

さけ・ます増殖事業における防疫対策

野村哲一^{*1}・笠井久会^{*2}

^{*1} 062-0922 北海道札幌市豊平区中の島2-2 さけ・ます資源管理センター調査研究課

^{*2} 041-8611 北海道函館市港町3-1 北海道大学大学院水産科学研究科

キーワード：防疫対策，さけ・ます類，排水処理，ヨード剤，卵消毒

我が国における防疫対策の発展

伝染病の流行を予防するため、感染源や感染経路の遮断等の処理を総括して表す「防疫」は、医学や獣医学分野では古くから検討され実施されていた。しかし、水産増養殖の分野では、防疫に注目が集まったのは、近年のことである（若林 1998, 若林 2002, 野村 2002a）。1970年に、それまで我が国では未発生であった、伝染性造血器壊死症（IHN）が我が国に侵入し、ニジマス養殖に大きな被害を与えた。IHNはウイルス性の疾病であるため、発病後の治療法はなく、感染経路の遮断による伝播防止が最も効果的な対策であった。当時、米国で発眼卵表面の消毒に有機ヨード剤（PVP-I）が検討されていた（Amend and Pietsch 1972）。ニジマス養殖に大きな被害を与えていたIHNに対する対処として、我が国でもPVP-Iの水産用医薬品としての早急な認可が求められた。養鱒部会を中心とする研究者の協力により、水産用医薬品としての認可申請がなされ、認可後、水産用イソジンとして販売されるに至った。PVP-Iによる発眼卵消毒とIHNに感受性を有する時期のウイルスフリー用水での飼育が普及するに伴い、IHNの被害は軽減された。IHN対策確立の経緯はニジマス養殖における防疫対策の必要性を研究者、養殖事業者に実感させることとなった。IHNの侵入を契機としての防疫に関する知見の集積は、日本水産資源保護協会発行の「防疫対策事例集」として取りまとめられている（日本水産資源保護協会 1990）。

畜産の分野では「家畜伝染病予防法」により、法定伝染病の種類や死亡家畜の処理法まで細かに規定されている。また、経済的な損失を補填するための共済制度も確立されている。これに対して水産分野では、魚類が家畜に含まれないことから、法による規制はなく、地方自治体の水産試験場による指導、助言により養魚家が自発的に防疫対策を実施しているに過ぎなかった。

1996年の水産資源保護法の一部改正により、農林水産省令で定めた水産動物種苗の輸入は許可制となった。さらに、許可対象水産動物種苗の輸入にあたっては、省令で定めた伝染性の病気（指定疾病）に罹っていないことを証明する輸出相手国からの検査証明書の添付を義務付けた。サケ科魚類は上記の省令で定められた水産動物に含まれ、サケ科魚類の指定疾病としては、ウイルス性出血性敗血症（VHS）流行性造血器壊死症（EHN）、ピシリケッチア症、レッドマウス病が指定されている。1999年に成立、施行された「持続的養殖生産確保法」（養殖新法）により水産養殖においても防疫に対する法整備がなされた。この法律では魚類防疫員の配置や都道府県知事による地域の漁場改善計画の策定が実施され、特定疾病（サケ科魚類では資源保護法で指定した指定疾病と同じ）や新疾病として防疫措置を強制的に取る対象疾病が明確化された。特定疾病の国内への侵入時には、対象水産動物の移動制限や消毒等の強い防疫措置をとることができることとなった。これらの国内法の整備は国際獣疫事務局からの勧告に対応するものでもある（若林 2002）。

法的な整備は進行しているが、防疫対策の技術的な側面には多くの問題が残されている。ニジマス養殖における防疫対策がIHNの侵入を契機に大きく発展したことは前記した。しかし、他魚種における効果的な防疫対策確立には多くの困難を伴っている。クルマエビ、ヒラメやアユにおける全国的な天然域での疾病の発生は、いまだ効果的な防疫対策が多くの魚種で確立されていないことを示すものである（若林 2002）。

養殖新法の施行により養殖魚の防疫対策は確立の歩みをはじめているが、増殖用の種苗生産においては、現在まで数の確保が優先され、ともすれば生産性の低下につながる防疫対策への取り組みは少なかった。

