

トラフグの漁業生物学的並びに
養成に関する研究—I*
池中養成について

高井 徹・溝上 昭男・松井 魁

Study on the Fisheries Biology and Culture of the Puffer,
Fugu rubripes (TEMMINCK et SCHLEGEL)—I.
On the Pond-culture of the Puffer

By

Toru TAKAI, Akio MIZOKAMI and Isao MATSUI

Utilizing the tidal pond at Umashima, Yamaguchi Prefecture, the authors have conducted experiments on the culture of the puffer. The results obtained are as follows.

- 1) In the pond are found in plenty large-sized faunas, such as *Pisces*, *Macrura*, *Brachiura*, *Liamellibranchata*, *Gastropoda*, *Octopoda*, *Polychaeta* and *Stomatopoda*. But no remarkable differences can be seen between these faunas in the pond and those in the outside sea.
- 2) The pond is neither deep nor large in area, surrounded by a flat land. Nothing shelters it with little or no water flowing into it. So the temperature of the pond-water is very much at the mercy of its environment. Such being the case, the pond is very far from being a good place for the culture of puffers.
- 3) The fish begin to take food in 4—15 days, when the anchovy, *Engraulis japonica* is given to them as food.
- 4) The tide (ebb, flow and stopping tide) seems to have much to do with the fish taking food and sailing about.
- 5) The effect of feeding the fish in the pond is indicated by the "decreasing rate", as shown in Table 6 and 7, except the 1st pond in Experiment No. 1.
- 6) In 10 days after the fish being stocked in the pond, some changes are brought about in the color of the fish, the dark blue color in the back of the fish turns light blue. In the pond, the bottom ground of which is deep brown, the fish become light brown in color.
- 7) The moderate temperature for the fish to live in can be estimated, as shown in Table 6.

* 水産講習所研究業績 第265号, 1959年2月16日 受理

まえがき

トラフグの生態及び増殖学の分野における既往の業績は少なく、生活史についてUNO(1955)、藤田(1957)、池中養殖について日下部(1957)、梅本と前川(1957)らの報告がみられるに過ぎない。

山口県牛島漁業協同組合は1954年4月以来、冬期の需要に応ずる目的で、夏期に周防灘水域で漁獲される本種を山口県田布施町馬島大浦池に放養し、その事業化を企図した。

著者等は1955年4月から上記池中の環境、放養魚の生態観察及び蓄養的飼育実験を試み、游潮池における放養魚の摂餌、体色の変化、游泳及び埋没、環境の変化に対する抵抗性、短期養成の可能性などについて検討し、二・三の知見を得たので報告する。

本実験に関して御助言を賜った山口県内海水産試験場長前川兼祐氏、実験に御協力を下さった田名臨海実験実習場吉岡俊夫、河村信一の諸氏に深謝する。

実験の材料及び方法

飼育実験は大浦池の最深部において、水深がほぼ一定した場所(平均水深1.50~1.60m)に網目径2.2cmの金網を使用して、表面積4×20mの実験池3箇所を設置した。実験期間は1955年10月30日から12月4日(実験Ⅰ)、1956年8月17日から12月10日(実験Ⅱ)である。

飼育成績は増重倍率(W)及び減重係数(D)で評価した。

$$W = \frac{w_1 - w_0}{w_0}, \quad D = \frac{w_0 - w_1}{w_0}$$

但し w_0 は放養時の体重、 w_1 は放納時の体重とする。

供試材料は種苗としての適否を検討するため漁具別に放養した。即ち実験Ⅰでは延縄によって漁獲されたもの、実験Ⅱは建網または小型機船底曳網で漁獲されたものうちからいずれも漁獲操作及び運搬などによって損傷したもの、または疲労等活力の低下したものを除外した。このことは現在の漁獲操作を経て集荷されたものでは、市場調査によると、盛漁期において蓄養後1~5日で40~80%の死魚があり*冬期まで養成するに適した種苗は極めて少ない。依って種苗の抽出方法として蓄養生簀で2~5日を経過するものから次の諸点を考慮して選出した。

