

卒業論文要旨

スナガニ科チゴガニ *Ilyoplax pusillus* におけるウェーピングによる群波形成に関する  
数理モデル研究

A Mathematical Model for a Group Wave Emergence with Waving Behavior of Ocypodid Crab *Ilyoplax pusillus*

蔦村 昂

広島大学理学部数学科

Koh TSUTAMURA

Department of Mathematics, Faculty of Science,

Hiroshima University, Kagamiyama 1-3-1, Higashi-hiroshima 739-8526 JAPAN

スナガニ科のチゴガニ *Ilyoplax pusillus* の雄は繁殖期になると waving を行う。その意味は他の雄に対する威嚇と雌に対する求愛と考えられている。waving には個体間で相互作用があり、空間の個体分布による waving のうねりパターン（群波）が観察される。このうねりのパターンが生じる原因、メカニズムについては何もわかっていない。本研究では cellular automaton を用いた数理モデルの解析により、そのメカニズムに関する理論的な示唆を得ようとした。

個体を 2 次元正方格子空間の各格子点に均一に配置する。初期条件として、個体の「向き」、および、はさみ脚の状態（上げているか下げているか）をランダムに与える。個体の移動はなく、格子空間の境界上に個体はいないものとする。各個体の「向き」に依存して、Moore 型近傍に位置する近接個体から実効近隣個体 1 個体を定める。従前の実験研究によって示された結果に従い、実効近隣個体が waving においてははさみ脚を上げている状態ならば、同時的に自らはさみ脚を上げようとする傾向、すなわち、waving が同調する傾向があると仮定する。実効近隣個体がない状態では、waving は規則正しい時間周期的な運動である。さらに、各個体は頻繁に「砂食い」を行い、砂食い活動中は waving を行わないとする。

数理モデルの数値計算の結果、砂食いを全く行わない場合、または、砂食いを行うことがあっても「向き」を各時間ステップにおいてランダムに変える場合にはうねりのパターンは生成されない。砂食いを行い、かつ、個体の「向き」の分布にある程度の偏りがある場合に、waving によるうねりパターンが生成される。この結果から、うねりには砂食いによる waving 相互作用の欠損と個体「向き」の偏りが必要なのではないかという示唆が得られた。

Ocypodid crab *Ilyoplax pusillus* inhabits intertidal sandy-mud flats along the coast. Their activity is most observable from the end of May to the early period of July in the breeding season. Males show their chelipeds' "waving" behavior in the breeding season. Waving is regarded as an aggressive display against other males and an attractive display against females. *Ilyoplax pusillus* has been known from its globally quasi-synchronous waving pattern, that is, a spatial group wave emerged by an interaction between wavings of different males in space. As for such a group wave of *Ilyoplax pusillus*, no study has yet been conducted. In the present study, we try to get some theoretical insights about the mechanism of group wave's emergence, making use of a mathematical model with cellular automaton.

In our model, each individual is located on the lattice point in the 2-dimensional square lattice space. In the initial condition, we randomly give a "direction" and a state of waving to each individual: the chelipeds are raised or not. Each individual does not move. No individual exists at the boundary of the lattice space. One effective neighbor individual is chosen from individuals in the Moore type neighborhood, depending on the "direction" of each individual. When the effective neighbor's chelipeds are raised, the individual tends to synchronize its own waving, going to raise its own chelipeds simultaneously. With no effective neighbor, the waving is a periodic oscillation. Each individual has the "scooping" behavior frequently, too. It is assumed that the individual does not perform the waving during scooping.

By the result of numerical calculations of our model, if any individual never performs the scooping or if each individual can perform the scooping and change its "direction" at random at each time step, the group wave does not emerge. Only when each individual can perform scooping with a biased distribution of the "direction", the group wave emerges. From our result, we give a conjecture that some breaks of the interaction of waving due to scooping with a biased "direction" of individuals would be necessary for the group wave emergence in case of *Ilyoplax pusillus*.