



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

碩士學位論文

노루에 의한 제주 가시나무류  
조림지의 피해지수 개발

Development of Damage Index in a *Quercus* species  
plantation by Roe Deer in Jeju

國民大學校 一般大學院

山林資源學科

盧官平

2016

碩士學位論文

노루에 의한 제주 가시나무류  
조림지의 피해지수 개발

Development of Damage Index in a *Quercus* species  
plantation by Roe Deer in Jeju

國民大學校 一般大學院

山林資源學科

盧官平

2016

노루에 의한 제주 가시나무류  
조림지의 피해지수 개발

Development of Damage Index in a *Quercus*  
species plantation by Roe Deer in Jeju

지도교수 고 동 욱



이 논문을 석사학위 청구논문으로 제출함

2016년 12월 15일

국민대학교 일반대학원

산림자원학과

노 관 평

2016

# 노 관 평 의

## 석사학위 청구논문을 인준함

2016년 12월 23일

심사위원장 신 만 용 ①

심사위원 오 장 근 ①

심사위원 고 동 욱 ①

국민대학교 일반대학원

# 목 차

|                                      |    |
|--------------------------------------|----|
| 제1장 서론 .....                         | 1  |
| 제2장 연구 배경 및 연구사 .....                | 4  |
| 2.1. 야생동물에 의한 농작물 피해 .....           | 6  |
| 2.2. 우제류에 의한 수목 피해 .....             | 6  |
| 제3장 연구방법 .....                       | 8  |
| 3.1. 연구 대상지 .....                    | 8  |
| 3.2. 묘목 조사 .....                     | 9  |
| 3.2.1. 조사 시기 및 범위 .....              | 9  |
| 3.2.2. 조사 항목 .....                   | 11 |
| 3.2.3. 조사 시기에 따른 조림지 비교 .....        | 14 |
| 3.3. 피해지수의 개발 및 전문가 설문조사 .....       | 15 |
| 3.3.1. 1차 피해지수 개발 .....              | 15 |
| 3.3.2. 1차 전문가 설문조사 .....             | 16 |
| 3.3.3. 피해지수 개선 .....                 | 18 |
| 3.3.4. 2차 전문가 설문조사 .....             | 19 |
| 3.4. 개선 피해지수의 적용 및 비교 .....          | 21 |
| 제4장 연구 결과 및 고찰 .....                 | 23 |
| 4.1. 묘목 조사 .....                     | 23 |
| 4.2. 피해지수 개발 .....                   | 25 |
| 4.2.1. 1차 피해지수의 개발 .....             | 25 |
| 4.2.2. 1차 전문가 설문조사에 따른 피해지수 개선 ..... | 28 |
| 4.2.3. 2차 전문가 설문조사 응답 분석 .....       | 34 |
| 4.3. 개선 피해지수의 적용 .....               | 37 |
| 제5장 결론 .....                         | 42 |
| 제6장 참고문헌 .....                       | 44 |

|                    |    |
|--------------------|----|
| 제7장 부록 .....       | 53 |
| 7.1. 1차 설문조사 ..... | 53 |
| 7.2. 2차 설문조사 ..... | 60 |



## 표 차례

|  |    |
|--|----|
| Table 1. Seedling survey information .....                                       | 10 |
| Table 2. Seedling measurement items .....  | 14 |
| Table 3. Leaf bunch vitality levels in 4 grade .....                             | 20 |
| Table 4. Seedling Classification index .....                                     | 20 |
| Table 5. Damage index comparison by surveyed period .....                        | 22 |
| Table 6. Information of survey plots .....                                       | 23 |
| Table 7. Total result of seedling investigation .....                            | 24 |
| Table 8. Duncan's multiple range test by seedling investigation .....            | 24 |
| Table 9. Seedling damage occurrence by measurement .....                         | 26 |
| Table 10. Initial method of damage index calculation .....                       | 27 |
| Table 11. Pearson correlation of damage index and measurements .....             | 27 |
| Table 12. Experts's assessment of measurement and duncan<br>grouping .....       | 29 |
| Table 13. Duncan's multiple range test by leaf bunch vitality .....              | 30 |
| Table 14. Rubbing evidence duncan grouping by experts .....                      | 31 |
| Table 15. Improved method of seedling investigation .....                        | 31 |
| Table 16. Improved method of damage index calculation .....                      | 32 |
| Table 17. Pearson correlation of improved damage index and<br>measurements ..... | 33 |
| Table 18. Sensitivity analysis of damage level increase .....                    | 33 |
| Table 19. Expert's mean score of seedling .....                                  | 34 |
| Table 20. Duncan's multiple range test by seedling height .....                  | 35 |
| Table 21. Duncan's multiple range test by seedling leaf bunch<br>vitality .....  | 35 |
| Table 22. Duncan's multiple range test by seedling rubbing .....                 | 36 |

Table 23. T-test for damage index and experts score of seedling  
types .....37



## 그림 차례

|  |    |
|--|----|
| Figure 1. Research concept map .....   | 3  |
| Figure 2. Distribution of genus <i>Capreolus</i> .....   | 4  |
| Figure 3. Study area .....   | 9  |
| Figure 4. Measurements of seedling survey .....  | 12 |
| Figure 5. Types of leaf bunch vitality .....   | 17 |
| Figure 6. Types of rubbing evidence .....  | 18 |
| Figure 7. Damage index of pre and post season (value 0.5) .....  | 38 |
| Figure 8. Damage index of pre and post season (value 1.0) .....  | 38 |
| Figure 9. Damage index distribution compare with 2015 winter and<br>2016 winter (weighted value 0.5) ..... | 39 |
| Figure 10. Damage index of pre and post winter (value 0.5) .....   | 40 |
| Figure 11. Damage index of pre and post winter (value 1.0) .....   | 40 |
| Figure 12. Damage index distribution compare with 2015 summer<br>and 2016 winter .....                     | 41 |

## 국문 요약

우리나라는 1970년대 이전까지 야생동물이 서식을 할 수 있는 자연환경이 조성되어 있지 않았고, 밀렵과 사냥으로 인해 야생동물을 발견하기 힘들 정도로 개체수가 적었다. 이후 산림녹화사업과 같이 산림 생태계 건강성을 회복하고 야생동물을 보호하려는 움직임으로 인해 야생동물 개체수가 증가하게 되었다. 이러한 야생동물 개체수 증가로 최근 다양한 문제가 발생하고 있다. 고라니(*Hydropotes inermis*), 멧돼지(*Sus scrofa*), 까치(*Pica pica*)와 같은 야생동물에 의해 농작물 피해가 발생하고 도심지에 출몰하여 인간 사회와 충돌을 일으키고 있다. 뿐만 아니라 고라니, 노루와 같은 우제류는 조림지 내 묘목을 섭식하거나 뽕, 송곳니 등으로 묘목을 비벼 경제적인 손실을 안겨주고 있다.

제주도에 서식하는 노루(*Capreolus pygargus tianschanicus*)는 그 개체수가 매우 적었으나, 1980년대 이후 노루 살리기 캠페인을 통해 적극적인 보호 활동을 벌여 현재 14,000여 마리의 개체가 서식하고 있는 것으로 알려졌다. 이러한 노루 개체수 증가는 농작물 뿐 아니라 조림지에도 피해를 입힌다. 특히 제주도 특용 수종 중 하나인 붉가시나무(*Quercus acuta*)는 야생동물에 의한 피해를 많이 입는 수종으로, 주로 노루에 의한 피해를 많이 입고 있는 것을 알려져 있다. 이러한 피해에도 불구하고, 아직 야생동물에 의한 조림지 묘목의 피해에 대한 연구는 부족한 현실이다.

본 연구에서는 노루에 의한 가시나무류 묘목의 피해를 조사하고 묘목이 입는 피해를 정량화하여 조림지에서 발생하는 피해를 평가할 수 있는 지수를 개발하고, 지수를 활용하여 시간에 따른 조림지 내 묘목의 노루에 의한 피해를 평가하고자 하였다.

피해지수를 개발하기 위한 과정은 다음과 같다. 한남시험림 내 붉가시나무 및 종가시나무 조림지 내 묘목을 조사하고, 문헌 자료와 묘목 조사 자료를 활용하여 1차 피해지수를 개발하였다. 1차 피해지수에 필요한 개선사항을 전문가 설문조사를 통해 추가로 수집하고 이를 활용하여 1차 피해지수

를 개선하였다. 개선된 피해지수를 활용하여 다시 조림지 조사 자료에 적용시키고, 이 자료를 바탕으로 2차 전문가 설문조사를 실시하여 개선된 피해지수와 전문가 응답 점수 차이를 바탕으로 피해지수를 검증하였다.

개선된 피해지수는 전문가의 의견을 상당부분에서 잘 반영하고 있었으며 묘목의 피해를 정량적으로 표현하는데 문제가 없는 것으로 보였다. 다만 수고에 따른 묘목의 피해를 측정하는데 한계가 보여 이 부분과 관련한 개선이 필요해 보였다.

실제 피해지수를 시기에 따라 조림 지역에 대입하여 본 결과 한 해 동안 조림지 내 평균 점수 차이가 크게 발생하지 않았으나, 심각한 피해를 받은 묘목수가 많아진 것으로 밝혀졌다. 이와 달리 여름철과 겨울철의 계절차이에 따른 묘목 피해는 피해지수를 활용하여 비교한 결과 겨울철 발생한 노루에 의한 묘목피해가 두드러지게 나타났는데 이는 겨울철 발생한 묘목의 비빔 피해가 큰 영향을 미친 것으로 보인다.

또한 시기에 따른 묘목의 피해를 비교할 때 묘목의 일반 조사 자료인 묘목의 수고, 근주부 직경 등을 활용하여 묘목의 피해를 평가하는 방법보다 피해지수를 활용하는 방법이 효율적이었다. 피해지수의 활용은 묘목의 조림 지역의 피해를 한눈에 파악하기 쉬울 뿐 아니라 노루 퇴치장치의 성능을 평가하기에도 용이할 것으로 보인다.

현재 개발된 지수는 가시나무류와 노루에 한정하여 적용하였으나, 본 연구를 개선하여 가시나무류 뿐만 아니라 야생동물에 의해 피해를 많이 입는 소나무 및 잣나무와 같은 수종에도 적용하고 가해 야생동물이 노루 뿐 아니라 고라니 등에도 적용할 수 있는 피해지수의 개발이 필요하다. 이러한 피해 지수의 활용으로 전국 조림지역에서 발생하는 조림 묘목의 피해를 추정하여 산림경영에 도움이 되는 기초자료로서의 역할을 기대할 수 있을 것이다.

## 제1장 서론

우리나라의 산림은 20세기에 접어들어 일제의 식민지 산림정책과 6.25 전쟁에 의해 산림 파괴가 발생하여 1952년 임목축적이 ha당 5.7m<sup>3</sup>이었으나, 1973년 이후 본격적으로 시작된 국토녹화 사업 이후 1980년 22.2m<sup>3</sup>/ha, 1990년 38.4m<sup>3</sup>/ha 그리고 2015년 146.0m<sup>3</sup>/ha 까지 증가하게 되었다. 이러한 산림의 증가는 야생동물 서식환경 조성과 서식지 질의 향상을 가져오게 되었으며 서식지 질의 향상으로 산림 야생동물 보호 기능 평가액은 24,000억 원으로 추정하고 있다(산림청, 2016; 이경준 외 2015).

야생동물 개체수 증가의 이면에는 야생동물로 인한 농작물과 임산물 등의 피해 발생, 도심지 멧돼지 출몰과 같은 야생동물과 인간 사회와 충돌이 있다. 야생동물로 인한 피해로 환경부에서는 인간의 안위와 재산에 피해를 끼치는 야생동물을 유해야생동물로 지정하고 이를 포획 및 관리하고 있다. 유해야생동물은 개체수가 많아 농림수산업에 피해를 주는 고라니나, 인가 주변에 출몰하여 사람과 가축에게 피해를 줄 우려가 있는 멧돼지 등을 포함한다.

한편 노루에 의한 피해는 제주도의 사례가 대표적인데, 노루에 의한 농경지 피해 면적이 1998년 107ha에서 2004년 583ha로 증가하게 되었다(세계일보, 2005). 노루에 의한 농작물의 피해가 증가하여 2013년 7월 이후 3년간 노루는 한시적으로 유해야생동물로 지정되었고, 해발 400m 이하의 농림업 지역에서 포획을 허가하였으며 이후 3년간 5천여 마리를 포획하였다. 포획을 시행한 이후 2년간 피해면적이 44%가 감소하고, 피해 보상액은 31% 감소하였다(제주특별자치도, 2013; 연합뉴스, 2016).

제주도 노루는 개체수가 적어 1980년대 중반까지 그 모습을 관찰하기가 힘들었다. 이에 겨울철 먹이 주기, 올가미 제거와 같은 노루 살리기 캠페인을 통해 그 개체수가 증가하였다(제주특별자치도, 2010). 노루의 개체수는 1993년 약 5,000마리로 추정하였으며(동아일보, 1993) 2009년 12,881마리

까지 증가하였고 2015년 약 1만 4천여 마리까지 증가한 것(오장근 등, 2009; 오장근, 2015)으로 알려져 있다.

노루에 의한 피해는 농경지뿐 아니라 조림지에도 영향을 끼친다. 특히 제주도에 주로 서식하는 붉가시나무는 종가시나무, 호랑가시나무, 녹나무, 굴거리나무 등과 함께 형질이 우수하고 장기적인 용재 사용이 가능한 유망 수종으로 가치가 높은 수종 중 하나로 꼽히지만(손석규 등, 2006), 야생동물에 의한 피해를 많이 입는 수종 중 하나로 알려져 있다.

국내에 알려진 노루에 의한 조림 묘목의 피해 연구는 주로 수컷 노루의 뿔에 의한 피해로 비빔활동(rubbing, peeling, fraying)과 관련하여 진행되었으며(정충덕 등, 2001; 정영교 등, 2008; 김은미 등, 2012) 이러한 피해를 예방하고자 묘목 둘레에 철사와 플라스틱을 활용한 인공설치물을 활용하여 야생동물에 의한 접근을 막으려는 연구가 진행되었다(권기원 등 2004). 종가시나무, 녹나무, 소나무 등 수목의 섭식에 의한 피해 역시 발생하는 것으로 알려져 있으나(김지은과 김문홍, 2001; 김형철, 2015), 상대적으로 관련된 연구는 부족한 것이 현실이다.

야생동물에 의한 묘목의 피해를 평가하는 일은 인간과 야생동물의 공생을 위한 산림 경영 방법에 대한 정보를 제공하기 위해 필요하다. 그러나 대부분의 야생동물 피해 조사는 피해 발생 유무를 기록하는 정성적인 방법을 선택하고 있어 피해의 심각성을 유추하기가 힘들다. 또한 정성적 평가 방법은 시기에 따라 묘목이 받은 피해를 비교하는데 한계를 가진다.

