

## サルボウ養殖種苗の塩分耐性

福原 修・WASPADA\*・梅沢 敏・野上和彦

### Salinity Tolerance of Half-crenata Ark *Scapharca subcrenata*

Osamu FUKUHARA, WASPADA\*, Satoshi UMEZAWA and Kazuhiko NOGAMI

The salinity tolerance and resistance of *Scapharca subcrenata* were investigated using wild-caught and artificially reared specimens in the laboratory. Salinities less than 5 ‰ were beyond the tolerance of the species for both reared and wild-caught specimens. Difference of salinity tolerance were observed with sizes of examined *S. subcrenata* between 10 ‰ and 15 ‰; wider tolerance for the smaller ones. Salinities higher than 15 ‰ could be tolerated except for the larger size of 36-40 mm shell length. No marked difference was found for reared and wild-caught specimens in salinity tolerance.

サルボウ *Scapharca subcrenata* は、フネガイ科の二枚貝で近縁種のアカガイとならんで瀬戸内海における重要な養殖対象種の一つである。古くから内海各地でその養殖がなされてきたが、近年大量へい死がしばしば発生し、養殖の安定化に大きな障害となっている（南西海区水産研究所 1984）。本研究はこれらの原因究明の一環として、養殖種苗の生物学的な基礎知見を固めるため、まず塩分に対する耐性について吟味を行った。本種の塩分耐性については、田中（1956）が低調海水における開殻運動について、村地・古川（1958）が稀積海水に対する成貝の血液比重とへい死について報告しているにすぎない。養殖種苗の質や環境耐性などについては、採苗した年あるいは大きさ、さらには天然産種苗と人工産種苗による相違など不明な点が多い。本報告ではこれらの点について1983年から1985年にかけて行った実験結果について報告する。

実験の実施にあたって供試貝の入手にご協力いただいた佐賀県有明水産試験場、山口県内海水産試験場および岡山県水産試験場の方々に対して感謝の意を表す。

### 材料および方法

実験に用いた貝は、天然海域で採苗および採捕したもの（天然種苗）と、山口県内海水試で有明海産のサルボウを母貝として室内で人工種苗したもの（人工種苗）である。各年の供試貝と実験期間の詳細は次のとおりである。

1983年：佐賀県有明海において天然採苗されたものを、4月14日実験室に運搬した。実験期間は4月26日から5月19日。

1985年9月17日受理、南西海区水産研究所業績第172号、〒739-04 広島県佐伯郡大野町

\*Research Station for Coastal Aquaculture, Bojonegara, Serang, INDONESIA

1984年：大分県中津地先にて採捕したものを11月8日に運搬した。実験期間は12月12日から12月27日。

1985年：天然種苗は1983年と同様に有明海産。4月17日に運搬。人工種苗は山口県内海水産試験場において育成された稚貝を4月17日に搬入した。実験期間は5月23日から6月18日。

いずれの年も搬入した貝は、数週間室内水槽で馴化飼育した後大きさをできるだけ揃え、1983年は1実験区に20個、1984年と1985年はそれぞれ10個ずつを各塩分段階に設定した水槽と実験時の自然海水（対照区）の水槽に収容した。供試貝の測定は、殻長（SL）、殻高（SH）、殻幅（SB）、全重量（TW）の項目についてキャリパーと電子天秤を用いて行い、実験中にへい死した場合はその時点で、へい死しなかった場合は最終取上げの日に行った。

実験水槽は、直径20cm×深さ10cmの透明プラスチック水槽（1983年）と直径20cm×深さ10cmのガラス水槽（1984、1985年）を使用し、常時十分な通気を行った。また、蒸発を防ぐため蓋をした。1983年は自然条件下で1984年と'85年は恒温条件下で実施した。

使用海水は、濾過海水と水道水を用いて各塩分段階に調整し、実験に必要な充分量を対照区と共に100 l水槽に保存した。恒温条件下の実験では、各塩分に調整した交換用海水は前日から同一水温にした。各実験の海水は、毎日交換し、交換時に水温、溶存酸素量（YSI DO計使用）、塩分（HAMON ST計使用）を測定した。

