

マツカワの漁港内における海面養殖技術開発試験事業

中山 凌

目 的

マツカワ養殖を県内に広く普及するため、これまでの陸上養殖技術を応用し海面における養殖技術を開発するとともに、種苗コストの低減を目的とした養殖に特化した種苗を作出する。加えて、近年の高水温によるマツカワへい死の事案を受けて、高水温環境下でも海面養殖が可能な技術・方策を開発する。本年は夏季高水温の回避および種苗の大型化によるその後の高成長を目指して、温度管理が容易な種苗生産施設で越冬させることによる大型種苗の作出を図る。

材料と方法

1. 高水温対策を伴う海面養殖技術開発：大型種苗の作出

(1) 種苗生産・中間育成①

2024年3月に、所内で養成していたマツカワ親魚（3齢以上個体）を用いて人工授精を複数回行い、合計で約13.5万粒の受精卵を得た。そこから得られたふ化仔魚推定3.7万尾（ふ化率27.4%）を用いて種苗生産を行った。得られた種苗について、従来より長期間の中間育成を行うことで大型種苗を作出した。なお、人工授精およびふ化後の種苗生産方法については鈴木ら^{1, 2)}に従った。また夜間給餌については91日齢からの開始とし、照明点灯時刻を18時から翌日0時半までとした。またその間の自動給餌器の設定は18時開始で以降2時間おきに翌日0時まで、日間給餌量が魚体重の1.5%となるようにした。

(2) 中間育成②

作出された種苗について、10t円形水槽2基を用いてそれぞれ約850尾（低密度群）および約1,650尾（高密度群）の異なる密度群で中間育成を実施した。給餌方法は自動給餌器を用いて毎日午前6時から2時間ごとに7-10回、日間給餌量が魚体重の約1%となるように給餌を実施した。配合餌料はフィード・ワン社のアンブローズシリーズを用い、成長に応じて餌径を適宜大きくした。

作出した種苗の成長特性の把握および海面における成長確認のために、211日齢時点で低密度群を主体としてそれぞれ500尾ずつ（尾数確保のために一部高密度群由来の個体を導入）を竜飛地区および佐井村地区に搬送し、それぞれ飼育試験を実施した。佐井村地区においては搬送後陸上水槽に収容して約1か月飼育した後、海面生簀へと沖出しを行い、海面での成長を確認した。実際に各地区で養殖が行われることを想定して、給餌頻度および時刻はそれぞれの試験地区の飼育担当に委ねたが、原則として摂餌が確認される限りは飽食給餌とした。

2. 養殖環境モニタリング調査

佐井村地区において、海面での養殖を見込んで実際にマツカワを養成している海面生簀付近の底質および水質環境について、およそ3か月に1度の頻度で調査を行った。海面生簀よりグラブ式採泥器を用いて底質を採取した。また、採泥に併せてバンドーン採水器を用いて採水を実施した。得られた泥は全硫化物、強熱減量、COD（化学的酸素要求量）および粒度組成を、水についてはpHと栄養塩（窒素・リン・ケイ素）について値を求めた。

結果と考察

1. 高水温対策を伴う海面養殖技術開発：大型種苗の作出

(1) 種苗生産・中間育成①

種苗生産の結果、アルテミアの最終給餌（取り上げ日）である約 50 日齢時点で種苗 9.9 千尾が作出された（生残率 26.8%）。これらを用いて中間育成を行ったところ、102 日齢で平均全長 55.2mm、平均体重 2.6g の種苗約 2.5 千尾が作出された（生残率 25.3%）（参考：2022 年産魚_97 日齢で 7.6g²⁾；2023 年産魚_102 日齢で 5.2g）。2023 年産魚に比べて重量が約半分となっているが、この原因の一端として夜間給餌における給餌頻度および日間給餌量の違いが考えられる。2023 年産魚の夜間給餌の条件は、18 時から 0 時までの照明点灯、18 時開始で以降 23 時まで 1 時間ごとの給餌とし、日間給餌量を体重の 5% と設定し、夜間給餌は 90 日齢（平均全長 48.3mm，平均体重 1.4 g）からの開始とした。この結果、102 日齢で平均全長 69.5mm 平均体重 5.2 g の種苗が作出された。ただし、夜間給餌開始直後から残餌が目立ち、これが水槽環境の悪化といった直接の要因に繋がったかは不明ではあるが、その後の飼育で不調に陥ったため、今年度は飼育環境を優先して給餌頻度および量を低下させた経緯があった。成長量を最大化させ、かつ飼育不調に陥らない給餌量については、今後の検証が求められる。

