

カラフトマス稚魚の産卵場からの降河移動 (資料)

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センター

Downstream migration of pink salmon fry *Oncorhynchus gorbuscha* from the spawning site (Note)

MITSURU TORAO

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

キーワード: *Oncorhynchus gorbuscha*, 降河時期, 降河時刻, 体サイズ, 自然産卵

カラフトマス *Oncorhynchus gorbuscha*は、北緯36度以北の北太平洋、ベーリング海、オホーツク海、日本海および北極海に分布する遡河回遊魚である (Heard, 1991)。河川で孵化・浮上した稚魚は、まもなく降海し (小林・原田, 1966), 沿岸域で数ヶ月を過ごした後、オホーツク海を經由して北西太平洋に回遊し成長する (高木ら, 1982)。約1年半の海洋生活を経て北海道沿岸に回帰したカラフトマスは、8~10月にかけて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繁殖する。ほぼ全ての個体が2年で成熟し繁殖後に死亡するため、偶数年級群と奇数年級群には生殖的隔離が生じる (Heard, 1991)。

北海道沿岸では、7~8月に主にオホーツク海や根室海峡、道東太平洋において小型定置網によって年間500~1,500万尾が漁獲されている。日本系カラフトマスの資源量は1990年以降高い水準にあったが、近年、沿岸漁獲量は急激に減少し、資源状況は減少傾向・低迷状態と評価されている (森田ら, 2016)。

北海道では毎年約1億4千万尾のカラフトマスの人工ふ化放流が行われているにもかかわらず、資源変動は大きい (Nagata et al., 2012)。この要因の1つとして、カラフトマスの漁業資源に対する自然産卵の寄与が大きいことが指摘されている (Morita et al., 2006)。オホーツク海側では多くの河川でカラフトマスの自然産卵が確認されている (宮腰, 2006; 飯田ら, 2014)。また、根室海区での標識再放流試験によって、自然産卵由来のカラフトマスが沿岸漁業で利用されている可能性が指摘されている (宮本ら, 2015)。最近の研究では、北海道の孵化場

から放流されたカラフトマスの資源添加率は2割程度であるとの推定もある (Ohnuki et al., 2015)。これらの知見から自然産卵由来のカラフトマスが漁業資源に大きく寄与している可能性が高く、自然産卵由来の稚魚の降河生態やその量的把握は資源変動要因の理解にとって重要である。

自然産卵由来のカラフトマスは、産卵床から浮上後に直ちに降海を開始するとされており (Neave, 1955; Hoar, 1956), サケ科魚類の中ではもっとも河川での滞留時間が短い魚種であるとされる (Heard, 1991)。しかし、北海道における自然産卵に由来するカラフトマス稚魚の降河生態に関する知見は多くない。根室海峡に注ぐ当幌川の支流サクラ川では、人工孵化放流魚とは独立して再生産を繰り返していると見られる集団が確認されている (Torao et al., 2011)。そこで、本研究ではサクラ川の産卵場において、自然産卵由来のカラフトマス稚魚の降河生態を調査した。

試料および方法

調査河川 調査は、北海道東部根室海峡の野付半島基部に注ぐ当幌川 (流路延長51.2 km) の支流サクラ川で行った (図1)。サクラ川の流路延長は6.9 kmで、河口から約40km上流の地点で当幌川本流に合流する。サクラ川では、当幌川本流との合流点から上流約800mの区間のみでカラフトマス親魚の産卵行動が確認されており (Torao et al., 2011), この区間を産卵場として設定した。
カラフトマス稚魚降河時期の調査 産卵場からのカラフ

