

養殖トラフグにみられたヘテロボツリウムの季節変化について

山田 洋雄¹⁾・杉田 顕浩・松崎 雅之¹⁾

(福井県水産試験場)

緒 言

福井県におけるトラフグ *Takifugu rubripes* TEMMINK et SCHLEGEL 養殖の歴史は、1950年代前半から行われている天然魚の蓄養に端を発しており、人工種苗を用いた本格的な養殖は1983年頃から始まった。冬期の低水温のために養殖適種に恵まれなかった本県において、トラフグの養殖は魚価の高さから急速に県内各地に広がった。本県全体のトラフグ種苗の入荷尾数は、1985年には約2万尾で種苗入荷尾数全体の5%程度であったが、1992年には約60万尾に増加して53%を占めるに至った。一般的なトラフグの養殖形態としては、毎年6~7月に種苗生産業者から購入した5~10gの稚魚をおよそ1年半養成し、0.8~1kgに達した個体から順に取り揚げて、冬期を中心に出荷される。

このように急速な進展をみたトラフグ養殖ではあるが、出荷までの生残率が30~40%という業者も珍しくなく、養殖技術が確立されているとはいえない。このような生残率の低迷原因のひとつには魚病による減耗があげられ、1987年頃から単生類吸虫ヘテロボツリウム *Heterobothrium* sp. の寄生による被害が深刻な問題になっている。そこで、今回は本虫の寄生状況を知るために、福井県敦賀市で養殖されているトラフグを定期的に調査したので、その結果を報告する。

材料と方法

敦賀市手ノ浦の養殖場(図1)に入荷した1989、1990および1991年の各入荷群を調査対象として、各入荷群とも毎月1回の割合で、それぞれ12~15か月間、ヘテロボツリウムの寄生数を調査した。供試したトラフグは原則として毎月10尾としたが、同一業者から連続的に試料を得ることができず、当養殖場の3業者の持ち回りで提供された。

トラフグは生存したまま水産試験場に搬入され、直ちに鰓を切り出して、そこに寄生しているヘテロボツリウムの個体数を鰓腔壁と鰓弁部に分けて実体顕微鏡下で計数した。

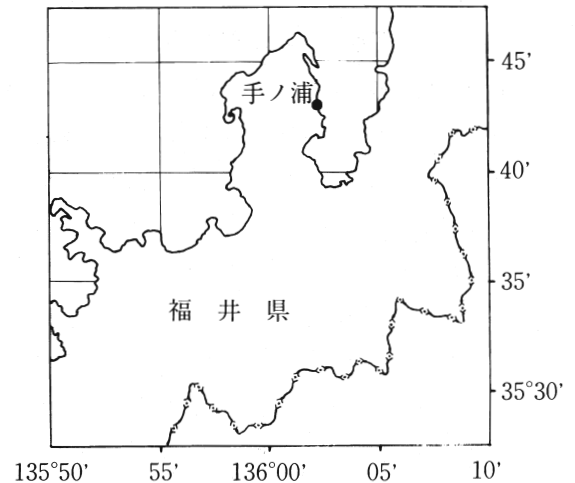


図1 福井県敦賀市におけるトラフグの養殖場。

1) 現福井県農林水産部水産課

1991年の入荷群については、本虫の吸血による魚体への影響をみるため、門脈から採血し、EDTA-2Naで抗凝固処理を行った後、赤血球数（以下、RBCという）、ヘマトクリット値（以下、Htという）およびヘモグロビン濃度（以下、Hbという）を測定した。RBCは血球計算盤法、Htは毛細管を用いた遠心法（11,000rpm, 5分間）、Hbはシアンメトヘモグロビン法とした。

結 果

1989年入荷群のトラフグ1尾当たり寄生するヘテロボツリウムの平均個体数（以下、寄生数と略す）とトラフグ10尾当たりの寄生率（以下、寄生率と略す）を図2に示した。同年9月に初めて寄生が認められ、その後、寄生数は急激に増加して翌年2月にはおよそ200個体に達した。3～4月には50個体前後にまで減少したが、6月には再び増加して224個体とピークを示した。しかし、その後は著しく減少して、試験終了時の9月には3個体となった。寄生率は初めての寄生が認められた翌月に100%を示し、翌年6月まで高い割合で推移した。その後は寄生率、寄生数ともに低下し、9月には70%となった（表1, 図2）。

