

논 단

 온 배수 외 영향과 이용

發電温水의 有用 水産資源
 生物 生産에 活用 可能性



박 철 원

한국해양연구소 해양생물공학연구실장



원전 주변해안에 꽃게를 방류하고 있다.

우리나라의 전력수요 전망은 2001년에는 38.8GW의 발전량이 필요할 것으로 추정되고 있으며 이러한 대규모의 발전시설은 부지 및 냉각수 확보의 편의상 임해지역에 건설될 수밖에 없는 것이 우리의 현실이다. 우리가 갖고 있는 담수하천의 규모로 볼 때 많은 양의 냉각수 확보에 큰 어려움이 있기 때문이다.

더욱이 현재의 발전기술로서의 발전효율은 원자력이 약 33%, 석유, 석탄, 가스 등의 화력이 40% 내외이기 때문에 실제 발전량보다 더 많은 에너지가 폐열로 없어지게 되고 이 중 대부분이 냉각계통에 의하여 처리된다.

따라서 냉각계통 통과 후의 온도증가폭에 따라 냉각수의 사용량이 결정되는데 우리나라의 경우 현재 채택하고 있는 온도 증가폭이 7°C이므로 2001년에는 초당 1,850톤의 냉각수가 필요하게 되어 연간 약 580억톤의 냉각수가 필요할 것으로 추정된다. 이 양은 우리나라의 연평균 강수량이 약 1,300mm인 것을 감안하면 2001년의 냉각수 소요량은 우리나라 연평균 강수량의 45%에 버금가는 양에 달하게 되며 이와 같은 추세로 발전수요가 증가한다면 2010년에는 우리나라 연평균 강수량과 맞먹는 막대한 양의 냉각수를 필요로 하게 된다.

發電 温排水의 實體

발전소의 取水口를 통하여 들

어온 이 많은 양의 해수는 復水器 안에서 여러 개의 파이프 내부를 통과하는 동안 파이프 내부의 증기를 냉각시킨 다음 다시 바다로 방류된다. 이 때 방류되어지는 물은 온도만 자연해수보다 약 7°C 높은 상태에서 그대로 바다로 배출된다. 이렇게 자연상태로 방출된 배출수는 온도만 상승된 해수로서 자연생태계에 두 가지의 영향을 나타낼 수 있는 실체로 우리는 받아들여야 된다.

그 중 하나는 온배수가 갖는 특성으로 볼 때 해조류 중 현재 활발히 양식되고 있는 김과 미역의 경우에 있어서는 충분히 온배수의 부정적인 영향이 인정되나 이 종류를 제외한 수산업의 대상이 되는 대부분의 수산동물은 변온동물이므로 연어와 같은 냉수성 어종을 제외하고는 이들의 代謝力은 각각의 引耐限界 수온범

위 내에서는 수온이 올라갈수록 성장이 좋아진다(그림 1).

우리나라에서 현재 활발히 양식되고 있는 대부분의 수익성이 높은 고부가가치 수산동물은 온수성 어종이기 때문에 5월에서 10월까지만 정상적인 성장이 가능하고 11월부터 이듬해 4월까지의 수온이 낮은 동절기에는 먹이攝餌不良에 의한 성장부진현상이 나타난다. 그리고 다시 수온이 높아지는 봄철에는 질병 多發 및 대량 斃死 등이 일어나므로 일부 어종을 제외하고는 안정적인 양식이 불가능한 상태이다.

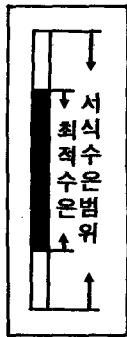
또 안정적으로 양식이 가능한 종이라도 최적 성장기간이 짧아 국제시장 개방시 다른 나라 특히 일본이나 중국에 비하여 경쟁력이 뒤질 수밖에 없는 실정이다. 이는 일본에서 수입된 참돔의 가격이나 中國에서 수입되는 큰 새

우류(大蝦, 보리새우 등)에서 충분히 잘 입증되고 있다. 그리고 넙치의 경우도 겨울철 보일러를 설치하여 수온을 상승시켜 사육기간을 단축시키고 있다.

