

陷穽漁具와 미끼에 대한 태평양새우
(*Palaemon pacificus*)의 選擇行動*

高 冠 瑞** · 金 龍 海**

The Behaviour of Shrimp, *Palaemon pacificus*,
to the Model Trap and the Odour of Baits*

Kwan-soh KO** and Yong-hae KIM**

The behaviour of shrimp in response to the trap was much influenced by the type, size and the dimensions of entrance as well as physiological and ecological conditions. The entry and the escape behaviour of shrimp to the model trap were observed in accordance with netting materials, baits, type and slope of entrance, and gathering response were also investigated on the odour of bait extracts in the aquarium from June to August, 1983.

Entering shrimp to the circular entrance was significantly more than to the triangular or the square; however, no differences were found in the entry behavior among netting materials i.e., P.A, P.E. and cotton. According as the slope of entrance was increased its angle from 0° to 90°, number of entering shrimp was decreased; however, number of escaping shrimp at 30° or 60° with time was fewer than at 0° or 90°.

Gathering responses of shrimp on the odours were more sensitive to the flesh of mackerel or the shrimp than to the pickled anchovy, or the petittoes, while no differences were found between another bait extracts, i.e., the shrimp and the flesh of mackerel, the short-necked clam and the horse mackerel, the flesh and the viscera of mackerel.

緒 言

통발은 受動的인 小型 陷穽漁具로서 그 構造自體가 漁獲成能에 큰 영향을 줄 뿐만 아니라, 魚族의 生理, 生態에 따라 통발에 들어가고 逃避하는 행동 메커니즘이 달라진다(Marler and Hamilton, 1966). 통발에 대한 選擇行動이 漁具設計에 중요한 要因이 된다는 것은 井上 등(1977; 1978; 1981a)도 밝힌 바 있지만, 통발의 여러 구성요소가 동시에 행동에 영향을 미치므로 실제 통발에 應用하기에는 조금 未洽한 것 같다. 통발 어구를 試驗操業한 어획결과로부터

推定된 選擇行動은(小池 등, 1978; 1979a;b; 1981a) 부분적으로는 有用한 것으로 보이나, 이것들은 통발 전체에 대한 複合的인 反應의 결과로 나타난 選擇行動이므로 단순 조건에 대한 選擇行動은 밝혀지지 않았다. 따라서 현재 사용하고 있는 통발의 전체적인 構造와 각부분 부분을 合理的으로 改良할 필요가 있다. 본 수조 실험에서는 模型陷穽의 材料, 입구의 形, 傾斜角度, 位置 및 미끼의 종류 등을 달리하였을 경우, 새우의 選擇行動을 면밀히 관찰하고 분석하여 통발설계에 있어서의 基本원칙을 실경하여 보았다.

* 이 論文은 1982年度 文敎部 學術研究助成費에 依하여 研究되었음.

** 釜山水産大學 : National Fisheries University of Busan

陷奔漁具와 미끼에 대한 태평줄새우의 選擇行動

Table 2. The entry behaviour of shrimp in accordance with the shape of entrance and netting materials

Shape of entrance	Netting materials	No. of shrimp				% of entry/total	Staying time/shrimp (sec)
		entry	touch**	climbing***	total		
Circular	P. A	29.3*	9.2	19.7	58.2	59	182
		8.7*	7.1	10.8	21.4		166
	P. E cotton	21.3	5.0	24.7	51.0	42	146
		10.4	2.8	9.0	16.9		60
		23.8	9.0	23.2	56.0	43	163
	13.8	6.5	13.3	30.5		117	
Triangular	P. A	18.5	9.3	24.8	52.7	35	214
		10.1	6.2	14.9	20.9		101
Square	P. A	12.5	7.7	13.7	33.8	37	228
		4.1	5.6	10.8	19.1		99

* Values represent the mean and S.D.

