

# 식생이 무성한 지역에서의 Principal Component Analysis에 의한 Landsat TM 자료의 광역지질도 작성

朴鍾南\* 徐延熙\*\*

\*동아대학교, \*\*서울대학교

(1988년 1월 10일 받음; 1988년 2월 15일 수리)

## Regional Geological Mapping by Principal Component Analysis of the Landsat TM Data in a Heavily Vegetated Area

Jong-Nam Park

Dept. of Mineral and Petroleum Engineering  
Dong-A University, Pusan  
and

Jung-Hee Suh

Dept. of Mineral and Petroleum Engineering  
Seoul National University, Seoul

(Received January 10, 1988; Accepted February 15, 1988)

### Abstract

Principal Component Analysis (PCA) was applied for regional geological mapping to a multivariate data set of the Landsat TM data in the heavily vegetated and topographically rugged Chungju area.

The multivariate data set selection was made by statistical analysis based on the magnitude of regression of squares in multiple regression, and it includes R1/2/R3/4, R2/3, R5/7/R4/3, R1/2, R3/4, R4/3, AND R4/5.

As a result of application of PCA, some of later principal components (in this study PC 3 and PC 5) are geologically more significant than earlier major components, PC 1 and PC 2 herein.

The earlier two major components which comprise 96% of the total information of the data set, mainly represent reflectance of vegetation and topographic effects, while though the rest represent 3% of the total information which statistically indicates the information unstable, geological significance of PC3 and PC5 in this study implies that application of the technique in more favorable areas should lead to much better results.

### 1. 서 론

지질연구, 특히 광상탐사를 위한 원격탐사 자료처리는 크게 세 가지로 구분할 수 있는데, 그 첫

깨는 광역지질도작성에 의해서 어느 특정한 지질과 관련되는 광상에 대한 연구와, 둘째는 대부분의 광상들이 지질구조선과 관련하여 생성되므로, 원격탐사 자료처리에 의해 확인되는 구조선을 탐지, 연구함으로써 광상부존의 가능성 여부를 확인하는 방법과, 셋째는 광상을 구성하는 광물 성분들의 영향에 의해 지표 내지 지표식물에 나타나는 여러 가지 현상, 즉-예로 산화철이 생성되는 지역은 식물이 잘 자라지 않으므로 타 지역에 비하여 식생밀도가 적다거나, Pb 등의 광물 성분이 많은 지역은 이들 원소의 과다 섭취로 인한 독성효과로 식물의 잎이 다른 지역과 달리 진 녹색을 띠든가, 아니면 분포하는 토양종류에 따라 어떤 특수한 식물이 생성되는 등-미국 캘리포니아의 산포상 동광상지역의 California poppy와 같이-의 제 현상을 연구함으로써 광상조사에 이바지하고 있다(Siegal and Gillespie, 1980).

상기 세 가지 방법 중 식생의 변화에 의한 연구는 그 분포면적의 규모가 어느 정도 커야 하기 때문에 실제 그 적용성은 적으며, 지금까지 위성자료에 의한 광상조사는 지질구조 판독 및 분석에 의해 주로 행하여졌고, 특히 광역지질도 작성에 의한 연구는 Landsat 탐사자료의 스펙트럼 특성, 즉 측정값은 측정하는 파장 범위 내에서 토양, 식물이나 유기물 등 지표 모든 성분의 반사 특성의 평균값을 나타내기 때문에, 건조하거나 어느 정도 노두가 잘 나타나 있는 지역에 국한하여 그 유용성이 크게 입증되어 왔다. 그러나 지형이 험준하고 식생이 밀접한 지역에서는 성공적인 적용은 그 예가 매우 드물다(Kornblau and Cipra, 1983; Segal, 1983). 이는 Landsat 자료의 반사특성이 지형에 의해 크게 영향을 받을 뿐만 아니라 식물이나 기타 유기물에 의해 거의 차폐되고 있기 때문이다. 우리나라는 특히 근년에 산림청의 산림녹화 정책에 의해 많은 인공조림이 조성되고 잡목 특히 활엽수 등에 의해 임야는 표토가 거의 노출되지 않고 있고, 또한 험준한 지형적 영향에 의해 Landsat MSS 내지 TM자료의 통상적인 영상강조기법이나 비분법(Ratioing) 등의 응용에 의하여는 지질도 작성이 거의 불가능한 실정이다.

