



원전 주변 온배수 확산 범위 산정

유 광 우

한전 전력연구원 발전연구실 선임연구원



우리 나라에 건설된 모든 원자력발전소는 연안에 위치하고 있으며 해수를 복수기 냉각에 필요한 냉각수로 사용하고 있다. 냉각수로 사용된 해수는 취수구에서 취수된 자연 해수보다 수온이 약 7°C 정도 상승되어 배수수로를 통하여 발전소 주변 해역으로 방출된다. 이러한 냉각수를 통상 온배수라고 한다.

온배수는 방류 초기에는 배수구 주변의 해수 수온을 상승시키며, 온

배수의 이류 과정에서 자연 해수와 의 혼합에 의한 희석(dilution) 작용과 대기로의 방사(radiation) 등을 통하여 냉각되면서 자연 해수의 수온과 동일하게 된다.

이러한 혼합 과정에서 온배수가 발전소 주변의 해양 생태계에 영향을 줄 수도 있기 때문에 86년부터 정부 고시에 의하여 지금까지 분기별로 원자력발전소 주변 해역에 대한 일반 환경 조사를 실시하고 있다.

일반 환경 조사 항목 중의 하나가 온배수 확산 범위의 산정이다.

발전소 연안에서의 해양 환경은 온배수에 의하여 영향을 받을 수도 있겠지만, 그보다도 산업의 발달과 더불어 급증하는 지구 온난화 현상과 심각한 산성비 문제, 연안에서의 생활 오수의 배출, 연안 개발에 따른 연안 환경의 변화, 어류 등의 해양 생물 자원의 남획 등과도 밀접한 연관성을 가지고 있다.

온배수는 단순히 자연적인 해수에

비해 수온이 높게 된 상태에서 배출된 해수이며, 시간이 경과함에 따라 온수 성분은 상실되어 자연 해수와 같아지게 된다.

따라서 생활 오수나 공장 폐수 등이 연안 해양 환경에 미칠 수 있는 것과는 다르다고 할 수 있기 때문에 온배수를 일종의 폐수로 보고 열폐수라고 하는 일반적인 시각은 수정되어야 할 것이다.

오늘날 선진국에서 온배수를 양식업 등에 이용하는 사례가 많이 증가하고 있는 것은 좋은 예라고 할 수 있겠다.

온배수는 주변 해수에 비하여 수온이 다소 높은 것을 의미하는 것이므로 주변 해수에 비하여 밀도가 낮다. 따라서 온배수는 해저에까지 도달하는 것이 아니라 주로 해수 표층에 존재한다.

온배수는 보통 표층에서부터 수심 약 3m까지 분포하고 있는 것으로 조사되었으며, 이는 일본 원전에 대한



20년 조사 결과에서도 나타나 있다.

첨단 과학의 급속한 발전과 더불어 각종 해양 환경 관측 장비 역시 자료의 정밀성과 저장성이 매우 발달하게 되었다. 그러나 해양에서는 태풍 등의 자연적 환경으로 인하여 첨단 해양 장비일지라도 쉽게 유실되며, 따라서 우리가 원하는 자료를 원만하게 구할 수 없는 현실이다.

또한 온배수의 확산 범위는 관측 시기 및 관측자에 따라 동일한 원자력발전소에서 조사하더라도 다소 다른 결과를 보일 수 있는 것은 해수의 유동성으로 미루어 보아도 충분히 이해할 수 있다. 온배수 확산 경향은 지엽적인 해황·기상·지형에 따라 각 원전별로 다양하게 나타난다.

또한 온배수라고 규정할 수 있는 자연 해수 수온을 어떠한 방법 및 근거로 산출할 것인가는 어려운 문제이며, 온배수 이외의 지엽적인 해수 수온의 움직임을 파악하고 이를 명확하게 온배수와 구별하기는 쉽지 않다.

따라서 이와 같은 해양의 복합적 운동성이 오늘날 각 원전에서의 온배수 확산 범위에 대한 논란의 소지를 제공하는 것으로 사료된다.

조사 방법

온배수 확산 범위의 산정에는 대별하여 현장 발전소 주변의 해수 수온을 직접적으로 관측하는 방법, 유

체 특성 및 해양 특성 등을 고려하여 수학적으로 계산하는 수치 모델에 의한 예측 방법, 그리고 주변 해역을 적의선으로 촬영하는 방법 등으로 나눌 수 있다. 그러나 어느 방법이 가장 완벽한 것이라고 말할 수는 없으며, 상기 방법들은 상호 보완적인 관계에 있다고 할 수 있다.

1. 현장 관측

온배수 확산 범위 산정을 위한 현장 관측에는 일반적으로 알려져 있는 바와 같이 단순히 해수 수온 측정에 의하여 이루어지는 것이 아니라, 다양한 관련 항목들을 조사하여 종합적인 결론을 내려야 한다.