防疫対策に取り組むことが求められているのは我が国ばかりではない。アメリカやカナダにおける伝染性サケ貧血症（ISA）が広範な地域で猛威をふるい、さけ・ます養殖に大きな被害を与えている。ISAに対する組織的な取り組みについては本誌に掲載されたアメリカ東部魚病学会の報告を参考にしたい（野村 2002b）。

さけ・ます増殖事業における防疫対策

さけ・ます増殖事業における防疫対策では以下のようなことが求められている。

さけ・ます増殖事業では、親魚は天然河川で成熟した親魚を用いることを基本としている。従来は、良質卵の確保の視点から親魚に関する知見の集積が図られてきた。しかし、親魚の病原体の保有状況に関する知見は防疫対策

確立上重要な項目である。親魚が病原体を保有していると、成熟に伴い病原体が親魚の体内で増殖し、さらに病原体が親魚から排出される危険がある。排出された病原体を原因とする汚染の拡大、卵を經由しての稚魚への伝播など疾病発生の大きな要因にもなる。防疫対策の見地からは、病原体を保有していない親魚を確保し、病原体汚染のないクリーンな卵を確保することが求められる。

次に要求される点は病原体の飼育場所への侵入防止であろう。施設、器具の消毒に加え、病原体を含まない飼育用水の確保が必要である。湧水の使用がもっとも望ましいが、増殖事業の拡大に伴い使用できる湧水の量はほぼ限界に達している。湧水の不足分を河川水で補う場合においては、積極的に飼育用水の消毒処理が必要とされる。

さけ・ます増殖事業では、養殖魚とは異なり種苗生産場所への稚魚の移動はサケにおいてはまれであろうが、サクラマスにおいては種苗生産場所の移動が行われる。魚の移動はともすると病原体の移動を伴う。厳密な病原体保有状況のモニタリングは、病原体の分布の拡大を防ぐ上で重要である。さらに重要な点は、病原体を保有しない稚魚の放流であろう。生態系や生物の多様性の論議において人工増殖事業に厳しい目が向けられている。また、病原体を保有した稚魚の放流は、生活史全般に病原体が存在する状況を生み出し、最初に記した病原体を保有しない親魚の確保を難しくする。個々の病原体の資源に与える影響評価を確立し、保有が確認された時の種苗に対する対応を明確化し、汚染の拡大を防止する処置を敏速に取る必要がある。

これらのことは、1) 病原体を保有していない親魚からの卵確保による垂直感染の防止、2) 施設の消毒による安全な飼育場所の確保、3) 病原体を含まない用水の確保による病原体の侵入防止、4) 魚の移動に伴う病原体の移動防止、の4点に集約されるであろう。

しかし、このような要点を基本として防疫対策を確立するには現状では多くの問題があり、以下に具体的に述べてみたい。

1) 病原体を保有していない親魚からの卵確保による垂直感染の防止: さけ・ます資源管理センターでは長期に魚類病原ウイルスやせつそう病の病原体について疫学調査を実施してきた(吉水・野村 1989)。その結果から(表1)、外見上正常な親魚からでも高率にせつそう病の病原体である *Aeromonas salmonicida* が検出されたり(野村・木村 1981, 野村ら 1991a, 1991b, 1992, Nomura et al. 1992a, 1992b)、散発的にはあるが伝染性造血器壊死症ウイルス(IHNV)、CSV や OMV などの魚類病原ウイルスが検出されることが明らかになった(吉水ら 1988, Yoshimizu et al. 1989)。病原体を直接検出すること

表 1. 成熟親魚腎臓からのせつそう病原因菌 *Aeromonas salmonicida* 保有調査における調査河川数, 検出河川数, 調査尾数, 検出尾数, 検出率 (1983-1999年).

魚種	調査 河川数	検出 河川数	調査 尾数	検出 尾数	検出率 (%)
サケ	34	21	13,101	1,599	12.2
カラフトマス	16	10	4,305	197	4.6
サクラマス	10	6	3,983	55	1.4

が難しい細菌性腎臓病 (BKD) についても (木村ら 1987), ELISA 法による測定で, 抗体価の上昇した親魚が存在することが明らかになるなど, 調査の充実に伴い多くの病原体が親魚に存在している可能性が示唆されている. このように病原体フリーの親魚の確保が予想に反し困難となっている. 最初の要点で示した「病原体を保有していない親魚からの卵の確保」が前記した病原体に関しては難しい状況にある.

