pISSN 1225-827X
eISSN 2287-4623
J Korean Soc Fish Ocean Technol, 54(2), 097-106, 2018
http://dx.doi.org/10.3796/KSFOT. 2018. 54. 2. 097

KSFOT FISHERIES OCEAN TECHNOLOGY
www.fishtech.or.kr
〈Original Article〉

# 친환경 생분해성 그물실의 재질에 따른 연안 유자망의 어획성능 특성

김성훈 · 김병관[1*] · 정성재 · 배재현[1] · 임지현[1] · 오우석[2]
국립수산과학원 동해수산연구소 자원환경과, [1]국립수산과학원 수산공학과, [2]전남대학교 수산과학과

# Fishing performance of a coastal drift net in accordance with materials of the environmentally-friendly biodegradable net twine

**Seonghun Kim, Pyungkwan Kim[1*], Seongjae Jeong, Jaehyun Bae[1], Jihyun Lim[1] and Wooseok Oh[2]**

*Fisheries Resources and Environment Research Division, East Sea Fisheries Research Institute, National Institute of Fisheries Science, Gangneung 25435, Korea*
*[1]Fisheries Engineering Research Division, National Institute of Fisheries Science, Busan 46083, Korea*
*[2]Division of Fisheries Science, Chonnam National University, Yeosu 59626, Korea*

The objective of this study was to estimate physical properties and fishing performances of net twine with improved PBS copolymer resin (Bio-new), the existing PBS/PBAT blending resin (Bio-old) and commercial Nylon (Nylon). The tensile strength of Bio-new monofilament was equal to Bio-old and the elongation of Bio-new was about 6 % higher than that of Bio-old in wet condition. The physical properties tests were carried out to estimate breaking load and stiffness in dry and wet conditions, respectively. In the results, the breaking load of Nylon netting was the highest whereas the elongation of Bio-new was 1.4 times higher than that of Nylon netting in wet condition. The breaking load of Bio-old netting was about 9.2 % higher than that of Bio-new netting. However, the elongation of the Bio-new netting was about 3% higher than that of Bio-old. The stiffness of the Bio-new compared to Bio-old was improved about 34 % in dry condition and about 32 % in wet condition. The filed experiments of the fishing performance were conducted with three kinds of drift nets with different netting materials in the coastal sea of Jeju. The each experimental drift net made of different materials showed the similar fishing performance. Bio-old drift net yielded less catches of small sized yellow croaker than other drift nets. The netting materials affected the fishing performance and length distribution of catches in the drift nets.

Keywords : Biodegradable net, Environmentally-friendly, Drift net, Fishing performance, Netting material

## 서 론

과거 어업에서 사용하는 그물은 과거에는 마닐라 삼이나 각종 식물성 섬유 등 자연에서 채취한 천연소재를 사용하여 왔다. 시대가 변화하고 산업이 발달됨에 따라

*Corresponding author: trawl98@korea.kr, Tel: +82-51-720-2574, Fax: +82-51-720-2586

석유화학제품을 비롯하여 각종 화학합성섬유가 개발되었으며, 이를 이용한 다양한 공산품이 공급되어 왔다(Andres and Garrother, 1964; Park and Kim, 2012). 어업은 이러한 산업의 발달과 합성섬유의 개발로 큰 변화를 겪어왔으며 지금은 폴리아미드, 폴리에스테르계 등 다양한 석유화학제품을 원료로 그물실, 각종 수산자재 등에 폭넓게 사용되고 있다(Anonymous, 1990; Wright and Doulman, 1991; Richards, 1994). 합성섬유로 제작된 그물은 강도가 강하고 내구성이 우수하며, 가격이 저렴하다는 장점을 가지고 있다.

반면, 그물과 같은 어구는 어업현장에서 사용하는 도중에 버려지거나, 기상악화와 타어업인들과 어구 얽힘 사고 등으로 유실되었을 경우 썩지 않고 해중에 침적되거나 조류의 흐름에 의해 바닷속을 떠다니게 된다.

해중에 버려진 폐어구는 바닷속에서 어구의 기능을 가지고 있어 물고기 걸려서 죽기도 하고, 폐통발의 경우는 통발에 입망한 물고기가 미끼 역할을 하여 다른 물고기를 연속적으로 입망하여 죽는 유령어업(Ghost fishing)이 지속적으로 발생하기도 한다(Kaiser et al., 1996; Erzini et al., 1997; Humborstad et al., 2003; Pawson, 2003; Revill and Dunlin, 2003; Santos et al., 2003; Tschernij and Larsson, 2003; Ayaz et al., 2006; Baeta et al., 2009). 폐어구는 수거 후 폐기처리를 위해 소각할 경우 유해가스가 발생하는 등 많은 문제점을 가지고 있다.

최근에는 이러한 해양오염과 유령어업저감을 위해 지방족 섬유를 바탕으로 한 생분해성 어구가 개발되어 시범적으로 어업인들에게 보급되고 있다(Park et al., 2007a, b, 2010; Kim et al., 2014a, 2014b; Kim et al., 2016a).

생분해성 어구는 고분자화합물로서 일정기간 해중에 침지되면 미생물에 의해 물과 이산화탄소로 분해되는 것으로 환경 친화적이다. 그러나 PBS (Polybutylene succinate) 수지를 기반으로 한 생분해성 그물실은 파단강도와 신장률은 폴리아미드 수지를 기반으로 한 나일론 그물실과 대등한 성능을 나타내지만 유연성이 다소 떨어지는 특성을 가지고 있으며, 수지의 융점이 낮아 편망, 열처리과정 등 가공이 까다로운 단점이 있다(Park and Kim, 2012).