즉 해수 유동, 기상 상태, 주변 해류의 이동, 해수 수질 등의 종합적 관측에 의하여 온배수 확산 범위의 산정이 이루어져야 한다.

가. 해수 유동

원자력발전소는 우리 나라의 서해·남해·동해에 각각 위치하여 있으며 원전 주변의 지형적 특성 및 수심 등이 다르다. 따라서 원전 주변 해역에 대한 해수 유동 특성은 다양하다.

각 원전에 대한 해수 유동 특성을 파악하기 위하여 해류의 경로를 시간에 따라서 추적하는 라그랑주(Lagrange) 방법과 고정된 정점에서 연속적으로 해류를 관측하는 오일러(Euler) 방법을 병행하여 수행한다.

오일러(Euler) 방법인 고정된 정점에서의 연속 해류 관측에 사용되는 유속계에는 S4유속계 등 다양한 형태가 있다.

원전 주변에 대한 연속 해류 관측은 최소한 12시간은 되어야 조류에 따른 해류 이동을 관찰할 수 있다.

이러한 연속 관측 자료는 해류에 따른 온배수의 이동 속도 및 방향을 예측하는 기초 자료로 활용된다.

라그랑주적인 해류의 관측에는 Drifter를 사용하며, 부표의 저항판은 표층류를 효과적으로 관측할 수 있도록 표층에서 약 1.5m 수심에 위치하고 있다.

또한 해수면 위에 노출되는 부표는 바람의 영향을 최소화하도록 하여야 한다. 부표 추적의 목적은 순수 해류의 움직임에 따른 온배수의 확산 방향을 알고자 함이다.

여기서 한 가지 주의해야 하는 점은 부표 추적에 의한 해류의 움직임을 온배수의 확산 정도와 동일시할 수 없다는 것이다. 왜냐하면, 온배수는 부유사 등과 같이 해수와 다른 물리적 특성을 지닌 물질이 아니기 때문에 온배수는 온배수의 이류 과정에서 주변 해수와 희석된다.

나. 기상 조사

표층 해류의 이동은 바람의 영향을 받는다. 통상 해양학에서는 바람의 크기를 측정하는 표준 높이는 해수면으로부터 10m를 기준으로 하며, 바람에 의하여 발생하는 해류의

방향은 북반구에서는 바람의 방향에서 약간 오른쪽으로 기우는 편이다.

바람에 의하여 해류가 움직이는 정도는, 표층에서는 바람 세기의 약 3% 정도이며 깊이에 따라 급격히 감소하여 수심 3m 정도에서는 바람 세기의 약 0.8% 정도에 달하는 것으로 알려져 있다.

바람이 온배수 확산 범위에 미치는 영향은 양면성을 띄고 있다. 즉 바람에 의하여 표층 해류의 움직임이 빨라지는 관계로 온배수의 이동이 그만큼 빠를 수 있는 반면, 바람에 의하여 형성되는 파랑에 의하여 온배수가 대기와 접할 수 있는 면적은 더욱 넓어진다.

이로써 대기와 접촉하는 표면적의 확산에 따라 표층으로 이동하는 온배수는 그만큼 냉각이 빨리 이루어질 수 있다.

따라서 바람의 영향에 의한 온배수 확산 범위의 변화는 배수구 주변에서는 온배수가 빠르게 외해로 확산될 수 있는 반면, 배수구에서 조금 떨어진 해역에서는 온배수가 냉각되는 효과가 크기 때문에 전체적인 온배수 확산 범위는 줄어든다고 볼 수 있다. 따라서 일반적으로 바람이 불면 온배수의 확산 범위가 늘어날 것으로 생각하기 쉬우나 오히려 줄어들었다고 할 수 있다.

현재 이러한 해양에서의 바람의 크기 및 방향 측정은 영광 원전을 제외한 각 원전에서는 원전 주변에 있

는 육상 기상대 자료를 활용하고 있으며, 영광 원전의 경우에는 연안에 기상 장비를 설치 운영중에 있다.

온배수는 표층으로 확산되기 때문에 태양열이 표층 수온에 미치는 영향이 크다. 계절, 낮과 밤, 그리고 시간적 일기 상태에 따라 태양열은 다양하게 변하고 있으며 이에 대한 구체적인 원전별 조사는 아직 실시하지 못하였다. 그러나 최근에 이에 대한 구체적인 조사 계획이 수립되어 실행 단계에 있다.

다. 해류 이동

원전 주변에서 시간에 따라 다양하게 변화하고 있는 해류의 움직임은 온배수의 확산 범위 산정에 필요한 자연 해수 수온 결정에 중요한 요인으로 작용할 수 있다.

우리 나라의 연안 해양 수온의 변화는 일일 및 계절적 변화가 년 변화를 증가하고 있다.

