

マツカワの体表に寄生したトリコジナ類の駆虫方法 - II 淡水浴によるトリコジナ駆虫効果とマツカワ稚魚の淡水耐性

萱場隆昭*, 松田泰平*, 杉本 卓*

Parasitocidal treatment against the fish-pathogenic protozoan *Trichodina* sp., an ectoparasite on the body surfaces of cultured barfin flounder, *Verasper moseri*. - II
Parasitocidal effects of fresh water on *Trichodina* sp. and the tolerance of juvenile barfin flounder to freshwater exposure.

Takaaki KAYABA*, Taihei MATSUDA* and Takashi SUGIMOTO*

Short-term incubation of *Trichodina*-harbouring epidermal mucous secretions from barfin flounder in fresh water for over 30 minutes was previously shown to be effective for killing of this protozoan ectoparasite. In the present study, the *in situ* parasitocidal effects of freshwater baths on *Trichodina* sp. were further investigated. Infected barfin flounder were bathed in fresh water for different durations, i.e., 0 (control), 15 and 30 min, and the parasite density on the body surface was monitored until 28 days after bathing. In groups exposed to freshwater for 15 min and over, parasite densities decreased to near-zero the following day, whereas high parasite loads were seen in control groups throughout the experimental term. In the group bathed in fresh water for only 15 min, the parasite density increased gradually from 14 days post-exposure. The density eventually reached a very similar value to that observed before bathing, because a few parasites could survive the freshwater bathing regime. In contrast, in the group bathed in fresh water for 30 min, the parasite density remained at 0 % even by 28 days after exposure, and re-establishment of *Trichodina* sp. never occurred. These results show that freshwater exposure should last for at least 30 minutes to ensure that all *Trichodina* sp. on the body surface are killed, which coincides with previous culture experiments. Such treatment was further shown to not affect the survival of juvenile barfin flounder when experimentally reared in fresh water for 6 hours, although mortality linearly increased beyond that duration. These results thus prove that freshwater baths for 30 min of duration, sufficient to eliminate on *Trichodina* sp., is not harmful to barfin flounder. Therefore, the use of freshwater baths for 30 min is an effective and clean method for preventing cultured barfin flounder from *Trichodina* sp. infection.

キーワード：マツカワ, トリコジナ, 淡水浴, 淡水耐性

はじめに

種苗生産技術の発展によってマツカワ *Verasper moseri* 人工種苗の安定供給が可能となり、現在、道内各地で放流種苗の中間育成や海中養殖が盛んに実施されている^{1,2)}。一方、マツカワ稚魚および成魚の飼育過程において、原虫類繊毛虫門のトリコジナ *Trichodina* 属による寄生被

害が頻繁に報告されている³⁾。従来、トリコジナ類の駆虫方法として、ホルマリンによる薬浴が行われてきた。しかし、近年、薬事法の改正によって未承認医薬品である本剤を飼育魚へ使用することが全面禁止となり、使用できるトリコジナ駆虫剤がないのが現状である⁴⁾。そのため、今後、効果的であり、且つ、環境面や食品衛生面

報文番号 A411 (2007年2月16日受理)

* 北海道立栽培水産試験場 (Hokkaido Mariculture Fisheries Experiment Station, Muroran, Hokkaido 051-0013, Japan),
e-mail: kayabat@fishexp.pref.hokkaido.jp

でも安全な駆虫方法を早急に開発する必要がある。前報にて、著者らはトリコジナの寄生を受けたマツカワの体表粘液を簡易的に培養し、短期間（約8時間程度）であれば粘液中に寄生したトリコジナを培養環境下でも生存させることができることを証明した。さらに、この実験系を用いてトリコジナの駆虫条件を調べた結果、水道水に30分間浸漬することによりトリコジナを完全に殺虫できることを明らかにした。そのため、今後、培養実験で明らかとなった条件にしたがってマツカワの淡水浴を試し、その駆虫効果を検証する必要がある。

生物が生命活動を維持する上で、体内環境を一定の生理範囲内に保つことは不可欠であり、体液中のイオン濃度や浸透圧は内部環境を規定する極めて重要な因子である。体液浸透圧より高張な環境下で生活する海産魚は、海水を飲んで腸から水分のみを積極的に吸収し、同時に鰓や腎臓を介して能動的にイオンを排出することにより体内浸透圧を保持している⁹⁾。こうした生理機構を持つ海産魚が淡水環境で適応できないのは当然であり、淡水下へ移した場合、多大なダメージを受けることは容易に想像できる。そのため、淡水浴によって寄生虫の駆除を試みる場合、淡水浸漬が寄生虫に及ぼす影響のみならず、対象魚の淡水耐性能についてもよく知る必要がある。

