

短 報

サクラマス稚魚の炭素・窒素安定同位体比のターンオーバータイム

下田 和孝

北海道立水産孵化場

Turnover time of carbon and nitrogen stable isotope ratios in the masu salmon fly

KAZUTAKA SHIMODA

Hokkaido Fish Hatchery, Kitakashiwagi 3-373, Eniwa, Hokkaido 061-1433, Japan

Abstract To estimate the turnover time in carbon and nitrogen stable isotope ratios, masu salmon (*Oncorhynchus masou*) fly with -17.1‰ $\delta^{13}\text{C}$ and 15.3‰ $\delta^{15}\text{N}$ was given food with -32.8‰ $\delta^{13}\text{C}$ and 3.5‰ $\delta^{15}\text{N}$. Subsequently, 20 to 30 days later, isotope ratios in the masu salmon muscle indicated a significant difference between the initial values. The turnover rate of stable isotope ratios in the masu salmon muscle was $-0.0713 \text{‰ day}^{-1}$ in $\delta^{13}\text{C}$ and -0.0330‰ day^{-1} in $\delta^{15}\text{N}$. These results suggest that the turnover time of the masu salmon muscle is 199 days in $\delta^{13}\text{C}$ and 267 days in $\delta^{15}\text{N}$ respectively.

Key words : サクラマス稚魚, 安定同位体比, ターンオーバータイム

動物の安定同位体比はその餌料生物や栄養段階と良く対応することが知られ (南川, 1997), 様々な分野で生態学的指標として盛んに利用されている (山田ら, 2002)。安定同位体解析では, 餌生物と捕食者間での安定同位体比の濃縮係数や, 餌の安定同位体比が捕食者の体組織の値に反映されるのに要する時間 (ターンオーバータイム) などの基礎的知見が重要であり, これらが生物種によって異なることや, 組織や体サイズによっても変化することが知られている (松原, 1997)。魚類においても安定同位体解析は餌資源の推定などに活用されているが (例えば, Takai and Sakamoto 1999; Maruyama *et al.*, 2001), 濃縮係数やターンオーバータイムが明らかにされている魚種は少なく (松原, 1997), 今後様々な魚種について知見の集積を進める必要がある。本研究ではサクラマス *Oncorhynchus masou* 稚魚の筋肉について飼育環境下で炭素・窒素安定同位体比のターンオーバータイムを測定した。

供試魚には 2001 年 6 月 28 日に北海道中部日本海岸に注ぐ濃昼川で採捕したサクラマスの稚魚 100 個体

(平均体長±標準偏差, $4.3 \pm 0.19\text{cm}$; 平均体重±標準偏差, $0.72 \pm 0.11\text{g}$) を用いた。これらのサクラマスを含む容積 60L のアクリル水槽に入れ, 餌料として柏木川 (石狩川水系千歳川支流) に流入する九谷田の沢川で 2001 年 6 月 28 日から 7 月 26 日に採集したオオエゾヨコエビ (*Jesogammarus jesoensis*) を乾燥粉碎して毎日 1 回飽食するまで与えた。飽食の定義は (小林, 1998) に従い, 摂餌行動が緩慢になり給餌後約 5 分経過しても若干の餌料が食べ残されている状態とした。飼育水槽には九谷田の沢川の河川水 (水温約 10°C) を毎時 60L 注水した。飼育水にサクラマスの餌となるものが混入しないようにスポンジフィルター (P II フィルター, Tetra 社) で濾過した。7 月 2 日から飼育実験を開始した。飼育開始日, 飼育開始 10 日後, 20 日後および 30 日後にそれぞれ 5 個体の供試魚を無作為に抽出し, これらの筋肉を Folch *et al.* (1957) の方法に従ってメタノールとクロロホルムの混合溶液で脱脂した。脱脂後は濾紙 (GF/F, Whatman 社) で溶液を除去し, ドラフト内で風乾し, 分析に供するま

で-30°Cで冷凍保存した。安定同位体比の測定には元素分析計 (EA1112, Thermo Finnigan 社) と質量分析計 (DELTA plus, Finnigan mat 社) を直結したガス化導入装置を用いた。また、餌料として用いたオオエゾヨコエビについても、10 個体を混合したサンプルを用いてサクラマスと同様の方法で脱脂乾燥と安定同位体比の測定を行った。実験開始 10 日後, 20 日後および 30 日後におけるサクラマスの安定同位体比を Dunnett のペアごとの t 検定により飼育開始時の値と比較した。

飼育を開始した時点でのサクラマスの炭素・窒素安定同位体比はそれぞれ-17.1‰および 15.3‰であった (Fig. 1)。一方、餌料として用いたオオエゾヨコエビの炭素・窒素安定同位体比はそれぞれ-32.8‰および 3.5‰であり、飼育開始時点のサクラマスの値と比べそれぞれ 15.7‰および 11.8‰低かった。

サクラマスの炭素安定同位体比は、飼育開始 10 日後までは飼育開始時点と差異は認められなかったが、飼育開始 20 日目には低下し始め、飼育開始 30 日目には試験開始時の値よりも有意に低くなった (Fig. 1a)。炭素安定同位体比が低下傾向を示した飼育開始 10 日後から 30 日後にかけての 20 日間における炭素安定同位体比の変化率は $-0.0713\% \text{ day}^{-1}$ であった。同様に窒素安定同位体比は飼育開始 20 日後以降低下し、試験開始時の値との間に有意差を示した (Fig. 1b)。窒素安定同位体比が低下傾向を示した飼育開始 10 日後から 30 日後にかけての 20 日間における窒素安定同位体比の変化率は $-0.0330\% \text{ day}^{-1}$ であった。

