

「シラス魚群マップ即日配信システム」の紹介

海洋生産技術担当

Key word ; シラス, うきぶくろ, 魚群マップ, 計量魚探, 船曳網, 音響周波特性, 2周波, 魚群判別, 人工衛星水温画像, 人工衛星クロロフィル画像

「シラス魚群マップ配信システム」とは

シラス魚群マップとは、イワシシラス(以下「シラス」)魚群がどの海域にどのくらいの量いたかを人工衛星水温画像上に重ねて示した地図です。このシステムでは、水産研究所の漁業調査船とくしま(80トン, 1200馬力)に搭載した計量魚群探知機(以下「計量魚探」)が計測したシラス魚群情報を、その日のうちにパソコンや携帯電話で閲覧可能なWEBサイトに配信するシステムです(図1)。今回は、2010年2月末に完成したこのシステムをご紹介します。

この研究は平成19~21年度にかけて大分県、北海道大学、(株)ソニック及び(株)環境シミュレーション研究所との共同研究により、農林水産省の「新たな農林水産政策を推進する実用技術開発事業」を活用して行いました。



図1 パソコン版シラス魚群マップホームページ (<http://fishmap.ddo.jp/shirasu/>)

システム開発の目的

このシステムは、シラスを主な漁獲対象とする船びき網漁業の燃料経費を節減できるように開発しました。船びき網漁業は図 2 に示すとおり、1 隻の探索兼運搬船(以下「探索船」と)2 隻の網船、合計 3 隻を 1 船団として行われます。

3 隻分の経費がかかるうえに、特に探索船は広い海上を走り回って魚群を探すことで多くの燃油を消費します。加えて昨今の燃油代の高騰があります。また徳島県沿岸では、2004 年以降シラスの不漁が継続しています。

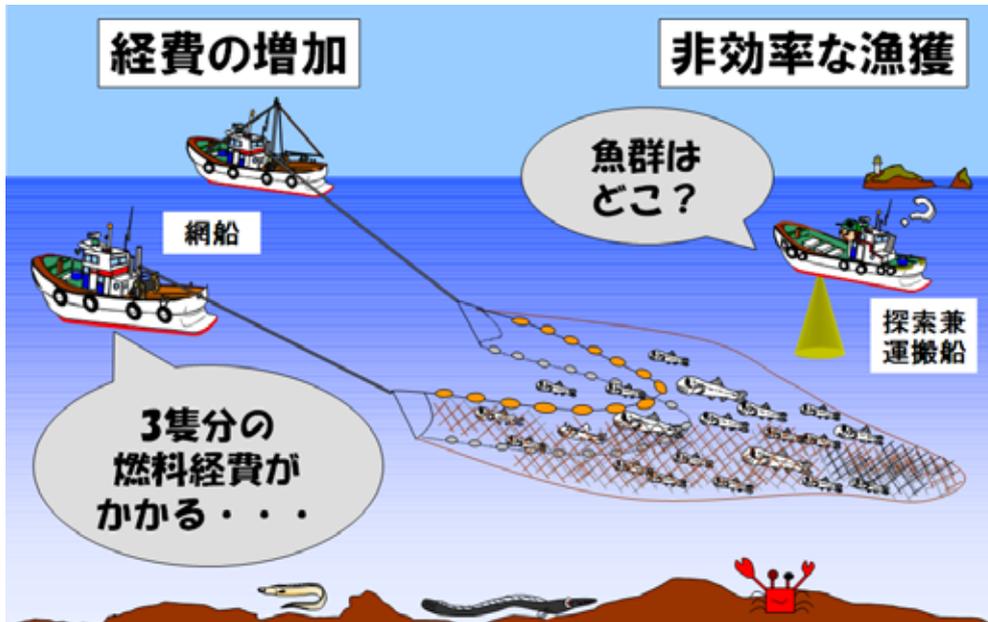


図 2 船びき網漁業の概要と問題点

漁模様をみて休漁を前日に決定する、出漁しても魚群が少ないときは早めに帰港するなど効率的な操業のために努力されていますが、長時間探索してもまとまった魚群が見つからないという日が多く、燃油の問題は漁業の経営を圧迫する一因になっています。

水産研究所では昭和 44 年から効率的な操業を支援するために、カタクチイワシ卵稚仔採集結果や海況情報を基にシラス漁況予測に取り組んでいます¹⁾²⁾³⁾⁴⁾⁵⁾。しかし、卵稚仔の査定には膨大な時間を要し、卵稚仔から漁獲サイズのシラスになるまでに 1~2 カ月を要し、時間差が生じるため精度の高い直近の予測は困難です。

