

海水交換型防波堤建設に伴う新漁港内の環境調査（その2）

業務名	金浦漁港自然調和型漁港づくり推進事業調査（13-620）
委託者	秋田県
担当者	（川合信也）、三浦浩

1. 調査の目的

秋田県金浦漁港は、山形県との県境に位置する第2種漁港である。古くから天然の良港として栄え、近年は附近一帯が豊富な漁場となっていることから、県南地区の漁業の根拠地として発展してきた。第9次漁港整備長期計画（平成6年度～13年度）では、第8次に引き続き外港地区で防波堤、岸壁、護岸及び突堤を建設することとなった。この泊地では漁船の停泊だけでなく、「つくり育てる漁業」を推進するため、周辺海域に放流するマダイ、ヒラメ等の稚魚を一定期間海中飼育し、また活魚流通等のために出荷までの一定期間海中で活かしたまま保管することを計画している。このため泊地の水質を相当清浄に保つ必要があり、そこで防波堤を「潜堤付き孔空きタイプ」とし、海水交換型防波堤を設置することとした。さらに本事業を「自然調和型漁港づくり推進事業」と位置付け、水底質や藻場等の追跡調査を併せて実施し、事業の効果を検証しつつ進めている。

工事は平成6年より着手し、平成9年には潜堤付き孔空き防波堤（防波堤（A）と防波堤（B）の接続部）が、平成11年には防波堤（B）による新港の締切が完了した。この潜堤付き孔空き防波堤の設計内容、効果調査については調査研究報告NO.13（平成10年度）¹で紹介している。

追跡調査は「港内水質維持機能」の観点と「周辺藻場における磯根資源の影響緩和」の観点から漁港建設工事の進捗に合わせて調査項目を設定して実施している。今回は一昨年度の報告²に引き続き、新漁港内の水質・底質環境を中心に、港内水質維持機能に関する調査結果について概要を報告する。

