HOKKAIDO UNIVERSITY

| | |
|---|---|
| Title | 生物種の遠い魚と人 : 安全性の追求 |
| Author(s) | 吉水, 守 |
| Citation | マテリアル インテグレーション, 23(2), 62-66 |
| Issue Date | 2010-02 |
| Doc URL | https://hdl.handle.net/2115/57328 |
| Type | journal article |
| File Information | 522 2010 material 23(2) 62-66.pdf |

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

# 生物種の遠い魚と人–安全性の追求

吉水 守* 北海道大学大学院 水産科学研究院
*Mamoru YOSHIMIZU*

## 1 はじめに

海で誕生した生物は，海洋，河川・湖沼など水中で進化しました．陸上へは植物の一部が最初に，少し遅れて節足動物が上陸を始めました．水中でも，総鰓類のように肉質の鰭を持ち海底を歩くことができるものが出現しました．乾期に水がなくなり陸に取り残されることが多くなり，このような環境でも生活できる能力を持った肺魚のようなものが出現しました．3億6千万年前のデボン紀に水陸両用の生活ができる両生類が登場しました．その後，は虫類，鳥類，哺乳類が出現し，ヒトは最も新しく誕生した生物です．魚類とは4億年近くの時間の隔たりがあります．地球上には200万を超える生物種が存在していますが，魚類の種類は約24,600種と報告され[1]，日本の沿岸には約3,400種類が棲息しています．そのうち食用魚は約500種程度です．食料源として，増養殖の対象にされているものはさらにその1/10程度です．

水産増養殖は，食料としての魚介類の安定的な生産と安全で安心して食べることのできる魚介類の提供を目指しています．魚を食料として持続的に有効活用するには，① 資源管理をして安定的な漁獲を図る，② 健康な種苗を生産・放流し成長した魚を漁獲する，③ あるいは養殖して成長した魚を捕獲する．そして，漁獲から加工場，そして流通を経て私たちの手元に届くまでの過程を衛生的に管理する必要があります．ここでは，“さかなコラーゲン”を有効活用する際に，その安全性評価の対象となる魚類の病原体を紹介すると共に，水産物の安全性追求について，フードチェーンの衛生管理とトレーサビリティについて紹介します．

*〒041-8611 函館市港町3丁目1-1
tel & fax 0138-40-6287
E-mail/yosimizu@fish.hokudai.ac.jp

## 2 魚の病気とその病原体

魚を家畜と同じように産業動物として飼育・管理すると，病気の発生は避けられず，有効な防疫対策が求められます[2]．養殖の歴史の長い，サケマス類やコイをはじめ，多くの種で古くから細菌・寄生虫・ウイルス等による種々の病気が知られています[3]．増養殖の進展にともない，細菌およびウイルスによる種苗の病気が問題となるようになりました．特に，ウイルス病の多くは孵化後の仔稚魚に発生し，時に全滅状態になることから被害が大きく，さらに治療が困難なために防疫が重要な課題となりました[4]．感染を耐過して成長し，親魚となったときに，多くの魚種でウイルスや細菌が卵巣腔液や精漿に出現することが知られています[5]．そうすると卵や精子が汚染され，古くはこの汚染卵が病原体の拡散に深くかかわり，孵化稚魚が発病して大きな産業被害を引き起こしました．現在は，まず親魚の健康調査を行い，受精直後と発眼期の卵の表面を消毒して，病原体がいない飼育用水で孵化・飼育を行うことで健康な種苗を得ることができ，元気な稚魚の放流や養殖が可能になっています[6]．

わが国の養殖魚に見られる主なウイルスとその病原体を表1に示します．

現在まで，魚類ウイルスの中にヒトや家畜に病気を引き起こすものは知られていません．逆にヒトあるいは家畜のウイルスが魚に感染した報告もありません．生きた細胞でしか増殖できないウイルスにとって，魚類と哺乳類のように系統分類学的に遠く離れ，水中と陸上のように生息環境の大きく異なる動物間では宿主を共有することが難しいと考えられています[3]．現在のところ，魚類ウイルスのレセプターに関する知見は得られていませんが，魚類ウイルスの宿主域は，コイヘルペスウイルスの場合，コ