본 연구는 겨울철 노루에 의해 가시나무류(*Quercus* spp.) 묘목이 입는 피해를 정량화할 수 있는 피해지수를 개발하였다. 기존의 피해 평가 방법과 달리 피해지수는 노루에 의한 묘목을 정량적으로 추산하여 조림지 별 묘목이 받은 피해를 효과적으로 비교하고자 하였으며, 시기에 따라 발생하는 피해를 피해지수를 활용하여 나타내고자 하였다. 또한 피해지수는 노루에 의한 묘목의 피해기작을 활용하여 노루의 생태성을 반영하고자 하였다.

본 연구의 절차는 Figure 1과 같다. 노루의 피해에 따른 피해지수를 개발하기 위하여 실제 붉가시나무(*Quercus acuta*) 및 종가시나무(*Quercus*

*glauca*) 묘목이 식재되어있는 조림지를 조사하였으며 관련 문헌을 조사하여 기초 자료를 수집하고 피해 유형을 분석하여 1차 피해지수를 개발하였다. 조림지 묘목 조사 자료를 바탕으로 피해 유형을 도해하여 전문가 설문 조사를 실시해 묘목 조사 및 1차 피해지수의 문제점을 밝혀 피해지수를 개선하였다. 이렇게 개선된 피해지수를 다시 전문가 설문조사를 통해 검증하여 최종 피해지수를 개발하였다. 또한 개선된 피해지수를 실제 조림지에 적용해 묘목의 피해 정도의 심각성을 정량화하고 한 해 동안 묘목이 받은 피해를 비교하여 본 연구에서 개발한 피해지수의 적합성을 검정하였다.

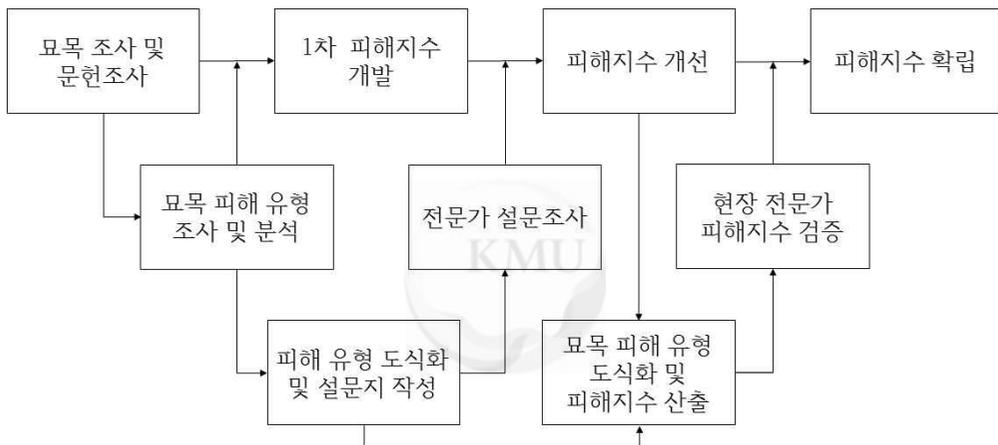


Figure 1. Research concept map

## 제2장 연구 배경 및 연구사

제주도에 서식하는 노루(*Capreolus pygargus tianschanicus*)는 계통분류체계에 따라 우제목(Artiodactyla) 반추류(Ruminantia) 사슴과(Cervidae) 노루속(*Capreolus*)에 속하는 종으로 Figure 2와 같이 유럽 일대에 걸쳐 서식하는 유럽노루(*Capreolus capreolus*)와 우리나라, 중국, 몽골, 러시아 시베리아에 분포하는 시베리아노루(*Capreolus pygargus*)의 두 종으로 구분한다(Danilkin, 1996).



**Figure 2.** Distribution of genus *Capreolus* (<http://www.iucnredlist.org>)

우리나라에 서식하는 노루(*C. pygargus tianschanicus*)는 시베리아 노루(*C. pygargus*)의 아종으로 서부 시베리아 노루라고도 불리며 몸길이 126~137cm, 몸무게 32~40kg 정도이며 남부 카자흐스탄부터 몽골, 중국,

한국 등에 서식한다. 이 외에 지역에 서식하는 동부 시베리아 노루(*C. pygargus pygargus*)는 몸길이 140~145cm, 몸무게 41~49kg으로 서부 시베리아 노루에 비해 상대적으로 크기가 더 큰 것으로 알려져 있다. 유럽에 서식하는 노루는 몸길이 100~126cm, 몸무게 18~32kg으로 크기가 더 작다(Danilkin, 1996; 정세호 등, 2006).

우리나라에 분포하는 노루는 울릉도를 제외한 지역에 걸쳐 서식하고 있다. 특히 제주도에는 1980년대 노루 보호 캠페인 이후 개체수가 증가하여 1990년대 이후 제주도 전역에 분포하게 되었다. 인간에 의한 간섭이 적은 해발 200m 이상에 주로 분포하며 해발 500m~600m 중산간지대에 주로 위치하는 목장지대 및 골프장은 노루에게 좋은 서식처가 되어 상대적으로 밀도가 높은 것으로 알려져있다(박찬열 등, 2008; 오장근 등, 2009). 또한, 제주도의 특이 지형 중 하나인 오름은 방목지와 숲으로 이루어져 좋은 서식지 및 번식지로서의 역할을 수행한다(오장근, 2015).

노루는 다른 우제류와 마찬가지로 먹이활동과 되새김질 활동을 포함한 휴식활동을 반복하며 대부분의 시간은 채식과 관련된 활동을 위해 사용한다(Mysterud, 1998a; Cederlund, 1989; 오장근, 2004). 채식을 위한 활동과 포식자로부터 몸을 숨기기 위한 은신처가 조성된 환경을 선호하여 방목지와 숲 사이를 오가며 활동한다(Danilkin, 1996; 오장근, 2004; 최태영과 최현명, 2007). 초기 천이 단계의 나지를 채식지역으로 선호하지만, 적절한 초본 및 관목을 은신처로 활용하며 수분 공급과 목욕의 목적으로 하천 근처를 선호한다(임신재 등, 2012). 겨울철에는 적설에 따른 영향으로 먹이를 구하기 쉽지 않아 활동에 필요한 에너지 증가를 해결하고자 저지대로 이동한다. 이는 일반적인 사슴과와 같은 계절적 이동 패턴이다(Parker et al., 1984; Mysterud, 1998b; 오장근, 2004).

노루는 소화기 쉬운 초본류와 목본류의 새순을 주로 섭취하며 씨앗과 과일 종류를 섭취하기도 한다(Danilkin, 1996; Tixer and Duncan, 1996). 제주도에 서식하는 노루의 먹이 선호는 사철나무, 송악, 마삭줄 등이 나타났다으며 겨울철에는 먹이가 부족하여 동백나무, 황칠나무, 소나무 등도 섭식

하는 것으로 알려져 있다(김지은과 김문홍, 2001).

## 2.1. 야생동물에 의한 농작물 피해

2005년 환경부에서 야생동식물보호법을 제정하여 야생동물에 의해 입은 피해를 보상을 위한 기반을 마련하였다. 이는 주로 야생동물에 의해 발생하는 농작물 피해와 관련한 문제를 해결하기 위한 것으로 대표적으로 멧돼지, 고라니, 까치와 같은 동물에 의한 피해를 많이 입는 것으로 알려져 있으며, 특히 멧돼지에 의한 농작물 피해가 가장 심각하다(환경부, 2010).

제주도에서 발생하는 노루에 의한 농작물 피해는 1996년 발생 이후 지속적으로 증가하고 있다. 온실 및 비닐하우스에서 재배되는 작물을 제외한 모든 종류의 농작물에 해를 가하는 것으로 조사되었으며, 특히 콩, 배추, 무더덕 등의 피해가 극심하다(정충덕 등, 2001; 김형철, 2015; 오장근, 2015).

## 2.2. 우제류에 의한 수목 피해

우제류는 먹이를 선택적으로 섭식하는데, 몸의 크기, 반추의 여부, 입의 크기 그리고 우제류가 가지는 네 개의 위 중 봉소위와 몸의 크기 비율과 같은 내적 인자와 주변 서식지 환경과 묘목 주변 환경의 상태와 같은 외적 인자의 영향을 받는다(Henley, 1982; Gill, 1992).

묘목의 섭식 피해는 하층식생의 영향을 받는다. 하층식생이 묘목보다 클 경우 하층식생을 먹이로 선호하고 반대로 묘목의 수고가 더 높을 경우 묘목을 먹이로 선호하는 패턴을 보인다(Miller et al., 1982). 또한 적설에 의해 하층식생의 접근성이 떨어질 경우 묘목을 선택하기도 한다(Szmit, 1975; Jamrozy, 1980). 수목의 종에 따라 선택적으로 섭식하는 경향을 가지기도 하는데, 일반적으로 사시나무나 버드나무 등을 선호하며, 가문비나무나 소나무 등은 기피한다(Gill, 1992). 묘목의 섭식 피해 조사는 조사자

마다 차이를 보이는데, 연구 목적에 따라 5% 이상의 잔가지가 섭식 피해를 조사하거나, 말단의 싹의 섭식 피해를 조사하거나 피해 정도를 6개의 척도로 구분하여 조사하는 방법 등이 있었다(Bergquist and Örlander, 1998; Morellet et al., 2001; Chevrier et al. 2012).

비빔에 의한 묘목의 피해는 영역 표시, 경쟁 수컷을 위한 표시, 냄새 표시 혹은 뿔의 벨벳을 벗기기 위해 일어난다. 이러한 활동의 원인은 주로 수컷의 발정기와 암컷을 향한 다른 수컷과의 경쟁이다(Gill, 1992). 비빔목을 선정하는 원인으로는 수종, 수목의 냄새, 줄기의 직경 그리고 접근 가능성이 있다. 비빔의 피해 조사는 뿔에 의해 수피의 파편이 완전히 벗겨졌을 때 비빔 피해목으로 평가하고 피해 묘목의 비빔 높이를 조사한 방법이 있다(Ramos et al., 2006).

조림지에 발생한 묘목 피해 평가 방법에는 정량적인 방법과 정성적인 방법이 있다. 스웨덴의 구주소나무(*Pinus sylvestris*)의 경우 손바닥말코사슴(*Alces alces*)에 의한 소나무 조림지의 피해를 평가하는 방법으로 Browsing Pressure (BP) survey와 Moose Damage (MD) survey가 있다. BP의 경우 묘목의 전체 정아와 측아 중 식해가 발생한 정아와 측아의 발생한 피해를 세는 정량적인 피해 평가 방식이다. MD는 손바닥말코사슴에 의해 발생한 묘목의 피해를 정성적으로 평가한 방식으로 정아의 식해 유무(apical shoot browsing), 수피 벗겨짐(bark stripping) 그리고 줄기의 부러짐(stem breakage) 여부를 통해 수간에 발생한 피해를 평가한다(Lindqvist, 2012).

## 제3장 연구방법

### 3.1. 연구 대상지

연구대상지는 제주도 남동사면에 위치한 한남시험림으로 북위 33°21′, 동경 126°39′에 위치하며 1922년 국유지로 지정되었다. 인공림 217ha, 천연림 823ha를 포함하여 총 1,203ha의 면적을 가지며 시험림 내 사려니오름을 포함하여 거인악, 마분악 등의 오름이 있으며 고도대는 해발 300~750m에 걸쳐 있고 대체적으로 평탄한 지형을 가진다. 연 강수량은 약 3,000mm이며 평균 온도는 16.1°C 기후대는 고도대에 따라 난대, 아열대, 온대의 특성을 함께 가진다(최돈하 등 2010; 원현규 등, 2014; 조재형 등, 2014).

한남시험림에는 국내 최고령의 삼나무 조림지가 있으며(제주특별자치도, 2009), 붉가시나무, 굴거리, 구실잣밤나무, 황칠나무 등의 상록활엽수림, 서어나무, 졸참나무 등의 낙엽활엽수림과 삼나무, 편백나무, 소나무 등의 침엽수림이 존재한다. 또한 54ha의 면적으로 조성된 채종원과 클론 보존원에서는 삼나무와 편백나무의 우수한 종자를 생산하여 보급하기도 한다. 초본류로는 으름난초, 새우난, 개족도리와 같은 희귀식물 15종이 서식하고 있다(김철민 등, 2009; 원현규 등, 2014; 조재형 등, 2014).

한남시험림에 서식하는 동물상은 14종의 포유류와 80종의 조류, 7종의 파충류가 있다. 주요 동물상으로는 팔색조, 큰오색딱따구리, 오소리, 노루 등이 있으며 그밖에 붉은사슴과 꽃사슴 등의 외래종, 매, 황조롱이, 삼광조, 비바리뱀과 같은 주요 보호동물이 있다(박찬열 등, 2008; 김철민 등, 2009).

노루에 의한 가시나무류 묘목의 피해를 조사하고자 2013년에 붉가시나무 및 종가시나무 2-1묘를 식재한 조림지에 Figure 3과 같이 5개의 방형구를 구획하였다. 조림지 외곽에는 노루 피해 방지를 위해 그물망으로 펜스가 설치되어 있으나, 조림지 내에 노루의 배설물과 사체 등의 흔적을 발견할 수 있었다.



**Figure 3.** Study area (Jeju island, Hannam experimental forest, survey plot)

## 3.2. 묘목 조사

노루에 의한 가시나무류 묘목의 피해를 알아보기 위해 묘목 조사를 실시하였다. 묘목 조사는 2015년 2~3월, 7~8월 그리고 2016년 3월에 3차례에 걸쳐 시행하였다.

### 3.2.1. 조사 시기 및 범위

묘목의 조사 시기 선정은 노루에 의해 묘목이 피해를 입는 시기와 시기에 따른 피해 비교를 고려하여 결정하였다. 묘목 조사 시기와 범위 그리고 조사 자료의 활용은 다음과 같다(Table 1). 1차 조사와 3차 조사는 5개의 방형구를 전수조사하였다. 2015년 여름에 진행한 2차 조사는 5개의 방형구 중 한 곳은 전수조사를 실시하였으며 나머지 4개 방형구는 임의추출로 묘목조사를 하였다.

