동해 바다 밑에서 새로운 대륙지각이 만들어지고 있다

먼 훗날 한반도와 일본, 육지로 연결될 수 있어

글 _ 김규한 이화여대 과학교육과 교수 kyuhan@ewha.ac.kr

울릉도는 1천700만 년 전 일본 열도가 한반도에서 떨어져 나간 후 동해 바다 밑에서 분출한 화산섬이다. 처음 분출한 시기는 270만 년경으로 주로 현무암 용암을 분출하였다. 그 후 네 차례의 큰 화산 분출이 간헐적으로 일어났다. 화산활동은 약 6300년 BP(1950년 기준)경부터 중단돼 현재까지 쉬고 있다. 각 분출 시기 사이에는 시간 간격이 있어 먼저 분출한 용암의 표면은 풍화가 되어 빨간색의 토양으로 되어 있다. 때문에 용암층과 용암층 사이에 붉은색의 토양층을 울릉도 여러 지역에서 관찰할 수 있다. 보통 현무암질 용암은 하와이나 백두산과 제주도에서처럼 멀리까지 줄줄 흘러내려 지형이 평탄하지만, 울릉도는 용암 성분이 조면암질 성분이라 멀리 흘러내리기보다 분출한 부근에서 식어 굳어지게 되어 지형도 가파르다.

울릉도 화산재

울릉도 화산재층에서 62만년된 화강암 발견

그런데 울릉도의 다섯 차례 화산 분출 중 네번째 분출시(6300~9300BP)에는 폭발적인 화산 분출이 일어나 화산재와 부석 조각들이 지표로 대량 분출하여 편서풍을 타고 멀리 날아가 일본 오사카, 서남 일본해, 북부 긴키지역 부근 해저퇴적물 중에서도 울릉도 화산 분출물이 발견되고 있다. 한반도 화산재는 일본 화산재보다 산화나트륨(Na_2O)과 산화칼륨(K_2O) 같은 알칼리 성분이 많이 들어있기 때문에 일본에서 분출한 화산재와 쉽게 구별할 수 있다.

일본의 화산학자들과 고고학자들은 일본의 기카이-아카호야 화산재층이나 아이라-탄자와 화산재층의 분출시대 연구에 대단히 흥미를 가지고 연구하고 있다. 왜냐하면 고고학적으로 일본의 조몬문화 연구에 중요한 시간 기준이 되기 때문이다. 그래서 일본 화산학자들은 한반도의 화산재층에 대하여도 깊은 관심을 가지고 있다.

지난 2000년부터 일본 나고야대학, 가고시마대학, 구마모토대학, 후쿠오카대학의 연구자와 한 · 일공동으로 울릉도와 백두산의 화산재와 부석층에 매몰된 불에 탄 탄화목과 화산재층을 조사하기 시작하였다. 2002년 11월에는 울릉도 화산재층을 조사하는 과정에 저동지역에 분포하고 있는 부석층에서 작은 화강암 조각을 발견하였다. 울릉도는 화산섬으로 화산암만 분포하기 때문에 심성암인 화강암이 나올 것이라는 예상은 아무도 할 수 없는 지질학적 여건이다. 그런데 왜 이곳 부석층에서 화강암의 암편이 존재하고 있을까?

울릉도 화산재층이 분포하고 있는 석포동과 나리분지 일대를 정밀 조사한 결과 석포동 산 중턱에 분포하고 있는 부석층에서

신선하고 비교적 큰 덩어리의 화강암 암편을 다수 확인할 수 있었다. 이 화강암들이 언제, 어디서, 어떻게 만들어졌는지에 대한 문제가 중요하게 대두되었다. 루비듐–스트론튬 방사성 동위원소로 이들 암석 시료의 생성시기를 측정해보니 0.62Ma(1Ma는 100만년)라는 놀라운 결과가 얻어졌다. 나이가 62만년된 젊은 화강암이었던 것이다.

측정결과 너무 젊은 나이가 얻어져 다른 방법의 검증이 필요했다. 칼륨–아르곤 동위원소법으로 각섬석 광물을 이용하여 또다시 연대를 측정하였다. 그 결과 연령은 0.57Ma였다. 약 62만년 된 세계에서 가장 젊은 화강암이 울릉도에서 발견된 것이다. 지금까지 세계에서 가장 젊은 화강암으로 알려진 러시아의 코카스산맥의 칼데라에서 산출된 엘주타 화강암 관입체의 연령 2.8~1.0Ma 보다도 울릉도 화강암이 훨씬 젊은 사실이 확인되었다.

