

北海道根室海峡沿岸河川で捕獲された小型カラフトマス (短報)

虎尾 充

北海道立総合研究機構さけます・内水面水産試験場道東支場

Instance of Small Pink Salmon, *Oncorhynchus gorbuscha* in rivers at the Nemuro Strait, Eastern Hokkaido, Japan (Short Paper)

MITSURU TORAO

Doto Research Branch, Salmon and Freshwater Fisheries Research Institute, Hokkaido Research Organization, Nakashibetsu, Hokkaido 086-1164, JAPAN

I examined the body size, maturity and age of “small pink salmon” caught in the rivers at Nemuro Strait, Eastern Hokkaido, Japan. On September 28, 2009 a male pink salmon with a fork length of 31.5 cm and weight of 381.4 g was caught in Shibetsu River. The Gonad Somatic Index (GSI) was 7.86. This mature male had scales indicating 1-year old fish (i.e., “jack”). A female pink salmon caught in Furen River on 20 November 2010 had a fork length of 26.5 cm and weight of 156.8 g, indicating it was an immature (GSI 0.77) 1-year old fish. An immature female (28.5 cm in fork length) caught in Kunbetsu River on 10 September 2013 had otoliths marked by the Alizarin Complexone (ALC). Marked pink salmon were released from the Shibetsu Hatchery during May in 2012. Therefore this fish was a 2-year-old fish. “Small pink salmon” are likely to contain mixed age, sex and maturity, and the ocean conditions (e.g., water temperature and nutritional conditions) affecting the growth of juvenile pink salmon during their first year at sea may have some influence on the appearance of small pink salmon.

キーワード：*Oncorhynchus gorbuscha*, ジャック, 成熟度, 早熟雄, 年齢, 鱗相

北海道におけるカラフトマス *Oncorhynchus gorbuscha* の産卵期は8~10月で、沿岸に回帰したカラフトマスは主に根室海峡を含むオホーツク海に流入する河川に遡上し産卵する。孵化した稚魚は翌春の4~6月にかけて降海し(小林・原田, 1966; 虎尾ら, 2010), 沿岸域で数ヶ月を過ごした後, オホーツク海を経由して北西太平洋に回遊し成長する(高木ら, 1982)。

カラフトマスは通常ほぼ全ての個体が2年で成熟し産卵後に斃死するために, 偶数年級群と奇数年級群には生殖的隔離がある(Heard, 1991)。一方で, 北米ではまれに1年魚や3年魚が出現することが知られている(Anas, 1959; Foster *et al.*, 1981; Kwain and Kerr, 1984)。また, ロシアのサハリンの河川や北海道のオホーツク海や日本海に面する河川でも1年魚と考えられる小型のカラフトマスが捕獲されたとの報告がある(Ivankov *et al.*, 1975; 正田, 1965; 正田, 1984)。これらの小型カラフトマスはいずれも尾叉

長30cm程度で, 根室海峡流入河川で捕獲され人工ふ化放流事業の受精・採卵に用いられた親魚の体長(2008年回帰群雌50.5±2.7cm, n=700; 雄54.2±4.3cm, n=345; 2009年回帰群雌51.1±2.4cm, n=849; 雄57.3±4.4cm, n=101, 虎尾, 未発表)に比べると, 明らかに小さい。これまでに報告はないが, 根室海峡沿岸の河川においても親魚捕獲施設で毎年少なくとも数尾の小型カラフトマスが捕獲されるという(一般社団法人根室管内さけ・ます増殖事業協会, 私信)。しかし, これらの小型カラフトマスの年齢や成熟度など生物学的特徴については不明である。