** Shrimps touched lower edge of entrance and back away

*** Shrimps climbed edge or surface of model

구의 斷面, 位置, 傾斜, 허그물의 有無에 대한 새우의 選擇行動을 관찰한 결과는 다음과 같다.

원통모형의 材料를 P. A網地, P. E網地 및 綿網地로 사용했을 경우, 완전히 개방된 한쪽 입구에 접근하는 새우의 網地에 대한 反應行動은 Table 2와 같다. 여기서 새우의 입구에 대한 總接觸數, 入籠數 및 원통모형내에서의 한 마리의 새우당 滯留時間은 재료에 따라 거의 차이가 없었다. 井上 등(1977)은 材料가 다른 平面網地를 수조바닥에 깔았을 경우 綿網과 사란防蟲網에 모여드는 새우의 수에 차이가 크다고 하였으나, 본 실험에서 사용한 材料 및 形態와는 다르므로 材質의 觸感의 程度를 비교할 수 없다. 새우의 觸覺器管은 온 몸에 산재해서 발달되어 있으나 (Cohen and Dijkgraaf, 1961; Tazaki and Ohnishi, 1974), 材質의 觸感을 어느 정도 구분할 수 있는지는 알려져 있지 않은 것 같다. 본 실험에서 관찰한 결과 새우가 통내에서 定位 한다가 보다는 계속 움직이는 探求行動이 주가 되었는데, 실험 새우의 경우 觸覺에 대한 走性(Kaestner, 1969)이라기 보다는 運動性이라고 보는 것이 더 적절하다는 의견도 있다(Pardi and Papi, 1961).

모형합정의 入口斷面이 동일한 면적을 가지는 원형, 삼각형, 사각형일 경우 새우의 選擇行動은 Table 2와 같다. 입구단면의 形態에 따른 接觸數와 滯留時間은 차이가 거의 없었으나, 入籠數는 차이가 있어서(F검정, 유의수준 0.01) 원형인 경우가 가장 많이 들어갔다. 이것은 새우가 입구를 처음 제1더듬이

로 感知할 경우, 입구단면이 원형인 경우가 삼각형, 사각형보다 공간적으로 통과하는데 덜 거추장스럽게 느끼는 것 같으며, 삼각형은 사각형보다 밑변이 길어서 더 많이 들어가는 것 같다.

직육면체인 모형합정에서 平面網地인 입구의 傾斜角度를 0°, 30°, 60° 및 90°로 변화시킬 때 새우의 選擇行動은 Fig. 2와 같다. 傾斜角度에 따라 總接觸數에는 차이가 거의 없으나, 平面網地의 입구에 들어간 수와 入籠數 간에는 차이가 조금 있다고 보아졌는데($X^2=8.63$, $P=0.05$) 경사각도가 클수록 入籠數가 감소하였다. 이는 경사각도에 따라 새우의 步行運動과(Lochhead, 1961; Page, 1981; Grote, 1981; Pond, 1975) 平衡感覺器官의 작용에 영향을 미치는 것으로 생각되며(Cohen and Dijkgraaf, 1961; Latz and Case, 1982) 그물에 대한 步行運動과 登攀運動에 관해서는 더욱 세밀히 관찰해야 할 것이다.

원통모형(높이 5cm)을 수직으로 입구가 위로 향하도록 놓았을 경우, 새우의 接觸數에 대한 入籠率은 20% 정도로서 Table 2에서의 수평으로 놓았을 경우의 50%보다 매우 적은데, 이는 실제 새우통발의 조업에서도 側面에 입구가 있는 통발쪽에 더 어획이 많다는 것과 일치한다(小池·石戶, 1978; 小池 등, 1979b).

