

魚類の栄養に関する研究

IV) 諸種餌料の含有蛋白消化率に就いて

古川 厚, 小笠原 義光, 橋口 昭利

Studies on Nutrition of Fish

IV. Digestibility of Protein in artificial and several natural diets.

Atsushi FURUKAWA, Yoshimitsu OGASAWARA and Terutoshi HASHIGUCHI

This study deals with the digestibility of protein in several diets viz. A) Standard artificial food, B) Standard artificial food mixed with Illuminol No. 1, C) Dried silkworm pupa X D) Shiomushi (*Tecticeps japonicus Iwasa*), E) Zarigani (*Cambaroides sp.*), and F) Inago (*Toxoptera sp.*)

Gold fish of zero (ysar) age were used and reared on by each food in glass pot for 20 days respectively.

The results were as follows :

1) As can be seen from Table 2-7 and Fig. 1, The digestibility was graded, higher to lower, in following way.

A > B > C > D > E > F,

while the growth rate was

A > B > E > D > F > C

2) On the energy spended by various movement, *Cambaroides sp.* was the smallest.

3) The rate of food-taking were high in standard and shiomushi food division, but (wsre) low in Inago and Zarigani division.

Judging synthetically, the effect of food to growth seems to be in such an order as follows :

A > B > E > D > F > C.

著者等は前報¹⁾に於て、養魚餌料として利用されているものの内、乾燥蛹、乾燥脱脂蛹、魚粉に就いて、その含有蛋白質の消化率及びその他若干の事柄に就いて考察した。今回は、さきに著者等が基礎餌料と定めた混合餌料²⁾(以後、基礎混合餌料と云う事にする)、さらに基礎混合餌料に Illuminol No. 1 を添加したものの、乾燥蛹、塩虫、蝗、及びザリガニを使用し、比較的長期(約20日間)に亘る飼育実験の結果を報告する。

1) 実験方法及び諸種計算

実験方法及び諸種計算は第1報²⁾に準じて行なった。

2) 供試魚及び餌料に就いて

供試魚は東京都水産試験場から入手した当才の金魚(琉金)で、試験時の体重は3~7gであった。試験

*内海区水産研究所業績 第36号

に際しては3匹を1群として使用した。

基礎混合餌料は第1報²⁾のBにあたるものである。Illuminol No. 1 混入餌料は、養魚地に於て粗放的に行った実験の結果、餌料を $\frac{1}{300000}$ Illuminol 溶液で混合して与えたものが、最も効果的であったと云われているので、本実験では、澱粉10gr に対し $\frac{1}{300000}$ Illuminol 溶液4ccを注加し乾燥したもので基礎混合餌料と同組成のものを作って使用した。塩虫は北海道産のものであり、サツリガニは鎌倉市大船町附近の水田で採集したもの、蝗は東京都北足立区鹿浜町附近で採集したものである。此れ等天然餌料は乾燥後粉末とし、Standard mesh 90~100の間のものを使用した。なお塩虫は脂肪含量約10%となる様に脂油を加えた。

右田、花岡、都築³⁾の報告に依れば、稚鯉の Energy 代謝量は3 Cal 100gr, 24h であると云われているので、十分に成長させる事を考慮して、本実験の場合は出来得る限り大体 10cep 100gr. 24h として給餌した。中には餌料の僅少なものがあつたため若干少くしたものもある。

使用した餌料の一般分析の結果は Table 1 に表示した。

Table 1. Composition of materials in food.

