

異なる逆算方法により求められたウスメバル成長式の比較

菊谷 尚久

A Comparoson between Growth Formula of Rockfish, *Sebastes thompsoni* (Jordan et Hubbs) Estimated by Different Backcalculation

Naohisa Kikuya

はじめに

魚類の成長解析では、これまで耳石径と体長の回帰式を用い、耳石輪径に基づく逆算法により成長式を算出する方法が多用されている。逆算法による解析の場合、従来より回帰式による方法とFreser-Lee法の2つが用いられており、三尾(1965)による輪径の標準化もFreser-Lee法の1つと考えられる。渡邊(1997)によると、回帰式による方法では、各個体の耳石径-体長関係と個体群の耳石径-体長関係との差を無視することになり、個体によっては採集時の実測耳石径から計算される計算体長と実測体長とが一致しないという矛盾が生じるとしている。また、Freser-Lee法で初期仔魚を含まない標本で回帰式を求めた場合、実際よりも回帰式の傾きは大きく切片は小さくなり、この回帰式で過去の成長を推定すると、実際の過去の体長よりも小さい値になるとしている。そして、従来法の問題点を改善する方法としてBiological Intercept法を紹介している。

本報告では青森県日本海側から得られたウスメバルを用い、回帰式による方法、輪径の標準化による方法及びBiological Intercept法を応用した方法で成長式を算出し比較を行った。

材料と方法

1996年から1998年に小泊、風合瀬、へなしの各漁業協同組合に水揚げされたウスメバル1,222個体、及び1997年6月19日に鱒ヶ沢沿岸で採集した流れ藻付随の稚魚39個体を材料とした。また、日本海側で採集できなかった着底稚魚については

1997年5月15日に脇野沢村沿岸で採集した41尾を併せて材料とした(図1)。これら合計1,302個体(雌597尾、雄500尾、性別不明205尾)について魚体測定を行った後、耳石を採取し水洗後50%グリセリン液中にて保存した。

年齢査定は原則として鈴木ら(1978)の方法に準じ、左側の耳石を用いて実体顕微鏡下で輪紋観察を実施した。ただし、標示部位は透明帯外縁とし、耳石中心から長軸後端までを耳石径 R (μm)、各標示までの長さを標示径 r_t (μm)としてビデオマイクロメーター(OLYMPUS製VM-60)を用いて計測し、雌雄別に検討した。ただし、性別不明の若齢個体については雌雄共通であるものと仮定してこれ以降処理した。

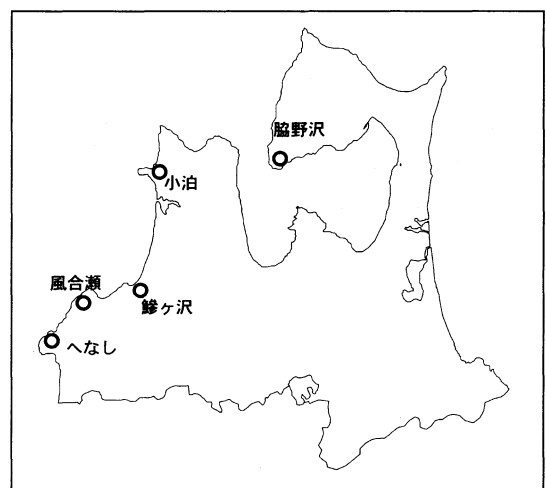


図1 調査位置図

結果

1. 輪紋の読み取り

輪紋観察では大型魚になるほど耳石の肥厚、

白濁等により最終輪紋までの読み取りが困難になることが確認され、最終輪紋まで計測できたのは1,200個体（雌532尾、雄463尾、性別不明205尾）であった。

2. 耳石長と体長との関係

計測した標示径から体長を逆算するため、耳石長（R, μm ）と体長（SL, mm）との関係について直線式、アロメトリー式、ロジスティック式、2次式をあてはめ雌雄別に検討したところ、決定係数が最も高かったのは以下のアロメトリー式であった（図2）。

