

생분해문어단지의 제작과 Polyethylene (PE) 문어단지와의 어획 비교

차봉진* · 이건호 · 박성욱 · 조삼광 · 임지현
국립수산과학원 시스템공학과

Development of the biodegradable octopus pot and its catch ability comparison with a Polyethylene (PE) pot

Bong-Jin CHA*, Gun-Ho LEE, Sung-Uk PARK, Sam-Kwang CHO and Ji-Hyun LIM

Fisheries Engineering Division, National Fisheries Research & Development Institute, Busan 619-902, Korea

Biodegradable octopus pot was developed to reduce plastic pollution problem in the sea and fishing trouble between fishermen. It can be expect to recycle other wasted biodegrade fishing gear. Experimental fishing was carried out to understand the difference in fishing efficiency between Polyethylene (PE) octopus pots and biodegradable (Polybutylene Succinate and Polybutylene adipate-co-terephthalate) octopus pots which was tried to make in this study in the sea. There were caught by 237 numbers of fishing during the experimental period. Among the 237 numbers of fishing, 160 or 67.5% were PE pots which were more than the biodegradable pots. A comparison of the monthly catches between the PE pots and biodegradable pots shows that the catches were overall higher in the PE pots than in the other pots. The result is very similar with the comparison of total catches by each type of the pots. In terms of bycatch, the number of species, amount of catches and the number of fishing with bycatch were more significant in the biodegradable pots than in the PE pots.

Keywords: Biodegradable, Polybutylene-succinate (PBS), Polybutylene adipate-co-terephthalate (PBAT), Octopus trap, Catch ability

서론

우리나라에서 근해 문어단지어선 한 척에서 사용가능한 문어단지의 개수는 2만 4천개 (수산

자원관리법, 2010. 07)로 많은 양을 사용한다. 재질은 재생된 PE (Polyethylene)가 주로 사용되고 있다. 어업인과 제작사에 따르면 PE로 만들어진

*Corresponding author: holdu@nfrdi.go.kr, Tel: 82-51-720-2581, Fax: 82-51-720-2586

문어단지는 쉽게 부서지거나 닳지 않기 때문에 한번 제작하면 유실되지 않은 경우 5년 정도 사용이 가능한 것으로 알려져 있다.

아직 우리나라에서 문어단지의 유실량에 대한 보고서 및 논문은 많지 않지만, 끌어구 조사 (Jeong et al., 2005)를 통해서 유실이 문어단지 어구가 유실되고 있음을 알 수 있다.

유실된 문어단지는 자망이나 통발과 같이 그물로 만들어진 어구와는 달리 유령어업의 문제를 발생한다는 연구나 보고를 찾기는 힘들지만, 육상의 플라스틱 폐기물과 같이 오랜 기간 썩지 않는 문제를 가지고 있다. 또한 끌어구 조업 시 어획물과 함께 양망 (Jeong et al., 2005)되어 조업에 지장을 초래하고, 자망이나 낚시어구와 얽혀 어구의 기능을 상실시키거나 어구를 망가뜨리고, 어획물의 상품성을 떨어뜨려 어업인간의 분쟁의 소지가 되기도 한다. 특히 문어단지의 조업구역은 타어업의 조업구역과 중첩되는 구역이 많기 때문에 유실된 단지에 대한 해결책의 요구가 어업인 사이에서 꾸준히 제기되고 있다.

생분해 재료에 대해서는 자연상태에서 분해된다는 것이 여러 가지 방법으로 증명되고 있는데, 특히 육상에서 생분해 재료가 다양한 분야에서 활용되면서 Kim et al. (2002)은 활성슬러지법, 효소가수분해법, 토양매립법 등 다양한 방법으로 육상에서 생분해성 재료를 분해시키고 방법별 분해성을 보고하였고, Zhao et al. (2005)은 생분해 재료를 분해시키는 미생물을 찾는 연구를 하는 등 보다 진보되고 세분화된 연구가 진행되고 있다.

