

## 참나무시들음병의 지형공간 및 흉고직경에 따른 피해분석

강정석 · 신창섭\*

충북대학교 산림학과

### Damage Analysis of Oak Wilt According to Geographic Space and Diameter at Breast Height

Jeong-Seok Kang and Chang-Seob Shin\*

Department of Forest Sciences, Chungbuk National University, Cheongju 28644, Korea

**요약:** 본 연구는 참나무시들음병 발생지역의 지형적, 공간적 발생분포에 대한 조사와 분석을 통하여 피해 예상지에 대한 적극적인 방제를 위한 기초 자료를 제공하고자 수행되었다. 참나무시들음병 피해는 경기도 파주시 광탄면 3개 지역에서 2011년부터 2015년까지 발생한 피해목을 모두 조사하여 분석하였다. 그 결과 참나무시들음병은 능선에 가까울수록 많은 수의 피해목이 발생되었으며, 보다 효과적인 방제를 위하여 능선을 기준으로 0-40 m까지 중점관리지역으로 선정하여 집중적인 방제작업이 필요할 것으로 사료된다. 또한 경사에 따른 피해상황이 지역에 따라 다르게 나타났으므로 피해발생을 경사도로 예측하기는 어려울 것으로 판단된다. 경급별로는 지역마다 본수비율이 가장 높은 평균 경급에서 피해목의 수가 가장 많은 것으로 분석되었다.

**Abstract:** This study was carried out to provide basic data for active control of the anticipated damage through investigation and analysis of geographical and spatial occurrence distribution of oak wilt disease area. The damage of oak wilt disease was analyzed by investigating all the damage trees caused by oak wilt disease from 2011 to 2015 in three areas of Gwangtan-myeon, Paju-si, Gyeonggi -do. As a result, the closer to the ridge the more damage of the oak wilt was generated. Therefore, it is necessary to select the central management area from 0 to 40 m based on the ridge line for more effective control, and to intensively control the area. Also, it is difficult to predict the occurrence of damage by the slope because the damage situation represent differently by the region. By the diameter class, it was analyzed that the number of damaged trees was the largest in the average diameter class with the most number of the trees in each region.

**Key words:** oak wilt, *Platypus koryoensis*, mountain ridge, gradient, diameter class

## 서론

낙엽성 참나무류는 전국 178만 ha에 분포(KFPI, 2016)되어 전체 활엽수의 88% 이상을 점하고 있으며, 소나무 다음으로 많은 수종으로 알려져 있다. 용도는 표고생산을 위한 자목으로 유용하게 이용될 뿐만 아니라 제탄용 재료도 많이 이용되는 주요활엽수종이다. 그러나 최근 지구환경변화로 신중병해충이 돌발적으로 발생되고 참나무류에도 잠재해충이 확산되어 큰 피해를 주고 있다.

참나무시들음병은 2004년도 성남 이배재 고개에서 최

초로 발생되어 2004년 18개 시·군·구에서 2015년도에는 106개 시·군·구의 수목 234,000본에 피해를 주었다(KFS, 2016). 이와 같이 참나무류에 큰 피해를 주고 있는 참나무시들음병은 병원성 곰팡이가 참나무류의 변재부에 번식하여 도관을 막고 수분이동이 저지 되어 나무가 급속하게 말라 죽게 되는 병이다. 병원균은 공생관계의 매개충인 광릉긴나무좀(*Platypus koryoensis*)이 나무속으로 들어갈 때 옮겨진다(KFRI, 2008).

참나무시들음병 방제전략으로 2010년도부터 소구역 모두베기, 벌채 훈증, 끈끈이트랩, 지상 약제살포 등 발생 지역별로 차별화된 방법에 의한 복합방제를 시행해 오고 있다. 그럼에도 불구하고 참나무시들음병은 2010년도부

\* Corresponding author  
E-mail: sinna@cbnu.net

**Table 1. Overview of the investigation place for oak wilt.**

Year	Location	Area (ha)	Aspect	Elevation (m)	Stand density (trees/ha)			D.B.H	
					Oak	Etc.	Sum	Oak	All
2011	Yeongjiang	22.1	남, 북, 북서	357	2,025	300	2,325	12/6-46	12/6-46
2012	Yeongjiang	16.2	남, 북	279	1,900	200	2,100	16/6-44	14/6-44
2013	Majang	9.6	북, 북동, 북서	275	1,050	1,050	2,100	14/6-40	14/6-40
2014	Majang	8.5	북, 북동	282	1,550	750	2,300	16/6-36	14/6-36
2015	Bunsu	8.4	북, 북동, 북서	174	1,175	200	1,375	16/6-50	16/6-50
Sum		64.8		Mean	1,677	432	2,109		

터 감소하다가 매년 증가와 감소 등의 변화를 반복하고 있는 실정이다. 따라서 참나무시들음병 방제를 위한 보다 효율적인 방법을 모색할 필요가 있으며, 이를 위해 피해발생지에 대한 역학적 분석을 통하여 피해를 예측하고 집중적인 예방 작업을 할 필요가 있다.

