

## ケンサキイカの体型の検討及び成長式の推定

安 達 二 朗 (島根県水産試験場)

大 野 明 道 (島根県水産試験場)

魚類等の成長式を推定する目的は、成長過程の解明にあると考えられるが、実際には実測値の特徴を明示し、成長過程を記述することに役立つことにある。ケンサキイカの成長式を推定するにあたっては、ケンサキイカの中に、ケンサキイカ型とブドウイカ型の2型が存在し、ブドウイカは便宜的に地方的亜種として取りあつかわれている(奥谷, 1979)ため、その2型が同じものであるか否かをまず検討する必要がある。

ケンサキイカとブドウイカとは、分布生態上の相違が報告されている(田代, 1977; 小川ほか, 1982)。これらの形態的な相違は体型、すなわち同じ外套長でも、ケンサキイカは胴囲が小さく、ブドウイカは大きいことである。漁業の現場において、初夏のケンサキイカ、秋のブドウイカと区別はされているが、現実にはどの季節においても、上述の2型は混在している。ここではケンサキイカ型とブドウイカ型が、亜種あるいは系群に分けられるか否かを形態学的測定結果から検討し、その上でケンサキイカの雌雄の成長式を推定した。

### 1. 資料と方法

用いた資料は1976~1978年の5~10月に、島根県水産試験場試験船、明風(399トン)によって釣獲されたケンサキイカ、ブドウイカと、浜田魚市場で銘柄別に購入したそれらの測定記録である。測定個体数は雌3,367尾、雄3,192尾、合計6,559尾である。測定部位は外套長と外套長の先端から1/4部位の胴囲内径(1/4胴囲長と仮称)である。この1/4胴囲長を体型の指標とし、外套長10mmごとに区分した成長階級のもとでの度数分布を求め、その分布型を推定した。もし各成長階級ごとの分布が同一であるならば、ケンサキイカとブドウイカの体型は同じであると考えられる。成長式は5~10月の成長量をもとにWalford(1946)にしたがって推定した。

### 2. 結果と考察

#### (1) 1/4胴囲長の分布型の推定

島根県沿岸での5~10月の月別外套長組成(島根水試, 1982)によると、5~6月には外套長250~300mmおよび、400mmを越える大型イカと外套長100mm前後の

小型イカが現われるが、大型イカは7月以降現われず、小型イカは、その後成長を続けるようである。

図1に外套長階級別の1/4胴囲長の度数分布を示した。図中のヒストグラムが観

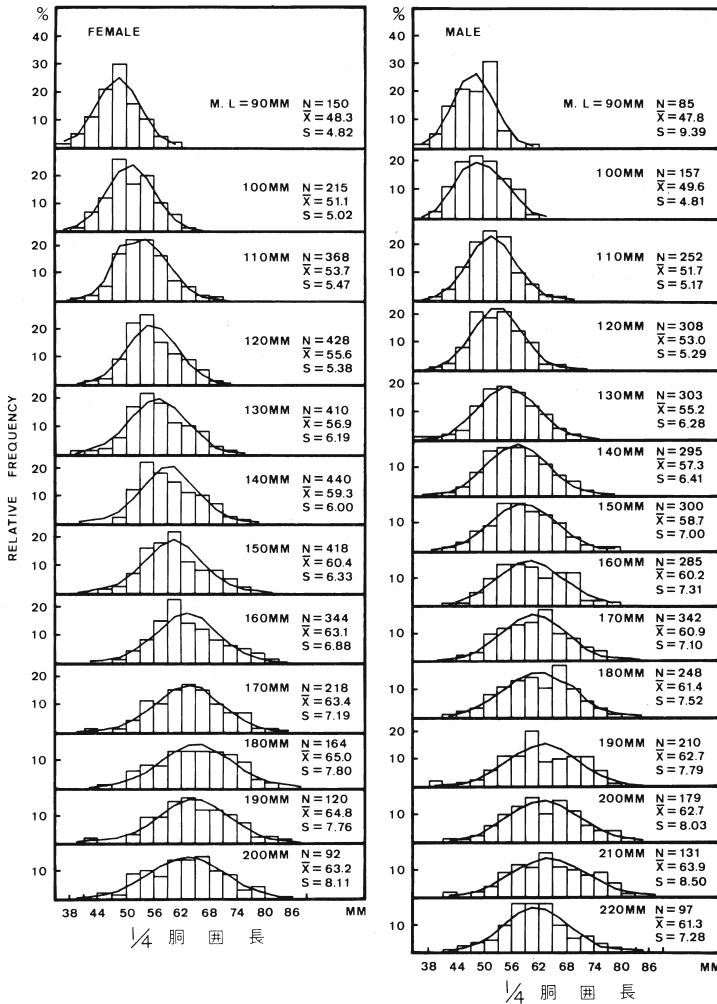


図1 成長段階別の1/4胴囲長の度数分布

測値であるが、あわせて測定個体数 (N), 平均 ( $\bar{X}$ ), 標準偏差 (S) を記し、それらの分布の持つ特性を示してある。また各外套長階級のヒストグラムから、それらの分布型として正規分布が期待されるので、分布型を正規分布と仮定し、その理論値を求めたものが図中の折線グラフである。これらから雌雄別に各外套長階級での1/4胴囲長の分布の正規分布への適合を検定したものが表1・2である。雌では外套長120~160 mmの5階級、雄では外套長170 mmと190 mmの2階級が正規分布に適合しない。すなわち雌雄あわせて26例のうち、19例が正規分布を

するが、7例では正規分布しないと判断される。次に正規分布しない7例について、それらが同じ分布型であるかどうかを雌雄に分けて検定したのが、表3・4の分布の同一性の検定結果である。 $\chi^2$ 値は有意ではないので、雌雄の各分布は異なる分布型であるとはいえないと判断される。また、これらの分布型がいかなる分布型に最も適合するか不明であるため、ヒストグラム

