

令和3年度
農林水産分野における持続可能な
プラスチック利用対策事業

(漁業における海洋プラスチックごみ問題対策事業のうち
リサイクルしやすい漁具の検討)

報 告 書

令和4年3月

令和3年度農林水産分野における持続可能なプラスチック利用対策事業(漁業における
海洋プラスチックごみ問題対策事業のうちリサイクルしやすい漁具の検討) 共同企業体

まえがき

プラスチック製品のリサイクルの意義を考えると当初はごみの削減、自然生態系の保護・維持などが目的とされてきました。しかし、近年の不安定な世界情勢の中におけるリスク管理を考慮すると従来と異なる視点のプラスチックの適正利用が必要になると考えます。特に、我が国のようにプラスチック製品の原料となる化石エネルギーの石油の殆どを輸入に依存する状況では石油使用量の削減が重要な目的の一つとなります。漁獲効率や使用効率を優先して発展してきた漁具は、近年、省人・省エネ・漁業のコスト削減といったエネルギー（石油）の適正利用の考えが定着しつつあるものの、更に促進させることが必要です。リサイクルし易い漁具への転換は、素材の選択、素材構成の単純化、漁具構造や仕立ての単純化が必須となりますが、これら要素の再検討と共に漁法、操業等との整合性を図ることも必要です。

漁具のリサイクルは従来の社会システムの中で可能な範囲で実施すれば良いと考えられてきましたが、エネルギー(石油)使用量の削減を考えることで、目的が明確になります。リサイクルできない製品は社会的に受入れられないという意識が生まれることが、リサイクルし易い漁具を産み出す力になり、国際的にもリサイクルを促進する基盤となります。

令和4年4月にはプラスチック資源循環促進法が施行されます。これは事業者や自治体が、プラスチック製品の設計から製造・使用後の再利用まで資源循環を促進する法です。

この報告書が、漁業系プラスチック廃棄物処理の推進の一助となれば幸いです。

代表者 公益財団法人 海と渚環境美化・油濁対策機構

令和2年度 農林水産分野における持続可能なプラスチック利用対策事業
(漁業における海洋プラスチックごみ問題対策事業のうちリサイクルしやすい漁具の検討)
検討委員会名簿

(五十音順)

氏 名	所 属・役 職
井 上 喜 洋	元鹿児島大学 教授
金 嶋 謙 治	日本製網工業組合 専務理事
永 松 公 明	水産大学校 海洋生産管理学科 資源管理学講座 教授

目 次

第1章 事業概要	1
第2章 リサイクルのための漁網等の調査	2
2.1 廃漁網の取扱いに関する事例調査	2
2.2 海苔網に関する事例調査	3
2.3 刺網に関する事例調査	6
第3章 リサイクルしやすい漁網等の開発に向けた検討	6
3.1 まき網におけるリサイクルしやすい漁網等の開発	12
3.2 使用済みテトロン漁網の MATERIAL リサイクル	13
3.3 使用済みテトロン漁網の MATERIAL リサイクルを社会実装するための 必要条件	15

第1章 事業概要

(1) 事業目的

いわゆる「マイクロプラスチック」を含む海洋プラスチックごみの問題については、G7・G20 サミットを含む各種の国際会議で取り上げられる等、社会全体の関心が高まっており、早急に取り組むべき重要な課題となっている。我が国においても、令和元年5月に「海洋プラスチックごみ対策アクションプラン(以下、アクションプラン)」が関係閣僚会議で策定され、さらに同年6月に開催されたG20大阪サミットにおいては、海洋プラスチックごみによる新たな汚染を2050年までにゼロにすることを目指す「大阪ブルー・オーシャン・ビジョン」が共有されるなど、海洋プラスチックごみ問題は、政府全体で取り組むべき喫緊の課題となっている。

他方、漁業において用いられている漁網等漁具の多くはプラスチック製であるが、漁業は、海上や漁港周辺等を主な事業活動の場としていることから、荒天時・災害時等に偶発的又は不可避免的に漁具が海洋に流出することにより、海洋プラスチックごみの発生源の一つとなっている側面がある。使用済み漁具の迅速かつ適正な回収・処理を確保することは、かかる漁具流出を防止・抑制する上で重要であり、そのリサイクルを推進することが有効な対策の一つと考えられるが、現在、漁業の現場で用いられている漁網等は、構造や素材が複雑であり、使用済みとなったもののリサイクルを推進する上での障害となっている。

以上及びアクションプランに「使用される素材の種類が少なく分別しやすい漁具開発について検討する」ことが盛り込まれていることを踏まえ、本事業では、素材別に分解・分別しやすい設計の漁網等、リサイクルの推進を念頭に置いた漁具の開発に向けた検討を目的とする。

(2) 事業内容

ア 事業実施方針

令和3年度農林水産分野における持続可能なプラスチック利用対策事業(漁業における海洋プラスチック問題対策事業のうちリサイクルしやすい漁具の検討) 事業計画書に記載された計画に従って、事業を実施する。

イ 調査項目及び調査対象

- ・リサイクルしやすい漁具の検討に必要な情報を、漁網メーカー、漁業現場、過去の文献等から収集する
- ・上記により収集された情報に基づき、単一のプラスチック素材を用いたもの及び分解・分別が容易な複数の素材で構成されたもの等、リサイクルしやすい漁網の開発に向けた検討を行う

第2章 リサイクルのための漁網等の調査

2. 1 廃漁網の取扱いに関する調査

近年、海洋プラスチック問題が国際的な課題として注目されており、その対策は喫緊の課題となっている。特に漁網は沿岸の漂着ごみとして目立つことから、漁業が海洋プラスチックごみの原因者として見られている現実がある。

