

# 氷上保存および解凍によるアカガレイの体長収縮

柳下直己, 岩尾敦志, 山崎 淳

Shrinkage of Body Length in *Hippoglossoides dubius* during Storage on Ice and after Thawing

Naoki Yagishita, Atsushi Iwao\* and Atsushi Yamasaki

Shrinkage of body length during storage on ice and after thawing was investigated using 61 individuals of flathead flounder *Hippoglossoides dubius*, 145-393 mm in body length. During storage on ice for 12-24 hours, 0-2.5 % (mean 0.68 %) shrinkage in body length occurred. When frozen stored flathead flounder was thawed, body length shrank 1.3-5.4 % (mean 3.20 %), regardless of the time of storage on ice (0-24 hours) before freezing. Estimated equation for body length when alive ( $BL_a$ ) and that after thawing ( $BL_t$ ) was  $BL_a = 1.020BL_t + 3.527$ .

キーワード：アカガレイ, 保存, 凍結, 解凍, 収縮

日本海西部におけるアカガレイ *Hippoglossoides dubius* の成長は、鱗の輪紋を用いて推定されているが、標本の採集された時期や海域がほぼ同一であるにもかかわらず成長推定の結果が異なるなど、いくつかの問題点が残されている（宇野ら, 1994）。魚の成長を推定する方法の一つに標識放流による方法があり、放流時の体長と再捕時の体長から、放流後の経過時間における成長量を知ることが出来る。標識放流から得られる情報は、同一個体の成長についてのものであるなど、耳石や鱗などを用いた年齢査定による成長の推定とは異なった有用な特徴をもっており（田中, 1998）、本種の成長を推定する上で大きな手掛かりになると期待される。

京都府立海洋センターでは、1994年から京都府沖合海域において本種の標識放流調査を行っているが、再捕時における体長の測定値の方が放流時のそれよりも小さいということがしばしば見られる。この原因として、放流時における魚体の取扱いの難しさによる体長測定の見誤差や、放流時と再捕時の測定条件の違いによる体長測定値の異なった偏りなどが考えられている（田中, 1998）。しかし、生体時のアカガレイの取扱いは比較的容易であり、放流時における魚体の取扱いの難しさにより体長測定に大きな誤差が生じるとは考え難い。また、再捕された標識魚は、当センターが回収し体長の測定を行っているため、放流時と再捕時における測定部位や方法に違いはない。

一方、標識魚の再捕はすべて底曳網漁業者によるものであり、通常、漁獲後帰港するまでは氷上保存されて水揚げ後に凍結される。極めて鮮度の良い魚肉を急速凍結しこれを急速解凍すると、魚肉は解凍硬直により収縮することがある（畑江, 1991）。そこで、体長

収縮の要因の一つとして解凍硬直を想定し、アカガレイの生体時、氷上保存後および解凍後の体長を測定して、それらの関係を比較検討した。

## 試料および方法

2004年6月24日および7月20日に若狭湾西部海域で、京都府立海洋センター所属の海洋調査船「平安丸」（183トン）により桁曳網でアカガレイ61個体を採集し、生体時の体長（ $BL_a$ ：下顎前端から下尾骨の後端まで）を1mm単位で測定した。体長は最小で145mm、最大で393mmであった（Fig. 1）。その内の6個体を直ちに1個体ずつビニール袋に入れて口を結び、 $-20^{\circ}\text{C}$ で凍結した。残りの55個体については、発泡スチロール製の容器（縦36cm×横50cm×高さ14cm）に砕氷を敷き、その上に3~6個体ずつ出来るだけ魚体が重ならないように無眼側を上向きに並

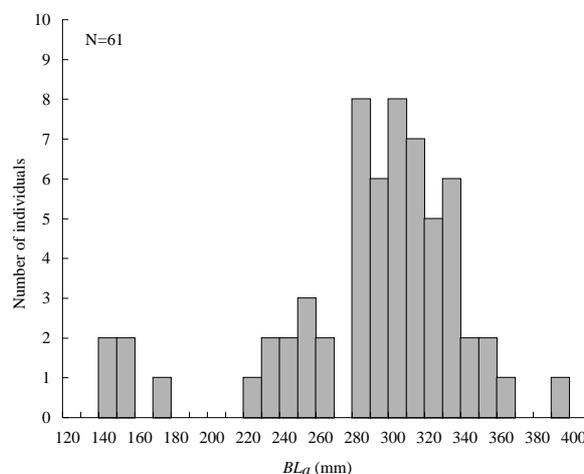


Fig. 1 Composition of body length when alive ( $BL_a$ ) of *H. dubius* used in this study.