본 연구에서는 다변수함수 자료를 수학적 기법에 의해 새로운 함수군으로 변환하는 PCA(Principal Component Analysis) 원리를 응용하여 지형이 험준하고 식생이 무성한 지역에서의 지질도 작성을 시도하였다. 일반적으로 자연계에서 얻어지는 다변수함수자료는 변수간에 어느 정도 상관성을 가지고 있어 예상밀도함수(Probability Density Function: PDF)의 축은 서로 직교하지 않는데, PCA는 이러한 다변수함수의 PDF 축을 서로 직교되게(서로 상관성이 없는 변수로 전환) 하는 새로운 변수군을 만드는 작업으로, 이 때 새 변수들은 모든 변수에 공통인 공통분산(Common Variance)을 극대화함으로 분류(Classification) 가능성을 높이는 일종의 분산(Variance) 원리를 근거한 것으로, 그 수학적 기본원리는 Cooley and Lohnes(1971), Davis(1973) 그리고 Howarth(1983) 등에 의해 자세히 소개되어 있다.

본 연구에서는 PCA 분석에 의해 대상지역인 충주 일원에 대한 광역지질도 작성의 가능성 여부를 조사하고, 특히 본 지역의 활석 배태 층군인 향산리 돌로마이트질 석회암 분류 가능성을 확인하는 데 그 목적이 있다.

## 2. 연구대상지역(충주지역)의 광역지질개요

본 연구대상지역은 구 1/50,000 충주 도폭 동부 2/3와 황강리 도폭 서부 1/3인 1개 도폭 크기의 지역으로 지리좌표계는 북위  $36^{\circ}50' \sim 37^{\circ}00'$  및 동경  $127^{\circ}50' \sim 128^{\circ}05'$  간이며 그 면적은 약  $400 \text{ km}^2$  이다(Fig. 1 참조).

본 지역의 지질은 대체로 시대미상의 계명산층(주로 흑운모 내지 석영 편마암으로 구성됨)이 중서부에서 북동방향으로 널리 분포되어 있으며, 그 동부에 향산리 돌로마이트질 석회암 및 대항산 규암이 좁은 대상으로 인접하여 나타나고 있다.

시대적으로 상기 암층의 상부로 간주되는 시대 미상의 옥천계가 같은 방향성의 대상으로 분포하고 있다. 이들 옥천계는 층서적으로 하부층인 동남부의 황강리층 및 북분리층의 합력 천매질암이 분포하고, 이들 사이에 암회색 녹니석 편마암으로 구성된 명오리층이 협재하여 대상으로 발달하고 있으며, 그 서북부에서 이들 문주리층의 담록색 녹니석 편암이 대항산 규암과 인접하여 분포하고 있다.

옥천계의 동남부인 대상지역의 동남부는 이들 옥천계 보다 하부층으로 생각되는 서창리층이 분포하며, 본층은 주로 암회색 천매암으로 구성되며 일부 흑운모 석영 천매암질암의 변질대 및 이를 협재한 석회암이 발견된다. 서창리층 동남부에는 조선계의 흑색 점판암과 석회 규산염암이 같은 남서~북동 방향의 연장성을 갖고 나타나고 있다.

이들 퇴적암류는 연구지역의 서북부 및 서남부, 동남부 코너에서 경상계 불국사동의 흑운모 화강암에 의해 관입되고 있으며, 같은 시기의 백운모 화강암과 불국사 화강암이 동북 코너 부근에서 암주상으로 관입하고 있다.

제 4 기의 충적층은 충주일원과 그 서부에 넓게 발달하고 있으며, 대상지역의 서남부 일원 및 동부 황강리 부근의 남한강 유역에도 발달하고 있으나, 남한강 유역은 현재 충주댐에 의해 거의 수몰되고 있다. 본 지역은 특히 비금속광상으로 활석광상이 향산리 돌로마이트질 석회암층 내에 발달하고 있으며, 그 외에 소규모의 금속광상들이 생성되고 있다.

## 3. PCA 분석을 위한 자료준비

Landsat TM(Thematic Mapper) 자료는 7개 밴드로 구성되며, 이용되는 파장범위는 가시광선대역에서 열적외선대역에 이르는 파장역이며(Table 1 참조), 지상 해상력은 약 30m로, 기존의 Landsat MSS 자료의 약 2배의 해상력을 갖고 있다.

