

피조개 桁網의 씨레에 의한 漁獲 選擇성에 관하여

趙 鳳 坤

群山大學校 海洋生産學科

(1996년 11월 11일 접수)

On the tooth selectivity of ark shell dredge

Bong - Kon CHO

Kunsan National University

(Received November 11, 1996)

Abstract

To find the tooth selectivity of the dredge for catching the ark shell *Scapharca broughtonii*, the probabilities of the ark shells which are not sifting through the gaps between teeth were calculated for the various shell lengths. Considering that these probabilities are in proportion to the relative catching efficiencies, selectivity curves for the ark shell dredge were estimated for the various gaps between teeth. The ratio of the shell length of ark shell to the distance between teeth indicating the relative catching efficiencies of 0%, 50%, 100% respectively, were calculated by using these selectivity curves, and the values were 1.00, 1.32, 1.54 in the distance of 4.0cm between teeth and then, the ratios showed a slight tendency to decrease as the distance between teeth increased in the relative catching efficiency of 100%. In addition, the range of shell length for catching, that is, the range of selective shell length by the distance between teeth was 0.54 in the distance of 4.0cm between teeth.

緒 論

피조개 *Scapharca broughtonii*는 고막류중에 서 가장 큰 種으로 殼長은 120mm 정도이고 放射肋數는 42條 내외이며 핏속에 Hemoglobin이 함유되어 있기 때문에 발이나 외투막은 선명한 담홍색을 띄고 있다. 또한水管이 없어 깊게 잠입하지 못하고 해저면에 뒤쪽을 조금내고 있으며 吸排水는 외투막에 의하여 만들어진 흡배수공에 의해 이루어지고 있다. 이러한 피조개는 우리나라 서해안의 중부 이남과 남해안 및 동해안 남부의 각 연안에 널리 분포하고 있으며, 서식수심은 干潮線에서

대략 50m 이내이나 주로 2~20m에 많이 서식한다.

우리나라 피조개 桁網漁業의 생산량은 1989년에는 6,625M/T이었으나 1994년에는 601M/T으로 크게 줄었는데 그 원인은 여러 가지가 있겠지만 沿岸海域의 埋立 및 干拓事業으로 인한 어장의 상실과 濫獲으로 인한 자원 감소 등이 큰 요인이라고 생각한다. 따라서 피조개 桁網漁業도 이제는 자원을 파악하여, 자원을 관리하며 생산하는 관리형 어업으로 전환하여야 할 시기에 와 있으며, 이를 위해서는 피조개 桁網의 漁獲效率과 漁具의 特性을 규명할 필요가 있다.

海底의 모래나 펄속에 묻혀 서식하고 있는 조개가 桁網의 씨레에 접촉하여 자루그물에 어획되기까지의 메카니즘은 잘 알려져 있지 않는데, 이 분야의 연구에서, 鹽川 등(1968)은 桁網의 조업 실험을 통해 피조개의 漁獲效率을 0.14, 北原 등(1977)은 새꼬막 *scapharca subcrenata*의 漁獲效率을 0.18~0.19로 보고하고 있으나, 이와 같은 연구는 혼하지 않으며, 조개의 종류나 桁網의 구조 등에 따라서 어획효율이 달라질 수 있다는 문제점이 지적되고 있다.

본 연구에서는 해저의 펄속에 묻혀 서식하고 있는 피조개를 어획하는 桁網의 漁獲構造를 단순화하여 解析한 후, 피조개 桁網의 씨렛발 간격과 피조개의 크기와의 관계로부터 조개가 씨렛발 사이를 빠져나가지 않는 確率을 구하고, 그 확율은 漁獲效率에 상대적으로 비례하는 것으로 보고, 씨렛발의 간격별로 漁獲選擇性曲線을 추정하여 피조개 桁網漁具의 漁獲選擇 특성을 밝히고자 한다.

材料 및 方法

우리나라 서,남해안의 연근해에서 피조개를 어획하고 있는 桁網漁具의 構造는 씨레와 씨레를 지지하고 있는 틀 그리고 어획물을 걸러 모으는 자루그물로 구성되어 있는데, 피조개의 漁獲性能에 결정적인 역할을 하는 부분은 해저를 파고드는 씨레이다.

