

문어홀림낚시용 친환경 붓돌의 개발과 그 특성

안영일* · 윤상옥¹

강원도립대학 해양경찰과, 강릉대학교 세라믹공학과

The development and the characteristics of environment-friendly sinker for octopus drift-line

Young-Il AN* and Sang-Ok YOON¹

Dept. of marine police and Technology, Gangwon Provincial College, Gangneung 210-804, Korea

¹*Dept. of Ceramics Engineering, Kangnung National University, Gangneung 210-702, Korea*

For environment-friendly fishery, the lead sinkers of octopus drift line were developed with the environment-friendly sinker, and their characteristics and performance were investigated. To make the environment-friendly sinker, the hydrate ceramic material was developed, and to increase the weight and strength, the iron powder was added to it. The fishing hook was machine-made, and standardized, by using 60cm iron wire. For the manufacture of the sinker, the first, the mold was made, and then, hydrate ceramic material and water were quantitatively mixed. The mixture was poured into the mold prepared with a fishing hook already inserted, and had hardened for several hour, before it was taken out of the mold as a complete sinker. The sinkers were made in the 8 types ranging in weight from 150 to 500g, and their specific gravities were diverse from 2.871 to 6.637, which was 0.19 to 0.44 times lower than that of lead. The movement of the environment-friendly sinker by flume tank was possible in the weaker current speed than the similar lead sinker. In the coastal fishing grounds of Gangwon province, the comparison of catching efficiency was made between the improved fishing gears composed of the environment-friendly sinkers and artificial baits, and the current used fishing gears of lead sinkers and pig-fat baits. The result showed the tendency in which the improved fishing gears caught the bigger octopuses than the current used fishing gears. In the quantity and number of the fish catch per unit fishing gear, the improved fishing gear showed a little more catch than the current used fishing gear, regardless of the fishing area. However, the number of the improved fishing gears lost during fishing operation was similar to that of the current used fishing gears.

Key words : Octopus drift-line, Environment-friendly sinker, Catching efficiency

*Corresponding author: yian@gangwon.ac.kr, Tel: 82-33-660-8201, Fax: 82-33-660-8205

서 론

어구의 침강제는 대부분 납이 사용되고 있는데, 이는 파손이나 부패되지 않고 임의의 모양으로 조형 가공하기 쉽기 때문이다. 그러나 수산생물에 있어서 어린고기일수록 납의 영향을 받기 쉽고, 퇴적물이나 생태계의 먹이사슬에 의해 축적된 납은 연쇄적으로 우리의 몸에 축적될 수 있으므로(Barwick and Maher, 2003), 어업분야에도 납 사용을 억제할 필요가 있다. 또한 납은 어류의 사료효율에 영향을 미치며(Kim et al., 2002; Burden et al., 1998; Web et al., 1991), 어류의 성장을 감소시킨다(Kim et al., 2002; Burden et al., 1998). 납에 노출된 어류는 아가미 새판이 손상되어 호흡곤란을 일으키며 호흡을 감소의 원인이 되기도 한다(Sippel et al., 1983). 일반적으로 치어는 성어에 비하여 납오염에 더 민감하고(Little et al., 1993), pH가 중성인 개울이나 호수에서 납산화제품은 불용성이지만 모래가 있는 개울에 침전되었을 때는 납이 부식되고 물속에 미량의 납성분이 방출되며 산성인 물에는 납이 용해되기 쉽다(Michael, 2006). 유속이 빠른 곳에 있던 납 낚돌은 일정한 시간이 경과되면 상당히 무게가 감소하고, 염분 농도가 낮은 지역인 강하구에 노출된 낚돌은 부식된다(Jacks et al., 2001). 캐나다에서는 연간 약 500톤의 납추가 유실되거나 버려져 자연환경에 침적되고 있다(Scheuhammer et al., 2003).

한편, 선진국에서는 야생생물을 보호하기 위하여 소형 납추의 판매를 제한하고 있다(Michael, 2006). 영국은 1987년 광범위한 흑고니의 사망으로 인하여 어획할 때 0.6 - 28.35g 납추사용을 금지하였다. 캐나다는 1997년 모든 국립공원과 야생생물지역에 50g과 2cm 미만의 납추와 납 낚돌 사용을 금지하였다. 미국의 뉴햄프셔, 메인, 뉴욕에서는 28.35g의 납 낚돌 사용을 금지, 14.17g 미만의 납추 판매를 금지하였다. 어업에서 납사용량은 어구의 특성과 개인에 따라 다르다. 강원도 어업별 납사용량은 2006년 연근해 허

가관련자료를 통하여 정치망의 경우 약 619.38톤, 정치성 구획어업 약 283.86톤, 연근해 자망 약 690.0톤, 소형선망 약 7.15톤, 연안선인망 약 2.67톤, 문어홀림낚시 약 200.9톤, 복어주낙 약 7.0톤 가자미낚시 약 0.45톤으로서 총 1,811.41톤 정도이다(Ministry of Maritime Affairs and Fisheries, 2007). 이 중에서 문어홀림낚시의 지역별 연간 납사용량은 고성군이 약 83.7톤, 강릉시 약 20.2톤, 동해시 약 51.7톤, 삼척시 약 45.3톤이다. 이와 같이 대부분의 어구가 납으로 만든 낚돌을 사용하고 있지만 이를 친환경화하려는 연구는 거의 없는 실정이다. 문어를 어획하는 어구는 저인망류, 정치망, 문어단지, 통발, 낚시 등 다양하지만 문어자원과 어장보호를 위하여 납획이 적은 낚시어구를 활성화해야 하고 중금속인 납사용은 억제할 필요가 있다.

