温と同様にパネル下とパネル外に設定する。

b. 調査位置

底質表面から 10 cm 程度を採泥する。



図 4.6 調査位置設定のイメージ（定期観測：底質・底生生物）

③調査方法

定期観測として、かんがい期、非かんがい期に各 1 回、水温の変動する時期に各 1 回、日照時間の変化する時期に各 1 回行う。

《事例調査の例》

- ・かんがい期、非かんがい期に各 1 回

エクマンバージ採泥器などで底泥の表層 10cm 程度を採取し試料とする。できるだけ代表的な試料を得るために、同一地点で 3 回以上採泥し、これを混合して試料を作成する。試料を採取した後は、直ちに底質の状態（泥温、泥種、粒度、色相、臭気、ORP（酸化還元電位））を記録する。底質の現地観測項目に関する調査方法等を表 4.3 に示す。

採取した試料は室内に持ち帰り分析を行う。

表 4.3 底質の現地観測項目に関する調査方法等

現地観測項目	調査方法等
泥温	<p>泥温の測定は、水温と同様に白金抵抗体温度計、サーミスタ温度計、転倒温度計、棒状水銀温度計のいずれかを用いて行う。</p> <p>温度計は検定済みか補正済みのものを用い、少なくとも測定誤差が$\pm 0.1^{\circ}\text{C}$以下の機器を使用する。機器の保守には十分注意するとともに、測定前には必ず破損等がないかチェックしてから用いる。</p>
泥種、粒度	<p>土粒子径により、礫、粗砂、細砂、シルト、粘土などに区分し、記録する。</p>
色相、臭気	<p>色、臭気の観察は汚濁の概況を知ることができるため、採泥時に目視で行う。一般に、底泥が汚濁して無酸素状態にあり、還元性が強いほど、底泥の色は黒く、臭気が強い傾向がある。</p>
ORP (酸化還元電位)	<p>ORP : Oxidation-Reduction Potential</p> <p>環境中の酸化還元電位を示す指標で、酸化的雰囲気では正の電位、還元的雰囲気で負の電位で表記し、DO が無い条件下でもその還元状態を表すことができる指標である。</p> <p>水に含まれる酸化性物質である酸素などと、還元性物質である硫化物や有機物などとの量のバランスにより決まる。</p>

④底質分析項目の考え方

a. 含水率

含水率は試料を蒸発乾固した水分量から算出するもので、底質中の水分量を表すものである。なお、事例調査ではパネル設置の有無による変化は確認されていない。

・代表的な分析方法：底質調査方法Ⅱ 4.1 (平成 24 年 8 月環境省 水・大気環境局)

b. 強熱減量

強熱減量は蒸発残留物(固形分)を $600 \pm 25^{\circ}\text{C}$ で 1 時間強熱後の灰分量を蒸発残留物量から差し引いたものであり、COD とともに有機物含有量の目安となる。なお、事例調査ではパネル設置の有無による風・水の流れの抑制に起因する変化が確認されている。

・代表的な分析方法：底質調査方法Ⅱ 4.2 (平成 24 年 8 月環境省 水・大気環境局)

c. 化学的酸素要求量 (COD)

有機物が分解される際に酸素が消費されることにより底水層の DO (溶存酸素量) の低下を招き、窒素、リン等の溶出を促進することから、底泥中の有機物含有量を把握するため測定する。なお、事例調査ではパネル設置の有無による変化は確認されていない。

・代表的な分析方法：底質調査方法Ⅱ 4.7 (平成 24 年 8 月環境省 水・大気環境局)

d. 全硫黄 (T-S)

底泥の有機物汚濁が顕著で、還元状態が進むと水中の硫黄化合物や硫酸イオンが還

元されて、硫化水素を発生するとともに、金属と結合して硫化物となることから、底泥中の全硫黄（T-S）を測定する。なお、事例調査ではパネル設置の有無による変化は確認されていない。

・代表的な分析方法：底質調査方法Ⅱ4.6（平成24年8月環境省 水・大気環境局）

e. 全窒素（T-N）

生物の遺骸、工場排水、家庭排水等の流入する水域では有機物汚濁と同時に窒素の汚濁が進み、水域の富栄養化に大きく影響する。還元状態が著しい底泥については、有機物質の分解が進んで、水に溶けやすい無機態の窒素が増加し、植物プランクトンの増殖等に影響を及ぼす可能性があることから、底泥中の全窒素（T-N）を測定する。なお、事例調査ではパネル設置の有無による変化は確認されていない。

・代表的な分析方法：底質調査方法Ⅱ4.8.1（平成24年8月環境省 水・大気環境局）

f. 全リン（T-P）

生物の遺骸、工場排水、家庭排水等の流入する水域では有機物汚濁と同時にリンの汚濁が進み、水域の富栄養化に大きく影響する。還元状態が著しい底泥については、有機物質の分解が進んで、水に溶けやすい無機態のリンが増加し、植物プランクトンの増殖等に影響を及ぼす可能性があることから、底泥中の全リン（T-P）を測定する。なお、事例調査ではパネル設置の有無による変化は確認されていない。

・代表的な分析方法：底質調査方法Ⅱ4.9.1（平成24年8月環境省 水・大気環境局）

g. 底生生物

底質の変化が、そこに生息する底生動物の生息状況に影響を及ぼすことがあるため、採取した試料からソーティングを行い、底生動物種の同定及び計数を行う。なお、事例調査ではパネル設置の有無による変化は確認されていない。

