

ムツゴロウの人工増殖に関する研究—V

—若魚の越冬飼育法—

野田 進治・古賀 秀昭

Studies on Artificial Propagation of Mud Skipper *Boleophthalmus pectinirostris* (Linnaeus)—V Rearing Young Fishes in Winter

Shinji NODA, Hideaki KOGA

Abstract

Experiment of rearing young mud skipper *Boleophthalmus pectinirostris* in winter was carried out in four type's aquarium by feeding granular pellet for Ayu *Plecoglossus altivelis*. Those aquariums were concrete one in the outdoors (type I), concrete aquarium in the glasshouse (II), concrete aquarium to be setting the floating feeding bed in the glasshouse (III), and FRP aquarium with heating reared water at 20°C in the indoors (IV).

As the results, the best aquarium type for growth and survival rate of young mud skipper was (IV) type. Next was (II) type, and (III) type in turn. (I) type was unsuitable to rear young mud skipper in winter, because all young fishes died except for one. And, it was presumed that many young mud skipperes died under about 5°C.

まえがき

ムツゴロウ若魚を長期間飼育する場合、温度が低下する冬季を経過しなければならない。天然では、ムツゴロウは温度が低下する12月から翌年の3月頃まで活動が不活発になり、天気が良好で温暖な日以外は、干潟の上に出現する個体はほとんど見られない¹⁻⁵⁾。若魚期の飼育においても、飼育

水温が急激に低下した時期に斃死がみられること⁶⁾から、越冬飼育に関しては、温度低下がムツゴロウに及ぼす影響を考慮し、飼育方法を検討する必要がある。そこで温度条件が異なる各種の水槽を使用して、ムツゴロウ若魚の越冬飼育を行ない、若干の知見を得たので以下に報告する。

材料及び方法

1. 飼育水槽

Fig. 1 に示す4種の水槽をムツゴロウ若魚の越冬飼育に用いた。

I : 泥式餌場(泥を厚さ25~35cmに盛った餌場)を設置した屋外コンクリート水槽(3.1×2.7×1.1

m 底面積8.4m²、以下、屋外泥式水槽と略)

II : 泥式餌場を設置したガラス温室内コンクリート水槽(6.4×1.0×0.6m 底面積6.4m²、以下、温室泥式水槽と略)

III : 発泡スチロール板上に泥を薄く盛った(約

2~3cm) フロート式餌場⁷⁾を設置したガラス温室
内コンクリート水槽 (6.4×1.0×0.6m 底面積
6.4m²、以下、温室フロート式水槽と略)

IV: ヒーターで20°Cに加温しフロート式餌場を
設置した屋内FRP水槽 (1.8×1.2×0.7m 1.8×
0.9×0.7m 底面積計3.8m²、以下、屋内加温水槽
と略)

なお、ガラス温室の大きさはL:14×W:7×
H:1.8~3.6mである。

2. 若魚及び飼育方法

6月中、下旬にふ化した若魚3,030尾を、1988年
11月4日各水槽に収容し飼育を開始した。飼育水
は水深25cm~30cmとし、塩分約15‰の海水を使用
した。蒸発分の水分は適宜補給した。餌料は主に
アユ用配合飼料を1日1回投餌するのを原則とし
たが餌料が残る場合は投餌を控えるなど状況に応
じ適宜変更した。

3. 温度測定

各水槽の水温、温室泥式水槽の表、中(深さ12.5
cm)、底(深さ25cm)層の泥温、温室フロート式水
槽のフロート式餌場上の泥温を自動記録計
(CHINO 多機能形ハイブリッド記録計)を用い
て測定した。泥温については、センサー(長さ10
cm、径6mm)を泥中に水平に埋め込み、表層はセ
ンサー上部と表面の間隔を5mm程度とした。屋外
泥式水槽の表層及び深さ5、10、20、30cm層の泥
温は1日3回DIGITAL THERMOMETER (CHINO
MODEL CD 700)で測定した。

結 果

1. 越冬飼育におけるムツゴロウ若魚の生残 率及び成長

Table 1 に生残率及び成長の結果を示した。試
験期間は1988年11月4日より翌年の3月25日ま
での141日間であった。生残率については、屋外泥
式水槽では0.1%と極めて低く、12月上旬の冷え込み
により斃死がみられ、12月中旬から下旬の冷え込
みでほとんど斃死したものと思われ、最終的には
1尾が生残したにとどまった。温室においては泥