今年度は、廃棄され易い漁具について、廃漁網の取扱い及び年間の廃棄量を把握する調査を行なった。本事業では昨年度、漁業種類別の漁具構成部位毎の素材について調査を行なっている。この調査結果から廃棄され易い漁具として、漁具の素材がリサイクルし易いナイロンを多く使用しており、短期間の使用で廃棄される可能性がある海苔網と刺網を対象として取上げた。

(1) 調査目的

昨年度の調査結果から廃棄され易い漁具として、海苔網と刺網を対象として、日本全体の年間の廃棄量、廃棄量の地域差及び廃漁網の取扱い等を把握し、リサイクルに向けた検討を行なう。

(2) 調査対象と方法

海苔網と刺網について個々の漁業者から毎年廃棄する量を短期間に直接得ることは困難なので、今回は水産統計、センサスにより基本的な情報を整理し、漁具メーカー及び漁協等の販売量（供給量）を廃棄量として扱う事として、調査票への回答により必要な情報を得ることにした。海苔網及び刺し網の調査票の調査項目は次の通りである。

海苔網：地域別に網の使用量、使用年数、網素材、廃漁網の取扱い（処分者、分別状況、産廃処理状況、売却等）

刺し網：網の部位別素材、都道府県別年別（2016～2020）販売量、販売シェア、廃漁網の引取り状況等

調査票による調査は、漁協や漁連、網を製造販売する企業の協力を得て実施した。海苔網については、宮城県漁業協同組合（以降、JF 宮城）、兵庫県漁業協同組合連合会（以降、JF 兵庫）、福岡有明海漁業協同組合連合会（以降、JF 福岡有明）、佐賀県有明漁業協同組合（以降、JF 佐賀有明）、熊本県漁業協同組合連合会（以降、JF 熊本）に協力を依頼した。刺網は横山製網株式会社、タナカ漁網株式会社、北海道漁業協同組合連合会（以降、JF 北海道）に協力を依頼した。

調査は調査票を送付し回答を回収して行なった。調査期間は、令和3年10月26日～11月9日である。

2. 2 海苔網に関する調査検討

(1) 全国の海苔養殖業の経営体数と生産量

図1に都道府県別海苔養殖業の生産量と経営体数を示す。

都道府県別のり生産量は令和2年漁業・養殖業生産統計によれば上位5県(北から順に宮城、兵庫、福岡、佐賀、熊本)で全国生産量の84%を占める。2018年漁業センサスによれば、のり養殖を営んでいる経営体数は全国で3,414経営体あり、この5県は1940経営体で全国経営体数の57%を占めている。

そのため、5県の漁業協同組合連合会(県1漁協含む)に調査を依頼することで、全国の傾向を把握した。

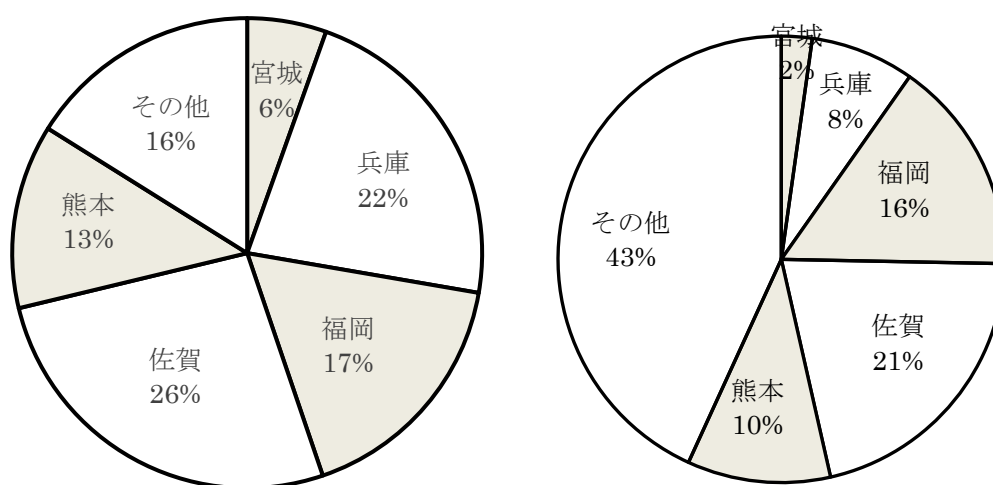


図1 都道府県別海苔養殖業の生産量(左)と経営体数(右)

(2) 調査結果

海苔網の廃漁網の取り扱いに関して調査した結果を図2に示す。これを見ると、使用年数は兵庫3年、福岡有明3~4年、佐賀有明5~7年、熊本5年であった。海苔網の大きさは海苔網使用量の「t」と「枚」から換算して、兵庫2kg/枚、福岡有明1.4kg/枚と異なっている。熊本と佐賀有明と宮城については不明であった。処理に関してみると、処分に関わる対応が宮城は漁業者の個別対応、兵庫では漁業者個々から買い取り、福岡有明は漁協でまとめて処分、熊本と佐賀有明は両方(漁協でまとめて処分、漁業者個々で処分)とそれぞれ異なる回答であった。

引き渡し時に分別しないことは兵庫、福岡有明、佐賀有明、熊本とも共通し、売却後の用途も獣害対策であった。なお、宮城については不明である。

廃漁網の引き渡し時に分別しない理由としては、海苔網は「混撚糸(混合)」であるため、材料別の分別が困難であることと、引き取る側も用途が防獣対策であることから、分別する必要がないためとも考えられる。

