

우포늪 퇴적토에서 11만 6천톤 탄소 저장량 확인

- 탄소 저장량의 86%가 돌말류(식물플랑크톤)에 의해 저장된 것으로 추정

환경부 산하 국립낙동강생물자원관(관장 유호)은 ‘담수 내륙습지의 탄소 저장량 구명 연구’를 통해 우포늪* 퇴적토에서 약 11만 6천톤의 탄소가 저장됐다는 사실을 최근 확인했다고 밝혔다.

* 경상남도 창원군 일원에 소재한 국내 최대의 내륙습지로 1998년 3월 람사르 습지로 등록됐으며, ‘습지보전법’에 따라 보호를 받고 있음

그동안 내륙습지는 혐기성 미생물(메탄 생성균 등)을 통해 메탄, 이산화탄소와 같은 온실가스를 방출하는 탄소배출원으로 알려져 왔으나, 최근 들어 내륙습지의 물속에 살고 있는 식물플랑크톤이 광합성을 통해 이산화탄소를 흡수하고, 퇴적토에 탄소를 저장하는 역할을 한다는 것이 밝혀지고 있다.

이에 국립낙동강생물자원관은 탄소흡수원으로서 내륙습지의 역할을 구체적으로 확인하기 위해 2023년부터 국내 최대 담수 내륙습지인 우포늪의 퇴적토가 탄소를 얼마나 저장하고 있는지를 규명하기 위한 연구를 수행했다.

연구 결과, 우포늪(2.62km²)의 퇴적토(6m 깊이)에 약 11만 6천톤의 탄소가 저장되어 있음을 확인했다. 이 중 약 86%는 식물플랑크톤 중 돌말류(규조류)*에 의해 저장된 탄소로 나타났으며 우포늪은 매년 약 190톤의 탄소를 저장하고 있다.

* 돌말류(규조류): 식물플랑크톤의 일종으로 엽록체를 가지고 스스로 광합성을 하는 일차생산자로, 물에 떠서 살거나 물기가 있는 토양, 돌, 나무 껍질 등에 붙어서 살기도 함

이번 연구는 우포늪의 수중 퇴적토가 저장하고 있는 탄소량 확인을 통해 내륙습지의 탄소 흡수 및 저장 능력을 과학적으로 입증한 연구라는 점에서 특별한 의미를 갖는다.

국립낙동강생물자원관은 이번 연구 결과를 ‘한국물환경학회지(Journal of Korean Society on Water Environment)’ 12월호에 발표할 예정이다.

류시현 국립낙동강생물자원관 생물자원연구실장은 “이번 연구는 그동안 탄소배출원으로 여겨져 왔던 내륙습지가 탄소흡수원으로 기능할 가능성이 있다는 것을 입증했다”라며, “앞으로도 국내 내륙습지 퇴적토의 탄소저장량 및 담수생물의 기여도를 지속적으로 밝혀, 국가 탄소중립 정책에 기여할 수 있도록 앞장서겠다”라고 밝혔다.

- 붙임 1. 연구 결과 설명.
 2. 전문용어.
 3. 질의응답. 끝.

담당 부서	국립낙동강생물자원관 원생생물연구부	책임자	부장	이승영 (054-530-0850)
		담당자	선임연구원	이상득 (054-530-0853)

