



Title	魚類ウイルスとその疾病防除対策
Author(s)	吉水, 守; 笠井, 久会
Citation	日本動物用医薬品協会会報, 27, 1-17
Issue Date	2007-01
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/39505
Type	journal article
File Information	yoshimizu-257.pdf



魚類ウイルスとその疾病防除対策

吉水 守・笠井久会

北海道大学大学院水産科学研究科

1. はじめに

霞ヶ浦で発生したコイの大量死は、koi herpes virus (KHV) という当時国内未侵入の病原体によるものでした。その被害は養殖魚のみならず湖沼や河川に棲息するコイにまで及び、連日マスコミに取り上げられ、魚類のウイルス病として一般に広く認知された最初の例となりました。未知の病原体が侵入した場合、種苗の移動等による感染の拡大を防ぐことが、いかに難しいかを示す事例となり、多くの教訓を残しました。増養殖の目標は安全な水産物の提供です。幸い魚類の病原体でヒトに感染するものはほとんどありません。人体寄生性寄生虫と漁獲後の衛生管理に問題があって起こる食中毒および自然毒を除けば、魚介類は安全です。魚類を産業動物として管理する場合、経営に一番危害を及ぼすのは、家畜やヒト同様、病気の問題です。産業動物の病気の発生は避けられず、防疫対策の確立が重要な課題となります。魚類の病原体は、成熟時に卵巣腔液や精漿に出現し、卵子や精子は汚染されてしまいます。仔魚が生まれても、病気になって死んでしまえば増養殖生産はできません。また稚魚あるいは成魚になって感染・発病すれば効率的な生産はできません。病原体としては、原虫・真菌・細菌・ウイルス等が知られています。本稿では、これらの中で、現在もっとも被害の大きいウイルスを対象に、その種類と代表的なウイルス病およびその防疫対策の現状と課題を紹介したいと考えます。魚類ウイルスに関する研究は歴史が浅く、本格的に研究され始めてから半世紀しか経過していません (Pilcher et al.⁽¹⁾、Kimura and Yoshimizu⁽²⁾)。KHV も Hedrick ら⁽³⁾により初めて報告されたのは 2000 年であり、今後も魚類に大きな被害をもたらすウイルスが出現する可能性があります。現在までの経験に基い

て、十分な備えをしておく必要があると考えます。

2. 魚類のウイルス

魚類の種類は 24,618 種 (Nelson⁽⁴⁾) と報告され、日本の沿岸には 3,362 種類が棲息しています。そのうち食用魚は約 500 種程度であり、養殖の対象にされているのはさらにその 1/10 程度です。しかし宿主となる魚類の数に比べると発見されている魚類ウイルスの数は極めて少なく (吉水⁽⁵⁾)、これは、魚類ウイルスの研究が増養殖魚、漁獲魚あるいは観賞魚の病気もしくは皮膚等の異常の原因究明とその防除・防疫対策など産業的な疾病対策に重点が置かれてきたためと考えます。一般に、魚介類の種苗の生産・放流を中心とする栽培漁業や沿岸域での養殖が盛んになるにつれ、魚を人為環境下で管理することが多くなり、一度病原体が侵入すれば病気が発生しやすい環境が形成されています (吉水⁽⁶⁾、Muroga⁽⁷⁾)。なかでもウイルスによる病気は被害が大きく、その対策確立が急務であり、水産関係のウイルス研究者の労力の大半はこちらに注がれてきました。

魚介類のウイルスの種類は、今のところヒトや家畜に比べればかなり少なく、これは前述のように、魚介類のウイルス研究が産業的に被害の大きい病気の原因ウイルスを対象に行われてきたことと、魚類・甲殻類のウイルスで人や家畜に病原性を有するウイルスが分離されていないことにより、医学・獣医学領域の研究者の関心を引かなかったためと考えます。増養殖対象魚介類がより広範囲になれば、今後も未知のウイルスによる病気が発生する可能性があり、水産業の発展のためにも、増養殖の対象となり得る魚種のウイルス保有状況調査を行うと共に、現在実施されている防疫対策に加え、より効果的なウイルス病対策を検討して

おく必要があると考えます（吉水⁽⁸⁾）。

魚類は水中に棲息し、陸上に暮らすヒトや家畜とは生活環境が大きく異なり、ウイルスの侵入門戸も異なります。変温動物であり実験動物としては扱いにくいように思われますが、適切な管理をすればマウスやラットよりも容易であり、多数の同腹飼育群が得られる利点があります。ニジマスを中心に実験動物としての系群の確立やクローンの樹立が進み、また魚類の培養細胞もすでに数多く樹立されています。温血動物由来細胞と異なり、宿主の棲息温度に近い温度で培養しなければなりません、発育温度域が広く管理もしやすいなど多くの利点を有しています。ウイルスの科が同じであれば抗ウイルス物質の作用は同一であり、ヒトや家畜に重篤な危害を及ぼすウイルスに対する抗ウイルス物質の検索等、利用が広がっています。さらに魚類ウイルスや他の脊椎動物のウイルスを比較することでウイルスの進化の過程も明らかになってくると考えられます。

3. 魚類のウイルス病研究の歴史

コイのボックス（pox）やカレイ類のリンホシスチス病（LCD：lymphocystis disease）は、外観症状が特徴的で慢性的に経過することから広く人々の目に留まり、古くは18世紀に記載をみることができます。しかし、病原体としてのウイルスの研究が始まったのは1950年代になってからです（Wolf⁽⁹⁾）。まず、米国東部およびカナダのカワマスおよびニジマスの伝染性膵臓壊死症（IPN：infectious pancreatic necrosis）が濾過性の病原体によることが明らかになりました。しかし、当時は魚類の培養細胞がなく、ニジマスの尾鰭を用いた初代培養細胞により、1960年に初めて魚類ウイルスが分離されました。同時期、米国西部のベニザケならびにマスノスケに認められた風土病様の病気も濾過性の病原体によることが明らかになりました。1960年代に入り、ニジマスの生殖腺組織由来細胞 RTG-2 およびマスノスケの胚由来細胞 CHSE-214 が樹立され（Wolf and Quimby⁽¹⁰⁾, Fryer et al.,⁽¹¹⁾）、IPNウイルス（IPNV）をはじめ

上記のベニザケおよびマスノスケからウイルスが分離されました。このベニザケおよびマスノスケからのウイルスは、伝染性造血器壊死症ウイルス（IHNV：infectious hematopoietic necrosis virus）と名付けられ（Amend et al.,⁽¹²⁾）、IPNV および IHNV の分離が魚類ウイルスおよびウイルス病研究の始まりとなりました。以来、次々と魚類由来株化細胞が樹立され、1995年の Fryer and Lannan⁽¹³⁾の総説には34科74種から樹立された137株の魚類由来培養細胞が記載されています。これと並行して魚類のウイルス病の研究も進み、原因が不明であったサケ科魚類のエグドベト病やコイの伝染性腹水症（正確にはその一部）がウイルス病であることが明らかとなり、ウイルス性出血性敗血症（VHS：viral haemorrhagic septicemia）および春ウイルス血症（SVC：spring viremia of carp）なる名称が提案され原因ウイルスも分離されました（Wolf⁽⁹⁾）。

このような経緯から、魚類のウイルス病および原因ウイルスの研究は、まず、北米、欧州および日本で産業的に被害の大きいサケ科魚類およびコイ科魚類が研究の対象となりました。近年になって種々の魚類、甲殻類、貝類が増養殖の対象になり、海産魚、エビ類および一部の貝類の病気が大きな問題になっています。表-1に産業的に重要なウイルス病の原因ウイルスを示しました。魚類に致死性の病気を引き起こすウイルスのうち分離培養が可能なものによる病気として、北米・欧州・日本のサケ科魚類のIHNVおよびIPNV、日本のサケ科魚類のヘルペスウイルス病（OMVD：Oncorhynchus masou virus disease）およびウイルス性旋回病（VWD：viral whirling disease）、欧州のニジマスのVHS、伝染性サケ貧血症（ISA：infectious salmon anemia）およびSVC、オーストラリアのredfin perchやニジマスの流行性造血器壊死症（EHNV：enzootic hematopoietic necrosis）、米国のアメリカナマズのウイルス病（CCVD：channel catfish viral disease）およびシロチョウザメのイリドウイルス病、ウナギのヘルペスウイルス病、最近問題に

なっているコイヘルペスウイルス病 (KHVD : koi herpes virus disease) などがあり、さらに海産魚のウイルス病としてはブリやヒラメのウイルス性腹水症、海産魚のラブドウイルス病、マダイ等多くの海産魚のイリドウイルス病、ウイルス性神経壊死症 (VNN : viral nervous necrosis) などが知られています (Kimura and Yoshimizu^[2], Wolf^[9])。