한편 온배수가 갖고 있는 또다른 한 면은 수산자원 생물의 생산력 향상을 위해 이용가능한 측면에서 온수라 칭하여 다루어보도록 하겠다.

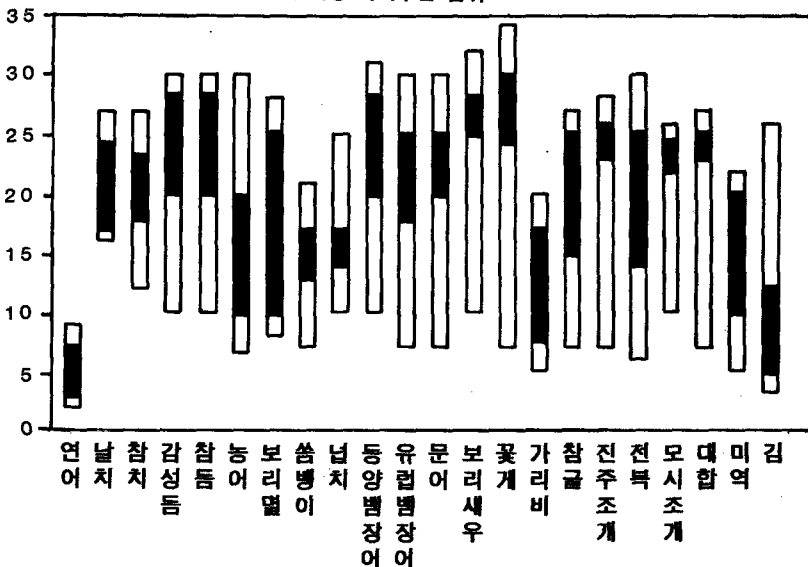
외국의 온배수 이용실태

발전소에서 냉각수로 사용한 후 버려지는 발전온수를 활용하기 위한 연구는 1950년대부터 선진 각국에서 시작되었으며 1970년대부터 실용화되기 시작하였다. 지금까지 알려진 발전온수 활용법은 그린하우스 내의 농작물 재배, 가축의 배설물로부터 비료 제조, 서리 및 結氷防止, 지역난



(단위 : °C)

<그림 1> 해양 유용 생물자원의 적정 서식수온 범위



방, 作物乾燥, 해수담수화, 식품 제조 및 어류양식 등인데(Tennessee Valley Authority 1978), 이 중에서도 어류양식에 이용하는 것이 가장 효과적으로 알려져 있다(Rimberg 1974, Warinner and Brehmer 1966). 발전온수를 이용한 어류양식은 발전온수에 부존하는 열에너지의 활용화 연구가 시작된 1950년대부터 선진 각국에서 개발에 착수하여 현재 기술개발이 이루어져 산업화되었거나 산업화 단계에 이른 나라는 일본을 위시하여 미국, 프랑스, 독일, 영국 등 20여개 나라이다(溫水養魚開發協會 1983).

미국은 22개 발전소에서 연구 사업을 진행하고 있으며 새우, 바다가재, 메기 등을 상업적으로 생산하고 있다. 옛 서독은 6개 발전소에서 농어류 양식에 성공하였고 프랑스도 뱀장어, 잉어, 티라피아 등 담수어의 대량생산에 성공하였다.

이 부분의 선진국인 일본은 원자력 7개소, 화력 13개소에서 활발히 기업규모의 양식을 하고 있으며 사업주체는 전력회사 8개소, 지방공공단체 8개소, 공익법인 2개소이다. 온수양식 기술개발은 대부분 일본의 전력회사가 출자하여 설립한 재단법인 溫水養魚開發協會에서 담당하는데 이 협회는 시험사업 및 새로운 대상어종 개발에 주력하면서도 새우류 35백만마리, 어류 2백만마리, 전복 2백만마리 등 총 44백만마리의 종묘를 매년 생산하고 있다.

