



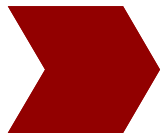
早稲田大学
WASEDA university

MnO₂を用いた高Mn負荷坑廃水における Mn, Zn, Cd除去定量モデルの検討

田嶋 翔太¹, 淵田 茂司², 所 千晴²

¹早稲田大学大学院 創造理工学研究科 地球・環境資源理工学専攻

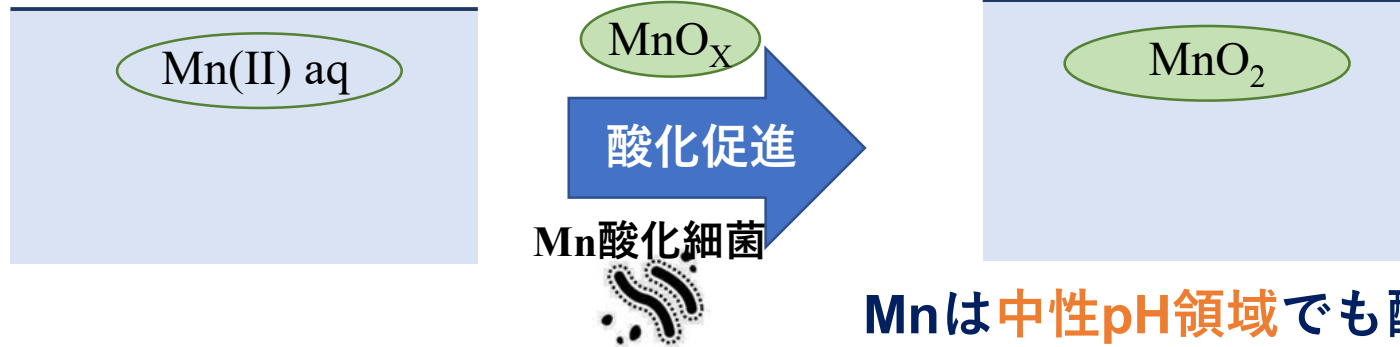
²早稲田大学理工学術院



研究目的

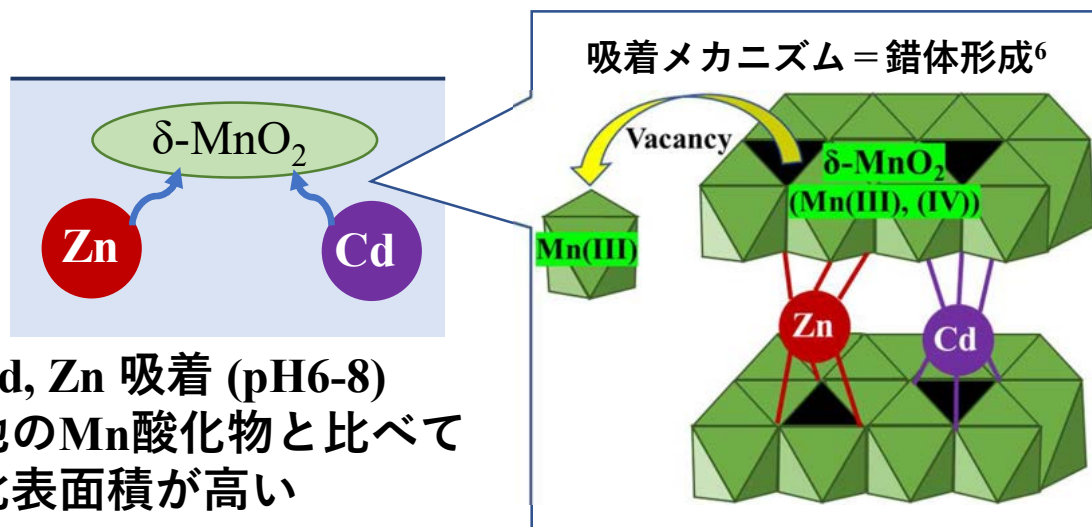


◆ MnO₂への酸化プロセス



Mnは中性pH領域でも酸化沈殿

◆ Cd, ZnのMnO₂への吸着プロセス



Ex) A 鉱山
上記Mn酸化プロセスによる
MnO₂生成によりCdの吸着
除去 (pH6-8)

