

沿岸域におけるメソプランクトンの採集を目的としたネットの設計

伊東, 宏
株式会社水土舎

望岡, 典隆
九州大学大学院農学研究院

<https://doi.org/10.15017/4362>

出版情報：九州大学大学院農学研究院学芸雑誌. 60 (2), pp.179-186, 2005-10-01. 九州大学大学院農学研究院
バージョン：
権利関係：

沿岸域におけるメソプランクトンの採集を目的としたネットの設計

伊 東 宏¹・望 岡 典 隆*

九州大学大学院農学研究院動物資源科学部門海洋生物生産学講座水産増殖学研究室

(2005年6月17日受付, 2005年7月26日受理)

Plankton net designs for sampling mesoplankton in coastal waters

Hiroshi ITOH¹ and Noritaka MOCHIOKA*

Laboratory of Fisheries Biology, Division of Marine Bioresources, department of Animal and Marine
Bioresource Science, Faculty of Agriculture, Kyushu University, Fukuoka 812-8581, Japan

緒 言

メソプランクトンとは Dussart (1965) により定義された大きさ0.2~2 mm のプランクトンであり, 沿岸域の動物プランクトンの主要構成群である枝角類, かいあし類, 尾虫類の多くはこの区分に含まれる. これらの採集にはその体の大きさから目合0.2mm 未満のネットが必要となるが, プランクトンの多い沿岸や内湾域では目詰まりが著しいため, 開口比の大きいネットが必要となる (Smith *et al.*, 1968). また, 沿岸や内湾域ではしばしばウィンチ設備のない小型船舶上で徒手により曳網が行われる場合があり, 小型であることも重要な条件の一つである. こうしたことから, 日本では従来, 小型で, 帆布口錐により開口比を大きくする工夫を施した北原式定量ネット (Nakai, 1962; 気象庁, 1970) が, 学術研究 (Yamazaki, 1956; Hirota, 1961など) に用いられ, 現在でも環境アセスメントのための調査 (海洋調査協会, 1990) などで広く普及している.

しかしながら, 北原式定量ネットは濾過部前方の帆布口錐により口輪径は22.5cm (気象庁, 1970), 24.24cm (Nakai, 1962) と小さく制限されるため濾水計の装着が困難であり, カイアシ類など移動能力のある動物プランクトンでは網口逃避を起こす可能性が考えられる. また帆布口錐をもつネットの場合, その拡大角が大きいと口錐の内側に渦流を形成し, 網口を

通過する水流の流速が曳網速度より速くなり濾過効率が100%を超え, 網口前で層流が乱されることが知られる (Tranter and Smith, 1968).

そこで, 沿岸域のメソプランクトンの採集という用途にあわせて新たにプランクトンネットを設計, 試作し, その性能について北原式定量ネットなど日本近海で同様の目的で用いられている他のネットと比較検討した.

本文に先立ち, ネットの試験曳網でご理解とご協力を頂きました独立行政法人水産総合研究センター中央水産研究所低次生産研究室の中田 薫博士, 同 (当時), 市川忠史博士, 中央水産研究所調査船蒼鷹丸の乗組員の方々, 宮崎大学農学部附属自然共生フィールド科学教育研究センター延岡フィールドの神田 猛教授, 道下 保技官, 九州大学大学院生物資源環境科学府修士課程 (当時) の内海遼一氏に深く感謝の意を表します. また, ネットの試作にご協力頂いた株式会社離合社の松本 昇氏にも感謝の意を表します.

材料と方法

1. ネットの設計

ネットの設計は元田 (1974) に従い, 採集目的の生物群の大きさに適する網目幅をもつ網地を決定し, 選んだ網地の網目開孔率に応じてネット開口比が5以上となるよう設計した. ネットの型は濾過効率が100%に近く, しかも濾過効率の持続性が高い円筒-円錐型

¹株式会社水土舎 〒214-0038 川崎市多摩区生田8-11-11

¹Suidosha Co. Ltd., 8-11-11 Ikuta, Tama-Ku, Kawasaki 214-0038, Japan

*Corresponding author (E-mail: mochioka@agr.kyushu-u.ac.jp)