이는 장기 해양 관측을 수행해야만 원전 가동에 따른 해양 환경의 변화와 자연적인 변화를 구분할 수 있다는 것이다. 이로써 원전 가동이 해양 환경에 미치는 영향을 보다 명확하게 파악할 수 있고 원전 주변의 해양 환경 변화가 전적으로 원전 가동에 의한 것이라는 우려를 불식시킬 수 있을 것이다.

영광 원전이 위치하여 있는 서해안은 침강 해안이며, 인천항의 경우 8m의 조차를 보이는 등 조차가 매우 크다.

해류는 쿠로시오(Kuroshio) 난류의 지류인 대마 난류(Tsushima Current)의 일부가 춘계인 4월부터 하계인 8월까지 최대 유속 0.4knot로 북상하며, 추계인 10월부터 동계인 3월까지의 최대 유속 0.4knot로 남하한다.

태안반도 근해에는 냉수대가 존재한다는 학설도 있으며, 여름철에는 중국의 양쯔강 담수가 서해안 전체의 수질에 상당한 영향이 있는 것으로 알려져 있다.

표면 수온은 동계에는 2 내지 8°C, 하계에는 24~28°C이며 연교차가 20~22°C 정도이다.

표면 수온은 대륙성 기후의 영향을 많이 받고 있으며, 연안 가까이는 더욱 큰 연교차를 가지고 있다.

연직 수온 분포는 동계에는 해수면에서나 저층에서 균일한 분포를 보이나, 춘계부터는 수심 10m에서부터 30m 정도에서 수온 약층이 형성되고 있다.

바람은 동계에는 대륙성 고기압에 의한 북풍이 강하면서 지속적으로 우세하며, 하계에는 대륙성 저기압에 의한 남풍이 많이 불지만 바람의 세기는 약하고 지속성이 적다. 그러나 하계에는 열대성 태풍에 의하여 최대 해파 기록을 내기도 한다.

염분은 다른 해역에 비하여 저염분으로 31~34% 정도이지만 강우나 하천수의 유입이 많을 때는 30% 이하로 떨어질 때도 있고 연변화가 크다.



하계의 연직 염분 분포는 염분 약층이 형성되지 않으며, 이는 다른 해류의 유입보다는 서해 자체의 수온이 태양열에 의해서 상승됨을 의미한다.

고리 원전이 위치하여 있는 남해안은 쿠로시오의 지류가 동해로 빠져나가는 관문의 역할을 하는 해역으로서 난류인 쿠로시오의 세기에 따라 직접적으로 영향을 받는 해역이다. 난류의 영향을 가장 많이 받는 하계에는 쿠로시오 지류의 주축이 제주도 남방에서 연안 쪽으로 이동되며, 이에 따른 연안 난류의 형성도가 가장 강하다.

따라서 하계에는 약 1m/sec에 가까운 평균 해류의 유속을 가지며, 동계에는 가장 적은 0.3m/sec 정도의 유속을 갖고 있다.

표면 수온은 난류인 쿠로시오, 황해 냉수, 대마 난류 등에 따라 다르기 때문에 수온의 수평 경도가 다른 해역에 비하여 크다.

하계에는 25~29°C 정도의 표층 수온 분포를 이루며, 연직 수온 구조는 25~27°C 정도이다. 염분 분포도 지배 해역에 따라 큰 차이를 보이고 있으며 대한해협 경우에는 32~34.5%의 분포를 갖고 있다.

조류의 방향은 대체로 밀물시 서쪽 방향이며, 썰물시에는 동쪽 방향이다. 해류의 평균 유속은 1~2knot 정도이다.

울진 원전과 월성 원전이 위치하

(표 1) 1998년 원전 주변 해양 환경 조사 기간

계절 \ 발전소	고리 원전	월성 원전	영광 원전	울진 원전
동계	01.21~24	01.19~21	02.09~12	02.02~05
춘계	04.22~25	04.20~22	05.06~09	04.27~30
하계	08.06~08	08.03~05	07.21~24	08.10~13
추계	10.19~22	11.09~12	11.02~05	10.26~29

여 있는 동해는 대마 해류의 지류인 동한 난류와 리만 한류의 지류인 북한 한류가 한국 동해 연안에 직접적인 영향을 미치는 해역이다.

표층 수온은 계절에 따른 차이가 크며 난류 수계와 한류 수계의 경계를 이루는 극 전선이 발달해 있다.

염분의 연교차는 남부가 크고 북부는 적으며, 이는 표층 수온 연교차의 경우와는 상반된다.

대조차는 0.3m 정도로 비교적 적고 조류는 북동과 남서 방향이며, 유속은 1 knot 정도이다.

서해안을 제외하고 우리 나라 연안에는 지형적 여건에 의하여 연안에서의 연안 용승 현상이 자주 발생한다.