そこで本研究では、まずトリコジナの寄生を受けたマツカワを用いて淡水浴を実施し、その駆虫効果について詳細に調べた。さらに、マツカワの淡水耐性能について調べ、マツカワの生理機能の面から適切な淡水浴条件を判断した。併せて、得られた知見に基づいて効率的な淡水浴作業システムを考案し、その有効性を検証した。

材料及び方法

1. 供試魚

実験には北海道立栽培漁業総合センターで種苗生産し、親魚として養成したマツカワ人工養成魚（満0歳および1歳）を用いた。淡水浴実験には、8 t FRP水槽で飼育していた1歳魚450尾（平均全長32.4cm体重464.6g）を使用した。2004年9月、この飼育群から20尾を無作為に取り上げて体表を鏡検したところ、体表5 mm四方内における寄生数は100~297虫体であり、全個体トリコジナの寄生を受けていることがわかった。また、マツカワの淡水耐性に関する実験には、同年4月に人工授精を行い4 t FRP水槽で12月まで養成した0歳魚（平均全長13.4cm）を使用した。養成水温は、供試魚が全長3 cmを超えるまでの間は14℃とし、その後実験開始までは地先汲み上げ海水の水温とした。また、週6日間市販の配合飼料を飽食になるまで給餌した。

2. 淡水浴によるトリコジナ駆虫効果の検証

淡水浴によるトリコジナ駆虫効果について調べた。トリコジナの寄生が確認されたマツカワ1歳魚群から9尾（全長30.5~35.0cm）を無作為に選出した。それらの鰓蓋に体外標識を装着して個体識別できるようにした後（Fish 1~9）、前報と同様の方法で体表粘液片（粘液、表皮、鱗などを含む）を採取し、実験開始前における寄生状況を把握した。Fish 1~3においては、水温16℃に設定した水道水に30分間浸漬して淡水浴を施した（淡水浴30分区）。一方、Fish 4~6においては、前区と同様の方法で淡水浴を行ったが、水道水への浸漬時間は15分間とより短く設定した（淡水浴15分区）。また、Fish 7~9においては、対照区とするため、ろ過海水が入った100 l水槽に移し30分間浸漬した。水道水、またはろ過海水へ浸漬中は純酸素を通気し、酸欠が生じないように留意した。いずれの区も浸漬処理後は、ろ過海水を通水した0.5 t水槽に収容し28日間飼育した。浸漬処理の15分後、30分後、1日後、7日後、14日後、22日後および28日後に全実験魚から体表粘液片を採取し、トリコジナの形態を観察するとともに、体表5 mm四方内に観察されるトリコジナ虫体数（以下、トリコジナ寄生数と称す）を求めた。さらに観察したトリコジナのうち繊毛運動が認められた虫体の比率（運動虫体率）を算出した。

3. マツカワ稚魚の淡水耐性能

淡水環境下におけるマツカワ稚魚の生存能力を調べるため、24時間の淡水飼育実験を行った。マツカワ0歳魚（全長14.5~21.0cm）を50尾ずつろ過海水または水道水（水温16℃）が入った200 l水槽に収容して24時間飼育した（それぞれ2水槽ずつ設定）。実験期間中、通水は行わなかったが、エアコンプレッサーによる空気と純酸素を連続的に通気し、さらに6時間おきに飼育水50%分を交換した。実験開始後、供試魚の遊泳行動を観察するとともに、5分後、15分後、60分後、3時間後、6時間後、12時間後、18時間後そして24時間後に死亡魚を計数して生残率の変化を調べた。

また、淡水浴が各器官の形態や生理的性状に及ぼす影響を調べるため、水道水、または海水に浸漬した0歳魚を5尾ずつ定期的にサンプリングし、ヘマトクリット値を比較するとともに、組織変化を観察した。尾部静脈からシリンジで採血した後、毛細管法によりヘマトクリット値を測定した。さらに皮膚、鰓、腎臓および腸を摘出してブアン氏液で固定し、常法にしたがってパラフィン切片を作成した。ヘマトキシリン・エオシン染色を施し、組織構造の変化を観察した。