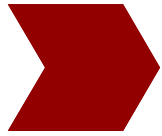
- ✓ Cd, Zn 吸着 (pH6-8)
- ✓ 他のMn酸化物と比べて
比表面積が高い

➡ Cd, Znに対して高い
吸着親和性

目的

(Tebo et al., 2005; Liang et al., 2016; Suresh Kumar Dash, 2017; Huawei Wang et al., 2018; ; K. Suzuki et al., 2020.)

MnO₂による Cd, Zn除去量予測モデル作成 + 共沈機構解明 → 廃水処理への応用



坑廃水処理への応用



➤ MnO_2 表面錯体によるZn, Cd除去を考慮した酸性坑廃水処理をシミュレーション

B鉱山の原水(pH4.6)の溶液組成 [$mg\ dm^{-3}$] (赤字は一律排水基準値を超えている項目)

Na	Al	SO_4	Cl	K	Ca	Mn	Cu	Zn	Cd	Pb
16.5	2.11	892	29.6	2.45	10.8	36.4	0.985	22.6	0.0734	0.316

→この坑廃水に $MnO_2 = 6.5 - 65\ mmol$ ($MnO_2/Zn = 19-190$, $MnO_2/Cd = 10-100$)を添加した処理を想定

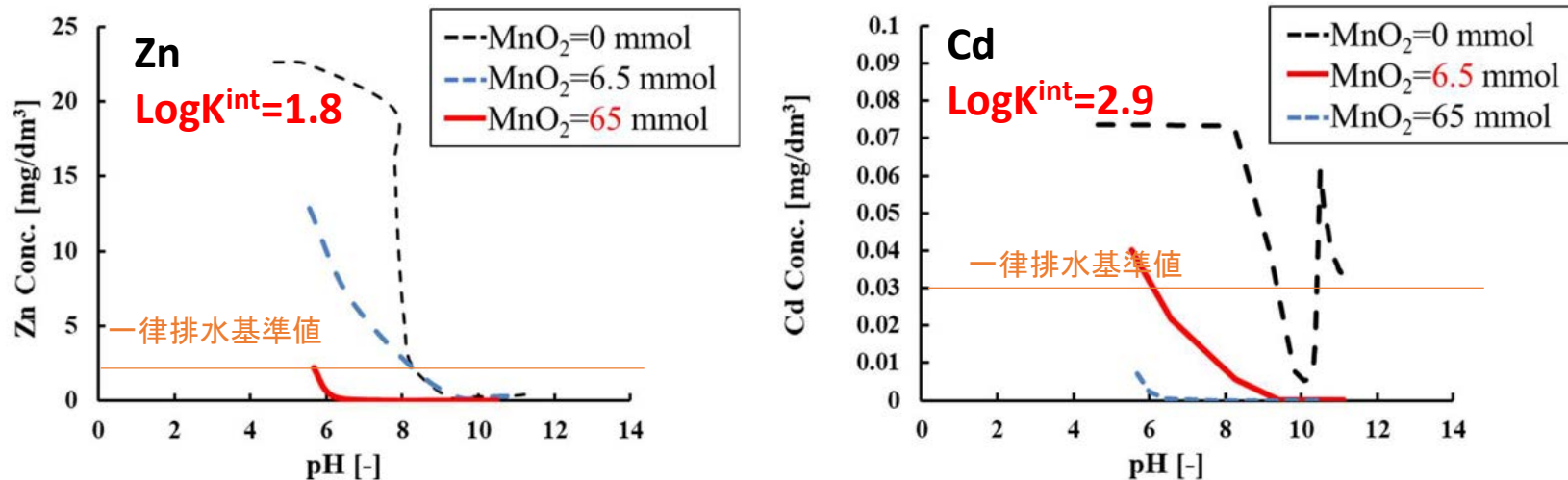
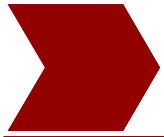