본 연구에서는 참나무시들음병 발생지역에 대한 지형적, 공간적 분포에 대한 조사와 분석을 통하여, 피해 예상지에 대한 적극적이고 집중적인 방제를 할 수 있도록 하는 기초 자료를 제공하고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 조사지의 개황

본 조사는 경기도 파주시에서 최초로 발생한 광탄면 3개리 지역에서 2011년도부터 2015년도까지 5개 년도에 걸쳐 수행하였다.

조사지 해발고는 174~357 m 사이에 위치하며, 참나무류의 입목 밀도는 ha당 1,175~2025본, 평균 경급이 12~16 cm인 지역으로 조사지 개황은 Table 1과 같다.

### 2. 현장조사 및 분석방법

참나무시들음병 피해발생에 대한 적극적이고 집중적인 방제를 하기 위한 자료를 제공하기 위하여 참나무류가 생육하고 있는 지역을 대상으로 2011년도부터 2015년도까지 매년1개 지역씩 총 5개 지역에서 전수조사를 실시하였다.

먼저 항공사진을 바탕으로 현장에서 참나무류 생육분포에 따른 기본조사를 실시한 후 피해도 조사구분(KFS, 2008)을 결정한 다음, 조사지 전체 64.8 ha에 대하여 피해목 7,653본을 다음과 같은 방법으로 전수조사 하였다.

#### 1) 피해목에 대한 구분 및 조사

피해목은 완전히 죽은 나무(고사목), 살아있으나 피해정도가 심한 나무(심·중), 피해정도가 가벼운 나무(경) 등 3가지로 구분하였으며 판단기준은 아래와 같이 하였다.

고사목 : 참나무시들음병에 의하여 고사된 나무

심·중 : 땅 위에 떨어진 배출물이 뿌리부분 둘레에 2/3 이상인 상태

경 : 땅 위에 떨어진 배출물이 뿌리부분 둘레에 2/3 미만인 상태

피해도별 피해목 조사방법은 먼저 피해목 중 “고사목”은 흉고직경 2 cm 팔약으로 측정된 후 빨강색 임업용 테이프로 피해목에 둘러 붙이고 마킹펜으로 조사번호와 규격을 기재한 후 조사야장에 일련번호와 규격을 기재하였다. 피해목 중 “심·중”은 파랑색 임업용 테이프로 “경”은 노랑색 임업용 테이프로 동일한 방법으로 하였으며, 피해분포를 확인하기 위하여 GPS로 피해목 지점을 측정하였다.

피해도 조사는 피해가 나타나는 8월말에서 11월까지 실시하였다. 기온 변화 때문에 매개충인 광릉긴나무좀 (*Platypus koryoensis*)의 활동시기가 연장됨에 따라 조사시기를 파악할 필요성과 정확한 발생 현황을 분석하기 위하여 연도별로 조사 시기를 달리하여 조사를 실시하였다.

2) 피해 분포도 작성 및 지형 공간적 피해분포 조사  
지형적, 공간적 피해도 분포를 파악하기 위하여 위성영상자료와 GPS장비를 이용하여 현지 조사된 피해목의 위치정보를 파악하고 수치지형도에 피해목의 피해정도에 따라 색상으로 구분하여 피해분포도를 작성하였다.

또한 참나무시들음병의 지형 공간적 피해분석을 파악하기 위하여 각 능선을 기준으로 계곡부까지 사면전체에 10 m 단위로 끊어 총 피해목에 대한 각각의 피해수량을 파악하였다.

#### 3) 경사도에 의한 피해 분석

경사에 따라 참나무시들음병 피해도 다르게 나타날 수 있다는 가정 하에 경사에 따른 피해도 차이를 알아보기 위해 경사도 5° 단위로 피해목 수량을 분석하였다. 경사별 피해도 분석을 위해 수치지형도상에 표시된 피해분포도와 Power ks(라온테크)경사도 프로그램을 이용하였다.

