

Polarimetric SAR 영상자료를 이용한 식생지역의 산란특성 고찰 Characteristics on Polarimetric Radar Responses of Vegetation Areas Using Polarimetric SAR Image Data

강문경^{1*}, 윤왕중¹, 김광은², 최현석¹

Moon-Kyung Kang¹, Wang-Jung Yoon¹, Kwang-Eun Kim², Hyun-Seok Choi¹

¹ 전남대학교 지구시스템공학과, ² 한국지질자원연구원(KIGAM)

초록: 본 연구에서는 SIR-C MLC 영상자료와 환경부에서 제공하는 중분류 토지피복도 자료를 참조하여 식생피복지역으로 예상되는 논, 밭 지역으로 분류된 농업지역과 활엽수림, 침엽수림, 혼효림 지역으로 분류된 산림지역에 대한 산란특성을 고찰하기 위해 편광반응특성을 측정하였다. 편광반응특성분석결과 농업지역과 산림지역의 거동형태는 구형 산란체나 편평한 면에서의 거동특성을 나타냈으며, 측정된 HH, VV, HV 편광매개변수의 후방산란계수 값들은 각각의 지역에서 다른 경향을 보였다.

핵심어: polarimetric SAR, SAR polarimetry, polarization response, vegetation area

1 서론

최근 활발한 연구가 진행되고 있는 SAR 기술분야 중 SAR polarimetry 기술의 중요한 목적은 관측된 다중편광(multi-polarization) 영상자료로부터 대상체나 대상지역의 산란특성에 기인한 마이크로파의 물리적 정보를 검출하는 것이다. 이러한 SAR polarimetry 연구와 기술은 크게 편광반응특성의 측정과 해석, 필터링에 기초한 영상대비강조기술, 물리적 산란메커니즘에 따른 영상분류 분야로 대별할 수 있다[2].

편광반응특성은 대상 산란체(scatterer)의 전체적인 편광성질(full polarization properties)을 측정하는 방법으로 산란모델(scattering models)의 평가와 지구물리학적 매개변수 추출을 가능케 한다. 일반

적으로 유용한 지구물리학적 응용을 위한 모델 연구를 위해선 입사각(incidence angle) 또는 산란체의 전기적 성질(electric properties)에 대한 함수로서뿐만 아니라 송신과 수신 안테나의 편광상태에 대한 함수로서도 산란계수를 정확하게 예측해야 한다.

본 연구에서는 환경부에서 구축된 중분류 토지피복도 자료를 참조하여 농업지역과 산림지역으로 분류되어 있는 식생분포 지역에 해당하는 관심영역(region of interest, ROI)의 편광반응(polarization responses)특성을 측정하고 분석하고자 한다. 이는 식생지역으로 예상되는 토지피복상태에 따른 지표면 산란특성을 고찰하기 위한 기초연구를 목적으로 한다.

2 연구방법

2.1 영상자료

본 연구에 사용된 SIR-C (Space-shuttle Imaging Radar-C) 영상자료는 1994년 4월 12일에 취득된 4-looks MLC (multi look complex) 정밀 영상자료로 HH, VV, HV, VH 다중 편광 조합이 가능한 polarimetric SAR 영상자료이다. 영상지역은 북위 37° 51' 24.51" ~ 37° 2' 42.83", 동경 126° 48' 53.79" ~ 127° 47' 0.36" 지역으로 서울과 경기도 일부 지역을 포함하며, 한강, 북한강, 남한강 일부가 포함되어 있다. 영상지역은 서울 도심지역과 주변 산림지역, 농경지와 하천 수계가 발달되어 있는 농업지역으로 살펴볼 수 있다.

참조한 토지피복도 자료는 1999년 5월 Landsat TM 영상과 2000년 2월 IRS-1C Pan 영상을 융합하여 중분류 체계로 제작한 1/25,000 축척의 지도로 서울, 인천, 경기도를 포함한 수도권 지역에 대해 구축되어 있다. 중분류 항목은 총 23개로 각각의 항목은 7개의 대분류 항목에 속한다. 대분류 항목은 시가화·건조지역, 농업지역, 산림지역, 초지, 습지, 나지, 수역으로 분류된다.

2.2 영상 처리 과정

전체적인 영상 처리 과정은 Fig. 1과 같으며, SIR-C MLC 영상 자료를 C-밴드와 L-밴드로 나누어 HH, VV, HV, TP 조합별로 합성(synthetic image) 과정을 거쳐 편광조합별 합성 영상을 생성하였다. 생성된 HH, VV, HV 3개의 편광밴드 영상을 RGB 컬러합성 하여 영상 내 분포하고 있

는 지표면의 특징을 검토하였다.

토지피복상태에 따른 편광반응특성분석을 위하여 토지피복도 자료에서 논, 밭으로 분류되어있는 농업지역과 활엽수림, 침엽수림, 혼효림으로 분류되어 있는 산림지역에 대해 ROI 영역을 선정하고, 추출된 편광반응도식도와 편광매개변수들을 분석하였다.