4. 淡水浴によるトリコジナ駆虫実証試験

中間育成や養殖が行われている飼育現場でトリコジナの駆虫を行う場合、より多くの魚を迅速に処理できる作業システムが必要である。そこで、これまでの実験で明らかとなった駆虫条件に基づいて効率よく淡水浴を実施できる作業フローを考案し、その有効性を検証した。実験にはマツカワ1歳魚450尾を用い、人員3人で作業を行った。まず、感染魚15~20尾をたも網で取り上げ (Fig.1a,b), 水道水を溜めた100ℓコンテナ型水槽 (第1淡水浸漬槽) に移し15分間浸漬した (Fig.1c,d)。その後、第1淡水浸漬槽から魚を取り上げて別の100ℓコンテナ型水槽 (第2淡水浸漬槽) へ移し、さらに15分間淡水浴を行った (Fig.1e,f)。淡水浴中は純酸素を連続的に通気し、併せて淡水浴によって発生した粘液片や泡をソフトネットで随時除去した (Fig.1g,h)。また浸漬する水道水

の汚濁 (海水の混入等) を防ぐため、約30~40尾分の駆虫が終了した時点で浸漬槽内の水道水を交換した。合計30分間の淡水浴が完了した後は、供試魚を取り上げ、ろ過海水を通水した駆虫済み水槽へ収容した (Fig.1i)。今回は第1および第2淡水浸漬槽を2組用意して並行して作業を実施し、全個体の駆虫が終了するまで上記の作業を繰り返した。作業完了後、駆虫の可否を確認するとともに、供試魚へのダメージ (外部形態の変化、活力低下の有無など) や全作業時間を把握した。

5. 統計学的解析

統計学的手法によって培養開始前後間の単位面積当たりのトリコジナ寄生数および運動虫体率の差を検定した。前者の有意差判定に際しては一元配置分散分析 (ANOVA) を行った後、Tukey法により多重比較を実施



Fig. 1 Photographs of freshwater-immersed barfin flounder infected with *Trichodina* sp. a: barfin flounder infected with *Trichodina* sp., b: infected fish with *Trichodina* sp. were caught for fresh water immersion, c,d: infected fish placed in fresh water, and bathed for 15 minutes, e,f: infected fish were transferred to a second tank and in fresh water bathed for an additional 15 minutes, g: oxygen was provided during bathing treatment, h: mucous secretions were constantly removed from the body surface with a net, i: fish was removed from bathing tank to a clean rearing tank after bathing treatment.

した(ただし, 等分散と認められないデータの場合には Kruskal-Wallis検定で処理)。また, 比率データである後者に関しては, 山田・北田⁶⁾の方法に従って逆正弦変換し, 等分散性を確認した後にTukey法により多重比較を実施した。

結 果

1. 淡水浴によるトリコジナ駆虫効果の検証

水道水に浸漬した状況(最長30分)でのマツカワ1歳魚の行動を観察した。どの個体も浸漬直後は激しく動き回ったが, すぐに落ち着き, 静かに鰓蓋を動かしながら着定した。淡水浸漬から約5分経過すると, 体表から粘

Table 1 Effects of fresh water baths on the density of *Trichodina* sp. (in 5x5 mm skin surface) on the body surface of barfin flounder.

Tested fish	Days after bathing treatment							
	0 min (Initial)	15 min	30 min	1 day	7 day	14 day	22 day	28 day
Bathing in sea water for 30 minutes (Control)								
Fish.1	114	119	169	150	83	77	159	115
Fish.2	111	67	60	82	141	107	178	67
Fish.3	72	29	119	115	86	120	142	124
Average	99.0	71.7	116.0	115.8	103.3	101.2	160.3	116.2
Bathing in fresh water for 15 minutes								
Fish.4	168	15	2	1	2	6	25	135
Fish.5	167	9	4	2	2	3	48	133
Fish.6	197	41	15	1	1	2	24	64
Average	177.3	21.7 *	7.0 *	1.2 *	1.6 *	3.9 *	32.2 *	110.4
Bathing in fresh water for 30 minutes								
Fish.7	38	1	1	0	0	0	0	0
Fish.8	100	0	1	1	0	0	0	0
Fish.9	144	14	5	0	0	0	0	0
Average	94.0	5.0 *	2.3 *	0.1 *	0.0 *	0.0 *	0.0 *	0.0 *

* indicates significant difference to initial value (P<0.05)

Table 2 Effects of fresh water baths on vitality of *Trichodina* sp. parasitizing on the body surface of barfin flounder.