供試貝の生死の判別は、毎朝観察し衰弱した個体については解剖針で外套膜、足部を刺激し全く反応しない場合にへい死とみなした。

実験はいずれも2系列（シリーズ A, B）で行った。

## 結 果

1983年：サルボウ稚貝の塩分耐性について、大略の致死濃度を知ることが目的として、低塩分から高塩分まで12段階（1.7, 2.5, 5, 10, 13, 16, 19, 21, 25, 29, 31, 33‰）に設定した。供試貝の大きさは殻長で約12~14mmである（Appendix table 参照）。

水温は14.3°~19.5°Cの間で変化した。Fig. 1に供試貝のへい死経過を示した。両シリーズとも1.7~5.0‰の区では3~4日目からへい死が始まり6日目に全個体がへい死した。10‰ではシリーズAで45%、Bで55%のへい死が見られた。10‰では生残った貝は6日目頃から実験水槽内壁に付着する様になり、外部からの刺激（接触、陰影）に対して反応し馴化の様相を呈した。これらのことから4日以上へい死がみられず上述の様な状態を示した場合は、馴化したものと判断された。21‰で1個体原因不明のへい死が見られたが、その他の区ではへい死は見られなかった。

以上の結果から約10‰の塩分が半数致死濃度であることが明らかになった。

1984年：'83年の結果から10‰以上の塩分を中心に6段階（3, 10, 15, 20, 25, 31‰）についてやや大型の貝を用いて実施した。供試貝の大きさは、殻長で36~40mmの範囲である（Appendix table 参照）。水温は恒温装置を使用したため $15.0 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ で大きな変動はみられなかった。塩分

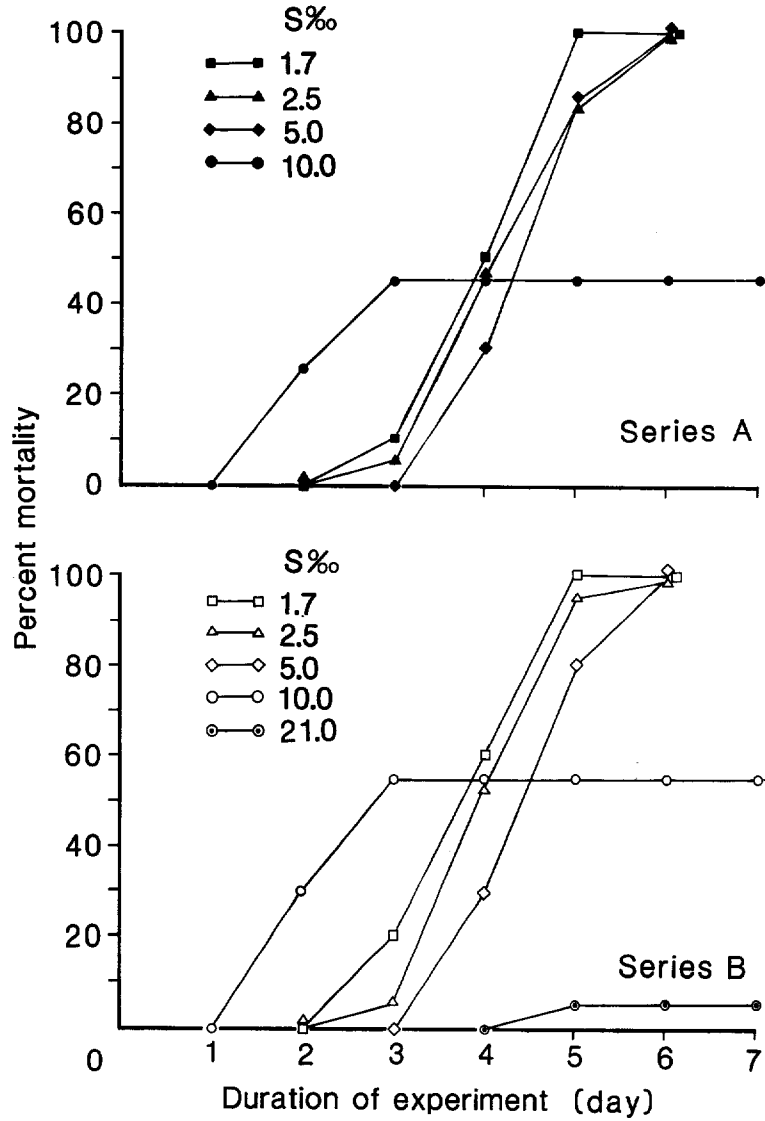


Fig. 1. Percent mortality in different salinity for *Scapharca subcrenata* examined in two separate runs (1983). No mortality was observed in other experimental lots. Refer to Appendix table for body dimensions of shells used and salinities.