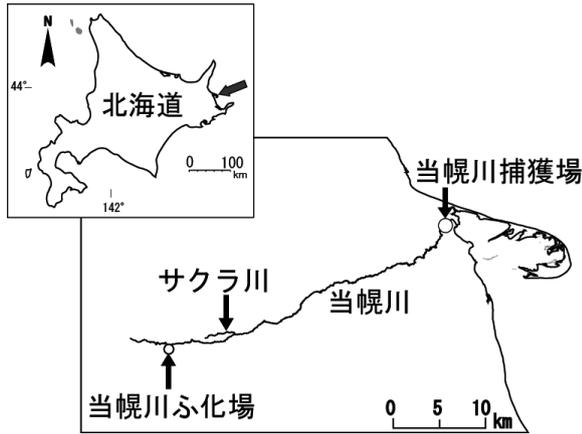


図1 北海道東部根室海峡に面する当幌川と支流サクラ川の位置

トマス稚魚の降河状況を調べるために、2013～2015年に採集調査を行った。2013年は4月8日～5月22日、2014年は4月10日～6月10日、2015年は4月1日～5月22日の期間に、3～8日ごとにサクラ川の当幌川本流との合流点の直上に小型定置網の一種であるふくべ網（目合4 mm）を設置し降河する稚魚を採集した（図2）。ふくべ網は、日没前の17時前後にサクラ川と当幌川の合流点直上に川幅（約2.5 m）の半分を手網で仕切るように設置し、翌日の6～10時の間に採集されたカラフトマス稚魚を回収した。



図2 サクラ川でのカラフトマス降河稚魚の採集に用いたふくべ網の設置状況

降河の日周変動調査 カラフトマス稚魚の産卵場からの降河の日周性を検討するために、2013年の4月26日～27日の24時間、ふくべ網を用いて稚魚の採集調査を行った。4月26日9時から採集を開始し、3時間間隔でふくべ網の採集物を確認した。4月26日19時にカラフトマス稚魚が採集されて以降は、1時間おきに採集物を確認した。
魚体測定と卵黄保持状況と空胃率 採集されたカラフト

マス稚魚は5%ホルマリンで8時間程度固定した後に70%エタノールで保存し、尾叉長と体重を測定した。腹腔内の卵黄の残存状況を明らかにするために2013年に採集されたサンプルについて、腹腔内卵黄の有無と重量を測定した。また、摂餌状況を検討するために、2013年と2014年に採集されたサンプルについて胃内容物重量を測定し、空胃率と胃充満度指数を以下の式で求めた。

$$\text{空胃率 (\%)} = \frac{\text{空胃個体数}}{\text{胃内容物測定尾数}} \times 100$$

$$\text{胃充満度 (\%)} = \frac{\text{胃内容物重量}}{(\text{体重} - \text{胃内容物重量})} \times 100$$

結果

カラフトマス稚魚の採集時期と尾数 図3に2013～2015年のカラフトマスの採集状況を示した。カラフトマス稚魚の採集尾数は、2013年が449個体、2014年は15個体、2015年は348個体であった。カラフトマス稚魚の採集時期は4月上旬～5月中旬であり、採集盛期はいずれの年も4月下旬～5月上旬であった。

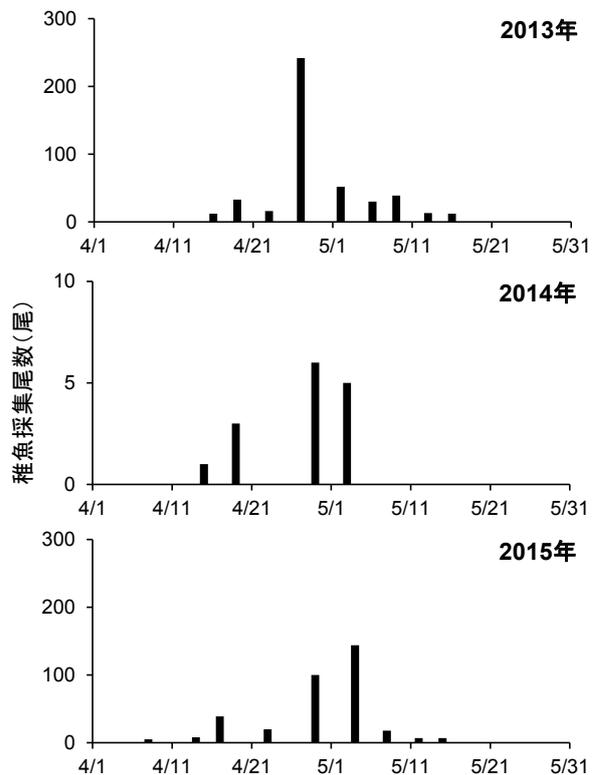


図3 2013～2015年のサクラ川におけるカラフトマス降河稚魚採集尾数の推移

カラフトマス稚魚の降河時刻 24時間の稚魚採集調査で、カラフトマス稚魚242個体が採集された（図4）。日没時

刻は18:30、翌日の日の出時刻は4:40であった。カラフトマス稚魚が採集された時刻は19時～翌朝5時に限られ、日中は採集されなかった。特に日没後の19～20時の1時間に全体の54%にあたる131尾が集中的に採集された。

