

定置網破網事故原因についての一考察

河岸 賢・宗清 正廣・飯塚 覚・和田 洋蔵

A Consideration on the Cause of Damage to the Set Net "OKIGURI" by Strong Sea Current

Masaru KAWAGISHI, Masahiro MUNEKIYO, Satoshi IZUKA and YOZO WADA

Synopsis

Considering the cause of a damage to the set net "OKIGURI" and others located along the coast of Kyoto Prefecture, Japan Sea, the main cause was estimated like that the breaking strength of the "Yabiki-furase" wire rope was relatively weaker than those of the anchor rope as well as the fixing force of the sand bags, accordingly the wire rope was broken by strong current. Furthermore, it is implied that the 13 among 23 set nets would in danger of destruction when strong current occurred by typhoon such as this time case in the future.

京都府の大型定置網は、例年6月と10～11月の時期にみられる沿岸急潮や、台風が日本海を北上する時に発生する沿岸急潮により、過去に幾多の被害をこうむっている。

加藤(1969)は、京都府の急潮事例とその急潮により大型定置網が受けた被害の状況について報告し、急潮の発生には、低気圧の通過→潮位の上昇→急潮の発生、という関係があることを示した。しかし、急潮によって被害を受けた大型定置網が、構造的に問題を有していたかどうかについては検討していない。

一般的に、急潮により大型定置網が被害を受けた場合、網の復旧に多大の資材費を必要とし、また必然的に復旧期間中の水揚げが期待できなくなるため、定置網漁業は経営上多額の損害をこうむることになる。したがって、大型定置網が急潮下において露呈する漁具構造上の欠陥や問題点などは早急に整理、検討されるべきであろう。

本報告では、台風起因する急潮によって、大規模な被害を受けた大型定置網の被害事例とともに、その被害の原因について考察した。また、この結果をもとに、他の大型定置網に関しても急潮下において考えられる漁具構造上の問題点を指摘した。

月31日21時に温帯低気圧となった)が日本海を北東に進んだ(Fig. 1)。その際、京都府の地先に沿岸急潮が発生

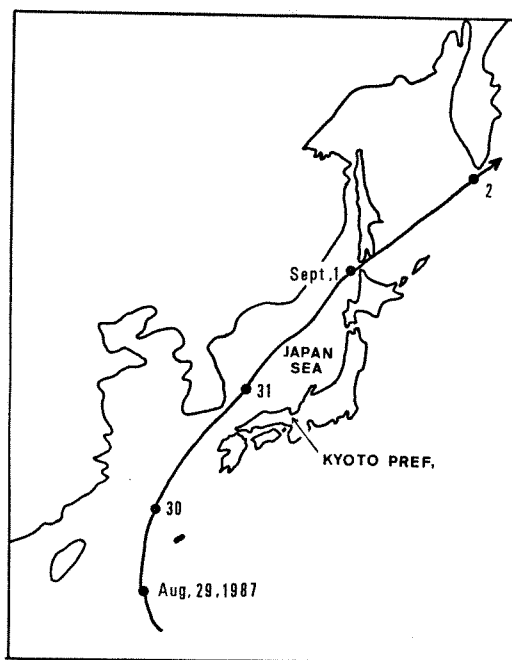


Fig. 1. Course of the typhoon "No. 12", which damaged some main set nets located along coast of Kyoto Prefecture, Japan Sea.

