

## 北海道えりも沿岸域におけるサクラマス幼魚への二生類*Brachyphallus crenatus* (吸虫綱, 扁形動物門) の寄生状況

浅見大樹<sup>1</sup>, 隼野寛史<sup>2</sup>, 真野修一<sup>2</sup>, 永田光博<sup>3</sup>

<sup>1</sup>北海道立総合研究機構さけます・内水面水産試験場,

<sup>2</sup>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,

<sup>3</sup>元北海道立総合研究機構さけます・内水面水産試験場

Prevalence of the hemiurid trematode *Brachyphallus crenatus* in the stomach of juvenile masu salmon *Oncorhynchus masou* in the coastal waters near Cape Erimo, Hokkaido, Japan

HIROKI ASAMI<sup>1</sup>, HIROFUMI HAYANO<sup>2</sup>, SHUICHI MANO<sup>2</sup> and MITSUHIRO NAGATA<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Salmon and Freshwater Fisheries Research Institute, Hokkaido Research Organization, *Eniwa, Hokkaido 061-1433*

<sup>2</sup> Doto Research Branch, Salmon and Freshwater Fisheries Research Institute, Hokkaido Research Organization, *Nakashibetsu, Hokkaido, 086-1164*

<sup>3</sup> Formerly: Salmon and Freshwater Fisheries Research Institute, Hokkaido Research Organization, *Eniwa, Hokkaido 061-1433, Japan*

Prevalence of the hemiurid trematode *Brachyphallus crenatus* in the stomach of the juvenile masu salmon *Oncorhynchus masou* collected in the coastal waters near Cape Erimo off the Pacific coast of Hokkaido was investigated. Juvenile salmon were sampled at two different times of the day (early morning, 5:00, and day-time, 13:00) on June 10, 1994, using set nets extending, from the shore to offshore areas at three stations. A total of 127 juveniles were collected (41 individuals in the early morning and 86 individuals during the day). Most of the juveniles were captured at the shore stations. Five tagged juveniles were also found at the shore stations during the day. The fork lengths of the juveniles collected at shore were smaller than those of the juveniles caught offshore. The ratio of small juveniles (<20 cm) caught was about 50 % during the day, and about 29% in the early morning. *B. crenatus* was present in over 95% of the total juvenile salmon collected during the early morning and day. Mean intensity of occurrence was higher in the early morning than during the day for both the males and females. A positive correlation was found between the fork length and intensity of *B. crenatus*. Differences in the prevalence incidence during the two periods of the day might relate to the differences in sea entry sites or in the time spent at sea. The effectiveness of *B. crenatus* as biological tags of juvenile salmon is discussed.

キーワード：寄生状況, サクラマス降海幼魚, 生物標識, 二生類

サクラマスには吸虫, 条虫, 線虫および鉤頭虫など多くの分類群に属する寄生虫が報告されている(栗倉, 1984)。寄生虫は病害性を及ぼしたり食品衛生上問題となることがあるが, 一方では, 魚類の回遊経路や系群を知るための指標となる寄生虫もいることが知られている(Margolis, 1965; 1982; MacKenzie, 1983; 浦和, 1989)。サクラマスの生態学的知見を提供する指標として利用でき

る種もあり, 本研究で扱う吸虫綱の二生類もその一種である(栗倉, 1984)。本報告では, 太平洋沿岸域でのサクラマス幼魚の消化管(胃内)から観察された吸虫類に属する二生類の寄生状況を調べた。そして, これらから幼魚の起源や回遊などの生活履歴の若干の推定を試みた。

試料と方法

サクラマス降海幼魚は1994年6月10日に北海道太平洋のえりも沿岸に設置した定置網1か統を用いて採捕した (Fig.1: 隼野, 1995)。定置網は, 距岸300 mから沖合に

