

興津川と天竜川におけるアユの産卵生態からみた 現行の禁漁措置の妥当性

鈴木邦弘¹・鈴木勇己¹・谷高弘記²・井口 明²

近年、アユ *Plecoglossus altivelis* の産卵の遅れや、早期ふ化群が遡上に貢献しないことが全国各地で報告されるようになり、禁漁期間の見直しの必要性が指摘されるようになった。本研究では、2010年と2011年に興津川と天竜川のそれぞれで流下仔魚調査を行い、その結果から産卵水域や産卵期間を推定し現行の禁漁措置の妥当性を議論した。天竜川における産卵期は9月下旬～11月下旬で、その盛期は10月下旬であり、主たる産卵水域は河口から上流9～17kmの範囲と推察された。一方、興津川における産卵期は10月上中旬～1月上中旬で、その盛期は11月下旬であり、主たる産卵水域は河口から上流0.5～1.5kmの範囲と同流4.3～8.6kmの範囲と推察された。産卵開始、産卵ピーク、産卵終了のいずれもが天竜川に比べ興津川で遅く、産卵期間も天竜川の約2ヵ月間に比べ興津川では約3ヵ月間と長かった。天竜川における現行の禁漁措置は、現状のアユの産卵状況と合致してほぼ合理的であると思われたが、興津川では再生産に寄与できていない親魚が再解禁後に多数漁獲されている可能性が高いため、禁漁期間の延長や禁漁区域の拡大等を速やかに実現する必要があると考えられた。

キーワード: アユ, *Plecoglossus altivelis*, 興津川, 天竜川, 産卵期, 流下仔魚, 禁漁措置, 資源管理

アユ *Plecoglossus altivelis* の成熟は、日長の短日化が引き金となって進行し¹⁾、産卵期は日照時間が短い高緯度地方ほど早く、日本全土では8月下旬～12月下旬の約4ヵ月間の長期に及ぶ²⁾。また、静岡県内での産卵期は、県西部の天竜川で9月下旬～12月中旬³⁾、都田川で9月下旬～11月下旬⁴⁾と報告されている。これら産卵期のアユを保護する禁漁措置は、最も基本的な資源保護策として各県の漁業調整規則や内水面漁協の遊漁規則等に定められており、本県においても原則10月11日から11月15日までの間、主要河川の河口付近における水産動物の採捕が禁止されている。しかし近年、産卵の遅れ⁵⁾⁶⁾や、早期ふ化群が遡上に貢献しないこと^{7～11)}が全国各地で報告されるようになり、禁漁措置の見直しの必要性が指摘されるようになった^{11,12)}。

ところで、アユの産卵場調査は場所ごとの産卵状況を詳細に把握できる反面、調査労力が非常に大きく、産卵場の見落としによる推定精度の低さが指摘されている^{4,13)}。一方で、ふ化直後のアユ仔魚を採集する流下仔魚調査^{13,14)}は、

調査労力も比較的小さく、本県では天竜川のアユ保護水面の効果測定のために1966年に初めて実施され¹⁵⁾、それ以後、再生産のモニタリング手法として毎年実施されてきた。また、流下仔魚調査では総流下仔魚数の推定のみならず、産卵場と調査地点間との距離により流下仔魚が大量に採れる時刻が様々に変化する¹⁴⁾ことを基に、調査河川の河床の形状等を勘案した産卵場の推定^{16,17)}も可能である。さらに、アユ卵のふ化日数は水温に依存しており¹⁸⁾、流下仔魚の出現状況と水温の推移から産卵期間や産卵盛期の推定も可能である。

そこで本研究では、県下を代表するアユ漁場でありながら再生産の実態が不明であった興津川と、アユの保護水面が設定されている天竜川において、それぞれ流下仔魚調査を行い、その結果から産卵水域や産卵期間を推定し現行の禁漁措置の妥当性を議論した。なお、本研究により両河川における産卵時期の相違が明らかとなったことから、併せてその理由についても若干の考察を加えた。

