



민 석 관

한전 영평원자력본부
기술지원실장

한국전력공사는 최근 영평원자력발전소에 17개 수조를 갖춘 5백평 규모의 온배수 양식장을 완공, 넙치·우럭 등 각종 고급어류의 치어 4만여마리를 넣어 국내 최초의 원전 온배수이용 양식장을 가동했다.

이 양식장은 온배수의 특성을 이용, 별도의 열공급 없이도 일년내내 성어를 길러낼 수 있으며, 연간 17톤~20톤 정도의 해수어를 생산, 2억여원의 수익을 올릴 것으로 기대된다.

한전은 한국해양연구소와 공동으로 지난 89년부터 온배수활용연구를 수행해 왔으며, 90년 보령화력발전소 양식장에 이어 이번에 원전 온배수를 이용한 양식장 건설에도 성공함으로써 온배수 유해성에 대한 논란을 불식시킬 수 있는 계기를 마련했다.

원자력발전소 온배수이용 양식사업

의의와 전망

발전소 온배수

1. 발전효율 및 폐열처리

화력발전과 원자력발전 모두 연료를 태워서 얻은 수증기의 힘으로 발전용 터빈을 돌려서 전기를 생산한다.

화력발전소는 석탄이나 석유 등 화석연료를 사용하고, 원자력발전소는 우라늄을 연료로 사용하는 것이 다를 뿐이며, 그의 전기를 얻기 위한 모든 부수적인 방법은 동일하다.

지금까지 인간이 발명한 모든 열기관은 사용되는 연료가 가지고 있는 에너지를 100% 활용할 수는 없다.

따라서 발전소도 열기관인 이상 폐열의 발생은 불가피하며, 아울러 폐열 처리를 위한 냉각설비가 필요하다.

화력발전소의 열효율은 40%, 원자력발전소의 열효율은 34% 내외에 불과하기 때문에 사실 전기형태로 얻어지는 에너지보다 더 많은 폐열을 냉각설비에서 처리해야 한다(표 1).

화력발전소에서 발생하는 폐열은 사용 에너지원의 60%에 달하지만, 약 10% 정도는 그대로 대기중에 복사되어 소멸하거나 연기 및 재에 포함되어 소멸되므로, 50% 내외의 폐열을 냉각설비에서 처리해야 한다.

(표 1) 발전소 종류별 열수지

발전소 종류	열효율*	폐열량*	자연확산*	냉각설비*	냉각수량#
재래식 화력	33	67	15	52	59.3
근대식 화력	40	60	15	45	42.6
원자력(경수로)	33	67	5	62	70.4
원자력(중수로)	42	58	4	54	50.0

(주) * : 원료 에너지 대비(%)

: m³/초/100만kW

(자료) Rimberg D. 1974. Utilization of waste heat from power plants.

Noyes Data Corp., London

그러나 굴뚝이 없으며 모든 것이 외부와 차단된 원자력발전소의 경우, 복사열로 소멸되는 소량의 폐열을 제외한 사용 에너지원의 62.5%에 해당하는 폐열을 냉각설비에서 처리해야 한다.

이러한 막대한 양의 폐열을 처리하는 방법으로는 냉각탑식(cooling tower), 냉각지식(cooling pond), 냉각수로식(cooling canal), 분사식(spray system) 및 1회 냉각식(once through cooling system) 등이 있다.

냉각탑식은 냉각수를 재사용할 수 있는 이점이 있지만 막대한 건설비가 소요되며, 2차적으로 국지기후에 영향을 주기 때문에 사막지대를 제외한 지역에서는 설치가 곤란하다.

분사식은 부지 요구량은 적은 반면, 냉각수 손실이 많고 막대한 건설비 및 가동경비가 필요하기 때문에 특수기능을 가진 소규모 발전소에서만 적용이 가능하다.

냉각지식과 냉각수로식은 막대한 부지가 필요한데, 100만kW급 발전소 1기당 약 9km²의 냉각용 호수 또는 수로가 필요하기 때문에 국토가 적은 우리나라에서 채택하기는 어렵다.

1회 냉각식은 가장 보편화되어 있는 발전소용 냉각방식이다.

현재 강가에 위치한 영월화력발전소와 서울화력발전소는 강물을 냉각수로 사용하고 있지만, 담수자원이 부족한 우리나라의 경우 대다수는 해수를 냉각수로 사용할 수 밖에 없다.

