

Tilapia nilotica の無給餌養殖に関する研究 - II

霞ヶ浦における網生簀無給餌養殖試験結果

熊丸敦郎・高野 誠・河崎 正・岡本成司・矢口正直

T. nilotica はプランクトンを餌として利用できる魚であることはすでに知られており、霞ヶ浦のような富栄養化が進んだプランクトンの豊富な湖においては、無給餌養殖も可能とされている。しかし、その反面、比較的高水温に適した魚であり、20℃以下の水温になると成長しなくなり、スレによる歩減りも生じやすくなること、さらに、冬期の低水温においては生残できないことなど不利な点も知られている。こうした魚を霞ヶ浦に無給餌養殖魚として導入するに先だて、霞ヶ浦での水温20℃以上の期間において無給餌でどの程度の成長が見込まれるかを予測し、それによって、漁業経営上成り立つものかどうかを知る必要がある。

そこで、まず、霞ヶ浦の水温の同年変化を調べ、飼育可能な期間を求めた。次に、この期間中、霞ヶ浦の7漁場で無給餌養殖試験を行ない、成長の地域差を調べることにより、適・不適地について検討した。又、この試験結果に基づいて、各漁場における収益試算を行ない、収益をあげるための種苗サイズ等について検討を加えた。

最後に無給餌養殖試験を行なった各漁場でのプランクトンの種類と量を調査し、ティラピアの成長結果と比較検討した。

試験方法

霞ヶ浦の水温については、玉造町内水試前において、日曜、祭日を除くほぼ毎日午前9時ごろに測定した。

無給餌養殖試験は、第1図、第1表に示したように7漁場9試験区で行ない、さらに、無給餌と給餌による成長比較のために玉造内水試前に給餌試験区を設けた。種苗は、種苗入手の都合により250～300gサイズのもの、400～430gサイズのものを使用した。

放養密度は、原則として一般漁業者が



コイ養殖に用いる $5\text{ m} \times 5\text{ m} \times 2.5\text{ m}$ の網生簀に 50 kg 放養したが、玉造内水試前においては $2\text{ m} \times 2\text{ m} \times 2\text{ m}$ のものを使用した。給餌試験区における給餌はティラピア用ペレットを金網かごに入れ、置き餌とした。給餌量は前報の摂餌量の式から計算し、およそ飽食量を日曜を除く毎日午前9時ごろに1回給餌した。その給餌量は第2表に示すとおりである。

体重測定は、毎月1回各月の中旬に行ない、同時に全尾数を計数し、平均体重を算出した。

第1表 ティラピア無給餌養殖試験実施漁場と試験内容

| 漁場 | 漁業者名 | 試験区 | 試験内容 |
|---------|------|--------|-------------|
| 出島村牛渡 | 宮崎好明 | I | 無給餌 各月毎体重測定 |
| 出島村田伏 | 石橋正光 | II | " 最終取上げ時測定 |
| 玉里村下玉里 | 榎木照明 | III | " 各月毎測定 |
| 玉造町内水試前 | | IV-(1) | " " |
| | | IV-(2) | " 最終取上げ時測定 |
| | | IV-(3) | 給餌 各月毎測定 |
| 玉造町手賀 | 理崎清吉 | V | 無給餌 " |
| 桜川村三次 | 宮本栄 | VI | " " |
| 北浦村山田 | 河野正 | VII | " " |

第2表 給餌試験区IV-(3)の給餌量(ティラピア用ペレットを置き餌として給餌)

| 月日 | 給餌量(g) | 月日 | 給餌量(g) | 月日 | 給餌量(g) | 月日 | 給餌量(g) | 月日 | 給餌量(g) |
|------|--------|------|--------|------|--------|------|--------|------|-----------|
| 7.31 | 450 | 8.15 | 500 | 8.30 | 550 | 9.14 | (-) | 9.29 | 650 |
| 8.1 | " | 16 | " | 31 | (-) | 15 | 600 | 30 | " |
| 2 | " | 17 | (-) | 9.1 | 600 | 16 | " | 10.1 | " |
| 3 | (-) | 18 | " | 2 | " | 17 | 650 | 2 | " |
| 4 | " | 19 | " | 3 | " | 18 | " | 3 | 700 |
| 5 | " | 20 | " | 4 | " | 19 | " | 4 | " |
| 6 | " | 21 | " | 5 | " | 20 | " | 5 | (-) |
| 7 | " | 22 | 550 | 6 | " | 21 | (-) | 6 | " |
| 8 | " | 23 | " | 7 | (-) | 22 | " | | |
| 9 | " | 24 | (-) | 8 | " | 23 | (-) | 合計 | 32,400(g) |
| 10 | (-) | 25 | " | 9 | " | 24 | " | | |
| 11 | " | 26 | " | 10 | " | 25 | " | | |
| 12 | " | 27 | " | 11 | " | 26 | " | | |
| 13 | 500 | 28 | " | 12 | " | 27 | " | | |
| 14 | " | 29 | " | 13 | " | 28 | (-) | | |

また、毎月1回の体重測定によるストレスのために成長が劣るおそれがあるので、玉造・内水試前の(2)区と田伏については、一般養殖業者の網生質と同様に種苗の放養時から最終取上げ時まで測定しない試験区とした。前報で、雄と雌の成長が異なることが明らかになっているので、最終取上げ時には雄と雌を分け各々尾数・体重を測定した。また、各漁場・試験区における成長の比較は、前報で求めた基準成長式

$$\delta \quad : \quad \frac{dW}{dt} = K_s \cdot (1450 - W) \cdot W \dots\dots\dots (1)$$

$$K_s = \frac{\ln \frac{1450 - W_1}{W_1} - \ln \frac{1450 - W_2}{W_2}}{1450 \times \Delta t} \dots\dots\dots (1)'$$

$$\varphi \quad : \quad \frac{dW}{dt} = K_s \cdot (600 - W) \cdot W \dots\dots\dots (2)$$

$$K_s = \frac{\ln \frac{600 - W_1}{W_1} - \ln \frac{600 - W_2}{W_2}}{600 \times \Delta t} \dots\dots\dots (2)'$$

$$(\delta + \varphi) / 2 \quad : \quad \frac{dW}{dt} = K_s \cdot (1025 - W) \cdot W \dots\dots\dots (3)$$

$$K_s = \frac{\ln \frac{1025 - W_1}{W_1} - \ln \frac{1025 - W_2}{W_2}}{1025 \times \Delta t} \dots\dots\dots (3)'$$

〔ただし、 W_1 は放養初めの魚体重、 W_2 は放養後 Δt 日後の魚体重〕

(1)' (2)' (3)' から成長係数 K_s を計算し、これにより行なった。

次に、プランクトンの種類と量の検査方法について述べる。

試料は原則として、月に2回採集し、この時同時に溶存酸素量(上層、下層)透明度を測定し、試水についてセストン量とクロロフィル a 量を測定した。

溶存酸素量は D.O.メーターにより、セストン量はミリポアフィルター 0.8μ を用いクロロフィル a 量は、GFC を用いて $10ml$ アセトン 90% ホモジナイズ抽出液を吸光分析し、

$$Ch a (ppb) = (11.64 E_{664} - 2.16 E_{645} + 0.10 E_{630}) \frac{10,000}{V}$$

により算出した。〔 V は濾過した試水の量(ml)〕

原生動物、植物プランクトンについては、試料採集した日の内に水サンプル $0.05ml$ について鏡し種類別に計数した。動物プランクトンについては、 $\times \times 13$ 北原式プランクトンネットによ

底から約 50 cm 上層から垂直曳採集し、ホルマリン固定サンプルとして実験室内に持ち帰り、100 ml に定容した後この内の 1 ml ～ 2 ml について実体顕微鏡により計数した。又、動物プランクトンの乾燥重量は、先のホルマリン固定試料について種類の検査の後、さらに N X X 13 ネット地を用いて水道水でできるだけ植物プランクトンを洗い出した後凍結乾燥し、重量測定して求めた。プランクトンネットの濾過率の補正は次式によった。

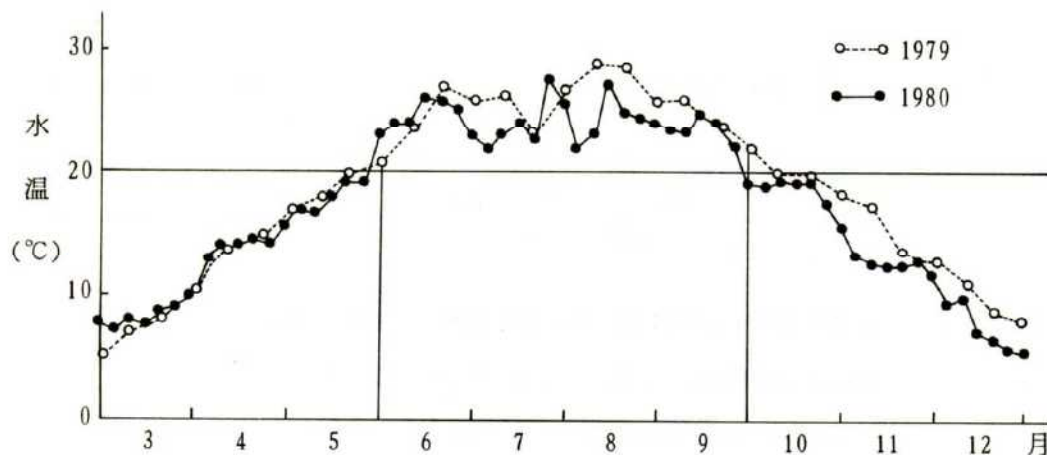
$$\text{濾過率； } K = \frac{1}{0.24 h + 1.39}$$

ただし、h はプランクトンネットを曳いた距離 (m)

