

知床半島の小河川におけるオシヨロコマ *Salvelinus malma malma* の 栄養状態の季節変化

山本敦也*・虎尾 充**・桑原 連***

(平成 19 年 8 月 24 日受付/平成 19 年 10 月 26 日受理)

要約：オシヨロコマの栄養状態を、主として体栄養成分の季節変化から明らかにするために、北海道東部知床半島の小河川で採捕したものを試料とし、肝臓及び筋肉中の脂質、核酸、タンパク質などの含量を測定した。タンパク質含量とタンパク質/DNA 比を除く指標は 5 月から 8 月にかけて減少し、9 月に一時増加し、10 月には再び減少する傾向が見られた。これらの変動は夏季における高水温が影響していると思われる。また、9 月の一時の回復と、10 月に脂質含量が 2 群に分かれた要因は、カラフトマス卵の飽食とスモルト化に関連する生理的な変化と思われる。

キーワード：オシヨロコマ、栄養状態、脂質、核酸、タンパク質

緒 言

オシヨロコマは日本では北海道だけに生息するサケ科魚類の 1 種で¹⁾、知床半島の一部を除き河川残留型の生活史を送ることが知られている²⁾。今日では、環境省のレッドデータブックでは準絶滅危惧種に³⁾、北海道版のレッドデータブックでは希少種に指定され⁴⁾、知床半島では絶滅危惧種のシマフクロウ *Ketupa blakistoni* の主要な餌になるなど⁵⁾、2005 年に世界自然遺産に登録されたこの区域の生態系の中で注目すべき位置を占めるが、保護はなされていない。オシヨロコマは、知床半島内の多くの河川において、一部は降海型の生活史を送るが、そのほとんどは河川残留型の生活史を送り、河口から上流域まで終年生息する唯一のサケ科魚類である²⁾。さらに、各種の無脊椎動物や小型の魚類などを餌とする広食性魚類であるため^{6,7)}、河川内で上位の生態的地位にある。また、産卵は最上流域で行うことから⁸⁾、本種が生息するためには流域全体の環境が整っている必要があり、生息状況や栄養状態の把握は河川環境の良否を判断する一つの指標となるであろう。本種に関する日本での研究はアメマスなど種間や種内での競合および分類学的なものが多く⁹⁻¹¹⁾、栄養状態に関する報告はほとんどない。

魚類の栄養状態の指標としては、体成分栄養素に関する項目すなわち、脂質含量・RNA/DNA 比を含めて生化学的な指標がよく用いられる。脂質のうち、特にトリグリセリド (以下 TG) とリン脂質 (以下 PL) はそれぞれ運動エネルギーの貯蔵物質および細胞膜の成分として重要であ

り¹²⁻¹⁴⁾、これらの含有量から栄養状態の良否を推測することが可能である。また、魚類組織中の核酸量、タンパク質量、RNA/DNA 比、およびタンパク質/DNA 比は、生理的な活性により変動するので^{13,15,16)}、栄養状態の指標となる^{17,18)}。よって本研究では、知床半島内の河川で月別に採捕したオシヨロコマについて栄養素の主な項目すなわち脂質、タンパク質および核酸の含有量とそれらの比率を調べ、栄養状態の季節変化を検討した。

材料および方法

オシヨロコマの採捕は、知床半島の斜里町を流れるベレケ川 (44°04'N, 145°00'E) で 2004 年 5 月から 10 月の各月 1 回、電気漁具 (Smith-Root 社, Model 12-b) を用いて、13~15 時に、河口から約 1.3 km 上流の地点を定点として行った。供試魚は現場で標準体長、体重を測定後、氷冷して持ち帰り、分析まで -80°C で保存した。脂質含量の測定には、肝臓約 200 mg を用い、2 ml のエタノール:エーテル混液 (3:1, v/v) を加えてホモジナイズし、遠心分離した上澄みについて酵素法に基づく測定キット (和光純薬工業株式会社製、それぞれトリグリセライド E テストワコー、リン脂質 C テストワコー) を使用して TG, PL 含量を測定した。また、タンパク質および核酸量の測定には、背鰭基部左後方から左側線までの筋肉約 500 mg を使い、0.25 M sucrose-1 mM EDTA-20 mM Tris-HCl (pH 7.5) を 4 ml 加えホモジナイズした試料について、それぞれ Lowry 法¹⁹⁾ および Schmidt-Thaunhauser-Schneider 法を改良した STS 変法²⁰⁾ を使用して求めた。

