

審査の結果の要旨

論文提出者氏名 クア テュイ ティテユ

本論文は、「粉末活性炭添加型精密膜処理における粉末活性炭の酸・アルカリ処理による吸着と膜ファウリングへの影響」(Effects of Acid/Base Treatment of Powdered Activated Carbon on Adsorption and Membrane Fouling in PAC-Microfiltration System (PAC-MF))と題し、浄水処理における高濃度粉末活性炭添加型の膜ろ過プロセスについて、特に粉末活性炭の表面化学修飾による有機物及び金属の吸着能力の変化と、活性炭ケーキ層によるろ過抵抗の変化について研究したものである。本論文は8章で構成されている。

第1章は、本研究の背景と目的について述べたものであり、パイロットプラント実験により、粉末活性炭(PAC)による膜表面上のケーキ層の形成により、膜ろ過が困難となる問題を指摘するとともに、活性炭の表面性状を改変することにより、この問題を回避できる可能性を指摘した。

第2章は、文献調査であり、高度浄水処理の除去対象となる天然有機物について、これまでの研究をまとめるとともに、天然有機物の構造について詳細に述べている。また、活性炭吸着、活性炭の化学修飾法、及び活性炭と膜ろ過とを組み合わせた浄水プロセスについて、既存の文献についてまとめたものである。

第3章は実験方法であり、本研究で用いられた粉末活性炭および、その化学修飾方法について詳しく述べている。さらに、活性炭の表面化学性状の分析方法として、FT-IRや荷電量の測定方法について述べるとともに、回分式膜ろ過実験における活性炭ケーキ層のろ過抵抗の測定方法などについて述べている。

第4章は、酸・アルカリ処理後の活性炭の表面化学性状の変化について、水洗浄した粉末活性炭と比較しつつ、実験の結果を述べている。酸洗浄した粉末活性炭は表面の酸性官能基が増大し、等電点が酸性側にシフトしたのに対して、アルカリ洗浄した活性炭では酸性官能基が減少し、等電点がアルカリ側にシフトした。

第5章は、酸・アルカリ処理した活性炭を用いて、多摩川河川水中の天然有機物および多価金属の吸着について調べた結果について述べている。その結果、アルカリ処理した活性炭は有機物の吸着能力がわずかに上昇したのに対して、酸処理した活性炭では有機物の吸着能力が減少した。一方、金属の吸着能力については、酸処理した活性炭が大きく増大したのに対して、アルカリ処理した活性炭による吸着量の増加はわずかであった。また、吸着前後のFT-IRデータから、活性炭への有機物及び金属の吸着によって、活性炭の官能基に大きな変化が見られることが示された。

第6章では、多摩川河川水を模擬した人工原水を、フミン酸試薬と主要金属を用いて調製し、酸・アルカリ処理した活性炭によって吸着を行った。その結果、活性炭への金属イオンの吸着はフミン酸の添加によって増大し、また、活性炭へのフミン酸の吸着も金属イオンの添加によって増大した。活性炭ケーキろ過抵抗に関しては、酸処理した活性炭はフミン酸吸着後のろ過抵抗が大きく増大したのに対して、水洗い及びアルカリ処理した活性炭は金属吸着後のろ過抵抗の増大が著しかった。これら全ての活性炭について、金属とフミン酸の両方を吸着した場合、単独のフミン酸或いは金属を吸着した場合よりも減少した。

第7章では、金属イオンをカルシウムのみとし、フミン酸との共存条件での膜ろ過抵抗を調べている。これは、活性炭吸着によりフミン酸や金属イオンが除去された場合、どの程度フミン酸と金属イオンによる膜ろ過抵抗が減少するかを調べるための調査であり、この実験では活性炭は用いられていない。研究の結果から、フミン酸とカルシウムによる膜ろ過抵抗は、膜に付着した絶対量のほかに、フミン酸とカルシウムの相対的な付着量に依存し、膜ろ過抵抗を最大とする付着割合が存在することが明らかとなった。

第8章は結論であり、本研究で得られた主な結論についてまとめている。

以上のように本論文は浄水処理における高濃度粉末活性炭添加型の膜ろ過プロセスについて、特に粉末活性炭の表面化学修飾による有機物及び金属の吸着能力の変化と、活性炭ケーキ層によるろ過抵抗の変化について新しい解析方法を適用し、これまで知られていなかった特性を明らかにした。

よって、本論文は博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。