그물실의 유연성은 자망어구에 있어서는 어획성능과 밀접한 관련이 있으며, 어선에 어구를 적재할 경우 그물이 부풀어 올라 작업자의 발에 그물감이 걸리거나 하는 등 작업에 불편한 점이 있었다. 이러한 문제점을 해결하기 위하여, 그물실의 방사공정, 그물의 편망 및 열처리 공정 개선에 관한 다양한 연구가 수행되었다(Park et al., 2010; Park et al., 2014). 또한 생분해성 그물실의 유연성 등 물성개선을 위하여 Park et al. (2010)와 Bae et al. (2013)은 PBS와 상대적으로 유연성이 있는 PBAT (Polybutylene adipate-co-telephtalate)를 일정비율로 블렌딩하여 유연성을 확보하는 연구를 수행하였다. 블렌딩한 수지는 기존의 PBS만을 사용한 그물실에 비해 유연성은 어느 정도 개선되었으나, 그물실 내에서 물성이 균일하지 않는 단점이 있으며 이로 인하여 완성그물 별로 어획성능에 차이를 보이는 단점이 있다(Park et al., 2015).

본 연구에서는 생분해성 어구의 성능향상을 목적으로 PBS와 PBAT를 합성단계에서 하나의 구조로 제작한 PBS 공중합체의 성능을 평가하기 위해 제주 추자도 인근에서 사용하는 연안 유자망을 대상으로 해상시험을 실시하고 어획성능을 비교 분석하였다.

## 재료 및 방법

### 그물실의 물성시험방법

시험어구에 사용한 그물실의 물리적 특성을 알아보기 위하여, 파단강도, 신장률, 유연도를 측정하였다. 시험에 사용한 그물실의 굵기는 표준직경 0.284 mm, 호수법 3호로 제작하였다. 대조군으로서는 상업적으로 유통하고 있는 동일 규격의 연안자망용 나일론 그물실을 사용하여 비교분석하였다. 파단강도 및 신장률은 ASTM

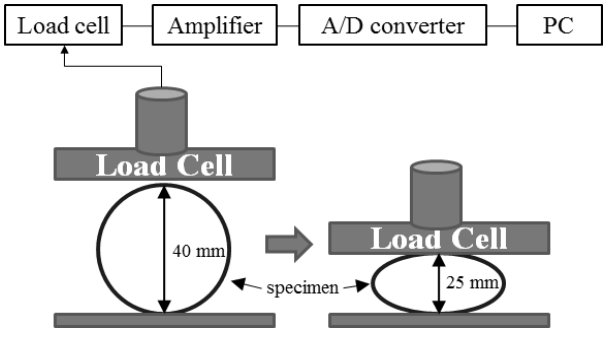



**Fig. 1. Schematic diagrams for measuring the stiffness of the monofilament samples.**

D638 시험법에 따라 시험하였으며, 국립수산과학원의 만능시험기(Instron 3365, USA)를 사용하여 측정하였다. 인장시험에서 시료를 거치한 클램프 간격은 400 mm 였으며, 데이터는 시료의 중앙부가 절단된 20건에 대해 파단강도 값과 신장률 값을 획득하였다. 유연도 측정은 Brandt법(Andres and Garrother, 1964; Kim et al., 2014a)과 KS 시험법 KSK0538, 1996을 준용하여 시험하였으며, 시험에 사용한 시료(試片)는 지름 4 cm의 원통에 시료를 20회 균일하게 감아서 벗겨내어 제작하였다.

유연도 측정장치는 Fig. 1과 같이 시편을 눌러 2.5 cm로 압축할 때 걸리는 힘을 측정하였다. 시험은 건시와 습시상태로 나누어 각각 20개의 샘플을 제작하여 시험하였으며, 습시는 증류수에 24시간 침지한 후 측정하였다. 측정시의 시험실의 실내온도는 20±2℃, 상대습도는 65±2%를 유지하여 실시하였다(Kim et al., 2014a, b; Kim et al., 2016a).

### 완성 그물의 물성 측정

각각의 그물감에서 임의의 위치에서 시편(가로콧수 5코 × 세로콧수 10코)을 각 20개씩 사단하여 사용하였다. 파단강도의 측정은 인장력 시험기(Instron 3365, USA)를 사용하여 KS K ISO1806:2002의 핀에 의한 그물코의 장착 방법과 동일하게, 그물코 5개를 모두 상하단 크램프의 핀에 고정시키고, 400 mm/s의 일정속도로 인장하며 시험하였다. 파단강도는 측정치 중 파단시의 최대강도를 채택하였다.

### 해상시험

생분해성 그물실 재질 변화에 따른 성능을 평가는, 제주 추자도 인근해역에서 참조기 등 대상으로 조업하는 연안유자망을 대상으로 해상어획성능 시험을 실시하였다. 시험조업은 제주 추자도 남해안에서 실시하였으며, 시험어구는 PBS와 PBAT를 중량비율 82w%대 18w%로 블렌딩한 생분해성 수지를 사용한 그물(실)(이하, Bio-old), PBS와 PBAT를 공중합한 수지를 사용한 그물(실)(이하, Bio-new) 그리고 나일론 그물(실)(이하, Nylon), 총 3종류로 제작하여 시험하였다. 시험어구의 규격은 Table 1에 나타내었다.

시험어구 1폭의 뜸줄길이는 약 24.5 m, 발줄길이는 약 27 m로 제작하였으며, 가로방향 성형률은 48%로 제작하였다. 시험어구의 상세설계도는 Fig. 2에 나타내었다.

시험어구는 그물실의 재질별로 5폭씩을 제작하여 총 15폭을 사용하였다. 해상시험은 상업어구의 160폭의 가운데 부분에 연결하여 어구를 구성하여 시험하였으며, 시험어구의 배치는 Fig. 3에 나타내었다.

시험조업은 제주 추자도 선적 연안자망 어선 해창호(9.77톤)를 이용하여 추자도 남서해역에서 수행하였으며 조업수심은 92~120 m였다. 조업위치는 Fig. 4에 나타내었다.

