

논 단

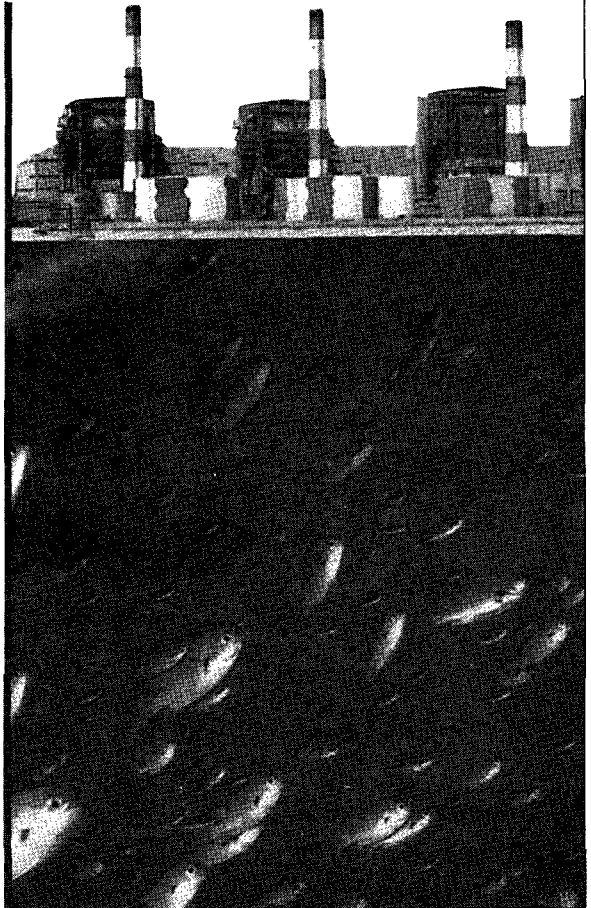
온 배수 의 영향과 이용

原子力發電과 温排水 影響

온배수 문제에 대한 관심이
고조되고 있는 요즘,
관계 전문가와 전문기관에 의하여
조사 연구된 각종 조사보고서 및
환경영향평가서에 수록된 내용을 요약
온배수가 주변 해양환경에 미치는 영향
그리고 제반 영향 저감대책에 관한
이해를 돕기 위해 투고한다

최 만 중

한국전력공사 입지처 환경조사 과장



전 세계적으로 강, 호수, 해안
지역에 중화학공장 및 발전
소의 건설이 집중되던 1960년대
부터 온배수와 환경문제에 대한
논의가 대두되기 시작하였다. 온
배수 배출에 의한 환경영향평가
연구가 시작된 이후 1970년대 전
반에 이르기까지 온배수의 방출
이 주변환경에 심각한 영향을 미
치는 것으로 생각하여 열오염(T-
hermal Pollution)이란 측면에서
엄격한 환경관리 기준이 마련되
었다.

이에 따라 새로운 온배수 배출
방식이 고안되는 한편 온배수 확
산에 따른 物理, 化學, 生物學的
인 영향에 관하여 광범위한 연구
가 수행되었다. 이와 같은 본격적
인 연구 결과 기존의 열오염이란
생각은 과대평가라고 판단되어
1970년대 후반부터 열영향(Ther-
mal Effects)의 개념으로 바뀌면
서 환경관리기준이 지나치게 엄
격하다는 점을 지적하기에 이르
렀다.

1970년대 후반기에 얻어진 온

배수 배출에 대한 새로운 인식으
로 환경영향 조사내용도 상당히
수정되어 환경변화의 직접적인
결과인 생물상의 변화에 대한 연
구보다는 해양물리학적 특성조사
에만 집중하기에 이르렀다. 그러
나 여기서 염두에 두어야 할 중
요한 사항은 온배수 배출로 인한
영향이 상대적인 개념이지 절대
적인 개념이 결코 아니라는 점이
다. 다시 말하면 열오염 또는 열
영향의 정의는 온배수 배출량의
많고 적음이 아니라 「取·排水口

주변 해역의 물리적, 생물학적 환경조건과 결부하여 그 영향이 얼마나 중요한가」에 달려있는 것으로, 환경관리기준 또한 지역별 기준으로 마련되어야 바람직하다는 것을 의미하는 것이다.

또한 열영향으로 정의될 정도로 미약한 환경영향이 예측되더라도 폐쇄된 해역이나 여러개의 발전소 또는 산업공장에서 온배수가 동시에 유입될 경우 상당한 문제점을 초래할 수 있다는 점이다. 왜냐하면 생태계는 지역적인 특성이 다르므로 온배수에 의한 효과 역시 다양하게 나타날 수 있기 때문이다.

국내에는 현재 경남 양산, 전남 영광, 경북 경주 및 울진 등 4개 지역에 원자력발전소가 가동되고 있으며, 앞으로도 전력수요의 계속적인 증가와 더불어 안정적인 전력공급을 위하여 원자력발전소의 건설을 필요로 하고 있는 실정이다.

