

第 214 回 神戸大学都市安全研究センター RCUSS オープンゼミナール

2016 年 10 月 15 日（土）神戸市役所 4 号館（危機管理センター）



「南海トラフ巨大地震による大阪湾での津波マリンハザード」

林美鶴 神戸大学内海域環境教育研究センター

・大学院海事科学研究科准教授

報告書作者：神戸大学北後研究室 池田明徳

近代化以降に初めて起こる南海トラフ巨大地震による津波は、都市部に隣接する大阪湾にどのような災害をもたらすのか？津波によって海で起こりうる危険事象を「津波マリンハザード」と定義し、海上輸送と海洋環境に関する津波マリンハザードについての研究成果を紹介していただいた。前者は重要なライフラインの一つであり、後者は水産業のみならず多方面で長期的に影響を残す可能性がある。いずれも人命に直接かかわらないため検討が遅れがちだが、早期復興にとっては重要な課題である。

①神戸、深江でのマリンハザード研究の経緯

前身である神戸商船大学時代に阪神淡路大震災をきっかけとして、船舶を用いた救援活動ができないか？という構想から、マリンハザードについての研究が始まった。組織ごとにある災害対応マニュアルが多機関連携の中で機能するかを評価するための人的な防災シミュレーションを考案し、一定の成果を上げた。スマトラ島沖地震が発生した後は、津波と船舶運航に関する船舶工学的な研究が進められた。

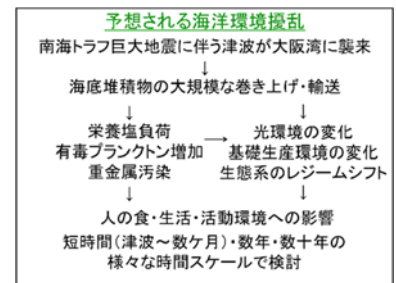
②津波マリンハザードとは

津波マリンハザードとは、津波に起因して、海で起こり得る危険事象を指し、海での災害だけでなく海が受ける被害も含む。人が住んでいない海域は対策が後回しになってしまう。神戸大学では海上交通被害と浅海域環境被害についての研究を、住友電工からの寄付により 3 年前にスタートした。対象は大阪湾で、その研究目的は“津波マリンハザード”を予測し実効的で社会実装可能な減災・防災策を創出することである。

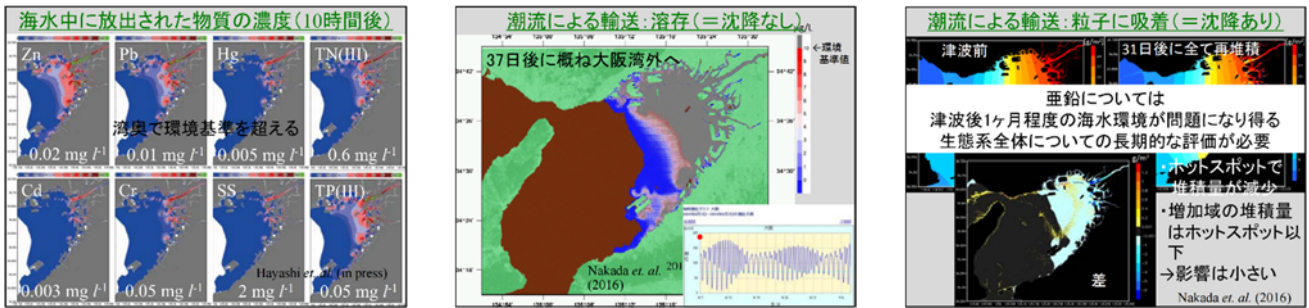


大阪湾は海上交通量が非常に多く沿岸部にはエネルギー施設が多く存在する為、南海トラフ巨大地震でダメージを受けると物流やエネルギー供給に甚大な被害が発生してしまう。また、大阪湾の環境は改善されてきてはいるが、大阪湾の奥ではまだ総量規制*がかけられている。津波の影響で生態系のバランスが崩れるのではないかという懸念もある。

