

③水温・塩分連続測定

試掘井が完成した後、令和3年6月25日から令和4年2月2日まで試掘井内の水温と塩分を1時間おきに測定した結果を図3-25に、まとめた結果を表3-16に示す。機器の動作確認やデータの抜出を9月14日、11月30日に行ったため、該当日のデータを除外して解析を行った。

・水温

水温は、平均値が18.1℃で、9月7日に最高水温21.7℃を記録し、2月2日に最低水温10.5℃を記録した。最高水温と最低水温の差分は11.2℃で、値の変動は大きかった。2次の多項式は、 $y = -0.0006x^2 + 56.28x - 1E+06$ となっており、調査開始日の6月下旬から9月中旬にかけて上昇し、その後調査終了時の2月上旬まで下降する傾向が確認された。

・塩分

塩分は、平均値が32.5で、9月5日に最低値30.6を記録し、1月31日に最高値35.8を記録した。2次の近似多項式は、 $y = -0.0003x^2 - 26.29x + 584466$ となっており、調査開始日の6月下旬から9月中旬にかけて下降し、その後調査終了時の2月上旬まで上昇する傾向が確認された。

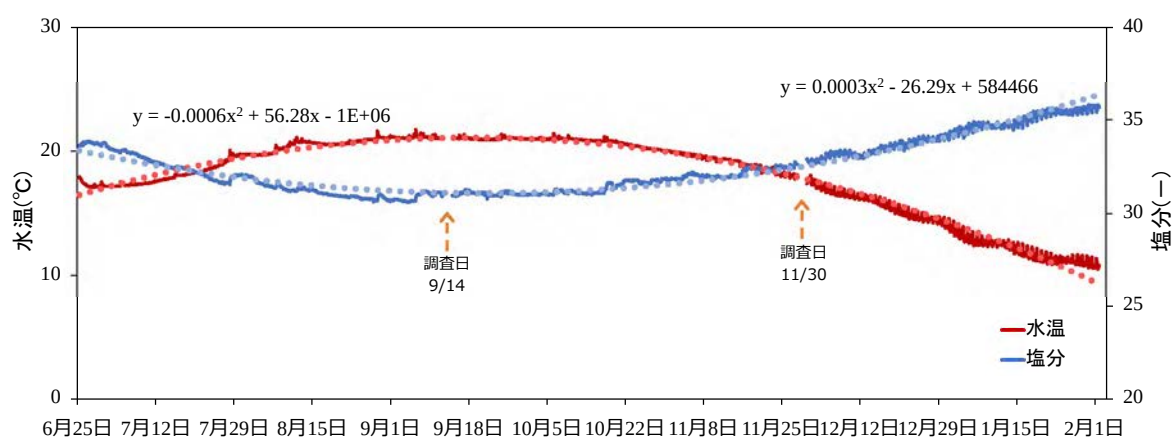


図3-25 仁斗田の試掘井内の水温と塩分経時変化

表3-16 仁斗田の試掘井内における水温と塩分

	試掘井内	
	水温(℃)	塩分(‰)
最高	21.7	35.8
最低	10.5	30.6
平均	18.1	32.5
標準偏差	3.14	1.4
近似式の傾き	$y = -0.0006x^2 + 56.28x - 1E+06$	$y = 0.0003x^2 - 26.29x + 584466$

※1: 近似式では、日付をシリアル値として扱っている。

3) 水質調査考察

① 水質分析

仁斗田における水質分析の結果のうち、特筆すべき結果を下記にまとめる。

・ 衛生管理型漁港における水産用水基準 5 項目について

衛生管理型漁港における水産用水基準 5 項目のうち、全季において 5 項目 (pH、COD_{OH}、SS、大腸菌群数、T-N) を満足した。

・ 塩分について

塩分は、水質分析の結果によると、年間を通じて 32.6～33.8 の範囲であり、差分は 1.2 と変動の幅は小さかった。一般的な沿岸域の海水 (33～34 前後) と同程度の値であった。

・ 溶解性鉄と溶解性マンガンについて

地下水中に鉄やマンガンが多量に存在すると、生物に悪影響を及ぼす。それに加え、給排水管やタンク内に付着し、水質の悪化を招くことが知られている。溶解性鉄は冬季を除き検出されており、0.005mg/L 未満 (検出限界未満)～0.03mg/L の範囲であり、基準値は下回っていた。溶解性マンガンも周年検出されており、0.005～0.035mg/L の範囲であり、基準値は下回っていた。そのため、飼育水として利用した際に、溶解性鉄と溶解性マンガンを由来する生物への悪影響の可能性は低いと考えられる。