| Foods | Stuffs | Water | Dried Matter | Crude | | | Pure Protein | Chitin | etc |
|----------------------|--------|-------|--------------|---------|-------|-------|--------------|--------|------|
| | | | | Protein | Fat | Ash | | | |
| Dried Silk-Worm pupa | % | 2.3 | 97.7 | 55.5 | 28.5 | 4.3 | 42.0 | 13.37 | 9.4 |
| <i>Tecticeps</i> | % | 9.44 | 90.56 | 38.15 | 4.30 | 26.16 | 22.68 | 11.68 | 8.58 |
| <i>Cambaroides</i> | % | 10.54 | 89.46 | 56.30 | 11.37 | 15.26 | 35.32 | | 0.02 |
| <i>Locust</i> | % | 8.47 | 91.53 | 72.85 | 6.69 | 2.85 | 49.53 | | 9.14 |

2) 実験結果及び考察

各餌料の蛋白消化率を表示したのが Table 2~Table 7 である。

Table 2. Digestibility of Artificial food

| Date | Water Temp. | Pure Protein | | | | | Digestibility | Body Weight | W ¹ /W ⁰ |
|------|-------------|--------------|-----------|-----------|----------|-----------|---------------|-------------|--------------------------------|
| | | Supplied | Remained | Taked | Excreted | Absorbed | | | |
| 1 | 26±1 °C | 854.88 mg | 188.72 mg | 666.16 mg | 18.10 mg | 648.06 mg | 91.5 % | 8.51 g | 100 % |
| 2 | 26±1 | 860.99 | 102.35 | 758.64 | 6.93 | 751.71 | 99.1 | | |
| 11 | 25±1.5 | 694.35 | 100.00 | 594.35 | 28.96 | 565.39 | 95.1 | 9.91 | 116.45 |
| 12 | 24±0.5 | 739.76 | 77.50 | 662.26 | 44.90 | 617.36 | 93.2 | | |
| 21 | 23±1 | 703.04 | 463.04 | 240.91 | 26.28 | 214.63 | 89.1 | 10.39 | 122.09 |

即ち此れ等の結果に就いて見ると、定値の平均消化率では基礎混合餌料が最も高く、第1報で示した値とほぼ同様の値を示している。此れに対し Illuminol 混入の餌料は、若干低く、大体乾燥蛹と同程度であった。その他の餌料に就いては塩虫、ザリガニ、蝗の順に低下している。

Table 1 から此れ等餌料の栄養素の組成を見ると、天然餌料4種の内乾燥蛹をのぞいた3種は何れも非蛋白栄養素が基礎混合餌料に比して少ない。著者等は第1報に於て、餌料中の蛋白質の組成が高いものほどその消化率は大である事を見たのであるが、今度の結果は若干相異なる様に考えられる。此の点に関しては更

Table 3. Digestibility of Artificial food (mixed Illuminol. No1)

| Date | Water | Pure Protein | | | | | Digesti- bility | Body Weight | $\frac{W_1}{W_0}$ |
|------|----------------|--------------|-------------|--------------|-------------|--------------|--------------------|----------------|-------------------|
| | Temp. | Supplied | Remained | Taked | Excreted | Absorbed | | | |
| 1 | 26.5±1.5 °C | 831.29 mg | 97.40 mg | 768.54 mg | 59.24 mg | 709.30 mg | 91.9 % | 17.32 g | 100 % |
| 2 | 27.0±2.0 | 825.06 | 102.58 | 722.48 | 66.00 | 656.48 | 90.9 | | |
| 3 | 27.0±2.5 | 825.57 | 77.12 | 748.45 | 122.48 | 625.97 | 83.6 | | |
| 4 | 27.5±2.0 | 827.18 | 91.86 | 735.32 | 106.33 | 629.99 | 85.4 | | |
| 5 | 27±2.5, 0 | 820.96 | 88.95 | 732.01 | 103.82 | 628.19 | 85.4 | 17.56 | 101.4 |
| 10 | 27.0±2.5 | 785.43 | 214.96 | 570.47 | 62.02 | 507.75 | 89.0 | 18.32 | 105.8 |
| 11 | 27.0±2.0 | 794.48 | 193.31 | 601.17 | 39.72 | 561.45 | 93.4 | | |
| 20 | 23.0±1.5 | 742.55 | 371.48 | 371.07 | 67.25 | 303.82 | 81.9 | 19.39 | 112.0 |
| 21 | 23.0±1.5 | 759.81 | 187.05 | 572.75 | 80.69 | 492.06 | 85.9 | | |

