

### (3) 漁港における主要技術

#### ア アイスブームによる流氷流入防止対策

##### (ア) 技術開発の背景

サロマ湖は、国内第3位の面積を誇る汽水湖で、湖口を通じた海水交換により、オホーツク海におけるホタテ貝生産（全国生産量の約6割を占める）の稚貝供給漁場として重要な役割を担っている（図-1）。

サロマ湖漁港は、オホーツク海とサロマ湖を結ぶ2か所の湖口部に位置する第4種漁港であり、サロマ湖内及び周辺漁港を利用する漁船の航路としての利用の他、湖内と外海との海水交換による湖内水質維持の役割を有しており、オホーツク海のホタテ貝生産等を支えている。

オホーツク海沿岸には1月下旬に流氷が到来し、サロマ湖にもその湖口から流氷が押し寄せる。過去から流氷の湖内への侵入によりホタテ養殖施設が被害を受けており、昭和49年1月には湖口からの大量の流氷流入により養殖施設がことごとく破壊され、約22億7千万円の被害を受けた。

また、結氷が融解する3月下旬にも潮の流れや風向きによっては大量の流氷が流れ込むこともあり、養殖施設の被害はもとより海明け操業が出来ないという事態も頻発していた。

このため、流氷による養殖施設等の被害を防止するため、湖口による海水交換機能や漁船の航行を損なわない形で防波堤（防水堤）を整備することとし、大水深である地形条件を勘案して、浮体式構造による流氷制御システム（アイスブーム）を開発した。

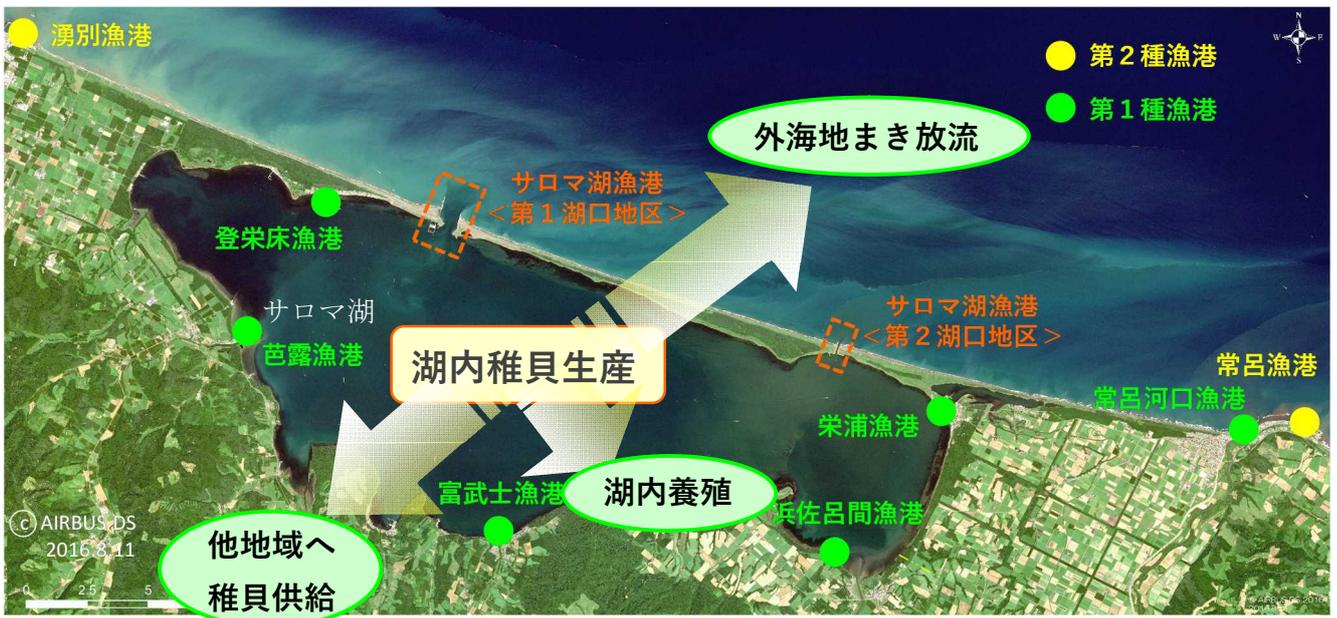


図-1 サロマ湖漁港及び周辺の漁港と稚貝の供給

##### (イ) 技術開発の内容

流氷の制御技術の調査・開発に当たり、北海道開発局は、平成3年度から2か年にわたって技術検討会、調査委員会（座長：北海道大学佐伯浩教授（当時））を設置し、流氷制御技術の研究、流氷制御システム導入のための条件整理、最適構造形式等の検討を行った。

こうして整備されたアイスブームは、潮流・波力・風力・氷圧力に対する耐久力のほか、利便

性、環境への影響、施工性、経済性、収納時の作業性にも配慮されている。欧米では、河川氷の制御に使われる小型のものが作られた事例はいくつかあったが、これを海氷に対して世界で初めて適用したものである。

固定式の海洋構造物とは異なり、収納可能なようにロープ構造を採用しており、大きくは流水荷重に耐えられるメインロープ、浮力確保のためのフロート、氷盤の回転による流入を阻止するためのネットにより構成される。

