

# 한국 남해안의 1개 단위인공어초의 적정 규모

김창길<sup>+</sup>·김호상·서장우·정금철

## Optimum Size of a Reef Set in the Southern Water of Korea

Chang Gil Kim<sup>+</sup>, Ho Sang Kim, Jang Woo Seo and Geum Chul Jung

**Abstract :** This study describes the optimum size of a reef set in Korean coastal waters. Data were analyzed in relation to the weight and variety of fish species caught with a three-layer gill net. The results did not indicate a significant difference in the mean catch and mean number of fish species among the three different reef sets, 800, 1,600 and 2400 m<sup>3</sup>.

**Key words :** Optimum size, Reef set, Three-layer gill net, Mean number of fish species.

### 1. 서론

인공어초는 대상으로 하는 수산생물을 위집, 배양할 목적으로 수중에 시설하는 구조물을 말한다. 어초를 시설하게 되면 어류 등 생물들이 모여들고 어초 표면에는 부착생물이 서식하게 되어 궁극적으로는 어획생산성이 향상되게 된다. 그러나 이와 같은 인공어초에서 어획생산성은 어초의 구조형태, 시설높이, 시설량, 배치형태, 어초 간의 거리 등 많은 요인에 의해서 영향을 받는다. 이 중에서도 어초의 규모는 내유자원에 대한 수용력과 사업비의 적정성 등 경제적 측면에서 아주 중요한 의미를 갖는다. 따라서 해역마다 내유자원량이 다르므로 어초시설량 대비 수용력을 고려하여 적정 규모를 결정해야 한다. 다음은 우리나라 남해 동부해역에서 1개 단위인공어초의 적정규모에 대해 연구한 결과를 보고하고자 한다.

### 2. 재료 및 방법

#### 2.1 조사장소 및 배치

연구에 사용된 단위어초는 800, 1600, 2400m<sup>3</sup>의 것으로, 이들의 어초는 1999년도에 경남 장승포항으로부터 동북방 2km수역의 수심 30m에 시설되었다. 시설된 어초는 공용적(空容積)이 8m<sup>3</sup>인 사각형어초(2×2×2 m)이며, 3개의 단위어초의 상적높이는 4-6m, 그리고 단위어초간의 거리는 약 600m로 하였다.

#### 2.2 조사방법 및 어초성 분류

어초의 적정규모의 구명을 위해 각 단위어초에서 어획된 어종수, 어획량, 어초성 등을 조사하였으며, 사용된 어구는 삼중자망으로 외망 36cm, 내망 7.5cm 높이 2m, 길이 40m 크기의 것이다. 1회 조사시 4폭을 사용하였으며, 2000~ '04년까지 5년간 45회 실시하였다. 각 단위어초에서 어획된 어종과 어초규모와의 관계를 구명하기 위해 어획된 어종의 어초성도 분류하였는데, 본 연구에서는 어초에 반응하는 어류의 형태를 3형(I-III형)으로 분류하였다. I형 어류는 조피볼락, 넙치 등 주축성 어종, II형 어류는 참돔, 감성돔, 돌돔 등 보목표성 어종, 그리고 III형 어류는 삼치, 방어 등 회유성 어종으로 나누었다.

### 3. 결과 및 고찰

#### 3.1 어초규모별 어획 어종 비교

조사기간 동안 800, 1600, 2400m<sup>3</sup>의 각 규모별 단위어초에서 어획된 어종은 모두 32종이었으며, 이들 단위어초의 규모 중 800m<sup>3</sup>에서 19종, 1600m<sup>3</sup>에서 24종, 그리고 2400m<sup>3</sup>에서 16종이 각각 어획되었다. 어획된 32종에 대해 어초에 반응하는 형태별로 분류하면, I형과 II형 어류는 각각 25%, III형 어류는 9.4%, 그리고 어초에 반응이 일정치 않은 어종도 40.6%나 차지하였다. 단위어초 규모별로 어초성 어류의 종수를 비교해

보면, I형 어류는 1600m<sup>3</sup>에서, II형 어류는 2400m<sup>3</sup>에서 다른 규모의 단위어초에 비해 더 많이 어획되었다. 각 규모별로 어획된 어종에 대해 삼중자망의 폭당 평균어종수를 비교해 보면, 800m<sup>3</sup>와 2400m<sup>3</sup>의 규모에서는 0.58종과 0.60종, 그리고 1600m<sup>3</sup>의 규모에서는 0.77종을 나타냈다 (Figure 1).