IHNV および *A. salmonicida* が親魚の体腔液から検出されることは長期の疫学調査から明らかになった. しかし, 幸いなことにこれらの病原体は卵内には存在しないことも明らかになっている.

サケ科魚類の卵は強固な卵膜により囲まれている (Groot and Alderdice 1985). この卵膜が外部からの卵内への病原体の侵入を防止しているのである. 受精終了時に卵門が閉じると (Kobayashi and Yamamoto 1987), 卵表面に異常がなければ小さいウイルスでも卵内に侵入することはできない. 親魚が保有していた病原体も受精卵では, 卵表面に付着しているに過ぎない. IHNV が精子に付着して受精時に卵門を經由して卵内に進入すると指摘する報告もある. しかし, 受精胚は IHNV の感染により死亡するものの, IHNV は卵内容物で不活化されてしまう. このことは発眼ステージに達した卵はウイルス感染を受けていないことを意味し, 有効な消毒薬さえあれば, これら病原体の危害を排除することが可能であることを示唆する (Yoshimizu et al., 1989). PVP-I は第一次大戦中にドイツにおいて代用血液として開発された経緯を持ち (小田 1961), 生物に対する毒性が低いことが大きな特徴である (Amend 1974). 2003年3月現在, PVP-I を主成分とする水産用医薬品としては, サケ科魚類卵の消毒用として明治製菓から水産用イソジン10%と岩城製菓からネオヨジンが販売されている. 従来は発眼卵に対する使用が主であったが, 受精直後卵に対する安全性が確認されたことに伴い使用範囲は大きく広がっている (Fowler and Banks 1990, 1991, 木村・吉水 1991).

PVP-I 製剤は有効ヨウ素25 ppm でも試験管内では十分な消毒効果を示す。しかし、実際の使用では有機物や死卵による消毒効果の減少を考慮して有効ヨウ素50 ppm の濃度で15分間の消毒が実施されている。主成分のPVP-I が薬浴中に卵に吸着されることから (Capman and Rogers 1992), 卵消毒に使用する場合は一回限りとする事も規定されている。

しかし、この卵表面も一皮剥けばその内側は驚くほど柔らかい構造となっている。表面は $0.5\mu\text{m}$ の厚さの膜で覆われているが(図1), その内側は網目状の構造にすぎない(図2)。表面を突破することができれば病原体は容易に卵内に到達することができる。発生原因は不明であるが古くから知られている卵膜軟化症の卵では図3に示すように卵表面が剥離している場合が多く、まさに防疫の最前線が突破されている状況である(梅原ら 1985, Nomura 1994, 野村 1998)。問題は、細胞内寄生の病原体の存在である。BKD の病原体で



図1. 走査型電子顕微鏡により観察したサケ卵表面。



図2. 走査型電子顕微鏡により観察したサケ卵の卵膜内側。

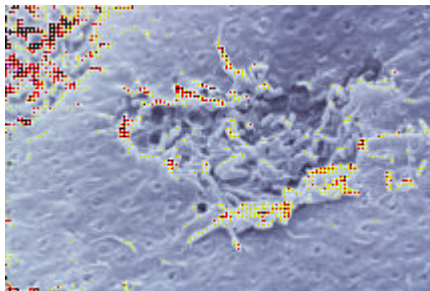


図3. 走査型電子顕微鏡により観察した卵膜軟化症の卵表面。

ある *Renibacterium salmoninarum* は種々の議論はあるものの、細胞内に寄生することが指摘されている病原体である。卵表面の病原体は PVP-I により効果的な消毒・除菌することが可能であるが、卵内の病原体に対して効果はない。原因菌が卵内に侵入すると仮定すると、BKD の防疫対策には IHN のように単に卵を PVP-I で消毒するだけでなく、さらに込み入った対策が必要となる。アメリカでは、親魚について BKD 原因菌の採卵時の保有状況調査を実施し、病原体を保有している可能性の高い親魚由来の卵をふ化の行程から排除している。検査には PCR 法、IFA 法、ELISA 法など、高感度でかつ多数の検体の処理が可能な方法が採用されている。ELISA 抗体価の高い親魚をハイリスク群とすれば、その親魚由来の卵は廃棄する必要がある。さけ・ます資源管理センターにおいても2000年以来同様の技術開発に取り組んでいる。

