

第4章 新技術の開発・導入促進に向けた検討

下水道の事業主体である地方公共団体は、近年、様々な技術的課題に直面している。これらに対応し得る新技術は、できるだけ早期に実施に導入され、全国に普及展開することが望ましいが、地方公共団体における新技術の導入は、容易ではないのが実情である。

令和元年度は新技術の開発・導入促進に関する内容として、国土交通本省が調査整理した B-DASH 実証技術 適用表を（１）、B-DASH 技術普及展開状況を（２）に示し、令和元年度のエネルギー分科会において調査した内容を（３）に示す。

（１） B-DASH 実証技術 適用表

これまでに技術導入ガイドライン（案）が発刊された B-DASH 技術について、全国の下水处理場への現有施設や規模に応じた適用性について示すものである。本適用表は、地域ブロックごとにとりまとめられ、国土交通本省のホームページにて公表している。

- 水処理施設の能力・機能向上（既設処理法や制御方法の変更）：散水ろ床法、接触酸化法、窒素・リン除去、ICT 活用制御
- 汚泥処理、エネルギー利用施設の新設・改築：メタン発酵、メタンガス生成／水素化、汚泥乾燥／炭化、焼却の高度化、下水熱
- 災害対策施設：雨水管理

下水道革新的技術実証事業ページ

http://www.mlit.go.jp/mizukokudo/sewerage/mizukokudo_sewerage_tk_000450.html

（２） B-DASH 技術普及展開状況

新技術の導入にあたっては、実績や安定性が求められるため、下水道事業者の導入検討の際には他の地方公共団体の導入事例が参考となる。B-DASH 技術を対象とし、国土交通省本省にて調査した普及展開状況を表 4-1, 4-2 に示す。なお、調査対象は、平成 30 年度末までに B-DASH 技術導入ガイドライン（案）が発刊された 26 技術である。