(Tranter and Smith, 1968) を採用した。また円筒部と円錐部の比率については, Smith *et al.* (1968) が勧めるように円錐部の開口比を3と定め, 円筒部の開口比は2以上(円筒部と円錐部合計で5以上)となるように決定した。設計にあたり考慮した条件は以下のとおりである。

条件1: 沿岸, 内湾に優占するカイアシ類の少なくとも成体¹⁾ が採集できること。

条件2: 濾水計を装着するのに十分な口輪径を有すること。

条件3: 1~2名の調査員によりウィンチによらず徒手で曳網できること。

条件4: クシクラゲ類が入網しても閉塞を起こさない底管径を有すること。

また, 沿岸, 内湾のメソプランクトン採集におけるさまざまな用途を考慮し, 鉛直区分採集用として閉鎖型, 単なる鉛直曳網用として開放型の2型を設計した。ネットの名称は, Coastal Mesoplankton Samplerの頭文字をとり, 閉鎖型をCMS-C ネット, 開放型をCMS-O ネットと呼ぶことにする。

2. 試験曳網ならびに他のネットとの比較

今回設計したCMS-C ネットとCMS-O のうち, 閉鎖型のCMS-C ネットを実際に試作し, 試験曳網を行った。試験曳網は, 日本近海において実績のある, 北原式定量ネット(気象庁, 1970)と100 μ mの目合いをもつ改良型ノルバックネット²⁾(Nakata *et al.*, 2004参照; 以下, 本論文ではLNP-100ネットと呼ぶ)との比較を兼ね, これらのネットの曳網と同時に行った(同時曳網試験)。

同時曳網試験は, 北原式定量ネットとの比較については1998年10月26日に宮崎県延岡市地先海域において20m層からの曳網を2回, 15m層からを3回, LNP-100ネットとの比較については1998年8月20日に本州東方黒潮統流域において50m層からの曳網を5回, いずれも比較的穏やかな海象(傾角 $<10^\circ$)を選んで実施した。曳網方法はFig. 1に示すように長さ1mの金属棒に60cmの間隔を開けて2種類のネットを取り付け, 所定層まで沈め, 毎秒0.5mの速度で海面まで曳網した。それぞれのネットの口輪には中央に位置す

るよう離合社製の濾水計(3針, 63.5mm ϕ ×117mm)を取り付け, ネット回収時に回転数を読み取った。使用した濾水計は別途無網試験を行ったが, 統計的に有意な器差はなかったため, 1m当たりの回転数を一律に10回転として, 濾過効率を算出した。但し, CMS-C ネットとLNP-100ネットの同時曳網試験ではCMS-C ネットに付した濾水計が不調であったため濾過効率の算出は行っていない。

採集された試料は, 船上にて試料の5%に相当するホルマリンを加えて固定し, 実験室に持ち帰ったのち, カイアシ類の成体について計数を行った。カイアシ類の計数は, 北原式定量ネットの採集物については試料全体を対象としたが, CMS-C ネットおよびLNP-100

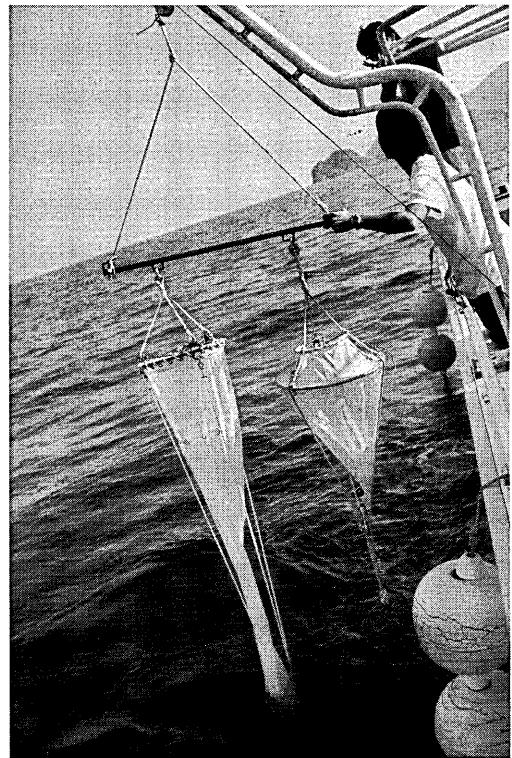


Fig. 1. Simultaneous hauling test by CMS-C net (left) and Kitahara's quantitative net (right). Length of the style bar connected two nets is 1 m.