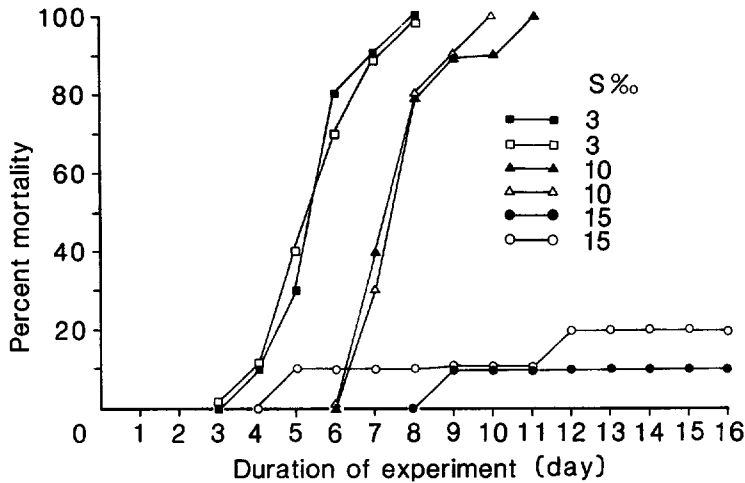


Fig. 2. Percent mortality in different salinity for *Scapharca subcrenata* examined in two separate runs (1984). No mortality was found for higher salinity than 15%. Refer to Appendix table for size and weight of shells and salinities.

は各設定濃度の±0.2%の範囲で変化した。また、DO はいずれの区も 7.0ppm 以上を維持した。

供試貝のへい死状況は、Fig. 2 に示す様に 3%、10%では全個体がへい死し、15%で10%と20%のへい死が見られた。10%で全個体がへい死したと15%でも少数のへい死が認められることが'83年に小型貝で実施したときとの大きな相違点である。20%以上ではへい死が見られなかった。

各実験区の貝を毎日観察した時点の生存貝の開殻率の日変化を Fig. 3 に示した。両シリーズ(A, B)とも、3%と10%ではほとんど常時殻を閉じている。しかしながら、15%では低塩分区とは対照的にほとんど殻を開けた状態である。また20%以上の区においては数日の間隔で殻の開閉に周期性を認めることができる。

1985年：天然種苗の大きさおよび年による耐性の差と、人工種苗との耐性の比較を目的として6段階(5, 10, 15, 20, 25, 31%)について実施した。供試貝の殻長は天然種苗が18~19mm, 人工種苗が約12mmである(Appendix table 参照)。水温は16.0±0.5°Cで、塩分の変動は設定濃度の±0.1%の範囲であった。また、DOは5.8ppm以上を示した。

以上の様な条件下での供試貝のへい死経過を示すと Fig. 4 の様になる。5%では天然種苗・人工種苗共全個体がへい死したが、後者が1~2日程度遅く全滅している。10%では天然種苗は80~90%へい死したが、生残個体は以後最後までへい死しなかった。一方、人工種苗は11日目頃から少しずつへい死が始まり21日目まで続いたが、以後へい死は見られなくなり、そのへい死率はシリーズAとBとの間で30%の差が生じた。15%以上の実験区ではいずれもへい死は見られなかった。また、15%以上と10%で生き残った天然および人工種苗は、前述した様に水槽壁に付着し、解剖針による刺激に対してもすばやく反応した。

