

北海道沿岸の港湾・漁港周辺における海水被害の現状について

大村 高史*

1. はじめに

北海道沿岸では、オホーツク海沿岸を中心として冬期間に流水が来襲し、沿岸地域の経済活動等に多大な影響を与えている。また、北海道沿岸に位置する港湾・漁港においては、冬期間に港内が結氷する港も多く見られ、それに伴う被害も甚大であると考えられる。しかしながら、港内結氷に関する研究は山本ら¹⁾、早川ら²⁾などにより報告されているが、港内結氷や流水の来襲による被害については、泉ら³⁾による報告を除いてほとんどないのが実状である。

このような背景から、港内結氷や流水の流入・来襲による全道的な被害実態を明らかにすることを目的として、港湾・漁港における被害や利用障害をアンケート及びヒアリング調査により把握するとともに、被害額の算定を試みたので報告する。

2. 港内結氷状況と流水流入・来襲状況

(1) 調査方法

各港における港内結氷状況と港内への流水流入状況は、1987年度～1997年度に実施した現地調査により把握した。この調査は、図-1に示す留萌港、稚内港、紋別港、網走港、羅臼漁港、根室港（花咲地区）、釧路港及び大津漁港の6港湾、2漁港を対象

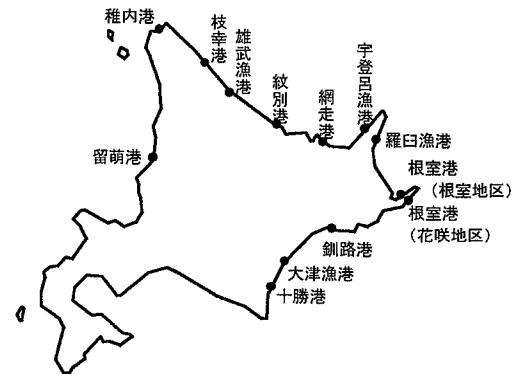


図-1 調査対象港湾・漁港の位置図

に、12月～3月に毎朝1回港内の結氷及び流水の分布状況を観測記録したものである。一例として、網走港における港内結氷状況を図-2に示す。調査は、港内結氷状況を①蓮葉氷を観測、②港内結氷を観測、③流水の流入を観測の3つの状況に整理している。

流水来襲状況は、(財)日本水路協会提供のFAXによる流水情報を基に、1994年度～1998年度までの5ヶ年の流水分布状況を分析した。この分析は、図-1に示す稚内港、枝幸港、雄武漁港、紋別港、網走港、宇登呂漁港、羅臼漁港、根室港（根室地区及び花咲地区）、釧路港及び十勝港の8港湾、3漁港を対象に、概ね1月～4月に夕方1回提供されるFAX

