

第 298 回雑誌会

(Aug. 24, 2018)

(1) ケミカル圧入法が適用された石油随伴水に対する効果的な凝集剤の検討および オマーンにおける連続処理試験

小島 啓輔, 田崎 雅晴, 岡村 和夫, Mark Sueyoshi, Rashid S. Al-maamari
石油学会論文誌, 57(6), 276-286 (2018).

レビュー：角 領将

原油生産時に発生する石油随伴水 (PW) は、産油国共通の廃棄物である。また、産油国の一つであるオマーンでは、石油増進回収技術として増粘剤を注入するケミカル圧入法が適用されている。ケミカル圧入法が適用された石油随伴水 (PFPW) は、従来の PW とは水質が異なるため、従来の処理条件では良好な処理が得られないことが考えられる。そこで本研究では、PFPW に効果的な凝集処理技術を確立することを目的とし、PFPW に対する 2 つの凝集剤 [ポリ塩化アルミニウム (PAC), 硫酸バンド (AS)] の凝集効果を検討した。PW, 増粘剤を混合した PW および PFPW-1 を対象に、各凝集剤の添加濃度を変化させ、凝集試験を行った。そして、濁度によって処理効果を比較した。次に、水道水または超純水に増粘剤、重油、 NaHCO_3 、および NaOH を様々な濃度で添加し、模擬 PFPW を作成し (19 条件)、上記と同様に凝集試験を行った。TOC 除去率、油分除去率、濁度、および目視によって、凝集効果に対する各因子 [増粘剤、油分、アルカリ度、全無機炭素 (IC)] の影響を評価した。また、オマーンのパイロットプラントにおいて、事前に現場の PFPW-2 に対する凝集剤の選択および最適添加濃度を検討後、実 PFPW の連続処理試験を行った。なお、ろ過処理での負担を軽減するために二次凝集処理を行った。

PW に対する凝集効果は、PAC が AS より効果的であったが、増粘剤を混合した PW および PFPW-1 では、PAC よりも AS の凝集効果が高くなった。模擬 PFPW を用いた凝集試験では、 NaHCO_3 と増粘剤の両者を添加した試料においてのみ、AS の方が PAC よりも凝集効果が高かった。また、増粘剤と NaOH を添加した試料では、PAC が AS よりも高い凝集効果を示した。このことから、随伴水に含まれる IC と増粘剤の共存によってのみ、AS が PAC より効果的に作用することが明らかとなった。これらの知見をもとに、実 PFPW の連続処理実験を実施した。現場の PFPW-2 に対しては、PAC よりも AS が高い凝集効果を示し、最適添加濃度は 700 mg/L であった。また、二次凝集処理に使用する最適添加濃度は 90 mg/L となった。パイロットプラントの連続処理試験では、AS の最適添加量下において、 COD_{Mn} や油分および濁度は 90%以上除去され、良好に処理できることが明らかとなった。これらのことから、事前の条件設定試験で適切な AS 添加濃度を検討することが重要である。

(2) ダム貯水池底層における嫌気層の形成と障害の発生

今本 博臣, 高玉 はるか, 太田志 津子, 古里 栄一
ダム工学, **25(2)**, 89-98 (2015).

レビュー：藤井 直人

ダム貯水池の底層が嫌気化すると、底泥から重金属の溶出や硫化水素の発生等が生じる。この抑制対策として、富栄養化したダム貯水池では、底層に酸素を供給する深層曝気設備を採用している。しかし、ダムの定期モニタリング調査によると、貧栄養のダム貯水池においても底層が通年嫌気化する事例がある。そこで本研究では、ダム貯水池における底層が嫌気化する条件、および嫌気化に伴う硫化水素臭障害の可能性について検討した。調査は、水資源機構の管理する水温躍層が形成されている 17 ダムを対象とした。調査項目は、DO、水温、および電気伝導度の 3 項目を表層から湖底まで鉛直方向に 1 m ピッチで測定した。また、貯水池総リン濃度は表層 0.5 m 水深、硫化水素臭は底層から 1 m 上層で測定した。調査対象のダムは、 $DO < 2 \text{ mg/L}$ を嫌気化の基準とし、通年嫌気化ダム（年間 9 カ月以上嫌気化）、夏から冬嫌気化ダム（年間 6~9 カ月嫌気化）、秋から冬嫌気化ダム（年間 1~3 カ月嫌気化）、および通年好気化ダム（年間 1 カ月未満嫌気化）の 4 つに分類した。富栄養化の程度、および湖底から洪水時に放流する設備（洪水吐）までの水深と底層嫌気化状態を比較することによって、ダム貯水池嫌気化の条件を検討した。次に、ダム貯水池において硫化水素臭障害が生じた事例と、各ダムの湖底から洪水吐までの水深を比較することによって、硫化水素臭障害の発生条件を検討した。

