



空気・水・土をきれいにする技術 特集

養殖環境保全に貢献する残餌センサー付自動給餌機

Automatic Fish Feeder with Uneaten Feed Sensor for Environmental Preservation

永富 忠良 Tadayoshi Nagatomi

●舟艇事業部 海洋環境開発室



図 1 残餌センサー付自動給餌機

Yamaha Motor Co., Ltd. began full-fledged sales of its "Kyujiro" automatic EP (an abbreviation for Extruded Pellet, the type of artificial feed that is machine produced using an extrusion process, usually in cylindrical pellet form) feeding machine for sea-area aquaculture since last year (2002).

The automatic feed supply system on this "Kyujiro" model is outfitted with a sensor that is position at a specific depth in the sea water to detect and count pellets of feed that drift down toward the sea floor uneaten by the fish and remain in the sea environment as waste feed. Based on the uneaten-feed data, the system automatically adjusts the operating mechanism of the feeder. In other words, the system's sensor functions in the place of the eyes of the aquaculture operator underwater to constantly check how much of the feed the fish are actually eating and adjust the amount of feed being supplied accordingly.

Recently in Japan, news reports of fish farming causing a deterioration of the marine environment had been appearing in increasing numbers. We believe that this uneaten-feed sensor can actively contribute to the preservation of the marine environment in a small but significant way by helping to minimize the amount of uneaten-feed filtering down to the sea floor and damaging the sea ecosystem there. All of us today have a responsibility to do what we can to make sure that we leave a clean marine environment for our grandchildren's generation.

At the same time, if precise feed supply control is able to achieve the same growth in the cultured fish crop using less feed, it will improve the profitability of the fish-farming operation.



In addition, the automatic functioning of this system makes it a labor-saving tool as well.

1 はじめに

ヤマハ発動機(株)では海面養殖用の EP（Extruded Pellet の略、機械で押し出した人工固形飼料で、形は円筒形のペレット状が多い）専用自動給餌機「給餌郎」（図 1）を 2002 年より本格販売を開始した。

この「給餌郎」は海水中に沈めた残餌センサーに、魚が食べきれずに落ちてくる残餌の個数をカウントさせ、それによって給餌機の動き方をコントロールする自動給餌システムを備えている。つまり、センサーが人間の目の代わりになって、魚が食べているか食べていないかを海水中で調べ、それに応じて餌の与え方を変えて行くわけである。

最近、養殖漁場の環境悪化がニュースで報道されることが多くなってきているが、残餌センサーを導入することによって、海底に沈んで環境を悪化させる残餌を極力少なくし、海の環境保全に微力ではあるが積極的に貢献できると考えている。「孫子の代まで綺麗な海を残す」これは、今を生きる我々に託された大きな社会的責任である。

加えて、少ない餌料で魚に同等の成長をさせることが可能であるので、経営数字の向上も望めるし、省力化のツールとしても有効と考えられる。

2 ターゲット市場と開発経緯

日本の養殖生産魚種としては、ブリ類（ハマチ、カンパチ、ヒラマサ）とタイ類が主な養殖魚種で、全海面養殖生産量の約 80%を占めている。ブリ類は九州、タイ類は四国がその生産拠点となっている。給餌機の対象魚種は、おのずからブリ類、タイ類となる（当然、他の魚種の給餌もできるが）。

タイ類は人工種苗生産可能な魚種で、増肉係数*も小さく、餌代にかかる経費も少ない養殖しやすい魚だという特徴を持っている。

これに対してブリ類は養殖するのが大変な魚である。人工的な種苗生産ができないので、春になると、モジャコ採取という大変な仕事を行いながら種苗を確保せざるをえない。給餌作業自体もかなり大変で、摂餌時間が極端に短くて人間の目では満腹かそうでないかの判断がしづらい、食べる量が多いので餌代がかさむ等の難点をかかえている。

開発当初の目標は、「ブリ類に自動給餌できる給餌機」を開発することであった。ブリ類を自動給餌できるなら他魚種には簡単に転用できるという想いを持って開発に着手したのである。