원자력발전소의 온배수 배출현황

국내 원자력발전소는 모두 해변지역에 위치하고 있는데 이는 발전과정에 필요한 다량의 냉각수를 해양으로부터 확보하기 위함이다. 미국이나 유럽 등지에는 유량이 많은 강이나 대규모의 호수가 있음으로 인하여 내륙지역에도 대용량의 발전소가 건설되고 있다.

원자력발전소에서 필요로 하는

〈표 1〉 원자력발전소 온배수 배출현황

발전소별		용량(MWe)	냉각수량(m/ sec)	수온상승(°C)
고 리	1호기	587	38.9	6.9
	2호기	650	42.7	7.0
	3호기	950	59.7	9.2
	4호기	950	59.7	9.2
영 광	1호기	950	54.2	8.2
	2호기	950	54.2	8.2
울 진	1호기	950	59.7	7.4
	2호기	950	59.7	7.4
월 성	1호기	678	36.0	9.6

냉각수는 화력발전소에서와 마찬가지로 증기발생기(화력의 보일러)-터빈-복수기(냉각기)로 연결되는 발전시스템 중 복수기에서 냉각작용을 하게 된다. 발전용으로 더이상 활용할 수 없는 증기 중의 잔여열량을 흡수 제거하여 復水로 회수하고 복수기의 진공도를 높여 발전소의 효율을 높이기 위함이다.

냉각수를 통하여 해양으로 배출되는 열량은 보통 원자력발전소의 효율을 약 33%로 볼 때 원자로에서 발생하는 열량의 약 2/3에 해당된다. 복수기를 통과하는 냉각수는 증기 중의 잔여 열량을 흡수함으로써 수온이 상승되며, 수온이 상승된 상태로 해양으로 방출되는 냉각수를 일컬어 온배수라 하는 것이다.

온배수를 통하여 해양으로 방출되는 열량은 발전용량에 따라 좌우되고 배출수온은 각 설비의 특성에 따라 약간의 차이를 보이고 있다. 현재 국내 각 원자력발

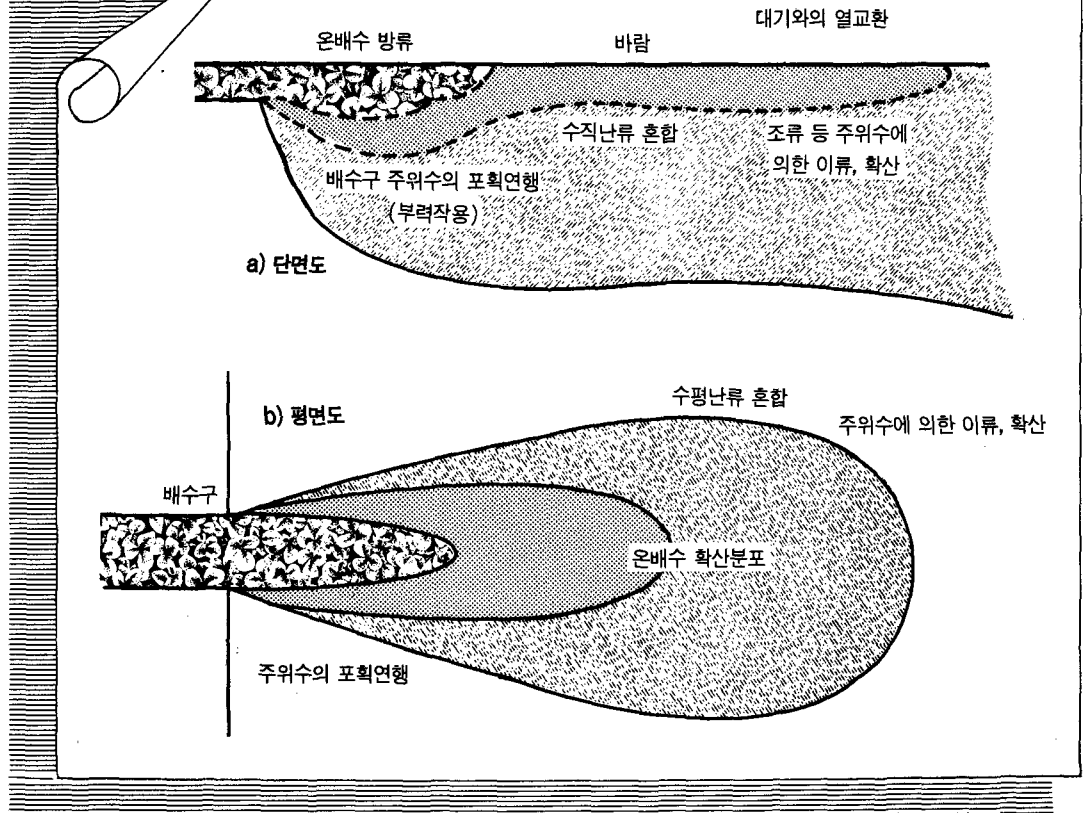
전소의 복수기 입구온도와 출구온도와와의 차이 즉 수온상승 정도는 〈표 1〉에 나타낸 바와 같이 약 7°C~10°C 정도이다.

