

자원관리형 반구형 새우통발의 형상 변화에 따른 유체저항 특성과 수중안정성

김성훈 · 이경훈 · 김형석^{1*}

국립수산과학원 시스템공학과, ¹부경대학교 해양생산시스템관리학부

On the hydrodynamic resistance and stabilization of the coonstripe shrimp pot to reduce catch of a small size shrimp

Seonghun KIM, Kyounghoon LEE and Hyung-Seok KIM^{1*}

Fisheries System Engineering Division, NFRDI, Busan 619-902, Korea

*¹Division of Marine Production System Management, Pukyong National University,
Busan 608-737, Korea*

For the optimal design of a shrimp pot to control the catch size and to reduce catch the small size shrimp, tank experiments were carried out to study the pot stability under water. Tank experiments were carried out to measure the drag with 4 kinds of model pots that have 50% selection on the individual of 25mm carapace length. The drag of each pot was measured every 10 times with changing the current speeds from 0.1m/s to 0.7m/s in 0.1m/s intervals and the pot attack angle from 0° to 90° in 15° interval in a flume tank. The relation between the current speed and drag was presented. The stability of pot was estimated using the drag data and the friction data of Kim et al. (2008b). The results showed that, the drag was shown lower as small as the projected area of pot depending on the current speeds and angles. The model pots were showed to slide on the seabed in case of rock at the current speeds 0.35 – 0.38m/s and the possibility of turn over at the current speeds 0.77 – 0.89m/s. In conclusion, the stability of a shrimp pot showed more stable as the pot of the lower the height and the smaller projected area on current.

Keywords: Drag, Stabilization, Shrimp pot, Optimal design, Flume tank

서 론
수동적 어구로써 다양한 어종을 대상으로 조업
통발은 우리나라에서 자망과 함께 대표적인 을 하고 있다. 통발어선은 총 8,800여 척으로 우

*Corresponding author: pelamis@pknu.ac.kr, Tel: 82-51-629-5894, Fax: 82-51-629-5886

리나라 연안어선 77,000여 척 중에서 약 11%를 차지하고 있는 중요한 어업 중의 하나이다.

통발의 형태는 대상으로 하는 어종의 행동특성이나 서식습성을 고려하여 형태가 다르고, 입구의 위치, 사용하는 망지의 종류 등 효율적인 어획을 어업인의 경험을 바탕으로 조금씩 변화하여 현재의 통발의 형태를 이루고 있다 (Kim et al., 2008a).

통발은 어구의 운용이 단순하고 저인망이나 선망과 같이 큰 어선마력이나 어로기기가 요구되지 않기 때문에 우리나라뿐만 아니라 전 세계적으로 폭넓게 사용하고 있다. 그러나 최근에는 어구사용량의 급증과 조업시 어획물을 수거하고 재투망하는 형태로 점차적인 정치성 어업형태를 취하고 있으며, 오랜 침지시간으로 인해 어장사고가 빈번하고 어구의 유실시 유령어업과 같은 해양환경문제를 발생시키는 것으로 보고하고 있다 (Park et al., 2007). 통발에 대해서는 지금까지 다양한 연구보고가 있다. 대표적으로 통발어구에 있어서 어획성능개선에 관한 연구 (Ko and Kim, 1984; Jang et al., 1997; Park et al., 2006; Bae et al., 2010; Kim et al., 2010), 자원관리를 위한 망목선택성 및 선택적 통발의 개발 (Shin and Park, 2003; Park et al., 2005; Park et al., 2005; Lee et al., 2005; Kim et al., 2008b; Kim et al., 2010; Kim et al., 2011), 통발의 어획성능지수 및 어획효율에 관한 연구 (Ahn et al., 2007; Kim et al., 2007) 등에 관해서 보고된 바 있다.

Kim et al. (2008b)은 일본 북해도 도화새우통발어업에 있어서 미성숙개체의 어획저감을 목적으로 어획선택성 개선을 위해 적정 경사면의 길이와 각도의 변화에 의한 형태적인 측면에서 적정 설계를 제시하였다. 통발에 있어서 형상의 변화는 해저에서 안정성에 큰 영향을 미치는 중요한 요소이다. 뿐만 아니라 투망시에서 해저에 안착되기까지 안정성이 유지되어야 하고, 안정하게 안착된 이후에도 조류에 의해 밀려가거나 전도되지 않아야 어획을 보장할 수 있다. 특히

통발 입구의 위치가 상부에 설치되어 있거나, 측면에 설치되어 있더라도 전도되면 입구가 막혀 대상어종의 입망을 저해하여 어획이 이루어지지 않는다 (Li et al., 2003).

