

[水産業と情報処理]

水産 ICTから水産クラウドへ



畑中勝守 | 東京農業大学 国際食料情報学部

サフィル ラマドナ | 東京農業大学 国際食料情報学部

水産 ICT の黎明期

ユビキタスブイの開発

海上のリアルタイムセンシングには陸上にはない困難がある。筆者らが低予算・小型軽量の水産 ICT を目指し研究を始めた 2000 年代初めごろは、失敗の連続であった。電源、通信、設置場所、防水など、多くの問題と度重なる失敗が筆者らの経験値を上げ多彩な知見を与えてくれた。

筆者らの水産 ICT は、単一電池を搭載した円形ブイの中に、コンパクトフラッシュ型データ通信カードを入れ、有線でつないだ水温センサをマイコンが呼び出し、マイコンに実装した TCP/IP プロトコルスタックを使いセンサデータをメール送信するというシステムから始まった。サーバ側では、センサデータが含まれたメールを読むため telnet で POP サーバに接続し、MH コマンドでメールを読み込み PostgreSQL にストアするという手順で行った。波浪のため、係留していた直径 10 ミリメートルの鋳鉄製シャックルが引き裂かれブイが流されたり、うねりや海面反射などの影響で通信状態が劣化しデータロスが頻繁に発生するなど、海上からリアルタイムにデータを送ることがいかに難しいかを思い知らされた。

筆者らの研究では、漁業者の利便性を考慮し、ブイの形状や基板を改良した小型軽量ユビキタスブイを開発した。図-1 は 2006 年に完成したユビキタスブイをホタテガイ養殖業に適用した写真である。写真のとおり、通信を安定するためブイの先端(図-1 左上の旗のすぐ下)に通信モジュールを取り付け、重量のある電源モジュールはボールの中央部(図-1 中央球体のすぐ上)に分離して取り付けていた。センサは有線で接続

し、水深 50 メートルまで 10 メートルごとに 6 層(表層も含める)の海水温を測定した。データ通信には 3G の携帯電話回線を使用し、データサンプリング間隔は 1 時間であった。軽量コンパクトにしたことで波浪による故障は軽減し、通信モジュールを分離して高い位置に取り付けたことでデータの欠損を低減できた。データ転送も種々試みたが、最終的には電子メールを利用することとし、それは現在も変わっていない。電子メールによるデータ転送は、ファイルサーバへのファイル送信や DB への直接アクセスなどに比べセキュリティ対策が易しいほか、携帯電話回線だけではなく通信衛星回線にも容易に応用できるなどメリットがある。

海底地形測量システムの開発

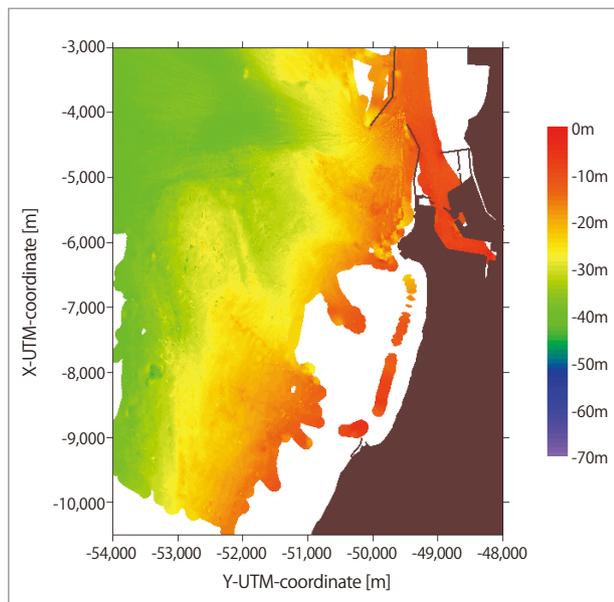
ブイによるリアルタイムセンシングと並行し、漁船位置データと魚群探知機(以下「魚探」)の水深データを利用した 3 次元海底地形データを取得するシステムの開発も行った。日本の漁船の多くは GPS プロッタと魚探