**Table 1.** Seedling survey information

| Period                    |                 | Range                                      | Usage of data  |   |
|---------------------------|-----------------|--|--|---|
| 1 <sup>st</sup><br>survey | Feb-Mar<br>2015 | 5 plots, 679<br>seedlings                  | · Developing 1 <sup>st</sup><br>damage index   | · Comparing base<br>statistics with<br>different surveyed<br>data       |
|                           |                 |  | · Base data for 1 <sup>st</sup><br>expert survey of<br>categorize seedling<br>damage to illustrate |   |
| 2 <sup>nd</sup><br>survey | Jul-Aug<br>2015 | 5 plots, 303<br>seedlings random<br>sample | · Base data for 2 <sup>nd</sup>  | · Comparing<br>improved damage<br>index with different<br>surveyed data |
|                           |                 |  | · expert survey of<br>categorize seedling<br>damage to illustrate                                  |   |
| 3 <sup>rd</sup><br>survey | March<br>2016   | 5 plots, 679<br>seedlings                  | · Base data for 2 <sup>nd</sup><br>expert survey of<br>categorize seedling<br>damage to illustrate |   |

겨울철은 적설로 인한 토지 피복과 총 식물량 감소로 인하여 우제류의 에너지 지출 증가와 먹이 공급을 어렵게 하여 가시나무류와 같은 활엽수는 이 시기에 좋은 먹이자원이 된다(Szmidt, 1975; Jamrozy, 1980; Parker et al., 1984). 2015년 2~3월에 이루어진 1차 묘목 조사는 우제류에 의한 묘목의 섭식 피해를 관찰하기에 적절한 이른 봄철이다(Wallgren et al., 2013). 또한, 이 시기에는 수컷 노루가 뿔의 벨벳을 벗기기 위해 묘목에 뿔을 비빔에 따라 묘목의 비빔 피해를 관찰하기에 바람직한 것으로 생각하여 조사 시기를 결정하였다(오장근, 2004).

2015년 7~8월에 이루어진 2차 조사는 겨울철 조사와 여름철 조사의 계절 차이에 따라 노루에 의한 묘목 피해를 관찰하기 좋은 시기라고 판단하여 조사 시기를 정하였다.

2016년 3월 조사는 1차 조사 시기로부터 1년 사이 묘목의 성장 변화와 추가로 발생할 수 있는 노루에 의한 피해를 피해지수를 활용하여 피해 정

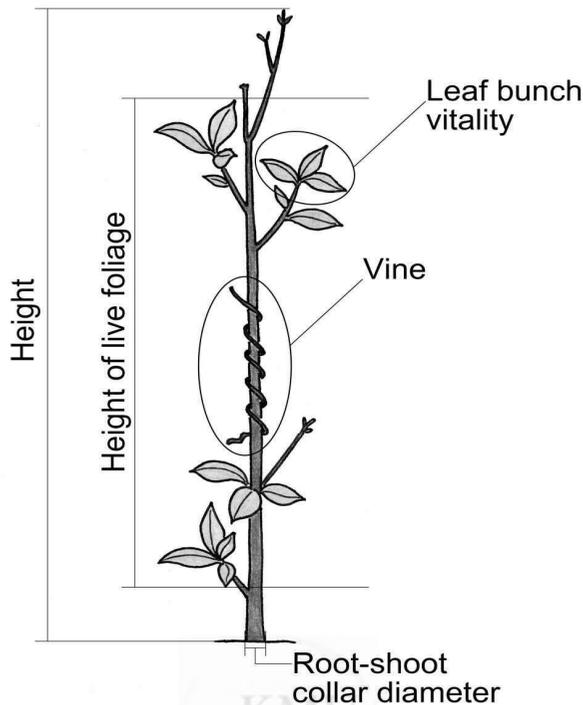
도를 측정할 수 있을 것으로 판단하고 조사 시기를 정하였다.

1차 조사와 3차 조사는 5개의 방형구 내 묘목을 모두 조사하였으나, 2차 조사에는 방형구 내 하층식생의 영향으로 전수조사가 어려워 묘목을 임의로 추출하여 303본의 묘목을 조사하였다.

1차 조사 자료는 1차 피해지수를 개발하기 위한 기초자료와 1차 전문가 설문조사의 묘목 피해 유형(엽다발 피해, 비빔 피해) 도해를 위한 자료로 활용하였다. 3차 조사 자료는 2차 설문조사에 필요한 피해 묘목의 도해를 위해 묘목 피해 유형을 구분하는 기초자료로 이용하였다. 뿐만 아니라 모든 조사 자료는 조사 항목의 기초 통계로 간략하게 시기별 조림지의 피해를 비교하였으며, 개선 피해지수 역시 적용하여 시기에 따른 조림지의 피해를 피해지수를 활용하여 비교하였다.

### 3.2.2. 조사 항목

노루에 의한 가시나무류 묘목의 피해를 고려하여 조사항목을 선정하였다. 기본 매목조사항목으로 묘목의 수고, 근주부 직경, 덩굴흔적을 조사하였고 노루에 의한 피해와 관련된 항목으로 엽다발 활력도, 생엽고, 비빔 흔적을 조사하였다(Figure 4).



**Figure 4.** Measurements of seedling survey

묘목의 항목별 조사 방법은 다음 Table 2와 같다. 묘목의 수고는 묘목의 지상부로부터 최고 지점을 줄자로 측정하였고, 근주부 직경은 묘목 근주부를 버니어 캘리퍼를 활용하여 측정하였다. 생엽고는 살아있는 잎의 최고 지점과 최저 지점을 기록하였고 생엽이 없을 경우 측정하지 않았다. 엽다발 활력도는 노루에 의한 묘목의 식해 피해를 평가하기 위해 활력에 따라 3개의 등급으로 나누어 평가하였다. 1차 묘목 조사에서는 엽다발을 구성하는 잎의 개수가 3개 이상이고 잔존율이 90% 이상일 경우 엽다발 활력도 상, 엽다발을 구성하는 잎의 개수가 3개 이상이면서 50% 이상이 잔존할 경우와 엽다발 잔존율이 90% 이상이지만 구성 잎 개수 2개 이하인 경우 엽다발 활력도 중 마지막으로 엽다발의 잔존율이 50% 미만일 경우 엽다발 활력도 하로 평가하였다. 3차 조사에서는 1차 전문가 설문조사에 의해 엽다발 활력도 조사 방법이 바뀌어 엽다발을 구성하는 잎의 개수와 무관하게

엽다발 잔존율 90% 이상, 50% 이상, 50% 미만에 따라 엽다발 활력도 상, 중, 하로 구분하였다.

비빔 흔적 조사도 1차, 2차 조사와 3차 조사의 조사 방법이 다른데, 1차, 2차 조사에서는 묘목에 발생한 비빔의 흔적을 관찰하고 비빔 흔적의 유무를 기록하고 최고 높이와 최저 높이를 측정하였다. 3차 조사에서는 비빔 흔적의 유무 뿐 아니라 비빔 피해가 발생했을 경우 비빔 피해의 정도에 따라 피해 등급을 상, 중, 하로 구분하여 기록하였다.

묘목의 덩굴 및 덩굴 흔적의 유무도 조사하였으며, 마지막으로 생엽이 없고 줄기가 메말라 있는 묘목은 고사목으로 처리하였으며 조사지 내부에 야생동물의 흔적 등을 관찰하여 기록하였다.



**Table 2.** Seedling measurement items

| Measurement                | Description  |   |
|----------------------------|--|---|
|                            | 1 <sup>st</sup> & 2 <sup>nd</sup> survey   | 3 <sup>rd</sup> survey  |
| Height                     | · Measure from ground to highest point of the seedling   |   |
| Root-shoot collar diameter | · Measure root-shoot collar diameter with vernier caliper  |   |
| Height of live foliage     | · Measure minimum and maximum height of living leaves  |   |
|                            | · If there is no living leaf, then does not measure it   |   |
|                            | · Make leaves as bunch group   |   |
|                            | · Write bunch numbers by grade   |   |
|                            | · Evaluate bunch in three grades according to vitality   |   |
| Leaf bunch vitality        | <ul style="list-style-type: none"> <li>- High: <math>\geq 3</math> leaves per bunch with <math>\geq 90\%</math> leaf area remaining</li> <li>- Medium: <math>\geq 3</math> leaves per bunch with <math>\geq 50\%</math> leaf area or 1~2 leaves per bunch with <math>\geq 90\%</math> leaf area</li> <li>- Low: all leaves <math>&lt; 50\%</math> leaf area remaining</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>· Evaluate bunch in three grades according to vitality</li> <li>- High: <math>\geq 90\%</math> leaf area remaining</li> <li>- Medium: <math>\geq 50\%</math> leaf area remaining</li> <li>- Low: <math>&lt; 50\%</math> leaf area remaining</li> </ul> |
|                            | · Find rubbing evidence on stem (presence & absence)   |   |
| Rubbing evidence           | · If presence, write maximum and minimum height of rubbing evidence  | <ul style="list-style-type: none"> <li>· If presence, evaluate rubbing damage in three grades</li> <li>- High: lignum reveled by facial shape</li> <li>- Medium: lignum reveled by linear shape</li> <li>- Low: Damaged only bark</li> </ul>  |
| Vine                       | · Write absence or present of vine or vine evidences   |   |
| Others                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>· Dead seedling: absence of live foliage and dried stem</li> <li>· Evidence of wildlife were recorded near by seedlings</li> </ul>  |   |

### 3.2.3. 조사 시기에 따른 조림지 비교

조사 시기에 따른 조림지 내 묘목의 전반적인 변화를 살펴보기 위해 1차와 2차 그리고 3차 조사에서 관찰한 묘목의 자료를 비교하였다. 묘목의 수고, 근주부 직경, 생엽고와 생엽저의 평균과 엽다발 활력 등급별 빈도, 비침 발생 빈도 그리고 덩굴 흔적의 빈도를 비교하였다. 또한 조사 자료를 시

기에 따라 구별하여 SAS 9.4버전을 활용하여 분산 분석과 던컨의 다중검정하여 이를 바탕으로 1차, 2차 그리고 3차 조사 시기에 따라 조사 항목의 유의미한 변화를 분석하였다.

### 3.3. 피해지수의 개발 및 전문가 설문조사

피해지수는 다음의 단계에 거쳐 개발하였다. 먼저 현장조사 및 문헌조사를 기초 자료로 활용하여 묘목의 피해를 바탕으로 한 1차 피해지수를 개발하였다. 1차 피해지수를 바탕으로 하여 전문가 설문조사를 실시하였고, 전문가의 응답 결과를 분석하여 피해지수를 개선하였다. 마지막으로 개선된 피해지수를 다시 전문가 설문조사하여 피해지수 산출방법을 확립하였다.

#### 3.3.1. 1차 피해지수 개발

1차 조사 자료와 묘목 피해와 관련한 문헌 조사 자료를 바탕으로 1차 피해지수를 개발하였다. 노루에 의한 묘목의 피해 유형은 크게 뿌리에 의한 줄기 피해와 섭식에 따른 잎의 피해로 나눌 수 있다.

피해 지수를 개발하기 위해 조사 자료 중 수고와 비빔 흔적 및 엽다발 활력도를 사용하였다. 수고와 비빔 흔적은 노루의 뿌리에 의한 피해와 관련이 있고 엽다발 활력도는 노루의 섭식 활동과 관련이 있어 묘목의 피해를 평가하는데 적합하다고 판단하였다.

1차 피해지수에 각 항목에 따른 피해도를 반영하기 위해 문헌조사를 실시하였으며, 문헌조사로 타당한 기준을 정하기 힘들 경우 묘목 조사 항목을 바탕으로 기준을 정하였다.

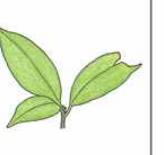
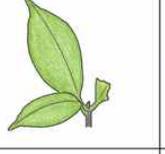
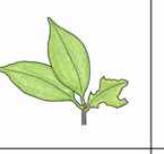
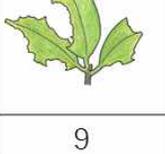
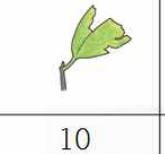
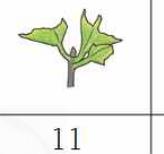
마지막으로 1차 조사 자료에 1차 피해지수를 적용하고, 산출된 피해지수와 묘목의 조사 항목(수고, 엽다발 활력 등급 별 엽다발 수, 비빔 흔적 유무) 간 피어슨 상관계수를 분석하였다. 이를 활용하여 1차 피해지수가 본래 개발 계획에 따른 조사 항목의 반영 여부를 확인하였다.

### 3.3.2. 1차 전문가 설문조사

1차 피해지수는 우제류에 의한 섭식 피해와 비빔 피해를 반영하기 위해 묘목의 수고, 엽다발 활력도, 비빔 흔적을 바탕으로 산출되었다. 그러나 각 항목이 피해지수에 반영되는 가중치나 엽다발 활력도 등급별 섭식 피해 가중치를 결정하는데 객관성이 부족하다. 또한 실제 조사에서 발견된 묘목의 비빔 피해의 빈도가 매우 낮게 관찰되었다. 이러한 한계점을 해결하고자, 가시나무류 조림단계에 참여한 15명의 전문가(평균관련분야근속년수: 8.5년)를 대상으로 2015년 10월 노루에 의한 묘목 피해와 관련하여 설문조사 및 질의응답을 진행하였다.

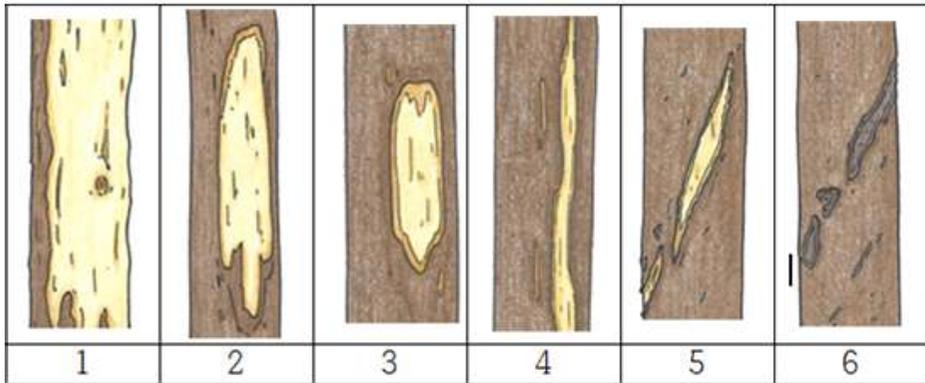
설문조사 질문 내용은 크게 세 가지로 구분하였다. 첫 번째 질문에서는 묘목 조사 항목 중 노루에 의한 묘목의 피해 정도를 평가하는데 반영되어야 하는 항목의 선정과 중요도에 대해 물었다. 이는 1차 피해지수에서 사용한 수고, 엽다발 활력도, 비빔 흔적을 제외한 다른 조사 항목의 피해지수 반영 여부를 결정하고 조사 항목에 따라 피해지수에 반영되는 가중치를 결정하는 기초자료로 활용하고자 질문하였다. 각 조사 항목별 반영 필요성의 유무를 묻고 조사 항목이 반영에 중요하다고 생각되는 정도를 1점에서 5점 사이의 점수를 주도록 하였다.