육상에서의 생분해 재료에 대해서, 보다 진보한 연구가 진행되는 것과 함께, 근래에는 PBS (Polybutylene Succinate)와 같은 고분자 생분해성 재료가 해수 중의 미생물에 의해서도 분해가 가능하다는 (Tserki et al., 2006a, b; Kim and Yoon, 2008)것이 증명되었고, 생분해성 재료 중 PBS 및 PBAT (Polybutylene adipate-co-terephthalate)를 이용한 어구의 제작과 이용에 관

한 연구가 국립수산과학원을 중심으로 지속적으로 수행되고 있다 (Park et al., 2007a; Park et al., 2007b; Park and Bae, 2008; Park et al., 2010).

국립수산과학원 등의 연구 결과로 동해안의 대게자망의 경우는 중앙부처, 국립수산과학원, 지자체, 어업인이 함께 실용화를 위한 시험사업을 수행하고 있어 곧 상용화 될 것으로 기대되고 있으며, 자망뿐만 아니라 통발 등의 어구를 대체하기 위한 연구도 수행되고 있다.

본 연구에서는 국제해양협약 등에서 금지하고 있는 난분해성 플라스틱의 해양폐기 금지 조치 등에 대응하고, 앞으로 생분해어구의 사용의 증가에 따라 증대될 것으로 예상되는 생분해어구의 폐기물을 문어단지로 제작하여 재사용할 수 있는가 하는 가능성을 검토하기 위해 생분해문어단지를 개발하였고 생분해문어단지와 기존의 PE 문어단지의 해상시험을 통해 어획성능을 비교하였다.

재료 및 방법

조업에 사용된 두 가지 재료의 문어단지는 현재 국내의 문어단지어업의 어선에서 사용하는 문어단지의 틀을 이용하여 전문제작업체에서 압출하였다.

대부분 어업인이 사용하는 PE단지는 제작단가를 낮추기 위해 여러 산업현장 혹은 가정에서 버려지는 폐 PE 조각을 수거하여 제작하고, 폐 PE 조각이 부족할 때는 대기업에서 생산되는 PE 칩 (LDPE, Low Density Polyethylene)으로 보충하기도 한다. 본 연구에서 제작된 PE단지의 재료는 단지의 성능을 균일하게 하기 위해 전량 PE 칩을 사용하였고, 붉은 색을 구현하기 위해 붉은색 안료 (산화철 0.3%)를 첨가하였다. 본 연구를 위해 제작한 생분해단지들은 (주)이래화학에서 자사의 생분해재료와 산화철을 중합하여 칩으로 만든 것을 사용하였다. 두 종류의 단지에는 모두 수중에서 조류에 움직이지 않도록 2kg의 시멘트를 단지 바닥에 굳혔다.

해상시험은 2008년 7월부터 시작하여 2009년 3월까지 경상남도 고성군 하일면 연안에서 3척의 연안문어단지 선박(호칭 : A호, B호, C호, 각 0.99ton)을 이용하여 실시하였다 (Fig. 1). 어구의 구성은 어선 한척 당 Fig. 2와 같이 생분해단지와 PE단지 100개씩을 교차로 구성하여 200개를 한 틀로 만들었으며, 직경 3 mm 연심로프인 모릿줄에 아릿줄 간격을 6 m로 하였고, 2 mm의 연심로프인 아리줄을 8.5 m 길이로 하여 그 끝에 단지를 달았다. 시험 조업 수심은 3-6 m였고, 2-3배의 뜰줄 (6-12 m)을 달았고, 명은 없었다. 어구의 위치 표시로 스티로폼 조각을 사용하였다.

해상시험은 세 선박으로 총 600개를 굴양식장 주변에 부설하고 해상상황 등에 따라 각 선박이 자유로이 투망과 양망을 하는 방법으로 실시하

였는데, 이는 연안의 문어단지 어업인이 실제로 조업하는 방법과 같았다.

데이터 취득을 위해 각 선박과 해상의 사정에 따라 3일 혹은 4일의 간격으로 두 종류의 단지를 양승하여 어획물의 총 어획 마리수와 무게를 조사하였다. 이때 월별로 세 선박이 공통으로 조업하는 1일을 선정하여 두 종류의 단지에 어획되는 문어의 종과 개체별 무게를 추가로 조사하였다. 본 논문에서 1회 조업은 한 선박에서 조업하는 한 틀의 어구인 PE단지 100개와 생분해단지 100개를 양망하는 것으로 정의한다.

