

## 板びき網における曳網速度, 袖網の目合および ハンドロープの材質と分径による漁獲特性の違い

下村友季・澤田知希・貞安一廣・山下秀幸

(2018年1月24日受付, 2018年2月16日受理)

### Capture Characteristics of a Small Otter Trawl Based on Different Towing Speeds, Mesh Size of the Wing and Material and Diameter of the Hand Rope

SHIMOMURA Yuuki<sup>\*1</sup>, SAWADA Tomoki<sup>\*2</sup>, SADAYASU Kazuhiro<sup>\*3</sup>, and YAMASHITA Hideyuki<sup>\*3</sup>

**Abstract :** In this study we used a small otter trawl with different components in Ise Bay to clarify the capture characteristics of the trawl based on towing speed, mesh size of the wing, and material and diameter of the hand rope. We tested the trawl using three towing speeds: 1) low speed (3.0-3.2kt); 2) middle speed (3.5-3.6kt) and 3) high speed (3.7-4.0kt). More small, slow-swimming, benthic creatures were caught at the low speed and more fast-swimming creatures were caught at the middle speed and high speed. We used two mesh sizes in the wing: 1) small (3.4-15.1 cm, the size of nets currently in use); and 2) large (5.1-15.1cm, the size of the test net). The most of creatures were caught in the small mesh net but more large-size, fast-swimming creatures were caught in the large mesh net than in the small mesh one. We also compared the currently-used hand rope (polyester with a diameter of 50mm surrounded by a span rope) with a test hand rope (polypropylene with a diameter of 40mm or 50mm). More bottom-swimming creatures were caught by the test hand rope net with a diameter of 40mm more than the currently-used hand rope net. And, more benthic creatures were caught by the test hand rope net with a diameter of 50mm than the currently-used hand rope. Based on our results we found that fishermen could better protect immature, small fishes and maintain fishery income by choosing the most adequate fishing equipment and towing speed.

**キーワード :** 板びき網, 漁具改良, 曳網速度, 袖網, ハンドロープ

愛知県において, 小型機船底びき網漁業 (以下, 小型底びき網漁業とする。) は, 県全体の海面漁業生産量の約12% (平成28年) を占めており, 船びき網, 採貝・採藻に次ぐ主要な漁業種類となっている。<sup>1)</sup> 小型底びき網漁業のうち, 伊勢湾・三河湾で操業する板びき網漁業 (通称, まめ板網漁業) は, オッターボードを装備した漁具を使用し, シャコ, サルエビやアカエビなどの小型エビ類, クルマエビ, ガザミ, カレイ類, マアナゴなどを漁

獲対象としている。しかし, 近年は海洋環境の変化や漁獲圧の増加などにより, 資源は減少傾向にある。<sup>2)</sup>

まめ板網漁業では漁獲対象魚種によって網漁具の仕立てや目合の多少の違いはあるものの, 様々な魚種をほぼ同じ仕様の網漁具で獲るという特徴から, コッドエンドの目合を細かくする必要がある, シャコを中心として小型個体の混獲が問題となっている。特に夏季は, 伊勢・三河湾で貧酸素水塊が発達し, その縁辺部に貧酸素水塊

<sup>\*1</sup> 愛知県水産試験場漁業生産研究所 (Marine Resources Research Center, Aichi Fisheries Research Institute, Toyohama, Minamichita, Aichi 470-3412, Japan)

<sup>\*2</sup> 愛知県知多農林水産事務所 (Chita Agriculture, Forestry and Fisheries Office, Deguchi, Handa, Aichi 475-0903, Japan)

<sup>\*3</sup> 国立研究開発法人水産研究・教育機構開発調査センター (Marine Fisheries Research and Development Center, Japan Fisheries Research and Education Agency, Nishi-ku, Yokohama, Kanagawa 220-6115, Japan)

から逃避してきた生物が集まるため漁場が形成されるが、水揚げサイズに満たない個体も多く混獲される状況にある。<sup>3)</sup>

これまで、小型個体の混獲防止策としてコッドエンドの目合の拡大が様々な地域で検討されてきた。<sup>4-7)</sup> 伊勢湾のまめ板網漁業でも過去にコッドエンドの目合を 16 節 (2.0cm) から 14 節 (2.3cm) に拡大したが、主要対象魚種であるマアナゴが獲れる目合という制約の中では、2 節の拡大にとどまり、マアナゴ以外の生物に対しては小型個体の混獲防止にはほとんど効果がなかった。<sup>8)</sup> 以上のように、小型個体の混獲防止のためにはコッドエンドの目合の拡大だけでは限界があり、コッドエンド以外の部位や曳網方法の違いを利用したサイズ選択が重要と考

えられる。

漁具の各部位が生物の入網や逃避行動に与える影響については、グランドロープ<sup>9, 10)</sup> やオッターボード<sup>11)</sup> の影響や性能について報告されているが、知見は少ない。

そこで本研究では、漁具構造の改良によるシャコなどの小型個体混獲防止の可能性を検討するため、袖網の目合とハンドロープの材質と分径および曳網速度が漁獲状況や体長組成に与える影響について調査を行った。

## 材料及び方法

本研究は、愛知県の伊勢湾で操業するまめ板網漁業が使用する網漁具のうち、目合が細かい通称シャコ網と呼ばれるものを対象にした。調査はまめ板網漁船を備船し

表 1 各試験の曳網状況

試験名	試験日	曳網セット	曳網条件	曳網時刻		曳網時間 (分)	曳網速度 (kt)
				開始	終了		
速度比較試験	2014.08.26	1st	中速 (通常)	7:30	8:00	30	3.6
			低速	8:30	9:00	30	3.2
			高速	9:25	9:55	30	4.0
	2014.09.16	1st	中速 (通常)	7:25	7:55	30	3.5
			低速	8:15	8:45	30	3.0
			高速	9:09	9:39	30	3.7
袖網比較試験	2015.07.14	1st	現行袖網	7:20	7:50	30	3.5
			試験袖網	8:24	8:54	30	3.5
		2nd	試験袖網	9:16	9:46	30	3.5
			現行袖網	10:15	10:45	30	3.6
	2015.09.01	1st	現行袖網	6:20	6:45	25	3.7
			試験袖網	7:20	7:50	30	3.7
			2nd	試験袖網	9:05	9:35	30
		2nd	現行袖網	10:10	10:40	30	3.3
			1st	現行袖網	7:50	8:20	30
	2016.07.12	2nd	試験袖網	8:49	9:18	29	3.6
			現行袖網	11:11	11:40	29	3.5
	2016.07.26	1st	現行袖網	7:35	8:05	30	3.6
試験袖網			8:50	9:19	29	3.6	
ハンドロープ比較試験 単一40mm	2015.07.14	1st	積巻 (現行)	7:23	7:53	30	3.4
			単一40mm	8:22	8:52	30	3.5
		2nd	単一40mm	9:14	9:44	30	3.6
			積巻 (現行)	10:08	10:38	30	3.7
	2015.09.08	1st	積巻 (現行)	6:45	7:15	30	3.6
			単一40mm	7:45	8:15	30	3.6
			2nd	単一40mm	9:13	9:43	30
		2nd	積巻 (現行)	10:13	10:43	30	3.6
			1st	積巻 (現行)	6:40	7:00	20
	2015.09.29	2nd	単一40mm	7:30	7:50	20	3.3
			積巻 (現行)	8:43	9:03	20	3.1
	2016.10.11	1st	積巻 (現行)	9:27	9:47	20	3.1
積巻 (現行)			7:08	7:38	30	3.5	
	1st	単一40mm	8:13	8:43	30	3.6	
		積巻 (現行)	7:16	7:46	30	3.5	
ハンドロープ比較試験 単一50mm	2016.09.27	1st	単一50mm	8:13	8:43	30	3.5
			積巻 (現行)	10:34	11:04	30	3.5
		2nd	積巻 (現行)	11:29	11:59	30	3.5
			積巻 (現行)	7:53	8:24	31	3.5
2017.11.21	1st	単一50mm	8:50	9:20	30	3.5	
		2nd	単一50mm	9:37	10:07	30	3.5
		2nd	積巻 (現行)	10:32	11:02	30	3.5

て行った。漁具の各部位の仕様や曳網速度の違いによる漁獲状況等への影響を調べるために、次項に示す試験ごとに定めた漁具仕様あるいは曳網方法の違いを条件とした。原則 30 分ずつ曳網した。各試験の条件の違いによる漁獲状況等の比較は、異なる条件の連続した曳網を 1 セットとして、採集数等の比較により行った。各試験、各条件における曳網時刻あるいは曳網速度等の状況を表 1、曳網位置を図 1 および各試験の航跡を図 2~5 に示す。採集物の量や種類、サイズなどは漁場の明るさによって差が出る可能性があるため、<sup>1, 2, 3)</sup> 漁場の明るさによる影響がないよう、各曳網は全て日出後に行った。また、生物の分布密度の違いが影響しないように、1 セットの曳網は極力同じ場所で行った。

(1)各試験の曳網条件

①速度比較試験

試験は 2014 年 8 月 26 日および 9 月 16 日に行い合計 2 セットの曳網を行った。試験に使用した網漁具は、備船したため板網漁船が所有するものとした。

調査時の海況や漁場によって安定して曳網できる速度範囲が限られているため、曳網可能な速度範囲内において、低速、中速および高速の各条件を設定して曳網を行った。漁業者が通常の操業で曳網する速度である 3.5-3.6kt を中速とした。低速は 3.0-3.2kt、高速は 3.7-4.0kt の範囲内とした。調査は中速、低速、高速の順の 3 曳網を 1 セットのデータとし、低速を基準として、1 セット

