

한국 선상지의 이론적 고찰과 분포특성

윤순옥* · 사이토 교지** · 황상일*** · 다나카 유키야**** · 오구치 다카시*****

The Theoretical Study and Distributional Characteristics of Alluvial Fans in Korean Peninsula

Soon-Ock Yoon* · Kyoji Saito** · Sang-Il Hwang*** · Yukiya Tanaka**** · Takashi Oguchi*****

요약 : 산록에 있는 선형의 완사면이 페디먼트인지 선상지인지에 대한 주제는 한국 지형학사를 통하여 오랜 기간 논의되어 왔다. 결국 페디먼트 연구자들에 의해 그동안 선상지의 존재가 부정되면서 선상지 용어사용 및 선상지 연구에 결림돌이 되어 왔다. 이러한 논의를 정리하기 위해서는 지형형성기구 및 프로세스에 대한 종합적인 인식을 기초로, 구체적이고 논리적인 이론 정립이 요구된다. 본 연구는 지금까지 선상지가 부정되었던 쟁점들을 논의하고, 검토하여 한반도 선상지 연구에 보다 정확한 이론적 지표를 제시하고자 하였다. 또한 세계적인 선상지와 비교하기 위하여 한반도 남부에서 13개의 선상지를 선정하고 지형면의 분포특성을 고찰하였다.

Abstract : The question of whether fan type surface developed at the foot of mountains is pediment or alluvial fan has been discussed consistently through the Korean geomorphic history. Unfortunately the term, 'alluvial fan' was scarcely used, also even the existence of alluvial fan has been denied throughly for a long time in Korea. The negation of alluvial fan brought some difficulties in the development of the related Geomorphology. In order to resolve such a problem, more logical and exquisite theory by examination of geomorphic process must be systematically presented on the basis of overall problem recognition. The objective of this study is to represent the theoretical indicator based on the investigation of the points at issue that the existence of alluvial fan in Korea was denied. Moreover, we selected 13 alluvial fans in southern part of Korean Peninsula to compare with the worldwide alluvial fans according to theoretical indicator, and analysed their geomorphic distributional characteristics.

* 경희대학교 지리학과 및 기초과학연구소 교수(Professor, Department of Geography and Research Institute for Basic Sciences, Kyung-Hee University) soyoon@khu.ac.kr

** 사이타마대학교 지리학과 교수(Professor, Department of Geography, Saitama University) kyosaito@post.saitama-u.ac.jp

*** 경북대학교 지리학과 조교수(Assistant Professor, Department of Geography, Kyungpook National University) hwangsi@knu.ac.kr

**** 경희대학교 지리학과 부교수 및 기초과학연구소 부교수(Professor, Department of Geography and Research Institute for Basic Sciences, Kyung-Hee University) ytanaka@khu.ac.kr

***** 토쿄대학교 지리학과 및 공간정보과학연구소 교수(Professor, Department of Geography, Center for Spatial Information Science, Tokyo University) oguchi@csis.u-tokyo.ac.jp

1. 문제제기

산록에 있는 선형의 완사면이 페디멘트인지 선상지인지(이하 충적선상지를 선상지라 약기)에 대한 주제는 국내 · 외를 막론하고 지형학자들 간에 종종 논의되어 왔다(Blackwelder, 1931; Rich, 1935; Denny, 1967; Lecce, 1990; 이민희 · 장재훈, 1982; 황상일 · 윤순옥, 2001). 이 문제는 양자의 지형을 형태 혹은 퇴적물의 층후로 단순하게 구분할 수 없기 때문이기도 하지만, 이 두 지형을 만드는 기구 및 프로세스에 대한 인식이나 이들 지형에 대한 정의에도 기인한다(Blackwelder, 1931; McGinnies *et al.*, 1968; 赤木, 1970).

선상지를 이루는 퇴적면상을 흐르는 하천은 거의 평형상태에 도달하여 하상비고가 일정하게 되었을 때 측방침식을 행할 수도 있어(村田, 1936; 吉川, 1950), 선상지는 퇴적작용에 의해 만들어진다고 단순하게 정의할 수는 없다. 이를 근거로 본 논문에서는 산록에 있는 선형(扇形)의 완사면 가운데 주로 침식작용에 의해 만들어진 지형을 페디멘트, 주로 퇴적작용으로 만들어진 지형을 선상지라 한다.

침식작용에 의해 만들어진 산록완사면은 페디멘트 외에도 저위평탄면, *etchplain* 등으로 분류될 수도 있으며(赤木, 1965; 李正雨, 1983; Tanaka and Matsukura, 1999, 2001), 지금까지 산록완사면을 페디멘트와 동의어로 사용했기 때문에 혼란을 가져왔다는 지적도 있다(赤木, 1971). 한반도에는 선상지의 존재를 부정하는 것에 페디멘트 또는 산록완사면이 주로 사용되었고(이민희 · 장재훈, 1983), 더욱이 본 논문에서 페디멘트 존재 자체를 논의할 수밖에 없으므로 주로 침식작용에 기인한 산록완사면을 페디멘트라 칭하기로 한다.

한반도 산록에 있는 선형의 지형은 동일한 장소에 발달하는 경우에도 연구자에 따라 페디멘트 또는 선상지로 상반되게 보고되기도 했다. 사천 · 삼천포의 선형 지형에 관해서는 장재훈(1976), 김종욱(1983)이 침식성의 완사면이라고 했으나, 윤순옥(1983)은 기반암의 형상, 퇴적상, 지표면 형태로 볼 때 퇴적작용에 의한 선상지 특징을 갖고 있다고 주장했다. 박노식(1959)과 Chang(1986), Ono(1990)가 선상지라고 한 구례 화엄

사 · 천은사 지역에 대해서는 장재훈(1966, 1983)이 페디멘트상 완사면으로 분류하였다. 그는 보다 완화된 표현으로 선상완사면 또는 선상지성 산록완사면으로 부르며, 충적선상지와 유사한 지형으로 언급하고 있으나 근본적으로 이 지형면을 페디멘트로 인식하고 있다(장재훈, 2002). 그러나 한국의 페디멘트 분포도를 작성한 赤木(1965, 圖 11)는 堤川의 선형지형과 함께 이 지형면을 분포도에서 제외시키고 있으나, 고의장(1982)의 기반암 형태나 퇴적물의 특징 및 Ono(1990)가 보고한 매몰곡 등으로 볼 때 선상지라고 사료된다.

장호(1977)에 의해 초기에 페디멘트로 분류된 바 있던 금광평선상지에 대하여 張昊 · 小野(1986), Chang(1986), 그리고 조화룡(1987)이 선상지로 분류하였으며, 吉川(1950)는 역층의 두께가 5m 내외이지만 기반암의 기복을 감추고 있으므로, 침식면의 요철을 매몰한 선상지라고 했다. 불국사(울산)단층선의 서측 완사면에 대해서도 이민희 · 장재훈(1984)은 페디멘트(선상완사면)로, 박노식(1959), 권혁재(1997), 그리고 황상일(1998), 황상일 · 윤순옥(2001)은 선상지로 분류하고 있다. 제천선상지에 대해서도 장재훈(1966; 1974; 1976; 1984)이 페디멘트상 완사면이라고 했다.

따라서 선상지를 포함하여 발달 위치와 형상만을 지칭하던 산록완사면이 결과적으로 페디멘트로 보고되면서, 오랜 기간 한반도에서 선상지의 존재는 철저히 부정되었다(김상호, 1961; 1966; 1973; 김종욱, 1983; 성운용, 1999; 장재훈, 1975; 1976; 1977; 1978; 1979; 1980; 1983; 1984; 1987; 2002; 이민희, 1983; 이민희 · 장재훈, 1982; 1983; 장호, 1977).

최근에는 한반도에서 선상지의 보고 예도 증가하였지만 페디멘트로 보고된 사례가 압도적으로 많다(Tanaka and Matsukura, 1999). 페디멘트로 보고한 연구자의 다수는 한반도는 지반이 안정되어 있어 산록에는 침식작용에 의한 지형이 잘 반영되어 있다고 주장하지만(赤木, 1965; 김상호, 1966; 1973; 이민희 · 장재훈, 1982; 장재훈, 1984; 2002), 안정지괴인 中國 대륙에도 선상지가 뚜렷이 발달해 있다(Wu *et al.*, 1996).

페디멘트 연구자들이 주장하듯이 한반도에는 선상지로 보고될 수 있는 지형이 과연 존재하지 않는 것인

지, 선상지가 부정되었던 쟁점들을 논의한 후, 세계 여러 지역의 선상지 연구결과와 비교해서 이와 같은 사실을 이론적으로 검토하려는 것이 본 연구의 첫 번째 목적이다. 검토 결과 층적선상지로 인정되고 대표성을 갖는 한반도 남부지방의 13개 지형면을 대상으로 분포 특성을 고찰하려는 것이 두 번째 연구 목적이다.

2. 선상지가 부정되었던 쟁점과 논의

페디먼트 연구자들에 의하면 과거 한반도에 건조 및 반건조기후가 존재하여 페디먼트와 유사한 산록완사면이 포상침식으로 형성되었다거나(김상호, 1966; 1973; 장재훈, 1964; 1972; 1973; 赤木, 1975), 또는 제 3기 말에서 제4기 초에 걸친 온난습윤한 기후 하에서 기반암이 심층풍화하였고, 간빙기에 형성된 완사면의 기반암면 위에 빙기에 주빙하기후 하의 기계적 풍화산물과 핵석 등 기반암의 화학적 풍화산물이 솔리플렉션 등 다양한 기원으로 사면이동되면서 페디먼트가 형성되었다(장재훈, 1977; 1978; 1983; 1984; 2002)고도 하였다. 그리고 지반이 안정되어 있으므로 암석의 침식에 대한 저항의 차이가 지형에 잘 표현되어 있어 페디먼트에 유사한 산록완사면이 넓게 발달한다는 것이다(김상호, 1973; 장재훈, 1976; 1977; 1978; 1983; 1984, 2002; 赤木, 1965).

장재훈은 한국의 페디먼트 연구를 주도하였는데, 산록에서의 분포형태에 따라 長舌形, 楔形, 扇形, 그리고 長方形 완사면으로 구분하면서, 기존에 선상지로 인식되었던 扇形 완사면도 페디먼트로 간주하였다. 또한 일본의 페디먼트 지형학자인 赤木(1965; 1971; 1974)는 한반도 중부 이남의 양구, 춘천, 충주, 섬진강유역(1965), 제천, 충주, 남원, 구례(1971), 수원에서 서산, 군산, 이리, 김제, 영산강 유역(1974) 등지에서 페디먼트를 조사, 보고하였다. 대상 지역은 대부분 하곡 사이 산록과 연속되는 폭이 넓고 평탄하게 발달한 장방형 침식면이었고, 곡구에서부터 발달하는 한반도의 선상지를 전면 부정하지는 않았다. 그러나, 장재훈(1984, 236)은 赤木도 한국 중부 이남에 널리 분포하는 산록 완사면을 모두 페디먼트 내지 페디플레이인으로 인정하

였다고 잘못 보고하는 오류를 범하였다.