Fig.2. Calculated results for Cd, Zn removal by neutralization

MnO_2 添加による中性領域でのZn, Cd吸着除去には $MnO_2/Cd > 10$, $MnO_2/Zn > 190$ が目安
→吸着除去のみではなく共沈作用との組み合わせでより効果的に除去できないか検討

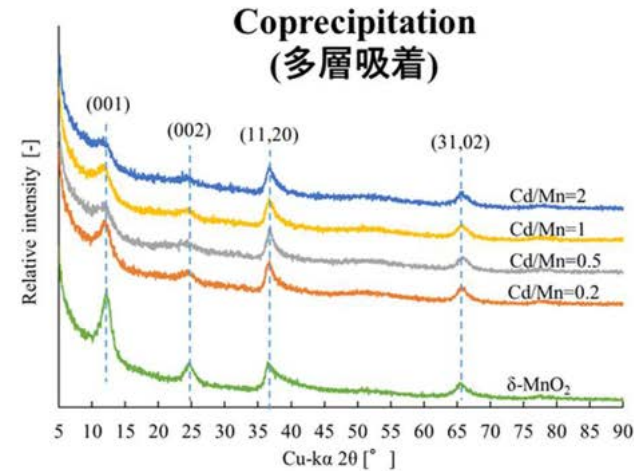
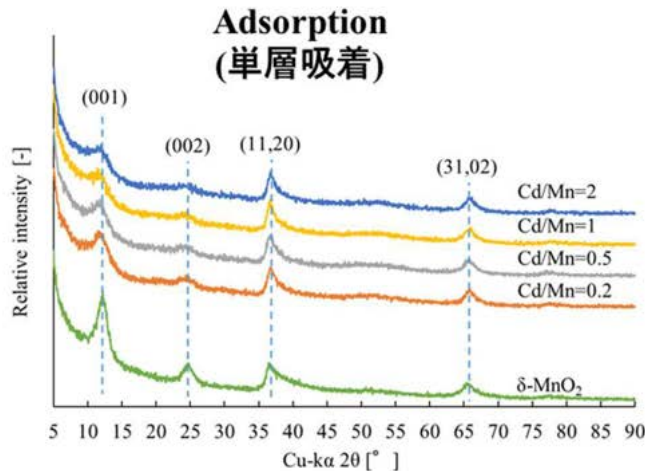


Cd, ZnとMnO₂との吸着・共沈機構

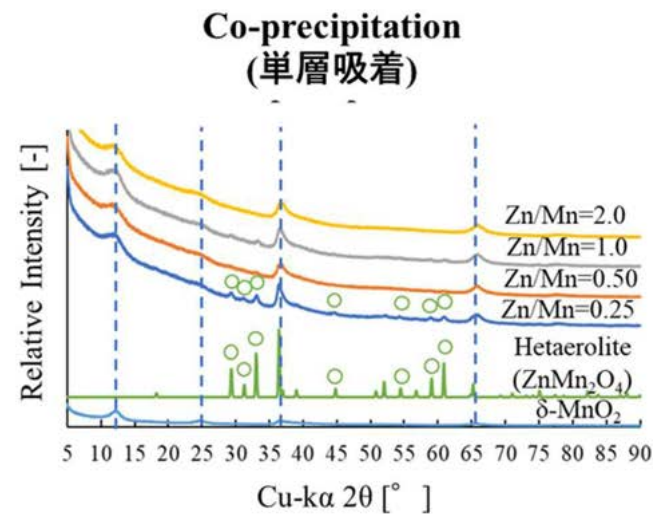
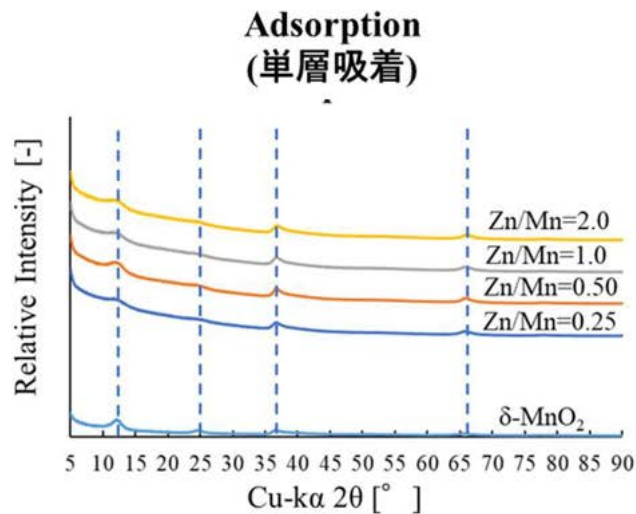


