

광역지구물리 자료를 이용한 수도권 지역의 선구조선과 수계 분석

오미선 · 김원사 · 지광훈 · 김형수*

(한국수자원공사*, 충남대학교**, 한국자원연구소***)

1. 서 론

최근 급격한 산업화 및 환경의 변화에 따라 자원의 적절한 관리 및 보존의 방법으로 원격 탐사(Remote Sensing)라는 새로운 기술과 컴퓨터에 의한 화상처리 방법이 도입되어 많은 분야에서 사용되고 있다. 특히 위성 원격탐사는 광범위한 지역을 반복 관찰할 수 있어 주기적으로 원하는 특정정보를 신속히 취득, 분석할 수 있는 장점이 있다.

원격탐사자료는 현재 지질, 국토 개발 및 관리, 해양, 농업, 임업, 기상, 환경감시에 이르기 까지 매우 다양한 분야에 걸쳐 이용되고 있다. 특히 지질과학 분야에서의 원격탐사 기술의 응용은 광역지질 구조해석, 선구조선 추출, 광물 자원 및 지하수 탐사, 변질대 추출 등에 이용되고 있다. 그 대표적인 예로서 원격탐사 자료와 지구물리 또는 지구화학 탐사 자료를 이용한 반려암과 페리도타이드의 분포도 작성 연구(Mustard, 1994), 지표면의 지질도 작성(Graham and Grant, 1994), 반건조 지역의 지질학적 해석(D'Iorio *et al.*, 1996), 지하수 자원탐사와 관련된 선구조 분포도 작성(Koch and Mather, 1997), 양산-동래 단층 지역의 암석에 대한 분광학적 연구(지광훈, 1987) 등이 있으나, 원격탐사 자료의 분광학적인 특성 때문에 특히 지질분야에서의 응용기술은 지역에 따른 제한성이 있다. 또한 한국처럼 지질이 다양하고 복잡한 지역에서 지질구조나 지체구조를 해석하기 위해서는 선구조선의 해석이 중요하다. 지구자원관측 위성 자료로부터 선구조선의 추출은 위성자료를 취득할 때 태양의 고도나 위치에 따라 선구조선의 방향이나 연장성의 해석에 차이가 있어 객관성이 부족한 문제점이 있다. 따라서 본 연구에서는 위성자료는 물론 음영기복도, 그리고 DEM으로부터 추출한 수계망도 및 기존 지질조사 자료 등을 사용하여 수도권 지역의 지질환경에 적합한 선구조선 및 수계의 추출 화상처리기법을 개발하여 선구조선 및 수계의 방향과 연장성을 분석하고자 하였다.

2. 본 문

2.1 연구지역의 지형 및 지질

연구대상 지역은 서울 및 경기지역의 수도권 일대이며, 지리적 좌표로는 경도 $126^{\circ} 49' 36'' \sim 127^{\circ} 13' 12''$, 위도 $37^{\circ} 39' 59'' \sim 37^{\circ} 21' 03''$ 범위의 지역이다. 이 지역의 전체적인 지형은 한강을 중심으로 도봉산, 북한산, 수락산, 불암산, 관악산 등의 화강암 산지로 둘러싸여 있는 분지지형이다(Figure 1).

서울 지역의 지질은 주로 경기 편마암 복합체(Kyeongki Gneiss Complex)의 일부로서 주로 선캠브리아기의 편마암류와 이들을 관입한 중생대의 화성암류로 크게 구별할 수 있으며 이들을 모두 부정합으로 제4기 충적층이 피복하고 있다(Figure 2). 흑운모 호상 편마암은 전역에 걸쳐 대규모로 나타나며, 여러 종류의 변성암류들을 부분적으로 포함하고 있는데 다른 편마암류나 편암류와는 점변하는 상태에 있고 석회석이나 규암을 협재하고 있다. 이들 변성암류를 관입한 화성암류들은 쥬라기의 대보화강암과, 백악기로 생각되는 안산암, 규장암, 암맥류 등으로 되었으며 이들 모든 암체는 제4기 충적층에 의해 부정합으로 덮였다(김남장, 홍승호, 1975; 원종관 등, 1981; 홍승호, 이병주, 1982; 홍승호 등, 1982).

