

高知県のアユ資源量の維持・増大に向けた取組支援事業

1 目的

高知県のアユの漁獲量は、1990年以前に1,000トン前後あったが減少し、近年は100トン前後と低い水準で推移している（農林水産統計）。漁獲量の減少は、河川環境の悪化や再生産力の低下（親魚・産卵量の減少）などが原因と考えられており、加えてアユの資源量は仔稚魚期における海洋生活での生残率によっても大きく変動し、不安定である。

このような中、県内の内水面漁業協同組合（以下「組合」という。）は、再生産量の確保を目的とした産卵親魚の保護、産卵場の造成等のほか、資源量の動向に応じた漁期の短縮や禁漁区域の設定などを積極的に行っているが、これらの取組を効果的に実施するためには、各年の資源量を把握し、取組の効果を検証していくことが肝要である。そこで本事業では、組合による漁獲量の維持・回復のための取組に資することを目的として、産卵に関するデータ（産卵場所・産卵期間・産卵量）および天然遡上に関するデータ（遡上時期・遡上量・遡上魚の孵化日組成）を収集し、整理・分析したうえで各組合に情報提供した。

2 調査項目

- (1) 遡上魚調査
- (2) 流下仔魚調査
- (3) 遡上量の変動要因の解明
- (4) 冷水病モニタリング調査

3 担当者

主任研究員 占部 敦史

1 遡上魚調査

占部敦史，隅川 和，石川 徹

(1) 目的

2019年におけるアユの天然遡上に関するデータを収集するため，遡上量のスコア評価および遡上魚の孵化日組成の推定を実施した。

(2) 材料と方法

1) 遡上量の評価

2019年2～5月，県内11河川の定点（表1）において，箱メガネを用いた目視観察によって，表2の遡上スコアに基づく遡上量を評価した。また，調査を開始した2010年以降の，各年3～5月の遡上スコアの平均値をその年の遡上量指標値として，各河川の遡上量の年比較を行った。

表1. 遡上状況調査の調査地点および調査日

調査河川	調査地点	調査日			
		2月	3月	4月	5月
野根川	鴨田堰		5	16	8
奈半利川	田野井堰	25	5, 14, 27	16, 22	8
安田川	焼山堰	25	5, 14, 25	16, 22	8
伊尾木川	有井堰	25	5, 14, 25	16, 22	8
安芸川	中之橋		25		8
物部川	床止堰堤	25	5, 14, 25	11, 22	8
鏡川	トリム堰	26	6, 20	9, 23	10
仁淀川	八田堰	26	6, 20	11, 23	10
新莊川	岡本堰	21	13	5, 11, 23	10
四万十川	赤鉄橋	21	13	5	13
松田川	河戸堰	21	13	4	13

表2. 遡上評価に用いたスコアとその基準

スコア	基準
0.0	魚影なし、はみ跡なし
1.0	魚影なし、はみ跡あり
1.5	観察された一群が1尾以上～10尾未満
2.0	観察された一群が10尾以上～50尾未満
2.5	観察された一群が50尾以上～100尾未満
3.0	観察された一群が100尾以上～500尾未満
3.5	観察された一群が500尾以上～1,000尾未満
4.0	観察された一群が1,000尾以上

目視以外の遡上量の評価手法として，河川中のアユの環境DNA量を測定し，目視による遡上スコアとの比較により活用できるかを検討した。測定方法は，Doi et al. (2016)，Yamanaka and Minamoto (2016)，占部ら (2019) に従い，各河川での遡上調査時に河川水を1L採水し，測定に供した。

2) 遡上魚の孵化日の推定

新莊川，仁淀川，鏡川，安田川および奈半利川の遡上量調査の定点において，のぼりうえ，投網または電気ショックにより遡上魚を採捕した。採捕した遡上魚は，体長および体重を測定し，頭部から耳石（扁平石）を摘出し，光学顕微鏡および日輪計測システム（ラトックシステムエンジニアリング社製）を用い，Tsukamoto et al. (1987) の方法に従って日輪を計数し，採捕日から日輪数を差し引いて孵化日を推定した。

(3) 結果と考察

1) 遡上量の評価

2019年の各河川における遡上スコアを図1に示した。ほとんどの河川で2月下旬にスコア1.0~2.5に相当する遡上が確認された。各河川の遡上ピーク（その年の最大スコアを最初に示した月）は、四万十川および松田川で3月、野根川、奈半利川、安田川、伊尾木川、物部川、鏡川、仁淀川および新莊川で4月、安芸川で5月であった。これらの調査結果から、2019年は県内河川で2月には遡上が始まったものの、ほとんどの河川で4月にピークを示しており、遡上は全般に遅かったと考えられた。

2019年の遡上量指標値は、安芸川、物部川および四万十川で平年を下回り、松田川

は平年並、他の7河川では平年を上回った（表3）。県下全体の平均値（2.5）は、2018年（2.9）と比較して低く、平年値（2.4）と同程度であり、2019年の県内の遡上量は平年並であったと推察された（表3）。また、近年の遡上量指標値の動向をみると、2016年から2018年までは増加したが、2019年は前年から減少した（図2）。

遡上調査時に採取した河川水中のアユ環境DNA量については、目視による遡上スコアとの間に正の相関が認められた（ $n=55$, $r=0.27$, $r^2=0.07$, $p=0.048$, 図3）。アユ環境DNA量は生息密度と相関することが報告されており（Doi et al. 2016）、従前から行っている遡上スコアによる遡上量評価の妥当性が一定裏付けられた。

