

三陟 五十川 중·하류부의 河岸段丘 지형발달

윤순옥* · 황상일** · 정석교***

The Geomorphic Development of River Terraces along the Middle and the Lower Parts of the Osip-cheon River in Samchok City

Soon-Ock Yoon*, Sang-Il Hwang**, and Sok-Gyo Cheong***

요약 : 태백산맥 동사면을 흘러 직접 동해로 유입하는 삼척 오십천의 중·하류부 하안단구는 기후단구와 해면변동단구로 구분된다. 기후단구는 5단이 확인되며, 해면변동단구는 해발고도 145-150m까지 7단의 지형면이 20-30m 간격으로 분포한다. 이와 같은 해면변동단구의 수직적 분포특징은 지반의 지속적인 융기와 기후변화에 의한 빙기와 간빙기의 해면승강작용의 결과이다. 해면변동단구 고고위면은 한반도에서 현재까지 보고된 가장 높은 해안단구보다 해발고도가 더 높다. 해발고도 40m에 분포하는 해면변동단구는 marine oxygen isotope stage 7, 해발고도 70m인 해면변동단구는 stage 9, 해발고도 90m인 해면변동단구는 stage 11, 해발고도 110m 지형면은 stage 13, 해발고도 150m 지형면은 stage 15의 간빙기에 형성된 것으로 추정된다. 중위면, 고위면과 고고위면에는 doline와 함께 uvala와 같은 카르스트지형이 발달하고 있으므로 토지이용과 지형경관이 특징적이다.

주요어 : 오십천, 기후단구, 해면변동단구, 고고위면, 산소동위체시기

Abstract : The Osip-cheon river flowing on the east side of the Taebak mts. has formed river terraces on the several heights along the middle- and downstream. The river terraces are classified into 5 climatic ones and 7 thalassostatic ones. The thalassostatic ones are found to the height of 145-150m level at 20-30m intervals. These vertical distribution is caused by the continuous uplift and periodical rise and fall of the sea-level. The high higher surfaces among the thalassostatic ones are the highest among those of Korea. The chronologies of the terraces are correlated to the marine oxygen isotope stages : The thalassostatic terraces on the level of 40 m.a.s.l. are to the stage 7, 70 m.a.s.l. to the stage 9, 90 m.a.s.l. to the stage 9, 110 m.a.s.l. to the stage 11 and those of 150 m.a.s.l. to the stage 15 among the Interglacial Ages. The landuses and geomorphic landscapes of the Samchok area are characteristic, because the karst landforms, such as doline and uvala, are developed on the surfaces of the middle-, the higher- and the high higher surfaces of river terrace.

Key Words : Osip-cheon river, climatic terraces, thalassostatic terraces, the high higher surface, marine oxygen isotope stage

1. 문제제기와 연구 목적

신생대 제4기 한반도 지반운동의 형태와 기후변화에 의한 침식기준면 및 퇴적환경 변화에 대한 논의는 주로 하안단구, 해안단구, 선상지, 해안층적 평야의 지형발달에 대한 연구를 통하여 이루어지

고 있다. 이 지형들 중 바다로 직접 유입하는 하천을 통하여 형성된 하안단구는 상류와 중류부에서는 단구면은 氷期에, 단구에는 間氷期에 만들어졌으며, 바다로 유입하는 하천의 하류부에서는 間氷期에 단구면, 氷期에는 단구애가 형성된다. 전자는 기후단구, 후자는 해면변동단구라고 불리워진다.

* 경희대학교 문리과대학 지리학과 및 기초과학연구소 부교수(Associate Professor, Department of Geography and Research Institute for Basic Sciences, Kyung Hee University)

** 경북대학교 사회과학대학 지리학과 전임강사(Full-time Lecturer, Department of Geography, Kyungpook National University)

*** 경기기계공업고등학교 교사(Teacher, Gyeonggi Mec. Tec. High School, Seoul)

이들은 제4기 동안 내륙과 바다에서 있었던 환경 변화의 내용을 모두 포함하고 있고, 간빙기에 형성된 해면변동단구는 해안단구와 같은 시기에 형성된 지형면이므로 해안단구와 연계하여 지형발달을 논의할 수 있는 단서가 된다. 그러나 현재까지는 한국 동해안의 하안단구와 해안단구의 연구는 독립적으로 이루어졌으므로, 하안단구와 해안단구 지형면들 사이의 상호관계에 대한 고찰은 매우 부족하다.

동해로 직접 유입하는 하천들 중 포항 냉천(최성길, 1991), 울진 왕피천(송언근, 1993), 稔德 五十川(金東二, 1993)을 연하여 복수의 하안단구가 분포하고 있음이 보고되었다. 최성길은 냉천 하류부 하안단구를 간빙기 고해면과 관계되어 형성된 빙하성 해면변동단구로 분류하였으나, 그의 연구는 해발고도 20m 이하의 저위면으로 한정되었다. 한편 한국 동해안에는 간빙기 고해면에 대응하여 형성된 해안단구들이 해면으로부터 고도차를 달리하면서 분포하며, 이 지형에 대해 1970년대 이래 많은 연구성과가 축적되었다. 그러나 각 연구자들마다 해안단구 지형면의 대비에 상당한 차이를 보이고 있다. 이 연구들에서 해발고도가 가장 높은 해안단구면은 김서운(1973)이 포항-울산 사이에서 분류한 봉화재면으로 해발고도 90-130m이며, 이보다 한 단 낮은 것은 Oh, G. H.(1981)의 정동진단구, Chang, H.(1987)의 심곡면, Lee, D. Y.(1987)의 제5단구, Kim, J. Y.(1990)의 제5단구, 김주용 외(1998)의 제5단구로 구정선고도가 80m 내지 100m이다. 해안단구가 한반도 지반운동과 제4기 해면변동을 설명하는데 중요한 의미를 가짐에도 불구하고 해발고도 100m 이상의 해안단구 지형면에 대한 연구는 아직 시작의 단계에 머물러 있으며, 봉화재면에 대한 비판적인 논의는 거의 이루어지지 않았다.

본 연구에서는 태백산맥 동사면을 흘러 직접 동해로 유입하는 삼척 오십천의 중·하류부 하안단구의 공간분포와 수직적인 분포 특성을 밝히고, 이를 통하여 하안단구와 해면변동단구의 상호관계를 파악하였다. 그리고, 해발고도 100m 이상의 고도에서 해면변동단구를 확인하여, 같은 시기에 형성된 해안단구 존재 가능성을 확인하였다.

이와 같은 논의를 위해 1:20,000 항공사진, 1:5,000 및 1:25,000 지형도 판독으로 지형면 분류

를 행하고, 현지조사를 통해 지형분류도를 완성하고 노두조사로 하안단구 퇴적물의 특징을 파악하였다. 각 지형면을 하구에서의 거리-해발고도 그래프에 기입하여 수직적인 분포와 지형면들 사이의 연결관계로 기후단구와 해면변동단구를 구분하였다. 그리고 해면변동단구 중 오십천 하구에서 상당히 멀리 떨어져 분포하는 고위면과 고고위면이 형성된 당시의 오십천 하류부 해안환경을 복원하여 지형면 형성의 가능성을 살펴 보았다.

2. 연구지역 개관

강원도 太白市 白屏山(1,259m)에서 발원하는 오십천은, 四金山(1,092m), 六白山(1,244m), 삿갓봉에서 발원하는 崙只川, 德頂山(1,070m)에서 발원하는 武陵川 등을 합류하여 동해로 유입한다. 오십천은 主流의 길이 약 55km이며, 중류부에서부터 감입곡류하여 신기리에서 하구부까지 곡률도가 매우 높다(그림 1). 이 하천은 발원지에서 하류쪽으로 48km까지는 북동쪽으로 흐르다가, 桃京川 합류지점에서부터 하구까지 약 7km 구간에서는 동류한다. 하상구배는 하구에서 약 42km 떨어진 삼척시 도계읍 도계리보다 상류구간은 하상구배가 52.94%로 매우 급하며 도계읍 심포리의 미인폭포는 하천쟁탈로 생긴 천이점이다. 한편 중류부와 하류부는 하상구배가 각각 4.71%, 1.76%로 완만하다. 하구에서 약 29km 떨어진 新基面 安衣里보다 하류에는 하안단구, 단구애, 구하도, 절단곡류, point bar, 범람원이 잘 발달되어 있다.