1990年入荷群の調査結果は図3に示したように、同年8月から寄生がみられ、寄生数は12月に125個体とピークをみた。その後、翌年5月まで21～72個体と増減を繰り返し、6月には113個体と再び増加したが、試験終了時の7月には42個体に減少した。寄生率は1990年11月に100%となった後、この割合は試験終了時まで続いた（表2, 図3）。

1991年入荷魚の調査結果は図4に示したように、6月に種苗が入荷し、その時点では本虫の寄生がみられなかった。しかし、翌月には早くも寄生がみられ、同年9月の寄生数は117個体でピークとなった。同年10月には2個体まで減少したが、その後再び増加して翌年7月までは21～78個体の範囲で推移し、同年8月の終了時には11個体に減少した。寄生率は9月に100%に達し、10月に50%まで減少したものの、その後は調査終了時までほぼ100%を維持した（表3, 図4）。

1991年入荷群の血液検査結果は表3に示したように、ヘテロボツリウムの寄生数が多い月ほど各測定値（平均値）は低い傾向がみられた。今回血液検査を行った124尾のトラフグにおける本虫の寄生数は、0～267（平均48）個体であり、各測定値についてはRBCが16～394（平均241） $\times 10^4$ cells/mm³, Htが6.3～45.5（平均29.2）%, Hbは0.03～9.1（平均5.2）g/dlの範囲にあった。このうち10尾は本虫の寄生を受けておらず、すべて0才魚（体重37.3～260.7g）であった。これらの測定値はRBCが230～345（平均295） $\times 10^4$ cells/mm³, Htが31.0～42.9（平均37.5）%, Hbは4.8～9.1（平均7.0）g/dlであった。

寄生数と血液検査項目との関係については明確な相関はみられなかったが、鰓腔壁と鰓弁における寄生数の合計が100を超えるようなトラフグでは、前述の寄生を受けていないトラフグの測定値と比べて各項目とも著しく低い値を示す個体が多かった。

赤血球恒数についてみると、寄生を受けている個体では平均赤血球容積（以下、MCVという。MCV = Ht / RBC $\times 10^7$ ）が50～394（平均123） μ m³, 平均赤血球ヘモグロビン量（以下、MCHという。MCH = Hb / RBC $\times 10^7$ ）が1.9～31.9（平均20.9）pg, 平均赤血球ヘモグロビン濃

度 (以下, MCHC という. $MCHC = Hb / Ht \times 100$) が 0.5~24.1 (平均 17.5) % であり, 一方, 寄生を受けていない個体では MCV が 110~150 (平均 128) μm^3 , MCH が 17.0~28.0 (平均 23.7) pg, MCHC が 15.4~23.6 (平均 18.5) % の範囲にあった. この範囲を仮に正常値と考えると, 今回血液検査を行ったトラフグのうち寄生を受けている 114 個体においては, MCV で約 82%, MCH で約 90%, MCHC で約 88% の個体が正常値の範囲内にあった.

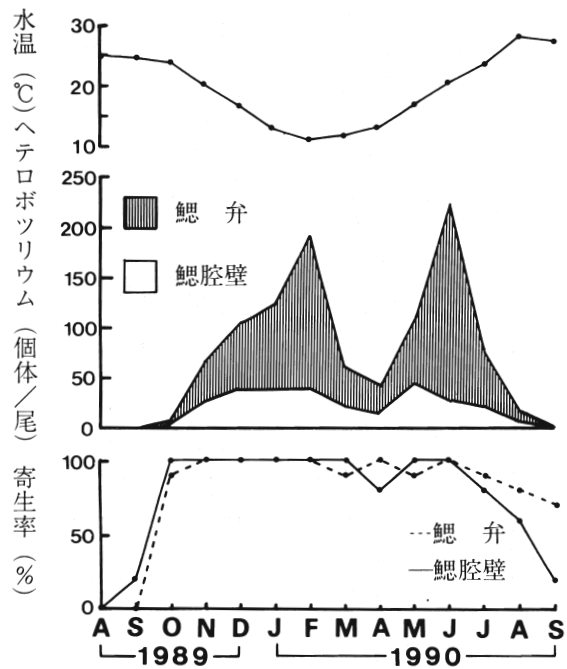


図2 1989年入荷群のヘテロボツリウム寄生数と寄生率.