そこで、シラスを主な漁獲対象とする船びき網漁業の燃料経費を削減するために明日の出漁を決定するための判断材料となるシラス魚群マップ即日配信システムを開発しました。本システムにより、直近の魚群の多さや位置が分かるため、出漁するかどうか判断したり、漁場探索する時間を短縮できると期待されます。

システムの概要

1) シラス判別の原理

調査船の計量魚探がシラスを判別する仕組みは、基本的には船びき網漁船のそれと同じです。

船びき網の探索船には、「シラス用魚探」などと呼ばれる 2 周波 (50kHz と 200kHz) のカラー魚探が搭載されています。探索船では、低周波 (50kHz) に映らず、高周波 (200kHz) のみに映る魚群をシラスと判別し、網船に魚群の位置と量を無線で連絡します。シラス以外の魚、例えばカタクチイワシ成魚やマアジなどは両周波に同じように映るため、画像を見ただけで魚種を判別するのは難しいのですが、高周波のみに映るものをシラスと判別しています(同じような特性を持つ生物

は他にもいるが、徳島県沿岸で高周波のみに映るという魚種は圧倒的にシラスが多いことから魚種判別をしています。⁶⁾

では、なぜシラスは、低周波に映らず高周波のみに映るのでしょうか？これには、シラスの生態と魚群探知機の原理が関係しています。

まず、魚群探知機の原理を簡単にご紹介します。魚群探知機とは、物体により反射された音波の強さを画像化し、物体の大きさや位置を知るという仕組みの機械です。海水と密度が異なる物質ほど音を強く反射するため、砂地よりも岩場の方が強く映ります。魚の場合は、鰾の有無が反応強度に影響を及ぼします。魚体筋肉よりも気体の入った鰾の方が音を強く反射するため、魚の音響反応の90%以上は鰾によるものといわれています⁷⁾。

シラスは昼間に鰾を収縮させて群れで遊泳し、夜間には鰾に空気を入れて浮遊しています⁸⁾。両周波に点としての反応はあるものの、拡散するため魚群として写らず判別が困難です。昼間は鰾に空気が入っていないため低周波には映らず、分解能の高い高周波のみに映ることで、漁業者はシラス魚群を判別できません(図3)。

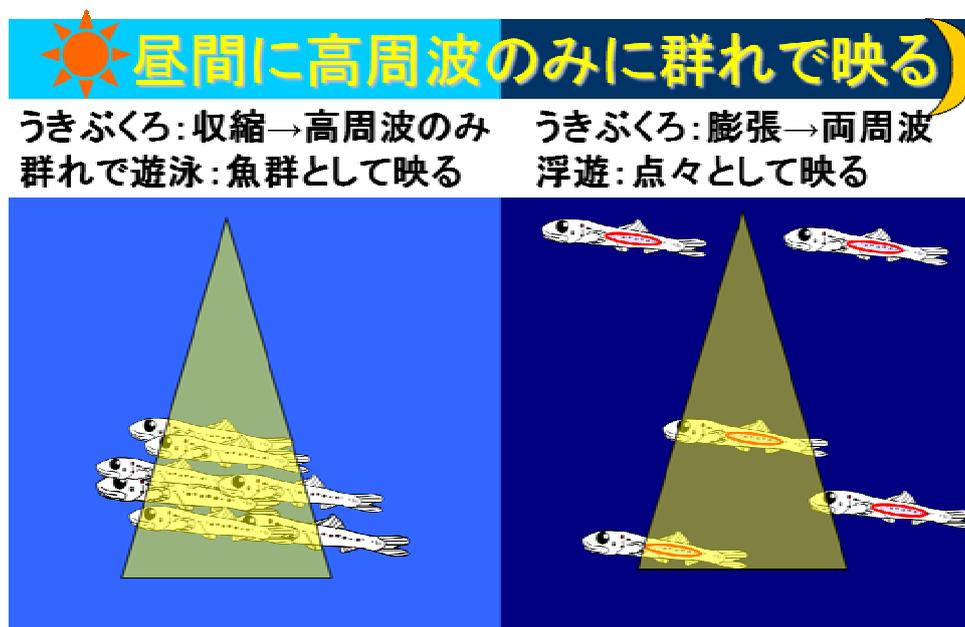


図3 シラスの生態と音響周波数特性

この現象を理論的に検証したところ、漁業者が使用している50kHzと200kHzの組み合わせだけでなく、調査船とくしまに搭載されている38kHzと120kHzの組み合わせでもシラスが判別できることが明らかになりました⁴⁾。