表 4-1 B-DASH 技術の普及展開状況その 1

採択年度	実証技術	要素技術	導入先自治体等	処理場名、処理区等	規模	導入年度	備考
H23	超高効率固液分離技術を用いたエネルギーマネジメントシステム	超高効率固液分離	秋田県	臨海処理センター	ろ過面積360m ²	-	建設中
			大船渡市	大船渡浄化センター	ろ過面積30m ²	R1	建設中
			小松市	小松浄化センター	ろ過面積72m ²	-	建設中
			大阪市	中浜処理場（東池）	ろ過面積480m ²	-	建設中
			大阪市	海老江処理場（3系）	ろ過面積265m ²	-	建設中
H23	神戸市東灘処理場 再生可能エネルギー生産・革新的技術（バイオガスを活用した効果的な再生可能エネルギー生産システム）	高機能銅板製消化槽	愛知県	矢作川浄化センター	5800m ² ×1槽	H28	
			埼玉県	元荒川水循環センター	5000m ² ×3槽	H30	
			熊本県	中部浄化センター	3200m ² ×1槽	-	建設中
			神戸市	西部処理場	300m ³ N/h×2基、円筒	H27	
		新型バイオガス精製装置	京都市	鳥羽水環境保全センター	600m ³ N/h×2基	H28	
			神戸市	玉津処理場	250m ³ N/h×1基、円筒	H29	
			高効率 ヒートポンプ	愛知県 矢作川浄化センター	加温能力330kW×1基	H28	
H24	管路内設置型熱回収技術を用いた下水熱利用技術実証事業	下水熱熱回収技術	仙台市	南小泉幹線（若林区）	φ1200×44.5m 26KW	H25	
			新潟市	白山幹線	□2400×1700mm×50.4m, 16.9KW（HP無し融雪）	H27	類似技術（管底設置型）
			新潟市	小須戸処理区分区幹線	φ800×54.3m 24.4KW	H27	類似技術（管底設置型）
			大津市（滋賀県）	大津市水再生センター	W2000×22m 10kW	H28	類似技術（管底設置型）
			豊田市（愛知県）	喜多町	φ1000×175m 45kw	H29	
			横浜市	旭区公園	φ1500 4.95kW	H30	類似技術（管底設置型）
H25	脱水・燃焼・発電を全体最適化した革新的下水汚泥エネルギー転換システム	低空気比省エネ燃焼技術	埼玉県	荒川水循環センター	200 t -WS/日	R3	
		高効率排熱発電技術	埼玉県	荒川水循環センター	200 t -WS/日	R3	
H25	管口カメラ点検と展開広角カメラ調査及びプロファイリング技術を用いた効率的管渠マネジメントシステム	管口カメラ点検と展開広角カメラ調査	向日市（京都府）	市内	管口カメラ2,800箇所展開広角カメラ未定	H25-H30	
			大阪狭山市	市内	管口カメラ1,300箇所展開広角カメラ10.0km	H26	
			豊田市（愛知県）	市内	管口カメラ625箇所展開広角カメラ3.3km	H27	
			高浜市（愛知県）	市内全域	管口カメラ 約17km展開広角カメラ 約5km	H27～H28	
H25	管口カメラ点検と展開広角カメラ調査及びプロファイリング技術を用いた効率的管渠マネジメントシステム	管口カメラ点検と展開広角カメラ調査	八王子市（東京都）	市内	管口カメラ6.0km 展開広角カメラ1.8km	H27	
					管口カメラ8.0km 展開広角カメラ2.4km	H28	
					管口カメラ19.8km展開広角カメラ5.0km	H29	
					管口カメラ30,591m展開広角カメラ4,740m	H30	
			大洲市（愛媛県）	市内	管口カメラ540箇所展開広角カメラ1.4km	H29	
			岡谷市（長野県）	市内	管口カメラ25.5km 展開広角カメラ12.8km	H29	
					管口カメラ16.1km 展開広角カメラ 3.2Km	H30	
			さいたま市（埼玉県）	市内	管口カメラ 1800基	H30	
			川越市（埼玉県）	市内	管口カメラ 720基	H30	
			行田市（埼玉県）	市内	管口カメラ 1596基	H30	
			新座市（埼玉県）	市内	管口カメラ 832基	H30	
			米原市（滋賀県）	市内	管口カメラ415基直側TVカメラ2,455m	H30	
H25	管口カメラ点検と展開広角カメラ調査及びプロファイリング技術を用いた効率的管渠マネジメントシステム	管口カメラ点検と展開広角カメラ調査	川西市（兵庫県）	市内	管口カメラ1,821基	H30	
			嘉島町（熊本県）	市内	管口カメラ 1550基	H30	
		変速類似手法 管口カメラのみまたは管口カメラ点検+直側カメラ調査	福山市（広島県）	福山市全域	管口カメラ228箇所直側TVカメラ6793m	H29	
			村田町（宮城県）	村田第一処理分区	管口カメラ109箇所直側TVカメラ2.1km	H27	
			瑞穂町（東京都）	市内	管口カメラ 600箇所	H27	
					管口カメラ 852箇所	H28	
			二本木、駒形富士山		管口カメラ 960箇所	H29	
					管口カメラ 172箇所	H28	
			富谷市（宮城県）	黒川処理区	管口カメラ 30箇所	H29	
			いわき市（福島県）	黒川処理区	管口カメラ2,855箇所直側TVカメラ5.5km	H28～H29	
			行方市（茨城県）	麻生、玉造処理区	管口カメラ 1,200箇所	H28	
			行方市（茨城県）	麻生、玉造処理区	管口カメラ 1,315箇所	H29	
			行方市（茨城県）	麻生、玉造処理区	TVカメラ（直視側視式） 1,900m	H30	