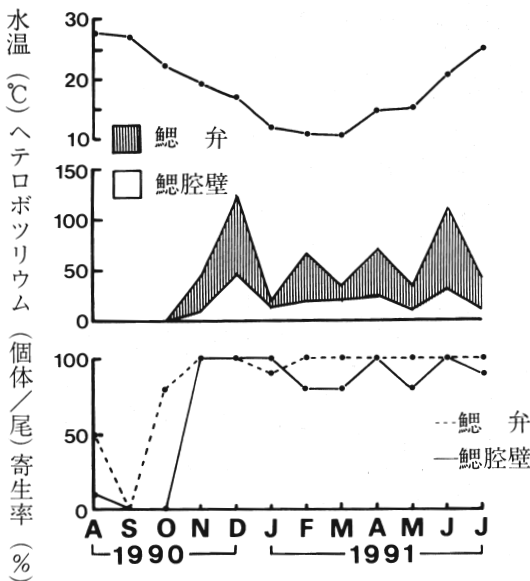


図3 1990年入荷群のヘテロボツリウム寄生数と寄生率.

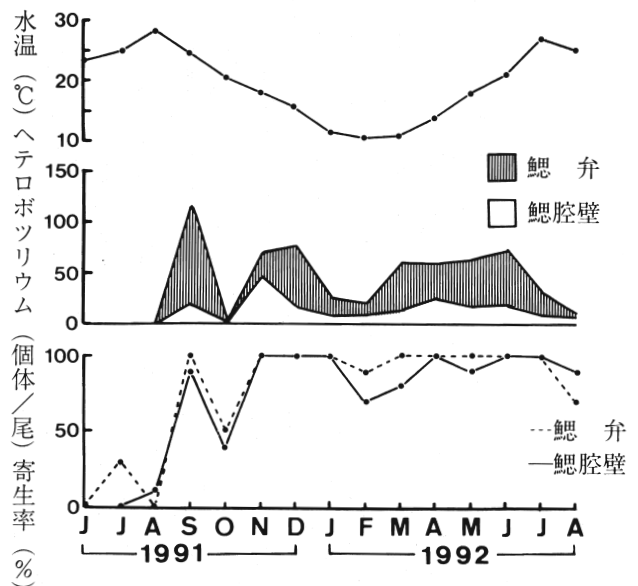


図4 1991年入荷群のヘテロボツリウム寄生数と寄生率.

表1 1989年入荷群の測定結果

調査日	'89/8/2	9/7	10/5	11/7	12/6	90/1/8	2/9	3/7	4/10	5/9	6/8	7/2	8/1	9/5
体長 (mm)	平均 80~119	150.0 143~160	176.4 158~192	205.6 196~227	209.1 167~228	210.1 195~226	210.9 197~225	214.6 193~228	195.8 174~223	214.4 190~232	209.8 198~220	227.3 215~249	227.1 210~255	248.0 233~260
体重 (g)	平均 24~57	41.5 87~143	208.8 136~260	313.6 268~416	306.1 148~347	292.8 222~356	293.1 250~356	336.6 230~408	242.0 166~300	324.8 230~386	298.4 229~393	396.1 310~508	387.0 320~490	464.5 386~525
寄生 数	平均 0	0.2 0~1	3.0 1~6	26.9 12~47	39.9 25~98	40.4 12~62	40.1 11~97	23.4 2~55	17.3 0~51	44.9 11~236	27.7 5~103	22.1 9~90	7.4 0~39	0.5 0~4
	平均 0	0	5.7 0~13	38.5 9~67	65.2 23~116	83.7 11~298	153.8 22~542	37.9 0~104	26.5 7~124	66.6 0~250	196.0 1~645	54.1 0~273	10.9 0~36	2.4 0~8

表2 1990年入荷群の測定結果

調査日	'90/8/1	9/5	10/9	11/14	12/11	'91/1/10	2/12	3/13	4/16	5/9	6/7	7/24	
体長 (mm)	平均 86~110	95.2 86~110	141.4 127~160	159.6 148~177	186.7 172~210	202.1 177~232	198.0 185~218	210.7 204~218	195.0 175~212	201.9 178~214	205.2 178~217	199.9 190~211	213.7 188~229
体重 (g)	平均 20~48	34.9 20~48	107.8 74~129	164.8 138~202	287.8 201~346	336.8 210~446	306.0 273~377	358.4 278~434	255.2 161~329	289.4 195~344	332.3 274~403	303.6 235~368	364.0 295~467
寄生 数	平均 0.1	0	0	10.4 1~16	46.2 4~136	14.2 4~34	20.3 0~50	21.0 0~57	25.7 3~85	12.0 0~30	33.5 8~66	11.2 0~37	
	平均 0.6	0	2.3 0~5	36.1 13~68	79.2 2~274	6.3 0~19	47.9 2~129	14.0 3~44	46.7 12~121	24.1 1~66	79.9 4~204	30.9 6~84	