시험조업방법은 일출 전 출항하여 어군탐색 후 어군이동 방향을 고려하여 일출 전 투망을 완료하고 약 5~6시간 침지 후 양망하였으며, 시험어구는 입항 후 시험어구의 종류별로 어획물 분리하여 취득한 후 각 어종별로 분리하여 체장 및 체중을 전수 측정하였다.

시험 조업은 2014년 10~11월 중에서 6회 실시하였으며, 어장이 형성되지 않거나 파망사고로 데이터의 불균형을 보였던 것을 제외하고 총 4회의 어획물 자료를 사용하여 어획성능분석을 실시하였다.

**Table 1. Composition of the experimental drift nets in accordance with three different net materials**

| Items | Composition | Material | Monofilament diameter[2] (mm) |
|---|---|---|---|
| | Horizontal × Vertical (mesh)[1] | | |
| Bio-old | 280 × 1,000 | PBS 82w% and PBAT 18w% Blending | ∅0.300 |
| Bio-new | 280 × 1,000 | PBS and PBAT copolymer | ∅0.297 |
| Nylon | 280 × 1,000 | PA (Polyamide) | ∅0.293 |

[1] Number of mesh for horizontal direction and vertical direction, respectively.
[2] Standard diameter of the netting twine by Number's method.

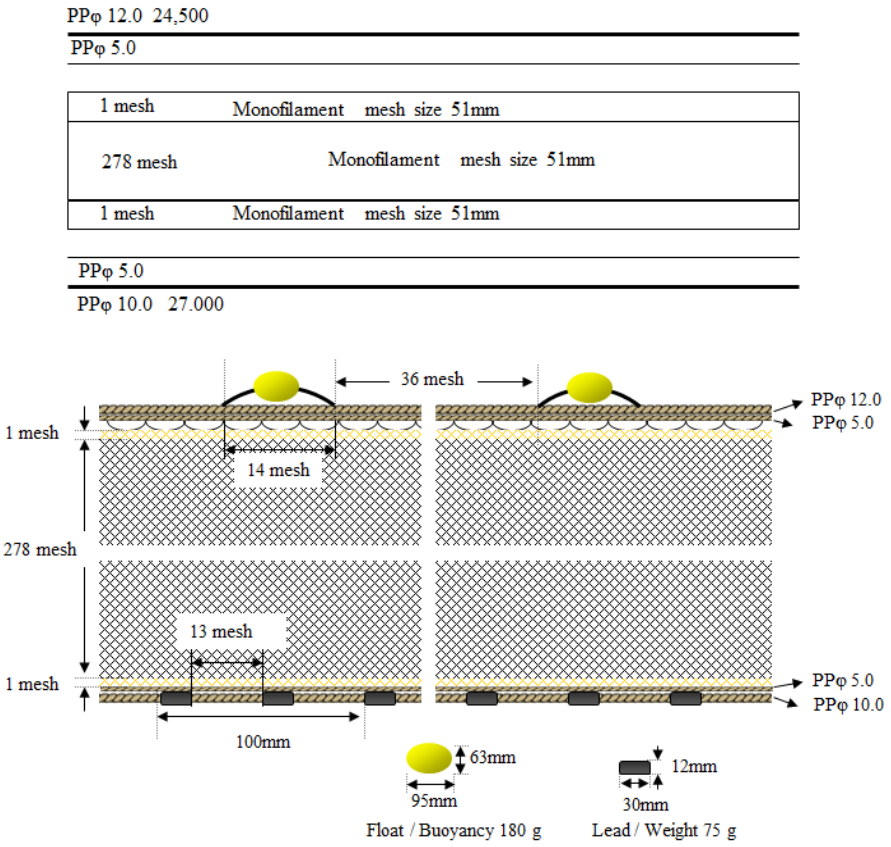



**Fig. 2. Construction of the drift net for yellow croaker.**

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| C* | Bio-old | Bio-new | Nylon | ··· | Bio-old | Bio-new | Nylon | C* |

**Fig. 3. Arrangement of experimental nets with three different net materials for fishing performance experiments. C* : Commercial gears.**

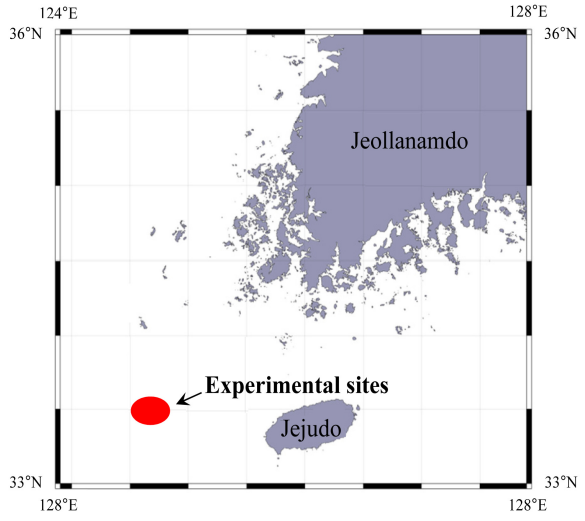



**Fig. 4. Location of the experimental sites of fishing performance experiments with three different net materials.**

## 결과 및 고찰

### 그물실 물성시험

생분해성 그물의 물리적 특성은 기존에 개발된 수지로 만든 그물실 Bio-old와 물성 개선을 위하여 PBS공중합체를 사용한 그물실 Bio-new 그리고 Nylon 그물실, 총 3종에 대해 각각 물성을 측정하여 비교 분석하였다. 그물실은 호수법으로 경심3호(표준직경 ∅0.284 mm)를 기준으로 방사하여 시험한 결과는 Table 2에 나타내었다.

