

# 照射蛍光灯の光波長の違いによるミジンコ蝟集効果の差異

小林 徹

Effect on Crowding of Water Fleas, *MIJINKO*,  
with Various Wavelength Lights

Toru Kobayashi\*<sup>1,†</sup>

The effect for crowding of water fleas, *MIJINKO*, as the important food resources for the early rearing for fish larvae, by irradiation of the various fluorescent lights was examined. Though it was brought the highest effect on the *MIJINKO* crowding on the experimental chamber of yellow light which the insects generally used to dislike among these lights, the other hands, another light for insect capturing was the lowest effect on it. The other hands, in the comparison with some common using fluorescent lights, the magnification of plankton amounts after crowding for before in the experimental, both of chamber for insect hated and pure yellow light were 34.1 and 33.6, respectively. These values were more than the case of the lump color type (14.0) and the day light type (18.4) belonged to the three wave length type fluorescent light which were higher intensity.

Key word: Plankton, water fleas, crowding manipulation, fluorescent light

コイ科魚類の種苗生産では、仔稚魚の育成に生物餌料が必要となる。当場がこれまで行ってきた放流用種苗の生産でも大量の餌料プランクトンを必要とし、とりわけ仔稚魚期の中心的餌料となるミジンコ類の給餌作業はまず培養池からの採集操作に多大な労力を必要とする。しかし、漁獲物の単価抑制の意味からも、種苗生産のコスト低下の必要性が唱えられている。このため、天然に大量に棲息している餌料プランクトン<sup>2</sup>を蝟集し、低コストな餌料源として応用しようとする試みが事業的に試行されている。

本報告では、良質のニゴロブナやホンモロコの放流用種苗をより安価に生産するシステム開発研究の一環として、夜間投光を使った餌料生物蝟集操作の高効率化を目的に、さまざまな光波長での蝟集効果の違いについて餌料培養池で検討した。

## 実験方法

実験は、滋賀県水産試験場の生物餌料培養池No.X-2 (長さ40m×幅15m×深さ1.25m) で、鶏糞と醤油糟

を池水量1tあたりそれぞれ0.6kg、0.3kgの割合で施肥し、通気条件下で培養したプランクトンを用いて行った。

プランクトンの蝟集実験は、1993年8月4日～20日にこの生物餌料培養池No.X-2で行った。電照装置はFig.1に示したように、幅500mm×長さ300mmの木製枠型に、松下電工製の20W蛍光灯を50cm間隔で5基並列させ、その間を塩化ビニール製板(50cm×50cm、厚さ1.5mm)で仕切り光の混合を防止したもので、実

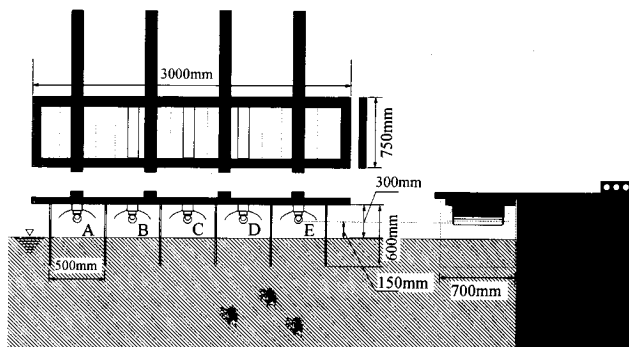


Fig.1 Systematic diagrams of experiment on crowding of water fleas using various fluorescent lights. A-E, various fluorescent lights.

脚注\*1: 滋賀県水産試験場 (Shiga prefectural Fisheries Experimental Station, Hassaka 2138-3, Hikone, Shiga 522-0057, Japan)  
†: 現所属、近畿大学農学部 (Faculty of Agriculture, Kinki University, Nakamachi 3327-204, Nara 631-8505, Japan)

験池の縁辺部に設置した。

実験Ⅰでは、特異的に単一の波長光を発するカラー蛍光灯（松下電器産業株）のうち、単波長純赤色型FL20S・R-F（赤色光）、単波長純黄色型FL20S・Y-F（黄色光）、単波長純緑色型FL20S・G-F（緑色光）、および単波長純青色型FL20S・B-F（青色光）、そして捕虫器用蛍光灯FL20S・BA-37・K（近紫外光）の計5タイプを使用して比較を行った。