원통모형에 圓錐形 입구를 만들고 입구 끝에 허그물을 달았을 경우와 달지 않았을 경우의 입구에 들어간 새우의 수에 대한 통과한 수는 6회 관찰한

Table 1. Specifications of the experimented model trap

Shape of model	Dimension (mm)	Netting (mm)
Circular cylinder	frame: $\phi 80 \times 120$	P. A, $\phi 0.55, 10.5$
	conical entrance:	P. E, $\phi 0.70, 14.5$
	$\phi(40+80)$, slope $30^\circ, 60^\circ, 90^\circ$	cotton, $\phi 0.55, 14.5$
	$\phi(30+80) \times 50$, vertical entrance: $\phi 40, 60$, slope 90°	P. A, $\phi 0.20, 10.5$ (flapper)
Triangular prism	frame: $108 \times 94 \times 120$	P. A, $\phi 0.55, 10.5$
Square pillar	frame: $71 \times 71 \times 120$	P. A, $\phi 0.55, 10.5$
Hexahedron	frame: $80 \times 120 \times 160$	P. A, $\phi 0.55, 10.5$
	square entrance: 80×80	
Conical trap	frame: $\phi(120+180) \times 113$	P. A, $\phi 0.55, 6.5$
	conical entrance: $\phi 40 \times 60$	

材料 및 方法

실험에 사용한 새우는 해운대 동백섬에서 採集한 태평줄새우 *Palaemon pacificus* (Stimpson) 약 200 미로서 體長은 23.7~36.5mm, 甲長은 6.0~10.1mm 이다.

실험수조는 유리수조로 L120×B60×D45cm와 L120×B30×D45cm이고, 사육수조는 L100×B50×D30cm 인 P. V. C제 타원형수조 2개를 사용하였으며 해수를 循環濾過시켜 공급하였다. 실험에 사용한 단순한 모형합정 및 모형통발의 規格은 Table 1 및 Fig. 1과 같다.

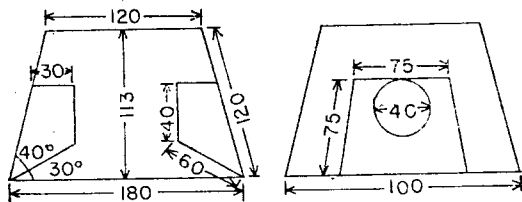


Fig. 1. Demension of the conical model trap.

入籠實驗에는 2개의 유리수조에 각각 약 100미의 새우를 1주일 이상 적응시킨 뒤, 모형합정 1개를 번갈아 넣어서 1시간 동안 새우의 選擇行動을 각 6회씩 관찰하였다(井上, 1981a). 이때 원통, 삼각통 및 사각통의 網地 外側面은 비닐로 싸서 개방된 한쪽 입구에 접촉하는 새우의 행동만을 관찰하였다. 모형통

발에 관한 실험은 입구가 1개와 2개인 것을 동시에 수조에 넣어 각 1시간 동안 6회 觀察하였고, 또 바지락 미끼를 넣은 모형통발과 넣지 않은 것을 동시에 수조에 넣어 각 30분 동안 10회 관찰하였다.

逃避行動은 각 모형합정에 1회 각 10미의 새우를 넣고 직육면체 모형에서는 4분간, 원통모형에서는 10분간 총 200미에 대하여 籠 밖으로 나가는 새우를 시간별로 관찰하였다. 모형합정에 대한 실험은 오전 10시부터 오후 6시 사이에 本學 實驗室에서 하였으며, 실험기간중 水溫은 20~25°C 범위였다.

