

DEM을 이용한 한반도 산맥체계 재설정에 관한 연구

Restructuring Mountain Systems in the Korean Peninsula Using DEM

김영표 국토연구원 연구혁신본부장(제1연구자)

임은선 국토연구원 책임연구원(제2연구자)

주요단어 : 산줄기, 산맥체계, DEM(수치표고모델), 지형모델링

I. 서론

II. 산맥의 설정기준과 방법

1. 산맥의 설정기준
2. 산의 규모 설정기준과 방법
3. 산지의 연속성 판단기준과 방법

III. DEM을 이용한 산맥체계 재설정

1. 산맥설정기준에 따른 산맥체계 재설정
2. 산맥체계의 분류
3. 한반도 주요 산맥 도출

IV. 새 산맥체계와 기존 산맥체계의 비교

1. 새 산맥체계와 현행 교과서 산맥체계의 비교
2. 새 산맥체계와 백두대간체계의 비교
3. 새 산맥체계와 북한 산맥체계의 비교
4. 새 산맥지도와 대동여지도의 비교

V. 맺음말

I. 서론

우리나라의 국토는 대부분이 산지로 되어 있어 국토의 이용과 관리측면에서 산지의 분포를 잘 파악하는 것이 중요하다. 기초교육과정에서 배웠듯이 우리 국토는 동고서저의 경동지형으로, 지형의 모습을 이루는 것도 산지의 분포에서 비롯된다. 최근 국토의 관리와 보존에 대한 문제가 중요하게 인식되면서 특히 산지의 훼손과 생태계 파괴를 막기 위해서는 산지분포에 대한 올바른 이해가 우선되어야 한다.

초중등학교 교육과정에서 우리나라의 지형에 대해 배울 때 우리는 산맥도를 접하게 된다. 산맥도는 산지의 분포를 보여주는 것인데, 실제 산지의 분포와 산맥도에 표현된 것이 일치하지 않는 점이 많아 논란의 대상이 되고 있다¹⁾. 일반적으로 산맥은 산이 연속으로 나타나는 지역으로 이해할 수 있는데, 실제 지형에서는 산맥이 단절되어 있어

도 산맥도에는 연속된 산맥이 존재하는 것으로 표현되어 있어 독자로 하여금 혼란을 가지게 하는 등의 문제를 안고 있다.

이러한 우리나라의 산맥에 대한 논의는 1980년대 초 전통지리서의 산줄기체계가 수록된 ‘산경표(山經表)’의 존재가 일반인에게 널리 알려지기 시작하면서 현재 교과서에 실려 있는 우리나라 산맥체계의 타당성에 대한 논란이 학계와 전문가 그리고 일반 국민 사이에 끊이지 않게 되었다. 현행의 산맥체계가 비판받고 있는 부분은 산경표체계를 수용하지 않았다는 점에 있는 것이 아니라 산맥체계 설정기준이 명확하지 않아 실제 산맥 실체에 대한 증거제시가 어렵다는 점이다. 일반인들이 산지의 분포에 대해 인식하고 있는 것과 실제 산맥의 위치가 일치한다면 산맥체계 설정의 타당성에 대해 문제가 제기되지 않았을 것이다²⁾.

산맥 논쟁의 핵심은 ‘산맥설정 기준을 땅 밑 지질구조에 기반 하느냐 아니면 땅 위 지형의 모습으로 하느냐’는 산맥의 정의와 기준 문제 그리고 ‘특정 산맥이 존재하느냐 아니냐’ 하는 실체문제였다. 산맥에 관한 문헌에서 공통으로 제시하고 있는 ‘산맥(山脈 Mountain Range)은 산지에서 산봉우리가 선상(線狀)이나 대상(帶狀)으로 길게 연속되어 있는 지형’으로 확인하였다³⁾. 따라서 일반인이 이해할 수 있는 산맥에 대한 가장 기초적인 정의에 입각하여 특정 산맥이 존재하는지 아닌지를 확인하고, 산맥의 정의에 따라 한반도의 산맥의 분포를 규명해 볼 필요가 제기 되었다.

이 연구에서는 현행 산맥에 대한 문제의식에서부터 출발하여 정확한 산맥의 개념과 정의를 토대로 과학적이고 실증적인 접근으로 한반도의 산맥의 실체를 규명하고자 한다. 우선 관련 문헌을 조사하여 산맥의 개념을 확인하였고, 전통지리서, 고토분지로의 조선산악론, 현행교과서 등을 조사하여 산맥체계의 변천과정을 분석하였다. 또한 지질과 지형데이터베이스를 이용하고 GIS를 이용한 과학적인 방법론을 도입하여 현행 산맥체계의 문제점을 찾아보았다⁴⁾. 이번 호에서는 산맥의 정의에 따라 한반도 산맥의 실체를 규명하기 위해 산맥의 설정기준을 정립하고, 한반도 전체에 대한 30m해상도의 수치표고모델(Digital Elevation Model:DEM)과 해발고도 200m이상의 산봉우리의 x, y,

1) 일부산맥들은 경동지형의 고위평탄면이 해체되는 과정에서 형성된 것으로 연속성이 약하고 구간에 따라서는 확인하기 어려우며, 처음부터 잘못 설정된 것이다. 산맥지도는 산지의 분포를 보여주는 것인데, 최량산맥 서쪽에는 이들 산맥과 관계없이 분포하는 산지가 더 많다(권혁재, 2000, ‘한국의 산맥’, 대한지리학회지, 35(3), p.389에서 발췌).

2) 현행 중고등학교 교과서에 수록된 산맥이 비판을 받는 까닭은 산경표의 산줄기와 달라서가 아니라 산맥체계가 불합리하게 설정되었기 때문인 것 같다. ‘설정된’ 산맥이 현실과 부합한다면, 이를 부인하려는 움직임이 일어나지 않았을 것이다. (권혁재, 2000).

3) 산맥에 관한 정의는 김영표 외, 2005 “한반도 산맥체계의 변천과 문제점”(국토연구 45호)에서 여러 문헌에 수록된 산맥에 관한 정의를 소개하였다. 본 연구의 저자들이 2004년에 국토연구원의 기본연구과제로 수행한 “한반도 산맥체계 재정립 연구” 보고서가 출간된 후, 학계 일부에서는 본 연구에서 산맥에 대한 정의부터 자의적으로 시도하려는 비학문적인 태도가 발견된다고 주장하였다(박수진·손일, 2005 한국산맥론(I), p.131). 그러나 본 연구진들은 산맥을 새롭게 정의한 것이 아니며, 여러 문헌에서 제시하고 있는 산맥에 대한 정의를 조사하고 가장 기초적이고 공통적인 내용을 확인하여 산맥에 대한 정의를 사용하였으며, 자의적으로 산맥의 정의를 내린 것이 아님을 확실히 하고자 한다.

4) 국토연구 46호 ‘한반도 산맥체계의 변천과 문제점’ 참조

z 위치정보를 이용하고, GIS의 공간분석방법 및 현장답사를 병행하여 지표면 위에 나타난 산맥의 모습을 규명하였다.