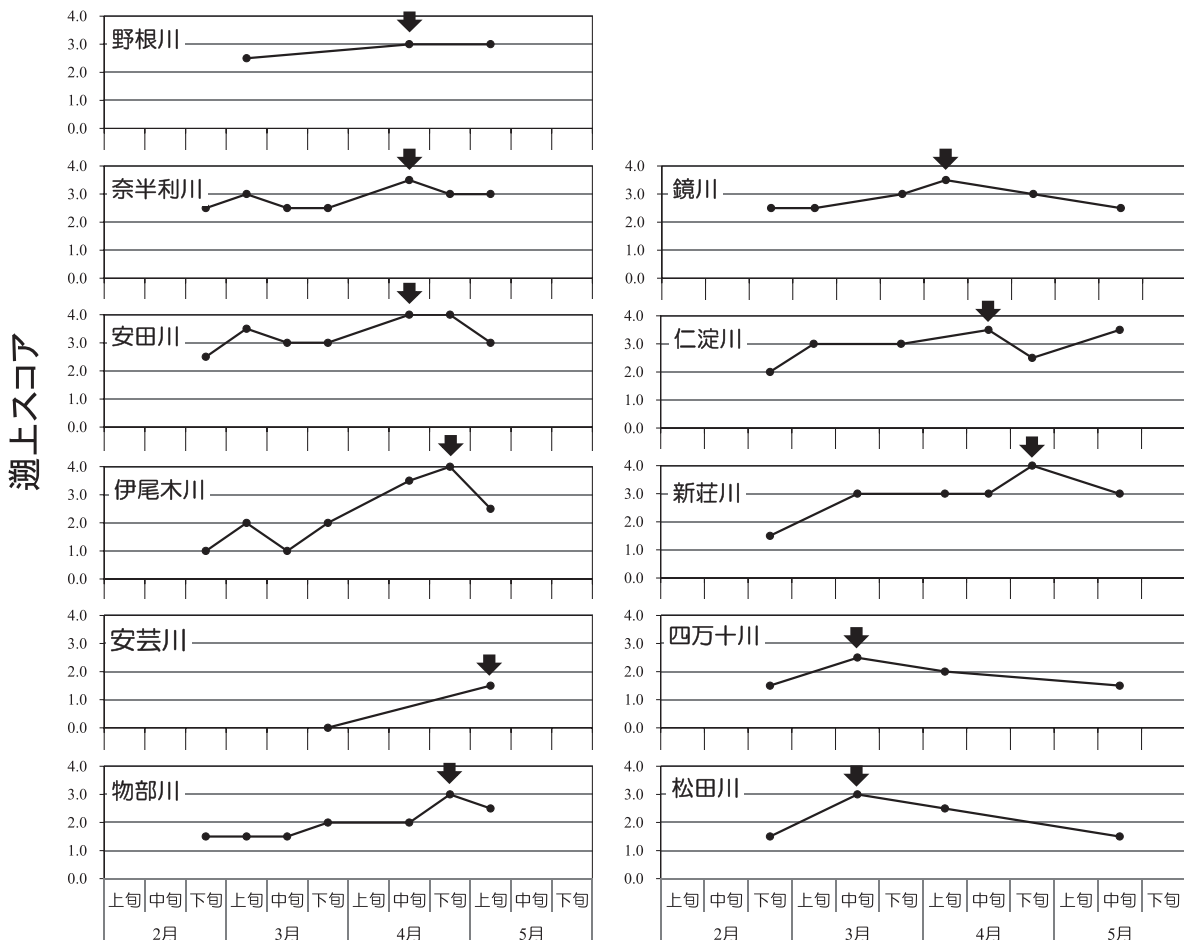


図1. 県内11河川の遡上スコア（矢印は遡上ピークを示す）

表 3. 各河川の遡上量指標値
(3～5月遡上スコア平均値)

	2018	2019	平年値 (2010-18平均)
野根川	2.3	2.8	2.4
奈半利川	3.4	3.0	2.7
安田川	3.0	3.4	2.7
伊尾木川	2.7	2.6	2.1
安芸川	2.8	0.5	2.0
物部川	3.1	2.2	2.4
鏡川	3.3	2.8	2.2
仁淀川	3.5	3.2	2.8
新莊川	3.2	3.1	2.8
四万十川	2.4	2.0	2.3
松田川	2.3	2.3	2.3
県内平均	2.9	2.5	2.4

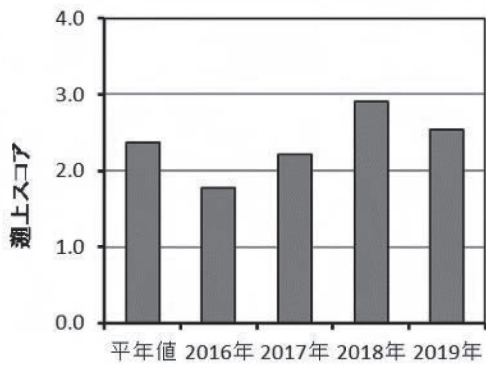


図 2. 遡上スコアの県内平均値

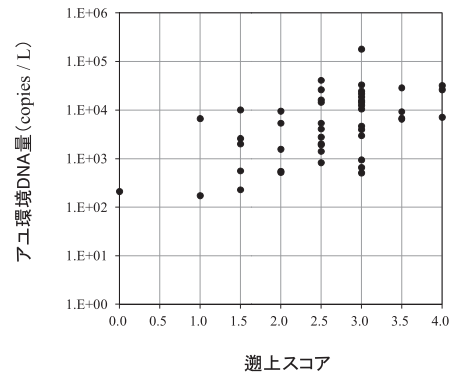


図 3. 遡上スコアとアユ環境 DNA 量との関係

2) 遡上魚の孵化日の推定

県内 5 河川における遡上魚の孵化日組成を図 4 に示した。各河川の遡上魚の孵化日は、新莊川で 3 月遡上群が 11/18～12/23、4 月遡上群が 12/8～1/14、5 月遡上群が 12/8～1/14 の範囲、仁淀川で 3 月遡上群が 11/1～12/5、4 月遡上群が 12/4～1/9、5 月遡上群が 12/7～1/10 の範囲、鏡川で 3 月遡上群が 11/11～12/7、4 月遡上群が 11/25～12/21、5 月遡上群が 11/27～1/11 の範囲、安田川で 3 月遡上群が 10/30～12/6 の範囲、奈半利川で 4 月遡上群が 11/13～12/23 の範囲とそれぞれ推定された。