2. 발전소 온배수영향

1회 냉각식에서 냉각수로 사용하기 위하여 끌어올린 해수, 즉 냉각수는 발전용 터빈을 돌리고 되돌아온 수증기를 다시 응축하여 순수한 물로 바꾸어 주기 위하여 복수기에서 열교환, 즉 수증기가 가지고 있는 에너지를 흡수하게 된다.

열교환을 마친 냉각수는 열교환으로 수온이 상승하여 바다로 방출되는데, 이를 온배수라고 한다.

많은 사람들이 온배수는 해로운 오염물질이라고 오해하고 있지만, 냉각수로 사용되는 해수는 취수되어 복수기에서 열교환을 마치고 밖으로 배출될 때까지 완전히 폐쇄된 관을 따라 흐르기 때문에, 다른 물질에 의하여 오염되지 않은 순수한 자연해수이며, 단지 열교환에 따라 자연해수보다 수온이 다소 상승했을 뿐이다.

각 발전소에서 사용되는 냉각수는 발전소의 특성에 따라 다소 차이가 있지만, 냉각시설을 통과하기 전과 후의 온도차를 7~8℃로 하는 것이 가장 효과가 크기 때문에, 100만kW의 전기를 얻기 위하여 필요한 냉각수는 화력발전이 약 40m³/초, 원자력발전이 약 50m³/초이다.

수온은 해양생태계에 있어서 빛 다음으로 중요한 환경요인이다.

온배수 형태로 해양생태계에 부과되는 폐열은, 국지적이지만 발전소 주변해역에 수온분포를 변화시켜 해양생태계에 직접 또는 간접으로 영향을 주

게 되어 물의를 일으키기도 하지만, 계절이 뚜렷한 우리나라의 해양환경을 감안할 때 이로운 면도 많이 있다.

발전소 냉각설비 가동이 해양생물에 미치는 영향을 크게 두가지로 요약하면, 첫째 냉각설비 그 자체에 의한 영향이며, 둘째, 온배수 확산구역 내에서의 영향이다.

냉각설비 자체에 의한 영향이란, 비교적체적이 큰 어류나 대형 갑각류 등이 취수구에서의 빠른 유속에 의하여 취수구 스크린에 충돌하여 입는 피해와, 보다 작은 생물들이 냉각수와 함께 냉각설비에 연행되어 입는 피해이다.

연행된 생물이 입는 피해는 각 생물의 크기와 모양, 온도에 대한 저항성, 생활사 등 각 생물의 특성에 따라 차이가 나며, 기후적 요인과 발전소 가동조건에 따라 변하기 때문에 정확히 정량화하기는 어렵다.

일반적으로 비교적 체적이 크고 더듬이가 발달한 요각류들이 물리적으로 가장 큰 피해를 입고, 구형에 가까운 몸이 작을수록 피해가 적다.

온배수 확산구역(배수로 포함) 내에 서식하는 생물들, 특히 운동성이 적은 저서생물은 직접적으로 온배수의 영향을 받는다.

우선적으로 비교적 높은 온도에 적응하지 못하는 종들은 점차 도태되고, 높은 온도를 좋아하는 온수성 종들이 점차 늘어나게 된다.

우리나라에는 저온성 종들이 많이

분포하고 있기 때문에 온배수 확산구역 내의 전체 출현종 수가 감소하는 결과를 초래한다.

그러나 온배수 확산구역에 적용하는 온수성 종들은 저온성 종들에 비하여 생산력이 높고, 온배수에 의하여 생장기간이 길어지기 때문에 전체적인 생물량이 증가한다. 발전소 배수로의 생물량이 부근의 생물량보다 월등하게 많은 것으로 잘 설명된다.

그러나 생물량이 증가하더라도 실제 피해를 입는 저온성 생물들이 수산업적으로 중요한 경우 많은 문제점이 생기게 된다. 발전소의 가동에 따라 제기되는 김이나 미역 양식업자들의 피해보상 요구가 그 좋은 예이다.

그러나 발전소 온배수는 취수되는 자연해수보다 7~8℃ 정도 높지만 바다로 배출되면 주위 해수와 혼합되어 급격하게 수온이 떨어진다.

