

특집
11u-IT기술을 이용한 소나무재선충병 방제시스템
구축에 관한 연구

목 차

1. 서 론
2. 소나무 재선충병의 특성 및 방제현황
3. 소나무 재선충병 방제시스템 구축 방안
4. 결 론

이 성 현
(디비비전(주))

1. 서 론

1960년대 우리나라 전국 산림의 50%가 소나무로 구성되어 있었으며 이후 생태계 변화 및 각종 병해충으로 인해 30%내로 감소하고 있다¹⁾. 특히 소나무 재선충으로 인한 피해가 1988년 부산지역에서 최초로 발견되었으며 최근에 피해지역이 부산, 경남, 경북 및 전남 일원으로 급속히 확산되고 있으며 이로 인한 피해가 심각한 실정이다²⁾. 소나무 재선충은 매개 곤충인 솔수염하늘소에 의해 급속히 전파되는데 이때 침입한 나무는 100% 고사되는 심각한 피해를 가져오게 되며 짧은 기간에 많은 지역으로 확산되는 특성을 가지고 있다.

한편 정보기술의 발달과 더불어 많은 분야에서 정보기술을 활용하여 다양한 형태의 서비스가 구축되는 가운데 소나무 재선충에 대해서도 최근 정보기술을 이용한 방제의 노력이 이루어지고 있다. 특히 GIS기술을 이용하여 조기에 탐 및 분석을 할 수 있는 정보시스템을 도입하여 방제활동이 이루어지고 있으며 이외에도 위성영상 자료들을 이용하여 방제활동을 수행하고 있다.

그러나 정보기술을 이용한 소나무 재선충 방제가 주로 소나무 분포현황 및 관리 수준에서 운영되고 있으며 피해발생시 규모와 피해현황 파악을 중심으로 적용되고 있어 실질적인 방제활용에 한계가 있다.

본 연구에서는 최근 u-IT 기술을 적용하여 무선 네트워크 및 무선 카메라를 이용해 실시간 소나무 재선충의 증식을 파악하여 해충이 확산되기 이전에 미리 방제를 할 수 있는 시스템 구축하는 방안을 제시하였다.

2. 소나무 재선충 병의 특성 및 방제현황

소나무재선충은 크기 1mm 내외의 실같은 선충으로서 나무 조직 내에 수분, 양분 이동통로를 막아 나무를 죽게 하는 해충으로 가해수종은 해송, 적송, 잣나무 등으로 치료약이 없고 매개충에 대한 천적도 없어 한번 감염되면 100% 고사

1) 김준범·조명희·김영규, "소나무 재선충 피해지역 추출을 위한 위성영상과 GIS 적용", 산림과학논문집 65:11~17, 2002.

2) 김준범 외., "산림병해충 생태와 방제", 임업연구원, 51p, 2000.



충태	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
유충												
번데기												
성충												
알												
유충												

(그림 1) 솔수염 하늘소의 성장 단계

하는 치명적인 해충이다. 재선충 침입 6일째부터 잎이 처지고 20일째에 잎이 시들기 시작하여 30일 후 잎이 급속하게 붉은 색으로 변색하며 고사하게 되는데 주로 소나무, 해송, 잣나무가 해당된다.

소나무재선충은 식물에 기생하는 선충으로 암컷 0.7~1.0mm, 수컷 0.6~0.8mm 크기이며 상온에서의 수명은 약 35일, 산란 수는 100개 내외이다. 온도가 높은 시기에 많은 양의 소나무재선충이 침입하면 빠르게 병징이 나타나는데 3주가 지나면 외관상 붉은 잎의 변색을 확인 할 수 있고 1개월 정도 경과하면 잎 전체가 갈색으로 변하면서 나무가 죽기 시작 한다³⁾.

솔수염하늘소는 (그림 1)에서와 같이 산란기, 유충기를 거쳐 성충에 이르는데 5~7월에 성충이 되어 나타나는 솔수염하늘소 한 마리에 평균 15,000마리의 소나무재선충을 지닌채 이동하게 된다.

한편, 산림청에서는 ‘산림병해충발생예찰조사 실시요령⁴⁾’을 만들어 지자체 및 관련기관에서 예찰조사원을 채용하여 조사를 실시하는 등 다각적으로 예방활동을 수행하고 있다. 현재 예찰활동은 주로 인력에 의존하여 수행되고 있으나 범위가 광범위하여 민간인들의 관심을 유도하기 위해 신고제 및 포상제를 실시하여 운영하고 있다.