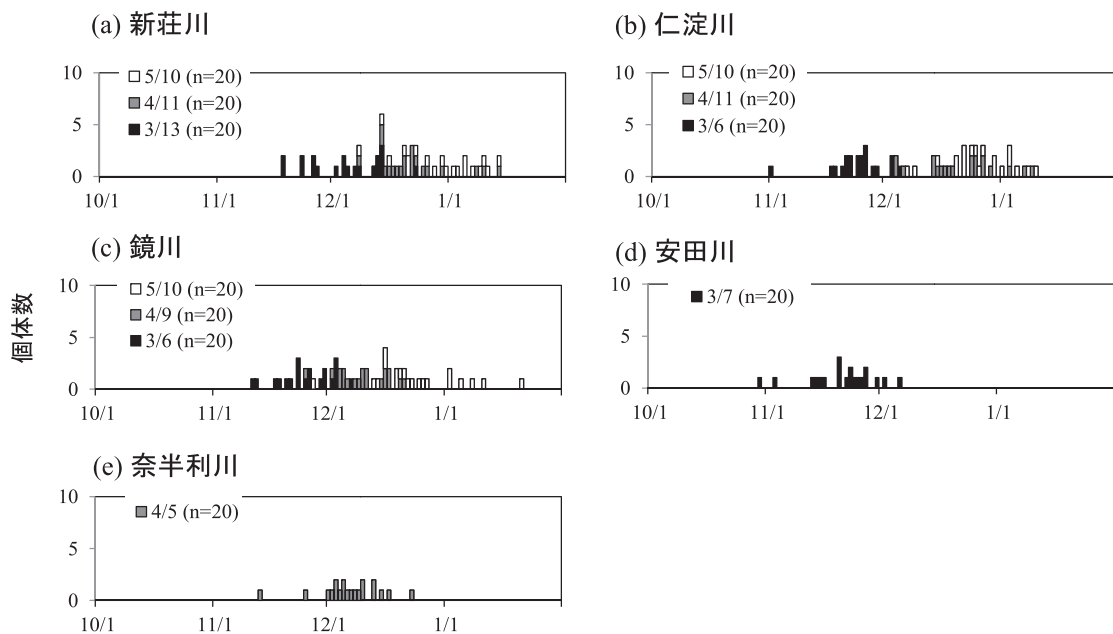


図 4. 県内 5 河川における遡上魚の孵化日組成

各月の遡上群の孵化月をみると、3月遡上群は10月孵化が0~5%、11月孵化が35~85%、12月孵化が25~65%と11月と12月の孵化群が主体、4月遡上群は11月孵化が0~20%、12月孵化が80~95%、1月孵化が0~15%と12月の孵化群が主体、5月遡上群は11月孵化が0~5%、12月孵化が55~76%、1月孵化が24~45%と12月と1月の孵化群が主体となっていた(図5)。

県内5河川における2019年の遡上スコアは、いずれの河川でも4月に高かったが、それらの河川の4月遡上群は12月の孵化群が主体であったため、12月に孵化したアユが翌年の遡上資源に大きく貢献したと考えられた。しかしながら、2019年の遡上に対応する前年度(2018年度)の3河川の流下仔魚調査結果(後述)と比較すると、仔魚の流下盛期は新莊川では1月上旬、仁淀川では11月下旬と12月中旬、鏡川では11月下旬(占部ら2020)であり、遡上ピークのアユが孵化した時期(12月)と流下盛期が一致したのは仁淀川のみであった。従って、本年は流下盛期の仔魚が翌年の資源の主体となっていない可能性が示唆された。

文献

占部敦史・隅川 和・長岩理央(2019) 高知県の天然アユ資源を回復させるための取組支援. 平成29年度高知県内水面漁業センター事業報告書, 9-12.

占部敦史・稲葉太郎・荻田淑彦・田中ひとみ・隅川 和(2020) 高知県の天然アユ資源を回復させるための取組支援. 平成30年度高知県内水面漁業センター事業報告書, 14-25.

Tsukamoto, K. and Kajihara, T.

(1987) Age determination of ayu with otolith. Nippon Suisan Gakkaishi, 53, 1985-1997.

Doi H., Inui R., Akamatsu Y., Kanno K., Yamanaka H., Takahara T., Minamoto T. (2016). Environmental DNA analysis for estimating the abundance and biomass of stream fish. Freshwater Biology, 62, 147-153.

Yamanaka H., Minamoto T. (2016). The use of environmental DNA of fishes as an efficient method of determining habitat connectivity. Ecological Indicators, 62, 147-153

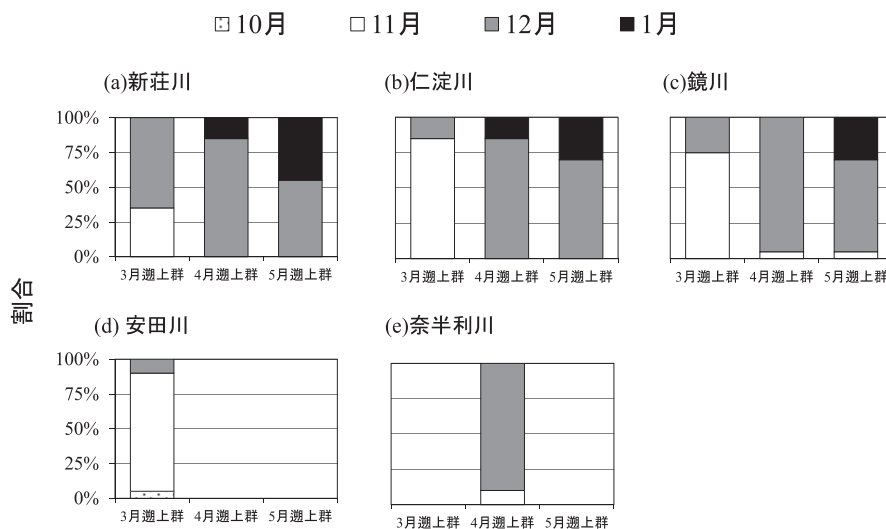


図5. 県内5河川における遡上魚の孵化月組成

2 流下仔魚調査

占部敦史, 隅川 和, 田中ひとみ, 稲葉太郎, 石川 徹

(1) 目的

2019年度におけるアユの産卵に関するデータを収集するため、各内水面漁業協同組合と連携し、流下仔魚の状況を調査した。

(2) 材料と方法

新莊川, 仁淀川および鏡川において, 表 1 に示す定点, 日時に, 網口に濾水計を取り付けた仔魚ネット(口径 50 cm, 側長 150 cm, 目合い 335 μ m) を流心近くに 3 分間設置して流下仔魚を採集し, 計数した。得られた流下仔魚数を, 濾水計の値をもとに流下仔魚密度(尾/ m^3)に換算し, その経月変化をみることで流下の盛期を推定した。また, 既報(伊藤ら 1971)の孵化日数と水温との関係式($\text{Log}(y) = 2.8623 - 1.4068 \text{Log}(x)$, y : 孵化日数, x : 水温)から孵化までに要した日数を算出し, 流下盛期から産卵盛期を推定した。さらに, X 軸を月日, Y 軸を流下仔魚密度とした折れ線グラフ(10月15日と2月1日を0と仮定して作成)とX軸で囲まれる部分を積分し, その値を LOG^2 変換

した値を流下仔魚量指標値として, 各河川における各年の流下仔魚量を評価した。なお, 四万十川, 伊尾木川および安芸川については, 四万十川中央漁業協同組合および芸陽漁業協同組合が調査した結果の提供を受け, データを解析に供した。

