

효율적 조경관리를 위한 솔잎혹파리 방제효과 시험

- 인천공항고속도로 조경수를 대상으로 -

임병을* · 심우경**

*신공항하이웨이(주) · **고려대학교 조경학연구실

I. 서론

솔잎혹파리(*Thecodiplosis japonensis*: Uchida et Inouye)는 파리목 혹파리과의 곤충으로 암컷 성충 길이 2.0~2.5mm, 수컷 성충 길이 1.5~1.9mm 정도이며, 소나무(*Pinus densiflora*)와 해송(*Pinus thunbergii*)을 가해하는 주요 해충이다. 솔잎혹파리는 몸의 크기가 매우 작으면서도 한번 발생하기 시작한 임지에서는 근절하기가 어려운 특수한 생태를 가지는 산림해충(고제호, 1968)으로 솔잎 기부에 침입하여 충영을 만들고, 그 속에서 흡즙함으로써 피해엽이 자라지 못하고 변색되어 낙엽이 지게 만드는 특징을 갖고 있다.

그러나 대부분의 조경 유지관리는 기초적인 병충해 방제와 제초작업 등에 그치고 있어 발생 해충별 대처가 제대로 이루어지지 못하고 있는 실정으로, 최근 도시 공원과 아파트 단지 내 조경 공간 및 시내 가로수까지 소나무가 많이 식재되고 있는 상황에서 솔잎혹파리 피해가 발생할 경우 심각한 경관불량과 조경수로서의 가치훼손 및 교체식재로 인한 고비용 발생이 우려된다. 이러한 병충해 문제를 해소하기 위한 조경계의 노력은 아직 미미한 것으로 판단되며, 산림분야에서 소나무 임지를 대상으로 연구가 이루어지고 있다.

솔잎혹파리 피해를 방지하기 위한 선행연구로는 솔잎혹파리의 생태조사 및 피해 현황에 대한 연구와 생물적, 화학적, 임업적 방제법에 대한 연구로 대별되는 바, 김창환(1955), 고제호(1966), 박기남과 현재선(1983, 1984), 김종걸(2004) 등은 솔잎혹파리의 생태적 특성과 유충밀도 변동을 연구하였고, 고제호(1963, 1965, 1966, 1967, 1980), 현재선(1968), 전문장(1983), 정상배 등(1991), 신상철(2001) 등은 천적을 이용한 방제와 살충제를 이용한 방제 등에 대하여 연구하였으나, 이 연구들은 산림을 대상으로 한 것으로 도심지 내 조경에 적용이 어렵다는 한계를 가지고 있어 실제 조경 현장에 도입 가능한 방제방법의 연구가 요구된다.

이와 같은 배경 하에, 본 연구는 조경수로서의 소나무가 인간의 생활권 내에 위치하고 있으며, 산림에 비해 소규모로 도시 곳곳에 분포되어 있는 점을 감안하여 현재 조경 유지관리 현장에서 적용하고 있거나 적용해 볼 수 있는 방법을 시험하여

비교 및 분석함으로써 가장 효율적이고 안정적인 솔잎혹파리 방제방법을 제시하는데 목적이 있다.

II. 대상 및 방법

1. 대상

인천공항고속도로의 가로수로 식재되어 있는 소나무 중 솔잎혹파리 피해를 입은 수목을 대상으로 시험을 실시하였는데, 식재된 수목의 수량과 피해정도가 유사한 군락 네 곳을 선정하였다. 인천공항고속도로의 소나무와 해송에는 매년 솔잎혹파리 피해가 발생하고 있는 것으로 파악되고 있으며, 특히 2008년에는 식재된 소나무 대다수가 솔잎혹파리 피해를 입은 것으로 조사되었다. 따라서 솔잎혹파리 피해 정도가 비슷한 소나무 군락지 네 곳을 대상으로 솔잎혹파리 방제시험을 실시하여 그 결과를 분석하기로 하였다.

2. 시험방법

선정된 군락지 각각에 서로 다른 방제방법을 시행하여 방제방법별 충영 형성률을 조사함으로써 방제효과를 측정하였다. 각 시험구별 군식된 소나무 중 임의의 5주를 시험목으로 선정하고 각 시험목의 수관을 상부, 중부, 하부로 나눈 후 각 부분을 다시 4방향으로 나누어 시험목 당 12개의 신초를 채취하여 조사하였다.