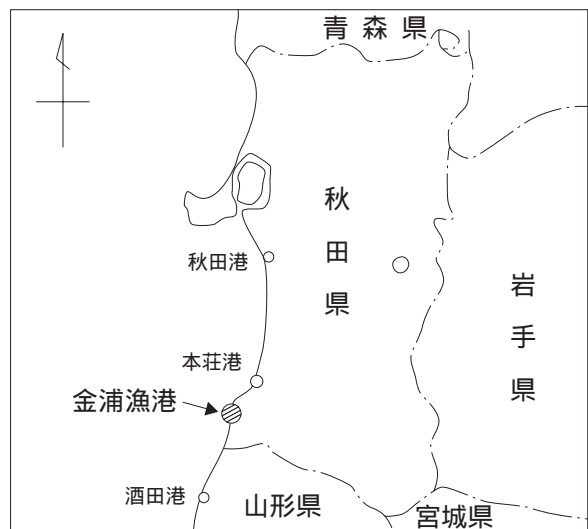


図 - 1 金浦漁港位置図

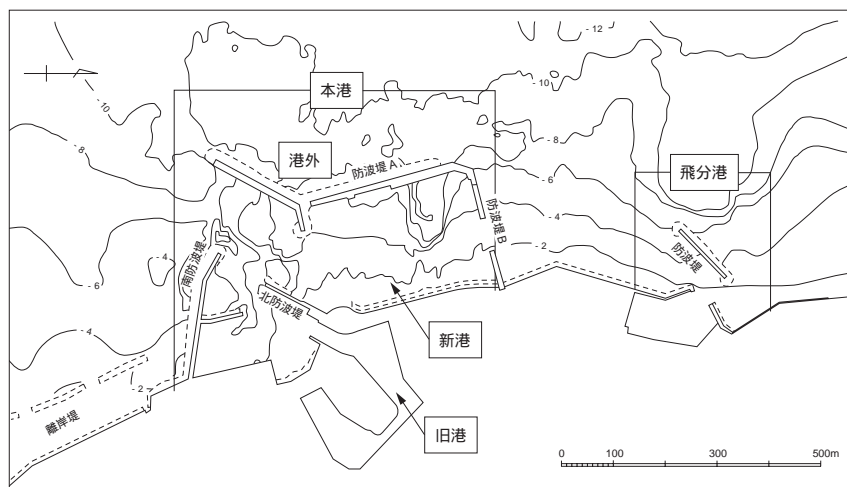


図 - 2 対象区域平面図

2. 調査内容

(1) これまでの経緯

金浦漁港における漁港建設工事と追跡調査の流れを図 - 3 に示す。

漁港建設工事の進捗状況に伴ってモニタリング調査を

- ①事前調査（新港締切前）
- ②工事中モニタリング（潜堤付き孔空きケーソン完成・新港締切前）
- ③防波堤完成後調査（新港締切後）

に分けて、それぞれの段階に応じた調査課題を設定した。

	H6	H7	H8	H9	H10	H11	H12	H13~
漁港建設工事	防波堤 A 据付			潜堤付き孔空きケーソン据付	防波堤 A 高上げ 防波堤 B 据付		防波堤 B 高上げ岸壁建設・用地造成	岸壁取り除き・航路護岸敷設・用地整備
追跡調査	事前調査			工事中モニタリング			完成後調査	
	外港締切前の水質実態把握 外港締切前の周辺生物の分布状況把握			潜堤付き孔空きケーソンの導水機能検証 外港締切途上の水底質把握 外港締切途上の周辺生物の分布状況把握			外港締切後の水底質把握 外港締切後の周辺生物の分布状況把握	

図 - 3 金浦漁港における漁港建設工事と追跡調査の流れ

(2) 主な調査内容

今年度は、新港締切後 2 年が経過したことから、前述の防波堤完成後調査（新港締切後）に該当し、表 - 1 に示す調査項目で調査を実施した。また調査時期については例年、静穏かつ高水温で溶存酸素が最も低くなる 8 月（観測期間：21～27）に実施した。

表 - 1 調査項目

調査区分	調査名	調査項目	調査方法
港内水質維持機能に関する調査	水質調査	水温・塩分・透明度・SS・DO・COD・栄養塩・クロロフィル a	採水および測器による船上測定
	溶存酸素連続測定	溶存酸素・飽和度	メモリー式 DO メーターによる測定
	底質調査	粒度組成・COD・強熱減量・全硫化物	採泥したサンプルを室内分析
	導水孔調査	動植物の種類・被度・個体数・汚損状況	スキューバ潜水による生物採取(50×50cm 枠)・目視観察及び写真撮影(50×50cm 枠)
周辺藻場における磯根資源の影響緩和に関する調査	附着生物	動植物の種類・被度・個体数	スキューバ潜水による目視観察及び写真撮影(50×50cm 枠)
	藻場生物	海藻の種類・被度、有用大型底生動物の種類・個体数	スキューバ潜水による目視観察及び写真撮影(1×1m 枠)

3. 主な調査結果

(1) 水質

水質調査の結果から透明度、COD、無機態窒素、溶存酸素飽和度、クロロフィルaの項目について吉田(1973)³による水質栄養階級による海域区分を行った。結果を図-4に示す。

防波堤の締切に伴って、新港は貧栄養域～富栄養域に、旧港は富栄養域～過栄養域へと変化しており、新港は港外よりも水質栄養階級が進んだ状態になっていることが明らかになった。また、参考のため水質の栄養階級と水産生物の対応関係を表-2に整理した。

		海域区分			漁港建設工事 (防波堤形状)
		貧栄養域	富栄養域	過栄養域	
H7	港外 新港内 旧港	■	■	■	防波堤延長
H8	港外 新港内 旧港	■	■	■	
H9	港外 新港内 旧港	■	■	■	孔空きケーソン据付
H10	港外 新港内 旧港	■	■	■	
H11	港外 新港内 旧港	■	■	■	
H12	港外 新港内 旧港	■	■	■	外港締切完了
H13	港外 新港内 旧港	■	■	■	