각 시료별 직선강도는, Nylon은 건시상태에서 5,950 kg/cm$^2$, 습시상태 4,817 kg/cm$^2$ 이었으며, 습시강도는 건시강도보다 약 19% 정도 감소하는 것으로 나타났다. 각 시료별 신장률은 건시상태에서 25.12%, 습시상태에서 31.65%로 강도는 감소한 반면 신장률은 약 25% 증가하는 것을 알 수 있었다. 생분해성 그물실의 물성균일

**Table 2. Strength and elongation of Bio and Nylon monofilaments in dry and wet conditions**

| Material (Diameter, mm) | Denier | Weight | Breaking strength | | Elongation | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Dry | Wet | Dry | Wet |
| | Td | g/m ± S.D. | kg/cm$^2$ ± S.D. | kg/cm$^2$ ± S.D. | % ± S.D. | % ± S.D. |
| Nylon (∅0.293) | 679.75 | 0.076 ± 0.0015 | 5,950 ± 1.11 | 4,817 ± 1.84 | 25.13 ± 1.58 | 31.46 ± 2.22 |
| Bio-old[1)] (∅0.300) | 803.71 | 0.089 ± 0.0017 | 4,775 ± 0.30 | 4,704 ± 0.75 | 24.32 ± 1.01 | 24.61 ± 1.74 |
| Bio-new[2)] (∅0.297) | 845.41 | 0.094 ± 0.0013 | 4,842 ± 0.33 | 4,790 ± 0.45 | 25.55 ± 0.84 | 25.87 ± 0.59 |

[1)] PBS (82w%) + PBAT (18w%) blending resin.

[2)] PBS and PBAT copolymer resin.

**Table 3. Stiffness of the nylon and biodegradable monofilaments on dry and wet condition**

| Material | Nylon | Bio-old | Bio-new |
|---|---|---|---|
| Condition | Mean ± S.D. | Mean ± S.D. | Mean ± S.D. |
| Dry | 16.46 ± 0.30 | 15.86 ± 1.27 | 10.43 ± 0.59 |
| Wet | 9.73 ± 0.23 | 15.04 ± 1.32 | 10.21 ± 0.61 |
| d.f.* | 10 | 10 | 10 |
| t-test | P=0.0001, p<0.05 indicates significance | | |

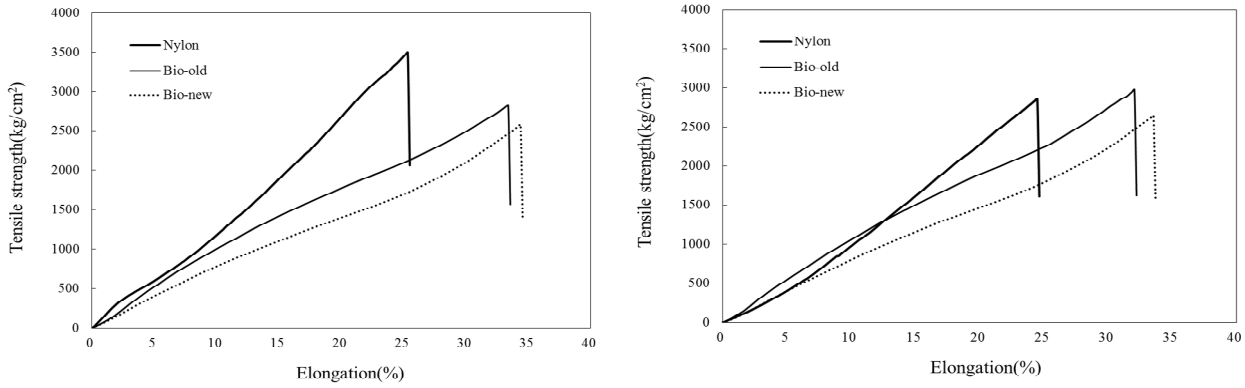
*d.f. : degree of freedom.

**Table 4. Strength and elongation of Bio and Nylon nettings in dry and wet conditions**

| Material (Diameter, mm) | Denier | Weight | Breaking strength | Elongation |
|---|---|---|---|---|
| | | | Dry | Dry |
| | Td | g/m ± S.D. | kg/mm$^2$ ± S.D. | % ± S.D. |
| Nylon (∅0.293) | 679.75 | 0.076 ± 0.0015 | 3,498 ± 1.27 | 25.3 ± 0.90 |
| Bio-new (∅0.297) | 845.41 | 0.094 ± 0.0013 | 2,583 ± 0.66 | 34.4 ± 0.51 |
| Bio-old (∅0.300) | 803.71 | 0.089 ± 0.0017 | 2,820 ± 0.75 | 33.4 ± 0.96 |

성을 확보하고 유연도를 개선한 Bio-new는, 건시강도 4,842 kg/cm$^2$, 습시강도 4,704 kg/cm$^2$로 습시상태를 기준으로 하였을 경우 Nylon 강도의 99%를 나타내었다. 신장률은 건시상태에서 25.73%, 습시상태에서 25.97%로 건시와 습시의 신장률 차이는 거의 보이지 않았다. 습시상태의 신장률은 Nylon 신장률의 약 82%를 나타내었다. 기존에 개발된 생분해성 수지로 방사한 Bio-old와 Bio-new의 비교에서는 강도는 대등하였으며, 신장률은 Bio-old에 비해 Bio-new가 약 6% 정도 우수한 것으로 나타났다.

