

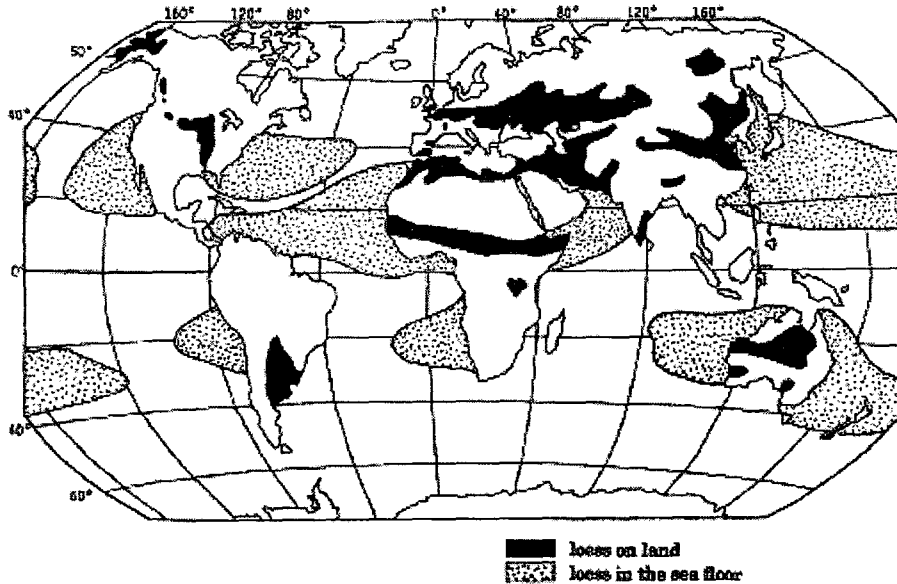
한국의 Loess 연구 동향과 전망

박충선 · 윤순옥

경희대학교 지리학과

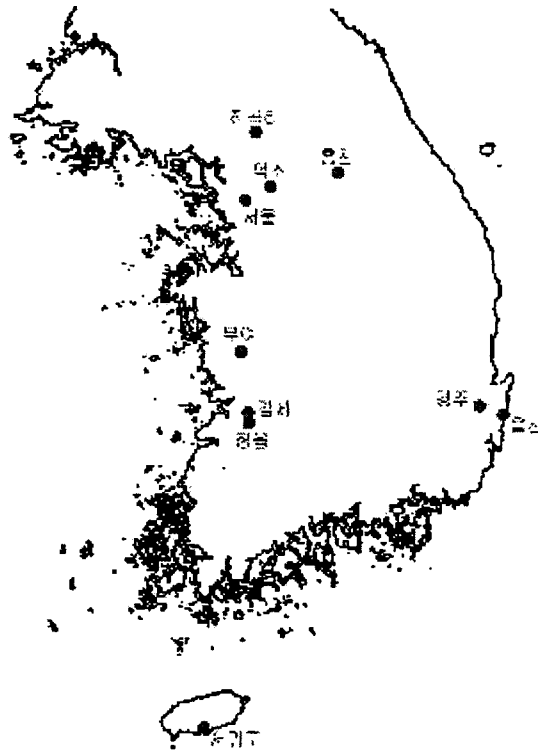
황사(黃砂, yellow sand, yellow earth)는 느슨한 토양의 퇴적을 일컫는 중국인들이 주로 사용하는 용어이다.(Liu, 1985) 우리나라에서 황사와 관련된 기록은 阿達羅王 21년(서기 173년) 2월에 “雨土”라는 표현이 최초로 등장했다. 이뿐만 아니라 과거 역사서에서도 황사 기록은 많이 등장한다.(전영신, 2000) 특히, 조선왕조실록에 기록된 황사현상을 분석한 결과 총 53건의 황사와 관련된 기상현상이 기록되어 있었다.(전영신, 2000) 하지만 황사 현상은 비단 역사시대의 기상현상만은 아니며 과거 지질시대에도 계속된 기상현상이다. 이러한 모습은 퇴스-고토양 연속층(loess-paleosol sequence)의 모습으로 나타난다. 즉, 현재의 황사 현상은 지질시대, 특히 제 4기 동안의 퇴스퇴적의 연장선상에 존재한다.

