

飼育下におけるウマツラハギとカワハギの低水温耐性の比較

上田幸男*¹Comparison of low water temperature tolerance between the black scraper, *Thamnaconus modestus* and the thread-sail filefish, *Stephanolepis cirrhifer* in captivityYukio UETA*¹

The black scraper, *Thamnaconus modestus* of 52 to 136g and thread-sail filefish, *Stephanolepis cirrhifer* of 36 to 128g in body mass caught off Tokushima Prefecture in the Harima-Sea were used for these experiments. These fishes were reared under running water during December 2016 to July 2017 and during December 2016 to February 2017 respectively and the influence of low water temperature in winter on the survival, swimming behavior and feeding were examined. The feeding of *T. modestus* did not completely stop at 9.3 °C, that is the minimum water temperature during this experiment. Death and abnormal behavior as swimming by low water temperature also were not observed. At the same time, the feeding of *S. cirrhifer* completely stopped at 10.1 °C. Abnormal behavior as swimming with body in a horizontal position as well as laying down, surfacing and grounding were observed at temperature below 10 °C. All *S. cirrhifer* died during 9.3 to 10.1 °C. These results show that the *S. cirrhifer* population move to warmer Pacific Ocean to avoid death due to low temperature below 10 °C during winter in water around Naruto city but the *T. modestus* population can overwinter in the same area.

キーワード：ウマツラハギ，カワハギ，低水温，生残率，異常遊泳，摂餌

ウマツラハギ *Thamnaconus modestus* とカワハギ *Stephanolepis cirrhifer* は、日本では北海道から東シナ海まで分布するフグ目カワハギ科に属する魚類である。両種ともに本県では播磨灘や紀伊水道の底びき網や県下沿岸全域の定置網、刺網、釣りなどで秋から冬にまとめて漁獲される。両種ともに鍋物商材として高価に取引され、沿岸の重要資源になっている。カワハギについては上田(2016)により低水温耐性について調べられているが、本県沿岸におけるウマツラハギの生理・生態に関する知見は乏しい。また、1970年代にはウマ

ツラハギ資源が卓越し、異常繁殖が報告されていたが(木幡 1970, 木幡 1971, 木幡 1972, 東京水産大学ウマツラハギ研究班 1973), 近年ウマツラハギ資源が減少し、カワハギ資源が卓越している。そこで、両種の回遊経路および漁場形成に大きな影響に与える冬季の低水温に対する応答を把握し、低水温が両種の分布回遊や資源変動、ひいては漁業に与える影響について言及する目的で飼育試験を実施した。

材料と方法

供試魚

徳島県鳴門市北灘町大浦の播磨灘沿岸に敷設された小型定置網により2016年11月4日に漁獲されたウマツラハギとカワハギを水産研究課鳴門庁舎へ搬入し、予備飼育した。2016年12月6日に両種の全長と体重を計測し、供試魚とした。ウマツラハギは全長168~217mm, 体重52~136g, カワハギは全長133~181mm, 体重36~128gであった(表1)。

飼育試験

50cm×80cm×高さ70cmの280Lの角形水槽2器にウマツラハギ, カワハギ各14個体を収容し, 2016年12月6日から流水下で飼育を開始した。毎日1回サンマの切り身を与え, 翌日の残餌重量を計測し, 冬季の水温低下に伴い, 摂餌の有無や遊泳の状態, および生残がどのように変化するか観察した。

両水槽と同様に給水している水槽に設置されているアレック社製記録式水温塩分計ACT20-Dにより計測され

表1. 試験に用いたウマツラハギとカワハギの全長と体重(2016年12月6日)

	ウマツラハギ		カワハギ	
	全長(mm)	体重(g)	全長(mm)	体重(g)
1	168	52	133	40
2	173	64	135	36
3	175	68	151	76
4	184	68	158	78
5	190	78	164	100
6	191	88	167	110
7	193	90	169	96
8	196	102	169	98
9	198	92	171	128
10	200	88	175	120
11	202	100	178	114
12	204	90	179	124
13	213	136	180	112
14	217	124	181	124
平均	193	89	165	97

2019年2月21日受理

*1 徳島県立農林水産総合技術支援センター水産研究課(Fisheries Research Institute, Tokushima Agriculture, Forestry and Fisheries Technology Support Center, Hiwasaura, Minami, Kaifu, Tokushima 779-2304, Japan)

た1時間毎の水温の日平均値を解析に用いた。

結果

飼育

両種14個体のうち各3個体を12月22日に別途試験に用いるために間引いた。ウマヅラハギについては12月15日に1個体が不明に、1月8日には1個体が水槽から飛び出し死亡した。カワハギは1個体が1月18日に水槽から飛び出し死亡した。5月7日にウマヅラハギ1個体を追加した。