結果及び考察

1 水温測定結果と無給餌養殖試験結果

内水試前の午前 9 時ごろの水温測定結果は第 2 図のようになり、霞ヶ浦・北浦各漁場においても、ほぼこれと同様の周年変化とみなされるから、霞ヶ浦・北浦における *T. nilotica* の飼育期間、すなわち 20℃ 以上の期間は 6 月初旬から 10 月初旬までの 4 ヶ月間ということになる。



第 2 図 霞ヶ浦 (内水試前, AM 9:00 ごろ) における水温変化

また、各漁場における網生簀無給餌養殖試験結果を第 3 表、第 3 図に示したが、9 月 22 日から 10 月 7 日にかけての成長はどの漁場においても悪く、むしろ体重が減少する傾向がみられる。このことはおそらく水温の低下によるものと考えられ、9 月下旬からの成長は期待できないものと思われる。したがって、現実的には霞ヶ浦において無給餌養殖でティラピアの増重が見込まれる期間は 6 月初旬から 9 月中旬にかけての約 100 日間ということになる。

次に各漁場での成長について、前報で述べた成長係数によって比較を行なった。まず、第 4 表に雄の成長係数 (以下 ♂Ks で表わす) の高い順にまとめて示したが、これで見ると雄雌全体の成

第3表 *Tirapia nilotica* 無給餌養殖試験結果(1980年)

| 試験区 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | Total (6-9月) Ks |
|---------------------------------|-----------------------------------|--|--|--|--|---|
| I 出島村 牛渡 | 6.18 49.7kg/164尾 (平均303.1g) | 7.22 62.6kg/162尾 (386.4g) ×1.28 Ks=1.05×10 ⁻⁵ | 8.19(27) 74.0kg/160尾 (462.5g) ×1.20 Ks=1.11×10 ⁻⁵ | 9.22(34) 81.3kg/161尾 (505.0g) ×1.09 Ks=4.78×10 ⁻⁶ | 10.7(15) 82.6kg/162尾 (509.6g) ♂50.65kg/90(562.8g) ♀32.9kg/72(456.9g) | (Δt=95) Ks=8.61×10 ⁻⁶ ♂Ks=6.36×10 ⁻⁶ ♀Ks=2.00×10 ⁻⁵ |
| II 出島村 田伏 | 6.18 50.2kg/165尾 (304.2g) | - | - | - | 10.7 94.9kg/164尾 (578.7g) ♂59.0kg/89尾(629.2g) ♀35.9kg/75尾(478.7g) | (Δt=95) Ks=1.15×10 ⁻⁵ ♂Ks=7.70×10 ⁻⁶ ♀Ks=2.36×10 ⁻⁵ |
| III 玉里村 下玉里 | 6.23 50.1kg/208尾 (240.1g) | 7.22(29) 67.1kg/208尾 (322.6g) ×1.34 Ks=1.37×10 ⁻⁵ | 8.19(27) 77.4kg/208尾 (372.1g) ×1.15 Ks=1.80×10 ⁻⁶ | 9.22(34) 95.5kg/208尾 (459.1g) ×1.23 Ks=1.01×10 ⁻⁵ | 10.8(16) 92.3kg/206尾 (448.1g) ♂66.7kg/139(479.9g) ♀25.6kg/67(382.1g) | (Δt=90) Ks=1.06×10 ⁻⁵ ♂Ks=7.00×10 ⁻⁶ ♀Ks=1.79×10 ⁻⁵ |
| IV-(1) 玉造町 内水試前 (無給餌区) | 6.24 50.3kg/117尾 (429.9g) | 7.24(30) 63.0kg/115尾 (547.8g) ×1.27 Ks=1.51×10 ⁻⁵ | 8.18(25) 63.5kg/102尾 (622.6g) ×1.14 Ks=1.16×10 ⁻⁵ | 9.22(35) 81.7kg/102尾 (801.0g) ×1 Ks=2.34×10 ⁻⁵ | 10.7(15) 76.5kg/99尾 (772.7g) ♂62.8kg/71(884.5g) ♀13.7kg/28(489.3g) | (Δt=90) Ks=1.57×10 ⁻⁵ ♂Ks=1.00×10 ⁻⁵ ♀Ks=1.04×10 ⁻⁵ |
| IV-(2) " (無給餌区) | 6.24 50.4kg/126尾 (400.0g) | - | - | - | 10.7 94.5kg/123尾 (768.3g) ♂64.4kg/71(907.0g) ♀30.1kg/52(573.9g) | (Δt=90) Ks=1.67×10 ⁻⁵ ♂Ks=1.13×10 ⁻⁵ ♀Ks=4.44×10 ⁻⁵ |
| IV-(3) " (給餌区) | - | 7.30 22.6kg/65尾 (347.7g) | 8.18(19) 28.5kg/65尾 (438.5g) ×1.26 Ks=1.93×10 ⁻⁵ | 9.22(36) 28.3kg/65尾 (589.2g) ×1.34 Ks=1.65×10 ⁻⁵ | 10.7(15) 37.3kg/65尾 (573.9g) ♂19.4kg/29(669.0g) ♀17.9kg/36(497.2g) | (Δt=54) Ks=1.64×10 ⁻⁵ ♂Ks=1.28×10 ⁻⁵ ♀Ks=3.87×10 ⁻⁵ |
| V 玉造町 手賀 | 6.23 50.3kg/167尾 (301.2g) | 7.23(30) 61.0kg/167尾 (365.3g) ×1.21 Ks=9.29×10 ⁻⁶ | 8.19(27) 70.8kg/167尾 (424.0g) ×1.16 Ks=8.75×10 ⁻⁶ | 9.24(36) 82.3kg/163尾 (504.9g) ×1.19 Ks=8.65×10 ⁻⁶ | 10.8(14) 78.4kg/163尾 (481.0g) ♂56.3kg/111(507.2g) ♀22.1kg/52(425.0g) | (Δt=93) Ks=8.89×10 ⁻⁶ ♂Ks=5.33×10 ⁻⁶ ♀Ks=1.58×10 ⁻⁵ |
| VI 桜川村 三次 | 6.24 20.3kg/48尾 (422.9g) | 7.23(29) 24.2kg/48尾 (504.2g) ×1.19 Ks=1.08×10 ⁻⁵ | 8.20(28) 23.2kg/39尾 (594.9g) ×1.18 Ks=1.24×10 ⁻⁵ | 9.24(35) 33.1kg/45尾 (735.6g) ×1.24 Ks=1.70×10 ⁻⁵ | 10.9(15) 33.4kg/45尾 (742.2g) ♂23.9kg/26(919.2g) ♀9.4kg/19(494.7g) | (Δt=92) Ks=1.36×10 ⁻⁵ ♂Ks=1.08×10 ⁻⁵ ♀Ks=1.23×10 ⁻⁵ |
| VII 北浦村 山田 | 6.24 52.0kg/129尾 (403.1g) | 7.22(28) 51.7kg/98尾 (527.5g) ×1.31 Ks=1.71×10 ⁻⁵ | 8.20(29) 66.7kg/10尾 (660.4g) ×1.25 Ks=1.80×10 ⁻⁵ | 9.24(35) 78.6kg/101尾 (778.2g) ×1.18 Ks=1.55×10 ⁻⁵ | 10.9(15) 70.8kg/92尾 (769.6g) ♂61.4kg/70(897.1g) ♀9.4kg/22(427.3g) | (Δt=92) Ks=1.68×10 ⁻⁵ ♂Ks=1.08×10 ⁻⁵ ♀Ks=3.43×10 ⁻⁶ |

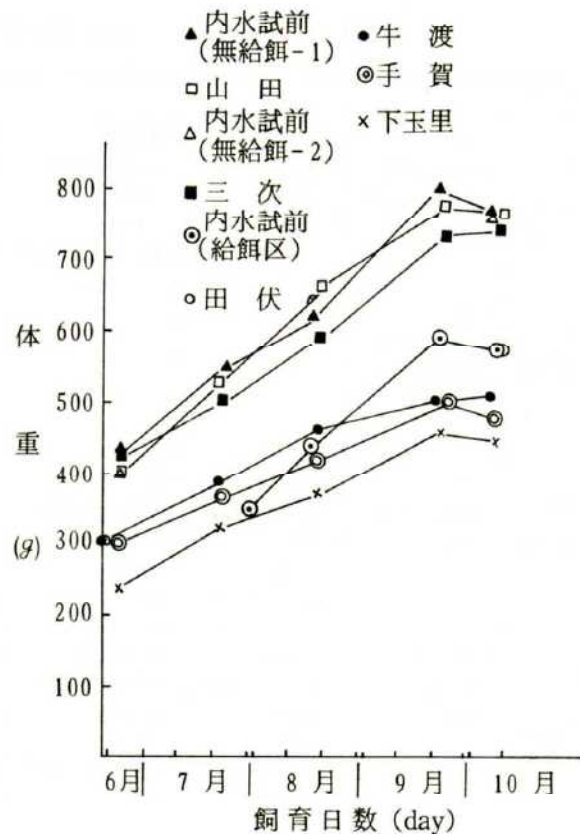
表示内容は上段より、測定月日 ()内は測定と測定の間の日数、すなわち飼育日数: Δt
 全体重(kg)/全尾数(尾)
 (平均体重(g))
 成長係数: Ks (♂Wm = 1025, δWm = 1450, ♀Wm = 600)

長係数（以下 $\bar{\delta\sigma}Ks$ で表わす）の順位は δKs のそれと必ずしも一致していない。これは雄・雌の成長に差があることと、各網生簀に放養した雄と雌の比が一定でないため、このままでは雄雌全体での成長比較はできない。