また、実験Ⅱでは一般家庭で使用されている蛍光灯を中心に、連続波長帯域発光型の演色効果用フルホワイト蛍光灯（フルホワイト昼白色広帯域型蛍光灯）FL20SS・N/18、三波長域発光型蛍光灯（パルック蛍光灯）の三波長電球色型FL20SS・EX-L/18と三波長昼光色型FL20SS・EX-D/18のもの、低誘虫性型FL20S・AI、及び単波長純黄色型FL20S・Y-Fの計5タイプを使用して蝸集効果の比較を行った。

プランクトンは電照光源の中心付近の表層水5ℓをすくい取り、NXXXのプランクトンネットで濃縮して5%中性ホルマリンで固定して保存し、後にプランクトン沈澱量、数、種組成を調べた。対照として20

時に無灯光で各区画のプランクトンを採集した後、直ちに各区画での電照を開始して3時間の蝸集操作を行い、23時に再度採取した。実験Ⅰの各実験区での蝸集量の比較として実験区域中心部の5ℓ中のプランクトン沈澱量を測定し、照射開始前の量に対する3時間照射後の量の増倍率を蝸集倍率として比較した。

各蛍光灯の照度は照度計TOPCON IM-2D（東芝）を用いて測定した。測定距離は蝸集実験の設定と同じく蛍光灯の中心から15cmとし、照射光に垂直に照度計センサーを設置した。測定は30秒毎に5回行い、平均値を求めた。

蝸集効果の判定は、採取された5ℓの環境水中のプランクトン沈澱量および個体数で行い、照射開始前の量に対する3時間照射後の量の増倍率を蝸集倍率として比較の指数とした。プランクトン数は光学顕微鏡下で計数し、同時に属レベルまでのプランクトン種の同定を行った。

また、実験時の水温は26~28℃、気温は約25℃であった。

## 結 果

棲息した動物プランクトン 実験に用いた餌料培養池には、タマミジンコ *Moina marocopa* を中心として、ミジンコ *Daphnia pulex*、ハリナガミジンコ *Daphnia longispina*、オオミジンコの一種

Table 1, Comparison of illumination intensity among various colored fluorescent lights

Type of light	Wave length (nm)*	Illumination (Lx, MEAN±SEM)
Red	659	849.0±1.3
Yellow	582	6694.0±7.8
Green	527	2186.0±2.2
Blue	435	958.6±1.5
Violet (Insect catching)	368	699.8±1.1

Distance from light origin to the surface of the water were 15cm respectively. Measured point was directly on the center on the fluorescent light.  
\*, Wave lengths of light were indicated major maximum wave lengths.

Table 2, Comparison of intensity of illumination among various commonly used fluorescent lights.

Type of Light	Wave length (nm)*	Illumination (Lx, MEAN±SEM)
Pure yellow	582	6370.0± 9.4
Full white wide range	434, 548	8272.0±12.8
Three wavelength lump color	613, 548, 438	9920.0±24.8
Insect shranking	654, 546, 578	5536.0± 7.3
Three wavelength day light	544, 438, 610	9376.0±28.4

Distance from light origin to the surface of the water were 15cm respectively. Measured point was directly on the center on the fluorescent light.  
\*, Wave lengths of light were indicated major maximum wave lengths.

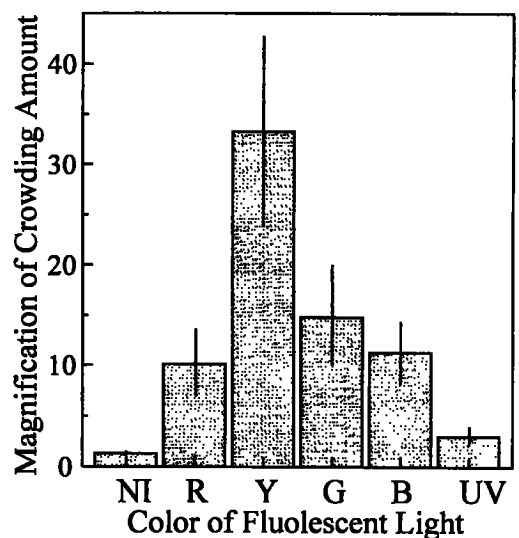


Fig.2 Comparison of the crowding amount of water fleas among various colored fluorescent lights(Exp-I). NI, no irradiated; R, red; Y, yellow; G, green; B, blue; UV, ultraviolet.

