

# 경주시 남동부 지역의 해안단구 지형발달을 통해 검토한 제4기 지체구조 운동

신재열 · 황상일

경북대학교 지리학과

## 1. 서론

한반도 동해안 일대는 해안단구(海岸段丘, coastal terrace)의 발달이 특징적인 곳이며, 최근에 들어 동해안 해안단구의 연구는 구정선고도 100m 이상의 고고위 단구면에 대한 논의가 활발히 진행되고 있다. 고고위면의 존재는 Kim, S.W(1973)에 의해 처음으로 구정선고도 130m의 봉화재면이 언급된 이후, 윤순옥 외(1999, 2002, 2003), 황상일 외(2002, 2003)에 의해 계속적으로 확인되어 왔으며, 최성길 외(2003)에 의해서도 보고된 바 있다.

한편으로 경주시 양남면 일대에서는 최근 해안단구면을 변위시키고 있는 활성단층이 확인되어 제4기 동안 일어났던 지각변형에 대해 관심이 집중되고 있다. 경주시 양남면 읍천리와 수렴리에서 1998년 한국자원연구소가 발견한 수렴단층(한국자원연구소, 1998; 이봉주 외, 1999)과 읍천단층(한국자원연구소, 1998; 이봉주 외, 1999)은 월성 원자력발전소 부근에 있어 단층의 운동시기와 활성여부, 연장길이, 변위량, 변위속도 등의 규명이 중요한 문제로 대두되고 있다. 특히 활성단층 논의에 있어서는 제4기층의 변위여부가 단층운동의 중요한 지시자가 되는 만큼 제4기층에 대한 면밀한 조사와 분석이 필수적이다. 그러나 읍천단층과 수렴단층의 경우에 있어서 기존에 발표된 연구 보고서 내에는 단층에 의해 변위된 해안단구면의 분류와 체계를 보다 정밀하게 재검토 할 필요가 있을 것으로 판단된다. 한편, 읍천리 중위면상의 한국수력원자력(주) 사택단지 내에서도 단구역층을 변위시키고 있는 활성단층이 2004년 2월 새로이 발견되었으며 그 조사내용을 보고하고자 한다.

## 2. 본론

본 조사과정에서 확인된 총 104개의 해안단구 지형면은 구정선고도를 기준으로, 구정선고도 25m의 저위 I (L I)면, 50m의 중위(M)면, 75~80m의 고위 II (H2)면, 90m의 고위 I (H1)면, 110~115m의 고고위(HH2)면, 140m의 고고위 I (HH I)면, 155~160m의 고고위읍천(HH YC)면으로 분류하였다.

이 중 수렴단층은 해안단구 중위면상에서 발견된 활성단층으로 노두의 위치는 해발고도 50m 지점이다. 수렴단층의 주향은 N35° E, 경사는 45° SE이며, 상반과 하반에서 단구역층의 층리를 대비하였을 경우 상반이 하반을 약 1m 올라탄 역단층(reverse fault)으로 확인된다(그림 1).

오발산단층은 읍천리에 위치한 한국수력원자력(주) 사택단지 내에서 2004년 2월 새로이

확인된 단층이며, 이번에 처음 보고된다. 단층이 발견된 지형면은 해발고도 40~55m에 분포하는 해안단구 중위면상이며, trench가 동-서 방향으로 폭 8m, 길이 20m, 깊이 9m로 설치되었다. trench 설치 지점은 해발고도 53m이다(그림 2).

노두에서 기반암은 상반에서만 확인될 뿐, 하반에서는 나타나지 않는다. 다만 trench를 판 관계자의 진술에 따라 42m 지점에서 하반의 기반암을 확인하였다는 진술을 참고하면, 노두에서의 퇴적상은 하서리안산암의 기반암 상위로 단구역층이 8.5m, 역층 상위로 다시 고토양층이 2.5m 퇴적되어 있는 것으로 확인된다. 표토층은 과거의 부지 조성 과정에서 절토가 이루어져 현재는 확인되지 않는다

