

氏 名	Han 韓	Jong 鍾	Ok 玉
授 与 学 位	工 学 博 士		
学位授与年月日	平成元年 3 月 15 日		
学位授与の根拠法規	学位規則第 5 条第 2 項		
最 終 学 歴	昭 和 4 9 年 2 月 延世大学校産業大学院土木工学専攻修士課程修了		
学 位 論 文 題 目	河川水質に及ぼす浮遊物質と底泥の影響に関する研究		
論 文 審 査 委 員	東北大学教授 佐藤 敦久    東北大学教授 野池 達也 東北大学教授 澤本 正樹		

## 論 文 内 容 要 旨

湖沼の富栄養化や河川の水質汚濁は、漁業などの第一次産業への被害、製造関係などの第二次産業への被害、また観光など第四次産業への被害、また、我々に最も身近な水道事業への被害に対して、深刻な問題となっている。このような水質問題は、事故や自然災害のような偶発的な危険に対する不安と異なり、ゆっくりと進む病気のように恐いものであるが、偶発的な危険に比べれば、適切な処置や対策の実行によって確実にその被害を小さくすることも可能である。

そのなかで、河川水質汚濁の問題は対象となる河川そのものか、または対象河川の下流域が上水の原水として利用されている様な場合、早急に解決しなければならない課題と行うことができよう。このような、河川水質改善と本格的に取り組むためには下水道整備の効果も含め、河川水質変化に係わる要因について十分な検討が必要とされる。

これまでの河川水質研究は、Streeter, Phelps 以降その対象が主に流水中の溶存酸素濃度におかれてきた。これは、河川水質の中で溶存酸素の相対的な重要度がきわめて高いためである。また、河川水中の溶存酸素濃度に及ぼす底泥の影響も数多く報告されてきた。これらは、河川水質改善対策を行うとき基本的な評価基準を提供する情報として大いに役だってきた。一方、河川改修などに伴う水質の変化は、多くの数理モデルや数学モデルによってたびたび説明されてきている。そのような数理モデル、数学モデルの中で用いられているパラメーターはごく限られた範囲の実験に基づく値か、まったく異なった実験系から引用した文献値または大胆な仮定によって導かれているという事実は否めない。したがって、モデル化を目的としたこれら一連の研究は自然現象の中でごく限られた場や時間を対象としているにもかかわらず多くの未知の係数を含んだものとなっている。ま

た、数理的な取扱を先行させるため、きわめて抽象的で具体性の欠けた対象を相手にしているということができる。しかし、本来の河川水質変化を評価していく上では、客観的な観察から問題点を掘り下げて行かなければならないだろう。

河川と、河川より富栄養化対策の種類が多い湖を水質の特徴で比較すれば河川水質は湖に比べ変動の時間的なスケールが短く、また水質の幅が大きい。湖は底泥の変化に底泥内部の物質変換と浮遊物質の沈澱によるゆっくりとした負荷の供給が考えられ、河川では浮遊物質の沈澱以外に河床を構成する砂自体が大きく動くいわゆる移動床現象を特徴に挙げることができる。このような河川の特徴をふまえ、水質汚濁の要因を検討していくとき、これまでの湖や河川の研究には見あたらない幅のある仮定の下で考察を行うことは有意義であろう。

本研究の目的は河川水質への影響因子を河川の動的な特徴を前提に考察し、従来の報告からは考えることの難しい実際の河川水質への底泥や浮遊物質の評価を行うことである。

このような研究背景を具体的に説明するため、水質汚濁が問題となっている千葉県小見川町を流れる利根川支川黒部川と韓国漢江流域の支川である中浪川の水質汚濁の特徴を考察し、河川により水質改善対策の対象が異なることを説明した。それを要約すれば次のようになる。

中浪川では流下に伴いBOD、COD、NH<sub>4</sub>-N、PO<sub>4</sub>-Pが著しく減少する区間があったが、その減少は浮遊物質の減少に依存する所が大きいことが予測できた。黒部川では河床底泥の自浄作用が、中浪川では流水中の浮遊懸濁物質が河川水質へ大きく影響していることがわかった。また、水質改善対策は黒部川流域では流入雑排水対策が効果的で、中浪川では流入負荷の消滅に伴い部分的な凌濺も効果があると考えられた。

また、河川水質汚濁改善を考えて行くとき、流域からの汚濁負荷削減は基本的かつ重要な課題である。その中でもこれまであまり評価されてきていない低濃度負荷変動時の雑排水処理は、河川への流域汚濁負荷を評価していく上で重要である。そこで、これからの河川水質汚濁対策として有望な生活雑排水処理について検討し生物処理では苦手とされる低負荷変動時の応答特性を中心に性能評価を行った。その結果小見川町北小川地区の雑排水処理施設を対象とした調査を通して以下の知見を得た。

大量の雨水流入によって低濃度の負荷変動を受けた生物接触酸化式生活雑排水処理槽のBOD除去率は最低25%以上87%まで平均61%と比較的安定していた。しかし、T-N等は原水より処理水が大ききな値を示しており、雑排水処理ではN系の除去が低濃度の負荷変動に対して不安定である。

