

飼育試験からみた低水温期における八モの生残， 摂餌および体重の変化

上田幸男*1

Changes in survival, feeding and body mass of pike conger eel, *Muraenesox cinereus* during seasonal low water temperature period in captivity

Yukio UETA *1

Pike conger eel, *Muraenesox cinereus* of 202 to 1,691g in body mass caught off Tokushima Prefecture in the Kii Channel were reared in a 3,000L or 2,400L tank under naturally fluctuating running water conditions between December 2012 and May 2015 and the influence of low water temperature in winter on the change of survival, feeding and body mass were examined. In the starved experiment (2012-2013, n=42), 74% (n=31) survived during the period 15, February 2013 to 4, March 2013 when the water temperature ranged 8.6 ~ 8.8. In the fed experiment (n=24) of 2013-2014 and 2014-2015, few individuals respectively died during the low water temperature period. Feeding in 2013-2014 and 2014-2015 stopped at 15.5, 17.3 and restarted at 12.1, 13.3 respectively. Reduction rate of body mass in the starved experiment and fed experiment was 89% (2012-2013) and 99.8% (2013-2014), 95.8% (2014-2015) respectively. These results show that if *Muraenesox cinereus* eats food well before the low water temperature period in winter, they can survive during winter in Harima Sea where the bottom water temperature decreases below 8.2 and that a part of populations can overwinter in Harima Sea.

キーワード：八モ，低水温，生残，摂餌，体重，低水温耐性，播磨灘，越冬

八モは徳島県を代表するブランド水産物であり，徳島県は京都や大阪市場など関西市場への八モの一大供給地になっている。このため，徳島県水産研究課では八モの生理生態研究に基づいて良質な八モを効率よく生産するための技術開発研究に取り組んでいる。

八モは赤道付近から西日本に生息する本質的に南方系の魚類であり，日本が生息の北限域になっている(上田, 里 2007)。また，標識放流や漁獲量の季節変化から瀬戸内海東部に生活圏を有する八モは水温変化に応じて太平洋沿岸と紀伊水道・播磨灘間を南北移動することが報告されている(多々良1953, 岡崎ほか2012)。さらに，これまでの飼育試験から八モは高水温期には巣穴から出て索餌し，新たな巣穴を形成する一方，水温が低下する冬期には巣穴内に止まり，動かず摂餌をしないことが知られている(上田, 岡崎2011, 上田ほか2011, 岡崎ほか2011)。このことから八モの回遊や摂餌などの生理生態は水温変化，特に低水温の影響を強く受け，水温が制限要因になっている。

しかしながら，具体的な摂餌の停止期間やその時の水温，摂餌をしない時期の体重の変化，及び低水温に対する耐性など詳細は明らかにされていない。本研究では八モの輸送および畜養における最適水温を探索する目的で，室内水槽で八モを飼育し，低水温期における摂餌の有無を経日的に調べ，摂餌開始および終了時の体重の変化及び死亡の有無を調べた。

材料と方法

漁獲された八モが陸上水槽で摂餌を開始するには長期間を要することから，餌に馴致していない個体

を供試魚とした無給餌試験と既に餌を摂餌する個体を供試魚とした給餌試験に分けて試験を実施した。

無給餌試験

2012年11月19日に徳島市漁協の小型底びき網で漁獲された体重202 ~ 1,691gの八モ44個体を塩化ビニール製パイプ(人工巣穴)を敷設した3トンFRP水槽で無給餌下で飼育した(表1)。2012年12月30日に体重を計測した後，2013年4月22日まで流水下で無給餌で飼育した。毎日，死亡魚の有無を観察し，死亡魚を取り除き，その体重を計測した。試験終了後には再び全個体の体重を計測した。

給餌試験

2013年11月25日から2015年8月20日に水産研究課鳴門庁舎の飼育棟内に設置された2.4トンの循環水槽に塩化ビニール製パイプ(人工巣穴)を敷設し，餌に馴致させた体重262 ~ 1,244gの八モ24個体を収容し(表2)，流水下で飼育した。毎日，アジ，サバ，イワシの切り身やラウンドを与え，水温の低下に対して，摂餌量，死亡が日々どのように変化するか調べるとともに，2013年11月24日，2014年5月24日，2014年7月24日，2014年9月6日，2014年12月16日，2015年5月13日，2015年8月20日に体重を計測した(表1)。得られたデータは2013年11月25日から2014年8月31日を2013-2014年群，2014年9月1日から2015年8月20日を2014-2015年群に分けて解析した。

水温の計測

本試験と同じ海水を給水しているに水槽にアレック

*1 徳島県立農林水産総合技術支援センター水産研究所鳴門庁舎(Fisheries Research Institute Naruto Branch, Tokushima Agriculture, Forestry, and Fisheries Technology Support Center, Dounoura, Seto, Naruto, Tokushima 771-0361, Japan)