分析方法の詳細については以下のマニュアルが参考となる。

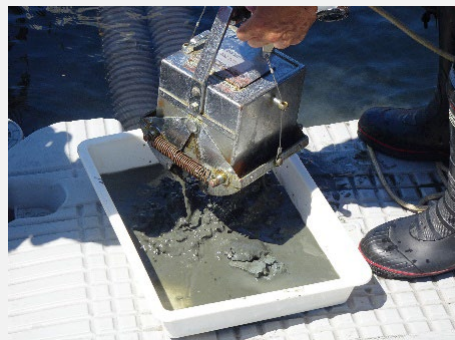
国土交通省水管理・国土保全局河川環境課「平成28年度版河川水辺の国勢調査基本調査マニュアル【ダム湖版】Ⅳ.底生動物調査編」（平成28年12月一部改訂）：

<https://www.nilim.go.jp/lab/fbg/ksnkankyo/mizukokudam/system/manual.htm>

【コラム：エクマンバージ採泥器】

底質調査等で一般に使われるグラブ採泥器の一種である。

バケット（試料採取部）を開いた状態でロープ等で湖底まで下ろしてからメッセンジャー（円筒形の重り）を下ろすと、ばねの力でバケットが閉じて、一定面積内の底泥や底生生物等を採取する仕組みである。



4. 2 生物多様性、自然との触れ合い、光害

令和5年3月に策定された「生物多様性国家戦略2023-2030¹⁾」において、2030年の『ネイチャーポジティブ（自然再興）の実現』に向け、以下の5つの基本戦略が設定された。

- ▶ 基本戦略1：生態系の健全性の回復
- ▶ 基本戦略2：自然を活用した社会課題の解決
- ▶ 基本戦略3：ネイチャーポジティブ経済の実現
- ▶ 基本戦略4：生活・消費活動における生物多様性の価値の認識と行動（一人一人の行動変容）
- ▶ 基本戦略5：生物多様性に係る取組を支える基盤整備と国際連携の推進

また、農林水産省においても、今後行う全ての事業を対象に、最低限行うべき環境負荷低減の取組の実践を要件化する「みどりチェック²⁾」が令和7年8月に導入され、事業活動の中で生じる新たな環境負荷を抑える必要がある。

そのため、ため池にFPVを設置する場合においても、水質・底質等への影響を把握するとともに、生物多様性保全に関する調査（生態系、重要な動植物、外来種に関する調査）や人と自然との触れ合い活動への影響を把握することが望ましい。

（1）生物多様性保全に関する調査

1）生態系・重要な動植物

ため池は、流れの速い場所に生息できないトンボ類、魚類、両生類等の繁殖、成長等のための生息環境となっている。また、穏やかな水位変動等により抽水植物帯、浮葉植物帯等の水辺移行帯（エコトーン）が形成され、周辺の水田や樹林地とも併せて多様な生物の生息・生育環境となるとともに、移動経路の拠点となっている。

FPV設置に伴い、ため池周辺の生態系や希少種などの重要な動植物の生息・生育に対して影響を及ぼす可能性があるため、その影響を予測・分析し、必要な対策を講じる。

【解説】

生物多様性に関する調査は、工事による生態系への影響を予測・分析するとともに、工事による生態系への影響を回避、低減する対策の検討に必要な情報を得るために行う。具体的には、以下のように①概査の実施、②環境保全目標の概定、③注目すべき生物の選定、④精査方針の作成、⑤精査の実施の順に進める。

①概査の実施

現地踏査、国や地方公共団体の資料等の文献調査、地域の自然環境の状況に詳しい専門家への聞き取り調査、田園環境整備マスタープランなどの各種計画の収集等により、地域環境の概況や農業者を含む地域住民の意向などを把握する。把握した文献・聞き取り調査結果は、魚類、両生類、昆虫類、植物などの生物群ごとの確認種リスト、希少種・外来種の区分を図や表に取りまとめる。

引用文献

1 生物多様性国家戦略2023-2030, <https://www.env.go.jp/nature/biodiversity/initiatives6.html>

2 農林水産省の全補助事業に対する環境配慮のチェック・要件化（みどりチェック）, <https://www.maff.go.jp/j/kanbo/kankyos/seisaku/midori/kurokon.html>

②環境保全目標の概定

①概査で得られた地域環境の概況や地域住民等の意向を踏まえ、地域が目指す将来の姿及びその実現に向けて取り組むべき基本的な考えを検討し、環境保全目標として取りまとめる。

目標は、地域が一体となった取り組みを推進するため、農業者を含む地域住民等にとって親しみやすく、わかりやすいことが重要である。例えば地域のシンボルとなっている生物を目標に取り入れることなどが考えられる。

③注目すべき生物の選定

ため池及び周辺地域の生態系を代表すると考えられる生物について、生態系の指標性(上位性、典型性、特殊性、希少性)、地域住民との関わりなどを踏まえ、注目すべき生物として選定する。

