

원전주변 해양 관측기술에 관한 접근

양양희, 이갑복, 손욱

한수원(주) 중앙연구원, 대전시 유성구 유성대로 1312번길 70

yhYang@khnp.co.kr

1. 서론

원자력사업자는 신규원전 건설 및 운영허가를 위해서는 방사선환경영향에 대한 평가를 수행해야 한다. 이에 관해 원자력안전위원회 고시 제 2012-20호에 해수로 유입되는 방사성물질의 해양 확산 평가에 관한 기술요건을 제시하고 있다. 한편 울진원전은 방사성물질의 해양확산 평가 시에 필요한 해양회석인자를 울진1호기 가동이후 변경 없이 당초 건설 및 운영 허가 시에 사용한 값을 적용하고 있다. 이에 따라 규제기관은 울진3,4호기 주기적 안전성평가 심사시 가동원전으로부터 해수로 유입되는 방사성물질에 대해 해양회석인자의 유효성을 검증하고 주기적 변경절차를 수립할 것을 안전성 증진사항으로 제기하였다. 이에 따라 본 연구에서는 원전에서 방출되어 해수로 유입되는 방사성물질의 해양 확산평가의 정확도를 높이기 위해 해양 조사 및 관측 기술에 대해 검토한 내용을 기술하였다.

2. 본론

2.1 조석·조류 관측

조석 및 조류 관측은 원전주변 해역에 대한 해양특성을 파악하고 수치실험 결과의 보정 및 검증에 위해 수행한다. 조석은 인근해역 1개 지점에 조위계를 저층 계류하여 10분 간격으로 해수위를 관측한다. 계절변화가 뚜렷한 우리나라의 경우 일반적으로 1년 이상의 장기관측이 필요하다. 하지만 시간과 비용을 고려하여 일정기간 관측을 실시하고, 장기 관측자료(국립해양조사원의 상시 조위관측소 자료)와 상관관계 분석을 통하여 보완하여 경향을 분석하는 것이 비용등 여러 측면에서 유리할 것으로 판단된다. 관측자료의 효용성을 높이기 위해 조석의 조화상수 및 비조화 상수 추출 과정을 거친다. 조화상수 추출은 관측된 해수위 측정자료에 대해 조석조화분석 프로그램을 이용하여 조화분석을 실시한다. 이렇게 조화분석을 통해 얻은 자료를 다시 국립해양조사원에서 상시 운영 중인 동해안에 위치하고 있는 인근 조위관

측소 자료(장기 연속 관측자료)와의 상관관계 분석을 통하여 대상해역에 대한 조석특성을 파악하고 해수유동 모델의 보정 및 검증자료로 활용한다.

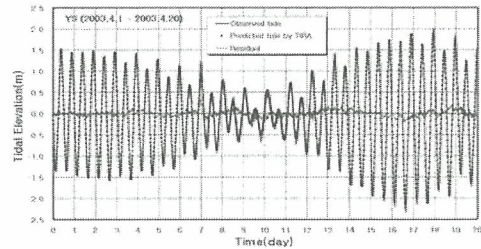


Fig. 1. Tidal analysis.

조류 관측은 조석과 마찬가지로 조류특성을 파악하여 원전 주변 해역에 대해 방사성물질의 해양확산의 수치실험 결과를 보정하고 검증하는데 있다. 조류관측은 원전 주변 해역에 대해 1개 지점을 설정하여 초음파 해류계(ADCP : Acoustic Doppler Current Profiler)를 저층의 해수 속에 계류하여 매 10분 간격으로 층별로 유속과 유향을 관측한다. 한편 조류 관측은 해수속에서 수직적으로 이루어지는데 연속관측을 위해 해상도로 전층의 유속·유향을 관측할 수 있는 ADCP를 TRBM(Trawl Resistant Bottom Mount)을 이용하여 해저면에 계류시키면서 매 10분마다 자기기록 방식을 이용하여 관측자료를 취득한다.

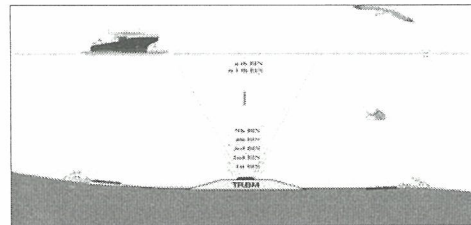


Fig. 2. Observation diagram for tidal flow.