したがって、各漁場における飼育成績の比較は δKs で行なうか、或は、性比を一定にして平均体重を補正した後に $\bar{\delta\sigma}Ks$ で行なうかのいずれかによるべきである。今回の飼育試験で用いたティラピアの性比は、全体で $\delta/\sigma = 1125/689 = 1.63 \div 6/4$ であったが、第4表でみるように、各漁場試験区によって性比にかなりのばらつきがみられる。そこで、各漁場試験区の性比を $\delta/\sigma = 6/4$ と一定にし、平均体重を補正して全体の成長係数を求め飼育成績の比較を行なった。

その結果は第5表に示したとおりで、給餌を行なった区が最も成長が良く、無給餌区では山田、三次、内水試前で比較的成長が速いことがわかる。

また、内水試前の無給餌区において、毎月1回（計5回）体重測定した(1)区と、最終取り上げ時に（計2回）体重測定した(2)区を成長係数で比較すると δKs で $1.00 : 1.13 (\times 1.13)$ 、 $\bar{\delta\sigma}Ks$ で $1.10 : 1.41 (\times 1.28)$ となっており、毎月1回の体重測定によるストレスの影響が見られる。したがって、実際の養殖の場では毎月体重測定を行わないから、今回の試験結果により1.13倍～1.28倍程度良い成績になると思わ



第3図 霞ヶ浦における *T. nilotica* の無給餌養殖試験結果（1980. 6.～10.）

第4表 各漁場における成長係数

| 漁場 | 試験区 | δ のKs | 全体のKs ($\times 10^{-5}$) | 性比 |
|------|-------------|--------------|-------------------------------|------|
| 内水試前 | 給餌区 | 1.28 | 1.64 | 0.81 |
| 内水試前 | 無給餌区 (2) | 1.13 | 1.67 | 1.37 |
| 山田 | " | 1.08 | 1.68 | 3.18 |
| 三次 | " | 1.08 | 1.36 | 1.37 |
| 内水試前 | " (1) | 1.00 | 1.57 | 2.54 |
| 田伏 | " | 0.770 | 1.15 | 1.19 |
| 下玉里 | " | 0.700 | 1.06 | 2.07 |
| 牛渡 | " | 0.636 | 0.861 | 1.25 |
| 手賀 | " | 0.533 | 0.889 | 2.13 |

第5表 各漁場における性比補正後の成長係数

| 漁場 | 試験区 | Δt (days) | W_1 (g) | W_2 (g) | (δ/η) 平均体重 (g) | $\delta/\eta=6/4$ の時の | | δK_s ($\times 10^{-5}$) |
|------|-------------|----------------------|--------------|------------------------------------|--------------------------------|-----------------------|---|--------------------------------------|
| | | | | | | 補正 平均体重 (g) | $\overline{\delta\eta} K_s^*$ ($\times 10^{-5}$) | |
| 内水試前 | 給餌区 | 54 | 347.7 | δ : 669.0 η : 497.2 | (0.81) 573.9 | 600.3 | 1.58 | 1.28 |
| 内水試前 | 無給餌区 (2) | 90 | 400.0 | δ : 907.0 η : 573.9 | (1.37) 768.3 | 773.8 | 1.41 | 1.13 |
| 山田 | " | 92 | 403.1 | δ : 897.1 η : 427.3 | (3.18) 769.6 | 709.2 | 1.11 | 1.08 |
| 三次 | " | 92 | 422.9 | δ : 919.2 η : 494.7 | (1.37) 742.2 | 749.4 | 1.19 | 1.08 |
| 内水試前 | " (1) | 90 | 429.9 | δ : 884.5 η : 489.3 | (2.54) 772.7 | 726.4 | 1.10 | 1.00 |
| 田伏 | " | 95 | 304.2 | δ : 629.2 η : 478.7 | (1.19) 578.7 | 569.0 | 0.972 | 0.770 |
| 下玉里 | " | 90 | 240.1 | δ : 479.9 η : 382.1 | (2.07) 448.1 | 440.8 | 0.871 | 0.700 |
| 牛渡 | " | 95 | 303.1 | δ : 562.8 η : 456.9 | (1.25) 509.6 | 520.4 | 0.810 | 0.636 |
| 手賀 | " | 93 | 301.2 | δ : 507.2 η : 425.0 | (2.13) 481.0 | 474.3 | 0.673 | 0.533 |

* $\delta/\eta = 6/4$ における $\overline{\delta\eta} W_m = (1450 \times 6 + 600 \times 4) / 10 = 1110$ で計算した。

れる。これまでのことから、霞ヶ浦でティラピアを無給餌養殖した場合に各漁場で成長の速さが異なり、飼育成績で山田、三次、内水試前が良く、田伏、下玉里、牛渡、手賀ではあまり良くないということがわかった。しかし、以上のことからただちにティラピア・ニロチカの無給餌養殖での適・不適地を判断することはできない。つまり、産業的に成り立つものでなければならぬから、次に、今回の試験結果に基づいて収益の試算を行い、さらには収益を上げるためにはいかなる方法があるかについて検討を行なってみる。

2 ティラピア・ニロチカの養殖における収益(試算)について

収益試算にあたっては、現時点での流通価格を考慮に入れ、次のような算定条件とした。また、人件費、網生簀などにかかる費用は考慮に入れないこととした。

- 種苗価格は250gサイズで 800円/kg
- 販売価格は800g以上のもので 600円/kg
800gより小さいもので 300円/kg
- 運送費は 30円/kg
- 餌料価格はティラピア用配合餌料：2,250円/20kg
- 養殖期間は霞ヶ浦で増重が見込まれる6月初旬から9月中旬にかけての100日間とした。
- 種苗の放養量はすべて 100kg
- 性比は ♂/♀ = 6/4
- 成長予測は今回の試験結果から求めた成長係数：♂Ks, ♀Ksにより行なった。

(1) 無給餌養殖

a 種苗は雄・雌混合で250gサイズの場合

現在、ティラピアの種苗を入手する場合の最も一般的な例である。性比は♂/♀ = 6/4 であるから、種苗100kg中には雄が240尾、雌が160尾、合計で400尾となる。

種苗代は100kgで80,000円、その運送費は3,000円である。

この場合の各漁場における収益試算の結果は第6表に示した。この場合にはどの漁場にお

第6表 (1)-a 無給餌養殖、種苗は♂♀混合で250gサイズの場合の収益

| 漁場 | 性 | Ks ($\times 10^{-5}$) | 販売時 サイズ (g) | 生産額 | | 種苗代 運賃 ($-80,000$ $-3,000$ $-30 \times W_2$) | 収益 |
|------|---|----------------------------|-------------------|----------------------------|-------|--|-----|
| | | | | (kg) | (円) | | |
| 牛渡 | ♂ | 0.636 | 499 | 0.499 × 300 × 240 = 35,928 | 119.8 | 56,184/187.3 | (一) |
| | ♀ | 2.00 | 422 | 0.422 × 300 × 160 = 20,256 | 67.5 | | |
| 田伏 | ♂ | 0.770 | 564 | 0.564 × 300 × 240 = 40,608 | 135.4 | 62,112/207.1 | (一) |
| | ♀ | 2.36 | 448 | 0.448 × 300 × 160 = 21,504 | 71.7 | | |
| 下玉里 | ♂ | 0.700 | 529 | 0.529 × 300 × 240 = 38,088 | 127.0 | 57,528/191.8 | (一) |
| | ♀ | 1.79 | 405 | 0.405 × 300 × 160 = 19,440 | 64.8 | | |
| 内水試前 | ♂ | 1.00 | 682 | 0.682 × 300 × 240 = 49,104 | 163.7 | 65,568/218.6 | (一) |
| | ♀ | 1.04 | 343 | 0.343 × 300 × 160 = 16,464 | 54.9 | | |
| 手賀 | ♂ | 0.533 | 451 | 0.451 × 300 × 240 = 32,472 | 108.2 | 51,144/170.4 | (一) |
| | ♀ | 1.58 | 389 | 0.389 × 300 × 160 = 18,672 | 62.2 | | |
| 三次 | ♂ | 1.08 | 724 | 0.724 × 300 × 240 = 52,128 | 173.8 | 69,360/231.2 | (一) |
| | ♀ | 1.23 | 359 | 0.359 × 300 × 160 = 17,232 | 57.4 | | |
| 山田 | ♂ | 1.08 | 724 | 0.724 × 300 × 240 = 52,128 | 173.8 | 65,568/218.6 | (一) |
| | ♀ | 0.343 | 280 | 0.280 × 300 × 160 = 13,440 | 44.8 | | |

いても収益があがらない結果となった。その原因として、販売時に 800 g 以上のサイズにしなれば収益があがらない。現時点での流通価格があげられる。しかし、現時点で販売価格を上げることは不可能なことであるので、最終取上げ時に 800 g にするために放養すべき種苗サイズについて考える。

b 種苗は雄・雌混合で適正種苗サイズの場合

霞ヶ浦における無給餌養殖で成長が見込まれる 100 日間に 800 g 以上のサイズにするためには、シーズン初めの 6 月に放養する種苗サイズはどのくらいのものであるか、今回の試験結果から検討してみる。

性比：♂/♀ = 6/4 での理論的最大形； W_m は、

$$\begin{aligned}\bar{\delta\eta}W_m &= (1450 \times 6 + 600 \times 4) / 10 \\ &= 1110 \text{ (g)}\end{aligned}$$

となる。したがって、成長係数： $\bar{\delta\eta}K_s$ は

$$\bar{\delta\eta}K_s = \frac{\ln \frac{1110 - W_1}{W_1} - \ln \frac{1110 - W_2}{W_2}}{1110 \times \Delta t}$$

