

循環飼育（陸上養殖）における採算性の検証について

水産技術総合センター 第二養殖生産チーム



閉鎖循環式陸上養殖研究棟



育成中のギンザケ

1

宮城県での陸上養殖の取り組み

- ✓環境変動対策のひとつとして安定した生産が見込める陸上養殖技術開発を進めるため、令和6年4月に閉鎖循環式陸上養殖研究棟（以下、研究棟）を竣工した。
- ✓本研究棟では、水温や塩分などの飼育環境を容易にコントロールできる循環飼育のメリットを活かした成長比較試験等と併せて、採算性の検証も実施している。



令和6年4月に竣工した閉鎖循環式陸上養殖研究棟の外観と施設内部

2

これまでの養殖手法

〔 海 面 〕



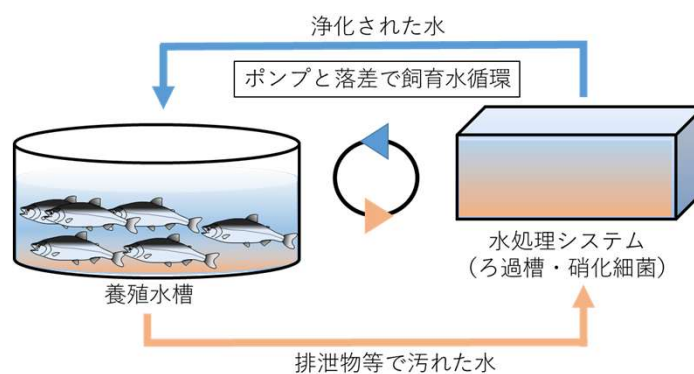
〔 内 水 面 〕



- (メリット) ・海面では生簀養殖、内水面では養魚池が一般的で、取水や排水にポンプ等使用しない。初期投資が少なく、低コスト。
- (デメリット) ・気温や海況の影響を受けやすい。
- ・海面では排泄物や残餌が環境負荷となり、赤潮の発生要因と報告事例もある。
 - ・上流部や周辺で養殖を行っている、飼育水を通じて、疾病や寄生虫のリスク。

3

陸上養殖のメリット



※陸上養殖での閉鎖循環式養殖は、海水や河川水の連続した注水が必要ないことから疾病防除に優れており、人為的に有機物の回収も可能で、環境保全と効率的な養殖生産の両方が可能な養殖方法として注目を浴びている。

※また、循環飼育は既存の養殖手法と比べて、必要な用水が少なく、水温や塩分などの飼育環境を容易にコントロール可能なことも大きなメリットとなる。

4

陸上養殖の種類

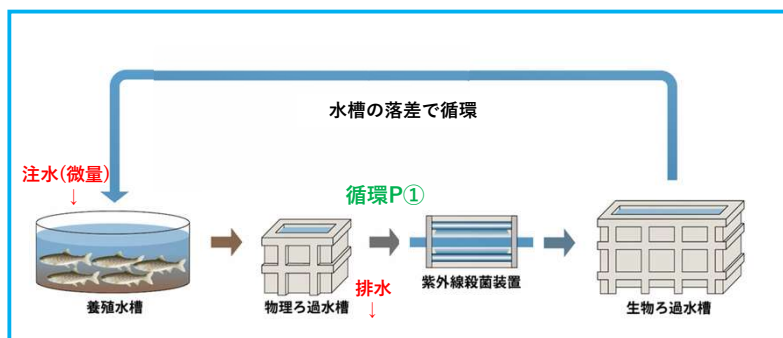
	かけ流し式	半循環式	閉鎖循環式
換水率	数十回転／日	数～30％／日	蒸発分のみ補給
主要設備	(物理濾過槽)	物理濾過槽	物理濾過槽
		生物濾過槽	生物濾過槽
		UV装置	UV装置
			脱窒装置
			(泡沫分離装置)
初期費用	◎	○	△
飼育難易度	◎	○	△
防疫	△	○	◎
環境負荷	×	○	◎

