



Title	自然災害起因の産業事故を想定した水道事業継続に対するリスク評価枠組みの構築-淀川水系を対象とする ケーススタディ-
Author(s)	濱本, 翔吾
Citation	大阪大学, 2025, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.18910/101477
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

論文内容の要旨

氏名(濱本翔吾)	
論文題名	自然災害起因の産業事故を想定した水道事業継続に対するリスク評価枠組みの構築 -淀川水系を対象とするケーススタディ-
<p>水道事業は、清浄・豊富・低廉に水を供給することを通じて、人々の健康と生活、そして産業を支えてきたが、増加する新興環境リスクの下で事業継続を図るには、これらのリスクへの評価枠組みの構築を欠くことはできない。このリスク評価の枠組みには、産業立地とその生産技術の推移に伴う利用物質の量的・質的変遷、水道施設の経年劣化を前提とした、新興環境リスクの想定、対応技術を併せてのリスク水準の評価に基づく対応戦略の検討が必要となる。これまで、自然災害時の水道事業の業務継続に対して、水道施設の破損を主な課題とし、水道施設の耐震化を推進してきたが、基幹的な役割を持つ管路の耐震化状況は2022年度末時点で43.4%に留まり、適切な更新優先度の評価による、効率的な耐震化の遂行が課題となっている。加えて、近年、水道事業者は突発的な水質汚染事故に対しても、迅速な措置がとれるような体制の構築が求められる。災害・事故時においては、化学物質取り扱い事業所から大量の化学物質が流出する懸念があり、東日本大震災では津波により重金属類の流出・拡散事故が確認されている。事業所立地密度の高い地域において起りうる化学物質の災害・事故に由来する漏洩に対する検討は緒に就いたばかりである。本研究では、新興環境リスクとしての、自然災害起因の産業事故を想定した水道事業継続に対するリスクを対象として評価の枠組みを構築するとともに、淀川水系をケーススタディとしてその有用性、実行可能性を検討し、水道事業の業務継続性にかかる備えを考察した。本研究は、5章で構成されている。</p> <p>第2章においては、上水道の基幹管路である導水管路の破損事象を取り上げ、これまでの更新優先度評価では管路更新の速さによる時間経過を考慮できていないことを挙げ、断水の発生確率と影響度を算出することで、現状の更新の進捗度合いを評価する方法論を検討するとともに、大阪市水道局の柴島浄水場の現状の基幹管路の更新計画の進捗状況を評価し、配水量の大きい管路から順に更新を行っていた場合、供給水量の50%以上が断水する大規模な断水事故の発生確率は極めて小さくなることが分かった。この方法により、水道事業者現状は現状の耐震化状況でのリスクレベルと目標とするリスクレベルを満たすために必要な管路の更新量を把握することができ、更新計画の立案、進捗評価、計画更新に役立てることができることを示した。</p> <p>第3章では、地震時の化学物質の流出による水質汚染事象を取り上げた。事業所が扱う物質や量で適切な流出防止対策が異なる点を課題として挙げ、化学物質の河川への流出に対し、化学物質取扱事業所が取扱い物質や貯蔵量、立地条件から対策オプションの導入基準を判断する枠組みを構築した。淀川水系に対するケーススタディでは、産業用洗浄剤として広く使用され、かつ高い有害性を有し、水質汚濁防止法において排水基準が設けられているテトラクロロエチレンを対象とした解析を行った。流出防止対策の導入レベルによっては、流出時に浄水場取水口へのリスク懸念があると推定され、リスク管理対策として施設における防液堤等の設置、災害・事故時におけるプラントから系外への流出防止措置の有効性を示した。</p> <p>第4章では、南海トラフ地震を想定し、事業所から漏洩した化学物質の津波河川遡上による浄水場の取水障害事象を取り上げた。本解析では、化学物質の漏洩量と漏洩位置、河川の流量と津波による河川の遡上がワーストケースとなるような条件でケーススタディを通じてリスクの定量化と、対策導入によるリスク低減の必要性を検討した。浄水場へのリスクとして懸念されるヘキサメチレンテトラミンを対象とした場合、浄水場で生成される潜在的なホルムアルデヒドの濃度は水質基準値よりも低く、対策の優先順位は低いことが分かった。</p> <p>第5章の結論では、本研究の総括的結論を述べた。本研究で取り上げた自然災害起因の産業事故を想定した水道事業継続に対しリスクとなりうる要因を発生頻度と影響度の観点で整理し、水道管の破損が特に対策の優先順位の高い事象であることを示した。次に化学物質流出による水質リスクも無視できない頻度で発生する必要があるため、対策の推進が必要であることを示すとともに、流出防護策の導入により、流出リスクを許容できるレベルまで低減できることから、対策導入の推進によるリスク低減の必要性を提示した。本研究で構築した評価モデルは対象の水系、物質を変更して解析を行うことが可能であり、各事象に対する対策の優先順位を明らかにできた。</p>	