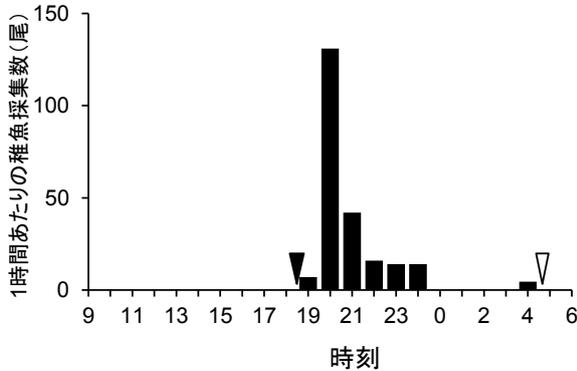


図4 サクラ川におけるカラフトマス稚魚採集尾数の日周変化。2013年4月26～27日に実施。黒矢印は日没時刻(6:30)、白抜き矢印は日の出時刻(4:40)を示す。

降河稚魚の体サイズ 採集されたカラフトマス稚魚の尾叉長と体重を表1に示した。稚魚の尾叉長は2013年が29.3～38.6mm、2014年が33.2mm～34.8mm、2015年が31.3～37.0mmの範囲であった。また、体重の範囲は、それぞれ0.11～0.34g、0.16～0.20g、0.13～0.28gであった。統計的な検定が可能であった2013年と2015年は、採集旬によって尾叉長、体重に有意差は認められなかった

(Kruskal-Wallis検定； $P>0.05$)。また、2013～2015年の採集年間で、カラフトマス稚魚の尾叉長、体重には、いずれも有意差は認められなかった(Kruskal-Wallis検定； $P>0.05$)。

腹腔内卵黄残存状況と摂餌状況 2013年に採集されたカラフトマス稚魚のうち、腹腔内に卵黄が残存していた個体の割合は0.0～44.7%で推移し、採集期間中の平均は37.5%であった(図5)。降河の盛期であった4月下旬の卵黄保持率は44.7%で最も高かった。残存卵黄重量(平均値±標準偏差)は $4.2\pm 2.9\text{mg}\sim 6.3\pm 4.2\text{mg}$ で、時期による残存量に一定の傾向はみられなかった。

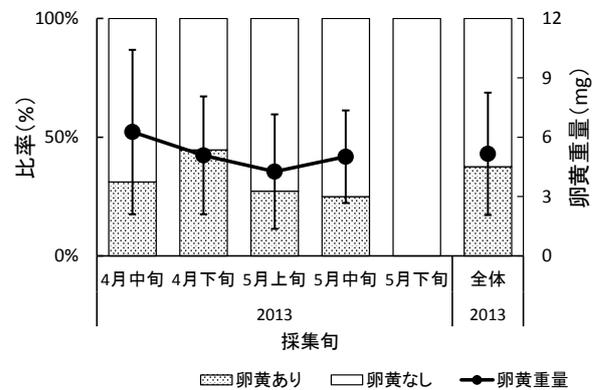


図5 カラフトマス降河稚魚における腹腔内の卵黄残存状況と卵黄重量の推移(2013年)。卵黄重量は平均値(●)と標準偏差(縦棒)を示した。

表1 サクラ川におけるカラフトマス降河稚魚の尾叉長と体重(2013～2015年)

年	旬	測定 個体数	尾叉長 (mm)		体重 (g)	
			平均±標準偏差	最小 - 最大	平均±標準偏差	最小 - 最大
2013	4月中	45	33.91 ± 1.69	29.83 - 37.28	0.25 ± 0.04	0.17 - 0.34
	4月下	262	32.93 ± 1.37	29.30 - 38.62	0.20 ± 0.03	0.11 - 0.30
	5月上	121	34.09 ± 1.30	29.81 - 37.59	0.22 ± 0.03	0.12 - 0.30
	5月中	24	33.96 ± 1.37	30.93 - 36.67	0.22 ± 0.02	0.16 - 0.26
	5月下	1	33.50	33.50 - 33.50	0.20	
2014	4月下	4	33.97 ± 0.66	33.21 - 34.75	0.17 ± 0.02	0.16 - 0.20
	5月上	1	33.56	33.56 - 33.56	0.18	
2015	4月上	5	34.22 ± 0.55	33.71 - 35.25	0.22 ± 0.01	0.20 - 0.23
	4月中	47	34.25 ± 0.99	31.34 - 36.98	0.21 ± 0.02	0.18 - 0.24
	4月下	80	34.09 ± 1.01	31.69 - 36.04	0.19 ± 0.02	0.14 - 0.22
	5月上	78	33.98 ± 1.05	31.56 - 36.16	0.18 ± 0.02	0.13 - 0.21
	5月中	14	34.19 ± 1.53	31.80 - 36.45	0.18 ± 0.04	0.14 - 0.28