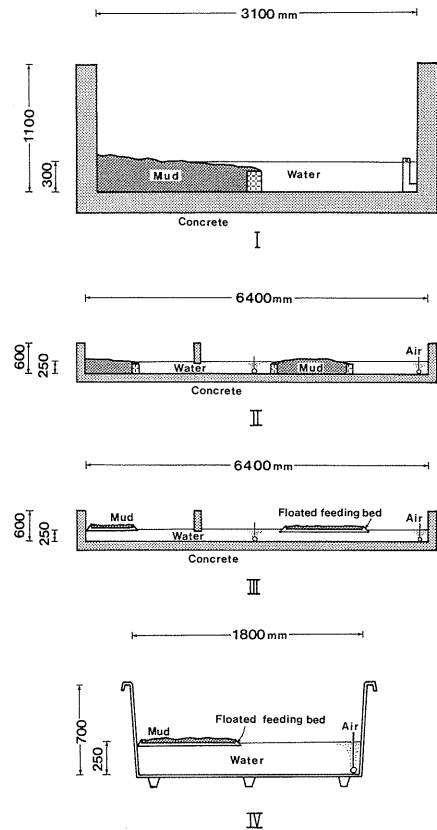


Fig. 1 ムツゴロウ若魚の越冬飼育水槽
Aquariums for rearing of young fishes in
winter.

- I Concrete aquarium in the outdoors.
- II Concrete aquarium in the glasshouse.
- III Concrete aquarium in the glasshouse.
- IV FRP aquarium in the indoors heated at 20°C.

式水槽及びフロート式水槽両者ともほぼ同様の生
残率でそれぞれ55.8%、54.6%であった。20°Cに加
温した屋内加温水槽では最も生残率が高く62.5%
であった。

成長については、屋外泥式水槽の場合を除くと、
試験終了時に最も良好な成長を示したのは屋内加
温水槽で平均全長68.1mm、平均体重2.13gであ
った。次いで温室泥式水槽の63.8mm、1.81g、温室フ
ロート式水槽の62.2mm、1.80gの順であった。

Table 1 各水槽における越冬試験飼育結果

Rearing young fishes in winter in each aquarium.

Aquarium type*	Individual Number			Total Length (mm)				Mean Growth per day (mm·day ⁻¹)
	at start	at end	Surv.Rate (%)	at start Mean	at end			
					Min.	Mean	Max.	
I (Outdoors)	900	1	0.1	57.7	—	79.0	—	0.15
II (Glasshouse)	780	435	55.8	55.4	47.0	63.8	92.0	0.06
III (Glasshouse)	800	437	54.6	57.7	44.0	62.2	86.0	0.03
IV (Indoors)	550	344	62.5	55.4	52.0	68.1	100.0	0.09

* : See Fig. 1

Rearing period was from November 4, 1988 to March 25, 1989.

Fig. 2 に越冬前(8月~10月)の若魚の全長と体重の関係を示したが、関係式は次のように表された。

$$\log B.W.(g) = -5.06 + 2.95 \times \log T.L. (mm) \\ (r = 0.993)$$

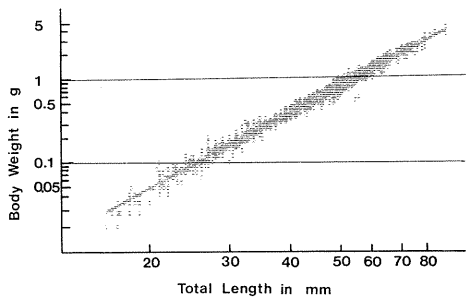


Fig. 2 若魚の全長と重量の関係(8~10月)
Relationship between total length and body weight of young fishes from August to October.