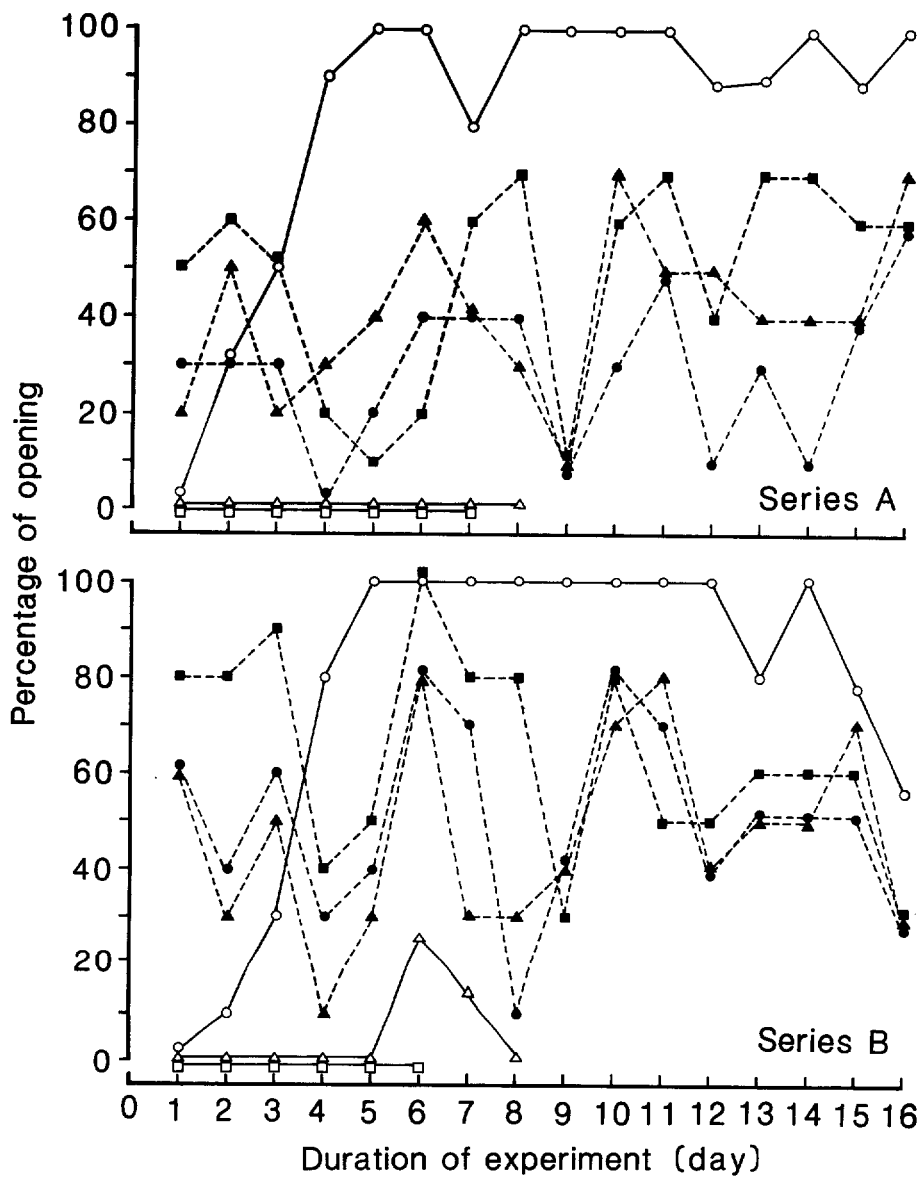


Fig. 3. Percent of valve opening for shells maintained in different salinity(1984).

□ 3%, △ 10%, ○ 15%, ■ 20%, ▲ 25%, ● 31% (control).