오십천은 평균 분기율이 3.575로 섬진강, 북한강, 남한강보다 낮아 이들 하천에 비해 상대적으로 지류 발달이 미약하며, 상류구간에서 하계망은 半樹枝狀 패턴이 탁월하다. 중·하류구간 좌안에서는 武陵川을 제외하고 대부분 2, 3차 하천이 본류에 직각으로 합류한다. 이러한 현상은 1,000m 이상의 높은 산지로 되어 있는 서쪽 분수계가 오십천에 인접하여 있어, 지류들의 하상경사가 매우 급하기 때문이다. 오십천의 하류부 우안에서는 新基面을 경계로 樹枝狀 패턴이 나타난다.

오십천 상류부에는 고생대 평안누층군이 분포하여 도계읍을 중심으로 탄전이 많이 있었으나, 중류

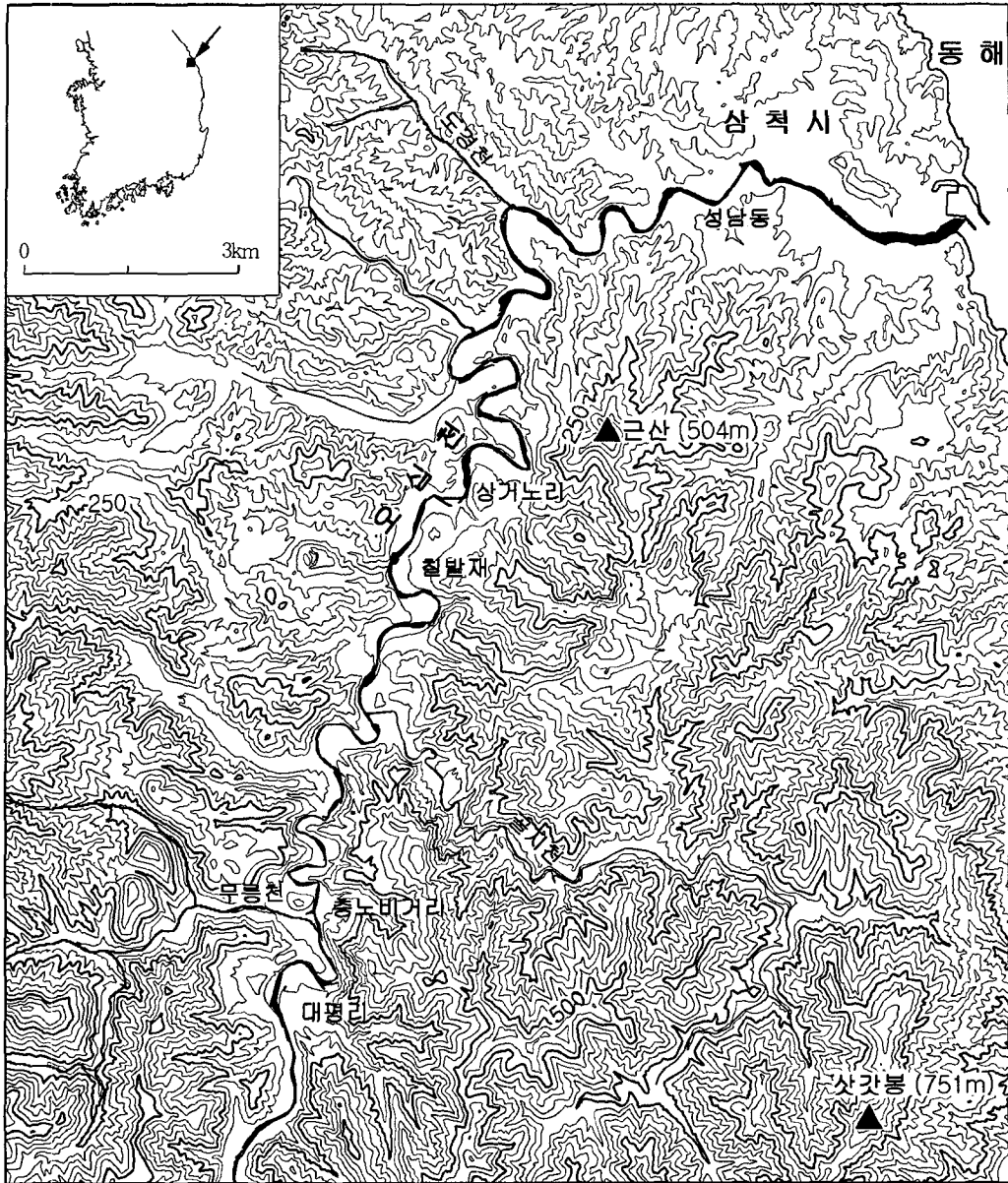


그림 1. 오십천 중·하류부 지형개관

부와 하류부에 해당하는 三陟市 서부와 未老面, 新基面, 道溪邑, 盧谷面 북부와 서부 및 下長面 남부와 북서부로 이어지는 지역은 고생대 조선누층군이 분포하여 karst 지형이 나타난다. 특히 新基面 新基里, 충노비거리, 未老面 上巨老里, 三陟市 城南洞 등의 하안단구면 상에는 원형 및 타원형의

doline, uvala, sinkhole 등이 다수 분포한다. 하구부는 선캠브리아기의 변성암류인 편마암으로 되어있다(그림 2).

오십천 상류에도 하안단구가 분포하고 있으나, 본 연구에서는 모식적으로 하안단구와 곡류절단이 잘 나타나는 구간인, 하구에서부터 29km 상류에

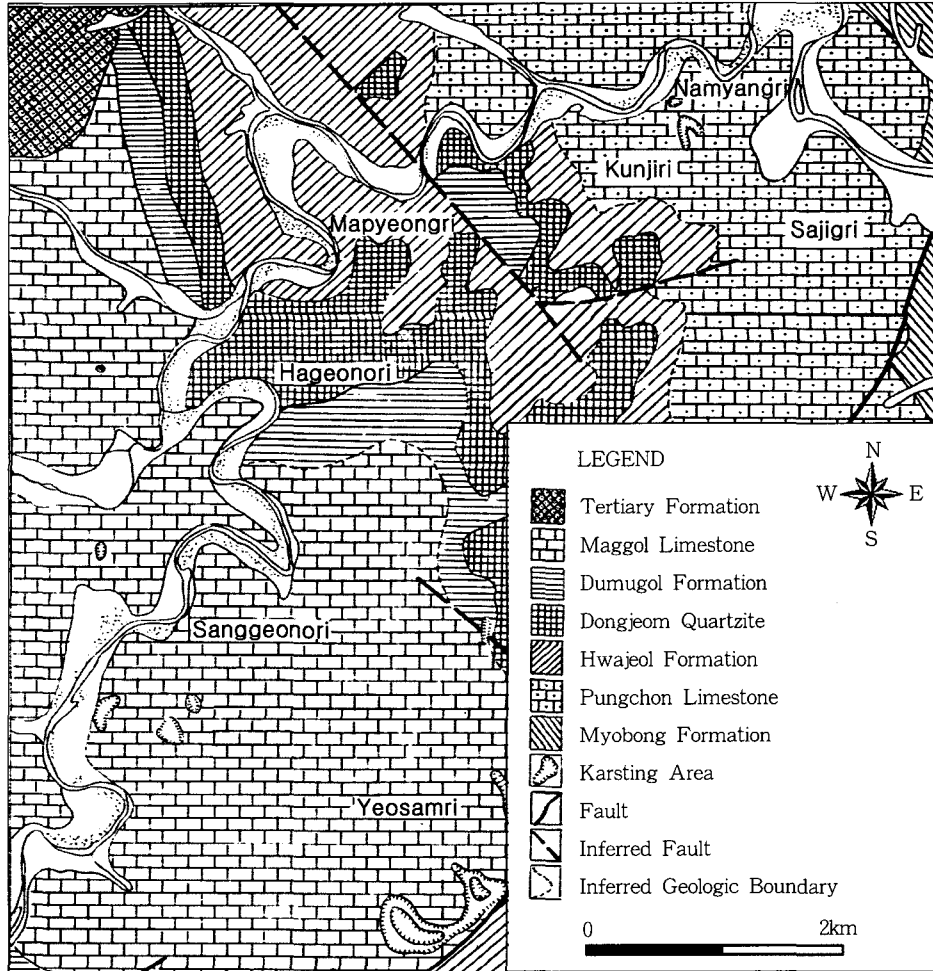


그림 2. 오십천 중·하류부 지질(서무송, 1969)

있는 삼척시 신기면 安衣里부터 하구부 사이의 오십천 중류와 하류 지역을 대상으로 하였다.