그러한 혼동 속에서 일부 페디먼트 연구자들 외에는 페디먼트 및 선상지에 관한 연구가 장기간에 걸쳐 회피되었고, 위상복(1982)의 건천지역 선상지 및 윤순옥(1983)의 경남 사천 선상지 발표 이후에도 상당한 기간 동안 선상지 연구 보고가 거의 없었다. 유사한 선형 지형에 대하여 경남 가조분지에서 Chang(1987)은 선상지성 기후단구로, 그리고 조화룡(1994)과 岡田 外(1994)는 양산단층선을 따라 형성된 선상지성 하안단구라고 언급하기도 했다. 최근에 이르러 불국사 선상지(황상일, 1998; 岡田 外, 1998; 윤순옥 · 황상일, 1999; 황상일 · 윤순옥, 2001), 경주선상지(윤순옥 · 황상일, 2004; 윤순옥 외, 2004; Saito 외, 2004), 팔공산 선상지(윤순옥 외, 2004), 청도선상지(황상일, 2004), 포천 이동선상지(이민부 외, 2005) 등 선상지를 공식적인 지형명칭으로 사용하면서 이를 주제로 한 일련의 연구가 잇따르고 있어, 한국의 선상지를 재조명하는 계기가 되었다.

여기에서는 지금까지 페디먼트 연구자들에 의해 한국의 선상지가 부정되었던 이유로 거론된 주요 쟁점들을 논의하고 문제점을 검토함으로써 기존의 연구를 정리하고자 한다.

1) 퇴적물의 두께 및 도상구릉의 존재

페디먼트 연구자들은 한반도 산록에 있는 扇形的 완사면(이후 이를 선형지형으로 약기)을 피복한 퇴적층 두께가 기반암의 구릉이 드러날 정도로 얇아서 선상지가 아니고 페디먼트라고 지적한다(김상호, 1966; 1973; 김종욱, 1983; 이민희 · 장재훈, 1982; 장재훈, 1966; 1973; 1974; 1976; 1977; 1978; 1983; 1984; 1987; 2002). 즉, 층적선상지는 기반암의 기복에 상관없이 퇴적된 사면이지만, 도상구릉이 존재하는 한반도의 선형지형에서는 선정부에서 선단부에 걸쳐 퇴적층이 얇고 두께가 거의 같기 때문에 기반암면의 형태와 구릉을 그대로 드러낸다는 것이다.

예를 들면, 장재훈(1966; 1974; 1976; 1992)은 충주, 제천지역이 퇴적층 두께 2-4m, 구례 화암사 선형지형에서는 퇴적물의 두께가 5-8m로 얇아서, 근본적으로

지형면이 침식작용을 받아 평탄화된 기반암의 형상을 그대로 반영하고 있는 페디먼트라고 지적했으나, Ono(1990)는 화염사지역의 선정 부근에서는 13m 정도의 퇴적물이 있으므로 퇴적작용에 의한 선상지라고 했다.

페디먼트와 선상지를 구분하는 퇴적물의 두께에 대하여는 세계적으로도 논의가 진행되어 왔다(Bull, 1977). Doerhing(1970)은 선상지 역층 두께의 하한을 50피트(15m)라 하였고, Bull(1977)은 퇴적층 두께가 선상지 길이의 1/100 이상을 선상지라고 했다. 그러나 일본의 면적 2km² 이상인 490개 선상지 가운데 역층의 두께가 밝혀져 있는 298개 선상지에서는 퇴적물의 두께가 256m에 이르는 것에서 거의 없는 것까지 다양하고 연속적이므로, 퇴적층 두께 뿐 아니라 선상지 길이와의 관계에서 선상지를 구분하는 것은 불가능하다(齊藤, 1988). 더욱이 선정에는 두꺼운 퇴적물이 있어도 선단에는 퇴적물이 거의 없는 선상지가 있는가 하면(Hooke, 1972), 선정이 산지 쪽으로 개석되거나, 선상지를 함양하는 퇴적물 공급지가 분지형태를 이루고 있는 선상지에서는 선정 부근에서 퇴적층이 얇은 경우도 있다(Bull, 1977). 따라서 한반도의 선형지형에서도 단순히 얇은 퇴적층 두께나 도상구릉의 존재가 선상지를 부정하는 이유가 될 수는 없다. 이와 같이 선상지인지 아닌지 판단하는 데에는 선형지형 전체의 퇴적층 두께(구조) 및 퇴적물의 조성, 그리고 지형 형성 작용을 반영하는 지표면 형태를 파악하는 것이 필요하다.

2) 기반암의 표면형태

퇴적층의 두께가 얇을 뿐 아니라, 지표면 형태와 기반암의 표면형태가 유사하고, 기반암의 표면도 평탄하므로 선상지가 아니고, 침식작용에 의해 만들어진 페디먼트라는 지적이 있다(김상호, 1966; 1973; 장재훈, 1973; 1974; 1976; 1984; 1987; 1996; 2002; 김중옥, 1983).

미국 서부 건조지역에서 Johnson(1932)은 측방침식이 탁월하게 작용하여 암석선상지가 넓게 만들어졌다고 생각했다. 또한 애팔래치아산맥의 선형지형에 대하여 Mills(1983)는 퇴적물이 얇은 기반암 형상이므로,

이 지형은 원래 페디먼트였으나 하천에 의해 선상으로 측방 및 하각침식을 받았다는 것이다. 그러나, Mills(1983)가 보고한 선형지형을 Kochel(1990)은 토석류선상지로 파악하였다. 즉, 홀로세 강우강도가 큰 습윤지역의 경우, 선상지는 기복이 큰 1, 2차수 유역분지에서 주로 토석류에 의해 하도를 따라 개석이 발생하여 작고 불규칙한 형태의 지형면이 만들어진다. 애팔래치아 지역은 기존의 유물지형인 하성선상지로 이루어져 있으나 홀로세에는 하도를 따라서 급속하게 하류쪽으로 진행되는 토석류에 의해 제한적으로 개석작용이 우세하게 발생했다는 것이다(Williams and Guy, 1973).

일본에서도 이와 같이 퇴적물이 얇고, 지표면 형태와 기반암 표면형태가 서로 유사한 선형지형이 선상지인지 어떤지 오래 전부터 논의되어 왔다(齊藤, 1988). 퇴적물이 얇더라도 퇴적작용에 의해 만들어졌다고 하는 선상지설, 선상지에는 측방침식도 관여한다고 생각하여 선상지라고 하는 측각(側刻)관여설, 측방침식에 의해 형성된 선형지형은 선상지가 아니라고 하는 선상지부정설로 크게 나누어진다.

동북 일본에 있는 이사와대지(胆澤臺地)는 대략 10m 이하의 역층으로 이루어져 있고, 선단부 측면의 기반암 표면이 평활하기 때문에 많은 연구자에 의해 쟁점이 되어 왔다. 田山·土田(1939)은 역층이 그 정도 얇더라도 퇴적면이라고 했다. 한편, 田辺(1950)는 퇴적작용에 의해 만들어진 선상지와는 다른 지형으로 보았다. 田辺의 주장에 대하여 若生(1956)과 齊藤(1978)은 퇴적작용 이외에 측방침식도 관련된 선상지로 분류하였다. 그런데 상당히 얇다고 지적되어 왔던 역층에 대하여 渡辺(1991)는 선정 부근에서 두께 20m 이상의 역층을 발견했다. 그리하여 선단측의 역층이 얇은 것, 기반암 표면이 이사와대지 표면과는 중단면 형태가 다르고 대지를 이루는 지형면이 급구배라는 점에서, 기반암 표면이 형성된 후 대지의 선정 측에서부터 퇴적이 진행되어 선상지가 형성되었음을 밝혔다.

한반도 중부의 역층이 얇은 선형지형에 대하여 吉川(1950)은 기반암이 완만한 파상의 기복을 나타내고 더욱이 기반암 고도가 산간에 드러나므로 암석床(침식면)을 덮은 층적선상지라고 결론지었다. 또한 윤순옥

(1983)과 황상일(2004)도 한반도 남부 사천·삼천포 및 청도의 선형지형에서 기반암에 요철을 확인하고 선상지임을 지적했다.

이상과 같이 선형지형 전체의 퇴적구조가 밝혀진 후 어떤 지형인지 명확해지는 경우도 있다.

3) 지형면의 표면형태 및 경사

한반도의 선형지형에 대하여 지형면의 표면형태 및 경사가 일반적인 선상지와 다르다거나 오히려 페디먼트에 더 가깝다(장재훈, 1973; 1976; 1987; 김종욱, 1983)는 주장이 있다. 즉, 횡단 및 종단면 형태로 볼 때, 층적선상지는 횡단면이 철형(convex), 종단면은 요형(concave)이지만(Bull, 1977; Lecce, 1990), 한반도의 경우, 횡단면이 철형 또는 다양한 기복을 갖고, 종단면도 요형, 직선, 철형 모두 확인되므로 페디먼트에 보다 유사한 지형(장재훈, 1976)이라고 했다. 구례, 제천, 강릉지역의 횡단면은 직선에 가까우며(장재훈, 1976), 사천의 선형지형은 횡단면이 뚜렷하게 철형이고, 종단면은 직선상을 이루는데, 횡단형은 층적선상지와 유사하지만 페디먼트에도 분포하며, 종단형은 층적선상지의 경우 하천유수의 작용이 탁월하여 요형 종단면(concave profile) 만이 인정되고 있으나, 페디먼트는 요형도 탁월하지만 철형과 직선상의 종단면이 모두 인정된다(김종욱, 1983)고 했다. 그러한 지표면 형태에 있어서 Blackwelder(1931)는 선상지가 현저하게凸형 횡단면을 갖는데 대하여 페디먼트는 산지 전면과 평행하게 수평의 횡단면을 갖는다고 생각하였다. 특히 퇴적물 공급량이 과다한 선상지는 곡구에서 선단쪽으로 돌출하는 등고선을 취한다(Bull, 1977). 사천 및 경주선상지는 이에 부합하는 대표적인 선상지이며 북천은 천정천을 이룬다. 한편, 페디먼트도 동심원상의 등고선을 갖는 것 같지만, 잘 보면 곡구를 중심으로 하는 것은 아니라는 지적도 있다(大内·貝塚, 1997).

