

환영받지 못한 생명, 동양하루살이의 귀환

배 경 석

한국생태연구소 소장

1. 동양하루살이의 귀환 소동

늦은 봄에서 초여름인 5, 6월에 하천을 따라 여행하다가 강가의 식당에서 저녁 먹을 무렵이면 헤아리기 힘들 정도로 수많은 동양하루살이가 몰려들어 집단 군무를 하는 것을 종종 볼 수 있다. 도대체 저 많은 날벌레들이 어디에서 왔을까 하며 신기하게 바라본 기억들이 있을 것이다. 2006년도 서울 강동구 암사동에서 동양하루살이가 처음으로 대발생하였다. 한강 본류에서 도시화가 진행된 이후 사라졌던 이들 무리들이 다시 나타난 것은 물속생태계가 회복된 것을 알리는 반가운 소식이었다. 그후, 2010년도 초반에는 서울의 변화가인 강남의 압구정 로데오 거리와 청담동 명품거리에 이들이 집단으로 날아와 화려한 쇼윈도우를 새까맣게 뒤덮어 열어 놓을 수도 없게 되었고, 심하게 날아들 때는 유리창이 거의 보이지 않을 정도로 다닥다닥 붙어 버렸다. 지나가는 시민들의 몸에 달라붙어 난감하게 만들기도 한다. 최근 몇 년 사이에는 남양주시의 한강공원 삼패지구에서 팔당대교 일대의 수변대를 중심으로의 5월 중순이면 어김없이 집단으로 날아들어 기승을 부리고 있다. 이들의 출현은 가히 공습의 수준으로 시민들이 난감해 하고 있어 사회문제를 야기하고 있다.

동양하루살이는 위생곤충이 아니다. 한 마리씩 자세히 들여다 보면 체형이 날씬하고, 긴꼬리가 있어 멋진 몸매를 자랑하는 수서곤충류의 하나다. 몸집에 비해 날개가 커서 텡거벨(피터팬에 나오는 요정 이름)로 불릴 정도로 귀여운 체형을 가진 날벌레 중의 하나이다. 성충이 되면서 입이 퇴화되어 먹이 활동을 하지 않지만 오로지 짝짓기를 위한 집단 군무가 사람들의 소란을 일으키는 것이다. 이들의 유충은 2급수 이상으로 수질이 맑은 수역에서 산다. 훼손되지 않는 모래층이나 모래섞인 자갈로 이루어진 하천 바닥에서 살아간다. 산업화와 도시화가 이루어지기 전인 1950년 이전에는 동양하루살이가 지금보다 훨씬 많았을 것이다. 서울의 강남이 개발되기 이전에는 한강변의 화려한 불빛도 없어

1) Unwelcome organism, Return of the Lowland Burrowing Mayfly, *Ephemera orientalis*(Ephemeroptera: Ephemeridae)

2) BAE, Kyungseok, Korea Eco-Research Center Inc., E-mail: orbbae@daum.net



〈그림 1〉 동양하루살이 성충(수컷)



〈그림 2〉 동양하루살이 성충(암컷)

이들은 달빛속에서 춤을 추며 짝짓기를 시도하였을 것이다. 그랬던 이들의 다시 돌아왔다는 것은 한강의 물속 생태계가 전체적으로 양호하게 변화하였다는 것을 나타낸다. 예전부터 수질이 맑았던 여주, 가평 등의 남한강과 북한강 상류의 수변대에서 자주 발생하였던 동양하루살이들이 한강 본류의 수질이 개선되고 하상이 깨끗해지면서 출현지역을 점점 넓혀가기 시작하였다. 2000년도 초반부터는 팔당댐에 인접한 남양주시를 시작으로 한강 본류인 서울시 성수대교 부근까지 범위를 넓혀서 집단 발생하는 일이 빈번하게 일어나곤 하였다. 한강 물속 생태계의 변화에 따른 동양하루살이의 도래는 수변대를 이용하는 도시화가 진행되어 불빛이 화려해질수록 집단 우화에 따른 민원이 발생하여 대책마련이 필요해졌다. 불빛이 수변대에 가까울수록 불빛에 유인된 동양하루살이의 공습을 피하기 어렵다. 이와 같은 현상은 한강을 남북으로 바라보고 있는 남양주시와 하남시에서의 동양하루살이의 출현 양상이 극명하게 다르게 나타나고 있다. 아파트와 상가가 한강변과 수십 m 정도로 근접한 남양주시에서는 건너편의 하남시에 비해 출현 밀도가 훨씬 높게 나타나고 있다. 해질 무렵에 수변대에서 한강을 바라보면 동양하루살이가 마치 공습하는 것처럼 불빛을 보고 달려든다. 남양주시와 같이 주택지나 상가가 강의 수변대와 가깝게 자리잡은 도시들에서는 곤충들과의 충돌로 적지 않은 곤역을 치루고 있다. 동양하루살이와 같이 한꺼번에 발생하는 종들이 도시의 불빛을 찾아 대량으로 출현하면 위생곤충이 아니지만 사람들은 혐오감을 가지게 된다. 따지고 보면, 곤충입장에서는 기가 막힐 일이다. 동양하루살이는 수억년 전부터의 천적들을 피해 야간의 은은한 달빛속에서 수컷이 집단으로 춤추면서 암컷과의 짝짓기를 성공시키고, 현재까지 성공적으로 적응하여 왔다. 하지만, 불과 몇 십년간의 도시화에 따른 강력한 불빛이 이들의 생존을 위협하는 큰 요인이 되어버렸다. 동양

