

## 網いけすの吹かれに及ぼす付着物の影響

渡辺庄一・町田末広・甲斐修也

Influence of Attaching Organisms on Deformation of Net Cage for Fish Culture by Current

Shouichi Watanabe, Suehiro Machida,  
and Shuya Kai

Deformation of the net cage could be estimated by the decreasing ratio of net volume and the net volume was calculated by the depth of the bottom net. The deformation was surveyed by measuring the depth of the bottom net of the net cage having various amount of attaching organisms. From the results, it became clear that the deformation was accelerated by the increase of attaching organisms on the area of 0 to 5m below the surface.

わが国における魚類の海面養殖は、内湾域において発展を遂げてきたため、漁場の過密化や水質、底質の悪化が問題になりつつある。この対策として漁場を外海域へ移すことが考えられているが、外海域では風、波、潮流による網いけすの吹かれがおこり、これが網いけすの容積を減少させ、飼育している魚を擦傷する等の悪影響を及ぼすことが懸念される。また外海域に大型の網いけすを設置した場合、従来の小割式のように網替えを容易に行えず、設置期間が長くなるために付着物が増加し、網いけすの吹かれを助長することも予想される。

網いけすの吹かれについては、これまで模型網および海面に設置された網いけすの調査<sup>1-5)</sup>はあるが、付着物との関連で研究されたものはみあたらない。本研究では、養殖漁場の沖合化のための基礎的知見を得る目的で、模型網による流れと吹かれの関係、さらに網いけすを海面に設置し、付着物の量と網い

けすの吹かれとの関係等について調査したので、これらの概要を報告する。

### 網いけすの構造

**模型網** 田内の比較則に準じて、付図1に示す網地配置図のように縮尺比1/20で作製した。網の大きさは実物換算で37.4×20×15m、流水抵抗を減らすため切り込みをいれ網容積を8,180m<sup>3</sup>とした。網地には菱目で無結節のPE400D, 20本、目合43mmを用いた。網吹かれ防止用として、実物換算で767kgの沈子を底網の周辺に取付けた。

**網いけす** 見取図および網地配置図を付図2, 3, に示した。網の大きさは31.4×16.4×15m、模型網と同様の切り込みをいれ設計容積を6,900m<sup>3</sup>とした。網地には菱目で無結節のPE400D, 80本(1部120本)、目合75mmを用いた。網吹かれ防止用として、底網に35kgのチェーンを16本、鉛ロープ235kgを付図4のよ

うに取り付けた。

## 調査方法

### 模型網の吹かれ

実験は曳航水槽（長さ100m，幅5m，深さ1.5m）で模型網の長辺を曳航方向に平行にして台車に取り付け，静止時と曳航速度（実物換算）0.6，0.9，1.2 ktの4段階で行った<sup>6)</sup>。曳航水槽は台車に取り付けた翼車型潮流計（東邦電探製：CM-1SA）で計測し，これを模型網に対する流速とした。吹かれは底網に設けた8定点の位置を測定し，その変化から推定した。

### 網いけすの付着物と吹かれの関係

網いけすは橘湾口の野母崎町脇岬井上沖約500m(図1)に，漁場の主流向と網の長辺が平行となるように設置した。設置期間は1989年8月～1990年1月と1990年4月～12月であった。

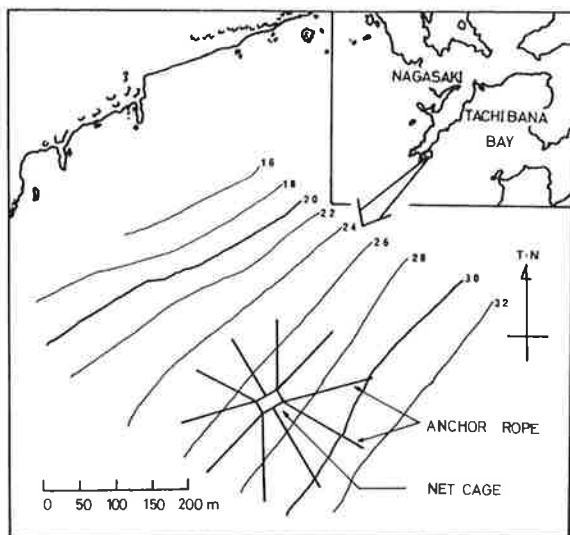


図1 網いけす設置位置

Fig.1. The site where the net cage was set.