통발의 안정성에 관한 연구로써는 대표적으로 Li et al. (2003), Kim et al. (2008a)이 있다. 최근에는 통발의 안정성을 높이기 위해 원형통발의 경우 밀면 프레임의 철재의 굽기를 굽게 하는 등 방법을 강구하고 있지만 이는 통발의 가격을 상승시키는 요인이 되고, 통발무게의 증가로 인해 작업시에 노동량 부하를 증가시키기도 한다.

본 연구는 Kim et al. (2008b)이 도화새우통발에 있어서 선택성 향상을 위해 제시된 통발의 4가지 적정설계에 대해 유속에 따른 저항특성과 수중에서의 안정성을 평가하기 위하여 모형통발을 이용하여 수조실험을 실시하였으며, 자원관리형 통발개발을 위한 기초적인 자료로써 이용하고자 하였다.

재료 및 방법

통발의 형상에 따른 유체역학적 실험은 현재 일본 북해도에서 도화새우를 어획하기 위해 사용하고 있는 반구형그물통발에 있어서, Kim et al. (2008b)의 연구보고에서 미성숙개체의 어획저감과 선택성 향상을 위해 형태적인 측면에서 통발 경사면의 길이와 경사면의 각도를 고려하여 제시한 4가지의 통발설계에 대해 축척비 1/2의 모형통발을 제작하여 수조실험을 실시하였다.

본 연구에서 사용한 4가지의 통발설계는 현재 일본 북해도에서 각 지방의 수산관계 규정으로 자율방류하도록 시행하고 있는 두홍갑장 25mm (1세 이하) 개체를 기준으로 50% 선택성을 가지는 규격이다 (Kim et al., 2008b).

현용어구는 입구가 상부에 한 개 배치되어 있는 반구형의 통발로써 밀면의 직경이 110cm, 높이가 36cm의 크기로 직경 13.8mm의 철재 프레임으로 이루어져 있으며, 상부에 4개의 플라스틱 프레임 (20mm×8mm, W×t)에 의해 형태를

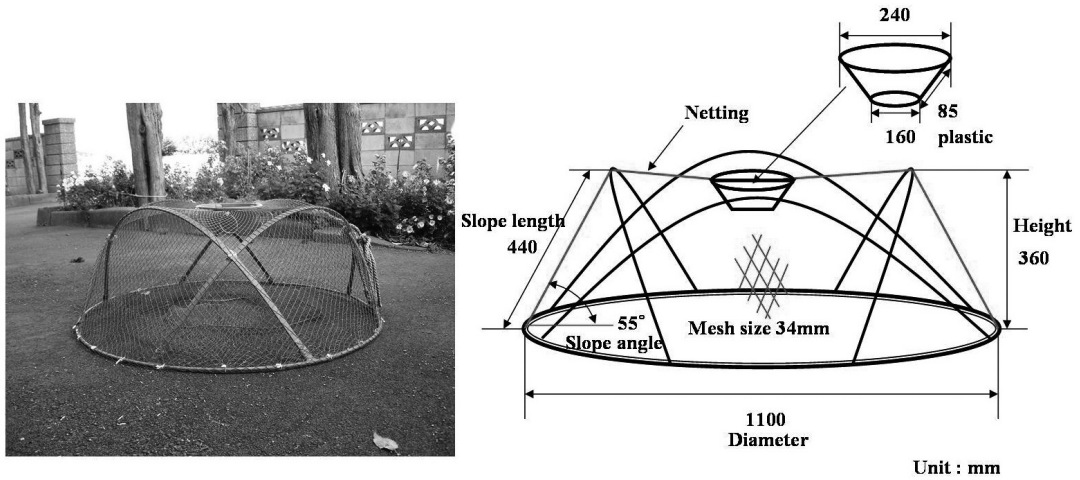


Fig. 1. The current shrimp pot used in Hokkaido, Japan.

이루고 있다. 또한 Tetron 210Td/18합사의 라셀 망지를 전체적으로 씌운 형태이며, 망목은 34mm로써 북해도지역 새우통발 망목 34mm이하 사용을 금지하도록 되어 있는 북해도 수산관계 규정 (북해도 도남지역 새우통발 취급지침)에 적합한 것이다. 현용어구의 상세규격은 Fig.1에 나타내었다.

실험어구

실험어구는 선상에서의 작업공간을 고려하여 기존 통발의 밑면 직경을 110cm로 동일하게 하고, 경사면 각도는 현용통발의 경사면 각도 55°를 포함하여 35°, 45°, 55°, 65° 그리고 75°로 설정하고 이에 대해 50% 선택성을 가지는 경사면 길이를 각각 선택성 곡선상에서 구하여 결정하였다 (Kim et al., 2008b). 통발의 높이, 윗면의 직경은 경사면의 각도와 길이에 의해 산술적으로 계산하여 각각 결정하였다. 실험에 사용한 통발의 실물크기의 규격은 Fig. 2에 나타내었으며, 수조실험에 사용한 모형통발은 Fig. 2의 규격을 기준으로 Tauchi (1939) 상사법칙을 사용하여 1/2로 축소 제작하였다. 모형통발에 사용한 망지는 나일론 재질을 사용하였으며, 상사비에 맞추