2012年11月28日受理

静岡県水産技術研究所富士養鱒場業績第42号

¹⁾ 静岡県水産技術研究所富士養鱒場

²⁾ 天竜川漁業協同組合



図1 調査地点の位置

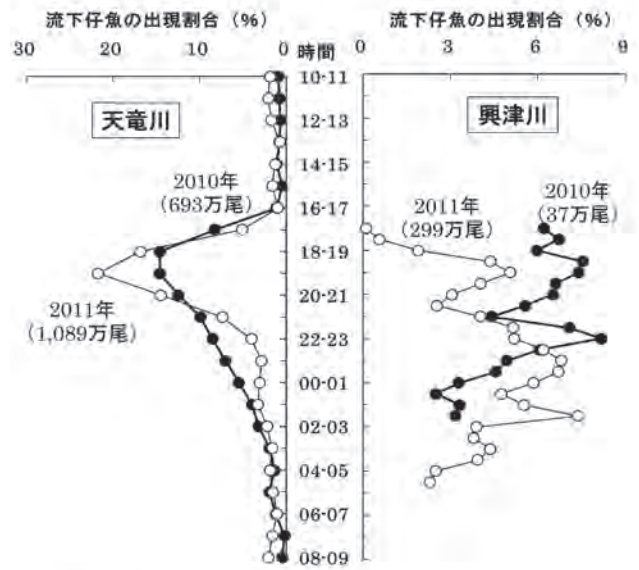


図2 長時間調査におけるアユ流下仔魚出現割合の推移

材料および方法

1 仔魚の採集と仔魚量の推定

興津川は、静岡市清水区内を流れる幹川流路延長22km、流域面積120km²、下流における平均濁水流量1.2m³/sの二級河川である¹⁹⁾。天竜川は、長野県諏訪湖に源を發し南流して遠州灘に注ぐ幹川流路延長213km、流域面積5,090km²、下流における平均濁水流量74m³/sの一級河川である²⁰⁾。それぞれの河川ではアユの主要な産卵場や産卵水域が報告されており³²⁾、本調査ではそれらを参考に、興津川では河口から0.3km上流に位置する浦安橋直下の左岸側に、天竜川では河口から9.3km上流に位置する新天竜川橋直下の左岸側にそれぞれ調査地点を設けた(図1)。

アユ仔魚は、濾水計付きノルパックネット(口径45cm, 側長1.8m, 目合0.3mm)を表層に5分間固定することで採集したが、流速が小さく濾水計が回転しないときには濾水計が回転する速度(0.2~0.3m/s)で上流側に向けて曳網して採集した。また、仔魚採集時の水温を棒状水温計により計測した。ネット採集物をホルマリンあるいはエタノールで固定して、後日、アユ仔魚のみを抽出計数した。

調査期間及び調査回数は、興津川では2010年9月29日~翌年2月15日に延べ21回、2011年10月11日~翌年1月31日に延べ17回、同様に天竜川では2010年9月22日~翌年1月5日に延べ15回、2011年9月27日~翌年1月4日に延べ15回行った。

採捕は原則として、興津川では17~20時に30分間隔で各5分間、天竜川では18~21時に60分間隔で各5分間実施し、最盛期には流下ピーク時刻を把握するために長

時間調査を実施した。長時間調査は、興津川では2010年12月7日の17時から9時間、2011年12月12日の17時から12時間、天竜川では2010年11月10日と2011年11月8日のそれぞれ10時から24時間行った。

流下仔魚数は、滋賀県水産試験場¹³⁾の方法に準じて流量法¹⁴⁾により以下の手順で推定した。まず、採集仔魚数を濾水量で除すことで単位水量あたりの流下仔魚数(尾/m³)を推定し、これに河川流量(m³/s)を乗ずることで各調査時刻における単位時間あたりの流下仔魚数(尾/s)を算定した。次に、これらを調査時刻間で平均して、その間隔(興津川では30分、天竜川では60分)を乗ずることで、調査時刻間の流下仔魚数(尾/30分または60分)を算定した。さらに、これを調査時間内で積算することで、各調査日の調査時間内における流下仔魚数(尾/調査時間)を推定した。

なお、推定にあたり、河川横断面に対して仔魚の分布が一様であること、調査時刻間や調査日間で流下仔魚数は直線的に推移すること、河川流量は興津川では承元寺堰堤下流、天竜川では船明ダム下流における日平均流量でそれぞれ代表され調査時間内で変化しないことを仮定とした。

