

水産加工シリーズ

道産水産物の脂質含量(脂の乗り)を瞬時に数値化する

キーワード：近赤外分光測定機、脂質含量、水産物、非破壊分析

はじめに

消費者の水産物に対する高品質志向は年々強くなっており、水産物卸売業界では、鮮度や脂の乗りを数値化し、水産物に付加情報として添付することで、品質を客観的に表示して消費者にアピールする取り組みが試みられています。しかしながら、鮮度や脂の乗りの指標であるK値や脂質含量の測定には、従来の測定機器では1日以上分析時間を要します。このため、道内の当該業界からは、現場で簡易に測定できる方法の確立が要望されています。

中央水産試験場では、平成23～25年度に実施した「水産品の鮮度及び脂質の数値化によるブランド化事業」で、水産卸売市場等で扱われる生鮮魚を対象とし、現場対応型の測定装置によりK値及び脂質含量をリアルタイムで測定する方法を検討しました。今回は、上記事業で得られた結果から、脂質含量の数値化についてご紹介します。

非破壊による水産物の脂質含量の測定

近年、非破壊分析（食品などの対象物を、傷つけることなく分析すること）による各種水産物の成分、色調、固形分（身入り）等の数値化が検討されてきています。特に脂質含量の測定については、近赤外分光分析により、静岡県水産技術研究所（対象魚種：ビンナガ、マサバ、カツオ等）、島根県水産技術センター（対象魚種：マアジ、ノ

ドグロ等）をはじめ、いくつかの水産研究機関で検討されています。

ここで、近赤外分光分析による水産物の脂質含量の数値化の仕組みについてお話しします。近赤外分光測定機から水産物に向けて照射した近赤外線は水産物の内部まで入った後、水産物の脂質等の成分により吸収されて外に出てきます。出てきた近赤外線のデータ（波長、強度）と化学分析による脂質含量測定値から関係式（検量線）を導き出します。この関係式を入力した近赤外分光測定機から水産物に近赤外線を照射すると、脂質含量が瞬時に分かるというものです。

近赤外分光分析による道産3魚種の脂質含量数値化の検討

本事業では、北海道産のホッケ39検体、サメガレイ72検体、及びシロサケ52検体（トキサケ36検体及びアキサケ16検体）を用い、魚種別に脂質含量の数値化を検討しました。

・試験方法

脂質含量の測定部位は各魚種の背肉部とし、その表皮上からポータブル型近赤外分光測定機（以下NIR-GUNとする、写真1）により、近赤外線のデータを取りました。写真2は、ホッケ背肉部の近赤外分光分析の様子を示しています。続いて、NIR-GUNを照射した部位の表面から3cm×3cm×1cmの肉片を切り出し、皮を除去後、脂質含量



写真1 ポータブル型近赤外分光測定機
NIR-GUN (静岡製機株式会社製)



写真2 NIR-GUNによるホッケ背肉部の近赤外
分光分析の様子

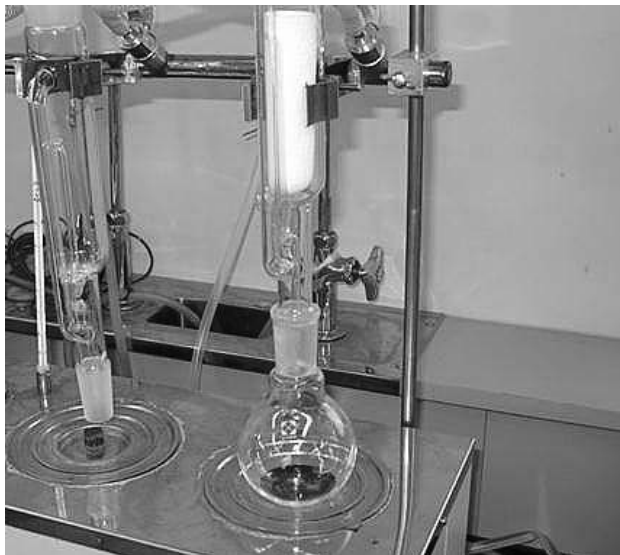


写真3 ソックスレー抽出装置

を化学分析(ソックスレー法)により測定しました。写真3に、化学分析で用いたソックスレー抽出装置を示しました。

次に、各魚種の脂質含量について、NIR-GUNによる分析データと化学分析測定値(以下、実測値)から検量線の作成とその評価を行うとともに、NIR-GUNにより導き出される値(以下、近赤外推定値)を求めました。なお、検量線の作成では、選択波長範囲及び選択波長数を設定する必要があるため、前者は850~950nm、後者は2、3、4、