1) 漁場の流れ 1989年8月，11月と網いけすの吹

かれ調査に併せた1990年1月，9月，11～12月の5回，網いけすの南東約50mの水面下15mに自記式流向・流速計（アンデラー社製：RCM-4S）を設置して10分間隔に流向・流速を測定した。計測値は流向を16方位，流速を0.1kt単位に区分して表した。流速の区分は0～0.04ktを0 kt，0.05～0.14ktを0.1kt，0.15～0.24を0.2kt，以下同様とした。

2) 網いけすの付着物 付着物の採取は1989年8月に設置した網いけすでは131日後の1990年1月(以下'90. 1調査とする)および1990年4月に設置した網いけすでは131日後の9月('90. 9調査)と221日後の12月('90. 12調査)の3回，25×25cmのカデラートで採取して行った。採取地点は図2に示す網いけす上の11定点で，水深層別にI層(0～1mとする)から2点(0mから採取した)，II層(1～5m)から4点(3m)，III層(5～10m)から2点(7m)，IV層(10m以下)から3点(15m)とした。採取した標本は直ちに10%ホルマリンで固定し，種の査定と湿重量の測定を行った。

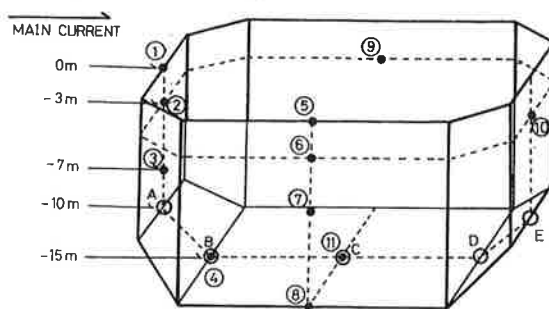


図2 付着物採取位置(①～⑪)および網の深さ計測位置(A～E)

Fig.2. Showing the points where attaching organisms (①～⑪) and depth (A～E) were measured.

3) 網いけすの吹かれ 吹かれを網部位の位置の変化としてとらえるため，付着物の調査に併せた3回

と、1990年12月15日～21日（以下付着物除去後とする）に1回、計4回、底網の長辺中央断面上の定点A, B, C（図2）に自記式水深計（柳計器（株）製：BS-04）を取付け、流れが速くなる大潮前後の3日間における水深の変化を連続して計測した。各定点の水深には測流時に併せて読み取った計測値を調査回別の流向・流速毎に区分して、その平均値を用いた。

### 結果および考察

#### 模型網の吹かれ

流速に対する吹かれの状況は図3のようになる。中央断面図をみると、底網定点a, b, c, dは流れを受ける側網の最上部のP点を中心とし、各定点までの長さを半径とする円周上にほぼ位置している。上面図をみると、流れが速くなるにしたがって定点e, fは後方へ移動しながら中央線との間隔が狭くなり、定点c, dは後方に移動しながら中央線との間隔がやや広がっている。

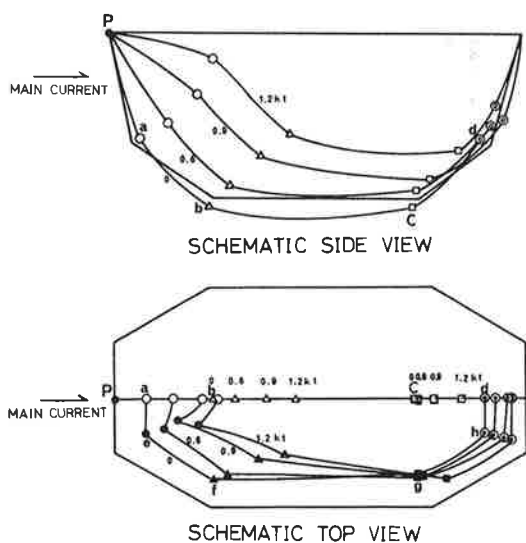


図3 模型網の吹かれ  
Fig.3. The model net deformed by the current.

