

生分解性海苔養殖網の開発と性能評価

加工技術部 加藤和美、西村美郎、小林久行

1. はじめに

現在、愛知県は全国有数の養殖海苔の産地としても知られ、県下の生産枚数は約8億2千万枚（平成9年）で、全国の約8%のシェアを占めている¹⁾。海苔養殖に使用する養殖網は使用期間が短く一般的には2シーズンの使用で養殖網としての使用は終了する。その後一部については補修等されて害獣防除ネット等の用途に再使用されているが、廃棄される網も多くあると言われている。海苔養殖網は漁獲用網ほどの強度や耐久性も必要なく、短期で廃棄されるため環境対応型の生分解性繊維の利用が効果的であると思われる。生分解性繊維の海苔養殖網への応用については兵庫県立水産試験場が平成5年度から9年度にかけて水産庁委託研究として実施し、ポリ乳酸（PLA）、ポリカプロラクトン（PCL）、ポリブチレンサクシネート（PBS）、ポリヒドロキシブチレート／バリレート（PHB/V）等の生分解性繊維を用いて試験しているが、通常のビニロン製海苔養殖網には劣るという結果がでている^{2)、3)}。そこでここでは検討されなかったでんぶん系生分解性樹脂を繊維化し、海苔養殖網としての実用性能を評価してみた。また、前年度検討した栄養剤を含有した繊維⁴⁾についても紡糸し、その有効性についても検討した。さらに海洋使用、付着海苔腐敗処理、土中埋設による劣化の程度等についても検討した。

2. 実験方法

2.1 試料

生分解性樹脂

でんぶん系樹脂

ポリブチレンサクシネート（以下PBSと略す）

ポリカプロラクトン（以下PCLと略す）

栄養剤

褐藻類抽出物粉末（60メッシュ以下）

生分解性樹脂は多種類あるが、でんぶん系樹脂は吸水性があるため海苔養殖網に使用されているビニロンモノフィラメントの代替として、PBSはナイロンマルチフィラメントの代替として、PCLは低融点で、でんぶん系樹脂の中にも含有されているため⁵⁾、栄養剤を混練するマスターバッチ用樹脂として採用した。栄養剤は市販の海苔養殖用栄養剤を粉碎したものであり、採苗（種付け）後や、育苗途中で栄養剤水溶液中に養殖網を浸漬して海苔の生育向上するためのものである。

2.2 栄養剤混練マスターバッチの作成

溶融紡糸に使用するための栄養剤混練マスターバッチを(株)東洋精機製作所製のラボプラストミル2軸混練押出機を用いて作成した。装置はスクリー径20mm、L/D=25、異方向外回り2軸押出機及びコールドカット方式のペレタイザーからなっている。

2.3 溶融紡糸試験

モノフィラメントの溶融紡糸は中部化学機械製作所(株)製の溶融紡糸装置TN-35を使用した。装置はスクリー径35mm、L/D=28の押出機及び2mの熱水延伸槽、3.5mの熱風延伸槽からなっている。マルチフィラメントの溶融紡糸は中部化学機械製作所(株)の溶融紡糸装置ポリマーメイトVを使用した。装置はスクリー径25mm、L/D=28である。

2.4 撚糸及び製網

溶融紡糸した生分解性繊維を用いて撚糸及び製網を行った。また、一般に使用されているビニロンモノフィラメント及びナイロンマルチフィラメントからなる海苔養殖網をスタンダードとして使用した。

2.5 強伸度試験

定速伸長形引張試験機を用い、フィラメントはJIS L 1013、網の強伸度はJIS L 1043（一節2

脚、縦目方向)にて試験した。

2.6 海苔育成海洋試験

一般海苔養殖網と試作した網について蒲郡竹島海域では秋から春に、吉良吉田海域では秋から冬に半浮動方式で海苔の育成を行った。

2.7 海苔葉体付着強度

海水を入れた容器中に錘をつけた切り取った海苔養殖網を入れ、引張試験機の上部つかみ具でつかみ間隔3~5cmで海苔葉体をつかみ、5cm/分の引張速度で30測定した。

2.8 付着海苔腐敗処理

収穫終了後の網は翌年再使用するため図2のように山積みされポリエチレンシートで被い数か月間放置し網に付着している海苔芽を腐敗させる。そこで吉良吉田海域で秋芽2回摘採終了後の網を他の一般海苔養殖網と一緒に12月から腐敗処理し、一定期間後取り出して強度保持率を測定した。