(3) 結果と考察

各河川における 2019 年度の流下仔魚密度の推移を図 1 に示した。流下の盛期(流下仔魚密度が高かった時期)は, 四万十川では平元で 11 月中旬(118.6 尾/ m^3), 小畑で 11 月下旬(1936.6 尾/ m^3), 新莊川では 12 月下旬(434.2 尾/ m^3), 仁淀川では行当で 12 月中旬(618.2 尾/ m^3), 中島で 11 月下旬(3.4 尾/ m^3), 鏡川ではトリム堰下流で 11 月中旬(773.3 尾/ m^3)と 12 月中旬(756.0 尾/ m^3), トリム堰上流で 12 月中旬(57.1 尾/ m^3), 紅葉橋上流で 11 月中旬(65.3 尾/ m^3), 安芸川では 12 月下旬(250.4 尾/ m^3), 伊尾木川では 11 月下旬(83.4 尾/ m^3)と 12 月中旬(73.4 尾/ m^3)であった。

表 1. 各河川における流下仔魚調査の定点および日時

調査河川	調査定点	調査日				調査時刻
		10月	11月	12月	1月	
新莊川	長竹橋下	23	6, 20	9, 25	8, 22	18:30
仁淀川	行当・中島	23, 30	6, 13, 20, 27	4, 11, 18, 25	8, 22	20:00
鏡川	トリム堰上下・紅葉橋上	21, 29	5, 12, 19, 26	3, 10, 17, 24	7, 21	19:00
四万十川 [※]	平元・小畑	-	4, 11, 18, 25	9, 16, 23, 30	6, 13, 20	18:30
伊尾木川 [※]	鉄道橋下	-	7, 14, 21, 28	5, 12, 19, 26	9, 16, 23, 30	19:00
安芸川 [※]	国道橋下	-	7, 14, 21, 28	5, 12, 19, 26	9, 16, 23, 30	19:30

※, 各漁協からデータ提供を受けた河川

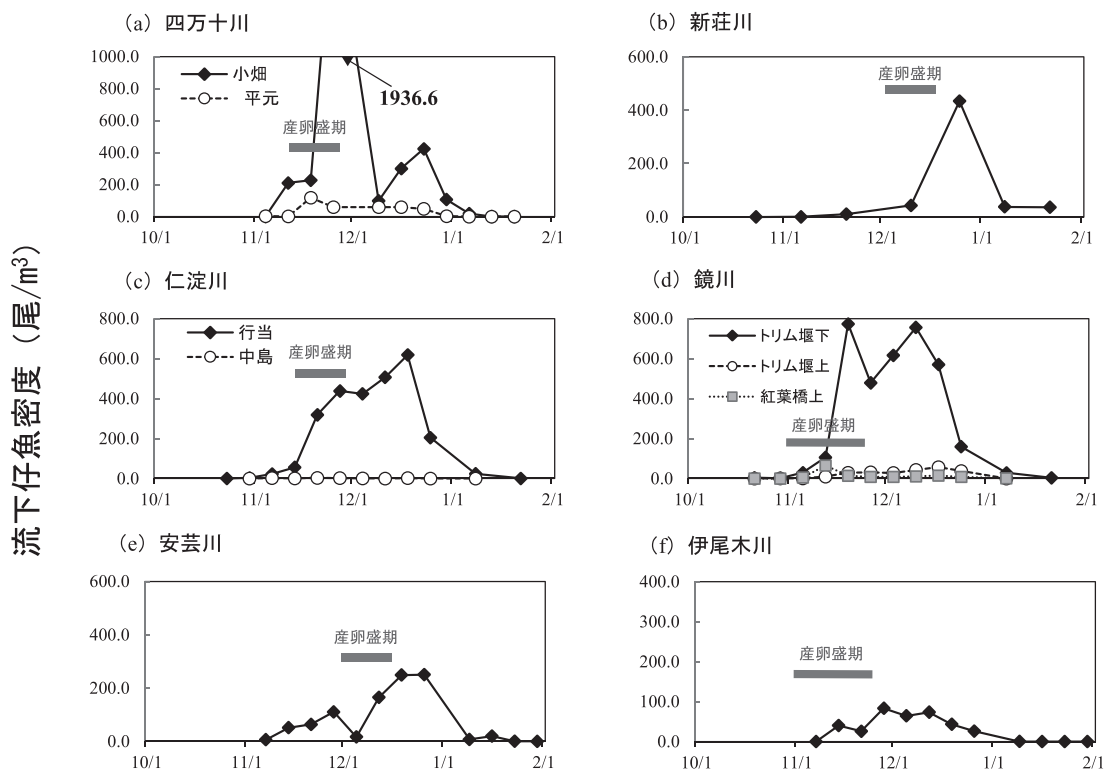


図 1. 県内 6 河川における流下仔魚密度の推移

また、2019 年度における各河川の主産卵場を流下仔魚密度から推定すると、四万十川では小畑（主産卵場、2017 年度：小畑、2018 年度：平元）、仁淀川では行当（主産卵場、2017 年度：行当、2018 年度：行当）、鏡川ではトリム堰下で、それぞれ形成されていたと考えられる。

2019 年度の産卵盛期については、四万十川では 11 月中旬、新荘川では 12 月中旬、仁淀川では 11 月下旬、鏡川では 11 月上旬および中旬、安芸川では 12 月上旬、伊尾木川では 11 月上旬および中旬であったと推

定された。何れの調査河川でも、産卵盛期が 11 月上旬から 12 月中旬の範囲にみられたことから、高知県の河川ではこの時期が産卵盛期であった可能性が高いと考えられた。

2019 年度の流下仔魚量指標値は、四万十川、伊尾木川および安芸川で前年(2018 年)より低く、新荘川で前年と同程度、仁淀川および鏡川で前年より高かった(表 2)。なお、平年値との比較では、四万十川、仁淀川および鏡川では平年より高く、新荘川、伊尾木川および安芸川では平年より低かった。

表 2. 各河川における流下仔魚量指標値

	2016年	2017年	2018年	2019年	平年値 (2009-18年平均)
四万十川	10.4	12.8	16.5	14.9	13.4
新荘川	13.0	13.5	13.0	13.0	13.9
仁淀川	10.8	13.2	12.3	14.2	12.8
鏡川	10.4	12.8	14.2	14.6	12.9
伊尾木川	9.7	10.6	11.5	11.3	12.3
安芸川	12.3	14.4	13.2	12.9	13.3

文献

伊藤 隆, 富田 達也, 岩井寿夫 (2018). アユ種苗の人工生産に関する研究—LXX I. アユの人工受精卵のふ化に対する水温の影響, 11, 57-98.

