

方法	項目	種類			
回収方法	人力				
		チェーンソー	人力	掃除機	
					
	エンジンカッター				
重機					
		バックホウ	レーキドーザ	ビーチクリーナ	
搬出方法	人力				
		人力	リヤカー		
	重機				
不整地車両		小型船舶	クレーン		

図 3.2-3 回収・搬出における実施可能な方法の具体例

### 3.2.4 調査結果

#### (1) 回収（搬出を含む）

##### a. 回収方法と実績

各独自調査における回収・搬出方法と実績を表 3.2-4 に示す。各調査において回収・搬出方法が異なるが、人力以外では、重機としてはバックホウなどを使用して回収し、不整地車両などを使用して搬出を行った。

表 3.2-4(1) 各モデル地域における回収方法と実績（第1回調査）

県名	地域名	調査回数	調査方法 <sup>1)</sup>					回収した面積(m <sup>2</sup> ) (概算)	回収したゴミの量(t)	回収したゴミの量(m <sup>3</sup> )	回収効率(kg/h/人)
			重機(台日) <sup>2)</sup>			船舶(隻日)	作業時間(時間)				
			バックホウ	不整地車両	その他						
①山形県	酒田市地域 飛島西海岸	第1回	—	—	—	—	729	2,400	5	17 <sup>4)</sup>	7
	酒田市地域 赤川河口部	第1回	22	23	—	—	1399	86,000	74	308 <sup>4)</sup>	53
②石川県	羽咋市地域	第1回	1	1	4	—	1153	390,000	13	64 <sup>4)</sup>	12
③福井県	坂井市地域	第1回	—	—	0.5	6	1257	25,110	12	68 <sup>4)</sup>	9
④三重県	鳥羽市地域	第1回	—	—	—	—	200	4,000	1 <sup>3)</sup>	7	4
⑤長崎県	対馬市地域 越高海岸	第1回	5	3.5	—	—	273	2,460	28 <sup>3)</sup>	148	103
	対馬市地域 志多留海岸	第1回	4	4	1.5	—	308	1,572	30 <sup>3)</sup>	176	97
⑥熊本県	上天草市地域 樋島海岸	第1回	2	2	—	—	1449	3,000	45	283 <sup>4)</sup>	31
	苓北町地域 富岡海岸	第1回	3	3	—	—	2002	15,000	13	98 <sup>4)</sup>	6
⑦沖縄県	石垣市地域 石垣島	第1回	—	—	—	—	847	57,509	15 <sup>3)</sup>	92	18
	竹富町地域 西表島	第1回	—	—	—	—	742	23,082	18 <sup>3)</sup>	130	24

