

会議報告

平成 24 年度さけます資源部第1回連絡会議ワークショップ

「さけますふ化場で問題となる疾病の実態と対策」

うらわ しげひこ よしみず まもる おおせこ のりひさ ばん まさとし ひらさわ かつあき ひらま よしのぶ
浦和 茂彦*1・吉水 守*2・大迫 典久*3・伴 真俊*1・平澤 勝秋*4・平間 美信*5

(*1 北海道区水産研究所 さけます資源部, *2 北海道大学大学院 水産科学研究院, *3 増養殖研究所 魚病診断・研修センター, *4 北海道区水産研究所 根室さけます事業所, *5 北海道区水産研究所 千歳さけます事業所)

2012年7月11日に北水研札幌庁舎で職員を対象に開催されたワークショップ「さけますふ化場で問題となる疾病の実態と対策」の概要を紹介する。

さけます類のウイルス・細菌病や原虫病に関しては、長年に渡り疫学や発生機序などの研究が行われ、対策が普及して防除効果を上げている。しかし、常に既往感染症の再発や新たな病原体の国内侵入の危険性に晒されており、防疫体制を維持・強化することが必要である。一方、ふ化場で頻繁に発生するイクチオボド症など原虫病は、2003年の薬事法改訂後、駆虫の困難性が増し、それが近年のサケ資源減少の一因として疑われている。さらに卵や仔稚魚の飼育過程において、卵膜軟化症や水腫症など原因不明の疾病が発生し、生残率を低下させている。

本ワークショップでは、さけます類の種苗生産過程で問題となる疾病の実態を把握し、有効な対策を検討すると共に、残された課題を整理し、今後の研究開発の方向性を論議した。

なお、2012年8月1日に札幌で開催されたさけます関係研究開発等推進会議の成果普及部会において、ワークショップのトピックが紹介された(本誌29頁参照)。

1. さけます類のBKD, IHN およびヘルペスウイルス病対策

さけます類の病気対策を考えるにあたり、孵化放流魚を対象にリスクが想定される病原体をリストアップし、魚種ごとに対策を定める必要がある(吉水 2012)。サケの場合、ハイリスクな病原体として、サケ科魚ヘルペスウイルス(OMV)、せつそう病原菌、細菌性腎臓病(BKD)原因菌、鰓病原菌があげられる。一方、伝染性脾臓壊死症(IPN)ウイルス、CSV(サケレオウイルス)、ウイルス性旋回病・ウイルス性赤血球壊死症・赤血球封入体症候群の原因ウイルスおよび冷水病原菌のサケに対するリスクはさほど高くない。ビブリオ病、BKD、カラムナリス病、連鎖球菌症は放流時の水温での発症リスクは低い。サクラマスは周年飼育されることから、伝染性造血器壊死症(IHN)、BKD、せつそう病、鰓病の他、上記

疾病の発症が危惧される。

さけます類で親から子に垂直伝播する病気としてIPN、BKD、冷水病が知られている。最近になって、BKD および冷水病共に原因菌の卵表面生菌数が $10^7/g (= cm^2)$ 以上の場合、受精の有無にかかわらず原因菌が卵門から卵卵腔に進入し、そこで生存することが明らかにされた。従って、採卵時の卵表面の菌数を下げることが重要である。確実な対処法は体腔液に病原体を持たない、あるいは持っていたとしても菌数あるいはウイルス数が少ない親魚を採卵に使用することである。また、受精前に等張液で1回洗浄するごとに、細菌およびウイルスの数は1桁減少するので(小原ら 2010)、等張液による卵洗浄は極めて有効な防除法である(図1)。この時期に卵消毒を実施すると、ふ化場内への侵入を防止できる。一方で、卵の細胞膜内に病原体が存在すると、胚は感染して死亡することが古くから知られており、このことは、胚が形成され発眼期に達した卵の内部には病原体が存在しないことを意味する。つまり、発眼卵の表面を消毒して病原体を殺したのち、病原体フリーの用水で管理すれば、健康な稚魚を得られる。

その後は、放流までの飼育水温で増殖し発症に至る病原体対策を立てることが必要となる。サクラマスでは、夏場に高水温に曝されるため、BKDをはじめ各種の病気が発生しやすい。発症に至らなくても病原体キャリアーが存在する蓄養池の