本研究では, 根室海峡沿岸河川の親魚捕獲施設で捕獲された小型カラフトマスを入手し, 体サイズと成熟度, 年齢の推定を行ったので報告する。

試料及び方法

本研究では2009年9月28日に標津川捕獲場, 2010年11月20日に風蓮川捕獲場および, 2013年9月10日に薫別川捕獲場において, 一般社団法人根室管内さけ・ます増殖事業協会が捕獲したカラフトマス3個体を標本とした (Fig.1)。標津川および風蓮川で捕獲されたカラフトマスは, 冷凍保存されていた個体を分析に供した。標本は自然解凍後に尾叉長と体重を測定した。また, 生殖腺観察から雌雄を判別し, 生殖腺重量指数 (gonad somatic index, GSI) を $GSI = 100 \cdot (\text{生殖腺重量 g} / \text{体重 g})$ で求めた。各個体の背鰭後端下の側線より上部の領域から採鱗し, 各個体3枚の鱗について鱗紋数を計数し平均値をその個体の鱗紋数とした。また, さげます・内水面水産試験場では2007年と2008年, および2012~2014年に根室海区においてカラフトマスに耳石 ALC 標識を施して放流しており (Table 1), 確認のため耳石を摘出して蛍光顕微鏡下で ALC 標識の有無を確認した。薫別川捕獲個体については, 捕

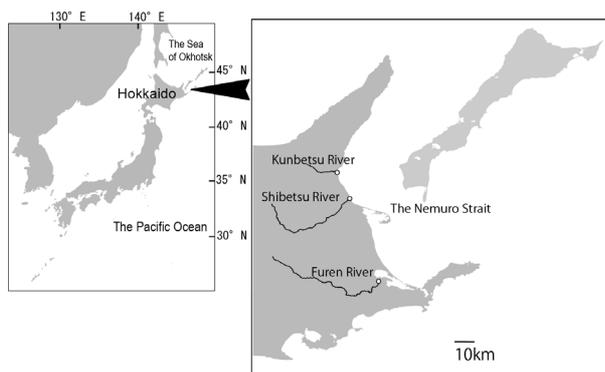


Fig.1 Map showing the locations of three sampling rivers in Nemuro Strait. Open circles indicate sampling points.

獲直後に現地で尾叉長の測定と採鱗・耳石の摘出・生殖腺の肉眼観察のみを行った。回収した鱗と耳石は同様に解析に用いた。

結果

今回分析に用いた小型カラフトマスは3個体とも尾叉長30cm前後であった (Table 2)。2009年9月28日に標津川で捕獲された個体は尾叉長31.5cm, 体重381.4gで, 生殖腺を観察したところGSIが7.86の成熟した雄の個体であった (Fig.2c)。外部形態はカラフトマスの成熟時の特徴である背部の隆起が認められた (Fig.2a)。2010年11月20日に風蓮川で捕獲された個体は尾叉長26.5cm, 体重156.8gで, 生殖腺の観察から雌であることが確認された (Fig.2d)。GSIは0.77であった (Table 2)。外部形態からは二次性徴は確認できなかった (Fig.2b)。2013年9月10日に薫別川で捕獲された個体は, 尾叉長28.5cmの雌で, 生殖腺重量は測定していないが, 風蓮川の個体と同様に卵巣は十分に発達していなかった (Fig.2e)。鱗紋数を計数したところ, 標津川と風蓮川で捕獲された個体の輪紋数はそれぞれおよそ19本と18本が確認できた (Fig.3a; b, Table 2)。一方, 薫別川捕獲個体の輪紋数は29本が観察された (Fig.3c, Table 2)。人工ふ化放流事業のために採卵されたカラフトマス雌親魚では, 輪紋数は30本以上が確認された (Fig.3d)。全ての個体の耳石について ALC 標識の有無を確認したところ, 薫別川捕獲個体のみ ALC 標識が確認された (Fig.2f)。確認された ALC 標識は長径265 μ m, 短径85 μ mであり, これは2012年春に標津川に放流された2011年級の小リング群に該当した (Table 1)。これにより, 薫別川捕獲個体の年齢は2歳と確定した。

Table 1 ALC-marked pink salmon released from the rivers at Nemuro Strait during 2012–2014.

Brood Year	Year of Release	Year of Return at 2-year-old	Release Site	Type of ALC-mark	Length of major axis in ALC-mark	Length of minor axis in ALC-mark
2011	2012	2013	Shibetsu River	Single-large ring	265.8 \pm 23.3	144.4 \pm 10.4
2011	2012	2013	Shibetsu River	Single-small ring	214.1 \pm 27.2	98.0 \pm 8.4
2011	2012	2013	Touhoro River	Double-large ring	255.5 \pm 27.1	134.0 \pm 8.9
2011	2012	2013	Touhoro River	Double-small ring	200.3 \pm 26.7	86.9 \pm 8.0
2012	2013	2014	Shibetsu River	Single-large ring	294.9 \pm 27.3	154.3 \pm 9.4
2012	2013	2014	Shibetsu River	Single-small ring	262.5 \pm 29.3	111.7 \pm 7.7
2013	2014	2015	Shibetsu River	Single-large ring	229.2 \pm 21.0	123.9 \pm 7.5
2013	2014	2015	Touhoro River	Double-large ring	229.2 \pm 21.0	123.9 \pm 7.5

Table 2 Biological traits of small pink salmon caught in the rivers at Nemuro Strait.