각 시료별 유연도 시험 결과는 Table 3에 나타내었다. Nylon 그물실의 경우 10회 평균 압축력(Stiffness)은 건시상태에서 16.46 g, 습시상태에서 9.7 g으로 Nylon 그물실은 습시상태에서 압축력이 감소하는 것으로 유연도는 증가하여 부드러워지는 것을 알 수 있었으며, 습시상태의 압축력은 건시상태 압축력의 58%로 약 1.7배 감소하여 상대적으로 유연도가 증가하는 것을 알 수 있었다. 반면, Bio-new는 건시상태에서 10.43 g, 습시상태에서 10.21 g으로 건시와 습시의 값에 큰 변화는 없었다. Nylon과 비교해서는 건시상태에서는 Nylon보다 압축력이 작아 상대적으로 유연도가 우수하였으며, 습시상태에서는 Nylon에 대비 7% 정도 유연도가 낮은 것으로 나타났다. 또한 기존




(a) Dry condition (b) Wet condition

**Fig. 5. Line strength and elongation curves of monofilaments with three different materials in the dry and wet condition.**

의 생분해성 그물실의 경우, 건시상태의 압축력 15.86 g, 습시상태의 압축력 15.04 g으로 나타났으며, Bio-new는 기존의 생분해성 그물에 대해 건시상태의 유연도는 약 34% 이상 개선되었으며, 습시상태의 유연도는 Bio-old에 비해 약 32% 개선된 것으로 나타났다.

그물실의 유연성은 연안 유자망과 같은 자망 어구에서 물고기가 꽂히는 데 중요한 역할을 하는 요소로서 어획량과 밀접한 관련이 있다(Kim et al., 2016a).

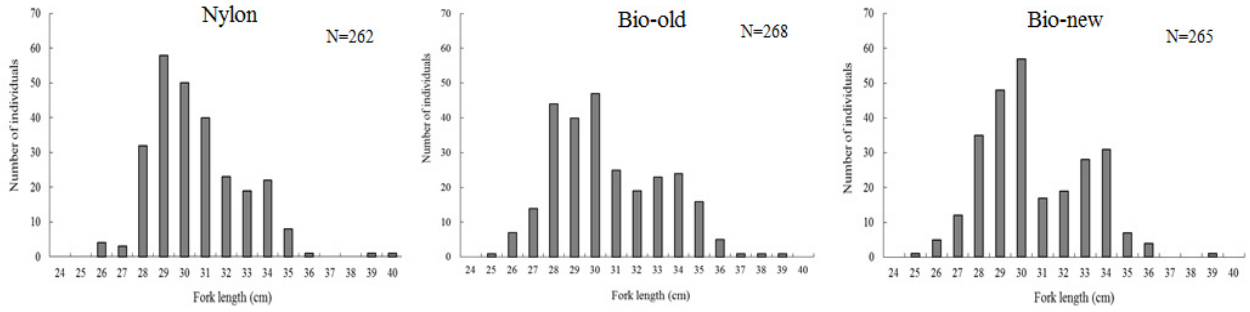
각 재질별 그물실을 사용하여 편망한 그물의 성능은 동일규격으로 편망 및 열처리한 후 물성을 비교 분석하였으며, 각 시료에 대한 물성 시험 결과는 Table 4와 Fig. 5에 나타내었다.

Nylon 그물의 건시상태의 파단강도는 3,498 kg/cm$^2$ 였으며 신장률은 25.3%였다. 반면, Bio-new의 건시상태의 파단강도는 2,583 kg/cm$^2$으로 Nylon 자망과 강도는 낮았으며, 신장률은 34.4%로 Nylon 그물의 물성보다 1.4배 높은 수치를 나타내었다. 또한 기존의 생분해성 그물인 Bio-old는 Bio-new에 비해 그물의 강도는 약 9.2% 높은 수치를 나타내었으나, 신장률은 Bio-new가 3% 높게 나타났다.

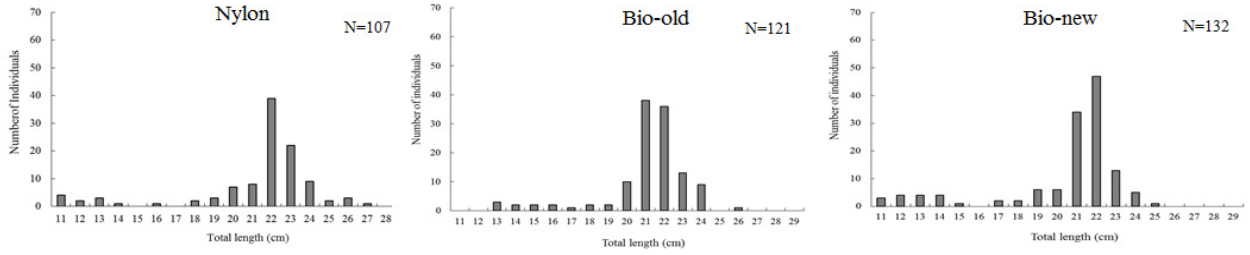
### 해상시험결과

시험조업은 2014년 12월에 총 6회 시험조업을 실시하였으며, 시험결과 중에서 기상악화로 인한 파망사고로 데이터의 불균형을 보였던 2회를 제외한 나머지 4회를 분석하였다. 각 재질별 시험어구에 어획된 어종에 대한 어획비율과 단위노력당어획량(Catch Per Unit Effort, CPUE)는 Table 5에 나타내었다. 또한 어획물 중 주요어종인 고등어와 참조기에 대해 체장별 어획량은 Fig. 7에 나타내었다. 시험조업결과, 총어획종수는 22종, 총어획마리수 1,569마리(324,780 g)가 어획되었다. 전체 어획량에서 50% 이상을 차지한 고등어의 어획량은 Nylon에서 262마리(64,600 g), Bio-old는 268마리(67,000 g), Bio-new는 265마리(65,600 g)로 각 어구별로 어획량의 차이는 없었으며, 비모수검증에서 유의한 차를 보이지 않았다(Kruskal-Wallis test, p=0.03). 또한 참조기의 경우, Nylon에서 107마리(10,110 g), Bio-old 121마리(10,400 g), Bio-new는 132마리(10,700 g)로 물성이 개선된 생분해성 자망인 Bio-new의 어획이 다소 많은 것으로 나타났다. 단위노력당어획량 CPUE (g/net)는 Nylon에서 고등어 3,227.9 g/net, 갈치1,120.5 g/net, 참조기 505.1 g/net 순으로 나타났으며, Bio-old는 고등어 3,355.0 g/net, 갈치 872.0 g/net, 참조기 520.0 g/net 순으로 나타났다. Bio-new는 고등어 3,279.7 g/net, 갈치 924.2 g/net, 참조기 536.1 g/net 순으로 나타났으며, 갈치의 경우 마리수에 비해 중량이 크기 때문에 어획마리수가 많은 참조기에 비해 CPUE는 높게 나타났다(Table 5).