하루살이 방제에 가장 적극적인 남양주시는 유인등, 끈끈이, 살충제 살포 외에도 유충 서식지의 교란, 성충 휴식처인 수변대 초지의 벌초 등으로 직, 간접적인 제어 대책을 시행하고 있다. 과연 이와 같은 방제 대책이 적합한 대책인지 뒤돌아 볼 필요가 있다. 수도권의 생명줄인 한강의 본류가 생명력을 찾아가면서 건강한 수역을 상징하는 동양하루살이 출현의 의미는 매우 크다. 생태계 구성원들의 일원으로서 생태계 영역이 중복될 때에는 중간 생태적 틈새의 공유와 분할에 대해 대응할 수 있는 전략은 무엇인지를 고민하여야 한다. 끝없는 인간의 활동영역 증가로 인해 생태적 틈새 분할(niche partitioning)이 무너져 공존해 왔던 생물종들의 위협에 대한 현명한 대안이 무엇인지를 살펴볼 필요성이 크다.

II. 골파는 하루살이의 분포

동양하루살이는 절지동물문, 곤충강, 하루살이목, 하루살이과에 속하는 곤충이다. 이 중에서 동양하루살이과(Family)의 골파는 하루살이류(Burrowing mayfly)는 7개속(Genera)에 96종이 전 지구적으로 광범위하게 분포하고 있다(국립생물자원관, 2010). 동양하루살이과에서는 하루살이속(*Ephemera*)이 68종으로 70% 이상을 차지하고 있으며, 북반구의 온대와 한대에 이르는 거의 전 지역, 중국에서 한국과 일본에 이르는 동양, 위도가 낮은 열대 아프리카까지 폭넓게 분포하고 있다. 이들 유충이 발견되는 하천 바닥은 Pebble 크기의 작은 돌이 섞인 모래층이 있는 하천에서 흔히 볼 수 있으며, 큰 강이나 호수의 가는 모래입자에서도 많이 볼 수 있다. 우리나라의 하루살이과에는 가는무늬하루살이(*E. separigata*), 무늬하루살이(*E. strigata*), 동양하루살이(*E. orientalis*) 또는 사할린하루살이(*E. sachalinensis*)가 순서대로 하천의 상류에서 하류까지 이들 4종이 차례로 분포하며, 고도에 따른 뚜렷한 서식처 적응 양상을 보여준다. 가는무늬하루살이는 해발고도 500~1,000m에 이르는 상류에서, 무늬하루살이는 해발고도 100~500m의 중류에 살고 있다. 이 중에서, 동양하루살이와 사할린하루살이는 하천 하류의 저위도(0~100m) 유역에 분포하고 있다. 이와 같이 분포패턴을 달리하도록 진화한 것은 해당 개체군이 환경조건이 되었을 때 우회를 한꺼번에 진행하여 그 기간을 최소화하는 생물학적 기후적응(phenological adaptation)과 관련이 있다. 동양하루살이는 온대 동아시아에 속하는 중국 동북부, 몽골, 러시아 극동부, 한국, 일본에 분포하고 있다.