この式より、越冬後である本試験終了時における全長から体重を求めると、全長68.1mmでは体重2.23g、63.8mmでは1.84g、62.2mmでは1.70gとなり越冬前と越冬後とで全長と体重の関係はほとんど差がない。このことから、若魚は越冬により急激に痩せることはないものと思われる。

11月以降の平均日間成長量は、8月から9月までの越冬前の平均日間成長量(0.335~0.658mm·day⁻¹)⁶⁾と比較すると、最も良好な成長を示した屋内加温水槽の若魚でも0.09mm·day⁻¹と極めて小さかった。Fig. 3 に屋内加温水槽のムツゴロウの成長をふ化してから越冬後まで示した。ふ化後100日前後の9月下旬までは順調な成長を示しているが、10月から翌年の3月までは傾きはほぼ横ばいとなり成長は鈍化した。人工飼育魚⁸⁾及び天然若魚^{1,5)}についてもほぼ同様の結果が得られて

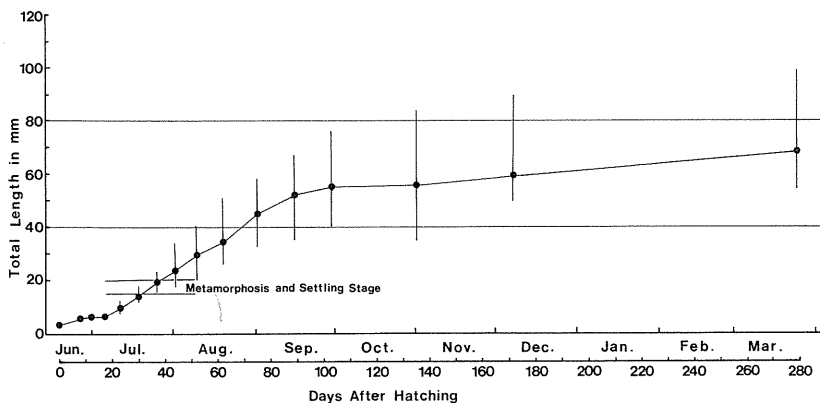


Fig. 3 ムツゴロウの成長
Growth of mud skipper from hatching to after wintering.

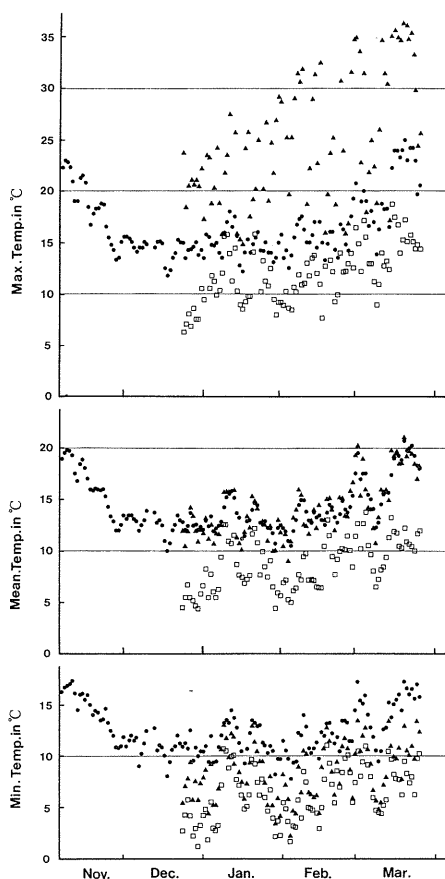


Fig. 4 冬季における各水槽の水温及び泥温の変化
Change of water temperature and mud temperature of each aquarium in winter.

- W. temp. of concrete aquarium in the outdoors.
- W. temp. of concrete aquarium in the glasshouse.
- ▲ M. temp. on the floating feeding bed of concrete aquarium in the glasshouse.

おり、その理由として水温低下あるいはそれに伴う摂餌の低下によるものとされている。しかし、屋内加温水槽では20°Cに加温しているにもかかわらず成長が急激に鈍化しており、水温低下が直接的な原因とは考えられない。ただ、フロート式餌場の泥温は冬季には気温の影響を受け低下し、若魚の摂餌行動を抑制し成長鈍化の大きな原因になったものと考えられる。