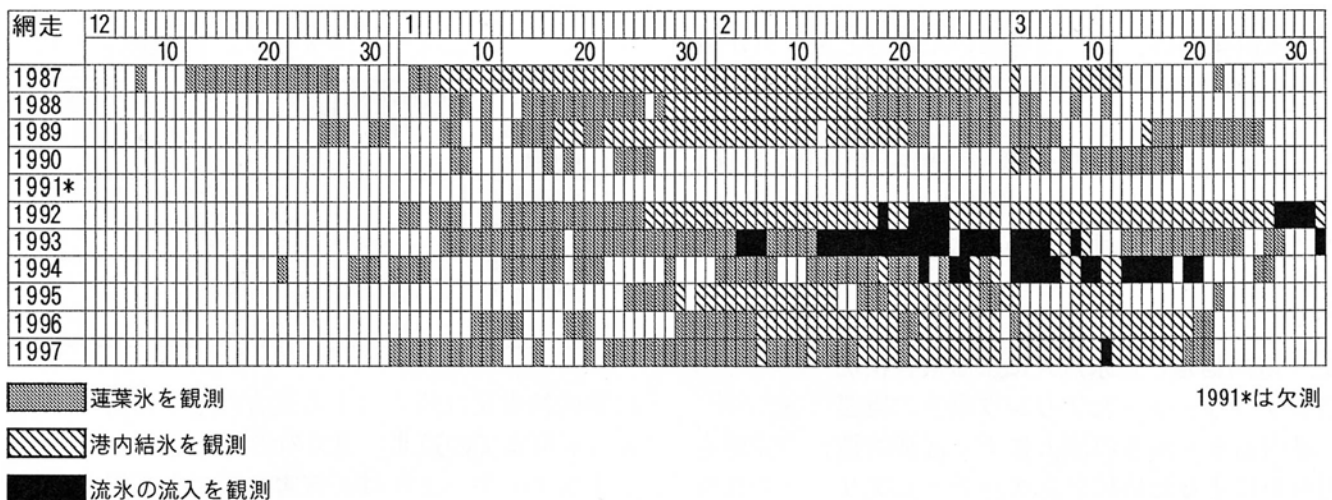


図-2 港内結氷状況（網走港の例）

による流水分布情報を整理したものである。図-3はその一例であり、北海道沿岸の流水分布状況を密接度により表している。

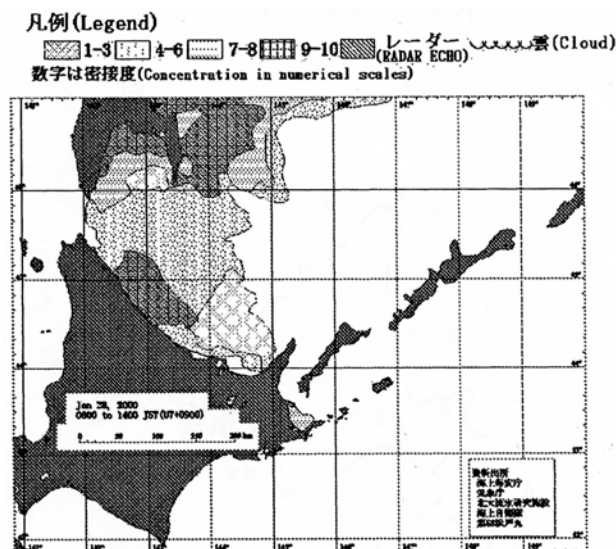


図-3 流水来襲図

(2) 港内結氷発生率と流水流入・来襲率

前述の港内結氷状況と流水流入・来襲状況から算定した港湾・漁港別の港内結氷発生率 P_s 、港内への流水流入率 P_{Fi} 及び流水来襲率 P_{Fo} を表-1～表-3に示す。港内結氷発生率と流水流入率は、港内の一部または全域に結氷・流水が観測された日数と調査日数の比率である。同様に流水来襲率は、流水が対象港に接岸した日数と調査日数の比率を表している。

港内結氷発生率は、羅臼漁港と大津漁港を除いて各港とも2月が最も高く、紋別港と網走港では70%前後であった。

流水流入率は、網走港を除いて各港とも3月が最も高く、紋別港と羅臼漁港では20%台であった。

流水来襲率は、稚内漁港から宇登呂漁港にかけて2月が最も高く、宇登呂漁港から根室港（根室地区）にかけては、2月と3月で来襲率はほぼ同じである。特に羅臼漁港は4月においても15.2%と他港に比べて高い。

3. 港内結氷と流水流入による被害状況

(1) アンケート・ヒアリング調査の概要

港内結氷・流水の流入による経済的被害の実態を明らかにするためにアンケート・ヒアリング調査を実施した。なお、本報告における調査範囲は、過去

表-1 港内結氷発生率 P_s

(単位: %)

	1 2 月	1 月	2 月	3 月	平均
留萌港	1.4	10.0	13.4	0.4	6.1
稚内港	2.2	29.4	35.0	2.9	17.0
紋別港	1.8	50.2	68.1	30.1	36.8
網走港	8.7	59.7	76.2	44.5	46.7
羅臼漁港	0.0	1.9	22.7	27.7	12.9
根室港(花咲)	2.8	25.4	35.0	12.1	18.5
釧路港	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
大津漁港	2.2	49.5	48.0	4.3	25.5

表-2 流水流入率 P_{Fi}

(単位: %)