#### 4) 경급별 피해 분석

경급에 따라 참나무시들음병 피해도 다르게 나타날 수

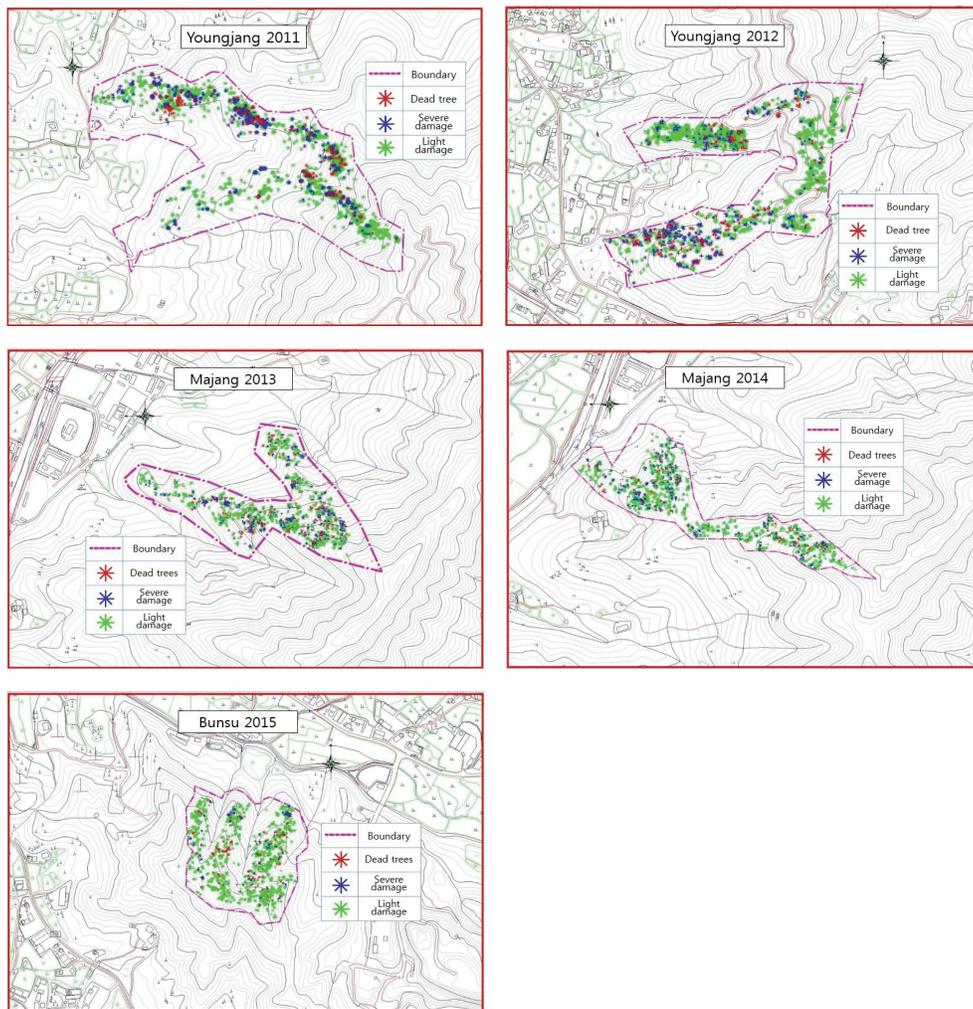


Figure 1. Damage distribution of oak wilt.

있다는 가정 하에 경급에 따른 피해도 차이를 알아보기 위해 피해목을 경급별로 분류하여 분석하였다. 피해목에 대한 전수조사를 실시하면서 피해도 별로 흉고직경 2 cm 팔약으로 조사한 자료를 이용하여 피해목 전체에 대한 경급별 피해상황을 분석하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 참나무시들음병 피해 조사 결과

참나무시들음병의 조사는 광릉긴나무좀이 침입하면서 배출한 톱밥모양의 배출물과 탈출공으로 판단할 수 있다. 참나무시들음병의 매개충인 광릉긴나무좀은 주로 5월 하순부터 7월 하순에 활발하게 활동하지만, 매개충이 장기간(5~10월)에 걸쳐 우화(KFS, 2011) 하기 때문에 2011년에는 8월 25일~9월 15일, 2012년에는 9월 27일~10월 16일, 2013년에는 10월 2일~11월 6일, 2014년에는 11월 3일~11월 18일, 2015년에는 9월 23일~10월 8일로

매년 조사 시기를 달리하여 조사하였다.