대부분의 경우 배수구에서 2~300m 떨어지면, 수온차이가 2~3℃에 불과하며, 1℃ 이상 차이가 나는 곳도 배수구에서 수km 떨어진 해역에 국한되기 때문에, 과학적으로 온배수 영향을 정량할 수 있는 범위는 배수구 주변의 극히 제한된 해역에 한하며, 그 외의 해역에서는 개연성을 가지고 온배수 영향을 평가할 수 밖에 없다.

또한 온배수는 해수 표면 2~3m의 층을 형성하고 흐르면서 서서히 온도가 낮아지면서 아래쪽의 해수와 혼합되기 때문에, 배수구에서 어느 정도

떨어진 해역에 서식하는 저서생물에는 그다지 영향을 미치지 못한다.

온배수이용 어류양식

1. 온배수양식

발전소 온배수는 많은 양의 저준위 에너지를 포함하고 있는 재활용이 가능한 훌륭한 에너지 자원이며, 부존 에너지자원이 부족한 우리나라에서는 결코 그대로 버려서는 안될 귀중한 국가재산이다.

발전소 온배수를 재활용하는 방법에는 농작물 재배, 어류양식, 식품처리, 해수담수화, 폐수처리, 도로결빙방지, 사계절 해양위락시설 등 저준위 열자원이 필요한 공정에 활용할 수 있다.

100만kW급 발전소 1개소에서 나오는 폐열을 모두 이용할 경우 약 70개의 식품가공공장과 2.5km²의 비닐하우스에 에너지를 공급하거나 또는 수면적 1,000평 규모의 양식장 100개소에 사육수를 공급할 수 있다.

또한 산업폐수 처리시 부유물질과 탁도를 제거하고 COD를 가장 효과적으로 낮출 수 있는 온도는 40~60℃ 이어서 온배수를 이용하면 매우 효과적이다.

좀더 긍정적으로 보면, 발전소 온배수를 반 폐쇄식 해역(소규모 만)에 집중적으로 방류하여 인위적으로 해당 해역의 수온을 상승시켜 소규모 아열대성 해양 생태계를 조성하는 방법도

고려할 수 있다.

미국 오레곤주에 위치하는 트로안 원자력발전소는 온배수를 반 폐쇄식 수로에 방류하고, 이 해역을 전천후 가동이 가능한 종합관광단지로 개발하여 큰 효과를 보고 있다.

한편 우리나라에서 가장 적합한 활용법은 농작물 재배와 어류양식이다.

온배수를 이용한 어류양식에 대하여 자세히 설명하면 다음과 같다.

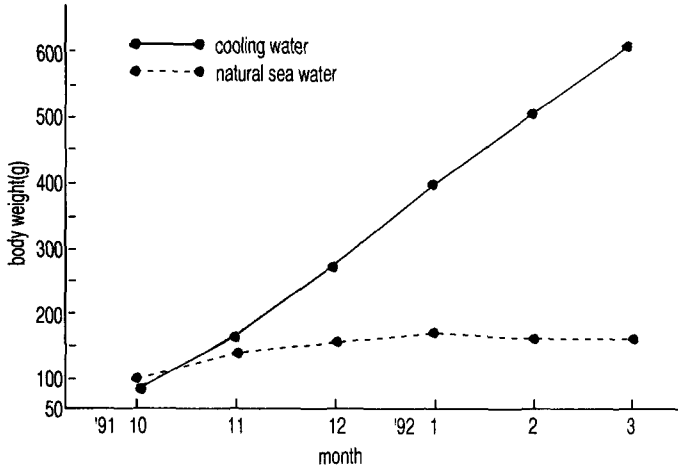
우리나라의 경우 겨울철에 연안수온이 10℃ 이하로 내려가면 양식어류를 포함한 대부분의 어종들이 성장을 멈추고 동면에 들어간다.

냉혈동물인 어류는 인내 한계온도 이하에서는 수온이 높을수록 성장이 빠르기 때문에, 수온이 낮은 겨울철에 어류의 동면을 방지하고 지속적인 성장을 유도하기 위하여는 별도의 가온장치(보일러 시설)를 하여야 한다.