2014年の4月下旬と5月下旬の一部のサンプルは、保存状態が悪く測定出来なかった。

2013年に採集されたカラフトマスの空胃率は75.0~100%で推移し、採集期間中の平均空胃率は83%であった(図6)。胃内容物が確認された個体の内容物は砂や粘液状の判別不明のものであり、採集旬別の胃内容物重量指数の平均は0.11~0.25%であった(表2)。2014年に採集された稚魚は5個体のみであったが、いずれも空胃であった(図6)。

考察

2013~2015年の稚魚採集数の推移から、サクラ川産卵場からのカラフトマス稚魚の降河は4月上旬~5月中旬の期間で、盛期は4月下旬~5月上旬と考えられた。採集尾数は、2013年と2015年に採集された偶数年級群で多く、2014年に採集された奇数年級群で著しく少なかった。サクラ川では偶数年級群で遡上親魚数が多く、奇数年は著しく少ないことが観察されており(Torao *et al.*, 2011)、降河稚魚の採集尾数の多寡は遡上した親世代の親魚数に大きく影響されると考えられる。

24時間の採集調査の結果から、産卵場からのカラフトマス稚魚の降河移動は夜間に限られ、特に日没直後から数時間に集中的に移動すると考えられた。これまで、カラフトマス稚魚は産卵床からの浮上後、直ちに降河するとの報告がある(Neave, 1955; 小林, 1968)。浮上後も、夜間の移動が活発であることが確認されており(McDonald, 1960; Coburn and McCart, 1967; 小林・原田, 1966; 佐々木ら, 1993)、照度に対する反応性が関連していると考えられている(Hoar *et al.*, 1957; McDonald, 1960)。カラフトマス浮上稚魚は強い負の走流性・走光性を示し(Neave, 1955)、浮上後(人工孵化放流の場合は放流後)、一晩から数日間の短期間で河口域に達する(小林ら, 1978; Heard, 1991; 虎尾ら, 2010)。したがって、稚魚期のカラフトマスの河川の利用性は低いと言える。

近縁種のサケ*Oncorhynchus keta*稚魚でも日没後の移動が活発である(小林, 1953; 小林, 1958; 小林, 1964)ことはカラフトマスと共通している。しかし、サケ稚魚は日中、比較的流れの緩やかな微生物環境を利用しながら(長谷川ら, 2011; 卜部, 2015)、一定期間河川内に滞在し摂餌、成長する(佐野・小林, 1953; 小林・石川, 1964; 小林ら, 1965; 小林・原田, 1968; 小林・阿部, 1977; 帰山・佐藤, 1979; 宮腰ら, 2012; Kasugai *et al.*, 2013)のに対し、カラフト稚魚では河川内ではほとんど摂餌せず、滞在期間も短いことから河川内ではあまり成長しない(小林・原田, 1966; 小林, 1968)。本調査でも、採集時期が集中的であること、採集されたカラフトマス稚魚の体サイズに時期的な変化がないこと、また、採集期間中を通じて空胃率が高く、胃充満度指数が一貫して極めて低いことから、採集された個体は浮上直後の個体であり、浮上後は産卵床周辺には留まらず、直ちに降河すると考えられる。