使用量と廃棄量を比較すると、兵庫は使用量と同量の売却量(廃棄量)が報告され、使用年数3~4年を考えると売却量(廃棄量)が多いように思われる。一方で福岡有明

からは売却量(廃棄量)は使用量の 40 分の 1 と報告されており、使用年数 3 年を考えると、廃漁網の多くは漁業者が個人で処理していると考えられる。佐賀有明は産廃処理 4 万枚、売却量 4 万枚から廃漁網(廃棄量)として 8 万枚出る。廃漁網(廃棄量)の量は使用量の 7.5 分の 1 程度で、海苔網使用年数が 5~7 年を考慮すると妥当な廃棄量と考えられる。宮城は、今回の調査で廃漁網の取り扱いに関する情報を得ることはできなかった。

今回の 5 県の推定使用量と推定廃棄量を表 1 にまとめる。

表 1 5 県の推定使用量と推定廃棄量

	推定使用量	推定廃棄量
宮城	3年間で、44,450枚→62.23t~88.9t (1.4kg/枚~2kg/枚とした)	1年間で、20.7t~29.6t廃棄
兵庫	1年間14.8t	使用量が売却量と同じだから、1年間14.8tの廃棄
福岡	使用年数3年で246.4t	1年間82.1tの廃棄
佐賀	6年で、610,000枚の使用量 (1.4kg/枚~2kg/枚とした)	使用年数を6年として1年間100,000枚の廃棄→1年間140t~200tの廃棄
熊本	使用年数5年で840t 処理量252tから実際の使用年数は3年と推定される。	1年間252t~280tの廃棄

表1から、これら5県の年間推定処理量は次式から509.6t~606.5tと推定される。

$$\text{宮城}(20.7\text{t}\sim 29.6\text{t})+\text{兵庫}(14.8\text{t})+\text{福岡}(82.1)+\text{佐賀}(140\text{t}\sim 200\text{t})+\text{熊本}(252\text{t}\sim 280\text{t})=509.6\text{t}\sim 606.5\text{t}$$

この5県の海苔生産量は全国の84%なので100%では、1年間606.7t~722tの廃棄量と推定される。1,000トンに満たない量で、さらに混撚糸が使われているとするとナイロンは半分程度の使用と仮定でき、500トン(300~350t)以下と推定される。

(3)考察

海苔網の廃棄量は年間606.7t~722tと推定される。一部が防獣ネットなどの用途に再利用されているものの年間1,000トンに満たない量で、しかもリサイクル可能なナイロン量は500トン以下に過ぎない。リサイクルの経営効率としては年間3,000トン程度が必要とされるので、より少量でも可能となるリサイクル方法を検討する必要がある。また、再利用後に適切な処理が行なわれないと廃棄漁具として扱われる可能性もあるので、今後、防獣ネットの需要量及び再利用後の処理についても把握する必要が生じるかもしれない。

現状の海苔網は、海苔胞子の付着が良好であるビニロン繊維(クレモナ)とポリアミド繊維(ナイロン)が使用されている「混撚糸」であり材料別の分別が困難なため、マテリアルリサイクル及びケミカルリサイクルには適さないと考える。リサイクルし易い漁具にするためには、海苔胞子の付着し易いナイロン繊維の開発が必要である。

海苔網廃漁網の取り扱いに関する事例について

回答者 (漁協、支所名)	海苔網 使用量		使用 年数	漁網の素材		素材が不明な場合は 製造元と品名・品番 を入力して下さい。		廃漁網の取り扱い												
	t	枚		身網	縁網	製造元	品名・品番	漁業者個々で処分 or 漁協等でまとめて処分	廃漁網 が多く 出る月	引き渡し時の分別状態	産廃処理 した場合			売却した場合				販売業者が引き取った場合		
											処理量	費用	売却量	売却した 網の部位	売却後の用途	引き取った量	引き取る基準を 書いて下さい (雑物の除去、 乾燥等)			
ト	枚	円/kg	ト	枚	ト	枚														
〇〇漁協	1	10	3	ナイロン クレモナ	ポリエチレン			漁業者 漁協 両方 その他()	6月	分別しない 身網と縁網を分別 その他()	0.3	3	60	0.1	1	身網、縁網	もずく網用	0.6	1	異物除去
〇〇支所	1	10	3	ナイロン	ポリエチレン ポリプロピレン混合			漁業者 漁協 両方 その他()	5月	分別しない 身網と縁網を分別 その他()	0.3	3	60	0.3	3	身網、縁網	防獣ネット用	0.4	1	乾燥

兵庫県漁連 のり海藻部 福岡有明海 漁連	14.8	7,400	3~4	ナイロン クレモナ	ポリエチレン ビレン混合	ポリプロ	第一製網、日 東製網他	漁業者個々からの買い取 り	5月	分別しない	なし	なし	なし	14.8	7,400	身網、縁網	防獣ネット用			
佐賀県有明海漁 協	246.4	176,000	3	ナイロン クレモナ	ポリエチレン			漁協	4~9月	分別しない				5,852	4,180	身網、縁網	鳥獣被害対策			
熊本県漁連		610,000	5~7	クレモナ	ポリエチレン等			両方	6・7月	分別しない		40,000		40,000	身網、縁網	農業・防災等				
	840		5	ナイロン クレモナ	ナイロン クレモナ			両方		分別しない	252			252	身網、縁網	防獣ネット用				

