

三次元密度流解析を用いた巨大津波来襲時の淀川における化学物質拡散予測

京都大学工学部
京都大学防災研究所

学生員 〇田窪 亮介
正会員 米山 望

1. 研究の背景・目的

2011 年 3 月に発生した東日本大震災では、地震や津波によって多くの人命が奪われただけでなく、社会基盤施設にも甚大な被害が発生し、化学物質取り扱い施設(以下 事業所)からの化学物質の漏出被害も確認された[1]。このことから地震発生時には、化学物質の環境への放出による二次災害発生の可能性が考えられる。河川に化学物質が流出した場合、浄水場取水口に化学物質が混入することによる取水障害が影響の 1 つとして挙げられる。

近い将来、南海トラフ地震が発生すると予測されており、西日本の太平洋沿岸広範囲に巨大津波の来襲が予想される。淀川河口付近の事業所から化学物質が漏出[1]した場合、その化学物質が淀川へ流出し、津波の河川遡上とともに柴島浄水場取水口まで拡散することによって、取水に影響を及ぼす可能性がある。しかし、巨大津波来襲時の淀川における化学物質の拡散挙動予測や取水への影響に関する研究はなされていないのが現状である。河川水を生活用水や農工業用水に利用している我が国にとって、巨大津波来襲時の河道内における化学物質の拡散挙動予測を行うことは、取水への影響を最小限に抑えるために重要であると言える。そこで本研究では、巨大津波来襲時に淀川を遡上する化学物質の挙動解析を行い、空間分布と時間変化を定量的に予測し、取水への影響を検討することを目的とする。

2. 解析モデルの概要

本研究では、永島ら[2]の広域津波連動型河道内塩水挙動解析モデルを採用し、塩水を化学物質に置きかえることで化学物質の挙動解析を行う。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[3]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。

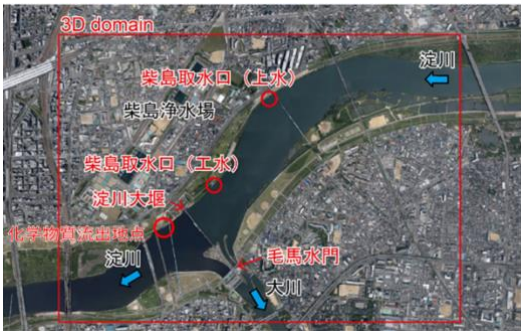


図 1 三次元解析領域および仮想の化学物質流出地点

表 1 解析ケース

ケース名	対象化学物質 (密度[kg/m ³])	断層すべり量の倍率 (津波強さ)
ケース1	ホルマリン(1100)	1.0 (内閣府の想定と同等)
ケース2	トリエチルアミン(700)	1.0 (内閣府の想定と同等)
ケース3	ホルマリン(1100)	2.0

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想の化学物質流出地点を図 1 に示す。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[m³/s]とした。河川水は淀川大堰上下流側ともに塩分 0 の淡水と設定した。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℃とした。この時、淡水の密度は約 999.1[kg/m³]である。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、全量が約 5.5 時間かけて淀川へ流出するとした。解析ケースを表 1 に示す。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。

キーワード 三次元密度流解析, 津波, 化学物質, 取水

連絡先 〒611-0011 京都府宇治市五ヶ庄京都大学防災研究所

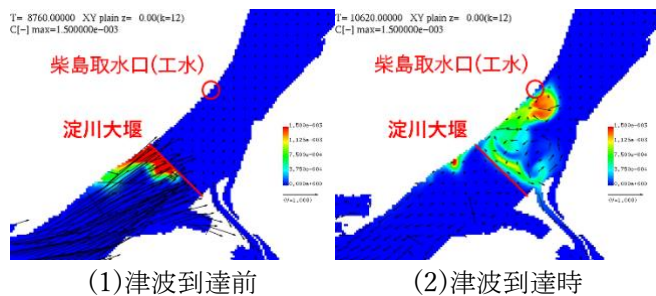


図2 化学物質拡散の様子(ケース1)