表 4-2 B-DASH 技術の普及展開状況その 2

採択年度	実証技術	要素技術	導入先自治体等	処理場名、処理区等	規模	導入年度	備考
H25	管口カメラ点検と展開広角カメラ調査及びプロファイリング技術を用いた効率的な管渠マネジメントシステム	変速類似手法 管口カメラのみまたは管口カメラ点検+直側カメラ調査	春日部市 (埼玉県)	長寿命化実施計画策定に伴う絞り込み	管口カメラ 216箇所	H28	
			柏市 (千葉県)	柏第4・1処理分区、柏第7処理分区 他 柏第2処理分区	管口カメラ2,051箇所 管口カメラ1,889箇所	H28 H29	
			高浜市 (愛知県)	市内全域	展開広角カメラ約12km	H28	
			西尾市 (愛知県)	市内全域	管口カメラ14,806箇所	H28～	
			広島市	市内	管口カメラ15,672箇所	H28～	
			清瀬市 (東京都)	市内	管口カメラ 1,088箇所	H29	
			刈谷市 (愛知県)	東刈谷処理分区、南部処理分区	管口カメラ3,282箇所	H29	
			天理市 (奈良県)	市内	管口カメラ1,315箇所	H29	
			白井市 (千葉県)	市内	管口カメラ230箇所	H30	
			茂原市 (千葉県)	市内	管口カメラ405箇所	H29	
			浦安市 (千葉県)	市内	管口カメラ1,200箇所 (調査延長44.5km)	H30	
H25	広角カメラ調査と衝撃弾性波検査法による効率的な管渠マネジメントシステムの実証事業	広角カメラ	奥州市		広角カメラ	H26	
			羽村市	羽村第6処理分区	広角カメラ10.5km	H26	
				羽村第3・5処理分区外	広角カメラ18.1km	H27	
				羽村2・3・4処理分区	広角カメラ21.2km	H28	
				羽村1・2・多摩川南岸処理分区	広角カメラ20.0km	H29	
H25	広角カメラ調査と衝撃弾性波検査法による効率的な管渠マネジメントシステムの実証事業	広角カメラ + 衝撃弾性波調査 または衝撃弾性波調査のみ	広島市	市内	広角カメラ3.2km	H28～	
			六ヶ所村 (青森県)	西部処理区	広角カメラ1.9km弾性波 1.9km	H26	
				西部処理区	広角カメラ2.0km弾性波 2.0km	H27	
				西部処理区	広角カメラ1.9km弾性波 1.9km	H28	
				西部処理区	広角カメラ1.9km弾性波 1.9km	H29	
			松本市 (長野県)	宮測処理区	広角カメラ2.7km弾性波 2.7km	H26	
				宮測処理区	広角カメラ0.1km弾性波 0.1km	H27	
H25	広角カメラ調査と衝撃弾性波検査法による効率的な管渠マネジメントシステムの実証事業	広角カメラ + 衝撃弾性波調査 または衝撃弾性波調査のみ	浜松市	西遠処理区、中部処理区	広角カメラ7.6km弾性波 7.6km	H26	
				西遠処理区、中部処理区、湖東処理区、館山寺処理区、細江処理区	広角カメラ6.3km弾性波 6.3km	H27	
			大仙市 (秋田県)	市内	広角カメラ0.7km弾性波 0.1km	H26	
			春日部市 (埼玉県)	春日部第3処理分区	広角カメラ0.5km弾性波 0.5km	H27	
				庄和第1-2処理分区	広角カメラ0.7km弾性波 0.4km	H28	
				庄和第1-2処理分区	広角カメラ0.4km弾性波 0.2km	H29	
			海老名市 (神奈川県)	20分区、34分区、37分区	広角カメラ1.7km弾性波 1.7km	H27	
			いわき市 (福島県)	東部処理区	広角カメラ2.6km弾性波 2.6km	H28	
			佐世保市 (長崎県)	立神処理分区	弾性波0.4km	H28～H29	
			大分市 (大分県)	市内	広角カメラ2.0km弾性波 2.0km	H28	
			滋賀県	高島北幹線	φ300×4km	H29	
H28	下水道圧送管路における硫酸腐食箇所の効率的な調査技術		京都府	木津川上流流域下水道相楽幹線	φ600×0.5km	H29	
			山梨県	松留中継ポンプ場～川合中継ポンプ場	φ400、500×3km	H30	
			秋田県	秋田湾・雄物川流域下水道 (大曲処理区・横手処理区)	3幹線	H30	
			秋田県	秋田湾・雄物川流域下水道 (臨海処理区)	7幹線	H30	
			沖縄県	西原処理区 佐敷幹線	φ300×2.6km	H30	
			石川県	加賀中継ポンプ場 ～大聖寺川浄化センター	φ500×4.6km	H30	
			佐賀市	佐賀処理区 厘下污水圧送幹	φ350×2.6km	H30	
			兵庫県	揖保川幹線、右岸第1幹線	φ300、350、450	H30	