II. 산맥의 설정기준과 방법

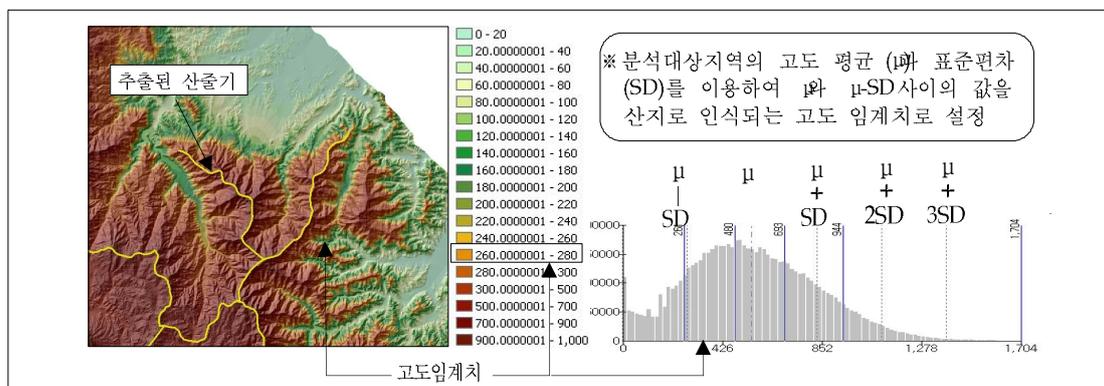
1. 산맥의 설정기준

현행의 산맥체계가 비판받고 있는 부분은 산맥체계 설정기준이 명확하지 않을 뿐만 아니라, 기준에 대한 증거제시가 거의 불가능하기 때문이다. 따라서 이를 해결하기 위하여 먼저 산맥에 대한 개념을 명확히 정의한 후 누구나 수용할 수 있고 근거 제시가 분명한 객관적이고 체계적인 산맥체계의 설정기준을 마련해야 한다. 이 연구에서는 여러 문헌에서 산맥의 개념을 종합 검토하여 산맥(山脈, Mountain Range)이란 ‘산지에서 산봉우리가 선상(線狀)이나 대상(帶狀)으로 길게 연속되어 있는 지형’으로 정의하였다. 이러한 개념에 따라 ‘산의 규모’와 ‘산지의 연속성’을 산맥의 객관적 설정기준으로 삼았다.

2. 산의 규모 분석

‘산의 규모’를 구분할 때 일반적으로 고도가 높을수록 산의 높이나 영역면에서 규모가 크다고 표현한다. 그러나 산의 규모는 산을 바라보는 인간의 인식과 관련되어 있으므로, 지역에 따라 산의 높낮이가 다른 한반도 전체에 동일한 기준을 적용하기는 어렵다. 따라서 지역마다의 상대적 고도를 기준으로 산의 규모를 판단해야 한다. 낮은 평야 지역에서는 해발 200m정도의 산이 규모있게 인식되는 반면, 산지지역에서는 높은 고도를 갖더라도 상대적으로 더 높은 산을 인식하게 된다. 따라서 산맥을 설정하기 위해 산의 규모를 판단하는 기준은 인간이 거주하는 공간에서 주변 자연환경에 대해 느끼는 상대적인 인식요소를 반영하여 상대적인 고도높이로 판단할 수 밖에 없다.

<그림 1> 산의 규모 판단을 위한 지역별 상대고도 설정의 예



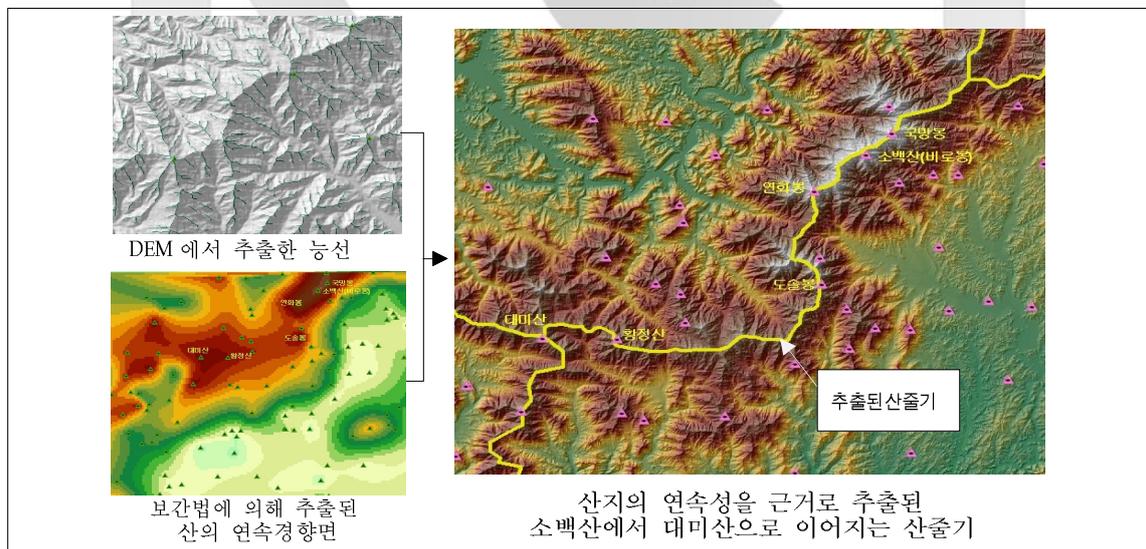
이 연구에서는 산에 대한 상대적 고도를 판별하는 기준을 설정하기 위해 지역별로 고도분포도를 작성한 후, 산으로 인식될 수 있는 통계적 임계치를 설정하여 산의 규모를 판단하는 기준으로 적용하였다. <그림 1>은 산의 규모를 판단하기 위해 지역의 상대고도 판별 임계치를 설정한 사례를 보여주고 있다. 고도분포에 대한 히스토그램에서 평균(μ)과 [평균 - 표준편차(SD)] 사이에서 상대고도값의 임계치를 설정한 예이다.

3. 산지의 연속성 분석

산맥은 산지가 일정하게 연속되는 지형을 의미한다. 따라서 '산지의 연속성'에 대한 판단도 산맥을 설정하는데 중요한 기준이 된다. 이 연구에서는 산지의 연속성을 판단하는 기준으로 크게 두가지 측면을 고려하였다.

첫째, 작은 지역범위 내에서는 산의 능선이 계속 연결되는 경우를 연속된 산지로 판단하였다. 산지의 능선은 수치표고자료를 이용하여 수문분석 과정을 통해서 자동으로 추출해 낼 수 있다. 둘째, 좀 더 큰 지역범위 내에서는 일정 간격이내에 산봉우리가 계속 나타나는 지형을 연속된 산지로 판단하였다. 이를 위해서는 산봉우리에 대한 위치와 고도좌표 (x, y, z)값을 이용하는데, 점(Point)자료에 대한 경향면 분석에 사용되는

<그림 2> 산지의 연속성 판단에 의한 산줄기 추출 과정



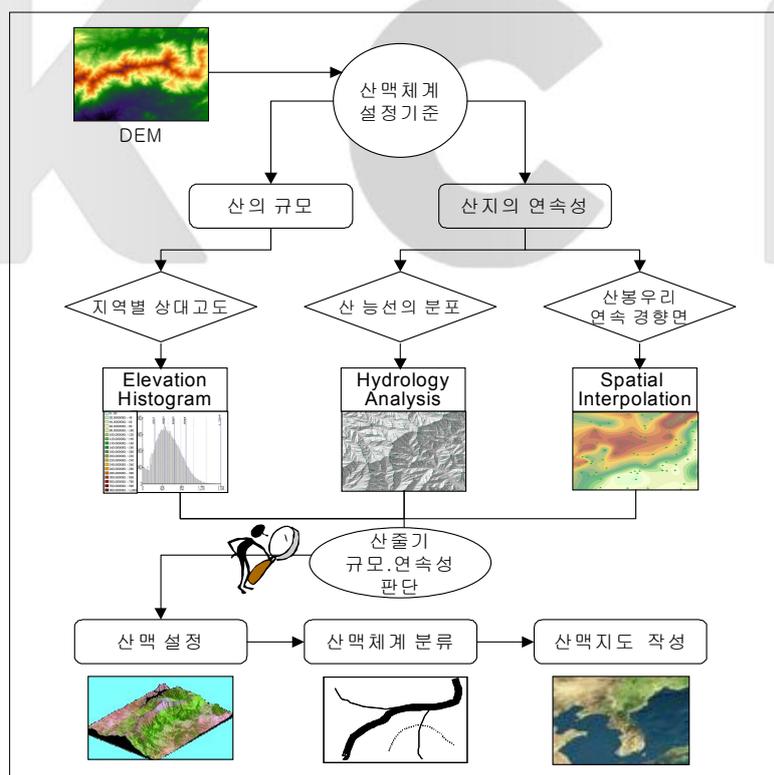
공간내삽법(Spatial Interpolation)을 적용하였다. 산봉우리의 분포에 대한 일정한 경향면을 산출하고, 그 결과를 산봉우리의 연속성에 관한 참조자료로 활용했다. 이 연구에서는 산의 연속경향면 산출을 위해 Natural Neighbor 보간법을 적용하였다. <그림 2>는 산지의 연속성을 판단하여 산맥을 추출하는 과정을 보여주는 그림이다.

