

博士論文

論文題目 我が国における水産動物の輸入防疫と疾病情報の流通に関する研究

氏名 高岸 奈々絵

目次

序論	1
第 1 章 過去に侵入した水産動物の疾病の特徴と水産動物の輸入防疫制度	4
第 1 節 我が国に過去に侵入した疾病とその侵入の特徴	5
第 2 節 代表的な 2 疾病の侵入事例および侵入前後の状況の比較	36
第 3 節 日本から海外に広がった疾病	50
第 4 節 水産動物の輸入防疫制度の現状	54
第 5 節 考察	57
第 2 章 疾病情報の流通の現状-カキヘルペスウイルス 1 型変異株の情報流通を例として-	70
第 1 節 農林水産省からかき養殖業者までの情報流通経路	72
第 2 節 カキ養殖業者の貝類疾病に関する知識および養殖用種ガキの輸入の実態	75
第 3 節 都道府県魚病担当者の海外からの侵入疾病に関する知識および養殖業者 向けパンフレットの配布状況	80
第 4 節 考察	83
第 3 章 疾病情報の伝達方法の検討	93
第 4 章 提言	129
謝辞	138
引用文献	139

序論

近年の水産業の発展から水産動物およびその製品の世界的な貿易量は急速に増加している。しかし、生きた水産動物の移動量も増加したことから、これに伴う新興疾病の発生や蔓延も増加している。このような新興疾病は世界各地で甚大な経済的損失をもたらしていることから、水産防疫に対する関心は近年世界的に高まっている (Bondad-Reantaso et al. 2009)。我が国にも現在までに、20 種類以上の水産動物の疾病が海外から侵入し、天然および養殖個体に大量へい死等の深刻な被害をもたらしてきた。侵入した病原体は、ウイルス、細菌、真菌、単生虫、粘液胞子虫、大型寄生虫等様々であり、未だ病原体が発見されていないものもある (江草ら, 2004)。最近でも、2007 年に韓国からのマボヤの種苗導入に伴いマボヤの被囊軟化症が侵入し (Kumagai, 2011)、2010 年には日本で初めてアワビ類のキセノハリオチス症の発生が報告された (Kiryu et al., 2013)。このように、現在も海外からの疾病の侵入は続いており、水産動物は侵入疾病の脅威に曝され続けている。養殖における魚病被害額は、近年は 100 億円程度と平成 6~7 年頃のピーク時の 300 億円と比較すると低下しているが (木島, 2014)、新たな侵入疾病によりこの被害額が再び増加する危険性は高い。また、近年被害額が減少した背景には、ブリ養殖などの魚類養殖によるワクチンの普及があると考えられており、ワクチンにより死亡による損失は軽減されたとしても、ワクチン接種等のコストの負担は養殖業者へ半永久的に残るものである。

日本では一部の養殖対象生物については、法令による輸入および国内防疫制度が定められている。輸入防疫は 1996 年に水産資源保護法が改正され、特定の増養殖用水産動物の種苗に係る輸入の許可制度が設けられたことが始まりである。また、国内防疫については 1999 年に持続的養殖生産確保法が制定され、その中に養殖水産動物に係る特定の伝染性疾病 (特定疾病) のまん延防止措置等の国内防疫制度が創設された。現在、輸入および国内防疫の対象となっているのは、コイ科魚類の 2 疾病、サケ科魚類の 4 疾病およびクルマエビ属のエビ類の 5 疾病である (水産資源保護法施行規則平成 24 年 12 月 14 日農林水産省令第 59 号; 持続的養殖生産確保法平成 19 年 2 月 2 日農林水産省令第 3 号)。また検疫については、平成 19 年 10 月 1 日から実施されており、対象となっているのはキンギョその他のフナ属魚類、ハクレン、コクレン、ソウギョ、アオウオ、サケ科魚類の発眼卵、サケ科魚類の稚魚、クルマエビ属のエビ類の稚エビである。日本の重要な養殖種であるブリ類、マダイ、カキ類、ホタテガイはこれら国内および輸入防

疫制度の対象とはなっていない。疾病の侵入が継続しており、防疫対象種も限定的である現状を鑑みると、日本の輸入防疫制度は水産動物疾病の侵入に十分に対応していないと考えられる。

法令の改正には、現在までに海外から日本に侵入した、または侵入したと考えられている主要な水産動物疾病についてその特徴を把握し、それを考慮することが必要である。そこで、本研究ではまず、現在までに海外から日本に侵入した、または侵入したと考えられている主要な水産動物疾病について、その特徴を輸入防疫という観点から整理し、あわせて植物および陸生動物の輸入防疫との比較も行い、水産動物の輸入防疫制度の現状と問題点を検討した。

輸入防疫に関する法令を充実させることは急務であるが、防疫対象の範囲の拡大といった法令の改正は容易ではないとして、法令改正の動きは見られない。この理由として、WTO 協定の付属書の1つである衛生と植物検疫措置の適用に関する協定（SPS 協定）への適合が挙げられている。SPS 協定では自国の動植物検疫措置は、国際基準、指針および勧告がある場合にはこれに基づいて実施することとされている。水産動物の疾病に関する国際基準は国際獣疫事務局（OIE）の作成した水生コード(the Aquatic Code)である。この水生コードには、国際的に蔓延を防止すべき重要疾病がリスト化されており、新規疾病や限られた地域のための養殖種の疾病は含まれていない。このような疾病は、我が国に深刻な被害をもたらす恐れがあったとしても独自に検疫・防疫対象とすることは難しいとされている（木島, 2014）。

また、仮に独自に検疫・防疫対象とするとしても、水産養殖対象生物は近縁種が多く非常に種類数が多いことから、我が国の養殖種のすべての疾病について、その侵入に関するリスクを評価し、法令の対象とするかを決定するには莫大な時間がかかることが想定される。実際に、侵入疾病に対するリスク評価のシステムを確立している植物防疫においても、年間で数疾病しかできないのが現状である。そのシステムを持たない水産防疫においてはさらに時間を要すると考えるのが妥当であろう。

このようなことから、現在も続いている疾病の侵入に早急に対応するためには法令の改定以外の輸入防疫対策も行う必要があると考えられる。法令による輸入の規制は一部の養殖対象種に限られており、多くの養殖用水産動物の輸入は養殖業者の判断に委ねられているため、養殖の現場が侵入疾病の危険性に対し十分な注意を払うことができると

疾病の侵入頻度は非常に低くなると考えられる。そこで、養殖業者が海外の疾病に関する情報を把握し、養殖業者自身が安全な種苗を選択し導入することを促す仕組みを構築することが、早急に実施できかつ多様な養殖種に対応しうる輸入防疫対策であると考えた。

2008 年、ヨーロッパで養殖されているマガキに新しいウイルス病のカキヘルペスウイルス 1 型変異株感染症が発生したため農林水産省はこの疾病に関する注意喚起文書を各都道府県宛に発信し、カキ養殖業者や関係者への周知を依頼した。日本では、この疾病に対して法令に基づく防疫対策は行われていなかったため、この注意喚起文書による周知の徹底が非常に重要であった。そこでこれを機会と捉え、疾病情報の流通の現状を把握するとともにその問題点を検討することを目的として、カキヘルペスウイルス 1 型変異株による感染症に関する注意喚起文書の養殖関係者への伝達経路と周知状況を調べることにより、疾病情報の流通の現状を把握するとともにその問題点を検討した。

また上記の調査の中で、カキ養殖業者から注意喚起の文書および疾病に関する説明の内容が理解し難かったという意見が聞かれたことから、カキ養殖業者が理解しやすい伝達内容および方法を検討することが必要であると考えた。そこで、情報の伝達内容および方法をカキ養殖業者、漁協関係者、県水産課職員とともに検討し危険性が理解しやすい資料を作成した。これを用いてカキ養殖業者に疾病情報の伝達を行い、危険性の理解に有効であるかを検討した。

最後に本研究から得られた知見をもとに水産動物の防疫に関して提言をまとめた。

第1章 過去に侵入した水産動物の疾病の特徴と水産動物の輸入防疫制度

序

海外からの疾病の侵入を防除するための対策を検討する上で、過去に起こった疾病の侵入についてその媒介物や由来の特徴を考慮することは不可欠である。また過去に疾病の侵入前後でとられた対策の成功例および失敗例を参考にすることも重要である。しかし、現在までに日本に侵入した、あるいはその可能性のある疾病の特徴や侵入の経緯、さらには対策について防疫という観点でまとめられた例は少ない。また、対象となる疾病も限られている（良永ら、2005）。

そこで本章では、水産動物の侵入疾病の特徴の把握のため、現在までに海外から日本に侵入した、またはその可能性の高い疾病をリスト化し、文献情報をもとに各疾病の侵入時および侵入後の状況、および侵入疾病の全般的な特徴をまとめた。

水産動物のうち脊椎動物はワクチンや薬剤といった予防・治療法が開発されることがある。しかし、無脊椎動物には獲得免疫が存在しないとされていることからワクチンの開発は困難である。また、貝類は濾過食性のものも多く、薬剤の投与が困難である。このように無脊椎動物では疾病の予防および治療が困難であるため、侵入防除が特に重要となる。そこで、日本に侵入した水産無脊椎動物の疾病として代表的なクルマエビの急性ウイルス血症（PAV）およびアコヤガイの赤変病については、文献情報に加え地方自治体に保管されていた資料の調査および関係者への聞き取りも行い、侵入の経緯および侵入前後の対応について詳細に調査し比較をすることにより、侵入および蔓延の防除に重要な要素を検討した。さらに、日本から海外に拡散した（伝搬した）と考えられている疾病についても、伝搬の経緯や防疫上の特徴を調べ検討した。

日本の水産動物の輸入防疫制度は1996年から水産資源保護法により、また国内防疫制度については、1999年から持続的養殖生産確保法により定められている。しかし、これらの法律が施行された後でも、マボヤの被囊軟化症などの重大疾病が侵入しており（Kumagai, 2011）、現在の法制度は水生動物の疾病の特徴に十分に対応していないことは明らかである。そこで、水産動物の防疫上の特徴と現在の水産防疫の問題点を抽出し、その改善策を考察することを目的として、水産動物の防疫制度を、植物および陸生動物の防疫制度と比較した。

第1節 我が国に過去に侵入した疾病とその侵入の特徴

方法

魚病診断や対策のために我が国で現在最も参考とされている書籍「魚介類の感染症・寄生虫病」(江草周三 監修、若林久嗣・室賀清邦 編、恒星社厚生閣, 2004)に記載されている疾病のうち、海外から侵入したまたは侵入した可能性があるとして記述されているものをリスト化し、各疾病の概要、海外から侵入したと考えられる根拠、および侵入後の対策を、科学雑誌に掲載されている論文や都道府県の報告書等に基づいてまとめた。

また、「魚介類の感染症・寄生虫病」に記載されている疾病のうち、日本から海外に拡散したと考えられている疾病についても、概要をまとめた。

結果

海外から侵入したまたはその可能性の高い疾病は以下の 22 疾病であった。さらに、「魚介類の感染症・寄生虫病」には記載されていないが、近年侵入が報告された、エドワジェラ・イクタルリ症、マボヤの被嚢軟化症、キセノハリオチス症もリストに加えた。

ウイルス病

- ・ サケ科魚類の伝染性脾臓壊死症 (IPN)
- ・ サケ科魚類の伝染性造血器壊死症 (IHN)
- ・ ギンザケの赤血球封入体症候群 (EIBS)
- ・ マダイイリドウイルス病
- ・ クルマエビの急性ウイルス血症 (PAV)
- ・ ヒラメのウイルス性出血性敗血症 (VHS)
- ・ コイヘルペスウイルス病 (KHVD)

細菌病

- ・ ウナギの赤点病
- ・ サケ科魚類の細菌性腎臓病 (BKD)
- ・ マダイのエピテリオシチス病
- ・ ギンザケの冷水病
- ・ エドワジェラ・イクタルリ感染症
- ・ キセノハリオチス感染症

真菌病

- ・ ウナギのブランキオマイセス症
- ・ ウナギのデルモシスチジウム症

原虫病

- ・ マボヤの被囊軟化症

単生虫病

- ・ *Nemobenedeniagirellae* によるハダムシ症
- ・ ヒラメの *Neoheterobothrium hirame* によるエラムシ症

粘液胞子虫病

- ・ タイリクスズキの心臓ヘネガヤ症
- ・ 脳粘液胞子虫症

大型寄生虫病

- ・ 宇治川のオイカワ、コイウライモロコのメタセルカリア症

病原体不明

- ・ アコヤガイの赤変病

上記の疾病について、侵入に関する大まかな特徴を表 1-1 にまとめた。また疾病ごとに、防疫の観点からの特徴を以下に記述した。

サケ科魚類の伝染性腭臓壊死症 (IPN)

伝染性腭臓壊死症 (IPN) はカナダで初めて報告され、その後 1950 年代には米国東部、1960 年代には米国西部、フランスおよび日本、1970 年代にはヨーロッパ諸国での発生が報告されており、1980 年代にはアジア諸国にまで拡大している (M' Gonigle, 1941 ; Parisot et al., 1965 ; 佐野, 1966 ; Ball et al., 1971 ; Wolf & Quimby, 1971 ; Hedrick et al., 1985 ; Jiang & Li, 1987)。日本では、1964 年頃から静岡県の養鱒場のニジマス (*Oncorhynchus mykiss*) の稚魚が不明病により大量死していたことが報告され、その後この疾病が IPN であることが確認された (佐野, 1966 ; Sano, 1971)。これ以降、日本全国に蔓延し、長野、山梨、東京、徳島、島根など多数の県から本疾病のウイルス (IPNV) が検出された (Sano, 1972)。しかし、その後発症件数は減少し、ニジマスでみると 1972 年の 171 件をピークに、1988 年には 12 件にまで著しく減少しており、発生件数の減少に伴って被害量も軽微となった (山崎, 1990)。

日本での IPN 発生の要因は、IPN 発生国である米国からのニジマスの卵の移入に伴い IPNV が侵入したことであるとの見解がある (佐野, 1966 ; 山崎, 1990)。ニジマス養殖用の卵は 1930 年代に初めて米国から輸入され、その後日本国内で生産されていたが、1950 年代に入り養殖マスの需要が高まったことから養殖用の卵が不足し米国からニジマスの卵が再び輸入された (Yoshimizu, 1996)。また、中国では 1980 年代に日本からニジマスの卵が輸入されたことにより、本疾病が侵入したと考えられている (Jiang & Li, 1987)。

ウイルスは水平および経卵感染する (Saint-Jean et al., 2003)。日本では、発生件数の減少にみられる通り、近年その被害はあまり問題となっていない。花田・牛山 (1985) は、過去に IPN が発生し壊滅的な被害を被ったがその後発生頻度および被害率が著しく低下した養殖場のニジマスと発病歴の全くない養殖場のニジマスを IPN に感染させたところ、前者の生残率が 89.3~98.7% だったのに対して、後者は 19.3~25.1% と非常に低かったことから、生き残った罹病魚群が IPN に耐性を獲得することを報告した。また累代飼育の結果、感受性が低い親を持つ子孫は感受性が高い親の子孫よりも高い生残率であったことから耐性の形質が遺伝することも報告された。このことから、発生件数が減少した主要因としては、IPN 感受魚の淘汰や抵抗性の獲得および耐性形質の遺伝が考えられている。

サケ科魚類の伝染性造血器壊死症（IHN）

1950 年頃から、米国の北西岸のベニザケ（*Oncorhynchus nerka*）にウイルス性疾病の発生が報告された（Rucker et al., 1953）。その後、病原体であるウイルスが単離され、この疾病は infectious hematopoietic necrosis（IHN）、病原ウイルスは IHNV と名付けられた（Amend et al., 1969; Wingfiel et al., 1969）。米国では太平洋北西岸で本疾病が拡大し、現在ではアラスカ州からカリフォルニア州まで汚染地域となっている（Kurath et al., 2003）。IPNV の汚染地域は世界的にも拡大し、現在では北米国、アジア、ヨーロッパの多くの国々で報告されている（OIE manual, 2013:

<http://www.oie.int/international-standard-setting/aquatic-manual/access-online/>, 2013 年 11 月 25 日）。日本では 1970 年に北海道立水産孵化場森支場で、アラスカ産のベニザケの卵から孵化した幼魚、および一緒に飼育していた支笏湖産のヒメマス（*Oncorhynchus nerka*）に初めて IHN が発生した。翌年にも、本病が支笏湖産と虹別川産のヒメマスで発生した。その他、虹別孵化場や帯広の民営孵化場でも、アラスカから導入されたベニザケで本病が発生し、1973 年には富山県のシロサケ（*Oncorhynchus keta*）からも IHNV が単離された。1974 年には長野県および静岡県のカヌマス養殖場にも感染が拡大し、これ以降、本病は日本各地に蔓延し、ニジマス（*Oncorhynchus mykiss*）および在来マスに大きな損害を与え続けている（吉水, 2004）。また、本病はアマゴやサクラマス、アユにも感染が拡大している（Yoshimizu 1996）。

このように、日本での初発は、アラスカからの輸入卵由来の稚魚だったこと、また米国では各地で発生が報告されていたことから IHN はアラスカ産のベニザケの卵とともに侵入した可能性が高い（Yoshimizu 1996）。また韓国では、IHNV は 1990 年以前には検出されていなかったが、1991 年に初めて、死亡したまたは瀕死のカヌマスおよびヤマメから検出され、日本から輸入した養殖用サケ科魚類の卵に伴って侵入した可能性が高いと考えられた（Park et al., 1993）。

感染については、水平感染は起こるが経卵感染は起こらないとされている（Yoshimizu et al., 1989）。In vitro では、25 ppm のヨード剤で 15 秒処理することで、IHNV が活性を失うことが示された（Amend & Pietsch 1972）。北海道では 1972 年より全ての輸入卵をヨード剤で消毒するようになり、それ以降輸入卵に起因した IHN の発生は見られなくなった（Yoshimizu 1996）。DNA ワクチンが開発され、異なる地域の様々な株の IHNV に有効であることが示されているが（Corbeil et al., 2000）、DNA ワクチンが認可されているのはカナダのみである。日本でのこの疾病の

対策としては、ヨード剤での卵の消毒、孵化槽の消毒、ウイルスフリーの用水を用いた孵化・飼育、およびウイルスに感受性を有する期間の隔離飼育が行われている（吉水，1998）。

ギンザケの赤血球封入体症候群 (EIBS)

EIBS は 1982 年に米国ワシントン州のマスノスケ (*Oncorhynchus tshawytscha*) での発生が最初の報告である (Leek, 1987)。その後、1988～1989 年にノルウェーで発生し (Lunder et al., 1990)、1990 年にはアイルランドの養殖場にも EIBS が存在することが確認された (Rodger et al., 1991)。日本では 1986 年に宮城県のギンザケ養殖場で初めて発生し、それ以降ギンザケ (*Oncorhynchus kisutch*) の種苗生産を行う淡水養殖場および種苗を出荷サイズにまで養殖する海面養殖場のいずれでも発生し、ギンザケ養殖に多大な被害を与え続けている (岡本ら, 1992 ; Takahashi et al., 1992a)。

1986 年以前には、EIBS は日本では確認されていなかったことや、国内に天然魚がいないこと、1993 年まで種苗生産用のギンザケ卵は全て北米からの輸入卵であったことなどから (熊谷, 2005)、本病は輸入卵とともに持ち込まれた可能性が高いと考えられている。

本病の発病およびその重篤度は水温に依存することが知られており、海面養殖ギンザケでは 13℃以上では終息し (Takahashi et al., 1992b)、淡水養殖場のギンザケにも、実験的な感染ではあるが 15℃で治癒し実験感染耐過魚が抵抗力を獲得することが知られている (Okamoto et al., 1992)。また、自然発病した淡水ギンザケを 16℃で昇温飼育すると死亡率が低くなることや、昇温飼育した自然発病魚や自然治癒魚が抵抗性を獲得していることが示されている (田中ら, 1994)。これらのことから、昇温飼育による発病抑制および抵抗性の獲得が対処法として有効であると考えられる。しかし、EIBS の原因ウイルスは未だ培養細胞による分離、培養ができずウイルス精製もされていない。そのため、抗体染色等による簡便な検査法が確立されておらず、ウイルスの保有検査を行うことは容易ではなく、汚染卵や感染魚を排除することは困難である。

本病の感染魚は成長速度が速くなると病状が重篤になることが知られている (Takahashi et al., 1992a)。米国のギンザケの孵化場では、孵化後 1 年後のギンザケの体重が 20～30g 程度と極めて低成長であるためか、種苗生産場(淡水養殖場)での EIBS 単独感染による死亡はないと言われている。一方、日本の淡水養殖場では、1 月に孵化させたものをその年の秋には 150g に養成し、海面生簀に収容した後 6～10 ヶ月で 2～3kg の商品サイズにまで成長させており、この養殖形態が発病や死亡を助長していると考えられている (高橋ら, 1998)。

マダイのイリドウイルス病

1990年8月から9月にかけて四国のいくつかのマダイ (*Pagrus major*) 養殖場で原因不明の大量死が発生し、1991年には西日本各地のマダイ養殖場で大規模な死亡の発生がみられるようになり、産業的に大きな問題となった。既知のマダイの疾病の病原体は検出されなかったことから、新しい疾病であると考えられ、病理学的、ウイルス学的検討および感染実験が行われた。その結果、イリドウイルスによる疾病であることが判明し、本疾病はマダイのイリドウイルス病、病原体は red sea bream iridovirus (RSIV) と命名された (井上ら, 1992; Nakajima & Sorimachi, 1994)。1991年以降、本病はマダイだけでなくブリ、カンパチ、シマアジといった生産量の多い魚種を含む、スズキ目やカレイ目、フグ目の様々な魚種に感染が拡大し、大きな被害をもたらした (松岡ら, 1996; 川上・中島, 2002)。また、病魚と健康魚を同居させた実験感染では病気が伝播するが種苗生産施設での発生はないことから、水平感染は容易に起こるが、親魚から卵への垂直伝播の可能性は低いとされている (反町・中島, 2005)。

香港で採捕され日本に輸入されたスズキから分離されたイリドウイルスが日本のマダイや、タイのハタ科の魚から分離されたものと遺伝的に近縁であることがわかっている (Miyata et al., 1997)。また、タイのハタ科の魚から分離されたイリドウイルスは、実験的にマダイに感染させた場合にマダイイリドウイルスによる症状と同様の病状を示した (Jung et al. 1997)。これらのことから、調べられたイリドウイルスは同一の起源であることが示唆されている。また、マダイ種苗の香港からの輸入は少なくとも 1984 年には始まっており (Miyazaki et al., 1986)、同時期にマダイ、カンパチ、スズキ等の海産種苗の輸入が増大していたことから (反町・中島, 2005)、日本に輸入種苗とともに持ち込まれた可能性が高いとされている。

ワクチンの開発が行われ、実験的な環境下のみならず現場でもその効果が実証され (Nakajima et al., 1997; Nakajima et al., 1999)、1999 年にはマダイの稚魚を対象としたイリドウイルス感染症不活化ワクチンが市販された (中島・栗田, 2005)。本ワクチンは魚類のウイルス病を対象として実用化された世界で最初のワクチンであり、現在ではブリ属魚類やシマアジ、ヤイトハタ、チャイロマルハタにも使用対象が拡大しており、イリドウイルス病の予防に大きく貢献している (農林水産省, 2013)。

クルマエビの急性ウイルス血症 (PAV)

1993 年、広島、山口、大分、熊本、鹿児島、沖縄の 6 県のクルマエビ養殖場で 4 月から大量死が発生し大きな被害をもたらした。いずれの県でも中国福建省からクルマエビ (*Marsupenaeus japonicus*) の種苗が導入されており、導入された中国産種苗はそのすべてで大量死が発生していたため、この大量死には中国産種苗の導入が関わっていることが強く示唆された。(中野ら, 1994)。

大量死発生後すぐに要因はウイルス感染であることが示され(中野ら, 1994; 桃山ら, 1994)、このウイルスは核内で増殖することから DNA ウィルスであると考えられ、RV-PJ (Rod-shaped nuclear virus of *Penaeus japonicus*) と呼称された(井上ら, 1994)。

クルマエビのウイルス血症は日本で初めに *Penaeus acute viremia* (PAV) と名付けられたが、世界的には後に付けられた White spot diseases (WSD) という名称が普及したため日本以外では通常 WSD または White spot syndrome (WSS) と表記されている。

本ウイルスの感染は天然資源にも拡大している。1996 年 7 月から 1998 年 4 月に、九州、四国および本州中部の各沿岸海域で漁獲された親クルマエビのうち、雌については胃上皮で 7.3%、卵巣で 10.1%、雄については胃上皮で 6.7%、貯精嚢で 4.8% のクルマエビが PCR 陽性となった(虫明ら, 1998)。静岡県浜名湖においても天然クルマエビが数%ではあるが PRDV を保有していることが確認され(岡本・鈴木, 1999)、近隣の養殖場および種苗生産場で PAV が発生した時期には天然のクルマエビの PRDV 保有率が 43% と非常に高くなったことが報告された(田中・吉川, 2000)。また PRDV (WSSV) の感染はクルマエビだけではなく、クルマエビ養殖場内または近くから採集されたクルマエビ以外のエビ・カニ類からも検出され、これらもウイルスを保持することが確認された(木村ら, 1996; Maeda et al., 1998; 福田, 1999)。

PAV 防除対策として、現在は産卵後の受精嚢を PCR により検査し卵を選別する技術が開発され、安全な種苗が生産できるようになり(Mushiake et al., 1999)効果を挙げている。

なお本病については第 2 節でより詳細な記述を行う。

ヒラメのウイルス性出血性敗血症（VHS）

ウイルス性敗血症は、ヨーロッパのニジマスに古くから知られている疾病であり、1950 年頃から発生が報告されていた（Rasmussen, 1965）。1988 年に、米国の回帰したマスノスケから病原ウイルス VHSV が分離された。米国ではこれ以降発症していないが、ギンザケやタイセイヨウサケからも本ウイルスが分離された（Amos et al., 1998）。また、フランスで海面養殖されていたニジマスや、ドイツで養殖されていたターボット（*Psetta maxima*）でも本病の発生が報告された（Castric & Kinkelin, 1980; Schlotfeldt et al., 1991）。このように 1990 年頃以降、淡水および海水の様々な魚種から本疾病の発生および本ウイルスの検出が報告されるようになった。

日本では、1996 年に初めて、瀬戸内海で養殖されていたヒラメに本疾病が報告された（Isshiki et al., 2001）。VHSV は G タンパク質の塩基配列により、3 つの遺伝子型Ⅰ～Ⅲに分けられており、米国海産魚から単離された株がⅠ型、スコットランドの海産魚から単離された株がⅡ型、ヨーロッパの海産魚および淡水魚から分離された株がⅢ型とされている（Stone et al., 1997）。日本のヒラメから検出された株はほとんどがⅠ型であり、1 株のみⅢ型であった。遺伝子型の定義は、現在ではさらに細分化され 10 種類あり、日本のヒラメから単離されたⅠ型の株は、現在はⅠb 型に分類されている。Ⅰ型（現在はⅠb 型）は日本のヒラメに広く分布しているのに対し、Ⅲ型は 1 株のみであったことから、Ⅲ型の株は海外から何らかの経路によって侵入したのではないかと考えられている（Nishizawa et al., 2002; Ito et al., 2010; Snow, 2011）。

特定疾病かどうかは、遺伝子型ではなく罹病する宿主によって区別されているため、VHS の中でもサケ科魚類の VHS は輸入防疫ならびに国内蔓延防止の対象である特定疾病に指定されている。日本に広く分布する株は海産魚の感染するⅣ型であり、淡水魚が感染するⅢ型は今までに 1 件報告されたのみであったことから、この 2 株を区別し、淡水魚であるサケ科魚類の VHS の病原体は存在しないと判断されている。一方、日本の天然ヒラメおよび韓国の養殖ヒラメから分離されたⅣ型の VHSV をニジマス稚魚に注射したところ、いずれも VHS の症状を発症し、死亡率はそれぞれ 64%、48%に達した。また、死亡魚からは VHSV が分離された。これらのことから、Ⅳ型に属する日本および韓国のヒラメの VHSV はニジマスにも感染することが確認された（Kim et al., 2011）。淡水魚あるいはサケ科魚類への病原性という観点からⅢ型とⅣ型を区別することはできなくなったことから、Ⅳ型株が広く分布する日本にサケ科魚類の VHS の病原体が存在しないといっているかどうかは議論の対象となる。

予防法として、VHSV の組み替えタンパクや DNA を用いたワクチンの研究がなされており、DNA ワクチンが有効であることが示されている (Byon et al., 2006)。また、ホルマリン不活化ワクチンについても、ワクチン接種時に特定の温度 (20℃) で飼育した場合には、ワクチン有効率 (RSP) が 48%であることが報告されている (Isshiki et al., 2012)。しかし、いずれも市販されるに至ってはいない。

コイヘルペスウイルス病 (KHVD)

1998 年にイスラエルおよび米国のニシキゴイ (*Cyprinus carpio*) 成魚が大量死し、その原因となる病原体としてコイヘルペスウイルス (KHV) が初めて分離された (Hedrick et al., 2000)。これ以前にも、1997 年からドイツではコイの大量死が発生しており、これも KHV によるものであると考えられている。(Bretzinger et al. 1999)。また、1996 年に英国で大量死したマゴイ (*Cyprinus carpio*) およびニシキゴイの冷凍サンプルから KHV が検出されたことから、1996 年の時点ではすでに英国に KHV が存在していたことが示された (Haenen et al., 2004)。KHVD はその後、世界中に蔓延し現在では少なくとも、ヨーロッパ、アジア、北米、アフリカの 28 カ国で発生していることがわかっている (OIE manual, 2013: <http://www.oie.int/international-standard-setting/aquatic-manual/access-online/>, 2013 年 11 月 25 日)。このように世界中に感染が拡大した大きな要因として、ニシキゴイが観賞魚であるために生きた個体の輸出入が行われることが挙げられた (Haenen et al., 2004)。KHVD は 2007 年から OIE のリスト疾病となっている。

アジアでの初発は 1998 年のイスラエルであるが (Hedrick et al., 2000)、2001 年に香港でも KHVD の発生が報告された (Haenen et al., 2004 ; Lio-Po, 2011)。2002 年にはインドネシアのマゴイおよびニシキゴイでも KHVD の発生が報告され (Rukyani, 2002)、その原因は香港からのニシキゴイの輸入により KHV が侵入したためではないかと考えられている (Haenen et al., 2004)。また、台湾でも 2002 年にニシキゴイの大量死が発生し、KHVD によるものであることが報告された (Tu et al., 2004)。このようなアジアでの発生拡大を受け、日本では 2003 年 6 月に KHVD を水産資源保護法の指定伝染疾病および持続的養殖生産確保法の特定疾病に指定した。しかし、2003 年 10 月、霞ヶ浦でコイが大量死し、同年 11 月に KHVD によるものであることが発表された。また、その後の研究で、KHVD は霞ヶ浦での大量死以前にすでに侵入しており、2003 年 5 月に岡山県の河川でおこったマゴイの大量死は KHVD によるものであることが、保存されていた冷凍サンプルの調査の結果、明らかとなった (飯田, 2005)。どのような経緯で侵入したか詳細は不明であるが、生きた魚とともに侵入した可能性が高い。水産動物の輸入防疫対象疾病、すなわち特定疾病が日本に侵入した例は、現在までで、この KHVD のみである。2003 年末までに KHVD は 23 都道県で確認され、2004 年末までには 39 都道府県にまで発生が広がった (飯田, 2005)。2004 年の KHV 感染コイの発見件数は 910 件にも上っている。その後発見件数は減少し、2005 年には 310 件、2006 年には 182 件、2007 年には 133 件、2008 年には 101 件となっている。このうち、河川等の天然水域での発見件数は、

2004 年が 349 件、2005 年が 78 件、2006 年が 43 件、2007 年が 19 件、2008 年が 28 件となっている（添付資料 1-1）。天然水域からの KHV 感染コイの発見件数も多く含まれることから、天然資源への影響も大きいことがわかる。

KHVD は現在でも、輸入防疫対象疾病および特定疾病に指定されているため、水産資源保護法および持続的養殖生産確保法に基づきさらなる侵入、蔓延防止の対策がとられている。

ウナギの赤点病

1971 年、徳島県および静岡県の養殖池のウナギに、体表腹側面における著しい点状出血を特徴的症狀とする新しい細菌感染症が確認され、赤点病と名付けられた（室賀ら，1973；若林・江草，1973）。本病の原因菌は、その性状および病原性から新種であることがわかり、*Pseudomonas anguilliseptica* として報告された（Wakabayashi & Egusa, 1972）。1972 年までに、高知県、徳島県、山口県、長崎県などでも本病の発生が報告された（安永，1973）。その後、台湾のニホンウナギ（*Anguilla japonica*）でも本病の発症が報告された（Nakai et al., 1985）。1981 年には、スコットランド大学の実験池およびその付近の養殖場で飼育されていたヨーロッパウナギ（*Anguilla anguilla*）に細菌性疾病が起こり、その原因菌として *P. anguilliseptica* が分離された（中井・室賀，1982；Stewart et al., 1983）。その後、世界中の様々な魚種での本病の発生例が報告されている（Nash et al., 1987；Lonnstrom et al., 1994；Wiklund et al., 1994；Berthe et al., 1995；Ferguson et al., 2004）。

日本では、1960 年代半ば頃からニホンウナギの種苗不足が深刻化し、当初台湾や韓国からニホンウナギの稚魚が輸入されていたが、それらの国でも養殖が盛んとなったことから輸出が禁止され、1968 年にドイツからヨーロッパウナギが輸入され、その後フランスから輸入されるようになった（若林，2002）。本病は、このようにヨーロッパからの稚魚の輸入が盛んとなった時期に発生していることや、フランスのヨーロッパヘダイ（*Sparus aurata*）、スズキ（*Lateolabrax japonicus*）、ターボットなど様々な魚種で赤点病が報告されたことから（中井・室賀，1982；Stewart et al., 1983）、ヨーロッパウナギの輸入に伴い本病が侵入した可能性が高いと考えられている（若林，2002）。ニホンウナギに比べてヨーロッパウナギは本菌に対する感受性が低いという疫学のおよび実験的な結果も（室賀ら，1973；室賀ら，1975）、本病がヨーロッパウナギとともに持ち込まれたと考えられている要因である。

本病は、水温 27℃以上で飼育した場合には死亡が起こらないことが実験的に示されており（室賀ら，1975）、1980 年頃からの加温養鰻の普及により、本病は日本の養鰻場では発生しなくなった。

サケ科魚類の細菌性腎臓病（BKD）

サケ科魚類の細菌性腎臓病（BKD）は、1930年代に米国およびスコットランドにおいて、Dee disease や kidney disease という名称で、初めて報告され、その後カナダでも発生した（木村，1978）。原因菌は当初 *Corynebacterium sp.* に分類されたが（Ordal & Earp, 1956）、その後 *Corynebacterium* 属ではないことが指摘され *Renibacterium salmoninarum* と名付けられた（Sanders & Fryer, 1980）。現在、サケ科魚の養殖が行われている国の多くで発生しており、2004年の時点で発生が報告されていないのはアイルランド、オーストラリア、ニュージーランド、旧ソ連のみである（Bruno, 2004）。

日本では、1973年に北海道立水産孵化場千歳試験池ならびに北海道さけ・ますふ化場千歳支場において、マスノスケ、ヒメマス、カラフトマス（*Oncorhynchus gorbusha*）、ヤマメ（*Oncorhynchus masou masou*）のBKD感染が初めて報告された。発症魚のうち、マスノスケの種卵は米国から輸入されていたことから、本病は米国から侵入した可能性が高いと考えられた。また、同時期に帯広郊外の民営養鱒場においてもヒメマスの本病による死亡が確認され、この養鱒場でも米国からのギンザケの導入が行われていたことも、米国からの侵入を裏付けている（木村・栗倉，1977）。本州では、1974年に静岡県で初めて発生し、その後、岩手県、新潟県、栃木県、群馬県、長野県、茨城県、山梨県、静岡県、香川県等多くに地域で発生および被害が報告されている（木村，1978；木村・吉水，1981；早川ら，1989）。

本菌は卵黄内に垂直伝播することから、ヨード剤などによる卵消毒は効果がないことが指摘されている（Evelyn et al., 1984）。治療法としては、親魚へのエリスロマイシンの注射により保菌率や死亡率が低下することが報告されているが（Sakai et al., 1986；小原，2001）、効果は限定的であり、この病気に有効な水産薬は認可されていない。また、本病は慢性的な全身的感染症で長期間にわたって斃死が継続することや（木村・吉水，1981）、感染から死亡までに数ヶ月かかる場合があることが実験的に示されており（Murray et al., 1992）、治療は困難であると考えられている。

マダイのエピテリオシチス病

エピテリオシチス病は、1960年に初めて米国のブルーギル(*Lepomis macrochirus*)での発生が報告された(Hoffman et al., 1969)。その後、本疾病は温帯および寒帯の淡水魚、海水魚、遡河魚等、23科50種以上での発生が現在までに報告されている(Arkush & Bartholomew, 2011)。

日本では、1984年から1985年にかけて、香港から輸入されたマダイの稚魚に本病が発生し問題となり、その後発生が続いたことから、香港から本病が持ち込まれたと考えられた(Miyazaki et al., 1986)。香港から輸入されたマダイ稚魚は輸入後1ヶ月以内に約20%の死亡率がみられたことが報告されているが、本病による死亡が問題となった例は少なく、報告された例の多くが無害性の感染であり、日本でもコイの無害性感染例が報告されている(江草, 1987)。本病の死亡例はほとんどが稚魚であり、病原性が低く、病原菌の分離培養ができていないことから治療法の開発は進んでいない(Nowak & LaPatra, 2006)。

ギンザケの冷水病

冷水病は、1946 年米国のニジマスで初めて記録された。原因菌は 1948 年に米国でギンザケから分離され *Cytophaga psychrophila* と命名されが、現在では再分類され *Flavobacterium psychrophilum* となっている(若林, 2004)。本病は、1980 年以前は北米以外では発生していなかったが、1980 年代になりヨーロッパ諸国のニジマスやタイセイヨウサケ (*Salmo salar*) に大流行した (Bernardet et al., 1988; Lorenzen et al., 1991; Austin, 1992; Bruno, 1992; Toranzo & Barja, 1993; Wiklund et al., 1994; Ekman et al., 1999)。日本では 1990 年に岩手県および宮城県のギンザケ孵化養殖場の病魚から原因菌が分離され感染が確認された。しかし、同様の病状を示す病魚は 1980 年代中頃から散見されていた (若林ら, 1991)。

1980 年中頃まで日本では冷水病は確認されておらず、米国のギンザケから分離された冷水病菌と宮城県から分離された冷水病菌の血清型が一致したことから、輸入発眼卵とともに病気が持ち込まれた可能性が高いことが示された。(若林ら, 1991; Izumi & Wakabayashi, 1999)。また、Izumi & Wakabayashi (1997) は、米国から輸入された野生魚が親魚となっている発眼卵 7 ロット中 5 ロットが冷水病菌陽性でその内 4 ロットから菌が分離されたのに対して、国産卵はすべて陰性であったと報告した。Kumagai & Takahashi (1997) も、米国から輸入された一部の発眼卵およびその孵化仔魚は冷水病菌陽性だったが、国産卵及びその孵化仔魚は陰性だったことを報告した。以上のことから、ギンザケの冷水病は米国からの輸入発眼卵とともに持ち込まれたと考えられる。

治療薬としては、塩酸オキシテトラサイクリンやオキシリン酸を含む薬剤が認可されている。冷水病菌は卵内に侵入するためヨード剤での卵消毒は無効であることが示されている (Brown et al., 1997; Kumagai et al., 1998; Kumagai et al., 2000)。そのため、汚染された種卵の輸入を止めない限り冷水病は発生し続けると考えられ、宮城県では 1994 年から冷水病菌の検出されていない国産卵の大規模な導入を始め、1995 年以降は国産卵の使用数が輸入卵を上回るようになった。これに伴い 1993 年には 8 件だった冷水病が 1994 年には 5 件、1995 年には 4 件、1996 年、1997 年は 1 件と減少した。しかし、原因は不明であるが 1998 年には 8 件、1999 年には 6 件と再び増加した (熊谷 2005; 宮城県内水面水産試験場, 1993-1999)。岩手県でも 1995 年には購入卵数に占める輸入卵の割合が大幅に減少しているが、冷水病の発生件数の減少は見られなかった。1985 年～1996 年までギンザケ発眼卵の輸入状況の調査および輸入後の魚病検査が行われ (冷水病の輸入後の検査は 1994～1996 年のみ)、1994 年には 26 検体中 4 検体、1995 年には 16 検体中 6 検体、1996 年には 24 検体中 2 検体で冷

水病陽性となっている。(岩手県内水面水産指導所, 1985-1988; 岩手県内水面試験場, 1989-1993; 岩手県内水面水産技術センター, 1994-1996)。

エドワジェラ・イクタルリ感染症

エドワジェラ・イクタルリ感染症は、1976 年に初めて米国のアメリカナマズ (*Ictalurus punctatus*) で発生が報告された (Hawke et al., 1981)。しかし、その後過去の標本の調査から 1969 年には既に米国のアメリカナマズにこの疾病が発生していたことが示された (Mitchell & Goodwin, 1999)。これ以後、米国のアメリカナマズの生産に最も大きな被害をもたらす疾病の一つとして挙げられるようになった (Wagner et al., 2002)。現在までに、タイのウォーキングキャットフィッシュ (*Clarias batrachus*) (Kasornchandra et al., 1987)、シンガポールの rosy barb (*Pethia conchonius*) (Humphrey et al., 1986)、スペインのスズキ (*Dicentrarchus labrax*) (Blanch et al., 1990)、トルコのニジマス (*Oncorhynchus mykiss*) (Keskin et al., 2004)、インドネシアのカイヤン (*Pangasius hypophthalmus*) (Yuasa et al., 2003) 等での本病の発生が報告されていることから、様々な魚種が感染し、世界中に蔓延していることがわかる。

日本では、2007 年に東京、広島、山口の野生のアユ (*Plecoglossus altivelis*) に本病による死亡が初めて確認された (Sakai et al., 2008)。この発生を受け、2008 年 2 月には農林水産省が「アユの細菌感染症に関する調査及び注意喚起について」をプレスリリースし、各都道府県水産担当部署に「エドワジェラ・イクタルリによるアユの感染症に関する調査及び注意喚起について」を発信した。日本に侵入した時期および侵入経路は不明である。滋賀県では 2008 年に死亡したアユから本菌が分離され、また琵琶湖の固有種であるビワコオオナマズ (*Silurus biwaensis*) の死亡魚からも本菌が分離された (竹上, 2009)。2007 年には島根県および鳥取県のアユでも発症が確認された (鳥取県水産課: <http://www.pref.tottori.lg.jp/dd.aspx?menuid=44462>, 2013 年 11 月 25 日, 添付資料 1-2)。岐阜県では 2011 年に本病によるアユの死亡が報告された (岐阜県河川環境研究所: <http://www.fish.rd.pref.gifu.lg.jp>, 2013 年 11 月 25 日, 添付資料 1-3)。長野県では 2009 年に放流されたアユのうち琵琶湖産のものに PCR 陽性が確認され、その後陽性種苗が放流された地区では、死亡魚から本菌が検出された。また、この地区では在来魚であるオイカワ (*Zacco platypus*) 及びウグイ (*Tribolodon hakonensis*) の正常魚でも保菌が確認された (熊川ら, 2009)。このように日本各地で本病の発生が報告されている。