以上のように、越冬飼育において若魚の成長、生残が最も良好であった飼育水槽は屋内加温水槽、次いで温室泥式水槽、温室フロート式水槽の順で

あった。屋外泥式水槽では、1尾が生残したに留まり越冬飼育は困難であると思われた。

2. 冬季における飼育水槽内の水温及び泥温の変化

Fig. 4 に冬季における各水槽の水温及び泥温の変化を示した。屋外泥式水槽と温室水槽の水温を比較してみると、日最高値、日平均値、日最低値ともに温室水槽の方が高く推移し、12月下旬の冷え込みによって、屋外泥式水槽の最低値が1.3°Cまで低下したときも温室水槽の最低値は10°C前後を保っており温室の保温効果はかなり大きいことが認められた。一方、温室フロート式水槽餌場上の泥温は、日平均値では温室水温と大差ないものの、1日の温度変化が激しく、特に好天時(快晴)には最低値2.4°C、最高値25.4°Cで日較差が22.8°Cになる日もみられた。この原因として、フロート式餌場上の泥の厚さが薄いため温室内の気温や太陽光線の影響を受け易く、飼育水からは発泡スチロール板により遮断されており水温の影響を受けにくいと考えられた。

Fig. 5 に温室泥式水槽と屋外泥式水槽の泥温の垂直分布をこの冬かなり冷え込んだ時期である1月31日から2月3日まで示した。等温線はほぼ右下りになっており、熱が泥表層から底層へゆっくりと伝わっていることを示している。また、泥の厚さは25~30cmと比較的薄いにもかかわらず、同じ水槽内でも泥温は日別、時間別及び深さによりかなり異なっていた。温室と屋外を比較してみると、温室の泥温の方が屋外より全体的に1~5°C高く推移し、温室の保温効果は飼育水だけでなく泥にもかなり影響を及ぼしていることが認められた。

天候による泥温の変化にも相違がみられた。Table 2 に1月31日から2月3日までの気温、降水量(佐賀地方気象台)、光量子量⁹⁾を示した。

1月31日は曇りで光量子量は $6.9E \cdot m^{-2} \cdot day^{-1}$ と少なく、屋外、温室ともに表(表面)、中(深さ12~15cm)、底(深さ25~30cm)層で泥温の日較差は1~3°Cと小さかった。

2月1日は気温は1月31日とほぼ変わらないにもかかわらず光量子量が $20.6E \cdot m^{-2} \cdot day^{-1}$ と多

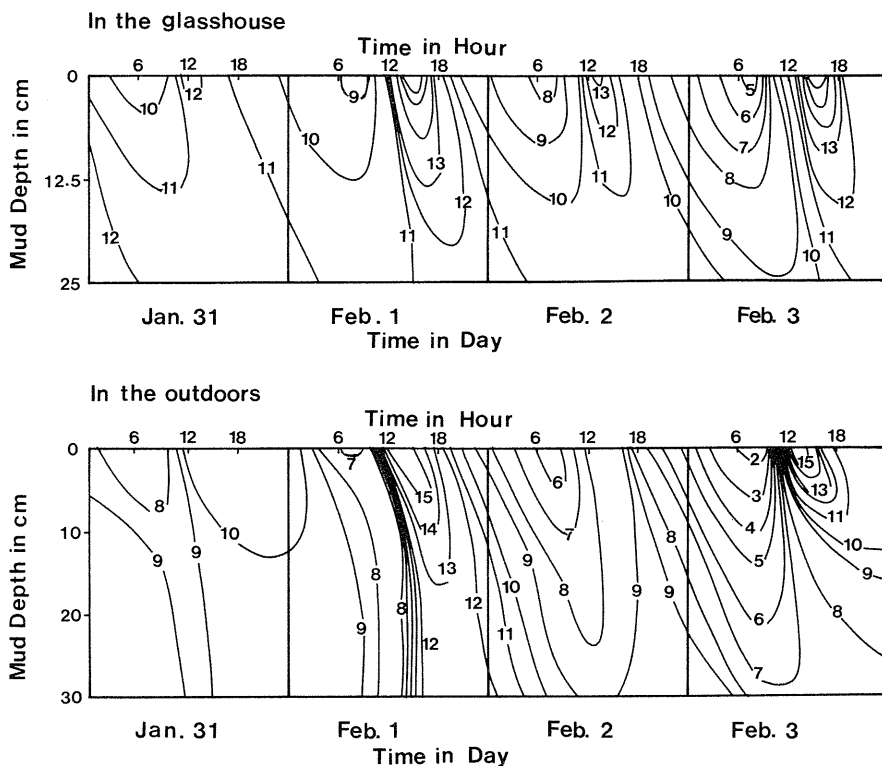


Fig. 5 冬季における屋外泥式水槽及び温室泥式水槽における泥温(°C)の垂直分布
Vertical Change of mud temperature of aquarium in the outdoors and in the glasshouse.