で表わされる。飼育期間（； Δt ）100 日間で最終取り上げ時の体重（； W_2 ）を 800 g にしたい。したがって、これらの値を代入すると

$$\bar{\delta\eta}K_s = \frac{\ln \frac{1110 - W_1}{W_1} - \ln \frac{1110 - 800}{800}}{1110 \times 100}$$

$$\ln \frac{1110 - W_1}{W_1} = 111000 K_s - 0.948$$

$$W_1 = \frac{1110}{1 + e^{111000 K_s - 0.948}}$$

となり第 6 表の性比が ♂/♀ = 6/4 の時の各漁場における $\bar{\delta\eta}K_s$ の値を代入すれば、それぞれの漁場で放養すべき種苗サイズ（ここでは適正種苗サイズとする。）が求められる。

雄だけの種苗の場合についても同様に適正種苗サイズが求められる。

$$\delta K_s = \frac{\ln \frac{1450 - W_1}{W_1} - \ln \frac{1450 - 800}{800}}{1450 - 100}$$

$$W_1 = \frac{1450}{1 + e^{145000 Ks - 0.2076}}$$

今回行なった飼育試験結果をもとに、各漁場での適正種苗サイズについて計算した結果を第7表に示す。

雄・雌混養で適正種苗サイズを放養した場合の各漁場における収益試算の結果を第8表に示したが、この場合も、三次、山田においてわずかに収益があがった程度で、ほとんどの漁場で収益があがらないという結果となった。

この原因としては、種苗サイズが大きくなったことにより、種苗 100 kg 中の尾数が少なくなってしまったことと、雄の販売時におけるサイズは 800 g を超えるが、雌はいかにしても 800 g に到達しない

ことがあげられる。したがって、次には雄だけの種苗の場合について考える。

第7表 各漁場における適正種苗サイズ(g)

| 漁場 | 試験区 | 適正種苗サイズ | |
|------|-------------|---------|-------|
| | | (♂♀) | (♂のみ) |
| 内水試前 | 給餌区 | 343 | 234 |
| 内水試前 | 無給餌区 (2) | 389 | 280 |
| 山田 | " | 477 | 297 |
| 三次 | " | 453 | 297 |
| 内水試前 | " (1) | 480 | 325 |
| 田伏 | " | 519 | 416 |
| 下玉里 | " | 550 | 447 |
| 牛渡 | " | 569 | 475 |
| 手賀 | " | 611 | 527 |

第8表 (1)-b 無給餌養殖、種苗は♂♀混合で適正種苗サイズの場合の収益

| 漁場 | 性 | ♂♀Ks (×10 ⁻⁵) | 種苗 サイズ (g) | 尾数 (尾) | Ks (×10 ⁻⁵) | 販売時 サイズ (g) | 生産額 | | | | 収益 |
|------|--------|------------------------------|------------------|-----------|----------------------------|-------------------|----------------------------------|-----|--------------|------|---------|
| | | | | | | | (kg) | (円) | (尾) | (円) | |
| 牛渡 | ♂ ♀ | 0.810 | 569 | 105 | 0.636 | 897 | 0.897 × 600 × 105 = 56,511/94.2 | (円) | 68,901/135.5 | (kg) | (-) |
| | | | | 70 | 2.00 | 590 | | | | | |
| 田伏 | ♂ ♀ | 0.972 | 519 | 116 | 0.770 | 913 | 0.913 × 600 × 116 = 63,545/105.9 | (円) | 76,897/150.4 | (kg) | (-) |
| | | | | 77 | 2.36 | 578 | | | | | |
| 下玉里 | ♂ ♀ | 0.871 | 550 | 109 | 0.599 | 860 | 0.860 × 600 × 109 = 56,244/93.7 | (円) | 68,990/136.2 | (kg) | (-) |
| | | | | 73 | 1.79 | 582 | | | | | |
| 内水試前 | ♂ ♀ | 1.10 | 480 | 125 | 1.00 | 984 | 0.984 × 600 × 125 = 73,800/123.0 | (円) | 86,972/166.9 | (kg) | (-) |
| | | | | 83 | 1.04 | 529 | | | | | |
| 手賀 | ♂ ♀ | 0.673 | 611 | 98 | 0.533 | 887 | 0.887 × 600 × 98 = 52,156/86.9 | (円) | 63,856/125.9 | (kg) | (-) |
| | | | | 65 | 1.58 | (600) | | | | | |
| 三次 | ♂ ♀ | 1.19 | 453 | 132 | 1.08 | 993 | 0.993 × 600 × 132 = 78,646/131.1 | (円) | 92,347/176.8 | (kg) | +4,043円 |
| | | | | 88 | 1.23 | 519 | | | | | |
| 山田 | ♂ ♀ | 1.11 | 477 | 126 | 1.08 | 1016 | 1.016 × 600 × 126 = 76,810/128.0 | (円) | 89,309/169.7 | (kg) | +1,218円 |
| | | | | 84 | 0.343 | 496 | | | | | |

c 雄だけの250gサイズ種苗の場合

この場合の収益試算結果は第9表に示したとおり、どの漁場においても収益があがらない結果となった。雄だけの種苗を用いても250gサイズの種苗では販売時に800gに到達しえないためである。

つづいて、雄だけの種苗で、しかも適正種苗サイズとした場合を考える。

第9表 (1)-c 無給餌養殖、種苗は♂だけで250gサイズの場合の収益

| 漁場 | 種苗サイズ | 種苗尾数 | δKs ($\times 10^{-5}$) | 販売時サイズ | 生産額 | | | | - {種苗代 運送費 | 収益 |
|------|-------|------|-------------------------------------|--------|-------|----------------------------------|--------|-----|---------------|-----|
| | (g) | (尾) | | (g) | (kg) | (円) | (尾) | (円) | | |
| 牛渡 | 250 | 400 | 0.636 | 500 | 0.5 | $\times 300 \times 400 = 60,000$ | /200.0 | | -89,000 | (-) |
| 田伏 | 250 | 400 | 0.770 | 564 | 0.564 | $\times 300 \times 400 = 67,680$ | /225.6 | | -89,768 | (-) |
| 下玉里 | 250 | 400 | 0.700 | 529 | 0.529 | $\times 300 \times 400 = 63,480$ | /211.6 | | -89,348 | (-) |
| 内水試前 | 250 | 400 | 1.00 | 682 | 0.682 | $\times 300 \times 400 = 81,840$ | /272.8 | | -91,184 | (-) |
| 手賀 | 250 | 400 | 0.533 | 457 | 0.457 | $\times 300 \times 400 = 54,840$ | /182.8 | | -88,484 | (-) |
| 三次 | 250 | 400 | 1.08 | 724 | 0.724 | $\times 300 \times 400 = 86,880$ | /289.6 | | -91,688 | (-) |
| 山田 | 250 | 400 | 1.08 | 724 | 0.724 | $\times 300 \times 400 = 86,880$ | /289.6 | | -91,688 | (-) |

d 雄だけの適正種苗サイズの場合

この結果は第10表に示したが、ここで初めて今回飼育試験を行なった全ての漁場で収益が上がる結果が得られた。

ただし、ここでの収益試算は、雄だけの、しかも300gから500gの大型の種苗サイズで、種苗価格はこれまでと同様1kg当たり800円という算定条件のもとで行なっている。現時点では、こうした種苗が供給される見通しが無いので推定の域を脱しえないが、ともかく、この

第10表 (1)-d 無給餌養殖、種苗は♂だけで適正種苗サイズの場合の収益

| 漁場 | δKs ($\times 10^{-5}$) | 種苗サイズ | 種苗尾数 | 販売時サイズ | 生産額 | | | | - {種苗代 運送費 | 収益 |
|------|-------------------------------------|-------|------|--------|------|-----------------------------------|--------|-----|---------------|---------|
| | | (g) | (尾) | (g) | (kg) | (円) | (尾) | (円) | | |
| 牛渡 | 0.636 | 475 | 211 | 800 | 0.8 | $\times 600 \times 211 = 101,280$ | /168.8 | | -88,064 | +13,216 |
| 田伏 | 0.770 | 416 | 240 | 800 | 0.8 | $\times 600 \times 240 = 115,200$ | /192.0 | | -88,760 | +26,440 |
| 下玉里 | 0.700 | 447 | 224 | 800 | 0.8 | $\times 600 \times 224 = 107,520$ | /179.2 | | -88,376 | +19,144 |
| 内水試前 | 1.00 | 325 | 308 | 800 | 0.8 | $\times 600 \times 308 = 147,840$ | /246.4 | | -90,392 | +57,448 |
| 手賀 | 0.533 | 527 | 190 | 800 | 0.8 | $\times 600 \times 190 = 91,200$ | /152.0 | | -87,560 | +3,640 |
| 三次 | 1.08 | 297 | 337 | 800 | 0.8 | $\times 600 \times 337 = 161,760$ | /269.6 | | -91,088 | +70,672 |
| 山田 | 1.08 | 297 | 337 | 800 | 0.8 | $\times 600 \times 337 = 161,760$ | /269.6 | | -91,088 | +70,672 |

結果から、6月初旬に大形(400～500g)の雄の種苗が1kg当り800円以下で供給されるならば、霞ヶ浦においてティラピア無給餌養殖が産業的に成り立つ可能性があることがわかった。

(2) 給餌養殖の場合

無給餌養殖において成長を左右する主な要因は、餌であるプランクトンの質と量、いいかえればプランクトンの種類と濃度であると思われる。

一方、給餌養殖の場合には、よほど環境が悪くならない限り各漁場間での成長の差はそれほど生じないものと考えられる。したがって、今回の試験では内水試前の一試験区のみで、給餌養殖試験を行なった。その結果、従来の250g雄雌混合種苗を用いて9月下旬の取り上げ時には雄は800gを超え、収益は餌代を差引いて種苗100kg当り約37,000円となった。第11表にこの試算結果と、漁業者の飼育結果、ならびに前報のコイ用配合餌料を用いた飼育結果に基づいて収益試算を行なった結果を合わせて示した。