미끼의 냄새에 대한 실험은(Marler and Hamilton, 1966) 바지락, 전갱이, 멸치젓, 족발, 고등어肉과 內臟 및 새우의 肉質에서 抽出液을 해수로 稀釋하여 약 5%의 溶液으로 만들었다. 해수와 각 2가지 종류의 抽出溶液을 容量 500cc인 下口瓶에 약 300cc씩 넣어 5분간 內徑 4.0mm의 고무호스를 통하여 流量 60cc/min로 동시에 流出시켜, 가로 세로 각 8cm인 정사각형 백색아크릴 판위로 모여드는 새우의 수를 한 쌍의 비교 용액에 대하여 각 10회씩 측정하였다. 이때 실험수조에는 각 50미의 새우를 넣었으며 실험 중에는 해수를 20l/min로 공급·배수시키고, 1회의 실험이 끝나면 수조내의 해수를 완전히 새로 交換했다(Mcleese, 1970). 미끼에 대한 실험은 해운대 本學 海洋科學研究所에서 행해졌으며 실험기간중 해수 온도는 약 25°C이다.

結果 및 考察

1. 모형합정에 대한 選擇行動

미끼가 들어 있지 않은 모형합정의 網地材料, 입

陷穽漁具와 미끼에 대한 태평줄새우의 選擇行動

유는, 원추형 입구의 단면적이 직육면체보다 좁을 뿐만 아니라 圓周를 따라서 동일한 경사각도를 가지므로 방향전환을 하더라도 도피할 가능성이 커지지 않는 구조때문인 것 같다. 그러므로 새우의 도피행동은 통발입구의 길이, 위치 및 경사각도와 새우의 體長, 步行運動 및 방향전환 성질과 밀접한 관계가 있는 것 같다.

원통모형에서 입구의 경사는 일정하게 90°로 하고 입구의 직경을 4, 6 및 8cm로 변화시킬 때와, 직경 8cm로 완전히 개방된 입구를 수평과 수직으로 놓았을 경우, 시간에 대한 累積逃避率은 Fig. 4과 같다. 입구직경의 변화에 따라서는 逃避率에 차이가 거의

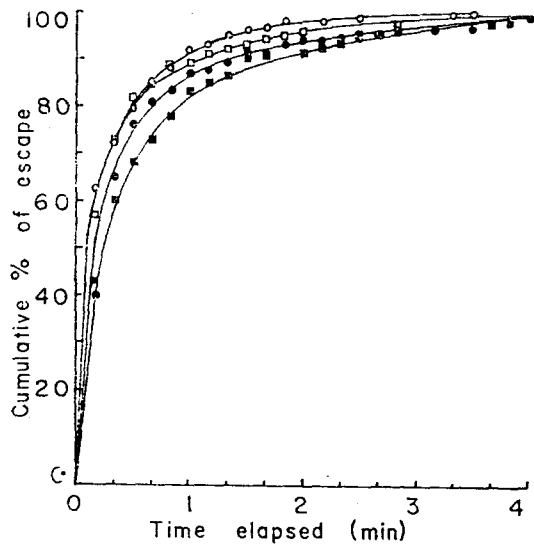


Fig. 4. Cumulative percentage of escape in relation to the diameter of conical entrance in circular cylinder model.

- : diameter 8cm, horizontally,
- : diameter 8cm, vertically,
- : diameter 6cm, horizontally,
- : diameter 4cm, horizontally.

없었는데, 이 경우는 小池 등(1977; 1979b; 1981a)과 Krouse(1978; and Thomas, 1975)의 入口選擇性 조사와는 달리 모형통발 입구의 직경이 실험 새우의 體長보다도 커서 입구를 選擇할 여지가 없이 도피하는 것 같다.

3. 미끼에 대한 選擇行動

새우류의 化學的 感覺은(Barber, 1961) 가슴다리,

집게다리, 더듬이 등에 매우 敏感한 感覺器官을 가진 것으로 알려졌으며(竹井·藍, 1971; 1973; 藍·竹井, 1973; Derby and Atema, 1982a; 1982b), 본 실험 새우의 먹이의 냄새에 대한 反應으로서의 定位와 選擇行動도 走化性이 뚜렷하게 나타났다(Mcleese, 1973; Bell and Tobn, 1982). 동물성 미끼의 5% 抽出 溶液에 誘集되는 새우의 수는 Fig. 5에서와 같