表1 わが国の養殖魚に見られる主なウイルス病

| サケ科魚類・病名 | 原因ウイルス | 症状 |
|---|---|---|
| 伝染性膵臓壊死症 | IPNV (ビルナウイルス) | キリモミ状旋回遊泳と突然の大量死 |
| 伝染性造血器壊死症 | IHNV (ラブドウイルス) | 貧血と体表のV字状出血を伴う大量死 |
| ヘルペスウイルス病 | OMV (ヘルペスウイルス) | 肝炎と体表の潰瘍および腫瘍の形成 |
| 赤血球封入体症候群 | EIBSV (トガウイルス?) | 赤血球の細胞質に封入体，極度の貧血 |
| ウイルス性旋回病 | WDV (レトロウイルス) | 回転を伴う旋回遊泳 |
| ウイルス性赤血球壊死症 | ENV (イリドウイルス) | 赤血球の細胞質に封入体 |
| レオウイルス感染症 | CSV (レオウイルス) | 環境変化による死亡 |
| ウイルス性出血性敗血症 | VHSV (ラブドウイルス) | 貧血と骨格筋の出血，成魚も発症 |
| **淡水魚・病名** | **原因ウイルス** | **症状** |
| コイの上皮腫（ポックス） | CyHV-1 (ヘルペスウイルス) | 鰭の上皮腫 |
| コイヘルペスウイルス病 | KHV (ヘルペスウイルス) | 鰓の壊死，眼房陥没，粘液分泌 |
| キンギョのヘルペスウイルス病 | CyHV-2 (ヘルペスウイルス) | 鰓の退色 |
| ウナギ鰓うっ血症 | アデノ? (アデノウイルス) | 血管内皮細胞の壊死 |
| **海産魚・病名** | **原因ウイルス** | **主な感染魚** |
| リンホシスチス病 | LDV (イリドウイルス) | マダイ，ヒラメ，スズキ，ブリ |
| ウイルス性腹水症 | YAV (ビルナウイルス) | ブリ，ヒラメ |
| ヒラメラブドウイルス病 | HIRRV (ラブドウイルス) | ヒラメ，クロダイ |
| ウイルス性表皮増生症 | FHV* (ヘルペスウイルス) | ヒラメ，キツネメバル，マツカワ |
| マダイイリドウイルス病 | RSIV (イリドウイルス) | マダイ，ブリ |
| ウイルス性神経壊死症 | NNV (ノダウイルス) | シマアジ，キジハタ，マツカワ，クエ |
| 口白症 | 未同定* (?) | トラフグ |

*：電子顕微鏡による観察.

イ (*Cyprinas carpio*) のみですが，サケのヘルペスウイルスはサケ属 (*Oncorhynchus* 属) となり，ラブドウイルスやアクアビルナウイルス，イリドウイルス，ノダウイルス等は属のみならず科を超えて感染します．冷水性魚類のサケマス類のウイルスの増殖温度は5~25℃，温水魚のコイやナマズ等では4~33℃，海産魚ではオヒョウやマツカワ等冷水域の魚種由来ウイルスが5~20℃，マダイやブリ等多くの温水域の魚種由来ウイルスが5~35℃です．コイヘルペスウイルスは33℃以上では増殖できず[7]，最も高いとされているノダウイルスでも発育上限温度は35℃と報告され[8]，ヒトの体温よりも低く，サケのヘルペスウイルスではDNAポリメラーゼの上限は20℃です[9]．このように，ウイルスが37℃で増殖できないことが，ヒトに対する病原性を評価する際に危害要因から外れる大きな要因の一つです．