3. 하안단구의 지형면 분류

그림 3은 연구지역의 하안단구 분류도이고, 그림 4는 현재 오십천 하상중단면에서 하안단구면의 분포특징을 보여준다. 해면변동단구는 간빙기의 고해면에 대응하여 형성되었으므로 해안단구와 거의 같은 해발고도로서 하천의 가장 하류부에 분포한다. 오십천은 동해로 직접 유입하는 비교적 짧은 하천이므로 기후단구와 해면변동단구가 함께 나타

날 수 있으므로, 지형면들의 현 하상과 비교차, 해발고도 등을 고려하여 이 두 종류의 단구를 구분하였다.

하구에서 31km 떨어져 있는 安衣里와 하구에서 7km 내륙에 있는 삼척시 마평리 사이에는 다섯단의 기후단구가 확인된다. 한편 하구에서 약 21km 떨어진 상정리에서부터 해면변동단구가 나타나기 시작하며 여섯단의 단구면으로 세분된다.

1) 해면변동단구

해면변동단구는 대체로 상거노리 부근에서 현재 삼척시가지가 있는 곳까지 분포한다. 이것은 오십천을 연하여 하상과 거의 평행하게 분포하는 기후

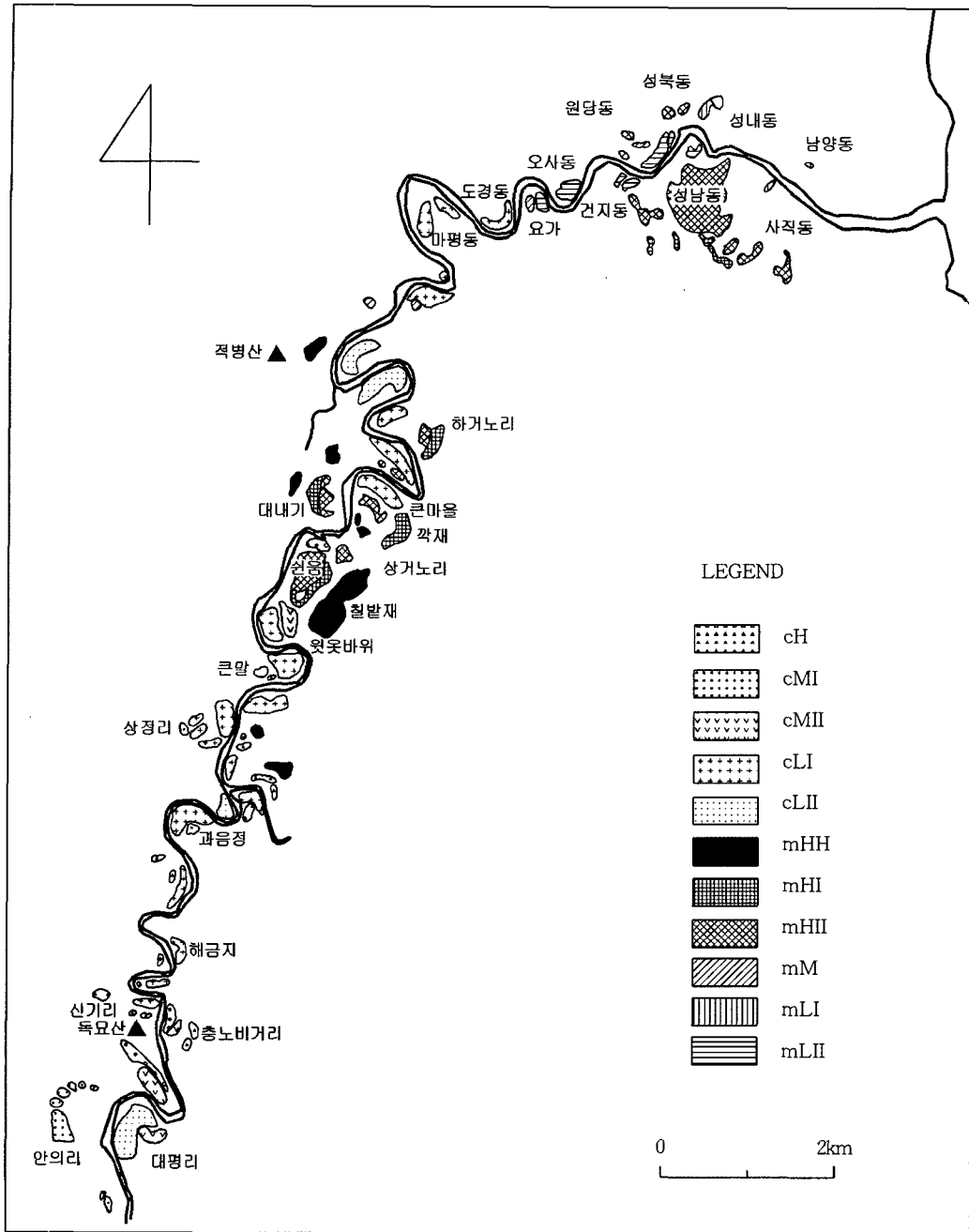


그림 3. 오십천 중·하류부 하안단구 분포

단구와 달리, 하류쪽으로 향할수록 현재 오십천 하상과의 비교차가 커지며, 전체 지형면의 해발고도가 일정 고도에서 거의 같은 수준을 이루고 해면과 평행하게 분포한다. 따라서 이들 단구면들은 해안

단구와 같은 시기에 형성되었다고 볼 수 있으므로 단구면의 명칭은 현재 한국 동해안 해안단구 중 가장 분명하고 규모가 큰 정동진면이 고위면으로 불리고 있는 것을 감안하여 부여하였다. 그림 2와 4에

서 볼 때, 이 지역의 해면변동단구는 고고위면(mHH), 고위I면(mHI), 고위II면(mHII), 중위면(mM), 저위면(mLI), 저위II면(mLII)으로 구분된다.

(1) 해면변동단구 고고위면(mHH)

해면변동단구 고고위면(mHH)은 지금까지 학계에서 가장 고도가 높은 것으로 보고된 해안단구 봉화재면보다 더 높은 해발고도 140~150m에서 확인된다. 하류부에서 21km 떨어진 상정리에서부터 미로면 칠발재, 대내기재, 대내기재 북쪽의 고립산정부, 적병산 산정부 등에서 확인된다. 이 지형면들에는 doline가 발달하며, 지형면의 표층부에는 pebble급에서 cobble급 원력들이 흩어져 있다.

上巨老里 高高位面은 해발고도 150m, 하상비고 110m에 분포한다. 오십천 중, 하류부에서 두 번째 넓은 단구면으로 지형면에는 여러개의 규모가 매우 큰 doline가 형성되어 있다. 지형면의 기복은 doline의 sinkhole로 인하여 약 40m에 이른다. 이 지형면의 해발고도 148m 부근에서 절개한 노두에서 관찰한 바에 의하면, matrix는 clayey silt로 매우 compact하며 bedding은 확인할 수 없었다. 표층부는 적갈색(2.5YR 4/6)이지만, 지표면에서 40cm보다 깊은 곳은 10R 4/6으로 적색화가 매우 진전되어 있다. 노두에서 확인되는 자갈은 대부분 boulder와 cobble급 원력이며 pebble급 원력도 많이 포함되

어 있다. 이 역들은 대부분 완전히 풍화되어 호미로 굵으면 역들의 단면들이 모자이크 무늬가 된다. granule들은 대부분 완전히 토양화되었다.

상거노리 1동 남쪽의 해발고도 140.4m의 독립봉우리에서는 원력이 지표면에 매우 드물게 흩어져 있으나, 기반암이 지표면 가까이까지 드러나 있다. 기반암 위에는 50cm 두께로 적색화가 매우 진전된 적색(10R 4/6) clayey silt층으로 되어 있으며, 역층의 노두를 발견할 수 없었다.

대내기 서쪽 해발고도 145m 부근에서 노두가 확인되는데, matrix는 매우 compact한 clayey silt이며 bedding은 인정되지 않는다. 지표면에서 40cm 아래에 있는 matrix의 토양색은 적갈색(5YR 4/8)으로 칠발재의 경우보다 적색화가 덜 진전되어 있다. 자갈은 대부분 cobble과 pebble급 원력이다. 역은 대부분 신선하여 matrix와 잘 분리된다. 노두에서 확인되는 역의 밀도는 칠발재보다 낮다.

