

## 반구형 도화새우통발에 있어서 적정 탈출구의 설계

김성훈\* · 이주희<sup>1</sup> · 김형석<sup>1</sup> · 박성욱

국립수산과학원 시스템공학과, <sup>1</sup>부경대학교 해양생산시스템관리학부

### Optimal design of escape vent for the dome type coonstrip shrimp (*Pandalus hypsinotus*) pot

Seong-Hun KIM\*, Ju-Hee LEE<sup>1</sup>, Hyung-Seok KIM<sup>1</sup> and Seong-Wook PARK

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

<sup>1</sup>Division of Marine Production System Management, Pukyong National University, Busan 608-737, Korea

In order to design the optimal escape vent for the coon strip shrimp pot, the tank experiments were conducted with the model pot of five different slit height and slit width, respectively. The optimal height and width of escape vent were determined to 20mm and 40mm by tank experiments, respectively. These were determined by the 50% selection carapace length which was denoted to 25mm in selectivity curve. The escape experiments were conducted to determine a number of escape vent with the original shrimp pot to be set the designed escape vent from 2 vents to 10 vents increasing at intervals of 2 vents in tank. The optimal number of escape vents denoted 8 vents. Therefore, to apply the escape vent in commercial shrimp pot will be efficient to reduce small size shrimps to catch.

Keywords: Escape vent, Optimal design, Shrimp pot, Tank experiment

#### 서 론

어류 또는 갑각류 등을 어획하기 위해 보편적으로 사용하고 있는 통발은 미끼를 사용하기 때문에 어획효율이 우수하다. 이들 통발의 구조는 대상개체가 한번 입망을 하면 탈출하기가 어려운 형태로 되어 있어 때로는 필요로 하지 않은 부수어획이 발생하기도 한다. 통발어업의 특징

은 끌어구어법 등과 같이 엔진의 높은출력을 필요치 않으며, 양승기 이외에 특별한 어로장비가 필요하지 않기 때문에 운용상의 경비가 타 어업에 비해 적은 어업이다. 그러나 어구 운용이 단순하기 때문에 통발의 사용량이 많고 이들 통발이 바다에 유실되거나 버려질 경우 유령어업과 같이 해양환경 문제를 발생시키기도 한다.

\*Corresponding author: seba@nfrdi.go.kr, Tel: 82-51-720-2584, Fax: 82-51-720-2586

일본 북해도 남부지역인 사와라(砂原)에서는 도화새우(*Pandalus hypsinotus*)를 어획하기 위해 통발을 폭넓게 사용하고 있다. 북해도 남부 지역에서는 도화새우통발어업의 경우, 자원의 보호를 위하여 새우통발어업에 있어서 두홍갑장(이하 갑장) 25mm 이하(1세 미만)의 개체에 대해서는 관할 지역 수산관련 규정에 의거하여 제 방류하도록 하고 있으며, 미성숙개체의 어획을 방지하기 위해 망목크기 34mm 이하의 사용을 일본 수산업법으로 금지하고 있다. 그럼에도 불구하고 2005년 9월 새우통발어업의 조업실태를 파악하기 위해 승선조사를 실시한 결과 1세 미만의 미성숙개체의 어획비율이 86% 이상으로 여전히 높은 것을 알 수 있었다.

새우는 어체의 형태로 보면 큰 이마뿔과 두홍갑에 작은 극과 촉각 등을 가지고 있기 때문에 망목으로 탈출하는 것이 상당히 어려울 것으로 예상되며, 미성숙개체의 어획을 저감하기 위해 망목크기 제한 이외에 탈출구와 같은 탈출장치를 이용하는 방법이 검토되고 있다. 연구보고에 따르면 어류 및 갑각류를 대상으로 하는 통발에 있어서 미성숙개체의 어획을 감소시키기 위해서 통발어구에 탈출구를 설치하는 것이 상당히 효과적인 것으로 보고하고 있다(Bain, 1967; Crous, 1976; Fogarty and Borden, 1980; Everson et al., 1992; Li, 2003). 기존 통발의 탈출장치는 대상종에 따라 원형이나 사각형 탈출구를 설치하고 있지만, 본 연구의 대상종인 도화새우의 경우는 적절한 탈출구의 형상이나 크기 그리고 갑장과 관계가 명확하지 않기 때문에 범용으로 사용하고 있는 사각형태의 탈출구를 바탕으로 탈출 가능한 갑장과 탈출구의 폭과 높이의 관계를 명확하게 하여 새우통발에 있어서 적절한 탈출구를 설계하고 유효성을 검토하기 위하여 수조실험을 실시하였다. 이러한 연구결과를 통해 자원을 효율적으로 관리하고 수산자원을 지속적으로 이용할 수 있는 선택적 어구의 개발을 위한 기초자료를 얻는 것을 본 연구의 목적으로 하였다.

## 재료 및 방법

사와라 지역에서 사용하고 있는 새우통발은 입구가 상부에 한 개 설치되어 있는 반구형의 통발로써 저면의 직경이 110cm, 높이 36cm의 크기이다. 본 연구에서는 상용 통발에 있어서 적정크기의 탈출구 설계와 유효성을 알아보기 위해 실험통발을 제작하여 수조실험을 실시하였다.

