

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

ECONOMIC LOSSES INCURRED DUE TO DAMAGE AND CLOSURE OF PORTS IN HOKKAIDO DURING THE PASSAGE OF ICE FLOES

大村高史¹・平澤充成²・寺島貴志³

Takashi OHMURA, Mitsunari HIRASAWA, Takashi TERASHIMA

- 1 北海道開発局 開発土木研究所 (〒062-8602 北海道札幌市豊平区平岸1条3丁目)
- 2 正会員 北海道開発局 港湾部 (前開発土木研究所) (〒060-8511 北海道札幌市北区北8条西2丁目)
- 3 正会員 工博 パシフィックコンサルタンツ(株) 港湾部 (〒206-8550 東京都多摩市関戸1丁目)

Damage caused by ice floes drifting down from the Sea of Okhotsk has a severe economic impact on communities located along the coast of Hokkaido, particularly those located on the Okhotsk Sea side. The force closure of many harbors and fishing ports along the coast of Hokkaido during the winter also has a severe economic impact. However, the total economic losses in Hokkaido due to damage and closure of ports caused by ice floes has not been clarified yet.

The aim of this study was therefore to clarify, through questionnaires and interviews, the total economic losses incurred due to damage and closure of ports in Hokkaido during the passage of ice floes.

Key Words : Economic impact, ice floes drifting, questionnaires and interviews

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氷が来襲し、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早川ら¹⁾をはじめ山本ら²⁾などにより報告されているが、港内結氷や流氷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研究例がないのが実状である。

このような背景から、本研究では港内結氷や流氷の来襲による全道的な港湾・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し、その経済的な被害実態を明らかにすることを目的として実施する。

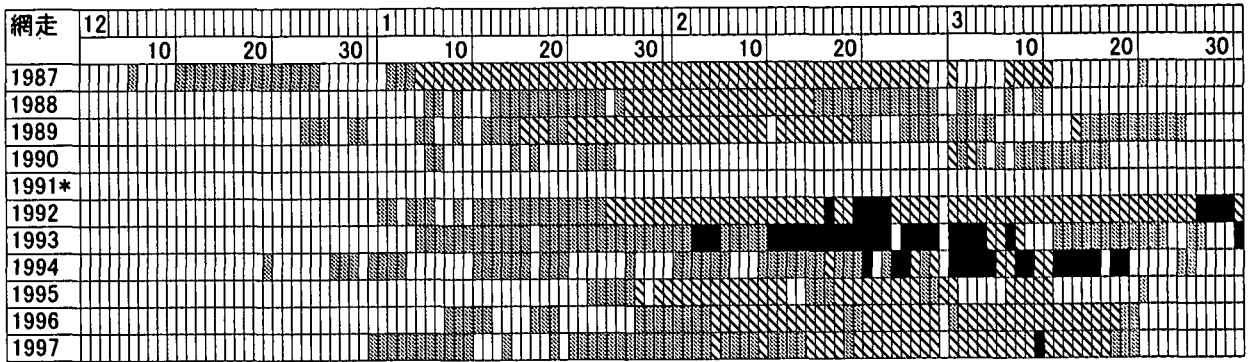
2. 港内結氷状況と流氷来襲状況

(1) 港内結氷状況

本研究は、港内結氷に関する現地調査による観測データから、港内結氷状況を分析した。分析に用いた観測データは、1987年度～1997年度までの11ヶ年分である。調査対象港は、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



図-1 調査対象港湾・漁港の位置図



蓮葉氷を観測
 港内結氷を観測
 流水の流入を観測

1991*は欠測

図-2 港内結氷状況(網走港の例)

び大津漁港の6港湾、2漁港である。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。

(2)流水来襲状況

(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。分析の対象港は、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漁港である(図-1参照)。分析に際しては、前述のFAX情報から対象位置における5ヶ年の流水の密接度を整理することにより、対象位置沿岸の流水分布状況を把握した。

(3)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来襲状況から算定した港湾・漁港別の港内結氷発生率、港内への流水流入率及び流水来襲率を表-1～表-3に示す。ここで各事象の出現率は、事象の発生日数と調査日数の比率である。また、流水来襲は調査位置沿岸への接岸を来襲と定義した。