¹⁾ カイアシ類のノープリウス期やコペポダイト期は種によっては極めて小型であり(例えば日本の内湾に多産する *Oithona davisae* Ferrari and Orsi では, ノープリウス I 期の体幅が50 μ m, コペポダイト I 期で95 μ m (Uchima, 1979)), 目詰まりを考慮するとネット採集の限界を超えるため, 成体を対象とした。

²⁾ 改良型ノルバックネット(通称LNPネット)は元田(1974)が考案した円筒-円錐型ネットで, 各部分の寸法は口輪径45cm, 円筒部側長65cm, 円錐部側長130cm, 底管径6cm。本来の目合いは330 μ m。

ネットの採集物については、採集量が多かったため、5%海水ホルマリンを加えて試料全体を50mlに希釈後、5~7回にわたり1mlのステンペルピペットで分取、検鏡し、分割率を乗じて試料全体の個体数とした。また、CMS-C ネットによって採集されたカイアシ類の種組成を明らかにするため、延岡市地先および黒潮統流域で得られた試料のうち、それぞれ1試料について、カイアシ類の計数時に種同定も行った。

結 果

1. CMS-C ネットおよび CMS-O ネットの規格

今回、設計した CMS-C ネットおよび CMS-O ネットの規格を Fig. 2 に示す。設計に際しては4つの条件を満足するように以下のように各部の規格を定めた。

条件1：日本の内湾に多量に出現するカイアシ類の中で最も小型の *Oithona davisae* Ferrari and Orsi の平均体幅0.15mm（成体の雌雄：Nishida *et al.*, 1977）の2/3に相当する網目幅0.1mmを使用する網地の網目幅として採用した。高速採集でも生物の体の3/4に相当する目合いが推奨されていること（Bernard *et al.*, 1973）から、この網目幅により採集時に *O. davisae* の成体は網目逸出を起こさないことが期待できる。

条件2：濾水計の径の約6倍に相当する36cmを口輪内径として採用した。これにより口面積は、濾水量の計算が簡便な0.1m²となる。なお、口面積を0.1m²としたとき、開口比を5以上にするためには、網目幅0.1mmのネット地の網目開孔率を37%（Nytal の場