早稲田大学
WASEDA university

Cd: 吸着時は(001), (002)面層間で錯体形成し共沈時は層間への取り込み量増



Zn: 吸着時は(001), (002)面層間で錯体形成し共沈時はHetaerolite(ZnMn(III)₂O₄)生成

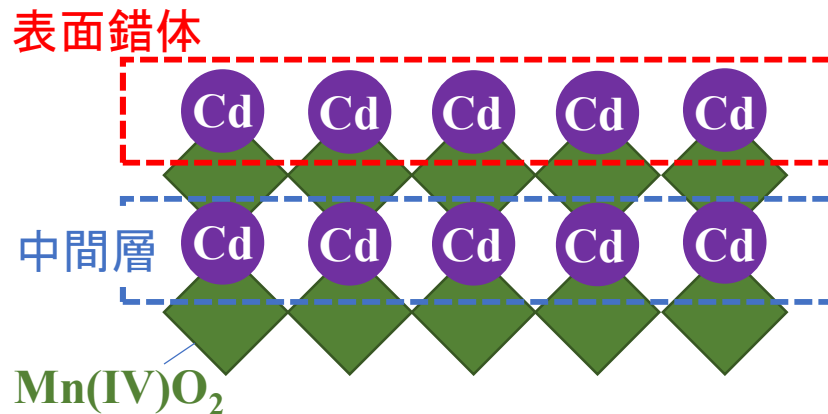


まとめ

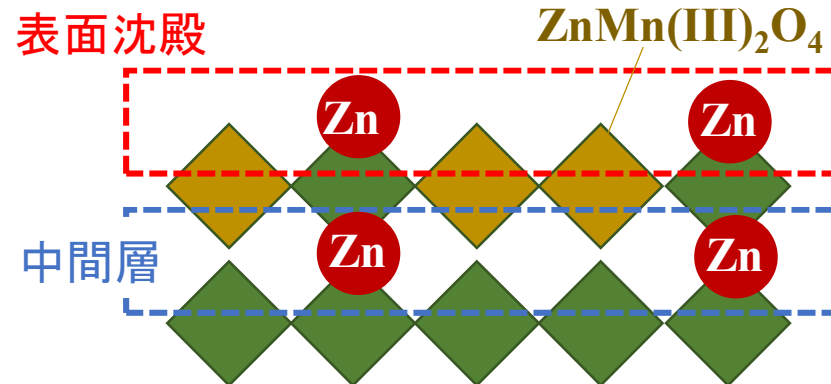


- ✓ 吸着試験から, MnO_2 の層間で錯体形成するという既報と同様の除去機構が確認
- ✓ MnO_2 に対するCdの共沈機構とZnの共沈機構は異なることが示唆された

Cd : 中間層への取り込みが増加
→ 多層吸着



Zn : Hetaerolite生成によりZn除去量は増加
→ $\text{Mn(IV)} \rightarrow \text{Mn(III)}$ により単層吸着に留まる



坑廃水中のZnやCd除去に関してCdやZnの含有量の10~200倍の MnO_2 を添加することで中性pH領域でもZn, Cdは処理可能
特にMn濃度が高い坑廃水はMn酸化細菌の活用や酸化剤添加による処理により, より効率的にCdとZnの同時除去が達成される可能性