の中で連続する中速と低速、低速と高速の組み合わせでそれぞれの採集状況を比較した。

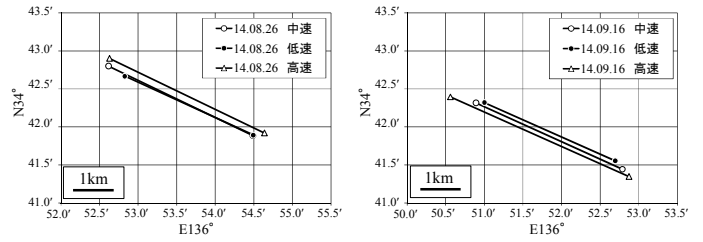


図 2 速度比較試験の航跡図

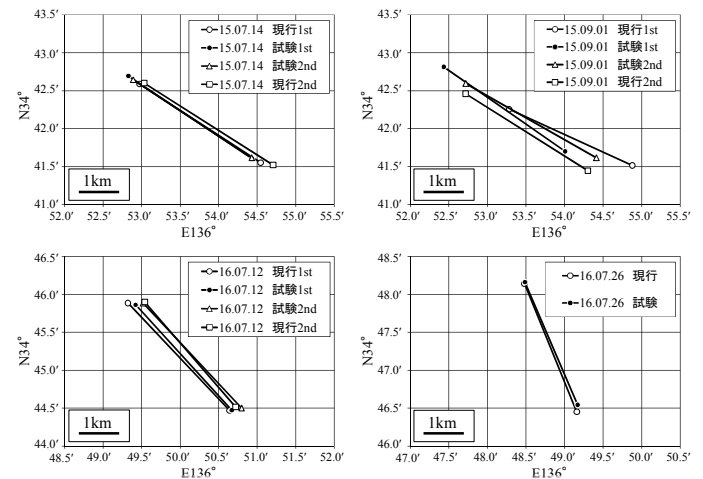


図 3 袖網比較試験の航跡図

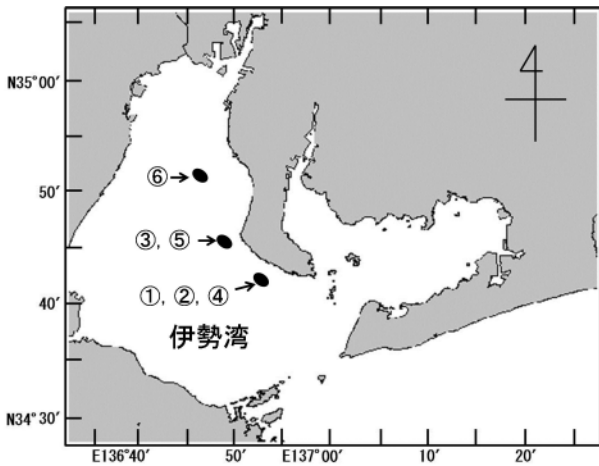


図 1 曳網位置

速度比較試験：①2014. 08. 26, 2014. 09. 16

袖網比較試験：②2015. 07. 14, 2015. 09. 01,

③2016. 07. 12, 2016. 07. 26

ハンドロープ比較試験

単一 40mm：④2015. 07. 14, 2015. 09. 08,

2015. 09. 29, 2016. 10. 11

単一 50mm：⑤2016. 09. 27, ⑥2017. 11. 21

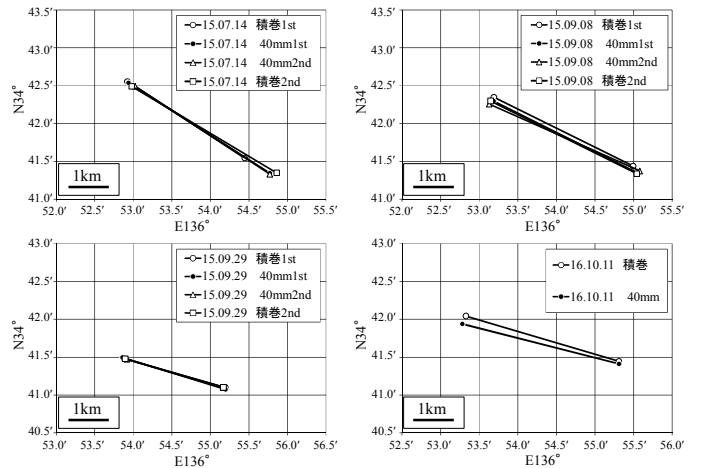


図 4 ハンドロープ比較試験（単一 40mm）の航跡図

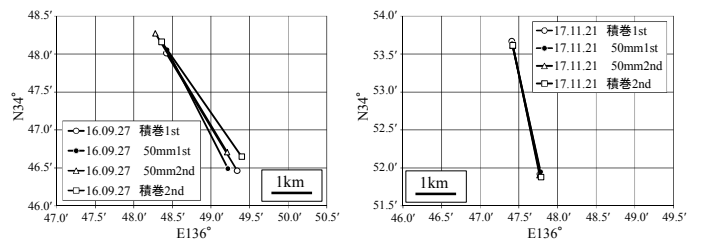


図 5 ハンドロープ比較試験（単一 50mm）の航跡図

②袖網比較試験

試験は2015年7月14日, 9月1日, 2016年7月12日, 7月26日に行い, 合計7セットの曳網を行った。2016年7月12日の試験のみ, 備船した漁船が他の3試験と異なっていた。

使用した網漁具の概要を図6に示す。備船した漁船により, 網の仕立て方法が若干異なるものの, 一般的に通常操業で使用する漁具の袖網(以下, 現行袖網とする。)の目合は, 前方から3節~6節(15.1~6.1cm), 7節(5.1cm), 8節(4.3cm), 10節(3.4cm)の網が使用されている。一方, 比較対象となる袖網(以下, 試験袖網とする。)は, 現行袖網で3-6節, 7節, 8節が使用されている部分を3節(15.1cm)とし, 10節が使用されている部分を7節

(5.1cm)とした。

曳網は現行袖網と試験袖網を交互に曳網し, 連続する現行袖網と試験袖網の曳網を1セットのデータとして扱った。

③ハンドロープ比較試験

ハンドロープ比較試験に用いた漁具の構成を図7に示す。現在のもめ板網漁業で使用されている一般的なハンドロープはスパンロープを巻きつけたポリエステル製のロープ(以下, 積巻とする。)である。積巻の全体の長さは81m程度であり, オッターボード側が約45m, ペンネット側が約36mに分かれて構成され, それぞれの直径はオッターボード側は直径約50mm, ペンネット側の前方28.5mは直径約50mm, 後方7.5mは直径約66mmとなっ

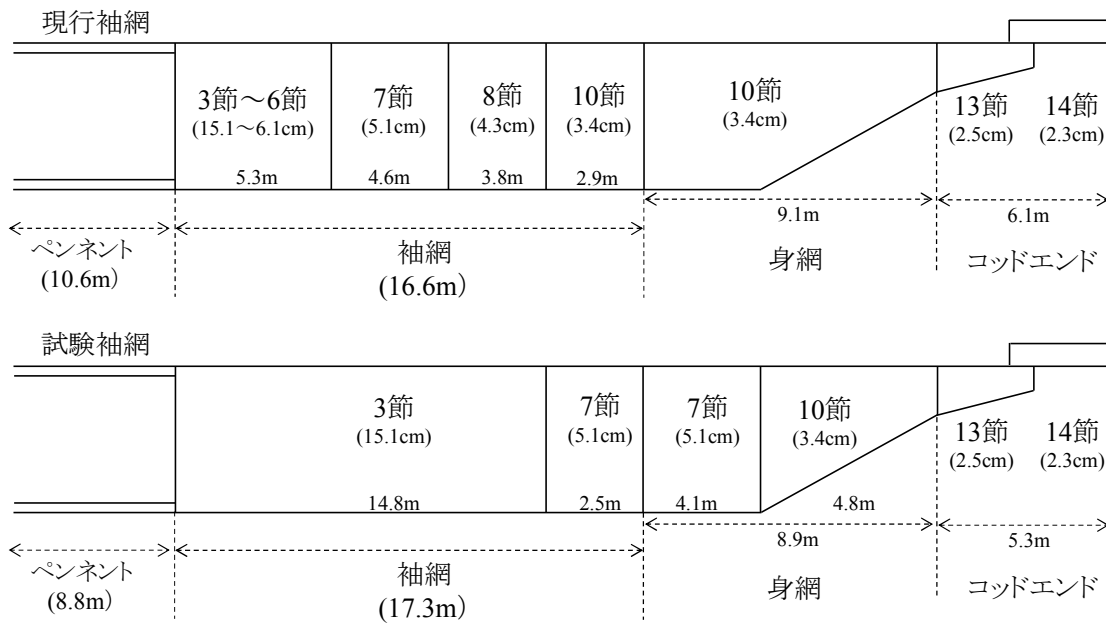


図6 袖網比較試験で使した漁具

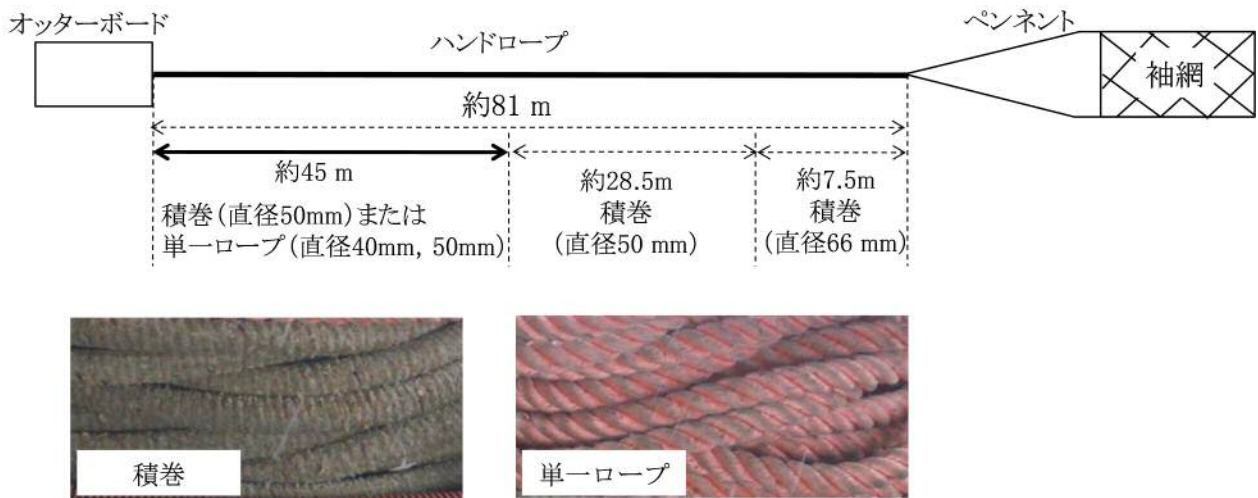


図7 ハンドロープ比較試験で使した漁具

ている。一方、比較対象とした試験用のハンドローブは、積巻のオッターボード側 45m をポリプロピレン製の単一ローブ（以下、単一とする。）に部分的に替えたものとした。

また、単一ローブは直径 40mm（以下、単一 40mm とする。）と直径 50mm（以下、単一 50mm とする。）の 2 種類を用いた。各ハンドローブの比重は、「積巻」が 1.38、「単一 40mm」と「単一 50mm」は 1.30 であった。

曳網は積巻と単一 40mm あるいは単一 50mm を交互に使用し、連続する積巻と単一の曳網を 1 セットのデータとして扱った。

「単一 40mm」を対象とした試験は 2015 年 7 月 14 日、9 月 8 日、9 月 29 日、2016 年 10 月 11 日に行い、合計 7 セットの曳網を行った。「単一 50mm」の試験は 2016 年 9 月 27 日と 2017 年 11 月 21 日に行い、合計 4 セットの曳網を行った。

## (2) データ解析方法

採集物は種ごとに重量と個体数の計測を行い、シャコについては、体長（千田体長：頭胸甲前端から尾節の中央湾入後端）を計測した。各曳網条件の比較に際して 30 分の曳網としたが、実際には曳網速度により曳網距離に差が生じるため、通常操業で 30 分曳網した時の曳網距離が概ね 3.5km であることから、採集物の個体数と重量を 3.5km あたりに換算して解析に用いた。

各試験において、曳網条件による採集量の違いは、重量で比較した。基準となる曳網条件での採集物重量に対する比較対象の曳網条件での採集物重量の比を重量比とし、種別に求めた。速度比較試験では、低速を基準となる曳網条件とし、中速と高速を比較対象の曳網条件とした。袖網比較試験では、現行袖網を基準となる曳網条件、試験袖網を比較対象の曳網条件とした。ハンドローブ比較試験では、現行漁具である積巻を基準となる曳網条件とし、試験漁具である単一 40mm と単一 50mm を比較対象の曳網条件とした。

なお、1 セットの曳網はほぼ同じ海域で行ったため、同一の母集団からの採集とみなすことができる。そこで、統計的方法<sup>14)</sup>に基づき、重量比は採集物重量の分布がランダム分布（ポアソン分布）に従うと仮定し、その場合の比の推定値として精度の良い  $\Sigma y / \Sigma x$ （ $y$ ：比較対象の曳網条件による採集物重量、 $x$ ：基準となる曳網条件による採集物重量）を使用した。また、シャコについては、重量比と同様にして、個体数の比（以下、個体数比）を体長階級別に求めた。

漁具の仕様や曳網速度の違いに対して、入網に関わる生態、逃避に関わる遊泳速度、網目からの逸出に関わる

大きさが種ごとに異なることにより、採集のされ方が異なると考えられる。そこで、種ごとの特徴を生態群と生物群によって以下のとおり区分し、結果を整理した。生態群については、主に体の形状と一般的に知られている生活様式から判断し、マイワシなど海底に着底することなく常に遊泳している生物を「浮遊」とし、イボダイなど主に海底付近に生息しているが海底に着底することが少ない生物を「底生」、ホウボウやサルエビ、シャコなどの主に海底に着底している生物を「着底」とした。また、生物群は「魚類」、「頭足類」、「甲殻類」とし、貝類やヒトデなどその他の生物を「その他」とした。

## (3) 漁具挙動の測定

袖網比較試験では 2016 年 7 月 12 日、7 月 26 日、単一 50mm を用いたハンドローブ比較試験では 2016 年 9 月 27 日に網口の高さおよびオッターボード間隔を測定した。

ヘッドローブとグランドローブの中央に小型深度計（nke instrumentation 社製、SP2T）を取り付け、深度を記録し、その差を網口の高さとした。また、漁網監視装置（SIMRAD 社製、PI50 ネットモニターシステム）をオッターボードに取り付け、オッターボードの間隔の計測を行った。

## 結 果

各試験の種ごとおよび生態群、生物群ごとの合計の重量と重量比を表 2 に示した。なお、各試験における各曳網セットの種ごとの採集結果は付図 20～24 に示した。

### (1) 速度比較試験

速度比較における各曳網セットの種ごとの生態群別採集重量は図 8-1、生物群別採集重量は図 8-2 に示した。なお、図には生態群ごと、生物群ごとの合計の重量比を数字で示した。