雌： $SL = 0.06850 \times R^{0.937637}$
 （決定係数0.9708）……………①

雄： $SL = 0.07194 \times R^{0.930841}$
 （決定係数0.9688）……………②

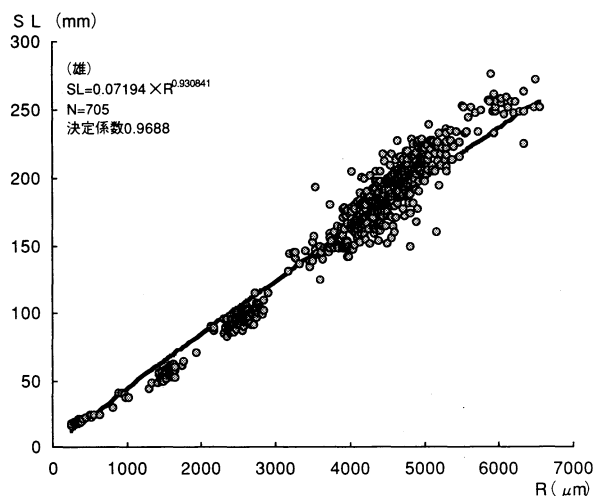
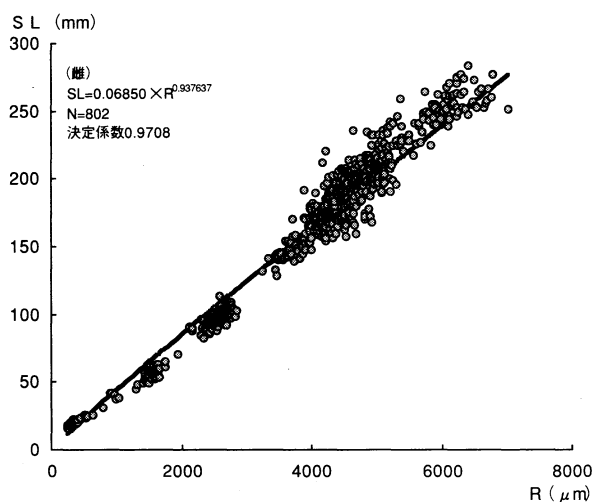


図2 耳石長(R)と体長(SL)との関係

3. Biological Intercept法による体長の逆算

Biological Intercept法では、耳石径と体長との間で比例関係が始まる点（Biological Intercept）を求める必要があるが、ウスメバルは胎生魚であり、産出前にすでに耳石が形成され産出の際には耳石に産出マークが形成されることが知られていることから（永澤, 1998）、Biological Interceptは産出前後に存在するものと考えられる。

今回は、産出前後の個体を得ることができなかったため、仮のBiological Interceptを求めるために当歳魚における耳石長（R, μm ）と体長（SL, mm）との関係を求めたところ、下記のアロメトリー式を得ることができた（図3）。

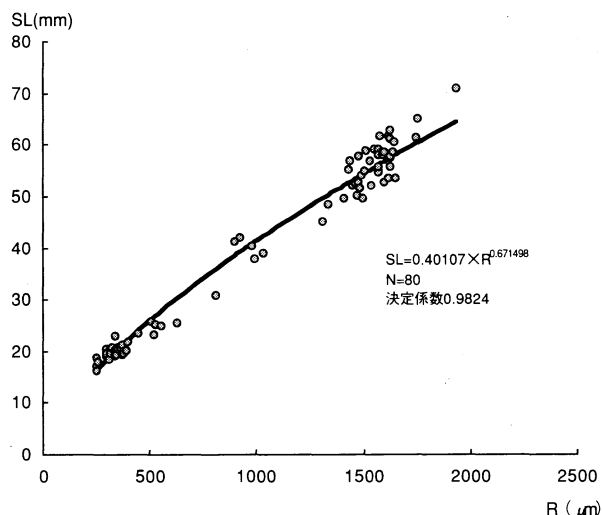


図3 当歳魚の耳石径と体長との関係

$SL = 0.40107 \times R^{0.671498}$
 （決定係数0.9824）……………③

そこで、③式における $R = 300$ の点（300, 18.4）をBiological Interceptとし、読輪できた全個体についてこの点と（R, SL）の点とを結ぶアロメトリー式を別個に求め、求めた式から各標示径（ r_t ）における体長（ L_t ）を逆算した（付表1）。

4. 従来法による体長の逆算

各標示径を三尾（1965）に従い標準化させ、①及び②式を用いて体長の逆算を行った（付表2）。また、回帰式による方法として、各標示径

を補正せずに①, ②式を用いて体長の逆算を行った(付表3)。

5. 成長式の算出

ウスメバルの成長式がvon Bertalanffyの成長式に従うものと仮定し, 第8年齢群までの逆算体長の平均値を用い(付表4), 赤嶺(1997)に従って重み付き最小二乗法により各パラメーターを求めた。パラメーターの推定には, MS-Excel^{※1}のソルバー機能を使い最適化させた。

算出された成長式は以下のとおりであった。

(雌: Biological Intercept法)

$$SL_t = 239.9 [1 - \exp \{-0.33602 \times (t + 0.30710)\}]$$

(雌: 三尾の標準化)

$$SL_t = 241.5 [1 - \exp \{-0.33247 \times (t + 0.20310)\}]$$

(雌: 未補正)

$$SL_t = 227.3 [1 - \exp \{-0.34721 \times (t + 0.24022)\}]$$

(雄: Biological Intercept法)

$$SL_t = 234.5 [1 - \exp \{-0.34427 \times (t + 0.29620)\}]$$

(雄: 三尾の標準化)

$$SL_t = 236.9 [1 - \exp \{-0.33793 \times (t + 0.20575)\}]$$

(雄: 未補正)

$$SL_t = 216.7 [1 - \exp \{-0.36943 \times (t + 0.22805)\}]$$

考 察

各補正により得られた逆算体長の平均値をみると(図4), 三尾の標準化による補正とBiological Intercept法による補正とは互いによく一致した値となった。ただし, 4歳以下の結果では, 三尾の標

