HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	Hydrolysis of Polyaluminum Chloride and its Effect on Coagulation Performance : Role of Inorganic Ions [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review]
Author(s)	CHEN, Yize
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(工学)
Dissertation Number	甲第15378号
Issue Date	2023-03-23
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/89618
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
Type	doctoral thesis
File Information	CHEN_Yize_review.pdf, 審査の要旨

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

学位論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称　博士 (工学)　氏名　CHEN Yize

審査担当者　主　査　教　授　松井 佳彦
副　査　教　授　木村 克輝
副　査　教　授　佐藤 努

学位論文題名

Hydrolysis of Polyaluminum Chloride and its Effect on Coagulation Performance: Role of Inorganic Ions

(ポリ塩化アルミニウムの加水分解とその凝集性能に及ぼす影響: 無機イオンの役割)

ポリ塩化アルミニウム (polyaluminum chloride, PACl) は高い荷電中和能力により広く上水処理用の凝集剤として使われている. 今日, 様々なタイプの PACl が製造され, 世界中で広く使用されているが, 適切な PAC の選択は依然として現地試験に依存している. 例えば, 同一の PACl であっても処理対象の原水によって性能が異なることは広く認識されているが, その原因は不明であった, このような中で, 本論文では PACl による凝集処理では PACl の加水分解性と無機イオンの影響が大きいことを世界で初めて明らかにしている.

論文の第 1 章では研究背景と目的について論じている.

第 2 章では, 優れた吸着剤であるが漏洩リスクが課題の超微粉末の活性炭粒子 (微粉炭) を除去対象として, 世界で最も広く普及している凝集・フロック形成・沈殿・砂ろ過 (CSF) 処理方式において PACl を用いたときの微粉炭粒子の除去性能の比較を行っている. 検討対象の 2 種類の PACl はともに高性能が期待される高塩基度の PACl であり, フェロン測定とコロイド荷電量の両面で評価はほぼ同じであったが, 凝集性能は全く異なっていた.Al(OH)3 溶解法で製造した HB-PACl は大きなフロック粒子を形成し, ろ液中に残存する微粉炭粒子は非常に少なかったが,AlCl3 滴定法で製造した HB-PACl-t は大きなフロック粒子を形成しなかった. 従来の PACl の評価指標ではこの違いは説明されないが, 本研究ではまず,PACl-t の加水分解速度が HB-PACl より格段に遅く, このことが低性能の原因であることを明らかにしている. 次に, 上記 2 つの PACl に加えて, 通常塩基度の PACl(NB-PACl,Al(OH)3 溶解法で製造) も評価対象とし, さらに比較検討を行い, 硫酸イオン濃度が低い原水の場合には,HB-PACl は NB-PACl よりも劣り,HB-PACl がフロック形成に有効に作用するためには原水中に一定濃度以上の硫酸イオンが必要なことを明らかにした. さらに HB-PACl-t では原水に非常に高い硫酸イオン濃度が必要であることなどから, 高塩基度の HB-PACl, 特に HB-PACl-t に含まれるアルミニウム種は加水分解しにくく, 原水中の硫酸イオンが加水分解速度を速め, その結果フロック形成を促進させるが, 一方では,NB-PACl は硫酸イオンがなくても加水分解されやすいことを明らかにしている.

第 3 章では, 様々な原水を用いて pH と PACl の種類と投与量を変えた実験を行い, フロック形成速度と濁度成分の除去性を検討し, フロック形成速度はアルミニウム加水分解速度と強い相関があることを示し,PACl の加水分解速度が大きなフロック粒子の形成など適切な凝集を行うための重要な特性であることを示している.

第 4 章では, 硫酸イオンのみならず, 自然水に一般的に含まれる他の無機イオンが PACl の加水分解と凝集性能に及ぼす影響とそのメカニズムについて検討し, 自然水中の一般的なイオンの中で, 硫酸イオンは 2 価陰イオンであることとその四面体構造から PACl を加水分解する能力が高いことを類似構造のイオンの実験結果から議論している. 重炭酸イオンと天然有機物 (NOM) も PACl の加水分解に寄与するが, 塩化物イオンと硝酸イオンおよび陽イオンは PACl の加水分解にほとんど影響せず,HB-PACl と NB-PACl の加水分解に対する硫酸イオンの効果は同程度であるが,HB-PACl は NB-PACl よりも重炭酸イオンで加水分解しにくいことから, 通常のアルカリ度の原水中では重炭酸イオンが HB-PACl の加水分解にほとんど寄与せず, このため HB-PACl による十分な凝集には一定濃度の硫酸イオンが必要であることを明らかにしている. このように本論文では, 陰イオンは PACl の加水分解, 延いては凝集能に大きな影響を与えるが, どのアニオンが最も影響を与えるかは PACl 中の重合アルミニウム成分によって異なることを考察している. また,PACl の加水分解と凝集性に影響を与える硫酸イオンと重炭酸イオン,NOM の効果には相加性があり, 総合的な効果は換算硫酸イオン当量濃度によって説明されることも示している.

第 5 章では, 本研究で得られた知見をまとめ, 結論としている.

以上, 本論文は,PACl の性質としてその加水分解性を新たに提案し, フロック形成能に密接に関連していること, さらに原水の硫酸イオンが加水分解性に大きな影響を及ぼしていることを明らかにし, 加水分解性に及ぼす無機陰イオンの効果を定量評価している. これらの成果は水処理工学と環境技術に対して貢献するところが大きい. よって著者は, 北海道大学博士 (工学) の学位を授与される資格あるものと認める.