1) 歯及び口腔に損傷のないもの。

本種は貪食性で両顎歯の先端は鋭く、時に共喰いの性質があるので、従来漁業者は商品価値の低下を防ぐ一方法として、捕獲後多くは両顎各側の歯を除去している。これらの魚体は活力の低下、摂餌に関係し、養成魚には不適當であると考えられるので一次的に除外した。

2) 魚体の外部に損傷のないもの

共喰い或は漁撈操作によって、胸鰭、尾鰭などに傷のあるもの、また鰓孔周辺、吻部に損傷のあるものは除外した。

3) 游泳力が減退していると思われないもの。

4) 生簀内にあって、中層以下に位置し、游泳中のもの。

* 山口県牛島漁業協同組合麻里府魚市場揚リフグ集計

5) 釣針が消化器管に残っていないもの

上記の選別方法によって得た供試魚の全長及び体重を第1表に示した。

Table 1. Showing the total length and the body weight at the time of stocking in each experiment.

Experiments	Pond	Fish number	Total length (cm)			Body weight (g)		
			Range	Mean value	Standard deviation	Range	Mean value	Standard deviation
I	1	5	31.30~33.50	31.80	0.75	460~580	510	46.03
	2	5	30.60~33.00	31.80	0.75	400~580	496	62.40
	3	5	30.00~32.40	31.10	0.68	420~520	468	37.00
II	1	10	41.00~48.50	44.71	2.63	1120~1920	1595	32.80
	2	10	25.00~35.20	28.10	3.98	400~562	442	54.05
	3	10	24.30~32.50	28.66	2.65	240~682	432	35.76

水温に対する抵抗試験は実験 I で供試した 5尾を1955年10月4日から1956年2月15日まで大浦池の実験池に放養して観察し、さらに径42cmの大型シャレーに止水環境を作り、これに6日間、12~16°Cの水温範囲で飼育した9尾を1尾ずつ収容し、5分間に2°C水温を上昇または降下させ測定した。

餌付けにはカタクチイワシ *Engraulis japonica*, サバ *Scomber japonicus*, マイワシ *Sardinella melanosticta* を用い、餌付け後は底曳網の漁獲から得られた雑魚及び甲殻類 (第2表) を主として投与した。実験 I は底層に接した懸垂投餌*, 実験 II は散布投餌とした。

Table 2. The sorts of food given to the cultured puffer, *Fugu rubripes*.

Sorts	Japanese name	Scientific name
Pisces	Kurakakegisu	<i>Neopercis sexfasciata</i>
	Okihiragi	<i>Leiognathus rivulatus</i>
	Genko	<i>Areiliscus interruptus</i>
	Tengikudai	<i>Apogon lineatus</i>
	Ganzobirame	<i>Pseudorhombus cinnamoneus</i>
	Shimaushinoshita	<i>Zebrias zebrinus</i>
	Kuroushinoshita	<i>Rhinoplogusia japonica</i>
	Hotaruzako	<i>Acropoma japonicum</i>
Macrura		<i>Metapenaeopsis</i> spp.
Brachiura	Futahosiishigani	<i>Charybdis bimaculata</i>

実験結果

1. 養成池

養成池 (大浦池) は田名臨海実験場より約2哩の位置にあたる長径約1.8kmの小島にあり、約33058m²の面積を有し、東側、南側及び北側は幅6mの堤防で外海と接する。池底の性状は大部分砂泥質、一部分が泥質及び砂質である。