III. 하늘을 지배한 진화와 짝짓기

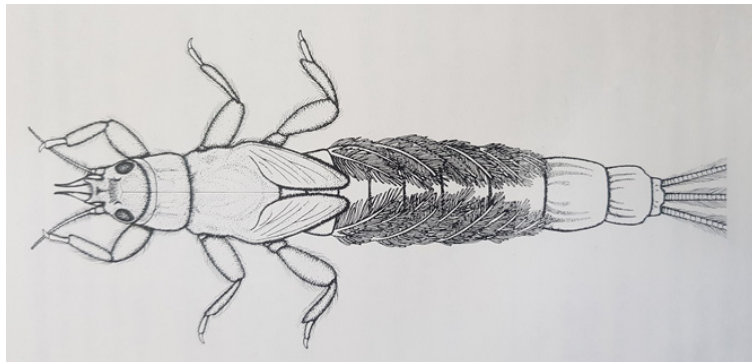
하루살이는 가장 오래된 날개 구조를 가지고 있는 현생곤충이다. 우리가 보고 있는 하루살이는 약 3억 3천 년 전 석탄기에 비행술을 최초로 개발한 유존종(relict)으로 살아 있는 원시생물인 것이다. 동양하루살이도 다른 하루살이류처럼 2쌍의 날개를 가지고 있으며, 한쌍의 앞날개는 가운데 가슴에, 나머지 한쌍의 뒷날개는 뒷가슴에 붙어 있다. 앞날개는 뒷날개에 비해 훨씬 크며, 비행시 대부분의 양력을 일으킨다. 대부분의 현생곤충과는 달리 4개의 날개는 위, 아래로 움직일 수 있지만, 비틀거나 구부리지 못한다. 태고적 달빛속에서 3~15m 정도의 높이로 집단 군무를 하기에 최적화된 날개를 현재까지 유지하고 있다. 하루살이가 집단으로 날아오르는 것은 주로 번식을 위한 것이다. 수컷 하루살이들이 떼를 지어 날아오르는 것은 짝짓기 도중에 포식자를 수적으로 압도하여 무력화 시키는 동시에 암컷의 시선을 끌어 짝짓기 가능성을 높이기 위함이다. 암컷 하루살이가 나타나면 먼저 발견한 수컷이 긴 다리로 암컷을 재빨리 낚아채어 정포를 전달한다. 정포를 받아든 암컷 동양하루살이는 수면 위에 내려앉아 동동 떠다니면서 1개체가 2,000~3,000개의 알을 물속으로 투하한 후 곧바로 죽는다. 알은 물속으로 내려가 하천 바닥의 자갈 등에 1시간 이내에 단단히 부착한다. 1주일 정도 지나서 알에서 깨어난 유충들은 대부분이 물속 모래밭에서 최소 1cm, 보통은 10~20cm 정도 깊이까지 파고 들어가 생활한다. 한강 본류에서는 팔당대교에서 잠실수중보에 이르는 수역의 물속 바닥은 모래층이 발달된 곳이 많이 있어 유충이 서식하기 좋은 조건을 가지고 있으며, 모래층이 두터운 곳에서는 20cm 이상의 깊은 모래속에서도 살아간다.

IV. 생태적 틈새 분할 - 유충

굴파는 하루살이(Burrowing mayfly)는 담수생태계에서 중요한 저서성 대형무척추동물의 하나이다. 이들은 개체수가 많아 먹이활동으로 인한 물질순환에 기여하고 있으며, 2차 생산성이 높아서 물고기와 같은 포식자의 먹이로 이용되는 중요한 생태계의 일원이다. 또한 서식범위가 한정되어 있으며, 환경변화에 민감한 종들이기 때문에 환경변화를 파악할 수 있는 지표종과 독극물 유입의 지표종으로도 활용될 수 있다(Edsall, 2001). 동양하루살이 유충은 큰턱돌기로 1cm 이내의 모래속에 살며, 10~20cm 깊이까지 모래를 파고 들어가 살고 있기 때문에 굴파는 하루살이라고 불린다. 모래, 자갈 섞인 모래층에 주로 분포하며, 한강과 같이 바닥의 모래층이 잘 발달된 곳에서는 알려진 것보