■ 図-1 ユビキタスブイの外観写真(2006年9月)

を装備している。漁船位置データと水深データを蓄積すれば、漁船が航行するだけで3次元海底地形データを自動的に取得できると考えた。海底地形測量は、範囲にもよるが高額であり、地域によっては地形図が20年以上更新されていない漁場が多く存在する。魚道の確認や漁法の効率化において海底地形図は有用であり、漂砂や海岸侵食などの地形変化にも有効であるため、自動海底地形測量の需要は高いといえる。筆者らが実施した海底地形測量システムの開発では、集積したデータに多くのノイズが含まれてしまうことが課題であった。水深データのノイズはスクリームの気泡によるものや高周波から低周波に周波数を切り替えた際に頻繁に発生する。メディアンフィルタの応用や離散ウェーブレット変換の逆変換を使いローパスフィルタを作成するなどし、複数の漁船のデータを蓄積して海底地形図を作成するシステムを開発した。図-2は、筆者らが作成した北海道留萌市沿岸の海底地形図である。

海底地形データの取得における漁船位置データの共有は、漁業者の意識改革にもつながった。日本のみならず海外においても、漁業者は操業情報や漁獲情報を秘匿する傾向が強く、情報共有が困難であるとされている。しかし、漁船位置データのみの共有ならばコ



■ 図-2 漁船による海底地形測量の例

ンセンサスは得られやすく、リアルタイムに位置が分かることで海難事故の対策にも有効となる。また、情報共有はコミュニティの連帯感を高め、若手漁業者を中心に情報共有の意識を根付かせることに役立ったことは、大きな成果であった。しかし一方で、リアルタイムを慮るあまり、漁船位置データを1分ごとにメール送信していたため、サーバ側でもクーロンで高頻度にメールサーバにアクセスしデータを取得していた。このため、その当時使用したクラウドサーバのネットワークに高い負荷をかけてしまい、悪意のあるシステムと疑われるなど、苦い思いも経験した。

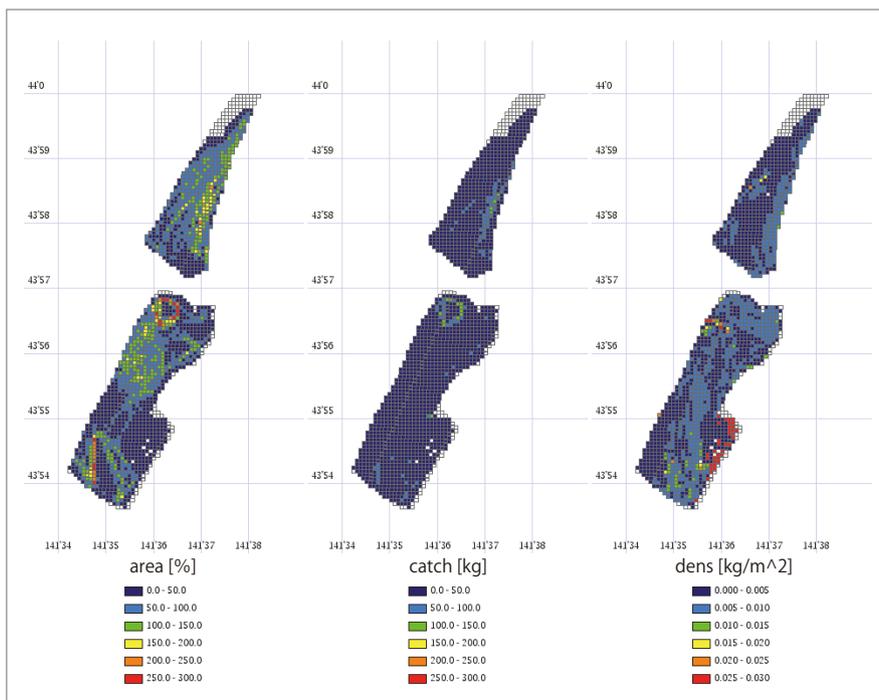
マイコン性能、通信性能の向上はもとより、ネットワーク技術の向上とあいまってIoT時代が到来するなど、水産ICTを取り巻く環境は目覚ましく進歩してきている。筆者らの経験値も上がったことから、ようやく漁業・養殖業の役に立てる水産ICTが確立できる時代になったのではないかと考えている。