* 巾45cm, 深さ10cm, 長さ45cmの木製籠を使用し底層に垂下した。

水深は潮汐が関係する。大潮時及び小潮時の池中水位について、前者を1955年12月29日～30日、後者を1956年2月4日に調査した結果は第1図の通りである。

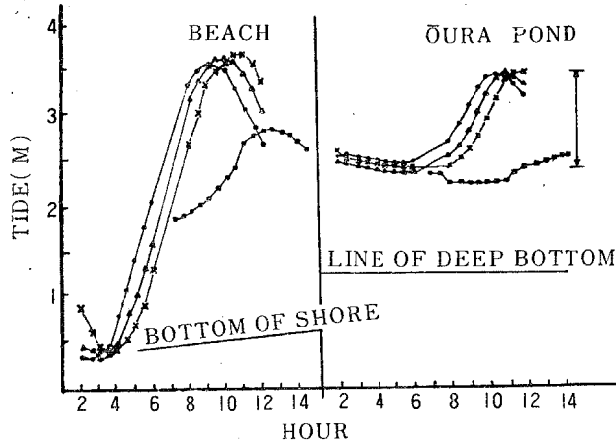


Fig. 1. The level of waters in both culture-pond and beach, at the time of major and lower tide. ●, Dec. 29, 1955; ▲, Dec. 30; X, Dec. 31; ■, Feb. 4, 1956.

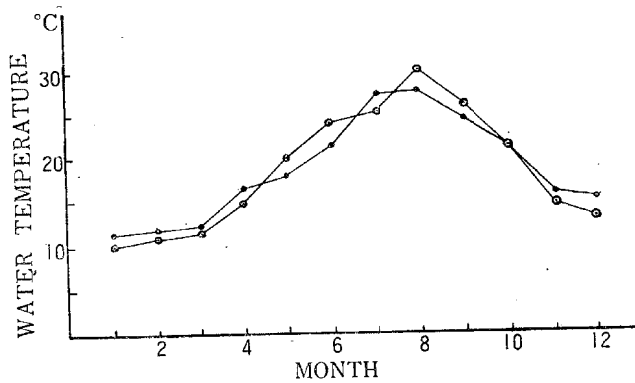


Fig. 2. Variation of the water temperature in the Umashima beach. ●, outside beach; ○, inside beach.

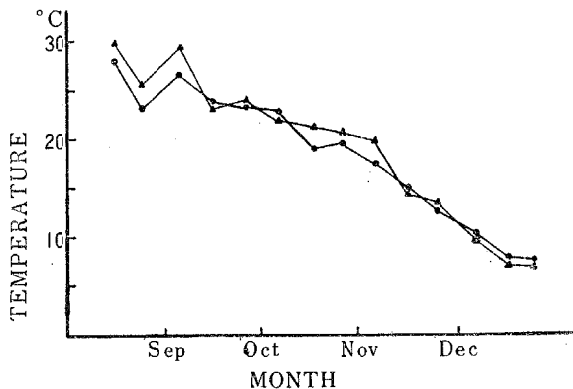


Fig. 3. Relation between the water temperature in the culture-pond, and the atmospheric temperature. ●, water temperature; ▲, atmospheric temperature.

即ち大潮時の池中水位は最大潮位差約102cm, 小潮時は約29cmである。したがって小潮時の最深部の水深は2mで、極めて浅い。

干満による池水の流動量は大潮時に大きく、小潮時には水門がなく止水状態を呈する。池中水温は水深が浅く、而も面積が狭少であり、且つ周辺地形が平坦で遮蔽物がなく、第2図及び第3図のように自然の気象に左右されやすい。即ち夏期は著しく高温に、冬期は低温に偏し、且つ日中変化が激しく、特に干潮時に沿岸水と顕著な差を生じ、一般養殖池にみられる不適条件をそなえている。

池中に自然繁殖する動物は比較的豊富で、大型のものでは魚類 *Pisces*, 八腕類 *Octopoda*, 口脚類 *Stomatoda*, カニ類 *Brachiura*, ヤドカリ類 *Anomura*, エビ類 *Macrura* 二枚貝類 *Lamellibranchiura*, 巻貝類 *Gastropoda*, 多毛類 *Polychaeta*, ナマコ類 *Holothuroidea* が棲息している。なかでも魚類は優占的で第3表のように浅海性有用種が含まれている。これらの魚類及び他の動物は注水口に近い堤防外側の水域で極めて普通にみられるもので、特に魚類は注水口及び決壊箇所から張潮時或は満潮時に自由に入出するのが観察される。

池奥部にはニクハゼ *Chaenogobius heptacanthus* などが多いが、生物の棲息場として外部水域のそれと著しい差のないことを示している。

2. 生 態

a) 摂 餌

本種の両顎各側の歯は極めて鋭く、且つ咽喉、食道、胃及び腸などの各消

Table 3. Showing the species of fish in the Ōura pond.