Table 4. Digestibility of Dried Silk-Worm PuPa.

| Date | Water | Pure Protein | | | | | Digesti- bility | Body Weight | $\frac{W_1}{W_0}$ |
|------|----------------|--------------|-------------|--------------|-------------|--------------|--------------------|----------------|-------------------|
| | Temp. | Supplied | Remained | Taked | Excreted | Absorbed | | | |
| 1 | 25.5±1.0 °C | 391.34 mg | 77.69 mg | 313.65 mg | 55.18 mg | 258.47 mg | 82.4 % | 14.60 g | 100 % |
| 2 | 25.0±0.5 | 390.74 | 25.58 | 365.21 | 40.18 | 325.02 | 89.0 | | |
| 11 | 23.5±0.5 | 379.92 | 5.17 | 374.75 | 67.40 | 307.35 | 82.0 | | |
| 12 | 23.5±0.5 | 380.78 | 14.38 | 366.48 | 76.61 | 289.79 | 79.1 | 15.09 | 102.9 |
| 21 | 24.0±2.0 | 391.06 | 80.82 | 310.24 | 32.97 | 277.27 | 89.4 | | |
| 22 | 25.5±1.0 | 391.88 | 83.82 | 308.06 | 62.46 | 245.60 | 79.7 | 14.65 | 99.9 |

Table 5. Digestibility of the Tecticeps

| Date | Water | Pure Protein | | | | | Digesti- bility | Body Weight | $\frac{W_1}{W_0}$ |
|------|----------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------------|----------------|-------------------|
| | Temp. | Supplied | Remained | Taked | Excreted | Absorbed | | | |
| 1 | 26.5±1.5 °C | 753.75 mg | 245.47 mg | 508.28 mg | 118.32 mg | 389.95 mg | 76.2 % | 16.54 g | 100 % |
| 2 | 27.0±2.0 | 745.75 | 212.74 | 533.01 | 129.49 | 403.52 | 75.7 | | |
| 3 | 27.0±2.5 | 746.05 | 180.38 | 565.67 | 151.14 | 414.53 | 73.3 | | |
| 4 | 27.5±2.0 | 746.47 | 235.05 | 511.42 | 243.96 | 267.46 | 55.8 | | |
| 5 | 29.0±2.0 | 738.25 | 181.47 | 556.78 | 224.45 | 332.33 | 59.7 | 16.89 | 102.1 |
| 10 | 27.5±2.0 | 730.77 | 269.05 | 461.72 | 126.61 | 335.11 | 72.6 | 17.06 | 103.1 |
| 11 | 27.0±2.0 | 737.53 | 170.63 | 566.90 | 147.87 | 419.03 | 73.9 | | |
| 20 | 25.0±1.5 | 699.10 | 202.75 | 496.35 | 112.49 | 383.86 | 77.3 | 17.85 | 107.9 |
| 21 | 25.0±1.5 | 703.67 | 206.72 | 496.95 | 107.39 | 389.56 | 78.4 | | |

Table 6. Digestibility of the Cambaroides

| Date | Water Temp. | Pure Protein | | | | | Digestibility | Body Weight | $\frac{W_1}{W_0}$ |
|------|-------------|--------------|----------|--------|----------|-----------|---------------|-------------|-------------------|
| | | Supplied | Remained | Taked | Excreted | Absorpted | | | |
| 1 | 24±0.5 | 1,403.74 | 1,257.24 | 146.50 | 61.92 | 84.58 | 57.7 | 17.12 | 100 |
| 2 | 22±2 | 1,402.28 | 1,175.41 | 226.87 | 61.97 | 164.90 | 72.7 | | |
| 10 | 24±1 | 1,291.61 | 1,101.94 | 189.67 | 68.96 | 120.71 | 63.7 | 18.59 | 108.6 |
| 11 | 24±1 | 1,340.78 | 1,192.23 | 148.55 | 36.98 | 111.57 | 75.1 | | |
| 20 | 22±2 | 1,261.15 | 1,111.60 | 149.55 | 82.26 | 67.29 | 45.0 | 19.05 | 111.3 |