2.9 土中埋設試験

未使用のトワイン(網糸)を当センター裏庭の土中約10cmの深さに10月末に埋設した後、所定期間後取り出し、強度保持率を測定した。

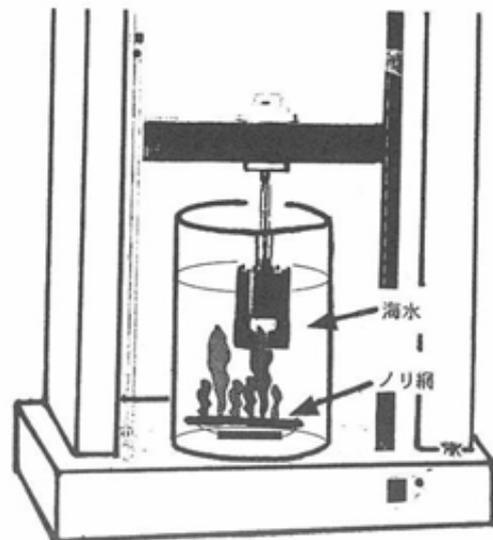


図1 海苔葉体付着強度の測定法



図2 付着海苔腐敗処理

3. 結果及び考察

3.1 溶解紡糸

採用した生分解性樹脂は、ビニロンとの代替も考慮して吸水性のあるでんぶん系樹脂とし、モノフィラメントを溶解紡糸した。また、通常海苔養殖網と同じ構造とするためナイロンの代わりにPBSを用いてマルチフィラメントを溶解紡糸した。でんぶん系生分解性樹脂は前年度使用したグレードに生分解性の不十分な成分が添加されていることが判明して販売中止となったため、別のグレードを用いて溶解紡糸した。栄養剤はPCLを用いて10%混練したマスターバッチを作成し、でんぶん系生分解性樹脂とブレンドし紡糸材料とした。紡出糸の物性を表1に示す。紡糸した繊維を撚糸、製網して表2に示した性能の網地を製造した。

3.2 海苔育成海洋試験

海洋での試験用網地は1枚の網地の1/3ずつを「スタンダード」、「生分解」、「生分解+栄養」としたものを使用した。蒲郡竹島海域では海上採苗法、吉良吉田海域では陸上採苗法にて海苔胞子の付着を行った。蒲郡竹島海域の観察では図3に示すように育成15日後にすべての網地に海苔芽が付着し、約1mm程度に成長していた。顕微鏡観察すると「スタンダード」ではトワインの谷部に海苔芽が付着しているのに対し、「生分解」では山部にも付着しているのが観察され、海苔芽の付着数が多いものと推定された。「生分解+栄養」ではアオノリが多量に付着していた。さらに育成を続けた状況を図4~6に示す。海洋での目視によ

表1 紡出糸の物性

試料	織度(tex)	引張強さ(N)	伸度(%)	引張強度(N/tex)
でんぶん系モノフィラメント	71	20	19	0.28
" (栄養入り)	76	18	26	0.24
PBSマルチフィラメント	27/24f	5.4	79	0.20

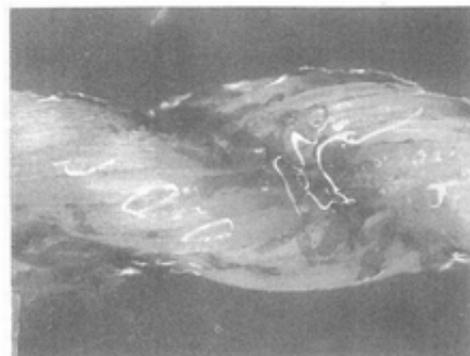
表2 網地の物性

試料	構成繊維	引張強さ(N)	伸度(%)
スタンダード	(ビニロン、ナイロン)	560	30
生分解*	(でんぶん系、PBS)	390	21
生分解+栄養*	(でんぶん系(栄養入り)、PBS)	410	24