現に、東北地方太平洋沖地震の津波によって海底の泥の巻き上がりや有毒プランクトン休眠胞子の移動・濃度の上昇や、貝毒の発生が報告された例もある。



③津波と海洋環境

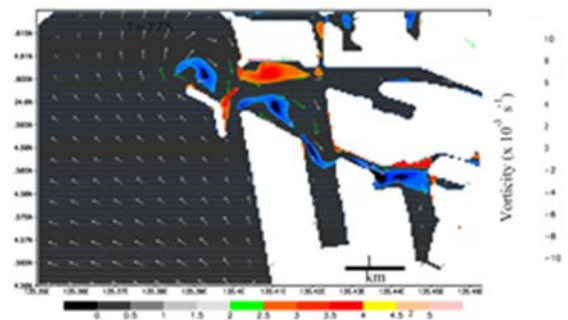


重金属汚染は東北では問題にはならなかったが大阪湾では問題になる可能性がある。津波のシミュレーションを行い、津波が来た際に海底堆積物と含まれる有害物質の巻き上げが起こるのかを調べたところ、大阪湾の強い巻き上げが起こり、海水中濃度が環境基準を上回ることが分かった（左上図）。物質は津波や潮流で拡散され、亜鉛でみた場合1か月程度は海水に残存する（上中図、右上図）。これが生態系全体に与える影響についての長期的な評価が必要である。

④津波と海上輸送

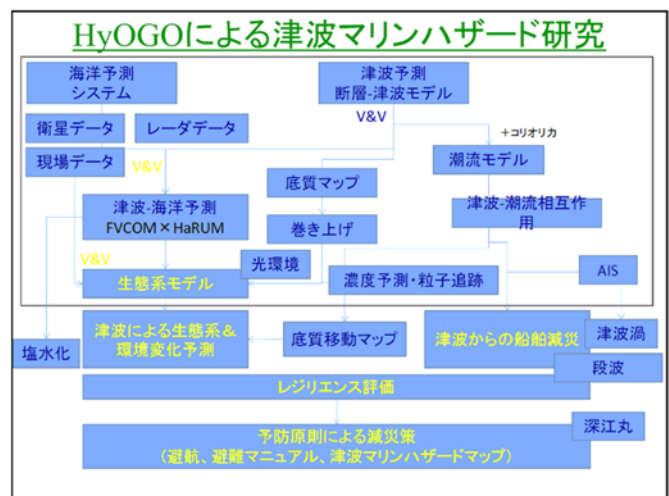
大阪湾では海上輸送が非常に多く、湾の奥の主要港湾を利用している。津波の際の船舶の推奨避難海域は定められているものの、最小限の基準で定まったものである。最終的には各船長の判断で避難することになる。

浜寺航路を例に見ると、津波発生の際、航路侵入前、航路侵入中などフェイズごとの避難行動をマニュアル化することが可能である。ただし、防波堤から港内では回転方向が異なる津波渦が複数発生し船舶の航行を困難にするため同時に考慮すべきである（図）。



⑤統合システム

従来の津波モデルは鉛直的に一様な波を扱うものであったが、海水の巻き上げを考慮するにあたっては3次元的なモデルを構築する必要がある為、現在詳細な3D津波シミュレーションモデル Hydrological Ocean Geographical Orchestration (HyOGO) を構築している所だ。その成果の一つとして、大阪湾に津波が襲来した後、もともと湾内の塩分濃度が低い海域で塩分が上昇し、高塩化によりシジミ、カレイなどの生存が困難になる可能性が示唆された。



研究のフローとして、最終的には冒頭で述べた通り具体的な「予防原則による減災策」を建てるための情報提供を今後も行っていきたいと考えている。

質疑応答

Q. (新聞の記事で) なぜ船は東に逃げるのか

A. 記事の内容に関して新聞社から事前に確認がなかったので、明確な意図は解らない。船のサイズごとに避難場所の仕分けを提案し、大型の危険物船は避難に時間がかかるので岸の近く（東側）に避難することを提案したので、これがこの様な表記になったのかもしれない。船の隻数と必要面積から計算上は大阪湾の中で全て収まることが分かった。新聞の見出しはわかりにくいと思う。 (右図：新聞記事)