浮上したカラフトマスはすでに海水適応能を有しており(本間, 1982; 笠原ら, 1993)、速やかに沿岸海洋域

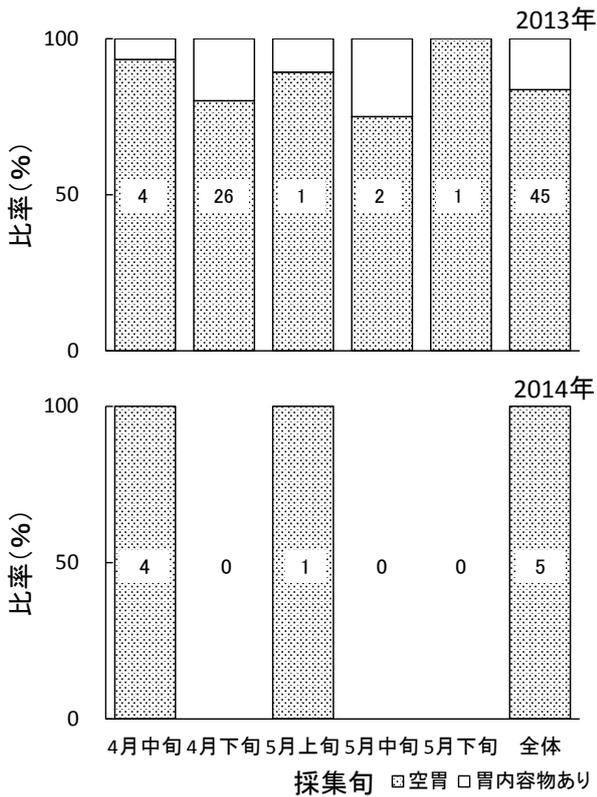


図6 カラフトマス降河稚魚における空胃率の推移(2013~2014年)。グラフ中の数値は測定個体数を示す。

表2 サクラ川におけるカラフトマス降河稚魚摂餌個体の胃内容物重量の推移(2013年)

旬	測定 個体数	胃内容物重量指数 %	
		平均値	標準偏差
4月中旬	3	0.11	± 1.69
4月下旬	52	0.25	± 1.37
5月上旬	13	0.20	± 1.30
5月中旬	6	0.23	± 1.37

での生活へ移行すると推察される。したがって、降海後のカラフトマスの初期生残にとって沿岸環境の適否は重要であり、降河時期と沿岸環境が生残に与える影響について検証する必要がある。

