창녕 우포늪 UP-1 시추공에 의한 우포늪 성인과 환경변화 고찰

김주용[1]·양동윤[1]·남욱현[1]·최기룡[2]·이진영[1]·김진관[1]·오근창[1]

[1]한국지질자원연구원 지질환경재해연구부·[2]울산대학교 산림과학부

1. 서언

창녕 우포늪에서 시추공 UP-1 (35°33'05"N, 128°25'17"E)에서 미고결 고아를 획득하였다. 시추공은 상부 고도 9.739 m에서 하부 고도 5.249 m까지 총 4.49 m의 시추코아를 획득하였다. 이들 우포늪 최하부은 고토양층으로 구성되며, 반점 (mottle)이 많이 포함된 니사질 층이다. 획득한 코아의 수직 암상 변화 등을 근거로 9개 단위층(Unit)으로 구분하였다. 퇴적물의 형성시기를 알기 위해 AMS 14C 연대측정 결과, 최하부 고토양층은 5,790±80 yr BP 로 나타났다.

2. UP-1 시추코아의 퇴적층 산출 특성

우포늪의 UP-1공에서 9개 Unit로 구분하였으며, Unit 1에서 Unit 9는 지층 두께는 각각 0.490 m, 0.280 m, 0.290 m, 0.530 m, 0.380 m, 0.891 m, 0.684 m, 0.715 m, 0.230 m 이다. UP-1 시추공의 Unit 1에서 Unit 5까지의 고토양층은 점토와 실트 입자를 많이 포함하며, 대체로 황갈색 (2.5Y5/6 yellowish brown)을 띤다. 퇴적물의 입도분포와 반점의 집중도 및 Fe/Mn 농도(%) 등에 근거하여 Unit를 구분하였다. 상기 각 Unit는 하부에서 상부로 가면서 입도가 증가하거나 반점 빈도 (points/㎠)가 증가하는 경향을 보인다. Unit 6과 Unit 7은 실트가 거의 없는 점토(ϕ 8 이하)로 구성된다. Unit 6의 하부 경계가 약 2,300 yrBP 정도로 추정된다. Unit 6- Unit 7은 Unit 1-Unit 5에 비하여 점토질이 우세하기 때문에 배수조건이 상대적으로 불량하여 토양층 발달이 미약했던 것으로 판단된다. 암색은 주로 회색 (7.5Y5/1 grey)을 띄며, 수직적 토층색 변화는 미약한 편이다. Unit 8에서는 입도 변화가 현저하며, TC, TN, TS 등 유기지화학 분석치가 모두 증가하는 경향을 보인다. 따라서 Unit 8은 산불 혹은 홍수 등과 같은 재해나 인간간섭이 본격적으로 일어났을 것으로 추정된다. Unit 9는 현재 늪지 상부의 지표면으로서 다양한 초본류로 덮혀 있다.

3. UP-1 시추코아의 화분산출 양상

우포늪 생태계보호지역내에서 현재 공간적 분포로서 식물군락은 대부분 2차림이거나 식재림이 분포하고 있는 것으로 나타났다. 이 지역은 50년 빈도와 200년 빈도 홍수 영향을 거의 받지 않는 지역이지만, 삼림 내 출현 종들을 볼 때, 식물상이 빈약하거나 밤나무와 아까시나무 같은 식재림의 유입, 미국자리공과 같은 귀화식물의 출현, 쑥, 비수리, 닭의장풀, 박주가리 등과 같이 삼림보다는 노변과 임연부에 출현하는 식생들이 삼림내부에 갭(gap)을

형성하고 있다. 우포 일대 생태계 보호지역의 삼림식생은 여러 요인에 의해 교란을 많이 받고 있으며, 생태계보호지역 내에 나타난 목본 식물군락으로는 소나무 군락, 리기다소나무 식재림, 아까시나무 식재림, 곰솔 식재림이 현저하다 (환경청, 1987; 환경부, 2003).

