

ムツゴロウの人工増殖に関する研究 — II

— 人工産卵巣による採卵及び産卵条件 —

古賀 秀昭・野口 敏春*・木下 和生

Studies on Artificial Propagation of Mud Skipper *Boleophthalmus pectinirostris* (Linnaeus) — II Collecting Eggs by Artificial Spawning Nest and Spawning Conditions

Hideaki KOGA, Toshiharu NOGUCHI* and Kazuo KINOSHITA

Abstract

Mud skipper spawns at the ceiling of spawning nest in the mud which is about 20 to 30cm depth from the surface of tideland from May to August. For such peculiar behavior of spawning, it was very difficult to collect fertilized eggs in large quantities. So, fertilized eggs have been collected by only semi-dry method or taking from the tideland so far, but, those methods had problems in quality and quantity of eggs.

Then, collecting eggs by artificial spawning nest has been experimented since 1987, artificial spawning nests were made of ceramics and like spawning nest in nature. They were set on the bottom of aquariums in the indoors and the outdoors with adult Mud skippers. In 1988, spawning of 18 times were confirmed, especially, 16 times in the outdoors. As the results, about 72,000 fertilized eggs was obtained, mean value of fertilized rate was 97.4%. Maximum and mean number of eggs in one time spawning was 15,000 and 4,610, respectively, in the outdoors.

まえがき

一般にハゼ類の産卵生態は特殊なものが多く、孔中産卵、二枚貝の殻などに産卵するものに大きく分けられる。孔中産卵の中でも、ムツゴロウ、トビハゼ、マハゼ等は固有の生息孔を掘り、そこに産卵することが知られている¹⁻¹²⁾。

ムツゴロウは水陸両生魚であり、親魚は干潟に深さ1 mほどの縦孔を掘り生息孔としている。その産卵行動はハゼ科の魚類の中でも特異である。すなわち、産卵期の5～8月になると雄は干潟面から高さ20cmほどのジャンプを繰り返す(求愛行

動) ことにより、雌をひきつけ1対のペアを形成する。形成されたペアは雄の生息孔の中に入り、干潟面から深さ20～30cmのところに産卵室としての横孔を増設し、産卵室の天井に産卵、放精する。産卵後、雌は孔外へ出るが、雄は孔内に留まり卵を保護する^{2,4-6,13)}。産卵室の大きさは長さ20cm、長径8cm、短径6cm前後のものが多い。

このような特殊な産卵行動と親魚を健全な状態で飼育することが困難⁶⁾であったこと等から、受精卵を確保するには、天然漁場から受精卵を取り

* 現佐賀県水産局水産振興課

出す方法と湿導法による人工受精による方法以外に考えられなかった。道津ら^{5,7)}は、これまで3例、天然卵からふ化した仔魚を飼育し底生生活に移行した若魚¹⁴⁾を得ているが、人工受精法では若魚まで飼育出来ていない。一方、張ら¹⁵⁾は人工受精法により5,000尾の仔魚をふ化させ、屋外コンクリート水泥池で飼育することにより37.5~50%の生残率で全長20mmの幼魚を得ている。しかしながら、いずれも大量の良質卵の確保、受精率、ふ化仔魚の質等の問題が残されている。

著者らは、1986年、アユ用の配合飼料を投餌することにより屋内での親魚の長期飼育に成功し、その際、飼育水槽の泥中から受精卵を得た¹⁶⁾。しかしながら、産卵を確認するためには泥を掘り起こす以外に方法がなく大量採卵は困難と思われた。

一方、ショウキハゼ、ウロハゼ等は水槽中の貝殻等に容易に産卵することが知られており、また、

固有の生息孔をもつマハゼ、ハゼクチ、ピリંગについても下水用土管を人工産卵巣として用い、その中に催熟処理した成魚1対を封じ込めることによって受精卵が得られている¹²⁾。しかし、ムツゴロウはもちろんトビハゼについても同様の方法で成功した例はみられない。

そこで、ムツゴロウ親魚の長期飼育が可能となったことから、1987年から天然の産卵巣の形状に合わせて作成した陶器製の人工産卵巣を用い大量採卵を試み、さらに、産卵条件についても検討したので以下に報告する。

なお、本研究は地域特産種増殖技術開発事業の一環として実施した。また、人工産卵巣の開発作成に当たり、貴重な御意見、御協力を頂いた前佐賀県窯業試験場長中村正也氏、古川製陶有限会社古川敬通、敬三両氏に感謝の意を表する。