2) 施設の消毒による安全な飼育場所の確保: 施設の消毒に関しては、現状では施設の全体を消毒薬により消毒することが最良の方法である。各種消毒薬の魚類病原ウイルスや細菌に対する効果については井上ら (1990) や佐古ら (1988) により報告されている。また、Jorquera et al. (2002) は電解海水による施設の消毒について検討をしている。

一般に施設のような大型のものの消毒には、塩素系の消毒薬が価格や使用の利便性から使用されている(木村・吉水 1991, 吉水 1998)。今後はさらに環境への悪影響や生物に対する毒性を低減させた施設の消毒法の確立が望まれる。アメリカ合衆国においては蒸気による消毒が行われており、蒸気発生器と配管が完備したふ化場も見られる(石黒・田宮 2000)。

3) 病原体を含まない用水の確保による病原体の侵入防止: 魚介類の種苗生産において、飼育用水、餌料、飼育施設等の管理には十分な注意が払われているが、その対象魚介類の多くの種で、原生動物、真菌、細菌、ウイルス等による病気が発生し、種苗の生産に深刻な打撃を与えている (Kimura and Yoshimizu 1991, Muroga 2001)。これら病気に対する防疫法として、採卵親魚の健康状態の把握、病原体保有の有無や既往症歴の把握をはじめ(吉水・野村 1989)、飼育用水の殺菌、種卵の消毒、飼育施設の消毒等を実施し、病原体の侵入を防ぐ策がとられている(日本水産資源保護協会 1990)。このなかで飼育用水の殺菌は特に重要な課題である。現在淡水の殺菌に最も広く用いられているのは紫外線殺菌法である。一般的な紫外線殺菌装置の紫外線照射量は $10^4 \mu\text{W}\cdot\text{sec}/\text{cm}^2$ 程度であり、この紫外線照射量から判断すると、グラム陰性の魚類病原細菌とラプトウイルス、ヘルペスウイルス、イリドウイルスの不活化は可能であろうと考えられる(木村ら 1976, 吉水ら 1986)。長野県水産試験場の飼育用水の確保に紫外線殺菌装置が導入されて IHN 対策に効

果を上げ、その後、各地のニジマスおよび在来マス養殖場に普及していった（吉水ら 1991, 吉水・笠井 2002）。さらに最近では中圧水銀ランプを用いた高出力の流水式紫外線殺菌装置が開発され、一部の施設で使用されている。この高出力タイプの装置を使用すると、 $2.0\text{-}3.0 \times 10^5 \mu\text{W} \cdot \text{sec}/\text{cm}^2$ 程度の紫外線照射量が得られ、紫外線感受性の低い魚類病原微生物の殺菌・不活化も可能となった（Kasai and Yoshimizu 2002, 笠井ら 2002）。飼育排水についても、事業規模での殺菌装置がさけ・ます資源管理センターの尻別事業所に設置されており、ここでは飼育排水中の残餌および糞を凝集沈殿法で沈殿させたのち、毎時120トン処理できる流水式中圧紫外線殺菌装置（図4）2基で殺菌している（吉水 1998）。しかし、紫外線による殺菌は、光を利用する関係上、水中の懸濁粒子の影響を大きく受け、さらに溶存有機物や鉄イオン量にも影響される。そのため用水あるいは排水中の懸濁粒子の量を事前に調査し、懸濁粒子の除去に十分注意する必要がある。さらに低温下では殺菌効果が低下することから、水温が極端に低下する地域での冬期間の連続使用には注意が必要である。

我が国ではあまり普及していないがオゾン殺菌も外国では広く用いられている。この場合、飼育池に直接オゾンを吹き込むのではなく、処理槽を設けてオゾン濃度を $0.1\text{-}0.3 \text{ mg/L}$ として5-10分間処理をし、その後、曝気してオゾンを除去して飼育用水とする必要がある（笠井・吉水 2001）。オゾン処理に