また設置地点により、ロープに浮体を取り付けた一般型と、これに改良を加え浮体下部にネットを取り付けた特殊型の2タイプがあり、特殊型は流速の速い湖口中央部7スパン（特殊部）に、一般型は流速の遅い両端部6スパン（一般部）に配置している（図-2～4）。

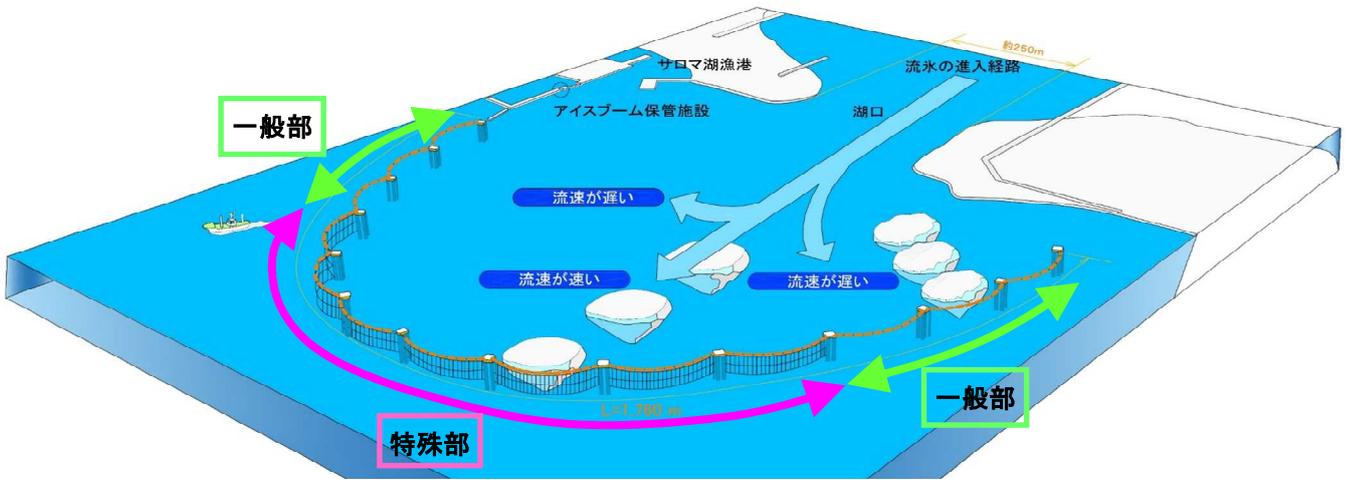


図-2 第1湖口地区アイスブーム概要図

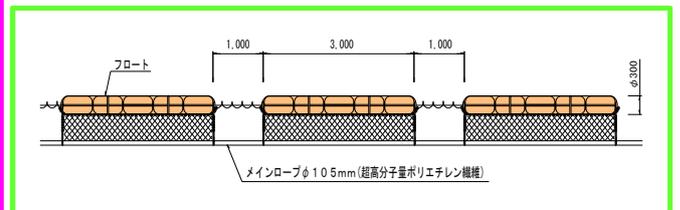
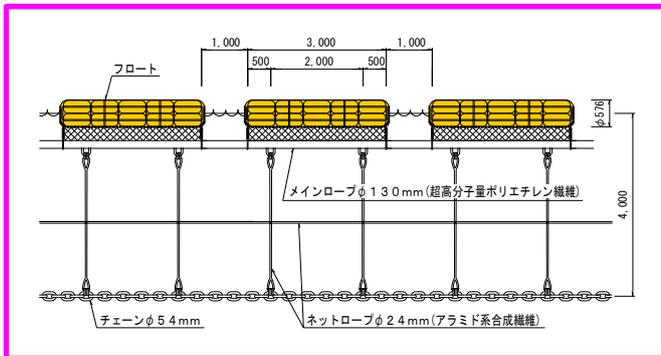


図-3 特殊部詳細図・写真

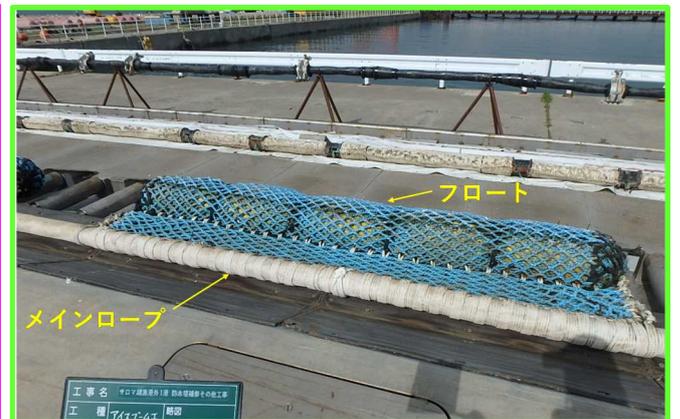


図-4 一般部詳細図・写真

(ウ) 技術開発の効果

サロマ湖のアイスブームは、平成6年度に構造設計を行うとともに、同年度から現地着工し、平成10年度までに全13スパンが概成した。

アイスブームが整備されたことにより、サロマ湖内へ流氷流入が完全に阻止され、平成10年度以降、養殖筏破損等の被害は一度も報告されていない(図-5～7)。また、解氷時期の3月には湖内の流氷の破冰作業が不要となり、海明け直後からオホーツク海での操業が可能となっている。

