

サツキマス等の早期馴致技法開発について

堀田敏弘・秋田もなみ・岡本佳乃・鈴木大進^{※1}・加藤麗奈^{※1}・川北浩久^{※1}・河野敏夫

(^{※1} 高知県工業技術センター)

要旨

スモルト化前のアマゴ稚魚やニジマス稚魚を対象に海水馴致を試みた。馴致方法は株式会社ヒワサキの馴致技法を小型稚魚用に改良した方法を採用した。馴致終了後の生残率はアマゴ稚魚の場合 88% から 91% で、対照区と遜色ない結果であった。馴致期間中に使用した淡水の量は、生残したアマゴ稚魚 1 尾当たり 0.12m³ から 0.43m³ で対照区の 1/10 から 1/3 以下に削減することができた。同様にニジマス稚魚では馴致終了後の生残率は 99%、期間中に使用した淡水の量は 1 尾当たり 0.22m³ であった。

1. はじめに

サツキマス(*Oncorhynchus masou ishikawae*)は、西南日本の河川上流部に生息するサケ目サケ科タイヘイヨウサケ属の魚で、降海型はサツキマス、陸封型はアマゴと呼ばれる¹⁾。

降海型は生後 1 年目の秋にパーマークと呼ばれる小判型の斑紋が消えて体色が銀色になり（スモルト化）、川から海に降りて翌春に遡上するまで沿岸で生活し、全長約 40cm に成長する²⁾。

高知県内産サツキマスは市場流通がほとんどないが、県外では一般的なサーモン・トラウト類と比べて美味とされ、珍重される。

海洋深層水ビジネスの新たな展開の一つとして冷水性魚介類の陸上養殖が挙げられる。海洋深層水を利用してサツキマスの陸上養殖を図る場合に、アマゴを生残率の高い方法で海水に馴致させることが必要である。アマゴを海水に馴致させる方法として、株式会社ヒワサキが通常サイズ（魚体重 68g）のアマゴで馴致に成功した海水濃度を徐々に増加させる馴致技法がある³⁾。海水馴致に使う魚体のサイズが大きいと、魚の輸送手段や馴致終了までに必要な水槽や淡水の量が大きな規模になってくる。本試験では株式会社ヒワサキの馴致技法に改良を加え、小型のアマゴ稚魚やニジマス稚魚に応用できるか試みた。また、馴致終了までに必要な淡水の量が魚体重によって差が出るか検証した。

2. 実験方法

2.1 供試魚

供試魚としてアマゴとニジマスを使用した。

アマゴは魚体重 1g、3g、10g サイズ（試験区）、50g（対照区）をそれぞれ試験に使用した。試験区 1g サイズと 3g サイズのアマゴは、高知県内産由来の魚を当研究所内で海水馴致して親魚まで飼育した魚から採卵し、飼育した種苗を使用した。試験区 10g サイズと対照区のアマゴは高知県内の養鱒業者が飼育した種苗を深層水研究所に移送して使用した。ただし 10g サイズと対照区で産地は異なる。

また、ニジマスは高知県外の由来で、高知県室戸市にある海洋深層水共同研究センターで海水馴致して飼育した魚を親魚に、当研究所内で採卵し供試サイズ（魚体重 2.6g）まで飼育した種苗を使用した。

2.2 海水馴致条件

それぞれの魚種や魚体重で海水馴致に使用した機材は表 1 のとおり。

飼育水として、淡水は上水を ADVAVTEC 社製糸巻きフィルター（孔径 5μm）でろ過後、同社製活性炭フィルターで脱塩素して使用した。馴致期間中の淡水使用量は水道用水量計を使用して計測した。なお、10g サイズ、対照区、ニジマスでは上水の温度がアマゴの海水飼育における上限温度

表1. 馴致試験で使用した魚のサイズ及び水槽

魚種・サイズ	アマゴ(サツキマス)				ニジマス
	1gサイズ	3gサイズ	10gサイズ	対照区	2gサイズ
平均魚体重(g)	1.0	2.9	11 ^{*1}	48 ^{*1}	2.6
開始尾数	107	775	128	90	100
収容水槽	0.1tパンライト	1t角形FRP	0.5t円形PE ^{*2}	2t円形FRP	0.1tパンライト ^{*3}
収容密度(kg/t)	1.2	2.2	2.9	2.2	2.9
開始時の注水量(L/min)	0.5	3.0	2.0 ^{*4}	7.0 ^{*4}	0.5 ^{*4}
給餌回数(回/日) ^{*5}	5	4	3	3	5