퇴스(loess)는 바람에 운반되는 먼지가 쌓여 이루어진 담황색의 퇴적층을 의미한다.(권혁재, 2001) 퇴스 분포지역은 주로 건조지대 주변지역과 범람원 주변지역 그리고 빙하가 발달했던 지역으로 세립의 물질이 바람에 의해 이동되어 주변에 퇴적되어 형성된다. 세계의 퇴스 분포지역은 그림 1.과 같다.



중국의 황토고원은 동아시아뿐만 아니라 세계적으로도 퇴스가 잘 발달한 지역으로 많은 학자들이 19세기 중·후반부터 본격적으로 황토고원의 퇴스에 대해 연구하기 시작하였으며, 그 결과 현재 퇴스의 기원, 형성과정, 화학조성, 물리적 특성 등에 대한 정보가 밝혀진 상태이다. 하지만 한국에서의 퇴스 연구는 그리 많지 않으며 주로 일본 학자들에 연구된 것이 대부분이다.

한국에서 체계적인 퇴적 연구는 박동원(1985)에 의해서다. 박동원은 전북 김제시 황산면 진흥리와 정읍시 감곡면 대신리의 적황색토에 대해 물리·화학적 분석(입도, pH, CEC, 토성, 부식, 교환성 염기, 염기 포화도, 점토광물 조성)을 실시하여, 각각 중국과 일본의 퇴적과 비교·검토하였다. 즉, 한국의 적황색토를 중국, 일본의 퇴적의 입도, 점토광물, 화학성분과 비교·분석하여 한국의 적황색토가 일본과 마찬가지로 중국의 퇴적에서 기원한 퇴적상(loess-like) 퇴적층이라 하였다.



오경섭·김남신(1994)은 경기도 연천군 전곡리 일대의 용암대지 피복물과 상위 단구면 피복물을 조사하여 상위층과 하위층으로 구분되는 미립물층이 풍성기원이라 주장하였다. 미립물의 입도조성과 층리가 없다는 점 그리고 기반암인 현무암층을 부정합으로 덮고 있다는 점을 들어 이는 유수에 의한 퇴적층은 아니며 현무암 풍화토도 아니라고 생각하였다. 또한 미립물층의 입도조성, 화학적 특성, 점토광물 조성 그리고 전곡리 일대의 지형적 배경 등을 이유로 이 미립물층은 풍적토(loess)라 하였다. 이 미립물층의 형성과정을 살펴보면 한강이나 임진강의 범람원에서 기원한 세립물질 그리고 빙류 빙기 당시 건축 상태에 있었던 인근 황해의 세립물질이 바람에 의해 이동되어 전곡리 일대의 높은 동쪽 산지에 가로막혀 퇴적되었다고 주장하였다.

Naruse et al.(1996, 1997, 2002), Ono et al.(1998)은 ESR(Electron Spin Resonance, 전자스핀공명)에 기초하여 풍성진이라 생각되는 20 μ m이하의 석영의 ESR 신호강도를 측정하여, MIS 2와 1시기의 동아시아의 탁월풍 또는 풍성진의 이동경로를 복원하였다. 즉, 중국과 한

국의 서울, 부여, 경주 그리고 일본에서 시료를 채취하여 이들의 ESR 신호강도를 측정하였다. 이 자료를 바탕으로, ESR 신호강도가 유사한 지역은 동일한 기원지를 갖는 것으로 판단하여 MIS 2시기와 MIS 1시기의 동아시아의 고계절풍을 복원하였다. 하지만 초기의 연구결과(Naruse et al., 1998)에 따르면 한반도에 유입되는 풍성진은 MIS 2시기에 중국의 황토고원에서 기원하여 여름의 아열대 제트기류에 의해 운반되며, 한반도뿐만 아니라 일본 열도 남부와 서부에도 퇴적된다고 하였다. 하지만 이후의 연구결과(Naruse et al., 2002)에 따르면 한반도의 풍성진은 MIS 2시기에는 북부 아시아 대륙(북부 중국과 몽골)의 선캠브리아기 기반암에서 기원한 풍성진이 겨울 계절풍에 의해 퇴적되었고, MIS 1시기에는 아열대 제트기류에 의해 중국의 황토고원으로부터 기원했다고 하였다.