2) 2周波によるシラス判別システムの概要

調査船の計量魚探は、カラー魚探と異なりデータを数値化し、魚群密度を数量として出力することができます。この特徴を用いて、自動シラス判別システムができています。

まず、高周波(120kHz)の反応強度から低周波(38kHz)の反応強度を差し引いて、一定レベル高周波の方が高い120kHzの反応をシラスとして抽出します(図4)。

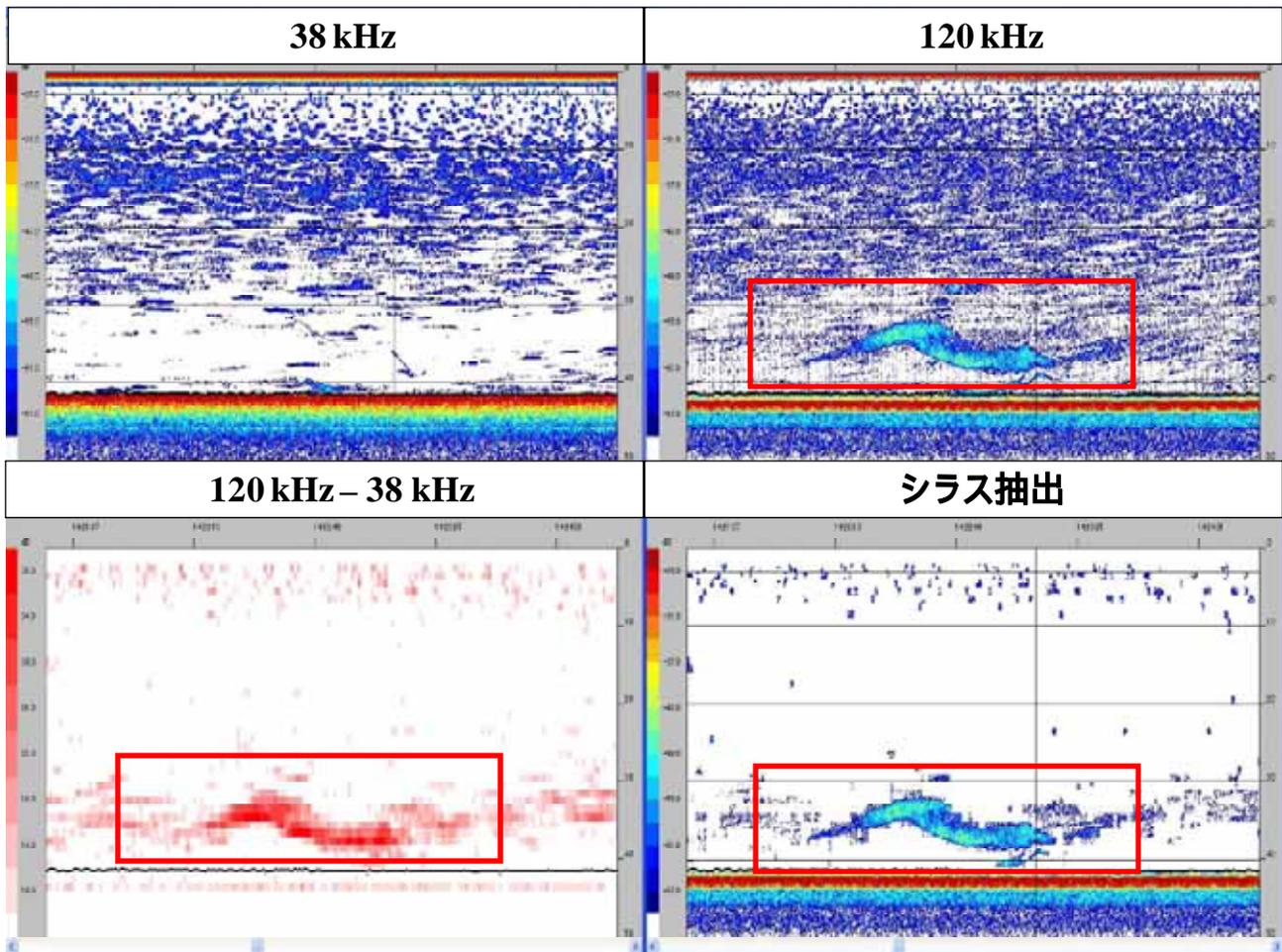


図4 シラス魚群判別システムの概要

赤枠で囲んだ部分の魚群反応のように，により，120kHzの方が38kHzよりも強い場合，でシラスとして抽出される。

理論的に抽出された反応が本当にシラス魚群であるかどうか，実際に判別システムを稼働させながら，徳島県ではフレームトロールネット（口径 2×2m）という試験網，大分県では実際の船びき網により採集調査を行いました。