低速と中速の比較では、合計の採集量の重量比は 0.68 と 1 より小さく、低速の採集量の方が多かった（表 2）。また、生態群別では、浮遊の生物は採集されなかったが、底生の重量比は 0.69、着底は 0.75 であった。生物群別の重量比はすべての生物群で 1 より小さく、魚類（0.77）、甲殻類（0.74）、その他（0.52）、頭足類（0.47）の順に大きかった。また、種別では魚類のみイボダイやカマス属など 1 より大きい種がみられた。魚類を生態群別にみると、着底の魚類は重量比が 0.85 であったが、底生の魚類は 1.03 と 1 に近かった。

低速と高速の比較では、合計の採集量の重量比は 0.66 と 1 より小さく、低速の採集量の方が多かった（表 2）。また、生態群別では、浮遊の生物は採集されなかったが、



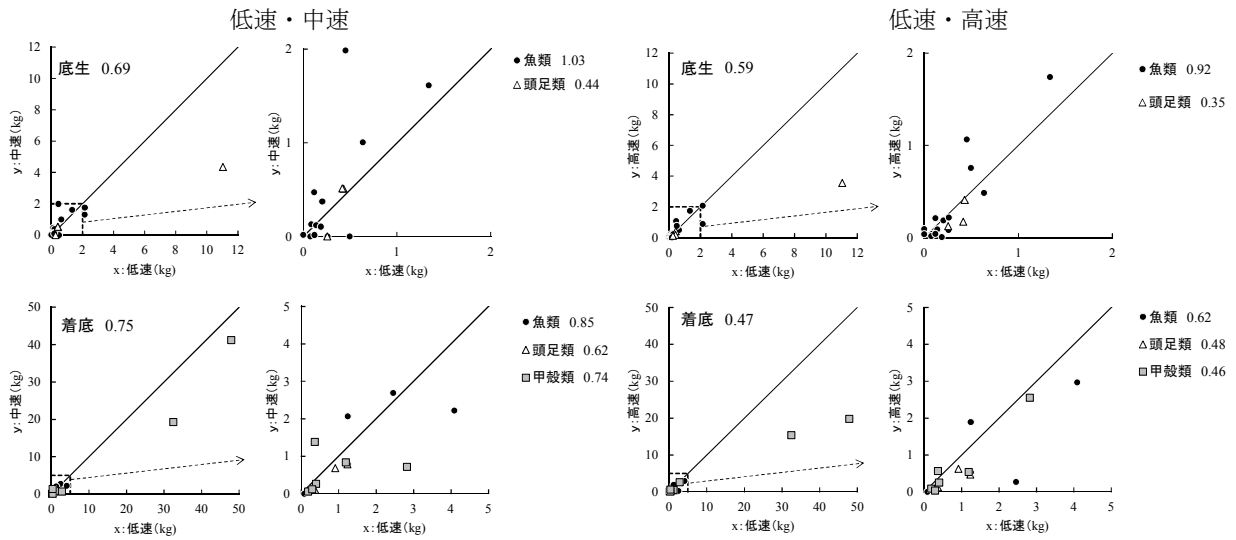


図 8-1 速度比較試験における区別重量（生態群）

※グラフ内の数字は重量比（ $\Sigma y / \Sigma x$ ）

※それぞれ右図は左図の点線部分の拡大図

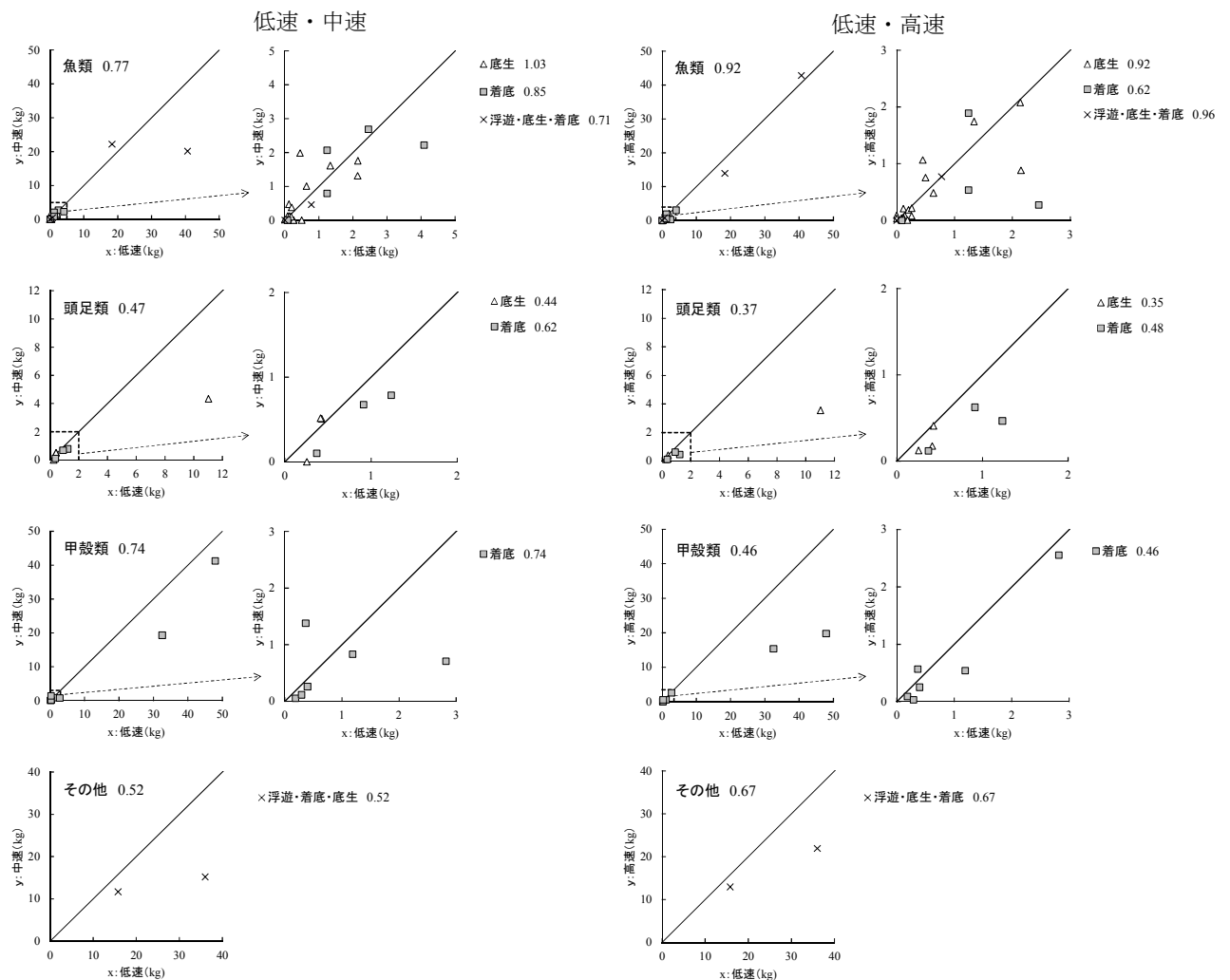


図 8-2 速度比較試験における区別重量（生物群）

※グラフ内の数字は重量比（ $\Sigma y / \Sigma x$ ）

※それぞれ右図は左図の点線部分の拡大図

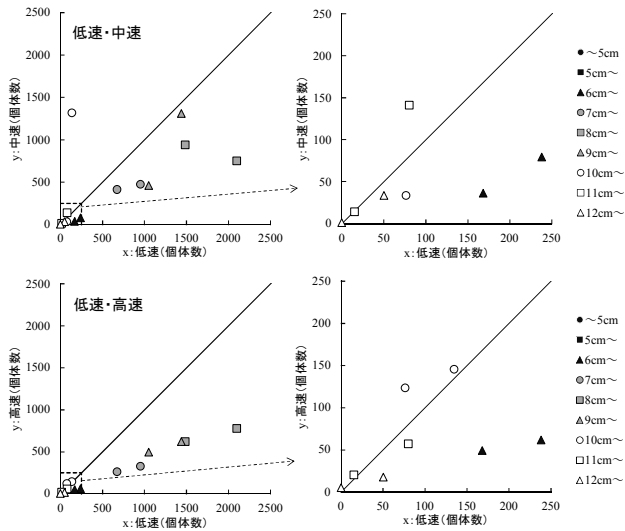


図9 速度比較試験におけるシャコの体長別採集個体数  
※それぞれ右図は左図の点線部分の拡大図

表3 速度比較試験におけるシャコの体長別採集個体数と個体数比

体長 (cm)	$\Sigma x$	$\Sigma y$	個体数比	
			$\Sigma y / \Sigma x$	$\Sigma y / \Sigma x$
4.0 ~ 5.0	-	-	-	-
5.0 ~ 6.0	-	-	-	-
6.0 ~ 7.0	406	115	0.28	0.27
7.0 ~ 8.0	1626	887	0.55	0.36
8.0 ~ 9.0	3582	1689	0.47	0.39
9.0 ~ 10.0	2489	1766	0.71	0.45
10.0 ~ 11.0	211	1352	6.41	1.27
11.0 ~ 12.0	95	155	1.63	0.82
12.0 ~ 13.0	41	33	0.80	0.51
13.0 ~ 14.0	9	0	0.00	0.22
14.0 ~ 15.0	0	2	div=0	div=0
合計 10cm未満	8103	4457	0.55	0.40
合計 10cm以上	356	1542	4.33	1.04
総計	8459	5999	0.71	0.42

※div: divisor

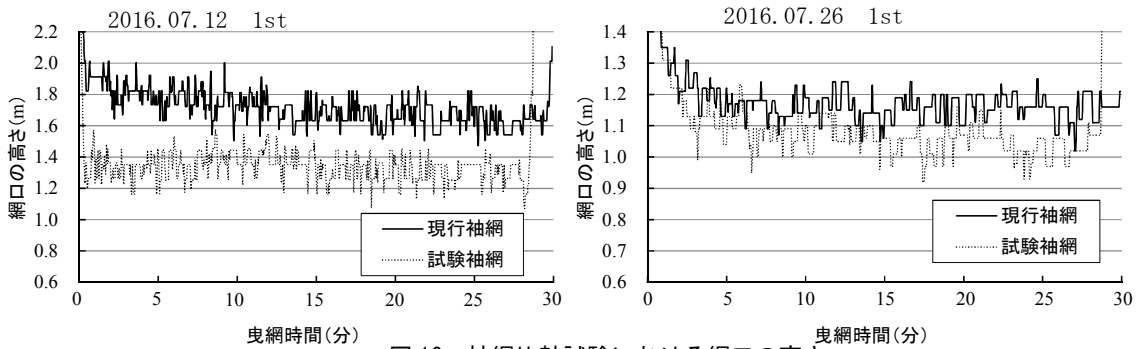


図10 袖網比較試験における網口の高さ

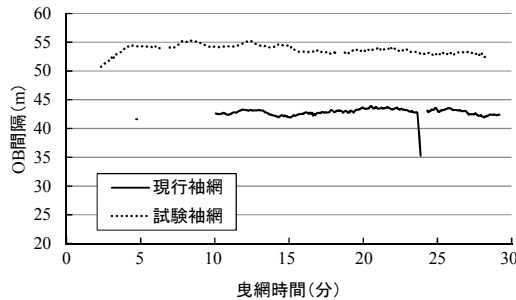


図11 袖網比較試験におけるオッターボード間隔

底生は0.59, 着底は0.47であった。生物群別では, 重量比は中速と同様に, すべての生物群で1より小さく, 魚類(0.92), その他(0.67), 甲殻類(0.46), 頭足類(0.37)の順で大きかった。また, 種別では中速より数は少ないものの, 魚類のみアジ類など, 1より大きい種がみられた。魚類のうち着底の重量比は0.62であったが, 底生は0.92と1に近かった(表2)。

まめ板網漁業の重要な漁獲対象種であり, また採集数が十分多かったシャコについて, 曳網セットごとの体長別採集個体数を図9, 合計の体長別採集個体数と個体数

比を表3に示す。中速, 高速の低速に対する個体数比はそれぞれ0.71, 0.42とともに1より小さく, 低速で多かった。体長ごとにみると, 体長が大きくなると個体数比も増加して1に近づき, 水揚げ対象となる体長10cmを基準に比較すると, 10cm未満の個体数比は1より小さいが, 10cm以上の個体数比は1より大きく, 中速または高速では大きい個体は低速と変わらないか, 低速より多く採集された。