〈표 1〉 선진국의 발전온수를 이용한 양식업 현황

국 명	수 량	주요어종	비 고
일 본	20(7)	넙치, 참돔, 복어, 보리새우, 성게, 전복, 꽃게, 뱀장어	전종목 기업화 및 방류사업 중
영 국	5(4)	방어, 흑돔, 가자미, 넙치, 송어, 뱀장어, 농어	뱀장어 기업화 송어 방류어양성
프 랑 스	4(2)	뱀장어, 잉어, 송어, 틸라피아, 농어, 참돔	뱀장어 양식시험 방류어육성
미 국	22(2)	전갱이, 새우, 송어, 굴, 뱀장어, 아사리, 틸라피아, 대합, 가리비, 메기	굴, 메기 기업화 기타 시험양식
서 독	16	메기, 잉어, 송어, 농어, 뱀장어, 틸라피아, 잉어, 초어	6개소 기업화 농어류 160톤 생산 종묘생산 및 기업화
소 련	6	뱀장어, 송어, 잉어, 메기	양식시험
캐 나 다	4(2)	송어	양식시험 성공
중 국	7	뱀장어, 틸라피아	양식시험
기 타	13(1)	잉어, 뱀장어, 송어, 메기, 틸라피아	시험 개발 중

일본, 프랑스, 독일, 미국을 비롯한 선진외국의 경우 발전소의 온배수를 이용하여 넙치, 참돔, 능성어, 복어, 전복, 성게, 뱀장어, 방어, 틸라피아(역돔), 조피볼락(우럭), 보리새우, 무지개송어 등의 고급 수산자원 생물을 양산하고 있고 야채와 화초의 온실 재배, 지역난방 및 농수산물의 건조 및 저장에도 이용하고 있다(표 1).

국내의 온배수 이용실태

우리나라의 경우 최초의 발전 온수를 이용한 수산물 양식기록은 1964년 일본에서 도입한 진주 조개를 부산 감천화력발전소의 온배수 확산구역에서 월동시킨

것이 그 시초지만(해양연구소, 1987), 비교적 체계적인 이용기술 개발은 4개의 넙치 양식업체가 영동화력발전소의 온수를 이용하여 넙치 종묘생산 및 양성을 시도한 것이 시초라 하겠다. 이들은 초기에는 모두 일본 기술진의 지도하에 사업을 수행하였으며 점차 자체 기술이 확보됨에 따라 현재는 독자적인 사업을 수행하고 있다.

그러나 체계적인 연구에 의한 기술개발은 1988년부터 1993년까지 한국전력공사의 지원으로 한국해양연구소가 수행한 「발전소 온수를 이용한 고급어류 양식 기술 개발」사업이다. 그 결과 기본적인 기술문제는 해결되었으나 아직까지 양식종의 다변화, 먹이

〈표 1〉 선진국의 발전온수를 이용한 양식업 현황

국 명	수 량	주요어종	비 고
일 본	20(7)	넙치, 참돔, 복어, 보리새우, 성게, 전복, 꽃게, 뱀장어	전종목 기업화 및 방류사업 중
영 국	5(4)	방어, 흑돔, 가자미, 넙치, 송어, 뱀장어, 농어	뱀장어 기업화 송어 방류어 양성
프 랑 스	4(2)	뱀장어, 잉어, 송어, 탈라피아, 농어, 참돔	뱀장어 양식시험 방류어육성
미 국	22(2)	전갱이, 새우, 송어, 굴, 뱀장어, 아사리, 톨피어, 대합, 가리비, 메기	굴, 메기 기업화 기타 시험 양식
서 독	16	메기, 잉어, 송어, 농어, 뱀장어, 탈라피아, 잉어, 초어	6개소 기업화 농어류 160톤 생산 종묘생산 및 기업화
소 련	6	뱀장어, 송어, 잉어, 메기	양식시험
캐 나 다	4(2)	송어	양식시험 성공
중 국	7	뱀장어, 탈라피아	양식시험
기 타	13(1)	잉어, 뱀장어, 송어, 메기, 탈라피아	시험 개발 중

생물의 고밀도 배양 및 영양성, 품종개량을 위한 유전, 육종학적 연구 등 첨단기술인 생물공학 기법을 개발하고 있으나 실용단계에는 못미쳐 일본의 생산성을 따라가지는 못하는 실정이다.