5としました。そして、検量線の作成に用いたデータ数について、ホッケは26検体、サメガレイは36検体、シロサケは26検体(トキサケ18検体及びアキサケ8検体)とし、各魚種とも、残りの検体を用いて検量線の評価を行いました。

・試験結果

今回用いた各魚種の脂質含量(実測値)は、ホッケが5.8~24.8%、サメガレイが1.4~16.6%、シロサケが1.9~28.7%(トキサケ5.7~28.7%、アキサケ1.9~6.3%)で、いずれも広い範囲に分布していました。

NIR-GUNによる脂質含量検量線の作成結果とその評価結果を表1に示しました。検量線作成により算出される実測値との誤差(検量線標準誤差、SEC)は1.65~2.19%で、各魚種とも実測値と近赤外推定値の相関は良好でした。次に、作成した検量線の評価により算出される誤差(予測標準誤差、以下、SEP)を求めました。この値が低いほど検量線精度が高いこととなります。その結果、ホッケでは選択波長数3、サメガレイでは選択波長数2、シロサケでは選択波長数4の場合にSEPが最も低くなり、それぞれ1.34%、2.04%、3.01%でした。図1には、各魚種について、検量線精度

表1 ホッケ、サメガレイ及びシロサケ脂質含量の検量線作成結果と評価結果

ホッケ											検量線評価は13検体で実施						
近赤外 積算 時間	検量線 作成用 検体数	脂質含量実測値(%)			選択 波長 数	選択波長 (nm)					検量線 作成試料 相関係数	SEC (%)	検量線 評価試料 相関係数	SEP (%)	評価		
		最小-最大	平均 値	標準 偏差		λ1	λ2	λ3	λ4	λ5							
30msec	26	6.1-24.8	11.2	3.9	2	862	930					0.895	1.80	0.844	1.40		
					3	854	890	922				0.906	1.75	0.799	1.34	○	
					4	862	890	922	946				0.922	1.63	0.856	1.50	
					5	862	890	906	922	946			0.923	1.66	0.857	1.49	
サメガレイ											検量線評価は36検体で実施						
近赤外 積算 時間	検量線 作成用 検体数	脂質含量実測値(%)			選択 波長 数	選択波長 (nm)					検量線 作成試料 相関係数	SEC (%)	検量線 評価試料 相関係数	SEP (%)	評価		
		最小-最大	平均 値	標準 偏差		λ1	λ2	λ3	λ4	λ5							
30msec	36	1.4-16.6	7.1	3.3	2	862	906					0.874	1.65	0.828	2.04	○	
					3	862	886	934				0.877	1.66	0.795	2.10		
					4	870	898	918	938				0.880	1.66	0.805	2.06	
					5	854	870	898	918	938			0.880	1.69	0.804	2.06	
シロサケ											検量線評価は26検体で実施						
近赤外 積算 時間	検量線 作成用 検体数	脂質含量実測値(%)			選択 波長 数	選択波長 (nm)					検量線 作成試料 相関係数	SEC (%)	検量線 評価試料 相関係数	SEP (%)	評価		
		最小-最大	平均 値	標準 偏差		λ1	λ2	λ3	λ4	λ5							
30msec	26	1.9-28.7	9.9	6.8	2	862	930					0.951	2.19	0.884	3.35		
					3	854	890	922				0.967	1.84	0.859	3.03		
					4	862	890	922	946				0.972	1.73	0.883	3.01	○
					5	862	890	906	922	946			0.973	1.76	0.889	3.02	