対策としては、感染が確認された河川からのアユの持ち込まないようにすることや、種苗生産施設での親魚および孵化後の保菌検査により感染魚の放流および養殖をしないことが挙げられる。

キセノハリオチス感染症

キセノハリオチス感染症は、1980 年代中頃に米国カリフォルニア州のチャネル諸島のアワビ類に初めて報告された。1990 年代始めには米国本土でも感染が確認された。この疾病が主要な原因となってカリフォルニア州南部のスルスミアワビ (*Haliotis cracherodii*) 資源はほぼ壊滅し (Moore et al., 2002)、米国の Endangered Species Act により絶滅危惧種に指定された (添付資料 1-4)。

メキシコでもガマノセアワビ (*Haliotis corrugata*) およびクジャクアワビ (*Haliotis fulgens*) での感染が報告された (Tinajero et al., 2002)。2004 年には、スペインで実験的に飼育されていたアイルランド産のセイヨウトコブシ (*Haliotis tuberculata*) が本病に感染していたことが報告され、ヨーロッパでの発生が確認された (Balseiro et al., 2006)。また、近年タイ、台湾、中国のトコブシ (*Haliotis diversicolor supertexta*) から病原体が検出され、アジアへも汚染が拡大している (Wetchateng et al., 2010)。

本疾病は OIE のリスト疾病となっており、宿主は上記以外にも様々なアワビ類が報告されている。感染地域としては、米国、メキシコ、ヨーロッパ、アジアと世界的に広がっている。また、感染したアワビ類が様々な国に輸出されていたことから、汚染地域は感染が報告されている国だけではないと考えられている (OIE manual, 2013: <http://www.oie.int/international-standard-setting/aquatic-manual/access-online/>, 2013 年 11 月 25 日)。

日本では 2011 年に、鳥取県栽培漁業協会が陸上施設で生産中のクロアワビ (*Haliotis discus discus*) 種苗から初めて、キセノハリオチス感染症が確認された。これを受け、農林水産省は鳥取県栽培漁業協会が生産している他の水槽のクロアワビ種苗の検査および移動の自粛、当該協会の種苗を放流している鳥取県下の漁場のアワビ類の検査、また他の都道府県においても本疾病の発生状況を調査するとともに鳥取県からのアワビ類の種苗の導入を自粛することを指導した (添付資料 1-5)。その後、農林水産省は、「キセノハリオチス症防疫対策ガイドライン」を作成し、各都道府県による蔓延防止対策を定めた。

ウナギのブランキオマイセス症

ブランキオマイセス症は、1911 年にドイツで初めてコイの疾病として報告され、原因のカビは *Branchiomyces sanguinis* とされた。また、ドイツのノーザンパイク (*Esox lucius*) およびテンチ (*Tinca tinca*) でも本疾病が報告され、新たな原因のカビとして *Branchiomyces demigrans* が報告された。その後、この他の魚種からも発生例が報告されたが、主にヨーロッパの西部のみであった。しかし、1970 年頃から、イスラエルやその他の地中海沿岸の国々にも拡大した (Neish & Hughes, 1980)。また、米国においても 1967 年頃から本病の発生が報告されている (Meyer, 1973)。1977 年には台湾で養殖されていたニホンウナギでも本病の発生が報告された (簡ら, 1979)。

日本では、1972 年に愛媛県西条市の養鰻場のニホンウナギに発症が初めて報告された (江草、大岩, 1972)。日本では 1960 年代半ば頃から、ニホンウナギの種苗不足が深刻化し、当初台湾や韓国からニホンウナギの稚魚が輸入されていたが、それらの国でも養殖が盛んとなったことから輸出が禁止され、1968 年にドイツからヨーロッパウナギが輸入され、その後フランスから輸入されるようになった (若林, 2002)。また、本カビはヨーロッパウナギにも感受性を示すことが報告されている (Neish & Hughes, 1980)。これらのことから、本疾病は、ヨーロッパウナギの輸入に伴い侵入した可能性があると考えられる。

本病は飼育水中に有機物が多い場合に発生しやすいため、防除には飼育水の管理が必要であり、発生後の対策としては石灰での消毒が有効とされている (江草、大岩, 1972)。

ウナギのデルモシスチジウム症

デルモシスチジウム症に感染したウナギはドイツで初めて報告され、その後ヨーロッパでの発生が数例報告されている（畑井，2004）。

日本では、1978 年に静岡県養鰻場のヨーロッパウナギに本病の発症が報告された。このヨーロッパウナギは、1977 年にフランスから輸入され、養殖されていたものであり、これ以前に日本で本病の報告がないことから輸入に伴い侵入したものと考えられた。この静岡県の発生例では、顕著な病徴を示すものは最も多い時期で、飼育魚の 30%以上にもものぼったが、本病のみで死亡することはなく、また軽度の寄生魚はその行動や外観からは健康魚と区別することが困難であり、摂餌も良好であった（畑井ら，1979）。ニホンウナギでの発生は知られていない（畑井，2004）。

マボヤの被囊軟化症

韓国では、1990 年頃から被囊の軟化を伴うマボヤの大量死が報告されるようになり、年間の生産量が 7 割以上減少した。このため、2002 年から日本の養殖マボヤが輸入されるようになり、2007 年には 6700 万 t ものマボヤが輸入された (Kitamura et al., 2010)。日本から輸出されたマボヤのほとんどが宮城県産であり、宮城県では、急速に輸出量が増加したことから、親マボヤが不足し十分に採苗が行えなくなったため、種苗が不足した。また、マボヤの価格が上昇したために、マボヤ養殖に新規参入する漁業者がいたことからマボヤの種苗不足および種苗の価格上昇が加速した。このような状況下で、輸出業者を通じた韓国産の種苗の購入があったため、宮城県は防疫的見地から輸入を自粛するよう文書による注意喚起を行った (熊谷, 2011)。

しかし、2007 年 2 月に宮城県内のマボヤ養殖場で大量死が発生し、その後の調査で、大量死が発生した漁場では過去に韓国産のマボヤ種苗を導入していたことが判明した (熊谷, 2011)。本病の発生区域は、2008 年までは韓国産の種苗を導入した地点のみであったが、2009 年以降はその周辺地域にも発生が拡大した。このことから、本病は感染症の可能性が高いと考えられた (Kumagai et al., 2010)。

マボヤの被囊軟化を伴う死亡の要因は韓国では長らく解明されていなかったが (Hirose et al., 2009; Kitamura et al., 2010)、日本に侵入したのちに Kumagai et al. (2011) によりキネトプラスト綱の鞭毛虫による感染症であることが明らかにされ、また韓国のマボヤにも日本の被囊軟化症に感染したマボヤと同様の病理組織および鞭毛虫が観察された。これらのことから、韓国産のマボヤ種苗の輸入に伴い病原体の鞭毛虫が日本に侵入したと考えられた。この鞭毛虫は新種の鞭毛虫 (*Azumiobodo hoyamushi*) と同定された (Hirose et al. 2012)。

本病は特定疾病ではなかったため、宮城県は発生後に持続的養殖確保法の新疾病として国に届出を行い、「宮城県マボヤの被囊軟化症対策ガイドライン」を定め蔓延防止を行ったが法的な拘束力がなかったために発生域は拡大した (熊谷, 2013)。

マボヤの被囊軟化症はマボヤ養殖に深刻な被害を与え始めていたが、2011 年 3 月に発生した東日本大震災によりホヤ養殖の中心であった牡鹿半島以北の鮫浦湾から気仙沼湾にかけての地域が被災し、石巻、気仙沼・南三陸地域の養殖ホヤが全滅した (出村, 2013)。これにともない、感染したマボヤも養殖場から消滅したが、2012 年の調査により病原体が天然ホヤに残存していたことが確認された (熊谷, 2013)。天然ホヤから病原体が再び養殖マボヤに伝搬し、マボヤ養殖の復興を阻害することが危惧される。

*Nemobenedeniagirellae*によるハダムシ症

日本では1990年代に入るまでは、ハダムシ症を引き起こす寄生虫は、ブリ属の魚に寄生する *Benedenia seriolae* とイシダイ (*Oplegnathus fasciatus*) およびイシガキダイ (*Oplegnathus punctatus*) に寄生する *B. hoshinai* が知られているのみであった(小川, 1998)。しかし、1991年10月に、鹿児島県、愛媛県、大分県の養殖ヒラメおよび高知県の養殖トラフグ (*Takifugu rubripes*) にハダムシの寄生が確認され、その後これらはいずれも *N. girellae* に同定された (Ogawa et al. 1995)。1992年から1994年に九州、四国各地に到着して2日以内の輸入カンパチ (*Seriola dumerili*) では、魚群によって7.7-70.0%の個体が *N. girellae* に感染していたこと、そして1993年に海南島、1994年に香港で日本に輸出するために蓄養していたカンパチから採集したハダムシはすべて *N. girellae* であったことから、カンパチ種苗の輸入に伴って日本に侵入したことが判明した(小川, 1996)。ブリ (*Seriola quinqueradiata*) の生産地価格が1980年代に入り低迷したことから、1980年代後半から養殖用のカンパチ種苗が中国海南島や香港から大量に輸入されるようになり、1990年代に入ると輸入尾数は1000万尾を超えるまでになっていた(小川, 1998)。このカンパチ種苗とともに侵入した寄生虫が他魚種にまで被害を及ぼしている。

その後、1992年6月には沖縄でカンパチの0歳魚が本寄生虫の重篤な感染により100%死亡するという事例が報告された (Ogawa et al. 1995)。また、1994年2月には、石垣島でヒレナガカンパチ (*Seriola rivoliana*) の1歳魚に重篤な感染が報告された (Ogawa et al. 1995)。この他にも、4種のハタ類、シマアジ (*Pseudocaranx dentex*)、マダイ等にも感染が報告されていることから、本寄生虫は宿主特異性が低く様々な魚種に感染し影響を及ぼすことが危惧された(小川, 1998; Ogawa et al. 1995)。

本寄生虫の卵は25℃では孵化するが、15℃では全く孵化しないことから (Bndad-Reantaso et al., 1995)、日本では一部の地域を除き冬期の低水温に耐えられず、水温が低下するとともに養殖魚の本寄生虫の感染はみられなくなった(小川, 1998)。また、淡水浴および過酸化水素による薬剤浴が駆虫に有効であることが示されており(小川, 2004)、養殖現場で治療に使用されている。

一方、カンパチの種苗を大量にかつ安価に生産する技術は未だ確立されておらず、現在も養殖用のカンパチ種苗はそのほとんどを輸入種苗に依存している(虫明, 2006)。このことから、輸入に伴い定期的に本寄生虫が持ち込まれていると思われる。

ヒラメの *Neoheterobothrium hirame* によるエラムシ症

1990 年代中頃以降、日本海側で漁獲される天然のヒラメ (*Paralichthys olivaceus*) に激しい貧血症状が高率にみられ、鰓および口腔壁に大型の寄生虫の寄生が確認された (道根, 1999)。この寄生虫は新種の単生類 *Neoheterobothrium hirame* であると同定され (Ogawa, 1999)、感染実験により *N. hirame* の感染がヒラメの貧血症を引き起こすことが実証された (Yoshinaga et al., 2001)。その後、養殖のヒラメにも本寄生虫の寄生が確認されるようになった (道根, 1999; Yoshinaga et al., 2000)。また 1997 年までは本疾病の発生地域は日本海側に限られていたが、1998 年には急激に太平洋側にも広がった (三輪・井上, 1999)。本寄生虫は、過去に日本海で採集され保存されていた標本を調査した結果、1993 年以降の標本にのみ観察されたことから、海外からの侵入が強く疑われた (Anshary et al., 2001)。その後の調査により、本寄生虫は北米東岸に生息するサザンフラウンダー (*Paralichthys lethostigma*) を本来の宿主として、低い感染強度で感染していた寄生虫であることが明らかとなった。このことから、侵入経路は明らかではないが、サザンフラウンダーの輸入等、何らかの経路により日本に侵入したと考えられた (小川, 2005; Yoshinaga et al., 2009)。サザンフラウンダーからヒラメに宿主転換し、ヒラメに強い病原性を示すようになったと考えられる (Yoshinaga et al., 2001; Yoshinaga et al., 2009)

1999 年から 2000 年にかけて天然のヒラメの感染及び貧血症の実態調査は、北海道日本海沿岸海域、噴火湾沿岸域、宮古湾沿岸域、駿河・相模湾沿岸海域、若狭湾沿岸海域、瀬戸内海沿岸海域、紀伊水道西部沿岸海域、豊後水道東部沿岸海域、日向灘西部沿岸海域および東シナ海東部沿岸海域で行われた。その結果、北海道を除く全ての海域のヒラメに貧血症状がみられ、その 90% に *N. hirame* が感染していた。また全ての海域において、*N. hirame* に感染したヒラメが確認された (虫明ら, 2001)。このように本疾病はすでに日本全国に蔓延している状況である。また、1990 年代後半以降、西日本を中心としてヒラメの漁獲量が減少しており、本疾病の天然ヒラメ資源減少への関与が疑われている。

タイリクスズキの心臓へネガヤ症

1990年から、タイリクスズキ *Lateolabrax* sp. の稚魚が養殖のために中国から輸入されるようになった。この中国から輸入されたタイリクスズキにヘネガヤ属の粘液胞子虫の寄生を原因とした死亡が見られるようになった。1998年から2002年に発病した、愛媛県、宮崎県、三重県で養殖されていたタイリクスズキが調査され、この粘液胞子虫は新種の *Henneguya lateolabracis* に同定された。

粘液胞子虫は、環形動物等の交互宿主内での放線胞子虫のステージが生活環の中に存在するため、交互宿主となる生物が日本に存在しない場合は生活環が確立されることはない。しかし、中国産のみならず日本で種苗生産されたタイリクスズキにも、感染が確認されたことから、日本国内においてすでに *H. lateolabracis* の生活環が確立されていることが明らかとなっている (Yokoyama et al., 2003)。

脳粘液胞子虫症

1980 年 2 月頃から長崎県の五島で養殖されているスズキに異常遊泳を伴い死亡が見られるようになり、6 月から 7 月にかけては 1 日に 40～50 尾の死亡が確認された。病魚には鰓の膨張以外には肉眼的な異常は認められなかったが、脳に多数の粘液胞子虫の胞子が確認された。このスズキの種苗は、1979 年 7 月に韓国から輸入されたものであった。また、長崎県の南高来郡および対馬で養殖されていたスズキの脳からも同種と推察される粘液胞子虫の胞子が観察された。いずれのスズキも韓国から種苗として輸入されたものであった。一方、南高来郡で採捕され養殖されていたスズキの脳からは、この粘液胞子虫は発見されなかった。また、1978 年に韓国から輸入され、養殖されていたイシダイの脳からもスズキに見られたものと同様と推察される粘液胞子虫の胞子が観察された。しかし、スズキと比較すると寄生率および寄生強度が極めて低かった。養殖のブリでも 1 尾のみではあるが本寄生虫の感染が確認された。このブリは、長崎県の男女群島から五島西沖にかけて採捕され、五島で養殖されていたものであった（安永ら、1981）。トラフグやマダイの脳にも本寄生虫の感染が報告されている（Egusa, 1986）。また、近年でも 2011 年に和歌山県で養殖されていたヒラマサ *Seriola lalandi* が本疾病により大量死したことや、実験的に網生簀で飼育したブリが本疾病に罹患することが報告されている（Shirakashi et al., 2012）。このことから、本疾病は日本での生活環が確立していることがわかる。

本寄生虫は、新種の *Septemcapsula yasunagai* に同定されたが、その後の分子系統学的な解析により *Septemcapsulidae* 科および *Septemcapsula* 属は削除され、本種は *Kudoa* 属に転属されて現在は *Kudoa yasunagai* とされている（Whipps et al., 2004）。

宇治川のオイカワ、コウライモロコのメタセルカリア症

1999 年末から 2000 年始めに京都府の宇治川・淀川でオイカワ (*Zacco platypus*) およびコウライモロコ (*Squalidus chankaensis tsuchigae*) が大量に病死しているのが発見された (浦部ら, 2001)。これらの病魚はいずれも、日本でそれまで知られてなかった吸虫のメタセルカリアの重篤感染を受けており、この吸虫のメタセルカリアは、腹口類であり 2 種いることが報告された (Ogawa et al., 2004)。

腹口類は生活環に、第一中間宿主、第二中間宿主、終宿主の 3 種の宿主を必要とする。調査の結果、第一中間宿主はカワヒバリガイ (*Limnoperna fortunei*)、第二中間宿主がオイカワやコウライモロコ等のコイ科魚、終宿主はビワコオオナマズであることが判明した (浦部ら, 2001)。カワヒバリガイは移入種であり、1990 年に初めて岐阜県の揖斐川で発見された (木村, 1994)。1992 年には琵琶湖でも採集され、その後急速に下流の琵琶湖水系に広がり、1994 年ごろに宇治川、淀川に定着した。カワヒバリガイの日本への侵入経路は明らかにはされていないが、生きたシジミの輸入の際に混入していた可能性が指摘されている (浦部ら, 2001)。カワヒバリガイの自然分布域は中国などの東アジアから東南アジアである ((独) 国立環境研究所: <http://www.nies.go.jp/biodiversity/invasive/> 侵入生物データベース, 2013 年 11 月 25 日)。

2000 年から 2001 年の冬にも、100%のオイカワにメタセルカリアの寄生が見られたが、寄生数は 1999 年から 2000 年の冬の 1 割程度と低く、顕著な衰弱はみられなかった (浦部ら, 2001)。

アコヤガイの赤変病

1994 年、愛媛県の内海湾の一部で夏から秋にかけてアコヤガイ (*Pinctada fucata martensii*) に軟体部の委縮や特に閉殻筋の赤変を伴う死亡が発生し、翌年も少し範囲を拡大して同様の病変を伴う死亡が発生した (愛媛県水産試験場, 2000; 森実ら, 2001)。大分県でも同様の症状を伴う大量死が 1994 年に発生し、1 年貝、2 年貝ともに死亡率は 70% に達した (日高ら, 1999)。1996 年から 1998 年には西日本のほぼ全域の養殖場で発生するようになった (宮崎, 1999)。

大量死が発生した直後、その原因として、環境要因や化学物質、飼育環境等様々なものが挙げられていた (室賀ら, 1999)。そのためこのアコヤガイの大量死の主な原因が感染症であると水産庁からプレスリリースされるまでに初発から 4 年を要した。またその後も研究はなされているが、病原体は未だ特定されていない。

1994 年には愛媛県内海湾に中国産アコヤガイ移入されていたことが判明しており、1996 年に輸入された中国産アコヤガイ調査したところ 8 割以上の貝柱が赤変化を起こしていたことが分かった。このことから本病は中国から侵入した可能性が高いと考えられている (和田, 1997; 愛媛新聞, 1996 年 12 月 28 日)。また、中国産アコヤガイは日本産アコヤガイよりも本病に対し耐病性を有するとされており (森実, 2005)、このことから本病は本来中国に分布していたものであると考えられる。

現在行われている対策としては、低水温漁場での越冬が病貝被害の軽減に有効であることが示されていることから、水温管理が挙げられる (永井ら, 2004)。また耐性貝の作出も盛んに行われており、選抜育種により耐病性を有する日本産および交雑貝 (日本産×中国産) のアコヤガイが現在養殖に使用されている (森実, 2005)。現在は、交雑貝の使用により発症はほとんど見られなくなっている。

アコヤガイの赤変病への感受性の高い日本産アコヤガイを赤変病が発生している三重県、愛媛県および長崎県の漁場に垂下した結果、いずれの地点でも閉殻筋の赤変がみられ、死亡率は最も高い地点で 98.0% に達した。このことから、赤変病に耐性を持つ交雑貝の使用により発症は見られなくなっているものの、病原体そのものは養殖海域に依然として存在していることが確認された (小田原ら, 2011)。

なお本病については第 2 節でより詳細な記述を行う。

侵入疾病の特徴

日本に侵入した水生動物疾病の侵入元は、1960 年代から 1970 年代にかけてはヨーロッパや北米が中心となっていた。一方、1980 年代以降に侵入しし侵入元が明らかとなっている 11 疾病のうち 8 疾病は中国や韓国等アジアからの侵入しており、侵入元は北米からアジアに移っていた。また、近年ではヒラメの VHS、KHVD、エドワジェラ・イクタルリ症、キセノハリオチス感染症のように侵入元が不明なものも多くなっている。

媒介物は、1980 年代までは卵および種苗であったのに対し、1990 年代以降魚卵はなくなり種苗が主となっており、近年では不明なものも多くなっている。また、これは年代に関係しない特徴ではあるが、わかっている媒介物はすべて養殖用の卵または種苗であり、食用に輸入された生体が媒介物になった例は報告されていない。宇治川のオイカワ、コウライモロコのメタセルカリア症については、生きたシジミの輸入の際に混入していたカワヒバリガイが媒介物となった可能性が指摘されており（浦部ら、2001）、混入生物が疾病の侵入に関与する危険性が示されている。また、カワヒバリガイは第一中間宿主であり、この疾病は中間宿主が疾病を媒介した例でもある。

1970 年代まではサケ科魚類およびウナギ類の疾病が主だったのに対して、1980 年代以降ではマダイ、カンパチ、ヒラメ、コイ等様々な魚種の疾病が侵入している。また、1990 年代に入るとクルマエビ、アコヤガイ、2000 年以降ではマボヤやクロアワビと無脊椎動物の疾病の侵入も見られるようになった。

侵入以前の疾病の情報については、1980 年代までに侵入した疾病については、海外での発生例が報告されているものがほとんどであり、侵入以前に全く報告がなかったのはウナギの赤点病および脳粘液胞子虫病のみであった。一方、1990 年代に侵入した疾病については、ヒラメのウイルス性敗血症を除いてすべて、侵入以前には報告されていない未知のものであった。しかし、2000 年代に侵入した疾病については全て既知の疾病であった。

侵入した疾病のほぼすべてについて、侵入以前の対策は取られていなかった。日本の水産動物の輸入防疫は 1996 年に水産資源保護法が改正され、特定の増殖・養殖用水産動物の種苗に係る輸入の許可制度が設けられたことが始まりであるため、これ以前には国レベルでの輸入防疫対策が取られていなかった。また 1996 年以降についても、1990 年代に侵入した疾病のほとんどが侵入以前に情報がなかったことから、侵入以前の対策を取ることができていなかった。

KHVD は、2001 年に香港で（Haenen et al., 2004 ; Lio-Po, 2011）、2002 年にはインドネシアおよび台湾で報告されアジアでの発生地域が拡大したことを受け

(Rukyani, 2002; Tu et al., 2004)、2003 年 6 月に水産資源保護法の指定伝染疾病および持続的養殖生産確保法の特定疾病に指定された。日本ではこの指定の直後である 2003 年 10 月、霞ヶ浦での発生が報告されたが、KHVD は侵入疾病の中では侵入以前に法令による対策がとられた唯一の疾病である。ただし、2003 年 5 月に岡山県の河川でおこったマゴイの大量死は、保存されていた冷凍サンプルを調査した結果、KHVD によるものであることが明らかとなったため（飯田, 2005）、正確には指定伝染疾病および特定疾病に指定された段階ではすでに侵入が起こっていたことになる。

マボヤの被囊軟化症については、韓国で 1990 年頃から被囊の軟化を伴うマボヤの大量死が報告されるようになり、日本の養殖マボヤが輸入されるようになった（Kitamura et al., 2010）。これに伴い、日本では親マボヤが不足し十分に採苗が行えず種苗が不足したために輸出業者を通じた韓国産の種苗の購入があった。これを受け、宮城県は防疫的知見から輸入を自粛するよう文書による注意喚起を行った（熊谷, 2011）。マボヤの被囊軟化症は指定伝染疾病および特定疾病には指定されておらず法令による対策はなかったが、県による輸入防疫対策が侵入以前に講じられた例として挙げられる。

一般に、寄生体、特に絶対寄生体は、宿主の死亡は自らの死亡につながるため、進化の過程で寄生体と宿主の関係は片利共生的になることが多いと考えられている。しかし、寄生体は何らかの理由で新しい宿主種にであい寄生するようになると、つまり宿主転換すると、強い病原性を示すことがある。水産動物疾病では、病原体が他の水域に侵入することによって新しい宿主種に出会い、しばしば強い病原性を示すようになった例が知られている。日本では、ウナギの赤点病、*N. girellae* によるハダムシ症、アコヤガイの赤変病、ヒラメの *N. hirame* によるエラムシ症およびエドワジエラ・イクタルリ感染症が宿主転換の例として挙げられる。ウナギの赤点病については、ヨーロッパウナギの輸入に伴い本病が侵入した可能性が高く（若林, 2002）、ニホンウナギはヨーロッパウナギと比較し高い感受性を示した（室賀ら, 1973; 室賀ら, 1975）。アコヤガイの赤変病は、中国産アコヤガイの輸入に伴い侵入した可能性が高く（和田, 1997）、中国産アコヤガイは日本産アコヤガイよりも耐病性が高いとされている（森実, 2005）。*N. girellae* によるハダムシ症については、中国からのカンパチ種苗の輸入に伴い日本に侵入したことが判明しており（小川, 1996）、日本ではカンパチのみならずヒラメ、トラフグ、ハタ類、シマアジ、マダイ等にも感染が拡大している（小川, 1998; Ogawa et al. 1995）。エドワジエラ・イクタルリ感染症については、世界中に蔓延し、様々な宿主が報告されているが、日本では、アユおよびビワコオオナマズでの感染が確認されている（竹上, 2009）。

侵入後に用いられた予防・治療法として有効なものとしては、サケ科魚類の伝染性造血器壊死症では卵消毒、ウナギの赤点病では加温飼育、ギンザケの冷水病では塩酸オキシテトラサイクリンやオキシソリン酸を含む薬剤、マダイのイリドウイルス病ではワクチン、*N. girellae*によるハダムシ症では淡水浴や薬剤浴、アコヤガイの赤変病については耐性貝の作出や水温管理が挙げられる。しかし、有効な予防および治療法が見つかっていない疾病も多い。

いくつかの疾病については、天然資源への影響が確認されている。PAV については、1996 年 7 月から 1998 年 4 月に、九州、四国および本州中部の各沿岸海域で漁獲された親クルマエビのうち、雌については胃上皮で 7.3%、卵巣で 10.1%、雄については胃上皮で 6.7%、貯精嚢で 4.8%のクルマエビが PCR 陽性となった（虫明ら，1998）。静岡県浜名湖においても天然クルマエビが数%ではあるが PRDV を保有していることが確認され（岡本・鈴木，1999）、近隣の養殖場および種苗生産場で PAV が発生した時期には天然のクルマエビの PRDV 保有率が 43%と非常に高くなったことが報告された（田中・吉川，2000）。PRDV（WSSV）の感染はクルマエビだけではなく、クルマエビ養殖場内または近くから採集されたクルマエビ以外のエビ・カニ類からも検出され、これらもウイルスを保持することが確認された（木村ら，1996；Maeda et al.，1998；福田，1999）。アコヤガイの赤変病については、アコヤガイの赤変病が確認されていない地域の疾病に感受性の高いアコヤガイを赤変病が発生している三重県、愛媛県および長崎県の漁場に垂下した結果、いずれの地点でも閉殻筋の赤変がみられ、死亡率は最も高い地点で 98.0%に達した（小田原ら，2011）。このことから、天然のアコヤガイも影響を受けていると考えられる。ヒラメの *N. hirame* によるエラムシ症については、日本各地の天然のヒラメに貧血症状を引き起こし、90%に感染が見られたこともあったことから天然資源に非常に大きな影響を及ぼしている例である（虫明ら，2001）。KHVD は、河川等の天然水域での発生が多数確認されている。しかし発見件数は、2004 年が 349 件、2005 年が 78 件、2006 年が 43 件、2007 年が 19 件、2008 年が 28 件と減少傾向にある（添付資料 1-1）。感染を耐過するとコイは KHV に対する抗体を持ち免疫を獲得することが報告されており（飯田，2005）、これが初発年以降の発生件数減少の一因となっていると考えられる。エドワジエラ・イクタルリ症は、アユのみならず琵琶湖の固有種であるビワコオオナマズの死魚からも本菌が分離されており（竹上，2009）、漁獲対象種ではないが天然資源への影響が確認された例である。マボヤの被嚢軟化症は、東日本大震災後の 2012 年の調査により病原体が天然ホヤに残存していたことが確認された（熊谷，2013）。

第 2 節 代表的な 2 疾病の侵入事例および侵入前後の状況の比較

方法

本章第 1 節で記述した疾病のうち、クルマエビの急性ウイルス血症（PAV）およびアコヤガイの赤変病について、より詳細に発生以前から発生後の状況を調査した。

クルマエビの PAV については、論文および熊本県に保管されていた本疾病に関する資料をもとに、日本で初めて発生した時の状況、症状と死亡の状況、病原体の特定、1993 年の中国産種苗の熊本県での入手ルート、1993 年以前のクルマエビ種苗の輸入状況（熊本県）、夏エビ生産開始の背景、1993 年以前のクルマエビ種苗の輸入状況（熊本県）、PAV の蔓延と天然海域での発生、PAV の蔓延と天然海域での発生および熊本県での侵入と対策をまとめた。

アコヤガイの赤変病については、論文、県の事業報告書等の文献および愛媛県水産研究センターへの聞き取り調査をもとに、日本で初めて発生した時の状況、症状と死亡の状況、病原体の特定、中国からの種苗の輸入状況、種苗輸入に至る背景、発生後の愛媛県での対策、赤変病の天然海域での発生状況および現在の対策をまとめた。

この 2 疾病について、疾病の侵入前から侵入後の状況および対策について共通点および相違点を検証した。

結果

クルマエビの急性ウイルス血症（PAV）

1. 日本で初めて発生した時の状況

1993 年、広島、山口、大分、熊本、鹿児島、沖縄の 6 県のクルマエビ養殖場で 4 月から大量死が発生した。いずれの県でも中国福建省からクルマエビの種苗が導入されており、導入されたすべての中国産種苗で大量死が発生していた。また、大量死は中国産種苗導入池から同心円状に広がり、国産種苗でも発生した。このため、この大量死には中国産種苗の導入が関わっていることが強く示唆された。大量死は 4～11 月に上記 6 県の 16 経営体で発生し、このうち 10 経営体が熊本県であり、熊本県ではこの期間の発生件数が 127 件に上った（中野ら，1994）。1993 年の全国養殖クルマエビ生産量は 1712t と、1992 年の 2187t と比較して 500t 近く減少しており、また特に発生件数の多かった熊本県では 473t から 150t と 1/3 以下にまで減少した（図 1-1）。

2. 症状と死亡の状況

大量死を起こしたクルマエビの多くは体色の赤変や外骨格の白点が見られ、同一の病原体によるものと考えられた。また、胃をはじめとするクチクラ層下の上皮細胞層、結合組織リンパ様器官、造血組織など様々の組織ないし器官における種々の細胞の核の肥大と無構造化を伴う細胞の変性が特徴であった（桃山ら、1994）。また、累積死亡率は100%に達する養殖池も多く、1993年の調査では全発症報告例の83%で累積死亡率が80%を超えた。中国産種苗と国産種苗では死亡の状況に差が見られ、中国産では、推定日間死亡率数%の死亡が継続する例が多かったのに対して、国産では少数の死亡が確認されてから数日以内大部分のクルマエビが死亡する例が多かった（中野ら、1994）。

3. 病原体の特定

中野ら(1994)および桃山ら（1994）は細菌の検出率が低いことや、自然発症クルマエビの磨碎濾液を病気の発生していない地域の供試クルマエビに接種すると、自然発症エビと同じ外観症状、病理組織像を示し死亡することから、ウイルス感染が大量死の原因であると推定されると報告した。また、電子顕微鏡での観察により、自然発症および実験感染エビの両組織中にヌクレオカプシッドの形態とサイズが一致する桿状ウイルスを確認した。このウイルスは核内で増殖することからDNAウイルスであることが示唆され、RV-PJ (Rod-shaped nuclear virus of *Penaeus japonicus*) と呼称された（井上ら、1994）。その後、Inoue et al. (1996) によりPRDV (Penaeid rod-shaped DNA virus) と改名された。しかし、OIE水生コードでは病名と原因ウイルス名は、東南アジアで一般的に使用されているwhite spot syndromeとwhite spot syndrome virus (WSSV)が採用されている。

4. 熊本県における1993年の中国産種苗の入手ルート

養殖業者は直接かまたは漁業協同組合、国内外の斡旋業者を通じて中国の種苗販売業者から種苗を入手した（図1-2）。種苗は空路と海路により日本に輸入された。ただし、種苗の輸入ルートには入れ替わりの激しい零細業者が仲介していることや、種苗の入手先は養殖経営上の秘密事項であること等から、正確な把握は困難であり上記のルートは完全なものではない（添付資料1-6）。

熊本県により行われた聞き取り調査の結果、熊本県では中国から709600尾が輸入されていた（添付資料1-6, 1-7, 1-8, 1-9, 1-10, 1-11, 1-12）。

5. 1993年以前のクルマエビ種苗の輸入状況（熊本県）

1980年代に入ると、年末年始の出荷を目指した従来の冬エビ養殖に加えて中元商戦向けの夏エビも生産する2期作が普及した（桃山・室賀，2005）。熊本県でもこの頃から夏エビの養殖が始まり、1991年には半築堤池でも夏エビ養殖が始まった。これは輸入エビの増加で冬エビの価格が安いため、輸入が少なく価格の高い夏エビで増収を見込んだためである（添付資料1-13）。1992年の12月14日の東京市場の活クルマエビの入荷数をみると、総入荷数3757kgに対して台湾産が1390kgと1/3以上を占めている（添付資料1-14）。1992年には、ほとんどの業者が夏エビと冬エビの2期作を行っており、夏エビの種苗には、越冬させた内地産及び台湾産の稚エビが用いられていた。台湾産種苗は10円/尾（1991年）、15.5円/尾（1992年）と国内産越冬稚エビの約25円/尾よりもかなり安く購入できた（添付資料1-13）。このため1992年の夏エビ用の台湾種苗の輸入量は1991年の約2倍で1.3tに達した。しかし、1992年9月、台湾のクルマエビがウイルス病により大量死を起こしているとの情報が入ったため、台湾からの種苗輸入が危険視された（添付資料1-15）。そのため、1993年の夏エビ種苗には代替品として中国産が輸入された。

6. 夏エビ生産開始の背景

台湾でのクルマエビ生産量は、1984年には160tだったが1985年には429t、1986年には817tと年々増加した。さらに1988年以降、MBV等によるウシエビの大量死を期にクルマエビ養殖への転向が進み、クルマエビの生産量は飛躍的に増加した（図1-3）。台湾産のクルマエビは日本に輸出されており、1985年以降、台湾での生産量の増加と連動して日本におけるクルマエビの1kg当りの単価は減少している。1984年には約7700円だった単価が、1986年には約6200円と1500円程も低下し、その後も1992年以前までは6000円台中頃のまま推移した（図1-4）。熊本県についてみると、1980年～1985年までは単価が7000～7700円で推移していたが、1986年に6800円となるとその後1991年までは6000円台中頃で推移した（図1-5）。また、単位養殖面積当たりの生産額も1986年までは2000円台後半で推移していたが、1987年以降は2000円台前半に低迷し、1990年、1991年については1700～1900円程度と1980年代前半と比較して約1000円も落ち込んだ（添付資料1-16）。このような、急激な単価の低下による減収が夏エビの生産開始の要因の1つと考えられている。

また、1990年頃からビブリオ病の被害が目立つようになり、ビブリオ病の被害量は総生産量の20%にも達したことから、生産量減少の主要因であると考えられた（桃山・室賀，2005）。この生産量の減少も、また、2期作の増加を促進した要因であると

考えられる。ビブリオ病については、台湾からの種苗輸入が開始された時期と発生時期を同じくしていることから、現場では台湾から持ち込まれた可能性も疑われている。しかし、原因菌である *Vibrio penaeicidal* は日本固有の種であるという見解もあり、議論が分かれている。

7. 1993年の中国福建省でのクルマエビ養殖における病気の発生

1993年5月に鹿児島のカルマエビ養殖会社の職員により行われた中国視察の結果、中国福建省のエビ養殖場においても大量死が発生していることが報告された。養殖場ではウシエビ (*Penaeus monodon*) やタイショウエビ (*Marsupenaeus japonicus*)、クルマエビなど数種類のエビが養殖されており、いずれのエビについても大量死が発生していた。また、この大量死は1992年にはすでに起こっていた。発病したエビは特に目立った外観症状を示しておらず、PAVの特徴的な症状である、体色の赤変や外骨格の白点といった症状は記述されていないことから、この大量死はPAVによるものかは判断できない。しかし、死亡が始まって2〜3日で全滅する例もあり、ウイルス性の疾病であった可能性は高い (添付資料1-17)。また、福建省のエビ養殖については台湾の人材・技術がかなりの部分で導入されていること (添付資料1-18) や台湾では1992年からPAVによる大量死が発生していたこと (Chou et al. 1995) から、台湾から病気が持ち込まれた可能性もある。

8. PAVの蔓延と天然海域での発生

1996年7月から1998年4月に、九州、四国および本州中部の各沿岸海域で漁獲された親クルマエビ合計1269尾について、PRDV保有の有無をPCRにより調査した結果、雌では胃上皮で7.3%、卵巣で10.1%、雄では胃上皮で6.7%、貯精嚢で4.8%のクルマエビが陽性となった (虫明ら, 1998)。また、1995年の4月〜9月に九州でサンプリングされた雌の親エビ202尾のうち25.5%にあたる51尾がヘモリンパまたは心臓でPCR陽性であった (Maeda et al. 1998)。静岡県浜名湖においても天然クルマエビが数%ではあるがPRDVを保有していることが確認され (岡本・鈴木, 1999)、近隣の養殖場および種苗生産場でPAVが発生した時期には天然のクルマエビのPRDV保有率が43%と非常に高くなったことが報告された (田中・吉川, 2000)。PRDV (WSSV) の感染はクルマエビからだけではなく、クルマエビ養殖場内または養殖場の近くから採集されたクルマエビ以外の甲殻類からも検出され、これらもウイルスを保持することが確認された (木村ら, 1996; Maeda et al., 1998; 福田, 1999)。また、福岡県筑前海での2000〜2001年にかけての調査でも漁獲されたクルマエビ、ヨシエ

ビ (*Metapenaeus ensis*)、クマエビ (*Penaeus semisulcatus*)、アカエビ (*Metapenaeopsis barbata*)、トラエビ (*Metapenaeopsis acclivis*)、サルエビ (*Trachysalambria curvirostris*) がPCR陽性を示し、クルマエビ養殖場が近くにない天然海域でもPRDVの感染が拡大していることが示唆された(福澄・筑紫, 2003)。クルマエビの漁獲量も各地で減少傾向にあり、PAVの関与も危惧される(図1-6)。

9. 熊本県における発生直後の対応

4月に養殖業者から大量死発生の報告があったことを受け、県は5月には全業者に呼びかけてクルマエビ説明会を開催し、死エビの焼却や池及び器材の消毒など今後の対策について説明を行った。また同時期に、大量死の発生状況に関するアンケート調査も行われた(添付資料1-12, 1-19, 1-20, 1-21, 1-22)。また、中国産クルマエビ種苗が大量死の原因であると考えられたことから、熊本県車海老養殖漁業協同組合に対し、中国産クルマエビの導入禁止を県が指導し、組合は総会において国外産クルマエビの導入禁止を決議した(中野, 2005)。

このような迅速な対応がとられた背景には、ビブリオ病が主な原因と考えられる生産量低下に伴い、1990年から県がクルマエビの養殖状況について養殖業者にアンケートや調査を実施し、その結果を養殖業者に伝達するために報告会を行っていたということがある(添付資料1-23, 1-24, 1-25, 1-26)。この活動によって、養殖業者と県との間に人的ネットワークが構築されていたと考えられる。

10. 熊本県での侵入と対策

1993年の発生は6県であったが、1994年には、新たに静岡県、香川県、愛媛県でも発生した(添付資料1-27)。熊本県では2年連続でPAVが発生した。1994年は、夏エビにはPAVに起因する死亡はほとんど見られなかったものの、冬エビでは主に半築堤池で大量死が発生し10月までに導入種苗の37.5%の尾数に当たるクルマエビが死亡を起こした(添付資料1-28, 1-29, 1-30)。1993年の大量死発生直後から池や器具等の消毒が対策として行われてきたにも関わらず、1994年に再び大量死が発生した原因として、一斉消毒が行われなかったことおよび大量死発生の報告および発生後の消毒が不十分である等といった業者の協調性や協力体制の弱さが挙げられた(中野, 2005; 添付資料1-30, 1-31)。また、発生のほとんどが半築堤池で起こっており、このうちの67.9%では隣接した養殖池でPAVによる大量死が発生していた。このことから、半築堤池の自然に海水を還流させる構造が蔓延につながったと考えられる(添付資料1-32)。そのため、半築堤池から全築堤池への改築

が蔓延防止には有効と考えられたが、経済的な問題により難しかった。

1995年度も香川、愛媛、山口、大分、熊本、宮崎、鹿児島、沖縄の8県で発生した。熊本県では前年とは異なり、全築堤池と陸上池で発生件数それぞれ13件、14件であったが、半築堤池では3件と少なかった。養殖業者へのアンケートで疾病が存在する中でも冬エビが収穫できた理由として最も多く挙げられていたのは低密度での飼育であり、その他、半築堤の堤防を高くして換水率を下げたことや、夏エビ後に池干しを行ったことなども挙げられていた（添付資料1-27）。また、消毒や池干しの方法が確立され県から指導が徹底されたこと（添付資料1-33）、県や町からの消毒に対する補助金が支給され一斉消毒に成功したことが発生件数の減少につながったと考えられる（添付資料1-34, 1-35）。また、PCRでの検出法が確立されたことにより（木村ら、1996）、導入種苗の検査や養殖期間中の定期的な検査が可能となり、ウイルス侵入の予防や早期発見による大量死発生の予防につながった（添付資料1-33, 1-36）。このため、1993～1994年はPAVによる大量死の発生により生産が出来なかった大矢野地区でも1995年は生産量が回復した（添付資料1-37）。1995年は、このように対策が効果を表したことから熊本県の実産量は400 tまで回復した。一方で、養殖魚種を変更する業者や廃業する業者も出てきており1997年熊本県車エビ養殖漁業組合では、調査した43業者のうち4業者が廃業し、9業者が他魚種の養殖を行った（添付資料1-38, 1-39）。熊本県では、1990年頃を境にクルマエビの養殖面積は減少を続けており、2000年にはピーク時の1988年の約半分にまで減少している。また全国的にみても1990年頃から養殖面積は減少し続けている（図1-7）。熊本県のクルマエビの養殖経営体数もピーク時には70近くだったが2002年には30にまで減少している（図1-8）。これらのことから、クルマエビの養殖産業はビブリオ病およびPAVの発生後から縮小し続けていることがわかる。