본 연구에서는 최근 각 분야에서 환경의 중요성이 부각되면서 어업분야에도 환경친화적 어업으로의 전환이 요구되는 시점에서 문어홀림낚시의 납 낚돌을 대체할 수 있는 친환경 낚돌을 개발하고 그 특성과 성능을 파악하고자 하였다.

재료 및 방법

친환경 낚돌 재료개발

문어홀림낚시용 낚돌로 응용이 가능하며, 수분과 염분에 의해 용해되지 않는 수화물계 세라믹 재료를 개발하였다. 수화물계 세라믹 재료를 제조하기 위해 시멘트와 팽창제 및 시멘트용 특수 수지를 사용하였다. 시멘트는 일반적으로 사용되는 원료를 사용하였고, 팽창제는 세라믹 재료들의 점도를 증진시키고, 방수 특성을 부여하고자 사용하였다. 시멘트용 특수 수지는 수화물계 세라믹 재료와 물을 정량적으로 합성하여 혼합할 때 유동성을 높이기 위해 사용하였으며, 또한, 기포발생에 따른 강도와 무게 감소를 막기 위하여 시멘트용 특수 수지를 첨가하였다. 또한, 문어홀림낚시용 납 낚돌과 동일한 무게와 강도

를 갖게 하기 위하여 수화물계 세라믹 재료에 철 분말을 정량적으로 첨가하였다.

한편, 붓들의 무게를 유지하면서 납 발돌 대비 생산단가를 낮추기 위하여 세라믹재료에 첨가하는 스위스제 철 분말 대신에 철계통의 폐자석을 분쇄하여 얻어진 페라이트(ferrite) 분말, 또는 저가형 국산 철가루를 사용하기도 하였다. 그 외 붓들의 질적인 향상을 위하여 게르마늄, 세라믹 무기안료, 백시멘트, 견운모, 색안료 등의 재료가 추가되었다.

뉘싯바늘 규격화

문어홀림뉘시어구는 어업인이 붓들과 뉘싯바늘을 직접 손으로 제작함으로써 표준화가 되지 않고, 지역과 개인에 따라 모양, 크기 및 무게가 다르다. 그래서 뉘싯바늘은 기계로 제작하고 규격화하였다. 뉘싯바늘의 재질은 어업인이 선호하는 철사(직경 1.6mm)이며, 길이는 60cm이다. 철사는 뉘시모양을 만들기 위하여 Fig. 1과 같이 기계로 끝부분을 날카롭게 갈고 갈고리 모양으로 구부린 경우와 어업인의 요구에 따라 구부리지 않는 경우도 있다.

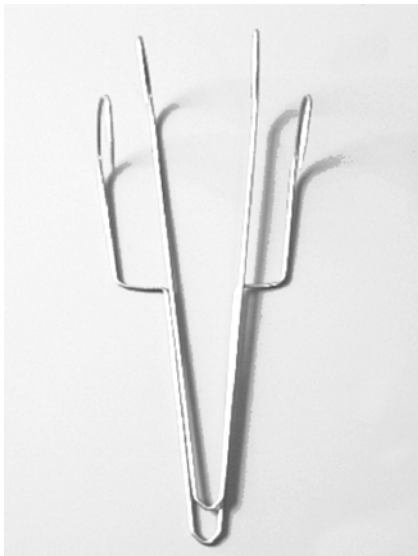


Fig. 1. Fishhook for octopus drift-line.

친환경 붓돌제작

붓돌은 현용 납 붓돌과 돌 붓돌의 장점을 살려 형상을 현용 붓돌과 유사하게하고 무게는 지역 특성과 문어어획수심이 시기에 따라 다르므로 다양하게 만들었다. 제조과정은 먼저 몰드(mold)를 제작하고 수화물계 세라믹 재료들과 물을 정량적으로 혼합한 다음 뉘싯바늘을 삽입한 몰드에 붓고 수 시간동안 경화시킨 후 몰드로부터 탈형하여 붓돌을 완성하였다.

붓돌의 시제품은 2단계에 걸쳐 제작되었다. 1단계는 현용 붓돌의 무게와 강도를 고려하였고 2단계는 조업수심이 빛이 투과되는 얇은 곳에서도 조업하므로 색상과 소형화에 역점을 두었다.

