

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 1 日現在

機関番号：32665

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2013～2015

課題番号：25450283

研究課題名(和文) アユ冷水病の発生メカニズムの解明：生活史履歴解読からのアプローチ

研究課題名(英文) Mechanism of outbreak in bacterial cold-water disease of ayu (*Plecoglossus altivelis*): an approach based on research of the life history

研究代表者

高井 則之 (TAKAI, Noriyuki)

日本大学・生物資源科学部・准教授

研究者番号：00350033

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,000,000円

研究成果の概要(和文)：アユ釣り解禁に伴う生息環境の変化がアユの冷水病発症に及ぼす影響を検討するため、多摩川水系においてアユの冷水病調査と生活史履歴の推定を行った。冷水病の原因菌は種苗放流アユから高い保菌率で検出されたことから、本研究の対象水域では種苗放流が冷水病の主要な感染経路になっていたことが示唆された。炭素・窒素安定同位体比分布に基づいて放流直後の種苗アユと推定された個体においても、冷水病の発症が認められたことから、冷水病に感染していた種苗アユは放流直後のストレスによって短期間に発症したことが示唆された。

研究成果の概要(英文)：Inspection of bacterial cold-water disease and research of the life history were performed for ayu (*Plecoglossus altivelis*) in the Tama River watershed, Japan, in order to examine the causal relationship between the temporal changes in the environment and the outbreak of the cold-water disease in ayu, accompanied with the opening of the fishing season. Pathogenic bacteria were frequently detected in seed-production ayu reared for the release in the river, suggesting that the seed-production ayu was likely a main source of infection in the study area. The outbreak of the disease was found in the caught ayu, which was identified as seed-production fish just after the release in the river by analyzing carbon and nitrogen stable isotope ratios. This result suggests that the stress with the release rapidly developed the disease of the seed-production ayu.

研究分野：生態学

キーワード：アユ 冷水病 種苗放流 餌環境 安定同位体 多摩川

1. 研究開始当初の背景

冷水病は *Flavobacterium psychrophilum* を原因とする細菌感染症である。元々は北米のサケ・マス類の病気として知られていたが、我が国ではアユの代表的な疾病として問題化している。1987年に国内初の発生事例が種苗アユで確認されて以降、全国各地の河川で発生報告が相次ぎ、内水面漁業に打撃を与えてきた^{1,2)}。申請者らのグループが2011年に多摩川水系で実施した魚病調査でも、100%近いアユ検体で冷水病が発症しており、大量斃死が引き起こされていた³⁾。

冷水病は従来、種苗アユの放流を主因として発生すると考えられてきた²⁾。しかしながら、近年では、他県から持ち込まれたおとりアユが感染源と推定された事例や¹⁾、種苗アユが放流されていない河川で冷水病が発生していた事例が報告されている²⁾。自然河川における冷水病発生メカニズムは十分に解明されておらず、未だに全国各地で発生抑制が進んでいない状況にある。

申請者らのグループは、このように防疫対策の障壁となっている発生メカニズムに関して、解明の糸口になる現象を多摩川水系で見出した。海からの天然遡上アユと人工放流の種苗アユという異なる由来のアユが混在する多摩川水系では、アユ釣りの解禁に伴って冷水病の発症率が急増していた。2011年の5月下旬には発症率が0%であったのに対して、解禁後の6月下旬には100%近くまで達していたのである。この結果から、アユ釣り解禁に伴う生息環境の変化が発生のメカニズムに深く関与している可能性が示唆された。

2. 研究の目的

本研究では上述の背景に基づき、どのような由来のアユが、いかなる生息環境の変化を経験することにより冷水病に罹患するか明らかにすることを目的として、河川内で採捕

されたアユの生活史履歴を推定し、冷水病の保菌・発症状況との関係性を調べた。上述した近年の成果を踏まえ、特に、アユ釣り解禁前の時期から解禁後の釣り客急増期にかけての期間に焦点を絞った。

