

일본 쓰가루(津軽) 서해안 아지가사와(鯨ヶ沢) 일대의 최종간빙기 최온난기 해성단구와 한국 동해안의 최종간빙기 최온난기 해성단구의 지형학적 특성 비교

崔成吉* · 小岩直人**

Comparison of MIS 5e Marine Terraces between the Eastern Coast of Korea and Ajigasawa Coast of the Western Tsugaru Area of Northeastern Japan

Seong Gil Choi* · Naoto Koiwa**

요약 : 한국 동해안의 갯신세 해성단구 편년에 있어서 기준시간면으로 제시된 MIS 5e 해성단구의 지형적 특성을 보다 명확히 이해하기 위하여, 동북 일본 쓰가루 서해안의 MIS 5e 해성단구와의 비교 연구를 수행하였다. 쓰가루 서해안 지역의 MIS 5e 해성단구의 구성선 고도는 해발 15m로부터 160m에 걸쳐 분포하며, 파상변위형의 패턴을 나타내는데 비하여, 한국 동해안의 MIS 5e 해성단구의 구성선 고도는 한국 동해안 전역에 걸쳐 18m 내외의 거의 동일한 고도 분포를 나타낸다. 이와 같은 MIS 5e 해성단구의 구성선 고도 분포 패턴의 차이는 쓰가루 해안 지역과 한국 동해안 지역의 지질구조장적 위치가 상이함에 기인하는 것으로, 쓰가루 서해안 지역은 현재에도 지진성 지각변동이 활발히 진행되고 있는 '변동대' 지역에 속하는데 비하여, 한국의 동해안 지역은 적어도 MIS 5e 해성단구의 형성기 이후에는 단구면의 수직적 변위를 동반하는 경동성 지반운동은 진행되고 있지 않고 전체적으로 느린 속도로 동일하게 융기하고 있는 '안정대' 지역에 속함을 의미한다. 단구면 구성층의 토색에 있어서 한국 동해안의 MIS 5e 해성단구가 일본 쓰가루 서해안의 해성단구에 비하여 더 높은 적색도를 나타낸다. 이는 MIS 5e 단구면 형성기 이후 한국의 동해안 지역이 일본의 쓰가루 서해안 지역에 비하여 더 온난한 환경에 있었음을 의미한다.

주요어 : 최종간빙기, 최온난기, 해성단구, 구성선고도, 지반운동, 토색

Abstract : The comparative study of MIS 5e marine terraces between the eastern coast of Korea and Ajigasawa coast of the western Tsugaru area of northeastern Japan was done to clarify the geomorphological characteristics of MIS 5e marine terrace of the eastern coast of Korea. The heights of paleoshoreline altitudes of MIS 5e marine terraces of the western Tsugaru coast of northeastern Japan are distributed from 15 meters (eastern area) to 160 meters (western area) above sea level, but those of the eastern coast of Korea are distributed at almost similar level of about 18 meters a.s.l. This difference of height distribution of paleoshoreline altitudes between the eastern coast of Korea and the western Tsugaru coast of Japan reveals that the characteristics of tectonic movement of these two regions have been different. The above-mentioned height distribution of paleoshoreline altitudes means that the western Tsugaru coast of Japan belongs to the present mobile belt, whereas the eastern coast of Korea belongs to stable landmass. The soil color of MIS 5e marine terraces of the eastern coast of Korea is redder than that of Ajigasawa coast of the western Tsugaru area of northeastern Japan. This fact reveals that the climate of the formation period and after of MIS 5e marine terrace of the eastern coast of Korea was warmer than that of Ajigasawa coast of the western Tsugaru area of northeastern Japan.

Key Words : MIS 5e, Marine terrace, Paleoshoreline altitude, Tectonic movement, Soil color

*공주대학교 지리교육과 교수(Professor, Department of Geography Education, Kongju National University, sgchoi@kongju.ac.kr)

**일본 히로사키대학 교수(Professor, Faculty of Education, Hirosaki University, Japan, koiwa@cc.hirosaki-u.ac.jp)

I. 서론

해성단구는 제4기의 기후변화 및 해수면 변화 그리고 지반운동 양식 등의 환경변화 과정을 구명하는데 사용할 수 있는 중요한 지표 지형이다(崔成吉, 1997). 한국의 동해안에 있어서 최종간빙기 최온난기(이하에서는 MIS 5e로 칭하기로 한다)의 해성단구는 그 중에서도 단구면의 분포가 연속적이고 보존상태가 양호하여 갱신세(Pleistocene) 해성단구의 편년과 지형발달 과정 연구에 있어서의 기준시간면(key surface)으로 제시되었다(최성길, 1995a; 1996).

따라서 한국 동해안의 최종간빙기 최온난기 단구의 특성을 보다 명확히 이해하는 일은 한국 동해안의 제4기 환경변화 연구의 정도를 높이기 위한 기본적인 과정이라 할 수 있을 것이다. 필자들은 한국 동해안의 MIS 5e 해성단구의 지형학적 특성을 보다 명확히 정리하기 위

한 과정의 일환으로서, 지질구조장적 특성과 기후환경이 상이한 일본 각지의 MIS 5e 해성단구와 한국 동해안의 MIS 5e 해성단구에 대한 비교 연구를 수행하고 있다. 본 고에서는 동북 일본 쓰가루 서해안 지역의 MIS 5e 해성단구에 대한 문헌자료와 2000년 11월과 2015년 10월에 이루어진 현지조사 결과를 한국 동해안의 MIS 5e 해성단구와 비교하여 간략히 고찰하고자 한다.

