

生体群制御とロボット養殖

古澤 洋将*1 佐々木 義一*2

Grand design of Robotic Aqua Farming by Electric Fish-cluster Control

Yosuke Furusawa*1, Gichi Sasaki*2

Abstract - Focusing on bio-electro signals, we developed a fish-cluster control technology and system that guides and fixes fish-cluster in water including fish and shellfish, crustacea, underwater mammals and the like to arbitrary positions in water using electricity. As an example of applying the fish-cluster control technology to a larger scale, we showed the idea of robotic aqua farming intended not to use a ship.

Keywords: automate aqua sea farming fish-cluster control guide robot

1. まえがき

人類は、数万年前から農業を営み、飢えを技術によって少しずつ克服してきた。この頃の人類は、麦や豆類から炭水化物等を補給し、野生の動物や魚介類を採集して蛋白質等を補給していた。紀元前数千年頃になると、野生の動物を家畜化し、計画的に蛋白質等の補給ができるようになった。現代では工業化農業が進み、大型機械による農作物の大量生産や、牛・豚・鶏を筆頭とした産業動物の利用が行われている。

一方で、漁業とりわけ養殖に注目すると、初期は紀元前1100年頃の古代中国において鯉類の養殖[1]、その後は古代ローマにおいてウツボやウナギの養殖が行われた[2]。しかし、農業に比べて漁業の工業化は非常に遅く、現代的な養殖の誕生は、1960年頃のタイセイヨウサケ（ノルウェー）まで時代を待たねばならない[3]。

言うまでもなく、農業と漁業の工業化が急速に進んだのは、世界的な人口増加と旺盛な食糧需要[4]のためである。将来のさらなる人口増加に対処すべく、今後はさらに良質な食糧を大量に生産しなければならない。

このような背景のもと、魚介類の養殖において牛・豚・鶏等の畜産と同じように、より管理的かつ計画的に行うことを目指したものとして1980年代の海洋牧場構想（マリーナランディング計画[5]）やマリノベーション構想[6]が挙げられる。この構想は、「広い海域で魚介の行動を制御しながら発生から採捕収穫までを管理する漁業システム」と中村らが定義し、養殖の対象魚だけでなく、環境や飼料までを含めた漁業システム全体を研究した[7]。その後、2000年代に入り高井らが「魚介類の行動制御による非囲い込み型養殖システム」を提唱し、牧羊犬のように自律型監視ロボット（AUV）を用いて魚介類の行動を制御する研究を行った[8]。しかし、これまでに魚介類の自律的な行動を制御する方法は開発されていなかった。

そこで我々は新たに、魚介類や甲殻類・水中ほ乳類等を含む水中の生体群を、電気を用いて水中の任意の位置に誘導および固定する生体群制御の技術を開発した[9][10][11][12][13]。また、この技術を養殖に応用したシステムをロボット養殖[14]と名付け、工業化漁業の構想を述べる。

2. 生体群制御

2.1 はじめに

自然界において他の生体へ電気を与える例として、デンキウナギの捕食行動などが知られている[15]。また、人が生体へ電気を与えた例として、46年にローマ人医師 Scribonius Largus は、疼痛の治療としてシビレエイの電気を患者に用いた[16]。その後の時代を経て、1771年にイタリア人医師・物理学者の Luigi Galvani は、電気を用いて蛙の筋肉を収縮させる実験を行い[17]、今日に続く電気生理学や医用生体工学の礎となった[18][19][20][21]。

1863年に、イギリス人の Isham Baggs が電気を用いて魚を捕る特許を出願してから[22]、世界的に電気漁法が始まった[23]。1885年には、高橋が電気捕鯨機と電気釣針の特許を出願した。その後、電気と漁法に関する研究が進み、1953年には太田らが魚類肉質に対する低周波電戦の影響を研究し[24]、1955年には黒木が電戦漁法をまとめた[25]。1992年には、山森が電気ショックに対する魚類の反応を研究し、魚の電気感覚を詳らかにした[26]。現代ではこれらの研究成果のもと、電気ショッカー[27]が開発され、魚を感電（麻痺）させる漁法（Electro-fishing）の確立に至った（ただし、各都道府県が定める漁業調整規則によって、日本の一部地域でこの漁法は制限されている）。

一方、これら魚を捕る以外の研究も行われた。1922年に田村が電気を応用した魚道閉塞装置を研究し[28]、その後はダム放水路や水力発電所の取水口などに魚を寄せ付けなくする電気スクリーンが登場した[29]。2000年には関谷らが、電気スクリーンは鯉や鮒には効果が認められるものの、稚鮎には効果がないことを明らかにした[30]。

*1: 炎重工株式会社 研究開発部

*2: 岩手県山田町の漁師（60年超）

*1: R&D Dept, Homura Heavy Industries Corporation.

*2: Fisher-man (over 60-years), he lives in Yamada, Iwate, Japan.