Research Paper

A Study on the Environmentally Collection of Insects

Cheol Hyeon Jang[†] · Dae Young Yu

Department of Environment Engineering, Hanbat National University

(Received June 2, 2019; Revised July 23, 2019; Accepted July 24, 2019)

Abstract : Because of global warming, global temperature such as greenhouse effect is rising every year. Increasing temperature will have a pernicious impact on the reproductive rate, population and habitat of the insects. As the temperature rises, the abundance of algae and plankton creates an optimal environment for the insects to reproduce. Because of the larvae and carcass of midges, micro disk filter in filtration facilities are blocked. The SS treatment efficiency has been reduced by the blocked membrane, which leads to a blurred discharge water, causing difficulties in maintenance of the treatment process. It was treated with pesticides that contain chemicals to prevent mass reproduction, but they have a huge adverse effect on the ecosystem. To solve this problem, an insect collector using 365 nm, UV LED lamps was designed in an environmentally friendly way using the properties of multi-faceted. The effect on the water flow of the filtering facility was using the properties of multi-faceted. The effect on the water flow of the filtering facility was analyzed by capturing and removing insects according to temperature and humidity changes through the installation of insect collector at the T-P treatment facility. The over-replicated carcass were captured using eco-friendly devices without the use of chemicals. The midges captured by device reduced the membrane obstruction of the filtering facility, resulting in a 69% increase in SS removal efficiency, and were effective in improving the overall discharge water of the facilities.

Key Words : *Gloal warming, Midge, UV lamp, Insect collector, Collecting method*

[†] **Corresponding author** E-mail: jangch@hanbat.ac.kr Tel: 042-821-1258 Fax: 042-821-1476

연구논문

깔따구, 곤충의 친환경적인 포집방안에 관한 연구

장철현* · 유대영

국립한밭대학교 환경공학과

요약: 지구 온난화로 인해 매년 지구 기온이 상승함에 따라 곤충의 번식에 영향을 미치고 그에 따라 인구 및 서식지에 악영향을 미치게 된다. 기온이 올라갈수록 조류와 플랑크톤이 풍부하여 파리목 깔따구과의 곤충이 번식할 수 있는 최적의 환경을 조성하게 된다. 또한 유충과 곤충의 사체 때문에 수처리 시설의 여과 시설에 있는 마이크로 디스크 필터가 막히게 되고 차단된 멤브레인 의해 SS 처리율이 감소되어 배출수가 흐려 처리 과정을 유지하는 데 어려움을 겪고 있는 실정이다. 이러한 현상을 방지하기 위해 유해 화학 물질을 함유한 살충제로 대량 살상하였으나 수질에 막대한 악영향을 미치게 된다. 이 문제를 해결하기 위해 365 nm UV LED 램프를 사용하는 곤충 포집기는 곤충의 생태 특성을 이용하여 친환경적으로 설계되었다. T-P 처리 시설에서 곤충 포집기 설치를 통해 기온 및 습도 변화에 따라 파리목 깔따구과의 곤충을 포획 및 제거함으로써 분석되었으며, 태양광을 이용한 에너지를 사용하여 환경 친화적인 장치를 사용하여 포집되었다. 또한 곤충 포집기는 여과 시설의 막 폐색을 감소시켜 SS 제거 효율을 60% 증가시켰으며 시설의 전체 배출 수를 개선하는 데 효과적이었다.

주제어: 지구온난화, 깔따구, 자외선 램프, 해충 포집기, 포집 방법

1. 서론

산업 혁명 이후 인구 증가와 급격한 산업화에 따른 화석 연료의 사용이 늘어나면서 대기 중 온실가스 배출량이 증가하고 있다. 온실 효과로 인한 지구의 평균 기온이 증가하는 지구온난화현상이 나타나고 있다. 공중보건학자 폴 엡스타인은 기온의 상승과 깔따구류와 비슷한 모기의 활동에 대해 그의 저서에서 모기는 냉온물이기 때문에 날씨가 추우면 유충이 자랄 수 없고 날이 따뜻해지면 성장속도가 증가한다고 말하였다.¹⁾ 지구의 기온 상승은 깔따구류 곤충들의 번식률, 개체수, 서식지에 큰 영향을 미치게 된다. 캠핑장이나 수상레포츠, 골프장, 정화조 등 수변 구역과 넓게는 둔사와 우사의 축산지역에서 모기와 같은 파리목 해충이 번식하게 되는데 깔따구가 그 대표적인 예이다. 비 점오염원의 유입으로 인하여 유기물 오염도가 매우 높은 수역에서 주로 출현하는 깔따구류가 우점(50% 이상)이다.²⁾ 모기와 비슷한 깔따구 유충은 4급수 이상의 물에서 서식하며, 기온 상승으로 인한 해조류와 플랑크톤이 풍부하게 됨에 따라 깔따구류 곤충이 번식하기에 적합한 최적의 환경이 조성되어 대량 번식할 수 있다. 깔따구와 같은 곤충은 모기와 같이 질병을 옮기는 매개체의 역할을 하지는 않지만 아토피 등 민감한 피부를 가진 사람에게는 알레르기를 유발할 수 있으며 한 번에 대량 서식하기 때문에 미관상 보기