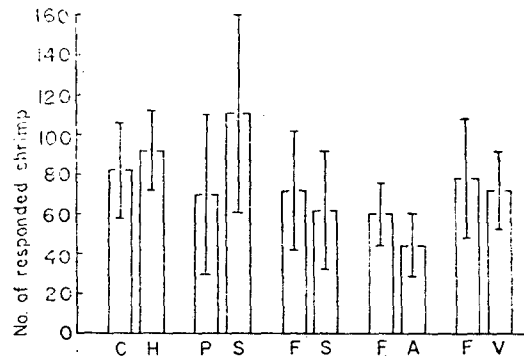


Fig. 5. Gathering responses of shrimp on odour of bait extracts; C: short-necked clam, H: horse mackerel, P:pettitoes, S:shrimp, A: pickled anchovy, F: flesh of mackerel, V: viscera of mackerel.

이 각 2가지씩 비교하였는데 용액의 종류에 따라 바지락과 전갱이, 고등어와 새우, 고등어 肉質과 內臟에 각각 誘集되는 새우의 수에는 큰 차이가 없었다. 고등어와 멸치질 간에는 고등어가 鮮度가 좋아서 많이 모이는 것 같으며 고등어 肉과 內臟은 냄새의 효과에 차이가 없으므로 고기의 廢棄物도 미끼로 개발이 가능할 것으로 보인다(金·李, 1977). 즉발은 닭새우의 미끼로 효과가 좋다고 하였으나(笹川, 1979) 새우와 비교한 결과 적게 모여 들었다. 일반적으로 단순 아미노산 보다는 복합 천연 아미노산에, lobster는 조개류보다 肉質에 더 誘集되었다는 보고가 있고, 같은 종류인 새우肉質의 냄새에 더 많이 모인다는 보고가 있으나(Evans and Mann, 1977; Mcleese, 1970; Hirtle and Mann, 1978), 실제 통발 미끼로 사용하기에는 부적합할 것 같다.

4. 통발에 대한 選擇行動

미끼가 들어 있지 않은 모형통발의 側面에 입구가 1개 있을 때와 2개 있을 때의 1시간 동안 選擇行動

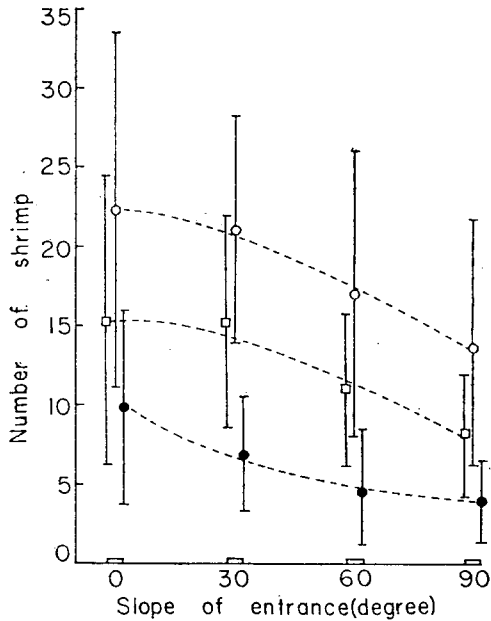


Fig. 2. Relationship between the slope of entrance and number of responded shrimp on hexahedron model.

○: No. of contact shrimp,
 □: No. of crawl shrimp on the entrance,
 ●: No. of entry shrimp,

결과 각각 3/44과 22/46으로 허그물을 통과하는데 큰 障礙가 됨을 알 수 있다(小池 등, 1981b). 그러나 허그물이 있는 경우 일단 들어간 새우는 거의 나가지 못하였으므로 허그물은 逃避防止에 큰 효과가 있을 것으로 보인다.