해상시험 시 여분의 단지를 선적하여 있다가 각 단지의 유실 및 파손이 발생한 경우 즉시 같은 종류의 단지를 추가하거나 교체하였고 이때 유실된 단지의 종류와 개수를 기록하였다.

재료의 특성에 따라 제작되는 단지의 색상이 달라질 수 있으므로, 정량적인 색차를 알기 위해서 색차계 (ilbasic, X-rite사)로 제작된 두 종류의 단지의 임의의 다섯 군대를 측정하였다. 이때 색차는 'L*a*b*표색계' (1976년, 국제조명위원회 지정)를 이용하여 비교하였다. L*a*b* 표색계는 색공간을 입체적으로 이미지 한 것으로 a*, b*는 색의 방향을 표시하는데, a*는 적색 방향, -a*는 녹색방향, 그리고 b*는 황색 방향, -b*는 청색 방향을 나타내고 있다. 절대 값이 커짐에 따라 선명한 색이 되고 작아짐에 따라 색이 옅어지게 된다. 이렇게 각 축의 값으로 측정된 값을 본 표색계에 대입하면 측정된 색과 같은 색의 위치를 찾을 수 있다.

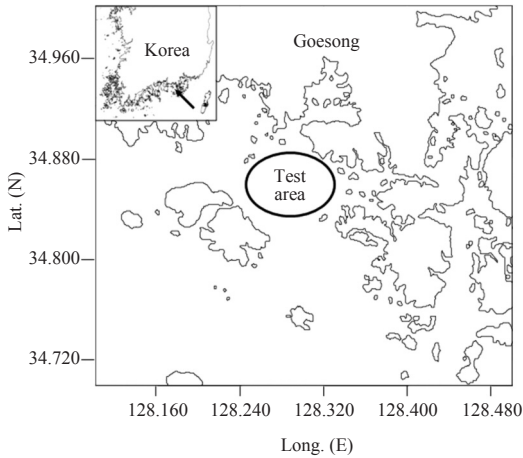


Fig. 1. Fishing area to compare catch ability of PE octopus pot and biodegradable octopus pot.

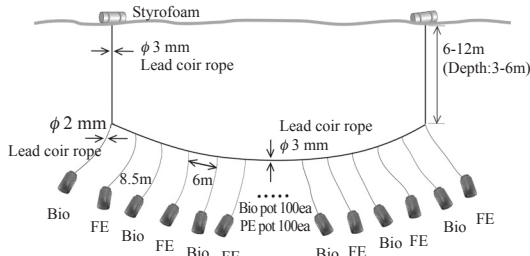


Fig. 2. Schematic view of the octopus pot used in the field experiment.

결 과

생분해문어단지의 제작

PE단지와 외견상의 물성이 비슷한 생분해단지를 제작하기 위해 재료를 여러 가지 비율로 구성하여 단지를 제작하였는데 그 중 대표적 시험 제작 비율을 Table 1에 나타내었다. 시험제작 결과에 의하면 PBS (G4569)는 강도는 우수하지만 신장률이 낮고, PBAT (G8060)는 강도는 낮지만

신장률이 우수하기 때문에 PBS (G4560)와 PBAT (G8060)의 비율이 중요하였다. PBS의 비율이 증가하면 경도가 높아지지만 유연도가 떨어져서 쉽게 깨어지고, PBS의 비율을 줄이면 너무 유연하여 쉽게 변형되거나 제작 시 형상을 만들기 쉽지 않다.

첫 번째 생분해문어단지의 탈크의 비율을 9.5%로 높인 이유는 탈크는 PP나 PE등에 함께 사용되면 휨저항, 인장저항, 제품 자체의 강도를 증가시키기 때문에 몇 차례의 제작 시험을 통해 비율을 결정하였다.

문어단지의 물성에 따른 어획성능에 대한 기준을 찾기 어려웠고, 생분해문어단지를 기존의 단지와 물성이 완전히 같도록 만드는 것이 어려웠기 때문에 제작에 참여한 업체의 기술자와 어업인의 의견에 따라 PBS : PBAT : 탈크 : Etc를 65 : 25 : 9.5 : 0.5의 비율로 제작한 단지를 시험에 사용하였다.