상거노리에서는 고고위면보다 낮은 해발고도 110m에 원력으로 피복된 지형면이 나타난다. 이곳의 지표면에는 pebble 및 cobble급 원력이 흩어져 있으며 boulder와 cobble급은 아원력도 포함되어 있다. 표층 아래 50cm까지 판 인공노두에서는 pebble 및 granule급 원력과 cobble급 원력과 아원력이 대단히 높은 밀도로 포함되어 있다. 이 자갈들은 대부분 완전히 풍화되었으나 드물게 상당히 신선한

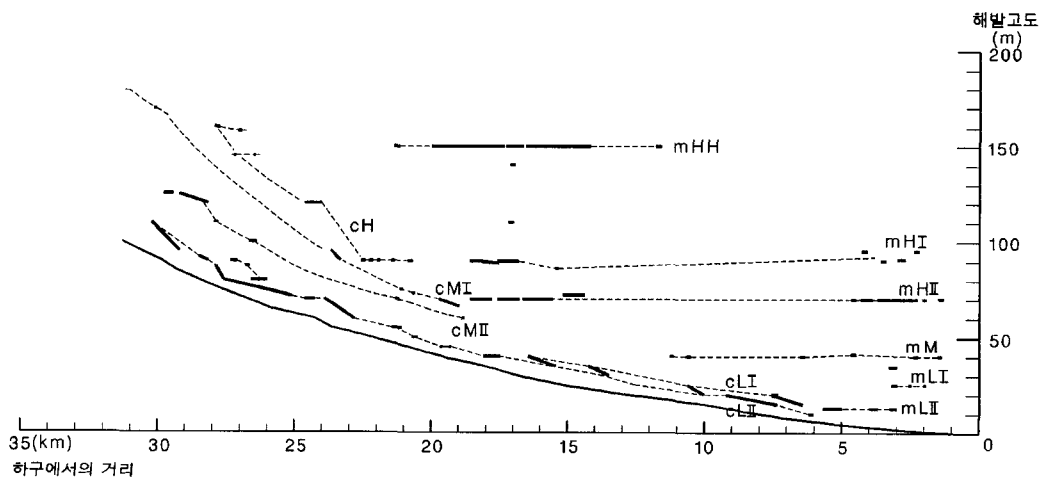


그림 4. 오십천 중 · 하류부 하안단구 수직분포

것들도 포함되어 있다. 해면변동단구 고고위면에 비해 상대적으로 적게 풍화되었으며, 역의 입경도 작은 편이다. matrix물질은 표층 아래 30cm에서 적갈색(2.5YR 4/6)이고 하부로 갈수록 clay의 비율이 높아져 표층에서 50cm 아래에는 토양이 매우 compact하다.

(2) 해면변동단구 고위I면(mHI)

해면변동단구 고위I면(mHI)은 해발고도 90m 정도에서 나타나는데, 상거노리, 원음, 대내기, 각재 부근에서 분포하고, 현재 삼척시의 남쪽 성남동에 지형면들이 확인된다. 상거노리 부근에서는 하상과의 비고차가 55m, 각재 부근에서는 60m, 가장 하류부인 삼척시 부근에서는 90m이므로 하류쪽으로 갈수록 현 하상과의 비고차가 커진다. 지형면들은 개석을 많이 받았으며, 지형면 위에는 doline가 형성되어 있다. 표층에는 pebble급에서 boulder급에 이르는 원력들이 광범위하게 분포하고 있다.

상거노리 mHI면은 해발고도 60-90m, 하상비고 28-50m에 분포한다. 단구면에는 여러 개의 doline가 분포하고 있다. 지형면이 산지사면과 만나는 동쪽 가장자리를 따라 도로공사를 위해 만들어진 두께 4m 내외의 인공노두에서 역층을 확인할 수 있었는데, cobble 및 pebble급의 원력이 퇴적되어 있었다. matrix는 clayey silt이고 대단히 compact하며 적색화가 진전되어 붉은 색을 띤다. 역들은 대부분 해머로 치면 쉽게 부서졌으나 신선한 것들도 포함되어 있었다. B층의 토양색은 명적갈색(5YR 5/8)이며, 주로 밭으로 이용되고 있다.

城南洞에서는 오십천 남쪽의 남산 일대에 광범위하게 분포하는 해면변동단구 고위II면의 남쪽에서 다소 단편적이지만 4개의 지형면이 확인된다. 이들은 능선의 형태로 분포하지만, 지형면에 doline가 형성되어 있다. 지형면의 표층에 pebble 및 cobble급의 원력이 흩어져 있고, 도로개설을 위한 두께 3m 정도의 인공노두에서 역층을 확인할 수 있다.

(3) 해면변동단구 고위II면(mHII)

대내기, 상거노리 큰마을 남쪽, 하거노리 물방아골에서는 해발고도 70-75m 정도에서 확인되고, 원당동, 성북동, 건지동, 성남동 남산 부근에서는 해

발고도 70m에서 나타난다.

元堂洞의 지형면 노두에서 표층 아래 B층을 이루는 matrix는 적색(10R 4/8)이며, 토지이용은 과수원으로 밤나무 단지가 조성되어 있다. 지형면의 기복차는 20m 정도이고, doline는 발견되지 않았다.

城北洞에서는 지형면이 해발고도 45-70m에 위치한다. B층의 토양색은 적색(10R4/8)이다. 산지의 사면에 좁게 분포하여, 면의起伏는 20m로 경사가 급한 편이다. 밭으로 이용되고, 주거지가 점차 늘어나고 있는 추세이다.

건지동에서 이 지형면은 해발고도 50-70m에 분포하며, 단구면 위에 여러 개의 doline가 발달해 있다. 이와 같은 끼지형의 발달로 지형면의 기복은 35m로 대단히 크다.

城南洞에서는 50-70m에 분포하며, 단구면 위에 약 8개의 doline와 2개의 uvala가 발달해 있다. 이와 같은 끼지형의 발달로 지형면의 기복은 35m로 대단히 크게 나타난다. B층의 matrix 토양색은 적색(10R 4/6)이다. 노두는 발견되지 않았으나, 경작지 주변에서는 boulder급 아원력과 cobble 및 pebble급의 원력이 발견되고, cobble급 이하는 해머로 가볍게 쳐도 쉽게 부서질 정도로 심하게 풍화되어 있다. pebble급의 자갈은 지압으로 부서진다. 지형면은 밭으로 이용되며, 토질이 비옥하고 삼척시내와 인접해 있어 채소재배가 활발하다. 하상 고도가 높고 karst 지형이 발달하여 농업용수 확보에 어려움이 많아 지하수를 이용하기 위한 관정이 다수 개 발되어 있다. 또한 공동묘지와 밤과 감을 재배한 과수원도 분포한다.

(4) 해면변동단구 중위면(mM)

무사리, 아랫사둔, 건지동, 요가, 원당동 서부초교 부근, 성북동 실직왕릉비 남쪽, 교동 일대에 해발고도 40m 부근에 분포한다.

元堂洞 중위면은 해발고도 35-41m, 하상비고 31-37m에 위치한다. B층의 토양색은 암적갈색(2.5YR 3/6)이다. 단구면에는 아파트단지와 서부초등학교 등 시설물이 입지하여 있고, 나머지 부분은 밭으로 이용되고 있다.

城內洞에서는 해발고도 35m에 위치하는데, 삼척천주교회의 건설 공사장의 인공노두는 호미로 긁어낼 수 있을 정도로 역층이 거의 완전히 풍화되

어 있었다. B층 matrix 토양색은 적갈색(2.5YR 4/6)이며, cobble급 원력으로 일부 지역에서는 지압으로 암석이 부서지기도 한다.

(5) 해면변동단구 저위I면(mLI)

城內洞에서 해발고도 20-25m에 지형면이 분포하는데, 이곳은 삼척시내의 중심지로 1970年代까지만 하여도 주요 관공서가 집중되어 있었고, 지금도 오래된 건축물을 볼 수 있어 삼척은 이 지역을 기반으로 도시가 성립되었다. 關東八景의 하나인 竹西樓가 단구면 위에 위치한다. 주변에 있는 구하상의 기반암은 치밀한 석회암으로서, 마식작용으로 형성된 구혈(pothole)이 발견된다.

(6) 해면변동단구 저위II면(mLII)

오사동, 원당동, 성남동 가람마을 등에서 해발고도 13m 부근에 분포하고 있다.