*1: 馴致開始時前後で斃死した魚の平均体重

*2: 深層水をためた1t円形PE水槽内に設置(掛け流し)

*3: 外周の約3/4を目合い2.1mmのトリカルネットで遮光

*4: 海洋深層水で冷却した上水を使用

*5: 月曜から金曜。土曜日はその約1/2

18℃⁴⁾を超えていたので、海洋深層水を使用してプレート熱交換器で冷却した。海水はろ過海洋深層水を使用した。淡水、海水いずれも単位時間当たりの流量はフローチェッカー又はメスシリンダーを用いて計測し、呼び径 13 用のボールバルブで調整した。

酸素の供給方法としてブローの通気をアマゴの試験区とニジマス稚魚は長さ 56cm のフレキシブルエアストーン 1 本、対照区では長さ 15cm のエアストーン 3 個をそれぞれ使用した。

馴致期間中は水温、溶存酸素濃度を適宜計測し、魚の生存に支障が無い事を確認した。

アンモニア態窒素濃度は(株)共立理化学研究所製 PACK TEST を用いて適宜計測し、濃度が 0.3mg/L に接近または越えた場合は飼育水の入れ替え、注水量の増量で対応した。

塩分濃度は(株)カスタム社製 IWC-6SD 塩分計を用いて適宜計測し、淡水や深層水の注水量をそれぞれ調整して計画した塩分濃度から大きく外れないよう試みた。

更に馴致期間中の水温と塩分は Onset 社製データロガー(U24-002-C)で馴致開始から終了まで毎時記録した。

馴致期間中、計画塩分がスモルト化アマゴにおいて浸透圧調節の障害が生じやすいとされる濃度 80%⁴⁾を越えた後は、魚の遊泳や摂餌状況に注意しながら塩分濃度を調整していった。

また、期間中に塩分不適応が原因と思われる魚の遊泳異常や摂餌不振が見られた場合や、斃死魚

が増えた場合は塩分濃度を一時的に下げるなどして対応した。

注水が海水 100%になった後、1 週間飼育魚の様子を観察して馴致終了とした。

2.3 給餌条件

給餌は市販の海産仔稚魚用の配合飼料を 1 日 3 ～5 回(月曜から金曜)、ライトリッツの給餌率表を参考に飽食となるよう与えた。なお土曜又は日曜日に給餌した場合の給餌回数は上記の半日分の 2 ～3 回であった。

3. 結果

それぞれの魚種や魚体重の馴致試験結果を表 2 に示す。

アマゴ各サイズの馴致期間中の塩分濃度(計画値、測定値)の推移を図 1 から図 4 に、水温と塩分濃度の測定値の推移を図 5 から図 8 に、塩分濃度測定値と生残率の推移を図 9 から図 12 にそれぞれ示す。なお、1g 稚魚は馴致開始 12 日目に塩分濃度が急上昇した結果、魚が不調になったので馴致期間を当初の計画より延長した。塩分濃度がコントロールを外れた原因として、上水や深層水の流量(送水圧力)が安定していなかった事が考えられる。

ニジマス馴致期間中の塩分濃度(計画値、測定値)の推移を図 13 に、水温と塩分濃度の測定値の推移を図 14 に、塩分濃度測定値と生残率の推移を図 15 にそれぞれ示す。ニジマス稚魚も馴致期間中

に塩分濃度の急変(36 日目:塩分濃度 80%台から70%弱に低下)、飼育水温の上昇による摂餌不良が発生(17℃台、25 日目、36 日目)したことがあり、馴致期間を当初の計画より延長した。

なお、馴致期間中の斃死魚で、塩分不適応や共食

い以外の原因が考えられた魚は、アマゴ対照区で馴致開始 11 日目と 12 日目にせっそう病の症状を示す個体が各 1 尾出現しただけであった。

表2. 早期馴致・通常馴致試験結果

魚種・サイズ		アマゴ(サツキマス)				ニジマス
		1gサイズ	3gサイズ	10gサイズ	対照区	2gサイズ
海水馴致	開始日	3/2/20	3/12/21	6/24/19	11/7/19	5/24/20
	終了日	5/17/20	4/26/21	7/29/19	12/16/19	7/27/20
	日数	76	45	35	39	64
尾数	開始時(尾)	107	776	128	90	100
	終了時(尾)	80	704	113	88	99
馴致成功率(%、終了時)		74.8	90.7	88.3	97.8	99.0
使用水量(m ³ /生残個体数)		0.21	0.12	0.43	1.50	0.22