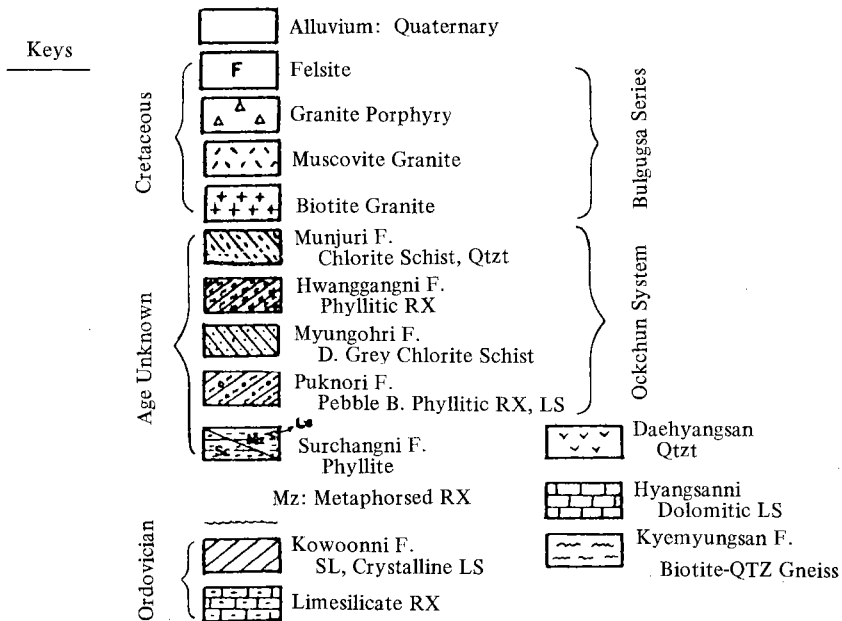
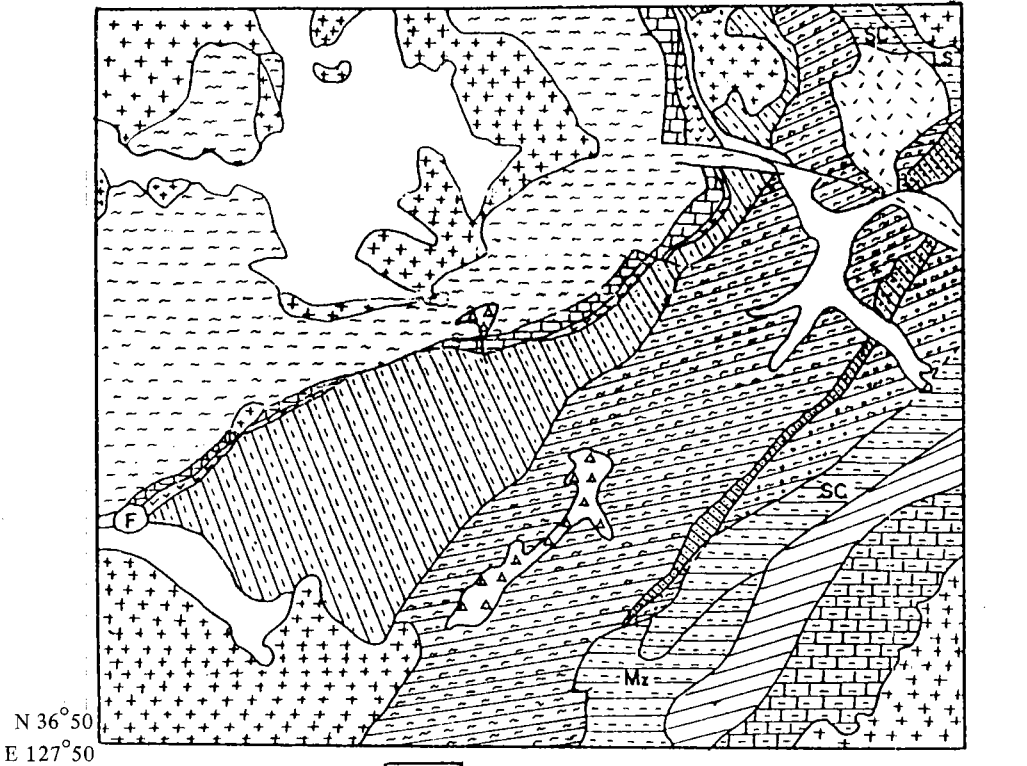


Fig. 1. Regional Geological Setting of the Chungju Area

Table 1. Landsat TM센서의 밴드별 파장역

Band 1	0.45 ~ 0.52 $\mu\text{m}$
Band 2	0.52 ~ 0.60
Band 3	0.63 ~ 0.69
Band 4	0.76 ~ 0.90
Band 5	1.55 ~ 1.75
Band 6	10.4 ~ 12.5
Band 7	2.08 ~ 2.35

본 연구에 이용된 충주지역 Landsat TM자료는 일본의 RESTEC(Remote Sensing Technology Centre)에서 매입된 것으로 1985년 10월 17일 Landsat -5로 관측한 Path 115 Row 34의 TM 영상자료이다.

상기 TM자료는 일차적으로 지상수신소에서 Bulk 보정을 한 것으로, 한 화소가 나타내는 지상면적은 28.5 m \* 28.5 m이며, 기록되는 데이터 값의 범위는 0에서 255까지이다.

