

한강하구 습지생태계 그 온전함과 유일함에



한 동 옥 ●●●

국립해양생물자원관 연구기반구축본부장
ecoguideuk@gmail.com

1. 한반도 유일의 온전한 기수역 한강하구

강과 바다의 접이치대, 하구(estuary)는 민물과 바닷물이 주기적으로 섞이는 이른바 기수역(Brackish water zone)이다. 바다 생물과 강 생물이 만나는 곳이니 생물다양성이 매우 높을 것 같으나 실상은 그렇지 않다. 바로 밀물과 썰물에 따라 주기적으로 뒤집히는 염도구배 때문이다. 염도가 높으면 강 생물에게, 낮으면 바다 생물에게 치명적인 문제가 되니 이곳의 혹독한 환경에 적응한 생물들만이

살아간다. 이러한 자연스런 연속성이 하구 건강성의 척도라는 것은 두말할 나위가 없다. 인공적인 수중보나 하구댐에 그 연속성이 끊어지면 하구 기수역 생태계는 사라지고 강과 바다만 있을 뿐이다. 이런 측면에서 애석하게도 우리나라 큰 강 하구 중에 건강하고 온전한 기수역을 가진 곳은 한강하구뿐이다. 대부분의 큰 강 하구는 하구둑으로 막혀있거나 수중보가 만들어져 있고 일부는 연안개발을 통해 자연성을 잃었다. 하구 개발의 광풍을 피해 한강하구가 온전하게 남아 있는 이유는 분단 이후 지금까지 계속되고 있는 남북한의 긴장관계이다. 특히 본격적으로 이곳에 민간인의 출입이 통제되었던 1970년대 중반 이후부터는 육상에 설정된 DMZ와 같은 엄격한 관리를 해왔기 때문에 하구습지의 원형이 남아 있는 곳이다. 이렇게 출입이 통제된 이후 약 30여년이 지난 2006년에 우리 정부는 이곳을 습지보호지역으로

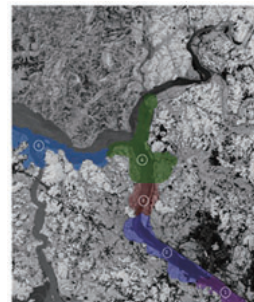


그림 1. 한강하구 보호지역(좌)과 기수역 분포(우). ① 담수구역 ② 기수상부구역 ③ 기수중부구역 ④ 기수하부구역 ⑤ 염습지
©한동옥

지정하였다.

강화바다에서 들어 오는 바닷물이 한강물과 섞이면서 자연스레 만들어지는 염도구배로 인해, 한강하구에는 구간별로 특이한 식생 유형을 보이는 하구습지 (estuarine wetland)가 나타나고 있다. 김포대교 밑 신곡수중보 아래쪽은 기수역이 시작되는데 이른바 ‘기수상부 서식지’를 만들어 강의 영향이 강한 갯벌에 버드나무가 우점하는 생태계를 만들었다. 또한 강물과 바닷물의 힘이 균형을 이루는 기수중부구역

에는 버드나무가 사라지고 갈대가 우점하는 새로운 습지가 나타난다. 좀더 바다쪽으로 내려가면 갈대가 염도내성이 강한 모새달로 바뀌는 기수하부 서식지로 변한다. 바다와 가까이 가면 주로 갯벌과 함께 염생식물이 주로 출현하고 있다. 그러므로 한강하구를 따라 가면 기수역 상부에서 하부까지 우리나라 하구의 자연스런 모습을 만날 수 있으며 그 곳에 깃들어 살아가는 생물종들을 다양하게 만날 수 있다.



그림 2. 기수상부의 장항습지(상), 기수 중부의 갈대밭, 모새달밭(좌하), 기수하부의 새섬매자기밭 (우하) ©한동욱

2. 장항습지

장항습지는 일산대교와 김포대교 사이에 발달한 목본이 우점하는 습지숲이다. 그 면적은 습초지 (2.7km²)와 갯벌을 포함해 약 3.4km²에 이른다. 버드나무(선버들 *Salix subfragilis*)가 강가를 타고 바다 쪽으로 생육지를 확장해 오다 바다의 영향으로

더 이상 내려오지 못하는 곳에 장항습지가 있다. 거꾸로 바다 쪽에서는 갯벌에서 살아가는 게(말뚝게 *Chiromantes dehaani*)가 바닷물과 함께 강을 거슬러 올라오다 강물에 막혀 더 이상 올라가지 못하고 동지를 튼 바다의 끝 자락이기도 하다.

