

寄稿

## 簡易型トロールネットによる鹿児島湾の底生動物および 海底堆積ゴミの分布調査

大富 潤<sup>†</sup>, 藤枝 繁, 東 政能, 幅野明正

### Preliminary Trawl Survey for Estimating Distributions of Benthic Animals and Marine Debris in Kagoshima Bay

Jun OHTOMI<sup>†</sup>, Shigeru FUJIEDA, Masataka HIGASHI and Akimasa HABANO

Kagoshima Bay, southern Japan, is a deep semi-enclosed bay with the maximum water depth of over 230 m. Experimental sampling surveys using the simple trawl net (LC-net) carrying canvas kites on the tip of the wings were preliminarily conducted at 7 stations in Kagoshima Bay, in order to examine the usefulness of the net as a sampling gear for benthic fauna and distribution and composition of marine debris deposited on the bottom. The LC-net smoothly settled on the bottom and caught a sufficient amount of the animals and marine debris. In total, 79 species in 51 families of fishes, 40 species in 19 families of crustaceans and 10 species in 8 families of molluscs were collected. The total number of marine debris collected was 278 and the density was roughly estimated to be  $2.6 \times 10^3 \text{ km}^{-2}$ . It can be concluded that the LC-net was an effective gear for sampling benthic animals and marine debris deposited on the bottom.

**Key words:** trawl survey, trawl net, benthic animal, marine debris, distribution, Kagoshima Bay

#### はじめに

鹿児島湾は、湾口部が狭い半閉鎖的内湾であるにもかかわらず、最深部の水深は230 m以上あり、大陸棚縁辺から陸棚斜面に匹敵する水深を有する。同湾ではエビ類や魚類を対象とした通称「トントコ網」と呼ばれる小型底曳網漁業が盛んに行われており、我が国の他の海域ではほとんど水揚げされない珍しいエビ類も水揚げされている（大富, 2001a）。これまで鹿児島湾では、小型底曳網漁船に同乗して得られた標本にもとに、水産上の重要種の一つであるナミクダヒゲエビ *Solenocera melantho*（クルマエビ上科、クダヒゲエビ科）の成長、成熟、交尾のタイミング（Ohtomi and Irieda, 1997; Ohtomi *et al.*, 1998; 山本・大富, 1998; 大富・山本, 2001; 大富, 2003）や、ジンケンエビ属の一種 *Plesionika semilaevis*（タラバエビ科）の形態、成長、成熟に関する研究（Ohtomi and Hayashi, 1995; Ohtomi, 1997; 大富, 2001b）が行われてきた。しかしながら、漁船に同乗する研究方法では漁場の外を含めた湾内全域が網羅され

ず、個体群の時空間的分布・動態の解明は難しい。さらに鹿児島湾では、近年になってオオスミテッポウエビ *Alpheus kagoshimanus*（テッポウエビ科）やタギリカクレエビ *Periclimenes thermohydrophilus*（テナガエビ科）といった新種のエビも発見されていることから（Hayashi and Nagata, 2000; Hayashi and Ohtomi, 2001）、湾内の底生動物相に関する十分な知見を得ることも必要と考えられる。

一方、近年、日常生活におけるプラスチック製品の使用量の増加により、それらが大量に海洋に流出し、海岸に漂着するようになってきた（藤枝, 1999）。これらのゴミは海底にも堆積しており（栗山ほか, 2003）、水産生物に与える影響が懸念されると同時に、小型底曳網等で混獲されることから、処理のための労力や費用の発生、漁獲物の損傷等の社会・経済的な問題も起こり始めている（Williams *et al.*, 1993; シップアンドオーシャン財団, 2004）。よってこれからの漁業では、漁獲対象種個体群の時空間的分布・動態の解明だけでなく、海底堆積ゴミの実態解明も急がれる。

そこで筆者らは、水深が深く海底の勾配が急峻な鹿児島湾において、漁獲対象種を多く含む分類群、すなわち魚類、甲殻類、軟体類、および海底堆積ゴミの分布に関する調査を行うため、通常小型底曳網で使用されるビーム、桁、

2003年11月6日受付, 2004年4月21日受理

鹿児島大学水産学部

Faculty of Fisheries, Kagoshima University, 4-50-20 Shimoarata,  
Kagoshima 890-0056, Japan