水産業におけるICTの需要

筆者らの水産ICTは、漁業者からの要望に応えるかたちで始まった。北海道は、ホタテガイ、カキ、コンブなどの養殖業が盛んであり、漁業者は生産における海水温の重要性に早くから気づいていた。サケ定置網などでも海水温の状況が漁獲に影響することが知られており、水産ICTへの潜在的需要があった。底びき網やトロールなどの漁法では潮流の状況把握が必要であり、いずれもリアルタイムに利用したいという要望が高い。また、「獲る漁業から育てる漁業へ」のキャッチフレーズのもと、資源管理型水産業への転換をはかるため、水産資源管理の重要性が課題となっている。筆者らは、リアルタイム漁船位置データとリアルタイム漁獲データを利用し、サーバ側で資源状況を自動推定しフィードバックするシステムを開発した。DBに蓄積した漁船位置データ、漁獲データを魚種情報とともに分析し、筆者らが資源量指標と呼ぶ指標の時空間分布を計算し、iPadアプリで表示するなどを行ってきた。その結果、漁業者は出漁時にiPadを携行するようにな

り、70代の漁業者も日常的にiPadを使用するようになるなど普及に貢献できた。一般に高齢者にはICT普及は難しいと思われがちであるが、必要な道具だと認識すれば高齢者であっても利用してもらえることが分かったことは、大きな発見であった。

水産ICTの事例として、北海道留萌市でのマナマコの資源管理における各種指標の空間分布図を図-3に示す。当初のシステムではこの図をGoogle Map APIで地図にオーバーレイさせてブラウザで提示していたが、漁業者の利便性を向上するため、これら統計データから水産資源指標を計算しiPadアプリで提供する方式に改めた。指標の更新は3時間ごとに行っており、漁業者は操業中にこれらを確認できるほか、1週間ごとに協議し資源管理に努めている。筆者らが行ったシステム開発が一定の成功を収めた背景には、香港市場における北海道産マナマコの市場価格高騰を受け漁業者の新規参入が相次ぎ、漁獲圧が高まり乱獲傾向が加速したことから、漁業者が危機意識を共有していたことも幸いしたと考えている。



■ 図-3 マナマコの資源管理における各種指標の例

水産クラウドへの期待

水産ICTの課題

筆者らは、データ処理をクラウドコンピューティングサービス(以降、クラウド)のVM(Virtual Machine:仮想マシン)を使ったサーバで行っている。OSはDebian Linuxを使い、Apache2 + PHP + PostgreSQLというスタンダードなWebDBを長期に渡り運用してきた。水産ICTの開発当初は、オープンソースの小規模サーバで運用することに支障はなかったが、昨今、研究対象地域が増加するにつれサーバのスペック不足が問題となってきた。このため、仮想ネットワークを冗長化したりVMを必要に応じて増やすなどして負荷分散に努めてきた。しかし、このような場当たり的な対応を続けた結果、プログラム群の保守やDBの保守管理は煩雑になり、応用範囲の拡大に限界を感じている。これは筆者らの知識不足が原因であるが、研究者自らがVMを構築しサーバを管理するIaaSではなく、誰もが手軽に使えるSaaSが普及することが望ましいと考えている。たとえば、気象観測のセンサにはSaaSが使われるものが

多くなった。スマートフォンやタブレットのアプリを提供し、ユーザーに負担をかけないサービスが進んでいる。現在の水産ICTには残念ながらこのようなサービスはなく、この分野に進出する企業の誕生が待たれるところである。