\* 京都府農林水産部水産課 (Fisheries Division, Department of Agriculture, Forestry and Fisheries, Kyoto Prefectural Government, Kyoto 602-8570)

**Table 1** Changes of body length<sup>\*1</sup> during storage on ice and after thawing in *H. dubius*

Hours of storage on ice before freezing	No. of individuals	Body length				Body length After thawing		
		Alive $BL_a$ (mm)	After storage on ice $BL_i$ (mm)	$BL_i - BL_a$ (mm)	$(BL_i - BL_a) / BL_a$ (%)	$BL_t$ (mm)	$BL_t - BL_a$ (mm)	$(BL_t - BL_a) / BL_a$ (%)
0	6	230–327 (267.3±33.5)	-	-	-	224–319 (259.5±33.4)	-11– -6 (-7.8±1.7)	-4.4– -2.4 (-2.96±0.73)
6	7	247–364 (312.9±36.3)	247–364 (312.9±36.2)	-1–1 (0.0±0.8)	-0.3–0.3 (0.0±0.26)	241–355 (303.6±35.5)	-11– -6 (-9.3±1.8)	-3.7– -2.4 (-2.97±0.54)
12	16	145–356 (256.1±78.3)	145–355 (254.2±78.3)	-6–0 (-1.9±1.6)	-2.5–0.0 (-0.80±0.73)	140–346 (247.2±76.5)	-17– -5 (-8.9±3.3)	-5.4– -1.6 (-3.61±1.16)
15	11	236–331 (295.7±26.3)	234–327 (293.8±26.2)	-4–0 (-1.9±1.1)	-1.2–0.0 (-0.65±0.38)	227–320 (287.0±26.3)	-12– -4 (-8.7±2.3)	-4.0– -1.3 (-2.97±0.82)
18	16	280–393 (312.6±29.0)	280–392 (310.2±29.8)	-7–0 (-2.4±2.0)	-2.4–0.0 (-0.80±0.70)	275–385 (303.2±28.4)	-14– -5 (-9.4±2.5)	-4.6– -1.8 (-3.02±0.78)
24	5	286–353 (317.4±27.7)	283–351 (314.6±27.4)	-5–0 (-2.8±1.9)	-1.5–0.0 (-0.88±0.60)	277–341 (305.8±26.0)	-15– -9 (-11.6±2.6)	-4.4– -3.0 (-3.64±0.65)
Total	61	145–393 (290.7±52.5)	145–392 <sup>*2</sup> (291.4±53.9)	-7–1 <sup>*2</sup> (-1.9±1.8)	-2.5–0.3 <sup>*2</sup> (-0.68±0.65)	140–385 (281.5±51.4)	-17– -4 (-9.2±2.7)	-5.4– -1.3 (-3.20±0.89)

\*1 Data include ranges, with mean ± standard deviation in parentheses.

\*2 54 individuals.

べて、蓋をして室温で保存した（以下氷上保存と呼ぶ）。

解凍硬直は死後硬直の反応が解凍中に急速に発現することにより起こると考えられており、凍結前の鮮度（硬直指数）が異なると、解凍硬直の進行に違いが生じる（尾藤，1986）。よって、解凍硬直に伴って体長収縮が起こるとすれば、死後硬直の進行と凍結開始のタイミングが異なると、解凍後の体長収縮の程度にも違いが生じる可能性がある。これまでにアカガレイの死後硬直についての知見はなく、硬直に至るまでの時間は不明である。京都府沖合域で操業を行っている底曳網漁船により再捕された標識付きアカガレイは、その操業形態から推測して氷上保存後通常 24 時間以内には凍結される。そこで、凍結前の氷上保存の時間を 6 時間、12 時間、15 時間、18 時間および 24 時間の 5 通りに設定した（Table 1）。これら 5 通りの時間経過後に、それぞれ 7 個体、16 個体、11 個体、16 個体および 5 個体を発泡スチロール製容器内から取り出して、氷上保存後の体長 ( $BL_i$ , mm) を測定した。測定後直ちに 1 個体ずつビニール袋に入れて口を結び、-20 で凍結した。