向けて設置される垣網部とその線上に固定設置された3か所の身網部から構成されている。垣網部に直面したサクラマス幼魚はそれぞれの回遊水域に従って進路を遮断され, 集群した後に漁獲される。本研究では各身網部を調査定点とし, St.1は距岸1.3 km, St.2は2.0 kmおよび

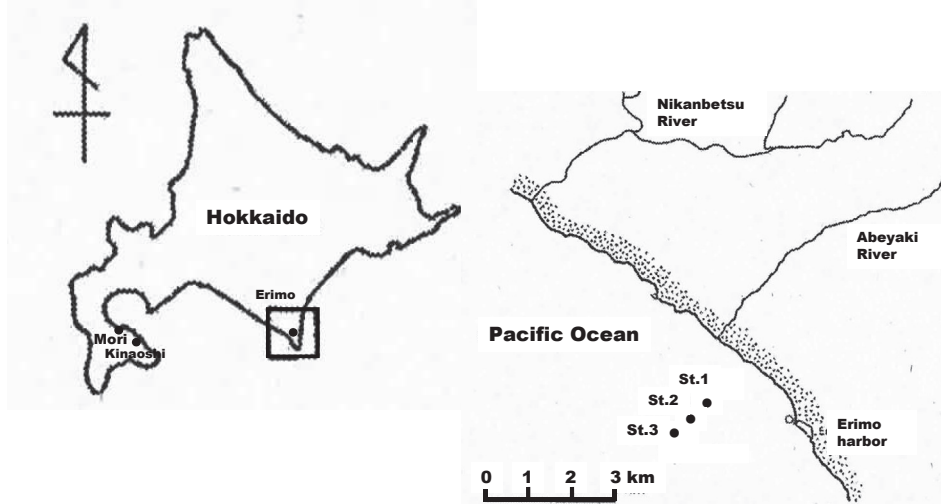


Fig. 1 Study area off the Pacific coast of Hokkaido near Cape Erimo.

Table 1 Numbers and fork lengths of juvenile masu salmon collected in the coastal waters near Cape Erimo off the Pacific coast of Hokkaido.

Sampling time		St.1	St.2	St.3
5:00	No. of samples	40	0	1
	Average fork length (cm)	21.3	-	30
	S. D. (cm)	2.4	-	-
	Min-Max (cm)	17.4-26.5	-	-
13:00	No. of samples	81	4	1
	Average fork length (cm)	20.1	27.9	27.8
	S. D. (cm)	2.7	1.9	-
	Min-Max (cm)	16.1-27.1	25.5-30.2	-

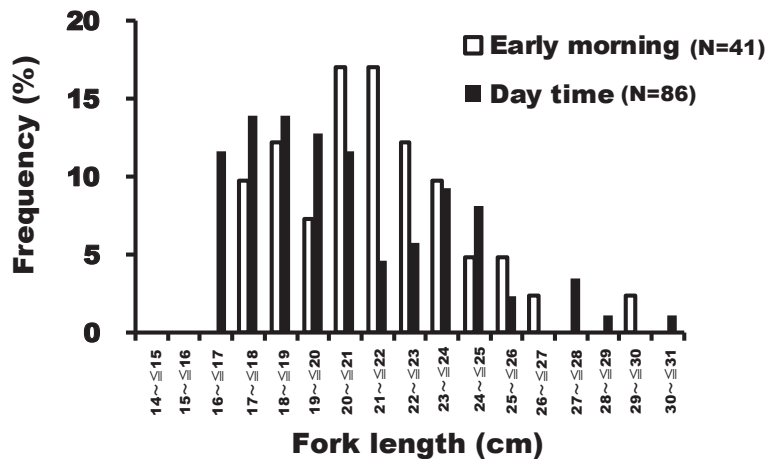


Fig. 2 Frequency distributions of the fork lengths of juvenile masu salmon collected during the early morning (5:00) and day time (13:00)

Table 2 Sex, fork length and release sites of ribbon-tagged juvenile masu salmon collected in the coastal waters near Cape Erimo off the Pacific coast of Hokkaido.