## 실험개체

실험에서는 2007년도 4월 29일에 북해도의 사와라 지역에서 상업 새우통발을 이용해 어획한 도화새우를 사용하였다. 실험에 사용한 개체는 채집한 총 237개체 중에서 갑장범위 20 - 36mm의 개체만 174개체를 선별하여 실험에 사용하였다. 실험개체의 갑장분포는 Table 1에 나타내었으며, 본 실험의 중요 요소인 갑장과 갑고, 그리고 갑장과 갑폭의 상관관계를 Fig. 1에 나타내었다. 채집한 개체는 북해도대학 수산학부내의 육내수조(2m × 2m × 1m)에서 사육하였고, 사육수조내의 수온은 해수냉각기를 사용하여 3.0 - 3.5 °C로 유지하였다. 먹이는 새우통발 미끼용 냉동임연수어를 3일에 1회 적정량을 공급하였고, 한

**Table 1. The size of selection carapace length in accordance with slit heights**

Rank (Carapace length, mm)	Number of individuals
19.5 - 20.4	7
20.5 - 21.4	10
21.5 - 22.4	15
22.5 - 23.4	18
23.5 - 24.4	16
24.5 - 25.4	15
25.5 - 26.4	14
26.5 - 27.4	12
27.5 - 28.4	10
28.5 - 29.4	13
29.5 - 30.4	7
30.5 - 31.4	7
31.5 - 32.4	9
32.5 - 33.4	6
33.5 - 34.4	7
35.5 - 36.4	4
36.5 - 37.4	4
<b>Total</b>	<b>174</b>

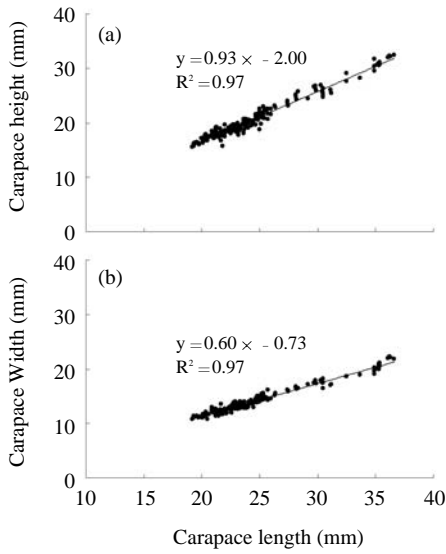


Fig. 1. The relationship between carapace length and carapace height, carapace width.

- (a) Relationship between carapace height and length ;
- (b) Relationship between carapace width and carapace length.

본 실험에 사용한 개체는 2 - 3일정도 순치한 후 실험에 재사용하였다.

실험통발

실험에서는 도화세우에 대해 북해도 사와라 지역의 수산관련 규정에 의해 포획을 규제하고 있는 갑장 25mm (1세미만) 개체를 기준으로 적정한 탈출구의 크기를 결정하기 위해서 높이와 폭이 각각 다른 슬리트 (slit)를 설치한 실험통발을 제작하여 사용하였다. 실험은 탈출구 높이의 결정, 탈출구 폭의 결정, 탈출구 수를 결정하는 순서로 실시하였다.

탈출구의 높이

탈출구의 높이를 결정하기 위한 실험통발은 상부 직경 500mm, 하부 직경 420mm, 높이 200mm의 역원추대형으로서 3mm 두께의 흰색 아크릴 패널을 이용하여 제작하였다. 또한 한번의 길이 40mm, 두께 5mm인 아크릴판을 사용하여

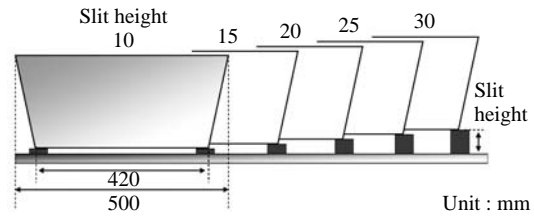


Fig. 2. Schematic illustration of the experimental pot with five different slit height.

실험통발과 저면의 슬리트 높이를 10mm, 15mm, 20mm, 25mm, 30mm의 5종류로 설정하여 탈출실험을 실시하였다 (Fig. 2). 탈출구 높이의 결정은 Logistic 모델을 사용하여 선택성곡선을 구하였고, 50% 선택갑장 ( $l_{50}$ )이 25mm가 되는 슬리트의 높이를 탈출구의 높이로 정하였다 (Fujimori and Tokai, 2001).

탈출구의 폭

탈출구 폭의 결정은 Fig. 3에 나타낸 것과 같이 슬리트의 폭을 20mm 간격으로 25mm, 45mm, 65mm, 85mm, 105mm의 5종류로 달리하였으며, 탈출구의 높이는 선행실험에서 결정된 높이를 적용하여 실험통발을 제작하였고 탈출실험을 실시하였다. 탈출구의 폭은 탈출구 높이의 결정 방법과 동일한 방법으로 결정하였으며, 본 실험에서의 탈출구 수는 통발마다 10개씩 동일하게 제작하였다.

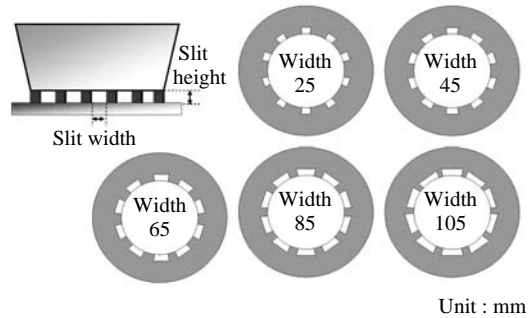


Fig. 3. Schematic illustration of the experimental pot with five different slit width.