・ 季節変動について

水質調査の結果、どの調査季においても調査項目の分析値はほぼ一定であった。そのため、季節変動は小さいと考えられる。

②水温・塩分連続測定

試掘井内の水温・塩分の季節変動を理解するために利用した試掘井周辺の環境データを取得した。試掘井周辺の水温や気温を表3-17に、試掘井の水温(24時間移動平均)と宮城県沿岸における水温²³を図3-26に、試掘井の水温(24時間移動平均)と石巻における平均気温²⁴を図3-27に、試掘井の塩分を図3-28に、石巻の降水量²¹を図3-29に、鮎川における潮位²⁵を図3-30に示す。

・試掘井内の水温について

宮城県沿岸の水温は、8月上旬は26℃程度だったが、2月上旬には8℃程度まで下降した。近似直線の傾きは-0.0674となり、右肩下がりの傾向を示した。石巻における気象についても同様の傾向となっており、8月上旬は27℃程度であったが、12月下旬には-3℃程度まで下降した。近似直線の傾きは-0.1327となっており、右肩下がりの傾向を示した。すなわち、これらは季節変動を示していると考えられる。一方、試掘井内の水温の2次の近似多項式は上に凸を示し、9月中旬に最大値を示した後に減少した。周辺の水温や気温と比べ、最大値は1か月ほど遅れて確認できた。すなわち、試掘井内の水温は、季節の影響を受けると考えられる。

・試掘井内の塩分について

仁斗田において、30mm/日以上 of 降水が確認されたのは、7月28日、9月18日、10月1日であった。鮎川において、潮位は毎日100～160cm程度変動していた。調査期間のうち、潮位の変動の小さな小潮の期間は、7月1～3日、7月16～18日、7月31日～8月2日、8月14～16日、8月29～31日、9月13～15日、9月28～30日、10月12～14日、10月27～29日、11月11～13日、11月26～28日、12月10～12日、12月25～27日、1月9～11日、1月24～26日であった。試掘井内における塩分を確認すると、6月下旬から9月中旬にかけて減少し、その後2月上旬の調査終了時にかけて上昇しており、降水や潮位による影響は確認できなかった。なお、他地点において塩分の校正は調査開始時と終了時に行っていたが、仁斗田における機器回収時に機材に不具合が起り、校正を行えなかった。そのため、仁斗田における塩分の値は調査開始時と予備的に実施した9月調査時の2点校正の値を元にした。その影響により、9月以降の値に誤差が大きくなっている可能性が考えられる。しかしながら、塩分値は最低でも30.6であり、常に高い値を維持していた。

²³ 気象庁,海洋の健康診断表,海面水温に関する診断表、予報、データ

http://www.data.jma.go.jp/gmd/kaiyou/shindan/index_sst.html

²⁴ 気象庁,各種データ資料,過去の気象データ検索

<http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php>

²⁵ 気象庁,海洋の健康診断表,潮汐・海面水位に関する診断表、データ、潮位表

<https://www.data.jma.go.jp/gmd/kaiyou/db/tide/suisan/index.php>

表 3-17 試掘井周辺の平均水温・平均気温の概況

	宮城県沿岸	石巻
	平均水温(°C)	平均気温(°C)
最高	25.7	27.4
最低	8.3	-3.4
平均	18.5	13.8
標準偏差	4.9	9.2
近似式の傾き	$y = -0.0674x + 3015.7$	$y = -0.1327x + 5916.1$