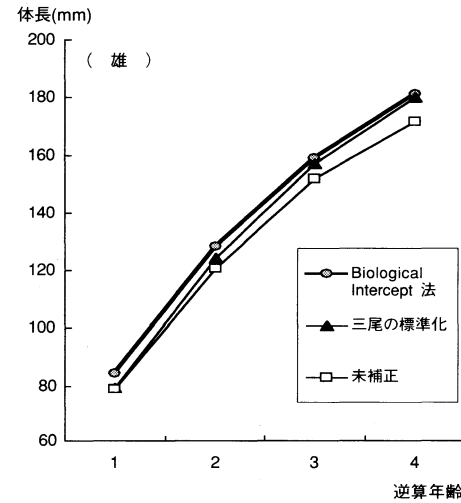
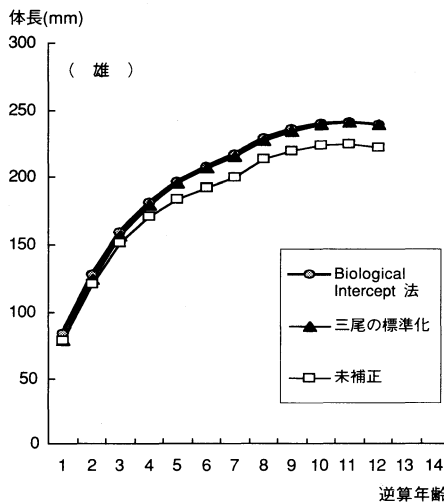
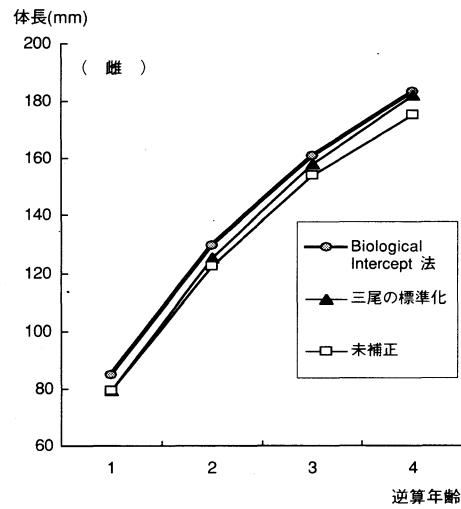
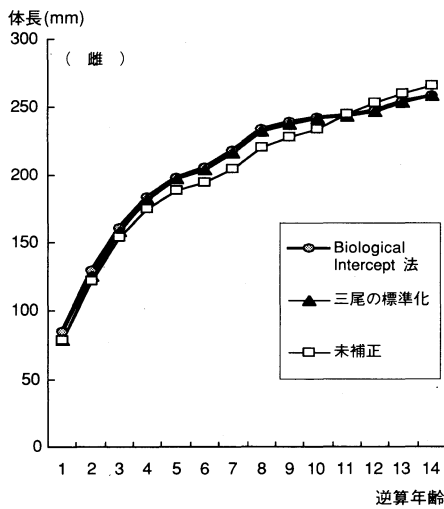


図4 補正により得られた逆算体長の平均値

※1 MS-ExcelはMicrosoft Corporationの登録商標

準化を行った補正では若齢ほど未補正による値に近くなる傾向がみられ、1～2歳魚ではほぼ未補正と同じ値を示した。

また、それぞれの補正結果から求めた成長式から算出される理論体長においても、同様の傾向がみられた(表1)。

菊谷(2000)は、標示部位として用いたウスメバル耳石の透明帯外縁の青森県における形成時期を4月頃としていることから、4～5月における実測体長との比較を行った。

表2に4～5月における実測体長の結果を示した。また、表3に2000年4～5月に小泊沖において試験刺網で採集したウスメバル1～3歳魚の実測体長を示した。

ウスメバルの成長に年級による差がないと仮定して各理論体長と実測体長とを比較すると(図5)、未補正の場合では理論体長が実測体長を大きく下回る結果となった。三尾の標準化の場合では、3歳以上での理論体長は実測体長に近いものの1～2歳での理論体長は実測体長を下回った。Biological Intercept法では従来法と比較してもっとも実測体長に近い値となった。

