

# 한반도 평탄지의 유형분류와 형성과정

박수진\*

## Classification and Forming Processes of Low Relief Landforms in the Korean Peninsula

Soo Jin Park\*

**요약** : 이 연구에서는 한반도 전체의 수치고도모델 분석을 통해 평탄지의 공간적 분포를 살펴보고, 평탄지의 유형을 분류한 뒤, 그 결과를 토대로 평탄지의 형성과정에 관한 일반모형을 제시하였다. 한반도에서는 산지와 뚜렷하게 대비되는 평탄지가 존재하고 있으며, 그 형태적 특성과 위치를 종합적으로 고려할 경우, 용암대지와 하해혼성평탄지, 구릉성평탄지, 산간분지, 고위평탄지, 하천주변평탄지 등으로 분류가 가능하다. 평탄지의 특성은 융기 및 해수면 변화와 관련된 기준면의 변동과 지질단위들의 위상관계에 의해 결정되며, 이들 평탄지들이 독립적으로 존재하는 것은 아니라 하천을 따른 식박환경의 변화에 따라 동적으로 연계되어 있다. 이 연구에서 제시하는 평탄지 형성의 일반모형은 과거 개별적으로 이루어져 왔던 한반도의 평탄면과 각종 침식지형, 그리고 단구지형에 대한 연구들이 평탄지의 분포와 특성을 통해 통합될 수 있는 가능성을 제시해 준다.

**주요어** : 평탄면, 침식분지, 산간분지, 해안단구, 지반운동, 해수면 변동, 하계망

**Abstract** : This research aims 1) to characterize the spatial distribution of low relief landforms (plains) via analyses of a Digital Elevation Model (DEM), 2) to classify plains according to morphological and genetic similarity, and 3) to develop a model to explain forming processes of plains in the Korean peninsula. Plains can easily be separated from high relief mountaneous areas by analyzing the DEM. The overall morphological and locational characteristics of plains can be categorized into lava plains, fluvial-marine plains, erosional plains, intermontane basins, and higher ground plains. It is concluded that the characteristic of each plain type is decided by base-level changes caused by tectonic uplift and sea-level changes, and topological relationship of different rock types. Different plain types do not exist independently, but connected with each others along stream networks. The model developed is able to combine the morphological characteristics of plains with the channel network to conceptualize characteristics and development pathways of plains in the Korean Peninsula.

**Key Words** : denudation surface, erosion basin, intermontane basin, marine terrace, tectonic uplift, sea-level changes, stream networks.

### 1. 서론

산지가 차지하는 면적이 절대적으로 우세한 한반도

에서는 평탄한 지형, 즉 평탄지<sup>1)</sup>들이 각종 산업활동과 정주공간 형성에 결정적인 기여를 해왔다. 전통농경사회에서 취락은 충분한 수자원과 임산자원을 구할 수 있는 배산임수(背山臨水)의 평탄지에 입지하는 것이

\* 서울대학교 사회과학대학 지리학과 부교수(Associate Professor, Department of Geography, Seoul National University), catena@snu.ac.kr

일반적이었다(김상호, 1969). 한반도의 전통적인 도시 혹은 지역 중심지들은 충분한 가용토지를 확보할 수 있는 침식분지 상에 발달하고 있다(장재훈, 1986, 1998; 권혁재, 2005). 최근 토목기술의 발달과 더불어 지형의 제약이 급격하게 감소하였지만, 토지이용에서 평탄지의 중요성과 가치는 결코 줄어들지 않고 있다. 특히, 지속가능한 발전과 환경변화에 대한 관심이 증가하면서, 지형자원의 효율적인 이용은 그 어느 때보다도 중요시되고 있다.

토지이용상의 중요성 때문에, 지리학계 내에서는 다양한 시각에서 평탄지에 관한 연구들을 진행시켜 왔다. 근대지형학이 한국에 도입된 후 가장 활발하게 논의된 내용은 평탄지를 침식면(erosion surface) 혹은 평탄면(planation surface)으로 규정하고 William Morris Davis의 지형윤회적인 관점에서 이들 지형면의 발달사를 해석하려는 시도였다(예, 小林貞一, 1931; 김상호, 1961; 박노식, 1967). 한반도 중부지방에는 원주와 충주를 잇는 선을 경계로 그 서쪽에서는 해발 70-80m의 고도에 저기복성 평탄지가 나타나는 반면, 그 동쪽에는 해발 300-700m의 고도에 화강암의 차별침식에 의해 형성된 산간분지들이 발달하고 있다. 그리고 태백산맥에서는 700m 이상의 분수계 주변에 평탄한 지형(고위평탄면)이 빈번하게 관찰된다. 초기의 연구에서는 이러한 평탄면들을 고도별로 분류하고, 그 분포를 한반도가 경험한 다운회성 지형발달의 결과로 해석하였다.<sup>2)</sup> 하지만 1960년대 이후 침식윤회설에 대한 문제제기가 보편화되면서(Migoñ, 2004; Phillips, 2002), 연구의 관심은 평탄지형의 형성과정으로 옮겨 가게 되었다(김상호, 1973, 1980; 장재훈, 1998, 2002). 김상호(1973)는 태백산맥을 따라 나타나는 고위침식면에 대비하여 한반도 서부의 저기복성 평탄지를 저위침식면으로, 그리고 산간분지들을 중간침식면으로 분류한 뒤, 저위침식면과 중간침식면은 개석의 정도가 다를 뿐 동일한 지형형성과정을 통해 형성된 것으로 설명하였다. 즉, 고위침식면은 한반도가 중생대의 대보조산운동 이후 장기간 지속되었던 풍화와 침식에 의해 준평원화된 지형이 현재까지 남아있는 유물 지형이며, 중간침식면과 저위침식면은 제3기 중엽 이후 용기가 시작되면서 기반암의 풍화와 풍화물 탈거에

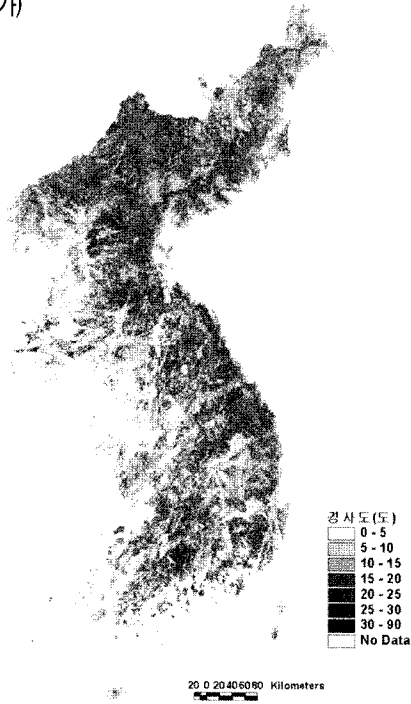
의해 동시에 만들어진 고도가 다른 평탄지형으로 해석하였다(김상호, 1980; 장재훈, 2002).<sup>3)</sup>

평탄면의 발달사적 해석과 동시에, 평탄면 주변 혹은 그 내부에 나타나는 지형요소들에 대해서도 많은 연구들이 진행되었다. 평탄면 주변에서 보편적으로 관찰되는 산록완사면 혹은 선상지의 발달은 평탄면의 성인을 이해하는 핵심적인 지형요소로 간주되었다(예, 박노식, 1959; 장재훈, 1966, 1977; 김종욱, 1983; 윤순옥 등, 2005). 산록완사면은 암석 혹은 암석의 풍화층이 기저부를 형성하고 그 위에 얇은 사면퇴적물이 덮여있는 페디먼트(pediment)적인 특징을 보이지만, 때로는 배후사면에서 공급된 암설이 퇴적되어 있는 선상지로 인식되기도 한다. 동일한 지역에서 두 성인적 특징이 혼재되어 있어 지형해석상 많은 혼란과 논쟁을 야기시켰다(오경섭, 1996; 윤순옥 등, 2005).

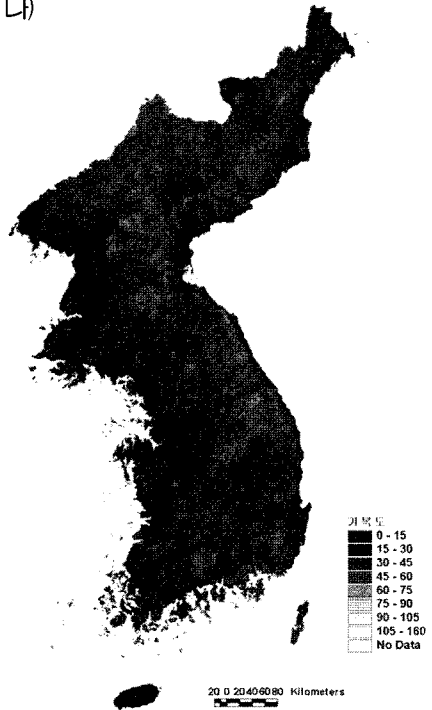
평탄면과 긴밀하게 연관된 또 다른 연구주제는 침식분지의 발달과정과 분포에 관한 연구들이다(예, 이민희·장재훈, 1984; 장재훈, 1985; 조화룡 등, 1987; 박병수·손명원, 1997; 손명원, 2000; 손일, 2008). 한반도에서 평탄면으로 인식되었던 저기복 지형들은 편마암 혹은 기타 암석으로 둘러 싸여있는 화강암 상에서 발달하고 있으며 분지상 지형을 형성하는 경우가 많다.<sup>4)</sup> 침식분지 내부에는 산록완사면, 단구상 지형, 그리고 봉고동일성(峰高同一性)을 보이는 구릉지들이 복잡하게 나타난다. 이러한 침식분지들은 제3기나 제4기의 간빙기 등 온난다습한 환경하에서 화강암의 풍화가 진행된 뒤, 제4기 동안의 기후변화와 지반용기과정을 통해 풍화층이 삭박되어 형성되었다는 것이 일반적인 해석이다(장재훈, 2002). 유사한 지형관찰과 지형해석은 한반도 서해안과 남해안에 발달해 있는 충적 및 침식 평야지형의 형성과정의 설명에도 적용되었다(예, 권혁재, 1975; 조화룡, 1987; 장호, 1995).

평탄면의 형성과 밀접하게 연관된 또 다른 연구분야는 해안과 하천을 따라서 발달하고 있는 단구지형들이다.<sup>5)</sup> 동해안의 정동진 일대, 장기곶-울산만의 동남해안 등에서는 단구들이 계단상으로 나타나고 있다. 이러한 단구들은 제4기 동안 현재보다 높은 고해수면(구정선)에서 형성된 것으로 알려지고 있다(오전환·최성길, 2001). 마찬가지로 하천 주변에는 다양한 성인의

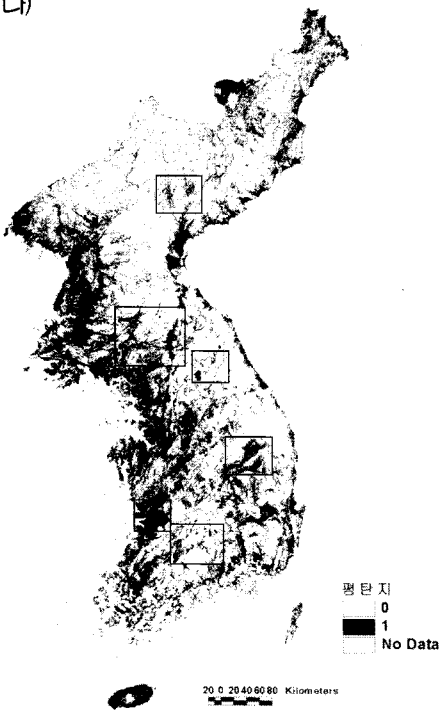
가)



나)



다)



라)

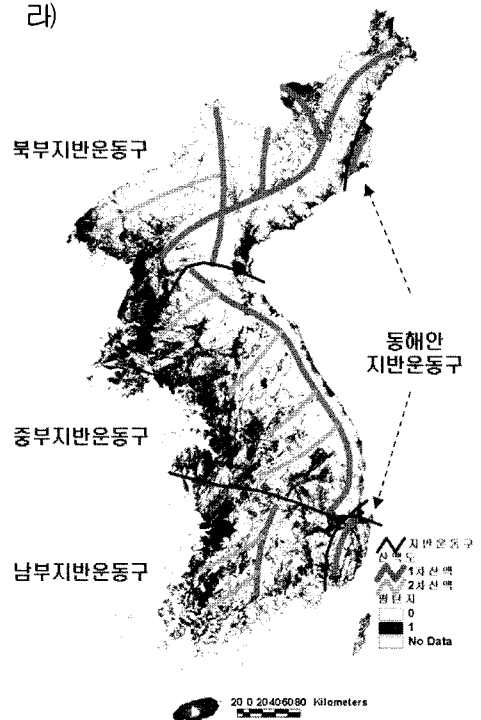


그림 1. 한반도의 경사도(가), 기복도(나), 이 연구에서 추출된 평탄지(다), 그리고 평탄지와 한반도 산맥과의 관련성(라)  
한반도의 산맥도는 박수진·손일(2008)에 의해 제시된 지도이다.

하천(하안)단구들이 발달하고 있으며, 이러한 단구 역시 기후변화와 지반운동에 의한 침식기준면의 변화를 반영하는 것으로 간주된다(장호·박희두, 2001). 따라서, 이들 단구면의 공간적인 분포와 특성은 한반도가 경험해왔던 지반운동과 기후변화(해수면 변동)의 역사를 지시해주는 지시자로서의 역할이 기대된다(최성길, 2007).

이상에서 나열된 평탄지를 구성하는 각종 지형요소들(평탄면, 산록완사면, 침식분지, 평야지형, 단구)에 대한 연구는 한국 지리학계에서 오랜 역사와 풍부한 성과를 가지고 있으며, 아직도 많은 부분에서 활발한 논쟁이 진행되고 있다. 이들 연구의 공통적인 목적은 평탄한 지형요소들의 공간적인 분포와 특성을 통해 한반도가 경험해온 지형변화과정, 특히 지반운동과 해수면의 변화를 복원하는 것이다(오경섭, 1996). 하지만 그 동안의 많은 연구성과에도 불구하고 평탄지형의 공간적인 변이와 연대추정의 불확실성 등으로 인해 평탄지형의 분포특성과 형성과정에 관한 일치된 견해를 도출하지 못하고 있다(Inoue and Choi, 2006; 권동희, 2007). 특히 기존 연구들이 지역별로, 연구자별로, 그리고 연구대상별로 이루어져 왔기 때문에, 한반도 차원에서 이들 연구결과들이 효과적으로 통합되지 못하고 있는 것이 현실이다.