### 탈출구의 수

미성숙개체의 어획을 저감할 수 있는 탈출구의 적정 수를 결정하기 위해 선행실험에서 결정된 탈출구의 높이와 폭을 적용하여 탈출구를 제작하였으며, 상용 새우통발에 탈출구를 2개, 4개, 6개, 8개, 10개로 2개씩 증가시키면서 설치하고 수조에서 탈출실험을 실시하였다. 탈출구는 직사각형의 형상을 유지하기 위해 비닐 코팅이 되어 있는 직경 3mm 철사를 사용하여 제작하였다. 실험시에는 입구로 탈출하는 개체가 없도록 입구부분을 폐쇄한 상태로 실험을 실시하였으며 탈출구를 설치한 실험통발을 Fig. 4에 나타내었다.

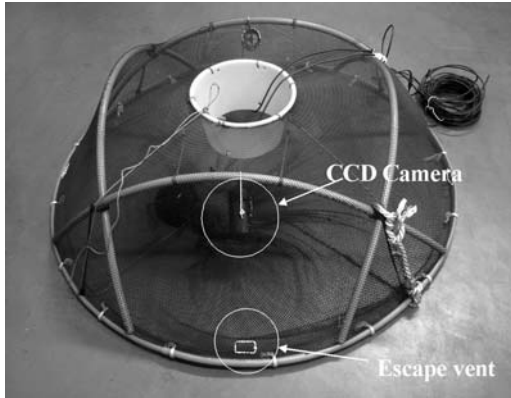


Fig. 4. The experimental pot with escape vents and infrared CCD cameras.

### 실험장치 및 방법

실험은 해수의 수온 및 환경을 고려하여 사육을 하였던 대형수조(2m×2m×1m)에서 실시하였다(Fig. 5). 탈출행동의 관찰은 실험통발의 상부에 적외선 CCD 카메라(TR - 850WBP, Teistar)를 설치하였고 영상을 비디오 레코더(HV - GR2, Aiwa)를 사용하여 기록한 후 영상분석을 실시하였다. 적정 탈출구 수의 도출을 위한 실험에서는 탈출구가 설치된 실험통발 내부에 적외선 CCD 카메라를 설치하여 수중 촬영을 실시하였고 탈출행동을 관찰하였다. 실험은 대상개체

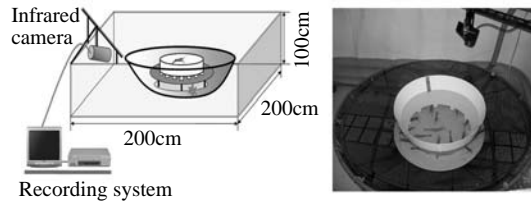


Fig. 5. Experimental setup for escape experiments in square tank.

의 서식환경을 고려하여 빛을 완전히 차단한 암실 상태에서 실시하였으며, 미끼에 대한 효과를 배제하기 위하여 미끼는 사용하지 않았다.

탈출구 높이와 폭에 관한 실험은 실험통발을 수조에 설치한 후 원통형 용기를 통발 내에 넣어 슬리트를 차단하였고 원통 내에 실험개체를 투입한 후, 1시간 이상 순치를 시킨 다음, 실험개체가 안정되는 것을 확인한 후 원통을 제거하여 슬리트를 개방함과 동시에 시작되도록 하였다. 각 실험은 48시간 실시하고 시험개시 후 24시간 경과 시점에서 탈출한 개체만을 회수하여 감장을 측정하였고, 48시간 경과 시점에서 종료하였다. 측정은 실험이 종료된 시점에서 통발 내에 잔류한 개체와 탈출한 개체를 분리하여 측정하였다.

## 결 과

### 탈출구에 대한 도화새우의 행동

탈출구를 설치한 실험통발 내에서 실험개체는 주로 통발의 벽면을 향해서 보행 또는 유영을 하였고 통발벽면의 탐색이 끝난 후 탈출구로 향해 탈출행동을 하였다. 도화새우는 탈출시에 탈출구에 이마뿔이나 촉각이 부딪히는 경우, 회피행동을 하였고 방향을 바꾸어 꼬리부터 탈출구를 빠져나가는 패턴을 나타내었다. 폭을 제한하지 않은 슬리트의 경우는 슬리트의 높이보다 갑고의 높이가 큰 개체의 경우도 꼬리부터 빠져나가고 마지막에 머리를 횡으로 기울여서 슬리트를 빠져나갔다. 이것은 갑고에 비해서 갑폭이 상대적으로 좁기 때문에 기울여서 탈출하는 개체가 많은 것으로 나타났다.

탈출구의 형상과 수

탈출구 높이

각 실험통발에 대해서 탈출한 개체와 통발 내에 잔류한 개체수를 비교하여 Fig. 6에 나타내었다.

침지시간에 따른 탈출정도를 조사하기 위해 실험 통발을 48시간 관찰한 결과, 48시간까지 계속해서 탈출하는 개체가 있었으며, 탈출률을 누적 계산한 결과 24시간 후에 측정한 탈출률 보다 48시간 후