以上のことから、未補正のままでは各年齢を通じて成長を過小評価すること、三尾の標準化の場合では若齢部分において成長を過小評価することが示唆された。

池川(1999)は、輪紋半径式で成長式を算出した場合での過小評価の可能性を指摘しているが、

表1 成長式から算出される各年齢における理論体長

| | | mm | | | | | | | |
|------|-----------------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 補正方法 | 年齢 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 雌 | Biological Intercept法 | 85.3 | 129.4 | 160.9 | 183.5 | 199.6 | 211.1 | 219.3 | 225.2 |
| | 三尾の標準化 | 79.6 | 125.4 | 158.2 | 181.8 | 198.7 | 210.8 | 219.5 | 225.7 |
| | 未補正 | 79.5 | 122.9 | 153.5 | 175.2 | 190.5 | 201.3 | 208.9 | 214.3 |
| 雄 | Biological Intercept法 | 84.4 | 128.2 | 159.2 | 181.1 | 196.7 | 207.7 | 215.6 | 221.1 |
| | 三尾の標準化 | 79.3 | 124.5 | 156.7 | 179.7 | 196.1 | 207.8 | 216.2 | 222.1 |
| | 未補正 | 79.1 | 121.6 | 151.0 | 171.3 | 185.4 | 195.1 | 201.8 | 206.4 |

表2 4～5月の雌雄別実測体長

| | | mm | | | | | |
|----|----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 年齢 | 4月 | | 5月 | | 4-5月 | | |
| | N | Mean. | N | Mean. | N | Mean. | |
| 雌 | 1 | 0 | 0 | | 0 | | |
| | 2 | 1 | 132.0 | 0 | | 1 | 132.0 |
| | 3 | 0 | | 16 | 167.8 | 16 | 167.8 |
| | 4 | 2 | 193.5 | 10 | 191.6 | 12 | 191.9 |
| | 5 | 13 | 211.1 | 17 | 202.5 | 30 | 206.2 |
| | 6 | 1 | 191.0 | 3 | 205.3 | 4 | 201.8 |
| | 7 | 0 | | 4 | 207.8 | 4 | 207.8 |
| | 8 | 0 | | 1 | 234.0 | 1 | 234.0 |
| 雄 | 1 | 0 | 0 | | 0 | | |
| | 2 | 3 | 137.0 | 1 | 149.0 | 4 | 140.0 |
| | 3 | 0 | | 11 | 167.2 | 11 | 167.2 |
| | 4 | 6 | 195.7 | 12 | 181.0 | 18 | 185.9 |
| | 5 | 17 | 210.2 | 11 | 203.3 | 28 | 207.5 |
| | 6 | 4 | 222.3 | 9 | 212.7 | 13 | 215.6 |
| | 7 | 1 | 249.0 | 3 | 212.3 | 4 | 221.5 |
| | 8 | 2 | 219.0 | 3 | 216.7 | 5 | 217.6 |

表3 刺網調査で得られた実測体長
(雌雄込み)

| | | mm | | | | | |
|----|----|-------|-----|-------|------|-------|--|
| 年齢 | 4月 | | 5月 | | 4-5月 | | |
| | N | Mean. | N | Mean. | N | Mean. | |
| 1 | 4 | 86.8 | 101 | 89.4 | 105 | 89.3 | |
| 2 | 10 | 122.1 | 7 | 128.7 | 17 | 124.8 | |
| 3 | 14 | 162.9 | 4 | 164.3 | 18 | 163.2 | |

