OUKA
The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	高度浄水処理の導入に対する実証的効果分析に基づく水源水質リスク対応戦略の評価
Author(s)	北本, 靖子
Citation	大阪大学, 2022, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/88063
rights	
Note	やむを得ない事由があると学位審査研究科が承認したため、全文に代えてその内容の要約を公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

The University of Osaka

様式３

論　文　内　容　の　要　旨

氏　名　（　北本靖子　）	
論文題名	高度浄水処理の導入に対する実証的効果分析に基づく水源水質リスク対応戦略の評価

論文内容の要旨

本論文は，現在における最新の浄水処理技術であるオゾン処理及び粒状活性炭処理を組み合わせて用いた高度浄水処理技術が，水道法によって包括的に規定されていた水道水の安全性に対する市民の欲求充足をリスク評価・管理の視点で，水質異変等の未踏部分への展開への検討を通じて，もって水道水の安全に資することを目的にまとめたものである。

第１章は，水循環の状況や水源水質及び浄水処理の変遷等，本研究が有する背景に対する課題解決としての高度浄水処理の有効性について述べた。また，高度浄水処理が導入されてから明らかになった課題を示すことで，本論文の意義や構成についてまとめた。

第２章は，先行研究及び事例を整理し，本研究において取り組むべき課題を明らかにすることで，本研究における枠組みの構築を行った。第1章で明らかにした課題の解決について，浄水処理による化学物質の低減，もしくは必要な対策オプションの導入においてトレードオフが発生する可能性があることを指摘し，このことから高度浄水処理の導入に対してリスク評価の観点からの研究が必要であることを明らかにした。

第３章及び第４章は，高度浄水処理導入後に出現した課題であるオゾン処理副生成物についての評価を行った。

第３章は淀川水系固有の事象であったN-ニトロソアミン化合物のオゾン処理による生成についての研究であり，水道水源におけるN-ニトロソアミン化合物の存在実態を調べるとともに，オゾン処理における生成特性，及び高度浄水処理における挙動を調べた。その結果，河川水のオゾン処理により副生するのはN-ニトロソジメチルアミン(NDMA)のみであった。また，これらのN-ニトロソアミン化合物群は，いずれも高度浄水処理フローで十分に低減され，特に中オゾン処理で生成したNDMAを急速砂ろ過処理が効果的に除去することがわかった。

第4章は，オゾン処理副生成物，かつ水質基準項目である臭素酸イオンについて他の主な塩素副生成物とのトレードオフ評価を行った。それぞれの消毒副生成物の検出される濃度，期間，及び有害性は異なるため，これらを比較するには共通の指標が必要になる。よって，その発生確率と影響の大きさからリスク期待値を求めて高度浄水処理導入前後を比較することを試みた。本評価方法により代表的な健康影響を統一して比較し，その削減効果を定量化することができた。

第５章及び第６章は，化学物質が突発的に水道水源へ大量に流出し浄水場取水口へ流入した場合を想定した。

第５章は，淀川水系で発生した化学物質流出事故の実事例に対する高度浄水処理の対応能力，ならびに追加する対策オプションを比較し評価した。粉末活性炭の注入，粒状活性炭の交換周期短縮，及びエアレーション施設の導入という３つに対し，費用対効果分析を行った。多種多様な物質が日常的に流下する水源より取水する浄水場においては，GAC更新周期短縮の方が安価でかつ効果が高い結果が得られた。本研究により，水源により異なる対応戦略の立て方や，その有効性の検証などが可能になり，多くの事例に対して適用可能だと考えられた。

第６章は，京都府内の事業所から化学物質の流出があったモデル事例を想定し，浄水場取水口に到達する際の濃度と，浄水処理による除去率から水道水中の濃度を求め，この事故によるヒト健康影響をリスク期待値で表すことで水源水質事故の規模感を見積もった。

第７章は，水源に存在し移動や廃棄がなされているPRTR対象物質の移動量及び廃棄量，物性，健康影響より，排出量と移動量の合計，及び水質事故が発生したときの影響度についてそれぞれ３つ及び２つの区分を設け，リスクマップを作成した。オゾン処理副生成物生成の可能性について評価に含めたことで，より実際に即した評価が可能になった。