Japanese name	Scientific name	Amount
Dorome	<i>Chasmichthys gulosus</i>	c c
Kyūsen	<i>Halichoeres poecilopterus</i>	c c
Bora	<i>Mugil cephalus</i>	c c
Suzihaze	<i>Rhinogobius pflaumi</i>	c
Sayori	<i>Hemiramphus sajori</i>	c
Unagi	<i>Anguilla japonica</i>	c
Kurodei	<i>Mylio macrocephalus</i>	+
Suzumedei	<i>Chromis notatus</i>	+
Kawahagi	<i>Monacanthus cirrhifer</i>	+
Kusafugu	<i>Fugu niphobles</i>	+
Oniokoze	<i>Inimicus japonicus</i>	+
Ukigori	<i>Chaenogobius urotaenia</i>	+
Asahianahaze	<i>Pseudoblennius cottoides</i>	+
Konosiro	<i>Konosirus punctatus</i>	R
Ginpo	<i>Enedrias nebulosus</i>	R

化器管の各壁は強靱な組織よりなり、貪食性の特徴を示す。

胃内容物などの食性に関する詳しい報告がないので、麻里府魚市場* 所属のフグ加工場において、消化管内容物を調べた結果、殆んど空虚或いは消化の状態、僅かに残渣物から魚類の骨骼(とくに脊椎骨, 頭骨片), カニ類エビ類の甲殻片が得られた。その出現率はエビ類が32.5%, 魚類が26.0%, カニ類が21.9%である。これらの種組成は消化状態で全く判らないが、周防

灘の底棲物の優占種は標兆種として *Metapenaeopsis spp.*, フタホシイシガニ *Charrdis bimaculata* があげられるから、おそらくこれらを多く捕食しているものと推察される。

放養魚の摂餌状態をみるとカタクシイワシ, サバ, マイワシなどは好餌料であるが、カニ類, 小型底曳網で漁獲され, 死後5~30時間のエビ類は摂餌率が低い。また底曳網で漁獲され, 小雑魚として取扱われている底魚類はその儘では摂餌率は低い。

餌付け餌料による摂餌開始**は実験Ⅰで放養後12日~15日で, 3号池では12日, Ⅰ及び2号池では15日で, 摂餌開始後5~10日で第2表に示す餌料に換えた。

実験Ⅱでは1号池において4日, 2号池9日, 3号池12日で摂餌を開始した。秋期までの捕食は良好で, 全く捕食されなくなったのは実験Ⅰでは12月4日, 実験Ⅱでは12月10日で該時期の池中水温は14°C前後である。池水の流動と摂餌の関係は池水流動時に投餌した場合, 非常

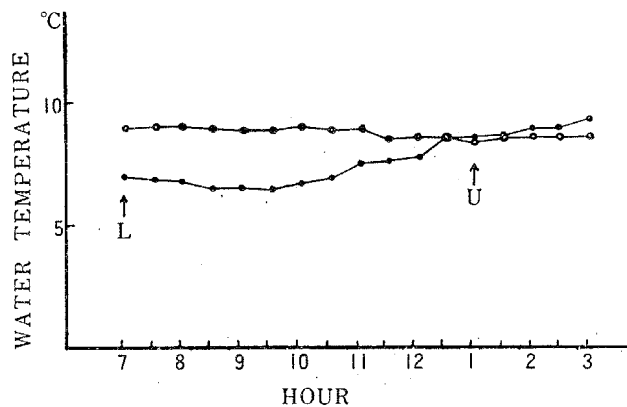


Fig. 4. Relation between the water temperature of the culture pond and the beach, in winter season. L, height water; U, low water.

* 山口県熊毛郡田布施町大字麻里府

**放養後投餌籠に投与餌料が全くなくなっている場合を記録した。

に活発な捕食動作がみられるが、止水時、ことに干潮時は消極的である。

b) 水温の変化に対する抵抗力について

Table 4. Variation of the beat counts of opercula and the body condition in case of up water temperature.