本技術は、オホーツク海のように、流氷が押し寄せる外海と湖内を結ぶ湖口及び湾の入口で適用可能であり、現在では隣接する能取湖の流氷流入防止対策にも採用されている。

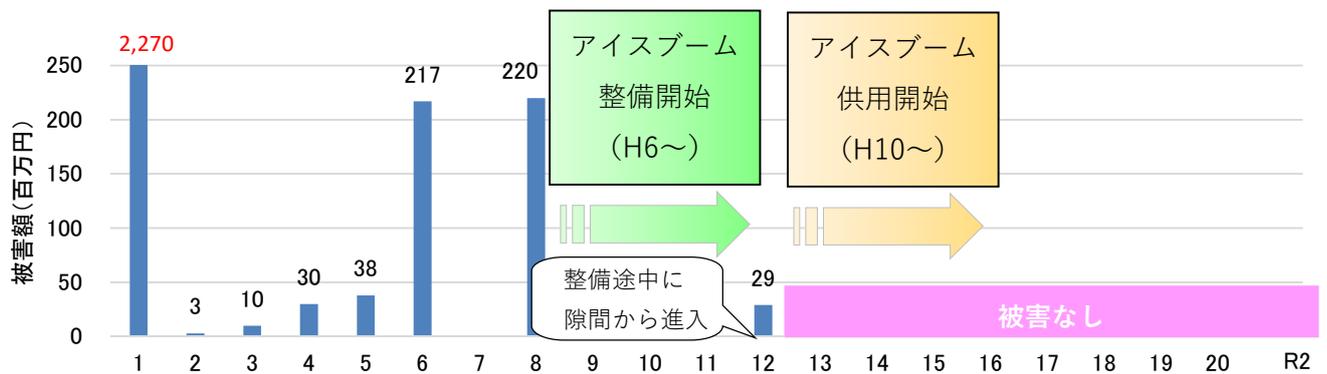


図-5 サロマ湖における流氷被害の推移



図-6 アイスブーム整備前



図-7 アイスブーム整備後

(エ) 耐久性向上のための改良

平成6年の整備着手後から耐久性向上のための以下の様な補強や改良を随時行ってきた。

a メインロープ

メインロープの材質は鋼製、ステンレス、化学繊維を比較検討し、重量が軽く取扱いや浮力確保の点で有利であり、海水に対する強度低下がない化学繊維を採用している。

化学繊維は、当初はアラミド繊維製を使用していたが、その後開発された、より曲げ疲労に強い超高分子量ポリエチレン繊維製のロープに更新している。繊維ロープの表面は塩化ビニルによ

る被覆を施し、さらにその上を積巻ロープで保護している（図-8）。

#### b フロート

当初、ウレタンを内部に充填し、表面をゴムライニングした鋼製のフロートを使用していたが、小型化、軽量化の観点から、発泡樹脂製へと転換を図ってきた（図-9）。さらに、これらフロートはクランプによりメインロープと接続されるが、クランプ部材の損耗やメインロープへ与えるダメージが大きいことから、現在は漁業などで使われる小型の浮子をネットで一塊にし、メインロープともネットで接続するタイプのフロートに順次更新を行っている。



図-9 フロート（左：鋼製、中央：樹脂製、右：浮子製）

図-8 メインロープの積巻作業状況

#### c 潜り込み防止対策

アイスブームを係留する固定杭は、鋼管杭式構造となっており、アイスブームは、上げ潮時には湖内方向に、下げ潮になると反転して外海方向へと展張する。この反転の際にロープが上部工下面に潜り込む現象が見られたため、これがロープに局所的な損傷を与えている可能性が指摘された。そこで、その上部工下面に、平成14年度に改良工事でメインロープの潜り込み防止工が追加された（図-10）。当時、潜り込み現象は下部ネットを有する特殊部のスパンでのみ確認されていたため、当該防止工は特殊部スパンに関する固定杭のみで実施され、一般部スパンでは行われていなかった。

一方、平成30年2月に一般部のメインロープにも破断が発生した。幸いにも湖内のほぼ全域が結氷していたため、流氷が奥に進めず養殖施設等の被害は免れたが、この破断要因として、これまで潜り込みが考慮されていなかった一般部においても毎日の流向の変化や潮止まり時の風浪の影響によって潜り込みが発生していたことが指摘された。このため、一般部においても特殊部と同様の潜り込み防止工を改良施工することとし、整備が進められている。