表1 1/4胴囲長の分布の正規分布への適合度の検定(雌)

| 外巻長<br>階級値<br>( $\sigma$ )/mm | 90       |          | 100      |          | 110      |          | 120      |          | 130      |          | 140      |          | 150      |          | 160      |          | 170      |          | 180      |          | 190      |          | 200      |          |
|-------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
|                               | 観測<br>度数 | 理論<br>度数 | 観測<br>度数 | 理論<br>度数 | 観測<br>度数 | 理論<br>度数 | 観測<br>度数 | 理論<br>度数 | 観測<br>度数 | 理論<br>度数 | 観測<br>度数 | 理論<br>度数 | 観測<br>度数 | 理論<br>度数 | 観測<br>度数 | 理論<br>度数 | 観測<br>度数 | 理論<br>度数 | 観測<br>度数 | 理論<br>度数 | 観測<br>度数 | 理論<br>度数 | 観測<br>度数 | 理論<br>度数 |
| 3.35                          |          | 0.33     |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |
| 3.65                          | 2        | 1.86     |          | 0.74     |          | 0.57     |          | 0.18     |          | 0.35     |          | 0.39     |          | 0.34     |          | 0.68     |          | 0.14     |          | 0.39     |          | 0.05     |          | 0.19     |
| 3.95                          | 8        | 7.03     | 4        | 3.72     | 4        | 2.77     | 4        | 1.08     | 4        | 1.54     |          | 1.74     |          | 1.45     |          | 2.27     |          | 0.53     | 1        | 1.11     |          | 0.30     |          | 0.52     |
| 4.25                          | 16       | 18.06    | 7        | 12.22    | 7        | 9.90     | 4        | 4.91     | 4        | 5.33     |          | 6.23     |          | 4.95     |          | 6.29     |          | 1.64     | 0        | 2.69     |          | 0.84     |          | 1.25     |
| 4.55                          | 31       | 31.46    | 26       | 28.13    | 18       | 26.18    | 9        | 16.35    | 8        | 14.59    |          | 17.37    |          | 13.50    |          | 14.44    |          | 4.24     | 0        | 2.69     |          | 2.04     |          | 2.63     |
| 4.85                          | 45       | 37.21    | 56       | 45.28    | 63       | 51.24    | 39       | 39.86    | 25       | 31.61    | 9        | 37.70    | 8        | 29.41    | 14       | 27.40    | 9        | 9.22     | 10       | 5.63     | 4        | 4.26     | 8        | 4.80     |
| 5.15                          | 24       | 29.88    | 37       | 51.00    | 81       | 74.26    | 94       | 71.21    | 70       | 54.17    | 53       | 37.70    | 29       | 29.41    | 28       | 27.40    | 24       | 16.87    | 13       | 9.82     | 11       | 7.67     | 9        | 7.63     |
| 5.45                          | 15       | 16.29    | 43       | 40.20    | 81       | 79.66    | 107      | 93.24    | 90       | 73.44    | 97       | 63.73    | 67       | 51.18    | 52       | 42.97    | 22       | 25.91    | 13       | 15.85    | 11       | 11.89    | 7        | 10.61    |
| 5.75                          | 6        | 6.03     | 21       | 22.17    | 59       | 63.26    | 64       | 89.47    | 45       | 78.99    | 79       | 83.91    | 75       | 71.16    | 79       | 55.72    | 33       | 33.45    | 21       | 21.31    | 18       | 15.87    | 13       | 12.86    |
| 6.05                          | 3        | 1.51     | 13       | 8.55     | 26       | 37.18    | 47       | 62.89    | 41       | 44.91    | 48       | 68.69    | 46       | 70.10    | 48       | 59.73    | 37       | 36.28    | 21       | 24.70    | 19       | 18.25    | 13       | 13.57    |
| 6.35                          |          | 0.26     | 2        | 2.30     | 18       | 16.18    | 39       | 32.39    | 33       | 23.86    | 44       | 42.71    | 34       | 49.68    | 41       | 52.96    | 33       | 33.07    | 21       | 24.70    | 15       | 18.07    | 14       | 12.50    |
| 6.65                          |          |          | 7        | 0.46     | 7        | 5.21     | 21       | 12.23    | 33       | 23.86    | 44       | 42.71    | 34       | 49.68    | 41       | 52.96    | 33       | 33.07    | 21       | 24.70    | 15       | 18.07    | 14       | 12.50    |
| 6.95                          |          |          | 4        |          | 4        | 1.24     | 4        | 3.38     | 12       | 10.03    | 31       | 20.69    | 34       | 28.12    | 28       | 38.82    | 22       | 25.32    | 21       | 21.31    | 15       | 15.41    | 9        | 10.04    |
| 7.25                          |          |          |          |          |          | 0.22     |          | 0.68     | 4        | 3.34     | 9        | 7.81     | 21       | 12.72    | 21       | 23.53    | 15       | 16.29    | 20       | 15.85    | 12       | 11.31    | 8        | 7.03     |
| 7.55                          |          |          |          |          |          |          |          |          | 4        | 0.88     | 4        | 2.29     | 8        | 4.59     | 17       | 11.79    | 15       | 8.81     | 15       | 10.17    | 8        | 7.15     | 3        | 4.30     |
| 7.85                          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          | 0.52     |          |          |          |          |          | 4.00     | 5        | 5.63     | 2        | 3.89     | 4        | 2.29     |
| 8.15                          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          | 1.32     | 10       | 4.89     | 2        | 4.00     | 5        | 5.63     | 2        | 3.89     | 4        | 2.29     |
| 8.45                          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          | 0.30     | 3        | 1.68     | 2        | 1.53     | 2        | 2.67     | 2        | 1.83     | 0        | 1.06     |
| 8.75                          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          | 0.47     |          | 0.49     | 1        | 1.10     | 1        | 0.74     | 1        | 0.43     |
| 9.05                          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          | 0.39     | 1        | 0.26     |          | 0.08     | 0.15     |
| 合計                            | 150      | 149.92   | 215      | 214.77   | 368      | 367.87   | 428      | 427.87   | 410      | 409.92   | 440      | 439.81   | 418      | 417.84   | 344      | 343.64   | 218      | 217.79   | 164      | 163.32   | 120      | 119.91   | 92       | 91.86    |
| $\bar{x}$                     | 48.3     |          | 51.1     |          | 53.7     |          | 55.6     |          | 56.9     |          | 59.3     |          | 60.4     |          | 63.1     |          | 63.4     |          | 65.0     |          | 64.8     |          | 63.2     |          |
| S                             | 4.82     |          | 5.02     |          | 5.47     |          | 5.38     |          | 6.19     |          | 6.00     |          | 6.33     |          | 6.88     |          | 7.19     |          | 7.80     |          | 7.76     |          | 8.11     |          |
| $\chi^2$                      | 4.14     |          | 11.31    |          | 15.76    |          | 32.42    |          | 27.10    |          | 30.96    |          | 32.14    |          | 32.14    |          | 14.39    |          | 11.77    |          | 3.45     |          | 4.61     |          |
| d.f                           | 6        |          | 6        |          | 6        |          | 7        |          | 9        |          | 8        |          | 8        |          | 9        |          | 9        |          | 9        |          | 7        |          | 7        |          |