두 번째는 엽다발 활력도의 등급을 구분하고 등급별 피해 가중치를 결정하기 위한 질문으로 묘목 조사에서 관찰한 엽다발을 엽다발의 잔존율과 엽다발을 구성하는 잎의 개수에 따라 12개의 유형으로 나누고 Figure 5와 같이 도해하고 유형에 따른 활력 점수를 1점에서 5점까지 매기도록 하였다. 설문 조사에 활용한 엽다발 활력 그림 순서는 Figure 5와 달리 임의로 배치하였다. 응답 자료를 활용하여 1차 묘목 조사에서 활용한 엽다발 활력도 평가 방법을 검토해 전문가 의견을 수렴하고자 하였다. 또한 엽다발 활력 등급에 따라 피해지수에 반영되는 가중치를 결정하기 위한 기초자료로 활용하였다.

|   |   |   |  |
|---|---|---|--|
|  |  |  |  |
| 1   | 2   | 3   | 4  |
|  |  |  |  |
| 5   | 6   | 7   | 8  |
|  |  |  |  |
| 9   | 10  | 11  | 12   |

**Figure 5.** Types of leaf bunch vitality

마지막은 비빔 피해에 따른 피해지수 반영의 개선을 위해 5개의 비빔흔적 유형을 Figure 6과 같이 조사 자료와 문헌자료(최태영과 최현명, 2007)를 바탕으로 도해하고 그림에 따른 피해를 평가를 하였다. 비빔 흔적 유형에 따라 비빔 피해를 1부터 3까지 점수를 주도록 평가하였다. 비빔 흔적 질문을 위한 그림 배치 역시 Figure 6과 달리 임의로 배치하였다. 1차 설문 조사 응답을 활용하여 비빔 흔적 조사 방법을 수정하였으며 비빔 흔적 발생 유형별 등급을 나누어 등급에 따른 피해 가중치를 정하고자 하였다.



**Figure 6.** Types of rubbing evidence

설문조사를 진행하면서 추가로 전문가에게 노루가 묘목에 미치는 영향 및 피해와 관련한 기타 의견을 수렴하여 피해지수의 개선에 도움이 되고자 하였다.

3가지 질문 범주인 피해지수 산출에 반영 되어야 하는 묘목 조사 항목과 중요 점수, 엽다발 유형에 따른 엽다발 활력 점수, 비빔 흔적 유형에 따른 비빔 피해 점수에 대해 각각 항목 및 유형에 따라 SAS 9.4버전을 활용하여 분산 분석하고 던컨의 다중검정을 실시하였다. 항목과 유형에 따른 유의미한 차이를 밝히는데 던컨의 다중검정을 활용하였고 이를 바탕으로 피해지수에 활용할 묘목 조사 항목의 선정, 엽다발 활력 등급 구분, 비빔 흔적 피해 등급 구분에 사용하였다. 구분한 유형의 가중치 결정은 설문 응답 결과의 평균을 활용하여 결정하였다.

### 3.3.3. 피해지수 개선

1차 전문가 설문조사 결과를 활용하여 1차 피해지수 산출 개선에 필요한 정보를 얻어 이를 바탕으로 1차 피해지수를 개선하였다. 피해지수에 반영하는 항목의 선정과 각각의 가중치를 1차 전문가 설문조사의 응답 결과를 바탕으로 수정하였다.

3차 묘목 조사 자료에 개선된 피해지수를 적용하고 개선 피해지수와 묘목 조사 자료(수고, 엽다발 활력 등급별 엽다발 수, 비빔 피해 등급)를 피어슨 상관계수로 분석하였다. 이는 개선된 피해지수가 전문가 의견을 피해지수 산출식에 잘 반영하였는지 분석하기 위해 이루어 졌다.

또한 1차 피해지수와 개선 피해지수의 수고, 엽다발 활력도, 비빔 피해 등급이 각각 I 등급에서 II, II 등급에서 III 그리고 III 등급에서 IV 등급으로 변할 때 나타나는 피해지수의 변화율을 분석하였다. 이는 조사 항목별 피해 변화가 지수 전체에 미치는 영향을 나타내어 1차 피해지수와 개선 피해지수 간 피해 항목 변화에 따른 민감도를 나타 낼 수 있어 개선된 피해지수가 전문가 의견 반영 여부를 나타낼 수 있다.

#### 3.3.4. 2차 전문가 설문조사

2016년에 진행한 3차 묘목 조사 자료를 바탕으로 개선된 피해지수를 적용하여 전문가 설문조사를 진행하였다. 설문조사에 참여한 전문가는 총 17명(평균 근속년수: 11.6년)으로 1차 설문조사에 응답한 전문가와 12명이 중복되며 2016년 8월에 진행하였다.

2차 전문가 설문조사는 개선된 피해지수의 검증을 목적으로 한다. 설문조사는 묘목 조사에서 나타난 묘목의 유형을 수고, 엽다발 활력도, 비빔 흔적에 따라 나누어 그림으로 표현하고 각 유형에 해당하는 묘목의 피해 정도를 0점에서 100점 까지 평가하도록 하였다.

전문가 설문조사에 사용할 묘목의 유형을 표현하기 위해 실제 묘목 조사에서 관찰한 엽다발 활력도를 유형으로 나누어 4개의 등급으로 표현하였다. 각 엽다발 등급에 해당하는 엽다발 활력 등급 구성은 Table 3과 같다. 4개의 등급으로 나눈 엽다발 활력도는 각 등급별 엽다발 빈도를 대푯값으로 지정하고 이를 활용하여 묘목 유형을 나누었으며 묘목을 도해하는데 이용하였다.

**Table 3.** Leaf bunch vitality levels in 4 grade

| Level | Number | Average of leaf bunch vitality |     |     | Score |
|-------|--------|--------------------------------|-----|-----|-------|
|       |        | I                              | II  | III |       |
| I     | 59     | 5.1                            | 2.1 | 0.3 | 4.2   |
| II    | 237    | 3.1                            | 5.9 | 2.4 | 11.1  |
| III   | 142    | 1.1                            | 4.2 | 5.4 | 17.1  |
| IV    | 143    | 0.3                            | 1.7 | 7.7 | 21.7  |

엽다발 활력도를 포함하여 수고, 비빔 흔적 역시 유형을 구분하였다. 수고 3단계, 비빔 피해 4단계 엽다발 활력 등급 4단계의 총 48개의 묘목 유형으로 구분하였다. 묘목의 유형은 알파벳으로 표현하였고 수고는 A, B, C, 엽다발 활력등급은 A, B, C, D 그리고 비빔도 A, B, C, D로 표현하였다. 각 항목별 알파벳이 나타내는 등급은 다음과 같다(Table 4).

**Table 4.** Seedling Classification index

| Measurement         | Classification | Criteria             |
|---------------------|----------------|----------------------|
| Height              | A              | More than 93cm       |
|                     | B              | More than 65cm       |
|                     | C              | Under 65cm           |
| Leaf bunch vitality | A              | Leaf bunch level I   |
|                     | B              | Leaf bunch level II  |
|                     | C              | Leaf bunch level III |
|                     | D              | Leaf bunch level IV  |
| Rubbing             | A              | None                 |
|                     | B              | Grade I              |
|                     | C              | Grade II             |
|                     | D              | Grade III            |

수고 구분은 수고 조사와 같은 기준을 사용하여 A, B, C로 나누었고 비빔 구분은 수고 구분과 같이 조사와 같은 기준을 사용하여 비빔 피해 없는 묘목부터 비빔 피해 상 등급 묘목까지 A, B, C, D로 구분하였다. 마지막으로 엽다발 활력도는 Table 3의 구분 기준을 사용하여 A, B, C, D로 구분하였다. 이를 활용하여 묘목 유형 이름을 수고, 엽다발 활력도, 비빔 구분

의 문자 조합을 통하여 3개의 알파벳으로 나타냈다. 수고 유형 A, 엽다발 활력도 유형 B, 비빔 유형 A의 묘목일 경우 묘목 유형 ABA로 사용하였다.

설문조사에 48개 묘목 유형을 모두 도해하고 평가를 받기에 문항수가 적절하지 않아 문항수를 줄이는 것이 효율적일 것으로 판단하였다. 수고 피해를 제외한 비빔 유형과 활력도 유형을 구분할 수 있는 묘목 유형 16개에 한 가지 유형을 골라 수고 유형을 구분하여 총 18개의 묘목 유형으로 구분하고 묘목 평가를 진행하였다. 설문조사에 사용한 묘목 유형은 ABA, BAA, BAB, BAC, BAD, BBA, BBB, BBC, BBC, BCA, BCB, BCC, BCD, BDA, BDB, BDC, BDD, CBA의 18개 묘목 유형이다.

전문가 설문조사를 통해 산출한 18개 묘목 점수를 바탕으로 수고, 엽다발 활력도, 비빔에 따라 피해 점수를 분산 분석 및 던컨의 다중검정을 활용하여 피해 증가에 따른 점수 변화를 보았다. 또한 묘목 유형별 전문가 점수와 개선 피해지수가 나타내는 값을 t-검정하여 피해지수의 검증을 하였다. 분산 분석과 t-검정에 통계프로그램 SAS 9.4버전을 활용하였다.

### 3.4. 개선 피해지수의 적용 및 비교

개선된 피해지수를 1차, 2차 및 3차 묘목 조사 자료에 적용하여 시기의 변화에 따른 조림지의 변화를 관찰하였다(Table 5). 1차 조사와 3차 조사 비교는 한 해 동안 나타난 조림지의 노루에 의한 피해를 비교할 수 있고, 2차 조사와 3차 조사 비교는 겨울철 발생하는 노루의 피해를 비교할 수 있다. 1차 조사와 3차 조사 비교는 고사목을 제외한 묘목 534본을 활용하였으며, 2차 조사와 3차 조사는 255본을 활용하여 비교하였다.

**Table 5.** Damage index comparison by surveyed period

| Comparison                                 | Number of seedlings | Significance                             |
|--|---------------------|--|
| 1 <sup>st</sup> and 3 <sup>rd</sup> survey | 534                 | Plantation damage during the past year   |
| 2 <sup>nd</sup> and 3 <sup>rd</sup> survey | 255                 | Plantation damage during the past winter |

1, 2차 조사와 3차 조사에서는 조사 방법의 차이가 있었다. 전문가 설문 조사 결과에 따라 엽다발을 구성하는 잎의 개수보다는 엽다발 전체 활력을 중심으로 활력 구분이 이루어졌으며, 비빔 피해 평가는 평가 방법이 피해의 유, 무로만 구분한데 반해 피해 등급 상, 중, 하, 없음의 4단계로 나누어 평가하였다. 1차 조사 자료에서 개선된 피해지수를 그대로 적용시킬 수 없어 이를 감안하기 위해 수치를 조정하였다.

비빔 피해의 경우 1차 및 2차 조사에서 비빔 피해의 범위가 10cm 미만일 경우 피해 등급 하, 20cm 미만 중 그리고 20cm 이상일 경우 비빔 피해 상 등급으로 변경하여 개선 피해지수에 적용하였다.

엽다발 활력도의 경우 활력 등급 하는 차이가 없으나, 1차 및 2차 조사의 경우 엽다발 구성 잎의 수가 2개 이하이면서 잔존율이 90% 이상인 엽다발이 활력 등급 중으로 평가되었으나, 개선된 조사 방법에서는 엽다발 활력 등급 상으로 평가된다. 이에 대한 직접적인 반영이 어려워 1차 및 2차 조사의 엽다발 활력 등급 중 엽다발 수를 줄이고 동일한 수의 엽다발을 엽다발 활력 등급 상 엽다발 수로 늘렸다. 이에 따른 1차 및 2차 조사 엽다발 활력도 등급 상에 가중치를 임의로 0.5개와 1개씩 더해 두 번의 경우를 모두 시행하였다.

마지막으로 묘목 조사 자료의 기본 통계량과 피해지수를 활용하여 시기에 따른 조림지의 묘목 피해를 비교해 피해지수의 활용성 및 현장 적용 가능성을 확인하였다.

## 제4장 연구 결과 및 고찰

### 4.1. 묘목 조사

5개 방형구의 면적과 방형구 내 묘목 본수는 다음 Table 6과 같다. 방형구 내 묘목은 고사한 묘목을 포함하여 총 679본이 식재되어있었다. E 방형구 내 묘목 본수가 가장 많고 가장 넓은 면적을 가졌으며 A 방형구 내 묘목 본수가 가장 적었다.

**Table 6.** Information of survey plots

| Plot  | Area(m <sup>2</sup> ) | Number of seedlings |
|-------|-----------------------|---------------------|
| A     | 370.2                 | 103                 |
| B     | 382.8                 | 115                 |
| C     | 365.8                 | 107                 |
| D     | 505.8                 | 167                 |
| E     | 887.3                 | 187                 |
| Total | 2,511.9               | 679                 |

조사 시기별 조림지 내 통계량은 다음 Table 7와 같다. 수고는 1차 조사에서 가장 높은 평균을 가지며 2차, 3차 조사로 갈수록 평균 수고가 낮아졌다. 근주부 직경은 3차 조사에서 가장 크게 나타났으며 2차 조사에서 가장 낮게 나타났다. 생엽고는 2차 조사에서 가장 높고, 범위도 넓게 나타났으며 1차 조사가 가장 범위가 낮게 나타났다. 엽다발 활력 등급은 활력 등급 상, 중 모두 2차 조사에서 가장 많은 것으로 나타났으며 다음으로 3차 조사, 마지막으로 1차 조사에서 가장 적게 나타났다. 엽다발 활력 하 등급 엽다발 수는 활력 상, 중 등급 엽다발 수와 반대로 1차 조사에서 가장 많은 것으로 나타났으며 다음으로 3차, 마지막으로 2차 조사 순으로 나타났다. 비빔 흔적의 경우 2차 조사에선 나타나지 않았으며 3차 조사에서 가장 많이 나타났다. 마지막으로 덩굴은 2차 조사에서 가장 많이 나타났으며 다음으로 3차, 마지막으로 1차 조사 순으로 나타났다.

**Table 7.** Total result of seedling investigation

| Measurement | Height (cm)     | Mean                            |                             |        | Frequency           |        |     |                  |       |      |
|-------------|-----------------|---------------------------------|-----------------------------|--------|---------------------|--------|-----|------------------|-------|------|
|             |                 | Root-shoot collar diameter (mm) | Height of live foliage (cm) |        | Leaf bunch vitality |        |     | Rubbing evidence | Vine  |      |
|             |                 |                                 | Highest                     | Lowest | High                | Medium | Low |                  |       |      |
| Period      | 1 <sup>st</sup> | 59.4                            | 7.9                         | 28.0   | 9.2                 | 0.5    | 3.4 | 6.9              | 0.014 | 0.31 |
|             | 2 <sup>nd</sup> | 57.9                            | 7.4                         | 40.4   | 10.7                | 3.2    | 7.8 | 3.4              | 0.0   | 0.6  |
|             | 3 <sup>rd</sup> | 52.4                            | 8.5                         | 38.9   | 9.3                 | 2.1    | 4.1 | 4.2              | 0.08  | 0.36 |

다음은 1차, 2차 그리고 3차 조사의 자료를 바탕으로 분산 분석 하고 던컨의 다중 검정 한 결과이다(Table 8). 단칸의 다중검정은 알파벳을 이용하여 구별하는데, 알파벳이 다른 그룹끼리는 상이한 값을 가지는 것으로 해석할 수 있다. 또한 알파벳이 A에 가까울수록 큰 값을 가진다.