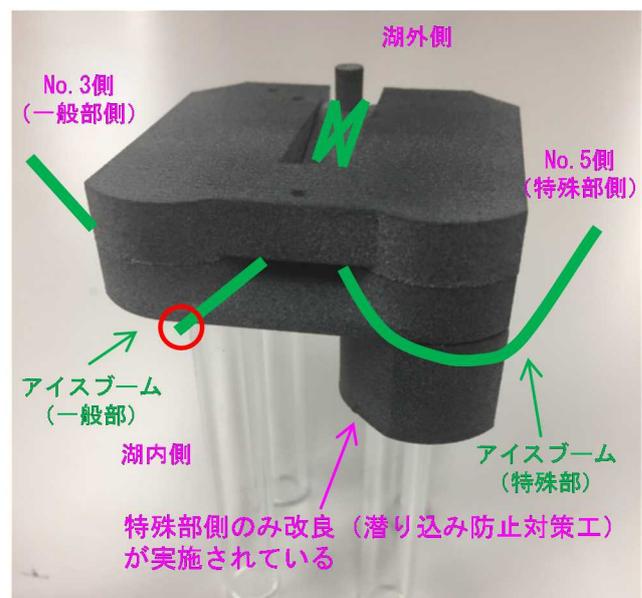


図-10 固定杭の上部工（模型）

## イ サンドポケットによる漂砂対策

### (ア) 施設整備の背景

砂浜海岸に位置する漁港では、潮流や荒天時の高波浪により発生した漂砂が航路や泊地を埋塞させ、漁港機能を低下させてしまうことが問題となっており、一般的には航路や泊地に砂が流入してから維持浚渫を行う事後的な対応をとっている。しかし、事後的な対応では漁港機能が低下した状態が長く続くとともに、浚渫工事中は漁船の航行を制限することとなり、地域の漁業活動に大きな影響を及ぼすこととなる。

このため、サロマ湖漁港第2湖口地区（図-1）で行っているサンドポケットによる漂砂対策では、漂砂が航路に流入する手前の位置に（深い水深まで）深掘りした場所（サンドポケット）を設け、航路内への漂砂の流入を抑制することにより地域の漁業活動への影響の低減を可能とした。

### (イ) 整備の事例（サロマ湖漁港第2湖口地区）

#### a 漂砂による航路埋塞の発生

昭和53年に整備・開通された第2湖口地区では、平成24年1月、低気圧による高波浪によって、通水以降初めて航路埋塞（図-2）が発生し、その後も漂砂による航路への堆砂傾向が続いた。

#### b 漂砂メカニズム及び対策の検討

航路埋塞によって、海水交換機能の低下による湖内水質悪化の危惧や、水深不足による漁船の航行制限など、漁業活動へ大きな影響がもたらされることから、有識者等による「サロマ湖漁港漂砂対策技術検討委員会」を設置し、原因の究明、対策手法の検討を行った。



図-1 サロマ湖漁港 位置図



図-2 平成24年発生 of 航路埋塞

技術検討委員会において、現地調査や漂砂シミュレーションをもとに検討した結果、平成24年1月に発生した埋塞のメカニズムは、東側（右岸側）からの沿岸漂砂量の増加により防砂堤右岸側が満砂状態となり、土砂が防砂堤を迂回して湖口前面に浅瀬を形成、高波浪によって水路内に押し込まれたものと結論付けられた。

本メカニズムを踏まえて、沿岸漂砂の制御、貯砂機能の確保、フラッシュ機能の確保（水路内に堆積した土砂を排出する機能）の視点から対策手法が検討され、対策の効果、経済性、漁業活動への影響等を総合的に評価した上で、サンドポケット造成、防砂堤嵩上げ・延伸、水路拡幅の漂砂対策工が決定された（図-3～4）。

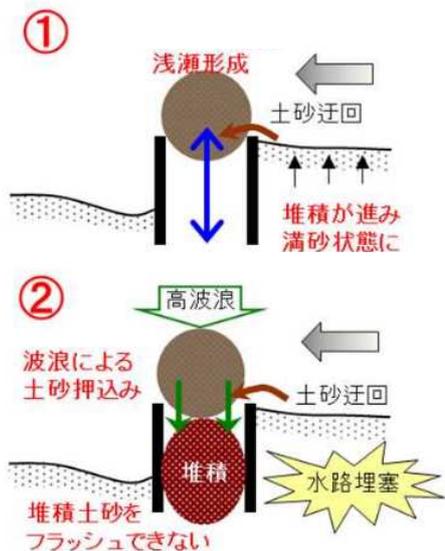


図-3 埋塞メカニズム模式図

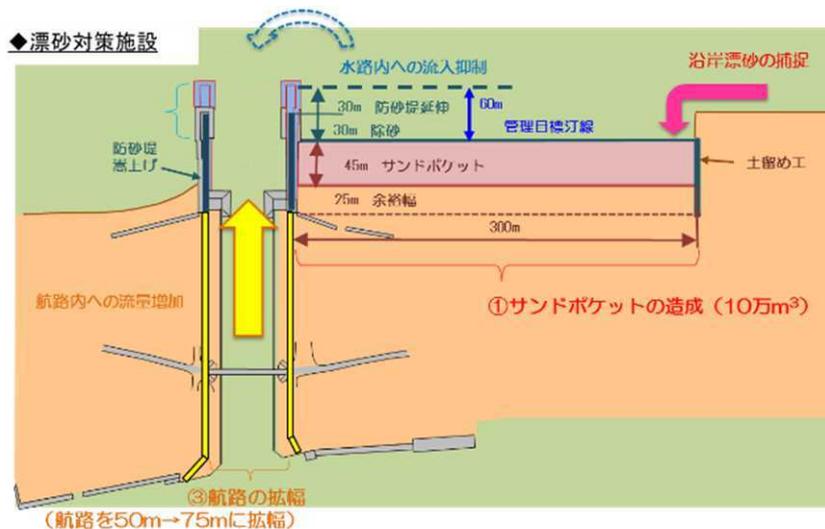


図-4 漂砂対策工の概要

c サンドポケットの整備

過去に発生した波浪により年間最大約9万 m<sup>3</sup>の沿岸漂砂が第2湖口へ到達した実績があることから、サンドポケットの最小の整備規模を10万 m<sup>3</sup>とし、防砂堤先端から汀線までの距離は、土砂流入が生じない60m、そして移動限界水深(-6.0m)を確保するよう汀線管理位置を設定し、平成29年度に整備した（図-5～6）。