복수기에서 수온이 상승된 냉각수는 배수로를 따라 해양으로 배출되며 해양의 물리적 특성 즉 조류, 해류, 바람 등의 영향으로 희석 혼합되고 대기 중에 열량을 방출함으로써 다시 원상으로 회복되는 것이다. 이와 같이 온배수가 주변 해수와 희석 혼합되는 과정에서 일정 범위 내의 해수 수온을 상승시키게 되는데 온배수로 인한 영향을 연구 검토하는 관점에서 이를 온배수 확산범위라 일컫는다.

해양환경에 미치는 온배수의 영향

일반적으로 수온이 상승하면 물의 밀도, 점성도, 증기압, 표면장력, 기체 용해도 등 물리적 특성이 변화된다. 수온상승으로 물

〈그림 1〉 표층방류 온배수의 물리적 거동



의 밀도와 점성도가 감소되면 수중의 부유물질은 침강속도가 증가되며 용존산소의 농도는 수온 상승에 따라 감소하게 된다. 부유물질의 침강속도 증가는 환경에 별다른 문제점이 없지만 용존산소의 감소는 수중 생물의 호흡작용에 영향을 초래할 수 있으므로 중요한 요소라 할 수 있다.

이 외에도 수온상승은 화학물질의 용해도를 증가시키고 화학적 반응을 촉진시킴으로써 해양의 수질변화를 초래할 수 있는

인자라 할 수 있으나 실제로 이러한 현상은 물리 화학적으로 매우 복잡하고 극히 미세하여 폐쇄된 만이 아닌 해양환경에서는 거의 인지되지 않는다.

한편 해양생물에 있어서 수온은 생리활동에 직접적인 영향을 줌으로써 생물의 군집구조가 변하거나 특정생물의 도피, 소멸 또는 새로운 종들의 발생 등을 초래하게 된다. 특히 발전소 인근 해역에 있는 어장이나 양식장에 이러한 영향이 미칠 경우 또다른

문제점을 초래하게 된다.

반면 온배수는 환경수온이 낮은 계절에는 생물의 생리활성을 증가시켜 성장을 촉진시키고 변화된 수온에 적응하는 새로운 종의 이입을 유발함으로써 상업적 측면에서 유의한 영향을 줄 수도 있으므로 온배수의 영향에 대하여 부정적으로만 보는 시각은 재고할 필요가 있다.

온배수에 의한 수온상승이 주변 생태계에 미치는 영향을 검토하기 위해서는 우선 배출된 온배

수가 어떻게 주변 해역으로 확산하고 어느 정도로 수온을 상승시키며 주변 해역의 주요 생물 각각에 어떠한 영향을 줄 수 있는가를 알아야 한다.

한편 원자력발전소의 가동이 인근 해양 생태계에 미치는 영향을 '자칫 온배수로 인한 영향만으로 생각하기 쉬우나 다른 몇가지 영향요소도 함께 고찰되어야 하므로 여기서는 수온상승으로 인한 영향 외에 냉각수 취·배수 과정에서의 기계적 충격에 의한 영향과 냉각수 처리약품에 의한 영향도 함께 살펴보기로 한다.

온배수 확산

온배수는 냉각수 방류구에서 어느 정도의 유속을 가지고 해역으로 방출되므로 처음에는 배수구 전방으로 일정 거리를 직진하게 되며, 직진되는 유속에 의하여 주위 해수를 연행하여 활발한 혼합을 이룬다.

또한 주위 해수와 수온차에 의한 부력과 주위 해수의 외력(조류, 해류 및 바람으로 인한 운동력)이 작용하여 점차 수면으로 부상하여 수평확장을 하면서 주위 수와 난류혼합을 하게 된다. 주위 수와의 난류혼합에 의하여 배출수가 갖는 운동력이 떨어지면 이후의 온배수 확산 분포는 주위 해수의 유동 특성에 크게 좌우되며 이 때 주위 해수로의 난류확산과 대기 중으로의 열방출로 수온이 점차 강하되어 열적평형에

도달하게 된다.(그림 1)

위에서 온배수의 확산이 배출 초기에는 주로 배출속도에 의해 영향을 받지만 점차로 해양의 물리적 특성 즉 조류, 해류 및 기상 조건에 좌우됨을 알 수 있는데 1992년에 조사된 각 발전소의 온배수 확산범위를 보면 조류의 유속이 강한 서해안에서 멀리 확산됨을 알 수 있다.(표 2)

또한 온배수는 수온차에 의한 부력 때문에 주로 표층수온을 상승시키고 있는데, 일례로서 월성 원자력의 표층수온과 수심 5m에서의 1°C 상승범위가 현격한 차이를 나타냄을 <그림 2>에서 볼 수 있다. 즉 온배수에 의한 저층수온의 상승범위는 온배수 방류구 근접해역에 국한됨을 알 수 있는 것이다.

