

2022 年トンガ火山性津波による三陸沿岸での養殖施設被害について

東北大学	工学部 建築・社会環境工学科	学生会員	○田中 健登
東北大学	災害科学国際研究所	正会員	Suppasri Anawat
東北大学	災害科学国際研究所	正会員	Pakoksung Kwanchai
東北大学	大学院工学研究科	学生会員	Cheng An Chi
防衛大学校	システム工学群 建設環境工学科	正会員	鳴原 良典
東北大学	災害科学国際研究所	正会員	今村 文彦

1. はじめに

2022 年 1 月 15 日にフンガ・トンガ・フンガ・ハアパイ海底火山が噴火し、日本各地で気圧変化に伴って潮位変化（トンガ津波）が観測された。これによる養殖施設の被害が日本各地で確認されている。

地震以外の原因による津波の事例は少なく、その被害状況は解明されていない。特にトンガ津波の特徴である短周期の津波外力と水産被害の関係を明らかにすることは津波対策を検討する上でも重要である。そこで本研究は、実際に被害が出た三陸沿岸を対象として、

- ① 水産被害実態や養殖施設の構造についての調査
- ② 水産被害率と津波数値計算で得られた津波外力の照らし合わせ

③ 漂流シミュレーション

を行い、養殖施設のアンカーに対する津波の流速などの観点で被害実態とその被害のプロセスを把握することを目的とする。

2. 研究手法

(1) 対象地域

岩手県の宮古湾と山田湾を研究対象とする。

(2) 現地調査

宮古湾は、延縄式養殖施設が主体であり幹ロープの絡まりによる被害があった。アンカーは 8.0 トンのコンクリートブロックであった。

山田湾は、延縄式養殖施設と筏式延縄施設が利用されており、主にアンカーが引きずられ他の養殖施設に衝突することで被害が生じた。アンカーは 3.6 トンの土嚢であった。

(3) 津波シミュレーション

津波シミュレーションは非線形長波理論にラム波

の伝播を考慮した項（気圧項）と空気と海面の摩擦を考慮した項（空気-海面摩擦項）を含めた伝播理論で計算を行った（Pakoksung ら(2022)⁽¹⁾）。

(4) 漂流シミュレーション

漂流シミュレーションでは、剛体モデル（許ら(2015)⁽²⁾）を使用した。これは x 軸と y 軸方向の並進運動と w 軸方向の回転運動を計算する。

養殖施設に係る流体力は式 (1)、(2) で表される。

$$Fx = \frac{\rho C_d}{2} u \sqrt{u^2 + v^2} D d \frac{BLh}{S^2 S_z} \quad (1)$$

$$Fy = \frac{\rho C_d}{2} v \sqrt{v^2 + u^2} D d \frac{BLh}{S^2 S_z} \quad (2)$$

F : 流体力, C_d : 抗力係数, ρ : 水密度, B : 施設の幅, L : 施設の長さ, D : 牡蠣の長さ, d : 牡蠣の高さ, S : 垂下ロープの間隔, S_z : 牡蠣の間隔, h : 垂下ロープの長さ

3. 結果・考察

山田湾では垂水漁場と浜川目漁場で養殖施設の被害があった（図 1）。垂水漁場では延縄式養殖施設（以下、延縄）が 33 台設置しており、そのうち 4 台が被害を受けた。浜川目漁場では延縄ではほとんど被害を受けなかったが筏式養殖施設（以下、筏）では 227 台のうち 44 台被害を受けた。

津波シミュレーションの結果（図 2）により、湾奥で水位が大きくなっている一方、流速が速い場所は、島嶼周辺、暗礁が存在している場所や湾口であった。

山田湾における各漁場の被害率と津波外力の関係を図 3 に示す。筏では、被害率が約 20% であった浜川目の最大水位は被害がなかった漁場に比べて概ね小さいが流速に関しては一番速いことが明らかとなった。これ

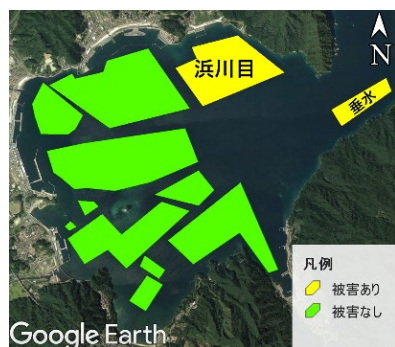


図1：山田湾の被害漁場

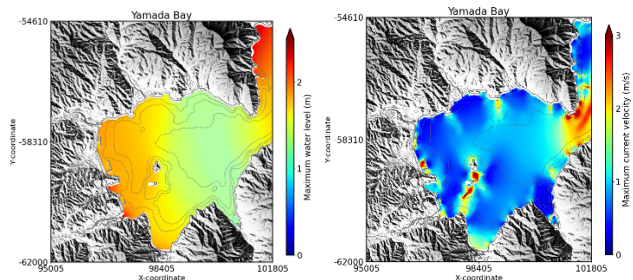


図2：水位分布(左図)と流速分布(右図)