Tested fish	Days after bathing treatment							
	0 min (Initial)	15 min	30 min	1 day	7 day	14 day	22 day	28 day
Bathing in sea water for 30 minute (Control)								
Fish.1	79.8	95.0	98.8	94.8	92.9	98.1	98.3	98.9
Fish.2	82.0	95.5	98.3	91.3	89.5	95.5	96.7	99.0
Fish.3	79.2	96.6	93.3	95.3	86.8	98.4	97.5	98.0
Average	80.3	95.7	96.8	93.8	89.7	97.3	97.5	98.6
Bathing in fresh water for 15 minute								
Fish.4	100.0	6.7	13.1	66.7	100.0	100.0	96.5	98.5
Fish.5	84.4	0.0	8.8	38.9	88.9	93.3	96.5	97.6
Fish.6	93.6	7.3	16.5	33.3	66.7	88.9	100.0	93.8
Average	92.7	4.6 *	12.8 *	46.2 *	85.2	94.1	97.7	96.6
Bathing in fresh water for 30 minute								
Fish.7	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Fish.8	98.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Fish.9	97.2	7.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Average	98.4	2.3 *	0.0 *	0.0 *	0.0 *	0.0 *	0.0 *	0.0 *

* indicates significant difference to initial value (P<0.05)

液片が徐々に剥がれ、それらは水面上に浮いた。粘液片をネットですくい検鏡したところ、これらの中にはトリコジナが多数観察された。淡水浴終了後に供試魚を海水中に戻したところ、全個体活発に遊泳し、30分間の淡水浴では活力低下やへい死は認められなかった。

Fig.2およびTable 1に単位面積あたりのトリコジナ寄生数の変化を示した。淡水浴を行わなかった対照区の場合、

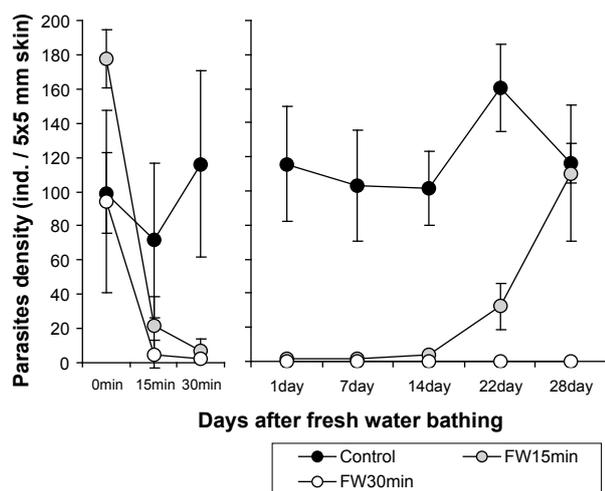


Fig. 2 Changes in the density of *Trichodina* sp. (ind./ in 5x5 mm skin) on the body surface of barfin flounder after exposure to fresh water for different durations. Control: fish bathed in filtered sea water for 30 minutes, FW30min: fish bathed in fresh water for 30 minutes, FW15min: fish bathed in fresh water for 15 minutes. Each bar indicates standard deviation.

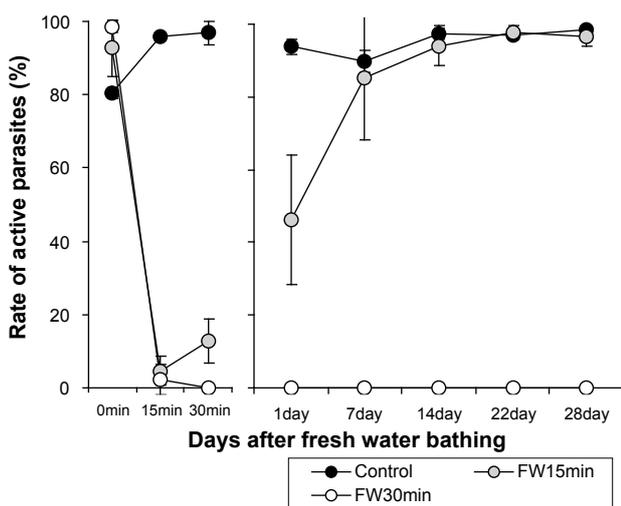


Fig. 3 Relative abundance of active parasites on the body surface of barfin flounder bathed in fresh water for different durations. Control: fish bathed in filtered sea water for 30 minutes, FW30min: fish bathed in fresh water for 30 minutes, FW15min: fish bathed in fresh water for 15 minutes. Each bar indicates standard deviation.