<sup>†</sup> ohtomi@fish.kagoshima-u.ac.jp

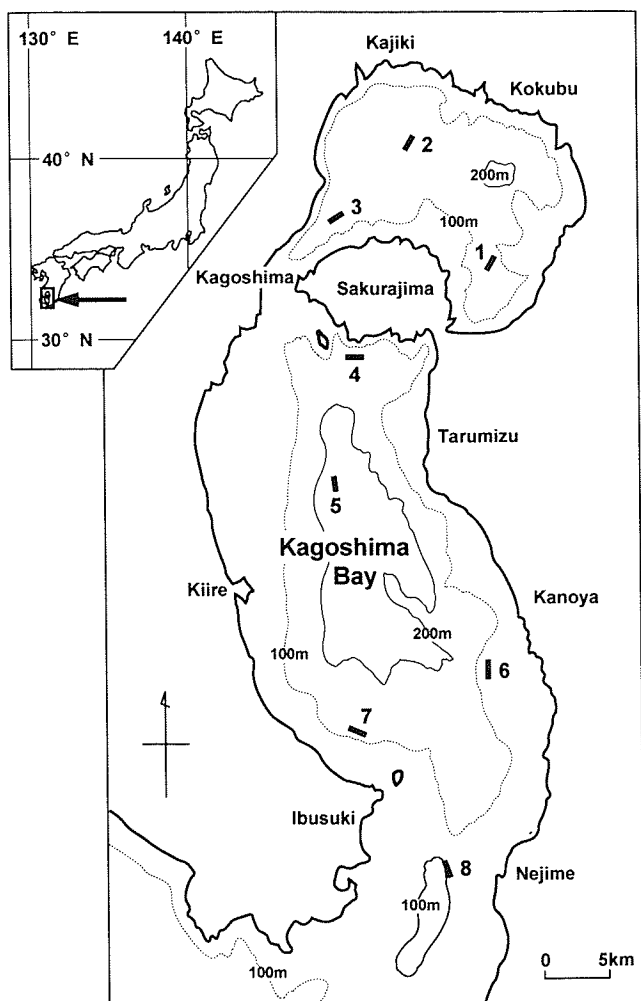


Figure 1. Location of 8 stations in Kagoshima Bay.

オッターボードなどの剛体を用いずに網口を展開し、底生動物等を採集することができる簡易型トロールネットを作製した。本研究では、まずこの調査に使用される採集器具の性能を確認し、採集された底生動物および海底堆積ゴミの種類や量から、今後の調査の可能性について検討したので報告する。

#### 材料と方法

鹿児島湾の湾奥部に3点、中央部に4点、湾口部に1点、計8つの定点を設けた(Fig. 1)。Sts. 3, 4, 5, 7は小型底曳網の主漁場内に位置する定点、Sts. 1, 2, 6, 8は漁場外の定点である。今回はSt. 1では曳網を行うことができなかったが、Sts. 2~8において、鹿児島大学水産学部附属練習船南星丸 (175 t) を用いて2003年5月22, 23日、6月20日の昼間に試験底曳網調査を行った。調査に用いた採集器具は、左右の袖網前端に立体構造のキャンパス製拡網体であるカイト (1 m<sup>2</sup>; 以下パラカイトと称す) を装着した全長

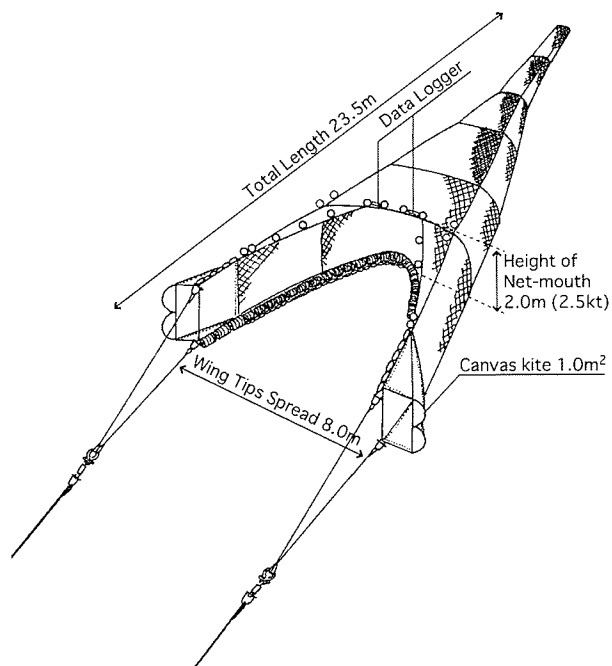


Figure 2. Diagram of the trawl net (LC-net) carrying canvas kites on the tip of the wings used in the present study.