### 3-1. GCP 보정에 의한 Resampling

Landsat TM 위성의 비행방향은 지구좌표계의 위도와 9° 차이가 나는 N9° E이고, 조사(Scanning) 방향은 이에 직각되는 방향이므로 연구대상지역의 지구좌표계 N 36°50' ~ N 37°00' 및 E 127°50' ~ E 128°05' 에 일치하는 자료를 얻기 위하여 지상기준점(GCP:Ground Control Point)을 사용하여 정밀보정에 의한 재배열(Resampling)을 하였다. 이 보정은 1/25,000 지형도상에서 18개의 지상기준점을 선정하여 다음과 같은 평면방정식에 의해 새로운 좌표(u, v)를 원화상에서의 좌표(x, y)와 일치시켰다.

$$\begin{aligned} \text{즉, } u &= f(x, y) = a + bx + cy & \dots\dots\dots (1) \\ v &= g(x, y) = a' + b'x + c'y \end{aligned}$$

여기서 미지계수 a, a', b, b', c, c'는 최소자승법으로 구하게 된다.

이렇게 하여 구하게 되는 구 1/50,000 도폭크기의 총격 자망수는 가로 784 pixels 및 세로 651 lines 으로서, 한 화소의 크기는 28.5 m \* 28.5 m가 되며 최소자승법에 의한 평균제곱근(RMS:Root Mean Square) 오차는 0.95 화소이다.

### 3-2. PCA 분석을 위한 자료군선정

Landsat 디지털자료는 원자료의 분석에 의한 지질연구에는 그 한계가 있기 때문에 이들 자료만의 밴드간의 비 또는 적절한 중합비(일례로 rgb Chromacity Picture : Gillespie et al.,

1987) 등에 의한 분석이 보다 효과적임이 많은 사람에 의해 입증된 바 있다. 특히 지형의 기록이 심하거나 식생 분포가 밀집한 지역에서는 자료 간의 적절한 조합비에 의해 만들어지는 여러 자료에 의한 소위 다중합수분석이 거의 절대적일 만큼 그 효과가 크다 하겠다.

그런데 7개의 TM밴드자료는 두 밴드간의 비에 의해 만들어지는 변수자료의 수만도  $7P_2$ , 즉 42개나 되며 그 외에 비의 비 또는 rgb Chromacity Picture 등 그 중합에 의해 만들어지는 변수자료의 수는 엄청나다.

Wharton(1984)은 다변수합수 처리를 위한 자료는 변수 자료 수가 많다고 반드시 좋은 분석결과를 얻을 수 있는 것이 아님을 지적하였고, Castillo-munoz(1973)의 선형분류합수에 의한 분석에 따르면 6 내지 8개의 변수값에 의한 다변수합수군이 가장 효과적인 결과를 가져옴을 그의 실험데이터에 의해 증명하였다. 따라서 어느 정도 한정된 변수개수에 의한 분석이 효과적일 뿐만 아니라, 컴퓨터 기억 및 시간도 절약할 수 있어서 보다 효율적이라 하겠다.

본 연구에서는 원래의 7개의 밴드값과 여러 조합의 비값, 즉 R1/2, R2/1, R2/3, R3/2, R3/4, R4/1, R4/2, R4/3, R4/5, R5/7, R7/5, 그리고 비의 비값 R1/2/R3/4, R5/7/R4/3, R7/5/R3/2의 14개 등 총 21개 변수자료를 Schultz and Goggans(1961)의 알고리즘에 의한 통계적 기법을 적용하여 소위 분류(Classification)를 위한 기여도가 큰 순위로 7개의 변수자료를 선정하였다.

이 통계적 기법은 그 기여도의 크기를 다변수합수 회귀에 있어 회귀자승합(Sums of Squares ; RSS)의 큰 것에 근거한 것으로, 실제에 있어서 과연 그러한 변수들에 의한 다중합수군이 다른 조합의 함수군보다 광물 내지 지질도 작성에 있어서 그 기여도가 반드시 클 것인가는 입증하기 어려운 실정이다. 다만 통계적 측면에서 볼 때 RSS가 클수록 분류의 가능성이 크다 하겠다.

이 알고리즘은 처음 기지의 종속변수( $Y_i$ )에 대한 각 변수( $X_i$ )의 RSS를 계산하는 것이기 때문에 Landsat 밴드자료에 적용하기 위해서는 이 종속변수를 미리 결정해야 하는 어려움이 있다. 물론 지질이 알려진 지역에서는 그 지질정보를 코딩하면 되겠으나 본 연구에서는 코딩상의 여러 문제점 때문에 같은 자료 중에서 선정하였다.

그 선정 근거는 Vincent and Pillars(1980)에 의하였는데, 그들에 의하면 지질도 작성, 광물 조사 등 지질연구에 있어서 토양, 광물 및 암석스펙트럼에 대한 여러 밴드 내지 비값들의 기여도 순위를 제시하였는데, 비값 중에는 R4/3가, 또 단일 밴드 중에는 B7이 각각 그 기여도가 가장 큰 것으로 확인되어, 이들을 종속변수로 하는 다변수합수분석을 한 결과 그 결과에 의한 기여도 순위는 Table 2와 같다.