社製記録式水温塩分計ACT20-Dにより記録されている毎日午前10時のデータを解析に用いた。

結果

無給餌試験

2012年12月30日から2013年4月22日の飼育期間中に44個体のうち2個体が行方不明となった。2013年2月15日から3月4日の8.6～8.8の低水温期間に11個体

表1. 無給餌試験の飼育期間中における八モ各個体の体重と平均体重の推移

NO.	2012年12月30日	2013年4月22日
1	1,671	1501 ¹
2	1,535	1416
3	1,370	1362
4	1,278	1212
5	1,273	1170
6	1,058	970
7	1,049	952
8	1,029	950
9	1,028	928
10	996	884
11	980	852
12	980	836
13	942	824
14	929	811 ²
15	892	786
16	890	756
17	865	728
18	848	720 ³
19	846	696
20	843	678
21	757	644
22	667	630
23	654	576
24	651	536
25	648	532
26	574	502
27	571	456
28	542	418
29	479	362
30	459	348
31	416	338
32	370	298
33	358	272
34	338	268
35	312	253 ⁴
36	308	245 ⁵
37	307	213 ⁶
38	299	187 ⁷
39	276	166 ⁸
40	271	163 ⁹
41	269	160 ¹⁰
42	229	152 ¹¹
43	228	
44	202	
平均	716	637

- | | |
|-----------------|------------------|
| 1 2013年2月20日に死亡 | 7 2013年3月1日に死亡 |
| 2 2013年3月1日に死亡 | 8 2013年2月22日に死亡 |
| 3 2013年3月4日に死亡 | 9 2013年2月18日に死亡 |
| 4 2013年2月20日に死亡 | 10 2013年2月15日に死亡 |
| 5 2013年3月4日に死亡 | 11 2013年2月18日に死亡 |
| 6 2013年3月1日に死亡 | |

表2. 給餌試験の飼育期間中における八モ各個体の体重と平均体重の推移

NO.	2013年		2014年			2015年
	11月25日	5月24日	7月25日	9月6日	12月16日	5月13日
1	1,244	1,240	1,286	1,298	1,434	1,298
2	1,018	1,030	1,166	1,084	1,198	1,040
3	990	1,004	1,102	1,074	1,080	1,018
4	990	970	1,032	1,028	1,044	1,000
5	892	948	994	892	1,012	900
6	810	890	982	850	872	674
7	792	786	980	770	774	652
8	784	704	936	736	702	614
9	678	670	746	698	688	580
10	678	666	742	662	672	444
11	668	654	610	566	614	416
12	632	600	602	564	488	406
13	568	544	598	414	440	404
14	476	416	492	388	438	376
15	420	398	466	386	402	302
16	418	386	398	330	398	266
17	414	316	372	288	312	1,284 ⁴
18	358	304	360	284	302	726 ⁵
19	310	248	350	264	784 ³	
20	294	234	276	208		
21	282	214	218	937 ²		
22	262	734 ¹				
平均	635	634 ⁶	700	653 ⁶	719 ⁶	689 ⁶

- 1 2014年2月12日に疲弊死
- 2 2014年9月4日に水槽から飛び出し死亡
- 3 2014年12月5日に水槽から飛び出し死亡
- 4 2015年1月14日に疲弊死
- 5 2015年5月4日に負傷により死亡
- 6 死亡魚を含む平均値

が疲弊して死亡した(表1, 図1)。無給餌期間中の行方不明の2個体を除いた生残率は73.8%であった。

給餌試験における水温と摂餌の関係

飼育期間中の水温は2013-2014年群で8.8～26.8℃, 2014-2015年群で8.2～27.1℃であった。10℃以下になったのは2013-2014年群で2月5日から3月26日の49日, 2014-2015年群で2月6日から3月20日の42日であった。

2013-2014年群では水温が15.5℃に低下した2013年12月6日から摂餌がみられない日がみられ, 13.7℃になった2013年12月14日から摂餌がみられない日の頻度が上昇した。水温が12.5℃に低下した2013年12月24日以降は完全に摂餌が停止し, 水温が12.1℃に上昇する4月14日まで全く摂餌がみられなかった(図1)。その後, 水温が13.5℃に上昇した2014年4月30日に摂餌が本格化した。

2014-2015年群では水温が17.3℃に低下した2014年12月5日から摂餌がみられない日がみられ, 水温が13.3℃に上昇する2015年4月27日まで摂餌が認められなかった。その後, 水温が15℃に上昇する2015年5月に摂餌が本格化した。