23.5mの簡易型トロールネット (ニチモウ株式会社LC-VI型、以下LCネットと称す) で、設計網口幅は8m、目合は身網が37.9mm、袋網が20.2mmである (Fig. 2)。このトロールネットはオッターボード、ビーム、桁などの重量物を持たない海底環境保全型底曳網 (全国底曳網漁業連合会・漁船協会、1994) として開発されたものをさらに小型化したものであり、軽量でかつ剛体がないため船上での取り扱いが容易である。また、パラカイトの拡網力により2ktの低速時でも網の袖先を一定間隔に広げて保つことができる特徴を持つ。

着底の確認のため、網のヘッドロープに小型メモリー水温深度計 (アレック電子株式会社COMPACT-TD) および水温塩分計 (アレック電子株式会社COMPACT-CT) を取り付け、投網から揚網までの間、1分間隔で水温、塩分、深度の計測を行った。なお、ここでは深度のデータのみを用いた。同時に、南星丸の音響測深器に表示される水深を1分間隔で記録した。網の深度と音響測深器の示す水深から、網の着底時刻と浮上開始時刻、曳網中の着底状況を推定した。

船を2.5~3.5ktで前進させながら左右2本のワープを約50m/minの速さで繰り出して投網した。ワープの長さは水深の4~5倍 (水深によって異なる) とした。ワープ繰り出し終了後、船速2.0ktで20分間曳網した。揚網時には、船速を微速前進として投網時と同様にワープを約50m/minの速さで巻き上げた。各定点における曳網開始位置、水深、曳網開始時刻、ワープ長をTable 1に示す。

**Table 1.** Summary of method of haul in the experimental trawl survey in Kagoshima Bay.

Date	Station	Location	Water depth (m)	Starting time	Warp length (m)
22 May, 2003	2	31°40.1'N, 130°41.1'E	142.8–143.2	14:19	650
	3	31°37.8'N, 130°37.4'E	129.2–130.4	15:38	600
	4	31°31.7'N, 130°38.9'E	179.5–179.9	12:27	700
	5	31°27.6'N, 130°37.3'E	224.3–227.3	10:12	900
23 May, 2003	6	31°20.1'N, 130°45.0'E	78.8–83.5	10:42	430
	7	31°18.6'N, 130°38.8'E	126.1–127.9	13:44	600
	8	31°12.8'N, 130°43.2'E	97.5–97.7	12:28	500
20 June, 2003	4	31°31.8'N, 130°38.9'E	175.8–177.8	15:10	700
	5	31°28.0'N, 130°37.2'E	220.7–224.0	13:53	900
	6	31°19.9'N, 130°45.0'E	70.8–82.0	12:07	430
	7	31°18.7'N, 130°38.4'E	129.4–134.2	10:45	600

各定点において入網した動物, ゴミおよびその他の入網物は全て船上で選別し, 研究室に持ち帰った. 動物については, 水産上の重要種を含む魚類, 甲殻類 (アミ類, 十脚類, シャコ類のみ), 軟体類 (腹足類, 二枚貝類, 頭足類のみ) を対象とし, 種の同定, 計数, 体サイズの測定, 重量の秤量を行った. 海底堆積ゴミについては, プラスチック類, ガラス類, 金属類等に大分類し, 乾燥させた後, さらに種類別に分類し, 最大長と個数を記録した. また, 軽石, 流木, 葉等のその他の入網物についても最大長と個数を記録した.