이러한 문제점은 기존의 연구결과들을 한반도 차원에서 비교·평가할 수 있는 도구가 없었다는 점에서 원인을 찾을 수 있다. 덧붙여 북한지역에 대한 지형정보가 제한되어, 한반도 지형에 대한 이해의 폭이 공간적으로 위축된 측면도 없지 않다. 이와 더불어 각각의 평탄지형들을 동적으로 연계되어 있는 시스템의 구성요소들로 연결시키기 못하고(Phillips, 2002), 지역별로 차이를 보이는 정적인 연구대상으로 간주해온 연구경향 역시 연구결과와 통합을 어렵게 만드는 요인이었다. 하지만 최근 수치지도와 인공위성 등의 공간정보들이 보편화되면서, 한반도 전체를 대상으로 각 지형요소들의 공간적인 분포와 연계를 보다 객관적으로 평가하는 것이 가능해지고 있다.

이 연구는 수치고도모델(Digital Elevation Model, 이하 DEM)의 해석을 통해 1) 한반도에서 나타나는 평탄지의 분포를 살펴보고, 2) 평탄지의 형태적, 위치적

특성에 따라 유형분류를 시도하며, 3) 그 결과를 토대로 한반도 평탄지의 형성과정에 관한 일반모델을 제시하는 것이다. 이 연구에서 제시하는 주장은 제3기 이후 한반도가 경험한 지반운동과 해수면 변동, 그리고 지질적인 특성이 한반도의 평탄지의 분포와 형성과정을 결정한다는 것이다. 특히 평탄면과 상기한 세 변수의 관계는 하계망을 통해 동적으로 연관되어 있다는 것이 이 연구의 핵심적인 주장이다.

## 2. 평탄지의 추출과 분포특성

이 연구에서는 USGS(US Geological Survey)에서 제작한 30m 격자크기의 DEM을 100m로 변환하여 분석하였다. 30m 해상도의 DEM을 사용하지 않은 이유는 자료의 크기로 인해 연산이 불가능하거나 연산속도가 지나치게 늦어졌기 때문이다. 하지만 격자크기가 100m로 증가함에 따라 하안단구와 같은 소규모의 평탄지를 추출하기 어려운 한계가 있으며, 이 연구의 결과를 해석할 때 이러한 한계를 충분히 인식되어야 한다. 지형분석과정에서 한반도의 1:1,000,000 지질도(한국자원연구소, 1995)와 지체구조도를 참고자료로 사용하여 평탄지의 지질적인 특성을 평가하였다.

### 1) 평탄지의 추출

평탄지를 지칭할 때는 지형의 경사가 완만하다는 것과 주변지역과 비교하여 기복이 적다는 의미를 동시에 내포하고 있다. 그림 1의 가)와 나)는 한반도의 경사도와 기복도를 각각 표시한 것이다.<sup>6)</sup> 연속적으로 변하는 지표면에서 평탄지를 추출하기 위해서는 적절한 구분근거가 필요하다. 무작위로 선정한 약 29,000지점의 경사도와 기복도의 빈도를 비교하면 그림 2와 같이 나타난다. 경사도와 기복도 모두 쌍봉분포(bimodal distribution)를 보이고 있어, 한반도에서는 급경사·고기복의 산지와 대비되는 평탄지가 뚜렷하게 나타난다는 것을 알 수 있다. 경사도와 기복도간에는 뚜렷한 상관관계가 나타나, 경사도를 이용하여 기복도를 예측

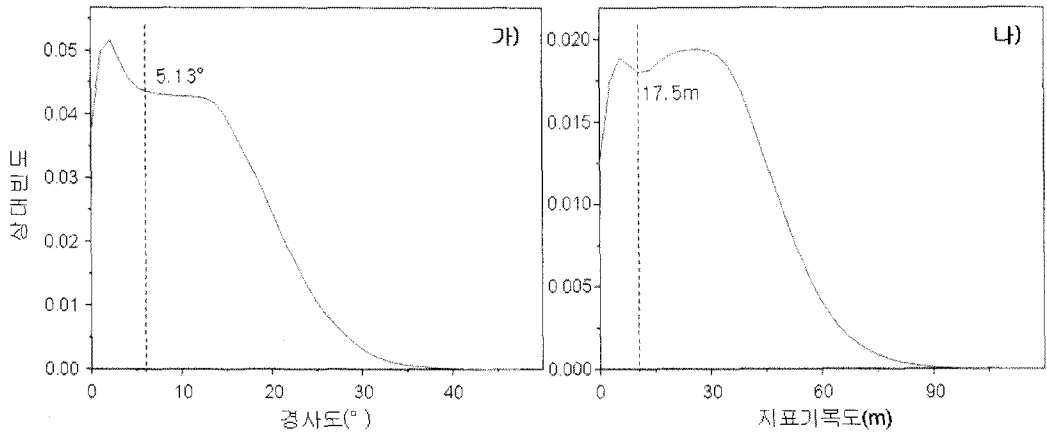


그림 2. 경사도(가)와 기복도(나)의 빈도분포 비교(n=29,109)

하는 회귀식은 '기복도(m)=2.93+2.17×경사도(°)(R²=0.907, p<0.01)' 이었다.

기복도의 빈도분포에서 약 17.5m에서 두 개의 봉우리가 명확하게 나누어지고 있으며(그림 2 나), 이 값을 기복도와 경사도의 회귀식에 대입할 경우 경사도는 5.13°를 얻을 수 있다. 이 수치는 경사도 빈도분포곡선의 변곡점과 대체로 일치한다(그림 2 가). 경사도 5.13°는 일반적으로 통용되는 평탄지의 경사도와 유사하다(이금삼·조화룡, 2000).<sup>7)</sup> DEM상에서 경사도는 기복도에 비해 더 분산된 형태로 나타나기 때문에, 분석의 편이를 위하여 기복도가 17.5m 이하인 지형을 평탄지로 규정하고 그 분포특성을 살펴보았다(그림 1 다).

## 2) 평탄지의 고도별, 기반암별 분포특성

평탄지로 분류된 면적은 한반도 전체 면적의 36.3%를 차지한다(표 1). 고도별 평탄지 비율의 평균은 해발 고도 50m 이하에서는 93.2%, 50-100m의 고도구간에서는 66.4%였지만, 고도가 증가하면서 그 비율이 급격하게 감소하여, 750-1,000m 고도구간에서는 전체 면적의 5.2%에 불과하다. 하지만 1,000m 이상부터는 평탄지의 면적이 다시 증가하여 2,000m 이상에서는 그 비율이 25.7%로 나타났다. 1,000m 이상의 고도에서 평탄지 면적비율이 증가하는 이유는 한반도 북부에 광범위하게 분포하는 고원지역, 특히 그 위에 발달하고

표 1. 고도분포별 평탄지의 면적과 면적비율

고도구간(m)	총면적(km²)	평탄지면적(km²)	평탄지비율(%)
0-50	41,490.7	38,685.1	93.2
50-100	21,345.6	14,168.2	66.4
100-250	44,210.1	15,032.1	34.0
250-500	44,513.0	5,741.4	12.9
500-750	25,954.8	1,601.1	6.2
750-1,000	15,993.0	838.9	5.2
1,000-1,250	11,746.1	1,670.8	14.2
1,250-1,500	9,014.9	1,437.9	16.0
1,500-2,000	7,439.2	1,280.7	17.2
2,000-2,500	584.2	150.0	25.7
합계	222,291.5	80,606.2	36.3

있는 용암대지와 고위평탄지<sup>8)</sup>의 영향 때문이다(3절 참조).

표 2는 각 고도구간별로 지질단위별 평탄지의 비율을 정리한 것이다. 한반도에서 분포면적이 가장 넓은 지질단위는 대보화강암(Jgr)으로 전체 면적의 22.6%를 차지한다. 대보화강암 중에서 평탄지로 분류된 비율은 43.4%로 신생대 제3기 퇴적암(N, 61.9%), 백악기 퇴적암(K1, 56.1%), 그리고 제4기 화산암류(Q, 55.4%)<sup>9)</sup> 다음으로 높은 평탄지 비율을 보이고 있다. 하지만 신생대 제3기와 백악기 퇴적암은 한반도에서 차지하는 면적비가 2% 미만이고 제4기 화산암류의 면적비 역시

3.2%인 점을 고려하면, 대보화강암이 한반도의 평탄지 형성에 미치는 영향은 절대적이라고 볼 수 있다.

50m 이하의 고도에서는 대보화강암 대부분(96.8%)이 평탄지로 분류되었지만, 고도가 증가하면서 면적비는 급격하게 감소하여 1,000-1,500m에서는 6.9%만이 평탄지로 분류되었다. 하지만 1,500m 이상에서는 평탄지 비율이 13.6%로 증가한다. 이러한 증가는 함경산맥과 태백산맥을 따라 집중적으로 나타나는 고위평탄지의 상당부분이 대보화강암 상에 발달하는 것과 관련되어 있다(3.6 참조). 한반도에서 대보화강암 다음으로 넓은 면적을 차지하는 지질단위는 시생대 퇴적암(AR1)

표 2. 고도분포별 평탄지와 기반암과의 관련성

지질 약호	지질단위 <sup>1)</sup>	면적 비율 (%)	고도분포별 평탄지 비율(m, %)								평균
			0 - 50	50 - 100	100 - 250	250 - 500	500 - 750	750 - 1000	1000 - 1500	1500 - 2500	
Jgr	대보화강암	22.6	96.8	80.1	47.7	17.9	10.9	7.1	6.9	13.6	43.4
AR1	시생대퇴적암	13.0	95.6	66.8	27.8	6.9	2.3	1.6	3.8	4.8	35.2
ARgr	시생대화강암	10.7	94.9	67.9	30.5	8.7	3.3	3.3	9.6	6.8	16.0
K3	백악기퇴적암	5.4	81.0	33.3	14.7	4.0	0.6	0.8	3.3	-	30.7
PR3	원생대 후기 퇴적암	5.0	94.2	72.0	30.5	10.6	6.2	5.1	9.0	7.9	43.5
K2	백악기퇴적암	4.1	87.0	58.5	35.4	12.8	1.9	0.9	-	-	42.7
E	캠브리아기 퇴적암	3.6	93.6	61.0	24.8	7.4	3.1	0.9	10.0	3.5	26.0
PR1	원생대 전기 퇴적암	3.4	94.5	67.9	30.9	8.6	4.3	2.6	8.0	7.5	27.1
AR3	시생대퇴적암	3.3	92.2	49.5	27.2	6.5	4.4	4.3	5.2	5.5	22.7
Q	화산암류	3.2	95.4	78.0	81.1	64.5	34.5	38.5	55.5	45.3	55.4
PR2	원생대 중기 퇴적암	3.0	94.4	64.5	26.9	5.9	2.1	1.5	1.4	-	39.8
Kgr	불국사화강암	2.9	86.3	49.7	21.8	7.3	3.5	5.1	3.4	3.3	25.1
AR2	시생대퇴적암	2.5	92.7	65.4	24.3	4.4	1.6	0.4	0.2	0.0	26.1
PRgr	원생대화강암	2.2	94.6	58.6	27.9	7.4	2.8	0.9	8.9	11.7	36.6
K1	백악기퇴적암	2.1	93.7	57.9	19.4	10.8	2.6	-	-	-	56.1
O	오오도비스기 퇴적암	2.0	96.4	70.0	38.3	10.2	1.7	1.7	1.0	-	30.4
N	신제3기퇴적암	1.8	94.3	72.2	62.7	53.0	26.4	20.6	9.0	-	61.9
PALgr	고생대화강암	1.7	90.9	63.0	38.3	23.2	15.9	8.3	4.2	1.2	29.6
J2	จู라기 퇴적암	1.3	94.8	54.8	35.8	17.3	1.8	7.0	12.7	20.7	25.6
Tgr	송림화강암	1.2	97.8	75.9	39.3	16.8	2.1	2.6	15.5	20.3	41.8
P-T	페름기 퇴적암	1.0	94.2	50.6	14.8	2.6	1.6	0.6	0.1	-	18.6
P	고제3기 퇴적암	1.0	86.6	68.9	39.5	18.5	12.6	7.7	8.5	-	30.8
기타	기타암석	3.2	93.5	62.6	26.9	8.9	5.6	5.1	4.1	6.8	31.1
평균			92.8	63.0	33.3	14.5	6.6	5.5	7.8	6.9	34.6

주: 1. 구체적인 층서단위를 명시하지 않았으며, 형성시기와 암석종류만을 제시하였다. 보다 구체적인 지질정보는 1:1,000,000 지질도(한국자원연구소, 1995)를 참조할 것

과 시생대 화강암(ARgr)으로 각각 13.0%와 10.7%의 분포면적을 차지하고 있다. 이들 암석 역시 해발고도 50m 이하에서는 95% 정도의 높은 평탄지 비율을 보이지만, 50-100m 고도범위에서는 66-68%를, 그리고 100m 이상의 고도범위에서는 30% 미만, 그리고 500m 이상에서는 10% 미만의 비율을 보였다. 대보화강암과 마찬가지로 1,000m 이상에서는 약간의 비율증가가 나타났다. 대보화강암과 비교하면, 고도가 증가하면서 이들 암석에서 평탄지가 차지하는 비율이 현격하게 낮아진다.

각 지질단위에서 고도별 평탄지의 비율은 전반적으로 유사한 경향성을 보이지만, 몇 가지 예외적인 경우도 있다. 가장 특징적인 지질단위는 제4기 화산암류(Q)로, 이 지질단위에서는 평탄지가 차지하는 비율이 평균 55.4%를 보이며, 모든 고도 범위에서 평탄지 비율이 높게 나타난다(표 2). 한반도에서는 제4기 동안 활발한 화산활동이 있었으며, 폭발적 분출보다 현무암 분출을 통한 용암대지의 형성이 주를 이룬 것으로 알려지고 있다. 한반도에서 용암대지를 관찰할 수 있는 곳은 백두산 주변 지역, 길주-명천지구대 주변, 철원-평강용암대지(그림 4 A), 경상북도 포항 주변 지역, 그리고 제주도 등이다. 용암대지는 다양한 고도에서 나타나고 있기 때문에 고도구간별로 평탄지 비율이 비교적 일정하다.