해양생물에 대한 영향

바다는 생물학적 환경으로서 몇 개의 생태계로 구분된다. 그중 온배수의 영향을 받는 海岸淺海 생태계는 인간과 직접 접촉하고 있고 어업생산의 현장으로서 매우 중요하다. 바다는 생태계마다 독특한 생물군집을 형성하며

<표 2> 온배수에 의한 표층수온 1°C 상승범위

발전소별	배수구로부터 거리
고리원자력	1.5~2.2km
영광원자력	2.3~2.5km
울진원자력	2.0~2.4km
월성원자력	1.4~1.9km

각 종의 생물이 각기 어느 수준의 상대적 조성을 가지고 생물사회를 구성하여 안정된 系를 이루고 있다. 생태계 내에서 각종의 생물은 먹고 먹히고 경쟁하는 과정을 통해 물질과 에너지가 순환한다.

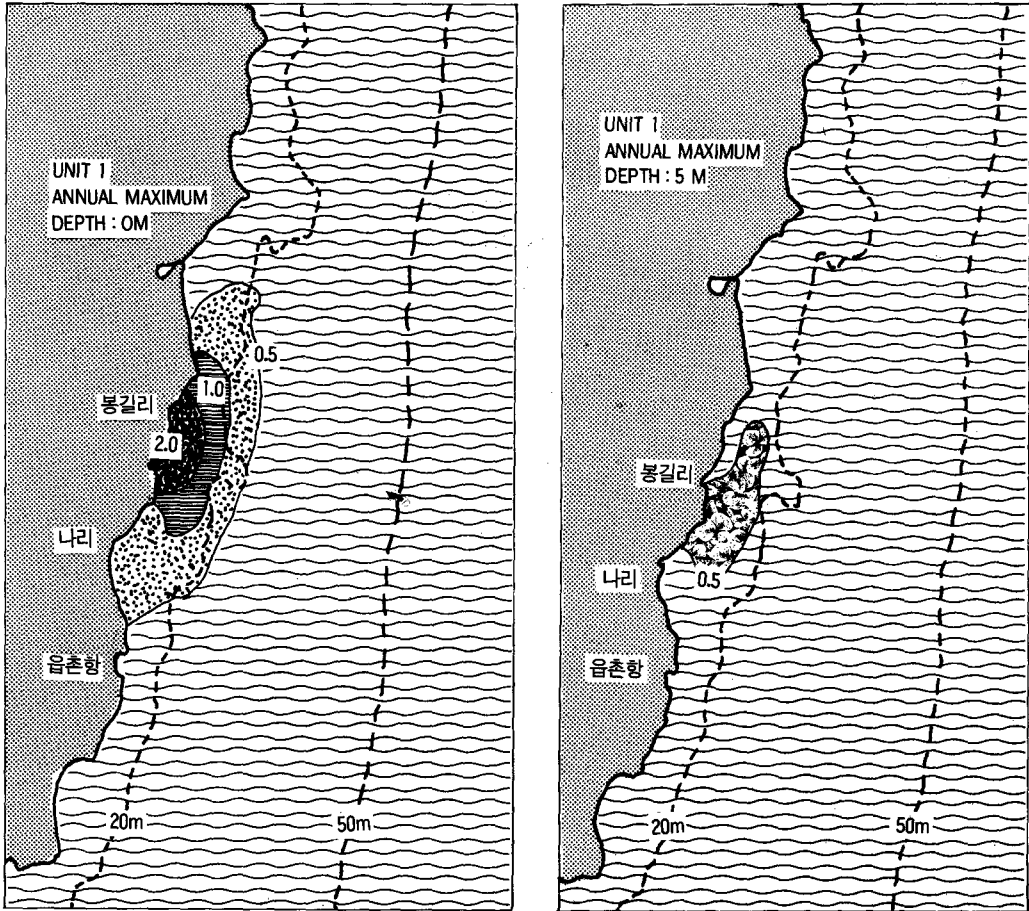
따라서 이 系는 일정불변의 것이 아니고 환경변화와 인간의 이용에 대응하여 항상 변화하고 재편성되면서 동적평형을 유지하려고 한다.

온배수에 의한 생물학적 영향을 수온만을 가지고 판단한다는 것은 앞에서도 언급한 바와 같이 물리, 화학적인 변수가 있으므로 비현실적이라 할 수 있으나 이러한 다양한 환경변수를 전부 고려하기란 현실적으로 매우 어렵다. 그러나 수온은 해양생물의 분포, 성장대사를 조절하는 여러 환경요인 중 가장 중요한 요인이므로 온배수에 의한 수온변화가 생태계에 미치는 영향을 주안점으로 판단하고, 기존 발전소 인근해역에 대한 여러 조사보고서 및 문헌을 참고해보면 다음과 같다.

