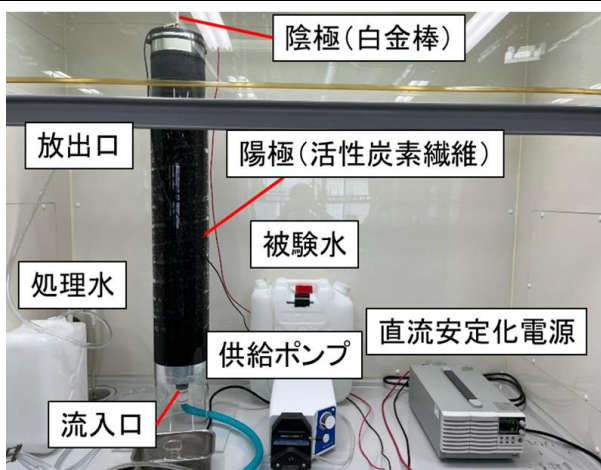
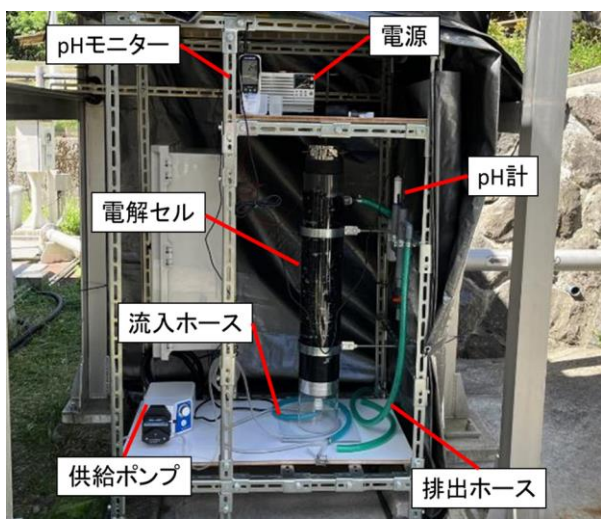


令和6年度 研究成果の概要(1/2)

研究テーマ:「電気化学的手法による酸性河川水の中和処理と水素回収」	
研究代表者 ・氏名(ふりがな):田中 恒夫(たなか つねお) ・所属、役職:前橋工科大学 工学部 教授	
研究期間:令和4年10月～令和7年3月	
研究参加メンバー(所属団体名のみ) 前橋工科大学、株式会社ヤマト	
研究の背景・目的 酸性河川水の中和処理では一般に、石灰などを用いた化学的手法が広く採用されている。その際、大量の中和生成物が発生する。加えて、貴重な鉱物資源を永久的に添加する必要がある。本研究では、石灰の使用量と中和生成物の発生量を抑制できる、酸性河川水の中和処理技術の研究開発を目的とした。ここでは、中和処理において電気化学的手法を適用することを提案し、その実用可能性について検討した。また、中和処理の際にセルより発生する水素の回収方法などについても検討した。	
研究内容(研究の方法・項目等) 1. 実験室におけるベンチスケール実験 電解セルをラボスケールからベンチスケールへと大型化し、そのセルを用いて電気化学的中和処理の特性について検討した。 大学の実験室で使用したベンチスケールの中和処理システムを図1に示す。アクリル製の反応容器の容量は、約12Lである。スケールアップ前(ラボスケールの反応容器)の体積は約0.5Lなので、23～24倍である。円筒形活性炭素繊維電極の大きさは、外径:14.6cm、内径:7.6cm、長さ:70cmで、体積は約8.6Lである(スケールアップ前の活性炭素繊維電極の体積は0.4L)。スケールアップに伴い、供給ポンプと直流安定化電源も大型化した。円筒形活性炭素繊維電極とリード線の接続は、ステンレス製の結束バンドを用いて行った。 実験は、谷沢川と湯川の酸性河川水を用いて行った。これまでの実験と同様に、通電時間:120分、滞留時間:60～180分とした。電流は、セルをスケールアップしたことを考慮して1～10Aとした。 2. 現地におけるベンチスケール実験 実験室でベンチスケールセルを用いて通電実験を行い、中和効率などを確認した後、草津町にある品木ダム水質管理所において実験を行った。 現地の実験で使用した中和処理システムを図2に示す。電解セル、供給ポンプおよび直流安定化電源は図1に示した装置と同じである。pHの測定は、ロガー機能付のpH計を用いて、2分間隔で自動測定した。被検水は湯川酸性河川水で、ポンプを用いて湯川から直接取水した。 通電実験は、室内実験の結果を参考にして、電流:8A、滞留時間:120分の条件で開始した。その後、滞留時間については、60分、45分、30分と徐々に減少させて実験を行った。現地実験では、流入水、処理水、濃縮液について、pHに加えてイオン濃度なども測定した。	 図1 実験室で使用した中和処理システム  図2 現地で使用した中和処理システム

令和6年度 研究成果の概要(2/2)