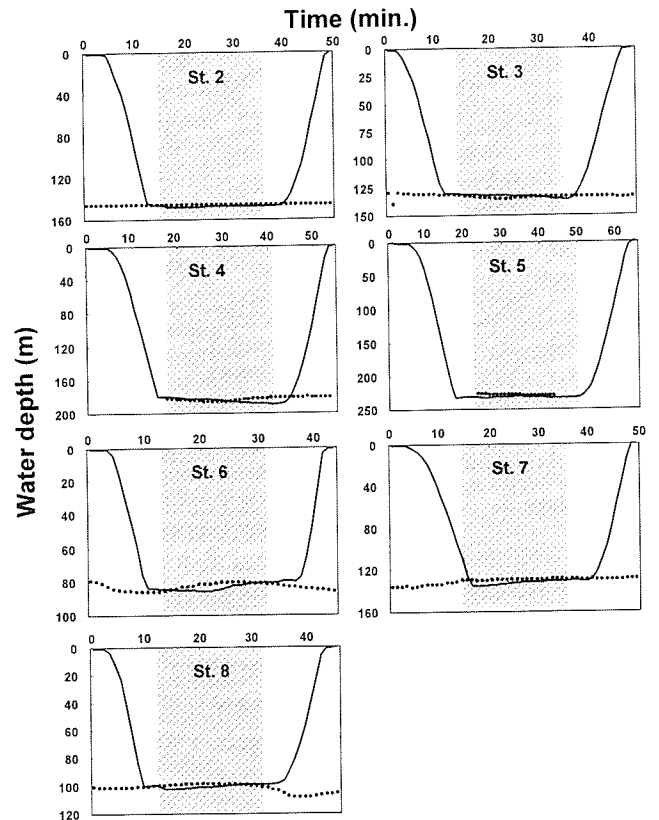
## 結果

### 網の着底状況

5月22, 23日の試験底曳網調査において小型メモリー水深深度計により求めた網の深度と, 音響測深器により得られた水深の経時変化を Fig. 3に示す. 定点の水深により異なるが, 網は沈降開始後7~13分で海底に達し, ワープを出し終えて2.0ktでの曳網を開始する時点では概ね着底を終わっていた. 20分間の曳網に対し, 網が着底している時間は St. 2では25分間, St. 3では26分間, St. 4では28分間, St. 5では33分間, St. 6では26分間, St. 7では23分間, St. 8では26分間であり, 曳網中に離底することはなかった. 各定点における曳網面積は  $9.877 \times 10^{-3} \text{ km}^2$ , 計11回の総曳網面積は  $1.087 \times 10^{-1} \text{ km}^2$ であった.

### 採集物

本研究では, 計11回の曳網で魚類51科79種, 甲殻類19科40種, 軟体類8科10種, 計78科129種の動物が採集された (Table 2). 上位優占種は, 魚類ではマルヒウチダイ *Hoplostethus crassispinus* (ヒウチダイ科), テッポウイシモチ *Apogon kiensis* (テンジクダイ科), コモチジャコ *Amblychaeturichthys sciaenoides* (ハゼ科), ワニギス *Champsodon snyderi* (ワニギス科), キュウシュウヒゲ *Caelorinchus jordani* (ソコダラ科), 甲殻類ではジンケンエビ属の一種 *P.*



**Figure 3.** Temporal changes in depth of the trawl net (solid line) and bottom depth indicated by an echo sounder (dotted line). Shaded areas indicate the period of fishing.

*semilaevis* (タラバエビ科), イズミエビ *P. izumiae* (タラバエビ科), フタホシイシガニ *Charybdis (Gonionephtunus) bimaculata* (ガザミ科), ナミクダヒゲエビ *S. melantho* (クダヒゲエビ科), エビジャコ *Crangon affinis* (エビジャコ科), 軟体類ではオオキララガイ *Acila divaricata* (クルミガイ科), ナンヨウホタルイカ *Abralia andamanica* (ホタルイカ

