

氏名	いとう さだひこ 伊藤 禎彦
学位(専攻分野)	博士(工学)
学位記番号	論工博第2751号
学位授与の日付	平成5年7月23日
学位授与の要件	学位規則第4条第2項該当
学位論文題目	染色体異常誘発性と大腸菌ファージ不活化からみた上水消毒剤の比較研究

論文調査委員 (主査) 教授 住友 恒 教授 宗宮 功 教授 松井 三郎

論文内容の要旨

飲料水を供給する上水道では病原菌の消毒が極めて重要である。これまで塩素によってその徹底を計ってきたが水源の有機汚染の増大が塩素の使用を困難にしている。消毒用の塩素が有機物と結合し、生成されている有機塩素化合物の発癌性が問題となっている。

本論文では、今後の上水の消毒剤として考えられる4種(塩素、二酸化塩素、クロラミン、オゾン)を取り上げ、比較検討から今後の上水消毒のあり方を明らかにしたもので、7章からなっている。

第1章は序論で、研究の目的・構成を述べた上で、本研究に関連する消毒剤の化学反応をレビュー・要約している。

第2章は発癌性を染色体異常試験によって測定することを想定した上で市販の自動画像処理装置を用いて独自の方法を開発している。すなわち、哺乳動物の細胞であるチャイニーズ・ハムスターの肺細胞(CHL)に現れる染色体異常に関する専門家の判定結果の写真を画像処理し、いかなるパラメーターで測定し、いかに解析すれば効率よく異常を判別できるかを採っている。(周囲長/包絡周囲長)や(幅/絶対最大長)等の簡単なパラメーターで異常の種類毎に検討し、一つの方法を具体化した。

第3章では4種の消毒剤を濃縮琵琶湖水と反応させた後、これをCHLに投与し、そこに出現する染色体異常を2章で開発した方法で異常の程度を定量化し、4者の比較を可能にしている。

第4章では4種の誘発性剤の誘発性力を比較するために、ウイルスの代替指標としての大腸菌ファージを琵琶湖水中に浮遊させた上で、その不活化実験を実施している。本実験を実施するために、ファージの計測法にも検討を加え、一つの方法を具体化している。

第5章は消毒剤の残存効果の重要性を定量化する目的で、細菌が消毒剤と触れてダメージを受けた後いかに回復する可能性があるかを実験的に検討している。実験方法上の工夫として、栄養度に富んだTLY寒天培地と普通のBGLB培地で同時計測することによって、その差を回復可能菌と定義した上で、消毒処理された大腸菌がいかに回復・再増殖するかを調べている。得られた結果をもとに、菌の回復を抑える消毒法を提示している。

第6章では消毒処理水の安全性を評価するために、4種の消毒剤の残存性について実験的に調べた上で、以上全ての実験結果をシミュレーションで総合評価している。すなわち、ウイルス、有機物、消毒剤を二次元面上をランダム運動する微粒子に仮想し、その衝突にともなう消滅・生成をアナロジーする方法を検討している。この簡単なシミュレーションが結果的に水中の消毒現象をうまく再現できることを示している。各実験結果でモデルのパラメータを決めた上で、シミュレーションで4種の消毒処理水の安全性を比較検討している。

第7章は結論であり、本論文で得られた結果を要約している。すなわち、消毒力、残存効果、生成物の発癌性に関する安全性から判断して、二酸化塩素が最も優れているとしている。オゾンは残存効果がなく、クロラミンは消毒力そのものに問題を残すことを指摘している。

論文審査の結果の要旨

本論文は上水の消毒法を殺菌力と副生成物の発癌性の両面から塩素、二酸化塩素、オゾン、クロラミンのいずれが安全かを比較検討し、現実の上水道のあり方を研究したもので、得られた主な成果は以下の通りである。

1. 自動画像処理装置を用いて染色体異常を検討する技術は必ずしも新しいものではないが、専門家の判定写真を処理し、その判定根拠を画像パラメータで表現し直した点は実用上有効となっている。自らの実験で得られた顕微鏡画像を全て上の結果で判定し、結果の客観性を高めている。

2. さらにその方法を活用して、4種の消毒剤の副生成物の染色体異常誘発特性を定量化した点はこの分野のこれまでの定性的議論に一つの明快な定量的判断材料を提示した。

3. 消毒後の細菌の回復についてはこれまであまり研究されていなかったが、本研究で得られた定量的知見に基づき、回復現象の重要性を明らかにした。そこで新たに提示した計測方法も今後のこの分野の研究に寄与している。

4. 消毒剤の残存性について実験結果を示し、上の細菌の回復現象とも関係付け、消毒剤の総合評価をより現実的なものとすることができた。

5. 水中での消毒剤と各種物質との反応をランダムウォーク粒子の衝突による変化と消滅でモデル表示したシミュレーションは大胆な仮定を多く含むものであるが、結果的に実験結果をうまく表現でき、複雑な挙動の現実的比較を可能にすることができた。二酸化塩素を推賞している総合結果も社会に資する点が大きいの。以上より、本論文は学術上、実際上寄与するところが少なくない。よって、本論文は、博士（工学）の学位論文として価値あるものと認める。また、平成5年6月16日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行った結果、合格と認めた。