Table 2. 다변수합수분석에 의한 기여도의 순위

순위 종속변수	1	2	3	4	5	6	7
B7	R1/2/R3/4	R2/3	R1/2	R4/5	R5/7	R5/7/R4/3	R3/4
R4/3	R2/3	R1/2	R5/7/R4/3	R4/5	R7/5/R3/2	R1/2/R3/4	R5/7

Table 2에서 보는 바와 같이 두 경우 공히 7위 이내에 선정된 변수자료는 6개로, 따라서 본 연구를 위해 선정된 7개 자료는 R1/2/R3/4, R2/3, R5/7/R4/3, R1/2, R3/4, R4/3, R4/5이다.

특기할 것은, 이 분석에 의하면 비에 의한 변수 값들이 그 순위에 있어 상위그룹에 속하고, 원 밴드값들은 거의 하위 그룹에 속한다는 것이다.

#### 4. PCA 응용 및 결과해석

본 연구에서는 PCA 분석기법을 이용하여 충주지역의 TM 자료에서 통계적 기법에 의해 추정된 다변수함수자료에 대한 광역지질도 작성을 시도하였다. 특히 이들 TM 자료는 상기 대상지역이 험준한 산세를 형성할 뿐만 아니라 자연 내지 인공수림에 의해 식생이 무성한 관계로 원래의 7개 밴드자료나 밴드간의 비로 얻어지는 자료의 분석에 의하여는 거의 광역지질정보를 유출할 수 없었다.

PCA 분석결과 통계자료는 Table 3에 기록하였으며, PCA Score 값들은 다시 히스토그램 정규분포화하여 식별효과를 최대화하여 도면화하였다. 흑백도면에서 백색은 높은 값을, 검정색은 낮은 값을 나타낸다.

Plate 1은 PCA 분석결과 제1 제2 및 제3 주성분(PC 1, PC 2 및 PC 3) 값을, plate 2는 제3, 제5 및 제6 성분 값을 각각 흑백 영상으로 나타낸 것이다.

PC 1에서는 Table 3의 Eigenvector에서 보는 바와 같이 R4/3 및 R1/2/R3/4가 정의의 가중치를 가지며 R3/4는 부의 가중치를 갖는 것으로 보아 식생분포와 밀접한 관계를 갖고 있음이 분명하다(Segal(1983)은 그의 연구에서 R1/2/R3/4를 식생강조처리 기법으로 식생이 높은 값을 나타냄을 입증한 바 있다). 따라서 식생이 무성한 지역은 높은 값을 나타내고 도시 및 총적층 및 수계는 낮은 값을 나타낸다. 이 성분 값의 전체 분산의 88.2%를 차지함으로써 이 지역이 얼마나 식생이 무성한가를 반영해 주고 있다.

PC 2에서는 R1/2가 매우 높은 정의 가중치를 갖으며 그 외에 R2/3, R5/7/R4/3 및 R4/5는 어느 정도 정의, 그리고 R4/3는 부의 가중치를 갖는다. 본 성분은 식생효과는 어느 정도 제거되거나 지형효과가 어느 정도 반영되고 있다.

PC 3은 수계 내지 총적층과 충주지역이 가장 밝은 색을 띠며, 다음으로 식생이 무성한 산림지역이 밝게 나타나며, 대상지역이 서남부 및 서북부의 흑운모 화강암 지역과 동북부의 백운모 화강암지역 및 황강리층의 천매암질암이 어느 정도 낮게 나타난다. 이 성분치는 구릉지나 총적층이 낮게 나타나나, 이들 중 수계 내지 도심지역이 밝게 나타남으로서 식생효과가 제거되고 토양에 의한 효과가 강조되어 나타남이 특징적이다. 광역지질과의 비교분석에 의하면 PC 1 및 PC 2에서는 거의 지질적 관련성을 찾기 어려우나 PC 3에서는 상당한 연관성을 나타내고 있다.

PC 4, PC 5 및 PC 6은 각각 전체 분산의 1.0%, 0.24% 및 0.18%의 비를 갖고 있어, 유용

Table 3. Results of Principal Component Analysis

*** Correlation Matrix ***						
R43	R12	R23	R34	R57/43	R45	R12/34
1.000	0.2618	0.6365	-0.9096	0.7841	0.5326	0.9823
0.2618	1.0000	0.6672	-0.3506	0.0858	0.7401	0.4153
0.6365	0.6672	1.0000	-0.6300	0.2462	0.8316	0.7404
-0.9096	-0.3506	-0.6300	1.0000	0.8361	0.5218	-0.9181
-0.7841	0.0858	-0.2462	0.8361	1.0000	0.1236	-0.7237
0.5326	0.7401	0.8316	-0.5218	-0.1236	1.0000	0.6332
0.9823	0.4153	-0.7404	-0.9181	-0.7737	0.6332	1.0000