2. 모형함정에서의 逃避行動

직육면체 모형과 원통모형에 각 10미씩의 새우를 넣고 시간에 따른 逃避行動을 조사한 결과 새우는 적극적으로 步行, 游泳, 登攀, 跳躍 등의 행동을 계속하면서 逃避하려 하였다(Kuwada and Wine, 1979; Kuwada et al, 1980; Webb, 1979; Wine and Mistick, 1977; Wine, 1977).

직육면체 모형에서 平面網地인 입구의 경사를 0°, 30°, 60° 및 90°로 변화시킬 때 시간에 따른 累積逃避率은 Fig. 3(A)이고, 원통모형에서 직경 4cm인 원추형 입구의 경사를 30°, 60°, 90°로 변화시킬 때의 累積逃避率은 Fig. 3(B)와 같다. 직육면체 모형에서 경사각도가 30°와 60°일 때가 90°일 때보다 도피할 수 있는 斷面積이 넓은데도 적게 도피하는 것은 lobster 통발에서의 경우와(小池, 1981a) 마찬가지로, 障礙物이 銳角일수록 새우의 步行運動과 방향 전환이 어렵다는 것을 보여준다(Lochhead, 1961). 원통모형에서 입구의 경사가 30°일 때 10분후의 殘存率은 40% 정도나 되어 가장 逃避數가 적었다. 원통인 경우가 직육면체인 경우보다 逃避率이 낮은 이

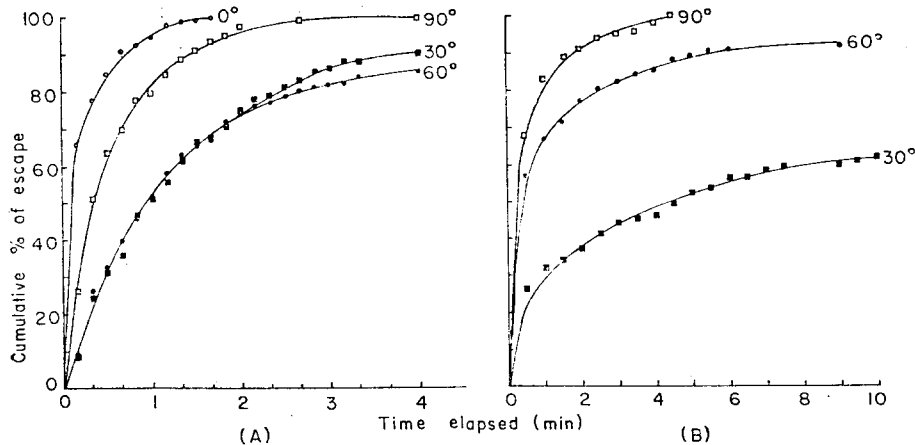


Fig. 3. Cumulative percentage of escape in relation to the slope of entrance.
 (A) Hexahedron model
 (B) Circular cylinder model