このような網成りの変化から定点間を直線とみなし、流速毎に設計値からの中央断面積の減少率\*(Y:%)と容積の減少率\*(V:%)を求めると両者の間には、 $V=1.1Y+8.1$  ①の関係が認められた（図4）。

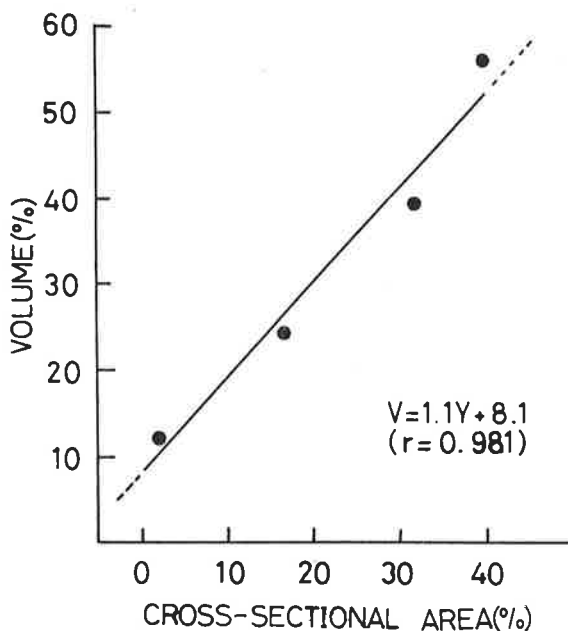


図4 模型網の中央断面積と容積の減少率の関係  
Fig.4. Relationship in decreasing ratios between cross-sectional area of the central part and volume of the model net.

#### 網いけすの付着物と吹かれの関係

1) 漁場の流れ 測定結果を流向・流速別に区分すると図5のようになる。流向は南西と西南西の間に向かう流れ（以下主流向とする）が優勢で32%を、またこの流向は0.4kt以上の流れの69%を占めた。流速の最大は0.84ktであった。

2) 網いけすの付着物 付着物の湿重量組成は表1のようになり、'90.1調査では、チビタマエガイ *Musculus pusio* が69%、ホヤ類 *Ascidacea* が10%を占めた。'90.9調査では、ムラサキイガ *Mytilus rdulis* が44%、ホ

\*減少率は  $\frac{R_0 - R}{R_0} \times 100$  ( $R_0$ : 設計値,  $R$ : 流速毎の値)

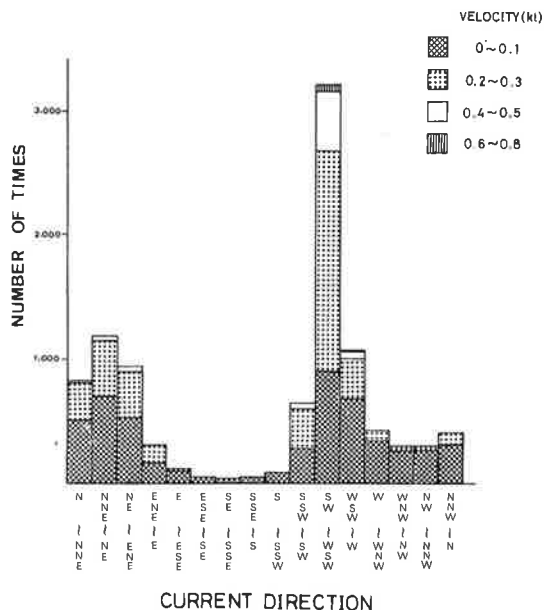


図5 流向・流速のヒストグラム  
Fig.5. Direction and velocity of the current.