これらウイルスが分離されている病気に加え、原因ウイルスの分離・培養には成功していませんが、ウイルス粒子が病患部組織などに電子顕微鏡によって観察され、感染試験によりウイルスが原因であることが確認されている病気も多くあります。古くから知られているものとしては種々の海産魚・淡水魚の LCD (近年ヨーロッパヘダイやヒラメの LCDV は分離が可能になった)、サケ科魚類のウイルス性赤血球壊死症 (VEN : viral erythrocytic necrosis)、赤血球封入体症候群 (EIBS : erythrocyte inclusion body syndrome)、コイの浮腫症やキンギョのヘルペスウイルス病、ヒラメの表皮増生症、トラフグの口白症などがあります。

日本では栽培漁業の進展に伴い各地の栽培漁業センターあるいは種苗生産施設で人工種苗が生産されるにつれ、多くの魚種で新しいウイルス病の被害が報告されるようになりました。特にシマアジ、キジハタ、ヒラメ、トラフグ、マツカワ等の海産仔稚魚に見られるウイルス性神経壊死症およびヒラメ、キツネメバル等のウイルス性表皮増生症は、一時各地で壊滅的な打撃を与え、種苗生産時におけるウイルス病対策の重要性を提示しました (吉水^[6], Muroga^[7])。外国では北欧のタイセイヨウサケおよびブラントラウトの潰瘍性皮膚壊死症、欧米のパイク類のリンパ肉腫等もウイルスが関与している疾病とされています。

また魚類の腫瘍の中には、上記のサケ科魚類のヘルペスウイルスやコイのヘルペスウイルスによる腫瘍、パイクやウオールアイの肉腫の他、ウイルスが原因と考えられるものはいくつか知られています。なかでもサケ科魚類の口部基底細胞上皮

腫と錦鯉の上皮腫は、その原因ウイルスが分離され、実験的に腫瘍誘発が証明されています (吉水^[4])。

4. 魚類培養細胞

魚類のウイルス病研究の基礎として、原因ウイルスの分離・同定、性状検査等に宿主由来の培養細胞が不可欠です。前述のように 1960 年以降、サケ科魚類を中心に魚類由来培養細胞が樹立され、1994 年現在少なくとも 34 科 74 魚種から 137 株の魚類由来細胞が樹立されています。日本には、現在 57 株の魚類由来細胞が継代維持されています (吉水ら^[10])。ここでは世界的に広く使用されている RTG-2、CHSE-214、EPC および FHM 細胞を含め、比較的性状が安定している 31 株の魚類由来培養細胞の好適培養条件、魚類ウイルス感受性および細胞の保存法を示しました (表-2)。参考にしていただければ幸いです。

魚類培養細胞は Eagle の最小必須培地 (MEM) を基礎培地に、炭酸緩衝液を使用して CO₂ インキュベーターを用いて培養した場合と Tris および HEPES 緩衝液を用いた場合、さらに Leibovitz の L-15 培地あるいは 199 培地を用いた場合、いずれの細胞も良く増殖し、海産魚由来細胞を含め、食塩濃度 0.116~0.171 M で増殖可能です。至適発育温度はサケ・マス類由来細胞が 15~20℃、他の温水魚由来細胞は 20~30℃です。染色体は 2n のものが大部分です。ヒトおよび家畜の細胞培養には CO₂ インキュベーターが広く用いられていますが、魚類細胞の多くは培養温度が低く、冷却装置を備えたインキュベーターが必要となります。低温 CO₂ インキュベーターは特注品であり、高価となることから、L-15 培地あるいは MEM-Tris 培地が広く用いられ、プレートにはシールを貼ることが一般的です。

細胞を凍結する場合、FBS あるいは MEM10Tris に DMSO、グリセリンあるいはレバンを 10 % の割合に加え、凍結時の温度勾配を 0.3~1.0℃ /min とし、0℃ から -60℃ あるいは -80℃ までこの条件で下げ、その後液体窒素中に保

表1-1 魚類の主なウイルスーDNAウイルス

ウイルス科	ウイルス名	宿主	文献 ***
イリドウイルス	リンホシスチスウイルス (LCDV) *	海産魚・淡水魚 (142種)	Wolf <i>et al.</i> , 1962
	ウイルス性赤血球壊死症ウイルス (VENV) *	海産魚 (21種)	Appy <i>et al.</i> , 1976
	タライリドウイルス (CIV)	タイセイヨウタラ	Jensen <i>et al.</i> , 1979
	チツチルドイリドウイルス *	チツチルド	Leivovitz and Riis 1980
	ニホンウナギイリドウイルス (EV102)	ニホンウナギ	Sorimachi and Egusa 1982
	キンギョイリドウイルス (GFV)	キンギョ	Berry <i>et al.</i> , 1983
	コイ鰓壊死症イリドウイルス (CCIV)	コイ	Shchelkunov and chelkunova 1984
	レッドフィンパーチイリドウイルス	レッドフィンパーチ	Langdon <i>et al.</i> , 1986
	チョウザメイリドウイルス (WSIV)	シロチョウザメ	Hedrick <i>et al.</i> , 1985
	マダイイリドウイルス (RSIV)	マダイ他多くの海産魚	井上ら, 1992
ヘルペスウイルス	アメリカナマズウイルス (CCHV)	アメリカナマズ	Fijan 1968
	<i>Herpesvirus salmonis</i> (SaHV-1)	ニジマス	Wolf and Taylor 1975
	マダラヘルペスウイルス *	マダラ	McArn <i>et al.</i> , 1978
	<i>Herpesvirus scophthalmi</i> **	オヒョウ	Buchanan and Madeley 1978
	Oncorhynchus masou ウイルス (SaHV-2) (NeVTA, YTV, COTV, CSTV, OKV, CHV, RKV)	太平洋サケ	Kimura <i>et al.</i> , 1980
	ウォールアイヘルペスウイルス	ウォールアイ	Kelly <i>et al.</i> , 1980
	パイクヘルペスウイルス (EHV-1) **	パイク	Yamamoto <i>et al.</i> , 1984
	シートフィッシュヘルペスウイルス **	シートフィッシュ	Bekesi <i>et al.</i> , 1984
	<i>Herpesvirus cyprini</i> (CyHV-1)	コイ	Sano <i>et al.</i> , 1985
	スメルト乳頭腫ヘルペスウイルス **	スメルト	Moller and Anders 1984
	サメヘルペスウイルス **	スムースドッグフィッシュ	Leibovitz and Lebouitz 1985
	ウナギヘルペスウイルス	ウナギ	Sano and Fukuda 1988
	ヒラメヘルペスウイルス (FHV) *	ヒラメ	Iida <i>et al.</i> , 1989
	キンギョヘルペスウイルス (GHV) *	キンギョ	Chang <i>et al.</i> , 1999
	コイヘルペスウイルス (KHV)	コイ	Hedrick <i>et al.</i> , 2000
アデノウイルス	タラアデノウイルス **	タイセイヨウタラ	Jensen and Bloch 1980
	シロチョウザメアデノウイルス **	シロチョウザメ	Hedrick <i>et al.</i> , 1985
	ダブアデノウイルス **	ダブ	Bloch <i>et al.</i> , 1986
パポバウイルス	ヨーロッパウナギパポバウイルス **	ヨーロッパウナギ	I. Schwanz-Pfitzner 1976
ボックスウイルス	コイ浮腫症ウイルス	コイ	Oyamatsu <i>et al.</i> , 1986
不明	トラフグ口白症ウイルス	トラフグ	井上ら, 1986