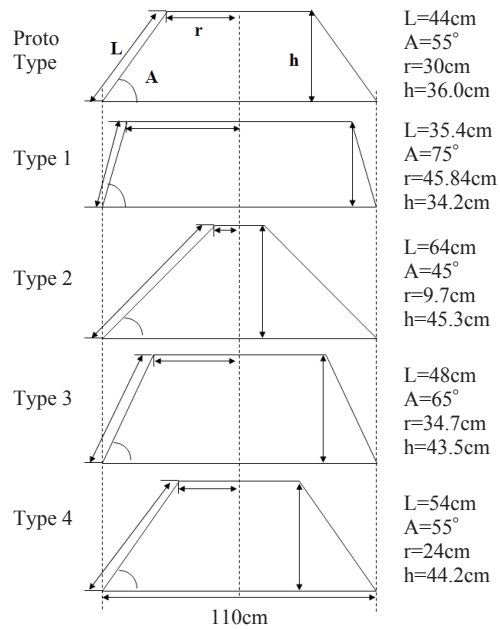


Fig. 2. Schematic of the experimental pots with 50% catch selectivity for the coonstripe shrimp with 25mm carapace length.

어 망목 18mm로 주문 편망하여 사용하였다. 모형통발에 사용한 프레임은 Polyamide (MC-Nylon)재질을 사용 형태를 유지하였으며, 밑면 프레임은 유속에 형상에 변형이 일어나지 않도록

록 직경 10mm 합봉을 사용하여 제작하였으며, 상사비에 맞는 직경 8mm 프레임에 대한 저항과 10mm 프레임에 대한 항력을 별도로 수조실험에서 측정하고 해석시에 보정하였다.

수조실험

모형통발의 항력은 국립수산물학원의 수직순환형 회류수조를 사용하여 측정하였다. 회류수조는 본체 재질은 스테인레스 스틸 (SUS304L)로 수조 본체의 크기는 25.1 (L)×4.5 (W)×8.3 (D)m이고 약 280ton의 물을 적재하고 있으며, 관측창의 크기는 8.0 (L)×2.8 (W)×1.4 (D)m이다.

실험수조의 수심은 1.4m로 설정 가능한 유속은 0.1–3.0 m/s이며, 단면 유속분포오차는 1.04 m/s에서 ±2.0%, 2.05 m/s에서 ±1.0% 이내이다.

새우통발은 통상 해저에 맞닿아 놓이기 때문에 통발의 밑면에는 흐름의 영향을 받지 않으며, 해저면과 통발의 밑면 사이에는 마찰력이 생긴다. 이 상태의 항력을 측정하기 위해서는 수조바닥면보다 아래쪽에 방수형 검력계를 설치하고 이 검력계 위로 수조바닥면과 동일한 높이의 독립된 측정대를 설치할 필요가 있다. 그러나 이러한 측정 장치를 실현하는 것은 상당히 어렵기 때문에 본 실험에서는, 항공기가 지면에 가깝게 비행하는 경우의 풍동실험법 (Hukatu, 1934)을 응용하여 동일한 모형통발을 상하로 밑면을 맞대어 경상모형 (鏡像模型)이 되도록 실험통발을 제작하고 통발 밑면에 직접 흐름이 작용하지 않도록 하였으며, 동시에 마찰력도 생기지 않는 상태에서 항력을 측정하는 방법을 채용하였다. 실험통발은 수심 70cm에 접합면이 수면과 평행이 되도록 수조 천정에 설치된 호이스트에 와이어줄을 이용하여 수중장력계와 천정 호이스트와 연결된 와이어가 정확히 90°도 각도를 유지하도록 하여 실험시에 다른 방향으로 분력이 발생하지 않도록 하였다 (Fig. 3).