II. 쓰가루 반도 일대의 지질 및 지반운동사

본 연구에서 주 조사 지역은 일본 혼슈 북서단 쓰가루(津軽) 지역의 아지가사와(鮫ヶ沢) 해안일대이며(그림 1), 아지가사와 서쪽의 시라가미 산지 서안까지의 개관적

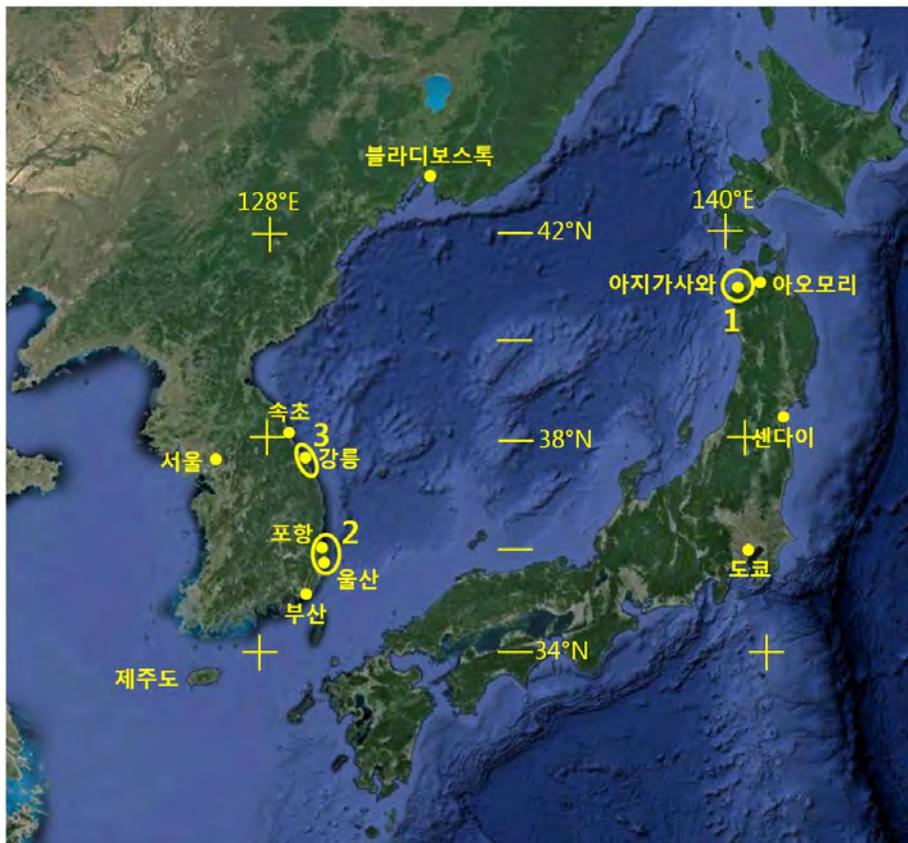


그림 1. 조사지역의 위치

* 1 : 아지가사와 해안(쓰가루 서해안 지역), 2 : 포항-울산 해안, 3 : 강릉-목포 해안.

답사와 문헌자료 조사를 병행하였다. 쓰가루반도는 동북 일본의 척량산맥인 오우(奥羽)산맥의 북단부로부터 아오모리 평야를 거쳐 북북서 방향으로 뻗어 있는 반도로서, 제3기 중신세에는 정단층 운동을 수반한 퇴적장이었던 곳으로 신 제3기층이 두껍게 분포되어 있다(宮内·八木, 2005). 이 지역에서는 제3기 중신세로부터 제4기 후기에 걸쳐서 융기, 단축변형, 요곡 등의 지반운동이 지속적으로 진행되어 왔다(宮内 등, 1999; 吾妻, 1995 등).

제4기 후기의 단축 지반운동(압축 tectonics)의 진행에 따라 과거 상대적인 침강지역이었던 쓰가루평야 지역도 융기지역으로 전환되면서 육화되어 왔다. 이에 따라 쓰가루 지역 산지의 외연부를 따라서는 간빙기의 고해면에 대응하여 형성된 해성층이 순차적으로 이수하여 해성단구군을 발달시켜 왔다(宮内, 1988).

III. 쓰가루 서해안 일대 MIS 5e 해성단구의 구정선 고도 분포와 지각변동

쓰가루 서해안의 해성단구 가운데 吾妻(1995)의 'Ⅲ면'에 해당하는 해성단구와 宮内(1988)의 'X1면' 및 'Y1면'에 해당하는 해성단구가 홋카이도의 도야(洞爺)화산 기원의 광역 화산회인 도야(Toya) 화산회(110~115ka B.P., MIS 5d 시기의 화산회 : Machida, 1999)와의 층서 관계에 근거하여 MIS 5e 해성단구로 동정되어 있다(宮内, 1988; 宮内·八木, 2005).

MIS 5e 해성단구는 혼슈 북부해안과 홋카이도 남부해안에 있어서 단구면 분포의 연속성이 가장 좋은 단구로서, 침강지역이나 해식이 활발하게 진행되는 해안을 제외하고는 가장 넓게 분포하는 단구이다(田村·小池, 2005). MIS 5e 단구면의 구정선고도는 쓰가루 평야의 동연(東縁)에서는 15~20m, 아지가사와 부근에서는 40m 정도이나, 서쪽으로 갈수록 그 고도가 증가하여 후카우라(深浦)부근에서는 80~100m, 시라가미(白神)산지 서안에서는 150~160m에 이른다(그림 2; 지명은 그림 3과 5 참조). MIS 5e 단구면의 구정선고도 분포의 차이는 이 단구가 형성된 이후 대략 12만년 동안의 기간에 걸쳐 진행된 지각변동의 결과이며(田村·小池, 2005), 시라가미 산지 인근 해안의 융기속도는 1.2m/1,000년 정도로서 0.1~0.2m/1,000년의 융기속도를 보이는 쓰가루 평야 주변지역에 비하여 5~6배나 높게 나타난다(宮内·八木, 2005).

