대천지역 뢰스-고토양 층서와 기원지에 관한 연구

박충선(경희대학교 지리학과)
윤순옥(경희대학교 지리학과)
황상일(경북대학교 지리학과)
Toshiro Naruse(Hyogo University of Teacher Education)

뢰스(loess)는 바람에 의해 운반된 물질로 주로 10~15㎛ 범위의 물질로 구성되어 있으며 석영의 함량이 장소에 따라 다르지만 약 60~70%를 차지하고 있다.(Pécsi, 1990) 뢰스는 거의 연속적인 퇴적층이기 때문에, 퇴적이후의 고환경에 대한 정보를 담고 있어 많은 관심이 집중되어 있다. 이 연구에서는 대천지역의 뢰스-고토양 연속층에 대해 대자율 자료를 기초로 뢰스-고토양의 편년을 시도하였으며 지화학적 분석을 통해 기원지에 대해 고찰해 보았다.

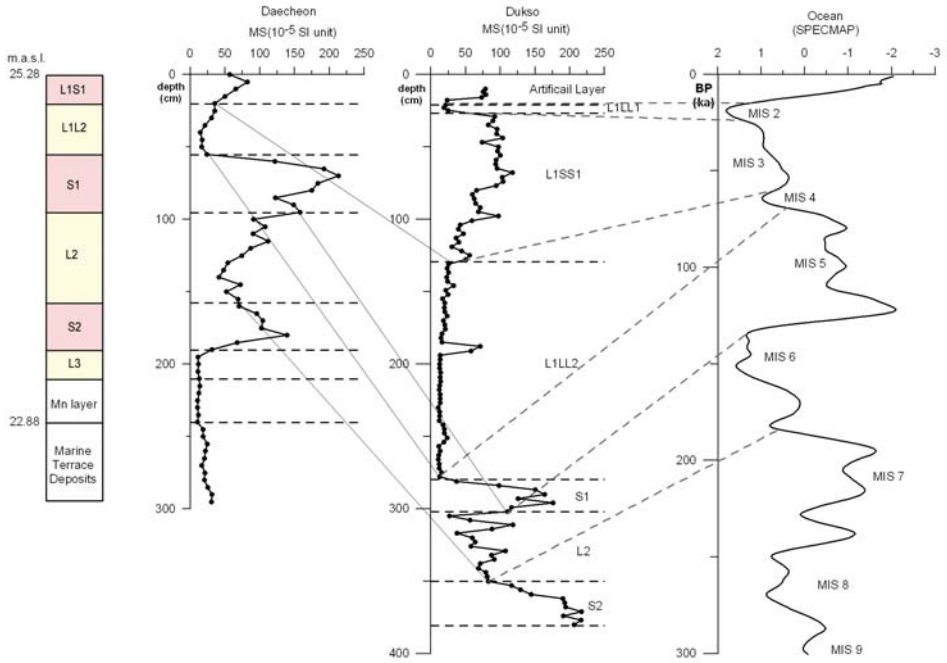

그림 6. 대천 뢰스-고토양의 층서와 대자율 변화, 덕소(Shin, 2003)와의 대비

연구지역은 충청남도 보령시 남포읍 월전리로 뢰스-고토양 연속층은 해안단구 역층 위에 발달해 있다. 뢰스-고토양 단면은 두께 2.4m로 각각 3매의 뢰스층과 고토양층이 발견된다.(그림 1) 층서 구분은 육안관찰과 대자율 변화를 기초로 하