항력측정은 수중장력계 (SUMM-50K, SEN-TECH)를 사용하였으며, 수조 트레이스를 사용

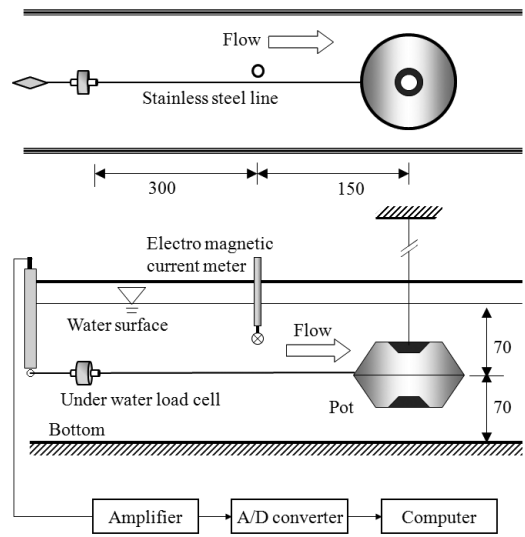


Fig. 3. Schematic illustration of the experiment in drag measurement. unit:cm

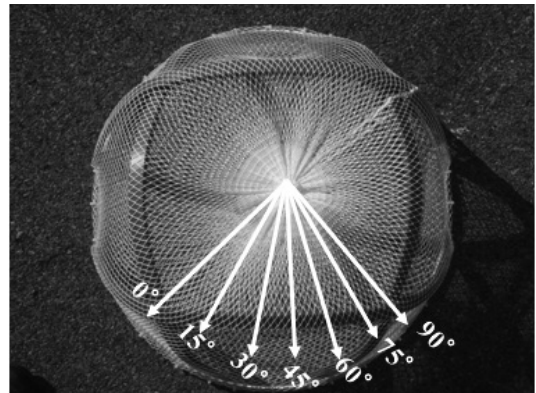


Fig. 4. Angles of experimental model shrimp pot for drag experiments.

하여 모형통발의 접합면과 동일한 수심에 통발과 450cm 위치에 설치하였다. 수중장력계의 출력은 스트레인 증폭기 (AM-10, UNIPULSE)를 통하여 A/D변환기를 통해 퍼스널컴퓨터에 저장되도록 하였으며, A/D변환의 주파수는 100Hz, 샘플링시간은 60초로 하였다. 실험시의 유속은 전자유속계 (VMT2-200-6P, KENEK)를 실험통발의 150cm 전방에 설치하고, 검출기 (VM-601, KENEK)의 값을 기록하였다.

실험은 각 실험통발별로 유속, 각도를 각각 변화시켜 각 조건별로 10회씩 실시하였다. 유속은 0.1m/s에서 0.7m/s까지 0.1m/s 간격으로 변화시켰으며, 실험통발의 흐름에 대한 각도는 0°에서 90°까지 15° 간격으로 변화시켰다. 실험통발은 상부프레임이 교차하는 부분이 흐름에 직면하는 경우를 0°로 하였다 (Fig. 4).

실험통발은 상부프레임의 배치로부터 45° 일 때 흐름이 미치는 면적이 가장 크다. 항력값은 각 통발의 조건별 측정치를 2로 나누어 구하였으며, 실물크기로 환산하여 표기하였다.

해석방법

실험통발 항력 유속장에 설치된 통발의 항력은 유속에 거듭제곱에 비례한다고 가정하면 식 (1)의 실험식으로 표현할 수가 있다 (Li et al., 2003).

$$D = aV^b \tag{1}$$

여기에서 D 는 항력 (N), V 는 유속 (m/s)이다.

결과 및 고찰

각 통발의 유속과 각도별 측정된 항력은 Fig. 5에 나타내었다. 또한 식 (1)에 의해 측정된 유속에 대한 항력값을 이용하여 항력실험식의 비례계수 a 와 b 의 값을 회귀식을 이용하여 구하였으며 Table 1에 나타내었다.

실험통발 중에서 통발의 높이가 가장 낮은 Type1은 각도 0°와 90°의 경우 항력이 최소가

되고, 60°에서 항력이 최대가 되는 경향을 나타내었다. Type2의 경우는 다른 통발에 비해 형상이 완전한 반구형에 가까워 다른 통발에 비해 각도의 변화에 따른 항력변화는 크게 나타나지 않았으며, 다른 통발의 경우 불완전한 반구형으로 프레임의 배치에 의해 각도에 따른 항력의 변화가 있는 것으로 나타났다. Type3, Type4의 경우는 45° 각도를 중심으로 항력값이 좌우로 대칭되는 경향을 나타내었으며, 0°와 90°에서 주변 각도보다 낮은 항력값을 나타내었고 각각 75°에서 최대 항력을 나타내는 것을 알 수 있었다. 각 실험통발은 45° 각도에서 흐름에 대한 투영면적이

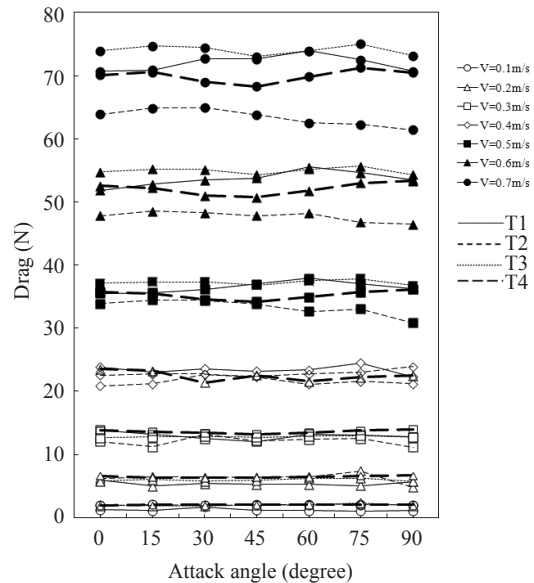


Fig. 5. Comparison of drag between trap types.