*** Eigenvalues and Their Associated Percentages ***				
Axis	Eigenvalues	Percentages	Cumulative	
1	1390.28	88.24	88.24	
2	123.51	7.84	96.08	
3	37.94	2.40	98.49	
4	15.82	1.00	99.49	
5	3.86	0.24	99.74	
6	2.79	0.17	99.92	
7	1.25	0.07	100.00	

*** Eigenvectors ***						
0.6362	-0.2675	0.3211	0.1940	0.2272	-0.1072	-0.5656
0.1030	0.8192	-0.1634	0.4732	-0.0875	0.0303	-0.2430
0.1489	0.3776	0.1831	-0.8135	-0.2437	-0.0067	-0.2832
-0.4020	0.4070	0.8261	0.2089	-0.1863	0.2672	-0.0599
-0.1127	0.2299	0.3018	-0.3015	0.3733	-0.8096	0.2280
0.0650	0.2238	0.0871	-0.1664	0.7871	0.3086	0.1794
0.6193	0.0966	0.2360	0.0625	-0.2961	-0.0800	0.6731

Total variance = 1575.4758

정보의 유출은 미약하나 PC 5에서 동북쪽 코너에서 백운모 화강암 및 그 서쪽의 흑운모 화강암 암주가 잘 나타날 뿐만 아니라, 또한 중남부 부근에서 북서서-남동남 방향의 선형 구조선이 뚜렷이 나타나고 있음이 특징적이다(plate 2, PC 5의 A 및 B).

PC 6은 충적층이 높게 나타나고, 서북 및 서남부의 흑운모 화강암류가 대체로 낮게 나타나는 외에 다른 지질적 특징은 희박하다 하겠다.

이들 성분값 중 PC 1, PC 2 및 PC 3의 세 성분을 차례대로 적, 녹, 청색으로 한 색중합상을 만들고 또 PC 3, PC 5 및 PC 6 세 성분을 각각 적, 녹, 청색으로 한 색중합을 만들어 각



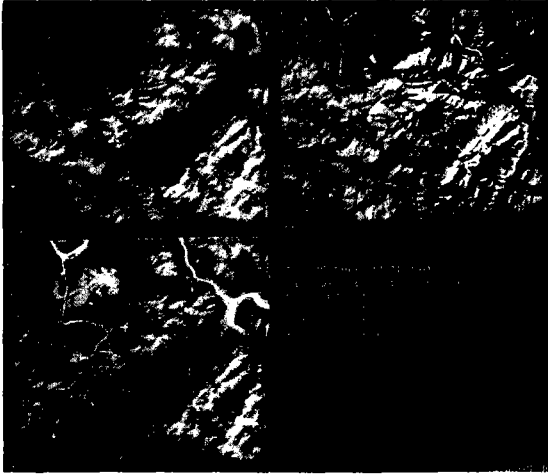


Plate 1.



Plate 3.

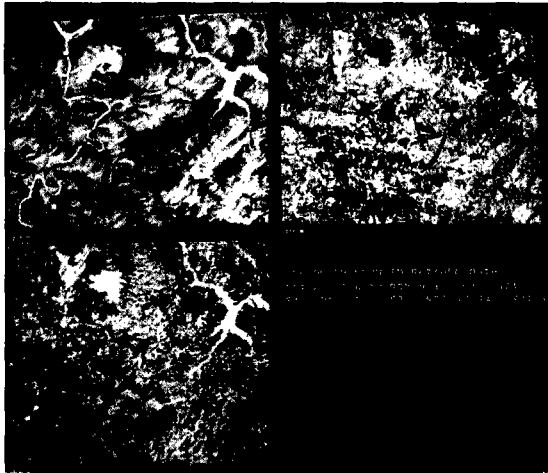


Plate 2.

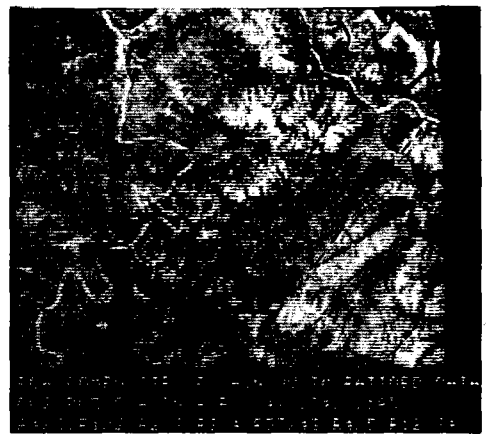


Plate 4.

각 Plate 3 및 Plate 4 에 도시하였다.