(3) 令和元年度エネルギー分科会における主な検討内容

1) 背景

1-1) 背景

新下水道ビジョン加速戦略(平成29年8月)では、「概ね20年で下水道事業における電力消費量の半減」を目標として取り組むことが重要であると述べられている。図4-1に全国の下水处理場の年間消費電力量の規模別の合計を示す。大規模、中規模処理場がそれぞれ66%, 21%の電力消費量を占めるが、小規模処理場も13%の電力消費量を占めており、電力量半減のためには小規模処理場の省エネルギー化も必要となっている。

晴天時日最大処理水量が5,000 m³/d以下の小規模処理場の水処理方式は、1,221処理場のうち910処理場がオキシデーションディッチ(以下OD)法であるため(平成27年度版下水道統計)、OD法の処理場を対象として電力消費量について検討した。

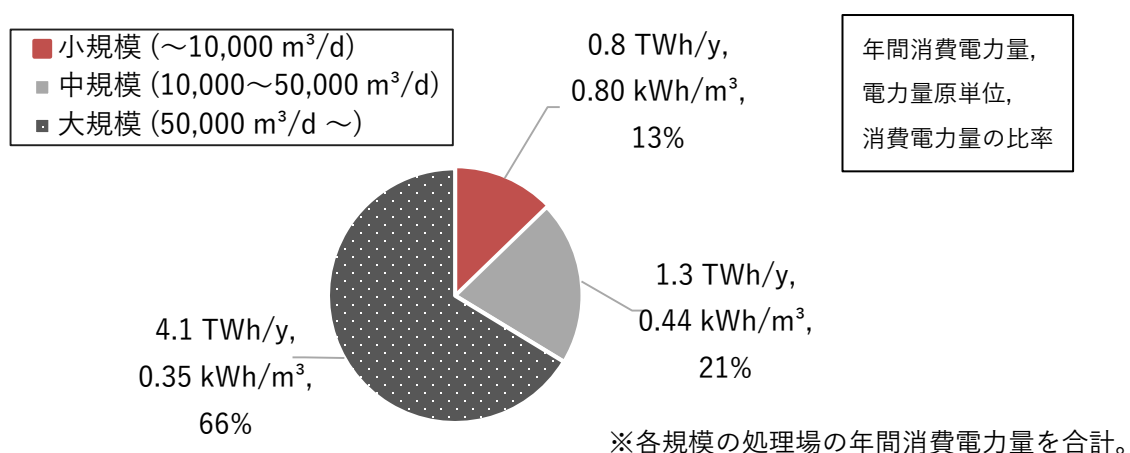


図4-1 全国の下水处理場の年間消費電力量（規模別、平成28年度版下水道統計を整理）

1-2) 下水道統計におけるOD法の電力消費量原単位の整理

図4-2にOD法の電力消費量の内訳の試算¹⁾と、平成28年度版下水道統計を整理した水処理における流入水量別の電力消費量原単位を示す。

図4-2(a)よりOD法では反応タンク設備(≡エアレーション装置)が電力消費量の50%以上を占めていた。電力消費量の大半はエアレーション装置の仕様や運転方法によって決まることが考えられるため、本検討では電力消費量のうち水処理に係る部分に着目した。

図4-2(b)より電力消費量原単位は、流入比率や、流入水量と概ね負の相関があるが、処理場毎の差異も大きく、同水量でも2倍以上の電力消費量原単位の差が生じている例もある。このことから流入比率や、流入水量以外の因子によって電力消費量を下げられる可能性があると考えられた。そのため電力消費量に影響を与える因子が何かを把握することを目的に、OD法の処理場を対象としたヒアリング調査を実施することとした。