III. DEM을 이용한 산맥체계 재설정

1. 산맥설정기준에 따른 산맥체계 설정 절차

이 연구에서는 산맥에 대한 정의에 따라 <그림 3> 과 같이 지형모델링과 공간분석방법을 통해 산맥체계 설정절차를 마련하였다. 먼저, 한반도의 DEM을 이용하여 산의 규모와 산지의 연속성을 판단하는 자료를 산출하였다. 산의 규모는 지형모델링 결과 산출되는 고도분포에 대한 히스토그램을 활용하고, 산의 능선은 수문분석방법을 이용했다. 산봉우리의 연속경향면은 공간보간법을 활용하여 추출하는데 이러한 절차는 모두 GIS의 공간분석기법을 이용하였다. 그리고 최종적으로 산맥을 설정하는 단계에서는 이러한 분석결과들을 설정근거와 참조자료로 활용하면서, 아울러 연속된 산줄기를 찾는 데 연구자의 인지적 판단작업도 병행했다.

<그림 3> 산맥체계 설정 절차



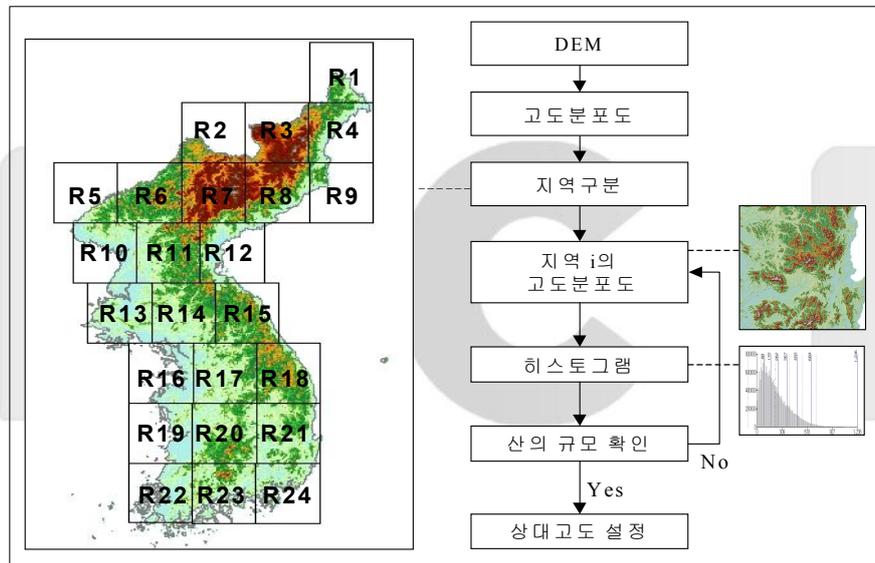
1) 지형모델링을 이용한 지역별 상대고도 추출

DEM은 지형을 일정크기의 격자로 나누어 높이값을 기록한 것으로, 각 지점의 표고는 해수면으로부터의 높이로 측정된다. 이 연구에서는 30m해상도의 DEM을 이용하여

컴퓨터 안에 한반도의 지형모형을 만들었다. GIS의 공간분석방법을 이용하면 DEM자료 안의 속성값에 대한 음영기복도를 작성하여 실제 지형의 높낮이를 표현할 수 있다. 또한 DEM자료에서 높이를 여러 구간으로 나누어 고도분포도를 만든 후, 각 구간에 적절한 색깔을 주면 한반도의 지형지세 모습과 똑 같은 3차원의 입체모형이 컴퓨터 안에 그대로 구현된다.

이 연구에서는 산의 규모에 대한 기준으로써 지역별 상대고도를 설정하기 위해 <그림 4>와 같이 고도분포도를 작성한 후, 한반도를 총 24개 지역으로 세분하여 지역별로 고도분포를 작성함으로써 상대고도 추출의 정확도를 높이고자 했다⁵⁾. 각 지역마다 산출된 고도분포의 히스토그램을 활용하여 지역마다 산으로 인식될 수 있는 상대고도의 범위를 설정하였다.

<그림 4> 지역별 상대고도 설정 절차



2) 수문분석을 이용한 산의 능선 추출

산맥의 설정기준에 따라 연속된 산지를 추출해 내기 위해서, GIS의 공간분석방법 중 지형에 대한 수문특성을 분석하는 알고리즘을 이용하였다. <그림 5>는 수문분석방법을 응용하여 산의 능선을 추출하는 절차를 나타내고 있으며, 산의 능선의 분포는 산지의 연속성을 판단하는 참조자료로 활용하였다.

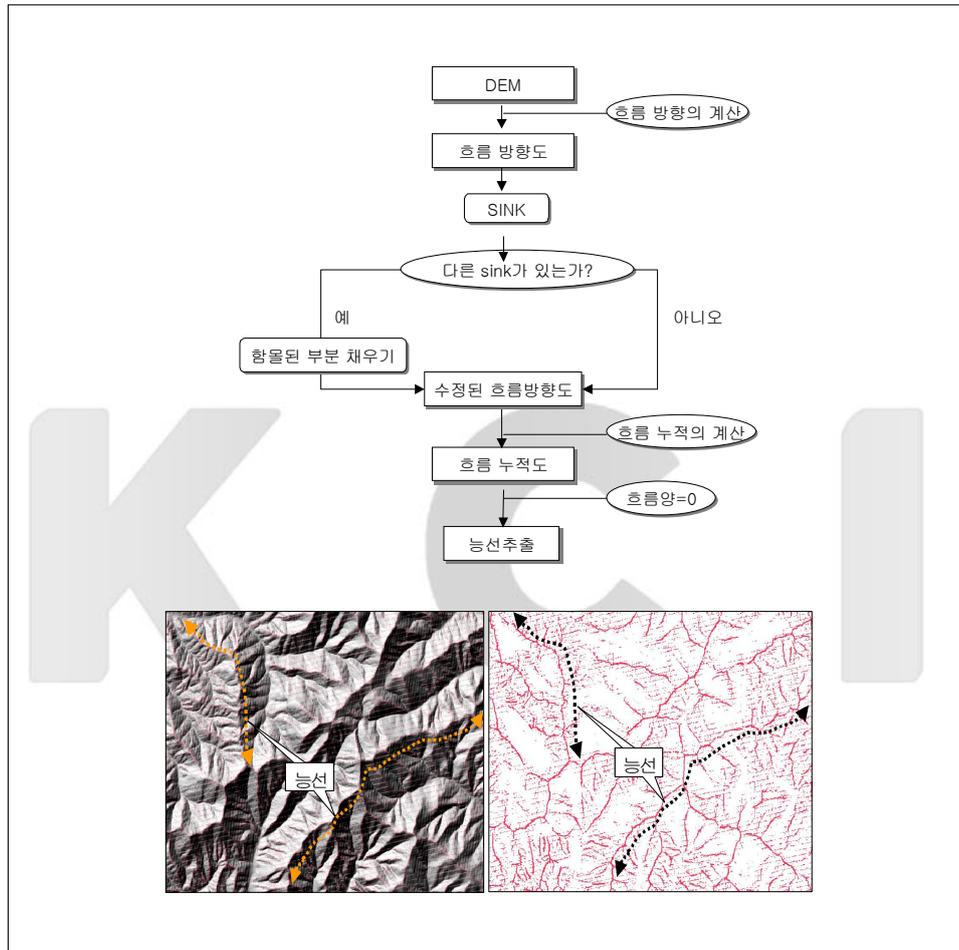
우선, DEM자료에서 자주 발생하는 오류인 sink⁶⁾를 찾아 주위 셀의 표고값으로 할당

5) 이 연구에서는 지역별 상대고도를 설정하기 위해서 한반도를 120km² 면적에 해당하는 직사각형의 도역을 이용하여 24개 지역으로 구분하였다. 지역구분이 임의적으로 설정되었지만 지역별 개략적인 산의 윤곽을 추출하기 위한 분석이기 때문에 지역구분을 더 상세하게 하던지, 경계가 변경되더라도 산의 위치와 범위에는 크게 영향을 미치지 않을 것으로 판단되어 지역구분을 하였다.