漁具의 構造는 폭 220cm, 높이 33cm의 직사각형 철제 틀의 밑면에, 최대단면이 1.0×1.2cm 이고 길이가 32.5cm인 끝이 뾰족한 씨렛발이 수평으로 결합되어 있는데 씨렛발 끝부분의 길이 6.5cm는 下方으로 약 30° 각도로 굽어 있고, 씨렛발의 수는 50개 전후이며 각 씨렛발의 간격은 4.0~4.5cm이다. 자루그물은 길이가 약 5m이며, PE 210합사 6節의 그물감을 사용한다. 피조개 桁網의 총 중량은 공기중에서 약 120kg이며, 조업은 1척의 어선이 桁網 2~4틀을 약 1.5m/s의 속도로 曳引하며, 1회 예망시간은 2~3시간이다.

이러한 桁網의 씨렛발에 의해 해저의 펄속에 묻혀 서식하는 피조개가 어획되는 과정중 選擇作用이 이루어지는 부분은 씨레와 자루그물이지만, 피

조개 桁網의 漁具性能은 씨레에 의한 선택작용에 크게 좌우된다고 생각되므로 여기서는 씨레에 의한 피조개의 선택작용에 대해서만 分析하였으며, 分析을 위한 전제조건으로 다음 2가지 假定을 설정하였다.

1) 조개는 殼長軸을 해저에 垂直으로 하고 묻혀 있으며, 조개가 桁網의 씨레에 접촉하는 確率은 조개의 크기에 관계없이 같다.

2) 조개가 桁網의 씨레에 접촉해서 빠져나갈 때의 姿勢는 조개의 크기에 관계없이 殼長軸, 殼幅軸, 殼高軸에 각각 회전의 自由度를 가지고 있어서 임의의 姿勢를 취하는 것으로 한다.

해저의 펄에 묻혀 서식하고 있는 피조개를 桁網에 의해 어획할 때에 씨렛발의 사이를 빠져나가지 않고 어획되는 確率을 구하는 模型은 梨本 등(1983)이 적용한 方法에 따라 다음과 같이 생각했다.

조개의 姿勢는 殼長軸, 殼幅軸, 殼高軸에 각각 회전의 自由度를 가지고 있으므로 球面의 중심에 조개를 설치한 후, 자세를 임의로 변화시켜 가면서 球面上의 임의의 정해진 위치로부터 조개의 형상을 구해, 씨렛발의 간격과 조개의 投影長과의 관계로부터 조개가 씨렛발의 사이를 빠져나가지 않는 확율을 구하는 것으로 하였다. 그러나, 실제로 球面上에서는 계산이 대단히 복잡하므로 球面을 극히 단순화 해서 正多面體로서 面이 가장 많은 正 20面體를 사용하였다.

試驗에 사용한 피조개는 군산시 수산업협동조합 옥구지소 공판장에서 채집하였으며 총 150개에 대해 殼長, 殼幅, 殼高 및 重量을 측정하고, 어획선택성 분석에는 각장 33.8~85.4cm의 피조개를 크기별로 10개를 임의로 선정하여 이용하였는데 그 크기는 Table 1과 같다.

측정에 사용한 正 20面體는 1변의 길이 30cm, 지름 2mm인 스텐레스 봉을 사용하여 정 삼각형 20개를 만들고 그것을 다시 조립하여 製作하였으며, 정 20면체의 중심에 조개의 重心을 일치시켜 固定하고, 각면의 중심에서 조개의 형상을 撮影하는 모습은 Fig. 1과 같다.

Table 1. The size of ark shells used for this study

No.	Shell length (cm)	Shell height (cm)	Shell width (cm)	Shell weight (g)
1	8.54	6.85	5.75	129.3
2	7.58	6.52	5.20	105.2
3	6.60	5.16	4.72	86.0
4	6.04	4.74	4.15	58.2
5	5.67	4.44	3.74	51.3
6	5.06	3.99	3.34	37.1
7	4.50	3.68	3.12	30.8
8	4.00	3.25	2.80	22.5
9	3.66	3.05	2.40	16.8
10	3.38	2.68	2.33	13.9