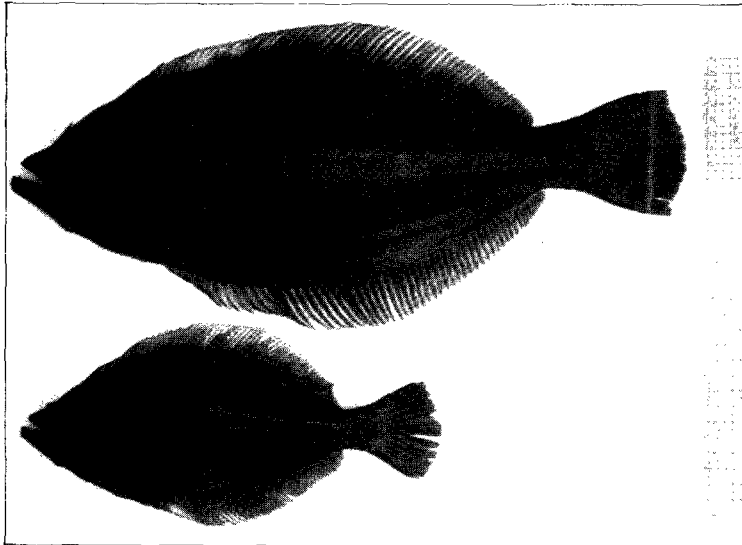
그러나 발전소 온배수를 이용할 경우 별도의 가온장치 없이도 양식어류를 효과적으로 성장시킬 수 있다(그림 1), <사진 1>.

온배수를 어류양식에 활용할 수 있는 시기는 지역에 따라 다소 차이는 있지만, 대체적으로 9월 중순에서 이듬해 6월 중순까지로 온배수의 온도가 어류의 인내 한계수온을 넘지 않는 기간이며, 최소한 4개월 이상 양식어류의 성장기간을 연장시킬 수 있다.

특히 11월에서 4월까지는 직접적으로 온배수를 그대로 사용하여도 무



(그림 1) 자연해수 및 온배수를 이용한 월동기간 중 넙치의 성장



(사진 1) 온배수(위) 및 자연해수(아래)로 월동한 넙치의 크기

방하며, 그 외의 기간 중에는 온배수와 자연해수를 적절하게 혼합하여, 양식장의 수온을 양식 대상어류의 특성에 맞추어 조절해 주면 된다.

여름철에는 수온이 과도하게 상승

하여 양식장 수질을 악화시키거나, 자연해수의 수온이 양식어류의 성장 최적수온을 넘어서는 경우가 종종 있기 때문에 온배수를 사용하지 않는 것이 바람직하다.

특히 우리나라에서 많이 양식하고 있는 넙치의 경우, 고수온에 대한 저항력이 약하여 자연해수로 양식할 경우에도 폐사할 우려가 있기 때문에 넙치 양식장에서는 여름철 온배수 사용을 중지하여야 한다.

최근 광량 및 수온조절기법에 의한 양식어류의 성숙조절이 가능하여 연중 종묘생산이 가능하게 됐다.

따라서 종묘생산에도 온배수를 활용할 수 있게 됐다.

종묘생산 및 성어양식사업에서 겨울철 가운을 위한 동력비가 전체 생산원가의 20%에 달하는 우리나라의 실정을 감안할 때, 온배수양식은 생산원가 절감은 물론 양식어류의 출하시기 조절을 가능케 하여 시장변동에 대한 대처능력을 향상시켜 주기 때문에, 어류 양식사업의 수익성과 안정성을 동시에 높여 주는 효과가 있다.

2. 온배수 이용사례

발전소 온배수를 어류양식에 활용하기 위한 연구는 50년대부터 일본·미국·독일 등 선진국에서 시작됐으며, 70년대부터 실용화하기 시작하여, 현재 약 20개국의 90여개 발전소에서 양식사업 혹은 기술개발에 주력하고 있다(표 2).

일본은 원자력발전소 7개소를 포함한 20개 발전소에서 새우·어류·전복·가리비 등 전 양식대상 종에 대하여 기업규모의 양식을 하고 있으며, 연간 5천만마리의 양식용 종묘를 생

(표 2) 외국의 발전소 온배수이용 양식현황

() : 원자력발전소

국명	발전소	양식어종	비고
일본	20(7)	넙치, 참돔, 복어, 전복, 보리새우, 성게, 꽃게	기업화 양식 및 방류용 종묘생산
영국	5(4)	방어, 흑돔, 넙치류, 송어, 뱀장어	뱀장어 기업화, 방류용 종묘생산
프랑스	4(2)	뱀장어, 잉어, 송어, 농어, 틸라피아	담수산 어종 양식 기업화
미국	22(2)	새우, 뱀장어, 메기, 틸라피아, 굴, 가리비	굴·메기·틸라피아 기업화
독일	16	메기, 잉어, 송어, 농어, 뱀장어, 틸라피아, 초어	뱀장어·농어, 종묘생산 기업화
러시아	6	뱀장어, 송어, 잉어, 메기	소규모 기업화
캐나다	4(2)	송어, 틸라피아, 새우류	소규모 기업화
중국	7	뱀장어, 틸라피아	시험개발중
기타	13(1)	담수산 어종	이스라엘, 멕시코, 칠레 등

산하고 있다.