그림 2에서 쓰가루 서해안 지역 MIS 5e 단구면의 구정

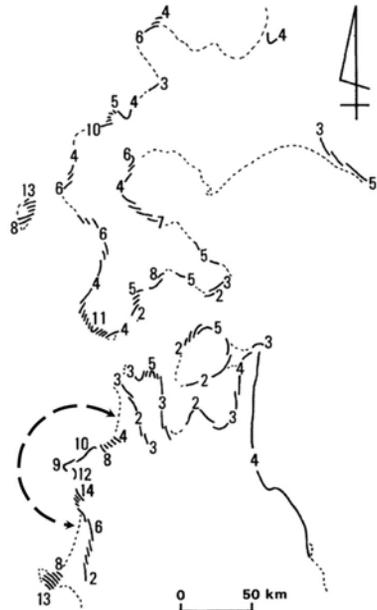


그림 2. 혼슈 북부와 홋카이도 남부해안 일대의 MIS 5e 단구면의 구정선고도 분포

* Miyauchi, 1988에 가필.

** 숫자의 단위는 10m이다. 반원형의 화살표는 그림 1의 1 지역과 그림 3의 범위를 나타낸다.

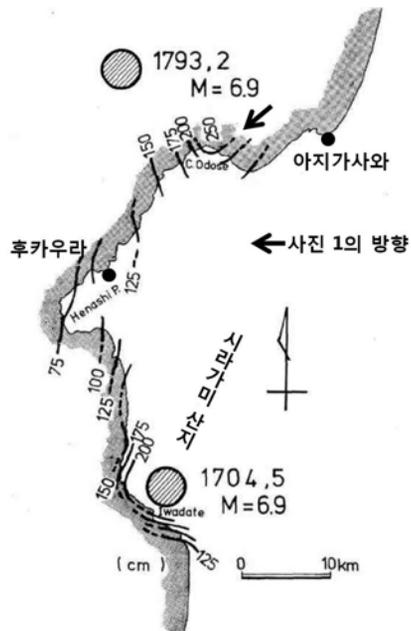


그림 3. 1704년 5월과 1793년 2월의 지진에 의한 쓰가루 서해안 지역의 융기량 분포

* Nakata et al., 1976에 가필.



그림 4. 오도세 곶 센조지키 해안 일대의 갯신세 해성단구와 완신세의 용기파식대

* 東京大学出版会, 2005에 가필; 1988년 八木浩司 촬영.

** 사진 중앙 하단의 민가 전면의 파식대는 1793년의 지진성 용기한 용기파식대이다. 용기파식대의 배후에는 해성단구(사진에서는 주로 宮内, 1988의 MIS 5c 및 5a 단구면)가 잘 발달되어 있다.

선고도 분포는 이 지역의 신 제3기층에 나타나는 남북성 습곡구조의 성장과 일치하는 파상변위형(波狀變位型)의 패턴을 나타낸다(宮内, 1990; 宮内·八木, 2005). 쓰가루 서해안 일대에서는 1704년과 1793년의 지진성 지각변동에 의해 최대 2.5m까지의 지반용기가 일어났다(Nakata *et al.*, 1976; 그림 3). 이 두 역사지진을 포함한 완신세(Holocene)의 지진성 지반용기에 의해 형성된 해성단구 및 용기 파식대는 해발고도 8m 이하의 고도에 3개의 면이나 나타난다(八木·吉川, 1988; 그림 4).¹⁾

그림 3의 용기량 분포 및 그림 5의 완신세 해성단구의 고도 분포로부터 알 수 있는 완신세의 지진성 지각변동에 의한 용기의 패턴과 그림 2의 쓰가루 서해안 지역 MIS 5e 단구면의 고도 분포 패턴은 서로 잘 맞는다. 이는 이들 완신세의 지진에 의한 용기 패턴과 같은 패턴의 지진성 지반 용기가 누적되어 조사지역 일대의 MIS 5e 단구면의 구성선 고도 분포가 이루어졌음을 나타낸다(Nakata *et al.*, 1976; 宮内, 1988; 八木·吉川, 1988).

쓰가루 서해안의 MIS 5e 단구면 구성층은 분급이 좋은 사력으로 이루어지며, MIS 5e 단구면 동정의 지표가 되는 도야 화산회는 해성층을 피복하고 있는 약 2m 층후의 화산회군의 최하부에 두께 약 10cm~15cm 정도의 황색 화산회층으로 나타난다(宮内, 1988).

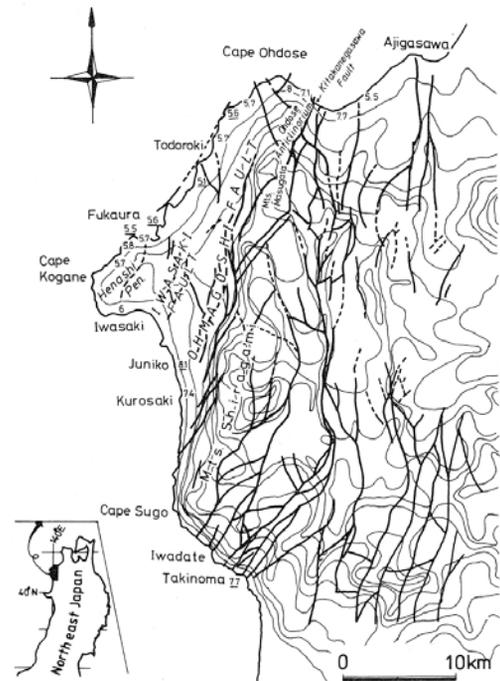


그림 5. 아지가사와~시라가미 해안의 완신세 해성단구(저위 I 면)의 구성선고도 분포와 지질구조

* 八木·吉川, 1988.

** 숫자의 단위는 m이고, 절봉면의 등고선 고도는 100m 간격이다.

IV. 아지가사와 해안의 MIS 5e 해성단구

아지가사와 해안 일대에 분포하는 MIS 5e 해성단구의 구성선고도는 40m 내외를 나타낸다.