図-4 水質による海域区分の経年変化

表-2 漁業生物種の好適栄養度

		腐水域		過栄養域		富栄養域		貧栄養域	
		腐水域	弱腐水域	過栄養域	弱過栄養域	富栄養域	弱富栄養域	貧栄養域	
海藻		アサクサノリ						テングサ ワカメ フトモツク モツク	
底棲生物	棘皮類	ウニ類							
	甲殻類	アカガイ マガキ						小型エビ類 クルマエビ ガザミ	
	軟体類	着臭アサリ		アサリ モガイ		ナマコ アワビ サザエ		ハマグリ コウイカ マダコ	
魚類		ボラ ヒラギ		コノシロ		カタクチイワシ マイワシ, イカナゴ アジ, サバ マコガレイ, アナゴ		スズキ クロダイ ブリ メイトガレイ	
								マダイ サワラ ヒラメ マグレ	

【出典：漁業環境アセスメント 吉田 多摩夫 編 水産学シリーズ48 日本水産学会監修

恒星社厚生閣刊 '83.10.15.発行 p42 表3-6】

新港内の蓄養計画では、マダイやヒラメを想定しており、これらは貧栄養域に出現する魚類とされている。さらに、溶存酸素については $5.7\text{mg}/\ell$ を確保する必要があるが、これまでの調査結果では水深の最も深い部分を除き、満たされていた。従って、新港内では現況の水深を維持していくことが重要と思われる。

(2) 底質

底質調査の測点地点を図 - 5 に、CODと全硫化物に基づく底質の有機汚染度^{5,6}を図 - 6 に示す。また、新港内で最も底質の悪化している測点5の柱状採泥結果を図 - 7 に示す。

底質が悪化しているのは、新港内の北部窪地付近の測点5と旧港内の測点12である。新港内の測点5は平成10年以降、経年的に悪化している。この地点は図 - 5 に示す通り、水平的には岸 沖方向に長径60~80m、短径10~20mの楕円形をしており、現在の水深が約8mである。なお、この場所は平成6年の深浅測量結果では水深10~11mであり、底質は岩盤であった。従って、7年を経過した現在、2~3m程度の堆積が起こっていると推測される。

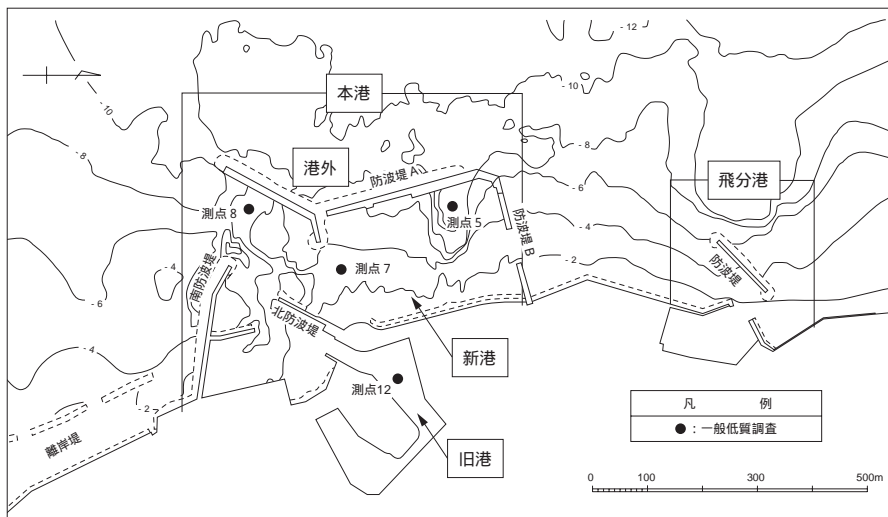
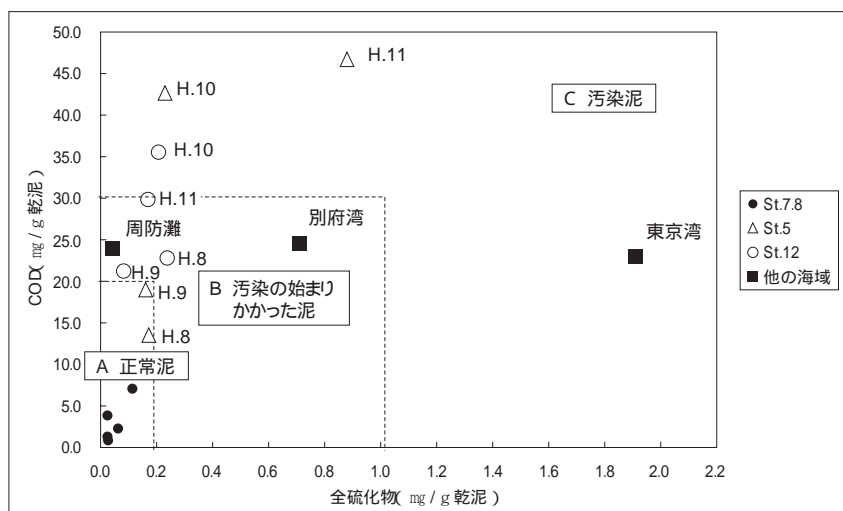