**Table 2.** Number of species in each family of Pisces, Crustacea and Mollusca collected in the present study.

Order	Family	Number of species	Order	Family	Number of species
Pisces				Gobiidae	1
Myxiniiformes	Myxinidae	1		Gempylidae	1
Carcharhiniiformes	Triakididae	1		Trichiuridae	1
Squatiniiformes	Squatinae	1	Pleuronectiformes	Paralichthyidae	1
Rajiformes	Rhinobatidae	1		Bothidae	3
	Torpedinidae	1		Pleuronectidae	1
	Rajidae	1		Soleidae	3
	Urolophidae	1		Cynoglossidae	1
	Gymnuridae	1	Subtotal		79
Anguilliformes	Synphobranchidae	1	Crustacea		
	Congridae	3	Mysidacea	Lophogastridae	1
Stomiiformes	Phosichthyidae	1	Decapoda	Penaeidae	8
Aulopiformes	Synodontidae	2		Sicyoniidae	1
	Paralepididae	1		Solenoceridae	3
Myctophiformes	Myctophidae	1		Pasiphaeidae	1
Gadiformes	Moridae	1		Alpheidae	6
	Bregmacerotidae	1		Processidae	1
	Macrouridae	1		Pandalidae	4
Ophidiiformes	Ophidiidae	2		Crangonidae	2
Lophiiformes	Lophiidae	2		Scyllaridae	1
	Ogcocephalidae	2		Axiidae	1
Beryciformes	Trachichthyidae	1		Galatheidae	2
	Monocentridae	1		Latreillidae	1
Scorpaeniformes	Scorpaenidae	3		Homolidae	2
	Synanceiidae	2		Leucosiidae	1
	Triglidae	2		Portunidae	2
	Platycephalidae	1		Xanthidae	1
	Hoplichthyidae	1		Goneplacidae	1
Perciformes	Acropomatidae	5	Stomatopoda	Squillidae	1
	Serranidae	3	Subtotal		40
	Apogonidae	3	Mollusca		
	Carangidae	2	Palaeotaxodonta	Nuculidae	1
	Leiognathidae	1	Heterodonta	Cardiidae	1
	Haemulidae	1	Sepioidea	Sepiidae	1
	Mullidae	1		Sepiolidae	2
	Cepolidae	2	Teuthoidea	Loliginidae	1
	Centrolophidae	1		Enoploteuthidae	1
	Nomeidae	1		Histioteuthidae	1
	Labridae	1	Octopoda	Octopodidae	2
	Pinguipedidae	2	Subtotal		10
	Percophidae	1	Total		129
	Champsodontidae	1			
	Uranoscopidae	2			
	Callionymidae	3			

モドキ科)、ハリイカ *Sepia (Platysepia) madokai* (コウイカ科) であった。軟体類のうち、腹足類は今回採集されなかった。採集個体の体サイズの最大は、全長1,083.0 mmのタチウオ *Trichiurus japonicus* (タチウオ科)、最小は殻長

12.7 mmのオオキララガイ *A. divaricata* (クルマイガイ科) であった。総採集個体数は49,109個体、重量は211.12 kgで、各定点における1回の曳網で採集された動物の種数は14 (St. 6) から46 (St. 5)、個体数は159 (St. 8) から7,634 (St. 4)、

重量は3.61 kg (St. 6) から31.73 kg (St. 7) の範囲であった (Table 3).