일본은 전력회사들의 공동출자기관인 해양생물환경연구소에서 지속적으로 온배수양식기술을 개발하고 있는데, 원자력발전소가 밀집되어 있는 니카타현에 대규모 실증실험장을 갖추고 있다.

미국은 2개의 원자력발전소를 포함한 22개의 발전소에서 새우·바다가재·메기·뱀장어 등을 양식하고 있고, 독일은 16개 발전소에서 담수어를 중심으로 기업 규모의 양식을 하고 있다. 이 외에 영국·프랑스·러시아·캐나다·중국 등이 기업규모의 양식사업을 하고 있거나 기술개발에 주력하고 있다.

온배수이용 양식사업 연구현황

1. 온배수이용 양식사업 현황

우리나라에서는 64년 일본산 진주조개를 부산화력 온배수 확산구역에

서 월동시킨 것이 그 최초이다.

그러나 그 후 84년 한국해양연구소에서 정부특정연구과제의 일환으로, 삼천포화력 온배수를 이용하여 진주조개·참돔 및 방어의 월동에 성공할 때까지 온배수이용에 대한 연구가 주목을 받지 못했다.

88년 한국전력공사는 온배수를 어류 양식에 활용하기 위한 계획을 세우고 연구개발에 착수했으며, 동년 7월 한국해양연구소에 의뢰하여 보령화력 발전소 구내에 온배수이용 시험어장을 설치하여, 3개년 계획으로 제1단계 사업인 온배수이용 고급어류 양식 기술개발사업에 착수했다.

그 결과 90년까지 실험용으로 소모한 종묘를 제외하고도 어류종묘 8만 마리, 전복종묘 3만마리를 생산하여 지역 어민들에게 분양했으며, 아울러 꽃게종묘 100만마리를 생산·방류하여 연안어장의 자원조성에 기여했다.

제1단계 사업에서 온배수를 이용한

어류양식효과가 입증됨에 따라, 제2단계 사업으로 온배수이용 종묘대량생산 기술개발사업이 착수됐다.

제2단계 사업은 93년 8월까지 계속됐으며, 이 기간 중 넙치종묘 25만 마리, 우럭종묘 22만마리를 생산했다.

이와 같은 연구결과를 토대로 제3단계 사업인 「원전 온배수이용 양식사업개발」 연구가 1993년 9월에 착수되었다.

동 사업의 주된 개념은 보령화력의 온배수로 생산한 어류종묘를 영광원전 온배수로 시장성 있는 성어로 양식하여 온배수를 이용한 완전양식기술을 개발하는 것으로, 97년 3월까지 어류종묘(우럭·넙치·황복 등) 100만마리와 성어 17톤을 생산하여, 온배수 양식사업의 기틀을 마련하는 것이다.

또한 동 사업의 목적은 원전 온배수가 유익한 열자원이며, 방사능에 오염되어 있지 않다는 것을 어류양식을 통하여 실증하고, 더 나아가 개발된 기술을 지역주민들에게 보급하여 소득증대에 이바지하는데 있다.

제3단계 사업에서 95년 3월까지 생산된 어류종묘는 총 355,000마리에 달했다(표 3).