Table 7. Digestibility of the Locust

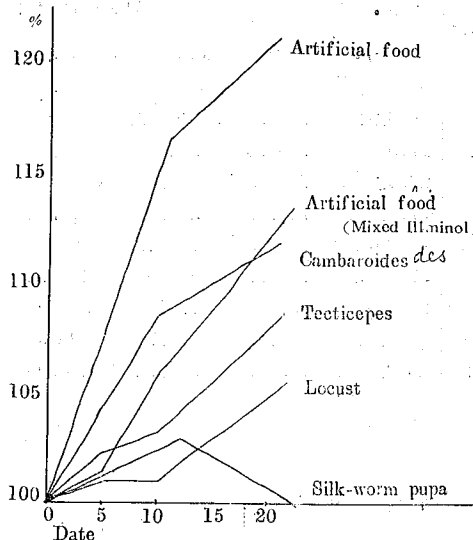
| Date | Water Temp. | Pure Protein | | | | | Digestibility | Body Weight | $\frac{W_1}{W_0}$ |
|------|-------------|--------------|----------|----------|----------|-----------|---------------|-------------|-------------------|
| | | Supplied | Remained | Taked | Excreted | Absorpted | | | |
| 1 | 24±0.5 | 1,842.44 | 1,339.32 | 503.12 | 307.10 | 196.02 | 39.0 | 17.60 | 100 |
| 2 | 22±2 | 1,833.16 | 1,258.36 | 574.80 | 273.39 | 301.41 | 52.4 | | |
| 3 | 26±3 | 1,832.03 | 918.42 | 913.61 | 314.18 | 599.43 | 65.6 | | |
| 4 | 25±2.5 | 1,832.32 | 856.55 | 975.77 | 288.36 | 687.41 | 70.4 | | |
| 5 | 23±1.5 | 1,823.05 | 1,112.87 | 710.18 | 227.54 | 482.64 | 68.0 | 17.79 | 101.1 |
| 10 | 24±1 | 1,823.51 | 545.89 | 1,277.62 | 183.86 | 1,073.76 | 85.6 | 17.78 | 101.0 |
| 11 | 24±1 | 1,852.97 | 1,140.34 | 712.63 | 217.20 | 495.43 | 69.5 | | |
| 19 | 22±2 | 1,758.50 | 1,032.99 | 725.51 | 87.27 | 638.24 | 88.0 | 18.46 | 104.9 |
| 20 | 22±2 | 1,756.61 | 828.11 | 928.50 | 275.51 | 652.99 | 70.3 | | |

に追究する必要があるが、今の所は蛋白質の質の相異によるのではないかと想像している。chitin の組成が比較的高いものに就いても、第2報の結果からすれば、此の程度であれば蛋白消化率を大巾に左右するとは考えられない。

次に各飼料区毎の魚体の増減を図示したのが Fig 1 である。

基礎混合飼料の成績は他のものに比して良好であった。蛋白消化率の最も悪かったザリガニが、Illuminol 混入飼料と殆ど同様の結果を得ている。此の点は勿論更に研究する必要があるが栄養素の組成が比較的調和している事にも帰因するのではなからうか。乾燥蛹は消化率の点では比較的良好であったにも拘らず、その体重は試験開始当時より低下した、第3報に於て脱脂蛹の方が、即ち脂肪量の低いものの方が体重増加には好結果を得た事を指摘したのであるが、今度の供試飼料中最も脂肪含量が大である此の飼料が最悪の結果を示した事は、蛹脂肪の飼料効果に及ぼす影響ではないかと考えられるが今後の問題であろう。

Fig 1 Increased body weight.