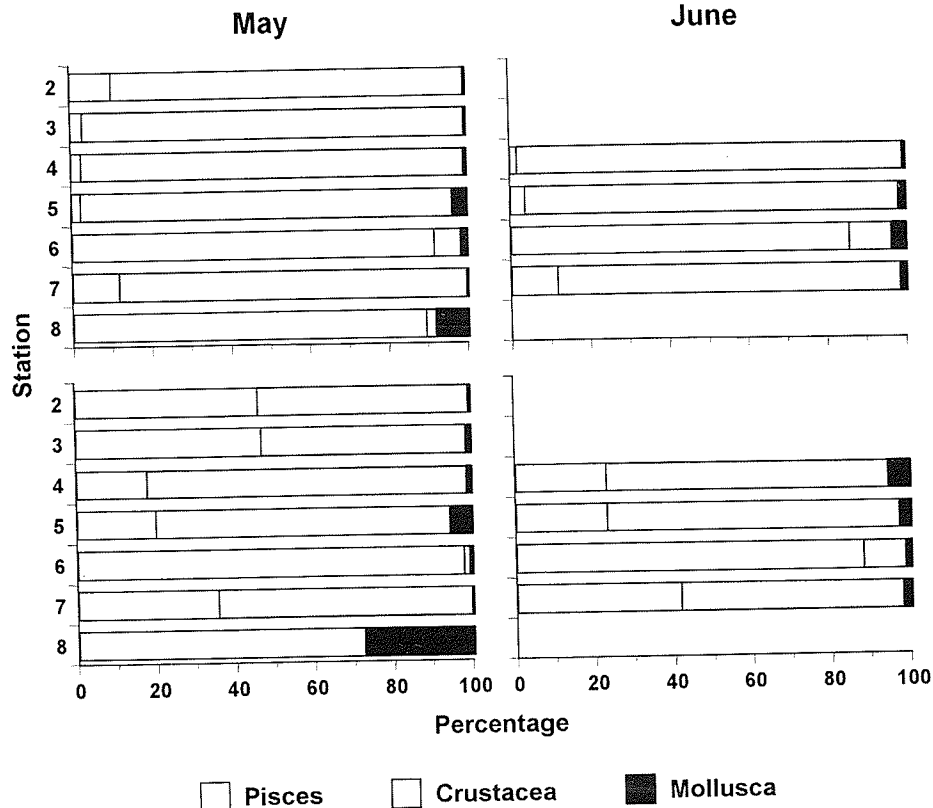
定点別にみた魚類, 甲殻類, 軟体類の個体数および重量

**Table 3.** Number of species, total number of individuals and total weight of benthic animals collected at each station on each sampling date.

Date	Station	Number of species	Total number of individuals	Total weight (kg)
22 May, 2003	2	28	2,321	12.13
	3	36	7,209	34.39
	4	43	6,519	19.91
	5	46	5,459	22.21
23 May, 2003	6	14	194	3.61
	7	37	7,196	20.18
	8	32	159	11.75
20 June, 2003	4	35	7,634	28.39
	5	42	4,514	20.63
	6	32	655	6.19
Total		129	49,109	211.12

の内訳を Fig. 4 に示す。個体数で見ると、St. 6 と St. 8 では魚類が多く、それ以外の定点では甲殻類が大半を占めた。軟体類は全ての定点で10%未満であった。採集個体数は甲殻類が最も多く、特に湾奥あるいは湾中央の北部といった湾内の北側の定点でその傾向は顕著であった。重量では、個体数に比べて魚類の割合がやや高かった。Sts. 4, 5, 7 では甲殻類が6~8割を占め、Sts. 2, 3 では魚類と甲殻類が同程度の割合、Sts. 6, 8 では逆に魚類が大半を占めた。重量で見ても、軟体類はほとんどの定点で10%未満であった。なお5月のSt. 8では、全採集重量が少ない中で3kgを超えるマダコ *Octopus vulgaris* (マダコ科) が1個体入網したため、軟体類の割合が高くなった。

海底堆積ゴミは、合計11回の曳網で278個が採集された。採集数は底生動物の約180分の1であり、平均密度は  $2.6 \times 10^{-3}$  個/m<sup>2</sup> と低い結果となった。その内訳は、プラスチック類が最も多く71.2%を占め、続いて紙類となった。プラスチック類の中では、フィルム状破片が最も多く47.5%を占め、続いてロープ・テグス類が30.3%を占めた。大きさで見ると、長さ10mm以上のゴミが92.9%を占めた (Table 4)。定点別に見ると、1回の曳網で採集された海底堆積ゴミの数はばらつきが大きく (Fig. 5)、3個 (St. 6) から66個 (St. 2) の間であった。また、底生動物、海洋ゴミ以



**Figure 4.** Percent composition in number of individuals (top) and weight (bottom) by taxa for each station in May and June.

**Table 4.** List of marine debris items collected in the present study and number of marine debris in each item by size category.

Material	Item	Maximum size (mm)			
		<10	10-100	100≦	Total
Plastic	Film fragment	5	35	54	94
	Rope	0	12	24	36
	Line and fiber	0	0	24	24
	Cigarette filter	0	18	0	18
	Container, Bag	0	1	6	7
	Hard fragment	1	3	0	4
	Beverage bottle	0	0	2	2
	Foamed fragment	1	0	0	1
	Others	0	7	5	12
	Paper	Fragment	1	37	4
Container, Bag		0	9	0	9
Tobacco packaging		0	1	0	1
Cup		0	1	0	1
Clothing	Fragment	0	0	2	2
Glass	Beverage bottle	0	0	2	2
Metal	Beverage bottle	0	1	2	3
	Cap	0	2	0	2
	Wire	0	1	0	1
Others*		11	6	0	17
Total		19	134	125	278