謝辞

さけます・内水面水産試験場の宮腰靖之博士には本論文の原稿を査読していただき、有益なコメントをいただいた。厚くお礼申し上げます。

引用文献

- Coburn A, McCart P. A hatchery release tank for pink salmon fry with notes on behavior of the fry in the tank and after release. *J. Fish. Res. Board Can.* 1967; 24: 77-85.
- 長谷川功・大熊一正・大貫 努. 河川におけるサケとサクラマスの稚魚の定位置点選択. *日本水産学会誌* 2011; 77: 1095-1097.
- 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.
- Hoar WS, Keenleyside MHA, Goodall RG. Reaction of juvenile Pacific salmon to light. *J. Fish. Res. Board Can.* 1957; 14: 815-830.
- 本間正男. カラフトマス稚魚の海水適応に関する研究. *北海道立水産孵化場研究報告* 1982; 37: 23-32.
- 飯田真也・宮腰靖之・加藤 毅・徳田裕志・藤原 真・安藤大成. 北海道オホーツク海側のウライ設置河川および非設置河川におけるカラフトマスの自然産卵. *水産増殖* 2014; 62: 129-136.
- 埴山雅秀・佐藤愁一. 十勝川におけるサケ稚魚の成長と食性に関する調査Ⅲ. 1977年稚魚の降海移動期と成長および摂餌活動との関係. *北海道さけ・ますふ化場研究報告* 1979; 33: 47-73.
- 笠原 昇・佐々木義隆・李培翼・中野 広. 1993成長に伴うカラフトマス卵および仔, 稚魚の海水適応能の発達と脂質クラス成分の変化. *北海道立水産孵化場研究報告* 1993; 47: 21-26.
- Kasugai K, Torao M, Nagata M, Irvine JR. The relationship between migration speed and release date for chum salmon *Oncorhynchus keta* fry exiting a 110-km northern Japanese river. *Fish. Sci.* 2013; 79: 569-577.
- 小林哲夫. さけ稚魚の生態調査 (3) さけ稚魚の降下について 考察1. *北海道さけ・ますふ化場研究報告* 1953; 8: 81-85.
- 小林哲夫. 1958サケ稚魚の生態調査 (5) 降海期に於けるサケ稚魚の行動について. *北海道さけ・ますふ化場研究報告* 1958; 12: 21-30.
- 小林哲夫. サケ稚魚の生態調査-VII. サケ稚魚の行動についての一知見. *北海道さけ・ますふ化場研究報告* 1964; 18: 1-6.
- 小林哲夫・阿部進一. 遊楽部川におけるサケマス生態調査2. サケ稚魚の降海移動, 成長と標識親魚の回帰. *北海道さけ・ますふ化場研究報告* 1977; 31: 1-11.
- 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.
- 小林哲夫・原田 滋. 西別川におけるサケ・マスの生態調査III. サケ稚魚の食性と餌料生物相について. *北海道さけ・ますふ化場研究報告* 1968; 22: 15-35.
- 小林哲夫. カラフトマス稚魚の降海期について. *北海道さけ・ますふ化場研究報告* 1968; 22: 1-5.
- 小林哲夫・阿部進一・尾崎豈志. 遊楽部川におけるサケ・マス生態調査 3. カラフトマスの回帰について. *北海道さけ・ますふ化場研究報告* 1978; 32: 1-8.
- 小林哲夫・石川嘉郎. サケ稚魚の生態調査-VIII. 千歳川, 石狩川のサケ稚魚の生長と食性について. *北海道さけ・ますふ化場研究報告* 1964; 18: 7-15.
- 小林哲夫・原田滋・阿部進一. 西別川におけるサケ・マスの生態調査I. サケ稚魚の降海移動並びに成長について. *北海道さけ・ますふ化場研究報告* 1965; 19: 1-10.
- McDonald J. The behavior of Pacific salmon fry during their downstream migration to fresh water and saltwater nursery areas. *J. Fish. Res. Board Can.* 1960; 17: 655-676.
- 宮腰靖之. 網走市周辺におけるカラフトマスの遡上状況調査. *魚と水* 2006; 42: 45-48.
- 宮腰靖之, 安藤大成, 藤原 真, 隼野寛史, 永田光博. 網走川におけるサケ稚魚の降河移動. *北海道水産試験場研究報告* 2012; 82: 19-26.
- 宮本真人・虎尾 充・實吉隼人・春日井潔. 根室海峡沿岸で標識放流したカラフトマスの沿岸および河川再捕(短報). *北海道水産試験場研究報告* 2015; 88: 49-54.
- Morita K, Morita SH, Fukuwaka M. Population dynamics of Japanese pink salmon (*Oncorhynchus gorbuscha*): are recent increases explained by hatchery programs or climatic variations? *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 2006; 63:

55-62.

森田健太郎・大熊一正・永沢 亨. 2016. カラフトマス 日本系. 「平成27年度国際漁業資源の現況（水産庁（編）」）. 水産庁・水産総合研究センター

Nagata M, Miyakoshi Y, Urabe H, Fujiwara M, Sasaki Y, Kasugai K, Torao M, Ando D, Kaeriyama M. An overview of salmon enhancement and the need to manage and monitor natural spawning in Hokkaido, Japan. *Environ. Biol. Fish.* 2012; 92: 311–323.

Neave F. Notes on the seaward migration of pink salmon fry. *J. Fish. Res. Board Can.* 1955; 12: 369–374.

Ohnuki T, Morita K, Tokuda H, Okamoto Y, Ohkuma K. Numerical and economic contributions of wild and hatchery pink salmon to commercial catches in Japan estimated from mass otolith markings. *N. Am. J. Fish. Manage.* 2015; 35: 598–604.

佐野誠三・小林哲夫. さけ稚魚の生態調査（2）標識放流試験に於けるさけ稚魚の移動と成長について. 北海道さけ・ますふ化場研究報告 1953; 8: 71–79.

佐々木義隆・山下幸悦・中島幹二. 仁雁別川におけるカラフトマス稚魚の降海行動. 北海道立水産孵化場研究報告 1993; 47: 15–20.

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 gorbusha*) の分布及び起源. 北太平洋漁業国際委員会研究報, 1982; 40: 1–178.

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.

Torao M, Nagata M, Sasaki Y, Takeuchi K, Kasugai K. Evidence for existence of wild population of pink salmon in the Tohoro River system flowing into Nemuro Strait, eastern Hokkaido, Japan (Short Paper). *Sci. Rep. Hokkaido Fish. Res. Inst.* 2011; 80: 5–49.

卜部浩一. 十勝川水系札内川における二次流路の環境特性. 北海道立水産試験場報告 2015; 88: 33–42.