なお、サンドポケットの整備には、有効利用や陸上処分が困難な10.5万 m<sup>3</sup>もの大量の土砂が発生する。流水や漁期により工期も制限されることから、「海洋汚染等及び海上災害の防止に関する法律」（以下「海防法」という。）に基づく海洋投入処分を行った。なお、施工にあたっては、海防法により、日々の土砂処分量の把握が義務付けられていたため、施工の効率化と正確な処分量の把握を目的として、ドローンやマルチビーム等のICT技術を活用した（図-7～10）。



図-5 サンドポケット造成 施工状況



図-6 サンドポケット完成状況



図-7 ドローンによる土量計測状況

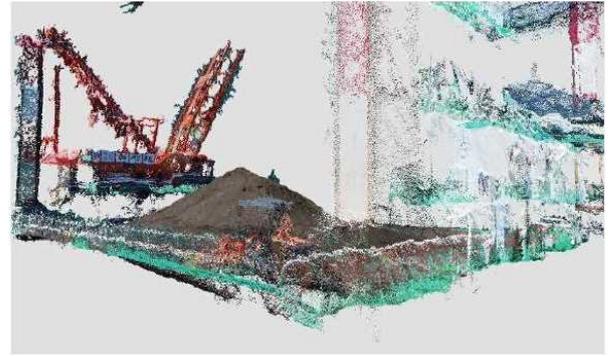


図-8 ドローン計測による3次元データ



図-9 浚渫土の海洋投入処分状況

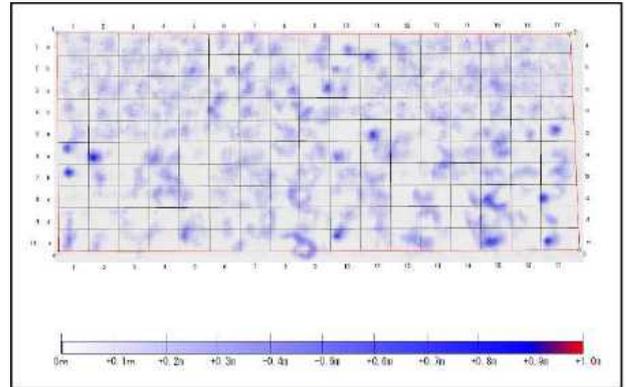


図-10 マルチビーム測量による海洋投入処分状況データ (海底地盤高の変化量)

d 漂砂対策の効果

漂砂対策のうち、防砂堤嵩上げ・延伸、航路拡幅については完了していないものの、サンドポケットの整備、西側の航路拡幅、防砂堤腐食孔の応急対策、継続的な浚渫により航路内（護岸間）での土砂の堆積量は減少している。護岸間における土砂の堆積量は、平成28年と比べて令和2年で約70%減少しており、取り組んできた漂砂対策の効果が確認された（図-11）。



図-11 護岸間の漂砂堆積量の変化

## ウ 衛生管理の向上に向けた施設整備

### (ア) 施設整備の背景

近年、消費者において食品の安全性に対する意識が高まっており、安全で安心な食品の供給が強く求められている。また、食品の輸出にあたっては、安全性、品質の厳格な管理が必要となっている。これらのことから、水産物の出荷にあたっては、鮮度の良さに加え、安全性と信頼性を兼ね備えた供給体制の確立が課題となっている。

これまでは漁獲物の陸揚げ後、屋根のないエプロンの上で、選別や計量、箱詰め、セリなどが行われることがあり、鳥類の羽毛や糞などの異物の混入や、直射日光や雨雪にさらされることによる品質低下などの恐れがある。また、用地の不足などから、狭い範囲での作業を強いられたり、作業動線が輻輳したりするなど、非効率な作業となっている。これらのことから、衛生管理の向上に向け、漁港全体の合理的なゾーニングや、陸揚げ、出荷作業形態の適正化など、ハード・ソフト一体となった衛生管理計画を策定し、屋根施設や人工地盤、清浄海水導入施設などの整備を行っている。

### (イ) 整備事例

#### a 厚岸漁港

##### (a) 整備の概要

厚岸漁港は、サンマ、サケ・マス、イカなどの沖合漁業、コンブ、カキ、アサリなどの沿岸・養殖漁業など多種多様な漁業が営まれ、厚岸町の地域経済を支える重要な漁港である。当漁港での水産物の陸揚作業は、古くから湖北地区の岸壁で行われていたが、衛生面や狭隘化が課題となっていたことから、これらの課題に対応するため陸揚機能を湖南地区第2埠頭に移転させ、屋根付き岸壁や清浄海水導入施設を整備（図-1）し、陸揚から出荷までの作業を清潔保持、鮮度保持、作業効率化、就労環境の改善に対応する総合的な衛生管理対策の推進を図った。