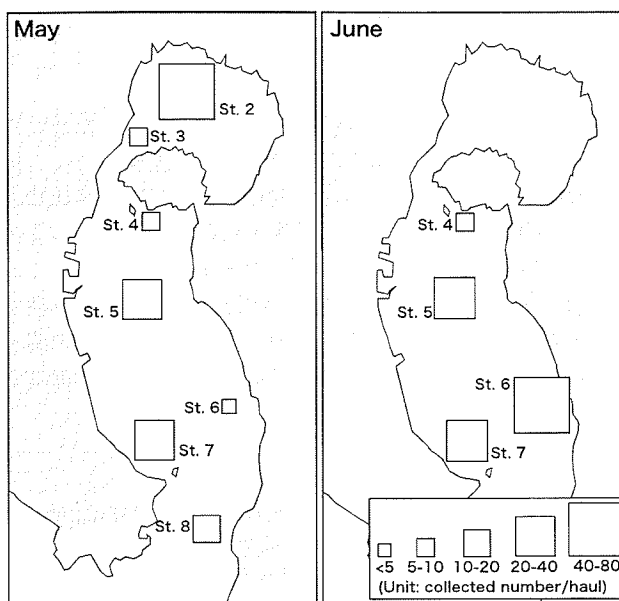
\* Firework etc.

外にも、軽石、流木、葉等の自然物が6,362個採集された。このうち最も多かったのは葉で3,071枚、続いて軽石の1,826個であり、海底の泥が多量に入網することはなかった。

### 考 察

鹿児島湾においては、これまでに今島・武田 (1975) による22定点、山下 (1980) による23定点での底生動物の分布調査がある。しかしながら、そこで用いられた採集器具は間口76×44cmあるいは70×15cmのドレッジであるため、いずれも採集された動物は多毛類や貝類、小型の甲殻類が中心であった。漁業の対象となる魚類や大型甲殻類等のメガベントス、あるいは低密度に散乱する海底堆積ゴミの分布調査には、網口がある程度大きく、広範囲にわたる曳網が可能な採集器具が必要である。特に水深が深く海底の勾配が急峻な場所の多い鹿児島湾では、これまで適切な採集器具が見られなかった。

本研究で使用したLCネットは、水深が200m以上ある定点においても正常に着底していることが確認された。調査の結果、漁業者が主対象とする甲殻類が多く採集された



**Figure 5.** Number of marine debris collected at each station in Kagoshima Bay.

一方で、目合は漁業者が用いる網と同程度にもかかわらず、極めて小型のイズミエビやエビジャコ、オオキララガイ等を、ゴミでは長さ10mm未満の破片類を同時に採集することができた。また、魚類においても漁獲対象となる大型の種に加え、テッポウイシモチやコモチジャコ等の小型の種も多く採集された。よって、LCネットは水産上の重要種を含む魚類、甲殻類、軟体類等のメガベントスおよび海底堆積ゴミの分布調査のための採集器具として有効であり、本調査を継続することにより底生動物および海底堆積ゴミの分布等に関する詳細な情報が得られることを確認した。

今回は底生動物と海底堆積ゴミの採集器具としてのLCネットの有効性の検討に重きをおいたため、採集された動物の種組成や分布の詳細を示すには至らなかった。今後はさらに曳網回数を増やし、種ごとの季節的消長や定点による性比や体サイズ組成、成熟度等の違いを調べ、時空間的動態の全容を明らかにしたい。また海底堆積ゴミについては、実態解明に向けた手法を得たばかりである。水深100m以上の海底に堆積したゴミは、潮流や海流による移動や自然界での分解もほとんどないため(栗山ほか, 2003)、供給が続く限り増加し続ける。現在のところ、鹿児島湾の小型底曳網漁場における海底堆積ゴミは漁獲物に損傷を与えるほどの量ではないと思われるが、今後堆積量が増加すれば、漁場環境の悪化だけでなく、混獲による漁獲物の損傷や分別労力の負担、さらに回収後の処分方法と処分費用の負担など、零細な沿岸漁業にとっては無視できない問題となるだろう。よって今後も本研究を継続し、水産資源と海底堆積ゴミの分布の関係に関する知見を集積していくと