図4. さけ・ます資源管理センター尻別事業所に設置されている中圧紫外線殺菌装置。

よりサケ・マス類の寄生虫症（セラトミキサ症）が防げたとの報告がある。

4) 魚の移動に伴う病原体の移動防止：魚の移動に伴う病原体の拡散防止は最も困難な防疫対策技術である。病魚からの病原体の検出は培養法や免疫学的手法、分子生物学的な手法の開発により精度よく実施されているが、症状を示さないいわゆるキャリアーを検出することは非常に難しい。施設の消毒の項でも触れたが、免疫学的手法や分子生物学的な手法では、病原体が検出されてもその病原体が生存しているか否かの判断が困難な場合が多い。調査対象魚にホルモン処理や温度変化によるストレスを与えて検出感度の向上を図る試みがなされているが (Bullock and Stuckey 1975), 多大の時間と労力を要する検査である。BKD 原因菌は通常の培地では培養できず KDM-2培地を用いても3週間余りの長期を必要とする上に、ナースカルチャーと呼ばれる大量の菌体の存在下において培養が可能となるなど培養には困難を伴う。IFA法やPCR法の感度は標本の作製や抽出操作による損失を考慮すると決して高くない。簡便で精度のよい方法の確立が求められている。せつそう病の病原体の *A. salmonicida* は、普通寒天培地を用いて病魚からは培養することができるが、他の細菌が存在する腸管や鰓からの本菌の検出は必ずしも容易ではない (Stanley et al. 2002)。特定の病原体だけを選択的に増殖させる有効な選択培地が必ずしもすべての病原体で開発されてはいない。Stanley et al. (2002) は、分子生物学的な手法であるPCR法により病原体の遺伝子断片を検出したとしても、検出されたDNAが、生きているが培養できない状況の病原体 (NCBV) からのものか、または死んだ細胞由来のものか、DNAのみが存在したのかが解明できないとしている。せつそう病の病原体 *A. salmonicida* の検出に使用されるCBB培地 (Cipriano and Bertolini 1988, Cipriano et al. 1992, Nomura et al. 1994) のような、より簡便に病原体を検出できる培地が開発されるなら、防疫対策技術の確立が大きく前進することとなる。

さらにワクチンによるより積極的な予防措置を講じる必要がある。現在まで我が国ではサケ科魚類について認可を受けたワクチンはジブリオ病ワクチン以外にはなく、早急にせつそう病、IHNに関するワクチンの開発が望まれる。魚体内の病原体を排除するための有効な消毒薬はないが、Cipriano et al. (1996) はニジマスの鰓や体表に付着する *A. salmonicida* の除去にクロラミン-Tが有効であることを報告している。クロラミン-T薬浴後はせつそう病の発生が減少したことも報告している。Bullock et al. (1997) は循環飼育装置においてオゾンによる飼育用水の処理が細菌性鰓病の防止効果があることを報告している。今後、これらの知見は発病防止の観点から検討に値する課題と考えられる。

文献

- Amend, D. F. 1974. Comparative toxicity of two iodophors to rainbow trout eggs. *Tran. Am. Fish. Soc.*, 103: 73-78.
- Amend, D. F. and J. P. Pietsch. 1972. Virucidal activity of two iodophors to salmonid viruses. *J. Fish. Res. Bd. Canada*, 29: 61-65.
- Bullock, G. L. and H. M. Stuckey. 1975. *Aeromonas salmonicida*: Detection of asymptotically infected trout. *Prog. Fish-Cult.*, 37: 237-239.
- Bullock, G. L., S. T. Summerfelt, A. C. Noble, A. L. Weber, M. D. Durant and J. A. Hankins. 1997. Ozonation of a recirculating rainbow trout culture system I. Effects on bacterial gill disease and heterotrophic bacteria. *Aquaculture*, 158: 43-55.
- Chapman, P. F. and R. W. Rogers. 1992. Decline in iodine concentration of iodophor during water hardening of salmonid eggs and methods to reduce this effect. *Prog. Fish-Cult.*, 54: 81-87.
- Cipriano, R. C. and J. B. Bertolini. 1988. Selection for virulence in the fish pathogen *Aeromonas salmonicida* using Coomassie Brilliant Blue agar. *J. Wildlife Diseases*, 24: 672-678.
- Cipriano, R. C., L. A. Ford, C. E. Starliper, J. D. Teska, J. T. Nelson and B. N. Jensen. 1996. Control of external *Aeromonas salmonicida*: Topical disinfection of salmonids with chloramine-T. *J. Aquat. Animal Health*, 8: 52-57.
- Cipriano, R. C., L. A. Ford, J. D. Teska, and L. E. Hale. 1992. Detection of *Aeromonas salmonicida* in the mucus of salmonid fishes. *J. Aquat. Animal Health*, 4: 114-118.
- Fowler, L. G. and J. L. Banks. 1990. Iodophor toxicity to eggs and fry of fall chinook salmon. *Prog. Fish-Cult.*, 52: 176-178.
- Fowler, L. G. and J. L. Banks. 1991. A safe level of iodophor for treating eggs of fall chinook salmon during water hardening. *Prog. Fish-Cult.*, 53: 250-251.
- Groot, E. P., and D. F. Alderdice. 1985. Fine structure of the external egg membrane of five species of Pacific salmon and steelhead trout. *Can. J. Zool.*, 63: 552-566.
- 井上 潔・池谷文夫・山崎隆義・原 武史. 1990. IPN ウイルスに対する市販消毒剤の殺ウイルス効果. *魚病研究*, 25: 81-86.
- 石黒武彦・田宮文彦. 2000. アメリカ合衆国アラスカ州及びワシントン州におけるさけ・ます増殖. *さけ・ます資源管理センター技術情報*, 167: 9-20.
- Jorquera, M. A., G. Valencia, M. Eguchi, M. Katayose and C. Riquelme. 2002.