資料と方法

1987年8月31日から9月1日にかけて、台風12号(8

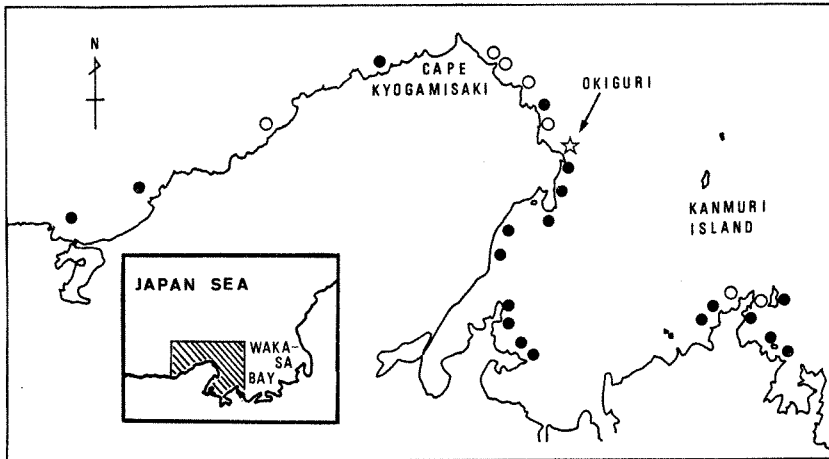


Fig. 2. Chart showing locations of main set nets, Kyoto Prefecture.
 ☆, ○: Damaged set nets by strong current
 ●: Non-damaged set nets.

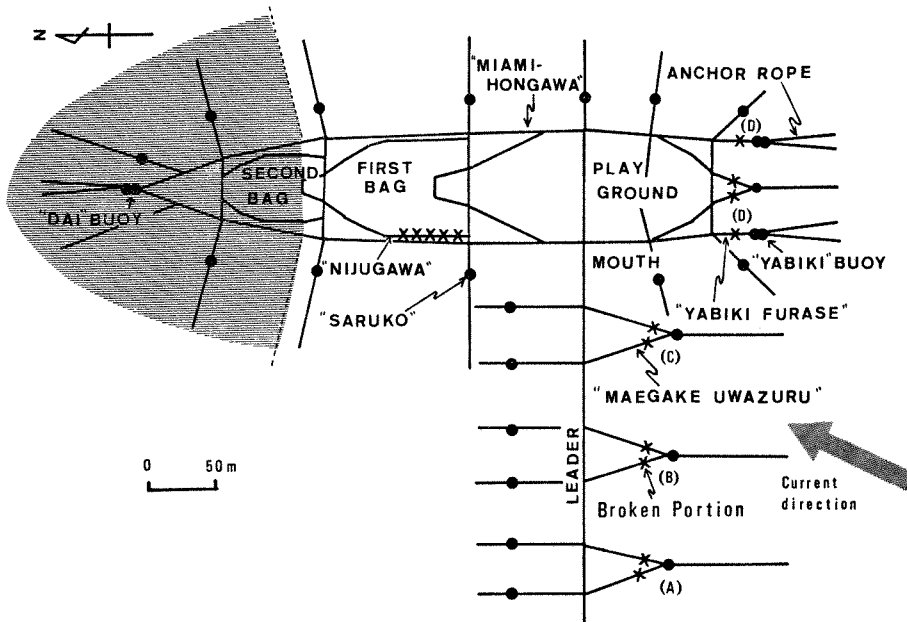


Fig. 3. Showing outline of the "OKIGURI" set net, heavily damaged by strong current originated by typhoon. Most of the parts were moved by the strong current except for the distal parts to broken portions and the shaded area.
 ×: broken portion

生し、多数の大型定置網が被害を受けた (Fig. 2)。これらの定置網のうち、被害の規模が最も大きかった新井崎漁業協同組合に所属する沖礁漁場の定置網 (以下、沖礁定置網) の被害事例から、被害の原因を分析した。ま

た、沖礁定置網以外の京都府の大型定置網に関しても、沖礁定置網と同様の手法で、急潮下における漁具構造上の問題点を検討した。

急潮期の沖礁漁場の海況、急潮による沖礁定置網の被

害状況、および沖礁定置網の漁具の諸元を新井崎漁業協同組合から聞きとった。また、この急潮による京都府の各大型定置網の被害状況を、その網が所属する各漁業協同組合から聞きとった。それらの定置網の諸元については、京都府立海洋センターが1983年3月に作成した資料集「京都府主要大型定置網漁具」に従った。これらの定置網に使用されているワイヤーロープ、土俵綱等の資材の強度は、京都府漁業協同組合連合会資材課と東京製鋼株式会社の資料を参考にした。そして、土俵の固定力は、固定力=土俵の水中重量×固定係数 の関係によって求め、固定係数は徳永(1983)の資料によった。