Yatagai et al.(2002)은 제주도 서귀포 마르에서 채취한 코어를 조사하여 지난 30,000년 동안의 계절풍 변화를 복원하였다. 코어 시료를 대상으로 비유기물 함량, 입도 중앙값, ESR 신호강도를 조사하였다. 비유기물 함량은 풍성진으로 한랭한 시기에 많은 양이 퇴적되며, 온난한 시기에는 반대로 적은 양만이 퇴적된다고 하였다. 또한 입도 조성을 기초로, 30~19ka에는 입도 조성에 심한 요동현상이 발견되며 이는 기원지에서의 점진적인 빙하확장과 급격한 빙하후퇴에 의해서이며, 높은 중앙값은 강한 겨울 계절풍을, 낮은 중앙값은 강한 여름 계절풍을 반영한다고 하였다. 또한 코어의 ESR 신호강도를 조사하여, MIS 3시기인 30~25ka에는 북부 아시아 대륙의 선캠브리아기 암석에서 기원한 풍성진이 겨울 계절풍에 의해 운반·퇴적되었고, MIS 2시기인 25ka 이후에는 최종빙기 당시 육화된 동중국해의 제 3기 암석에서 기원한 풍성진이 운반·퇴적되었다고 하였다.

Naruse et al.(2003)은 경주-울산 퇴스, 제주도 서귀포 퇴스, 전곡리 퇴스를 비교·분석하여 전곡리 구석기 유물 퇴적층이 약 300,000년 전에 형성되었다고 하였다.

신재봉(2004)은 덕소와 홍천일대에 발달한 퇴스-고토양층을 보고하였다. 그는 토색, 토양 썩기구조, 대자율, 입도 중앙값에 기초하여 덕소 퇴스-고토양층은 MIS 7~MIS 2, 홍천 퇴스-고토양층은 MIS 6~MIS2 시기에 해당한다고 하였다. 또한 중국 퇴스-고토양층과의 비교를 실시하였으며, 이를 바탕으로 전곡리 구석기 유적의 퇴스-고토양층과 비교하여 구석기 유물 퇴적층은 MIS 9단계인 300,000년 전에 형성되었다고 하였다.

퇴스에 대한 연구가 활발한 중국의 경우, 40년대~70년대 동안에는 퇴스의 물질 구성과 공학적 특성에 대한 연구가 활발했으나, 60년대부터는 퇴스에 대해 생태학적인 접근과 환경학적인 접근이 시도되었다. 이 기간동안 고기후의 변화와 고생태 변화에 대한 연구가 진행되었고, 이 연구성과는 심해 퇴적층 조사에 버금가는 연구이다. 또한 최근에는 중국 사막의 이동과 대기 먼지의 증가에 초점을 맞추고 연구가 진행되고 있다.(Liu, 1985)

90년대 이후에는, 선진화된 여러 연대 측정법을 사용하여 퇴스-고토양층의 연대를 측정하였으며, 이를 기초로 다양한 기후변화 대리자(입도변화, 대자율, 동위원소비율)를 제시하여 동아시아의 고환경을 복원하려 시도하였다. 고고학적인 연구와 결합된 연구도 상당하다. 또한 퇴스 지역의 토양 침식, 사면 안정성 분석 그리고 이를 통한 자연 재해에 대한 연구도 활발하다. 대표적인 연구는 다음과 같다.

Jun Chen et al.(1999)은 중앙 중국의 Luochuan과 Huanxian 지역에서 Rb, Sr 그리고 대자율을 측정하여, 높은 Rb/Sr 비율은 동아시아에서 강한 여름 계절풍을 의미한다고 하였다. 또한 Rb/Sr 비율은 심해 시추 코어과 잘 부합되며 이는 범 세계적 빙하 확장과 관련된 동아시아 계절풍 변화를 잘 반영한다고 하였다.

Jule Xiao et al.(2002)은 Luochuan 지역의 퇴스-고토양층의 대자율과 주변지역의 단구 형성 과정을 통해 *Homo sapiens*의 초기 형태인 Dali Man의 출현시기를 약 270ka라 밝혔다.

Sun Donghuai et al.(2004)은 중국 퇴스의 입도분포는 일반적으로 조립부분과 세립부분으로 구분되는 bimodal 형태를 보인다고 하였다. 조립부분은 주로 퇴스층으로, 이는 낮은 고도의 북서풍에 의해 운반된 먼지폭풍이며, 입도는 낮은 고도에서 일어나는 대기 순환의 강도와 먼지 기원지의 건조도와 먼지폭풍 발생빈도를 의미한다고 하였다. 세립부분은 높은 고도의 서풍에 의해 운반되며, 이는 서풍의 강도를 반영한다고 하였다. 조립부분과 세립부분은 수학적 계산을 통해 두 부분으로 구분되는데 이를 통해 북부 중국의 고풍계를 밝힐 수 있다고 하였다.