그 결과 8월부터 11월까지 전시기에 걸쳐 피해를 확인할 수 있었다. 효율적인 방제를 위한 참나무시들음병 발생조사는 피해가 확실하게 나타나는 7월말에서 9월까지 집중조사(Gyenggi, 2015)로 되어 있지만, 9월 이후에도 피해목이 발생하고 있으므로 이듬해 피해방지를 위한 조사 시기는 기온에 따라 7월부터 11월까지 조사가 필요할 것으로 판단된다. 그러나 조기 방제를 위해서는 5~6월 우화초기부터 예찰을 실시하여 피해확산을 예방할 필요가 있을 것으로 판단된다.

### 2. 피해분포에 따른 공간적 피해분석

#### 1) 피해분포도 작성

2011년부터 2015년도까지 5년 동안 전수 조사한 피해목의 위치 좌표를 수치지형도에 입력한 결과 참나무시들음병 피해도 분포가 Figure 1과 같이 나타났다.

Figure 1 and 2와 같이 2011년도 영장지역 조사면적

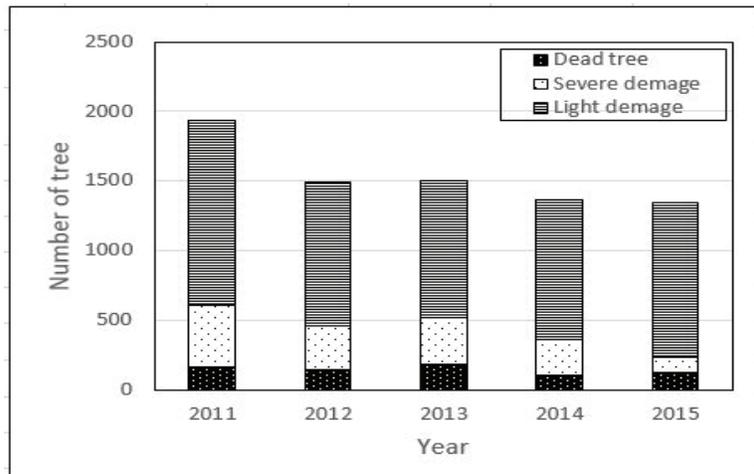


Figure 2. Occurrence of oak wilt by year according to degree of damage.

Table 2. Occurrence of oak wilt by distance from ridge.

Year	Divison	Number of damaged trees by distance from ridge (m)										Total
		0-10	11-20	21-30	31-40	41-50	51-60	61-70	71-80	81-90	91 이상	
2011	능선1	76	86	97	240	281	273	150	18	5		1,226
	능선2	285	154	65	7							511
	능선3	15	24	37	34	23	14	14	14	28		203
	계	376	264	199	281	304	287	164	32	33	0	1,940
2012	능선1	127	114	91	79	55	63	30	25			584
	능선2	199	152	105	89	154	108	45	27	35		914
	계	326	266	196	168	209	171	75	52	35		1,498
2013	능선1	229	254	204	164	57	14	22	17			961
	능선2	170	124	145	87	11	3					540
	계	399	378	349	251	68	17	22	17			1,501
2014	능선1	287	241	186	104	89	71	17	8			1,003
	능선2	84	60	58	54	46	24	31	5	5		367
	계	371	301	244	158	135	95	48	13	5		1,370
2015	능선1	97	68	18	12	2						197
	능선2	119	122	93	48	22	3	2	1			410
	능선3	203	205	114	53	11	4					590
	능선4	84	45	10	4	1	3					147
	계	503	440	235	117	36	10	2	1			1,344
Sum		1,975	1,649	1,223	975	752	580	311	115	73		7,653

22.1 ha에 1940본, 2012년도 영장지역 조사면적 16.2 ha에 1498본, 2013년도 마장지역 9.6 ha에 1,501본, 2014년도 마장지역 조사면적 8.5 ha에 1,370본, 2015년도 분수지역 조사면적 8.4 ha에 1,344본 등 총 64.8 ha에 7,653본이 능선과 능선을 끼고 있는 사면 위주로 발생되었음을 알 수 있다. 조사 자료를 근거로 연도별 단위 면적당 피해본수는 2011년 87.8본, 2012년 92.5본, 2013년 156.3본, 2014년 161.2본, 2015년 160본으로 매년 피해본수가 증가되다가 2014년과 2015년은 비슷한 수준으로 나타났다. 또한 조사지의 참나무류 입목밀도는 ha당 평균 1,677본이었으며, 피해목 본수는 118.1본으로 약 7.0% 정도가 피해를 입은 것으로 분석되었다.