우리나라는 전통적으로 수산물을 선호하는 민족이며 현재에도 총 동물성단백질 중 50% 내외를 수산물에서 섭취하고 있고 최근에는 국민경제의 꾸준한 성장에 따라 고급어류의 수요는 계속적으로 증가하고 있는 실정이다. 한편 일반어업은 각국의 경제수역 선포에 따른 원양어장 상실, 환경오염에 따른 어장 노후화 및 어획강도의 증가로 인한 남획은 자원량을 감소시키고 따라서 생산량이 감소하고 있다. 이렇게 부족

한 고급어류의 수요를 충족시킬 수 있는 방법은 오직 양식사업의 활성화 뿐이며 어류양식 사업은 종묘의 확보가 가장 중요한 관건이기 때문에 종묘생산사업은 급격히 팽창할 것으로 판단된다.

1990년 현재 전국의 육상 수조식 양식장은 355개로 대부분 넙치 양식장이며, 수조 시설면적 130.6ha로 생산가능량이 7,200여톤에 달하지만 아직 기술적인 문제로 말미암아 실제 생산량은 12,000톤 내외에 불과하여 수요에 부응하지 못하고 있다. 따라서 많은 양의 고급어종 種苗와 成魚가 일본과 대만에서 수입되고 있는데 1990년에는 945톤이 수입되었으며 1991년에는 2,420톤이 수입되어 수입량이 급격하게 증가하

고 있다.

한편 발전소에서 나오는 온수는 어류양식을 위한 훌륭한 에너지공급원이다. 우리나라에서 양식되는 대부분의 어종의 致死限界 수온은 0 세어(갯부화한 어류)의 경우 7~10°C 범위인데 겨울철 우리나라 연안의 수온이 10°C 이하로 하강하기 때문에 겨울철 종묘생산 및 월동은 별도의 가온수단 없이는 불가능하다. 한편 발전소에서 나오는 온수는 자연해수보다 7~10°C 높기 때문에 이를 어류양식에 이용할 경우 월동뿐만이 아니라 지속적인 성장을 기대할 수 있고 더욱이 親魚의 산란시기 조절로 겨울철에도 어류



우럭

종묘를 생산할 수 있어 그 수익성이 대단히 높을 뿐만 아니라 우리나라의 양식사업 활성화에 크게 기여할 수 있는 사업으로 파급효과가 매우 크다.

온수를 이용한 양식시험 결과 동절기 사육기간을 5개월 가량 연장하면 연중 사육이 가능하며 아울러 2~3배의 빠른 성장결과를 기대할 수 있다. 특히 넙치의 경우 당년에 800~1,000g으로 성장하여 당년에 상품화가 가능한 것으로 나타났다. 또 온배수를 이

용할 경우 자연상태보다 2개월 이상 빨리 종묘를 생산할 수 있어 그 기간만큼 자연산보다 성장 기간을 연장한 결과를 나타내어 산업적인 효과가 매우 크리라 본다. 그러므로 빠른 성장 및 해수의 가온에 필요한 경비절감을 통하여 시장개방에 따른 국제경쟁력의 향상은 물론이고 고급 魚介類를 사육함으로써 현재의 어민 소득을 배 이상 향상시킬 수 있고, 온수를 이용한 양식사업을 추진할 경우 발전소의 환경감시 역할도 충분히 담당할 수 있을 것으로 생각된다.

를 알고 있는 필자의 입장에서는 엄청난 폐자원으로서 온수 측면의 충분한 활용 가능성에 대한 검토가 반드시 필요하다고 주장하고 싶다. 발전소의 입지자체를 환경오염원으로 인식하고 반원전 운동에 대한 사회여론을 확산시키려는 단체나 사람들도 국가경제발전의 원동력이 되는 기간산업인 전력생산 측면에서의 자기모순에 빠지기 전에 이 문제가 충분히 검토되어 긍정적 이용 측면에 관심을 기울여야 한다.