6) 주위가 높은 고도값으로 둘러싸여 있는 움푹 들어간 곳을 sink라 한다. 이러한 sink는 내부 배수영역으로 인식되어 흐름의 방향을 계산하는 과정에서 잘못된 결과를 가져올 수도 있다. 함몰된 부분이 채워져야 하천의 수로가 연속적인 형상으로 나타

하는 '채우기' 방법을 통해 수정하고, 유역에 대한 배수 방향 흐름도를 생성한 후 흐름 누적의 연산과정을 거쳐서 흐름누적도를 생성하였다. 이렇게 구축된 흐름누적도로부터 하천의 수로가 추출되며, 흐름 방향을 역추적하여 유역 경계를 추출하게 되는데, 이 연구에서는 흐름누적도에서 하천에 대칭되는 개념으로 흐름누적도가 0인 값들을 추출하여 능선을 얻었다.

<그림 5> DEM으로부터 능선을 추출하는 과정



3) 공간내삽법을 이용한 산의 연속경향면 추출

다음은 산맥을 설정하는 기준으로서 산지의 연속성을 판단하기 위해서 산봉우리의 연속경향면을 산출하였다. 일정간격으로 산봉우리가 분포하는 경향은 GIS의 공간분석 방법 중 공간보간법을 활용하면 공간표면으로 생성해낼 수 있다.

공간보간법 7)은 공간상에서 가까이 있는 지점일수록 멀리 떨어져 있는 변수지점들

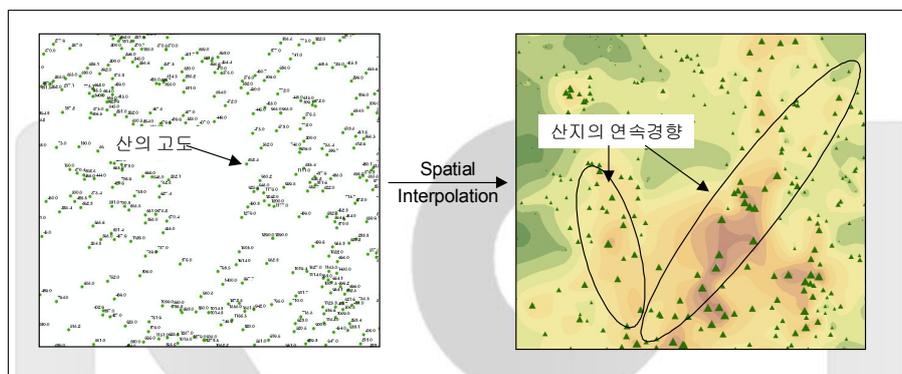
나게 된다.

7) 공간보간법(Spatial Interpolation)은 Tobler의 공간적 자기상관(Spatial Autocorrelation)의 개념을 토대로 알려지지 않은 지점에 대한 속성값을 추정하기 위하여 주위를 에워싸고 있는 이미 알려진 속성값을 이용하여 예측하려는 내삽법과 이미 속성값을 알고 있는 지역의 외부에 존재하는 지점에 대한 속성값을 추정하는 외삽법이 있다. 이 공간추정방법에는 선형식(Linear Function)이나

보다 유사한 값을 가지는 경향이 있다는 전제에서 출발한다. 따라서 공간보간법을 이용하면, 주위에 이미 알려진 지형의 표고값을 이용하여, 알려지지 않은 특정 지점의 표고값을 추정할 수 있고, 보다 복잡한 함수를 적용하여 향후 진행될 패턴을 예측한다든가, 특정 변이에 대한 공간상의 확산 등과 같이 난이도가 높은 추정을 할 수 있다.

이 연구에서는 한반도 전역에 분포한 200m이상의 산봉우리에 대한 위치좌표(x, y)와 고도(z) 자료를 입력하여 국토공간 데이터베이스를 구축하였다. 총 5,103개의 점(Point) 자료로 구축된 산봉우리 데이터에 공간내삽법(Spatial Interpolation) 중 Natural Neighbor방법을 적용하여 산지의 연속경향면을 산출하였다. <그림 6>은 공간내삽법을 적용하여 산의 연속경향면을 추출한 결과로 산지의 연속성을 판단하는데 참조자료로 활용하였다.

<그림 6> 공간내삽법을 적용한 산지의 연속 경향면 추출



2. 연결 가지에 따른 산맥의 유형 구분

이 연구에서는 한반도를 구성하는 산맥 중 1/25,000(남한)과 1/50,000(북한) 지형도에 서 끊이지 않고 50km⁸⁾ 이상 연속된 산줄기만을 한반도의 산맥으로 설정했다. 그렇게 추출된 산줄기는 모두 50개 인데, 이들을 그 규모와 연결구조에 따라 <표 1>과 같이 1차, 2차, 3차 독립산맥으로 구분했다. 제시한 기준에 따라 한반도에서 가장 고도가 높고 긴 주산맥(Main Mountain Range)을 1차 산맥으로 분류했다. 1차 산맥과 직접 연결되어 있는 산맥을 2차 산맥이라 명명했는데, 그러한 산맥은 모두 22개이다. 그리고 1차 산맥과는 간접적으로 연결되면서 2차 산맥과 직접 연결되는 24개의 산맥을 3차 산맥으로 구분하였다. 끝으로 1, 2, 3차 산맥과는 연결되어 있지 않지만 50km이상의 연속된 산맥은 독립산맥으로 구분하였다. <그림 7>은 이러한 산맥체계 분류기준에 따라 산맥을 구분한 사례이다.

회귀분석(Regression Analysis), 스플라인(Spline), 이동평균법(Moving Average), 크리깅(Kriging) 등이 응용된다.
8) 북한 「조선의 산줄기」에서는 40km 를 기준으로 하였다.