シラスが優占種であった27回の結果について，採集調査結果から推定した魚群密度と，本システムが抽出したシラス魚群の反応強度（SA値）を比較したところ，両者に相関が確認されました（図5）。

最終的に，両者の関係式を用いて，システムによる判別結果からシラス密度への換算を行いました。

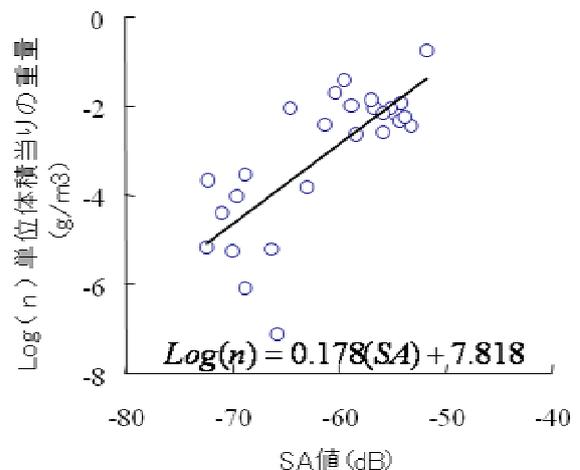


図5 魚探の反応(SA値)とシラス魚群重量(対数值)との比較

3) 魚群マップ配信システムの概要

次に2)で判別したシラス魚群情報をパソコンや携帯電話に提供するための配信システムについて説明します。このシステムは、大きく分けて調査船内で魚群情報や漁海況情報を収集する船上システムと、パソコンや携帯電話用の配信コンテンツ(シラス魚群マップ等)を作成する陸上システムの2つから構成されています(図6)。