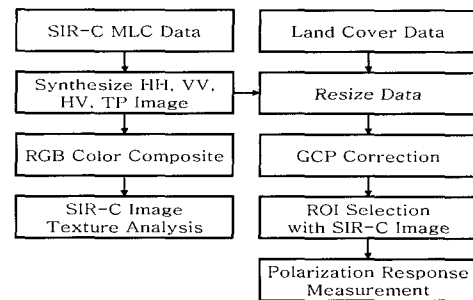


Fig. 1. Flow chart of image processing.

3 연구결과

3.1 SIR-C 영상 질감 특성

전체 영상지역에서 가장 매끄러운 표면 지역인 수역은 어렵게 도심지역은 가장 거친 표면 조건을 보이는 지역으로 가장 밝은 값을 나타내며, 농업지역과 산림지역은 중간 정도의 거칠기에 해당되는 어두운 회색과 밝은 회색으로 나타난다. C-밴드 영상과 L-밴드 영상의 특징을 비교하면, C-밴드 영상은 L-밴드 영상에 비해 상대적으로 도심지역에 해당되는 특징들이 더욱 밝고 뚜렷하게 나타나며, L-밴드는 산지나 하천 지형이 발달된 지역에 대한 특징이 상대적으로 뚜렷이 나타나는 것을 볼 수 있다.

Fig. 2는 영상지역 중 농업지역의 특징이 두드러진 일부 지역으로 C-밴드와 L-밴드의 주파수에 따른 영상 특성의 차이

뿐만 아니라 HH, VV, HV 편광에 따른 차이 또한 살펴볼 수 있다. Fig. 2에서 보듯이 C-밴드 영상보다 L-밴드의 영상에서 경작지의 특징들이 뚜렷하며, HH, VV 편광 조합 영상보다 HV 편광조합 영상에서 상대적으로 논과 밭의 특징이 어둡고 뚜렷하게 나타남을 볼 수 있다. 일반적으로 L-밴드에서 상대적으로 어둡게 나타나는 경우라도 X-밴드나 C-밴드 영상에서는 개간된 경작지역도 비교적 밝게 나타나게 되는데 이는 경작지에도 산란체로서 충분한 식물들이 존재하고 있음을 의미한다.

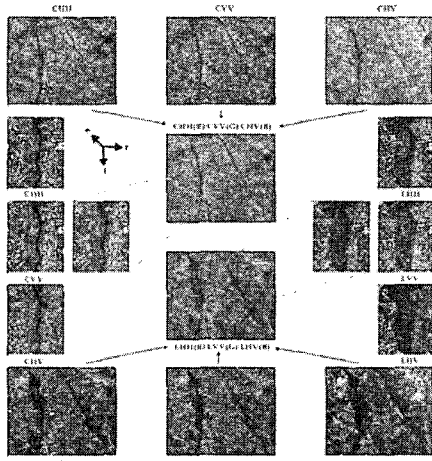


Fig. 2. SIR-C RGB (HH, VV, HV as RGB) color composite images for agricultural texture appeared mainly.

3.2 편광반응특성

연구지역의 편광반응특성을 고찰하기 위해 co-polarized, cross-polarized 편광 반응 도식도(polarization response graph)의 거동 특성과 측정된 HH, VV, HV 편광매개변수들의 후방산란계수(backscattering coefficient) 분포경향을 검토하였다.

Fig. 3과 Fig. 4는 논(agri_1)과 밭(agri_2)에 해당하는 농업지역과 활엽수림(forest_1), 침엽수림(forest_2), 혼효림

(forest_3)으로 분류된 ROI 지점에서 측정된 C-밴드와 L-밴드에 대한 편광반응도식도 결과이다. Fig. 3에 도시된 바와 같이 논(23 ROIs)과 밭(17 ROIs)의 경우 전반적으로 편평한 면(flat surface)에서의 거동 특성을 나타내며, 논은 편광반응도식도의 거동 형태가 밭에서 나타나는 거동 형태보다 일관된 경향을 보였다.

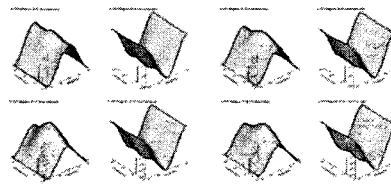


Fig. 3. Co-polarized (1st, 3rd) and cross-polarized (2nd, 4th) responses for C-band (1st, 2nd) and L-band (3rd, 4th) of agricultural areas (agri_1 #10, agri_2 #12).