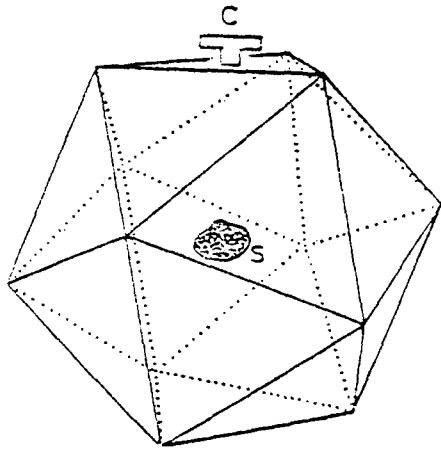


Fig. 1. Apparatus for photographing the shape of an Ark shell in the regular icosahedron.
C : camera, S : ark shell

結果 및 考察

正 20面體는 對稱面을 가지고 있으므로 조개의 형상은 10面에서만 取하여도 된다. 따라서, 殼長 7.58cm의 피조개 형상을 정 20面體의 10面에서 사진을 撮影하여 Fig. 2에 나타냈다.

조개의 형상이 桁網의 씨레발 사이를 빠져나가는 경우를 생각해 보면 조개와 씨레발과의 사이에도 360°의 回轉의 自由度가 있는 것을 고려하여야 하므로, 촬영한 조개의 형상을 임의의 軸을 기준으로 삼아 0~360°까지 회전시켰을 때의 각각의 형상을 구하여야 한다. 그러나 正 20面體의 각면에서 取한 조개의 형상을 360°로 회전시키게 되면

역시 對稱되므로 0~180°까지만 회전시키고 조개의 형상을 구하기 위해 매 10°회전할 때마다 投影長을 計測했다.

피조개의 投影長 L_p 와 回轉角 θ 와의 관계를 각 장 7.58cm의 피조개에 대해 구하여 정리한 결과는 Fig. 3과 같다.

그리고 여기에 설정한 確率模型에서, 씨레발의 간격 d 의 사이를 殼長 l 의 조개가 빠져 나가지 않는 平均確率 $P(l, d)$ 는

$$P(l, d) = \frac{1}{20} \sum_{i=1}^{20} P_i(l, d) \quad (1)$$

로 나타낼 수 있다. 단, i 는 정 20面體의 번호이며, 정 20面體는 대칭面을 가지고 있으므로 確率 $P(l, d)$ 는

$$P(l, d) = \frac{1}{10} \sum_{i=1}^{10} P_i(l, d) \quad (2)$$

가 된다. 또, 여기에서 $P_i(l, d)$ 는 20面體의 각면 i 에서 取한 조개가 빠져 나가지 않는 확율을 나타내므로 각면에서 θ 를 10°씩 회전하여 180°까지 변화시켜 計測한 조개의 投影長 L_p 와 씨레발의 간격 d 로부터 $L_p > d$ 가 되는 度數 F_i 를 각각 구하여 다음 식을 이용하여 산출하였다.

$$P_i(l, d) = \frac{F_i}{18} \quad (3)$$

피조개의 크기별로 씨레발의 간격과 조개가 빠져나가지 않는 확율을 구하고, x 軸에는 씨레발의 간격과 殼長과의 比를, y 軸에는 조개가 빠져나가지 않는 確率을 나타낸 것이 Fig. 4인데 그림이 번잡하여 조개의 크기별로 2개로 나누어 그렸다.

측정값에 다소의 변동은 있지만 조개가 클수록 곡선이 조금씩 좌측에 그려지고 있어 확율이 작아지는 경향을 보이고 있다. 또한, x 軸에 씨레발의 간격과 殼幅과의 比를, y 軸에 조개가 빠져나가지 않는 確率을 나타낸 것이 Fig. 5인데 여기에서는 조개의 크기에 따라 측정값의 변동이 많아 일정한 경향을 이루고 있다고 볼 수는 없었다.