筆者らの研究では、定置網に魚探を設置し、音響画像を2分ごとに確認するリアルタイム定置網モニタリングシステムの開発も行った。このシステムは、魚探の音響画像をDBに蓄積し、過去に遡った魚影の確認などに利用した。システム開発では、音響画像の分析により魚種判別や漁獲量推定を行うアルゴリズム開発

にもチャレンジした。しかし、統計分析による推定は多重共線性など課題が多い。また、魚種判別では、魚影のパターンや水深などの情報を使った機械学習や深層学習のアルゴリズムの応用が必要であると考えられる。これらを実現するためにも、水産 ICT を使ったデータ蓄積が必要であり、ビッグデータの生成と AI の応用が今後の研究課題の 1 つであると考えられる。また、これまでの水産 ICT の研究では、生産の ICT 利用に主眼を置いてきていた。しかし、経営や物流、市場といった産業全体での水産クラウドの出現が望まれる。水産物の市場価格は、さまざまな情報開示がなされ利用可能となっているが、これらを有機的に統合する視点での水産クラウドの研究は不十分であると考えられる。

近年、日本海でイカの水揚げが激減している。海流の変化など自然環境変化に起因する原因も考えられるが、漁場を共有する他国の動静にも注目する必要があると考える。日本の排他的経済水域のラインに沿って、多数の他国籍漁船が操業を行っている。イカの資源量減少と多国籍漁船の操業の因果関係は憶測に過ぎないが、乱獲防止や資源管理の国際協定がなければ日本海の資源管理は成立しない。そのため客観的なデータが不足している現在、今後の水産クラウドの研究において、たとえば衛星リモートセンシング技術と AI の応用、他国の生産量予測、他国との情報共有・国際連携の研究が必要と考える。



■ 図-4 インドネシア国際プロジェクトの集合写真（ハタ養殖施設にて）

水産クラウドと国際貢献

多国間での情報共有には、共通のプラットフォームが必要である。生産に必要な情報のみならず、流通、市場、あるいは地域経済への貢献、雇用創出などの社会経済データも蓄積するべきであると考えられる。筆者らは、これらを水産ビッグデータと呼び、国際的な利用を指向する共通プラットフォームの開発を目的とした産学官連携による国際プロジェクトをインドネシアで実施している。このプロジェクトの水産クラウドでは、情報取得・共有に水産 ICT を応用し、漁場選択、養殖場選択、市場情報や資源量とリンクした意思決定のための水産クラウドの確立を目指している。開発するシステムでは、外洋と接続した数値流体解析により沿岸の平均的な流れ場を再現した予測システムを開発するほか、社会統計データをもとに地域経済へのインパクト評価、環境保全効果、政策決定支援などに応用していく所存である。図-4 は、テストサイトのハタ養殖施設にて撮影した、インドネシア海洋水産省臨海研究所の研究者らとの集合写真である。養殖施設そのものは最先端のものではないものの、ハタの市場価格が他魚種に比べ優位であること、雇用者の 6 割が現地採用であり雇用・所得の安定に貢献するなど、海洋国家であるインドネシアにとって地域経済発展のための重要な産業の 1 つとして成長しつつある。熱意あふれるインドネシアの研究者とともに、水産業の持続的発展と効率化に貢献することのみならず、水産クラウドの発展と情報共有の実現に向けた実践的研究を今後も継続して実施していきたいと考えている。

(2018 年 10 月 30 日受付)

■ 畑中勝守 k3hatana@nodai.ac.jp

専門は数値流体解析・数理解析。中央大学院博士後期課程修了。博士（工学）。東京農業大学教授。日本大学、東海大学を経て現職。著書（共著）に『有限要素法による流れのシミュレーション』など。

■ サフィル ラマドナ sr203424@nodai.ac.jp

専門は数理解析。インドネシア出身。東京農業大学院博士後期課程修了。博士（学術）。三菱電機（株）総合技術研究所を経て現職。