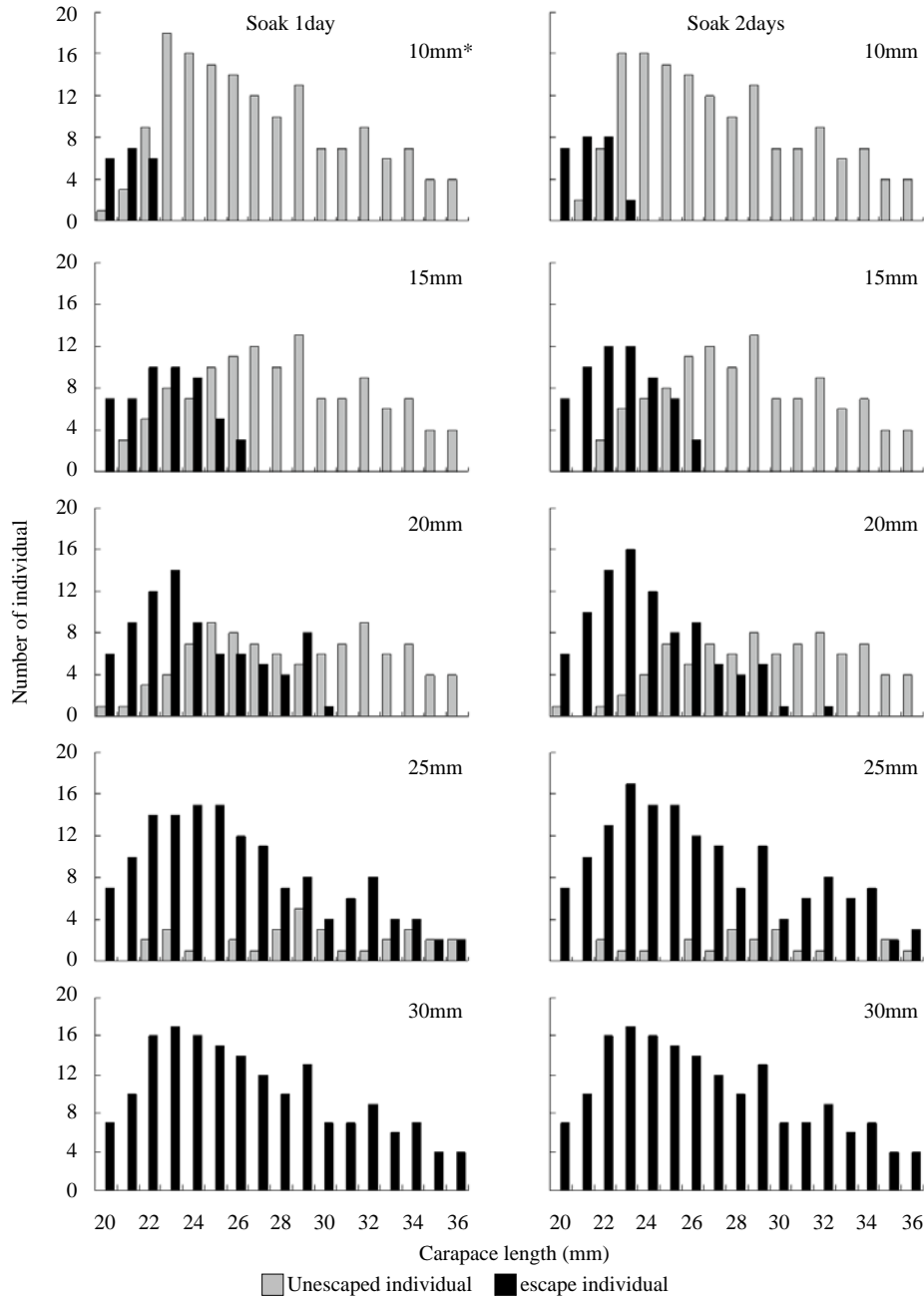
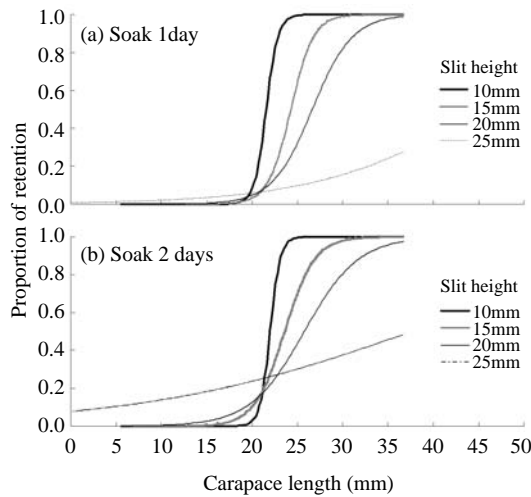


Fig. 6. Comparison numbers of escape with number of unescape on experimental pot with five different slit heights.  
\* : slit height.

**Table 2. The size of selection carapace length in accordance with slit heights**

Slit height (mm)	$l_{25}^*$		$l_{50}$		$l_{75}$	
	Soak 1day	Soak 2days	Soak 1day	Soak 2days	Soak 1day	Soak 2days
10	20.9	21.4	21.6	22.0	22.3	22.6
15	21.7	22.9	23.6	24.3	25.4	25.7
20	22.5	24.2	25.8	26.6	29.0	29.1
25	21.2	35.4	37.8	45.5	54.3	55.5

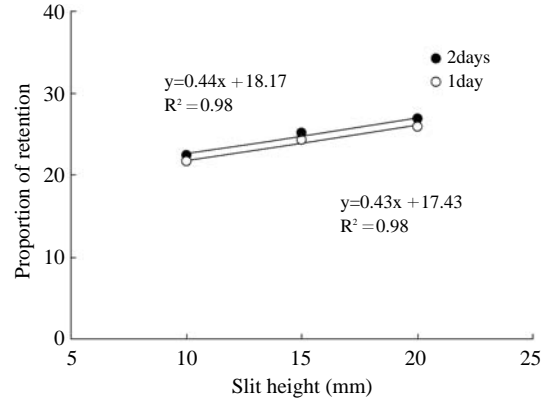
\*  $l_{25}$ ,  $l_{50}$ ,  $l_{75}$  is 25%, 50%, 75% selection carapace length, respectively.