선상지 구배에 대해서는, 선상지 규모가 커질수록(Drew, 1873; Eckis, 1928; 富田, 1951; Bull, 1964; Melton, 1965; Beaumont, 1972), 혹은 선상지를 형성하는 하천의 유역분지가 커질수록(Bull, 1964; Harvey, 1984; Beaumont, 1972) 완만해 진다. 따라서 구배에

관한 논의는 선상지를 형성한 하천의 함양역 규모가 비슷한 곳에서 비교하지 않으면 안된다.

이렇게 볼 때 지형면의 표면형태는 선상지를 판단하는 중요한 요인이지만, 지형면을 결정짓는 것은 아니라고 판단된다.

4) 퇴적물 특성 및 역의 원마도

페디먼트 연구자들은 한국의 산록완사면을 덮고 있는 퇴적물 특성으로 볼 때, 무엇보다 역의 원마도가 낮고, 분급(sorting) 및 층리구조(bedding)가 나쁘므로 하천 기원의 선상지가 아니라고 지적한다(김상호, 1966; 1973; 장재훈, 1966; 1973; 1974; 1976; 1977; 1978; 1984; 1985; 2002; 김종욱, 1983). 특히 역들 사이에 황갈색 사질토양이 다량 함유되어 있어 건조지역에서 발생하는 포상류(sheet flood 또는 stream flood)성이 우세하다거나(김상호, 1966; 1973; 장재훈, 1966; 1973; 1974; 1976; 1977; 1978; 1984; 1985), liquid 상태의 매스 무브먼트(mass flow 또는 mass movement) 퇴적물(장재훈, 1984; 김종욱, 1983)이거나, 지난 빙기 주빙하성 기후 하에서 각력의 암괴류나 지표에 노출된 거력들이 솔리플럭션(solifluction) 상태로 운반되었으며(장재훈, 1984; 1985; 2002; 김종욱, 1983), 결국 이상의 요인들이 침식작용으로 기반암을 평탄화시키는 과정에서 피복되었음을 강조하였다. 또한, 퇴적물 가운데 아원력, 원력들이 조사를 매트릭스로 약간 분급, 층리를 이루는 역층은 유수의 운반작용이 컸으나, 산록완사면 상에 세립물질이 많고 아각력, 아원력 등 거력의 암괴가 산재해 있는 남원지역은 솔리플럭션이나 기반암의 심층풍화작용에 기인한 핵석(core stone)에서도 연유한다고 보았다(장재훈, 1984; 1985; 2002).

한편, 이지호·이영택(1972)에 의해서 남한의 대표적인 선상지로 소개된 바 있는 사천, 삼천포의 선상지는 퇴적물 특징에서 분급과 층리가 매우 불량하고, 와상구조(imbrication)가 일정하지 않으므로, liquid 상태의 질량이동에 의해 풍화산물이 제거되는 평탄화과정을 겪은 침식성의 완사면(김종욱, 1983; 장재훈, 1976; 2002)이라고 주장되기도 했으나, 반면, 윤순옥(1983)은 모두 하성퇴적물로서 상류 쪽에서 하류 쪽으로 입

경이 작아짐과 동시에 원마도가 커지는 특징이 확인되어 선상지로 인정하였다.

그런데 선상지를 구성하는 토사의 운반, 퇴적 프로세스는 집합운반의 집합류(mass flow)와 각개 운반의 수류(water flow)로 분류된다(Gloppen and Steel, 1981). 집합류 가운데에서도 토석류(debris flow)가, 수류 가운데에서도 하류(stream flow)가 선상지 형성에 주된 프로세스라는 점에서 선상지는 토석류나 하류, 수류 등으로 형성된다고 지적되는 일이 많다(Hooke, 1967; Bull, 1977; Wasson, 1977; Nilson, 1985; Lecce, 1990). 따라서 선상지는 토석류 탁월선상지(debris flow dominated fan)와 하성 탁월선상지(fluvially dominated fan)로(Kostaschuk *et al.*, 1986; Kochel, 1990), 혹은 토석류선상지(debris flow fan)와 하성선상지(fluvial fan)로 구분된다(Harvey, 1984).

한반도의 선상지는 경주선상지와 같은 전형적인 하성선상지(윤순옥 · 황상일, 2004; 윤순옥 외, 2004 a, b; Saito 외, 2004) 뿐 아니라 토석류도 관여하고 있는 경우가 많다고 생각된다. 토석류는 점토 등의 매트릭스에 의해 자갈이 서로 직접 닿지 않는 기질지지(基質支持, matrix-supported)를 특징으로 하므로, 분급이 나쁘고 원마도는 낮다(Chawner, 1935; Harvey, 1984; Kochel and Johnson, 1984; Kostaschuk *et al.*, 1986; Levson and Rutter, 2000).

이상과 같이 한반도에서 선상지를 구성하는 역의 원마도는 반드시 낮은 것은 아니며 또한 원마도가 낮은 것이 선상지를 부정하는 근거가 될 수 없다.

5) 빙기의 기후조건

페디먼트 연구자들은 한반도의 산록에 덮힌 퇴적물 중에 암괴류(block stream) 또는 암괴원(block field) 형태로 산포하는 각력의 암괴퇴적물은 빙기에 운반되었다고 보았다(장재훈, 2002; 이민희 · 장재훈, 1983). 또한, 선형지형의 선정부 퇴적물 속에 분포하는 기반암의 구상풍화와 관련된 거력들은 주빙하기후 하에서 솔리플렉션에 의해 이동되어 곳에 따라 피복되었고, cryoplanation에 의해 cryopediment와 유사한 완사면이 형성되었다(赤木, 1971; 장재훈, 1976; 1984)고 주

장한다.

최근 장재훈(2002)은 산록완사면의 형성과정을 한반도의 경동성지반운동과 제4기 기후변화로 설명하고 있다. 기반암이 심층풍화를 받은 시기는 제3기 말에서 제4기 초이고, 간빙기에는 환경사의 침식면이 침식, 저하하여 저위의 침식면이 형성되고, 빙기에는 침식면 위에 유수량에 비해 사력물질의 공급이 많아져서 홍수시에 사력퇴적물이 얇게 덮힌다는 것이다. 또한, 완사면 상의 아원력 퇴적물은 간빙기에 유수량이 증가한 결과, 원마도가 커지고 유수에 의해 하곡에 인접한 산록면에 부착되는데, 특히 선상지성 완사면에는 하곡을 따라 아원력층이 비교적 두껍게 퇴적되고, 빙기에는 배후산지로부터 각력의 사력물질이 많이 공급된다고 했다. 그러나 이들 퇴적물이 선상지를 형성하는 것이 아니라 퇴적물 아래 환경사의 기반침식면을 옆게 덮고 있는 것에 불과하다는 것이다.

단구화한 선상완사면의 저위면은 퇴적물 피복과정만 고려하면 홍수성 하천 유수에 의해 운반된 선상지로 인식될 수 있고, 선상완사면이 충적선상지와 유사한 경우가 있다고 초기의 주장을 일부 수정하였으나, 지형의 근간을 이루는 것은 여전히 퇴적물이 피복되기 이전의 산록형 침식면이라고 하여 페디먼트 기원임을 강조했다. 장재훈(1998; 2002)은 결국, 한반도의 완사면의 형성과정이 단순하거나 동일하지 않고 다양한 원인으로, 장기간에 걸쳐 침식면이 발달하였으므로, 기본 형상은 기반암면의 형상을 닮은 것으로 배후 산지의 해체과정에서 생성된 산록형 침식평야이며 풍화물질의 운반사면이라는 것이다.

일반적으로 페디먼트는 건조 및 반건조지역에서 일시적인 호우로 발생하기 쉬운 지형으로 알려져 있다. 한반도의 간빙기는 홀로세와 유사하게 온난, 습윤했을 것이므로 간빙기에 침식작용이 탁월하여 페디먼트면(저위의 침식면)이 형성되었다는 설명은 수긍하기 어렵다. 평탄한 저위침식면이 만들어지려면 측방침식을 하여야 하는데 우리나라는 간빙기에 하천이 하곡을 깊이 파며 유로를 따라 흐른다. 또한 세계의 일반적인 지형발달과 달리, 빙기에 고도가 높고 험준한 산지에서 다량의 암설이 형성되지 않거나, 또한 이것들이 곡구부를 통해 퇴적작용으로 충적선상지가 만들어지지 않

고, 넓게 피복되어 여전히 페디먼트에 유사한 침식면으로 남아 있다고 판단하는 근거도 명확하지 않다.

즉, 한반도 산록 대부분에서 제4기를 통하여 침식작용이 탁월하였다고는 생각하기 어렵다. 한국의 하안단구 및 선상지에 관한 기존의 연구에서도 빙기에 퇴적작용, 간빙기에 침식작용이 일어나는 것으로 파악되었다. 예를 들면, 소백산맥 산록 산간분지의 하안단구연구(Chang, 1986), 경남 가조분지의 선상지성 하안단구(조화룡·장호·이종남, 1987)와 양산단층선을 따라 형성된 선상지성 하안단구(조화룡, 1997), 그리고 울산 단층선을 따라 합류선상지를 이루는 불국사선상지(황상일, 1998; 황상일·윤순옥, 2001) 등에서 단구 및 선상지 퇴적 시기를 제4기의 빙기로 밝히고 있다. Ono(1990)도 구례(화엄사) 선상지와 천은사 선상지에서 일본과 마찬가지로 빙기에 퇴적이 생기면서 선상지 지형면이 형성되었다고 주장하였다. 만약, 빙기·간빙기를 통하여 선상지가 형성되지 않았다면 한반도는 산록에서 퇴적지형이 만들어지지 않는다는 점에서 세계적으로 특이한 지역이라고 해야 할 것이다.

6) 선상지의 형성위치

충적선상지는 퇴적지형이기 때문에 형성 위치는 인접한 평지보다도 고도가 높아야 하는데, 침식산록면 사이에 발달하고 있는 한국의 선상지는 오히려 낮은 경우가 많으므로(장재훈, 1976; 1987; 이민희·장재훈, 1983; 2002) 침식작용이 탁월하여 페디먼트에 유사하다고 파악하였다. 이와 같은 생각은 이전 시기에 형성되고 개석된 주변의 고위선상지면을 페디먼트로 간주한 결과, 선상지 지형면(저위면)이 이보다 낮은 위치에 형성된 것을 이해할 수 없었기 때문이다. 고의장(1982)은 지리산 화엄사선상지를 건조·반건조지역에서 주로 발달하는 페디먼트 개석곡에 2차적으로 발달한 선상지로 판단하였다.