異なる逆算方法により求められたウスメバル成長式の比較

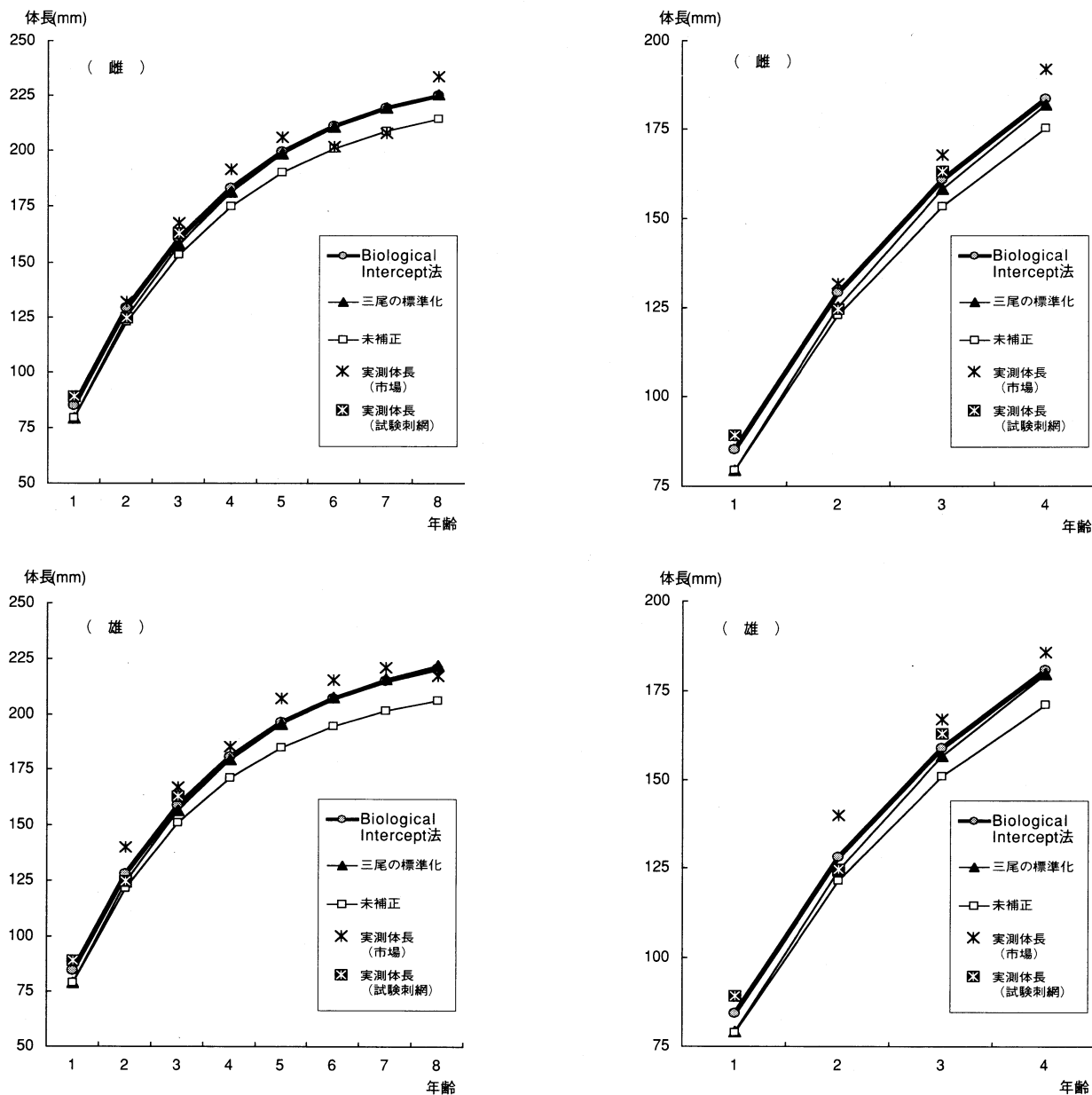


図5 理論体長と実測体長平均値との比較

今回の結果から過小評価の原因として逆算方法の違いが影響していることが示唆された。そして、その過小評価を補うものとしてBiological Intercept法は有効な逆算方法であるものと考えられた。ただし、今回使用したデータでははっきりとしたLee現象が認められていないため、Biological Intercept法がLee現象を改善できるかどうかについては検証できなかった。このことについては今後の検討課題としたい。

要 約

耳石輪径に基づく逆算による成長式の算出において、逆算方法の違いによる算出結果の違いについて検討するため、青森県日本海側及び陸奥湾内のウスメバル1,302尾を用いて、回帰式による方法と輪径の標準化による方法及びBiological Intercept法を応用した方法で成長式を算出し、得られた成長式について実測体長との比較を行った。

その結果、回帰式による方法（未補正）では各

年齢を通じて成長を過小評価する結果となり、また、三尾の標準化の場合では若齢部分において成長を過小評価する結果、Biological Intercept法を応用した方法では実測体長にもっとも近い値を得る結果となったことから、Biological Intercept法は、従来の逆算方法にみられる過小評価の可能性を補う有効な逆算方法であると考えられた。

文 献

赤嶺達郎 (1997) 成長式の一般化. pp52-61 水産動物の成長解析 (赤嶺達郎・麦谷泰雄編). 恒星社厚生閣, 東京.

池川正人 (1999) 異なる算出方法によるマコガレイ成長式の比較. 東北水研研報, 61, 1-5.

菊谷尚久 (2000) ウスメバルの年齢と成長に関する一考察—中間報告—. 日本海ブロック試験研究集録, 40, 31-36.

三尾真一 (1965) キスの年齢と成長. 日水研報告, 14, 1-18.

永澤 亨 (1998) メバル属の初期成長. 漁業資源研究会議底魚部会報, 1, 11-15.

渡邊良朗 (1997) 水産動物の成長解析 (赤嶺達郎・麦谷泰雄編). 恒星社厚生閣, 17-27.

鈴木智之・大池一臣・池原宏二 (1978) ウスメバルの年齢と成長について. 日水研報告, 29, 111-119.