2 産卵期と産卵ピークの推定

調査期間中毎日の産卵日を、水温とふ化日数との関係式「ふ化日数 = 10^{2.8623} / 水温^{1.4068}」¹⁸⁾から逆算し、流下仔魚数から日別産卵数及び産卵期間を推定した。なお、水温は流下仔魚採集日の19時の測定値を用い、それらが調査日間では直線的に推移すると仮定した。

結 果

1 流下仔魚の出現時刻

長時間調査におけるアユ仔魚の時間別出現割合の推移を図2に示した。アユの出現数は、興津川において2010年が37万尾、2011年が299万尾、天竜川において2010年が693万尾、2011年が1,089万尾であり、河川や調査年により大きく異なった。しかし、1日のうちのピークの出現時間帯や回数は河川内で一致しており、興津川では18～19時、22～24時、1～2時に合計3回のピークが認められ

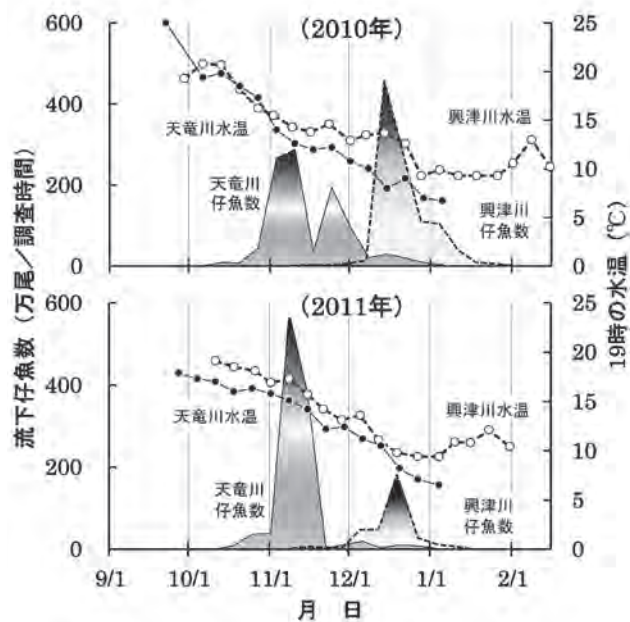


図3 調査時間内における流下仔魚数及び水温の推移

たのに対し、天竜川では18～20時に明瞭なピークが1回認められたのみであった。

2 流下仔魚数と水温の推移

流下仔魚数及び水温の推移を図3に示した。天竜川における流下ピークは、2010年には11月下旬にもあったが、最大のピークは両年共に11月上旬に認められた。一方、興津川のそれは、両年共に12月中旬に認められた。すなわち、天竜川と興津川における明瞭な流下ピークには1ヵ月以上の差が認められた。

水温については、2010年では、両河川で10月下旬までは同程度に推移したが、それ以降は天竜川の方が低く推移し最大で5℃以上の差が認められた。2011年では、興津川に比べ天竜川の水温が常に1～2℃低く推移した。

3 産卵期間及び産卵ピークの推定と環境要因

産卵数と流量の推移を図4に示した。興津川における産卵期間(産卵ピーク)は、2010年に10月上旬～1月中旬(11月下旬)、2011年に10月中旬～1月上旬(11月下旬)であった。同様に、天竜川においては、2010年に9月下旬～11月下旬(10月下旬)、2011年に9月下旬～11月下旬(10月下旬)であった。したがって、産卵開始、産卵ピーク、産卵終了のいずれもが天竜川に比べ興津川で遅く、産卵期間も天竜川の約2ヵ月間に比べ興津川では約3ヵ月間と長かった。また、2010年の天竜川の1回目の産卵ピークを除き、産卵ピークは出水時に重なる傾向が認められた。