なお、台風進路に関する気象資料は、舞鶴海洋気象台の日別時刻別の台風進路図を使用した。

結果と考察

台風通過時の沖礁漁場の海況と定置網の状況

1987年8月31日の日中、沖礁漁場では北東に向う速い潮が認められ、同時に台風による北東方向からのうねりが打寄せていた。この時すでに、垣網の3番目の前掛まで上ヅルが切断しており (Fig. 3 の A, B, C の箇所)、これらの3つの前掛のサルコは海面に浮上していた。また、身網は速い潮のため、台浮子だけ残し、他の部分はすべて海中に没していた。

8月31日の夜から9月1日の朝にかけて、矢引のフラセが破断し、身網を固定している側開きの土俵のうち、運動場から箱網にかけての部分が大きく引かれた。その

後、箱網二重側の磯側の内張りが切断し、箱網が大きく破網しているのが確認された。なお、他の部分の土俵は引かれてはいなかった (Fig. 3)。

沖礁定置網の被害の原因について

急潮によって、沖礁定置網の被害が大きくなった理由としては、急潮時に潮上に位置し、定置網の固定に最も有効に機能するべき矢引のフラセ (Fig. 3, D) と垣網の前掛の上ヅル (Fig. 3, A, B, C) が、急潮により定置網が受けた抵抗力に耐えきれず、切断したことがあげられる。しかし、垣網の前掛の上ヅルが切断した後も数時間、身網は矢引と側開きの土俵の固定力によって支えられてその形状を保っていた。その後、矢引のフラセが切断したことにより、身網が側開きの土俵を大きく引きずって変形した。これらの事実から、被害が大きくなった直接の原因は、矢引のフラセが切断したことによるものと考えられる。

矢引のフラセの切断箇所

矢引のフラセは、直径 30 mm のワイヤーロープが使用され、Fig. 4 のように構成されている。また、急潮により切断された箇所は、Fig. 5 に示すようにアイスブライス (サツマ) の巻き終りの部分であった。急潮によってワイヤーロープが切断する場合には、今回と同様にほとんどアイスブライスの巻き終り部分が切断する。この現象は、陸上におけるワイヤーロープの効率試験においてもみられ、ワイヤーロープにアイスブライスを施すと、その部分の強度が10~25%低下 (ワイヤーロ

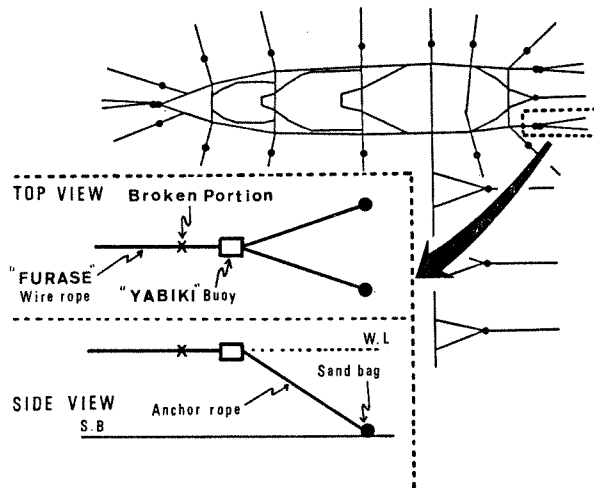


Fig. 4. Schematic diagram of the set net showing the parts of "FURASE" wire rope.

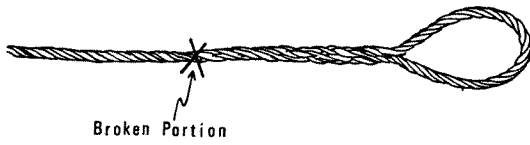


Fig. 5. Eye splicing of the "Yabiki-furase" wire rope used and broken portion.

ープの直径によって異なる) することが報告されている (東京製綱株式会社 1981, ワイヤロープの正しい継ぎ方)。

一方、定置網に使用されているロープ類は、経年使用することによって強度が年間4~5%低下すると報告されており (下崎ら, 1985), ワイヤロープについても経年使用による強度低下が予想される。したがって、急潮時にワイヤロープが大きな力を受けて切断する場合には、ワイヤロープの経年使用による強度低下に加えて、アイスブライス処理による強度低下により、アイスブライスの巻き終り部分から切れることになるのであろう。