고리·월성·울진 원전에서 해수 수온을 관측해 보면 주변 해수와 수온 차이가 많이 나는 냉수대가 가끔씩 나타나고 있음은 저층 냉수대의 연안 용승 결과이다.

라. 해수 수온

각 원자력발전소 주변 해역에 대하여 98년에 실시한 표층 수온 분포를 중심으로 각 원전에 대한 온배수

확산 범위를 3장의 원전별 평가에서 살펴보기로 한다.

98년에 관측한 표층 수온은 영광 원전의 경우 40여 정점, 그리고 나머지 원전에 대하여는 20여 정점에서 관측하였다.

조사는 미국 Sea Bird 회사의 CTD(Conductivity, Temperature, Depth)를 이용하였으며, 관측 위치는 GPS를 사용하였다.

98년 원전 주변 일반 환경 조사 중 온배수 확산 범위 관측을 위한 해양 물리 분야의 조사는 계절별로 총 4회 실시하였으며, 각 원전에서의 해양 환경 조사 기간은 <표 1>에 나타낸 바와 같다.

2. 수치 모델에 의한 예측

온배수 수용 수체에 대한 유동 특성이 종합적으로 파악되어야만 온배수 확산의 정량적 산정을 기대할 수 있기 때문에 최근 많이 발표되고 있는 온배수 자체만의 확산 모델은 학문적 가치는 있을지라도 현실적인 온배수 확산 범위 산정을 위한 모델로서는 그 의미가 별로 없다.

배수구 인근 수역에서의 해수 유동에 관한 물리적 운동과 광역 해역에서의 해수 유동에 관한 물리적 운동이 현저히 다르기 때문에 이 두 부분을 잘 표현할 수 있는 수치 모델이 요구된다.

연직 유속 분포, 해표면 바람 응력, 해저면 마찰 응력, 그리고 수괴의 밀도 등에 의한 밀도류 등을 2차원적으로는 표현할 수 없다.

고속 컴퓨터와 각종 해상 정보의 활용으로 최근에는 3차원 수치 모델이 많이 발달하였다.

그러면 과연 어떠한 3차원적인 모델을 사용해야 온배수의 확산을 보다 정확히 예견하고 신뢰할 만한 결과를 가져올 수 있는가?

혹자는 10년 전부터 3차원 모델을 사용하여 원전 주변 온배수 확산 범위 예측을 시작했고 3차원 모델이 개발되었다고 하지만 아직 만족할 만한 수준은 아닌 것으로 사료된다.

예를 들면, 온배수 수용 수체의 모델 경계 조건을 설정할 때 수용 수체의 3차원적인 물리적 성질을 개략적이거나 고려할 자료가 아직 충분히 확보되어 있지 않다.

수치 모델에서 가장 표현하기 어려운 부분은 수직 난류 혼합 계수의 산정이며, 현재는 개략적 수치를 적용하고 있으나 실험적 상수값을 원전별로 구하는 것이 이상적이다.

모델에 입력할 초기 자료의 정확도가 모델의 신뢰도를 상당 부분 좌

우하기 때문에 모델 수행에 앞서 많은 현장 관측 자료가 요구되며, 수치 모델의 결과에만 관심을 가져서는 곤란하다.

따라서 수치 모델은 현장 관측의 자연적 한계점을 수치 모델이 보완한다는 점에서 모델의 결과를 분석해야만 하며 지나치게 모델의 결과에 의존한 온배수 확산 범위의 해석은 지양되어야 한다.

3. 적외선 영상

모든 물체는 물리적·화학적 특성에 따라 전자기(電磁氣) 에너지에 대한 반응이 다르기 때문에 물체 표면에서 방사되는 에너지를 측정하면 물체의 식별이 가능하다.

열 적외선 파장대에서는 물체의 표면 온도에 비례하여 에너지가 방사되며 이를 이용하여 해양의 표층 해수 수온을 관측한다.

현재 우리 나라에서 해양의 표층 해수 수온 관측에 열 적외선 기법을 이용할 수 있는 방법은 극궤도 기상 위성인 미국의 NOAA 위성, 자원 탐사 위성인 미국의 Landsat 위성, 그리고 열 영상 장치를 항공기에 탑재하여 직접 촬영하는 것이다.

원전 주변에서 온배수로 인한 해수면 온도의 변화 양상은 그 대상 해역이 작기 때문에 광역의 기상 환경 관찰을 주목적으로 하며, 해상도가 1.1km인 NOAA 위성으로는 개괄적인 원전 근해의 해황 해석에는

도움이 될 수 있으나 원전 주변의 자세한 해수면 온도 변화를 관측할 수는 없다.