(2)袖網比較試験

2016年7月12日と7月26日に測定した網口のの高さと



オッターボードの間隔を図 10, 11 に示した。曳網開始後、網の形状が安定している 5 分から 25 分の網口の高さの平均値は、7 月 12 日の現行袖網が 1.7m、試験袖網が 1.3m であり現行袖網の方が 31% 高く、7 月 26 日の現行袖網が 1.2m、試験袖網が 1.1m となり、現行袖網の方が 9% 高かった。また、オッターボードの間隔は 7 月 12 日のみデータが得られ、現行袖網が 42.9m、試験袖網が 54.0m と、試験袖網の方が 26% 大きかった。

袖網比較試験における各曳網セットの種ごとの採集重量を、図 12 に示した。なお、図には生態群ごと、生物群ごとの合計の重量比を数字で示した。

合計の採集量の重量比は 0.59 と 1 より小さく、現行袖網の採集量の方が多かった。また、生態群別ではすべての生態群で重量比は 1 より小さかったが、底生では 0.86 と、着底の 0.54、浮遊の 0.15 より大きかった。生物群別においてもすべての生物群で 1 より小さかったが、魚類

と頭足類は 0.70、0.72 で、甲殻類とその他の 0.55、0.44 と比べて大きかった。種別では、ほとんどの種で 1 より小さく、試験袖網での採集量が多かったが、イトヒキハゼ、テンジクダイ、ガザミでは重量比が 0.93-1.00 と 1 に近く、また、シログチ、マダイ、魚類（非漁獲対象種）の重量比は 1.65 以上と、1 より大きかった。また、重量比が小さい甲殻類とその他についてみると、重量比はサイズの大きいガザミが 0.97 と大きく、サイズの小さい小型エビ類が 0.24、シバエビが 0.16、その他エビ類が 0.20、貝類が 0.26 と小さかった（表 2、図 12）。

シャコの体長別の個体数と個体数比を図 13 と表 4 に示す。2015 年 7 月 14 日の調査を除くと、シャコの個体数は現行袖網の方が多い傾向があるのに対して、2015 年 7 月 14 日の調査では試験袖網の方が多い傾向があり、他の調査と傾向が異なっていたため（図 13）、この結果を除いて個体数比を求めると 0.48 となり 1 より小さかった。

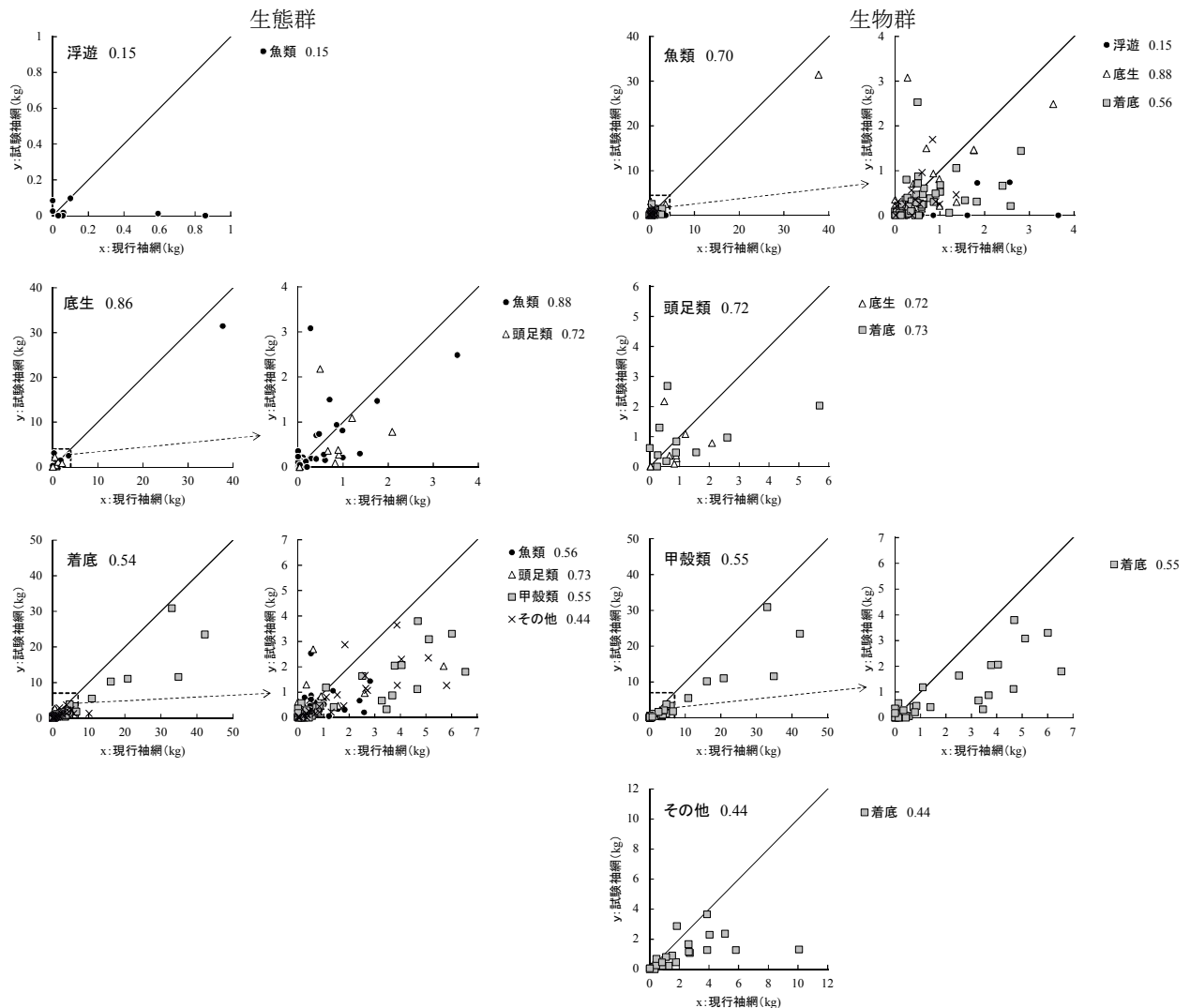


図 12 袖網比較試験における区別重量

※グラフ内の数字は重量比 ( $\Sigma y / \Sigma x$ )

※それぞれ右図は左図の点線部分の拡大図

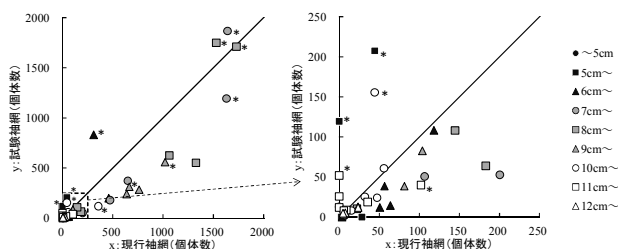


図 13 袖網比較試験におけるシャコの体長別採集個体数

\* : 2015 年 7 月 14 日の採集結果

※右図は左図の点線部分の拡大図

表 4 袖網比較試験におけるシャコの体長別採集個体数と個体数比 (2015 年 7 月 14 日除く)

体長 (cm)	Σ x	Σ y	個体数比	
			Σ y / Σ x	試験 / 現行
4.0 ~ 5.0	-	-	-	-
5.0 ~ 6.0	37	1	0.03	
6.0 ~ 7.0	293	173	0.59	
7.0 ~ 8.0	1436	658	0.46	
8.0 ~ 9.0	2741	1358	0.50	
9.0 ~ 10.0	1610	656	0.41	
10.0 ~ 11.0	150	131	0.87	
11.0 ~ 12.0	50	73	1.46	
12.0 ~ 13.0	38	25	0.66	
13.0 ~ 14.0	4	0	0.00	
14.0 ~ 15.0	-	-	-	-
合計 10cm未満	6117	2846	0.47	
合計 10cm以上	242	229	0.95	
総計	6359	3075	0.48	

しかし、体長 10cm 未満では 0.47、10cm 以上では 0.95 となり、10cm 以上では 1 に近かった。

### (3) ハンドロープ比較試験 (積巻と単一 40mm の比較)

単一 40mm のハンドロープ比較試験における各曳網セットの種ごとの採集重量を図 14 に示した。なお、図には生態群ごと、生物群ごとの合計の重量比を数字で示した。合計の採集量の重量比は 0.89 と 1 より小さく、積巻の採集量の方が多かった (表 2)。

生態群別では浮遊と底生の重量比は 1.86、1.37 と 1 より大きかったが、着底は 0.80 と 1 より小さかった。また、生態群ごとに生物群の違いをみると、底生の生物では、重量比は魚類が 1.42、頭足類が 1.20 と生物群で大差なく、着底の生物でも、魚類が 0.83、頭足類が 0.64、甲殻類が 0.86、その他が 0.64 と、生物群により大きな差はなかった。

生物群別では、重量比は魚類が 1.13 と 1 より大きかったが、その他の生物群では、頭足類が 0.87、甲殻類が 0.86、その他が 0.64 と 1 より小さかった。また、生物群ごとに生態群の違いをみると、魚類では重量比は浮遊が 1.86、底生が 1.42、着底が 0.83、頭足類でも底生が 1.20、着底

が 0.64 と生態群により大きな差がみられた。このように、重量比は生物群では大きな差はなく、生態群による差が大きい。

シャコの体長別の個体数と個体数比を図 15 と表 5 に示す。シャコの合計の採集個体数では個体数比は 0.84 と 1 より小さく、積巻での採集数が多かった。しかし、体長別の個体数では、個体数比が体長により異なる傾向はみられなかった。

### (4) ハンドロープ比較試験 (積巻と単一 50mm の比較)

2016 年 9 月 27 日に測定した網口のの高さとオッターボードの間隔を図 16、17 に示す。曳網開始後、網の形状が安定している 5 分から 25 分の網口のの高さの平均値は、積巻が 1.3m、単一 50mm が 1.3m となり、差はみられなかった。また、オッターボードの間隔は積巻が 36.5m、単一 50mm が 36.6m と、ほとんど変わらなかった。

単一 50mm のハンドロープ比較試験における各曳網セットの種ごとの採集重量を図 18 に示した。なお、図には生態群ごと、生物群ごとの合計の重量比を数字で示した。合計の採集量の重量比は 1.22 と 1 より大きく、単一 50mm の方が多かった。

生態群別では浮遊と着底の重量比はそれぞれ 1.49、1.21 と 1 より大きかったが、底生では 0.78 と 1 より小さかった。また、生態群ごとに生物群の違いをみると、底生の生物では、重量比は魚類が 0.76、頭足類が 0.90 と大差なかった。着底の生物では、魚類が 0.91、頭足類が 0.13、甲殻類が 1.42、その他が 1.19 であったが、頭足類は 2016 年 9 月 27 日の 2nd の曳網で 1 個体採集されたのみで、他と傾向が大きく異なるマダコを除くと 1.22 となり、着底の生物では魚類がやや小さかった。

生物群別では重量比は、魚類が 1.17、着底の生物がすべてを占める甲殻類が 1.42、同様のその他が 1.19 と、ともに 1 より大きかったが、マダコを除く頭足類は 0.91 と 1 に近かった。特に甲殻類ではシバエビを除きすべての種で重量比が 1.06-2.62 と 1 より大きく、単一 50mm での採集量が多かった。生物群ごとに生態群の違いをみると、魚類では、浮遊が 1.49、底生が 0.76、着底が 0.91 で、頭足類では、底生が 0.90、着底がマダコを除くと 1.22 で、両生物群ともに生態群によって大きな差がみられた (表 2、図 18)。

シャコの体長別の個体数と個体数比を図 19 と表 6 に示す。シャコの合計の採集個体数では個体数比は 1.46 と 1 より大きく、積巻よりも単一 50mm での採集数が多かった。しかし、体長別の個体数比では、個体数比が体長により異なる傾向はみられなかった。