同様に，わが国の養殖魚にみられる主な魚類の細菌性疾病とその病原菌を表2に示します．

細菌ではウイルスと少し趣が異なります．ヒトに危害を与える可能性のある魚類由来細菌を表3の上段に示します．

運動性エロモナス症原因菌 *Aeromonas hydrophila* は，食中毒原因菌としてリストアップされていますが，淡水魚の正常腸内細菌であり，その一部は河川湖沼の魚や蛙に病原性を示し，稀にヒトに下痢症を起こします．ヒトの下痢症由来株と病魚由来株，魚の腸内細菌株の性状は異なっています．わが国の水産物に起因する食中毒の代表的な原因細菌である腸炎ビブリオ *Vibrio parahaemolyticus* は，夏から秋にかけて沿岸海水から分離されます．生きた魚に感染することは稀で，食中毒は漁獲後に魚体上で増殖した菌体を食べた場合に起こっています．海洋上での傷口から重篤な創傷感染を引き起こすダムセラ症の原因菌であり，海産魚の貯蔵中にヒスタミンを産生しヒスタミン中

表2 わが国の養殖魚に見られる主な細菌性疾病

| 菌種 | 菌の特徴 | 主たる感染魚・病名 |
|---|---|---|
| *Aeromonas hydrophila* | 淡水魚の常在細菌 | ウナギの鰓赤病・運動性エロモナス症 |
| *Aeromonas salmonicida* | 非運動性短桿菌 | サケマス類のせっそう病 |
| 非定型 *A. salmonicida* | 褐色色素非産生 | コイ科魚類の穴あき病 |
| *Edwardsiella tarda* | 腸内細菌科 | ウナギ・ヒラメのエドワジエラ症 |
| *Flavobacterium branchiophilum* | 非運動性長桿菌 | サケマス類の細菌性鰓病 |
| *Flavobacterium columnare* | 屈曲・滑走運動 | ウナギ・マス類の滑走細菌症 |
| *Lactococcus garvieae* | α溶血 | ブリの連鎖球菌症 |
| *Mycobacterium marinum* | 抗酸性桿菌 | 海産魚のミコバクテリア症 |
| *Nocardia seriolae* | 多形性糸状菌 | ブリのノカルジア症 |
| *Photobacterium damsela subsp. piscicida* | 非運動性 | ブリの類結節症 |
| *Pseudomonas anguilliseptica* | 弱運動性 | ウナギの赤点病 |
| *Pseudomonas plecoglossicida* | 蛍光色素弱産生 | アユの細菌性出血性腹水病 |
| *Renibacterium salmoninarum* | 遅発育 | サケマス類の細菌性腎臓病 |
| *Streptococcus dysgalactiae* | α溶血 | ブリ・カンパチの連鎖球菌症 |
| *Streptococcus iniae* | β溶血 | ヒラメ・マス・アユの連鎖球菌症 |
| *Tenacibaculum maritimum* | 滑走運動 | マダイ稚魚の滑走細菌症 |
| *Vibrio anguillarum* | 通性嫌気性短桿菌 | 海産魚のビブリオ病 |
| *Vibrio ichthyoenteri* | 通性嫌気性短桿菌 | ヒラメの細菌性腸管白濁症 |

毒を起こす *Photobacteriumu damselae* は，ブリの類結節症の原因菌である *P. damsera subsp. piscicida* とは性状が異なり，ブリの病原菌は亜種に分類されています．食中毒の報告例もありません．牛の乳房炎原因菌である *Streptococcus dysgalactie* と同種とされているブリの新型連鎖球菌症の原因菌も性状が異なり，別種になる可能性が示唆されています．他にもヒトに敗血症を引き起こす *V. vulnificus* や食中毒原因菌 *V. cholera non-O1* など数種が知られていますが，同様の関係が認められます．一方，海産魚のミコバクテリア症の原因菌 *Mycobacterium marinum* は素足で養殖池の作業をした人や水族館に勤務する人の皮膚の傷口に小結節を形成することがありますが，重傷例は報告されていません．養殖ニジマスのボツリヌス症は，*Clostridium boturinum* が腸管内で増殖し，毒素を産生したために，魚の具合が悪くなったもので，魚の食中毒といえます．魚類寄生虫の人体への感染の多くは日本海裂頭条虫（サナダムシ）のように寄生虫の幼体を持った魚類の生食による感染合です．アユの横川吸虫，ドジョウの顎口虫，タラやサバのアニサキス，ホタルイカの旋尾線虫などが知られています（表3下段）．刺身で食べる場合には −18℃で1日冷凍するか，ドジョウやホタルイカは加熱して食べれば健康被害は回避できます[3),10)]．