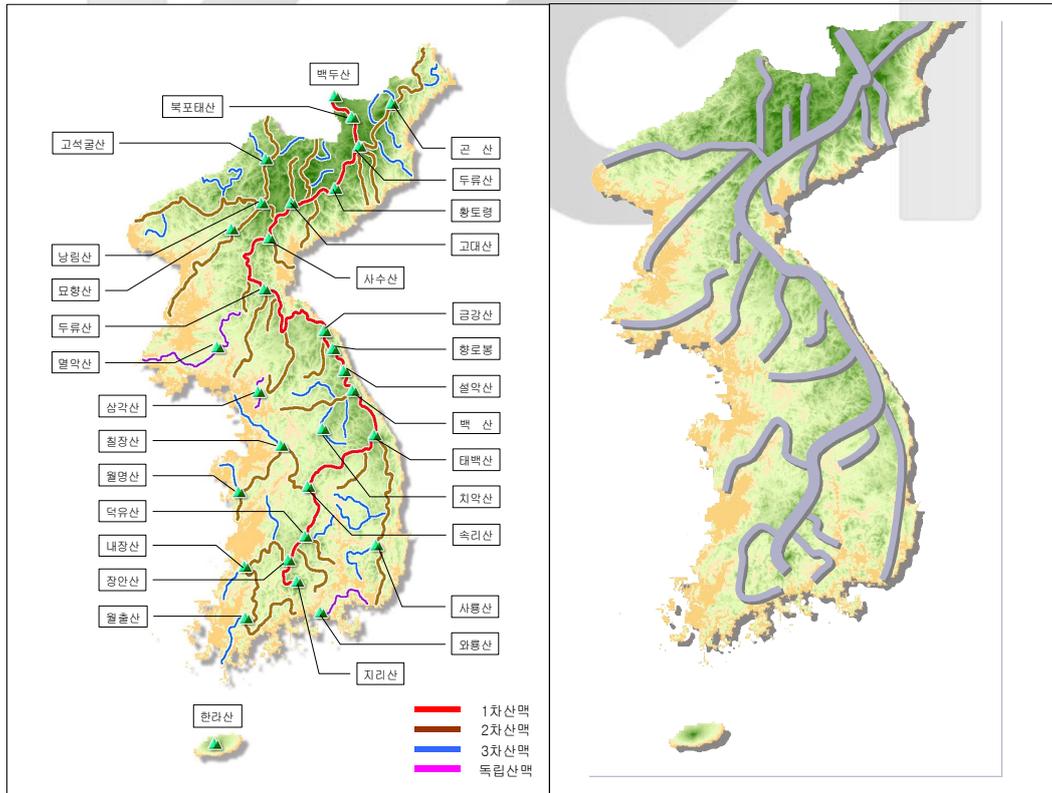
<표 1> 산맥체계 분류 기준

산맥체계	분류기준	특성
1차산맥	한반도의 산맥 중 가장 규모가 크고 길이(연속성)가 긴 산맥	백두산에서 지리산에 이르는 한반도 주산맥
2차산맥	1차 산맥과 직접 연결되는 산맥	1차 산맥과 직접 연결된 산맥은 지형발달 측면이나 접근방법에 있어 가지는 의미가 큼
3차산맥	1차산맥과는 간접적으로 연결되고, 2차 산맥과 직접 연결되는 산맥	산맥의 규모와 길이는 작지만 2차 산맥을 통해 1차 산맥과 간접적으로 연결됨
독립산맥	1, 2, 3 차 산맥과 연결되지 않는 산맥	1차 산맥과 연결성이 없더라도 일정 규모 이상의 연속된 산지가 나타나면 독립된 산맥으로 간주

3. 한반도 주요 산맥 설정

이 연구를 통해 산의 규모와 산지의 연속성에 의해 새롭게 설정한 한반도의 산맥체계는 <그림 7>과 같다. 그림에서 보는 바와 같이, 새 산맥지도는 현행교과서에 수록된 산맥체계는 물론이고, 산경표의 산맥체계와 여러면에서 차이점을 보인다.

<그림 7> 한반도의 산맥체계(좌)와 산맥모형(우)



우선, 한반도의 가장 중심이 되어 규모나 연속성 면에서 한반도의 지형을 대표하는 산맥을 1차 산맥 즉 주산맥으로 설정하였다. 이 주산맥은 백두산에서 지리산에 이르는

산맥으로 한반도에서 가장 고도가 높고 길이가 긴 산맥이다. 주산맥은 한반도 지형을 이해하는데 중요한 역할을 할 뿐만 아니라 지형의 골격을 이룬다. 주산맥에서 뻗어 나오는 연속된 산맥들은 한반도의 세부적인 지형을 형성하고 있다.

주산맥에서 분기되어 나오는 22개 산맥의 줄기들은 2차 산맥(M2)으로 분류했고, 2차 산맥에서 나온 24개의 산맥은 3차산맥(M3)으로 분류하였다. 그리고 1, 2, 3차 산맥과 연결되지 않은 3개 산맥은 독립산맥으로 분류하였다.

1) 1차 산맥(M1) : 한반도 주산맥

한반도의 가장 중심이 되는 주산맥은 규모나 연속성 면에서 한반도의 지형을 대표하는 산맥이다. 주산맥은 가장 높은 고도의 백두산(2750m)에서부터 시작하여 두류산(2309m), 금강산(1113m), 태백산(1561m), 속리산(1058m)을 지나 남쪽의 지리산 천왕봉(1915m)에 이르는 총길이 1587.3Km의 연속된 산지로 이루어져 있다. 주산맥의 평균 높이는 1248m이다. 그리고 주산맥에서 남한지역에 속하는 금강산 향로봉부터 지리산 천왕봉까지의 거리는 665.6km이다.

2) 2차 산맥 (M2)

주산맥인 1차 산맥과 연결된 22개의 산맥을 2차 산맥으로 설정하였다. <표2>에서 보는 바와 같이 이름 대신 2차 산맥마다 각각 북쪽에서부터 주산맥에 연결된 순서대로 고유의 번호를 부여하여 구분하였다. 주산맥과 연결된 22개의 2차 산맥 중 가장 긴 산맥은 M2-22이고 가장 짧은 산맥은 M2-11이다. M2-22은 496.8Km이고, M2-11은 66.2Km이다. 2차 산맥 중 길이가 300Km 이상인 산맥이 6개이고 100Km 미만인 산맥은 4개이다. 2차 산맥의 평균 높이는 1008m인데, 북한에 있는 2차 산맥들은 대부분 1000m를 초과하고, 남한의 2차 산맥들은 대부분 1000m에 못 미친다. 평균 고도가 가장 높은 2차 산맥은 개마고원 지대에 있는 M2-6 산맥인데, 평균 높이가 1822m이다. 이 산맥은 고대산에서 시작하여 수침산, 대남산, 연화산을 지나 낭림군의 1748고지까지 이르는 101Km의 산맥이다. 반면 2차 산맥 중 평균 고도가 가장 낮은 산맥은 속리산에서 서해안에 이르는 M2-19 산맥이다. 이 산맥은 평균 높이가 472m인데, 속리산에서 시작하여 칠보산, 무이산, 월명산을 지나 오석산에 이르는 345.4Km의 산맥이다.

3) 3차 산맥(M3)과 독립산맥

2차 산맥과 연결된 3차 산맥은 모두 24개이다. 24개의 3차 산맥의 길이는 대체로 2차 산맥에 비해 짧다. 그래서 100Km가 넘는 3차 산맥은 8개에 불과하다. 3차 산맥 중 가