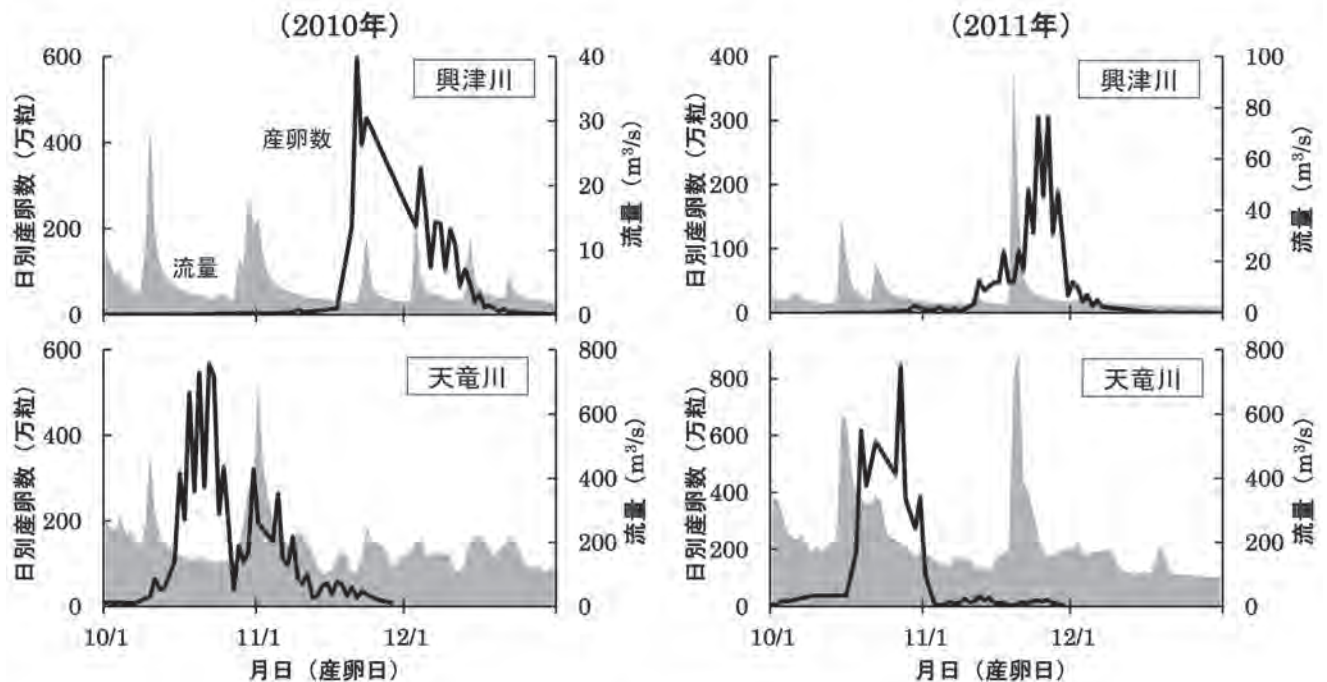


図4 産卵数と流量の推移

考 察

1 産卵水域の範囲

2010年と2011年の流下最盛期に実施した長時間調査において、興津川では3回の流下ピークが、天竜川では1回の流下ピークが確認された(図2)。アユの孵化は日没後数時間に集中して起こる^{17,22)}ことから、それぞれのピークは産卵場から各調査地点までの距離の違いにより生じていると考えられ、興津川では3箇所、天竜川では1箇所の主要な産卵場の存在が示唆される。

石田²¹⁾は、1950年代後半に全国12河川のアユの産卵水域を調査し、興津川については河口から上流0.5～1.5kmの範囲が産卵水域であることを報告した。流速により流下仔魚の河口域への到達時間は異なる²³⁾が、仮に興津川の平均流速を流下仔魚調査で得られた平均値である30cm/sとすると、この水域でふ化した仔魚は約10分～1時間で調査定点に到達すると推定され、18～19時に出現した1回目のピークがこれに該当するものと推察される。同様に、2回目と3回目のピークについては、河口から上流4.3～8.6km(梨の木堰堤～逢初橋)の中下流域が主たる産卵水域と推察され、従来の知見²¹⁾よりも広範囲での産卵が示唆される。また、天竜川では、1997年と2000年のそれぞれ10月下旬に実施された長時間調査において、本報と同様に明瞭なピークが18～20時に確認されている⁷⁾。ふ化時刻を17時として、平均流速を流下仔魚調査で得られた平均値である70cm/sとすると、調査地点から上流0～7.5km、即ち河口から上流約9～17km(新天竜川橋～浜北大橋下流)が主たる産卵水域と推察される。大上⁴⁾は1965年に天竜川下流域でアユの産卵場を調査し、河口から6～17kmが主たる産卵水域と報告しており、天竜川における主たる産卵水域は過去も現在もほぼ同じ範囲にあると推察される。なお、本報では調査地点下流から河口に至る9.3kmの区間の産卵実態は不明であるため、産卵水域の下流端についてはさらに検討を要する。