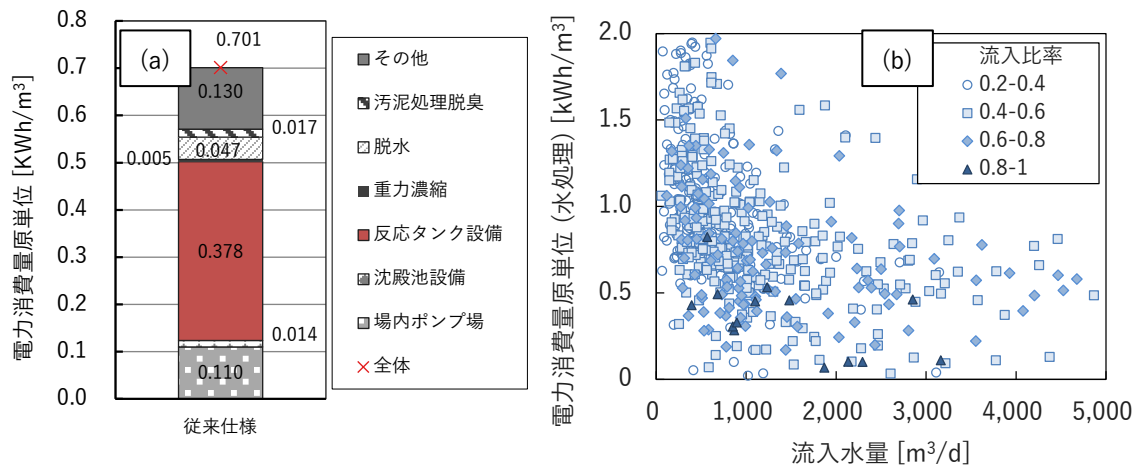


図 4-2 OD 法の電力消費量の内訳の試算値¹⁾（流入水量 5,000 m³/d 規模）と、流入水量別の電力消費量原単位（水処理）の比較（平成 28 年度版下水道統計）

2) OD 法の処理場に対するヒアリング調査概要

2-1) ヒアリング調査方法の概要

ヒアリング対象の選定にあたり、平成 28 年度版下水道統計を基に、電力消費量原単位、日平均流入水量（1,000 m³/d 以上）、反応槽の有効水深（2.5～3.6 m）、等によって絞り込みを行った。その後、エアレーション装置の種類や反応槽の形状、間欠運転の有無などを電話にてヒアリングし、電力消費量原単位とエアレーション装置の種類の観点から 9 箇所まで絞り込みを行った上で現地にてヒアリング調査を実施した。

2-2) ヒアリング対象の処理場

図 4-3 にヒアリング対象の処理場の電力消費量原単位を示す。電力消費量原単位はヒアリング時に入手した運転管理年報に基づいて算出した。これらのグラフより、A, E, F, H, I 処理場の電力消費量原単位は B, C, D, G に対して小さいことが読み取れる。

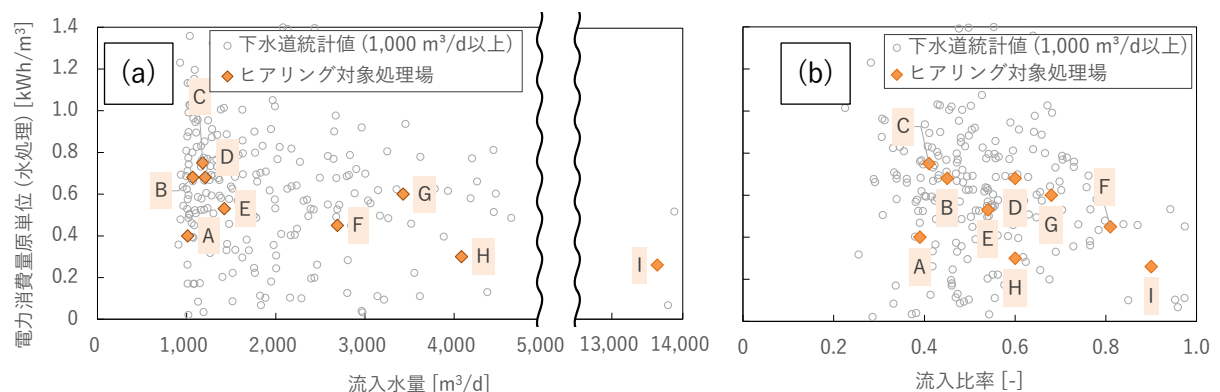


図 4-3 流入比率および流入水量と消費電力量原単位の比較

3) 地方公共団体、維持管理業者の体制のヒアリング

3-1) ヒアリング項目

地方公共団体、維持管理業者の体制について確認するため、処理場の管理体制、下水道事業に係る職員数、処理場管理の職員数や兼務の状況、また委託業者の運転員の要員数や年齢層、採用等について把握した。