2.2 연구방법 및 과정

본 연구에서는 먼저 광역적인 지질 정보와 지형 정보를 위해 Landsat TM 영상과, 지질도, 수치표고 모델(Digital Elevation Model : DEM), 음영기복도 등을 이용하였다. 사용된 Landsat TM 영상은 Path-Raw가 116-34인 1996년 9월 1일에 취득된 자료이다.

연구지역의 선구조선 추출을 위하여 Landsat TM 의 band 5가 다른 band보다 texture 및 지형의 판독에 중요하기 때문에 선구조선 추출을 위한 화상처리에 band 5를 사용하였다. 본 연구에서는 1차 미분한 것을 다시 미분한 것과 같은 효과를 보여주며 흔히 edge 추출에 사용되는 2차 미분 필터인 라플라시안(Laplacian) 필터를 적용한다. 또한 라플라시안 필터 후에 1차 미분을 수행하면 잡음제거와 더 정밀한 edge를 추출할 수 있어 인접하는 8 cell의 평균 값을 중심 cell이 갖게하는 메디안(Median) 필터를 사용한다. 라플라시안 필터를 사용하여 8방향의 선구조선을 추출하였으나, 지나치게 많은 선예화된 구조가 각 방향별로 나타나고 잡음이 지나치게 많아 잡음 제거를 위하여 메디안 필터를 다시 사용하였다. 두 가지 필터를 영상에 적용한 결과, 필터링한 이후의 영상이 본래의 band 5보다 산지지역의 선구조선이 보다 명확해 짐을 알 수 있다(Figure 3).

또한 수계의 형태와 구조는 지질 및 지형의 지시자 역할을 하기 때문에 암석의 판독이나 선구조선의 추출에 있어서 중요한 요소 중의 하나이기 때문에 본 연구에서는 연구지역의 수계와 지질, 그리고 수계와 선구조 간의 상관성을 분석하기 위하여 수계망도를 작성하였다.

일반적으로 경사분포도, 사면방위도, 음영기복도 등과 같은 대부분의 주제도 작성 과정에서 사용되는 연산은 근접 연산(neighborhood operation)으로 이는 어떤 cell에 대한 값의 처리를 인접한 cell 값을 이용하는 방법이다(Jenson, S. K, 1988). 본 연구에서는 이러한 방법을 이용하여 flow direction을 결정하였다.

작성된 수계망도에서 알 수 있듯이 화강암과 같은 균질한 곳에 잘 나타나는 수계형태인 수지상(Dendritic) 수계가 관악산과 북한산 등지의 화강암 산지지역에서 잘 발달하고 편마암 지역에서는 격자상(Trellis) 수계를 보여준다((Figure 4).

2.3 연구결과 및 해석

수치처리한 Landsat TM band 5 화상으로 낮은 콘트라스트와 농도의 특징을 보여주어 육안으로는 화상을 판독하기가 어렵기 때문에 화상강조 처리를 하였다. 관악산, 도봉산, 북한산 등지의 고도 차이가 심한 산지지역에서의 선구조선은 잘 나타나고 있었으나 제 4기 충적층으로 덮혀 있는 평지지역, 그리고 인공구조물 등으로 덮혀 있는 도심지 지역에서는 선구조선을 확인 할 수 없었다(Figure 5). 판독된 선구조선을 빈도수로 구분하여 diagram으로 작성해보면 100° 에서 110° 사이의 선구조선이 가장 많이 분포하는데 이는 화강암에서의 주 수계방향과 일치하며 170° 에서 180° 사이에 분포하는 선구조선은 편마암지역에서의 수계방향과 같다(Figure 6). 또한 자료처리한 위성 영상만으로는 판독하기 어려운 지역의 선구조선의 분석과 연장성 확인을 위하여 본 연구에서는 Landsat TM의 주사 방위각과 태양의 방위각이 같은 135° 의 음영기복도, 그리고 수계망도를 함께 사용하여 분석하였다. 자료처리한 Landsat TM band 5 영상에서 인공구조물에 의한 효과로 인하여 확인할 수 없었던 선구조선의 연장성을 음영기복도에서 파악할 수 있었다(Figure 7). 따라서 선구조선을 분석하는데는 태양의 방위각이 위성의 주사각과 같은 음영기복도와 수계의 방향성 분석이 보완 역할을 함을 알 수 있었다.