しかし、沖礁定置網の矢引のフラセに使用されていたワイヤロープは被害直後、東京製綱株式会社によって強度試験されている。その結果、このワイヤロープは、規格値のほぼ100%の強度を示し、経年使用による強度の低下はほとんど認められず、切断の原因もワイヤロープの強度以上の荷重がワイヤロープに作用したことによるオーバーロードと報告されている (東京製綱株式会社, 1987)。また、矢引の土俵綱に12年間使用されていた直径34mmのポリエチレン製ロープの強度試験が行われ、このロープについても経年使用による強度低下はなかったとする報告もある (日東製綱株式会社, 私信)。したがって、沖礁定置網の矢引フラセのワイヤロープや土俵綱に関しては、経年使用による強度の低下はなかったものとして以下の検討を行った。

土俵の固定力—土俵綱—矢引フラセの強度関係

1) 土俵綱の長さが漁場水深の2倍の場合

矢引の土俵の固定力—土俵綱—矢引フラセ、という系を考えて、矢引の土俵の固定力に対する土俵綱と矢引フラセの強度を比較してみる (Fig. 4)。

定置網の設計は、無流時すなわち定置網が変形していないときの網の形状を想定しておこなわれ、そのとき計算した土俵の固定力を基準にして、土俵綱、上ヅルおよび側張りのワイヤロープ類等の各資材が配分されている。一般的に、定置網の土俵綱は、漁場水深の2倍の長さのものが使用されているから、設計の基準となる土俵の固定力は、土俵綱の長さが漁場水深の2倍のときの固定係数を用いて試算されることになる。

沖礁定置網の矢引の片側の土俵総数は2,000俵で、土俵1俵の空中重量は50kgでバラスが詰めてある。沖礁漁場の水深は55mで、その底質は砂泥である。また、矢引の土俵綱には、漁場水深の約2倍の長さ98m、直径36~38mmのダンラインのロープが8本使用されている。バラスの沈降係数0.63、土俵綱長が水深比2倍時の砂泥底における固定係数0.32から、矢引の土俵の固定力を計算すると20.1トンとなる。また、土俵綱の強度は、全部直径36mmのロープ(1本当りの強度14.0トン)が使用されたとしてその強度は8本で112.0トンとなる。一方、フラセの直径30mmのワイヤロープの強度は41.8トンであるが、前述のアイスブライス処理による強度低下分(ロープの直径28~38mmで20%低下)を見込んで、その強度は33.4トンとなる。土俵綱とフラセの強度を土俵の固定力20.1トンで除した値を安全率とすると、各安全率は土俵綱5.6、フラセ1.7となる。したがって、土俵綱とフラセの強度はいずれも土俵の固定力を上回っており、これらが切断することは考えられない (Table 1)。

しかし、前述のように急潮下において、沖礁定置網は台浮子だけを残して、他の部分は全部速い潮のために海

Table 1. Breaking strength-comparison among "Yabiki-furase" wire rope, anchor rope and sand bag. (L, length of anchor rope; D, water depth in meter)

	"Yabiki-furase" [*] (Wire rope)	Anchor rope [*] (Danline)	Sand bag (Pebble & Cobble)
Diameter (mm) or weight (kg)	30	36-38	50
Number of individuals used	1	8	2,000
Breaking strength in L/D=2 (ton)	33.4[1.7]	112.0[5.6]	20.1
Breaking strength in L/D=5 (ton)	33.4[0.9]	112.0[2.9]	39.0

* Relative value to fixing force of sand bag.

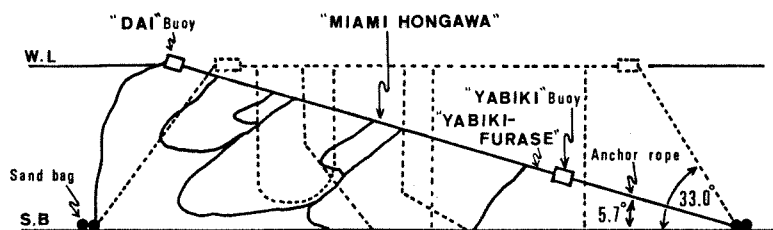


Fig. 6. Showing deformation of set net when exposed to strong current. Broken line shows normal conditions not affected, while solid line shows deformed conditions affected by strong current.