*, **, ***: 表1-2脚注参照

表1-2 魚類の主なウイルスーRNAウイルス

ウイルス科	ウイルス名	宿主	文献 ^{***}
アクアビルナウイルス	伝染性腭臓壊死症ウイルス (IPNV) YTAV	サケ科魚類13種、淡水魚11種、海産魚11種 ブリ	Wolf et al., 1960 反町・原、1985
ラブドウイルス	ウイルス性出血性敗血症ウイルス (VHSV) 伝染性造血器壊死症ウイルス (IHNV) コイ春ウイルス血症ウイルス (SVCV) バイク稚魚ラブドウイルス (PFRV) Rhabdovirus anguilla (EVA, EVEX, C30, B44, D13, B12, C26) Rhabdovirus salmonis パーチラブドウイルス (PRV) チツチルドラブドウイルス スネークヘッドラブドウイルス ヒラメラブドウイルス (HIRRV)	ニジマス ベニザケ コイ バイク アメリカウナギ、ヨーロッパウナギ ニジマス パーチ チツチルド ストライプスネークヘッドフィッシュ ヒラメ	Jensen et al., 1963 Amend et al., 1969 Fijan et al., 1971 de Kinkelin et al., 1973 Sano 1976, Sano et al., 1977 Castric et al., 1984 Osadchaya and Nakonechnaya 1981 Dorson et al., 1984 Frerichs et al., 1986 Frerichs et al., 1986 Kimura et al., 1986
レオウイルス	ゴールデンシャイナーウイルス (GSV) アメリカナマズレオウイルス (CRV) サケレオウイルス (CSV) ブルーギル肝臓壊死症レオウイルス (I3p2) テンチレオウイルス チューブレオウイルス ソウギョレオウイルス (GCRV) ウナギレオウイルス	ゴールデンシャイナー アメリカナマズ サケ ブルーギル テンチ チューブ ソウギョ ニホンウナギ	Plumb et al., 1979 Amend et al., 1984 Winton et al., 1981 Meyers 1980 Ahne and Kolbl 1987 Ahne and Kolbl 1987 Chen and Jiang 1984 Sano and Fukuda 1988
レトロウイルス	バイクリンパ肉腫ウイルス [*] ホワイトサッカーク乳頭腫ウイルス ^{**} タイセイヨウサケ繊維肉腫ウイルス ^{**} ブルーギルリンホシスチスレトロウイルス ^{**} クロダイウイルス ^{**} バイク表皮増生ウイルス [*] ウォールアイ表皮増生ウイルス [*] ウォールアイ肉腫ウイルス [*] ウイルス性旋回病ウイルス	バイク シロコバンザメ タイセイヨウサケ ブルーギル クロダイ バイク ウォールアイ ウォールアイ ギンザケ	Papas et al., 1976 Sonstegard 1977 Duncan 1978 Walker 1985 Gutierrez et al., 1977 Winqvist et al., 1968 Yamamoto et al., 1985 Yamamoto et al., 1976 Yoshimizu 1995
パラミクソウイルス	マスノスケパラミクソウイルス クロダイパラミクソウイルス	マスノスケ クロダイ	Winton et al., 1985 Miyazaki and Egusa 1972
オルソミクソウイルス	ウナギオルソミクソウイルス (EV-1, 2) 伝染性サケ貧血症ウイルス (ISAV)	ヨーロッパウナギ タイセイヨウサケ	Pfützner and Schubert 1969 Dannevig et al., 1995.
コロナウイルス	コイコロナウイルス ^{**} Coronavirus carpio [*]	コイ コイ	Giron 1979 Sano et al., 1988
パポバウイルス	ウナギパポバウイルス	ニホンウナギ	Sano and Fukuda 1988
ピコルナウイルス	ウナギピコルナウイルス	ニホンウナギ	Sano and Fukuda 1988
ノダウイルス	魚類ノダウイルス	シマアジ他14種	Mori et al., 1991
トガウイルス?	赤血球封入体症候群ウイルス [*]	ギンザケ	Holt and Rohovec 1984
不明	フラットヘッドソール乳頭腫ウイルス ^{**} ウナギウイルス-1 タイセイヨウサケ乳頭腫ウイルス ^{**} ブラウンブルヘッド乳頭腫ウイルス ^{**} 赤血球内ウイルス様粒子 ^{**} プラティーフィッシュウイルス様粒子 ^{**} ブルーギルウイルス エンゼルフィッシュウイルス ギンザケ赤血球ウイルス ^{**}	フラットヘッドソール ヨーロッパウナギ タイセイヨウサケ ブラウンブルヘッド ニジマス プラティーフィッシュ ブルーギル エンゼルフィッシュ ギンザケ	Wellings et al., 1965 Wolf and Quimby 1972 Carlisle 1977 Edwards et al., 1977 Landolt et al., 1977 Kollinger et al., 1979 Beckwith and Malsberger 1979 Wolf 1984 Hedrick et al., 1987

^{*}: 電子顕微鏡で観察されかつ病原性が確認されているもの^{**}: 組織内にウイルス粒子が観察されているもの^{***}: Pilcher and Fryer 1980, 佐野徳夫 1984, Wolf 1988, Kimura and Yoshimizu 1991, 室賀清邦 1995, Murphyら編1995 参照

表-2. 魚類由来培養細胞のウイルス感受性

細胞名	起源と性質			培養条件		
	魚種	組織	細胞形態	培地* ¹	培養温度	ウイルス感受性
ASE	タイセイヨウサケ	胚	上皮	MEM	20℃	IP IH HR SV OM HS
CHH-1	サケ	心臓	上皮	MEM	20℃	IP IH SV EA EX CC CS OM HS
SE	サケ	胚	繊維芽	MEM	20℃	IP IH HR EA EX SV PF CC CS OM HS
CHSE-214	マスノスケ	胚	上皮	MEM	20℃	IP IH SV CS OM HS
KO-6	ヒメマス	卵巣	上皮	MEM	20℃	IP IH EX PF CS OM HS
MSE	サクラマス	胚	上皮	MEM	20℃	IH OM HS
YNK	サクラマス	腎臓	繊維芽	MEM	20℃	IP IH HR EA EX PF CS
RTE-2	ニジマス	胚	上皮	MEM	20℃	IP IH HR SV EA EX PF CS OM HS
RTG-2	ニジマス	卵巣	繊維芽	MEM	20℃	IP IH HR EA PF OM HS
RTH-149	ニジマス	肝腫	上皮	MEMh	20℃	IP IH HR EA EX PF CS OM HS
RTT	ニジマス	尾柄	繊維芽	MEM	20℃	IP IH HR EA PF CS OM HS
STE-137	スチールヘッド・トラウト	胚	繊維芽	MEM	20℃	IP IH HR SV EA EX PF CS OM HS
BB	ブランク・ルヘッド	尾柄	繊維芽	MEM	30℃	IP IH HR CS
BF- 2	ブルーギル	鰭	繊維芽	MEM	30℃	IP IH HR SV EA EX PF
CCO	アメリカマス	卵巣	上皮	15L-	30℃	SV EX PF CC
EK-1	ウナギ	腎臓	繊維芽	MEMh	30℃	IP IH HR EA EX PF CC CS
EO-2	ウナギ	卵巣	繊維芽	MEMh	30℃	IP IH HR SV EA EX PF CS
EPC	コイ	上皮腫	上皮	MEM	30℃	IP IH HR SV EA EX PF CS
EPG	金魚	上皮腫	上皮	15L-	30℃	IH HR SV EA EX PF
FHM	ファットヘッド・ミノ	尾柄	上皮	15L-	30℃	IP IH HR SV EA EX PF
SHH	キボリウオ	心臓	上皮	MEM	25℃	IP IH HR SV EA EX PF
GSE	コノシロ	胚	上皮	MEM	20℃	IP IH PF
HF-1	ヒラメ	鰭	繊維芽	15L-	20℃	IH HR
JSKG	シマアジ	卵巣	上皮	15L-	25℃	IP IH HR SV EA EX PF CC CS
PAS	カンパチ	胚	上皮	15L-	25℃	IP IH SV EA EX PF CC CS
SBK	マダイ	腎臓	繊維芽	MEM	25℃	IP IH HR PF
SBK-2	シーバス	腎臓	繊維芽	15L-	25℃	IP IH HR
SF-2	チカ	鰭	繊維芽	15L-	20℃	IP IH HR
KRE	クエ	胚	上皮	MEM	25℃	IP SV EA EX PF CC
AF-29	アユ	鰭	繊維芽	15L-	20℃	IP IH HR PF CS
WF-1	ワカサギ	鰭	繊維芽	MEM	20℃	IH HR SV EA EX PF
WSF	チョウザメ	鰭	上皮	15L-	20℃	IP IH HR

*¹ : L-15; 10 % FBS 加 Leibovitz

MEM; 10 % FBS 加 Minumun Essential Medium (Tris 緩衝液)

MEMh; 10 % FBS 加 Minumun Essential Medium (Hepes 緩衝液)

*² : IP; Infectious pancreatic necrosis virus (IPNV) , IH; Infectious hematopoieti

necrosis virus (IHNV) , HR; Hiram rhabdovirus (HRV) , SV; Spring viremia of carp virus (SVCV) ,
 EA; Eel virus from America (EVA) , EX; Eel virus from Europe X (EVEX) , PF; Pike fry
 rhabdovirus (PFRV) , CS; Chum salmon virus (CSV) , CC; Chanel catfish virus (CCV) , OM;
Oncorhynchus masou virus (OMV) , HS; *Herpesvirus salmonis*.