SEC：検量線標準誤差 SEP：予測標準誤差
 近赤外分析での波長範囲は850-950nmに設定

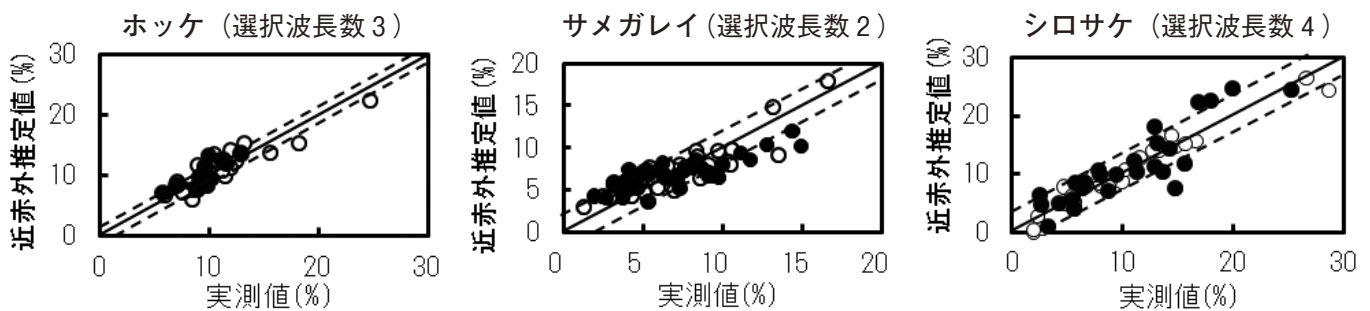


図1 ホッケ、サメガレイ及びシロサケ脂質含量の実測値と近赤外推定値の関係
 ○：検量線作成用試料 ●：検量線評価用試料
 各グラフ内の実線は $y = x$ を、点線で囲まれた部分は検量線評価での予測標準誤差、
 即ち、ホッケ：±1.34%、サメガレイ：±2.04%、シロサケ：±3.01% の範囲を示す

が最も高かった（SEPが最も低かった）場合の脂
 質含量の実測値と近赤外推定値の関係を示しまし
 た。これらのことより、ホッケ、サメガレイ及び

シロサケについては、非破壊分析により、概ね3%
 以内の誤差で脂質含量を測定できるものと考えら
 れました。

おわりに

本事業において、ホッケの脂質含量については、近赤外推定値と実測値との誤差が概ね $\pm 1.5\%$ 程度で数値化が可能であることが示唆され、実用性は高いと考えられます。札幌市内の水産卸業者では、本事業で得られた結果による検量線データを用いてNIR-GUNによるホッケの脂質含量を計測し、10%を境に差別化を行う試行試験を実施しています。

食品の成分表示による品質保証は既に果樹等で実施されており、水産物においても近い将来、実用化が予想されます。今後は分析精度の向上や他魚種への応用が課題になり、それらの取り組みが必要です。

(小玉裕幸 中央水試加工利用部)

報文番号 B2392)

各水試発トピックス

「平成27年度水産研究本部成果発表会」の開催

平成27年8月4日（火）10:00～16:40に札幌市の第二水産ビル8階会議室で「平成27年度水産研究本部成果発表会」を開催しました。

当日は道内各地から水産関係団体、水産関係行政機関及び試験研究機関や一般の方々から266名に参加していただきました。会場では研究員が水産研究本部の研究成果の中から口頭・ポスターの各々で計14題を発表しました。口頭発表会場では研究員の説明を聞いていただき、ポスター発表会場では研究員と活発な議論が展開されました。今回は、ホッケ、ホタテ・シジミ、ウニ・ナマコ・ホヤ及びサケに重点をおいて、研究成果とその活用を紹介しました。ポータブル型光センサーでホッケ一夜干しの脂の乗りを計る研究開発では、一夜干しの規格化やブランド化への展開が期待されます。また、磯焼けのため餌不足で利用されないキタムラサキウニを給餌肥育させ、全道的に出荷数が極端に減少して価格が高騰する10月にウニ製品を生産・出荷する「儲かる漁業」を紹介しま

した。さらに、サケ稚魚の遊泳能力は被食を回避するための重要な能力であり、サケ増殖事業における種苗性改善への活用が期待されます。今回の発表の要旨はマリネット北海道のホームページ (<http://www.hro.or.jp/list/fisheries/research/central/section/kikaku/seikakekka27.html>) にアップしていますので、参考にして下さい。

当日参加された方々に記入していただいたアンケートの結果から、各発表に対して非常に興味を持って聞いていただいた様子がうかがえ、研究内容に対するお褒めの言葉を多数いただきました。しかしその一方、研究内容で不足している点のご指摘や今後の研究の展開に対する要望もお寄せいただきました。これらは今後研究を行っていく上での参考とさせていただきます。今後、成果発表会以外にも、広く水産研究本部の活動内容や研究成果をわかりやすくお伝えする工夫をしていきたいと考えています。