図-1 厚岸漁港 衛生管理対策施設 整備概要

(b) 施設整備による効果

①屋根施設整備による衛生管理の向上

陸揚げから、計量、仮置き、トラックへの積込みをすべて屋根施設の下で、一連の導線で効率的に行うために、高さ 12.0m（最大内空高）、幅 35.0m の屋根施設の整備（図-2～3）を行った。これにより、陸揚げから出荷まで、降雨、鳥糞、直射日光、砂、ほこり等を防ぐことができる環境となり、漁獲物の鮮度低下を防止するとともに、作業動線の効率化による時間短縮や作業車両等の輻輳の解消による安全性の向上、さらには、陸揚・出荷作業に携わる関係者の就労環境の向上の効果が発現した（図-4）。

また、衛生管理を徹底するための取り組みとして、岸壁や屋根施設へのトラックの進入を禁止している。これにより、サンマの陸揚げでは、これまで行っていた漁船から直接トラックへ積み込む形態を廃止して、衛生的かつ鮮度保持に優れている沖詰め発泡（沖合海上の漁船内での発泡スチロール箱詰め）とタンク獲り（専用の容器にサンマを陸揚げ）の2形態のみとしている。

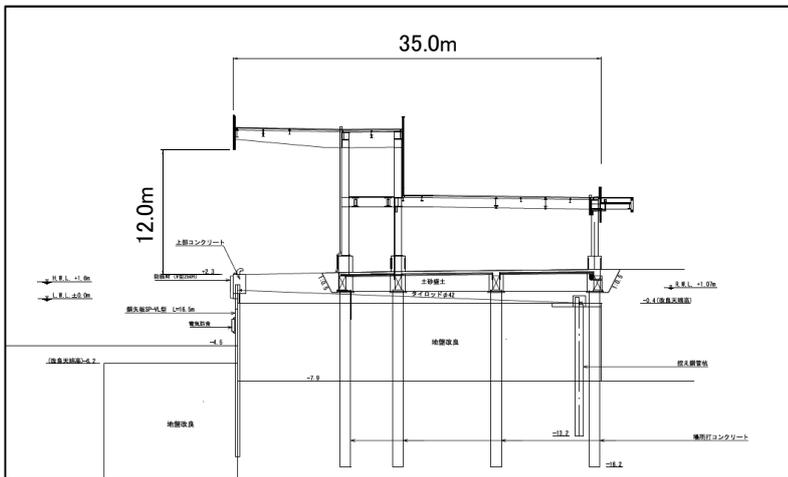


図-2 屋根施設 断面図

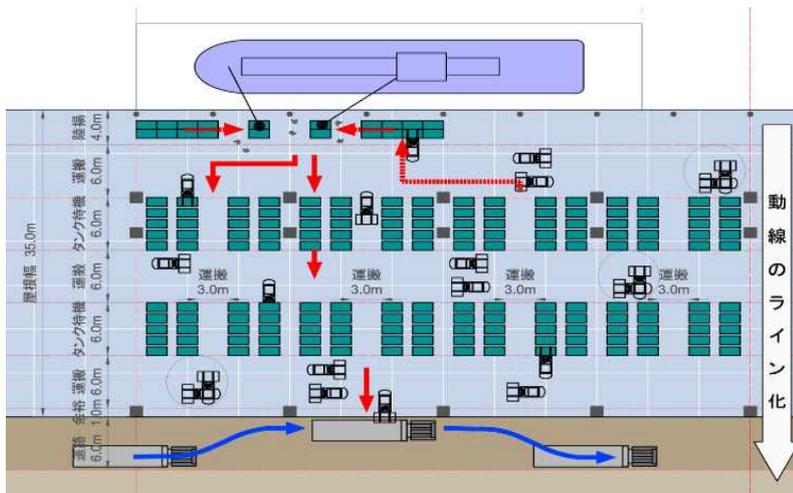


図-3 屋根施設配置計画



図-4 陸揚作業状況  
(整備前→整備後)

## ②清浄海水導入施設による衛生管理の向上

漁港内で清潔な海水を利用するために、港外から取水した海水をろ過、殺菌、冷却などを行う清浄海水導入施設の整備を行った(図-5)。これにより、低温管理が重要な魚の鮮度保持やタンク・岸壁・荷捌所の洗浄などの清潔保持に利用されている。



図-5 清浄海水の利用状況

## ③駐車場不足の解消

人工地盤及び埠頭先端部に駐車場の整備を行った。これにより、第2埠頭全体における車両や水産物出荷を行うトラック等の輻輳を解消した。

## ④その他の効果

人工地盤1階には、厚岸漁業協同組合により、蓄養水槽、低温庫を備えた荷捌室を有し、電子入札などICTを導入した閉鎖型の荷捌施設(地方卸売市場)が整備されるなど、一体的な衛生管理の推進が図られている。

### b 庶野漁港

#### (a) 整備の概要

庶野漁港は、えりも岬周辺海域で操業、航行する漁船の避難港であるとともに、えりも岬東部海域を主漁場とするサケ定置網、磯根漁業等の沿岸漁業の流通拠点となっている。流通拠点としての総合的な衛生管理対策の強化を図るため、地元漁協による閉鎖型荷捌所などの整備と連携し、水揚げ作業における衛生管理対策として、屋根施設、取排水施設の整備を行った(図-6)。