合、平均寄生数は71.7~160.3虫体と、実験期間を通して高いままであった。これに対し、淡水浴を行った実験区(淡水浴30分区および淡水浴15分区)では、いずれも淡水浸漬後、トリコジナ寄生数が急激に減少した。淡水浴30分区の場合、寄生数は浸漬30分後に0となり、また、淡水浴から約1ヵ月経過した時点においても体表上にトリコジナは全く観察されなかった。一方、淡水浴15分区においては、淡水浴の翌日、寄生数が2虫体以下とごくわずかにまで低下したが、2週間経過した頃から徐々に増加し始め、28日後には実験開始前とほぼ同レベルにまで達した(64~135虫体)。これらの運動虫体率を調べたところ、淡水浴30分区では、淡水浴によってトリコジナの運動が完全に停止し、その後も回復することはなかった。これに対し、淡水浴15分区では、トリコジナ寄生数は大幅に減ったものの、残存しているトリコジナの中には活発に運動しているものが多く、運動虫体率は実験期間を通して高かった(Fig.3およびTable 2)。

2. マツカワ稚魚の淡水耐性

Fig.4に淡水飼育実験におけるマツカワ0歳魚の生残率の変化を示した。淡水に浸漬した直後、実験魚は激しく泳ぎ回ったが、すぐに落ち着いて着底した。浸漬3時間後までの間、稚魚の活力は高く、振動などの外部刺激に対して鋭敏な反応を示した。しかし、6時間後になると、活力が低下した個体が増加し、中には死亡するものも認められた。死亡数は、その後直線的に増加し、生残率は12時間後で約50%、18時間後で約30~40%となり、24時間後に生き残った個体はほとんどいなかった。

Fig.5に淡水飼育環境下におけるマツカワのヘマトクリット値の変化を示した。実験期間中、対照区のヘマトクリット値はやや変動したものの、29.2~40.1%の範囲

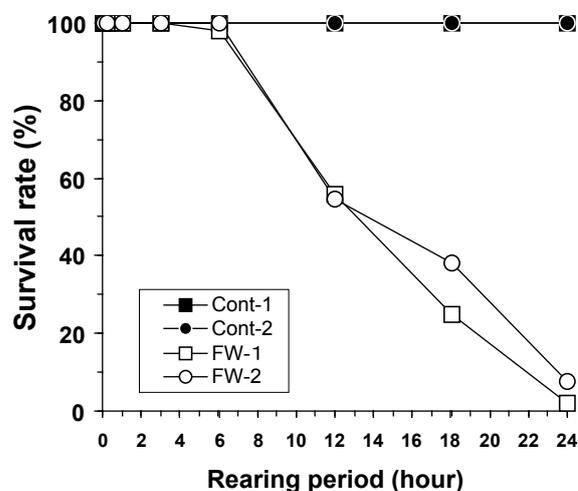


Fig. 4 Survival rate of juvenile barfin flounder under rearing conditions with varying salinities

を推移していた。一方、淡水飼育区においては、淡水浸漬後、ヘマトクリット値が徐々に増加する傾向がみられ、浸漬30分以後は40%をこえ、対照区を大きく上回った。また、実験魚の活力が低下する6時間以後、採取した血液を遠心分離したところ、採血した全個体において溶血

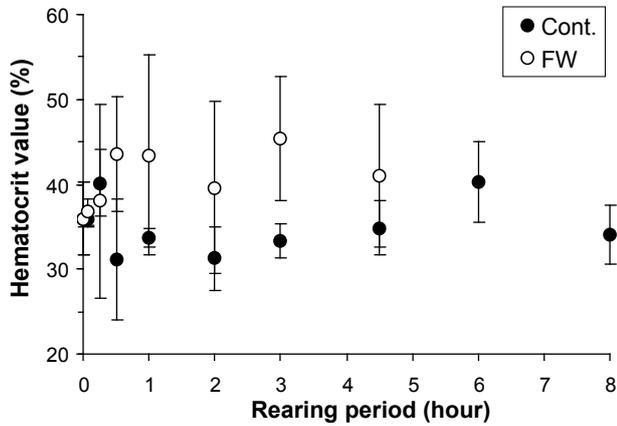


Fig. 5 Changes in hematocrit values of juvenile barfin flounder under rearing conditions with varying salinities