*網糸の構成 (でんぶん系 71(76)tex×8 + PBS 27tex/24f×5×2)×2

る育成状況観察では3種類の試料間には差が見られなかった。育成中に試験網から切り取った網糸に付着していた海苔の葉長写真を図7に示す。第2回摘採時に「生分解」、「生分解+栄養」の一部に葉長の長い部分がみられるが、これは第1回摘採時に長めに摘み残した部分の影響とおもわれ、3種類の網の違いによる育成に大きな差はみられない。次に3回の摘採量を図8に示す。「生分解」の摘採量は「スタンダード」と比較して3回とも多かった。葉長にははっきりとした差はみられなかったことより海苔芽の付着数が「生分解」は「スタンダード」に比べて多いものと考えられ、育成15日後の顕微鏡観察結果と一致する。「生分解+栄養」では、アオノリの付着により通常の高苔芽の付着数が「生分解」より少なかったが、育成途中で冷凍処理等を行うことによりアオノリを除去したためか第3回の摘採量は他の2種より多くなった。

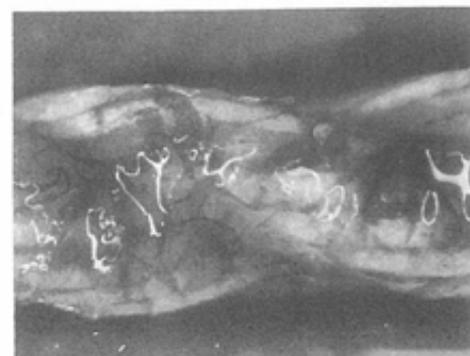
吉良吉田海域では摘採量等については確認できなかったが、水産業普及員の目視による観察では3種類の育成状況に差は無いまま2回の摘採を終了した。