아지가사와 항구 동쪽 나루토(鳴戸)해안의 해식에(그림 6의 A 지점)는 MIS 5e 단구면의 말단부로서(그림 7), 단구 구성층은 북동쪽으로 약 30°정도로 경사하는 제3기 퇴적암층을 기반으로 3m 층후의 해성사력층과 그 위를 덮는 현생 풍성사층으로 구성된다. 해성사력층의 두께는 하마케(浜毛; 그림 6의 B-2 지점)에서는 5m 정도로 증대된다. 단구 구성층은 풍화를 받아 탁한 적갈색(5YR4/3; A-1 지점)내지 암적갈색(5YR3/3; B-2 지점)을 나타내며,²⁾ 치밀화 되어 있다.

그림 8의 아지가사와만 북동쪽의 시치리나가하마(七里長浜) 해안의 해식애를 이루고 있는 MIS 5e 단구면 말단부의 노두(그림 6의 C-3지점)에서 보면, 단구면 구성층은 해발 15m 정도의 고도에 있는, 북동쪽으로 약 30°정도로 경사하는 제3기 이암층의 기반위에 대략 10m 정

도의 두께로 퇴적되어 있는 치밀화된 해성사층과 그 위를 덮고 있는 다소 치밀화된 5~7m 두께의 사층으로 구성된다(그림 9).

해성사층과 기반면의 사이에는 원력층이 얇게 나타난다. 단구면 구성층의 해성사층은 산화되어 암적갈색(5YR3/6)을 나타낸다. 해성사층의 상부에서는 국부적으로 명적갈색(5YR5/6)을 나타내는 곳도 있다. 이 해성사층의 상부쪽으로 1.5m 폭의 유기질 사층, 3m 층후의 회갈색 비고화 풍성사층이 차례로 나타난다.

아지가사와만의 서쪽에 있는 아카이시(赤石)해안의 MIS 5e 단구면의 구성층은(그림 10의 D-4 지점), 해발 25m 정도의 고도에 있는 제3기 이암층의 기반위에 12m 두께의 해성사력층과 1m 두께의 유기질 사층 및 그 위를 피복하고 있는 현생 풍성사층으로 구성된다(그림 11). 해성사력층은 하부로부터 2m 두께의 분급 양호한 원력층(그림 12), 7m 두께의 사층, 그리고 3m 두께의 원력층으로 구성된다. 상부 원력층에 비하여 하부 원력층의 역은 덜 풍화되어 있으며, 하부 원력층과 접하는 하부의



그림 6. 쓰가루 서해안의 조사지역의 위치와 아지가사와만 일대의 조사 지점

* 조사지역의 위치도 안의 절봉면도는 岡山(1988)에 가필. 절봉면도의 등고선 간격은 100m이다.



그림 7. 아지가사와 항구 동쪽 나루토해안의 MIS 5e 해성단구면(그림 6의 A-1 지점)

* 단구면 말단부의 고도는 30m를 조금 넘는다.



그림 8. 시치리나가하마 해안의 MIS 5e 해성단구면 말단부(그림 6의 C-3 지점)

* 사진 오른쪽의 단구면의 개석지에는 현생 풍성사층이 퇴적되어 있다.

사층에는 퇴적 당시의 엽리(葉理; lamina) 구조가 선명하게 나타난다(그림 13). 해성사력층은 상부로부터 하부 쪽으로 가면서 산화도 및 치밀화·고화의 정도가 낮아진다. 이는 해성사층의 퇴적 후 진행된 풍화 및 토양화가

상부로부터 하부쪽으로 진행되어 깊음을 나타내는 것으로 보인다.

그림 11에서 보는 바와 같이 해성사력층 상부의 유기질 사층은 수평 방향으로 볼 때 곡선상으로 구부러진 단



그림 9. 시치리나가하마 해안의 MIS 5e 단구면 구성층(그림 6의 C-3 지점)