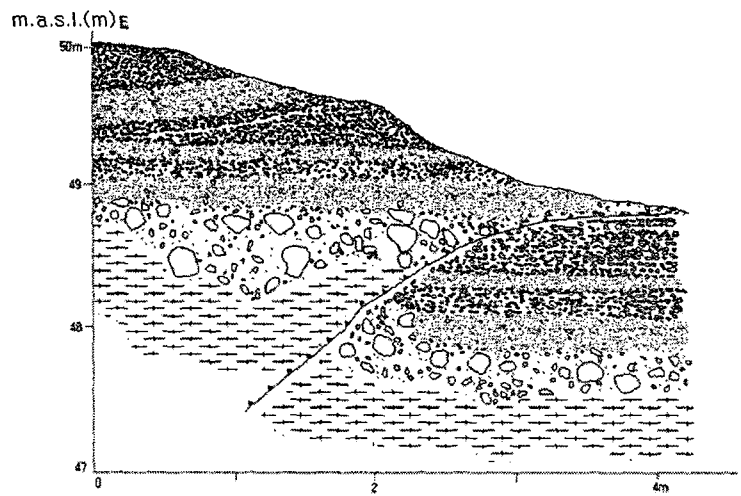


그림 1. 수렴단층

오발산단층은 하부로부터 기반암과 단구역층, 단구역층과 단구역층을 예인·절단하고 있으며, 단구역층과 고토양층 접촉하는 최상부에서 단층선의 자취가 점차 불분명해져 고토양층으로 매몰되고 있다. 주향은 N40° E이며, 경사는 단구역층과 단구역층이 접촉하는 주단층대에서 40° SE이다. 그러나 역층 최상부로 갈수록 저각으로 변화하여 단구역층과 고토양층이 단층접촉하는 최상부에서는 20° SE으로 나타난다.

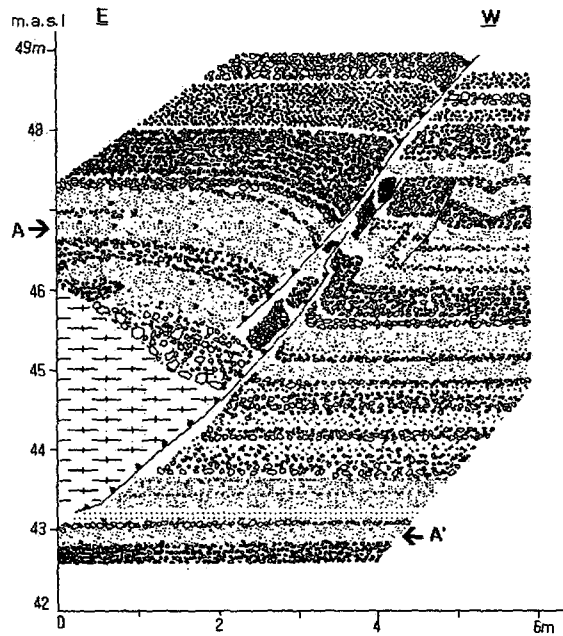


그림 2. 오발산단층

상·하반의 퇴적층리를 기준으로 운동감각을 확인하고자 할 때 상반과 하반의 층리가 정확히 대비되지는 않으나, 노두상의 전체적인 퇴적상을 고려하면 그림 2에서 A-A'층이 대비될 것으로 판단된다. 이에 따르면 운동감각은 상반이 하반을 타고 오른 역단층성 운동으로 확인되며, 변위량은 3.3m이다. 그러나 단층면상에서 채취한 단층활면(slickenside)의 미끄럼선(slickenline) 방향이 남동 방향으로 경사진 단층면에 동북동 방향을 나타내고 있어, 상반의 상승이동이 단층의 주향과 경사 방향 사이의 방향으로 이동한 사교이동(oblique slip)성분이 강한 것으로 확인된다. 한편 단구역층 내에는 역단층 성분을 지시하는 예인구조(drag)가 확인되며, 비지대를 따라서는 변위시 끌려들어간 해성역들이 비지대와 평행하게 장축방향으로 배열되어 있다.

### 3. 결론

1) 읍천-봉길 지역에는 구정선고도가 다른 8개의 해안단구가 발달하고 있다. 그리고 각 해안단구 구정선고도들의 비교차는 20~30m로 비교적 균일하다. 이것은 해안단구 지형면을 형성한 간빙기와 간빙기 사이의 간격이 거의 같았음을 의미한다. 한편으로 저위 I 면에 대한 아미노산 연대측정 결과가 MIS 5e(125 ka) 시기로 편년된 결과(최성길 1995; 1996)에 근거하여 고고위 읍천면은 MS 17, 고고위 I 면은 MIS 15, 고고위 II 면은 MIS 13, 고위 I 면은 MIS 11, 고위 II 면은 MIS 9, 중위면은 MIS 7, 저위 I 면은 MIS 5e, 저위 II 면은 MIS 5c 또는 5a 시기에 형성된 것으로 추정된다.