1996年は5月末までにすべてのエビを取り上げて一斉消毒をおこなうことが決められていたが（添付資料1-40）、一部の業者（8業者）が池からの取り上げを行わず、指導を行ったが7月になっても依然として7業者は取り上げを行わなかった。一斉消毒ができず、その後PAVが発生した（添付資料1-40, 1-41）。大矢野町では、1993年同様に同心円状に発生が拡大した（添付資料1-42）。この年の生産量はPAV発生後最大となったが、これを境に、熊本県における生産量の回復はなくなりその後は300 t当たりで停滞している（図1-1）。なお種苗生産場では、産卵後の受精嚢をPCRにより検査し卵を選別する技術が開発されて安全な種苗が生産できるようになり（Mushiake et al., 1999）、PAV 防除の有効な対策となっている。

アコヤガイ赤変病

1. 日本で初めて発生した時の状況

1994 年、愛媛県の内海湾の御荘、柏、平婆の地区で夏から秋にかけて軟体部の委縮や特に閉殻筋の赤変を伴う死亡が発生し、翌年も少し範囲を拡大して家串、油袋の地域でも同様の病変を伴う死亡が発生した（愛媛県水産試験場，2000；森実ら，2001）。大分県でも同様の症状を伴う大量死が 1994 年に蒲江町猪串湾で発生し、1 年貝、2 年貝ともに死亡率は 70%に達した（日高ら，1999）。1996 年から 1998 年には西日本のほぼ全域の養殖場で同様の死亡が発生するようになった（宮崎，1999）。長崎県については、1996 年に初めて閉殻筋の赤変を伴う死亡が発生し、その後の疫学的調査により、大量死は大分県、愛媛県あるいは高知県から春に移入した貝で起こったことが判明した（吉越，1999）。

2. 症状と死亡の状況

本病に罹患したアコヤガイは、肉眼的な所見としては閉殻筋の赤変化が特徴的である（森実ら，2001）。病理組織学的には、外套神経管に隣接する外套動脈の血管壁が断裂し、病変の著しい個体では管構造が不明瞭になることがあげられる（黒川ら，1999）。また、グリコーゲンの蓄積量は通常、産卵期である 6、7 月に減少し、9 月以降は増加することが知られているが、死亡が起きている地域のアコヤガイについては 9 月以降もグリコーゲンの蓄積量が減少し続ける（日高ら，1999）。死亡率については、1991 年から 1995 年における平均は当年貝（0 歳貝）で 36%、2 年貝（1 歳貝）で 20%であったが、1996 年には 50%程度まで上昇しており（室賀ら，1999）、赤変病による大量死がこの死亡率の上昇に大きく影響したと考えられる。1996 年及び 1997 年のアコヤガイの死亡は年間 4 億個を超えており、1997 年までのアコヤガイの死亡と真珠の品質低下による被害総額は 300 億円を超えた（Miyazaki et al., 1999）。真珠生産量は、1993 年には 73t と 1970 年代以降最大となったが 1999 年には 25t にまで落ち込み、近年 30t 弱で推移している。また生産額も 1991 年の 885 億円をピークに 1997 年には 549 億円、2000 年には 279 億円まで落ち込み近年では 200 億円弱で推移している（図 1-9）。また、母貝の生産量も 1991 年には 1970 年代以降最大で約 9500t となったが、1996 年には 5400t と大きく減少し、1999 年には 2400t となり近年は 2000t 弱で推移している。生産額についても 1992 年のピーク時には 140 億円であったが、1996 年には 70 億円、2001 年には 18 億円まで落ち込み、近年は 15 億円前後で推移している（図 1-10）。

3. 病原体の特定

大量死が発生した当初は、その原因として、ヘテロカプサによる赤潮、ウイルスあるいは濾過性病原体の感染、パーキンサス属原虫の寄生、魚類寄生虫駆除剤として用いられていたホルマリンの影響、餌不足、密殖による環境悪化等、様々なものが挙げられていた（室賀ら，1999）。特に魚類寄生虫駆除剤として用いられていたホルマリンについては、新聞等のメディアでも多く取り上げられた。しかし「平成9年度第一回アコヤガイ大量死緊急調査対策研究担当者会議」において、魚類養殖場が隣接していないことや、ホルマリンによるアコヤガイの組織の損傷と大量死したアコヤガイの組織の損傷とではその症状が異なっているという情報が寄せられ、ホルマリンは大量死の主要因ではないことが示された（水産庁，1998a）。その後、外套膜片の移植や同居飼育により、閉殻筋の赤変を伴う死亡が確認されたことから感染症が原因であることが確認された（黒川ら，1999）。これを受け、1998年3月に水産庁から、アコヤガイの大量死の主な原因が感染症であるとプレスリリースされたが、この時点ではパーキンサス属原虫の可能性が高いと考えられていた。しかし、病貝の血リンパの上清を0.45 μ mのフィルターで濾過したものを健常貝に注射した場合においても、軟体部の赤変および外套膜血管内皮の損傷を伴う死亡が起こることが確認されたため（森実ら，2002）、1999年3月には病原体は0.45 μ m以下の濾過性病原体であるとプレスリリースされた。

Miyazaki et al. (1999)は、魚類由来の細胞（EK-1 及び EPC 細胞）を用いて病原体のウイルスを分離したと発表した。しかし、国立養殖研究所が上記の2種の細胞を含む14種の魚類由来の細胞でウイルスの分離培養を試みたところ一度も成功しなかった（反町，2000）。このことから、Miyazaki et al. (1999)らが分離したものは本病の病原体ウイルスではないと考えられている。その後も研究はなされているが、病原体は未だ特定されていない。

4. 中国からの種苗の輸入状況

中国産アコヤガイは、和田浩爾氏の聞き取り調査の結果、1994年には愛媛県内海湾に移入されていたことが判明しており、1996年に輸入された中国産アコヤガイ（母貝約40万貝、稚貝約25万貝）のうち200個体を調査したところ8割以上（166個体）の貝柱が赤変化を起こしていたことが分かった（和田，1997；愛媛新聞，1996年12月28日）。このことから、1994年に内海湾で発生したアコヤガイの赤変を伴う死亡は中国産のアコヤガイの導入に関連していることが示唆される。また中国産アコヤガイは死亡率が低く耐性があると考えられたことから、赤変病

が発生した 1994 年以降大量に輸入され（森実，2005）、1997 年に分かっているだけでも、150 万個体が輸入されたと報告されている（和田，1997）。愛媛県水産研究センターへのインタビュー調査でも、活魚船を用いて 1 度に約 50 万個輸入されていたことがわかった。これらのことから、少なくとも年間数百万個輸入されていたと推察される。

水産庁は、1996 年のアコヤガイの輸入を受けて各都道府県および漁連に「アコヤ貝の輸入防疫対策について」という通達を出し安易な輸入を自粛するよう呼びかけたが、1997 年も輸入は行われた。また 1998 年に愛媛県宇和島市で開かれた真珠養殖検討委員会において県漁連会長がアコヤガイの輸入問題に対して「輸入は、特例措置として黙認せざるをえない」と発言したことは、中国産貝は 1998 年も輸入されたことを裏付けている（水産庁，1998b）。

5. 種苗輸入に至る背景（愛媛県水産研究センターに対する聞き取り調査）

1990 年頃から、挿核や抑制によるアコヤガイの死亡率が高くなったことから真珠養殖業者は日本のアコヤガイが弱くなってきていると考えた。抑制とは挿核する前にアコヤガイを密閉性の高い専用の容器に収容して貝の生理活動を制限することである。これにより、挿核時に貝が開口しやすくなり、また真珠のシミ・キズの形成が少なくなる。また、以前よりも真珠層の形成（巻き）が悪くなっているとも考えられていた。そのため、耐性があり巻きのよい貝を探す養殖業者が出てきた。この当時すでに中国でもアコヤガイを使った真珠養殖が始まっており、日本の養殖業者は中国産の厚みがあり強そうなアコヤガイに注目した。輸入された中国貝は実際に抑制を行っても開口しやすくなっておらず抑制が利かない程強かった。このような理由から、中国貝の輸入は始まった。また、価格も日本産アコヤガイは 1 個 40 円位なのに対して、中国産は 1 個 1-2 円で、輸送費を含めても 30 円程度であったことから、安価であることも輸入された要因であると考えられる。

6. 発生後の愛媛県での対策（愛媛県水産研究センターに対する聞き取り調査）

赤変病は、1994 年の発生直後は環境要因によるものであるとの見方が強かったため、県では飼育密度を下げる等の飼育管理に関する指導を行った。1997 年には感染症であることが確認されたが、この時点ですでに赤変病は全国我真珠および母貝養殖場に蔓延していたために、感染貝の移動を止めるといった対策をとることは不可能であった。このように、感染症であることの確認が遅れた

ためにアコヤガイの赤変病は何も対策が取られず、全国に蔓延した。

感染症ではなく、環境要因説が台頭したことの背景として、当時貝類が疾病により死亡するという認識が低かったことが挙げられた。アコヤガイを用いた真珠養殖は、1903 年に真円真珠形成法が確立されてから、100 年以上の長い歴史を持つが（水産庁，1998b）、これまでの主な疾病は多毛類 *Polydora* および吸虫のセルカリアの寄生によるもののみであった（永井，2008）。そのため、細菌症やウイルス症により死亡するという認識が魚類に対するものと比較して極めて薄かった。

7. 赤変病の天然海域への影響

近年、後述するように赤変病による大量死の被害が減少していることから、養殖海域での病原体の減少または病原性の低下が考えられた。小田原ら（2011）は、赤変病が一度も確認されていない地域の本疾病に感受性が高いと考えられる健全なアコヤガイおよび後述のような選抜育種のアコヤガイを赤変病が発生している4海域に垂下し、赤変病の発生および死亡を調査したところ、いずれの海域でも感受性の高いアコヤガイは選抜貝よりも赤変を伴う死亡率が有意に高くなり、最も高い地点では 98%に達した。このことから、大量死の減少は後述する選抜貝の使用が一因であり、養殖海域には依然として病原性の高い病原体が存在していることが示された。アコヤガイの母貝養殖および真珠養殖は天然個体が近隣に存在する環境下で行われていることから、天然アコヤガイも影響を受けていることは明らかである。

8. 現在の対策

赤変病は水温 16℃以下では発病の進行が見られない、または遅れることから、低水温漁場での越冬が病貝被害の軽減に有効であることが示されている（永井ら，2004）。また、すでに蔓延していることから、耐病性を有する品種の研究および導入が各県で行われている。大分県では、県内産のアコヤガイを用いた選抜育種による耐性貝の作出が行われている（東馬場ら，2007）。中国産のアコヤガイ（ベニチョウガイ）は日本産と比較すると赤変病に対する耐性を持っているとされており（和田，2011）、三重県においては日本産、交雑種（日本産×中国産）、南方系のアコヤガイを用いて高品質の真珠生産能力を有し耐病性に優れたアコヤガイを選抜育種する技術の開発が行われている（青木ら，2009）。愛媛県では、選抜育種により耐病性を有する日本産および交雑種（日本産×中国産）のアコヤガイが現在養殖に使用されている（森実，2005）。

その他の対策として、漁場の一時的な休業や移動、新規開拓等も行われた。大分県では、赤変病が多発した県南の真珠養殖業者について、1998 年以降、県北部の無病漁場への移行を行い、外国産アコヤガイや感染の疑いのあるアコヤガイの持ち込みを禁止している（東馬場ら，2006）。愛媛県では日振島において、既存の漁場から一定距離があり、4 年間使用されてない養殖場を用いて人工採苗した稚貝を養殖した。この結果、死亡や病変の全く認められない母貝の養殖に成功した。また、福岡県の相島では、天然の無病のアコヤガイが発見されたため、2007 年より新たに真珠養殖業が行われるようになった（永井，2008）。

PAV とアコヤガイ赤変化病の比較

PAV は中国福建省からの養殖用クルマエビの種苗に伴い侵入したと考えられており（中野ら，1994）、赤変病は、中国産のアコヤガイの母貝および稚貝の輸入に伴い侵入した可能性が高いと考えられている（和田，1997；愛媛新聞，1996 年 12 月 28 日）。いずれの疾病もその由来は中国であり、また媒介物は養殖用に持ち込まれた生体であった。また、クルマエビおよびアコヤガイは輸入に至る経緯に違いはあるものの、輸入の一因としていずれも中国産が日本産よりも安価であることが挙げられていた（添付資料 1-13）。

どちらの疾病についても、日本での発生以前にはその存在が知られていなかった。PAV については、日本での大量死発生後に中国福建省のエビ養殖場の視察が行われており、クルマエビを含む数種のエビが大量死を起こしていることが確認され、1992 年から同様の死亡が発生していたことも確認された（添付資料 1-17）。赤変病については、日本で初めて発生した 1994 年の中国での発生状況は不明ではあるが、1996 年に中国から輸入された母貝および稚貝の 8 割以上が貝柱の赤変を起こしていたことが確認された（和田，1997；愛媛新聞，1996 年 12 月 28 日）。このように、いずれの疾病も輸入元で疾病が発生していたことは発生後の調査によって初めて確認された。

PAV は、大量死が中国産種苗を導入した池から同心円状に広がっていたことから、中国産種苗の導入が本疾病の発生と関連していることが発生直後から疑われていた（中野ら，1994）。また熊本県では、中国産種苗の輸入ルートおよび輸入尾数について迅速な聞き取り調査が行われ、漁業協同組合や幹旋業者を通し、または養殖業者が個人で計 70 万尾以上の中国産種苗が導入されていたことが明らかとなった（添付資料 1-6，1-7，1-8，1-9，1-10，1-11，1-12）。病原体の特定についても、その発生状況から当初より感染症であると考えられており調査されたことにより、発生翌年の 1994 年にはウイルス感染が大量死の原因であると推定されるとの報告が出され、その直後に病原体が DNA ウイルスであることが示された（井上ら，1994；桃山ら，1994；中野ら，1994）。一方赤変病については、大量死が発生した当初は、その原因として、ヘテロカプサによる赤潮、ウイルスあるいは濾過性病原体の感染、パーキンサス属原虫の寄生、魚類寄生虫駆除剤として用いられていたホルマリンの影響、餌不足、密殖による環境悪化等、様々なものが挙げられおり（室賀ら，1999）、感染症であるとのプレスリリースが水産庁から出されたのは初めて発生が確認された 1994 年から 4 年後の 1998 年であった。

真珠養殖では真珠核を挿入するための真珠母貝（アコヤガイ）の生産と真珠の生産を行う業者が異なっていることが一般的である。赤変病が最初に発生した愛媛県は、発生当時の 1994 年には全国真珠母貝生産量の約 7 割を占めており、そこから各地の真珠生

産業者に母貝が運搬されていた。感染症であることの証明が遅れたことにより蔓延防止策がとられないまま、赤変病は愛媛県の母貝の移動に伴い全国に広がったことが急速な蔓延の要因となった。病原体については、濾過性病原体であることは示されているが(森実ら, 2002)、未だその特定には至っていない。

クルマエビではPAV発生以前の1990年頃からビブリオ病の被害が目立つようになり、生産量の大幅な減少がみられた。この生産量低下に伴い1990年からクルマエビの養殖状況についてアンケートや調査を実施し、その結果について養殖業者に対する報告会が行われていた(添付資料1-23, 1-24, 1-25, 1-26)。そのため、県担当者と養殖業者間のネットワークができており、原因究明研究や緊急対策に大きく役立った。

一方アコヤガイでは、その養殖の歴史は100年以上と長い(水産庁, 1998b)、主な疾病としては多毛類 *Polydora* および吸虫のセルカリアの寄生によるもののみであり(永井, 2008)、深刻な細菌病およびウイルス病は発生していなかった。感染症に対する認識が県担当者と養殖業者の両方に弱く、また養殖業者からの情報は県の担当者に迅速に届いていなかった。そのため、感染症を前提とした対応が遅れた。

疾病発生後の対策については、赤変病はその要因の特定がなされていなかったことから防疫対策がとられなかったばかりか、後に病原体の媒介物であることが判明した中国産アコヤガイを、死亡率が低く耐性があるとして、赤変病が発生した1994年以降大量に輸入していた(森実, 2005)。PAVでは、発生直後に中国産のクルマエビが大量死の原因であると考えられたために、県からの指導により熊本県車海老養殖漁業協同組合は、国外産クルマエビの導入禁止という防疫措置をとった。また県はクルマエビ養殖業者を対象とした説明会を開き、死エビの焼却や養殖池の消毒、飼育環境の管理による発病予防の重要性を説明した。(中野, 2005)。

天然個体への影響については、漁獲時期や雌雄、検査部位ごとに割合は異なっているものの、九州、四国および本州中部の沿岸海域で漁獲されたクルマエビでPCR検査によりPAV陽性が確認された(Maeda et al. 1998; 虫明ら, 1998; 岡本・鈴木, 1999)。また、近隣の養殖場および種苗生産場でPAVが発生した時期には天然のクルマエビのPRDV保有率が43%と非常に高くなっていたことが報告された(田中・吉川, 2000)。クルマエビ養殖場が近くにない天然海域で漁獲されたヨシエビ、クマエビ、アカエビ、トラエビ、サルエビでもPCR陽性となり、汚染地域が拡大していることが示唆された(福澄・筑紫, 2003)。赤変病については、本病が一度も確認されていない地域の本疾病に感受性が高いと考えられる健常なアコヤガイおよび後述のような選抜育種のアコヤガイを赤変病が発生している4海域に垂下し、赤変病の発生および死亡を調査したところ、いずれの海域でも感受性の高いアコヤガイは選抜貝よりも赤変を伴う死亡率が有意に高

くなり、最も高い地点では 98%に達したことから、養殖海域には依然として病原性の高い病原体が存在していることが示された（小田原ら，2011）。

第 3 節 日本から海外に広がった疾病

方法

「魚介類の感染症・寄生虫病」に記載されている疾病のうち、日本あるいは極東から海外に持ち込まれた可能性の高い疾病を抽出し、それらについて論文等の文献をもとに侵入時の状況を記述した。

結果

MSX 病、ヨーロッパウナギの鰓線虫症、ウナギのシュードダクチロギルス症は日本あるいは極東から海外に持ち込まれた可能性が高いと考えられている。

MSX 病

1957 年、米国のデラウェア湾でアメリカガキ (*Crassostrea virginica*) の大量死が発生し、その要因は新種の疾病、MXS 病 (病原体: *Haplosporidium nelsoni*) であることが報告された (Ford & Haskin, 1982)。また、1959 年にはチェサピーキ湾でも本疾病によるアメリカガキの大量死が報告された (Andrews, 1966)。これらの湾の塩分の高い場所では、発生から 2 年間のうちに死亡率は 90% 以上にも達した。また現在は、米国東岸のメイン州からフロリダ州にかけて広く分布しており、アメリカガキに高い死亡率をもたらしている (Burrison et al., 2000)。

本疾病は、1957 年から突然アメリカガキに大量死を引き起こしたことから、侵入疾病であることが疑われた。1971 年から 1975 年に韓国で採取されたマガキにハプロスポリディウム属の原虫が観察された (Kern, 1976)。また日本でも、1989 年および 1990 年に宮城県からカリフォルニア州に輸入されたマガキの稚貝および成貝にハプロスポリディウム属の原虫が観察された (Friedman et al., 1991)。これらのことから、極東から侵入した可能性が高いと考えられた。診断法の開発に伴い、日本、韓国、カリフォルニア州のマガキに見られた原虫はいずれも *H. nelsoni* であることが確認された。また、1900 年頃から 1980 年代にかけて、日本からのカリフォルニア州にマガキの稚貝が輸出されていたことから、それに伴い本疾病が侵入したことが示唆された (Burrison et al., 2000)。カリフォルニア州からその後何らかの経路で米国東岸へ移ったと考えられている (良永, 2005)。

また、日本のマガキでは、調査された稚貝 100 個対中 2 個体のみに、*H. nelsoni* の寄生が確認された (Kamaishi & Yoshinaga, 2002)。マガキに対しては感染率が低く病害性を示していなかったことから、マガキからアメリカガキに宿主転換を起こし、アメリカガキは感受性が高かったために強い病害性を示したと考えられる。

ウナギの鰥線虫症

ニホンウナギには古くから線虫 *Anguillicoloides crassus* の寄生が報告されており、天然および養殖のどちらにもしばしば観察されるものであった。ニホンウナギへの寄生率は低くはないが、産業的な被害はほとんど報告されていなかった。一方、1970 年代に日本に移入されたヨーロッパウナギでは、養殖場での本虫の寄生率が 100% に達することもあり、またニホンウナギと比較すると感染強度も高く、成長の阻害や死亡を引き起こすことが報告された（広瀬ら，1976）。本来の宿主であるニホンウナギには病害性が低いが、日本国内に移入されてヨーロッパウナギに宿主転換し、ヨーロッパウナギには高い病原性を示したと考えられた。

1982 年に、ヨーロッパでは初めてドイツのヨーロッパウナギに感染が確認された（Peters & Hartmann, 1986）。1986 年から 1987 年にかけての調査から、ドイツ北部広い範囲で天然のヨーロッパウナギが *A. crassus* の寄生を受けていることが確認された。1987 年には漁獲量の減少が漁業者から報告され、日本から *A. crassus* が持ち込まれた可能性が高いと考えられた（Taraschewski et al., 1987）。一方、1980 年に台湾からドイツに生きたウナギが輸入されていたことから、本疾病は台湾からヨーロッパに持ち込まれたとの記述もある（Koops & Hartmann, 1989）。

ドイツで初めて発生が確認された後、本疾病の発生域は急速に拡大し、ヨーロッパ全域の天然および養殖のヨーロッパウナギで報告されるようになり、ヨーロッパウナギの資源量減少の一因ではないかと考えられている（Kirk, 2003）。

ウナギのシュードダクチロギルス症

1969年から1973年にかけて、毎年大量のヨーロッパウナギの稚魚がヨーロッパ諸国から輸入され、日本の池で養殖されていた。このヨーロッパウナギはシュードダクチロギルスに対する感受性がニホンウナギよりも非常に高く、時には1個体の鰓に数千のシュードダクチロギルスが寄生しているのが確認された。日本で養殖されていたヨーロッパウナギに寄生するシュードダクチロギルスは数種おり、*Pseudodactylogyrus anguillae*、*P. bini*、*P. microrchis*等が報告されている (Ogawa & Egusa 1976)。

*P. bini*は、1929年に日本のニホンウナギの鰓に寄生していたことが報告されており、また中国およびオーストラリアでも *P. anguillae* および *P. bini* が報告されていた。このことから、*P. anguillae* および *P. bini* はこれらの地域がもともとの分布域であると考えられている。一方ヨーロッパでは、1977年に初めて寄生が報告された。ヨーロッパでの初発は旧ソ連であり、日本からのニホンウナギの輸入に伴い持ち込まれたと考えられている。その後フランス、イタリア、デンマーク等のヨーロッパ諸国の天然および養殖のヨーロッパウナギに寄生が報告された (Buchmann et al. 1987)。1990年代に入ると北米の天然のアメリカウナギでも感染が報告され、これについても由来は不明であるがウナギの輸入に伴い侵入したと考えられている (Cone & Marcogliese, 1995; Hayward et al. 2001)。

第 4 節 水産動物の輸入防疫制度の現状

方法

植物防疫、陸生動物防疫、水生動物防疫のそれぞれについて、輸出入防疫に関する初めての法令、検疫が開始された年、現在の検疫対象物および検疫対象疾病、輸入禁止物、現在の輸出入防疫に関する法令および国際基準を、「植物防疫の半世紀」（植物防疫事業五十周年記念会，2000）、農林水産省ホームページ、植物防疫所ホームページ、動物検疫所ホームページおよび水産白書をもとに記述し、各項目において比較を行った。

結果

輸出入防疫に関する法令については、水産動物では 1996 年に水産資源保護法の一部が改正されたのが始まりであったが、植物および陸生動物では 1900 年前後と約 100 年前に初めて制定されていた。水産防疫に関する法令の歴史は植物および陸生動物と比較するとかなり浅い。

水産動物では国際獣疫事務局（OIE）が 1995 年 5 月に水産動物の輸入防疫制度を設けるように勧告したこと、そして 1994 年に発効された海洋法に関する国際連合条約を日本では 1996 年に発効するにあたり生物資源を含む海洋環境の保護と保全に必要な措置をとることが求められたことから、水産資源保護法の一部を改正するに至った（水産庁，1997）。一方植物防疫に関しては、明治時代以降に海外からの貨物に紛れて侵入した病害虫が日本の農作物に大きな被害をもたらしたことから 1914 年に法令が制定され、検疫が開始された。陸生動物の防疫についても 1871 年にシベリア地方で流行していた牛疫の侵入を防ぐために法令が制定され検疫が開始された（農林水産省，2011）。

検疫の対象物は、植物では植物防疫法、陸生動物では家畜伝染病予防法、狂犬病予防法および感染症の予防及び感染症の患者に対する医療に関する法律、水産動物では水産資源保護法により定められている。植物および陸生動物では主要な生産物がすべて対象となっているのに対し、水産動物ではコイ科魚、サケ科魚、クルマエビ属のエビ類のみが対象となっている。輸入および国内防疫の対象となっている水産動物の年間養殖生産額（2008 年）は 243 億円であり、年間養殖総生産額 4790 億円の約 5% である。養殖生産額の高いブリ類（1160 億円）、マダイ（496 億円）、ホタテガイ（318 億円）やカキ類（309 億円）は対象となっていない（2008 年度漁業・養殖業生産統計年報）。

植物では検疫の対象となっている病害虫は、検疫有害動植物 724 種および暫定検疫有害動植物である。また、陸生動物では検疫の対象となっている疾病は家畜については、監視伝染病 99 種（家畜伝染病 28 種、届出伝染病 71 種）犬、猫、あらいぐま、きつね、

スカンクについては狂犬病、サルについてはエボラ出血熱とマールブルグ病である。水生動物については輸入防疫対象疾病 11 種である。植物については、被害を及ぼす可能性が明らかでない有害動植物を暫定検疫有害植物として検疫の対象とし、科学的・経済的根拠に基づいた病虫害リスク分析を継続的に行い、検疫有害動植物または非検疫有害動植物に分類している。

植物および陸生動物については、特に侵入後の被害が懸念される疾病については輸入禁止の措置が定められているのに対し、水産動物では輸入禁止の措置は定められていない（表 1-2）。

水産動物の輸入防疫制度については、その歴史が非常に浅いことがまず特徴として挙げられる。100 年以上にわたる植物および陸生動物の輸入防疫と比較し 20 年にも満たない水産動物の防疫では疾病およびその対策に関する知識の蓄積が少ないことは明らかである。また、植物および陸生動物ではその必要性から輸出入防疫が始まった。一方、水産動物では、防疫の必要性が着目されるようになったものの、防疫措置は長くとられていなかった。このような状況下で、水産動物では国際獣疫事務局（OIE）が 1995 年 5 月に水産動物の輸入防疫制度を設けるように勧告したこと、また 1996 年に海洋法に関する国際連合条約（国連海洋法条約）を日本で発効し、この条約では沿岸国に対して外来種又は新種の導入が生物種を含む海洋環境に重大かつ有害な変更をもたらすことを防止するよう義務づけられていたことが契機となり、輸入防疫制度が設けられたという経緯がある（飯田，2005）。そのため、植物のように全てを検疫の対象としていたものを徐々にリスク分析を行い有害でないものを除外するという方法をとることができず、国際基準である OIE のリスト疾病でありかつ国内防疫措置がとられているもののみ輸入防疫措置の実施が可能であるとされている（木島，2014）。その結果、現在日本の重要な養殖種が輸入防疫の対象となっていないという事態が起こっている。

また日本に侵入した場合に危険な疾病が海外に存在していながら、これらが輸入防疫の対象となっていないということも大きな問題である。ヨーロッパ、オーストラリアおよびニュージーランドで発生しているマガキのカキヘルペスウイルス 1 型変異株感染症やカナダで発生しているホタテガイのパーキンサス・クグアディによる感染症がその例として挙げられる（Blackbourn et al. 1998, Bower et al 1998, Bower et al 1999; Segarra et al., 2010; Final report OsHV-1 μ Var ‘International OsHV-1 μ Var workshop’; Dundon et al., 2011; Martenot et al., 2012; Peeler et al., 2012; Roque et al., 2012）。

水産動物は養殖対象種が多様であり、国および地域によっても異なる。従って、それぞれの国特有の養殖種に対して危険な疾病の侵入を防ぐためには、それぞれの国が独自

に調査を行い、基準を設けることが必要となる。SPS 協定の中でも、国際基準、指針又は勧告がある場合にはこれに従うとしており、これらが無い場合には独自の科学的調査に基づき輸入防疫対策を講じることができると考えられる。しかし、日本では現在国際基準となっている OIE の水生動物規約のリスト疾病以外の疾病について、独自の輸入リスク分析がされていないことが農林水産省への聞き取りから明らかとなった。

第 5 節 考察

1960 年代から現在までに 20 種を超える魚介類の疾病が日本に持ち込まれた。これは、侵入した疾病のうちその症状が顕在化したものの数を示しているため、実際にはこれよりもかなり多くの疾病が持ち込まれていると考えられる。また、2000 年以降にも少なくとも 4 疾病が侵入したことが確認されており近年も疾病の侵入は継続して発生している。

1970 年代頃までは、疾病の侵入元はヨーロッパや北米が中心だったのに対し、1980 年頃からアジア諸国が増加している。この理由としては、アジアでの水産業の発展に伴い様々な魚種が養殖されるようになり安価な種苗の供給源となったことが考えられる。また、アジアの中でも中国からの侵入が多いことは、1972 年の日中国交正常化や 1980 年代に進んだ経済開放政策により中国からの輸入が増加したことも要因として考えられる。

媒介物は、今回リストに挙げた疾病についてはそのほとんどが養殖用に持ち込まれた卵または種苗である。食用の生きた水産物も輸入されているが、これらが媒介物となった例は報告されていない。このことから、養殖用の卵や種苗のように直接天然水域に導入する場合と、食用として輸入され基本的には天然水域に導入しない場合とでは明らかに疾病を媒介するリスクが異なることがわかる。つまり、生きた水産動物を持ち込む際にそれが養殖用であるのか食用であるのかにより、疾病の侵入に関する異なったリスク評価をすることが求められると考えられる。

栽栽培用の苗、穂木、いも類、球根などの種苗は、輸入時の検査だけでは発見が困難なウイルス病などに汚染されている可能性があり、また国内のは場（畑、果樹園など）に直接植え付けられ長期間栽培されることから病害の侵入の危険性がより一層高まるため、わが国にとって特に重要な栽培種の種苗については、日本への輸入に際し、他の植物類から隔離されたは場で一定期間隔離栽培されている（植物防疫所：<http://www.maff.go.jp/pps/j/introduction/import/isyubyou/>, 2013 年 12 月 1 日, 添付資料 1-43)。この考え方は、水生動物にも応用できるものであり、水生動物の防疫制度を見直すにあたり新たに対象種を加える場合には、同じ生きた水生動物であっても養殖用と食用では分けて考えることが必要となってくるであろう。

今回リストに挙げた侵入疾病のうち、養殖用の生体以外により媒介された疾病として宇治川のオイカワ、コウライモロコのメタセルカリア症が挙げられる。輸入シジミに混入していたカワヒバリガイが媒介物であると考えられており、カワヒバリガイはこの疾病の第一中間宿主である。吸虫、粘液胞子虫、条虫、線虫では生活環の中に中間宿主が

存在していることから、このメタセルカリア症のように中間宿主が疾病を媒介することも懸念される。これらを考えると、侵入が危惧される病原体の中間宿主の有無は防疫措置を考える上で重要であろう。それと同時に、生物の移入が中間宿主の移入につながる可能性も考慮する必要がある。

また近年、媒介物が不明の侵入疾病が増加している傾向にある。これは、非常に危険なことであり従来の養殖用の種苗ではない経路からの侵入も考えられる。日本には観賞用の水生動物も多く輸入されており、直接天然水域に入れない点では養殖用よりも疾病を媒介するリスクは少ないはずであるが、その管理方法によっては排水などにより天然水域への病原体の拡散の可能性がある。アジア諸国での事例ではあるが、鑑賞用に輸入されたエビ類がタウラ症候群、PAV、イエローヘッド病、伝染性皮下造血器壊死症に感染していたことが報告されている（OIE Regional Representation for Asia and the Pacific:

<http://www.rr-asia.oie.int/activities/regional-programme/aquatic-animal-health/qaad-reports/>, Quarterly Aquatic Animal Disease Report, 2013 年 12 月 25 日)。今後は、観賞用も含めた海外からの生きた水生動物の持ち込みおよび管理の実態を把握していくことが必要となるだろう。

侵入疾病により影響を受けた主な魚種については、1970 年代頃まではサケ科魚類およびウナギ類のみであったのに対して 1980 年頃から急速に多様化している。この要因としてはまず、輸入される種苗の魚種が増えたこと、そして *N. girellae* によるハダムシ症のように宿主特異性の低い疾病が侵入したことが考えられる。また、1990 年代中頃からは、クルマエビやアコヤガイ等、無脊椎動物の疾病の侵入も見られるようになり近年ではマボヤやクロアワビがこの例として挙げられる。無脊椎動物は脊椎動物とは違い獲得免疫を持たないことから疾病侵入後の対策としてワクチンの開発は難しく、また無脊椎動物の中でも貝類のように濾過食性のものには投薬が非常に困難である。従って、一旦疾病が侵入してしまうと脊椎動物以上にその対処は難しいため、無脊椎動物の疾病の侵入には特に注意が必要である。

水産動物は養殖対象となっている種が多いことから、病原体が侵入先で本来の宿主ではない近縁の別種等に感染し強い病害性を示す宿主転換が起こり、大きな被害を引き起こすことがある。宿主転換の有名な例として海外の事例ではあるが、ノルウェーのタイセイヨウサケのギロダクチルス症がある。このギロダクチルス症を引き起こした *Gyrodactylus salaris* は元々スウェーデンやフィンランドといったバルト海沿岸のサケ科魚類にあまり病害性を示さずに寄生していた。それが、1970 年代にバルト海沿岸の種苗をノルウェーに移動させたことにより、*G. salaris* はノルウェーに侵入し、耐

性を持っていなかったノルウェーのタイセイヨウサケに強い病害性を示した。これによるタイセイヨウサケの大量死が生じ、さらには天然資源が減少したとされている (Johnsen & Jensen, 1991)。今回リストに掲載した日本に侵入した疾病の中で、宿主転換を起こしたと考えられるものはウナギの赤点病、*N. girellae* によるハダムシ症、アコヤガイの赤変病、ヒラメの *N. hirame* によるエラムシ症およびエドワジェラ・イクタルリ感染症である。また日本から海外に持ち込まれた疾病のうち今回記述した、MSX 病、ヨーロッパウナギの鰻線虫症、ウナギのシュードダクチロギルス症のいずれも宿主転換を起こしている。このように、宿主転換により侵入後に強い病害性を示した病原体は多い。

しかし、この宿主転換を事前に予測するためには、輸入元の国または地域に宿主転換が危惧される種を持ち込み、飼育実験を行う必要があるため非常に困難であることがわかる。例外的に侵入以前に宿主転換を起こすことが明らかとなっていた例として、ヨーロッパウナギの鰻線虫症、ウナギのシュードダクチロギルス症が挙げられる。いずれも、ヨーロッパでの発生以前に日本にヨーロッパウナギが持ち込まれ、これらの疾病が起きたため事前に日本からの侵入の危険性が示されていた。また、カナダ西岸におけるホタテガイのパーキンサス症も宿主転換が起きることが事前にわかった例である。この疾病は、1983 年にカナダの水産会社が日本のホタテガイ (*Mizuhopecten yessoensis*) 種苗を輸入し養殖したところ 60%を超える死亡が発生し、その後の研究により原因が *Perkinsus qugwadi* の寄生であることが確認された。*P. qugwadi* はおそらく元々はカナダ西海岸の二枚貝に寄生していたが、ホタテガイという新たな宿主に出会い強い病害性を示したと考えられている。またこの疾病は 2011 年の調査により、依然としてカナダで発生していることが確認されている (伊藤, 2013)。このように、数例ではあるが、侵入以前に宿主転換を引き起こすことが確認されることもあり、この場合には対策を講じることができる。ホタテガイは日本においては重要な漁獲種および養殖種であることから、事前にわかっているこの疾病を水産資源保護法の特定疾病とし法令による防疫措置をとるべきである。しかし、法的な輸入防疫措置をとるためには国際基準である OIE リスト疾病であることを必要条件としているため (木島, 2014)、リスト疾病ではないホタテのパーキンサス症を水産資源保護法の特定疾病とすることはないと考えられる。OIE リスト疾病の宿主は、世界で広く漁獲または養殖されている種が対象となっているため一部の地域や国でのみ重要な漁獲および養殖対象種の疾病は網羅されていないことから、今後ホタテのパーキンサス症が OIE リスト疾病になる可能性は極めて低いだろう。つまり、この疾病に関しては法令による防疫対策は期待できないということであり、都道府県または漁業関係者自身による防疫対策が必要となると考えられる。

疾病の侵入後に有効な予防法または治療法が開発された例はいくつかあり、代表的なものとしてはマダイのイリドウイルス病に対するワクチンが挙げられる。この他にも、予防法としてはサケ科魚類の卵消毒やウナギの加温飼育、治療法としてはギンザケの冷水病に対する薬剤の投与、ハダムシ症の対する淡水浴や薬剤浴がある。しかし、このような有効な対処法が見つかったものは侵入した疾病のうちの一部であり、多くの疾病は有効な対処法がない状態で蔓延している。また一端蔓延した疾病を根絶することは、天然水域においては非常に困難であることから、有効な予防および治療があった場合でも飼育環境が天然水域である場合には、このような予防及び治療を将来的にも続けて行かなければならず、経済的な負担は半永久的に残ってしまう。

天然資源への影響が顕著に示されているのは、*N. hirame* によるヒラメのエラムシ症である。北海道を除く全ての海域のヒラメに貧血症状がみられ、その 90% に *N. hirame* が感染していた。鳥取県では *N. hirame* の寄生により放流種苗の生残率の低下が懸念されたことから 2002 年以降ヒラメの種苗生産事業が中止された（小川，2005）。天然資源量の変動には多くの要因があるため、資源量の減少と疾病の関係性を証明することは多くの場合困難ではあるが、天然個体にも病原体の存在が確認されている場合には何らかの悪影響をもたらしていることは明らかである。

また、天然個体に存在する病原体を完全に排除することは不可能であり、その海域において養殖を行う場合には常に疾病発生の危険性を伴う。マボヤの被囊軟化症がこれを示す良い例である。東日本大震災によりホヤ養殖の中心であった牡鹿半島以北の鮫浦湾から気仙沼湾にかけての地域が被災し、石巻、気仙沼・南三陸地域の養殖ホヤが全滅したが（出村，2013）、2012 年の調査により病原体が天然ホヤに残存していたことが確認されたことから（熊谷，2013）、マボヤの養殖が復興している今、再度感染が発生することが危惧されいる。また、エドワジエラ・イクタルリ症については、琵琶湖の固有種であるビワコオオナマズの死亡魚からも本菌が分離されており（竹上，2009）、侵入疾病は水産資源の減少のみならず生態系への悪影響も引き起こすことが示されている。

侵入以前の情報の有無については、1980 年代までに侵入した疾病についてはそのほとんどで侵入以前に侵入元となった国での発生が報告されており、情報が得られたものがほとんどであった。これは、1980 年代までの侵入疾病のほとんどが北米またはヨーロッパから侵入したものであり、この地域では調査および研究が行われていたためと考えられる。一方 1990 年代に入ると侵入以前の情報があつた疾病はほとんどない。これらの疾病の由来は多くがアジアであったことから研究体制が整っておらず、現地で疾病が発生していたとしても調査および報告されていなかったのではないかと考えられる。このように侵入以前に全く情報がない新興疾病が多かったため、侵入以前の防疫対策は

ほとんど取ることができなかった。2000 年代に入ると再び侵入以前にその存在が報告されていた疾病の侵入が増加しており、KHVD については法制度による防疫対策が、またマボヤの被囊軟化症については県レベルでの防疫対策がとられた。しかし残念ながらいずれの疾病も日本に侵入した。

侵入以前に防疫対策がとられたにも関わらず疾病が侵入した理由として、マボヤの被囊軟化症については、関係者の情報不足および認識の甘さ、県および漁業協同組合と一部養殖関係者の間に信頼関係が構築されていなかったこと、および法令による輸入防疫の対象ではなかったことが挙げられている。認識の甘さに関しては、ホヤには今まで疾病が発生したことがなかったことから、死亡の原因は環境要因ではないかと当初考えられていたことが指摘されている（熊谷，2013）。これは、アコヤガイの赤変病発生時の状況と酷似している。アコヤガイについても赤変病以前に深刻な死亡をもたらす感染症がなかったことから死亡の要因として疾病以外のものが台頭し、蔓延防止の妨げとなった。このような、疾病に関する認識不足を解消するためにも関係者に疾病の危険性がわかるよう情報提供を行うことが推奨される。また、マボヤは共販ではなく養殖技術も養殖業者が独自に開発していたため、県や漁業協同組合と一部養殖関係者の信頼関係が構築されていなかったことにより、養殖業者の動向を正確に把握することおよび海外産種苗の危険性を十分に指導することができなかったことが輸入防疫失敗の要因として挙げられている（熊谷，2013）。

これとは逆の事例としてクルマエビの PAV では疾病は侵入したが、PAV 以前にもビブリオ病が発生していたことにより県と養殖業者との連携がとれていたために発生後に比較的早く蔓延防止の対処ができた。これらのことから、人的なネットワークおよび信頼関係の構築が疾病の侵入および蔓延防止に非常に重要な役割を果たしていることがわかる。しかし、県、漁業協同組合、養殖関係者間でのネットワークが構築されているかは養殖種や地域によってもかなり差があると考えられ、マボヤのような状況の場合は大量死のような深刻な問題が発生しない限りは、積極的に働きかけを行わなければ関係を構築する機会を設けることは非常に難しいと考えられる。以上の様な良い例および悪い例を広く県、漁業協同組合に浸透させるよう、県および漁業協同組合に対し信頼関係の重要性を説明する機会を設け、ネットワーク構築のためには何をすべきか議論して行くことが必要であろう。