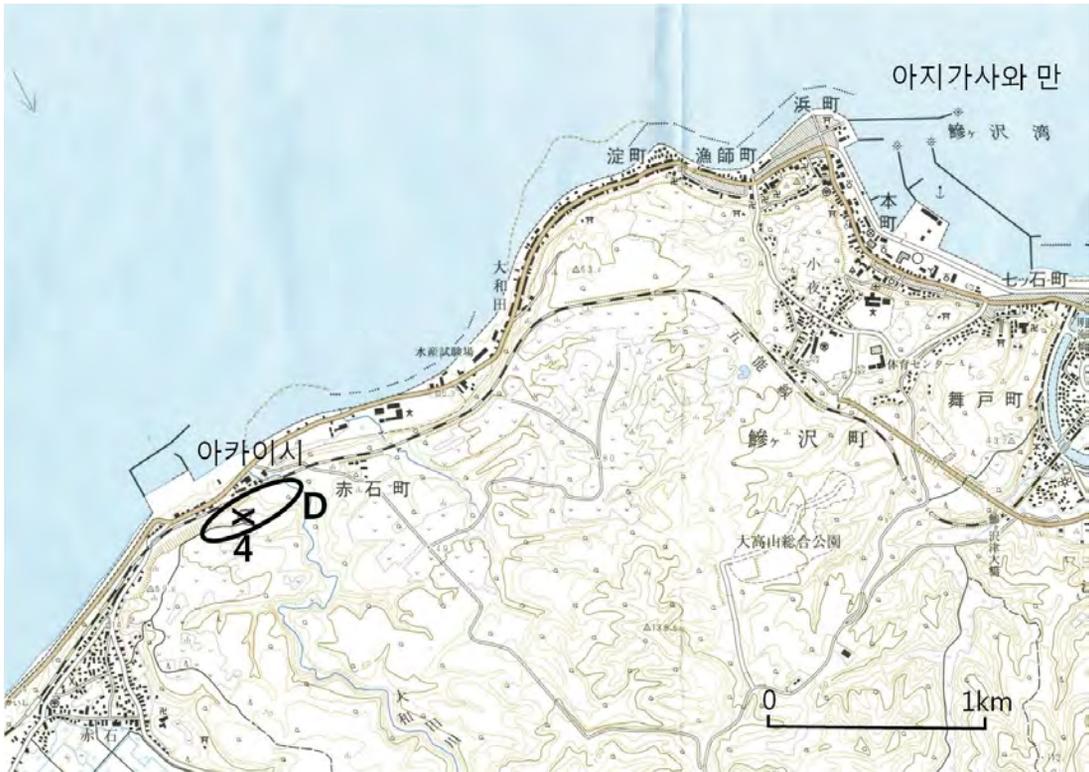


그림 10. 아카이시 해안의 조사지점의 위치

면을 나타낸다. 이는 MIS 5e 해성층이 육화된 이후에 진행된 침식에 의해 형성되었던 지형면의 윤곽을 나타내

는 것으로 판단된다. 단구면 구성층 최상부의 현생 풍성사층은 쓰가루 서해안에 있어서 북동-남서 방향의 해안



그림 11. 아카이시 해안의 MIS 5e 해성단구 구성층(그림 10의 D-4 지점)

• 굴삭기 앞쪽 및 부분의 갱신세 해성사력층의 개석지와 해성사력층의 상부에 현생 풍성사층이 퇴적되어 있다.



그림 12. 제3기 이암층의 기반위에 퇴적된 해성원력층(그림 10의 D-4 지점)

선을 갖는 해안의 갱신세 해성단구면에 공통적으로 나타나는 퇴적층이다. 이 단구면 구성층의 해성사층은 전체적으로는 탁한 적갈색(5YR5/4)을 나타내나, 사층의

상부쪽에서는 명적갈색(5YR5/6)을 나타내며, 하부쪽의 국부적으로 철분집적이 많이 이루어진 곳에서는 암적갈색(5YR3/6)을 나타내기도 한다.



그림 13. 하부 원력층 바로 위의 사층의 하부에 나타나는 엽리구조(그림 10의 D-4 지점)

V. 한국 동해안의 MIS 5e 해성단구의 특징

한국의 동해안의 MIS 5e의 해성단구는³⁾ 최종빙기 하성단구와의 교차관계로부터 MIS 5e 하성단구로 동정된 하성단구와의 연결성(崔成吉, 1993a; 1993b; 1997; Choi, 2001), 아미노산 연대(최성길, 1993b; 1996), 광역 화산회 편년(佐々木 등, 2003) 및 최종빙기의 주빙하성 사면 퇴적물과의 층서 관계(최성길, 1995a; 1995b; 1996; 2006; 2012a; 田村 등, 2014) 등에 의해 동정되었다.

MIS 5e 해성단구로 편년된 이들 해성단구는 강릉~부산간의 동해안에 있어서 해발 18m 내외의 거의 동일한 구정선고도 분포를 나타낸다(崔成吉, 1997; 2012a; 최성길·장호, 2008; Miyauchi, 2001). 이들 단구의 해성층은 치밀화되어 있고, 강도 높은 화학적 풍화를 받았다.

강릉~울산 해안의 MIS 5e 해성단구와 하성단구 구성층의 토색을 정리하면 다음과 같다.

- ① 울산시 산하동 MIS 5e 해성단구 : 하부 토탄층을 경계로 토탄층 하부에 있는 해성력층은 적갈색(2.5YR4/8)~등색(5YR6/8), 그 위의 육성 사력층은 명적갈색(2.5YR5/8)~등색(5YR6/8)을 나타낸다(崔

成吉, 1997; 최성길 등, 2003 및 최성길의 미공표 자료).

- ② 포항 일대의 MIS 5e 해성단구 : 해성력층은 명적갈색(2.5YR5/8)~등색(5YR6/8), 상부의 해성사층은 적갈색(2.5YR4/8), 그 상부의 사구사층은 적색(10R4/8)을 나타낸다(최성길, 1996).
- ③ 포항 일대의 MIS 5e 하성단구 : 하성력층의 매트릭스는 적갈색(2.5YR4/8), 그 상부의 의사(疑似) 글라이화 적색토(pseudogleyed red soil)는 적색(10R4/8)~적갈색(2.5YR4/8)을 나타낸다(崔成吉, 1997).
- ④ 강릉~목호 해안의 MIS 5e 해성단구 : 해성력층은 명적갈색(2.5YR5/8~5YR5/8), 그 상부의 해성사층은 적색(10R5/8)을 나타내며, 의사 글라이화 적색토 구간에서는 10R4/8의 적색을 나타낸다(최성길, 1995a; 1995b).
- ⑤ 강릉~안인 일대의 MIS 5e 하성단구 : 하성력층은 적갈색(2.5YR4/8)~명적갈색(2.5YR5/8), 그 상부의 세립물질층의 의사 글라이화 적색토 구간은 적색(10R4/8~10R5/8)을 나타낸다(崔成吉, 1993a; 1993b).