\*\*有意水準1%

表 2 1/4胴囲長の分布の正規分布への適合度の検定(雄)

| 外長長<br>mm<br>(2)mm | 90       |          | 100      |          | 110      |          | 120      |          | 130      |          | 140      |          | 150      |          | 160      |          | 170      |          | 180      |          | 190      |          | 200      |          | 210      |          | 220      |          |      |
|--------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|------|
|                    | 観測<br>度数 | 理論<br>度数 | 観測<br>度数 | 理論<br>度数 | 観測<br>度数 | 理論<br>度数 | 観測<br>度数 | 理論<br>度数 | 観測<br>度数 | 理論<br>度数 | 観測<br>度数 | 理論<br>度数 | 観測<br>度数 | 理論<br>度数 | 観測<br>度数 | 理論<br>度数 | 観測<br>度数 | 理論<br>度数 | 観測<br>度数 | 理論<br>度数 | 観測<br>度数 | 理論<br>度数 | 観測<br>度数 | 理論<br>度数 | 観測<br>度数 | 理論<br>度数 | 観測<br>度数 | 理論<br>度数 |      |
| 3.35               |          | 0.11     |          |          |          |          |          |          | 0.15     |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |      |
| 3.6.5              | 1        | 0.83     |          | 0.96     |          | 0.78     |          | 0.54     | 3        | 0.68     |          | 0.28     |          | 0.34     |          | 0.24     |          | 0.16     |          | 0.11     |          | 0.13     |          | 0.10     |          | 0.05     |          | 0.10     |      |
| 3.9.5              | 4        | 3.86     | 3        | 4.30     | 3        | 3.60     | 3        | 2.69     | 3        | 2.54     |          | 1.17     |          | 1.19     |          | 0.85     |          | 0.57     | 2        | 0.38     |          | 0.40     |          | 0.29     |          | 0.18     |          | 0.29     |      |
| 4.2.5              | 13       | 11.17    | 17       | 13.14    | 10       | 11.98    | 6        | 9.71     | 6        | 7.47     | 3        | 3.83     | 3        | 3.63     | 3        | 2.49     | 3        | 1.88     | 0        | 1.12     | 2        | 1.11     | 3        | 0.76     | 1        | 0.57     |          | 1        |      |
| 4.5.5              | 18       | 20.23    | 31       | 27.17    | 30       | 28.42    | 25       | 25.51    | 9        | 17.52    | 9        | 10.12    | 9        | 8.67     | 3        | 6.18     | 7        | 5.49     | 5        | 4.22     | 2        | 2.66     | 2        | 2.66     | 0        | 1.74     | 2        | 1.51     |      |
| 4.8.5              | 17       | 22.93    | 35       | 38.06    | 53       | 48.17    | 65       | 48.53    | 36       | 32.68    | 24       | 21.46    | 21       | 17.74    | 14       | 12.96    | 10       | 12.00    | 7        | 9.06     | 4        | 6.13     | 4        | 5.54     | 3        | 3.51     | 3        | 3.40     |      |
| 5.1.5              | 26       | 16.27    | 31       | 36.13    | 63       | 58.29    | 58       | 66.94    | 55       | 48.54    | 47       | 36.58    | 27       | 30.22    | 27       | 22.98    | 34       | 24.40    | 20       | 16.59    | 13       | 11.48    | 11       | 10.02    | 5        | 6.28     | 4        | 6.44     |      |
| 5.4.5              | 5        | 7.20     | 22       | 23.25    | 45       | 50.38    | 65       | 66.94    | 58       | 57.39    | 50       | 50.07    | 51       | 42.84    | 43       | 34.43    | 41       | 38.40    | 27       | 25.90    | 23       | 18.54    | 18       | 15.76    | 12       | 9.90     | 10       | 10.30    |      |
| 5.7.5              | 0        | 2.00     | 16       | 10.14    | 25       | 31.09    | 43       | 48.53    | 52       | 53.99    | 50       | 55.05    | 51       | 50.54    | 43       | 43.59    | 45       | 51.40    | 32       | 34.50    | 23       | 25.82    | 23       | 21.56    | 16       | 13.79    | 17       | 13.91    |      |
| 6.0.5              | 1        | 0.34     | 2        | 2.99     | 15       | 13.70    | 31       | 25.51    | 36       | 40.44    | 41       | 48.63    | 42       | 49.63    | 40       | 46.62    | 48       | 57.66    | 35       | 39.19    | 42       | 31.00    | 28       | 25.66    | 14       | 16.96    | 17       | 15.85    |      |
| 6.3.5              |          | 0.04     |          | 0.56     | 5        | 4.31     | 6        | 9.72     | 27       | 24.11    | 32       | 34.50    | 39       | 40.55    | 29       | 42.14    | 65       | 53.91    | 25       | 37.95    | 19       | 32.09    | 18       | 26.56    | 21       | 18.42    | 17       | 15.23    |      |
| 6.6.5              |          |          |          |          | 3        | 0.97     | 6        | 2.69     | 12       | 11.44    | 21       | 19.66    | 30       | 27.57    | 34       | 32.19    | 34       | 42.23    | 47       | 31.36    | 21       | 28.64    | 27       | 23.91    | 14       | 17.65    | 10       | 12.35    |      |
| 6.9.5              |          |          |          |          |          | 0.16     |          | 0.54     | 6        | 4.32     | 15       | 9.00     | 15       | 15.60    | 34       | 20.77    | 27       | 27.68    | 25       | 22.10    | 23       | 22.04    | 19       | 18.72    | 13       | 14.93    | 5        | 8.46     |      |
| 7.2.5              |          |          |          |          |          |          |          |          |          | 1.29     | 3        | 3.31     | 6        | 7.35     | 6        | 11.33    | 17       | 15.17    | 12       | 13.26    | 23       | 14.62    | 11       | 12.75    | 10       | 11.16    | 6        | 4.88     |      |
| 7.5.5              |          |          |          |          |          |          |          |          | 0.31     |          | 0.98     | 3        | 2.88     | 6        | 5.22     | 14       | 6.96     | 7        | 6.81     | 13       | 8.36     | 7        | 7.55     | 12       | 7.36     | 3        | 2.38     |          |      |
| 7.8.5              |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          | 0.23     | 3        | 0.94     | 3        | 2.03     |          | 2.67     | 3        | 2.98     | 2        | 4.12     | 7        | 3.89     | 7        | 4.29     | 2        | 0.99     |          |      |
| 8.1.5              |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          | 0.26     |          | 0.67     |          | 0.86     |          | 1.10     |          | 1.75     | 2        | 1.74     | 1        | 2.20     |          | 0.34     |          |      |
| 8.4.5              |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          | 0.19     |          | 0.23     |          | 0.35     |          | 0.64     |          | 0.68     |          | 1.00     |          | 0.10     |          |      |
| 8.7.5              |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          | 0.10     |          | 0.20     |          | 0.23     |          | 0.40     |          | 0.02     |          |      |
| 9.0.5              |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |      |
| 合計                 | 85       | 84.98    | 157      | 156.70   | 252      | 251.85   | 308      | 307.85   | 303      | 302.87   | 295      | 294.87   | 300      | 299.85   | 285      | 284.88   | 342      | 341.82   | 248      | 247.90   | 210      | 209.86   | 179      | 178.87   | 131      | 130.88   | 97       | 96.96    |      |
| $\bar{x}$          | 4.78     |          | 4.96     |          | 5.17     |          | 5.30     |          | 5.52     |          | 5.73     |          | 5.87     |          | 6.02     |          | 6.09     |          | 6.14     |          | 6.27     |          | 6.27     |          | 6.39     |          | 6.13     |          | 6.13 |
| S                  | 4.38     |          | 4.81     |          | 5.17     |          | 5.29     |          | 5.28     |          | 6.41     |          | 7.00     |          | 7.31     |          | 7.10     |          | 7.52     |          | 7.79     |          | 8.03     |          | 8.50     |          | 7.28     |          | 7.28 |
| $\chi^2$           | 9.39     |          | 4.81     |          | 4.81     |          | 13.89    |          | 8.97     |          | 10.82    |          | 5.97     |          | 2.085    |          | 25.46    |          | 15.37    |          | 24.19    |          | 5.54     |          | 5.90     |          | 4.39     |          | 4.39 |
| d.f                | 5        |          | 5        |          | 6        |          | 7        |          | 8        |          | 8        |          | 9        |          | 10       |          | 10       |          | 9        |          | 9        |          | 9        |          | 8        |          | 8        |          | 6    |