한반도 선상지는 대부분 합성선상지(coalescent fan)로서 한 시기 이전에 형성된 선상지가 제4기 동안의 기후변화 및 지반응기의 결과 단구화되었다. 즉, 간빙기를 지나면서 침식 및 하각작용을 받아 낮아진 하곡을 따라 빙기에 새로운 선상지면이 형성되는 것이다.

선상지가 반원추상을 이루는 것은 하상 부근이 퇴적작용에 의해 계속 높아지면서 하도를 낮은 곳으로 몇 번이라도 이동시킨 결과라는 것은 오래 전부터 지적되어 왔다(Drew, 1873). 따라서 현성 선상지의 경우, 현하상 부근은 주변보다도 높아지지 않으면 안된다. 따라서 선상지가 하각을 받았을 때 낮은 위치에 침식단구가 만들어지고, 그 후 퇴적작용이 진행되면 낮은 위치에서 선상지가 형성되게 된다. 이와 같이 선상지가 여러 단 단구상으로 만들어지는 예는 한반도 뿐 아니라 세계적으로 많이 있고, 중앙 일본의 伊那谷에서도 선상지에 일단 깊은 곡이 만들어지고 그 곡이 역층에 의해 매적을 받아 원래 선상지면 보다도 낮은 위치에 새로운 선상지면이 만들어진 것이 확인되었다(Ono, 1990).

이상과 같은 논의를 통하여 한반도에서 선상지를 부정하는 주장은 많은 문제점이 있었음을 지적하고자 한다.

3. 한반도 남부 선상지의 분포특성

1) 충적선상지의 선정

상술한 바와 같이 선상지를 인정하는데 있어서는 지형면을 덮고 있는 퇴적물의 전체 구조나 층상, 지표면 형태 등을 종합적으로 판단할 것이 요구된다. 한반도 전체의 선상지 분포나 특징을 타 지역과 비교하는데 있어서, 모든 지형면에서 퇴적물 상태를 알 수는 없으므로 단정하기 어려우나 기반암 형태가 지표면 형태를 닮았다고 할 수는 없다. 역층의 두께는 일반적으로 곡구로부터의 운반거리에 비례한다. 그러나 함양역의 형태, 규모 및 지질에 따라 차이를 보인다. 세계적으로도 제4기의 기후 요인에 의해 중위도 산간지역에서는 주로 빙기에 선상지가 형성되었음이 인정된다. 간빙기나 홀로세에도 곳에 따라 선상지가 형성되기도 하지만 하도를 따라 개석작용이 지배적으로 발생하여 기반암이 드러나거나 기존의 선상지 형태가 변형된다. 또한, 강우강도가 큰 습윤지역에서는 하성작용 뿐 아니라 토석

류도 중요한 선상지 형성요인이 된다. 그 경우 기질지지의 매트릭스를 가지며 역의 원마도나 층리구조가 매우 불량하다. 따라서, 형태적으로 선상지 규모에 비례하는 함양역을 가지며 곡구를 중심으로 돌출하는 원추형의 지형이라면 퇴적물의 전체구조를 파악한 후 층적 선상지로 간주될 수 있다.

앞서의 분석결과를 토대로 하여 현재까지 보고된 것 중 선상지라고 확인되었거나 가능성이 있는 지형면을 선정하였는데, 그 기준은 곡구를 중심으로 해서 동심원상의 등고선을 갖는 면적 2km² 이상인 지형면이다. 여러 단으로 선상지면이 단구화된 경우는 면적 2km² 이상의 선상지면 만을 대상으로 하였다. 더욱이 한반도에서는 면적 2km² 미만 지형의 경우, 지형도 상에서 선상지인지 아닌지를 판단하기 어려운 지형이 다수 포함되어 있으므로, 그러한 것을 배제하려는 의미가 있다. 또한, 원추형의 선상지 형태를 가지며, 규모가 비교적 큰 지형면을 대상으로 이미 검토를 마친 세계 여러 나라의 경우와 동일한 기준에 따라 선상지를 분석함으로써 객관적인 비교가 가능하다고 판단되었다. 이와 같은 조건을 충족하면서 한반도 남부에서 선상지 가능 지형으로 인정되는 것은 13개소이다(그림 1, 표 1). 이들 지형면은 합천(적중)선상지(미보고)를 제외하면 개별 논문으로 또는 관련 연구에서 지형면 특징들이 보고되어 있다. 즉, 사천, 삼천포는 장재훈(1976), 김종욱(1983)이 페디먼트로, 윤순옥(1983)은 선상지로, 구례 화엄사, 천은사의 경우 박노식(1959), 고의장(1983), Ono(1990)가 선상지로, 장재훈(1966; 1983)은 페디먼트로 보고했다. 금광평은 吉川(1950), 조화룡(1987), 장호·Ono(1986)가 선상지로, 장호(1977)는 페디먼트로, 월배선상지는 윤순옥(1980)과 윤순옥·황상일(1998)에 의해 보고되었다. 경주선상지는 윤순옥·황상일(1998)이, 청도선상지는 황상일(2004)이, 가천선상지와 안강선상지는 조화룡(1987)이 입실선상지는 박노식(1959)과 황상일·윤순옥(2001)에 의해, 그러나, 제천은 Ono(1990)는 선상지로 장재훈(1966)은 페디먼트로 보고하였다.

2) 대하천 곡구부와 선상지 분포와의 관계

하천의 곡구부는 선상지가 형성될 가능성이 높은 곳이다. 따라서 하천 곡구부 분포도를 작성하였는데, 먼저 1:250,000 지형도 상에 나타나는 산지와 평지 간의 경사급변점을 찾고 이를 따라서 지도상에 경계선을 그렸다. 이렇게 그려진 선을 횡단하는 하천의 교차점을 곡구로 하고, 곡구보다 상류 쪽을 함양역으로 하여 planimeter로 면적을 측정하여 100km² 이상인 하천만을 대상으로 하천 곡구 분포도를 작성하였다. 함양역 면적 1,000km² 이하인 경우는 1:250,000 지형도 상에서 작업하였으나 1,000km² 이상의 대 하천(예를 들면, 한강, 금강, 섬진강, 낙동강)에 대해서는 1:800,000의 지형도를 이용하였다.

그러나 서부지방에서는 곡구부를 인정하는 일이 간단하지 않았는데 산지와와의 경계부라 하더라도 상류 쪽으로 침식분지가 비교적 넓은 경우에는 대상에서 제외하였고, 퇴적분지가 형성되어 있는 경우에는 곡구로 채택하였다. 또한, 동측의 경우 산지와 평지 사이에 구릉지가 나타나는 경우 산지와 구릉지의 경계부를 곡구로 선정했다.

이렇게 작업한 결과 36개의 하천 곡구가 채택되었다(그림 1, 표 2). 분포도에서 많은 경우 하천 곡구부가 동해안을 따라 등고선과 비교적 나란하게 연속되고, 서측에서도 서해안으로 유입하기 전에 역시 해안선이나 등고선과 대비된다. 이것은 한반도의 중심 산맥인 태백산맥과 소백산맥이 대략 남북방향을 취하는 산맥 체계와 관련된다. 특히, 동측에는 태백산맥이 동해안에 인접하여 해안 쪽으로 급경사를 이루고 있어 많은 수의 하천 곡구가 동해의 해안선을 따라 나타나므로 전체적으로 남북 방향을 취한다. 그러나 서측에는 다소 내륙 쪽에 곡구가 분포한다. 그밖에 곡구부의 분포는 양산단층선과 울산 단층선을 따라 다수 분포한다.

한반도 남부지방의 경우 이들 하천 곡구부와 2km² 이상 규모의 선상지 분포는 거의 일치하지 않는다. 즉, 36개 가운데 곡구부 함양역이 1,000km²를 넘는 대하천의 경우도 5개이고, 선상지 형성에 불리한 규모로 보고된(Saito, 1988) 200km²를 전후한 하천이 7~8개로 비교적 많고, 선상지 형성에 가장 효율적인 규모라는

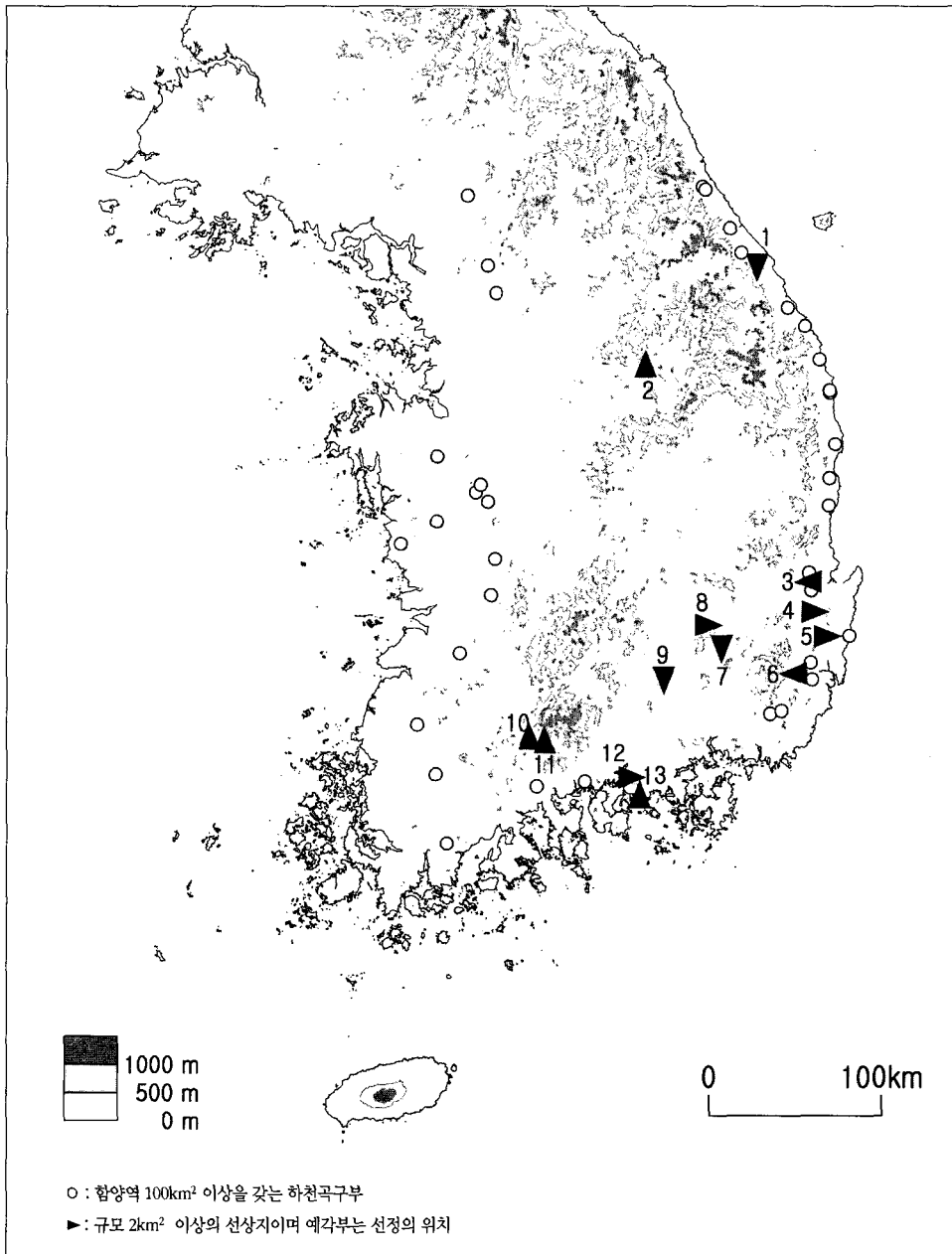


그림 1. 한반도 남부의 선상지와 하천곡구의 분포도

주 : 1. 금광평선상지 2. 제천선상지 3. 안강선상지 4. 경주선상지 5. 입실선상지 6. 가천선상지 7. 청도선상지 8. 월배선상지
9. 적중(합천)선상지 10. 천은사선상지 11. 화엄사선상지 12. 사천선상지 13. 삼천포선상지