面下に沈下していた。

模型実験の結果(東海区水産研究所, 1968)を参考にすると, 台浮子だけが水面に浮かんでいるような場合には, Fig. 6 に示したように実際の定置網においても網は大きく沈下し, 矢引の土俵から海面に浮かんでいる台浮子に向けて引いた直線上に, 土俵網, 矢引フラセおよび身網本側が並んでいる状況が推定される。このとき, 土俵網と海底のなす角度は, 沖礁定置網においては 5.7° となり, これは土俵網の長さが水深の約10倍のときに, 土俵網と海底のなす角度に相当する。一方, 無流時すなわち, 土俵網の長さが水深の2倍のときに, 土俵網と海底のなす角度は約 33° である。

土俵の固定力は, 土俵網と海底のなす角度に逆比例する。すなわち, 急潮によって定置網が沈下し, この角度が小さくなるにつれて, 土俵の固定力は増大する。

しかし, 土俵の固定係数は, 土俵網の長さが水深の5倍(土俵網と海底のなす角度は約 13°)の場合までしか実測されていない(徳永, 1983)。したがって, この固定係数を用いて計算した土俵の固定力を, 急潮下における土俵の固定力と仮定して, 再度, 矢引の土俵の固定力と土俵網および矢引フラセの強度とを比較することとした。

2) 土俵網の長さが漁場水深の5倍の場合

このとき土俵の固定係数は0.62となり, 矢引の土俵の固定力は39.0トンに増大する。しかし, 土俵網とフラセの強度は土俵網の長さが水深の2倍のときと同じである。同様に安全率を求めると, 各安全率は土俵網2.9, フラセ0.9となりフラセの強度が土俵の固定力を下回り, フラセの切断が予想される(Table 1)。すなわち, 急潮時に増大した土俵の固定力が, アイスブライス処理を施したフラセのワイヤーロープの破断強度を上回ったことが, 今回の沖礁定置網被害の主因と考えられる。

ところで, 沖礁定置網の矢引のフラセは, この被害を

機に, 直径 32 mm のワイヤーロープにかえられたが, その処置は妥当であろうか。

矢引フラセに使用された直径 32 mm のワイヤーロープの強度は, アイスブライス処理による強度低下分を見込むと38.0トンとなる。土俵網の長さが漁場水深の5倍のときの土俵固定力39.0トンに対するフラセ安全率は0.97となり, 依然として強度が不足していることがうかがえる。したがって, 沖礁定置網の矢引のフラセとしては, アイスブライス処理によるワイヤーロープの強度低下を見込んだとき, 39.0トン以上の強度を有するもの, すなわち, 直径 34 mm (アイスブライスによる強度低下を見込んだ強度は42.9トン)以上のワイヤーロープを使用する必要があると考えられる。

京都府における大型定置網の場合

京都府の他の大型定置網に関して, 片側の矢引の土俵の固定力, 土俵網, 矢引フラセの強度はどのような関係にあるのか, 各定置網について沖礁定置網の場合と同様の方法で検討した。

定置網設計の基本となる土俵網が漁場水深の2倍の長さのときの, 土俵の固定力に対する土俵網とフラセの安全率を Fig. 7 と Fig. 8 に示した。土俵網の安全率は, ほとんどの定置網で5.0以上の値を示し, 土俵の固定力の大小にかかわらず, 6.0くらいの値を示す定置網が多くみられた。一方, 矢引のフラセの安全率は1.5~3.0の間の値を示す定置網が多く, 安全率は土俵の固定力に逆比例する関係が認められた。土俵網の安全率の傾向から, 矢引の土俵網に関しては, 多くの定置網で土俵の固定力を十分に考慮し, 土俵の固定力が増せば, 土俵網の強度もそれに合わせて大きくしている様子が見える。すなわち, 土俵の固定力と, それに対して使用する土俵網の強度に関しては, 多くの定置網がほぼ同じような基準を有しており, 土俵の固定力と土俵網の強度関係は, ある程度認識されているものと考えられる。しかし, 矢

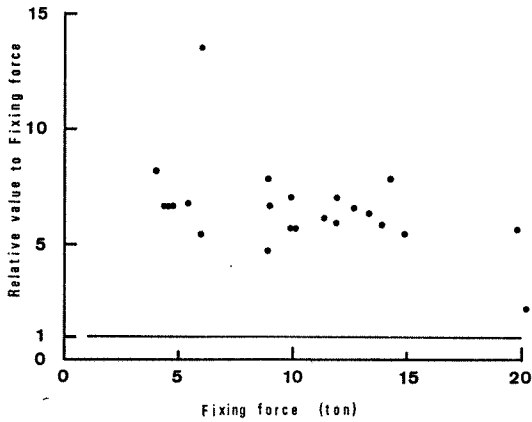


Fig. 7. Relationships between fixing force of sand bag and relative value of breaking strength of anchor rope to sand bag generally used in Kyoto Prefecture, when the length of the anchor rope is 2 times as long as water depth.