피해수종은 대부분 신갈나무였으며, 피해도 구분에 따

른 피해도별 “고사목”, “심·중”, “경”으로 분석한 결과 Figure 2와 같이 나타났다.

참나무시들음병 피해도별 발생현황은 생육하고 있는 참나무 전체에 대하여 “고사목”은 0.68% “심·중”은 1.32% “경”은 5.4% 등, 총 7.04%로 나타났으며, 피해목 중에서는 고사목”은 9.7%, “심·중”은 18.8%, “경”은 71.5%로 나타났다. 이는 참나무 중 7.04%가 피해를 입고 있었으며, 피해목 중 90% 이상이 11월까지 살아있음을 의미한다.

2) 지형 공간적 피해분석

참나무시들음병은 능선과 능선을 끼고 있는 사면 위주로 발생하였다. Table 2와 같이 능선을 기준으로 10 m 간

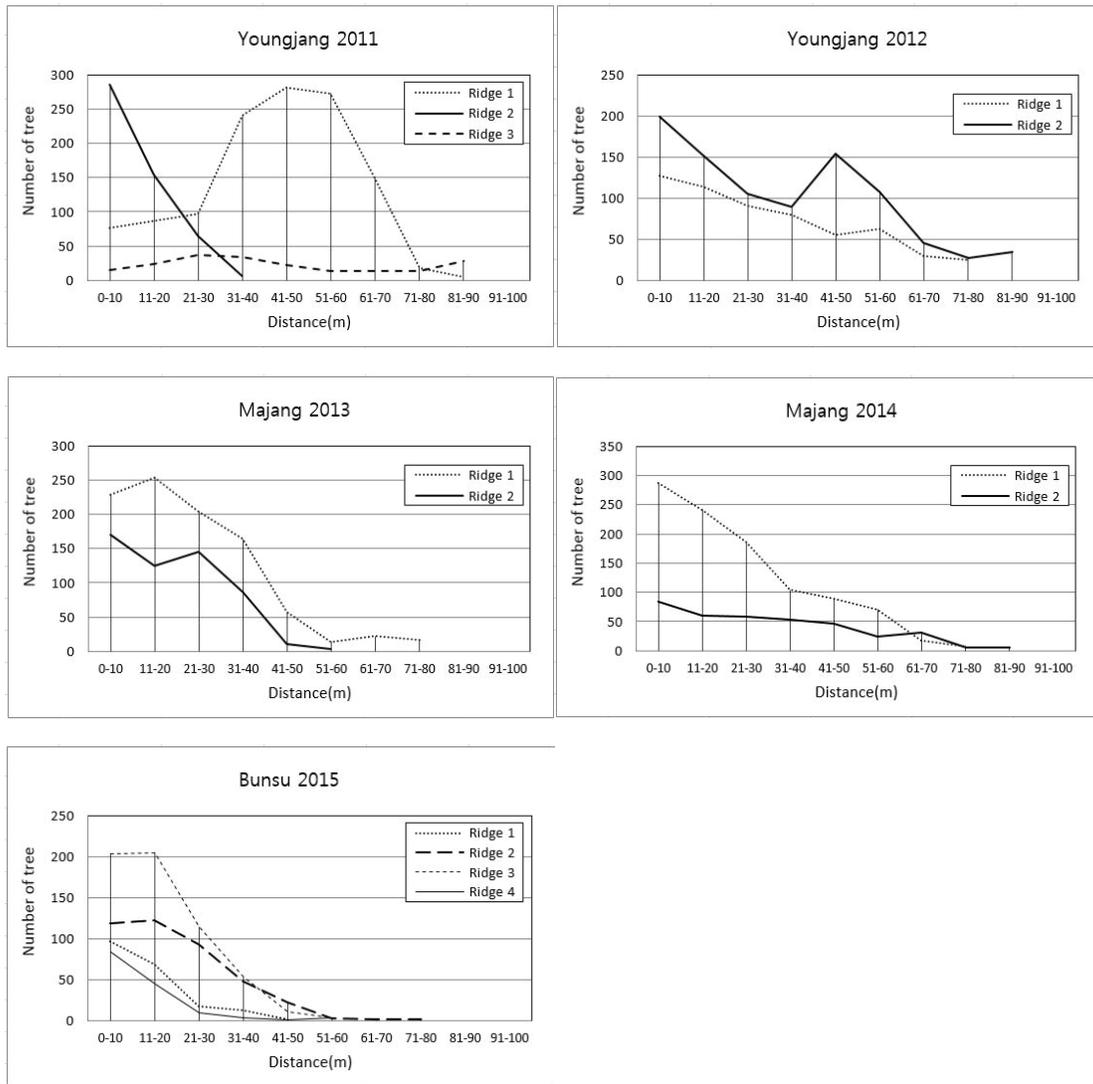


Figure 3. Comparison of oak wilt by distance from ridge.