이와 같이 동일 평면상에 동일 곡선으로 그려지지 않는 것은 피조개의 成長이 相似形으로 이루어

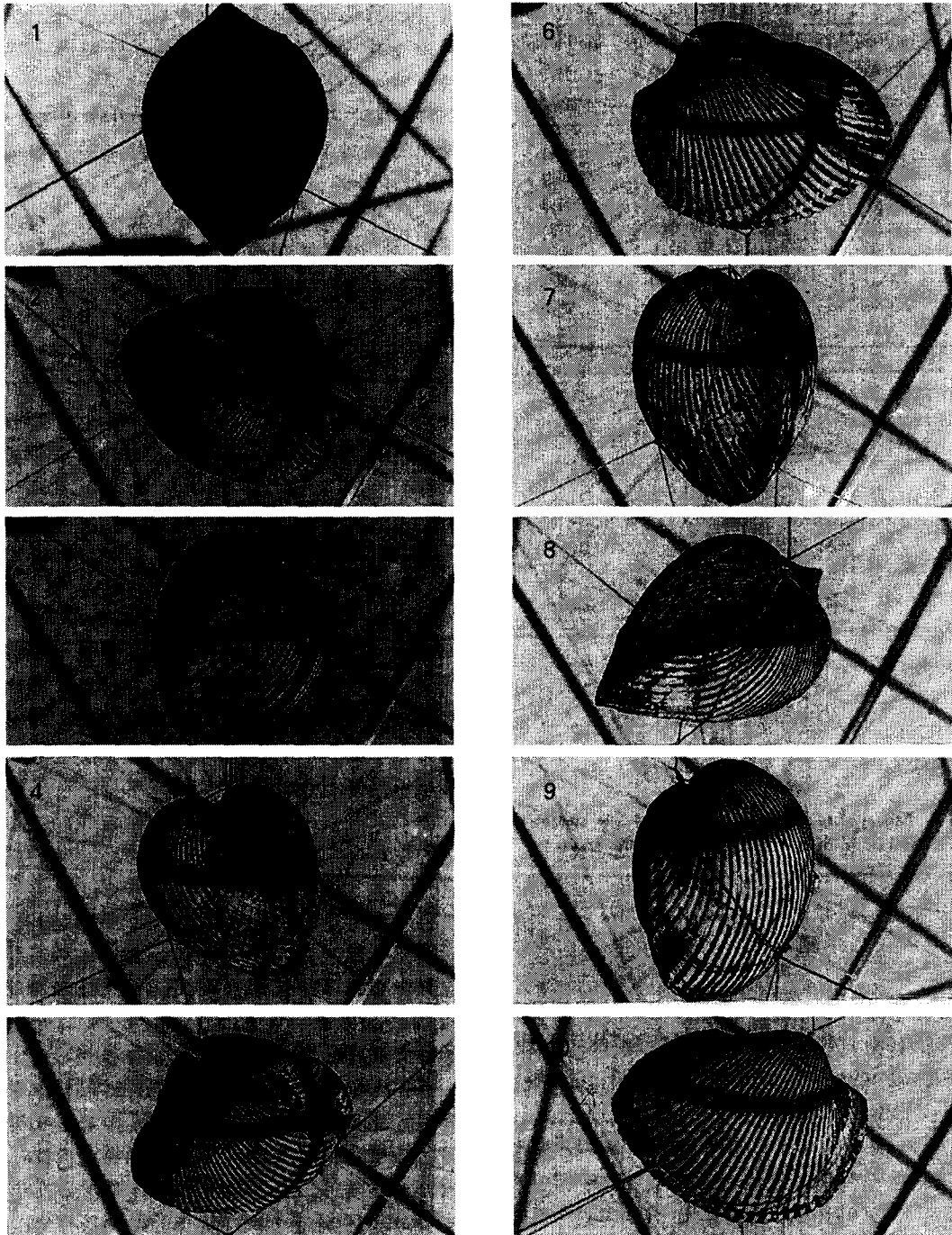


Fig. 2. Examples of photographs of ark shell taken from various faces of a regular icosahedron.