存する方法が推奨されています。この温度条件は
 発泡スチロール製の断熱ボックスを使用しても得
 られ、この方法により、細胞は現在のところ 10
 年間、生存率 85% 以上で保存されています (吉
 水^(16,7))。

なお、甲殻類のエビ・カニ類や軟体動物の貝類
 由来の株化細胞はほとんどなく、これら水棲無脊
 椎動物のウイルス病研究に大きな障害となってい
 ます。

5. わが国で見られる代表的なウイルス病

5-1) .サケ科魚類のウイルス病 (表3-1 参照)

サケ科魚類の伝染性造血器壊死症 (IHN) :

病原体である infectious hematopoietic necrosis ウイルスは Rhabdovirus 科 Novirhabdovirus 属に分類され、直径 80 nm、長さ 160~180 nm の砲弾型のウイルスです。アメリカ西海岸のペニサケの風土病的な病気でしたが、ニジマスに伝播し、米国全土、わが国さらにヨーロッパへと広まりました。造血器が壊死し、貧血症状を呈すると共に体側筋に出血斑があり、小型魚ではV字状を呈します。腹部膨満、眼球の突出も見られます。1ヶ月で約 60~90 % が死亡します。汚染卵を介した感染を防止するために、発眼期に卵を消毒後(ポピドンヨード剤、有効ヨード 50 ppm, 15 分間浸漬)、ウイルスに汚染されていない用水で飼育すること及び隔離飼育により感染防止が可能となっています。組替えGタンパク質を用いたワクチンが開発されていますが、市販には至らず、DNA ワクチンが有効ですが、カナダ以外では市販に至っていません。

サケ科魚類の伝染性膵臓壊死症 (IPN) :

病原体は直径約 60 nm の正 20 面体、Birnavirus 科に属す infectious pancreatic necrosis (IPN) ウイルスです。アメリカ東海岸のカワマスに見られた病気でしたが、ニジマスに感染し全土に広まりました。膵臓が壊死し、ショック状態で巡回遊泳します。肛門に糞様のものを引

く個体も見られます。消化管に乳白色の粘液がたまり、腹部膨満が見られます。1日に2~3%の死亡率で終息までに50~90%が死亡してしまいます。水温9℃以下では発病が少なく、IHN対策同様、池や用具はサラシ粉の1,000~2,000倍で、手などは逆性石炭液で消毒します。ノルウェーでは組換えVP2タンパク質をビブリオ病ワクチンに混ぜて使用しています。

サケ科魚類のヘルペスウイルス病 (OMVD) :

病原体はエンベロープ径 220~240 nm、100~110 nm のヌクレオカプシッドからなるヘルペスウイルスで、1型と2型が知られています。わが国で分離されるウイルスは2型 (Salmonid Herpesvirus 2; SaHV-2) です。サクラマスが広く本ウイルスを保有し、発癌性が明らかとなったことから oncogenic な Oncorhynchus masou 由来ウイルスとして Oncorhynchus masou virus (OMV) と名付けました。1988 年以降はギンザケで、1990年代になってニジマスでも被害が大きくなりました。現在はニジマスを除いて発病は見られていません。3魚種共に肝炎を起こして死亡し、ギンザケでは肝炎と皮膚の潰瘍あるいは肝炎のあと口部腫瘍が見られます。ニジマスでは体表に潰瘍が見られ、死亡率が高く、被害が大きくなっています。IHNと同様、発眼卵の消毒とウイルスフリー環境での飼育が有効です。試作ワクチンも有効でした。抗ヘルペスウイルス剤が効果を示しますが経済的に使用は不可能です。

表3-1. サケ科魚類のウイルス病

病 名	原因ウイルス	主な感染魚	症 状
伝染性膵臓壊死症	IPNV	ニジマス	キリモミ状巡回遊泳と突然の大量死
伝染性造血器壊死症	IHN	ニジマス	貧血と体表のV字状出血を伴う大量死
ヘルペスウイルス病	SaHV-2	ギンザケ ニジマス	肝炎と体表の潰瘍および腫瘍の形成 肝炎と体表の潰瘍
赤血球封入体症候群	EIBSV	ギンザケ	赤血球の細胞質に封入体、極度の貧血
ウイルス性巡回病	WDV	ギンザケ	回転を伴う巡回遊泳

赤血球封入体症候群:

病原体は赤血球に感染する直径約 75 nm の球形ウイルスで、Togavirus ではないかと考えられています。Erythrocytic inclusion body syndrome (EIBS) ウイルスと呼ばれています。主にギンザケが感染し、1986 年からわが国でも見られるようになりました。鰓の退色、肝臓の貧血を呈します。ウイルスは培養できないため、赤血球のギムザ染色を行い、封入体の存在を確認して診断します。最近 RT-PCR 法が開発されました。発眼卵と施設の消毒、15℃以上での飼育が有効です。

ウイルス性旋回病:

病原体はカプシッドが 50~65 nm、エンベロープは 75~85 nm のウイルスで、Retrovirus に近いとされていますが未同定です。主にギンザケが発症しますが、ニジマス、ベニザケ、アユからも分離されています。神経系に感染し、軸索を壊死させるために、回転を伴う旋回遊泳をするようになります。外観症状は特になく、IHN や冷水病と混合感染すると死亡率が高くなります。発眼卵と施設の消毒により、現在は分離されなくなりました。

5-2) .淡水魚(温水魚)のウイルス病(表3-2 参照)。

コイの上皮腫瘍(ボックス病):

病原体はヘルペスウイルス科に属す Cyprinid herpesvirus -1 (CyHV-1) で、直径 113 nm、成熟粒子はエンベロープを持ち径 140~150 nm の大きさです。FHM 細胞を用いると分離・培養が可能です。欧州のボックスは分離・培養ができません。発症魚種はニシキゴイ(アサギ)、欧州ではドイツゴイです。症状は体表、尾部、鰭の表皮細胞に腫瘍性増生が起こり、乳白色の隆起小点が現れます。治療法はなく、病魚の駆除や隔離がおこなわれています。

コイヘルペスウイルス病:

病原体はヘルペスウイルス科に属し、koi herpesvirus (KHV) と呼ばれています。正20面体構造を有し、直径は 100~110 nm、成熟粒子はエンベロープを持ち径 170~230 nm のウイルスです。上記の記載に従えば CyHV-3 となります。発症魚種はマゴイとニシキゴイのみです。病魚の外観症状は乏しく、鰓の壊死、眼房の陥没、多量の粘液の分泌を示します。病理組織学的に顕著な病変はなく死因が論議されているところですが、きわめて高い死亡率を示します。水温18~25℃で活発な増殖を示します。10℃以下の低温および30℃以上では活動が認められず、死亡率も減少します。水平感染が認められていますが、宿主のいない環境水中では比較的弱く、1~3日程度

表3-2. 淡水魚の主なウイルス病

病 名	原因ウイルス	症 状
コイの上皮腫(ボックス)	CyHV-1	鰭の上皮腫
コイヘルペスウイルス病	KHV	鰓の壊死、眼房陥没、粘液分泌

表3-3. 海産魚の主なウイルス病

病 名	原因ウイルス	主な感染魚
リンホシスチス病	LCDV	マダイ、ヒラメ、スズキ、ブリ
ウイルス性腹水症	YTAV	ブリ、ヒラメ
ウイルス性表皮増生症	FHV	ヒラメ、キツネメバル、マツカワ
マダイイリドウイルス病	RSIV	マダイ、ブリ
ウイルス性神経壊死症	NNV	シマアジ、キジハタ、マツカワ、クエ

しか生存できず、消毒薬もよく効き、一般的なウイルス病対策が効果的です。天然水系の感染耐過魚対策が今後の課題です。

5-3) 海産魚のウイルス病 (表3-3 参照)

リンホシスチス病 (LCD) :

古くから世界中の、主として天然の淡水魚や海産魚で知られているウイルス病で、日本では北海道から九州まで、各地でヒラメ、ブリ、マダイ、スズキ等で報告されています。原因ウイルス (LCDV : lymphocystis disease virus) はイリドウイルス科に属します。大きさは宿主により異なりますが、150~250 nm の正20面体です。ブルーギル、ヒラメ、地中海ヘダイ以外は培養細胞による分離には成功していません。鰭や皮膚に水疱様または粟粒様異物が、散在的にあるいは集塊をなして形成されます。大きなものは 500 μ m にも達します。本病による死亡率は低いものの、罹病魚は外観が醜悪であるため商品価値を失います。外観的症狀から診断は容易です。抗体ができると自然に治癒する場合が多く、試験的にはワクチンが有効です。

ウイルス性神経壊死症 (viral nervous necrosis : VNN) :