3. 港内結氷と流水来襲による被害状況

(1)アンケート・ヒアリング調査の概要

港内結氷・流水の来襲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、本研究における調査範囲は、過去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次アンケートは、被害を受けた利用者や被害の概況を把握するため、港湾管理者・漁港関係自治体に対して実施した。また、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

表-1 港内結氷発生率

(単位:%)

	12月	1月	2月	3月	平均
留萌港	1.4	9.7	13.5	0.4	6.2
稚内港	2.2	28.5	35.3	3.0	17.0
紋別港	1.8	48.6	68.7	31.1	36.9
網走港	8.7	59.7	76.8	46.0	47.2
羅臼漁港	0.0	1.9	22.9	28.7	12.9
根室港(花咲)	2.8	24.6	35.3	12.5	18.5
釧路港	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
大津漁港	2.2	47.9	48.4	4.4	25.5

表-2 流水流入率

(単位:%)

	12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	7.0	2.6
紋別港	0.0	5.9	18.3	21.5	11.1
網走港	0.0	0.0	10.0	8.0	4.3
羅臼漁港	0.0	0.0	6.4	24.0	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

(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	11.5	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

に当該施設を利用する漁業協同組合、建設業者、観光船社、フェリー会社、海上保安部に対して2次アンケートを実施した。

1次アンケートの回収率は97%(対象港数175、回答数169)、2次アンケートの回収率は91%(対象者数141、回答数128)であり、本研究における調査サンプル数として十分な回答が得られた。また、アンケートで把握できない内容については、26団体に対してヒアリングを実施した。

(2)被害および利用障害の特徴

図-3に示すように、港内結氷と流氷の流入による被害・利用障害の実態を比較すると、次のような特性が存在することが明らかとなった。

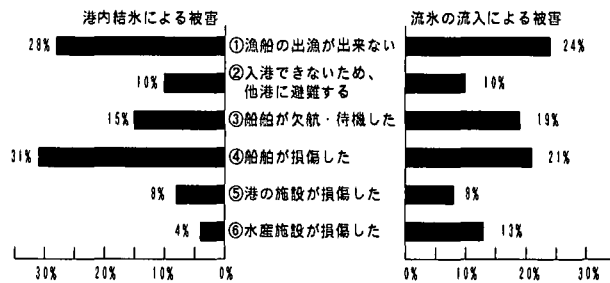


図-3 港内結氷と流氷の流入による被害の相違

港内結氷では、①船舶の損傷(31%)
②出漁不能 (28%)
③船舶の待機(15%)
の順に多く、
流氷の流入では、①出漁不能 (24%)
②船舶の損傷(21%)
③船舶の待機(19%)
の順に多い。

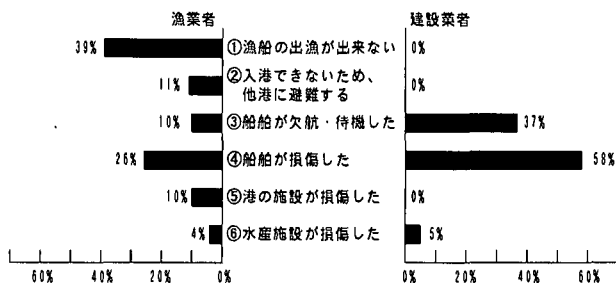


図-4 港内結氷時の業種の違いによる被害・利用障害の相違

表-4 港内結氷発生率、流氷流入・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	54.4	72.9	38.9	—	33.9
	流氷流入率 P_{Fi}	0.0	2.8	13.9	14.4	—	6.0
	流氷来襲率 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	19.0	30.9	12.1	—	12.4
	流氷流入率 P_{Fi}	0.0	0.0	4.6	13.1	—	3.5
	流氷来襲率 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	27.5	32.3	5.5	—	13.3
	流氷流入率 P_{Fi}	0.0	0.0	0.0	0.3	—	0.1
	流氷来襲率 P_{Fo}	—	0.0	1.0	2.6	0.0	0.7