ともに, その動静を監視していく予定である。

#### 謝 辞

本研究を行うにあたり, 試験操業の際にご尽力いただいた鹿児島大学水産学部附属練習船南星丸の乗組員の方々, 同学部の小平田栄一技官, 学部学生および大学院生諸氏に心からお礼申し上げる。また, 採集された動物およびゴミの同定・集計作業は鹿児島大学水産学部学生の福岡久史, 石谷 諭, 伊藤 洋, 清水崇之の4氏と大学院連合農学研究科学生の永田理雄氏による所が大きい。併せて感謝の意を表す。なお, 本研究の一部は日本学術振興会科学研究費(基盤C: 15580167)により実施した。

#### 引用文献

- 藤枝 繁 (1999) 1998年8月鹿児島県薩摩半島沿岸に漂着した大量ゴミの実態。水産海洋研究, **63**, 68-76.
- Hayashi, K. and M. Nagata (2000) A new species of *Alpheus* (Decapoda, Caridea, Alpheidae) from Kagoshima Bay, Japan. *Crustaceana*, **73**, 1109-1120.
- Hayashi, K. and J. Ohtomi (2001) A new species of the genus *Periclimenes* (Decapoda, Caridea, Palaemonidae) collected from hydrothermal vent fields in Kagoshima Bay, Japan. *Crust. Res.*, **30**, 160-171.
- 今島 実・武田正倫 (1975) 鹿児島湾内の底生動物。昭和49年度鹿児島県水産試験場事業報告書漁業部編, 350-370.
- 栗山雄司・東海 正・田島健治・兼廣春之 (2003) 東京湾海底におけるごみの組成・分布とその年代分析。日本誌, **69**, 770-781.
- Ohtomi, J. (1997) Reproductive biology and growth of the deep-water pandalid shrimp *Plesionika semilaevis* (Decapoda: Caridea). *J. Crust. Biol.*, **17**, 81-89.
- 大富 潤 (2001a) 鹿児島湾の小型底曳網漁業資源の研究。Bull. Mar. Resour. Environ., Kagoshima Univ., **9**, 19-23.
- 大富 潤 (2001b) 暖海性タラバエビ科の一種 *Plesionika semilaevis* の繁殖と成長。月刊海洋号外, **26**, 119-124.
- 大富 潤 (2003) 鹿児島湾のナミクダヒゲエビ, エビ・カニ類資源の多様性。大富 潤・渡邊精一編, 恒星社厚生閣, 東京, 54-67.
- Ohtomi, J. and K. Hayashi (1995) Some morphological characters of the deep-water shrimp *Plesionika semilaevis* from Kagoshima Bay, southern Japan (Crustacea, Decapoda, Caridea). *Fish. Sci.*, **61**, 1035-1036.
- Ohtomi, J. and S. Irieda (1997) Growth of the deep-water mud shrimp *Solenocera melanthera* De Man, 1907 (Decapoda, Penaeoidea, Solenoceridae) in Kagoshima Bay, southern Japan. *Crustaceana*, **70**, 45-58.
- 大富 潤・山本掌子 (2001) 開放型の受精嚢を有するナミクダヒゲエビの卵巣成熟と関連した交尾のタイミング。日本誌, **67**, 469-474.
- Ohtomi, J., S. Yamamoto and S. Koshio (1998) Ovarian maturation and spawning of the deep-water mud shrimp *Solenocera melanthera* De Man, 1907 (Decapoda, Penaeoidea, Solenoceridae) in Kagoshima Bay, southern Japan. *Crustaceana*, **71**, 672-685.
- シップアンドオーシャン財団 (2004) 海洋廃棄物の買い取りについて。Ship & Ocean Newsletter, **84**, 9.
- Williams, A. T., S. L. Simmons and A. Fricker (1993) Off-shore sinks of marine litter: a new problem. *Mar. Poll. Bull.*, **26**, 404-405.
- 山本掌子・大富 潤 (1998) 九州南部海域産クダヒゲエビ科2種の産卵数。水産増殖, **46**, 25-30.
- 山下秀夫 (1980) 鹿児島湾内の底生生物の分布について。西水研報, **55**, 33-44.
- 全国底曳網漁業連合会・漁船協会 (1994) 漁具系水理模型実験, 平成5年度漁業新技術開発事業, 海底環境保全型底曳網漁法の開発報告書, pp. 20-35.