물성을 개선한 Bio-new의 경우, 전체적인 어종구성과 어획된 개체의 크기분포에 있어서 Nylon과 어획량과 동일한 어획 패턴을 나타내었으며, 이는 Nylon 자망의 물성과 대등한 성능을 나타내었기 때문인 것으로 판단된다. 주요 어획종인 고등어와 참조기의 어획량에 대해




(a) Mackerel




(b) Yellow croaker

**Fig. 6. Length distributions of mackerel and yellow croaker by caught each experimental drift nets.**

비교시험결과 비모수 검정에서 유의차가 없는 것으로 나타났으며(Kruskal-Wallis test, p=0.03), 기존의 어구와 동등한 어획성능을 나타내는 것을 알 수 있었다.

본 연구에서 자망의 재질에 따른 어획성능 비교 시험 조업결과는 그물실의 유연성에 따라 어획되는 어종이나 어획되는 개체의 체장조성이 달라짐을 알 수 있었다. 특히 Nylon의 경우 그물실이 상당히 유연하고 탄성회복력과 강도가 우수하여 상대적으로 생분해성 그물보다는 성능이 우수한 것을 알 수 있다. 반면, 어획되는 개체는 이러한 물성에 의해 소형개체를 비롯한 다양한 개체가 어획됨을 알 수 있었다(Fig. 6). 생분해성 그물인 Bio-new는 Nylon과 유사한 물성을 가지고 있으며 이로 인하여 어획되는 어종이나 어획개체의 체장계급분포가 유사한 형태로 나타났다. 반면, Bio-old는 상대적으로 Bio-new에 비해 유연성은 다소 낮으나, 참조기를 대상으로 하였을 경우 19 cm 이하의 미성숙개체의 어획량이 적었으며 자원관리적인 측면에서 이점이 있을 것으로 판단된다.

Kim et al. (2016a)은 어류를 대상으로 하는 자망류의 어구에서는 그물실의 유연도, 탄성회복도, 신장률 등이 그물에 조우한 대상개체가 어획에 이르는데 중요한 역할을 하며, 이와 더불어 그물실의 굵기에 따라서도 어획성능은 달라진다고 보고하고 있다(Kim et al., 2016b). 유연도를 결정하는 요소는 원료의 특성에 따른 유연성과 그물실의 굵기를 비롯하여 그물실의 제조공정에 따라 그 정도가 달라진다.

본 연구에서는 생분해성 그물실의 원료를 개질함으로써 유연성 및 어구에서 요하는 다양한 물성을 개선하고자 하였으며, 이러한 요소가 어획에 미치는 영향에 대해 평가하였다. 특히 생분해성어구는 해양생태계보호와 유령어업 저감을 위해 개발되어 보급되고 있으나, 기존의 상용어구에 비해 상대적으로 강도와 유연성 등 물성 개선이 필요하다. 유연성의 경우 어획에 상당한 영향이 있을 뿐만 아니라 그물 적재시에 부풀어 오르거나 작업시에 발에 걸리는 등 여러 가지 애로사항이 있다. 따라서 지속적인 생분해성 어구의 성능 개선과 원료 개질이 필요하다.

**Table 5. Catch ratio in accordance with the species of fish caught by the experimental drift nets with three different materials**