材料及び方法

1. 人工産卵巣

1987年、Fig. 1に示すI, II, III型のタイプの陶器製(素焼き)の人工産卵巣を作成した。産卵の確認を容易にするため上下に2分し、下部内面にはムツゴロウの腹部のすれを防ぐため全て釉を塗り焼成した。また、上部内面には釉の有無による2種を作成した(以下、上部内面についてのみ釉の有無という表現を用いる)。

1988年にはIII型を一回り大きくしたA型、A型的一端を閉じたB型、また、人工産卵巣を接続する接続部分も作成した(Fig. 1)。

2. 産卵用飼育方法

1) 1987年

屋内のFRP製的水槽(1.8×0.9×0.7m)4面をFig. 2に示したように、生息孔を掘らないように泥を薄く盛った干潟面を作成し、I, II, III型の人工産卵巣(釉有無の各2本)6本を水中に設置し産卵水槽とした。泥表面(餌場)にアユ用の配合飼料を撒き、6月15日よりムツゴロウ親魚の養成を開始した(Table 1)。

2) 1988年

大量採卵を図るため、屋内実験室では前年と同様の産卵水槽6面と、屋外コンクリート水槽2面

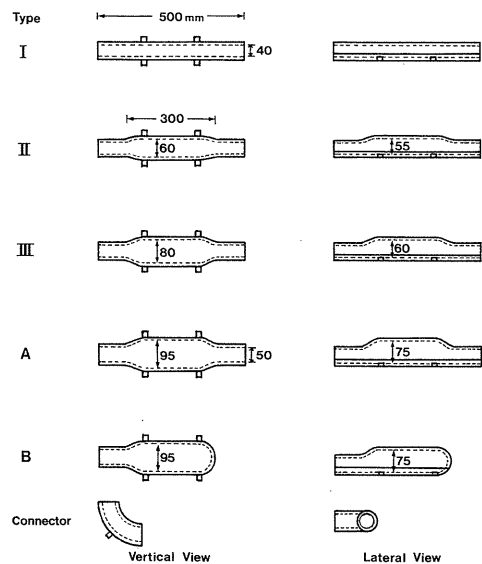


Fig. 1 人工産卵巣

Each type of artificial spawning nest made of ceramics.

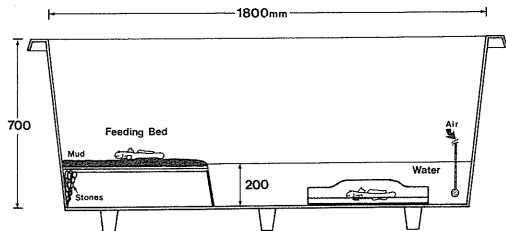


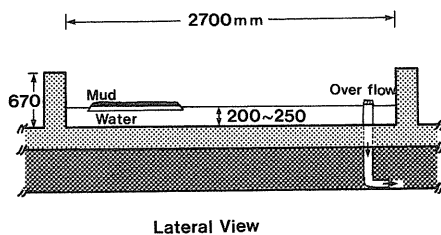
Fig. 2 FRP 産卵水槽 (屋内)
FRP aquarium for spawning in the indoors.

を使用し、5月31日からムツゴロウ親魚の養成を開始した (Table 2, 3)。

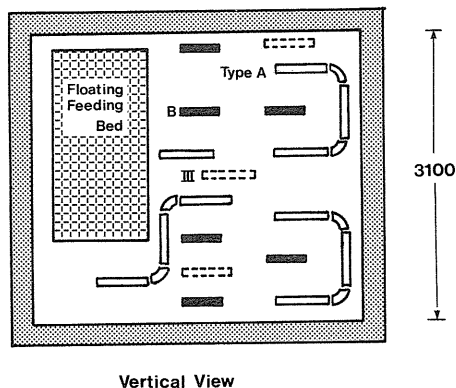
屋内の産卵水槽には、II, III型を各2本、A, B型各1本の計6本の人工産卵巣を設置した。屋外のコンクリート水槽 (3.1×2.7×0.67m) では、A, B型を主とし、各々10, 6本ずつ (釉有無の2種類)、III型を2本、計18本の人工産卵巣と接続部を設置した (Fig. 3)。