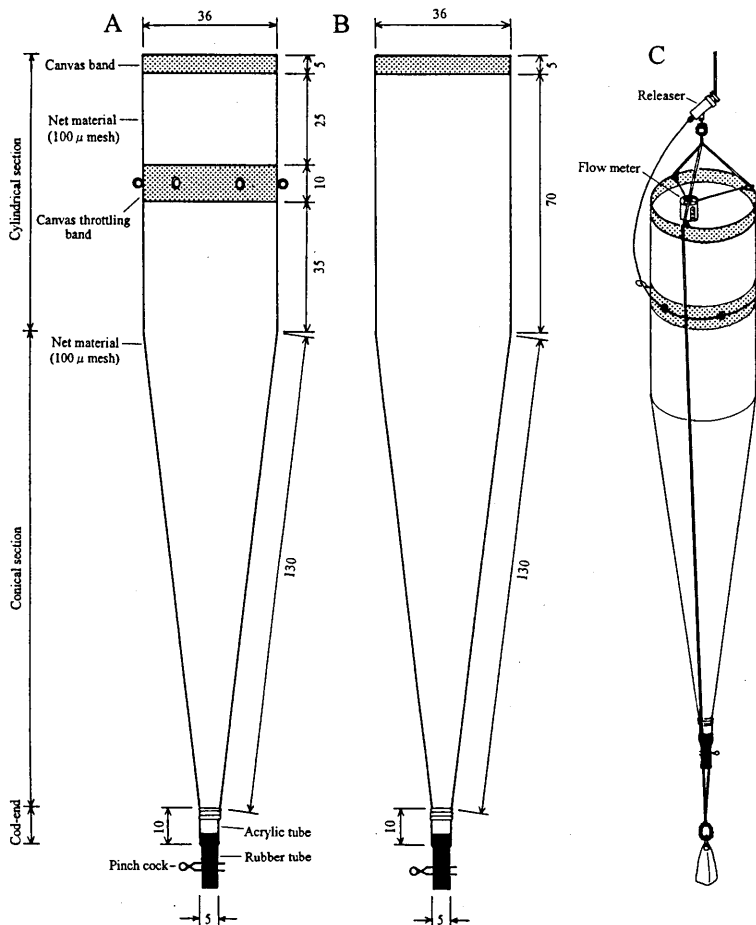


Fig. 2. Dimensions of 2 types of CMS net. A, CMS-C net (closing type). B, CMS-O net (opening type). C, CMS-C net arrangement with releaser and flow meter. Unit of numerals: cm.

合) とすると、網地面積は 1.38m^2 以上が必要となる。この内、円錐部で開口比3を確保するためには 0.83m^2 以上が必要であり、残る 0.55m^2 以上が円筒部となる。

条件3: ネットの濾過部の長さを2mとした。このうち、円錐部側長を130cmとすると、円筒部には70cmを当てることができる。この長さからそれぞれの部位の面積と開口比を求めると円錐部では 0.84m^2 (底管外径を5cmとして)、3.04であり、円筒部はCMS-O ネットで 0.79m^2 , 2.98, CMS-C ネットで 0.68m^2 (絞索を通すための幅10cmの帆布部を差し引く)、2.47となり、いずれも上述の必要となる網地面積を上回り、総開口比は5を上回ることができる。

条件4: 市販の北太平洋標準ネットと同様の外径5cmとした。これは、著者らの経験に基づくもので、市販の北原式定量ネットにおけるコック式底管の場合、試料を取り出す末端部分の内径が6mmと細くクシクラゲ類が詰まることがあるが、北太平洋標準ネットではほとんど支障をきたさないことを参考にした。底管の長さは10cmとし、末端には試料取り出し口として長さ15cm、内径3cm程度のゴム管を取り付け、大型ピンチコックにより開閉するようにした。

2. CMS-C ネットによる採集物

延岡市地先ならびに黒潮統流域における同時曳網試験の際、CMS-C ネットにより採集されたカイアシ類の組成を Table 1 に示す。両地点で採集されたカイアシ類はパラカラヌス科、オイトナ科、オンケア科に属する小型カイアシ類が主体で、雌の成体の体長が 0.5mm ~ 1.0mm の種が全体の50%近くを占めたほか、 0.5mm 未満の種も25%以上を占め、これらには体幅がネットの網目幅 0.1mm に満たない種も含まれていた。

3. 他のネットとの比較

濾過効率、採集されたカイアシ類の個体数、カイアシ類の推定密度 (濾過効率を一律に100%として算出) について CMS-C ネットと北原式定量ネットおよび CMS-C ネットと LNP-100 ネットを比較した結果を Fig. 3 に示す。

濾過効率は、CMS-C ネットと北原式定量ネットの同時曳網において、前者が平均98.1%、後者が平均162.8%であり、後者が明らかに高かった (U -test, $P < 0.01$)。または LNP-100 ネットとの同時曳網では既に述べたように CMS-C ネットの濾過効率が算出できなかったが、LNP-100 ネットでは平均100.2%であった。