* 東京農薬大学生物産学部生物生産学科 (a3yamamo@cp.bioindustry.nodai.ac.jp)

** 北海道立水産孵化場道東支場

*** 東京農薬大学名誉教授、北海道シェル工業株式会社技術研究所

標準体長と体重から肥満度 (condition factor) を、体重と胃内容物重量と生殖腺重量からそれぞれ胃充満度 (stomach fullness index) と生殖腺指数 (gonad somatic index) を求めた。式を以下に示す。

$$\begin{aligned} \text{肥満度} &= \text{体重 (g)} / (\text{標準体長 (cm)}^3) \times 10^3 \\ \text{胃充満度} &= \text{胃内容物重量 (g)} / \text{体重 (g)} \times 10^2 \\ \text{生殖腺指数} &= \text{生殖腺重量 (g)} / \text{体重 (g)} \times 10^2 \end{aligned}$$

栄養状態の季節変化を明らかにするために、標準体長、体重、肥満度、胃充満度、生殖腺指数、TG 量、PL 量、DNA 量、RNA 量、タンパク質量、タンパク質/DNA 比、RNA/DNA 比の月別変化を調べた。データの等分散性が得られなかったため、検定には Kruskal-Wallis 検定を用いた。また、10月の試料について、TG が明確に2群に分かれたため、この2群に対して標準体長、体重、肥満度、胃充満度、生殖腺指数、TG 量、PL 量、DNA 量、RNA 量、タンパク質量、タンパク質/DNA 比、RNA/DNA 比について Mann-Whitney の U 検定を行った。

結 果

2004年5月から10月に行った調査において各月11~17個体のオシロコマを採集した。これらの個体について、各月の標準体長および体重に有意な差は認められなかった (標準体長; $H=2.5$, $p=0.78$, 体重; $H=5.0$, $p=0.42$, Table 1)。

胃充満度、生殖腺重量指数、肥満度の月別変化の結果を Fig. 1 に示した。胃充満度は5月に5.1の最も高い値を示した後、6、7月はやや低下し、8月には2.4まで低下した。9月に一時的に上昇したが、10月には最低値の1.3まで減少した。生殖腺指数は5、6月に低い値を示した後、8月まで増加し、9月は同値を維持し、10月にやや減少した。肥満度は5月から徐々に減少し、7、8月に低く、9月に最高値を示し、10月に再び減少した。胃充満度、生殖腺指数、肥満度にはいずれも有意差が見られた (胃充満度; $H=31.1$, $p<0.001$, 生殖腺指数; $H=39.1$, $p<0.001$, 肥満度; $H=16.9$, $p=0.003$)。

TG および PL 含量の月別変化の結果を Fig. 2 に示した。TG 量は5月から9月にかけて41.6 mg/g から45.2 mg/g まで徐々に上昇し、10月に下降した。10月には、42.2~49.4 mg/g の高い値を示す個体と、20.4~21.8 mg/g の低い値の個体に分かれた。PL 含量は5月から8月まで

は26.3~29.6 mg/g、9月に最高値を示し、10月には最低値を含む広いばらつきで平均値も低下した。TG、PL 含量にはいずれも有意差が見られた (TG; $H=18.2$, $p<0.002$, PL; $H=32.1$, $p<0.001$)。

DNA, RNA およびタンパク質含量の月別変化の結果を Fig. 3 に示した。DNA は5月から7月にかけて減少し、その後10月まで増加した。RNA は5月から8月にかけて急激に減少し、その後9月に一時的に急増し、10月には再び減少した。タンパク質は5月から10月にかけて増加傾向が見られた。DNA, RNA, タンパク質とも有意差がみられた (DNA; $H=60.6$, $p<0.001$, RNA; $H=61.6$, $p<0.001$, タンパク質; $H=25.1$, $p<0.001$)。

RNA/DNA およびタンパク質/DNA 比の月別変化の結果を Fig. 4 に示した。RNA/DNA 比は5月から10月にかけての減少を通じて、9月のみ上昇した。タンパク質/DNA 比は最小値を示した5月から7月まで増加し、9、10月には低下した。これらにはいずれも有意差がみられた (RNA/DNA; $H=64.6$, $p<0.001$, タンパク質/DNA; $H=18.2$, $p<0.002$)。