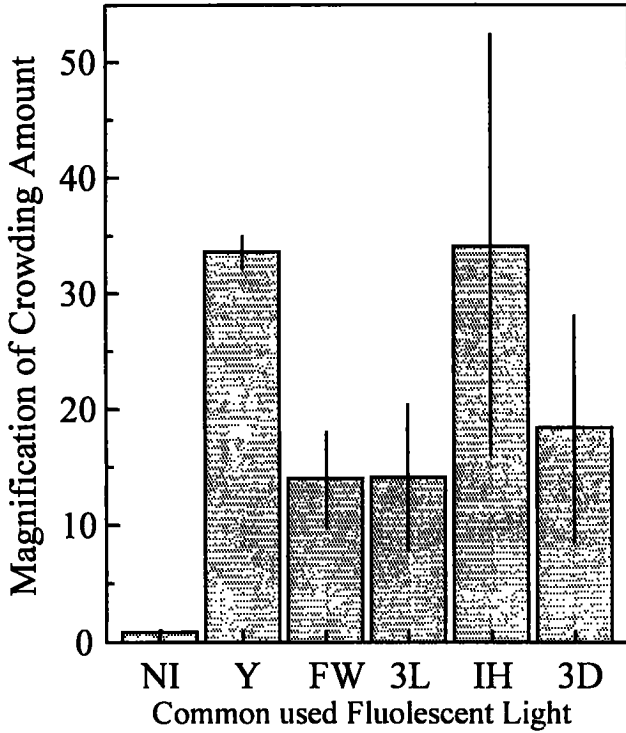


Fig.3 Effect on plankton crowding using common fluorescent lights(Exp-I).  
 NI, no irradiated; Y, pure yellow; FW, full white wide range type; 3L, three wave length lump color type; IH, insect shranking type; 3D, three wave length day light type.

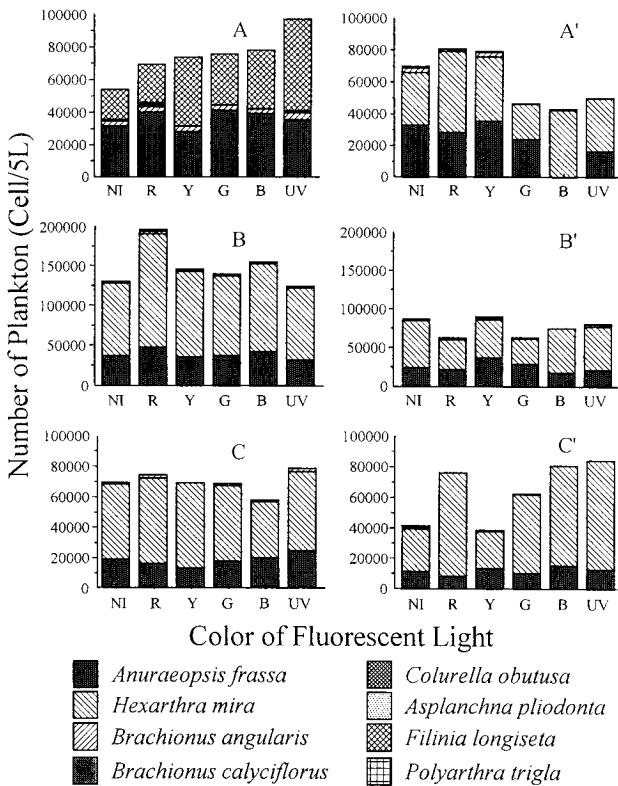


Fig.4 Effect on crowding of rotifers with various color wave length lights(Exp-I).  
 NI, no irradiated; R, red; Y, yellow; G, green; B, blue; UV, ultraviolet. A and A', B and B', and C and C' indicate the initial controls and the after irradiation respectively.