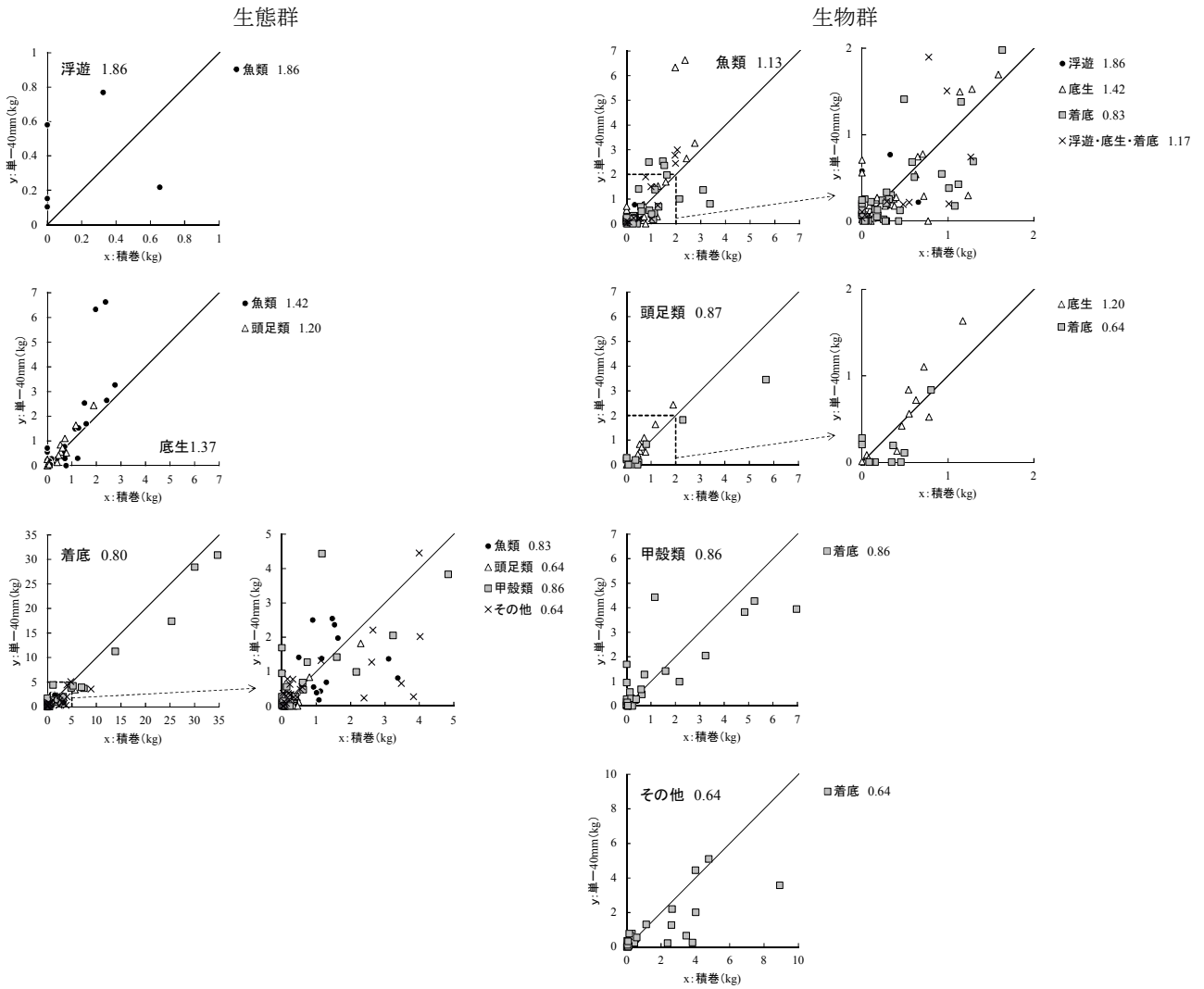


図 14 ハンドロープ比較試験（単一 40mm）における区分別重量

※グラフ内の数字は重量比（ $\Sigma y / \Sigma x$ ）

※それぞれ右図は左図の点線部分の拡大図

表 5 ハンドロープ比較試験（単一 40mm）

におけるシャコの体長別採集個体数と個体数比

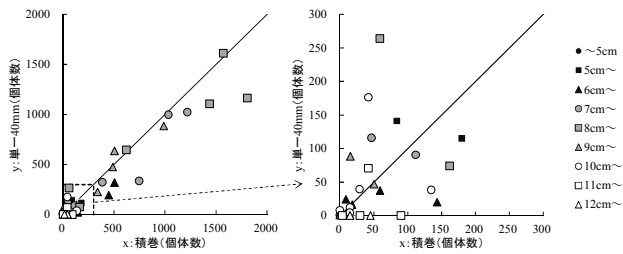


図 15 ハンドロープ比較試験（単一 40mm）における

シャコの体長別採集個体数

※右図は左図の点線部分の拡大図

体長 (cm)	$\Sigma x$	$\Sigma y$	個体数比	
			$\Sigma y / \Sigma x$	40/積巻
以上 ~ 未満	積巻	40mm		
4.0 ~ 5.0	-	-	-	-
5.0 ~ 6.0	309	256	0.83	
6.0 ~ 7.0	1183	607	0.51	
7.0 ~ 8.0	3541	2887	0.82	
8.0 ~ 9.0	5657	4866	0.86	
9.0 ~ 10.0	2386	2350	0.98	
10.0 ~ 11.0	235	279	1.19	
11.0 ~ 12.0	165	71	0.43	
12.0 ~ 13.0	15	0	0.00	
13.0 ~ 14.0	45	0	0.00	
14.0 ~ 15.0	-	-	-	-
合計 10cm未満	13076	10966	0.84	
合計 10cm以上	460	350	0.76	
総計	13536	11316	0.84	

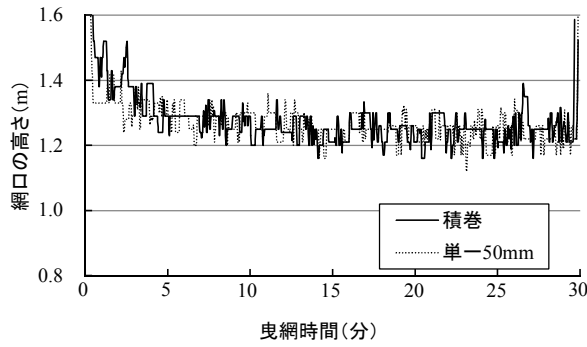


図 16 ハンドロープ比較試験（単一 50mm）における網口の高さ

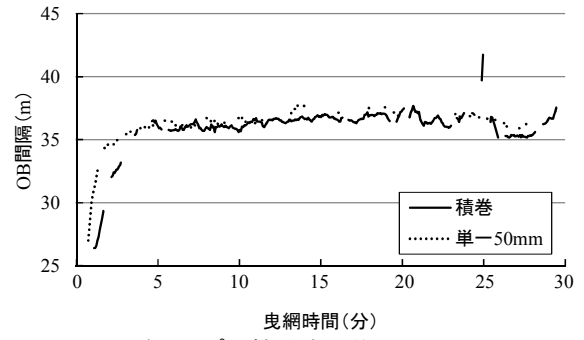


図 17 ハンドロープ比較試験（単一 50mm）におけるオッターボード間隔

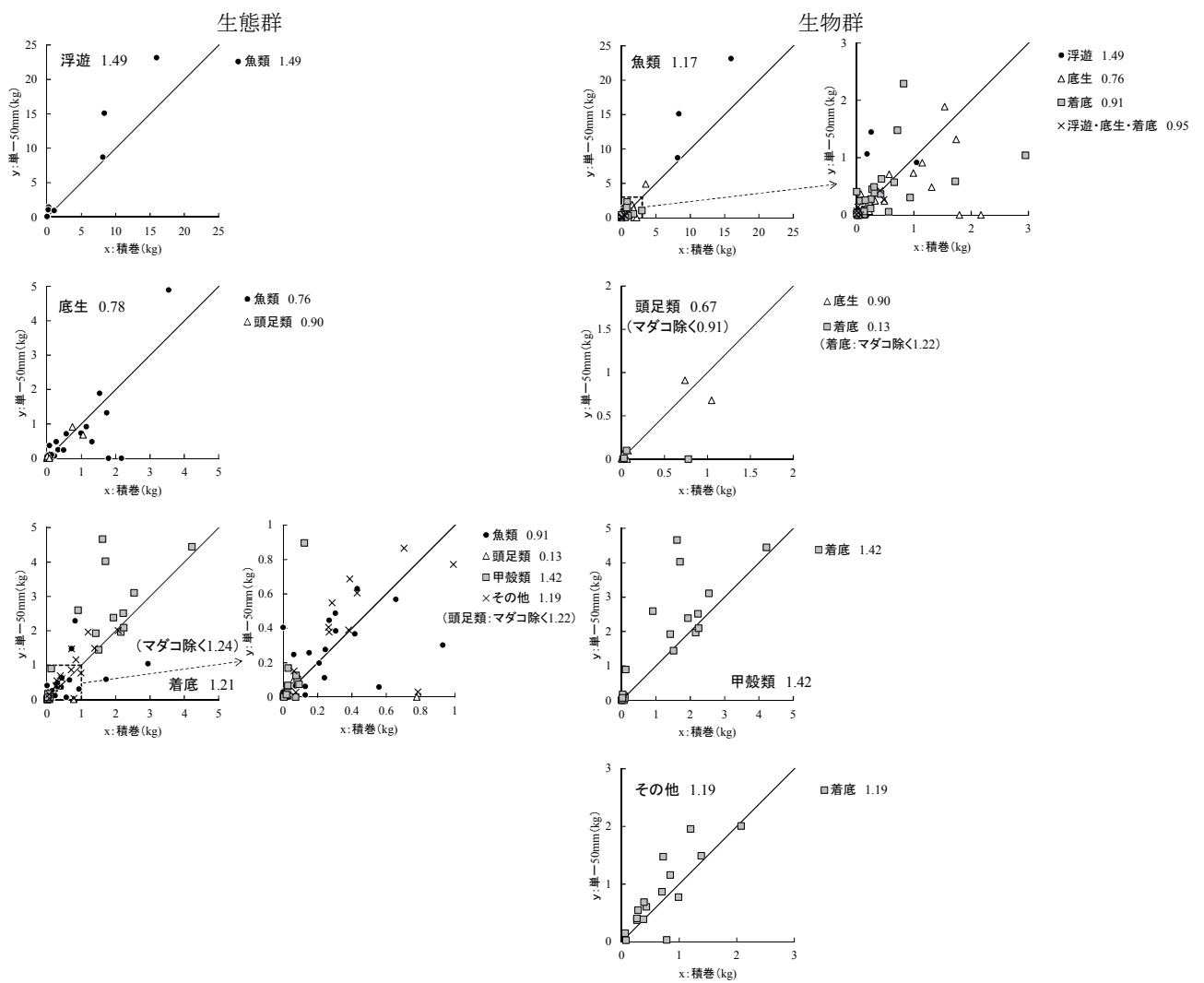


図 18 ハンドロープ比較試験（単一 50mm）における区分別重量

※グラフ内の数字は重量比 ( $\Sigma y / \Sigma x$ )

※それぞれ右図は左図の点線部分の拡大図

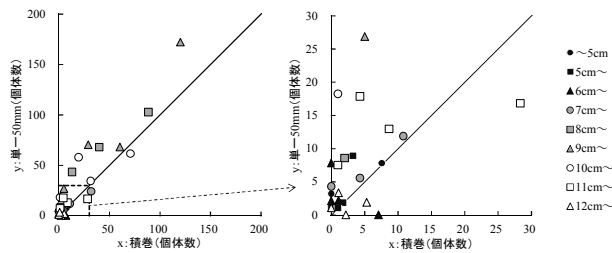


図 19 ハンドロープ比較試験（単一 50mm）におけるシャコの体長別採集個体数  
※右図は左図の点線部分の拡大図

表 6 ハンドロープ比較試験（単一 50mm）  
におけるシャコの体長別採集個体数と個体数比

体長 (cm)	Σ x	Σ y	個体数比	
			積巻	y/x
4.0 ~ 5.0	8	11	50/積巻	1.38
5.0 ~ 6.0	6	13	50/積巻	2.17
6.0 ~ 7.0	8	12	50/積巻	1.50
7.0 ~ 8.0	47	46	50/積巻	0.98
8.0 ~ 9.0	143	223	50/積巻	1.56
9.0 ~ 10.0	215	337	50/積巻	1.57
10.0 ~ 11.0	123	172	50/積巻	1.40
11.0 ~ 12.0	42	55	50/積巻	1.31
12.0 ~ 13.0	9	6	50/積巻	0.67
13.0 ~ 14.0	-	-	50/積巻	-
14.0 ~ 15.0	-	-	50/積巻	-
合計 10cm未満	427	642	50/積巻	1.50
合計 10cm以上	174	233	50/積巻	1.34
総計	601	875	50/積巻	1.46