또한 국가적 산림재난을 방지하기 위한 다양한 대책 들 중에 GIS, GPS, RS를 이용한 종합관리시스템을 도입하여 운영하고 있다. 이 시스템은 1994년부터 2003년까지 부산, 경남, 경북, 전남 지역에 대한 분포도를 GIS로 구축하였으며 발생지역에 대해 IRS위성영상을 통해 정보를 수집하고 있다.⁵⁾

3) 국립산림과학원
4) 국립산림과학원령 제204호
5) 김준범·조명희·이상길·박규중, ‘공간정보기술을 이용한 소나무재선충 정보관리시스템 개발’, 산림과학논문집 67:1~7, 2004.

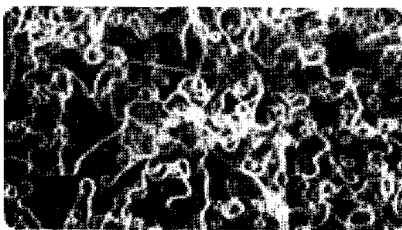
이와 더불어 GPS 장비 등을 보급하여 연중 정밀 지상·항공예찰을 실시⁶⁾하고 있는데 지자체·지방산림청·산림항공관리본부·산림과학원 등으로 구성되는 '항공예찰 협의회'를 운영하고 있으며 지자체, 지방산림청 공동으로 봄·가을철에 전국 일제조사 실시하여 방제 활동을 하고 있다. 예찰요원에 대해서도 사전 교육을 강화하고, 예찰 능력 제고함과 동시에 산림관련 단체, 지역 NGO 및 직영 방제단 등을 최대한 활용하고 있다.

그러나 이 시스템과 장비만으로는 전체적인 분포와 거시적인 차원에서의 예찰이 가능할 뿐 세부적인 병해충 현황을 파악하는데 한계가 있다. 실시간 병해충에 대한 예찰활동은 주로 인력에 의해 운영되고 있으며 전국을 대상으로 산 속 깊은 지역까지 조사해야하므로 예찰활동에 한계가 있는 것으로 나타났다.

3. 소나무 재선충병 방제시스템 구축 방안

소나무재선충병 발생 예상지역 및 관찰대상 지역을 중심으로 USN카메라를 설치하여 무선 통신 환경에서 현장 이미지를 실시간 전송 받아 이를 종합모니터링 할 수 있는 시스템을 구축할 경우 방제활용을 효율성을 높일 수 있다.

소나무재선충은 (그림 2)와 같이 육안으로 쉽게 관찰되지 않으며 주로 솔수염하늘소에 의해 다른 소나무로 전이되어 가는 특성이 있으므로 솔수염하늘소에 대한 인식이 가장 관건이 된다.

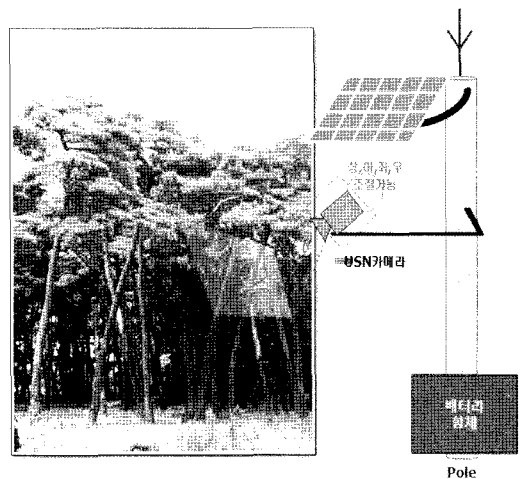


〈그림 2〉 소나무 재선충 현미경 사진

솔수염하늘소는 산란기, 유충, 성충 등 성장단계별 시기가 있으며 이때마다 활동하는 행태나 거주하는 장소가 비슷하기 때문에 해당 장소에 USN카메라를 설치하여 실시간 관찰할 수 있는 환경을 구축하는 것이 중요하다.

또한 이들은 주로 깊은 산림지역에서 활동하고 있으며 예찰요원의 감시가 안 되는 곳에서의 활동도 있으므로 해당 지역에 USN카메라를 설치하여 이를 무선 네트워크를 통해 서버로 전송하는 방식이 적합하다고 할 수 있다. 이를 위해 USN카메라와 통신을 할 수 있는 게이트웨이 장비가 필요하다. 또한 원활한 전력을 공급하기 위해서는 산악지역의 특성상 태양열 전력공급 체계를 바탕으로 USN카메라 및 게이트웨이의 전력을 공급하는 것이 가장 효율적이라고 할 수 있다.

병(나무에서 나타나는 각종 질병)과 해충(솔잎혹파리, 소나무재선충 등)을 실시간으로 파악할 수 있도록 USN카메라를 설치하여 이미지를 획득하며, 태양열을 이용하여 최소 전력을 제공하도록 구축한다. 솔수염하늘소를 관찰하기 위해 소나무의 해당 장소에 USN카메라를 고정하고 전력공급과 무선 네트워크가 가능한 환경으로 구축한다.