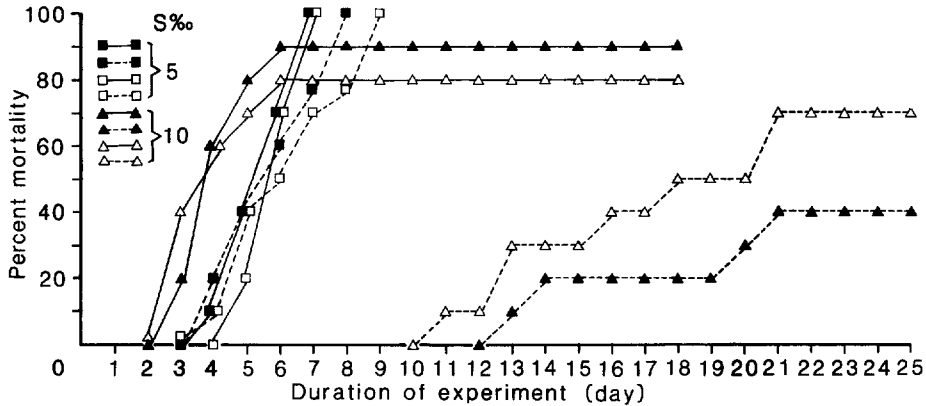


Fig. 4. Percent mortality in different salinity for *Scapharca subcrenata* tested in two separate runs (1985). No mortality was observed for the salinity greater than 10‰. Closed lines indicate wild-caught specimens and broken ones for artificially reared one. Refer to Appendix table for the detail of size, weight and salinities.

考 察

サルボウについて1983年から1985年にかけて3回行った一連の塩分耐性実験は、供試員の産地や取扱い、さらに環境条件の詳細な点では同一ではないが、供試員の予備飼育でも特にへい死しなかったことや、実験中の溶存酸素量や水温も大きな変化は認められないので、大きさ別の耐性として比較することが可能と考えられる。天然種苗の大きさ別の塩分耐性を表わすと Fig. 5 に示す様になる。5%以下ではいずれの大きさでもへい死するが、10%では小型の貝ほど耐性が高くなっている。更に15%では大型の貝のみへい死が見られる。このことから塩分耐性は小型の貝ほど耐性があると判断することができよう。

人工種苗は、最近になって入手が可能になったこともあって各サイズについて実験していないが、1985年の実験の供試員が小型貝であったことに基づいて比較すると、天然種苗と同様に致死塩分は10%前後以下と考えられるが、天然種苗は10%で80~90%のへい死に対し、人工種苗は40~70% (Fig. 4 参照) とバラツキが大きいのが顕著な相違点である。また、1985年の実験結果にみられた人工種苗の5%におけるへい死時期の遅れや、10%に

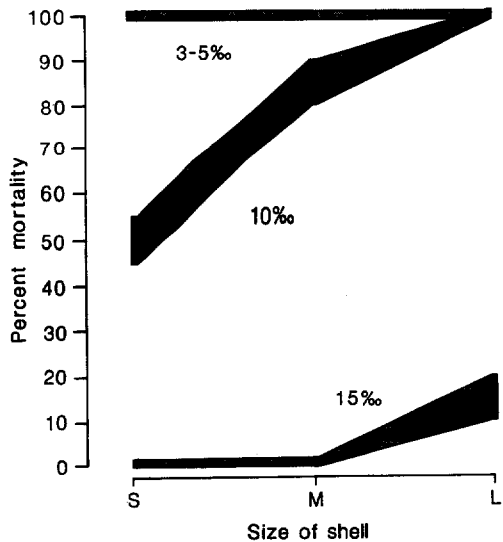


Fig. 5. Relationship between percent mortality and size of *Scapharca subcrenata* examined in different salinity. S, 12~14mm SL; M, 18~19mm SL; L, 36~40mm SL.

おける低いへい死率は、水研地先で行った養殖試験の結果\*で人工種苗の生残率が高かったことと合わせて考えると、種苗の耐性の差あるいは供試貝の大きさに起因すると考えられる。

供試貝の殻の開閉は、全個体へい死した塩分（5～10‰）ではほとんど殻を開けることがない。田中（1956）の例でも10.21‰では15～22mmのサルボウは殻を閉じている。今回の実験では耐性限界に近い15‰では逆にほとんどの個体が開殻している。しかし、数日後には排泄物に血液が混入する個体が若干出現することから、一部の個体は馴化できずへい死に至ると考えられる。村地・古川（1958）は、殻長32～46mmのサルボウについて7段階の塩分における血液比重を調べ、40‰海水（13.21‰）では殻を閉鎖して海水の侵入を防ぎ軟体部を保護していると述べている。これらのことから殻の開閉は、明らかに耐性限界を起している場合の防衛反応といえる。また、サルボウは13‰と15‰のかなり狭い塩分差に反応できることを示している。