제작된 생분해단지와 PE단지는 완전히 굳은 후 20개를 각각 무작위 추출하여 무게를 측정하였다. 생분해단지가 445g (±5)으로 285g (±5)의 PE단지보다 1.56배가 무거웠다. 이것은 사용된 생분해재료의 비중이 1.26으로 PE의 0.94보다 1.26배 이상 무겁고 녹는점이 낮아 단지를 형성하기 위해 PE단지보다 많은 양의 재료가 필요하였기 때문이다.

같은 비율의 붉은색 안료를 넣었으나 Fig 3와



Fig. 3. Biodegradable octopus pot (Left) and PE octopus pot (Right) used in the study. Sizes are the same but biodegradable pot's color is brighter than PE pot's.

같이 생분해단지가 PE단지보다는 육안으로 봐도 밝은 색으로 보였다. 색차계에 의해 측정한다섯 군데의 값을 평균한 값에서도 PE단지는 L*,a*,b*가 각각 38.42, 32.58, 23.32였고 생분해단지는 각각 44.26, 26.32, 16.96으로 차이가 났는데, 이 차이를 분석하면 생분해단지의 명도가 5.84만큼 밝았고, 붉기는 6.26만큼 약했고, 육안으로는 알 수 없었지만 노란색깔의 깊이도 6.36만큼 약해 정량적으로도 생분해단지가 PE단지보다 밝은 것을 확인 할 수 있었다.

단지별 어획량 차이

시험기간 동안 세 선박이 조업한 총 횟수는 237회로 A호, B호, C호가 각각 78회, 92회, 67회를 조업하였다. 이를 통해 어획된 문어는 4,748마리였으며 무게로는 2,154kg 이었다 (Table 2).

Table 2는 PE단지와 생분해단지에서 문어의 어획마리수와 어획무게를 비교한 것으로, PE단지에서는 A호, B호, C호에서 각각 1004, 1070, 472마리가 어획되어 총 2,546마리였고 생분해단지에서의 어획은 총 2,202마리로 각 선박별로 828, 922, 452마리가 어획되어, 모든 선박에서 PE단지가 생분해 문어단지보다 어획이 많았다. 어획무게에서는 C호에의 생분해단지가 PE단지에서 보다 2kg 어획이 높았지만, 다른 두 척의 어획무게와 총 어획무게에서는 PE단지에서 어획무게가 높았다.

시험조업 237회 중에 PE단지가 생분해단지보다 어획된 문어의 마리수가 많았던 조업은 160

Table 1. Material rates to make biodegradable octopus pots. Pot which is composed of PBS (60%) : PBAT (25%) : Talc (9.5%) : etc (0.5%) was selected for the field test to compare with PE Pot

	PBS (G4560)	PBAT (G8060)	etc		Result
			Talc (emulsifier, iron oxide)		
1st	60	38	1.5	0.5	can't make shape
2nd	60	30	9.5	0.5	fragile
3rd	70	20	9.5	0.5	too flexible
end	65	25	9.5	0.5	selection

*PBS : Polybutylene Succinate, PBAT : Polybutylene adipate-co-terephthalate

Table 2. Catch numbers, weight and lost pot numbers according to pot types

	Fishing	PE-Pot	Bio-Pot	PE-Pot	Bio-Pot
	Number	Catch numbers (%)	Catch numbers (%)	Total weight (%)	Total weight (%)
A Boat	78	1004 (55.8)	828 (44.2)	442kg (55.1)	360kg (44.9)
B Boat	92	1070 (53.7)	922 (46.3)	485kg (53.4)	423kg (46.6)
C Boat	67	472 (51.1)	452 (48.9)	221kg (49.8)	223kg (50.2)
Total	237	2,546 (67.5)	2,202 (32.5)	1,148kg (53.2)	1,006kg (46.8)