Sex	Fork length (cm)	Release sites
♂	16.8	Kinaoshi
♀	16.6	Kinaoshi
♀	17.9	Kinaoshi
♀	19.3	Kinaoshi
♀	19.2	Mori

St.3は2.5 kmに位置する定置網の身網部である。揚網は早朝（5時）と昼間（13時）の2度行った。採捕されたすべての幼魚は船上で直ちにホルマリンで固定した。そして実験室に持ち帰り、体長（尾叉長）の測定と雌雄の判別を行った後、胃を取り出し、胃壁に寄生していた二生類を実体顕微鏡下で計数しながら抽出した。抽出した二生類は実体顕微鏡および生物顕微鏡で種の同定を行った。そして、二生類の寄生状況を調べるため、Margolis *et al.* (1982) に従い、寄生率（prevalence, %）を被寄生個体数／調査個体数×100で算出した。また、被寄生魚の寄生数の平均値を求めて平均寄生数（mean intensity）として算出した。なお、本研究で行ったサクラマス降海幼魚の採集方法は隼野（1995）に詳しく述べられている。

## 結果

**採捕魚の体サイズおよび標識魚** 採捕されたサクラマス幼魚は両時間帯ともに陸寄りが圧倒的に多く、早朝にはSt.1で40個体、St.3で1個体の合計41個体、昼間にはSt.1で81個体、St.2で4個体、St.3で1個体の合計86個体だった（Table 1）。各地点での平均尾叉長は早朝にはSt.1で21.3 cm（標準偏差2.4 cm, 最小17.4 cm～最大26.5 cm）、St.3で30.0 cmと、より沖側で大きかった。昼間にはSt.1で20.1 cm（標準偏差2.7 cm, 最小16.1 cm～最大27.1 cm）、St.2で



Fig.3 Hemiurid trematode *Brachyphallus crenatus* found in the stomachs of juvenile masu salmon. Samples were preserved with formalin.

27.9 cm（標準偏差1.9 cm, 最小25.5 cm～最大30.2 cm）、St.3で27.8 cmと早朝同様、沖側で採捕された個体はより大きかった。採捕された幼魚の体長範囲は両時刻で大きく異なるものではなかったが、早朝には最頻値は20～22 cmにあり、全体の34%を占めた。一方、昼間には最頻値が17～19 cmにあり、全体の28%を占めた。20 cm以下の個体の割合は早朝の29%に対し、昼間には52%と小型の個体が多く（Fig.2）、幼魚の体長頻度分布型は両時刻で統計的に有意に異なっていた（コルモゴロフスミルノフ検定,  $p < 0.01$ ）。

昼間にSt.1で採捕された5個体（雄1個体、雌4個体）にはリボンタグ標識個体も認められ、これらの尾叉長は16.6～19.3 cmであった（Table 2）。これらはすべて道南

Table 3 Prevalence and mean intensity of the hemiurid trematode *Brachyphallus crenatus* found in the stomachs of the juvenile masu salmon collected on June 10, 1994.

Sex	No. of individuals	Hemiurid infected( inds.)	Prevalence (%)	Intensity (range)
♂+♀	127	122	96.1	10.5±9.0 (0-41)
♂	29	28	96.6	12.7±8.8 (0-33)
♀	98	94	95.9	9.9±9.0 (0-41)

Table 4 Prevalence and mean intensity of the hemiurid trematode *Brachyphallus crenatus* at two different sampling times on June 10, 1994.