| Species | Scientific name | Nylon | | | | Bio-old | | | | Bio-new | | | | Total | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Number of catch | Weight (g) | Catch rate[1] (%) | CPUE (g/net)[2] | Number of catch | Weight (g) | Catch rate[1] (%) | CPUE (g/net)[2] | Number of catch | Weight (g) | Catch rate[1] (%) | CPUE (g/net)[2] | Number of catch | Weight (g) |
| Chub mackerel | *Scomber japonicus* | 262 | 64,557 | 58.83 | 3,227.85 | 268 | 67,100 | 61.16 | 3,355.00 | 265 | 65,593 | 62.27 | 3,279.65 | 795 | 197,250 |
| Yellow croaker | *Larimichthys polyactis* | 107 | 10,102 | 9.21 | 505.10 | 121 | 10,399 | 9.48 | 519.95 | 132 | 10,721 | 10.18 | 536.05 | 360 | 31,222 |
| Large head hairtail | *Trichiurus lepturus* | 92 | 22,409 | 20.42 | 1,120.45 | 75 | 17,439 | 15.90 | 871.95 | 77 | 18,484 | 17.55 | 924.20 | 244 | 58,332 |
| Sea robin gurnard | *Chelidonichthys spinosus* | 23 | 2,459 | 2.24 | 122.95 | 16 | 1,919 | 1.75 | 95.95 | 28 | 3,896 | 3.70 | 194.80 | 67 | 8,274 |
| Red-banded lobster | *Metanephrops thomsoni* | 8 | 186 | 0.17 | 9.30 | 1 | 27 | 0.02 | 1.35 | - | - | - | - | 9 | 213 |
| Brown croaker | *Miichthys miiuy* | 7 | 3,434 | 3.13 | 171.70 | 10 | 4,151 | 3.78 | 207.55 | 4 | 1,627 | 1.54 | 81.35 | 21 | 9,212 |
| Silver croaker | *Pennahia argentata* | 5 | 499 | 0.45 | 24.95 | 5 | 527 | 0.48 | 26.35 | 3 | 313 | 0.30 | 15.65 | 13 | 1,339 |
| Dagger tooth pike conger | *Muraenesox cinereus* | 4 | 2,007 | 1.83 | 100.35 | 1 | 559 | 0.51 | 27.95 | 3 | 1,431 | 1.36 | 71.55 | 8 | 3,997 |
| Indian flathead | *Platycephalus indicus* | 4 | 754 | 0.69 | 37.70 | 2 | 437 | 0.40 | 21.85 | 3 | 447 | 0.42 | 22.35 | 9 | 1,638 |
| Blotched eel pout | *Zoarces gillii* | 2 | 181 | 0.16 | 9.05 | 1 | 84 | 0.08 | 4.20 | 1 | 83 | 0.08 | 4.15 | 4 | 348 |
| White flower croaker | *Nibea albiflora* | 2 | 182 | 0.17 | 9.10 | 3 | 322 | 0.29 | 16.10 | 4 | 411 | 0.39 | 20.55 | 9 | 915 |
| Armorclad rockfish | *Sebastes hubbsi* | 2 | 88 | 0.08 | 4.40 | 3 | 163 | 0.15 | 8.15 | 3 | 143 | 0.14 | 7.15 | 8 | 394 |
| Japanese jack mackerel | *Trachurus japonicus* | 2 | 127 | 0.12 | 6.35 | - | - | - | | - | - | - | | 2 | 127 |
| Black throat seaperch | *Doederleinia berycoides* | 1 | 209 | 0.19 | 10.45 | 2 | 468 | 0.43 | 23.40 | 1 | 256 | 0.24 | 12.80 | 4 | 933 |
| John dory | *Zeus faber* | 1 | 516 | 0.47 | 25.80 | 1 | 751 | 0.68 | 37.55 | - | - | - | | 2 | 1,267 |
| Mirror dory | *Zenopsis nebulosa* | 1 | 174 | 0.16 | 8.70 | - | - | - | | - | - | - | | 1 | 174 |
| Conger eel | *Conger myriaster* | 1 | 824 | 0.75 | 41.20 | - | - | - | | - | - | - | | 1 | 824 |
| Japanese Spanish mackerel | *Scomberomorus niphonius* | 1 | 554 | 0.50 | 27.70 | 1 | 473 | 0.43 | 23.65 | 1 | 457 | 0.43 | 22.85 | 3 | 1,484 |
| Butterfish | *Psenopsis anomala* | 1 | 119 | 0.11 | 5.95 | - | - | - | | - | - | - | | 1 | 119 |
| Japanese flying squid | *Todarodes pacificus* | 1 | 295 | 0.27 | 14.75 | - | - | - | | - | - | - | | 1 | 295 |
| Red seabream | *Pagrus major* | 1 | 50 | 0.05 | 2.50 | - | - | - | | 2 | 97 | 0.09 | 4.85 | 3 | 147 |
| Skipjack tuna | *Katsuwonus pelamis* | - | - | - | | 3 | 4,892 | 4.46 | - | 1 | 1,384 | 1.31 | - | 4 | 6,276 |
| Total | | 528 | 109,726 | 100 | | 513 | 109,711 | 100 | | 528 | 105,343 | 100 | | 1,569 | 324,780 |

[1] Catch rate = Weight of species / Total weight.

[2] CPUE= Weight of species / (5panels × 4times).

## 결 론

본 연구에서는 생분해성어구의 성능향상을 목적으로 PBS와 PBAT를 합성단계에서 단일 구조로 제작한 PBS 공중합체(Bio-new)의 성능을 평가하기 위해 기존의 PBA/PBAT블렌딩 수지 그물(Bio-old)과 상용 나일론 그물(Nylon)과 어획성능 비교 시험을 하였다. 기존 생분해성 그물실인 Bio-old와 개선된 그물실 Bio-new의 강도는 대등하였으며, 신장률은 Bio-old에 비해 Bio-new가 약 6% 정도 우수한 것으로 나타났다. 각 재질별 동일규격으로 편망한 그물의 성능은 Nylon 그물이 파단강도가 가장 컸으며, 신장률은 Bio-new가 Nylon에 비해 1.4배 우수하였다. Bio-old는 Bio-new에 비해 그물의 강도는 약 9.2% 높은 수치를 나타내었으나, 신장률은 Bio-new가 3% 높게 나타났다. 유연도는 Bio-new가 Bio-old에 비해 건시상태의 유연도는 약 34%, 습시상태의 유연도는 약 32% 개선된 것으로 나타났다. 해상어획성능시험은 제주 인근에서 연안유자망을 대상으로 실시하였다. 시험조업결과, 각 재질별 시험어구는 대등한 어획성능 나타내었으며, Bio-old는 Nylon과 Bio-new에 비해 참조기의 경우 미성숙 개체의 어획량이 적은 것을 알 수 있었다. 따라서 그물실의 재질에 따라 어획성능 영향이 있는 것을 알 수 있었다.

## 사 사

본 연구는 국립수산과학원 수산시험연구사업(R2018038)의 지원에 의해 수행되었습니다.

## References

Andres VB and Garrother PJG. 1964. Test methods for fishing materials. In modern fishing gear of the world, 2nd edn, Fishing News Books Ltd.: UK. 1-9.

Anonymous. 1990. Report of the expert consultation on large-scale pelagic drift net fishing. FAO Fish. Rep. 434, 1-84.