3 遡上量の変動要因の解明

占部敦史, 隅川 和

(1) 目的

アユの遡上量は、産卵量・流下仔魚量および海域での生残率に影響されると考えられるが不明な部分が多く、遡上量を予測することは難しいのが現状である。高知県の河川においても、遡上量がどの要因によって左右されるのかほとんど分かっていないが、占部ら(2020)は海域生残率と関係する海洋生活期(11~2月)の海水温や降水量が、前年の流下仔魚量よりも強く遡上量の多寡に影響することを報告している。このため、アユの遡上量の予測に向けては、海域での資源量の評価が必要と考えられる。

Doi et al. (2016)は河川中のアユの環境DNA量とその生息数に相関があることを報告しており、環境DNA量の測定は生息数を評価する有効な手法の一つとしてあげられる。また、占部ら(2020)は、河川水中のアユの環境DNA量をバイオマスに変換することは難しいが、資源量の多寡をある程度評価することは可能であると報告している。

そこで、海水中におけるアユの環境DNA量を測定し、海域でのアユ資源量を評価できるかを検討した。

(2) 材料と方法

2019年12月から2020年2月にかけて、奈半利川の遡上量に関連すると考えられる奈半利港内、物部川の遡上量に関連すると考えられる吉川漁港内、赤岡漁港内および夜須防波堤周辺の表層海水をそれぞれ1L採水した。採水地点および採水日を図1および表1に示した。採水した海水は、Doi et al. (2016), Yamanaka and Minamoto (2016), 占部ら(2019)の方法に従い、GF/Fフィルターで濾過した後、DNAを抽出し、リアルタイムPCRによりアユの環境DNA量を測定した。リアルタイムPCRは、アユのミトコンドリアDNA領域を標的にしたTaqManプローブ法を行い、プライマーとプローブはそれぞれYamanaka and Minamoto (2016)が設計したものを用いた。

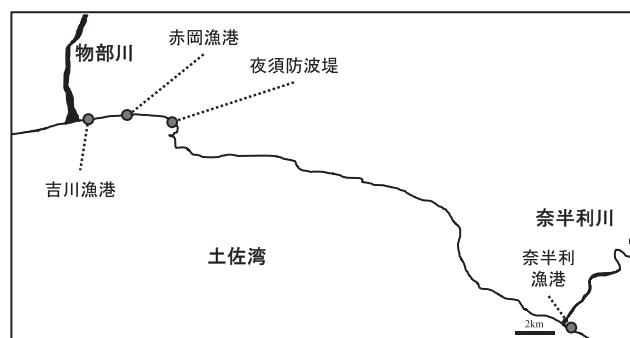


図1. 採水地点

表1. 採水日

年	月	奈半利川		物部川	
		奈半利漁港	吉川漁港	赤岡漁港	夜須防波堤
2019年	12月	10日, 18日	11日, 24日	11日, 24日	11日, 24日
	1月	10日, 29日	10日, 29日	10日, 29日	10日, 29日
2020年	2月	13日, 27日	13日, 27日	13日, 27日	13日, 27日

(3) 結果と考察

各調査地点および調査時期における海水中的のアユの環境 DNA 量を図 2 に示した。

奈半利川河口に近接する奈半利港内のアユの環境 DNA 量は $0.08 - 1.04 \text{ copies mL}^{-1}$ と比較的 low, 調査時期による変化が少なかった。一方, 物部川周辺の調査地点については, 夜須防波堤周辺で環境 DNA 量が $0.19 - 1.76 \text{ copies mL}^{-1}$ と全般に低く推移したが, 吉川漁港内では $0.84 - 64.85 \text{ copies mL}^{-1}$ で 2 月にピークが出現し, 赤岡漁港内では $0.02 - 522.80 \text{ copies mL}^{-1}$ で 12~1 月に高い値を示した。

今回の調査では, 環境 DNA が比較的滞留しやすいと考えられる漁港内や防波堤周辺の海水を分析に供したところ, 全ての調査地点および調査時期の海水から, 量的な比較が可能なレベルのアユ環境 DNA を検出することができた。また, その量が調査地点や調査時期で異なっていたことから, 環境 DNA を量的な評価に用いることができる可能性が示された。

海水中の環境 DNA 量とアユの海域生残率との関連性を検証するには, さらに調査が必要と考えられるが, この手法が確立できれば遡上量の予測に向けた一助になると考えられる。遡上量の予測によって, 例えば, その年の天然遡上が少ないと早い段階で知

ることができれば, 内水面漁業協同組合は種苗放流量を増やす, または漁獲規制等で親魚を確保するなど, 漁獲・再生産資源のマネジメントが効率的にできるものと期待される。

文献

占部敦史・隅川 和・長岩理央 (2019) 高知県の天然アユ資源を回復させるための取組支援. 平成 29 年度高知県内水面漁業センター事業報告書, 9-12.

占部敦史・稲葉太郎・荻田淑彦・田中ひとみ・隅川 和 (2020) 高知県の天然アユ資源を回復させるための取組支援. 平成 30 年度高知県内水面漁業センター事業報告書, 14-25.

Yamanaka H., Minamoto T. (2016). The use of environmental DNA of fishes as an efficient method of determining habitat connectivity. *Ecological Indicators*, 62, 147-153.

Doi H., Inui R., Akamatsu Y., Kanno K., Yamanaka H., Takahara T., Minamoto T. (2016). Environmental DNA analysis for estimating the abundance and biomass of stream fish. *Freshwater Biology*, 62, 147-153