2) 기후단구

기후단구는 하천 중, 상류부 산간지에서 빙기의 주변하기후 하에서 하상에 암설이 풍부하게 공급되어 하곡을 때우면서 단구면이 형성되고, 이후 간빙기에는 암설공급이 크게 줄고 대신 하상침식이 부활되면서 하식애가 형성되어 만들어진다. 단구면과 하식애의 형성시기가 해면변동단구와 대조적이므로 양자의 상관관계를 이해하는 것은 동일한 하천을 따라 형성된 하안단구의 지형발달을 규명하는데 중요한 열쇠가 된다.

기후단구의 단구면 명칭은 그림 4의 중단면도에서 해면변동단구와의 관계, 하안단구 지형면들 사이의 해발고도차를 고려하여 부여하였다. 기후단구의 가장 하류부 말단이 해면변동단구 저위면 부근까지 분포하는 경우 기후단구 저위면, 해면변동단구 중위면까지 연장되는 것은 기후단구 중위면, 해면변동단구 고위면과 유사한 시기에 형성된 것으로 파악되며 기후단구 고위면과 유사한 해발고도까지 연장되는 것을 기후단구 고위면으로 구분하였다.

(1) 고위면(cH)

고위면은 대내기, 상거노리 부근에서 지형면이 가장 넓으나 충노비거리에서 대내기까지 연속적으로 분포한다. 이 지형면은 충노비거리에서 해발고

도 160m이고 하상비고는 약 85m이며, 대내기에서는 해발고도 70m이고 하상비고 약 40m로 하류쪽으로 향할수록 하상비고가 작아진다.

新基里 충노비거리 고위면의 노두에서 matrix는 적색(10R 4/8)의 모래가 섞인 silt로 고결도는 낮다. cobble, pebble, boulder급의 원력 및 아원력으로 이루어진 역층은 노두의 상부에서 matrix를 이루는 silt의 비율이 상대적으로 높다. cobble급 이하의 역은 지압으로도 부서진다. 토지이용은 전형적인 산지 밭농사로 더덕, 도라지 등을 재배하고 있다.

新基里 신동초등학교 뒷산 고위면은 해발고도 158m, 하상비고는 83m이다. 역층의 matrix는 적색(10R 4/6)이며, cobble 및 boulder급의 원력과 아원력이 혼재되어 있고, cobble급 이하의 역은 지압으로도 부서질 만큼 풍화가 진행되었다. silt의 함량은 표층이 하층부보다 높다. 지형면은 과거에 밭농사를 지은 흔적이 있으나, 묘지 및 산림지로 변화했다. 단구면은 일부만 남아 있고 대부분 개석되었다.

(2) 중위I면(cMI)

중위I면은 안의리에서 해발고도 180-170m에 분포하며, 이곳에서는 하상비고가 약 80m 정도이다. 그러나 안의리에서 천기리의 과음정 사이에서는 중위I면에 해당하는 지형면이 확인되지 않는다.

천기리 부근 과음정에서 지형면은 해발고도 90-95m이며 하상비고 약 40m이지만, 상거노리의 윗 옷바위에서는 해발고도 70-65m, 하상비고 30m 정도로 하류로 갈수록 하상과의 비교차가 작아진다.

安衣里 남쪽에서는 급경사의 배후산지에서 운반된 사면퇴적물이 이 단구면 위를 0.3~1m 가량 덮고 있으며, 지형면 위에는 하상퇴적물로 보이는 cobble급의 아원력이 발견되고, B층의 토양색은 명적갈색(5YR 5/6)이다. 지형면은 주로 밭으로 이용되고 있다. 安衣里 구하도 양안에는 해발고도 170m, 하상비고 80m에 이르는 하안단구가 밀개산을 곡류핵으로 길이 1.25km에 걸쳐 분포한다. 이 지형면은 개석이 많이 진행되어 구유로의 하상과 비교차가 약 20m에 달한다.

(3) 중위II면(cMII)

중위II면은 대평리에서 해발고도 125-120m 하상비고 40m이며, 상정리에서는 해발고도 70m 하상비고 약 25m에서 지형면이 분포한다. 이보다 하류에

서는 이것에 대비되는 지형면이 확인되지 않았다.

大坪里 중위II면은 해발고도 110-125m, 하상비고 20-35m이다. matrix는 적색(10R 4/6)을 띠고 있다. boulder, cobble, pebble급의 원력 및 아원력이 혼재되어 있으며, cobble, pebble급은 해머로 가볍게 쳐도 부서질 정도로 풍화가 진행되었다. 지형면의 중앙에는 개석곡이 형성되어 있으며, 밭으로 이용되고 있다.

新基里 신기역 뒷산의 중위II면은 해발고도 105-120m, 하상비고 20-45m에 분포한다. 도로공사로 노두가 잘 관찰된다. 석회암의 기반암 위에 boulder, cobble급의 아원력과 pebble급의 원력의 하상퇴적물이 3m 정도 두께로 퇴적되어 있다. 이 역층은 층리가 비교적 뚜렷하며 분급도 양호하다. cobble 및 pebble급은 해머로 쉽게 부서질 정도로 풍화가 진행되었다. 역층의 위쪽 1m 두께는 pebble급이 주로 퇴적되어 있다. matrix는 암적갈색(2.5YR 3/6)이며, 단구면은 밭으로 이용된다.

新基里 주유소 부근 중위II면은 해발고도 88-100m, 하상비고 18-30m이다. 석회암으로 된 기반암 상부 1.5m정도 역층은 boulder급의 아원력이 주를 이루고, 그 상부층 3m정도는 boulder, cobble급의 아원력과 pebble급의 원력이 수평으로 퇴적되어 있는데, cobble, pebble급은 해머로 쉽게 부서질 정도로 풍화되어 있다. 표층부 1m 두께의 역층은 pebble급이 주로 수평으로 퇴적되어 있으며, matrix는 암적갈색(2.5YR 3/6)을 띠고, 밭으로 이용되고 있다.

上巨老里 윗옷바위 중위II면은 해발고도 60-70m, 하상비고 20-30m에 분포한다. B층의 토양색은 암적갈색(2.5YR 3/6)으로 밭으로 이용되고 있다. 역은 아원력 및 원력으로 구성되어 있다.

(4) 저위I(c.I)면

저위I면은 하구에서 약 27km 상류쪽의 신기리 부근에서 해발고도 90-80m 부근에서 하상비고 17-10m 정도에서 나타난다. 그리고 상거노리에서는 해발고도 40-35m, 하상비고 10m, 하구부에서 약 7km 상류쪽 삼척시 도경동에서는 해발고도 20-15km, 하상비고 10m 정도이다.

(5) 저위II(c.II)면

저위II면은 조사지역의 오십천을 연하여 연속적으로 나타나며 전 구간에 걸쳐 하상비고 5-10m 내

외이다.

大坪里의 저위면은 해발고도 95-110m, 하상비고는 5-15m에 분포한다. B층의 토양색은 명갈색(7.5YR 5/8)으로 적색화되지 않았고, 단구력은 신선하다. 밭농사로 비닐하우스를 이용하여 원예작물을 재배하고 있고, 주변에서는 가장 넓은 평지이며 취락이 입지하고 있다.

新基里 충노비거리에서는 해발고도 87-80m이며 하상비고 5-10m이다. B층의 토양색은 명갈색(10YR 5/8)이고 밭으로 이용하고 있다.

미로지역 전구간에서 오십천 주변에 연속적으로 분포한다. 하상비고 5-7m 정도로, 밭으로 이용되고 있으며, B층의 토양색은 갈색(7.5YR4/6)이다. 노두는 발견되지 않았다.

4. 하안단구 지형발달

오십천은 중, 하류부에서 감입곡류하며 하천의 양안에 상당히 많은 하안단구를 만들었는데, 특히 기반암이 석회암이므로 지형면들이 잘 남아있다. 석회암은 용식에는 약하지만 지반용기나 해면하강으로 지하수위가 낮아지면 기반암에 형성된 절리에 발달된 수직의 배출구를 통해 지표수들이 쉽게 배출되고, 암석이 단단하여 하천의 측방침식으로 쉽게 삭박되지 않아 지형면들이 잘 보존될 수 있다. 그러나 하구에서 15km 상류쪽에 있는 하거노리와 하구에서 6km 떨어진 건지동 사이에는 하안단구 고위면의 분포가 대단히 빈약하다.