그림 1. 솔잎혹파리 피해엽

솔잎혹파리의 방제방법은 살충제 등의 약제를 수관살포하거나 수간주사 또는 지면살포하는 화학적 방제, 솔잎혹파리먹줄벌 등 천적을 이용하거나 백강균 등의 병원성 미생물을 이용하는 생물적 방제, 피해가 심한 나무를 벌채하거나 임지를 건조하게 하는 등 솔잎혹파리 생육조건을 회피하는 임업적 방제 등으로 나눌 수 있다. 이러한 다양한 방제법 중 아파트, 공원, 도로 등 공공의 조경공간에서 활용할 수 있는 방법을 선정하여 시험하였는데, 첫 번째 시험구 「B」에는 화학적 방제방법으로 신초형성과 함께 가해유충기인 5월에 이미다클로프로리드 20% 액제를 수간에 주사하는 수간주사법을, 두 번째 시험구 「C」에는 토양 내에서 유충이 월동하는 기간인 12월~4월 중에 다이아진은 입제와 페니트로티온 유제 500~1,000배액을 소나무 주변 토양에 각각 1회씩 살포하는 지면살포법을 실시하였고, 세 번째 시험구 「D」에는 솔잎혹파리의 생태를 고려했을 때 적용 가능한 것으로 보이는 유충 포획법을 임업적 방제법 혹은 물리적 방제법의 일환으로 실시하였다. 유충 포획법은 유충 낙하기 직전에 비닐로 소나무 주변의 지표면을 멀칭하여 낙하하는 유충을 포획함으로써 월동을 막고, 즉시 제거할 수 있는 방법으로 고안하였다. 기생성 천적과 포식성 천적을 이용하는 방법과 백강균 등의 병원성 미생물을 이용하는 생물적 방제는 조경현장에서 현실적으로 도입하기 힘들다는 점을 고려하여 제외하였고, 약제를 수관살포하는 방법은 충체가 외부로 노출되어 있는 기간이 극히 제한되어 있어 일반 약제살포로는 구제하기 어려운 해충(임업연구원, 1991)이라는 점을 고려하여 제외하였다. 상기 3가지 시험은 2008년과 2009년에 실시되었으며, 2010년까지 솔잎혹파리 피해의 재발 여부를 관찰하였다. 또한, 같은 기간 동안 병충해 방제를 실시하지 않은 군락을 무처리구로 하여 대조구 「A」로 활용하였다.

III. 결과고찰

1. 방제시험

1) 수간주사

솔잎 가해기인 유충기의 수간주사는 그 기간이 길고 나무줄기에 농약을 주사하기 때문에 천적에 영향이 없고 해충만 죽이는 장점이 있다(김호준, 2001). 주사된 약제가 수간을 따라 잎까지 도달하여 유충이 엽조직을 가해할 때 약액을 함께 흡수하여 죽게 되는 기작을 이용하는 것인데, 소나무에 약해가 발생할 우려가 있는 방법이다. 본 연구에서는 유원에코사이언스에서 판매하는 솔잎혹파리 방제용 수간주사제 「어드마이어」를 사용하였는데, 어드마이어는 압력식 주사기로 제조되었고 이미다클로프로리드 20% 액제로서 흉고직경 cm당 0.3ml를 5cm 깊이로 주입하도록 되어 있다. 제품 사용법에 따라 소나무의 흉고직경을 고려하여 적정량의 주사를 2008년 5월 26일 실시하였다.



그림 2. 이미다클로프로리드 액제 수간주사

표 1. 수간주사제 주입 현황

구분	총 량	정상주입	주사기 파손	작동불량	주입구 폐쇄
주사기 수량(개)	33	19	5	3	6
주사 용량(ml)	132	76	20	12	24
비율(%)	100	57.6	15.2	9.0	18.2

인천공항고속도로 Station. 26.9km 서울방향에는 소나무 24주가 균식되어 있으며, 솔잎혹파리의 피해로 인하여 충영 형성률이 55%를 나타내고 있었다. 소나무 24주의 총 흉고직경은 432cm로 어드마이어 4ml용량 주사기 33개를 준비, 주사하였다.