Plate 3 은 전체 분산의 98.5 % 를 차지하는 것으로, 본 다중합수자료의 거의 전 정보를 차지한다 할 수 있는데 지질적으로는 그 기여도가 매우 적다 하겠다. 다만, 수계 내지 층적층이 남색을 띄며 흑운모 화강암 지역이나 황강리층의 천매암질암이 같은 엷은 황색을 띄며 주변암석들과 어느 정도 구분이 가능할 정도이고 그 외에 지질적인 특성은 거의 나타나지 않는다.

이에 반하여 PC 3, PC 5 및 PC 6 세 성분을 중합한 Plate 4 에서는 엷은 자색 및 짙은 황색을 띄는 층적층이 구분되며, 또한 서북, 서남부의 흑운모 화강암이 황색배경에 연초록을 띄고 나타나며, 동북쪽 코너 부근의 화강암 암주들도 엷은 황색 바탕에 초록을 띄며, 주변암석과 구분

되어 나타난다.

계명산 흑운모 석영편암이 중서부에서는 자색 및 청색으로 상기 흑운모 화강암과 어느 정도 구분되나, 이들이 동북부에서도 엷은 황색 및 청색이 혼합되어 혼돈되고 있다. 황강리층의 천매암 질암과 그 동편의 서창리층의 변성암지역이 거의 같은 청색을 띠면서 대체로 황색 내지 적색인 북노리층의 함력천매암질암이나 황색의 서창리층 천매암과는 구분되어 나타나고 있다. 동남코너의 고운리층의 결정질석회암이나 석회규산염암, 그리고 흑운모화강암은 매우 유사하게 나타나며, 이들간의 특징적인 구분은 찾기 힘들다.

이상과 같이 PCA 분석의 주성분에 의한 Plate 3 보다는 PCA의 후기성분들로 중합된 Plate 4가 본 지역의 지질과 관련이 큼을 알 수 있다. 실제 이 Plate 4는 전체 정보의 3% 이내의 값임을 고려할 때 지형효과가 크고 식생이 무성한 지역에서는 PCA 분석에 의한 후기성분들이 암석, 토양이나 토양습기 등의 반사특성에 기인된 것이 아닌가 한다.

실제 여기서의 반사특성이라 함은 지질과 관련된 암석이나 토양에 독특한 반사특성이라기 보다 지질에 따라 달라지는 색이나 색조(tone), 구조 등과 그 외에 여러 환경적 요인의 집합적인 결과에 의해 달리 나타나는 현상을 말함이다. 다만 상기분석에서와 같이 Plate 4가 전체 정보의 3% 미만의 미세한 정보에 의한 것일때 자료의 안정성에 있어 문제가 되겠으나 좀더 여건이 좋은 지역에서는 보다 효과적인 분석이 가능하지 않나 생각된다.

그런데 본 연구대상지역의 향산리층 돌로마이트질 석회암의 분류는 본 Landsat TM 자료로는 거의 불가능하다 하겠으며, 이는 그 규모가 협재하고 동시에 식생, 지형의 영향에 의해, 그 스펙트럼 반사특성이 거의 차폐된 때문에 큰 원인이 있다 하겠다.

상기한 것과 같이 PCA 분석은 주성분축들은 전체 자료의 공통적인 특성을 반영하고 후기성분들은 각 자료에 독특한 지역적 특성을 나타내는데, 이는 Byrne et al.(1980)이 같은 지역에서 시간을 달리하는 두 Landsat MSS 자료의 PCA 분석결과 확인된 사실을 다시금 입증한다고 하겠다. 즉, 그들에 의하면 PCA 분석의 주성분(PC 1 및 PC 2)은 주로 변화하지 않는 지표의 특성을 나타내고 제 3 성분 및 그 후기성분 값들이 지표변화와 관련된 여러 정보를 제공함을 확인한 바, 이는 어떤 다중합수 자료군의 광역성분 내지 주성분은 PCA의 주성분 값으로, 그리고 미세성분들은 후기성분들에 나타나는 현상과 같기 때문이다.

그러나 광역지질도 작성에 있어 지역적 변화성이 큰 이들 PCA 후기 성분을 이용함은 상기한 연구결과와 같이 균질한 색상에 의한 패턴분류가 불가능한 단점이 있음을 알 수 있다.

## 5. 결 론

본 연구에서는 식생분포가 밀접하고 또한 산세가 험준한 충주지역의 Landsat TM자료에 대한 광역지질도 작성의 가능성 여부를 검토하였다.

응용방법은 PCA분류기법으로, 이는 서로 상관성을 갖고 있는 다중합수자료군을, 각 변수축이

서로 직교되게, 즉 서로 상관성이 없게 함으로서 자료간의 공동분산(Common variance)을 극대화시켜 분류(Classification)의 가능성을 높여 준다.