격으로 계곡부까지 공간적 피해분석을 한 결과 능선에 가까울수록 피해가 크고 계곡부로 갈수록 피해가 적은 것으로 나타났다.

즉, 능선을 기준으로 0~40 m까지의 범위 내에서 전체 피해목의 76.3%를 차지하였고 41~60 m까지는 17.3%, 61~90 m는 6.4%로 분석되었다.

Figure 3과 같이 연도별로 살펴보면, 영장 2011의 능선1은 사면 길이가 90 m로 능선에서 31~70 m 사이에 집중적으로 발생되었고, 능선2는 사면거리가 40 m로 능선에 집중적으로 발생되었으며, 능선3은 능선에서 11~50 m까지 주로 발생되었다. 영장 2012의 능선1은 사면 길이가 80 m로 능선에 가까울수록 많이 발생되었으며 능선2는 사면길이가 90 m로 능선에서 60 m까지 집중적으로 발생되었다. 마장 2013, 마장 2014, 분수 2015는 사면거리가 60~90 m 사이로 능선에 가까울수록 많이 발생되었다. 영

장 2011 능선1의 경우에는 기준능선 사이에 사면 방향으로 반달형의 능선(∩)을 가진 지형이 2개소가 나타났기 때문에 31~70 m 사이에 집중적으로 발생되었다고 판단된다.

참나무시들음병은 북쪽, 동북쪽 사면에서 평균기온보다 높은 지역에 출현 가능성이 높게 나타나며(Kim, 2010), 해발고도 200 m 이하의 지역에서는 상대적으로 피해목이 적게 발생하였으나, 250~400 m에 이르는 지역에서는 상대적으로 피해가 컸으며, 해발고도가 100~500 m에서는 대략 6부 능선을 중심으로 피해목이 집중적으로 발생되었다(KFRI, 2010)고 하였다. 또한 등산로 좌우 반경 20 m 안에 피해목이 많이 분포하고 있다(이상용, 2013)고 한 것도 등산로가 주로 능선을 따라 개설되기 때문에 능선을 중심으로 피해가 많은 것과 무관하지 않을 것으로 추정된다.

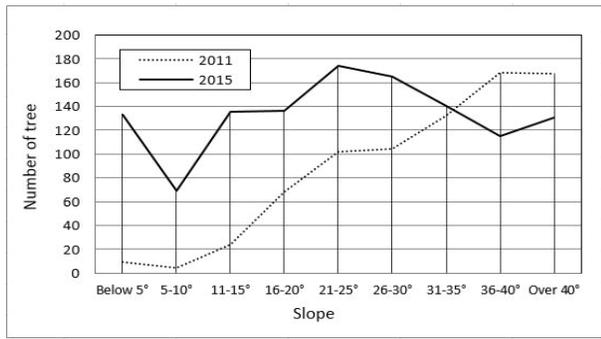


Figure 4. Occurrence of oak wilt by slope.

본 연구에서도 해발고도 174~357 m의 사면에서는 능선을 중심으로 계곡방향으로 능선을 기준으로 0~30 m까지는 63.6%가 차지하고, 0~40 m까지는 76.3%, 41~60 m까지는 17.3%, 61~90 m는 6.4%로 분석되었다. 이와 같이 참나무시들음병은 능선에 가까울수록 피해목이 많이

발생되었기 때문에 보다 효과적인 방제를 위하여, 능선을 기준으로 0~40 m까지 중점관리지역으로 지정하여 집중적인 방제작업이 필요할 것으로 판단된다.

### 3. 경사도에 의한 피해 분석

경사도에 의한 피해도 분석을 파악하기 위하여 경사도 프로그램을 활용하여 조사지 평균 경사도가 21.3°인 2011년 조사지(영장리)와 평균 경사 26.9°인 2015년 조사지(분수리)를 대상으로 분석한 결과(Figure 4) 영장리에서는 21° 이상에서 피해가 컸으며, 분수리에서는 21~35° 사이에서 피해가 큰 것으로 분석되었다(Table 3, Figure 4).