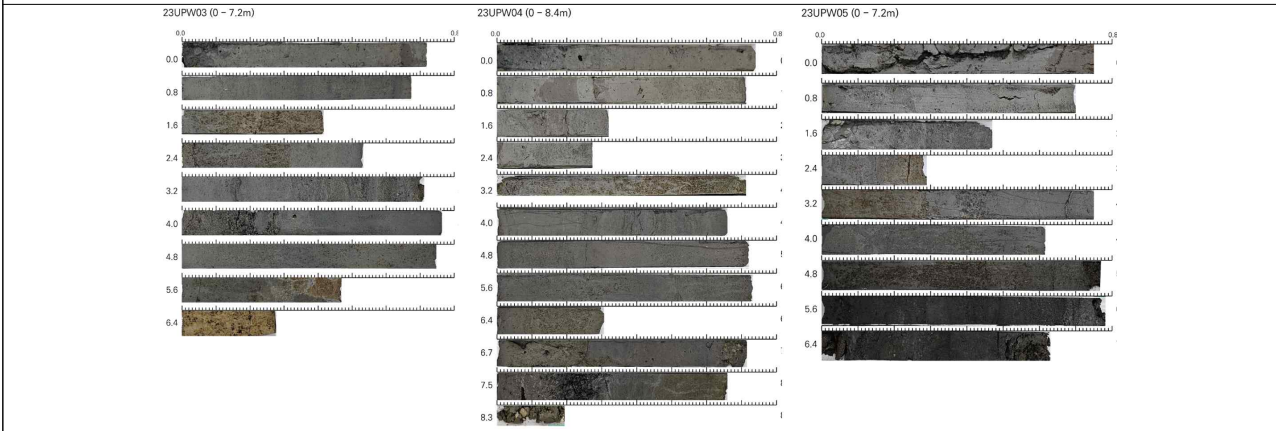


□ 퇴적토 채취 및 탄소 저장량 분석

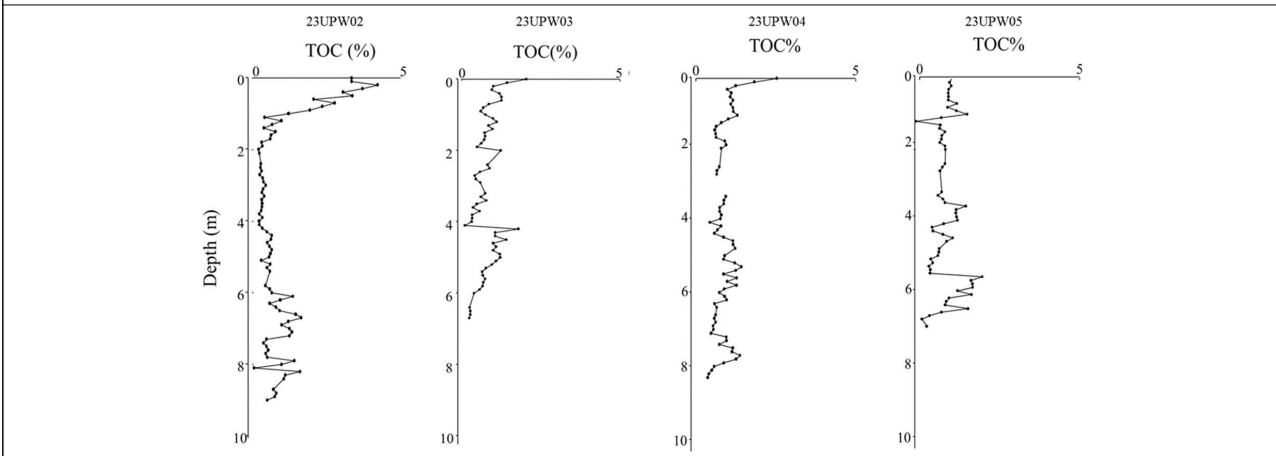
- 우포늪의 4개 지점에서 퇴적토(약 6m 이상)를 채취(사진 1, 2)하였으며, 각 지점 당 10cm 깊이의 간격으로 탄소 저장량을 분석(사진 3) 함