表 1-1 侵入疾病一覧

	侵入年	侵入元	媒介物	主な宿主	宿主 転換	侵入以 前の情 報	侵入以 前の情 報	有効な予 防・治療 法の開発	天然資 源への 影響
サケ科魚類の伝染性膝臓壊死症 (IPN)	1964	北米	卵	サケ科魚類	無	有	無	無	不明
サケ科魚類の伝染性造血器壊死症 (IHN)	1970	北米	卵	サケ科魚類	無	有	無	有 (卵消毒)	不明
ウナギの赤点病	1971	ヨーロッパ	種苗	ウナギ類	有	無	無	有 (加温飼育)	不明
ウナギのブランキオマイセス症	1972	ヨーロッパ	種苗	ウナギ類	無	有	無	無	不明
サケ科魚類の細菌性腎臓病 (BKD)	1973	北米	卵	サケ科魚類	無	有	無	無	不明
ウナギのデルモシスチジウム症	1978	ヨーロッパ	種苗	ウナギ類	無	有	無	無	不明
脳粘液胞子虫症	1978	韓国	種苗	スズキ、イシダイ、ブリ		無	無	無	不明
マダイのエピテリオシチス病	1984	香港	種苗	マダイ	無	有	無	無	不明
ギンザケの冷水病	1980 年代中頃	北米	卵	ギンザケ	無	有	無	有 (薬剤)	不明
ギンザケの赤血球封入体症候群 (EIBS)	1986	北米	卵	ギンザケ	無	有	無	無	不明
マダイイリドウイルス病	1990	香港	種苗	マダイ	無	無	無	有 (ワクチン)	不明
タイリクスズキの心臓ヘネガヤ症	1990	中国	種苗	タイリクスズキ	無	無	無	無	不明
ハダムシ症 (ネオベネデニア)	1991	中国	種苗	ヒラメ、カンパチ、トラフグ、ハタ類、シマアジ、マダイ	有	無	無	有 (淡水浴、薬剤浴)	不明
クルマエビの急性ウイルス血症 (WSD/PAV)	1993	中国	種苗	クルマエビ	無	無	無	無	有
アコヤガイの赤変病	1994	中国	母貝	アコヤガイ	有	無	無	有 (育種、水温管理)	有
ヒラメのエラムシ症 (ネオヘテロボツリウム)	1990 年代中頃	北米	不明	ヒラメ	有	無	無	無	有
ヒラメのウイルス性出血性敗血症 (VHS)	1996	不明	不明	ヒラメ	無	有	無	無	不明
宇治川のオイカワ、コイウライモロコ のメタセルカリア症	1999	アジア	混入物	コイ科魚	無	無	無	無	有
コイヘルペスウイルス病	2003	不明	不明	コイ	無	有	有	無	有
エドワジエラ・イクタルリ感染症	2007	不明	不明	アユ、ビワコ オオナマズ	有	有	無	無	有
マボヤの被囊軟化症	2007	韓国	種苗	マボヤ	無	有	有	無	有
キセノハリオチス感染症	2011	不明	不明	クロアワビ	無	有	無	無	不明

表 1-2 動植物および水産防疫の概要

	植物防疫	動物防疫	水産防疫
輸出入防疫に関する初めての法令	輸出入植物取締法 (1914 年制定)	太政官布告 (1871 年公布)	水産資源保護法 (1996 年改正)
検疫開始年	1914 年	1871 年	2007 年
検疫対象	病虫害が付着する可能性のある植物（家具や製茶のように高度に加工されたもの、瓶詰めされた乾燥香辛料や缶詰などで密閉されているものなど、植物検疫の対象となる植物の病虫害が付着するおそれがない植物又は、植物加工品等を除く）	・牛、豚、やぎ、ひつじ、馬、鶏、うずら、きじ、だちょう、ほろほろ鳥、七面鳥、あひる・がちょうなどのかも目の鳥類、うさぎ、みつばちなどの動物 ・それらの動物から作られる肉製品などの畜産物 ・犬、猫、あらいぐま、きつね、スカンク、サル	・こい ・きんぎょその他のふな属魚類、はくれん、こくれん、そうぎょ、あおうお ・さけ科魚類の発眼卵、さけ科魚類の稚魚 ・くるまえば属のえび類の稚えび
検疫対象疾病	検疫有害動植物 990 種 暫定的な検疫有害動植物	監視伝染病(家畜伝染病および届出伝染病)	輸入防疫対象疾病 11 種
輸入禁止物	1 植物防疫法施行規則別表二に掲げる地域から発送され、又は当該地域を経由した同表に掲げる植物 2 植物防疫法施行規則別表二の二に掲げる地域から発送され、又は当該地域を経由した同表に掲げる植物（同表に掲げる基準に適合しているものを除く。） 3 植物防疫法施行規則別表一の二に掲げる植物（同表に掲げる地域において栽培されたものを除く。） 4 植物検疫の対象となる生きた病虫害 5 土又は土の付着する植物 6 上記 1 から 5 に掲げる物の容器包装	監視伝染病のうちでも病性が激しく、伝播力が強い悪性の家畜伝染病に限定し(現在は、牛疫、口蹄疫及びアフリカ豚コレラの 3 疾病)、これら悪性の家畜伝染病の発生状況や発生地域での防疫措置の実施状況等の家畜衛生事情を総合的に判断した上で、地域を 3 区分（清浄地域、発生はないが家畜衛生上何らかの問題がある地域、汚染地域）し、輸入禁止の物を定めて(施行規則第 43 条) 輸入禁止を行う。	なし
輸出入防疫に関する現在の法令	植物防疫法（1950 年公布）	家畜伝染病予防法(1951 年制定) 狂犬病予防法（1950 年制定） 感染症の予防及び感染症の患者に対する医療に関する法律（1998 年制定）	水産資源保護法
国際基準	ISPM	OIE 陸生動物衛生規約	OIE 水生動物衛生規約

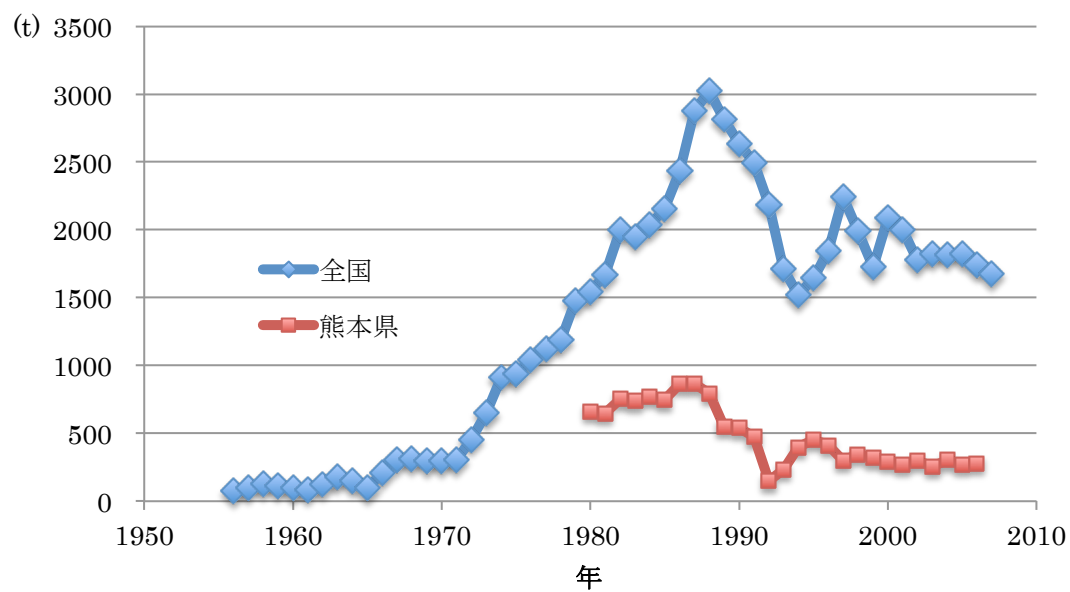


図1-1 クルマエビの養殖生産量

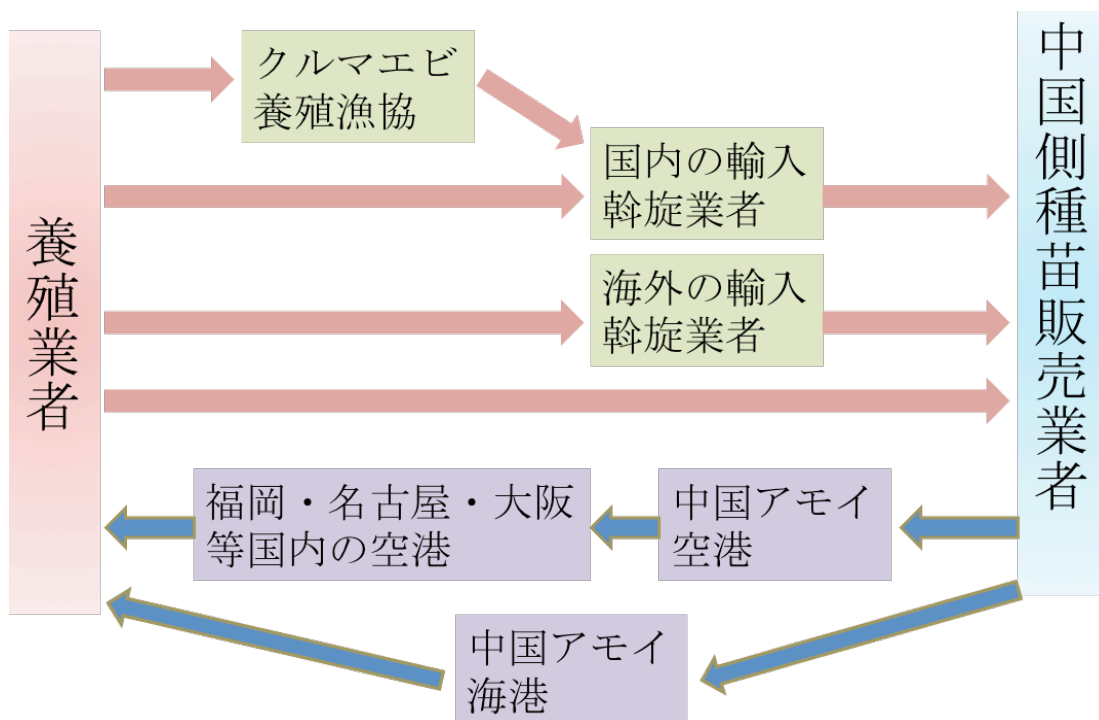


図1-2 1993年の中国産クルマエビ種苗の熊本県での入手ルート（赤矢印：発注、青矢印：発送）

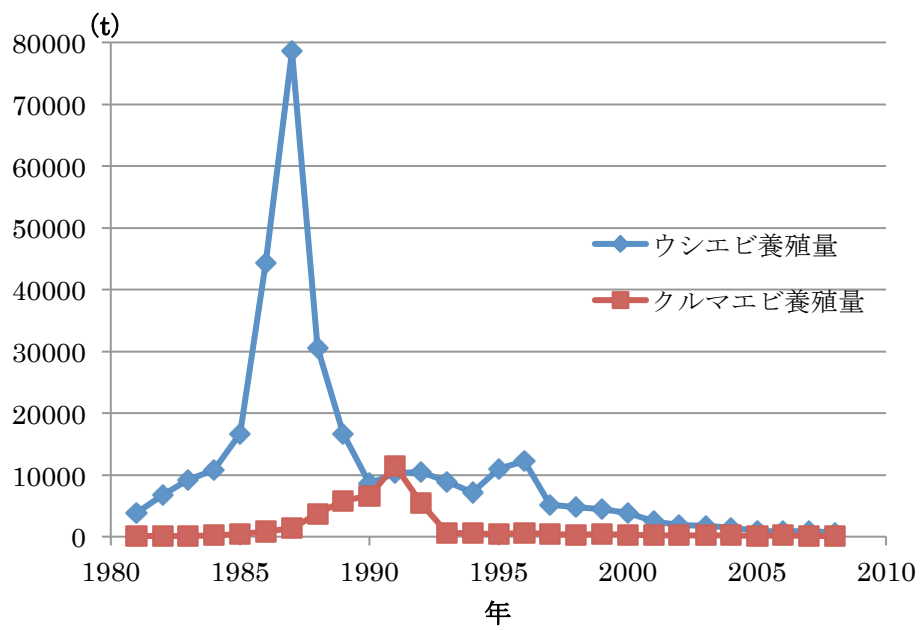


図1-3 台湾のウシエビ、クルマエビの養殖生産量 (Fish StatJ)

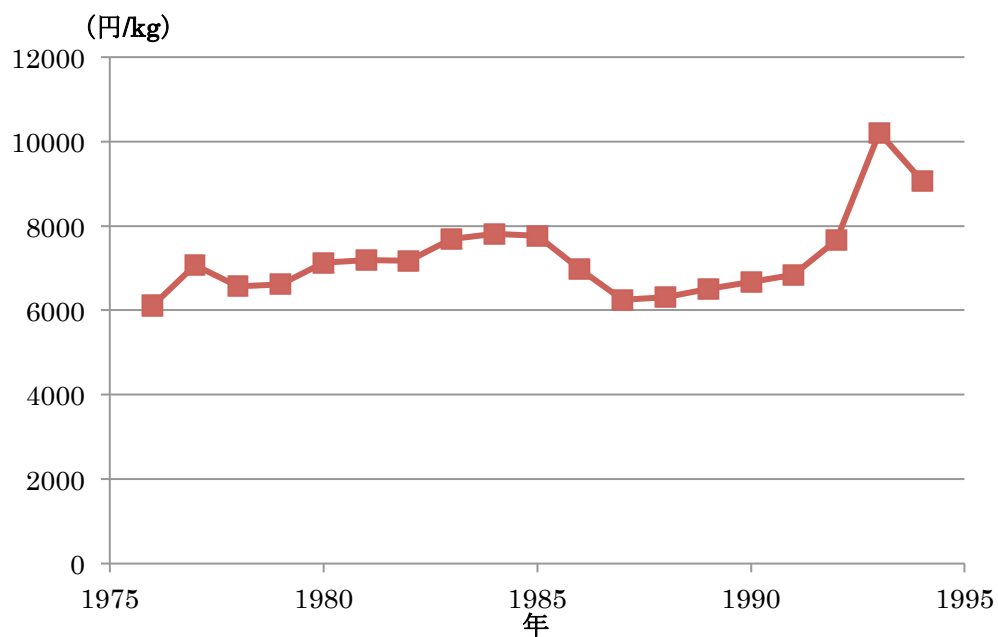


図1-4 日本のクルマエビ単価（漁業・養殖業生産統計）

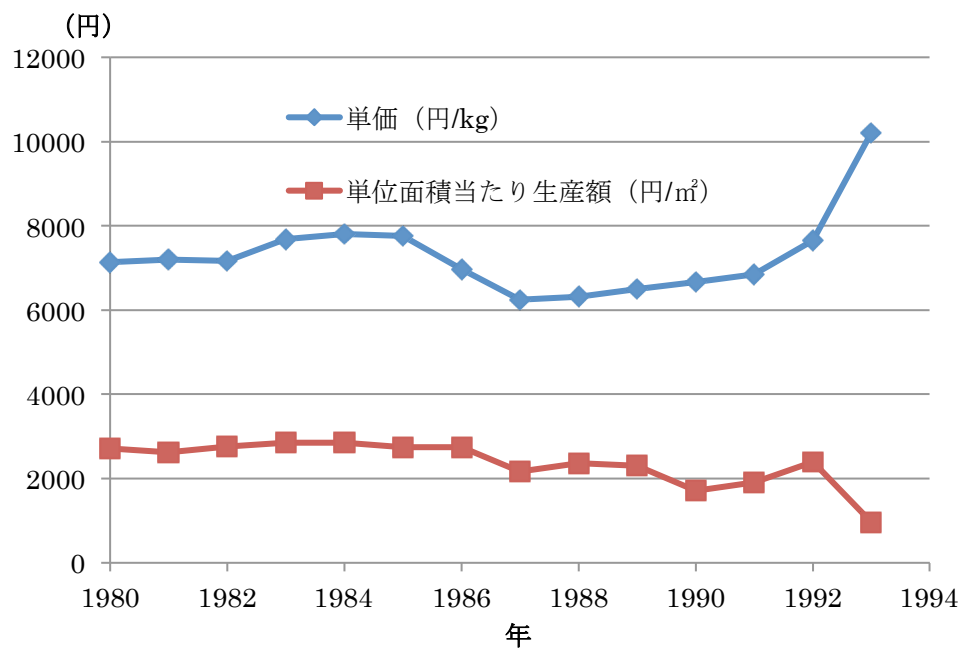


図1-5 熊本県のクルマエビの単価と単位養殖面積当たり生産額（漁業・養殖業生産統計）

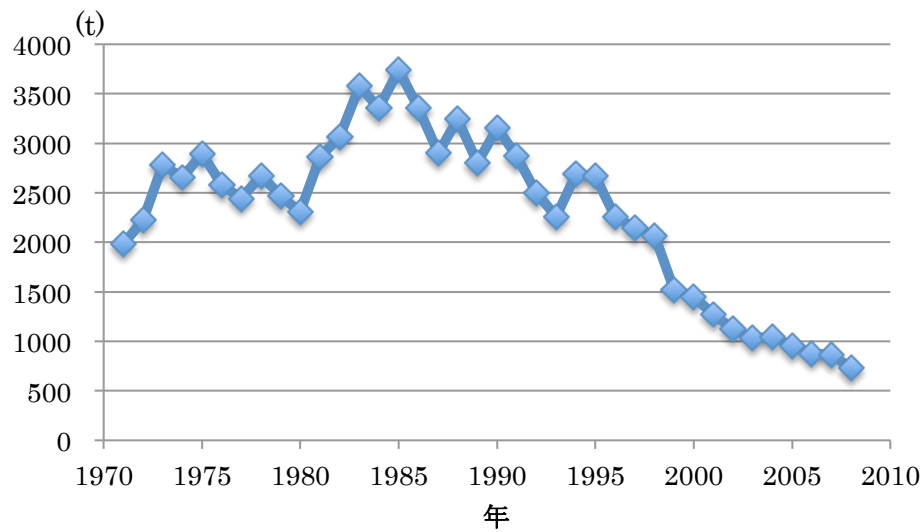


図1-6 全国のクルマエビ漁獲量（漁業・養殖業生産統計）

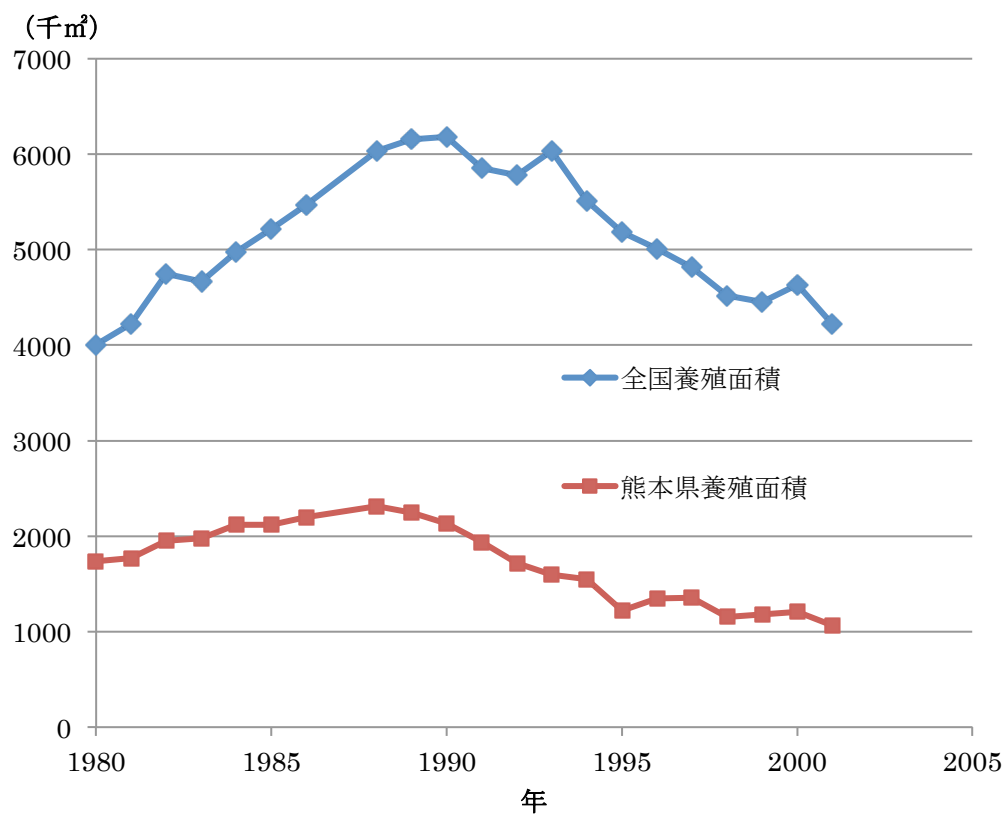


図1-7 クルマエビ養殖面積（漁業・養殖業生産統計）

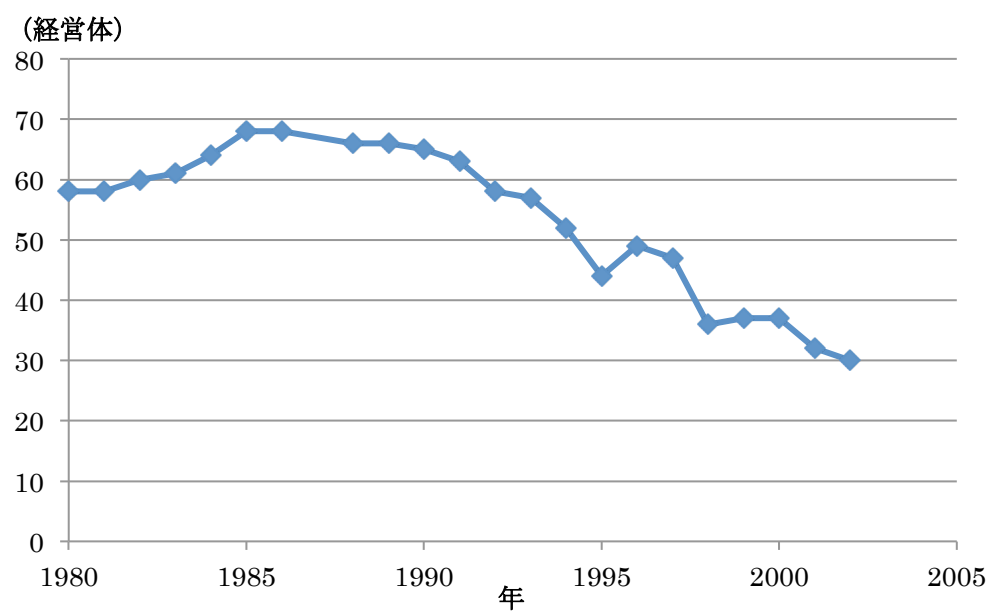


図1-8 熊本県クルマエビ養殖経営体数（漁業・養殖業生産統計）

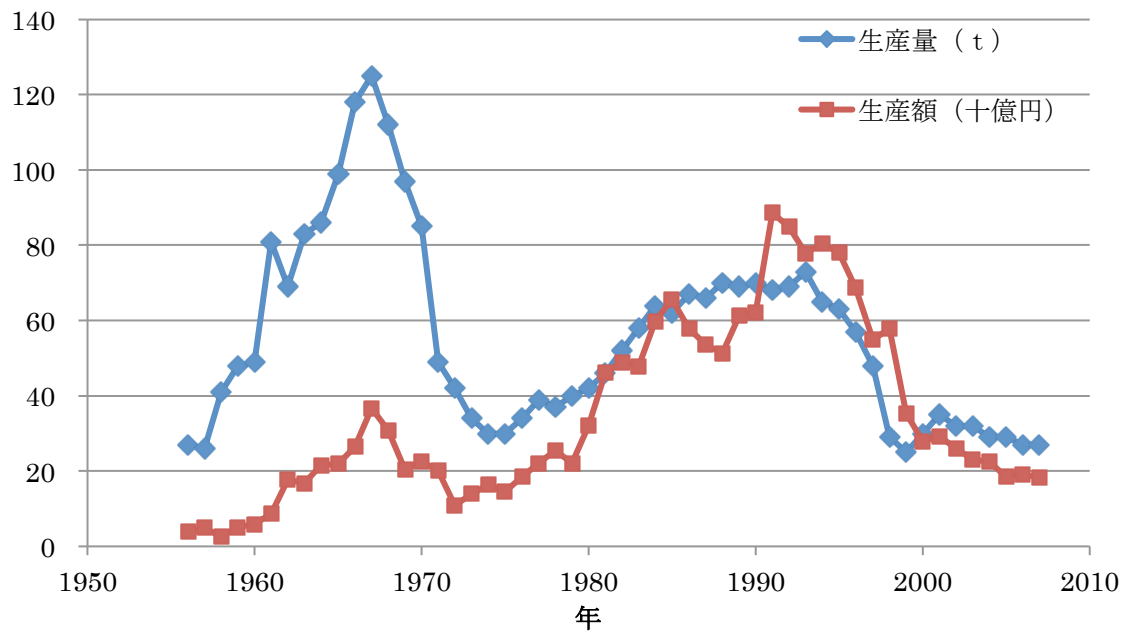


図 1-9 真珠生産量・生産額（漁業・養殖業生産統計）

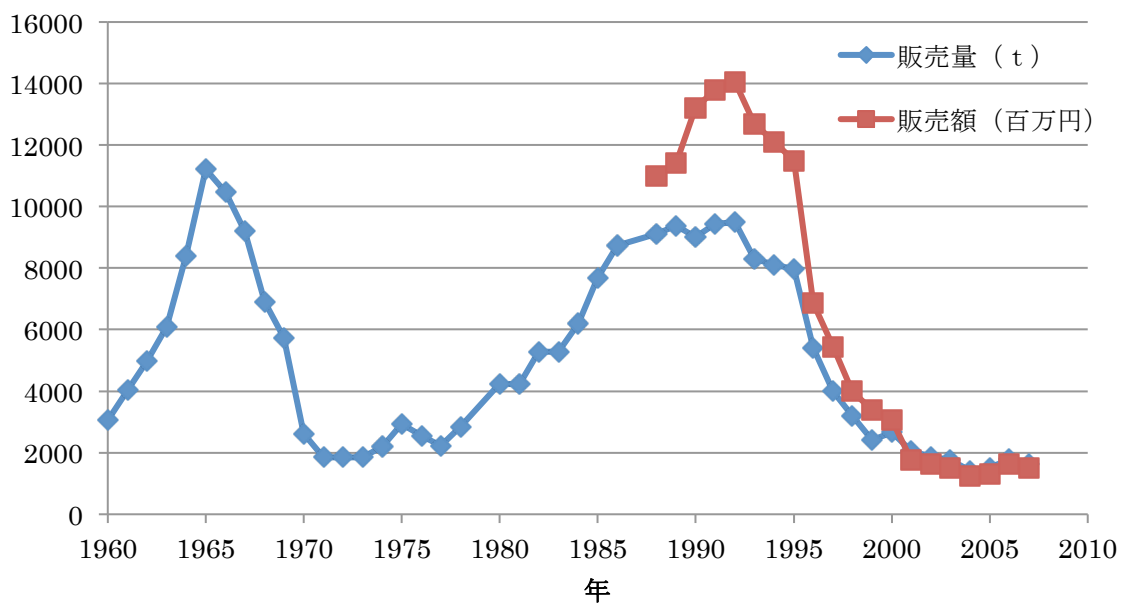


図 1-10 真珠母貝生産量・生産額（漁業・養殖業生産統計）

第2章 疾病情報の流通の現状-カキヘルペスウイルス1型変異株の情報流通を例として-

序

カキヘルペスウイルス1型変異株によるマガキ *Crassostrea gigas* の大量死は、2008年に初めてフランスで報告され、その後2009年にアイルランド、2010年にイギリス、オーストラリア、ニュージーランド、2011年にはオランダでもこの疾病によるマガキの死亡が報告された。死亡率は種苗を中心に100%に達することもあり、マガキの養殖に深刻な被害をもたらしている。感受性については、稚貝の方が成貝よりも高いとされている。また、死亡は確認されていないが、イタリア、スペインでもこのカキヘルペスウイルス1型変異株が存在することは確認されている。この疾病は養殖のマガキのみならず、天然のマガキにも感染が確認されている (Peeler et al., 2009; Segarra et al., 2010; Final report OsHV-1 μ Var ‘International OsHV-1 μ Var workshop’ ; Dundon et al., 2011; Martenot et al., 2012; Roque et al., 2012; OIE aquatic manual: <http://www.oie.int/international-standard-setting/aquatic-manual/> , 2013年12月10日)。

EUでは、2008年からのフランスおよびアイルランドでのマガキの大量死を受け、2010年に、カキヘルペスウイルス1型変異株による大量死を制御するための規則が制定された。この中で、カキヘルペスウイルス1型変異株の存在が確認された場合には封鎖区域を設定することや封鎖区域からの持ち出しを制限することが定められた (EU Commission Regulation No. 175/2010, No. 350/2011: <http://eur-lex.europa.eu/en/index.htm>, 2013年12月24日) (添付資料2-1)。

このように、カキヘルペスウイルス1型変異株の感染および汚染地域は拡大している。農林水産省は、この感染および汚染地域の拡大を受け、平成23年2月2日に各都道府県水産担当部署宛に「カキヘルペスウイルス (OsHV-1) 変異株に関する注意喚起について」という注意喚起文書を発信した。内容は、都道府県水産課からカキ養殖業者や関係者へのこの疾病に関する発生状況の周知、および都道府県による管理体制の強化を依頼するものであった (魚病学会: http://www.fish-pathology.com/news/doc/news_kaki.pdf, 2013年12月10日) (添付資料2-2)。

また、同年3月11日に発生した東日本大震災により、東北太平洋沿岸部のマガキの養殖は壊滅的被害を受けた。特に、養殖生産量の種苗販売量の80%程度を占める宮城県が壊滅的な被害を受けた。広島県のように用いる養殖種苗の大半が自家採苗である場合は、影響は小さいが、購入種苗を多く使用している地域では、種苗の供給が激減する

ことにより、国外からの輸入も含め、これまでとは異なるルートで種苗を導入することに伴うカキヘルペスウイルス 1 型変異株感染症を含む国内未発生の疾病の侵入が懸念された。そこで、平成 23 年 3 月 24 日、「養殖用種苗(特にカキ類)の移動に関する注意喚起について」という注意喚起文書が(添付資料 2-2)、同様に農林水産省から各都道府県水産担当部署宛に発信された。内容は、これまでとは異なるルートでの種苗導入を行う場合に来歴や飼育状況の確認を行うことおよび必要に応じて検査を行うことを、都道府県水産課から漁連、漁協、漁業者等の関係者に周知徹底することを依頼するものであった。

このように、文書による注意喚起は行われているが、このカキヘルペスウイルス 1 型変異株感染症は、法制度による輸入防疫の対象とはなっていない。しかしその年間養殖生産額は 309 億円と、年間養殖総生産額に占める割合は約 6%であり、重要な養殖種であり(平成 20 年度漁業・養殖業生産統計年報)、国内未発生の感染症によりカキ類が大量死した場合、カキの主要産地の地域経済に大きな打撃を与えることが危惧される。

カキヘルペスウイルス 1 型変異株感染症に対する防疫対策として公的に行われたことは、上記の 2 通の注意喚起文書の発信のみであるため、種苗を導入する養殖業者および関係者がそれらの疾病の情報を把握し、自らの判断により安全な種苗を選択することが求められる。養殖業者が自主的に防疫対策を行うためには、カキ類の感染症に関する知識や種苗導入に伴う未発生疾病の侵入のリスクを理解することが必要である。しかし、カキ養殖業者や関係者がカキヘルペスウイルス 1 型変異株感染症に関する情報をどの程度把握しているのか、またそもそも貝類に疾病があるという知識があるのかは全く調査されていない。また、これらの注意喚起文書の内容がどのような経路で周知されていたのかは不明である。加えて、病原体を持ち込む可能性が高いと考えられるカキ類種苗の海外からの輸入の実態についてもほとんど明らかとなっていない。

そこで、国内未侵入疾病に対するリスクコミュニケーションのあり方を考える重要な事例として、注意喚起文書による情報流通の現状を検証することを目的とし、聞き取り調査およびアンケート調査によって、上記の 2 通の注意喚起文書の内容の周知経路、カキ養殖業者のカキヘルペスウイルス 1 型変異株感染症を含む貝類等の疾病に関する知識の有無、およびカキ類の養殖用種苗の輸入の実態を調べた。また、農林水産省からの注意喚起を受け取り養殖関係者に発信する立場にある都道府県の魚病担当者に対し、カキヘルペスウイルス 1 型変異株感染症を含む貝類等の疾病に関する知識の有無を調査した。加えて、平成 24 年 3 月に農林水産省から都道府県魚病担当者に配布された養殖業者に向けた貝類の疾病に関する注意喚起のパンフレットについて、農林水産省はその配布状況を把握していなかったことから、各都道府県での配布状況を聞き取り調査した。

第 1 節 農林水産省からカキ養殖業者までの情報流通経路

方法

都道府県水産課を対象とした、2 通の注意喚起文書の周知状況に関する調査

47 都道府県水産課を対象とし、郵送アンケート調査を行った。調査期間は平成 23 年 7 月 12 日から平成 23 年 8 月 31 日とし、質問項目として、以下の項目を設定した(添付資料 2-3)。

1. 2 通の注意喚起文書の周知範囲および周知方法
2. 周知後、カキ類種苗の入手先や来歴、飼育状況の実態調査の有無
3. 2 通の注意喚起文書受信以前の、カキ類種苗の入手先の把握の有無
4. カキヘルペスウイルス 1 型変異株感染症等、カキ類の未発生の疾病に対して、注意喚起文書受信以前からとっていた対策の有無

漁業協同組合を対象とした 2 通の注意喚起文書のカキ養殖業者への周知に関する聞き取り調査

前述の都道府県水産課へのアンケート調査の結果、都道府県水産課からの主な発信先が漁業協同組合であることがわかった。このことから、上記と同様の 3 県の 13 漁業協同組合（宮城県：3 漁業協同組合、岡山県：5 漁業協同組合、広島県：5 漁業協同組合）の参事または組合長に対し、カキ養殖業者への注意喚起文書の周知状況について聞き取り調査を行った。調査は岡山県、宮城県、広島県それぞれ、平成 23 年 10 月、平成 23 年 11 月、平成 24 年 2 月に行った。

結果

都道府県水産課への郵送アンケート調査

今回の調査および平成 20 年度漁業・養殖業生産統計年報より、カキ類の養殖または種苗生産の実績があったのは、28 道府県であった。このうち、回答が得られたのは 19 県であった。

回答が得られた 19 県すべてにおいて注意喚起文書の発信が行われており、主な発信先は漁業協同組合、漁連、都道府県水産関連試験研究機関(水産試験場等)であった。特に、漁業協同組合については、全ての県において周知先となっていた。また、カキ養殖業者への直接の周知が行われた県も 3 県あったが、これらの県はいずれもカキ養殖生産量が少ない県であった。具体的には、1 県では試験的な養殖のみが行われており、もう 1 県では 4 経営体のみが養殖しており（2008 年漁業センサス）、また残りの 1 県でも生

産量が全国総生産量の 0.85%であった（平成 20 年度漁業・養殖業生産統計年報）。

注意喚起文書の発信後に、カキ類種苗の入手先、来歴および飼育状況の実態調査は、19 県中 9 県では全く行われていなかった。この調査が行われていなかった県の中には、カキ類の主要な生産県も含まれていた。実態調査が行われた 10 県については、漁業協同組合、漁連、カキ養殖業者のいずれかまたは複数に対して聞き取り調査を行い、種苗の来歴の確認が行われていた。このうち 1 県については、一部来歴不明の種苗が含まれていた。

農林水産省からの 2 通の注意喚起文書を受信する以前に、県内のカキ類養殖における種苗の入手先を、漁業協同組合や養殖業者への聞き取り調査等により、詳細に把握していたと回答した県は 11 県であった。また、入手先を大まかには把握していると回答した県が 5 県、一部の入手先のみ把握していたと回答した県が 1 県、全く把握していなかったと回答した県が 2 県であった。

2 通の注意喚起文書を受信する以前から、カキヘルペスウイルス 1 型変異株感染症等の未発生のカキ類の疾病に対策を講じていた県は、19 県中 4 県であった。具体的な対策内容としては、養殖業者に来歴の明白なものあるいは自家種苗を導入するよう指導することや、海外から種苗を導入しないよう指導することが挙げられた。また、宮城県からは、持続的養殖生産確保法に基づいて漁業者等が自ら策定した「漁場利用計画」の中に、外部から種苗を輸入する場合は水産研究機関等の公的機関と検討した上で導入の可否について決定することが記載されているという回答があった。

漁業協同組合への聞き取り調査

宮城県では、調査を行った 3 組合ともカキ部会（組合内のカキ生産者によって構成される部会）等の集会において、注意喚起文書の内容について口頭で説明を行ったことがわかった。またこのうち 1 組合については、集会時に資料の配布も行っていた。

岡山県では、調査を行った 5 組合のうち 3 組合では養殖業者への注意喚起文書の内容の周知は行われていなかった。1 組合については、別件で開催された会議の際に、口頭で周知が行われていた。また、残りの 1 組合については、カキ養殖業者によって組合内に形成されているカキ部会の部長および副部長に周知を行い、他のカキ養殖業者にも周知するよう依頼していた。

広島県では、調査を行った 5 組合のうち 2 組合ではカキ養殖業者への注意喚起文書の内容の周知は行われていなかった。3 組合では、FAX によりカキ養殖業者への周知が行われており、そのうち 1 組合では、会合時にも周知を行っていた。

農林水産省から発信された注意喚起文書は、都道府県水産担当部署および漁業協同組

合を経てカキ養殖業者へ周知された場合が多いことが判明したが、調査を行った 13 組合のうち 5 組合では周知が行われていなかった。周知が行われなかった理由として、参事らが海外の疾病は関係ないと判断したことや、そもそも貝類に疾病があるという認識がなかったことが挙げられた。

第 2 節 カキ養殖業者の貝類疾病に関する知識および養殖用種ガキの輸入の実態

方法

カキ養殖業者を対象とした、カキヘルペスウイルス 1 型変異株感染症およびその他の貝類等の疾病の知識に関する聞き取り調査

マガキの主要な生産県のうち 3 県の 14 漁業協同組合（宮城県：3 漁業協同組合、岡山県：5 漁業協同組合、広島県：6 漁業協同組合）に所属する、カキ養殖業者 27 名に対し、岡山県、宮城県、広島県それぞれ、平成 23 年 10 月、平成 23 年 11 月、平成 24 年 2 月に聞き取り調査を行った。質問項目として、以下の項目を設定した。

1. カキヘルペスウイルス 1 型変異株感染症に関する知識
2. 貝類のその他の疾病や疾病に起因する被害に関する知識
3. 海外からのカキ類種苗の購入の状況

貝類等のその他の疾病や疾病に起因する被害に関する項目は、具体的には、海外から日本に侵入し、大きな被害を与えた貝類の疾病として代表的なアコヤガイの赤変病(水産庁, 1998; 反町, 2000; アコヤガイの貝柱の赤色化と大量へい死に関する緊急調査研究実施報告書)、および米国やヨーロッパにおいて感染症によりカキ類の生産量が激減した事例である。米国の事例とは、パーキンサス症およびハブロスポリジウム症 (MSX 病) により 1954 年には 25 万 t 近くあった米国北東岸のアメリカガキ *Crassostrea virginica* の生産量が現在は約 1 万トンに減少している事例を指している(良永, 2005)。また、ヨーロッパの事例とは、マルテリア症およびボナミア症により、1961 年には 3 万トンあったヨーロッパヒラガキ *Ostrea edulis* の生産が 1980 年代以降は 2 千トン前後で推移していること、およびポルトガルガキ *Crassostrea angulata* が 1966 年に発生したウイルス性鰓病により、生産不可能となったことを指している (Buestel et al., 2009; FishStat Plus : <http://www.fao.org/fishery/statistics/software/fishstat/en> FAO, 2013 年 3 月 12 日)。

各項目について、具体的には以下の質問を行った。

1. カキヘルペスウイルス 1 型変異株という名前を聞いたことがあるか。
また、カキヘルペスウイルス 1 型変異株という名前を知っていた場合、これによる感染症の発生地域を知っているか。
2. ヨーロッパにおいて、1970 年頃から感染症によりカキ類の生産量が激減したことを知っているか。また米国において、1960 年頃から感染症によりカキ類の生産量が激減

したことを知っているか。1990 年代に日本のアコヤガイが感染症により大量死したことを知っているか。

3. 今までに海外からカキ類の種苗を購入したことがあるか。

カキ養殖業者を対象とした、カキヘルペスウイルス 1 型変異株感染症および貝類等のその他の疾病の知識に関する郵送アンケート調査

前述の聞き取り調査では調査数が少なかったため、上記と同様の 3 県のカキ養殖業を営むすべての経営体（1333 経営体：宮城県 862 経営体、岡山県 160 経営体、広島県 311 経営体）を対象とし、平成 24 年 4 月 9 日から平成 24 年 5 月 31 日に、アンケート調査を行った。質問票は漁業協同組合に送付し、郵送により回収した。質問項目は、聞き取り調査の項目をもとに、近年韓国から侵入し問題となっていたマボヤの被囊軟化症（熊谷, 2011）に関する知識の有無および種苗の購入の有無および成員の販売形態を加えた以下の項目とした（添付資料 2-4）。

1. ヨーロッパにおいて伝染病によりマガキが大量に死亡したこと（カキヘルペスウイルス 1 型変異株感染症の発生状況）に関する知識の有無
2. カキヘルペスウイルス 1 型変異株という名称に関する知識の有無
3. 1970 年頃から継続している、ヨーロッパでの感染症によるカキ類の生産量の激減に関する知識の有無
4. 1960 年頃から継続している、米国での感染症によるカキ類の生産量の激減に関する知識の有無
5. 海外から日本に侵入した貝類の疾病として代表的なアコヤガイの赤変病についての知識の有無
6. 近年、韓国から日本に侵入した可能性が高いマボヤの被囊軟化症についての知識の有無
7. 海外からのカキ類種苗の購入状況
8. 種苗の購入の有無および成員の販売形態

また、カキヘルペスウイルス 1 型変異株感染症の発生状況の知識の有無と、ヨーロッパでの感染症によるカキ類の生産量の激減に関する知識の有無、米国での感染症によるカキ類の生産量の激減に関する知識の有無およびアコヤガイの赤変病についての知識の有無との関連性を、回答が得られたものについてクロス分析し、有意水準 $p < 0.01$ としてカイ二乗検定を行った。

結果

カキ養殖業者への聞き取り調査

1. **カキヘルペスウイルス 1 型変異株感染症に関する知識** 宮城県では、調査を行ったカキ養殖業者 13 名のうち、12 名がこの疾病について知っているという回答した。ただし、このうち 8 名は名前を知っている程度であり、この疾病の発生状況や危険性等については知らなかった。広島県では、7 名中 6 名がこの疾病について知っているという回答したが、このうち 2 名は名前を知っている程度であった。岡山県では、7 名中 4 名がこの疾病について知っているという回答したが、このうち 2 名は名前を知っている程度であった。このことから、聞き取り調査を行った 27 名中この疾病の発生状況等についてまで知っていたのは 10 名のみであった。

2. **貝類のその他の疾病およびその被害に関する知識** 宮城県では、ヨーロッパでの事例については 13 名中 10 名が知っているという回答したが、米国の事例については知っていた人はおらず、またアコヤガイの赤変病についても知っていたのは 1 名のみであった。広島県では、ヨーロッパの事例については 7 名中 5 名が知っているという回答したが、米国の事例を知っていた養殖業者は全くいなかった。アコヤガイの赤変病については、7 名中 5 名が知っているという回答した。岡山県では、最も早い時期に調査を行ったためヨーロッパおよび米国の事例、アコヤガイの赤変病は調査項目としておらず、また、ヨーロッパの事例および米国の事例については 2 名の養殖業者にのみ、またアコヤガイの赤変病については 3 名のみに質問を行った。ヨーロッパの事例については、1 名が知っているという回答し、米国の事例についてはどちらの養殖業者も知らないという回答した。アコヤガイの赤変病については、3 名ともが知らないという回答した。また、日本では現在までにカキ類に深刻な被害をもたらす感染症が発生しなかったことから、死亡が起こったとしても感染症ではなく環境要因が原因であるという意見が多く聞かれた。