注1) 調査方法の欄の数字はのべ台数、のべ作業時間を、「—」は使用していないことを示す。

2) 重機の「その他」とは積み込みの際のユニックは除く。

3) 回収したゴミの容量に比重(人工物+流木・灌木)を掛けて算出した。

三重：0.13、越高：0.19、志多留：0.17、石垣：0.17、西表：0.14

4) 回収したゴミの重量に比重(人工物+流木・灌木)で除して算出した。

飛島：0.29、赤川：0.24、石川：0.21、福井：0.17、樋島：0.16、富岡：0.13

表 3.2-4(2) 各モデル地域における回収方法と実績（第2回調査）

県名	地域名	調査回数	調査方法					回収した面積(m <sup>2</sup> ) (概算)	回収したゴミの量(t)	回収したゴミの量(m <sup>3</sup> )	回収効率(kg/h/人)
			重機(台日)			船舶(隻日)	作業時間(時間)				
			バックホウ	不整地車両	その他						
①山形県	酒田市地域 飛島西海岸	第2回	—	—	—	—	770	2,500	5	16 <sup>4)</sup>	6
	酒田市地域 赤川河口部	第2回	21	16	—	—	630	180,000	157	653 <sup>4)</sup>	249
②石川県	羽咋市地域	第2回	—	—	3	—	522	200,000	8	37 <sup>4)</sup>	15
③福井県	坂井市地域	第2回	—	—	1	—	640	21,275	8	48 <sup>4)</sup>	13
④三重県	鳥羽市地域	第2回	—	—	—	—	140	4,000	2	18 <sup>4)</sup>	16
⑤長崎県	対馬市地域 越高海岸	第2回	0.5	—	—	—	112	2,460	4 <sup>3)</sup>	20	33
	対馬市地域 志多留海岸	第2回	—	—	0.5	—	56	1,572	1 <sup>3)</sup>	5	14
⑥熊本県	上天草市地域 樋島海岸	第2回	2	1	—	—	1008	3,000	23	144 <sup>4)</sup>	23
	苓北町地域 富岡海岸	第2回	2	2	—	4	2177	15,000	18	137 <sup>4)</sup>	8
⑦沖縄県	石垣市地域 石垣島	第2回	—	—	—	—	1260	62,779	31 <sup>3)</sup>	185	25
	竹富町地域 西表島	第2回	—	—	—	—	840	33,564	24 <sup>3)</sup>	171	29

注1) 調査方法の欄の数字はのべ台数、のべ作業時間を、「—」は使用していないことを示す。

2) 重機の「その他」とは積み込みの際のユニックは除く。

3) 回収したゴミの容量に比重(人工物+流木・灌木)を掛けて算出した。

越高：0.19、志多留：0.17、石垣：0.17、西表：0.14

4) 回収したゴミの重量に比重(人工物+流木・灌木)で除して算出した。

飛島：0.29、赤川：0.24、石川：0.21、福井：0.17、三重：0.13、樋島：0.16、富岡：0.13

表 3.2-4(3) 各モデル地域における回収方法と実績 (第3回調査)

県名	地域名	調査回数	調査方法 <sup>1)</sup>					回収した面積(m <sup>2</sup> ) (概算)	回収したゴミの量(t)	回収したゴミの量(m <sup>3</sup> )	回収効率(kg/h/人)
			重機(台日) <sup>2)</sup>			船舶(隻日)	作業時間(時間)				
			バックホウ	不整地車両	その他						
①山形県	酒田市地域 飛鳥西海岸	第3回	—	—	—	—	—	—	—	—	
	酒田市地域 赤川河口部	第3回	—	—	—	—	—	—	—	—	
②石川県	羽咋市地域	第3回	—	—	—	—	33	45,000	1	5 <sup>4)</sup>	31
③福井県	坂井市地域	第3回	—	—	—	—	—	—	—	—	—
④三重県	鳥羽市地域	第3回	—	—	—	—	375	4,000	2	18 <sup>4)</sup>	6
⑤長崎県	対馬市地域 越高海岸	第3回	—	—	—	—	53	2,460	0 <sup>3)</sup>	2	7
	対馬市地域 志多留海岸	第3回	—	—	0.5	—	53	1,572	1 <sup>3)</sup>	4	13
⑥熊本県	上天草市地域 樋島海岸	第3回	—	1	—	—	390	3,000	7	41 <sup>4)</sup>	17
	苓北町地域 富岡海岸	第3回	—	1	—	—	842	7,000	4	30 <sup>4)</sup>	5
⑦沖縄県	石垣市地域 石垣島	第3回	—	—	—	—	1393	74,208	22 <sup>3)</sup>	129	16
	竹富町地域 西表島	第3回	—	—	—	—	833	33,564	14 <sup>3)</sup>	101	17

注1) 調査方法の欄の数字はのべ台数、のべ作業時間を、「—」は使用していないことを示す。

2) 重機の「その他」とは積み込みの際のユニックは除く。

3) 回収したゴミの容量に比重(人工物+流木・灌木)を掛けて算出した。

越高: 0.19、志多留: 0.17、石垣: 0.17、西表: 0.14

4) 回収したゴミの重量に比重(人工物+流木・灌木)で除して算出した。

飛鳥: 0.29、赤川: 0.24、石川: 0.21、福井: 0.17、三重: 0.13、樋島: 0.16、富岡: 0.13

表 3.2-4(4) 各モデル地域における回収方法と実績 (第4回調査)