陷穽漁具와 미끼에 대한 태평줄새우의 選擇行動

- 日本水産學會編. 恒星社厚生閣. 東京. 37-50.
- . (1981b): ホッコクアカエビ籠の浸漬日數と漁獲量. 日本誌 47(5), 577-583.
- . 有元貴文・S. Vadhnakul(1977): 水槽實驗によるエビ籠の漁獲機構の研究—I, 走觸性と空間占有行動. 日佛海洋學會誌 15(2), 51-60.
- . 小倉通男・有元貴文(1978): 水槽實驗によるエビ籠の漁獲機構の研究—I, スジエビ・ホッコクアカエビの脱籠行動. 日佛海洋學會誌 16(2), 63-71.
- Kaestner, A. (1969): Invertebrate zoology. Vol. III. John Wiley & Sons, Inc. New York. 266-366.
- 金光弘・李珠熙(1977): 붕장어 미끼 開發에 對하여. 통영수천논문집 12, 17-23.
- 小池篤(1981a): かがの 漁具構造と漁獲. かが漁業. 日本水産學會編. 恒星社厚生閣. 東京. 51-63.
- . 石戸谷博範(1978): 試験籠の漁獲から推定されるホッコクアカエビの籠に對する行動. 東水大研報 65(1), 23-33.
- . 大河原正壯・竹内正一(1981b): 二重かごによるホッコクアカエビの漁獲について. 日本誌 47(4), 457-461.
- . 小倉通男(1977): エビ籠, カニ籠における網目, 入口の選擇作用について. 東水大研報 64(1), 1-11.
- . 竹内正一・石戸谷博範(1979a): エビ籠の大小, 籠の間隔, 餌の量と漁獲との關係について. 東水大研報 65(2), 197-207.
- . 小倉通男・神田獻二・三次信輔・石戸谷博範(1979b): 籠漁法による深海漁業資源の開發に關する基礎的研究 I. 籠の構造と漁獲との關係. 東水大研報 65(2), 173-188.
- 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(2), 425-432.
- and J. C. Thomas (1975): Effects of trap selectivity and some population parameters on size composition of the American lobster, *Homarus americanus*, catch along the Maine coast. Fish. Bull. 73(4), 862-871.
- Kuwada, J. Y., G. Hagiwara, and J. J. Wine (1980): Postsynaptic inhibition of crayfish tonic flexor motor neurones by escape commands. J. exp. Biol. 85, 343-347.
- and J. J. Wine (1979): Crayfish escape behaviour: commands for fast movement inhibit postural tone and reflexes, and prevent habituation of slow reflexes. J. exp. Biol. 79, 205-224.
- Latz, M. I. and J. F. Case (1982): Light organ and eyestalk compensation to body tilt in the luminescent midwater shrimp, *Sergestes similis*. J. exp. Biol. 98, 83-104.
- Lochhead, J. H. (1961): Locomotion. The physiology of crustacea, Vol. II. Academic press. New York. 313-364.
- Marler, P. and W. J. Hamilton III (1966): Mechanisms of animal behavior. John Wiley & Sons, Inc. New York. 114-315.
- Mcleese, D. W. (1970): Detection of dissolved substances by the American lobster (*Homarus americanus*) and olfactory attraction between lobsters. J. Fish. Res. Bd. Canada 27, 1371-1378.
- (1973): Orientation of lobster (*Homarus americanus*) to odor. J. Fish. Res. Bd. Canada 30, 838-840.
- Page, C. H. (1971): Thoracic leg control of abdominal extension in the crayfish, *Procambarus clarkii*. J. exp. Biol. 90, 85-100.
- Pardi, L. and F. Papi (1961): Kinetic and tactic responses. The physiology of crustacea, Vol. II. Academic Press. New York. 365-400.
- Pond, C. M. (1975): The role of the walking legs in aquatic and terrestrial locomotion of the crayfish *Austropotamobius pallipes* (Lereboullet). J. exp. Biol. 62, 447-454.
- 竹井誠・藍尚禮(1971): 魚類の嗜好物質に關する研究—VI 各種物質に對するクルマエビ歩脚の反應. 東海水研究 68, 61-69.
- (1973): クルマエビ鉗脚における

文 献

은 6회 평균 접촉수는 28.0:49.7, 입구에 들어가는 수는 17.0:27.0이나, 평균 入籠數는 7.0:9.0로 거의 차이가 없었다. 그러나 들어갔다가 도피하는 수는 평균 1.8:3.0으로 입구가 2개일 때가 많았다. 먹이를 넣은 계통발의 경우와는(小池·小倉, 1977) 달리 入籠數가 입구의 수에 定比例하지는 않았다.