100-125km²의 7개 하천의 곡구부에서도 선상지는 형성되지 않았다. 따라서 100km² 이상의 대하천 함양역 규모에서는 선상지 형성과 관련한 뚜렷한 특징을 발견

하기 어렵다. 즉, 13개 선상지 가운데 함양역 면적이 가장 큰 것은 경주선상지인데도 74.7km²에 불과하다. 한반도 남부의 면적은 9.9만km²이므로, 1만km² 당

표 1. 한반도 남부의 선상지 지형면 특성

No.	선상지명	곡구단 층유무	층적선상지						함양역(유역분지)					
			면적	선정 고도	선단 고도	비고	길이	구배	면적	최고 고도	곡구 고도	기복	길이	기복비
			km ²	m	m	m	km	% (°)	km ²	m	m	m	km	%
1	金光坪(江陵)	무	4.0	128	50	78	2.8	28.4 (1.62)	6.8	985	123	862	3.8	229.9
2	堤川	무	2.4	320	270	50	2.5	20.2 (1.16)	8.1	871	290	581	4.5	129.8
3	安康(慶州)	유	2.1	65	20	45	1.9	23.7 (1.36)	3.1	508	61	447	2.1	212.8
4	慶州	유	7.6	70	30	40	4.5	8.9 (0.51)	74.7	745	63	682	11.0	62.0
5	入室(慶州)	유	2.2	148	70	78	2.4	32.5 (1.86)	4.4	650	140	510	3.0	170.0
6	加川(蔚山)	유	3.6	260	100	160	4.0	40.0 (2.29)	2.3	1,081	245	836	2.0	418.0
7	華陽(淸道)	무	2.3	145	70	75	2.2	34.1 (1.95)	3.5	863	135	728	3.1	234.8
8	月背(大邱)	유	3.1	100	30	70	3.6	19.4 (1.11)	5.1	715	97	618	3.0	206.0
9	赤中(陝川)	무	2.1	100	20	80	2.5	32.0 (1.83)	2.4	662	90	572	2.1	275.6
10	泉隱寺(求禮)	유	2.7	135	50	85	3.1	27.4 (1.57)	12.4	1,356	118	1,238	5.4	231.4
11	求禮(華嚴寺)	유	2.8	140	40	100	3.1	32.0 (1.83)	13.0	1,410	130	1,280	6.6	195.4
12	泗川	무	3.9	60	10	50	2.3	22.2 (1.27)	7.0	798	56	742	4.4	167.7
13	三千浦	무	3.4	68	10	58	2.6	22.3 (1.28)	7.3	798	65	733	4.0	182.1

(선상지 길이: 지형면 장경, 구배(%), °): 지형면 비고차/길이, 함양역 기복비(%): 기복차/길이.)

1.3개의 선상지가 분포한다. 한반도 남부의 선상지 밀도는 대만의 19.7개(71/3.6만km²), 일본의 13.0개(490/37.8만km²), 필리핀의 4.3개(129/30.0km²)와 비교하면(Saito, 1999) 매우 낮다(표 3). 선상지는 산지와 평지의 경계에 만들어지므로 단순하게 육지면적으로 비교할 수는 없으나, 변동대에 해당하는 대만, 일본, 필리핀과 비교할 때 한반도에는 선상지 수가 적다고 할 수 있다. 특히, 열대지방에서는 화학적 풍화작용이 왕성하여 세립물질의 생산이 많아지므로 선상지 형성에 불리하며 그 때문에 필리핀에서는 선상지가 매우 적다고 생각되었다(Saito, 1997). 이렇게 볼 때, 한반도가 열대지방인 필리핀보다 선상지가 적은 것은 특기할 일이다. 여기에는 다양한 요인들이 복합적으로 영향을 미친 결과로 판단되며, 한반도 남부 지역에서 선상지 분포에 미치는 요인들을 보다 정밀하게 분석할 필요성이 제기된다.

3) 선상지 분포에 영향을 미친 요인

선상지의 분포에 크게 영향을 미치는 인자는 선상지를 형성하는 하천유역분지인 함양역(涵養域) 면적, 퇴적장의 규모, 谷口(또는 선정부)를 횡단하는 단층의 유무 순으로 밝혀졌다(Saito, 1988). 그밖에 기후조건, 산지의 용기량, 선상지 기반지질, 함양역 지질, 산간분지의 유무, 화산의 유무 등도 적지만 영향을 미치는 것으로 알려져 있다(齊藤, 1999). 이 가운데 최종빙기의 기후조건은 함양역 면적이 200km² 이상의 규모가 큰 유역(齊藤, 1998), 또는 보다 그로벌한 범위에서 중요한 인자로 간주된다. 따라서, 한국 내 선정된 한반도 남부의 선상지를 대상으로 형성작용에 영향을 미친 요인으로서 함양역의 면적과 기복비, 지질, 그리고 곡구를 횡단하는 단층선과의 관계 등을 중심으로 분포특성을 살펴보았다(표 1).

(1) 함양역 면적

선상지를 형성하는데 있어서 퇴적물 공급원인 함양

표 2. 한반도 남부의 유역분지 면적 100km² 이상의 대하천 곡구부 특성

No.	하천 이름	위치				함양역					
		경도(° E)		위도(° N)		면적 (km ²)	최고고도 (m)	최저고도 (m)	기복 (m)	분지길이 (km)	기복비 (%)
		degree	minute	degree	minute						
1	漢灘江 Hantan R.	127	2	38	1	2,500.5	1,175	40	1,135	68.0	16.7
2	王宿川 Wangsug R.	127	10	37	40	150.6	814	20	794	20.0	39.7
3	漢江 Han R.	127	15	37	32	23,513.6	1,638	10	1,628	158.4	10.3
4	無限川 Muhan R.	126	48	36	40	359.4	791	5	786	29.5	26.6
5	花山川 Hwasan R.	126	37	36	15	163.1	680	5	675	17.4	38.8
6	金江川 Geumgang R.	126	51	36	20	202.5	561	5	556	18.5	30.1
7	維鳩川 Yugu R.	127	3	36	28	258.8	614	8	606	24.3	25.0
8	正安川 Jeongan R.	127	7	36	32	106.9	614	10	604	17.0	35.5
9	錦江 Geum R.	127	10	36	27	7,852.8	1,614	6	1,608	101.6	15.8
10	仁川川 Incheon R.	127	12	36	9	185.6	878	30	848	24.8	34.3
11	高山川 Gosan R.	127	11	35	57	335.0	1,115	33	1,082	16.3	66.6
12	東津江 Dongjing R.	126	58	35	37	107.5	575	12	563	12.5	45.0
13	黃龍江 Hwangryong R.	126	47	35	19	268.1	822	35	787	21.6	36.4
14	砥石川 Jiseog R.	126	52	35	2	549.4	920	14	906	27.5	32.9
15	耽津江 Tamjin R.	126	54	34	42	236.9	779	12	767	20.0	38.4
16	伊沙川 Isa R.	127	28	34	56	146.3	884	8	876	20.3	43.3
17	蟾津江 Seonjin R.	127	47	34	59	4,737.9	1,732	1	1,731	103.6	16.7
18	洛東江 Nagdong R.	128	58	35	18	22,814.1	1,915	5	1,910	214.0	8.9
19	梁山川 Yangsan R.	129	3	35	21	181.9	1,092	9	1,083	19.0	57.0
20	回夜江 Hoeya R.	129	14	35	28	119.4	922	20	902	16.3	55.5
21	太和江 Taehwa R.	129	13	35	34	338.1	1,240	15	1,225	19.3	63.6
22	大鍾川 Daejong R.	129	28	35	45	108.1	745	5	740	15.5	47.7
23	兄山江 Hyungsan R.	129	14	35	58	688.1	827	6	821	35.3	23.3
24	杞溪川 Gigye R.	129	14	36	3	141.9	811	20	791	17.3	45.9
25	五十川 Osip R.	129	22	36	25	313.8	930	10	920	24.8	37.2
26	松川 Song R.	129	22	36	32	143.1	810	21	789	17.0	46.4
2	南大川 Namdae R.	129	25	36	43	125.0	1,017	13	1,004	14.8	68.1
28	王避川 Wangpi R.	129	22	36	57	237.5	1,017	15	1,002	30.5	32.9
29	度川 Do R.	129	23	36	58	170.0	1,136	7	1,129	20.3	55.8
30	杞谷川 Gigog R.	129	19	37	9	248.1	1,267	10	1,257	21.5	58.5
31	麻邑川 Maeup R.	129	14	37	20	105.6	1,267	30	1,237	14.8	83.9
32	五十川 Osip R.	129	7	37	26	337.5	1,418	40	1,378	29.3	47.1
33	南大川 Namdae R.	128	51	37	43	166.3	1,238	30	1,208	16.0	75.5
34	連谷川 Yeongog R.	128	46	37	51	120.6	1,434	40	1,394	17.8	78.5
35	南大川 Namdae R.	128	37	38	1	168.1	1,422	40	1,382	23.0	60.1
36	後川 Hu R.	128	34	38	3	212.5	1,708	25	1,683	18.8	89.8

표 3. 한국 남부와 일본, 대만, 필리핀에서 총적선상지 형성 하천의 특성

	Korea(south)	Japan	Taiwan	Philippines
국토별 면적(1,000 km ²)	99	378	.36	300
2km ² 이상의 총적선상지를 갖는 하천 수	13	490	71	129
1,000km ² 당 총적선상지를 갖는 하천 수	0.13	1.30	1.97	0.43
100km ² 이상의 함양역을 갖는 하천의 수	36	474	50	266
총적선상지를 갖는 대하천 수	0	123	29	32
총적선상지를 갖는 대하천 비율	0	25.9	58.0	12.0

(Saito, 1999에 보충)

역의 특성은 가장 중요한 인자로 지적된다. 선상지를 형성한 함양역 면적과 선상지 규모와의 상관관계는 일찍부터 밀접한 것으로 밝혀졌으며(Bull, 1964), 일반적으로 함양역 면적이 클수록 선상지 규모가 크고, 기복비는 작으며 지형면의 구배도 작아진다(Oguchi and Ohmori, 1994; Saito, 1985; 1996; 1997; 1999; 황상일, 2004). 집수역이 클수록 상대적으로 큰 선상지가 발생한다는 사실(門村, 1971)은 하상퇴적물이 여러 번 홍수에 의해 곡구까지 운반되고, 다량의 운반사력이 저지에 넓게 퇴적되어 선상지를 형성한다(Saito, 1988)는 의미로 생각된다.