지고 있지 않기 때문이라고 생각된다. 피조개 150개의 殼長, 殼高, 殼幅을 측정하고 그 결과를 정리하여 나타낸 것이 Fig. 6과 Fig. 7인데, 殼高 H와

殼長 L과의 관계 $H=0.77L+0.09$ 이며, 殼幅 W와 殼長 L과의 관계 $W=0.70L-0.13$ 으로 나타나서 피조개의 성장에 따른 크기의 증가 비율은 殼幅보

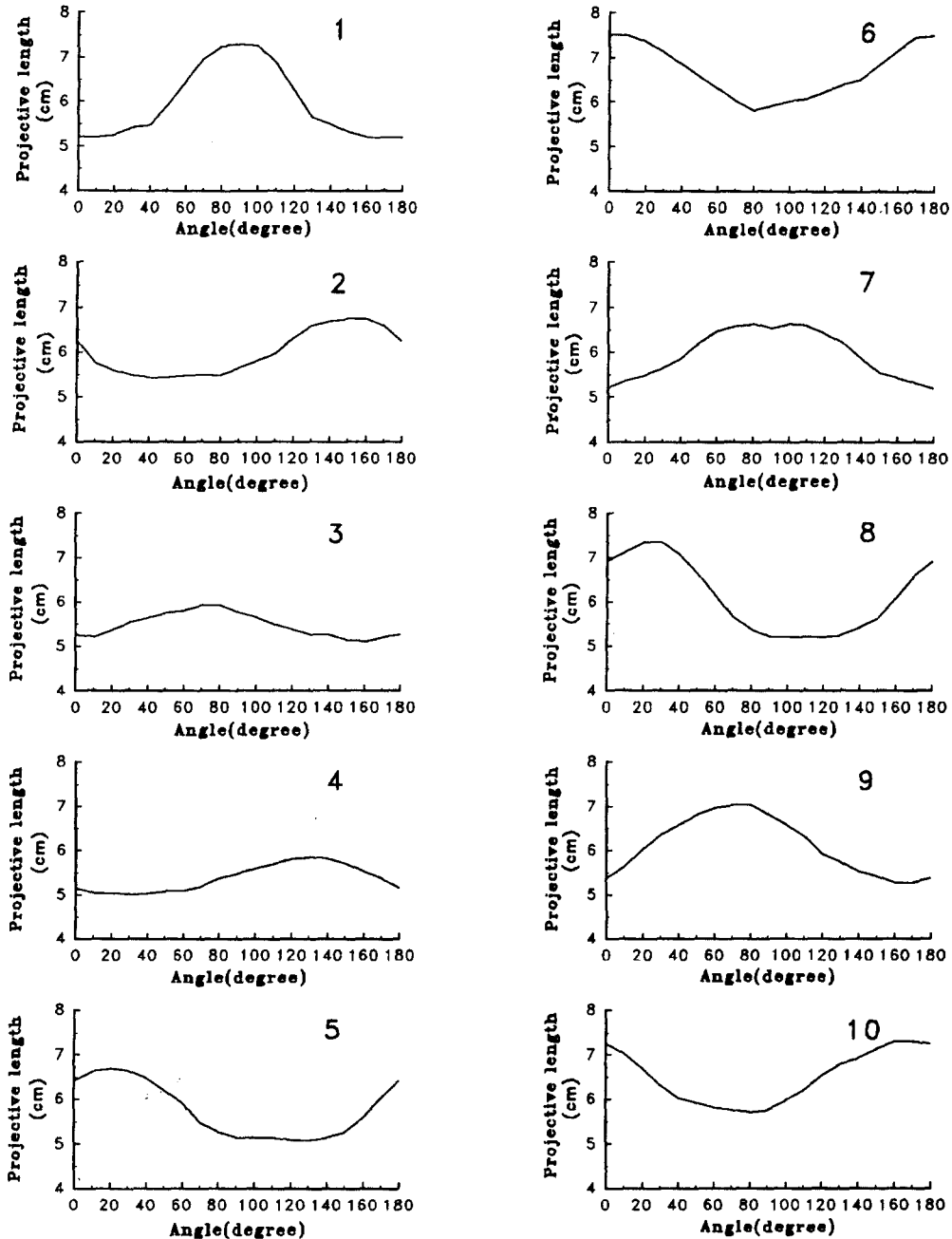


Fig. 3. Relation between projective length and angle of rotation for various attitudes of ark shell(shell length 7.58cm).

다도 殼高가 크다는 것을 알 수 있었다.

梨本 등(1983, 1984)이 조사한 북방대합 *Pseudocardium sybilla*과 북방개량조개 *Macra chinensis carneopicta pilsbry*에서는 殼長이 클수록

右側에, 殼幅이 클수록 左側에 그려지고 있어, 이들의 성장에 따른 크기 증가 비율은 殼高보다 殼幅이 크다고 하였는데 피조개의 성장에 따른 크기의 증가 비율과는 상반된 경향을 보였다.