スタンダード

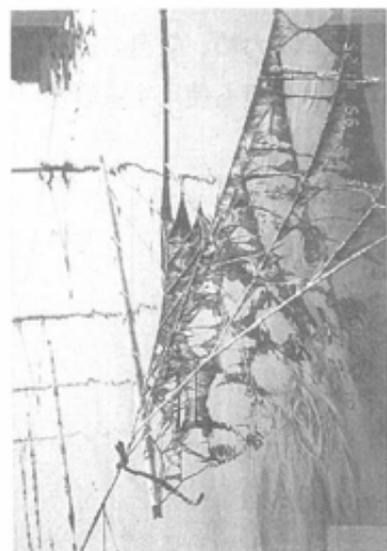


生分解



生分解+栄養

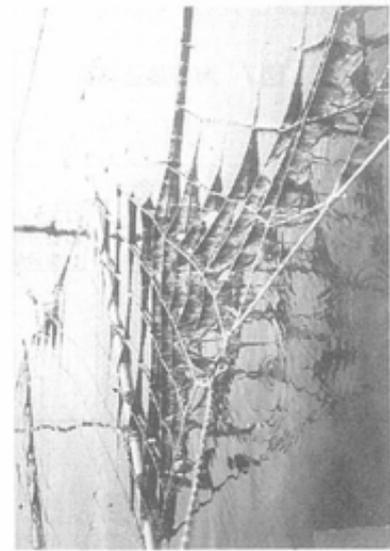
図3 竹島海域15日後



スタンダード

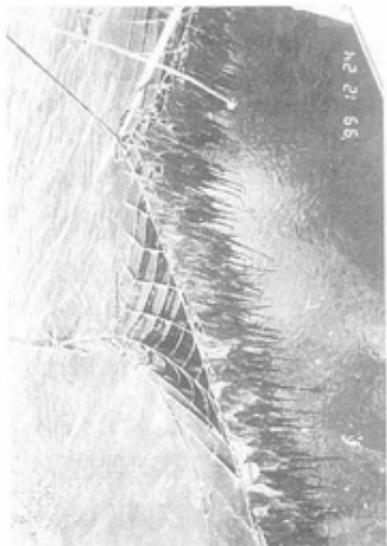


生分解

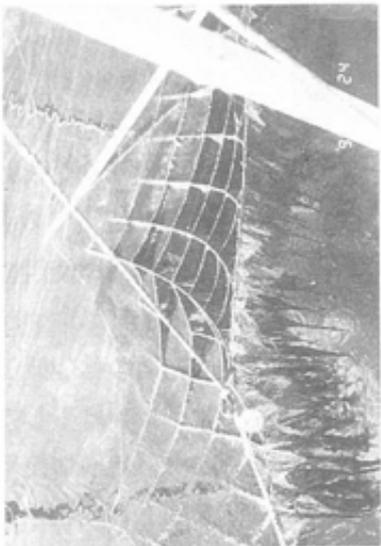


生分解+栄養

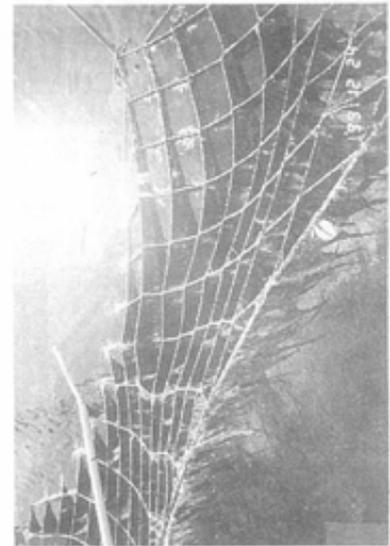
図4 竹島海域31日後



スタンダード



生分解

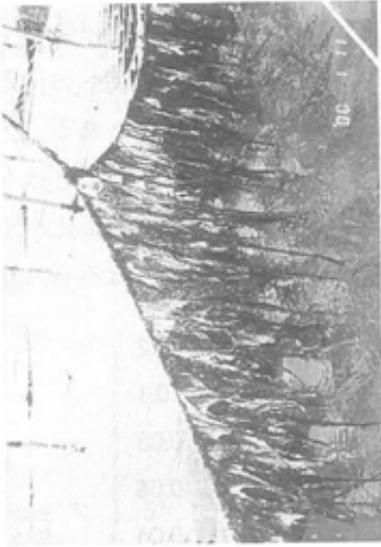


生分解+栄養

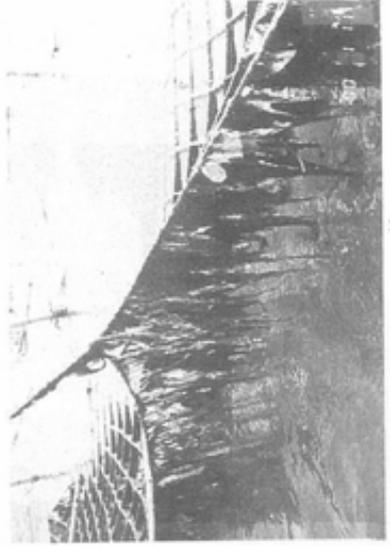
図5 竹島海域第1回摘採時



スタンダード

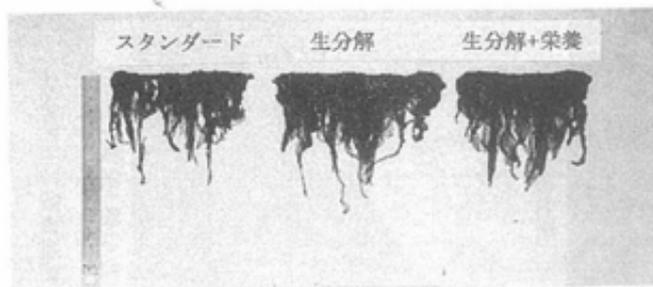


生分解

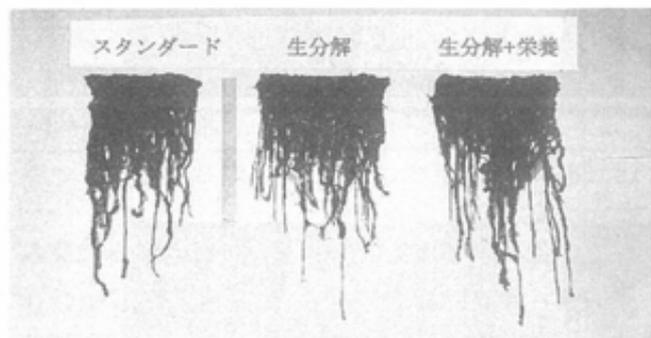


生分解+栄養

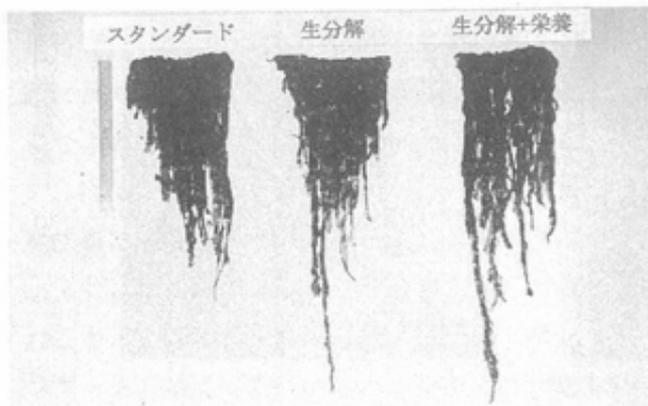
図6 竹島海域第2回摘採時



31日後