宮城県漁協																				
表浜支所		150	3			第一製網	V5・34本	漁業者 漁協 両方	分別しない	身網と縁網を分別										
表浜支所		900	3			第一製網	水車N5・34本	その他()												
石巻湾支所		5400	3			第一製網	V5・34本	その他()												
石巻湾支所		500	3			第一製網	水車N5・34本	その他()												
矢本支所		200	3			日東製網	日東5号	その他()												
矢本支所		2000	3			日東製網	KM-5号	その他()												
矢本支所		2500	3			第一製網	V5・34本	その他()												
宮戸支所		5500	3			第一製網	V5・W栄130	その他()												
宮戸支所		2500	3			第一製網	V5・34本	その他()												
宮戸支所		300	3			第一製網	水車N5・34本	その他()												
宮戸西部支所		4000	3			第一製網	V5・34本	その他()												
宮戸西部支所		300	3			第一製網	水車N5・34本	その他()												
塩釜市浦戸支所		4200	3			第一製網	V5・34本	その他()												
七ヶ浜支所		3000	3			第一製網	V5・34本	その他()												
七ヶ浜支所		8000	3			第一製網	特3号・48本	その他()												
七ヶ浜支所		5000	3			第一製網	特3号・Wグリ ン	その他()									身網、縁網			

漁業者に対する調査が必要

図2 海苔網廃漁網の取り扱いに関する事例について(赤文字は記入例)

2. 3 刺網に関する調査検討

(1) 全国の刺網漁業の経営体数と生産量

全国の刺網漁業は、2018年漁業センサス報告書によれば、さけ・ます流し網、かじき等流し網、その他の刺網の3種類に分類される。経営体数はさけ・ます流し網42、かじき等流し網24、その他の刺網19,033であるが、沿岸の刺し網漁業を主体に検討することから、ここではその他の刺網を営む19,033経営体を対象とした。

この経営体数は同時に刺し網の統数を表すと考えられる。

図3に都道府県別刺網経営体数を示す。経営体数は北海道が2,432で全国の13%を占め一番多く、次が長崎県の1,223経営体で6%と続くが、後は1,000経営体以下が全体的に分布している状態である。傾向としては東北から北海道に掛けての地域と瀬戸内海から九州にかけての地域に分布の集中が見られ、刺し網漁業が盛んなことが推察される。

刺網漁業による生産量について2018年漁業・養殖業生産統計から各県別の刺網の漁獲量を図4に示す。北海道は刺網の漁獲量が他都道府県より極端に多く、スケソウダラ、ホッケ、マダラ、ニシン等の魚類が主体で、全国漁獲量、110,025tの70%を占める77,206tを漁獲している。北海道を除くと各県ともほぼ3,000t以下の漁獲量となるが、傾向としては経営体の分布と同様に東北から北海道に掛けての地域と瀬戸内海から九州にかけての地域の漁獲量が多いことが分かる。

刺し網の使用量や廃棄量を検討する場合、単純に生産量及び経営体数(網統数)から求めるには困難性がある。即ち、刺し網の漁獲対象種となる魚介類は大型のサケ、マスからキビナゴ、エビ・カニ類、貝類に及ぶため、同一の漁獲種を対象としない場合は使用する刺網の量(反数)と漁獲重量は比例しない。また、刺網の損耗は網からの漁獲物の外し方にも依るので単純に比較することはできない。

