

京都大学工学部
京都大学防災研究所

学生員 ○尾崎 亮介
正会員 米山 望

1. 研究の背景・目的

東日本大震災では、地震とともに巨大津波が発生し、伝播することで内陸部の産業活動に二次災害を与えたが、これらは事業所からの有害物質の漏洩を通して起こりやすく、実際に多くの危険物を流出した施設が確認された^[1]。また2012年には利根川水系で発生したヘキサメチレンテトラミン(以下 HMT)の流出による取水障害が起き、数日間にわたり取水、給水停止の被害が出た^[2]。この事故は未処理の HMT が浄水処理過程で混入した塩素と反応しホルムアルデヒドが生成されたことで引き起こされたと推定されている。

近い将来、南海トラフ地震が発生し、西日本太平洋側沿岸部に巨大な津波が来襲すると予測されており、浄水場取水口で取水障害が発生する可能性がある。塩水中での津波遡上に伴う有害物質の挙動予測を行った研究はほとんどなく、根拠を持って被害を評価、想定できるほどの知見は乏しい。そこで本研究では南海トラフ地震発生時に淀川の浄水場より下流に位置する事業所から流出した HMT が津波により河川を遡上し、柴島浄水場での取水に与える影響を推定することを目的とする。

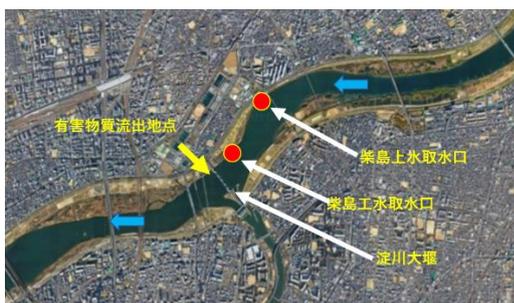


図1 三次元解析領域および仮定の化学物質流出地点

2. 解析モデルの概要

本研究では、永島ら^[3]の広域津波連動型河道内塩水挙動解析モデルを採用し、塩水と化学物質の挙動を同時解析できるように改良して挙動解析を行う。

本モデルは、津波来襲時の河道内塩水挙動解析に実績のある米山ら^[4]の三次元数値解析手法と非線型長波理論に基づく平面二次元解析手法を組み合わせたモデルである。

表1 解析ケース

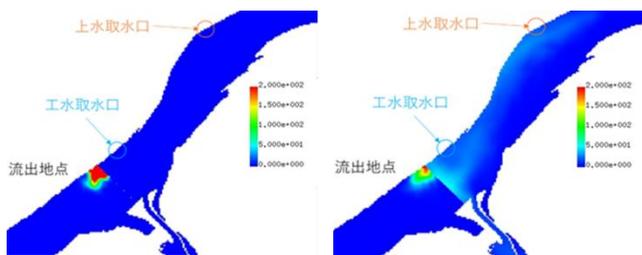
ケース名	流出量	塩分の有無
ケース1	年間取扱量の2週間分	有
ケース2	年間取扱量の半年分	有
ケース3	年間取扱量の1年間分	有
ケース4	年間取扱量の半年分	無

3. 解析領域・解析条件

平面二次元解析領域は波源から淀川に近づくにつれて計算格子サイズが小さくなるように設定した。三次元解析領域および本研究で設定した仮定の有害物質流出地点を図1に示す。本研究では被害の上限を推定することを目的とするため取水影響が最も大きくなるケースを想定して行った。津波断層モデルは、内閣府の「南海トラフの巨大地震モデル検討会」で検討されたモデルのうち、淀川河口付近に到達する津波高が最も高いケースを用いた。河川流量は渇水時に想定される流量である $62[\text{m}^3/\text{s}]$ とした。水温は、化学物質の水中での分解や水面から大気への揮発が起こりにくい低水温の時期を想定して 15°C とした。化学物質は、地震動による事業所の円柱型貯蔵タンクの損壊によってタンク側板下部から漏出し、全量が淀川へ流出するとした。解析ケースを表1に示す。流出量は対象地域の年間での取扱量を大阪府のデータより算出し、その何日分を貯蔵しているかを変数として設定した。本ケースは京都市上下水道が工場・事業所に対して行った調査の中央値である2週間分から、大阪市の条例で定められている貯蔵量の上限である1年間分とその間の数値である半年分とした。なお、本研究では、化学物質の揮発や分解・反応は考慮しないものとする。