県名	地域名	調査回数	調査方法 <sup>1)</sup>					回収した面積(m <sup>2</sup> ) (概算)	回収したゴミの量(t)	回収したゴミの量(m <sup>3</sup> )	回収効率(kg/h/人)
			重機(台日) <sup>2)</sup>			船舶(隻日)	作業時間(時間)				
			バックホウ	不整地車両	その他						
①山形県	酒田市地域 飛鳥西海岸	第4回	—	—	—	—	115	3,050	1	2 <sup>4)</sup>	6
	酒田市地域 赤川河口部	第4回	24	18	3	—	1108	211,500	100	418 <sup>4)</sup>	91
②石川県	羽咋市地域	第4回	—	—	1	—	1194	292,000	19	90 <sup>4)</sup>	16
③福井県	坂井市地域	第4回	—	—	1	—	190	7,738	6	33 <sup>4)</sup>	29
④三重県	鳥羽市地域	第4回	—	—	—	1	255	4,300	1	6 <sup>4)</sup>	4
⑤長崎県	対馬市地域 越高海岸	第4回	—	—	—	—	77	2,460	0 <sup>3)</sup>	3	6
	対馬市地域 志多留海岸	第4回	—	—	0.5	—	74	1,572	0 <sup>3)</sup>	3	6
⑥熊本県	上天草市地域 樋島海岸	第4回	—	1	—	4	883	5,000	14	88 <sup>4)</sup>	16
	苓北町地域 富岡海岸	第4回	—	2	—	—	1664	15,000	8	60 <sup>4)</sup>	5
⑦沖縄県	石垣市地域 石垣島	第4回	—	—	—	—	266	44,268	2 <sup>3)</sup>	10	6
	竹富町地域 西表島	第4回	—	—	—	—	392	21,442	2 <sup>3)</sup>	14	5

注1) 調査方法の欄の数字はのべ台数、のべ作業時間を、「—」は使用していないことを示す。

2) 重機の「その他」とは積み込みの際のユニックは除く。

3) 回収したゴミの容量に比重(人工物+流木・灌木)を掛けて算出した。

三重: 0.13、越高: 0.19、志多留: 0.17、石垣: 0.17、西表: 0.14

4) 回収したゴミの重量に比重(人工物+流木・灌木)で除して算出した。

飛鳥: 0.29、赤川: 0.24、石川: 0.21、福井: 0.17、樋島: 0.16、富岡: 0.13

表 3.2-4(5) 各モデル地域における回収方法と実績（第5回調査）

県名	地域名	調査回数	調査方法 <sup>1)</sup>					回収した面積(m <sup>2</sup> ) (概算)	回収したゴミの量(t)	回収したゴミの量(m <sup>3</sup> )	回収効率(kg/h/人)
			重機(台日) <sup>2)</sup>			船舶(隻日)	作業時間(時間)				
			バックホウ	不整地車両	その他						
①山形県	酒田市地域 飛鳥西海岸	第5回	—	—	—	18	683	34,000	20	69 <sup>4)</sup>	29
	酒田市地域 赤川河口部	第5回	3	3	—	—	306	45,000	5	20 <sup>4)</sup>	16
②石川県	羽咋市地域	第5回	—	—	—	—	429	126,000	6	29 <sup>4)</sup>	14
③福井県	坂井市地域	第5回	—	—	—	—	296	22,011	3	18 <sup>4)</sup>	11
④三重県	鳥羽市地域	第5回	—	—	—	2	208	4,300	1	9 <sup>4)</sup>	7
⑤長崎県	対馬市地域 越高海岸	第5回	—	—	—	—	62	2,460	1 <sup>3)</sup>	3	10
	対馬市地域 志多留海岸	第5回	—	—	—	—	88	1,572	1 <sup>3)</sup>	5	10
⑥熊本県	上天草市地域 樋島海岸	第5回	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	苓北町地域 富岡海岸	第5回	—	—	—	—	76	1,500	1	9 <sup>4)</sup>	15
⑦沖縄県	石垣市地域 石垣島	第5回	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	竹富町地域 西表島	第5回	—	—	—	—	196	21,442	1 <sup>3)</sup>	4	3