Catch date	Stream sampled	Fork length (cm)	Weight (g)	Sex and maturation	GSI	Mean number of circuli	Estimated age
28 September 2009	Shibetsu River	31.5	381.4	Male, mature	7.86	19.3	0+
20 November 2010	Furen River	26.5	156.8	Female, immature	0.77	17.7	0+
10 September 2013	Kunbetsu River	28.5	-	Female, immature	-	29.3	1+ (confirmed by ALC-marking)

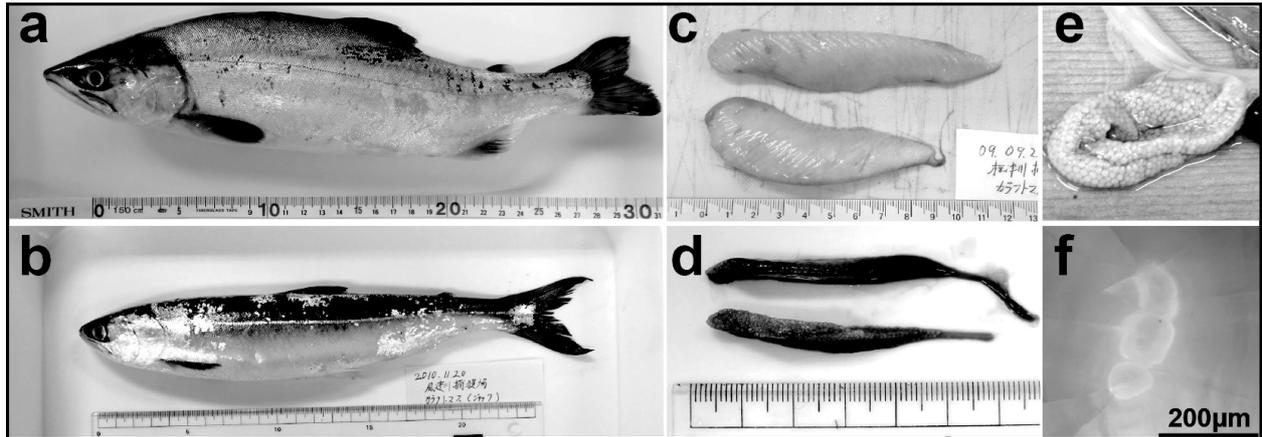


Fig.2 Photographs of small pink salmon. a: small mature male pink salmon caught in Shibetsu River on 28 September 2009; b: immature female pink salmon caught in Furen River on 20 November 2010; c: the testes of pink salmon caught in Shibetsu River; d: the ovary of an immature female pink salmon caught in Furen River on 20 November 2010; e: the ovary of an immature female pink salmon caught in Kunbetsu River on 10 September 2013; f: Otolith ALC marking of Kunbetsu River pink salmon.