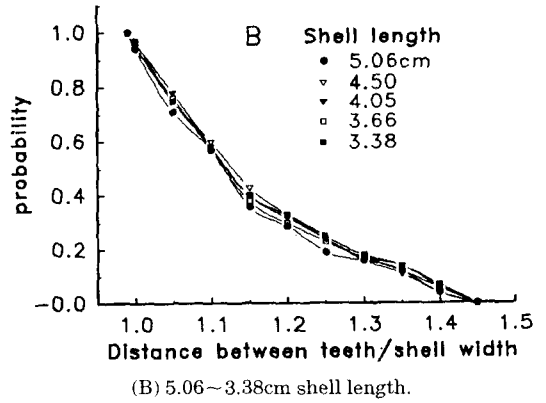
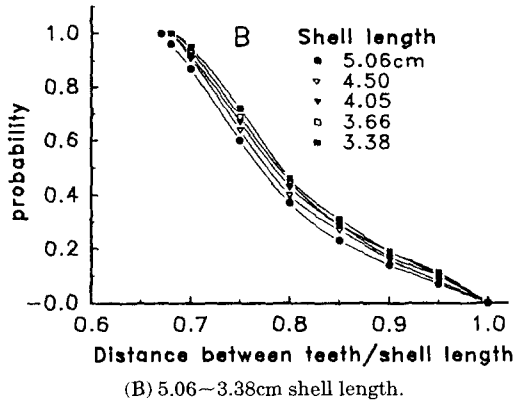
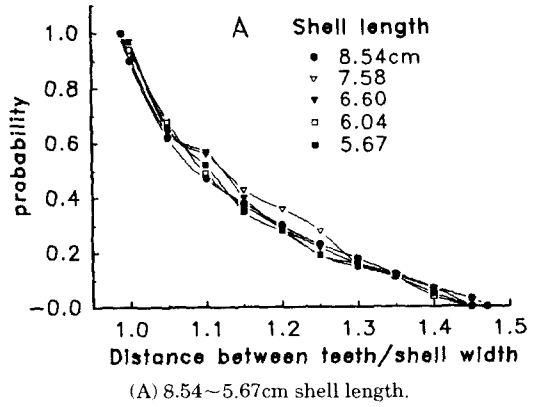
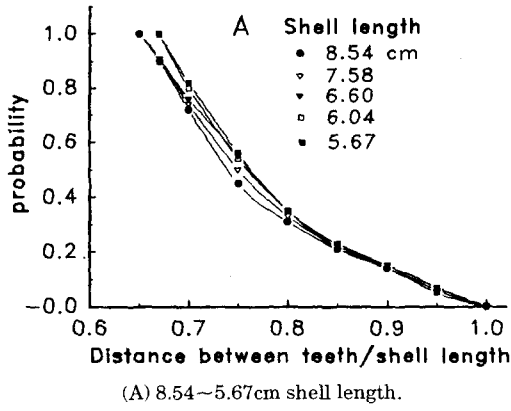


Fig. 4. Relation between probability of retention and ratio of distance between teeth to shell length for various sizes of ark shell.

Fig. 5. Relation between probability of retention and ratio of distance between teeth to shell width for various sizes of ark shell.

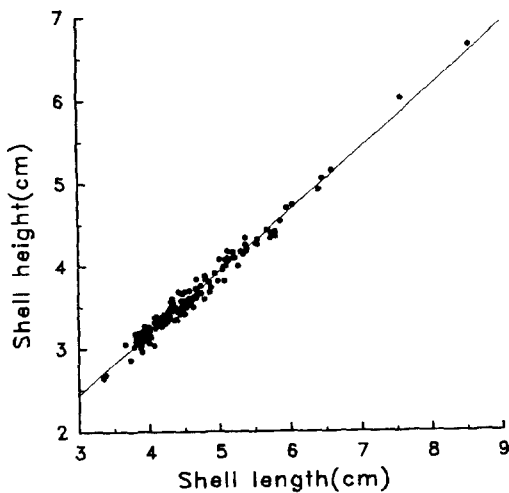


Fig. 6. Relation between shell height and shell length of ark shell.