摂餌

ウマヅラハギでは水温が13.1以上ある1月10日に1.56g/個体の摂餌がみられた。その後は最低水温は2月10日の9.3まで低下し、散発的な若干の摂餌と餌の摂食痕が認められた(図1)。水温が11.5以上に上昇した4月5日から連続的に摂餌がみられるようになった。水温

が12.6になる4月16日に1.22g/個体の摂餌がみられた。最大摂餌量は23.0を呈した7月7日の4.11g/個体であった。

カワハギでは、水温が11.7に低下した1月15日には摂餌が数量的に0となったが、水温が10.3になった1月24日まで摂食痕を確認できた。最大摂餌量は16.6を呈した12月10日の6.29g/個体であった。

死亡

カワハギについては水温が10になった1月31日から浮上などの異常遊泳がみられ始め、10.1を呈した2月6日から9.3を呈した2月22日の間に、10個体が全てが死亡した。

これに対してウマヅラハギは冬季の低水温では死亡することは全くなく、水温が20.8になった6月23日に1個体が、23.4になった7月10日に1個体が死亡した。

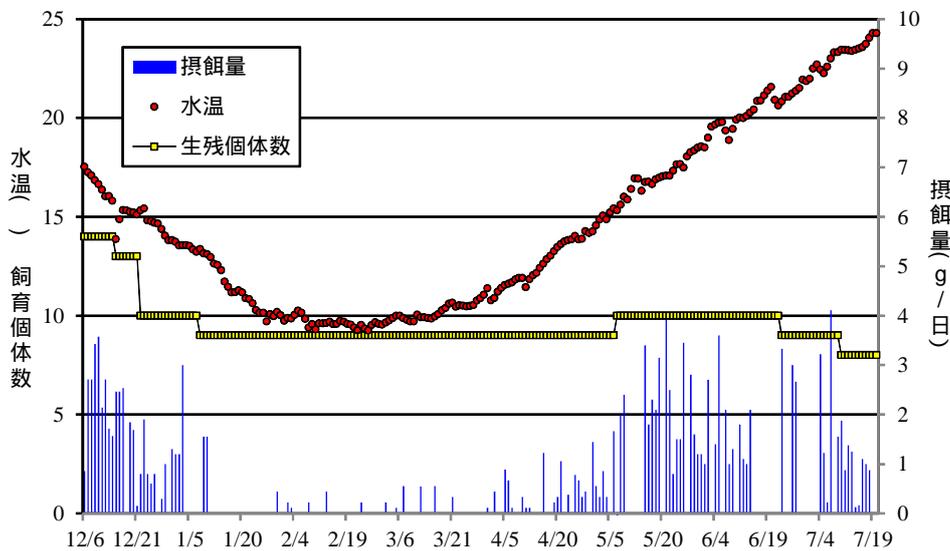


図1. ウマヅラハギの生残個体数，摂餌量および水温の経日変化

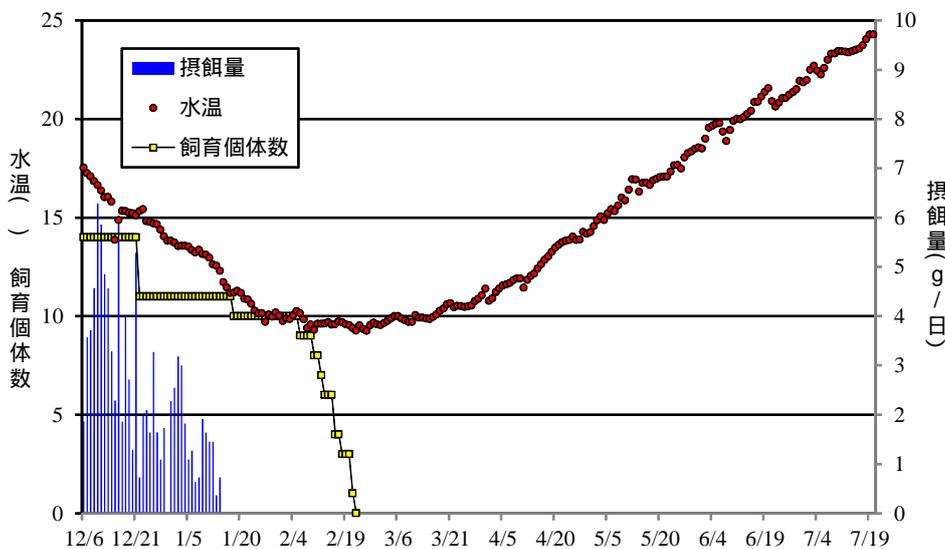


図2. カワハギの生残個体数，摂餌量および水温の経日変化

考 察

摂餌量の推定精度

両種ともに給餌量から残餌量を差し引いた摂餌量がマイナスを呈する日が多く見られた。このことは、翌日に残餌を計測したために残餌が含水により増重していたためと考えられる。また、マイナスを呈さない場合であっても摂餌量が過小評価されている可能性が高いと考えられる。