VI. 동북 일본의 쓰가루 서해안과 한국 동해안의 MIS 5e 해성단구 형성기 이후의 지반운동 양식의 차이 및 단구면 구성층의 토색 차이 고찰

1. 구정선 고도 분포로부터 본 지반운동 양식의 차이 고찰

전술한 바와 같이 동쪽의 아지가사와로부터 서쪽의 시라가미산지 서안에 이르는 서쓰가루(西津輕) 해안지역의 MIS 5e 해성단구의 구정선은 완신세에 들어와서도 지속되고 있는 지각변동의 패턴을 반영하여 해발 15m로부터 150~160m에 이르는 수직적 고도차를 보이는 파상 변위형의 고도 분포를 나타낸다(그림 2). 이에 비하여 한국 동해안의 MIS 5e 해성단구의 구정선은 강릉으로부터 부산에 이르는 동해안의 전 구간에 걸쳐 대략 해발 18m 내외의 거의 동일한 고도 분포를 나타낸다(崔成吉, 1997; Choi, 2001 참조). 이러한 사실은 한국의 동해안 지역에서는 쓰가루 서해안에 비하여 용기속도가 훨씬 완만하고 전 지역이 동일하게 용기하는 패턴의 지반운동이 일어나고 있음을 나타낸다. 서쓰가루 지역의 MIS 5e 단구면의 용기 속도는 시라가미산지 서안에서는 한국의 동해안에 비하여 최대 8배나 높게 나타난다.

이상과 같은 동북 일본의 쓰가루 지역과 한국 동해안의 MIS 5e 해성단구의 구정선 고도의 분포 패턴과 용기 속도의 차이는 이들 두 지역의 지질구조장적 위치가 상이함에 따라 나타나는 현상으로서, 쓰가루 지역은 현재에도 지진성 지각변동이 활발히 진행되고 있는 '변동대' 지역에 속하는 데 비하여, 한국의 동해안 지역은 지질구조장적 위치상 '안정대' 지역에 속함을 말해준다.

2. 단구면 구성층의 토색 차이 고찰

아지가사와 해안과 한국 동해안의 MIS 5e 해성단구는 단구면 구성층의 토색에 있어서도 차이를 나타낸다. 아지가사와 해안의 MIS 5e 해성층의 토색은 전체적으로 탁한 적갈색(5YR5/4)으로부터 암적갈색(5YR3/6)을 나타내며, 해성층의 상부쪽(주로 사질층)에서는 명적갈색(5YR5/6)을 나타낸다. 이에 비하여 한국 동해안의 MIS 5e 단구면 구성층에서는 해성력층의 매트릭스부분은 전반적으로 적갈색(2.5YR4/8)~명적갈색(2.5YR5/8)을 나타내며, 해성력층 상부의 해성사층에서는 적갈색(2.5YR4/8)이 주를 이룬다. 그리고 해성사층의 최상부 구간과 의사글라이화 적색토가 나타나는 구간에서는 적색(10R5/8 정도)을 띠는 부분도 나타난다. 한국 동해안의 MIS 5e 하성단구 구성층의 토색도 MIS 5e 해성단구의 토색과 거의 동일하게 나타난다(표 1).

표 1에서 보는 바와 같이 아지가사와 일대의 MIS 5e 단구면 구성층의 토색은 한국 동해안의 MIS 5e 해성단구와 하성단구 구성층의 토색에 비하여 상대적으로 '붉은 정도'가 떨어짐을 알 수 있다. 일반적으로 토양의 적색도는 기후와 높은 관련을 갖지만, 토양화가 진행된 시간의 영향도 받는 것으로 보고되고 있다(Birkeland, 1984). 쓰가루 서해안과 한국 동해안의 같은 시기(MIS 5e)에 형성된 단구면 구성층의 토색이 상이하게 나타난다는 점은, 두 지역의 단구면 구성층의 토색의 차이를 고찰할 때에는 '시간'의 영향은 제외하고 '기후'의 영향에 중점을 두어 고찰하여야함을 말해준다.

쓰가루 서해안을 포함하는 혼수 북부 지역과 한국 동해안 지역의 현생 상대토양은 갈색삼림토로 보고되고 있다(강영복, 1981; 松井·加藤, 1962; 松井, 1964; 水塚, 1975; Bridges, 1978). 영국의 저지대에 분포하는 전형적인 갈색삼림토의 토색은 B층은 갈색(7.5YR4/4)내지 적

표 1. 일본 혼수 북동해안(아지가사와 해안)과 한국 동해안(강릉~울산 해안)의 MIS 5e 해성단구 구성층의 대표 토색

지역	해성사력층	상부 해성층(주로 사질층)
일본 혼수 북동해안 (아지가사와 해안)	암적갈색(5YR3/6) ~적갈색(5YR5/4)	명적갈색(5YR5/6)
한국 동해안 (강릉~울산 해안)	적갈색(2.5YR4/8) ~명적갈색(2.5YR5/8)	적갈색(2.5YR4/8)~적색(10R5/8) * 의사글라이화 적색토의 적색부분 : 적색(10R4/8)

표 2. 조사지역의 기후자료(1981년~2010년)

지역	강수량 (mm)	평균 기온 (°C)					
		연평균기온	최고기온	최저기온	최난월(월)	최한월(월)	
한국	강릉	1,464.5	13.1	17.5	9.2	24.6 (8월)	0.4 (1월)
	동해	1,278.9	12.6	16.8	8.7	23.7 (8월)	0.8 (1월)
	포항	1,152.0	14.2	18.7	10.4	25.7 (8월)	1.8 (1월)
	울산	1,277.1	14.1	19.2	9.8	25.9 (8월)	2.0 (1월)
일본	아지가사와	1,319.2	10.4	14.2	6.7	22.8 (8월)	-0.6 (1월)

출처 : 한국: 환경부 기상청; 일본: 국토교통성 기상청.

갈색(5YR), A층과 B층의 경계부에서는 갈색(7.5YR4/4)을 나타내는 것으로 보고되고 있다(Bridges, 1978). 따라서 전형적인 갈색삼립토보다 적색도가 더 높게 나타나는 한국 동해안과 쓰가루 서해안의 MIS 5e 단구면 구성층의 토양은 현재보다 온화한 기후의 영향을 받아 형성된 고토양으로 판단된다.⁴⁾

한국 동해안의 MIS 5e 단구면 구성층의 토색이 쓰가루 서해안의 MIS 5e 해성단구 구성층의 토색보다 적색도가 더 높게 나타나는 것은, MIS 5e 단구면 형성기 이후 한국의 동해안 지역이 일본의 쓰가루 서해안 지역에 비하여 상대적으로 온난한 환경에 있었음을 의미한다. 토양의 적색화 과정에 있어서는 기온이 강수량보다는 더 중요하며, 보다 높은 기온하에서 적색화가 더 빠르게 진행되는 것으로 알려져 있다(Birkeland, 1984).