表1 主要付着物湿重量組成 (%)  
Table 1. Composition of Attaching organisms on the net cage in wet weight (%)

Organisms	Days in the sea(Examined date)		
	139 (1990.1.8)	131 (1990.9.4)	221 (1990.12.3)
<i>Mytilus edulis</i>	0	44	61
<i>Musculus pusio</i>	31	+	+
<i>Pinctada fucata</i>	5	+	18
Ascidiacea	10	10	4
Bryozoa	4	10	1

ヤ類が10%，コケ虫類Bryozoaが10%を占め，'90.12調査では，ムラサキイガイが成長して61%，アコヤガイ *Pinctada fucata* が付着・成長し18%を占めた。

網いけすの部位別による付着物の1㎡当りの平均湿重量は，表2のようになる。'90.1調査の付着物は，

IV，I，II，III層の順に多く，また主流向を直角に受けない⑤，⑥，⑦，⑧面（以下長辺側とする）が，主流向を直角に受ける①，②，③，④面（短辺側）の約1.6倍であった。'90.9および'90.12調査の付着物は，I，II，III，IV層の順で，また短辺側が，長辺側の約1.5倍であった。

付着物総湿重量は水深層別の網地面積に単位当りの付着物湿重量を乗じて求めると'90.1調査では2.7トン，'90.9調査では1.0トン，'90.12調査では，1.9トンと推算される。またI，II層の付着物湿重量は'90.1調査では0.59トン，'90.9調査では0.52トン，'90.12調査では，0.51トンと推算される。このように3回の調査で出現種，付着部位別湿重量に差がみられたのは網いけすの設置時期の違い，出現種の年変動などによるものと思われる。

表2 付着物の部位別平均湿重量 (g/㎡)  
Table 2. Average wet weight of attaching organisms at surveyed area on the net cage (g/㎡)

Surveyed area	Date		
	1990.1.8	1990.9.4	1990.12.3
①, ②, ③, ④	1,046	1,456	2,931
⑤, ⑥, ⑦, ⑧	1,684	959	1,956
I layer	1,047	3,271	8,169
II layer	724	1,467	1,310
III layer	291	660	308
IV layer	1,551	360	235
Total wet weight	2.7	1.0	1.9

Surveyed area are shown in Fig. 6.

3) 網いけすの吹かれ 主流向のとき，定点A，B，Cにおける水深の変化は図6に示すようになる。定点A，Bの水深は流速の増加にともなって減少し，'90.9調査では0.7ktからその変化はゆるやかになり，その後4m前後で安定した。定点Cの水深は定点A，Bより遅れて大きな減少がみられ，'90.9調査では0.8kt

まで続いた。網の水深が最も浅くなったのは'90. 9調査の流速0.8ktのときで定点Aは3.7m, Bは4.5m, Cは11.1mであった。これらの変化と表2に示した付着物湿重量との関係を見るために、流速毎の水深の減少割合を付着物除去後と比較してみると、定点A, Bは主として短辺側とI, II層の付着物湿重量の増加にともなって大きくなっている。定点Cは短辺側の付着物湿重量が1.5kg/m<sup>2</sup>未満では殆ど変化せず、付着物が増加した'90. 12調査の2.9kg/m<sup>2</sup>では0.3ktから急激に大きくなっている。このことから定点A, Bの吹かれは主として短辺側とI, II層の付着物量に、