다 더 깊은 모래속에서도 흔히 발견된다. 이들 유충은 하천의 여울지역에서 정체수역까지 많은 개체가 분포하고 있으며, 유속이 분포를 제한하고 있지 않는 것으로 알려져 있다. 연못과 같이 정체된 곳에서는 하천보다 가는 모래층에서도 많이 살고 있어 모래의 종류에도 크게 영향을 받지 않는다. 주로 평지하천에서 관찰되며, 일반적으로 300m 이하의 저지대에 출현한다. Lee 등(2008)은 가평천 하류조사에서 동양하루살이 유충이 1m²당 평균 47.21 개체가 집단으로 살고 있다고 보고하였으며, 단위면적당 개체수가 매우 많음을 알 수 있다. 평균 건조 생중량은 1m² 당 8.43mg이며, 연간 유충의 생산력은 68.61로 왕성하게 번식하고 있었다. 사실 곤충의 유충은 성충이 되기까지의 주된 일이 성장을 위한 먹이활동이다. 흔히 일도 안하면서 밥만 축내는 인간을 식충(食蟲)이라는 하는 말은 바로 유충기의 곤충을 일컫는 말로 적합하다. 우화되기 직전의 유충 몸길이는 18~22mm 정도다. 유충 몸길이는 우화시기에 따라 천천히 성장하는 그룹(S-group)과 빨리 성장하는 그룹(F-group)으로 나뉜다. 유충이 성장하는 단계의 기간이 긴 그룹과 짧은 그룹은 성충의 길이에서 차이가 난다. 빨리 성장하는 그룹은 4개월 내에 알에서부터 성충으로 우화되는 1번의 생활사가 이루어지며, 천천히 성장하는 그룹은 1년에 걸쳐 생활사가 마무리된다. 5~6월에 우화하는 동양하루살이 그룹은 천천히 성장하는 그룹으로 8~10월에 우화하는 집단에 비해 체형이 상대적으로 더 크다. 이와 같이 성장속도에 따라 1년에 2번의 우화(univoltine)가 일어난다. 하루살이(*Ephemera*)속에 속하는 종들 중에서 동양하루살이는 1년에 2번 우화하지만, 다른 종들은 모두 1년에 1번 우화한다. 일본에서 서식하는 동양하루살이에 대해 Kuroda 등(1984)은 1년에 3세대 생활사를 한다고 보고하였으며, Watanabe(1992)는 봄과 가을에 두 번(bivoltine) 우화한다고 발표하였다.

육상에서 물속으로 생태적 틈새를 찾아간 종류로는 곤충이 있다. 동양하루살이도 먼저 태어난 전갈



〈그림 3〉 동양하루살이 유충 세밀화(한국의 곤충, 하루살이류, 2010, 고려대학교 배연재 교수 그림 인용), 파기에 적합한 큰턱이 있음

과 거미 등의 다지류들의 먹이 압박을 피해서 육상에서 기원하여 물속으로 들어가 유충기를 보내는 생존전략을 선택하였다. 3억 3천만년전 물속에서 부화한 하루살이 유충은 당시 물속을 주름잡던 무악어류, 양서류 등의 포식을 피해 모래속을 안전한 생태적 틈새로 이용하였다. 유충은 22mm 정도 까지 자라는 대형종이다. 몸통은 원통형으로 되어 있으며, 큰턱의 어금니는 잘 발달하여 앞쪽으로 길게 돌출되었으며, 위쪽으로 뻗어 있어 모래층을 파고 들어갈 수 있도록 진화하였다. 큰턱돌기로 모래를 파고, 앞다리, 가운데다리, 뒷다리로는 모래를 파면서 밀치고 들어가 난폭한 포식자로부터 벗어날 수 있었다. 하천 바닥의 표면에서 생활하는 하루살이류는 납작한 기관아가미(Tracheal gill)로 숨을 쉬지만, 동양하루살이는 모래속에서 생활하기 쉽게 깃털모양의 아가미가 1~7배마디에 붙어 있다. 이 중에서 제1배마디의 것은 퇴화하여 막대 모양이 되었다. 모래속에서 살아가기에 최적화된 체형을 갖춘 동양하루살이는 모래속의 유기물 잔사나 조류를 먹이로 이용하면서 모래층 위의 포식자로부터 노출 위험을 최소화할 수 있게 진화되었다.

V. 생태적 틈새 분할 - 성충

생태적 틈새 분할(niche partitioning)이란 공존하는 종들이 약간씩 다른 행동과 섭식활동을 통해 상호 경쟁을 회피하는 것을 뜻하며, 한 생태계에 다양한 생물 종들이 살 수 있는 요인 중 하나이다. 다른 동물이 차지하지 않은 서식지 영역, 먹이의 선택, 짝짓기 방식을 선점하여 후손을 퍼트리는 새로운 전략을 선택하는 것은 생존을 위해 매우 중요하다. 4억 3천만 년 전 실루리아기에 바다생물이 육지로 진출하기 시작하였다. 바다에 살던 전갈과 같은 다지류 등이 처음으로 육상에 진출하기 시작하였다(장순근, 2013). 점차 오존층이 형성되어 자외선을 막아주고, 화산 수증기가 공기속에 모아지면서 습도가 높아지고 온실효과가 생겨나 지구 온도가 올라가자 육상은 생물들이 살기에 좋은 여건이 되었다. 대본기 중기인 3억 8천만 년 전에 날개는 없지만 확실한 곤충이 출현하였다. 대부분의 생명체는 바다에서 기원하여 바다에 살거나 육상으로 진출하였지만, 몇몇 종들은 육상에서 물속으로 생태적 틈새를 찾아 이동하였다. 초기의 원시 곤충류에서 하루살이와 잠자리와 같은 곤충류가 육상에서 물속으로 생태적 틈새를 찾아서 삶의 터전을 옮겼다. 대부분의 수서곤충이 물속으로 진출한 곳은 하천과 호수와 같은 민물이었다. 노린재목의 소금쟁이 일부가 바다에 진출한 경우도 있지만, 대부분의 수서곤충류는 민물에 적응하였다. 석탄기(3억 5,900만 년 전~2억 9,900만 년 전)에 들어선 3억 3천만 년 전, 처음으로 날개 있는 곤충이 출현하였다. 곤충은 하늘을 날 수 있었던 최초의 동물로