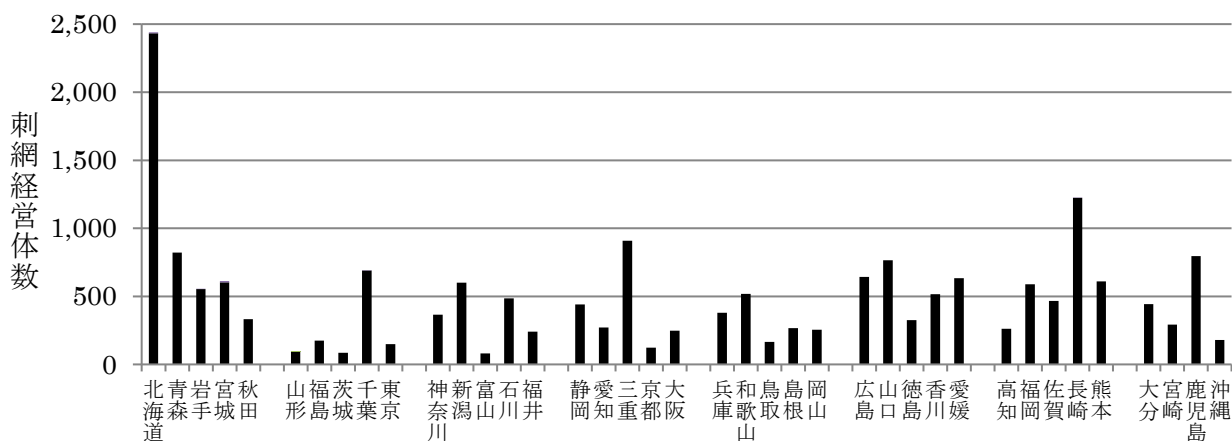


図3 都道府県別刺網経営体数

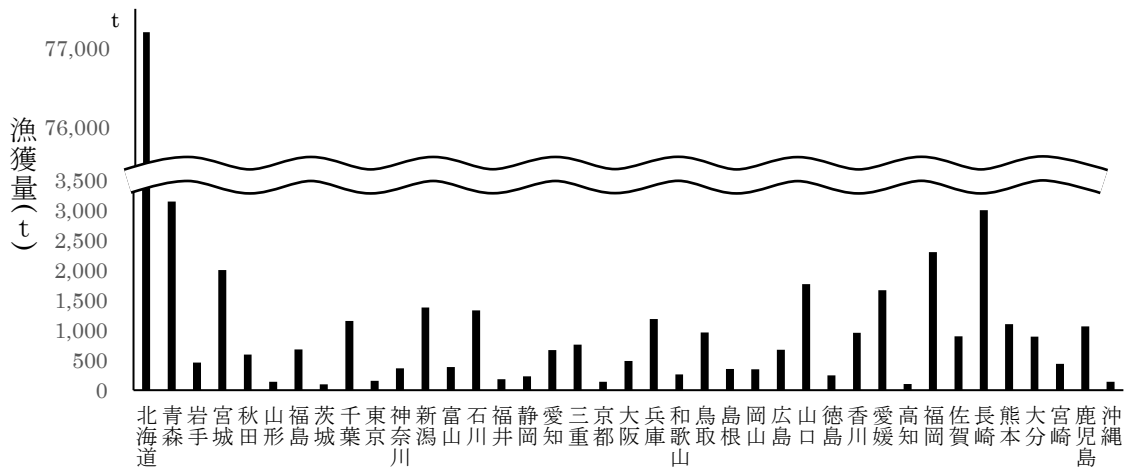


図4 都道府県別の刺網による漁獲量 (ton)

(2)調査結果

回収した刺網の取り扱いに関する調査票を整理した図5から各企業及び漁連が各都道府県に販売した年間販売刺網量(t)を図6に示す。販売数(t)は2016年~2020年5年間の販売数量の平均と販売シェアを基に次式で都道府県内への販売量を算出した。但し、販売が重なる地域については、販売網、所在地からの距離等を勘案して選択した。シェアについては各企業、漁連の地域或いは刺網漁業種に対する判断に基づく推定値なので、詳細が不明で誤差を含む。

$$\frac{(2016 + 2017 + 2018 + 2019 + 2020 \text{ の販売量})}{5 \text{ 年}} \times \frac{100}{\text{販売シェア}}$$

なお、廃漁網を引き取っているのはJF北海道のみであった。図から分かるように刺網の年間販売量は、北海道が552トンと多く、後は多くが30トン以下となっている。これら販売量には企業情報誤差を含み、販売実績が不明な県もあるので、平準化するため前述の都道府県別刺網経営体数(図3)を用いて各都道府県の1経営体(刺網統数)当りの販売量及び全国の平均値を求めた。この平均値が1経営体当りの年間販売量(廃棄量)を表す平準化した数値になる。この値を用いて再度都道府県別刺網経営体数から年間の平準化された年間販売量を算出した。但し、北海道は生産量、経営体数及び販売数量のいずれの値も他都府県とは大きく離れているので推定精度を高めるため別枠として算出した。

刺網の取り扱いに関する事例について

刺網の素材			最近の販売量と地域							販売シェア (%)*	廃漁網を引き取った場合(2020年)						
身網	浮子網	沈子網	販売した都道府県名	経営体数	2016年	2017年	2018年	2019年	2020年		引き取った量 (t)	引取後の取り扱い					
					販売量(t)	販売量(t)	販売量(t)	販売量(t)	販売量(t)			産廃処理	転売・再利用		その他		引き取り基準を書いて下さい(雑物の除去、乾燥等)
											トン	円/kg	トン	用途	トン	用途	
ナイロン			北海道	2,432	10	10	8	8	8	30	0						
ナイロン	ポリエチレン ポリプロピレン混合	ポリエステル混合	JF北海道		60	71	56	49	40	10	20				20	再生ベレットにリサイクル	ナイロンのみに分別し雑物等除去
ナイロン			青森県	822	0	0	0	0	0	0	0						
ナイロン			岩手県	554	3	3	3	2	2	30	0						
ナイロン			宮城県	603	5	5	4	4	4	30	0						
ナイロン			秋田県	332	4	4	4	3	3	30	0						
ナイロン			山形県	94	5	5	4	4	4	30	0						
ナイロン			福島県	176	8	8	8	7	7	30	0						
ナイロン			茨城県	86	4	4	3	3	3	30	0						
ナイロン			千葉県	689	5	5	3	3	3	50	0						
ナイロン			東京都	150	0	0	0	0	0	0	0						
ナイロン			神奈川県	366	0	0	0	0	0	0	0						
ナイロン			新潟県	601	4	4	3	3	3	40	0						
ナイロン			富山県	81	2	2	1	1	1	40	0						
ナイロン			石川県	485	2	2	2	2	2	40	0						
ナイロン			福井県	240	2	2	2	2	2	40	0						
ナイロン			静岡県	441	2	2	2	2	2	40	0						
ナイロン			愛知県	272	1	1	1	1	1	40	0						
ナイロン			三重県	909	3	3	3	2	2	40	0						
ナイロン			京都府	122	0	0	0	0	0	0	0						
ナイロン			大阪府	247	5	5	5	5	5	30	0						
ナイロン			兵庫県(日本海地区)	380	0	0	0	0	0	0	0						
ナイロン			兵庫県(瀬戸内海地区)		5	5	5	5	5	30	0						
ナイロン			和歌山県	519	1	1	1	1	1	20	0						
ナイロン			鳥取県	166	0	0	0	0	0	0	0						
ナイロン			島根県	267	0	0	0	0	0	0	0						
ナイロン			岡山県	256	1	1	1	1	1	30	0						
ナイロン			広島県	643	2	2	2	2	2	30	0						
ナイロン	PE, PP, PK等	PE, PP, PK等	山口県	765	4	4	4	4	4	50	0						
ナイロン			徳島県	325	1	1	1	1	1	30	0						
ナイロン			香川県	515	5	5	5	5	5	20	0						
ナイロン	PE, PP, PK等	PE, PP, PK等	愛媛県	634	3	3	4	2	3	50	0						
ナイロン			高知県	262	0	0	0	0	0	0	0						
ナイロン	PE, PP, PK等	PE, PP, PK等	福岡県(玄海地区)	589	3	3	3	3	3	40	0						
ナイロン			福岡県(有明地区)														
ナイロン			佐賀県(玄海地区)	466													
ナイロン			佐賀県(有明地区)														
ナイロン	PE, PP, PK等	PE, PP, PK等	長崎県	1223	6	6	6	6	6	40	0						
ナイロン	PE, PP, PK等	PE, PP, PK等	熊本県	609	3	3	3	3	3	30	0						
ナイロン	PE, PP, PK等	PE, PP, PK等	大分県	444	5	5	5	5	5	40	0						
ナイロン	PE, PP, PK等	PE, PP, PK等	宮崎県	292	3	3	3	3	3	40	0						
ナイロン	PE, PP, PK等	PE, PP, PK等	鹿児島県	796	3	3	3	3	3	30	0						
			沖縄県	180													
			都道府県が不明な場合はこの欄に入力して下さい														