*増肉係数：魚を 1kg 増肉するのに使われた餌の kg 数。数字が小さいと効率良く大きくなる魚だといえる。例えば、ブリ 2.0、タイ 1.5、アトランテックサーモン（ヨーロッパ） 1.0 である。

3 現場稼働状況

3.1 概要

まず、給餌機が養殖漁場でどう稼働しているかを概要説明する。

図2に示すように、海上の鋼管イケスに取り付けられて自動給餌を行う。イケスの中には数千尾の養殖魚が入れている。イケスは地域毎に独特な形をしており、養殖場には数個から数十個のイケスが海上に整然と配置されている。

海水中には残餌センサーが残餌センシングのために取り付けられている。人間の目の代わりになって、海底に沈み海を汚す残餌を徹底的になくすために

残餌の計測を行うのである。食欲のある魚は海水面近くで摂餌行動をとり、満腹すると海水中深く沈みこんでいく。この時に魚が食べない餌がセンサー付近を通過するようになり、魚の満腹と判断する。

動力はバッテリーとソーラーバッテリーだけで全てをまかなっており、100%自然エネルギーを使用している。システムの全体図を図3に示す。

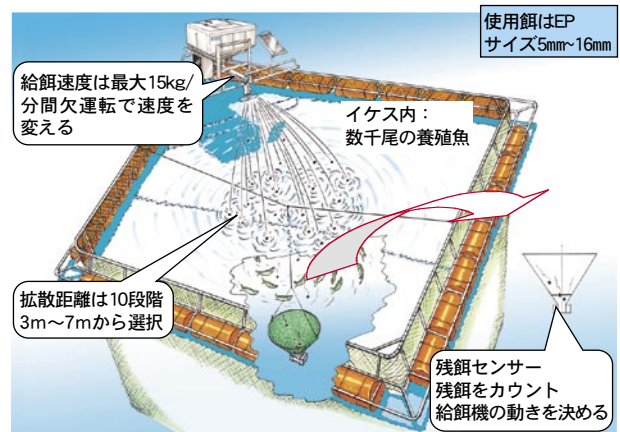


図2 給餌イメージ図

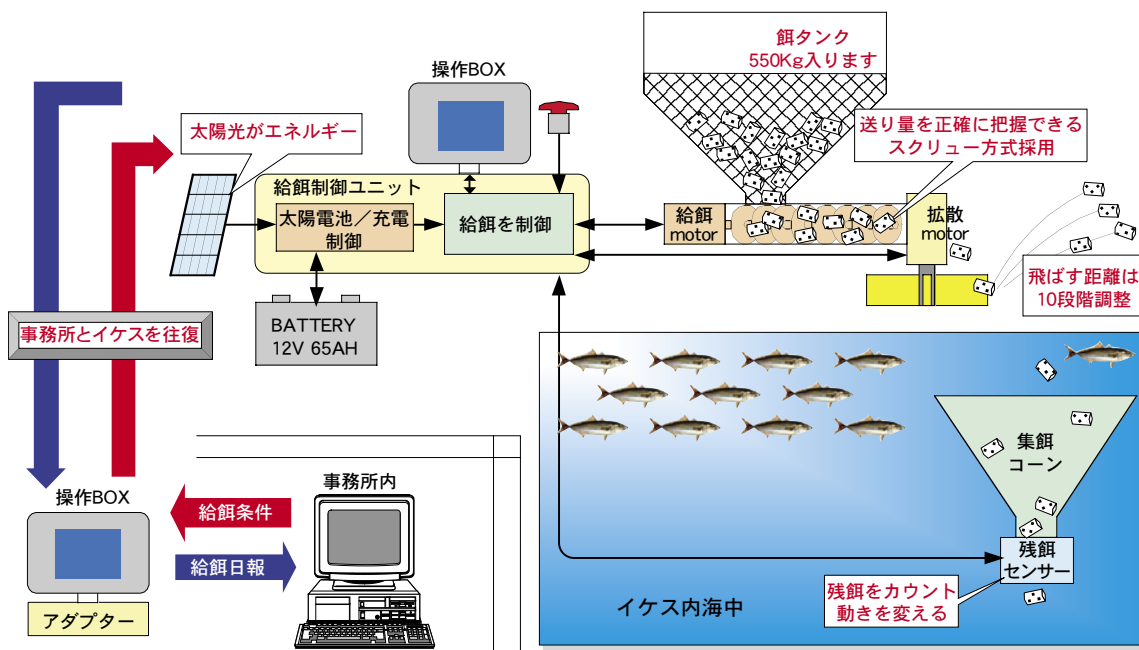


図3 全体システム図

3.2 給餌の手順

給餌のやり方を以下に順を追って説明する。

(1) 給餌条件作成 (図 4)