海産の貝類は、一般に希釈された海水の中では鰓や繊毛の活力は低下することが知られている（田中 1955, GHIRETTI 1966）。逆にシジミの様な淡水産貝類では低塩分の方が鰓の繊毛活力は高い（田中 1984）。生理的には浸透圧の調整機能が貝の生死を決定するといえる。今回実施したサルボウに限らずアサリ（倉茂 1941）、イガイ（WALLIS 1976）などでも耐性限界が生息水域の塩分の約50%に相当する15‰前後にあることは興味深い。

## 要 約

サルボウ *Scapharca subcrenata* 種苗の増養殖への利用に際しての基礎的知見を得るため、塩分に対する耐性試験を天然種苗と人工種苗について実施した。得られた結果の概要は下記のとおりである。

塩分5‰以下では天然種苗、人工種苗ともすべてへい死した。

10‰および15‰では供試貝の大きさによりへい死率が異なった。小型の貝が低塩分耐性が高い傾向を示した。

15‰では大型の貝がわずかにへい死したが、それ以上の塩分ではいずれの大きさの貝もへい死は認められないことから本種の致死塩分は約15‰と考えられた。

天然種苗と人工種苗では塩分耐性に顕著な相違は認められないが、後者は耐性範囲がやや広い傾向を示した。

## 文 献

- F. GHIRETTI, 1966: Respiration. In "Physiology of Mollusca" ed. KARL M. WILBUR and C. M. YONG, Academic Press, 172-208.
- 倉茂英次郎, 1941: 海水塩分の変化に対する朝鮮産アサリの抵抗性, 日本海洋学会誌, 1(1/2), 20-41.
- 村地四郎・古川哲三, 1958: サルボウ(モガイ)の稀釈海水に対する抵抗性について, 水産増殖, 6(2), 35-40.

\*野上和彦・梅沢敏・福原修, 未発表

- 南西海区水産研究所, 1984: サルボウのへい死要因解明のための養殖試験(Ⅲ), pp. 42.
- 田中弥太郎, 1956: 有用二枚貝の生活力に及ぼす低調海水の影響, 有明海研究報告, (3), 24—29.
- 田中弥太郎, 1984: ヤマトシジミの塩分耐性について, 養殖研報, (6), 29—32.
- 田中弥太郎, 1955: マガキ及びスミノエガキの繊毛運動に及ぼす低調海水の影響, 有明海研究報告, (2), 1—5.
- R. L. WALLIS, 1976: Aspects of the Thermal Tolerance of the Tropical Mussel *Trichomya hirsuta* L. —A Multivariable Approach, Aust. J. Mar. Freshwater Res., 27, 475—486.



Appendix table. Records of measurement for *Scapharca subcrenata* used in experiment in 1983, 1984 and 1985. Totally 20 samples were collected at random for measurement from each lot in 1983. All specimens were measured in 1984 and 1985. Upper, mean; lower, minimum and maximum; SL, shell length; SH, shell height; SB, shell breadth; TW, total weight.

1983

| Items  | Lot       |   |   | D E F G   |   |   | H I J K |           |   | L |   | L'        |           |
|--------|-----------|---|---|-----------|---|---|---------|-----------|---|---|---|-----------|-----------|
|        | A         | B | C | D         | E | F | G       | H         | I | J | K |           | L         |
| SL(mm) | 14.4      |   |   | 12.8      |   |   |         | 13.3      |   |   |   | 14.4      | 12.8      |
|        | 13.0~16.3 |   |   | 10.2~16.0 |   |   |         | 10.2~15.1 |   |   |   | 13.0~16.3 | 10.2~16.0 |
| SH(mm) | 11.1      |   |   | 10.0      |   |   |         | 10.3      |   |   |   |           |           |
|        | 9.8~12.6  |   |   | 8.2~12.9  |   |   |         | 8.0~12.2  |   |   |   |           |           |
| SB(mm) | 8.7       |   |   | 7.5       |   |   |         | 8.1       |   |   |   |           |           |
|        | 7.5~9.8   |   |   | 5.9~10.2  |   |   |         | 6.1~10.2  |   |   |   |           |           |
| TW(g)  | 0.87      |   |   | 0.59      |   |   |         | 0.7       |   |   |   | 0.87      | 0.59      |
|        | 0.62~1.18 |   |   | 0.29~1.19 |   |   |         | 0.34~1.07 |   |   |   | 0.62~1.18 | 0.29~1.12 |