3. 研究の方法

アユ釣り解禁の時期において、どのような由来のアユがいかなる生息環境の変化を経験することにより冷水病に罹患するか明らかにするため、多摩川水系と近郊の2水系を対象水域として、魚病検査による保菌・発症状況の把握、形態分析と安定同位体比分析によるアユの由来判別、耳石輪紋解析による日齢査定、安定同位体比と胃内容物の分析による採餌履歴推定、および物理環境の現地観測を行った。

4. 研究成果

魚病検査により、調査期間を通じての冷水病の保菌・発症状況を把握することができた。アユの由来と採餌履歴は、安定同位体比分析により有効に推定することができた。採餌場所の物理環境としては、水温の経時変化を測定することができた。一方、耳石輪紋解析においては有効な成果を上げることができなかった。

種苗放流アユの保菌検査を実施した結果、高い保菌率で冷水病の原因菌が検出されたことから、種苗放流が冷水病の主要な感染経路になっていたことが示唆された。アユ釣りの盛んな支流地点における採捕アユの保菌率と発症率は、アユ釣り解禁前の6月上旬から解禁後の6月中・下旬にかけて明瞭に上昇していた。したがって、この時期に冷水病の感染と発症が急激に進んだと考えられる。

アユ釣りの盛んな支流で採捕されたアユは、本流中・下流域のアユの同位体比より高い¹³C値(-18.0~-11.0‰)と低い¹⁵N値(4.2~15.1‰)で特徴付けられた。このうち、

^{13}C 値が-18.3~-16.6‰, ^{15}N が 12.1~15.1‰のグループは種苗放流アユの同位体比分布とほぼ一致していたのに対し, ^{13}C 値が-15.4~-11.0‰, ^{15}N が 4.2~10.7‰のグループは支流の有機物と無脊椎動物の同位体比分布に近かった。前者は種苗施設の摂餌環境, 後者は支流の摂餌環境を反映していると考えられる。支流で採捕された冷水病発症アユには, どちらの同位体比分布のグループも含まれていたことから, 種苗放流アユは放流後まもなく, 支流の摂餌環境になじむ前の段階で既に発症していたことが示唆された。

アユの餌環境として石面付着藻の種組成を分析した結果, アユの主要な餌生物と考えられている藍藻類の *Homoeothrix janthina* は, 6月上旬から8月上旬にかけて調査地点の石面付着物に豊富に含まれていた。したがって, アユ釣りの解禁から約2ヶ月後までの期間には, アユの摂餌環境に際だった劣化は起きていなかったことが示唆された。

本研究の結果から, 冷水病に感染していた種苗アユは, 生息場所の摂餌環境に関わらず, 放流直後のストレスによって急速に発症したことが示唆された。また, 冷水病の発症率が高まった6月中・下旬の直前には降雨に伴う水温低下が観測されたことから, 河川水の水温低下が冷水病の発症を加速させた可能性が高いと考えられる。

引用文献 1) 大川恵子・佐藤年彦(2012)アユ冷水病のまん延防止対策に関する研究。海洋と生物, 34, 88-92/ 2) Kumagai *et al.* (2011) The prevalence of *Flavobacterium psychrophilum* among wild ayu in rivers that do not have a history of ayu stocking. Fish Pathol., 46, 91-94/ 3) 竹内久登ほか(2012)多摩川における魚病細菌の疫学調査-I: 細菌性冷水病原因菌 *Flavobacterium psychrophilum*。日本水産学会秋季大会講演/ 4) Tsukamoto and Kajihara (1987) Age determination of ayu with otolith.

Nippon Suisan Gakkaishi, 53, 1985-1997/ 5) Takai *et al.* (2002) Carbon sources for demersal fish in the western Seto Inland Sea, Japan examined by $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$ analyses. Limnol. Oceanogr., 47, 730-741

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計0件)

[学会発表](計12件)

高井則之・竹内久登・図斉あかね・稲野辺佳奈・井澤啓貴・間野伸宏・上田眞吾・桑江朝比呂。多摩川水系の冷水病発生時期におけるアユの摂餌環境。平成28年度日本水産学会春季大会, 2016年03月27日, 東京海洋大学(東京都港区)