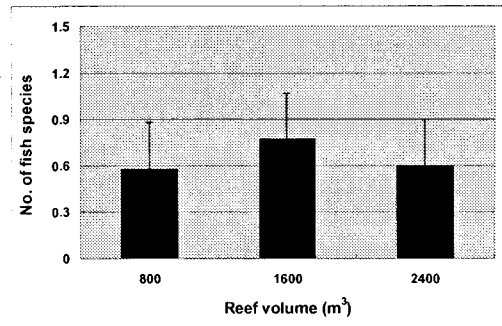


Figure 1. Comparisons of catch per unit effort (fish species) from three-layer gill net at different reef sets during 2000~'04.

#### 3.2 어초규모별 어획량 비교

800, 1600, 2400m<sup>3</sup>의 어초규모에서 어획된 어류의 폭당 평균 개체수는 1.28~1.52마리였으며, 1600m<sup>3</sup>의 규모에서 1.52마리로 다른 규모에 비해 많이 어획되었으나 통계적으로 유의한 차는 나타내지 않았다 (Figure 2). 한편, 규모별 폭당 평균어획중량은 601.6~735.0g으로 1600m<sup>3</sup>의 규모를 갖는 단위어초가 다른 규모의 어초에 비해 높게 나타났으나, 어획개체수의 경우와 같이 통계적으로 유의한 차는 인정되지 않았다 (Figure 3). 이것은 내유자원량, 어초어장에서의 사용어구 등 많은 변수가 있지만, 어초규모의 증가와 함께 어획량이 증가하지 않음을 의미한다<sup>[1]</sup>.

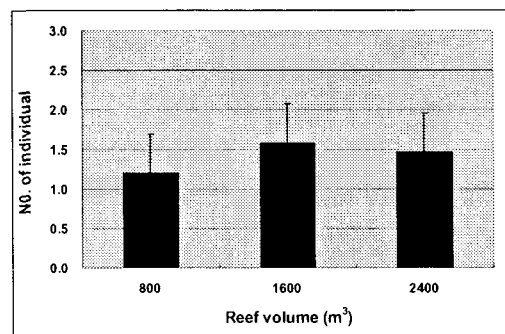


Figure 2. Comparisons of catch per unit effort (individuals)

<sup>+</sup> 김창길(국립수산과학원), E-mail: cgkim@nfrdi.re.kr, Tel: 051)720-2360.  
김호상 (국립수산과학원), 서장우(국립수산과학원), 정금철 (국립수산과학원)

from three-layer gill net at different reef sets during 2000~'04.

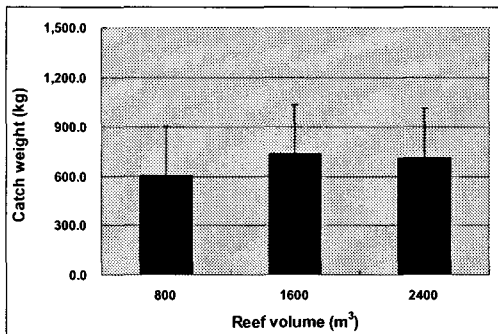


Figure 3. Comparisons of catch per unit effort (catch weight) from three-layer gill net at different reef sets during 2000~'04.