좋지 않다.³⁾ 깔따구류 개체 수 증가에 의한 문제를 해결하기 위하여 인류는 스프레이형 살충제와 모기향과 같은 화학 살충제를 사용해왔다. 하지만, 살충제 성분 중, 유해물질인 알레트린은 해충을 마비시키는 독성을 갖고 있을 뿐만 아니라 실내에서 고농도로 다량 흡입 시 부작용으로 재채기, 비염, 천식, 두통, 구역 등이 나타날 수 있다. 또한 가정용 살충제는 대부분 피레스로이드계 살충제인데, 피레스로이드 가운데서도 페메트린은 EPA의 2005년 분류에서는 페메트린의 발암가능성에 대해 “Likely” 등급을 부여하여, 페메트린을 발암의 가능성이 있는 물질로 보고 있다.⁴⁾ 또한 세계야생보호기금(WWF)이 지정한 67종의 내분비계 장애물질 추정물질에 포함되었으며, 환경부도 화학물질관리법에서 유독물질로 분류하고 있다. 이러한 물질이 포함된 화학물질로 깔따구의 대량발생을 해결하기에는 환경적으로 매우 유해하다. 또한 깔따구 곤충들의 대량 발생은 공공시설에서도 큰 문제가 발생하게 되었는데 A시 하수처리장 총인처리시설 내 섬유상여과수조의 악취(사체)와 후속 처리공정인 여과시설의 여과막(micro disk filter)이 유충의 번식으로 인하여 폐색됨으로써 방류수가 혼탁하게 되어 처리공정의 유지관리에 어려움이 발생하고 있는 실정이다. 따라서 본 연구는 깔따구류의 특성을 이용하여 친환경적인 방법으로 과도번식의 문제를 해결하고자 365 nm, 8 W인 UV LED 램프를 이용한 해충 포집기

Fig. 1. Mechanism of device operating.

를 설계하고 총인처리시설을 대상으로 해충 포집기 설치를 통해 기온 및 습도변화에 따라 일별 깔따구 곤충들의 포획 및 제거를 통해 여과시설의 방류수에 미치는 영향을 분석하고자 한다.

2. 연구방법

2.1. 장치구성

최적의 상태로 다 자란 성충은 22~26℃에서 출현하고 18℃ 이하 ~ 34℃ 이상에서는 성장이 완벽하게 억제된다. 깔따구의 경우 습도 50~80%에서, 시간대는 해질녘부터 새벽 5시까지의 활동이 가장 활발한 특성을 가지고 있다.⁵⁾ 이러한 깔따구의 특성을 이용해 활발히 활동하는 기온과 습도에서 해충을 포집하고 과다번식으로 인한 문제 해결이 기대된다. 또한 대부분의 주광성 해충은 파장 285~580 nm를 감지하고 아주 약한 광량에도 반응을 하며 먼 거리에서도 모여든다. 이러한 특징을 이용한 파란 불빛 가시광선을 발생시키는 해충포집기가 시중에 유통되고 있다. 하지만 기존 제품의 파란 불빛이 미관상 보기 좋지 않고 조명으로 활용하기 적합하지 않다. 따라서 본 연구에서는 파장 365 nm를 발생시키는 UV LED 램프를 적용시켜 주광성 해충을 유인한다. UV LED는 자외선을 방출시키는 LED로 다른 램프에 비해 효율이 좋고 수명이 길며 친환경적인 것이 특징이다.

Fig. 1에 나타난 것과 같이 태양광을 이용한 해충 포집기 본체의 상부에 설치된 파장 365 nm UV LED램프에서 빛을 발생시키고 강력한 고주파 구동모터를 설치하여 빛에 의해 유인된 해충들을 포집하는 원리로 구성되었다.