図-4に示すように、港内結氷による漁業者と建設業者の被害・利用障害の実態を比較すると、次のような特性が存在することが明らかとなった。

漁業者では、①出漁不能 (39%)
②船舶の損傷(26%)
③他港へ避難(11%)
の順に多く、
建設業者では、①船舶の損傷(58%)
②船舶の待機(37%)
の順に多い。

以上に示すような被害や利用障害を事前に回避するために、砕氷作業や上下架作業を行っている実態が明らかとなった。

(3)海域による被害と氷象の特徴

港内結氷状況と流氷流入・来襲状況および被害の特性より海域を分類すると、表-4、図-5に示す3つのパターンに大別できる。

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

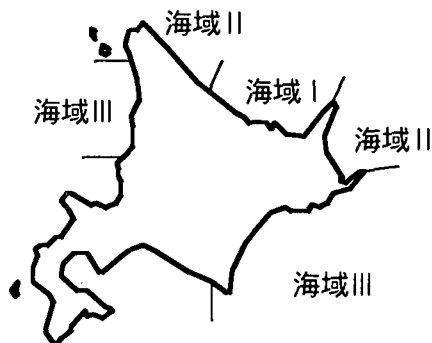


図-5 港内結氷および流氷流入・来襲率による海域の分類

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、流氷の来襲が生じる可能性の低い海域で($P_s \approx 30\%$, $P_{Fi}, P_{Fo} \approx 0\%$)、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・流氷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・流氷の流入により入港できずに他港に避難する。
- ③港内結氷・流氷の流入により欠航・待機が生じる。
- ④港内結氷・流氷の流入により砕氷作業が生じる。
- ⑤港内結氷・流氷の流入により上下架作業が生じる。
- ⑥その他の被害
 - ㉑船舶の損傷
 - ㉒港湾施設の損傷
 - ㉓水産施設の損傷
 - ㉔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氷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港内への流氷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流氷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、被害の発生する確率を海域毎に考慮して以下に示す式により算定する。

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

ただし、海域Ⅰにおいては、流氷の影響により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、ヒアリングによる。
- ④被害額は、ヒアリング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。

$$(\text{被害額}) = \{ (\text{陸上移動費用}) \times (\text{陸上移動時間}) + (\text{海上移動費用}) \times (\text{海上移動時間}) \} \times (\text{被害隻数})$$

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、ヒアリング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、㉑建設会社に委託し、バックホー、作業船等により砕氷、㉒船舶の周囲を人力(チェーン)により砕氷、㉓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。㉓のケースは船舶を損傷する恐れがあることから、㉑及び㉒のケースが最も多い。したがって、ここでは漁協の場合は㉑のケースで砕氷し、建設会社の場合は㉒のケースで砕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仮定する。
- ㉑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。
- ㉒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シーズンで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。

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

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、流氷流入率及び流氷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。

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

(3) 被害額の試算

前述した被害・利用障害の各パターンに対して、表-5に港内結氷、流氷流入及び流氷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、流氷流入及び流氷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た。

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-5 港内結氷、流氷流入及び流氷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
流氷流入	643	—	—	—	5	648
流氷来襲	2,906	4	14	7	871	3,802
重複分	-736	—	—	—	-8	-744
合計	7,052	8	31	31	2,323	9,445

5. おわりに

本研究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、流氷の流入・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。

(2) 港内結氷と流氷の流入による被害を比較すると、港内結氷による被害では船舶の損傷が多く、流氷の流入による被害では港内結氷に比べて水産施設の損傷が多いことが特徴的であることを明らかにした。また、港内結氷時の業種の違いによる被害を比較すると、漁業者の場合は漁船の出漁が出来ないことが多く、建設業者の場合は船舶の損傷が多い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。

(4) 今後の課題としては、個々の被害形態に応じた対策がどうあるべきか、更に、どのような対策を技術開発するかなどを挙げるができる。

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) 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
- 2) 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
- 3) 泉湧、浜中建一郎、佐伯浩: 1984年、1985年の流氷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