Time	Sex	No. of individuals	Hemiurid infected( inds.)	Prevalence (%)	Intensity (inds.) (range)
5:00	♂	6	6	100	19.7±8.6 (7-33)
	♀	35	34	97.1	12.6±9.7 (0-41)
13:00	♂	23	22	95.7	10.9±8.00 (0-26)
	♀	63	60	95.2	8.4±8.3 (0-40)

太平洋にある南茅部郡木直（現在函館市木直町）と森町から放流された幼魚であった（Fig.1）。

**二生類の寄生状況** 幼魚の胃壁には両時刻ともに二生類（吸虫綱）の一種である*Brachyphallus crenatus*が観察された（Fig.3）。本研究で得られた標本のいくつかは目黒寄生虫館に寄託されている（Shimazu, 2018）。*B. crenatus*は調べた127個体の内、122個体の幼魚に寄生し、寄生率は96%に達した（Table 3）。また、平均寄生数は10.5個体（最小0個体～最大41個体）であった。雌雄別では、寄生率は雄が96.6%、雌が95.9%であった。平均寄生数は雄が12.7個体（最小0個体～最大33個体）、雌が9.9個体（最小0個体～最大41個体）であり、両者には有意な違いが認められなかった（U検定,  $p > 0.05$ ）。さらに、採捕時刻別および雌雄別に寄生率と平均寄生数を調べた（Table 4）。ここでは、沿岸（St.1）で採捕された個体が全個体のほとんどを占めたため（早朝で98%、昼間で94%）、地点を区別せず全地点をまとめて調べた。雌雄および両採捕時刻ともに*B. crenatus*の寄生率は95%以上で、なかでも早朝に採捕された雄の個体は全数が寄生されていた。平均寄生数は早朝には雄で19.7個体、昼間には10.9個体であった。一方、雌については早朝には12.6

個体、昼間には8.4個体であり、雌雄ともに早朝に採捕された個体で*B. crenatus*の寄生数は有意に多かった（U検定,  $p < 0.05$ ）。

両時刻を含めた幼魚の体長と*B. crenatus*の寄生数との関係には有意な正の相関が認められた（Fig.4, スピアマンの順位相関,  $p < 0.05$ ）。昼間に採捕されたりボンタグ標識魚は尾叉長は20 cm以下であり、いずれも*B. crenatus*の寄生数は約5個体以下と少なかった。

## 考 察

本研究ではえりも沿岸で採捕された海洋生活初期のサクラマス幼魚に二生類の*B. crenatus*が高率に寄生していた。栗倉・野村（1983）は、北海道および新潟県に回帰したサクラマス成魚の消化管に4種の二生類を観察しており、*B. crenatus*の寄生が最も多かったことを報告している。また、*B. crenatus*は淡水生活期のサクラマス幼魚には寄生しないが、降海した幼魚には寄生が認められていることから海産種とされている（栗倉, 1984; Dick and Belosevic, 1981）。一般に、吸虫の卵は第1中間宿主である貝類に寄生し、幾つかの発育段階（スポロシスト, レジ

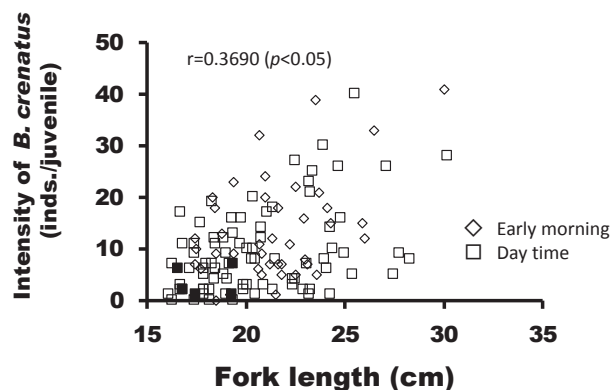


Fig. 4 Relationship between the intensity of *Brachyphallus crenatus* and fork length of juvenile masu salmon collected during the early morning and day time. Five closed rectangles show the ribbon-tagged juveniles.