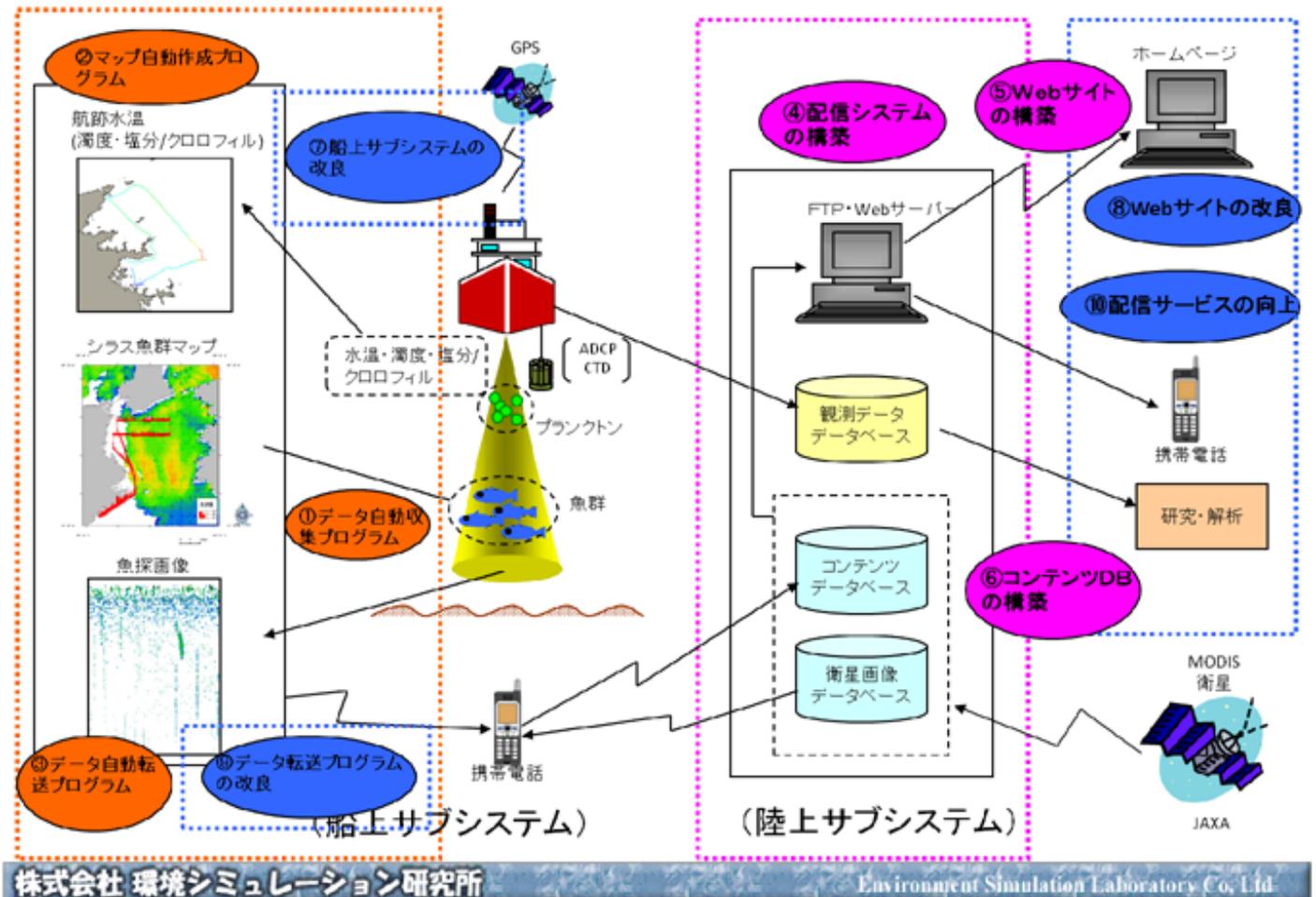


図6 魚群マップ配信システムの概要図((株)環境シミュレーション研究所作成)

航行中の調査船では、計量魚探の他に、表層海水の水温・濁度及びクロロフィル濃度の連続観測を行っています。これら海況データと判別したシラス魚群データを合わせ、データ通信カードにより陸上(水産研究所)のサーバーへ転送しています。

陸上では、受信したその情報を即座に海図上に表示し、衛星水温等の画像と重ね合わせてインターネット上に配信しています。これを皆様方がパソコンや携帯電話で閲覧できるという仕組みです。

この配信システムの1番の「ウリ」は、「即日配信」です。船びき網漁業では、前日の夕方や当日の早朝に出漁の判断をすることが多いため、本システムではその材料となるような迅速な情報提供を主眼に置きました。これまで、多くの研究機関で、計量魚探のデータはデータ量が多いことや解析に専門知識や専用ソフトが要ることから、速報に使われることは希で、資源評価や研究レベルでの使用が主でした。また、本県では航走時水温のような情報も陸上で加工してからの提供に留まっており、即日の公開には至っていませんでした。加えて今回は、一連の作業をすべて自動化しました。データの抽出や加工、移送にかかる手間と時間を考えると、非常に秀逸なシステムだと自負しております。また、パソコンと携帯電話を閲覧媒体としたため、多くの方が同時に分かりや

すい画面によって情報を得ることができます。特に、携帯は浜や海上でもシラス魚群に関する最新情報を把握できるため、その利用で機動性を高めることができると考えています。

魚群マップの開発に当たって

ホームページで配信する魚群マップの仕様決定に当たって、船びき網漁業に従事する皆様方の御意見を基に、案の作成や改良を重ねました。

携帯サイトは画面が小さく見にくいという欠点があるため、画面一杯に魚群マップを配置したトップページとし、量の違いが際だつような魚群量を棒グラフで表示しました(図 7)。自在に画面を拡大・縮小でき、東西南北と斜め方向に表示範囲を変更できる仕様としました。先の記述に関わらず、魚群量の表示方法(棒グラフまたは 0.5 マイル平均)を選択できます。また、衛星水温等画像を表示するかしないかも、選べるようにしました。なお、お好みの設定で「お気に入り」登録をすると、次回からその設定で最新の情報を閲覧できます。