図 - 5 底質調査地点



(【水産用水基準、改訂版、昭和58年3月】の図に本調査で得られた結果をプロット)
 (他の海域については、【徳田 峯夫・佐藤浩考、底質浄化による水質の浄化について その1、第26回海岸工学講演会論文集、P609~612、1979】の値を使用)

図 - 6 CODと全硫化物に基づく底質の有機汚染度

今回、同地点で柱状採泥を行い、過去の履歴も含めて検討した。その結果、海底表面から50 cmまではシルト層が占めており、粒度組成・COD・強熱減量および全硫化物は表層と類似しており、有機物の堆積に伴う底質悪化がみられた。それより、下層では砂層がみられ、COD、強熱減量、および全硫化物ともに小さく、高波浪等の要因により、港外からの砂が堆積したものと考えられた。

これから、新港内北部の窪地には、海藻等のデトリタスを起源とした有機物を多く含む底質と、冬季を中心とした高波浪による港外からの砂の堆積といった粒度組成の異なる少なくとも2種類の底質が混在していると推察された。

(3) 溶存酸素変動調査

気象・海象条件と導水量および溶存酸素量のまとめを表 - 3 に、防波堤設計時の必要導水量の計算結果を表 - 4 に示す。

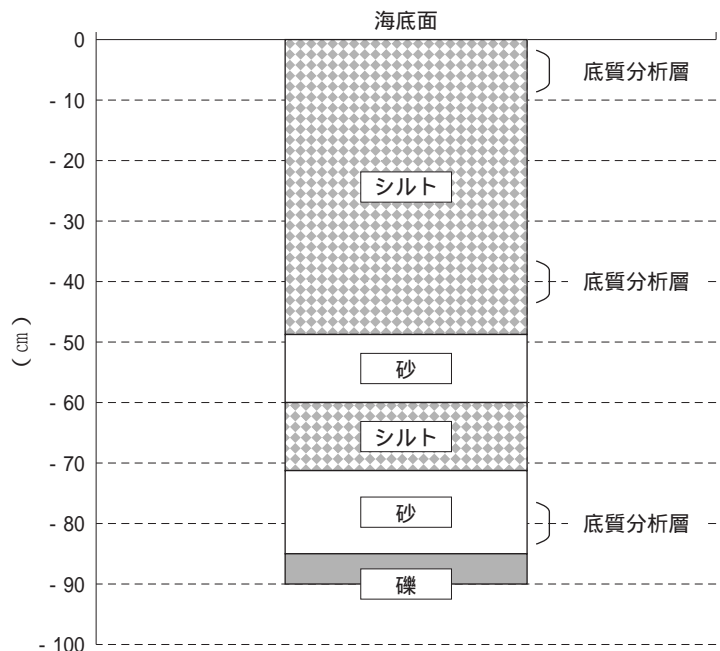


図 - 7 底質悪化域（測点5）における柱状採泥結果

表 - 3 気象・海象と導水量および溶存酸素量のまとめ

調査年月日：平成13年8月26日

時間帯	7:00	9:00	11:00	13:00	15:00	17:00
天気	曇時々雨	雨	曇	雨	雨	曇
気温 ()	23.6	25.1	25.3	25.7	25.3	25.1
風向	静穏	西北西	東北東	北北東	北北東	北北東
風速 (m/s)	0	2	1	2	2	1
雨量 (mm)	0	0	1	0	0	0
日照時間 (分)	0	0	0	0	0	0
水温港外 ()	26.1	26.2	26.4	26.3	26.2	26.2
水温港内 ()	26.1	26.1	26.2	26.2	26.3	26.3
波向	-	-	-	北北西	北北西	北東
有義波高 (m)	0.17	0.24	0.19	0.44	0.51	0.41
平均波高 (m)	0.10	0.14	0.11	0.26	0.31	0.25
周期 (s)	5.20	5.10	5.30	3.20	3.50	3.50
導水量 (m ³ /h)	1126.7	1682.4	1220.2	1767.7	1118.9	4645.7
DO港外 (mg/ℓ)	7.48	6.89	6.84	7.03	7.12	6.98
港内表層	6.71	6.85	7.08	7.11	6.99	6.92
港内下層	5.95	6.53	6.22	6.55	6.26	6.19

