

審査の結果の要旨

論文提出者氏名

高梨 啓和

本論文は、「変異原性による水道水の安全性管理手法に関する研究」と題し、日常的な水道水の安全性評価・管理に有効な変異原性に関するバイオアッセイの選定、そのバイオアッセイによる信頼性と定量性が高い結果を得るための試料調製方法の開発、およびバイオアッセイ結果の評価方法の開発を行った成果である。そのバイオアッセイの実用性と有効性を示すとともに、汚染物質発生源等の調査方法の開発および実態調査を行い、対策の必要性や対策に有効な情報を示している。

第1章は「緒論」であり、バイオアッセイによる水道水の安全性評価・管理の必要性を述べ、そのための問題点の整理を行っている。未規制物質に対する安全性評価・管理の必要性、その方法として Ames 変異原性試験が有効であり、水道分野でまず導入すべきバイオアッセイであることを示し、Ames 変異原性試験の役割と位置づけを明確にしている。さらに、Ames 変異原性試験を用いて日常的に水道水の安全性評価・管理を行うための問題点を抽出・整理し、本研究の目的と構成を示している。

第2章は「Ames 変異原性試験の検出限界と定量限界の統計的解析方法の確立」に関する成果である。水道水の Ames 変異原性試験結果の新しい統計的解析方法を確立している。すなわち、ブランク試験（陰性対照試験）との差から検出限界を決定する方法、用量作用直線の勾配の信頼区間から定量限界を定める方法を確立している。また、実際のデータを用いて両者を算出した結果、TA100 株での検出限界が陰性対照値の 1.4 倍、定量限界が 2.2 倍と見なせることを明らかにしている。さらに、陰性対照試験を通常の試験より 2 枚多い 4 枚のプレートを用いて行うことにより、Ames 変異原性試験を簡易に高感度化できることも明らかにしている。

第3章は「水中変異原性物質の簡易で高効率な濃縮・回収方法の開発」である。水中の変異原性物質の新しい高効率な濃縮・回収方法を開発している。様々な濃縮・回収方法の中で最も適切で有効と考えられる固相吸着脱離に着目し、吸着剤として無極性吸着剤の一つである CSP800 樹脂が最も優れていることを明らかにしている。さらに、正確な値を安定して得るための吸着剤の精製・コンディショニング方法、90%以上の高い回収率を得るための試料水の pH 条件、還元剤添加の是非など試料水の調整方法、さらに通水速度、通水倍率、脱離溶媒の選定、脱離溶媒の通液速度および通液

量などの吸着・脱離の操作条件を明らかにして、新しい濃縮・回収方法を確立している。

第4章は、「日本における水道水の変異原性強度の解析」である。日本全国の水道水の変異原性強度を解析し、汚染実態を明らかにして対策の必要性を示すとともに、対策の一助となる情報を示している。すなわち、日本の23都道府県の各1ヶ所を選定し、1年間にわたり年5回（4都市については12回）変異原性強度を測定している。その結果、生涯発がんリスクレベルが 10^{-5} を超える可能性を否定できないこと、遺伝子に対する障害のリスクが年平均で15倍異なることなどを示している。

第5章は「変異原性物質生成能による水質評価方法の開発」である。水道水中の変異原性物質を効果的に削減するために必要な測定方法を検討したものである。塩素処理操作により変異原性物質に変化する物質を変異原前駆物質と定義し、変異原性物質生成能（Mutagen Formation Potential, MFP）という新しい水質指標を提案している。このMFPの測定のために、安定した変異原性を発現させるための塩素処理時の有機物濃度、pH、塩素添加量、共存アンモニア態窒素濃度、反応時間、および反応温度の条件を明らかにし、変異原性物質生成能の測定法を確立している。

第6章は「水道水源に流入する排水の変異原性物質生成能の解析」である。水道水源に流入する可能性がある合計82種類の各種産業排水のMFPを測定し、そのMFPレベルを明らかにして対策の必要性を述べている。すなわち、変異原性はほとんど検出されないものの、その生成能であるMFPは水道水の平均的な変異原性の300倍の高い値が検出されたこと、化学工業排水、埋立地浸出水など大きなMFP負荷量となる排水が各地に存在することなどを実態調査から明らかにしている。これらの成果は、水道水源対策に有用な情報である。

第7章は「総括」であり、本研究の成果を総括し、今後の展望を述べている。

以上のように、本研究は、水道水の安全性管理手法のために、変異原性試験方法の開発、新しい生成能指標の開発、および、その新しい手法による調査の成果を示したものであり、水環境工学の進展に大きく貢献するものである。

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。