* PE : Polyethylene, Bio : Biodegradable

Table 3. Monthly octopus catches and pot losses according to pot types

Month (Fishing numbers)	Pot loss (Total catches during each month)	
	PE-Pot	Bio-Pot
Jul. (40)	7 (500)	5 (467)
Aug. (51)	15 (899)	12 (725)
Sep (31)	25 (303)	24 (262)
Oct. (38)	49 (388)	37 (326)
Nov. (34)	57 (272)	57 (262)
Dce. (25)	25 (130)	26 (120)
Jan. (12)	2 (47)	3 (33)
Feb. (3)	0 (4)	0 (3)
Mar. (3)	0 (3)	0 (4)
Total (237)	180 (2,546)	164 (2,202)

* PE : Polyethylene, Bio : Biodegradable

회로, 총조업의 67.5%였다. 어획 무게의 비교에서도 PE단지가 생분해단지보다 높았던 횟수가 161회로 어획마리수의 경우와 비슷했다.

이를 PE단지의 어획량이 생분해단지보다 통계적으로도 많다고 가정할 수 있는가 하는 것을 어획 마리수에 대해 다음의 식으로 계산되는 부호검증 (유의수준 0.01)을 통해 검증하면 P값이 5.3.9가 되어 PE단지의 어획량이 생분해단지보다 통계적으로도 많다고 판단할 수 있다.

PE단지의 어획무게에 대해서도 같은 방법을 사용하면 통발의 어획중량이 많았던 조업 횟수가 161회로 어획마리수의 비교에 대한 통계적 검증에서와 같이 PE문어단지에서 어획이 생분해문어단지 보다 많았다고 할 수 있다.

이러한 어획량의 차이는 문어단지의 경우 시험조업 시에 발생하는 단지의 유실량의 차이가 어획량에 영향을 미칠 수 있기 때문에 각 단지의 유실량을 월별로 나타내고 문어의 어획마리수

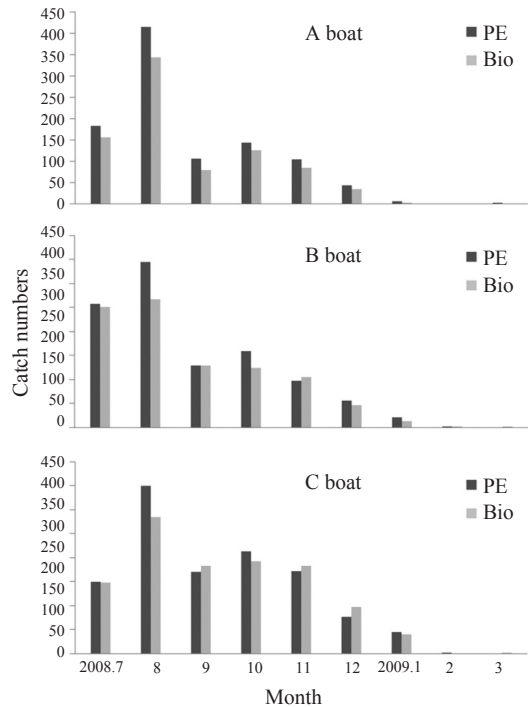


Fig. 4. Octopus catch numbers depend on pot types and boats according to month.

* PE : Polyethylene, Bio : Biodegradable

와 비교했다 (Table 3). 결과에 따르면, PE단지의 시험 조업기간 중 총유실은 180개로 생분해단지의 165개에 비해 유실이 15개가 많았는데, 월별 단지별 유실개수에서도 9개월의 조업기간 중 7, 8, 9, 10월에는 PE단지가 유실이 많았고, 12, 1월에는 생분해단지가 유실이 많았으며, 조업 횟수가 각각 3회 밖에 되지 않는 2, 3월에는 두 단지 모두 유실이 발생하지 않았다. 그러나 이러한 문어단지의 월별 유실량 차이와 상관없이 문어단지의 월별 어획량은 모두 PE단지에서 많았다.

Fig. 4는 각 조업선의 문어단지 종류에 따른 월별 어획데이터(마리수)를 비교한 것으로 어획이 적은 2009년 2월과 3월을 제외한 2008년 7월에서 2009년 1월까지 7달 중에서 PE 단지에서 어획이 많았던 달의 횟수는, A 어선에서는 모든 달에서, B 어선에서는 5개월, C 어선에서는 4개월이 많았다. Fig. 5는 월별 총 문어의 어획마리수를 월별 세척의 총 조업횟수로 나눈 것으로, 본 논문에서 정의한 1회 조업인 각 단지 100개당 문어의 월별 어획마리수를 나타낸 것이다. 3월의 결과를 제외하고는 모두 PE단지의 어획량이 역시 많은 것을 알 수 있다.