**Fig. 7. Selectivity curve on experimental pot with different slit heights. \*Slit height 25mm and 30mm could not estimate selectivity.**

의 탈출률이 높았으며, 전체적으로 슬릿의 높이가 높을수록 탈출하는 개체가 많이 나타났다 (ANOVA,  $p < 0.05$ ). 또한 슬릿의 높이가 30mm의 경우에는 투입한 개체가 모두 탈출하였다.

각 실험통발의 침지시간에 따른 선택성곡선을 구한 결과를 Fig. 7에 나타내었다. 슬릿 높이가 30mm 경우는 실험개체가 모두 탈출하였기 때문에 선택성곡선을 구할 수 없었으며, Fig. 7(A)의 선택성곡선을 바탕으로 하여 각 통발에 있어서  $l_{25}$ ,  $l_{50}$ ,  $l_{75}$ 를 구하여 침지시간에 해당하는 값은 Table 2에 나타내었다.  $l_{50}$ 는 슬릿의 높이에 비례하여 커지는 것을 알 수 있었다(ANOVA,  $p < 0.05$ ). 또한 이 25mm가 되는 슬릿의 높이는 Fig. 8에 의해 약 20mm로 나타났다.



**Fig. 8. 50% selection carapace length in accordance with slit height 10, 15 and 20mm.**

#### 탈출구의 폭

높이의 변화에 따른 실험결과를 기초로 하여 실험통발의 슬릿 높이는 20mm로 설정하고 폭을 5단계로 변화시켜 실험을 실시하였다.

각 실험통발에 있어서 탈출개체수와 통발내의 잔류 개체수를 비교하여 Fig. 9에 나타내었다. 실험 결과, 전체적으로 슬릿 폭이 넓어질수록 탈출률은 높아지는 것으로 나타났으며 (ANOVA,  $p < 0.05$ ), 침지시간 24시간 일 때보다 48시간 침지한 경우가 선택률이 높게 나타났다. 각 실험통발의 침지시간별 선택성곡선을 Fig. 10에 나타내었으며, 선택성곡선을 기초로 각 실험통발에 대한  $l_{25}$ ,  $l_{50}$ ,  $l_{75}$ 는 침지시간별로 Table 3에 나타내었다.  $l_{50}$ 는 슬릿 폭에 비례해서 커지는 것을 알 수 있었다(ANOVA,  $p < 0.05$ ). 이 25mm가 되는 슬릿의 폭은 약 50mm로 나타났지만 (Fig. 11), 폭 25mm 일 때 50% 선택장