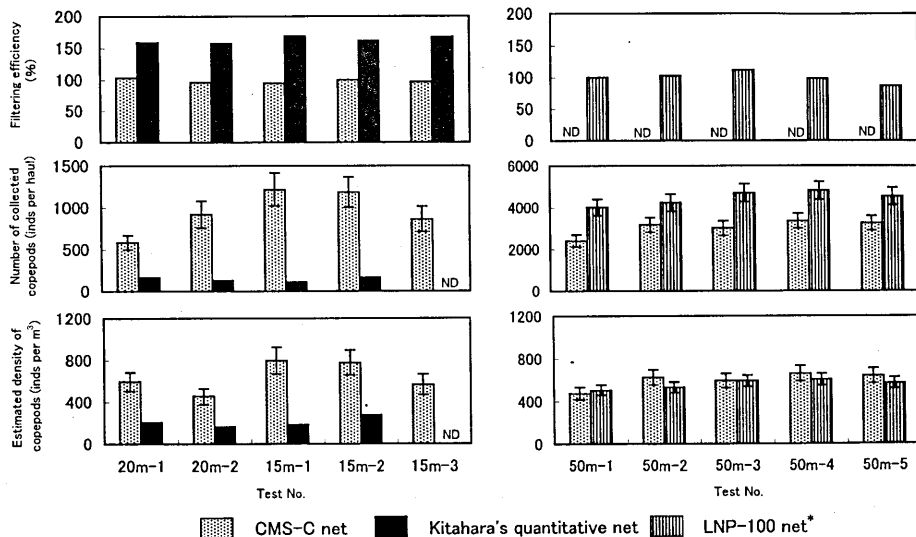


Fig. 3. Comparison of the filtering efficiency, number of collected copepods and estimated density of copepods by the simultaneous hauling tests. Right, CMS-C net and Kitahara's net. Left, CMS-C net and LNP-100 net*. Error bars indicate 95% confidence intervals of the number and density of copepods estimated by subsampling. *: modified NORPAC net (Motoda, 1974) with $100\ \mu\text{m}$ -mesh.

採集されたカイアシ類の個体数は、CMS-C ネットと北原式定量ネットの同時曳網において、前者が平均954.9、後者が平均142.0であり、前者で明らかに多く (U -test, $P < 0.05$), CMS-C ネットは北原式定量ネットの平均7.3倍に達した。また、CMS-C ネットとLNP-100ネットの同時曳網では、前者が平均3048.0、後者が平均4466.0であり、後者が明らかに多く (U -test, $P < 0.01$), CMS-C ネットはLNP-100ネットの平均68.2%であった。

濾過効率を一律に100%として推定されたカイアシ類の個体数密度 (m^3 当たり) は、CMS-C ネットと北

原式定量ネットの同時曳網において、前者が平均638.0、後者が平均207.4であり、前者で明らかに高く (U -test, $P < 0.05$), CMS-C ネットは北原式定量ネットの平均3.2倍に達した。また、CMS-C ネットとLNP-100ネットの同時曳網では、前者が平均599.2、後者が平均561.9であり、両者に差は認められなかった (U -test, $P > 0.05$)。

考 察

CMS ネットの設計に当たり、4つの条件を設定したが、このうち、条件2：濾水計装着可能な口輪径で

Table 1 Species composition of copepods collected by CMS-C net at test sites off Nobeoka and in Kuroshio Extension. Unit : %

