

인공어초 개발수준 및 연구방향

어항시설시 해조류 부착기능과 어패류 서식장 등

인공어초 기능 갖는 구조물 시설공법 검토 필요

김 창 길 / 국립수산진흥원

.....

어항 등에 시설되는 대부분의 방파제의 경우 전면은 반사파의 저감 및 월파방지를 위해 소파공을 설치할 필요가 있다. 또한 방파제는 친수시설로 이용되기 때문에 안전하고 쾌적한 공간의 형성을 도모할 필요가 있다. 비록 소파공에 의한 파랑의 방지가 주위의 자연 경관과 조화를 이루어 행하는 것이 어렵다 할지라도 특히 어업면에 있어서는 연안어업의 자연보존 및 증강을 도모하고, 조장기능을 회복함과 동시에 방파제로 둘러싸여 있는 수역에 있어서도 원활한 해수교환을 확보하여 양호한 환경을 도모할 필요가 있다.

서 론

세계 각국의 200해리 배타적 경제수역 선포, 한·일, 한·중 간의 어업협정 등의 대외적인 어업환경, 그리고 연안역에 있어서의 간척사업, 임해공단 시설 등에 의한 대내적인 환경요인에 의해 인공어초에 의한 자원조성의 중요성이 그 어느 때 보다도 강조되고 있는 실정이다. 또한 이와 함께 인공어초의 기능면에 있어

서도 시설된 어초에 위집된 어류를 단순히 어획하는 부어구적 기능 이외에 어초 자체를 하나의 배양체로 하는 자원배양 기능이 요구되는 등 다양화되고 있다.

인공어초는 어류 등의 수산생물이 초(礁)나 침선 등에 위집하는 성질을 이용하여 대상으로 하는 수산생물의 어획증대, 조업의 효율화 및 보호 배양을 도모하기 위한 시설물을 나타낸다. 즉 어초는 해저로부터 돌출한 암초 등과

같은 것을 말하는데, 바다 속에서 육상의 숲과 같은 역할을 해준다고 할 수 있으며, 해수의 흐름을 변화시켜서 어패류 등에게 먹이를 공급해 준다는지, 혹은 어패류 등에게 은신처를 제공해 주는 등 어패류가 살아가는데 필요한 환경을 조성해 주는 것이다.

인공어초에는 각종의 부착생물이 착생하며, 인공어초의 주변 수역 및 해저에는 프랑크톤이나 벤토스 등이 증식되므로 돌돔이나 벵에돔 등과 같이 부착생물을 직접 섭이하는 어종, 멸치, 전갱이 등 프랑크톤을 포식하는 어종, 돔류나 썸뱅이와 같이 벤토스를 포식하는 어종 및 소형 어류를 포식하는 넙치나 방어 등의 어류에게 인공어초는 먹이의 장으로서 중요한 역할을 한다. 또한 부착란을 산란하는 쥐노래미, 화살오징어 등은 인공어초를 산란장으로 이용하며, 산란기에 참돔이나 벤자리 등은 인공어초 어장에서 완숙란을 갖고 있는 친어

가 많이 어획된다고 알려져 있어 인공어초는 이들 어종의 산란장으로서 중요한 역할을 한다고 할 수 있다. 한편, 유영력이 적은 볼락, 썸뱅이 등과 같은 어종은 조류의 흐름이 강할 때 초의 내부나 초의 유영(流影)에 은신한다고 알려져 있으며, 표·중층 어류도 지형과 등의 조상측(潮上側)의 체류(滯留)수역에 정위하는 등 인공어초어장은 서식장, 휴식장으로서의 기능을 갖는다.

그러나 인공어초는 기능면에 있어서는 부어구나 배양체로서 우수하다고 할지라도, 사업의 형태로 수행되기 때문에 시설효과가 본래 목적에 얼마만큼 부합되는가가 중요한 관건이라고 할 수 있다. 여기서 말하는 목적은 인공어초의 시설 목적을 나타내며, 대상생물과 이용측면으로 나눌 수 있다. 즉 대상생물과 관련해서는 어린 어패류의 종묘를 방류했을 때 생산을 향상을 위해 시설하는 보육초, 미성어의 서식에

적합한 육성초, 그리고 성어의 어획초를 들 수 있다. 한편 이용측면과 관련해서는 낚시나 자망, 연승, 저인망 등 어구어법을 고려한 어초구조, 어항 등 항만 기능을 유지하면서 인공어초의 기능을 갖는 어초 구조 혹은 구조물 조성 방법, 해역의 생산성 향상을 위한 침설 및 부어초에 의한 입체적 어장조성 방법 등을 들 수 있다.