屋外水槽の場合、太陽光線、風雨にさらされ水槽内の水位が変化することから、餌場として、発泡スチロール板の上に薄く泥を盛ったフロート式餌場を用い、さらに、強い直射日光による泥の乾燥を防ぐためフロート板一面に小孔を設けた。

餌場に用いた泥は六角川河口域の干潟から採取した。使用した海水の塩分は屋内水槽では24~27%とし、屋外水槽では15%としたが、蒸発、降雨等により大きく変化するため、極端な低塩分 (5%以下) にならないよう管理した。水温管理は特



Lateral View



Vertical View

Fig. 3 屋外コンクリート産卵水槽及び人工産卵巣の配置
Concrete aquarium for spawning in the outdoors and arrangement of artificial spawning nests.

に行なわず、主な水槽でCHINO製ハイブリッド記録計により水温の連続測定を実施した。なお、水深は屋内水槽で約20cm、屋外では通常25cm程度であった。

Table 1 1987年における産卵用飼育
Rearing of Mud skipper for spawning in 1987.

Aquarium	Pair number of Mud skipper	Male Mean of total length and body weight (Catching date and place)	Female Mean of total length and body weight (Catching date and place)
Indoor 1	3	161mm - 24.7g (May, 1987 Saga)	175mm - 44.0g (June, 1987 Korea)
Indoor 2	3	158 - 21.6 (May, 1987 Saga)	160 - 31.7 (June, 1987 Korea)
Indoor 3	1	180 - 50.3 (July, 1986 Korea)	200 - 64.6 (July, 1986 Korea)
Indoor 4	1	173 - 34.4 (May, 1987 Saga)	197 - 63.4 (July, 1986 Korea)

Rearing was begun from June 15.

Table 2 1988年における産卵用飼育
Rearing of Mud skipper for spawning in 1988.

Aquarium	Pair number of Mud skipper	Male Mean of total length and body weight (Catching date and place)	Female Mean of total length and body weight (Catching date and place)
Indoor 1	4	156mm - 26.6g (May, 1988 Saga)	166mm - 32.0g (May, 1988 Korea)
Indoor 2	4	152 - 23.7 (May, 1988 Saga)	165 - 31.9 (May, 1988 Korea)
Indoor 3	4	160 - 28.0 (May, 1988 Saga)	166 - 36.0 (May, 1988 Saga)
Indoor 4	4	162 - 28.4 (May, 1988 Saga)	160 - 31.0 (May, 1988 Saga)
Indoor 5	4	153 - 25.6 (May, 1988 Saga)	170 - 37.4 (May, 1988 Saga)
Indoor 6	4	164 - 31.1 (May, 1988 Saga)	160 - 31.9 (May, 1988 Saga)
Outdoor 1	10	163 - 29.6 (May, 1988 Saga)	165 - 32.3 (May, 1988 Saga)
Outdoor 2	10	160 - 28.3 (May, 1988 Saga)	160 - 28.4 (May, 1988 Saga)

Rearing was begun from May 31.
Aquariums in the indoors are made of FRP, the outdoors are concrete.

Table 3 1988年における第2回産卵用飼育
Second rearing of Mud skipper for spawning in 1988.

Aquarium	Pair number of Mud skipper	Male Mean of total length and body weight (Catching date and place)	Female Mean of total length and body weight (Catching date and place)
Outdoor 1	8	158mm - 29.6g (May, 1988 Saga)	157mm - 29.3g (May, 1988 Korea)
Outdoor 2	8	159 - 27.9 (May, 1988 Saga)	160 - 33.9 (May, 1988 Korea)

Rearing was begun from June 29.

3. 産卵の確認

水槽中に設置した人工産卵巣上部分を週2回開き目視により産卵の確認を行ない、産卵日の推定

は道津らの卵内発生図⁶⁾により行なった。なお、産卵数はふ化尾数から逆算し求めた。

結果及び考察

1. 人工産卵巣による採卵の経過

Fig. 4 に産卵状況を示した。

1) 1987年

飼育開始8日後の6月23日、42日後の7月27日

の2回、日本産(雄)、韓国産(雌)ムツゴロウ親魚を収容した同一の水槽で産卵が確認された。人工産卵巣の種類はそれぞれIII型(釉無)、II型(釉有)でいずれも天然の産卵巣と同様の形状を持つ型であり、直線的なI型では産卵はみられなかった。産卵数はそれぞれ3,000、100粒で、受精率はいずれもほぼ100%であったが、2回目の産卵では、途中で発生が停止した死卵が80%を占めていた。