1980年代後半から種苗生産施設の海産仔稚魚にみられるようになった致死性の高い病気です。イシダイ、キジハタ、シマアジなど多くの種苗生産対象魚種に発生しました。原因ウイルス (NNV : nervous necrosis virus) は球形で直径 25~30 nm、エンベロープをもたず、分子量約 42 kDa の外皮タンパク質を持っています。また核酸としてプラスセンスの2分節1本鎖 RNA をもつことから、昆虫ウイルスとして知られているノダウイルス科に属します。SSN-1細胞で培養が可能となっています。病魚は力無く遊泳し、特に旋回・回転等の異常遊泳をします。外観上顕著な病変は認められませんが、組織学的には中枢神経組織や網膜組織に神経細胞の壊死・崩壊による大型の空

胞形成がみられます。本病の診断は、ウイルス分離の他、蛍光抗体法やELISA法による抗原検出および RT-PCR 法によるウイルス核酸の検出が用いられています。産卵親魚からウイルスが分離・検出されることから、NNVフリーの親魚を選別して産卵させることにより被害を軽減できます。現在、ハタ類を除き、病気の発生は見られなくなっています。

ウイルス性腹水症 :

1980年頃から西日本の種苗生産場のブリ稚魚 (10g 以下) および天然採捕した種苗 (モジャコ) で発生が見られています。原因ウイルス (YTAV : yellowtail ascites virus) は、直径約60~65 nm でエンベロープをもたず、2分節の2本鎖 RNA を有し、IPNV と同じ、ビルナウイルス科に属します。CHSE-214 や RTG-2 細胞でよく増殖し、増殖適温は 20~30℃です。病魚は腹水によって腹部が膨満し、脾臓・肝臓の壊死が特徴です。5月から7月にかけての水温 20℃前後に発生し、ときには大きな被害をもたらしますが、水温が上昇し魚が成長するにつれて終息します。有効な防除対策は確立されていません。

ウイルス性表皮増生症 :

1985年頃から西日本を中心に、各地のヒラメ種苗生産場で発生した病気です。最近、発生頻度は減少傾向にあります。キツネメバルやマツカワでも報告されています。病魚の表皮細胞の核および細胞質にウイルス粒子が多数存在し、細胞質内の粒子はエンベロープ (直径190~230 nm) を有します。培養細胞によるウイルス分離ができず、感染実験によるウイルスの性状試験から、本ウイルスはヘルペスウイルスと考えられ (FHV : flounder herpesvirus) と名付けられました。発病はふ化後10日から25日齢 (全長 7~10 mm) の仔魚にほぼ限定されています。1週間から3週間で、しばしば全滅状態となっています (18~20℃)。肉眼的には鰭および体表が白濁し、顕微鏡下ではそれらの表面に無数の球形細胞が観察され

ます。組織学的には表皮細胞の増生を特徴とし、表皮以外の組織には顕著な変化は認められません。本病の診断は表皮細胞の増生確認とFATによる確認で行います。

マダイイリドウイルス病：

本病は1990年の夏から秋にかけて、四国の養殖マダイ（0年および1年魚）に発生しました。翌年には西日本各地のマダイ養殖場で大規模な発生がみられ、その後、マダイのみならずブリ、カンパチ、スズキなど多くの魚種で発生するようになり大被害を出しました。原因ウイルス（RSIV：red sea bream iridovirus）は、六角形でエンベロープをもたない直径200～240 nmのイリドウイルスです。KRE-3やGF細胞で培養が可能となり、増殖適温は20～25℃です。病魚は皮膚の黒化あるいは退色や体表の出血、脾臓の腫大を特徴として死亡します。細胞質が塩基性色素で均質に濃染あるいは顆粒状に染まる大型で類円形をした細胞（異形肥大細胞）が脾臓、心臓、腎臓、肝臓、鰓に多数観察されます。診断は脾臓のスタンブ標本のギムザ染色を行い、この異形肥大細胞を確認すること、さらにモノクローナル抗体を用いたFATで異形肥大細胞の染色を確認します。感染源・感染経路が不明であるため、有効な防除対策はとられていませんが、培養ウイルスの不活化ワクチンが有効で市販されています。

6. 防疫対策

魚類は哺乳類と異なり、抗体の主体はIgMです。IgMは卵内からも検出され、受精後の臍嚢内容物からも検出されます。しかし仔魚からは検出されなくなり、いわゆる母子免疫は成立しないこととなります。にもかからわず、魚類は稚仔魚期に免疫応答が成立するまでにかなりの時間を要します。サケ科魚類の場合、液性免疫応答が見られるのは0.3～0.5 g前後とされ、カレイ類のマツカワでは約15 g（6ヵ月令以降）でした。現在ワクチン開発が精力的に進められていますが、ワクチ

ンが利用できるようになって、この期間およびワクチン投与後、免疫応答が成立するまでの期間は、予防・防疫対策を実施する必要があります。ブリのように種苗の大部分を天然種苗に依存する魚種では難しいものの、陸上施設での種苗生産ではこの期間、可能な限りの防疫対策を講じる必要があります（LaPatra¹⁸⁾, Yoshimizu¹⁹⁾）。

まず、ここではサケ・マス類および異体類のウイルス病を対象に、稚仔魚期のワクチン投与までの予防手段について、施設の衛生管理、飼育用水の殺菌、親魚の選別、稚仔魚のウイルス検査、有用細菌による細菌叢の安定化、天然生薬の利用、飼育水温の調節、飼育排水の殺菌、耐病系の選抜などを例に紹介します（吉水²⁰⁾）。

6-1) 施設の衛生管理

作業者の手指、長靴の消毒をはじめ、陸上施設では飼育器具類および飼育水槽の消毒が重要であり、消毒には市販の消毒薬の中から、残留による魚毒性の少ないものを選び、適切な使用を心がける必要があります（Ahne et al.,²¹⁾）。消毒済み区域への立ち入りに際しては専用の着衣へ着替えます。このような作業従事者への衛生教育も重要です。さらに、消毒剤の反復使用の可否、低温下での活性なども考慮する必要があります（羽鳥ら²²⁾）。後述の海水のオゾン処理、あるいは電気分解産物であるオキシダントもしくは次亜塩素酸を消毒剤として使用することは一石二鳥の効果があり、オキシダントによる卵消毒がヨード剤による消毒よりも効果的であるとの結果も得られています（渡辺・吉水²³⁾）。

6-2) 飼育用水の殺菌

飼育用水の殺菌に関しては紫外線あるいはオゾンによる殺菌が一般的です。魚類病原微生物の紫外線感受性を図-1に示しましたが、紫外線を用いる場合、病原体の紫外線感受性値を基にその10倍程度の線量を照射する必要があります。魚類ウイルスはその紫外線感受性から、伝染性造血器壊死症ウイルス（IHNV）やヒラメラブドウイルス

(HIRRV)、Oncorhynchus masou virus (OMV)、リンホシスチスウイルス (LCDV) を含む高感受性グループと、伝染性腭臓壊死症ウイルス (IPNV) やレオウイルス、魚類ノダウイルス (JFNNV, BFNNV など) を含む低感受性グループに分けられます。これらウイルスの不活化に、前者の場合 $104 \mu W \cdot \text{sec}/\text{cm}^2$ 、後者には $106 \mu W \cdot \text{sec}/\text{cm}^2$ 程度の照射が必要です。水深は紫外線の透過率を考慮してなるべく浅くとり、影になる部分は殺菌されないために水中の大型粒子を除去する必要があります (吉水・日向²⁰⁾、吉水・笠井²⁰⁾)。

一方、海水をオゾン処理するとオキシダントが生成され、これが殺菌効果を示します。もちろん魚にも毒性を示すことから、まずオゾン処理水槽で殺菌後、活性炭槽で濾過し残留オキシダントを除去して飼育水とする必要があります (吉水²⁰⁾)。魚類病原細菌およびウイルスを99.9 % 以上殺菌あるいは不活化させるオキシダント濃度と処理時間は0.1 mg/Lで1～2分程度であり、安全率を考慮して通常0.5 mg/Lで5分間処理されています (笠井・吉水²⁰⁾)。

後述の海水電解装置を用いた殺菌 (笠井・吉水

²⁰⁾ や中空糸濾過膜を用いた濾過除菌やホットプレートを用いた加熱殺菌あるいはヨードを滴下する方法も有効ですが、電解殺菌以外は経済的な面や魚毒性等で問題があり、一部を除いて実用化には至っていないのが現状です (吉水²⁰⁾)。

6-3) . 親魚の選別

採卵用親魚の健康状態の把握とその管理は、種苗生産の成否を左右すると言っても過言ではありません。魚類の場合、一般に感染耐過してキャリアになった個体では、成熟期に生殖産物、特に卵巣腔液あるいは精液に病原体が出現します (Yoshimizu et al.,²⁰⁾)。催熟畜養中に病原体を出す個体が存在すると、群全体に水平感染が起こります。当然生み出された卵あるいは精子は病原体に汚染され、卵表面に病原体が存在すると孵化した仔魚は感染してしまいます。このリスクを避けるために、採卵用親魚候補個体の検査を実施し、催熟中の水平感染を防止する必要があります (吉水・野村²⁰⁾)。