\*\*有意水準1%

表3 分割表による分布の同一性の検定(雌)

| 外套長A<br>mm | 相 対 度 数 % B |     |     |     |     |      |      |             |      |     |     |     |     | 合計               |
|------------|-------------|-----|-----|-----|-----|------|------|-------------|------|-----|-----|-----|-----|------------------|
|            | 0           | 1   | 2   | 3   | 4   | 5    | 6    | 7           | 8    | 9   | 10  | 11  | 12  |                  |
| 120        | 0           | 0   | 1   | 5   | 9   | 11   | 15   | <u>25</u>   | 22   | 9   | 2   | 1   | 0   | 100              |
| 130        | 0           | 1   | 3   | 8   | 10  | 11   | 18   | <u>22</u>   | 17   | 6   | 2   | 1   | 1   | 100              |
| 140        | 1           | 2   | 7   | 10  | 11  | 15   | 18   | <u>22</u>   | 12   | 2   | 0   | 0   | 0   | 100              |
| 150        | 0           | 0   | 2   | 5   | 8   | 8    | 11   | <u>22</u>   | 18   | 16  | 7   | 2   | 1   | 100              |
| 160        | 1           | 3   | 5   | 6   | 8   | 12   | 14   | <u>23</u>   | 15   | 8   | 4   | 1   | 0   | 100              |
| 合 計        | 2           | 6   | 18  | 34  | 46  | 57   | 76   | <u>114</u>  | 84   | 41  | 15  | 5   | 2   | 500 <sub>T</sub> |
| 期待度数       | 0.4         | 1.2 | 3.6 | 6.8 | 9.2 | 11.4 | 15.2 | <u>22.8</u> | 16.8 | 8.2 | 3.0 | 1.0 | 0.4 | 100.0            |

$$\chi^2 = 53.79 < \chi^2(48, 0.05) = 64.88$$

$$t_{ij} = \frac{T_{Ai}}{T} \times \frac{T_{Bj}}{T} \times T \quad \text{—はモード}$$

表4 分割表による分布の同一性の検定(雄)

| 外套長<br>mm | 相 対 度 数 % |     |     |     |     |      |      |             |     |     |     |     |     | 合計  |       |
|-----------|-----------|-----|-----|-----|-----|------|------|-------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|
|           | 0         | 1   | 2   | 3   | 4   | 5    | 6    | 7           | 8   | 9   | 10  | 11  | 12  |     |       |
| 170       | 0         | 2   | 3   | 10  | 12  | 13   | 14   | <u>19</u>   | 10  | 8   | 5   | 4   | 0   | 0   | 100   |
| 180       | 1         | 0   | 1   | 2   | 6   | 11   | 11   | <u>20</u>   | 9   | 10  | 11  | 11  | 6   | 1   | 100   |
| 合 計       | 1         | 2   | 4   | 12  | 18  | 24   | 25   | <u>39</u>   | 19  | 18  | 16  | 15  | 6   | 1   | 200   |
| 期待度数      | 0.5       | 1.0 | 2.0 | 6.0 | 9.0 | 12.0 | 12.5 | <u>19.5</u> | 9.5 | 9.0 | 8.0 | 7.5 | 3.0 | 0.5 | 100.0 |

$$\chi^2 = 24.66 < \chi^2(13, 0.01) = 27.69 \quad \text{—はモード}$$

の型から対数正規分布を仮定し、対数正規分布への適合を検定したのが表5である。 $\chi^2$ 値はそれぞれ、有意ではないので、分布型は対数正規分布であるとみなしてもさしつかえないと判断される。