(그림 3) USN카메라 설치

6) 2007년도 산림병해충방제 세부지침, 산림청.

(그림 3)은 산악지역에 솔수염하늘소를 관찰할 수 있는 USN카메라 설치와 전력공급을 위한 태양열판을 설치하는 그림이다.

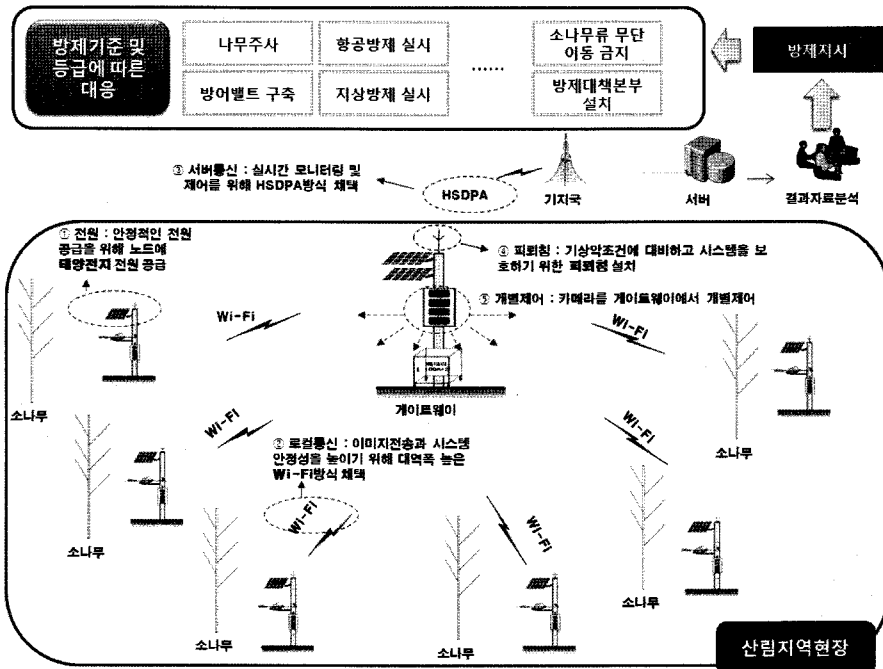
이와 더불어 예찰요원에 의한 데이터 수집이 필요한데 이는 자동 예찰정보로 부족한 부분을 예찰요원이 현장에서 나무의 상태와 감염 및 해충발생 정보를 무선단말기(PDA, UMPC 등)를 이용하여 서버로 전송하는 것이다. 산림병해충 방제요령(산림청훈령 제548호)에 의해 산림 및 수목에 대한 병해충 예찰활동 정보를 시스템을 이용하여 실시하는 것이 필요하다.

이미지 전송을 위한 통신은 두 단계를 거쳐 진행된다. 첫 번째가 USN카메라와 게이트웨이 간의 데이터 통신이다. 현재 상용화되어 안정적으로 운영되고 있는 무선데이터 통신방식은 Zigbee, FM, Wi-Fi 등이 있으나 이미지 전송에 적합한 통신 방법은 Wi-Fi가 적합하다. Wi-Fi는 인터넷 전화, 게임(닌텐도 등), PDA 등 다양한 분야에서 활용되고 있는 안정적 통신방식이다.

두 번째는 게이트웨이와 서버와의 통신으로 산간지역에서 무선환경이 가장 안정적으로 갖추어진 통신방법은 기지국을 이용한 휴대폰 통신으로 CDMA, HSDPA가 적합하다. 최근 확대되고 있는 Wibro 역시 고려할 수 있다.

이를 구현하기 위한 구체적인 방안으로 (그림 4)와 같이 전국 주요 관찰 대상지역을 선정하여 예찰요원이 자주 방문할 수 없는 곳을 중심으로 USN카메라를 설치하고 이미지 전송할 수 있는 환경을 구축한다. 여러 개의 USN카메라를 통제할 수 있도록 중앙에 게이트웨이를 설치하고 무선 이미지 전송에 필요한 Wi-Fi 통신 방식을 적용하고 전력공급은 태양열로 제공하며 게이트웨이에서 서버로의 이미지 전송은 안정적인 Wi-Fi와 HSDPA 통신을 이용하도록 한다.

서버로 전송된 병해충 이미지를 전문가 및 담당자가 분석하여 방제의 수준을 결정하여 이에 맞도록 대응하도록하며 전국적으로 분포현황을 GIS, 그래프 등을 통해 한눈에 파악할 수 있도록



(그림 4) 방제정보 운영 체계도

종합모니터링을 제공하는 형태의 시스템을 구축하는 것이 필요하다.

