

データロガーを用いたシロサケ (*Oncorhynchus keta*) の

母川回帰行動の解析

2007年3月 海洋生命環境学分野 56730 八木玲子

指導教員 宮崎信之教授

キーワード：データロガー，シロサケ，母川回帰，河川水

1. 序論

シロサケ (*Oncorhynchus keta*) は川で生まれた後、海で成長し、成熟すると産卵のために生まれた川 (母川) へ戻ってくる。これを母川回帰という。既往研究から、母川回帰中のシロサケの鉛直行動は、水温の影響を受けることが示唆されている。しかしこの行動は湾外においての場合であり、湾内から河川に遡上するまでの行動についての知見は少ない。本研究では、データロガーから得られた水深・水温データを解析することで、本種の河川水の影響の大きい湾内での行動をより詳細にし、行動に影響を与える環境要因を明らかにすることを目的とした。

2. 調査地域および実験方法

今回の調査の対象となったのは、岩手県の三陸沿岸である。この海域には、毎年おもに9月から翌年1月にかけてシロサケが母川回帰を行う。2003年10月、12月、2004年10月～12月の計5ヶ月にわたり、大槌湾内で捕獲した25個体のシロサケに深度、環境水温を記録するデータロガーを取り付け放流した。11個体のうち4個体が河川で再捕され、このデータを用いて解析を行った。また、湾内外の海水の水温・塩分の特徴を把握するために、放流実験と平行して湾内のSTD観測も行った。

3. 結果および考察

遊泳水深および環境水温の時間変化から、シロサケの行動を3段階に分類した。(1) 湾外では、いずれの個体も鉛直行動を繰り返すようになった (図1(1))。10月末～11月初旬の場合は、水温躍層が形成されていたために鉛直移動に伴い、17℃から13℃まで水温も大きく低下した。一方、12月初旬の場合は、鉛直的にほぼ同様であったため、鉛直移動を行っても大きな水温変化は認められなかった。放流月による違いはあるものの、鉛直移動を頻繁に行っていたため、遊泳水深は50m～140mあたりまで分散した。平均遊泳水深は60m以浅であった。(2) 湾内に進入したと思われるシロサケは、次第に10m以浅の表層付近に滞在するようになり、湾外で見られたような鉛直行動は行わなくなった (図1(2))。湾内では遊泳水深は表層付近に限定されるようになり、10m以浅での滞在頻度は80%を超えた。平均遊泳水深はいずれの個体も5m以浅であり、湾外での遊泳水深と比較すると有意に浅くなっていた (Mann-Whitney U-test, $p < 0.0001$, 表3-1)。湾内での環境水温は、遊泳水深が表層にほぼ限定されていたにも関わらず、2～3℃の幅で頻繁に変動するようになった。湾口付近の表層には2～3℃の水平的な温度勾配 (フロント) があり、シロサケはフロント付近の表層を水平的に頻繁に行き来していたことがうかがえた。また、表層の水温が下層よりも低くなる逆転現象が見られた。これは湾内表層に流入する低水温の河川水によるものと思われる。(3) フロント付近での水平移動の後、シロサケは河川に入った (図1(3))。遊泳水深には大きな変化は見られなかったが、水温が湾内と比べてより大

大きく低下した。その後水温は湾外・内に比べ緩やかな変動を示しながらも低温を維持した。これはシロサケが河川内に入り、河川に滞留していたためと考えられる。河川内の最大遊泳水深はいずれの個体でも4m以浅であった。これらのことから、シロサケは湾内に入ると表層付近に滞在することがわかった。

そこで次に STD 観測データによって得られた大槌湾内の水温と塩分データとシロサケの行動を比較した。湾外の水温・塩分の鉛直分布を見ると、表層から低層までほぼ一様であった。湾内においては10月では湾外と同じような傾向を示した。一方、12月では特に10m以浅で水温と塩分が低下し、湾外と異なる傾向が見られた。次に水温・塩分の水平分布を見ると、湾内では低水温・低塩分、湾外では高水温・高塩分、となっていた(図2)。特に河口付近で低水温・低塩分の水域が見られた。このことから湾内においては、河川水の流入により、表層付近に低水温・低塩分の水が供給されていることが示された。以上から、サケは湾内で表層付近を移動する際に、水温の変化だけでなく、塩分濃度の変化も経験していたと考えられた。