또한 현지에 살고 있는 선량한 어민들의 부정적 견해는 더욱더

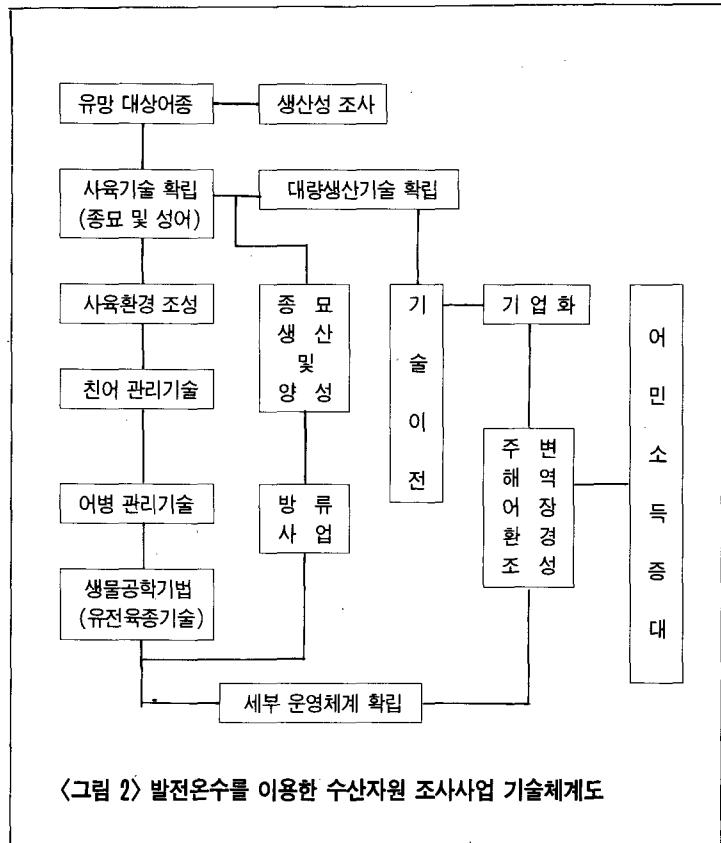
심각한 문제를 초래하게 된다. 이 책임을 누가 감당할 것인가 냉철히 비판하여 보자. 냉각수의 부정적인 측면만을 부각시켜 사회여론화하려는 사람들이 정작 어민의 편인가. 결국 그들은 온배수가 갖고 있는 장점을 고려하지 않기 때문에, 알고는 있으나 그 부분을 인정하려 하지 않기 때문에 지금과 같이 어려운 상황에 처한 어민들은 삶의 터전으로부터 떠나야만 하는 것이다. 그렇다면 자기 삶의 터전에서 떠나지 않고 바다를 지킬 방안이 정작 없는 것일까.

發電溫水의 一般의 認識

현재 우리나라는 이들 자원의 원활한 활용을 위하여 연구를 추진 중에 있지만 아직까지 대부분의 발전소에서는 배출되는 온수를 아무 이용없이 바다로 배출하고 있어 가까운 자원을 버리고 있다. 우리 어민들 역시 이를 이용하려는 의욕도 보이지 않고, 특히 주변어민들은 발전소 온배수에 의한 어장의 피해보상만을 강력히 요구하고 있는 실정이다.

더욱이 이 문제는 사회적으로 여론화되어 일부 지역에서는 발전 냉각수의 온배수 및 온수의 양면성 중 후자인 긍정적 측면은 무시하고 부정적 측면만을 부각시켜 너무 과대평가하려는 우려마저 나타나고 있는 실정이다.

따라서 온배수와 온수의 실제



〈그림 2〉 발전온수를 이용한 수산자원 조사사업 기술체계도

명확한 피해보상조사가 수행되고 그 결과에 따라 그들은 지금까지 삶을 영위하였던 바다로부터의 소득과는 비교도 안될 몇푼 안되는 보상비를 가지고 그 다음은 결국 그들의 고향과 삶의 터전을 떠날 수밖에 없다는 논리에 봉착하게 된다. 이같은 결과는 자신들이 주장하는 바와 같이 온배수의 피해로 그 바다에서는 아무것도 더 이상 기대할 수 없다는 비관적 논리에서 출발하기 때문이다.