## 3 水産物の安全性

水産物の安全性に関するリスク分析のなかで，まず危害分析 (Hazard Analysis: HA) を行うと，外来，内在を問わず食品中に存在することによりヒトの健康を損なう恐れのある危害として，生物学的，化学的，物理的要因があげられます．生物による危害としては，微生物による危害が大きく，生息環境である海洋・沿岸・汽水・淡水由来の食品としての水産物の鮮度低下や腐敗を導く細菌と食中毒を起こす細菌，魚類を中間宿主とする寄生虫，生物濃縮によるノロウイルス等ヒトの病原ウイルスがあげられます．水産物のリスク評価にかかる微生物を表3に示します．化学的危害としてはPCBや環境ホルモン等の化学物質および生物濃縮によるフグ毒や貝毒等の自然毒，さらに物理的危害として金属片やガラ

表 3 水産物のリスク評価にかかる微生物

| 細菌 | 原因細菌 |
|---|---|
| 腸炎ビブリオ | *Vibrio parahaemolyticus* |
| コレラ | *V. cholerae* |
| 病原性ビブリオ | *V. mimicus* |
| | *V. fluvialis* |
| | *V. valnificus* |
| 病原性大腸菌 | EH *Escherichia coli* |
| エロモナス性下痢症 | *Aeromonas hydrophila** |
| | *A. sobria* |
| 細菌性下痢症 | *Plesiomonas shigelloides* |
| ボツリヌス症 | *Clostridium botulinum* |
| リステリア症 | *Listeria monocytogenes* |
| ウイルス | 原因食品 |
| *Norovirus* | カキ |
| A 型肝炎ウイルス | カキ |
| 寄生虫 | 原因食品 |
| 日本海広節裂頭条虫 (サナダムシ) | サケマス類 |
| 横川吸虫 | アユ，ウグイ |
| ウエステルマン肺吸虫 | モズクガニ，サワガニ，ザリガニ |
| 宮崎肺吸虫 | サワガニ |
| 肝吸虫 | フナ，ワカサギ，モロコ |
| 顎口虫 | ドジョウ，雷魚 |
| アニサキス | 海産魚 |

*：下痢症原因菌と魚類病原菌および淡水魚の腸内細菌は性状が異なる．

ス片・木片等があげられます．寄生虫に関しては冷凍処理による殺虫が可能であり，貝類が濃縮するヒトのウイルスおよびプランクトン産生毒とフグ毒等を除けば，温度管理を主体とした品質管理により水産物の安全性が確保できます．上述の魚類の病原ウイルスや病原細菌が，ごく一部を除き危害要因から外れることは，水産物の安全性を確保する上で非常に有利です[10),11)]．

## 4 水産物の品質管理・安全管理

水産物は漁獲後，漁港での水揚げ，産地市場でのセリ，加工場，輸送・流通，小売店といった経路を経て，私たちの食卓に上ります．漁獲後，この流れの各段階で，時間の経過と共に品質が劣化する可能性があります．魚介類のタンパク質は畜肉に比べると劣化が早く，低温にして肉質を保つと共に，漁獲以降，消費者に届くまでの全ての段階で食中毒原因菌あるいは腐敗菌を付けない，増やさないための管理を行えば，ヒト由来ウイルスによる危害を除き（ウイルスは低温で安定），水産物の品質と安全性が確保できます[11)]．