Table 1. Coefficient values in regression equation between the drag and the speed

Angle (°)	Type 1				Type 2				Type 3				Type 4			
	a^*	b^*	r	n	a^*	b^*	r	n	a^*	b^*	r	n	a^*	b^*	r	n
0	165.1	2.10	0.99	10	115.6	1.80	0.99	10	137.5	1.91	0.99	10	130.1	1.84	0.99	10
15	160.7	2.15	0.99	10	114.5	1.78	0.99	10	138.5	1.90	0.99	10	126.1	1.82	0.99	10
30	139.7	1.96	0.99	10	119.8	1.80	0.99	10	139.9	1.92	0.99	10	122.7	1.81	0.99	10
45	160.6	2.13	0.99	10	116.3	1.79	0.99	10	135.9	1.89	0.99	10	121.5	1.80	0.99	10
60	168.7	2.17	0.99	10	111.7	1.76	0.99	10	133.8	1.86	0.99	10	125.0	1.82	0.99	10
75	170.2	2.19	0.99	10	109.4	1.72	0.99	10	130.5	1.81	0.99	10	128.8	1.83	0.99	10
90	158.3	2.12	0.99	10	110.8	1.83	0.99	10	138.4	1.91	0.99	10	130.5	1.83	0.99	10

n , number of data; r , coefficient of correlation, $*D=aV^b$; D , drag (N); V , current speed (m/s).

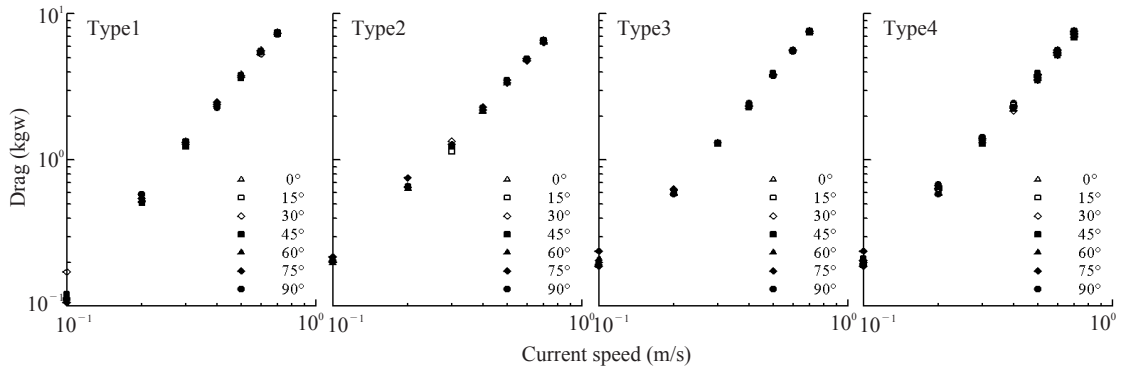


Fig. 6. Relationship between the current speed and the drag subjected to different attack angles in the flume tank.

최대가 되지만 통발형상을 유지하는 프레임의 각도 변화에 따른 투영면적의 변화로 실험 최고 유속인 0.7m/s에서 항력이 최대가 되는 각도는 통발별로 다소 차이가 있었다. 각 실험통발에 있어서 최대유속 0.7m/s에서 최대항력을 비교하면, Type1은 60°에서 73.9N, Type2는 30°에서 65.0N, Type3은 75°에서 75.0N, Type4는 75°에서 71.3N으로 나타났으며, 실험통발 중에서 Type3의 항력이 가장 큰 것을 알 수 있었다. 그리고, 항력 (D)은 Fig. 6에 나타낸 바와 같이 대략적으로 유속의 제곱에 비례하는 것을 알 수 있었다.

한편, 조업시 새우통발의 안정성에 대해서는 조류에 의해 통발이 밀려가는 경우와 통발 본체가 전도되어 입구가 막히는 경우를 생각해 볼 필요가 있다. 여기에서는 이 두가지 경우를 역학적으로 해석하여 통발이 미끄러지기 시작하는 유속과 통발의 한 끝을 지점점으로 해서 전도가 일어나는 유속을 구하였다.

통발이 미끄러지기 시작하는 유속

통발이 미끄러지기 시작하는 유속을 이론적으로 계산하기 위해 다음과 같은 가정을 하였다.

- (1) 해저면은 평탄하고, 정상류하에서의 저면 경계층이 없는 것으로 한다.
- (2) 통발에 작용하는 양력은 무시할 수 있을 정도로 작다.