また、駐車スペースなどの用地不足の解消を図るとともに、東日本大震災の津波により浸水した当漁港において地震・津波災害時の避難場所を確保するため、人工地盤を整備した(図-7)。



図-6 庶野漁港 衛生管理対策施設 整備概要

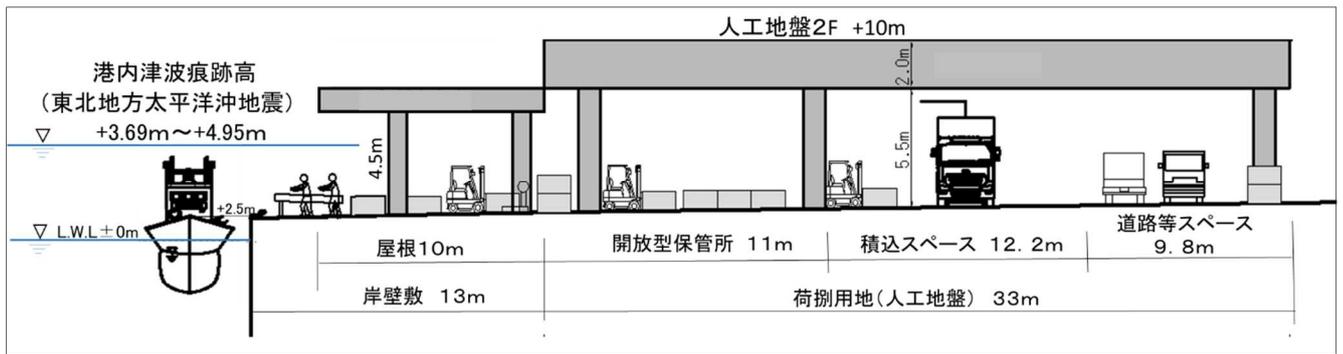


図-7 屋根施設・人工地盤 断面図

(b) 施設整備による効果

①衛生管理対応作業の効率化

屋根付き岸壁の整備により、日射・風雪雨・鳥害による鮮度低下及び異物混入を防ぐためにそれまで行っていた岸壁洗浄や漁獲物へのシート掛け等に要する時間が縮減され、作業の効率化が図られた(図-8)。

②運搬・出荷作業の効率化

整備前は、駐車場等の用地不足により、陸揚作業と運搬作業の輻輳が発生し、フォークリフトの運搬や、出荷時におけるトラックの積み込みに非効率な作業を強いられていたが、人工地盤での駐車場用地の確保及び、屋根付き岸壁への陸揚作業の集約に伴い、作業動線の輻輳が解消された。これらの作業時間が整備前に比べ半減され、作業の効率化が図られた(図-9)。

③津波防災機能

人工地盤2階の駐車場は、えりも町地域防災計画において津波による漁港利用者の一次避難場所として位置付けられている。人工地盤整備前は、近隣の避難所(さくら公園)まで徒歩12分を要していたが、人工地盤整備後は周辺300mの範囲までは徒歩5分以内に避難することが可能となり、人工地盤への一次避難の後、安全が確保された後に車両で二次避難場所へ避難することが想定されている。また、有事以外でも定期的な避難訓練や防災訓練の活用を予定しており、えりも町地域防災計画においても重要な施設として位置付けられている。

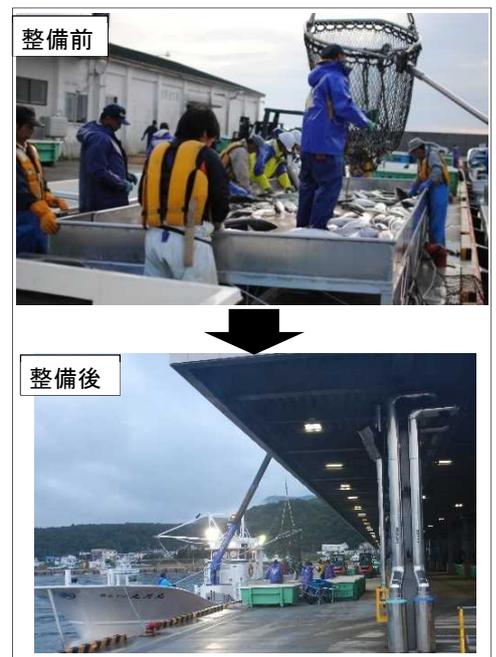


図-8 陸揚作業状況 (整備前→整備後)



図-9 トラック積み込み作業状況 (人工地盤下)

## エ 自然調和型漁港づくりの推進

### (ア) 整備の背景

水産業においては良好な漁場環境を保全しつつ、沿岸水域を高度に利用していくことが求められており、漁港整備事業においても、これまで以上に周辺環境との調和に配慮した事業を推進するため、自然環境と調和した構造物、工法の採用等を総合的に行う「自然調和型漁港づくり推進事業」を実施してきており、技術の集積及び普及を図っている。

具体的な例としては、防波堤内港側に小段を設け、コンブ等海藻類の増殖効果を持たせたり、構造上必要なブロックに産卵機能を付加したり、水質環境改善のために海水交換を行える構造の防波堤の設置等がある。(久遠漁港・寿都漁港・雄冬漁港・函館漁港・様似漁港など)