위와 같은 인프라를 바탕으로 구체적인 서비스를 제시하면 <표 1>과 같이 모두 네 가지의 시스템이 필요하다. 설정된 스케줄에 의해 정기적으로 이미지를 받아서 이를 분석하는 '자동예찰시스템'과 필요할 때 원격에서 이미지를 받을 수 있는 '수동예찰시스템'과 이미지를 분석하여 방제여부를 결정하는 '방제결정시스템', 그리고 이 모든 사항을 한곳에서 모니터링할 수 있는 '종합모니터링시스템'으로 운영한다.

<표 1> 소나무재선충병 방제관리시스템

시스템명	세부설명
자동예찰시스템	산림지역의 정기적 예찰 이미지 전송 주기를 입력하여 지역별로 병과 해충의 정보를 획득하고 필요시 관리자가 원하는 지역을 선택하여 해당지역의 이미지를 획득하는 시스템
수동예찰시스템	예찰요원이 산림현장에 방문하였을 때 현장에서 사진 및 관련정보를 입력할 수 있는 시스템
방제결정시스템	전국 현지에 설치된 카메라에서 획득된 이미지를 바탕으로 방제 여부 및 방제 방안을 결정할 수 있는 알고리즘을 적용하는 시스템
종합모니터링 시스템	전국에서 획득된 병과 해충의 정보를 GIS, 그래프, 도표 등을 이용하여 종합적으로 나타냄으로써 종합관리를 지원 하는 시스템. 기존 방제시스템과 연동하여 운영할 수 있음

4. 결론

해마다 발생하는 산림재난으로 복구비용이 증가할 뿐만 아니라 자연 생태계 및 환경파괴 등 국가적인 손실을 입고 있다. 본 시스템은 방제법 위가 매우 넓고 사람이 자주 찾아가기 어려운 지역의 특정한 해충을 원격으로 감시할 수 있도록 IT기술을 적용한 것으로 이미 국가에서 추진한 u-IT 선도사업을 통해 기술적 타당성이 입증된 방식이다.

기술의 핵심은 태양열을 이용한 안정적인 전원공급과 전국 어디에서도 무선 이미지 전송이

가능한 인프라를 바탕으로 산악 오지에서 발생하는 소나무재선충병을 실시간 모니터링 할 수 있는 것이다. 따라서 이러한 방제체계는 향후 소나무재선충뿐만 아니라 전국 산림의 병해충에 대한 총괄적인 관리체계를 구축할 수 있다. 이와 관련한 나무별 방제대상 해충은 다음과 같다.

- 소나무 : 솔잎혹파리, 솔껍질깍지벌레, 소나무재선충, 솔나방
- 산주(山主)의 주요 소득원인 밤나무 : 복숭아명나방, 밤바구미
- 잣나무 : 잣나무넓적잎벌, 솔알락명나방
- 생활주변 산림 피해 해충 : 흰불나방, 오리나무잎벌레 등

그러나 IT기술을 이용한 실시간 이미지 전송은 가능하나 전송된 이미지를 바탕으로 위험을 판단하는 기준이나 방제시기를 결정하는 부분에 대해서는 아직 연구가 미흡한 편이다. 향후 소나무재선충병 이외에도 위에서 언급한 다양한 해충에 대한 이미지 인식 방안이 마련될 경우 전국 산림에 대한 포괄적인 병해충 방제가 가능하다고 할 수 있다.

참고문헌

- [1] 국립산림과학원(www.kfri.go.kr).
- [2] 국립산림과학원령 제204호.
- [3] 김준범 · 조명희 · 김영글, “소나무 재선충 피해지역 추출을 위한 위성영상과 GIS 적용”, 산림과학논문집 65:11~17, 2002.
- [4] 김준범 외, “산림병해충 생태와 방제”, 임업연구원, 51p, 2000.
- [5] 김준범 · 조명희 · 이상길 · 박규중, ‘공간정보기술을 이용한 소나무재선충 정보관리시스템 개발’, 산림과학논문집 67:1~7, 2004.
- [6] 산림청, 산림병해충방제 세부지침, 2007.
- [7] 산림청 홈페이지(www.forest.go.kr).

저자약력



이성연

1997년 서울산업대학교 산업공학과(학사)

1999년 국민대학교 정보과학대학원(석사)

2007년 국민대학교 정보관리학과(박사)

1997년~2005년 (주)싸인시스템 / 전력기획팀장

2005년 한국전산원 / 책임연구원

2005년~현재 디비비전(주) / 수석컨설턴트

관심분야 : u-IT관련 비즈니스 모델, 공간정보산업
서비스 모델, ISP

이 메 일 : sign01@paran.com