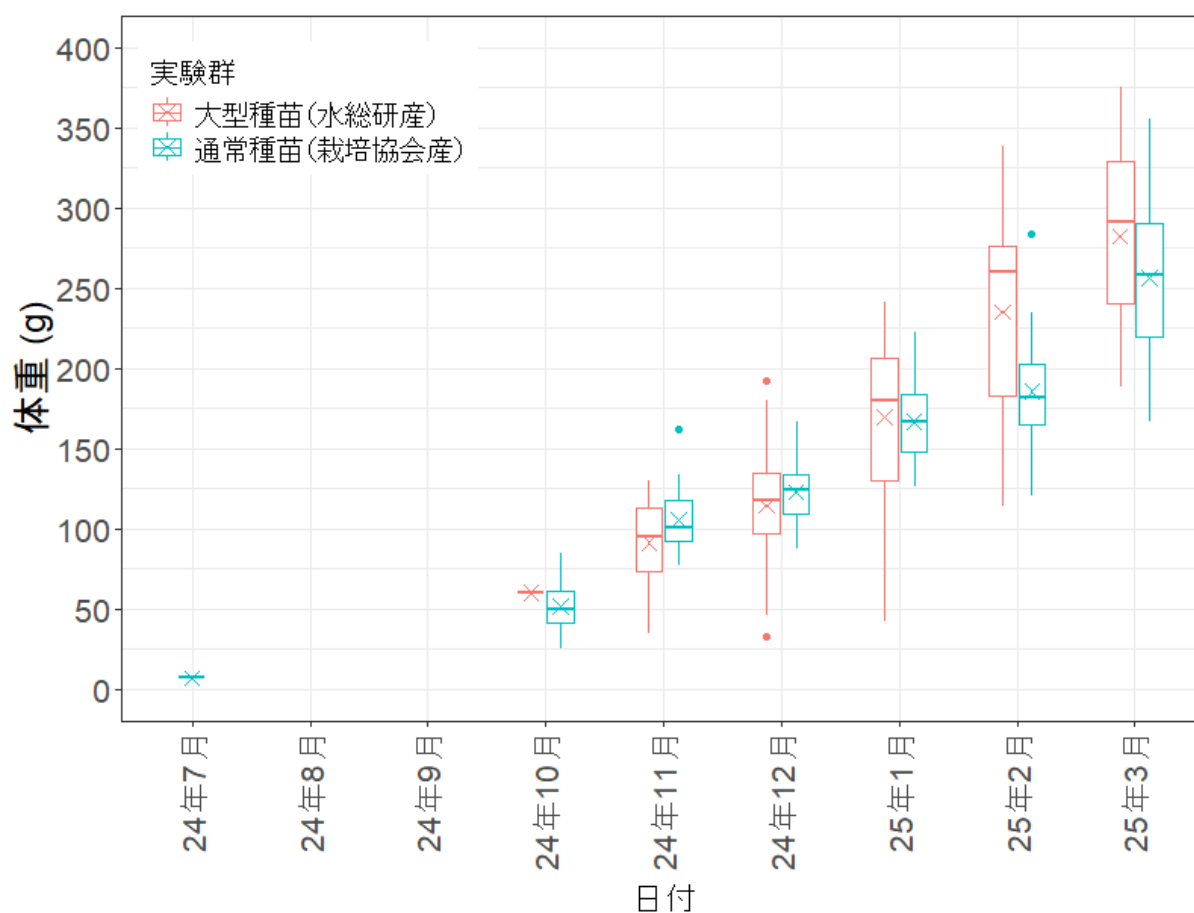


図 1. 竜飛地区における大型種苗（赤）および通常種苗（水色）の成長推移。箱ひげ図内の太線は中央値、バツ印は平均値を表す。

(2) 中間育成②

中間育成実施中、約180日齢時点（2024年9月11日）で高密度群において突如大量へい死が生じ、わずか数日間で推定1,000-1,200尾がへい死した。へい死直前の177日齢までは異変がなかったものの、178日齢時点でわずかなではあるが死亡個体が散見され、翌179日齢時点で突如として残餌が急増、その翌日に大量にへ

い死が確認された。へい死発生時点での水温は24.8℃であり、その前後数日間における急激な温度変化などはなかった。へい死の原因について、急激な一斉へい死と、生残した個体について成長は良くないもののその後も成長が確認されたこと、密度以外ほぼ同条件の低密度群が問題なく成育したことから、おそらく今回のへい死は過密による酸素不足などといった飼育環境の悪化に起因したものだと考えられる。高密度群の211日齢時点での平均体重は21.9gであった（生残率13.9%）。