유속장에서 통발에 작용하는 힘은 식 (1)의 항력과 더불어 정지마찰력이 작용 한다. 여기에서

Table 2. Regression coefficients in the frictional experiments (Kim et al., 2008b)

Pot	Concrete		Sand	
	μ	A (N)	μ	A (N)
Shrimp pot	0.61	0.29	0.79	1.27

μ : frictional coefficient; A, constant ; under water weight of pot, 3.07kg

정지마찰력은 식 (2)와 같이 표현할 수 있다 (Soda, 1971).

$$F = \mu N + A \tag{2}$$

여기서 F 는 정지마찰력, μ 는 정지마찰계수, N 은 물체의 수직력, A 는 점착력을 고려한 정수이다. 본 연구에서는 Kim et al. (2008a) 연구보고서에서 바닥면이 콘크리트 일 때와 모래일 때의 본 연구의 대상인 새우통발에 대해 마찰력 실험결과에서 제시한 계수 (Table 2)를 사용하여 통발의 안정성을 해석하였다.

여기에서 유속장 내에서 통발이 받는 항력이 정지마찰력과 동일할 경우, 식 (1)과 식 (2)의 관계를 이용하면, 해저면은 평탄하다고 가정하고 있기 때문에 식 (2)에서 수직력 N 은 통발의 수중 중량 W_w 를 이용하여 $N = W_w g$ (g 는 중력가속도)으로 표현할 수 있으며, 본 연구에서는 현용통발의 수중무게인 3.07kg를 모든 실험통발에 동일하게 적용하였고 이는 통발형상이 경사면의 각도와 길이에 의해 변할 경우 중량의 증가가 예상

Table 3. Calculated theoretical current speed when the pot starts to slide

Pot	W_w (kg)	V_s (m/s)	
		Concrete	Sand
Type 1	3.07	0.37	0.42
Type 2		0.38	0.45
Type 3		0.35	0.41
Type 4		0.36	0.42

되며, 최소한의 중량은 현용통발에 기준한 것이다. 따라서 통발이 미끄러지기 시작할 때의 유속 V_s 는 식 (3)과 같이 나타낼 수 있다.

$$V_s = \exp \left[\frac{1}{b} \ln \left(\frac{uW_w g + A}{a} \right) \right] \quad (3)$$

통발이 미끄러지기 시작할 때의 유속 V_s 는 식 (3)에 항력과 정지마찰력의 회귀계수를 대입하여 구할 수 있으며 그 결과를 Table 3에 나타내었다. 계산에서는 각각의 실험통발에서 항력이 최대가 되는 각도의 회귀식 계수값을 채택하였다. 실험통발이 암반과 같은 바닥면에 안착되었을 경우는 최소 0.35m/s에서 0.38m/s 유속 내에서 미끄러지는 것으로 나타났으며, 모래와 같은 사질에서는 0.41m/s에서 0.45m/s 유속에서 미끄러지는 것으로 나타났다. 실험결과 암반보다는 모래저질에서 중량에 의한 마찰저항이 크므로 암반에서 다소 쉽게 통발이 미끄러지는 것을 알 수 있었다.

통발이 전도되는 유속 정상류가 있는 경우에 해저면에 놓인 통발에 작용하는 힘은 Fig. 7에 나타내었다. 통발이 미끄러지지 않고 밀면 프레임의 한점을 지긋점으로 하여 회전하고 전도하는 경우를 생각할 수 있다. 이때 힘의 균형은 식 (4)와 같이 표현할 수 있다.

$$W_w g L_0 = D H \quad (4)$$

여기에서 L_0 는 중심으로부터 지긋점까지의 수평거리, H 는 면적중심으로부터 지긋점까지의 수직거리를 나타내며, 여기에서 항력의 작용위치는 통발 대부분 망지에 있기 때문에 통발의 투

Table 4. Calculated theoretical current speed required to turn over the pot

Pot	H (mm)	L_0 (mm)	V_T (m/s)
Type 1	165.8	550	0.79
Type 2	173.6	550	0.89
Type 3	201.1	550	0.77
Type 4	192.1	550	0.81

H , center of figure from bottom; L_0 , horizontal distance from center of gravity to fulcrum

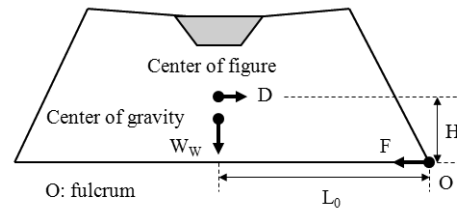


Fig. 7. Schematic illustration used to calculate the drag required to turn over the pot.

