

현지 조사를 통한 저서성 대형무척추동물의 수리학적 특성에 관한 연구

A Study on Hydraulic Characteristics of Benthic Macroinvertebrates by Field Survey

정순혁*, 김진홍**

Soon Hyuk Jeong , Jin Hong Kim

요 지

본 연구에서는 대상 하천인 경기도 가평천에 대해 상류역, 중류역, 하류역으로 3개의 조사지점을 선정하여 각각의 수심, 유속, 하상재질 (모래, 자갈, 호박돌 등)의 구성비, DO를 측정하여 저서성 대형무척추동물의 서식처 환경을 조사하였다. 이를 통하여 대상 하천에 서식하는 저서성 대형무척추동물의 하천 유형별 서식 분포를 확인할 수 있었으며, 시기별(2007년 9월, 10월, 2008년 3월, 4월)로 하천의 수리학적 특성을 파악하였다. 저서성 대형무척추동물은 유속과 수심, 하상의 재료 등 하천의 수리학적 특성에 따라 다른 종류의 무리들이 서식하는 것으로 관찰되었다. 헤엄치는 무리는 주로 유속에 의하여 그 서식영역이 결정되었고, 굴파는 무리는 하상재료가 모래나 점토인 곳을 선호하고 하상바닥이나 약간 위쪽에서 서식영역이 결정되었다. 기는 무리는 하상재료가 주로 자갈이나 호박돌인 곳을 선호하고 유속이 0.05m/s ~ 0.15m/s에서 서식하였다. 붙는 무리는 하상재료가 조약돌이나 자갈인 곳을 선호하고 유속이 0.07m/s ~ 0.15m/s에서 서식하였다.

핵심용어: 저서성 대형무척추동물, 헤엄치는 무리, 굴파는 무리, 기는 무리, 붙는 무리

1. 서 론

저서성 대형무척추동물은 담수의 대형 생물종의 95%를 차지하는 높은 생물다양성을 나타내며, 또한 저차 소비자로서 영양단계의 중추적인 생물이다. 뿐만 아니라 이동이 적어 정량채집이 용이하며, 하천의 수중환경에 따라 특정종의 변화와 개체수의 분포 등 군집구조의 차이가 뚜렷하여 하천생태계의 수질과 환경변화를 모니터링 하는 지표생물로 널리 이용된다(원두희 등, 2005). 저서성 대형무척추동물 중에서 가장 많은 종류수를 차지하고 있는 수서곤충류는 같은 수계에서도 살고 있는 미소서식처가 서로 다른데, 이들 미소서식처는 주로 하상구조, 유속등과 같은 환경요인에 의하여 결정된다(배연재 등, 2003). 미소서식처에서 수서곤충이 서식하는 형태에 따라 기는 무리(sprawlers), 붙는 무리(clingers), 굴파는 무리(burrowers), 헤엄치는 무리(swimmers)로 분류할 수 있다(Allan, 1995).

현지조사는 비교적 자연 서식처가 잘 보존된 가평천을 대상으로 하였다. 가평천은 농업용수와 생활용수로 쓰일 뿐만 아니라 수도권 상수원이며, 또한 명지산이 위치한 북면의 가평천 계곡은 환경처가 고시한 경기도내 유일한 청정지역이기도 하다. 현재 가평천은 급등하는 행락인파와 지역개발로 매년 변화를 거듭하고 있으며 하천의 오염 가능성이 매우 높아지고 있는 실정이다(윤일병

* 정회원 중앙대학교 토목환경공학과 석사과정 • E-mail: huck79@hanmail.net

** 정회원 중앙대학교 토목공학과 교수 • E-mail: jinhkim@cau.ac.kr

등, 1990).

가평천내에서 서식하고 있는 저서성 대형무척추동물의 서식처 환경조사를 통하여 그동안 군집 조성파 생환사 위주의 조사연구가 아닌 이들의 서식영역에 대한 수리학적 특성을 규명하고자 함이다.