신생대 제3기 퇴적암(N) 역시 특징적인 고도별 평탄지 비율을 보인다. 평탄지가 나타나는 비율은 61.9%로 비교한 지질단위들 중에서 가장 높은 수치였다. 대표적인 층서단위로는 함경층군과 영일층군으로 한반도 북부의 길주-명천지구대와 영남지역의 포항분지와 양남분지, 그리고 동해안의 함흥시 이북에 국지적으로 나타나고 있다(대한지질학회, 1999). 이 지역은 동해안 지반운동구의 경계가 되는 지역으로 제3기에 활발한 구조운동과 더불어 화산암과 해성층이 퇴적되어 평탄지의 비율이 상대적으로 높은 것으로 보인다(다음 절 참조).

백악기 퇴적암(K1) 역시 특징적인 평탄지 분포를 보이는 지질단위이다. 이 지질단위에는 신동층군, 한봉산층군, 박천층군, 봉천봉층군, 세손층군 등이 포함되어 있으며(대한지질학회, 1999), 이 중에서 신동층군이

가장 넓은 분포면적을 보인다. 신동층군은 낙동강 분류 구간을 따라 구미 이북에서는 낙동강 동편, 그리고 그 이남에서는 낙동강 서편에서 약 20km의 폭으로 나타나며, 그 대부분이 평탄지로 분류되었다. 이 층은 충적평야가 호소환경으로 변화되는 과정에서 만들어진 지층으로 알려져 있고, 암석층이 지표면과 평행하게 놓여 있어 지질구조상 평탄지 형성이 쉬웠던 것으로 보인다.

50m와 100m 이하의 고도에서는 모든 지질단위에서 평탄지의 비율이 90%와 60% 이상을 차지하고 있어, 평탄지 형성에 영향을 미치는 암석의 차이를 확인하기 어렵다(표 2). 하지만 고도가 증가하면서 암석별로 평탄지의 형성에 기여하는 정도가 달라진다. 평탄지중에서 각 지질단위가 차지하는 비율을 비교해 보면 대보화강암이 27.9%로 최대를 보이며, 시생대퇴적암(AR1)이 13.0%, 그리고 화산암류가 5.0%를 차지한다(그림 3). 1,000m 이하의 고도에서 대보화강암은 전체 평탄지 면적의 약 30% 정도를 차지하고 있지만, 500-750m 고도구간에서는 그 비율이 41.0%로 증가한다. 이 고도구간에서는 많은 평탄지들이 산간분지의 형태를 보이고 있으며, 그 대부분이 화강암을 기반으로 발달하기 때문에 나타난 결과로 보인다(3절 참조). 반면, 화산암류가 차지하는 비율은 750m 이하에서는 5% 미만을 보이지만, 1,000m에서는 17.7%, 그리고 2,500m 이하에서는 63%로 급증한다. 시생대 퇴적암의 경우에는 50m 이하에서는 16%를 차지하고 있지만, 고도가 증가하면서 면적비율이 서서히 감소하였다. 대부분의

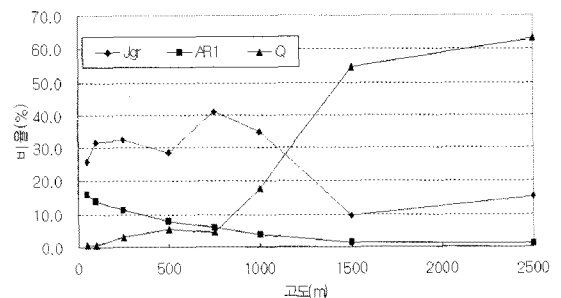


그림 3. 평탄지를 구성하고 있는 주요 지질단위의 고도별 비교 (Jgr: 대보화강암, AR1: 시생대 퇴적암, Q: 제4기 화산암류)

다른 지질단위들 역시 이와 유사한 경향을 보인다.

### 3) 평탄지 분포와 산맥

추출된 평탄지들은 공간적으로 매우 복잡한 분포를 보인다. 하지만 한반도 산맥의 분포와 비교하면 그 분포특성을 비교적 쉽게 기술할 수 있다(그림 1의 라). 박수진·손일(2008)은 한반도의 전체적인 지형특성이 4개의 서로 다른 지반운동구에 의해 결정된다고 주장하였으며, 산지의 분포를 반영하는 7개의 1차 산맥과 8개의 2차 산맥을 제시하였다. 여기서 1차 산맥은 지구 내적영력에 의한 지표면의 융기, 단층, 화산분출 등과 같은 지반운동 혹은 그와 관련된 지표의 변형작용으로 형성된 산지를 의미한다. 반면, 2차 산맥은 내적영력보다 식박작용의 영향으로 형성된 산지를 의미한다. 2차 산맥은 융기하는 1차 산맥의 측면을 따라 형성되기 때문에 1차 산맥과는 수직 혹은 수지상으로 만나고 있다.

북부지반운동구에서 평탄지가 대규모로 나타나는 지역은 서해와 동해 연안, 그리고 두만강 하류지역이다. 백두산과 그 남쪽에는 화산활동에 의해 형성된 용암대지들로 이루어진 평탄지들이 넓게 나타난다. 이외에는 하천주변에 나타나는 선상의 평탄지 혹은 분수계 주변의 고위평탄지 형태로 산재되어 있다. 박수진(2007)은 북부지반운동구에서는 함경산맥과 낭림산맥, 마천령산맥으로 둘러싸인 고원지역은 면적인 융기양상을 보이지만, 그 동쪽과 남쪽, 그리고 서쪽으로는 융기량이 급속하게 감소한다고 주장하였다. 해안지역과 두만강 유역에 존재하고 있는 평탄지의 경우에는 융기량이 상대적으로 낮은 가운데, 지표식박작용의 지속적인 영향으로 넓은 평탄지가 형성된 것으로 볼 수 있다. 하지만 융기량이 높은 고원지역에서는 활발한 하천의 하각작용으로 인해 대규모의 평탄지들이 형성되지 못하였다. 반면, 정상부 부근에서는 고위평탄지가 특징적으로 발달하는 특성을 보인다(그림 4 F, 그림 5 라 참조).

중부지반운동구는 한반도에서 경동성 지반운동을 보여주는 대표적인 지역으로 기존의 평탄지 연구에서 가장 많은 논의가 이루어진 곳이다(김상호, 1973, 1980). 동해안에 면해 있는 태백산맥을 따라 지반의 융

기량이 컸으며, 남서쪽으로는 4개의 2차 산맥들(멸악산맥, 치악산맥, 차령산맥, 소백산맥)이 병렬적으로 발달하고 있다. 융기축인 태백산맥에서는 고위평탄지들이 부분적으로 남아있고(그림 5 라), 서해에 면한 지역에서는 평탄지들의 발달이 탁월하다. 반면, 병렬적으로 발달하고 있는 2차 산맥들 사이에는 중소규모의 원호상 평탄지들과 하천에 면해 있는 선상의 평탄지들이 발달하고 있다. 2차 산맥들 사이의 평탄지들의 경우에는 전형적인 산간분지의 형태를 보인다(그림 4 E).

남부지반운동구는 그 중앙에 위치한 지리산맥을 중심으로 동쪽의 융기량이 서쪽보다는 높은 경동지형을 형성하고 있다. 따라서 지리산맥을 축으로 서쪽으로는 덕유산맥과 해남산맥이 뻗어 있지만, 동쪽으로는 계단상의 지형면들이 발달하고 있다(박수진, 2007). 지리산맥의 서쪽은 해안까지의 거리는 짧지만, 중부지반운동구와 유사한 평탄지 분포를 보여준다. 즉, 서해안에 면한 지역에서는 침식 및 퇴적평탄지들이 광범위하게 나타나는 반면, 2차 산맥들 사이에는 침식분지들이 모식적으로 발달하고 있다. 지리산맥 동사면의 경우에는 낙동강의 본류구간 주변에 넓은 평탄면이 형성되어 있다. 이들 평탄지들은 전술한 바와 같이 침식에 상대적으로 약한 백악기 퇴적암(K1)의 영향을 받아 형성된 것으로 보인다(이금삼·조화룡, 1998). 반면, 지리산맥 쪽에서는 다양한 크기의 산간분지들이 집중적으로 발달하고 있다(손일, 2008).

동해안지반운동구의 경우에는 그 크기가 다른 지반운동구에 비해 작기 때문에, 특징적인 평탄지 분포를 발견하기는 어렵다. 하지만 이 지반운동구를 구분하는 길주-명천지구대와 양산-울산단층대를 따라서 선상의 평탄지들이 잘 발달되어 있다. 지질분포 특성에서 살펴본 바와 같이 이들 평탄지들은 신생대 제3기의 화산암과 해성층 상에 발달한 것이다. 따라서 이 두 지역은 단층선 혹은 구조운동선을 따라서 형성된 신생대 제3기층의 영향을 받아 평탄지들이 형성된 것으로 보인다.



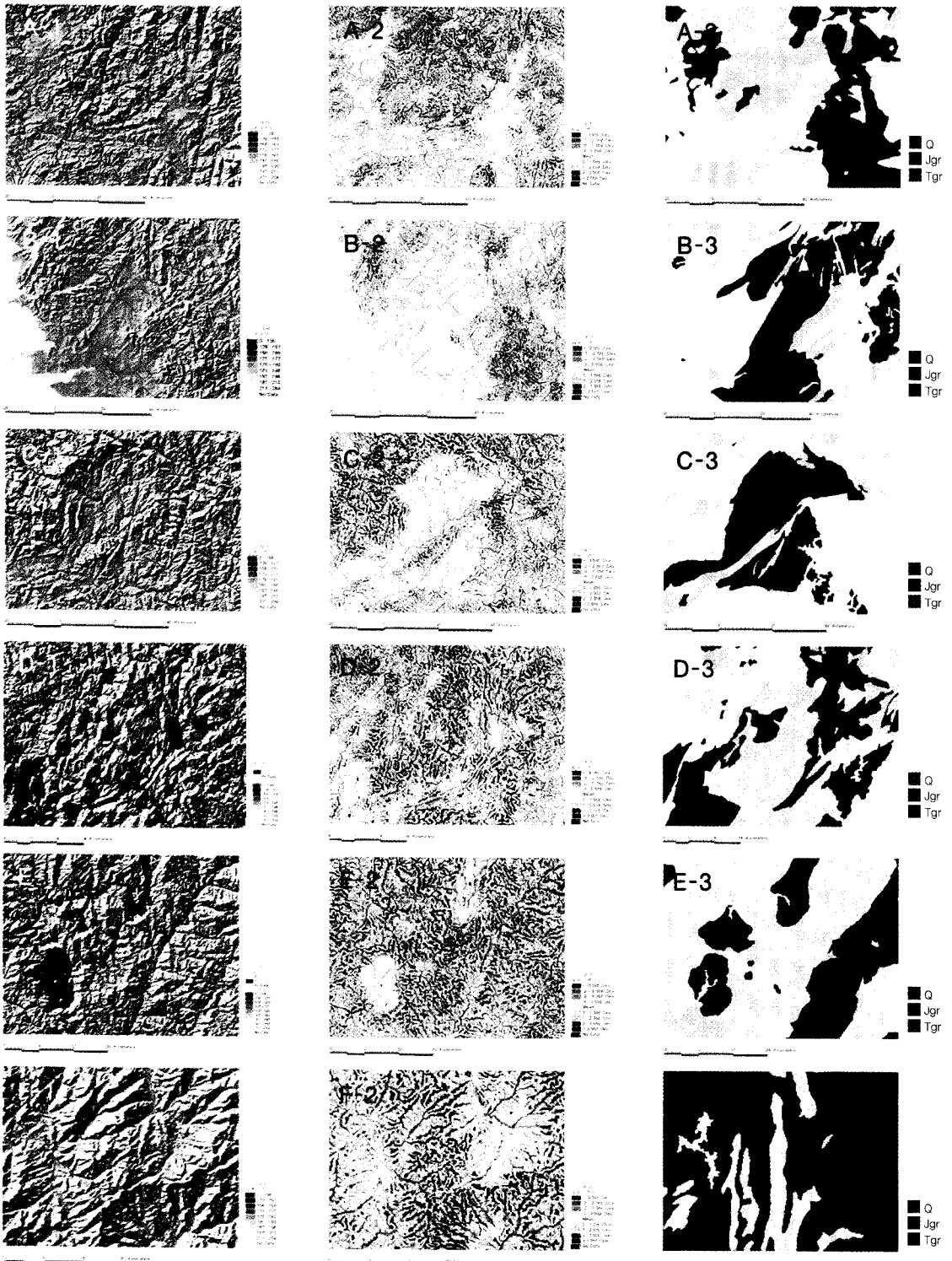


그림 4. 평탄지의 유형분류별 음영기록도(\*-1)와 지표곡면도(\*-2), 지질도(\*-3)의 비교(A: 웅암대지, B: 하해혼성평탄지, C: 구릉성평탄지, D: 산간분지, E: 하천주변평탄지, F: 고위평탄지)  
 이 그림에 표현된 지역은 그림 1의 다)에 표현되어 있다.

### 3. 평탄지의 유형분류

평탄지는 형성원인별로는 용암대지(lava plains와 ignimbrite plains), 침식평탄지(erosional plains), 퇴적평탄지(depositional plains), 구조평탄지(structural plains)로 대별된다(Ollier and Pain, 2000). DEM과 지리정보자료만을 이용하여 평탄지를 추출한 이 연구에서 평탄지의 성인을 정확하게 구분해내기 어렵다. 따라서 이 연구에서는 형태적, 위치적 특성을 종합적으로 고려하여, 추출된 평탄지를 용암대지와 하해혼성평탄지(河海混成平坦地), 구릉성평탄지, 산간분지, 고위평탄지, 하천주변평탄지 등으로 구분하였다.

장재훈(2002)은 한반도 남부에 존재하고 있는 평탄지형을 고위평탄면과 저위평탄면으로 나누고, 저위평탄면을 다시 저기복성 평탄지형과 구릉성 평탄지형, 그리고 침식분지로 대별하고 있다.<sup>10)</sup> 장재훈(2002)은 평탄지형의 유형분류에서 정량적 근거를 제시하지 않았기 때문에, 이 연구의 유형분류와 직접적으로 비교하기는 어렵다. 하지만 형태적, 위치적 특성을 고려한다면, 하해혼성평탄지는 저기복성 평탄지형, 구릉성평탄지는 구릉성 평탄지형, 산간분지는 침식분지, 그리고 고위평탄지는 고위평탄면과 유사한 의미로 사용될 수 있다.<sup>11)</sup> 각 평탄지 유형의 지형특성과 지질특성을 예를 들어 비교한 것이 그림 4이다.