식물플랑크톤에 미치는 영향

식물플랑크톤은 개개의 종에 따라 온도에 대한 내성한계가 약간씩 차이가 있기 때문에 일괄하여 평가하기는 어렵다. 그러나 대부분의 식물플랑크톤은 대단히 큰 온도의 변화에도 잘 적응할 수 있는 종들이기 때문에 계절에 따라서는 온배수로 인하여 이들의 기초생산력이 증진되는 결과

〈그림 2〉 월성 1호기 가동시 수심별 수온상승



를 나타낼 수 있다.

온배수가 식물플랑크톤의 기초 생산력에 미치는 영향은 오래전 부터 연구되어 왔으며 대체로 수 온이 낮은 동절기에는 기초생산 력을 증가시키지만 고수온기인 하절기에는 광합성을 저해하는 것으로 알려져 있다.

이러한 결과는 기존 발전소 인 근해역에 대한 조사결과에서도 확인할 수 있다. 배수구 근접해역

은 배수구로부터 1km이상 떨어진 해역에 비하여 현존량이 비교적 낮게 나타나며 이러한 현상은 여름철에 뚜렷이 나타나고 있다는 점이다. 그러나 배수구로부터 1km지점에서의 출현량은 그 이상의 해역에 비하여 차이가 없는 것을 보면 식물플랑크톤에 미치는 영향범위는 배수구 근접해역에 국한된다는 것을 알 수 있게 한다. 또한 원자력발전소 인근해

역의 식물플랑크톤은 대부분 연안종이기 때문에 이들의 온도 내성범위(3~30°C)를 감안한다면 온배수에 의한 수온변화가 식물플랑크톤의 현존량이나 기초생산력의 현격한 감소를 초래하지 않는다고 볼 수 있다.

동물플랑크톤에 미치는 영향

동물플랑크톤의 각 동물군은 각기 생존에 적합한 온도대에 따

라 분포하게 된다. 또 같은 종이 라도 난, 유생기, 성체 등 성장단계와 기타 생리, 생태적 조건에 따라서 적절한 온도범위가 다르기 때문에 온배수에 의한 영향을 구체적으로 규명하기는 어렵다.

그러나 지금까지의 여러 조사 결과를 종합해 보면 발전소 배수구 인접해역에만 다소의 현존량 감소가 나타났으며 생물량과 군집조성에 큰 변화를 나타내지 않는 것으로 나타나 발전소의 온배수가 동물플랑크톤의 분포에 미치는 영향이 그다지 크지 않은 것으로 확인되고 있다.

해조류에 미치는 영향

온배수가 해조류에 미치는 영향은 대상해역의 종과 지리적 위치, 계절에 따라 극히 해로울 수도 있으며 반대로 이롭게 작용할 수도 있다. 대개 해조류는 좁은 범위(10~25°C)의 수온대에서 생육한다. 따라서 발전소 주변에서 해조류가 생육하기 위해서는 주변해역의 수온이 종별로 고유한 수온忍耐(인내)의 상한을 넘지 않아야 가능하다. 이런 온도 한계는 종간 또는 성장단계에 따라 상이하며 또 빛, 염분, 영양염, 오염물질과 같은 2차변수에 따라 민감하게 반응한다. 그러나 계절별로 수온차가 큰 온대해역에서는 수온의 적당한 상승이 오히려 성장률과 기초생산력을 촉진시키는 경우도 있다.

일반적으로 해조류의 출현은 서식지의 환경요인 가운데 온도

가 적합한 것으로 추정할 수 있는데 20°C 이상에서 생육하는 것을 내열성으로 간주하기도 한다. 고리 원자력발전소 배수구 주변에서는 11종의 내열종이 출현하였고 월성 원자력발전소 배수구 주변에서는 3종이 발견되었으며, 전체적인 출현종의 수와 생물량은 취수구나 외해지역에 비하여 적게 나타났다. 그러나 취수구지역은 다른 지역에 비하여 출현종과 생물량에 뚜렷한 차이를 보이지 않는 점으로 보아 배수구 근접지역에만 그 영향이 나타남을 알 수 있다.

영광 원자력발전소의 경우에도 1985년 발전소 가동 전 조사결과와 1991년 1, 2호기 가동 후의 조사결과에서 배수구지역은 출현종과 출현량에 현저한 차이를 보이고 있으나 취수구 지역은 출현종이나 군집구조에 있어 발전소 가동 전후의 차이가 없는 것으로 나타났다.

한편, 해조류 중 김과 미역은 수온에 특히 민감하고 상업적으로 매우 중요한 종이라 할 수 있다. 이는 자연산 및 양식대상 수산물로서 주민소득에 큰 비중을 차지하고 있기 때문이다. 김과 미역에 대한 온배수의 영향은 이들 해조류의 성장단계에 따라 다양하게 미칠 수 있지만 특히 양식 대상물에 대해서는 자연산에 비하여 더욱 민감하게 영향을 초래할 수도 있다. 이는 인위적으로 성장조건을 만들어 주기 때문이다.