注1) 調査方法の欄の数字はのべ台数、のべ作業時間を、「—」は使用していないことを示す。  
 2) 重機の「その他」とは積み込みの際のユニックは除く。  
 3) 回収したゴミの容量に比重(人工物+流木・灌木)を掛けて算出した。  
 三重：0.13、越高：0.19、志多留：0.17、石垣：0.17、西表：0.14  
 4) 回収したゴミの重量に比重(人工物+流木・灌木)で除して算出した。  
 飛鳥：0.29、赤川：0.24、石川：0.21、福井：0.17、樋島：0.16、富岡：0.13

表 3.2-4(6) 各モデル地域における回収方法と実績（第6回調査）

県名	地域名	調査回数	調査方法 <sup>1)</sup>					回収した面積(m <sup>2</sup> ) (概算)	回収したゴミの量(t)	回収したゴミの量(m <sup>3</sup> )	回収効率(kg/h/人)
			重機(台日) <sup>2)</sup>			船舶(隻日)	作業時間(時間)				
			バックホウ	不整地車両	その他						
①山形県	酒田市地域 飛鳥西海岸	第6回	—	—	—	—	40	347	0.2	1 <sup>4)</sup>	5
	酒田市地域 赤川河口部	第6回	—	—	—	—	—	—	—	—	—
②石川県	羽咋市地域	第6回	—	—	1	—	162	24,000	3	15 <sup>4)</sup>	20
③福井県	坂井市地域	第6回	—	—	—	—	424	20,230	2	13 <sup>4)</sup>	5
④三重県	鳥羽市地域	第6回	—	—	—	—	24	3,000	0.2 <sup>3)</sup>	1	7
⑤長崎県	対馬市地域 越高海岸	第6回	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	対馬市地域 志多留海岸	第6回	—	—	—	—	—	—	—	—	—
⑥熊本県	上天草市地域 樋島海岸	第6回	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	苓北町地域 富岡海岸	第6回	—	—	—	—	—	—	—	—	—
⑦沖縄県	石垣市地域 石垣島	第6回	—	—	—	—	119	44,268	1 <sup>3)</sup>	3	4
	竹富町地域 西表島	第6回	—	—	—	—	91	21,442	1 <sup>3)</sup>	4	6

注1) 調査方法の欄の数字はのべ台数、のべ作業時間を、「—」は使用していないことを示す。  
 2) 重機の「その他」とは積み込みの際のユニックは除く。  
 3) 回収したゴミの容量に比重(人工物+流木・灌木)を掛けて算出した。  
 三重：0.13、越高：0.19、志多留：0.17、石垣：0.17、西表：0.14  
 4) 回収したゴミの重量に比重(人工物+流木・灌木)で除して算出した。  
 飛鳥：0.29、赤川：0.24、石川：0.21、福井：0.17、樋島：0.16、富岡：0.13

b. 回収効率

独自調査において回収・搬出した漂着ゴミの重量、作業のべ時間を用いて、回収効率 (kg/h/人) を算出した。回収・搬出の手法としては、回収・搬出とも人力的な場合や、回収は人力的であるが搬出は不整地車両や船舶を利用した場合など、様々な手法を試行した。回収効率はゴミの密度により大きく左右されるが、ここでは、回収・搬出方法別に代表的なケースにおける回収効率を表 3.2-5 に示す。