第８章では，各章の調査・研究結果をとりまとめ，高度浄水処理の導入効果の実証とその結果に基づき水源水質リスク対応戦略を評価できることを明らかにした。

様式７

論文審査の結果の要旨及び担当者

氏　　名　（北本　靖子）		
	（職）	氏　　名
論文審査担当者	主査　教授	東海　明宏
	副査　教授	池　　道彦
	副査　教授	近藤　　明

論文審査の結果の要旨

本論文は，現在における最新の浄水処理技術であるオゾン処理及び粒状活性炭処理を組み合わせて用いた高度浄水処理技術が，水道法によって包括的に規定されていた水道水の安全性に対する市民の欲求充足をリスク評価・管理の視点で，水質異変等の未踏部分への展開への検討を通じて，もって水道水の安全に資することを目的にまとめたものである。

第１章は，水循環の状況や水源水質及び浄水処理の変遷等，本研究が有する背景に対する課題解決としての高度浄水処理の有効性について述べるとともに，高度浄水処理が導入されてから明らかになった課題を示すことで，本論文の意義や構成についてまとめている。

第２章は，先行研究及び事例を整理し，本研究において取り組むべき課題を明らかにすることで，本研究における枠組みの構築を行うとともに、第1章で明らかにした課題の解決について，浄水処理による化学物質の低減，もしくは必要な対策オプションの導入においてトレードオフが発生する可能性があることを指摘し，このことから高度浄水処理の導入に対してリスク評価の観点からの研究が必要であることを明らかにしている。

第３章及び第４章は，高度浄水処理導入後に出現した課題であるオゾン処理副生成物についての評価を行っている。

第３章は淀川水系固有の事象であったN-ニトロソアミン化合物のオゾン処理による生成についての研究であり，水道水源におけるN-ニトロソアミン化合物の存在実態を調べるとともに，オゾン処理における生成特性，及び高度浄水処理における挙動を調べ，その結果，河川水のオゾン処理により副生するのはN-ニトロソジメチルアミン(NDMA)のみであることを確認し，これらのN-ニトロソアミン化合物群は，いずれも高度浄水処理フローで十分に低減され，特に中オゾン処理で生成したNDMAを急速砂ろ過処理が効果的に除去するとの知見を得ている。

第4章は，オゾン処理副生成物，かつ水質基準項目である臭素酸イオンについて他の主な塩素副生成物とのトレードオフ評価を行い，それぞれの消毒副生成物の検出される濃度，期間，及び有害性は異なるため，これらを比較するには共通の指標を導入し，その発生確率と影響の大きさからリスク期待値を求めて高度浄水処理導入前後を比較することを試みている。本評価方法により代表的な健康影響を統一して比較し，その削減効果を定量化している。

第５章及び第６章は，化学物質が突発的に水道水源へ大量に流出し浄水場取水口へ流入した場合を想定した評価を行っている。

第５章は，淀川水系で発生した化学物質流出事故の実事例に対する高度浄水処理の対応能力，ならびに追加する対策オプションの比較評価をとりあげ，粉末活性炭の注入，粒状活性炭の交換周期短縮，及びエアレーション施設の導入という３つに対し，費用対効果分析を行った。多種多様な物質が日常的に流下する水源より取水する浄水場においては，GAC更新周期短縮の方が安価でかつ効果が高い結果が得られた。本研究により，水源により異なる対

応戦略の立て方や，その有効性の検証などが可能になり，多くの事例に対して適用可能であるとの知見を得ている。

第６章は，京都府内の事業所から化学物質の流出があったモデル事例を想定し，浄水場取水口に到達する際の濃度と，浄水処理による除去率から水道水中の濃度を求め，この事故によるヒト健康影響をリスク期待値で表すことで水源水質事故の規模感を見積もっている。

第７章は，水源に存在し移動や廃棄がなされているPRTR対象物質の移動量及び廃棄量，物性，健康影響より，排出量と移動量の合計，及び水質事故が発生したときの影響度についてそれぞれ３つ及び２つの区分を設け，リスクマップを作成している。オゾン処理副生成物生成の可能性について評価に含めたことで，将来の水源水質リスクへの高度浄水処理技術のより実際に即した評価を可能としている。

第８章では，各章の調査・研究結果をとりまとめ，高度浄水処理の導入効果の実証とその結果に基づき水源水質リスク対応戦略を評価できることを明らかにしている。

以上のように、本論文は、水道工学、水源水質リスク管理に関して、全国の水道事業体に適用可能な有用な知見を提供するとともに、環境リスク管理学分野へ顕著な貢献をしている。

よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。