（楠田 聡 水産研究本部企画調整部）



水産研究本部長の挨拶（上）と口頭発表の様子（下）



口頭発表の質疑（上）とポスター発表の様子（下）

各水試発トピックス

室蘭市の「港・ふるさと体験学習」事業

平成18年から、人々や自然に触れながら地域の自然や産業に関心を持ち、ふるさとを慈しむ態度を培い、地域社会の一員としての誇りと自覚を育むことを目的に、海に関わる活動を主とした『港・ふるさと体験学習（室蘭市教育委員会主催）』が開催されており、室蘭市内全小学校の3、4年生（平成27年：全児童約1,200名（16校））が体験学習を行っています。

この体験学習には、室蘭水族館をはじめとして、絵鞆臨海公園（みたら）、室蘭漁業協同組合、室蘭開発建設部港湾事務所、北海道大学室蘭臨海実験所、室蘭海上保安部及び栽培水産試験場が参画しており、毎年6月から9月にかけて、水族館、地球岬灯台、海保巡視艇、室蘭港湾など市内の関連施設を学校単位で見学しています。

ここ栽培水産試験場では、例年6月から7月にかけて、昨年では285名（7校）、今年は421名（旭ヶ丘小、八丁平小、海陽小、知利別小など9校）が10回程に分かれて見学する計画になっており、例年、場内の仕事や職員の講話、施設の紹介のほか、児童の興味を最もひくところとして、試験場近くの海岸で採取した磯の生き物や栽培水試で餌として使っているワムシやアルテミアなどのプランクトン観察なども行っています。実体顕微鏡を使うのは初めての児童がほとんどであることから、生物観察の楽しさを理解してもらう上で、とても有意義で貴重な体験になっています。

見学後に児童から送付された「試験場のみなさんへ」のお礼の感想文には、試験場の紹介DVDにより栽培水産試験場の重要性を知ったことや、

顕微鏡でのプランクトン観察など、とても楽しく大変貴重な体験をしたことなどが多く寄せられています。

当场としては、これからも本事業に積極的に参画し、体験学習を通じて海の生物、資源管理や増養殖の技術に興味をもってもらい、地域の特性を生かした社会貢献に寄与していきたいと考えています。

（対馬幸輝 栽培水試総務課）



実体顕微鏡で観察



2階ギャラリーから飼育棟見学

各水試発トピックス

水試にドローンがやって来た

「ドローン」は英語の雄のミツバチ (drone) が語源のようで、無人の航空機全般を指し、元々軍事目的で利用されてきましたが、現在は一般での手軽な空撮などへの活用が進み、小型で低価格な複数の回転翼を持ったマルチコプタータイプが主流となっています。ドローンと呼ばれるのはGPSなどを利用して自律的な飛行が可能となり、単に飛ばすだけでなく様々な目的をこなせるようになった点にあるそうです。

日本の航空法ではドローンも模型飛行機と同じ扱いで一部の区域を除けば高度250mまでなら届け出は不要ですが、最近首相官邸屋上や祭り行列のそばにドローンが落下する事件が起き、政府は平成27年7月14日に、空港周辺や住宅密集地の上空での飛行には国の許可が必要、飛行は日中のみ、周囲の状況を目視で常時監視などの航空法改正案を閣議決定しました。また他人の土地の上を勝手に飛行することは民法上所有権を侵害することになり、公道上の飛行は道路交通法に違反する可能性があるらしく、使用上注意が必要です。

今年、中央水試資源増殖部水産工学グループに導入されたドローンもマルチコプタータイプ (写真右) で、操縦者が手元のリモコン画面で映像を確認しながら飛ばすことができ、調査点を指定しておけば自動的に空撮して戻ってくることもできます。この機種の飛行時間は20分ほどですが、振動防止機能付高性能デジタルカメラとセットで20数万円台とは科学技術の進歩に驚かされます。

早速、7月に開催された中央水試の一般公開の人気イベントである「地引き網体験」で上空からその様子を空撮してもらいました (写真左)。水試敷地に接するヌッチ川河口沿いの岸壁にある斜路周辺に集まりロープを握る参加者、水深3m程度の海域に広がる地引き網と周りに展開する水試職員そして海底の状況までくっきりと写っています。イベント終了後に動画をプロジェクターで上映したところ、参加者から感嘆の声が上がりました。