異なる逆算方法により求められたウスメバル成長式の比較

付表1 標示径から求めた逆算体長の平均値 (Biological Intercept法)

| 年齢群 | | N | L ₁ | L ₂ | L ₃ | L ₄ | L ₅ | L ₆ | L ₇ | L ₈ | L ₉ | L ₁₀ | L ₁₁ | L ₁₂ | L ₁₃ | L ₁₄ | |
|-------|----|-----|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-------|
| 雌 | 1 | 129 | 74.1 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 2 | 38 | 86.0 | 126.1 | | | | | | | | | | | | | |
| | 3 | 206 | 88.8 | 128.8 | 160.5 | | | | | | | | | | | | |
| | 4 | 207 | 87.3 | 130.3 | 159.9 | 182.8 | | | | | | | | | | | |
| | 5 | 37 | 89.2 | 133.6 | 165.2 | 186.1 | 201.0 | | | | | | | | | | |
| | 6 | 19 | 88.6 | 135.5 | 163.7 | 181.9 | 192.8 | 201.4 | | | | | | | | | |
| | 7 | 10 | 84.8 | 129.2 | 159.5 | 181.7 | 193.5 | 202.3 | 209.5 | | | | | | | | |
| | 8 | 5 | 87.6 | 135.9 | 167.5 | 191.4 | 207.2 | 219.3 | 230.7 | 238.7 | | | | | | | |
| | 9 | 1 | 96.7 | 137.7 | 170.4 | 205.2 | 220.4 | 229.5 | 239.9 | 248.4 | 251.9 | | | | | | |
| | 10 | 3 | 82.3 | 124.5 | 153.3 | 175.3 | 193.9 | 208.3 | 221.9 | 230.6 | 242.2 | 247.3 | | | | | |
| | 11 | 1 | 73.7 | 132.4 | 159.4 | 177.8 | 194.7 | 205.1 | 215.6 | 223.0 | 229.3 | 236.5 | 246.7 | | | | |
| | 14 | 1 | 83.4 | 132.8 | 164.1 | 183.9 | 194.4 | 202.7 | 210.8 | 218.6 | 226.7 | 234.2 | 242.4 | 248.1 | 254.1 | 258.9 | |
| | 雄 | 1 | 129 | 74.3 | | | | | | | | | | | | | |
| | | 2 | 42 | 86.7 | 125.9 | | | | | | | | | | | | |
| 3 | | 177 | 87.2 | 126.3 | 157.9 | | | | | | | | | | | | |
| 4 | | 170 | 87.4 | 129.6 | 159.5 | 181.1 | | | | | | | | | | | |
| 5 | | 40 | 87.6 | 130.5 | 160.5 | 181.7 | 197.2 | | | | | | | | | | |
| 6 | | 13 | 85.9 | 129.3 | 161.0 | 181.6 | 196.5 | 208.5 | | | | | | | | | |
| 7 | | 8 | 93.9 | 136.8 | 164.3 | 181.8 | 194.9 | 203.6 | 212.9 | | | | | | | | |
| 8 | | 2 | 86.0 | 129.3 | 167.8 | 189.8 | 203.6 | 211.2 | 219.5 | 227.4 | | | | | | | |
| 9 | | 1 | 93.8 | 136.3 | 166.2 | 179.9 | 192.8 | 206.7 | 223.3 | 234.6 | 241.8 | | | | | | |
| 10 | | 2 | 96.0 | 140.6 | 171.1 | 191.9 | 210.5 | 222.8 | 229.6 | 237.9 | 244.6 | 250.1 | | | | | |
| 11 | | 2 | 89.2 | 131.7 | 168.4 | 186.4 | 201.1 | 212.9 | 223.0 | 230.2 | 235.9 | 242.7 | 248.0 | | | | |
| 12 | | 2 | 82.3 | 124.5 | 156.6 | 176.1 | 187.9 | 199.8 | 209.4 | 217.3 | 223.5 | 228.8 | 234.6 | 239.5 | | | |
| Mean. | | 雌 | | 85.2 | 129.9 | 160.7 | 183.3 | 198.2 | 205.2 | 218.1 | 234.1 | 239.1 | 242.5 | 244.6 | 248.1 | 254.1 | 258.9 |
| | | 雄 | | 84.5 | 128.2 | 159.2 | 181.4 | 197.1 | 208.0 | 217.0 | 228.9 | 235.7 | 240.5 | 241.3 | 239.5 | | |

付表2 標示径から求めた逆算体長の平均値 (三尾の標準化)