또한 DEM으로부터 추출한 수계망도에서 볼 수 있듯이 관악산과 북한산 등의 화강암 산지 지역에서는 소규모적이지만 수지상 형태의 수계가 발달한 모습이 잘 나타나고 있다. 반면에 편마암 지역에서는 퇴적 변성 지역에서 볼 수 있는 수계형태인 격자형이 나타난다.

그림 4의 A는 암종간의 경계와 같이 나타나는 수계이며, B와 C같은 골짜기와 같이 나타나는 수계는 선구조와 같은 방향으로 발달했으므로 구조적인 지배를 받은 것으로 해석될 수

있다.

한강의 남서부근에 있는 관악산의 우측으로는 편마암이 발달하는데 그림에서 볼 수 있듯이 편마암 지역에서 나타나는 수계는 2차 수계의 방향이 전체적으로 동서 방향이 우세하다. 이 역시 골짜기와 동일한 방향으로 발달한 수계의 형태로 구조적인 지배를 받은 수계이다.

추출한 수계는 크게 3차까지 나타나고 있지만 1차는 세류로 취급하였으며 화강암을 특징적으로 나타내주고 있는 관악산 지역과 그 옆의 편마암 지역을 sample 지역으로 지정하였다. Figure 8은 수계를 빈도수로 구분하여 각 방향별로 처리한 diagram이다. 그림에서 볼 수 있듯이 관악산 지역의 방위는 $190^{\circ} \sim 200^{\circ}$ 가 우세하고 $N40^{\circ} \sim 50^{\circ} W$ 방향의 세류로 나타나고 소규모적이지만 전형적인 수지상 수계를 보이며, 편마암 지역의 수계는 격자형으로 방위는 N-S 방향에 직각인 $250^{\circ} \sim 260^{\circ}$ 방향이 우세하게 나타났다.

3. 결 론

본 연구에서는 선구조선의 객관성과 연장성 확인을 위하여 위성영상과 음영기복도, 그리고 수계망도를 함께 분석하였다. 그 분석결과는 다음과 같다.

1. Landsat TM 화상과 태양의 고도와 방위각이 같은 음영기복도와 라플라시안과 메디안 필터로 처리된 band 5를 함께 분석하는 것이 보다 효과적으로 선구조선의 연장성을 파악할 수 있었다.
2. DEM으로부터 추출한 수계망에서 관악산 지역은 전형적인 수지상 형태를 보이며 대체적으로 수계 방위는 N-S 방향이고, 편마암 지역은 격자형으로 방위는 $250^{\circ} \sim 260^{\circ}$ 가 우세하게 나타났다.
3. 라플라시안과 메디안 필터로 화상 처리된 Landsat TM band 5 화상, 음영기복도, 그리고 수계망도를 함께 분석한 결과 선구조선의 방향과 수계의 방향이 대부분 일치하여 수계가 구조적인 지배를 받았음을 알 수 있었다.

이상의 연구 결과로서 인공구조물 등으로 피복되어 있는 지역에서의 선구조선 분석에는 Landsat TM 영상과 DEM 자료를 함께 이용한 분석에서 보다 효과적으로 적용될 수 있음을 알 수 있다.

참 고 문 헌

과학기술처, 원격탐사자료 응용 기술연구(Ⅲ), 1988, 한국동력자원연구소.