초음파 해류계(ADCP)로부터 얻은 자료의 효용성을 높이기 위해서는 자세정보(pitching, rolling,

heading), 자료질 지표 항목(error velocity, percentage good, echo intensity 등)을 사용하여 이상자료를 제거시킨다. 또한 자료의 조화상수 추출을 위해 조류조화분해 프로그램인 IOS package를 이용하여 조류조화분석 및 통계분석을 실시하며, 창조 및 낙조에 대한 조류별 최강 및 평균 유속, 잔차류, 조류조화상수를 산출하여 원전 주변 해역에 대한 해조류 구조 특성을 파악하여 수치실험 결과에 대한 보정 및 검증자료로 활용한다.

2.2 CTD 관측

해수의 수온, 염분의 측정은 CTD(Conductivity, Temperature, Depth) 기기를 이용한다. CTD 측정은 원전 주변해역의 층별의 수온, 염분의 특성을 파악하고 해수유동 수치실험의 입력자료로 활용하기 위함이다. 현장 측정시 유의할 점은 CTD 센서를 표층 해수에서 충분히 안정화시켜야 한다. 이렇게 센서를 안정화 시킨 다음, 해저면 부근까지 일정한 속도로 천천히 하강시키면서 층별 수온 및 염분을 관측한다.

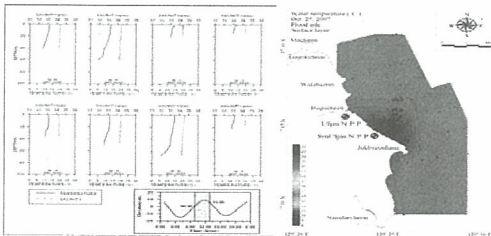


Fig. 3. Analysis of salinity, temperature.

CTD로부터 측정된 데이터는 엑셀 등을 이용하여 분석표 및 그림을 만들어, 시공간적인 변화 정도를 분석한다. 또한 자료의 효율성을 높이기 주위 자료(인접시간 또는 인접거리의 자료)와의 변화율 정도를 파악하여 자료의 이상 여부를 판단한다. 이러한 과정을 거친 다음, 조시에 따른 공간분포 변화와 수층별 공간분포 등의 분포 특성을 파악하여 수치실험의 입력자료로 활용한다.

2.3 부표 추적 실험

부표추적 실험은 원전 주변 해역의 해양확산계수를 산정하기 위함이다. 부표추적 실험방법은 발전소 배수구 주변에 출발 지점을 설정하고 부표를 띄워 해수유동 상태에 따라 표류시켜 실시간으로 위치정보 및 해양관측정보를 전송하여 해수

유동 특성과 필요한 해양관측정보를 수집한다. 이때 사용하는 통신은 코드분할다중접속(CDMA, Code Division Multiple Access) 통신으로 실시간으로 전송받아 자료를 수집한다.

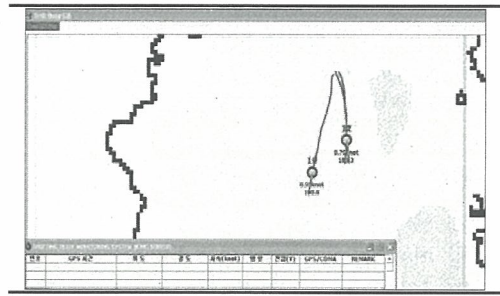


Fig. 4. Real-time position tracing using TGPS.

발전소 배수구에서부터 목표지점까지의 부이의 위치정보를 분석하여 서로간의 이격거리 및 면적을 계산하여 해양의 수평확산계수를 산출한다.

3. 결론

울진원전 주변 방사능 해양확산평가를 위해 조류 및 조석의 관측, 수온 및 염분의 측정 및 부표추적 실험에 대해 살펴보았다. 조석 및 조류 관측의 목적은 대상해역에 대한 각각의 특성을 파악하여 수치실험 결과에 대해 보정 및 검증자료로 활용하고자 함이다. CTD를 통해 측정되는 수온 및 염분은 원전 주변 해역에 대해 분포특성을 파악하고 해수 유동 수치실험의 입력 자료로 활용하기 위함이다. 그리고 부표추적 실험은 원전 주변 해역의 해양확산계수를 산정하기 위해서 이루어진다. 향후 이러한 조사 및 관측 방법을 통해 울진원전 주변 해양확산평가를 위해 동해안 지역의 해양환경과 지형 특성을 고려한 해양 관측계획을 수립하여 추진할 예정이다.

4. 참고문헌

[1] 월성원전 주변 해양희석인자 유효성 검증 보고서, 2009, 한국수력원자력(주).
 [2] Estimating Aquatic Dispersion of Effluents from Accidental and Routine Reactor Releases for the Purpose of Implementing Appendix I, RG 1.113, US NRC, 1977.