※1: 近似式では、日付をシリアル値として扱っている。

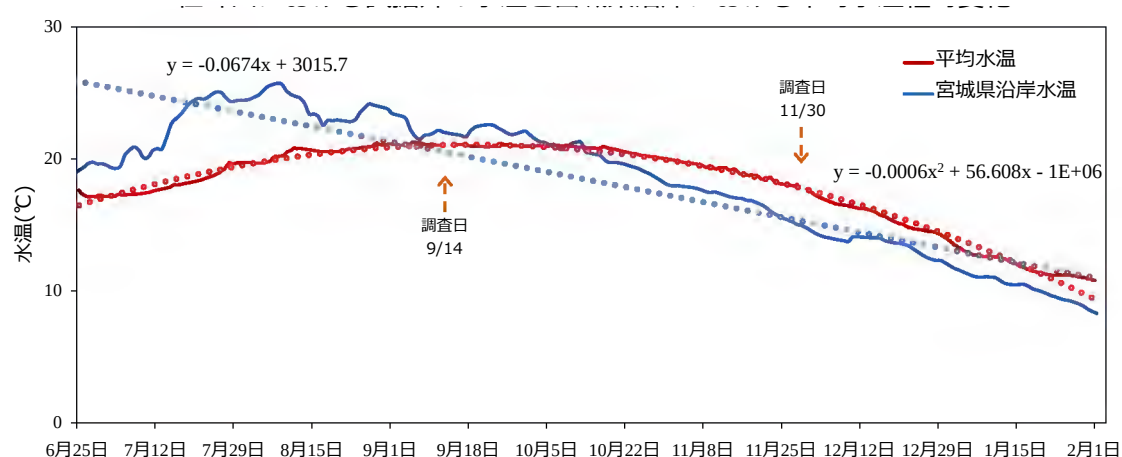


図 3-26 試掘井の水温(24 時間移動平均)と宮城県沿岸における水温経時変化(気象庁データ)

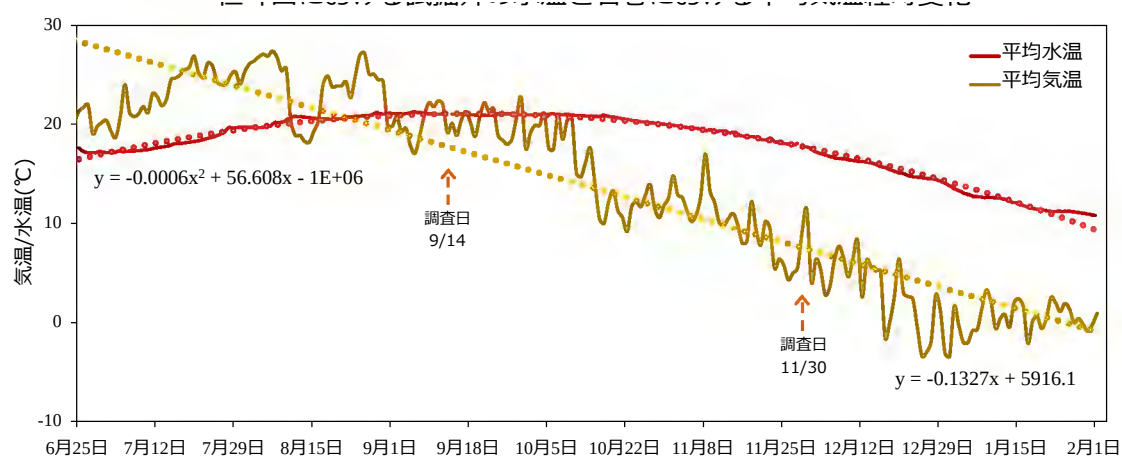


図 3-27 試掘井の水温(24 時間移動平均)と石巻における平均気温経時変化(気象庁データ)