미끼가 들어 있는 모형통발과 들어 있지 않은 모형통발에 새우가 들어가는 行動을 30분간 관찰한 결과, 10회 평균 入籠數가 각각 25.1±9.6미와 8.9±4.1미로 모형통발에 들어가는 行動은 냄새에 대한 실험에서 나타난 바와 같이 미끼에 대한 反應이 강한 것으로 나타났다(Curio, 1976). 통발을 수조에 넣은 초기에는 새우가 많이 모여드나 시간이 경과함에 따라 감소하는 것은 미끼가 먹혀서 消耗되고 냄새의 강도가 점차 감소함과 동시에 통발내에 새우가 飽和狀態로 되어 逃避數가 많아지기 때문인 것 같으며(井上, 1981b), 미끼의 양을 많이 할수록 많이 모이는 것은 미끼의 視角的, 化學的인 효과가 오래 지속되기 때문인 것 같다(小池 등, 1979a).

要 約

원통 및 직육면체 등의 단순한 모형합정과 모형통발, 材料의 種類와 입구의 形態, 入口의 傾斜角度에 따른 入籠과 逃避行動 및 미끼의 냄새에 誘集되는 行動 등에 對한 태평줄새우의 選擇行動을 수조에서 관찰하여 비교한 결과는 다음과 같다.

1. 網地材料가 P.A, P.E 및 綿인 경우 새우의 入籠數는 차이가 거의 없었으며, 삼각형, 사각형의 入口斷面보다는 원형에 더 많이 들어 갔고 입구의 경사가 클수록 들어가는 尾數가 적었다.

2. 모형합정의 입구경사가 0°, 90°일 때보다 30°, 60°일 때가 시간의 경과에 따른 새우의 逃避率이 낮았으며, 직육면체의 平面入口일 때보다는 원통의 圓錐形 입구일 때 逃避率이 적었다.

3. 미끼의 抽出溶液에 모여드는 새우의 수는 전갱이와 바지락, 새우와 고등어, 고등어 肉과 內臟 등 간에는 차이가 거의 없으나 고등어와 멸치젓, 죽발과 새우간에는 각각 고등어와 새우 쪽에 더 많이 모여들었다.

4. 먹이가 들어 있는 모형통발에는 없을 때의 3배 정도 入籠數가 많았고, 미끼가 없을 경우 입구의 수가 1개와 2개일 때는 入籠數에 차이가 거의 없으나 逃避數는 2개일 때가 훨씬 많았다.

藍尚禮·竹井誠(1973): クルマユビ歩脚での化學刺激に對する求心性インパルスの發現. 東海水研報 73, 69-77.

Barber, S. R. (1961): Chemoreception and thermoreception. The physiology of crustacea, Vol. II. Academic Press. New York. 102-132.

Bell, W. J. and T. R. Tobin (1982): Chemo-orientation. Biol. Rev. 57, 219-260.

Cohen, M. J. and S. Dijkgraaf (1961): Mechano-reception. The physiology of crustacea, Vol. II. Academic Press. New York. 65-108.

Curio, E. (1976): The ethology of predation. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. Berlin, pp. 250.

Derby, C.D. and J. Atema (1982a): Chemosensitivity of walking legs of the lobster *Homarus americanus*: neurophysiological response spectrum and thresholds. J. exp. Biol. 98, 303-315.

_____ (1982b): The function of chemo- and mechanoreceptors in lobster (*Homarus americanus*) feeding behaviour. J. exp. Biol. 98, 317-327.

Evans, P. D. and K. H. Mann (1977): Selection of prey by American lobsters (*Homarus americanus*) when offered a choice between sea urchins and crabs. J. Fish. Res. Bd. Canada 34, 2203-2207.

Grote, J. R. (1981): The effect of load on locomotion in crayfish. J. exp. Biol. 92, 277-288.

Hirtle, W. M. and K. H. Mann (1978): Distance chemoreception and vision in the selection of prey by American lobster (*Homarus americanus*). J. Fish. Res. Bd. Canada 35, 1006-1008.

井上實(1978): 魚の行動と漁法. 恒星社厚生閣. 東京. 18-147.

井上實(1981a): カゴに對する水族の行動. かが漁業.