表 3.2-5 回収・搬出方法別の代表的な回収効率

回収・搬出方法	回収効率 (kg/h/人)	備考
回収：人力 搬出：人力	6~7	飛島1~4回目。高低差約60mの斜面をのべ約300名でバケツリレーによりゴミを搬出した場合。
回収：人力 搬出：車両・船舶等	8~29	飛島5回目、樋島4回、富岡2回
回収：人力 搬出：車両	5~31	石川1~6回目、福井1~5回目、樋島1~3回、富岡1~3~6回
回収：機械 搬出：車両等	3~6 (t/h/台)	赤川1~4回目の流木回収時の値。回収に使用したバックホウの台数より算出。搬出はバックホウと同数の不整地車両を使用した。

### c. 漁網の回収方法

第2回調査において、飛島の漂着ゴミの中で大きな問題となっている漁網の撤去を実施した。対象は、調査範囲の中で最も大きかった田下海岸（地点4）に漂着していた漁網とした。

ロープ・漁網はチェンブロックで吊り上げ、張った状態にしておき、ロープカッターで切断・袋詰めした。作業は人力により行い、切断・回収した漁網は、本土への運搬時まで島内の一時保管場所にて保管した。なお、海岸から道路までの搬出は、人力により実施した。この作業で回収した漁網は3.92t（図3.2-4）、作業は回収・搬出を合わせて、のべ190人日であり、その際の回収効率は6kg/h/人であった。



漁網の回収（2007年10月、田下海岸）



漁網の回収（2007年10月、田下海岸）



漁網の回収前（2007年10月、田下海岸）



漁網の回収後（2007年10月、田下海岸）

図 3.2-4 田下海岸における漁網回収状況

#### d. 裁断試験

漁網を切断する際、ロープカッター以外になた(鉞)、枝切り鋏(楽切りタイプ)、ディスクグラインダー、電熱カッター等、様々な器具(図 3.2-5)を用いて、その切断効率を検討した。その結果、最適な漁網・ロープの裁断器具は「電熱カッター」と「なた」であるという結論を得た。



図 3.2-5 漁網切断に用いた器具

#### e. 材質試験

現地調査で採取した漁網・ロープの材質について、いくつかの試料を採取して、研究室に持ち帰り材質分析を行った。

分析方法は以下の2法で総合判定した。

I. 熱分析(DSC; 示差走査熱量分析)による融点測定

II. ラマン分光分析法による材質の確認

これらの結果から、白色系の直径1cm以上のロープのほとんどの材質は、ポリエチレン繊維とポリプロピレン繊維の混合物からできており、その他の色つきの漁網とロープはポリエチレン製の繊維からできていることが分かった。

これら漁網・ロープの熔融する温度が130数度～160数度であり、電熱カッターで、それほど高くない温度で容易に切断できることが判明した。また、漁網メーカーの資料などからもロープ類、漁網類製品のほとんどがポリプロピレン繊維とポリエチレン繊維から造られていることも明らかとなった。

#### f. 漂着漁網・ロープを原料にしたプラスチックの製造と機械的性質の測定

漂着漁網・ロープは水洗浄で砂や大きな付着物を除去し、乾燥後約1～2cm程度に切断した。その後、小型一軸スクリュウ混練押出機（井元製作所 PPKR IMC-1895）により185℃で混練し、棒状の押し出し物にした。それを切断しペレット状とした。

機械的性質の評価は測定用の試験片（幅5～10mm、厚さ0.5～1mm、長さ80～40mm）を作製した後、小型卓上試験機（島津製作所 EZ-Test EZ-S）を使用し、引っ張り試験（速度1mm/min）等を行った。