以上の検討結果から、雌の1/4胴囲長の分布型は外套長90mmから110mmまでの階級では正規分布、120mmから160mmまででは対数正規分布、170mmから200mmでは再び正規分布とみなされる。また、雄の場合には外套長170mmと190mmの階級で対数正規分布、それ以外の階級では正規分布とみなされる。このような正規分布から対数正規分布への分布型の変化は、正規分布の関数に変化しているわけでは

表5 対数正規分布の適合度の検定

| $x_{mm}$  | $\log x$ | M.L 120 mm |        |          | M.L 170 mm |        |          |
|-----------|----------|------------|--------|----------|------------|--------|----------|
|           |          | 観測度数       | 理論度数   | $\chi^2$ | 観測度数       | 理論度数   | $\chi^2$ |
| 42.5      | 1.628    | 4          | 2.88   | 0.43     |            |        |          |
| 45.5      | 1.658    | 9          | 14.86  | 2.31     | 7          | 4.21   | 1.84     |
| 48.5      | 1.685    | 39         | 43.56  | 0.47     | 10         | 12.66  | 0.55     |
| 51.5      | 1.712    | 94         | 80.01  | 2.44     | 34         | 27.24  | 1.67     |
| 54.5      | 1.736    | 107        | 99.27  | 0.60     | 41         | 44.25  | 0.23     |
| 57.5      | 1.759    | 64         | 80.36  | 3.30     | 45         | 56.57  | 2.36     |
| 60.5      | 1.781    | 47         | 58.32  | 2.19     | 48         | 58.97  | 2.04     |
| 63.5      | 1.802    | 39         | 31.28  | 1.90     | 65         | 51.58  | 3.49     |
| 66.5      | 1.822    | 21         | 13.40  | 4.31     | 34         | 38.77  | 0.58     |
| 69.5      | 1.842    | 4          | 4.80   | 0.13     | 27         | 25.55  | 0.08     |
| 72.5      | 1.860    |            |        |          | 17         | 15.03  | 4.86     |
| 75.5      | 1.878    |            |        |          | 14         | 8.00   | 4.50     |
| 合計        |          | 428        | 428.74 | 18.08    | 342        | 342.83 | 17.70    |
| $\bar{x}$ |          | 1.74345    |        |          | 1.78178    |        |          |
| S         |          | 0.041690   |        |          | 0.051104   |        |          |
| d.f       |          | 7          |        |          | 8          |        |          |

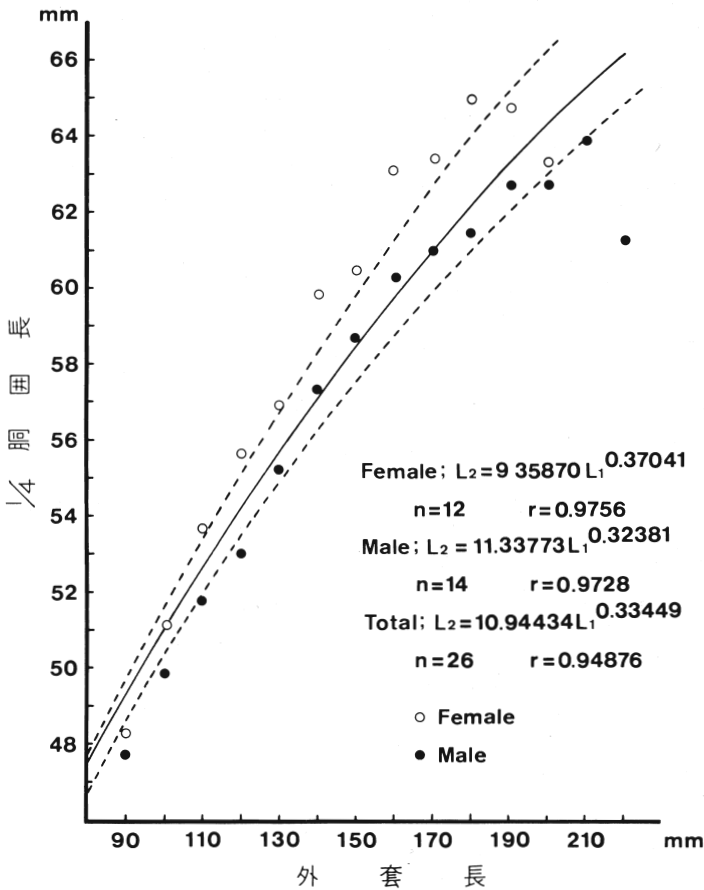
$$\chi^2(7, 0.01) = 18.48$$

$$\chi^2(8, 0.01) = 20.1$$

なく、平均、分散などのパラメータの変化によるもので、おそらく、外套長階級間における標本の質の変化、たとえば生殖腺の増重などによるものと考えられる。したがって、これらを考慮すればすべての階級を通して1/4胴囲長の分布型は正規分布とみなしてもさしつかえないと考えられる。このことは、ケンサキイカの体型の分布は基本的には正規分布を示し、ケンサキイカとブドウイカの体型の相違は個体差にすぎないことを示している。すなわち、特定の個体をみた場合に人間の視覚では、正規分布の左スソに近い部分に含まれるものをケンサキイカ、逆に右のスソに含まれるものをブドウイカと判断する可能性はきわめて大きいと考えられる。