## 考 察

### (1)速度比較試験

速度比較試験において、種別の比較では、多くの種で重量比（ $\Sigma$ 中/ $\Sigma$ 低、 $\Sigma$ 高/ $\Sigma$ 低）が1より小さく、中速、高速よりも低速で多く入網していたが（表2）、魚類は重量比が他の生物群より全般に大きく、中速や高速で低速よりも多く入網していた種もみられた。これに対して、甲殻類、頭足類およびその他はすべての種で低速の方が多かった。

遊泳速度は、体型が遊泳に適した魚類、噴流により遊泳する頭足類、海底を歩く甲殻類、遊泳能力のないその他の順に大きいと考えられる。重量比が大きい魚類は、泳ぐ速度が低速の曳網速度より大きいため網口から逃避することができる可能性がある。

魚類の最大速度は10BL/secと報告されており（BLは体長）、<sup>15)</sup> BL=15cmでは約3ktと見積られる。低速の曳網速度は3.0-3.2ktであり、体長が十分大きければ逃避可能な速度である。重量比（ $\Sigma$ 中/ $\Sigma$ 低、 $\Sigma$ 高/ $\Sigma$ 低）が1より大きかった魚類の多くは、体長10cm以上の個体であり、遊泳速度が低速の曳網速度より大きかったと推定

される。

重量比が $\Sigma$ 中/ $\Sigma$ 低で0.84、 $\Sigma$ 高/ $\Sigma$ 低で1.10であったアジ類をマアジとマルアジで分けると、マアジは10cm程度、マルアジは15cm以上の個体が多く、重量比はマアジは $\Sigma$ 中/ $\Sigma$ 低で0.86、 $\Sigma$ 高/ $\Sigma$ 低で1.08であるが、マルアジでは1.59（ $\Sigma$ 中/ $\Sigma$ 低）、1.59（ $\Sigma$ 高/ $\Sigma$ 低）と大きい魚は重量比が1より大きく、大きい個体の方が低速より中速と高速での入網量が多かった。このことも、低速曳網で、遊泳速度の速い魚類が網から逃避していたことを支持している。

一方、漁獲が遊泳速度のみで決定されるのであれば、遊泳速度が小さい生物は低速～高速で同じように入網するため、重量比は1に近づくと考えられる。しかし、着底の生物である甲殻類では、重量比が $\Sigma$ 中/ $\Sigma$ 低で0.74、 $\Sigma$ 高/ $\Sigma$ 低で0.46と低速で多く入網していた。また、魚類で比較すると、底生の生物では重量比は1に近い（ $\Sigma$ 中/ $\Sigma$ 低1.03、 $\Sigma$ 高/ $\Sigma$ 低0.92）のに対して、着底の生物では、重量比は1より小さく（ $\Sigma$ 中/ $\Sigma$ 低0.85、 $\Sigma$ 高/ $\Sigma$ 低0.62）、低速で多く入網していた。これは、低速では着底生物を漁獲できるが、速度が速いと漁獲しにくくなることを示している。中層トロールでは、ワープ長が同じ場合、曳網速度が速くなると、網の深度が浅くなることがわかっており、<sup>16)</sup> 底びき網漁業であるまめ板網でも同様に速度が速くなると漁具全体の深度が浅くなる傾向となり、つまり海底に十分接地しない状況となり、着底の生物は入網しにくかったと考えられる。

また、コッドエンドの漁獲物にかかる曳網中の動水圧は、速度の2乗に比例して増大するため、曳網速度の違いによる漁獲物の差は生物の大きさによって生じている可能性がある。採集量が多かったシャコで、大きさによる漁獲の違いを比較すると、小型の個体の個体数比（ $\Sigma$ 中/ $\Sigma$ 低、 $\Sigma$ 高/ $\Sigma$ 低）は小さいが、体長が大きくなるに従い、個体数比は1に近づいていき、中速と高速では体長が小さい個体より大きい個体の方が入網しやすかった（表3、図9）。曳網速度が遅いと動水圧は小さいため、網目から小型のシャコは抜けにくい、速度が速いと動水圧が大きく、網目から抜けやすかったと考えられる。なお、シャコの体長別の重量比において、10cm～11cmの階級で $\Sigma$ 中/ $\Sigma$ 低が6.41と他の階級に比べて著しく大きかった。図9をみると、10cm～11cmの階級は傾向の大きく異なる点（x=135、y=1319）を含んでおり、重量比（6.41）は過大である可能性がある。

以上のように、低速では遊泳力の大きい生物は網から逃避してしまうが、遊泳力が小さい生物や着底の生物、小型の生物は漁獲されやすい。一方で、曳網速度が速い

と、遊泳力が大きい生物は漁獲されるが、着底している生物や小型の生物は漁獲しにくいことがわかった。

## (2)袖網比較試験

袖網比較試験では、オッターボード間隔は試験袖網の方が大きく、網口の高さは試験によって差があったものの試験袖網の方が低かった(図 10, 11)。網口の高さに試験によって差が出たのは、2016年7月12日の試験では現行袖網と試験袖網で曳網速度が異なっていたことが影響した可能性が考えられるが、網口の高さの試験は2回しかデータがなく、どちらのデータが妥当であるかは分からなかった。しかし、2回とも試験袖網の方が網口の高さは低くなっており、現行袖網は網口が高く開き、試験袖網は低いことがわかった。試験袖網は網目が大きく、現行袖網と比べて曳網中に袖網が受ける抵抗が小さいため、オッターボードがよく開く。また、網がオッターボードに横方向へ引っ張られたため、網口の高さが低くなったと考えられる。試験袖網の方が、オッターボードがよく開き、掃海面積は現行袖網よりも広かったと考えられるが、ほとんどの種で重量比( $\Sigma$ 試験/ $\Sigma$ 現行)は1より小さく、現行袖網で多く漁獲されていた(表2)。

生物群別の重量比では、すべて1より小さかったが、魚類と頭足類は0.70, 0.72と、甲殻類0.55とその他0.44に比べて大きかった。速度比較試験で述べたように、遊泳力は魚類が他の生物群よりも大きく、頭足類、甲殻類、その他の順に小さくなるため、これらの入網量の差は遊泳力の差によるものと考えられる。

袖網に遭遇した魚類は袖網に沿って泳ぐことが知られており、<sup>17)</sup> 遊泳力の大きい生物は試験網の大きい網目の袖網でも網から抜けることなく、袖網に沿って泳ぐと考えられ、大きい網目の袖網でも駆集効果があったと考えられる。

一方、遊泳力の小さい甲殻類とその他のうち、サイズの大きいガザミでは重量比が0.97と1に近かったが、サイズの小さい、小型エビ類、シバエビ、その他エビ類、貝類は重量比が0.26以下と特に小さかった。また、シャコにおける、個体数比( $\Sigma$ 試験/ $\Sigma$ 現行)についても、体長10cm未満は0.47、10cm以上は0.95となっており、小型の個体の方が大きい網目の試験網から抜けやすかった(表4, 図13)。これらのことから、試験袖網の大きい網目でも、遊泳力の小さい生物のうちガザミのような大型の生物は、漁具から逃避できずに袖網に接触しても抜けることなく漁獲されるが、エビ類や貝類のように小型の生物は試験袖網に接触するとそのまま網目から抜けてしまうと考えられる。逆にいえば、現行袖網では細かい網目を使用することにより、入網したエビ類や貝類の約

70%を袖網で捕捉していたと考えられる。

生態群による違いでは、浮遊、底生、着底とも重量比は1より小さかったが、中でも浮遊は0.15と特に小さかった。浮遊の生物は遊泳力が大きい魚類であるにも関わらず重量比が1より小さかったのは、試験袖網の網口の高さは現行袖網より低いため、海底から大きく離れた生物は試験袖網に入網しにくかったためではないかと考えられる。

以上のことから、網目の小さい現行袖網では多くの小型の生物を捕捉しており、袖網の網目を大きくすることで小型生物の混獲を減らすことができると考えられる。また、袖網の網目が大きくても遊泳力の大きい生物や大型の生物は漁獲できると考えられる。しかしながら、本研究ではほとんどの生物の重量比が1より小さくなっており、今回使用した15cmの網目は通常操業で使用するには網目が大きすぎると考えられる。今回の試験袖網を適用した漁具は、身網の一部も現行袖網を適用した漁具よりも網目が大きかったため(図6)、このことも今回の結果に影響している可能性がある。その点も含めて今後、袖網の網目拡大を実用化するのであれば狙う生物の大きさに合わせて最適な網目の大きさを検討する必要がある。

## (3)ハンドロープ比較試験

ハンドロープ比較試験において、重量比の比較では、単一40mm、単一50mmともに重量比( $\Sigma$ 40mm/ $\Sigma$ 積巻、 $\Sigma$ 50mm/ $\Sigma$ 積巻)はおおむね生物群間の差が小さいのに対して、生態群間の差が大きく(表2)、生態の違いが入網量に影響を与えると考えられる。魚類では体の形態によって、ハンドロープやグランドロープなどの海底をはうような漁具に対する逃避行動が異なることが報告されており、このことが生態群間での入網量の差に影響している可能性がある。<sup>18)</sup>

重量比を単一40mmと単一50mmおよび積巻で比べると、浮遊では「40mm>50mm>積巻=1」となり、単一40mm、単一50mm、積巻の順で駆集効果が大きかった。底生では「40mm>積巻=1>50mm」となり、単一40mm、積巻、単一50mmの順で駆集効果が大きかったが、着底では「50mm>積巻=1>40mm」となり、単一50mm、積巻、単一40mmの順で駆集効果が大きかった。このように海底から浮いている底生の生物と海底に着底している着底の生物に対する駆集効果の大きさが、単一40mmと単一50mmで逆の関係になっていることは、単一40mm、積巻、単一50mmの順でハンドロープが海底から浮きやすいことによると考えられる。

しかし、浮遊の生物が、単一40mm、単一50mm、積巻の順に駆集されやすかったことは、底生や着底の生物

に対する駆集効果の大きさによって示されたハンドロープの浮き沈みだけでは説明できない。ハンドロープの違いはロープにつながるオッターボードや網の挙動に影響を与えている可能性があるが、本研究で行ったオッターボードの間隔と網口の高さの測定からは、ハンドロープが漁具の他の部位に与えている影響は分からなかった。

シャコの体長別の個体数比 ( $\Sigma 40\text{mm}/\Sigma$  積巻,  $\Sigma 50\text{mm}/\Sigma$  積巻) では、積巻と比べて単一 40mm, 単一 50mm ともに体長による大きな違いはみられず(表 5, 6, 図 15, 19), ハンドロープでは大きさの選択性はないものと考えられる。一方、単一 40mm, 単一 50mm, 積巻で比較すると、ほぼすべての体長階級で重量比の大きさが「単一 50mm > 積巻=1 > 単一 40mm」となっており、着底生物への駆集効果の大きさに準じていた。

ハンドロープがどのように駆集に影響を与えているかは明らかにならなかったが、単一 40mm は浮遊と底生の生物、単一 50mm は浮遊と着底の生物に対する駆集効果が大きいことがわかり、ハンドロープを変えることにより漁獲対象を選択できる可能性がある。今後、ハンドロープの違いによる漁具全体の挙動の変化について検討していく必要がある。

#### (4)まとめ

シャコは伊勢湾で操業するまめ網漁業の重要な漁獲対象種であるが、特に小型個体の混獲が多い種でもあり、混獲防止方法の開発が強く望まれている。シャコの小型個体の混獲は夏季に特に多く、船上での選別後、放流されるが、高温の甲板におかれたシャコの放流後の生残率は 30%程度とあまり高くない。<sup>19-21)</sup> 放流後の生残率向上のために、船上での選別中に漁獲物に海水を散布するシャワー設備が導入され、生残率は向上したものの、夏季にはシャワーを使用しても 3 割が死亡してしまう。<sup>22)</sup> そのため、小型のシャコを保護するためには、船上へ揚げる前の漁獲段階でのサイズ選択が求められるが、その一方で、十分大きなサイズの個体は漁獲量を維持する必要がある。

