

氏 名	永 井 迪 夫 なが い みち お
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	論 工 博 第1189号
学位授与の日付	昭 和 54 年 5 月 23 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 5 条 第 2 項 該 当
学位論文題目	公共用水域における 2, 3 の汚濁因子の挙動に関する研究

(主 査)
論文調査委員 教授 岩井重久 教授 井上頼輝 教授 寺島 泰

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、公共用水域における汚濁因子のうち、主として BOD, COD, TOC, フェノール, 有害性金属, および紫外吸収物質についての挙動を明らかにし、水質の予測や判定に利用することを目的として、種々の実験的検討や実測調査を行い、その結果を解析・考究したものであって、6章からなっている。

第1章の序論では、汚濁因子の挙動の追求が水質汚濁の機構や自浄作用の究明に役立つことを指摘し、本論文で対象とする研究の方針と内容について概説している。

第2章では、BOD, COD, および TOC の測定精度等についてのクロスチェックや繰返し実験の結果を論述し、溶存酸素消費量の経時変化より脱酸素係数 (k_1) を算出するに当っては硝化作用の影響を受けることが多く、このために有機性汚濁を受けやすいわが国の一般河川では、希釈法の場合の BOD 測定びん中での培養期間が3日間以内の溶存酸素濃度から求めた脱酸素係数 (k_1) が適当であるとしている。ついで実河川水中での脱酸素係数 (k_1) に相当する自浄係数 (k_0) について模型水槽によって検討し、初期 BOD の高い河川水では k_0 は k_1 の数倍となるが、初期 BOD が低く硝化が進んだ河川水では、消費 BOD が1～2日後に急に上昇するために k_0 は求め難く、また一般的に k_0 は、汚濁水域では沈降や河床酸化によって k_1 よりも高い値を示すが、比較的清浄な淀川でも、硝化のために、冬季に比べ夏季に低い値が示されることを認め、その補正法を提案している。一方、BOD の季節変化に関し、淀川を対象としてその負荷量と水温とから関数関係を求め、これと水温の年間暦日変動を表わす式とを組合せて、年間暦日水質を予測している。このほか、IDOD を含む有機汚濁水について実験的検討を行い、酸素消費式を立案している。

第3章では、特に有機水質汚濁物質の迅速検知法として知られる紫外吸収法を用い、井水、河川水、海水、工場排水等の UV スペクトルの特徴を明らかにし、ついで水域試料を用いて種々の水温と人工光源照射とのものと水槽実験における UV 値と、他の汚濁指標との経日変化、標準物質の UV 値から求めた水質の UV 構成率、水域の低級脂肪酸の検出とその UV 値への寄与等を論述している、さらに水域の日間、年間調査における他指標との相関関係から、UV 値(220～260 nm) あるいは波長間の比は、COD, BOD, $\text{NO}_2\text{-N}$,

$\text{NO}_3\text{-N}$ と密接に関連し、酸化、硝化の進行によって相関の変化が起ることを明らかにしている。また UV スペクトルが複数の情報を持つことに着目し、相関分析と主成分分析とによって上記数指数の測定値を一挙に表示しうること、波長間の比による水質の経年変化の調査に有効であること等の評価を行っている。

第4章は着臭物質として嫌忌されるフェノールの水域放流後の挙動について、河川水、海水にフェノールを添加し、数種の水温下の経時的な分解、減衰について追究し、それが主として細菌によるものであることを確かめている。さらにフェノール排水の放流点付近の水、底泥からの分解菌の分離とその性状の検討、およびフェノール濃度による菌増殖性、紫外線抵抗性等の実験から、水温 20°C 以上では河川水中で 20 ppm までのフェノールが分解可能であると推論している。その他フェノールの生物分解の半減期や指数函数的な減衰式を提案している。