<사진 1. (좌) 우포늪에서 퇴적토를 채취한 4개 지점, (우) 퇴적토 채취 모습>



<사진 2. 우포늪 물 아래 퇴적토 시료의 대표적 모습>



<사진 3. 우포늪 물 아래 퇴적토 4지점의 탄소량 분석 결과 그래프>

□ 퇴적토 채취 및 탄소 저장량 분석

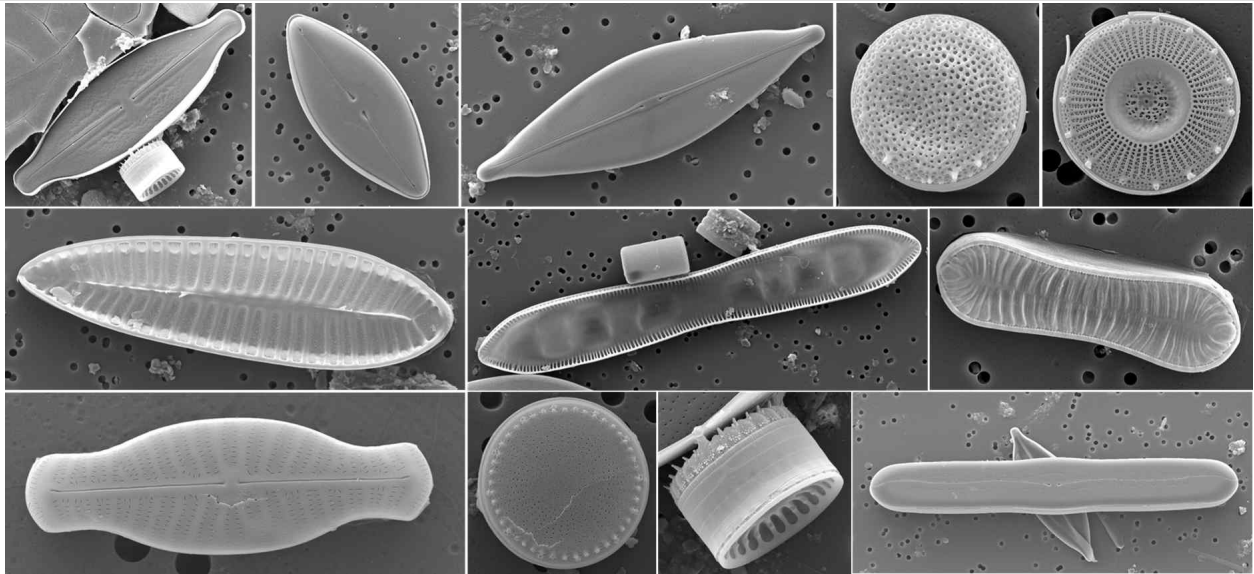
- 각 지점별 탄소량 분석 결과를 우포늪의 수(水)중 면적(2.62km²)에 대입하여 계산한 결과 우포늪의 퇴적토(평균 6m 깊이 기준)에는 약 11만 6천 톤(115,555톤)의 탄소가 저장되어 있는 것으로 산출됨
- 탄소량을 이산화탄소(CO₂eq)량으로 환산하기 위해 탄소-이산화탄소 전환계수(44/12)를 대입하여 계산한 결과 우포늪 퇴적토의 탄소 저장량은 이산화탄소(CO₂eq) 약 42만 4천 톤(423,703톤)에 해당하는 양으로 산출됨
- 납 및 세슘 방사성동위원소를 활용하여 우포늪 퇴적토의 퇴적율을 분석 한 결과 연간 5.6mm의 퇴적토가 쌓이고 있다는 것을 파악하였으며, 이를 통해 우포늪에 연간 저장되는 탄소량을 계산한 결과 우포늪에는 연간 약 190톤(189.97톤)의 탄소가 매년 저장되고 있음을 확인
- 이는 이산화탄소(CO₂eq) 약 697톤(696.55톤)에 해당하는 양으로 파악됨

□ 탄소 저장량에 대한 식물플랑크톤(돌말류)의 기여도 분석

- 우포늪 퇴적토에 대한 필수아미노산 탄소의 안정동위원소를 분석한 결과 퇴적토에 저장된 전체 탄소량 중 약 86%(86.3%)는 돌말류에 의해 저장된 것으로 파악됨
- 우포늪 퇴적토를 10cm 깊이의 간격으로 돌말류를 분석한 결과 다량의 돌말류가 출현함을 확인함(표 1, 사진 4)