10月の結果でTG 量が高・低の2群に分かれたため、改

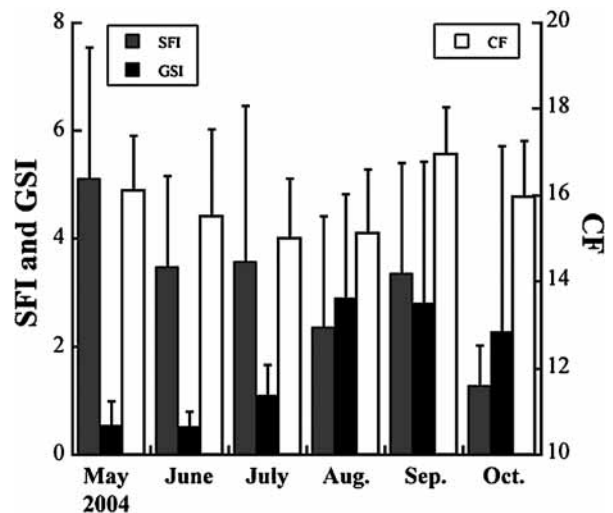


Fig. 1 Seasonal changes in stomach fullness index (SFI), gonad somatic index (GSI) and condition factors (CF) of Dolly Varden from the Pereke River, Shiretoko Peninsula. Error bars indicate standard deviation

Table 1 Standard length, body weight and number of fish examined

Month	Standard length(cm)	Body weight (g)	n	Water temp. (°C)
	mean±SD	mean±SD		
May, 2004	14.1±2.7	51.2±30.4	16	9.6
June	13.7±2.2	42.9±22.6	17	15.5
July	14.4±3.3	51.1±38.8	11	17.7
August	14.1±2.6	45.8±26.3	15	17.3
September	15.5±3.4	71.5±48.5	13	14.2
October	14.8±3.5	58.5±51.4	17	9.7

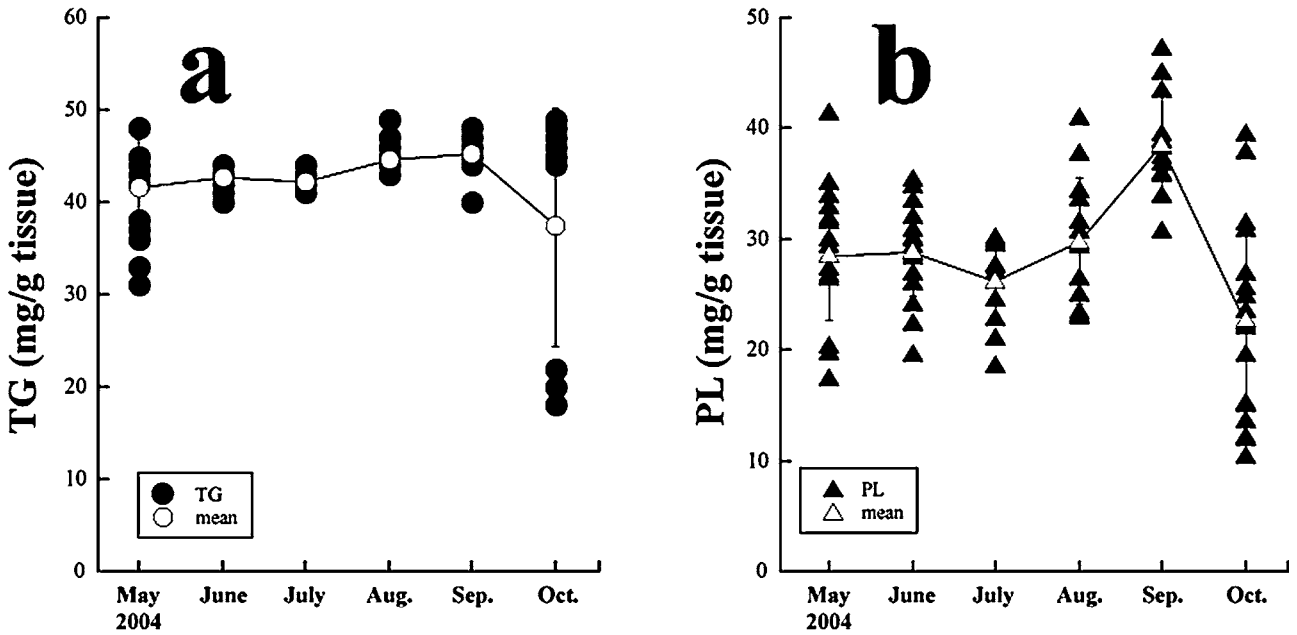


Fig. 2 (a) Seasonal changes in triglyceride (TG) and (b) phospholipids (PL) contents of the samples in Fig. 1. Error bars indicate standard deviation