PCA 분석결과 다중함수군의 전체정보의 88.2%를 차지하는 제 1 성분(PC 1)이나 7.8%의 제 2 성분(PC 2)은 식생이나, 지형효과 등을 반영하며 이 지역에서 지질연구에 가장 유용한 성분은 후기의 제 3 성분(PC 3)과 미약하나마 제 5 성분(PC 5) 등으로 나타난다.

PC 3은 R3/4가 상대적으로 큰가중치(0.83)를 가지며 그 외에 R4/3, R5/7/R4/3, 그리고 R1/2/R3/4 등이 0.2 내지 0.3 범위의 가중치를 가진다. PC 5는 R4/5가 가장 큰 0.79의 가중치를 가지며, R5/7/R4/3, R4/3가 0.2~0.4, R1/2/R3/4 및 R2/3이 -0.2~-0.3으로 나타나, 대체로 식생영향을 억제하는 비분값의 기여도가 큼을 알 수 있다.

그런데 PC 3 및 PC 5는 본 지역 자료정보 중 매우 적은 비중(약 3%)을 차지함으로서 특히 통계처리에서의 자료의 안전성 문제가 있어, 신뢰도가 낮은 것이 문제이나, 여건이 보다 나은 지역, 즉 암석노두나 토양 등이 보다 잘 노출된 지역에서는 이들이 점유하는 비중이 커짐으로 PCA 분석에 의해 보다 효과적인 광역지질도 작성이 가능하다고 본다. 그러나 본 연구의 궁극적인 목적인 향산리층의 돌로마이트질 석회암의 분류는 그 규모가 협재되고, 또한 식생 등의 영향에 의해 그 가능성이 거의 희박하다 하겠다.

광역지질도 작성에 있어서 PCA의 후기 성분들은 이용함은 본 연구에서 보였듯이 균질한 색상에 의한 분류가 불가함이 또한 단점임을 지적해 둔다. 나아가 이들 수개성분의 색중합으로 보다 효과적인 분류가 가능함을 알 수 있다.

## 사 사

본 연구는 과학재단 학술연구 일환으로 수행되었으며, 본 연구 수행은 과학기술원 시스템공학센터 영상처리시스템 및 영상처리 소프트웨어인 KMIPS을 이용하여 수행하였다. 이에 많은 도움을 주신 시스템공학센터 제 12 그룹의 양영규 박사님과 박경윤 박사님께 깊은 감사를 드리며, 또한 같은 그룹 내의 조성익 씨, 이현우 씨 그 외 여러분에게 감사드립니다.

## 참고문헌

- 1) Byrne, G.F. Crapper, P.F. and K.K. Mayo, 1980. Monitoring landcover change by principal component analysis of multitemporal Landsat data. *Remote Sensing of Environ*, **10**, pp.175-184.
- 2) Casti llo-Munoz, R, 1973. *Applications of discriminant and cluster analysis to regional geochemical surveys*. Ph. D. Thesis, Univ. of London, p.258.
- 3) Cooley, J. W. and Lohnes, P. R., 1971. *Multivariate data analysis*. John Wiley and Sons Inc.,

p.364.

- 4) Davis, J. C., 1973. *Statistics and data analysis in geology*. John Wiley and Sons Inc., New York, p.550.
- 5) Gillespie, A. R. 1980. Digital techniques of image enhancement. *Remote Sensing in Geology* (B.S. Siegal and A. R. Gillespie, eds.), Wiley, NewYork, pp.139-226.
- 6) Gillespie, A. R. Kahle, A. B. and R. E. Walker, 1987. Color Enhancement of highly correlated images II. Channel ratio and chromacity transformation techniques. *Remote Sensing of Environment*, **22**, pp.343-365.
- 7) Howarth, R. J., 1983. Statistics and data analysis in geochemical prospecting. *Handbook of Exploration Geochemistry*, **2**, p.438.
- 8) Kornblau, M. L. and Cipra, J. E., 1983. Investigation of digital Landsat data for mapping soils under range vegetation. *Remote Sensing of Environment*, **13**, pp.103-112.
- 9) Schultz, E. F. and J. F. Goggans, 1961. A Systematic procedure for determining potent independent variables in multiple regression and determinant analysis. *Agricultural Experiment Station, Auburn Univ. Auburn, Alabama. Bull.*, **336**, p.74.
- 10) Segal, D. B., 1983. Use of Landsat Multispectral Scanner data for the definition of limonitic exposures in heavily vegetated areas. *Economic Geology*, **78**, pp.711-722.
- 11) Stephen W. Wharton, 1984. An analysis of the effects of sample size on classification performance of a histogram based cluster analysis procedure. *Pattern Recognition*, **17-3**, pp. 239-244.
- 12) Vincent, R. K. and Pillars, W. W., 1980. Skylab S-192 ratio codes of soil, mineral and rock spectra for ratio image selection and interpretation. *Remote Sensing of Environment*, **9**, pp. 875-896.