생활무대를 공중까지 넓혔다. 석탄기의 습지에서 최초로 하늘을 날 수 있었던 곤충인 하루살이가 등장하였을 때 하늘은 완전한 미개척지였다. 1억 5천만년 후에 새가 나타나기까지는 공중은 하루살이와 잠자리들의 독무대가 되었다. 그러나 물속환경은 완전히 달랐다. 석탄기의 물속에는 수많은 무악어류와 양서류가 호시탐탐 노리고 있었다. 물속으로 들어간 동양하루살이 유충은 모래속으로 은신하였지만, 성충이 되어서는 암컷도 쉽게 찾고, 포식자의 위협에서도 벗어나기 위해 석탄기의 무주공산인 공중에서 집단에서 춤을 추며 암컷을 유혹하는 행동을 진화시켰을 것이다.

달빛속에서 집단으로 춤을 추는 동양하루살이의 생태적 틈새 전략을 살펴볼 필요가 있다. 생물 중에서 원시하루살이와 원시잠자리는 처음으로 하늘을 지배한 동물이다. 지금으로부터 3억 3천만 년 전인 석탄기의 하늘을 지배한 곤충은 새보다 무려 1억 5천만 년 전에 등장하여 하늘을 날기 시작했다. 하루살이들은 날개를 이용해 하늘로 날아오르고, 배우자도 찾을 수 있는 방안으로 집단 군무를 선택하여 안정적인 짝짓기를 진행하였다. 성충은 입까지 퇴화하여 먹이활동 시간까지 줄이면서 오로지 짝짓기만을 할 수 있도록 최적화하였다. 일시에 떼거리로 춤을 추면서 하는 짝짓기는 포식자들의 위협에서 벗어나면서 암컷을 부르는 효과적인 수단이 되었다. 군무에 유혹된 암컷이 다가오면 수컷은 재빨리 정포를 건네주고 정포를 받은 암컷은 수면에 내려 앉아 흘러가면서 물속으로 알을 투하한다. 이들이 낮은 습지나 수변대를 중심으로 춤을 추고 짝짓기를 하는 것은 수심이 얕아 물고기가 적은 지점을 전략적으로 선택한 것으로 보인다. 물속에서 직접 우화한 아성충은 물가에 가까운 수변대의 수초나 나뭇가지 등에서 낮에는 휴식을 취하면서 탈피하여 성충이 된 후 다음날 달빛 아래에서 집단으로 춤을 추면서 짝짓기를 한다. 성충의 집단 군무는 3억 3천만년 동안 짝짓기를 위한 훌륭한 혼인전략이 되었다. 은은한 달빛이 이들에게는 강력한 세레나데인 셈이다. 그러나, 불과 100년도 되지 않은 도시의 화려한 불빛에 의해 일그러진 생태적 전략이 되고 말았다. 오랫동안 환경에 적응하면서 진화해왔던 이들의 혼인 전략은 줄지에 큰 차질을 빚고 말았다. 동양하루살이에게나 인간에게 해결하기 어려운 숙제를 안겨주고 말았다. 수억 년 간 생태적 틈새를 어렵게 찾아서 진화해온 현존하는 원시생물이 불과 몇 십 년 전부터 생태적 거리두기가 무너졌다. 동양하루살이 입장에서는 생존과 연결된 생태적 틈새가 전례없이 위협받고 있는 셈이다. 호모 사피엔스는 불과 7만 년 전에 아프리카로부터 퍼져나와 전 지구에 흩어져 살고 있지만 무려 3억 3천만 년 전부터 물속과 수변대에 터를 잡고 살아온 터줏대감인 동양하루살이는 큰 위협을 받고 있다. 그런 관점에서 이들의 진화와 생존전략을 이해하고, 인간의 활동영역의 확장 등으로부터 마주치는 동양하루살이와의 생태적 조화를 이룰 수 있는 방안이 필요하다.