Water temp. °C	Time	Beat counts of opercula	Observation	Note
14	5	47.2	Normal condition, slow moving	
16	5	51.3	//	
18	5	53.0	//	
20	5	60.0	Pectoral fin slow moving	
22	5	69.3	Caudal fin and pectoral moving	
24	5	73.0	//	
26	5	73.2	//	
28	5	76.2	Abnormal condition, rush about	
29	5	58.0	Breath hard	
30	5	—	Syncopic state, convulsion, die	1h. 10m. from reception

Table 5. Variation of the beat counts of opercula and the body condition in case of down water temperature.

Water temp. °C	Time	Beat counts of opercula	Observation	Note
14	5	43.0	Normal condition	
12	5	43.0	//	
10	5	40.5	Normal condition, slow moving	
8	5	39.5	Pectoral fin slow moving, stand still	
6	5	35.0	//	
4	5	24.0	Abnormal condition, lose a blance	
3	5	—	Die	1h. 40m. from reception

冬期池中水温の低下による斃死魚は1956年1月25日、1月28日、2月6日に各1尾みられた。該期水温は3~6°Cでいずれも薄明時に斃死したようである。これらの魚は12月初旬以降、

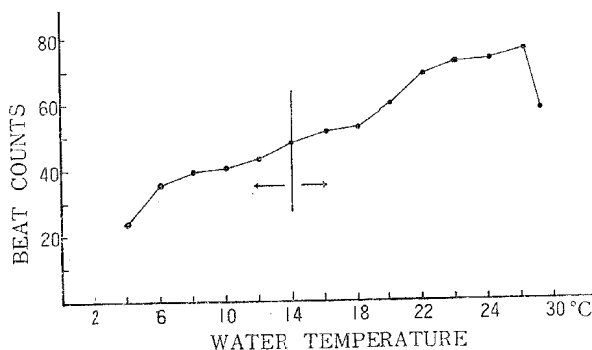


Fig. 5. Variation of the beat counts of opercula towards sudden change of water temperature. In case of up and down from 14°C.

殆んど摂餌したとは思われないから、活力は相当低下しているものと推察される。

さらに夏期及び冬期養成魚を止水環境に收容して抵抗力を調べた結果は第4、5表及び第5図の通りである。即ち水温上昇によって鰓蓋搏動数(第4表)は漸増し、28°Cに至って最高を示し、魚は常態を脱して狂奔状態となり、29°Cでは急激に搏動数は減少し、漸次仮死状態に入り痙攣を経て斃死した。

14°Cより水温を降下した場合(第5表)、

搏動数は漸減し、4°Cで最低となり魚は次第に平衡を失い仮死常態となり、3°Cで狂奔、痙攣を経て斃死した。更に水温24~28°Cで飼育したものを27°Cの止水環境に収容した場合、2時間15分、2時間50分、3時間20分、また9~18°Cで飼育したものを10°Cの止水環境に収容した場合、3時間40分、4時間50分、6時間20分の生存時間を示した。

c) 游泳及び埋没について

池中に於ける生態は大別して游泳及び埋没に区分され、更に前者は活動的游泳と静止的游泳に分けられる。これは前述したように池水の流動量及び水温環境、投餌などによって変化する。実験Iによる観察では凡そ水温が15°C以上の場合は中下層において連続的移動游泳であり、それは池水の流動時に大きく、止水時に小さくなる。静止游泳の場合は主として胸鰭の運動であって、干潮時水位が下がった時に連続的であり、冬期水温が10°C以下に降下した場合や、夏期水温が28°C以上に上昇した場合には埋没がみられた。しかし埋没は秋期の好環境においても認められ、休息と外敵や悪環境に応じた逃避習性と考えられる。

d) 体色の変化について

放養魚の体色の変化は体の背部および側部に現われる。生来の黒色と暗緑色の色調は次第に淡薄化し、その色調が淡くなる。実験Iの観察では1及び2号池は放養後既に20日前後で暗緑色が灰緑色に変化し、3号池は寧ろ灰褐色の色調が強くなった。これは棲息環境の著しい変化に起因し、田中(1950)がマダイ *chrysophrys major* の養成による黒褐色化を餌料によってマダイ特有の色調に変化せしめたように餌料変化は二次的に考えられる。特に3号池は1、2号池と異り堤防に近く、颱風による災害によって厚さ10~30cmの赤土層が汀成沈澱層の上に沈積されており、この結果、1及び2号池と著しい差を生じたものと思われる。