#### 1) 용암대지

신생대 제4기에는 플라이스토세와 현세에 걸쳐 울릉도(180만년전 - 6,300년전), 제주도(120만년전-2만 5,000년전), 백두산과 그 주변지역(200만년전-1,000년전), 철원·평강용암지역(약 27만년전)에서 용암분출이 있었으며, 현재까지도 넓은 용암평원을 형성하고 있다(권동희, 2007). 그림 5의 가)에 표시된 용암대지의 총 면적은 약 6,500km<sup>2</sup> 정도이며, 평균고도는 430.2m이다. 하지만 용암대지는 다양한 고도에서 나타나기 때문에 평균고도의 표준편차가 614.8m에 달한다. 길주-명천지구대와 포항주변의 용암대지는 해안에 인접하여 100m 이하의 고도를 보이지만, 철원·평

강지역에서는 100-200m의 고도에서, 그리고 백두산 주변과 제주도의 용암대지는 1,000m 이상의 고도에서도 나타나고 있다. 용암대지의 형태적 특성과 분포에 관한 논의는 이 연구의 범위를 벗어나고 있어 구체적인 분석은 다음으로 미루기로 한다.

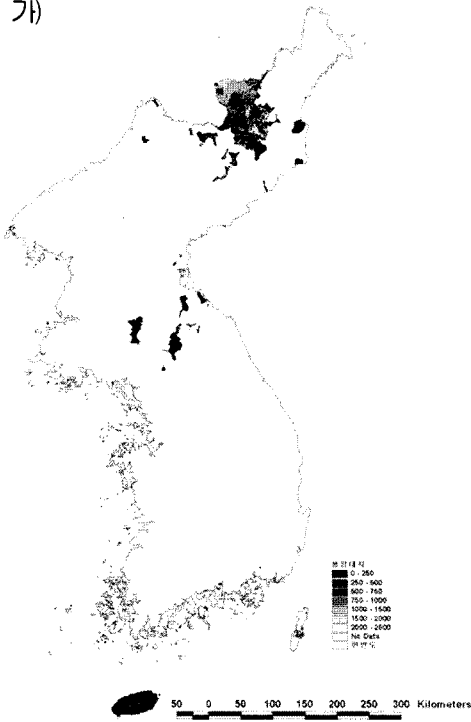
#### 2) 하해혼성평탄지

이 연구에서 지칭한 하해혼성평탄지는 해안에 면해서 나타나고 있는 퇴적 및 침식평탄지들을 포괄적으로 지칭하는 것이다(그림 5의 나).<sup>12)</sup> 이들 평탄지들은 해안에 면해 있으면서 하천의 하류에 발달하고 있어 해안과 하천의 영향하에서 형성된 것으로 보인다(그림 4 B). 지형종단면에서는 하천주변에서는 하천의 퇴적작용에 의해 극히 평탄한 지형이 나타나지만<sup>13)</sup>, 하천으로부터 거리가 증가할수록 고도와 기복도가 서서히 증가하면서 급경사의 산지로 연결된다(그림 6 가). 산지와 접하기 전에는 산록완사면 지형이 빈번하게 관찰된다. 하해혼성평탄지의 경우에는 다양한 암석에서 발달하고 있다. 하지만 고도가 증가하면서 화강암 지역에서 보다 뚜렷한 평탄지의 형성을 관찰할 수 있으며, 이 경우에는 해안으로 열린 'ㄷ' 자의 형태를 보여준다(그림 4의 B).

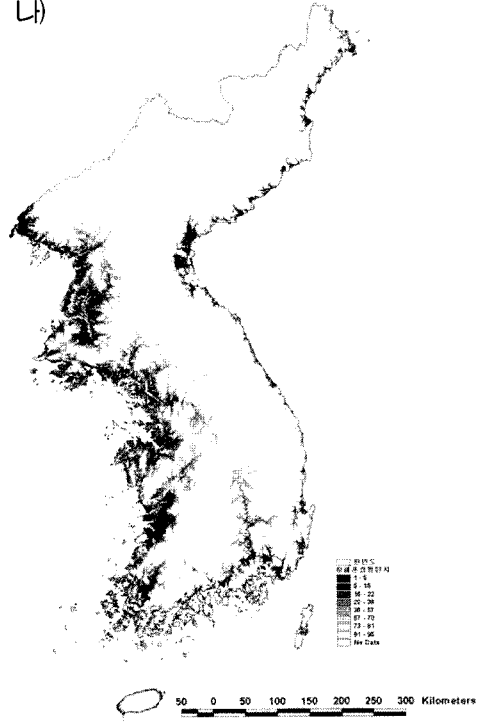
해안가에 발달하고 있는 하해혼성평탄지의 경우 해수면이 평탄지를 형성하는 퇴적 및 침식의 기준면이 된다는 것은 의심의 여지가 없다. 제4기는 빙하기의 주기적인 반복에 의해 해수면의 변동이 빈번하게 나타났으며, 해수면 변동의 영향은 평탄지의 형성에 큰 영향을 미쳤을 것이다. 오권환·최성길(2001)은 해수면 변동의 역사를 반영하고 있는 해안단구들에 대한 연구결과를 종합하면서, 동해안에서는  $\pm 10m$ ,  $\pm 18m$ ,  $\pm 30m$ ,  $\pm 42m$ ,  $\pm 60m$ , 그리고  $\pm 80m$ 의 고도에 구정선이 발달하고 있다고 주장하였다(표 3).<sup>14)</sup> 최성길(1996)은 서해안 지역에서도 유사한 구정선 고도를 찾아볼 수 있기 때문에, 단구지형이 형성되는 기간에 동해안과 서해안이 비슷한 용기특성을 보였을 것으로 추정하고 있다.

한반도의 구정선 고도와 평탄면들의 고도분포<sup>15)</sup>를 비교하면 흥미로운 결과가 나타난다(그림 7). 해발고도

가)



나)



다)



라)



그림 5. 용암대지(가), 하해혼성평탄지(나), 구릉성평탄지와 산간분지(다), 그리고 고위평탄지(라)의 분포  
그림 다)에서 실선으로 표시된 곳은 DEM상에서 관찰한 침식분지를 표현한 것이다.

20m 이하에서는 평탄지의 빈도가 높으며, 이것은 해안에 집중적으로 발달하고 있는 퇴적 및 침식평탄지들을 반영한 것으로 보인다. 반면, 해발고도 20m 이상에서는 고도의 증가에 따라 평탄지의 빈도가 점차적으로 감소하지만, 몇 개의 고도값을 중심으로 상대적으로 높은 빈도가 나타나고 있다. 세 번에 걸쳐 무작위로 추출한 약 60,000지점의 고도빈도분포를 살펴보면, 20m 이상의 고도에서는 대체로 28m, 47m, 65m, 87m에서 빈도의 봉우리(peak)가 나타났다(그림 7).

해안단구 연구에서 밝혀진 구정선 고도와 그 형성시기, 그리고 평탄지의 고도분포를 대비하면 표 3과 같다. 20m 이하의 고도에서는 정확한 구분선을 제시할 수 없지만, 그 이상의 고도에서는 28m에서 나타나는 봉우리를 제외하면, 구정선 고도보다 5-7m 높은 고도를 정점으로 평탄지들의 빈도증가가 나타났다. 해안단구 연구에서 ±30m와 더불어 ±25m에 또 다른 구정

선 고도가 있었다는 증거는 다양한 연구자들에 의해 이미 제시되고 있다(예, 최성길, 1996; Inoue and Choi, 2006). 평탄지 분포에서 약 28m를 정점으로 하는 평탄지가 존재한다는 사실은 ±25m에서 나타나는 구정선이 ±30m에서 보이는 구정선보다 평탄지의 형성과정에서는 더 큰 영향을 미쳤음을 시사한다. 마찬가지로 구정선 고도에서는 표현되어 있지 않지만, 평탄지의 고도분포에서 76m에 미약한 봉우리가 나타나고 있다. 이것은 해발고도 ±70m 정도에 또 다른 구정선이 존재했을 가능성을 시사한다.<sup>16)</sup>

이러한 결과는 해안단구로부터 추출된 제4기 동안의 구정선고도와 직접적으로 연계된 평탄지들이 광범위하게 분포하고 있다는 것을 의미한다. 해안단구가 만들어지는 과정을 생각해본다면, 구정선이 기준면의 역할을 수행하면서 하해혼성평탄지가 형성되었다는 것은 쉽게 유추가 가능하다. 한반도의 용기와 해수면

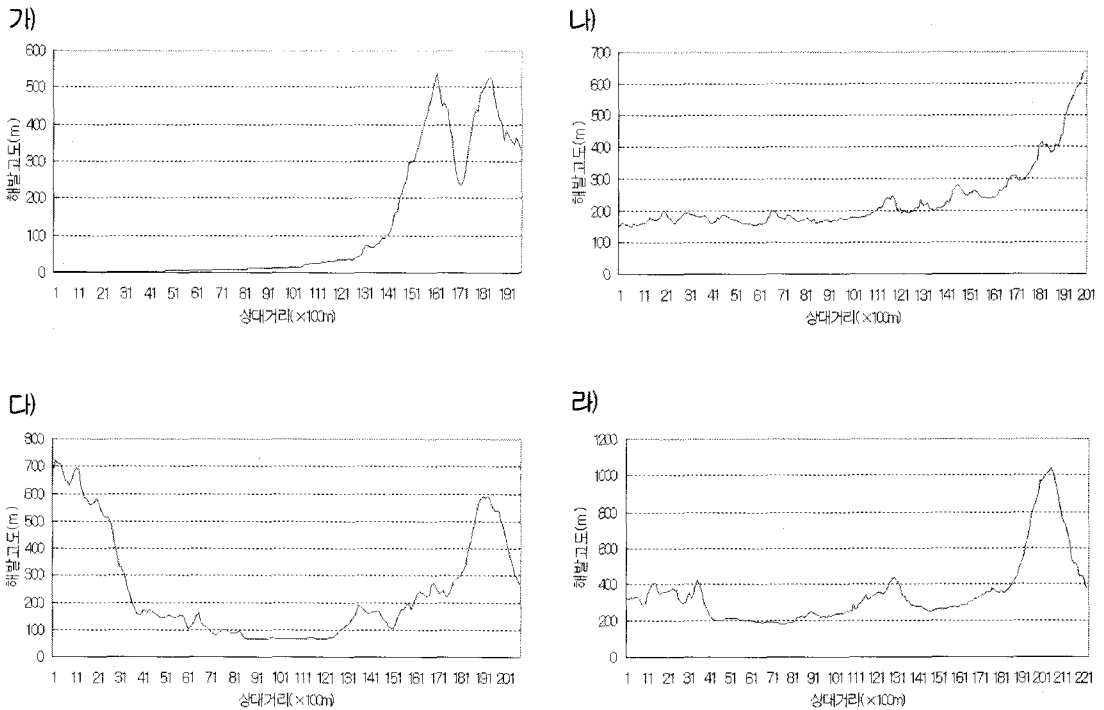


그림 6. 평탄지 유형별 지형종단면 비교 가) 하해혼성평탄지인 김제-논산지역의 지형종단면(그림 4 B), 나) 구릉성평탄지인 영주분지의 지형종단면(그림 4 C), 다) 춘천분지의 지형종단면(그림 4 D), 라) 지리산 동사면에 발달한 산간분지의 지형종단면(그림 4 E) 각 지형종단면의 위치는 그림 4에 표시되어 있다.

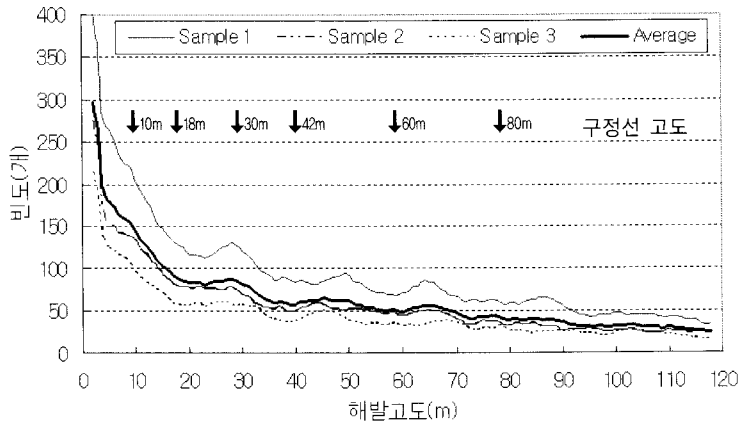


그림 7. 평탄지의 고도빈도분포와 구정선 고도와의 관계

표 3. 한반도 구정선 고도와 평탄지의 고도빈도분포

구정선고도*	형성시기*	하한값	봉우리	상한값
10m	최종간빙기	5	10(?)	15
18m	최종간빙기	15	18(?)	22
30m	갱신세 중기	22	28	38
42m	갱신세 중기	38	47	57
60m	갱신세 중기	57	65	73
?		73	76(?)	81
80m	갱신세 전기	81	87	95

\* 출처: 오건환·최성길(2001)

의 하강에 의해 제4기 동안 구정선 고도는 순차적으로 감소하게 된다. 따라서 높은 구정선 고도에서부터 평탄면이 차례로 형성되어 현재 해안에 면해 있는 평탄지들이 만들어졌다는 추론이 가능하다. 이러한 추론을 반대로 적용하면, 구정선 고도에서 형성된 평탄지들은 침식기준면이 낮아지면서 현재는 개석상태에 놓여있다고 볼 수 있다. 평탄면의 빈도분포에 나타난 각 고도 구간별 평탄지의 기복도를 비교하면(그림 8), 해발고도가 높아지면서 평탄지의 기복도가 증가하는 현상이 명확하게 나타나고 있어 이러한 추론을 뒷받침해 주고 있다.