第1回摘採 (42日後)



第2回摘採 (42+17日後)

図7 海苔葉長写真

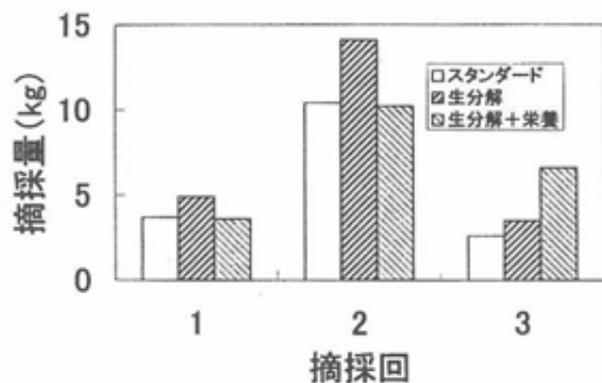


図8 海苔摘採量

3.3 海苔葉体付着強度

海苔網は絶えず波にさらされているため、海苔葉体の網への付着強さが弱いと育成中に脱落する可能性がある。付着強度を図9に示す。養殖日数の少ないときは「生分解+栄養」の付着強度が他の2種類に比べて大きいですが、成長すると3種類の間に差はみられなくなった。

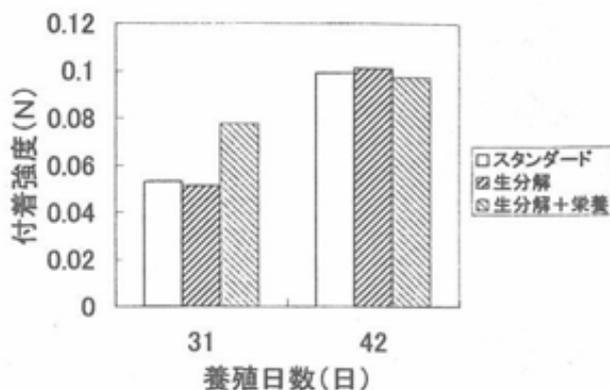


図9 海苔葉体付着強度

3.4 海洋使用及び使用後の付着海苔腐敗処理

海洋使用での強度保持率の測定結果を図10に示す。海洋使用では「スタンダード」はほとんど強度低下しないが、「生分解」と「生分解+栄養」は初期の強度低下はわずかだが長期の海洋使用により少し低下していくことが判明した。

海苔養殖に使用した網の付着海苔腐敗処理結果を図11に示す。2.5か月程度までは強度低下は少なかったが、さらに続けて4か月間の処理を実施すると強度低下が大きくなった。12月から処理を実施したので時期的には冬季に強度低下が小さく、春期に分解が進行しているため、気温の影響も大きいものと考えられる。翌年も使用する場合