였으며, 층서 명명은 중국의 방식을 따랐다. 'L'은 뢰스층을, 'S'는 고토양층을 의미한다. 최하부 뢰스 L3 보다 아래인 깊이 210cm~240cm 사이에는 망간 집적층이 나타나며 그 밑으로 해안단구 역층이 나타난다. 대자율 값은 뢰스에서는 낮게, 고토양에서는 높게 나타나는데 이는 토양형성작용과 관련이 있는 것으로 알려져 있다. L1S1은 두께 20cm로, 토색은 황등색에서 밝은 황갈색이며 토양 쐐기의 폭은 1cm 이하이다. L1L2는 두께 25cm로, 토색은 황색이며 토양 쐐기는 관찰되지 않는다. 층의 하부(55cm) 부근에 망간 노듈이 나타나지만 양은 위층보다 적다. S1은 두께 40cm로, 토색은 밝은 적갈색에서 적갈색이다. 토양 쐐기는 수직적으로 발달해 있다. 층의 상부(55~75cm)에서 망간 노듈이 발견되나, 층의 하부(75~95cm)에서 보다 많은 양이 발견된다. L2는 두께 70cm로, 토색은 상부는 S1과 유사하나 하부는 orange이며, 토양 쐐기는 S1의 쐐기와 연결되어 있으나, 층의 하부에는 비교적 덜 발달해 있다. 층의 상부(95~130cm)에서 망간노듈이 발견되는데 단면에서 가장 많이 발견되는 부분이다. S2는 두께 35cm로, 토색은 밝은 적갈색이다. 토양쐐기는 수직적으로 발달해 있다. L3는 두께 35cm로, 토색은 밝은 황갈색이다. 토양쐐기는 발견되지 않는다. 최하부 해안단구 퇴적층의 역은 내부까지 풍화되어 있으며, 매트릭스는 사질 실트이고, 기반암은 발견되지 않는다.

대천지역 뢰스-고토양 연속층의 대자율과 덕소지역(Shin, 2003)의 대자율을 비교하여 편년을 시도하였다. 두 지역의 대자율 변화는 MIS 5이후 유사한 패턴을 보이고 있어, 대천지역의 S1층이 이 층에 대비되며, 따라서 표 1과 같이 편년이 된다.

표 1. 대천지역 뢰스-고토양의 편년

대천지역	덕소지역	뢰스고원 (Luochuan)	Marine Isotope Stage
L1S1	L1SS1	L1S1	3
L1L2	L1LL2	L1L2	4
S1	S1	S1	5
L2	L2	L2	6
S2	S2	S2	7
L3		L3	8

중국 뢰스 고원(Luochuan, Xining, Xifeng, Jixian;S. Gallet et al., 1996; B. Jahn et al., 2001)과 함께 한국 뢰스-고토양(대천, 덕소)의 주원소 비율을 도시화한 결과 SiO_2 vs. Al_2O3, SiO_2 vs. CaO, Al_2O3 vs. K_2O의 비율은 각각의 영역으로 구분할 수 있으나, Al_2O_3 vs. Fe_2O_3의 비율은 일정 영역을 공유하며 분포

한다. 또한 한국 뢰스-고토양의 원소비율의 상관관계가 상당히 작은 것으로 나타났다. 이러한 현상의 원인으로 첫 번째, 주원소간의 안정성의 차이, 두 번째 뢰스 고원 뿐만 아니라 다른 기원지의 가능성을 들 수 있다. 즉, 주원소 중 상대적으로 안정된 원소인 Al과 Fe는 퇴적이후, 풍화작용(또는 토양형성작용)에 의해 원소 손실이 상대적으로 적어 그래프 상에서 일정부분을 공유하는 모습을 보이고 있는 것이다. 또한 한국 뢰스의 원소비율의 상관관계가 약한 것은 한국 뢰스가 일반적으로 생각하고 있는 뢰스고원이 아닌 다른 지역에서 기원할 수 있는 가능성을 보여주는 것이다.

대천 지역의 기원지를 알아보기 위해 희토류(REE, Rare Earth Elements) 분석을 실시하였다. 중국의 뢰스는 음의 Eu 이상을 보이고, LREE가 부화되었으며 HREE로 갈수록 편평해 지는 패턴을 보이고 있으며, Ce 이상은 보이지 않는다. 하지만 고토양은 Luochuan의 경우 전체적으로 뢰스와 유사하나 음의 Ce 이상을 보이고 있다. 하지만 다른 지역의 경우 음의 Ce 이상은 보이지 않으며, Ce 이상이 거의 나타나지 않기도 한다. 각 지역에서의 패턴은 유사하여 하나의 기원지에서 기원한 것으로 판단된다.(S. Gallet *et al.*, 1996; B. Jahn *et al.*, 2001) 그러