온배수에 의한 이들 양식 대상생물의 영향범위는 현재 수온의 1°C 상승범위까지로 보고 있으나 이러한 영향 범위는 그 시기의 해양환경 즉 해수의 고유수온 및 기상조건에 따라 변화될 수 있기 때문에 영향범위를 단정하기에는 어려운 점이 있다.

다시 말하면 이들 해조류의 양식기간 중 수온과 기상조건이 아주 이상적일 때는 영향을 미치지 않을 수 있으나 자연현상에 따른 고수온과 이상기후 조건에서는 그 이하의 수온상승에도 영향을 줄 수도 있다는 것이다.

그 외에도 양식 대상생물은 동해안의 전복과 우렁쟁이, 서해안의 굴, 바지락 등 패류가 있으나 이들 대부분은 서식하는 수온범위가 넓고 비교적 고온에서도 적응력이 강하며 표층이 아닌 저층에서 양식이 이루어지므로 큰 문제점은 없는 것으로 알려져 있다.

저서동물에 미치는 영향

저서동물은 대부분 암반기질에 부착하여 생활하거나 빨이나 모래 등 저질 중에 서식하기 때문에 이동능력이 미약하고 수중이나 저질 속의 먹이나 유기물질을 직접 흡수하므로 수중의 환경상태를 판정하는 데 많이 이용된다. 따라서 저서동물의 장기적인 동태관찰은 환경이 생물에 미치는 영향을 직접적으로 확인할 수 있는 좋은 방법으로 여겨지고 있다.

지금까지 발전소 주변해역의

저서동물 조사결과에 의하면 수온상승에 따라 배수구 인접지역의 바위기질에 사는 담치류 등 고수온에 적응하는 생물이 우점종으로 변하고 냉수성 저서동물인 말뚝성게 등의 서식범위가 축소되었으며, 반면 진주조개와 같은 새로운 온수종이 발생하는 현상이 나타났고 석회관갯지렁이류에게 굴이나 종뭇이 서식지 경쟁에서 밀리는 현상을 발견할 수 있었다.

또한 배수구 인접해역의 저질에 서식하던 조개류의 양적 감소도 확인되었는데 이러한 현상은 온배수의 수온에 의한 영향 뿐만 아니라 배수구 구조물에 의한 퇴적환경의 변화에도 기인하는 것으로 알려지고 있으며 그 영향범위는 배수구 근접해역에만 국한되었다. 여기서 배수구 근접해역에 국한되었다는 말은 앞에서와 같이 배수구 주변에서만 이러한 현상을 확인할 수 있고 취수구나 그밖의 지역에서는 모두 유의할 만한 차이가 없었다는 것을 의미한다.

어류에 미치는 영향

어류는 운동성이 높고, 또 미세한 온도변화(0.03~0.1°C)도 감지할 수 있는 능력이 있어 각각의 선호하는 온도에 따라 재 분포가 일어난다. 지금까지 원자력발전소 주변에서의 어류조사 결과를 종합하면 발전소의 취수구와 배수구 주변해역의 어류상은 인근

지역에 비하여 출현종이나 서식량 등에서 차이가 없었다. 외국의 과학어군탐지기에 의해 조사된 결과의 경우에도 배수구 부근에 다소 밀집하는 경향을 나타내었는데 이는 온배수 뿐만 아니라 먹이 조건에서 유리하기 때문이라고 지적하였다.

한편 온배수로 인한 영향 중에는 수온상승으로 인한 직접적인 영향 외에 온배수가 갑자기 중지됨으로써 일어나는 현상을 생각할 수도 있다. 즉 온배수로 인하여 따듯한 수온에 적응되어 있던 생물이 갑작스러운 온배수 배출 정지로 인한 이른바 Cold Shock를 우려할 수 있다. 이와 같은 현상은 북유럽이나 캐나다 등 해역의 환경조건이 우리나라와 상이한 지역에서 그 실례가 보고된 바 있으며 일본이나 우리나라와 같은 온대지역에서는 아직 확인되지 않고 있다. 또한 이러한 현상은 다수기가 가동되는 발전소에서는 문제시되지 않는다.

취수구 스크린에 의한 영향

냉각수 취수구측에는 쓰레기 등 이물질의 유입을 방지하기 위하여 스크린이 설치되어 있는데 이 스크린의 망목의 크기는 가로×세로 1cm²로, 이보다 체형이 큰 해양생물은 스크린에 걸려 차사된다.

스크린에 충돌하여 사망하는 생물은 주로 어류로서 야간이나 태풍시에 유영능력이 떨어져 취

수구로 유입되는 것이다.

취수구 스크린에 충돌하는 어류의 양은 비교적 쉽게 확인할 수 있는데 지금까지 조사된 결과에 의하면 발전소별로 다소의 차이는 있지만 1일 수 kg 정도로써 인근해역의 수산자원에 영향을 초래할 만한 양이 아닌 것으로 확인되었다.

