영산강 하구 일대의 선현세 고토양층 연구

남욱현[1], 양동윤[1], 김주용[1], 유강민[2]
[1]한국지질자원연구원 지질환경재해연구부 제4기지질환경연구팀
[2]연세대학교 지구시스템과학과

영산강 하구 일대 현세 조간대 퇴적층의 하부에는 선현세의 고토양층이 분포하고 있다. 이 고토양층은 plant fragments, plant root casts, vertical color variations, mottle structures 등의 양상을 보이며, 특히 고토양층 상부에서는 대자율값이 증가하는 등 고토양의 전형적인 특징 (Retallack, 1988; Li *et al.*, 2000)을 잘 나타내고 있다. 이 고토양층의 퇴적 시기와 환경, 그리고 토양화 시기와 환경에 대한 연구를 수행하였다.

고토양층의 연대를 알아보기 위하여 MW-① 시추공의 unit-4 (고토양층)에서 bulk soil sample을 이용한 탄소연대측정을 실시하여 29,000 ^{14}C yrBP의 결과를 얻었다. 그러나 고토양층에서의 탄소연대측정값은 신뢰하기 어렵다. 이는 고토양층에 포함되어 있는 퇴적 당시의 유기물인지 토양화 시기에 유입된 유기물인지 그 유기물의 기원을 유추하기 어렵기 때문이다 (Sollins *et al.*, 1996; Colman *et al.*, 2002; Olson and Porter, 2002). 이 고토양층의 하부에는 토양화 작용을 받지 않은 육성 하성층 (MW-① 시추공의 unit-2)이 분포하고 있다. 이 육성 하성층에서 TOC/TN ratios는 11~14 정도의 값을 보여 대부분의 유기물이 육성에서 유래한 것임을 알 수 있다. 이 육성 하성층에서 bulk soil sample을 이용한 탄소연대측정값은 37,700 ^{14}C yrBP이며, 따라서 고토양층은 최소한 37,700 ^{14}C yrBP 이후에 퇴적되어 토양화 과정을 겪었음을 알 수 있다.

고토양층에는 mottle structures가 잘 나타나는 반면, caliche, calcrete, calcareous horizon 등 carbonate 성분은 찾아볼 수 없었다. 여기서 ferruginous mottling이 충분히 발달할 수 있으며, 또한 용존 CO_2를 많이 포함하는 porewater를 충분히 씻어내릴 수 있을 정도의 강수가 있었을 것을 유추할 수 있다 (Cerling and Quade, 1993; Rossinsky and Swart, 1993; Botha and Fedoroff, 1995; Kraus, 1999). 이는 고토양층이 토양화 작용을 받을 당시 기후가 그다지 건조하지 않았을 것임을 시사하고 있으며, 토양화 작용을 받을 시기에 연강수량은 최소 700 mm 이상 정도였을 것으로 생각할 수 있다 (Mark, 1992, Joeckel, 1995; Li *et al.*, 2000). 토양화 작용의 시점을 최종빙기최성기 전후 정도로 본다면, 기존에 최종빙기최성기 동안에 매우 건조했으며 특히 유럽에서는 연강수량을 200~400 mm 정도 (Van Andel and Tzedakis, 1996)로 추정하던 것 보다 더 많

은 강수가 있었던 것을 알 수 있다. Oh *et al.* (1995)은 충청남도 천수만의 간월도층 (선현세 고토양층)에서 irregular wavy lamellae와 micro-fabrics 등 cryoturbation structures를 관찰하고, gleyzation 또는 pseudo-gleyzation 등 cold-dry가 아닌 cold-humid type의 토양화 작용을 받았을 것으로 해석한 바 있는데, 이는 본 연구결과와 잘 부합하고 있다.

고토양층에서 유기질 생물단위 (palynomorph) 분석을 실시한 결과, 몇몇 *Pinus* 화분과 *Pseudoschizaea*가 산출되는 정도로 그 산출량이 매우 적었다. *Pseudoschizaea*는 정체된 담수에 서식하는 것으로 알려진 아크리타치이다 (Christopher, 1976; Takahashi, 1979). 이 유기질 생물단위 군집은 토양화 작용 등 때문에 그 당시의 식생을 심하게 왜곡하여 나타내고 있는 것으로 보인다. 토양화 작용은 화분을 크게 파괴시키는 것으로 알려져 있으며, 또한 온난/한냉 조건 또는 습윤/건조 조건이 짧은 주기로 번갈아 나타날 때에 화분은 쉽게 파괴된다 (Campbell, 1991; Campbell and Campbell, 1994; Campbell, 1999). 본 유기질 생물단위 군집이 고토양층 형성 당시의 식생을 잘 반영하고 있지 않더라도, *Pseudoschizaea*의 출현은 최소한 상당 기간 동안 정체된 담수, 즉 배후습지나 소택지 등이 발달하고 있었음을 알려준다.