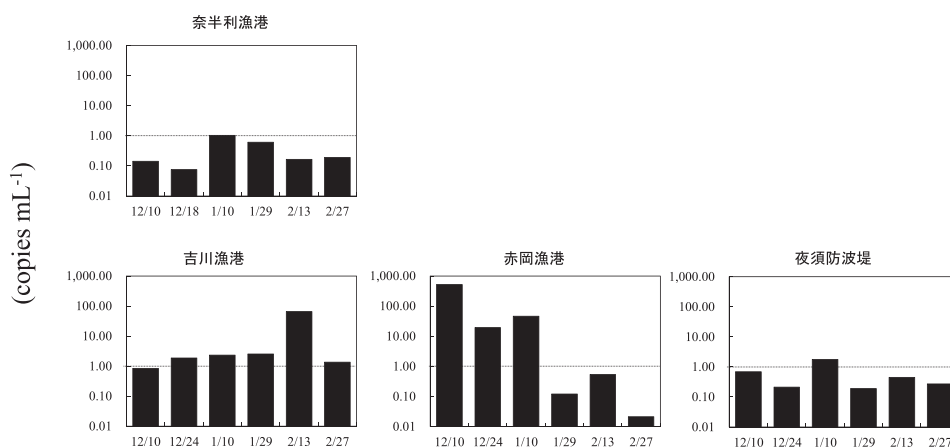


図 2. 海水中的のアユ環境 DNA 量

4 冷水病モニタリング調査

占部敦史, 長岩理央 (漁業振興課), 荻田淑彦 (水産試験場), 石川 徹, 隅川 和

(1) 目的

内水面漁業協同組合 (以下, 「組合」という。) は, アユの資源量を維持・回復するため, 種苗放流や産卵場造成等の増殖活動を積極的に実施しているが, 冷水病の蔓延により, 漁獲対象または再生産資源になる前に減耗するため, 組合はその対応に苦慮している。現状では, 無病種苗の放流や漁具の消毒等の予防的な処置しかなく, 有効な防疫対策の確立が喫緊の課題となっており, 近年, 河川中のアユ冷水病菌の動態を把握するための研究 (今城ら 2017) が行われているほか, 冷水病で死亡したアユから相当量の冷水病菌が排出されることも報告されている (大原ら 2010)。

そこで, 冷水病対策の確立に向けた知見を得るため, 四万十川水系の梶原川, 四万川川および北川川において, リアルタイム PCR による河川中の冷水病菌量のモニタリング調査を行った。

(2) 材料と方法

1) リアルタイム PCR による分析

冷水病菌のリアルタイム PCR は, ロタマーズ遺伝子群の 1 つである PPIC 遺伝子領域を標的とし, 今城ら (2017) のフォワードプライマー (PPIC131-QT-f), リバースプライマー (PPIC131-QT-r) およびプローブ (PPIC131-QT-p) を用いて行った。プローブは 5' 末端に FAM, 3' 末端に BHQ1-3 を付加した。PCR 反応液の組成は, 2×Probe qPCR Mix (TaKaRa 社) 5 μ L, 20 μ M 各プライマー 0.25 μ L, 10 μ M プローブ 0.2 μ L とし, これに DNA 溶液 2.0 μ L を加えて, 超純水で全量

10 μ L にした。リアルタイム PCR の反応は, LightCycler 96 System (日本ジェネティクス社) を用いて行い, 反応条件は 95 $^{\circ}$ C で 30 秒間の初期熱変性を行った後, 95 $^{\circ}$ C で 5 秒, 60 $^{\circ}$ C で 30 秒の温度変化を 40 サイクルとした。

スタンダードは, 冷水病菌の KFCB-449 株 (2017 年・鏡川・アユから分離) から前述のプライマーセットで増幅・精製した後, その濃度と分子量からアボガドロ定数によりコピー数を算出し (2.43×10^9 copies/ μ L), 10 倍段階希釈した系列を作製した。また, スタンダードから検量線を作製し, その検量線を用いて Ct 値から遺伝子量 (copies/ μ L) を算出できるようにした。

次に, リアルタイム PCR で算出した遺伝子量が, 冷水病生菌の量を反映しているかを確認した。KFCB-449 株 (2017 年・鏡川のアユから分離) を MCYT 液体培地で振とう培養し, 希釈系列を作成した後, ミスラ法 (平板培地: MCYT) で各希釈系列の CFU/ μ L を算出した。さらに, 各希釈系列の菌液から DNA を抽出し, 前述のリアルタイム PCR 手法で遺伝子量 (copies/ μ L) を算出した。各希釈系列の CFU/ μ L と copies/ μ L を確認し, 生菌数と遺伝子量を比較した。

2) 河川水の冷水病菌量のモニタリング

2017 年 5 月から 2019 年 9 月に, 梶原川 3 地点 (Y1, Y2, Y3), 四万川川 2 地点 (S1, S2) および北川川 3 地点 (K1, K2, K3) の計 8 地点 (図 1) で, 1L の河川水を毎月採水した。採水した河川水を GF/F フィルターで濾過した後, 濾過した河川水をさらに孔径 0.45 μ m のメンブレンフィルターで濾過

し、2つのフィルターの残存物から QIGEN 社製のキットを用いて DNA を抽出し、AE バッファで 100 μL に溶解した。その後、リアルタイム PCR により、河川水 1L あたりの遺伝子量 (copies L^{-1}) を算出した。

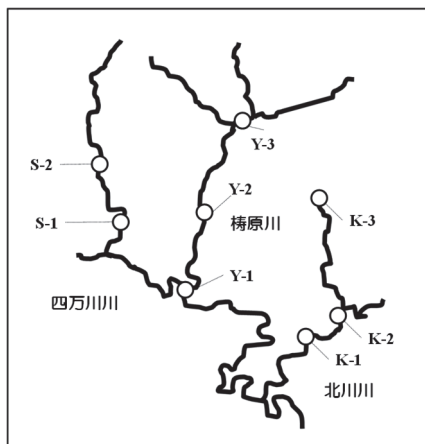


図 1. 採水地点

(3) 結果と考察

1) リアルタイム PCR による分析

作成した検量線を図 2 に示した。冷水病菌の遺伝子量 ($\text{copies}/\mu\text{L}$) と生菌数 ($\text{CFU}/\mu\text{L}$) には有意な正の相関が確認され (図 3, $p < 0.01$)、遺伝子量から生菌数のオーダーを推定できる可能性が示された。