선상지가 만들어지기 쉬운 함양역의 면적은 100km²와 500km² 전후로 보고되고 있으나(Saito, 1988), 한반도 남부에서 선상지가 형성된 경우는 모두 100km² 이하로 함양역의 규모가 훨씬 작다.

표 2의 산지와 평지 간 경사급변점에 형성된 대하천 곡구부 분포에 의하면, 함양역 면적이 대부분 100~200km² 정도이다. 한강이 가장 커서 23,513.6km²이고 대부분 100km² 내외인 경우가 많다. 즉, 36개 대하천 가운데 곡구부 함양역이 1,000km²를 넘는 경우가 5개, 선상지 형성에 불리한 규모로 보고 된(Saito, 1988) 200km²를 전후한 하천이 7~8개로 비교적 많고 100~125km²의 경우 7개 정도이다. 따라서 함양역의 면적에서 뚜렷한 특징을 발견하기는 어렵지만, 아무래도 효과적인 형성 규모는 아닌 것 같다. 따라서 변동대에 위치하는 세계의 기타 선상지에서 연구된 결과와는 동일한 기준으로 대비하기는 어렵다.

그럼에도 불구하고 한반도 남부의 13개 선상지는 함양역 면적에서 선상지규모와 비교적 잘 대비되고 있

다. 특히, 경주선상지는 함양역 규모 74.7km²로서 최대이며, 선상지 규모도 한반도 최대인 7.6km²이다. 다음은 규모가 크게 작아지는데 구례 화엄사선상지와 천은사선상지로서 동일한 배후산지에 형성되어 있으며 각각 13.0km²(선상지 규모, 2.7km²), 12.4km²(마찬가지로 2.8km²)이고, 나머지 선상지의 함양역은 10km²를 넘지 못한다.

(2) 함양역 기복비와 지질

선상지를 형성하는 장소가 바다인가 평야인가라고 하는 퇴적장은 함양역의 기복비(relief ratio)가 가장 크게 관여하는 부분이다. 그러한 기복비란 하천유역분지(함양역)의 기복을 유역 최대 연장으로 나눈 값이고, 토사생산이나 곡구 부근의 하상구배와도 상관관계가 높은 지표이다(Schumm, 1956; 齊藤, 1989b). 따라서 기복비가 클수록 선상지 형성가능성이 높아진다.

표 2에서 유역분지면적 100km² 이상의 대하천 곡구부 함양역의 기복비는 대략 10~90%에 이른다. 그러나 이들 곡구부에서는 선상지가 형성되지 못하였고, 형성된 13개 선상지의 경우는 62~418%를 나타내어 기복비와 선상지 형성과는 밀접한 관련이 있음을 알 수 있다.

함양역의 기복비가 가장 큰 것은 울산 가천선상지에서 418.0%이다. 이곳 함양역 지질은 경상누층군 중 유천층군을 이루는 화산암인 중생대 안산암으로 경상분지에서 가장 험준하고 산지고도가 높으며 따라서 기복이 크다. 또한, 가천선상지는 산지 고도 뿐 아니라 곡구부에 활단층선이 지나면서 기복비를 높였다. 함양역의 기복과 비례하여 선상지의 구배도 40.0%로서 13개 선상지 가운데 가장 크다. 반면, 함양역의 면적은

2.3km²로서 가장 작다. 그럼에도 불구하고 선상지면 적은 4번째로 큰 3.6km²로서 선상지 형성에 유리한 조건이 갖추어진 경우로 판단된다.

다음은 합천 적중선상지가 함양역 기복비 275.6%, 선상지 구매 32.0%(1.83°)이고, 청도 화양선상지는 각각 234.8%과 34.1%(1.95°)이다. 이들의 선상지 규모는 13개 선상지 가운데 12번째와 10번째로 가장 작은 편이다. 합천 적중선상지는 아직 분석적 연구가 이루어지지 않은 지역으로서 곡구에 단층선은 확인되지 않으나, 배후산지 천왕산은 중생대 퇴적암산지로서는 고도가 높고(654.7m), 유역분지를 흐르는 하천의 규모가 작아 기복비가 크다.

경상분지에서는 안산암과 화강암산지가 상대적으로 고도가 높고 협준하며 급한 산지경사로 인해 기복비가 높다. 화양선상지는 234.8%로서 경상누층군 주산안산암의 남산(840m)에서, 월배선상지는 206.0%로서 역시 안산암산지인 앞산(715m)에서 발원하는 하천이 지형면을 형성하였다. 강릉의 금광평선상지는 화강암산지인 태백산맥의 자락인 칠성대(985m)에서 발원하는 섬석천이 형성하여 규모가 크고, 유일하게 동해안 쪽에 선단부를 갖는다. 기복비 역시 높아서 229.9%이다. 천은사선상지와 화엄사선상지는 선캄브리아기 변성암으로 이루어진 지리산지의 높은 고도에서 발원하여 서시천으로 유입하는 지류천이 형성하였는데 13개 선상지 가운데 가장 높은 고도인 1,356m, 1,410m의 화강암 산지를 각각 배후산지로 한다. 함양역의 기복비도 231.4%와 195.4%로서 높다.

기후적으로는 한반도에서 1,000-1,500m 고도의 높은 배후산지는 지난 빙기에 주빙하기후 하의 기계적 풍화작용이 활발하여 선상지 형성에 필요한 암석을 풍부하게 공급하였을 것이다. 함양역의 지질에 따라서 선상지가 만들어지기 쉬운 정도가 다르고, 특히 심성암, 응회암, 집괴암, 변성암 등에서 만들어지기 쉽다고 한다. 이것은 토석류가 발생하기 쉬운 지질에 대응된다는 것, 특히 함양역 100km² 전후의 유역에서는 토석류 등에 의해 하상에 퇴적되어 있던 사력이 홍수 시에 일제히 곡구까지 운반, 퇴적되어 선상지를 형성한다고 생각되었다. 이러한 형성과정을 갖는 선상지는 함양역이 클수록, 홍수발생빈도가 높고 사력의 퇴적이 선정

을 허리로 하여 방사상으로 여러 회에 걸쳐 일어나 선상지가 형성되기 쉽다.

또한, 산지 및 기반암의 지질에 있어서도 연암일수록 선상지가 형성되기 쉬운 것으로 알려져 있다(Saito, 1988). 한반도 남동부 울산단층선을 따라 형성된 입실선상지 및 경주 불국사 일대의 대규모 합류선상지 역시 지난 빙기의 기계적 풍화작용과 함께 물리적, 화학적 풍화작용에 약한 불국사화강암이 형성원인으로 지적되었다(황상일·윤순옥, 2001).

13개 선상지 가운데 7.6km²로서 최대 규모인 경주선상지는 함양역의 면적 또한 74.7km²로 최대에 이른다. 기복비는 62.0%로서 가장 작다. 하천 규모가 큰 하성선상지의 경우 대체로 함양역 기복비가 작는데 특히, 경주선상지는 상류 쪽 함양역 내에 2개의 소분지를 가지며 운반물질을 일부 퇴적시켜 소선상지를 형성하였으므로 함양역의 기복비가 낮아졌다고 볼 수 있다. 그 결과, 실제 경주선상지를 퇴적시킨 공급량은 많이 감소되었으나 함양역의 면적에 비례하여 경주선상지의 퇴적층은 곳에 따라 30m 이상에 이를 정도로 두껍고 대규모의 선상지를 형성할 수 있었다(윤순옥·황상일, 2004).

(3) 곡구(또는 선정부)를 횡단하는 단층의 유무

그밖에, 곡구부 단층의 유무는 소선상지일수록 선상지 형성에 유리하게 영향을 미치는데, 한반도 남부의 13개 선상지 가운데 7개가 곡구부에 단층선이 지나가는 것으로 판단된다. 한반도 남부에 있어서 선상지의 분포는 남부 지방에 편재되어 있다. 그 가운데 대표적인 제4기 활단층인 양산단층선과 관련된 것이 안강, 경주, 가천선상지이고, 울산단층선과 관련된 경우는 역시 경주선상지와 입실선상지이다. 그리고 활단층의 유무는 알 수 없지만 월배, 구례 화엄사, 천은사선상지도 곡구부의 단층선과 관련되어 있다. 즉, 구조선을 따른 산지의 파쇄나 지반 용기에 의해 증대한 산지 기복으로 조립의 역을 대량으로 운반하기 쉬워 결과 선상지가 잘 발생한다. 즉 산지 용기와 동반하여 토석류의 발생이 촉진되고, 산지의 파쇄 및 침식작용과 지진에 의한 산사태, 또는 단층 등으로 암쇄생산이 왕성해 질 수 있다(齋藤, 1988; 藤田, 1976). 그러나 한반도에는 세

계의 기타 변동대 지역에 비하면 기복비가 작고, 곡구부를 횡단하는 단층이 적으므로 선상지 밀도가 낮아졌다고 생각된다. 경주선상지는 함양역의 규모에도 기인하지만 곡구부보다 상류 쪽으로 남북 주향의 단층선이 2열로 북천을 횡단하면서 대규모 선상지를 형성하는데 기여하였다.

한반도 남부에 있어서 선상지는 13개 가운데 11개가 남부 지방에 편재되어 있다. 소규모 선상지는 곡구를 횡단하는 단층선에 크게 지배되며, 곡구부를 횡단하지 않더라도 제4기 단층과 관련하여 집중되는 경향이 있다. 따라서 안강선상지, 경주선상지, 입실선상지, 가천선상지는 최근 연구성과가 집중되어 있는 양산단층선 및 울산단층선 등의 횡단층과 관련하여 위치하므로 남부 지방에서 선상지 형성이 유리했던 것으로 생각된다.