Body length	Species	Nobeoka	Kuroshio Ex.	Body length	Species	Nobeoka	Kuroshio Ex.
<0.5mm	<i>Oithona simplex</i> FARRAN	6.8	7.4	>1.0mm	<i>Cosmocalanus darwini</i> (LUBBOCK)		+
	<i>Paroithona pulla</i> FARRAN	14.9	7.7		<i>Paracandacia truncata</i> (DANA)		+
	<i>Microsetella norvegica</i> (BOECK)	4.1	10.4		<i>Clausocalanus farrani</i> SEWELL		+
	<i>Oncaea waldemari</i> BERSANO & BOXSHALL	16.9	2.7		<i>Clausocalanus minor</i> SEWELL		2.0
	<i>Oncaea zernovi</i> SHMELEVA	1.0	+		<i>Clausocalanus furcatus</i> (BRADY)		5.7
	<i>Triconia giesbrechti</i> BOTTGER-SCHNACK		+		<i>Ctenocalanus vanus</i> GIESBRECHT		+
	Total	43.7	28.8		<i>Lucicutia flavicornis</i> (CLAUS)		+
<1.0mm	<i>Calocalanus styliremis</i> GIESBRECHT		2.0	<i>Paracalanus aculeatus</i> GIESBRECHT		+	2.0
	<i>Calocalanus</i> sp. 1	1.0	1.3	<i>Acrocalanus gibber</i> GIESBRECHT		+	
	<i>Calocalanus</i> sp. 2	+	+	<i>Scolecithrix danae</i> (LUBBOCK)			+
	<i>Paracalanus crassirostris</i> DAHL	1.0		<i>Temora turbinata</i> (DANA)			4.3
	<i>Paracalanus denudatus</i> SEWELL	1.0	4.3	<i>Oithona longispina</i> NISHIDA		+	
	<i>Paracalanus elegans</i> (ANDRONOV)	2.4		<i>Oithona plumifera</i> BAIRD		3.4	5.0
	<i>Paracalanus</i> sp.	2.4	1.7	<i>Oithona tenuis</i> ROSENDORN		+	+
	<i>Acrocalanus monachus</i> GIESBRECHT		+	<i>Macrosetella gracilis</i> (DANA)		+	+
	<i>Delius nudus</i> (SEWELL)	+	1.7	<i>Corycaeus erythraeus</i> CLEVE		+	
	<i>Oithona attenuata</i> FARRAN	+	+	<i>Corycaeus andreusi</i> FARRAN			+
	<i>Oithona brevicornis</i> GIESBRECHT	+	+	<i>Corycaeus speciosus</i> DANA			+
	<i>Oithona decipiens</i> FARRAN	3.7	1.7	<i>Oncaea venusta</i> PHILIPPI f. <i>typica</i> FARRAN		+	2.3
	<i>Oithona fallax</i> FARRAN	1.0	+	<i>Copilia mirabilis</i> DANA			+
	<i>Oithona nana</i> GIESBRECHT	3.7	2.7	Total		7.5	24.4
	<i>Oithona rigida</i> GIESBRECHT	+	1.0				
	<i>Oithona similis</i> CLAUS	10.5					
	<i>Oithona vivida</i> FARRAN	+					
	<i>Microsetella rosea</i> (DANA)	1.0	+				
	<i>Euterpina acutifrons</i> (DANA)	8.8					
	<i>Farranula carinata</i> (GIESBRECHT)	+	+				
	<i>Farranula gibbula</i> (GIESBRECHT)		1.0				
	<i>Oncaea clevei</i> FRUCHTL	2.0	12.0				
	<i>Oncaea media</i> GIESBRECHT	3.1	7.0				
	<i>Oncaea scottodiarloi</i> HERON & BRADFORD-GRIEVE	+					
	<i>Oncaea venusta</i> PHILIPPI f. <i>venella</i> FARRAN	+	1.0				
	<i>Oncaea venusta</i> PHILIPPI (medial form)	1.0					
	<i>Triconia minuta</i> (GIESBRECHT)	1.7	5.7				
	<i>Triconia umerus</i> (BOTTGER-SCHNACK & BOXSHALL)	+	1.3				
Total	48.8	46.8					

+: < 1.0 %

あること、条件3:1~2名の調査員により徒手でも曳網できる大きさであることおよび条件4:クシクラゲ類が入網しても閉塞をおこさない底管径を有することについては、試験曳網の際、船上作業にてネットの実際の規格がこれらの条件を満足することを確認できた。但し条件3については、CMS ネットは北原式定量ネットの約2倍の長さを持つこと (Fig. 1) から小型船舶ではネットの揚収時にやや不便さを感じる可能性があるが、口輪を甲板に揚収したのち、海面からでている部分を洗いながら順次後部を揚収するようになれば1名でも取扱いは可能であった。条件1:沿岸、内湾に優占するカイアシ類の少なくとも成体が採集できることについては、CMS-C ネットにより採集されたカイアシ類の種組成を明らかにした結果、目標とした *Oithona davisae* よりも小型で体幅の狭い、*Paroithona pulla* や *Oncaea waldemari* などが採集されていることから満足しているといえる。