| 年齢群 | | N | L ₁ | L ₂ | L ₃ | L ₄ | L ₅ | L ₆ | L ₇ | L ₈ | L ₉ | L ₁₀ | L ₁₁ | L ₁₂ | L ₁₃ | L ₁₄ | |
|-------|----|-----|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-------|
| 雌 | 1 | 129 | 70.1 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 2 | 38 | 80.3 | 123.4 | | | | | | | | | | | | | |
| | 3 | 206 | 82.8 | 124.7 | 158.8 | | | | | | | | | | | | |
| | 4 | 207 | 81.3 | 125.7 | 157.1 | 181.7 | | | | | | | | | | | |
| | 5 | 37 | 83.0 | 128.6 | 161.9 | 184.3 | 200.3 | | | | | | | | | | |
| | 6 | 19 | 82.3 | 130.6 | 160.4 | 179.8 | 191.6 | 200.9 | | | | | | | | | |
| | 7 | 10 | 79.1 | 124.5 | 155.9 | 179.3 | 191.8 | 201.2 | 209.0 | | | | | | | | |
| | 8 | 5 | 81.7 | 130.5 | 163.0 | 187.9 | 204.6 | 217.4 | 229.5 | 238.1 | | | | | | | |
| | 9 | 1 | 91.1 | 132.6 | 166.2 | 202.4 | 218.5 | 228.0 | 239.0 | 248.0 | 251.8 | | | | | | |
| | 10 | 3 | 75.8 | 118.2 | 147.7 | 170.7 | 190.1 | 205.3 | 219.7 | 229.0 | 241.3 | 246.8 | | | | | |
| | 11 | 1 | 66.0 | 124.9 | 152.9 | 172.2 | 190.2 | 201.3 | 212.5 | 220.4 | 227.3 | 235.1 | 246.2 | | | | |
| | 14 | 1 | 74.2 | 124.0 | 156.5 | 177.4 | 188.6 | 197.6 | 206.3 | 214.7 | 223.5 | 231.7 | 240.7 | 246.9 | 253.5 | 258.8 | |
| | 雄 | 1 | 129 | 70.4 | | | | | | | | | | | | | |
| | | 2 | 42 | 81.5 | 123.6 | | | | | | | | | | | | |
| 3 | | 177 | 81.5 | 122.3 | 156.3 | | | | | | | | | | | | |
| 4 | | 170 | 81.9 | 125.5 | 156.9 | 180.1 | | | | | | | | | | | |
| 5 | | 40 | 82.2 | 126.2 | 157.5 | 180.1 | 196.5 | | | | | | | | | | |
| 6 | | 13 | 80.8 | 125.0 | 157.9 | 179.6 | 195.3 | 208.0 | | | | | | | | | |
| 7 | | 8 | 89.6 | 133.2 | 161.7 | 180.0 | 193.7 | 202.8 | 212.6 | | | | | | | | |
| 8 | | 2 | 80.0 | 123.9 | 163.9 | 187.1 | 201.7 | 209.7 | 218.5 | 227.0 | | | | | | | |
| 9 | | 1 | 87.8 | 130.9 | 161.8 | 175.9 | 189.5 | 204.1 | 221.6 | 233.7 | 241.4 | | | | | | |
| 10 | | 2 | 90.0 | 135.2 | 166.5 | 188.2 | 207.8 | 220.7 | 227.9 | 236.6 | 243.7 | 249.6 | | | | | |
| 11 | | 2 | 83.4 | 126.3 | 164.1 | 182.8 | 198.2 | 210.6 | 221.3 | 228.8 | 234.9 | 242.1 | 247.8 | | | | |
| 12 | | 2 | 77.0 | 119.4 | 152.2 | 172.6 | 184.9 | 197.4 | 207.4 | 215.8 | 222.3 | 228.0 | 234.1 | 239.2 | | | |
| Mean. | | 雌 | | 79.6 | 125.5 | 158.3 | 181.9 | 196.9 | 204.0 | 216.9 | 232.8 | 237.7 | 241.4 | 243.4 | 246.9 | 253.5 | 258.8 |
| | | 雄 | | 79.4 | 124.3 | 156.9 | 180.1 | 196.0 | 206.9 | 216.0 | 227.8 | 234.7 | 239.9 | 241.0 | 239.2 | | |