論文審査の結果の要旨及び担当者

氏名 (濱本翔吾)	
	(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 准教授 中久保豊彦

論文審査の結果の要旨

水道事業は、清浄・豊富・低廉に水を供給することを通じて、人々の健康と生活、そして産業を支えてきたが、増加する新興環境リスクの下で事業継続を図るには、これらのリスクへの評価枠組みの構築を欠くことはできない。このリスク評価の枠組みには、産業立地とその生産技術の推移に伴う利用物質の量的・質的変遷、水道施設の経年劣化を前提とした、新興環境リスクの想定、対応技術を併せてのリスク水準の評価に基づく対応戦略の検討が必要となる。これまで、自然災害時の水道事業の業務継続に対して、水道施設の破損を主な課題とし、水道施設の耐震化を推進してきたが、基幹的な役割を持つ管路の耐震化状況は 2022 年度末時点で 43.4% に留まり、適切な更新優先度の評価による、効率的な耐震化の遂行が課題となってきた。加えて、近年、水道事業者は突発的な水質汚染事故に対しても、迅速な措置がとれるような体制の構築が求められてきている。災害・事故時においては、化学物質取り扱い事業所から大量の化学物質が流出する懸念があり、東日本大震災では津波により重金属類の流出・拡散事故が確認されている。事業所立地密度の高い地域において起こりうる化学物質の災害・事故に由来する漏洩に対する検討は緒に就いたばかりである。本研究では、新興環境リスクとしての、自然災害起因の産業事故を想定した水道事業継続に対するリスクを対象として評価の枠組みを構築するとともに、淀川水系をケーススタディとしてその有用性、実行可能性を検討し、水道事業の業務継続性にかかる備えを考察している。本研究は、5 章で構成されている。

第 2 章においては、上水道の基幹管路である導水管路の破損事象を取り上げ、これまでの更新優先度評価では管路更新の速さによる時間経過を考慮できていないことを挙げ、断水の発生確率と影響度を算出することで、現状の更新の進捗度合いを評価する方法論を検討するとともに、大阪市水道局の柴島浄水場の現状の基幹管路の更新計画の進捗状況を評価し、配水量の大きい管路から順に更新を行っていた場合、供給水量の 50% 以上が断水する大規模な断水事故の発生確率は極めて小さくなることを見出している。この方法により、水道事業者は現状の耐震化状況でのリスクレベルと目標とするリスクレベルを満たすために必要な管路の更新量を把握することができ、更新計画の立案、進捗評価、計画更新に役立てることを示している。

第 3 章では、地震時の化学物質の流出による水質汚染事象を取り上げ、事業所が扱う物質や量で適切な流出防止対策が異なる点を課題として挙げ、化学物質の河川への流出に対し、化学物質取扱事業所が取扱い物質や貯蔵量、立地条件から対策オプションの導入基準を判断する枠組みを構築している。淀川水系に対するケーススタディでは、産業用洗浄剤として広く使用され、かつ高い有害性を有し、水質汚濁防止法において排水基準が設けられているテトラクロロエチレンを対象とした解析を行い、流出防止対策の導入レベルによっては、流出時に浄水場取水口へのリスク懸念があるという推定結果を得ており、リスク管理対策として施設における防液堤等の設置、災害・事故時におけるプラントから系外への流出防止措置導入の有効性を示している。

第 4 章では、南海トラフ地震を想定し、事業所から漏洩した化学物質の津波による河川遡上がもたらす浄水場の取水

障害事象を取り上げ、化学物質の漏洩量と漏洩位置、河川の流量と津波による河川遡上がワーストケースとなるような条件でのケーススタディを設定し、リスクの定量化と、対策導入によるリスク低減の必要性を検討している。浄水場へのリスクとして懸念されるヘキサメチレンテトラミンを対象とした場合、浄水場で生成される潜在的なホルムアルデヒドの濃度は水質基準値よりも低く、対策の優先順位は低いことを見出している。

第5章の結論では、総括的考察がなされ、本研究で取り上げた自然災害起因の産業事故を想定した水道事業継続に対しリスクとなりうる要因を発生頻度と影響度の二次元で整理し、水道管の破損が特に対策の優先順位の高い事象であることを確認している。次に化学物質流出による水質リスクも無視できない頻度で発生することから、リスク評価を通じて流出防護策の導入によるリスク低減効果の事前評価の有用性を明確にしている。本研究で構築した評価枠組みや評価モデルは対象の水系、物質を変更して解析を行うことが可能であり、各事象に対する対策の優先順位を明らかにすることを可能としている。

以上のように、本論文は、自然災害起因の産業事故を想定した水道事業継続に対するリスク評価枠組みの構築を通じて実務支援を含めた環境リスク管理学の発展に寄与する重要な知見を導出している。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。