



경주 지진 관련 해외 전문가 인터뷰

지난 9월 경주 지역에서 발생한 지진으로 지진에 대비한 원전 안전성 문제가 현안이 되었다. 경주 지진 이후 우리나라를 방문한 일본의 지진 전문가들의 신문 인터뷰 전문을 게재한다.

이노우에 다이에이

일본전력중앙연구원(CRIEPI) 명예 자문 연구원(응용지질학 전문가)



“원전, 내진 설계만 제대로 됐다면 강진에도 견딜 것”

경북 경주 지진 발생 후 한 달째인 10월 12일 지진 진앙인 경주에서 일본의 지진·지질전문가 이노우에 다이에이(70) 박사를 만났다. 신경주역 회의실에서 만난 그는 “경주에서 지난달 12일 발생한 규모 5.8 지진과 비슷

하거나 그 이상 규모의 지진이 발생할 확률은 낮으며 원전의 경우 내진 등 공학적 설계만 제대로 돼 있으면 강진에도 견딜 수 있을 것”이라고 말했다. 그는 경주 지진 연구를 위해 방한했다.



현재 일본전력중앙연구원(CRIEPI) 명예 자문 연구원인 이노우에 박사는 다수의 일본 전력회사에서 지질 고문 등으로 활동한 응용지질학 전문가다. 일본 원전과 활성단층의 관련성에 대해 30년 가까이 연구했다. 우리나라의 지질과 활성단층 등에도 관심을 가지고 연구했다.

이노우에 박사는 지진에는 판(지각, 지구의 표면을 덮고 있는 두께 100km 정도의 암반)이 다른 판 밑으로 밀려 들어가면서 발생하는 '판 경계 지진'과 판이 끊어지거나 어긋나면서 발생하는 '판 내 지진', 판의 경계에서 떨어져 있는 육지 쪽 단층이 흔들려 발생하는 '내륙지각 내 지진'이 있는데 경주 지진은 이 중 내륙지각 내 지진에 속한다고 설명했다.

그는 "규모 5.0대 지진은 일본에서 1년에 70~80회 일어날 정도로 흔한데 경주 지진도 규모 5.8로 큰 지진은 아니라고 생각한다."며 "경험상 강진이 난 곳에서 다시 큰 규모 지진이 난 경우는 드물다."고 했다.

경주 지진을 촉발한 원인에 대해서는 "활성단층에 의한 것으로 생각되지만 지진이 지하 깊은 곳에서 발생했기 때문에 활성단층이라고 단정 지을 수는 없다."고 했다. 동일본 지진의 영향을 받은 것 아니냐는 주장에 대해서도 "근거 없다."고 잘라 말했다.

계속되는 여진이 더 큰 규모의 지진 전조일 수 있다는 우려에 대해서도 부정적이었다. 470회 이상 여진이 발생한 것도 일반적이라고 했다. 여진은 본진 이후 주변 단층이 조정되는 과정에서 발생하는 것으로 규모 2.0대 여진이 한 달 이상 계속되는데 이 과정에서 3.0~4.0대 여

진도 발생할 수 있다는 것이다. 앞으로 우리나라에서 지속적으로 큰 규모의 지진이 발생할 가능성에 대해서는 "예측이 굉장히 어렵다."고 했다.

그는 "일본의 경우 1995년 고베지진 후 정부에서 지진 위원회를 구성하고 지진확률 자료를 만들었는데 거의 맞는 것이 없다."며 "2011년 동일본 대지진 이후 지질학회에서 지진 예측은 불가능하다는 성명을 발표하기도 했다."고 말했다.

공학적 설계만 제대로 됐다면 원전은 안전할 것이라는 분석도 내놓았다. 일정 진동 이상이면 원전 가동을 멈추는 장치 등 내진설계가 돼있다면 규모 6.5 이상의 강진도 견딜 수 있다는 것이다.

활성단층과 활동성단층(내진설계상 고려하는 단층)을 구분해야 한다고도 했다. 활성단층은 지질연대 4기(250만년 전~현재) 이후에 움직인 적이 있는 지층을 뜻하는데, 원전이 고려해야 하는 것은 활성단층이 아니라 활성 단층 개념 안에 포함된 활동성단층이라는 것이다. 활동성단층은 50만년 동안 2~3번 움직였거나 3만5000년 안에 1번 이상 움직인 단층이다.

그는 "지진이 양산단층 아래에서 발생했지만 지진 관련성은 여전 분포 등을 더 조사해봐야 알 수 있다."며 "원전 인근에 활성단층이 있어도 안전에 문제가 없고 활동성단층이라 해도 규정대로 설계하면 견딜 수 있을 것"이라고 주장했다.