(例) 生態系の指標性

- ・ 上位性：捕食－被食の関係（食物連鎖）の上位に位置している性質（水田地域に見られるサギ類、猛禽類など）
- ・ 典型性：地域の生態系を典型的に表している性質（ため池周辺の大規模なヨシ群落、ため池や水路などで普通にみられるフナ類など）
- ・ 特殊性：特殊な環境に依存しているという性質（湧水がある冷水域に生息するホトケドジョウなど）
- ・ 希少性：全国的に絶滅が危惧されている、又は近年地域で見られるのが稀になっているという性質（レッドリストに掲載されているニッポンバラタナゴなど）

④精査方針の作成

設置等による生態系への影響の把握や、生態系への配慮に必要な情報を合理的に得るために、注目すべき生物の生息・生育状況や環境に関する情報の収集に向けた精査方針を作成する（調査項目、範囲、方法、時期などを検討し、現地調査計画を作成する）。

(例) 精査方針の作成

- ・ 調査項目：注目すべき生物の生息・生育状況（個体数、密度、植物群落の広がり等）や環境の状況（産卵場の範囲、水深、流速、植生等）から、必要な項目を抽出する。
- ・ 調査範囲及び地点：設定した調査項目ごとに調査範囲を設定し、この範囲の中で効果的に情報を得ることが可能な調査地点（経路）を設定する（図 4.7 参照）。
- ・ 調査方法：注目すべき生物の移動、繁殖などの生態やため池の水深などの条件を踏まえ、必要な情報が得られる方法を設定する（表 4.4 参照）。
- ・ 調査時期及び回数：動物では生活史に応じて生息地を移動する時期、植物では開花・結実し同定が可能な時期など、生物の特性や地域の特性を考慮する。



図 4.7 ため池の調査範囲の考え方

(出典：防災重点農業用ため池の廃止工事における生態系配慮について 農林水産省 R5.3 作成)

表 4.4 生物分類群別の現地調査手法の例

区分	分類群	現地調査方法の例
水生生物	魚類	採捕 (カゴ網・セルビン、タモ網・サデ網、投網、刺網、定置網)
	両生類	採捕 (タモ網)、目視観察、鳴き声
	貝類 (イシガイ目二枚貝)	採捕 (徒手、タモ網、鋤簾 (ジョレン)、水位低下時の調査)
	甲殻類	採捕 (タモ網・サデ網、カゴ網)
	水生昆虫類	採捕 (タモ網、カゴ網・セルビン・ペットボトルトラップ)
	水生植物	採捕、目視観察
陸上生物	哺乳類・爬虫類	採捕、目視観察 (フィールドサイン等)
	鳥類	目視観察
	陸上昆虫類	目視観察、採捕 (ベイトトラップ、ライトトラップ等)
	陸上植物	目視観察

(出典：防災重点農業用ため池の廃止工事における生態系配慮について 農林水産省 R5.3 作成)

⑤精査の実施

精査方針 (現地調査計画) に基づいて精査を実施し、注目すべき生物の生息・生育状況やその生息・生育環境を把握した上で、FPV 設置等による生態系への影響を予測・分析する。特に、FPV を設置するため池において、以下のような状況が見られる場合、配慮が必要である。

- ・仮設、資材置き場に希少性の高い種がいる場合 (踏み荒らしに注意する)。

- ・工事による騒音が発生する場合（付近で猛禽類などが営巣している場合には繁殖期を避ける、あるいは低騒音の機械を使用する）。
- ・工事による濁水が発生する場合。
- ・貯水部に希少な水草が生育し、FPV と競合する場合。
- ・貯水部を利用する希少な水生動物や鳥類がいて、FPV により生息地が狭められる場合。もしくは FPV を代替利用して、FPV に悪影響を与えうる場合（【コラム：水鳥による実証池の利用】参照）。
- ・外来種の侵入が見られる場合（詳細は「2）外来種」参照）。

生態系や重要な動植物に関する調査を実施する際に参考となる手引き、既存情報が記載された資料等の例を表 4.5 に示す。

【コラム：ため池の生態系における役割】

ため池は、自然の湖沼と違い、人為的な操作により、水位が大きく変動するという特徴をもつ。ため池は周囲の水田や農業用排水路、雑木林、畦等と連なって農村環境を形成しており、農村地域の多くの生物は、生活史に応じてため池やため池周辺の様々な環境を利用しながら生息・生育している。

このように、ため池は貴重な二次的自然として、多くの動植物の生息・生育場となっており生物多様性の保全上、重要な役割を果たしている。また、地域に個性の異なるため池が複数存在することにより、地域全体の生物多様性向上に寄与してきた。

一方、二次的自然であるため池の環境は、ため池周辺の河川整備、宅地化、ほ場整備、水路のライニング等が進み生物生息環境が劣化しつつある現在、氾濫原の代替環境や貴重な止水域として、その価値や役割が以前にも増して大きくなっている。

かつて農地周辺で普通にみられた魚類、水生昆虫類、水生植物の中には、生息域が特定のため池に狭められた種もいる。カエルやイモリ、サンショウウオといった両生類の一部は繁殖や幼生期の成長段階でため池を利用し、中には回帰性が強い種も多い。水生昆虫類は水田とのつながりの中で複数のため池を利用する種も多く、特に水域が減少する非かんがい期には貴重な越冬環境となっている。また、既に農業利用がなくなり低水位で維持されたため池は、湿生植物や、湿地を主な生息環境とする昆虫類等の貴重な環境となっている場合がある。