3-2) ヒアリング結果と考察

表 4-3 に下水道事業に係る地方公共団体職員へのヒアリング結果を示す。

全体の職員数に対して処理場管理に係る職員は少なく、またそのほとんどが他業務との兼務であった。

地方公共団体側の処理場への関与について、処理場業務が全体の仕事の中でどの程度であると感じているか、地方公共団体職員から聞き取り調査・整理した結果を図 4-4 に示す。地方公共団体職員の処理場業務の比率は、10%未満が半分以上を占めていた。

表 4-3 下水道事業に係る地方公共団体職員

処理場	処理場の管理体制	下水道事業に係る職員数	処理場管理の職員数	下水道事業以外の兼務状況	兼務の内容	処理場管理の業務委託の発注方式	備考
A	委託	4	0	○	農集、浄化槽、料金なども兼務	仕様発注	何かあった場合は 4 名のうち対応できるもので対応
B	委託	3	3	○	浄化槽補助金等	仕様発注	3 名で分担して対応
C	委託	2	2	○	道路管理を兼務	仕様発注	-
D	委託	17	0	-	-	仕様発注	何かあった場合のみ、維持管理系の職員で対応
E	委託	17	-	-	-	仕様発注	-
F	委託	12	1	-	-	仕様発注	-
G	委託	6	1	○	水道事業を兼務	仕様発注	-
H	委託	11	1	-	-	仕様発注	-
I	委託	17	-	-	-	仕様発注	-

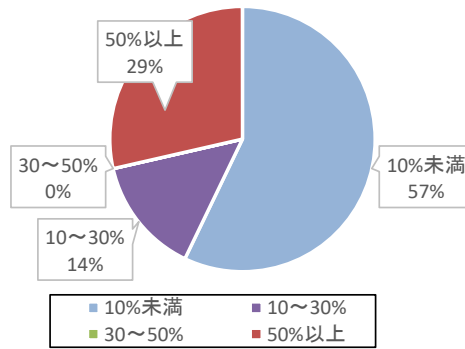


図 4-4 職員の全体業務に対する処理場業務の比率

次に、委託業者の運転員へのヒアリング結果を示す。

図 4-5 に処理場を管理している委託業者の運転員の平日 1 日当たり換算の要員数を示す。平日 1 日当たり要員数は、

(平日 1 日当たり要員数) = (1 処理場の委託業者の運転員数) × (1 週間当たりの勤務日数) / (5 日) にて算出した。要員数についてはヒアリング対象の 9 処理場の平均は 4.0 人であったが、1~2 人の処理場も存在し、処理場毎に異なることが分かった。図 4-6 に処理場管理委託の社員の年齢層を示す。ヒアリング対象の処理場では 40 歳代以上の運転員の割合が多く、処理場によっては 40 歳代以上の運転員しかないところもあった。委託業者運転員の採用についてヒアリングしたところ、募集をかけても応募がないという回答や若手はなかなか集まらないといった回答があった。そのため将来的には高齢化や採用困難による人手不足になる業者があると考えられる。