월별 전체 어획미수가 아니라 Fig. 5와 같이 단지 100개당 월별 어획미수로 결과를 분석하게 되면, 월별조업횟수가 분석에 포함되기 때문에 월별 1회 조업 당 어획량에 대한 비교를 할 수 있다. 그 결과에 따르면 단지의 종류에 관계없이 여름철에 문어의 어획이 높았고 겨울철에는 어획량 줄어드는 것을 알 수 있다. 월별 어획량의 변화는 어업인이 월별 조업하는 횟수에도 영향

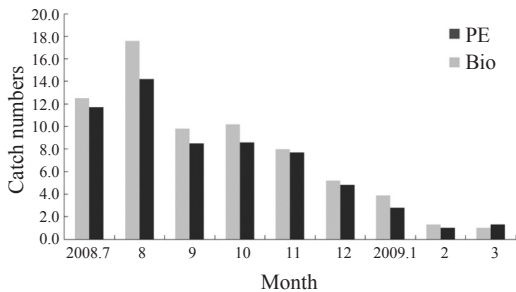


Fig. 5. Octopus catch numbers by 100 pots (one time fishing) depend on pot types that is the same division total octopus catches into fishing number according to month.

* PE : Polyethylene, Bio : Biodegradable

을 미치는데 Table 3에서 월별 조업횟수를 보면 겨울철이 여름철보다도 조업횟수가 적은 것을 알 수 있다.

단지별 어획된 문어의 개체 차이

시험 결과 PE단지에서 어획된 문어의 평균무게는 451g이었고 생분해단지에서 어획된 것은 457g으로 둘 사이에 큰 차이가 없었다.

Table 4는 매월 시험조업에 참여한 세 선박이 모두 조업한 하루를 선택하여 세 선박에서 어획된 문어의 개체별 무게를 측정된 데이터를 200g의 단위로 구분하여 비율을 나타낸 것이다. 결과에 의하면 201g에서 400g의 문어가 가장 많이 어획된다는 것을 알 수 있고, 이러한 경향은 생분해단지에서 더욱 두드러지는 것으로 파악된다. 그러나 어획되는 문어의 무게별 어획비율은 두 단지가 서로 유사한 것을 알 수 있는데, 이를 통계적 (Z-test, 95%)으로 검증하여도 두 단지에서 어획되는 문어 개체의 무게 차이는 없었다.

매월 1회에 한해 어획된 마리별 무게 측정 시 조사한 문어의 종은 모두 남해연안에서 주로 어획되는 어종인 참문어 (*Octopus Vulgaris*)로 단지별 어획되는 문어의 어종 차이는 없었다.

고 찰

기존의 PE단지 제작 설비를 사용하면 압출기에 남은 PE재료를 완전히 제거하기 어렵고, 생분해재료의 용융점이 PBS의 경우 112°C (Chrissafis et al., 2005)에서 118°C (Qiu et al. 2003)이므로 PE (LDPE)의 용융점이 105와 차이가 있는 등 물성의 차이가 있어 기존 단지에 최적화된 압출기로는 생산에 어려움이 있고, 산업화 전에 생산성 향상

Table 4. Classify octopus data of once a month by the PE and Biodegradable pot by frequency and relative frequency

	- 200g		201 - 400g		401 - 600g		601 - 800g		800g -	
	number	%	number	%	number	%	number	%	number	%
PE	30	13.2	87	38.2	68	29.8	25	11	18	7.8
Bio	24	12.7	88	47.1	43	23	19	10.2	13	7

* PE : Polyethylene, Bio : Biodegradable

Table 5. Bycatch species, fishing number of bycatch issued depend on the pot types during the study

	Species	Bycatches	Fishing number of bycatch issued
PE	<i>Stichopus japonicus</i>	7	5
	<i>Hexagrammos agrammus</i>	2	
Bio	<i>Stichopus japonicus</i>	10	11
	<i>Rapana venosa</i>	5	
	<i>Fulvia mutica</i>	1	
	<i>Charybdis bimaculata</i>	2	

* PE : Polyethylene, Bio : Biodegradable

을 위해 제작된 생분해단지의 무게와 색깔이 PE 단지와 달랐던 것처럼 재료의 배합에 따라 색깔, 무게, 강도, 경직성 등 물성이 달라지므로 산업화를 위해서는 문어단지로서 최적화된 재료의 배합을 찾기 위한 연구가 필요하다.