図1. 受精前卵の洗浄試験。

排水に親魚が遡上・蓄養されれば親魚の感染リスクは高くなる。感染試験では、サケおよびニジマスから分離した IHNV を 100 感染粒子/ml になるよう調整した飼育水に 1 時間浸漬した魚の累積死亡率は、孵化後 1 カ月齢のサケで 10-30%、サクラマスでは約 80%であった。ヒメマス、サクラマス、ギンザケとニジマス由来の OMV で同様に攻撃した魚の累積死亡率は、サケの 1-5 カ月齢で 80%以上、ヒメマスは 100%、サクラマスの 1-3 カ月齢で 80%以上であった。株間ではニジマス由来株の病原性が最も強かった。BKD 原因菌を 1 尾あたり約 106-107 菌体腹腔内に注射した場合、サケの累積死亡率は 100%、サクラマスで 10%、ギンザケでは 6%であった（いずれも孵化後 5 カ月齢）。また、サケに関してはヘルペスウイルスに十分注意する必要がある、水温が 15 °C を超える場合には BKD に対する注意が必要である。

（吉水 守 北海道大学大学院水産科学研究所）

2. さけます類の冷水病の実態と対策

日本ではアユの冷水病としてよく知られている細菌性冷水病は、元来さけます類の疾病であり、1940 年代に北米で発見されて以来、ヨーロッパ諸国のニジマスや大西洋サケに流行して甚大な被害を及ぼしてきた。原因菌は *Flavobacterium psychrophilum* で、日本では 1987 年に徳島で稚アユから初めて分離された後、1990 年に宮城、岩手のギンザケふ化場で冷水病が発生し、以後ニジマス、ヤマメなどマス類に感染して問題となっている（大迫 2009）。北海道ではサケの成熟親魚から冷水病原菌が検出されたことが 2006 年春の水産学会で初めて報告された。

北海道におけるさけます類の冷水病の実態を把握するために 2006 年秋から 2008 年秋までの 3 年間にわたり、全北海道内の河川を対象に、河川遡上したサケ、サクラマス、ベニザケ、カラフトマスの成熟親魚について、冷水病原菌の保有状況調査を実施した（大迫 2009）。その結果、調査した全ての河川において雌サケの体腔液から原因菌が検出され、平均検出率は 2006 年に 85%、2007 年に 91.1%、2008 年には 98%であった。さらに、雄サケの精液でも 78~100%と極めて高い検出率を示した。サクラマスでの平均検出率は、2006 年に 59.4%、2007 年に 72.9%、2008 年には 86%、カラフトマス（2007 年のみ）で平均 80.7%、ベニザケでは 2006 年、2007 年および 2008 年の調査でそれぞれ 55、78.3、77% の検出率を示した。これらのことから、北海道内のいずれの河川においても、遡上するさけます類は魚種にかかわらず高率に保菌していることが明らかになり、冷水病原菌が既に全道的に蔓延していることが

予想される。

2006 年のサケ親魚の体腔液から分離された菌株について、PCR 産物の制限酵素切断断片による多型解析（PCR-RFLP）を行ったところ、サケ科魚類から分離された菌は、全て A 型（アユ型）はなく、B 型（サケマス型）であり、アユの冷水病由来ではないものと考えられた。また、北海道の北部及び東部で比較的多型が少なく、南部ではその逆に多い傾向が示されており、北部や東部では病原体の導入後からの経過期間が南部より短いか、または南部では複数の型の菌株が導入されたと考えられる。

対策として、天然河川が汚染されているため清浄化は難しい。卵内への病原菌の侵入を防ぐため、親魚の蓄養期間を短くするなどして体腔液や精液中の菌濃度を上げないようにし、イソジン消毒により卵表面の菌を十分殺菌し、ふ化後には湧水など汚染されていない水で飼育することにより種苗に対する病気のリスクはかなり低減できるものとする。なお、アユの冷水病対策として水産庁から出されている「アユ疾病に関する防疫指針（2011 年 12 月）」では、種苗の来歴カードの導入や、飼育環境の確保、施設・器具類の消毒、飼育管理、薬剤（アユのみが対象）による治療等が記載されており、さけます類の冷水病対策にも参考になるとと思われる。