선행연구에 따르면 KFRI(2010)은 참나무시들음병은 경사도 40% (21.8°)부근에 집중적으로 피해목이 분포되어 있으며, 경사가 완만한 지역에서는 상대적으로 적었다고 하였으며, Kang(2017)은 경사별 피해분포가 20~30% 경사에서 가장많은 피해분포를 보였다고 하였다. 영장리에

Table 3. Number of damaged trees by slope.

Location	Number of damaged trees by slope (trees/ha)									Whole area
	5°미만	5~10°	11~15°	16~20°	21~25°	26~30°	31~35°	36~40°	40 이상	
Youngjang-Li	9.3	4.5	23.7	68.1	101.6	104.0	132.4	168.0	167.7	81.24
Bunsu-Li	133.3	69.2	135.3	136.4	174.1	165.2	140.1	115.4	130.4	148.67
Sum	71.3	36.8	79.5	102.2	137.8	134.6	136.2	141.7	149.0	114.9

Table 4. Damage status of oak wilt by DBH class.

DBH	Number of damaged trees by year					Total	Ratio (%)
	2011	2012	2013	2014	2015		
6	193	16	30	50	3	292	3.8
8	222	54	103	87	39	505	6.6
10	290	95	124	114	64	687	9.0
12	363	155	146	168	99	931	12.2
14	299	215	212	218	144	1,088	14.2
16	220	237	197	222	198	1,074	14.0
18	131	201	194	142	200	868	11.3
20	117	151	153	110	165	696	9.1
22	45	131	105	86	122	489	6.4
24	32	110	104	68	96	410	5.4
26	15	67	61	36	80	259	3.4
28	4	28	17	21	37	107	1.4
30	3	13	39	28	41	124	1.6
32	1	7	5	8	15	36	0.5
34	1	4	3	8	16	32	0.4
36		6	4	4	10	24	0.3
38		2	2		4	8	0.1
40	3	4	2		6	15	0.2
42					1	1	
44		2			1	3	0.1
46	1				1	2	
50					2	2	
계	1,940	1,498	1,501	1,370	1,344	7,653	100

서 조사결과 경사도 21° 이상에서 경사가 급할수록 많은 수의 피해가 발생 하였으며 분수리에서는 21~35° 사이에 많은 수가 발생하였지만 전반적으로 경사와 무관하게 고르게 분포하였다. 이상의 결과는 선행연구와 부분적으로 일치하지만 지역에 따라서는 경사가 급할수록 피해가 큰 것으로 나타남에 따라 경사도에 따른 피해발생을 예측하기는 어려울 것으로 판단된다.

#### 4. 경급별 피해 분석

참나무시들음병의 경급별로 피해상황을 보면 경급 6~50 cm까지 피해가 나타나고 있으며, 경급 12~18 cm 사이의 피해목 본수가 전체의 51.7%로 나타났다(Table 4).

선행연구에서는 참나무시들음병 피해목은 흉고직경이 20 cm 이상인 중경목과 대경목에서 피해가 컸으며(Lee, 2013; KFS, 2012), 우면산 조사지에서는 21~30 cm 범주에서 가장높게 나타났으나(Kang, 2017), 북한산 도봉일 때에는 직경 15 cm 이내의 수령이 어린경우 더욱 쉽게 발병현상이 보이고(KNP, 2010), 고양동 경우에도 대경목 보다는 소경목 위주로 나타났다(KFRI, 2010)고 하였다.

본 연구결과 영장리(2011) 조사지에서는 경급 12에서, 영장리(2012)와 마장리(2013), 분수리(2015)에서는 경급 16에서, 마장리(2014)에서는 경급 14에서 피해본수가 가장 많았으며(Figure 5), 이는 정확하게 조사지의 평균 경급(Table 1)과 일치한다. 따라서 참나무시들음 병은 경급과 무관하게 발생되며, 피해가 큰 경급은 그 만큼 본수 비율이 높기 때문인 것으로 판단된다. 즉 참나무시들음 병은 해당 피해지의 평균흉고직경을 중심으로 많은 피해를 받고 있다고 볼 수 있다.

## 결 론

참나무시들음병은 전국적으로 예찰 및 방제사업으로 발생지역별 차별화된 방제방법으로 매개충의 생활사에 따른 복합방제를 시행되고 있다.

이와 같이 시행되고 있는 참나무시들음병 조사를 8월 25일부터 11월 18일까지 실시한바 전 시기에 걸쳐 피해를 확인할 수 있었다. 이는 9월 이후에도 피해목이 발생하고 있으므로 이듬해 피해방지를 위한 조사 시기는 기온에 따라 7월부터 11월까지 조사가 필요할 것으로 판단된다.