5

循環システム（宮城県）

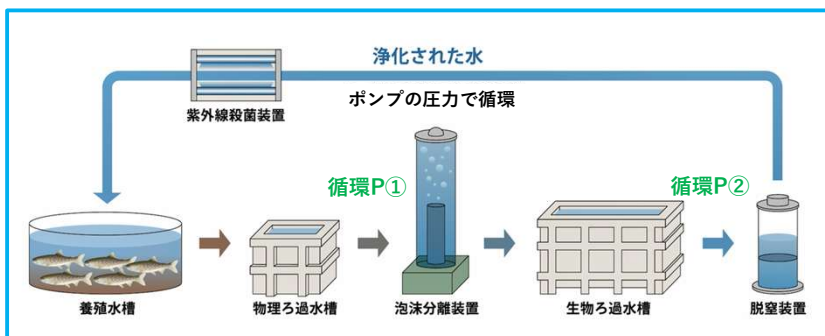
半循環式 →

- ・飼育水を浄化して再利用するが一定量の注水と排水がある。
- ・閉鎖循環式と比較するとシステムも簡易で、飼育環境の悪化は生じにくく、環境維持やシステムのイニシャルコストは小さい。



閉鎖循環式 →

- ・飼育水をすべて浄化して再利用する。
- ・高度な水質維持装置が必要でシステムのイニシャルコストが大きく、シビアな飼育環境の維持が必要。
- ・取水環境による立地の制約が少ないのが最大のメリット。



6

施設の特徴（閉鎖循環式陸上養殖研究棟）

- ・沿岸に位置している水産技術総合センター本所敷地内に建設され、海水も淡水も使用できる。
- ・海水は地先海面からポンプアップした2次濾過海水を使用。
- ・淡水は水道水の塩素を活性炭に吸着させて使用し、水量に制限がある(最大25L/分)。
- ・飼育の基本は、1日に水量の15%程度を換水する半循環飼育。