（大迫典久 増養殖研究所魚病診断・研修センター）

3. さけます類の原虫病対策

ふ化場のさけます類に出現する主な外部寄生性原虫は、鞭毛虫類のイクチオボド *Ichthyobodo* spp.、繊毛虫類のトリコジナ *Trichodina truttae* とキロドネラ *Chilodonella piscicola* である（浦和 2003）。特に、イクチオボドは約 40%のふ化場で発生し、体表に寄生してサケ稚魚の海水適応能力を大幅に減少させる。他の外部寄生原虫 2 種も、さけます類の増殖過程で減耗を引き起こすことが感染実験などにより明らかである。病害の程度は、寄生虫の種類により異なり、寄生様式、寄生数、宿主の状態および環境によって影響を受ける。これら寄生虫による減耗を防止するには、原因種と発生状況を正確に把握する必要がある。

原虫病対策として、まず感染経路の遮断が考えられる。トリコジナとキロドネラの繊毛虫類 2 種は河川水を用いたふ化場で頻繁に発生し、天然魚が主な感染源と推定される。しかし、イクチオボドは飼育用水の種類に関係なく発生し、直接感染以外の伝搬機構も存在することが示唆され、用水の変更や処理による防除は困難に思える。良好な飼育環境下では宿主の持つ生体防御能力によっ

て自然回復する。しかし、自然に回復するのを待っているだけでは、放流適期を逸する可能性がある。従って、いったん寄生を受けてしまった稚魚は、放流前に寄生虫を駆除して回復を促進させる必要がある場合が多い。

外部寄生原虫類の駆除にはホルマリンが極めて有効であり、濃度 1/4000 (250 ppm) の 60 分浸漬浴で寄生したイクチオボドの 99.9%が駆除される。しかし、ホルマリンは水産動物に対する医薬品として認証されておらず、2003 年の薬事法改訂後は使用が禁止されている。さけます類の原虫病に対する代替の認証医薬品はない。そこで、日常的に食用として使われる塩類や食酢を用いてイクチオボドやトリコジナの駆除実験を行った。塩化ナトリウムや食塩を用いた駆除実験では、濃度 5%で 5-10 分浴により、イクチオボドをほぼ駆除できた。この濃度で健康なサケ稚魚は 30 分以上生残可能である。しかし、試験に用いたサケ稚魚はイクチオボドの大量寄生を受け海水適応能力が低下していたので、10 分以上の浸漬浴を行うと死亡する稚魚もいた。イクチオボドは海水中でも増殖可能なので、低濃度の塩類では駆除効果が低い。

食酢(穀物酢、酸度 4.2)の場合、濃度 1% (pH 3.9) で 10 分浴によりイクチオボドを 99.9%駆除可能であるが、稚魚に対するストレスが大きい。一方、食酢濃度 0.4% (pH 4.5) で 60 分浴では、99.3%駆除され、海水適応能力にも影響を与えないなど稚魚への負担は少ない。トリコジナに対しては、食酢濃度 0.4%で 5 分程度でほぼ 100%駆除できる。食酢濃度 0.2% (pH 5.6) では、イクチオボドやトリコジナに対して駆除効果は低い。なお、食酢の種類や飼育用水により駆除効果が異なるので、駆除作業時に水素イオン濃度(pH)を測定するのが望ましい。また、食酢を含む飼育水は排水基準 (pH 5.8~8.6) に準じて処理すべきである。(浦和茂彦 北水研さけます資源部)

4. ふ化場におけるサケ仔稚魚の減耗要因実態調査

北日本の重要な水産物であるサケ資源を造成するため、各地のふ化場から毎年約 20 億尾の稚魚が放流されている。人工ふ化放流の工程は、概ね卵期、仔魚期、稚魚期の飼育管理に分けられるが、限られたふ化用水と施設能力で放流数を維持するため、各工程では集約的な管理が余儀なくされている。このような条件下では、恒常的あるいは突発的な減耗が生じることがあり、関係者を悩ませている。