CMS-C ネットの濾過効率は延岡市地先では平均98.1%であったが、黒潮統流域では濾水計が不調であったことから算出できなかった。しかし、採集物から推

定されるカイアシ類の個体数密度が同時に曳網したLNP-100ネットと差がみられないことから、LNP-100ネットの濾過効率(平均100.2%)と同水準であったことが推察される。なお、延岡市地先で同時曳網をおこなった北原式定量ネットの濾過効率は平均162.8%であり、CMS-C ネットより著しく高い値であったが、これは北原式定量ネットのもつ拡大角の大きな帆布製口錐 (Fig. 1, Table 2) の効果であり、口錐の内側に渦流が生じることにより口輪を通過する水の速度が増加し、口輪前方周囲の水をも引き込んでいるためと考えられる (Tranter and Smith, 1968参照)。

CMS-C ネットによるカイアシ類の採集量は同時曳網試験により、北原式定量ネットよりも多く、LNP-100ネットより少なかった。これを、ネットの口面積の違いによる差を考慮し濾過効率を一律に100%として個体数密度に換算すると、CMS-C ネットによる個体数密度は北原式定量ネットよりは明らかに高かったが、LNP-100ネットとの間で差は認められなかった。CMS-C ネットによる個体数密度は北原式定量ネットの場合の平均3.2倍に及び、北原式定量ネットによる

Table 2 Comparison of dimension and open area ratio (%) among 100 μm -mesh nets used in the adjacent waters of Japan.

Net	CMS-C	CMS-O	Kitahara	Kitahara	LNP-100*
Form	Cylinder-cone	Cylinder-cone	Redused cone	Redused cone	Cylinder-cone
Mouth diameter (cm)	36	36	22.5	24.24	45
Frame ring diameter (cm)	-	-	46	45	-
Side Length (cm)					
Cylindrical section	60	70	-	-	65
Conical section	130	130	80	80	130
Cod-end diameter (cm)	5	5	2	3	6
Porosity (%)**	37	37	37	37	37
Mouth area (m ²)	0.10	0.10	0.04	0.05	0.16
Open area ratio					
Cylindrical section	2.47	2.88	-	-	2.14
Conical section	3.04	3.04	5.61	4.84	2.42
Total	5.51	5.92	5.61	4.84	4.56
Reference	this study	this study	Meteorological Agency (1970)	Nakai (1962)	Motoda (1974), see Nakata <i>et al.</i> (2004)

* : modified NORPAC net (Motoda, 1974) with 100 μm -mesh.

** : in the case of 13XX (Nytaal).

採集では著しい網口逃避が生じていたと推察されるが、これにはその小さな口輪径 (McGowan and Fraundorf, 1966) や上述した帆布製口錐の影響 (Tranter and Smith, 1968) が関与していると考えられる。一方、CMS-C ネットと LNP-100 ネットの間で個体数密度に差がみられなかったことは、両ネットの口輪径の違い (Table 2) は小型カイアシ類の網口逃避に関し顕著な影響を与えなかったことを示しており、小型船舶では、取扱い上、口径の小さい CMS ネットの利便性を優先することが可能といえる。

CMS ネットの 2 型と 100 μm の目合いをもつ他のネットの開口比を Table 2 にまとめた。すでに繰り返し述べてきたように、北原式定量ネットにおける拡大角の大きな口錐は、濾過効率やカイアシ類の採集量に、CMS ネットなど円筒-円錐型のネットにはみられない影響を及ぼすと考えられた。一方、LNP-100 ネットは同時曳網試験の結果から CMS ネットとの間でこれらの諸点について差は認められなかったが、Table 2 に示すように、その開口比は比較したネットの中では最も低かった。これは LNP-100 ネットの長さなどの規格が、本来、330 μm の目合いをもつ網地を使用することを前提に考えられたもの (元田, 1974) であるためである。CMS ネットの 2 型における円筒部と円錐部の長さは、LNP-100 ネットとほぼ同様であるが、口輪径を小さくすることにより 100 μm の目合いを使用しても総開口比を元田 (1974) が勧める 5 以上に、円錐部開口比を Smith *et al.* (1968) が勧める 3 以上になるように設計されている。今回の CMS-C ネットと LNP-100 ネットの同時曳網試験は黒潮統流域で 50m の曳網によって行われたものであるが、さらに目詰まりを起こすプランクトンの多い場合や曳網距離が長い場合には濾過効率に差が生ずると考えられる。従って、目的や海域によっては LNP-100 ネットよりも CMS-C あるいは CMS-O ネットの使用が推奨される場合が考えられる。