물론 부정적 측면에서는 충분히 적용할 수 있는 명백한 사실이다. 그러나 그 이론만을 모든 분야에 반드시 적용시켜야만 된다는 주장은 스스로의 모순일밖에 없다. 왜냐하면 앞에서 언급된 여러가지 예를 통하여 분명히 긍정적 가능성에 기대할 여지가 있음에도 불구하고 너무도 논리를 비약시켜 부정만을 주장하기 때문이다.

未來指向的觀點의 發電溫水

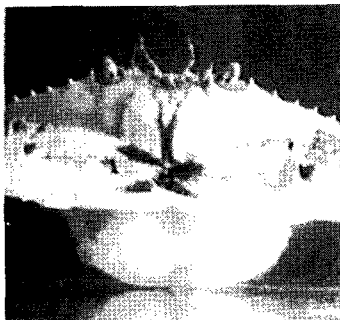
온배수는 단순한 「더운 물」 즉 온수라는 또다른 가능성을 가지고 있다. 따라서 자기의 선조들이 삶의 터전을 마련하여 주었고 자신이 그 바다를 통하여 삶을 살아왔고 그리고 자기 후손에게 삶의 터전을 물려주어야만 할 의무가 있는 그들은 절대로 바다를 떠나서는 안된다.

바다를 지키자. 그러기 위하여 온수를 이용하자. 여기에는 우리

가 예상치 못하였던 엄청난 잠재력이 존재하고 있다. 온수를 적극적으로 활용하여 더운 물을 좋아하는 많은 수산자원을 불러 모으고, 그리고 그곳을 가꾸어 바다에서도 목장을 만들어 가꾸는 노력을 기울여야겠다.

현재 일본 등 여러 나라에서 추진 중인 해양목장화 사업을 온수가 확산되는 지역을 중심으로 조성하자. 왜냐하면 발전소 온수를 이용한 수산자원의 중요생산 기술은 이제 우리나라에서도 실용화 단계에 도달하였다. 생산된 여러 종류(넙치, 우럭, 꽃게, 전복, 참돔, 노래미, 복어, 대하 등)의 유용 자원생물 종묘의 방류를 통하여 수산자원을 증대시켜 연안어업을 활성화시킬 수 있는 터전을 만드는 것이다.

또 집약적 온수이용 양어기술을 지역어민에게 보급하여 이들이 기업화를 추진, 소득을 증대시켜 고부가가치의 어개류를 양식함으로써 피해보상보다 몇배의 가치를 내포하는 삶의 터전인 바다를 다시 살려서 후손에게 물려줄 수 있는 기반을 마련하도록



꽃게

노력하는 것이다. 즉 발전소와 인근 지역주민, 그리고 정부의 계획적인 장기정책을 바탕으로 각 연구기관들이 사명감을 가지고 발전소 온수를 이용한 수산자원의 증대 방안을 적극적으로 개발하여 어민들의 소득증대와 지역사회 발전에 기여하고, 더 나아가서는 국가의 수산자원 증대를 위한 전초기지로서의 역할과 폐에너지 자원의 활용으로 국민경제에 이바지할 제도적인 장치의 개발이 반드시 이루어져야 하겠다.

우리나라의 여건에 비춰볼 때 양식업을 육성시키기 위해서는 발전소에서 나오는 온수를 적극적으로 활용하여야 하겠다. 그리고 이와 같이 혼연일치된 노력이 지금까지 가지고 있던 발전소에 대한 거부감정을 완화시키는데 일익을 담당할 수 있을 것으로 기대된다.

또한 여기에는 원자력발전소나 화력발전소의 구분은 절대로 있을 수도 없는 것이고 있어서도 안되는 것이다. 온수라는 실체는 크게는 폐에너지 자원으로서의 충분한 활용가치와 여기에서 얻어지는 결과는 국민건강 측면에서 식량확보의 수단으로 고급단백질의 원활한 공급원으로 국민경제에 공헌할 수 있는 잠재력을 가지고 있다. 또한 작게는 장치신설된 발전소 부지의 원활한 확보 및 현존하는 발전소와 지역주민간의 분쟁을 완화시키는데 크게 기여할 수 있는 긍정적 측면의 잠재력을 가지고 있다.