農業用水の水源としてのため池は、その約 70%が江戸時代以前に築造されたもの、もしくは築造年代が不明なものであり、築造に当たっては、各地域において試行錯誤を繰り返して得られた経験的な技術をもとに造られてきた。農業農村整備事業では、農業用水の安定供給を目的にため池を含む農業水利施設の再編、整備を行っている。近年は多面的機能直接支払い交付金制度を活用した地域での環境保全の取組事例も見られる。

表 4.5 生態系・重要な動植物に関する調査を実施する際に参考となる手引き、資料等の例

資料名	概要
【手引き等】	
防災重点農業用ため池の廃止工事における生態系配慮について(農林水産省農村振興局鳥獣対策・農村環境課、設計課、防災課、令和5年3月) https://www.maff.go.jp/j/nousin/kankyo/kankyo_hozen/tameike.html	防災重点農業用ため池の廃止工事の実施に当たり、調査、計画、設計及び施工段階における生態系配慮に関する留意事項や配慮事例を示す事業担当者向けの参考資料。
環境との調和に配慮した事業実施のための調査計画・設計の技術指針(農林水産省農村振興局、平成27年5月) https://www.maff.go.jp/j/nousin/keityo/kankyo/kankyoushishin.html	生物の「生息・生育環境及び移動経路」の保全・形成に視点を置き、農地・農業水利施設等調査から維持管理に至る各段階の環境配慮手法を具体化したもの。
農村の生物多様性把握・保全マニュアル(農林水産省、平成24年3月) https://www.maff.go.jp/j/nousin/kankyo/kankyo_hozen/k_hozen/pdf/manual.pdf	農地整備の際には、ため池をビオトープとして保全する取組、水田魚道の設置、渡り鳥の生息地の提供等、さまざまな活動が行われている。このような、地域の人と生きもののつながりを発展させるための、「地域の生物多様性を知る－理解する－守る」マニュアル。
環境との調和に配慮した事業実施のための調査計画・設計の手引き(第2編)(食料・農業・農村政策審議会農業振興分科会、平成15年3月) https://www.maff.go.jp/j/nousin/keityo/kankyo/attach/pdf/tebiki-20.pdf	ため池の新設又は改修に当たり、地域の環境との調和に配慮した事業実施を推進するため、ため池をとりまく生態系の特性を勘案し、調査計画、設計の基本的な考え方や仕組み、留意点等を取りまとめたもの。
田園環境整備マスタープラン(市町村)	各市町村が、農業農村整備事業に際しての環境配慮の基本方針や環境配慮工法等を定めた基本計画。
【既存情報等】	
環境アセスメントデータベース(EADAS)(環境省総合環境政策局) https://eadas.env.go.jp/eiadb/ebidbs/	全国 of 自然環境・社会環境に関する情報や再生可能エネルギーに関する情報を、ウェブサイト上の地図情報システム(Web-GIS)に幅広く収録し、一元的に提供するもの。
環境省・各都道府県等「レッドリスト・レッドデータブック」	環境省及び各都道府県等が指定した全国的又は地域的に希少な生物を記載したもの。
国土交通省HP「河川環境データベース(河川水辺の国勢調査)」 https://www.nilim.go.jp/lab/fbg/ksnkankyo/	国土交通省が河川及びダム湖において実施している魚類、底生動物、植物、鳥類、両生類・爬虫類・哺乳類、陸上昆虫類等、動植物プランクトン(ダム湖版のみ)に関する調査。

2) 外来種

近年、農業用排水路、ファームポンド等の農業水利施設において、植物、藻類、貝類等の水生生物が大量増殖することに起因した、取水機能の低下、通水阻害等が報告されている（図 4.8 参照）。特に侵略性の高い外来種による農業水利施設への影響を最小限に抑えるためには「早期発見・早期駆除」が重要であることから、FPV を設置するため池にも起こりうる事象と考え、地域における情報共有と連携により、外来種の侵入・拡大の未然防止に努める必要がある。

農業水利施設を管理する上でも、外来種被害防止行動計画³に定められた外来種被害予防三原則（入れない、捨てない、拡げない）の考え方が参考となる（図 4.9 参照）。特に「入れない」は通水阻害予防段階において重要であり、FPV の設置に係るため池の生態系調査においても、外来種の生息状況を確認し、設置に伴う侵入や拡大を未然に防止する対策等を検討することが重要である。