영면적 중심으로 하였다. 식 (4)와 식 (1)로부터 전도되는 유속 V_T 는 식 (5)와 같이 구할 수 있다.

$$V_T = \exp \left[\frac{1}{b} \ln \left(\frac{W_w g L_0}{a H} \right) \right] \quad (5)$$

식 (5)를 이용하여 구한 통발이 전도되는 유속 V_T 의 값은 Table 4에 나타내었다. 통발이 전도되는 유속은 Type3이 가장 낮았으며, Type2가 가장 빠른 유속에서 전도되는 것으로 나타났다. 통발의 형상에 있어서 윗면의 면적이 넓고 경사면의 각도가 클수록 안정성이 다소 약한 것을 알 수 있었다. 본 연구에서 미성숙개체의 입망을 저감하고 통발의 내용적이 가장 큰 Type3 통발의 경우 항력이 작용하는 투영면적이 크고 타 통발에 비해 윗면의 면적이 넓어 유속에 대한 안정성이 낮은 것으로 나타났으나 모든 형태의 실험통발이 유속 0.77m/s에서 0.89m/s 범위 내에서는 전도의 가능성이 있는 것으로 나타났다.

붉은대게통발 등과 같은 원추대형 통발의 경우는 상부에 입구가 있고, 골뱅이 통발 등과 같은 원추형 통발의 경우는 보통 측면에 입구가 설치되어 있다. 이런 통발은 안정성이 약하여 넘어

지거나 전도될 경우 입구가 닫혀 입망이 전혀 이루어지지 않으며, 유속에 대해 어느 정도의 안정성이 확보되어야 어획을 기대할 수 있다.

안정성을 높이기 위한 방법으로 통발 밑면 프레임에 하중을 증가시키는 방법도 있으나 무게의 증가로 인한 노동량 증가, 어구비의 상승 등의 문제가 수반될 수 있다.

본 연구에서는 선택성을 기초로 하여 통발의 형태를 개량하고, 선상에서 작업공간을 고려하여 통발의 크기변화가 최소가 되면서 어획량 확보를 위해 어느 정도의 내용적을 가질 수 있도록 설계를 제시하였다. 또한, 인력으로 투망하거나 선상에 적재시 노동력에 부하를 주지 않도록 통발의 무게와 밑면의 크기를 현용어구와 동일한 조건하에서 형상을 개량할 수 있도록 하였다. 어구의 개량에 있어 향후 해상시험에 의한 어획성능평가는 필수적이며, 어획성능과 설계조건과의 정합성에 대한 면밀한 검토가 필요할 것으로 사료된다.

결 론

도화새우통발에 있어서 미성숙개체의 어획저감과 선택성 향상을 위해 Kim et al. (2008a)이 제시한 4가지 형태의 통발에 대해 유속에 따른 저항특성과 수중에서의 안정성을 평가하였다. 실험통발은 두흉갑장 25mm 이하의 미성숙개체에 대해 50% 선택성을 가지는 통발의 경사면의 길이와 각도를 바탕으로 통발의 형상을 결정하고 축소비 1/2의 모형통발을 제작하여 수조실험을 실시하였다. 유체항력실험은 유속 0.1-0.7m/s 까지 0.1m/s 씩 유속을 변화시키고, 통발을 유속에 대해 투영면적을 0-90° 까지 15° 씩 변화시켜 실험하였으며 각 조건별 10회씩 실험을 실시하였다. 실험결과, 실험통발이 암반과 같은 바닥면에 안착되었을 경우는 최소 0.35m/s에서 0.38m/s 유속 내에서 미끄러지는 것으로 나타났으며, 모래와 같은 사질에서는 0.41m/s에서 0.45m/s 유속에서 미끄러지는 것으로 나타났다.

통발은 암반보다는 모래저질에서 중량에 의한 마찰저항이 크므로 암반에서 다소 쉽게 통발이 미끄러지는 것을 알 수 있었다. 본 연구에서 미성숙개체의 입망을 저감하고 통발의 내용적이 가장 큰 Type3 (높이 43.4cm, 경사면 각도 65°) 통발의 경우 항력이 작용하는 투영면적이 크고 타 통발에 비해 윗면의 면적이 넓어 상대적으로 유속에 대한 안정성이 낮은 것으로 나타났으나, 모든 형태의 실험통발이 유속 0.77m/s에서 0.89m/s 범위 내에서는 전도의 가능성이 있는 것으로 나타났다. 따라서 통발의 설계는 수중에서 안정성을 가지기 위해 유체에 대한 저항을 적게 하여야 하며, 어느 정도의 어획량 확보를 위해 내용적 등의 다각적인면을 고려해야할 것으로 사료된다.

사 사

본 연구는 국립수산과학원 수산시험연구사업(RP-2012-FE-004)의 지원에 의해 수행되었습니다.