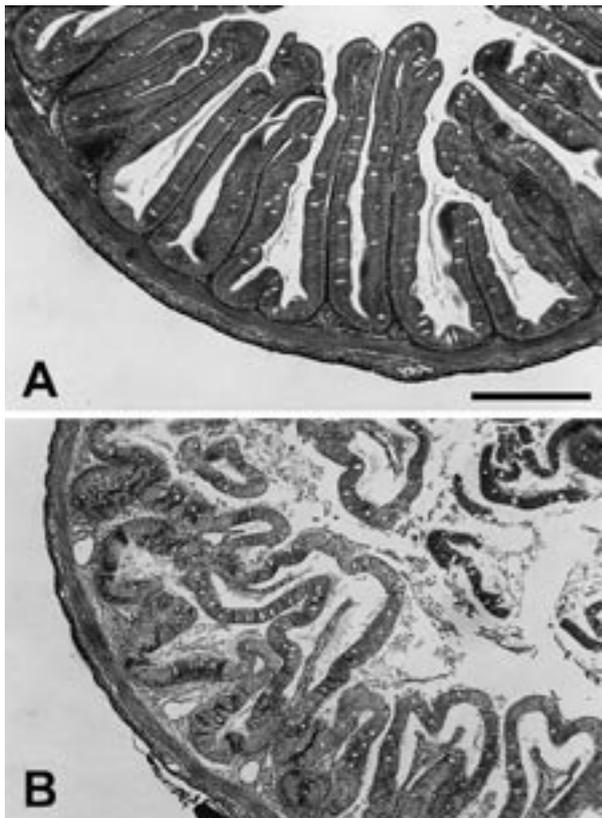


Fig. 6 Histological observations of intestine from juvenile barfin flounder under rearing conditions with varying salinities.
 A: intestine from juvenile barfin flounder reared in sea water for 18 hours (Control).
 B: intestine from juvenile barfin flounder reared in fresh water for 18 hours. Bar = 300 μm

し、ヘマトクリット値を求めることができなかった。

皮膚、鰓、腎臓および腸について淡水浸漬前後の組織構造を比較した。その結果、皮膚、鰓および腎臓に関しては実験期間を通して形態上の変化は認められなかった。一方、腸においては淡水浸漬時間が長くなるにつれて腸管粘膜の上皮細胞と固有層との剥離が顕著になった。活力が著しく低下した18時間後、淡水飼育区のほぼ全ての個体では腸管粘膜の破損が認められた (Fig.6)。

3. 淡水浴によるトリコジナ駆虫実証試験

Table 3にマツカワ1歳魚450尾に実施した淡水浴でのトリコジナ駆虫結果を示した。淡水浴実施前における単位面積当たりの寄生数は205.0虫体であったが、淡水浴を行った翌日は0.2虫体となり、ほぼ完全に駆虫することができた。さらに1週間および3週間後に再度検査したが、トリコジナの寄生は全く認められず、再感染は起きていなかった。全作業に要した時間は、作業準備も含め約4時間であった。駆虫作業によって死亡した個体はほとんどなく(淡水浴後1週間以内に死亡した個体は2尾)、供試魚の活力は良好であったが、中には鱭の先端部が網ずれによってうっ血した個体も認められた。

Table 3 Parasiticidal effects of freshwater baths on *Trichodina* sp. parasitizing on cultured barfin flounder.

Days after bathing in Fresh water for 30 minute	No. of parasites on the skin surface (5x5mm ²)	Rate of active parasites (%)
Before bathing in fresh water (Initial)	205.0±113.3	92.3±3.7
1 day	0.2±0.4	0.0
7 day	0.0	0.0
21 day	0.0	0.0

考 察

トリコジナの寄生を受けたマツカワに15分間、または30分間淡水浴を施し、駆虫効果とその後の寄生状況を比較した。その結果、淡水浴を30分間実施した場合、完全に駆虫することができ、淡水浴から28日経過した時点でも再感染は認められなかった。一方、淡水浴を15分間とした場合、処理後ごく低レベル(1~2虫体/体表5×5mm)まで駆虫できたが、14日後から徐々に増殖し再感染が生じた。これらの結果は、マツカワに寄生するトリコジナに対して淡水浴は有効であるが、その効果は浸漬時間と密接に関わることを示している。前報の培養実験で、トリコジナを淡水に浸漬すると膨張し30分の浸漬によって破裂すること、また、破裂前に海水下に移すと再び運動を開始することが明らかになっている。今回の結果はトリコジナの淡水耐性能を明確に再現しており、

15分間の淡水浴では完全に殺虫するには至らず、回復したわずかな虫体が増殖源となって再感染を引き起こしたと考えられる。従って、トリコジナを駆虫し、且つ、再感染を防ぐためには、確実に殺虫して増殖源を絶つことが必須条件である。30分間（以上）の淡水浴が最適な方法だといえよう。

また、本実験で供試魚を淡水中に浸漬したところ、体表から粘液片が剥離し、それらは水面に浮上した。この粘液片を顕鏡したところ、中には多数のトリコジナが認められた。一般に魚類の体表粘液は、遊泳時の摩擦や物理的損傷を緩和する効果がある他、付着した微生物の洗浄、電解質の通過制御（浸透圧調節）など様々な役割を有する⁷⁾。マツカワも体表や鰓表面を粘液で覆うことで外部寄生生物の攻撃から身を守る。一方、海産魚であるマツカワを淡水に浸漬した場合、その刺激によって新たな粘液が分泌され、同時に、これまで体表を覆っていた古い粘液はトリコジナごと体から剥離する。即ち、淡水浴はトリコジナに対して直接的な殺虫効果があるとともに、粘液層の再生を促し寄生虫を体表から除去する効果（体表の洗浄効果）も有すると推察される。そのため、淡水浴を行う場合、再感染が生じないように浮上した粘液片を随時ネット等で除去することが重要であり、駆虫後に収容する水槽内にはできるだけ混入しないように留意する必要がある。