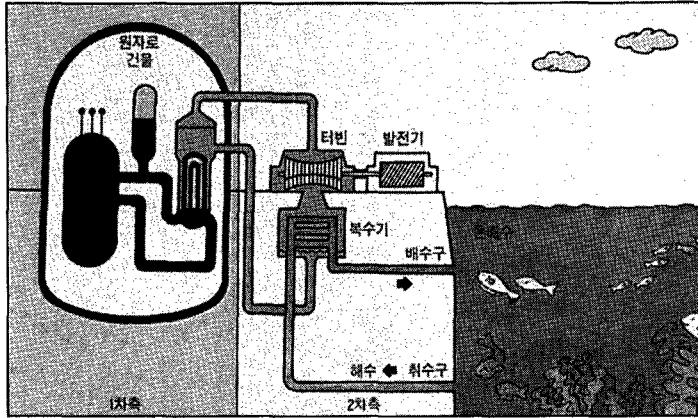
복수기 통과로 인한 영향

취수구 스크린 망목의 크기보다 체형이 작은 생물은 스크린을 통과하여 복수기를 지나감으로써 기계적, 열적인 충격을 받게되고 또한 냉각수 처리용 약품인 소독제에 의한 영향을 복합적으로 받게되는데 이를 대상 생물별로 조사한 결과는 다음과 같다.

기초생산력 및 식물플랑크톤에 미치는 영향

발전소 냉각계통 통과로 식물플랑크톤 및 기초생산력이 감소된다는 것은 일반적인 경향이다. 냉각계통 통과에 따른 감소량은 발전소별로 다르지만 대체로 기초생산력은 10~60%, 식물플랑크톤은 10~50% 정도로 나타나고 있는데 계절에 따른 차이가 있다.

이러한 영향은 앞서 수온상승으로 인한 영향에서 언급된 바 있는데 배수구 인접해역의 식물플랑크톤량 감소에 직결되는 사항으로서 환경변화에 따른 새로운 종의 우점화와 주위수로부터



원자력발전의 냉각수 순환도

의 지속적인 교체와 보충으로 만 회될 수 있으므로 배수구 주변을 벗어난 해역에는 영향을 미치지 않는 것으로 조사되었다.

동물플랑크톤에 미치는 영향

식물플랑크톤과 마찬가지로 취수구 스크린의 망목보다 크기가 작은 동물플랑크톤, 이매패류 및 갑각류, 어류의 유생들도 복수기 내로 유입되어 영향을 받게 된다.

일반적으로 이러한 영향의 정도는 발전소 및 해역의 조건, 조사시기 등에 따라 큰 차이가 있는데, 미국 내 여러 발전소의 냉각계통의 연행에 따른 동물플랑크톤의 치사율 자료를 정리한 Schubel & Marcy(1978)는 그 범위가 1~100%이고 평균치사율은 약 30%라 하였다.

이러한 경향은 국내의 조사자료에도 유사하게 나타나 치사율은 발전소에 따라 차이를 보여주고 있고 특히 조사시기에 따라 큰 차이를 보이고 있으며 평균

30~40% 정도로 나타났다. 계절별로는 수온상승 시기인 춘·하계에 높고 하강기인 추·동계에 낮은 치사율을 나타내고 있다.

현 단계에서는 복수기 통과로 인한 동·식물플랑크톤의 영향에 대해 구체적인 결론을 내리기는 어려우나 이러한 냉각계통 연행에 따른 치사율의 정도는 다른 자연적 요인, 가령 먹이서식, 박테리아 및 균류의 공격, 자연환경 변화 등에 의한 손실과 비교해 보면 큰 것이 아니며 인근해역의 해수 교환량과 비교할 때 해역 전체에 미치는 영향은 미미한 것으로 판단하고 있다.

화학약품 처리에 의한 영향

냉각수에 대한 화학약품 처리라 함은 냉각기 계통에 박테리아나 해조류, 조개류 등의 부착을 방지하거나 억제함으로써 설비를 보호하고 냉각효율을 높이기 위하여 소독제를 주입하는 것을 말

한다. 소독제 이외에는 어떠한 화학약품도 사용하지 않는다.

소독제로는 일반 용수처리에서도 널리 사용하고 있는 차아염소산소다 용액을 투입하고 있다. 이는 해수 전해설비에서 취수된 해수 일부를 전기분해하여 차아염소산소다를 생산하고 이를 일정한 농도로 연속주입하며, 주입농도는 해수 중 유기물 함량 즉 염소 요구량에 따라 보통 0.2~0.3ppm 정도이다. 주입된 약품은 복수기 출구측이나 배수로에서 거의 소모되어 방류구에서는 잔류염소가 거의 검출되지 않는다.

잔류 염소는 해양생물에 대하여 매우 민감한 영향을 초래하게 되는데 어류 중 잔류 염소에 민감한 어종은 0.02ppm에서 자취를 감추며, 이보다 낮은 농도라도 지속적으로 존재할 시에는 피해를 주기도 한다. 미국 환경청에서 제안한 바에 의하면 발전소 방류수 내 잔류 염소 농도 허용치는 0.2ppm 이하이며 최대 허용치는 0.5ppm으로 1일 2시간 이내로 제한하고 있다.