氷上保存 15 時間後には、発泡スチロール製容器内に敷いた砕氷が融解し減少していたため、氷上保存を 18 時間および 24 時間行った容器には、15 時間経過後に砕氷を追加して敷いた。氷上保存を 15 時間行った発泡スチロール容器 1 つについて、容器内の温度をボタン式温度ロガー（株式会社 GSI クレオス製トムプローブ）により 10 分間隔で測定した。

全ての個体について約 72 時間凍結保存した後、流水中で解凍して解凍後の体長 ( $BL_t$ , mm) を測定した。

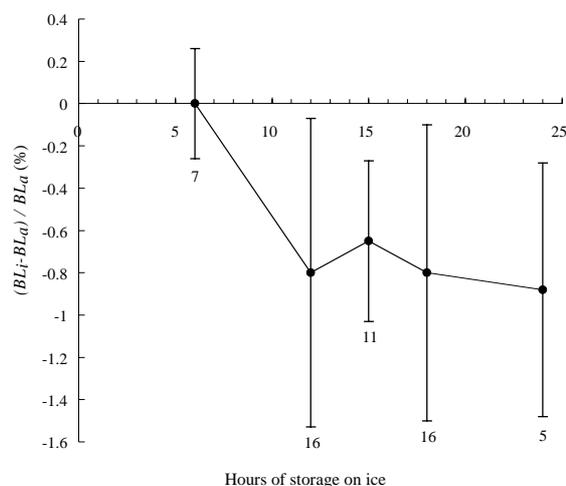
## 結 果

氷上保存 15 時間後までの発泡スチロール容器内の

温度は 2.9 ~ 7.0 で推移した。

アカガレイの氷上保存後および解凍後の体長変化を Table 1 に示した。

生体時から氷上保存後の体長の変化量は -7 ~ 1 mm（平均 -1.9 mm）であり、これを生体時の体長に対する割合で示すと -2.5 ~ 0.3% (-0.68%) であった。氷上保存時間毎に見ると、6 時間氷上保存後では体長が 1 mm（生体時の体長に対する割合で 0.3%）伸張および収縮した個体がいたが、平均では体長は変化しなかった。12 ~ 24 時間氷上保存後では、体長が変化しない個体も見られたが、平均ではどの氷上保存時間後でも体長は収縮した。体長の変化を生体時の体長に対する割合で示した平均は、氷上保存 12 時間後で -0.80%、15 時間後で -0.65%、18 時間後で -0.80%、24 時間後で -0.88% と、氷上保存時間の長さと同体長収縮の程度に特定の傾向は認められなかった (Fig. 2)。



**Fig. 2** Shrinkage of body length during storage on ice for 6-24 hours in *H. dubius*. Vertical bars indicate standard deviation. Number of individuals examined is shown below each bar. Abbreviations are as in Table 1.

解凍後では、生体時からの体長の変化量は -17~ -4 mm (平均 -9.2 mm) であり、これを生体時の体長に対する割合で示すと -5.4~ -1.3% (-3.20%) であった。すべての個体で体長は生体時から収縮しており、その収縮の程度は氷上保存後よりも大きかった。凍結前の氷上保存の有無によって、また、凍結前に氷上保存した場合はその時間の長さによって、解凍後の体長収縮の程度に大きな違いが生じることはなかった。体長収縮の程度には、体長による違いも認められなかった。

測定を行った全個体について  $BL_t$  と  $BL_a$  との関係の回帰直線を求めたところ、

$$BL_a = 1.020BL_t + 3.527 \quad (s = 2.466, r^2 = 0.998, n = 61) \quad (1)$$

で表された (Fig. 3)。

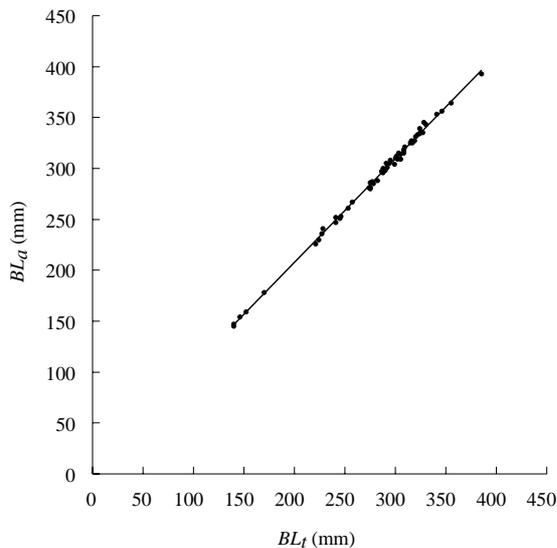


Fig. 3 Relationship between body length after thawing ( $BL_t$ ) and when alive ( $BL_a$ ) in *H. dubius*.