해상도가 120m인 Landsat 영상 자료는 자료 한 세트에 약 500만원 정도로 비교적 저가이지만, 원하는 시간대(예를 들면, 낙조 직후 1시간)의 자료를 구할 수는 없고 상대적인 온도의 변화만 볼 수 있기 때문에 현장 관측처럼 정확한 온도는 알 수 없다.

항공기는 위성과 달라서 정확히 고정된 상태에서 측정되지 않기 때문에 이에 대한 보증 기술의 뒷받침이 필수적이며 특수 설계를 한 항공기에만 계기를 장착할 수가 있기 때문에 1회 비행에만 약 2천만원이 소요된다. 또한 원전 주변 해양에서 항공기 촬영 시간과 같은 시간에 표층 수온을 실측해야만 한다.

해양의 표층은 대기와 접하여 있으므로 대기와 끊임없이 열 교환을 하며 가장 큰 열 교환의 원천은 태양이다.

강우·구름 정도 등도 표층 수온을 결정하는 중요한 요소이지만 해상풍은 동일 여건에서라면 지엽적으로 가장 많은 영향을 주는 요소이다.

열 적외선 영상 자료는 물체의 표면 방출 에너지를 이용한 것이기 때문에 바람이 조금만 불어도 영상 자료는 바람에 의하여 교란되어 있는 표층 1mm 이하의 지극히 얇은 해수 표면 온도라고 할 수 있다.



온배수로 인하여 해양 생태계에 미치는 영향을 알고자 하는 것이 열 적외선 영상 자료의 활용이라면 적어도 해수 수면 1~2m에서의 수온을 알아야 할 것이다.

그러나 인공 위성이나 항공기에 의한 열 적외선 영상 자료는 해수 표면과 대기의 경계층에 관한 온도 자료일 뿐이다.

항공기나 인공 위성 등에 탑재된 sensor를 이용하여 물체에 대한 전자파를 수집하고, 이 자료를 이용하여 대상 물체의 제현상에 관한 정보를 얻는 기술인 원격 탐사 기술은 대상물에 관한 정보를 분석하기 위하여 고도의 특별한 화상 처리(Image Processing) 기술이 필수적이다.

온배수 확산 범위를 추출하기 위한 화상 처리 기법에는 대기 및 방사 보정, 기하학적 보정, 휘도 변환, 휘도 분할 등의 다단계 과정을 거쳐야 한다.

이러한 기술은 연구자에 따라 다양하며 화상 처리 기술에 따라 조금씩 다른 영상이 나올 수도 있다.

적외선 열 영상 자료가 이러한 문제점을 안고 있으면서도 발전소 온배수 확산 범위 산정에 이용되어 왔던 것은, 절대적 온도를 알고자 하는 것이 아니라 현장에서 직접 관측하는 해수 수온 자료 및 온배수 확산 수치 모델의 보조 자료 등으로서의 이용 가치가 있었기 때문이다.

그러나 근자에 지역 주민을 포함

한 비전문가들은 마치 해수 수온이 사진처럼 찍혀 나온다고 오해하고 있으며, 다른 어떤 현장 관측 자료보다도 우선하여 적외선 영상 자료를 온배수의 확산 범위라고 믿고 있는 것은 해양 생태계 보호를 위한 올바른 조사를 위해서라도 매우 위험한 일이라고 아니할 수 없다.

따라서 항공기에 의한 열 적외선 영상 자료의 취득은 보조 자료로서의 역할에 비하여 취득 과정이 매우 까다롭고 비경제적이며 또한 지역 주민에게 오히려 오해의 소지만 높일 가능성이 많기 때문에, 추후 항공기 촬영은 가급적 사양되는 것이 바람직하다.

온배수 확산 범위의 산정을 위해서는 현장에서 관측한 자료가 항상 우선되어야 하며 관측 기법의 향상, 관측범 위의 확장, 관측 기기의 최신화 등을 통하여 현장 관측을 보강하는 것이 가장 이상적이다.

온배수 확산 범위 평가

1. 원전별 평가

가. 고리 원전

98년 계절별로 실시된 수온 분포에 따르면 고리 원전의 온배수는 대체적으로 남쪽 외해로 확산된다고 할 수 있다. 그러나 조류의 영향으로 인하여 밀물시에는 남쪽 방향의 확산이 다소 우세하며, 썰물시에는 동쪽 연안쪽의 확산이 다소 우세한 경

향을 보여주고 있다.

온배수의 최대 확산 범위는 전 조사 기간에서 약 3.0km 정도였으며, 이는 춘계 조사 기간에 나타난 것이다.

그 밖의 조사 기간에서는 동계에 약 2.5km, 하계에 약 1.3km, 추계에 약 1.2km로 조사되었다.

자연 해수 수온은 동계 14.0°C, 춘계 15.0°C, 하계 21.0°C, 추계 22.0°C이었으며, 온배수의 영향은 표층으로부터 약 3m 이내로 나타났다.