(2) 外套長と1/4胴囲長の相対成長

1/4 胴囲長は外套長が大きくなるにしたがって相対的に成長している様子がある（図1）。この関係を明らかにするため、雌雄の外套長階級別に1/4胴囲長の



の平均値をプロットしたものが図2である。雌雄における外套長と1/4 胴囲長の関係は相対成長（アロメトリー）の式で表わすことができる（表6, 7）。それぞれのアロメトリーの式は次のとおりである。

雌;  $L_2 = 9.358 L_1^{0.370}$

雄;  $L_2 = 11.337 L_1^{0.323}$

ただし,  $L_1$ ; 外套長 mm

$L_2$ ; 1/4 胴囲長 mm

これらの式によると、相対成長係数は雌が大きく、見かけ上、雌の胴囲長が大きいことを示している。しかし、統計的に雌雄の胴囲長の間に差異があるかどうかをも検定すると、

図2 外套長と1/4胴囲長の相対成長

実線; 雌雄こみ  $L_1$ ; 外套長  $L_2$ ; 1/4 胴囲長

表6 外套長に対する1/4胴囲長の回帰についての分散分析表(雌)

| 要因 | 自由度 | 平方和     | 平均平方     | F         |
|----|-----|---------|----------|-----------|
| 回帰 | 1   | 0.10147 | 0.10147  | 197.797** |
| 残差 | 10  | 0.00513 | 0.000513 |           |
| 合計 | 11  | 0.10660 |          |           |

$r^2 = 0.9518$   
 $r = 0.9756$

\*\*有意水準 1%

表7 外套長に対する1/4胴囲長の回帰についての分散分析表(雄)

| 要因 | 自由度 | 平方和     | 平均平方     | F         |
|----|-----|---------|----------|-----------|
| 回帰 | 1   | 0.10989 | 0.10989  | 211.734** |
| 残差 | 12  | 0.00623 | 0.000519 |           |
| 合計 | 13  | 0.11612 |          |           |

$r^2 = 0.9463$   
 $r = 0.9728$

\*\*有意水準 1%

$$t_0 = 0.0007 < t(22; 0.05) = 0.0739$$

となり、相対成長係数に有意な差は認められない。始原成長指数は、見かけ上、雄が大きい、やはり雌雄の差を  $t$  検定すると、

$$t_0 = 1.1715 < t(22; 0.05) = 2.0739$$

となって有意な差は認められない。したがって、雌雄を併合して示すと、

$$L_2 = 10.944 L_1^{0.334}$$

$L_1$  ; 外套長  $mm$

$L_2$  ; 1/4 胴囲長  $mm$

が得られる。

この式における相対成長係数 0.334 は 0 より大きく 1.0 よりも小さいので、いわゆる劣成長といわれるものである (清水, 1957)。これは 1/4 胴囲長の伸長の度合が、外套長の成長の度合よりも小さいことを示し、形態的には外套長が大きくなるにしたがって、1/4 胴囲長と外套長との比が小さくなることである。すなわち、外套長の成長にともない、体型はしだいに細くなっていくことを示している。

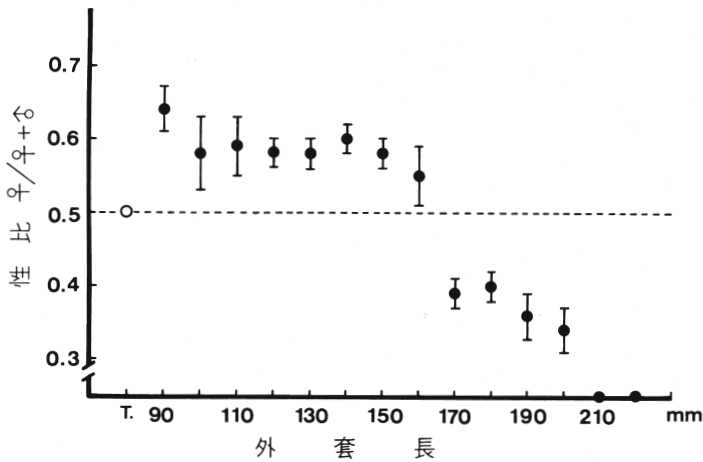


図3 性比とその95%信頼区間

外套長階級別の性比は、図3に示したが、外套長 170  $mm$  以上では、雌が少なくなっていくことがわかる。このことに相対成長を加味すると、例年 5 ~ 6 月に出現する外套長 400  $mm$  前後の大型個体 (島根水試, 1982) は、すべてが雄で胴囲の小さいケンサキカ型であることが説明される。

### (3) 成長式の推定

外套長階級別の 1/4 胴囲長の分布を示した図 1 をみると、雌は外套長 90~200  $mm$  雄は 90~220  $mm$  の階級のもものが画かれている。この雌雄による外套長階級の上限の 20  $mm$  の差が示す意味は、一定期間における雌雄の成長量の差であると考えられる。すなわち、各年の 5 月から 10 月の 6 か月間に、雄は雌よりも 20  $mm$  大きく成長することを示し、また、雄が雌よりも大型になる性的 2 型であることをも示している。雌雄の 6 か月間での外套長の成長量は、平均的に雌が 110  $mm$ 、雄は 130  $mm$  である。

このような、ある一定期間における成長量を利用して Bertalanffy の成長式のパラメータを推定する。Walford (1946) の考え方に基つけば、Bertalanffy の成長式、 $l_t = l_\infty (1 - e^{-K(t-t_0)})$  において、時間  $T$  後の成長量  $(l_{t+T} - l_t)$  と  $l_t$  の関係は次のように導かれる。