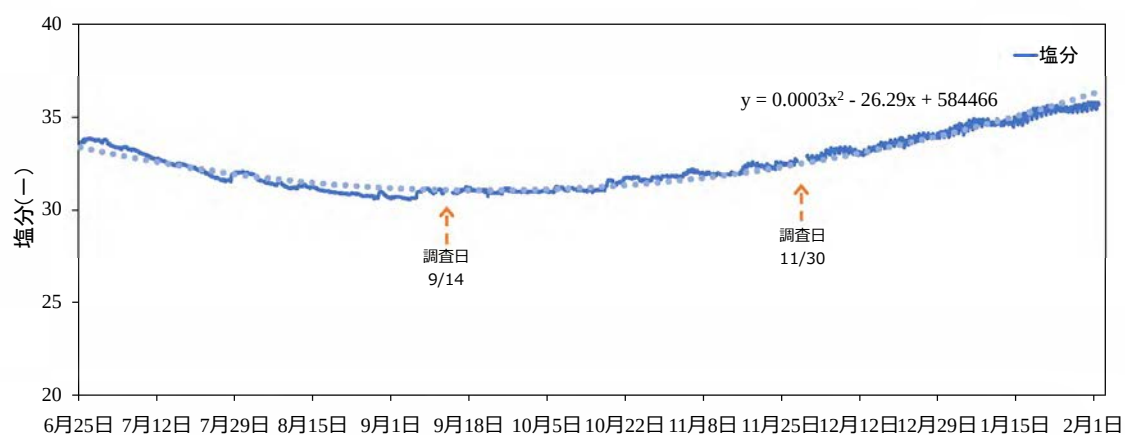


図 3 - 28 仁斗田における塩分経時変化
右巻の降水量

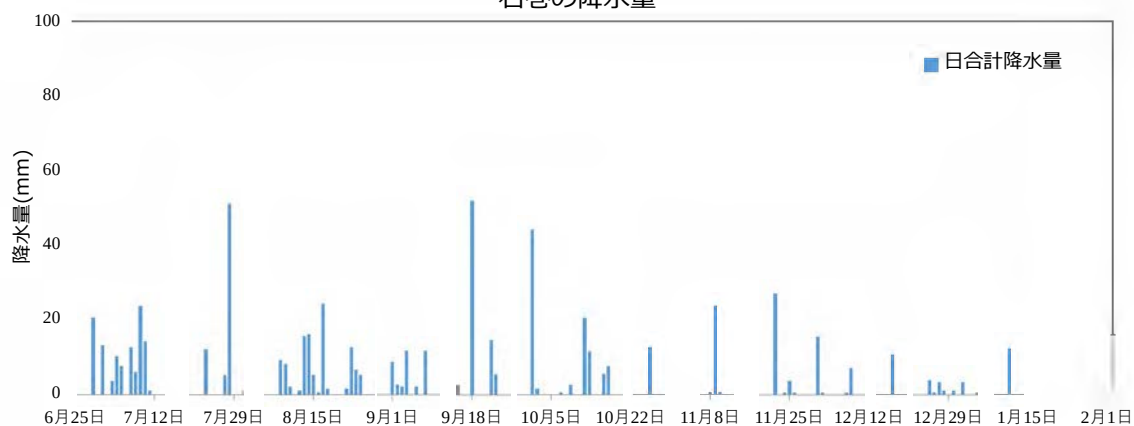


図 3 - 29 石巻における降水量経時変化(気象庁データ、日合計)
鮎川の潮位と試掘井内の塩分

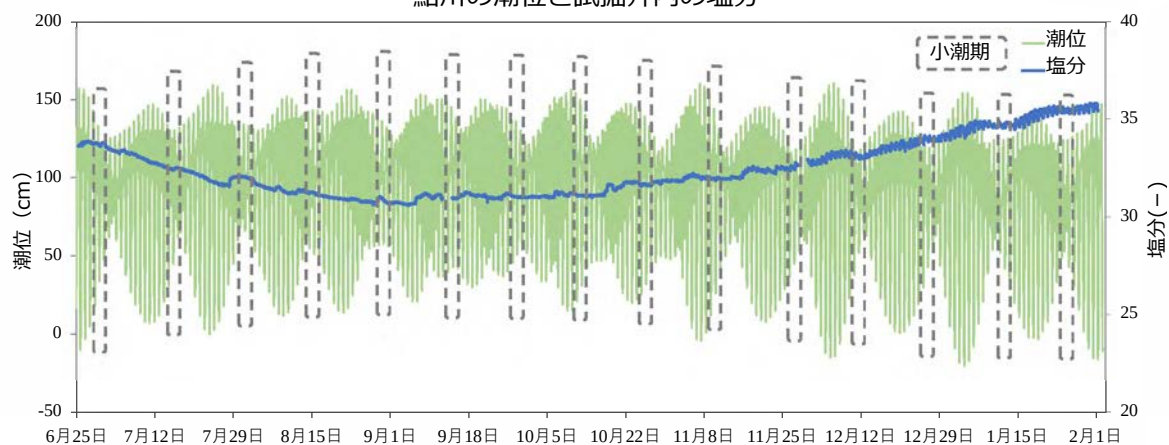


図 3 - 30 潮位(鮎川)と塩分(試掘井内)の経時変化

4) 水質調査総括

仁斗田の試掘井における水質分析結果の概要を表3-18にまとめる。

・衛生管理型漁港における水産用水基準5項目について

衛生管理型漁港における水産用水基準5項目のうち、全季において5項目(pH、COD_{OH}、SS、大腸菌群数、T-N)を満足した。達成率は100%(15/15)であった。