ここでは元稲府漁港の事例を紹介する(図-1)。



図-1 元稲府漁港及びマウンド小段造成箇所

### (イ) 施設の概要

元稲府漁港は、北海道北東部、オホーツク海沿岸に位置する第4種漁港で、地域水産業を支える生産流通拠点として、また周辺漁場からの避難拠点として重要な役割を果たしている。所在地の雄武町では、ホタテガイを中心とした底引き網などの沖合漁業が盛んに行われ、漁獲量全体の大半を占めている。サケについては、資源量増加ため、港内での中間育成や「メジカ」、「雄宝」のブランド化を進めているほか、コンブ・ウニの採貝藻漁業やタコ漁業などの沿岸漁業も盛んに行われている。また、近年は水産物の鮮度保持や品質の向上のため、屋根施設や清浄海水導入施設の整備、雄武漁業協同組合により荷捌所の建設など衛生管理対策が進められている。

元稲府漁港では、長周期波による港内の副振動が漁業活動の大きな支障となっていたが、港内

を拡幅した上で外郭施設の港内側を増深、自然浜の形状にすることで、港内副振動の解消を図った。その際、磯根であった場所を浚渫する必要があることから、浚渫岩を北防波堤と北護岸からなる二重堤の間に投入してマウンド小段を造成し藻場の創出を図っている（図-2～3）。



図-2 二重堤イメージ図

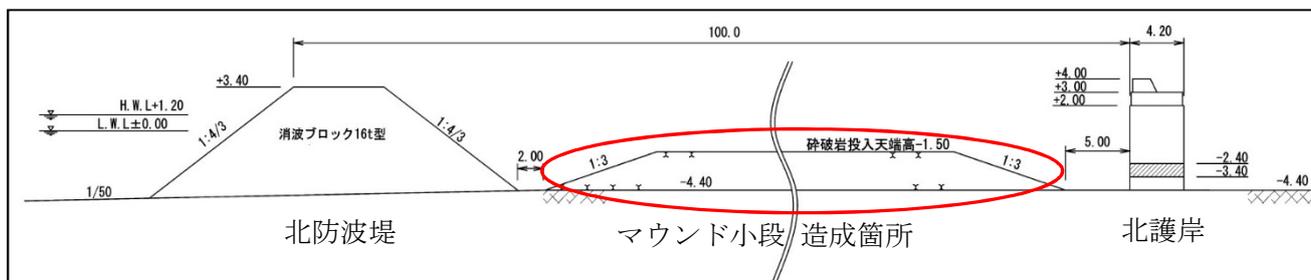


図-3 二重堤標準断面図

(ウ) 施設整備（防波堤背後水域における藻場創出）による効果

北防波堤・北護岸を自然調和型の二重堤構造としその間にマウンド小段を造成したことにより、二重堤間に藻場が創出され、整備前に比べウニ・コンブの資源量が増加しており、平成18年からウニ漁、平成19年からコンブ漁を開始したところである。10年程度経過後の調査でも藻場が長期的に創出されていることが確認されており（図-4～6）、静穏で安全な漁場として継続して活用されている。北防波堤の延伸部についても、同様に二重堤構造としたことで、さらなる藻場環境の創出が期待されている。



図-4 防波堤背後水域におけるウニの漁獲状況

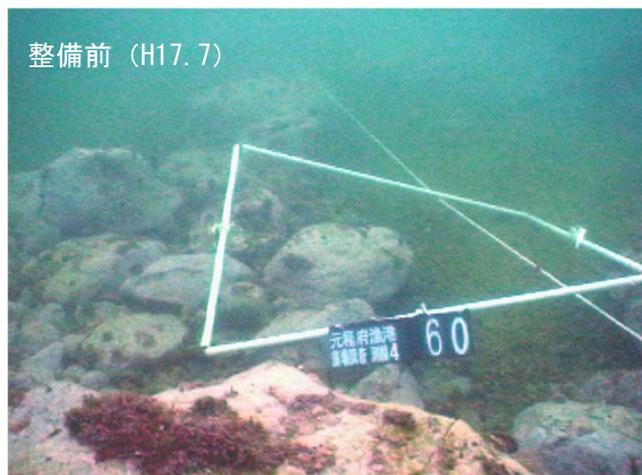


図-5 整備前後の二重堤間のコンブ繁茂状況

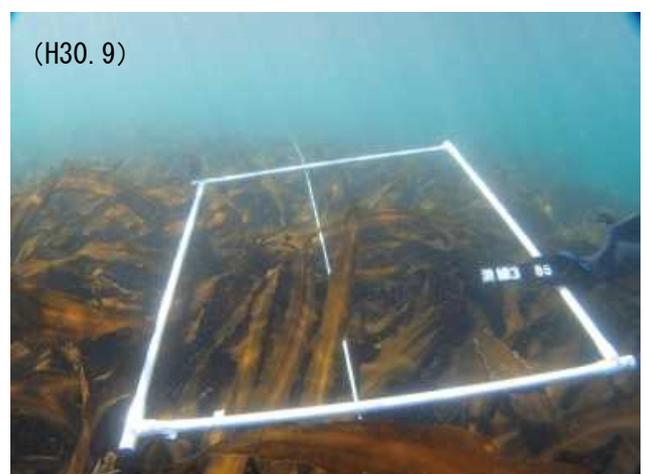


図-6 10年程度経過後の二重堤間のコンブ繁茂状況