생분해재료를 만든 어구는 시간이 지남에 따라 어구의 기능을 상실하게 되는 것이 목적이므로 사용기간에 대한 검증도 필요한데, 본 연구에서 생분해단지의 파손에 의한 교체는 11월 조업에서 1개가 세로로 찢어져서 교환한 것 외에는 문제가 없었다.

본 연구에서 개발된 생분해단지의 문어에 대한 어획이 PE단지의 어획보다 현저히 적었는데, 생분해단지의 어획성능을 개선하기 위해서는 개발된 생분해단지와 PE단지와의 물리적 특성이 다른 부분인 무게와 색깔에 따른 문어의 반응을 연구가 추가 되어야 할 것으로 판단된다. 즉, 무게가 상대적으로 무거운 생분해단지가 PE단지 보다 해저바닥 속으로 많이 매몰되어 입구가 작아지거나 문어의 눈에 잘 띄지 않았을 수 있다. 또한, 문어는 시력이 좋다고 알려져 있고 최근의 An (2009)의 연구에 의하면 문어는 색깔에 대한 선호성이 있는 것으로 알려져 있어 문어단지의 제작에도 은신처로서 좋은 색깔의 단지를 제작할 필요가 있다.

뿐만 아니라 어획성능의 차이는 사람이 생각하지 못하는 차이에서 기인할 수도 있기 때문에, 문어단지에 대한 여러 가지 물리적 특성에 따른 문어의 반응행동을 수조실험과 현장시험을 통해 규명해야 한다.

문어단지어업에서는 문어 외의 어획물은 어업인이 기대하지 않는 어획물로서, 어획이 상대적으로 적어 상업적으로 판매하지 않고 자가소비하거나 투기하기 때문에 혼획으로 정의 (Cha et. al., 2010) 할 수 있다. 본 연구에서도 전체적으로 237회의 조업 중 총 16회의 조업에서 혼획이 발생하였고, 그 양도 문어가 총 4,748마리 어획된데 비해 혼획어는 총 26마리만 어획되었다 (Table 5). 생분해대계자망과 일반자망과의 어획성능비교 (Park et. al., 2007a)에 비하면 혼획에 큰 차이는 없는 것으로 판단되지만, 문어단지에서는 Table 4에서 보는 것과 같이 PE문어단지에서는 혼획이 발생한 조업이 5번인데 비해 생분해단지에서는 11회가 발생하였고 혼획된 어획물의 종류와 수에서도 생분해 단지가 PE단지보다 현저히 많았다.

따라서, 생분해단지의 혼획의 가능성에 대한 연구가 필요하고, 혼획과 문어의 어획에 대한 상관관계에 대한 연구도 수행되어야 할 것으로 생각된다.

결 론

생분해재료를 이용해 문어단지를 압출하여 제작하는 것은 성공하였으나 해상시험의 결과에 의하면 237회의 비교시험 조업 중 PE단지의 어획량이 생분해단지보다 많았던 조업이 16회로 67.5%나 되고, 전체 어획량에서도 PE단지에서는 2,546마리 (1,148kg)로 생분해단지에서의 2,202마리 (1,006kg)보다 많았다. 이러한 경향은 단지의 월별 어획량에도 동일하게 나타나는데

생분해단지의 산업화를 위해서는 단지의 무게, 색깔, 재질의 느낌, 혼획 등 여러 가지의 연구가 선행되어 기존 PE재료의 문어단지의 어획성능에 근접하도록 개선되어야 한다. 기존의 PE문어단지와 어획성능의 차이가 적은 생분해문어단지를 개발할 수 있다면, 생분해 어구로 만들어진 문어단지는 일정시간이 지나면 분해되므로 환경에 미치는 영향이 적고, 향후 사용량 증대로 인해 수거되는 양이 증가할 것으로 기대되는 다른 생분해폐어구를 재활용 할 수 있어 자원의 효율적 이용에도 도움이 될 것으로 기대된다.