・塩分について

塩分については、水質分析の結果、32.6～33.8の範囲であり、データロガーでの測定の結果30.6～35.8の範囲であった。塩分は常に30以上維持されており、一般的な沿岸海水の値(33～34)と同等であった。

・水温について

水温は10.5～21.7℃までとなっており、年間を通じての変動幅は11.2℃と大きかった。周辺の気温や水温と比較して1か月程度遅れた9月上旬に最高水温となり、季節変動を示した。

・鉄・マンガン濃度について

溶解性鉄は冬季を除き検出され、0.005mg/L未満(検出限界未満)～0.03mg/Lの範囲であり、常に基準値は下回っていた。溶解性マンガンは0.005～0.035mg/Lの範囲であり、常に基準値は下回っていた。

・総括

仁斗田における試掘井の水質は、常に水産用水基準を満たしていた。それに加え、溶解性鉄・マンガンも常に水産用水基準を満たしていた。塩分は周年を通じて30.6以上の高い値を示した。水温については、周囲に1か月程遅れて季節変動を示し、年間を通じて11.2℃の変動幅であった。

表3-18 仁斗田における水質分析結果の概要

水質分析項目の評価基準	結果
1. 水産用水基準を満たす	○
2. 塩分が維持されている	○
3. 水温の変動幅が小さい	△
4. 鉄・マンガン濃度が低い	○

(2)採取した地下海水の利用に関する検討

1)地域の状況

全国的に、漁業就業者の高齢化と減少が進んでいるが、さらに島嶼部は、その傾向が顕著である。仁斗田漁港のある田代島もその典型と言えるが、宮城県漁業協同組合石巻地区支所では、磯焼け対策として除去したウニの有効活用及び島嶼部の漁業振興策として、仁斗田漁港でのウニ畜養を試行し、令和2年度から小規模な飼育試験を開始した。

さらに令和3年度は、石巻市では、宮城大学及び宮城県漁業協同組合石巻地区支所と連携し、経済産業省の「エネルギー構造高度化・転換理解促進事業」を活用し、再生可能エネルギーを活用した低コストな陸上養殖の実証調査事業を実施しており、仁斗田漁港において新たに加温濾過槽等を設置し、磯焼け対策で除去したウニについてノリやワカメ等を餌料とした飼育試験を行った。

令和4年度においても、引き続き、この経済産業省事業を活用し、地中熱の利用の観点(地先海水に比べて夏は冷たく、冬は暖かいため、飼育水温調整のコストが低減できる)から、本事業で試掘した海水井戸を利用(拡大)し、また、離島での事業継続及びコスト低減を図るため、太陽光パネルの設置により太陽光エネルギーを活用し、ウニの陸上養殖試験を本格的に実施することを検討中とのことである。

今年度の試験井は、比較的浅い深度6mで砂岩の岩盤層に到達したため、水温の恒温性は弱いですが、それでも冬季の水温は最低でも10.5℃程度であり、自然水温での蓄養より成長が良いことが期待される。

また、塩分の点ではほぼ海水であり、他の水質もウニの飼育には問題ないと予想されるので、充分、ウニの蓄養に使用できると思われる。

今年度は、試掘した海水井戸からウニ養殖施設へ水を輸送するポンプの設置やその電気工事、また試験中のウニ養殖の水量確保には本井戸の掘進が必要であった(その予算はなかった)ため、試験井の地下海水を使用した蓄養試験はできなかった。

2)利用策

ウニの至適飼育水温は10℃前後との情報があるので、ここで、冬でも比較的水温の高い地下海水が取水できれば、将来的なウニの畜養施設への利用に期待が高い。

今年度は、試験井から電源(陸電)や試験飼育用建屋までの距離が遠く、実際に地下海水を使ったウニの蓄養試験は行えなかったが、本事業による水質調査結果を受けて、石巻市では今後に向けて200L/minの揚水も可能な本井戸の掘進工事の実施を検討中とのことである。

将来的には、島嶼部の水産振興策として期待される。

ウニの蓄養では、糞の除去が課題として上げられるので、令和4年度は糞の除去のため、また複合養殖による収益性確保のため、ナマコも合わせて飼育することも考えているとのことである。