단칸의 다중 검정 결과 수고에서는 1차와 2차 조사는 유의미한 차이를 보이지 않으나 3차에서 유의미하게 수고가 낮아진 것으로 분석되었다. 근주부 직경은 모두 상이한 것으로 결과가 나타났다. 생엽고는 2차와 3차 조사 결과가 1차 조사 결과에 비해 높은 생엽고 값을 가지는 것으로 나타났고 생엽저는 모두 동일한 것으로 나타났다. 엽다발 활력도는 활력 등급 모두 유의미한 차이를 보이는 것으로 나타났다. 활력 등급 상과 중은 2차, 3차, 1차 순으로 등급 하는 1차, 3차, 2차 순으로 나타났다. 비빔 흔적은 1차와 2차는 유의미한 차이가 없으나 3차와는 유의미한 차이를 가지는 것으로 나타났다. 덩굴 흔적은 1차와 3차가 차이가 없었으나 2차와는 차이를 보였다.

**Table 8.** Duncan's multiple range test by seedling investigation

| Measurement     | Height          | Root-shoot collar diameter |   | Height of live foliage |        | Leaf bunch vitality |        |     | Rubbing evidence | Vine |
|-----------------|-----------------|----------------------------|---|------------------------|--------|---------------------|--------|-----|------------------|------|
|                 |                 | A                          | B | Highest                | Lowest | High                | Medium | Low |                  |      |
|                 |                 |                            |   |                        |        |                     |        |     |                  |      |
| Duncan grouping | 1 <sup>st</sup> | A                          | B | B                      | A      | C                   | C      | A   | B                | B    |
|                 | 2 <sup>nd</sup> | A                          | C | A                      | A      | A                   | A      | C   | B                | A    |
|                 | 3 <sup>rd</sup> | B                          | A | A                      | A      | B                   | B      | B   | A                | B    |

묘목 조사 결과 시간이 지남에 따라 수고는 감소하였으나 직경은 증가한 것으로 나타났다. 묘목의 생장이 발생하였으나 노루 등 외부 환경에 의한 줄기 피해로 수고가 감소한 것으로 생각한다. 묘목의 엽다발 상태는 범위 및 활력 등급을 보면 1차 조사 시기에 비해 호전된 것으로 보인다. 덩굴은 계절적 특징상 여름철에 두드러지게 많은 것으로 관찰되었다. 마지막으로 비빔 흔적은 1차 조사와 2차 조사에서는 유의미한 차이가 나타나지 않은 것으로 보아 3월부터 8월까지는 가시나무류 묘목을 비빔목으로 선정하지 않은 것으로 나타났다. 하지만 3차 조사에서 유의미한 차이를 보여 2차 조사와 3차 조사 사이에 묘목이 비빔목으로 활용되었음을 확인할 수 있었다.

## 4.2. 피해지수 개발

### 4.2.1. 1차 피해지수의 개발

1차 피해지수 개발을 위해 피해에 따른 묘목의 수고 평가 기준을 정하기 위해 문헌조사를 하였다. 정영교 등(2008)에 의하면 한남시험림 내 붉가시나무 묘목이 노루의 피해를 입은 경우의 평균 수고가 65.2cm, 피해가 없는 묘목의 평균 수고는 92.7cm라는 연구가 있어 이를 바탕으로 수고 65cm 미만, 65cm 이상 93cm 미만, 93cm 이상의 세 분류로 나누고, 수고가 낮을수록 피해점수를 많이 받도록 하였다.

이전의 연구에서 노루에 의한 묘목 식해 피해 평가는 식해 발생 유무의 비교적 단순한 방법으로 식해 피해를 평가하여 본 연구에 적용하는데 한계가 있었다. 본 조사에서는 엽다발 활력도에 따라 식해 피해를 상, 중, 하의 세단계로 구분하여 조사하였으므로 묘목 전체 엽다발 중 피해를 받은 엽다발의 개수에 따라 묘목의 피해를 평가하였다. 엽다발 활력도 중 등급의 엽다발수에 30, 활력도 하 등급 엽다발 수에 60을 곱하고 그 합을 전체 엽다발 수로 나누어 엽다발 등급 상을 제외한 엽다발 활력 등급 중과 하에 따

른 피해가 반영되도록 하였다.

노루의 비빔에 따른 피해는 묘목의 박피, 줄기 휘어짐, 줄기 부러짐의 피해를 야기한다. 본 연구에서는 줄기의 휘어짐 및 부러짐의 경우 수고 피해 평가와 내용이 중첩된다고 판단하여 1차 피해지수 개발에서는 비빔흔적의 유무를 통해 묘목 피해 정도를 평가하였다.

고사목을 제외한 묘목의 야생동물 피해 유형이 관찰된 빈도에 따라 1차 피해지수에 반영되는 각 항목에 대한 가중치를 결정하였다. 이에 따라 Table 119과 같이 각 항목의 발생 피해 빈도는 38.2%, 60.8%, 0.9%로 나타났다.

**Table 9.** Seedling damage occurrence by measurement

| Measurement         | Statement of damage          | Number of damaged seedlings | Proportion |
|---------------------|------------------------------|-----------------------------|------------|
| Height              | Height less than 65cm        | 334                         | 38.2%      |
| Leaf bunch vitality | Number of bunch grade 3 > 1  | 533                         | 60.9%      |
| Rubbing evidence    | Presence of rubbing evidence | 8                           | 0.9%       |
| Total               |                              | 875                         | 100%       |

비빔 흔적의 경우 그 관찰 빈도가 상대적으로 매우 적어 관찰 빈도를 그대로 적용할 경우 0.1의 가중치를 두어야 하지만, 값이 너무 작아 가중치 값을 1로 하였으며, 대신 수고 피해의 가중치를 3.9에서 3으로 낮추었다. 수고의 가중치를 낮춘 이유는 우제류의 수목 피해 기작 중 큰 범주 내에서 동일한 범주에 있다고 판단하였기 때문이다. 이를 활용하여 정해진 가중치를 적용한 1차 피해지수를 Table 10와 같이 도출할 수 있었다.

**Table 10.** Initial method of damage index calculation

| Measurement         | Evaluation method   | Score             |
|---------------------|---|-------------------|
| Height              | More than 93cm  | 10                |
|                     | More than 65cm  | 20                |
|                     | Under 65cm  | 30                |
| Leaf bunch vitality | $\frac{(\text{no. of grade 2}) \times 30 + (\text{no. of grade 3}) \times 60}{\text{Total no. of bunch}}$ | Min 0<br>Max 60   |
| Rubbing evidence    | Absence   | 0                 |
|                     | Present   | 10                |
| Total               | Height(30%) + Leaf bunch vitality(60%) + Rubbing evidence (10%)   | Min 10<br>Max 100 |

1차 피해지수를 1차 조사에 적용시켜 각 조사 항목이 피해지수와 가지는 상관성은 다음과 같았다(Table 11). 1차 피해지수 개발은 수고가 낮을수록, 엽다발 활력 등급 하 등급이 많고 상, 중 등급이 적을수록, 비빔 피해가 발생할수록 피해 지수가 높게 나타나도록 설계하였다. 엽다발 활력 등급 상, 중, 수고, 활력등급 하 순으로 상관관계가 높은 것으로 나타났다. 피해지수 개발 설계에 따라 피해지수와 수고, 엽다발 활력 등급 상, 중은 음의 상관관계를 보였다. 하지만 비빔흔적에 따른 상관성이 적은 것으로 나타났다. 이는 묘목 조사에서 발견된 비빔 흔적이 적고, 피해지수에 반영되는 가중치가 낮아 상관성이 적은 것으로 생각하였다.

**Table 11.** Pearson correlation of damage index and measurements

| Measurement                | 1 <sup>st</sup> damage index |          |
|----------------------------|------------------------------|----------|
|                            | Pearson correlation          | <i>p</i> |
| Height                     | -0.32148                     | <.0001   |
| Leaf bunch vitality high   | -0.50342                     | <.0001   |
| Leaf bunch vitality medium | -0.42838                     | <.0001   |
| Leaf bunch vitality low    | 0.31370                      | <.001    |
| Rubbing evidence           | 0.12807                      | 0.0024   |

#### 4.2.2. 1차 전문가 설문조사에 따른 피해지수 개선

1차 피해지수의 개선을 목적으로 전문가를 활용한 설문조사를 실시하였다. 먼저 전문가가 생각하는 조사 항목의 선정 및 항목별 중요도 점수에 대한 결과를 분산 분석하여 던컨의 다중검정으로 Table 12와 같이 나타내었다.

전문가 15인이 응답한 피해지수에 반영 되어야 하는 항목과 항목의 반영 정도를 물어본 결과 던컨의 다중검정의 결과와 같이 덩굴 흔적은 다른 항목들과 유의미한 차이를 보였으며 낮은 점수를 가졌다. 또한 엽다발 활력도를 제외한 나머지 항목은 유의성이 나타나지는 않았으나 비빔 흔적과 수고의 반영을 가장 중요하게 고려할 필요가 있는 것으로 나타났다.

설문 조사 결과로는 덩굴 흔적을 제외한 나머지 4가지 항목을 모두 고려해야 하나, 생엽고는 엽다발 활력도와, 직경은 수고 및 비빔흔적과 관련이 있다고 응답하였다. 이에 개선 피해지수도 1차 피해지수와 마찬가지로 수고, 엽다발 활력도, 비빔 흔적의 3개 항목을 활용하여 산출하기로 정하였고, 산출식에 반영되는 가중치에서 개선이 이루어졌다. 던컨의 다중검정 결과 수고 및 비빔흔적을 엽다발 활력도보다 높은 가중치를 주기로 하고, 가중치는 응답 평균 자료를 활용하여 비빔 대 수고 대 엽다발 활력도인 4.7:4.5:3.3를 활용하여 이의 근사치인 7:7:5로 정하였다.

1차 피해지수와 달리 엽다발 활력도, 수고, 비빔 흔적의 순서로 피해지수에 반영되었던 점에 반해 묘목의 비빔 흔적과 수고가 가장 중요한 항목으로 결정되었는데, 이는 노루 등 우제류의 비빔 활동이 줄기 부러짐과 같이 묘목의 직접적인 생사에 영향을 끼친다는 연구와 연관이 있는 것으로 보인다(Ramos et al., 2006).

**Table 12.** Experts's assessment of measurement and duncan grouping

| Measurement | Rubbing | Height | Diameter | Live    | Leaf  | Vine |
|-------------|---------|--------|----------|---------|-------|------|
|             |         |        |          | foliage | bunch |      |
| Mean        | 4.7     | 4.5    | 3.8      | 3.7     | 3.3   | 0.9  |
| Duncan      | A       | A      | A        | A       |       |      |
| Grouping    |         |        | B        | B       | B     | C    |

12개의 엽다발 유형의 전문가 평가 결과를 던컨의 다중검정 한 결과 다음과 같다(Table 13). Figure 5의 12개 유형의 전문가 평가 점수를 보면 1번 유형이 가장 점수가 높았고 점점 점수가 낮아져 12번 유형의 점수가 가장 낮게 나타났다. 던컨의 다중검정 결과에 따르면 1번과 3번, 4번과 5번, 5번과 8번, 8번과 9번 그리고 9번과 10번으로 넘어갈 때 유의미한 점수 차이를 보였다.

평가 평균 점수와 던컨의 다중검정을 활용하여 크게 3개의 활력도로 구분한 결과 1번~4번, 5번~8번 그리고 9번~12번 유형으로 구분할 수 있었다. 각 등급별 엽다발의 특징을 구분하면 엽다발 잔존율에 따라 나뉘었음을 확인할 수 있었는데, 1~4번 엽다발 유형은 엽다발의 개수와 무관하게 엽다발 잔존율이 90% 이상인 유형, 5~8번 유형은 엽다발 잔존율이 50% 이상인 유형 그리고 나머지 유형은 50% 미만의 잔존율을 가진 유형이다.

이를 활용하여 전문가 평가 기준은 엽다발을 구성하는 잎의 개수와 무관하게 엽다발의 전체 잔존율에 따라 엽다발을 평가하였음을 알 수 있다. 대표적인 예로 2번 유형과 4번 유형의 엽다발은 기존 평가 방법에서 엽다발 활력 등급 중으로 평가하였으나, 전문가의 의견을 수렴하여 엽다발 활력 등급 상으로 평가하기로 정할 수 있었다.

**Table 13.** Duncan's multiple range test by leaf bunch vitality

| Leaf bunch | 1   | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   | 10  | 11  | 12  |
|------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Mean       | 5.0 | 4.6 | 4.4 | 4.3 | 3.5 | 3.3 | 3.3 | 2.9 | 2.1 | 1.5 | 1.1 | 1.0 |
| Duncan     | A   |     | A   |     |     | C   |     | C   |     | E   |     |     |
| Grouping   | B   |     | B   | B   | D   |     |     | D   | D   | F   |     | F   |

각 엽다발 활력도 등급별 피해지수에 반영되는 가중치를 정하고자 등급별 평균을 산출하였다. 엽다발 상 등급으로 평가 받은 엽다발 4개 유형의 평균은 4.6, 중 등급은 3.3 마지막으로 하 등급은 1.5로 나타났다. 따라서 피해지수에 산출되는 가중치를 결정할 수 있었는데, 중 등급 엽다발이 하 등급 엽다발의 약 0.45배( $1.5 \div 3.3$ )의 피해를 받은 것으로 판단하고 기존 1:2의 가중치에서 9:20의 가중치로 결정할 수 있었다.

6개의 묘목 유형(Figure 6)의 전문가 평가 점수를 분산 분석하여 던컨의 다중검정 한 결과 Table 14와 같이 4개의 그룹으로 나뉘었다. 1, 2번이 가장 피해가 큰 것으로 응답되었으며 6번 유형이 가장 피해가 없는 것으로 응답하였다. 이 결과를 활용하여 묘목에서 발생한 비빔 피해 등급을 나누고자 하였다.

1번과 2번의 경우 묘목에서 발생한 비빔 피해가 면의 형태로 일어났으며, 3번의 경우도 이와 유사하지만 그 규모가 상대적으로 작다. 4번과 5번은 묘목 비빔 피해가 선의 형태로 발생하여 면형으로 발생한 피해보다 낮은 것으로 나타났다. 마지막으로 6번은 비빔 피해에 의해 목질이 드러나지 않고 수피만 긁혀 피해가 가장 낮은 것으로 나타났다.