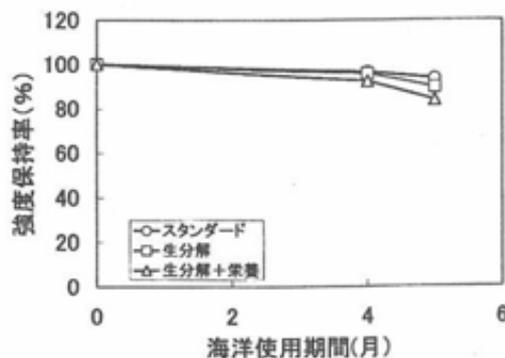


図10 海洋使用による網の強度保持率

は腐敗処理期間を短くすることが必要である。使用を終了し廃棄する場合は長期間この処理を行うことにより分解を進行させることもできるものと思われる。

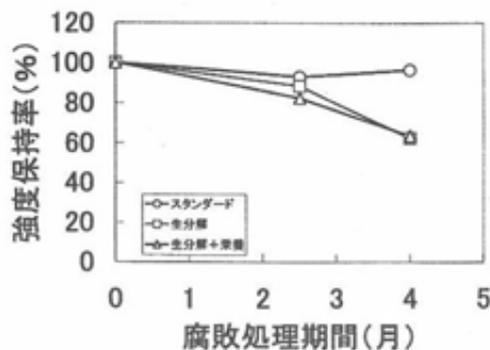


図11 付着海苔腐敗処理による網の強度保持率

3.5 土中埋設

使用後の廃棄処分を想定し未使用のトワインの土中埋設による生分解性を調べたところ、図12に示すように「生分解」、「生分解+栄養」ともに強度保持率の低下が確認された。海苔養殖は10月から2月頃まで行われるため網の廃棄される時期は初春頃と考えられ、微生物活動の活発な時期に埋設されるが、今回の埋設開始が10月末であったため、埋設の中心時期が冬季であったこと及び本来は海洋使用で劣化した網が埋設されることから実際にはさらに分解が進行していくものと推定される。

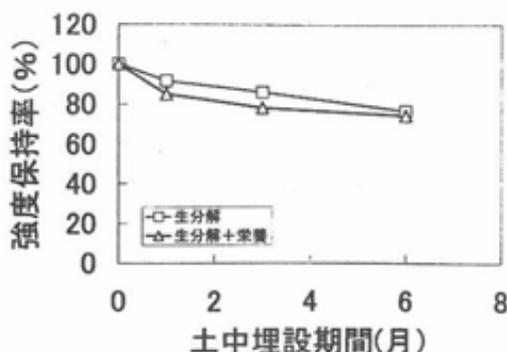


図12 土中埋設によるトワイン強度保持率

4. まとめ

でんぶん系モノフィラメントとPBSマルチフィラメントからなる生分解性繊維を使用した網は通常の高養殖網と比べて強度がやや低い点を除くと、海苔芽の付着数や摘採量が多く、海苔葉体の付着強度も差は無く、海苔育成用の網として十分な性能を有していることが判明した。でんぶん系モノフィラメントに栄養剤を混練したものについては、その効果は明らかにはならなかった。また、これら網地の海中使用や付着海苔腐敗処理、土中埋設等による強度低下の程度を明らかにすることができた。

終わりに、海苔育成試験や付着海苔腐敗処理にご指導、ご協力をいただいた愛知県水産試験場及び愛知県西三河事務所水産課に厚くお礼申し上げます。

文 献

- 1) あいちの地場産業、平成12年1月、岡崎信用金庫
- 2) 平成9年度 生分解性プラスチック漁具開発事業報告書、兵庫県立水産試験場
- 3) 生分解性プラスチック漁具開発事業報告書(社)マリノフォーラム21
- 4) 加藤、西村、小林、三河繊維研究資料、250(1999)
- 5) 岩波、三宅、繊維学会誌、52、No. 2、(1996)