최근 30년 동안의 기후자료에서도 한국 동해안 지역의 기온은 일본의 쓰가루 해안 지역의 기온에 비하여 연평균 기온은 2°C~4°C정도, 최고기온 평균은 2.5°C~5°C정도, 최저기온 평균은 2°C~3.7°C정도나 높았음을 알 수 있다(표 2). 동북 일본의 쓰가루 해안과 한국의 동해안의 MIS 5e 해성단구 구성층의 토색의 차이(표 1)와 표 2의 기온 자료는 현재는 물론 최종간빙기에도 한국의 동해안 지역의 기온이 일본의 쓰가루 서해안 지역의 기온보다 더 높았을 가능성이 큼을 보여준다. 추후 한국보다 남북 간의 위도차가 큰 일본 각지의 MIS 5e 해성단구의 토색 자료와의 비교 고찰을 통한 한국 동해안의 MIS 5e 단구면의 토색의 위치를 정치하는 연구가 필요하다고 본다.

VII. 결론

한국 동해안의 갯신세 해성단구 편년에 있어서 기준

시간면으로 제시된 MIS 5e 해성단구의 지형적 특성을 보다 명확히 이해하기 위하여, 동북 일본 쓰가루 서해안의 MIS 5e 해성단구와의 비교 연구를 수행하였다.

쓰가루 서해안 지역의 MIS 5e 해성단구의 구정선 고도는 해발 15m로부터 160m에 걸쳐 분포하며, 파상변위형의 패턴을 나타내는데 비하여, 한국 동해안의 MIS 5e 해성단구의 구정선 고도는 한국 동해안 전역에 걸쳐 18m 내외의 거의 동일한 고도 분포를 나타낸다. 이와 같은 MIS 5e 해성단구의 구정선 고도 분포 패턴의 차이는 쓰가루 해안 지역과 한국 동해안 지역의 지질구조장적 위치가 상이함에 기인하는 것으로, 쓰가루 서해안 지역은 현재에도 지진성 지각변동이 활발히 진행되고 있는 '변동대'지역에 속하는데 비하여, 한국의 동해안 지역은 적어도 MIS 5e 해성단구의 형성기 이후에는 단구면의 수직적 변위를 동반하는 경동성 지반운동은 진행되고 있지 않고 전체적으로 느린 속도로 동일하게 융기하고 있는 '안정대'지역에 속함을 의미한다.

단구면 구성층의 토색에 있어서 한국 동해안의 MIS 5e 해성단구가 일본 쓰가루 서해안의 해성단구에 비하여 더 높은 적색도를 나타낸다. 이는 MIS 5e 단구면 형성기 이후 한국의 동해안 지역이 일본의 쓰가루 서해안 지역에 비하여 더 온난한 환경에 있었음을 의미한다.

註

- 1) 한국 서해안의 변산반도 일대에 있어서 후빙기 기후호전기의 고해면에 대응되는 고파식와 지형은 현 해면상 1.5m 정도의 고도에 1단으로 나타난다(최성길, 2015). 이는 변산반도 일대의 지반융기 속도가 '변동대'지역인 동북 일본 쓰가루 해안 지역에 비하여 훨씬 낮음을

말해준다.

- 2) 토색의 기재는 小山·竹原(1988)에 따랐다.
- 3) 한국 동해안의 해성단구와 MIS 5e 해성단구의 구정선 고도에 대한 다른 연구자의 견해는 추후 일본 주요 지역의 MIS 5e 해성단구와의 비교 연구시 인용·고찰하고자 한다. 본 고에서는 발표자의 연구결과를 중심으로 고찰하였다.
- 4) MIS 6에 대응되는 것으로 추정되는 공주 청백산 서쪽의 사면 퇴적물층에 발달되어 있는, 최종간빙기의 토양화 작용에 의해 형성된 것으로 판단되는 적색-등색을 띠는 고적색토(최성길, 2012b)도 한국 동해안과 동북 일본의 MIS 5e 해성단구 구성층에 형성되어 있는 토양을 최종간빙기의 고토양으로 판단할 수 있게 해주는 증거의 하나가 된다고 본다.

[본 고는 2015년 한국지리학회 추계 학술대회(강원대학교)에서 발표된 자료(崔成吉·小岩直人, 2015)를 바탕으로 작성되었음]

사사

2000년 11월의 현지 답사시 동해하여 도움을 주신 田村俊和 先生(당시 日本 東北大學 교수)과 원고 정리를 도와준 공주대학교 지리교육과 김성일 선생에게 감사드린다.

참고문헌

강영복, 1981, “한국의 주요 성인적 토양형에 관한 연구,” 관동대 논문집, 9, 481-490.

崔成吉, 1993a, “韓國東海岸珠樹川流域における後期更新世の河成段丘の對比と編年,” 季刊地理學, 45(3), 155-166.

최성길, 1993b, “한국동해안에 있어서 최종간빙기의 구정선 고도연구 ; 후기 경신세 하성단구의 지형층서적 대비의 관점에서,” 한국제사기학회지, 7(1), 1-26.

최성길, 1995a, “강릉~목호 해안 최종간빙기 해성면의 동정과 발달과정,” 한국지형학회지, 2(1), 9-20.

최성길, 1995b, “한반도 중부동해안 저위해성단구의 대비와 편년,” 대한지리학회지, 30(2), 103-119.