今後は、多地点での流下仔魚調査やALC標識魚の放流調査²⁴⁾と産卵場調査を併用することにより、推察された範囲をより狭め、さらには産卵水域と産卵場の特定を行い、禁漁区域の設定や産卵場造成などの資源管理に反映させることが肝要である。

2 両河川の産卵時期の違い

月日別の流下仔魚の出現ピークは、天竜川で11月上旬に、興津川で12月中旬に確認された(図3)。また、水温から逆算した産卵開始、産卵ピーク、産卵終了のいずれもが天竜川に比べ興津川で遅いと推定された(図4)。これらのことから、天竜川と興津川で流下仔魚の出現時期が異なること、その原因が産卵時期の違いにあることが明らかとなった。

本結果において、両河川で顕著な違いがあるのは水温であり、興津川は天竜川に比べ水温低下が遅く(図3)、このことが成熟の完了や産卵を遅らせている要因であると思われる。また、アユの産卵は、増水やそれに伴う適当な産卵環境の存在が不可欠である²⁵⁾が、本研究においても産卵ピークは出水時に重なる傾向が認められ、流量の少ない興津川においてその傾向が顕著であった(図4)。興津川においては、流量の一時的な増大が産卵のタイミングを左右する要因であると考えられる。一方、アユの成熟は、日長の短日化が引き金となって進行するが、河畔林の繁茂や透明度の低下によって見掛けの日長時間が減少し成熟が早まることが指摘されている¹⁾。近年の天竜川は濁りが強くまた長期化する傾向にある²⁶⁾ことから、天竜川では興津川に比べ成熟が進行しやすい環境にあると考えられる。以上のように、両河川間で異なる環境がアユの成熟の進行や完了、産卵の開始に影響を与えていると推察されるが、それらの影響の度合いは不明である。また、成熟の完了は小型個体で遅れることが多い²⁷⁾ことや、種苗の由来によって産卵期が異なること^{27,28)}も知られている。今後は、両河川で産卵親魚を捕獲し、その由来、体長組成、成熟状況について比較検討することで、産卵時期の違いを生じさせている原因を明らかにする必要がある。

3 現行の禁漁措置の妥当性

天竜川における産卵期は9月下旬～11月下旬でその盛期は10月下旬であり、主たる産卵水域は河口から上流9～17kmの範囲と推察された。現行の法的な禁漁措置では、水産資源保護法に基づく保護水面並びに静岡県内水面漁業調整規則により、河口から上流16.4kmの区域における10月1日～11月15日の水産動植物の採捕が禁じられている。また、天竜川漁協の遊漁規則及び行使規則では、天然アユ資源の保護増大を目的として、河口から浜北大橋下流端(河口から上流18.5km)の区域における10月1日～11月30日のアユの採捕を全面的に禁止している。これらの禁止措置は、現状のアユの産卵状況と照らし合わせると、期間、区域共に合理的であると思われる。

一方、興津川における産卵期は10月上中旬～1月上中旬でその盛期は11月下旬であり、主たる産卵水域は河口から上流0.5～1.5kmの範囲と同流上4.3～8.6kmの範囲と推察された。現行の法的な禁漁措置では、静岡県内水面漁業調整規則により、河口から新浦安橋上流端(上流1.3km)の区域における10月11日～11月15日の水産動物の採捕が禁じられている。また、興津川漁協の遊漁規則及び行使規則では、産卵保護を目的とした独自の禁漁措置は定められていない。現行の禁漁措置では、禁漁区域が狭く、また産卵ピークが禁漁期間終了後の11月下旬であるため、興津川では再生産に寄与できていない親魚が再解禁後に多数漁