붓돌의 비중과 이동가능 최소유속

붓돌의 비중측정은 공인시험기관인 한국기기유화시험 연구원에 의뢰하였다. 시료는 붓돌무게 150g - 450g의 8종과 납 1종 이었다. 시험환경 온도는 21 - 22 °C, 상대습도는 47 - 49% 였다.

붓돌이 이동하는 최소유속은 회류수조(관찰창의 크기: L120 × W30 × H30cm)를 이용하여 측정하였다. 붓돌은 친환경 붓돌 147g - 497g의 6종과 납 붓돌 176g, 344g, 345g의 3종으로 총 9종이었다. 납 붓돌의 모양은 각각 다르지만 친환경 붓돌의 형상은 비슷하다. 회류수조의 바닥은 아크릴수지로 되어 있고 수심은 24cm이었다. 문어홀림뉘시의 어법을 고려하여 붓돌이 유속에 의해 쉽게 이동하도록 길이 25cm의 줄을 붓돌과

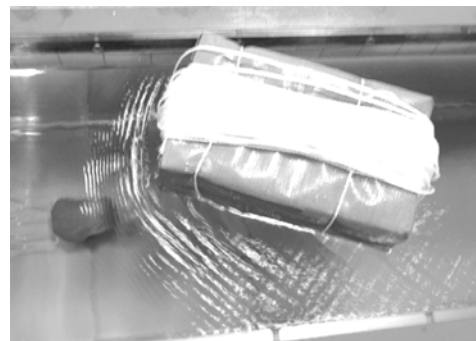


Fig. 2. Moving sinker by current.

부이에 연결하였다(Fig. 2). 한편, 붓들이 1분 동안 유속에 의해 수조 길이 방향으로 5cm 이동하였을 때 그 유속을 붓들의 이동가능 최소유속이라 하였다.

개량어구와 현용어구의 어획성능 비교

Fig. 3과 같이 낚 붓들과 돼지비계미끼로 구성된 현용어구와 1 단계 시제품인 친환경 붓들과 인공미끼(An and Arimoto, 2007)로 구성된 개량어구와의 어획비교를 행하였다. 조업해역은 강원도 강릉시와 고성군의 두 연안으로 Fig. 4와 같으며, 수심은 대부분 20 - 60m이다. 조사어선은 강릉시의 경우 은성호(6.0톤), 만선호(1.22톤), 원진호(1.00톤), 길승호(1.05톤)의 4척이고

고성군의 경우, 동북호(2.12톤), 명복호(2.11톤), 민창호(2.3톤), 만창호(1.0톤), 세은호(0.9톤), 청우호(2.6톤), 명성호(2.15톤)의 7척이며, 조사횟수는 강릉시의 경우 64회이며, 고성군의 경우는 33회이다.

조업방법은 현용어구와 개량어구를 동시에 같은 수량으로 투·양승하는데, 어선에 따라 1회에 30 - 60개를 사용하였다. 붓들의 무게는 강릉시 지역에는 약 100 - 200g, 고성지역에는 약 250 - 280g을 사용하였다.

어획 개체수 및 문어체중, 어구유실수 조사는 임항후 해당선박에서 행하였는데, 체중은 디지털저울(CH15K20, Kern)을 사용하였다.

결 과

친환경 붓들 재료개발

친환경 붓들은 무게와 강도를 증진시키기 위하여 Fig. 5와 같이 수화물계 세라믹 재료에 철분말을 성형체 함량의 25 - 75%까지 변화를 주었다. 붓들의 무게 변화는 철분말 함량 증가에 따라 거의 비례적으로 증가하였다. 그러나 철분말을 60% 이상 첨가시 붓들의 무게를 증가시킬 수 있었으나, 표면이 거칠고 성형이 잘 이루어지지 않아 강도가 저하되는 특성을 나타내었다. 따라서 철분말을 성형체의 50 - 60% 정도를 첨가하였을 때 낚 붓들과 무게와 강도가 유사한 특성을 나타내었다.



Fig. 3. Photograph of the existing gear(white) and the improved gear(black).

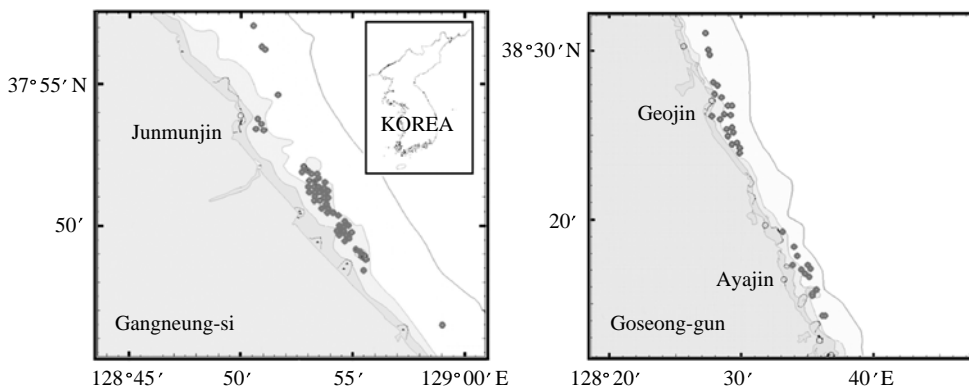


Fig. 4. Fishing position in the costal waters of Gangneung and Goseong.