特：特定外来生物

図 4.8 通水阻害の要因となっている外来種等（15 種類）

（出典：農業水利施設で通水阻害を引き起こす外来種等 早期発見・早期駆除のススメ）

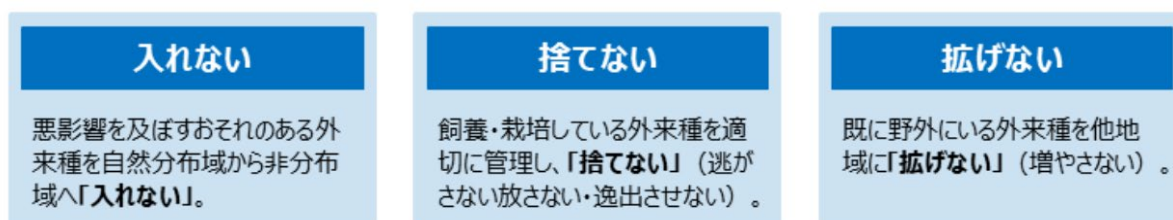


図 4.9 外来種被害予防三原則（外来種被害防止行動計画第 2 版パンフレットより引用）

引用文献

3 外来種被害防止行動計画第 2 版（環境省、農林水産省、国土交通省）：

<https://www.env.go.jp/nature/intro/2outline/actionplan2/actionplan.pdf>

【解説】

予防のための対策として、以下の5つの事項を常日頃から心がけることが重要である。

①水源を含む周辺地域での外来種の生育・生息情報の把握

FPVを設置するため池周辺地域及び水源地（取水元）において、被害を及ぼす可能性がある外来種の生育・生息状況や被害の実態に関する情報等を収集、整理し、地図を作成しておくといよい。外来種は水の流れにのって、管理管轄範囲を超えて広く分布を拡大していくため、水系全体で対策に取り組むことが重要である。

②FPVを設置するため池への侵入経路の想定

農業用排水路、ため池等が記載されている用排水系統図をもとに、外来種の侵入場所になると想定される地点（ため池では流入部等）は、特に注意して監視することが重要である。

③定着しやすい場所の把握

初期の侵入を見逃さず、効率的でより効果のある監視ができるよう、予め外来種が定着しやすい場所を把握しておくことが重要である。定着しやすい場所は地域や種により異なるが、よどみがあるところ・水の流れが緩やかなところ・土砂や泥土が堆積しているところ・スクリーン等フィルター状のところなどが代表的な場所である。なお、カワヒバリガイについては、護岸やフロートの底面などに付着する可能性がある。

④侵入した外来種の早期発見

農地や農業水利施設等の見回りを行う者（農業者、土地改良区職員など）と、侵入が想定される外来種に関する基本情報を共有しておく。その上で、ため池にFPVを設置した後も日常的に行う維持管理活動の作業項目の一つとして、施設監視項目の中に外来種の監視に関する項目を設けて、日常的にため池内に侵入する外来種の早期発見に努める。監視の目は多いほど効果的であることから、外来種の侵入リスクがある地域では、早期発見・早期防除につなげる体制づくりが求められる。

（例）環境DNA分析（早期発見に効果的な手法）：水や土壌中などの環境試料に含まれるDNAを検出することで、試料を採取した場所に外来種が生息しているのかを把握する技術

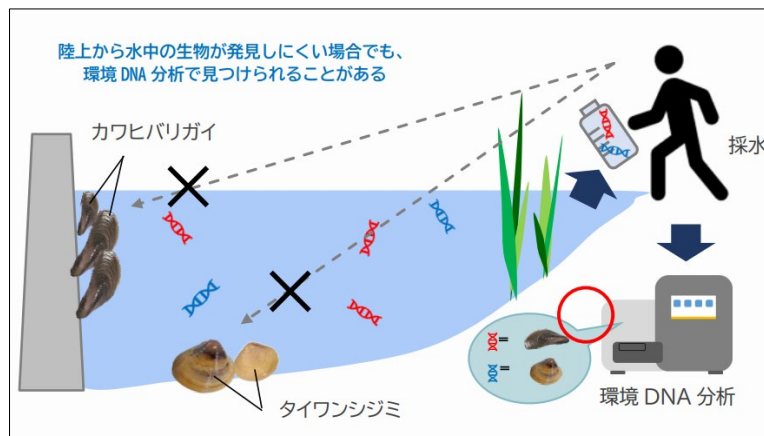


図 4.10 環境DNA分析による早期発見のイメージ

（外来種等が農業水利施設に及ぼす影響と対策の手引きより引用）

⑤発見時の速やかな防除の実施

対策で最も重要となるのが「早期発見」と「速やかな防除の実施」である。被害が出てからの対策では遅く、被害が出る前にいかに対処できるかが重要である。当該施設の被害を最小限に抑えることはもちろん、特にため池内で繁殖すると取水施設やため池下流域にまで影響が及ぶため、必ず実施していただきたい。日常的に行う維持管理活動の作業項目の一つとして、外来種の監視と防除に関する項目を設ける等して、速やかに防除を行う体制を確立しておくことが重要である。

なお、ため池等における主な防除対策は目視巡視と人力・手作業による除去である。また、そのほかの対策として、浚渫、池干し、水の入れ替え、流入防止用のネット設置等の対策が実施されている（表 4.6 参照）。

表 4.6 ため池等における主な防除対策

対策	作業内容	注意点
定期モニタリングによる早期対策実施	<ul style="list-style-type: none"> 目視による観察 IoT インターバルカメラ 環境 DNA 分析 	<ul style="list-style-type: none"> 急激にバイオマス（植物体の量）が増加する前に除去
定期清掃・オイルフェンスやスクリーン設置	<ul style="list-style-type: none"> 植物の種子、貝類の卵や浮遊幼生が含まれている底泥ごとに清掃しつつ、スクリーン等により外来種の新たな流入を阻止 	<ul style="list-style-type: none"> 大掛かりな対策や重労働を伴う対策になる可能性あり
底泥除去	<ul style="list-style-type: none"> 埋土種子等を含む底泥を除去 	—
水草回収船の使用	<ul style="list-style-type: none"> 開放水面において、水草回収船を用いて水揚げ 	<ul style="list-style-type: none"> 外来種以外の種に対しても影響が出る恐れがある
落水	<ul style="list-style-type: none"> 水利施設環境を乾燥状態 	<ul style="list-style-type: none"> 対策可能な施設に制限あり 無計画な干し上げは他生物に影響
薬剤（消石灰）の使用	<ul style="list-style-type: none"> 水利施設に薬剤（消石灰）を散布 	<ul style="list-style-type: none"> 落水後、水が残って駆除しきれない貝類を駆除するための手法 駆除後に水を湛水した時に、消石灰の濃度が 25mg/L 以下になる条件でのみ実施可能 高濃度の消石灰を下流に排出しないこと 使用の際は長袖、保護手袋、保護メガネ等を着用すること 河川への直接的な運用はしないこと 周辺住民に対して駆除の実施を事前に周知する