3. **海外からのカキ類の種苗の購入** 聞き取り調査により、過去に海外からのカキ類種苗の購入が行われていたことが明らかとなった。宮城県では、平成 4 年頃、採苗の不足により漁業協同組合で購入希望を募って米国オレゴン州から種苗が購入されたことがあった。この時の種苗は成長しなかったため、出荷はされなかった。また、平成 7 年にも、米国から種苗の購入が行われていた。岡山県では、30 年程前に台湾からの導入があったことが判明した。また平成 4 年には、種苗が不足し他県産種苗の値段が高騰したため、県漁連を通して米国から購入した種苗が導入された。しかし、輸送されてきた種苗は死亡していたものが多く、状態がよくなかったため、垂下したが生産はほとんどできなかった。広島県についても、5 年程前に米国ワシントン州から 3 倍体のマガキが導入された事例があった。また、5、6 年程前にヨーロッパヒラガキが垂下養殖され

ているのを見たとの情報も得られた。

カキ養殖業者への郵送アンケート調査

全体の回収率は22.7%（回答数：303）であり、県別の回収率は、宮城県は20.2%、岡山県は21.3%、広島県は30.9%であった。

1. カキヘルペスウイルス1型変異株感染症の発生状況に関する知識の有無

発生状況について知っているとは回答したカキ養殖業者は86名であり、回答者の28.4%であった。いずれの県においても、知識を有していた養殖業者は30%前後であり、県間での差は小さかった（表2-1）。

2. カキヘルペスウイルス1型変異株という名称に関する知識の有無

名称について知っているとは回答したカキ養殖業者は84名であり、回答者の27.7%であった。県別にみると、知識を有していた割合は宮城県では19.1%、岡山県では32.4%、広島県では41.7%となり、広島県で高く、宮城県で低い傾向がみられた（表2-1）。

3. ヨーロッパでの感染症によるカキ類の生産量の激減に関する知識の有無

この事例に関して知識を有していた割合は34.7%であった。県別に見ると、宮城県では41.6%、岡山県では20.6%、広島県では27.1%となり、宮城県が岡山県や広島県よりも高い傾向がある（表2-1）。宮城県で認知度が高かったのは、ヨーロッパで疾病によるカキ類の大量死が起こった際に、宮城県からマガキの種苗が多数輸出されたためではないかと推察される（宮城県，1994）。

4. 米国での感染症によるカキ類の生産量の激減に関する知識の有無

この事例に関して知識を有していた割合は16.2%であった。県別に見ると宮城県では24.3%、岡山県では2.9%、広島県では6.3%となり、宮城県が岡山県や広島県よりもかなり高い傾向がある（表2-1）。これについてもヨーロッパの事例同様に、過去に宮城県から米国へマガキの種苗を輸出していたことが要因となっているのではないかと推察される（宮城県，1994）。

5. アコヤガイの赤変病についての知識の有無 この疾病について知識を有していた割合は41.6%であった。県別では宮城県が45.1%、岡山県が35.3%、広島県が37.5%となっており県間での差はそれほど大きくなかった（表2-1）。

6. マボヤの被囊軟化症についての知識の有無 この疾病について知識を有していた割合は53.1%であった。ホヤ類の生産が盛んな宮城県ではこの疾病が発生し、深刻な問題となっていたことから、知識を有していた割合は86.7%と高かった。一方、ホヤ類の生産が全くない岡山県および広島県ではそれぞれ5.9%および9.4%と低い割合であった（表2-1）。

7. 海外からのカキ類種苗の購入状況 購入したことがあると回答したカキ養殖業者は18名であり、購入事例を知っていると回答したのは2名であった。聞き取り調査の結果と同様、1970～80年頃に台湾から、また1990年代前半および2001年頃に米国から輸入の実態があったことが確認された。

8. 種苗の購入の有無および成貝の販売形態 種苗の購入の有無および成貝の販売形態については県別に一定の傾向がみられた。種苗の購入については、宮城県では、すべて自家採苗している割合が49.7%と高いが、すべて購入しているという割合も34.7%と高くなっていた。一方、岡山県では自家採苗と購入両方を行う割合が58.8%と高かった。広島県では、すべて自家採苗している割合が73.6%と3県の中で最も高く、またすべて購入している人はいなかった(表2-2)。販売形態については多くの場合、直販、共販または仲買人のうちの1つまたは複数であった。共販に着目すると、宮城県および岡山県では90%以上が共販を行っているのに対して、広島県ではほとんど行われていなかった。広島県では、仲買人へ販売を行っている割合が90.6%、直販を行っている割合が82.3%と高くなっていた(表2-3)。

クロス分析およびカイ二乗検定の結果、ヨーロッパでの感染症によるカキ類の生産量の激減の事例、米国での感染症によるカキ類の生産量の激減の事例およびアコヤガイの赤変病について知らなかった養殖業者の方が、カキヘルペスウイルス1型変異株感染症の発生状況を知らなかった割合が有意に高かった。(表2-4)。

第 3 節 都道府県魚病担当者の海外からの侵入疾病に関する知識および養殖業者向けパンフレットの配布状況

方法

都道府県魚病担当者の海外からの侵入疾病に関する知識

平成 24 年度魚病症例研究会（平成 24 年 11 月 30 日）において、参加していた都道府県魚病担当者を対象とし、海外から侵入した、または侵入が危惧される水産動物の疾病の名前および発生地域の知識の有無をアンケートにより調査した（添付資料 2-5）。質問を行った疾病は、カキヘルペスウイルス 1 型変異株による感染症、ホタテガイのパーキンサス・クグアディによる感染症、アワビ類のヘルペスウイルス病、サケ科魚類の伝染性脾臓壊死症、サケ科魚類の造血器壊死症、サケ科魚類の細菌性腎臓病、ギンザケの冷水病、赤血球封入体症候群、マダイイリドウイルス病、ネオベネデニア症、クルマエビの PAV(WSD)、ネオヘテロボツリウム症、アコヤガイの赤変病、オイカワのメタセルカリア症、コイヘルペスウイルス病、エドワジラ・イクタルリ感染症、マボヤの被囊軟化症、キセノハリオチス症である。ホタテガイのパーキンサス・クグアディによる感染症は、カナダ西岸のブリティッシュロンビアに存在し、ホタテガイの稚貝に 100% 近い死亡を、また成貝についても 60% 近い死亡を引き起こすことが確認されており（Blackbourn et al. 1998, Bower et al 1998, Bower et al 1999）、日本に侵入した場合にはホタテガイ産業に甚大な被害をもたらすことが危惧されている。アワビ類のヘルペスウイルス病については、オーストラリアおよび台湾で発生が報告されており死亡率が高く、90% に達することもあることから（OIE Aquatic manual, 2013）、これについても日本への侵入が危惧されている。現在日本では発生していない 3 つの疾病、カキヘルペスウイルス 1 型変異株による感染症、ホタテガイのパーキンサス・クグアディによる感染症、アワビ類のヘルペスウイルス病については、名前および発生地域を知っているか、その他の日本に侵入している疾病については名前、症状および海外からの侵入疾病であることを知っているかを調査した。

疾病の知識に加えて、衛生植物検疫措置の適用に関する協定（SPS 協定）および OIE 水生コードに記載されている輸入リスク分析についての知識も調査した。また、水産防疫について今後どのような点を強化すべきであると考えているかを選択形式で調査した。選択肢は、1) 水産防疫に関する法令、2) 都道府県からの養殖業者を含む関係者への防疫に関する指導、3) 漁業協同組合からの養殖業者への防疫に関する指導、4) 養殖業者の自発的な防疫対策、5) その他とし複数回答可とした。

この魚病症例研究会の中では、海外からの侵入疾病に関する特別講演があり、この内

容について組織内での共有および組織外への周知の予定の有無について調査した。

また、回答者の属性を知るために、魚類防疫士の資格の有無および本調査時の担当業務を調査した。

貝類の疾病に関する養殖業者用パンフレットの配布状況

農林水産省から平成 24 年 3 月に都道府県魚病担当者に配布されたパンフレット「魚病を広げないために」（添付資料 2-6）の中に記載されていた病原体は、カキヘルペスウイルス 1 型変異株（宿主：マガキ）、アワビヘルペス様ウイルス（宿主：アワビ類およびトコブシ類）、キセノハリオチス（宿主：アワビ類およびトコブシ類）、パーキンサス・クグワディ（宿主：ホタテガイ）の 4 種類であった。そこで、宿主となっている貝類の収穫または放流がある 37 都道府県（平成 22 年度漁業・養殖業生産統計）の魚病担当者を対象とし、パンフレットの受け取りの有無、配布の有無、配布した場合には配布先、配布しなかった場合にはその理由について電話による調査を行った。

結果

都道府県魚病担当者の海外からの侵入疾病に関する知識

47 名から回答が得られ、うち 33 人が魚類防疫士の資格を取得していた。調査時の業務としては、試験研究が 42 名と大半であり、普及が 2 名、試験研究および普及が 2 名、未回答が 1 名であった。

日本に未侵入の 3 疾病の知識を有している者の割合は、いずれについても約 8 割から 9 割と非常に高かった。一方、発生地域については、カキヘルペスウイルス 1 型変異株による感染症は 7 割程度と高かったのに対し、アワビのヘルペスウイルス病は約 5 割、パーキンサス・クグアディによる感染症は約 3 割と低かった（表 2-5）。

日本に侵入した疾病の名前については、質問した 15 疾病中 7 疾病については全員が知っているという回答し、その他の 7 疾病についても 47 人中 40 人以上と大半が知っているという回答した。症状について知っているという回答は名前を知っている割合よりも全体的に少なかったが、10 疾病については 8 割以上が知っているという回答した。侵入疾病であるということについても、10 疾病については 7 割以上が知っているという回答した。オイカワのメタセルカリア症については、名前、症状および侵入疾病であることのいずれについても、知っていた割合が低かったが、この疾病については大量死が起こったのは 1999 年のみであり、また発生地も宇治川のみと限定的であったためと考えられる（浦部ら，2001）。また、アコヤガイの赤変病は他の疾病と比較すると、海外からの侵入疾病であることがあまり知られていないことが明らかとなった（表 2-6）。

SPS 協定については、初めて聞いたという回答が半数以上であり、また名前を知っていた程度との回答も3割以上となり、内容についてはあまり知られていないことがわかった（表 2-7）。輸入リスク分析についても、初めて聞いたまたは名前を知っている程度と回答した人が6割程度、また分析項目の名前は知っていた人が2割となり、これについても内容まで把握していた人はほとんどいなかった（表 2-8）。

また、研修会で行われた海外からの侵入疾病に関する特別講演の内容について組織内での共有を行うと回答したのは、47名中42名と非常多かったのに対し、組織外への周知は7名にとどまった。

水産防疫について今後強化すべき点として、最も回答が多かったのは都道府県からの指導であったが、また同様に養殖業者の自発的な防疫対策も必要であるという回答が多かった。法令による防疫対策についても半数程度が必要であると回答していた（表 2-9）。

貝類の疾病に関する養殖業者用パンフレットの配布状況

パンフレットの受け取りについては、ほとんどの都道府県が「受け取った」と回答したが、「不明」との回答が2県、「受け取っていない」との回答が1県あった。パンフレットを受け取った34都道府県のうち、関連漁協等に配布が行われたのは半数以下の14道県であった。配布先として挙げられたのは、漁連、漁協、市町村、養殖業者、種苗生産者であった。

パンフレットの配布を行わなかった理由として、このパンフレットは案の様なものであると判断していた、配布の機会がなかった、県内に貝類養殖はあるがパンフレットの疾病は県内の養殖業者にはあまり関係がないと判断した、配布について強い指示がなかった、内容を編集したいと農林水産省に問い合わせたが返信がなかった、パンフレットの内容に不備があるので修正している、養殖はなく放流を行う種苗生産施設には以前に疾病に関する周知をしたといった回答が得られた。また、今後パンフレットの配布予定はないが問い合わせがあった場合には活用する可能性はあるとの回答も得られた。

第4節 考察

カキヘルペスウイルス1型変異株感染症は、法制度による輸入防疫対策がとられておらず、侵入の危険性を軽減するためにはカキ養殖関係者が自ら安全な種苗を選択することが必要である。そのためには、それぞれの養殖業者がこの疾病の情報を把握しておかなければならないが、今回の調査により発生状況等について知っていると回答したカキ養殖業者の割合は30%以下と低かった。これは、公的な防疫対策として唯一とられた2通の注意喚起文書の発信が有効に機能しなかったことを示唆している。

今回の調査により、都道府県水産担当部署から漁業協同組合を経てカキ養殖業者に周知されるまでの過程にはいくつかの問題点があることが判明した。まず、注意喚起文書は都道府県水産課から関連する漁業協同組合までは確実に発信されていたが、調査を行った13組合中5組合では受信した注意喚起文書の内容がカキ養殖業者へ全く周知されていなかった。

組合がカキ養殖業者に周知を行わなかった理由として、参事らが海外の疾病は関係ないと判断したことや、そもそも貝類に疾病があるという認識がなかったことが要因であるということが明らかとなった。また、聞き取り調査でカキ養殖業者への周知を行ったと回答した漁業協同組合に所属する組合員（7組合 75人）でも、郵送アンケート調査の結果、カキヘルペスウイルス1型変異株の名前およびこれによる疾病の発生状況のいずれについても6割以上が知らないと回答していた。養殖業者への聞き取り調査では、注意喚起の文書および疾病に関する説明の内容を理解することが困難であったという意見や、マガキの死亡が起こった場合でも環境要因であると考え、疾病は想定しないとの回答がしばしば聞かれ、カキ類に疾病があるという認識が低いことが示唆された。これは、日本のマガキには現在まで深刻な大量へい死をもたらす疾病が存在しなかったためであると考えられる。

郵送アンケート調査の結果、過去に起こったヨーロッパおよび米国でのカキ類の感染症により生産量が激減した事例を知っていた割合がそれぞれ34.7%、16.2%と低かったことから(表2-1)、カキ類に疾病が発生した場合に深刻な被害が発生することが、カキ養殖業者にあまり理解されていないことが示唆された。また、過去に起こったヨーロッパおよび米国での感染症の事例またはアコヤガイの赤変病について知らなかった養殖業者の方が、カキヘルペスウイルス1型変異株について知らなかった割合が有意に高くなっていた(表2-4)。これらのことから、多くの養殖業者はカキ類の疾病に対する一般的な認識や関心が低い状況であったために、今回カキヘルペスウイルス1型変異株に対する注意喚起を受け取った場合でも、この疾病の危険性を十分に理解し記憶にとど

めることが難かったと推定される。

注意喚起文書による防疫対策を求める場合には、養殖業者に対してカキ類の疾病に関する指導・講習を行うことが重要であると考えられる。指導および講習は都道府県魚病担当者が行う可能性が高いが、都道府県魚病担当者の多くが海外からの侵入疾病に関する知識を有しており、これを生かした指導・講習が行われることが望まれる。ただし、今回の侵入疾病に関する知識の調査は主に試験研究を行う魚病担当職員に対して行ったものであり、実際に養殖の現場に出向く普及指導担当職員ではない。普及担当者の知識については不明ではあるが、試験研究と普及の担当者との連携が必要になると考えられる。また、試験研究を行う職員についても SPS 協定や輸入リスク分析に関して内容まで知っていた人はほとんどいなかったことから、今後はこのような国際的な枠組みおよび取組みについても都道府県魚病担当者への講習会の内容に入れることは、疾病の侵入に関する指導および対策のために役立つと思われる。

19 県中約半数の 9 県において注意喚起文書発信後にカキ類種苗の入手状況等の実態調査が行われていなかった。また、本研究で行った調査以外に、都道府県や農林水産省の担当者に発信ならびに周知を行った疾病情報がどの程度カキ養殖業者に伝わっているかを積極的に調べたという例は認められなかった。今回のカキ疾病情報の周知においては、情報が一方通行になっており、情報の周知状況が行政機関によって把握されておらず、また、カキ養殖業者に疾病の情報を徹底するための情報伝達手法の改善等の方策がとられなかったことが大きな問題であると考えられる。「魚病を広げないために」というパンフレットの配布が受け取った都道府県の半数以上で行われていなかったことについても同様に、農林水産による各都道府県での配布状況の調査が行われておらずフィードバックがなされなかったことが問題点として指摘される。

注意喚起をより有用なものとするためには、発信した文書の内容がカキ養殖業者に届き、その内容が理解され、かつそれに基づく行動がとられているどうかを把握し、その結果に基づいてさらなる周知の徹底のために方策やカキ養殖業者が疾病の情報を理解しやすいように情報を提供する方法や提供する情報の内容を工夫する必要がある。ただし、カキ養殖業者と漁業協同組合の関係は県によって大きく異なっている。すなわち、漁業協同組合や養殖業者への聞き取りの中で、共販の割合が高い岡山県と宮城県では漁業協同組合と養殖業者との関係が密接であり、広島県のように共販がほとんど行われていない地域ではこの関係がきわめて希薄であることがうかがわれた。したがって、県によっては漁業協同組合を経由した情報提供は十分に機能しない可能性も考えられる。おそらく、県やそれぞれの地域で異なった情報伝達手法が必要になると考えられる。

種苗の輸入については、今回調査を行った 3 県いずれにおいても台湾や米国等から複

数年にわたり行われていたことが確認された。このことから、種苗輸入の危険性が浸透しない限り、今後も種苗の不足時等には輸入が行われ、それに伴いカキヘルペスウイルス1型変異株感染症を含む、国内未発生の疾病が侵入する危険性がある。種苗不足時に海外種苗の輸入を防ぐためには、それぞれの地域内あるいは地域を超えて種苗を融通しあうような枠組みを形成する努力が必要であろう。

また、今回の聞き取り調査の中で、複数の養殖業者から、食用サイズの生きたカキ類を輸入し、出荷まで一時的に海水中で飼育を行う蓄養が行われているとの情報を得た。蓄養の現場を今回の調査では確認できなかったが、蓄養は疾病の侵入経路となる可能性が高いことから、蓄養の実態、ならびに蓄養を行っている貝類の流通販売業者の疾病に関する知識および認識についても調査することが必要である。

カキ類は天然個体と養殖個体がよく近くに生存していることを考慮すると、養殖場で発生した疾病が天然個体に広がる可能性は極めて高い。また、アメリカガキのパーキンサス症やハプロスポリジウム症、アワビ類のキセノハリオチス症のように (Gardner et al., 1995; Friedman et al., 2000; Moore et al., 2002)、疾病が天然集団に影響する可能性も高い。侵入疾病の問題は生態系保全や種の多様性保護の観点からも重要となる。

表 2-1 貝類等の病気に関するカキ養殖業者の知識の有無

質問項目	宮城県			岡山県			広島県			合計		
	有	無	未回答	有	無	未回答	有	無	未回答	有	無	未回答
カキヘルペスウイルス 1 型変異株感染症の発生状況	46 (26.6%)*	125 (72.3%)	2 (1.2%)	10 (29.4%)	23 (67.6%)	1 (2.9%)	30 (31.3%)	66 (68.8%)	0 (0%)	86 (28.4%)	214 (70.6%)	3 (1.0%)
カキヘルペスウイルス 1 型変異株という名称	33 (19.1%)	135 (78.0%)	5 (2.9%)	11 (32.4%)	22 (64.7%)	1 (2.9%)	40 (41.7%)	55 (57.3%)	1 (1.0%)	84 (27.7%)	212 (70.0%)	7 (2.3%)
ヨーロッパでの感染症によるカキ類の生産量の激減	72 (41.6%)	96 (55.5%)	5 (2.9%)	7 (20.6%)	26 (76.5%)	1 (2.9%)	26 (27.1%)	69 (71.9%)	1 (1.0%)	105 (34.7%)	191 (63.0%)	7 (2.3%)
米国での感染症によるカキ類の生産量の激減	42 (24.3%)	125 (72.3%)	6 (3.5%)	1 (2.9%)	32 (94.1%)	1 (2.9%)	6 (6.3%)	90 (93.8%)	0 (0%)	49 (16.2%)	247 (81.5%)	7 (2.3%)
アコヤガイの赤変病	78 (45.1%)	85 (49.1%)	10 (5.8%)	12 (35.3%)	21 (61.8%)	1 (2.9%)	36 (37.5%)	56 (58.3%)	4 (4.2%)	126 (41.6%)	162 (53.5%)	15 (5.0%)
マボヤの被囊軟化症	150 (86.7%)	18 (10.4%)	5 (2.9%)	2 (5.9%)	31 (91.2%)	1 (2.9%)	9 (9.4%)	86 (89.6%)	1 (1.0%)	161 (53.1%)	135 (44.6%)	7 (2.3%)

* カキ養殖業者 (%)

表 2-2 種苗の入手方法

	宮城県	岡山県	広島県
自家採苗のみ	86 (49.7%)*	11 (32.4%)	71 (73.6%)
自家採苗及び購入	27 (15.6%)	20 (58.8%)	23 (24.0%)
購入のみ	60 (34.7%)	3 (8.8%)	0 (0%)
未回答	0 (0%)	0 (0%)	2 (2.1%)

* カキ養殖業者 (%)

表 2-3 販売形態（複数回答可）

	宮城県	岡山県	広島県
共販	160 (92.5%)*	32 (94.1%)	2 (2.1%)
直販	30 (17.3%)	16 (47.1%)	79 (82.3%)
仲買人	18 (10.4%)	3 (8.8%)	87 (90.6%)

*カキ養殖業者数（%）

表 2-4 カキ養殖業者のカキヘルペスウイルス 1 型変異株感染症の発生状況の知識の有
無と過去の貝類の疾病の事例に関する知識の有無の関連性

カキヘルペスウイルス 1 型変異株感染症の発生状況	ヨーロッパでの感染症によるカキ類の生産量の激減		米国での感染症によるカキ類の生産量の激減		アコヤガイの赤変病	
	有	無	有	無	有	無
有	64 (61.0%)*	35 (18.4%)	35 (71.4%)	65 (26.4%)	56 (44.4%)	43 (26.7%)
無	41 (39.0%)	155 (81.6%)	14 (28.6%)	181 (73.6%)	70 (55.6%)	118 (73.3%)
P 値	< 0.001		< 0.001		0.002	

*カキ養殖業者数 (%)

表 2-5 日本に侵入が危惧される疾病に関する都道府県魚病担当者の知識

	名前	発生地域
カキヘルペスウイルス 1 型変異株感染症	42 (89.4%)*	32 (68.1%)
ホタテのパーキンサス・クグアディによる感染症	36 (76.6%)	14 (29.8%)
アワビのヘルペスウイルス病	37 (78.7%)	24 (51.1%)

*知っている と回答した人数 (%)

表 2-6 海外から日本に侵入した疾病に関する都道府県魚病担当者の知識

	疾病名称	症状	侵入疾病**
サケ科魚類の伝染性脾臓壊死症	47 (100%)*	41 (87.2%)	41 (87.2%)
サケ科魚類の伝染性造血器壊死症	47 (100%)	40 (85.1%)	42 (89.4%)
サケ科魚類の細菌性腎臓病	46 (97.9%)	42 (89.4%)	36 (76.6%)
ギンザケの冷水病	45 (95.7%)	36 (76.6%)	34 (72.3%)
赤血球封入体症候群	43 (91.5%)	33 (70.2%)	32 (68.1%)
マダイイリドウイルス病	47 (100%)	39 (83.0%)	28 (59.6%)
ネオベネデニア症	43 (91.5%)	36 (76.6%)	31 (66.0%)
クルマエビの PAV	47 (100%)	39 (83.0%)	40 (85.1%)
ネオヘテロボツリウム症	45 (95.7%)	38 (80.9%)	36 (76.6%)
アコヤガイの赤変病	40 (85.1%)	32 (68.1%)	22 (46.8%)
オイカワのメタセルカリア症	22 (46.8%)	12 (25.5%)	11 (23.4%)
コイヘルペスウイルス病	47 (100%)	47 (100%)	47 (100%)
エドワジラ・イクタルリ感染症	47 (100%)	44 (93.6%)	43 (91.5%)
マボヤの被嚢軟化症	43 (91.5%)	39 (83.0%)	40 (85.1%)
キセノハリオチス症	47 (100%)	45 (95.7%)	46 (97.9%)

* 知っているとは回答した人数 (%)

** 侵入疾病であることを知っているとは回答した人数 (%)

表 2-7 SPS 協定に関する都道府県魚病担当者の知識

協定を読んだことがある	0 (0%)*
概略は知っていた	3 (6.4%)
名前を知っていた程度	17 (36.2%)
初めて聞いた	25 (53.2%)
未回答	2 (4.3%)

*人数 (%)

表 2-8 輸入リスク分析に関する都道府県魚病担当者の知識

分析項目の内容まで知っていた	1 (2.1%)*
分析項目の名前は知っていた	10 (21.3%)
名前を知っていた程度	14 (29.8%)
初めて聞いた	20 (42.6%)
未回答	2 (4.3%)

*人数 (%)

表 2-9 都道府県魚病担当者が考える水産防疫の強化すべき点 (複数回答可)

法令	都道府県からの 指導	漁協からの指導	養殖業者の自発 的な対策
26 (55.3%)*	30 (63.8%)	19 (40.4%)	29 (61.7%)

*人数 (%)

第 3 章 疾病情報の伝達方法の検討

序

前章で示したように、カキ種苗を導入するカキ養殖業者のカキヘルペスウイルス 1 型変異株による感染症の発生状況等についての認知度は 28.7%と低かった。この要因としては、都道府県から注意喚起文書を受けとった漁業協同組合職員および漁業協同組合から周知を受けたカキ養殖業者がその内容を十分に理解できなかったためと考えられた。疾病情報の周知のためには漁業協同組合職員やカキ養殖業者が理解しやすい伝達内容および方法を検討することが必要である。そこで、本章では、特にカキ養殖業者が疾病の危険性を理解しやすい伝達の方策を求めて、まず伝達する情報の内容および伝達の方法をカキ養殖業者、漁業協同組合関係者、県水産課職員とともに検討し、情報伝達のためのパンフレットおよび口頭説明用スライドを作成した。さらに、作成したパンフレットの配布およびスライドを用いた口頭説明により情報伝達を行い、その内容のわかりやすさおよび情報伝達による疾病に対する意識の変化を調査し、作成したパンフレットおよびスライドの実効性を検証した。

方法

伝達内容の検討

農林水産省から発信された 2 通の注意喚起文書は、平成 23 年 2 月 2 日に発信されたものが A4 用紙 3 枚、平成 23 年 3 月 24 日に発信されたものが A4 用紙 1 枚であり、いずれも文書のみによるものであった。内容は、平成 23 年 2 月 2 日に発信されたものについては、カキヘルペスウイルス 1 型変異株の性状、このウイルスによる疾病の症状および発生状況、カキ種苗の導入に関する注意、発生水温、異常大量死発生時の対応、衛生管理の徹底、都道府県による管理体制の強化であった。平成 23 年 3 月 24 日に発信されたものについては、平成 23 年 2 月 2 日に発信された注意喚起文書に記載された事項の遵守、韓国や西日本で発生している卵巣肥大症の拡散に関する注意、震災の影響による新たなルートからのカキ類ならびにその他の魚種の種苗の導入に関する注意が記載されていた。漁業協同組合から養殖業者への周知は、この文書の配布または文書の内容の口頭説明によって行われた。

第 2 章に記したカキ養殖業者へのアンケート調査の結果から、ヨーロッパや米国で過去に起こったカキ類疾病の事例の認知度がそれぞれ 34.7%、16.2%と低かったことから、過去に疾病がカキ類の生産にどのような影響を及ぼしてきたかはあまり理解され

ていないと考えられた。聞き取り調査でも、「カキに病気があるとは思っていない」という回答が多く聞かれた。また、ヨーロッパや米国でのカキ類養殖や漁業に疾病が与えた影響を知っている養殖業者の方が有意に高い割合でカキヘルペスウイルス 1 型変異株による感染症の発生状況を知っていた。このことから、過去の事例を知っていることがカキヘルペスウイルス 1 型変異株に関する情報を受け取った場合に内容の理解に有効であったと考えられた。

そこで、これらをふまえて、過去の疾病情報を含んだパンフレットおよび口頭説明用の PowerPoint のスライドの原案を作成した。内容としては、カキヘルペスウイルス 1 型変異株による感染症に関する発生状況等の情報に加えて、疾病発生時の被害状況がわかるよう、ヨーロッパや米国での疾病によるカキ類の生産量減少のグラフを導入した。また、書式については文書だけでの説明ではなく、発生国や死亡率を図で表し、読みやすいように大きな文字にした。また、海外からのカキ種苗の導入が危険であることを強調する表記とした。パンフレットについては、疾病の特徴や発生時の対応等、カキ養殖業者が疑問に持つであろうと考えられた項目を FAQ として記載した三つ折りのものとし原案とした。PowerPoint については、基本的にはパンフレットに書かれている内容をスライド 8 枚の 10 分程度の内容に構成し、口頭説明内容の原案とした。

このようにして作成した原案を、以下に記述するように、岡山県の 2 漁協において、漁業協同組合関係者ならびに県担当者を交えて検討し、パンフレットおよび PowerPoint スライドを改訂した。

検討会の参加者並びに検討会での意見の内容と検討会によって修正した内容は以下のとおりである。

寄島漁協（2012 年 6 月 11 日）

組合長、組合職員 1 名、組合員（カキ養殖業者）2 名、県水産課普及担当職員 1 名、良永教授（東京大学大学院農学生命科学研究科水圏生物科学科魚病学研究室）、学生 1 名（本論文著者）

伊里漁協（2012 年 6 月 12 日）

組合長、参事、組合員（カキ養殖業者）1 名、県水産課普及担当職員 1 名、良永教授（東京大学大学院農学生命科学研究科水圏生物科学科魚病学研究室）、学生 1 名（本論文著者）

寄島漁協でのパンフレットの原案の検討では、まずカキ養殖業者から文書の量が多いことおよびページ数が多いことが指摘された。県水産課普及担当職員や組合職員からも、両面印刷で 1 枚程度の分量が適当ではないかとの指摘があった。また、内容については疾病の発生情報の詳細よりも、この疾病を防ぐためにはどうすればよいのかを強調して

もらわなければわからないとの意見があり、カキ種苗の海外からの導入の危険性をさらに大きく記載することが提案された。また、この疾病が日本に侵入した場合、日本のマガキにも大量死を起こす可能性の高いということをより強い言葉遣いで記載した方がよいとの提案があった。文字数については、一目で要点のわかる位に少なくしてほしいとの要望があった。スライドによる説明の原案についても、疾病の発生状況ではなく、海外からの種苗の危険性をまず示してほしいという意見が出された。また、この疾病の病原体の名前にヘルペスと入っていることから、人にも感染するのではないかと疑われるため、人への感染はおこらないことを明記してほしいとの要望があった。

伊里漁協では、パンフレットの原案に対し、過去にヨーロッパ、米国での疾病による生産量の減少の例が印象的であったという意見が出された。また、口頭説明の原案については、過去にヨーロッパ、米国での疾病による生産量の激減の事例に加えて、疾病発生後にカキ漁業者の暮らしがどうなったかと言った個人の暮らしに焦点を当てた話しの方が、危険性がわかりやすいという意見が出された。

寄島漁協での検討会の中で、種苗の持ち込みが危険であることおよびこの疾病が日本のマガキにも感染し大量死を引き起こす可能性が高いことを強調すべきであるとの意見が多く聞かれたことから、パンフレットはこの2点の内容を前面とし、カキヘルペスウイルス1型変異株による感染症の発生状況等の簡単な説明を裏面とした。PowerPointのスライドについてもパンフレットと同様の内容に変更した。一方伊里漁協では、過去の疾病の事例が印象的であったという意見が出たため、パンフレットならびにスライドの両方において、過去の疾病発生の事例の知識の有無が疾病に対する危険性の理解に変化をもたらすかを検証することとした。寄島漁協での検討会をもとに作成した簡潔な内容のものと原案として作成していた詳細な内容のものの二通りを比較した。過去の疾病事例は簡潔な内容のパンフレットおよびPowerPointからは除外した(付属資料3-1, 3-2, 3-3, 3-4 (章末に掲載)、添付資料3-1, 3-2, 3-3, 3-4)。

伝達内容および手法のアンケート調査による検討

作成したパンフレットならびにスライドを用いて、岡山県(5漁協)、宮城県(1漁協出張所)、岩手県(2漁協)においてカキ養殖業者にカキヘルペスウイルス1型変異株感染症に関する情報伝達を行い、質問票を用いて情報の伝達の有効性を検討した。岡山県では複数の漁協の養殖業者が集まるカキ養殖学習会の機会に(2012年8月21日)、宮城県、岩手県では各漁協を訪問して実施した(戸倉出張所:2012年10月12日、三陸やまだ湾漁協:2013年6月17日、広田湾漁協:2013年6月18日)。

実施に当たっては、伝達の内容ならびに手法の異なる4グループに分けて情報伝達を

行い、危険性伝達の有効性の比較を行った。

1. 簡潔な内容のパンフレット（付属資料 3-1，添付資料 3-1）を配布して伝達するグループ（以下「パンフレット 1」と略す）
2. 詳細な内容のパンフレット（付属資料 3-2，添付資料 3-2）を配布して伝達するグループ（以下「パンフレット 2」と略す）
3. 簡潔な内容のスライド（付属資料 3-3，添付資料 3-3）を用いて口頭説明により伝達するグループ（以下「口頭説明スライド 1」と略す）
4. 詳細な内容のスライド（付属資料 3-4，添付資料 3-4）を用いて口頭説明により伝達するグループ（以下「口頭説明スライド 2」と略す）

各グループの内訳は、岡山県ではパンフレット 1 が 15 名、パンフレット 2 が 15 名、口頭説明 1 が 12 名の計 42 名、宮城県では、パンフレット 1 が 9 名、パンフレット 2 が 9 名、口頭説明 1 が 10 名の計 28 名、岩手県ではパンフレット 1 が 10 名、パンフレット 2 が 17 名、口頭説明 1 が 20 名、口頭説明 2 が 17 名の計 64 名であった。

まずカキ養殖業者を各グループに分けた上で情報伝達を行う前に、属性、カキヘルペスウイルス 1 型変異株に関する知識、海外産のカキ種苗に対する印象に関する質問に回答してもらった。その後、パンフレットによる伝達のグループではパンフレットを配布して読んでもらい、配布して約 10 分後に、伝達内容の評価および海外産種苗に対する認識に関する質問に回答してもらった。口頭説明による伝達のグループについては、約 10 分の口頭説明のあと、同じ質問に回答してもらった。

情報伝達前の質問項目と情報伝達後の質問項目は以下のとおりである（添付資料 3-5）。

情報伝達前質問

- ・ 所属漁協
- ・ 年齢
- ・ 養殖年数
- ・ 養殖筏数
- ・ 年間販売量のうち共販が占めるおおよその割合
- ・ 年間に使用するカキ種苗のうち購入した物の占めるおおよその割合
- ・ カキヘルペスウイルス 1 型変異株という名称の知識
- ・ カキヘルペスウイルス 1 型変異株による感染症の発生状況の知識
- ・ 海外産のカキ種苗に対する印象

情報伝達後質問

- ・ 伝達内容のわかりやすさ
- ・ 伝達情報の量
- ・ 今後の疾病に関する情報提供の必要性
- ・ 海外産種苗に対する印象の変化
- ・ 海外産種苗の輸入に対する認識

伝達内容のわかりやすさ、伝達内容の量および海外産種苗に対する印象の変化については各県ごとに Kruskal-Wallis 検定を行い、有意差が検出されたものについては、Steel-Dwass 検定を行った。所属漁協、年齢、養殖年数、養殖筏数、年間販売量のうち共販が占めるおおよその割合、年間に使用するカキ種苗のうち購入した物の占めるおおよその割合については、今回は回答者の属性を知ることのみを目的とし調査した。

結果

- ・ 岡山県

情報伝達前のアンケート

所属漁協

カキ養殖業者 42 名の所属漁協の構成は、日生町漁協 29 名、牛窓町漁協 7 名、邑久町漁協 4 名、伊里漁協 1 名、寄島町漁協 1 名であった。パンフレット 1 は主に牛窓漁協と日生漁協、パンフレット 2 は日生漁協のみ、口頭説明 1 は主に邑久漁協と日生漁協の組合員で構成されていた。

年齢、養殖年数、養殖筏数

カキ養殖業者 42 名の年齢は 26 歳から 71 歳であり、平均年齢は 48.0 歳であった。養殖年数は 1 年から 50 年であり、平均養殖年数は 24.0 年であった。養殖筏数は 9 台から 20 台であり、平均筏数は 12.0 台であった。(表 3-1)。

年間販売量のうち共販が占めるおおよその割合

回答が得られた 40 名のうち、37 名は年間販売量の 8 割以上が共販であった。その他の養殖業者については、5 割が 2 名、2 割が 1 名であった。

年間に使用するカキ種苗のうち購入した物の占めるおおよその割合

回答が得られた 40 名の平均購入割合は、59.0%であった。全く購入していないと回答したのは 2 名、逆にすべて購入していると回答したのは 2 名であった。6 割から 7 割を購入するという回答が多く見られた。

カキヘルペスウイルス 1 型変異株という名称の知識

カキ養殖業者 42 名のうち、このウイルスの名称を知っていると回答したのは 11

名（26. 2%）であった。パンフレット 2 では、名称を知っていた割合が他のグループよりも低かった（表 3-2）。

カキヘルペスウイルス 1 型変異株による感染症の発生状況の知識

カキ養殖業者 42 名のうち、4～5 年前から海外でマガキが病気により大量死していることを知っているとは回答したのは 11 名（26. 2%）であった。パンフレット 2 では、この発生状況を知っていた割合が他のグループよりも低かった。また、カキヘルペスウイルス 1 型変異株という名称およびカキヘルペスウイルス 1 型変異株による感染症の発生状況の両方を知っていたのは 6 名であった（表 3-2）。

海外産のカキ種苗に対する印象

「国産の種ガキよりも品質が悪い」、「情報がないのでわからない」、「国産の種ガキよりも値段が高い」という回答が多くみられた。その他として、検査に時間がかかる、生死がわからない、海外産と国産の交雑種ができることが心配、導入したくない、必要ないとうものが挙げられた（表 3-3）。

情報伝達後のアンケート

伝達内容のわかりやすさ

「わかりやすい」と回答した割合が最も多かったのは口頭説明 1 であった。また、「わかりやすい」または「どちらかと言えばわかりやすい」と回答したのはパンフレット 1 では 11 名（73. 3%）、パンフレット 2 では 8 名（53. 3%）、口頭説明 1 では 10 名（83. 3%）であった。パンフレット 1 と 2 の結果より、パンフレットでは詳細な内容よりも簡潔な内容の方がわかりやすいことが示唆された（図 3-1）。

伝達情報の量

いずれのグループでも「ちょうどよい」と回答した人が最も多くなった。しかし、パンフレット 1 では、「少ない」または「どちらかと言えば少ない」との回答が多く、7 名（46. 7%）となり、簡潔な内容のパンフレットは情報量が少なかったことが示唆された（図 3-2）。

今後の情報提供の必要性

いずれのグループにおいてもほとんどの人が「必要」または「どちらかと言えば必要」と回答した（図 3-3）。

海外産種苗に対する印象の変化

いずれのグループにおいても、8 割以上の人が「悪くなった」または「どちらかと言えば悪くなった」と回答した。パンフレット 2 では「悪くなった」と回答し

た人が 10 名（66. 7%）と最も多く、簡潔な内容よりも詳細な内容の伝達の方が海外産種苗の印象に大きく影響を与えることが示唆された（図 3-4）。

海外産種苗の輸入に対する認識

いずれのグループにおいても「どのような状況下でも、輸入すべきではない」または「国産の種ガキが全くない等のやむを得ない場合を除いては、輸入すべきではない」と回答した人が最も多かった。パンフレット 2 の 1 名のみが「国産の種ガキが少しでも不足した場合にはそれを補充するために、輸入すべきである。」と回答した（図 3-5）。

- 宮城県（戸倉出張所）
情報伝達前アンケート

年齢、養殖年数、養殖筏数

カキ養殖業者 28 名の年齢は 41 歳から 65 歳であり、平均年齢は 53. 5 歳であった。養殖年数は 20 年から 46 年であり、平均養殖年数は 32. 1 年であった。養殖筏数は 1 台から 35 台であり、平均筏数は 14. 4 台であった。（表 3-1）。

年間販売量のうち共販が占めるおおよその割合

回答が得られた 27 名のうち、25 名は年間販売量の 7 割以上が共販であった。その他については、5 割が 1 名、1 割が 1 名であった。

年間に使用するカキ種苗のうち購入した物の占めるおおよその割合

回答が得られた 26 名の平均購入割合は、73. 5%であった。全く購入していない人はおらず、逆にすべて購入していると回答したのは 11 名と多かった。

カキヘルペスウイルス 1 型変異株という名称の知識

カキ養殖業者 28 名のうち、このウイルスの名称を知っていると回答したのは 13 名（46. 4%）であった。グループ間での名称に関する知識を有している割合の差はあまりみられなかった（表 3-2）。

カキヘルペスウイルス 1 型変異株による感染症の発生状況

カキ養殖業者 28 名のうち、4～5 年前から海外でマガキが病気により大量死していることを知っていると回答したのは 11 名（39. 3%）であった。発生状況に関する知識を有している割合の、グループ間での差はあまりみられなかった（表 3-2）。また、カキヘルペスウイルス 1 型変異株という名称およびカキヘルペスウイルス 1 型変異株による感染症の発生状況の両方を知っていたのは 8 名であった。

海外産のカキ種苗に対する印象

「情報がないのでわからない」という回答が最も多く、また「国産の種ガキよ

りも品質が悪い」、「病気に感染しているかもしれないので危険」という回答も多くみられた。値段については「安い」という回答もみられた（表 3-3）。

情報伝達後アンケート

伝達内容のわかりやすさ

「わかりやすい」と回答した割合が最も多かったのは口頭説明 1 であった。また、「わかりやすい」または「どちらかと言えばわかりやすい」と回答したのはパンフレット 1 では 5 名（55. 6%）、パンフレット 2 では 6 名（66. 7%）、口頭説明 1 では 9 名（90. 0%）であった。パンフレット 1 と口頭説明 1 の結果より、パンフレットよりも口頭説明の方がわかりやすいことが示唆された（図 3-1）。

伝達情報の量

いずれのグループでも「ちょうどよい」との回答が最も多かったが、「どちらかと言えば多い」という回答が、簡潔な内容を伝達したパンフレット 1 および口頭説明 1 でもみられた（図 3-2）。

今後の情報提供の必要性

いずれのグループにおいてもほとんどの人が「必要」または「どちらかと言えば必要」と回答した（図 3-3）。

海外産種苗に対する印象の変化

パンフレット 2 では、「悪くなった」または「どちらかと言えば悪くなった」と回答した人が 8 名（88. 9%）と多かったのに対し、パンフレット 1 では 5 名（55. 6%）、口頭説明 1 でも 5 名（50. 0%）と半数程度であった。また、パンフレット 1 では 3 名（33. 3%）が「どちらかと言えばよくなった」と回答した（図 3-4）。

海外産種苗の輸入に対する認識

いずれのグループにおいてもほとんどの人が「どのような状況下でも、輸入すべきではない」または「国産の種ガキが全くない等のやむを得ない場合を除いては、輸入すべきではない」と回答した（図 3-5）。