2) 1988年

飼育開始後10日目の6月10日に屋内水槽(人工産卵巣:III型釉有)で最初の産卵を確認したが、産卵数は約800粒と少なく、また、受精率も約6%と極めて低かった。しかし、13日には屋外水槽(A型釉無)で約10,500粒の大量産卵を確認し、受精率も100%と極めて良い状態の産卵であった。その後、屋外水槽では6月26日、27日に大量の産卵がみられ、計12回の産卵が確認された。しかし、屋内水槽では前年と同様にわずか2例にとどまり、産卵数、受精率とも屋外に比べ劣った。

6月28日の産卵確認を最後に屋外での飼育を中止し、翌日から新たに日韓交配用(有明海産:雄、韓国産:雌)の産卵飼育を開始した(Table 3)。日韓間の産卵は7月8日以降4回確認され15日の産卵確認を最後に飼育を中止した。

以上の結果、1988年には全体で18回(屋外16、屋内2)の産卵が確認され、総産卵数は74,600粒、うち受精卵は約72,000粒であった。天然での産卵数は1産卵巣当たり3,700~9,500粒^{2,5,6)}とされているが、1人工産卵巣当たりの最高産卵数は6月18日、屋外水槽(A型釉無)で産卵分の約15,000粒で、これまで確認された天然の最高産卵数9,500粒⁶⁾を上回った。屋外での平均産卵数は4,610粒で、受精率は2,000粒以上の11回の産卵では全て90%以上を示し、そのうち9回は100%を示すなど平均96.4%と高い値を示したことから、ほぼ天然に近い状態の産卵であると思われる。しかし、産卵数が極めて少ない場合には受精率も低い傾向がみられた。一方、屋内水槽においては前年と同様にわずか2回の産卵が確認されたに過ぎず、産卵

数もそれぞれ800、30粒と少なく、受精率も10%以下であった。

2. 人工産卵巣の種類による産卵状況

Table 4に1988年の屋外水槽における人工産卵巣の種類による産卵状況を示した。

1) 形状

形状毎の産卵回数は、1987年にはII型、III型各1回、1988年にはA型12回、B型3回、III型3回であった。大量に産卵がみられた屋外水槽について検討すると、A型が12回、B型が3回、III型1回で、設置数に対する産卵割合は、それぞれ60、25、17%となり、A型で最も多く産卵がみられた。10,000粒以上の大量産卵は3回みられ、いずれもA型人工産卵巣であったことから、産卵巣内部の

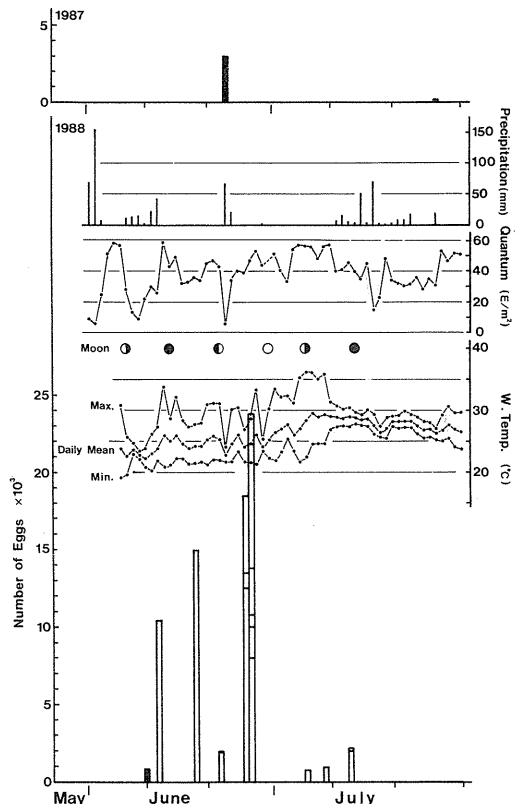


Fig. 4 人工産卵巣による産卵状況と環境
Spawning at artificial spawning nests and environment.

Each section of bar graph indicates one time spawning. Solid and open sections indicate spawning in the indoors and in the outdoors, respectively.

Table 4 1988年屋外水槽における人工産卵巣の種類ごとの産卵状況
Spawning at each type of artificial spawning nest in the outdoors in 1988.