（外来種等が農業水利施設に及ぼす影響と対策の手引きより引用）

外来種に関する調査を実施する際に参考となる手引き、生息情報等が記載された資料を表 4.7 に示す。

表 4.7 外来種に関する調査を実施する際に参考となる手引き、資料等の例

資料名	概要
【手引き等】	
外来種等が農業水利施設に及ぼす影響と対策の手引き（改訂版） （農林水産省 農村振興局 農村政策部 鳥獣対策・農村環境課、令和7年3月） https://www.maff.go.jp/j/nousin/kankyo/kankyo_hozen/gairai.html	侵略性の高い外来種を要因とする通水阻害対策に係る効率的かつ効果的な対策を検討し、農業農村整備事業等に資する対策手法を取りまとめたもの。
ナガエツルノゲイトウ駆除マニュアル （農林水産省、環境省、農業・食品産業技術総合研究機構、令和7年3月改訂） https://www.maff.go.jp/j/nousin/kankyo/kankyo_hozen/attach/pdf/nagae-33.pdf	生態系や農業への悪影響の恐れがあり、「特定外来生物」に指定されているナガエツルノゲイトウの生態や防除対策などを紹介したもの。
農業水利施設における外来貝類、被害対策マニュアル（農業・食品産業技術総合研究機構、2025/1/10版） https://www.naro.go.jp/publicity_report/publication/laboratory/niaes/manual/168423.html	カワヒバリガイやタイワンシジミなどの外来貝類の特徴や生態、侵入検知手法、駆除対策及び駆除後の処理方法などを紹介したもの。
地域と連携した河川における外来植物対策ハンドブック（案）令和7年度増補版 （国土交通省河川環境課、令和7年4月） https://www.mlit.go.jp/river/shishin_guideline/kankyo/gairai/pdf/handbook.pdf	日本の河川で問題となっている外来植物20種の特徴や防除方法について、事例をまじえて分かりやすく説明したもの。
【既存情報等】	
環境省 HP「日本の外来種対策」 https://www.env.go.jp/nature/intro/index.html	日本の生態系等に被害を及ぼす又は及ぼすおそれのある外来種について、規制や防除、理解促進等に関する各種情報を掲載したもの。
国土交通省 HP「河川環境データベース（河川水辺の国勢調査）」 https://www.nilim.go.jp/lab/fbg/ksnkankyo/	国土交通省が河川及びダム湖において実施している魚類、底生動物、植物、鳥類、両生類・爬虫類・哺乳類、陸上昆虫類等、動植物プランクトン（ダム湖版のみ）に関する調査。

(2) 自然との触れ合い分野に関する調査

ため池は水面とともに、その周辺の樹木や田畑、農村集落、里山等と調和して、豊かな水辺の景観を形成しているため、FPV の設置に当たっては、ため池の有するそのような機能への影響も考慮することが重要であり、環境影響評価法では「自然との触れ合い分野」として定義されている。「自然との触れ合い分野」の調査項目は、「景観」と「人と自然との触れ合い活動の場」に区分される(表 4.8)。

なお、詳細については以下の技術指針・報告書が参考となる。

- ・農業農村整備事業における景観配慮の技術指針(農林水産省農村振興局、令和7年4月)
- ・人と自然との豊かな触れ合い分野技術検討報告書(農林水産省鳥獣対策・農村環境課、平成19年3月)

表 4.8 自然との触れ合い分野の環境の要素、項目

環境の要素、項目		内容
景観	眺望景観	主要な眺望点(不特定かつ多数の者が利用している景観資源を眺望する場所)
		景観資源(自然的景観資源及び人文景観資源)
		主要な眺望景観(主要な眺望点から景観資源を眺望する場合の眺望される景観)
	身のまわりの景観	日常生活の中の身近な景観
人と自然との触れ合いの活動の場	主要な人と自然との触れ合いの活動の場	野外レクリエーションを通じた人と自然との触れ合いの活動が行われている施設又は場(キャンプ場等の公共施設等の野外レクリエーション地)、日常的な人と自然との触れ合いの活動が行われている施設又は場(里山、散歩の場、山菜取りの場、きのこと狩りの場、花見の場、子供の遊び場)

1) 景観

景観に関する環境の要素については、表 4.8 に示す通り主要な眺望点、景観資源、眺望景観のほかに、自然景観に限定することなく、日常生活の中の身近な景観、文化的側面を有する景観及び歴史的な景観についても柔軟に調査することが重要である。

ため池周辺は、人と農の営みと自然との共生により形成・維持されてきた里地里山などの二次的自然環境であり、訪問者の観点での主要な視点からの眺望景観だけで、景観に関する環境影響評価を実施するだけでは十分とはいえない。そこで、地域住民の観点に立った「身のまわりの景観」(近景)についても評価することが重要である。