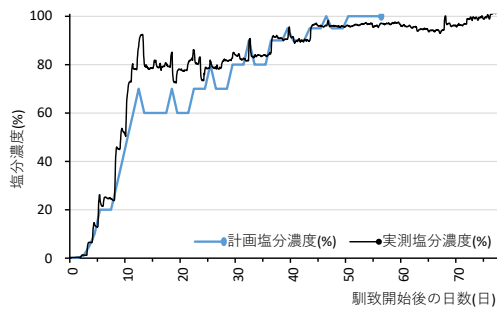


図1 馴致期間中の塩分推移 (1g)

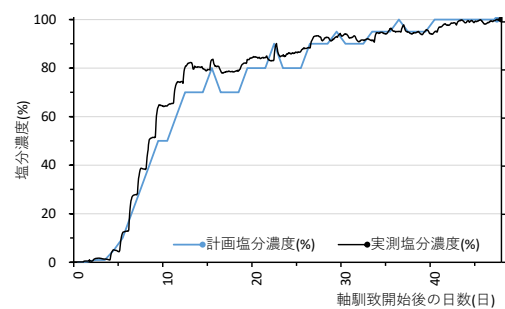


図2 馴致期間中の塩分推移 (3g)

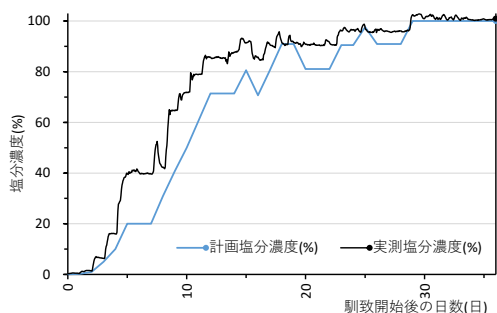


図3 馴致期間中の塩分推移 (10g)

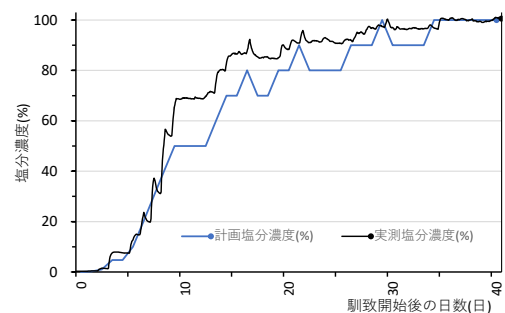


図4 馴致期間中の塩分推移 (対象区)

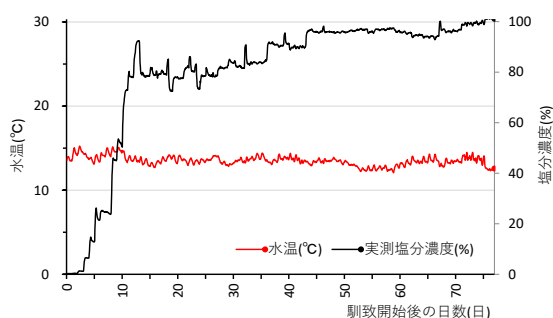


図5 馴致期間中の水温、塩分推移 (1g)

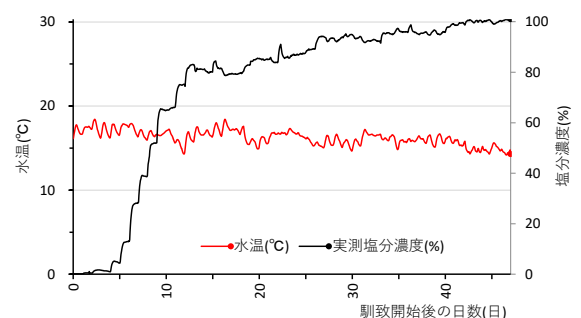


図6 馴致期間中の水温、塩分推移 (3g)