여기서 하해혼성평탄지의 성인과 형태적인 특성이 다음에 기술할 구릉성평탄지와 어떻게 연결되는 지에

대한 논의가 필요하다. 이 연구에서는 구정선의 최대 고도를 ±80m로 설정하였으며, 평탄지의 고도분포빈도에서도 87m 이상에서는 뚜렷한 봉우리를 관찰하기 어려웠다(그림 7). 하지만 해발고도 80m 이상에서 발견되는 해안단구의 존재는 이미 여러 연구자들에 의해 보고되고 있어, 제4기의 최고 구정선을 80m로 한정지을 수는 없을 것으로 보인다(오건환·최성길, 2001; Inoue and Choi, 2006). 또한 해안에서 내륙으로 접근하게 되면 해수면과 더불어 하천 역시 침식기준면으로서 중요한 역할을 수행하게 된다(Chorley and Beckinsale, 1968). 따라서 하해혼성평탄지의 형태적 성인적 특성은 고도가 증가하면서 구릉성평탄지와 유사해지기 때문에, 이 두 평탄지의 형성과정과 형태적

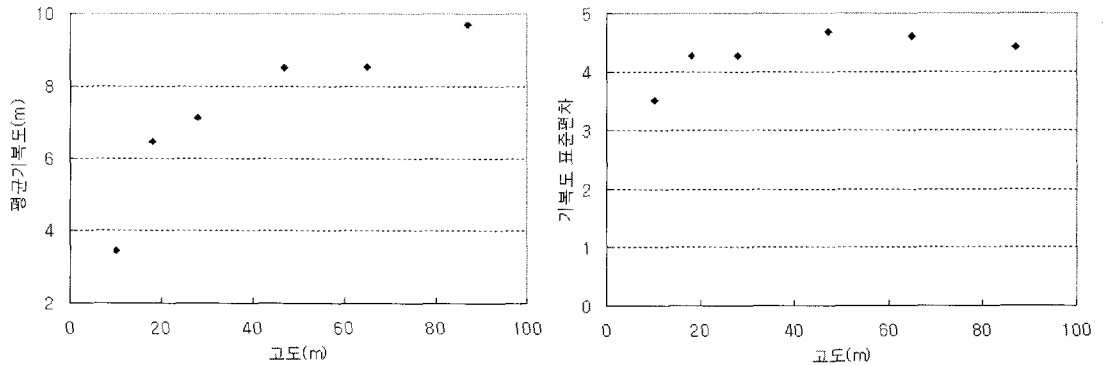


그림 8. 고도별 평균기복도와 기복도의 표준편차

인 특성은 연속적인 것으로 이해되어야 한다. 이 연구에서는 하해혼성평탄지의 상한선을 고도빈도분포에서 비교적 뚜렷한 봉우리가 나타나는 95m로 설정하여 표현하였다(그림 5 나). 하지만 두 평탄지 유형을 구분하는 경계를 설정하는 것은 일정부분 자의적인 판단에 근거한 것이라는 점은 유념하여야 한다.

### 3) 구릉성평탄지

이 연구에서 구릉성평탄지는 구정선의 직접적인 영향권에서 벗어난 내륙지역에 위치한 평탄지들로, 주요 하천의 본류구간에 형성되어 있는 평탄지들을 지칭한다(그림 4 C 참조). 그림 5의 다)는 하해혼성평탄지와 용암대지, 그리고 고위평탄지들을 제거한 후 남은 평탄지들을 표현한 것으로, 구릉성평탄지와 산간분지, 그리고 하천주변평탄지들이 모두 포함하고 있다. 이 그림에서 상대적으로 넓은 평탄지들은 대부분 주요하천의 중류 혹은 중상류 지역에 발달하고 있다. 그 대표적인 예가 대령강 유역의 평안북도 구성분지, 재령강 유역의 황해북도 서흥군 일대, 한강유역의 남양주 지역, 춘천분지, 여주-이천분지, 충주분지, 낙동강 유역의 영주분지, 안동분지, 영천분지, 금강유역의 진천분지와 대전분지, 섬진강 유역의 순창과 남원지역, 전라남도 보성군과 장흥군 일대 등이다.

구릉성평탄지들은 하해혼성평탄지에 비해 상대적으로 뚜렷한 하곡을 형성하고 있어 원호상의 분지형태에

가까워진다(그림 4 C). 분지 내에서는 하계망의 발달이 잘 나타나고 있으며, 이러한 하계망을 중심으로 삭박 작용의 흔적을 기복도 상에서 쉽게 관찰할 수 있다. 영주분지의 예를 들어 지형종단면을 살펴보면, 하해혼성 평탄지 그리고 후술할 산간분지에 비해 평탄지내의 기복변화가 훨씬 크다는 것을 알 수 있다(그림 6의 나). 지질적인 측면에서는 위에 나열된 구릉성평탄지 중에서 황해북도의 서흥군과 낙동강 유역의 영천분지를 제외한 모든 구릉성평탄지들은 대보화강암을 기반암으로 발달하고 있다. 내륙지역의 침식분지 및 평탄지의 형성에서 화강암의 역할에 관해서는 이미 기존의 문헌에서 잘 정리되어 있다(김상호, 1980; 장재훈, 2002). 구릉성평탄지가 형성되는 과정은 하천의 하상고도를 침식기준면으로 한 지표면의 삭박작용이 중요하게 작용한 것으로 보인다. 풍화를 받은 화강암에서는 하계망이 다른 암석에 비해 훨씬 조밀하게 발달하고 있으며(손명원, 1996), 침식에 대한 저항성이 강한 암석으로 둘러싸여 있는 경우가 많아 삭박이 쉽게 진행될 수 있는 조건을 갖추고 있다.

구릉성평탄지들의 분포를 살펴보면 그 대부분이 주요하천의 본류구간에 위치하고 있다. 하천의 하상종단면은 해안에서 분수계로 진행하면서 하상고도의 증가량이 극히 낮다가 분수계에 가까워지면서 급격하게 증가하는 것이 일반적이다(Knighton, 1998; Brierley and Fryirs, 2005). 하상의 구배가 낮은 하천의 중·하류부는 환경변화에 따른 기준면의 변화에 빠르게 반응

하여 전체적인 하상종단면의 형태를 지속적으로 유지한다(Shumm, 2005).<sup>17)</sup> 한국 주요 하천들의 하천종단면 역시 이러한 특성을 잘 보여주고 있다(그림 9). 현재 본류에 댐이 건설되지 않은 남한강과 낙동강을 살펴보면, 남한강의 경우에는 해안에서 약 200km의 거리에서 약 50m 정도의 하상비고차를 보인다. 낙동강의 경우에는 하상의 비고증가가 더욱 완만하여 약 270km의 본류구간에서 해수면 대비 고도증가가 40m 내외에 그친다. 따라서 남한강을 따라서 나타나는 평탄면의 경우에는 여주-이천분지의 하곡부 하상고도는 11-15m, 충주분지의 하곡부 하상고도는 37-38m에서 나타난다. 낙동강의 경우에도 영천분지의 하곡부 하상고도는 약 10-15m, 영주와 안동분지는 40-45m를 보인다. 구릉성평탄지들이 내륙에 위치하고 있지만, 평탄지를 통과하는 하천하곡부의 해발고도가 극히 낮다는 사실은 구릉성평탄지 형성과정에서 해수면 변화와 그것과 연동되어 있는 하천이 역할이 중요했었다는 사실을 지시해 준다.

구릉성평탄지들의 고도별 형태특성을 살펴보기 위

해 한반도 전체에서 69곳의 침식분지들을 대상으로 고도와 기복특성을 분석하였다.<sup>18)</sup> 조사된 69곳의 침식분지 중에서 중생대 퇴적암(KI, K2, K3)이 6곳, 사생대 퇴적암(AR2)이 1곳, 고생대의 오오도비스기(O)와 석탄기(og3) 퇴적암이 각각 1곳으로, 이들을 제외한 나머지 60곳이 화강암 상에 발달하고 있다. 화강암 중에서도 원생대화강암(PALgr)은 1곳, 고생대 송림변동화강암(Tgr)은 4곳, 그리고 불국사화강암(Kgr)은 2곳으로 나타났으며, 나머지 53개의 분지들이 대보화강암(Jgr)을 기반암으로 발달하고 있다. 조사된 침식분지들에서 화강암이 차지하는 비중이 압도적으로 높아 평탄지의 형성에 미치는 화강암이 영향을 재확인할 수 있다.

침식분지들의 평균해발고도와 평탄면의 평균기복도를 비교하면, 하해혼성평탄지에서 관찰한 바와 같이 해발고도가 증가하면서 평탄지의 기복도 역시 뚜렷한 증가현상을 보인다(그림 10 나). 해수면 변동의 영향이 내륙으로 전달되는 경우에는 하천작용과 더불어 국지적인 암석의 경연차도 중요한 역할을 하기 때문에 기

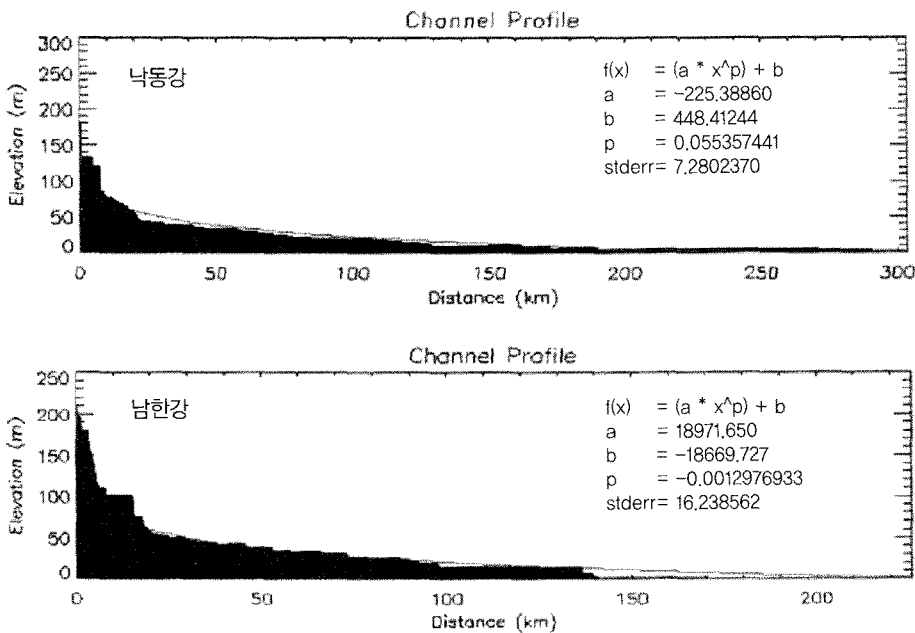


그림 9. 낙동강과 남한강의 하상고도의 변화

출처: 이차복, 서울대 지리학과

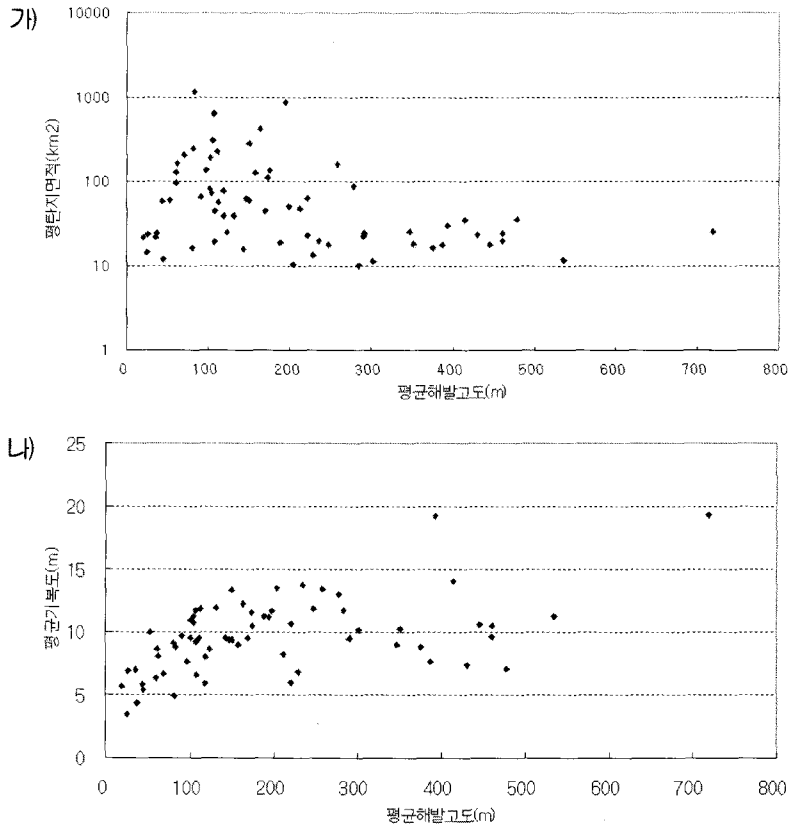


그림 10. 침식분지내 평탄지의 평균고도와 면적(가), 평균고도와 기복도(나)와의 관계

준면의 고도차이가 커진다(Chorley and Beckinsale, 1968). 따라서 고도에 따른 기복도의 증가현상은 해발 고도가 증가하게 되면서 평탄지내 지형형성작용의 다양성이 증가하기 때문에 생기는 현상으로 해석할 수 있다. 하지만 그림 10에서 평균기복도는 약 250m 고도를 정점으로 다시 감소하기 시작한다. 400m 이상의 고도에 나타나는 몇몇 분지들의 경우에는 기복도가 큰 차이를 보이지만, 전체적인 기복도의 감소현상은 평균 고도 600m까지 지속적으로 나타나고 있다. 평균고도 250m 이상에서 분지내의 기복도가 감소하는 현상은 후술할 산간분지의 성인과 밀접한 관련을 가진 것으로 보인다.

#### 4) 산간분지

산간분지는 태백산맥의 서사면, 그리고 지리산맥의 동서사면상에서 빈번하게 관찰되는 원호상의 평탄지들을 지칭한다. 전술한 구릉성평탄지와는 달리, 이들 지형은 하천의 하상비고가 높은 산지들 사이에 발달하고 있어 산간분지로 지칭하였다. 이들 산간분지들은 구릉성평탄지들에 비하여 규모가 작고(그림 10의 가), 형태적으로도 뚜렷한 분수계와 좁은 하곡이 특징적으로 나타난다. 분지를 관통하는 하천은 하곡을 벗어나면서 산지 사이를 감입곡류하며 흐르는 경우가 많다(그림 4 D와 E 참조).

산간분지들이 형성되는 과정 역시 구릉성평탄지와 마찬가지로 화강암의 차별침식이 중요한 요인이 된다. 구릉성평탄지와는 중요한 차이는 하상의 구배보다는



암석의 경연차와 같은 국지적인 침식기준면에 의해 산간분지들이 형성되고 있다는 것이다. 따라서 동일한 하천을 따라 여러 개의 산간분지들이 연결되어 있는 경우를 쉽게 발견할 수 있다. 그림 4의 D는 지리산을 중심으로 그 양측에 발달하고 있는 산간분지들로 하천을 따라서 2-3개의 산간분지들이 연속적으로 나타나고 있으며, 그림 4의 E에서는 북한강의 상류를 따라 해안분지와 양구분지, 그리고 춘천분지가 연속적으로 나타나는 것을 보여준다.