	1 2 月	1 月	2 月	3 月	平均
留萌港	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
稚内港	0.0	0.0	3.6	6.8	2.6
紋別港	0.0	6.1	18.1	20.8	11.1
網走港	0.0	0.0	9.9	7.7	4.3
羅臼漁港	0.0	0.0	6.4	23.2	7.4
根室港(花咲)	0.0	0.0	0.0	0.8	0.2
釧路港	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
大津漁港	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

表-3 流水来襲率 P_{Fo}

(単位: %)

	1 月	2 月	3 月	4 月	平均
稚内港	0.0	2.2	0.0	0.0	0.5
枝幸港	2.6	59.5	21.1	0.7	19.3
雄武漁港	3.9	59.8	29.1	0.7	21.8
紋別港	3.3	70.4	36.6	4.0	26.6
網走港	7.9	84.2	61.4	10.0	38.1
宇登呂漁港	11.0	81.5	77.9	7.6	41.8
羅臼漁港	1.9	51.1	51.4	15.2	29.3
根室港(根室)	2.6	40.0	38.4	2.9	20.7
根室港(花咲)	0.0	2.9	7.7	0.0	2.7
釧路港	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
十勝港	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

表-4 1次アンケート内訳

港種	配布港数	回答港数	アンケート対象
重要港湾	11	11	港湾管理者
地方港湾	16	16	
第4種漁港	20	19	漁港関係自治体 (市町村)
第3種漁港	8	7	
第2種漁港	17	17	
第1種漁港	103	99	
合 計	175	169	

に港内結氷又は流水による被害の生じた留萌市からえりも町までの道北・道東の港湾・漁港とした。

1次アンケート⁴⁾は、被害を受けた利用者や被害の概況を把握するために、港湾管理者・漁港関係自

治体に対して郵送により実施した（表－4 参照）。

2 次アンケート⁴⁾は、1 次アンケートの結果を受けて被害の詳細を把握するために、当該港を利用し被害を受けている漁業協同組合、建設業者、観光船社、フェリー会社、海上保安部に対して郵送により実施した（表－5 参照）。

表－5 2 次アンケート内訳

アンケート対象	配布数	回答数
漁業協同組合	63	61
建設業者	65	56
観光船社	4	3
フェリー会社	4	4
海上保安部	5	4
合計	141	128

ヒアリング調査⁴⁾はアンケートだけで把握できない、被害額を定量化するために必要な内容について、表－6 に示す利用者に対して実施した。

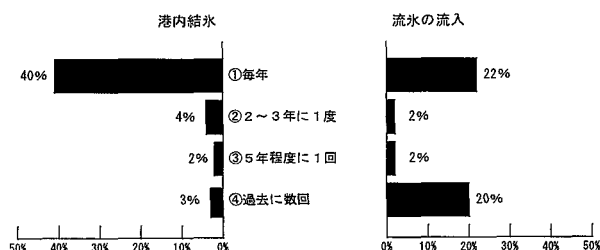
表－6 ヒアリング調査

ヒアリング対象	対象数
漁業協同組合	17
建設業者	3
観光船社	3
フェリー会社	2
海上保安部	1
合計	26

(2) 1 次アンケート結果

1 次アンケートの回収率は 97%（対象港数 175、回答数 169）であり、本報告における調査サンプル数として十分な解答が得られた。また、回収した回答間で整合性のとれないものについては電話による確認を行った。

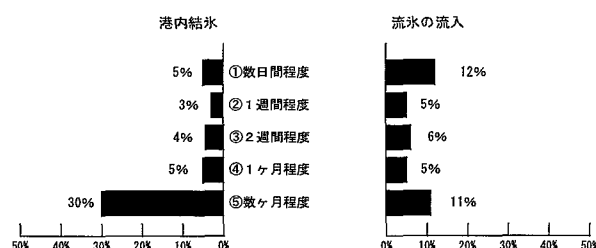
図－4 は、港内結氷と流水流入の頻度を示したものである。港内結氷の頻度は、“毎年結氷する”が 40%と高い頻度を示し、稚内市から根室市までの範