*Daphnia similis*, ケンミジンコ類Copepodid, ツボワムシ *Brachionus calyciflorus*, コガタツボワムシ *B. angularis*, ミジンコワムシ *Hexarthra mira*, ハネウデワムシ *Polyarthra trigla*, ニセカメノコウワムシ *Keratella cochlearis*等が見られた。

**蝟集プランクトン量** 実験Iにおいて最も蝟集倍率が高かったのは、黄色光の33.3倍であり、ついで緑色光の14.8倍、青色光の11.3倍、以下赤色10.1倍、紫外光(捕虫器用型)3.0倍、及び無照射1.3倍の順であった(Fig.2)。灯光色の違いによる餌料生物の蝟集効果は、昆虫嫌避効果が高いといわれる黄色灯が今回用いた中では最も蝟集効果が高く、近紫外光は最も蝟集効果が低かった。ただし、照度(Table 1)は、明るい方から黄色・緑色・青色・赤色・近紫外光の順であったので、この実験からは真に光色のみによって蝟集効果に差が生じたのかどうか言及することはできなかった。

次に一般に使用される様々な管球蛍光灯を用いた蝟集効果の検討(実験II)では、照度は明るい方から順に三波長電球色型、三波長昼白色型、フルホワイト昼

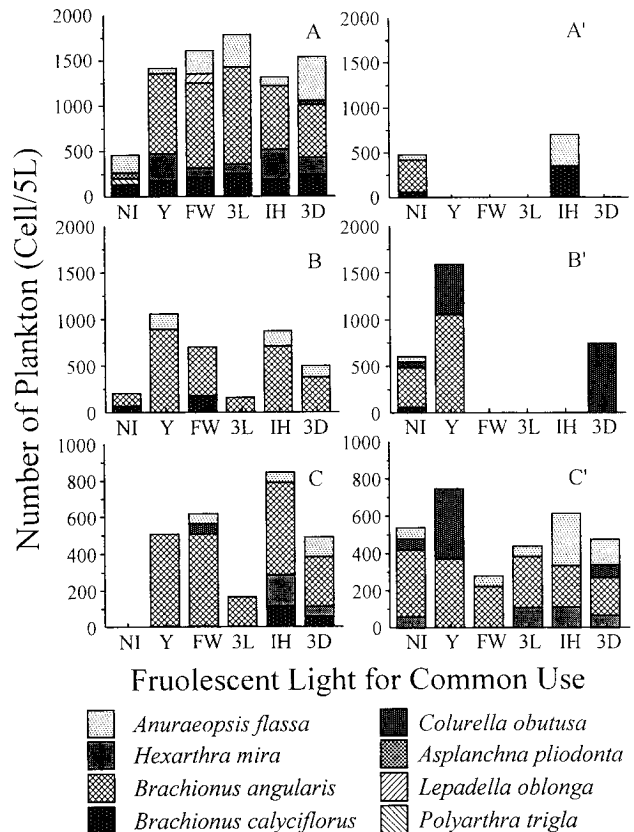
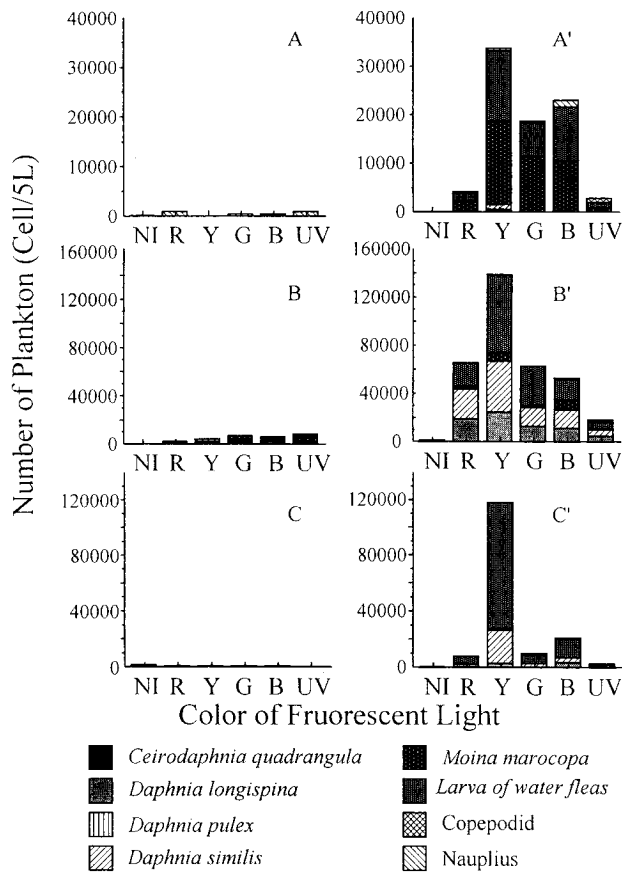


Fig. 5 Effect on crowding of rotifers with various color wave length lights(Exp-II).  
 NI, no irradiated; Y, pure yellow; FW, full white wide range type; 3L, three wave length lump color type; IH, insect shranking type; 3D, three wave length day light type. A and A', B and B', and C and C' indicate the initial controls and the after irradiation respectively.