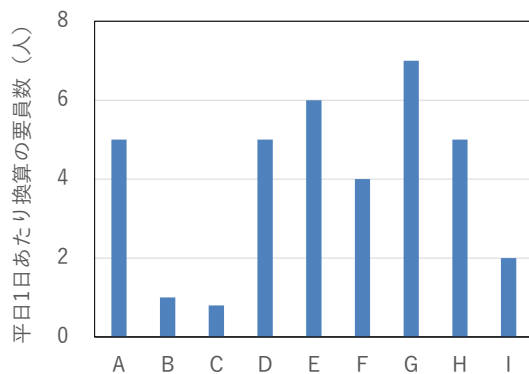


図 4-5 処理場を管理している委託業者運転員の
平日一日当たりの要員数

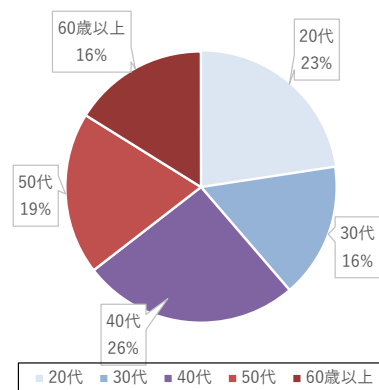


図 4-6 処理場管理委託の社員の年齢層

地方公共団体や受託業者運転員の支援体制について確認するために維持管理に関する指導の事例と受託業者の社内での相談体制等のヒアリング結果を表 4-4 に示す。今回のヒアリング対象とした地方公共団体の多くは都道府県や県公社等の他団体からの運転管理に関する指導や助言を受けたことが無く、受託業者は発注元の地方公共団体からの運転管理に関する指導や技術供与を受けた経験は特になかった。また、受託者の社内での指導・相談・連携体制については、運転方法についての簡易なマニュアルやトラブル集が社内でも共有されている例があり、運転の不具合などを社内で相談できる体制がある一方で、社内での指導・連携体制が無い業者があり、社内でのノウハウ共有等の技術力向上の機会が少ない場合があることが分かった。

表 4-4 維持管理に関する取組や指導の事例と受託業者の社内での相談体制等の有無

処理場	取組みや指導の事例		社内での指導・相談・連携体制の有無
	自治体側	受託者側	受託者側
A	・ 汚泥の減量化には、委託業者に取り組んでもらっている。	・ 指導を受けたことはない	・ 年 3 回本社で業務連絡会（勉強会）を実施しており、懸案事項などの共有を行っている。 ・ 不具合については、メールで連絡を取り合い解決する体制がある。 ・ 委託者では社内の OD 法の運転マニュアルがある。省エネに関する記載はあまりない。
B	・ 指導を受けたことはない	・ 指導を受けたことはない	・ 特に連携は行っていない
C	・ 指導を受けたことはない	・ 指導を受けたことはない	・ 特になし
D	・ 県の訓練、研修等に参加	・ 指導を受けたことはない。 ・ 施設管理業協会の研修会に参加したことはある。	・ 特に連携は行っていない
E	・ 指導を受けたことはない	・ 指導を受けたことはない。	・ 特に連携は行っていない
F	・ 指導を受けたことはない	・ 指導を受けたことはない	・ 運転方法についての情報共有、非常時の支援体制を構築 ・ 簡易な運転マニュアルは業者側で持っている。
G	・ 指導を受けたことはない	・ 昔は下水道事業団の勉強会などに出席していた。	・ 会社の中で勉強会や新人研修は実施している。 ・ 点検のマニュアルや安全作業マニュアルなどを保有している。
H	・ 指導を受けたことはない	・ 指導を受けたことはない	・ 必要に応じて支援を要請、年に 1 名委託会社にて人事異動 ・ 業者側社内ネットワークにトラブル集がありアクセスできる。
I	・ 指導を受けたことはない	・ 指導を受けたことはない。	・ 特に連携は行っていない

4) 運転状況のヒアリング

4-1) ヒアリング項目

運転時間等、電力消費量に影響を与える因子を検討するために、処理場の運転状況（エアレーション装置の高速運転、低速運転、停止時間等）、エアレーション装置の形式・定格電力・回転数等を確認し、さらに電力消費量と水質を確認するために運転管理年報・月報を入手した。この運転時間と曝気装置の定格出力および回転数を用いて、エアレーションによる電力消費量の試算を行った。さらにこの値と酸素移動効率を用いて、酸素供給量を試算した。また、下水道統計に記載の水質を用いて必要酸素量を試算し、酸素供給量との比較を行った。