<표 2> 한반도 산맥체계 재설정

산맥이름	길이 (Km)	평균 높이(m)	시 점	종 점	주요 산	산맥지도
한반도 주산맥(M1)	1587.3	1248	백두산	지리산	금강산, 설악산, 속리산	
M2- 1	357.9	1308	대각봉	마유산	설령산, 무릉산, 소백산령	
M2- 2	113.5	1283	두류산	시루봉	덕만산, 용연산, 원산덕산	
M2- 3	103.3	1262	화동령	운주산	검덕산, 산봉산, 연화산	
M2- 4	101.1	899	1914고지	솔개봉	태백령, 차유령, 장기봉	
M2- 5	162.2	1712	1820고지	205고지	옥련산, 차일봉, 대방산	
M2- 6	101.0	1822	고대산	1748고지	수침산, 대남산, 연화산	
M2- 7	252.5	1620	1786고지	중지봉	소백산, 맹부산, 오가산	
M2- 8	395.1	1061	1786고지	246고지	소백산, 두척산, 오봉산	
M2- 9	381.0	860	1786고지	우 산	동백산, 대마산, 오석산	
M2-10	80.4	698	사수산	락가산	배바우산, 판평산, 상봉산	
M2-11	66.2	886	1203고지	고천덕산	박대산, 기추봉, 시루봉	
M2-12	211.7	782	두류산	오공산	덕곡산, 수용산, 공악산	
M2-13	70.0	1018	백암산	감투봉	배덕산, 봉황산, 양암산	
M2-14	188.7	826	백 산	개미산	장암산, 청계산, 수원산	
M2-15	106.7	924	매자봉	수리봉	도솔산, 사명산, 오봉산	
M2-16	157.4	948	두로봉	노적봉	오대산, 대학산, 용문산	
M2-17	386.7	795	1068고지	봉화산	대둔산, 소현산, 금정산	
M2-18	103.1	661	옥돌봉	라부산	문수산, 용두산, 검무산	
M2-19	345.4	472	속리산	오석산	철보산, 무이산, 월명산	
M2-20	97.2	952	대덕산	성 산	수도산, 남 산, 구무산	
M2-21	136.6	749	남덕유산	골용산	황매산, 철마산, 집현산	
M2-22	496.8	627	영취봉	가야산	장안산, 장군봉, 문유산	
M3- 1	83.5	588	933고지	백동산	발덕기산, 마대령, 송진산	
M3- 2	54.9	1441	요 령	북고지봉	곤산, 곤장덕산, 독소령	
M3- 3	61.5	1326	쾌산봉	삼춘봉	관모봉, 백사봉, 연대봉	
M3- 4	85.3	1253	설령산	고사덕산	유장령, 원서골산	
M3- 5	97.5	1257	무 산	치마바우산	만담산, 기운봉, 향로봉	
M3- 6	62.7	1734	백 산	삼봉산	큰덕산, 응덕산, 삼봉령	
M3- 7	76.6	1481	2226고지	동동봉	신도령, 삼수령, 사수봉	
M3- 8	69.3	1681	1727고지	충천산	희새봉, 남사산, 마전령	
M3- 9	95.0	1093	사랑봉	수류봉	백산봉, 사덕산, 흥대덕산	
M3-10	102.3	1305	1604고지	백암산	삼봉산, 승적산, 시루봉	
M3-11	80.9	907	1604고지	지천산	봉황산, 각고봉, 걸상령	
M3-12	98.2	650	960고지	512고지	천마산, 청룡산, 문수산	
M3-13	116.4	828	청량봉	깃대봉	응봉산, 대룡산, 봉화산	
M3-14	125.6	951	삼계봉	태화산	태기산, 치악산, 용두산	
M3-15	79.4	1182	계방산	봉래산	백적산, 청옥산, 접산	
M3-16	152.5	591	690고지	견지봉	보현산, 문봉산, 비봉산	
M3-17	143.5	705	690고지	만경산	면봉산, 팔공산, 장자산	
M3-18	135.0	654	사룡산	붕어등산	구룡산, 삼성산, 팔봉산	
M3-19	162.6	329	칠장산	문수산	도덕산, 수리산, 계양산	
M3-20	82.5	409	백월산	팔봉산	오서산, 천주산, 보배산	
M3-21	70.9	652	수도산	백마산	삼방산, 금오산, 국사봉	
M3-22	94.7	624	조약봉	명덕산	연석산, 바랑산, 천마산	
M3-23	77.7	536	509고지	고산봉	방장산, 고성산, 월암산	
M3-24	111.3	485	425고지	윤도산	선왕산, 두륜산, 대둔산	
독립산맥-1	322.8	572	묘각산	381고지	멸악산, 천봉산, 까치산	
독립산맥-2	68.6	468	옥녀봉	안 산	도봉산, 삼각산, 인왕산	
독립산맥-3	119.3	603	와룡산	봉화산	무이산, 성지산, 굴암산	

장 긴 산맥은 M3-19 산맥으로 162.6Km이다. 3차 산맥의 평균 높이는 944m이다. 고도가 가장 높은 3차 산맥은 M3-6 산맥으로 평균 고도가 17341m이다.

또한 한반도의 주산맥, 2차, 3차 산맥 어디에도 연결되지 않는지만 독립적으로 큰 산군을 형성한 산맥을 이 연구에서는 독립산맥이라 명명하였다. 이 연구에서는 3개의 산맥을 독립산맥으로 지정했다.

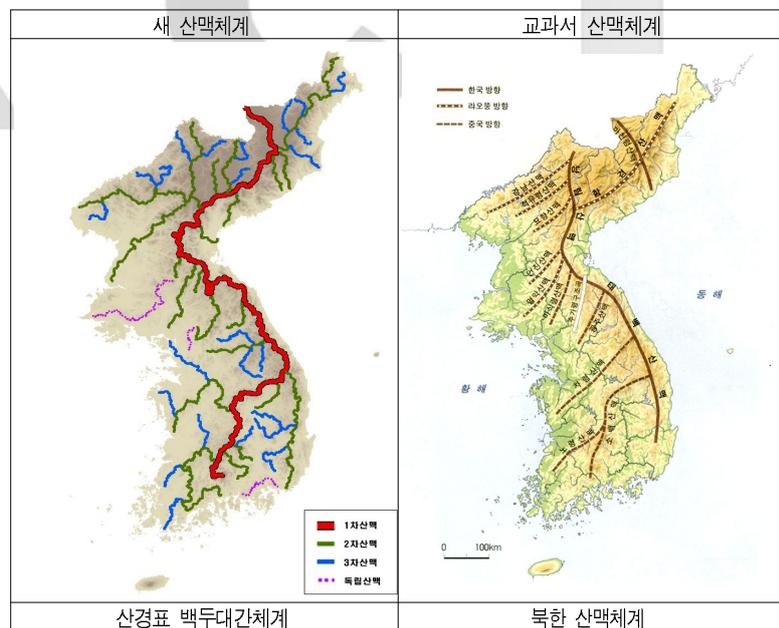
IV. 새 산맥체계와 기존 산맥체계의 비교

이 연구에서 도출한 새로운 한반도 산맥체계는 <그림 9>에서 알 수 있듯이, 기존에 널리 알려진 교과서 산맥체계 뿐만 아니라, 그 동안 실제 논란의 양대 축의 하나였던 산경표의 산맥체계와도 다르며, 비교적 최근에 작성된 북한의 산맥체계와도 차이가 난다.

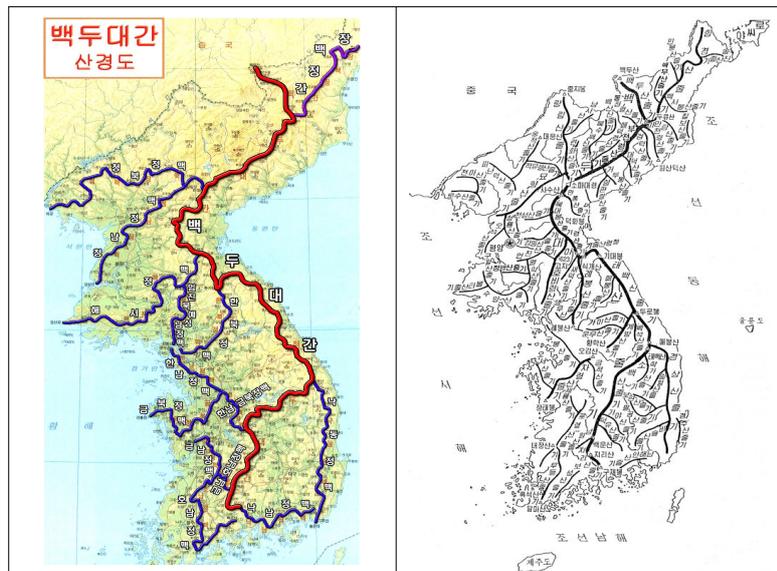
1. 새 산맥체계와 현행 교과서 산맥체계의 비교

이 연구를 통해 설정된 새 산맥체계와 교과서 산맥체계의 대표적인 차이점은 첫째, 교과서에는 현재 14개의 산맥이 수록되어 있는데 비해, 새 산맥체계에서는 크고 작은 산맥 50개를 분류하여 그 숫자가 대폭 늘어났다. 둘째, 백두산에서 지리산에 이르는 산줄기의 연속성과 산지규모로 판단하여 교과서와 달리 새 산맥체계에서는 하나의 산맥인 한반도의 주산맥으로 설정했다. 셋째, 교과서와는 달리 새 산맥체계에서는 3개의 독립산

<그림 9> 새 산맥체계와 기존 산맥체계



맥을 인정하였다. 넷째, 교과서에 수록된 강남산맥과 차령산맥은 실제로는 없는 산맥으로 드러났다. 압록강과 거의 평행하게 동서방향으로 큰 산줄기가 뻗어 있는 것으로 알려져 왔던 강남산맥 위치에는 오히려 크고 작은 산줄기들이 대부분 남북방향으로 뻗어 있다. 차령산맥은 남한강 등 여러 강과 하천으로 중간에 완전히 단절되어 있다. 다섯째, 언진산맥과 멸악산맥은 한줄기이면서 독립산맥으로 밝혀졌다. 여섯째, 새로 등장한 대표적인 산맥으로는 개마고원 지역에 M2-5, M2-6 산맥이 있고, 오대산에서 계방산, 용문산으로 이어지는 M2-16산맥, 속리산에서 서천군까지 이어지는 M2-19산맥, 거창군 남덕유산에서 진주시 골룡산까지 이어지는 M2-21 산맥, 전라남북도 일원을 휘감아도는 M2-22 산맥 등이 있다.