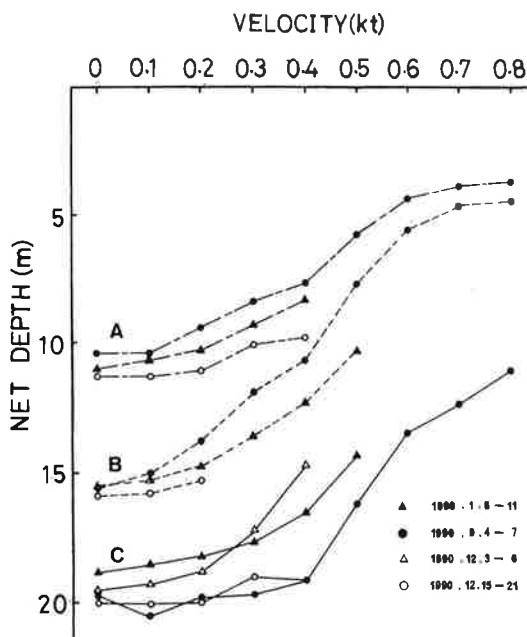


図6 流速による網の深さの変化 (流向: 南西~西南西)  
Fig.6. Change of average net depth under various current velocity.

The current directed to SW~WSW.

定点Cの吹かれはこれらの付着物が更に増加した段階から影響を受け、また流速が大きくなるにつれて相乗的に増大することを示している。

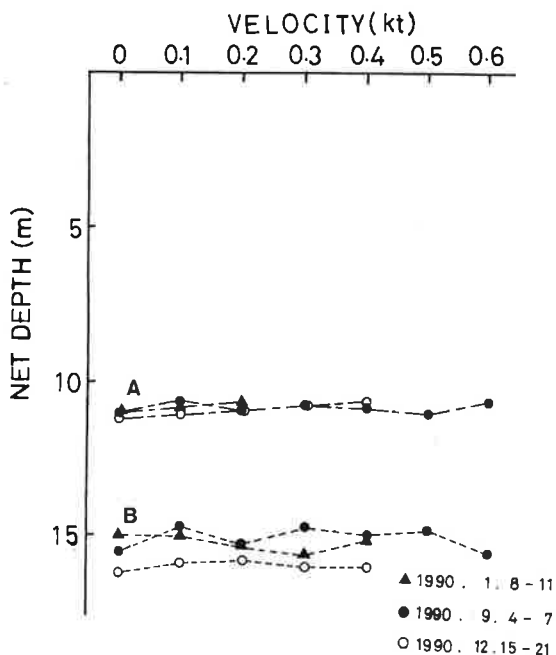


図7 流速による網の深さの変化 (流向: 東北~東北東)  
Fig.7. Change of average net depth under various current velocity. The current directed to NE~ENE.

一方、主流向と反対の流れ(北東と東北東の間に向かう流れ)における定点A, Bの水深は図7のように変化している。この流向では流速の最大0.6ktまで水深の変化は認められなかった。つまり定点A, Bは主流向のときの定点D, Eと対象位置にあることから、定点D, Eの水深は主流向に対し流速0.6ktまで変化せず、吹かれへの付着物の影響はないものと考えられる。

つぎに、網いけすの吹かれが起こったときの中央断面上における各点の位置は模型網と同様に流れを受ける側網の最上部のP点を中心とし、各点までの長さを半径とする円周上にあると仮定すると、網いけすの吹かれが大きかった'90. 9調査の中央断面の吹かれは図8のようになる。この吹かれ状況から、定点を直線で結んで流速毎の中央断面積を計算すると、

中央断面積の減少率と定点Cにおける水深の減少率(Z:%)  
との間には、

$$Y = 0.8Z + 27.6 \quad \text{②}$$

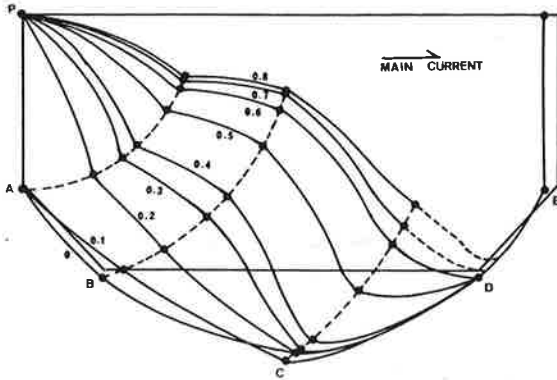


図8 網いけすの吹かれ(1990年9月)  
Fig.8. Schematic drawing of the net cage deformed by the current.