- Disinfection of seawater for hatchery aquaculture systems using electrolytic water treatment. *Aquaculture*, 207: 213-224.
- Kasai, H. and M. Yoshimizu. 2002. Disinfection of water for aquaculture. *Fish. Sci.*, 68, Supl. 1: 821-824.
- 笠井久会・大沢秀一・小林 正・吉水 守. 2002. 飼育用水の中圧紫外線処理によるヒラメスクーチカ症の防除. *魚病研究*, 37: 199-200.
- 笠井久会・吉水 守. 2001. オゾンによる魚類飼育用水の殺菌法. *日本医療・環境オゾン研究会報*, 28: 2-6.
- Kimura, T. and M. Yoshimizu. 1991. Viral diseases of fish in Japan. *Ann. Rev. Fish. Dis.*, 1: 67-82.
- 木村喬久. 1970. 催熟蓄養中のサクラマスならびにカラフトマス親魚に発生した細菌性疾病に関する研究. *さけますふ研報*, 24: 9-100.
- 木村喬久・吉水 守. 1991. 水産養殖システムの殺菌. 高野光男・横山理雄 監修. *新殺菌工学ハンドブック.サイエンスフォーラム.東京*. pp.220-226.
- 木村喬久・吉水 守・原 武史. 1987. サケ科魚類の細菌性腎臓病 (BKD) の診断技法. *水産増養殖叢書*, 35, 日本水産資源保護協会, 東京. 61p.
- 木村喬久・吉水 守・田島研一・絵面良男・坂井 稔. 1976. 養魚用水の紫外線殺菌について - 魚病原因菌ならびに養魚水中生存菌の紫外線感受性について. *日水誌*, 42: 207-211.
- Kobayashi, W. and T. Yamamoto. 1987. Light and electron microscopic observations of sperm entry in the chum salmon egg. *J. Exp. Zool.*, 243: 311-322.
- Muroga, K. 2001. Viral and bacterial diseases of marine fish and shellfish in Japanese hatcheries. *Aquaculture*, 202: 23-44.
- 日本水産資源保護協会. 1990. さけ・ます養殖における防疫事例集. 262p.
- 野村哲一. 1998. サケ科魚類の細菌病. *月刊海洋*, 14: 20-25.
- 野村哲一. 2002a. さけ・ます増殖事業における防疫対策. *日本水産資源保護協会月報*, 446: 8-16.
- 野村哲一. 2002b. 第27回アメリカ東部魚病学会 (27th Annual Eastern Fish Health Workshop) に参加して. *さけ・ます資源管理センター技術情報*, 169: 49-55.
- Nomura, T. 1994. Bacterial diseases of freshwater fishes of Hokkaido. *Sci. Rep. Hokkaido Fish Hatchery*, 48: 39-46.
- 野村哲一・木村喬久. 1981. 北海道内の主要河川に溯上するサケ (*Oncorhynchus keta*) カラフトマス (*Oncorhynchus gorbuscha*) サクラマス (*Oncorhynchus masou*) ヒメマス (*Oncorhynchus nerka*) 親魚における *Aeromonas salmonicida* の保有状況. *魚病研究*, 16: 69-74.