白色広帯域型、単波長純黄色型、低誘虫性型の順であったが (Table 2)、蝟集量は低誘虫性型、単波長純黄色型が高く34.1倍および33.6倍であり、三波長の電球色型や昼光色型が14.0倍および18.4倍であったのに対してより高い蝟集効果を示した (Fig.3)。

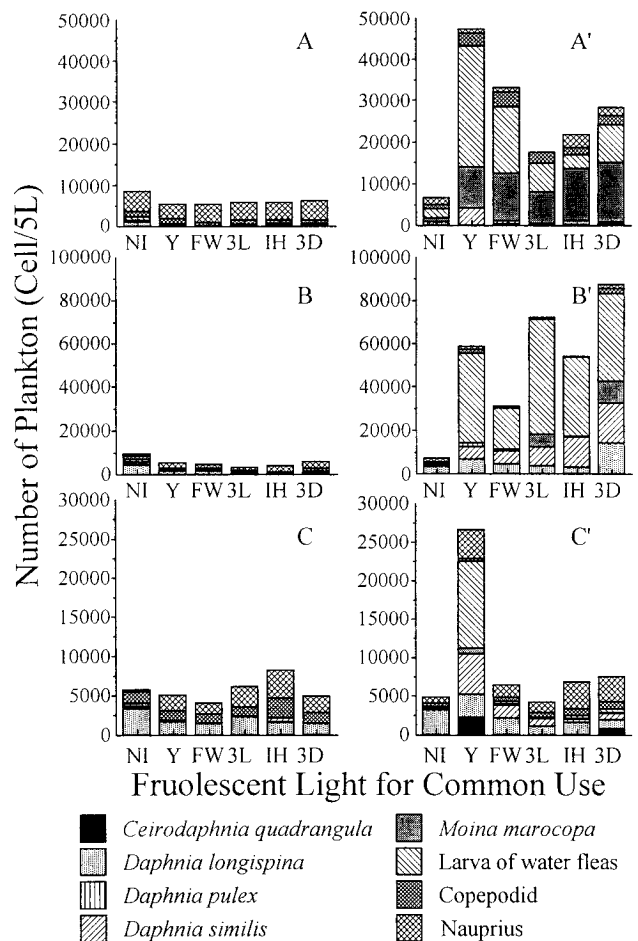
各実験区で蝟集されたプランクトンの種類およびその数は、ワムシ類では実験 I・IIとも、夜間の蛍光灯照射によって殆ど蝟集することなく、実験水域の個体数は逆に減少傾向を示した (Fig.4,5)。一方、ミジンコ類はすべての種が灯光に対して蝟集反応を示した (Fig.6,7)。また、実験 I・IIを通じて、蝟集効果の高かった実験区域では特にミジンコ類やケンミジンコ類のポストラーバ、ノウプリウス等の幼生が多く蝟集していた。



**Fig.6** Effect on crowding of water fleas with various color wave length lights(Exp-I). NI, no irradiated; R, red; Y, yellow; G, green; B, blue; UV, ultraviolet. A and A', B and B', and C and C' indicate the initial controls and the after irradiation respectively.

考 察

投光による生物の蝟集は、昆虫でもよく研究され<sup>36)</sup>、街灯などに使う光源を、昆虫の蝟集を防止するためナトリウムランプにしたり、逆に殺虫効果を上げるために昆虫の寄りやすい近紫外線の発する蛍光灯や水銀灯をともし、回りに電熱線を仕掛けるなどということが応用的に一般に行われている。一方、ミジンコ等の水生甲殻類は分類学的には昆虫と比較的近い種であると考えられるため、これらを蝟集する際も、誘蛾灯のような昆虫の光走性の高い370nm付近の波長光で行うのが最も効率的であると予想された。プランクトンの光に対する反応は、*Cyclops sp.*<sup>7)</sup>や *Artemia salina*、*Daphnia magna*、*Aedes aegypti*<sup>36)</sup>などについて調べられており、特に *Cyclops sp.*は青色光および緑色光に



**Fig.7** Effect on crowding of water fleas with various color wave length lights(Exp-II). NI, no irradiated; Y, pure yellow; FW, full white wide range type; 3L, three wave length lump color type; IH, insect shrinking type; 3D, three wave length day light type. A and A', B and B', and C and C' indicate the initial controls and the after irradiation respectively.

