

沖縄島嶼地域における貯留水品質管理に関する考察 —久米島における特性の異なった複数水域の比較—

埼玉大学 理工学研究科 正会員 ○古里 栄一
環境システム株式会社 鮎川 和泰
琉球大学 国際沖縄研究所(法文学部) 廣瀬 孝
岐阜大学 流域圏科学研究センター 正会員 原田 守啓

1.はじめに

ダム貯留水の品質に相当する貯水池水質の保全是水資源開発施設のストックマネジメントにおいて重要な要素である。本発表では、沖縄地方の固有性、現地調査の適性に加え、長期的な気候変動への適応策の観点から発表者らのチームが実施している沖縄県島嶼地方における現地調査結果について報告する。

沖縄地方は島嶼域であるため河川規模が小さく、貯水池の必要性が大きい。貯留水品質の観点からは、河川規模と貯水容量の関係から、相対的に滞留時間が長くなる傾向があるのが特徴である。更に、低緯度地方であることから水温が年間を通じて高いために、水温成層形成時の水質変化速度が速い傾向がある。同時に高水温は飽和 DO 濃度が低くなるため下層嫌気化が生じやすい。さらに、赤土に含まれる豊富な鉄成分も酸素消費のしやすさに繋がる。このような社会的および自然科学的地域固有性に加え、今後の地球規模の気候変動の可能性を考慮すると、現在の亜熱帯域の水域で生じている諸現象は、温帯域の貯留水品質管理についても重要な情報を提供をできるポテンシャルを有する。本発表で対象とする久米島には、琉球王朝時代から利用されているため池が多く存在する。現在でも複数の多目的ダムおよびかんがい貯水池事業が実施されており、貯留水の高度な品質管理が求められている。そのため、溶出鉄によるかんがい利用障害、放線菌によるカビ臭問題、富栄養化に伴う有害藍藻類の大量発生など複数の管理上の要求から様々な貯水池内対策施設がいくつかの貯水池に実施導入されている。これらの水域における対策効果を評価することは、上述した様々な課題に対して重要な情報を提供すると考えられる。本発表は、こうした観点から現在実施している沖縄県久米島における複数水域の貯留水品質管理の高度に関して実施している研究結果を報告するものである。

2.対象貯水池および貯留水品質管理施設の概要

表-1 に、本研究で対象とする沖縄県久米島の複数水域の諸元と気泡対策施設の概要を示す。カンジンダムは地下ダムであるにも関わらず貯水池を有するという、極めて珍しい特性を有する。本ダムでは、湛水直後に富栄養化現象としての藍藻類(*Microcystis*)によるアオコが冬季であるにも発生した。このことから、発表者の基本設計により気泡循環施設(4基)と間欠式揚水筒(1基)から構成される複合効果を期待した貯留水水質改善施設が導入された。その後は例年、5月上

表-1 対象水域および気泡循環対策等の概要^{*1}

項目	カンジンダム	儀間ダム	山城池	単位
諸元等				
湛水面積	0.18	0.09	0.022	km ²
常時満水位	25.7	57.6	77.76	EL. m
最大水深 ^{*2}	12.7	13	7.5	m
湖水容量 ^{*3}	151	57.5	14.2	万 m ³
対策施設				
基数	5	4	—	基
空気量 ^{*4}	160 (810)	60 (240)	—	NL/min
コンプレッサー	3.7(2基)	2.2(1基)	—	kW
吐出水深	約13m	約10m	—	m
施設規模(k値) ^{*5}	約282	約340	—	

*1,旧儀間池の改修後(儀間川総合開発事業)、儀間池に対して湛水面積は約2.5倍、水深は約2倍となった。ヤナガーイチ2号池は、有効貯水容量4.2万 m³、最大水深約3.5mである。

*2, 最大水深は、常時満水位と貯水池形状データにおける最深部標高から算定した

*3, 有効貯水容量

*4, ()内は、全基の総空気量 (NL/min.)

*5, $k = \sum \sqrt{Qb/A}$. Qb:吐出空気量(NL/min.), A:湛水面積(km²). カンジンダム貯水池においては、間欠式揚水筒を除いた4基で算定した。

旬から10月下旬までの半年間、全機が稼働している。ただし、稼働時間は、平成23年度までは午後9時から午後1時までの1日あたり16時間、平成24年度以降は午前9時から午後0時までの1日あたり3時間である。本要旨では平成22年度の1日16時間稼働条件でのデータを用いた。ヤンガーイチ2号池はカンジン貯水池の上流に位置し、ともに具志川地域のかんがい用水供給のために建設された。

儀間ダムは儀間川に存在した既設儀間池を改修し多目的ダムとして建設された。平成19年度より儀間川総合開発事業として工事が開始され、平成26年2月より試験湛水が開始され、平成28年春季より管理に以降した。本ダムでは、既設儀間池の頃から発生していたカビ臭現象を抑制するために、発表者の基本・実施設計において気泡循環施設による全層循環対策が実施されている。年間を通じた稼働により、底泥中の放線菌に由来するジオスミン濃度が低い状態で保たれていることが確認されている。

山城池は久米島仲里土地改良区が管理を沖縄県南部農林土木事務所より委託されており、平成18年度に県営ため池整備事業として堤体と洪水吐の整備が実施された。本池においては、水温成層形成時に発