❖ 23UPW02		❖ 23UPW03		❖ 23UPW04				❖ 23UPW05					
깊이 (m)	개체수 (1g 당)	깊이 (m)	개체수 (1g 당)	깊이 (m)	개체수 (1g 당)	깊이 (m)	개체수 (1g 당)	깊이 (m)	개체수 (1g 당)	깊이 (m)	개체수 (1g 당)	깊이 (m)	개체수 (1g 당)
0.0	26,005.970	0.0	2,170.385	3.6	682	0.0	3,329.333	3.7	44,370	0.0	319,579	3.6	1,304
0.1	21,511.111	0.1	573.443	3.7	667	0.1	1,687.304	3.8	115,340	0.1	153,488	3.7	20,787
0.2	16,013.115	0.2	188.571	3.8	513	0.2	857.320	4.0	382,800	0.2	264,000	3.8	1,510,843
0.3	13,750,000	0.3	156.610	3.9	10,476	0.3	93.333	4.1	221,947	0.3	338,761	3.9	117,857
0.4	9,456,716	0.4	332.973	4.1	465	0.4	448.302	4.2	322,979	0.4	333,084	4.0	28,905
0.5	6,092,308	0.5	252.522	4.2	18,679	0.5	510,968	4.3	789,744	0.5	287,525	5.6	12,000
0.6	9,428,571	0.6	255.484	4.3	70,213	0.6	347,368	4.4	595,082	0.6	146,667	5.8	12,000
0.7	9,317,647	0.7	185.047	4.4	11,478	0.7	272,609	4.5	476,975	0.7	44,000	5.9	145,055
0.75	5,221,978	0.8	70.534	4.5	29,663	0.8	181,651	4.6	1,278,750	0.8	209,109	6.0	659
0.9	18,061	0.9	92.308	4.6	14,505	0.9	281,942	4.8	1,125,474	0.9	182,553	6.1	632
1.0	9,667	1.0	97,778	4.7	10,820	1.0	28,085	4.9	623,736	1.0	121,224	6.2	429
1.1	496	1.1	215,217	4.8	465	1.1	167,797	5.0	394,483	1.1	2,922,857	6.3	550
		1.2	10,313			1.2	614,656	5.1	181,176	1.2	14,667		
		1.3	17,959			1.3	94,286	5.2	49,346	1.3	214,884		
		1.4	4,490			1.4	133,784	5.4	13,750	1.4	249,730		
		1.6	11,282			1.5	28,696	5.5	4,400	1.5	256,991		
		1.8	24,000			1.6	28,085	5.6	8,250	1.6	199,245		
		1.9	5,946			1.7	10,154	6.2	8,049	1.7	296,075		
		2.0	426			1.8	36,667	6.3	556	1.8	124,865		
		2.4	11,892			1.9	1,056,000	6.5	619	1.9	288,750		
		2.5	659			2.4	980,198	6.7	583	2.0	66,667		
		2.6	11,892			2.5	205,049	6.8	526	2.4	166,486		
		2.7	504			2.6	330,000	7.0	541	2.5	88,989		
		2.8	13,333			3.2	291,789	7.1	504	2.6	870		
		2.9	349			3.3	175,102	7.2	488	3.2	2,098		
		3.2	6,408			3.4	75,429	7.6	571	3.3	1,165		
		3.3	714			3.5	211,200	7.7	469	3.4	165,000		
		3.4	48,889			3.6	14,348			3.5			
		3.5	29,011										