2. 새 산맥체계와 백두대간체계의 비교

새 산맥체계와 산경표 산맥체계는 일치점도 많으면서 차이점도 상당하다. 먼저 일치하거나 유사한 점은 첫째, 산경표의 백두대간과 새 산맥체계의 M1산맥은 그 방향선이 거의 비슷하다. 둘째 장백정간과 M2-1산맥, 청북정맥과 M2-8산맥, 청남정맥과 M2-9산맥, 해서정맥과 독립산맥1, 임진북예성남정맥과 M2-12산맥, 호남정맥과 M2-22산맥, 낙동정맥과 M2-17산맥 등은 산맥 방향선이 거의 일치하고 있다.

한편 양자간의 대표적인 차이점은 첫째, 산경표에는 15개의 산맥을 제시하고 있는데 비해 새 산맥체계는 50개의 산맥을 제시했다. 둘째, 새 산맥체계에서는 개마고원지역의 산맥을 구체적으로 표시한데 비해 산경표에는 표시되어 있지 않다. 셋째, 새 산맥체계에서는 해서정맥, 삼각산(북한산) 지역, 낙남정맥을 독립산맥으로 판단했다. 넷째, 산경표와 달리 새 산맥체계는 경상남북도 내륙지방에 있는 여러 개의 새로운 산맥을 밝혔다.

3. 새 산맥체계와 북한 산맥체계의 비교

새 산맥체계와 북한 산맥체계를 비교하면 유사한 점도 많지만 구체적인 부분에는 차이점도 많다. 유사점은 첫째, 양자 모두 백두산에서 지리산까지의 산줄기가 끊임없이 이어져 있다고 판단하고, 이 산줄기를 국토의 주산맥으로 인식하고 있다. 그런데 북한은 백두대산줄기를 백두산에서 구지봉까지 잡고 있으나, 이 연구에서는 지리산까지로 한정했다는 점에 약간의 차이가 있다. 둘째, 강남산맥과 차령산맥의 실체를 인정하지 않는다. 셋째, 개마고원 지역과 경상남북도 내륙지역의 산맥체계는 양자가 거의 일치한다.

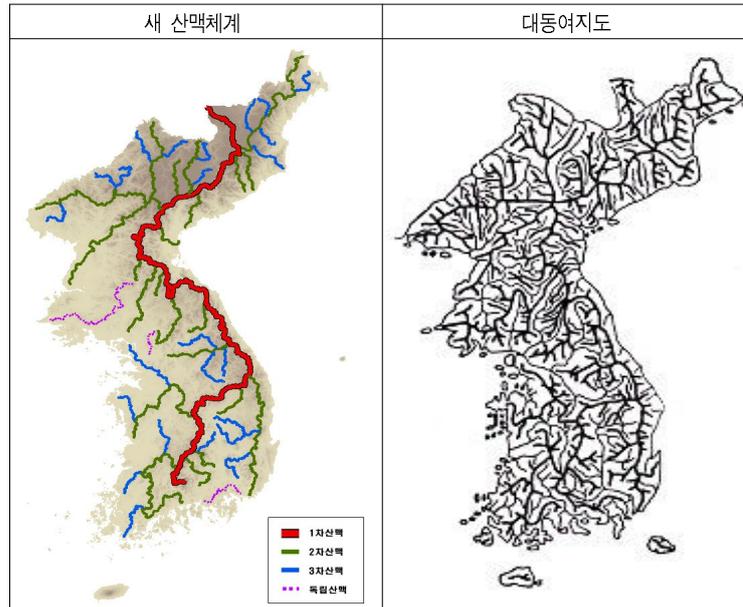
차이점은 첫째, 이 연구에서는 50개의 산맥을 제시했는데 비해, 북한은 이미 114 개의 산맥을 발표한 바 있다. 둘째, 압록강 남부지역과 호남지역의 산맥에 대해서 양자간에는 인식의 차이가 크다. 셋째, 새 산맥체계에서는 삼각산 주변지역을 독립산맥으로 보고 있는데 비해, 북한 산맥체계에서는 그렇지 않다.

4. 새 산맥지도와 대동여지도의 비교

이 연구에서 도출된 새로운 한반도 산맥체계는 기존에 주장되고 있는 세 가지의 산맥체계 즉 현행 교과서에 수록된 산맥체계, 산경표의 백두대간체계, 북한의 산맥체계와 다르게 분석되었다. 그러나 연구에서 도출된 새 산맥지도를 면밀히 분석한 결과, 그 모습이 대동여지도의 산줄기체계와 매우 흡사한 사실을 발견할 수 있었다.

<그림 10>에서 보는 바와 같이, 백두산에서 지리산에 이르는 산줄기는 물론, 개마고원지역과 평안북도지역의 산줄기가 거의 일치하고 있으며, 평안남도과 황해도 지역의 산줄기도 마찬가지다. 뿐만 아니라 전라남북도 특히 지리산 주변 고흥지역의 산줄기는 완벽하게 일치하고 있다.

<그림 10> 새 산맥지도와 대동여지도



V. 맺음말

북한이 1996년에 「조선의 산줄기」라는 책자를 통해 이미 한반도 산맥체계를 재정립한 성과를 발표한 것에 비하면, 이 연구는 때늦은 감이 없지 않다. 그러나 북한의 연구가 산맥체계의 설정근거와 방법론에 대한 정확한 지식전달이 생략된 반면, 이 연구는 수치표고모델과 200m이상 산봉우리의 좌표와 고도자료를 이용하고 GIS의 공간분석방법을 활용하여 산맥체계에 대한 객관적인 증거와 과학적인 기준을 제시하였다는데 의의가 있다.

이 연구는 산맥에 대한 정의와 설정기준을 정립한 후, 이에 따라 GIS의 공간분석기법을 활용하여 새 산맥지도를 작성하였다. 한반도 지형의 골격을 이루는 백두산에서 지리산에 이르는 큰 산맥의 연속성을 확인하고, 1587.3Km의 실체를 한반도의 주산맥으로 복원시켰다. 특히, 도출된 새 산맥지도는 그 모습이 「대동여지전도」에 굵게 표현된 산줄기체계와 매우 흡사하다. 백두산에서 지리산에 이르는 산줄기는 물론, 개마고원 지역과 평안북도지역의 산줄기가 거의 일치하고 있으며, 평안남도과 황해도 그리고 경상남북도 내륙 지역의 산줄기도 마찬가지로이다. 이러한 점에서 볼 때, 「대동여지전도」가 매우 정확하고 과학적 논리를 바탕으로 작성되었음을 짐작할 수 있다.

지난 2005년 1월 1일부터 「백두대간보호에관한법률」⁹⁾이 시행되었다. 법률에 따라 산

9) 이 법은 백두대간의 보호에 필요한 사항을 규정하여 무분별한 개발행위로 인한 훼손을 방지함으로써 국토를 건전하게 보전하고 쾌적한 자연환경을 조성함을 목적으로 한다.

림청장은 환경부장관과 협의하여 앞으로 백두대간 중 생태계, 자연경관 또는 산림 등에 대하여 특별한 보호가 필요하다고 인정되는 지역을 백두대간보호지역으로 지정할 수 있다. 이 연구에서 설정한 산맥지도는 백두대간을 비롯한 각 지역의 산지를 합리적으로 이용하고 관리하는데 필요한 기초자료로서 그 활용가치가 높으며, 특히 산맥의 정확한 위치를 확인할 수 있는 방향선은 보호지역을 결정하는 기준선으로 활용될 수 있다. 그 밖에도 새 산맥지도는 정확하고 구체적인 좌표값을 지니고 있으므로, 이를 이용하면 백두대간 등 주요 산맥을 관통하는 도로의 실태를 쉽게 알 수 있고, 야생동물을 위한 생태통행로가 필요한 지점들을 한 눈에 정확히 파악할 수도 있을 것이다. 이처럼 새 산맥지도는 국토환경관리에 있어서 새로운 정보 또는 수단으로 활용될 수 있다.