또한 본체 내부에 부착된 유리막 코팅 플레이트를 설치하여 UV LED램프에서 파란색 가시광선의 빛을 하부 수면의 넓은 지역까지 반사되도록 설치한다. 본체의 하부 임펠러는 날개모형과 날개 끝단에 3~4개 사선의 결, 타원형 모양의 홀로 이루어져있다. 하부 임펠러의 역할은 수면 속에서 회전시킴으로써 와류를 발생하여 수중에 존재하는 유

Fig. 2. Composition of device and Capture point.

충을 퇴치시키는데 효과를 낼 수 있도록 하였다.

이 때 장치를 구동하기 위해 필요한 동력은 신재생에너지인 태양광에너지를 활용하여 공급한다. 태양광에너지 발전은 발전기의 도움 없이 태양전지를 이용하여 태양빛을 직접 전기에너지로 변환시키는 발전방식으로 필요한 장치는 태양광 패널, 컨트롤러, 배터리, 인버터이다. 일몰 후부터 새벽까지 모기와 깔따구와 같은 해충들이 활발하게 활동하므로 약 8시간 정도 가동할 수 있는 태양광에너지 장치를 적용하였다. 전체적으로 구성된 장치는 Fig. 2에 나타내었다.

2.2. 실험사전조사

본 연구의 실험 장소는 A시 공공하수처리장의 총인처리 시설에서 실시하였다. 이른 봄부터 출현하여 무리를 지어 다니는 깔따구가 총인처리시설에서 과다 번식하는 문제가 발생하였다. 총인처리시설은 기온이 25℃이고 습도가 84%로 측정되었으며, 깔따구의 과다 번식을 하기 좋은 조건으

State of disk filter water bath

Surrounding state of disk filter water bath

Fig. 3. Excessive breeding on the surface of the water.

로 볼 수 있다. 깔따구의 과도 번식으로 인하여 **Fig. 3**과 같이 충인처리시설 내 섬유상여과수조의 수면에 유충이 번식하고 사체가 떠다니어 여과막의 폐색으로 인한 부유물질의 처리 효율이 떨어지는 악영향을 미치게 된다.

2.3. 실험과정

수변구역 및 하수처리장 충인처리시설에서의 해충 및 깔따구, 유충이 대량으로 발생 되는 것을 막기 위하여 하수나 수면에 일시적으로 정체되어 있는 곳에 해충 포집기를 제작, 설치하여 서식지로부터 제거한다. 실험을 진행하기 전의 수조 상태는 **Fig. 3**과 같다. 충인처리시설 내 섬유상여과수조에서의 경우 깔따구의 과도 번식 현상이 발생하였기 때문에 깔따구를 포집하는 것을 목적으로 실험을 진행하였다. 이때 정확한 실험 결과를 얻기 위해 기온과 습도를 측정하고 그에 따라 포집효율의 차이를 조사한다. 또한 정량

Population estimation (Hundreds of insects → 0.1 g)

Population estimation

Temperature (Humidity)

Fig. 4. Collected state of midges.

분석을 위하여 1마리에 해당하는 포집된 해충의 중량이 측정 불가하므로 0.1 g당 개체 수를 파악하고 포집된 해충의 중량을 측정하여 해충의 수를 계산 한다. 샘플링은 **Fig. 4**와 같이 하절기인 8월 10일부터 8월 29일까지 총 4회에 걸쳐 충인처리시설의 실내 기온 및 습도변화에 따라 깔따구의 포획된 개체수를 측정하였다. 이후 깔따구를 포집하여 여과시설의 폐색정도에 개선효과를 확인하기 위하여 여과시설의 SS제거율을 분석하였다.

3. 결과 및 고찰

태양광을 이용한 해충 포집기 설치를 통해 하수처리장의 충인처리시설에서 총 4회 실험한 결과 값 **Table 1**을 보면 하루 포집되는 깔따구의 개체수를 측정한 결과 최대 67,430마리이며 평균 41,663마리 정도가 된다. 기온이 31.1°C로 가장 높게 측정된 Day 1에서 깔따구의 개체수가 67,430마리로서 가장 많이 포집된 것을 확인할 수 있다. 이는 기온이 증가함에 따라 깔따구의 번식 및 부화율 증가가 기온과의 깊은 상관관계를 보여준다.

Table 1. Daily temperature, humidity and population measurements.

Date	Temperature (°C)	humidity (%)	Sampling midges (g)	Population (number)
Day 1	31.1	63	67.43	67,430
Day 2	27.4	72.6	41.07	41,070
Day 3	18.9	79.6	26.67	26,670
Day 4	21.7	78.5	31.48	31,480
Average	24.7	73.4	41.66	41,663

Table 2. Index of pollution removal efficiency.