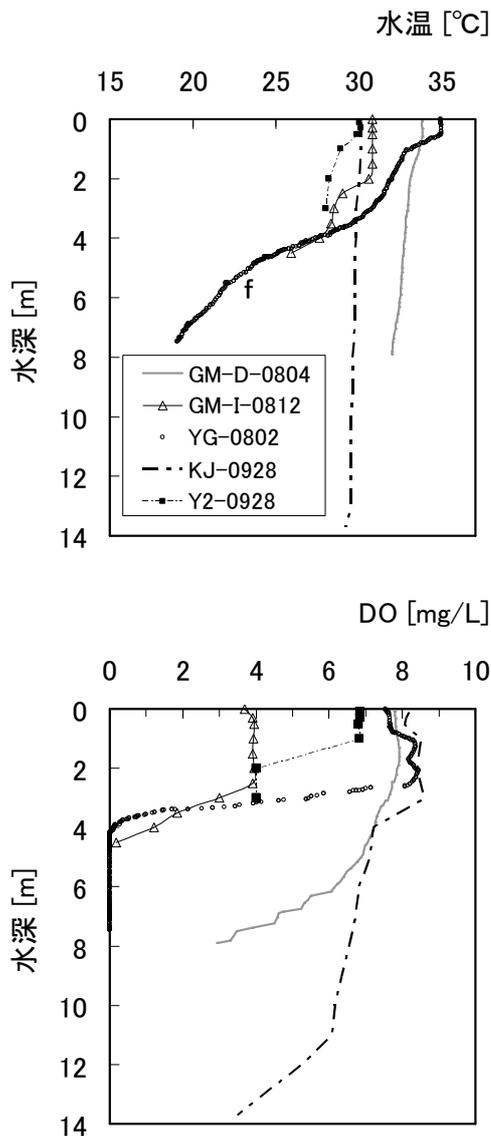


図-1 対象水域の水温(上)・DO(下)鉛直分布の比較(凡例記号は、対象水域の略称と調査月日を示している。記号の意味とそれぞれの調査年次は以下の通り、GM-D: 儀間ダム 2016年, GM-I: 儀間池 2005年, YG: 山城池 2016年, KJ: カンジン貯水池 2010年, Y2: ヤンガーイチ2号池, 図中で線のみは気泡循環対策導入水域, マーカーありは無対策を示し, 破線は具志川地区水域を示す。

生ずる下層嫌気化と底泥からの溶出防止を目的として、平成28年12月により、埼玉大学と久米島町との間で共同研究が実施されている。なお平成29年5月中旬から8月までの予定で、気泡循環対策による全層循環実験が行われる予定である。

3. 方法

本研究で対象とした5水域で、それぞれ異なった調査方法で得られたデータを解析した。カンジン貯水池およびヤンガーイチ2号池は、沖縄県南部農林土木事務所による現地調査結果を用いた。儀間池、儀間ダム貯水池および山城池は、埼玉大学や琉球大学等からなる、久米島PJ研究コンソーシアムにより実施された現地調査結果(HydroLab社製DS-5)を用いた。なお、各水域の調査年月日は図の脚注を参照されたい。

4. 結果

図-1に、各水域における現在の夏季の貯水池水理水質状況として、鉛直分布を示す。循環対策施設の導入されていない、山城池、儀間池およびヤンガーイチ2号池においては、水深数mの範囲で水温成層が形成されていることに加え、これより深部では急激にDO濃度が低下する傾向が顕著である。これは、別途研究で報告した、久米島地方においては夏季の水面からの混合外力による影響の到達水深が3m弱であることに由来すると考えられる。これらの、水域スケール全くの異なる3水域においてDO躍層の水深が同一であることは、日間成層にかかる混合外力は、フェッチに依存しない性質のものである可能性を示唆しており、スクールや朝方の冷却が主たる要素として考えられる。

これに対して気泡循環施設による全層循環の実施されているカンジン貯水池および儀間ダム貯水池においては、水深方向の均一な水温鉛直分布および深部までDOが嫌気化せずに分布している傾向が確認できる。これらの貯水池では、現在わが国で適用されている、藍藻類の異常増殖抑制のために必要とされる施設規模(k値)を満たす施設が導入される。これらのデータより、上述した地域性により成層化および下層の嫌気化が生じやすい亜熱帯地域においても、温帯域における施設規模の考え方が適用できる可能性を示唆する。とりわけ、カンジン貯水池と儀間ダム貯水池においては、k値理論に基づき小規模な吐出空気量の気泡循環施設が導入されているにも関わらずこうした効果が得られたことは、小規模水域におけるk値理論を用いた施設設計についても亜熱帯域も含めた日本全国への可能性があることを示唆している。

5. 課題

水資源開発施設における貯留水品質管理においては、従前の個別細分化された学術分野の分断知見ではなく、自然界で生じている事象を総合的に理解する必要がある。今後は、分子生物学的な手法による気泡循環に対する現地微生物群集の応答性の解析に加え、純水理的な観点から、気泡循環の強度に応じた気泡噴流外縁における周囲水の連行にかかる乱流測定等を行い、個別水域の特性に応じた、持続可能な貯留水品質管理を行うための学術基礎を構築する予定である。これらに基づき、再現性の高い工学的技術として、戦略的貯留水品質管理技術の確立を図る予定である。

謝辞

本研究の一部は、琉球大学国際沖縄研究所 共同利用・共同研究事業、河川財団河川基金助成事業、高橋産業経済研究財団研究助成、水資源機構総合技術センター受託研究により行われた。また、この研究の一部は、久米島町大田治雄町長と第1著者の研究協定に基づいて行われた。研究実施にあたっては、沖縄県の南部土木事務所、南部農林土木事務所、久米島町の水道課および仲里、具志川両土地改良区のご協力を得た。ここに記して謝意を示す。