참고문헌

- An, H.C., K.H. Lee, S.W. Park, C.D. Park and J.K. Shin, 2007. Assessment of fishing power of common octopus (*Octopus minor*) trap fishery. J. Kor. Soc. Fish. Tech., 43 (3), 176-182.
- Bae, B.S., H.C. Ahn, E.C. Jeong, H.H. Park, S.W. Park and C.D. Park, 2010. Fishing power estimation of biodegradable traps in the East Sea. J. Kor. Soc. Fish. Tech., 46 (4), 292-301.
- Hukatu R., 1934. Wind tunnel test method. Kyoritusya, Tokyo, pp. 12.
- Jang, D.J., D.A. Kim and Y.J. Kim, 1997. Modification of fishing baskets for crab, *Charybdis Japonica*. J. Kor. Soc. Fish. Tech., 42 (1), 11-18.
- Kim, D.H., H.C. An, K.H. Lee and J.W. Hwang, 2007. Fishing capacity assessment of the octopus coastal trap fishery using data envelopment analysis (DEA). J. Kor. Soc. Fish. Tech., 43 (4), 339-346.

- Kim, S.H., T. Hiraishi, K. Yamamoto and J.H. Lee, 2008a. Stability of three kinds of pots for catching shrimp used in Hokkaido. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 74 (6), 1030–1036.
- Kim, S.H., J.H. Lee and H.S. Kim, 2008b. Size selectivity by alter the slope length and angle of coonstrip shrim (*Pandalus hypsinotus Brandt*) pot using in Hokkaido, Japan. *J. Kor. Soc. Fish. Tech.*, 44 (4), 273–281.
- Kim, S.H., J.H. Lee, H.S. Kim and S.W. Park, 2010. Optimal design of escape vent for the dome type coonstripe shrimp (*Pandalus hypsinotus*) pot. *J. Kor. Soc. Fish. Tech.*, 46 (2), 115–125.
- Kim, S.H., C.D. Park, S.W. Park and J.K. Shin, 2010. The effect of the entrance size on the catch of trap for conger eel. *J. Kor. Soc. Fish. Tech.*, 46 (3), 195–203.
- Kim, S.H., J.H. Lee and H.S. Kim, 2011. A survey of shrimp pot fishery bycatch and discard in funka Bay, Hokkaido, Japan. *Kor. J. Fish. Aqua. Sci.*, 44 (4), 397–402.
- Ko, K.S. and D.A. Kim, 1984. The behaviour of fisheries to the traps and their catch ability. *J. Korean Fish. Sci.*, 17 (1), 15–23.
- Lee, J.H., B.G. Kwon, C.W. Lee, H.S. Kim, S.B. Jeong, Y.B. Cho, J.B. Yoo, S.H. Kim and B.Y. Kim, 2005. Improvement of gill net and trap net fishing for the resource management in the southern sea of Korea- Mesh selectivity of spring frame trap for conger eel, *Conger myriaster*. *J. Kor. Soc. Fish. Tech.*, 41 (1), 27–34.
- Li, Y., K. Yamamoto, T. Hiraishi and K. Nashimoto, 2003. Stability of fish traps for catching arabesque greenling used in matsumae, Hokkaido. *Fish. Eng.*, 39 (3), 219–225.
- Park, H.H., E.C. Jeong, H.C. An, C.D. Park, H.Y. Kim, J.H. Bae, S.K. Cho and C.I. Baik, 2005. Mesh selectivity of durm net fish trap for Elkhorn sculpin (*Alcichthys alcicornis*) in the eastern sea of Korea. *J. Kor. Soc. Fish. Tech.*, 40 (4), 247–254.
- Park, H.H., R.B. Millar, H.C. An, H.Y. Kim, E.C. Jeong, J.K. Shin, B.J. Cha and I.O. Kim, 2005. Mesh selectivity of drum net traps for *Buccinum opisoplectum Dall* using SELECT model with unequal fishing and sampling efforts: A preliminary analysis. *J. Kor. Soc. Fish. Tech.*, 41 (4), 279–288.
- Park, S.W., H.Y. Kim and S.K. Cho, 2006. Entering behavior and fishing efficiency of common octopus, *Octopus minor* to cylindric trap. *J. Kor. Soc. Fish. Tech.*, 42 (1), 11–18.
- Park, S.W., C.D. Park, J.H. Bae and J.H. Lim, 2007. Catching efficiency and development of the biodegradable monofilament gill net for snow crab, *Chionoecetes opilio*. *J. Kor. Soc. Fish. Tech.*, 43 (1), 28–43.
- Shin, J.K. and H.H. Park, 2003. Size selectivity of round traps for greenling (*Hexagrammos otakii*) in the western sea of Korea. *J. Kor. Soc. Fish. Tech.*, 39 (3), 174–180.
- Soda, N., 1971. Talk of friction. Iwanami shinsho, Tokyo, pp. 51.
- Tauti, M., 1939. A relation between experiments on model and full scale of net. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, 3 (4), 171–177.

2012년 1월 14일 접수

2012년 1월 20일 1차 수정

2012년 1월 20일 수리