94년 7월부터는 무상분양에서 유상분양으로 전환됨에 따라, 94 양식연도(94. 4~95. 3)에만 27만마리의 종묘를 판매하여 1억2천만원의 판매수익을 얻었으며 전액을 연구사업에

〈표 3〉 1994 사업연도 보령화력 온배수이용 종묘배양장 종묘 생산실적

품 종	생산미 수	분양미 수	자체양식	기준일
우 리	170,000	150,000	20,000	1994. 7. 16
넙 치	35,000	15,000	20,000	1994. 8. 1
	150,000	120,000	30,000	1995. 1. 25
계	355,000	285,000	70,000	

〈표 4〉 보령화력 온배수이용 종묘배양장 시설현황

시설 내역	규 격	수 량
클로렐라 배양수조	18톤	4
운송 배양수조	12톤	2
	6톤	2
종묘 생산수조	10톤	20
중간육성 수조	42톤	2
	20톤	2
친어 관리수조	32톤	2
여과기	50톤/시간	3
	10톤/시간	1
자연해수펌프	100톤/시간	2
온배수펌프	100톤/시간	2
냉동고	-20℃, 20m³	1
연구관리동	30평	1
기기/작업동	46평	1
양식동 면적	355평	1
총 공사비		5억원

재투자했다.

종묘생산기술이 점차 안정됨에 따라 95 양식연도의 종묘생산량은 계획 대비 100% 정도 증가된 약 500,000 마리에 달할 것으로 추정되며, 영광원전 온배수이용 양식장에서는 95년말 최초로 넙치양식이 출하될 예정이다.

이 외 영월화력발전소에서 자체적으로 뱀장어 양식을 하고 있으며, 영동화력발전소 및 울진원자력발전소에서 민간기업 수개 업체가 온배수를 취

〈표 5〉 영광원전 온배수이용 양식장 시설현황

시설 내역	규 격	수 량
양성수조	50톤	16
	100톤	1
혼합조	1,000톤	1
자연해수펌프	200톤/시간	3
온배수펌프	200톤/시간	3
가압펌프	200톤/시간	3
냉동고	-20℃, 20m³	1
공기주입기	15m³/분	2
사료제조기	1톤/시간	1
관리실험동	60평	1
기기/작업동	50평	1
양식동 총면적	537평	1
사육수 정화시설	73평	1
총 공사비		17억원

수하여 넙치양식을 하고 있다.

2. 온배수이용 양식장 시설개요

보령화력 온배수이용 종묘배양장의 총 수조용량은 먹이생물 배양수조를 포함하여 총 555톤으로 1회 최대 종묘생산량은 25만마리이다(표 4).

영광원전 온배수이용 양식장의 총 수조용량은 900톤으로, 연간 생산규모는 넙치기준 17톤이다(표 5).

특히 영광원전 온배수이용 양식장에 설치한 수질정화시설은 한국해양연구소에서 개발한 첨단시설로 정화

시설의 수면적은 240m², 용량은 약 720m³이다.

동 시설은 집수조 → 산소공급조 → 1차 물리여과조 → 2차 물리여과조 → 생물여과조(표면적 약 1,500m²) → 산소공급조 → 배출구 순으로 배열되어 있으며, 각 처리조에는 별도의 정화조(2m²)가 설치되어 각 처리조 밑바닥에 침전되는 찌꺼기를 별도로 수거, 완전하게 분해한 후 배출하도록 되어 있어, 영광원전 양식장은 완전한 무공해시설이라 할 수 있다.

온배수이용 양식사업의 향후전망

1. 온배수 양식의 지역성

일반적으로 육상 수조식 어류양식 사업에서 겨울철 사육수온 유지를 위하여 소요되는 경비는 총 생산원가의 20% 내외를 점유하고 있다.

그러나 온배수양식의 경우 별도의 가온시설 없이 겨울철 양식이 가능하므로, 간단한 계산으로도 약 20%의 생산원가 절감효과가 있다.

우리나라의 겨울철 해수수온은 동해안이 10℃이나, 내만과 간석지가 발달한 서해안과 남해안의 경우 3℃ 이하로 떨어지는 경우가 종종 있다.

반면 여름철에는 동해안의 경우 25℃를 넘는 경우가 드물지만 서해안과 남해안의 경우 종종 30℃에 육박하는 경우가 있다.

동해안의 경우 수온이 23℃ 이하로 내려가는 10월부터 온배수의 부분적

사용(자연해수와 온배수의 혼합사용)이 가능하며, 11월부터 이듬해 4월까지는 전적으로 온배수이용이 가능하다.

5월에서 6월까지지는 다시 부분적 이용이 가능하며, 7월에서 9월 사이에는 자연해수만을 사용해야 한다.

그러나 서·남해안의 경우 수온의 연교차가 동해안에 비하여 크기 때문에 동해안보다 온배수 활용기간이 1개월 정도 단축된다.

이러한 관점에서 볼 때, 우리나라에서 온배수 양식조건은 동해안이 서·남해안보다 우수하다고 할 수 있다.