다음은 우리나라의 인공어초 시설현황을 알아보고, 앞서 언급한 인공어초의 시설목적중심으로 금후 인공어초의 구체적인 추진방향에 대하여 기술하고자 한다.

우리나라의 인공어초 시설사업 현황

우리나라에서는 1971년부터 인공어초를 시설한 이래로 현재까지 3,819억원을 투자하여 전국 연안에 13만3,000ha의 새로운 어초어장을 조성하였다(표-1).

〈표-1〉 인공어초 시설량 및 사업비

구 분	계	연 도						
		'71-'92	'93	'94	'95	'96	'97	'98
시설면적(ha)	133,907	70,503	8,323	10,436	10,837	11,120	12,213	10,475
시설비(백만원)*	381,902	109,658	23,818	32,894	42,833	54,494	62,662	55,542

* 시설비에는 지방비 등이 포함되었음.

기획특집 ② 인공어초 사업 현황과 개발방향

해역별로는 남해안이 7만 4,181ha로 전체 시설면적의 55.4%를 차지하고 있으며, 그 다음은 동해안으로 3만6,573ha(27.3%), 서해안 2만3,153ha(17.3%) 순이다<표-2>.

현재 사용되고 있는 어초는 8종으로, 주요 어초 종류로는 사각형, 원통형, 육각형, 잠보형 어초 등이며, 이들은 현장 시험을 거쳐 효과가 검증된 것이다<그림-1>. 우리나라에서는 개발된 어초가 실제 현장에서 사용되기 위해서는 시험어초로 선정되어 일정 기간동안 시험을 거쳐 효과를 검증받아야 한다. 따라서 현재 각 시도에서 사용되고 있는 어초는 모두 일반용 어초라고 할 수 있다. 또한 현재 시험어초로 효과 검증을 위해 23종이 시험 중에 있다.

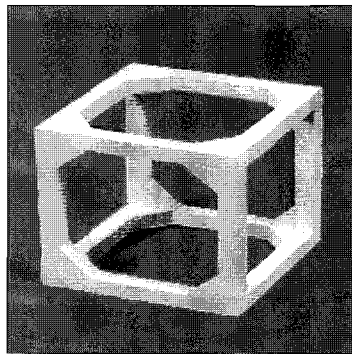
우리나라 인공어초 시설 사업의 추진방향

인공어초 시설사업의 추진방향과 관련해서는 예산 등 행정적 측면과 기술개발 등 연구적 측면으로 나눌 수 있다. 지면 관계상 여기서는 연구적 측면만 고려했으며, 기술적인 내용에 있어서도 보육초, 육성초 등 생물의 성장 단계별 어초구조 및 시설방법, 연안역의 생

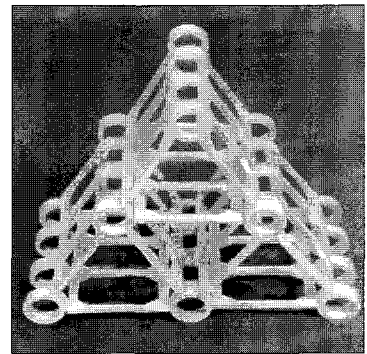
<표-2> 해역별 인공어초 시설량(1971~1998)

해역별	시설면적 (ha)	시설비 (백만원)	비율(%)
동해안	36,573	90,506	27.3
서해안	23,153	75,637	17.3
남해안	74,181	214,759	55.4
합계	133,907	380,902	100

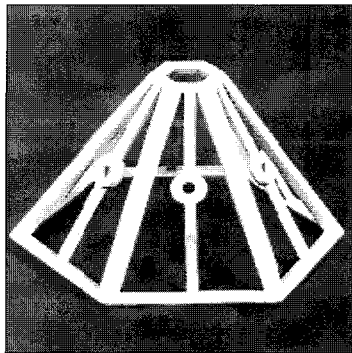
※ 비율은 시설면적에 대한 것임.