$$(l_{t+T} - l_t) = l_\infty (1 - e^{-KT}) - (1 - e^{-KT}) l_t$$

この式によって定差模式図を画くと、図 4 のようになる。したがって、図 4 におい

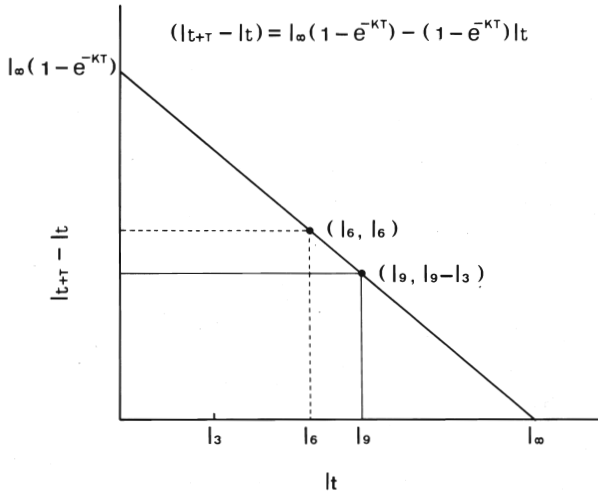


図 4 Walford (1946) の定差模式図

て  $l_6$  (添字は発生後の経過月数) と  $l_9$  が明らかになれば、各パラメータを推定することができるが、ここで用いた資料では  $l_6$  が不明であるため、 $l_\infty$  を理論的に求めることは不可能である。このため著者らは、これまでの外套長の測定値の上限から、雌の  $l_\infty$  を  $350\text{mm}$ 、雄のそれを  $500\text{mm}$  と仮定した。また田代 (1977) から、雌雄の  $l_3$  を  $90\text{mm}$  として  $K$ ,  $t_0$  を求め、次の成長式が得られた。

$$\text{雌； } l_t = 350 (1 - e^{-0.2209(t-1.6506)})$$

$$\text{雄； } l_t = 500 (1 - e^{-0.10402(t-1.09222)})$$

ただし、 $t$  は月令

これらの成長式から求めた雌雄の成長曲線を図 5, 6 に示した。雌の場合は 12 か月で、外套長約  $310\text{mm}$  に達し、寿命はほぼ 1 年と考えられる。雄の場合は 18 か月で外套長、約  $400\text{mm}$  に達することになる。また、実際に漁獲物として外套長  $400\text{mm}$  を越えるケンサキイカが見出されるのは、例年 5 ~ 6 月である (島根水試, 1982) ので、雄が発生後 9 か月間で外套長  $220\text{mm}$  に達するのであれば、18 か月間で外套長が約  $400\text{mm}$  に達することは不思議なことではない。おそらく、この現象は 1 ~ 3 月に発生した雄の少数が、12 か月を越えても死亡することなく生き残り、翌年の 5 ~ 6 月に島根県沿岸等で漁獲されることを示しているのであろう。

次に成長式の実測値に対する適合度について検討する。図 5, 6 に示した Bertalanffy の成長曲線は、雌雄とも発生後 3 か月では、実測値  $90\text{mm}$  と一致するが、9 か月での推定値は実測値と大きくかけ離れている。これはパラメータ  $K$  の値が大きい方に

偏って推定されているために起ったものとみられる。これは  $(\ell_t + T - \ell_t)$  が6か月間

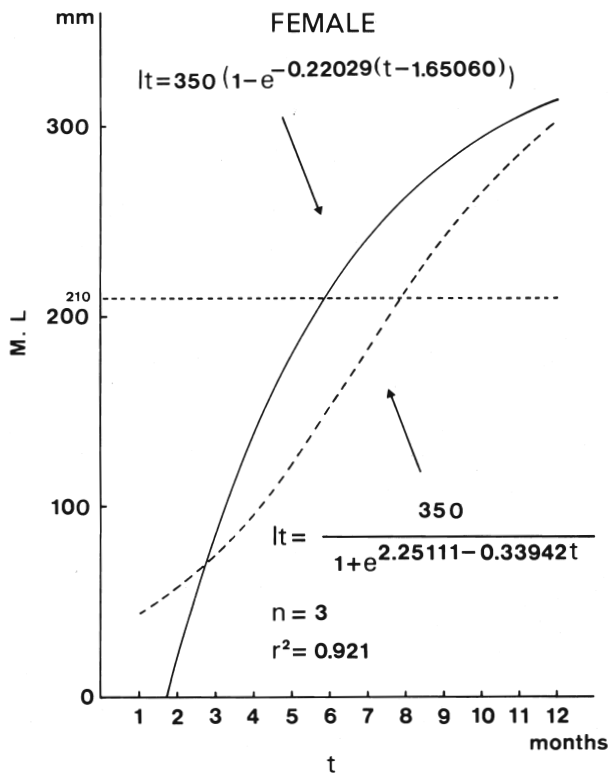


図5 雌の成長曲線

実線； Bertalanffy

破線； Robertson

$$\text{雌では } \ell_t = \frac{350}{1 + e^{2.25111 - 0.33942t}}$$

$$\text{雄では } \ell_t = \frac{500}{1 + e^{2.11706 - 0.20551t}}$$

寄与率がそれぞれ、雌 92.1%、雄 99.9%となり、実測値に近いものとなっている。いずれにしても、3点を用いて推定した Robertson の成長式の方が信頼性は大きいと考えられる。

### 3. 要 約

浜田沿岸で釣獲されたケンサキイカ、ブドウイカの体型について検討し、あわせて成長式を推定した。

の成長量であるため、 $(\ell_t + T - \ell_t)$  という実測値と仮定の値である  $\ell_\infty$  との2点だけを用いて  $K$  を推定しているためと考えられ、Walford (1946) の定差図にあてはまるかどうかは2点だけからは確めることができない。したがって、ここでの成長式の推定は Bertalanffy の成長式にしたがうという仮定が必要となってくる。もともと、成長式はそれが成長現象によく合うものを選ぶべきであろう。この意味から S 字状曲線にあてはめの Robertson による成長式を計算した。発生後3か月、9か月の外套長(実測値)と  $\ell_\infty$  の3点を使って計算し、図示したものが図5、6の中の破線で示した曲線である。Robertson による成長式は次のとおりである。