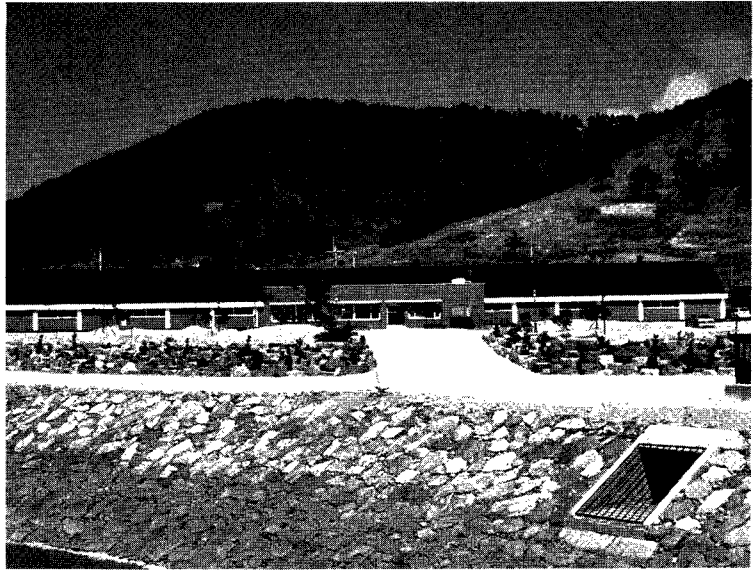
2. 시장성

우리나라는 옛날부터 수산물을 애호하여 왔으며, 최근 수산물이 식생활에서 차지하는 비율이 급격하게 늘어나 국민 1인당 연간 소비하는 수산물은 약 40kg에 달하고 있으며, 전체 동물성 단백질 섭취량 중 48~50%를 수산물이 차지하고 있다.

한편 80년대 중반 이후 고급어종의 폭발적인 소비량 증가에 힘입어 걸음마 단계에 머물던 우리나라 어류양식업은 지난 10년간 획기적인 발전을 이룩하게 됐다.

80년대 초반 38톤에 불과하던 어류양식고는 90년에는 5,000톤 이상으로 증가했고, 최근에는 800여개의 양식업체에서 30,000톤 이상의 양식어류가 생산되고 있는 것으로 추정되고 있다.

그러나 고급어종의 소비패턴이 기



영광원지력발전소 온배수이용 양식장 전경

본적인 식생활 위주보다는 요식업소 소비위주로 발전하여 94년부터는 양식어류의 과잉생산을 초래하게 됐으며, 이에 더하여 사료원가 및 인건비의 상승과 UR에 의한 활선어 수입이 점차 증가함에 따라 어가가 급격하게 하락하여 많은 양식업자들이 어려움을 겪고 있다.

이러한 관점에서 볼 때, 어류양식에 대한 비관론이 대두될 수도 있겠지만 보다 깊이 생각하면 매우 전망이 밝다고 할 수 있다.

그 이유는, 세계적인 추세로 환경오염 및 남획으로 원양어장 및 연안어장의 생산력이 감퇴되고 있어 자연산 어류생산량이 점차 줄어들고 있기 때문에 결과적으로는 고급어종의 공급은 그 대부분을 양식사업에 의존할 수밖에

에 없기 때문이다.

현재의 양식어류 주소비처가 요식업소에 머물고 있지만, 양식어류의 가격이 낮아지고 품질이 향상되면 어느 가정에서나 부담없이 질 좋은 양식을 식탁에 올려놓을 수가 있게 된다고 보면, 그 시장잠재력은 매우 크다.

2001년의 어류소요량은 약 2백만 톤으로 추정되고 있는데, 그 15%를 양식어류로 충당한다 하여도 현재 양식어 생산량의 10배 이상의 증산이 필요할 것으로 추정된다.