第11表 (2) 給餌養殖、種苗は♂♀混合で250gサイズの場合

| 試験区 | 性 | 種苗サイズ | 種苗尾数 | Ks ($\times 10^{-5}$) | 販売時 サイズ | 生産額 | | | | | | 種苗代 餌代 運送費 | 収益 |
|--------------------------|---|-------|------|----------------------------|------------|-----------------------------------|-----|---------------|-----|-----|--------------------|------------------|----|
| | | | | | | (g) | (尾) | (円) | (尾) | (円) | (kg) | | |
| 内水試前 (ティラピア用P) | ♂ | 250 | 240 | 1.28 | 828 | 0.828 × 600 × 240 = 119,232/198.7 | | 144,576/283.2 | | | -80,000 | +36,948 | |
| | ♀ | | 160 | 3.87 | 528 | 0.528 × 300 × 160 = 25,344/84.5 | | | | | -16,133 -11,496 | | |
| 北浦 河野康夫氏 (ティラピア用P) | ♂ | 220 | 244 | | 1,020 | 1.020 × 600 × 244 = 149,328/248.9 | | 183,408/362.5 | | | -80,000 | +40,783 | |
| | ♀ | | 211 | | 710 | 0.71 × 300 × 160 = 34,080/113.6 | | | | | -48,750 -13,875 | | |
| 最大成長 (コイ用P) | ♂ | 250 | 240 | 1.74 | 1,047 | 1.047 × 600 × 240 = 150,768/251.3 | | 178,464/343.6 | | | -80,000 | +29,016 | |
| | ♀ | | 160 | 5.96 | 577 | 0.577 × 300 × 160 = 27,696/92.3 | | | | | -56,140 -13,308 | | |

3 プランクトン濃度とティラピアの成長との関係について

先に霞ヶ浦における無給餌養殖試験の結果から、各漁場によって成長が異なっていることを述べたが、こうした成長の地域差はなぜ起こるのであろうか。一般に魚類の成長は、主に餌の量と質および水質環境によって決まるものと考えられる。ティラピアの無給餌養殖の場合には、餌の量はプランクトン濃度、餌の質はプランクトンの種類ということになる。そこで、まず、今回の無給餌養殖試験結果とプランクトン測定結果から、ティラピアの成長の地域差について考察を行なってみる。

ティラピアは、雄と雌で成長が異なるので、ここでは雄だけについて考え、プランクトン濃度としてはセストン量を代用した。

今回の試験では、最終取り上げ時には性比ならびに雄雌別の体重測定を行なったが、各月の体

重測定は雄雌全体の平均体重としたために、それぞれを雄の体重に補正する必要があり、その補正は次式によった。

求める雄の体重を $W\delta$

雄の尾数を $N\delta$ ，雌の尾数を $N\phi$

各月の雄雌全体の平均体重を W

最終取上げ時の雄の体重を $W\delta_2$ ，雌の体重を $W\phi_2$ とすると

$$W\delta = \frac{W(N\delta + N\phi)}{N\delta + \frac{W\phi_2}{W\delta_2}}$$

補正後の各漁場における雄の体重と雄の成長係数を第 12 表に示した。

第 12 表 各漁場におけるティラピア（雄）の成長

| 漁 場 | | 6 月 | 7 月 | 8 月 | 9 月 | 6月～9月 |
|---------|-------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 牛 渡 | $W\delta(g)$ | 330.8 | 421.7 | 504.7 | 551.1 | |
| | $\Delta t(\text{days})$ | | 34 | 27 | 34 | 95 |
| | $Ks(\times 10^{-5})$ | | 0.66 | 0.67 | 0.28 | 0.53 |
| 田 伏 | $W\delta(g)$ | 341.6 | - | - | 692.2 | |
| | $\Delta t(\text{days})$ | | | | 95 | 95 |
| | $Ks(\times 10^{-5})$ | | | | | 0.66 |
| 下 玉 里 | $W\delta(g)$ | 257.1 | 345.5 | 398.5 | 491.7 | |
| | $\Delta t(\text{days})$ | | 29 | 27 | 34 | 90 |
| | $Ks(\times 10^{-5})$ | | 0.89 | 0.49 | 0.61 | 0.67 |
| 内 水 試 前 | $W\delta(g)$ | 492.1 | 627.0 | 712.7 | 916.9 | |
| | $\Delta t(\text{days})$ | | 30 | 25 | 35 | 90 |
| | $Ks(\times 10^{-5})$ | | 0.91 | 0.66 | 1.14 | 0.93 |
| 手 賀 | $W\delta(g)$ | 317.6 | 385.2 | 447.1 | 532.4 | |
| | $\Delta t(\text{days})$ | | 30 | 27 | 36 | 93 |
| | $Ks(\times 10^{-5})$ | | 0.59 | 0.53 | 0.51 | 0.54 |
| 三 次 | $W\delta(g)$ | 525.3 | 626.3 | 739.0 | 913.8 | |
| | $\Delta t(\text{days})$ | | 29 | 28 | 35 | 92 |
| | $Ks(\times 10^{-5})$ | | 0.69 | 0.77 | 0.97 | 0.82 |
| 山 田 | $W\delta(g)$ | 460.8 | 603.0 | 754.9 | 889.6 | |
| | $\Delta t(\text{days})$ | | 28 | 29 | 35 | 92 |
| | $Ks(\times 10^{-5})$ | | 1.0 | 1.0 | 0.75 | 0.92 |

また、各月2回のプランクトン測定結果はこの報告の後に第15表～第21表としてまとめておいたが、その中のセストン量について各月2回の平均値として第13表に示す。

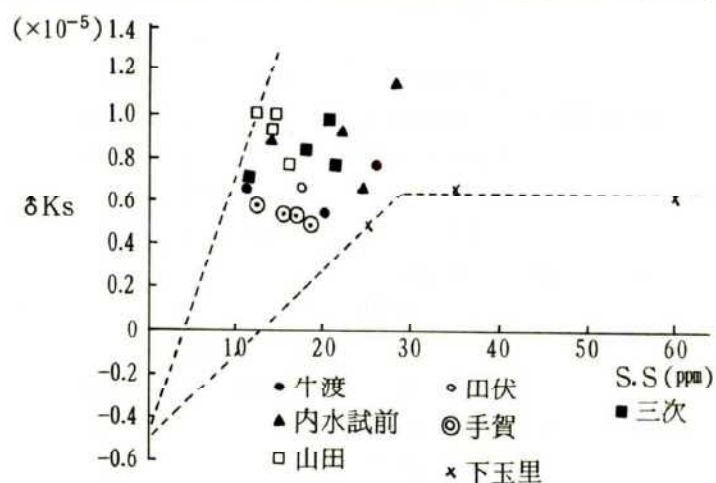
第13表 各漁場におけるセストン量 (ppm)

| 漁場 | 6月～7月 | 7月～8月 | 8月～9月 | 6月～9月 全平均 |
|------|---------------------|---------------------|---------------------|--------------|
| 牛渡 | 10.0 12.5 (11.3) | 30.8 21.0 (25.9) | 26.3 19.3 (22.8) | 20.0 |
| 田伏 | 3.0 10.5 (6.75) | 28.2 17.8 (23.0) | 18.5 26.8 (22.6) | 17.5 |
| 下玉里 | 19.0 19.5 (19.3) | 34.7 15.3 (25.0) | 53.8 67.8 (60.8) | 35.0 |
| 内水試前 | 10.0 18.5 (14.3) | 34.7 14.0 (24.4) | 28.0 28.0 (28.0) | 22.2 |
| 手賀 | 9.0 15.5 (12.3) | 18.9 14.5 (16.7) | 14.0 21.8 (17.9) | 15.6 |
| 三次 | 11.0 11.5 (13.3) | 24.6 17.3 (21.2) | 21.5 19.5 (20.5) | 17.7 |
| 山田 | 14.0 10.0 (12.0) | 12.6 16.3 (14.4) | 13.3 18.5 (15.9) | 14.1 |

第12表、第13表から、各漁場における各月のティラピア(雄)の成長係数とセストン量の関係を第4図に示した。

また、ティラピアを絶食状態にした時の成長係数は第14表に示すように、 $\delta K_s \doteq -0.52 \times 10^{-5}$ であった。以上のことから雷ヶ浦においてティラピアの無給餌養殖を行なった場合の雄の成長係数は、絶

食時つまりセストン量0の時の成長係数； -0.52×10^{-5} の点と今回の試験結果における上限と



第4図 セストン量とティラピア(雄)の成長係数

下限を結んだ範囲，第4図で点線で表わした範囲内になるものとみられる。

この結果から，たとえばセストン量10㎍におけるティラピア（雄）の成長係数は約0～ 0.8×10^{-5} の幅広い範囲に適応し，ティラピアの成長を単にセストン量（プランクトン量）だけでとらえることができないことを示している。こうした，

同じセストン量での成長差は，もう一つの成長を決める要因である餌の質（ここではプランクトンの種類）によるものと考えられる。プランクトンの種類と成長の関係については，今後の研究課題であるが，今回の試験結果（第4図）から，山田においてはティラピアにとって比較的餌料効率の良いプランクトン組成であったこと，下玉里においてはその逆に餌料効率の悪いプランクトン組成であったこと，また，手賀においては相対的にプランクトン量が少なかったことなどがうかがえる。

第14表 絶食時におけるティラピアの成長係数

| Sex | Δt | $W_1(g)$ | $W_2(g)$ | $\delta K_s (\times 10^{-5})$ |
|-----|------------|----------|----------|-------------------------------|
| ♀ | 7 | 6.07 | 5.76 | -0.519 |
| ♀ | 8 | 20.05 | 19.05 | -0.447 |
| ♂ | 9 | 98.18 | 90.51 | -0.667 |
| ♂ | 11 | 243.0 | 229.6 | -0.428 |
| ♂ | 11 | 590.9 | 561.2 | -0.536 |
| 平 均 | | | | -0.519 |

