

三陸沿岸河川におけるサケ (*Oncorhynchus keta*) の 自然産卵に関する研究

2022年3月海洋生命環境学分野 47196603 大場理幹
指導教員 教授 青山潤

キーワード：サケ、自然産卵、三陸、野生魚

(1) 背景・目的

我が国の沿岸で漁獲されるサケ資源は、ほぼ全て人工ふ化放流事業に由来するとされる。しかしながら、近年では遺伝的多様性の保全などの観点から、天然環境下で産卵するサケに注目が集まっている(森田 2020)。そこで本研究は、知見の少ない三陸沿岸河川におけるサケの自然産卵にかかる生態学的特性を明らかにすること目的とした。

(2) 材料と方法

調査は、岩手県大槌湾に注ぐ小鍬川と鶴住居川で実施した。東日本大震災以降、小鍬川における人工ふ化放流事業は中止されているが、鶴住居川では継続されている。両河川において、それぞれ河口から1-4 km間の約3 km及び1-4.4 km間の約3.4 kmを調査区間とし、それらを河川形態に基づいて、さらに10個のリーチに細分した。産卵床に関する調査は、小鍬川では2019-2020年に、鶴住居川では2020-2021年に実施した。

産卵床の数と分布：産卵期を網羅する9月から2月まで隔週で踏査を実施し、新たに形成された産卵床の位置をGPSにより記録し、リーチごとに数を集計した。

産卵床内環境：産卵盛期にあたる10月から12月に調査を行った。まず、調査区間全体の河床内環境を把握するため、各リーチ内に10測点を設け、ピエゾメーター法により河床内20 cmの水温を測定した。次に、産卵床の環境特性を明らかにするため、新しく形成された産卵床(小鍬川62床、鶴住居川102床)とその近傍の非産卵場所(小鍬川50点、鶴住居川67点)の河床内及びそれぞれの表流水について、水温、溶存酸素量(DO)、電気伝導度(EC)を測定した。また、Uddem-Wentworth scaleに基づき、全ての測点の河床材料を分類・記録した。産卵床内水温の経時変化を把握するため、両河川で無作為に抽出した21個の産卵床に水温ロガーを埋設した。

稚魚の降海時期：2020年12月から2021年6月に毎週1回、両河川において感潮域上端付近の流心部と岸近くの2点に小型定置網を設置し、降海稚魚の採集調査を行った。採集時間は16時から翌朝7時までとし、濾水量に基づいて降海稚魚密度(個体/m³)を算出するとともに、採集された稚魚の尾叉長を計測した。

(3) 結果・考察

産卵床の数と分布：小鍬川では12月をピークとして9月25日-2月20日に186床の産卵床が観察された。一方、鶴住居川では11月下旬をピークに10月26日-1月20日に412床の産卵床が観察された。Aoyama (2017) を基に推定した小鍬川の親魚数は1050尾であり、人工ふ化放流河川である大槌川に遡上した1746尾の60%程度と推察された。

産卵床内環境：小鍬川の河床内水温は、上流のリーチ 9（平均 5.3°C）およびリーチ 10（5.9°C）を除き、全て 8°C 以上だった。一方、鵜住居川では 1.0–14.0°C とリーチごとに異なっていた。河床材料は、小鍬川では全てのリーチで Gravel が優占するものの、鵜住居川ではリーチによって様々だった。小鍬川における産卵床内の水温、DO、EC は 10.5 [9.2–11.1]°C（中央値 [四分位範囲]）、9.0 [6.5–10.5] mg/L、75.8 [71.1–85.7] μS/cm であり、鵜住居川では 10.9 [8.6–12.0]°C、8.1 [6.8–10.8] mg/L、75.1 [69.9–85.6] μS/cm だった。両河川共に産卵床内は、表流水よりも水温と EC が高く、DO は低かったため、産卵床内は地下水湧出の影響を受けていると考えられた。また、10-12 月にかけて形成される産卵床内の環境が変化し、遡上親魚の増加に伴う産卵場所をめぐる競争の結果、条件の悪い環境にも産卵床が形成されたと推察された。産卵環境の選択性を明らかにするため、産卵床内と非産卵場所の河床内環境を比較したところ、小鍬川の産卵床と非産卵場所の水温に差は認められず、産卵床の DO（7.8 mg/L）は非産卵場所（5.6 mg/L）よりも有意に高く、EC（産卵床：81.9 μS/cm、非産卵場所：91.5 μS/cm）は低かった。河床材料は産卵床、非産卵場所ともに Gravel が優占していた。一方、鵜住居川では、産卵床、非産卵場所の水温、DO に差はなく、産卵床の EC（75.1 μS/cm）は、非産卵場所（85.5 μS/cm）よりも有意に低かった。また、河床材料は、産卵床では Gravel が優占し、非産卵場所では Sand が優占していた。サケの産卵環境選択には、湧水による通水性と礫質が重要である（Bjornn and Reiser 1991）。本研究の結果、鵜住居川はこの一般則が当てはまるものの、小鍬川では、広い範囲で適切な水温が確保できるため、溶存酸素の少ない地下水が多量に湧出する場所は産卵場所として忌避されることがわかった。