給餌試験における水温と死亡の関係

2014年2月12日に体重734gの1個体が疲弊により死亡し, 2014年9月4日に937g, 2014年12月5日に784gの個体が水槽からの飛び出しにより, 2015年1月14日に1,284gの個体が疲弊により死亡し, 2015年5月4日に噛み合いによる負傷により726g, 2015年5月22日の体重計測時に

飼育試験からみた低水温期における八モの生残，摂餌および体重の変化

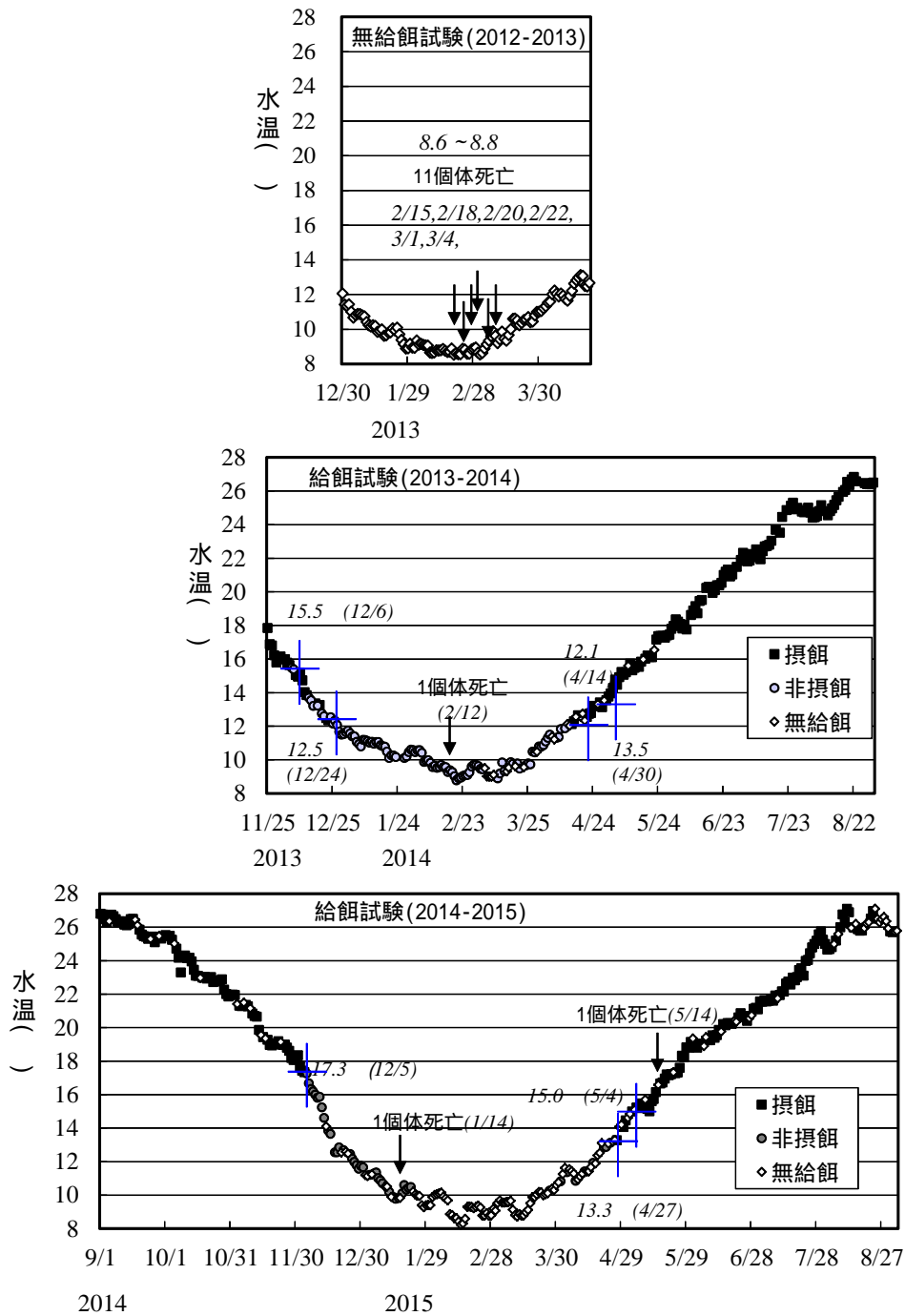


図1. 飼育試験における水温変化と摂餌，非摂餌及び死亡の関係。図中の矢印は死亡日を，十字は接餌に変化がみられた日と水温を示す。

308gの個体が嘔み合いにより死亡した。低水温による死亡する個体は少なく，全体的に大型個体が斃死する傾向が認められた。

越冬期の体重変化

無給餌試験における2012年12月30日から2013年4月22日の113日間の体重の増減率は89%であった。

給餌試験における飼育期間中の平均体重は2013年11月24日から2014年5月24日の越冬期に1g減少し，2014年5月24日から2014年7月24日の成熟期に66g増加した。2014年7月24日から2014年9月6日の成熟・産卵期に47g減少し，2014年9月6日から2014年12月16日越