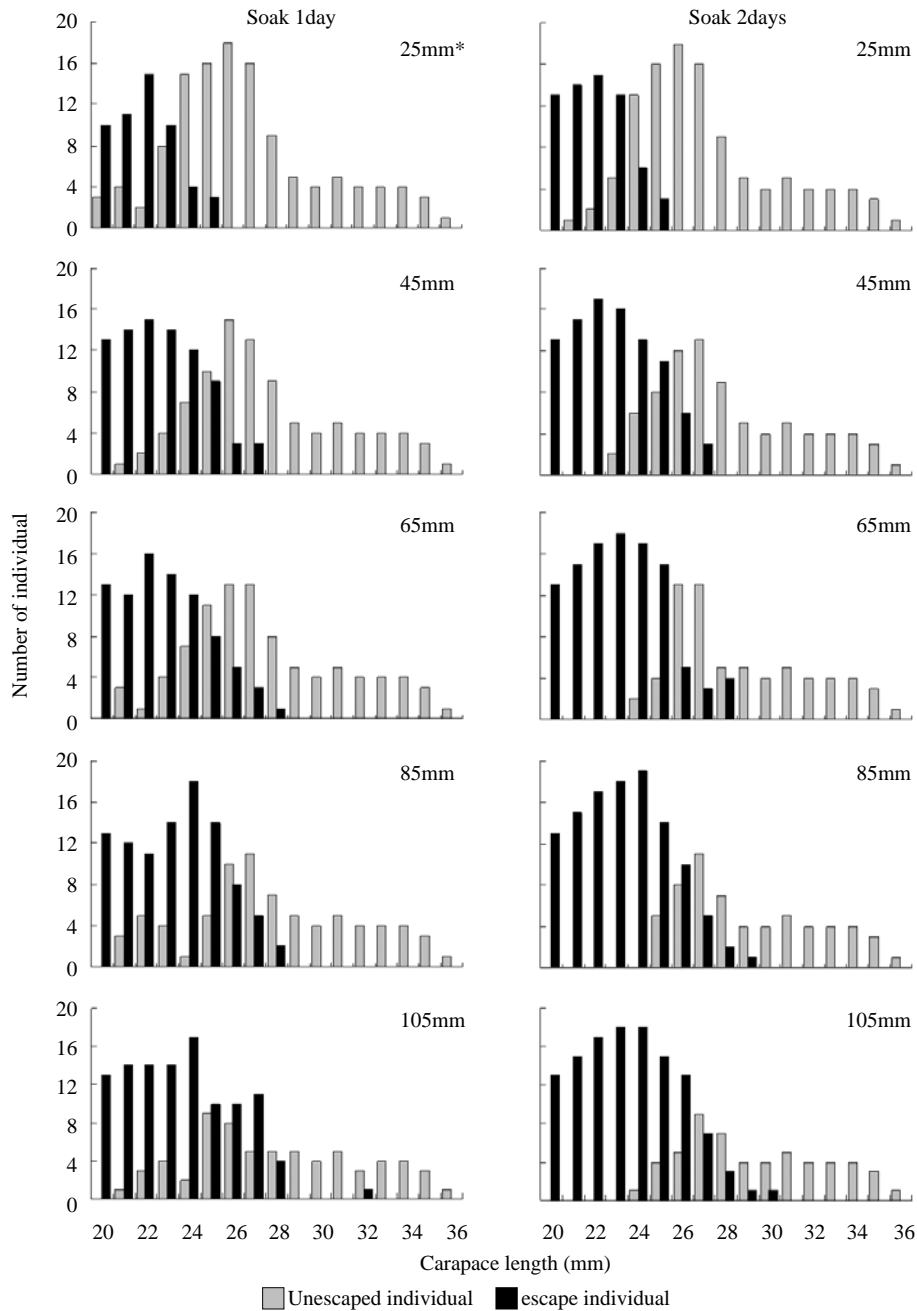


Fig. 9. Comparison numbers of escape with number of unescape on experimental pot with five different slit widths.  
\* : slit width.

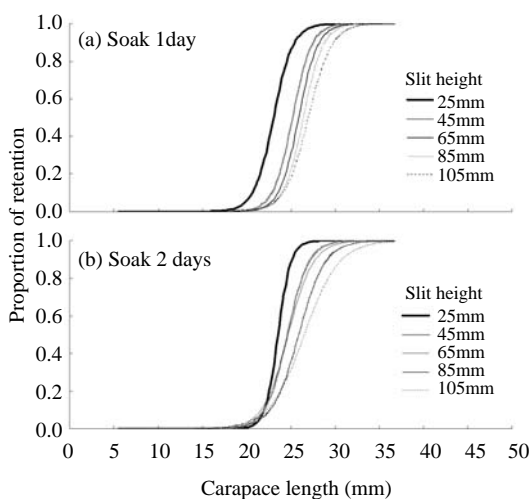
값이 이상값을 나타내어 추정된 회귀식 계수값에 영향을 주었으며 이상값을 제외하고 평가하면 약 40mm가 적절한 것으로 생각되어진다.

탈출구의 수  
선행 실험의 결과로부터 최적의 탈출구 크기를 높이 20mm, 폭 40mm로 결정하였다. 적정 설계

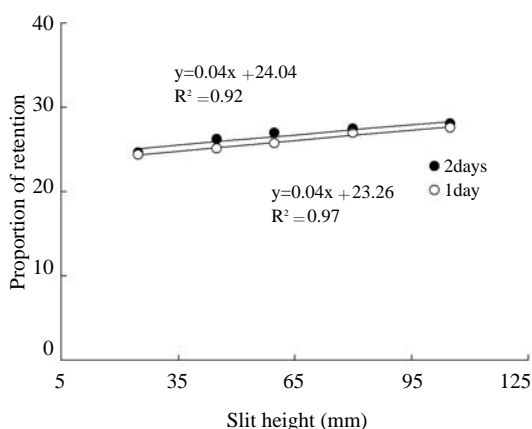
**Table 3. The size of selection carapace length in accordance with slit widths**

Slit height (mm)	$l_{25}^*$		$l_{50}$		$l_{75}$	
	Soak 1day	Soak 2days	Soak 1day	Soak 2days	Soak 1day	Soak 2days
25	21.8	22.8	23.0	23.6	24.2	24.4
45	23.3	24.0	24.6	25.2	25.9	26.4
65	23.2	24.7	24.7	25.9	26.2	27.1
85	24.2	25.2	25.9	26.4	27.5	27.6
105	24.4	25.6	26.5	27.0	28.7	28.4

\*  $l_{25}$ ,  $l_{50}$ ,  $l_{75}$  is 25%, 50%, 75% selection carapace length, respectively.



**Fig. 10. Selectivity curve on experimental pot with five different slit widths.**



**Fig. 11. 50% selection carapace length in accordance with five different slit widths.**

된 탈출구를 현용 새우통발에 수를 달리하여 설치하고 3회 실험을 실시한 결과를 탈출구의 수별로 탈출개체수와 잔류개체수를 비교하여 Fig. 12에 나타내었다. 또한, 전체 실험개체에 대한 탈출률과 갑장 25mm 이하의 실험개체수에 대한 탈출률을 Fig. 13에 나타내었다. 실험결과 탈출률은 탈출구 수가 증가하면 할수록 높아지는 것을 알 수 있었다. 그러나, 탈출구의 수가 4개 이하일 때와 6개 이상일 때는 탈출률이 크게 변화하는 것을 알 수 있었으나, 갑장 25mm 이하 개체의 탈출률은 8개일 때와 10개일 때는 큰 차이를 보이지 않았다. 따라서 적정 탈출구의 수는 침지시간 24시간을 기준으로 갑장 25mm 이하의 개체가 50% 이상 탈출하는 8개일 것으로 판단된다.

### 고 찰

북해도 남부지역 새우통발의 망목크기는 미성숙개체의 남획을 방지하기 위해서 법률로 34mm로 규제하고 있다. 그러나 실태조사결과 실제 조업에서 미성숙개체의 어획비율이 높은 것을 알 수 있었다. 따라서 임망한 미성숙개체가 통발에서 탈출하는 것이 가능하도록 탈출구를 설치하는 방안을 생각할 수 있다. 본 연구에서는 반구형의 도화새우통발에 있어서 적정탈출구 크기를 산정하고 실물의 통발에 설치하여 수조 내에서 탈출구의 효과를 조사하였다.