3. 養成効果

実験I、IIを検討すると前者では斃死魚として認められたものが20%、不明の減耗*が40%、全体的には60%の減耗率を示した。即ち実験Iの供試魚は延縄によって漁獲されたものの中から厳選したもので、この結果からみると該漁法で採捕されたものは種苗として適当なものが非常に少なく、またその選別が極めて困難であることがわかる。

実験IIの秋期養成では1号池に1尾の斃死魚をみたのみで、建網、小型底曳網などの漁具で得られたものが養成種苗として適当であることを認め得る。

養成効果は第6表及び第7表に示した。いずれも供試尾数が少ないので全体的な評価に供す

Table 6. Results of the cultured puffer caught by long line fishery in the Sea of Suō, located in the the western part of the Inland Sea of Seto (Experiment I).

Items Ponds	Period	Quantity of food (%)	At time of stocking weight (g)	At time of catching weight (g)	Weight- multiplication rate	Decreasing rate	Amount of food (g)
1	Oct. 30~ Dec. 4	10	1070	1150	0.074	—	5240
2	Oct. 30~ Dec. 4	20	1040	926	—	0.109	1180
3	Oct. 30~ Dec. 4	30	980	885	—	0.096	6600

* 不明の減耗には埋没状態において斃死腐敗したものと考えられるもの、マダコ *Octopus vulgaris* が池中に多く棲息しておりこれの食害及び鳥敵などが考えられる。

Table 7. Results of the cultured puffer caught by trap net and small trawl net fisheries in the Sea of Suō located in the western part of the Inland Sea of Seto (Experiment II).

Items Ponds	Period	Quantity of food (%)	At time of stocking weight (g)	At time of catching weight (g)	Decreasing rate	Amount of food (g)
1	Aug. 12~ Dec. 10	20	17041	15957	0.063	241968
2	Aug. 12~ Dec. 10	10	4411	4314	0.022	37044
3	Aug. 12~ Dec. 10	5	4453	4418	0.008	17177

るのは適当でないと思われるが、実験Ⅰでは1号池に増重があり、2、3号池は減重を示した。実験Ⅱでは第7表に示すように、すべて減重を示した。

各池の減重係数値をみると、投餌量及び放養魚の全長組成などの間に正常な関係が認められない。即ち投餌量が最も多い1号池に最も大きい減重があり、投餌量の少ない3号池において最も小さい減重係数値が示され、さらにほぼ同一の全長組成をもつ2、3号池では投餌量の少ない方が減重係数は小さい値を示した。この結果は適正投餌量が一見小さい値をとるようみられるが、これは各池における個体間摂餌量の顕著な差と全長組成の相違、さらに11月中旬以降の摂餌量が低下したことに起因すると考えられ、むしろ好い環境にあつては反対により多量を要求することが推察される。とくに実験Ⅱの3号池では個体間の全長差、放養時の活力の差に加えて投与量の少ないことから、捕食力が極めて旺盛なものと、そうでないものとの差が次第に現われ、遂には捕食力の大きい群によつて殆んど全部の餌料が瞬時に摂取され、他のものは無投餌の状態を示した。

考 察

以上の実験及び生態の観察に基いて、底棲性であり、且つ洄游性の顕著な成魚及び未成魚を対象とし、ことに大浦池を飼育池として、短期池中養成を行う場合の適否及び種苗について考察した。