引っ張り試験の結果を図3.2-6に示す。著しく値が下がった試料No.2とNo.3はNo.1と同種の白色のPP繊維ロープであったが、No.1に比べるとロープの太さが細いため劣化が進行しているためではないかと考えられた。No.1はロープが太いため内部までの劣化が遅いことから、このような差が生じたものと考えられる。さらに、PP製とPE製の漁網・ロープの比率を変えて混合して強度試験を行ったが、どの結果においても強度の向上は見られず単独の場合よりもやや低下している結果が得られた。これはPPとPEは相溶性が悪く、うまく混合しないため、はがれやすくなり、強度の向上が見られなかったと考えられた。さらに曲げ試験のひずみの結果からは、試料全体にもろさがみられ、劣化が進んでいるのではないかと考えられた。特に試料No.2とNo.3がもろかったという結果が得られた。評価試験に用いた漁網・ロープの写真を図3.2-7に示す。また、その他の試験についても図3.2-8～図3.2-10に示す。

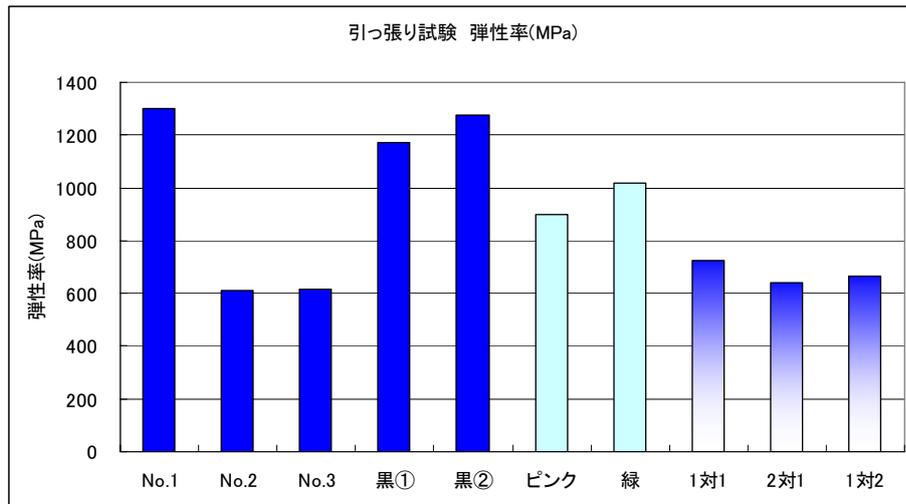


図 3.2-6 引っ張り試験 弾性率の結果

ポリプロピレン繊維 (一部ポリエチレン混入)