<用語の定義>

「眺望景観」と「身のまわりの景観」の定義は以下のとおりとし、そのイメージを図 4.11 に示す。

①眺望景観

事業実施区域から離れた場所からの「眺め」を指し、眺望景観の変化は、事業実施に伴う視覚像の変化によって捉える。眺望景観への影響の可能性のある範囲は、事業実施に伴う変化を視覚的に認知することが可能な範囲となるため、一般的に事業実施区域外の比較的広い範囲が含まれるが、特定の眺望点からの眺めや特定の景観資源への眺めに代表させて影響を捉えるのが一般的である。眺望点としては、事業の実施により出現する施設が眺望できる場所で、不特定多数の人が訪れる場所が選定される。

②身のまわりの景観

事業実施区域及びその近傍の「眺め」を指し、その変化は、事業実施に伴う物理的な場の状態や「見る」という行為（利用）の状態の変化とそれに伴う視覚像の変化によって捉える。身のまわりの景観への影響の可能性のある範囲は、事業実施区域及びその近傍に限られる。その範囲内に有名な眺望点や傑出した景観資源が存在しない場合でも、地域の人々が日常的に利用している場所や地域の人々に古くから親しまれてきたものなどに着目し、身のまわりの景観の変化をきめ細やかに捉えることが必要である。

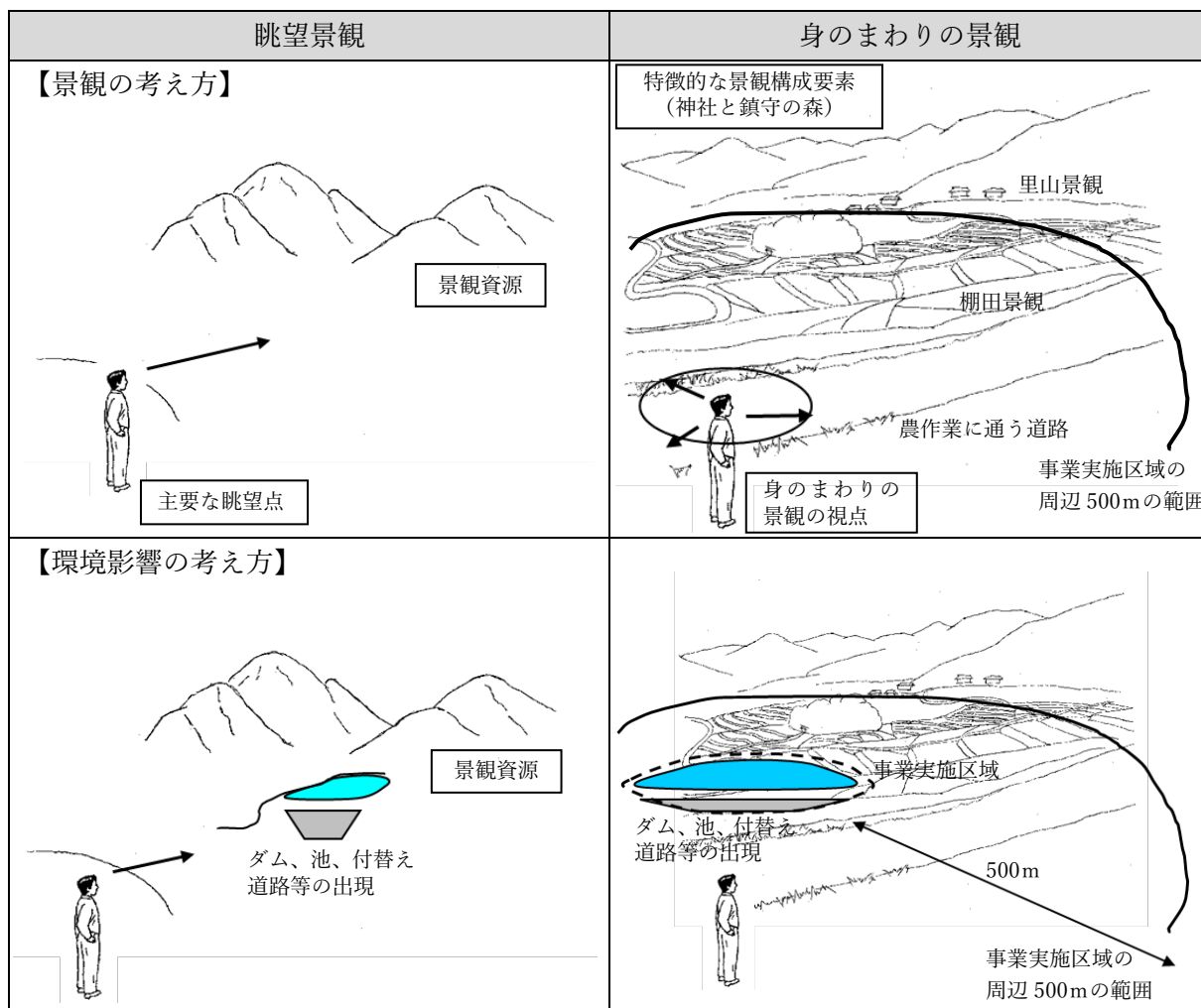


図 4.1.1 環境影響評価における景観の分類

2) 人と自然との触れ合い活動の場

大規模事業による環境影響評価を行う場合、野外レクリエーションを通じた人と自然との触れ合いの活動が一般的に行われる施設又は場、日常的な人と自然との触れ合いの活動が一般的に行われる施設又は場を「人と自然との触れ合いの活動の場」とし、不特定かつ多数の人が利用する施設又は場を「主要な人と自然との触れ合いの活動の場」として調査項目にしている。