산간분지는 빠른 융기과정에서 암석의 차이에 의해 형성된 것으로 융기량에 따라, 그리고 암석의 경연차에 따라 그 분포고도가 달라진다(손일, 2008). 구릉성 평탄지와 산간분지는 성인면에서 연속적인 특성을 가지고 있기 때문에, 두 유형의 구분근거를 정량적으로 설정하기는 쉽지 않다. 하지만 침식분지내 평탄면의 면적과 평균고도, 그리고 평탄면의 기복도 비교(그림 10)에서 유추해볼 수 있는 사실은 해발고도 250m 사이에서 구릉성평탄지와 산간분지의 대체적인 경계가 나타나는 것으로 보인다. 이러한 산간분지들의 분포고도는 김상호(1973, 1980)와 장재훈(2002)을 비롯한 다양한 선행연구에서 제시한 고도인 300m와 유사하다.

## 5) 하천주변평탄지

구릉성평탄지와 산간분지의 형태적인 특성은 산지들이 하천의 출구부에 임박해있어, 하곡이 비교적 명확하게 구분된다는 점이다. 특히 산간분지의 경우에는 좁은 하곡이 국지적인 침식기준면의 역할을 하고 있다. 반면 하곡이 명확하지 않은 경우에는, 그 상류에 평탄지들이 형성되기 어렵고, 침식과 퇴적으로 인해 하천을 따라서 좁은 평탄지들만이 형성되게 된다(그림 12 참조). 이 연구에서는 이렇게 형성된 평탄지를 하천주변평탄지로 정의하였다. 그림 4의 E에서 관찰할 수 있는 바와 같이 산간분지와 하천주변평탄지는 공간적으로 인접하고 있는 경우가 많다.

한반도에서 하천주변평탄지들은 낙동강 유역과 길주-명천지구대, 그리고 동해안의 구조곡을 제외하면 대부분 선상 혹은 점상으로 나타난다. 하천주변평탄지에서는 과거의 지반운동과 기후변화를 지시해주는 다

양한 하안단구들이 발달할 수 있다. 하지만 이 연구에서 사용된 DEM의 해상도에서는 하계망의 특성을 결정하는 지질구조적인 요인과 암석요인들을 구체적으로 구분하기 어렵기 때문에 하천주변평탄지에 대한 추가적인 분석은 실시하지 않았다.

## 6) 고위평탄지

태백산맥과 함경산맥, 그리고 낭림산맥을 따른 분수계에서는 다양한 형태의 평탄한 지형들이 관찰된다(그림 4의 F 참조).<sup>19)</sup> 분수계 주변에서 관찰되는 평탄지형을 한국지리학회에서는 고위평탄면으로 지칭하여 왔다. 하지만 이 개념은 침식윤희적인 의미를 내포하고 있기 때문에, 가능하면 이 개념을 자제하고 사면의 정상부에 있는 평탄지라는 의미에서 고위평탄지로 정의하였다.<sup>20)</sup>

이 연구에서 추출된 고위평탄지의 면적은 163.7km<sup>2</sup> 정도다(그림 5의 라). 고위평탄지들은 함경산맥과 태백산맥, 그리고 낭림산맥을 따라 분포하고 있으며, 형태적 특성이 크게 두 가지로 대별된다. 먼저 함경남도 부전군과 장전군, 그리고 강원도 대관령 등과 같이 화강암 상에 발달한 대규모의 평탄지들이 있으며, 두 번째는 이와는 달리 국지적으로 나타나는 소규모 평탄지가 있다. 두 번째에 해당되는 평탄면의 경우에는 형태적 특성과 구성암석면에서 상당한 차이를 보여, 그 특성을 일반화하기가 어렵다. 하지만 첫 번째 유형의 경우에는 원호형의 화강암 평탄지위에 하계망의 발달이 비교적 뚜렷하게 나타나는 특성을 보인다(그림 4 F).

고위평탄지를 구성하는 암석의 구성비를 보면, 중생대 송림변동 기간에 관입한 화강암(Tgr)이 전체의 44.6%, 그리고 대보화강암(Jgr)이 26.8%를 보여 중생대 화강암 계열 암석이 70% 이상을 차지하고 있다. 기타 고생대퇴적암(K2)과 원생대화강암(PALgr)이 각각 8.7%와 5.4%의 구성비를 보인다. 고위평탄지의 형성에서도 구릉성평탄지와 산간분지와 마찬가지로 화강암이 중요한 역할을 하고 있는 것으로 추정된다.

고위평탄면은 한반도가 융기되기 전에 평탄화되었던 지형의 흔적으로 간주되어 왔다. 이러한 지형해석을 처음 제시한 사람은 小林貞一(1931)이었다. 이후 많

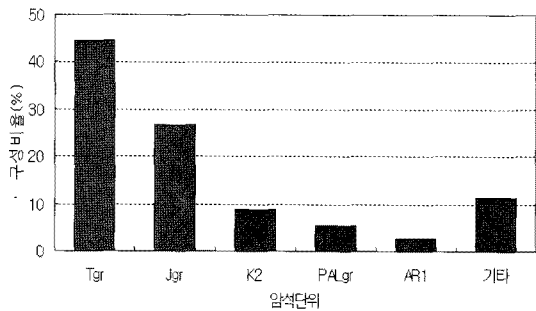


그림 11. 고위평탄지의 암석 구성비율

(Tgr: 송림화강암, Jgr: 대보화강암, K2: 백악기퇴적암, PALgr: 고생대화강암, AR1: 시생대 퇴적암)

은 지형학자들에 의해 한반도 각지에서 나타나는 사면 정상부의 평탄지형들이 보고되었다(김상호, 1965, 1973; 박노식, 1967). 하지만 그림 4의 F에 표시된 고위평탄지가 보여주는 형태적인 특성은 이전에 논의된 산간분지 혹은 구릉성평탄지들의 그것과 유사하다. 기복도는 높게 나타나지만, 엽상의 유역형태, 하계망의 발달정도, 그리고 구성암석이 대부분 화강암이라는 공통점을 가지고 있다. 이러한 형태적 특성이 기존의 평탄화된 지형이 파괴되는 과정에서 나타나는 것인지, 아니면 구릉성평탄지와 산간분지와 유사한 과정을 통해 현재도 형성되고 있는지에 대해서는 추가적인 논의가 필요하다.

#### 4. 한반도 평탄지의 형성모델

한반도에서 관찰되는 평탄지들의 특성은 다양하다. 하지만 평탄지들을 형성한 요인들을 지반용기와 해수면 변동에 따른 기준면의 변화에 적응해가는 지표면의 삭박과정이라는 관점에 접근하면, 그 분포와 형태적 특성에 대한 일반화가 어느 정도는 가능할 것으로 보인다. 특정지역에 평탄지가 형성된다는 것은 그 지역이 침식 혹은 퇴적의 기준면(base level)에 인접해 있다는 것을 의미한다(Powell, 1875; Chorley and Beckinsale(1968)에서 재인용). 기준면이 상승하는 경

우에는 하천 혹은 기타 운반작용에 의해 공급된 퇴적물들이 기준면을 기저로 퇴적되어 퇴적평탄지를 형성한다. 반대로 기준면의 하강은 하천의 회춘(rejuvenation)과 더불어 지표삭박작용을 유도하게 된다. 따라서 침식기준면이 장기간 유지될 경우, 그 기준면을 기저로 하는 평탄한 지형이 형성되게 된다. 해안에 인접한 지역에서는 해수면이 침식기준면의 역할을 하게 되고, 내륙으로 들어가면 하천의 하상이 침식기준면의 역할을 대체한다. 내륙 혹은 산간지역에서는 국지적으로 암석의 차이에 의해 침식기준면이 결정될 수 있으며, 산간분지는 그 대표적인 예에 속한다.

평탄지가 만들어지는 과정에서 지각의 융기 혹은 해수면의 하강에 의해 기준면이 낮아지게 되면, 침식기준면으로부터 상류방향으로 삭박작용이 진행된다. 이때 삭박이 활발하게 진행되는 지점에서는 단애면이 형성되고, 단애면의 양쪽으로는 단상의 지형이 발달하게 된다(박수진, 2007). 삭박된 면이 융기축에 도달하기 전에 또 다른 기준면의 변화가 일어날 경우, 융기축을 중심으로 그 주변에는 복수의 계단상 지형이 형성된다. 이러한 과정을 통해 형성된 지형의 전형적인 예가 해안단구이며, 하천의 종단면에도 반영되어 경사급변점들(knickpoints)이 형성되기도 한다(그림 9 참조).<sup>21)</sup>

기준면의 하강으로 인해 발생할 수 있는 지형발달을 3차원적으로 살펴보면 한반도에 발달하고 있는 분지형 평탄지의 형성원인이 비교적 명확해진다(그림 12). 지반의 융기 혹은 해수면의 하강으로 인해 침식기준면이 낮아지면, 하천을 따라서 활발한 침식작용이 개시되어 그 상류에 유역이 형성된다. 이 때 만들어지는 유역의 형태는 침식기준면의 하강속도와 하곡특성에 따라 달라진다. 침식기준면의 하강속도가 빠른 경우, 하천의 하각작용이 급격하게 이루어지게 되어 깊은 요철지형과 더불어 직선형의 유역이 형성되게 된다(Shumm, 2005, 150). 반면, 침식기준면의 하강속도가 늦은 경우에는 하천이 주변사면을 삭박할 수 있는 충분한 시간적 여유를 가질 수 있기 때문에 사면의 후퇴 혹은 사면각도의 저하에 의한 평탄지, 즉 하천주변평탄지가 형성된다.

하천주변평탄지와는 달리 구릉성평탄지와 산간분지 형태의 평탄지들이 형성되기 위해서 전제되어야 할 조

건은 하천의 하각 및 삭박작용의 속도를 낮출 수 있는 하곡의 존재여부다. 하곡이 넓은 경우에는 하천의 흐름을 제한하는 요인이 적기 때문에 침식기준면에 도달하기 위한 활발한 하각작용이 진행된다(그림 12). 이 경우 본류로 유입하는 하천 하상의 고도(L2)는 본류의 하상고도(L1)와 비슷해진다. 반면, 하곡이 좁은 경우에는 좁은 하곡이 하천의 흐름을 늦추게 되어 국지적으로 침식기준면이 높아지는 효과가 나타나며 본류로 유입하는 하상의 고도(L2)가 본류의 비고(L1)보다도 높아질 수가 있다. 이 경우에는 상류지역에서는 삭박작용이 지속적으로 진행되지만, 공급된 암석들이 좁은 하곡부근에 퇴적되어 분지내 평탄화작용이 일어날 수 있다.

여기서 하곡의 폭을 결정하는 원인은 침식기준면의 하강속도와 더불어 암석의 경연차가 결정적인 역할을 하게 된다. 산간분지의 공통적인 특징은 화강암이 다른 암석(주로 편마암)에 의해 둘러싸여 있고, 하천은 좁은 하곡을 통해 유출된다는 점이다. 많은 경우 하천의 하곡부에서는 감입곡류현상이 나타난다. 고온고압의 화강암관입은 주변의 암석들에 대해 접촉변성작용을 일으키며, 그 결과 침식에 대한 저항도가 높아 하천 유로의 폭을 좁게 만드는 요인이 된다.

이러한 평탄지의 형성과정을 하천 종단면의 발달과정과 연결시키면, 한반도 평탄지의 형성과정을 보다

체계적으로 이해할 수 있다.<sup>22)</sup> 하천의 종단면은 하곡부에서 유역분수계로 가면서 어그레이드 구간(aggraded zone) → 그레이드 구간(graded zone) → 디그레이드 구간(degraded zone) → 인터플루브(interfluvium)의 4개 구역으로 나눌 수 있다(Knighton, 1998; Brierley and Fryirs, 2005).<sup>23)</sup> 인터플루브(Interfluvium)는 유역을 나누는 분수계의 역할을 하며, 일정 폭 이상의 평탄한 지형이 나타날 경우를 지칭한다. 하지만 평탄한 지형의 발달없이 철형(凸形)의 봉우리들이 나타나는 경우에는 서밋(summit)으로 지칭하는 것이 일반적이다(Conacher and Dalrymple, 1977). 디그레이드 구간(Degraded zone)은 하천의 하각작용과 그에 따른 지표삭박작용이 활발하게 일어나는 하천 구간으로 하상고도가 급격하게 높아지는 것이 특징이다. 반면, 그레이드 구간(graded zone)은 침식과 퇴적이 동적인 평형(dynamic equilibrium)을 이루는 하천 구간으로 규정된다(Knighton, 1998). 마지막으로 어그레이드 구간(aggraded zone)은 하천상류에서 공급된 물질들이 퇴적되는 하천하류구간이다. 이 구간에서는 지각의 융기 혹은 해수면의 변동에 의해 침식기준면의 변화가 빈번하게 나타날 수 있다.

남한강과 낙동강의 본류를 따른 하상종단면을 비교하면, 한반도의 하천도 이와 같은 전형적인 하천특성을 보이는 것을 알 수 있다(그림 9). 낙동강의 경우 하

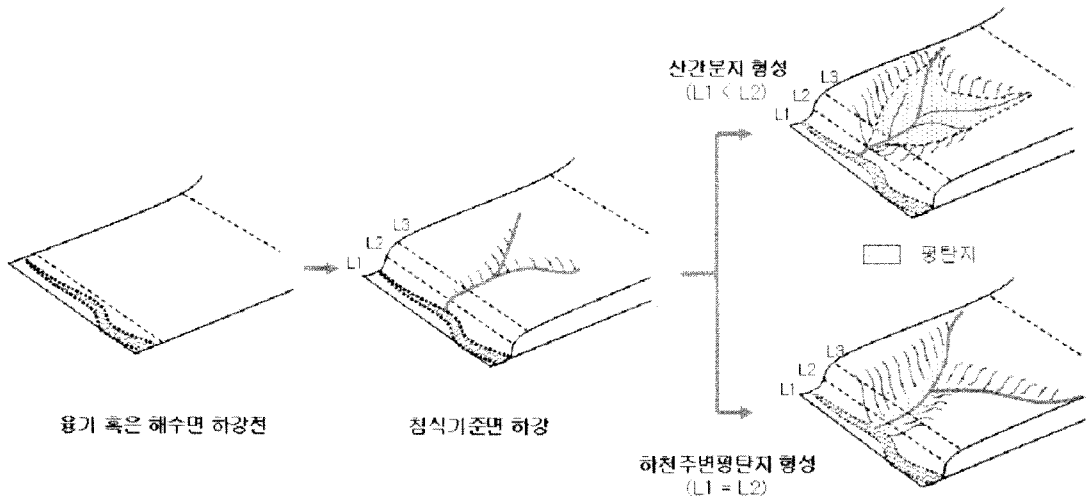


그림 12. 지반운동과 평탄지의 형성과정

류에서 약 100km, 그리고 남한강의 경우에는 약 90km 거리까지도 하상비고가 해수면과 거의 동일한 수준을 유지한다. 이후 디그레이드 구간(degraded zone)을 만나기 전까지 3-4개의 경사급변점을 보이면서 하상 구배가 서서히 증가하게 된다. 하지만 이 경우에도 하상의 해발고도(Graded Stream Height, GSH)는 40-50m에 머물게 된다(그림 13).