*販売シェア：〇〇県で使用されている刺網のうち御社製品の占める割合

図 5 刺網の取り扱いに関する調査票

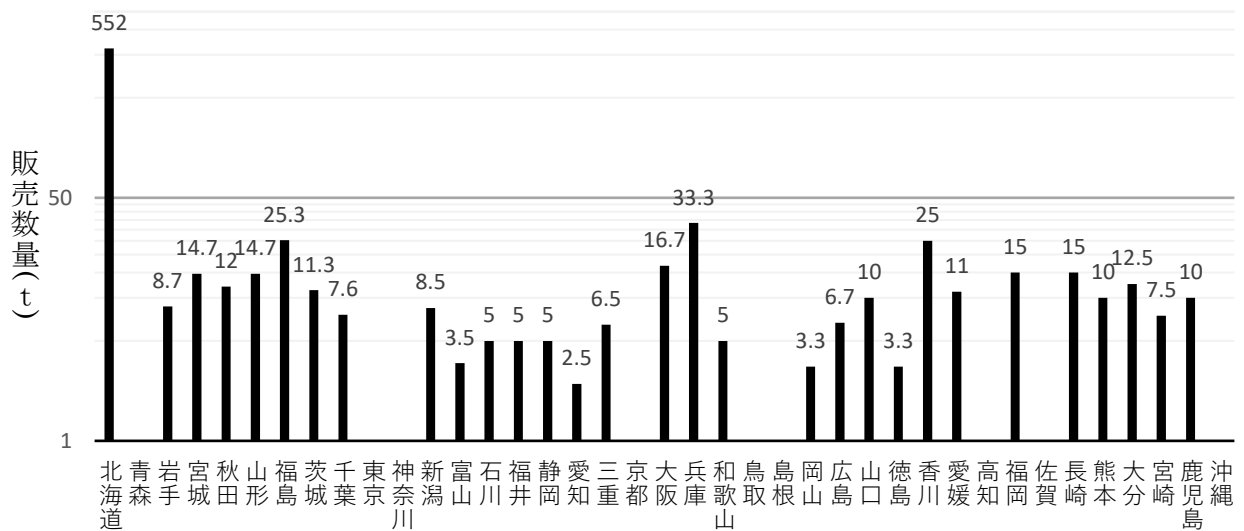


図6 都道府県別の年間刺網販売数(t)

図中の数値は販売数（縦軸目盛りは対数関数値）

平準化した結果は、北海道については年間1経営体当たり販売量が0.23トンで、北海道を除く都府県では0.036トンとなった。これらの値と都道府県別刺網経営体数から、年間の販売量を算出すると平準化した年間都道府県別推定刺網販売量が図7のようになる。この販売数の合計は1,157トン÷1,200トンとなる。販売量は廃棄量とみなせるので、日本の刺網の廃棄量は年間1,200トン程度と推定できる。廃棄量の半分近くは北海道から排出され、東北及び瀬戸内から九州地域が多い傾向があることが特徴的である。

(3)考察

今回の調査結果から刺網販売量は多くても1,200トン程度と推定される。販売量を廃棄量と見なせば年間の刺網廃棄量は1,200トン程度で、北海道が半分近くを占めていることが分かる。販売される刺網が、ナイロン製身網のみか、浮子、沈子等を取付けた仕立て上げの製品であるのか不明であるが、一般的に身網交換が多いと思われるので2/3は身網のみの販売とすれば、廃棄網量は800トン程度となる。海苔網と同様に年間の廃棄量がこの程度では、リサイクルの経営効率が悪いと考えられるので廃棄網の集荷・運搬と共に検討を要する課題である。

刺網の分別・リサイクルは比較的容易と思われるが、実際には、浮子網、沈子網、縫合糸、修理糸には異種繊維が使用されているため、リサイクルには繊維毎の分別が必要である。既に提案されていることであるが、効果的な繊維素材による分別を容易かつ確実に実行するためには、繊維素材ごとの色分け等の手段を講じる必要がある。

刺網は、浮子網と沈子網で構成される額（縁）と漁獲のための身網に分かれる。額の部分は数年使われるが、身網は1-2年で交換される。交換は一般的に漁業者が行う。漁業が盛んで人手が足りている地域では身網の分離・仕分けは可能と考えるが、より簡単に身網の取付け、分離がし易い構造を開発し、ナイロン系の仕立糸があれば、人手が少ない地域でも交換できるようになる。