24時間の淡水飼育実験を行い、マツカワの淡水耐性能について調べた。その結果、本種0歳魚の場合、約3時間程度であれば淡水下でも生理的恒常性を保つことができるが、より長期になると耐性の限界をこえ死亡することが明らかになった。現在のところ、淡水に浸漬するとどのような生理障害が生じるのかは証明できない。供試魚のヘマトクリット値を継続的に調べたところ、淡水飼育個体は対照群に比べてヘマトクリット値が高かった。また興味深いことに、活力が著しく低下する6時間後、血液は採取できたものの遠心分離を行うと全個体の血液サンプルが溶血し、血球と血清成分と分離することができなかった。現段階でこの現象を説明できないが、少なくとも長時間、淡水で飼育したことによって血液の質的性状（血球内浸透圧やイオンバランス等）に何らかの変化が生じたことが示唆される。また、各器官の構造変化を組織学的に調べたところ、18時間以上淡水で飼育した個体では腸粘膜の崩壊像が認められた。一般に、体液よりも高張な環境下で生息する海産魚は、浸透圧保持のため、海水を飲んで腸から水分のみを積極的に吸収し、同時に鰓や腎臓を介して能動的にイオンを排出する⁵⁾。一方、浸透圧バランスが正反対である淡水中では、イレギュラーな作用を連続的に強いられるため腸組織が崩壊し、

結果として体液浸透圧を保持できなくなったのかもしれない。淡水浸漬がマツカワの生理機構に及ぼす影響については今後、より詳しく調べる必要がある。

一方、本実験において、マツカワを淡水に浸漬しても約3時間程度であれば活力は低下せず、死に至ることは無いことが確認できた。前述したように、マツカワに寄生したトリコジナを確実に殺虫するには最低30分間の淡水浴が必要である。今回提唱した方法（30分間の淡水浸漬）はマツカワが生理的恒常性を保てる範囲内であり、駆虫効果、そしてマツカワの淡水耐性力の両面から判断しても適切な駆虫方法といえよう。

これまでの実験から淡水浴によってトリコジナを駆虫するポイントとして、①水道水を使用し、水道水は随時交換すること（殺虫効果の維持）、②最低30分間水道水に浸漬すること（完全な殺虫）、③水面に剥離した粘液片を随時ネットで除去し、処理後の水槽に混入させないように心掛けること（再感染の防止）、④ハンドリングや水交換など作業を円滑に進めること（ストレスの軽減）が重要と考えられた。そこで、これらの条件を満たし、効率よく淡水浴を実施できる作業フローを考案してその有効性を検証した。トリコジナが寄生しているマツカワ1歳魚450尾に淡水浴を施した結果、完全に駆虫することができ、淡水浴から3週間経過した時点においても再感染は認められなかった。駆虫作業によって死亡した個体もなかったことから、今回、提唱した手法は効果的、且つ、安全に駆虫できる方法として有効性が高いといえる。全作業に要した時間は準備も含めて約4時間であったが、今後、作業人数や工程を工夫することによって、さらに効率よく駆虫可能となるだろう。また、改良すべき点として、今回の被験魚の中には鱭の先端部がうっ血した個体もみられた。前述したように、淡水浴を行った場合、これまで体を保護してきた古い粘液層が剥離する。そのため、淡水浴の直後、被験魚は物理的衝撃に対して脆弱な状態にあると推察される。今回、材質が堅く、網目が粗い（10mm）網で魚の取り上げや移動を行ったため、網ずれが生じたと考えられるが、一方、こうした外傷は細菌感染などの二次災害に繋がる危険性がある。そのため、柔らかいネットでハンドリングを行う等、今後も技術改良が必要であろう。

以上の結果、マツカワに寄生したトリコジナを効果的に、且つ、安全に駆虫できる方法として、淡水浴の有効性が明らかになった。本手法は水道水を浸漬溶媒とすることから、従来のホルマリン薬浴と違い安全であり、また実際の飼育現場でも簡便に実用できる点で有用である。また、本研究を通して、本種は淡水下でも比較的長時間生理的な恒常性を保持できることが明らかになっ