참나무시들음병 피해도별 발생현황은 생육하고 있는 참나무 중 7.04%가 피해를 입고 있었으며, 피해목 중에서는 “고사목”은 9.7%, “심·중”은 18.8%, “경”은 71.5%로 나타났다. 이는 피해목 중 90% 이상이 살아있음을 의미하지만 피해확산을 방지하기 위해서는 조기에 발견하여 적절한 조치를 취해야 할 것이다.

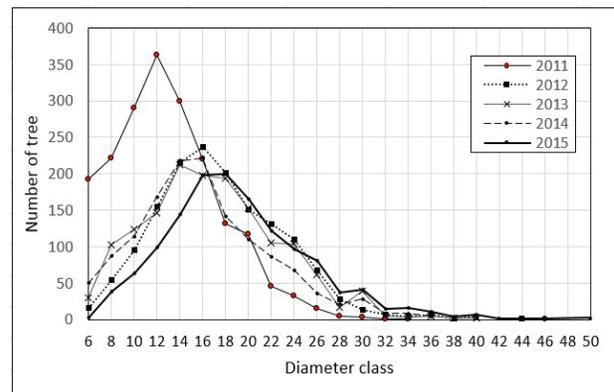


Figure 5. Comparing the damaged tree by diameter class.

산림지형에 따라 발생한 피해상황은 능선에 가까울수록 많은 수의 피해목이 발생하였으며, 능선을 기준으로 0~40 m까지는 76.3%, 41~60 m까지는 17.3%, 61~90 m는 6.4%로 분석되었다. 따라서 참나무시들음병의 보다 효과적인 방제를 위해서는 능선을 기준으로 0~40 m까지 중점관리지역으로 지정하여 집중적인 방제작업이 필요할 것으로 판단된다.

경사도에 따른 참나무시들음병의 피해상황은 경사가 급한 곳에서 많이 발생하는 경우도 있었으나, 지역에 따라 다르게 나타났으므로 피해발생을 경사도로 예측하기는 어려울 것으로 판단된다.

또한 경급별 참나무시들음병 조사결과 6~50 cm까지 경급에 따른 차이를 발견할 수 없었으나, 조사지 지역마다 본수비율이 가장 높은 평균경급에서 피해목 수가 가장 많은 것으로 분석되었다.

이상의 결과를 종합하면 참나무시들음병의 피해는 가해된 나무의 증상이 심해져야 눈에 띄게 나타나지만, 취약지역에 대한 세심한 예찰을 통해 조기에 발견하여 적절한 조치를 취한다면 피해 확산을 경감시킬 수 있을 것이다. 따라서 참나무시들음병의 취약지역은 주로 능선을 중심으로 발생되므로 중점 관리지역을 중심으로 집중적인 예찰과 방제가 이루어져야 할 것이다.

## 감사의 글

본 연구는 2015학년도 충북대학교 학술연구지원사업에 의하여 수행되었습니다.

## References

- Korea Forest Research Institute. 2010. Disease Ecology and Control Research of Oak Wilt. pp. 3-29.
- Korea Forest Research Institute. 2012. Technology Textbook

- about Forest Insect Pests and Diseases. pp. 208.
- Korea Forest Service. 2008. Subregional Clear-cutting and Direct Control Support to Forest Owner of Oak Wilt. pp. 1.
- Korea Forest Service. 2008. Practice Manual for Forecasting and Control about Oak Wilt. pp. 199.
- Korea National Park Service. 2010. Analysis of Diffusion Prediction and Occurrences for Oak Wilt in Bukhansan National Park. p. 28.
- Gyeonggi-do. 2015. 2015 Forest Policy. pp. 199.
- Korea Forest Service. 2016. Forest Pest Surveillance. Control Business Plan. pp. 80.
- Korea Forest Research Institute. 2011. Press Release. pp. 1.
- Korea Forest Research Institute. 2008. Oak Wilt. pp. 3.
- Lee, S.W. 2014. Study on Current State and Control of Oak Wilt Infected According to Climate Change: Area in Chiaksan National Park. Sangji University Graduate school: 28-29.
- Kang, J.A. 2017. A Study on the Spatial Characteristics of Oak Wilt Disease Affected Areas in Mt Umeoun. Seoul National University Graduate School of Environmental studies: 42-43.
- Kim, T.G. 2010. Application of Ecological Niche Factor Analysis for Estimating a Spatial Distribution of Oak Wilt. Journal National Park Research 1(3): 183.

---

(Received: February 7, 2017; Accepted: July 24, 2017)