나. 월성 원전

월성 원자력발전소의 온배수는 배수구를 중심으로 동쪽 외해로 확산되는 형태를 보였으며, 확산 범위는 동계 1.1km, 춘계 1.2km, 하계 1.8km, 추계 1.6km로 조사되었다.

따라서 온배수의 확산 범위는 약 2km 정도로 볼 수 있으며 다른 원전에 비하여 비교적 확산 범위가 적었다. 온배수의 영향은 표층으로부터 약 3m 이내로 나타났다.

다. 영광 원전

영광 원전은 온배수가 배수구를 중심으로 연안을 따라 남북 방향으로 확산되는 형태를 보이고 있으며, 온배수의 확산 범위가 조류의 방향에 따라 민감하게 반응하고 있다.

확산 범위는 배수구를 중심으로 추계 밀물시에 7.5km로 가장 멀게 조사되었으며, 동계 4.5km, 춘계 3.0km, 하계 밀물시 4.3km, 썰물시 4.5km, 추계 썰물시 4.5km로 조사되었다. 조사 시기에 상관없이

온배수의 확산은 조류의 영향을 크게 받는다.

라. 울진 원전

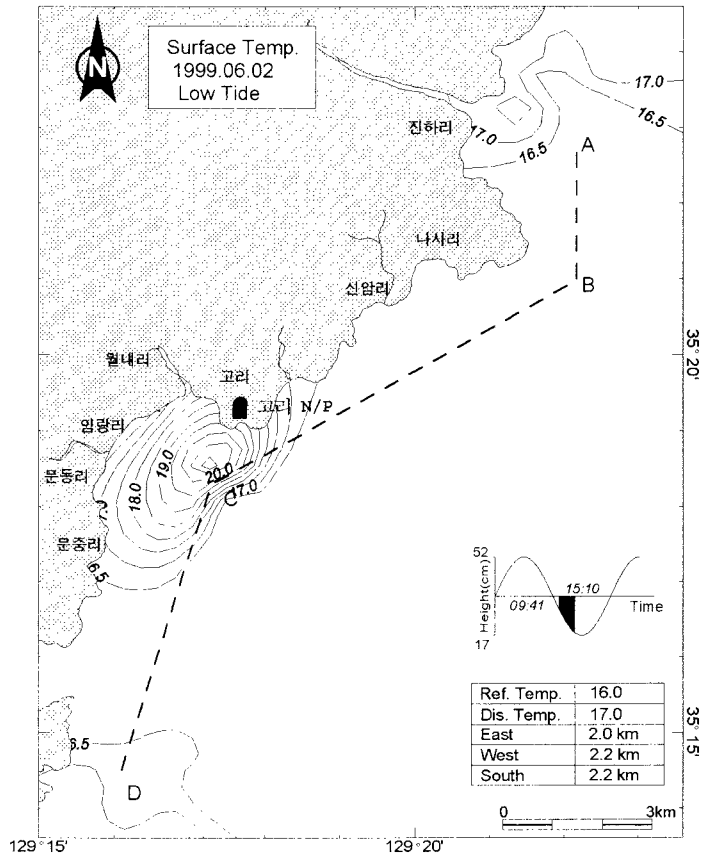
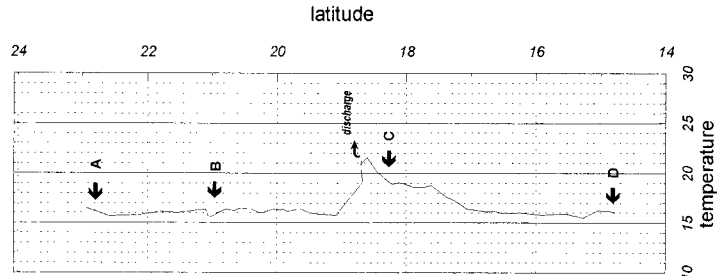
울진 원전의 온배수는 배수구를 중심으로 남동쪽으로 확산되는 형태를 보이고 있으며 조류의 영향으로 밀물시에는 남쪽 연안으로의 확산이, 썰물시에는 북쪽으로의 확산이 다소 우세한 경향을 보여주고 있다.

자연 해수로 보이는 수온은 동계 9.5°C, 춘계 11.0°C, 하계 22.5°C, 추계 21.0°C이며, 온배수 확산 범위는 배수구를 중심으로 동계에 반경 약 2.0km, 춘계에 약 1.5km, 하계에 약 2.5km, 추계에 약 2.0km로 나타났다.

2. HDMS의 이용

원전 추가 호기 건설에 따라 온배수의 확산 범위는 다소 넓어질 수밖에 없다. 온배수의 확산 범위를 산정하기 위해서는 많은 조사 정점이 필요할 것이나 무작정 조사 정점을 증가시킬 수는 없다. 왜냐하면 조사 해역을 조류의 움직임에 맞추어 동시에 관측해야만 하기 때문이다.