던컨의 다중 검정 결과와 전문가 응답 결과를 바탕으로 비빔에 따른 피해를 크게 면형 피해, 선형 피해 그리고 수피에만 피해로 구분하고 피해 등급을 3개로 구분할 수 있었다.

**Table 14.** Rubbing evidence duncan grouping by experts

| Rubbing evidence | 1   | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   |
|------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Mean             | 3.0 | 2.8 | 2.1 | 1.8 | 1.7 | 1.0 |
| Duncan Grouping  | A   | A   | B   | C   | C   | D   |

각 비빔 피해 등급에 따른 피해지수 반영 가중치를 결정하기 위해 등급별 평균을 산출한 결과 2.6, 1.8 그리고 1.0으로 나타나 비빔 피해 지수에 각 등급에 따른 피해 점수를 35:23:13으로 산출하였다.

유형별 엽다발 활력도 및 비빔 흔적의 전문가 설문조사 결과 묘목 조사 방법의 개선이 다음의 Table 15과 같이 이루어졌다. 묘목의 비빔 흔적은 4개의 등급으로 나누어 조사 하였으며, 엽다발 활력도의 경우 엽다발을 구성하는 잎의 개수를 고려하지 않고 엽다발 자체의 활력도에 초점을 맞추어 조사 하였다. 2016년 3차 조사는 위의 조사 방식을 이용하였다.

**Table 15.** Improved method of seedling investigation

| Measurement         | Measurement                               |   |
|---------------------|---|---|
|                     | Preliminary                               | Improved  |
| Leaf-bunch vitality | · Considering number of leaves in a bunch | · Vitality no more considered by number of leaves in a bunch<br>· Only considering by bunch's remaining rate by 90% and 50% |
| Rubbing evidence    | · Evaluated by presence & absence         | · Evaluated by 4 class: absence, slight, medium, severe   |

전문가 설문조사에서 나타난 추가 의견으로 수고의 피해를 입은 묘목은

피해를 입지 않은 묘목과 차이가 두드러지게 나타나므로 이를 피해지수에 적용해야 한다는 의견이 있었다. 이를 적용하고자 수고 피해가 발생하지 않은 것으로 고려되는 묘목(93cm 이상)과 피해가 발생한 묘목의 피해도 차이를 크게 구분하였다.

1차 전문가 설문조사를 통해 개선된 피해지수를 다음 Table 16과 같이 산출할 수 있었다. 수고의 경우 기존과 조사 방법은 동일하지만, 산출되는 점수의 가중치가 변경되었으며 전체 피해지수에 반영되는 가중치도 약간의 변화가 있었다. 엽다발 활력도의 경우 기존 피해지수보다 전체 피해지수에 반영되는 가중치가 많이 줄어들었으며 중 등급 엽다발 활력도의 가중치에도 변화가 있었다. 마지막으로 비빔흔적의 경우 조사 방법에 따라 피해 없음, 피해 등급 1, 2, 3으로 변경되었으며 비빔에 따라 전체 피해지수에 반영되는 가중치도 크게 변화되었다.

**Table 16.** Improved method of damage index calculation

| Measurement         | Improved method   | Score  |
|---------------------|---|--------|
| Height              | More than 93cm  | 0      |
|                     | More than 65cm  | 21     |
|                     | Under 65cm  | 35     |
| Leaf bunch vitality | $\frac{(no. of grade 2 \times 0.45 + no. of grade 3 \times 1) \times 25}{Total no. of bunch}$ | 25     |
| Rubbing Evidence    | None  | 0      |
|                     | Grade I Damaged only bark   | 13     |
| Evidence            | Grade II Linear reveled lignum  | 23     |
|                     | Grade III Facial reveled lignum   | 35     |
| Total               | Height:Rubbing:Leaf-bunch vitality  | Min 0  |
|                     | = 7:7:5   | Max 95 |

개선된 피해지수의 조사 항목에 따른 피해지수의 상관 분석은 다음의 Table 17과 같이 나타났다. 개선된 피해지수 역시 수고, 엽다발 활력 등급 상, 중의 개수와 음의 상관관계를 보였고 비빔 흔적과 양의 상관관계를 가졌다. 특히 개선된 피해지수는 기존의 피해지수와 달리 비빔 피해에 따른

상관성이 높게 나타나 1차 피해지수와 달리 개선된 피해지수는 비빔피해를 잘 반영하고 있는 것으로 보인다.

**Table 17.** Pearson correlation of improved damage index and measurements

| Measurement                | Improved damage index |          |
|----------------------------|-----------------------|----------|
|                            | Pearson correlation   | <i>p</i> |
| Height                     | -0.51119              | <.0001   |
| Leaf bunch vitality high   | -0.27020              | <.0001   |
| Leaf bunch vitality medium | -0.21084              | <.0001   |
| Leaf bunch vitality low    | 0.07422               | 0.0739   |
| Rubbing evidence           | 0.50996               | <.0001   |

개선 피해지수와 1차 피해지수의 묘목 피해 증가에 따른 피해지수 변화율은 다음 Table 18와 같이 나타났다. 수고와 비빔에 따른 피해 등급이 I 등급에서 II 등급으로 증가함에 따라 각각 피해지수가 83%와 49%가 증가하여 기존 피해지수가 각각 19%, 18%씩 증가하는 것과 차이를 보인다. 이는 피해가 없는 상태에서 피해가 있는 상태에 더 민감한 변화가 있어야 한다는 전문가의 의견을 잘 수렴한 것으로 보인다. 기존의 피해지수는 비빔 피해의 존재여부를 바탕으로 산정이 된 것에 반해 개선된 지수는 피해를 등급에 따라 나누어 평가하였기 때문이다. 기존 피해지수에 반해 개선된 피해지수는 엽다발 활력도의 피해가 증가할수록 그 증가율이 낮게 나타났다.

**Table 18.** Sensitivity analysis of damage level increase

| Level<br>Type | Lv I → II |          | Lv II → III |          | Lv III → IV |          |
|---------------|-----------|----------|-------------|----------|-------------|----------|
|               | previous  | improved | previous    | improved | previous    | improved |
| Height        | 19.0%     | 83.1%    | 15.8%       | 27.9%    | -           | -        |
| Rubbing       | 18.4%     | 48.8%    | 0.0%        | 27.4%    | 0.0%        | 22.8%    |
| Foliage       | 30.0%     | 19.0%    | 14.1%       | 9.5%     | 14.8%       | 10.1%    |

#### 4.2.3. 2차 전문가 설문조사 응답 분석

2차 전문가 설문조사에 따른 요목 유형별 평균점수는 다음 Table 19와 같다. BAA 요목 유형의 피해가 가장 작은 것으로 나타났으며 BDD 요목 유형이 피해가 가장 큰 것으로 보였다. 수고에 따른 요목 차이인 ABA, BBA, CBA 요목간 차이는 25.9, 29.1, 35.0으로 큰 차이가 나타나지 않았다.

**Table 19.** Expert's mean score of seedling

| Type | Score | Type | Score |
|------|-------|------|-------|
| ABA  | 25.9  | BCA  | 35.3  |
| BAA  | 19.8  | BCB  | 42.5  |
| BAB  | 33.4  | BCC  | 57.8  |
| BAC  | 43.4  | BCD  | 74.1  |
| BAD  | 67.5  | BDA  | 43.8  |
| BBA  | 29.1  | BDB  | 48.1  |
| BBB  | 40.3  | BDC  | 60.3  |
| BBC  | 46.3  | BDD  | 77.5  |
| BBD  | 71.9  | CBA  | 35.0  |

수고에 따라 전문가의 점수를 분산 분석하여 던컨의 다중검정 한 결과 ABA, BBA, CBA 요목간 유의미한 차이가 없는 것으로 나타났다(Table 20). 피해지수를 개발하는 과정에서 수고가 감소함에 따라 피해지수가 증가할 것으로 생각하였으나, 7명의 응답자가 수고가 낮아질수록 피해 점수가 낮아지거나 비슷하다고 응답하였다. 이에 따라 수고에 따른 피해지수의 변별력이 낮게 나타난 것으로 보인다.

**Table 20.** Duncan's multiple range test by seedling height

| Seedling          | ABA  | BBA  | CBA  |
|-------------------|------|------|------|
| Mean              | 25.3 | 28.8 | 35.3 |
| Duncan's grouping | A    |      |      |

엽다발 활력도 차이에 따른 던컨의 다중 검정 결과 Table 21과 같다. 전문가는 엽다발 활력도가 낮아짐에 따라 묘목 피해가 증가하는 것으로 응답하였으나 한 등급의 차이는 유의미한 차이를 가지지 않고 두 등급 이상의 차이가 유의미한 차이를 가지는 것으로 나타났다. 이는 피해지수 개선사항 중 엽다발 활력도에 따른 묘목 피해 평가 비중이 낮다는 전문가의 응답과 유사한 것으로 보인다.

**Table 21.** Duncan's multiple range test by seedling leaf bunch vitality

| Seedling          | BAA, BAB, BAC, BAD | BBA, BBB, BBC, BBD | BCA, BCB, BCC, BCD | BDA, BDB, BDC, BDD |
|-------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Mean              | 41.8               | 47.6               | 53.1               | 58.1               |
| Duncan's grouping | A                  | A                  | C                  | C                  |
|                   |                    | B                  | B                  |                    |

비빔 피해에 따른 던컨의 다중검정 결과(Table 22) 비빔 피해가 커질수록 묘목의 피해지수는 증가하였으며, 피해 등급 증가마다 유의미한 차이를 보였다. 특히 1차 설문조사 결과와 마찬가지로 전문가는 묘목의 비빔 피해에 따라 민감하게 반응한 것을 볼 수 있었다.

**Table 22.** Duncan's multiple range test by seedling rubbing

| Seedling             | BAA, BBA,<br>BCA, BDA | BAB, BBB,<br>BCB, BDB | BAC, BBC,<br>BCC, BDC | BAD, BBD,<br>BCD, BDD |
|----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Mean                 | 31.7                  | 41.8                  | 53.2                  | 73.9                  |
| Duncan's<br>grouping | A                     | B                     | C                     | D                     |

개선된 피해지수를 전문가의 의견과 직접 비교하여 피해지수를 t-검정하여 검증한 결과 다음과 같다(Table 23). ABA와 CBA를 제외한 나머지 항목에서는 피해지수와 전문가의 설문 응답 간 차이가 없는 것으로 나타났다. 이는 수고에 따라 피해 점수에 차이를 보이지 않은 던컨의 다중검정 결과와 동일하다. 개발된 피해지수가 수고에 따른 피해를 포함해야한다는 1차 설문조사 결과와 달리 수고에 따른 변별력이 없는 것으로 나타났다. 이는 전문가 선정이 1차 설문조사와 2차 설문조사에서 동일인물이 아닌 일부 인원이 바뀌었다는 점, 그리고 다른 항목과 달리 수고에 따른 피해를 보기 위한 질문 수가 적었다는 점에 따른 문제로 해석할 수 있다. 비록 7명의 전문가 응답이 수고의 감소에 따라 피해지수가 증가하지 않는다고 응답하였으나, 과반이 넘는 응답이 수고 감소에 따라 피해지수가 증가하는 것으로 응답하여 수고에 따른 피해지수 변화는 일어나는 것으로 생각할 수 있다.

수고를 제외한 엽다발 활력도와 비빔 흔적은 피해지수와 전문가 응답이 유의미한 차이가 없는 것으로 나타나 개선된 피해지수를 활용한 묘목의 피해 평가에 문제가 없을 것으로 보인다.

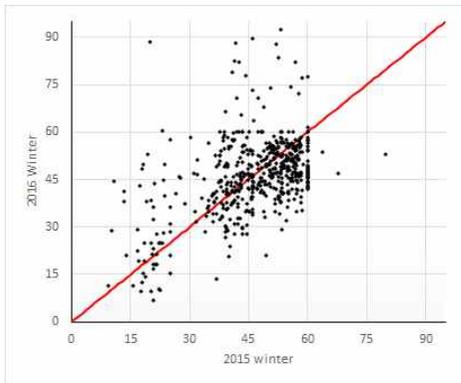
**Table 23.** T-test for damage index and experts score of seedling types

|              |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|--------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Seedling     | ABA  | BAA  | BAB  | BAC  | BAD  | BBA  | BBB  | BBC  | BBD  |
| Damage index | 11.1 | 25.2 | 37.2 | 48.2 | 60.2 | 32.1 | 44.1 | 55.1 | 67.1 |
| <i>p</i>     | .009 | .077 | .137 | .131 | .536 | .301 | .259 | .058 | .675 |
| Seedling     | BCA  | BCB  | BCC  | BCD  | BDA  | BDB  | BDC  | BDD  | CBA  |
| Damage index | 38.1 | 50.1 | 61.1 | 73.1 | 42.7 | 54.7 | 65.7 | 77.7 | 46.1 |
| <i>p</i>     | .567 | .106 | .509 | .772 | .989 | .155 | .396 | .843 | .009 |

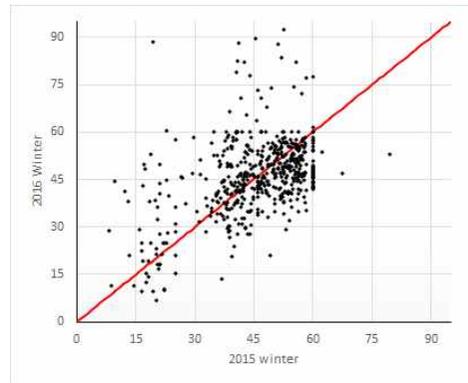
### 4.3. 개선 피해지수의 적용

1차 조사에서 고사목이었으나 3차 조사에서 고사 묘목이 아닌 묘목과 3차 조사에서 고사목이었으나 1차 조사에서 고사목인 묘목을 제외한 534개의 묘목에 대해서 개선된 피해지수를 적용한 결과 다음 Figure 7 .8과 같다.

엽다발 활력도 상 증가 가중치를 0.5로 준 결과 238본, 가중치를 1로 준 결과 252본에서 묘목의 피해가 증가하였으며 각각 5개, 6개의 묘목은 같은 피해지수를 나타냈다. 평균 피해지수는 각각 45.8과 45.2로 나타나 큰 차이가 없었으며 3차 조사의 평균은 46.1로 유의미한 차이를 보이지 않았다.