선버들은 주로 강가에서 사는 버드나무로 나무 기둥 너비가 작고 줄기가 낭창낭창 휘어 강물과 바



그림 3. 장항습지의 말뚝게 (*Chiromantes dehaani*) ©한동욱

람에 잘 적응한 버드나무이다. 언뜻보면 강가의 버들숲같지만 그 숲의 안팎에는 부드러운 개흙이 쌓여 있고 수시로 물이 드나 들어 갯벌과 같다. 습지 숲의 바닥에는 육지에서 흘러 들어 온 풍부한 유기물과 바다에서 밀고 들어 오는 해양성 영양소들이 쌓이며 이를 이용해서 살아가는 생물들이 모여드는 것은 당연한 이치다. 하구는 이곳을 이용하는 생물들의 산란과 성장이 이루어 지는 곳이니 생산성(productivity)도 매우 높을 수밖에 없다. 장항습지내 선버들의 연간 1차 순생산성은 $4777\text{g}/\text{m}^2/\text{y}$ 로서 국내 20년 미만의 숲 중에서 최고의 생산성을 나타내었다. 또한 이 숲 아래 살아가는 말뚝게는 연간 $100.2\text{g}/\text{m}^2/\text{y}$ 의 2차 생산성을 보이고 있었다. 이는 열대아시아 지역의 맹그로브숲에 서식하는 게들의 생산성보다 높았다. 다만 맹그로브숲과 한강하구가 다른 점은 일반적으로 맹그로브숲을 포함한 하구는 생물다양성(biodiversity)이 낮은 것으로 알려져 있으나 장항습지를 포함한 한강하구는 강생물, 바다생물이 만나고, 육상생물, 수생물이 만나며, 이동하는

생물, 정주하는 생물이 함께 만나는 곳이다 보니 식물 390종, 조류 50종, 포유류 10종, 어류 50종 등이 기록되어 생물종이 많고 다양도도 높은 것으로 나타났다.

장항습지내 선버들과 말뚝게의 생산성은 왜 높은 것일까? 이 대목에서 서로간의 도움을 주는 공생관계를 의심해 보아야 했다. 이와 유사하게 나무와 게의 호혜적 상호관계를 볼 수 있는 맹그로브숲을 주목하게 된 것은 당연한 결과이다. 다만, 나무와 게의 상리공생은 열대지역의 맹그로브(mangrove) 숲에서 이미 잘 알려져 있지만 아직까지 우리나라와 같은 온대 몬순기후대에서는 알려져 있지 않았기에 이러한 추론이 자칫 소모적일 수도 있었다. 이러한 의문을 가지고 수년간 장항습지를 연구한 결과에 대해 결론부터 이야기하자면 우리나라에 맹그로브나무는 없지만, 장항습지는 맹그로브숲과 매우 유사하여 ‘한국형 맹그로브 생태계 (Korean mangrove ecosystem)’라고 할 수 있다.

3. 맹그로브 생태계

맹그로브숲은 열대나 아열대의 갯벌, 하구에 발

달하는 하구 습지숲(swamp forest)이다. 주로 북반구에는 오키나와에서 아메리카대륙의 플로리다까지 분포하고 있다.



그림 4. 맹그로브숲의 분포(좌상)와 맹그로브숲(우상). 맹그로브류(하)
지도©Cwww.nationalgeographic.co.kr 사진©한동욱

맹그로브숲을 구성하는 나무 종류는 전세계에 91종이 분포하며 인도-태평양지역에 40여종이 알려져 있다. 그중에서도 라조포라과(Rhizophoraceae), 콤브레타과(Combretaceae), 소네라티아과(Sonneratiaceae), 마편초과, 멸구슬나무과, 자금우과,꼭두서니과, 쥐꼬리망초과 등에 속하며 미국 6종, 아프리카 11종, 마다가스카르 9종, 인도 18종, 동남아 23종, 호주 10종, 태평양 제도 12종 정도가 알려져 있다. 맹그로브나무의 열매는 긴 통모양으로 성숙하며 모체에 붙어 있는 상태로 싹이 틈워진다. 일정하게 성장한 후 떨어지기 때문에 어미나무에서 새끼나무가 자라는 태생식물(胎生植物)이라 한다. 맹그로브나무의 뿌리는 버팀뿌리(지지근)와 호흡뿌리(기근)를 가지고 있다.

맹그로브숲에는 다양한 계들이 서식하고 있으며 맹그로브나무와 계들의 공생관계는 많은 과학자들에 의해서 밝혀졌다.