- 岩手県

情報伝達前アンケート

所属漁協

カキ養殖業者 64 名の所属漁協の構成は、三陸やまだ漁協 41 名、広田湾漁協 23 名であった。パンフレット 1 については三陸やまだ漁協のみで行った。

年齢、養殖年数、養殖筏数

回答が得られた 63 名の年齢は 19 歳から 76 歳であり、平均年齢は 54. 0 歳であった。養殖年数は 1 年から 50 年であり、平均養殖年数は 23. 0 年であった。養殖筏数は 5 台から 45 台であり、平均筏数は 19. 2 台であった。(表 3-1)。

年間販売量のうち共販が占めるおおよその割合

回答が得られた 60 名のうち、53 名は年間販売量の 8 割以上が共販であった。その他については、5 割が 1 名、2 割が 3 名、全く行っていないのが 3 名であった。

年間に使用するカキ種苗のうち購入した物の占めるおおよその割合

回答が得られた 61 名のうち、58 名は使用する種苗をすべて購入していた。その他は 9 割が 1 名、7 割が 1 名、2 割が 1 名であった。

カキヘルペスウイルス 1 型変異株という名称の知識

回答が得られた 63 名のうち、このウイルスの名称を知っていると回答したのは 14 名 (22. 2%) であった。いずれのグループでも知識を有していた割合は 4 割以下と低かった (表 3-2)。

カキヘルペスウイルス 1 型変異株による感染症の発生状況

カキ養殖業者 64 名のうち、4~5 年前から海外でマガキが病気により大量死していることを知っているとは回答したのは 14 名 (21. 9%) であった。いずれのグループでも知識を有していた割合は 3 割以下と低かった (表 3-2)。また、カキヘルペスウイルス 1 型変異株という名称およびカキヘルペスウイルス 1 型変異株による感染症の発生状況の両方を知っていたのは 5 名であった。

海外産のカキ種苗に対する印象

「情報がないのでわからない」が非常に多かった。また、「入手が困難」および「病気に感染しているかもしれないので危険」もみられた。値段については「安い」という回答もみられた。その他として、海外産の種苗との交雑が心配であるという回答があった (表 3-3)。

情報伝達後アンケート

伝達内容のわかりやすさ

「わかりやすい」と回答したのは、口頭説明 2 およびパンフレット 1 でそれぞれ 10 名 (58. 8%)、5 名 (50. 0%) であり割合が比較的高かった。一方、パンフレット 2 および口頭説明 1 ではそれぞれ 4 名 (23. 5%)、6 名 (30. 0%) とその割合は低かった。このことから、パンフレットの場合では簡潔な内容がわかりやすいが、口頭説明では詳細な内容の方がわかりやすかったことが示唆された (図 3-1)。

伝達情報の量

口頭説明 1 では、「どちらかと言えば少なかった」が 10 名（50. 0%）、「少なかった」が 3 名（15. 0%）と、他のグループよりも情報の量が少ないという評価が多くなっていた。また、口頭説明 2 についても、「どちらかと言えば少なかった」または「少なかった」が 8 名（47. 1%）とパンフレット 1 および 2 よりその割合が高くなっていた。また、口頭説明 1 についてはパンフレット 2 と比較して情報量が少ないという割合が有意に高くなっていた。このことから口頭説明の場合では、内容が少なく特に簡潔な内容では不足であった（図 3-2）。

今後の情報提供の必要性

パンフレット 2 で少ない傾向はあるが、いずれのグループにおいても「必要」または「どちらかと言えば必要」との回答が多かった（図 3-3）。

海外産種苗に対する印象の変化

「悪くなった」と回答した割合は口頭説明 2 で最も高く、52. 9%（9 名）であった。「悪くなった」または「どちらかと言えば悪くなった」と回答した割合では、パンフレット 1、口頭説明 1 および口頭説明 2 のいずれも 6 割前後であった。パンフレット 2 については、「変化しなかった」と回答した割合が他のグループより多く 35. 3%（6 名）となっていた（図 3-4）。

海外産種苗の輸入に対する認識

いずれのグループにおいてもほとんどの人が「どのような状況下でも、輸入すべきではない」または「国産の種ガキが全くない等のやむを得ない場合を除いては、輸入すべきではない」と回答した。1 名のみではあるが、「国産の種ガキが少しでも不足した場合にはそれを補充するために、輸入すべきである。」と回答した（図 3-5）。

考察

カキヘルペスウイルス 1 型変異株による感染症について、発生状況を知っている割合は岡山県では 3 割弱、宮城県で 4 割弱、また岩手県では 2 割程度と低い状況であった。このことから、疾病の情報の周知は未だ十分ではないことが判明した。

海外産のカキ種苗に対する印象のうち、3 県に共通して多く見られたものは、「情報がないのでわからない」であった。岡山県と宮城県では「品質が悪い」との回答も多かった。品質に対する評価が低かった理由としては、以前の聞き取り調査から、いずれの県でも 1990 年代に国産の種苗が不足した際に米国からカキ種苗を輸入したが、死んでいる個体が多くかつ生き残っていた個体についても出荷できるまで成長したものはほ

とんどなかったという事例があることが考えられる。価格については、岡山県では「値段が高い」と回答した人が半数いたのに対し、宮城県では、「値段が高い」と回答した人よりも「値段が安い」と回答した人が多くなったがこの要因については明らかとはなっていない。疾病に関する認識については、「海外産種苗が疾病に感染しているかもしれないので危険」と回答した人は、岡山県では42名のうち14名、宮城県では28名のうち11名、岩手県では64名中14名であることから、7割以上は疾病への危機感を持っていなかった。

伝達のわかりやすさについては、岡山県および宮城県では、「わかりやすい」または「どちらかといえばわかりやすい」という回答が多かったのは、簡潔な内容についてみるとパンフレットよりも口頭説明で伝達したグループであったことから、口頭説明の方がわかりやすかったことが示唆された。岩手県では、パンフレットと口頭説明それぞれ分けてわかりやすさを比較すると、パンフレットでは詳細な内容よりも簡潔な内容の方が「わかりやすい」という回答が多いのに対して、口頭説明では詳細な内容の方が簡潔な内容よりも「わかりやすい」という回答が多くなったことから、口頭説明では詳細な内容の方が好まれる傾向があると思われる。

情報量の評価については、岡山県では簡潔な内容のパンフレットで情報提供を行ったグループでは、情報量が「少ない」または「どちらかと言えば少ない」との回答が15名のうち7名と半数近く見られた。この7名のうち、6名はカキヘルペスウイルス1型変異株について名称および発生状況のどちらも事前にアンケートで知らないと回答していた。つまり事前に得ていたこの疾病に関する情報と重複したために情報量が少ないと回答したのではないことから、今後はより詳細な疾病の情報についても付加すべきであることが示唆された。一方、宮城県では簡潔な内容のパンフレットで情報提供を行ったグループでも、9名のうち3名が「どちらかと言えば多い」と回答した。この3名のうちカキヘルペスウイルス1型変異株について名称および発生状況のどちらも知っていたのが1名、名称だけ知っていたのは1名、どちらも知らなかったのが1名であり、事前の疾病の知識との関係性はないと考えられる。岩手県では簡潔な内容については、パンフレットの場合3割が、口頭説明の場合には6割以上が「少ない」または「どちらかといえば少ない」と回答した。また詳細な内容でも口頭説明の場合には半数近くが「少ない」または「どちらかといえば少ない」と回答していることから、岩手県においては口頭説明では特により詳しい情報を提供する余地があることを示している。また、岡山県、宮城県と比較し、岩手県では簡潔な口頭説明の内容が少ないという意見が多かった。その要因として、岡山県ではカキの築地市場での価格に関する講演また宮城県ではカキの今年の養殖状況に関する会合のためカキ養殖業者が集まった機会に、講演や会合の直

後に本調査を行ったのに対し、岩手県では本調査のみであったため情報量が少ないという印象を持たれた可能性も考えられる。

岡山県および宮城県では、海外産のカキ種苗に対する印象について、「悪くなった」と回答した人が最も多かったのは、詳細な内容のパンフレットにより情報伝達を行ったグループであった。また、岩手県においても口頭説明では、詳細な内容を伝達した場合の方が少しではあるが印象が「悪くなった」という回答が多くなった。詳細な内容と簡潔な内容の最も大きな違いは、過去に米国やヨーロッパで発生した疾病によるカキ類の生産量減少の事例の有無である。これにより、疾病が発生した場合の被害状況がわかりやすくなり、疾病に対する危機感が上昇したことが、海外産カキ種苗に対する印象の悪化につながった可能性が考えられる。一方、岩手県においては、詳細な内容のパンフレットでは印象が「変化しなかった」割合が他のグループよりも高くなっており、詳細な内容が理解されづらかった可能性がある。詳細な内容を口頭説明した場合では、「悪くなった」と回答した人がもっとも多くなっていることから口頭説明では過去の事例が理解され、海外産カキ種苗に対する印象の悪化につながったと考えられる。またこのことから、口頭説明がパンフレットよりも効果的であったことがわかった。

今後の情報提供の必要性については、3県、いずれのグループにおいてもほとんどの人が「必要」または「どちらかと言えば必要」と回答したことから、今後も疾病に関する情報提供を定期的に行っていくことが望まれていることが確認された。

海外産カキ種苗の輸入については、疾病情報の伝達後に3県のいずれのグループにおいてもほとんどの人が、「どのような状況下でも、輸入すべきではない」または「国産の種ガキが全くない等のやむを得ない場合を除いては入れるべきではない」と回答した。しかし、岡山県および岩手県でそれぞれ1名「国産の種ガキが少しでも不足した場合にはそれを補充するために、輸入すべきである。」と回答し、宮城県で1名「国産の種ガキの有無に関わらず、機会があれば輸入すべきである。」と回答した。こういった考えが少数でも存在すると、疾病の侵入の危険性を意識せずに海外産のカキ種苗が導入され、それに伴った新疾病の侵入によりその海域一帯の養殖業が影響を受ける危険性がある。お互いに危険なカキ種苗の導入に注意し合うような養殖業者間の関係および漁協関係者や県水産課が種ガキの入手先等を常に把握できる環境を作り対処することが必要である。

口頭説明による情報提供はその伝達内容がわかりやすいだけでなく、養殖業者、漁業協同組合関係者、そして県水産課職員が集まり意見を交換し、ネットワークを構築する場としての機能も持つと考えられる。このことから、情報伝達は口頭説明によるものが推奨される。

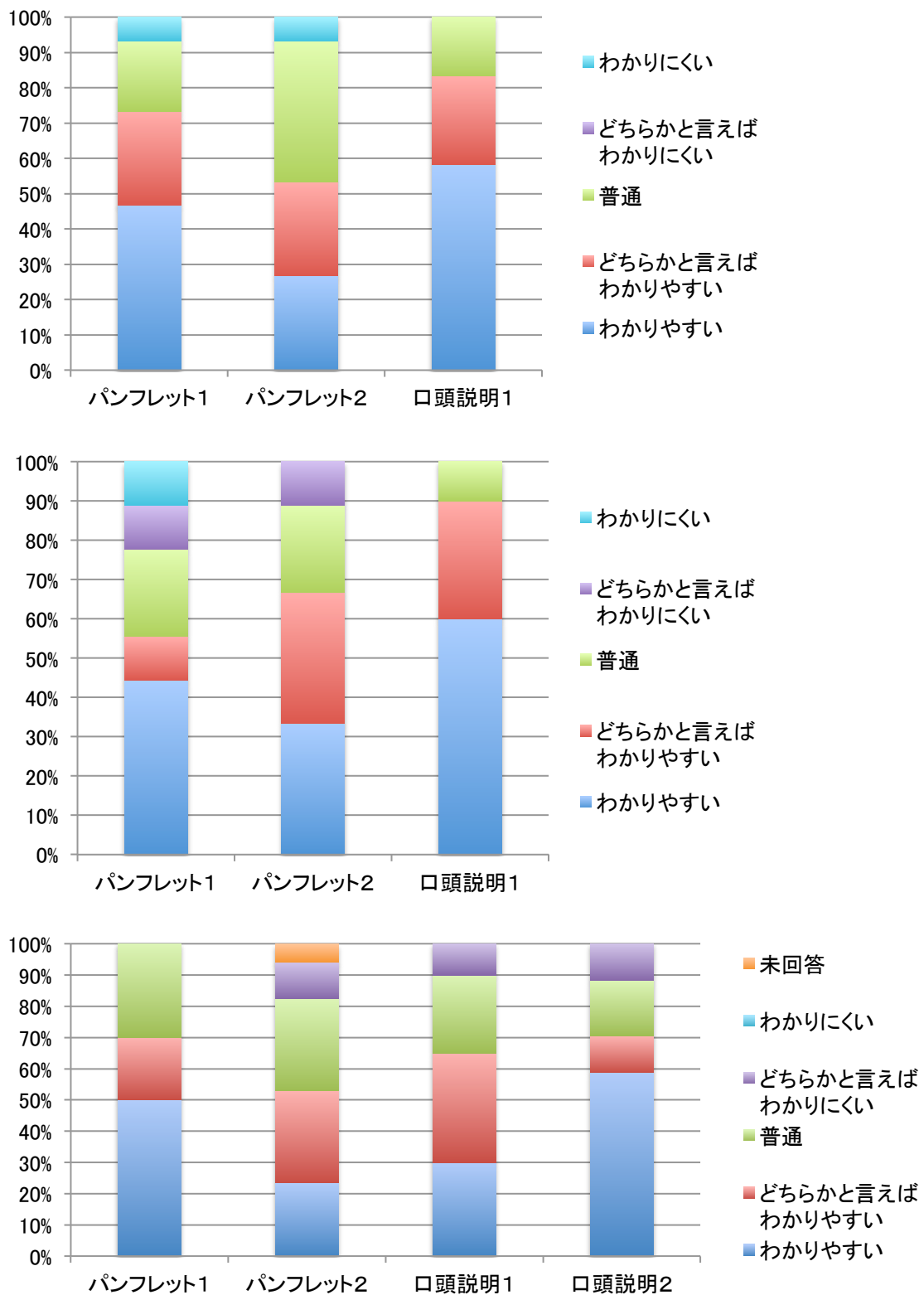


図 3-1 情報提供の内容に対する評価（上段：岡山県、中段：宮城県、下段：岩手県）

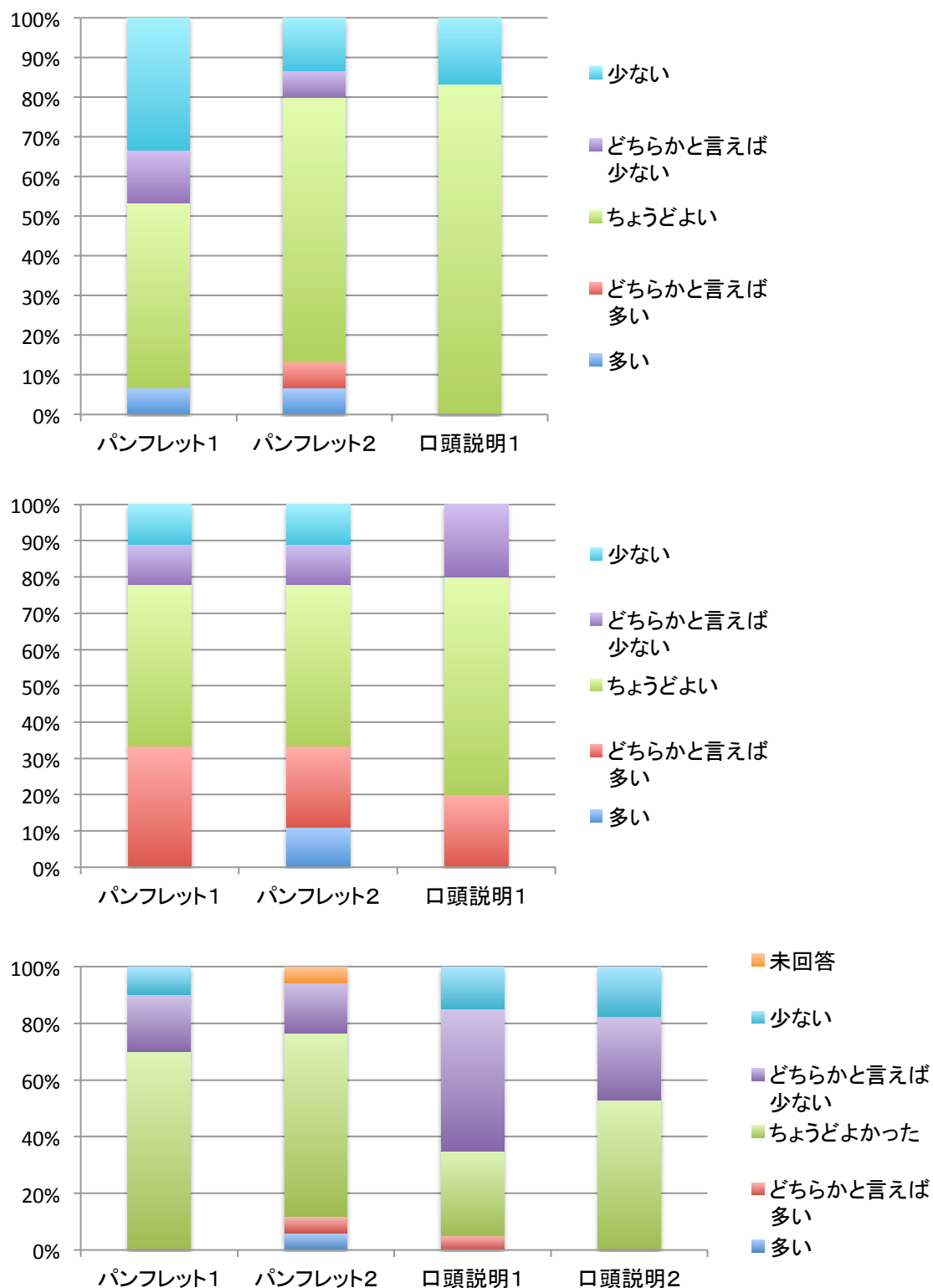


図 3-2 情報提供の量に対する評価（上段：岡山県、中段：宮城県、下段：岩手県）

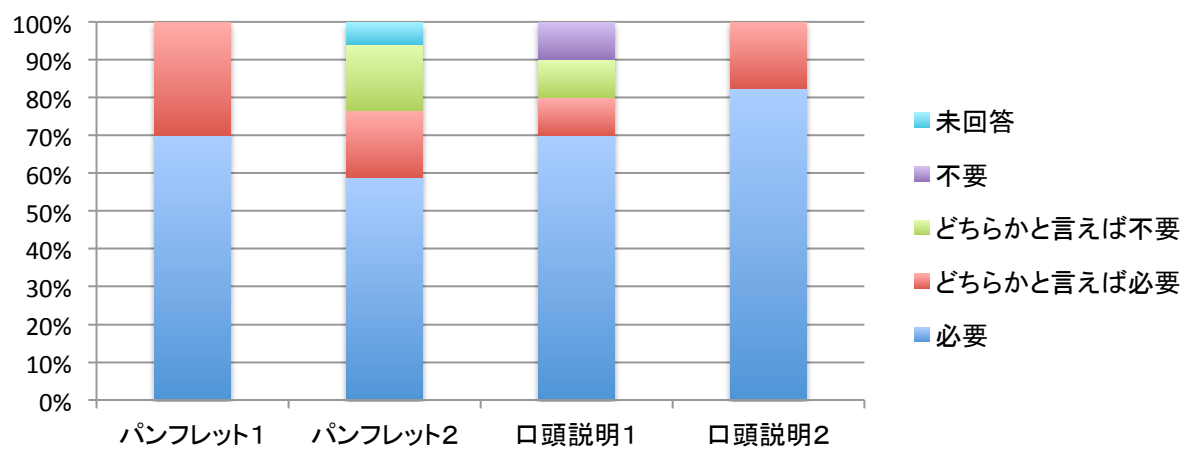
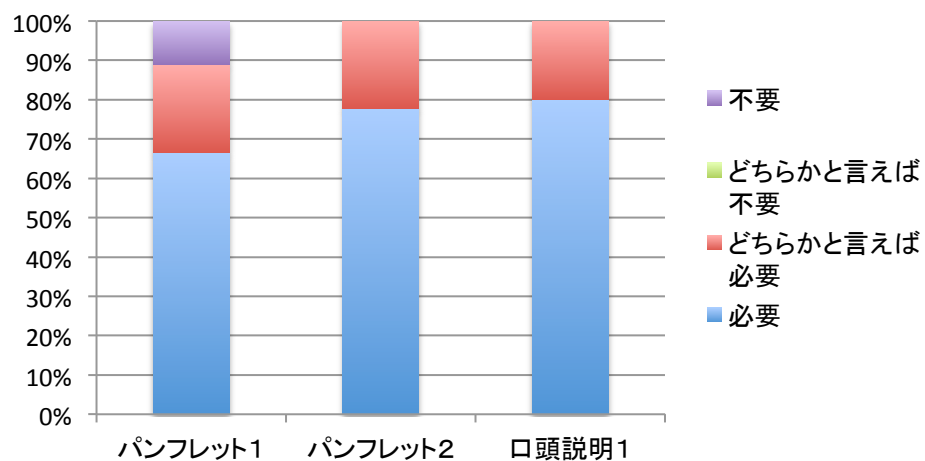
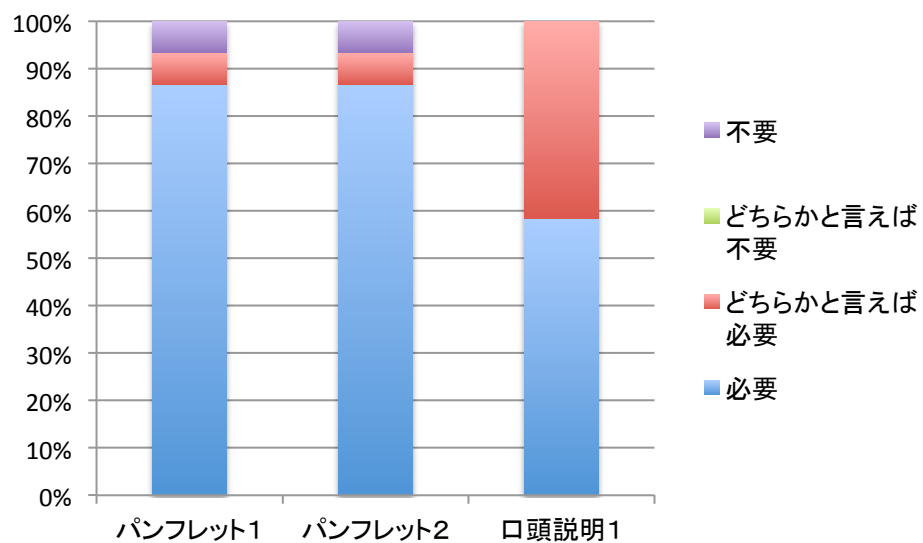


図 3-3 今後の情報提供の必要性（上段：岡山県、中段：宮城県、下段：岩手県）

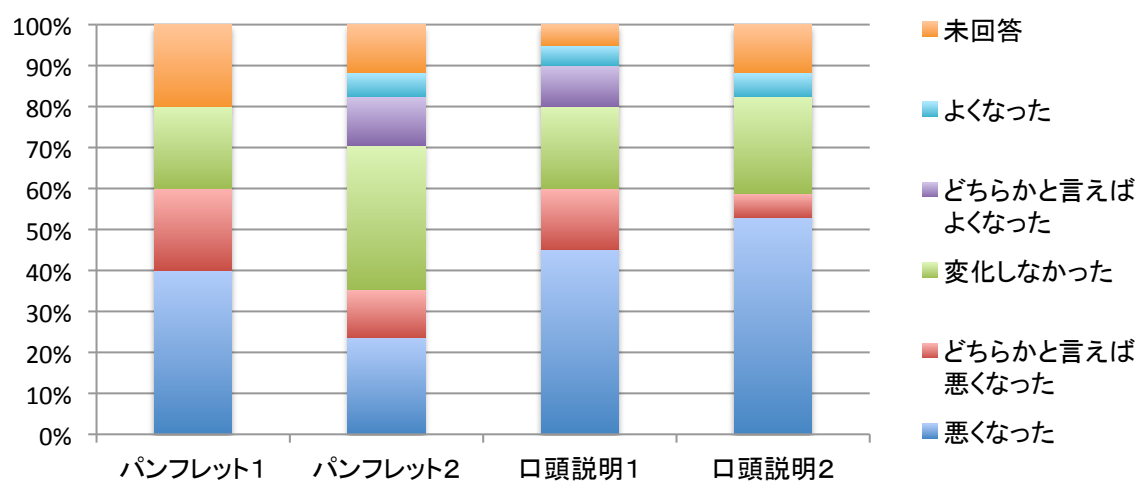
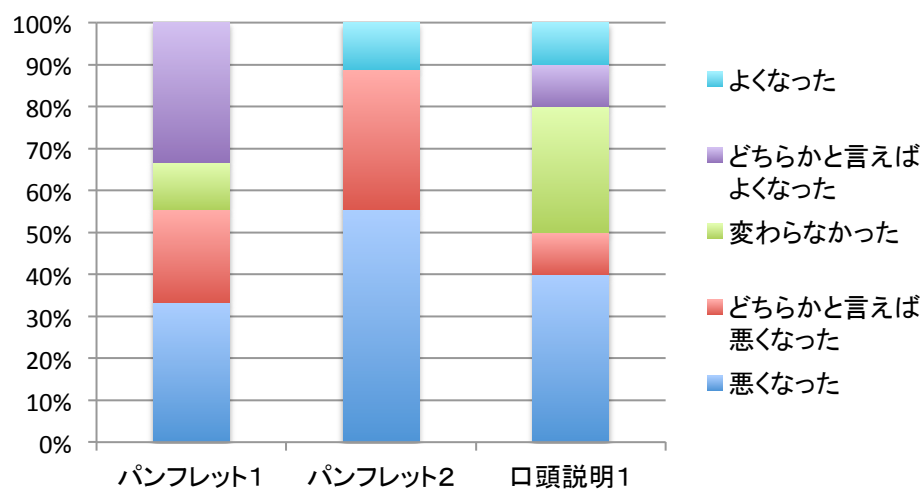
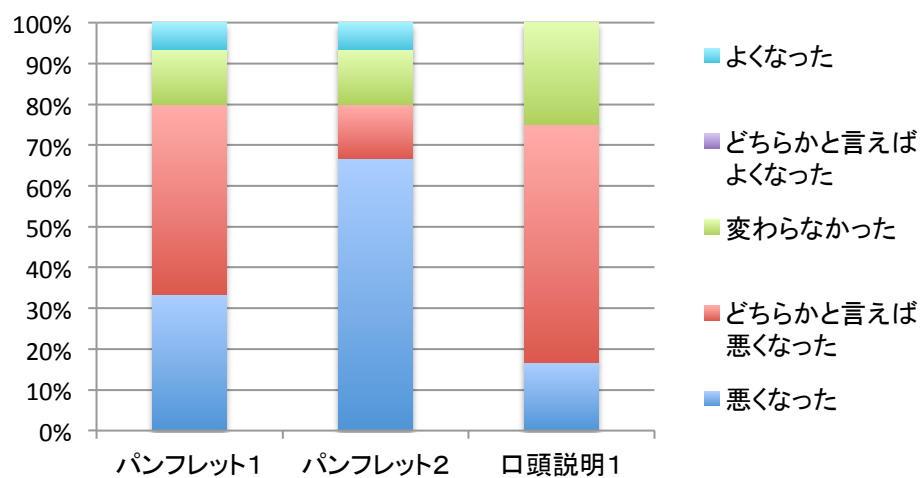


図 3-4 海外産カキ種苗に対する印象の変化（上段：岡山県、中段：宮城県、下段：岩手県）

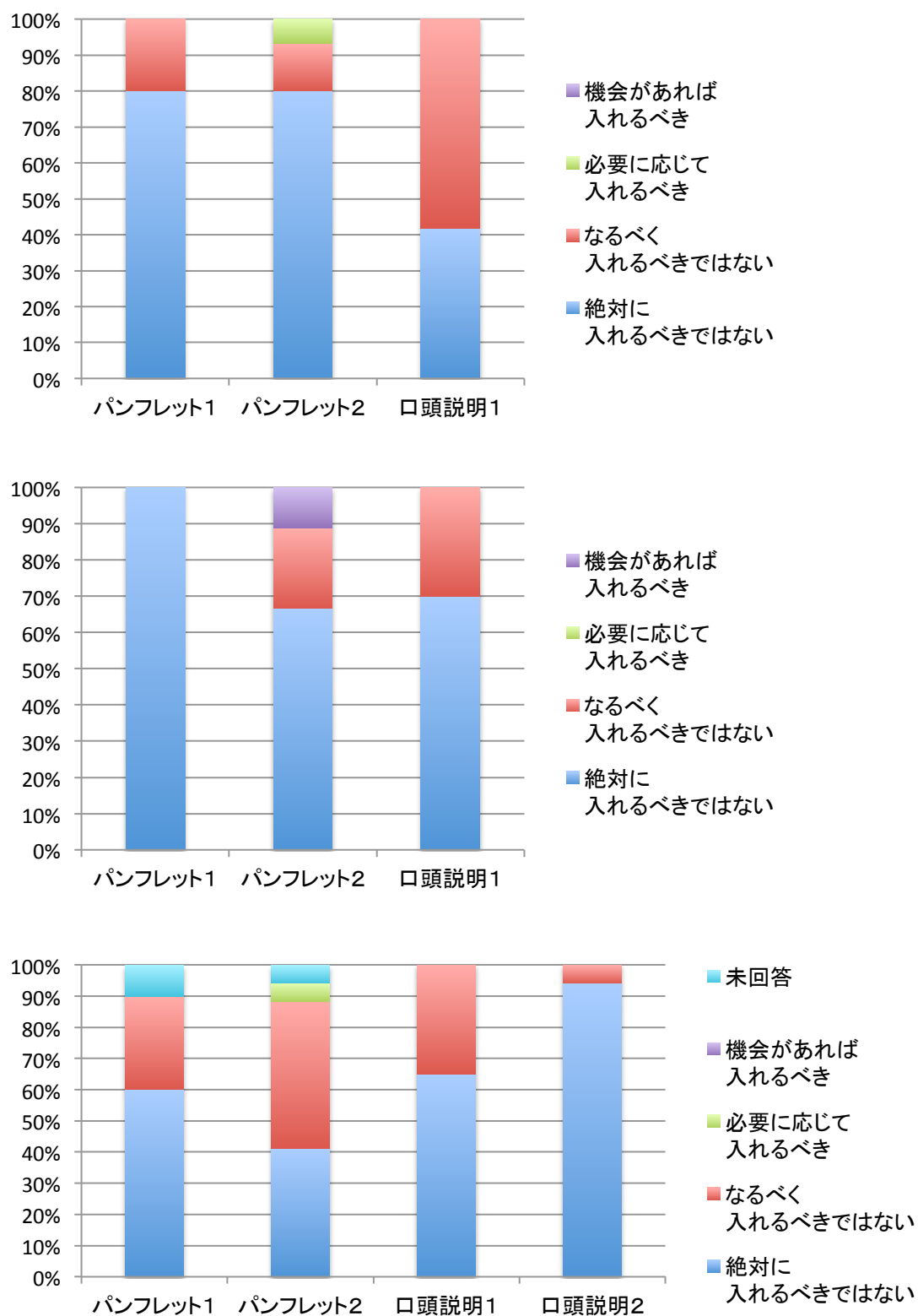


図 3-5 海外産カキ種苗の輸入に関する見解（上段：岡山県、中段：宮城県、下段：岩手県）

表 3-1 回答者の属性

		岡山			宮城			岩手				合計
		パンフ レット	パンフ レット	口 頭 説 明	パンフ レット1	パンフ レット	口 頭 説 明	パンフ レット1	パンフ レット	口 頭 説 明	口 頭 説 明	
		1	2	1		2	1		2	1	2	
年齢	≤30	3*	0	1	0	0	0	1	0	1	0	6
	31-40	2	1	4	0	0	0	0	4	4	1	16
	41-50	4	4	3	4	2	3	1	0	3	3	27
	51-60	3	8	4	3	5	6	4	3	7	7	50
	>60	2	2	0	2	2	1	2	10	5	6	32
養殖 年数	≤10	3	0	6	0	0	0	4	3	3	3	22
	11-20	2	2	1	0	0	2	0	5	7	4	23
	21-30	6	6	3	5	3	4	4	5	6	4	46
	31-40	2	5	2	3	6	3	1	1	2	5	30
	>40	1	2	0	1	0	1	0	3	1	1	10
養殖 筏数	≤5	0	0	0	3	1	1	1	1	1	1	9
	6-10	8	1	8	2	2	0	0	4	0	0	25
	11-15	2	11	0	3	2	3	0	4	7	5	37
	16-20	5	4	4	0	2	5	8	4	3	4	39
	>20	0	0	0	1	2	1	1	3	8	7	23

*カキ養殖業者数

表 3-2 カキヘルペスウイルス 1 型変異株に関するカキ養殖業者の知識の有無（上段：岡山県、中段：宮城県、下段：岩手県）

グループ	カキヘルペスウイルス 1 型変異株 という名称			カキヘルペスウイルス 1 型変異株 感染症の発生状況		
	有	無	未回答	有	無	未回答
パンフレット 1	6 (40.0%)*	9 (60.0%)	0 (0%)	6 (40.0%)	9 (60.0%)	0 (0%)
パンフレット 2	1 (6.7%)	14 (93.3%)	0 (0%)	1 (6.7%)	14 (93.3%)	0 (0%)
口頭説明 1	4 (33.3%)	8 (66.7%)	0 (0%)	4 (33.3%)	8 (66.7%)	0 (0%)
合計	11 (26.2%)	31 (73.8%)	0 (0%)	11 (26.2%)	31 (73.8%)	0 (0%)

グループ	カキヘルペスウイルス 1 型変異株 という名称			カキヘルペスウイルス 1 型変異株 感染症の発生状況		
	有	無	未回答	有	無	未回答
パンフレット 1	5 (55.6%)	4 (44.4%)	0 (0%)	4 (44.4%)	5 (55.6%)	0 (0%)
パンフレット 2	3 (33.3%)	6 (66.7%)	0 (0%)	4 (44.4%)	5 (55.6%)	0 (0%)
口頭説明 1	5 (50.0%)	5 (50.0%)	0 (0%)	3 (30.0%)	7 (70.0%)	0 (0%)
合計	13 (46.4%)	15 (53.6%)	0 (0%)	11 (39.3%)	17 (60.7%)	0 (0%)

グループ	カキヘルペスウイルス 1 型変異株 という名称			カキヘルペスウイルス 1 型変異株 感染症の発生状況		
	有	無	未回答	有	無	未回答
パンフレット 1	1 (10.0%)	9 (90.0%)	0 (0%)	1 (10.0%)	9 (90.0%)	0 (0%)
パンフレット 2	6 (35.3%)	11 (64.7%)	0 (0%)	5 (29.4%)	12 (70.6%)	0 (0%)
口頭説明 1	5 (25.0%)	15 (75.0%)	0 (0%)	5 (25.0%)	15 (75.0%)	0 (0%)
口頭説明 2	2 (11.8%)	14 (82.4%)	1 (5.9%)	3 (17.6%)	14 (82.4%)	0 (0%)
合計	14 (21.9%)	49 (76.6%)	1 (1.6%)	14 (21.9%)	50 (78.1%)	0 (0%)

*カキ養殖業者数

表 3-3 海外産のカキ種苗に対する印象

	情報が ない	入手が 困難	値段が 高い	値段が 安い	品質が 悪い	品質が 良い	病気が 危険
岩手	46*	16	2	3	5	0	14
岡山	22	14	21	0	22	0	14
宮城	14	5	3	6	11	4	11


*カキ養殖業者数

かき養殖関係者の方へ

危険 **海外の種がき**
持ち込まないで！

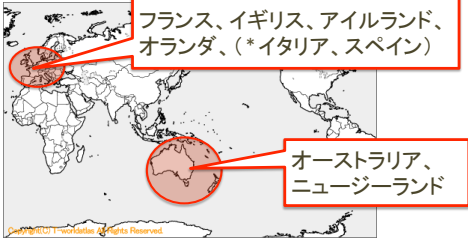
海外のマガキに**新しい病気**発生
この病気にかかると…
↓
**日本のマガキも
大量死します！**

* 原因不明の大量死が発生した場合、
すぐに県水産課に報告してください。

 **日本財団** 助成事業

マガキの新しい病気
(病名: カキヘルペスウイルス1型変異株による感染症)

病気の発生している地域
(日本では未発生)



フランス、イギリス、アイルランド、
オランダ、(*イタリア、スペイン)

オーストラリア、
ニュージーランド

* イタリア、スペインではウイルスは検出されていますが死亡は確認されていません。

死亡率 ・40～100%
・稚貝の死亡率が高い

発生時期 春、夏、秋 (水温14℃以上)

外観症状 なし


このウイルスは、人には感染しません。

付属資料 3-2 詳細な内容のパンフレット

マガキの新しい病気に関する 注意

(マガキが大量死する危険な病気の情報)

東京大学
大学院農学生命科学研究科
水圏生物科学専攻
魚病学研究室

 助成事業

マガキの病気に関する注意

(病名:カキヘルペスウイルス1型変異株による感染症)

病気の発生している地域と死亡率

フランス:死亡率60~100%
イギリス:死亡率40~60%
アイルランド、オランダでも死亡確認

イタリア、スペイン
(死亡は不明だが、ウイルス検出)

ニュージーランド:死亡率80%
オーストラリア:死亡率98%

ヨーロッパの養殖および天然のマガキに新しいウイルス病が発生し、マガキが死亡しています。**発生地域が拡大しています。**

日本ではまだこの病気の発生は報告されていませんが、...
フランスでは日本から移植されたマガキが養殖されており、そのマガキが死亡しています。

この病気が侵入したら日本のマガキも大量死する可能性が高い！

2008年頃から、フランスにおいて**マガキの大量死**が発生するようになり、原因はカキヘルペスウイルス1型変異株 (OsHV-1_{juvar}) による**感染症**であることが報告されています。この病気によるマガキの大量死は2009年にアイルランドで、2010年に、イギリス、オーストラリア、ニュージーランドで、2011年にはオランダでも報告され、**発生地域が拡大**しています。また、**40~100%という高い死亡率**となることから、感染した場合には大きな被害が予想されます。

FAQ

Q1. この病気(カキヘルペスウイルス1型変異株による感染症)にかかったマガキは外見でわかりますか？
A1. この病気に特徴的な外見の症状はありません。

Q2. 稚貝と成貝ではどちらが感染によって死亡しやすいですか？
A2. 稚貝、成貝ともに死亡が報告されていますが、0年貝および1年貝の死亡率が高い傾向にあります。

Q3. どの季節に発生しやすいですか？
A3. 春~秋にかけて(水温14℃以上で)発生する可能性が高いです。(ヨーロッパでは4~7月、オーストラリアでは11月、ニュージーランドでは3月と11月に発生しました。)

Q4. 治療法はありますか？
A4. 有効な治療法はありません。二枚貝は薬の投与やワクチンができないため、予防治療法の開発は難しいと考えられています。

Q5. この病気が日本で発生しないようにするにはどうしたらいいですか？
A5. 海外から種苗(種ガキ)の輸入に伴い、病原体が侵入する可能性があります。海外からの種苗の導入を避けることが病気の侵入および発生を防ぐこととなります。また、輸入した活貝を養殖場に入れることも危険です。

Q6. この病気の診断はどこで行ってもらえますか？
A6. 異常が見られた場合は、県水産課にお問い合わせ下さい。

カキヘルペスウイルス1型変異株による感染症に関する注意喚起文書は、農林水産省からも通知されています。

過去にも、病気(感染症)によりカキ類の大量死が発生しています。

1. アメリカガキ(バージニアガキ)

アメリカの北東岸では、パーキンサス症とMSX病により、1980年頃から生産量が激減しました。1954年には25万トン近くあった生産量が、現在は約1万トンにまで減少しています。

2つの病気(感染症)により生産量が約25分の1に激減

2. ヨーロッパヒラガキ

フランスでは、マルテリア症とポナミア症により、1970年頃から生産量が激減しました。1961年には3万トンあった生産量が、1980年代以降は2千トン前後で推移しています。

2つの病気(感染症)により生産量が約15分の1に激減

3. ポルトガルガキ

フランスでは、1966年にウイルス性腸病が発生し、1970~1973年に大量死が起こりました。これにより、フランスでのポルトガルガキの生産できなくなりました。

病気(感染症)により生産不可能となった

フランスでは、1970年頃までカキ生産の主流はポルトガルガキでしたが、感染症により生産不可能となったため日本のマガキを移植し、養殖するようになりました。現在、フランスではカキ生産の95%以上がマガキです。

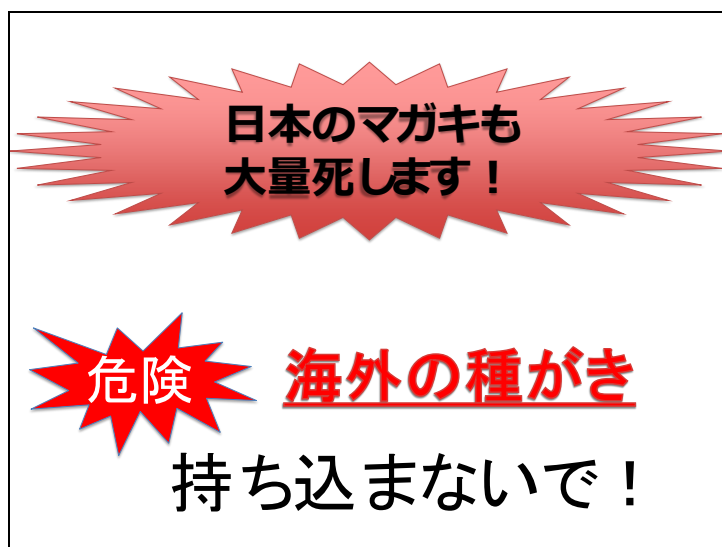
付属資料 3-3 簡潔な内容の口頭説明

スライド 1

マガキの新しい病気に関する 注意 病名 カキヘルペスウイルス1型変異株による感染症)
東京大学 大学院農学生命科学研究科 水圏生物科学専攻 魚病学研究室

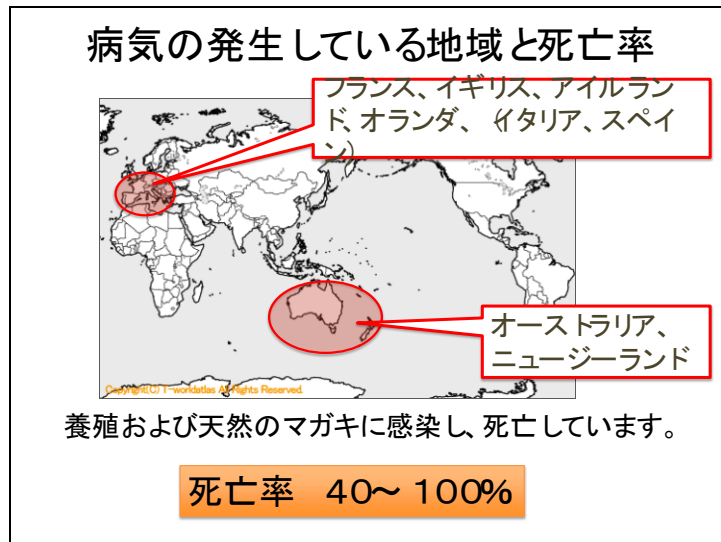
本日は、外国で発生しているマガキの新しい病気について皆様に注意を呼びかけたいと思います。