ウマツラハギの低水温耐性

ウマツラハギは9.3 の低水温では異常遊泳や死亡がみられないことから、9.3 以下の低水温に対しても耐性を有するものと考えられる。また、9.3 であっても摂餌量は減少し、摂食痕がみられることから、摂餌限界水温は9.3 以下と考えられる。

岡本，窪田(1961)は水族館における飼育からウマツラハギ(n=1)は6 で仮死状態になり、体の平衡状態を失い尾部を上にして垂直のまま遊泳することを報告している。また、永岡，前川(1963)は平均体重152gの個体

(n=2)の飼育試験から、6.55 でもわずかに摂餌し、5 以下に低下すると腹部を上にして浮上、沈下行動がみられ、4.8 で全ての個体が死亡したことを報告している。以上から摂餌限界水温が6 ，生息下限水温が4.5 であると推定している。いずれの報告も本試験の9.3 を3.3~4.3 下回っても生存が可能なことを報告している。

水野ほか(2014)はウマツラハギの適水温が15~20 で、カワハギに比べて低水温には強いが、高水温には弱いことを報告しており、本研究においても20 を越えてから死亡がみられることから、同様の傾向がみられた。

カワハギの低水温耐性

上田(2015)によると2013-2014年試験区では、自然界同様に徐々に水温が低下する場合にはカワハギの摂餌限界水温は11.4 ，異常遊泳開始水温は10.2 ，生存限界水温は個体差がみられるものの正常な遊泳個体が見られた9.8 と推定した。2014-2015年試験区では摂餌限界水温は9.9 ，異常遊泳行動は11 ，生存限界水温は正常な遊泳がみられた9.4 と推定した。

今回の試験では10.3 で摂餌が停止し、10 で異常遊泳、10.1~9.3 で急激に死亡し、いずれのイベントの水温も過去2年の結果と概ね一致した。

ウマツラハギの回遊に及ぼす水温の影響

角田(1976)は、漁況から瀬戸内海のウマツラハギは内海の水温が低下する冬期には豊後水道または紀伊水道以南の黒潮の影響が強い海域に移動して生活し、水温が上昇する4月に再び内海に入り込むと推定しているが、具体的な移動時の水温等は記されていない。上田(1986)は徳島県太平洋沿岸の大型定置網に1985年2~3月の13~17 の水温時に多量にウマツラハギが入網したことを報告している。これらは角田(1976)の報告通り、瀬戸内海から避寒回遊のために黒潮系水の影

響を受ける温かい徳島県太平洋域に来遊したと考えられる。筑前海(日高ほか 1981)においても全長50mm前後の未成魚が流れ藻から藻場に移動し、生長に伴い岩礁地帯に移動することが報告されている。11月頃までは海岸近くに滞留し、その後は沖合深所に移動することが報告されており、瀬戸内東部の知見と概ね一致する。

今回の試験ではウマツラハギは13.1 以上ある1月10日までは1.56g/個体の摂餌がみられ、その後水温の低下に伴い摂食痕程度の散発的な摂餌に止まり、水温が12.6 になる4月16日に1.22g個体の摂餌がみられたことから、ウマツラハギの最適な生息環境は12,13 以上にあると考えられる。角田(1976)、岡本，窪田(1961)、永岡，前川(1963)および上田(1986)の報告を考慮して、瀬戸内海東部のウマツラハギの回遊を推定すると、水温が10 以下になる播磨灘や鳴門周辺で越冬することは可能だが、最適な生息水温は12,13 以上にあることから、一部の個体は播磨灘や鳴門海峡周辺で越冬するが、多くの個体群は冬季には黒潮の影響を受ける太平洋岸へ移動するものと考えられる。

ウマツラハギ、カワハギの資源に及ぼす水温の影響

木幡(1972)によると1967~1968年頃からウマツラハギの「異常増殖」が全国的に騒がれはじめ、原因について生物学説(平衡学説、生物主体論説)、気候学説(環境学説)、包括学説から議論が展開されている。神奈川県では漁獲量調査や漁獲物の体長組成調査に加えて標識放流調査が行われた(木幡 1975,木幡，岡部 1973)。東京水産大学ウマツラハギ研究班(1973)によるアンケート調査からも、太平洋側、瀬戸内海では1967~1972年頃(最も多いのは1969年)から、日本海側では1968年から漁獲が増え始めたことが報告されている。徳島県においても、ウマツラハギの漁獲統計はないものの鞆浦地区の大型定置網での大量入網(上田 1986)だけでなく、紀伊水道においてもネットレコーダーを活用した中層トロールにより大量のウマツラハギを漁獲したことを漁業者から聞く(上田未発表)。