FPV 設置に当たり調査するかどうかは、ため池の利用状況を踏まえ必要に応じて調査する。

【解説】

「不特定かつ多数の人が利用する」とは、絶対的な人数の指標を設定するものではなく、相対的な人数と地域の特性を考慮して設定する。

例えば、利用人数の少ない「野外レクリエーションを通じた人と自然との触れ合いの活動が一般的に行われる施設又は場」であっても、その地域にとって重要な施設又は場である場合には、「主要な人と自然との触れ合いの活動の場」となり、また、その地域の地元住民のみが利用する「日常的な人と自然との触れ合いの活動が一般的に行われる施設又は場」であっても、その地域の人々にとって重要な施設又は場である場合には、「主要な人と自然との触れ合いの活動の場」となる。

触れ合いの場について調査項目を表 4.9 に示す。

表 4.9 触れ合いの場の調査項目・要素

項目	対象とするもの	具体例
人と自然との触れ合いの活動の場	<ul style="list-style-type: none"> ・ 野外レクリエーションを通じた人と自然との触れ合いの活動が一般的に行われる施設又は場（キャンプ場等の公共施設等の野外レクリエーション地） ・ 日常的な人と自然との触れ合い活動が一般的に行われる施設又は場（里山、散歩の場、山菜取りの場、きのこ狩りの場、花見の場、子供の遊び場） 	<ul style="list-style-type: none"> ・ ガイドブックや観光パンフレットに掲載されているような登山道、トレッキングコース、ハイキングコース、サイクリングコース、散策路、自然探勝路、キャンプ場、バードウォッチングサイト、スターウォッチングサイト、親水公園、桜の名所、ホテルの里等であり、多くの場合、非日常的で観光的要素が強い。 ・ 地元住民がよく水遊びをする場、地元住民がよく山遊びをする場、鎮守の森、日々の散歩コース、伝統行事や祭りの場等であり、地元住民が積み重ねてきた地域の歴史や文化が包含されている。

項目	調査結果から得られる情報	予測項目
主要な人と自然との触れ合い活動の場	<ul style="list-style-type: none"> ・ 主要な人と自然との触れ合いの活動の場の分布、利用の状況及び利用環境の状況 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 改変の程度 ・ 利用性の変化（利用面積の減少による変化、アクセス性の変化） ・ 快適性の変化（近傍の風景の変化、騒音の程度、照度の変化、水質の変化、水位の変化）

3) 光害

1) 景観とも関連するが、太陽光発電特有の環境影響として、太陽光パネルからの反射光により、事業実施区域周辺の住民等に対する影響が生じることが想定される⁴。

太陽光パネルの傾斜角度が大きくない場合にあつては、影響の範囲が限定的であると考えられる一方で、太陽光パネルの傾斜角度が大きい場合は、影響の度合いが大きくなることが想定される。ため池へのFPV設置に当たっては、周辺の土地の利用状況と太陽光パネルの傾斜角度を踏まえたうえで必要に応じて調査を行う。

【解説】

太陽光発電事業特有の環境影響であり、大規模太陽光発電事業を対象とした環境影響評価法や条例に基づく環境影響評価において影響評価項目として選定される。

一般的にため池に設置される太陽光パネルの傾斜角度は小さく、周辺環境も宅地としての土地利用が少ないため反射の影響は低いと考えられるが、ため池周辺に住宅地等があり、太陽光パネルの傾斜角度や向きにより影響が懸念される場合は必要に応じて調査する。

引用文献

- 4 環境省「第3回 太陽光発電施設等に係る環境影響評価の基本的考え方に関する検討会」資料2-1 太陽光発電施設における環境影響評価項目選定の基本的考え方について
https://assess.env.go.jp/files/0_db/contents/4643_02/siryoku_2_1.pdf

(3) 地元意向の把握と合意形成

動植物や生態系への影響の懸念が、地域において FPV の導入を受け入れられない理由となり、結果として事業実施を見送ることになる場合がある。

FPV 設置については、ため池の利用者である農業者や地域住民から、水環境や生態系などへの影響を懸念する意見が施設管理者等へ寄せられる。このため、設置に当たってのリスク管理の観点からも、地域の意向を把握し、設置に当たっての合意形成を図ることが重要である。

FPV の設置予定場所、規模、構造等について説明を行い農業者や地域住民とコミュニケーションを図るとともに、地域に詳しい専門家や地域のコンサルタント等に地域の自然環境について聞き取りを行うことが望ましい。

また、設置に当たり事前に市町村や都道府県等へ届出し地域の実情や必要な事項の確認を行うことが重要である。

【お問合せ先】

本参考図書の内容については、下記までお問い合わせください。

農林水産省 農村振興局 農村政策部 鳥獣対策・農村環境課 農村環境対策室

〒100-8950 東京都千代田区霞が関 1-2-1

(電話) 03-3502-8111 (内線 5490)