일반적으로 어류 또는 갑각류의 어체 단면 형상은 단순하기 때문에 탈출구 형상 또는 크기를 산정하는 것이 용이하지만 새우의 경우는 체형이 반구형이며 단면형상이 일정하지 않고, 이마뿔을



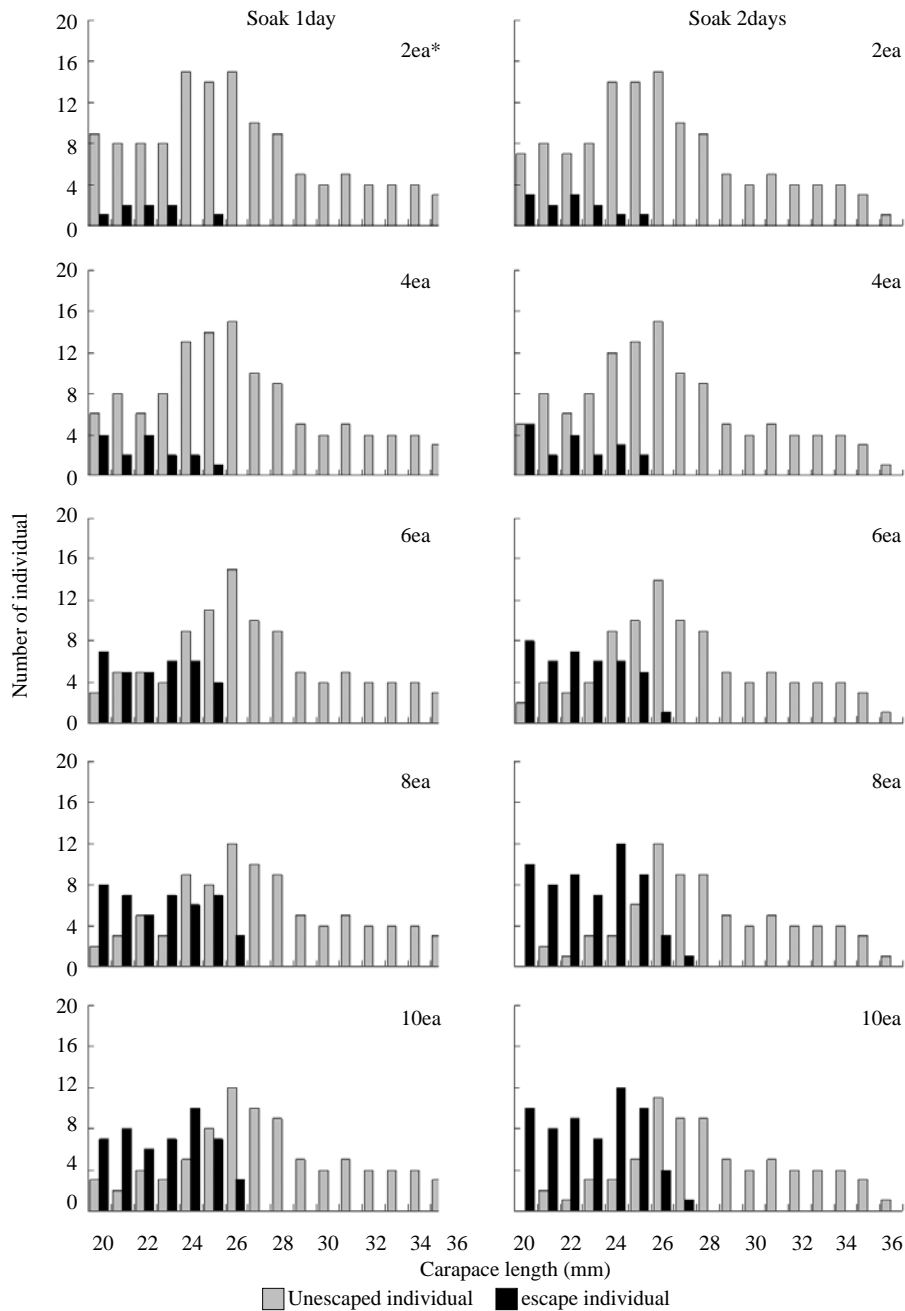
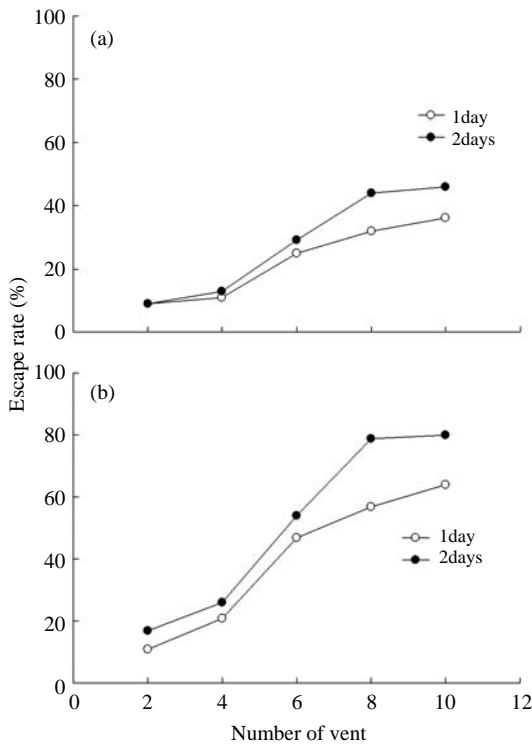


Fig. 12. Comparison numbers of escape with number of unescape on experimental pot with different number of escape vents. \* : number of vent.

가지고 있기 때문에 단순한 탈출구의 형상이나 크기를 체형으로부터 산정하는 것이 어렵다.