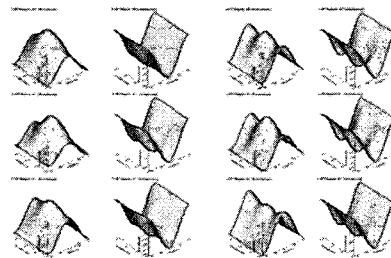


Fig. 4. Co-polarized (1st, 3rd) and cross-polarized (2nd, 4th) responses for C-band (1st, 2nd) and L-band (3rd, 4th) of forested areas (forest_1 #3, forest_2 #1, forest_3 #1).

일반적으로 농업지역과 같이 삼림지역 또한 구형산란체(large conducting sphere scatterer)나 편평한 면(flat surface)의 거동 형태를 나타낼 것으로 예상되는 지역이다. Fig. 4는 활엽수림, 침엽수림, 혼효림으로 분류된 각 지역별로 15개, 10개, 14개 ROI 지역에서 측정된 결과이며, 측정된 편광반응도식도의 거동 형태는 3가지 종류의 삼림지역 모두 구형산란체나 편평한 면에서의 거동 특성을 보였으며, 전반적으로 농업지역과 달리 C-밴드와 L-밴드에 따른 거동 차이를 보이고 있다.

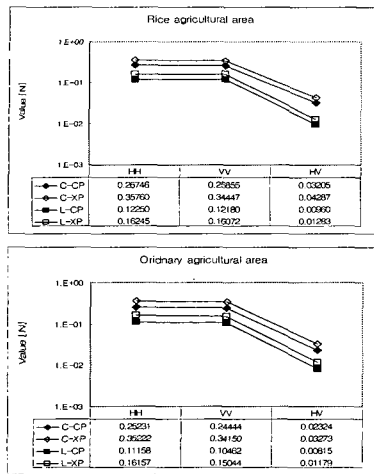


Fig. 5. Plots of HH, VV, and HV for rice (top) and ordinary (bottom) agricultural areas.

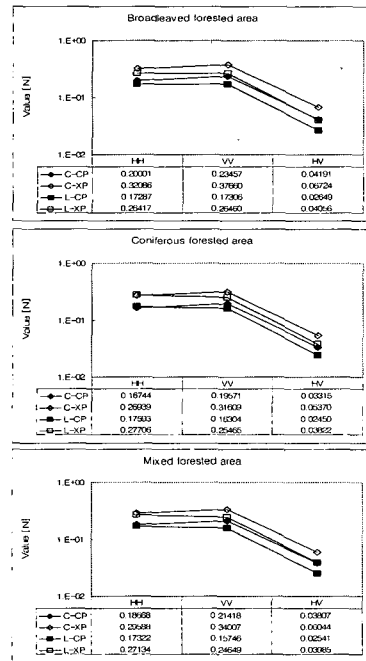


Fig. 6. Plots of HH, VV, and HV for broad-leaved (top), coniferous (middle), and mixed (bottom) forested areas.

Fig. 5는 농업지역에서 측정된 HH, VV, HV 편광매개변수 별 후방산란계수 값을 도시한 결과이다. 논과 밭의 결과 모두 C-밴드의 값이 높게 분포하며, 논이 밭의 경우보다 근소하게 큰 값을 보인다. L-밴드보다 C-밴드의 후방산란 값이 큰 이유는 주파수 별 표면 거칠기

조건의 차이에 의한 결과로 사료되며, 논이 밭의 경우보다 큰 후방산란 값을 나타내는 것은 재배작물에 따른 후방산란특성에 대한 고찰이 필요할 것으로 여겨진다.

흔히 식생지역의 덮개 층에서 마이크로파의 감쇠비율을 결정짓는 가장 중요한 요소는 잎이나 가지 혹은 줄기의 형태와 같은 기하학적 구조뿐 아니라 덮개 층의 단위 체적당 수분함유량이 된다. Fig. 6에 도시된 바와 같이 활엽수림, 혼효림, 침엽수림의 순으로 후방산란계수 값이 높게 나타나는 것은 표면 거칠기의 특성뿐 아니라 단위체적당 수분함유량에 따른 결과로 판단된다.

4 토의

본 연구는 구축된 토지피복도 자료에서 식생지역으로 예상되는 농업지역과 산림지역에서의 산란특성을 고찰하기 위한 기초연구로, polarimetric SAR 영상자료로부터 편광반응특성을 분석하였다. 측정결과 각각의 토지피복상태에 따른 HH, VV, HV 편광매개변수들의 분포특성 차이를 고찰할 수 있었다.

사사

이 논문은 한국학술진흥재단의 신진연구인력장려금지원사업(KRF-2003-908-D00063)으로 수행 됨.

참고문헌

- [1] Henderson, F. M., Lewis, A. J. (eds.), 1998. *Principles & Applications of Imaging Radar*. John Wiley & Sons, NY.
- [2] Ulaby, F. T., Elachi, C. (eds.), 1990. *Radar Polarimetry for Geoscience Application*. Artech House, Norwood, MA.