この病気はカキヘルペスウイルス1型の変異株というものによって引き起こされる感染症です。



もし、日本にもこの病気が入ってきた場合には、生産量が激減するかまたは全く生産できなくなる可能性が高いです。

ですので、海外からの種苗の購入といった、病原体の侵入のリスクを伴うことはなるべく避けてください。



この病気は2008年にフランスの養殖及びマガキではじめて報告され、その後ヨーロッパに広まりました。

2010年にはオーストラリア、ニュージーランドでもこの病気による死亡が確認され、感染地域および汚染地域は拡大しています。

この拡大は、病気にかかったカキの移動が原因だと考えられています。

死亡率は40～100%ですが、100%違い死亡例が多く報告されています。

この病気の発生している地域は、ヨーロッパ及びオーストラリア、ニュージーランドです。

フランスで2008年に、この病気による死亡が養殖や野生のマガキに報告され、2009年にアイルランドで、2010年に、イギリス、オーストラリア、ニュージーランドで、2011年にはオランダでも報告されています。また、死亡は確認されていませんが、イタリア、スペインでもこのウイルスがいることは確認されました。

このように感染地域および汚染地域は拡大しています。この拡大は、病気にかかったカキの移動が原因だと考えられています。

この新しい病気の概要

- ◆特徴的な外見症状なし
- ◆0年貝および1年貝の死亡率が高い
- ◆春～秋 水温 14℃以上)に発生
- ◆有効な予防法や治療法なし
- ◆人には感染しない

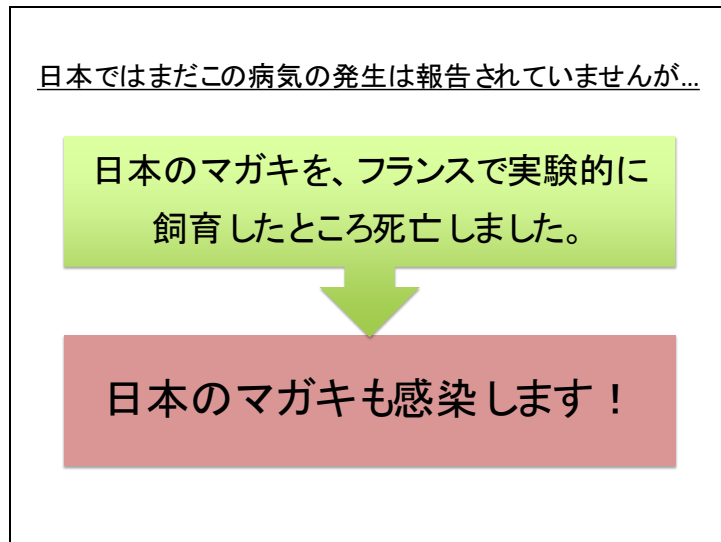
この病気について大まかに説明します。

まずこの病気に特徴的な外見症状はありませんので、専門家による診断が必要です。

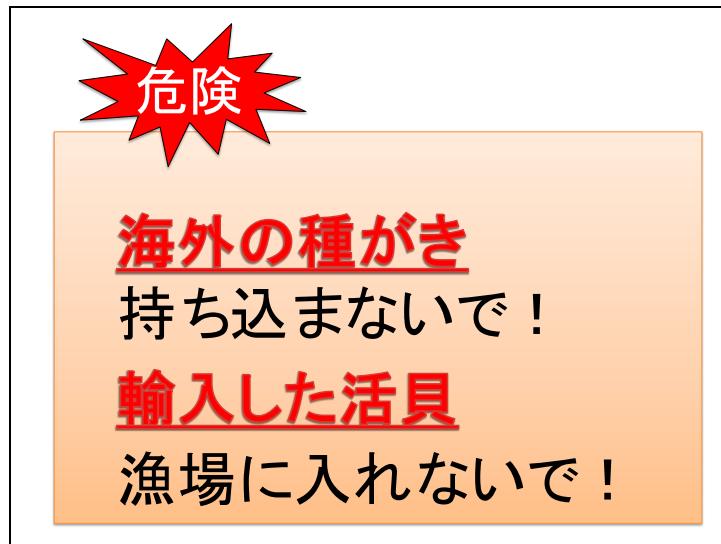
死亡率は0年貝、1年貝が2年以上の貝よりも高くなっています。また春から秋の時期に発生が報告されていることが多いです。

有効な治療法ですが、今のところありません。また、二枚貝は薬の投与やワクチンができないため、治療法の開発は難しいと考えられています。

また、このウイルスは人には感染しません。



この病気の発生は、日本ではまだ報告されていませんが、
近年、日本のマガキをフランスに移植したところ死亡が確認されました。
つまり、日本にこの恐ろしい病気が侵入した場合には日本のマガキも感染します。



そこで、この病気を日本で発生させないためには、海外から病原体を持ち込まないことが最も大切です。

病原体の侵入は、養殖用の種がきを介して起こる可能性が高いので海外からの種がきの購入は絶対にしないでください。

また、輸入した活貝を漁場にいれることも非常に危険です。

付属資料 3-4 詳細な内容の口頭説明

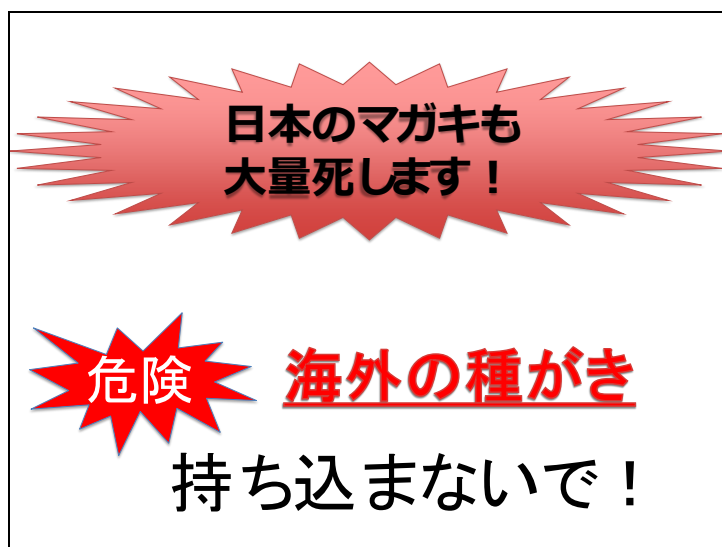
スライド 1

マガキの新しい病気に関する 注意 病名 カキヘルペスウイルス1型変異株による感染症)
東京大学 大学院農学生命科学研究科 水圏生物科学専攻 魚病学研究室

本日は、外国で発生しているマガキの新しい病気について皆様に注意を呼びかけたいと思います。

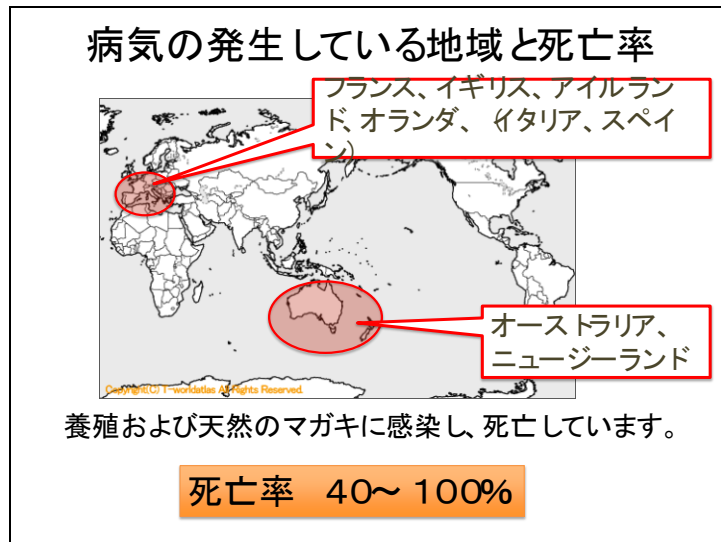
この病気はカキヘルペスウイルス1型の変異株というものによって引き起こされる感染症です。

スライド 2



もし、日本にもこの病気が入ってきた場合には、生産量が激減するかまたは全く生産できなくなる可能性が高いです。

ですので、海外からの種苗の購入といった、病原体の侵入のリスクを伴うことはなるべく避けてください。



この病気は2008年にフランスの養殖及びマガキではじめて報告され、その後ヨーロッパに広まりました。

2010年にはオーストラリア、ニュージーランドでもこの病気による死亡が確認され、感染地域および汚染地域は拡大しています。

この拡大は、病気にかかったカキの移動が原因だと考えられています。

死亡率は40～100%ですが、100%違い死亡例が多く報告されています。

この病気の発生している地域は、ヨーロッパ及びオーストラリア、ニュージーランドです。

フランスで2008年に、この病気による死亡が養殖や野生のマガキに報告され、2009年にアイルランドで、2010年に、イギリス、オーストラリア、ニュージーランドで、2011年にはオランダでも報告されています。また、死亡は確認されていませんが、イタリア、スペインでもこのウイルスがいることは確認されました。

このように感染地域および汚染地域は拡大しています。この拡大は、病気にかかったカキの移動が原因だと考えられています。

この新しい病気の概要

- ◆特徴的な外見症状なし
- ◆0年貝および1年貝の死亡率が高い
- ◆春～秋 水温 14℃以上)に発生
- ◆有効な予防法や治療法なし
- ◆人には感染しない

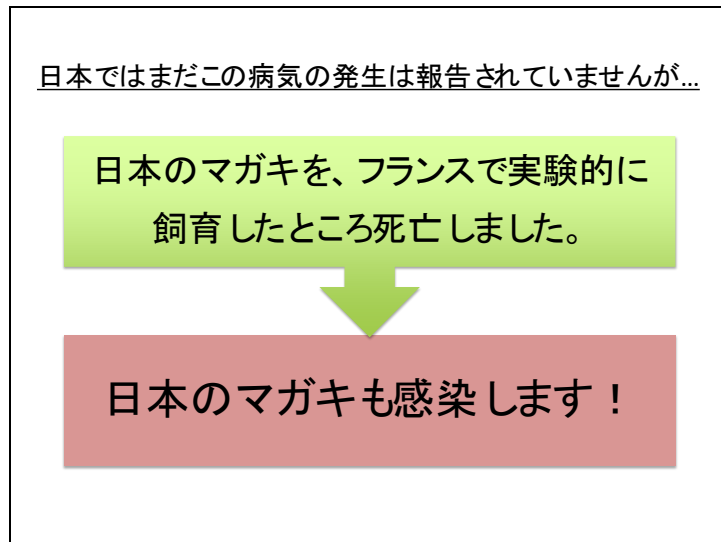
この病気について大まかに説明します。

まずこの病気に特徴的な外見症状はありませんので、専門家による診断が必要です。

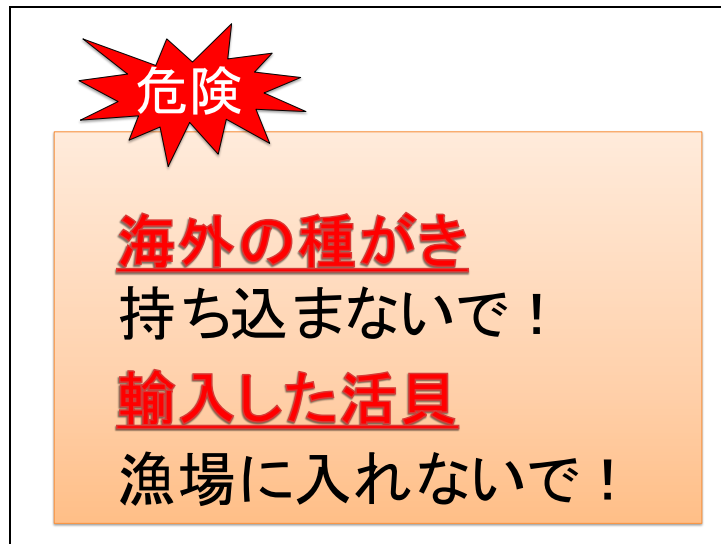
死亡率は0年貝、1年貝が2年以上の貝よりも高くなっています。また春から秋の時期に発生が報告されていることが多いです。

有効な治療法ですが、今のところありません。また、二枚貝は薬の投与やワクチンができないため、治療法の開発は難しいと考えられています。

また、このウイルスは人には感染しません。



この病気の発生は、日本ではまだ報告されていませんが、
近年、日本のマガキをフランスに移植したところ死亡が確認されました。
つまり、日本にこの恐ろしい病気が侵入した場合には日本のマガキも感染します。



そこで、この病気を日本で発生させないためには、海外から病原体を持ち込まないことが最も大切です。

病原体の侵入は、養殖用の種がきを介して起こる可能性が高いので海外からの種がきの購入は絶対にしないでください。

また、輸入した活貝を漁場にいれることも非常に危険です。

スライド 7



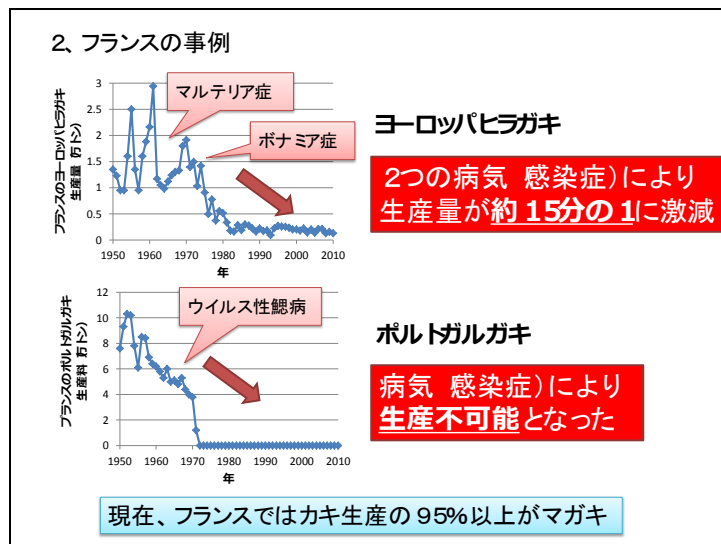
日本では、マガキの病気はこれまでほとんどなく、マガキに病気が有るといわれてもピンと来ないかもしれません。

しかし、外国ではカキの養殖やカキの漁業が病気の発生のために大打撃を受けた例があります。

ここからは、カキの病気が発生するとどのようなことが起こるか、過去の事例を見てみましょう。

まずこれはアメリカのアメリカガキの事例です。

1954年には25万トン近くあった生産量が、現在は約1万トンにまで25分の1に減少しています。この原因はパーキンサス症とMSX病という2つの寄生虫病です。



次にフランスのヨーロッパヒラガキとポルトガルガキの例です。

ヨーロッパヒラガキは、マルテリア症とボナミア症の二つの寄生虫病により、1961年には3万トンあった生産量が、1980年代以降は2千トン前後と15分の1にまで落ち込みました。

ポルトガルガキはウイルス性鰓病により、1970年代以降生産が全く出来なくなりました。フランスでは、1970年頃までカキ生産の主流はポルトガルガキでしたが、生産不可能となったため日本のマガキを移植し、養殖するようになりました。現在、フランスではカキ生産の95%以上がマガキです。

第 4 章 提言

水産動物の疾病の侵入防除のためには、法制度の充実および疾病情報の周知徹底が必要であると考え、以下の提言を行う。

水産動物は養殖対象種が多いにもかかわらず、我が国の輸入防疫の対象となっているのはコイ科魚類、サケ科魚類、クルマエビ属のエビ類の 11 疾病に限られている。これらの水産動物の年間養殖生産額(平成 20 年)は 243 億円と年間養殖総生産額 4790 億円の約 5%に過ぎない。一方、日本の重要な養殖魚種であるマガキやホタテガイは輸入防疫の対象とはなっていないが、これらには海外から侵入が危惧されている疾病が存在することがわかっている。このように水産動物の輸入防疫に関する法令は、対象となっている疾病の範囲等に不十分な点が多いことが明らかとなった。しかし、SPS 協定に基づき OIE 水生コード(国際基準)のリスト疾病以外のものは、法令による防疫の対象とすることは困難であるとされているのが現状である(木島, 2014)。

SPS 協定は確かに国際基準がある場合にはこれに準ずることを定めているが、国際基準にない疾病を防疫の対象とすることを禁じてはない。SPS 協定第三条 3 では、「加盟国が、入手可能な科学的情報のこの協定の関連規定に適合する検討及び評価に基づいて関連する国際的な基準、指針又は勧告が自国の衛生植物検疫上の適切な保護の水準を達成するために十分ではないと決定した場合には、関連する国際的な基準、指針又は勧告に基づく措置によって達成される水準よりも高い衛生植物検疫上の保護の水準をもたらす衛生植物検疫措置を導入し又は維持することができる」とされている。これはリスト疾病となっていない場合でも、適切なリスク評価を行い自国が必要であると判断された場合には、国際基準よりも高い防疫措置をとることができるということを意味する。我が国においても、重要な養殖種の疾病についてリスク評価を行い、必要な場合は防疫措置を講じる事が望まれる。水産は養殖対象種が家畜と比較すると多いことから、リスク評価には時間を要することが予想されるため、国内での養殖規模や海外での疾病の発生情報を考慮しつつ進めることが必要となるだろう。例としてホタテガイのパーキンサス・クグアディ症は OIE リスト疾病ではないが、日本に侵入した場合には重要な養殖種であるホタテガイの産業に甚大な被害をもたらすことが危惧されているため、早急なリスク評価が必要である。そこで OIE Handbook on Import Risk Analysis and Animal Products に基づき、パーキンサス・クグアディ症のリスク評価を行った(付属資料 4-1)。

また SPS 協定第五条 7 では、「加盟国は、関連する科学的証拠が不十分な場合には、

関連国際機関から得られる情報及び他の加盟国が適用している衛生植物検疫措置から得られる情報を含む入手可能な適切な情報に基づき、暫定的に衛生植物検疫措置を採用することができる。」とされている。これは感染症であることが不明な場合や感染症であっても病原体が不明な場合でも、緊急に輸入防疫措置をとることができることを意味している。カキヘルペスウイルス 1 型変異株感染症は 2013 年 5 月から OIE リスト疾病となったが、ヨーロッパで移動禁止措置がとられた段階で、我が国においても、この規定に基づき緊急の防疫措置をとるべきであったと考えられる。今後我が国に重要な養殖種に感染する恐れのある疾病が海外で発生した場合には、緊急の輸入防疫措置がとれることが望まれる。このためには、緊急の輸入措置に関するガイドラインを作成しておく必要がある。カキヘルペスウイルス 1 型変異株感染症についても、パーキンサス・クグアディ症と同様のリスク評価を行った（付属資料 4-2）。

また対象種を拡大するのみではなく定期的に見直すことも必要である。そのための水産動物疾病の専門家会議を、定期的を開催する必要があると考えられる。

水産養殖対象生物は非常に種類数が多いことから、法令によってすべての危険な病原体を輸入防疫の対象とすることは困難であり、また輸入防疫に関する法制度の整備には時間を要する。そのため法制度の整備が十分ではない現状では、法制度以外の輸入防疫対策を講じることも必要である。養殖用水産動物の輸入は多くの場合養殖業者の判断に委ねられていることから、早急に実施できかつ多様な養殖種に対応しうる輸入防疫対策として、養殖業者自身が安全な種苗を選択し導入することを促す仕組みを構築することが有効であると考えられる。そのためには、海外の疾病に関する情報を養殖業者自身が把握することが重要である。農林水産省は、カキヘルペスウイルス 1 型変異株感染症については法令に基づく防疫対策は行わず、注意喚起文書によるカキ養殖業者や関係者への周知によりこの疾病の侵入を防止しようとした。これを疾病情報の流通に関する調査を行うことができる機会ととらえ、この注意喚起文書の周知経路、養殖業者への周知状況および養殖業者のこの疾病についての知識を調査した。その結果、注意喚起は主に都道府県水産担当部署から漁業協同組合を経てカキ養殖業者に周知されていたが、この疾病の内容を把握していたカキ養殖業者は 3 割弱と低く、疾病情報は十分に周知されていなかったことが明らかとなった。注意喚起文書による疾病情報の周知の問題点として、周知が不十分であるという状況が国でも都道府県でもそもそも把握されていなかったことが挙げられた。周知経路の問題点として、いくつかの漁業協同組合では貝類の疾病に関する知識が不足していたことや海外の疾病は関係ないと判断されたことによりカキ養殖業者に周知が行われなかったことが挙げられた。また情報の受け手であるカキ養

殖業者の問題点として、疾病の情報を周知されていてもそもそも貝類に疾病があるという認識が低かったために、その内容を覚えていないことや注意喚起文書を読んでいないということが挙げられた。

まず、周知状況を把握するために、都道府県では疾病情報の発信後には、発信先である漁業協同組合などで養殖業者および関係者に周知したか、またどのような方法でしたかを調査することが必要である。また、農林水産省はこの各都道府県の周知状況に関する情報を収集し、情報が周知されていないまたは周知が不十分な場合には適宜指導を行うことが必要である。漁協関係者や養殖業者には、貝類の疾病の存在および疾病の養殖産業に及ぼす影響を伝達する必要がある。今回の研究から、パンフレットよりも口頭説明の方が疾病の説明がわかりやすいことが示唆されたため、疾病に関する講習会を開くこと等により効果的に疾病に関する情報を提供できると考えられる。ただし、今回の調査の中で県職員の方から、疾病の情報提供のみを理由として養殖業者に集まってもらう事は難しいという意見が聞かれた事から、生産状況の報告会等の会議や集会のある機会に併せて疾病に関する情報提供も行うことが有効ではないかと考えられる。

過去の疾病による被害の事例を含む情報を提供することが疾病の危険性の理解に有効であることが示唆されたため、講習会の内容については過去の事例が含まれることが望ましい。また、調査の中でカキ養殖業者から、疾病が発生した地域の養殖業者が疾病発生後にどのような生活状況になったかを知ることが疾病の影響を理解しやすいのではないかと意見が聞かれた事から、養殖業者個人の体験談を内容として取り入れることは疾病の影響の理解に役立つ可能性が高いと考えられる。

各都道府県の魚病担当者は海外からの侵入疾病に関して十分な知識を有している事が今回の調査で明らかとなったため、講習会等の養殖業者への説明は魚病担当者が行う事が望ましいと考えられる。しかし、講習内容の作成を各都道府県で行う事は大変労力がかかりかつ内容には地域や魚種ごとの特性は必要であるが均質性が必要であることから、農林水産省が講習内容の概要を作成することが望ましいと思われる。また、より広く情報を発信するために疾病に関するビデオを作成し、インターネット等で配信することも有効であろう。

このような情報の周知や、新疾病の侵入・蔓延防除の対策を円滑に行うためには、都道府県、漁業協同組合および養殖関係者の連携が不可欠である。そのための人的ネットワークの構築は重要な課題である。魚類養殖では、近年ワクチンの使用が増加しており、ワクチンの使用にあたっては都道府県の水産試験場、家畜保健所等の指導機関の指導を受けなければならない（農林水産省、2013）。これは都道府県と魚類養殖関係者が関係

性を築くよい機会となっていると考えられる。一方、貝類などの無脊椎動物の養殖ではワクチンを使用することではなく、上記のような指導機関の指導を受ける機会は少ないことから、魚類と比較すると都道府県と養殖関係者のつながりは少ない可能性がある。また水産物の販売を、漁業協同組合を通して行う場合には漁業協同組合と養殖業者の関係は密となると考えられる。しかし広島県のマガキ養殖のようにほとんど漁業協同組合を通さない流通経路の場合には漁業協同組合にはほとんど行かないという声が聞かれた。このように養殖魚種や地域により、都道府県や漁業協同組合と養殖業者の関係は様々であり、ネットワークの構築には地域ごとに異なった対応が求められるだろう。

今回の調査では、漁業協同組合および養殖業者との連絡の多くは各県の普及職員を通して行い、また漁業協同組合および養殖業者の方への調査時にも普及職員が同行する機会が多かった。最も現場に近く、養殖場や漁業協同組合を訪れる機会が多いのは普及職員であると考えられる。しかし、普及職員からは疾病についてはあまり知らないという話が聞かれた。現場に最も近い普及職員が疾病に関する情報を把握し漁業協同組合および養殖業者に伝達することは、非常に強力な伝達方法であると考えられる。また普及職員が疾病情報を把握する事により、疾病発生時の対応を迅速にすることも期待される。試験研究を行う魚病担当職員は、海外からの侵入疾病に関する知識を有していることが本研究の中で明らかとなったことから、各都道府県の中でも疾病の情報を共有できるような仕組みを作ることや普及職員を対象とした魚病に関する全国的な講習会を開催することが必要である。

疾病情報の周知徹底は、現場で安全な種苗の導入が行われることを促進すると共に、現場の疾病に対する認識が向上することにより漁協関係者や養殖関係者が独自の規則を設ける動きを生むことに役立つことが期待される。このような独自の規制がすでに実施されている都道府県もある。宮城県では漁業者等が自ら策定した持続的養殖生産確保法に基づく漁場利用計画の中で外部から種苗を導入する場合は、水産研究機関等の公的機関と検討した上で導入の可否について決定するものとしている。また北海道には区画漁業権行使規則により全てまたは一部の魚種の種苗の海外からの導入を禁止している漁業協同組合がある。このような規則は、都道府県および漁協単位での規制は地域ごとの魚種や漁業形態等に対応できることから優れていると考えられる。今後はこのような良い例を都道府県の魚病担当者会議等で紹介し、全国的な取り組みとすることが非常に有効な防疫対策となると考えられる。

疾病の侵入による損害は養殖業界のみならずより広い範囲に影響を与える。加工業者、

流通業者、販売業者および消費者や環境保護団体も利害関係者（stake holder）であるといえる。しかし現状では、この疾病の注意喚起の周知は都道府県水産課、漁業協同組合、および養殖業者にはほぼ限定されており、他の利害関係者への周知は行われていなかった。特に、流通業者の中には、疾病の侵入の危険性が非常に高い蓄養を行っていた業者がいたにも関わらず、蓄養の実態が把握されていなかったために周知は行われなかった。今後はこれらの多様な利害関係者に対しても講習会や勉強会を開催する、パンフレットを配布する、インターネットで情報の配信を行うおよび新聞等のマスメディアを利用する等の方策により、正しい情報を広く流通させることが緊急の課題である。この場合の疾病情報の流通においても、カキ養殖業者へのカキヘルペスウイルス 1 型変異株感染症に関する情報提供のように情報が一方通行とならないよう、情報の受け手がどの程度の疾病に関する知識および認識を持っているかを把握し、それを考慮した伝達内容が求められる。また伝達内容の徹底のために、情報発信後に疾病に対する認識を調査し伝達手法の定期的な改善を行うことも必要となる。今後は広く疾病の情報が共有された上で、このような多様な利害関係者間で、海外からの種苗の導入によって得られる利益、疾病の侵入に伴う損害のリスク、疾病侵入や蔓延防除に要するコストを考慮しつつ、取るべき方策について広く議論していくことが必要である。

一方、蓄養の実態が把握されていなかったように、生きた水産動物の輸入およびそれに伴う疾病侵入の危険性のある行為のすべてを想定する事は非常に困難である。また、水産動物の種苗の海外からの販売を行っている業者を網羅的に把握することは困難であるという意見も県職員から聞かれた。これらのことから、網羅的な規制を行うために最も有効な方策はやはり法令による輸入防疫措置であると考えられるため、法制度の早期の充実が望まれる。

本研究で把握された水産動物の疾病侵入の特徴や、貝類養殖現場の実態および問題点、さらには改良すべき点が我が国の今後の水産動物の防疫に役立つことを強く期待する。

付属資料 4-1 パーキンサス・クグワディによる感染症のリスクの評価

危害の特定

1983 年にカナダ西岸のブリティッシュコロンビアにある水産会社が日本のホタテガイ種苗を輸入し養殖したところ 60%を超える死亡が発生し、その後の研究により原因が *Perkinsus qugwadi* の寄生であることが確認された。また、ホタテガイの稚貝には 100% 近い死亡を引き起こすことが確認されている。(Blackbourn et al. 1998, Bower et al 1998, Bower et al 1999) *P. qugwadi* はおそらく元々はカナダ西海岸の二枚貝に寄生していたが、ホタテガイという新たな宿主に出会い強い病害性を示したと考えられている。またこの疾病は 2011 年の調査により、依然としてカナダで発生していることが確認されている(伊藤, 2013)。

以上のことから、この疾病が日本では未発生であり、侵入した場合にはホタテガイの生産が壊滅的な被害を受ける可能性が高いことから危害に特定される。

リスク評価

1. 侵入評価

汚染地域であるカナダからのホタテガイの輸入は行われていない。カナダから生きている、生鮮のものおよび冷蔵した二枚貝の輸入については、マガキで実態があるが、汚染海域のマガキに付着したパーキンサス・クグワディが侵入する可能性は非常に低いと考えられる。また、北海道のホタテガイの養殖業者がカナダからホタテガイの幼生を導入していたことが聞く取り調査から明らかとなった。汚染地域からのホタテガイの幼生の輸入は、病原体を日本に持ち込む可能性が非常に高い。

2. 暴露評価

汚染地域から輸入したマガキは食用であることから、輸入後に直接市場に出回る場合は日本の天然および養殖のホタテガイへの暴露は無視できると考えられる。輸入後出荷まで一時的に飼育する場合には、陸上水槽で飼育し排水を適切に処理すれば暴露の可能性は無視できるものである。天然海域での飼育を行う場合には暴露の可能性は非常に低いがあると考えられる。汚染地域からのホタテガイの幼生を導入し、養殖または栽培漁業に用いた場合は暴露の可能性は非常に高い。

3. 影響評価

日本のホタテガイの年間養殖生産額は約 300 億円であることから、死亡率が 100%に達することもある本病が侵入および発生した場合には、ホタテガイの養殖産業に非常に

大きな損失が生じる可能性が高い。またホタテガイは栽培養殖が盛んであることから、年間の漁業生産額は約 400 億円にものぼる。養殖と天然の個体は近くに存在していることから、どちらかに疾病が発生した場合でも両方の個体が影響を受けると考えられることから、疾病侵入時の被害は非常に大きい。

4. リスクの推定

汚染地域であるカナダから輸入されたマガキは食用であるため、直接市場に出回る場合には、輸入されたマガキを介してパーキンサス・クグワディによる感染症が日本の養殖および天然のホタテガイが暴露される可能性は無視できると考えられる。しかし、輸入後に出荷まで一時的な飼育を天然水域で行う場合には、非常に低い暴露される可能性はある。汚染地域からのホタテガイの幼生の導入により日本のホタテガイに感染が広がり、ホタテガイの大量死が発生することで甚大な経済的損失が生じる可能性は非常に高い。

以上のことから、パーキンサス・クグワディによる感染症のリスクは無視できないものであり、防疫措置を行うことが必要である。

危害の特定

カキヘルペスウイルス 1 型変異株 (Family *Malacoherpesviridae* ostreid herpesvirus 1 microvariant) によるマガキの大量死は、2008 年に初めてフランスで報告され、その後 2009 年にアイルランド、2010 年にイギリス、オーストラリア、ニュージーランド、2011 年にはオランダでもこの疾病によるマガキの死亡が報告された。死亡率は種苗を中心に 100% に達することもあり、マガキの養殖に深刻な被害をもたらしている。感受性については、稚貝の方が成貝よりも高いとされている。また、死亡は確認されていないが、イタリア、スペインでもこのカキヘルペスウイルス 1 型変異株が存在することは確認されている。この疾病は養殖のマガキのみならず、天然のマガキにも感染が確認されている (Peeler et al., 2009; Segarra et al., 2010; Final report OSHV-1 μ Var ‘International OSHV-1 μ Var workshop’ ; Dundon et al., 2011; Martenot et al., 2012; Roque et al., 2012; OIE aquatic manual: <http://www.oie.int/international-standard-setting/aquatic-manual/> , 2013 年 12 月 10 日)。

OIE マニュアルに定義されているカキヘルペスウイルス 1 型変異株は、日本にも存在するが、日本のマガキにはカキヘルペスウイルス 1 型変異株による大量死は報告されていない。このことから、日本に存在するカキヘルペスウイルス 1 型変異株は病害性を示さない株ではないかと考えられる。また、日本のマガキを本疾病の発生国であるフランスに持ち込み飼育実験を行ったところ、死亡が確認されたという話が宮城県のカキ養殖業者から聞かれた。このことから、フランスのカキヘルペスウイルス 1 型変異株は日本のマガキにも病害性を示すと考えられる。

以上のことから、発生国および汚染国のカキヘルペスウイルス 1 型変異株のうち、少なくともフランスの株は日本のマガキに大量死をもたらす可能性が非常に高いことから危害に特定される。

リスク評価

1. 侵入評価

侵入の経路としては、生きているマガキを介した侵入の可能性が考えられる。カキヘルペスウイルス 1 型変異株感染症の汚染地域であるオーストラリアからは、生きたマガキの輸入の実態があるため、この輸入により病原性の高い本ウイルスが侵入する可能性がある。しかし、オーストラリアの中でもカキヘルペスウイルス 1 型変異株感染症が発生

している地域は東岸のみであり、非感染地区からの輸入の場合には侵入の可能性は無視できると考えられる。また、日本では過去に、マガキ種苗が不足した時等に海外からマガキ種苗の輸入が行われたことがあることから、今後も種苗の不足時等に海外からのマガキ種苗の輸入が行われる可能性はある。

2. 暴露評価

オーストラリアから輸入されている生きたマガキは食用であると考えられるため、輸入後に直接市場に出回る場合は日本のマガキに暴露される可能性は無視できると考えられる。輸入後出荷まで一時的に飼育する場合では、陸上水槽で飼育し排水を適切に処理すれば暴露の可能性は無視できるものである。一方、天然海域で飼育すると近隣の天然のマガキおよび養殖のマガキが暴露される可能性は非常に高い。また、マガキの種苗を汚染地域から持ち込み養殖することも同様に近隣の天然のマガキおよび養殖のマガキが暴露される可能性は非常に高い。

3. 影響評価

日本のマガキの養殖生産額は約 300 億円であることから、死亡率が 100%に達することもある本病が侵入および発生した場合には、マガキの養殖産業に非常に大きな損失が生じる可能性が高い。また、マガキの養殖は天然水域で行われていることから、本病が侵入し養殖個体に感染した場合には、その近隣に存する天然個体にも影響を及ぼす可能性は非常に高い。また、天然個体に蔓延した疾病を根絶することは不可能であると考えられる。

4. リスクの推定

汚染地域であるオーストラリアから輸入されたマガキは食用であるため、直接市場に出回る場合には、輸入されたマガキを介してカキヘルペスウイルス 1 型変異株が日本のマガキに広まる可能性は無視できると考えられる。しかし、輸入後に出荷まで一時的な飼育を行う場合、本病が日本のマガキに感染が広がる可能性は、陸上水槽での飼育は低いと、また天然水域での飼育は非常に高いと考えられる。養殖用のマガキの種苗については、今までの輸入事例から直接天然海域に持ち込むため、汚染地域からの種苗の導入は日本のマガキに感染が広がる可能性が非常に高い。

以上のことから、カキヘルペスウイルス 1 型変異株のリスクは無視できないものであり、防疫措置を行うことが必要である。

謝辞

本研究を遂行するにあたり、その端諸を与えて下さり御指導と御鞭撻をいただいた東京大学大学院農学生命科学研究科魚病学区研究室 良永知義教授に深く感謝致します。また、同研究室 横山博助教には御指導、御助言を賜り、厚く御礼申し上げます。

財団法人目黒寄生虫館館長 小川和夫博士には、本研究を遂行するにあたり御指導、御助言を頂きましたこと感謝致します。

宮城県水産技術総合センターの熊谷明氏、岡山県農林水産部水産担当部署の田丸和彦氏、岡山県農林水産総合センターの野坂元道氏、広島県農林水産局の村上倫哉氏、竹本広司氏、広島県立総合技術研究所の平田靖氏、岩手県水産技術センターの山口正希氏には、調査を遂行するにあたり多大な御協力を頂き、心より御礼申し上げます。また、聞き取り調査およびアンケート調査に御協力頂いた広島県、岡山県、宮城県、岩手県の漁業協同組合の職員ならびに組合員の皆様に深く感謝致します。

国際獣疫事務局アジア太平洋地域事務所の釘田博文代表、石橋朋子副代表には、インターンシップの機会を与えて頂き、国際的な水産防疫に関わるという貴重な経験をさせて頂いたことに厚くお礼申し上げます。また、インターンの遂行にあたり御指導、御助言を賜った同事務所の Hnin Thidar Myint 氏に深く感謝致します。秘書の方々にも多大な支援をして頂き心より御礼申し上げます。

東京大学大学院農学生命科学研究科魚病学区研究室内の善家孝介博士には本研究を遂行するにあたり御助言と励ましを頂きました。また、魚病学区研究室内の脇司氏、梅田剛佑氏、ハウ・カ・フィ氏、堀内元貴氏、呂明媚氏、日浅大仁氏、城村怜氏、山本薫氏、楊純一氏には、公私にわたり多大な支援を頂きました。以上の方々への心よりの感謝の意をここに記します。

最後に、常に心の支えとなってくれた家族および友人に最大の感謝を捧げます。

引用文献

Andrews JD. Oyster mortality studies in Virginia V. Epizootiology of MSX, a protistan pathogen of oysters. Ecology 1966 ;47 :19-31.

Amend DF, Yasutake WT and Mead RW. A hematopoietic virus disease of rainbow trout and sockeye salmon. Trans. Am. Fish. Soc. 1969; 98: 796-804.

Amend DF and Pietsch JP. Virucidal activity of two iodophors to salmonid viruses. J. Fish. Res. Board Can. 1972, 29(1): 61-65.

Amos K, Thomas J and Hopper K. A case history of adaptive management strategies for viral hemorrhagic septicemia virus (VHSV) in Washington state. J. Aquat. Anim. Health 1998; 10: 152-159.

Anshary H, Ogawa K, Higuchi M and Fujii T. A study of long-term changes in summer infection levels of Japanese flounder *Paralichthys olivaceus* with the monogenean *Neoheterobothrium hirame* in the central Sea of Japan, with an application of a new technique for collecting small parasites from the gill filaments. Fish Pathol. 2001; 36: 27-32.

青木秀夫, 渥美貴史, 西川久代. 次世代真珠養殖技術とスーパーアコヤ貝の開発・実用化研究事業 高真珠分泌能力・高生残アコヤ貝の作出技術の開発. 平成 20 年度三重県水産研究所事業報告 2009.

Arkush KD, Bartholomew JL. Piscirickettsia, Francisella and Epitheliocystis. In: Woo PTK, Bruno DW (eds). Fish diseases and disorders vol. 3 Viral, Bacterial and Fungal Infections 2nd Edition. CAB International, Wallingford. 2011; 302-337.

Austin B. The recovery of *Cytophaga psychrophila* from two cases of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum) fry syndrome in the U.K.. Bull. Eur. Assoc. Fish Pathol. 1992; 12: 207-208.

Ball HJ, Munro ALS, Ellis A, Elson KGR, Hodgkiss W and McFarlan IS. Infectious pancreatic necrosis in rainbow trout in Scotland. *Nature* 1971; 234: 417-418.

Balseiro P, Aranguren R, Gestal C, Novoa B and Figueras A. *Candidatus Xenohaliotis californiensis* and *Haplosporidium montforti* associated with mortalities of abalone *Haliotis tuberculata* cultured in Europe. *Aquaculture* 2006; 258: 63-72.

Bernardet JF, Baudin-Laurencin F and Tixweant G. First identification of "*Cytophaga psychrophila*" in France. *Bull. Eur. Assoc. Fish Pathol.* 1988; 8: 104-105.

Berthe FCJ, Michel C and Bernardet JF. Identification of *Pseudomonas anguilliseptica* isolated from several fish species in France. *Dis. Aquat. Org.* 1995; 21: 151-155.

Blackbourn J, Bower SM, Meyer GR. *Perkinsus qugwadi* sp. Nov. (incertae sedis), a pathogenic protozoan parasite of Japanese scallops, *Patinopecten yessoensis*, cultured in British Columbia, Canada. *Can J Zool.* 1998; 76: 942-953.

Blanch AR, Pinto RM and Jofre JT. Isolation and characterization of an *Edwardsiella* sp strain, causative agent of mortalities in sea bass (*Dicentrarchus labrax*). *Aquaculture* 1990; 88: 213-222.

Bondad-Reantaso MG, Lem A and Subasinghe RP. International Trade in Aquatic Animals and Aquatic Animal Health: What Lessons Have We Learned So Far in Managing the Risks? *Fish Pathol.* 2009; 44: 107-114.

Bower SM, Blackbourn J, Meyer GR. Distribution, prevalence, and pathogenicity of the protozoan *Perkinsus qugwadi* in Japanese scallops, *Patinopecten yessoensis*, cultured in British Columbia. Canada. *Can J Zool.* 1998; 76: 953-959.

Bower SM, Blackbourn J, Meyer GR, Welch DW. Effect of *Perkinsus qugwadi* on

various species and strains of scallops. Dis Aquat Org. 1999; 36: 143-151.

Bretzinger A, Fischer-Scherl T, Oumouna M, Hoffmann R and Truyen U. Mass mortalities in Koi carp, *Cyprinus carpio*, associated with gill and skin disease. Bull. Eur. Assoc. Fish Pathol. 1999; 19: 182-185.

Brown LL, Cox WT and Levine RP. Evidence that the causal agent of bacterial cold-water disease *Flavobacterium psychrophilum* is transmitted within salmonid eggs. Dis. Aquat. Org. 1997; 29: 213-218.

Bruno DW. *Cytophaga psychrophila* (= *Flaxibacter psychrophilus*) (Borg), histopathology associated with mortalities among farmed rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum) in the U.K.. Bull. Eur. Assoc. Fish Pathol. 1992; 12: 215-216.

Bruno DW. Prevalence and diagnosis of bacterial kidney disease (BKD) in Scotland between 1990 and 2002. Dis. Aquat. Org. 2004; 59: 125-130.

Buchmann K, Møllergaard S and Koie M. *Pseudodactylogyrus* infections in eel: a review. Dis. Aquat. Org. 1987; 3: 51-57.

Buestel D, Ropert M, Prou J, Goulletquer P. History, Status, And Future of Oyster Culture In France. J. Shellfish Res. 2009; 28: 813-820.

Burreson EM, Stokes NA and Friedman CS. Increased virulence in an introduced pathogen: *Haplosporidium nelsoni* (MSX) in the eastern oyster *Crassostrea virginica*. J. Aquat. Anim. Health 2000; 12: 1-8.

Byon JY, Ohira T, Hirono I and Aoki T. Comparative immune responses in Japanese flounder, *Paralichthys olivaceus* after vaccination with viral hemorrhagic septicemia virus (VHSV) recombinant glycoprotein and DNA vaccine using a microarray analysis. Vaccine 2006; 24: 921-930.