た。その反面、淡水浴は粘液の剥離が伴うため高頻度で施行することは好ましくないことも示唆された。魚類に寄生するトリコジナ類に関しては未だ知見が乏しいが、他魚種では、飼育環境を整えて魚の抗病性を高めると、トリコジナの寄生を受けても増殖には至らないことが指摘されている⁸⁻¹²⁾。従って、マツカワのトリコジナ寄生に対する適切な対応手段として、“飼育魚にストレスを与えない適正な環境を整備し、自己免疫を高めること”と、“寄生状況を定期的にモニターし、大量増殖が生じた際には淡水浴を行って駆虫すること”が重要といえよう。

要 約

前報の培養実験において、人工養成マツカワに寄生被害を及ぼす原虫トリコジナ類に対する有効な殺虫方法(30分以上淡水に浸漬すること)が明らかとなった。そこで、本研究では淡水浴によるトリコジナ駆虫効果を実験的に確認するとともに、マツカワの淡水耐性について調べた。

1. トリコジナに感染したマツカワ1歳魚に淡水浴を施し、淡水浴後の寄生状況を経時的に調べた。その結果、15分間淡水浴を行った場合、寄生数は一時的に減少したものの、2週間後、再び著しく増加した。一方、淡水浴を30分間行った場合、淡水浴から4週間経過しても寄生数はゼロのままであり、完全に駆虫することができた。
2. マツカワの淡水耐性を把握するため、当歳魚を24時間淡水中で飼育し、生残率および生理機能の変化を調べた。その結果、本種の稚魚は、約3時間程度であれば淡水中でも生理的な恒常性を保つことができ、生存可能であることがわかった。
3. ホルマリン浴に替わる効果的、且つ、安全なトリコジナ駆虫方法として、30分間の淡水浴が適切と考えられた。

謝 辞

本研究を進めるにあたり、数々の有益なご助言をいただいた北海道立中央水産試験場魚類防疫科 西原豊研究員に深く感謝します。また、本稿の英文を校閲していただくとともに、有意義なご助言をいただいたNew Zealand Otago大学M. Lokman博士に感謝申し上げます。

文 献

- 1) 萱場隆昭：“北海道におけるマツカワ種苗生産研究”. 北海道におけるマツカワ栽培漁業研究の現状. 北海道立水産試験場技術資料. 5, 4-35 (2005).
- 2) 森立成：“北海道におけるマツカワ養殖研究”. 北海道におけるマツカワ栽培漁業研究の現状. 北海道立水産試験場技術資料. 5, 36-39 (2005).
- 3) 三浦宏紀：“北海道におけるマツカワ病理研究”. 北海道におけるマツカワ栽培漁業研究の現状. 北海道立水産試験場技術資料. 5, 40-42 (2005).
- 4) 農林水産省消費・安全局衛生管理課：“水産用医薬品の使用について 第18報”. 養殖業者の皆様へ. 2004, 1-20.
- 5) 金子豊二：“第11章 浸透圧調節・回遊”. 魚類生理学の基礎 (会田勝美編), 東京, 恒星社厚生閣, 2002, 215-232.
- 6) 山田作太郎, 北田修一：“分散分析”, 生物資源統計学. 東京, 成山堂, 2003, 93-121.
- 7) 飯田貴次：“第2章 魚類の生体防御”. 魚病学概論(室賀清邦, 江草周三編), 東京, 恒星社厚生閣, 1996, 9-20.
- 8) Urawa, S.: *Tricodina truttae* Mueller, 1937 (Ciliophora: Peritrichida) on juvenile chum salmon (*Oncorhynchus keta*): pathogenicity and host-parasite interactions. *Fish Pathol.*, 27, 29-37 (1992).
- 9) 井上潔：“ヒラメ・トリコジナ症”. 魚病図鑑 (畑井喜司雄, 小川和夫, 広瀬一美編), 東京, 緑書房, 1988, 68.
- 10) 塩満捷夫：“トラフグ・トリコジナ症”. 魚病図鑑 (畑井喜司雄, 小川和夫, 広瀬一美編), 東京, 緑書房, 1988, 75.
- 11) 小川和夫：“第V章 原虫症 5. トリコジナ症”. 魚介類の感染症・寄生虫病 (若林久嗣, 室賀清邦編), 東京, 恒星社厚生閣, 2004, 303-304
- 12) Urawa, S.: The pathobiology of ectoparasitic protozoans on hatchery-reared pacific salmon. *Sci.Rep.Hokkaido Salmon Hatchery*, 50, 1-99 (1996).
- 1) 萱場隆昭：“北海道におけるマツカワ種苗生産研究”. 北海道におけるマツカワ栽培漁業研究の現状. 北海道