4-2) ヒアリング結果と考察

ヒアリングにより得たエアレーション装置の運転時間から試算した酸素供給量合計と、下水道統計の水質から試算した必要酸素量とを比較すると、電力消費量が比較的多い処理場 B, C, D, G は試算された必要酸素量に対して酸素供給量が 1.75~2.5 倍多くなっていた。

より詳細に比較するために A, B, D 処理場を抜粋し、エアレーション装置の運転時間を比較した。A, B, D は流入水量がおよそ 1,000 m³/d の処理場で、流入水の生物化学的酸素要求量 (BOD) がおよそ 200 mg/L であった (図 4-7)。エアレーション時間について比較した結果を図 4-8 に示す。電力消費量の少ない処理場 A は主に酸素供給を目的とした高速運転時間が 9 時間程度となっているのに対して、処理場 B, D は高速運転時間が 12, 18 時間となっているため電力消費量が多くなっていると考えられる。エアレーション装置の運転時間を短縮することが可能であれば、処理場の電気使用量の低減が期待できると考えられる。

表 4-3 ではヒアリング対象の処理場の発注方式は仕様発注となっており、電力費削減にむけての受託業者側の工夫が期待しにくいと考えられることから、発注方式のあり方について今後検討が必要であると考えられる。

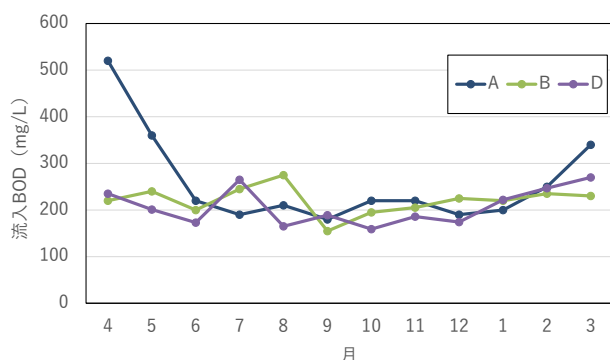


図 4-7 流入 BOD (平成 30 年度運転年報の記載値)

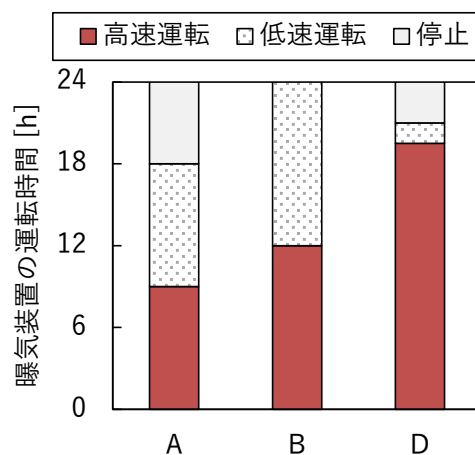


図 4-8 各処理場のエアレーション装置運転時間

5) 総括

OD 法の処理場について地方公共団体職員と維持管理業者運転員に対して、体制や運転管理方法についてヒアリング調査を実施し、次の結果が得られた。

- ・ エアレーション装置の運転時間を短縮することが可能であれば、処理場の電気使用量の低減が期待できると考えられる。
- ・ ヒアリング対象の自治体職員や維持管理業者は運転管理に関する指導を受けた経験が無く、技術力向上の機会が少ない。
- ・ 高齢化、採用困難等により、人材不足が懸念される。
- ・ 処理場管理の業務委託は仕様発注となっており、電力削減にむけての受託業者側の工夫が期待しにくい。

これらの課題に対して次の対策案が考えられる。

- ① 維持管理による対策案として、エアレーション装置の運転時間を短縮することが可能であれば、処理場の電気使用量の低減が期待できることから、運転管理情報等の共有を図ること
- ② 技術開発による対策案として、電気使用量の低減など、より適切な維持管理を行うための運転支援技術または自動運転システム技術等の開発。
- ③ 包括的民間委託等による受託業者側への電力費削減に向けての創意工夫の促進。

6) 参考文献

- 1) 橋本ら、第 56 回下水道研究発表会講演集 635-637 (2019)