研究成果の概要

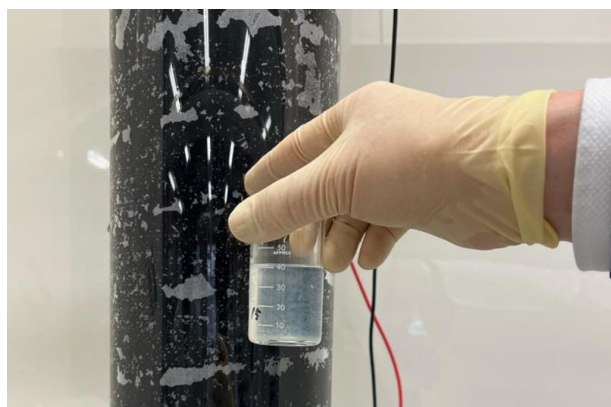


図3 処理水のサンプリング

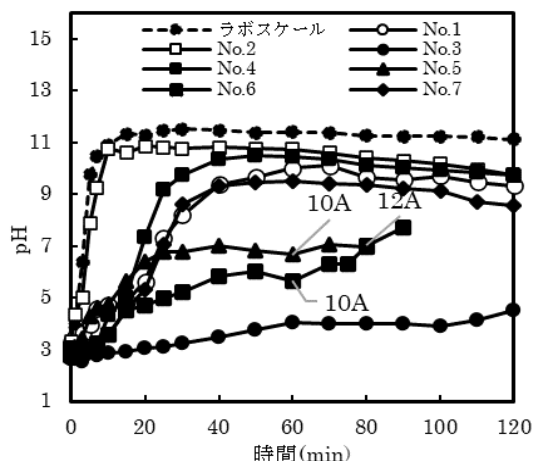


図4 通電実験の結果(実験室)

1. 実験室におけるベンチスケール実験

実験室においてベンチスケールセルを用いて実験を行い、その中和処理特性についてラボスケールセルのそれと比較して検討を行った。

まず、処理水のサンプリングの様子を図3に示す。セルのスケールアップにより、短時間で一定量の処理水をサンプリングできるようになった。また、処理水は若干白濁し、浮遊性物質の存在が確認できた。これは、酸性河川水に溶解していた金属イオンなどが不溶化したためと考えられる。

通電実験の結果を図4に示す。電流: 3A、HRT: 60 分の条件において、120 分の通電では pH は 4 付近に止まった。これは、湯川酸性河川水の pH は低く、アニオン濃度が高いためと考えられる。その後、電流: 9A の条件で pH は上昇したが、電極接続部分(活性炭素繊維とステンレス板)が 60℃付近になり破損した。次に、電流: 8A、HRT: 180 分で実験を行ったところ、ピーク時の pH: 10.5、平均 pH: 10.1 となり、電気化学的手法により湯川河川水も中和できることがわかった。イオン種の移動による pH 上昇のため、電流より滞留時間の方が pH に与える影響は大きいと考えられる。接続部分の改良の後(図5)、電流: 8A、HRT: 60 分で通電を行ったところ、pH: 6 付近までの上昇で、電極温度は 50℃付近で発熱は抑制できた。さらに、電流: 10 A、HRT: 120 分の条件で、ピーク時の pH: 9.49、平均 pH: 9.13 となり、電極の破損も起きなかった。上記の結果に基づいて条件を設定し、現場において通電実験を行った。

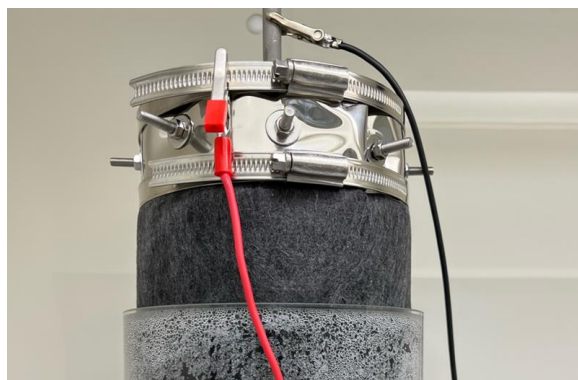


図5 接続部の改良

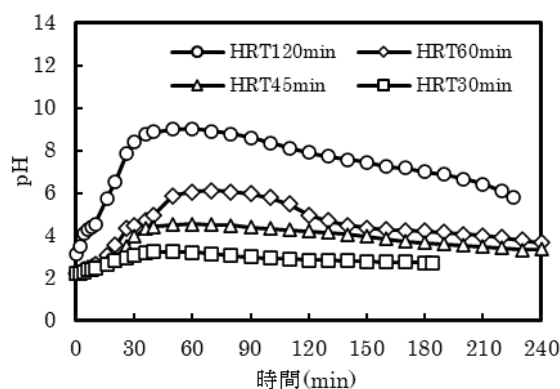


図6 通電実験の結果(現地)

2. 現地におけるベンチスケール実験

現地における実験の結果を図6に示す。HRT: 120 分で、ピーク時の pH: 9.03、平均 pH: 8.85 となり、実際の湯川酸性河川水を中和できることがわかった。HRT: 60 分で、ピーク時の pH: 6.13、平均 pH: 5.79 となった。HRT: 45 分と 30 分では、それぞれ平均 pH: 4.50、3.15 となった。中性には至らないが、pH を 1 上げるだけでも石灰投入法と組み合わせることで、石灰使用量を削減できる可能性があると考えられる。

本研究では、セルをラボスケールからベンチスケールへと大型化して通電実験を行った。室内実験および現場実験より、ベンチスケールセルを用いた場合においても湯川酸性河川水を中和処理できることがわかった。