DO と水温の比較から、各ダムで発生した嫌気層の水深帯は、上層の水温から算出される密度よりも下層の水温から算出される密度の方が軽くなる現象（逆転水温層）の水深帯とおおむね一致した。この逆転水温層形成の原因は、地下水の湧出による可能性が高い。同様に、DO と電気伝導度の比較から、各ダムで発生した嫌気層の水深帯は、高電気伝導度層の水深帯とおおむね一致した。高電気伝導度層が形成される原因は、表層から沈降した藻類の溶出、底泥からの重金属の溶出、地下水の湧出などが要因として考えられる。また、ダム貯水池の総リン濃度が同程度であれば、底層は、湖底から洪水吐までの水深が深いほど、嫌気化状態になりやすいことが示唆された。硫化水素臭障害の発生事例を比較した結果、洪水吐までの水深が浅いダム貯水池では、底層の嫌気化によって発生した硫化水素が洪水時に放流されることで、硫化水素臭障害が発生しやすい可能性が示唆された。以上の結果から、貧栄養ダム貯水池においても底層嫌気化の実態を検討し、その対策方針を立案すべきである。

(3) 佐波川における底生動物量の空間分布予測モデルの構築

赤松 良久, 一松 晃弘, 乾 隆帝, 河野 誉仁

土木学会論文集 B1(水工学), **72(3)**, 78-87 (2016).

レビュー: 有働 祐也

国内外において、河川に生息する底生動物相や群集と環境条件の関係性が盛んに研究されており、底生動物は環境指標として有効であることが明らかとなっている。一方で、環境の変化に対する底生動物量の変化について定量的に検討した研究例は少ない。そこで本研究では、山口県の佐波川を対象として、流れ場の変化に応じた底生動物量の変動予測が可能なモデルを用いて、堰による取水が河川内の底生動物量に与える影響を明らかにすることを目的とした。調査は、底生動物量の季節変化を明らかにするための季節変動調査、ならびに底生動物と環境条件の関係性を明らかにするための空間分布調査を行った。季節変動調査は佐波川本流の4地点を対象に、1か月に1回程度の頻度で、2014年4月～2015年3月にかけて実施した(計11回)。調査項目は、底生動物量と、採取箇所の流速・水深である。空間分布調査は、2014年12月11日、12日、および19日に、佐波川本流の35地点において実施した。調査項目は、河床材料と底生動物、流速、水深である。生物量予測モデルの構築は、空間分布調査結果を対象とした。目的変数には各分類群の乾燥重量、説明変数には流速、水深、河口からの距離、64 mm以上の礫の平均中径、64 mm未満の河床材料に占める砂分率(%)を設定し、一般化線形モデル(GLM)を構築した。そして、取水による生物量への影響を見積もるために、流れ場の計算ソフトウェアであるiRICソフトウェアを用いて、取水が行われている場合と、行われていない場合の流れ場を算出し、そこに生物量予測モデルを外挿した。

季節変動調査によって、非増水期(10月～3月)に底生動物量が多いことが明らかになった。このことから、生物量空間分布予測モデルは、12月を対象として構築した。全35地点の合計値で見ると、重量比が大きい上位4分類群(ヒゲナガカワトビケラ科, シマトビケラ科, ヒラタドロムシ科, トンボ目)で全底生動物量の約90%を占めることが明らかになった。これら優占4分類群を解析対象として、それぞれの乾燥重量と物理環境との関連性を明らかにするためのモデルを構築した。その結果、各説明変数の係数が統計的有意($P < 0.1$)であり、4分類群全てでのモデル構築が可能であった。河川水理計算を用いた解析では、取水によって流量が約12%減少し、それによって底生動物量の約4%が減少することが予測された。これらの結果から、佐波川水系における堰による取水は、非増水期の底生動物量に負の影響を及ぼしているが、流量の減少率と比較すると、その影響は小さいことが示唆された。