Type of artificial spawning nest	Times of spawning	Total number of eggs	Mean number of eggs	Maximum number of eggs	Rate of fertilization
A(No glazing)	9	53,000	5,890	15,000	97.5%
A(Glazing)	3	3,800	1,270	2,000	89.5
A(Subtotal)	12	56,800	4,730	15,000	96.6
B(No glazing)	2	7,000	3,500	5,000	100.0
B(Glazing)	1	2,000	2,000	2,000	100.0
B(Subtotal)	3	9,000	3,000	5,000	100.0
III(No glazing)	1	8,000	8,000	8,000	100.0
Total(No glazing)	12	68,000	5,670	15,000	97.7
Total(Glazing)	4	5,800	1,450	2,000	93.1
Total	16	73,800	4,610	15,000	97.4

Glazing means which glazed on inner part of upper side of artificial spawning nest.
Inner part of lower side of artificial spawning nests were all glazed.

表面積が大きいほど多くの卵が得られるものと思われた。また、中央の膨らみがないI型については1987年に産卵がみられず、1988年には使用しなかったため断言できないが、少なくとも産卵には適しないものと思われる。

2) 釉の有無

1987年の2回の産卵では釉有、釉無各1回ずつであったが、産卵数では釉有では100粒、釉無では3,000粒と大きな相違がみられた。

1988年の屋内水槽ではいずれも釉有であったが、産卵数はいずれも1,000粒以下と少なかった。大量に産卵がみられた屋外水槽について検討すると、16回の産卵のうち、釉有は4回、釉無では12回と大きな相違がみられ、親魚が釉の有無に対する選択性を持っているとも考えられる。また、産卵数も釉有では平均1,450粒であったのに対し、釉無では5,670粒と大きな相違がみられた。さらに、種苗生産上有効と思われる5,000粒以上の産卵は6例全て釉無であった。これは釉有の人工産卵巣では産卵中に剥れ易かったためと思われる。

以上、人工産卵巣の形状、釉の有無について検討したが、天然の産卵巣と類似した形状を持ち、さらに、内面の表面積が大きいA型人工産卵巣が最も採卵には適しているものと考えられる。ただ、

天然の産卵巣に最も近い形状を持つB型がA型に劣った理由については不明であるが、B型は水槽中に単体で設置したのに対し、A型については3本を接続部で繋いで設置したことが影響しているのかもしれない。なお、産卵されたA型人工産卵巣の配置については、確認した10例のうち、中央の産卵巣に産卵されたのは3例で、7例は両端であったことから、親魚の人工産卵巣の設置位置に対する選択性はないものと考えられる。

3. 産卵と環境要因

1) 屋内、屋外による相違

1988年6月20日、屋内の2水槽の雌に対して1尾当り $1/3.5$ 個のハクレン脳下垂体を打注し催熟処置⁷⁾を行なった。処置2日後に産卵がみられたが、産卵数は30粒と極めて少なく、有効な産卵とはなり得なかった。また、屋内の他の2水槽については加温(23→28°C)による催熟処置を実施したが、産卵はみられなかった。一方、屋外では、何ら催熟処置をせずに前述のように多数の受精卵を得ることができた。

このように屋外水槽で好結果を示した理由としては、屋内水槽に比べ日射、風雨、騒音等の環境面及びペア数の多さ等の生物面ではるかに天然の状態に近かったためと思われる。

2) 環境

屋外水槽での受精率は全体で97.4%と高かったものの、一部に死卵がみられた。特に2回目の産卵用飼育で得られた卵(7月上、中旬)は受精率も低く、さらに、正常卵が1/3程度と極めて少なかった。Fig. 4に示すように、大量の産卵がみられた6月末までは日平均水温はほぼ25°C前後で推移し、日最高値も30°C前後であった。しかし、梅雨が明けた7月上旬の日最高水温は35°Cを越える日もみられ、日平均値も産卵がみられた時期には29°C程度になるなど急激に昇温した。張ら¹⁵⁾は、水温が高くなるにつれふ化率が低くなり、30~31°Cでは発生後期の卵は全て死滅したと報告していることから、この時期に死卵が多かった原因はこの時期の高水温によるものと思われる。また、親魚が持ち込むものと思われる人工産卵巣内の気泡の混入が一部産卵巣でみられ、7月15日産卵分の卵(2,000粒)は大量の気泡によって全て死滅していた。