〈그림 4〉 물속에서 갓 우화한 동양하루살이 아성체
(암컷, 날개 탁하고 선명치 않음)



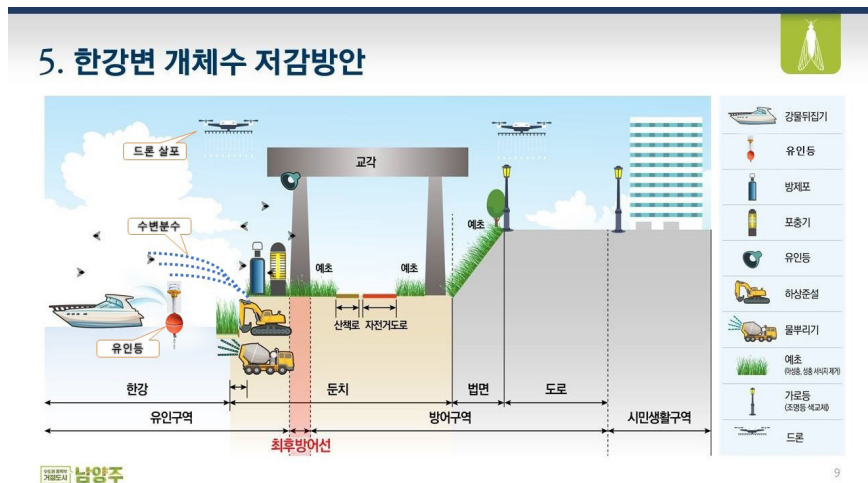
〈그림 5〉 탈피 중인 동양하루살이 아성체(수컷)

VI. 한강 본류 동양하루살이의 출몰과 대책 사례

최근 몇 년 전부터 대량으로 출몰하는 동양하루살이 민원이 끊이지 않았던 남양주시에서는 다양한 방법을 동원하여 이들의 출현을 제어하기 위해 노력하고 있다. 시의 추진 전략은 동양하루살이의 생태적 특성을 고려하여 알, 유충, 아성충, 성충의 특성을 고려한 방역을 추진하되, 아성충과 성충의 활동시기에 제어 역량을 집중하고 있다. 남양주시는 주변 도시지역들에 비해 도심지와 한강 수변대가 가깝다. 따라서, 공원, 상가, 아파트 등의 화려한 불빛에 몰려드는 동양하루살이 아성충, 성충과 시민의 활동무대가 겹치는 곳이 많아 어려움이 크다. 이런 점을 고려하여 시에서는 강(수변), 강변호안, 도심지, 삼패한강시민공원 및 산책로를 구분하여 선택적 제어 방법을 시도하고 있다. 수변대에서는 알, 유충의 서식처 뒤집기 및 준설 등의 교란에 집중하고 있다. 강변에서는 우화된 아성충과 성충의 활동제어, 포획, 제거 등에 주력하고 있다. 성충이 쉴 수 있는 초지 제거 및 나뭇가지 정비, 방제포 및 포충기 설치, 살충제 살포 등으로 이들을 제어하고, 곤충이 선호하는 강력한 주백색 LED 전구로는 도심지로 날아가는 성충을 유인하거나 제거하는 방안을 실시하고 있다. 도심지는 불필요한 불빛 차단, 성충 집중활동 시간대의 점등 조절, 파란색 및 흰색 간판 교체 등으로 동양하루살이가 몰려들 수 있는 요인을 줄이는 방안을 강구하고 있다. 삼패한강시민공원과 한강변 산책로 등에서는 강변 수변지역은 풀과 수목을 존치시켜 우화된 동양하루살이를 유인하여 사람과의 접촉을 줄이고, 도심지 산책로 및 경사면은 잔디를 잘라 이들이 접근하지 못하게 하고 있다. 남양주시의 동양하루살이 제어 방안의 주안점은 유충과 성충의 서식지 관리, 성충의 활동 범위 제어, 불빛을 이용한 성충 유인 및 제

거, 친환경 약제 살포 방제, 포충기 및 끈끈이 방제포를 이용한 물리적 제거, 도심 유인 불빛 차단 등과 같이 다양한 방법으로 제어에 노력하고 있다. 그러나, 현실적으로는 워낙 많은 동양하루살이 성충이 동시에 날아들어 집단을 이루기 때문에 개체수 조절에 어려움을 겪고 있는 것으로 보인다.