しかしながら、近年はカワハギ資源が卓越し、ウマツラハギ資源は著しく減少している(上田未発表)。これらの現象が、近年の高水温化傾向によるものか明らかではないが、カワハギが高水温に強く、ウマツラハギが高水温に弱いこと、およびウマツラハギが低水温に強く、カワハギが低水温に弱いこと(水野ほか 2014)を反映している可能性が考えられる。

2017年8月から黒潮の蛇行がみられ、冬季の著しい低水温もみられるようになってきている。このような海水温の変化が今後の両種の分布や資源変動にどのような影響を及ぼすのだろうか。今後のウマツラハギとカワハギの生態の変化と資源の動向を見守りたい。

文 献

日高 健，大内康敬，角 建造．筑前海におけるウマツラハギの漁業生物学的研究．昭和54年度福岡水試業務報告 1981;37-46.

角田俊平．瀬戸内海におけるウマツラハギ*Navodon*

modestus(GUNTHER)の漁況について．広島大学水畜産学部紀要 1976;15:219-231．

木幡 孜．最近12年間に於ける鱒網期漁況の経年変化と接岸魚量の漁場間特性について．昭和44年度神奈川県相模湾支所事業報告 1970;68-74.

木幡 孜．相模湾重要魚種の生態 - ，ウマヅラハギ *Navodon modestus* (GUNTHER)について．昭和45年度神奈川県相模湾支所事業報告 1971;24-41.

木幡 孜．ウマヅラハギの異常増殖に関連して．かながわていち 1972 ; 46 : 13-17 ．

水野かおり，三浦智恵美，三浦 猛．カワハギおよびウマヅラハギの成長と水温の関係．水産増殖 2014 ; 62 : 23-30.

永岡哲雄，前川兼佑．有用鹹水魚の冬季における摂餌

ならびに致死限界水温に関する研究．山口内海水試業績 1963;13:93-99.

岡本仁氏，窪田正文．海水魚の低水温における致死限界の数例．動物園水族館雑誌 1961;3:14-15.

東京水産大学ウマヅラハギ研究班．アンケート調査よりみたウマヅラハギの全国的繁殖状況．かながわていち 1973;47:18-22 ．

上田幸男．飼育下のカワハギの生残，游泳行動および摂餌に及ぼす冬季の低水温の影響．徳島県立農林水産総合技術支援センター水産研究課研究報告 2015;10:11-14.