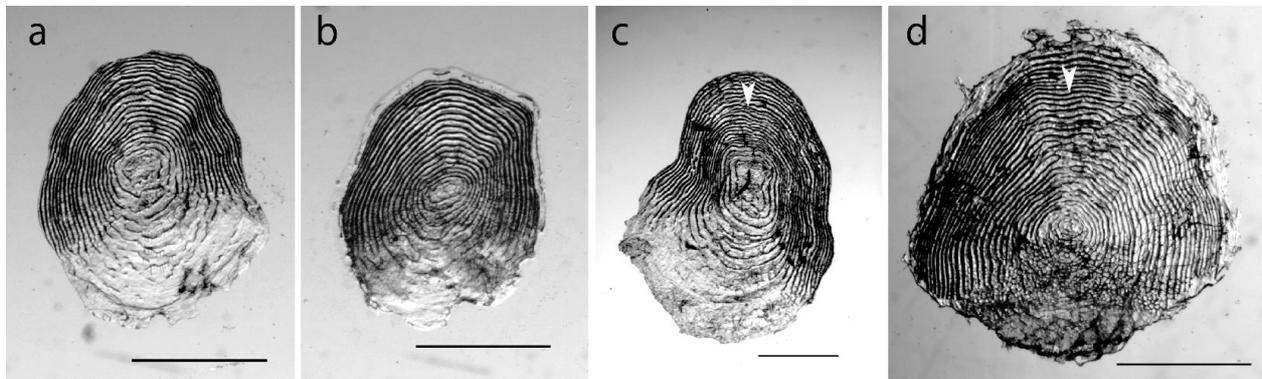


Fig.3 Scales of the small pink salmon caught in rivers at Nemuro Strait. a: 1-year-old mature male pink salmon caught in Shibetsu River on 28 September 2009; b: 1-year-old immature female pink salmon caught in Furen River on 20 November 2010; c: 2-year-old immature female pink salmon caught in Kunbetsu River on 10 September 2013. d: 2-year-old mature female used for enhancement program on 14 September 2009. The bars show the length in units of 1-mm. Arrows show the 20th circulus.

考察

本研究で調査した小型カラフトマスは年齢や性別、成熟度がそれぞれ異なっており、カラフトマス小型魚にも複数のタイプがあることが示唆された。日本系カラフトマスでは、生活史1年目に形成される鱗紋数は23本程度である(宮口・石田, 1957)。また、北米のカラフトマスの鱗相と生活史パターンを対応させたMyers (1994)の報告からは、降海後沿岸域での生活期までに13本程度、降海1年目の夏までに形成される鱗紋は18本、越冬期までに28本、そして2年目の夏までに28~38本が形成されることが読み取れる。したがって、本研究で観察した小型カラフトマスの年齢は、輪紋数が17~19本であった標津川捕獲個体と風蓮川捕獲個体は1歳魚と推定される。29本の鱗紋が確認された薫別川捕獲個体は、耳石ALC標識からも2歳魚と確認された。

標津川で捕獲された雄の小型カラフトマス1歳魚は、外部形態とGSIからみて十分に成熟しており、降海した年に河川に遡上して繁殖する“jack”(Gross, 1985)に相当すると考えられる。Godfry (1961)はカラフトマス雌魚の成熟と未成熟の区分について便宜的にGSI 1.0を目安としている。この区分に従うと、風蓮川捕獲個体のGSIは0.77で未成熟と判別される。風蓮川と薫別川で捕獲された小型カラフトマスは、いずれも雌の未成熟で、当該年に産卵する個体とは考え難い。性別と成熟度から、jackには相当しない。

標津川で捕獲された1歳雄個体は、その年に繁殖に参加したと考えられる。また、1歳雌の風蓮川捕獲個体は何らかの理由で沿岸域に留まったものの、翌年2歳で産卵に参加する個体であった可能性が高い。また、薫別川で捕獲された2歳雌の個体は未成熟であったことから、この年は産卵せず、翌年3歳魚として産卵していた可能性がある。

このような回帰年齢や成熟度、体サイズの異なるカラフトマスの出現要因については、稚幼魚期の成長が関連している可能性がある。カラフトマスは淡水で低水温飼育すると成長が悪く成熟が遅れることが知られている (Kwain, 1982)。一方、12℃に加温した海水で飼育すると1歳の早熟雄を作ることが出来るという (MacKinnon and Donaldson, 1976)。また、Foster *et al.* (1981) はWashington州 Puget 湾の孵化場産カラフトマスの河川回帰魚で小型1歳魚を発見したが、これは通常より大型のカラフトマス稚魚 (1.0~18.9g) を放流した時の回帰親魚で出現しており、稚魚期の成長と放流時期が早熟魚の出現に関係する可能性を指摘している。Kwain and Kerr (1984) は、北米の五大湖の Superior 湖に移植されたカラフトマスで1歳魚と2歳魚を含む小型成熟雄と成熟3歳雌を発見している。この報告の中では、Superior 湖は低水温・低栄養であり成長を促進し早熟雄が出現する環境的な要因はないが、1歳の早熟雄の出現が早期群の大型稚魚に由来する可能性を指摘している。これらの事例から、根室海峡沿岸河川で捕獲されたカラフトマスの小型魚の出現にも、環境水温や栄養状態の影響を受ける稚幼魚期の成長率に関連していると推察される。本研究においては、薫別川で捕獲された2歳雌未成熟個体で6~18本目までの鱗紋が標津川、風連川捕獲個体に比べて密になっている状態が観察された。これは沿岸滞留・離岸期から越冬期までの稚幼魚期の成長が悪かった可能性を示唆する。この時期の成長が悪かったために成熟が遅れ、2歳魚として繁殖に参加できない状態となった可能性がある。