1) 해면변동단구

해면변동단구는 오십천을 연하여 거의 같은 해발고도에 분포하므로 하상비고는 하류로 향할수록 커진다. 이들 중 고고위면은 하구에서 약 21km 상류쪽에 있는 상정리, 고위면은 하구에서 약 20km 떨어진 상거노리부터 하류쪽으로 나타나고 있으나, 중위면과 저위면은 각각 하구에서 11km와 4-5km 상류쪽까지 분포하고 있어, 오래된 지형면일수록 보다 상류쪽으로 들어가 분포하고 있다. 이것은 고고위면과 고위면이 형성될 당시 오십천의 하구부가 현재보다 훨씬 더 상류쪽에 있었기 때문이다. 그림 5는 현재의 지형에서 해면을 약 150m 상승시켜 해

면변동단구 고고위면이 형성될 당시의 환경을 복원한 것이다. 당시 오십천 하구부는 현재보다 약 10km 상류쪽에 있었다. 이때 형성된 고고위면들은 당시 하천의 가장 하류쪽에 분포하고 있다. 오십천의 하류부는 폭이 1~2km에 달하는 넓은 내만의 환경이었으므로, 시간이 지나면서 해안층적평야가 형성되었을 것이다. 고고위면들이 파랑의 직접적인 침식작용으로 지형면을 만들었을 가능성은 상당히 낮다. 왜냐하면 당시 하구부의 전면에는 많은 섬들

이 있었고, 연안의 수심이 매우 낮았을 뿐 아니라, 하구가 열린 방향이 북북동이므로 외해인 동해와는 거의 직각을 이루고 있었기 때문이다. 따라서 이 고고위면들은 용식에 의해 다소 평탄하지만 기복이 있는 지형면이 만들어지면서 그 위를 오십천이 운반해온 퇴적물에 피복되어 형성되었을 것으로 생각된다. 상거노리의 규모가 큰 고고위면은 지형면 형성 이전에 상당히 넓고 평탄한 형태를 하고 있었을 가능성이 높다. 남아 있는 해면변동단구 고고위면



그림 5. 해면변동단구 고고위면 형성기의 오십천 중 · 하류부 지형경관(←는 mHH면)

은 대부분 기반암 위에 원력으로 된 역층이 얇게 얹혀 있고, doline가 잘 발달되어 있다.

해면변동단구 고위면들 중 해발고도 110m의 지형면은 상거노리에서만 확인된다. 지형면의 규모가 작고, 같은 해발고도에서 지형면들이 연속적으로 나타나지 않아 이 지형면이 어떤 지형형성작용을 거쳤는지에 대해서는 명확하지 않으나, 지형면에서 확인한 퇴적물의 특징과 하안단구 종단면도에서 볼 때 해면변동단구로 분류된다.

해면변동단구 고위면의 분포는 크게 두 지역으로 나누어진다. 하구에서 17-22km 떨어진 미로면 상거노리와 대내기를 중심으로 해발고도 110m, 90m, 70m에서 지형면들이 확인되며 현 오십천 하구부 부근에서도 해발고도 90-95m, 70m에 분포한다. 그러나 이 두 지역 사이 약 10km 구간에서는 이들과 대비되는 지형면들이 나타나지 않는다.

그림 6은 해면변동단구 고위I면이 형성될 당시의 오십천 중, 하류부의 환경을 파악하기 위해 현

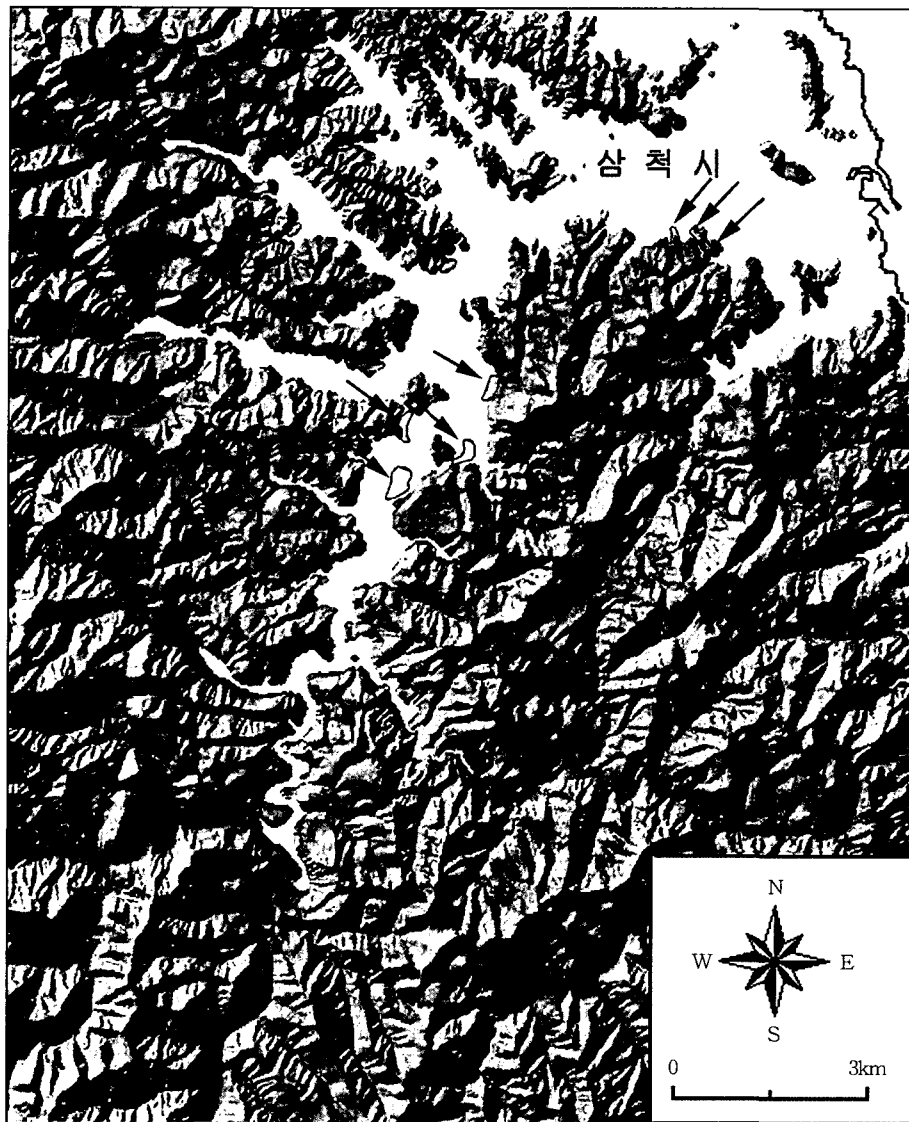


그림 6. 해면변동단구 고위I면 형성기의 오십천 중·하류부 지형경관(←는 mHI면)

재의 지형에서 해면을 90m 상승시켜 본 것이다. 해면변동단구 고위I면이 형성될 때 오십천의 하구는 현재보다 약 8km 내륙쪽으로 들어와 있었다. 그리고 고위I면이 분포하는 미로면 상거노리는 하구에서 직선거리로 약 6km 내륙쪽에 있었으므로 파랑의 직접적인 영향은 거의 받지 못하였을 것이다. 이 지형면이 형성될 때 상거노리 부근의 하구는 폭이 약 1km 정도로 상당히 넓었으므로 내만의 환경을 이루고 있었던 것으로 생각된다. 해면변동단구 고위I면은 내만 깊은 곳 해면부근에서 기복이 약간 있는 평탄한 기반암 위에 퇴적물이 얽혀 형성되었을 것으로 추정된다. 원음에서는 기반암 위에 역층이 비교적 얇게 얽혀 있었으므로 지형면이 현재까지 잘 남아있으나, 대내기와 깎재 부근에서는 해면변동단구 고위I면은 심하게 개석되었으므로 당시 이곳은 퇴적물이 두껍게 쌓인 해안충적 지형이었을 것이다.

해면변동단구 고위II면은 해면변동단구 고위I면과 거의 같은 장소에서 확인되는데, 고위I면은 지형면의 경사가 급하며 개석을 많이 받아 보존상태가 불량하나, 고위II면은 상당히 평탄하며 잘 보존되어 있다. 이 두 지형면 사이에는 단구애가 명확하지 않으므로 단구애의 존재를 통해 지형면을 구분하기는 용이하지 않다. 다만 해발고도 60m에서 95m에 이르는 지형면의 경사, 해발고도, 전체적인 지형형태의 특징에서 해발고도 70m와 90m의 지형면으로 세분할 수 있다. 이와 같은 특징은 이 두 지형면을 형성한 간빙기 사이에 있었던 한랭한 기간이 매우 짧은데 기인하였을 것이다. 이런 관점에서 marine oxygen isotope stage 13과 11 사이의 기간이 대단히 짧은 것은 시사하는 바가 있는 것으로 생각된다. 그러나 이와 같은 시기 추정을 뒷받침할 수 있는 연대자료가 갖추어져야 보다 분명하게 이들 사이의 관계를 논의할 수 있을 것이다.