稚魚の降海時期：小鍬川では 2021 年 1 月 28 日から 6 月 2 日にかけて合計 1126 尾、鵜住居川では 2021 年 1 月 6 日から 6 月 18 日にかけて合計 8396 尾の稚魚が採集された。小鍬川における降海稚魚密度は 3 月 12 日（0.023 個体/m³）に最も高く、稚魚の尾又長は調査期間を通じて 26–56 mm（中央値 40 mm）で概ね一定していた。鵜住居川では、ふ化場からの稚魚放流期間前では 2 月 13 日（0.051 個体/m³）に最も高く、放流期間中は 4 月 15 日（0.105 個体/m³）に最も高かった。鵜住居川における降海稚魚の尾又長は 30–74 mm（41 mm）であり、放流開始以降、50 mm を超える大型の個体が出現した。これらの尾又長は浮上直後の体サイズ（36–40 mm、帰山 1985）とほぼ一致するため、稚魚は浮上後ほとんど成長せず降海する可能性があると考えられた。

本研究によって、多様な環境が凝縮された三陸で、それぞれの河川環境に応じたサケの自然産卵に関する生態学的特性の存在が示唆された。

引用文献

Aoyama, J. (2017): Natural spawning of chum salmon *Oncorhynchus keta* within a hatchery stock enhancement program: a case in the Otsuchi River at the Sanriku coast. *Coastal marine science*, 40(1), pp. 1–6.

Bjornn, T.C. and Reiser, D.W. (1991): Habitat Requirements of Salmonid in Streams. in *Influence of Forest and Rangeland Management*, pp. 83–138.

帰山雅秀 (1985): サケの初期生活史に関する生態学的研究（博士論文）. 北海道大学.

森田健太郎 (2020): サケを食べながら守り続けるために, 日本水産学会誌. 86, pp. 180–183.

Natural spawning of chum salmon (*Oncorhynchus keta*) in the coastal rivers on the Pacific side of northern Japan

Mar. 2022 Marine Life Science and Environment 47196603 Satoki Oba
Supervisor Professor Jun Aoyama

Keywords : Chum salmon, Natural spawning, Sanriku, wild fish

(1) Introduction

Natural reproduction of chum salmon has recently attracted considerable attention for their conservation and sustainable management (Morita 2020). This study aimed to reveal ecological traits of naturally spawning chum salmon in coastal rivers in the Sanriku region.

(2) Material and Methods

Spawning redds were studied from 2019 to 2020 in the Kozuchi River and from 2020 to 2021 in the Unozumai River, Iwate Prefecture. After the Great East Japan Earthquake, hatchery stock enhancement program for the Kozuchi River has been suspended, but continued in the Unozumai River. The surveys were carried out for approximately 1-4 km from the river mouth in the Kozuchi River and 1-4.4 km in the Unozumai River setting 10 survey reaches in each area.

Number and distribution of the spawning redds: Surveys were conducted biweekly from September to February. The newly formed spawning redds were counted by eyes and their locations were recorded using GPS.