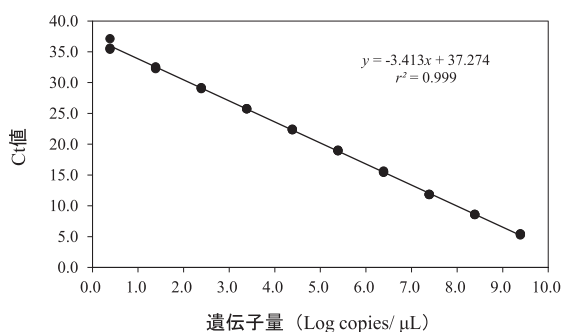


図 2. リアルタイム PCR の検量線

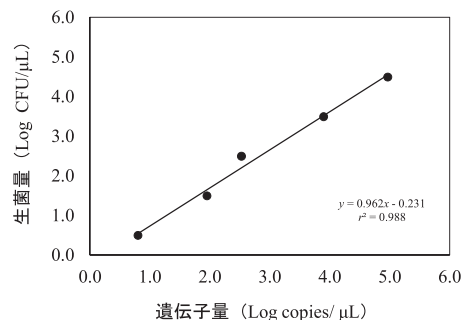


図 3. 遺伝子量と生菌量との関係

2) 河川水の冷水病菌量のモニタリング

2017 年 5 月から 2019 年 9 月の、各河川における各地点別の冷水病菌の遺伝子量を図 4 - 6 に示した。冷水病菌の遺伝子は全ての地点で検出され、その遺伝子量は地点や採水月によって変動した。河川水中の遺伝子量をみると、2017 年は四万川川で 7 月、栲原川で 6 月、北川川で 7 月に、2018 年は四万川川で 6 月、栲原川で 10 月、北川川で 3 月、5 月、10 月に、2019 年は四万川川で 3 月、栲原川で 7 月、北川川で 8 月にそれぞれ高かった。遺伝子量が高い時期は河川水中の冷水病菌が多かったと考えられ、その時期に冷水病菌が多量に水中に放出される状態、すなわち冷水病が発生していたと推測される。なお、これらの河川の下流には津賀ダムがあるため、天然アユの遡上がなく、毎年 4 月以降のアユ放流事業によって漁獲資源が維持されている。そのため、12~3 月はごく少数の越年アユを除いて 3 河川にアユが生息していることはないと考えられ、その時期の冷水病菌の遺伝子はアユ以外の魚種に由来する可能性が高い。

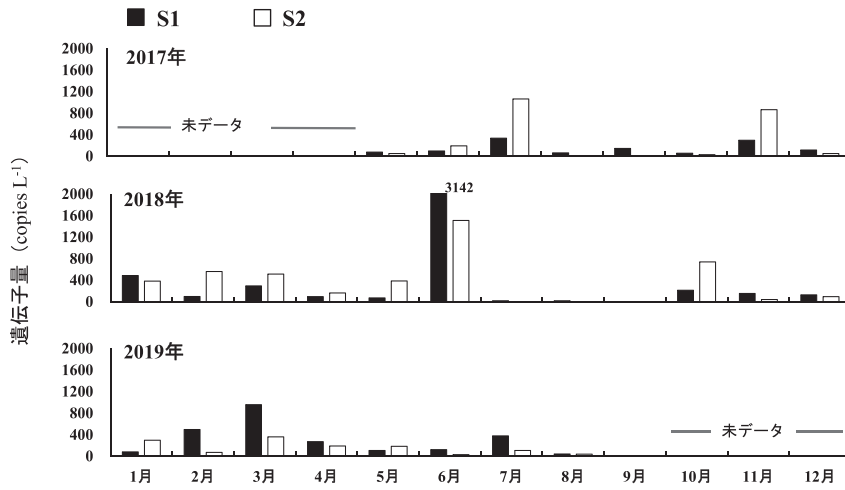


図 4. 四万川における月別の遺伝子量

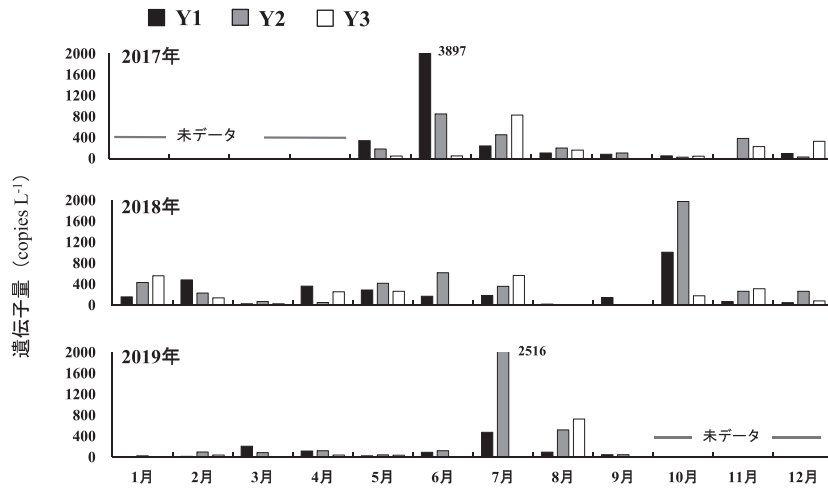


図 5. 栲原川における月別の遺伝子量

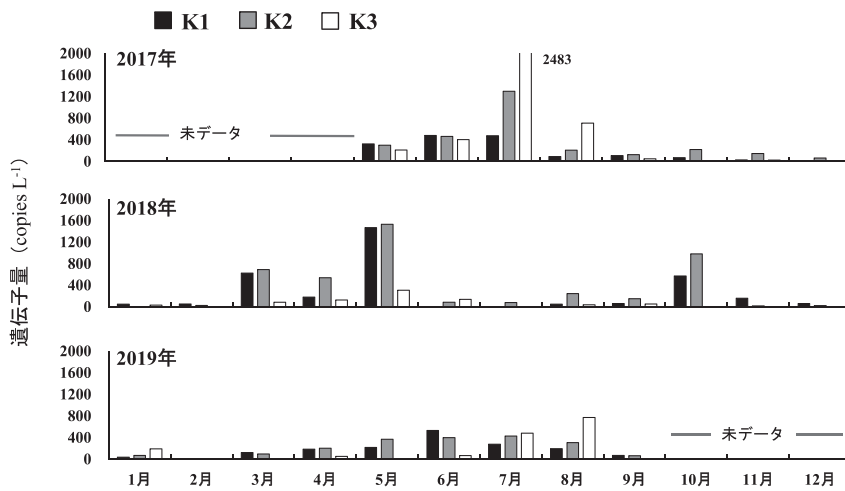


図 6. 北川川における月別の遺伝子量

次に、全体の遺伝子量の増減の傾向をみるため、2017年5月から2019年9月までの全8地点の平均の遺伝子量を月別に算出したところ、2017年は6月および7月に、2018年は5月、6月および10月に、2019年が7月および8月にそれぞれ高かった(図7)。遺伝子量が高い時期は冷水病が流行しやすい時期と一致し、2017年および2018年は、2019年と比べて平均遺伝子量が高かったことから、河川での冷水病の罹患魚が多かったと考えられた。また、2017年と2018年は遺伝子量が5~7月にピークとなったが、2019年は7~8月と遅かった。なお、2018年10月の遺伝子量の増加は、アユが成熟し免疫力が低下したことで、冷水病に感染しやすい状況になったことによるものと推察される。一方で、各年、各河川での冷水病菌の遺伝子量と、各河川の水温(図8)、