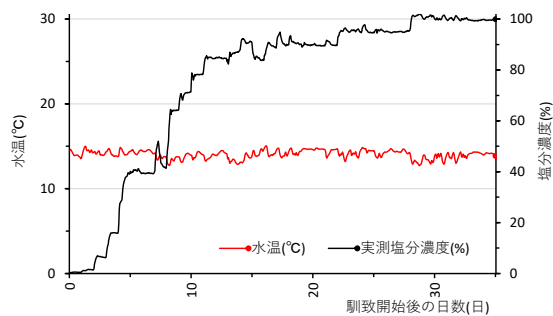


図 7 馴致期間中の水温、塩分推移 (10g)

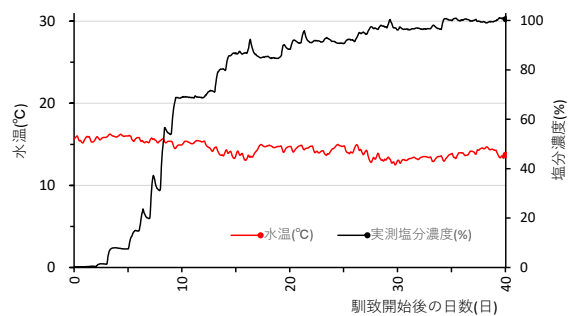


図 8 馴致期間中の水温、塩分推移 (対象区)

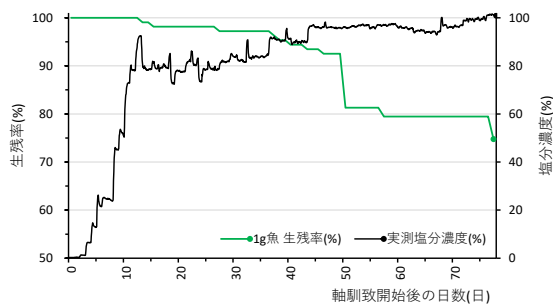


図 9 馴致期間中の生存率、塩分推移 (1g)

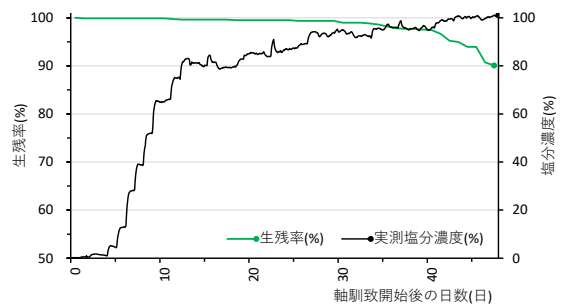


図 10 馴致期間中の生存率、塩分推移 (3g)



図 11 馴致期間中の生存率、塩分推移 (10g)

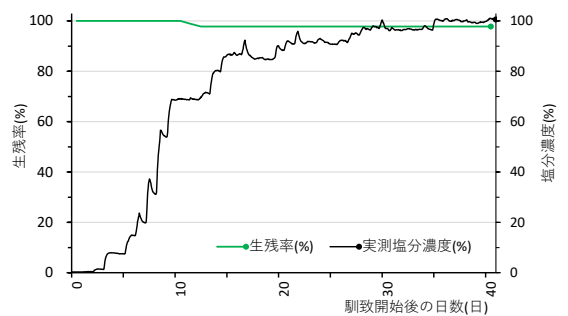


図 12 馴致期間中の生存率、塩分推移 (対象区)

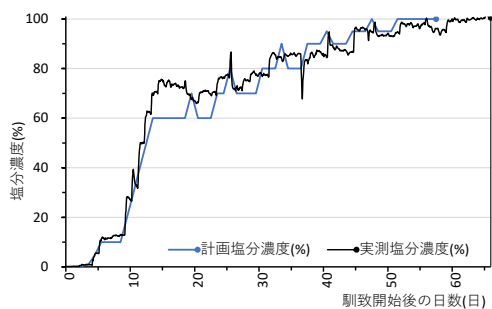


図 13 馴致期間中の塩分推移 (ニジマス)

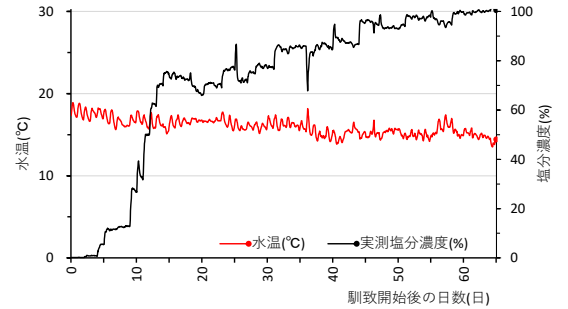


図 14 馴致期間中水温、塩分推移 (ニジマス)