上田幸男．徳島県海部郡沿岸の大型定置網における漁獲状況について．南西外海の資源・海洋研究 1986;2:45-52 ．

飼育下におけるウマツラハギとカワハギの低水温耐性の比較

付表1-1. ウマツラハギにサンマを与えた試験区の生残数と摂餌量の推移

観察日	水温 ()	生残 個体 数 (A)	給餌 量 (Bg)	残餌 (Cg)	摂餌 量 (B-Cg)	摂餌量/ 個体 ([B- C]/Ag)	備考	観察日	水温 ()	生残 個体 数 (A)	給餌 量 (Bg)	残餌 (Cg)	摂餌 量 (B-Cg)	摂餌量/ 個体 ([B- C]/Ag)	備考
2016/12/6	17.5	14	54	42	12	0.86		2017/2/1	9.7	9	20	20	0	0.00	摂食痕
2016/12/7	17.2	14	54	16	38	2.71		2017/2/2	9.9	9	22	20	2	0.22	摂食痕
2016/12/8	17.1	14	58	20	38	2.71		2017/2/3	9.9	9	24	23	1	0.11	摂食痕
2016/12/9	16.9	14	68	20	48	3.43		2017/2/4	10.0	9	24	31	-7		
2016/12/10	16.6	14	70	20	50	3.57		2017/2/5	10.3	9	26	34	-8		
2016/12/11	16.4	14	88	58	30	2.14		2017/2/6	10.1	9	28	28	0	0.00	
2016/12/12	16.0	14	70	32	38	2.71		2017/2/7	9.8	9	20	20	0	0.00	摂食痕
2016/12/13	16.1	14	74	50	24	1.71		2017/2/8	9.4	9	22	20	2	0.22	摂食痕
2016/12/14	15.8	14	62	40	22	1.57		2017/2/9	9.6	9	22	28	-6		摂食痕
2016/12/15	13.9	13	56	24	32	2.46		2017/2/10	9.3	9	22	23	-1		
2016/12/16	14.9	13	56	24	32	2.46		2017/2/11	9.6	9	24	30	-6		
2016/12/17	15.3	13	51	18	33	2.54		2017/2/12	9.6	9	22	32	-10		摂食痕
2016/12/18	15.3	13	52	54	-2			2017/2/13	9.6	9	24	20	4	0.44	摂食痕
2016/12/19	15.2	13	52	28	24	1.85		2017/2/14	9.7	9	26	28	-2		摂食痕
2016/12/20	15.2	13	54	32	22	1.69		2017/2/15	9.6	9	26	26	0	0.00	摂食痕
2016/12/21	15.1	13	56	54	2	0.15		2017/2/16	9.6	9	28	30	-2		摂食痕
2016/12/22	15.3	10	48	40	8	0.80	3尾取り上げ	2017/2/17	9.7	9	24	29	-5		摂食痕
2016/12/23	15.4	10	52	33	19	1.90		2017/2/18	9.7	9	15	20	-5		
2016/12/24	14.8	10	50	42	8	0.80	摂食痕	2017/2/19	9.6	9	17	21	-4		
2016/12/25	14.8	10	52	46	6	0.60		2017/2/20	9.5	9	21	21	0	0.00	摂食痕
2016/12/26	14.7	10	48	40	8	0.80		2017/2/21	9.4	9	22	22	0	0.00	摂食痕
2016/12/27	14.7	10	30	32	-2			2017/2/22	9.3	9	19	21	-2		摂食痕
2016/12/28	14.4	10	40	37	3	0.30		2017/2/23	9.5	9	27	25	2	0.22	摂食痕
2016/12/29	14.0	10	39	29	10	1.00	摂食痕	2017/2/24	9.3	9	26	33	-7		
2016/12/30	13.8	10	42	42	0	0.00		2017/2/25	9.3	9	21	26	-5		
2016/12/31	13.8	10	41	28	13	1.30		2017/2/26	9.5	9	26	34	-8		