Table 2 1月31日から2月3日までの気象状況
Weather condition from Jan. 31 to Feb. 3, 1989.

Date	Atmospheric Temperature (°C)			Precipitation (mm)	Quantum ($E \cdot m^{-2} \cdot day^{-1}$)
	Max.	Mean	Min.		
Jan. 31	10.1	7.2	3.6	0.0	6.9
Feb. 1	11.3	6.5	3.6	0.0	20.6
Feb. 2	6.7	2.9	1.1	0.0*	19.1
Feb. 3	8.4	3.0	-2.5	—	26.4

0.0*=It snowed.

かったためか、特に表層で泥温の日較差は大きくなり、屋外、温室共に8~9°Cであった。底層での日較差は屋外の方が約4°Cあるのに対し、温室は約1°Cと安定していた。

2月2日は光量子量が $19.1E \cdot m^{-2} \cdot day^{-1}$ と多かったものの小雪がちらつき、最高気温でも6.7°Cと冷え込んだ日であった。表層泥温をみると温室では朝の冷え込みの影響が午前中のみで日中は

13°Cまで上昇しているのに対し、屋外では冷え込みの影響は1日中続き日中でも9°Cまでしか上昇していない等、両水槽で明確な相違が認められた。

2月3日は放射冷却により最低気温は-2.5°Cと今冬一番の冷え込みとなった。このため、表層泥温の日最低値も屋外では1.6°C、温室でも5.5°Cと期間中最低温となった。しかし、晴天のため光量子量は $26.4E \cdot m^{-2} \cdot day^{-1}$ と多く、日中は表層泥温

は両者とも15°C以上に上昇し、日較差は両者とも10°C以上になった。一方、底層の日較差は両者とも2°C以下と安定していた。

以上のように、泥温は光量子、気温等の気象条件によって大きく変動し、泥温変化は、表層で大きく、底層ではかなり小さいことが認められた。曾根¹⁰⁾も有明海干潟域の泥深25cmの泥温を測定し日変化はかなり小さいことを報告している。また、温室では、屋外に比べ底層での泥温変化が小さく安定していた。泥深20cm層での泥温変動幅（1月31日～2月3日の4日間）をみても、温室では約4°C、屋外では約7°Cと屋外のほうが大きいのは、温室では保温効果が水槽下部まで及ぶのに対し、

考 察

若魚越冬飼育試験の結果、20°Cに加温した屋内加温水槽では成長、生残とも最も良好であった。しかし、気温の影響を受けやすいフロート式餌場上で若干斃死がみられたため、水陸両生のムツゴロウにとっては気温も調整する必要があると思われる。

温室内の泥式水槽及びフロート式水槽では屋内加温水槽に比べると、成長・生残率とも若干劣るものの、若魚の越冬飼育は十分可能であると考えられた。両水槽を比較すると、生残率には差がみられなかったものの、成長は泥式水槽の方が若干良好であった。この原因として、泥式水槽の方が泥の厚みがあったことから、フロート式水槽の単に餌場としての効用だけでなく泥中が生息の場としても利用でき、また、底層になるほど温度が安定していることから、若魚の生息環境としてより適していたものと考えられた。温室の水温は飼育期間中ほとんど平均10°C以上で推移していたことから、若魚の飼育は約10°C以上では十分可能であろう。

屋外泥式水槽では生残率が0.1%と極めて低かった。大量斃死があったのは12月中、下旬と推定され、特に12月17日の最低水温は1.3°C、最低表層泥温は1.6°C、最低底層泥温は7.6°Cとかなり冷え込んだ。

屋外では水槽が直接外気にさらされており気温の影響を受けやすいためと考えられた。なお、測定期間中、屋外泥式水槽での最低泥温は表層で1.6°C、底層で6.6°C、最低水温は1.3°Cであった。