해면변동단구 중위면은 하구에서 내륙쪽으로 11km 떨어진 무사리에서 삼척시내 부근까지 연속적으로 나타나지만, 지형면의 규모는 고고위면과 고위면에 비해 상당히 작은 편이다. 단구면 위에는 doline가 발달하고 있다.

해면변동단구 저위면은 하구부에서 약 5km 떨어진 삼척시의 원당동, 오사동 부근까지 분포하는데 지형면에 요지형은 확인되지 않는다.

오십천 하류부에서 확인되는 해면변동단구들을 통해 연구지역의 제4기 지반운동을 파악할 수 있다. 해면변동단구는 각 지형면들 사이의 고도차가 20~30m 정도로 거의 균일하고, 이들 사이에는 경사가 급한 단구애가 있어서 제4기동안 일련의 연속적이고 반복적인 환경변화에 의해 형성된 것으로 생각된다.

제4기동안 침식기준면이 되는 해면은 지속적으로 승강을 반복하였다. 만약 한반도 동해안의 지반이 극히 안정되어 지반운동이 거의 없었다면, 상술한 바와 같은 균일한 고도차를 보이는 일련의 해면변동단구는 형성되기 어렵다. 한편, 지반운동이 거의 없는 가운데서도 해발고도가 다른 해안단구가 형성될 가능성이 전혀 없는 것은 아니다. 만일 다음에 온 간빙기에 비해 이전의 간빙기 동안 기온이 더 온난하여 해면이 높았다면, 지반이 극히 안정된 가운데서도 일련의 해면변동단구가 형성될 수 있다. 그러나 간빙기 사이에 해면이 20~30m 정도의 고도차를 보였을 가능성은 거의 없으므로 한반도 동해안은 제4기에 있어서도 지반운동이 계속되었다고 생각된다. 따라서 연구지역의 해면변동단구는 해발고도가 높을수록 더 이전에 있었던 간빙기에 형성된 것이다.

한편 Kim, S. W.(1973)은 포항과 방어진 사이에서 가장 높은 봉화재면이 해발고도 90~130m에 분포하는 것으로 보고하고 있다. 조사지역이 삼척과 공간적으로 많이 떨어져 있으므로, 오십천 유역의 고고위면(mHH)이 봉화재면과 어떤 관계에 있는지는 보다 세밀하게 비교하여 볼 필요가 있으나, 봉화재면에는 고고위면 뿐 아니라 해발고도 110m 지형면과 고위I면까지 포함하고 있으므로, 이 지형면은 세분하여 분류될 가능성이 높다고 생각된다.

2) 기후단구

기후단구의 cH면과 cMI면의 matrix 토양색은 명적갈색(5YR 5/6, 5YR 5/8), 적갈색(5YR 4/8), 암적갈색(2.5YR 3/6) 내지 적색(10R 4/6)으로 적색화가 상당히 진행되어 지형면이 형성된 지 오래 되었음을 반영한다. 노두에서 확인되는 역층에는 boulder, cobble, pebble급의 원력 및 아원력이 혼재되어 있으며, boulder급은 대체로 아원력이고, cobble 및 pebble급은 거의 원력이다. 역층은 층리

구조가 비교적 뚜렷하며 분급도 양호하다. cobble, pebble급은 해머로 가볍게 쳐도 부서질 정도로 풍화가 진행되었으며, 지형면에는 개석폭이 깊게 형성되어 있다.

한편 각 기후단구를 종단으로 연결한 선은 현재 오십천 하상과 평행한 것이 아니라, 중류부에서는 종단선들 사이의 비고차가 크지만 하류쪽으로 향할수록 그 차는 점차 작아진다. 이것은 같은 시간 동안 하방침식량이 중류부가 하류부보다 컸다는 것을 의미한다. 아울러 기후단구의 지형면 종단선은 오래된 것일수록 종단선의 경사가 나중에 형성된 지형면을 연결한 종단선의 기울기보다 급하다. 이것은 기후단구 고위면이 형성된 시기에 이미 오십천의 하류부에는 현재 하곡을 따라 유로가 상당히 깊게 파여졌음을 의미한다. 따라서 빙기 이후 해면이 상승하면 하천의 하류부에 폭이 넓고 깊은 내만이 형성될 수 있었다.

5. 하안단구 형성시기

1) 해면변동단구

오십천 하류부의 해면변동단구 형성시기는 동해안 해안단구 형성시기와 비교하여 추정할 수 있다. 그러나 현재까지 보고된 자료를 종합하면 한반도 해안단구 형성시기는 추정에 그치고 있다. 다만 해면변동단구 mLI과 mLII에 대비되는 최성길(1998)의 저위해성단구I면과 II면은 절대연대 자료를 갖추어, 형성시기가 각각 marine oxygen isotope stage 5e와 5a인 것으로 보고되었다.

북반구에서는 20세기 후반기에 수많은 심해저 boring 자료들을 분석하여 제4기 기후변화에 대한 시기구분을 정립하였다. 한반도를 포함한 북서태평양 지역에서 제4기 환경변화를 해석하는데, 거시적으로는 심해저 퇴적물 분석자료에서 얻은 시기구분을 적용하여도 무리가 없을 것으로 판단된다. 한국 동해안 해안단구는 지반의 지속적 용기작용과 빙하성 해면변동의 영향을 받아 해면의 고도가 상대적으로 높았던 간빙기에 형성되었으며, 해안단구는 해발고도가 높을수록 오래된 것이다.

오십천 하류부에서 간빙기에 형성된 해면변동단구에서 확인되는 고도는 해발고도 150m(mHH),

110m, 90m(mHI), 70m(mHII), 40m(mM), 25m(mLI), 13m(mLII)로 구분된다. 이것들 중 절대연대가 갖추어진 저위면의 형성시기를 기준으로 해면변동단구 형성시기를 북반구 제4기 기후변화에 따른 빙기와 간빙기의 marine oxygen isotope stage 에 적용하여 추정하면, mM에 해당하는 해발고도 40m 지형면은 stage 7, 해발고도 70m인 mHII면은 stage 9, 해발고도 90m인 mHI은 stage 11, 해발고도 110m 지형면은 13, 해발고도 150m 지형면은 stage 15의 간빙기에 형성된 것으로 추정된다.

해면변동단구 고고위면(mHH)은 현재까지 한반도에서 보고된 가장 해발고도가 높은 봉화재면(김서운, 1973)보다 더 높은 곳에 해안단구가 분포하고 있음을 제시한다.

Lee, D. Y.(1987)은 해발고도 70~90m에 있는 해안단구가 제3기 Pliocene에 형성되었으며, Kim, J. Y.(1990)과 김주용 외(1998)는 같은 해발고도의 해안단구가 제4기 전기 즉, 약 200만년 전에 형성된 것으로 해석하였다. 그러나 해면변동단구 고고위면(mHH)의 보존상태가 대단히 양호하며, 지형면 위의 역이 완전히 풍화되지 않은 것들도 확인되므로 그들의 연대값은 지나치게 올려 잡은 것으로 생각된다. 더욱이 이미 상술한 바와 같이 해면변동단구 지형면들 사이의 간격이 거의 같음에도 불구하고 한단 낮은 해안단구와 형성시기 차이가 클 경우 오류의 가능성이 높다.

2) 기후단구

오십천의 기후단구 지형면에서도 연대를 제시할 수 있는 자료를 얻지 못하였다. 아울러 연구지역의 기반암이 석회암이어서 토양이 전체적으로 상당히 적색화되어 있으므로 기후단구들 사이의 형성시기 선후관계는 알 수 있으나, 다른 지역과의 직접적인 비교에는 무리가 있다.

오십천 중, 하류부는 상술한 바와 같이 해면변동단구와 기후단구가 교차하는 지역이므로, 이들 지형면들의 교차관계에서 지형면들의 형성시기 선후를 파악할 수 있다. 그림 4에서 cLI과 cLII의 가장 하류부 지형면이 marine oxygen isotope stage 5e에 형성된 mLII보다 낮은 고도에서 확인되므로 이 두 기후단구 지형면은 최종빙기 즉, stage 2-4 동안 형성되었다.