Date	BOD°	COD°	SS°	T-N	T-P
Before installation (4 Days)	50.8%	24.6%	50.0%	3.3%	72.0%
Day 1	51.7%	17.2%	53.8%	3.4%	72.7%
Day 2	66.9%	27.6%	61.8%	4.4%	72.5%
Day 3	58.1%	12.9%	68.4%	2.2%	81.7%
Day 4	58.9%	17.2%	68.5%	2.3%	75.9%
Average	57.2%	19.90%	60.50%	3.12%	74.96%

Table 3. Results of hourly object measurements (day 1).

NO	Date	Time	Temperature (°C)	Humidity (%)	Popul-ation
1	Day 1	18:00~19:00	34.4	58	440
2	Day 1	19:16~20:16	33.6	59	9,060
3	Day 1	20:20~21:20	32.3	61	13,340
4	Day 1	21:30~22:30	32.1	61	15,930
5	Day 1	22:35~23:35	31.3	64	11,300
6	Day 1	23:36~24:36	30.3	66	5,990
7	Day 1	24:37~01:37	28.2	67	5,840
8	Day 1	03:19~04:19	26.5	68	5,530

Fig. 5. Results of hourly object measurements (day 1).

Table 2에 따르면 장치를 설치하기 전과 설치한 이후의 충인처리시설의 SS제거율을 비교하면 여과시설의 SS제거 효율이 50.0%에서 68.5%로 증가하는 것을 확인 할 수 있었다. 장치를 설치하기 전에는 많은 갈따구 유충 및 사체들이 여과막 유입으로 인한 폐색으로 처리효율이 떨어졌지만, 설치 후 갈따구의 포집 및 제거를 통하여 폐색되는 것을 일부 방지하여 처리효율이 많이 증가했다. 또한 수질 오염 지표를 나타내는 BOD, T-P의 평균효율이 장치 설치 전보다 향상했다. 전체적으로 충인처리시설의 수질의 처리효율이 증가했다고 볼 수 있다.

Table 3 ~ Table 6과 Fig. 5 ~ Fig. 8은 일별로 1시간 단위로 기온과 습도, 갈따구의 포집 개체수를 측정하였다. Fig. 8을 보면 자정까지 포집되는 개체수가 최대 한 시간에 15,930마

리까지 되다가 자정 이후에 기온이 낮아지고(약 23℃ 정도) 습도가 높아짐에 따라(약 80%정도) 개체수가 감소하는 것으로 확인되었다. 또한 전체평균 기온 30℃, 습도 약 60%에서 많은 개체수가 발견되었으며, 기온이 24~26℃로 낮아지거나 습도가 70% 이상 높아지면 개체수가 감소하는 것으로 확인되었다.

Fig. 9와 Fig. 10은 총 4회 실험한 결과를 통하여 하루에 포집된 갈따구의 개체수와 기온, 습도의 상관관계를 나타내었다. Fig. 9와 Fig. 10에 의하면 18시 이후부터 자정까지 평균 기온이 높아짐에 따라 포집되는 개체수의 양도 많아지며, 평균습도가 낮아짐에 따라 개체의 수의 양은 줄어드는 것을 데이터로 확인할 수 있었다. 따라서 갈따구의 번식 조건이 기온과 습도의 영향을 받으므로 기온이 상승하고

Table 4. Results of hourly object measurements (day 2).

NO	Date	Time	Temperature (°C)	Humidity (%)	Popul-ation
1	Day2	18:00~19:00	34.7	48	250
2	Day2	19:03~20:03	30.4	60	3,850
3	Day2	20:05~21:05	28.1	69	8,560
4	Day2	21:07~22:07	26.4	75	8,780
5	Day2	22:10~23:10	25.6	77	7,910
6	Day2	23:15~24:15	24.9	82	5,060
7	Day2	24:16~01:16	24.4	85	4,990
8	Day2	01:20~02:20	24.6	85	1,670

Fig. 6. Results of hourly object measurements (day 2).**Table 5.** Results of hourly object measurements (day 3).

NO	Date	Time	Temperature (°C)	Humidity (%)	Popul-ation
1	Day3	18:00~19:00	21.6	64	310
2	Day3	19:00~20:00	21.0	66	2,620
3	Day3	20:05~21:05	19.4	78	3,380
4	Day3	21:06~22:06	18.8	80	4,290
5	Day3	22:07~23:07	17.9	85	5,690
6	Day3	23:08~24:08	17.8	86	4,200
7	Day3	24:08~01:08	17.7	87	4,280
8	Day3	01:09~02:09	17.1	91	1,900

Fig. 7. Results of hourly object measurements (day 3).