河川水質変化を予測するようなとき、浮遊物質と底泥の酸素消費の評価はきわめて重要な問題であるが、先に説明したような背景の中から評価されてきた例はほとんどなくこれから十分な検討が必要となる要因である。そこで、河川にとって最も重要な水質因子である溶存酸素に関する動的な考察を行ったもので、この中でこれまでの水質モデルの基礎をなしてきた底泥と水との物質収支を再検討し、底泥を含めた水質モデルの新しい解釈について考察した。

ダム湖の沈澱堆積物、汚濁河川底泥を通した一連の実験から得られた知見は次のように要約できる。

底泥と底泥上の河川水の酸素消費を個々に測って加え合わせた値と底泥河川水が一緒の実際の酸

素消費の値とは異なっていた。また、底泥上の河川水の濃度が底泥と水を合わせた酸素消費に与える影響は大きく、汚濁の進んだ水と汚濁の程度の低い河床底泥の組み合わせでは個々の酸素消費の合計値より実験値が低くなる傾向を、それとは逆に汚濁の小さな水と汚濁の進んだ河床底泥との組み合わせでは個々の酸素消費の合計値より実験値が高くなる傾向を示した。従って、流れ中の溶存酸素収支を取る場合、これまで考えられてきたようなマスバランスが必ずしも成立しないことがわかった。一方、河川水質に影響を与える河床底泥中の栄養塩濃度変化は、そのほとんどがアンモニアの変化で、その大きさは本実験では25日間好気系で約78%減少、また嫌気系で約48%の減少を示した。従って、河川水質を考えていく上で移動床の影響などを考慮すれば、今後底泥間隙水中に含まれるアンモニアの挙動についても検討して行くことが望ましいと思える。

河川環境を考えて行くとき、下流が上水源として利用されている水系では健康と直接係わる水質項目である大腸菌群数の評価は有意義と考えられ、特に、河川水中に入り込んだ大腸菌群が河床との接触によってどの様に変化するか、また河川水中の大腸菌にBODなどの負荷が与えられた時、どの様な挙動を示すかといった疑問に関して検討することは、河川の環境保全を健康に係わる直接指標に基づいて行う評価という点で重要となろう。この様な背景の下で、河床泥が大腸菌の消長に与える影響や汚濁負荷が与える影響を評価した結果以下のような知見を得た。大腸菌群などが高いレベルで水系に排出されても、一般に希釈以外に自然減少が期待出来るが、水の栄養度が高い場合は自然減少があまり期待出来ない場合がある。この様な場合、一時的な増加が認められるが、増加し続けるような傾向は認められなかった。また、河床に含まれる土粒子への吸着や不活化に比べて、生物接触酸化法に用いられている接触材に生息している微小動物や大型バクテリアによる捕食の効果は大きいことが示された。

## 審 査 結 果 の 要 旨

人々の生活に関連深い河川の水質汚濁の改善は、現在最も重要な社会問題の1つとして挙げられる。河川水質は水質変動の幅が湖や海洋に比べてきわめて大きく、また河床も湖底泥などかなり異なった挙動を示すなどの特徴をもっている。しかし従来の河川の水質汚濁に関する研究では、ごく限られた範囲での機構解明が行われてきた。本論文は河川の水質を変化させる要因として浮遊物質と河川底泥に着目し、それぞれが水質との相互作用の中でどのような働きをするのかについて検討したもので、全編6章よりなる。

第1章は総論である。

第2章では、水質汚濁が問題となっている千葉県小見川町を流れる利根川支川黒部川と、韓国漢江流域の支川中浪川の水質汚濁について考察し、河川により水質改善対策の対象が異なることを説明している。

第3章は、これからの河川水質汚濁対策として有望な新しい生活雑排水処理について検討し、従来の生物処理では苦手とされていた低濃度負荷変動に対して本法が安定した処理特性をもつことを示唆している。

第4章は、河川にとって最も重要な水質因子であるDOについて動的な考察を行ったものである。そのなかでこれまでの水質モデルの基礎をなしてきた底泥と水との物質収支を再検討し、その結果、底泥の酸素消費速度と水温は必ずしも比例しないこと、また同一水界の中で、底泥と河川水との物質収支が必ずしも成立しないことなどの新しい知見を得ている。

第5章では、河川水質を支配する要因のなかで浮遊物質と底泥間隙水中の水質について考察したものである。底泥間隙水中の窒素の減少はそのほとんどが $\text{NH}_4\text{-N}$ の変化によるものであること、また大腸菌群や一般細菌の生存率を高める汚濁負荷はBODよりむしろ $\text{NH}_4\text{-N}$ の寄与が大きいことなどの有用な知見を得るとともに、河川水質改善対策では長期的にリン除去に対する姿勢が重要であることなどを提言している。

第6章は結論である。

以上要するに本論文は、河川水質の動的な特徴をふまえて、河床底泥と浮遊物質の水質に与える影響について従来にない視点から検討したもので、衛生工学の発展に寄与するところが少なくない。よって、本論文は工学博士の学位論文として合格と認める。