4. 요약 및 결론

산록에 있는 선형의 완사면이 페디먼트인지 선상지인지에 대한 주제는 지형형성기구 및 프로세스에 대한 종합적인 인식이 기초되어야 하는데, 종종 침식지형 또는 퇴적지형이냐의 정의의 문제에 부닥치게 되었다. 따라서 이는 국내·외를 막론하고 지형학자들 간에 논의되어 왔으나 한국에서는 페디먼트 연구자들에 의해 선상지의 존재가 오랜 기간 철저히 부정되면서 선상지 연구의 걸림돌이 되었다. 따라서 본 연구는 한반도에서 선상지가 부정되었던 쟁점들을 논의하고, 이론적으로 검토하여 선상지 연구에 적합한 이론적 지표를 제시하고자 하였다.

먼저 한국의 선상지가 부정되었던 원인을 정리하면 (1) 지형면상에 도상구릉이 존재하고, 일반적인 선상지에 비해 퇴적물 두께가 너무 얇다. (2) 기반암의 형상이 지표면 형태와 유사하다. (3) 지형면의 표면형태가 오히려 페디먼트에 더 가깝거나 경사가 너무 완만하다. (4) 퇴적물 특성에서 분급(sorting), 층리구조(bedding) 및 역의 원마도가 나쁘고, 퇴적물은 매스 무브먼트로 이동한 liquid mass이거나 기반암의 핵석기원이다. (5) 빙기에 기반암의 심층풍화산물이 주빙기후 하에서 슬리플러션에 의해 이동되면서 곳에 따라 퍼복되었고,

크리오플러네이션(cryoplanation)에 의해 크리오페디먼트와 유사한 완사면이 형성되었다. (6) 선상지의 형성위치가 인접한 평지보다도 낮다 등의 6가지로 간략하게 정리할 수 있었다. 그러나 이러한 논의들이 주관적인 판단에 기인하는 경우가 많고, 선상지를 부정하는 근거가 되지 않는다. 또한 한반도 산록 대부분에서 제4기를 통하여 선상지는 형성되지 않고, 침식작용이 탁월한 페디먼트만 만들어진다고 생각하기는 어렵다. 이상의 쟁점들을 분석한 결과, 선상지로 확인되었거나 가능성이 있는 13개의 지형면을 선상지로 선정하였다. 그 기준은 곡구를 중심으로 해서 동심원상의 등고선을 갖는 면적 2km² 이상의 선형 지형이다. 강릉의 금광평선상지, 제천선상지, 경주시 안강선상지, 경주선상지, 경주시 입실선상지, 울산시 가천선상지, 경북 청도선상지, 대구시 월배선상지, 경남 합천군 적중(초계)선상지, 전남 구례군 천은사선상지, 구례군 화엄사선상지, 경남 사천선상지 그리고, 경남 삼천포선상지 등이다.

선상지의 분포에 크게 영향을 미치는 인자는 제4기 후환경과 함께 선상지를 형성하는 함양역의 지질, 면적(특히 함양역의 기복비), 퇴적장의 규모, 곡구(또는 선정부)를 횡단하는 단층의 유무 등이다. 한국에 분포하는 2km² 이상 규모의 13개 선상지는 모두 이러한 전제조건과 부합된다. 다만, 일본, 필리핀과 비교할 때, 변동대가 아닌 한반도 남부에서는 100km² 이상의 곡구부에 형성된 선상지가 없어 주로 소규모 선상지이며 그 수도 매우 적다. 선상지가 많지 않은 것은 역시 변동대에 위치하지 않아 함양역의 기복비가 작고, 작은 용기량으로 인해 암설공급이 적기 때문이다. 한반도 최대 규모인 경주선상지는 함양역 면적이 가장 크고, 기복비는 가장 작아서 일반적인 하성선상지 형성 조건에 잘 부합한다.

한반도 남부에 있어서 선상지의 분포는 남부 지방에 편재되어 있다. 소규모 선상지는 함양역의 기복비와 곡구를 횡단하는 단층선에 크게 지배되며, 곡구부를 횡단하지 않더라도 제4기 단층과 관련하여 집중되는 경향이 있다. 한반도는 13개 선상지는 태백산지 및 소백산지와 이어져 협준한 배후산지의 전면에서 충분한 암설을 공급받을 수 있고, 이 가운데 안강선상지, 경주선상지, 입실선상지, 가천선상지는 횡단층과 관련하여

위치하므로 남부 지방에서 선상지 형성이 유리했던 것으로 생각된다.

謝辭

본 논문을 정성스럽게 읽고 검토해 주신 심사자에게 진심으로 감사드립니다.

文獻

- 고의장, 1982, “지리산 화엄사선상지에 관한 분석적 연구,” 지리학총, 10, 경희대학교 지리학과, 18-29.
- 권혁재, 1997, 지형학, 제3판, 법문사.
- 김상호, 1961, “한국 중부지방의 지형발달,” 서울대 논문집 이공계, 10, 111-123.
- 김상호, 1966, “한강 하류의 저위침식면 지형연구,” 서울대 학술 총서, 2, 97.
- 김상호, 1973, “중부지방의 침식면 지형연구,” 서울대 논문집, 21, 85-115.
- 박노식, 1959, “한국선상지연구,” 경희대학교논문집, 2, 1-28.
- 사이토 교지·윤순옥·황상일, 2004, “한국의 선상지와 경주선상지,” 대한지리학회 춘계학술대회 요약집, 40.
- 성운용, 1999, 영주지역의 지형발달에 관한 연구, 성신여자대학교 박사학위논문, 86.
- 위상복, 1982, 건천지역의 선상지 지형발달, 경북대 대학원 석사학위논문.
- 윤순옥, 1980, 대구 월배선상지에 대한 지형학적 연구, 경북대 지리교육학과 학사학위논문.
- 윤순옥, 1983, “덕곡·삼천포 일대의 선상지 지형발달,” 지리학총, 11, 63-76
- 윤순옥·사이토 교지·황상일·다나카 유키야·오구치 다카시, 2004, “동아시아에서 한국 선상지의 지형학적 의의,” 추계 한국제4기학회, 15-22.
- 윤순옥·황상일, 1999, “한국 동해안 경주시 불국사단층선 북부의 활단층지형,” 대한지리학회지, 34(3), 231-246.
- 윤순옥·황상일, 2004, “경주 및 천북지역의 선상지 지형 발달,” 대한지리학회지, 39(1), 56-69.
- 윤순옥·조우영·황상일, 2004, “대구시 북부 팔공산지의 지질특성과 지형발달,” 지질학회지, 40(1), 77-92.
- 이민부·이광률·김남신, 2005, “추가령열곡 포천 이동선상지 지형분석,” 2005년 한국지형학회 동계학술대회 발표논문집, 65-70.
- 이민부·이광률·윤순옥·황상일·최한성, 2001, “추가령 구조곡 연천단층대에 분포하는 합류선상지의 퇴적 환경분석,” 지질학회지, 37(3), 345-364.
- 이민희, 1983, 거창지역의 침식지형면에 대한 연구, 경희대학교 대학원 석사학위논문.
- 이민희·장재훈, 1982, “한국의 산록에 발달하는 선상지와 페디먼트,” 지리학총, 10, 경희대학교 지리학과, 11-17.
- 이민희·장재훈, 1984, “침식분지의 형성과 하천과의 관계,” 지리학연구, 9, 605-620.
- 이정숙, 1980, 한국 중부지방의 저위사박면 지형연구, 성신여자대학교 대학원 석사학위논문.
- 이정우, 1983, “北一지역 산록완사면 분석, 지리학총,” 11, 경희대학교 지리학과, 38-49.
- 이지호·이영택, 1972, 국토와 지도, 보진재.
- 장재훈, 1964, 산록완사면 지형에 대한 연구, 서울대학교 석사학위논문.
- 장재훈, 1966, “산록완사면에 관한 연구,” 지리학, 2, 35-42.
- 장재훈, 1972, “남원지역 산록완사면에 관한 연구,” 지리학, 7, 12-23.
- 장재훈, 1973, “충주지역 산록완사면에 관한 연구,” 지리학연구, 1(1), 93-108.
- 장재훈, 1974, “제천지역 산록완사면에 관한 연구,” 성신여자사대논문집 7, 259-275.
- 장재훈, 1976, “산록완사면의 형상적 특성과 성인연구,” 성신여자사대논문집, 9, 287-306.
- 장재훈, 1977, “산록완사면과 피복퇴적물에 관한 연구,” 지리학연구, 3, 116-133.
- 장재훈, 1978, “옥산지역 산록완사면에 관한 연구,” 지리학연구, 4, 7-28.
- 장재훈, 1979, “한국의 사면퇴적물에 관한 연구,” 성신연구 논문집, 12, 163-175.
- 장재훈, 1980, “산록완사면과 피복퇴적물에 관한 연구,” 지리학연구, 5, 116-133.
- 장재훈, 1984, “한국의 산록완사면에 관한 지형학적 연구,” 성신연구논문집, 19, 225-335.
- 장재훈, 1985, “한국의 침식면과 산간분지에 관한 연구,”