이처럼 퇴스-고토양층은 과거 기후에 대한 많은 정보를 담고 있다. 또한 고고학적인 연구와 병행하여 이루어지는 경우도 전곡리를 예로 들어 수 있다. 하지만 현재 한반도의 퇴스-고토양층에 대한 연구는 시작단계이며, 연구성과도 그리 많이 축적되어 있지 않았으며, 또한 주로 일본 학자들에 의해 연구되는 아쉬움이 남아 있다. 퇴스-고토양층에 대한 활발한 연구가 이루어지길 바란다.

참고문헌

권혁재, 2001, 지형학, 법문사

박동원, 1985, 김제·정읍 일대에 분포하는 퇴스상 적황색토에 대한 연구, 지리학, 32, p1 ~ 10

신재봉, 2004, 덕소 및 홍천지역의 퇴스-고토양 층서와 중국 퇴스-고토양 층서와의 대비 : 전곡리 구석기 유적지에의 제 4기 퇴스-고토양 층서의 적용, 연세대학교 박사학위논문

오경섭·김남신, 1994, 전곡리 용암대지 피복물의 형성과 변화과정, 제4기학회지, 8(1), p43 ~ 68

전영신, 2000, 조선왕조실록에 나타난 황사현상, 한국기상학회지, 36(2), p285 ~ 292

Jule Xiao, Changzhu Jin and Yizhi Zhu, 2002, Age of the fossil Dali Man in north-central China deduced from chronostratigraphy of the loess-paleosol sequence, Quaternary Science Reviews, 21(20-22), p2191 ~ 2198

Jun Chen, Zhisheng An and John Head, 1999, Variation of Rb/Sr Ratios in the Loess-Paleosol Sequences of Central China during the Last 130,000 Years and Their Implications for Monsoon Paleoclimatology, Quaternary Research, 51(3), p215 ~ 219

- Liu Tungsheng, 1985, Loess in China, China Ocean Press
- Shin Toyoda · Toshiro Naruse, 2002, Eolian dust from the Asian deserts to the Japanese Islands since the Last Glacial Maximum: the basis for the ESR method, 地形, 23(5), 日本地形學連合, p811 ~ 820
- Shunuchi Yatagai, Keiji Takemura, Toshiro Naruse, Hiroyuki Kitagawa, Hitoshi Fukusawa, Moon-Hon Kim, Yoshinori Yasuda, 2002, Monsoon changes and eolian dust deposition over the past 30,000 years in Cheju Island, Korea, 地形, 23(5), 日本地形學連合, p821 ~ 831
- Sun Donghuai, Jan Bloemendal, David K. Rea, An Zhisheng, Jef Vandenberghe, Lu Huayu, Su Ruixia and Liu Tungsheng, 2004, Bimodal grain-size distribution of Chinese loess, and its palaeoclimatic implications, CATENA, 55(3), p325 ~ 340
- Toshiro Naruse, Kidong Bae, Kang-Min Yu, Kazuto Matsufuji, Tohru Danhara, Akira Hayashida, Sohee Hwang, Jong-Gwon Yum, Jae-Bong Shin, 2003, Loess-paleosol sequence in the Chongokni paleolithic site, 全谷里遺跡의 地質學的 形成過程과 東亞細亞舊石器
- Yugo Ono, Toshiro Naruse, Motoji Ikeya, Hideo Kohno, Shin Toyoda, 1998, Origin and derived courses of eolian dust quartz deposited during marine isotope stage 2 in East Asia, suggested by ESR signal intensity, Global and Planetary Change, 18, p129 ~ 135
- 成瀬敏郎, 柳 精司, 河野日出夫, 池谷元伺, 1996, 電子スピン共鳴(ESR)による中國・韓國・日本の風成塵基源石英の同定, 第四紀研究, 35(1), p25 ~ 34
- 成瀬敏郎, 小野有五, 平川一臣, 岡下松生, 池谷元伺, 1997, 電子スピン共鳴(ESR)によ東アジアの風成塵石英の産地同定—アイソト・プス・ジ2の卓越風復元への試み—, 地理學評論, 70A(1), p15 ~ 27