まず養成池としての大浦池は面積が狭少であり、水深は浅く、その周辺地形は平坦で遮蔽物

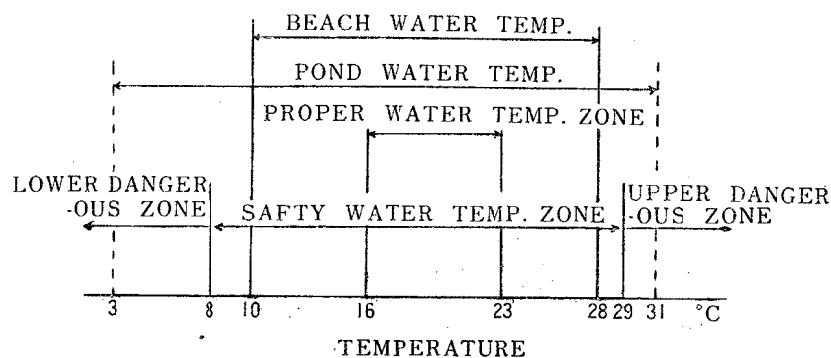


Fig. 6. Outline of the water temperature influenced on the life of puffer, *Fugu rubripes*.

がなく、海水の交流は二つの小注排水口によって行われる、したがって流動量は極めて小さく、自然の天候、気象に支配され易く、池中の水温はとくに夏期は著しく高温に、冬期は低温に偏する。この状態は養成に根本的に不適な条件を含んでいる。その第一は第6図に示すように養成魚が夏期及び冬期に危険水温範囲に棲息することであり、第二は摂餌量、運動量の増大を支配する池水の流動量が極めて不足していることである。

実験Ⅱにおける適正種苗の育成効果が減重係数で示されることは多分に上記不適条件下に棲息した結果が主因となっていることを推定し得る。しかしながら第6図に示すように臨界水域の年間水温は本種の安全水温範囲に含まれており、海水の流動、交換量を増大し、とくに池の水深は少なくとも干潮時水面より2m程度、平均水深4m程度が必要であるように思われる。

種苗については実験Ⅰで述べたように延縄漁具によって得られるものは適正な種苗の抽出が極めて困難で、建網或いは曳網などによって得られるものを種苗の対象とすることが適当と思われる。

摘 要

- 1) 游潮池を利用するトラフグの養成実験を行った。
- 2) 池中の水棲生物は豊富で大型動物として魚類、エビ類、シャコ類、カニ類、二枚貝類、巻貝類、八腕類、多毛類などの動物が棲息し、外側沿岸の動物相と顕著な相違はない。
- 3) 大浦池は水深が浅く、しかも面積が狭小で、周辺地形が平坦で遮蔽物がなく、且つ池水の流動量が少なく、自然の天候、気象に支配されて、池水温の変化が激しく養殖池としては基本的に不適當な条件を備える。
- 4) 摂餌開始はカタクチイワシを使用した場合、4日～15日である。
- 5) 落潮及び止水時の游泳及び摂餌に顕著な差がみられる。
- 6) 飼育効果は第6表、第7表のように、実験Ⅰの1号池を除いて減重を示した。
- 7) 放養後10日間ですでに体色が変化し、体の背部の暗緑色の色調は淡緑色に変化し、底質が赤土の実験池では淡褐色に変化した。
- 8) 棲息適温の範囲は第6図のように推定される。

参 考 文 献

- 1) 藤田 矢郎：1957. 講演要旨，日本水産学会春季大会。
- 2) 福岡県水産試験場：1949. フグ延縄漁業試験. 福岡県水産試験場事業報告書，pp. 1—3, fig. 1.
- 3) 日下部台二郎：1957. 講演要旨，日本水産学会春季大会。
- 4) 松井 魁：1952. 日本産鰻の形態，生態並びに養成に関する研究. 農林省水産講習所研究報告，2(2)，pp. 1—246, figs. 1—85, pls. 1—3.
- 5) 松本梅二，前川兼祐：1957. フグ蓄養試験. 山口県内海水産試験場事業報告，pp. 50—51.
- 6) UNO, Y. : 1955. Spawning habit and early development of puffer, *Fugu nithobles*, J. Tokyo Univ. Fish. 41(2), pp. 169—183.