北海道では、採卵から種苗放流までの間に約 12% (2008~2010 年級の平均) の減耗が生じてお

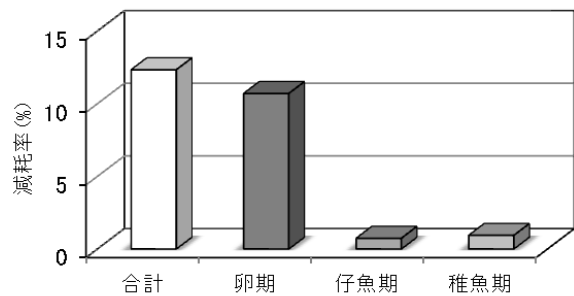


図 2. 北海道のふ化場におけるサケの発育段階別減耗率。

り、そのうち約 87%が卵期に集中していた(図 2)。聞き取り調査の結果、卵期の減耗要因は主として水カビ病や卵膜軟化症(野村 2005)であった。対処法として、ふ化器に収容した卵の攪拌、緑茶抽出物やパイセスによる薬浴、注水方法や収容方法の工夫等が定着しているものの、改善の余地が残されている(高橋 2011)。

仔魚期には、以前から報告されている水腫症に加え(野川・八木沢 2011)、積算水温が 700-850°C の発育段階で生じる原因不明の減耗が問題になっている。この疾病は複数年にわたって同一のふ化場で発生し、大量減耗を引き起こす場合がある。また、稚魚期にかけて慢性的な死亡が続いたり、原虫の寄生を併発するなどの例も知られている。これまでに、対処法を開発するための水質影響試験、ウイルスや細菌の感染等を調べているが、いまだに原因は特定できていない。早急な発症要因の究明と改善策の開発が望まれている。

稚魚期の減耗要因として、様々な原虫病、細菌性疾患、ウイルス性疾患が挙げられるが、恒常的な問題となっているのは原虫病である(浦和 2003)。原虫病には塩水や食酢浸漬が対処法として活用されているが、浸漬濃度、回数、浸漬時期等について常法が確立されていない。また、この作業は多くの労力を要するため、作業の簡略化や感染予防技術を開発する必要がある。

(伴真俊・伊藤洋満・川名守彦・高橋悟 北水研ふ化放流技術グループ)

5. ふ化場で発生している各種疾病とその対応状況

2003 年改正薬事法の施行により、水カビ病用のマラカイトグリーンや原虫病用のホルマリンなど未承認医薬品の使用が完全に出来なくなった。卵の水カビ病に対する代替の承認薬品としてパイセス(有効成分:プロノポール)が市販された。このほか、様々な代替品が模索され、現在では卵膜軟化症や原虫病に対しては食用として日

常に用いられているカテキンや食酢・食塩水なども効果があることが分かっている。しかし、パイセスに関しては、使用後の廃液を高倍率で希釈する必要があるため普及が進んでいない。また、食酢や食塩水浴に関しては、原虫の寄生数が多い場合は処理による稚魚へのダメージが大きいことから、各地のふ化場で濃度や時間を症状に合わせて対応する必要があり、常法が確立されていないのが現状である。

北海道東部やオホーツク海沿岸のふ化場で取り組んでいる疾病毎の対応を概観すると、卵期での卵膜軟化症については、カテキン浴を 300~950 ppm で 30 分、あるいは 350~2,000 ppm で 60 分間実施している。水カビ病については、ふ化場毎に影響が異なり、攪拌、カテキン浴やパイセス浴が使用されている一方で、対策の不要なふ化場も存在する。稚魚期のトリコジナ症については、食酢または食塩、あるいは食酢と食塩を水に溶かした溶液の他、沿岸付近に立地しているふ化場では海水を利用した駆虫が行われている。これに対し、イクチオボド症は、宿主の海水適応能力を減少させるため、食塩や海水による駆虫は濃度や浸漬時間によって病魚が死亡する事があり、ふ化場毎に用法、用量を試行錯誤しながら対応している。過去に使用してきたホルマリンは寄生虫症に対しいわば万能薬であったのに対し、食酢や食塩浴は、駆虫効果が劣り作業が煩雑であるため、作業効率の低下につながっている。