獲されている可能性が高いと思われる。ここで、2010年と2011年の禁漁期間中の産卵割合を図4より試算すると、それぞれ1.9%と11.5%と非常に小さく、禁漁の効果が小さいことが推察される。興津川においては、少なくとも現行の禁漁区域における禁漁期間の延長を速やかに実現し、アユ資源の保護増大を図るべきである。また、可能であれば禁漁区域の拡大も検討すべきである。

本報は、産卵期の親魚保護について論じたが、産卵期以前の資源管理も重要であることは言うまでもない。アユ資源の減少が続く現在、漁業権行使者である内水面漁協は、科学的データに基づいたより良い漁場利用や資源管理のあり方を常に模索し、アユ資源復活のための取り組みを強化すべきである。

興津川非出資漁業協同組合の大岡章吾事務局長におかれは、関係者との調整など本研究を進める上で全面的な御支援を頂いた。また、静岡市水道局並びに静岡県企業局及び電源開発株式会社佐久間電力所においては、流量に関する貴重なデータを提供して頂いた。記して感謝の意を表します。

文 献

- 1) 白石芳一・武田達也 (1961): アユの成熟に及ぼす光週期の影響, 淡水区水産研究所研究報告, 11(1), 69 ~ 81.
- 2) 白石芳一・鈴木規夫 (1962): アユの産卵生態に関する研究, 淡水区水産研究所研究報告, 12(1), 83 ~ 107.
- 3) 大上皓久 (1968): 天竜川におけるアユの産卵について, 静岡県水産試験場研究報告, 1, 37 ~ 41.
- 4) 鈴木邦弘・羽田好孝 (2008): 都田川におけるアユ産卵水域の上流側への移動, 静岡県水産技術研究所研究報告, 43, 7 ~ 12.
- 5) 高橋勇夫 (2005): 四万十川河口域におけるアユの初期生活史に関する研究, 高知大学海洋生物教育研究センター研究報告, 23, 113 ~ 173.
- 6) 猿渡実 (2010): アユ資源総合対策事業 (2) 大分川, 大野川, 番匠川および山国川における溯上アユのふ化時期, 平成21年度大分県農林水産研究センター水産試験場事業報告書, 305 ~ 307.
- 7) 鈴木邦弘 (2002): 海産遡上アユの資源生態に関する調査 (静岡県), アユ種苗の放流の現状と課題 - 琵琶湖産、人工産、海産の特性を考慮した増殖事業 -, 全国内水面漁業協同組合連合会, 27 ~ 71.
- 8) Takahashi I, Azuma K, Hiraga H and Fujita S (1999): Different Mortality in Larval Stage of Ayu *Plecoglossus altivelis* by Birth Dates in the Shimanto Estuary and Adjacent Coastal Waters, *Fisheries Science*, 65(2), 206 ~ 210.
- 9) 原田慈雄・藤井久之・加藤邦彰・高橋芳明 (2009): アユ資源復元 (資源調査), 平成20年度和歌山県水産試験場事業報告書, 38 ~ 39.
- 10) 鈴木邦弘・後藤裕康 (2010): 河口・沿岸域におけるアユ仔稚魚の資源生態研究, 平成21年度静岡県水産技術研究所事業報告書, 132 ~ 136.
- 11) 井口明 (2010): 漁協が行う資源保全のための基礎調査, アユを育てる川仕事 (古川彰・高橋勇夫編), 築地書館, 東京, 56 ~ 63.
- 12) 村山達朗・曾田一志・寺門弘悦 (2010): 高津川漁協はなぜ産卵保護を強化したのか?, アユを育てる川仕事 (古川彰・高橋勇夫編), 築地書館, 東京, 64 ~ 71.
- 13) 中賢治・伏木省三・大野喜弘・田沢茂・里井晋一・的場洋 (1979): 琵琶湖産アユの資源調査報告書 琵琶湖へ流入する仔アユ量 (1977) の推定 - I, 滋賀県水産試験場研究報告, 32, 194pp.
- 14) 塚本勝巳 (1993): 流下仔魚調査法, 河川生態環境工学 魚類生態と河川計画 (玉井信行・水野信彦・中村俊六編), 東京大学出版会, 東京, 266 ~ 267.
- 15) 大上皓久 (1967): 天竜川保護水面調査, 昭和41年度静岡県水産試験場事業報告書 (静岡県水産試験場), 284 ~ 287.
- 16) 兵藤則行・関泰夫・小山茂生・片岡哲夫・星野正邦 (1984): 海産稚仔アユに関する研究 - I - 仔アユの降下状況について -, 新潟県内水面水産試験場調査研究報告書, 11, 41 ~ 50.
- 17) 田子泰彦 (1999): 庄川におけるアユ降下の降下生態, 水産増殖, 47(2), 201 ~ 207.
- 18) 伊藤隆・岩井寿夫・古市達也・堀木信男 (1971): アユ種苗の人工生産に関する研究 - LXXI アユの人工授精卵のふ化に対する水温の影響, アユの人工養殖研究, 1, 57 ~ 98.
- 19) 静岡県 (2002): 興津川水系河川整備計画, 29pp.
- 20) 国土交通省中部地方整備局 (2009): 天竜川水系河川整備計画, 80pp.
- 21) 石田力三 (1964): アユの産卵生態 - IV 産卵水域と産卵場の地形, 日本水産学会誌, 30(6), 478 ~ 485.
- 22) 木村関男 (1954): アユ卵の自然及び実験室内でのふ化と光線との関係について, 水産増殖, 1(3/4), 36 ~ 39.
- 23) 田子泰彦 (1999): 庄川におけるアユ仔魚の河口域への到達時間の推定, 水産増殖, 47(2), 215 ~ 220.
- 24) 蓑宮敦・戸井田伸一 (2002): 相模川におけるアユ仔魚の降下生態, 神奈川県水産総合研究所研究報告, 7, 85 ~ 95.