최성길, 1996, “한국 남동부 해안 포항 주변지역 후기경신세 해성단구의 대비와 편년,” 한국지형학회지, 3(1), 29-44.

崔成吉, 1997, “韓國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水期の海水準,” 東北大學 博士論文, 200.

최성길, 2006, 「한국 동해안의 단구지형」, 공주대학교 출판부.

최성길, 2012a, 「한국의 단구지형과 후기 갯신세의 지반운동」, 공주대학교 출판부.

최성길, 2012b, “공주 청백산 서쪽 완사면 퇴적층의 형성과정,” 한국지리학회지, 1(1), 67-74.

최성길, 2015, “변산반도 적벽강 해안의 후빙기 고해면기의 고파식와,” 한국지리학회지, 4(1), 61-68.

최성길·신현조·박지훈, 2003, “화분분석으로부터 본 한반도 남동부해안의 최종간빙기 해성단구,” 대한지질학회 추계학술발표회 초록집, 78.

최성길·장호. 2008. “한국 동해안 울진일대의 해성단구 - 죽변·골장 해안 해성단구의 대비와 편년.” 한국지형학회지, 15(4). 1-15.

崔成吉·小岩直人, 2015, “일본 쓰가루(津輕)해안 아지가사와(鯨ヶ沢) 일대의 MIS 5e 해성단구 ; 한국 동해안의 MIS 5e 해성단구와 비교하여,” 한국지리학회 추계 학술대회 발표자료집, 34-38.

岡山俊雄, 1988, 「100万分の1日本列島接峰面図」, 古今書院.

宮内崇裕, 1988, “東北日本北部における後期更新世海成面の對比と編年,” 地理学評論, 61, 404-422.

宮内崇裕, 1990, “日本海東縁海岸地域の完新世地震性地殻変動,” 地学雜誌, 99, 390-391.

宮内崇裕·八木浩司, 2005, “津輕半島~白神山地の地形發達と海成段丘,” 小池一之·田村俊和·鎮西清高·宮城豊彦 編, 「日本の地形」: 3(東北), 東京大学出版会, 252-258.

宮内崇裕·青森県主要起震斷層調査委員會·飛田健二·野溝昌宏·齊藤秀樹, 1999, “津輕山地西縁 斷層帶の詳細位置と地下構造,” 活斷層研究, 18, 14-22.

田村俊和·小池一之, 2005, “第四紀後半の環境変遷と地形發達,” 小池一之·田村俊和·鎮西清高·宮城豊彦 編, 「日本の地形」: 3(東北), 東京大学出版会, 315-319.

田村俊和·宮内崇裕·崔成吉, 2014, “韓國東海岸の海成段

- 丘面背後に連なる緩斜面 ; 比較気候地形発達史による第四紀陸域古環境の面的復元をめざして,” 地球環境研究, 16, 65-70.
- 小山正忠·竹原秀雄, 1988, 標準土色帖, 日本色研事業株式會社.
- 松井 健, 1964, “下北半島の土壤地理学的特性,” 資源科學研究所彙報, 62, 23-42.
- 松井 健·加藤芳朗, 1962, “日本の赤色土壤の生成時期生成環境にかんする二, 三の考察,” 第四紀研究, 2, 161-179.
- 水塚鎮男, 1975, “西南日本の黄褐色森林土および赤色土の生成分類に関する研究,” 農技年報(B), 26, 133-257.
- 吾妻 崇, 1995, “変動地形から見た津軽半島の地形発達史,” 第四紀研究, 34, 75-89.
- 佐々木俊法·井上大榮·柳田 誠·Choi, W. H·Chun, J. C., 2003, “韓國東海岸におけるAtaの發見とレスによる海岸段丘の編年(要旨),” 季刊地理学, 55, 54.
- 八木浩司·吉川契子, 1988, “西津軽半島の完新世段丘と地殻変動,” 東北地理, 40, 247-257.
- Birkeland, P.W., 1984, *Soils and Geomorphology* second ed., Oxford university Press.
- Birkeland, P.W., 1984, *Soils and Geomorphology*, 2nd edition, London: Oxford University Press.
- Bridges, E.M., 1978, *World Soils* second ed., Cambridge University Press(永塚鎮男·漆原和子 공역, 1990, 「世界の土壤」, 古今書院).
- Choi, S.G., 2001, Tectonic movement indicated by the late Pleistocene Paleoshorelines in the Eastern Coast of Korea, *Transactions, Japanese Geomorphological Union*, 22(3), 265-276.
- Machida, H., 1999, Quaternary widespread tephra catalog in and around Japan : Recent progress, *Quaternary Research*, 38, 194-201.
- Miyauchi, T., 1988, Late Pleistocene marine terrace correlation and chronology in the Northern Northeast Japan, *Geographical Reports of the Tokyo Metropolitan University*, 23, 29-47.
- Miyauchi. T., 2001, Late Quaternary regional crustal movement in the Korean Peninsula and Japanese islands through paleoshoreline analysis, *Transactions, Japanese Geomorphological Union*, 22(3), 277-286.
- Nakata, T., Imaizumi, T., and Matsumoto, H., 1976, Late Quaternary tectonic movements on the Nishi-tsugaru coast, with reference to seismic crustal deformation, *Science Reports of Tohoku University, 7th Ser (Geography)*, 26, 101-112.
- 교신 : 최성길, 314-701, 충남 공주시 공주대학로 56, 공주대학교 사범대학 지리교육과 (이메일: sgchoi@kongju.ac.kr)
- Correspondence : Seong Gil Choi, 314-701, 56 Gongjudaehak-ro, Gongju-shi, Chungnam, Korea, Department of Geography Education, Kongju National University (Email: sgchoi@kongju.ac.kr)

투 고 일: 2015년 11월 21일
 심사완료일: 2015년 12월 6일
 투고확정일: 2015년 12월 8일