ア)を経てセルカリアとなる。セルカリアは第1中間宿主から出て、第2中間宿主の無脊椎動物や魚類等に寄生してメタセルカリアになる。そして、第2中間宿主が終宿主に食べられて、その体内で成虫となる。魚類は第2中間宿主になるほかにも終宿主ともなる。成虫は魚類の胃や腸などに寄生する(長澤, 1992)。ところで、*B. crenatus*はプランクトン食の表層魚に特有の寄生虫であるとされ(浦和, 1989)、実際に*B. crenatus*のメタセルカリアが沿岸性カイアシ類の*Pseudocalanus newmani*や*Acartia longiremis*を中間宿主として寄生していることが確認されている(Sokolov *et al.*, 2016)。浅見・隼野(1994)はえりも沿岸で採捕したサクラマス幼魚の胃内容物を調査し、カイアシ類、端脚類、オキアミ類、メガロパ幼生などの甲殻類プランクトンを観察している。本研究で採捕された幼魚の胃内容物中にも、*P. newmani*, *Neocalanus* spp., *A. longiremis*, *Eucalanus bungii*などのカイアシ類やメガロパ幼生が観察され(浅見未発表資料)、*B. crenatus*はカイアシ類等の甲殻類プランクトンを第2中間宿主として幼魚の胃内に寄生したと推察される。さらに、*B. crenatus*の第一中間宿主は貝類とされていること、本調査では約90%以上の幼魚はより沿岸寄りの定点(St.1)で採捕されていることなどから、幼魚への*B. crenatus*の高率な寄生はより沿岸に沿った回遊途上に起きたものと考えられる。

えりも沿岸で採捕された幼魚の体長はより沿岸寄りでは小型で、沖側では大型だった。このことは隼野(1995)および真野(1996)が既に報告している。隼野(1995)および真野(1996)は沿岸と沖合での幼魚の体サイズの違いを成長に伴う沿岸から沖合への移動や、降海した場所による回遊水域の違いと推察している。本研究では、採捕された時間帯によっても、体長頻度分布に違いがあることを観察した。過去の幾つかの知見によれば放流するサクラマスにリボンタグで標識を施し、その再捕報告の結果から、北海道太平洋えりも沿岸域は多くのサクラマス降海幼魚の回遊経路になっていることが明らかになっている(真山ら, 2005)。さらに、北海道以外にも、本州日本海、太平洋のサクラマス幼魚もえりも沿岸域を回遊し、その出現盛期は5月下旬~6月上旬の水温が8~12℃の期間であることが知られている(待鳥・加藤, 1985; 真山ら, 2005)。本研究でも、放流域の起源が明らかになっているリボンタグを付けた幼魚が昼間に5個体採捕された。昼間に採捕された幼魚は小型の個体の割合が多かったことや*B. crenatus*の寄生数が少なかったことなどから、降海後間もないか、より近海から回遊した幼魚が多くを占めていたことを示唆するのかもしれない。また、本研究では大型魚ほど*B. crenatus*の寄生数が有意

に多いことを示した。大型魚の割合は早朝に採捕された個体が多かったことから、これらの個体はより海洋生活期間が長いとすれば、このことが寄生数の多さと関係したのかもしれない。*B. crenatus*の寄生状況からホッキョクイワナ*Salvelinus alpinus*の降海型と残留型を識別した例(Dick and Belosevic, 1981)、北海道と本州日本海新潟県に回帰したサクラマス成魚の回遊域と成長の関係を推定した例(栗倉・野村, 1983)、網走湖産ワカサギ*Hypomesus nipponensis*で沿岸から湖内に遡上した群れ(遡上群)に本種の寄生を観察した例(Shimazu, 2018)など、*B. crenatus*の寄生状況を調べることは魚類の資源生態の理解に繋がる可能性がある。加えて、青森県日本海で、サクラマスの1+幼魚に超音波発信器を取り付け、ごく沿岸域から放流して超音波を受信してその後の移動を観察した研究によれば(伊藤, 1997)、幼魚は表層を潮流と同じ方向に極く沿岸を遊泳していたことが報告されている。今後はこのようなバイオロギング技術と寄生虫の寄生状況などを併用することによって、寄生虫の生物標識としての役割を検討する必要がある。