기후단구 cMI, cMII, cH는 해면변동단구와의 관계는 명확하지 않다. 그러나 이들 지형면들은 오십천 하상으로부터의 비고차와 cLI와 cLII와의 관계에서 보면, cMI, cMII는 stage 8, 6시기에 형성되었을 가능성이 높다. 그리고 cH는 mHII보다 낮은 해발고도에서 연속되는 지형면이 확인되지 않으므로, marine oxygen isotope stage 11 이후의 빙기에 형성되었을 것으로 추정된다.

5. 요약 및 결론

지형도와 항공사진 판독, 야외답사를 통해 얻은 퇴적상의 특징을 통하여 오십천 중류, 하류부의 하안단구면의 지형발달을 검토하였다. 연구 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 오십천은 북북동-남남서 방향의 지질구조선을 따라 전체적으로 직선상의 하곡을 취하고 있으나, 중류와 하류부는 직선상의 하곡 내에서 심하게 감입곡류한다. 이 구간에는 곡류절단이 많이 이루어져 4개의 구하도와 곡류핵이 분포할 뿐 아니라 하천 양안에 수많은 하안단구를 형성하였다.

2. 오십천 하안단구는 하류부의 해면변동단구와 중류, 하류부의 기후단구로 구분된다. 해면변동단구들의 분포가 가장 하류부와 해안쪽으로 제한되는 것은 내만환경에서 기반암 위에 퇴적물이 얇게 얹혀 있는 지형면들이 지금까지 남아 있는데 기인한다. 이들 중 형성시기가 오래된 고고위면과 고위면은 현재 오십천의 하구에서 상류쪽으로 상당히 떨어져 분포하고 있는데, 형성 당시에는 하구부가 현재 해안선보다 훨씬 내륙쪽에 있었기 때문이다. 해면변동단구 중위면과 저위면은 현재 오십천의 최하류부에 국한하여 분포한다.

3. 해면변동단구는 7개의 지형면으로 세분되는데, 각 지형면들 사이의 해발고도차는 20-30m로 대체로 균일한 편이다. 고고위(mHH)면은 해발고도 145-150m, 이 지형면보다 약 40m 낮은 해발고도 110m에 해면변동단구가 인정되고, 고위I(mHI)면은 해발고도 90m, 고위II(mHII)면은 해발고도 70m에서 확인된다. 해면변동단구 중위(mM)면은 해발고도 40m, 저위I(mLI)면은 해발고도 25m, 저위II(mLII)면은 해발고도 13m에서 나타난다. 기후

단구는 5개의 지형면이 확인되는데, 고위(cH)면, 중위I(cMI)면, 중위II(cMII)면, 저위I(cLI)면, 저위II(cLII)면으로 세분된다.

4. 해면변동단구들은 한국 중부지방 동해안의 해안단구와 해발고도에서 조화를 이루고 있다. 고위면은 오십천 하구에서 북쪽에 있는 정동진의 해발고도 60-90m의 해안단구 지형면에 대비된다. marine oxygen isotope stage 5 시기에 형성된 mL면을 기준으로 해면변동단구 형성시기를 북반구 제4기 기후변화에 따른 빙기와 간빙기의 marine oxygen isotope stage에 적용하면, mM에 해당하는 해발고도 40m 지형면은 stage 7, 해발고도 70m인 mHII면은 stage 9, 해발고도 90m인 mHI는 stage 11, 해발고도 110m 지형면은 13, 해발고도 150m 지형면은 marine oxygen isotope stage 15의 간빙기에 형성된 것으로 추정된다.

5. 해면변동단구와 기후단구의 교차관계에서 볼 때, cLI와 cLII는 최종빙기 즉, marine oxygen isotope stage 2-4 동안 형성되었으며, 해면변동단구와의 관계가 명확하지 않은 cMI, cMII, cH 지형면들은 오십천 하상으로부터의 비고차와 cLI와 cLII와의 관계에서 보면, cMI, cMII는 stage 8, 6시기, cH는 marine oxygen isotope stage 11 이후의 빙기에 형성되었을 것으로 추정된다.

6. 해면변동단구 고고위면은 한반도 중부 동해안에 해발고도 150m와 110m 부근에 해안단구가 있을 수 있음을 시사한다.

7. 해면변동단구 고위I면과 해면변동단구 고위II면은 거의 같은 장소에서 확인되는데, 이 두 지형면 사이에는 단구애가 명확하지 않고, 해발고도 60m-95m에 걸쳐 지형면이 나타난다. 다만 지형면의 경사, 해발고도, 전체적인 지형형태의 특징에서 해발고도 70m와 90m의 지형면으로 나눌 수 있다. 이것은 두 지형면을 형성한 간빙기 사이에 있었던 한랭한 기간 즉, marine oxygen isotope stage 12가 대단히 짧은 것과 관계될 것으로 생각된다.

8. 오십천 중, 하류부 하안단구 중위면 및 이보다 형성시기가 오래된 지형면에는 doline가 발달하고, 고위면과 고고위면에는 doline와 함께 uvala와 같은 카르스트지형이 발달하여 토지이용이 특징적이다. 기반암이 석회암이므로 저수지축조가 불가능하며 지형면에 凹地形이 발달하여 용수의 공급이

원활하지 못하여 논농사는 극히 제한된다. 하안단구 중 저위II면을 제외하면 대부분 밭이나 과수원으로 이용된다.

文 獻

권혁재, 2001, 지형학, 법문사.

김동이, 1993, 영덕 오십천 하안의 단구지형 발달에 관한 연구, 서울대학교 대학원 석사학위논문.

김주용 · 이동영 · 최성길, 1998, “플라이스토신 층서 연구”, 제4기학회지, 12, 77-87.

박용안 · 공우석 외, 2001, 우리나라 제4기의 지형과 환경, 서울대학교 출판부.

박희두, 1989, 남한강 중 · 상류 분지의 지형연구-퇴적물 분석을 중심으로, 동국대학교 대학원 박사학위논문.

서부송, 1969, 한국의 KARST 지형, 한국종합기술개발공사.

송언근, 1993, 한반도 중 · 남부 지역의 감입곡류 지형발달, 경북대학교 대학원 박사학위논문.

손명원, 1993, 낙동강 상류와 왕피천의 하안단구, 서울대학교 대학원 박사학위논문.

임창주, 1989, 남한강의 하안단구에 관한 연구, 동국대학교 대학원 박사학위논문.

오건환, 1981, “한반도의 해성단구와 제4기의 지각 변동”, 부산여자대학교 논문집, 9, 377-415.

윤순옥 · 조화룡, 1996, “제4기 후기 영양분지의 자연환경 변화”, 대한지리학회지, 31(3), 447-468.

윤순옥 · 황상일, 2000, “한국 남동해안 해안단구의 지형형성 mechanism”, 대한지리학회지, 35(1), 17-38.

윤순옥 · 이광률, 2000, “홍천강 중 · 하류부 하안단

구 지형발달”, 대한지리학회지, 35(2), 189-205.

최성길, 1991, “한국 동해안 냉천 하구부의 해면변동단구와 영일만 북안의 해성단구”, 지리학논집, 17(1), 61-73.

최성길, 1996, “한반도 중부 동해안 저위해성단구의 대비와 편년”, 대한지리학회지, 30(2), 103-119.

황상일 · 윤순옥, 1996, “한국 동해안 영덕 금곡지역 해안단구의 퇴적물 특성과 지형발달”, 한국지형학회지, 3(2), 99-114.

崔成吉, 1998, 韓半島東海岸における後期更新世段丘地形の發達過程と最終間氷期の海水準, 東北大學 大學院 博士學位論文.

Chang, Ho, 1986, Geomorphic Development of Intermontane Basins in Korea, Ph. D. Dissertation, Tsukuba University, p. 118.

Kim, J.Y., 1990, Quaternary stratigraphy of the Terrace Gravel Sequences in the Pohang Area(Korea), Ph. D. Dissertation, Seoul National University.

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), 89-121.

Lee, D.Y., 1987, Stratigraphical research of the quaternary deposition in the Korean Peninsula, *The Korean Journal of Quaternary Research*, 1(1), 3-20.

Lowe, J.J. and Walker, M.J.C., 1997, *Reconstructing Quaternary Environments*(2nd ed.), Longman, Hong Kong.

원 고 접 수 일 2002. 8. 2

최종원고접수일 2002. 9. 16