H. Takeuchi, M. Hiratsuka, H. Oinuma, Y. Umino, D. Nakano, R. Tomono, M. Iwadare, K. Hori, T. Imai, A. Sawamura, H. Izumi, T. Ishikawa, T. Takase and N. Mano. Main factors contributing to outbreaks of *Edwardsiella ictaluri* infection among riverine ayu in Japan. Bio Micro World 2015, 2015年10月30日, Barcelona (Spain)

竹内久登・伴野竜次・今井俊宏・岩垂真由・堀一智・生沼大樹・平塚元幸・高瀬智洋・澤崎昌子・石川孝典・高井則之・間野伸宏。河川におけるアユの細菌性冷水病の発生要因に関する研究。平成27年度日本魚病学会秋季大会, 2015年9月25日, 東京大学(東京都文京区)

竹内久登・生沼大樹・中野大輝・岩垂真由・伴野竜次・石川孝典・間野伸宏・高瀬智洋・海野芳幸・中井敏博。多摩川における *Edwardsiella ictaluri* フェージの動態。平成27年度日本水産学会春季大会, 2015年03月29日, 東京海洋大学(東京都港区)

海野芳幸・大野広揮・中井敏博・竹内久登・間野伸宏．河川で分離された *Edwardsiella ictaluri* フェージの性状比較．

平成 27 年度日本水産学会春季大会，2015 年 03 月 29 日，東京海洋大学(東京都港区)

高井則之．沿岸海域における魚類生態研究の難しさ．日本水産学会水産環境保全委員会シンポジウム，2015 年 03 月 27 日，東京海洋大学(東京都港区)

H. Takeuchi, M. Hiratsuka, H. Oinuma, T. Ishikawa, T. Ryuu and N. Mano. Epidemiological survey of pathogenic bacteria among ayu and other feral fishes in a river. The 9th Symposium on Diseases on Asian Aquaculture, 2014 年 11 月 26 日, Ho Chi Minh City (Vietnam)

竹内久登・平塚元幸・生沼大樹・海野芳幸・中野大輝・石川孝典・龍岳比呂・高瀬智洋・間野伸宏．天然河川におけるアユのエドワジエラ・イクタルリ感染症の発生には水温や増水が関係する．平成 26 年度日本魚病学会秋季大会，2014 年 09 月 22 日，九州大学(福岡県福岡市)

高井則之・稲野辺佳奈・林 紘平・黒川優貴・間野伸宏・中井静子・桑江朝比呂．安定同位体比から推察された多摩川支流産アユの生息地利用特性．平成 26 年度日本水産学会秋季大会，2014 年 09 月 21 日，九州大学(福岡県福岡市)

安居 桂・竹内久登・間野伸宏・中井静子・高井則之．多摩川水系に生息するミシシippアカミミガメの糞便細菌叢．日本水産学会秋季大会，2013 年 09 月 21 日，三重大学(三重県津市)

吉野展史・丸山紋加・中井静子・高井則之．狩野川水系におけるカワヨシノボリの生活史．日本水産学会秋季大会，2013 年 09 月 20 日，三重大学(三重県津市)

戸倉健太・赤池洋平・松永くるみ・高井則之．静岡県狩野川流域におけるカワウの生息地利用の変化．日本水産学会秋季大会，

2013 年 09 月 20 日，三重大学(三重県津市)

〔図書〕(計 2 件)

高井則之．恒星社厚生閣．水族館と海の生き物たち 11 章 魚類の形態と生態 (2014 年，p. 78-88)

間野伸宏・中坪俊之．恒星社厚生閣．水族館と海の生き物たち 22 章 魚病と治療 (2014 年，p. 178-188)

〔産業財産権〕

出願状況(計 0 件)

取得状況(計 0 件)

〔その他〕

なし

6. 研究組織

(1) 研究代表者

高井 則之 (TAKAI, Noriyuki)

日本大学・生物資源科学部・准教授

研究者番号：00350033

(2) 研究分担者

間野 伸宏 (MANO, Nobuhiro)

日本大学・生物資源科学部・准教授

研究者番号：10339286

桑江 朝比呂 (KUWAE, Tomohiro)

国立研究開発法人港湾空港技術研究所

・その他部局・チームリーダー

研究者番号：40359229

(3) 連携研究者

なし