図－4 港内結氷と流水の流入の頻度

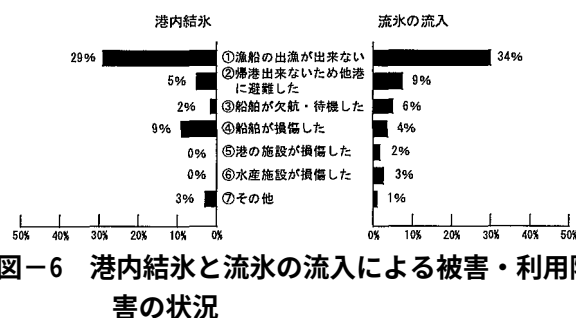
囲の港に多く見られる。流水流入の頻度は、“毎年流入する”が 22%で、稚内市から雄武町、斜里町から根室市までの範囲の港で多くみられる。流水流入の頻度は、港内結氷に比べて低い。

図－5 は、港内結氷と流水流入が生じる期間を示したものである。港内結氷の期間は、“数ヶ月程度”が 30%で枝幸町から厚岸町までの範囲の港で多く見られ、“1 ヶ月程度から数ヶ月程度”が 35%を占める結果となっている。これに対して、流水流入の期間は、“数ヶ月程度”が 11%で羅臼町や根室市に主に見られ、“1 ヶ月程度から数ヶ月程度”は 16%と港内結氷の期間に比べて短い。



図－5 港内結氷と流水の流入が生じる期間

図－6 は、港内結氷と流水流入による被害・利用障害の状況を示したものである。港内結氷と流水流入による被害の状況は概ね一致している。両被害とも“漁船の出漁が出来ない”が 30%前後と多い結果となっている。港内結氷による“港の施設や水産施設に対する損傷”はみられない。地域による被害の特徴はみられないが、根室市の港で多くの被害・利用障害が発生している。



図－6 港内結氷と流水の流入による被害・利用障害の状況

図－7 は、港内結氷と流水流入による被害を回避するために行われている対策を示したものである。両被害に対する対策とも、“漁船は上架保管”と“砕氷作業の実施”が多く行われており、両者を合わせると港内結氷が 39%、流水流入が 27%となっている。“漁船は上架保管”による対策は稚内市から

厚岸町の港で実施されており、結氷・流水流入の期間が数ヵ月におよぶ地域と同様な範囲である。その他としては、防止ロープの設置や防水堤の設置による対策が行われている。また、“特に何もしていない”と回答したのは、港内結氷や流水流入による被害が軽微な港である。

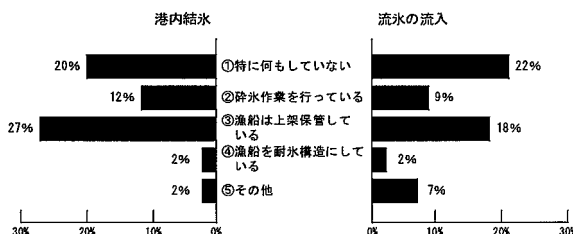


図-7 港内結氷と流水の流入に対する対策

図-8 は、港内結氷と流水流入に対する対策の必要性を示したものである。流水流入対策の必要性は、“費用より便益が上回れば導入したい”と“費用に関わらず導入したい”が合わせて 27%を占めるのに対し、港内結氷に対する対策の必要性は 18%とやや少なめの結果となっている。両被害に対して“費用に関わらず導入したい”と対策を強く望んでいるのは、根室市や羅臼町の港であった。“恒久的対策は不要”と回答したのは、港内結氷や流水流入による被害が軽微な港である。