2. 현지조사

2.1 조사대상지역

현지조사는 한강수계의 가평천으로, 경기도 가평군 북면을 기점으로 유로연장 41.82Km, 유역면적 305.37Km²인 중규모의 하천이다. 조사는 가평천의 상류역, 중류역, 하류역으로 3개 지점을 선정하여 실시하였다. (그림 1 참고)

Site 1 : 조사지역 중 가장 상류에 위치하며 하폭은 20m이고 가림교를 제외한 인공구조물은 없다. 수량은 풍부하며, 굽은 사질과 자갈의 하상을 이루고 있다.

Site 2 : 명지산 군립공원에 위치하며 산간계류로 하폭은 7m이고 굽은 사질과 자갈 및 큰돌의 하상을 이루고 있다. 수량은 풍부하고 선바위교를 제외하고는 계류에 영향을 미치는 인공구조물은 없다.

Site 3 : 가평시내를 끼고 북한강으로 유입되는 가평교 아래지점으로 하상은 자갈, 사질로 이루어져 있다. 하폭은 30-40m이고 하상에 부식질과 부착조류가 상당히 많이 붙어 있다.

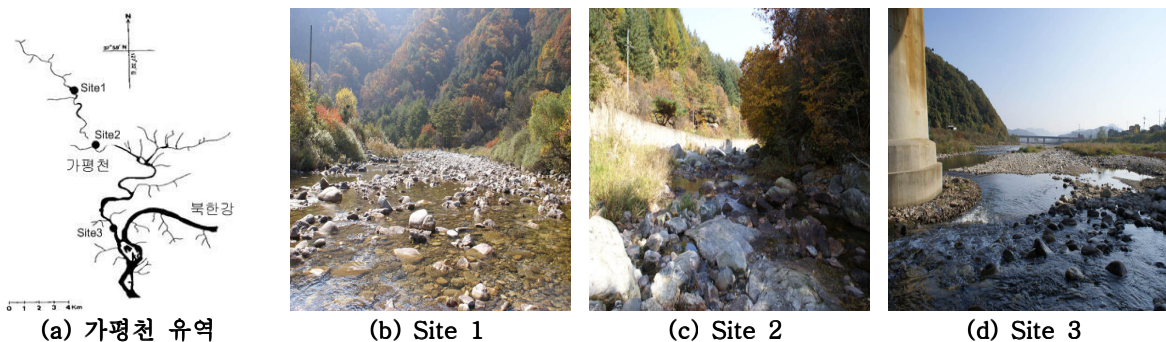


그림 1. 현지조사 대상지점

2.2 조사기간 및 조사방법

2.2.1 조사기간 및 조사방법

저서성 대형무척추동물의 서식처를 조사하기 위해서 2007년 9월부터 2008년 4월까지 총 4회에 걸쳐 실시하였다. 조사 시기는 1차 조사 - 2007년 9월 21일, 2차 조사 - 2007년 10월 27일, 3차 조사 - 2008년 3월 27일, 4차 조사 - 2008년 4월 12일이다. 기온의 급강하로 인하여 개체수가 감소하는 겨울철과 홍수로 인하여 서식처파괴가 일어나는 여름철은 제외하였다.

수리학적 조사로는 각 지점별 수온, DO, 수심, 유속, 하폭을 조사하였다. 수온과 DO는 YSI550DO로 현지에서 측정하였다. 유속측정은 0.001m/s ~ 4.5m/s까지 측정 가능한 초음파식 Flow Tracker 유속계를 이용하였다. 측정은 저서성 대형무척추동물의 서식이 활발한 지점을 Site별로 5~7곳을 선정하여 실시하였다.

