

数値シミュレーションによる沖合型養殖施設の耐候性評価に関する研究

高木 カ*

(環境グループ)

近畿大学大学院農学研究科

*tutakagi@nara.kindai.ac.jp

近年、クロマグロ等の大型魚類の安定供給に向け国内外各地域でクロマグロ養殖が盛んにおこなわれるようになってきている。クロマグロは遊泳力が高いことからできるだけ大型の養成空間が確保される必要があり、さらに清浄な水域環境で養殖されることが求められる。そのため、外洋水が流入しやすく海水交換性の高い沖合域に設置することが望ましいとされている。大型の養殖施設を外洋沖合域に安定して設置するためには厳しい波浪と潮流環境に十分な耐性を持った施設の技術開発が何よりも重要となる。そのためには、強い波浪と潮流の共存した厳しい自然条件での施設の耐久性や飼育空間状況の事前予測が必要である。しかしながら、こうした波浪・潮流環境下における大型の養殖施設の耐久性を把握するには、従来の縮小模型を用いた水槽実験による対応では方法論的な限界がある。つまり、実験水槽や模型規模の制約による流体のスケールエフェクトや施設模型の曲げ・伸び剛性がもはや単純な縮尺模型実験では再現することができないことを意味している。この問題を克服するためには、様々な波浪・潮流環境下での施設の耐久性や飼育空間状況を予測する新しい解析技術が求められる。

そこで、本研究では、網漁具の挙動に関する汎用的数値解析システム NaLA-System¹⁻³を生簀網に適用し、波浪流動条件下での生簀網形状および容積変化の数値解析システムを構築する。そし

て、波浪・潮流条件と生簀網構造と飼育空間の変形の関係を数値的に導出し、厳しい自然条件に対する耐久性と養成魚の飼育空間保持の両立を設置環境条件に応じて実現できる沖合大型養殖施設の最適設計技術に資することを目指す。

材料および方法

解析対象の生簀網は、直径 30 m の円形角目とした。対象生簀網の目合、網糸直径、筋縄と網の素材といった物理情報から、NaLA-System で計算するための質点と要素のデータを算定する。波浪と潮流は同一方向から進行するものとした。潮流条件は表 1 に示すように流速 0.0~1.03 m/s の 6 段階で変化させた。波浪条件は波高 0~5 m の 6 段階で変化させた。各波高での周期および波長は野外観測情報から得られた波高と周期の近似式と、波高と波長の近似式から求めた(表 2)。

表 1. 潮流条件

| Current speed (m/s) |
|---------------------|
| 0.0 |
| 0.26 |
| 0.51 |
| 0.77 |
| 1.03 |

表 2. 入射波浪条件

| Wave Height | Wave period | Wave length |
|-------------|-------------|-------------|
| 1.0 | 4.6 | 33.3 |
| 2.0 | 6.5 | 66.7 |
| 3.0 | 8.0 | 100 |
| 4.0 | 9.2 | 133 |
| 5.0 | 10.3 | 167 |

結果および考察

図.1 は流速なし、波高 5 m における環境条件と、流速 0.51 m/s、波高 3 m における環境条件での生簀網の動態である。流速を与えた条件による流速方向への生簀網の吹かれによる変形が比較的大きく、波浪条件による短周期的な変形は比較的小さいように思われる。

各環境条件で得られた 100 秒間の計算結果をもとに、生簀網を構成する質点の位置ベクトルから時刻ごとの空間容積を算定し、各条件における生簀網容積の時系列変化を調べた。その結果、容積変化の波形は各波浪条件における周期に対応してはいるものの、各条件によってその波形の形状は様々に異なっていることがわかった。生簀網の容積変化は波浪条件のほかにも底網の沈下速度、生簀竿の浮力によって影響を受けると考えられることから、この波形の形状は、波浪条件、流速、生簀網の土俵の総水中重量によって決定されるものと推察される⁴。

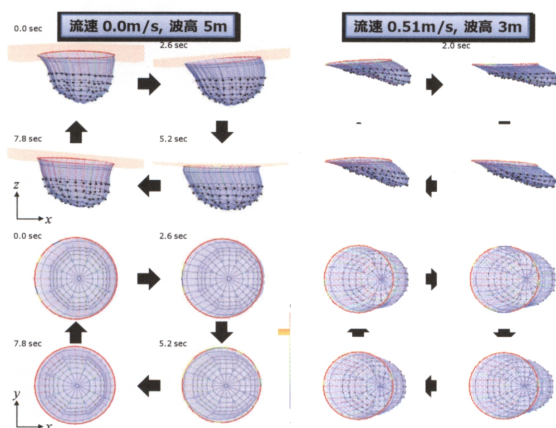


図.1 NaLA-System によって得られた生簀網の動態

さらに、100 秒間の容積変化の計算結果における最後の 2 周期分の波形から、各条件での容積変化の最大値、最小値、平均値を図.2 に示した。

流速による生簀網変形の影響は大きく、今回設定した 0.26 m/s の流速条件の幅においては、低流速での波浪による変形が一段階速い流速における変形を上回ることにはなかった。概ね、波高が高くなるにつれて生簀網変形の最大値と最小値の幅

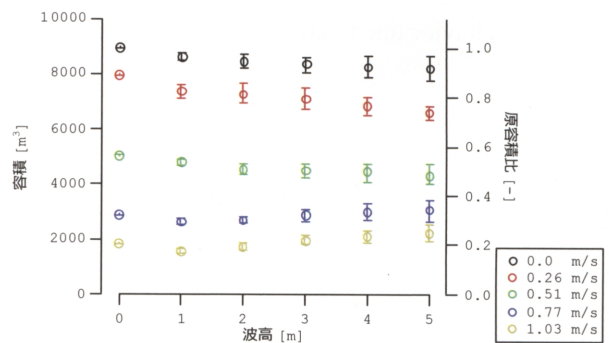


図.2 各波高、各流速における生簀網容積変化の最大値、最小値、平均値

は大きくなったが、0.26 m/s においては例外的に波高 3 m における生簀網変形が最も大きくなった。波浪と潮流の共存場においては、単純に波浪条件が厳しくなれば生簀網の変形への影響が大きくなるというわけではなく、ある流速条件が加わることによって波浪による影響が増幅される可能性が示唆される。

文献

- [1] Takagi, T., Suzuki, K. and Hiraishi, T., "Development of the numerical simulation method of dynamic fishing net shape," Nippon Suisan Gakkaishi, Vol. 68, pp. 320-326, 2002,.
- [2] Takagi, T., Shimizu, T., Suzuki, K., Hiraishi, T. and Yamamoto, K., "Validity and layout of 'NaLA': a net configuration and loading analysis system," Fisheries Research, Vol. 66, pp. 235-243, 2004.
- [3] Takagi, T., Shimizu, T., Suzuki, K. and Korte,

H., "Using a netting geometry simulator to develop smart fishing and smart gear," Proceedings on the 26th international conference of Offshore Mechanics and Arctic Engineers, OMAE2007-29658, pp. 1-8, 2007.

- [4] Suzuki, K., Shinsuke T., Takagi, T., 'Numerical analysis of net cage dynamic behavior due to concurrent waves and

current', Proceedings on the 26th international conference of Offshore Mechanics and Arctic Engineers, OMAE2009, 2009.