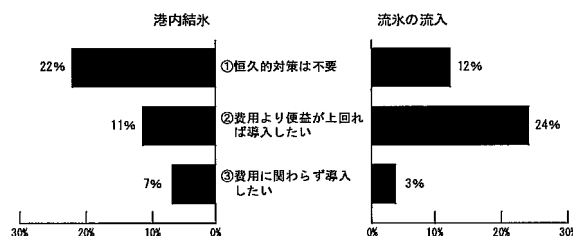


図-8 港内結氷と流水の流入に対する対策の必要性

(3) 2次アンケート結果

2次アンケートの回収率は91%（対象団体数141、回答数128）であり、本報告における調査サンプル数として十分な回答が得られた。

図-9 は、港内結氷と流水の流入による被害・利用障害の状況を示したものである。

港内結氷では、①船舶の損傷（27%）（111隻）
②出漁不能（24%）（917隻）
③船舶の待機（13%）（82隻）
の順に多く、

流水の流入では、①出漁不能（25%）（960隻）
②船舶の損傷（22%）（43隻）
③船舶の待機（20%）（46隻）
の順に多い。

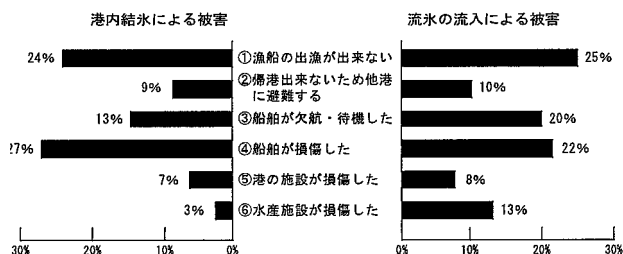


図-9 港内結氷と流水の流入による被害の相違

両被害とも“出漁不能、船舶の待機、船舶の損傷”が多く、それらの合計は港内結氷が64%、流水流入が67%となっている。地域における被害の特徴はみられないが、稚内市や根室市の港の漁業者に多くの被害・利用障害が発生している。また、被害隻数は、“出漁不能”が他の被害に比べて多く、港内結氷・流水流入ともに900隻を超える船舶が被害を受けている。

図-10 は、港内結氷と流水の流入に対する対策を講じることによるメリットを示したものである。

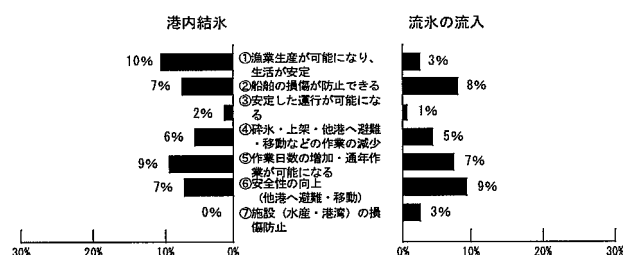


図-10 港内結氷と流水の流入に対する対策を講じることによるメリット

港内結氷では、①漁業生産の向上（10%）
②作業日数の増加（9%）
③船舶の損傷防止（7%）
④安全性の向上（7%）
の順に多く、
流水の流入では、①安全性の向上（9%）
②船舶の損傷防止（8%）
③作業日数の増加（7%）
の順に多い。

対策を講じることにより、港内結氷・流水流入ともに約 30%の利用者がメリット有り」と回答している。

(4) 海域による被害と氷象の特徴

港内結氷状況と流水流入・来襲状況および被害の特性より海域を分類すると、表-7、図-11 に示す 3 つのパターンに大別できる。

表-7 港内結氷発生率、流水流入・来襲率

(単位:%)

		12月	1月	2月	3月	4月	平均
海 域 I	港内結氷発生率 P_s	5.4	55.3	72.4	37.7	—	33.7
	流水流入率 P_{Fi}	0.0	2.8	13.8	13.9	—	6.0
	流水来襲率 P_{Fo}	—	7.4	78.6	58.4	7.2	27.7
海 域 II	港内結氷発生率 P_s	1.4	19.6	30.6	11.8	—	12.4
	流水流入率 P_{Fi}	0.0	0.0	4.6	12.7	—	3.4
	流水来襲率 P_{Fo}	—	2.2	41.8	27.8	3.7	14.3
海 域 III	港内結氷発生率 P_s	2.1	28.4	32.0	5.3	—	13.3
	流水流入率 P_{Fi}	0.0	0.0	0.0	0.2	—	0.1
	流水来襲率 P_{Fo}	—	0.0	1.0	2.6	0.0	0.7