우포 늪 시추공 UP-1에 나타난 지층단면별 화분의 산출양상은 다음과 같다. Unit 1에서 Unit 5 구간에서는 전반적으로 화분산출이 빈약하며, 초본류로 *Artemisia*가 소량 출현할 뿐, 전반적으로 화분 산출이 극히 빈약하다. Unit 6의 8.2-8.3m 부근에 Pinus가 약간 나타나며, 초본류로 *Gramineae, Cyperaceae, Artemisia* 조금 나타날 뿐 화분산출이 아주 빈약한 구간이다. Unit 7에서는 초본류로 *Cyperaceae, Artemisia*가 극소수 나타나며 목본류는 산출되지 않는 편이다. Unit 8에서는 중간인 약 9.1m에서부터 목본류로 *Pinus*가 우점하며, *Quercus*와 *Alnus*가 약간씩 산출되고 있고, 초본류는 *Gramineae, Cyperaceae, Artemisia* 가 약간 나타난다. 그러나 약 9m 보다 더 하부에서는 화분산출이 극히 빈약하다. Unit 9는 늪지 상부 지표면으로서 목본류로는 *Pinus*가 우점하며, *Quercus*와 늪지에 흔한 *Alnus*가 비교적 많이 나타난다. 초본류로는 *Gramineae, Cyperaceae, Artemisia* 가 많이 나타나며, *Compositae*와 *Chenopodiaceae* 가 약간 산출된다.

4. 우포늪 퇴적 층 형성시기 및 퇴적율

UP-1 시추공의 Unit별 퇴적층의 형성시기를 해석하였다. Unit 1에서 고토양층은 고도 5.309 m 보다 하부에 나타나며, 고토양층의 형성시기는 약 5,790±80 yrBP이다. Unit 1에서 Unit 4까지는 약 4,500년전 2,600년전에 형성된 지층이며, 퇴적율은 40mm/ka로서 아주 낮은 퇴적율을 보이는 것으로 해석된다. Unit 5와 Unit 6은 퇴적율이 하부에 비해 약 3배 정도로 증가하여 110-120mm/ka를 보이며, 대략 2,600-1,500 yrBP에 걸치는 시기에 형성되었다. Unit 7과 Unit 8 대개 1,500-850 yrBP에 퇴적되었으며, 퇴적율은 110mm/ka로 산정되었다. 따라서 Unit 5에서 상부로 갈수록 늪지내로 상당히 많은 유사량의 유입이 있었을 가능성이 있다.