これらのことから、シロサケは湾内において、表層に分布している河川水を経験していることが示唆された。湾内における表層付近での頻繁な温度変化は、異なる塩分濃度の水域を行き来することにより、河川にのぼる直前の最終的な浸透圧調節を行っていることを示していると考えられる。湾内表層に流入している河川水は、シロサケが河川に上る直前の最終的な浸透圧調節の場を提供し、シロサケもまたこれを利用していると考えられる。さらに、シロサケは通常、高水温を避けて行動を行うが、河口に上がった個体では、環境水温が逆に上昇していることが確認されている(田中, 2000)。このことから、湾内においては水温とともに塩分濃度もシロサケの行動に重要な役割を果たしていると言える。したがって、湾内に流入する河川水の役割は、シロサケの母川回帰行動にきわめて重要な位置を占めていると言える。

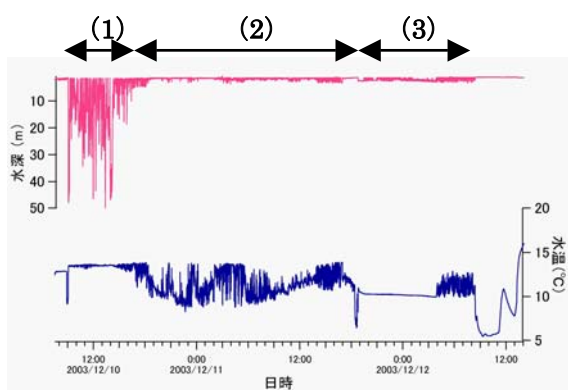


図1:遊泳水深(上)と環境水温(下)の時系列データ
(1) 湾外, (2) 湾内, (3) 河川に相当する。

参考文献

- Tanaka H, Takagi Y, Naito Y (2000) Behavioural thermoregulation of chum salmon during homing migration in coastal waters. *Journal of Experimental Biology* 203:1825-1833

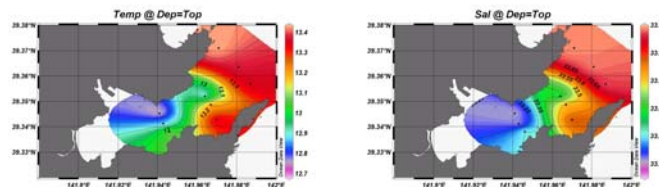


図2:湾内表層における水温分布(左)と塩分分布(右)

The Analysis of Homing Behavior of Chum Salmon (*Oncorhynchus keta*) by using Data Logger

March 2007, Marine Life Science and Environment, 56730 Reiko YAGI

Supervisor; Professor Nobuyuki MIYAZAKI

Keywords: data logger, chum salmon, homing behavior, river water

1. Introduction

Chum salmon (*Oncorhynchus keta*) are born in a river, mature in the ocean, and return to their natal river to spawn. This is called the homing migration. In the previous studies, it is suggested that the vertical movements of chum salmon during homing migration is effected by the ambient water temperature. However, this behavior is during the coastal period, and the behavior from inside the bay to the natal river is still insufficient of knowledge. The aim of this study is to discuss the behavior of chum salmon inside the bay, by analyzing the data of temperature and depth took by data logger, and to reveal the environmental factor that could affect the behavior.

2. Study Area and Methods

Study area chosen for this study is Sanriku coast of Iwate Pref. Adult chum salmon return to this marine area from late September to January. The experiment was held in October and December 2003, from October to December 2004. The salmon were caught using trap net in Otsuchi Bay, and 25 individuals were released in Otsuchi bay after attaching data logger, recording depth and temperature. 4 individuals were recaptured in the river out of 11. These individuals were used in the analysis. Also, to understand the water temperature and salinity of sea water in and outside the bay, STD observation was held alongside the releasing experiment of chum salmon.