3) 産卵の時期

Fig. 4には降水量、日積算光量子(当水試屋上にセンサーを設置、LI-COR, LI-1000)、潮汐を併記

したが、産卵日の気象条件は様々であり、降水、光量子(太陽光線)との関係については明確ではなかった。ただ、潮汐との関係については、1988年の18回の産卵のうち6月18日産卵分を除くと産卵時期はほぼ小潮から大潮に向かう時期であった。このことから、産卵と潮汐については何らかの関係があるものと思われるが、単年度の結果に過ぎないため今後さらに検討し明確にしていきたい。

以上、人工産卵巣による採卵について述べたが、催熟処置をすることなく、自然状態で産卵された74,600粒の受精卵を得ることができた。特に、屋外水槽において良好な結果が得られたことから、A型人工産卵巣(釉無)を屋外水槽に多数設置することにより大量採卵が可能になると考えられる。ただ、人工産卵巣内部に親魚が持ち込むものと思われる気泡により卵が死滅した例もみられるため、人工産卵巣に気泡抜きの小孔を付けるなどの対策が必要であろう。また、水温が30°C以上では死卵が多くなることから、産卵条件の究明を含め、高水温となる7月以降の採卵は避けるなど計画的な採卵を図る必要がある。

要

1. 天然の産卵巣の形状に似せた陶器製の人工産卵巣を作成し、ムツゴロウの採卵を図った。
2. 1987年には2例、1988年には18例の産卵が確認され、総産卵数はそれぞれ3,100、74,600粒、受精率はそれぞれ100%、96%であった。1人工産卵巣当たりの最高産卵数は15,000粒で、10,000粒以上の大量産卵は3回確認された。
3. 人工産卵巣の種類については、最も大きく、両端の開いたA型人工産卵巣で最も多くの産卵がみられ、平均産卵数は5,890粒であった。

文

- 1) 松原喜代松・落合 明 1965: 魚類学(下), 恒星社厚生閣, 東京

約

4. 人工産卵巣上部内面の釉の有無については、釉無の産卵巣が産卵回数、量とも上回った。
5. 1988年には屋外水槽でも採卵を図ったが、屋内の2例の産卵に対し16例と極めて多数の産卵がみられた。この理由として、屋外水槽は屋内水槽に比べ環境条件等より自然に近かったためと考えられた。
6. 産卵と環境要因との関係については明確ではなかったが、潮汐との関係がうかがわれた。

献

- 2) 内田恵太郎 1932: ムツゴロウおよびトビハゼの生活史, 日本学術協会報告, 7, 109-117

- 3) 江波澄雄・道津喜衛 1961:有明海産ムツゴロウの福岡市への移殖. 長崎大学水産学部研報, 10, 141-148
- 4) 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, 1, 144-182
- 5) 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
- 6) 道津喜衛・中野昌次 1985:ムツゴロウの増・養殖に関する研究-I. 産卵習性・催熟による採卵. 昭和59年度科学研究費補助金(一般B)研究成果報告書, 1-13
- 7) 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
- 8) 田北 徹 1980:有明海の魚類. 月間海洋科学, 12(2), 105-115
- 9) 道津喜衛・水戸 敏 1955:マハゼの産卵習性および仔, 稚魚について. 魚類学雑誌, IV-4/5/6, 153-161
- 10) 道津喜衛・内田隆信 1979:ハゼ類の生活史—シロウオを中心に—. 海洋と生物 3. (1)3, 9-16
- 11) 小林知吉・道津喜衛・田北 徹 1971:有明海産トビハゼの巣について. 長崎大学水産学部研報, 32, 27-39
- 12) 小林知吉・道津喜衛・三浦信男 1972:トビハゼの卵発生および稚仔の飼育. 長崎大学水産学部研報, 33, 49-62
- 13) 小野原隆幸 1980:ムツゴロウの生態—I. 漁業生産, 分布および成長について. 佐賀県有明水試報, 7, 123-150
- 14) 古賀秀昭・野田進治・野口敏春・青戸 泉 1989:ムツゴロウの人工増殖に関する研究—III. ふ化及び仔稚魚飼育, 本誌17-28
- 15) 張其永・洪万樹・戴庆年・蔡友又・張 杰1987:大弾塗魚人工繁殖和仔稚魚培育研究. 厦門大学学报自然科学版, (26)3, 366-372
- 16) 古賀秀昭・野口敏春・中武敬一 1989:ムツゴロウの人工繁殖に関する研究—I. 親魚の養成, 本誌1-7