- 김남장, 홍승호, 1975, 한국지질도(안양도폭), 국립지질광물연구소.
- 농업진흥공사, 원격탐사 시험 연구보고서, 1988, 한국동력자원연구소.
- 백승균, 1996, Landsat TM 자료를 이용한 광화대 추출 기법 연구, 부산수산대학교 석사학위논문, p. 66.
- 이홍진, 1998, 원격탐사 자료의 통합 기법을 이용한 의정부-동두천 지역의 지질 판독, 부경대학교 석사학위 논문, p. 50.
- 원종관, 백광호, 구무옥, 안해룡, 지정만, 1981, 한국지질도(뚝섬도폭), 한국동력자원연구소.
- 홍승호, 이병주, 1982, 한국지질도(둔전도폭), 한국동력자원연구소.
- 홍승호, 이병주, 황상기, 1982, 한국지질도(서울도폭), 한국동력자원연구소.
- 智光薰, 土屋 清, 1988, 韓國梁山-東萊斷層域變質帶地域の岩石の分光學的特性, 日本リモートセンシング學會誌, 8卷, 1號, pp. 5-14.
- 智光薰, 土屋 清, 1993, 岩盤地下水の存在可能域抽出のためのリモートセンシングデータ處理法に關する研究, 地學雜誌, 102卷, 5號, pp.537-548.
- D'Iorio, M. A., Rivard, B., Budkewitsch, P., 1996, Use of SAR Wavelength and Polarization Information for Geological Interpretation of Semi-Arid Terrain, Canadian Journal of Remote Sensing, Vol. 22, No. 3, pp. 305-316.
- Graham, D. F. and Grant, D. R., 1994, Airborne SAR for Surficial Geological Mapping. Canadian Journal of Remote Sensing, Vol. 20, No. 3, pp. 324-328.
- Jensen, J. R., 1996, Introductory Digital Image Processing : A Remote Sensing Perspective, Prentice Hall, p. 316.
- Koch, M. and Mather, P. M., 1997, Lineament mapping for groundwater resource assessment: a comparison of digital Synthetic Aperture Radar(SAR) imagery and stereoscopic Large Format Camera (LFC) photographs in the Red Sea Hills, Sudan. Int. Jour. of Remote Sensing, Vol. 18, pp.1465-1487.
- Mustard, J. F., 1994, Lithologic Mapping of Gabbro and Peridotite Sills in the Cape Smith fold and Thrust Belt with Thematic Mapper and Airborne Radar Data. Canadian Journal of Remote Sensing, Vol. 20, No. 3, pp. 222-232.
- Thomas, M. Lillesand, Ralph, W. Kiefer, 1994, Remote Sensing and Image Interpretation. John Wiley & Sons. USA, p. 750.

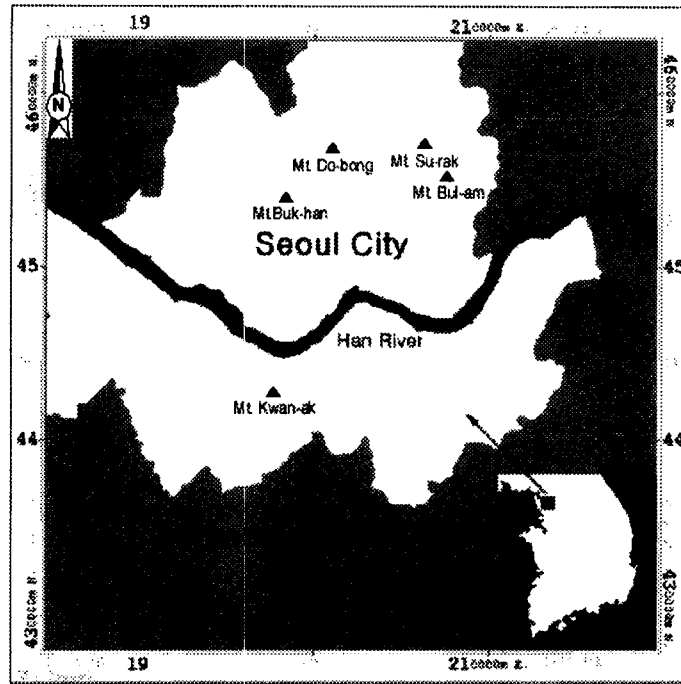


Figure 1. Location map of the study area.