- 野村哲一・吉水 守・木村喬久．1991a．外観上正常なサケ，カラフトマス及びサクラマス成熟親魚の *Aeromonas salmonicida* 保有状況．魚病研究，26: 139-147.
- 野村哲一・吉水 守・木村喬久．1991b．サケ及びサクラマスの各生活期における *Aeromonas salmonicida* 保有状況．魚病研究，26: 149-153．
- 野村哲一・吉水 守・木村喬久．1992．サケ，カラフトマス及びサクラマス成熟親魚体腔液からの *Aeromonas salmonicida* の検出．魚病研究，27: 69-72．
- Nomura, T., M. Yoshimizu and T. Kimura. 1992a. An epidemiological study of furunculosis in salmon propagation. In Proceedings of the Oji International Symposium on Salmonid Diseases (edited by T. kimura). Hokkaido University Press, Sapporo. pp. 187-193.
- Nomura, T., M. Yoshimizu and T. Kimura. 1992b. The epidemiological study of furunculosis in salmon propagation. NOAA Tech. Rep., 111: 101-108.
- Nomura, T., M. Yoshimizu, S. Moki and Y. Ezura. 1994. Existence of non-agglutinating *Aeromonas salmonicida* subsp. *salmonicida* in strains isolated from salmonids in Yamagata prefecture, Japan. Sci. Rep. Hokkaido Salmon Hatchery, 48: 23-29.
- 小田 信．1961．新殺菌剤イソジン [PVP ヨード] ．月刊薬事, 3: 17-20 ．
- 佐古 浩・石田典子・前野幸男・反町 稔．1988．*Aeromonas salmonicida*, *Vibrio anguillarum* ならびに *V. ordalii* に対する各種消毒薬の殺菌作用．魚病研究，23：219-229 ．
- Stanley, C., M. Hiney, D. Gilroy, R. Powell, D. Padley and P. Smith. 2002. Furunculosis-inducing ability of microcosms seeded with *Aeromonas salmonicida* correlates with colony-forming ability but not with PCR and ELISA data. Aquaculture, 210: 35-48.
- 梅原光夫・隆島史夫・立川 互．1985．アマゴの卵膜軟化症．水産増殖，32: 230-232 ．
- 若林久嗣．1998．魚類防疫 - 魚病と人間の関わり - ．月刊海洋，14: 5-12
- 若林久嗣．2002．魚類の感染症 - 我が国の現状と課題 - ．日水誌，68: 815-824.
- 吉水 守．1998．用水および排水の殺菌．月刊海洋，号外，14: 112-117.
- 吉水 守・笠井久会．2002．種苗生産施設における用水および排水の殺菌．工業用水，523: 13-26.
- 吉水 守・野村哲一．1989．サケマス採卵親魚の病原微生物検査法．魚と卵，158: 49-59.
- 吉水 守・瀧澤宏子・木村喬久．1986．魚類病原ウイルスの紫外線感受性．

魚病研究, 21: 47-52 .

Yoshimizu, M., M. Sami and T. Kimura. 1989. Survivability of infectious hematopoietic necrosis virus in fertilized eggs of masu salmon and chum salmon. J. Aquat. Animal. Health., 1: 13-20.

吉水 守・野村哲一・粟倉輝彦・木村喬久 . 1988 . 北日本におけるサケ科魚類採卵親魚の魚類病原ウイルス保有状況について - 昭和51年～昭和61年 - . さけますふ研報, 42: 1-20.

Yoshimizu, M., T. Nomura, T. Awakura, Y. Ezura and T. Kimura. 1989. Prevalence of pathogenic fish viruses in anadromous masu salmon (*Oncorhynchus masou*) in the northern part of Japan, 1976-1987. Physiol. Ecol. Japan, Spec. 1: 559-576.

吉水 守・佐見 学・小原昌和・山崎隆義・木村喬久 . 1991 . 限外濾過濃縮法による飼育水中のIHNV検出および紫外線のIHNV不活化効果について . 日水誌, 57: 555-560.