2017/1/1	13.7	10	39	27	12	1.20		2017/2/27	9.7	9	28	31	-3		摂食痕
2017/1/2	13.6	10	40	28	12	1.20	摂食痕	2017/2/28	9.6	9	25	28	-3		摂食痕
2017/1/3	13.6	10	42	12	30	3.00		2017/3/1	9.5	9	25	31	-6		摂食痕
2017/1/4	13.6	10	54	60	-6			2017/3/2	9.6	9	24	22	2	0.22	摂食痕
2017/1/5	13.5	10	50	58	-8			2017/3/3	9.8	9	25	33	-8		摂食痕
2017/1/6	13.4	10	48	53	-5			2017/3/4	9.9	9	21	24	-3		摂食痕
2017/1/7	13.2	10	35	41	-6			2017/3/5	10.0	9	23	22	1	0.11	摂食痕
							TL190mm	2017/3/6	10.0	9	22	25	-3		摂食痕
2017/1/8	13.4	9	32	34	-2		BW80g飛び出し 死亡	2017/3/7	9.9	9	22	17	5	0.56	摂食痕
								2017/3/8	9.8	9	21	26	-5		
2017/1/9	13.2	9	36	22	14	1.56		2017/3/9	9.7	9	28	35	-7		摂食痕
2017/1/10	13.1	9	36	22	14	1.56		2017/3/10	9.7	9	23	26	-3		摂食痕
2017/1/11	13.0	9	40	44	-4			2017/3/11	10.1	9	25.2	30.4	-5.2		摂食痕
2017/1/12	12.6	9	40	40	0	0.00		2017/3/12	9.9	9	24.9	20	4.9	0.54	摂食痕
2017/1/13	12.6	9	42	48	-6			2017/3/13	9.9	9	29	32	-3		摂食痕
2017/1/14	12.3	9	41	42	-1			2017/3/14	9.9	9	22	26	-4		摂食痕
2017/1/15	11.7	9	40	48	-8			2017/3/15	9.9	9	25	28	-3		摂食痕
2017/1/16	11.5	9	32	40	-8			2017/3/16	10.0	9	20	15	5	0.56	摂食痕
2017/1/17	11.2	9	30	38	-8			2017/3/17	10.1	9	27	29	-2		摂食痕
2017/1/18	11.2	9	26	32	-6			2017/3/18	10.3	9	35	43	-8		摂食痕
2017/1/19	11.3	9	30	34	-4			2017/3/19	10.4	9	24	30	-6		摂食痕
2017/1/20	11.2	9	28	33	-5			2017/3/20	10.6	9	29	35	-6		摂食痕
2017/1/21	10.9	9	27	32	-5			2017/3/21	10.7	9	24	21	3	0.33	摂食痕
2017/1/22	10.8	9	24	32	-8			2017/3/22	10.5	9	23	24	-1		摂食痕
2017/1/23	10.6	9	30	38	-8			2017/3/23	10.5	9	26	29	-3		
2017/1/24	10.3	9	30	36	-6			2017/3/24	10.5	9	25	30	-5		
2017/1/25	10.1	9	22	26	-4		摂食痕	2017/3/25	10.5	9	25	31	-6		
2017/1/26	10.1	9	28	36	-8			2017/3/26	10.5	9	25	29	-4		摂食痕
2017/1/27	9.7	9	20	24	-4		摂食痕	2017/3/27	10.5	9	26	31	-5		
2017/1/28	10.1	9	25	32	-7			2017/3/28	10.8	9	21	24	-3		
2017/1/29	10.0	9	23	28	-5			2017/3/29	10.9	9	24	27	-3		摂食痕
2017/1/30	10.2	9	20	16	4	0.44	摂食痕	2017/3/30	11.1	9	24	24	0	0.00	摂食痕
2017/1/31	10.0	9	22	24	-2		摂食痕	2017/3/31	11.4	9	23	22	1	0.11	摂食痕

