

農業集落排水施設における流入特性と生物膜法による浄化特性に関する研究

農業集落排水施設は、平成10（1998）年度には4, 151処理区において施設の整備が進められており、維持管理の容易性等から嫌気ろ床と接触ばっ気法を組み合わせた処理方式（嫌気ろ床接触ばっ気方式）が広く採用されている。

本研究は、農業集落排水施設における流入負荷の特質と設計諸元の考え方を整理するとともに、嫌気ろ床接触ばっ気方式の施設に関する処理性能の現状と影響要因の把握を通じて、生物膜法に固有の浄化機構を解明し、効率的な污水处理プロセスの開発、維持管理手法について検討した。

本論文は、9章より構成されている。第1章では、農業集落排水施設の実態を把握し、その技術課題について示した。

第2章と第3章では、農業集落からの流入負荷の実態把握を通じて変動要因について考察し、農業集落排水施設における計画流入汚水量と計画流入負荷量の考え方について検討した。農業集落排水施設の日流入汚水量と時間流入汚水量について、分布特性と流量変動の要因を明らかにするとともに、供用人口と水道使用量による推定式を導くことが確認できた。また、一人当たりの汚濁負荷量は汚濁物質濃度の双曲線関数で定式化されるとともに、汚濁物質濃度は一人当たりの日流入汚水量との反比例関数式を用いて推定できることが確認された。流入負荷量は、水道使用量に基づいて適切に計画値を設定できることを明らかにした。

第4章と第5章では、それぞれ嫌気ろ床接触ばっ気方式施設の BOD と窒素に係る除去特性を把握するとともに、運転管理上の留意点についても考察を加えた。嫌気ろ床槽及び接触ばっ気槽の BOD と窒素に係る除去性能を明らかにした。嫌気ろ床槽の BOD 除去性能の安定を図るためには、嫌気ろ床槽流出水の SS 濃度を管理することが重要であり、維持管理指標として槽内堆積汚泥厚が活用できることを明らかにした。循環比は嫌気ろ床槽の窒素除去性能への影響要因となっており、接触ばっ気槽流出水の $\text{NO}_x - \text{N}$ 存在率と循環水量に留意しつつ、嫌気ろ床槽での効率的な脱窒作用がなされるように運転管理することが重要であると明らかにした。

第6章と第7章では、それぞれ嫌気ろ床槽の有機物（BOD, COD）と窒素に係る除去性能について設計・操作因子による影響を把握し、その浄化特性を検討した。有機物除去性能には、ろ材の付着物質や底部堆積汚泥等の溶出により限界値が存在しており、流入有機物の直接的な分解作用以外に浮遊物質の沈殿・捕捉作用と蓄積された槽内物質の剥離・再溶出作用といった複雑な浄化機構となっていることを明らかにした。また、窒素除去性能においては、酸化態窒素の還元による脱窒作用と併せて、流入基質のろ材への付着・分解とろ材からの付着物質の再溶出作用といった複雑な窒素除去機構が存在しており、これが生物膜法独特の浄化特性であることを明らかにした。

第8章と第9章では、それぞれ接触ばっ気槽の有機物と窒素に係る除去性能について設計・操作因子による影響を把握し、その浄化特性を検討した。有機物と窒素に係る除去性能には、それぞれ有機物の直接的な分解反応や汚水中の浮遊物質の摂取・捕捉を通じた浄化作用と流入窒素の還元反応による脱窒作用、ろ床槽内に蓄積された物質等の剥離・再溶出作用といった複雑な浄化機構が存在しており、これが生物膜法

独特の浄化特性であることを明らかにした。有機物と窒素に係る除去性能の安定を図るためには、それぞれ単位ろ床容積当たりの有機物除去速度、ろ床有効膜内の硝化反応速度とろ床への汚泥蓄積速度の両面から、水温や流入負荷に応じた接触ばっ気槽の設計・操作条件を検討することが重要であることを明らかにした。

本研究で得られた農業集落排水施設の流入負荷（流入汚水量,流入負荷量）に関する知見は、事業計画に用いられる計画諸元の適切な設定に寄与できるとともに、施設完了後の維持管理にも活用できるものと考えられる。また、嫌気ろ床接触ばっ気方式の農業集落排水施設における浄化特性と浄化機構に関する知見は、適切な設計諸元の設定や管理手法の確立等に反映されるものと考えられる。今後、農業集落排水施設に求められる役割と使命はますます大きくなると考えられることから、計画諸元の設定手法の確立や設計・管理システムの構築がなされることが期待される。