이 고토양층은 최소한 37,700 ^{14}C yrBP 이후에 퇴적되었으며, 그 당시의 해수면과 본 고토양층의 심도를 고려하면 고토양층은 육성 환경에서 퇴적되었음을 유추할 수 있다. 그리고 최종빙기최성기 전후 시기에 토양화 작용을 받았을 것으로 생각할 수 있으며, 그 당시의 연강수량은 700 mm 이상 정도이었음을 유추할 수 있다.

참고문헌

Botha, G.A., Fedoroff, N., 1995. Palaeosols in Late Quaternary colluvium, northern KwaZulu-Natal, South Africa. Journal of African Earth Sciences 21, 291-311.

Campbell, I.D., 1991. Experimental mechanical destruction of pollen grains. Palynology 15, 29-33.

Campbell, I.D., 1999. Quaternary pollen taphonomy: examples of differential redeposition and differential preservation. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology 149, 245-256.

Campbell, I.D., Campbell, C., 1994. Pollen preservation: experimental wet-dry cycles in saline and desalinated sediments. Palynology 18, 5-10.

Cerling, T.E., Quade, J., 1993. Stable carbon and oxygen isotopes in soil

carbonates, In: Swart, P.K., Lohmann, K.C., McKenzie, J., Savin, S. (Eds.), Climate Change in Continental Isotopic Records. American Geophysical Union, Geophysical Monograph 78, 217-231 p.

Christopher, R.A., 1976. Morphology and taxanomic status of *Pseudoschizaea* Thiergart and Frantz ex R. Potonié emend. Micropaleontology 22, 143-150.

Colman, S.M., Baucom, P.C., Bratton, J.F., Cronin, T.M., McGeehin, J.P., Willard, D., Zimmerman, A.R., Vogt, P.R., 2002. Radiocarbon dating, chronologic framework, and changes in accumulation rates of Holocene estuarine sediments from Chesapeake Bay. Quaternary Research 57, 58-70.

Joeckel, R.M., 1995. Paleosols below the Ames Marine Unit (Upper Pennsylvanian, Conemaugh Group) in the Appalachian Basin, U.S.A.: variability on an ancient depositional landscape. Journal of Sedimentary Research A65, 393-407.

Kraus, M.J., 1999. Paleosols in clastic sedimentary rocks: their geologic applications. Earth-Science Reviews 47, 41-70.

Li, C., Chen, Q., Zhang, J., Yang, S., Fan, D., 2000. Stratigraphy and paleoenvironmental changes in the Yangtze Delta during the Late Quaternary. Journal of Asian Earth Sciences 18, 453-469.

Mark, G.H., 1992. Paleosol as an indicator of climatic change at the early-late Cretaceous boundary, southwestern New Mexico. Journal of Sedimentary Petrology 62, 483-494.

Oh, K.S., Park, Y.A., Kim, Y.S., 1995. The paleoenvironment (LGM time) of the western coastal area of the Korean Peninsula (eastern margin of the Yellow Sea) based on characteristic cryoturbation evidence from the Kanweoldo deposits, Cheonsu Bay, west coast of Korea. Journal of Korean Quaternary Research 9, 43-60. (in Korean with English abstract).

Olson, C.G., Porter, D.A., 2002. Isotopic and geomorphic evidence for Holocene Climate, Southwestern Kansas. Quaternary International 87, 29-44.

Retallack, G.J., 1988. Field recognition of paleosols. In: Reinhardt, J., Sigleo, W.R. (Eds.), Paleosols and weathering through geologic time: Techniques and Applications. Geological Society of America, Special Paper 216, Boulder, Colorado, USA. 1-20 p.

Rossinsky Jr, V., Swart, P.K., 1993. Influence of climate on the formation and isotopic composition of calcretes. In: Swart, P.K., Lohmann, K.C., McKenzie, J., Savin, S. (Eds.), Climate Change in Continental Isotopic Records. American Geophysical Union, Geophysical Monograph 78, 67-75 p.

Sollins, P., Homann, P., Caldwell, B.A., 1996. Stabilization and destabilization of soil organic matter: mechanisms and controls. Geoderma 74, 5-105.

Takahashi, K., 1979. *Pseudoschizaea* from the Pleistocene sediments in the Ariake Sea area, West Kyushu. Bulletin of Faculty of Liberal Arts, Nagasaki University 19, 39-46.

Van Andel, T.H., Tzedakis, P.C., 1996. Palaeolithic landscapes of Europe and Environs, 150,000-25,000 years ago: An Overview. Quaternary Science Reviews 15, 481-500.