이 연구에서 분류한 평탄지 유형을 이들 하천구간과 결부시켜 보면, 어그레이드 구간에서는 하해혼성평탄지가, 그레이드 구간에서는 구릉성평탄지, 디그레이드 구간에서는 산간분지, 그리고 인터플루브에서는 고위평탄지가 전형적으로 발달하고 있다. 하천주변평탄지의 경우에는 그레이드 구간과 디그레이드 구간에서 다양한 형태로 발달한다. 각 구간별로 평탄지 형성에 기여하는 침식기준면은 어그레이드 구간에서는 해수면이 중요한 역할을 하지만, 그레이드 구간에서는 해수면의 영향을 받는 하천이, 그리고 디그레이드 구간의 경우에는 암석의 경연차에 의한 국지적인 침식기준면이 중요해진다. 암석의 특징은 어그레이드 구간의 경

우에는 낮은 용기율과 해수침식(marine erosion) 등으로 인해 다양한 암석에서 구릉성평탄지가 발달할 수 있다. 해수면과 인접해있고 하천의 하류부가 관통하고 있기 때문에 퇴적평탄지의 발달면적 역시 넓다. 반면 그레이드 구간과 디그레이드 구간으로 나아가면서 화강암(대보화강암)의 존재유무가 평탄지 형성에 결정적인 요인으로 작용한다. 고위평탄지의 경우에는 과거에 형성되었던 평탄면이 해체되는 과정에 있기 때문에 이론상으로는 다양한 암석상에서 형성되어야 한다. 하지만 화강암의 구성비율이 높고 하천에 의해 개석되는 형태를 보이고 있어 주목된다. 기복도는 하해혼성평탄지에서 구릉성평탄지로 가면서 점차 증가하지만, 산간분지로 가면서 감소하는 특성을 보인다. 기복도의 증감은 평탄지내의 지형구성요소들(산록완사면, 단구, 충적지)의 다양성과 직접적으로 결부되어 있다.

하해혼성평탄지, 구릉성평탄지, 산간분지, 그리고 고위평탄지는 형성과정에 있어서 밀접하게 연관되어 있어 그 경계를 명확하게 구분하는 것은 힘들다. 이 연구에서 고도와 지표기복도의 비교에서 보면 해발고도

평탄지유형	하해혼성평탄지 하천주변평탄지	→	구릉성평탄지	→	산간분지	→	고위평탄지
하각속도	소	→	중	→	대	→	대
침식(퇴적) 기준면	해수면	→	하천하상	→	하천하상 + 암석의 경연차	→	암석의 경연차
암석유형	모든 암석	→	화강암 + 기타암석	→	화강암계열	→	화강암
평탄지구모	대규모, 연속적	→	중규모, 단속적	→	소규모, 고립적	→	소규모
기복특성	소	→	중	→	대	→	중

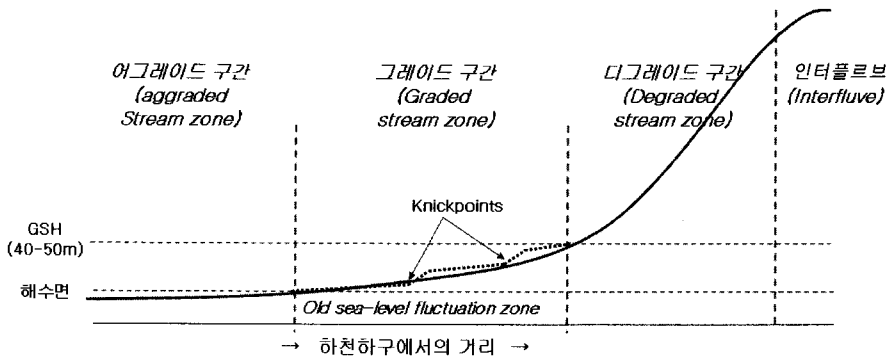


그림 13. 한반도 평탄면 형성의 일반모델

주: GSH: Graded Stream Height

100m 전후로 해서 하해혼성평탄지와 구릉성평탄지가 구분되며, 250m를 전후하여 구릉성평탄지와 산간분지가 구분된다. 하지만 이러한 평탄지 유형의 분포가 하천별로 큰 차이를 보이기 때문에 평탄지 유형을 특정 고도에서 나누는 것은 지나친 일반화의 위험성을 가지고 있다. 여기에 덧붙여 암석의 구조적인 특성 역시 평탄지의 분포에 복잡성을 더해주고 있다. 낙동강의 유역에서는 지표면과 평행하게 나타나는 퇴적암이 평탄지의 발달에 중요한 영향을 미치고 있다. 한반도에 복잡하게 나타나는 단층과 구조선의 영향이 역시 평탄지의 형성에 중요한 영향을 미치고 있기 때문에, 지역적인 평탄지 발달과정을 설명하기 위해서는 이러한 다양성이 적극적으로 고려되어야 한다.

## 5. 요약 및 결론

DEM을 통한 분석결과, 한반도에서는 급경사·고기복의 산지와 뚜렷하게 대비되는 평탄지가 존재한다. 고도분포별로는 100m 이하에서는 평탄지의 비율이 높지만, 고도가 증가함에 따라 평탄지의 비율이 급격하게 줄어든다. 한반도 북부의 고원지역과 용암대지의 영향으로 1,500m 이상에서는 평탄지의 비율이 증가하고 있다. 평탄지가 발달하고 있는 지질단위를 비교할 경우, 100m 이하의 고도에서는 평탄지들이 다양한 암석에서 발달하고 있지만, 그 이상에서는 화강암이 평탄지를 형성하는 비율이 점차 높아진다. 평탄지에서 화강암이 차지하는 비중은 500-750m 고도구간에서 최대가 되며, 그 이상에서는 용암대지를 형성하는 화산암의 비율이 보다 높다. 새롭게 제시된 한반도의 산맥도(박수진·손일, 2008)는 한반도의 용기특성과 삭박과정을 요약한 것으로, 평탄지의 공간적인 분포를 효과적으로 설명할 수 있는 개념틀을 제시해 주고 있다.

이 연구에서 추출된 평탄지는 용암대지와 하해혼성평탄지, 구릉성평탄지, 산간분지, 고위평탄지, 하천주변평탄지 등으로 구분된다. 제4기 화산활동에 의해 형성된 용암대지를 제외한 나머지 평탄지들은 형태와 위

치적 특성이 서로 밀접하게 연결되어 있어 연속적인 발달과정을 겪은 것으로 이해되어야 한다. 평탄지의 특성을 결정하는 중요한 요인은 용기 및 해수면 변동에 따른 침식 및 퇴적기준면의 변동과 지질단위의 위상관계로 정리될 수 있다. 특히 이들 평탄면들이 독립적으로 존재하는 것은 아니라 하천을 따른 삭박환경의 변화에 따라 동적으로 연계되어 있다는 사실을 인지하는 것이 중요하다.

해안에서 유역분수계로 이어지는 하천의 종단면을 어그레이드 구간(aggraded zone) → 그레이드 구간(graded zone) → 디그레이드 구간(degraded zone) → 인터플루브(interfluv) 등의 4개의 구역으로 나누고, 평탄지 유형을 이들 하천구간과 결부시켜보면 평탄지의 형성과정이 보다 명확해진다. 어그레이드 구간에서는 하해혼성평탄지, 그레이드 구간에서는 구릉성평탄지, 디그레이드 구간에서는 산간분지, 그리고 인터플루브에서는 고위평탄지가 전형적으로 발달하고 있다. 하천주변평탄지의 경우에는 그레이드 구간과 디그레이드 구간에서 다양한 형태로 발달한다. 각 구간별로 평탄지의 침식기준면은 해수면에서 하천하상, 그리고 암석의 경연차에 의한 국지적인 침식기준면으로 전환된다. 평탄지를 구성하는 암석의 경우, 어그레이드 구간의 경우에는 다양한 암석에서 발달하는 침식평탄지와 함께 퇴적평탄지의 발달면적이 넓다. 하지만 그레이드 구간과 디그레이드 구간으로 나아가면서 화강암(대보화강암)의 존재유무가 평탄지 형성의 결정적인 요인으로 작용한다. 한반도에서는 고위평탄지에서도 화강암의 구성비율이 높고 하천의 역할이 중요해 보인다. 전체적인 지형기복도는 하해혼성평탄지에서 구릉성평탄지로 가면서 점차 증가하지만, 산간분지가 가면서 감소하는 특성을 보인다. 기복도의 차이는 곧 평탄지내의 지형구성요소들(산록완사면, 단구, 충적지)의 다양성에 의해 결정된다.

이 연구에서 제시하는 평탄지 형성의 일반모델은 과거 개별적으로 이루어져 왔던 한반도의 평탄면과 해수면변동, 그리고 나아가서 단구지형에 대한 연구들이 평탄지의 분포와 특성을 통해 통합될 수 있는 가능성을 제시해 준다. 반면, 이 연구에서 사용한 접근법의 한계도 분명히 인식되어야 한다. 넓은 지역을 분석하

기 위해서는 저해상도의 DEM을 사용할 수밖에 없으며, 그 결과 구체적인 지형발달사적 정보들이 유실될 밖에 없다. 또한 형태적으로 동일한 지형이라고 하더라도 그 지형들이 동일한 형성과정을 통해 만들어진 것이 아니라는 것은 잘 알려져 있는 사실이다 (equifinality).<sup>24)</sup> 따라서 이 연구에서 제시되는 모델은 거시적인 개념모델(conceptual model)로 한정되어야 하며, 형성과정과 지역적인 변이에 관해서는 추가적인 연구를 통해 보완되어야 할 것이다.

### 주

- 1) 이 연구에서 평탄지는 경사가 완만하고 기복이 작은 지형의 형태적인 특성을 지칭하는 것이다. 한국지형학에서 전통적으로 사용되어 왔던 발달사적 지형학 용어인 침식면, 평탄면, 혹은 삭박면과는 구별해서 사용하고자 한다.
- 2) 일본인 지리학자인 小林貞一(1931)은 한반도 중부의 오대산과 태백산에 걸친 지역에서는 해발 900m 이상의 고도에서 낮은 경사도를 보이는 평탄지형이 나타나며, 이러한 평탄지형은 한반도가 신생대 제3기 요곡운동이 시작되기 전에 침식유평화에 의해 형성된 뒤 현재까지 잔류하고 있는 고위평탄면(高位平坦面)으로 간주하였다(권혁재(2005)에서 재인용). 이러한 고위평탄면과 비교하여 한반도의 중앙부 그리고 서부지역에는 고도를 달리하면서 다양한 형태의 침식평탄지형이 나타난다. 그 대표적인 예가 여주-이천지역에서 나타나는 해발고도 100m 이하의 저기복성 평지들이다. 이러한 평지들은 고위평탄면에 대비하여 저위평탄면(低位平坦面)으로 호칭되며, 한반도가 2번에 걸쳐 침식유평화를 경험하는 과정에서 평탄화된 것으로 해석하였다. 이후 유사한 관점에서 다양한 지형면 분류가 시도되었다. 吉川虎雄(1947)은 고위평탄면을 오대산면과 육백산면으로, 그리고 저위평탄면을 여주면, 대관령면(700m), 하진부면(490m), 제천면(320m), 충주면(180m), 영동면으로 각각 구분하였다. 김상호(1961)는 고위평탄면을 다시 태백산면과 육백산면, 그리고 저위평탄면을 대관령면, 하진부면, 제천면, 충주면, 김포면으로 세분하였다. 박노식(1965)의 경우에는 이천과 달리 중위평탄면을 추가하여 고위평탄면은 황명산면(1400m), 중위평탄면은 대관령면(800m), 유천면(570m), 대화면(420m)으로, 그리고 저위평탄면은 영동면(100m)으로 구분하기도 하였다.
- 3) 김상호(1980)는 평탄지형의 형성시기와 형성과정을 강조하기 위해 고위침식면(高位侵蝕面)을 고기삭박면(古期削剝面), 그리고 저위침식면(低位侵蝕面)과 중간침식면(中間侵蝕面)

을 신기삭박면(新期削剝面)으로 구분하여 사용할 것을 제안하기도 하였다.

- 4) 모든 침식분지가 화강암에 발달한 것은 아니며, 분지와 산지가 모두 편마암인 경우(구례 산동분지), 분지와 산지일부가 화강암인 경우(거창분지, 가조분지, 남원분지), 분지와 산지가 모두 화강암인 경우(원주분지)에도 침식분지가 형성된 것으로 보고되고 있다(권동희, 2007).
- 5) 구체적인 연구 사례는 오건환·최성길(2001)과 장호·박희두(2001)에서 자세하게 정리하고 있다.
- 6) 경사도의 경우에는 Zevenbergen and Thorne(1987)의 알고리즘을 이용하여 계산한 것이며, 기복도는 5×5 방안(500m×500m)을 이용하여 격자내에서 나타나는 고도의 표준편차로 표현하였다. 이 연구에서 사용한 기복도는 지형학에서 사용되는 기복량(relief energy)과는 다른 개념으로, 정해진 방안내에서 고도의 상대적인 차이의 정도를 표시한 것이다. 500m×500m 방안을 사용한 이유는 사람들이 주변을 살필 때, 이 정도 거리에서 평탄지형을 인식한다고 전제하였기 때문이다.
- 7) Hudson(1936)은 경사도 5° 이하를 평탄지, 5-10°를 완경사지, 10-15°를 준완경사지, 15-20°를 급경사지로 나누고 있다(이금삼·조화룡(2000)에서 재인용).
- 8) 분수계 주변에서 관찰되는 평탄지형을 한국지형학계에서는 전통적으로 고위평탄면으로 지칭되어 왔다. 하지만 이 개념은 침식유평화적인 의미를 내포하고 있기 때문에, 가능하면 이 개념을 자제하고 사면의 정상부에 있는 평탄지라는 의미에서 고위평탄지로 정의하였다.
- 9) 1:1,000,000 지질도에서는 제4기 화산암류를 Q1, Q2, Q3로 구분하고 있지만, 이 연구에서는 이 세 지질단위를 통합하여 사용하였다.
- 10) 장재훈(2002)은 저기복성 평탄지형은 용기량이 작았던 서해안 지역에 주로 분포하고 있으며, 용기이전에 존재했던 평탄지형을 보전·유지하면서 평탄지형을 계속 발달시켜 나가고 있다고 보았다. 이러한 저기복성 평탄면의 경우에는 용기량이 작았기 때문에 화강암 뿐만 아니라 비화강암 지역에서도 평탄면이 형성되어 있다. 반면, 구릉성 평탄지형은 내륙에 분포하는 화강암 지역을 중심으로 형성된 평탄면으로, 경기도의 여주-이천, 충청북도의 진천지역, 충주와 제천지역, 충청남도의 천안, 전라북도의 익산과 김제지역, 경상북도의 예천과 안동, 영주지역 등에 분포하고 있다. 서해안에 분포하고 있는 저기복성 평탄지형은 낮은 산지 주변에 분포하고 있는데 반해, 구릉성 평탄지형은 대부분 산지로 둘러싸인 분지의 형태로 분포하고 있다. 이러한 평탄지들의 경우에는 용기량의 차이로 인해 내륙(태백산맥 혹은 지리산맥)으로 들어감에 따라 점차적으로 고도가 높아지며, 산지로 둘러싸인 침식분지로 변한다. 침식분지는

평야나 평지가 산지나 구릉지로 둘러싸여 있는 경우를 지적하며, 대부분의 경우에는 화강암 계열의 암석으로 이루어져 있다.