Castric J and Kinkelin PD. Occurrence of viral hemorrhagic septicemia in rainbow trout *Salmo gairdneri* Richardson reared in sea water. J. Fish Dis. 1980; 3: 21-27.

簡肇衡, 宮崎照雄, 窪田三朗. 台湾における養殖ニホンウナギのブランキオマイセス症. 魚病研究 1979; 13: 179-182.

Chou HY, Huang CY, Wang CH, Chiang HC and Lo CF. Pathogenicity of a baculovirus infection causing white spot syndrome in cultured penaeid shrimp in Taiwan. Dis. Aquat. Org. 1995; 23: 165-173.

Cone DK and Marcogliese DJ. *Pseudodactylogyrus anguillae* on *Anguilla rostrata* in Nova Scotia: an endemic or an introduction?. J. Fish Biol. 1995; 47: 177-178.

Corbeil S, LaPatra SE, Anderson ED and Kurath G. Nanogram quantities of a DNA vaccine protect rainbow trout fry against heterologous strains of infectious hematopoietic necrosis virus. Vaccine 2000; 18: 2817-2824.

出村雅晴. 宮城県におけるホヤ養殖の復興状況. 農林中金総合研究所レポート 2013; 1: 1-3.

Dundon WG, Arzul I, Omnes E, Robert M, Magnabosco C, Zambon M, Gennari L, Toffan A, Terregino C, Capua I, Arcangeli G. Detection of Type 1 Ostreid Herpes variant (OsHV-1 μ var) with no associated mortality in French-origin Pacific cupped oyster *Crassostrea gigas* farmed in Italy. *Aquaculture* 2011; 314: 49-52.

江草周三, 大岩靖之. 養殖ウナギの鰓にみられた新しいカビ病, *Branchiomyces* sp. の寄生について. 魚病研究 1972; 7: 79-83.

Egusa S. A myxosporean of the order Multivalvulida from the brains of *Lateolabrax japonicus* and some other marine fishes. Fish Pathol. 1986; 21: 233-238.

江草周三. 魚類のエピテリオシスチス病. 魚病研究 1987; 22: 165-171.

江草周三, 福田穎穂, 畑井喜司雄, 室賀清邦, 小川和夫, 若林久嗣, 横山博, 吉水守, 良永知義. 「魚介類の感染症・寄生虫病」(若林久嗣・室賀清邦編) 恒星社厚生閣, 東京. 2004.

愛媛県水産試験場. 「愛媛県水産試験場百年史」 2000.

Ekman E, Börjeson H and Johansson N. *Flavobacterium psychrophilum* in Baltic salmon *Salmo salar* brood fish and their offspring. Dis. Aquat. Org. 1999; 37: 159-163.

Evelyn TPT, Ketcheson JE and Prosperiporta L. Further evidence for the presence of *Renibacterium salmoninarum* in salmonid eggs and for the failure of povidone-iodine to reduce the intra-ovum infection-rate in water-hardened eggs. J. Fish Dis. 1984; 7: 173-182.

Ferguson HW, Collins RO, Moore M, Coles M and MacPhee DD. *Pseudomonas anguilliseptica* infection in farmed cod, *Gadus morhua* L. J. Fish Dis. 2004; 27: 249-253.

Final report OsHV-1 µVar 'International OsHV-1 µVar workshop', Fisheries Research and Development Corporation, Cairns. 2011.

Ford SE and Haskin HH. History and epizootiology of *Haplosporidium nelsoni* (MSX), an oyster pathogen in Delaware bay, 1957-1980. J. Invert. Pathol. 1982; 40: 118-141.

Friedman CS, Cloney DF, Manzer D and Hedrick RP. Haplosporidiosis of the Pacific Oyster, *Crassostrea gigas*. J. Invert. Pathol. 1991; 58: 367-372.

Friedman CS, Andree KB, Beauchamp KA, Moore JD, Robbins TT, Shields JD and Hedrick RP. '*Candidatus Xenohaliothys californiensis*', a newly described pathogen of abalone, *Haliotis* spp., along the west coast of North America. Int. J. Syst. Evol.

Micr. 2000; 50: 847-855.

Gardner GR, Harshbarger JC, Lake JL, Sawyer TK, Price KL, Stephenson MD, Haaker PL and Togstad HA. Association of prokaryotes with symptomatic appearance of withering syndrome in black abalone *Haliotis Cracherodii*. J. Invertebr. Pathol. 1995; 66: 111-120.

Haenen OLM, Way K, Bergmann SM, and Ariel E. The emergence of koi herpesvirus and its significance to European aquaculture. Bull. Eur. Assoc. Fish Pathol. 2004; 24: 293-307.

花田博, 牛山宗弘. IPN 耐病性ニジマスの発現について. 静岡水試研報 1985 (20)51-57.

畑井喜司雄, 広瀬一美, 日置勝山, 宮川宗記, 江草周三. 日本で発見されたヨーロッパウナギの *Dermocystidium anguillae*. 魚病研究 1979; 13: 205-210.

畑井喜司雄. 真菌病. 「魚介類の感染症・寄生虫病」(若林久嗣・室賀清邦編) 恒星社厚生閣, 東京. 2004; 263-284.

早川穰, 原田隆彦, 畑井喜司雄, 窪田三朗, 文谷俊雄, 星合愿一. 海面養殖ギンザケにみられた細菌性腎臓病(BKD)の病理組織学的研究. 魚病研究 1989; 24: 17-21.

Hawke JP, McWhorter AC, Steigerwalt AG and Brenner DJ. *Edwardsiella ictaluri* sp. nov., the causative agent of enteric septicemia of catfish. Int. J. Syst. Bacteriol. 1981; 31:3 96-400.

Hayward CJ, Iwashita M, Crane JS and Ogawa K. First report of the invasive eel pest *Pseudodactylogyrus bini* in North America and in wild American eels. Dis. Aquat. Org. 2001; 44: 53-60.

Hedrick RP, Eaton WD, Fryer JL, Hah YC, Park JW and Hong SW. Biochemical and serological properties of birnaviruses isolated from fish in Korea. Fish Pathol. 1985; 20: 463-468.

Hedrick RP, Gilad O, Yun S, Spangenberg JV, Marty GD, Nordhausen RW, Kebus MJ, Bercovier H and Eldar A. A herpesvirus associated with mass mortality of juvenile and adult koi, a strain of common carp. J. Aquat. Anim. Health 2000; 12: 44-57.

日高悦久, 真田康広, 佐藤公一, 福田穰. 大分県で発生した養殖アコヤガイの大量へい死に関する疫学および病理学的研究. 大分海水研調報 1999; 2: 35-40.

東馬場大, 徳光俊二, 尾上静正. 真珠養殖業再生推進事業. 平成 17 年度大分県農林水産研究センター水産試験場事業報告 2006; 19-23.

東馬場大, 森京子, 尾上静正. 真珠養殖業再生推進事業. 平成 19 年度大分県水試事業報告 2007; 20-23.

広瀬 一美, 関野 忠明, 江草 周三. ウナギの鰓寄生線虫 *Anguillicola crassa* の産卵, 仔虫の動向, および中間宿主について. 魚病研究 1976; 11: 27-31.

Hirose E, Ohtake SI and Azumi K. Morphological characterization of the tunic in the edible ascidian, *Halocynthia roretzi* (Drasche), with remarks on 'soft tunic syndrome' in aquaculture. J. Fish Dis. 2009; 32: 433-445.

Hirose E, Nozawa A, Kumagai A and Kitamura SI. *Azumibodo hoyamushi* gen. nov et sp nov (Euglenozoa, Kinetoplastea, Neobodonida): a pathogenic kinetoplastid causing the soft tunic syndrome in ascidian aquaculture. Dis. Aquat. Org. 2012; 97: 227-235.

Hoffman GL, Dunbar CE, Wolf K and Zwillenb.Lo. Epitheliocystis, a new infectious disease of bluegill (*Lepomis macrochirus*). Antonie van Leeuwenhoek J. Microbiol. Serol. 1969; 35: 146-158.

福田穰. クルマエビ養殖池に生息するニホンスナモグリからの PRDV の検出. 平成 11 年度日本魚病学会秋季大会講演要旨集 1999; 38.

福澄賢二, 筑紫康博. 天然海域におけるクルマエビの PRDV 保有状況. 福岡水技研報 2003; 13: 13-19.

Humphrey JD, Lancaster C, Gudkovs N and McDonald W. Exotic bacterial pathogens *Edwardsiella tarda* and *Edwardsiella ictaluri* from imported ornamental fish *Betta splendens* and *Puntius conchonius*, respectively: isolation and quarantine significance. Aust. Vet. J. 1986; 63: 369-371.

飯田貴次. コイヘルペス病. 日水誌 2005; 71: 632-635.

井上潔, 山野恵祐, 前野幸男, 中島員洋, 松岡学, 和田有二, 反町稔. 養殖マダイのイリドウイルス感染症. 魚病研究 1992; 27(1): 19-27.

井上潔, 三輪理, 大迫典久, 中野平二, 木村武志, 桃山和夫, 平岡三登里. 1993年に西日本で発生した養殖クルマエビの大量死 : 電顕観察による原因ウイルスの検出. 1994; 29: 149-158.

Inouye K, Yamano K, Ikeda N, Kimura T, Nakano H, Momoyama K, Kobayashi J and Miyajima S. The Penaeid rod-shaped DNA virus (PRDV), which causes Penaeid acute viremia (PAV). Fish Pathol. 1996; 31: 39-45.

Isshiki T, Nishizawa T, Kobayashi T, Nagano T and Miyazaki T. An outbreak of VHSV (viral hemorrhagic septicemia virus) infection in farmed Japanese flounder *Paralichthys olivaceus* in Japan. Dis. Aquat. Org. 2001; 47: 87-99.

Isshiki T, Morimoto T, Iwasaki M, Abe M, Nagano T, Hazama T, Song J-Y and Kitamura S-I. Protective efficacy of a formalin-inactivated vaccine against viral hemorrhagic septicemia in Japanese flounder *Paralichthys olivaceus*. Fish Pathol. 2012; 47: 121-128.

Ito T, Olesen NJ, Skall HF, Sano M, Kurita J, Nakajima K and Iida T. Development of a monoclonal antibody against viral haemorrhagic septicaemia virus (VHSV) genotype IVa. Dis. Aquat. Org. 2010; 89: 17-27.

伊藤直樹. 懇話会ニュース ホタテガイのパーキンソンス症. 日水誌 2013; 79: 734.

岩手県内水面水産指導所. 1985~1988 年岩手県内水面水産指導所年報（岩手県内水面水産指導所編）. 1985~1988.

岩手県内水面水産試験場. 1989~1993 年岩手県内水面水産試験場年報（岩手県内水面水産試験場編）. 1989~1993.

岩手県内水面水産技術センター. 1994~1996 年岩手県内水面水産技術センター年報（岩手県内水面水産技術センター 編）. 1994~1996.

Izumi S and Wakabayashi H. Use of PCR to Detect *Cytophaga psychrophila* from apparently healthy juvenile Ayu and Coho Salmon Eggs. Fish Pathol. 1997; 32: 169-173.

Izumi S and Wakabayashi H. Further study on serotyping *Flavobacterium psychrophilum*. Fish Pathol. 1999; 34: 89-90.

Jiang YL and Li ZQ. Isolation of IPN virus from imported rainbow trout (*Salmo gairdneri*) in the P. R. China J. Appl. Ichthyol. 1987; 3: 191-192.

Johnsen BO and Jensen AJ. The *Gyrodactylus* story in Norway. Aquaculture 1991; 98: 289-302.

Jung SJ, Miyazaki T, Miyata M, Danayadol Y and Tanaka S. Pathogenicity of iridovirus from Japan and Thailand for the red sea bream *Pagrus major* in Japan, and histopathology of experimentally infected fish. Fish. Sci. 1997; 63: 735-740.

Kamaishi T and Yoshinaga T. Detection of *Haplosporidium nelsoni* in Pacific oyster *Crassostrea gigas* in Japan. Fish Pathol. 2002; 37: 193-195.

Kasornchandra J, Rogers WA and Plumb JA. *Edwardsiella ictaluri* from walking catfish, *Clarias batrachus* L., in Thailand. J. Fish Dis. 1987; 10: 137-138.

川上秀昌, 中島員洋. 1996年から2000年にマダイイリドウイルス病が確認された海産養殖魚種. 魚病研究 2002; 37(1): 45-47.

Kern FG. Sporulation of *Minchinia* sp (Haplosporida, Haplosporidiidae) in Pacific Oyster *Crassostrea gigas* (Thunberg) from Republic of Korea. J. Protozool. 1976; 23: 498-500.

Keskin O, Secer SU, Izgur M, Turkyilmaz S and Mkakosya RS. *Edwardsiella ictaluri* infection in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Turk. J. Vet. Anim. Sci. 2004; 28: 649-653.

木島利通. 水生動物防疫のための取り組みと課題. 養殖ビジネス 2014; 22-26.

Kim WS, Nishizawa T, Kim JH, Suebsing R, Jung S-J and Oh M-J. Korean and Japanese isolates of viral hemorrhagic septicemia virus from olive flounder are pathogenic to rainbow trout fry. Fish Pathol. 2011; 46: 112-115.

木村喬久, 栗倉輝彦. わが国で初めて見出された養殖サケ科魚類の細菌性腎臓病 (Bacterial Kidney Disease) について. 日水誌 1977; 43: 143-150.

木村喬久. サケ科魚類の細菌性腎臓病. 魚病研究 1978; 13: 43-52.

木村喬久, 吉水守. 特異抗体感作 *Staphylococci* を用いた Coagglutination Test によるサケ科魚類の細菌性腎臓病(BKD)の迅速診断法について. 魚病研究 1981; 47: 1173-1183.

木村妙子. 日本におけるカワヒバリガイの最も早期の採集記録. ちりばたん 1994; 25: 34-35.

木村武志, 山野恵祐, 中野平二, 桃山和夫, 平岡三登里, 井上潔. PCR 法による PRDV

の検出. 魚病研究 1996; 31: 93-98.

Kirk RS. The impact of *Anguillicola crassus* on European eels. Fish. Manage. Ecol. 2003; 10: 385-394.

Kiryu I, Kurita J, Yuasa K, Nishioka T, Shimahara Y, Kamaishi T, Ototake M, Oseko N, Tange N, Inoue M, Yatabe T and Friedman CS. First Detection of *Candidatus Xenohalictis Californiensis*, the Causative Agent of Withering Syndrome, in Japanese Black Abalone *Haliotis discus discus* in Japan. Fish Pathol. 2013; 48: 35-41.

Kitamura SI, Ohtake SI, Song JY, Jung SJ, Oh MJ, Choi BD, Azumi K and Hirose E. Tunic morphology and viral surveillance in diseased Korean ascidians: soft tunic syndrome in the edible ascidian, *Halocynthia roretzi* (Drasche), in aquaculture. J. Fish Dis. 2010; 33: 153-160.

小原昌和. 在来マスの BKD 垂直伝播防止に関する研究-II エリスロマイシン注射による養殖アマゴ親魚群の BKD 保菌率の抑制. 長野県水産試験場研究報告 2001; 5: 42-45.

Koops H and Hartmann F. *Anguillicola*-infestations in Germany and in German eel imports. J. Appl. Ichthyol. 1989; 5: 41-45.

Kumagai A and Takahashi K. Imported eggs responsible for the outbreaks of cold-water disease among cultured coho salmon in Japan. Fish Pathol. 1997; 32: 231-232.

Kumagai A, Takahashi K, Yamaoka S and Wakabayashi H. Ineffectiveness of iodophore treatment in disinfecting salmonid eggs carrying *Cytophaga psychrophila*. Fish Pathol. 1998; 33: 123-128.

Kumagai A, Yamaoka S, Takahashi K, Fukuda H and Wakabayashi H. Waterborne transmission of *Flavobacterium psychrophilum* in coho salmon eggs. Fish Pathol. 2000; 35: 25-28.

熊谷 明. ギンザケの冷水病. 日水誌 2005; 71(4): 645-649.

Kumagai A, Suto A, Ito H, Tanabe T, Takahashi K, Kamaishi T and Miwa S. Mass mortality of cultured ascidians *Halocynthia roretzi* associated with softening of the tunic and flagellate-like cells. Dis. Aquat. Org. 2010; 90: 223-234.

熊谷 明. 国内の養殖マボヤに発生した被囊軟化症. 日水誌. 2011; 77: 290-295.

Kumagai A, Suto A, Ito H, Tanabe T, Song JY, Kitamura SI, Hirose E, Kamaishi T and Miwa S. Soft tunic syndrome in the edible ascidian *Halocynthia roretzi* is caused by a kinetoplastid protist. Dis. Aquat. Org. 2011; 95: 153-161.

熊谷明. ホヤの被囊軟化症. 養殖ビジネス 2013; 9月号: 24-26.

熊川真二, 内田博道, 築坂正美, 河野成美. アユのエドワジェラ・イクタルリ菌の保菌検査. 平成 21 年度長野県水産試験場事業報告 2009; 14.

Kurath G, Garver KA, Troyer RM, Emmenegger EJ, Einer-Jensen K and Anderson ED. Phylogeography of infectious haematopoietic necrosis virus in North America. J. Gen. Virol. 2003; 84: 803-814.

黒川忠英, 鈴木徹, 岡内正典, 三輪理, 永井清仁, 中村弘二, 本城凡夫, 中島員洋, 芦田勝朗, 船越将二. 外套膜片移植および同居飼育によるアコヤガイ *Pinctada fucata martensii* の閉殻筋の赤変化を伴う疾病の人為的感染. 日水誌 1999; 65: 241-251.

Leek SL. Viral erythrocytic inclusion body syndrome (EIBS) occurring in juvenile spring chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) reared in fresh-water. Can. J. Anim. Sci. 1987; 44: 685-688.

Lio-Po GD. Recent developments in the study and surveillance of koi herpesvirus (KHV) in Asia. Diseases in Asian Aquaculture VII 2011; 13-28.

Lonnstrom L, Wiklund T and Bylund G. *Pseudomonas anguilliseptica* isolated from Baltic herring *clupea harengus membras* with eye lesions. Dis. Aquat. Org. 1994; 18: 143-147.

Lorenzen E, DAlsgaard I, From Hansen JE, Horlyck V, Kolsholm H, Møllergaard S and Olsen NJ. Preliminary investigations of fry mortality syndrome in rainbow trout. Bull. Eur. Assoc. Fish Pathol. 1991; 11: 77-79.

Lunder T, Thorud K, Poppe TT, Holt RA and Rohovec JS. Particles similar to the virus of erythrocytic inclusion body syndrome, EIBS, detected in Atlantic salmon (*Salmo salar*) in Norway. Bull. Eur. Ass. Fish Pathol. 1990; 10(1): 21-23.

Maeda M, Itami T, Furumoto A, Hennig O, Imamura T, Kondo M, Hirono I, Aoki T and Takahashi Y. Detection of penaeid rod-shaped DNA virus (PRDV) in wild-caught shrimp and other crustaceans. Fish Pathol. 1998; 33: 373-380.

Martenot C, Fourour S, Oden E, Jouaux A, Travaille E, Malas JP, Houssin M. Detection of the OsHV-1 μ Var in the Pacific oyster *Crassostrea gigas* before 2008 in France and description of two new microvariants of the Ostreid Herpesvirus 1 (OsHV-1). *Aquaculture* 2012; 338-341: 293-296.

松岡学, 井上潔, 中島員洋. 1991年から1995年に“マダイイリドウイルス病”が確認された海産養殖魚種. 魚病研究 1996; 31(4): 233-234.

Meyer FP. Branchiomycosis: A new fungal disease of North American fishes. *Progressive Fish-Culturist* 1973; 35: 74-77.

道根淳. 養殖および養成親魚ヒラメで発見された寄生虫 *Neoheterobothrium* sp.について. 島根栽培漁業センター調査報告 1999; 2: 15-23.

Mitchell AJ and Goodwin AE. Evidence that enteric septicemia of catfish (ESC) was present in Arkansas by the late 1960s: New insights into the epidemiology of ESC. *J. Aquat. Anim. Health* 1999; 11: 175-178.

宮城県の伝統的漁具漁法 VII 養殖編（かき）．宮城県，宮城．1994．

宮城県内水面水産試験場．1993～1999 年宮城県内水面水産試験場研究報告（宮城県内水面水産試験場編）．1993～1999．

Miyata M, Matsuno K, Jung SJ, Danayadol Y and Miyazaki T. Genetic similarity of iridoviruses from Japan and Thailand. J. Fish Dis. 1997; 20: 127-134.

Miyazaki T, Fujimaki Y and Hatai K. A light and electron-microscopic study on epitheliocystis disease in cultured fishes. Bull. Japan. Soc. Sci. Fish. 1986; 52: 199-202.

宮崎照雄．養殖真珠貝のアコヤウイルス病とその病理組織．魚病研究 1999; 34: 229.

Miyazaki T, Goto K, Kobayashi T, Kageyama T and Miyata M. Mass mortalities associated with a virus disease in Japanese pearl oysters *Pinctada fucata martensii*. Dis. Aquat. Org. 1999; 37: 1-12.

三輪理，井上潔．日本沿岸で発生している貧血を特徴とするヒラメの疾病の病理組織学的研究．魚病研究 1999; 34: 113-119.

M'Gonigle, RH. Acute catarrhal enteritis of salmonid fingerlings. Trans. Am. Fish. Soc. 1941; 70: 297-303.

桃山和夫，平岡三登里，中野平二，河邊博，井上潔，大迫典久．1993 年に西日本で発生した養殖クルマエビの大量死：病理組織観察．1994; 29: 141-148.

桃山和夫，室賀清邦．日本の養殖クルマエビにおける病害問題．魚病研究 2005; 40: 1-14.

Moore JD, Finley CA, Robbins TT and Friedman CS. Withering syndrome and restoration of southern California abalone populations. Cal. Coop. Ocean. Fish

2002; 43: 112-117.

森実庸男, 滝本真, 西川智, 松山紀彦, 蝶野一徳, 植村作治郎, 藤田慶之, 山下浩史, 川上秀昌, 小泉喜嗣, 内村祐之, 市川衛. 愛媛県宇和海における軟体部の赤変化を伴うアコヤガイの大量へい死. 魚病研究 2001; 36: 207-216.

森実庸男, 山下浩史, 藤田慶之, 川上秀昌, 越智脩, 前野幸男, 釜石隆, 伊東尚史, 栗田潤, 中島員洋, 芦田勝朗. 血リンパ接種による軟体部の赤変化を伴うアコヤガイ疾病の再現. 2002; 37: 149-151.

森実庸男. 真珠養殖生産の動向と今日的課題. 日本水産資源保護協会月報 2005; 477: 8-12.

室賀清邦, 城泰彦, 矢野雅行. 養殖ウナギの赤点病に関する研究—I 1972 年徳島県下の養鰻池における赤点病発生状況. 魚病研究 1973; 8: 1-9.

室賀清邦, 城泰彦, 沢田達男. 養殖ウナギの赤点病に関する研究—II 原因菌 *Pseudomonas anguilliseptica* の病原性について. 魚病研究 1975; 9: 107-114.

室賀清邦, 乾靖夫, 松里寿彦. ワークショップ「貝類の新しい疾病」. 魚病研究 1999; 34: 219-231.

Murray CB, Evelyn TPT, Beacham TD, Barner LW, Ketcheson JE and Prosperiporta L. Experimental induction of bacterial kidney disease in chinook salmon by immersion and cohabitation challenges. Dis. Aquat. Org. 1992; 12: 91-96.

虫明敬一, 有元操, 佐藤純, 森広一郎. 天然クルマエビ成体からの PRDV の検出. 魚病研究 1998; 33: 503-509.

Mushiake K, Shimizu K, Satoh J, Mori K, Arimoto M, Ohsumi S and Imaizumi K. Control of penaeid acute viremia (PAV) in *Penaeus japonicus*: Selection of eggs based on the PCR detection of the causative virus (PRDV) from receptaculum seminis of spawned broodstock. Fish Pathology 1999; 34: 203-207.

虫明敬一, 森広一郎, 有元操. 天然ヒラメにおける貧血症の発生状況. 魚病研究 2001; 36: 125-132.

虫明敬一. カンパチ人工種苗の大量生産と養殖技術の高度化への挑戦. 日水誌 2006; 72: 1158-1160.

永井清仁, 岡田昌樹, 郷譲治. 低水温漁場を用いたアコヤガイの病害被害軽減方策. 日水誌 2004; 70: 674-677.

永井清仁. 「アコヤ真珠の原点を求めて: 日本産アコヤガイの異常へい死亡原因、*Heterocapsa circularisquama* 赤潮と赤変病に対する被害軽減方策に関する研究: 永井清仁論文集」 真珠新聞社, 東京. 2008.

中井敏博, 室賀清邦. スコットランドのヨーロッパウナギ(*Anguilla anguilla*)から分離された *Pseudomonas anguilliseptica*. 魚病研究 1982; 17: 147-150.

Nakai T, Muroga K, Chung HY and Kou GH. A serological study on *Pseudomonas anguilliseptica* isolated from diseased eels *Anguilla japonica* in Taiwan. Fish Pathol. 1985; 19: 259-262.

Nakajima K and Sorimachi M. Biological and physico-chemical properties of the iridovirus isolated from cultured red sea bream, *Pagrus major*. Fish Pathol. 1994; 29: 29-33.

Nakajima K, Maeno Y, Kurita J and Inui Y. Vaccination against red sea bream iridoviral disease in red sea bream. Fish Pathol. 1997; 32: 205-209.

Nakajima K, Maeno Y, Honda A, Yokoyama K, Tooriyama T and Manabe S. Effectiveness of a vaccine against red sea bream iridoviral disease in a field trial test. Dis. Aquat. Org. 1999; 36: 73-75.

中島員洋, 栗田潤. マダイイリドウイルス病. ウイルス 2005; 55(1): 115-126.

中野平二, 河邊博, 梅沢敏, 桃山和夫, 平岡三登里, 井上潔, 大迫典久. 1993年に西日本で発生した養殖クルマエビの大量死 : 発生状況および感染実験. 魚病研究 1994; 29: 135-139.

中野平二. クルマエビの急性ウイルス血症. 日水誌 2005; 71: 639-644.

Nash G, Anderson IG, Shariff M and Shamsudin MN. Bacteriosis associated with epizootic in the giant sea perch, *Lates calcarifer*, and the estuarine grouper, *Epinephelus tauvina*, cage cultured in Malaysia. Aquaculture 1987; 67: 105-111.

Neish GA and Hughes GC. Diseases of fishes, Book 6: Fungal diseases of fishes. TFH Publications, New Jersey. 1980.

Nishizawa T, Iida H, Takano R, Isshiki T, Nakajima K and Muroga K. Genetic relatedness among Japanese, American and European isolates of viral hemorrhagic septicemia virus (VHSV) based on partial G and P genes. Dis. Aquat. Org. 2002; 48: 143-148.

農林水産省. 特集 1 植物防疫・動物検疫. aff. 2011; 4月号.

農林水産省, 消費安全局 畜水産安全管理課. 水産用医薬品の使用について 第 26 報. 2013.

Nowak BF and LaPatra SE. Epitheliocystis in fish. J. Fish Dis. 2006; 29: 573-588.

小田原和史, 山下浩史, 曾根謙一, 青木秀夫, 森京子, 岩永俊介, 中易千早, 伊東尚史, 栗田潤, 飯田貴次. 天然アコヤガイを用いたアコヤガイ赤変病の病勢調査. 魚病研究 2011; 46: 101-107.

Ogawa K and Egusa S. Studies on eel Pseudodactylogyrosis .1. morphology and classification of 3 eel dactylogyrids with a proposal of a new species, *Pseudodactylogyrus microrchis*. Bull. Japan. Soc. Sci. Fish. 1976; 42: 395-404.

Ogawa K, Bondadreantaso MG, Fukudome M and Wakabayashi H. *Neobenedenia girellae* (Hargis, 1955) Yamaguti, 1963 (Monogenea, Capsalidae) from cultured marine fishes of Japan. J. Parasitol. 1995; 81: 223-227.

小川和夫. 養殖種苗に伴う魚病発生事例 海産養殖魚の新しいはだむし（ネオベネデニア）寄生. 日水誌. 1996; 62: 832.

小川和夫. 外来の寄生虫による養殖魚の疾病-海産養殖魚のネオベネデニア症. 月刊海洋 1998; 号外 14: 175-179.

Ogawa K. *Neoheterobothrium hirame* sp nov (Monogenea : Diclidophoridae) from the buccal cavity wall of Japanese flounder *Paralichthys olivaceus*. Fish Pathol. 1999; 34: 195-201.

小川和夫. 単生虫病. 「魚介類の感染症・寄生虫病」（若林久嗣・室賀清邦編） 恒星社厚生閣, 東京. 2004; 353-379.

Ogawa K, Nakatsugawa T and Yasuzaki M. Heavy metacercarial infections of cyprinid fishes in Uji River. Fish. Sci. 2004; 70: 132-140.

小川和夫. 海外からの病気の侵入 魚類寄生虫病. 日水誌 2005; 71: 650-653.

岡本信明, 高橋清孝, 熊谷明, 柴崎弘之, 舞田正志, 田中真, Rohovec JS, 池田彌生. 本邦淡水養殖ギンザケにおける EIBS の発生. 魚病研究 1992; 27: 207-212.

Okamoto N, Takahashi K, Kumagai A, Maita M, Rohovec JS and Ikeda Y. Erythrocytic inclusion body syndrome - Resistance to reinfection. Fish Pathol. 1992; 27: 213-216.

岡本一利, 鈴木基生. 浜名湖および遠州灘で採捕されたクルマエビからのクルマエビ急性ウイルス血症の原因ウイルス Penaeid rod-shaped DNA virus の検出. 水産増殖 1999; 47: 299-302.

Ordal EJ and Earp BJ. Cultivation and transmission of etiological agent of kidney disease in salmonid fishes. Proc. Soc. Exp. Biol. Med. 1956; 92: 85-88.

Parisot, TJ, Yasutake WT and Klontz GW. Virus diseases of the Salmonidae in western United States. I. Etiology and epizootiology. Ann. N.Y. Acad. Sci. 1965; 126: 502-519.

Park MA, Sohn SG, Lee SD, Chun SK, Park JW, Fryer JL and Hah YC. Infectious hematopoietic necrosis virus from salmonids cultured in Korea. J. Fish Dis. 1993; 16: 471-478.

Peeler EJ, Reese RA, Cheslett DL, Geoghegan F, Power A, Thrush MA. Investigation of mortality in Pacific oysters associated with *Ostreid herpesvirus-1* µVar in the Republic of Ireland in 2009. Prev. Vet. Med. 2012; 105: 136-143.

Peters G, Hartmann F. Anguillicola, a parasitic nematode of the swim bladder spreading among eel populations in Europe. Dis. Aquat. Org. 1986; 1: 229-230.

Rasmusse CJ. A biological study of Egtved disease (INuL). Ann. N. Y. Acad. Sci. 1965; 126: 427-460.

Rodger HD, Drina EM, Murphy TM, and Lunder T. Observations on erythrocytic inclusion body syndrome in Ireland. Bull. Eur. Ass. Fish Pathol. 1991; 11(3): 108-111.

Roque A, Carrasco N, Andree KB, Lacuesta B, Elandaloussi L, Gairin I, Rodgers CJ, Furones MD. First report of OsHV-1 microvar in Pacific oyster (*Crassostrea gigas*) cultured in Spain. Aquaculture 2012; 323-325: 303-306.

Rucker RR, Whipple WJ, Parvin JR and Evans CA. A contagious disease of salmon, possibly of virus origin. U.S. Fish Wild. Serv. Fish. Bull. 1953; 54: 35-46.

Rukyani A. Koi Herpesvirus infection in Indonesia: Suspicion. ProMed. Jun 30, 2002 Accessed at: <http://www.promedmail.org>, archive number 20020630.4639.

Saint-Jean SR, Borrego JJ and Perez-Prieto SI. Infectious pancreatic necrosis virus: Biology, pathogenesis, and diagnostic methods. Adv. Virus Res. 2003; 62: 113-165.

Sakai DK, Nagata M, Iwami T, Koide N, Tamiya Y, Ito Y and Atoda M. Attempt to control BKD by dietary modification and erythromycin chemotherapy in hatchery-reared masu salmon *Oncorhynchus masou* Brevoort. Bull. Japan. Soc. Sci. Fish. 1986; 52: 1141-1147.

Sakai T, Kamaishi T, Sano M, Tensha K, Arima T, Iida Y, Nagai T, Nakai T and Iida T. Outbreaks of *Edwardsiella ictaluri* infection in Ayu *Plecoglossus altivelis* in Japanese rivers. Fish Pathol. 2008; 43: 152-157.

Sanders JE and Fryer JL. *Renibacterium salmoninarum* gen. nov., sp. nov., the causative agent of bacterial kidney disease in salmonid fishes. Int. J. Syst. Bacteriol. 1980 ;30 :496-502.

佐野徳夫. ニジマス稚魚の疾病. 魚病研究 1966; 1: 37-46.

Sano T. Viral diseases of Japanese fishes .1. Infectious pancreatic necrosis of rainbow trout - First isolation from epizootics in Japan. Bull. Japan. Soc. Sci. Fish. 1971; 37: 495-498.

Sano T. Studies on viral diseases of Japanese fishes .3. Infectious pancreatic necrosis of rainbow-trout - Geographical and seasonal distributions in Japan. Bull. Japan. Soc. Sci. Fish. 1972; 38: 313-316.

Schlotfeldt HJ, Ahne W, Jørgensen PEV and Glende W. Occurrence of viral haemorrhagic septicaemia in turbot (*Scophthalmus maximus*)—a natural outbreak. Bull. Eur. Assoc. Fish Pathol. 1991; 11: 105–107.

Segarra A, Pepin JF, Arzul I, Morga B, Faury N, Renault T. Detection and description of a particular *Ostreid herpesvirus 1* genotype associated with massive mortality outbreaks of Pacific oysters, *Crassostrea gigas*, in France in 2008. *Virus Res.* 2010; 153: 92-99.

Shirakashi S, Morita A, Ishimaru K and Miyashita S. Infection dynamics of *Kudoa yasunagai* (Myxozoa: Multivalvulida) infecting brain of cultured yellowtail *Seriola quinqueradiata* in Japan. *Dis. Aquat. Org.* 2012; 101: 123-130.

植物防疫事業五十周年記念会. 「植物防疫の半世紀」(植物防疫事業五十周年記念会編), 東京. 2000.

Snow M. The contribution of molecular epidemiology to the understanding and control of viral diseases of salmonid aquaculture. *Vet. Res.* 2011; 42: 56.

反町稔 アコヤガイの大量斃死 海洋と生物 2000; 126: 39-44.

反町稔, 中島員洋. マダイイリドウイルス病. 日水誌 2005; 71: 636-638.

Stewart DJ, Woldemariam K, Dear G and Mochaba FM. An outbreak of 'Sekiten-byo' among cultured European eels, *Anguilla anguilla* L., in Scotland. *J. Fish Dis.* 1983; 6: 75-76.

Stone DM, Way K and Dixon PF. Nucleotide sequence of the glycoprotein gene of viral haemorrhagic septicaemia (VHS) viruses from different geographical areas: A link between VHS in farmed fish species and viruses isolated from North Sea cod (*Gadus morhua* L). *Journal of General Virology* 1997; 78: 1319-1326.

水産庁. 平成 8 年度水産白書. 1997.

水産庁. 平成 9 年度アコヤガイ大量へい死原因究明に関する水産庁研究所研究成果報告書. 1998a.

水産庁. 特集 アコヤガイのへい死の実際. 養殖 1998b; 35: 38-49.

Takahashi K, Okamoto N, Maita M, Rohovec JS and Ikeda Y. Progression of erythrocytic inclusion body syndrome in artificially infected coho salmon. Fish Pathol. 1992a; 27: 89-95.

Takahashi K, Okamoto N, Kumagai A, Maita M, Ikeda Y and Rohovec JS. Epizootics of erythrocytic inclusion body syndrome in coho salmon cultured in seawater in Japan. J. Aquat. Anim. Health 1992b; 4: 174-181.

田中眞, 吉川康夫. 天然海域におけるクルマエビ PRDV 保有状況の把握に関する研究. 平成 11 年度魚病対策技術開発研究成果報告書 2000; 12: 91-99.

高橋清孝, 熊谷明, 福田穎穂, 岡本信明. 海面養殖ギンザケの疫病. 海洋 号外 1998; 14: 51-57.

竹上健太郎. 天然水域におけるエドワジエラ・イクタルリ浸潤状況調査. 平成 21 年度滋賀県水産試験場事業報告 2009.

田中 真, 岡本 信明, 鈴木 基生, 五十嵐 保正, 高橋 清孝, Rohovec JS. EIBS 自然発病淡水飼育ギンザケの昇温飼育(16°C)による治療試験. 魚病研究 1994; 29: 91-94.

Taraschewski H, Moravec F, Lamah T and Anders K. Distribution and morphology of 2 helminths recently introduced into European eel populations: *Anguillicola crassus* (Nematoda, Dracunculoidea) and *Paratenuisentis ambiguus* (Acanthocephala, Tenuisentidae). Dis. Aquat. Org. 1987; 3: 167-176.

Tinajero MD, Caceres-Martinez J and Aviles JGG. Histopathological evaluation of the yellow abalone *Haliotis corrugata* and the blue abalone *Haliotis fulgens* from Baja California, Mexico. J. Shellfish Res. 2002; 21: 825-830.

Toranzo AE and Barja JL. Fry mortality syndrome (FMS) in Spain. Isolation of

causative bacterium *Flaxibacter psychrophilus*. Bull. Eur. Assoc. Fish Pathol. 1993; 13: 30-32.

Tu C, Weng MC, Shiau JR and Lin SY. Detection of koi herpesvirus in koi *Cyprinus carpio* in Taiwan. Fish Pathol. 2004; 39: 109-110.

浦部美佐子, 小川和夫, 中津川俊雄, 今西裕一, 近藤高貴, 奥西智美, 加地祐子, 田中寛子. 宇治川で発見された腹口類 (吸虫綱二生亜綱): その生活史と分布、並びに淡水魚への被害について. 関西自然保護機構会報 2001; 23: 13-21.

和田浩爾. 平成六年から始まったアコヤガイの大量へい死の特徴と原因について. SHINJU けんきゅう. 1997; 6: 2-23.

和田克彦. 「真珠をつくる」成山堂書店, 東京. 2011.

Wagner BA, Wise DJ, Khoo LH and Terhune JS. The epidemiology of bacterial diseases in food-size channel catfish. J. Aquat. Anim. Health 2002; 14: 263-272.

Wakabayashi H, Egusa S. Characteristics of *Pseudomonas* sp. from an epizootic of pond-cultured eels (*Anguilla japonica*). Nihon Suisan Gakk. 1972; 38: 577-587.

若林久嗣, 江草周三. 静岡県吉田地区における養殖ウナギの細菌感染について. 魚病研究 1973; 8: 91-97.

若林久嗣, 堀内三津幸, 文谷俊雄, 星合愿一. 日本で発生したギンザケ稚魚の冷水病. 魚病研究 1991; 26: 211-212.

若林久嗣. 魚類防疫のこれから 海外からやって来た伝染病. アクアネット 2002; 66-69.

若林久嗣. 細菌性冷水病. 「魚介類の感染症・寄生虫病」(若林久嗣・室賀清邦編) 恒星社厚生閣, 東京. 2004; 177-183.

Wetchateng T, Friedman CS, Wight NA, Lee PY, Teng PH, Sriurairattana S, Wongprasert K and Withyachumnarnkul B. Withering syndrome in the abalone *Haliotis diversicolor supertexta*. Dis. Aquat. Org. 2010; 90: 69-76.

Whipps CM, Grossel G, Adlard RD, Yokoyama H, Bryant MS, Munday BL and Kent ML. Phylogeny of the multivalvulidae (Myxozoa: Myxosporea) based on comparative ribosomal DNA sequence analysis. J. Parasitol. 2004; 90: 618-622.

Wiklund T, Kaas K, Lonnstrom L and Dalsgaard I. Isolation of *Cytophaga psychrophila* (*Flexibacter psychrophilus*) from wild and farmed rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) in Finland. Bull. Eur. Assoc. Fish Pathol. 1994; 14: 44-46.

Wiklund T and Lonnstrom L. Occurrence of *Pseudomonas anguilliseptica* in finnish fish farms during 1986-1991. Aquaculture 1994; 126: 211-217.

Wingfiel WH, Fryer JL and Pilcher KS. Properties of sockeye salmon virus (Oregon strain). Proc. Soc. Exp. Biol. Med. 1969; 130: 1055-1059.

Wolf K and Quimby MC. Salmonid viruses - Infectious pancreatic necrosis virus - Morphology, pathology, and serology of first European isolations. Archiv Fur Die Gesamte Virusforschung 1971; 34: 144-156.

山崎隆義. 長野県におけるサケ科魚類の伝染性すい臓壊死症(IPN)の防除対策に関する研究. 博士論文, 北海道大学, 1990.

安永統男. 長崎県下の養鰻場で発生した赤点病の原因菌. 1973; 7: 134-135.

安永 統男, 畑井 喜司雄, 小川 七朗, 安元 進. 養殖スズキおよび養殖イシダイの脳内に見出された粘液胞子虫. 魚病研究 1981; 16: 51-54.

Yokoyama H, Kawakami H, Yasuda H and Tanaka S. *Henneguya lateolabracis* sp. n. (Myxozoa: Myxosporea), the causative agent of cardiac henneguyosis in Chinese sea bass *Lateolabrax* sp. Fish. Sci. 2003; 69: 1116-1120.

吉越一馬. 養殖アコヤガイにおける大量死の疫学的解析. 魚病研究 1999; 34: 226.

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

Yoshimizu M. Disease problems of salmonid fish in Japan caused by international trade. Rev. Sci. Tech. OIE 1996; 15: 533-549.

吉水守. サケ科魚類の種苗期のウイルス病対策. 海洋 号外 1998; 14: 14-19.

吉水守. サケ科魚類の伝染性造血器壊死症. 魚介類の感染症・寄生虫病」(若林久嗣・室賀清邦編) 恒星社厚生閣, 東京. 2004; 38-44.

Yoshinaga T, Segawa I, Kamaishi T and Sorimachi M. Effects of temperature, salinity and chlorine treatment on egg hatching of the monogenean *Neoheterobothrium hirame* infecting Japanese flounder. Fish Pathol. 2000; 35: 85-88.

Yoshinaga T, Kamaishi T, Segawa I, Yamano K, Ikeda H and Sorimachi M. Anemia caused by challenges with the monogenean *Neoheterobothrium hirame* in the Japanese flounder. Fish Pathol. 2001; 36: 13-20.

良永知義. 特集 海外からの病気の侵入 二枚貝の病気. 日水誌 2005; 71: 653-657.

Yoshinaga T, Tsutsumi N, Hall KA and Ogawa K. Origin of the diclidophorid monogenean *Neoheterobothrium hirame* Ogawa, 1999, the causative agent of anemia in olive flounder *Paralichthys olivaceus*. Fisheries Science 2009; 75: 1167-1176.

Yuasa K, Kholidin EB, Panigoro N and Hatai K. First isolation of *Edwardsiella*

ictaluri from cultured striped catfish *Pangasius hypophthalmus* in Indonesia. Fish Pathol. 2003; 38: 181-183.