要 約

霞ヶ浦においてティラピアの無給餌養殖試験を行ない，各漁場における飼育成績を成長係数によって比較した。その結果，山田，三次，内水試験前で比較的成長が速く，田伏，下玉里，牛渡，手賀ではあまり良い成績は得られなかった。

今回のこの飼育試験に基づいて，霞ヶ浦においてティラピア・ニロチカの無給餌養殖を行なった場合の収益を試算したところ，現在入手しやすい雄雌混合250gサイズの種苗では，収益があがらないが，雄だけの400～500gサイズの種苗が1kg当り800円以下で6月初旬に入手できるという条件を整えば収益が得られる可能性があることがわかった。また，こうした条件が満たされるならば，霞ヶ浦におけるティラピア無給餌養殖適地は，今回の試験結果で見ると，山田，三次，内水試験前ということになる。以上のことから，雄だけの400～500gサイズの種苗をいかに安く生産するかが今後の課題となろう。

また，無給餌養殖における成長の地域差については，セストン濃度が高い程成長が速い傾向があるものの，プランクトンの種類によっても成長が大きく変わることが考えられ，この点についても今後の検討課題である。

第 15 表 1980. 6. 25

| | 牛 渡 | 田 伏 | 内水試前 | 下玉里 | 手 賀 | 三 次 | 山 田 |
|---|-------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|
| D. O. (上) | 10.1 | 11.2 | 10.3 | 14.1 | 10.3 | 10.7 | 10.8 |
| (ppm) (下) | 2.1 | 2.0 | 2.0 | 1.5 | 2.0 | 8.3 | 1.8 |
| Trp. (cm) | 100 | 110 | 90 | 40 | 100 | 100 | 80 |
| S. S. (ppm) | 10.0 | 3.0 | 10.0 | 19.0 | 9.0 | 11.0 | 14.0 |
| Ch. a (ppb) | 28.46 | 16.49 | 27.60 | 67.44 | 20.39 | 19.61 | 84.37 |
| Protozoa, Phytoplankton (×10 colonies/ml) | | | | | | | |
| Euglena | | | 2 | 14 | | 2 | |
| Chlamydomonas | 68 | 28 | 18 | 16 | 4 | 6 | |
| Diffugia | | 2 | | | | | |
| Didinium | 2 | | | | | | 2 |
| (計) | (70) | (30) | (20) | (30) | (4) | (8) | (2) |
| Gomphosphaeria | 546 | 702 | 1254 | 88 | 542 | 528 | 122 |
| Aphanothece | 104 | 92 | 180 | 4 | 108 | 66 | 22 |
| Merismopedia | 10 | | 8 | | | | |
| Microcystis | | | 2 | 26 | | | 4 |
| Oscillatoria | 28 | 18 | 46 | 22 | 14 | 8 | |
| Anabaena | 2 | | 2 | 34 | 2 | | 40 |
| (計) | (690) | (812) | (1512) | (174) | (666) | (602) | (188) |
| Melosilla | | | | | 2 | 2 | 92 |
| Cyclotella | | | 8 | | | | |
| Stephanodiscus | | | 2 | 52 | | 6 | 6 |
| Synedra | 12 | 8 | 22 | 4 | 20 | 10 | 16 |
| Navicula | 4 | 2 | 6 | | 4 | | |
| Asterionella | | 2 | | | | 2 | |
| (計) | (16) | (12) | (38) | (56) | (26) | (20) | (124) |
| Oocystis | | | | 10 | | 2 | |
| Selenastrum | 2 | 8 | 4 | 2 | 8 | | 2 |
| Ankistrodesmus | | | 6 | | 6 | | |
| Actinastrum | | | 4 | | | 6 | |
| Senedesmus | 2 | 4 | 14 | 2 | 2 | 10 | |
| Geminella | | | 12 | | 10 | 4 | 4 |
| Westella | | | 4 | | | | |
| (計) | (4) | (12) | (44) | (14) | (26) | (22) | (6) |

第16表 1980. 7. 10

| st | 牛 渡 | 田 伏 | 内水試前 | 下玉里 | 手 賀 | 三 次 | 山 田 |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| D. O. (上) | 10.3 | 11.0 | 12.5 | 6.8 | 11.4 | | 6.0 |
| (ppm) (下) | 7.9 | 8.1 | 4.1 | 6.5 | 6.3 | | 4.2 |
| Trp. (cm) | 110 | 100 | 90 | 70 | 100 | 100 | 100 |
| S. S. (ppm) | 12.5 | 10.5 | 18.5 | 19.5 | 15.5 | 11.5 | 10.0 |
| Ch. a (ppb) | 57.92 | 39.93 | 83.74 | 26.27 | 56.17 | 40.98 | 12.36 |
| Protozoa, Phytoplankton (×10 colonies/ml) | | | | | | | |
| Euglena | 16 | 28 | 26 | 20 | 50 | 2 | 32 |
| その他のProtozoa | 10 | 8 | 14 | 22 | 54 | 16 | 32 |
| (計) | (26) | (36) | (40) | (42) | (104) | (18) | (64) |
| Gomphosphaeria | 72 | 82 | 132 | | 124 | 102 | |
| Aphanothece | 16 | 14 | 10 | | 14 | 12 | |
| Merismopedia | 6 | | | 2 | 4 | | |
| Microcystis | 4 | | 6 | 10 | | | |
| Oscillatoria | 32 | 36 | 24 | | 42 | 36 | 2 |
| Anabaena | 24 | 12 | 6 | 10 | 6 | 6 | |
| Anabaenopsis | 12 | 26 | 12 | | 8 | 16 | |
| Lyngbya | 4 | | | | | | |
| (計) | (170) | (170) | (190) | (22) | (198) | (172) | (2) |
| Melosilla | 22 | 20 | 10 | | 10 | 10 | 6 |
| Cyclotella | | | 10 | | 6 | 4 | |
| Stephanodiscus | 28 | 28 | 148 | 2 | 48 | 40 | |
| Synedra | 24 | 48 | 44 | | 32 | 56 | 4 |
| Naviculla | | | | | | 6 | |
| Asterionella | | | 2 | | 6 | 4 | |
| Achnanthes | | | | | 8 | | |
| (計) | (74) | (96) | (24) | (2) | (110) | (120) | (10) |
| Selenastrum | | | | | 8 | | |
| Ankistrodesmus | | 2 | 2 | | | 2 | |
| Senedesmus | 8 | 2 | 6 | | 4 | 2 | 8 |
| Geminella | 2 | | | | 4 | 2 | |
| Mougeotia | | 2 | | | | 2 | |
| Closterium | | | 2 | | | 4 | |
| Dictyosphaerium | | | | | | 2 | 2 |
| Staurastrum | | | 2 | | | | |
| Actinastrum | 4 | 2 | | | 2 | | |
| (計) | (14) | (8) | (12) | | (18) | (14) | (10) |

第17表 1980 7.28

| St | 牛 渡 | 田 伏 | 下 玉 里 | 手 賀 | 三 次 | 山 田 | 内水試前 | |
|---|---------|---------|---------|---------|-------|-------|---------|------|
| DO (ppm) | (上) | 13.5 | 11.7 | 10.0 | 9.1 | 13.4 | 9.5 | 10.6 |
| | (下) | 8.3 | 6.7 | 3.2 | 8.1 | 9.4 | 6.6 | 6.2 |
| Trp (cm) | 60 | 80 | 70 | 80 | 80 | 110 | 70 | |
| SS (ppm) | 30.83 | 28.23 | 34.69 | 18.90 | 24.64 | 12.61 | 34.69 | |
| Ch a (ppb) | 105.47 | 92.20 | 83.51 | 70.05 | 69.94 | 56.13 | 83.51 | |
| Protozoa Phytoplankton ($\times 10$ colonies/ml) | | | | | | | | |
| Euglena | 12 | 12 | 4 | 4 | 20 | 10 | 6 | |
| Trachelomonas | 4 | 2 | 2 | | | | | |
| Gymnodinium | | | | | | 2 | | |
| Didinium | 2 | | | | | | | |
| その他のProtozoa | | | | | | | 4 | |
| | (18) | (14) | (6) | (4) | (20) | (12) | (10) | |
| Gomphosphaeria | 56 | 38 | | 24 | 40 | 86 | 42 | |
| Aphanothece | 18 | 4 | | 24 | 24 | 6 | 12 | |
| Merismopedia | | 2 | | 4 | 2 | 4 | | |
| Microcystis | 20 | 14 | 14 | 2 | | | 24 | |
| Oscillatoria | | 12 | | 4 | 12 | 2 | | |
| Anabaena | 96 | 86 | 4 | 40 | 14 | | 38 | |
| Aphanizomenon | | 14 | | 8 | 8 | | | |
| | (192) | (170) | (18) | (106) | (100) | (98) | (116) | |
| Melosira | 108 | 52 | 6 | 64 | 32 | 64 | 26 | |
| Stephanodiscus | 238 | 174 | 102 | 146 | 30 | 22 | 192 | |
| Synedra | 6 | 2 | 4 | 2 | 34 | | | |
| Nitzschia | | | 2 | | 2 | 4 | | |
| Asterionella | 2 | | | | 4 | | | |
| | (354) | (228) | (114) | (212) | (102) | (90) | (218) | |
| Oocystis | 2 | | 4 | 2 | 8 | 4 | 2 | |
| Selenastrum | 2 | | | | 2 | | | |
| Dictyosphaerium | 8 | 4 | 2 | 8 | 10 | 4 | 10 | |
| Pediastrum | | | | | | 2 | | |
| Senedesmus | 2 | 4 | | 8 | 14 | 8 | 4 | |
| Schroederia | | 2 | | | | | | |
| | (14) | (10) | (6) | (18) | (34) | (18) | (16) | |
| Zoo plankton ($\times 100$ /hole) | | | | | | | | |
| Polyarthra | 96 | | | 24 | 160 | 56 | 16 | |
| Trichocerca | 160 | 88 | 16 | 72 | 56 | | 56 | |
| Asplanchna | 32 | 24 | 112 | 240 | 32 | 8 | 88 | |
| Brachionus | 40 | 16 | 24 | 8 | 16 | 72 | 40 | |
| Keratella | 608 | 112 | 272 | 576 | 320 | 48 | 296 | |
| Filinia | 88 | 48 | 72 | 112 | 16 | | 24 | |
| Hexarthra | | | 8 | | 8 | 792 | 32 | |
| | (1,024) | (288) | (424) | (1,032) | (608) | (976) | (552) | |
| Diaphanosoma | 552 | 240 | 344 | 1,384 | 344 | 88 | 728 | |
| Bosmina | 1,224 | 6,080 | 1,712 | 960 | 96 | 256 | 2,880 | |
| | (1,776) | (6,320) | (2,056) | (2,344) | (440) | (344) | (3,608) | |
| Pseudodiaptomus | 48 | 16 | 32 | 80 | 8 | 24 | 152 | |
| Cyclops | 40 | 48 | 288 | 216 | 280 | 56 | 120 | |
| Naup. of Cope | 144 | 144 | 240 | 192 | 56 | 200 | 256 | |
| | (232) | (208) | (560) | (488) | (344) | (280) | (528) | |
| Neomysis (/hole) | 7 | 2 | 3 | 2 | 8 | 2 | 0 | |
| Zoo plankton dry wt. (ppm) | 1.20 | 0.92 | 2.12 | 2.14 | 0.91 | 0.77 | 2.60 | |
| Zoo pl./S. S. | 0.035 | 0.033 | 0.061 | 0.113 | 0.037 | 0.061 | 0.075 | |