Table 6. Results of hourly object measurements (day 4).

NO	Date	Time	Temperature (°C)	Humidity (%)	Population
1	Day4	18:00~19:00	25.4	49	620
2	Day4	19:00~20:00	25.1	56	2,350
3	Day4	20:03~21:03	24.2	69	3,420
4	Day4	21:04~22:04	23.3	81	6,300
5	Day4	22:05~23:05	20.1	88	5,550
6	Day4	23:06~24:06	20.7	91	4,880
7	Day4	24:06~01:06	18.5	95	4,500
8	Day4	01:08~02:08	16.3	99	3,860

Fig. 8. Results of hourly object measurements (day 4).

Fig. 9. Correlation between population and humidity.

비가 오지 않은 가뭄이 지속되면 갈따구의 과도 번식 문제가 더욱 나타날 것이라는 결론을 나타낼 수 있었다.

4. 결론

본 연구는 수변 구역에서의 갈따구 과도번식 문제와 기온, 습도 상관관계를 조사하고 갈따구 해충들이 과도 번식

함에 따라 발생하는 정체 수변 구역에서의 처리수질의 효율을 향상시키고자 친환경적인 장치를 고안하여 연구 실험하였다. 이 장치를 제작한 후 실제 A시 공공하수처리장에 설치하여 적용한 결과 다음과 같은 결론을 얻게 되었다.

1. 갈따구 및 모기는 평균 기온 30℃ 습도 약 60%에서 가장 많은 개체수가 발견되었으며 기온 24~26℃와

Fig. 10. Correlation between population and temperature.

습도 70% 이상 높아지면 개체수가 감소하는 것으로 나타났다.

2. 강우시 깔따구가 이상적으로 번식할 수 있는 환경이 조성되어 모기 및 하루살이, 깔따구 유충의 서식처가 늘어나고 개체수가 증가하게 된다. 반대로 강수량이 감소하게 되면 소규모 하천이 말라 물웅덩이를 만들어 모기 서식지가 조성되기도 한다.
3. 해충과 깔따구들이 가장 좋아하는 자외선 파장대인 365 nm, 8 W인 W UV LED램프를 사용해 유인·포집하고, 기존의 제품들과 다르게 파란 불빛이 아닌 주광색의 램프로 가로등 효과를 볼 수 있으며 화학약품을 사용하지 않아 친환경적으로 포집 및 제거 할 수 있다.
4. 비교적 많은 깔따구들이 번식하기 좋은 조건을 가지고 있는 충인시설에서 과대 번식을 하게 되었을 때 과대 번식한 깔따구를 장치를 이용하여 포집하므로 여과시설의 여과막 폐색현상을 저감시켜 SS 제거효율(50%에서 60%로)이 증가되었다. 충인시설의 수질개선에 효과가 있었다.

그러므로 태양광을 이용한 해충 포집기를 통하여 포획된 해충의 개체수가 하루 최대 약 7만 마리 정도로 대용량임을 고려해 볼 때 공공하수처리장이나 가축분뇨처리시설 또는 골프장 등의 장소에서 활용되어 공공의 해충 과다번식 문제 해결이 가능하다.

Acknowledgments

이 논문은 2016년도 한밭대학교 교내 학술연구비의 지원을 받았음.

References

1. P. R. Epstein, D. Ferber, Changing Planet, Changing Health: How the Climate Crisis Threatens Our Health and What We Can Do about It the Atlas of Climate Change, 1st ed., University of California press, California, USA, pp. 6-355 (2011).
2. L. E. Culler, M. P. Ayres, R. A. Virginia, In a warmer Arctic, mosquitoes avoid increased mortality from predators by growing faster, Proc. R. Soc. B., 282(1815), 1549-1556(2015).
3. A. Spielman, M. D'Antonio, Mosquito, 1st ed., Hyperion Books, New York, USA(2001).
4. J. H. Kim, S. Y. Park, The impact of land use structure and vector habitat conditions on the incidence of malaria-A case study in high-incidence areas, Journal of the Korean Association of Geographic Information Studies, 16(3), 12-24(2013).
5. H. S. Sim, B. D. Park, Y. B. Lee, Y. C. Choi, J. G. Kim, H. C. Park, Species diversity of chironomid midge and evaluation on removal capacity of organic matter using a dominant species, Chironomus nipponensis in Agroecosystem, Korean J. Environ. Biol., 27(1), 31-39(2009).