**Figure 7.** Damage index of pre and post season (value 0.5)



**Figure 8.** Damage index of pre and post season (value 1.0)

0.5의 가중치를 준 자료를 바탕으로 2015년 겨울과 2016년 겨울 조림지 묘목의 상태를 비교하였다. 1년 사이에 피해지수가 감소한 것으로 나타난 묘목은 수고의 성장을 보였거나, 엽다발 활력도가 증가하였기 때문이다. 반대로 피해지수가 증가한 묘목은 수고에 의한 영향이 컸는데 피해지수가 감소한 묘목의 수고가 평균 12.3cm 낮아진 것으로 나타났다. 피해지수가 40이 넘는 묘목의 수는 각각 399본과 403본으로 특별한 차이를 보이지 않았으나, 65이상의 피해를 받은 묘목이 각각 2본과 22본으로 나타났으며 최고 값도 각각 79.7과 92.3으로 나타나 한 해 동안 극심한 피해를 받은 묘목이 더 많은 것으로 나타났다(Figure 9).

1년 사이 조림지 묘목의 평균 피해 변화가 크지 않은 것으로 나타났는데, 이는 2014년 식재된 묘목이 2015년에 이미 한번 피해를 받았기 때문에 피해 전후가 아닌 피해 1년 후, 2년 후의 비교라는 점에서 피해지수가 큰 차이가 나지 않은 것으로 생각된다.

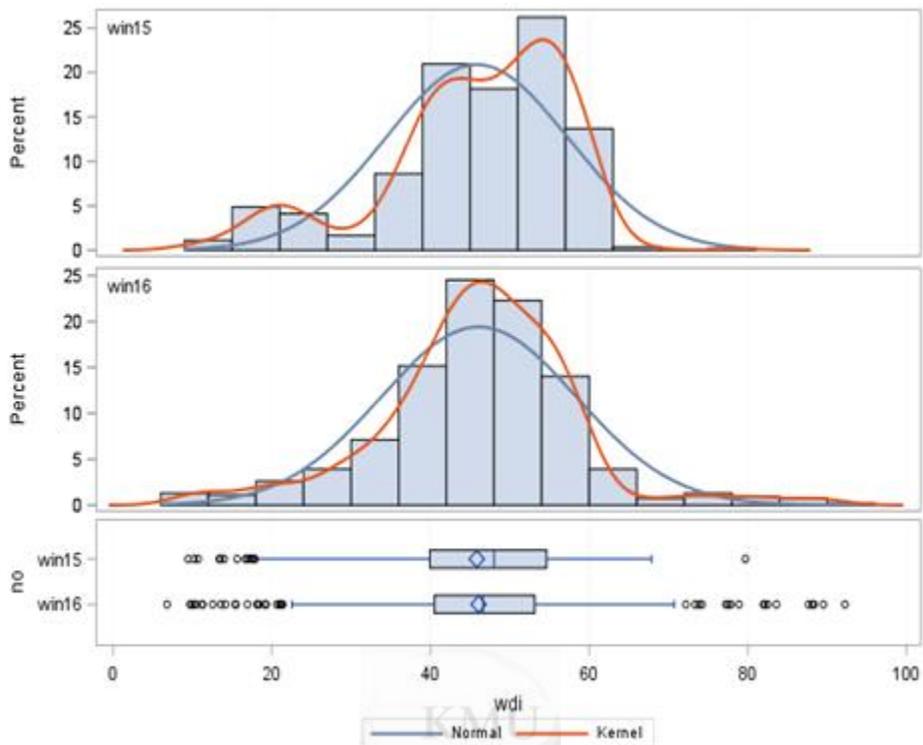


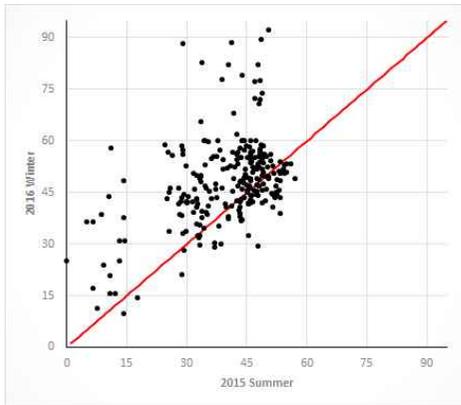
Figure 9. Damage index distribution compare with 2015 winter and 2016 winter (weighted value 0.5)

2차 조사와 3차 조사에서 동시에 관찰된 255개의 묘목에 개선된 피해지수를 활용하여 겨우내 노루에 의한 가시나무류 묘목이 받은 피해 관찰한 결과 Figure 10, 11과 같다.

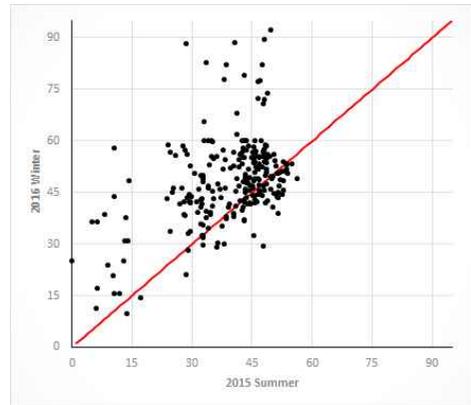
2015년 여름 조사 결과와 2016년 겨울 조사 결과를 개선된 피해지수를 적용하여 비교한 결과 엽다발 활력도 상 등급 개수에 0.5의 가중치를 사용한 경우 180본의 묘목이 겨우내 피해를 받은 것으로 나타났으며, 1.0의 가중치를 사용한 경우 184본의 묘목이 피해를 받은 것으로 나타났다. 이는 전체 묘목에 약 71%를 차지하여 겨울철 야생동물에 의한 피해가 심각한 것으로 보였다.

2015년 여름 조사 자료 가중치를 0.5 더한 결과와 2016년 겨울 조사의 평균은 각각 40.0과 48.3의 피해지수가 나타났다. 이는 유의수준 5%에서

차이가 나타나 여름철과 비교해 묘목이 야생동물에 의한 피해를 받았다고 나타났다.



**Figure 10.** Damage index of pre and post winter (value 0.5)



**Figure 11.** Damage index of pre and post winter (value 1.0)

Figure 12를 보면 피해지수가 감소한 묘목에서 피해지수가 20 이상 감소한 묘목은 나타나지 않았으나, 피해지수가 20 이상 증가한 묘목은 37개가 나타났다. 그중 33개의 묘목에서 수고 피해가 발생하였고, 23분의 묘목이 비빔 피해가 발생하였다.

피해지수를 활용하여 조사 시기별 조림지 노루에 의한 피해를 평가한 결과 한 해동안의 피해지수 변화는 크게 나타나지 않은 것으로 나타났다. 이는 첫 조사시기가 2015년이고 조림지가 조성된 시기가 2013년이라는 점을 보았을 때 이미 한 해 동안 피해가 많이 발생하여 묘목의 성장 정체가 발생한 결과로 생각된다.

하지만 여름철과 다음해 겨울철 조림지 비교를 한 결과 피해지수를 활용하여 시기에 따른 조림지 비교에 유용하였다. 이는 묘목의 기본 조사 자료 통계량을 일일이 비교하는 것보다 효율적이고 활용도가 높은 것으로 생각된다.

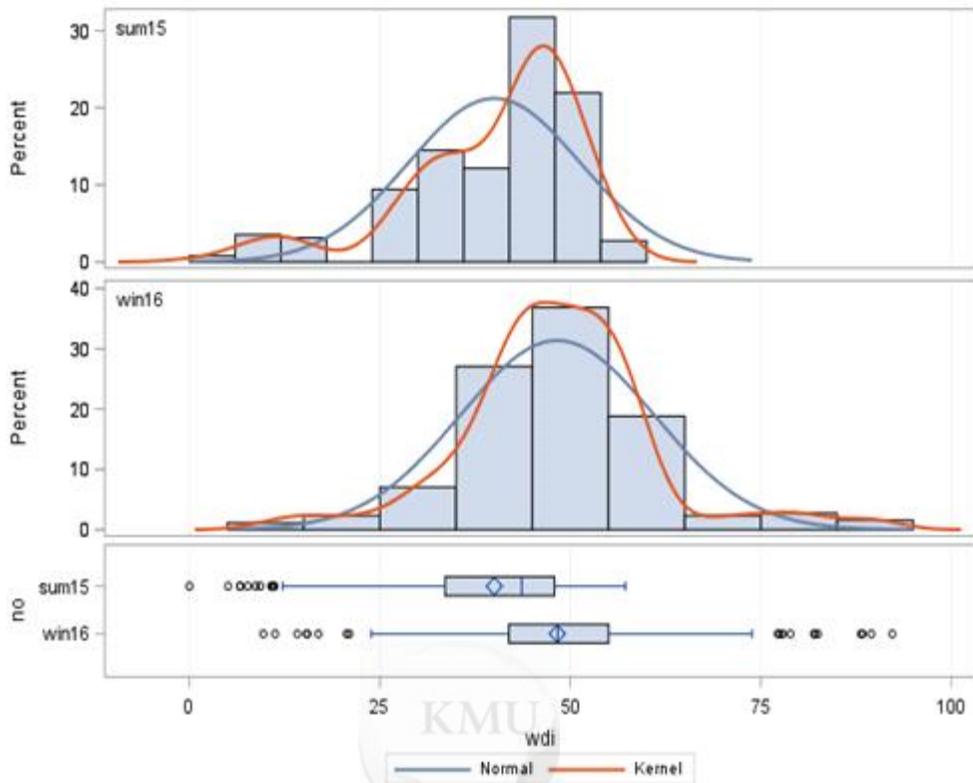


Figure 12. Damage index distribution compare with 2015 summer and 2016 winter (weighted value 0.5)

## 제5장 결론

이 연구에선 제주도 한남시험림 내에서 발생하는 노루에 의한 가시나무류 묘목의 피해 평가를 정량화하고자 묘목 조사를 통한 노루 피해 실태 파악과 전문가 설문조사를 활용하여 피해지수를 개발하였다.

우리나라의 생태계는 녹화사업과 관리를 통해 서식지의 질이 크게 개선되었다. 이에 야생동물의 개체수는 많이 증가하였으나 상위포식자가 없어 자연적인 개체수 조절이 어려운 실정이다. 특히 제주도에 서식하는 노루는 포식자가 없고 서식지의 질이 증가하였으며 국민적 노력으로 그 개체수 증가가 이어졌다. 이러한 개체수 증가로 농작물 피해 증가와 로드킬 등 인간 사회와 충돌이 심해졌으며 이로 인하여 야생동물 관리를 위한 연구와 농작물 피해와 관련한 연구가 진행되었다. 한편 조림지역의 피해에 대한 연구는 상대적으로 미미한 편으로, 제주도가 우리나라의 주요 유망 수종인 가시나무류 조림지가 많은 것을 감안하면 이와 관련한 연구가 필요한 실정이다.

제주도 한남시험림에 식재된 가시나무류 조림지를 대상으로 묘목 조사를 진행하여 피해지수를 만들고 이를 바탕으로 조림지에 야생동물에 입은 피해를 정량화 할 수 있었다.

전문가를 활용하여 개발한 피해지수는 실제 전문가가 생각하는 묘목의 피해 정도를 잘 따르고 있어 실제 조림지 묘목의 피해를 정량화하는데 문제가 없을 것으로 생각한다. 그러나 수고에 따른 피해지수의 변화에 대해서는 추가적인 개선이 필요하다.

피해지수를 실제 조림지에 적용시켜본 결과 2015년 겨울철과 다음해 조림지의 묘목 피해는 큰 차이를 보이지 않았으나, 극심한 피해를 받은 묘목의 수가 늘어난 것으로 나타났다. 이는 묘목의 성장이 더뎠던 조림지의 경제적 가치가 크게 감소한 것으로 해석할 수 있다.

아직 피해지수는 몇 가지 한계가 있다. 첫 번째로 피해지수를 활용하기 위해 묘목 조사를 하는 과정의 소요시간이 길다는 점이다. 실제로 3명의 인력을 동원하여 679개의 묘목을 조사하는데 30시간이 소요되었다. 인력의

활용과 시간 단축을 위해 묘목 조사를 간편하게 줄일 수 있는 방법을 모색해야 할 것이다. 두 번째는 묘목의 수고 평가 개선으로 피해지수는 묘목의 수고를 3등급으로 구분하여 적용하였다. 하지만 실제 조사 시 묘목의 수고가 절단된 사례가 관찰되어 이 경우 수고 생장을 기대하기 힘들어 야생동물에 의한 피해가 더 심각하게 우려될 수 있는 부분이다. 따라서 피해지수에 수고 항목에 추가적으로 정아 유무에 따른 피해를 적용하여 개선해야 할 필요가 있다.

이 연구를 바탕으로 조림지역에서 일어나는 야생동물 피해에 대한 방제 정책의 설정, 조림지역 설정, 야생동물 퇴치 장치 검정에 피해지수를 활용할 수 있을 것으로 보인다. 피해지수가 높은 조림 지역을 직접 선정하여 묘목 보식 작업, 야생동물 퇴치 장치의 설치를 높게 나오는 조림지와 낮게 나오는 조림지역을 분석하여 선호하는 설치하기 위한 기본 자료로 활용이 가능하다. 또한 피해지수가 지속적으로 서식지를 피하여 조림 지역을 선정할 수 있다. 또한 피해지수를 기반으로 야생동물 퇴치 장치 설치 전과 후를 비교하여 퇴치장치를 평가할 수 있는 자료로써 사용이 기대된다.

제주도는 노루에 의한 피해가 주를 이루지만 우리나라에서 가장 많은 피해가 일어나는 잣나무 및 소나무는 고라니에 의한 피해가 주를 이루고 있다. 고안된 피해지수를 기반으로 소나무와 잣나무 조림지에 적용하여 고라니, 설치류 등에 의한 조림지 피해 실태를 파악할 수 있는 피해지수 연구가 필요할 것으로 보인다.

## 제6장 참고문헌

- 권기원, 최정호, 송호경, 정진철, 강병식. 2004. 참나무 주요 수종의 갱신전략 수립에 대한 연구. 한국임학회 2004 학술연구 발표논문집: 73-75.
- 김은미, 박영규, 권진오, 김지은, 강창완, 이치봉. 2012. 제주도 난대림에서 노루 뿔의 성장과정에 의한 어린나무 박피에 관한 연구. 한국농림기상학회지 14(4): 254-259.
- 김지은, 김문홍. 2001. 노루가 선호하는 한라산의 자생식물 조사. 기초과학연구 제주대학교. 14(1): 63-72.
- 김철민, 박찬열, 정영교, 손석규, 김찬수, 김진. 2009. 난대림의 지속가능한 산림경영. 국립산림과학원. 서울. pp. 18.
- 김형철. 2015. 제주도산 농작물 피해지역의 노루 개체군 현황과 먹이자원. 제주대학교 대학원 석사학위논문. pp. 54.
- 동아일보. 1993. 한라산의 진객 노루 돌아왔다.  
<http://newslibrary.naver.com/viewer/index.nhn?articleId=1993011000209122001&editNo=1&printCount=1&publishDate=1993-01-10&officeId=00020&pageNo=22&printNo=22053&publishType=00010>  
(2016. 11).
- 박찬열, 이성기, 변광옥, 김철민, 정영교, 김은미, 정상배. 2008. 제주시험림 야생동물 생태도감. 국립산림과학원. 서울. pp. 270.