온배수 확산 범위를 놓고 이해 당사자간에 상당한 논란이 있어 왔고, 점차적으로 조사 해역도 확장되고 있는 실정이다. 또한 정부의 환경 관련 고시에서도 조사 범위를 넓혀가고 있다. 따라서 종전에 시행하여 왔던 일정 정점에서의 해수 수온 조사로서는 넓은 해역의 수온



(그림 1) 1999년 6월 2일 간조시 HDMS를 활용한 고리 원전 주변의 온배수 확산 범위



분포를 동 시간대에 파악하기가 매우 어렵게 되어가고 있다.

이상과 같이 조사 결과에 대한 대외적 신뢰도를 향상시키고, 넓은 해역에서의 동 시간적 관측이 가능한 새로운 방법으로 온배수의 확산 범위를 관측할 필요가 있다.

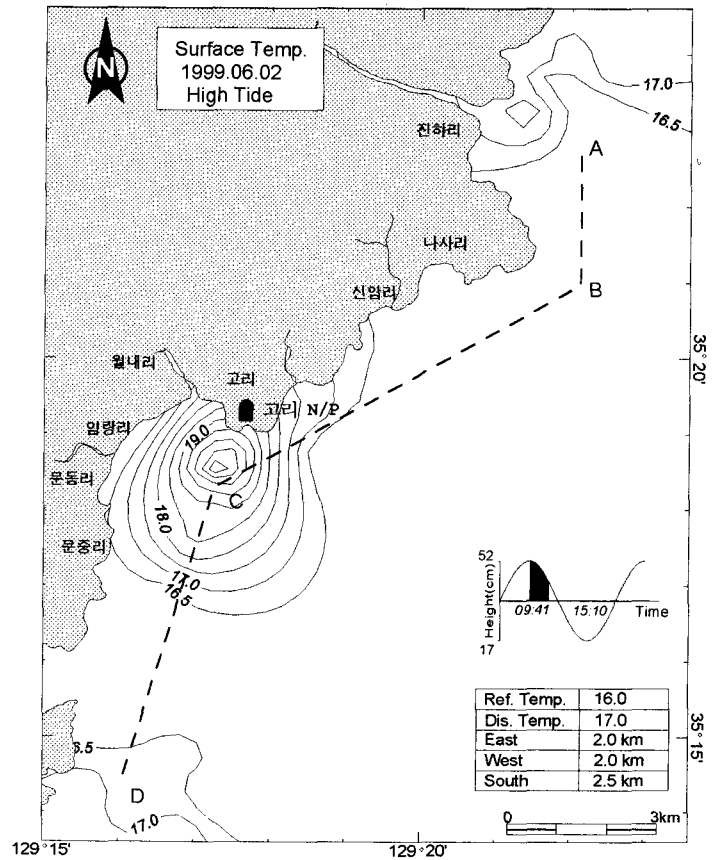
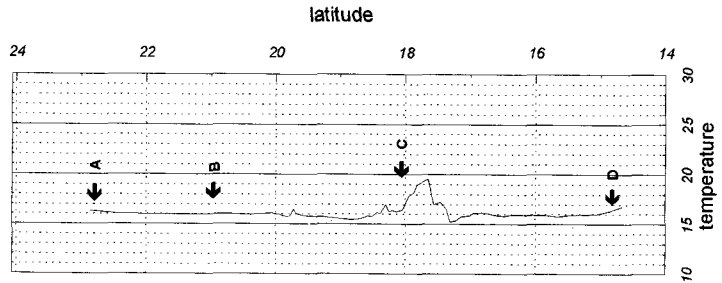
이에 우리 나라 연안에 위치하고 있는 발전소 주변의 온배수 확산 범위 및 수질 관측에 적절한 시스템인 HDMS(Horizontal Drew Monitoring System)을 고안하여 발전소 주변 해역의 온배수 확산 범위의 산정에 적용하였다.

〈그림 1〉은 고리 원전 주변 해역에 대하여 99년 6월 2일 간조시에 HDMS를 활용하여 온배수 확산 범위와 주변 해역에 대한 수온 분포를 보여 주고 있다.

고리 원전 배수구를 중심으로 자연 해수 수온보다 1°C 높은 해역은 입량리 쪽의 연안으로 치우친 분포를 보여주며 배수구를 중심으로 반경 약 2.0km 정도에 이르고 있었다.

온배수가 영향을 미치는 해역을 다른 해역과 비교하기 위하여 〈그림 1〉에서 보인 바와 같이 A 지역부터 D 지역에 이르는 약 20km 해역에 대하여 연안을 따라 조사한 바에 의하면, 〈그림 1〉의 오른쪽 그림에 보인 바와 같이 온배수에 의한 해역을 확실하게 구별할 수 있었다.