-〈국민일보〉 2016-10-13

요시다 히데카즈

일본 나고야대 환경학과 교수(지질 전공)



“활성단층 지도, 정부·학계 함께 만들어야 국민이 신뢰”

“활성단층 지도는 정부와 학계가 함께 참여해 공정하게 만들어야 국민의 신뢰를 얻을 수 있습니다.” 9월 28일 한국지질자원연구원에서 열린 ‘방사성 폐기물 처분 관련 해외전문가 초청 세미나’에서 일본 나고야대 요시다 히데카즈 환경학과(지질 전공) 교수는 이같이 밝혔다. 앞서 국민안전처는 이번 경주 5.8 규모 지진을 계기로 내년부터 25년에 걸쳐 활성단층 지도를 제작하겠다는 계획을 발표했다.

활성단층이란 지각 활동이 활발해 지진이 발생했거나 일어날 가능성이 큰 곳을 말한다. 한국 원자력산업계는 미국의 규정을 따라 ‘3만5천년 내 1차례’ 혹은 ‘50만년 내 2차례’ 지층이동이 발견되는 단층을 활성단층(활동성 단층)으로 본다. 일본은 40만년 이내 한 번이라도 움직인 흔적이 있는 단층을 활성단층으로 규정하는데, 현재까

지 2천여개의 활성단층이 활동하고 있는 것으로 조사됐다.

요시다 교수는 “일본은 15년에 걸쳐 국가 지질조사소와 관련 학자들이 공동으로 제작한 활성단층 카탈로그가 있고, 시민 누구나 접근 가능하다.”면서 “고준위 방사성 폐기물 처분장 부지 선정 과정에서 주민들로부터 ‘컨센서스’(동의)를 얻으려면 독립적인 지질 조사 기관이 만든 활성단층 지도가 우선돼야 한다”고 강조했다.

일본의 활성단층 지도는 2011년 3월 후쿠시마 지진을 계기로 발간됐으며, 지질학회와 공동조사를 통해 매년 업데이트하고 있다. 활성단층 지도와 지하수 조사 등의 지질 자료를 기반으로 올해부터 고준위 방사성폐기물 처분장 선정 절차를 진행 중이다. 부지 선정을 위해 우선 활성단층과 단층 주변 ‘프랙처 존’(단층에 의해 깨진 지



대)과 ‘데미지 존’(단층에 의해 손상된 지대)은 쳐분장 부지에서 제외하는 방식으로 후보지를 추려 나가는 방식을 사용하고 있다.

요시다 교수는 “프랙처 존과 데미지 존은 스트레스에 약해 응력이 집중되면 움직임, 즉 지진이 일어난다고 본다.”면서 “과학적인 데이터 수집을 통해 적절한 부지를 선정한 뒤 주민을 설득해 나가게 된다.”고 설명했다.

그는 “주민들은 ‘왜 이곳에 핵폐기장을 지어야 하느냐며 반발할 수밖에 없다.”면서 “일본은 2011년 3월 후쿠시마 지진을 계기로 원점으로 돌아가 부지에 대한 정밀 재조사를 하고, 원전에 대한 안전기준도 강화하고 있다.”고 덧붙였다.

일본은 후쿠시마 대지진 이후 55기의 원전 가운데 노후화된 10기의 원전에 대해 폐로 절차에 들어갔으며, 30여기의 원전에 대해서는 안전기준 등에 대한 정밀조사를

진행하고 있다. 활성단층을 규정하는 기준도 후쿠시마 사고 이후로 10만년 이내 한 차례 변위가 있는 단층에서 40만년 이내 한차례 움직인 단층으로 강화했다.

요시다 교수는 “일본에서는 활성단층 부지 내에도 원전을 짓을 수 있으며, 규모 6 정도의 지진은 내진 설계로 보강 가능하다.”면서 “과학적인 관점에서 얼마나 큰 재해가 발생할지 예측하고, 그에 맞춰 설계하면 된다.”고 말했다. 그는 “후쿠시마에 9.3 지진이 발생했을 때 후쿠시마 원전도 내진 설계 기준으로는 문제가 없었지만, 예상치 못했던 20m 높이의 쓰나미 때문에 불행이 닥친 것”이라면서 “후쿠시마 사고는 재앙이었지만, 오히려 그 덕분에 안전 레벨을 높이고 주민들과 소통하는 계기가 됐다.”고 덧붙였다.