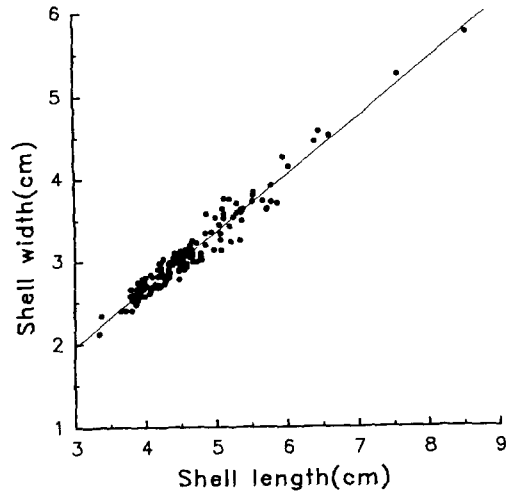


Fig. 7. Relation between shell width and shell length of ark shell.

피조개의 成長은 이처럼 相似形으로 이루어지고 있지 않기 때문에, 조개의 크기별로 씨렛발의 간격과 조개가 빠져나가지 않는 確率을 구하고자 할 때에는 직접 조개의 크기마다 씨렛발의 간격과 빠져나가지 않는 確率과의 관계를 구하여야 한다.

Fig. 8은 피조개의 크기별로 씨렛발의 간격과 조개가 빠져나가지 않는 確率과의 관계를 나타낸 것이다.

우리나라 桁網漁業은 수산업법 제 12조와 어업허가 및 신고 등에 관한 규칙 제 14조에서 씨렛발의 간격을 4cm 이상으로 사용하도록 규정하고 있으므로, 조개가 씨렛발의 사이를 빠져나가지 않는 確율이 桁網의 相對的 漁獲效率에 比例하는 것으로 하고, 씨렛발의 간격 3.2, 3.6, 4.0, 4.4, 4.8cm에 대해서 각각 상대적 어획효율을 구해 피조개 桁網의 씨레에 의한 漁獲選擇性曲線을 推定하면 Fig. 9와 같다.

漁獲選擇性曲線은 Fig. 9에서 보는 바와 같이 씨

렛발의 간격마다 어느 크기 이상은 어획이 100% 가능하고 또 어느 크기 이하는 어획이 불가능하다는 것을 보여 준다.

따라서 어획선택성곡선을 이용하여 씨렛발의 간격별로 0, 50, 100% 어획이 가능한 選擇殼長을 각각 구하고, 이를 씨렛발 간격과의 比로 환산하여 나타낸 결과는 Table 2와 같다.

Table 2에 의하면 씨렛발 간격별 漁獲率에 따른 選擇殼長과 씨렛발 간격과의 比는 어획이 0%일 때와 50%일 때 각각 1.0, 1.30~1.32로서 씨렛발 간격의 크기에 따른 변화가 거의 없지만, 어획이 100%일 때는 1.58~1.47로서 씨렛발 간격이 커짐에 따라 이 比가 점차 작아지고 있다. 또한 씨렛발의 간격별로 피조개의 어획가능 殼長의 폭을 알기 위해 0~100% 선택 어획을 하는 殼長의 差, 즉 어획가능 殼長 範圍를 씨렛발의 간격으로 나눈 값(D)을 選擇殼長 幅으로 나타내는 指標로 삼아 분석한 결과에서도 씨렛발의 간격이 커지게 되면 그

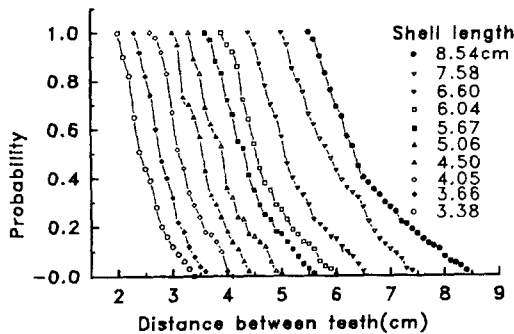


Fig. 8. Relation between probability of retention and distance between teeth for various sizes of ark shell.