水温と泥温の関係をみると、温室では水温と中層（深さ12.5cm）泥温はほぼ同様な値で推移し、日最高値、日最低値を示す時間帯もそれぞれ15～16時、8～9時とほぼ同様であった。屋外では水温はどの泥深の泥温とも一致せず低めに推移した。したがって、水温と泥温の関係は同じ水槽内でも一定とは限らず、環境条件によりかなり異なってくるものと推定された。

また、本試験前に屋外フロート式飼育水槽で若魚を飼育中、10月中旬の気温が急激に下がった時に餌場上（泥温5～6°C）にいた十数尾が昏睡状態となった。その後20°Cに加温した水槽に収容したが、回復したのは約半数に過ぎなかった。これらのことから環境温度が5°C以下になると斃死する個体が出現してくるものと推定された。

若魚の越冬飼育で最も良好な結果を示したのは屋内加温水槽であったが、ヒーター、ポイラー等を設置する必要があり、量産する場合コスト面で問題がでてくる。このことと、本試験結果を考え併せると、大量に越冬飼育を行なう場合は温室を利用する方法がより有効であると考えられる。また、同じ温室水槽でもフロート式水槽では泥式水槽より若干成長が劣ったものの、作業効率等を勘案すると、より簡便なフロート式水槽が望ましいと考えられる。ただ、今冬季は記録的な暖冬であったため、毎年このような結果が得られるかについては明らかでなく、さらに有効な保温、加温等による越冬技術の開発は必要であろう。また、ムツゴロウの低温耐性を詳細に調べることはもちろん、低温耐性が強いと思われる種（例えば韓国産）との交配による品種改良等の検討も必要と思われる。

要 約

1. ムツゴロウ若魚の越冬飼育試験を、屋外泥式水槽、温室泥式水槽、温室フロート式水槽及び屋内加温水槽（20℃）の4水槽を設定して実施した。
2. 屋外泥式水槽では水温及び泥温の低下が著しく生残率が0.1%と極めて低かった。
3. 屋内加温水槽では生残率62.5%、平均日間成長量 $0.09\text{mm}\cdot\text{day}^{-1}$ と最も良好であったが、越冬前の成長と比較すると天然若魚と同様に成長は鈍化した。

4. 温室泥式水槽及び温室フロート式水槽では屋内加温水槽より成長、生残率とも若干劣るものの、越冬飼育は十分可能と思われた。両者を比較すると、生残率はほぼ55%前後と変わらなかったが、成長は泥式水槽の方が若干良好であった。
5. ムツゴロウ若魚の飼育は環境温度が約10℃以上では十分可能であるが、約5℃以下になると斃死個体が出現してくるものと推定された。

文 献

- 1) 小野原隆幸 1980：ムツゴロウの生態—I。漁業生産、分布及び成長について。佐賀県有明水試報 7, 123-150.
- 2) 道津喜衛 1974：有明海の魚族たち、ムツゴロウとトビハゼ。九州・沖縄の生き物たち（西日本新聞社編）I, 144-182.
- 3) 道津喜衛・的場 実 1977：有明海に跳ねる。ムツゴロウとトビハゼの行動。アニマ 5(8), 15-23.
- 4) 田北 徹 1980：有明海の魚類。月間海洋科学12(2), 105-115.
- 5) 杠 学・古賀秀昭・吉本宗央・馬場裕文 1990：ムツゴロウの生態—IV。若魚の生態。本誌, 21-27.
- 6) 野田進治・古賀秀昭 1990：ムツゴロウの人工増殖に関する研究—IV。若魚期の餌料。本誌, 1-6.
- 7) 古賀秀昭・野口敏春・中武敬一 1989：ムツゴロウの人工増殖に関する研究—I。親魚の養成。佐賀県有明水試研報 11, 1-7.
- 8) 道津喜衛・鈴木正文 1985：ムツゴロウの増・養殖に関する研究—II。分布・仔魚の飼育実験。昭和59年度科学研究費補助金（一般B）研究成果報告書, 14-24.
- 9) 古賀秀昭 1990：光量子と日照時間・全日射量及び珪藻類増殖との関連。本誌, 67-74.
- 10) 曾根元徳 1979：干潟域の底泥中温度の変動—(1)。沿岸環境変動予察方法についての研究報告書, 197-201.