Q. 津波に遭遇した際、船長はどのように行動するのか

A. 外海では波高に対して波長が長いので、津波にあってはいる感覚はあまりない。普通の運航と差しきわらないので、外海に逃げろと言われる。水深が浅くなり、波長が短く、波高が高くなって、どんどん押し寄せてくる津波に対しては船首を向けて乗り越えていく形になる。通常の波浪とは異なる操船になる。津波で流され座礁してしまったのは、津波の“流れ”で流されてしまったもの。

Q. 海洋環境について 3.11 のような湾外と内湾を比較するには？

A. 内湾ではどのくらいの時間で水が入り替わるか、外湾では海流によって海水がどのような動きをするかを見る。

Q. 淀川にも遡上してくると思うが、そこに影響は？

A. 十三のあたりに大堰があるので、そこより上流には津波はいかないだろうと考えている。

Q. 陸上交通は停止するのが安全。新幹線もしかり。海上交通では停止したほうが安全なのか決められた安全なスポットに行くのがいいのか？

A. 港内に係留していると係留索が切れてしまう場合もあるので、津波到達までに広く深い場所へ移動する時間があれば港外に出るのがよい。また、航路の航法義務や出入りの信号で管理されている港があるが、地震が発生した場合には出る方の信号に切り替わることになっている。あとは船長の判断。

しかし、大型船の場合、出航準備だけで時間がかかったり、乗組員が陸上に出ていたり、タグボートに先導してもらわないと出港自体ができないなど問題がある為、着岸したまま津波に耐えるチョイスもある。それは各船会社や船長の判断となっている。

Q. 津波が来た時に備えてどのように動くかは各船で検討されているものなのか？

A. 対策マニュアル作成の為に手引きが2年前に出たところ。マニュアル作成には様々な情報が必要で、手引きに基づいて各船でマニュアルを作っていく段階だと思う。

Q. 係留地に船が集まる際の交通問題やすべての船舶を処理しきれものなのか？

A. 大阪湾の中に船はたくさんいるが、錨泊時の一隻当たりの振れ回り面積を算定すると、安全域内で賄えることにはなっている。避難途中で各船がてんでバラバラに航行する点や、港外に出ようとして船

が集中してしまう点については現時点でまだコントロールできていない。そこで衝突事故が起これると後続の船が出られなくなるため、やはりそのコントロールが必要となるだろう。

Q. 係留で津波をしのぐ際の問題は船が波で振られてしまうことなのか？

A. 一部の漁船のように船首だけを係留して船尾をアンカーで留めるよりは、全て係留しているほうが安全。アンカーは津波で抜けてしまう為。一般には岸に横付けして係留索をとる。しかし、津波で岸壁に何度も衝突し、場合によってはロープが切れてしまうこともある。

Q. 津波が発生した場合には深く広い海に逃げると理解した。台風の場合と対策は相反するのか？

A. 台風は数日前から来ることが分かっているので、予め錨地へ行ける。津波の場合は地震発生から大阪湾で90分しかない。よって対策は全く異なる。

Q. 台風のために錨泊をする錨地というのは一般的に安全なところなのか？

A. 錨地は港の付近の浅い場所なので津波の際には危険。深いところで錨をおろせない場合には舵が効く速力で波に向かって進み乗り越える。

Q. 津波による海水の巻き上げによって生態系へのレジームシフト^{***}などが想定されるという話だったが、具体的にどのようなインパクトがあるのか？そのインパクトに対してどのような対策があるか？

A. よく質問いただくのですが、実は私も具体的なインパクトを提示することができないのが現状。というのも海洋の環境と生態系の相関関係は、魚類なら魚類の、微生物なら微生物の、それぞれの専門家でないとわからないところが大きい。可能性に対して論文で検索して調べている。様々な場面で専門家に対して講演を行い、意見をもらいながら研究している。

*総量規制：水質総量規制制度は、人口、産業等が集中し、汚濁の著しい広域的な閉鎖性海域について、
質環境基準を確保することを目的として、当該海域への汚濁負荷量を全体的に削減しようとする制度

(https://www.env.go.jp/water/heisa/heisa_net/setouchiNet/seto/kankyo.joho/kankyohozen/kanho-1.htm)

**レジームシフト：自然環境が不連続的に急激に変化すること。