남양주시에서는 동양하루살이의 귀환을 한강 수생태계의 건강함을 나타내는 축제로 활용하려는 시도가 있었다. 그러나, 워낙 많은 개체가 몰려드는 특성으로 인해 생태계 회복의 깃대종으로 홍보하기보다는 제어할 필요성이 있는 곤충으로 다루어야만 하는 현실이 되었다. 생태계 회복에 대한 홍보 관점에서, 남양주시는 삼패시민공원 ~ 우창리버빌아파트 2.7km 구간의 한강 물 위에 수초섬 등을 띄워 동양하루살이 유인등을 설치하여 집단 군무를 유발하고, 물 조명 축제 등을 실시하여 한강의 수생태 건강성 회복을 알리고, 볼거리 축제 등을 여는 방안은 검토한 바 있다. 그러나 동양하루살이의 집단 발생에 대한 생태적 가치를 공유하기에는 이들에 의한 위해를 호소하는 시민들의 민원이 너무 많아 검토 단계에 그치고 말았다. 대신에, 효과적인 생태모니터링을 통하여 이들의 서식지와 분포를 조사하고, 개체수 발생 모니터링 예측 모델을 구축하여 이들의 발생시기를 파악하여 효과적인 관리에 중점을 두기 위하여 세부적 특성을 조사하고, 연구하고 있다. 수억년 전부터 살아왔던 동양하루살이가 도시화가 진행된 60년대 이후 잠시 사라졌다가 2000년대에 들어서면서 생명력을 찾은 한강 본류의 중류까지 출현하고 있다. 이들은 옛고향을 찾아 돌아왔지만, 불야성 도시로 변한 불빛 아래서 위생 곤충 수준의 취급을 받아야만 하는 서글픈 운명이 되었다.



〈그림 6〉 남양주시의 동양하루살이 저감 추진 영역과 제어 방법들(남양주시 내부자료, 2020)



〈그림 7〉 동양하루살이 성충 포획 - 끈끈이 배너



〈그림 8〉 한강수변과 연결된 남양주시 야경

Ⅶ. 생태적 거리두기

우리는 흔히 사람은 생태계의 일원이라는 사실을 잃어버리고 산다. 머릿속에서는 생태계의 개념을 이해하지만 자신이 생태계와 따로 존재한다고 생각한다. 지구생태계 내에서 인간이 절대적인 우위를 점하면서부터 우리는 생태계내의 구성원과는 생태적 지위가 월등하게 차이가 있다고 생각하면서 살아가고 있다. 그러나 인간은 생태계 내에서 살아가기 때문에 끊임없이 중간 문제를 일으키고 있다. 요즘 전세계적으로 코로나19 바이러스가 창궐하고 있다. 바이러스가 창궐할 때마다 백신을 만드는 데 드는 시간과 비용을 투자하는 것보다는 “생태적 거리두기” 즉, 야생동물의 서식처를 개발하지 않고 자연을 보전하는 것이 그 속에서 살아가는 인간과 동물을 포함한 생태계 구성원들에게 모두가 유리하다고 생각한다.

팔당댐 하류에 자리잡은 한강 본류의 중상류 도시들, 특히 남양주시에서는 동양하루살이와의 생활공간을 두고 생태학적 거리두기가 필요한 틈새 다툼이 일어나고 있다. 사람에게는 혐오스러움으로 인한 불편함 정도이지만, 동양하루살이에게는 생존과 연결된 일방적인 다툼이 되어 버렸다. 동양하루살이 입장에서는 인간보다 훨씬 먼저 터를 잡아 물속과 수변대를 중심으로 번성하여 왔다. 3억 3천년이 넘는 세월동안 이들의 생존을 위협하는 생물중 최고의 기피 생물은 현생 인류가 되어 버렸다. 하루살이 유충은 모래속에 숨어서 조류(Algae)와 유기물 찌꺼기를 먹으며 자라다가 일년에 1~2번씩 물에서 나와 탈바꿈을 하고, 날개쌍(Wing bud)에서 날개를 꺼내 성충이 된다. 동양하루살이는 물속의 유충이 아성충이 된 후 날개를 펴고 공중으로 직접 날아오른 후 24시간 내에 최종 탈피를 하고 성충이 된다. 석탄기의 습지의 모래층에서 살던 유충들이 우화를 하기 위해 모래속에서 수중으로 나오면 포식자인 무악어류와 양서류가 호시탐탐 이들을 노리고 있었다. 물밖으로 천천히 기어나