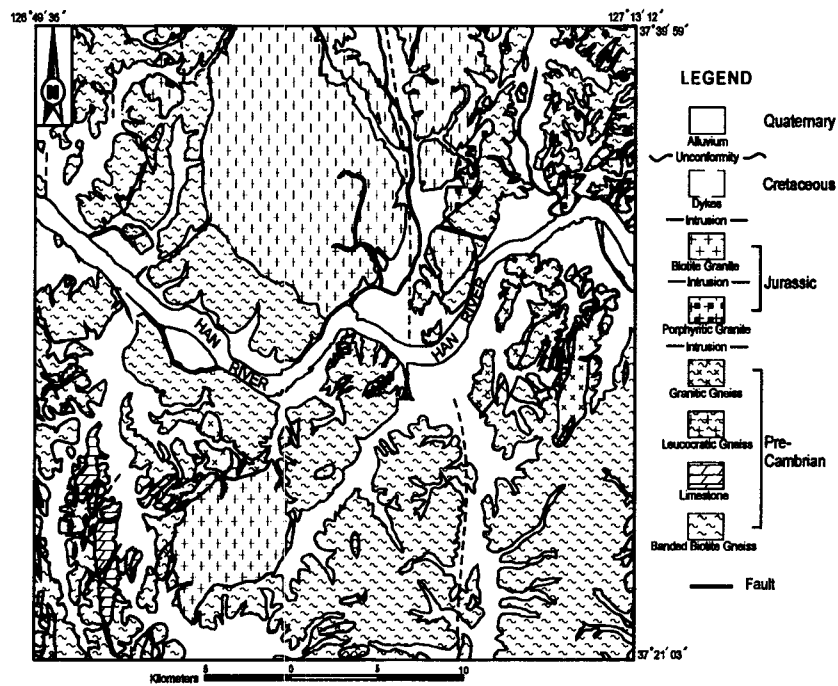


Figure 2. Geological map of the study area.

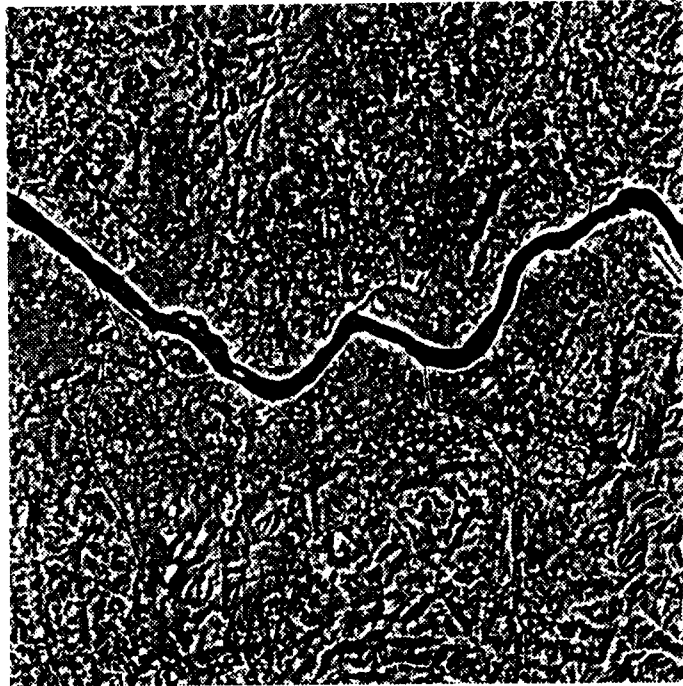


Figure 3. Lineament image of the study area.

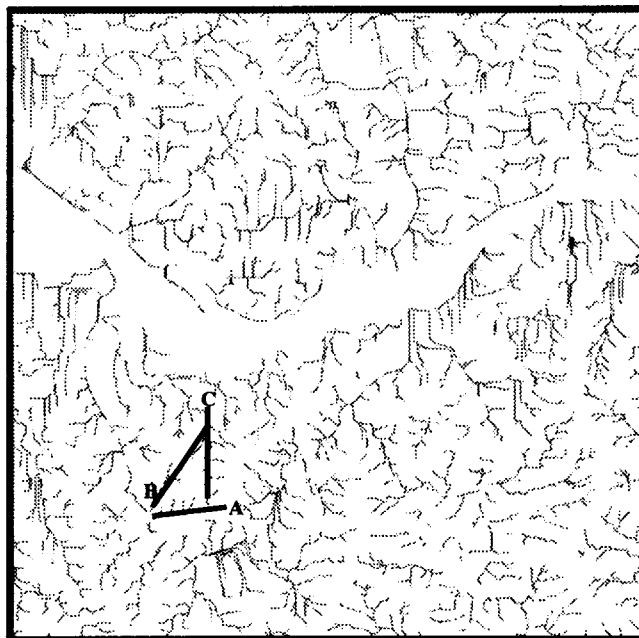


Figure 4. Drainage map of the study area.