梶原町の月別降水量(図9)および月平均気温(図10)との対比を行ったが、関連性を見出すことはできなかった。

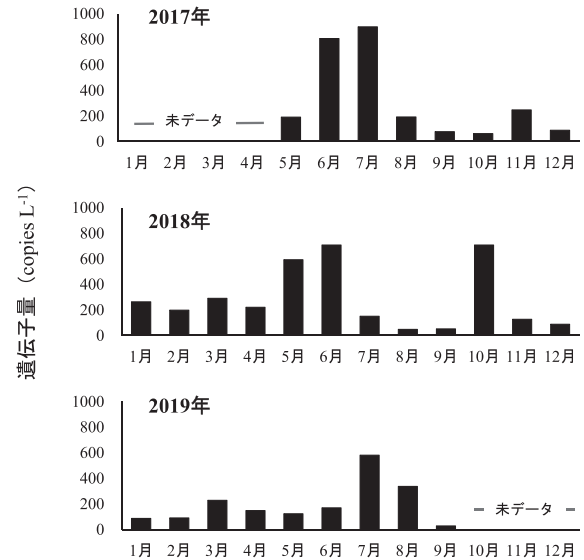


図7. 月別の遺伝子量の平均値(全地点)

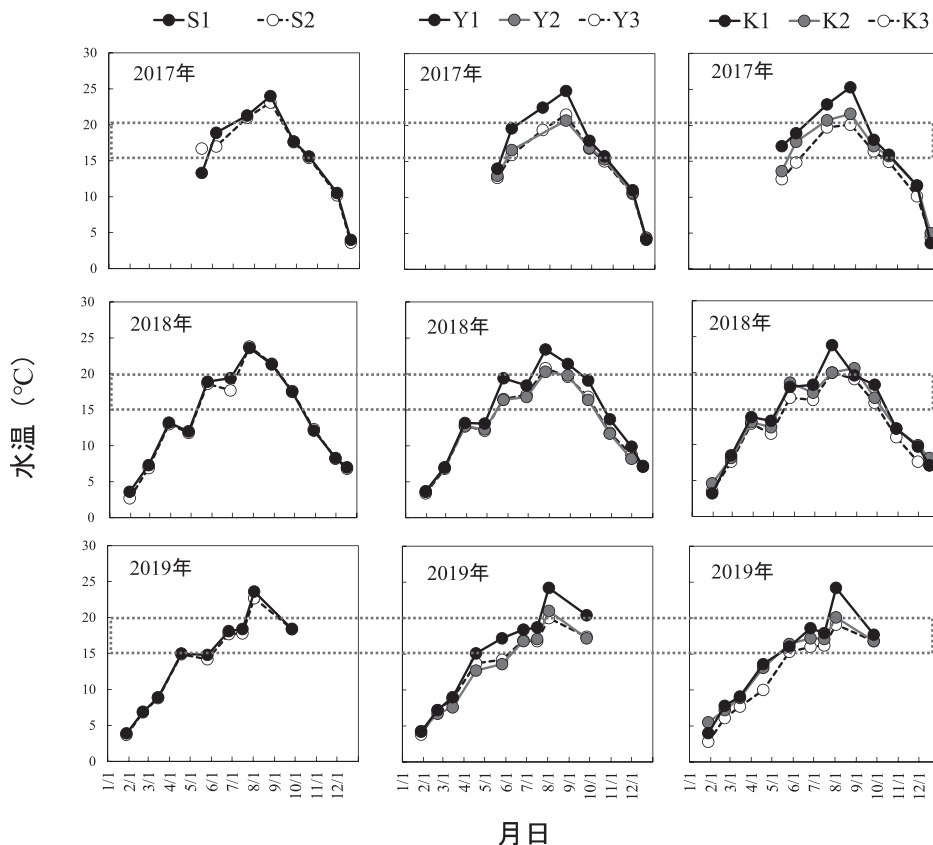


図8. 各河川の水温(点線:冷水病の発生が多い15~20°Cの水温帯)

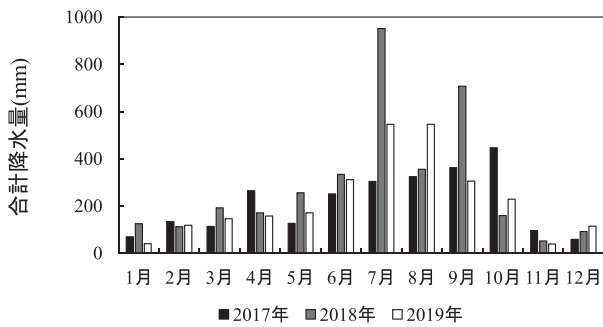


図 9. 梶原町の月別降水量（気象庁 H. P.）

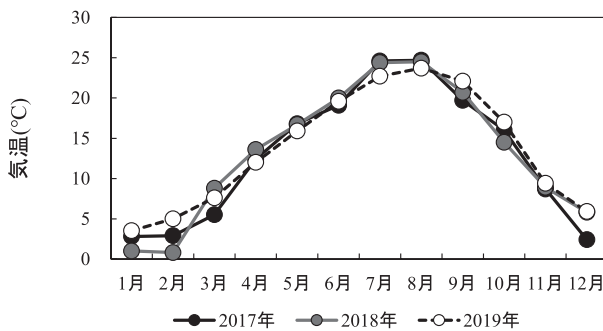


図 10. 梶原町の月平均気温（気象庁 H. P.）

以上のように、河川水中における冷水病菌の遺伝子量の多寡を把握することで、冷水病の流行時期や蔓延状況などを推察することができた。さらに、冷水病菌の遺伝子量は生菌数を反映しており、流行時期には1Lの河川水中に数千の菌がいることも分かった。しかしながら、河川水中の冷水病菌の遺伝子にはアユ以外のものも混在していると推測され、アユ由来の遺伝子のみを検出・定量できる手法の確立が必要と考えられた。

今後さらに調査データを蓄積し、河川水中の冷水病菌の遺伝子量と、アユの生息数、冷水病罹患状況、環境条件などの関連性を明らかにすることにより、冷水病の発生・蔓延メカニズムの解明に向けた一助になるものと期待される。

文献

- 今城雅之・山崎憲一・山下はづき・門野真弥・片岡榮彦・大崎靖夫・高橋 徹 (2017) 高知県鏡川におけるアユ細菌性冷水病の疫学調査. 魚病研究, 52, 141-151.
- 大原健一・景山哲史・桑田知宜・海野徹也・古澤修一 (2010) リアルタイム PCR を用いた実験感染アユにおける *Flavobacterium psychrophilum* の排菌量の推定. 日本水産学会誌, 52, 705-707.