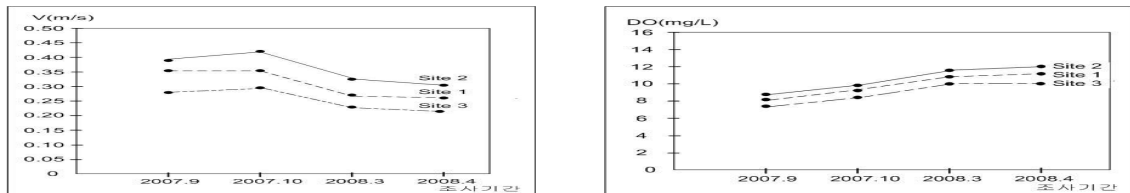
2.2.2 조사대상의 저서성 대형무척추동물

저서성 대형무척추동물의 분석은 서식형태에 따른 4가지 무리들 중에서 가평천에서 많이 발견되는 종을 선별하여 조사하였다. 각각의 무리들 중에서 대표적인 수서곤충으로는 붙는 무리는 두점하루살이(*Ecdyonurus kibunensis*), 헤엄치는 무리는 두갈래하루살이(*Paraleptophlebia cocorata*), 굴파는 무리는 깔따구류(*Chironomidae spp*), 기는 무리는 바수염날도래(*Psilotreta kisoensis iwata*)이다.

3. 조사결과

3.1 각 지점 및 조사기간별 수리학적 특성

각 지점 및 조사기간별 수리학적 특성은 유속 및 DO의 많은 차이를 보였다. (그림 2 참고) 계절적으로 가을에 비해 봄에 수심이 낮고 유속이 느리며 DO의 값이 높다. 또한, 저서성 대형무척추동물의 개체수도 종마다 다르지만 대체적으로 가을에 비해 봄에 더 많이 발견할 수 있었다. 이러한 결과는 이들의 생식주기에도 관련이 있지만 주로 봄에 유속이 더 낮을 뿐만 아니라 서식처에 충분한 산소가 공급되기 때문이다(Merigoux and Doledec, 2004).



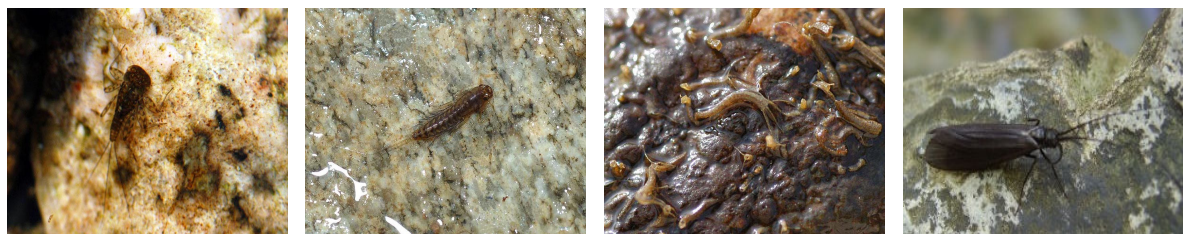
(a) 조사지점 및 조사기간별 유속

(b) 조사지점 및 조사기간 DO

그림 2. 각 지점 및 조사기간별 유속과 DO

3.2 저서성 대형무척추동물의 서식형태

4가지 무리별 대표적인 수서곤충의 서식형태는 그림 3과 같다. 붙는 무리는 주로 유속이 빠른 여울지역에서 서식하는 무리로 몸이 떠내려가지 않도록 하는 구조물을 만들거나 길고 구부러진 발톱, 납작한 체형, 흡반(suctorial disc)과 같은 형태적인 특징을 갖는다. 헤엄치는 무리는 유수생 태계에서 물고기처럼 헤엄칠 수 있는 무리로 짧은 시간동안 헤엄을 친 후 하상이나 수생식물에 붙는 습성을 보인다. 굴파는 무리는 모래 또는 실트의 하상에서 굴을 파고 몸을 숨길 수 있는 관을 만드는 무리를 의미한다. 기는 무리는 하상의 표면을 기어다니며 먹이를 섭취하거나 은신하는 무리를 일컫는다(원두희 등, 2005).