対して特に強い反応を示したと記載されている。しかし、今回の実験では、昆虫嫌避効果が高いといわれる黄色灯が最も集効果が高く、近紫外線を発する捕虫器用蛍光灯は最も集効果が低かった。ただし、照度は、明るい方から黄・緑・青・赤・捕虫器用(紫外)の順であった。最も集が期待された捕虫器用蛍光灯は最も集効果が低く、逆に最も集効果が期待できなかった黄色灯での集効果が最も高いということになる。しかし、照度を比較すると集倍率の順位と比例していることから、単に照度の高低によっていたのではないかとも考えられた。ところが、実験Ⅱでの結果は、高照度の得られる三波長型蛍光灯よりも、比較的照度の低い純黄色蛍光管や低誘虫性蛍光管の方が2.4倍も集量が高かったことから、やはり黄色波長灯がミジンコ類の集に高い効果を示すものと考えられた。これらの結果が昆虫類と水生甲殻類との光走性の違いを意味すると解釈するにはさらに解析実験を繰り返さねば言及できない。佐々木<sup>2)</sup>はこの点について、電圧を変化させ照度を同一にして検討した結果として、水生甲殻類は緑色灯や青色灯に強く反応するが、光エネルギー強度については再考の余地ありとしている。しかし、今回の我々の実験結果と佐々木の報告との集色に関する結果の違いを生じたのはミジンコの光走性そのものよりも、おそらく餌料池での光の水中伝搬性が黄色光で特に優れていたためかも知れない。

今回の結果から、黄色灯は最も集効果が高かったことから、これを中間育成用の餌料生物を集する際に応用すれば、放流用種苗の育成への貢献が考えられる。事業的放流用種苗の養成は主として天然水域のプランクトンを用いて行われているため、今回の実験結果が天然水域での集操作にも適用できるか検討する必要がある。

## 要 約

灯光色の違いによる餌料生物の集効果は、昆虫嫌避効果が高いといわれる黄色灯が、今回試行した中では最も高く、近紫外光は最も低かった。また、数種の汎用管球蛍光灯との比較においても、集量は虫よけ灯、純黄色では照射前の34.1倍および33.6倍であり、

三波長型の電球色や昼白色が14.0倍および18.4倍であったのに対してより高い集効果を示した。

## 文 献

- 1) 黒島良介・佐藤 守・吉中禮二・池田静徳(1987) : 養魚初期餌料としての天然動物プランクトンの栄養価, 水産増殖, **35**(2), 113-117.
- 2) 藤原公一・白杵崇広・小林 徹・水谷英志(1995) : 琵琶湖の固有種ニゴロブナ *Carassius auratus grandoculis* を育む場としてのヨシ等植物群落の重要性, 環境システム研究, **23**, 414-419.
- 3) Levene, H. and T. Dobzhansky(1976): Homeostatic drive counteracting selection for positive and negative phototaxis and geotaxis in *Drosophira pseudoobscura*. *Behav. Genet.*, **6**(3), 327-341.
- 4) Kessler, M. E. and P. C. Chabora(1977): Light intensity and phototaxis in the house fly: photonegativity in a yellow-eyed mutant. *Behav. Genet.*, **7**(2), 129-137.
- 5) Marcow, T. A. and J. Merriam(1977): Phototactic and geotactic behavior of countercurrent defective mutants of *Drosophila melanogaster*. *Behav. Genet.*, **7**(6), 447-455.
- 6) Kartenrieder, M., T. Labhart, and E. Hess(1989): Spectral sensitivity, absolute threshold, and visual field of two tick species, *Hyalomma dromedarii* and *Amblyomma variegatum*. *J. Comp. Physiol.*, **165**(2), 155-164.
- 7) 佐々木道也 (1972) : 光利用養魚に関する研究-I, 動物プランクトンの集積について, 水産増殖, **20**(2), 93-108.
- 8) Dojmi Di Delupis, G. and V. Rotondo(1988): Phototaxis in aquatic invertebrates: possible use in ecotoxicity tests. *Ecotoxycol. Environ. Saf.*, **16**(3), 189-193.
- 9) 杉目宗尚・里見至弘・松島昌大 (1969) : ミジンコの利用に関する二, 三の実験, 水産増殖, **17**(1), 19-25.