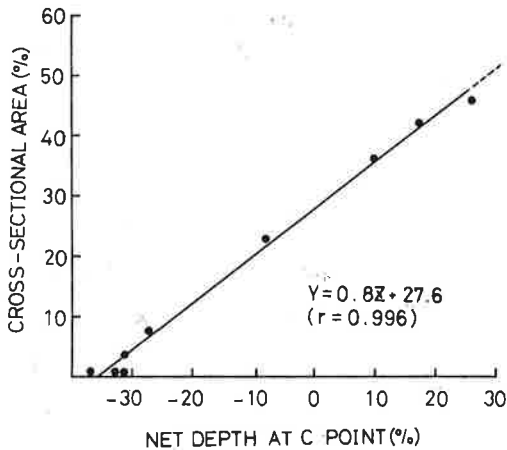


図9 定点Cの水深と中央断面積の減少率の関係  
Fig.9. Relationship in decreasing ratios net depth at C point and cross-sectional area of the central part of the net cage.

の関係が認められた(図9)。なお、流速が小さいときに水深の減少率がマイナスになるのは、底網に取付けた鉛ロープの重みで底網中央部の定点Cの水深が設計値より深くなるためである。そこで網いけすの容積の減少率と中央断面積の減少率の関係が模型網

と同じと仮定すると、①、②式から、容積の減少率と定点Cにおける水深の減少率との間には、

$$V = 0.9Z + 38.5 \quad \text{③}$$

の関係式が求められる。調査期間中、定点Cにおける水深の減少率の最大は26%を示し、その時の容積減少率は③式により61%と推算される。さらに付着物総湿重量と容積の減少率の関係を4回の調査で共有した流速の最大0.4ktと比較すると、両者の間には一定の関係が認められなかったが、I、II層の付着物湿重量(W:トン)との間には、

$$V = 18.2W + 7.9 \quad \text{④}$$

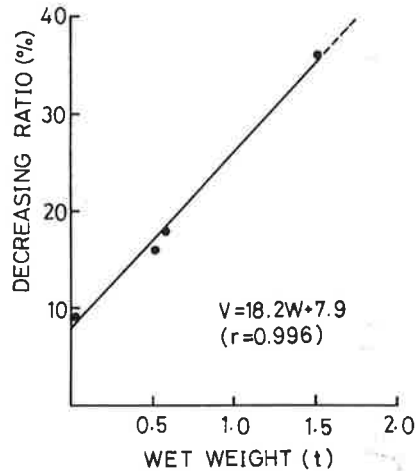


図10 網いけすのI、II層における付着物湿重量と容積減少率との関係  
Fig.10. Relationship between wet weight of attaching organisms on I, II layers and decreasing ratio of net volume.

の関係が認められた(図10)。そこで③、④式から、流速0.4ktのときの底網中央部における水深の減少率(Z:%)とI、II層の付着物湿重量(W:トン)との間には、