## 謝 辞

本研究を行うにあたり、貴重な御助言・文献等を頂きました嶋津 武博士(前長野県短期大学、現在長野県安曇野市在住)、浦和茂彦博士(北海道区水産研究所)の御二人に深く感謝いたします。

## 引用文献

- 浅見大樹, 隼野寛史. 北海道沿岸域におけるサクラマス降海幼魚の摂餌生態. 魚と水 1994; 31: 253-359.
- 栗倉輝彦, 野村哲一. サクラマスの寄生虫に関する研究 - VI 消化管に寄生するヘミウルス類について. 水産孵化場研究報告 1983; 38: 39-46.
- 栗倉輝彦. 第9章 魚病対策と寄生虫. 「サクラマスの増養殖(北海道立水産孵化場)」, 1984; 81-107.
- Dick TA, Belosevic M. Parasites of arctic charr *Salvelinus alpinus* (Linnaeus) and their use in separating sea-run and non-migrating charr. *J Fish Biol* 1981; 18: 339-347.
- 隼野寛史. サクラマスの海洋生活初期における生態研究 1. えりも沿岸における回遊時期と体長組成から見た分布特性. 北海道立水産孵化場研究報告 1995; 49: 9-16.
- 伊藤欣吾. バイオテレメトリーシステムによるサクラマスの遊泳行動. 日本海区水産試験研究 連絡ニュ

- ース1997 ; 380 : 4-6.
- 待鳥精治, 加藤史彦. サクラマス (*Oncorhynchus masou*) の産卵群と海洋生活. 太平洋国際委員会研究報告 1985 ; 43 : 1-112.
- MacKenzie K. Parasites as biological tags in fish population studies. *Advances in Applied Biology* 1983 ; 7 : 251-331.
- 真野修一. 襟裳岬周辺海域に出現するサクラマス幼魚の回遊生態. 北海道立水産孵化場研究報告 1996 ; 50 : 17-28.
- Margolis L. Parasites as an auxiliary source of information about the biology of Pacific salmon (genus *Oncorhynchus*). *J. Fish. Res. Board Can* 1965 ; 22 : 1387-1395.
- Margolis L. Parasitology of Pacific salmon - an overview. In: E. Meerovitch ed. *Aspects of Parasitology*, McGill University, Montreal, Quebec, 1982 ; 135-226.
- Margolis L, Esch GW, Holmes JC, Kurtis AM, Schad GA. The use of ecological terms in parasitology. *J. Parasitol* 1982 ; 68 : 131-133.
- 真山 紘, 小野郁夫, 平澤勝秋. 北海道の河川に放流された標識サクラマスの海洋における回遊生態. さけ・ます資源管理センターニュース 2005 ; 14 : 1-9.
- 長澤和也. 「魚介類に寄生する生物」. ベルソープックス 009 (社) 日本水産学会 監修, 成山堂書店, 東京. 1992.
- Shimazu T. Adult digeneans (Trematoda) parasitic in *Hypomesus nipponensis* (Osteichthyes, Osmeridae) from brackish-water lakes of Japan. *Bull. Natl. Mus. Nat. Sci* 2018 ; Ser. A, 44(2) : 57-68.
- Sokolov SG, Frenkel SE, Gordeev II. Metacercariae of *Brachyphallus crenatus* Rudolphi, 1802 (Trematoda: Hemiuridae) in plankton crustaceans from the Prostor Gulf (Iturup Island, Russia). *Parazitologiya* 2016 ; 50 : 150-155 (in Russian with English summary).
- 浦和茂彦. サケ科魚類研究のための生物指標としての寄生虫. さけ・ます孵化場研究報告 1989 ; 43 : 53-74.