어초의 규모(용적)는 어초의 시공과정에서 높이와 면적의 함수로서 작용하며, 동일 용적이라 하더라도 높이가 다르면 면적이 달라지고, 면적이 변하면 높이도 달라진다. 어초의 높이와 면적은 어류의 위집에 영향을 미치는 중요한 요인이며, 해역에 따라 각기 다르게 작용한다. 어초의 시설높이와 관련하여 저서생물의 경우 높이가 2m인 사각형어초를 기준으로 하여 2~3단 정도의 높이가 적당하다고 알려져 있으나, 현장조사 결과에 의하면 4~5단 정도 상적된 경우도 있다. 어초를 여러 층으로 시설하기 위해서는 한 곳에 집중적으로 투입해야 하지만, 이 경우 부착생물이 대량 서식하고 있는 상적 어초 내부는 용존산소와 조도가 낮아져 어류의 위집에 영향을 미칠 수가 있다. 불락의 경우 조도가 34~52 lux에서 가장 많이 위집되며, 약 10 lux 이하로 되면 어군은 어초에서 다른 곳으로 이동한다고 알려져 있다. 저서성 어류에 있어서도 어종 및 시설해역에 따라 어초 높이와 위집량의 관계가 다른 경우가 많다. 농어의 경우, 수심에 대한 시설 높이의 비는 그다지 영향을 받지 않으며, 참돔, 넙치, 불락류는 1m 정도가 바람직하다는 보고도 있다. 柿元<sup>[2]</sup>에 의하면 동해에 있어서 넙치, 조피불락, 쥐노래미 등 주축성 어종의 경우, 어초를 집적하여 시설하는 것보다는 어느 정도 분산시켜 시설하는 것이 바람직하나, 일본 북해도에 있어서는 집적하여 시설하는 것이 효과가 높다고 하였다. 이것은 어초의 시설 장소에 따라 유동환경에 의한 유체자극 등 어초에서 유발되는 자극량이 다르기 때문이라고 생각한다. 그러나 앞서 언급한 바와 같이 많은 연구자들은 주축성 어류나 모복표성 어류를 대상으로 하여 어초를 시설할 경우 적정 어초의 높이를 5m이하로 시설할 것을 제안하고 있다. 회유성 어류의 경우 柿元<sup>[2]</sup>에 의하면 전갱이, 고등어 등을 대상으로 할 경우, 어초의 시설 규모, 넓이, 높이 등 모든 면에 있어서 큰 경우 집어효과가 높다고 보고하고 있다<sup>[3]</sup>. 또한 三好<sup>[4]</sup>에 의하면 전갱이, 고등어 등 회유성 어류를 위집시키기 위해서는 수심에 대하여 어초의 높이가 수심의 1할 정도가 바람직하나, 수온약층이 자주 일어난 곳에 어초를 시설할 경우, 수온약층에 영향을 받지 않는 수층까지 시설될 수 있는 높이를 가진 고층어초가 필요하다<sup>[5]</sup>. 따라서 회유성 어류는 저서성 어류보다 내유어군량이 많지만, 체류시간이 짧기 때문에 어군을 유지하여, 체류시간을 연장시키기 위해서는 어느 정도 어초를 상적하여 시설하는 것이 중요하다. 그렇지 않으면 처음부터 어초 높이가 큰 것을 시설하여 입체적으로 어초의 자극을 많게 하는 것이 바람직하다. 인공어초에서 어획량은 어초면적의 크기에 의해서도 영향을 받는다. 주축성 어류를 대상으로 하여 어초를 시설할 경우, 2단 이상의 어초 높이는 어류의 위집에 그다지 중요한 요소가 되지 못하며, 가능한 한 평면적으로 넓게 시설하여 어느