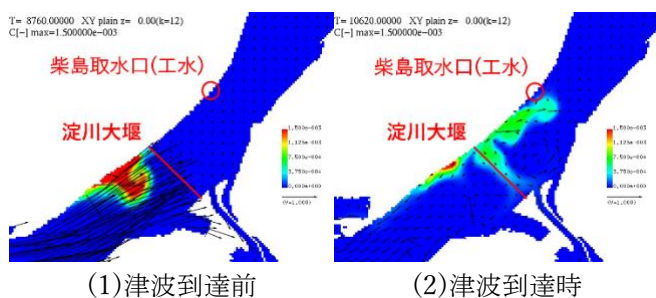


図3 化学物質拡散の様子(ケース2)

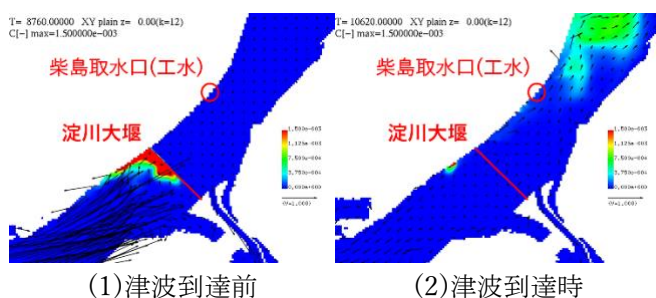


図4 化学物質拡散の様子(ケース3)

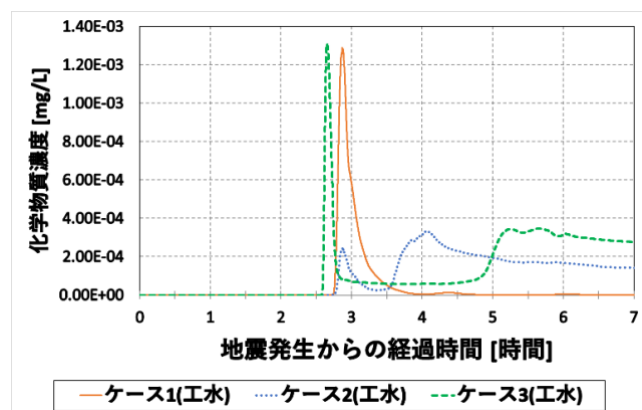


図5 化学物質濃度の時間変化

4. 解析結果

ケース1～ケース3における化学物質拡散の様子を図2～図4に示す。柴島取水口(工水)における化学物質濃度の時間変化を図5に示す。

図2～図4より、津波の遡上によって、淀川大堰下流側で流出した化学物質が大堰上流側へ拡散する様子が確認された。また、図5より、取水口(工水)におい

て化学物質が検出された。したがって、大堰下流側の事業所から化学物質が流出した場合でも取水に影響を及ぼす可能性があることがわかる。

(1) 化学物質密度(ケース1とケース2)による比較

図5のケース1とケース2で最大濃度に大きな差が見られたのは、津波到達前の化学物質の分布状況によるものと考えられる。図2、図3より、ケース1では淀川大堰直下流付近に、ケース2では化学物質流出地点付近に比較的高濃度で分布していることがわかる。大堰直下流付近の河床が周辺より低くなっているため、ケース1ではそこに沈み込むように拡散したと考えられる。

(2) 津波強さ(ケース1とケース3)による比較

図2、図4より、ケース1とケース3は津波到達前の分布状況が酷似しているため、図5の最大濃度は近い値となった。ケース3では、化学物質が取水口(工水)より大幅に上流側へと遡上しており、その化学物質が流下してきたため地震発生から約5時間後において取水口(工水)での化学物質濃度が増加したと考えられる。

5. 結論

本研究では、巨大津波来襲時の淀川における化学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化学物質が津波遡上によって大堰上流側へも拡散し、取水に影響を及ぼす可能性があることを定量的に示した。また、津波来襲時の河川における化学物質の挙動は複数要因によって変化するため、拡散被害を高い精度で予測するためには本研究で用いた三次元密度流解析によるシミュレーションが必要であることがわかった。

今後は河川水の塩分や、河床底泥からの溶出や巻上げによる化学物質の拡散を考慮することでより現実に近い挙動解析が可能であると考えている。

参考文献

- [1]大阪府:平成24年度災害時における化学物質のリスク低減事業報告書, 2013.
- [2]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.
- [3]米山ら:淀川における河川遡上津波発生時の三次元塩水挙動解析, 河川技術論文集, 2010.