これらの結果は、本研究の飼育条件下においては、餌料の炭素・窒素安定同位体比がサクラマス稚魚の筋肉の値に反映されるのに 20~30 日程度を要したことを示している。また、サクラマス稚魚の筋肉の安定同位体濃縮係数が経験則 (炭素 1.5‰, 窒素 3‰; 南川, 1997) に従うと仮定すると、サクラマス稚魚の筋肉組織の安定同位体比が餌生物の値に置き換わるのに要する日数 (d) は、サクラマスと餌料の安定同位体比の差 (δ^1)、安定同位体濃縮係数 (δ^2) および安定同位体比変化率 (r , 炭素同位体比, $-0.0713\% \text{ day}^{-1}$; 窒素同位体比, $-0.0330\% \text{ day}^{-1}$) 用いて、下式により炭素安定同位体比で 199 日、窒素安定同位体比で 267 日と試算できる。

$$d = (\delta^1 - \delta^2) / r$$

ただし、安定同位体比のターンオーバータイムは、体サイズや成長によって異なり (松原, 1997)、また

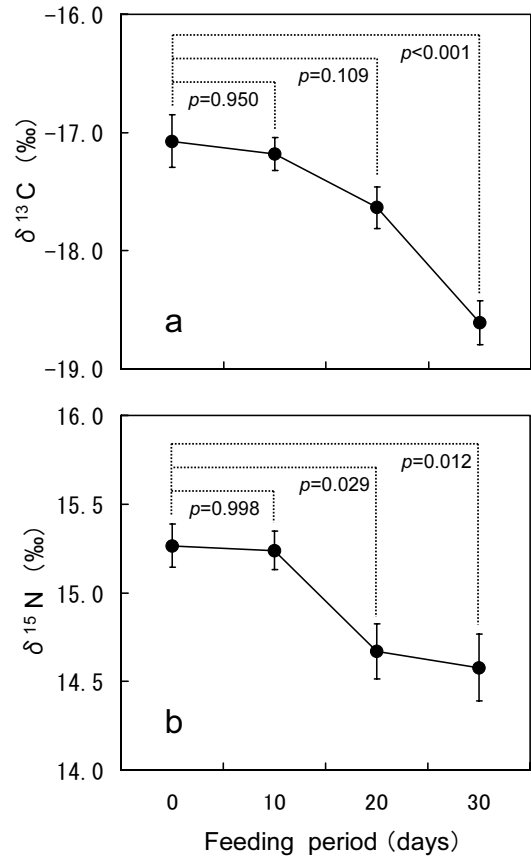


Fig. 1 Changes in the carbon (a) and nitrogen (b) stable isotope ratios of masu salmon fly muscle (mean ± SE, $n=5$) and results of Dunnett's test.

餌料の種類やその餌料効率によっても変化する可能性も考えられることから、本研究の結果は特定条件下における一事例としてとらえる必要がある。例えば、今回は餌料としてオオエゾヨコエビを用いたが、本種を与えたサクラマスの餌料効率は 12.8%と低いため (下田ら, 2004)、体組織への餌料成分の取り込みが緩やかとなり、安定同位体比の変化率は低く見積もられた可能性が考えられる。その一方で、今回の試験設定では餌生物と供試魚の安定同位体比の差が大きいことにより、安定同位体比の変化を統計的手法により検出しやすかったとも言える。今後、餌料や供試魚の体サイズなどの諸条件を様々に設定した実験を行い、サクラマスの安定同位体比のターンオーバータイムについて一般的傾向を明らかにする必要がある。

本研究を進めるに当たり、東北大学大学院農学研究科の伊藤絹子助手および北海道工業大学環境デザイン学科の柳井清治教授には安定同位体解析について多くの助言を頂きました。厚く御礼申し上げます。

文 献

- Folch, J., Lees, M. and Sloane Stanley, G. H. (1957). A simple method for the isolation and purification of total lipides from animal tissues. *The Journal of Biological Chemistry*, **226**, 497-509.
- 小林美樹 (1998). サクラマスに対する給餌法の改善—隔日給餌による効果—. *魚と水*, **35**, 1-11.
- Maruyama, A., Yamada, Y., Yuma, M. and Rusuwa, B. (2001). Stable nitrogen and carbon isotope ratios as migration tracers of landlocked goby, *Rhinogobius* sp. (the orange form), in the Lake Biwa water system. *Ecological Research*, **16**, 697-703.
- 松原健司 (1997). 動物の食性解析における安定同位体の有効性と問題点. *月刊海洋*, **29**, 425-429.
- 南川雅男 (1997). 安定同位体による海洋食物網研究. *月刊海洋*, **29**, 391-398.
- 下田和孝・中島美由紀・柳井清治・河内香織・伊藤絹子 (2004). 陸上植物からサクラマス幼魚への物質移動経路. *魚類学雑誌*, **51**, 123-134.
- Takai, N. and Sakamoto, W. (1999). Identification of local populations of Lake Biwa catfish *Silurus biwaensis* in Japan on the basis of $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$ analyses. *Canadian Journal of Zoology*, **77**, 258-266.
- 山田佳裕・丸山 敦・石樋由香 (2002). 沿岸帯における炭素、窒素安定同位体比研究の話題. *陸水学雑誌*, **63**, 261-267.