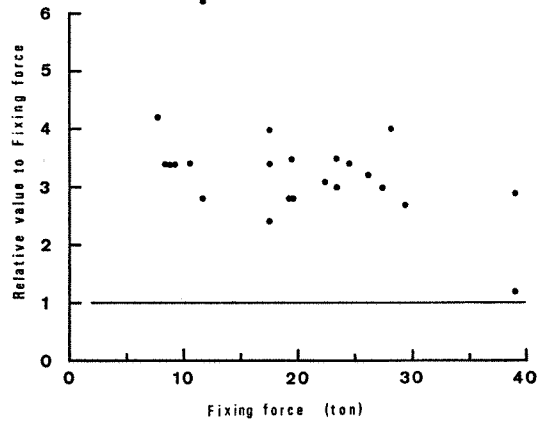


Fig. 9. Relationship between fixing force of sand bag and relative value of breaking strength of anchor rope to sand bag generally used in Kyoto Prefecture, when the length of anchor is 5 times as long as water depth.

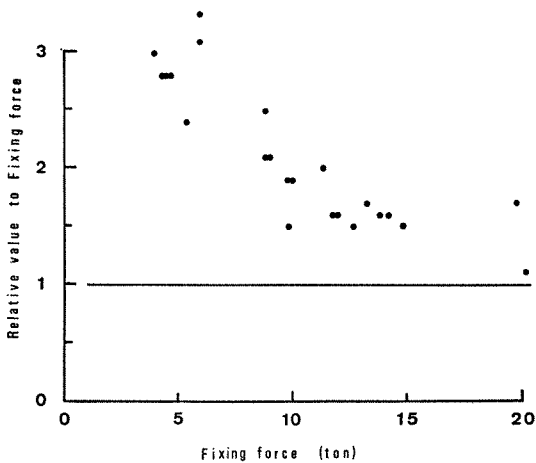


Fig. 8. Relationships between fixing force of sand bag and relative value of breaking strength of "Yabiki-furase" wire rope to sand bag generally used in Kyoto Prefecture, when the length of the anchor rope is 2 times as long as water depth.

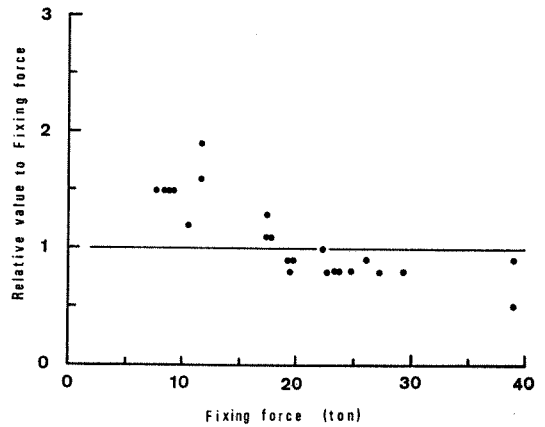


Fig. 10. Relationships between fixing force of sand bag and relative value of breaking strength of "Yabiki-furase" wire rope to sand bag generally used in Kyoto Prefecture, when the length of anchor rope is 5 times as long as water depth.