앞으로 이 연구에서 제시한 한반도 산맥체계를 완성시켜 나가기 위해서는 관련 자료에 대한 지속적인 분석작업이 필요하고, 전문가와 일반인의 의견수렴이 이루어져야 하며, 특히 주요 산맥에 대한 현장답사와 검증 등 방대한 작업이 뒤따라야 할 것이다. 따라서 이 연구의 성과를 바탕으로 좀 더 구체적인 산맥체계의 구성과 검증, 우리국민의 정서에 맞고 역사성과 문화성을 갖춘 산맥이름을 부여하는 연구들이 앞으로 계속되어야 할 것이다.

앞으로 수행되어야 할 주요 연구과제를 정리하면 다음과 같다. 첫째, 이 연구를 통해서 설정된 주요 산맥을 바탕으로 하여 세부적인 산맥들에 대한 설정이 수행되어야 한다. 물론 우리나라 국토의 규모로 볼 때 세부적인 산맥에 대한 설정이 필요한가에 대한 의문도 있을 수 있으나, 국토를 이해하고 활용하는 차원을 고려할 때 작은 산맥이나 산줄기에 대한 연구도 계속되어야 한다.

둘째, 새롭게 설정된 산맥에 대해 관련 학자들의 전문적인 견해를 수렴하여, 기초학 문분야에서도 인정될 수 있는 타당성을 확보하여야 한다. 산맥체계는 우리나라에 대한 이해를 목적으로 초등학교부터 대학교에 이르기까지 교과서에 수록되는 기초지식이다. 따라서 현행 교육분야에서 통용되고 있는 산맥체계의 오류를 정정하여 새로운 지식을 전달하기 위해서는 유관기관 및 학계와 협력하여 새롭게 설정한 산맥체계에 대한 검증에 힘써야 한다.

셋째, 지금까지는 한반도 산맥의 형상과 위치를 설정하는데 초점을 두어 왔으나 앞으로는 설정된 산맥의 특징을 잘 이해할 수 있도록 체계적이고 이해하기 쉬운 방식으로 산맥의 이름을 부여하는 연구가 수행되어야 한다. 우리나라는 지역마다 고유한 지명과 산의 이름들이 존재하고 있다. 우리나라의 특성과 우리국민의 정서에 맞고 역사성과 문화성을 갖춘 산맥의 이름을 부여하는 과제는 매우 중요한 일이다.

마지막으로, 산맥체계의 정립은 실제 현장답사를 통한 검증이 뒷받침되어야 한다. 연구기간 동안 10차례에 걸쳐 주요 산을 답사하였으나 연구가 진행 될수록 현장답사에

대한 필요성이 더욱 강조되었다. 따라서 앞으로 주요 산맥의 분기점 설정과 산맥의 연속성 확인, 현재 제한되고 있는 북한지역에 대한 답사 등을 수행해 가야 할 것이다.

참고문헌

- 권혁재. 2000. “한국의 산맥”. 『대한지리학회지』. 35(3).
- 김상호. 1977. “한국의 산맥론”. 『자연보전』. 제19호.
- 김영표·임은선. 2003. 『GIS기반 공간분석방법론 개발연구』. 경기 : 국토연구원.
- 라우텐자흐(Lautensach. H). 1945. 『코리아』. 김종규·강경원·손명철 역(1998). 대우학술총서. 민음사.
- 박노식. 1971. “한국지형연구”. 『지리학』. 6(1). 대한지리학회.
- 박 민. 1996. 『우리나라 산맥의 분류체계 및 명칭의 변천』. 고려대학교 석사학위논문.
- 박성태. 2004. 『신산경표』. 조선일보사.
- 박수진·손일. 2005. “한국의 산맥론(I)”. 『대한지리학회지』. 40(1).
- 박용수. 1990. 『산경표』. 푸른산.
- 북한과학원 지리학연구소. 1999. 『조선의 산줄기』. 과학기술출판사.
- 동아출판사. 1989. 『동아원색세계대백과사전』. 동아출판사.
- 서문당. 1981. 『세계백과대사전』. 서문당.
- 한국정신문화연구원. 1991. 『한국민족문화대백과사전』. 웅진출판사.
- 小藤文次郎. 1901. “朝鮮南部の地勢”. 『地學雜誌』. 第13輯 第150-151卷
- 小藤文次郎. 1902. “朝鮮北部の地勢”. 『地學雜誌』. 第14輯 第162-163卷
- 矢津昌永. 1904. 『韓國地理』. 九善株式會社
- 下中邦彦. 1980. 『世界大百科事典』. 平凡社
- Koto. B. 1903. "An Orographic Sketch of Korea". Journal of the College of Science. Vol 19. Article 1. Imperial University. Tokyo. Japan.
- Fairbridge. R.W. 1968. Encyclopedia of Geomorphology. Reinhold Book Corp..
- Moore. M. G. 1967. A Dictionary of Geography. Adam & Chaeles Black London.
- Stamp. L. Dudly. 1961. "A Glossary of Geographical Terms". The Encyclopedia America. Vol 19.

<http://www.britannica.co.kr>. [2004.2.12 검색]

http://www.encyber.com/search_w/wsearch.php?gs=ws&gd=&cd=&k=&d=&p=1&q=산맥& [2004. 2. 12 검색]

<http://bivouac.com/PgxPg.asp?PgxId=276>. [2004.5.10 검색]

<http://www.eionet.eu.int/gemet/concept?cp=5409>. [2004.7.15 검색]

Abstract

Young-Pyo, Kim

Eun-sun, Lim

Keywords : Mountain Range, Mountain System,
Digital Elevation Model(DEM), Topographic Modeling

The debates on the appropriateness of the Korean mountain range system have been ceaseless since the early 1980s. This study aims at preparing the correct mountain range map by analyzing the geographical features, the land shape, and the geological structure in a detailed, scientific way in order to close those debates. In order to achieve the best result of this study, a more in-depth analysis of all meaningful aspects and associated documentations was performed. Also, a database on the Korean cyber land shape and major mountains was constituted, and a diverse space analysis by the use of GIS method was attempted.

According to the literature survey, a mountain range is classified in physical geography according to scale and contiguity, and their size and continuance become the criteria of mountain range classification. Thus, in this study, a spatial database was constituted by collecting a digital elevation model (DEM) of the basic land shape, a geographic diagram, satellite images, mountain peaks, and valleys in order to objectively analyze the features of mountain ranges.

After analyzing the status of land shape and performing land shape modeling by the use of this space database, it was concluded that it was hard to accept the theory that the current mountain range system was established on the basis of geographic grounds. Accordingly, in this study, the size of a mountain was estimated by statistically analyzing the relative height by region. The size of a mountain and continuance of the mountain shape were made upon the criteria of defining a mountain range, and the continuance of

the mountain shape was extracted through the analysis on the distribution of a mountain ridge line and continuous tendency of a mountain peak.

The classification of the mountain ranges was made by identifying the first-class main mountain range, which is the highest and longest in Korea. The second-class and third-class mountain ranges were classified by their continuance with the first-class mountain range. With regard to mountain ranges that reach a certain length, they were classified as independent mountain ranges, which were not connected with the first, second, and third-class mountain ranges. In this study, twenty two of the second-class type mountain ranges, twenty four of the third-class type mountain ranges and three independent mountain ranges were introduced, as well as the main Korean mountain ranges, from the mountain Baekdu to the mountain Jiri.

The new mountain range system introduced in this study looks quite different from the three mountain range systems, which have been insisted upon until now: the mountain range system in the current public school textbook; the Baekdudaegan system in Sangyeongpyo and the mountain range system of North Korea. However, after analyzing the new mountain range map in detail, it was found that the map was very close to the mountain range system in the Daedong Yeojido (Daedong grand map).

With the result of this study, it is concluded that a further study should be conducted for the purpose of performing more concrete investigation of a mountain range system and naming mountain ranges suitable for Korean people's emotions.