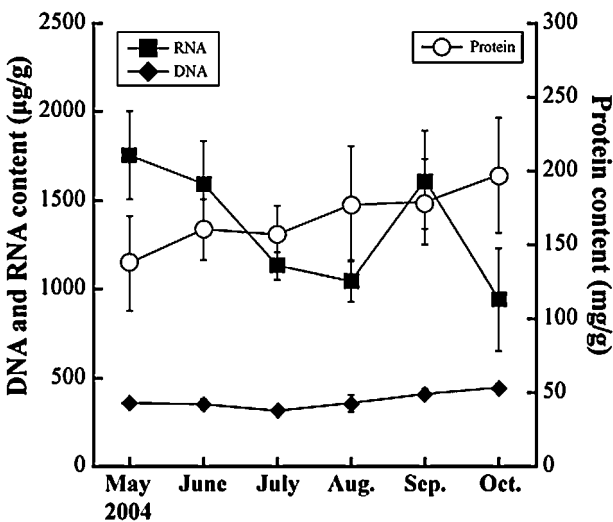


Fig. 3 Seasonal changes in DNA, RNA and protein contents of the samples in Fig. 1. Error bars indicate standard deviation

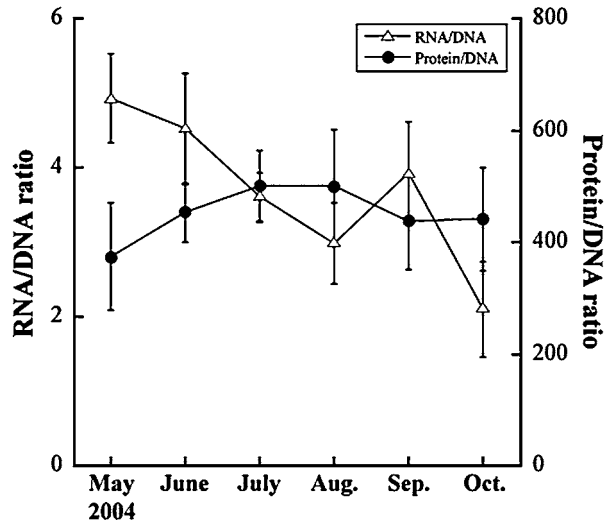


Fig. 4 Seasonal changes in RNA/DNA and protein/DNA ratios of the sampled in Fig. 1. Error bar indicate standard deviation

めてそれぞれの群の体重、標準体長、TG量、PL量、DNA量、RNA量、タンパク質量、RNA/DNA比、タンパク質/DNA比、肥満度、生殖腺指数および胃充満度について2群の比較としてMann-WhitneyのU検定を行ったが、結果はTG、PL量のみ明確に2群に有意差が検出され(いずれも $U=0$, $p<0.001$)、その他の項目では有意な差はみられなかった。

考 察

体成分の生化学的指標から、オシロコマの栄養状態は春には良好な状態であるが、夏にかけて低下し、9月に一時

的に良好となった後、10月に再び低下する傾向が見られた。タンパク質合成の指標であるRNA/DNA比は、5月の4.93から8月にかけて減少し、9月に増加、10月には再び2.10まで減少した。河川型サケ類の核酸比(RNA/DNA)については、良好な成長を示したカワマス *S. fontinalis* 筋肉中で5.0²¹⁾、ギンザケ *Oncorhynchus kisutch* 幼魚では十分に給餌された群で2.33~4.48、無給時群では1.18~1.90²²⁾、通常の水温(13°C)で飼育されたサクラマス幼魚 *O. masou* では1.82²³⁾などの報告があり、核酸比は栄養状態に比例して増加する。今回の分析結果では、少なくとも5月は良好な栄養状態にあり、10月に向けては状態が悪化したと推測