ポリエチレン繊維



図 3.2-7 評価試験に用いた漁網・ロープ

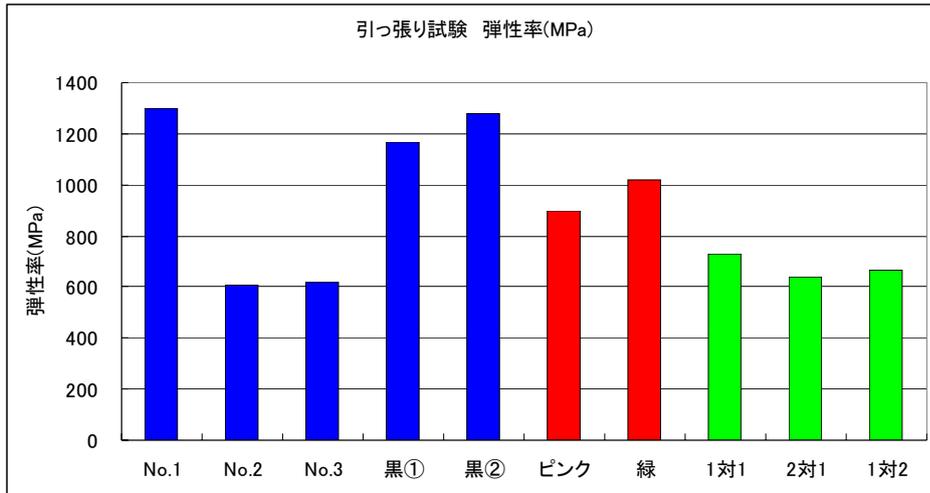


図 3.2-8 引っ張り試験結果 : 弾性率

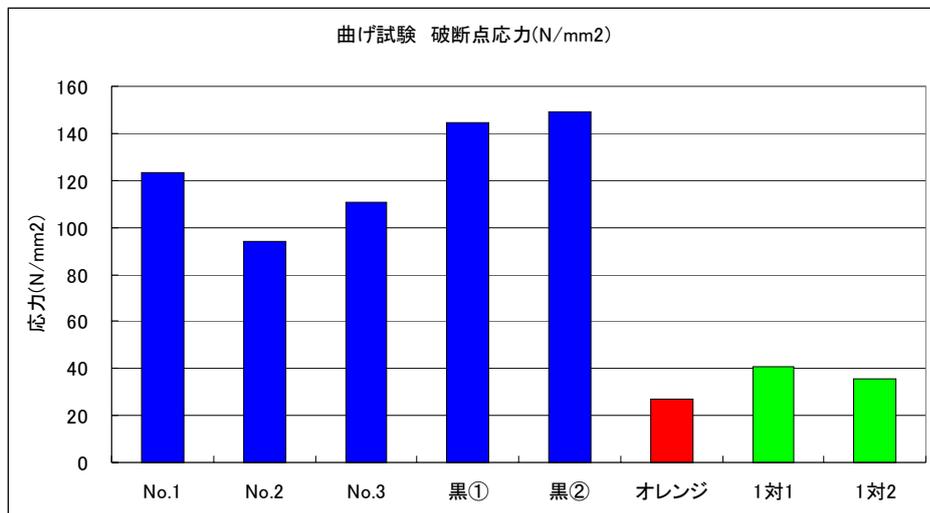


図 3.2-9 曲げ試験結果 : 破断点応力

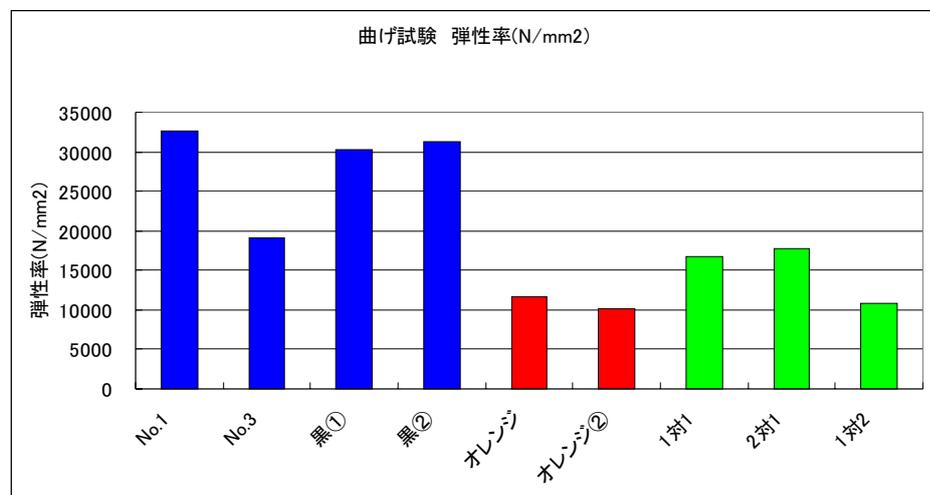


図 3.2-10 曲げ試験結果 : 弾性率

さらに、図 3.2-11 に示したようにこれら漁網・ロープの破断強度を市販の汎用プラスチックと比べてみたが、いずれの試験結果からも、波にもまれ、雨ざらしとなった漁網・ロープは劣化がみられ、やや強度が低下していることが分かった。