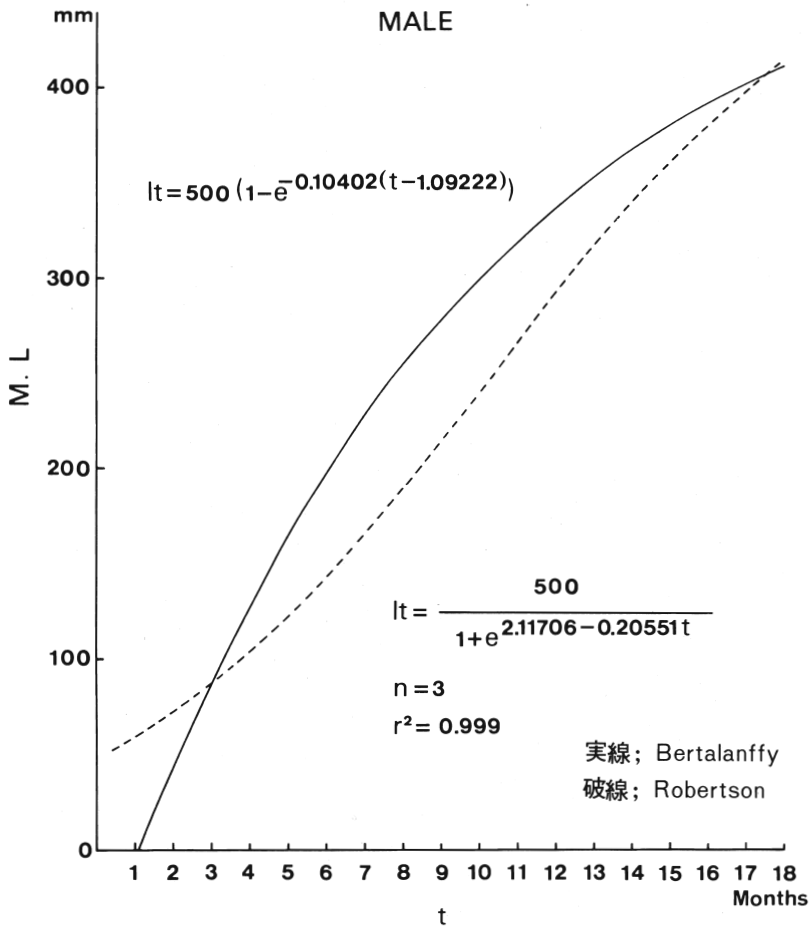


図6 雄の成長曲線

- (1) 成長段階別の1/4 胴囲長の分布型は26 例のうち19 例が正規分布, 7 例が対数正規分布であった。このことはケンサキイカとブドウイカの体型が同じであることを示している。
- (2) 外套長と1/4胴囲長との相対成長は劣成長である。すなわち, 外套長が大きくなるにしたがって, 1/4 胴囲長と外套長との比が小さくなっていくことを示している。
- (3) 雌雄の成長式は次のように推定された。

Bertalanffy の成長式

$$\text{雌} ; l_t = 350 (1 - e^{-0.22029(t-1.65060)})$$

$$\text{雄} ; l_t = 500 (1 - e^{-0.10402(t-1.09222)})$$

Robertson の成長式

$$\text{雌} ; l_t = 350 / (1 + e^{2.25111 - 0.33942t})$$

$$\text{雄} ; l_t = 500 / (1 + e^{2.11706 - 0.20551t})$$

ただし,  $t$  ; 月令  $l_t$  ; mm

終りに, 本報をご校閲下さった, 日本海区水産研究所企画連絡室長服部茂昌博士, この研究に終始ご指導いただいた島根県水産試験場長児島俊平博士, 資料の整理にご

協力いただいた谷野一江氏に心から感謝します。

## 文 献

- 小川嘉彦・山本達雄・名角辰郎・森脇晋平 (1982). 日本海南西沿岸水域における“シロイカ漁場の海況特性”. 水産海洋研究会報, (41) 1~10.
- 奥谷喬司 (1979). 現生二鰓類の生態と分類. 一頭足類の生物学① — , 海洋と生物, (1) : 19~23.
- 清水三雄 (1957). 動物の成長. 北隆館, pp148.
- 島根県水産試験場 (1982). 昭和57年度ケンサキイカ・ブドウイカ資源の管理技術開発総合研究中間報告書, 1~29.
- 田代征秋 (1977). 九州北西沿岸のケンサキイカとその漁業. 日本海ブロック試験研究集録, (1) : 81~96.
- Walford, L, A. (1946). A new graphic method of describing the growth of animals. Riol. Rull., Woods Hole, 90 (2) : 141~147.

## 質 疑

奥谷 (科学博物館) : ケンサキイカとブドウイカについては, 同一種だとの結論に達しました。私の著作では, ここに引用していただきました様に, 仮にブドウイカと言われるものについて, 名前の上では *Loligo edulis budo* を使っておりますが, 本質的には一つのものであろうことを申しておりましたが, 今日のご発表の結論を拝聴しますと納得いきます。一つだけ伺いますが, ケンサキイカとブドウイカは体のプロポーシヨ (外套長と胴囲長との関係, 外套長と頭・腕部との関係等) において, 非常に若いときと, また, 非常に大きくなったものでは, 両者は区別されず, 終局的には同じになってしまっていますが, この両者の中間ではプロポーシヨに差がみられるわけです。このように二体形が出来るのは, 遺伝的なことか, 成育の環境条件か, あるいは発生時期の違いによるものか, お考えを承りたいと思います。

安達 : 現場の漁業者によりますと, “ケンサキイカ” が出てくるのは初夏に限られ, しかも外套長 30 cm 以上のものです。“ブドウイカ” と呼ばれているのは, 秋の 20 cm から 24・25 cm のものに及んでいます。その時にこれが “ケンサキ” か “ブドウ” かは全く見わけができません。大型の雄のものだけを “ケンサキ” ではないかと言える程度です。

畑中 (遠洋水研) : 成長曲線のことについてですが,  $l_{\infty}$  の設定の仕方と, 非常に大きな個体が獲られていますが, これらは最初の 1 年を生きのびた少数個体と思われませんが, その可能性についてのお考えをお聞かせください。

安達：あとの質問からお答えします。同感で大型のものは1年過ぎて生き残るものは非常に少なく、たまたま5，6月に出現するものと考えております。 $l_{\infty}$ の設定は私自身非常によわいと思っております。いわゆる $l_{\infty}$ は理論式に出されたものであることが必要で、この成長式自体よわいのではないかと考えます。ただ、長崎大学の夏川助教授によりますと、経験上 $l$ の上限は雌35cm，雄50cmでよいであろうと言われています。その程度のよわいものです。