(a) 두점하루살이

(b) 두갈래하루살이

(c) 깔따구류

(d) 바수염날도래

그림 3. 무리별 서식형태

3.3 저서성 대형무척추동물의 각 무리별 서식영역

저서성 대형무척추동물은 여러 요인에 의해 서식영역에 영향을 받는다. 그 중에서 가장 큰 것

은 하천의 유속이다. 유속은 이들의 활동에 직접적인 영향을 줄 뿐 아니라 먹이가 되는 조류, 식물조각, 부식질 및 미네랄의 흐름에도 영향을 미치기 때문이다(Lancaster, 1993). 또한, 수심과 하상재료의 입경 및 DO에 따라서도 서식영역에 차이를 보였다.

3.3.1 유속과 수심에 따른 서식영역

붙는 무리는 유속이 0.07m/s ~ 0.15m/s 사이에서 수심은 0.2m ~ 0.5m사이에서 주로 관찰되었다. 헤엄치는 무리가 주로 서식하는 유속은 0.15m/s ~ 0.30m/s의 사이이며, 수심은 하상으로부터 20% ~ 60%의 지점에서 관찰되었고 비교적 다른 무리보다 유속과 수심에 자유로운 서식형태를 지니고 있는 것을 알 수 있다. 굴파는 무리는 하상바닥이나 그보다 약간 위에서 주로 서식하며, 이 부근에서의 유속은 0.05m/s 이하였다. 기는 무리는 유속이 상대적으로 낮은 물가 쪽과 수심이 깊은 곳에서 서식하며, 유속 0.05m/s ~ 0.15m/s 였다. 이는 저서성 대형무척추동물이 하상바닥에 서식하는 굴파는 무리를 제외하고는 주로 수심보다는 유속에 따라서 서식상태가 결정된다는 것을 알 수 있다.

저서성 대형무척추동물의 유속과 수심에 대한 서식상태는 그림 4와 같다.

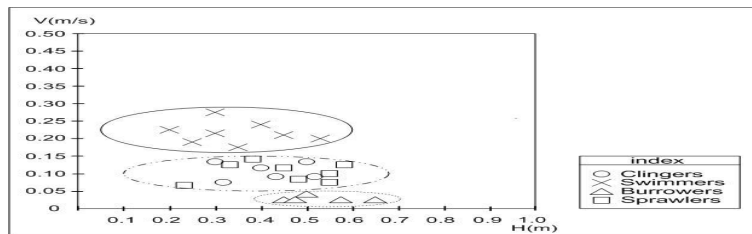


그림 4. 유속과 수심에 따른 서식영역

3.3.2 하폭과 유속에 따른 서식영역

저서성 대형무척추동물은 유속이 상대적으로 느리고, 저서형 대형무척추동물의 먹이가 되는 조류, 식물조각, 부식질 및 미네랄이 풍부한 물가 쪽에서 주로 서식하는 것으로 관찰되었다. 하폭과 유속에 따른 서식형태는 그림 5와 같다.

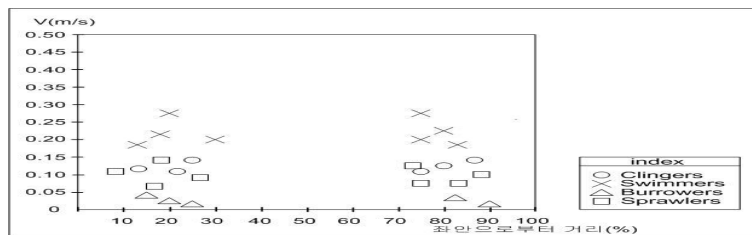


그림 5. 하폭과 유속에 따른 서식영역

3.3.3 하상재료의 입경과 유속에 따른 서식영역

하상재료의 입경에 따른 서식형태는 그림 6과 같다. 주로 하상재료의 입경이 클수록 하상재료의 측면의 유속은 커지고 배면은 유속이 급격히 작아진다. 따라서 저서성 대형무척추동물은 상대적으로 하상재료의 측면보다는 주로 배면이나 전면에 서식하게 된다. 무리별 서식상태를 보면 굴파는 무리는 주로 굴을 파고 서식하기 때문에, 하상재료가 모래나 점토인 곳에서 서식한다. 붙는 무리는 하상재료가 조약돌이나 자갈인 곳에서 주로 서식한다. 헤엄치는 무리는 다양한 지역에 분포함으로써 하상재료에 크게 영향을 받지 않는 것으로 판단된다. 기는 무리는 하상재료가 자갈이나 호박돌 이상인 곳에서 주로 서식한다(Reice, 1980). 이는 하상재료의 입경이 커서 활동영역이 커지게 되고, 하상재료의 배면이 유속이 작기 때문이다.