水産技術総合センター

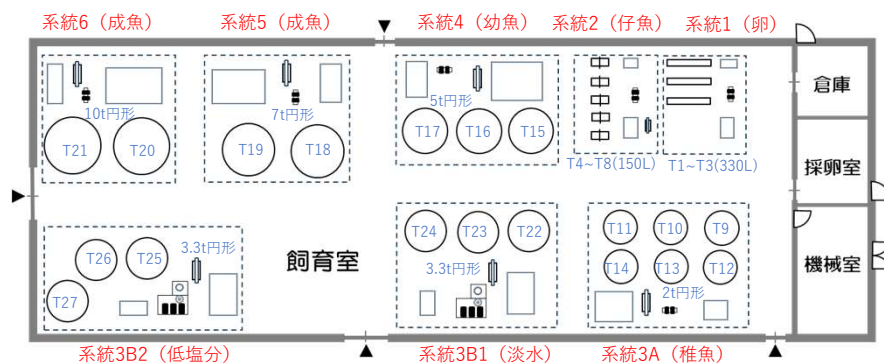


脱塩装置

7

施設の特徴（閉鎖循環式陸上養殖研究棟）

- ✓ 小型（150L）から大型水槽（10t）を計27基配置しており、卵から仔魚をふ化させ、成魚まで育成する完全養殖を循環飼育で実施（全8系統）。



○施設：木造平屋

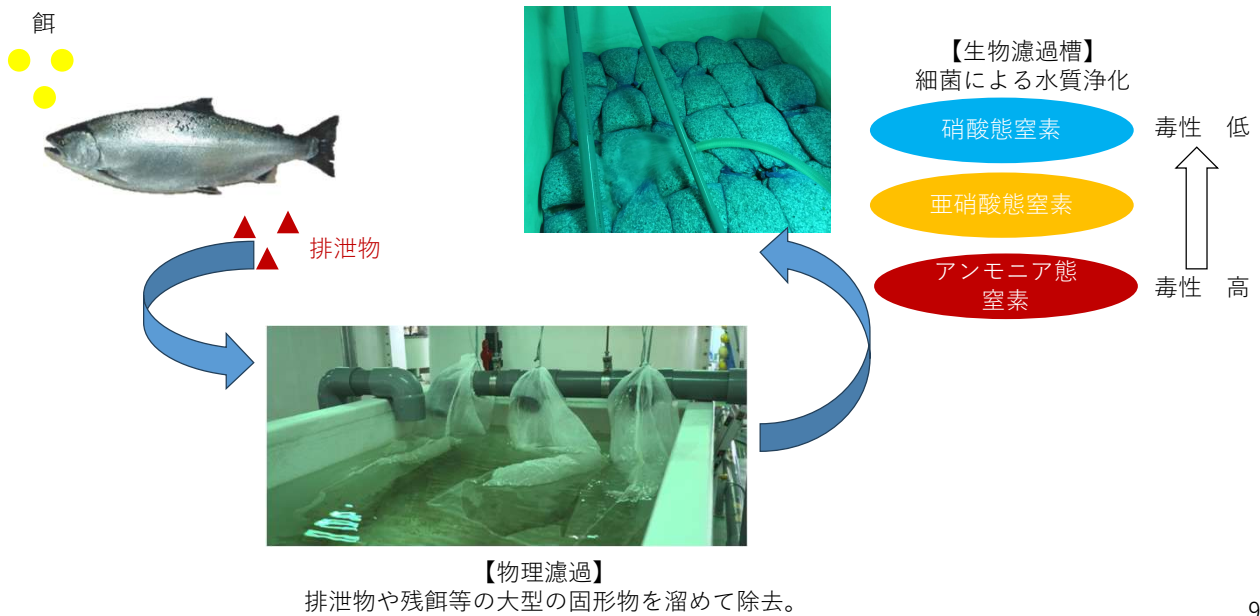
○延床面積：990.27m²



施設内部の様子

8

循環式陸上養殖、水質浄化のポイント



9

【物理濾過】

- ✓ ポリエチレンネットを使用して排泄物や残餌等の大型の固形物を溜めて、1日に1回ネットを交換。休日も毎日実施。



研究棟の物理濾過方法
(ポリエチレンネット)



自動で物理濾過を行う設備もある
(ドラムフィルター)

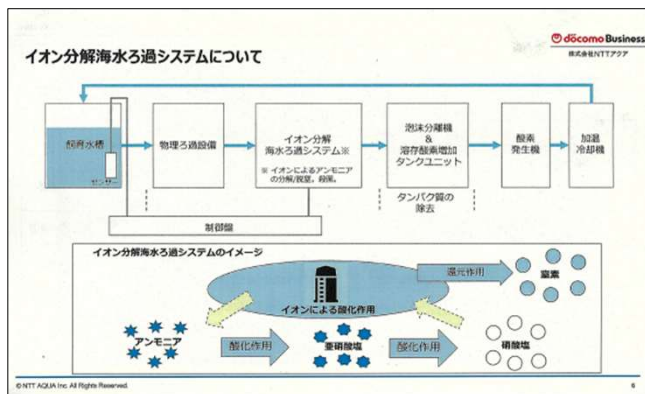
10

【生物濾過】

✓ 研究棟では、硝酸菌を付着させたカキ殻を濾材として、水質浄化を実施。



研究棟の生物濾過槽
(カキ殻)



イオンによる酸化作用を利用した
水質浄化方法もある

11

【調温】

✓ 各系統に冷却装置を備えており、加温が必要な場合は200Vの投込型ヒーターを使用。

【酸素発生装置】

✓ 各系統に酸素発生装置を備え、ほぼ周年、酸素量を調整。



冷却装置



酸素発生装置

12

研究棟内での育成魚種など

(ギンザケ)

- ・無選抜系と高成長系の2系統を継代。
- ・逆馴致試験や低塩分による成長比較試験を実施。



(イワナ)

- ・ブランド化されている伊達いわな（全雌三倍体）を作出するための偽雄を生産し、県内養魚場へ供給。



(ホシガレイ)

- ・新規養殖種として高単価で取引されるホシガレイを最適水温下で育成する養殖試験を実施。



13

取り組み紹介（ホシガレイ循環飼育）

- ✓最適水温に調温した循環飼育と従来の流水飼育（自然水温）で成長比較試験を実施。
- ✓1年程度の比較では、循環飼育の方が2倍程度の成長差を確認。
- ✓今後、成長量や採算性を確認し、更に効率的な養殖手法（全雌化）等を検討中。



図1 育成水温の推移 (°C)