$$W = 0.05Z + 1.68 \quad \text{⑤}$$

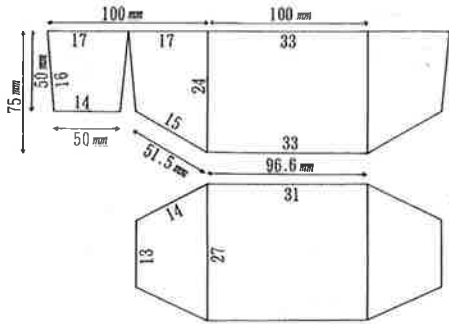
の関係式が求められる。このことは、I、II層の付

着物量が網いけすの吹かれに大きな影響を及ぼしていることを示唆しており、I・II層の付着物除去が網いけすの吹かれ対策として有効であると考えられる。

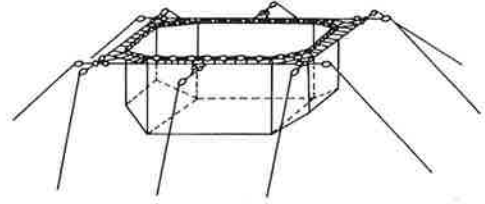
終わりに、沖合養魚施設の管理等に多大の協力を頂いた野母崎町漁業協同組合の職員諸氏と養殖業者の村上満氏に深謝の意を表す。

## 文 献

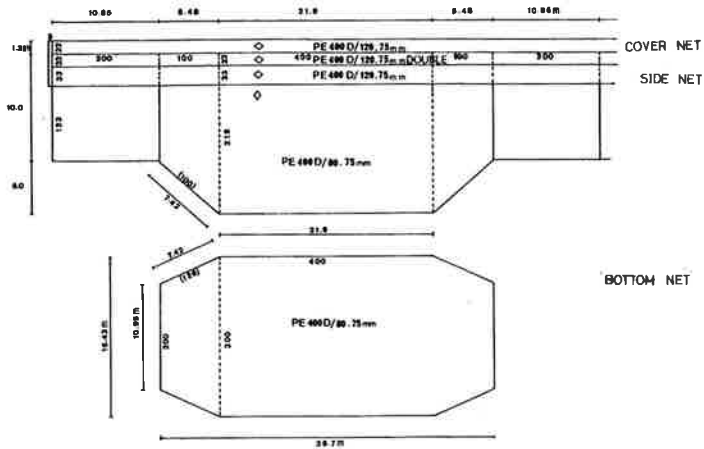
- 1) 石川県水試： 昭和56年度沖合漁場利用養殖技術開発試験報告書(日本海型魚類養殖), 石川水試資料, 124, 4-11, (1982).
- 2) 高知水試： 昭和55年度高知県水産試験場事業報告書, 78, No. 17, 72-73, (1982).
- 3) 高知水試： 昭和56年度高知県水産試験場事業報告書, 79, No. 22, 37-40, (1983).
- 4) 徳永武雄, 松尾勝樹： 浮沈式生簀網模型実験(短報), 長崎水試研報, 5, 85-94, (1979).
- 5) 永松公明, 西ノ首英之, 中才啓： 網いけすの力学的特性, 長大水研報, 59, 1-10, (1986).
- 6) 長崎水試： 平成元年度長崎水試事業報告, 32-38 (1991).



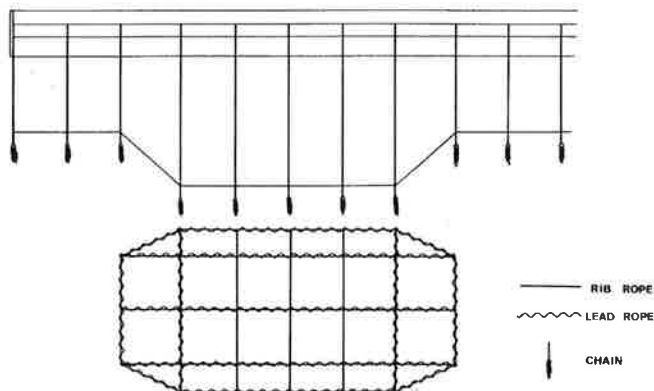
付図1 模型網網地配図  
Appendix Fig.1. Net plan of the model net used



付図2 網いけす見取図  
Appendix Fig.2. Schematic drawing of the net cage



付図3 網いけす網地配置図  
Appendix Fig.3. Net plan of the net cage.



付図4 沈子配置図  
Appendix Fig.4. Net plan of sinker arrangement of the net cage.