네 번째 화산 폭발 때 지표로 분출

62만 년 전에 만들어진 젊은 화강암이 어떻게 지표에 존재할 수 있을까? 일반적으로 화강암은 지하 수십㎞의 깊은 곳에서 화강암질 마그마가 서서히 냉각되어 만들어진 것이다. 그 화강암체가 지표에 나타나려면 화강암체 위에 있던 수십㎞ 두께의 지층이 지각 변동이나 융기 침식에 의하여 없어져야만 한다. 도봉산이나 관악산의 화강암체는 약 1억7천만년 전에 만들어진 후에 그 위의 지층이 없어져 현재의 산봉우리를 이루고 있음을 생각하면 울릉도 화강암의 의미를 상상할 수가 있을 것이다. 그렇다면 어떻게 울릉도 화강암이 이렇게 빨리 지상에 나왔을까.

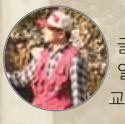
과거 울릉도에서 일어났던 화산 폭발 중 네번째 때(6300~9300BP)는 특히 마그마가 격렬하게 폭발하여 화산재와 부석들이 지표로 분출돼 나왔다. 이같은 폭발적인 분출 형태를 화산학에서는 '프리니형 분출'이라고 한다. 커다란 화강암 덩어리가 부석과 함께 지표로 분출한 사실에서 화산 폭발의 강도가 대단히 컸음을 짐작할 수 있다. 이 때 다량의 부석과 화산재가 함께 나왔다.

한 · 일 공동연구팀은 화강암이 발견된 부석층과 화산재층을 탄소(^{14}C) 동위원소 분석 방법으로 나이를 측정해본 결과, 이 부석층이 프리니형 분출이 일어난 시기와 비슷한 시기인 6만5천~12만1천600년경에 퇴적됐음을 확인했다. 또 과거 화산 폭발 때 생긴 것으로 알려진 현무암 중 울릉도 화강암과 유사한 나이인 것도 있다. 따라서 울릉도 지하 깊은 곳에 굳어져 있던 화강암이 화산이 폭발하면서 깨져 부석이나 화산재와 함께 지표 밖으로 튀어나온 것이 확실시되었다.

울릉도 화강암

화강암은 한반도나 일본열도의 대륙지각을 구성하고 있는 암석이다. 그렇다면 이 화강암이 울릉도 지하 깊은 곳에서 만들어진 것이라면 울릉도 섬 밑 깊은 곳에서 대륙지각이 만들어지고 있는 증거가 아닐까? 정말 놀라운 지질학적 현상이 아닐 수 없다. 일본열도가 떨어져 나간 후 동해 밑에는 해양지각이 만들어졌다고 알려졌으나 아직 지질 학계에서는 논란이 많다. 울릉도에서 나이가 젊은 화강암이 발견됐다는 사실로 울릉도 지하 깊은 곳에서 규모는 아직 알 수 없지만 젊은 대륙지각이 만들어지고 있음을 확인한 셈이다. 해양지각이 반려암과 현무암으로 주로 구성돼 있는 반면 대륙지각을 구성하는 대표적인 암석은 화강암이기 때문이다.

만약 실제로 동해 해저에 거대한 대륙지각이 만들어지고 있다면 어떤 일이 일어날까. 오랜 지질시대가 지난 후에 지하 깊은 곳에서 판구조운동이나 지구조운동이 일어나 현무암질 해양지각보다 밀도가 낮은 화강암질 대륙지각이 위로 떠오를 가능성을 점칠 수 있다. 즉 울릉도 부근 동해 해저기반이 융기해 동해가 사라질 수 있다는 얘기다. 그러면 한반도와 일본열도가 과거와 같이 다시 육지로 이어질지도 모른다. ST



글쓴이는 연세대학교 지질학과를 졸업 후, 동대학원에서 석사학위를, 일본 나고야대학에서 박사학위를 받았다. 현재 이화여대부속고등학교 교장을 겸임하고 있다.