引用文献

- Bernard, M., F. Möller, A. Nassogne and A. Zettera 1973 Influence of pore size of plankton nets and towing speed on the sampling performance of two high-speed samplers (Delfino I and II) and its consequences for the assessment of plankton populations. *Mar. Biol.*, 20: 109-136
- Dussart, B. M. 1965 Les differentes categories de plancton. *Hydrobiologia*, 26: 72-74
- Hirota, R. 1961 Zooplankton investigations in the Bingo-nada region of the Setonaikai (Inland Sea of Japan). *Jour. Sci. Hiroshima Univ.*, Ser. B, Div. 1, 20: 83-145
- 社団法人 海洋調査協会 (編) 1990 海洋調査技術マニュアル 一海洋生物編一. 社団法人海洋調査協会, 東京
- 気象庁 (編) 1970 海洋観測指針. 日本海洋学会, 東京
- McGowan, J. A. and V. J. Fraundorf 1966 The relationship between size of net used and estimates of zooplankton diversity. *Limnol. Oceanogr.*, 11, 456-469
- 元田 茂 1974 プランクトンの採集. 丸茂隆三編: 海洋学講座10, 海洋プランクトン. 東京大学出版会, 東京, 191~225頁.
- Nakata, K., H. Itoh, T. Ichikawa and K. Sasaki 2004 Seasonal changes in the reproduction of three oncaeid copepods in the surface layer of the Kuroshio Extension. *Fish. Oceanogr.* 13 (Suppl. 1): 21-33.
- Nakai, Z. 1962 Apparatus for collecting macroplankton in the spawning surveys of Iwashi (Sardine, Anchovy, and Rounded Herring) and others. *Bull. Tokai reg. fish. Res. Lab.*, 9: 221-237, pls. 1-10.
- Nishida, S., O. Tanaka and M. Omori 1977 Cyclopoid copepods of the family Oithonidae in Suruga Bay and adjacent waters. *Bull. Plankton Soc. Japan*, 24: 119-158.
- Smith, P. E., R. C. Counts and R. I. Clutter 1968 Changes in filtering efficiency of plankton nets due to clogging under tow. *J. Cons. perm. int. Explor. Mer.*, 32: 232-248.
- Tranter, D. J. and P. E. Smith 1968 Filtration performance. In "Monographs on oceanographic methodology 2, Zooplankton sampling" (Part I), ed. by D. J. Tranter, UNESCO, Paris, pp.27-56.
- Uchima, M. 1979 Morphological observation of developmental stages in *Oithona brevicornis* (Copepoda, Cyclopoida). *Bull. Plankt. Soc. Japan*, 26: 59-76
- Yamazi, I. 1956 Plankton investigation in inlet waters along the coast of Japan XIX. Regional characteristics and classification of inlet waters based on the plankton communities. *Publ. Seto Mar. Biol. Lab.*, V: 157-196, pls. I-XXIII.

Summary

Opening and closing plankton nets (CMS-C and CMS-O) were designed for the sampling of mesoplankton in coastal waters, and comparisons were made of the CMS-C net to other types of nets. The newly designed nets consisted of cylinder (70 cm side length) and conical sections (130 cm side length), with 36 cm mouth diameters. The mesh aperture is 100 μm . The total open area ratio was 5.51 in the CMS-C and 5.92 in the CMS-O, with 37 % porosity.

In comparison tests between the CMS-C net and other types of nets with 100 μm mesh, copepods densities estimated by CMS-C net were the same as densities from the modified NORPAC net, but were higher than the densities from Kitahara's quantitative net. The extremely low densities estimated by Kitahara's quantitative net seem to be related to the shape of its reduced cone. Although no difference in sampling capacity of small copepods was found between the CMS-C net and the modified NORPAC net in the present tests, the former net seems to be preferable than the NORPAC net for sampling in blooms of large phytoplankton or during long hauls, because of its higher open area ratio.