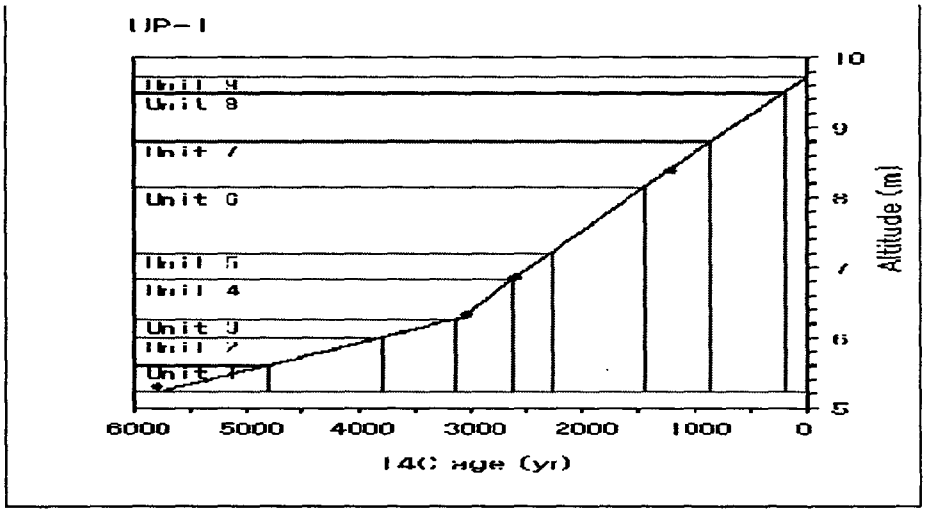

그림 1. 우포늪 Up-1 시추공에 의한 퇴적층 형성시기와 퇴적율 변화

5. 우포늪 성인 및 환경변화 논의

우포늪과 주변 소택지의 성인에 관한 연구는 大矢雅· (1971), 권혁재 (1976), 조화룡 외 (1981), 신윤호 (1983) 등의 제반연구가 있다. 大矢雅· (1971)은 당시 상류지역의 벌채로 토양유실이 증가하였으며, 이로 인한 하상고의 상승으로 범람이 증가와 범람원 발달에 따라 형성된 소택지로 그 면적은 점차 넓어져 간다고 주장하였다. 권혁재 (1976)는 우포늪이 후빙기 해면상승에 따라 빙기의 침식곡이 매몰되는 과정에서 형성되었다고 보았으며, 현재 산림벌채로 인한 퇴적물 유입증가로 인해 소택지는 점차 메워져 가나, 토사량 증가로 인한 하상고의 뚜렷한 상승은 없다고 주장하였다. 조화룡 외 (1981)는 삼랑진 동쪽 율동 소택지 퇴적물을 분석하였으며, 율동 소택지 기원은 권혁재 (1976)가 주장한 바와 같이 후빙기 해면상승까지 거슬러 올라가야 한다고 보았다. 현재 우포늪은 점자 메워져 가는 상태에 있으나 홍수기에 침수면적 증가로 인해 부유성 퇴적물 공급이 더 심해지고 있는 것으로 보았다. 신윤호 (1983)는 우포늪은 빙기에 형성된 토평천 개석곡이 후빙기 전기에 침수되고 후빙기 후기에 해수면 안정과 더불어 매적되기 시작했으며, 이 매적작용으로 인해 현재 우포늪 하류부는 낙동강 범람퇴적층으로 덮혔으며, 우포늪 일대는 매적과정에서 마지막까지 남아 있는 잔재로 해석하였다.

금번의 UP-1 시추공 연구를 통하여 우포늪 형성과정에 대하여 고찰한 결과, UP-1 시추공 하부 고토양층의 연대는 약 6,000 yrBP에 해당하며, 이 퇴적물의 입자는 주로 실트와 점토로 구성되어 있음을 볼 때, 퇴적당시 유속이 비교적 빠르지 않았던 것으로 판단된다.

낙동강 하류유역은 후빙기 기후최적기 당시에 해수면 상승으로 인해 낙동강 본류 수위는 상승했으며, 토평천 합류부에서는 토평천 침식기준면을 상승시킴으로써 합류부 지점에서 배수불량이 초래되어 토평천 범람과 유로의 사행화가 일어났을 것으로 사료된다. 이후 낙동강이 고수위시에 낙동강의 역류로 인한 퇴적물 공급이 이루어졌으며, 이러한 증거로 신윤호 (1983)는 우포늪 하류부 토평천에서 퇴적물 입도분석 자료를 제시하였다.

그리고 후빙기의 기후최적기를 지나면서 약 4,500~2,500 yrBP에는 현재 우포늪 일대에 이미 습지가 형성되기 시작했던 것으로 사료된다. 또한 현재 우포늪을 경계로 하여 토평천 상, 하류부에 대하여 종단면을 살펴보면, 우포늪은 하류부 토평천에 비해 상대적으로 낮은 고도에 위치해 있음을 알 수 있다. 이것은 우포늪 하류부에서는 낙동강 본류 범람의 영향으로 인해 토평천 유입부에 퇴적작용이 활발하여 토평천의 배수 불량이 초래되었고, 상류부인 현재의 우포늪 일대와 그 주변을 침수시킴으로써 우포늪이 형성되었다. 또한, 현재 우포늪 하류부 토평천은 감입사행 하천 형태를 보이고 있다. 이것은 낙동강 하류가 해수면 안정과 더불어 낙동강 본류 수위가 안정되고, 상대적으로 침식기준면 하강에 연동되어 기존의 낙동강 본류 영향으로 높아졌던 우포 하류부 일대에서는 일정한 하방침식이 가속화됨으로써 초래된 것으로 해석된다.