される。

多くの指標値が夏季に低下した原因では水温の上昇と天然餌料の減少が考えられる。7, 8月の調査時の水温はそれぞれ17.7, 17.3°Cであったが、オシロコマは水温16°C以上で摂餌活動度が低下することが知られている²⁴⁾。餌料環境については、カゲロウ目の羽化が春に集中し、春から夏にかけて現存量も低下する²⁵⁾。本研究の多くの測定・分析項目すなわち胃充満度・PL含量・RNA/DNA比などに見られた夏季の値の低下は、水温の上昇や水生昆虫の羽化等により餌生物の現存量が低下することによって食物の摂取量が減少したためと考えられる。

各指標値は9月に一時的に増加する傾向がみられたが、胃充満度は7月の値に近く、この時の水温は14.2°Cと前述の16°C以下であり、摂餌活性が高かったことが予想されたが、PL含量や肥満度は最高値に達していないため、単純に摂餌量の増加によると思われる。胃内容物の観察によると、9月はカラフトマス *O. gorbuscha* の卵が重量比で99.5%以上と優占した(山本ら、投稿中)。魚卵は一般に脂肪含量が多いので²⁶⁾、この一時的な栄養状態の回復はカラフトマス卵の摂食に基因すると思われる。

10月の試料分析では、タンパク質含量とタンパク質/DNA比を除く全指標で低下がみられた。知床半島におけるオシロコマの産卵期は10~11月であり¹⁾、生殖腺指数も10月に若干の低下が見られたこと、著者らの胃内容物の観察で10月のサンプルでは、生殖腺の発達した個体は空胃であることが多く、生殖腺指数と胃充満度に弱い負の相関も見られたことから ($r = -0.48$, $p < 0.05$)、産卵場所への移動や繁殖行動に関連して栄養状態が低下した可能性がある。また、この時期のオシロコマの胃内容物はユスリカ幼虫などのハエ目幼虫や若齢のカゲロウ目・カワゲラ目など小型の水生昆虫に偏ることが知られているので⁷⁾、河川内現存量も低下すると考えられている²⁷⁾。したがって10月の栄養状態の低下は、大なり小なり繁殖に伴う生理的要因と餌生物摂取量減少の両者が関係しているように思われる。なお、調査期間を通じて魚体サイズ(体長・体重)には大きな差異が見られなかったため、成長に関する栄養消費の解析には不十分であった。

TG量は9月に最高値を示したが、8月にも高い値を示し、他の指標と異なる結果が得られた。タンパク質/DNA比は5月から徐々に上昇し、9, 10月には低い値となった。一般に、TGはエネルギーの貯蔵物質¹²⁻¹⁴⁾、タンパク質/DNA比は相対的な細胞の大きさを表すと考えられている¹⁸⁾。すなわち、環境要因により摂食量が減少する一方で、細胞を肥大化させエネルギーを貯蔵していたと考えられる。これらの変化はこの年に成熟するサイズの個体も未成年も同じ傾向を示したことから、餌の少なくなる秋²⁷⁾に備えての生理的变化と思われる。

また10月は、TG量及びPL量において数値の高い群と低い群とに2分されたが、TGとPL以外の項目では有意差はみられなかった。脂質はエネルギーの貯蔵物質であるから¹²⁻¹⁴⁾、10月の産卵行動によるエネルギーの消費も予想されたが、生殖腺指数には有意差が見られなかった。ロー

カルハピタット内における個体間の順位は体サイズに強く依存するが²⁸⁻³⁰⁾、Table 1に示したように、TG量、PL量の高い群と低い群の体長に差がみられなかったため、二極化が個体間競争による結果とは言えないであろう。栄養状態への影響には、産卵のための河川内の移動によるエネルギーの消費も考えられるが、明確な二極化の証明には今回の調査結果だけでは不十分である。サクラマス幼魚やカラフトマス稚魚では、降海に備える時期に脂質含量が減少することが知られている³¹⁻³³⁾。一方、知床半島内の河川では、降海型のオシロコマが出現することが判っているが^{2, 34-38)}、その出現頻度、降海時期、生活史等については不明な点が多い。ほとんどの個体が降海型の生活史を送るアラスカのオシロコマでは降海時期が主に春であるが、一部は秋に降海することから³⁹⁾、本研究で観察されたTG量、PL量の二極化も、降海に備えるスモルト化に伴う現象ではないかと考えられる。TG量が少ない個体とPL量が少ない個体とは一致しており、また、明確に2群に分かれたことから、何らかの生理的な要因が考えられるが、本研究ではスモルト化に伴う脂質関連項目・ホルモン等の分析は未だで、今後の課題として残されている。