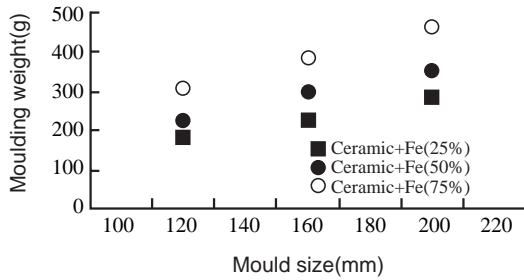


Fig. 5. Variation of the sinker weight according to iron powder content.

한편, 제작된 붓돌은 참가자미(*Pleuronectes herzensteini*) 자어를 이용한 생물학적 검정을 행하였다(Ministry of Maritime Affairs and Fisheries, 2007). 급성독성실험은 생존율에 대해서, 만성독성실험은 생존율, 성장, 산소소비량, 섭취량에 대해서 조사한 결과, 제작된 붓돌의 실험구는 대조구와 비슷한 반면, 납의 경우는 나쁘게 나타났다. 따라서 본 붓돌은 환경친화적인 것으로 확인되었고 시멘트용 특수 수지는 물 함량비의 1 - 2%를 첨가하는 것이 적절하였으며, 페라이트 분말은 철 분말과 비교하여 저렴하면서도 밀도가 높기 때문에 붓돌 제조용으로 우수한 것으로 판단되었다(Ministry of Maritime Affairs and Fisheries, 2007).

친환경 붓돌

낙시바늘은 길이가 일정하지만, 어업인 개인에 따라 갈고리 크기가 일정하지는 않다. 붓돌에 삽입하는 낙시바늘의 수는 어업인의 요구에 따

라 다르지만 보통 4개이다.

붓돌무게는 150g - 500g의 8종이며, 모양은 반타원형이다. 붓돌 150g의 규격은 폭 약 55mm, 길이 약 80mm, 두께 약 15mm이며, 붓돌의 한쪽 끝은 부이출을 맬 수 있도록 고리모양으로 되어 있다. 낙시바늘은 4개가 갈고리 모양으로 되어 있으며 간격은 약 20mm이다.

Fig. 6의 붓돌의 1단계 시제품은 납 붓돌과 무게는 동일하고 강도도 큰 문제점은 없으나 사용한 어업인의 의견에 의하면 낙시바늘부근이 조금 약한 것으로 판단되었다. 또한 붓돌의 크기가 커졌기 때문에 부력에 의한 어구의 이동속도가 빨라져 저질의 상태에 따라 조업에 단점이 될 수 있었다. 2단계 시제품은 붓돌의 무게는 그대로 하고 크기를 어업인의 요구에 따라 1단계 시제품보다 소형화하였으며 강도를 보완하였다. 색상은 미관상 붉은계통으로 하였고 또한 현용어구의 미끼색이 흰색인 점을 고려하여 흰색계통으로도 제작하였다.

붓돌의 비중과 이동가능 최소유속

납의 비중은 15.065이었지만, Table 1과 같이 친환경 붓돌의 비중은 2.871 - 6.637 범위로 무게별로 일정한 경향을 나타내지 않았으며, 납의 약 0.19 - 0.44배로 낮았다.

동해지역에서 사용 중인 납 붓돌(344g)의 이동가능 최소유속은 34.1cm/sec이고 고성지역의 납 붓돌(345g)은 36.0cm/sec이며, 강릉지역의 납 붓돌(176g)은 36.9cm/sec이었다. 친환경 붓돌

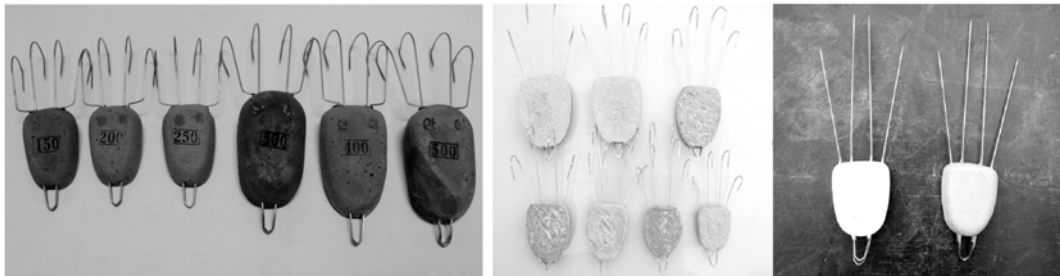


Fig. 6. First trial product(left) and second trial product(center and right) of octopus drift-line sinker.