第2報に報告した生活 Energy 相当重を本実験に使用した数種の餌料に就いて計算した結果は Table 8 の通りであった。此等の値は何れも5日間の実験結果に依った。

Table 8. Amount for 5 days

| Foods | Pure Protein | | | | | Increased Body weight | Increased Protein in the body |
|-----------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-----------------------|-------------------------------|
| | Supplied | Remained | Taked | Excreted | Absorpted | | |
| Artificial food (mixed Illuminol) | 4.13 ^g | 0.46 ^g | 3.71 ^g | 0.46 ^g | 3.25 ^g | 1.39 ^g | 0.19 ^g |
| Tecticept | 3.73 | 1.06 | 2.68 | 0.87 | 1.81 | 2.12 | 0.30 |
| Camdaroides | 5.64 | 3.16 | 2.47 | 0.31 | 2.16 | 8.39 | 1.17 |
| Locust | 9.16 | 5.49 | 3.68 | 1.41 | 2.27 | 1.08 | 0.15 |

$$3.25 - (0.31 + 0.19) = 2.75$$

註

$$1.81 - (0.31 + 0.30) = 1.20$$

吸収量 - 保持代謝量 = 増成蛋白質量 + E

$$2.16 - (0.31 + 1.17) = 0.68$$

(但し E は運動其の他の為体外に放出された Energy)

$$2.27 - (0.31 + 0.15) = 1.81$$

Table 8 に依ると生活 Energy 相当量は、ザリガニが最も少く、塩虫、蝗 Illuminol 混入餌料の順に多くなっている。養魚餌料として考えるならば、摂取量が多く、且つ増肉量を多くすることが最も望ましいわけであって、E と摂取量の比が小さいもの程餌料効果は大きい可能性が考えられる。(但し必要充分条件を満たすものではない)、今 Table 8 よりザリガニ、塩虫、蝗 Illuminol 混入餌料に就いて夫々比を計算すると 27.5%、44.8%、49.2%、74.1% となる。Illuminol 混合餌料のみが特異の値を示した。元来栄養比の狭い餌料を与えた場合は、栄養比の広いものを与えた場合よりは、酸素消費量は多くなると云われている。生活 Energy 相当量の多い場合には酸素消費量も多い事が予想されるが、Illuminol 混入の餌料が、他の餌料区に比し、最も多いのは如何なる理由に依るかは明かでないにしても第1報、第2報に示した基礎混合餌料に比較すると消化率、増肉量は何れも劣り、生活 Energy 相当量は高くなっておる事から、Illuminol No. 1 の生理的意味が如何にであったにしても、本実験の範囲内に於ては余り好結果を期待する事は出来ないものと考えられる。

摂取率、吸収率に於いて見ると、全餌料区とも、変動が大きく、その上与えた餌料が異なるために、正確な比較は困難であるが、摂取率を図示したのが Fig 2 である。ザリガニは最も悪く基礎混合餌料系統は初めの内は良好であるが、漸次低下する傾向が見られる。一般に実験日の進むに従って摂取率の低下が云われるが、その原因に就いては不明である。乾燥蛹を除いた他の5餌料は Calory、魚体重に対する投餌量も大差ないので、摂取率はその嗜好性を示すと考えられるので此の点からすると、基礎混合餌料、塩虫は良く好み、蝗、ザリガニはあまり嗜好性を示さない様である。