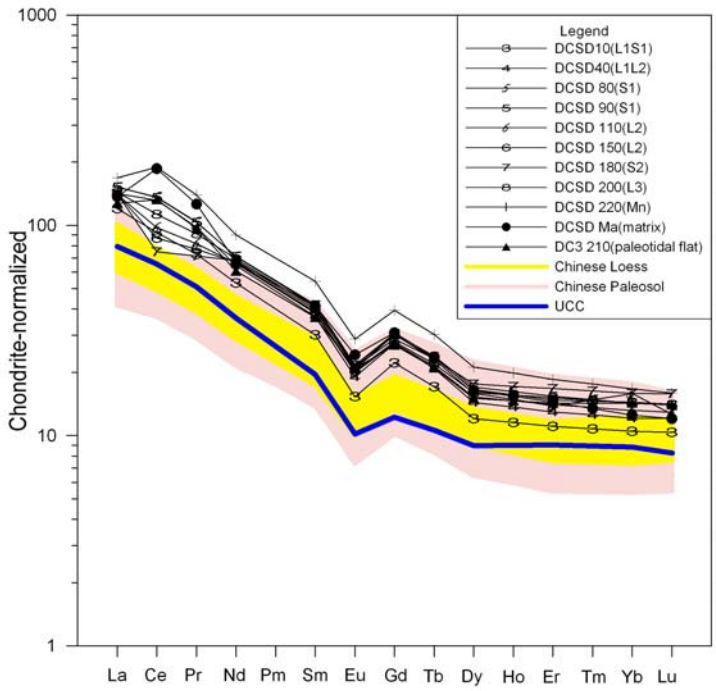

그림 7. 대천지역 뢰스-고토양의 REE 패턴

나 대천지역의 REE 패턴을 보면 우선 Eu 이상은 중국의 것과 유사하며, 전체적

인 패턴도 유사하다. 하지만 Ce 이상에서 큰 차이를 보이고 있다. 즉, Ce/Ce^{*}가 0.71~1.10으로, 뢰스, 고토양간에 일정한 패턴은 존재하지 않으며 뢰스에서도 다양한 값을 보이고 있다.

S. Gallet et al.(1996)은 음의 Ce 이상이 토양형성작용의 강도를 반영한다고 하였지만 일부 뢰스(L2)에서 0.8의 음의 Ce 이상을 보이고 있으며, 일부 고토양(S1)에서는 양의 Ce 이상을 보이고 있다. 따라서 이러한 차이는 토양형성작용이라기 보다는 기원지의 차이에 의한 것으로 판단된다.

이를 보다 자세히 알아보기 위해 시기별로 비교해 보면, 대천지역의 뢰스 또는 고토양과 유사한 패턴을 보이는 지역이 서로 상이함을 알 수 있으며, 일부 시기(MIS 6)에는 유사한 패턴을 찾기 어려운 경우도 존재한다. 이는 시기마다 기원지에 차이가 있을 가능성을 의미한다고 판단된다.

참고문헌

Bor-ming Jahn, Sylvain Gallet, Jiamao Han, 2001, Geochemistry of the Xining, Xifeng and Jixian sections, Loess Plateau of China: eolian dust provenance and paleosol evolution during the last 140ka, Chemical Geology 178, p71~94

Imbrie, J., Hays, J.D., Martison, D.G., McIntyre, A., Mix, A.C., Morley, J.J., Pisias, N.G., Prell., W.G., Shakleton, N.J., 1984, The orbital theory of Pleistocene climate: support for a revised chronology of the marine δ18O record. In: Berger, A., Imbrie, J., Hays, J., Kukla, G., Saltzmann, B.(Eds.), Milankovitch and Climate: Understanding the Response to Orbital Forcing. Reidel, Massachusetts, p269~305

Pécsi, M., 1990, Loess is not just the accumulation of dust, Quaternary International, 7(8), p1~21

Shin, J. B., 2003, Loess-Paleosol Stratigraphy of Dukso and Hongcheon Areas and Correlation with Chinese Loess-Paleosol Stratigraphy: Application of Quaternary loess-paleosol stratigraphy to the Chongokni paleolithic site, Ph. D. diossertation, Department of Earth system Science, University of Yonsei, Seoul.

Sylvain Gallet, Bor-ming Jahn, Masayuki Torii, 1996, Geochemical Characterization of the Luochuan loess-paleosol sequence, China, and paleoclimatic implication, Chemical Geology 133, p67~88