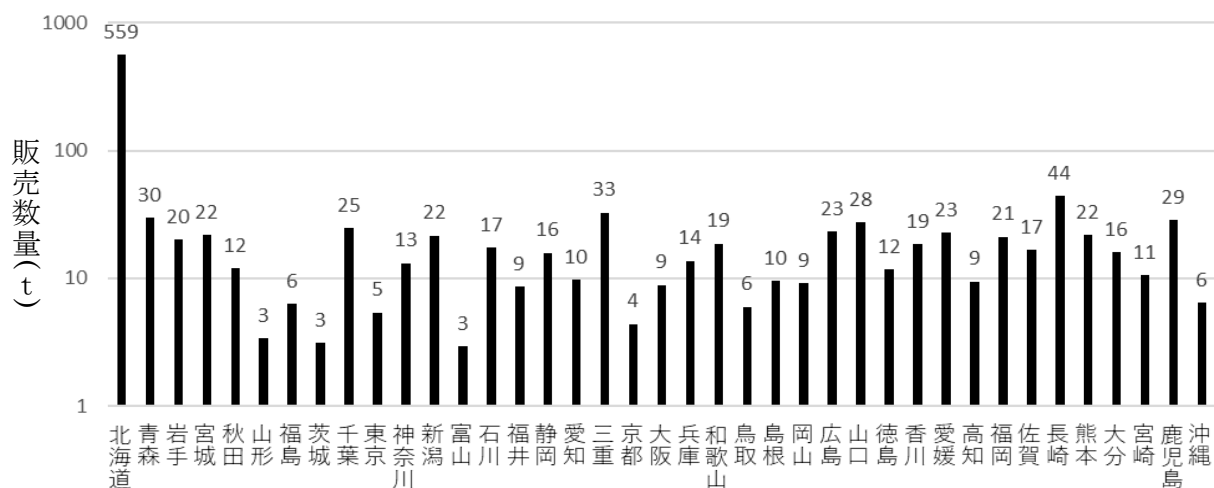


図7 平準化した都道府県別の推定年間刺網販売数(t)

図中の数値は推定販売数（縦軸目盛りは対数関数値）

第3章 リサイクルしやすい漁網等の開発に向けた検討

漁網やロープのリサイクルは、ナイロンとポリエチレンについては実装されている。

第2章では、ノリ網(ナイロン混撚糸)と刺網(ナイロン糸)について廃棄量を推定するとともに、リサイクルへ向けて素材の分別をし易くする案を記載した。

そこでは以下のような提案をしている。

刺網について：

今回の調査において、身網は全てがナイロン製であった。そこで、異種繊維で構成される浮子綱・沈子綱と身網との切り離し作業を容易にすれば、分別回収率を高めることが可能と考えられる。その一つの方法として、身網、浮子綱・沈子綱および仕立て糸との色分けが推奨される。

海苔網について：

海苔網の身網糸には、胞子の付着が良好であるクレモナ（PVA）が使用されるが、強度が低いという欠点がある。この欠点を補うために、強度が高いナイロン、ポリエチレン等を混撚するケースが多い。このような海苔網の特性から、漁具の主要部分を占める身網は、異種素材繊維の混撚糸を用いる必要がある。したがって、「リサイクルしやすい海苔網」を検討する場合、海苔の生育状況に配慮しつつ、素材の単一化を考慮する必要がある。

この章では旋網を対象にテトロン網のリサイクルの可能性について記載する。

テトロンは漁網生産量が7割を占めるにも関わらず、リサイクル手法が確立されていないので、「リサイクルしやすいテトロン製漁網を用いた網漁具」を提案するためにも、テトロンのリサイクル手法について記載する。

3. 1 まき網におけるリサイクルしやすい漁網等の開発

まき網漁具で利用される網地量は、国内において生産される約6,000t/年のうち約2,000t以上を占めると推測される（日本製網工業組合調査）。漁網材質は、ナイロン（ポリアミド）、テトロン（ポリエステル）およびポリエチレンの3種類であるが、そのうちリサイクルが社会実装されている材質はナイロンとポリエチレンである。リサイクル手法は、マテリアルリサイクル（ISOではメカニカルリサイクルと呼ばれる）に限定される^{注1}。一方、まき網漁具に用いられる漁網の材質別にみた利用量の割合は、ナイロン漁網：テトロン漁網：ポリエチレン漁網＝2：7：1程度と推定される（ニチモウ株式会社内部資料）。国内のまき網漁具の設計において、それぞれナイロン漁網が魚捕部、テトロン漁網が身網部、ポリエチレン漁網が縁網部または大手三角網等に用いられる（イワシを漁獲対象としたまき網漁具のみ身網部にナイロン漁網が用いられる）。

昨年度、まき網漁具においてテトロン漁網を用いた身網部をリサイクルが社会実装されているナイロン漁網に置換した場合の網裾の沈降性能を模型実験により評価した。その結果、比重1.38のテトロン漁網を比重1.14のナイロン漁網に置換した場合、網裾の沈降性能が著しく低下することがわかった。まき網漁具において網裾の沈降性能は、漁獲効率に影響を及ぼすことが危惧される。また、ナイロン漁網はテトロン漁網と比較して価格は高く、材料置換は漁業者への負担を強いることもわかった。そのため、リサイクルしやすい漁網または漁具設計を検討するにあたり、テトロン漁網のリサイクル技術を開発して社会実装することが喫緊の課題であることが示唆された。テトロン漁網は、まき網以外に定置網やサンマ棒受網を含めた敷網等に利用されており、網漁具のリサイクルを促進するためにはテトロン漁網のリサイクル技術を確立することが必須と考えられる。しかし、現状、使用済みテトロン漁網に対してはカスケードリサイクルが試験的に行われている程度である*1。

ここでは、海外まき網漁業で3年間使用され廃棄対象となったカツオ・マグロまき網漁具の使用済みテトロン漁網を用いて、マテリアルリサイクルで再生ペレットを製造する試験を行い、そのペレットの実用性を評価するとともに社会実装するために必要な条件を考察した。

*1 帝人、木下製網などによる「Re:ism」プロジェクト。ポリエステル漁網のリサイクルとその意義。アクアネット。FEBRUARY No.2, 2022.