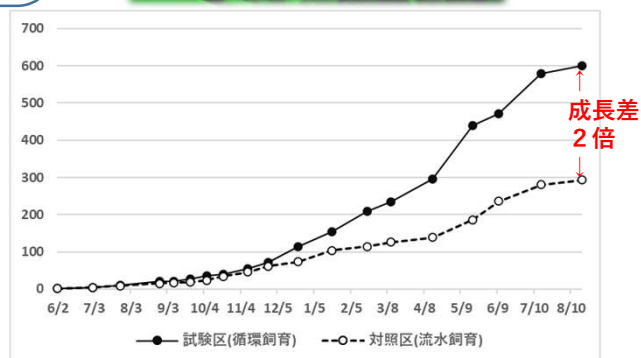
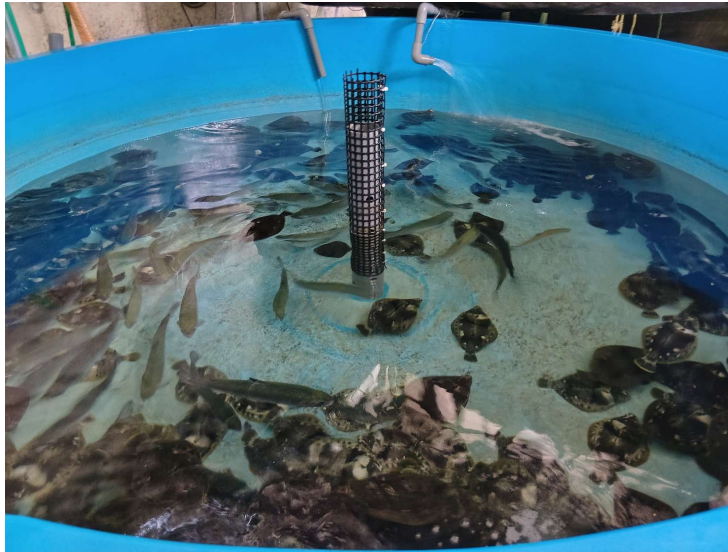


図2 平均魚体重の推移 (g)

14

取り組み紹介（ホシガレイとギンザケの混合養殖試験）



- ・当施設の循環飼育では、飼育水槽の水位が固定されており、水位調整ができない。
- ・ホシガレイの飼育では、底面は使用するが、水槽の中層がデッドスペースとなる。
- ・このことから、ホシガレイとギンザケの混合養殖試験を実施。
- ・心配された、疾病や共食いはみられず、成育は良好であった。

15

試算性の検証（試算結果）

各魚種の試算結果

試算①【ギンザケ：稚魚～幼魚】※海面用種苗生産の想定

最終飼育密度	養殖時期	生産量					ランニングコスト				収入		収支		
		魚体重 g	飼育数 尾	給餌率 %	増肉係数	飼育密度 %	総魚体重 kg	餌代 円	電気代 円	水道代 円	人件費 円	魚価単価 円	魚体重増加 kg (A)	水揚金額 円 (C)	(C)-(B)
3%	4月(開始)	10				0.2%	105					1,000		1,516,090	-4,094,170
	9月(最終)	154	10,500	1.5%	0.99	2.9%	1,621	471,301	3,551,161	955,458	632,340	2,000	1,516	3,032,180	-2,578,080
							増加量kg(A)							4,548,270	-1,061,990
6%	4月(開始)	10				0.4%	210					1,000		3,032,180	-3,049,381
	9月(最終)	154	21,000	1.5%	0.99	5.9%	3,242	942,602	3,551,161	955,458	632,340	2,000	3,032	6,064,360	-17,201
							増加量kg(A)							9,096,540	3,014,979

試算②【ギンザケ：幼魚～成魚】※水揚の想定

最終飼育 密度	養殖時期	生産量					ランニングコスト				収入		収支 (C)-(B)		
		魚体重 g	飼育数 尾	給餌率 %	増肉係数	飼育密度 %	総魚体重 kg	飼代 円	電気代 円	水道代 円	人件費 円	魚価単価 円		魚体重増加 kg (A)	水揚金額 円 (C)
3%	4月(開始)	150	850	1.5%	1.07	0.2%	127.5	496,441	3,551,161	955,458	632,340	1,000		1,478,979	-4,156,421
	9月(最終)	1,890				2.9%	1,606					2,000	2,957,958	-2,677,442	
						増加量kg(A)	1,479					コスト計(B)	5,635,400	3,000	4,436,936
6%	4月(開始)	150	1,700	1.5%	1.07	0.5%	255	992,882	3,551,161	955,458	632,340	1,000		2,957,958	-3,173,883
	9月(最終)	1,890				5.8%	3,213					2,000	5,915,915	-215,926	
						増加量kg(A)	2,968					コスト計(B)	6,131,841	3,000	8,873,873