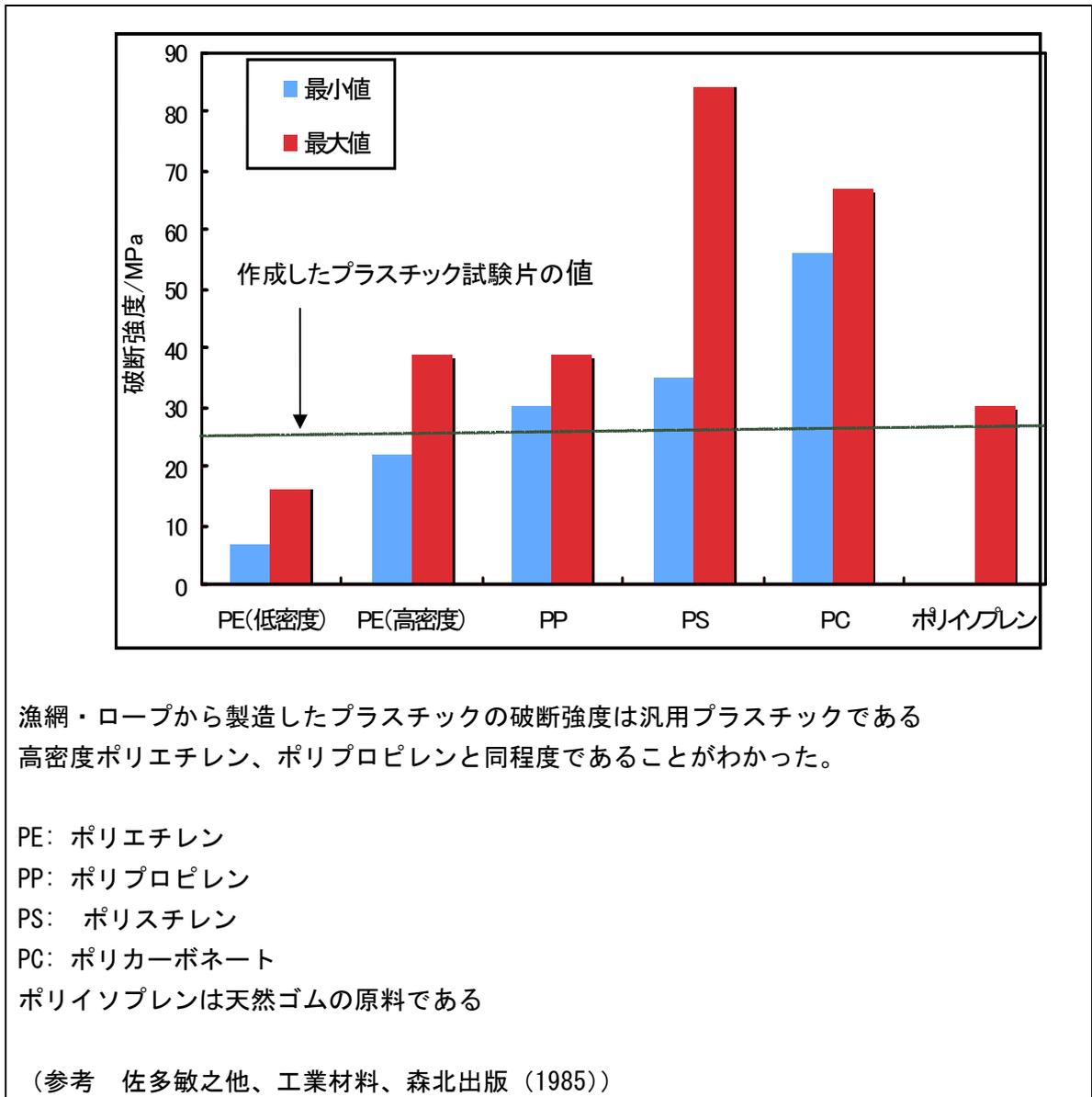


図 3.2-11 汎用プラスチックとの比較