図-11 港内結氷および流水流入・来襲率による海域の分類

- ①海域 I : 毎年港内結氷や流水の来襲が生じる海域で (P_s, P_{Fo} 70~80%、 P_{Fi} 10~20%)、被害・利用障害の対策を常に講じている地域。
- ②海域 II : 港内結氷または流水の来襲が生じる可能性の比較的高い海域で (P_s, P_{Fo} 30~40%、 P_{Fi} 10~20%)、被害・利用障害の対策を状況に応じ

て講じている地域。

- ③海域 III : 港内結氷の発生率は海域 II と同等であるが、流水の来襲が生じる可能性の低い海域で (P_s 30%、 P_{Fi}, P_{Fo} 0%)、被害・利用障害の対策があまり講じられていない地域。

4. 被害額の試算

(1) 被害・利用障害の項目と定量化する項目

アンケート・ヒアリング調査により、主要な被害・利用障害のパターンは、以下に示す 6 つのパターンに大別できることが明らかとなった。

- ①港内結氷・流水の流入により出漁出来ない。
- ②出漁（出港）はしたが港内結氷・流水の流入により入港できずに他港に避難する。
- ③港内結氷・流水の流入により欠航・待機が生じる。
- ④港内結氷・流水の流入により砕氷作業が生じる。
- ⑤港内結氷・流水の流入により上下架作業が生じる。
- ⑥その他の被害
 - ① 船舶の損傷
 - ② 港湾施設の損傷
 - ③ 水産施設の損傷
 - ④ 水産生物の被害

以上に示す 6 つの被害・利用障害のパターンの内、①~⑤の 5 項目に対して被害額の算定を試みる。なお、船舶や港湾施設への被害は、必ずしも被害の要因が港内結氷や流水の流入だけに特定できないことや、水産施設や水産生物への被害は年によって一時的に発生する被害であるため、⑥その他の被害は試算の対象外とした。

(2) 被害額の試算方法

被害額の試算に際しては、港内の氷象条件によって生ずる①港内結氷による被害と②港内への流水の流入による被害に分けて試算し、更に参考として、港外の氷象条件によって生ずる③流水の来襲による被害についても概略試算を試みる。

また、試算においては種々の前提条件を設定するが、その前提条件を被害の種類別に以下に示す。

a) 出漁が出来ない場合の被害額

- ①平均水揚額は、支庁別の 1992 年度~1996 年度の 5

ヶ年における、12月～4月に操業している魚種の水揚額により支庁別に算定する。

②被害額は、被害の発生する発生率等を海域毎に考慮して以下に示す式により算定する。

$$(\text{被害額}) = (\text{平均水揚額}) \times (\text{港内結氷発生率} \times 5 \text{ ヶ月} / 12 \text{ ヶ月})$$

ただし、海域Ⅰにおいては、流水の影響により12月～4月にかけて、ほとんど操業事態がないため被害額から除外する。

b) 他港に避難する場合の被害額

①陸上移動費用は、人件費の往復分を計上することとし、船種別に、「港湾投資の評価に関するガイドライン1999」((財)港湾空間高度化センター)による単価を用いる。

②海上移動費用は、人件費と運航費の片道分を計上することとし、船種別に、「港湾投資の評価に関するガイドライン1999」((財)港湾空間高度化センター)による単価を用いる。

③陸上移動時間、海上移動時間及び被害隻数は、アンケート・ヒアリングによる。

④被害額は、以下に示す式により算定する。
$$(\text{被害額}) = \{(\text{陸上移動費用}) \times (\text{陸上移動時間}) + (\text{海上移動費用}) \times (\text{海上移動時間})\} \times (\text{被害隻数})$$

c) 欠航・待機する場合の被害額

①人件費及び運航費は、船種別に、「港湾投資の評価に関するガイドライン1999」((財)港湾空間高度化センター)による単価を用いる。

②待機時間は、漁業者及び建設業者は半日(4時間)、観光業者は1日(実質的には欠航)と仮定する。

③被害額は、アンケートによる被害隻数を考慮して、以下に示す式により算定する。

$$(\text{被害額}) = \{(\text{人件費}) + (\text{運航費})\} \times (\text{待機時間}) \times (\text{被害隻数})$$

d) 砕氷作業が生じる場合の費用

①砕氷作業は、㊦建設会社に委託し、バックホー、作業船等により砕氷、㊧船舶の周囲を人力(チェーンソー)により砕氷、㊨港湾・漁港の利用者が使用船舶を用いて砕氷、の3つのケースが存在することが明らかとなった。㊨のケースは船舶を損傷する恐れがあることから、㊦及び㊧のケースが最も多い。したがって、ここでは漁協の場合は㊨のケースで砕氷し、建設会社の場合は㊧のケースで破氷するものと想定する。