- 응용지리, 8, 59-78.
- 장재훈, 1987, "한국의 산간분지에 관한 지형연구," 성신연구논문집, 25, 137-151.
- 장재훈, 1992, "한국의 산간분지의 지형적 특징과 형성과정에 관한 연구," 성신연구논문집, 32, 135-145.
- 장재훈, 1996, "구례지역의 산간분지에 관한 지형연구," 응용지리, 19, 1-23.
- 장재훈, 1997, "남원 남서부 지역의 산록완사면에 관한 연구," 지리학연구, 30, 87-102.
- 장재훈, 1998, "곡성지역의 산록침식면과 선상지에 관한 연구," 지리학연구, 32, 19-39.
- 장재훈, 2002, 한국의 화강암 침식지형, 성신여자대학교 출판부, 544 p.
- 장호, 1977, "강릉주변의 저위침식면 지형연구," 지리학연구, 3, 153-174.
- 장호 · 박희두, 2001, 한국의 하안단구, 한국의 제4기환경, 박용안 · 공우석 외, 서울대학교 출판부, 193-235.
- 조화룡, 1997, "양산단층 주변의 지형분석," 대한지리학회지, 32(1), 1-14.
- 조화룡 · 장호 · 이종남, 1987, "가조분지의 지형발달," 한국제4기학회지, 1(1), 35-45.
- 황상일, 1998, "경주 하동 주변의 선상지 지형발달과 구조운동," 한국지형학회지, 5(2), 189-200.
- 황상일, 2004, "경북 청도분지의 선상지 지형발달," 대한지리학회지, 39(4), 514-527.
- 황상일 · 윤순옥, 1998, "대구분지의 자연환경과 선사 및 고대의 인간활동," 대한지리학회지, 3(4), 469-486.
- 황상일 · 윤순옥, 2001, "한국 남동부 경주 및 울산시 불국사단층선 지역의 선상지분포와 지형발달," 대한지리학회지, 36(3), 217-232.
- 赤木祥彦, 1965, "朝鮮半島のPediment," 地理學評論, 38, 682-697.
- 赤木祥彦, 1970, "Pediment地形の諸問題," 地理科學, 13, 1-10.
- 赤木祥彦, 1971, "日本におけるPediment地形の研究," 福岡教育大學紀要 21(2), 1-63.
- 張 昊 · 小野有五, 1986, "韓國東海岸江陵周邊の地形面と土壤," 日本地理學會子稿集, 29, 70-71.
- 門村 浩, 1971, 扇狀地の微地形とその形成—東海道地域の緩勾配扇狀地を中心に.
- 村田貞藏, 1936, "山形縣瀧川扇狀地の地形學的研究," 地理學評論, 12, 1021-1044.
- 中山正民 · 高木勇夫, 1987, "微地形分析よりみた甲府盆地における扇狀地の形成過程," 東北地理, 39, 98-112.
- 大内俊二 · 貝塚爽平, 1997, 合衆國西部のペディメントと構造ベンチ, 貝塚爽平編, 世界の地形, 東京大學出版會, 121-134.
- 齊藤享治, 1978, "岩手縣胆澤川流域における段丘形成," 地理學評論, 51, 852-863.
- 齊藤享治, 1988, 日本の扇狀地, 古今書院, 280.
- 齊藤享治, 1989a, "台灣島の扇狀地の形成條件," 學園論集 (北海學園大學), 63, 19-36.
- 齊藤享治, 1989b, "扇狀地の存否と山間部の河床勾配," 學園論集, 北海學園大學, 63, 115-123.
- 齊藤享治, 1996, フィリピンの氣候條件と扇狀地, 地理學研究報告, 埼玉大學, 15/16, 29-35.
- 齊藤享治, 1998, "扇狀地の分布による最終氷期後半の日本の氣温と降水量の復元," 地理學研究報告, 埼玉大學, 47(2), 15-23.
- 矢澤大二 · 戸谷 洋 · 貝塚爽平編, 扇狀地, 121-157, 古今書院.
- 田邊健一, 1950, "奥羽背脊山地東麓の低位侵食面の2, 3の疑問—胆澤扇狀地と六原扇狀地," 地理學評論, 23, 132-133.
- 田山利三郎 · 土田定次郎, 1939, "北上山地の地形學的研究," 齋藤報恩會學術研究報告, 22, 1-84.
- 富田芳郎, 1951, "台灣に於ける扇狀地の地形學的分類について," 地學雜誌, 60, 2-9.
- 若生達夫, 1956, "北上川中流域の表層地質による地形面區分," 東北地理, 9(2), 47-52.
- 渡邊滿久, 1991, "北上低地帯における河成段丘面の編年および後期更新世における岩屑供給," 第四紀研究 30, 19-42.
- 吉川虎雄, 1950, "岩石扇狀地説に關する二三の疑問," 地理學評論 22, 404-413.
- 藤田和夫, 1976, 日本の山地形成論, 今西錦司博士古稀記念論文集, I, 85-140.
- Beaumont, P., 1972, Alluvial fans along the foothills of the Elburz Mountains, Iran. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 12, 251-273
- Blackwelder, E., 1931, Desert plains, *Journal of Geology*, 39, 133-140.
- Blair, T.C. and McPherson, J.G., 1994, Alluvial fans and

- their natural distinction from rivers based on morphology, hydraulic processes, sedimentary processes, and facies assemblages, *Journal of Sedimentary Research, Section A: Sedimentary Petrology and Processes*, 64, 450-489.
- Blissenbach, E., 1954, Geology of alluvial fans in semiarid regions, *Geological Society of America Bulletin*, 65, 175-189.
- Bull, W. B., 1964, Geomorphology of segmented alluvial fans in western Fresno County, California, *U.S. Geological Survey Professional Paper*, 352E, 89-129.
- Bull, W.B., 1977, The alluvial-fan environment, *Progress in Physical Geography*, 1, 222-270.
- Chang, Ho, 1986, *Geomorphic Development of Intermontane Basins in Korea*, Dissertation of Tsukuba University, 116.
- Chawner, W.D., 1935, Alluvial fan flooding: the Montrose, California, Flood of 1934, *Geographical Review* 25: 255-263.
- Denny, C.S., 1965, Alluvial fans in the Death Valley region, California and Nevada, *U.S. Geological Survey Professional Paper*, 466, 62p.
- Denny, C.S., 1967, Fans and pediments, *American Journal of Science*, 265, 81-105
- Doehring, D.O., 1970, Discrimination of pediments and alluvial fans from topographic maps, *Geological Society of America Bulletin*, 81, 3109-3116.
- Drew, F., 1873, Alluvial and lacustrine deposits and glacial records of the upper-Indus Basin, *Quarterly Journal of the Geological Society of London*, 29, 441-471.
- Eckis, R., 1928, Alluvial fans of the Cucamonga district, southern California, *Journal of Geology*, 36, 224-247.
- Gloppen, T.G. and Steel, R.J., 1981, The deposits, internal structure and geometry in six alluvial fan-fan delta bodies (Devonian-Norway): a study in the significance of bedding sequence in conglomerates, in *Recent and ancient nonmarine depositional environments: models for exploration*, Ethridge F.G. and Flores R.M.(eds), Society of Economic Paleontologists and Mineralogists, Special Publication, 31, 49-69.
- Harvey, A.M., 1984, Debris flows and fluvial deposits in Spanish Quaternary alluvial fans: implications for fan morphology, in Koster E. H. and Steel R. J.(eds), *Sedimentology of gravels and conglomerates*, Canadian Society of Petroleum Geologists, *Memoirs*, 10, 123-132.
- Hooke, R.L., 1967, Processes on arid-region alluvial fans, *Journal of Geology*, 75, 438-460.
- Hooke, R.L., 1972, Geomorphic evidence for Late-Wisconsin and Holocene tectonic deformation, Death Valley, California. *Geological Society of America Bulletin*, 83, 2073-2098.
- Johnson, D., 1932, Rock fans of arid regions, *American Journal of Science*, 23, 389-416.
- Kochel, R. C., 1990, Humid fans of the Appalachian Mountains, in Rachocki A. H. and Church M.(eds), *Alluvial fans: a field approach*, 109-129. Chichester: John Wiley & Sons.
- Kochel, R.C. and Johnson, R.A., 1984, Geomorphology and sedimentology of humid-temperate alluvial fans, central Virginia. in Koster E. H. and Steel R. J.(eds), *Sedimentology of gravels and conglomerates*, Canadian Society of Petroleum Geologists, *Memoirs*, 10, 109-122.
- Kostaschuck, R.A., MacDonald, G.M. and Putnam, P.E., 1986, Depositional process and alluvial fan - drainage basin morphometric relationships near Banff, Alberta, Canada. *Earth Surface Processes and Landforms*, 11, 471-484.
- Lecce, S.A., 1990, The alluvial fan problem. in Rachocki A. h. and Church M.(eds), *Alluvial fans: a field approach*, 3-24. Chichester: John Wiley & Sons.
- Levson, V.M. and Rutter, N.W., 2000, Influence of bedrock geology on sedimentation in Pre-Late Wisconsinan alluvial fans in the Canadian Rocky Mountains, *Quaternary International*, 68-71, 133-146.
- McGinnies, W.G., Goldman, B.J., and Paylore, P., 1968, *Deserts of the world*. The University of Arizona Press, 788.

- Melton, M.A., 1965, The geomorphic and paleoclimatic significance of alluvial deposits in southern Arizona, *Journal of Geology*, 73, 1-38.
- Mills, H.H., 1983, Pediment evolution at Roan Mountain, North Carolina, USA, *Geografiska Annaler* 65A: 111-126.
- Nilsen, T.H. ed., 1985, *Modern and ancient alluvial fan deposits*, New York: Van Nostrand Reinhold Company, 372.
- Oguchi T. and Ohmori, H., 1994, Analysis of relationships among alluvial fans area, source basin area, basin slope and sediment yield, *Zeit. Geomorph. N. F.*, 38, 405-420.
- Ono, Y., 1990, Alluvial fans in Japan and South Korea. in Rachocki A. H. and Church M.(eds), *Alluvial fans: a field approach*, 91-107, Chichester: John Wiley & Sons.
- Rich, J.L., 1935, Origin and evolution of rock fans and pediments, *Geological Society of America Bulletin*. 46: 999-1024.
- Saito, K., 1997, Distribution and sizes of alluvial fans in Japan, Taiwan, and the Philippines, *Occasional Paper of Department of Geography, Saitama University* 17, 1-12.
- Saito, K., 1999, Development of mountains and alluvial fans in Japan, Taiwan, and the Philippines, *Geographical Review of Japan* 72B, 162-172.
- Saito, K. and Oguchi, T., 2004, Gradient of humid alluvial fans in Japan, Taiwan and the Philippines. (in preparation)
- Schumm, S.A., 1956, Evolution of drainage systems and slopes in badlands at Perth Amboy, New Jersey, *Geological Society of America Bulletin* 67, 597-646.
- Tanaka, Y. and Matsukura Y., 1999, Pediments and related landforms in Korea, *Geographical Review of Japan* 72B, 173-180.
- Tanaka, Y. and Matsukura, Y., 2001, Some characteristics of Korean granite and gneiss landforms, *Transactions Japanese Geomorphological Union*, 22, 361-379.
- Wasson, R.J., 1977b, Catchment processes and the evolution of alluvial fans in the lower Derwent Valley, Tasmania, *Zeitschrift fr Geomorphologie, Neue Folge*, 21, 147-168.
- Williams, G. A. and Guy, H. P., 1973, Erosional and depositional aspects of Hurricane Camillie in Virginia, in, Kochel R. C.(ed.), *Humid fans of the Appalachian Mountains*, 1990.
- Wu, C., Xu, Q., Ma, Y., and Zhang, X., 1996, Palaeochannels on the North China Plain: palaeoriver geomorphology, *Geomorphology*, 18, 37-45.
- 교신 : 윤순옥, 130-701, 서울시 동대문구 경희대학교 이과대학 지리학과(이메일 : soyoon@khu.ac.kr)
- Correspondence: Soon-Ock Yoon, Department of Geography, Kyung-Hee University, Seoul 130-701, Korea (soyoon@khu.ac.kr)

최초투고일 05. 4. 8

최종접수일 05. 5. 20