図 15 馴致期間中の生存率、塩分推移 (ニジマス)

4 考察

本試験ではアマゴがスモルト化する前のパーマークがある状態で海水馴致を試み、いずれのサイズでも海水馴致に成功した。馴致終了後の生残率は対照区が 98%に対して、試験区の生残率は魚体重 1g の稚魚で 75%、3g で 91%、10g で 88%であった。ニジマス稚魚では馴致終了後の生残率が 99%であった。これらのことから、スモルト化以前の魚体重 1g クラスの稚魚であっても、徐々に海水濃度を高めてやれば高い生残率で海水環境に順応できる事を示している。

自然界のアマゴは、ふ化後 1 年目の秋にスモルト化した個体群が河川から汽水域を経て海に降り、サツキマスとなる。海野ら(2001)の調査では、サツキマス耳石中の Ca/Sr 比の推移から、スモルト化したアマゴ個体群が汽水域で淡水から海水に順応する期間は約 1 か月とされる⁵⁾。本試験で海水馴致を実施した魚体重 1g クラスの稚魚でも、塩分濃度が計画通りに調整できれば自然界のスモルト化したアマゴと余り変わらない馴致期間で海水環境に順応できる可能性があった。

海水馴致開始から終了までに要した上水の量は、対照区が生残魚 1 尾当たり 1.50m³であった。それに対して試験区は魚体重 1g の稚魚で 1 尾当たり 0.21m³、3g で 0.12m³、10g で 0.43m³となり、対照区と比べて魚体が小さいと少量の淡水(上水)で馴致できる結果となった。

同様にニジマス稚魚では 1 尾当たり 0.22m³の上水で馴致できる結果となった。

海洋深層水を取水している室戸岬東岸の地形は海中だけでなく陸上部分も急峻で、魚類養殖が可能な規模で採水できる河川がなく、湧水の情報もない。さらに自然界のアマゴが降海する秋から冬にかけては降水量が少ない時期と重なっており(図 16)、魚類養殖が可能な規模で上水を利用するのは淡水資源量とコストの両面で困難である。

魚体の小さい時期に海水馴致を行えば淡水資源量の問題を回避できるだけでなく、通常期より半年以上長く海水中で飼育することにより魚体の大型化が期待できる。また海水馴致後に使う海洋深

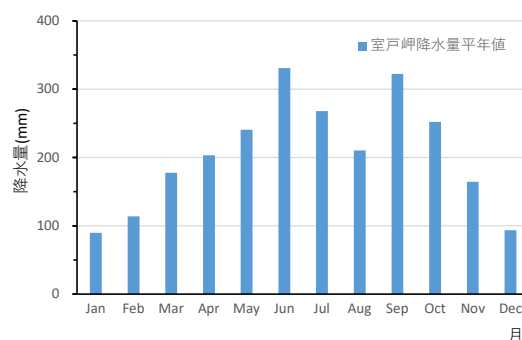


図 16 室戸岬の降水量平均値 (気象庁より)

層水は常に低温なので、表層水と違って夏期でもアマゴの海水飼育における上限温度を越えることがない。

謝辞

本試験当時、サツキマスの陸上養殖について共同研究を行った株式会社ヒワサキの溝渕基浩氏、酒井敦巳氏、竹中二三氏、赤穂化成株式会社の中川光司氏、森本博俊氏、川島一之氏、金枝栄寿氏、谷口雅治氏、竹中二三氏、津野理玖氏にはサツキマス飼育に関する情報提供などの支援をしていただきました。ここに本紙面を借りて篤くお礼申し上げます。

参考文献

- 1) 中坊徹次編 日本産魚類検索 東海大学出版；p261、1993
- 2) 落合 明・田中 克 新版魚類学(下) 恒星社厚生閣；pp440-444,1986
- 3) 酒井敦巳ら 室戸海洋深層水を利用したサツキマスの養殖ビジネス 海洋深層水利用学会羅臼大会口頭発表, 2017
- 4) 上松和夫・荒木育生・紀有文・本荘鉄夫. アマゴの海水飼育について 水産増殖 21 (3)；pp100-104,1973
- 5) 海野徹也・清家 暁・大竹二雄・西山文隆・柴田恭宏・中川平介. 耳石微量元素分析による広島県太田川サツキマスの回遊履歴の推定 日本水産学会誌, 67(4),pp647-657,2001