他方、低密度群については順調に成長し、途中で分槽を挟みながら211日齢時点で平均体重59.8gにて取り上げた（生残率97.7%）。

取り上げた種苗については、成長特性の確認のために陸上養殖環境が整っている竜飛地区に、また海面生簀での成長度合を測るために海面生簀が設置されている佐井地区にそれぞれ同数（約500尾）ずつ搬出した。なお、2025年3月時点での大型種苗の成長状況として、成長特性の確認を目的として竜飛地区では、平均全長256mm、平均体重291g（図1：参考として、青森県栽培漁業振興協会で作出された同年産のマツカワ稚魚を竜飛地区にて従来通り育てた群における平均全長は255mm、平均体重は257g）、海面での成長確認を目的とした佐井村地区では、平均全長225mm、平均体重194gとなっていた（青森県栽培漁業振興協会で作出された同年産のマツカワ稚魚を佐井村地区にて従来通り育てた群における平均全長は208mm、平均体重は155gであった。ただし、本群については夏季のへい死以降、成長が例年に比べて低めに推移している点に留意する必要がある。また、栽培協会で冬期まで飼育を延長し、1月に佐井村地区の陸上水槽に収容した群における平均全長は238mm、平均体重は241gであった）。

結果より、海面での養殖は、竜飛地区での陸上飼育に比べてやや成長量は低いものの（体重ベースで約66.7%）、十分に飼育可能であることから、今後成長速度と越夏の可能性と高水温リスクを考慮しつつ、最適な養殖スケジュールの探索が求められる。