Fig 2 Taking ratio

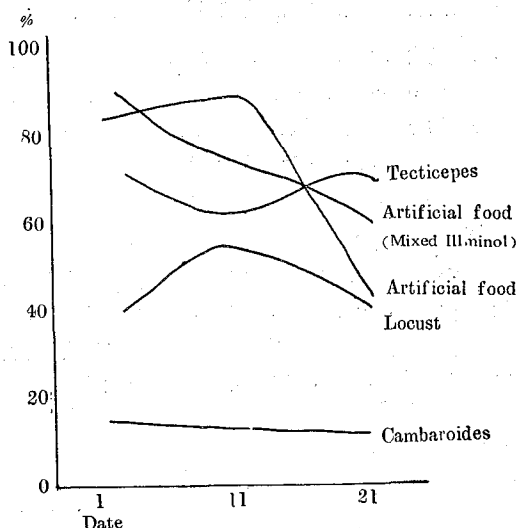
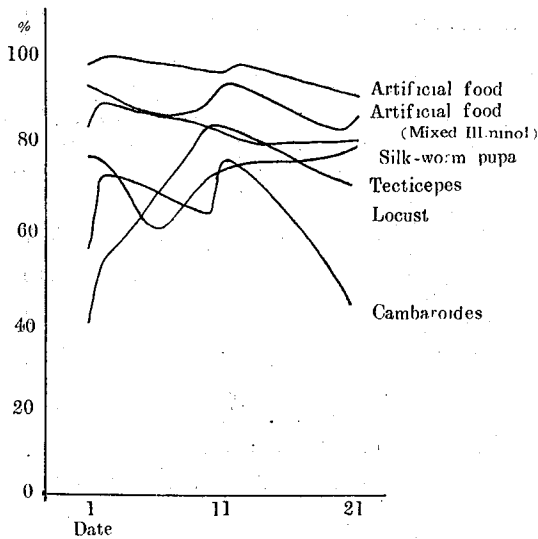


Fig 3 Absorbed ratio



吸収率は Fig 3 の如くであったが、ザリガニ、蝗は特に変化が大きく、しかも低率を示している。吸収量は基礎混合餌料系統、蝗は比較的多いが、塩虫、乾燥蛹、ザリガニの順に減少している。しかしながら前述した如く魚体重の増加は比較的良好であったし、蝗は吸収量は多いが魚体重は余り増加しなかった。此れ等の諸点は今後さらに研究すべき点であろう。

以上の諸点を総合すると、基礎混合餌料は比較的長期にわたる実験に於ても良好な結果を得たが、天然物ではザリガニが良好な餌料たり得る事を知った。

要 約

今度混合餌料 (A)、此れに Illuminol を混入したもの (B)、乾燥蛹 (C)、塩虫 (D)、ザリガニ (E)、蝗 (F) に就いて20日間金魚の飼育を行い次の結果を得た。

- 1) 各餌料の蛋白消化率は次の通りであった。(Table 2 - Table 7)
(A) > (B) > (C) > (D) > (E) > (F)
- 2) 魚体増重率は次の順であった。(Fig 1, Table 2 ~ Table 7)
(A) > (B) > (E) > (D) > (F) > (C)
- 3) 生活 Energy 相当量に就いてはザリガニが損耗最も少く、Illuminol 混入餌料が最も多かった。(Table 8)
- 4) 摂取率に就いては混合餌料及び塩虫がよく、蝗、ザリガニは悪かった。(Fig 2)
- 5) 吸収率に就いても蝗、ザリガニは変動が大きく、然も低率を示した。(Fig 3)
- 6) Illuminol No. 1 は餌料効果は次の如く考えられる。
- 7) 総合した飼料効果は次の如く考えられる。
(A) > (B) > (E) > (D) > (F) > (C)

文 献

- | | |
|----------------|----------------------------|
| 1. 古川, 小笠原 | 内海区水産研究所研究報告 No. 4. 1953 |
| 2. 花岡, 古川, 小笠原 | 日水誌 Vol. 14. No. 4. 1948 |
| 3. 右田, 花岡, 都築 | 水産試験場報告 No. 8. 1937 |
| 4. 古川, 小笠原 | 日水誌 Vol. 17. No. 8, 9 1952 |