ユーザーが事務所内パソコンで給餌条件を作成する。給餌開始時刻、3段階給餌の諸条件等を決定後、操作ボックス経由で現場給餌機に給餌条件を記憶させる。いろいろな給餌条件を簡単に作成できるので、好奇心旺盛なユーザーはいろんな給餌条件を試されるようである。

(2) 3段階給餌

給餌機は記憶した給餌条件で3段階給餌を行う。

「呼び込み」、「本格」、「追加」という3段階に給餌段階を分けて、繊細な給餌を行う。

内容的には図 5 に示す様に、魚の食欲に沿った給餌をきめ細かく行うということである。ここで特徴的なことは「追加」という段階にあると考える。強い魚から摂餌行動に入るなので、弱い魚や病気の魚はどうしても食べ物にありつきのが遅れる。「追加」を行えば、こういう弱い魚にもまんべんなく給餌することが可能となる。結果、斃死魚が少ないとか、魚の大きさがそろうという良い結果を出せていると考える。常に残餌を監視しているので、海底に流れる無駄な残餌は限りなく少なくなっていく。

(3) 給餌日報回収

給餌機が給餌条件通りに仕事を行い、その給餌結果をユーザーが操作ボックス経由で事務所に持ち帰る。その給餌結果を観察して次の給餌条件に反映させることで、その漁場に合った最適の給餌条件を捜すことも可能である。

日報は4種類の画面を持っているが、一例を図 6 に示す。

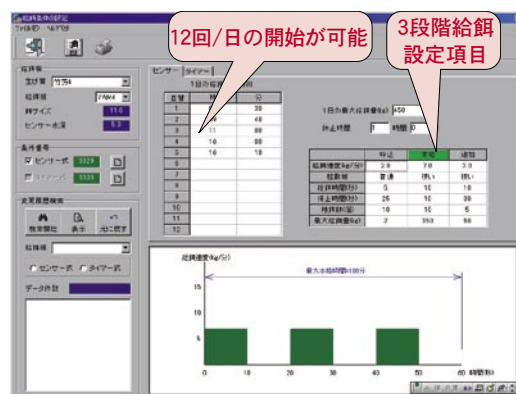


図 4 給餌条件の作成

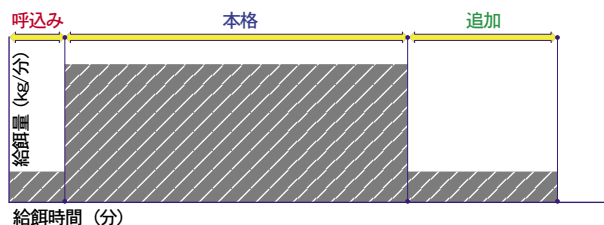
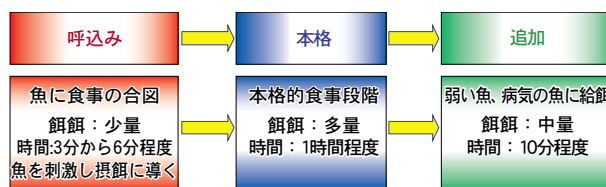


図 5 3段階給餌法

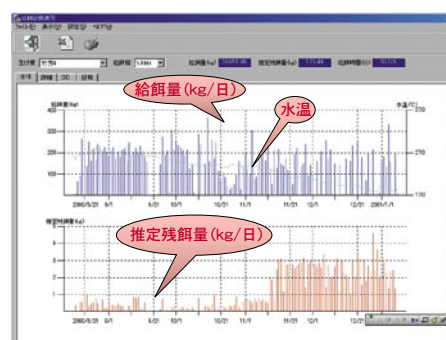


図 6 給餌日報 (全体)