第18表 1980 8.14

| | 牛 渡 | 田 伏 | 下 玉 里 | 手 賀 | 三 次 | 山 田 | 内水試前 |
|---|------------|-------------|---------------|-------------|-------------|--------------|--------------|
| DO (ppm) (上) | 14.3 | 13.8 | 16.3 | 13.8 | 14.3 | 12.1 | 15.9 |
| DO (ppm) (下) | 4.1 | 5.8 | 7.2 | 1.1 | 7.3 | 5.6 | 2.3 |
| Trp (cm) | 110 | 90 | 78 | 81 | 70 | 98 | 79 |
| SS (ppm) | 21.0 | 17.75 | 15.25 | 14.50 | 17.75 | 16.25 | 14.00 |
| Cha (ppb) | 82.77 | 50.91 | 40.24 | 40.27 | 52.52 | 51.75 | 42.60 |
| Protozoa Phytoplankton ($\times 10$ colonies/ml) | | | | | | | |
| Euglena | 4 | 24 | 10 | 6 | 4 | 82 | 8 |
| Chlamydomonas | 2 | 2 | 2 | 12 | 12 | 4 | 2 |
| Trachelomonas | | | 2 | | | | |
| Didinium | | 2 | | | | | |
| その他のProtozoa | 8 (14) | 10 (38) | 2 (16) | | 2 (18) | 30 (116) | 4 (14) |
| Gomphosphaeria | 258 | 192 | 24 | 266 | 192 | 22 | 136 |
| Aphanothece | 40 | 54 | 4 | 46 | 32 | 8 | 28 |
| Microcystis | 24 | 18 | 44 | 12 | 4 | 20 | 8 |
| Merismopedia | 38 | 46 | | 30 | 50 | | 8 |
| Anabaena | 64 | 32 | 6 | 6 | 22 | 8 | 14 |
| Aphanizomenon | 12 | 14 | 4 | 4 | | | 2 |
| Oscillatoria | 6 (442) | 14 (370) | | 20 (384) | 14 (314) | | 6 (202) |
| Stephanodiscus | 24 | 68 | 50 | 72 | 62 | 28 | 6 |
| Synedra | 4 | | | | | | |
| Nitzschia | 2 | | | | | | |
| Melosira | 8 (38) | 2 (70) | | | 2 (64) | 18 (46) | 2 (8) |
| Oocystis | | | 4 | | | | |
| Schroederia | | 2 | 2 | | | | 6 |
| Senedesmus | 6 | | 4 | 4 | | 2 | 4 |
| Geminella | | | | 4 | 10 | | |
| Closterium | | 6 | | | 4 | | |
| Staurastrum | | | | | | | |
| Dictyosphaerium | | | | | 2 (16) | | 6 (16) |
| Zoo plankton ($\times 100$ /hole) | | | | | | | |
| Philodina | 350 | 100 | | 670 | 230 | | 130 |
| Polyarthra | 40 | 20 | 30 | | | | |
| Conochiloides | 60 | 30 | 30 | | 60 | 90 | 70 |
| Brachionus | 30 | 40 | 40 | | 50 | 130 | 20 |
| Keratella | 30 | 10 | 90 | 30 | 90 | 30 | 30 |
| Filinia | 10 | 20 | 190 | 10 | | | 30 |
| Hexarthra | | | | 10 (720) | | 100 (350) | 40 (320) |
| Diaphanosoma | 40 | 50 | 190 | 50 | 40 | 160 | 30 |
| Bosmina | 10 | 230 | 1,330 | 260 | 330 | 440 | 330 |
| Daphnia | | | 10 (1,530) | | | | |
| | (50) | (280) | | (310) | (370) | (600) | (360) |
| Pseudodiaptomus | 10 | | | | | | |
| Eodiaptomus | 10 | 10 | 100 | 20 | | 100 | |
| Cyclops | 40 | 60 | 200 | 20 | 20 | 50 | 50 |
| Naup. of Cope | 30 (90) | 30 (100) | 230 (530) | 20 (60) | 20 (40) | 630 (780) | 150 (200) |
| Neomysis (/hole) | | 10 | | 2 | | | 5 |
| Zoo plankton dry wt. (ppm) | 0.78 | 0.49 | 1.35 | 0.70 | 0.51 | 1.00 | 0.73 |
| Zoo plankton/SS | 0.037 | 0.028 | 0.089 | 0.048 | 0.029 | 0.062 | 0.052 |

第19表 1980 8.29

| | 牛 渡 | 田 伏 | 下 玉 里 | 手 賀 | 三 次 | 山 田 | 内水試前 | |
|---|--------|-------|--------|-------|-------|-----------|-------|------|
| DO (ppm) | (上) | 12.6 | 10.9 | 17.1 | 7.9 | 11.9 | 8.1 | 11.5 |
| | (下) | 5.0 | 4.3 | 3.5 | 4.6 | 5.5 | 3.8 | 3.8 |
| Trp (cm) | 60 | 80 | 30 | 80 | 60 | 100 | 50 | |
| SS (ppm) | 26.25 | 18.50 | 53.75 | 14.0 | 21.50 | 13.25 | 28.0 | |
| Ch a (ppb) | 133.25 | 71.02 | 191.22 | 64.26 | 54.22 | 38.20 | 93.32 | |
| Protozoa Phytoplankton ($\times 10$ colonies/ml) | | | | | | | | |
| Euglena | 12 | 14 | | 12 | 8 | 4 | | |
| Chlamydomonas | 14 | 14 | 4 | 6 | 16 | 14 | 10 | |
| Trachelomonas | | | | | | 2 | | |
| Didinium | 4 | | | 2 | 6 | 2 | 6 | |
| その他のProtozoa | 14 | 4 | 12 | 12 | 12 | 6 | 6 | |
| | (44) | (32) | (16) | (32) | (42) | (28) | (22) | |
| Aphanothece | 4 | 6 | 2 | 6 | 2 | 8 | 6 | |
| Merismopedia | 8 | 8 | | 24 | 38 | 6 | 20 | |
| Microcystis | 72 | 16 | 274 | 10 | 90 | | 62 | |
| Oscillatoria | 18 | 28 | 14 | 40 | 38 | | 48 | |
| Anabaena | 154 | 20 | 32 | 62 | 50 | 2 | 26 | |
| Aphanizomenon | | 4 | | 2 | | 4 | 4 | |
| Gomphosphaeria | 72 | 94 | 66 | 180 | 190 | 48 | 100 | |
| | (328) | (176) | (388) | (324) | (408) | (68) | (266) | |
| Melosira | 6 | 8 | 2 | 8 | 16 | 30 | 10 | |
| Stephanodiscus | 10 | 44 | 18 | 34 | 60 | 58 | 40 | |
| Synedra | 2 | 4 | 2 | | 2 | 8 | 2 | |
| Navicula | | | 6 | | | 2 | | |
| | (18) | (56) | (28) | (42) | (78) | (98) | (52) | |
| Pediastrum | | | | 2 | | 2 | | |
| Selenastrum | | | | | | | 16 | |
| Ankistrodesmus | | 4 | | | | | 2 | |
| Actinastrum | | | | | | | 8 | |
| Scenedesmus | | 12 | 2 | 2 | 4 | | 10 | |
| Geminella | | | | | 2 | | 2 | |
| Closterium | 4 | | | 2 | | | | |
| Staurastrum | | | | 2 | | 2 | | |
| | (4) | (16) | (2) | (8) | (6) | (4) | (40) | |
| Zoo plankton ($\times 100$ /hole) | | | | | | | | |
| Philodina | 220 | 100 | 20 | 160 | 80 | Keratella | 40 | |
| Polyarthra | | 20 | | | 10 | 20 | | |
| Trichocerca | | | 20 | 10 | | 10 | 10 | |
| Asplanchna | 40 | 20 | 10 | 10 | | | 10 | |
| Brachionus | 40 | 70 | | | | 30 | | |
| Hexarthra | 80 | | 10 | | 50 | | 30 | |
| | (380) | (310) | (60) | (180) | (140) | (60) | (90) | |
| Diaphanosoma | 170 | 150 | 30 | 130 | 70 | 70 | 80 | |
| Bosmina | 410 | 280 | 190 | 130 | 90 | 290 | 70 | |
| | (580) | (430) | (220) | (260) | (160) | (360) | (150) | |
| Eodiaptomus | 20 | | | | 20 | | | |
| Cyclops | 190 | 40 | 30 | 70 | 30 | 40 | 20 | |
| Naup. of Cope | 280 | 280 | 120 | 110 | 110 | 120 | 60 | |
| | (490) | (320) | (150) | (180) | (160) | (160) | (80) | |
| Neomysis(/hole) | 5 | 1 | 3 | 7 | 1 | 3 | 3 | |
| Zoo plankton dry wt. (ppm) | 0.77 | 0.83 | 0.95 | 0.63 | 0.38 | 0.99 | 0.43 | |
| Zoo plankton/SS | 0.029 | 0.045 | 0.018 | 0.045 | 0.018 | 0.075 | 0.015 | |