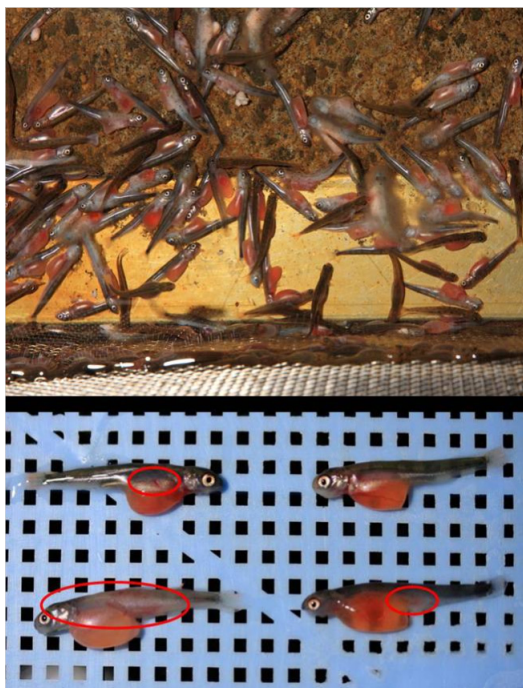


図 3. 養魚池で発生する仔魚の原因不明疾病。仔魚のさいのう付近の体幹に出血斑が見られることもある(下図)。

仔魚期では、積算温度 700°C 以降で死亡が始まり、浮上時あるいは飼育初期に体全体が水カビで覆われた斃死魚が出現する疾病が各地のふ化場で近年多発し問題となりつつある(図 3)。十数年前から一部のふ化場で見られた現象で、過去には原因解明のためふ化場間の比較(発症ふ化場と未発症ふ化場双方の卵の入れ替え)などが試みられたが、未だ解決には至っていない。2011 年度に徳志別、伊茶仁、鶴居さけます事業所で冷水病に似た症状を示す病魚の検査を行ったが、病原ウイルスや細菌は分離されなかった。一般的に病気の発症にはストレスやそれによる生体防御能力の低下が関与している事から、卵そのものの状態(親魚や採卵方法)や卵・仔魚管理(使用する水や管理方法)の過程で複数のストレス要因が蓄積され、これが一定のレベルに達した際に斃死を引き起こしていると想像される。今後は、仔魚期の原因不明疾病の原因や対応策の究明と、稚魚期の原虫病に対する効果的な駆虫方法の開発が必要不可欠である。

(平澤勝秋 北水研根室さけます事業所)

6. 千歳・八雲さけます事業所における浸漬方法の改良による作業軽減の試み

近年のふ化放流事業は、適期・適サイズを目指したサケの陸上飼育を行っているが、飼育期間が長期に亘るため魚病が発症しやすい環境にある。サケ飼育時期に細菌性鰓病や原虫病が高い頻度で発症する八雲さけます事業所と千歳さけます事業所で、疾病対策作業の効率化・省力化に向けた技術開発を行った。

八雲さけます事業所は、飼育池から浸漬用タンクへの稚魚移動を活魚ポンプで行う事で少人数(最低 2 名)での作業が可能となり、浸漬用タンク

活魚ポンプ使用による浸漬作業

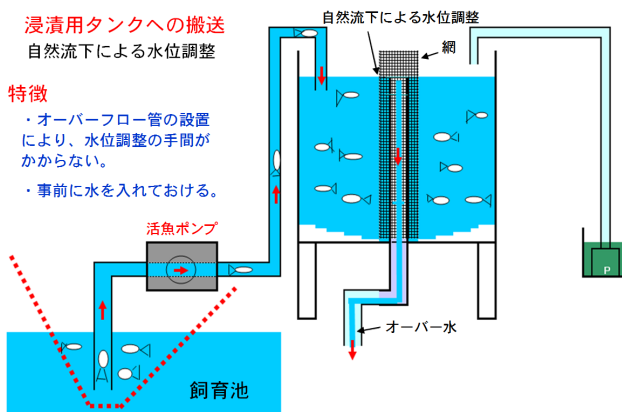


図 4. 八雲さけます事業所における活魚ポンプと大型 FRP 水槽(4 トン)を利用した浸漬システムの概略図。

クを高所に設置したことにより作業終了後の飼育池への稚魚移動時間が短縮された(図 4)。浸漬用タンクにオーバーフロー管と吸い込み防止網を設置し、タンクから水が溢れるのを防いでいる。一連の流れにより、浸漬時間も一律となり、稚魚へのダメージが軽減された。

千歳さけます事業所では飼育池が多数あり、池面積も広く飼育量が多いことから、作業的な省力化を目指し、飼育池内をパネルで小区画に仕切り浸漬を試みた。その結果、飼育池から浸漬タンクへの移動時間が無くなり、作業時間が短縮された。(平間美信 北水研千歳さけます事業所)