付表1-2. ウマヅラハギにサンマを与えた試験区の生残数と摂餌量の推移

観察日	水温 ()	生残 個体 数 (A)	給餌 量 (Bg)	残餌 (Cg)	摂餌 量 (B-Cg)	摂餌量/ 個体 ([B- C]/Ag)	備考	観察日	水温 ()	生残 個体 数 (A)	給餌 量 (Bg)	残餌 (Cg)	摂餌 量 (B-Cg)	摂餌量/ 個体 ([B- C]/Ag)	備考
2017/4/1	10.8	9	21	27	-6			2017/6/1	18.5	10	35	25	10	1.00	
2017/4/2	10.9	9	26	22	4	0.44		2017/6/2	19.0	10	38	11	27	2.70	
2017/4/3	11.2	9	20	22	-2		摂食痕	2017/6/3	19.6	10				0.00	
2017/4/4	11.4	9	23	26	-3		摂食痕	2017/6/4	19.7	10	44	30	14	1.40	
2017/4/5	11.5	9	21	13	8	0.89	摂食痕	2017/6/5	19.8	10	37	1	36	3.60	
2017/4/6	11.6	9	21	15	6	0.67	摂食痕	2017/6/6	19.8	10				0.00	
2017/4/7	11.7	9	22	21	1	0.11	摂食痕	2017/6/7	19.4	10	34	13	21	2.10	
2017/4/8	11.8	9				0.00		2017/6/8	18.9	10	35	25	10	1.00	
2017/4/9	11.9	9	20	21	-1		摂食痕	2017/6/9	19.4	10	35	22	13	1.30	
2017/4/10	11.9	9	27	24	3	0.33	摂食痕	2017/6/10	19.9	10				0.00	
2017/4/11	11.4	9	22	21	1	0.11	摂食痕	2017/6/11	20.0	10	42	24	18	1.80	
2017/4/12	11.8	9	22	21	1	0.11	摂食痕	2017/6/12	20.0	10	41	30	11	1.10	
2017/4/13	12.0	9	22	23	-1		摂食痕	2017/6/13	20.1	10	32	22	10	1.00	
2017/4/14	12.2	9	22	24	-2		摂食痕	2017/6/14	20.3	10	31	10	21	2.10	
2017/4/15	12.4	9				0.00		2017/6/15	20.4	10	給水支障餌止め			0.00	
2017/4/16	12.6	9	28	17	11	1.22	摂食痕	2017/6/16	20.9	10	給水支障餌止め			0.00	
2017/4/17	12.9	9	24	28	-4		摂食痕	2017/6/17	20.9	10	給水支障餌止め			0.00	
2017/4/18	13.0	9	26	26	0	0.00	摂食痕	2017/6/18	21.1	10	給水支障餌止め			0.00	
2017/4/19	13.3	9	21	19	2	0.22	摂食痕	2017/6/19	21.4	10	給水支障餌止め			0.00	
2017/4/20	13.5	9	21	18	3	0.33	摂食痕	2017/6/20	21.6	10	給水支障餌止め			0.00	
2017/4/21	13.6	9	23	13.5	9.5	1.06	摂食痕	2017/6/21	20.9	10	給水支障餌止め			0.00	
2017/4/22	13.8	9				0.00		2017/6/22	20.6	10	給水支障餌止め			0.00	
2017/4/23	13.8	9	23.4	20	3.4	0.38	摂食痕	2017/6/23	20.8	9	30	0	30	3.33	1尾死亡
2017/4/24	13.9	9	24	29	-5		摂食痕	2017/6/24	21.1	9				0.00	
2017/4/25	14.0	9	21	14	7	0.78	摂食痕	2017/6/25	21.1	9				0.00	
2017/4/26	13.9	9	21	15	6	0.67		2017/6/26	21.2	9	36	9	27	3.00	
2017/4/27	13.9	9	23	20	3	0.33		2017/6/27	21.4	9	33	9	24	2.67	
2017/4/28	14.3	9	22	18	4	0.44		2017/6/28	21.5	9	給水支障餌止め			0.00	
2017/4/29	14.2	9				0.00		2017/6/29	21.9	9	給水支障餌止め			0.00	
2017/4/30	14.3	9	28	15	13	1.44		2017/6/30	21.9	9	給水支障餌止め			0.00	
2017/5/1	14.6	9	24	19	5	0.56		2017/7/1	22.0	9	給水支障餌止め			0.00	
2017/5/2	14.9	9	20	17	3	0.33		2017/7/2	22.5	9	給水支障餌止め			0.00	
2017/5/3	15.1	9	21.7	14	7.7	0.86		2017/7/3	22.7	9	給水支障餌止め			0.00	
2017/5/4	14.9	9	19	16	3	0.33		2017/7/4	22.4	9	36	7	29	3.22	
2017/5/5	15.2	9				0.00		2017/7/5	22.3	9	40	29	11	1.22	
2017/5/6	15.4	9	24	9	15	1.67		2017/7/6	22.6	9	35	33	2	0.22	
2017/5/7	15.3	10	26.4	31	-4.6	-0.46	1尾添加	2017/7/7	23.0	9	37	0	37	4.11	1尾不調
2017/5/8	15.6	10	26	6	20	2.00		2017/7/8	23.3	9				0.00	
2017/5/9	16.0	10	28	4	24	2.40		2017/7/9	23.3	9	46	32	14	1.56	
2017/5/10	15.9	10				0.00		2017/7/10	23.4	8	35	20	15	1.88	1尾死亡
2017/5/11	16.4	10				0.00		2017/7/11	23.4	8	28	21	7	0.88	
2017/5/12	16.9	10				0.00		2017/7/12	23.4	8	33	22	11	1.38	
2017/5/13	16.9	10				0.00		2017/7/13	23.4	8	31	21	10	1.25	
2017/5/14	16.3	10				0.00		2017/7/14	23.4	8	31	30	1	0.13	
2017/5/15	16.8	10	36	2	34	3.40		2017/7/15	23.5	8	19	17.7	1.3	0.16	
2017/5/16	16.8	10	50	32	18	1.80		2017/7/16	23.6	8	27.8	19	8.8	1.10	
2017/5/17	16.7	10	39	16	23	2.30		2017/7/17	23.7	8	20	12	8	1.00	
2017/5/18	16.9	10	39	18	21	2.10		2017/7/18	24.1	8	27	20	7	0.88	
2017/5/19	17.0	10	33	1.5	31.5	3.15		2017/7/19	24.3	8					
2017/5/20	17.1	10				0.00		2017/7/20	24.3	8					
2017/5/21	17.1	10	50.5	10	40.5	4.05									
2017/5/22	17.1	10	53	28	25	2.50		2017/7/21	24.4						計測・放流・終了
2017/5/23	17.3	10	39	31	8	0.80									
2017/5/24	17.7	10	41	26	15	1.50									
2017/5/25	17.7	10	37	22	15	1.50									
2017/5/26	17.5	10	35	0.5	34.5	3.45									
2017/5/27	18.1	10				0.00									
2017/5/28	18.3	10	54.1	26	28.1	2.81									
2017/5/29	18.4	10	42	26	16	1.60									
2017/5/30	18.5	10	39	27	12	1.20									
2017/5/31	18.6	10	34	22	12	1.20									