수간주사 작업 실시 중 용기파손이나 송진에 의한 주입구 폐쇄 등으로 인해 주입이 되지 않는 경우가 발생하고, 압력식 주사기 자체가 작동을 하지 않아 실제 필요량만큼 수간주사액이 주입되지 못하는 상황이 발생하였다. 주사기 총 33개 중 5개는 작업 중 주입구 또는 용기가 파손되었고, 3개는 압력식 주사기의 작동불량이었으며, 6개는 송진 등에 의한 주입구 폐쇄로 주입이 불량하였다. 즉, 57.6%만 주입성공한 것으로 판단된다. 실제 수간주사 작업 시행시 주입 실패를 할 가능성이 높음을 보여주는 결과이다.

2) 지면살포

지면살포법은 유충이 토양에 월동하는 기간인 겨울부터 초봄 사이에 침투성 살충제를 소나무 근부의 지면에 살포하여 월동 유충을 죽이는 방법이다. 피해율이 20% 이상인 지역으로서 수간주사가 불가능한 어린 나무와 상수원, 하천, 양어장 등에 약제가 유실될 우려가 없는 곳에서 실시한다(김호준, 2001). 솔잎혹파리 월동유충의 방제를 위하여 입제로는 동부하이텍에서 판매하는 토양전면처리제 「다이아톤」을 사용하였으며, 유제는 동방아그로에서 판매하는 「스미치온」을 사용하였다.

인천공항고속도로 Station. 24.2km 공항방향에는 소나무가 27주 균식되어 있으며, 솔잎혹파리 충영 형성률이 60%로 확인되었다. 지면살포용 입제인 다이아톤 입제는 10a당 15kg을 살포하도록 되어 있어 소나무 식재지 면적 530m²에 총 7.95kg을



그림 3. 다이아지는 입제 지면 살포



그림 4. 페니트로티온 유제 지면 살포

지면살포하고, 이어서 7일 후 스미치온 유제 1,000배액을 10a당 120ml 살포하는 비율로 530m²의 식재지 면적에 64ml를 동력분 무기를 이용하여 지면살포하였다.

3) 유충 포획

서울지방에서는 유충이 9월 하순~다음해 1월에 충영에서 탈출하여 낙하하며 특히 비 오는 날에 많이 낙하하여 지피물 밑 또는 흙 속으로 들어가 월동한다(임업연구원, 1991). 이러한 솔잎혹파리의 생활사를 이용하여 유충이 낙하 시기 이전에 비닐을 소나무 식재지 지면에 포설하여 월동을 위해 충영을 탈출, 낙하하는 유충을 포획하는 방법을 실시하였다.

인천공항고속도로 Station. 21.2km 서울방향의 소나무 30주 군식지역은 솔잎혹파리 충영 형성률이 56.7%를 나타내고 있었으며, 이 지역을 대상으로 0.05mm×40cm×457m 규격의 PP필름을 지표면에 포설하였다. 군락의 가장 바깥쪽 수관에서 1m



그림 5. 페니트로티온 유제 지면 살포

밖까지 필름을 설치하였는데, 그 면적은 총 159m²이다.

4) 무처리

인천공항고속도로 26.9km 공항방향에는 소나무 22주가 식재되어 있으며, 솔잎혹파리 충영 형성률이 50%로 확인되었다. 이 지역은 별도의 병충해 방제를 실시하지 않고 대조구로 활용하였다.

2. 효과분석

방제를 실시하지 않은 무처리구와 3가지 방법으로 방제를 실시한 시험구 3곳의 솔잎혹파리 충영 형성률을 그림 6과 같이 각각 조사하였으며, 그 결과는 표 2와 같다. 각 대상지의 최초 충영 형성률은 모두 50%를 넘는 높은 피해율을 보였다.

아무런 방제를 실시하지 않은 「A」의 충영 형성률은 60개의 잎 중 37개로 충영 형성률이 11.7%가 증가하였다. 솔잎혹파리가 무난히 월동한 후 다시 침엽의 기부에 침입하여 더욱 많은 피해를 야기한 것으로 판단된다. 반면 「B」는 충영의 수가 33개에서 24개로 15% 감소하였다. 수간주사의 효과가 있는 것으로 볼 수는 있으나, 주입실패 등의 상황과 주입된 주사액의 원활하지 못한 흡수 및 작용으로 인하여 실질적인 방제 효과가 저조한 것으로 판단된다. 한편, 지면살포법을 실시한 「C」는 방제 전 36개이던 충영의 수가 7개로 대폭 감소하였으며, 「D」도 방제 전 34개이던 충영이 6개로 감소하여 우수한 효과를 나타냈다. 각각 29개와 28개의 충영이 감소하여 48.3%와 46.7%의 감소율을 보였다. 지면살포법이 가장 우수한 방제결과를 나타내었으며, 유충 포획법도 유사한 효과를 보였다.