7. 総合討論「さけます類の疾病防除のための今後の研究開発」

ウイルス病や細菌感染症に対する有効な防除方法を確立するには、疾病の発症要因の分析とリスク管理の導入が必要であることが提案された。発症要因の分析に加えて、魚の発育別あるいはふ化放流の作業段階別に重要な管理点(Critical Control Point)の設定が必要で、特に親魚管理では感染履歴、ウイルス保有量や病原体の種類を調べる事が必要であることが提案された。そのため診断技術はほぼ確立されている。ウイルス保有量の把握は時間と労力を要するが、リアルタイム PCR の利用が考えられる。

健苗育成のためには、健康な親魚を採卵に使用することが大切であることが示唆された。水カビに覆われた雌親魚で保菌数が多かったことから、外観が悪く、カビが寄生していたり、スレや病気が疑われる親魚は使用しないことが望ましい。

近年の採卵工程では、受精後に卵洗浄をしないで直接吸水槽へ収容する場所が多い。このような状態だと卵門が閉じるまでの 10 分間に卵内へ病原体が侵入するリスクが増える。受精前に洗卵することで問題は解決するが、従来のように受精卵を洗浄した後吸水槽に収容する事でも病原体が卵内へ侵入するリスクを低減させることが示唆された。関連して、今年(2012 年)秋に行うサクラマスやサケ未受精卵に対するシャワー方式による洗卵試験計画が伊茶仁さけます事業所より説明された。溯河性魚類に対する洗卵試験は、おそらく日本で初めての試みである。

サケは比較的病気に強い魚であるが、サケにも強い病原性を示すウイルスや細菌が存在する。例えば、サケ科魚ヘルペスウイルス(OMV)と細菌性腎臓病原菌にサケは高い感受性を持つ。これらが放流魚や野生魚の自然死亡にどの程度影響を与えているか今後調査する必要がある。

さけます類の冷水病については、解っていないことが多い。2006 年から 3 年間冷水病原菌の

検査が全道的に行われ、さけます類では高い保菌状況であることが明らかになった。その後年数が経過したので、再度調査し冷水病が更に蔓延しているか否か把握すべきことが示唆された。

原虫病に関する今後の研究開発課題は以下の通りである。駆虫方法について、基本的な室内試験は行われているが、各ふ化場で水温など条件が異なることから、各ふ化場にあった駆虫方法の開発および省力化開発が必要である。原虫病のリスク評価(資源に与える影響)について詳しく調べるが必要である。安全で作業の容易な技術の開発も必要であり、例えば道さけます・内水面水産試験場では道産ハーブの抽出物を餌に混ぜて投与する駆虫技術を開発中である。

サケ仔魚の原因不明減耗は、複数の事業所で発生している。養魚池でサケ仔魚 25%程度の減耗が出た例もある。症状は冷水病に類似し、感染症が疑われ病原体検査が行われているが、原因となるウイルスや細菌は今のところ分離されていない。複合的なストレスにより引き起こされるとの考えもある。

「さけます類の疾病防除のための今後の研究開発」をまとめると以下の通りである。

- 発症要因の分析とリスク管理を導入した防疫対策
- 原虫病(特にイクチオボド症)のリスク評価、安全で効果的な防除方法の開発
- 仔魚期減耗要因の解明と対策の開発
- 野生魚に対する各種疾病のリスク評価

参考文献

- 野川秀樹・八木沢功. 2011. さけます類の人工ふ化放流に関する技術小史(飼育管理編). 水産技術, 3(2): 67-89.
- 野村哲一. 2005. サケ・マス卵の病気-ミズカビ病と卵膜軟化症-. 魚と卵, 171: 29-43.
- 小原昌和・小川 滋・笠井久会・吉水 守. 2010. 養殖サケ科魚類の人工採卵における等調液洗卵法の除菌効果. 水産増殖, 58: 37-43.
- 大迫典久. 2009. サケ科魚類を守る取り組み-冷水病原菌の保有状況調査-. SALMON 情報, 3: 11-13.
- 高橋 悟. 2011. サケ種卵に対するミズカビ対策. SALMON 情報, 5: 15-17.
- 浦和茂彦. 2003. さけ・ます類に外部寄生する原虫類の病理と対策. さけ・ます資源管理センターニュース, 11: 1-6.
- 吉水 守. 2012. 魚類ウイルス病とその防疫・防除に関する研究. 日水誌, 78: 358-367.