表3 1991年入荷群の測定結果

調査日	91/7/24	8/22	9/27	10/22	11/18	12/16	92/1/23	2/24	3/23	4/24	5/26	6/25	7/27	8/20
体長 (mm)	平均	81.6	129.1	164.1	178.4	192.4	193.3	199.9	205.6	208.7	201.3	215.8	226.6	239.6
	範囲	72~107	102~141	153~175	165~200	180~208	165~212	182~220	171~226	180~231	189~234	181~216	202~239	209~250
体重 (g)	平均	20.8	79.8	144.3	206.7	245.9	277.5	321.1	282.7	341.3	276.4	327.0	367.0	488.0
	範囲	14~43	72~107	128~178	170~261	182~321	149~343	173~420	180~393	195~361	244~562	188~396	254~371	275~442
奇形胚 数	平均	0	0	20.5	0.4	46.2	16.8	8.2	8.7	13.7	17.4	18.7	9.2	7.4
	範囲	0	0	0~58	0~1	21~75	2~42	1~38	0~26	0~26	0~49	5~41	1~18	0~20
鰓弁 数	平均	0.3	0	96.1	1.1	24.9	61.3	18.2	12.5	48.2	47.7	55.2	22.8	4.0
	範囲	0~1	0	37~169	0~4	7~62	1~135	3~49	0~40	1~157	1~200	8~262	1~47	0~19
ハマトクリット値 (%)	平均	37.7	38.8	31.8	34.3	20.2	25.8	29.3	32.0	20.2	21.9	28.7	37.7	35.6
	範囲	*	34.9~45.5	16.8~42.7	31.0~37.4	11.0~28.5	7.0~33.8	22.5~38.3	13.7~45.2	6.8~32.8	13.8~30.0	6.3~30.0	21.3~38.0	29.3~44.8
ヘモグロビン 濃度(g/dl)	平均	6.8	7.6	3.9	5.3	3.7	4.7	6.2	6.2	4.0	3.4	5.1	6.5	6.7
	範囲	*	6.5~9.1	1.4~5.3	4.8~6.0	1.3~5.4	0.5~7.1	4.1~8.6	2.1~8.0	1.6~7.4	1.9~6.1	0.03~5.6	3.5~6.3	5.0~7.9
赤血球数 (万個/mm ³)	平均	295	309	214	255	203	238	243	276	189	164	260	297	277
	範囲	*	259~345	159~256	230~317	110~394	57~333	176~296	160~378	119~325	158~285	16~242	221~317	242~358

* 魚体が小さかったため、10個体の血液を混合して測定した。

考 察

今回は供試したトラフグを単一業者の同一網生簀から入手することができなかつたため、寄生状況の経月変化と年変化については相対的な検討にとどめたい。3回にわたる入荷群の結果から、トラフグ種苗が入荷した時点ではヘテロボツリウムの寄生はみられないと判断された。しかし、養殖場に搬入された後の9～10月頃から寄生を受けるようになり、翌年の5～6月頃まで比較的多い寄生数を維持し、その後は水温の上昇に伴って寄生数は減少するという傾向が明らかとなった。このため、毎年新たなトラフグ種苗が養殖場へ搬入されても、前年の種苗から寄生が伝播することによって、養殖場の中で本虫の生活環が分断されることなく続いていると考えられた。冬期の出荷時まで寄生数が0になることはないが、前述した養殖開始後2年目の夏期から秋期にみられる寄生数の減少原因は水温によるものか、安永ら(1988)の指摘する宿主のある種の免疫によるものかは判然としていない。

1989年入荷群の養殖期間を通じた寄生数を1990年および1991年入荷群と比べると、鰓腔壁の寄生数には大きな差がみられなかったが、鰓弁の寄生数は非常に多かった。本幼虫は鰓弁に寄生し、成長に伴って成虫は鰓腔壁に移動することが知られていることから(安永ら 1988)、幼虫の発生量が多くても鰓腔壁に生息できる成虫の個体数に限界があるのかもしれない。