一方、携帯電話に比べ画面の大きいパソコン版では、魚群マップと同時に、希望する位置の魚探画像が閲覧できる仕様としました。

当初、魚探画像において弱い反応も全て表示していたことため、漁業者の方に「ノイズが多くて見づらい。強い反応のみを表示する方がよい。」というご意見をいただきました。

紀伊水道では生物が多く、魚群以外の反応が特に低周波に層状に現れることがあります。このノイズのために、両周波の画像を比較してシラス魚群の確認がしにくくなることが考えられるため、できるだけノイズを表示させないように表示域の設定を変更しました。魚群マップにおいては、拡大縮小可能な地図にするため、自由に縮尺を変更できるグーグルマップをベースとしました。そして、魚群情報だけでなく、航跡水温や同濁度、衛星水温及び衛星クロロフィル濃度画像(海色:植物プランクトンの指標)など、見たい情報を選んで自由に重ね合わせることができます。

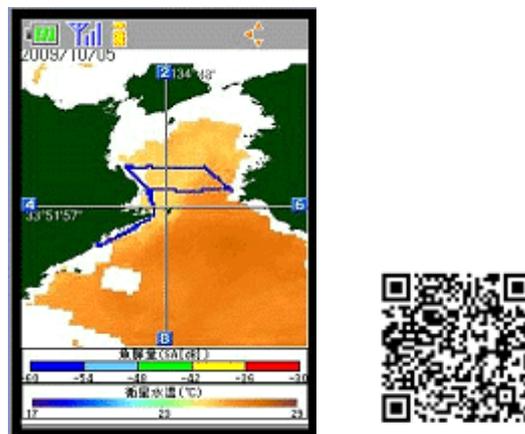


図 7 左:携帯サイト用魚群マップ画面

右:携帯サイト用 QR コード

(<http://fishmap.ddo.jp/shirasu2/mobile/>)

徳島県の春シラスの好不漁は、太平洋側から補給されるカタクチイワシの卵稚仔量に左右され、その補給は黒潮本流とそれから派生する分枝流の動向によると考えられています。また、シラス漁場は、外海系水と内海系水との潮境のように形成されることから、当研究所ホームページの衛星水温画像情報(2001 年から毎日更新で配信中)を漁場探索の参考にされている船びき網漁業者の方もおられます。一方、全国的にシラス漁場は河川水の影響を受ける河口周辺に形成されることが多く⁹⁾、シラス漁場形成機構における濁度の重要性が明らかにされています¹⁰⁾。徳島県沿岸においても吉野川や那賀川が流れ込む紀伊水道西部がシラスの好漁場となっています。そこで、このシステムでは、衛星水温だけでなく、河川水の張り出しや植物プランクトン量をモニタリングで

きる衛星クロロフィル濃度画像を新たに毎日配信し、シラス魚群等の情報と重ね合わせられるようにしました(図 8)。今後、クロロフィル濃度と漁場形成の関係に注目していきたいと考えています。

システムの今後の展開

このシステムをご紹介すると、多くの方から「調査船はどの位の頻度でシラス漁場を航行するのですか?」との質問を受けます。そして、「シラス漁場である紀伊水道を航行するのは、月 4~5 日です。」の答に対して、「その頻度では、漁場探索の参考とならないのでは?」と指摘されます。