試算③【イワナ：稚魚～幼魚】※水揚の想定

最終飼育 密度	養殖時期	生産量					ランニングコスト				収入		収支		
		魚体重 g	飼育数 尾	給餌率 %	増肉係数	飼育密度 %	総魚体重 kg	餌代 円	電気代 円	水道代 円	人件費 円	魚価単価 円	魚体重増加 kg (A)	水揚金額 円 (C)	(C)-(B)
3%	4月(開始)	15				0.3%	180					1,000		1,484,062	-4,222,072
	9月(最終)	139	12,000	1.5%	1.22	3.0%	1,664	567,175	3,551,161	955,458	632,340	2,000	1,484	2,968,125	-2,738,009
							増加量kg(A)							4,452,187	-1,253,947
6%	4月(開始)	15				0.7%	360					1,000		2,968,125	-3,305,184
	9月(最終)	139	24,000	1.5%	1.22	6.0%	3,328	1,134,350	3,551,161	955,458	632,340	2,000	2,968	5,936,250	-337,059
							増加量kg(A)							8,904,374	2,631,065

水揚時の最終飼育密度が3%程度では収支は全てマイナスとなった。

比較的に高密度である最終飼育密度6%、魚価単価が2千円程度で収支は概ね±0となり、魚価単価が3千円の場合は収支がプラスとなることが確認できた。

16

採算性の検証（ギンザケの試算結果）

- ・研究棟で育成した令和7年度の生産データから採算性について試算を行った。
- ・建設費や設備管理費については、条件や用途によって大きく異なることから含めておらず、魚体重の増加量とランニングコスト（配合飼料代、光熱水費、人件費）のみで試算を行った。

【結果】

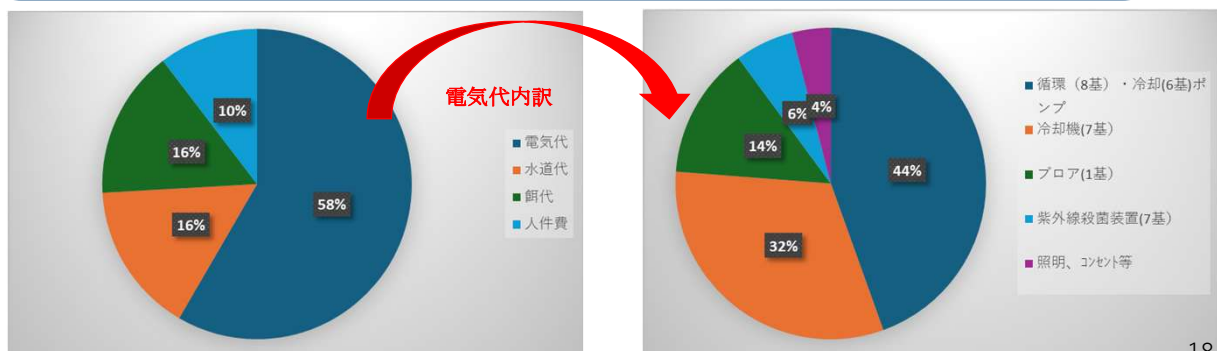
	育成開始	育成終了
飼育期間	4月～9月（6カ月）	
飼育水槽容量	55.3m ³	
水温	15℃以下に冷却	
給餌率	1.5%	
増肉係数※1	1.07	
飼育尾数	1,700	1,700
魚体重g	150	1,890
飼育密度	0.5%	5.8%
総魚体重kg	255	3,213
総魚体重増加量kg	-	2,958
ランニングコスト（円）	-	6,131,841
生産単価（円/kg）	-	2,073

※1 魚が1kg太るのに必要とされる餌の乾燥重量

17

採算性の検証（ランニングコストと電気代の内訳）

- ・ランニングコストの内訳では、電気代が経費の58%と大きな割合を占めていた。
 - ・電気代の内訳では循環と冷却ポンプの割合が44%と大きかった。
 - ・本技術の普及には、高密度飼育や高単価な魚種の選定が必要であることから、電気料が大きな課題であることから、電気料の軽減が必要と思われた。
- ※研究棟は、各種試験を行うための形状・設備であり、小型の水槽やポンプを多数配置している。量産的な養殖を行う場合は、大型の水槽を設置し、設備の簡素化を進めれば、今回の試算結果よりランニングコストを抑えた事業実施が見込まれる。



18