オシロコマは冷水性の魚類で、世界において北海道が分布の南限であり¹⁾、北海道内において水温は生息域を支配する重要な要因であることから⁴⁰⁾、夏季の水温はその栄養状態に大きな影響を与えていることが示唆されている。また、9月の一時的な栄養状態の回復はカラフトマス卵の偏食によると考えられた。一般に河川性サケ科魚類の冬期間の生残率は低く⁴¹⁾、その要因は越冬前の栄養状態の良否に強く関係しているといわれている^{42, 43)}。よって、知床半島における秋のカラフトマスとサケ *O. keta* の遡上・産卵はオシロコマの冬季の生残にとっても重要な要因であると考えられる。また、知床半島の河川には多くの人工構造物が設置されており⁴⁴⁾、ダムや流路工等の河川工作物は水温を上昇させ^{45, 46)}、回遊魚の遡上を阻害すると言われている⁴⁷⁾。河川工作物が与える影響や、カラフトマスやサケの産卵期における魚卵の飽食がオシロコマの栄養状態や冬季の生残に与える影響も調べる必要がある。

謝辞：本研究を行うにあたり、東京農業大学生物生産学科学園環境学研究室の水野 眞教授、同大学アクアバイオ学科学園増殖学研究室の園田 武講師にはご指導、ご援助を頂いた。同大学の宇佐見兼司氏、前田久志氏には調査にご協力頂いた。北海道立水産孵化場道北支場の鷹見達也氏には、本論文を取りまとめるにあたり有益なご助言を頂いた。ここに記して厚く御礼申し上げます。

引用文献

- 1) 中田 淳, 1991, オシロコマ, 「北のさかなたち」(長澤和也, 鳥澤 雅編) 北日本海洋センター, 札幌, 46-49.
- 2) 小宮山英重, 2003, 知床の淡水魚, 「知床の魚類」(斜里町立知床博物館編) 北海道新聞社, 札幌, 10-141.
- 3) 環境省自然環境局野生生物課編, 2003, 「日本の絶滅のおそれのある野生生物—レッドデータブック, 汽水・淡水魚編」環境省, 東京.