本研究では、袖網比較試験において、現行袖網と比べて袖網の網目を大きくすると、漁獲対象サイズのシャコ(体長 10cm 以上)の個体数を大きく減らすことなく、放流サイズのシャコ(体長 10cm 未満)や小型のエビ類の個体数を大幅に減らすことができることが明らかとなった(表 2, 4)。このことから、シャコなどの小型個体の混獲を減少させるには、袖網の網目の拡大が有効であると考えられる。また、ハンドロープ単一 40mm では浮遊や底生の生物に対して、単一 50mm では着底の生物に対して駆集効果があり、これらは十分な大きさの個体の

漁獲を維持するのに有効である。さらに、曳網速度については、速度が遅いと小型個体の混獲が多いため、適切な速度を選択する必要がある。

以上のように、網目やハンドロープの材質、太さ、また曳網速度によって漁獲しやすい生物が異なっており、漁獲対象とする生物や大きさごとにこれらを最適な組み合わせにすることで、大きいサイズを減らすことなく小型個体の混獲を減らすことができると考えられる。なお、このような漁具の改良方法を検討するためには、漁具の各部位に遭遇した生物がどのような行動をするかということについて、知見が不足している。今後は、漁具の比較試験と並行し、漁具に遭遇した生物の行動についても調査していく必要がある。

現在、資源管理の取り組みとして、マアナゴやトラフグなどの体長制限や冬季にシャコの水揚げ量の制限により小型個体の放流を行っている。しかし、放流後の生残率への影響を考えると、小型個体を海から揚げないように漁具にサイズや種類の選択性を持たせることが重要であり、現在の資源管理の取り組みと並行して、改良漁具の開発に引き続き取り組んでいく必要がある。また、漁業者への改良漁具の普及にあたり、より漁業者が興味を持ちやすいよう、改良漁具を使用して操業した場合の水揚げ金額の変化についても、試算するなど幅広い取り組みが必要であろう。

## 要 約

漁具構造の改良による小型個体混獲防止の可能性を考えるため、袖網とハンドロープ、曳網速度が漁獲に与える影響について調査を行った。曳網速度が速いと遊泳力が大きい魚類が多く漁獲され、遅いと遊泳力が小さく海底に着底して生息する生物が多く漁獲された。また、曳網速度が速いと小型の生物は網目から抜けやすかった。袖網の網目を大きくするとすべての生物種が抜けやすくなるが、遊泳力の大きい生物やサイズが大きい生物は大きい網目でも入網しやすいことがわかった。また、ハンドロープは材質や太さで入網量や入網する種が異なっていた。これらの漁具や曳網速度の変更を組み合わせ、漁獲対象種を残し小型個体を逃がすような漁具を開発することで小型個体の混獲を防止できる可能性があると考えられた。

## 謝 辞

本研究を行うにあたり、調査にご協力いただいた愛知まめ板網漁業者組合の皆様へ深く感謝いたします。調査にご協力いただいた国立研究開発法人水産研究・教育機

構開発調査センター底魚・頭足類開発調査グループの皆様、国立研究開発法人水産研究・教育機構水産工学研究所の溝口弘泰様に深く感謝いたします。

## 文 献

- 1) 平成 28 年漁業・養殖業生産統計. 農林水産省. 2017.
- 2) 船越茂雄 (2008) 伊勢湾の小型底びき網漁業における漁獲物の変遷. 愛知水試研報, 14, 7-16.
- 3) 日比野学・青山高士・松澤忠詩・谷光太郎 (2015) 伊勢湾における底層溶存酸素量の変化に伴う大型底生生物の小型底びき網への入網状況. 水産海洋研究, 79 (4), 1-11.
- 4) 内田秀和・濱田弘之 (1995) 小型底びき網を対象とした目合い拡大および再放流によるマダイ幼魚の保護. 福岡水技研報, 4, 1-8.
- 5) 五利江重昭・大谷徹也 (1998) 播磨灘の小型底曳網で漁獲されるマアナゴの全長組成の季節変化と目合拡大による資源管理の可能性. 水産増殖, 46 (4), 495-501.
- 6) 元谷 剛 (2010) 岡山県海域で小型底びき網により漁獲されるウシノシタ類の全長と体高に基づく網目選択の推定効果. 岡山水研報告, 25, 1-5.
- 7) 木村 博 (2007) 幼稚魚混獲防止のための小型底びき網漁具改良—魚捕網の目合い拡大効果. 山口県水産研究センター研究報告, 5, 47-54.
- 8) 中村元彦 (2010) 内湾における小型機船底びき網構造の適正化. 平成 21 年度沿岸漁業現場対応型技術導入調査検討事業報告書, 独立行政法人水産総合研究センター水産工学研究所. 67-77.
- 9) 藤田 薫・松下吉樹・本多直人・山崎慎太郎・小林正三 (2007) 小型底びき網のグランドロープの太さによる漁獲選択性の相違. 日水誌, 73 (3), 495-504.
- 10) 不破 茂 (1989) 底びき網のグランドロープの機能に関する基礎的研究. 鹿児島大学水産学部紀要, 38 (2), 103-156.
- 11) 山崎慎太郎・松下吉樹・川島敏彦・富山 実・熊沢泰生・平山 完 (2007) 伊勢湾底びき網漁業に用いられるオッターボードの性能評価と新型オッターボードの提案. 日水誌, 73 (2), 220-225.
- 12) 水谷高教・原田泰志・山下秀幸・山本圭介・依田真里・檜山義明 (2005) 東シナ海の着底トロール調査における漁獲物の昼夜差について. 日水誌, 71 (1), 44-53.
- 13) Jill M. Casey and Ransom A. Myers (1998) Diel variation in trawl catchability: is it as clear as day and night?. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 55, 2329-2340.
- 14) 畑村又好・奥村忠一・津村善郎 (1972) 統計的方法 原著第 6 版. 岩波書店, pp161-164.
- 15) 井上 実 (1978) 魚の行動と漁法. 恒星社厚生閣, 東京都, pp155-156.
- 16) 松田 皎・胡 夫祥・佐藤 要 (1991) 中層トロールシステムの静的特性に関する海上実験. 日水誌, 57 (4), 655-660.
- 17) 柿本 亮・肥後伸夫・折田昭一・稲元忠弘・坂口盈志・折田 修・村田幸男 (1986) 水中観察による網漁具の動態に関する研究—I 水中テレビ撮影による小型トロール網. 鹿児島大学水産学部紀要, 35 (1), 101-120.
- 18) Clifford H. Ryer (2008) A review of flatfish behavior relative to trawls. *Fish. Res.*, 90, 138-146.
- 19) 中川 清・瀧口克己 (2002) 小型底びき網漁業における海水シャワー装置導入の効果. 福岡水技研報, 12, 37-40.
- 20) 大富 潤・中田尚宏・清水 誠 (1992) 東京湾の小型底曳網によるシャコの海上投棄量. 日水誌, 58 (4), 665-670.
- 21) 石井 洋・池田文雄 (1999) シャコ選別器の開発—II 投棄シャコの生残率推定. 神水研研報, 4, 5-7.
- 22) 富山 実・岩崎員郎 (2005) シャコの生残率向上をめざした伊勢・三河湾の小型底びき網漁船へのシャワー散布装置の導入. 愛知水試研報, 11, 59-65.



付図

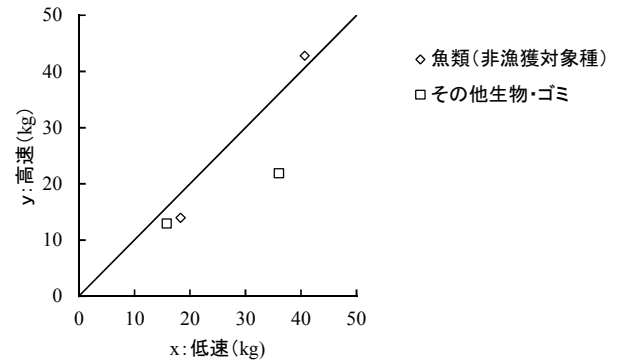
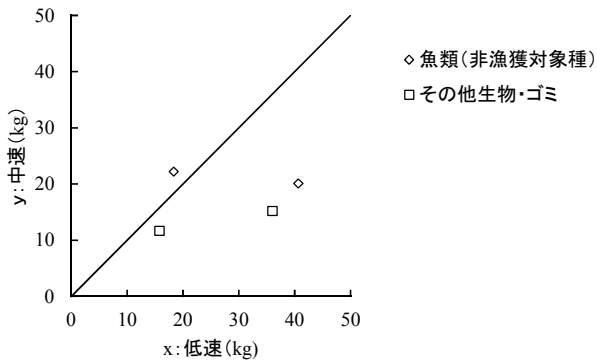
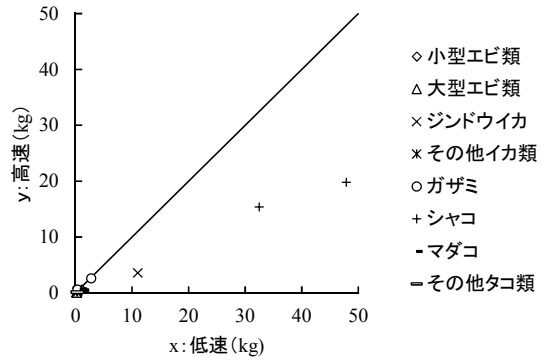
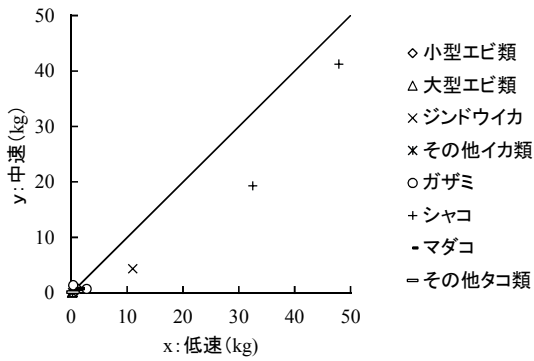
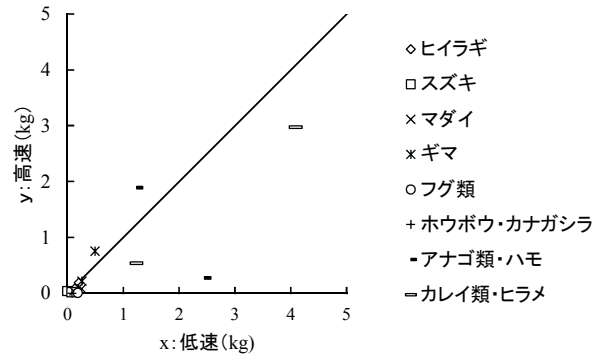
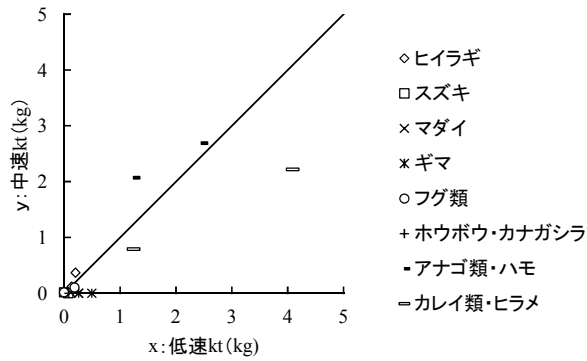
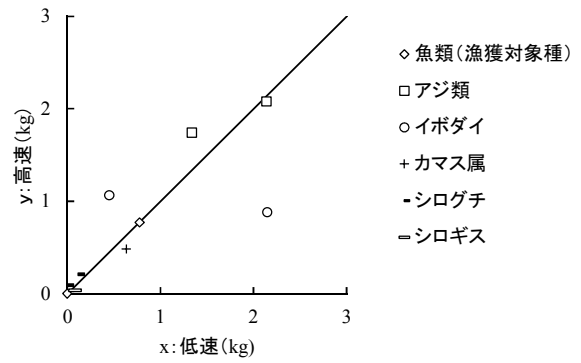
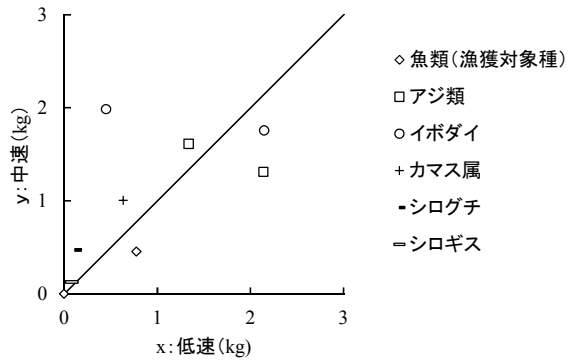