고리 원전 주변의 자연 해수 수온이라고 볼 수 있는 16°C 보다 오히



〈그림 2〉 1999년 6월 2일 만조시 HDMS를 활용한 고리 원전 주변의 온배수 확산 범위

려 더 높은 수온이 A 및 D 해역에 존재함을 알 수 있다.

이로써 고리 원전 주변에서 간조시에 발생할 수 있는 온배수에 의한 해수 수온의 상승 범위는 일정한 해역에만 존재하며, 배수구 반경 2km 정도임을 알 수 있다.

〈그림 2〉는 고리 원전 주변 해역에 대하여 99년 6월 2일 만조시에 HDMS를 활용하여 온배수 확산 범위와 주변 해역에 대한 수온 분포를 보여 주고 있다. 고리 원전 배수구를 중심으로 자연 해수 수온보다 1°C 높은 해역은 간조시에 비하여 약간 외해 쪽으로 향하고 있는 분포를 보여 주며, 배수구를 중심으로 반경 약 2.5km 정도에 이르고 있었다.

만조시에 온배수가 영향을 미치는 해역을 다른 해역과 비교하기 위하여 간조시의 경우와 마찬가지로 A 지역부터 D 지역에 이르는 약 20km 해역을 연안을 따라서 조사하였다.

〈그림 2〉의 오른쪽 그림에 보인 바와 같이 온배수에 의한 해역을 확실하게 구별할 수 있으며, 오히려 고리 원전 주변의 자연 해수 수온이라고 볼 수 있는 16°C보다 더 높은 수온이 A 및 D 해역에 존재함을 간조시의 경우와 마찬가지로 알 수 있다.

따라서 고리 원전 주변 해역에서 간조시나 만조시 모두의 경우를 고려하더라도 온배수에 의하여 자연 해수 수온에 영향을 줄 수 있는 범위



온배수 낚시. 온배수는 시간이 경과함에 따라 발전소 주변의 자연 해수와 같이지게 되므로 온배수를 일종의 폐수로 보는 일반적인 시각은 수정되어야 한다. 온배수를 해양 생태계 보호 차원에서 접근하는 것이 필요하며, 발전소 주변 해역에 대한 보상 심리적 접근 방식에서 오늘날 온배수를 양식업 등에 활용하고 있는 선진국의 에너지 활용 접근 방식으로 전환되어야 한다.

는 배수구 반경 2.5km 정도임을 알 수 있다.

본 HDMS 장비를 활용함으로써 정점에 의한 해수 수온 관측의 제약성, 즉 조사 정점의 수적인 제한성을 극복하여 많은 지역을 짧은 시간에 조사할 수 있으며, 원전 주변의 해역과 비교될 수 있는 다른 해역을 동시에 관측할 수 있기 때문에 온배수 확산 범위의 국지성을 보다 정확하게 입증할 수 있었다.

결론

온배수 확산 범위의 산정은 항상 현장 관측 자료가 우선되어야 하며 보조적인 자료로서 수치 모델 결과나 적외선 영상 자료가 활용되어야 한다. 현장 관측 자료보다도 우선하여 적외선 영상 자료나 수치 모델 결과를 이해 당사자의 편의에 따라 해석하여 온배수의 확산 범위라고 주장하는 것은 잘못된 접근 방식이다.

우리 나라의 원자력발전소는 신규 건설 부지 확보가 어렵기 때문에 기존의 원자력발전소에 계속적으로 추

가 호기의 확장이 불가피하며, 온배수의 확산 범위가 점차 넓어질 가능성이 많다. 이에 따라 점차적으로 조사 해역도 확장되고 있는 실정이다.

또한 발전소 가동에 따른 온배수 확산 범위가 실제보다는 다소 과대하게 확대되어 있는 오늘날의 일반적 인식을 바꾸어 온배수 확산 범위의 국지성을 입증할 수 있는 조사 기법의 향상 및 관련 전문 인력의 확충이 요구된다. 따라서 보다 체계적이고 과학적인 조사를 위한 연구 조직의 구성과 보다 과감한 투자를 통하여 원자력발전소 가동의 안전성 입증에 더욱 노력해야 할 것이다.

온배수는 시간이 경과함에 따라 발전소 주변의 자연 해수와 같아지게 되므로 온배수를 일종의 폐수로 보는 일반적인 시각은 수정되어야 한다. 온배수를 해양 생태계 보호 차원에서 접근하는 것이 필요하며, 발전소 주변 해역에 대한 보상 심리적 접근 방식에서 오늘날 온배수를 양식업 등에 활용하고 있는 선진국의 에너지 활용 접근 방식으로 전환되어야 한다. ☞