–〈연합뉴스〉2016-09-28

마쓰우라 쇼지로

원자력안전추진협회(JANSI) 이사장



“의심하고,
질문하고,
소통하라”

“매뉴얼만 따른다고 원자력발전소의 안전 문제가 해결되는 것은 아닙니다. 현장 직원들이 문제를 제기하고 질문하는 시스템도 만들어야 합니다.” 일본 원전 안전규제를 책임지는 마쓰우라 쇼지로(松浦 祥次郎 · 80) 원자력 안전추진협회(JANSI) 이사장이 최근 한국을 찾아 원전

안전을 위한 원칙을 설명했다.

원자력공학 연구원 출신인 마쓰우라 이사장은 2000년 일본 원자력안전위원회 위원장 등을 지낸 이 분야의 원로다. 그는 지난 9월 말 경주에서 열린 세계원전사업자 협회(WANO) 이사회 참석을 위해 방한했다.

그는 일본원자력연구소 이사장으로 재직하던 1999년 이바라키(茨城)현 도카이무라(東海村)에서 일어난 사고를 계기로 원자력 안전 문제에 본격적인 관심을 갖게 됐다. 당시 일본의 핵연료가공회사인 JCO 사업소에서 두 가지 종류의 우라늄을 한꺼번에 섞으면서 핵분열이 시작돼 폭발 직전까지 갔다. 직원 2명이 사망했고, 시설 반경 10km 내의 주민 31만 명에 대피령이 내려졌다. 일본에선 2011년 후쿠시마 원전 사고에 버금가는 사고로 기억된다.

마쓰우라 이사장은 “당시에 두 물질을 균일하게 혼합하라는 지침은 있었지만 ‘한꺼번에’ 섞으면 안 된다는 안전 교육은 이뤄지지 않았다”고 회상했다. 그는 “일본의 원전 전문가로서 후쿠시마 원전 사고는 깊이 반성한다.”며 “앞으로는 원전 내 시설이 침수되지 않도록 몇 중의 방수 시스템을 마련하는 등 새로운 안전 기준을 세우고 있다”고 말했다.

원전 안전을 위해서는 원전 관련 종사자의 질문하는 자세와 신중한 접근, 문제 발생 시 빠른 소통을 강조했다. 소통의 중요성을 보여주는 사례로 2002년 미국 오하이오주에서 일어난 원전 사고를 소개했다. 봉산 누출로 원자로가 부식돼 축구공만한 구멍이 난 상황을 직원들이 수 년 동안 알아채지 못한 경우다. 1cm만 더 부식됐다면 원자로가 녹는 사고로 이어질 뻔했다. 원전 운영은 2년 간 중지됐고 복구 비용으로만 수조원이 들었다.

그는 “오염 물질을 걸러내는 필터에 부식으로 평상시

보다 많은 물질이 나와 교체 주기가 빨라졌지만 상부에 보고하지 않고 매뉴얼대로만 행동했다.”며 “미국에선 이 사고를 계기로 질문을 장려하는 안전 문화가 만들어졌다.”고 말했다. 미리 정한 매뉴얼을 수동적으로 따르는 것만이 원전의 안전을 보장하는 것은 아니다. 문제의 소지가 발견됐을 때 실무자들이 의문을 제기하고 상급자들과 충분히 소통하는 것이 중요하다는 얘기다.

최근 경주 지진으로 가동을 멈춘 월성 1~4호기에 대해 마쓰우라 이사장은 “일본 규슈에서 규모 7.3인 지진이 일어났을 때도 인근 센다이 원전을 중지해야 한다는 주장도 있었지만 관련 기준에 따라 계속 가동을 하고 있다.”고 소개했다. 그러면서 “기준에 맞춰 원전을 수동 중지시킨 것이라면 재가동에 큰 지장은 없을 것”이라고 덧붙였다.

마쓰우라 이사장은 “예리한 칼처럼 무섭지만 잘 관리하면 편리하게 사용할 수 있는 게 원자력”이라며 “일반인들이 원자력에 막연한 두려움을 갖지 않도록 전문가들이 알기 쉽게 교육하는 노력도 계속해야 한다.”고 강조했다.

일본 원전 업계의 원로 마쓰우라 JANSI 이사장이 말하는 안전 비법

- ① 항상 질문하는 자세를 가져라. 직원들이 상사에 질문하도록 시스템을 만들어라.
- ② 엄격하고 신중하게 접근하라. 지나친 과민 반응은 오히려 해가 될 수 있다.
- ③ 문제가 생길 때 항상 소통하라. 기존 매뉴얼로 만든 교육 과정에서 전달되지 않은 내용도 있다. ☺

- 〈중앙일보〉 2016-10-04