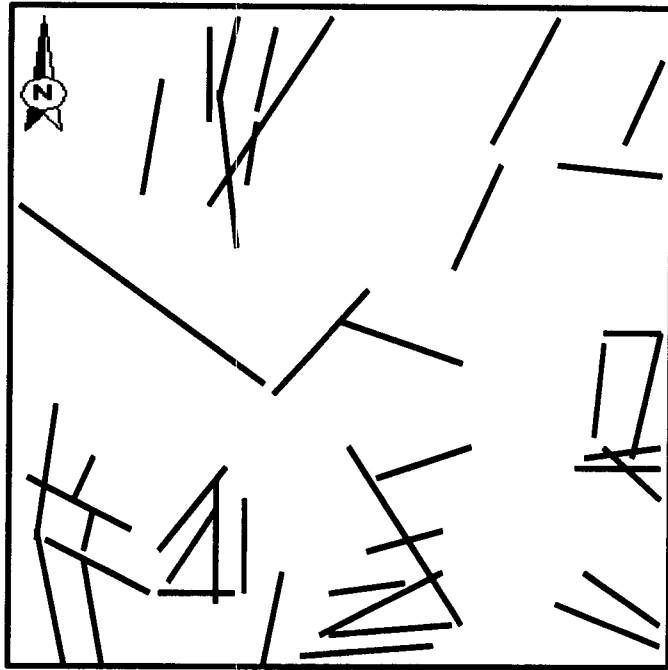


Figure 5. Lineament interpretation map.

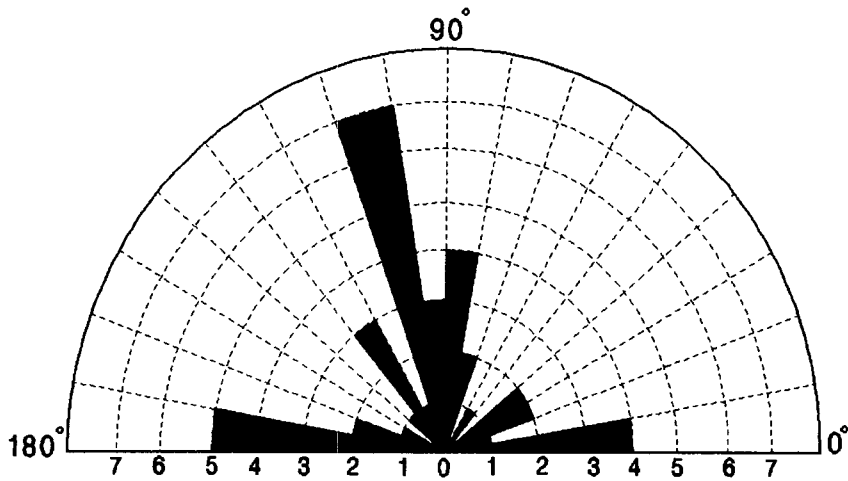


Figure 6. Rose diagram of lineament.



Figure 7. Relief map of the study area
(sun azimuth=135 °).

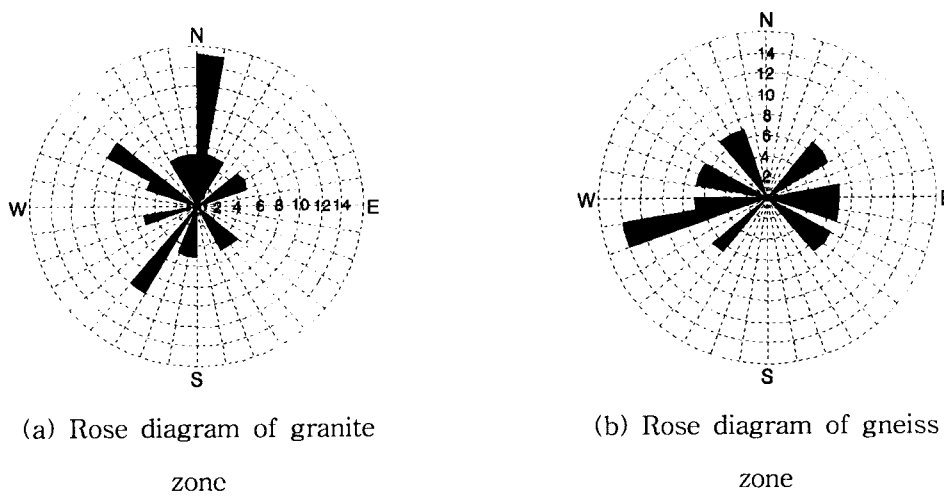


Figure 8. Rose diagrams of the sample area.