引のフラセに関しては、前述したように土俵の固定力が増すほどフラセの強度は相対的に低下し、土俵の固定力に対してフラセの強度は低く見積られる傾向がある。すなわち、フラセの安全率に関しては、多くの定置網において、土俵網にみられるような基準は認められず、土俵網ほどには土俵の固定力に対する強度は考慮されていないものと判断される。

以上の関係は、急潮によって定置網が大きく沈下し、土俵の固定力がそれにつれて増大したとき、すなわち急潮下の沖礁定置網のように台浮子だけを残し、網の他の部分がすべて海面下に沈み、土俵網の長さが漁場水深の5倍のときの値に土俵の固定力が相当すると考えられる場合、どのように変化するのであろうか。

このときの土俵網とフラセの安全率を Fig. 9 と Fig. 10 に示した。土俵網の安全率は3.0前後の値を示す定置網が多く、急潮下において定置網が被害を受けるような状況になったときでも、土俵網の切断が起るような定置網はないものと考えられる。一方、フラセの安全率は、23ヶ統の定置網で2.0以下の値を示し、それらのうち13ヶ統の定置網においては1.0以下の値となっている。すなわち、これら13ヶ統の定置網は急潮下において、沖礁定置網と同じように被害を受ける可能性があることになる。したがって、これらの定置網に関しては、急潮下における土俵の固定力を基準にしてフラセの強度を高める必要があるものと考えられる。これに対して、フラセの安全率が1.0の値を上回っている10ヶ統の定置網に関しては、急潮下における土俵の固定力を基準に網が設計されている可能性も考えられる。しかし、前述したように、土俵の固定力に対して必要なフラセの強度は土俵網ほど明確に認識されていない傾向がうかがえることから、上述の10ヶ統の定置網の場合は、偶然の結果としてフラセの安全率が1.0以上の値を示したとも考えることができる。いずれにしても、矢引の土俵網に対して、矢引のフラセの強度は半分以下に設定されている傾向があることは確かで、両者の妥当性に関しては今後検討してみたい。

以上、急潮による沖礁定置網の被害状況から、その原因について考察し、合わせて京都府下の各定置網に関しても同様の検討をおこなった。その結果から、今後急潮で被害を受ける可能性のある定置網が存在することを指摘した。今回は、急潮下における土俵の固定力を、土俵網の長さが水深の5倍のときに相当すると仮定して、被害の原因等について検討した。今後は、流速計や水深計等の測器を用いて、急潮下における定置網の実状を把握することを主眼として調査を進めたい。

定置網の経営者にとって、今回のような定置網の被害は不名誉なこととされ、被害の状況等は明確に知り得ない場合が多い。しかし、現在の定置網漁業技術は、経験則に負うところが大きく、このような被害から得られる技術上の知見は、今後の定置網漁業にとって資するとこ

ろは大きいものと思われる。

報告に終るに当たって、調査に協力していただいた新井崎漁業協同組合および他の漁業協同組合の各位には深謝する。また、快く資料を提供して下さいました京都府漁業協同組合連合会資材課、東京製網株式会社、日東製網株式会社および舞鶴海洋気象台の各位には、ここに厚くお礼申し上げる。

要 約

1987年8月31日から9月1日にかけて、日本海を北東に進んだ台風12号に起因する沿岸急潮流によって、大規模な被害を受けた沖礁定置網の被害事例を解析することによって、被害の原因を考察し、その結果から京都府下の定置網に関しても急潮下における漁具上の問題点を検討した。

(1) 沖礁定置網が急潮によって被害を受けた原因は、矢引フラセのワイヤーロープが、アイスプライス処理を施すことによって強度が低下し、急潮により定置網が受けた抵抗力に耐えきれず、切断したことによると判断された。

(2) 京都府下の主要な定置網に同様の検討を加えたところ、23ヶ統中13ヶ統の定置網が急潮下において、沖礁定置網と同様に矢引のフラセが切断する被害をこうむる可能性があることと判断された。

文 献

- 加藤安雄. 1969. 若狭湾の急潮流による定置網の被害について. ていち, No. 40, PP. 8-19.
- 下崎吉矩・石田善久・新谷淑生・静 省三. 1985. 定置網の碇網の使い方についての一つの考え方. ていち No. 68, P. 56.
- 東海区水産研究所研究報告. 1968. 定置網の網型の研究 I~VIII
- 東京製網株式会社. ワイヤーロープの正しい継ぎ方(アイスプライス法)
- 東京製網株式会社. 1981. ワイヤーロープ端末スプライスおよびソケットの加工効率試験結果.
- 東京製網株式会社. 1987. 試験依頼品調査報告書.
- 徳永武雄. 1983. 最近の定置網漁具改良についての種々の試み. 昭和58年度京都府定置漁業講習会資料.