付表3 標示径から求めた逆算体長の平均値（未補正）

| 年齢群 | | N | L ₁ | L ₂ | L ₃ | L ₄ | L ₅ | L ₆ | L ₇ | L ₈ | L ₉ | L ₁₀ | L ₁₁ | L ₁₂ | L ₁₃ | L ₁₄ | |
|-------|----|-----|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|--|
| 雌 | 1 | 129 | 77.7 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 2 | 38 | 81.6 | 125.5 | | | | | | | | | | | | | |
| | 3 | 206 | 81.7 | 122.8 | 156.5 | | | | | | | | | | | | |
| | 4 | 207 | 78.5 | 121.3 | 151.6 | 175.4 | | | | | | | | | | | |
| | 5 | 37 | 80.1 | 124.0 | 156.1 | 177.9 | 193.3 | | | | | | | | | | |
| | 6 | 19 | 79.7 | 126.3 | 154.9 | 173.8 | 185.1 | 194.1 | | | | | | | | | |
| | 7 | 10 | 74.5 | 117.2 | 146.7 | 168.7 | 180.4 | 189.3 | 196.7 | | | | | | | | |
| | 8 | 5 | 76.1 | 121.5 | 151.8 | 175.1 | 190.8 | 202.7 | 214.2 | 222.3 | | | | | | | |
| | 9 | 1 | 83.9 | 122.1 | 153.1 | 186.4 | 201.2 | 210.0 | 220.1 | 228.4 | 231.9 | | | | | | |
| | 10 | 3 | 71.7 | 111.9 | 139.8 | 161.5 | 180.0 | 194.3 | 208.0 | 216.8 | 228.6 | 233.8 | | | | | |
| | 11 | 1 | 65.3 | 123.7 | 151.4 | 170.5 | 188.3 | 199.2 | 210.4 | 218.2 | 225.0 | 232.7 | 243.7 | | | | |
| | 14 | 1 | 76.3 | 127.4 | 160.9 | 182.4 | 193.9 | 203.1 | 212.0 | 220.7 | 229.7 | 238.1 | 247.4 | 253.7 | 260.6 | 266.0 | |
| | 雄 | 1 | 129 | 77.8 | | | | | | | | | | | | | |
| | | 2 | 42 | 82.2 | 124.7 | | | | | | | | | | | | |
| 3 | | 177 | 80.5 | 120.8 | 154.4 | | | | | | | | | | | | |
| 4 | | 170 | 78.5 | 120.1 | 150.3 | 172.6 | | | | | | | | | | | |
| 5 | | 40 | 78.1 | 119.8 | 149.5 | 170.9 | 186.6 | | | | | | | | | | |
| 6 | | 13 | 75.6 | 116.8 | 147.4 | 167.6 | 182.2 | 194.1 | | | | | | | | | |
| 7 | | 8 | 81.6 | 121.4 | 147.5 | 163.9 | 176.3 | 184.6 | 193.5 | | | | | | | | |
| 8 | | 2 | 76.1 | 117.9 | 155.9 | 177.9 | 191.7 | 199.3 | 207.6 | 215.6 | | | | | | | |
| 9 | | 1 | 82.8 | 123.4 | 152.5 | 165.9 | 178.6 | 192.5 | 209.0 | 220.4 | 227.6 | | | | | | |
| 10 | | 2 | 84.5 | 126.9 | 156.4 | 176.7 | 195.0 | 207.2 | 213.9 | 222.2 | 228.8 | 234.4 | | | | | |
| 11 | | 2 | 78.0 | 118.3 | 153.7 | 171.3 | 185.7 | 197.3 | 207.2 | 214.3 | 220.1 | 227.0 | 232.4 | | | | |
| 12 | | 2 | 71.3 | 110.7 | 141.3 | 160.5 | 172.1 | 183.7 | 192.8 | 200.8 | 206.8 | 212.2 | 218.0 | 222.7 | | | |
| Mean. | 雌 | | 79.5 | 122.5 | 154.0 | 175.3 | 189.0 | 194.8 | 205.0 | 220.8 | 228.7 | 234.4 | 245.6 | 253.7 | 260.6 | 266.0 | |
| | 雄 | | 79.2 | 120.7 | 151.8 | 171.7 | 184.4 | 192.3 | 200.0 | 214.0 | 219.9 | 224.5 | 225.2 | 222.7 | | | |

付表4 成長式算出に用いた逆算体長と標準偏差

| | | | mm | | | | | | | |
|-----------------------|---|-------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | | N | L ₁ | L ₂ | L ₃ | L ₄ | L ₅ | L ₆ | L ₇ | L ₈ |
| Biological Intercept法 | 雌 | Mean. | 85.2 | 129.9 | 160.8 | 183.3 | 198.2 | 204.3 | 216.6 | 238.7 |
| | | S.D. | 9.6 | 13.0 | 14.7 | 17.1 | 18.3 | 20.5 | 23.3 | 9.8 |
| | 雄 | 平均 | 84.4 | 128.2 | 159.1 | 181.3 | 196.9 | 207.0 | 214.2 | 227.4 |
| | | S.D. | 9.8 | 13.3 | 15.2 | 17.7 | 18.1 | 21.5 | 16.6 | 30.9 |
| 三尾の補正 | 雌 | Mean. | 79.6 | 125.5 | 158.3 | 182.0 | 197.1 | 203.4 | 215.8 | 238.1 |
| | | S.D. | 9.6 | 13.7 | 15.2 | 17.3 | 18.5 | 20.6 | 23.3 | 10.2 |
| | 雄 | Mean. | 79.3 | 124.2 | 156.9 | 180.1 | 196.1 | 206.4 | 213.8 | 227.0 |
| | | S.D. | 10.0 | 14.1 | 15.7 | 18.0 | 18.2 | 21.7 | 16.6 | 31.0 |
| 未補正 | 雌 | Mean. | 79.6 | 122.5 | 154.1 | 175.4 | 189.1 | 194.0 | 202.5 | 222.3 |
| | | S.D. | 7.3 | 10.5 | 11.5 | 12.6 | 13.7 | 14.5 | 17.8 | 6.5 |
| | 雄 | Mean. | 79.2 | 120.7 | 151.9 | 171.8 | 184.5 | 191.2 | 196.3 | 215.6 |
| | | S.D. | 7.5 | 10.7 | 11.5 | 12.1 | 12.3 | 15.6 | 15.5 | 22.8 |