②人件費及び運航費は、“c) 欠航・待機する場合”と

同様とする。

③作業方法及び作業時間は、ヒアリング結果より以下の通りとする。

㊦の場合：バックホー、作業船、補助する曳船(漁船程度)により作業員4名で1日(4人8時間)で砕氷作業を行うものとする。

㊧の場合：最初の砕氷作業は、作業員5名で3日(5人24時間)、その後の砕氷作業は1シーズン5回実施すると仮定し、作業員5名で1日(5人×8時間×5回)で砕氷作業を行うものとする。

④被害額は、以下に示す式により算定する。

$$(\text{被害額}) = \{(\text{人件費}) \times (\text{運航費})\} \times (\text{作業時間}) \times (\text{作業回数})$$

e) 上下架作業が生じる場合の費用

①上下架費(上架・下架の2回分)及び滞架費は、ヒアリング結果による、いずれの費用も、在港船舶の平均船型とする。

②滞架日数は、港内結氷発生率、流水流入率及び流水来襲率より算定する。

③被害額は、以下に示す式により算定する。

$$(\text{被害額}) = \{(\text{上下架費}) \times 2 \text{ 回} \times (\text{滞架費}) \times (\text{滞架日数})\} \times (\text{在港隻数})$$

(3) 被害額の試算

前述した被害・利用障害の各パターンの対して、表-8に港内結氷と流水の流入及び来襲による被害額の試算結果を示す。これらによると港内結氷と流水の流入及び来襲による被害額は合わせて年間90億円程度と推計され、これらの被害が潜在的に発生している可能性があると考えられる。

個々の被害額を見てみると、①出漁不能、②上下架作業、③砕氷作業、④欠航・待機、⑤他港避難の順で被害額が大きい結果となっている。

表-8 港内結氷、流水流入及び流水来襲による被害額試算結果

(単位:百万円)

	出漁不能	他港避難	欠航待機	砕氷作業	上架作業	合計
港内結氷	4,239	4	17	24	1,455	5,739
流水流入	625	—	—	—	5	630
流水来襲	2,906	4	14	7	871	3,802
重複分	-736	—	—	—	-8	-744
合計	7,034	8	31	31	2,323	9,427

5. おわりに

本報告により得られた主要な結論を要約すると次の通りである。

- (1) 港内結氷と流水の流入による被害・利用障害の状況を明らかにした。
- (2) 港内結氷、流水の流入・来襲による被害から海域を分類すると 3 つのパターンに大別できることを明らかにした。
- (3) 出漁不能、他港避難、欠航・待機といった被害と、被害を回避するために行う砕氷作業、上下架作業については定量化を行うことにより、被害額と被害回避額を試算した。

謝辞：最後に、アンケート及びヒアリング調査の実施にあたり、多大なる御協力を頂いた関係各位に深く感謝の意を表する次第である。

参考文献

- 1) 山本泰司、水野雄三、笹島隆彦、山中浩次、時川和夫：寒冷地港湾における港内結氷特性に関する研究、第 40 回海岸工学講演会論文集、pp1011-1015、1993
- 2) 早川哲也、坂本洋一、水野雄三、石川成昭、金川均：北海道の港湾・漁港における港内結氷の特性に関する研究、海洋開発シンポジウム論文集、VOL.13、pp847-851、1997
- 3) 泉洸、浜中建一郎、佐伯浩：1984 年、1985 年の流水による水産物の被害について、寒地技術シンポジウム講演会論文集、pp119-123、1985
- 4) 開発土木研究所：港内結氷による被害に関する調査業務報告書、2000



大村 高史*
開発土木研究所
環境水工部
港湾研究室
研究員