に関して、延縄でも似た傾向が見られた。すなわち養殖施設の被害は、 z 方向(水位)の動きに関してほとんど関係がなく、 x, y 方向(流速)の動きには大きく依存すると考えられる。筏被害があった漁場の流速と被害がなかった漁場の流速のボーダーは筏で $1.3\text{m/s} \sim 1.4\text{m/s}$ 、延縄で 1.4m/s であると推測出来る。つまり、流速がそれぞれその値を超えると筏、延縄の被害が生じ始めることを示唆する。首藤(1992)⁽³⁾は1960年チリ津波による紀伊半島の矢湾における真珠筏の被害分析を行い、流速が 1.0m/s 以上となると最高水位に関係なく養殖施設の被害が生じると結論付けた。Suppasri ら(2018)⁽⁴⁾は東日本大震災による万石浦における筏の被害分析を行い、水位に関係なく流速が 1.3m/s を超えると筏被害が生じることを示した。本研究は上記の既往研究と比べて速い結果となったが、要因としては、トンガ津波は地震津波と比べて短周期成分が卓越しているため、養殖施設が小刻みに漂流され、係留ロープにテンションがかかる時間が短かったことが挙げられる。ただし、津波シミュレーションの精度に問題があるため、シミュレーション結果が過大評価であった可能性もある。

津波開始から1時間程度の漂流シミュレーション(図4)が示唆する通り、実際に被害にあった筏は比較的漂流距離が長い傾向が見られ、被害のなかった筏に比べ2～3倍の距離であった。

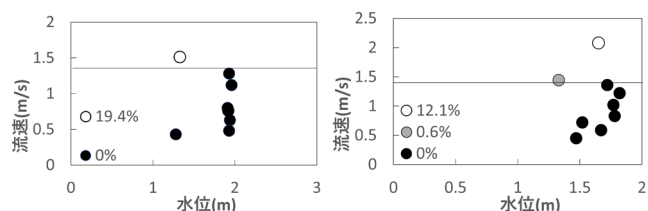


図3：山田湾における被害率と津波外力の関係
(左図筏、右図：延縄)

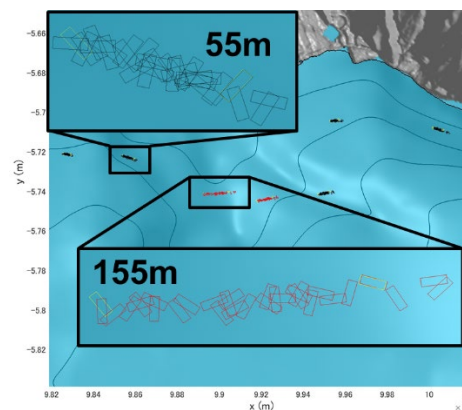


図4：漂流軌跡(上：被害なし 下：被害あり)

4. おわりに

山田湾の他に宮古湾や気仙沼湾においても流速がある一定値を超えると被害が生じていた一方、水位に関しては、被害率との関係は見られなかった。したがって、短周期津波においても流速がある値を超えると養殖施設の被害が発生することが明らかとなった。

被害を軽減する対策案としては、湾口や局所的に浅くなっている場所等では流速が速くなると推測されるため、該当する養殖施設はアンカーを杭打ちタイプにすることや鉄イカリで引っ掛けることで漂流しないようにすることが望ましいと考える。

謝辞

本研究は JSPS 科研費 21K21353 の助成を受けた。

参考文献

- (1) Pakoksung ら(2022) : The 2022 Hunga Tonga Submarine Volcano Explosion Tsunami in Japan: New Global Insight From Numerical Modeling, AOGS2022.
- (2) 許ら：津波による船舶群の漂流・座礁に関する水理実験と数値モデルの検証，土木学会論文集，Vol.71，No.2，I_277-I_282，2015.
- (3) 首藤伸夫：津波強度と被害，津波工学研究報告，第9号，pp.101-136，1992
- (4) Suppasri ら(2018) : Developing fragility functions for aquaculture rafts and eelgrass in the case of the 2011 Great East Japan tsunami. Nat. Hazards Earth Syst. Sci. 18, 145–155.