サケ・マス類では受精後発眼期に至るまでに約1ヶ月を要するために、採卵時に卵巣腔液を採取

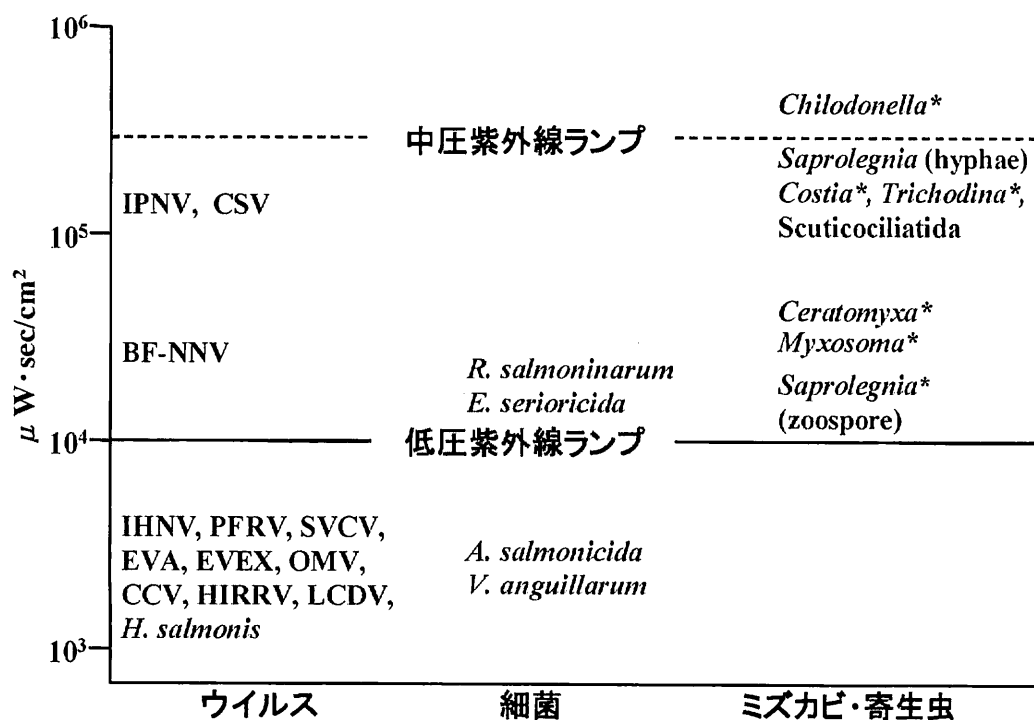


図-1. 魚類病原微生物の紫外線感受性

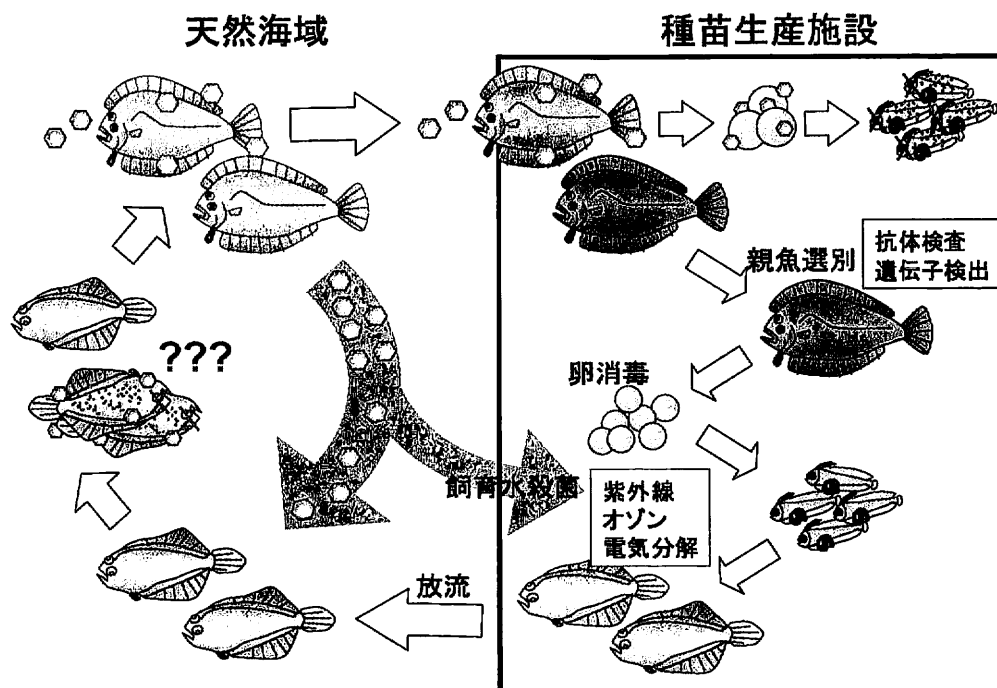


図-2. 健苗を作出するための親魚選別法と飼育用水の殺菌法

し培養法によりウイルス検査を行い、ウイルス保有状況を把握しています。ヒラメやカレイなどの異体類では、北海道内のヒラメおよびマツカワの親魚候補個体は全て個体標識され、ウイルス性神経壊死症対策として、図-2に示したように天然海域での捕獲後、施設への搬入時に抗体検査を実施し、高リスク個体を排除しています。さらに成熟3ヵ月前に再度検査を行い、親魚候補個体を選別します。抗体検査は、ウイルスの組換え外被タンパク質を抗原としたサンドイッチELISAにより実施しています。採卵時に卵および精子を対象に、RT-PCRを用いてウイルス遺伝子の有無を検査し、万が一陽性個体があれば受精卵を廃棄します。上記の飼育用水の殺菌と親魚の検査により、マツカワおよびヒラメではウイルス性神経壊死症の発生は見られなくなっています（Watanabe et al.,^{32,33}）。

6-4) . 受精卵の消毒

サケ・マス類のIHNを教訓に、上記卵表面に付着している病原体を殺し、病原体フリーの孵化・飼育用水で卵管理をする方法が世界的な標準法となりました（図-3）（Yoshimizu et al.,¹⁰⁹）。その

結果、稚仔魚期の病気の発生は激減し、ニジマス養殖は産業として成立するようになっていました。IHN ウイルスが精子に吸着する現象が報告されて以来（Mulcathy and Pascho⁶⁴）、垂直感染が避けられないとの論議が起こったものの、精子と共に卵内に侵入したウイルスは、受精胚に感染しウイルス抗原が認められる程度まで増殖しますが、胚は8細胞期までに死亡し、ウイルスは卵内容物により不活化されることが実験的にも確かめられ（Yoshimizu et al.,⁶⁹）、死卵の除去と正常発生胚の消毒、特に胚の安定期である発眼期にポピドンヨード剤（50 ppm, 15分）での消毒が有効であることが確かめられ、世界的に広く用いられています。他の魚種でもこの卵消毒が導入されていますが、魚種により卵径・卵膜の厚み、消毒剤感受性が異なり、それぞれの魚種に適した消毒法が開発されています。マツカワではモルラ期に上記オキシダント海水（0.5 mg/L, 5分間）で消毒し効果を上げています（渡辺・吉水²⁹）。

孵化仔魚は親魚毎に水槽に収容し隔離飼育を行います。当然、飼育器具は各水槽専用とし、定期的に消毒を行います。異常遊泳個体あるいは発症個体を見つけた場合、速やかに検査します。さら