第20表 1980 9.16

| | 牛 渡 | 田 伏 | 下 玉 里 | 手 賀 | 三 次 | 山 田 | 内水試前 | |
|---|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|------------------|------------------|------|
| DO (ppm) | (上) | 10.4 | 12.2 | 17.2 | 14.5 | 10.2 | 9.0 | 12.8 |
| | (下) | 7.5 | 4.0 | 6.5 | 4.4 | 7.6 | 6.8 | 5.6 |
| Trp (cm) | 90 | 70 | 30 | 80 | 90 | 80 | 60 | |
| SS (ppm) | 19.25 | 26.75 | 67.75 | 21.75 | 19.50 | 18.50 | 28.00 | |
| Ch a (ppb) | 56.62 | 71.88 | 407.45 | 74.11 | 47.04 | 42.36 | 65.11 | |
| Protozoa Phytoplankton ($\times 10$ colonies/ml) | | | | | | | | |
| Euglena | 108 | 24 | 6 | 58 | 30 | 14 | 14 | |
| Chlamydomonas | | 8 | | 4 | 8 | 6 | 4 | |
| Diffugia | | | | | | 2 | | |
| Didinium | 4 | 4 | | 2 | | | 2 | |
| その他のProtozoa | 72 (184) | 46 (82) | 12 (18) | 80 (134) | 6 (44) | 8 (30) | 16 (36) | |
| Aphanothece | 12 | 8 | | 16 | 16 | 16 | 16 | |
| Merismopedia | 6 | 14 | | 10 | 4 | 8 | 22 | |
| Microcystis | 10 | 22 | 426 | 58 | 24 | 6 | 60 | |
| Oscillatoria | | | | | 6 | 2 | | |
| Anabaena | 58 | 26 | 116 | 102 | 88 | | 80 | |
| Aphanizomenon | 16 | 12 | 16 | 16 | 14 | 2 | 12 | |
| Gomphosphaeria | 46 (158) | 56 (146) | 30 (588) | 142 (344) | 156 (308) | 38 (72) | 106 (296) | |
| Melosira | 18 | 6 | 4 | 8 | 22 | 20 | 26 | |
| Stephanodiscus | 62 | 112 | 14 | 96 | 116 | 150 | 106 | |
| Synedra | 4 | 8 | | 2 | 14 | 2 | 2 | |
| Cymbella | | | | | 2 | | | |
| | (84) | (126) | (18) | (106) | (154) | (172) | (134) | |
| Dictyosphaerium | 10 | 12 | | 20 | 20 | 2 | 12 | |
| Tetraedron | 2 | | | | 2 | | | |
| Oocystis | 2 | | | | 2 | | | |
| Ankistrodesmus | | | | | | | 2 | |
| Actinastrum | | | | 2 | | | | |
| Scenedesmus | 14 | 8 | 2 | 10 | 12 | 6 | 14 | |
| Closterium | 4 | 8 | | 2 | | 2 | 10 | |
| Geminella | 4 (34) | | 2 (4) | 6 (20) | 2 (38) | | | |
| | | (28) | | | | (10) | (38) | |
| Zoo plankton ($\times 100$ /hole) | | | | | | | | |
| Philodina | 90 | | | 72 | 110 | | 30 | |
| Polyarthra | | 8 | | | | 10 | 10 | |
| Trichocerca | | | 40 | | | | | |
| Asplanchna | | | | | | 40 | 10 | |
| Brachionus | | | | | | 30 | | |
| Keratella | | | 30 | | 10 | | | |
| Filinia | | | | 12 | | | | |
| | (90) | (8) | (70) | (84) | (120) | (80) | (50) | |
| Diaphanosoma | 110 | 56 | 20 | 84 | 130 | 120 | 80 | |
| Bosmina | 130 (240) | 256 (312) | 820 (840) | 192 (276) | 70 (200) | 1,280 (2,400) | 1,020 (1,100) | |
| Eodiaptomus | 20 | 8 | | | | 80 | 10 | |
| Cyclops | 10 | 8 | 40 | 26 | 80 | 20 | 60 | |
| Naup. of Cope | 180 (310) | 80 (96) | 180 (220) | 108 (134) | 320 (400) | 190 (290) | 200 (270) | |
| Neomysis(/hole) | 1 | 7 | 3 | 8 | 49 | | 15 | |
| Zoo plankton dry wt. (ppm) | 0.42 | 0.21 | 0.89 | 0.69 | 0.55 | 1.19 | 0.61 | |
| Zoo plankton/SS | 0.021 | 0.008 | 0.013 | 0.032 | 0.028 | 0.064 | 0.022 | |

第 21 表 1980 10. 1

| | 牛 渡 | 田 伏 | 下 玉 里 | 手 賀 | 三 次 | 山 田 | 内水試前 | |
|--|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------|------------------|--------------|------|
| DO (ppm) | (上) | 11.9 | 11.2 | 11.8 | 11.9 | 10.0 | 10.9 | 11.6 |
| | (下) | 9.7 | 9.1 | 8.8 | 10.2 | 9.5 | 10.0 | 8.6 |
| Trp (cm) | 90 | 80 | 40 | 80 | 70 | 120 | 70 | |
| SS (ppm) | 19.0 | 20.5 | 34.5 | 15.75 | 22.5 | 13.75 | 23.25 | |
| Ch a (ppb) | 53.85 | 59.95 | 53.51 | 50.30 | 55.49 | 44.18 | 58.95 | |
| Protozoa Phytoplankton (×10 colonies/ml) | | | | | | | | |
| Euglena | 38 | 42 | 12 | 20 | 20 | 12 | 20 | |
| Chlamydomonas | 10 | 4 | 2 | 4 | 8 | 8 | 4 | |
| Gymnodinium | 2 | | | | | | | |
| Diffugia | | 2 | 2 | | 2 | | 4 | |
| Didinium | 2 | | 2 | | 8 | | | |
| その他のProtozoa | 40 (92) | 82 (130) | 18 (36) | 60 (84) | 30 (68) | 50 (70) | 72 (106) | |
| Aphanothece | | 10 | | 6 | 8 | 26 | 8 | |
| Merismopedia | | 2 | | | | 2 | 4 | |
| Microcystis | 18 | 50 | 58 | 2 | 8 | | 6 | |
| Oscillatoria | | 4 | | 4 | 2 | | 6 | |
| Anabaena | 10 | 30 | 30 | 18 | 12 | 2 | 56 | |
| Aphanizomenon | 8 | 34 | 8 | 16 | 20 | | 32 | |
| Gomphosphaeria | 36 (72) | 72 (202) | 18 (114) | 50 (96) | 54 (104) | 12 (42) | 50 (162) | |
| Melosira | 16 | 16 | 12 | 18 | 20 | 42 | 20 | |
| Stephanodiscus | 210 | 186 | 70 | 132 | 100 | 190 | 190 | |
| Asterionella | | 2 | | 2 | 2 | | 2 | |
| Synedra | 4 | 22 | 6 | 14 | 10 | 2 | 20 | |
| Cymbella | | 2 | | 2 | 2 | | | |
| | (230) | (228) | (88) | (168) | (134) | (234) | (232) | |
| Pediastrum | | | | 2 | | | | |
| Dictyosphaerium | 4 | 8 | | 2 | 4 | | 10 | |
| Oocystis | | 2 | | | | | | |
| Actinastrum | | 6 | | | 2 | | | |
| Scenedesmus | | | | | 4 | | 2 | |
| Geminella | | 2 | 2 | 4 | 4 | | 2 | |
| Closterium | 2 | 4 | | 4 | | | | |
| Staurastrum | | | | 4 | | 4 | 2 | |
| | (6) | (22) | (2) | (16) | (14) | (4) | (16) | |
| Zoo plankton (×100/hole) | | | | | | | | |
| Polyarthra | | | | | | 10 | | |
| Brachionus | | | | | | (10) | 16 (16) | |
| Diaphanosoma | 40 | 61 | | 90 | 8 | 50 | 40 | |
| Bosmina | (40) | (90) | | (90) | (8) | 1,010 (1,060) | (40) | |
| Eodiaptomus | 80 | 108 | | 170 | | 30 | 64 | |
| Cyclops | 110 | 351 | 32 | 60 | 72 | 100 | 200 | |
| Naup. of Cope | 100 (290) | 216 (675) | 144 (176) | 300 (530) | 40 (112) | 240 (370) | 184 (448) | |
| Neomysis(/hole) | 26 | 83 | 4 | 1 | 7 | 1 | 9 | |
| Zoo plankton dry wt. (ppm) | 0.635 | 0.804 | 0.541 | 0.704 | 0.390 | 0.918 | 0.551 | |
| Zoo plankton/SS | 0.033 | 0.039 | 0.016 | 0.045 | 0.017 | 0.067 | 0.024 | |