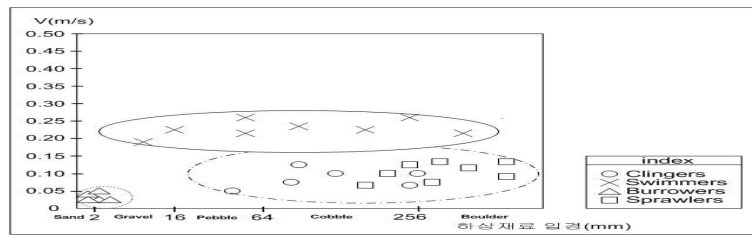


그림 6. 하상재료의 입경과 유속에 따른 서식영역

4. 결론

저서성 대형무척추동물은 유속과 수심, 하상의 재료 등 하천의 수리학적 특성에 따라 다른 종류의 무리들이 서식하는 것으로 관찰되었다. 헤엄치는 무리는 주로 유속에 의하여 그 서식영역이 결정되었고, 굴파는 무리는 하상재료가 모래나 점토인 곳을 선호하고 하상바닥이나 약간 위쪽에서 서식영역이 결정되었다. 기는 무리는 하상재료가 주로 자갈이나 호박돌인 곳을 선호하고 유속이 0.05m/s ~ 0.15m/s에서 서식하였다. 붙는 무리는 하상재료가 조약돌이나 자갈인 곳을 선호하고 유속이 0.07m/s ~ 0.15m/s에서 서식하였다. 각각의 무리들은 하상재료 및 하폭에 의해 서식영역이 달라지지만, 일반적으로 이들의 서식영역은 유속에 의해 달라진다는 것을 알 수 있다. 향후 연구과제에서는 실험하천을 조성하고, 이에 저서성 대형무척추동물의 서식가능 한계유속과 서식지의 파괴 후 회복에 대한 연구를 통하여 인공적으로 정비된 하천의 생태계 복원에 대한 연구가 진행되어야 할 것으로 판단된다.

감사의 글

본 연구는 과학기술부가 출연한 특정기초연구사업(R0120070002044202007)인 ‘집중호우에 따른 하천의 저서성 대형무척추동물 군집의 피해 및 회복 기작에 관한 연구’의 연구 성과입니다.

참고 문헌

1. 배연재, 원두희, 황득휘, 진영현, 황정미(2003). 경기도 가평천의 하순에 따른 수서곤충 군집조성과 섭식기능군. **Korean J. Limnol.** 제36호, pp. 21-28.
2. 윤일병, 노태호, 이선희(1990). 가평천 수계의 수서곤충 군집에 관한 연구. **한국곤충학회지.** 제20집 제1호, pp. 41-51.
3. 원두희, 권순직, 전영철.(2005). 한국의 수서곤충. 생태조사단.
4. Jill Lancaster, Alan G. Hildrew(1993). Flow Refugia and the Microdistribution of Lotic Macroinvertebrates, *Journal of the North American Benthological Society*, Vol.12, No.4, pp. 385-393.
5. S. Merigoux, S. Doledec(2004). Hydraulic requirements of stream communities: a case study on invertebrates, *Freshwater Biology*, Vol.49, pp. 600-613.
6. Seth R. Reice(1980). The role of substratum in benthic macroinvertebrate microdistribution and litter decomposition in a woodland stream. *Ecology*, Vol 61, No3, pp.580-590.
7. J. David Allan(1995). *Stream Ecology structure and function of running water*. Kluwer Academic Publishers.