정도의 면적을 확보하는 것이 유리하다고 알려져 있다. 규모로서의 넓이는 대상어종 및 집어량의 크기에 따라 다르기 때문에 계량화하는 것은 대단히 어려운 일이다. 그러나 어초를 이용하는 조업 어선수 및 어구 어법상 요구되는 평면의 넓이가 있으며, 이 경우 수치화된 면적으로 나타낼 수 있다. 일반적으로 대규모 어군을 형성하기 쉬운 회유성 어류에 대해서는 어초의 높이와 함께 어군의 크기에 충분히 대응할 수 있는 어초의 평면적 넓이를 가져야 한다. 어초單體의 구조는 주축성 어류의 경우 면을 많이 갖는 어초의 구조, 모복표성 어종의 경우 걸용적인 큰 어초의 구조, 회유성 어류는 일정 이상의 높이를 갖는 구조가 각각 필요하다. 특히 주축성 어종이나 모복표성 어류를 대상으로 할 경우 이들 어종에 대해 어초로 둘러 쌓인 면적을 크게 하기 위해서는 분산하여 배치하는 것이 유리하다. 그러나 지나치게 분산시켜 시설하게 되면 어초에서 유발되는 환경자극도 분산되어 효과가 감소되기 때문에 평면상의 시설면적은 해저에 시설된 어초 투영면적의 20배 이내가 바람직하다고 제안되어 있다<sup>[6]</sup>. 앞서 언급한 높이와 면적은 용적이 일정한 경우에 있어서 높이와 면적을 변수로 했을 때 어획량이 높이와 면적에 영향을 받는 것을 의미한다. 다른 한편으로는 일정한 높이를 유지하면서 용적을 높일 경우 내유자원량이 일정하다는 가정 하에서 어획량의 용적의 증가에 따라 반드시 증가하지 않는다는 것이다. 우리나라 남해안 특히 통영해역의 경우 단위어초(16 ha)당 규모가 590~1,380 m<sup>2</sup>의 범위에서는 Figure 4에서 알 수 있는 바와 같이 용적의 증가와 함께 어획량의 증가는 명확하지 않음을 알 수 있다<sup>[7]</sup>. 이상의 결과에서 알 수 있는 바와 같이 우리나라 남해 동부해역의 경우 적정 어초의 용적으로는 경제적 측면 등을 고려할 때 800 m<sup>3</sup>가 적합하다고 판단된다.

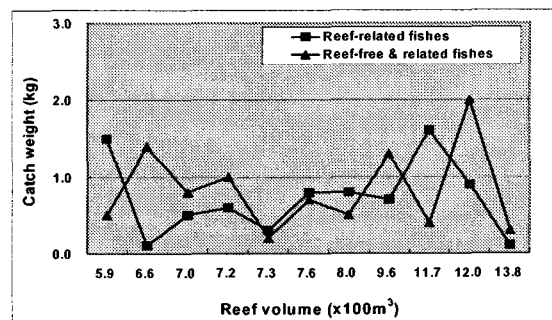


Figure 4. Comparisons of catch per unit effort (catch weight) from three-layer gill net at different reef sets<sup>[7]</sup>.

### 참고문헌

- [1] Grove, R. S. and C. J. Sonu, "Fishing reef planning in Japan" in F. M. D'Tri, ed. Artificial reefs. Lewis Pub., Michigan, 187~251, 1986.
- [2] 柿元 浩, "人工魚礁認定調査報告書(1967~1969年)", 新瀉水試, 25~35, 1968.
- [3] 日本神奈川縣水指内灣支所, "魚礁效果調査報告(1960~1961年)", 32~37, 1960.
- [4] 三好 勝, "人工魚礁設置效果認定調査報告", 高知水試, 1964.
- [5] Kim, C. G., H. S. Kim, C. I. Baik, H. Kakimoto and W. Seaman, "Design of ocean habitat improvement structures and their effectiveness in the fisheries of eastern Asia", Proceeding of 4th World Fisheries Congress. Vancouver, 567~587, 2006.
- [6] 日本全國沿岸漁業振興開發協會, "沿岸漁場整備開發事業", 人工魚礁漁場造成計劃指針, 35~45, 1986.
- [7] 국립수산과학원, "경남도인공어초어장관리조사보고서", 1~77, 2005.