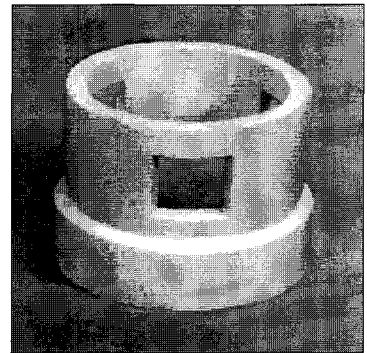
사각형 어초(2m×2m×2m)



잠보형 어초(6.8m×5.0m×5.97m)



육각형 어초(6.5m×5.2m×3.0m)



원통형 어초(φ 1.8m×1.8m)

<그림-1> 우리나라에서 주로 사용되고 있는 인공어초 종류

산성 향상을 위한 입체적 어장 조성방법, 어항기능과 어초기능을 고려한 다목적용 어초구조 및 시설 등에 국한하고자

한다. 예산 등 행정적 측면과 관련해서는 '인공어초 시설사업 교재' (국립수산진흥원, 2000)를 참고하기 바란다.

보육초, 육성초 등 생물의 성장 단계별 어초구조 및 시설방법 개발 보급

인공어초의 시설은 해역의 생산성을 높이는 것이며, 궁극적으로는 어획의 생산성을 향상시키는 것이다. 그러나 동일 해역이라 할지라도 서식 생물이 다양하며, 종류마다 성장 단계별로 생태적 습성이 다르기 때문에 어획의 생산성을 향상시키기 위해서는 종류별, 성장 단계별 생태습성을 고려하여 어초구조개발과 배치를 해야 한다.

대상종의 서식환경과 관련하여 연안역의 비교적 얇은 수역은 어류의 경우 산란장으로 이용되는 곳이 많으며, 어린 물고기(稚仔魚)들이 일정 기간 동안 서식하게 된다. 그리고 성장함에 따라 보다 깊은 수역으로 이동하게 된다. 이와같이 성장단계에 따라 서식 혹은 이동과정에서 상당량의 감모(생잔울 저하)가 발생하게 된다. 특히 인공적으로 종묘를 생산하여 방류할 경우 감모율은 더욱 크게 된다. 따라서 유치자어로부터 성어, 친어에 이르기까지 전생활사를 통하여 동 해역에서 서식할 수 있도록 대상종별, 성장 단계별 적합한 서식장을 서식수심별로 조성해 주어야 한

다. 이 과정에서 중요한 것은 대상종류마다의 생태적 지위를 붕괴시키지 않고 생태계 자체를 확대시켜 나아가는 것이다. 기본적으로는 기존의 인공어초, 자연초, 해조장을 활용하면서 대상어종의 성장, 성숙, 산란 또는 계절의 변화에 따른 이동회유 등의 생태 특성을 고려하여 어종별, 성장 단계별로 유치자어 보육장, 미성어 성육장, 성어의 서식장, 친어 체류장 등의 해역을 설정하는 것이다.

어초의 구조형태와 관련해서는 성장단계별로 차이는 있으나, 보육초의 경우 유치자어의 서식에 적합하도록 먹이 발생이 용이하고, 공간구조가 복잡한 기와초와 같은 어초구조가 바람직하다고 할 수 있다. 어초의 시설배치는 대상어종의 성장 단계별 유영능력을 감안하여 유치자어 및 미성어는 조밀하게, 그리고 성장함에 따라 일정 간격을 두어 시설한다. 특히 유치자어의 서식적지가 적을 경우, 와류나 난류의 발생지역 혹은 파도가 치지않는 잔잔한 정은 수역에서 난치자어가 집적(모여드는)하는 해역, 조장이 연속되는 해역을 유치자어 보육장으로 하는 것도 좋은 방법일 것이다.

연안역의 생산성 향상 위한 입체적 어장조성

해역에 따라 약간 차이는 있으나 패류는 저면, 연안 정착성 어류는 저층, 그리고 회유성 어류는 표·중층에 서식하는 경우가 많다. 지금까지의 인공어초는 저층 중심의 침설어초가 대부분을 차지하고 있다. 침설어초가 용승류의 유발에 의한 먹이생물 발생촉진이나, 와류 혹은 지형파 등에 의한 정착성 혹은 회유성 어류의 위집에는 문제가 없었다 할지라도 저층에 시설되기 때문에 회유성 어류를 대상으로 하는 데는 한계가 있었다. 즉 지형파의 유발을 위해서는 어초 높이를 시설수심의 1할 정도를 고려하는데, 수심이 깊어짐에 따라 시설높이를 높게 할 필요가 있다. 또한 저면에 진흙이 많을 경우 매물 등에 의해 침설어초로는 소기의 목적을 달성하기에는 여러 가지로 어려움이 많다고 할 수 있다.