<표 1. 우포늪 퇴적토에서 지점별, 깊이별 출현한 돌말류의 개체수 분석 결과>



<사진 4. 우포늪 물 아래 퇴적토에서 발견된 주요 돌말류의 전자현미경 사진>

□ 내륙습지

- 습지는 일 년 중 일정 기간 이상 물에 잠겨 있거나 젖어 있는 땅을 말하며, 내륙습지와 연안습지로 나뉜다. 이 중 내륙습지는 담수가 흐르는 곳에 만들어진 습지로, 비가 올 때 침수되어 형성되거나 강 유역의 흙이 범람하여 쌓여서 만들어지기도 한다. 우리나라의 대표적 내륙습지는 한국 최대의 자연 늪인 우포늪, 대암산 용늪 등이 있다.
- 환경부의 조사 결과 우리나라의 내륙습지는 총 2,704곳으로, 총 면적은 약 1,153.4km²(우리나라 면적의 약 1%)로 알려져 있다('22.8. 기준).

□ 돌말류

- 돌말류는 식물플랑크톤의 한 생물 분류군으로 규조류라고도 불리며, 엽록체를 가지고 스스로 광합성을 하는 중요한 일차생산자이다.
- 강, 호수, 바다 등 물에 떠다니며 살거나, 물기가 있는 토양, 돌, 나무의 껍질 등에 붙어서 살기도 한다.
- 크기는 주로 10~300 마이크로미터(μm)로, 현미경으로만 관찰이 가능하며, 바이오실리카(이산화규소, SiO₂)로 이루어진 단단한 세포벽을 가지고 있어, 죽어서도 물 아래(퇴적토)에 가라앉아 장기간(수십만년 이상) 동안 반영구적으로 탄소를 저장한다.

1. 내륙습지의 물 아래 토양에 저장된 탄소의 중요성은 무엇인가요?

- 탄소의 배출을 줄이기 위해서는 흡수한 탄소를 오랜 세월 동안 반영구적으로 저장하고 격리할 수 있어야 함
- 육상 토양의 경우 환경 변화에 의해 저장된 탄소가 다시 대기 중으로 배출될 가능성이 매우 높다고 알려져 있음
- 반면, 물이 채워진 습지 토양의 경우 물로 인해 토양에 저장된 탄소가 대기 중으로 배출되기가 어려우며, 지속적으로 퇴적이 되므로 더욱 장기간 동안 탄소가 저장되고 격리될 수 있고, 이는 대기 중 배출을 더 어렵게 만들어 줌

2. 탄소의 흡수·저장에 대한 미세조류(돌말류)의 역할은 무엇인가요?

- 미세조류는 일반적으로 식물플랑크톤이라고도 불리며, 물에 살면서 광합성을 통해 이산화탄소를 흡수하는 생물임(대표적으로 돌말류, 녹조류, 남조류, 와편모조류 등이 있음)
- 이들은 광합성을 통해 이산화탄소를 흡수하여 체내에 저장(유기탄소)하고, 퇴적토에 퇴적되면서 탄소를 장기간 저장 및 격리하는 역할을 함
 - ※ 퇴적토(토양)에 저장된 탄소는 흡수되어 분해 및 배출이 된 나머지만 ‘순(Net) 탄소 저장’으로 볼 수 있으며, 저장량과 배출량 간의 차이가 양수일 때 장기간 퇴적토에 저장되어 격리 됨
- 산림은 오래될수록 광합성 능력이 떨어져 탄소를 고정하는 능력이 저하되지만, 미세조류는 짧은 주기(약 3일)로 계속 세대교번(이분열)을 하므로, 광합성 능력을 지속해서 유지할 수 있음

- 해양에서는 갯벌 표면에 붙어사는 돌말류가 이산화탄소를 흡수하고, 저장하는 데 결정적인 역할을 한다는 것이 연구를 통해 이미 밝혀져 있음
- 돌말류는 담수 미세조류 중 70% 이상을 차지하며, 이들에 의해 제거되는 탄소의 추정량은 매년 전 세계에 방출되는 온실가스의 약 2.4%에 해당할 정도로 탁월한 탄소 제거 능력을 지닌 생물종이라고 알려져 있음
- 이들은 육상식물에 비해 탄소 고정 능력이 약 10배에서 최대 50배까지 높은 것으로 보고되어 있음