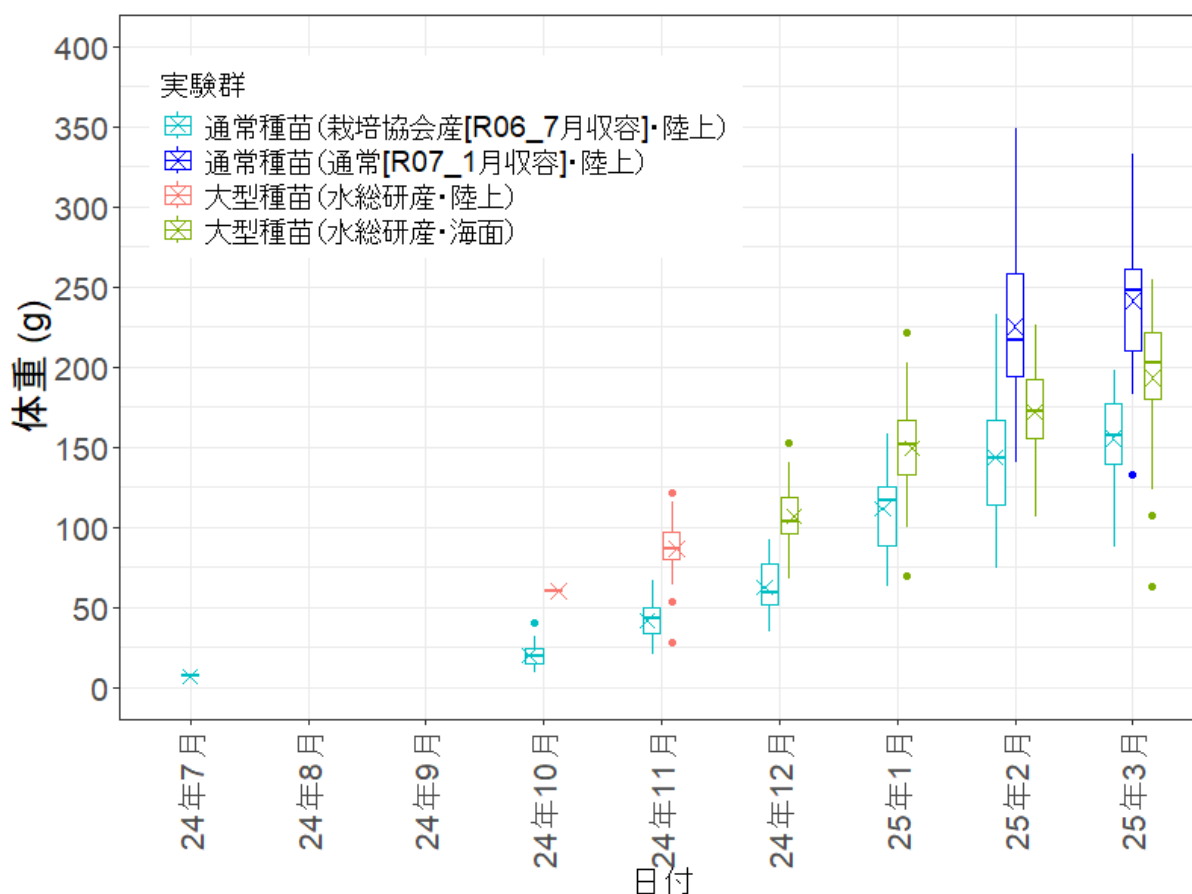


図 2. 佐井村地区における大型種苗（陸上期間：赤、海面移行後：緑）、通常種苗（水色）および冬季収容通常種苗（青）の成長推移。箱ひげ図内の太線は中央値、バツ印は平均値を表す。

2. 養殖環境モニタリング調査

春(5月)、夏(8月)、秋(11月)および冬(1月)に実施した環境調査の結果を表1に示す。季節ごとの結果について、春の全硫化物とCODおよび夏の全硫化物が、水産用水基準の0.2 mg/g乾泥(全硫化物)ならびに20 mg/g乾泥(COD)を超過していた(表1-1)。栄養塩の動態については陸奥湾全湾で見た場合の挙動と大きな違いはないものの³⁾、秋季のアンモニア態窒素(NH₄-N)の値がやや高いことと、底質環境が良くないため、今後アンモニアが増加する可能性も考えられる。このため、引き続き定期的なモニタリングが望まれる。

表 1-1. 佐井村における環境モニタリングの結果

採取日	底質								水質					
	全硫化物* (mg/g乾泥)	強熱減量* (%)	COD* (mg/g乾泥)	粒度組成(%)					pH	栄養塩(μmol/L)				
				～0.500	0.500～ 0.250	0.250～ 0.125	0.125～ 0.063	0.063～*		NO ₃ -N	NO ₂ -N	NH ₄ -N	PO ₄ -P	SiO ₂ -Si
2024/5/9	0.46	6.1	21.4	55.5	15.6	15.4	11.5	2.1	7.94	0.08	0.01	0.38	0.01	1.51
2024/8/20	0.41	5.2	18.3	62.1	13.7	12.8	9.5	1.9	8.08	0.07	0.01	0.35	0.06	8.41
2024/11/13	0.10	2.5	7.6	53.4	15.5	11.8	5.9	18.2	8.10	0.88	0.11	1.25	0.17	9.70
2025/1/21	0.11	5.2	11.7	54.6	17.6	15.5	10.6	1.8	7.97	2.41	0.10	0.73	0.20	9.07

赤字は水産用水基準値超え(表1-2参照)、*の項目は値が高いほど良くない結果であることを示す。

表 1-2. 環境モニタリングの測定項目詳細と水産用水基準

項目	水産用水基準	備考
pH	7.8～8.4	酸性化の指標
TS(全硫化物)	0.2mg/g乾泥以下	堆積物の有機汚染の指標
COD(化学的酸素要求量)	20mg/g乾泥以下	有機物量の指標
強熱減量	なし	有機物量の指標
粒度組成	なし	細かい粒子に有機物が多く含まれるため有機汚染の指標。 0.063以下の値=含泥率

文 献

- 1) 鈴木亮・村松里美・高田偲帆・伊藤文雄・伊藤竜太(2022) マツカワの養殖技術開発事業. 青森県産業技術センター水産総合研究所事業報告 2021年度, 336-353.
- 2) 鈴木亮・中山凌・伊藤文雄・伊藤竜太・松山誠(2023) マツカワの漁港内における海面養殖技術開発試験事業. 青森県産業技術センター水産総合研究所事業報告 2022年度, 365-372.
- 3) 扇田いずみ・長野晃輔・高坂祐樹・三浦太智(2026) 漁業公害調査指導事業. 青森県産業技術センター水産総合研究所事業報告 2024年度.

謝 辞

竜飛地区でのマツカワ飼育について、株式会社 LaLaKi の伊藤明菜社長および伊藤淳志氏においては飼育作業をご担当いただいた。佐井地区でのマツカワ飼育について、佐井村漁協の松山誠総務課長に飼育作業全般をご担当いただいた。また、佐井地区における定期測定ならびに環境調査のためのサンプリングについて、むつ水産事務所の加藤心技師(現:青森県水産振興課技師)にはご協力いただいた。改めてお礼申し上げる。