注1) 気温・風向・風速・雨量・日照時間はアメダス象潟

注2) 波向・有義波高・周期は酒田港のデータ

注3) 平均波高 = 有義波高 × 0.6

注4) 水温は表層（海面下0.5m）の実測値

注5) 導水量 = 導水流速 × 断面積

注6) 溶存酸素量のうち港外、港内表層：0.5m層、港内下層：4.0m層。港内については4測点の平均値

表 - 4 防波堤設計時の必要導水量の計算結果

	風速 (m / s)	溶入係数 (m / hr)	5.7mg / ℓ に必要な導水量 (m ³ / h)
平均風速	4.9	0.034	2.144
1/3風速	2.4	0.0088	3.482
1/4風速	2.1	0.0074	3.556
1/10風速	1.3	0.0048	3.694

注) 港外のDOを6.9mg/lとした場合

出典：平成7年度金浦漁港自然調和型漁港づくり調査 報告書(基本設計)

孔空き防波堤の設計時の諸条件として、港外の溶存酸素を6.9mg/ℓ、風速を1.3mとした場合5.7mg/ℓの溶存酸素を確保するための導水量は3,700m³/hとし、設計波高は0.3mとしている。今回の観測ではこれらの条件を下回るケースもみられたが、新港内の溶存酸素は、平均水深4m以浅では、養殖の基準値を満たしていた。厳密には、新港内での養殖は始まっていないため、養殖魚の酸素消費や、残餌の酸化分解に伴う消費分が入っていないことや、植物プランクトンの一次生産が完全になくなる夜間の測定でないことから、若干数値が高くなっていることは否めないが、実用上は問題ないと思われる。

4. 成果の活用

これまでの調査結果から、潜堤付き孔空きケーソンの導水能力は、設計時の値3,600m³/hを上回っており、海水交換においては問題がないことが明らかになった。一方、新港内の水質は、港外よりも富栄養化しており、底質についても一部で悪化域がみられている。現時点においては、これに伴う溶存酸素の低下域はごく僅かで養殖を想定した場合でも問題ないと思われるが、今後も堆積が進んで溶存酸素の吸収源として拡大していくことが予想される。従って新港内での養殖を想定した場合は、現況の水質を維持していくことが必要であり、そのために底層水の管理が重要となる。この施策としては、港内の定期的な浚渫、底層水の流動促進などが考えられる。

今後もモニタリング調査は継続して行う予定であり、水底質の監視および水質維持管理手法の確立を目指すと共に、周辺藻場への影響や磯根資源の動向についても調査を立案し、研究を重ねていきたい。

参考文献

- 1：調査研究報告NO.13(平成10年度)調査 (財)漁港漁村建設技術研究所
海水交換を目的とした防波堤の効果 p.43～50
 - 2：調査研究報告NO.14(平成11年度)調査 (財)漁港漁村建設技術研究所
海水交換型防波堤建設に伴う新港内の環境調査 p.50～58
 - 3：吉田多摩夫編 1983：日本水産学会監修：漁業環境アセスメント：p.25-46
 - 4：大島泰雄・稲葉伝三郎監修 養殖講座4 ハマチ・カンパチ：p.130. 緑書房
 - 5：水産用水基準(1995年版) (社)日本水産資源保護協会
 - 6：徳田峰夫・佐藤浩孝 1979：底質浄化による水質の浄化について(その1).
第26回海岸工学講演会論文集：p.609-612
- その他：社団法人 全国沿岸漁業振興開発協会1993：水産庁監修 沿岸漁場整備開発事業施設設計方針
平成4年度版：p.1-411