今後水試では、公共水面である沿岸域での海藻繁茂状態の調査などへの活用が期待されています。

(吉田英雄 水産研究本部企画調整部)

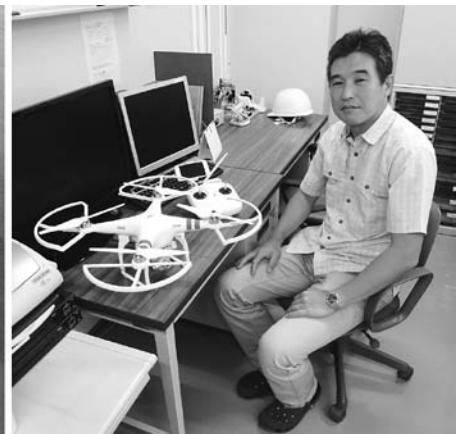


写真 左：中央水試一般公開(地引き網体験コーナー)時にドローンで上空から撮影した動画画像(平成27年7月12日)
右：机上のドローンとリモコン、並びに操縦者の水産工学グループ福田裕毅主査 (生態工学)

各水試発トピックス

海外からの視察団

平成27年6月17日（水）午前にはタイ王国水産局次長ほか7名、午後にはエストニア共和国から漁業者10名が中央水産試験場を訪れました。

タイ王国視察団の目的は、「日本における持続可能漁業の推進、資源管理対策、二酸化炭素削減の取り組み、水産物のトレーサビリティ等に関する情報収集及び具体的な事例の視察」、「北海道における漁業協同組合のネットワーク及びグループ各社の役割についての情報収集」とのことで、中央水産試験場へは「持続可能漁業の推進及び資源管理対策に関する水産試験場の取り組みについて伺いたい。」と事前申し入れがありました。資源管理部より、資源評価と調査の概要、またその結果が道水産林務部発行の資源管理マニュアルの基礎資料となっている旨を説明し、2014年版を提示したところ「こんなにも早く、しかも毎年一般の人々へも公表しているとは。」と驚嘆されておりました。

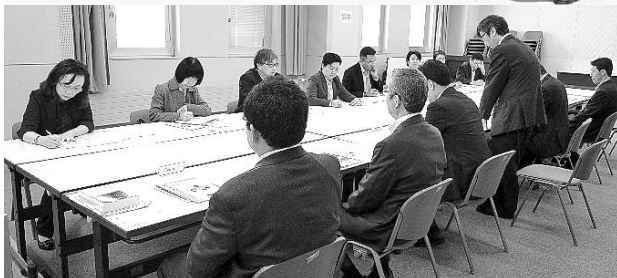
次に、フィンランド湾とバルト海に面した北欧

の国、エストニア共和国の方々です。

活け締め技術指導を受けたいとの事前申し入れがあり、加工利用部からヒラメの活け締めに関する講義をいたしました。後日、大使館を通じてお礼の言葉が届き、「講義を聞くことができ非常に感謝しています。帰国後に早速、『活け締め』の手法をエストニアのフラットフィッシュ（ヒラメの類）で試し、顧客先のレストランに届けたところ、魚の状態が非常に良いため大変喜ばれ、いつもより高い値段でも満足してもらえるなど、貴場での講習の効果が目に見える形であらわれています。」とのことでした。

言語、文化、習慣の異なる二つの国でしたが、来場された方々からは、水産業への真摯な姿勢、熱意が肌で感じられました。これからも、国内外の水産関係者のお手伝いになれるよう、行き届いた対応をさせていただきたいと考えております。

（池田秀樹 水産研究本部企画調整部）



タイ王国視察団との記念写真（上）と
会談の様子（下）



エストニア共和国視察団との記念写真（上）と
講義の様子（下）

各水試発トピックス

水産研究本部の国際協力 (JICA関連) 業務

水産研究本部では、社会貢献の一環として、国際協力事業団 (JICA) 等の事業へ協力しています。ここでは、平成26・27年度の取り組みについて紹介します。

平成26年10月20日から11月6日にかけて、マレーシア漁業開発公社の幹部 (国家公務員) 15名を対象に、効率的な漁業・漁業施設および漁業組合管理技術研修が道内各地で開催されました。10月24日には、研修員が中央水産試験場に来場しました。水産研究本部と中央水産試験場の概要、水産資源管理マニュアルについての講義と施設見学を実施しました。