4. 나무와 계가 공생하는 한국형 맹그로브 생태계

장항습지의 선버들숲으로 들어 오는 밀물은 대조기에 최고 2m까지 차오른다. 썰물이 되면 굴속에 들어가 있던 말뚝계들이 나와서 먹이활동을 시작한다. 개흙과 적당히 버무려진 축축한 낙엽먹이를 먹기도하고 집게발이 튼튼한 큰 개체들은 신선한 선버들 나뭇잎과 갈대잎을 찢어 먹기도 한다. 큰 계들은



그림 5. 맹그로브나무의 열매 ©한동욱



그림 6. 다양한 맹그로브게들 사진©www.goggle.com

자기보다 약한 게들을 이리 저리 몰다가 심심찮게 동족포식을 하기도 한다. 때로는 큰 물고기들의 밥이 되기도 하지만 간혹 운이 좋으면 물고기 사체가

떠밀려와 잔치를 벌이기도 한다. 운이 나쁘면 너구리나 백로, 해오라기의 밥이 되기도 한다. 조금 어린 개체들은 펄 흙에 버무려져 있는 부식질을 주로

먹지만, 큰 개체들은 신선한 나뭇잎과 갈대, 낙엽 등을 주로 섭식한다. 이때 말뚝게가 연간 섭식하는 유기물량은 약 208 g C m^{-2} 으로 추정되었는데 이것은 선버들이 공급하는 유기물량의 60%에 해당한다. 이것은 맹그로브숲에서의 게들이 보이는 80%의 의존 정도가 약하지만 다른 서식지들에 비해서 매우 강한 의존성이었다. 게들은 선버들에게 어떠한 보상을 주는 것일까. 게들은 질척한 개흙에서 버드나무

가 숨을 쉴 수 있도록 숨구멍을 만들어 선버들 뿌리에 공기가 원활하게 순환되도록 한다. 게의 배설물이 버드나무에 비료로 공급되는 것이다. 흡사 숲속의 지렁이나 두더쥐와 같은 역할을 하는 생태적 엔지니어들이다. 이렇게 선버들의 먹이공급과 말뚝게의 통기(aeration) 및 시비(fertilization) 되갚음 관계는 맹그로브숲 생태계와 많이 닮아 있다.

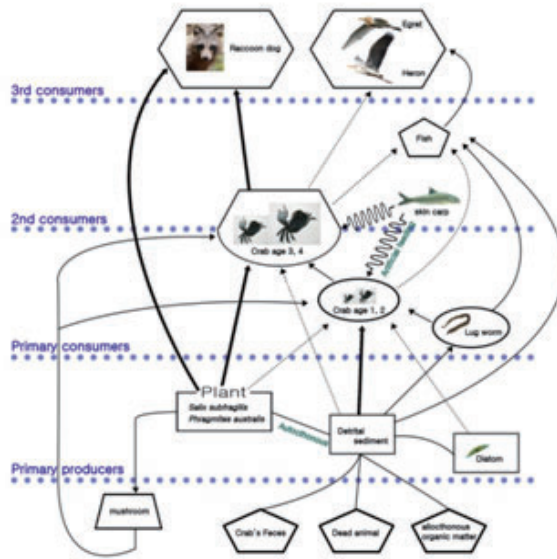


표 1. 장항습지의 먹이그물 (한동욱, 2013)

요컨대, 장항습지의 생태계 관리의 핵심은 말뚝게와 선버들의 공생관계를 유지, 확대할 수 있도록 관리하는 것이다. 즉 버드나무숲을 조석에 따라 침수와 건조가 반복되는 조수성 기수상부습지(upper brackish water zone)의 특성을 유지시키는 일이다. 이곳이 우리나라 대하천 하구가 하구둑에 의해 단절되어 사라진 마지막 남은 습지유형이기에 그 유일함을 이해해야 하는 것이다. 또한 향후 대하천 하구 복원시 기수상부 기능 복원의 모델이 될 것이다. 나아가 현재 논의되고 있는 신곡수중보가 장항습지의 독특한 생태적 연결고리에 미치는 영향에 대해서도 면밀하게 검토가 필요하다. 필자의 개인적

인 생각으로는 반드시 수중보는 철거되어야 한다. 이는 밤섬에 기수상부습지 생태계를 확대하기 위해서도 반드시 필요하며 더불어 장항습지 건강성유지를 위해서는 꼭 필요하다. 즉 조수성(tidal) 습지숲(forested wetland)의 핵심인 조차를 원래대로 회복시키기 위해서라도 현재의 수중보는 없어야 한다. 장항습지의 생태성(Ecological integrity)은 해양에 너지인 조수(tide)임을 명심해야 한다.

* 본 원고는 본인의 '한강하구 습지생태계에서 말뚝게 먹이그물 연구'(2013 서울대학교)를 바탕으로 재가공한 글임을 밝힙니다.