와 수초대 등에 매달려 우화하는 잠자리와 달리 동양하루살이는 물속에서 비행이 가능한 아성충이 된 후 잠수함에서 쏘는 미사일처럼 물밖으로 튀어나와 공중으로 날아가기 때문에 포식에 노출되는 시간을 단축할 수 있었다. 또한, 동양하루살이 성충은 포식자의 압력을 벗어나기 위한 효율적인 짝짓기 전략이 필요했다. 동양하루살이가 택한 전략은 3억 3천 년 전 무주 공산이었던 공중을 짝짓기 장소인 생태적 틈새로 이용하는 것이었다. 공중에 새들이 등장하기 전까지 1억 5천만 년 이상이 이들의 안전한 짝짓기 장소가 되었다. 또, 다른 전략은 최단 시간의 집단 행동이었다. 유충이 동시에 집단으로 우화하여 성충이 된 후 최단시간에 짝짓기를 하고, 후손을 퍼트리는 전략을 구사하였다. 대부분의 하루살이처럼 동양하루살이도 2~5일내에 짝짓기가 이루어진다. 시간 단축과 동시 집단화를 통해 포식자를 회피하는 방법을 택한 것이다. 저녁 무렵 물가에 앉아 있으며, 동양하루살이 아성충이 물속에서 공중으로 쭉 올라와 곧 바로 날개짓을 하며 날아오르는 모습을 보면 신비로운 느낌마저 든다. 종령 유충이 모래에서 나와 물속의 포식자에 노출되는 시간을 최대한 단축하는 전략을 구사하기 위해 동양하루살이를 포함한 하루살이목 곤충은 모래와 물속에서 아성충이 되어 직접 공중으로 날아오르는 전략을 택하였다. 동양하루살이 성충은 구기를 퇴화시켜 성충시기에는 먹이 활동을 하지 않고 짝짓기에만 몰두한다. 성충은 포식자가 상대적으로 적은 밤에 달빛속에서 집단으로 짝짓기를 하였다. 집단으로 출현하는 것은 포식자를 수적으로 압도하는 전략이 되기도 하였다. 석탄기의 습지에서 처음 날개를 펼쳤을 때 하늘은 동양하루살이의 독무대나 마찬가지로였을 것이다. 적재적소의 생태적 틈새 전략의 성공이었다.

그러나 3억 3천년의 긴 세월이 지나고 인간이 건설한 현대 도시의 불야성이 하천과 호수의 수변대에 들어서면서 동양하루살이는 졸지에 천대를 받는 신세가 되고 말았다. 긴 세월동안 수변대에서 아름다운 요정 텡거벨로 달빛속에 춤을 추며 후손을 이어왔던 동양하루살이는 도시의 화려한 불빛속으로 달려들다 기피 곤충이 되고 말았다. 은은한 달빛속에서의 집단 짝짓기 전략은 강한 주백색의 LED 전구 불빛으로 일그러졌으며, LED 불빛에 현혹되어 부질없이 달려들다 날씬한 현대 여성들이 놀래서 피하는 혐오 곤충 신세가 되고 말았다. 생태적 틈새는 생태적 거리두기를 원칙으로 하고 있다. 작금에 직면한 동양하루살이와의 충돌을 통해서 생활 영역을 계속해서 넓혀만 가는 인간이 포용할 수 있는 생태적 거리두기의 필요성을 인식할 필요성이 매우 커졌다. 생명의 기원과 우리가 어디에서 왔는지를 알아버린 지구상의 단 하나의 종(Species), 인간(*Homo sapiens*)이 생태계의 구성원의 하나로서 생태적 거리두기의 필요성을 인식하고 공존할 수 있도록 노력하여야 할 것이다. 공존에 대해 동양하루살이가 노력할 수는 없지 않은가?

참고문헌

- 국립생물자원관. 2010. 한국의 곤충 - 하루살이류 유충, 대한민국 생물지, 6(1):149.
- 남양주시. 2020. 내부자료.
- 장순근. 2013. 화석은 살아 있다. 가람기획, p. 239.
- Edsall, T. A., 2001. Burrowing mayflies(*Hexagenia*) as indicators of ecosystem health. *Aquatic Ecosystem Health and Management*4: 283-292.
- Kuroda, T., Fujimoto, T. and Watanabe, N. C., 1984. Logitudinal distribution and life cycle of the three species of *Ephemera* in the Kazuradani River. Kagawa Prefecture. *Kagawa Seibutse* 12: 15-21.
- Lee, S., Hwang, J. M. and Bae, Y., 2008. Life hstory of lowland mayfly, *Ephemera orientalis*(Ephemeroptera: Ephemeridae), in a Korean stream. *Hydrobiologia*: 596: 279-288.
- Watanabe, N. C., 1992. The life cycle of *Ephemera orientalis* (Ephemeroptera: Ephemeridae) in Kazuradani River, Kagawa Prefecture. *Kagawa Seibutsu* 19: 105-109.