2) 조사지역 내에서 제4기층을 변위시키고 있는 활성단층들은 공통적으로 북동-남서 방향 내지 북북동-남남서 방향의 주향을 가지는 역단층들이다. 이 중 1998년도 조사가 이루어진

읍천단층과 이번에 조사된 오발산단층은 연속되는 단층선상으로 추정된다. 한편 읍천리와 수렴리에서 활성단층이 통과하는 중위면은 MIS 7(25~19만년 BP)에 형성된 지형면이다. 이들 단층의 노두에서 변위량은 오발산단층 3.3m, 읍천단층 6m, 수렴단층이 1m이므로 지형면 형성시기를 약 22만년 BP로 본다면 평균변위속도는 각각 0.015mm/year와 0.027mm/year, 0.005mm/y이다. 수렴단층을 제외한 읍천리 활단층의 변위속도는 일본의 활단층 기준으로 C 급에 해당하는 것이다.

3) 한반도 남동부 지역의 제4기 해안단구를 형성한 2가지 주요 인자는 빙하성 해면변동과 지반용기이다. 이 중 지반용기는 약 500~350만년 BP 이후(문태현 외, 2000) 또는 제4기 초(최범영 외, 2002)부터 한반도에 영향을 미친 동-서 횡압축력에 의해 발생한 단층운동의 누적 변위에 의한 것으로 판단된다.

## [참고문헌]

한국자원연구소, 1998b, 활성단층 조사평가 연구-한반도 동남부 지역-, 한국자원연구소(KR-98(C)-22.

한국자원연구소, 1998c, 활성단층 조사평가 연구, 한국자원연구소(KR-97(C)-5)

한국원자력안전기술원, 2003, 지진안정성 평가기반기술개발, 한국원자력안전기술원.

이봉주 · 류충렬 · 최위찬, 1999, 경주시 양남면 일대의 제4기 단층, 지질학회지, 35(1), pp.1-14.

Kim, S.W., 1973, A Study on the Terraces along the Southeastern Coast(Bangeogin~ Pohang) of the Korean Peninsula. The Journal of Geological Society of Korea, 9(2), pp.89-121.

문태현 · 손문 · 장태우 · 김인수, 2000, 한반도 동남부 제3기 분지지역에서의 고응력장 복원, 한국지구과학회지, 21(3), pp.230-249.

윤순옥 · 황상일 · 정혜경, 1999, 한국 남동해안 감포 나정리-대본리의 해안단구 지형발달, 한국지형학회지, 6(2), pp.99-119.

윤순옥 · 황상일 · 정석교, 2002, 삼척 오심천 중 · 하류부의 하안단구 지형발달, 대한지리학회지, 37(3), pp.222-236.

윤순옥 · 황상일 · 반학균, 2003, 한반도 중부 동해안 정동진, 대진지역의 해안단구 지형발달, 대한지리학회지, 38(2), pp.156-172.

최범영 · 류충렬 · 권석기 · 최위찬 · 황재하 · 이승렬 · 이병주, 2002, 포항-울산 지역의 단층 구조 분석: 활구조 운동에 대한 접근, 지질학회지, 38(1), pp.33-50.

최성길, 1993, 韓國 東海岸에 있어서 最終間氷期の 舊汀線高度 研究-後期 更新世 河成段丘의 地形層序的 對比의 觀點에서, 韓國第四紀學會誌, 7(1), pp.1-26.

최성길, 1995, 韓半島 中部東海岸 低位海成段丘의 對比와 編年, 大韓地理學會誌, 30(2),

pp.103-109.

최성길, 1996, 韓國 南東部海岸 浦項 周邊地域 後期 更新世 海成段丘의 對比와 編年, 韓國地形學會誌, 3(1), pp.29-44.

최성길 · 장호 · 김주용, 2003, 韓半島 南東部海岸 高位海成段丘의 新分類 試案, 한국지형학회지, 10(1), pp.93-98

황상일 · 윤순옥 · 박한산, 2003, 한국 남동해안 경주-울산 경계지역 지경리 일대 해안단구 지형발달, 대한지리학회지, 38(4), pp.490-504.

Jolivet, Laurent and Huchon, Philippe, 1991, Arc Deformation and Marginal Basin Opening: Japan Sea as a Case Study, Journal of Geophysical Research, 96(3), pp.4367-4384.

Yo-ichiro, Otofuji, 1996, Large tectonics movement of the Japan Arc in late Cenozoic times inferred from paleomagnetism: Review and synthesis, The Island Arc, 5, pp.229-249.