図 20 速度比較試験における種別重量（低速-中速）

図 21 速度比較試験における種別重量（低速-高速）

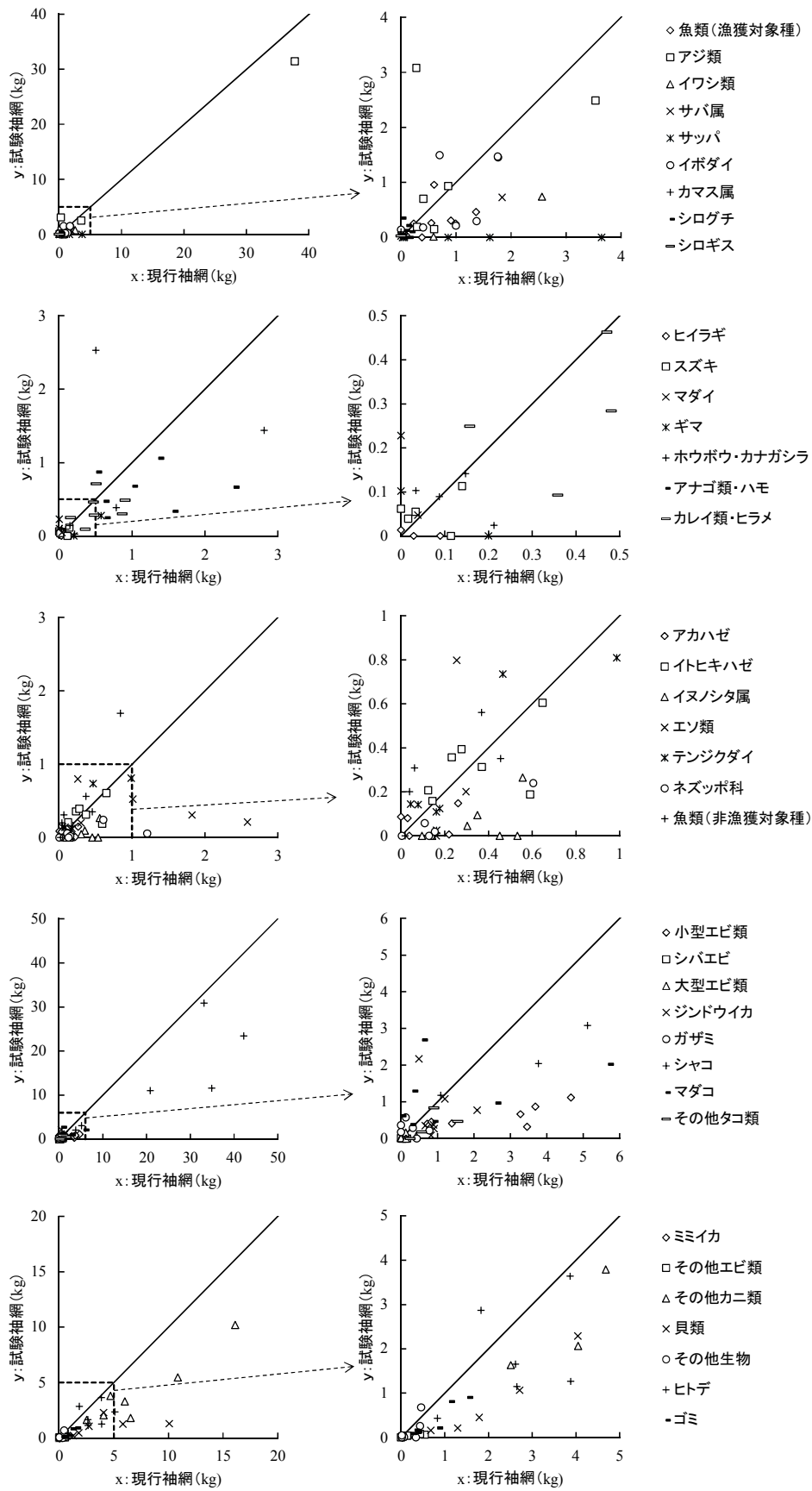


図 22 袖網比較試験における種別重量  
 ※それぞれ右図は左図の点線部分の拡大図

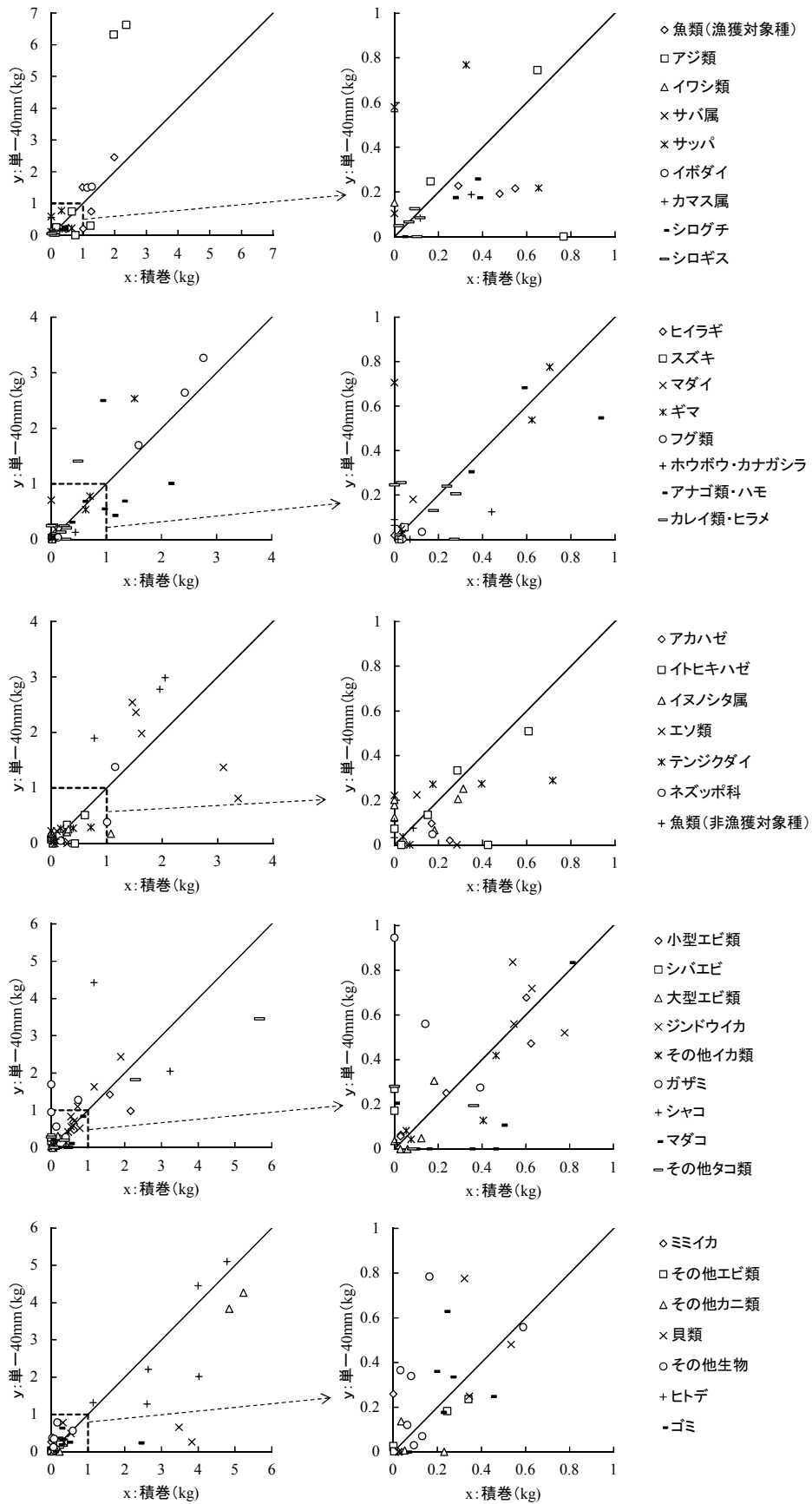


図 23 ハンドロープ比較試験(単一40mm)における種別重量

※それぞれ右図は左図の点線部分の拡大図

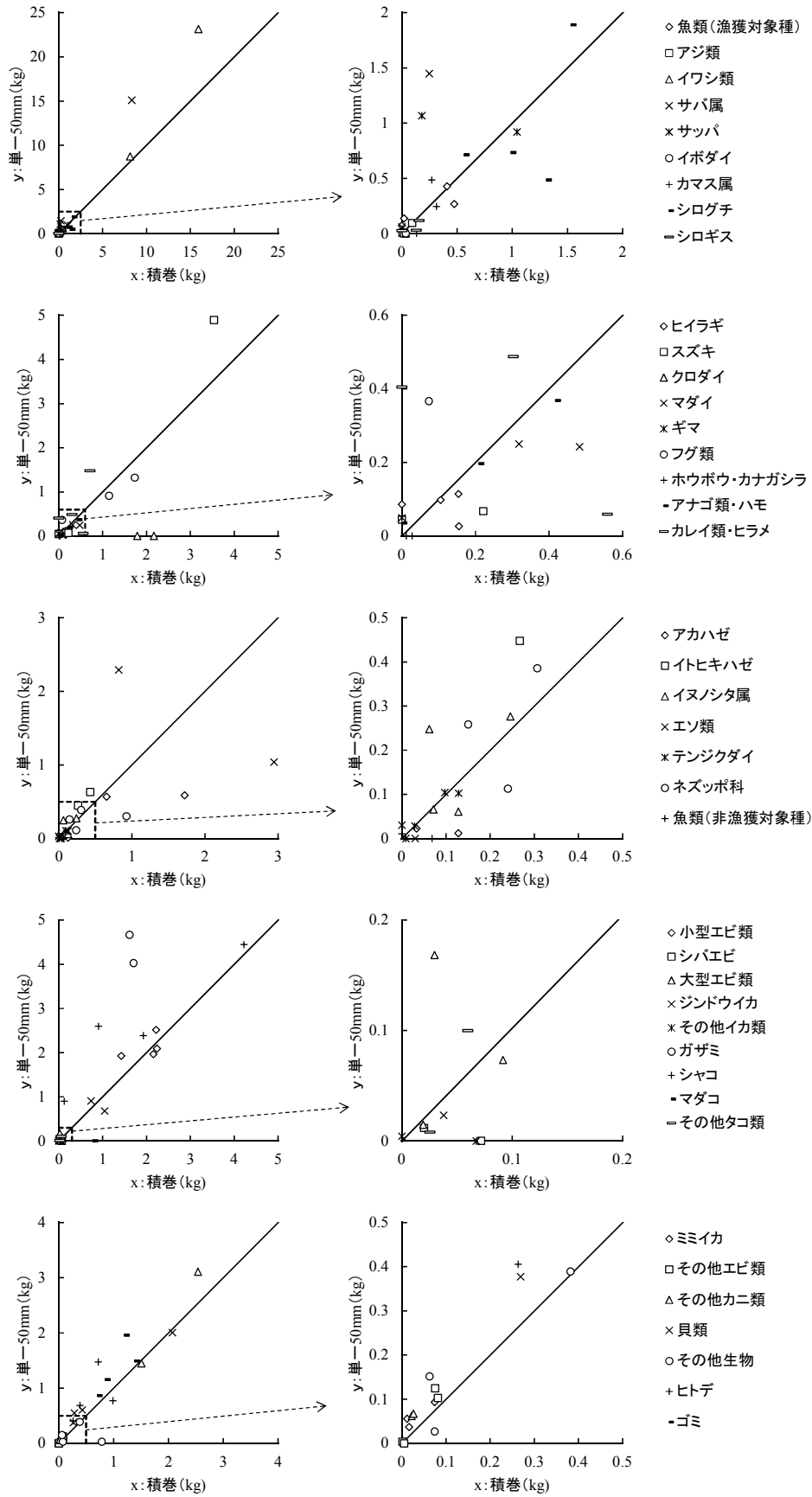


図 24 ハンドロープ比較試験(単→50mm)における種別重量

※それぞれ右図は左図の点線部分の拡大図