전술한 바와 같이 연안어장의 생산력 감퇴는 곧 바로 해산어류 양식장의 생산력 감퇴와 직결되기 때문에, 어류양식은 적조·태풍 피해 등 위험부담이 많은 해상 가두리양식보다는, 자연조건에 따른 위험부담이 적으며 어장

(표 6) 넙치의 일반양식 및 온배수이용 양식비용 구조
(일반양식장의 양식비용을 100으로 하였을 때의 구성비)

구 분	일반양식	온배수 양식
종 모 비	18.96	18.96
사 료 비	21.33	21.33
양성관리비	20.48	4.29
판 매 비	0.25	0.25
일반관리비	3.10	2.09
인 건 비	16.30	11.37
감가상각비	13.50	12.35
여업외 비용	6.13	4.28
총 계	100	73.44
양 성 월 수	17.2	12

자료 : 양식산업, 1995. 경영실태분석. 양식산업 2(13)38~45

관리가 손쉬운 육상수조식 양식이 주종을 이루리라 판단된다.

이 경우 지속적인 양질의 사육수급과 겨울철 가온시설이 필수적이다.

발전소 온배수는 이 두 가지 조건을 모두 충족시켜 줄 뿐 아니라, 가을철과 봄철에도 어류양식에 적합한 수온을 자유로이 조절할 수 있기 때문에 인위적인 가온보다 비용이 절감되며 양성기간도 단축할 수 있다.

또한 사육수의 수온조정은 양식품종의 다변화 및 성어의 출하시기 조절을 가능하게 하여 시장변동에 보다 효과적으로 대처할 수 있는 능력을 갖게 한다.

발전소 온배수를 어류양식에 이용하기 위해서는 온배수를 용이하게 확보할 수 있는 발전소 부근에 양식장을 건설해야 하므로 기존의 발전소의 경

우 부지확보가 어려운 점이 있다.

따라서 기존 발전소는 비교적 좁은 부지에서도 가능한 종묘배양장을 설치하고, 대규모 양성어장은 신규 발전소 설계시 양식장 부지를 고려하여 전체적인 부지 활용계획을 세우는 것이 바람직하다.

온배수이용 양식장은 겨울철에도 발전소 1기 이상이 가동되어 온배수 공급증단에 의한 양식어류 폐사를 미연에 방지할 수 있는 대단위 발전소에 설치하여야 한다.

한편 여름철 고수온기에는 온배수의 사용이 불가능하기 때문에 자연해수를 취수할 수 있는 별도의 시설이 필요하다.

따라서 온배수이용 양식장 건설은 일반 양식장에 비하여 2배의 배관비용이 필요하지만, 온배수 이용으로 얻는 이익은 일반적인 양식보다 최소한 25% 이상 생산비가 절감된다(표 6).

지역적으로 태풍에 의한 시설물 피해우려가 없는 곳에서는 온배수 확산구역을 이용한 가두리양식도 가능하다.

한국해양연구소에서는 84년 삼천포화력 온배수 확산구역에 가두리를 설치하여 방어 및 진주조개의 월동에 성공했다.

가두리양식은 수조식 양식보다 양성 및 일반관리비가 절감되는 반면, 가온이 불가능하여 양성기간이 길어지는 단점이 있는데, 온배수 확산구역에서 양성할 경우 2~3℃ 정도 높은

수온을 기대할 수 있어 타 해역에 비하여 2개월 정도 양성기간을 단축시킬 수 있다.

최근에는 넙치의 산란조절기법의 발달로 연중 양식용 종묘의 생산이 가능하다.

따라서 10월중에 종묘를 생산하여 양식에 착수할 경우, 이듬해 고수온기가 닥치는 7월 이전에 온배수 확산구역의 가두리에서는 약 0.8kg, 온배수이용 육상수조식에서는 1kg 이상의 넙치를 생산할 수 있다. 가을철에 산란하는 어류(농어류)도 같은 효과를 얻을 수 있다.

성어 양성 뿐 아니라 온배수를 이용할 경우 저렴한 비용으로 조기산 종묘 생산이 가능하여 매우 유망한 사업분야이다.

결론적으로 온배수이용 양식은 일반양식에 비하여 모든 점에서 수익성이 높아 범국가적으로 적극 추진하는 것이 바람직하다.

온배수이용 양식사업이 활성화될 경우 일반 양식업자의 체산성 악화가 필연적으로 수반될 것이므로 발전소 주변의 일반 양식업을 온배수이용 양식업으로 전환시켜 이들의 피해를 방지하거나, 양식어의 시장규모가 적정한 수준으로 커지고 가격이 안정되기까지는 생산규모를 조정하거나 종묘 생산 및 중간육성어 생산에 국한하고, 생산된 어류를 방류하여 발전소 주변 해역의 자원조성을 꾀하는 것이 바람직하다고 생각된다. ☞