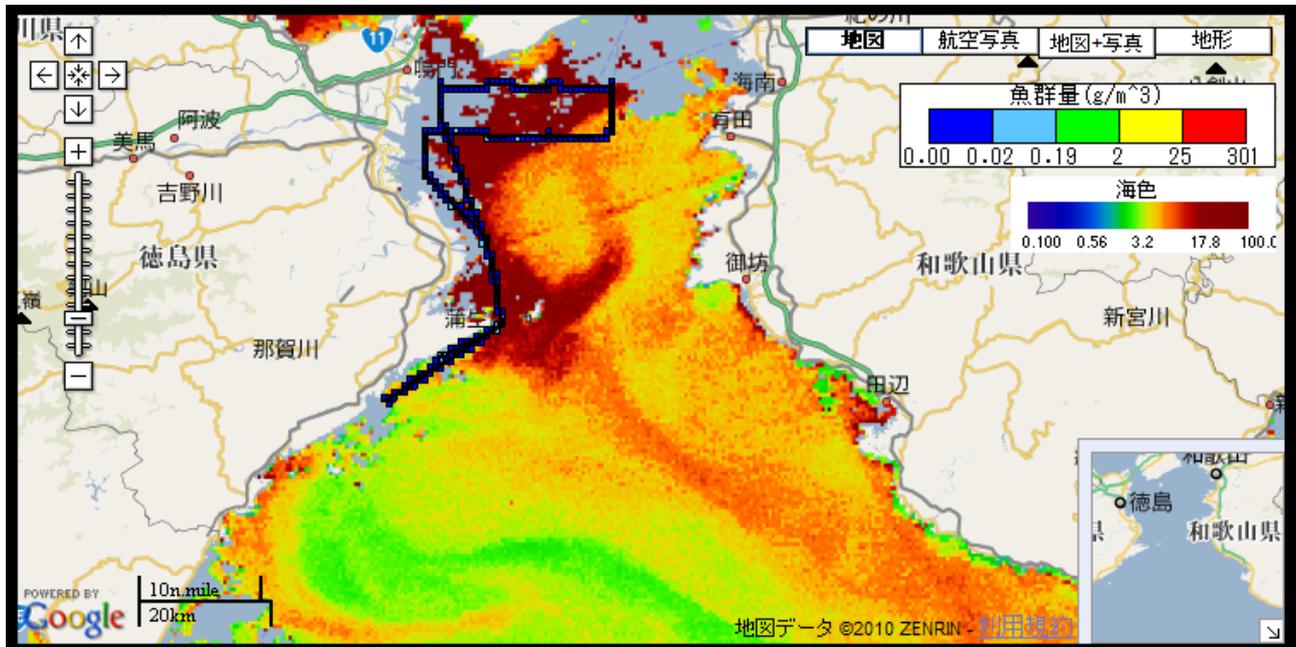


図 8 衛星クロロフィル濃度画像(海色:植物プランクトンの指標)との重ね合わせ例

実際に、漁船によるシラス探索の頻度や範囲は非常に頻繁で広く、圧倒的に調査船を上回るため、現時点でこのシステムの登場で探索兼運搬船が不要になることはないと思われます。

そんな現実を抱えつつ漁業者の方にシステムを紹介したところ、「漁期前は海に出ないため沖の様子分からないので、このような情報があれば役に立つ。」、「最近是不漁と原油高でごく沿岸のみを探索することが多いので、自分たちが探索しない漁場の情報に興味がある。」と概ね好意的なご意見をいただきました。

実は、このシステムの開発は全国的にみても初めての試みであり、今回の試行錯誤に止まらず、さらなる工夫と改良やバージョンアップが図られるはずで、将来多くの漁船がこのシステムに参画し、漁船からの魚群情報をも合わせたより充実した魚群マップ配信システムを構築してはどうかという構想があります。現在、メーカーが沿岸漁業に従事する方々を対象の計量魚探を開発しています。調査船に搭載の計量魚探の能力は水深数百メートルまでと高い出力がありますが、この魚探は探査水深が浅い代わりに安価に販売する予定とのこと。複数の漁船に搭載すれば、提供される情報の質量が高まり、情報としての価値や信頼性が向上します。漁場を広くカバーする、より高い精度のシラス魚群マップ配信システムが完成するということになります。

このような構想に対して、徳島県の船びき網漁業者はどのように考えておられるか、先日アンケート調査を実施しました。結果の一部をご紹介します。

アンケートの概要

1. アンケートの目的

徳島県船びき網漁業者のシラス魚群マップ配信システムへの関心度と利用環境を調査し、システムの普及の参考とする。

2. 実施日・場所

H22年2月7日 徳島市

3. 回答者

H21年度徳島県バッチ網協会連合会総会出席者38名(同連合会会員の66%)

アンケート調査結果

問14 メーカーが開発中の小型計量魚探を希望漁船に搭載し、このような魚群モニタリングシステムを充実させるという案があります。(漁業者のシステム参加で、回数、範囲ともに充実したシステムとなります。一方、搭載船の場所や魚群量の情報が共有されることになります。この案に対するあなたのお考え全てを で囲んでください。

意見		回答人数
1	その魚探を自船に搭載し、システムに参加してもよい(問15へ)	7
2	システム開発に興味がある(問15へ)	11
3	小型計量魚探に興味がある(問15へ)	8
4	そのようなシステムには反対である(問16へ)	1
5	理想的であるが、実現は困難である(問16へ)	10
6	システムを公開する範囲(一般,所属漁協内,関係者限定)次第だ(問16へ)	6
7	分からない	8
総計		51