Table 1. Specific gravity according to the sinker weight

Sinker weight(g)	150	200	250	280	300	350	400	450
Specific gravity	2.871	4.784	6.637	4.646	4.918	4.953	5.021	5.376

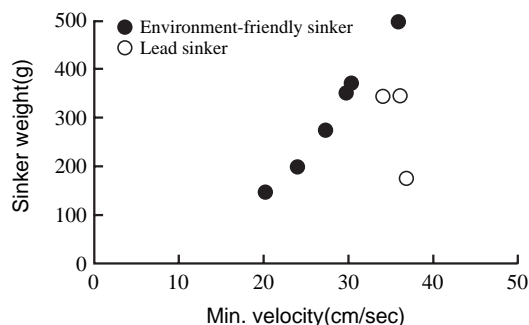


Fig. 7. Relationship between sinker weight and removable minimum velocity of the sinker.

(147g - 497g)의 이동가능 최소유속은 무게변화에 거의 비례하는 경향으로 나타났다(Fig. 7). 친환경 붓들 147g의 이동가능 최소유속은 20.2cm/sec 이고, 199g의 경우는 24.0cm/sec, 275g은 27.4cm/sec, 352g은 29.7cm/sec, 371g은 30.3 cm/sec, 497g은 36.0cm/sec 이었다. 친환경 붓들 352g은 345g의 납 붓들보다 무게는 무겁지만 6.3cm/sec 더 느린 유속에서 이동되고, 또한 497g

의 친환경 붓들은 176g과 345g의 납 붓들보다 321g과 142g 더 무겁지만 이동가능 최소유속은 비슷하였다. 무게가 거의 같은 납 붓들도 모양에 따라 이동가능 최소유속은 달랐다. 따라서 유속에 따른 붓들의 움직임은 모양과 무게의 영향을 동시에 받는 것을 알 수 있다.

개량어구와 현용어구의 어획성능비교

강릉시 연안에서 현용어구와 개량어구로 어획한 문어의 체중분포는 Fig. 8과 같다. 총 조업 64회에 양승된 어구수는 현용어구가 개량어구보다 322개 많지만, 어획된 문어는 개체별 체중이 측정된 10kg 이하의 441마리였다. 2kg 미만의 문어는 현용어구 212마리, 개량어구 174마리, 2kg 이상의 경우는 현용어구 19마리, 개량어구 36마리를 어획하였다. 따라서 개량어구는 현용어구보다 큰 문어를 어획하는 경향이 있다.

Table 2의 지역별 문어어획량은 강릉지역의 경우, 현용어구와 개량어구의 양승어구수 1,908

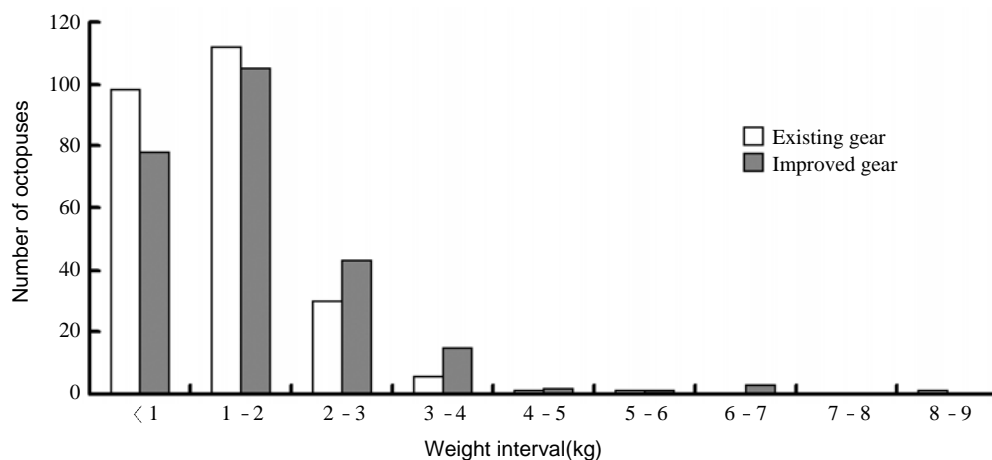


Fig. 8. Weight distribution of octopus caught with the existing gear and the improved gear in the coastal waters of Gangneung.

Table 2. Catch of octopus caught with existing gear and improved gear in the coastal waters of Gangneung and Goseong

Area	Item	Existing gear	Improved gear
Gangneung	Number of hauling gears	1,908	1,586
	Total catch (kg)	298.7	366.4
	CPU(g/gear)	156.6	231.0
Goseong	Number of hauling gears	947	768
	Total catch (kg)	287.3	297.0
	CPU(g/gear)	303.4	386.7

Table 3. Number of octopuses caught with existing gear and improved gear in the coastal waters of Gangneung and Goseong

Area	Item	Existing gear	Improved gear
Gangneung	Number of hauling gears	1,908	1,586
	Catch in number	249	257
	CPU(N/gear)	0.13	0.16
Goseong	Number of hauling gears	947	768
	Catch in number	163	155
	CPU(N/gear)	0.17	0.20