4 残餌検出の原理と装置

ここまでの内容で残餌をカウントするということが給餌機にとっていかに大切かを理解できたと思うが、残餌センサー装置について簡単に説明する。

図8が残餌センサー本体である。これが常時海水中に沈められてセンシングを行っている。

投光側と受光側で48対の赤外線が走っている。48本の光が1枚の光の膜を形成しているような状態となっている。餌が落ちてくれば当然、光を遮ることとなる。その影の形から、餌であるか否かを判断し、餌と判断すれば残餌としてカウントを行うのである。識別の精度があがるように餌の種類毎に識別データを保持している。

海の中で常時仕事をするセンサーであるから、安定した電力供給と情報通信が要求される。この問題を解決したのが、非接触給電部である。

図8、9に示すような「非接触給電部」をコネクタ接続することで、電力供給と情報通信を海水中で両立させている。

センサー本体は、他の集餌部品と組み合わせて、図7のように海水中に取り付ける。この状態で、給餌作業中は海底に沈む餌を減らすために残餌の計測を行うこととなる。

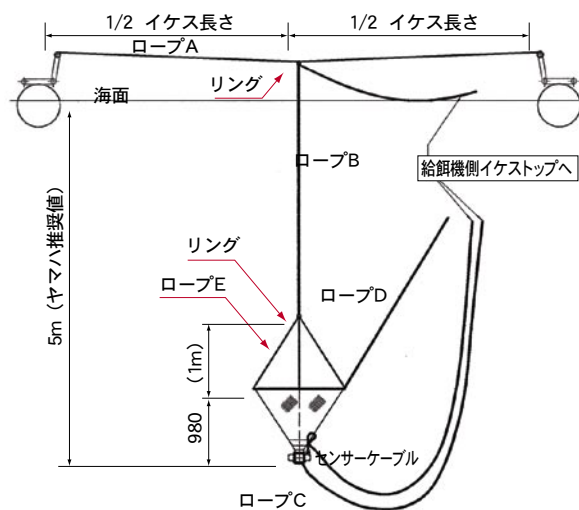


図7 残餌センサーの取り付け法

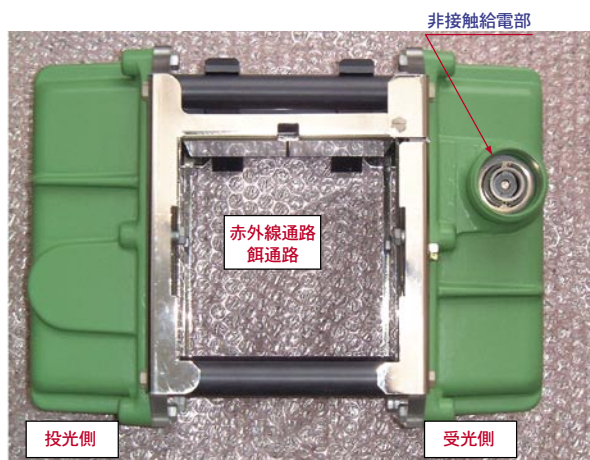


図8 残餌センサー本体



図9 センサーケーブル

5 おわりに

今回は海を汚さないということを切り口に給餌機を紹介した。

我が国水産業は担い手の高齢化、高コスト構造、漁業環境悪化等の厳しい条件下、新たな戦略産業となることが要求されはじめている。また、「食料自給率の向上」、「食の安心・安全性に対する国民の信頼確保」という食料産業の一環としての課題も抱えている。

最近、食のトレーサビリティという言葉をよく聞くようになった。我々が食べているものの履歴表示能力を有しなさいということである。つまり食卓にのっているのが養殖魚なら、何をたべて、どこの誰がどう育てて、どういう投薬を経験してという履歴情報を全て明らかにできる能力が、消費者から要求されるということになる。

今後はハードウェアとソフトウェアのパッケージされたサービスが必要とされると考えるし、その方向でこの業界と積極的に関わって行きたいと思っている。

■著者



永富 忠良