위와 같이 총 3가지 방제법을 시험한 결과, 무처리구는 솔잎혹파리 피해가 증가한 반면 각 시험구는 그 피해가 감소함을 확인할 수 있었다. 그러나 수간주사법은 상대적으로 방제효율이 미미한 편이었고, 지면살포법과 유충 포획법이 유사한 충영 형성 감소율을 보이며 우수한 결과를 나타냈다. 월동유충을 살충제로 죽이거나 비닐포설을 통해 낙하유충을 제거하는 것이 가장 효과적인 것으로 판단할 수 있다.

3. 연구의 한계

본 연구는 인천공항고속도로의 조경수를 대상으로 방제효과를 시험하였기에, 다양한 변수를 모두 차단할 수 없었다는 한계점이 있다. 즉, 한 지역의 소나무 군락을 대상으로 방제를 실시하였으나 인접한 다른 지역에서 솔잎혹파리 성충이 날아오는 것을 방지할 수는 없었고, 기후나 서식조건 등에 따라 솔잎혹파리 피해발생에 차이가 생길 수 있다는 점도 고려할 필요가 있다. 이러한 한계점을 일부 극복하기 위하여 방제를 실시하지 않은 무처리구를 비교대상으로 분석하였다. 향후에는 이러한



그림 6. 충영 형성을 조사

표 2. 방제효과 비교

구 분		A(무처리)		B(수간주사)		C(지면살포)		D(유충포획)	
충영형성량 (개)	방제 전	30	+7	33	-9	36	-29	34	-28
	방제 후	37		24		7		6	
충영형성률 (%)	방제 전	50	+11.7	55	-15	60	-48.3	56.7	-46.7
	방제 후	61.7		40		11.7		10	

변수를 최소화하여 방제방법별 방제효과를 정확히 분석할 필요가 있으며, 추가적으로 각 변수별 방제효과 및 피해발생 정도에 관한 연구가 필요할 것이다.

또한, 최근 수간주사의 새로운 방식으로 「압력식수간주입기(특허 제10-0822060호)」가 특허출원되었는데, 본 연구에서 밝힌 수간주사의 문제점을 상당부분 개선할 것으로 보이나, 현재로서는 이에 대한 시험을 실시할 수 없었으므로 향후 이러한 새로운 기법의 시험과 도입도 필요하다.

IV. 결론

본 연구에서는 솔잎혹파리 방제를 위하여 수간주사, 지면살포, 유충 포획의 3가지 방법을 시험하였고, 이와 함께 별도의 방제를 실시하지 않은 무처리구를 함께 비교하여 가장 효과적이고 효율이 높은 솔잎혹파리 방제법을 찾고자 하였다.

방제를 실시하지 않은 무처리구 「A」는 충영형성률이 11.7% 증가하여 솔잎혹파리 피해가 더 심해졌음을 확인하였다. 수간주사를 실시한 시험구 「B」는 충영형성률이 15% 감소하였다.

또한, 지면살포를 실시한 시험구 「C」는 충영형성률이 48.3%의 우수한 감소율을 보였으며, 유충 포획법을 실시한 시험구 「D」는 충영형성률이 46.7% 감소하며 역시 우수한 효과를 나타냈다. 시험구 3가지 중 수간주사는 상대적으로 효과가 미미하였으며, 지면살포법과 유충 포획법은 매우 좋은 결과를 나타내었다.

따라서 실제 조경 유지관리 현장에서 소요비용을 고려하여 지면살포법과 유충 포획법을 적절히 선정하여 적용하면 될 것이며, 하천이나 양어장 등 피해가 우려되는 지역에서는 지면살포법을 배제하고 유충 포획법을 사용하는 것이 안전하다.

인용문헌

1. 강전유, 이상길, 박형기, 이용규, 정호성, 김철웅(2008) 나무해충도감. 서울: 소담출판사.
2. 고제호(1968) 솔잎혹파리의 생태조사(2) 하기벌채시기와 피해분포. 한림지 7: 40-44.
3. 김호준(2001) 수목환경관리학. 서울: 도서출판 유천.
4. 나용준, 우건석, 이경준(2009) 조경수 병해충 도감. 서울: 서울대학교 출판문화원.
5. 임업연구원(1991) 산림병해충도감.