Table 4. Lost Number of exiting gear and improved gear in the coastal waters of Gangneung and Goseong

Area	Item	Existing gear	Improved gear
Gangneung	Number of shooting gears	2,002	1,658
	Number of lost gears	94	72
	Lost rate of gear(%)	4.7	4.3
Goseong	Number of shooting gears	980	803
	Number of lost gears	33	35
	Lost rate of gear(%)	3.4	4.4

개와 1,586개에 대하여 각각 어획량은 298.7kg, 366.4kg 이었으며, 단위어구당 어획량은 156.6g과 231.0g으로 개량어구가 약간 높았다. 고성지역의 경우, 현용어구와 개량어구의 양승어구수 947개와 768개에 대하여 각각 어획량은 287.3kg, 297.0kg 이었으며, 단위어구당 어획량은 303.4g과 386.7g으로 개량어구가 약간 높았다.

한편, 개량어구로 어획한 문어의 평균 개체무게는 고성지역과 강릉지역이 각각 1.76kg, 1.20kg로 $p < 0.01$ 수준에서 유의한 차이를 나타내었고, 현용어구로 어획한 경우 고성지역은 1.92kg, 강릉지역은 1.48kg으로 $p < 0.05$ 수준에서 유의한 차이를 나타냈으며, 고성지역이 강릉지역에서 어획한 개체보다 큰 문어를 어획하였다.

Table 3의 지역별 어획개체수는 강릉지역의

경우, 현용어구와 개량어구의 양승어구수 1,908개와 1,586개에 대하여 각각 어획개체수는 249마리, 257마리였으며, 단위어구당 어획개체수는 0.13마리와 0.16마리로 개량어구가 약간 많았다. 고성지역의 경우, 현용어구와 개량어구의 양승어구수 947개와 768개에 대하여 각각 어획개체수는 163마리, 155마리였으며, 단위어구당 어획개체수는 0.17마리와 0.20마리로 개량어구가 약간 많았다.

Table 4의 지역별 어구유실량은 강릉지역의 경우, 현용어구와 개량어구의 투승어구수 2002개와 1,658개에 대하여 각각 어구유실이 94개, 72개였으며, 어구 유실율은 4.69%와 4.34%로 개량어구가 약간 적었다. 고성지역의 경우, 현용어구와 개량어구의 투승어구수가 각각 980개와

803개에 대하여 어구유실이 33개, 35개였으며, 어구 유실율은 3.37% 와 4.36%로 개량어구가 약간 많았다.

고 찰

문어홀릴납시의 납 붓들을 대체할 친환경 붓들은 납과 같이 인체에 해로운 중금속이 아닌 재료로 제작되어야 한다. 본 연구에서는 세라믹 재료에 비중을 높이기 위하여 특히 철 분말을 첨가하였다. 붓들의 철 함량은 50 - 60% 일 경우가 납 붓들의 강도 및 무게와 유사하였다. 제조된 붓들의 비중은 납의 비중 15.065 보다 약 0.19 - 0.44 배로 낮았다. 그러나 납 붓들과 비슷한 무게를 갖기 위해서는 부피가 증가하게 되었다. 붓들 사용자인 어업인은 친환경 붓들을 약 150 - 500g 범위의 무게별로 제작하고 납 붓들과 비교하여 무게, 강도 및 크기가 비슷하며 어획성능에 영향이 없도록 요구하고 큰 변화를 싫어한다. 따라서 친환경 붓들은 현용 붓들과 유사한 모양과 무게를 갖도록 하기 위해서 시제품을 단계적으로 보완하였다. 1 단계에서는 강도와 무게에 중점을 두었기 때문에 Fig. 7과 같이 어두운 회색이며 모양이 둔탁하고 크기가 커서 현용 붓들보다 가능성이 부족하였다. 2 단계에서는 크기를 줄이면서 어획율과 시각적인 부분을 고려하여 붓들의 색상에 중점을 두었다. 특히 붓들의 색상은 문어의 뛰어난 시각(Inoue, 1978)과 문어홀릴납시의 미끼(An and Arimoto, 2007)인 돼지비계, 봉장어의 복부 및 겨울철 파이프 보온용 폴리늄 반사단열재의 색을 고려하여 흰색계통의 밝은 색으로 제작하였다(Ministry of Maritime Affairs and Fisheries, 2007). 그러나 붓들의 재료가 대부분 검정색인 관계로 흰색으로 제작은 어렵기 때문에 앞으로 좀 더 연구가 필요하다. 문어홀릴납시 조업의 성패는 유속이 좌우한다(An and Park, 2006). 약한 유속에서 납 붓들은 저질이 모래인 어장에서는 쉽게 묻히는 반면, 친환경 붓들은 Fig. 12와 같이 무게가 비슷한 납 붓들보다 쉽게

이동하므로 어장의 면적이 일정하면 소해시간이 짧아서 조업시간을 단축할 수 있을 것으로 판단된다.