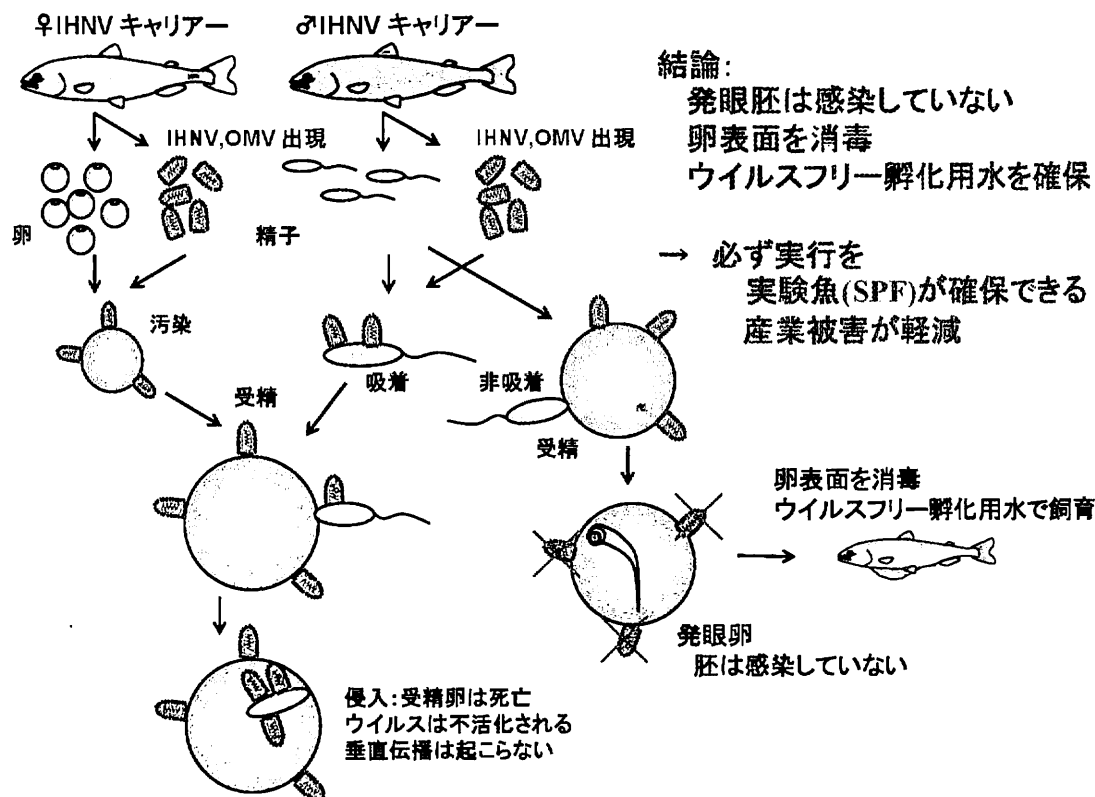


図-3. サケ科魚類をモデルとした垂直感染防止法

に発症の有無にかかわらず定期的に検査することが望まれます。ウイルス性神経壊死症およびウイルス性腹水症には RT-PCR が、ウイルス性表皮増生症およびリンホシスチス病には蛍光抗体法が、ラブドウイルス病、レオウイルス感染症および貧血症には培養法が適しています。

6-6) . 有用細菌による細菌叢の安定化

受精卵をヨード剤あるいはオキシダント海水で消毒後、紫外線あるいはオゾンで殺菌した飼育用水を用いて孵化仔魚を飼育すると、いわゆる病原体フリー (specific pathogen free : SPF) 魚が得られます。しかし一部で放流時に細菌感染症に罹りやすいとか、環境適応が悪いとの指摘があり、飼育魚の細菌叢を正常細菌叢に近づける試みを実施しています。サケ・マス類の場合、正常細菌叢の形成時期は免疫応答成立時とほぼ一致し、それまでは環境中の細菌叢の影響を受けています (吉水⁹⁰)。そのため、なるべく早く正常細菌叢に近づける必要があります。この場合、病原性がなく

且つ抗ウイルス物質や免疫賦活物質を産生する細菌を投与した方が、より効果的と考えています。サケ・マス類やヒラメ・マツカワで、抗ウイルス物質産生腸内細菌の経口投与によるウイルス病の制御効果が認められています (吉水・絵面⁹¹)。例えば、淡水養殖サケ・マス類の腸内細菌は *Aeromonas* 属です。その中から抗 IHNV・OMV 活性のあるものを選び、その培養液を飼料(ペレット)に10%の割合で添加して与えました (Yoshimizu and Kimura⁹²)。一方、海産稚仔魚の場合は、生物飼料のワムシやアルテミア卵をまず消毒し、孵化後、抗ウイルス物質産生細菌を添加するとワムシやアルテミアの細菌叢を制御することができます (海産魚の腸内細菌は *Vibrio* 属なので、この中から抗 IHNV・OMV・NNV 活性のあるものを選ぶ)。この抗ウイルス物質産生細菌が優勢となった生物飼料を給餌しますと、稚仔魚の腸内細菌叢も添加細菌が優勢となり、腸管内容物に抗ウイルス活性が認められます。これらは糞と一緒に飼育水槽中に放出されますが、ヒラ

メとマツカワの場合、ともに飼育水槽の換水率が低い、抗ウイルス物質は水槽内に蓄積されます。マツカワについてはここ8年間、抗ヘルペスウイルス・ラブドウイルスおよびノダウイルス活性を有する細菌の経口投与を続けていますが、投与菌による障害はなく、上記の防疫対策の効果と相まって、ウイルス性表皮増生症およびウイルス性神経壊死症の発生は見られなくなっています(吉水・絵面⁶⁷⁾)。

6-7) . 天然生薬の利用

中国やベトナム、タイでは、古くから薬草の直接経口投与が行われています。漢方生薬あるいはハーブ抽出液に抗ウイルス活性が認められ(Direkubusarakom et al.,⁶⁸⁾)、これら抽出物を用いた、ウシエビのイエローヘッド病やキャットフィッシュの運動性エロモナス症の改善例が報告されています。抗ウイルス活性とインターフェロン誘導活性を有する漢方生薬抽出物を添加した餌料を、マダイに投与してマダイイリドウイルス病の死亡率軽減効果を観察しています。

6-8) . 飼育水温の調節

サケ・マス類のIHNVやEIBSおよびヒラメラブドウイルス(HIRRV)感染症は、水温が20℃あるいは15℃を越えると自然終息することが知られています。HIRRVでは実験感染試験でも15℃では死亡が見られなかったことから(大迫ら⁶⁹⁾)、以後飼育水温を18℃に設定するよう指導がなされ、それ以降、わが国では発症報告はなくなっています。ただし、HIRRVは今でも韓国で分離されることから十分注意する必要があります。

6-9) . 飼育排水の殺菌

飼育排水はその量が多く、前述の紫外線あるいはオゾンでの殺菌はコスト的に困難です。しかし、魚病対策はもちろん環境対策からも効果的な排水の殺菌法の開発が急がれています。海水を電気分解すると、次亜塩素酸が発生することが知られています。この次亜塩素酸は、魚類病原微生物に対

し0.1~0.5 ppm濃度1分の処理で良好な殺菌・不活化効果を示します。これに必要な装置は、チタン電極間に海水を通すのみの簡単な構造でよく、ゆえに小型で安価であり、毎時200~500トンの飼育排水の生菌数を99.9%以上減少させることが可能でした(吉水・笠井⁶⁹⁾)。排水中に含まれる塩素の環境影響評価を行い、適切な運転条件が設定されれば、将来有望な排水処理法と考えられます。マリノフォーラム21が設置した島根県栽培漁業センターの排水処理装置では、飼育排水のCOD(化学的酸素要求量)、SS(浮遊物質)、TOC(有機態炭素量)、全リン量、全窒素量およびアンモニア態窒素量の減少が認められ、殺菌率も99%以上となりました。

7. ワクチン開発の現状

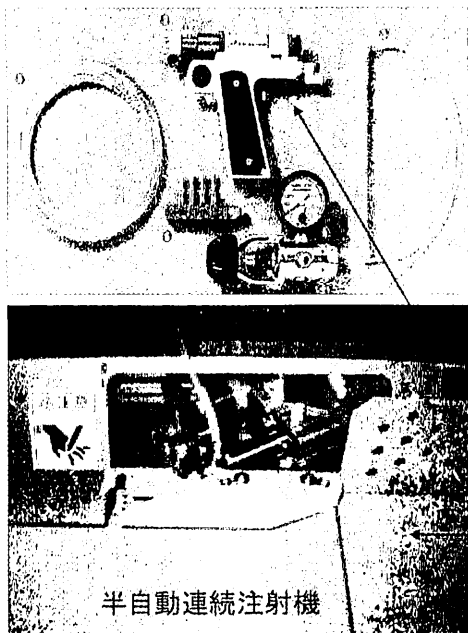
現在市販されているワクチンは、投与方法により浸漬ワクチン、経口ワクチンおよび注射ワクチンに大別されます。従来は細菌性疾病に対する浸漬および経口ワクチンが主でありましたが、近年マダイイリドウイルス病や連鎖球菌症に対する注射ワクチンが開発され、高い予防効果が得られています(中西⁶²⁾)。

注射は最も有効な投与方法ですが、対象魚数万尾に接種するのは容易な作業ではありません。そこで、ブリ属を対象としたワクチン注射装置を開発しました。作業従事者の労力を軽減させるものとして期待されている(吉水・笠井⁶⁹⁾)。また、注射前に麻酔をする際に薬の効きすぎで魚が死亡したり、逆に麻酔がかからない等の事故が起こるため、本装置に電気麻酔装置を組み込む試験をしています。平行して、泳ぎを止めると酸欠で死亡してしまう魚種のために、浸漬ワクチンや経口ワクチンの開発も進める必要があります。