漁獲に際しては資源管理が行われている魚種であることを示すエコラベル (MEL-Japan や MSC) の普及，養殖生産段階では適正養殖規範 (GAP) の導入が始まり，漁港での品質管理・衛生管理に関しては漁港での衛生管理基準が 2009 年に水産庁から示されました．漁獲から加工場への引き渡しまでの工程として岸壁での水揚げ作業，産地市場でのセリが含まれます．産地市場に関しては，多くの市場で建物構造を衛生管理型に改める必要があると指摘され，優良衛生品質管理市場の認証が行われています．漁

獲から水揚げの工程では，作業従事者の健康管理，船の清掃，備品・有害物の管理，出航前の点検，氷・使用海水の管理，船倉の衛生管理，漁獲物の品質管理，船内作業の衛生管理等が重要です．水産物を陸揚げする場合，当然の事ながら岸壁や市場の床に直接置かないようにする必要があり，保冷タンクの利用が広く普及し，利用されるようになってきました．

産地市場では，鼠族・昆虫の侵入防止，フォークリフトの専用化，床の水はけの改善，漁獲物を載せる台の設置，未処理排水の港内への流出防止，入場者の制限，専用の作業衣・帽子着用，トイレ使用時の靴の履き替えなどが励行され，使用水も清浄海水あるいは飲用適の水とするなど，改善が進んでいます．さらに，荷捌き場において漁獲物に関する記録を残すことが，今後重要な意味を持つと考えます．加工場での衛生管理に関してはHACCP認証制度があり，多くの加工場で取り組みがなされています．こういった水産物の流れに対し，これら各段階をつなぐ流通企業のCoC認証 (Chain of Custody) が始まっています．

## 5　トレーサビリティの必要性

これらエコラベル認証，適正養殖規範，漁港での衛生管理基準，優良衛生品質管理市場認証，加工場のHACCP認証といった一連の規範・基準を満たすHACCP認定制度の創設が始まり，これらの各段階をつなぐ流通企業のCoC認証がスタートするに際し，各段階の行動記録を残すいわゆるトレーサビリティの導入が必要となります．トレーサビリティの導入によって，産地の特性，製品の品質が保証され，漁獲から消費者に至るまでの水産物の流れの中で，受け渡し場所の確認が可能となり，消費者の信頼を得るための情報の開示・提供が可能となります．漁獲の情報から加工・流通の情報等，生産現場から小売現場までの各過程での情報を開示することによって，消費者は安心して商品を購入することができます．あるスーパーで端末を操作すると，生産者の顔が見え，いつどこで漁獲され，どの業者の車でどこに運ばれ，セリは何時に，誰が競り落とし，どこで加工されたかといった情報が得られるようになってきました．バーコードやQRコード，バイオセンサーやICチップの開発が行われ，識別標識の管理をどの機関が行うかがこれからの課題となっています．

［参考文献］


1) J. S. Nelson (1994) "Fishes of the World" Third edition, F. John Wiley and Sons Inc., USA, p.600.
2) 吉水守・笠井久会 (2005) 化学と生物, **43**(1): 48-58.
3) 若林久嗣・室賀清邦編 (2004)『魚介類の感染症・寄生虫病』, 恒星社厚生閣, 東京, p.424.
4) 吉水守・笠井久会 (2006) *JVPA Digest*, 27: 1-16.
5) 吉水守・野村哲一 (1989) 魚と卵, **158**: 49-59.
6) M. Yoshimizu (2009) *Fish Pathol.*, 44: 9-13.
7) 飯田貴次・佐野元彦 (2005) ウイルス, 55: 145-152.
8) N. Hata et al.,(2007) *Fish Pathol.*, **42**: 225-228.
9) S. Suzuki et al.,(1992) *Acta Virol.*, **36**: 326-328.
10) 吉水守・笠井久会 (2007)『食の安全を担う科学研究の新たな展開』, 食の安全研究センター設立記念シンポジウム組織委員会編, pp.117-127, 東京大学出版会, 東京.
11) 吉水守 (2007)「話題の広場」日本水産資源保護協会月報, 512: 9-15.