- 4) 北海道環境生活部環境室自然環境課編, 2001. 「北海道レッドデータブック」北海道, 札幌.
- 5) 早矢仕有子, 1991. シマフクロウ *Ketupa blakistoni* における保全生物学的研究, 北海道大学博士論文, 札幌.
- 6) 北野 聡, 中野 繁, 1991. 知床半島, 幌別川におけるオショロコマ (*Salvelinus malma*) の成長, 性成熟および食性, 知床博物館研究報告, 13, 1-12.
- 7) 山本敦也, 桑原 達, 2002. 幾品川および忠類川におけるオショロコマ (*Salvelinus malma*) の食性, 知床博物館研究報告, 23, 21-30.
- 8) 石城謙吉, 1984. 「イワナの謎を追う」岩波書店, 東京.
- 9) FAUSCH, K.D., NAKANO, S. and ISHIGAKI, K., 1994. Distribution of two congeneric charrs in streams of Hokkaido Island, Japan : considering multiple factors across scales. *Oecologia*, 100, 1-12.
- 10) NAKANO, S., FAUSCH, K.D. and KITANO, S., 1999. Flexible niche partitioning via a foraging mode shift : a proposed mechanism for coexistence in stream-dwelling charrs. *J. Anima. Ecol.*, 68, 1079-1092.
- 11) 大島正満, 1938. 本邦産イハナに関する研究 (2), 植物および動物, 6, 1669-1674.
- 12) 里見至弘, 1969. コイ稚魚の体成分 (核酸, リン脂質, 全窒素, 全磷, 水分) に影響を及ぼす飽食と絶食の影響, 淡水研報, 19, 47-72.
- 13) LARRY, G.S., 1987. 脂質と生体膜, 「ライフサイエンス基礎生化学」(駒野 徹, 中澤 淳, 中澤晶子, 酒井 充, 森田潤司共訳) 化学同人, 京都, 213-225.
- 14) 示野貞夫, 四方崇文, 1996. 魚類の栄養状態とその調節, (4) 給餌量に対する代謝応答, 水産の研究, 15, 47-51.
- 15) 中野 広, 安藤義秀, 白旗総一郎, 1985. 成長にともなうサケ稚魚の酸性フォスターゼ活性, 蛋白質, RNA および DNA 量の変化, 北水研報告, 50, 11-77.
- 16) 福田雅明, 矢野 豊, 中野 広, 杉本元彦, 1986. クロガシラカレイ稚仔魚の成長に伴うタンパク質量と核酸量の変化, 日水誌, 52, 951-955.
- 17) BUCKLEY, L.J., 1984. RNA-DNA ratio : an index of larval fish growth in the sea, *Marine Biology*, 80, 291-298.
- 18) BULOW, E.J., 1987. RNA-DNA ratio as indicators of growth in fish : a review. In : SUMMERFELT, R.C., HALL, G.E. (eds) *The age and growth of fish*. Iowa University Press, Iowa, 45-64.
- 19) LOWRY, O.H., ROSENBEROUGH, N.J., FARR, A.R. and RANDALL, R.J., 1951. Protein measurement with folin phenol reagent. *J. Biol. Chem.*, 192, 265-275.
- 20) 中野 広, 1988. 海産魚類初期生活史研究の手法 13, 稚仔魚研究のための核酸の定量法, 海洋と生物, 54, 23-26.
- 21) WILDER, I.B. and STANLY, J.G., 1983. RNA-DNA ratio as an index to growth in salmonid fishes in the laboratory and in streams contaminated by carbaryl. *J. Fish. Biol.*, 22, 165-172.
- 22) VARNAVSKY, V.S., VARNASKAYA, N.V., KALININ, S.V. and KINAS, N.M., 1992. RNA/DNA index as an indicator of growth rate of coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*) during early marine life. *J. Ichthyol.*, 32, 10-19.
- 23) 大津 順, 1992. 13°C から 18°C の水槽に移したときの 3 倍体サクラマス RNA/DNA 比の変化, 富山県水産試験場研究報告, 3, 7-14.
- 24) TAKAMI, T., KITANO, F. and NAKANO, S., 1977. High water temperature influences on foraging responses and thermal death of Dolly Varden *Salvelinus malma* and white-spotted charr *S. leucomaenis* in a laboratory. *Fish. Sci.*, 63, 6-8.
- 25) 井尻憲司, 1979. 幾品川におけるカゲロウ目幼生の分布, 知床博物館研究報告, 1, 11-14.
- 26) 鈴木平光, 1994. 魚卵の栄養価とその特性, 食の科学, 195, 42-46.
- 27) KAWAGUCHI, Y. and NAKANO, S., 2001. Contribution of terrestrial invertebrates to the annual resource budget for salmonids in forest and grassland reaches of a head-water stream. *Freshw. Biol.*, 46, 303-316.
- 28) 中野 繁, 谷口義則, 1996. 淡水性サケ科魚類における種間競争と異種共存機構, 魚類学雑誌, 43, 59-78.
- 29) NAKANO, S., 1994. Variation in agonistic encounters in a dominance hierarchy of freely interacting red-spotted masu salmon (*Oncorhynchus masou ishikawai*). *Ecol. Freshw. Fish.*, 3, 153-158.
- 30) NAKANO, S., 1995. Competitive interactions for foraging microhabitats in a size-structured interspecific dominance hierarchy of two sympatric stream salmonids in a natural habitat. *Can. J. Zool.*, 73, 1845-1854.
- 31) 太田 亨, 山田 実, 1971. サクラマス *Oncorhynchus masou* の脂質, 第 1 報 変態時期におけるサクラマス幼魚の脂質含量および脂肪酸組成の変動とそれらにおよぼす光の影響について, 北大水産彙報, 22, 151-158.
- 32) 太田 亨, 山田 実, 1974. サクラマスの脂質—Ⅲ, 降海時期における河川残留型および降海型サクラマス幼魚の脂質組成, 日水誌, 40, 707-713.
- 33) 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, 北海道水産孵化場研究報告, 47, 21-26.
- 34) 疋田豊彦, 1962. 北海道東部河川に遡上したオショロコマについて, 北海道立水産孵化場研究報告, 17, 59-63.
- 35) 石城謙吉, 1967. 東北海道伊茶仁川に遡上したオショロコマについて, 日本生物地理学会会報, 24, 37-43.
- 36) 前川光司, 1973. 知床地方で採集した降海期のオショロコマについて, 魚類学雑誌, 24, 49-56.
- 37) KOMIYAMA, E., OHTAISHI, N. and MAEKAWA, K., 1982. Occurrence of a sea-run type of the Dolly Varden in the Shiretoko Peninsula, Hokkaido. *Japan. J. Ichthyology*, 29, 298-302.
- 38) UMATANI, Y., ARAI, T. and MAEKAWA, K., 2007. Variation in migratory history of Dolly Varden in a stream with an artificial dam in the Shiretoko Peninsula, Hokkaido, Japan. *Envir. Ecol. Fish.* (in press).
- 39) ARMSTRONG, R.H. and MORROW, J.E., 1980. The dolly varden charr, *Salvelinus malma*. In : BALON, E.K. (ed) *Charrs*. Dr W. Junk bv Publishers, Hague, 99-140.
- 40) KISHI, D., MURAKAMI, M., NAKANO, S. and MAEKAWA, K., 2005. Water temperature determines strength of top-down control in a stream food web. *Freshw. Biol.*, 50, 1315-1322.
- 41) HUNT, R.L., 1969. Overwinter survival of wild fingerling brook trout in Lawrence Creek, Wisconsin. *J. Fish. Res. Bd. Can.*, 26, 1473-1483.
- 42) 太田 亨, 山田 実, 1974. サクラマスの脂肪—Ⅱ, 河川で生活するサクラマス幼魚の筋肉脂肪の季節的变化, 日水誌, 40, 699-706.
- 43) 隼野寛史, 永田光博, 宮腰靖之, 1999. 北海道北部増幌川におけるサクラマス幼魚の秋季放流試験 1. サイズの異なる 4 群の栄養状態と冬期の生残率, 北海道水産孵化場研究報告, 53, 39-47.
- 44) 桑原禎和, 高橋剛一郎, 山中正実, 2005. 知床における河川情報の整理に関する試み—ダム—のリスト, 知床博物館研究報告, 26, 1-8.
- 45) 中村太士, 百海琢司, 1989. 河畔林の河川水温への影響に関