飼育下におけるウマヅラハギとカワハギの低水温耐性の比較

付表2-1. カワハギにサンマを与えた試験区の生残数と摂餌量の推移

観察日	水温 ()	生残 個体 数 (A)	給餌 量 (Bg)	残餌 (Cg)	摂餌 量 (B-Cg)	摂餌量/ 個体 ([B- C]/Ag)	備考	観察日	水温 ()	生残 個体 数 (A)	給餌 量 (Bg)	残餌 (Cg)	摂餌 量 (B-Cg)	摂餌量/ 個体 ([B- C]/Ag)	備考	
2016/12/6	17.5	14	52	26	26	1.86		2017/2/1	9.7	10	20	24	-4		浮上ぎみ	
2016/12/7	17.2	14	52	2	50	3.57		2017/2/2	9.9	10	22	28	-6		浮上ぎみ	
2016/12/8	17.1	14	58	6	52	3.71		2017/2/3	9.9	10	20	26	-6		2尾立泳ぎ, 全 体浮上ぎみ	
2016/12/9	16.9	14	94	30	64	4.57		2017/2/4	10.0	10	26	33	-7		立泳ぎ1尾	
2016/12/10	16.6	14	122	34	88	6.29		2017/2/5	10.3	10	24	30	-6		立泳ぎ3尾	
2016/12/11	16.4	14	112	30	82	5.86		2017/2/6	10.1	9	24	30	-6		TL130mmBW40g 死亡, 横泳ぎ1 尾, 立泳ぎ3尾	
2016/12/12	16.0	14	88	20	68	4.86		2017/2/7	9.8	9	22	26	-4		全て異常遊泳	
2016/12/13	16.1	14	80	16	64	4.57		2017/2/8	9.4	9	18	22	-4		全て異常遊泳	
2016/12/14	15.8	14	82	36	46	3.29		2017/2/9	9.6	9	20	26	-6		全て異常遊泳	
2016/12/15	13.9	14	98	66	32	2.29		2017/2/10	9.3	8	22	27	-5		TL152mm BW78g死亡, 全て異常遊泳	
2016/12/16	14.9	14	122	39	83	5.93		2017/2/11	9.6	8	21	23	-2		横泳ぎ3尾, 立 泳ぎ2尾	
2016/12/17	15.3	14	82	56	26	1.86		2017/2/12	9.6	7	26	26	0	0.00	156mmBW84g死 亡	
2016/12/18	15.3	14	84	28	56	4.00		2017/2/13	9.6	6	18	22	-4		TL175mm BW118g死亡	
2016/12/19	15.2	14	74	36	38	2.71		2017/2/14	9.7	6	22	30	-8		全て異常遊泳	
2016/12/20	15.2	14	84	66	18	1.29		2017/2/15	9.6	6	18	24	-6			
2016/12/21	15.1	14	92	18	74	5.29		2017/2/16	9.6	4	28	34	-6		2尾死亡	
2016/12/22	15.3	11	88	80	8	0.73	3尾取り上げ	2017/2/17	9.7	4	18	22	-4			
2016/12/23	15.4	11	53	31	22	2.00		2017/2/18	9.7	3	22	28	-6		TL175mm BW123g死亡, 3尾異常	
2016/12/24	14.8	11	63	40	23	2.09		2017/2/19	9.6	3	22	29	-7			
2016/12/25	14.8	11	62	44	18	1.64		2017/2/20	9.5	3	20	25	-5			
2016/12/26	14.7	11	70	34	36	3.27		2017/2/21	9.4	1	16	21	-5		TL166mm BW102g TL174mm BW120g 2尾死亡	
2016/12/27	14.7	11	66	48	18	1.64		2017/2/22	9.3	0	16	21	-5		TL17.6 BW128g 1尾死亡	
2016/12/28	14.4	11	64	52	12	1.09	摂食痕									
2016/12/29	14.0	11	61	42	19	1.73	摂食痕									
2016/12/30	13.8	11	60	63	-3											
2016/12/31	13.8	11	64	39	25	2.27	摂食痕									
2017/1/1	13.7	11	60	32	28	2.55										
2017/1/2	13.6	11	60	25	35	3.18	摂食痕									
2017/1/3	13.6	11	61	28	33	3.00										
2017/1/4	13.6	11	58	38	20	1.82										
2017/1/5	13.5	11	66	54	12	1.09										
2017/1/6	13.4	11	56	42	14	1.27										
2017/1/7	13.2	11	52	45	7	0.64										
2017/1/8	13.4	11	54	46	8	0.73										
2017/1/9	13.2	11	55	34	21	1.91										
2017/1/10	13.1	11	64	46	18	1.64										
2017/1/11	13.0	11	52	36	16	1.45										
2017/1/12	12.6	11	52	36	16	1.45										
2017/1/13	12.6	11	52	48	4	0.36										
2017/1/14	12.3	11	51	43	8	0.73	摂食痕									
2017/1/15	11.7	11	53	64	-11		摂食痕									
2017/1/16	11.5	11	34	34	0	0.00										
2017/1/17	11.2	11	42	50	-8		摂食痕									
2017/1/18	11.2	10	36	42	-6		TL129mm BW35g 飛び出し死亡									
2017/1/19	11.3	10	28	30	-2		摂食痕									
2017/1/20	11.2	10	28	33	-5		摂食痕									
2017/1/21	10.9	10	31	39	-8		摂食痕									
2017/1/22	10.8	10	30	34	-4		摂食痕									
2017/1/23	10.6	10	32	38	-6		摂食痕									
2017/1/24	10.3	10	32	40	-8		摂食痕									
2017/1/25	10.1	10	26	34	-8											
2017/1/26	10.1	10	32	40	-8											
2017/1/27	9.7	10	20	26	-6											
2017/1/28	10.1	10	25	31	-6											
2017/1/29	10.0	10	27	34	-7											
2017/1/30	10.2	10	20	26	-6											
2017/1/31	10.0	10	22	28	-6		浮上ぎみ									