冬前に66g増加した。2014年12月16日から2015年5月13日の越冬期に再び30g減少した。このように八モの体重は越冬，成熟，産卵，越冬前の摂餌活発化などの周年の生理生態変化に応じて増減を繰り返した。

2013年11月24日から2014年5月24日，2014年12月16日から2015年5月13日の越冬期の体重は越冬前の99.8%，95.8%で減少率は小さかった。

考 察

水温と摂餌の関係

2013-2014年群では水温下降期の15.5 で，2014-2015年群では17.3 で摂餌がない日がみられ，水温に差がみ

られたが、原因は不明である。一方、2013-2014年群では水温上昇期の12.1 で、2014-2015年群では13.3 で摂餌を開始し、水温に1.2 の差がみられた。いずれの年においても水温下降期における摂餌が停止する水温がに較べて、水温上昇期に摂餌を開始する水温がそれぞれ3.4 , 4.0 の差がみられたことから、水温下降期と上昇期では摂餌水温の下限値が異なるものと考えられる。

水温と死亡の関係

2013-2014年群の無給餌の試験期間の最低水温は8.8 で生残率が74% , 2014-2015年群は各最低水温は8.8 , 8.2 で各1個体が死亡であった。このことから死亡個体が総じて少なかったことから、季節変化に応じて緩やかに水温が低下する場合の八モの生残が可能な最低水温は8.2 以下にあると考えられる。岡崎(2014)は、8,9月に25 で飼育した八モを10 もしくは13 の水槽に移した場合は、10日で全ての個体が死亡することを報告している。このことから、人為的に急激に水温を下げる場合と、季節変化に応じて徐々に水温が下降する場合とでは、八モの低水温に対する耐性は大きく異なるものと考えられる。

越冬期の体重変化

これまでの研究から八モは産卵後に脂質含量と肥満度が低下するが、越冬前に活発に摂餌し肥満度が上昇することが報告されている(岡崎ほか2014, 上田2008)。本飼育試験における体重の変化からも同様の傾向が再確認された。

瀬戸内海東部では標識放流や漁況から八モが水温変化に応じて太平洋沿岸と紀伊水道・播磨灘間を南北移動することが報告されている(多々良1953, 岡崎ほか2012)。しかし、本研究の結果から、越冬前に十分摂餌し、肥満度を高めておけば、水温が8 台まで低下する鳴門市周辺の播磨灘や紀伊水道においても越冬が

可能と考えられる。ただし、最適な水温は摂餌が可能な15.5 ~ 17.3 以上にあることから、冬期でも水温が15 以上ある紀伊水道南部や太平洋岸の海域に避寒回遊する個体群も存在すると考えられる。

近年、播磨灘では水温が30年で約1 上昇しているが、このことが播磨灘で越冬する個体群を増加させている可能性があると考えられる。

文 献

- 岡崎孝博, 上田幸男, 濱野龍夫(2011)八モの巣穴出入行動における日周および季節変化. 日本水産学会誌, 77, 600-605 .
- 岡崎孝博, 吉本亮子, 上田幸男, 濱野龍夫(2014)徳島産および韓国産八モの体成分の比較. 日本水産学会誌, 80, 2-8 .
- 岡崎孝博, 上田幸男, 濱野龍夫(2012)標識放流からみた瀬戸内海東部海域における八モの分布と移動. 日本水産学会誌, 78, 913-921 .
- 岡崎孝博(2014)徳島県産八モの資源生物学的研究. 徳島大学大学院総合科学教育部, 博士論文, 1-174.
- 多々良薫(1953)紀伊水道域の八モ*Muraeneosox cinereus* (Forsskal)について(). 内海区水産研究所研究報告, 4, 107-117 .
- 上田幸男, 岡崎孝博(2011)飼育下における八モの巣穴形成行動と底質粒径の関係. 日本水産学会誌, 77, 61-67 .
- 上田幸男(2008)徳島県産八モの漁業生物学的知見. 徳島県立農林水産総合技術支援センター水産研究所研究報告, 6, 85-90.
- 上田幸男, 天真正勝, 岡崎孝博(2011)徳島県沖で観察された巣穴内の八モ. 徳島県立農林水産総合技術支援センター水産研究所研究報告, 7, 25-27.
- 上田幸男, 里圭一郎(2007)わが国の水産業 はも. 社団法人日本水産資源保護協会, 東京, 1-15.