새우통발의 경우, 선택적인 어획을 위해서 망

목의 크기나 입구의 크기에 의해 어획되는 개체 크기의 제어가 가능하고 통발의 형상에 의해 어느 정도 개체 크기의 제어가 가능하지만 (Kim et



**Fig. 13. Escape rate on experimental pot with different number of escape vent.**  
**(a) Total escape rate on total experimental individuals ;**  
**(b) Escape ratio on individuals of carapace length 25mm and less.**

al., 2008), 실제적으로 이러한 요소의 조절에 의해서도 대상어종의 행동 특성상 미성숙개체의 입망은 일어날 수 있다. 유럽에서는 계류나 바다가재를 대상으로 하는 통발에 탈출구를 설치하여 미성숙개체의 어획을 저감하는데 효과를 있는 것으로 보고하고 있다 (High, 1976; Krouse, 1978; Miller, 1978). 본 연구에서도 실험 결과 이러한 문제점을 여러 형태의 탈출장치의 사용에 의해 어느정도 해결이 가능할 것으로 판단된다. 그러나 통발은 일반적으로 미끼를 사용하여 조업하므로 대상개체의 유인 효과가 높고 탈출구의 수가 많이 설치되었을 경우, 미성숙개체가 탈출구를 통해 직접 입망할 가능성 또한 배제할 수 없으므로 적정 수의 탈출구를 사용해야 할 것으

로 생각된다. 따라서 망목크기나 형상 등의 여러 가지 선택성 작용 요소와 더불어 탈출구의 작용도 적절해 그 기능을 배분하여 사용한다면 미성숙 개체의 어획을 어획단계에서 상당히 저감시킬 수 있을 것으로 기대된다.

## 결 론

본 연구에서는 일본북해도 남부 사와라 지역에서 사용하고 있는 새우통발을 바탕으로 미성숙개체를 탈출시킬 수 있는 적정탈출구를 설계하고 적정 개수를 산정하기 위해 수조에서 도화 새우를 사용하여 실험을 실시하였다. 탈출구의 크기 산정은 원추대형의 아크릴 실험통발을 제작하여 저면의 슬리트 높이를 10mm, 15mm, 20mm, 25mm, 30mm의 5종류로 설정하여 탈출 실험을 실시하였다. Logistic 모델을 사용하여 선택성곡선에 의해, 50% 선택갑장이 25mm가 되는 20mm의 슬리트 높이를 탈출구의 높이로 결정하였고, 탈출구의 폭은 높이를 기준으로 슬리트 폭을 25mm, 45mm, 65mm, 85mm, 105mm의 5종류로 달리하여 실험한 결과 40mm로 결정하였다. 이들 결과를 바탕으로 탈출구를 제작하였고 실험통발에 2개, 4개, 6개, 8개, 10개로 2개씩 증가시켜 실험한 결과에 의하면 갑장 25mm 개체가 50% 탈출하는 개수는 8개로 나타났다. 따라서 본 연구와 같은 기초적인 실험을 통해 탈출구를 설계하는 것이 가능하며, 자원보호를 위해 상용 어구에 탈출구를 적용하는 것이 가능할 것으로 판단한다.

## 사 사

이 연구는 국립수산물학원 (생분해성 수산자재 응용기술 개발, RP -2010 - FE -003)의 지원에 의해 수행되었습니다.

## 참고문헌

Bain, J.Jr., 1967. Investigations into the effectiveness of escape gaps in crayfish traps. New Zealand Marine

- Department of Fisheries Tech. Rept. 17, Wellington, New Zealand, pp. 20.
- Crous, H.B., 1976. A comparison of the efficiency of escape gaps and deck grid sorters for the selection of legal-sized rock lobsters, *Jasus lalandii*. Fish. Bull. S. Africa, 8, 5 - 12.
- Everson, A.R., R.A. Skillman and J.J. Polovina, 1992. Evaluation of rectangular and circular escape vents in the northwestern Hawaii Islands lobster fishery. N. Amer. J. Fish. Manag., 12, 161 - 171.
- Fogarty, M.J. and D.V.D. Borden, 1980. Effects of trap venting on gear selectivity in the inshore island American lobster, *Homarus americanus* fishery. Fish. Bull., 77, 925 - 933.
- Fujimori, Y., and T. Tokai, 2001. Estimation of gillnet selectivity curve by maximum likelihood method. Fisheries Sciences, 67, 644 - 654.
- High, W.L., 1976. Escape of dungeness crabs from pots. Mar. Fish. Rev., 38, 18 - 23.
- Kim, S.H., J.H. Lee and H.S. Kim, 2008. Size selectivity by alter the slope length and angle of coonstripe shrimp (*Pandalus hypsinotus*) pot using in Hokkaido, Japan. J. Kore. Soc. Fish. Tech., 44 (4), 273 - 281.
- Krouse, J.S., 1978. Effectiveness of escape vent shape in traps for catching legal-sized lobster, *Homarus americanus*, and harvestable-sized crabs, *Cancer borealis* and *Cancer irroratus*. Fish. Bull., 76, 425 - 432.
- Li, Y., 2003. Studies on the optimum design of fish traps for catching arabesque greenling (*pleurogrammus azonus*) used in matsumae, Hokkaido. Ph.D. Thesis, Hokkaido University, Japan, pp. 87 - 105.
- Miller, R.J., 1978. Saturation of crab traps: reduced entry and escapement. J. Cons. int. Explor. Mer., 38, 338 - 345.
- 
- 2010년 3월 19일 접수  
2010년 5월 3일 1차 수정  
2010년 5월 4일 수리