- 11) 김상호(1973)는 한반도 중부지방의 평탄한 지형을 침식면으로 호칭한 뒤, 고도상의 위치에 따라 고위, 중간, 저위침식면으로 구분하였다. 고위침식면은 소기복침식지형으로 중간과 저위침식면은 침식분지형식과 산지주변평지형식으로 대별하고 있다. 이 연구에서 정의한 구분경계와 비교하면, 저위침식면은 하해혼성평탄지와 구릉성평탄지, 중간침식면은 산간분지, 그리고 고위침식면은 고위평탄지와 유사한 형태적 특성을 보인다.
- 12) 그림 5에 표시된 하해혼성평탄지는 DEM을 통해 추출된 평탄지 중에서 해발고도 95m 이하인 지역을 표현한 것이다.
- 13) 하천의 하류부에 나타나는 퇴적평탄지들은 현재보다 해수면이 낮았던 지난 빙하기에 형성된 침식곡이 해수면의 상승과 더불어 점차적으로 메워져서 형성된 것이다(조화룡, 1987; 권혁재, 2005).
- 14) 과거 구정선의 정확도 고도에 관해서는 연구자별로, 그리고 연구지역별로 상당한 차이를 보이고 있다. 여기서 인용된 오건환·최성길(2001)의 연구결과는 새로운 연구결과가 추가된다면 수정될 것으로 판단된다.
- 15) 고도의 빈도분포는 5지점의 이동평균(moving average)으로 표현하였다. 전체 평탄지를 대상으로 고도를 추출하기 어려워, 3번에 걸쳐 반복적으로 무작위지점들을 추출한 뒤, 각 지점의 빈도분포를 표시하였다. 추출된 지점의 수는 sample 1, 2, 3에서 각각 29,109, 15,560, 16,302 지점이었다.
- 16) 이 글에서 인용한 논문의 저자중 한 명인 최성길 교수(공주대학교)는 한반도의 구정선고도가 기존에 생각했던 것보다 훨씬 다양한 고도에서 나타난다고 하였다(2009년 한국지형학회 동계학술대회 기간 중 대화를 근거로 함).
- 17) 하상고도의 변화에서 특징지점에서 고도가 급격하게 증가하는 경사변환점(knickpoint)이 나타나기도 하며, 이러한 경사변환점은 지역적인 지질의 차이 혹은 지반운동-해수면 변동에 의해 야기되는 하천회춘의 증거로 제시되기도 한다(Knighton, 1998; Brierley and Fryirs, 2005). 한국의 하천에서도 이러한 경사변환점이 다양한 고도에서 나타나고 있다(그림 9 참조: 김상호, 1973).
- 18) 여기서 추출된 침식분지들은 평탄지들 중에서 비교적 뚜렷한 하곡을 형성하고 있으며, 그 면적이 10km<sup>2</sup> 이상인 평탄지로 한정하였다. 그리고 형태적인 특성에 근거하여 추출하였기 때문에, 하해혼성평탄지와 구릉성평탄지, 산간분지를 모두 포함하고 있다.
- 19) 이 연구에서 사용한 DEM 100m 해상도와 평탄지 추출방법으로는 한반도의 또 다른 용기축으로 보이는 지리산맥과

양산산맥 등에서 고위평탄지의 발달을 확인하기는 어려웠다. 보다 고해상도의 DEM을 사용할 경우, 이러한 지역에서도 고위평탄지를 추출할 수 있을 것으로 보인다.

- 20) Phillips(2002)는 침식윤회에 의해 형성된 peneplain으로서의 고위평탄면은 전세계적으로 예를 찾기가 어렵다고 주장하며, 산정상부에 형성된 고원평탄지를 형성하는 메카니즘을 모두 6가지로 정리하고 있다.
- 21) 마찬가지로 과정을 통해 하천주변에서는 침식 혹은 퇴적작용의 반복으로 하안단구가 형성되게 된다. 하지만 이러한 하안단구는 침식기준면의 변화가 하천하상의 변화를 통해 간접적으로 반영된 것이기 때문에 고도분포에서 상당한 복잡성이 추가될 수밖에 없다.
- 22) 침식분지의 연구결과들에서 주목되는 점은 분지의 발달과정에서 하천의 역할을 과소평가하고 있다는 사실이다. 침식분지 내에서는 평탄지 위에 하천퇴적물이 존재하지 않고, 분지를 흐르는 하천의 경우에도 중앙부를 관통하기 보다는 산지와 평지의 사이를 따라 흐르는 경우가 많다. 이러한 관찰은 하천이 국지적인 침식기준면의 역할을 하지만, 침식과정에 직접적으로 관여하지 않았다는 주장으로 이어지고 있다(이민희·장재훈, 1984; 박병수·손명원, 1997). 장재훈(2002)은 한반도의 평탄지형의 형성과정을 기술하면서 하천의 영향을 적극적으로 부정하고 있다. 즉, 한반도에서는 지반의 용기에 따라 구조선을 따른 하천의 감입곡류와 평탄지역에서의 세식(sheet erosion)에 의한 평탄화 작용의 두가지 서로 다른 지형발달과정을 경험하였다고 주장하고 있다. 이러한 주장은 페디먼트의 형성과정으로 세식을 강조했던 당시의 지형발달이론을 반영한 것으로 보인다(Haines-Young and Petch, 1983).
- 23) 연구자에 따라서는 하천구간을 depositional zone → transportation zone → erosional zone으로 구분하기도 한다(Brierley and Fryirs, 2005).
- 24) 지형학에서는 다양한 발달과정을 경험하였다고 하더라도 결과적으로 유사한 지형특성을 보이는 것을 등중성(Equifinality)이란 개념으로 설명하고 있다(Haines-Young and Petch, 1983).

## 참고문헌

- 권동희, 2007, 한국의 지형, 한울.  
 권혁재, 1975, “호남평야의 층적지형에 관한 지리학적 연구,” 지리학, 12, 1-20.  
 권혁재, 2005, 지형학, 법문사.  
 김상호, 1961, “한국 중부지방의 지형발달,” 서울대 논문집

- (이공계), 10, 111-123.
- 김상호, 1969, “조선전기의 수전농업연구-조방적 농업에서 집약적 농업으로의 전환,” 문교부 학술연구보고, 인문과학편.
- 김상호, 1973, “중부지방의 침식면 지형연구,” 서울대 논문집(A), 21, 85-115.
- 김상호, 1980, “한반도의 지형형성과 지형발달서설,” 지리학연구, 5, 1-15.
- 김종욱, 1983, “사천 외룡산 서쪽 산록면의 형성과 형성과정에 관한 연구,” 지리학논총, 10, 359-369.
- 대한지질학회, 1999, 한국의 지질, 시그마프레스.
- 박노식, 1967, “한강 하류지형면의 분류와 지형발달에 관한 연구: 양수리에서 능곡까지,” 경희대학교 논문집, 5, 18-168.
- 박병수 · 손명원, 1997, “안계분지의 지형발달,” 한국지역지리학회지, 3(1), 51-62.
- 박수진, 2007, “한반도의 지반운동(I): DEM 분석을 통한 지반운동의 공간적 분포 규명,” 대한지리학회지, 42(3), 368-387.
- 박수진 · 손일, 2008, “한국 산맥론(III): 새로운 산맥도의 제안,” 대한지리학회지, 43(3), 276-295.
- 손명원, 2000, “우리나라 침식분지의 경관,” 한국지역지리학회지, 6(2), 83-96.
- 손일, 2008, “산간분지의 형태기하학적 특성에 관한 연구: 한반도 남부를 대상으로,” 한국지형학회지, 15(4), 17-28.
- 오건환 · 최성길, 2001, “한국의 해안단구,” 박용안 · 공우석(편), 한국의 제4기 환경, 서울대 출판부, 159-191.
- 오경섭, 1996, “한국 지형학의 50년 회고와 전망,” 대한지리학회지, 31(2), 106-127.
- 윤순옥 · 사이토 코지 · 황상일 · 다나가 유키야 · 오구치 다카시, 2005, “한국 선상지의 이론적 고찰과 분포특성,” 대한지리학회지, 40(3), 335-352.
- 이금삼 · 조화룡, 1998, “경상도 지역에 있어서 지질별 지형 특성 분석,” 한국지형학회지, 5(1), 1-19.
- 이금삼 · 조화룡, 2000, “DEM을 이용한 한반도 지형이 경사도 분석,” 한국지리정보학회지, 3(1), 36-43.
- 이민희 · 장재훈, 1984, “침식분지의 형성과 하천과의 관계,” 지리학연구, 9, 605-620.
- 장재훈, 1966, “산록완사면 지형에 대한 연구-구례 · 제천 · 충주지역을 중심으로,” 지리학, 2, 35-42.
- 장재훈, 1977, “산록완사면의 기후지형학적 고찰,” 지리학연구, 2, 241-253.
- 장재훈, 1985, “한국의 침식분지에 관한 연구,” 응용지리, 8, 59-78.
- 장재훈, 1986, “한국의 지리적 환경과 취락의 입지,” 응용지리, 9, 39-51.
- 장재훈, 1998, “한국의 저기복 침식면에 관한 지형학적 연구,” 사진지리, 7, 17-31.
- 장재훈, 2002, 한국의 화강암 침식지형, 성신여자대학교 출판부.
- 장호, 1995, “호남평야와 논산평야내의 충적평야 주변에 분포한 저구릉의 토양지형학적 연구,” 한국지형학회지, 2(2), 73-100.
- 장호 · 박희두, 2001, “한국의 하안단구,” 박용안, 공우석(편), 한국의 제4기 환경, 서울대 출판부, 193-236.
- 조화룡, 1987, 한국의 충적평야, 교학연구사.
- 조화룡 · 장호 · 이동남, 1987, “가조분지의 지형발달,” 한국제4기학회지, 1(1), 35-46.
- 최성길, 1996, “웅천천유역의 하성단구로부터 추정되는 구정선고도와 그 의미,” 대한지리학회지, 32(3), 613-629.
- 최성길, 2007, “단구지형으로부터 본 한국 동해안의 후기 갯신세 환경변화와 지구적 규모의 환경변화 비교,” 한국지형학회지, 14(1), 29-39.
- 한국자원연구소, 1995, 1:1,000,000 지질도, 한국자원연구소.
- 小林貞一, 1931, “朝鮮半島地形發達史と近現代地史との關係にいての一考察(一)(二)(三),” 地理學評論, 第7卷, 523-550, 628-648, 708-732(권혁재, 2005에서 재인용).
- 吉川虎雄, 1947, “朝鮮半島中部の地形發達史,” 地質學雜誌, 第53卷 616-621號, 28-32(권혁재, 2005에서 재인용).
- Brierley, G. J. and Fryirs, K. A., 2005, *Geomorphology and River Management*, Blackwell.
- Chorley, R. J. and Beckinsale, R.P., 1968, Base-Level, in Fairbridge, R.W.(ed.), *The Encyclopedia of Geomorphology*, 58-60, Reinhold.
- Conacher, A. J. and Dalrymple, J. B., 1977, The nine-unit landsurface model: an approach to pedogeomorphic research, *Geoderma*, 18, 1-154.



- Haines-Young, R. H. and Petch, J. R., 1983, Multiple working hypothesis: equilibrium and the study of landforms, *Institute of British Geographers Transactions N.S.*, 8, 458-466.
- Inoue, D. and Choi, W. H., 2006, *The Activity of Ulsan Fault System Based on Marine Terrace Age Study at the Southeastern Part of Korean Peninsula*, Central Research Institute of Electric Power Industry, Japan(CRIEPI): Report N05012, 6-15.
- Knighton, D., 1998, *Fluvial Forms and Processes: A New perspective*, Arnold.
- Migón, P., 2004, Planation surface, in Goudie, A.S.(ed.), *Encyclopedia of Geomorphology*, 788-792.
- Ollier, C. and Pain, C., 2000, *The Origin of Mountains*, Routledge.
- Phillips, J. D., 2002, Erosion, isostatic response, and the missing peneplains, *Geomorphology*, 45, 225-241.
- Powell, J. W., 1875, *Exploration of the Colorado River of the West*, New York.
- Schumm, S. A., 2005, *River Variability and Complexity*, Cambridge.
- Zevenbergen, L. W. and Thorne, C. R., 1987, Quantitative analysis of land surface topography, *Earth Surface Processes and Landforms*, 12, 47-56.
- 교신: 박수진, 151-746, 서울특별시 관악구 관악로 599, 서울대학교 사회과학대학 지리학과(이메일: catena@snu.ac.kr, 전화: 02-880-9007)
- Correspondence: Soo Jin Park, Department of Geography, College of Social Sciences, Seoul National University, 599 Gwanak-ro, Gwanak-gu, Seoul, 151-746, Korea (e-mail: catena@snu.ac.kr, phone: +82-2-880-9007)

최초투고일 09. 03. 05

수정일 09. 03. 19

최종접수일 09. 03. 20