A, A' = 1.7%, B, B' = 2.5%, C, C' = 5%, D, D' = 10%, E, E' = 13%, F, F' = 16%, G, G' = 19%, H, H' = 21%, I, I' = 25%, J, J' = 29%, K, K' = 33%, L, L' = 31% (control)  
Series A, lots A~L; Series B, lots A'~L'

1984

| Lot    | A                    | A'                   | B                   | B'                   | C                   | C'                   |
|--------|----------------------|----------------------|---------------------|----------------------|---------------------|----------------------|
| Items  |                      |                      |                     |                      |                     |                      |
| SL(mm) | 40.8<br>36.9~46.1    | 39.3<br>36.9~42.2    | 38.3<br>34.6~42.9   | 39.2<br>36.0~41.6    | 38.1<br>34.8~40.2   | 39.9<br>38.0~42.5    |
| SH(mm) | 33.0<br>27.0~39.0    | 33.4<br>29.8~39.7    | 32.1<br>27.2~37.5   | 32.0<br>28.9~34.0    | 32.3<br>29.5~35.1   | 33.8<br>32.5~36.1    |
| SB(mm) | 28.6<br>25.2~32.9    | 27.6<br>25.1~29.5    | 27.2<br>24.0~31.0   | 27.4<br>24.4~30.2    | 27.2<br>24.5~29.6   | 27.7<br>26.1~32.0    |
| TW(g)  | 21.72<br>15.34~26.44 | 20.11<br>14.81~24.10 | 19.91<br>14.79~29.3 | 20.59<br>13.94~28.16 | 19.87<br>13.27~24.0 | 21.13<br>14.25~28.95 |

| Lot    | D                    | D'                   | E                  | E'                 | F                  | F'                 |
|--------|----------------------|----------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Items  |                      |                      |                    |                    |                    |                    |
| SL(mm) | 39.3<br>33.9~44.5    | 37.9<br>33.9~41.9    | 38.2<br>35.8~43.3  | 38.7<br>32.0~42.5  | 36.8<br>34.0~39.1  | 38.9<br>36.8~41.0  |
| SH(mm) | 32.7<br>29.5~37.2    | 32.3<br>29.4~34.5    | 31.5<br>29.1~34.2  | 32.0<br>26.9~34.0  | 30.0<br>27.8~32.1  | 32.3<br>31.1~34.4  |
| SB(mm) | 26.7<br>23.8~29.4    | 26.5<br>23.1~30.2    | 25.9<br>23.8~29.0  | 26.6<br>22.8~29.0  | 24.6<br>22.9~26.1  | 27.1<br>25.5~29.0  |
| TW(g)  | 20.08<br>14.51~25.67 | 18.85<br>13.41~25.38 | 18.19<br>14.3~24.6 | 19.36<br>11.7~23.8 | 16.01<br>12.4~19.3 | 19.96<br>17.2~23.3 |

A, A' = 3%, B, B' = 10%, C, C' = 15%, D, D' = 20%, E, E' = 25%, F, F' = 31% (control)  
 Series A, lots A~F; Series B, lots A'~F'

1985 (Wild)