참고문헌

- An, Y.I., 2009. Color effect of the environment-friendly sinker for octopus drift-line. J. Kor. Soc. Fish. Tech., 45 (3), 144 – 150.
- Cha, B.J., S.K. Cho and G.H. Lee, 2010. A study on the bycatches by mesh size of spring-net-pot in Geo-je & Tong-young waters of Korea. J. Kor. Soc. Fish. Tech., 46 (3), 204 – 213.
- Chrissafis, K., K.M. Paraskevopoulos and D.N. Bikiaris, 2005. Thermal degradation mechanism of poly ethylene succinate and poly butylene succinate: comparative study. Termochimica acta, 435, 142 – 150.
- Jeong, S.B., D.I. Lee, H.S. Cho and Y.J. Kim, 2005. Characteristics of marine litters distribution on the sea-bed of the East China Sea. J. Kor. Soc. M. Env. Eng. 8 (4), 220 – 226.
- Kim, M.N. and M.G. Yoon, 2008. Biodegradation characteristics of the eco-friendly plastics by seawater microbes. Kor. J. environ. biol., 26 (3), 247 – 251.
- Kim, S.M., C. Park, and S.S. Im, 2002. Effect of oxygen plasma treatment on tydrophilicity and biodegradability of poy (butylene succinate). J. Kor. Fiber. Soc., 39 (4), 396 – 406.
- MIFAFF, 2010. Regulation of fisheries resources management. 215, pp. 132.
- Park, S.W., C.D. Park, J.H. Bae and J.H. Lim, 2007a. Catching efficiency and development of the biodegradable monofilament gill net for snow crab, *Chionoecetes opilio*. J. Kor. Soc. Fish. Tech., 43 (1), 28 – 37.
- Park, S.W., J.H. Bae, J.H. Lim, B.J. Cha, C.D. Park, Y.S. Yang and H.C. Ahn, 2007b. Development and Physical properties on the monofilament for fill nets and traps using biodegradable aliphatic polybutylene succinate resin. J. Kor. Soc. Fish. Tech., 43 (4), 281 – 290.
- Park, S.W. and J.H. Bae, 2008. Weatherability of biodegradable polybutylene Succinate (PBS) monofilaments. J. Kor. Soc. Fish. Tech., 44 (4), 265 – 272.
- Park, S.W., S.H. Kim, H.S. Choi and H.H. Cho, 2010. Preparation and physical properties of biodegradable polypuhtylen succinate/polypuhtylene adipate-coterephthalate blend microfilament by melt spinning. J. Kor. Soc. Fish. Tech., 46 (3), 257 – 264.
- Tserki, V., P. Matzinos, E. Pavlidou, D. Vachliotis and C. Panayiotou, 2006a. Biodegradable aliphatic polyesters. Part 1. Properties and biodegradation of poly (butylene succinate-co-butylene adipate). *Plym. Degr. Stab.*, 91, 367 – 376.
- Tserki, V., P. Matzinos, E. Pavlidou and C. Panayiotou, 2006b. Biodegradable aliphatic polyesters. Part 2. Synthesis and Characterixation of chain extended poly (butylene succinate-co-butylene adipate). *Plym. Degr. Stab.*, 91, 377 – 384.
- Qiu, Z., M. Komura, T. Ikehara and T. Nishi, 2003. Miscibility and crystallizstion behavior of biodegradation blends of two aliphatic polyesters. poly butylene succinate and poly ε caprolactone. *Polymer*, 44, 7749 – 7756.
- Zhao, J.H., X.Q. Wang, J. Zeng, G. Yang, F.H Shi. and Q. Yan, 2005. Biodegradation of poly (butylene succinate-co-butylene adipate) by *Aspergillus versicolor*. *Poly. Degradation and Stability*, 90, 173 – 179.

2010년 10월 21일 접수

2010년 11월 15일 1차 수정

2011년 1월 13일 2차 수정

2011년 2월 7일 수리