따라서 연안역의 생산성을 향상시키기 위해서는 해역의 특성에 따라 저층에서부터 표층에 이르기까지 다양한 어초 구조물을 시설할 필요가 있다. 그러나 표·중층에 시설되는 어초의 경우는 저층에 시설되는 어초와는 달리 파도

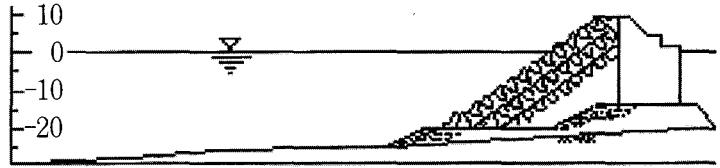
기획특집 ② 인공어초 사업 현황과 개발방향

등에 의해서 유실될 염려가 있기 때문에 특히 어초의 안정성에 대해서도 고려할 필요가 있다. 이와함께 각종 선박의 항해에 지장을 주어서도 안되며, 지선 어업인의 어법 등도 면밀히 고려하여 보급할 필요가 있다.

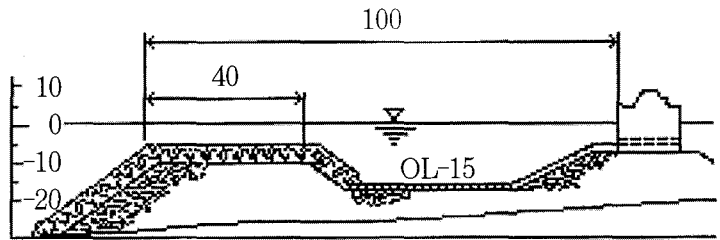
어초기능을 고려한 어항시설

우리나라는 삼면이 바다로 둘러싸인 관계로 크고 작은 항구가 많다. 대부분의 항에는 방파제 및 호안 구조물을 갖고 있는데, 지금까지는 이들의 구조물은 어항의 단순기능만 강조되어 설치되었다고 할 수 있다. 그러나 이들 시설물이 일정한 구역내의 공간을 점하여 시설되므로 어항의 고유기능 이외에도 인공어초의 기능을 갖게하여 생산적 시설기능을 한층 강화할 필요가 있다고 생각한다.

어항 등에 시설되는 대부분의 방파제의 경우, 전면은 반사파의 저감 및 월파방지를 위해 소파공을 설치할 필요가 있다. 또한 방파제는 친수시설로 이용되기 때문에 안전하고 쾌적한 공간의 형성을 도모할 필요가 있다. 비록 소파공에 의한 파랑의 방지가 주위의 자연 경관과 조화를 이루어 행하는 것이 어렵다 할



기존방파제



인공리프를 이용한 방파제

〈그림-2〉 인공어초 기능을 갖는 어항시설 예

지라도, 특히 어업면에 있어서는 연안어업의 자연보존 및 증강을 도모하고, 조장기능을 회복함과 동시에 방파제로 둘러싸여 있는 구역에 있어서도 원활한 해수교환을 확보하여 양호한 환경을 도모할 필요가 있다.

인공어초의 기능을 고려한 어항 등의 시설물의 하나로 방파제 전면에 인공리프(일종의 잠재)를 설치하는 공법을 들 수 있다. 이 공법은 종래에 소파블럭을 쌓아올린 방법과 달리 일정 수심까지 높게 쌓아 천단면을 넓게 해줌으로써 해

조류 착생과 치어나 패류의 육성장으로써 중요한 기능을 갖게 된다(그림-2). 또한 인공리프와 방파제 간에 활석을 채워 줌으로써 어패류의 서식장을 증대시켜줄 뿐만 아니라 인공리프 배후면 및 방파제 전면에 피복블럭의 시설을 저감하게 되어 시공비 면에서도 크게 절약될 수 있다.

따라서 금후 어항의 방파제나 호안을 시설할 경우 해조류의 부착기능이나 어패류의 서식장 등 인공어초의 기능을 갖는 구조물 혹은 시설공법을 적극 검토할 필요가 있다. ㉠