| Lot    | A                 | A'                | B                 | B'                | C                 | C'                |
|--------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Items  |                   |                   |                   |                   |                   |                   |
| SL(mm) | 18.0<br>15.0~22.0 | 19.0<br>17.5~20.1 | 18.9<br>17.9~20.5 | 18.4<br>17.5~20.0 | 17.8<br>17.3~19.0 | 19.2<br>17.4~21.0 |
| SH(mm) | 14.4<br>12.3~17.5 | 15.5<br>14.0~16.9 | 15.1<br>13.9~16.1 | 14.3<br>13.2~16.2 | 14.1<br>13.2~15.0 | 15.6<br>14.0~17.9 |
| SB(mm) | 11.2<br>9.5~13.5  | 12.2<br>11.2~13.7 | 11.7<br>10.3~12.6 | 11.7<br>10.2~13.3 | 10.9<br>10.0~11.8 | 12.0<br>10.8~13.2 |
| TW(g)  | 1.94<br>1.2~3.4   | 2.39<br>1.9~2.9   | 2.18<br>1.8~2.6   | 2.12<br>1.6~2.8   | 1.75<br>1.46~1.93 | 2.27<br>1.75~2.9  |
| Lot    | D                 | D'                | E                 | E'                | F                 | F'                |
| Items  |                   |                   |                   |                   |                   |                   |
| SL(mm) | 17.8<br>15.3~20.3 | 19.0<br>17.8~20.0 | 19.2<br>17.1~20.6 | 18.8<br>16.9~22.0 | 18.6<br>17.2~21.1 | 18.8<br>17.5~20.2 |
| SH(mm) | 14.1<br>11.7~16.9 | 14.7<br>13.6~16.3 | 15.4<br>13.2~18.0 | 14.9<br>13.9~16.3 | 15.0<br>13.3~17.1 | 14.8<br>13.9~16.2 |
| SB(mm) | 11.0<br>8.9~13.5  | 11.5<br>10.3~13.1 | 11.8<br>10.0~12.6 | 11.3<br>10.3~13.0 | 11.3<br>9.9~12.9  | 11.6<br>10.2~12.9 |
| TW(g)  | 1.76<br>0.94~3.0  | 1.99<br>1.61~2.43 | 2.31<br>1.36~2.91 | 1.98<br>1.56~2.76 | 1.96<br>1.59~2.8  | 2.04<br>1.70~2.67 |

A, A' = 5%, B, B' = 10%, C, C' = 15%, D, D' = 20%, E, E' = 25%, F, F' = 31% (control)

Series A, lots A~F; Series B, lots A'~F'

1985 (Reared)

| Lot    | A                 | A'                | B                 | B'                | C                 | C'                |
|--------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| SL(mm) | 12.2<br>10.0~14.2 | 11.8<br>10.1~14.0 | 12.8<br>10.8~15.5 | 12.3<br>11.2~14.2 | 12.2<br>9.9~14.5  | 13.6<br>11.8~15.1 |
| SH(mm) | 9.6<br>7.4~12.0   | 9.4<br>7.8~11.9   | 10.1<br>8.9~12.2  | 9.5<br>9.2~10.9   | 10.0<br>8.2~11.9  | 10.7<br>9.5~12.2  |
| SB(mm) | 6.7<br>4.6~8.6    | 6.8<br>5.5~8.3    | 6.8<br>5.4~8.8    | 6.5<br>5.6~7.8    | 6.6<br>5.2~8.5    | 7.5<br>6.3~8.4    |
| TW(g)  | 0.58<br>0.2~0.9   | 0.53<br>0.3~0.9   | 0.57<br>0.25~1.15 | 0.46<br>0.28~0.69 | 0.54<br>0.27~0.87 | 0.74<br>0.51~0.96 |

| Lot    | D                 | D'                | E                 | E'                | F                 | F'                |
|--------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| SL(mm) | 12.3<br>10.5~13.5 | 11.8<br>10.3~13.2 | 12.1<br>10.5~13.5 | 12.3<br>10.2~13.5 | 12.4<br>10.8~14.5 | 11.7<br>10.8~12.5 |
| SH(mm) | 9.7<br>8.7~10.3   | 9.6<br>7.9~10.9   | 9.6<br>8.3~11.5   | 9.7<br>7.5~11.2   | 9.6<br>8.6~10.9   | 9.4<br>8.6~10.3   |
| SB(mm) | 6.5<br>5.3~7.0    | 6.4<br>5.0~7.5    | 6.3<br>5.5~7.5    | 6.5<br>4.9~7.5    | 6.5<br>6.0~7.2    | 6.3<br>5.8~6.9    |
| TW(g)  | 0.52<br>0.30~0.72 | 0.49<br>0.30~0.69 | 0.5<br>0.35~0.76  | 0.53<br>0.25~0.69 | 0.52<br>0.37~0.79 | 0.44<br>0.33~0.53 |

A, A' = 5%, B, B' = 10%, C, C' = 15%, D, D' = 20%, E, E' = 25%, F, F' = 31% (control)  
Series A, lots A~F; Series B, lots A'~F'