平成27年8月10日から9月18日にかけて、カンボジア、ハイチ、インドネシア、モロッコ、モザンビーク、セネガル、タンザニア、タイ、トルコ、ベトナム (10カ国) の中央・地方政府および水産開発公社の幹部職員や研究員13名を対象に、水産資源の持続的利用とバリューチェーン開発コース研修が北海道大学大学院水産科学研究院を拠点に道内各地で開催されました。8月31日には研修員が栽培水産試験場に、9月4日には中央水産試験

場に来場しました。水産研究本部の概要、北海道における資源管理、サケ増殖事業と資源管理、ホッケイガイ漁業の資源管理、北海道における栽培漁業技術の講義と施設見学を実施しました。

各国の研修員は、国・地域の事情や研究者・行政官など職務の違いはありますが、活発な質疑からも研修への真剣な取り組みが伺えました。帰国後、研修の成果を活用し、自国の水産業の発展に貢献されることでしょう。JICAの水産担当職員によると、北海道は漁業が盛んで、大消費地が遠いため水産物の保存・管理技術が優れていること、また水産試験場は水産関係者や行政と連携して地域の水産業を研究と技術支援で支えていることなどが、研修員やその母国に有用な情報となると考えているようです。水産研究本部では、これからも国際協力に取り組んでいきます。

(楠田 聡 水産研究本部企画調整部)



マレーシア漁業開発公社の研修員らと記念撮影



受講中の10カ国の研修員ら (上) と記念撮影 (下)

水産研究本部図書出版委員会

委員長 齊藤 幸雄
委員 佐藤 一 志田 修 赤池 章一
夏目 雅史 森 立成 大久保進一
事務局 前田 圭司 池田 秀樹 吉田 英雄

水産研究本部出版物編集委員会

委員長 前田 圭司
委員 中明 幸広 星野 昇 宮園 章 中島 幹二
木村 稔 武田 忠明 鈴木 邦夫 中島美由紀
宮腰 靖之 隼野 寛史
事務局 池田 秀樹 吉田 英雄 (作業補助：矢部 康子)

* * * * *

表紙右上記号 ISSN 0914-6849の説明

ISSNは、International Standard Serial Number (国際標準逐次刊行物番号) の略です。逐次刊行物に付与される国際的なコード番号で、ISDS (International Serials Data Systems;国際逐次刊行物データシステム) という組織のもとで逐次刊行物の組織や検索に利用されます。

この番号は、国立国会図書館 ISDS日本センターから割り当てられるものです。

本誌の内容の一部、あるいは全部を無断で複写複製 (コピー) することは、法律で認められた場合を除き、著者の権利の侵害となる恐れがありますので、必要な場合には、あらかじめ北海道立総合研究機構水産研究本部企画調整部あてご連絡くださるようお願いします。

落丁・乱丁はお取り替えいたします。

本誌は、下記の水産試験場の広報誌です。本誌に対するご質問、ご意見がありましたら最寄りの水試までお寄せ下さい。

地方独立行政法人北海道立総合研究機構水産研究本部

中央水産試験場

046-8555 余市郡余市町浜中町238
電話 0135 (23) 7451
F A X 0135 (23) 3141

函館水産試験場

040-0051 函館市弁天町20 - 5
函館市国際水産・海洋総合研究センター内
電話 0138 (83) 2892
F A X 0138 (83) 2849

釧路水産試験場

085-0024 釧路市浜町2 - 6
電話 0154 (23) 6221
F A X 0154 (23) 6225

網走水産試験場

099-3119 網走市鱒浦1 - 1 - 1
電話 0152 (43) 4591
F A X 0152 (43) 4593

稚内水産試験場

097-0001 稚内市末広4 - 5 - 15
電話 0162 (32) 7177
F A X 0162 (32) 7171

栽培水産試験場

051-0013 室蘭市舟見町1 - 156 - 3
電話 0143 (22) 2320
F A X 0143 (22) 7605

さけます・内水面水産試験場

061-1433 恵庭市北柏木町3 - 373
電話 0123 (32) 2135
F A X 0123 (34) 7233

北水試だより 第91号

平成27年11月17日発行

編集・発行 北海道立総合研究機構水産研究本部

ホームページアドレス <http://www.hro.or.jp/list/fisheries/marine/index.html>

印刷 株式会社 須田製版