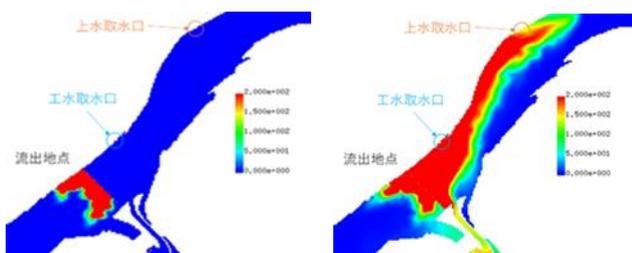
Ryosuke OZAKI, Nozomu YONEYAMA

ozaki.ryosuke.32a@st.kyoto-u.ac.jp



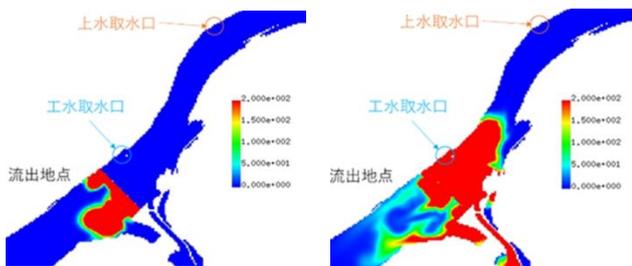
(1)津波来襲前 (2)津波来襲後

図2 化学物質拡散の様子(ケース1)



(1)津波到達前 (2)津波到達後

図3 化学物質拡散の様子(ケース2)



(1)津波到達前 (2)津波到達後

図4 化学物質拡散の様子(ケース4)

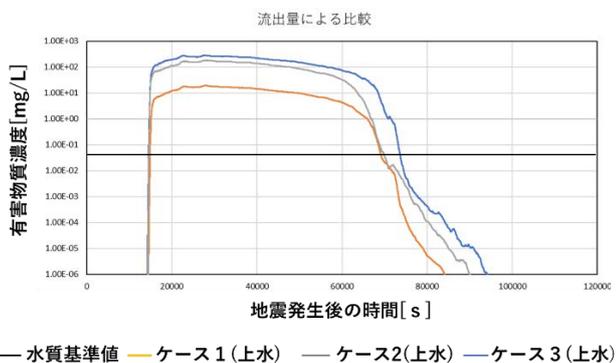


図5 化学物質濃度の時間変化と水質基準値

4. 解析結果

図2～図4にケース1～ケース3における有害物質拡散の挙動を示す。また柴島取水口(上水)における有害物質濃度の時間変化を図5に示す。図2～図4より、淀川大堰下流側で流出した有害物質は津波の遡上により、大堰上流側へ拡散する様子が確認された。また、図5より、すべてのケースにおいて取水口(上水)で水質基準値を上回る有害物質が検出されたこ

とより、大堰下流側の事業所から有害物質が流出した場合、上水取水口で取水に影響を及ぼす可能性があることがわかる。図5のケース1において上水取水口で検出されたHMTの最大濃度は水質基準値の約3000倍まで上昇し、水質基準値を上回る時間は地震発生から約19時間となった。

(1) 流出量による比較

図2, 図3より、高い濃度のHMTが分布している範囲は流出量が多くなるにつれて広がることわかる。また図5より最大濃度についても流出量の増加とともに上昇することがわかる。一方水質基準値を下回るまでに必要とする時間はケース1からケース3で大きく変わらず約20時間となった。これは、有害物質挙動は津波による移流が支配的であり、津波の遡上とともに上流側にいき、通常流れに沿って下流側に淀川を下ってきたためだと考えられる。

(2) 塩分の有無による比較

河道内塩分を無いとした場合、有害物質は上水取水口には到達せず、異なる挙動を示した。

5. 結論

本研究では、巨大津波来襲時の淀川における有害物質拡散予測を行い、取水への影響を検討した。解析の結果、淀川大堰下流側で流出した有害物質は津波遡上とともに大堰上流側へも拡散し、取水に影響を及ぼすことがわかった。また、流出量にかかわらず水質基準値を下回るまでにかかる時間は変わらず約20時間程度であったことから、約1日間の取水停止を想定して対策を行うことが必要であると言える。河道内塩分の有無により有害物質は異なる挙動を示したため、有害物質の拡散予測を行う際は、河道内塩分を考慮して解析することが必要であると言える。

参考文献

[1] 総務省消防庁危険物保安室:東日本大震災を踏まえた危険物施設等の地震・津波対策のあり方に係る検討報告書, 2011.
 [2] 石川百合子, 東海明宏:河川流域における化学物質リスク評価のための産総研-水系暴露解析モデルの開発, 水環境学会誌, 2006.
 [3] 永島ら:津波来襲時の河道内塩水遡上に関する数値解析手法の提案, 土木学会論文集, 2017.
 [4] 米山ら:淀川における河川遡上津波発生時の三元塩水挙動解析, 河川技術論文集, 2010.