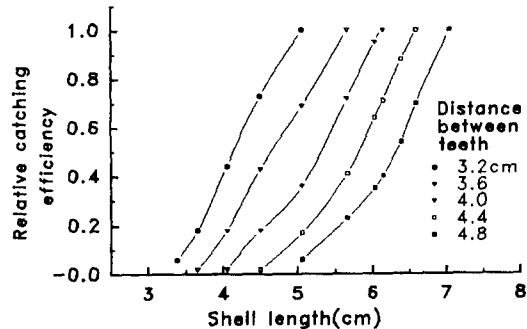


Fig. 9. Relation between relative catching efficiency and shell length of ark shell for various distances between teeth.

Table 2. Selectivity range of shell length by Ark shell dredge for various distances between teeth

Tooth space (cm)	Retention ratio						Selection range (D)
	Shell length (cm)	(A)	Shell length (cm)	(B)	Shell length (cm)	(C)	
3.2	3.2	1.00	4.15	1.30	5.06	1.58	0.58
3.6	3.6	1.00	4.67	1.30	5.66	1.57	0.57
4.0	4.0	1.00	5.29	1.32	6.15	1.54	0.54
4.4	4.4	1.00	5.82	1.32	6.60	1.50	0.50
4.8	4.8	1.00	6.32	1.32	7.05	1.47	0.47

A,B,C : ratio of shell length to distance between teeth.

D : C - A.

값이 점차로 작아지고 있는데, 이는 피조개의 성장이 相似形으로 이루어지고 있지 않으며 殼幅, 殼高보다는 殼長의 성장율이 크기 때문에 분석된다. 우리나라 수산업법에서 정한 桁網의 罾발 간격 4.0cm에서의 漁獲率에 따른 選擇殼長과 罾발 간격과의 比는, 어획이 0, 50, 100%일 때 각각 1.00, 1.32, 1.54이었으며, 어획 選擇殼長의 幅은 0.54로 나타났다.

梨本 등(1983, 1984)은 罾발의 간격 4.0cm에서, 0%, 50%, 100% 어획이 가능한 殼長과 罾발 간격과의 比가, 북방대합은 각각 1.02, 1.34, 1.83이었으며 북방개량조개는 1.00, 1.39, 2.09라고 보고하였는데, 이들의 選擇殼長이 피조개보다 크게 나타난 것은 이들의 殼高, 殼幅과 殼長과의 比가 피조개보다 작았기 때문이 아닌가 생각된다.

要 約

피조개 桁網의 漁獲 選擇性を 밝히기 위해 피조개가 罾발 사이를 빠져나가지 않는 확율을 殼長별로 구하고, 이 확율은 相對的 漁獲效率에 비례하는 것으로 생각하여 피조개 桁網의 罾발 간격별 選擇性曲線을 推定하였다.

이 선택성곡선을 사용하여 상대적 어획효율이 0%, 50%, 100%되는 피조개의 殼長과 罾발 간

격과의 比를 구한 결과, 罾발 간격 4.0cm에서 각각 1.00, 1.32, 1.54로 나타났으며, 罾발 간격별 상대적 漁獲效率이 100%일 때, 이 比의 값은 罾발의 간격이 커질수록 조금씩 작아지는 경향을 보였다.

또한, 罾발의 간격별 피조개의 어획가능 殼長 범위, 즉 選擇殼長의 幅은 罾발의 간격 4.0cm에서 0.54로 나타났다.

參 考 文 獻

- 1) 國立水産振興院(1989) : 현대한국어구도감, 예문사.
- 2) 韓國水産會(1996) : 수산년감
- 3) 柳鍾生(1986) : 한국패류도감, 일지사.
- 4) 鹽川 司·桑岡亦好·藤木哲夫·立石 賢(1968) : フカガイ資源の研究-1. 日水誌 34(4), 310~314.
- 5) 北原 武·林 功·多胡信良(1977) : 貝桁網の漁獲效率の推定について. 日水誌 43(2), 135~142.
- 6) 梨本勝昭·宮澤晴彦·平石智徳(1983) : ウバガイ桁網のつめによる漁獲選擇性について. 日水誌 49(3), 379~385.
- 7) 梨本勝昭(1984) : エゾバカガイ桁網の漁獲選擇性について. 日水誌 50(7), 1145~1155.
- 8) 梨本勝昭(1985) : ウバガイ桁網の漁獲選擇性について. 日水誌 51(3), 419~423.