온배수 영향저감 대책

내륙의 수자원이 부족한 우리나라는 원자력을 포함한 대부분의 발전소가 해안에 위치하며, 해수를 냉각수로 이용하는 일회냉각방식(Once Through Cooling System)를 채택하고 있다. 복수기 냉각 후 해역으로 배출되는 온배수의 영향에 대해서는 물리, 화학

적 특성 변화, 해양생물에 미치는 영향 등과 관련한 국내외의 많은 연구가 있었지만 일부 어장이나 양식장에 대한 피해영향을 초래하는 경우를 제외하고는 뚜렷한 문제점이 제기된 바는 없었다.

그러나 온배수에 대한 영향은 그 특성에 기인하여 구체적으로 규명하기가 어렵고 수산자원 및 해양생태계의 보전 측면에서 그 중요성이 점증되고 있다. 지금까지 국내외에서 채택하고 있거나 검토하고 있는 주요 저감방안에 대하여 살펴보면 다음과 같다.

심층취수

심층의 저온수를 취수함으로써 온배수의 수온과 주위환경 수온과의 온도차를 줄이는 방안으로, 표층과 저층간의 수온차가 클수록 효과가 크다. 그러나 이 방법은 연안의 수심이 얇을 경우 취수관로를 외해측 해저까지 연장해야 하는데 이에 따른 경제적, 기술적인 문제점을 내포하고 있다. 우리나라의 경우 동해안에서는 이와 같은 방법의 채택이 가능하지만 취수관로 설치에 따른 경제적, 기술적인 부담이 크다.

한편 서해안에 위치한 영광 원자력발전소의 경우 주변해역의 수심이 얇은 관계로 이 방법은 채택할 수 없는 실정이다.

심층배수

온배수를 수온이 낮은 심층으로 방류함으로써 온배수의 확산 범위를 감소시키는 방법이다. 즉

심층의 낮은 수온과의 혼합으로 표층수의 수온상승 범위를 줄이는 것으로서 심층에 방류된 온배수가 표층수보다 훨씬 낮은 수온과의 혼합으로 냉각되고, 부력에 의하여 표층으로 상승하였을 때는 표층수온과 거의 유사하게 되기 때문이다.

이 방법은 일본에서 많이 채택되고 있으며 방류구를 심층까지 연장해야하는 경제적, 기술적 부담과 함께 방류구 주위의 저서생물에 미치는 영향이 크다.

냉각지와 냉각탑

냉각지는 복수기에서 배출되는 온배수를 방류하지 않고 냉각지에서 어느 정도 냉각시킨 후 배출하거나 재 순환하는 방법이다.

이 방법은 내륙지역에 설치된 발전소에서 주로 채택하는 방법으로서 냉각지 조성에 필요한 충분한 면적이 있어야 한다. 일반적으로 1MWe의 발전용량에 2,000~12,000m²의 냉각용지가 소요되므로 국토가 협소한 우리나라에서는 채택이 불가능하다고 볼 수 있다.

냉각탑은 온배수와 외기와 열교환에 의하여 냉각시키는 방법으로 역시 내륙의 수자원이 불충분할 경우 또는 소규모의 시설에서 채택된다. 이 방법은 냉각탑 및 부대시설의 설치에 필요한 초기 투자비와 운전비 소요가 대단히 크고 냉각탑에서 배출되는 수분에 의한 국지기상의 변화, 인근 지역의 농작물 피해(해수냉각시

염분에 의한) 및 경관상의 문제점 등 또다른 환경영향을 초래하게 된다.

결 론

지금까지 원자력발전소에서 배출하는 온배수의 배출현황 및 해양생물에 미치는 제반 영향과 영향저감대책에 관하여 살펴보았다. 내용 중 상세한 데이터의 수록이 부족하고 특히 영향부문에 서의 구체적인 언급이 다소 미흡하다고 생각되는데, 이는 온배수로 인한 영향문제가 지역적인 특성과 생물종류의 다양함으로 인하여 매우 복잡하고 광범위하여 분명하게 언급할 수 없는 점이 많기 때문이라 하겠다.

온배수로 인한 영향문제는 앞서에서도 언급한 바와 같이 절대적인 것이 아니라 상대적인 관점에서 지금까지는 심각한 영향으로 간주하지 않아 왔으나 자연자원의 보전과 수산업 활동에 대한 피해방지 측면에서 매우 중요하다.

따라서 향후 원자력발전소의 건설이 요구되는 만큼 대용량 발전소의 건설에 따른 제반 환경영향 저감대책을 적극적으로 강구한 후 시행하여 균형있는 개발과 보전을 이루어 나가야 할 것이며, 온배수를 이용하여 수산물을 양식하는 것과 같이 환경영향을 생산적으로 이용하는 데 투자하는 것을 긍정적으로 검토하여 시행하여야 할 것이다.