### 考 察

6 時間氷上保存後には、体長が伸張した個体および収縮した個体が見られた (Table 1)。しかし、平均では体長の変化は見られず、伸長および収縮した長さともに 1 mm であった。よって、これらの体長変化は測定誤差によるものである可能性が高く、実質的には体長の変化は起こっていないと考えられる。12 時間氷上保存後には、平均では体長は収縮しており、15~24 時間氷上保存後においてさらなる体長の変化は特に見られなかった (Fig. 2)。ホッケ *Pleurogrammus azonus* では、死後硬直と体長の収縮はほぼ連動して起こることが知られている (夏目, 1995)。アカガレイにおいても死後硬直と体長の収縮が連動して起こるならば、氷上保存 6 時間では死後硬直は開始しておらず、12 時間後にはほぼ最大硬直しており、また、24 時間後では硬直が継続していると考えられる。しかし、12~24 時間氷上保存後でも体長が変化しない個体が見られたことから、死後硬直の進行は個体により異なると

思われる。

解凍硬直とは死後硬直前に凍結し貯蔵された肉を解凍したときに肉が収縮する現象であり、また、魚体を丸ごと凍結した場合には、骨や皮で肉が固定されているので解凍において硬直するものの収縮は起こらない (尾藤, 1986)。しかし、アカガレイでは、氷上保存後に死後硬直前と考えられる状態であっても、死後硬直中と考えられる状態であっても、それらを凍結保存後に解凍すると同程度の体長の収縮が見られた。凍結保存後の解凍による体長収縮が解凍硬直によるものであるかは不明であり、その要因についてはさらに検討する必要がある。

24 時間以内の氷上保存後に凍結保存を行い解凍した時の体長と、生体時の体長の関係は (1) 式により表された。(1) 式によると、例えば解凍後の体長の測定値が 300 mm であったとすると、生体時の体長は 309.5 mm で、解凍による体長の収縮は 9.5 mm に及んだと推定される。アカガレイの成長は遅く体長 300 mm ほどでの年成長量は 10 mm 前後である (中谷ら, 1990; 宇野ら, 1994; 北川ら, 2004) ため、凍結した魚体を用いて本種の成長を推定する場合、解凍による体長収縮はその推定結果に大きな影響を与える可能性がある。今後、再捕後に凍結保存された標識付きアカガレイの体長測定の結果を、(1) 式を用いて生体時の体長に補正することにより、その成長を推定することが可能になると期待される。また、耳石や鱗の輪紋を用いて、あるいは体長組成などを利用して本種の成長を推定するような場合にも、凍結保存した魚体を用いるのであれば解凍による体長収縮を考慮する必要があるだろう。

### 文 献

- 尾藤方通. 1986. 魚の解凍硬直に及ぼす鮮度、凍結温度、解凍速度、解凍温度の影響. 東海水研報, (119): 25-31.
- 畑江敬子. 1991. III. 応用上の諸問題, 8. 調理への応用. 「魚類の死後硬直」(山中英明編). 83-91. 恒星社厚生閣, 東京.
- 北川大二, 片山知史, 藤原邦浩. 2004. 東北海域におけるアカガレイの分布と成長. 水産海洋研究, 68: 151-157.
- 中谷敏邦, 小泉広明, 横山信一, 前田辰昭, 高橋豊美, 松島寛治. 1990. 噴火湾産アカガレイの年齢と成長. 日水誌, 56: 893-901.
- 夏目雅史. 1995. 死後硬直による魚体長収縮. 北水試研報, 47: 1-6.
- 田中昌一. 1998. 「水産資源学総論, 増補改訂版」. 13+406pp. 恒星社厚生閣, 東京.
- 宇野勝利, 粕谷芳夫, 大谷徹也, 長浜達章, 倉長亮二, 道根 淳. 1994. II-2 アカガレイ. 平成 3~5

年度水産業関係地域重要新技術開発促進事業総合報告書（重要カレイ類の生態と資源管理に関する研究）. 67-107 . 石川県水産総合センター，福井県水産試験場，兵庫県但馬水産事務所試験研究室，鳥取県水産試験場，島根県水産試験場 .