ヘテロボツリウムは、吸血により宿主のトラフグに被害を与えるといわれているが(小川 1983)、今回の調査においても寄生数の多い個体ではRBC, Ht, Hbともに低い値を示し、貧血を起していることが明らかになった。そして、このようなトラフグのほとんどがRBC, Ht, Hbとも低下しているにも関わらず、赤血球恒数は正常値の範囲にある正赤血球性正色素性の貧血であった。正赤血球性正色素性貧血は失血などにより引き起こされることから、トラフグの貧血の原因はヘテロボツリウムによる吸血であることが裏付けられた。

トラフグの血液検査に関する報告は少なく、安永ら(1985)は健康な2群(1群あたり60尾)の養殖トラフグ1才魚(体重 433 ± 90 および 686 ± 86 g)の血液について、RBCは 289 ± 58 および $310 \pm 51 \times 10^4$ cells/mm³, Htは 28.6 ± 3.7 および $28.7 \pm 3.8\%$, Hbは 6.6 ± 0.9 および 6.7 ± 0.9 g/dlと報告している。結果で述べたように、今回の調査で血液検査を行ったトラフグのうち、本虫の寄生を受けていなかったのは10尾のみであり、すべて0才魚であった。この10尾を健康魚と仮定し、安永らの結果と比較すると、Htにおいて今回の方が高い傾向がみられた。この差が魚の年令などによるものかどうかは今回のサンプル数が少ないこともあり、今後の検討を要する。

トラフグは水温8℃以下になると正常な状態を維持できなくなり、4℃で仮死状態、3℃で斃死するといわれている(高井ら 1959)。本県では、冬期の表面水温が8℃くらいまで低下する場合があり、この期間は生簀網が目詰まりを起こしても、低水温期のストレスを防ぐために網替えが行い難い。低水温期はトラフグの代謝が低下するばかりでなく、ヘテロボツリウムの活動が盛期となるため、魚体に大きなダメージを与えていると思われた。これによるトラフグの斃死は翌年の5～6月にみられることが多く、夏期に瀬戸内海の養殖トラフグに発生した本虫と同一と考えられる寄生虫の被害とほぼ一致する(岡本 1963)。

現在、ホルマリン浴を除くと、本虫の有効な駆除法が確立されていないため（松崎 1989）、当水産試験場では低密度飼育や早期網替え等による海水交換の促進と、ビタミン剤や鉄分を強化した餌料の投与を指導して被害の減少に努めている。今後は、有効な駆虫法の模索ばかりでなく、本虫の産卵生態や感染機構に関する基礎的な研究が必要である。

文 献

- 松崎雅之（1989） 養殖トラフグのヘテロボツリウム症. 昭和62年度福井県水産試験場事業報告書, 101-119.
- 小川和夫（1983） トラフグのヘテロボツリウム症. 江草周三編 魚病学 [感染症・寄生虫病編]. 初版, 恒星社厚生閣, 東京, 284-286.
- 岡本 亮（1963） 瀬戸内海におけるフグの吸虫被害について. 水産増殖, 臨時号, 3, 17-27.
- 高井 徹・溝上昭男・松井 魁（1959） 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. 農水講研報, 8, 91-99.
- 安永統男・長谷川義信・井上 潔・塚原淳一郎（1988） 養殖トラフグの寄生虫症に関する研究. 昭和62年度魚病対策技術開発研究成果報告書, 26-27.
- 安永統男・井上 潔・安元 進・平川榮一・塚原淳一郎（1985） 新しい養殖魚種の病害に関する研究-I トラフグの病害に関する研究-I. 昭和59年度魚病対策技術開発研究成果報告書, 2-15.

[質疑応答]

- 藤井（日水研） ①ヘテロボツリウムに寄生されたトラフグは、貧血以外にどのようなダメージを受けるのか. ②トラフグ以外にもヘテロボツリウムは寄生するのか.
- 山田（福井水試） ①貧血以外には寄生部分の傷口からの細菌の2次的な感染や、鰓組織の壊死などが主たるダメージだと思われる. ②一般に単生虫は宿主特異性が高く、今回紹介したヘテロボツリウムもトラフグのみに寄生する. ただし、同属別種のヘテロボツリウムが存在し、トラフグ以外のフグ類に寄生することがある.
- 宮崎（富山栽セ） ヘテロボツリウム寄生をうけたトラフグで、重症となった場合、ヘマトクリット値（Ht）はどの程度低下するのか.
- 山田 正常Htは約30%であるが、重症では10%程度となることもある.