水産用ワクチンを開発する上で最も大きな障害は、一尾当りのワクチンの価格です。現在の魚の価格では、ワクチン費用が魚価に占める割合が大きく、またワクチンメーカーも一尾当りの価格を高く設定できない上に開発経費も重くのしかかる

注射ワクチンの問題点

- ・数万尾～数百万尾を対象に1尾ずつ注射
→多大な労力が必要
- ・培養ウイルスを使用→コスト高



ヒラメ稚魚への試作LCDワクチン投与

課題

- ・自動連続注射器の開発
- ・組換えタンパク質の利用
- ・DNAワクチンの利用

承認済み注射器の一例

(上:手動、下:センサー式自動)

図-4. 現在使用されている空気圧を応用した注射器と自動注射機

のが現状です。さらにワクチンは水産用医薬品であり、認可申請を行わなければなりません。このような現状ではありますが、ワクチンの効果により病気の発生が抑えられれば、抗生物質の使用量も少なくなり、経費の削減が見込まれる上に消費者心理にも合致すると考えます。

8. 終わりに

水圏に生息する生き物は多種多様であり、魚類のみならず甲殻類、軟体動物、藻類さらにはプランクトンまでも研究の対象に入れば、多くの未知のウイルスが存在するものと考えます。上述のように、現在までは産業的に被害の大きい魚類ウイルスを対象に研究が展開されてきましたが、非病原ウイルスやウイルスの生態学的な研究などは今後の課題であると考えます。

本稿では、魚類ウイルスの概要を紹介し、海洋や河川、湖沼など人類が生活する環境と比較すれば特殊な環境下における防疫対策について紹介しました。同じ増養殖現場でも、施設の形態や規模の違いで、採られる対策が異なります。また海面

等をそのまま利用する場合は、病原微生物に感受性の高い時期に隔離飼育を行うかワクチンを利用する以外に現実的な対処法がないのが実情です。従って、今後新たな病原微生物に水産業が脅かされないためにも、国内未侵入の疾病に対する防疫体制を整えると共に国内でも未侵入の地域に対しては同様の対策を講じる必要があると考えます。

9. 文献

01. Pilcher, K.S. and J.L. Fryer : CRC Critical Rev. Microbiol., 7: 287-363 (1980) .
02. Kimura, T. and M. Yoshimizu : Annual Rev. Fish Dis., 1. 67-82 (1991) .
03. Hedrick, R.P., O. Gilad, S. Yun, J.V. pangenberg, G.D. Marty, R.W. Nordhausen, M.J. Kebus, H. Bercovier and A. Elder. J. Aquat. Animal Health, 12, 44-57, 2000.
04. Nelson, J.S. : "Fishes of the World. Third Edition", F. John Wiley and Sons, Inc., U.S.A., 1994, 600p.
05. 吉水 守 : ウイルス, 46, 49-52 (1996) .

06. 吉水 守：水産海洋、56, 347-352 (1992) .
07. Muroga,K. : Aquaculture, 202, 23-44 2001.
08. 吉水 守 (分担)：“魚類防疫”、海洋出版、1998, 112-117.
09. Wolf,K.：“Fish virus and fish viral disease” , Cornell University, 1988, 476p.
10. Wolf,K. and M.C.Quimby : in vitro. Science, 135, 1065-1066 (1962) .
11. Fryer,J.L., A.Yusha and K.S.Pilcher: Ann.N.Y.Acad.Sci., 126, 566-586 (1965) .
12. Amend,D.F., W.T.Yasutake and R.W.Mead: Trans.Am.Fish.Soc., 98, 796-804 (1969) .
13. Fryer,J.L. and C.N.Lannan: (1994) : J.Tissue Culture Methods, 16, 87-94.
14. 吉水 守 (分担)：“魚病学概論”、室賀清邦・江草周三編、恒星社厚生閣、1996, 39-41.
15. 吉水 守・木村喬久・西澤豊彦：“動物細胞工学ハンドブック”、朝倉書店、2000、319-334.
16. 吉水 守：日水誌、63, 245-246 (1997) .
17. 吉水 守 (分担)：“海洋生物のジーンバンク - 系統保存・凍結保存 -”、海洋出版、1990、154-158.
18. LaPatra,S.E.: Ann. Rev. Fish Diseases, 6, 15-28, (1996) .
19. Yoshimizu,M.：“Biosecurity in Aquaculture Production System: Exclusion of Pathogens and Other Undesirables”, Baton Rouge, USA, 2003, pp.35-41. .
20. 吉水 守：アクアネット、2(5), 26-29 (1999) .
21. Ahne,W., J.R.Winton, and T.Kimura: J. Veter. Med. B/Zentralblatt fuer Veterinaermedizin Reihe, 36, 561-567 (1989) .
22. 羽鳥秀一・本西 晃・西澤豊彦・吉水 守：魚病研究、38, 185-187 (2003).
23. 渡辺研一・吉水 守：魚病研究、33, 145-146 (1998) .
24. 吉水 守・日向進一：工業用水、404, 2-8(1992).
25. 吉水 守・笠井久会：工業用水、523, 13-26 (2002) .
26. 吉水 守(分担)：“オゾン年鑑 93 -94 年度版”、リアライズ社、1992, pp.401-409.
27. 笠井久会・吉水 守：オゾン研究会報、8, 2-6 (2001) .
28. 笠井久会・吉水 守：アクアネット、4(4), 52-55 (2001) .
29. 吉水 守 (分担)：“海水殺菌装置評価基準”、マリノフォーラム 21、1991,220p.
30. Yoshimizu,M., T.Nomura, Y.Ezura, and T.Kimura : Fish. Res., 17, 163-173 (1993) .
31. 吉水 守・野村哲一：魚と卵、158, 49-59(1989).
32. Watanabe,K., S.Suzuki, T.Nishizawa, K.Suzuki, M.Yoshimizu, and Y.Ezura: Fish Pathol., 33, 445-446 (1998) .
33. Watanabe,K., T.Nishizawa, and M.Yoshimizu : Dis.aquat.Org., 41, 219-223 (2000) .
34. Mulcathy and Pascho : Science, 225, 333-335 (1984) .
35. Yoshimizu,M., M.Sami, and T.Kimura: J.Aquat.Animal Health, 1, 13-20 (1989) .
36. 吉水 守 (分担)：“水産増養殖と微生物”、恒星社恒星閣、1986、pp.9-24.
37. 吉水 守・絵面良男：Microbes Environ., 14, 269-275 (1999) .
38. Yoshimizu,M. and T.Kimura : "Proceedings of the Third Asian Fisheries Forum", 1994, Asian Fisheries Society, Philippines, 310-313.
39. Direkbusarakom,S., A.Herunsalee, M.Yoshimizu, and Y.Ezura : Fish Pathol., 31, 209-213 (1996) .
40. 大迫典久・吉水 守・五利江重昭・木村喬久：魚病研究、23, 125-132, 1988.
41. 笠井久会、渡辺研一、吉水 守：日水誌、67, 222-225 (2001) .
42. 中西照幸：アクアネット、2(4),18-25 (1999)
43. 吉水 守・笠井久会：養殖、41(9), 82-83 (2004) .

筆者プロフィール

吉水 守 (Yoshimizu Mamoru) 先生

昭和23年11月生れ

昭和47年 北海道大学 水産学部 水産食品学科卒業

昭和52年 北海道大学 大学院水産学研究科 水産食品学専攻博士課程修了

日本学術振興会奨励研究員、函館短期大学助教授、北海道大学水産学部助手、講師、助教授、教授を経て、現在北海道大学大学院水産科学研究科 生命資源科学専攻 応用生物科学講座教授

現在のテーマ:魚介類の疾病防除に関する研究、特にサケ科魚類のウイルス性および細菌性の疾病に関する研究に従事。

サケ科魚類のヘルペスウイルス *Oncorhynchus masou virus* 病 (OMVD) に関して国際獣疫事務局 (OIE) リフェレンスラボを務めている。

趣味:風景写真

笠井 久会 (Kasai Hisae) 先生

昭和52年8月生れ

平成12年 北海道大学水産学部 海洋生物資源化学科卒業

平成17年 北海道大学大学院水産科学研究科 生命資源科学専攻博士課程修了

日本学術振興会DC1特別研究員、北海道大学大学院水産科学研究院ポスドク研究員を経て、現在北海道大学大学院水産科学研究院助手

魚類飼育用水および排水の電解、紫外線およびオゾンによる殺菌技法の開発ならびに魚介類の疾病防除に関する研究ならびに漁獲から加工場に至る過程での水産物の衛生管理について研究