3. 2 使用済みテトロン漁網のマテリアルリサイクル

宮城県石巻市（東北ニチモウ株式会社、石巻工場）で保管されていた250デニール、網糸本数80～160本、目合210～450mm、100掛/反、50間/反の使用済みで廃棄対象のテトロン漁網5反（約350kg）を山口県下関市（ニチモウ株式会社研究開発室）へ搬送した後、漁網に付着した塩分や泥および砂等の不純物を洗浄で取り除き（図8）、網漁具の仕立てや作業中に破網した箇所の修繕に用いた撚糸（仕立て糸と呼ぶ）の材質を判別しながらテトロン以外の撚糸を取り外した（図9）。その後、温風機を用いた簡易な乾燥室（室温：45～50度）において約10時間乾燥した使用済みテトロン漁網（図10）を新潟県燕市（遠藤工業株式会社）においてクラッシャー式破砕機で破砕（切断）した（図11）。その破砕品を原料として奈良県五條市（新濤和産業株式会社）において押出機と造粒機等を用いて再生ペレットを試作した（図12）。押出機における不純物除去には80メッシュのスクリーン（金網）を用いた。



図8 使用済みテトロン漁網の洗浄



図9 使用済みテトロン漁網における撚糸（仕立て糸）の取り外し



図10 使用済みテトロン漁網の乾燥（左：簡易乾燥室、右：乾燥室内部）



図11 使用済みテトロン漁網の切断（破碎）



図12 使用済みテトロン漁網から製造した再生ペレット

製造できた再生ペレットの重量は約300kgで歩留まりは約86%であった。再生ペレットのIV値*2は0.39と低く、衣料用の繊維を含めたカスケードリサイクルのペレット原料として利用できるが、漁網用のテトロン原糸製造で求められるペレットのIV値（1.05以上）に対して不十分と判断された。

*2 IV 値 イントリンシックビスコシティ(Intrinsic Viscosity)値＝固有粘度
この値が低いと破断しやすいとされ、繊維原料としては好ましくない。

3.3 使用済みテトロン漁網のマテリアルリサイクルを社会実装するための必要条件

マテリアルリサイクルの原料として使用済みテトロン漁網を洗浄、乾燥、切断（粉砕）した後、押出機と造粒機等を用いて再生ペレットを製造した。工程において使用済み漁網には砂や泥が多く付着し、材質の異なる撚糸も複数取り付けられていた。取り外す必要がある撚糸の材質は、ほとんどがナイロンであった。砂や泥を取り除く洗浄作業には0.2人工/反、撚糸を取り除く作業には0.3人工/反を要した。特に材質が異なる撚糸を取り外す作業では、その材質を鑑別するために蟻酸（ナイロンは溶融し、テトロンは溶融しない）を用いる必要があった。取り外し作業には材質鑑別に関する知識が求められた。

試作したペレットのIV値は0.39と極めて低かった。その原因は、今回用いた工程では不純物が十分に取り外せなかったことや押出機に投入した破碎原料に水分が多く、原料の加水分解を促進したことが考えられる。テトロンの水分率は0.4～0.5%と低く、工程において乾燥処理も施したが、搬送や保管時に結露等のため水分が破碎品に付着したと考えられる。

不純物や水分を取り除くことができれば、試作するペレットのIV値は少なくとも0.5～0.6まで高めることが可能と推測される（PETボトルのマテリアルリサイクル用の押出機を製造・販売するメーカーとの協議に基づく）。また、その後、当該ペレットに対して固相重合処理（真空、高温下において一定時間攪拌する）により、再生ペレットのIV値を漁業用の原糸を製造する上で求められるペレット性能（IV値1.05以上）に高められることに期待できる。

原料（使用済みテトロン漁網）に泥や砂等の不純物が含まれていた点については、その保管を屋内とすることで大幅に削減できると考えられる。また、押出機に取り付けるスクリーンのメッシュサイズを小さくすることでも泥や砂等の不純物を減らすことができる（しかし、スクリーンメッシュは、ペレットの製造効率に影響を及ぼすため選定には注意が必要となる）。

まき網漁具や定置網漁具等の仕立てや修理に用いる撚糸の色は、現状、主に黒色かカッチ色の2種類が販売されているが、材質の違いに応じて色分けされていない。材質に応じて撚糸の色が異なれば、分別作業を軽減できると言える。

使用済みテトロン漁網のマテリアルリサイクルを促進するためには、廃棄対象となる

使用済み漁網の室内保管、修理や仕立てに利用する撚糸の材質に応じた色分けおよび漁網のマテリアルリサイクルに特化した設備（システム）の完備が求められる。特化した設備とは、回収後、一定の温度管理下において、使用済み漁網を洗浄により不純物を取り除き、原料を十分に乾燥させ、効率よく再生ペレットを製造、保管できることを示す。

次年度には、上述した再生ペレットの性能劣化を招いた工程の改善を施した上で、再度、再生ペレットを製造した後、固相重合処理を行い、それを原料として再生テトロン漁網を試作することでマテリアルリサイクル技術を確立することを計画している。

注) マテリアルリサイクルはプラスチックを熔融した後、押出機と造粒機でペレットを製造する方法である。マテリアルリサイクル以外にプラスチックを化学的に分解し、モノマーに戻した（解重合）後、再度プラスチックに戻す（再重合）ケミカルリサイクルがある。ケミカルリサイクルで製造されたペレットの性能は高いが、コストが大幅に増加してしまうため、経済的に合致しないと考えられている。