Ayaz A, Acarli D, Altinagac U, Ozekinci U, Kara A and Ozen A. 2006. Ghost fishing by monofilament and multifilament gillnets in Izmir bay, Turkey. Fisheries Research 79(3), 267-271. (DOI:10.1016/j.fishres.2006.03.029)

Bae BS, Lim JH, Park SW, Kim SH and Cho SK. 2013. Catch characteristics of the gill nets for flounder by the physical property of net filament in the East Sea. J Korean Soc Fish Technol 49(2), 095-105. (Doi:10.3796/ksft.2013.49.2.095)

Baeta F, Costa MJ and Cabral H. 2009. Trammel nets' ghost fishing off the Portuguese central coast. Fisheries Research 98, 33-39. (DOI:10.1016/j.fishres.2009.03.00)

Erzini K, Monteiro C, Ribeiro J, Santos M, Gaspar M, Monteiro P and Borges T. 1997. An experimental study of gill net and trammel net 'ghost fishing' off the Alarve (southern Portugal). Marine Ecology Progress Series 158, 257-265. (DOI:10.3354/meps158257)

Humborstad O, Løkkeborg S, Hareide N and Furevik D. 2003. Catches of Greenland halibut (*Reinhardtius hippoglossoides*) in deepwater ghost-fishing gillnets on the Norwegian continental slope. Fisheries Research 64, 163-170. (DOI:10.1016/s0165-7836(03)00215-7)

Kaiser M, Bullimore B, Newman P, Lock K and Gilbert S. 1996. Catches in 'ghost fishing' set nets. Marine Ecology Progress Series 145, 11-16. (DOI:10.3354/meps145011 )

Kim SH, Park SW, Lee KH and Lim JH. 2013. Characteristics on the fishing performance of a drift net for yellow croaker (*Larimichthys polyactis*) in accordance with the thickness of a net twine. J Korean Soc Fish Technol 49(3), 218-226. (DOI:10.3796/ksft.2012.49.3.218)

Kim SH, Park SW and Lee KH. 2014a. Fishing performance of an Octopus minor net pot made of biodegradable twines. Turk J Fish Aquat Sci 14, 21-30.

Kim SH, Park SW and Lee KH. 2014b. Fishing performance of environmentally friendly tubular pots made of biodegradable resin (PBS/PBAT) for catching the conger eel Conger Myriaster. Fish Sci 80(5), 887-895. (DOI:10.1007/s12562-014-0785-z)

Kim SH, Kim P., Lim JH., An H., and Suurronen P. 2016a. Use of biodegradable drift nets to prevent ghost fishing: physical properties and fishing performance for yellow croaker. Animal conservation 19(4), 309-319. (DOI:10.1111/ acv.12256)

Kim SH, Lim JH, Lee KH and Park SW. 2016b Effect of twine thickness on size-selectivity of drift net for the yellow croaker Larimichthys polyactis in southwestern Sea of Korea. CJOL 34(6), 1199-1208. (DOI:10.1007/s00343-016-5107-0)

Park SW, Bae JH, Lim JH, Cha BJ, Park CD, Yang YS and Ahn HC. 2007a. Development and physical properties

on the monofilament for gill nets and traps using biodegradable aliphatic polybutylene succinate resin. J Korean Soc Fish Technol 43(4), 281-290. (DOI:10.3796/ksft.2007.43.4.281)

Park SW, Bae JH, Lim JH, Cha BJ, Park CD, Yang YS and Ahn HC. 2007b. Development and physical properties on the monofilament for gill nets and traps using biodegradable aliphatic polybutylene succinate resin. J Korean Soc Fish Technol 43(4), 281-290. (DOI:10.3796/ksft.2007.43.4.281)

Park SW, Kim SH, Choi HS and Cho HH. 2010. Preparation and physical properties of biodegradable polybutylene succinate/polybutylene adipate-co-terephthalate blend monofilament by melt spinning. J Korean Soc Fish Technol 46(3), 257-264. (DOI:10.3796/ksft.2010.46.3.257)

Park SW and Kim SH. 2012. Effects of heat setting temperature conditions on the mechanical properties of polybutylene succinate (PBS) monofilament yarn after net-making. J Korean Soc Fish Technol 48(1), 20-28. (DOI: 10.3796/KSFT. 2012.48.1.020)

Park SW, Kim SH, Do CH, Lim JH and Choi HS. 2014. Effects of a steam heat treatment conditions on the swelling and physical properties of PBS (polybutylene succinate) copolymer monofilament gill net. J Korean Soc Fish Technol 50(3), 274-283. (DOI: 10.3796/KSFT.2014.50.3.274)

Pakr S, Kim SH, Lim JH and Choi HS. 2015. Development of the submerged heat treatment machine for PBSAT (polybutylene succinate adipate-co-terephthalate) monofilament nets and its efficiency. J Korean Soc Fish Technol 51(1), 94-101. (DOI:10.3796/ksft.2015.51.1.094)

Pawson M. 2003. The catching capacity of lost static fishing gears: Introduction. Fisheries Research 64, 101-105. (DOI:10.1016/s0165-7836(03)00208-x)

Revill AS, and Dunlin G. 2003. The fishing capacity of gillnets lost on wrecks and on open ground in UK coastal waters. Fisheries Research 64, 107-113. (DOI:10.1016/s0165-7836(03)00209-1)

Richards AH. 1994. Problems of drift-net fisheries in the South Pacific. Mar Pollut Bull 29, 106-111. (DOI:10.1016/0025-326x(94)90433-2)

Santos M, Saldanha H, Gaspar M and Monteiro C. 2003. Causes and rates of net loss off the Algarve (southern Portugal). Fisheries Research 64, 115-118. (DOI:10.1016/s0165-7836(03)00210-8)

Tschernij V and Larsson PO. 2003. Ghost fishing by lost cod gill nets in the Baltic Sea. Fisheries Research 64, 151-162. (DOI:10.1016/s0165-7836(03)00214-5)

Wright A and Doulman DJ. 1991. Drift-net fishing in the South Pacific: from controversy to management. Mar Policy 15(5), 303-329. (DOI:10.1016/0308-597X(91)90081-L)

2018. 02. 07 Received
2018. 04. 09 Revised
2018. 05. 04 Accepted