第5章では、有害性金属の挙動について、水質から底質への移行と底質中の金属の再溶解とに関する実験的研究を行い、工場排水から放流された可溶性の Cu, Cd 等のイオンは、まず水域中の浮遊物質に速やかに吸着されるが、その状況は Freundlich の吸着等温式に従う吸着平衡で示され、ついでその後は河床での吸着、沈降等に基づく緩慢な指数函数的減少がみられるとし、吸着減衰式を提案している。一方 Cr^{6+} は、有機汚濁水に放流されると還元されて Cr^{3+} となり、沈降減衰する。底泥中の重金属の溶出を対象とした水槽実験では、底泥混合水が嫌氣的であれば溶出し難く、DO が回復するに従い、Fe, Zn, Cd, Cu の順に溶出し始め、溶出量はその系の pH と浮遊物質への吸着平衡とに律せられるとしている。一方、底泥混合水で pH の酸性化が進行する場合があります、このとき相当量の金属が溶出するが、プロピオン酸等の有機酸の検出例や FeS の加水分解の実験から、この現象は生物学的な、また化学的な原因によって生じるものとしている。

第6章は結論であって、成果をとりまとめるとともに、今後の検討課題についても触れている。

論文審査の結果の要旨

近年、公害や環境破壊を未然に防止するために、環境アセスメントの実施が要望されており、汚濁因子の環境影響予測手法の確立が急がれている。本論文は主要な水質汚濁因子を対象とし、公共水域におけるそれらの挙動を明らかにして、水質予測や水質判定に利用することを目的として、基礎実験や多くの実測の結果に基いて考究したものであって、特に季節変化を考慮に入れるなど、水域の実状に則した研究手法が採られている。その主な研究成果は次のとおりである。

(1) BOD, COD, TOC などを指標とする有機汚濁物質について、それらの諸因子の基礎的な挙動を室内実験で観察・追求した結果、下水処理の進捗等によって、低濃度の有機汚濁水の残存 BOD は硝化作用が加算されるため逆に上昇し、自浄係数 (k_0) 値は低下することを明らかにした。これは、同様な条件下の実水域での k_0 も低値を示すことと一致しており、水質予測時の k_0 値の選択に関する注意を喚起している。さらにこうした硝化の影響の補正計算法や脱酸素係数 (k_1) 値の算出法について 2, 3 の提案を行い、また BOD 負荷量と水温の間の関数関係を求め、年間の暦日水質予測法を考案して適用した結果、実記録との良好な合致を見ており、この予測法の有効性が認められる。

(2) 河川水中の紫外吸収物質が、BOD, COD, TOC, $\text{NO}_2\text{-N}$, $\text{NO}_3\text{-N}$ と深い関連があり、1個の試料のス

ペクトルから特定波長や波長間の比（220～260 nm 等）を求めれば、BOD 等の諸水質を同時に推定しうることを見出した。さらに水質の経年変化における波長間の比が、BOD 等の有機物質の減少や水域の硝化作用の進行等を判別するのに利用できるもので、こうした比は汚濁指標として高く評価されることを認めている。このほか、上水、下水、排水の処理施設における有機性汚濁物質の除去率等の算定にも、この比が有効に利用できることを示しその実用上の評価を行っている。

(3) フェノールの水域における分解能について実験的に検討し、これは主として細菌に基づくものであって、これらの分解菌の分離培養結果や紫外線抵抗性から、河川水中で生化学的に分解できるフェノールは、低水温時を除き 20 ppm が限度であると論じた。このような推論の方法は、今後同種の化学物質の水域での挙動を考察するうえに、有用な指針を与えるものである。

(4) 有害性金属による水質汚染に関し、水域での重金属、特に可溶性イオンの挙動について検討し、金属排水の水域流入後の浮遊物質による吸着と、その後の減衰とから、順次それらが底質に移行する機構を明らかにし、吸着減衰式を提案し、その適用例を示している。また底泥からの溶出は溶存酸素に依存し、金属類は pH、SS に基づく吸着平衡の状態で溶出することを示した。これらの結果は、水域中の金属の減衰を定量的に把握しうることを示し、また溶出についての知見は、金属の挙動の考察に理論的根拠を与えるものである。

以上を要するに、本論文は水域の主要な汚濁因子の挙動について、水槽実験、実測調査の結果に基づいて、定量的解析や考察を行い、水質汚濁機構の解明、水質の評価やその予測に貢献するところが多く、学術上、實際上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価値あるものと認める。