- 25) 征矢野清 (2000): 魚類の成熟・産卵に影響を及ぼす環境要因, MRI レポート (長崎大学水産学部附属海洋資源教育研究センター年報), 1, 27 ~ 28.
- 26) 鈴木邦弘・谷高弘記・井口明 (2014): 2001 ~ 2011 年における天竜川下流部の水温及び透視度の推移とその変動要因, 静岡県水産技術研究所研究報告, 46, 51 ~ 57.
- 27) Iguchi K and Yamaguchi M (1994): Adaptive Significance of Inter- and Intrapopulational Egg Size Variation in Ayu *Plecoglossus altivelis* (Osmeridae), *Copeia*, 1, 184 ~ 190.
- 28) 荒井真 (1990): アユの種苗特性と多回放流技術, 水産増殖, 38(2), 204 ~ 205.

Validity of the current prohibition-of-fishing measures in consideration of the spawning ecology of the ayu, *Plecoglossus altivelis*, in Okitsu and Tenryu Rivers

Kunihiro Suzuki, Yuki Suzuki, Hiroki Yataka and Akira Iguchi

Abstract We investigated the appearance of drift-larvae of the ayu, *Plecoglossus altivelis*, in Okitsu and Tenryu Rivers in 2010 and 2011, respectively, and deduced the spawning distribution area and season; then, we evaluated the validity of the current prohibition-of-fishing measures. In Tenryu and Okitsu Rivers, the spawning season is believed to be from late September to late November and from early-mid October to early-mid January, respectively, and the spawning peak is in late October and late November, respectively. Similarly, the spawning distribution area was believed to range from 9 to 17 km, 0.5 to 1.5 km and 4.3 to 8.6 km from the river mouth to the upper stream, respectively. Spawning (start, peak, and end) in the Okitsu River was later than that in the Tenryu River. Moreover, the spawning period was as long as three months in the Okitsu River and two months in the Tenryu River. The current prohibition-of-fishing measure in the Tenryu River agrees with the spawning ecology of the ayu and is considered to be almost rational. On the other hand, in the Okitsu River, there is a possibility that many adults that have not reproduced are killed by fishing; therefore, the prohibition-of-fishing measure for the Okitsu River needs to be revised.

Key words: Ayu, *Plecoglossus altivelis*, Okitsu river, Tenryu river, spawning season, drift-larva, prohibition-of-fishing measures, stock management