한편, 남한에서는 약 2,000년전부터 *Pinus* (이엽송; *Diploxilon*)을 우점으로 하는 침엽수림 분포지역이 급격히 확대하게 되는 것으로 보고 있다. (송영주, 2002; 최기룡, 1992, 2001). 이것은 이 당시 옛사람의 삼림파괴 등에 의한 소나무림 증가로 대개 설명한다 (中

村, 1967; 塚田, 1974; 安田·塚田·金·李·任, 1980; 安田, 1982). 그러나 국지적으로 볼 때, 오히려 약 2,000 yrBP을 전후하여 온난·건조한 대륙성 기후 확대로 인하여 척박한 지표환경으로 변화되어 나대지 노출과 함께 척박한 토양조건 및 건조 기후로 인한 소나무림이 분포지역 확대 가능성도 있을 것으로 판단된다. 그러나 우포 늪지에서의 시추코아 자료를 보면, 지표면으로부터 약 70cm 하부인 약 9.1m에서부터 소나무속의 산출이 현저해 지는데, 이 시작 시점은 적어도 우포늪지 일대에서는 약 750yrB.P(AD 1,200) 이후로 추정된다.

6. 결 론

창녕 우포늪은 낙동강 본류 범람의 영향으로 인해 토평천에 퇴적작용이 증가되고, 토평천 배수불량이 초래된 후, 토평천 상류부인 현재 우포늪 일대와 그 주변을 침수시키게 됨에 따라 형성되기 시작하였다. 창녕 우포늪의 UP-1 시추공 코아시료로 부터 늪지 퇴적층의 형성환경과 형성시기를 종합 해석하면 다음과 같다.

1) Unit 1의 하부 지층은 고토양층으로서 약 5,790±80 yrBP에 형성되었고 화분산출이 극히 빈약하다.

2) Unit 1의 중,상부에서 Unit 5는 약 4,500년전 2,500년전에 하천작용이 우세하였으며, Unit 5 퇴적 당시에 퇴적율이 급상승하였으며, 이는 고기 토평천 범람과 관련 있을 것으로 본다. 따라서 Unit 5는 늪지형성 초기 단계에 형성되었을 것으로 추정된다.

3) Unit 6은 약 2,300-1,500 yrBP에 퇴적된 지층으로서 약간의 *Cyperaceae*, 와 *Artemisia*가 출현할 뿐 다른 화분산출은 극히 빈약하며, 이 시기에 비교적 안정된 습지환경으로 성장하였을 것으로 해석된다.

4) Unit 7과 Unit 8은 1,500-850 yrBP에 형성되었으며, Unit 7 상부에 생물교란작용 흔적이 있고, 늪지로 유입량이 증가 되었을 가능성 있다.

5) Unit 8의 중간부인 약 9.1m 위로부터 목본류로 *Pinus, Quercus, Alnus*가 나타나며, 초본류로 *Gramineae, Cyperaceae, Artemisia* 산출되며 이러한 경향은 Unit 9까지 지속되든지 더 현저해 졌다.

참고문헌

권혁재 (1976) 낙동강하류지방의 배후습지성 호소, 지리학, 14호, p. 1-8.

송영주 (2002) 한반도 남부 저지대의 식생변천에 관한 화분학적 연구. 울산대학교 이학박사 학위논문 (unpublished)

신윤호 (1983) 토평천 연안 충적평야의 지형발달, 경북대학교 석사논문 (unpublished).

조화룡, 박춘락, 이미신 (1981) 삼랑진 주변평야의 지형발달, 지리학, 제 23호, p. 1-14.

최기룡 (1992) 일산지역의 꽃가루 분석. 일산새도시개발지역 학술조사보고 I, p. 146-154.

최기룡 (2001) 무제치늪의 화분분석연구. 한국제4기학회지, v. 15, p. 13-20.

환경부 (2002) 창녕 우포늪 생태계 보전지역 보전. 관리대책 수립. p. 251.
환경청 (1987) 우포늪 · 주남저수지 생태계 조사. p. 212.
塚田松雄 (1974) 古生態學 II -應用論-. 共立出版株式會社. 東京. p. 227.
安田喜憲, 塚田松雄, 金遵敏, 李相泰, 任良宰 (1980) 韓國における 環境變遷史と 農耕の 起源 -韓國に おける 環境變遷史. 日本文部省海外學術調査報告書, p. 1-19.
安田喜憲 (1982) 福井縣三方湖の 泥土の 花粉分析的 研究 - 最終氷期以降の 日本海の 側を中心として. 第四紀研究. v. 21, p. 255-271.
中村純 (1967) 花粉分析. 古今書院. 東京. p. 232.