본 연구에 어획된 문어는 냉수대에 서식하는 문어 *Paroctopus dofleini* 로서 생물학적최소크기 15kg(Hartwick, 1983)보다 대부분 작았는데, 이는 문어자원 감소와 남획에 의한 것으로 판단된다(An and Park, 2005; 2006). 이와 같은 주된 현상은 정부의 어획가능체중을 문어 종류와 구분 없이 300g 이상으로 하였기 때문인 것으로 판단된다. 개량어구와 현용어구에 의한 어획된 문어의 평균 개체무게는 개량어구가 큰 문어를 어획하고 고성지역이 강릉지역보다 높았는데, 이것은 고성지역의 특성상 남·북한어로한계지역에 위치하여 어로행위가 제한되어 남획이 되지 않았기 때문이라고 생각된다.

어획자원의 보호를 위한 어구의 어획선택성에 관한 연구는 주로 망목크기와 모양변경에 대한 것이다(Chang et al., 2007; Robertson and Stewart, 1988). 문어홀릴납시어업에서도 개량어구를 사용하고 낚싯바늘의 갈고리 모양과 크기를 변화하든지 인공미끼의 크기를 조절하면 효율적인 어획선택성을 기대할 수 있을 것으로 생각된다(LΦkkeborg and Bjordal, 1992; 1995).

개량어구와 현용어구의 어구유실은 큰 차이가 없었다(table 4). 이것은 어구유실수가 조업어장의 해저지형, 선박별 어구사용량 및 어업인의 조업능력 등에 따라 차이가 발생할 수 있기 때문에 개량어구의 유실율이 낮다고 판단할 수 없는 것이다.

한편, 일반적으로 시제품이 실용화되기 위해서는 현재 사용 중인 것보다 성능이 같거나 높아야 한다. 본 연구에서 개발한 친환경 붓들과 인공미끼를 이용한 개량어구가 현용어구보다 단위어구당 어획량이 높았다(Table 2, 3). 시제품은 사용자인 어업인의 의견을 충분히 반영하였기 때문에 실용화하는데 큰 어려움이 없을 것으로 판단된다. 또한 문어의 판매가격이 높기 때문에

현용 어구보다 어획량이 많으면 쉽게 어업인이 개량어구를 선호할 것이라 생각되지만 보통 어업인은 현용어구 가격보다 조금이라도 높으면 구입하지 않으려는 경향이 있다. 따라서 친환경 어업을 위하여 정부차원에서 재정적 지원이 필요하였는데, 1단계 시제품부터 강원도 지방정부의 보급사업에 선정되어 실용화하는데 큰 기틀을 마련할 수 있었다.

결 론

환경친화적 어업을 위하여 문어홀립낚시의 낚 붓들을 친환경 붓들로 개발하고 그 특성과 성능을 파악하였다. 친환경 붓들을 만들기 위하여 수분과 염분에 의해 용해되지 않는 수화물계 세라믹 재료를 개발하였다. 또한 문어홀립낚시용 낚 붓들과 동일한 무게와 강도를 갖게 하기 위하여 수화물계 세라믹 재료에 철 분말을 정량적으로 첨가하였다. 철 분말은 성형체 함량의 50 - 60%를 첨가하였을 때 단위 중량의 차이는 있지만 낚 붓들의 무게와 강도와 유사한 특성을 나타내었다. 낚시바늘은 기계로 제작하고 규격화하였다. 붓들의 제조는 먼저 몰드(mold)를 제작하고 수화물계 세라믹 재료들과 물을 정량적으로 혼합한 다음 낚시바늘을 삽입한 몰드에 붓고 수 시간동안 경화시킨 후 몰드로부터 탈형하여 붓들을 완성하였다. 붓들무게는 150g - 500g의 8종이며, 붓들 150g의 규격은 폭 약 55mm, 길이 약 80mm, 두께 약 15mm이며, 낚시바늘 4개는 갈고리 모양으로 되어 있다. 150g - 450g 붓들의 비중은 한국기기유화시험 연구원에서 측정하였는데, 2.871 - 6.637 범위로 낚의 약 0.19 - 0.44배로 낮았다. 붓들의 이동가능최소 유속은 회류수조에서 측정하였는데, 친환경 붓들(147g - 497g)의 이동가능 최소유속은 무게변화에 거의 비례하는 경향이였다. 497g의 친환경 붓들은 176g과 345g의 낚 붓들보다 321g과 142g 더 무겁지만 이동가능 최소유속은 36.0 - 36.9cm/sec로 비슷하였다. 낚 붓들과 돼지비계미끼로 구성된 현용어

구와 친환경 붓들과 인공미끼로 구성된 개량어구와의 어획비교는 강릉연안에서 64회, 고성군 연안에서 33회 행하였다. 개량어구는 현용어구보다 큰 문어를 어획하는 경향이 있었다. 단위어구당 어획개체수는 강릉지역의 경우, 개량어구 0.16마리로서 현용어구 0.13마리보다 약간 많았다. 고성지역의 경우도 개량어구 0.20마리가 현용어구 0.17마리보다 약간 많았다. 단위어구당 어획량은 강릉지역의 경우, 개량어구 231.0g 이 현용어구 156.6g보다 약간 높았다. 고성지역의 경우도 개량어구 386.7g이 현용어구 303.4g보다 약간 높았다. 개량어구의 유실량은 지역에 따라 차이가 있으나 현용어구와 차이는 거의 없었다. 앞으로 2단계의 시제품인 붓들의 색깔에 대한 어획성능과 실용화 확대를 위한 다각적인 검토가 필요할 것으로 생각된다.