カラフトマスは通常2年で成熟することから、偶数年級群と奇数年級群間での交雑はほとんど生じない。しかし、1年魚や3年魚が発生した場合、年級群をまたいで繁殖に参加することになる。これはカラフトマスの遺伝的多様性の維持などに寄与するかもしれない。今後、回帰親魚における1歳魚や3歳魚の出現割合や、沿岸環境と出現状況の関連性について検証する必要がある。

謝辞

本研究を行うにあたり、小型カラフトマスのサンプルと情報を提供していただいた一般社団法人根室管内さけ・ます増殖事業協会にお礼申し上げます。

引用文献

- Anas RE. Three-year-old pink salmon. *Journal of the Fisheries Research Board Canada* 1959; 16: 91-94.
- Foster RW, Bagatell C, Fuss HJ. Return of One-year-old Pink Salmon to a Stream in Puget Sound. *The Progressive Fish-Culturist* 1981; 43: 31.
- Godfrey H. アラスカ湾でカナダ調査船が漁獲したべにざけおよびしろざけの成熟未成熟を判別する方法. 北太平洋漁業国際委員会研究報告 1961; 5: 15-22.
- Gross MR. Disruptive selection for alternative life histories in salmon. *Nature* 1985; 313: 47-48.
- Heard WR. Life History of Pink Salmon (*Oncorhynchus gorbuscha*). In: Groot C, Margolis L (eds). *Pacific salmon life histories* The University of British Columbia Press, Vancouver, Canada. 1991; 119-230.
- 疋田豊彦. カラフトマス矮小形の一例について. 水産孵化場研究報告 1965; 20: 139-141.
- 疋田豊彦. 北海道で捕られた小型カラフトマス. 北海道さけ・ますふ化場研究報告 1984; 38: 83-88.
- Ivankov VN, Mitrofanov YA, Bushuyev VP. An instance of the pink salmon (*Oncorhynchus gorbuscha*) reaching maturity at an age of less than 1 year. *Journal of Ichthyology* 1975; 15: 497-499.
- 小林哲夫, 原田 滋. 西別川におけるサケ・マスの生態調査 II. カラフトマス稚魚の降海移動, 成長, 食性. 北海道さけ・ますふ化場研究報告 1966; 20: 1-10.
- Kwain W. Spawning behavior and early life history of pink salmon (*Oncorhynchus gorbuscha*) in the Great Lakes. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 1982; 39: 1353-1360.
- Kwain W, Kerr SJ. Return of 1-Year-Old Pink Salmon in Michipicoten River, Eastern Lake Superior. *North American Journal of Fisheries Management* 1984; 4: 335-337.
- MacKinnon CW, Donaldson EM. Environmentally induced precocious sexual development of the male pink salmon, *Oncorhynchus gorbuscha*. *Journal of the Fisheries Research Board Canada* 1976; 33: 2602-2605.
- 宮口喜一, 石田昭夫. カラフトマスの鱗相の観察. 北海道区水産研究所研究報告 1957; 16: 49-55.
- Myers KW. Scale Growth and Life History Patterns of Pink Salmon in Periods of Low and High Abundance. *North Pacific Anadromous Fish Commission Document* 1994 64; 1-16.
- 高木健治, K.V. アロー, A.C. ハート, M.D. デル. 北太平洋の沖合水域におけるカラフトマス (*Oncorhynchus gorbuscha*) の分布及び起源. 北太平洋漁業国際委員会研究報告 1982; 40: 1-78.
- 虎尾 充, 竹内勝巳, 佐々木義隆, 春日井 潔, 村上 豊, 永田光博. 当幌川におけるカラフトマス放流魚と野生魚の降河生態. 北海道立水産孵化場研究報告 2010; 64: 7-15.