3. Results and Discussion

From the time variation of swimming depth and ambient water temperature, the behavior of chum salmon was classified into 3 groups. (1) During outside of the bay, every individual made vertical movements (Fig.1) . During late October to early November, the water temperature changed from 17°C to 13°C along with the vertical movements. On the other hand, in early December, the water temperature became vertically equal. Consequently, the change of water temperature became small. Since chum salmon made frequent vertical movements, the diving depth ranged from 50-140m, due to the month of experiment. The mean swimming depth was less than 60m. (2) After entering the bay, chum salmon gradually shifted to the surface area within 10m, and did not made vertical movements as seen during outside the bay. Since the swimming depth was limited to near the surface area, distribution frequency within 10m became more than 80%. The mean swimming depth was within 5m in every individual. The swimming depth became significantly shallower compared to that of outside the bay (Mann-Whitney U-test, $p < 0.0001$). Though the swimming depth was limited to the surface area, the water temperature made frequent change in the range between 2-3°C. There was a horizontal temperature gradient between 2-3°C at the surface near baymouth (front) , and chum salmon seemed to move in and out of this front. Also, the adverse change of water temperature between surface and lower layer was observed. This is thought to be the river water flowing to the surface of the bay. (3) After the horizontal movements near the front,

chum salmon entered the river. There was no big difference in swimming depth, but the water temperature became much lower than the previous period. The water temperature showed gradual difference compared to the previous period, but still remained low. This is probably because chum salmon entered and stayed in the river. The maximum swimming depth during this period was less than 4m in every individual. These results showed that chum salmon stays near the surface area inside the bay.

Then, STD observation data was analyzed to compare the water temperature and salinity inside and outside the bay. Both water temperature and salinity were nearly equal outside the bay. In October, similar pattern was observed inside the bay. In December, both water temperature and salinity became lower near the surface within 10m than the lower layer, and the adverse change of water temperature between surface and lower layer was observed. With either month, inside the bay showed low water temperature/ low salinity, outside the bay showed high water temperature/high salinity. Water district of low water temperature/salinity was observed especially near the river mouth. From these results, it showed that freshwater is supplied to the surface of the bay by the flow of river water. Therefore, it was considered that chum salmon was experiencing not only the change in water temperature but also the change in salinity during the horizontal movement near the surface inside the bay.

These results suggest that chum salmon was experiencing the river water flowing to the surface inside the bay. The frequent difference of water temperature near the surface inside the bay is thought to be showing the behavior of osmotic control right before entering the river, by moving through the different salinity water. It is suggested that the river water provides the place for osmotic control, and chum salmon is also using this. Furthermore, chum salmon usually avoid high water temperature, but it is reported that in the individual which was caught in the river, the water temperature became higher (Tanaka, 2000) . From this fact, not only the water temperature but also salinity affects the behavior of chum salmon inside the bay. Consequently, the function of the river water flowing to the surface of the bay is very important for the homing behavior of chum salmon.

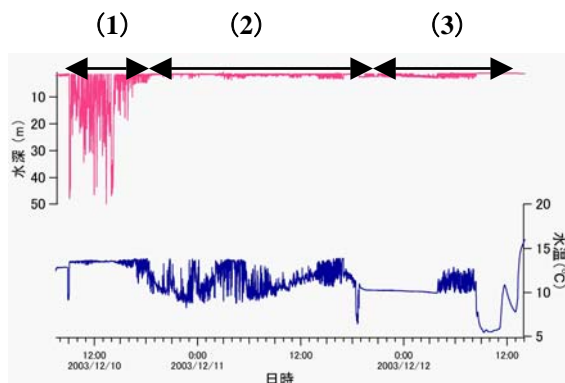


Fig.1: The time series of swimming depth (upper) and water temperature (lower)

- Tanaka H, Takagi Y, Naito Y (2000) Behavioural thermoregulation of chum salmon during homing migration in coastal waters. *Journal of Experimental Biology* 203:1825-1833

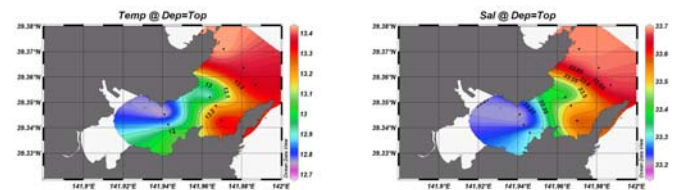


Fig.2: Distribution of temperature (left) and salinity (right) of the bay surface.