問15 問14で1～3を選択された方へ - 全ての理由を で囲んでください。

意見		回答人数
1	データ量の増加で精度が上がり、信頼性の高いシステムになるため。	17
2	自分が集めた漁場の位置や獲れ具合は他に知られても問題はないから	3
総計		20

問16 問14で4～6を選択された方へ - 全ての理由を で囲んでください。

意見		回答人数
1	自分が集めた漁場の位置や獲れ具合を他の漁業者に教えたくないから	5
2	精度が上がっても実際に使えるシステムにはならないと考えているから	8
3	その他 値段による	1
	具体的な説明無し	3
総計		17

問 14 の結果によると、このような漁船が参加するシラス魚群マップ配信システムについて、積極的な肯定意見「1 その魚探を自船に搭載し、システムに参加してもよい」は 7 名、システム開発に興味がある、小型計量魚探に興味があるという意見はそれぞれ 11 名と 8 名で、反対意見「4 システムには反対である」の 1 名を大きく上回りました。一方、「5 理想的であるが、実現は困難である」という消極的な意見や、「6 システムを公開する範囲次第だ」という運用状況によるとする意見も目立ちました。肯定的意見の理由としては「1 データ量の精度が上がり、信頼性の高いシステムになるため。」が多く、漁場探索経費削減に役立つシステムへの期待が感じられました。否定的理由の意見としては、「1 自分が集めた漁場の位置や獲れ具合を他の漁業者に教えたくないから」という情報守秘の意見よりも、「2 精度が上がっても実際に使えるシステムにはならないと考えているから」というシステムそのものへの信頼性の低さからくる意見の方が多く見られました。

私がこの結果から感じたことは、予想以上に新しいシステムについて好意的な意見が多いということです。アンケート回答者は経営体の代表として徳島県船びき網漁業の会合に出席された方々で、50 歳代の方が約半分を占めています。実際には漁業経験豊富な方が新しい手法を信頼して取り入れるというのは想像以上に難しいと思います。しかし、「近年の燃料経費の増加や資源量の減少という厳しい環境下では、更に効率的な操業が必要になる。」というお考えをお持ちとの印象を受けました。

さて、この魚群マップ配信システムは今回シラスに特化して開発しましたが、音響学・生物学の知見を基にアジ・サバ・イワシ類など他魚種への応用が可能です。さらに、本県沿岸から日本沿岸に目を向けますと、計量魚探を搭載した全国研究機関の調査船が既に日々観測のため航行しています。このような調査船にシステムが普及すれば、多くの漁業関係者への情報提供や漁業に依存しない資源調査結果として活用が期待されます。

最後になりますが、このシステムの開発にご協力いただいた徳島県鮭船曳網漁業連合会の皆様方、事業の実施にあたりご指導いただいた外部評価委員の先生方および独立行政法人農林水産総合研究センターの方々に厚くお礼申し上げます。そして共同研究機関の担当者一同と調査船とくしまを始めとする徳島県水産研究所の職員一同に感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 永井達樹・桧垣鋭弘・橋本博明・石岡清英(1993)重回帰分析による瀬戸内海産カタクチイワシの漁獲量予測. 南西海区水研研報, 26, 9-19.
- 2) 斎浦耕二(2000)2000 年カタクチイワシ春シラス漁は豊漁か? 不漁か?. 徳島水試だより 40 号, 2-5.
- 3) 斎浦耕二(2000)カタクチイワシ春シラス漁予測はなぜはずれたの?, 紀伊水道の東部と西部のシラス漁場形成の違い. 徳島水試だより 42 号, 3-6.
- 4) 守岡佐保(2006)春シラスの漁場形成について. 水研だより 58 号, 4-6.
- 5) 銭谷 弘(2006)瀬戸内海におけるシラス予報の可能性と解決すべき問題点. 水産海洋研究, 70(1), 65-66.
- 6) 宮下和士(2002)シラスの音響周波数特性の昼夜変動に関する考察. 日水試, 68, 564-568.
- 7) 古澤昌彦(2001)音で海を見る. 成山堂書店, 東京, 2001.
- 8) 魚谷逸郎(1973)カタクチその他イワシ類その他の鰾. 日水試, 39, 867-876.
- 9) 高尾亀次(1990)瀬戸内海におけるカタクチイワシの回遊・産卵. 水産と技術, 3, 9-17.
- 10) 魚谷逸郎・岩川敬樹・川口弘一(1993)鮭シラス漁場形成機構に果たす濁度の重要性. 日水誌, 60(1), 73-78.