사 사

본 연구는 해양수산부 수산특정 연구(MNF 12005018-2-1-SB010)와 강릉시 연구용역(2005)으로 수행되었으며, 본 연구수행에 도움을 주신 강릉시 연승어업인연합회 이충남 회장님과 강원도 문어연승어업인에게 고마움을 표한다.

참고문헌

- An, Y.I. and J.Y. Park, 2005. Octopus fisheries in the coastal waters of Gangneung - I, pot fishery. J. Kor. Soc. Fish. Tech., 41, 271 - 278.
- An, Y.I. and J.Y. Park, 2006. Octopus fisheries in the coastal waters of Gangneung - II, octopus drift-line fishery. J. Kor. Soc. Fish. Tech., 42, 78 - 85.
- An, Y.I. and T. Arimoto, 2007. Development of artificial bait for octopus drift-line. J. Kor. Soc. Fish. Tech., 43, 291 - 300.
- Barwick, M. and W. Maher, 2003. Biotransference and biomagnification of selenium copper, cadmium, zinc, arsenic and lead in a temperate seagrass ecosystem from Lake Macquarie estuary, NSW, Australia. Marine Environmental Research, 56, 471 - 502.

- Burden, V.M., M.B. Sandheinrich and C.A. Caldwell, 1998. Effects of lead on the growth and δ -aminolevulinic acid dehydratase activity of juvenile rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. Environ. Pollut., 101, 285 - 289.
- Chang, H.Y., B.K. Cho, J.S. Park and W.L. Lee, 2007. Mesh selectivity of gill nets for silver pomfret, *Pampus argenteus*. J. Kor. Soc. Fish. Tech., 43, 169 - 175.
- Hartwick, E.B., 1983. Octopus defleini. Boyle, P.R. ed. 「Cephalopod life cycles」. Academic Press, London, pp. 277 - 291.
- Inoue, M., 1978. Fish behaviour and fishing method. Kouseisha-kouseikaku, Tokyo, pp. 63 - 100.
- Jacks, G., M. Bystron and L. Johansson, 2001. Lead emissions from lost fishing sinkers. Boreal Environment Research, 6, 231 - 236.
- Kim, S.G., J.W. Kim, S.W. Jang, S.G. Kim and J.C. Kang, 2002. Change of survival, growth and oxygen consumption rate in the juvenile olive flounder, *Paralichthys olivaceus* exposed to lead. J. Fish. Pathol., 15, 99 - 104.
- Little, E.E., J.F. Fairchild and A.J. Delonay, 1993. Behavioral methods for assessing impacts of contaminants on early life stage fishes. Transactions Am. Fish. Soc. Symposium, 14, 67 - 76.
- LΦkkeborg, S. and Å. Bjordal, 1992. Species and size selectivity in longline fishing-a review. Fish. Res., 13, 311 - 322.
- LΦkkeborg, S. and Å. Bjordal, 1995. Size-selective effects of increasing bait size by using an inedible body on longline hooks. Fisheries Research, 24, 273 - 279.
- Michael, P., 2006. Fish and wildlife issues related to use of lead fishing gear. Washington Department of fish and wildlife fish program, 1 - 28.
- Ministry of Maritime Affairs and Fisheries, 2007. Development and practical use of sinker to octopus drift-line and gill net for environment-friendly fishery. Report of MOMAF, pp. 68 - 71, 80 - 85, 96 - 113.
- Robertson, J.H.B. and P.A.M. Stewart, 1988. A comparison of size selection of haddock and whiting by square and diamond mesh codend. J. Cons. int. Explor. Mer., 44, 148 - 161.
- Scheuhammer, A.M., S.L. Money, D.A. Kirk and G. Donaldson, 2003. Lead fishing sinkers and jigs in Canada: Review of their use patterns and toxic impacts on wildlife. Canadian Wildlife Service Occasional Paper 108. Environment Canada, Ottawa, pp. 48.
- Sippel, A., J. Geraci and P. Hodson, 1983. Histopathological and physiological responses of rainbow trout (*Salmo gairdneri*) to sublethal levels of lead. Water Res., 17, 1115 - 1121.
- Weber, D.N., A. Russo, D.B. Seale and R.E. Spieler, 1991. Waterborne lead affects feeding abilities and neurotransmitter levels of juvenile fathead minnows *Pimephales promelas*. Aquat. Toxicol., 21, 71 - 80.

2008년 7월 8일 접수

2008년 7월 21일 1차 수정

2008년 8월 10일 수리