Environment in the spawning redds: Surveys were carried out from October to December. To know the general condition of the study area, a total of 10 stations were set in each survey reach. Water temperature (WT) about 20cm under the riverbed at each station was measured using the piezometer. WT, dissolved oxygen amount (DO) and electric conductivity (EC) were measured for the spawning redds (Kozuchi, 62 points; Unozumai, 102 points) and for neighboring non-spawning sites (Kozuchi, 50; Unozumai, 67) with surface water. Sediments were classified based on the Udden-Wentworth scale. Temperature loggers were set in the 21 randomly selected spawning redds in both rivers.

Timing of seaward migration of fry: From December 2020 to June 2021, the seaward migrating fry were sampled weekly using small set nets. Two nets were placed near the estuary in both rivers from 4:00 p.m. to 7:00 a.m. Fork lengths of the collected fish were measured, and fish density (number/m³) was estimated from the filtrated water volume.

(3) Results and Discussion

Number and distribution of the spawning redds: A total of 186 spawning redds were observed from September 25 to February 20 in the Kozuchi River, and 412 in the Unozumai River from October 26 to January 20. An estimate based on the previous study in the Otsuchi River (Aoyama 2017) suggested that a total of 1050 adults migrated back to the Kozuchi River,

about 60% of the Otsuchi River, despite the stock enhancement program has been suspended.

Environment in the spawning redds: WT in the riverbed in the Kozuchi River were above 8°C, except for the upper reaches whereas it varied greatly in the Unozumai River ranging from 1.0-14.0°C. Sediments consisted of Gravel (2-60 mm) in the Kozuchi River, but varied among the reaches in the Unozumai River. Median WT, DO and EC in the spawning redds in the Kozuchi River were 10.5°C, 9.0 mg/L, 75.8 S/cm and in the Unozumai River 10.9°C, 8.1 mg/L, and 75.1 S/cm, respectively. In both rivers, WT and EC were higher and DO was lower in the spawning redds than the surface, suggesting that the spawning redds were affected by the groundwater upwelling. The environments in the newly formed spawning redds were changed with increased spawning, suggesting spatial competition for suitable spawning sites. Comparisons of the environments in the spawning redds and non-spawning sites showed that WT was not significantly different (10.5°C), but DO (7.8 mg/L) was higher and EC (81.9 S/cm) was lower in the spawning redds than the non-spawning sites (5.6 mg/L, 91.5 S/cm) in the Kozuchi River. In the Unozumai River, WT and DO in the spawning redds and the non-spawning sites were not different but EC in the spawning redds (75.1 S/cm) was lower than the non-spawning sites (85.5 S/cm). The spawning redds were dominated by Gravel in both rivers. Groundwater upwelling is an important factor for the selection of spawning sites by salmonid (Bjornn and Reiser 1991). However, the present study showed that if adequate WT available, chum salmon seemed to avoid groundwater for their spawning site selection because of its low DO condition.

Timing of downstream migration of fry: A total of 1126 fry were captured from January 28 to June 2 in the Kozuchi River and 8396 from January 6 to June 18 in the Unozumai River. Size of the migrating fry ranged from 26-56 mm (median 40 mm) in the Kozuchi River, and 30-74 mm (41 mm) in the Unozumai River (before release of the hatchery fish). This was almost the same with the size at emergence from the spawning redds (36-40 mm; Kaeriyama 1986), suggesting that salmon fry migrate seaward immediately after the emergence in the natural condition.

This study will be a step for establishing a sustainable resource management plan with the wild salmon in this area.

Reference

- Aoyama, J. (2017): Natural spawning of chum salmon *Oncorhynchus keta* within a hatchery stock enhancement program: a case in the Otsuchi River at the Sanriku coast. *Coastal marine science*, 40(1), pp. 1–6.
- Bjornn, T.C. and Reiser, D.W. (1991): Habitat Requirements of Salmonid in Streams. in *Influence of Forest and Rangeland Management*, pp. 83–138.
- Kaeriyama, M. (1986): Ecological study on early life of Chum Salmon, *Oncorhynchus keta* (Walbaum). *Scientific Reports of the Hokkaido Salmon Hatchery* 40:31–92.
- Morita, K. (2020): Toward sustainable salmon fisheries under environmental stewardship, *Nippon Suisan Gakkaishi* (Japanese Edition). 86(3), pp. 180–183.