- する熱収支的考察, 日林誌, 71, 387-394.
- 46) 崎尾 均, 鈴木和次郎, 1977. 水辺の森林植生(溪畔林・河畔林)の現状・構造・機能および砂防工事による影響, 砂防学会誌, 49, 40-48.
- 47) 中野 繁, 井上幹生, 桑原禎知, 豊島照雄, 北條 元, 藤戸永志, 杉山 弘, 奥山 悟, 笹 賀一郎, 1995. 北海道大学天塩・中川地方演習林および隣接地域における淡水魚類相と治山・砂防ダムが分布に及ぼす影響, 北海道大学農学部演習林研究報告, 51, 95-105.

Seasonal Changes in the Nutritive Conditions of Dolly Varden, *Salvelinus malma malma*, in a River of Shiretoko Peninsula, Hokkaido, Northern Japan

By

Atsuya YAMAMOTO*, Mitsuru TORAO** and Ren KUWABARA***

(Received August 24, 2007/Accepted October 26, 2007)

Summary : Seasonal changes in the nutritive elements of stream-dwelling Dolly Varden were investigated in the Pereke River in Shiretoko Peninsula, eastern Hokkaido, Japan. Chemical analyses were carried out on the indicators to the nutritive condition such as triglyceride, phospholipid, DNA, RNA and protein. Most of the indicator elements decreased from May to August except protein and protein/DNA ratio, with temporary increase in September and decrease in October. Such fluctuations suggest the innutritious effect of high water temperature in summer. These conditions temporarily recovered in September, but the lipid contents deviated to two groups toward October. It would be engorging with feeding of the pink salmon eggs, and changes on the physiological effect concerned smoltification.

Key words : Dolly Varden, nutritive condition, lipid, nucleotide, protein

* Department of Bioproduction, Faculty of Bio-industry, Tokyo University of Agriculture

** Hokkaido Fish Hatchery, Doto Research Branch

*** An emeritus professor of Tokyo University of Agriculture and Institute of Technology, Hokkaido Shell Industry Co., Ltd.