- 산림청. 2016. 2016 임업통계연보 제46호. 대전. pp. 414.
- 세계일보. 2005. 애지중지 한라산 노루 이젠 애물단지.  
<http://news.naver.com/main/read.nhn?mode=LSD&mid=sec&sid1=001&oid=022&aid=0000107378>(2016. 11).
- 손석규, 강병서, 김찬수, 이성기, 정영교, 강영제, 변광옥, 황석인, 정진현.  
 2006. 제주유망수종 신품종 육성. 국립산림과학원. 서울. pp. 93.
- 연합뉴스. 2016. 제주 노루 3년간 5천마리 포획, 잔혹사 3년 더 연장.  
<http://www.yonhapnews.co.kr/bulletin/2016/06/21/0200000000AKR20160621098400056.HTML>(2016. 11).
- 오장근. 2004. 제주도 노루의 생태학적 행동 특징. 한국교원대학교 대학원 박사학위논문. pp. 123.
- 오장근. 2015. 제주도 전역 노루 개체수 조사. 제주특별자치도 세계유산·한라산연구원 조사연구보고서. 제주특별자치도. pp. 267-274.
- 오장근, 박성욱, 변희수, 진승환, 고석형, 조병창, 이창흡, 김철수. 2009. 노루밀도조사 ('01~'09) 제주도 전역에 분포하는 노루 개체수 조사. 제주특별자치도환경자원연구원보 2: 152-167.
- 원현규, 정성철, 최형순, 강영제, 김준범, 김장수, 김은미, 서연옥, 송관필, 권진오, 박찬열, 김찬수. 2014. 제주시험림 지속가능한 산림경영 10년, 그리고 지표 모니터링. 국립산림과학원. 서울. pp. 212.
- 이경준, 윤여창, 최인화, 구창덕, 김의경, 김세빈. 2015. 한국의 산림녹화

70년. 한국학중앙연구원출판부. 성남. pp. 440.

임신재, 이우신, 손승훈, 김규중, 황현수, 이성민, 김진용, 정민수, 정지화.  
2012. 산림사업에 의한 산림환경과 야생동물 특성. 산림청. pp. 169.

정영교, 김대현, 권봉삼, 이성기, 변광옥, 김철민, 박찬열. 2008. 제주  
한남시험림에서 붉가시나무 식재 방법에 따른 노루피해 양상.  
한국환경생태학회: 120-122.

정충덕, 김문홍, 박행신, 오홍식, 김완병, 김창부, 김병수, 김수철, 이효열,  
송관필, 문명옥, 김지은, 변우혁, 윤성일, 오장근, 박종길. 2001. 제주도  
야생동물에 의한 피해실태 분석과 효율적인 대처방안에 관한 연구.  
농림부. pp. 226.

제주특별자치도. 2009. 보도자료 - '사려니 숲길' 명품 트레킹 코스로  
각광.  
[http://www.jeju.go.kr/news/bodo/list.htm?act=view&seq=531915\(2016. 11\)](http://www.jeju.go.kr/news/bodo/list.htm?act=view&seq=531915(2016. 11)).

제주특별자치도. 2010. 보도자료 - 한라산 상징 '노루' 효율적 관리방안  
찾는다.  
[http://www.jeju.go.kr/news/bodo/list.htm?act=view&seq=532170\(2016. 11\)](http://www.jeju.go.kr/news/bodo/list.htm?act=view&seq=532170(2016. 11)).

제주특별자치도. 2013. 보도자료 - 노루 포획, 해발 400m 이하  
피해지역서 가능.  
<http://www.jeju.go.kr/news/bodo/list.htm?qType=title&q=%EB%85%B8%EB%A3%A8+%ED%8F%AC%ED%9A%8D&page=1&act=view&se>

q=533030(2016. 11).

조재형, 구교상, 이경학, 오정학, 이원우, 오창영, 황재홍, 서경원, 한건수, 유병오, 정성철, 최형순. 2014. 산림과학연구의 산실 시험림. 국립산림과학원. 서울. pp. 27.

최돈하, 이상길, 김일숙. 2010. 2009 시험림 연보 : 현장중심 산림과학기술개발을 견인하는 시험림 운영. 국립산림과학원. 서울. pp. 162.

최태영, 최현명. 2007. 야생동물 흔적도감. 돌베개. 파주. pp. 303.

환경부. 2010. 유해 야생멧돼지 관리방안 마련. 환경부.

Bergquist, J., and Örlander, G. 1998. Browsing damage by roe deer on Norway spruce seedlings planted on clearcuts of different ages: 2. Effect of seedling vigour. *Forest Ecology and Management* 105: 295-302.

Cederlund, G. 1989. Activity patterns in moose and roe deer in a north boreal forest. *Holarctic Ecology* 12: 39-45.

Chevrier, T., Saïd, S., Olivier, W., Hamard, J., Saint-Andrieux, C., and Gaillard, J. 2012. The oak browsing index correlates linearly with roe deer density: a new indicator for deer management?. *Eur J Wildl Res* 58: 17-22.

Danilkin, A. 1996. Behavioural Ecology of Siberian and European

- Roe Deer. Chapman & Hall. London. pp. 277.
- Gill, R.M.A. 1992. A review of damage by mammals in north temperate forests: 1. deer. *Forestry* 65(2): 145-169.
- Henley, T.A. 1982. The Nutritional Basis for Food Selection by Ungulates. *Journal of Range Management* 35(2): 146-151.
- Jamrozy, G. 1980. Winter Food Resources and Food Preferences of Red Deer in Carpathian Forests. *Acta Theriologica* 25: 221-238.
- Lindqvist, S. 2012. Moose foraging patterns: Implications for the use of browsing indices. Master's Thesis. Swedish University of Agricultural Sciences. pp. 23.
- Miller, G.R., Kinnaid, J.W., Cummins, and R.P. 1982. Liability of Saplings to Browsing on a Red Deer Range in the Scottish Highlands. *Journal of Applied Ecology*. 19: 941-951.
- Morellet, N., Champley, S., Gaillard, J., Ballon, P. and Boscardin, Y. 2001. The browsing index: new tool uses browsing pressure to monitor deer populations. *Wildlife Society Bulletin* 29(4): 1243-1252.
- Mysterud, A. 1998a. The relative roles of body size and feeding type on activity time of temperate ruminants. *Oecologia* 113: 442-446.

Mysterud, A. 1998b. Seasonal migration pattern and home range of roe deer in an altitudinal gradient in southern Norway. *The Zoological Society of London* 247: 479-486.

Parker, K.L., Robbins, C.T., and Hanley, T.A. 1984. Energy Expenditures for Locomotion by Mule Deer and Elk. *The Journal of Wildlife Management*. 48(2): 474-488.

Ramos, J.A., Bugalho, M.N., Cortez, P., and Iason, G.R. 2006. Selection of trees for rubbing by red and roe deer in forest plantations. *Forest Ecology and Management* 222: 39-45.

Szmidt, A. 1975. Food preference of Roe Deer in Relation to Principal Species of Forest Trees and Shurbs. *Acta Theriologica* 20: 255-266.

Tixer, H., and Duncan, P. 1996. Are European Roe Deer Browsers? A review of Variations In The Composition Of Their Diets. *Revue Ecologie* 51: 3-17.

Wallgren, M., Bergström, R., Bergqvist, G., and Olsson, M. 2013. Spatial distribution of browsing and tree damage by moose in young pine forests, with implications for the forest industry. *Forest Ecology and Management* 305: 229-238.

Abstract

Development of Damage Index in a *Quercus* Species  
Plantation by Roe Deer in Jeju

by Roh, Gwanpyeong

Department of Forest Resources  
Graduate School, Kookmin University  
Seoul, Korea

Since the 1970s, wildlife condition in Korea generally showed improvement thanks to forest protection, reforestation, and prevention of poaching. Recently, however, the increasing wildlife population has generated new problems. Water deer(*Hydropotes inermis*), wild boar(*Sus scrofa*), magpies(*Pica pica*) are some of the wildlife that are causing severe damage to crops and conflicts with human life in urban environments. In particular, browsing and rubbing activities by forest wildlife such as water deer and roe deer are causing damage to tree seedlings, resulting in economic and ecological losses.

The population of Siberian roe deer(*Capreolus pygargus tianschanicus*) in Jeju island was very limited in the 1970s, but started to increase in the 1980s due to various conservation programs. Currently its population is estimated at approximately 14,000 individuals. Unfortunately, the increased population is causing damages to plantations and agricultural fields. In particular, *Quercus acuta*, one of the important forestry resource species in Jeju island, is heavily damaged. Despite such problems, there are few studies on wildlife

damage to plantation seedlings.

In this study, an index was developed to quantify *Quercus* seedling damages caused by roe deer at Hannam experimental forest in Jeju island. The index was then tested to evaluate deer damage to seedlings over time.

The damage index was developed in the following order. Firstly, all *Quercus acuta* and *Quercus glauca* seedlings were surveyed, and a preliminary index was developed based on literature review and survey data. Secondly, expert survey was conducted to improve the preliminary index. Thirdly, the improved index was applied to survey data, and the results were evaluated by experts to validate its accuracy.

The results indicate that the index well represented damage level in a quantitative way. However, the index seemed to be lacking in representing seedling height as a damage indicator, which needs improvement.

When the index was applied to survey over the year, overall mean damage index did not show significant changes, but the number of seedlings subject to severe damage increased. When seasonal damage between winter and summer was compared, winter damage was noticeable, suggesting that much of the damage was occurring during winter.

Compared to root-shoot diameter or height measurement, the index was more efficient in evaluating damage level. The index was useful to understand the overall damage condition, and in evaluating the performance of deer repellent systems.

While the current index is limited to *Quercus* and deer damage, this approach can be expanded for other species subject to damage, such

as *Pinus densiflora* and *Pinus koraiensis*, or other wildlife such as water deer. The application of such indices will help evaluate the current condition of forestry damage caused by wildlife, and for providing data useful for forest management.



## 제7장 부록

### 7.1. 1차 설문조사

#### 야생동물에 의한 묘목 피해 평가 정량화를 위한 조사

안녕하십니까?

최근 야생동물로 인한 조림 수종 및 농작물의 피해 증가함에 따라 적절한 피해 방지 대책을 위해 「야생동물에 의한 묘목 피해 평가 정량화 연구」를 실행하고 있습니다.

특히 제주도에 식재된 불가시나무는 노루에 의한 피해를 받는 수종으로, 섭식 피해와 비빔 피해가 발생합니다. 이 연구는 제주도에 식재된 불가시나무 묘목을 조사하여 조사결과를 바탕으로 노루에 의한 피해 정도를 정량화하고자 합니다.

이에 이 설문은 묘목 피해 평가를 정량화 할 때, 묘목에서 주요하게 다루어 져야 할 항목을 선별하기 위해 실시하게 되었습니다.

다음 이어지는 묘목조사와 관련된 질문에 성실하게 답해 주시기 바랍니다.

응답 내용은 통계법 제 33조에 의거 비밀이 보장되며, 통계목적 외에는 절대 사용되지 않습니다.

다소 바쁘시더라도 잠시만 시간을 내어 답변해주시면 야생동물에 의한 묘목 피해 감소와 조림 묘목의 가치 증대를 위한 연구에 소중한 기초자료로 활용될 것입니다.

감사합니다.

2015년 10월



문의처

국민대학교 산림자원학과 노관평 02)910-5187

귀하의 근속 연수는 어떻게 되십니까? :

◆ 묘목의 상태를 알아보기 위해 조사하는 항목들을 간단하게 도식화 하였습니다. 다음의 그림을 참고하여 질문에 답변해 주시기 바랍니다.

|  |         |   |
|--|---------|---|
|  | 수고      | <ul style="list-style-type: none"> <li>묘목의 최고 높이 측정</li> </ul>  |
|  | 생엽고     | <ul style="list-style-type: none"> <li>생엽의 최고 높이와 최저 높이를 측정</li> <li>생엽이 없는 경우에는 측정하지 않음</li> </ul>                           |
|  | 근주부 직경  | <ul style="list-style-type: none"> <li>묘목 근주부분의 직경 측정</li> </ul>  |
|  | 덩굴 흔적   | <ul style="list-style-type: none"> <li>묘목에 덩굴, 덩굴의 흔적의 유무를 기록</li> </ul>  |
|  | 엽다발 활력도 | <ul style="list-style-type: none"> <li>묘목의 잎을 엽다발 단위로 묶음</li> <li>엽다발을 활력에 따라 등급을 나누어 평가</li> <li>등급에 따른 엽다발 수를 기록</li> </ul> |
|  | 비빔 흔적   | <ul style="list-style-type: none"> <li>묘목 줄기에 노루의 비빔 흔적 조사</li> <li>비빔 흔적의 최고, 최저 높이를 기록</li> </ul>                           |

1. 야생동물(노루)이 묘목에 가하는 피해 기작은 식해, 풀로 비빔 등으로 알려져 있습니다. 이와 관련하여 야생동물로 인한 묘목의 피해 정도를 평가하는데 반영이 되어야 한다고 생각하는 조사항목에 대해 생각하시고 다음의 물음에 답변해주시시오.

1-1. 야생동물로 인한 묘목의 피해를 평가할 때, 수고 항목이 반영 되어야 한다고 생각하십니까? 그렇다면 그 반영 정도는 어느 정도가 되어야 한다고 생각하십니까?

반영 유무 (예 / 아니오) , 반영 정도 (매우 많음, 많음, 중간, 적음, 매우 적음)

1-2. 야생동물로 인한 묘목의 피해를 평가할 때, 생엽고 항목이 반영 되어야 한다고 생각하십니까? 그렇다면 그 반영 정도는 어느 정도가 되어야 한다고 생각하십니까?

반영 유무 (예 / 아니오) , 반영 정도 (매우 많음, 많음, 중간, 적음, 매우 적음)

1-3. 야생동물로 인한 묘목의 피해를 평가할 때, 근주부 직경 항목이 반영 되어야 한다고 생각하십니까? 그렇다면 그 반영 정도는 어느 정도가 되어야 한다고 생각하십니까?

반영 유무 (예 / 아니오) , 반영 정도 (매우 많음, 많음, 중간, 적음, 매우 적음)

1-4. 야생동물로 인한 묘목의 피해를 평가할 때, 덩굴흔적 항목이 반영 되어야 한다고 생각하십니까? 그렇다면 그 반영 정도는 어느 정도가 되어야 한다고 생각하십니까?

반영 유무 (예 / 아니오) , 반영 정도 (매우 많음, 많음, 중간, 적음, 매우 적음)

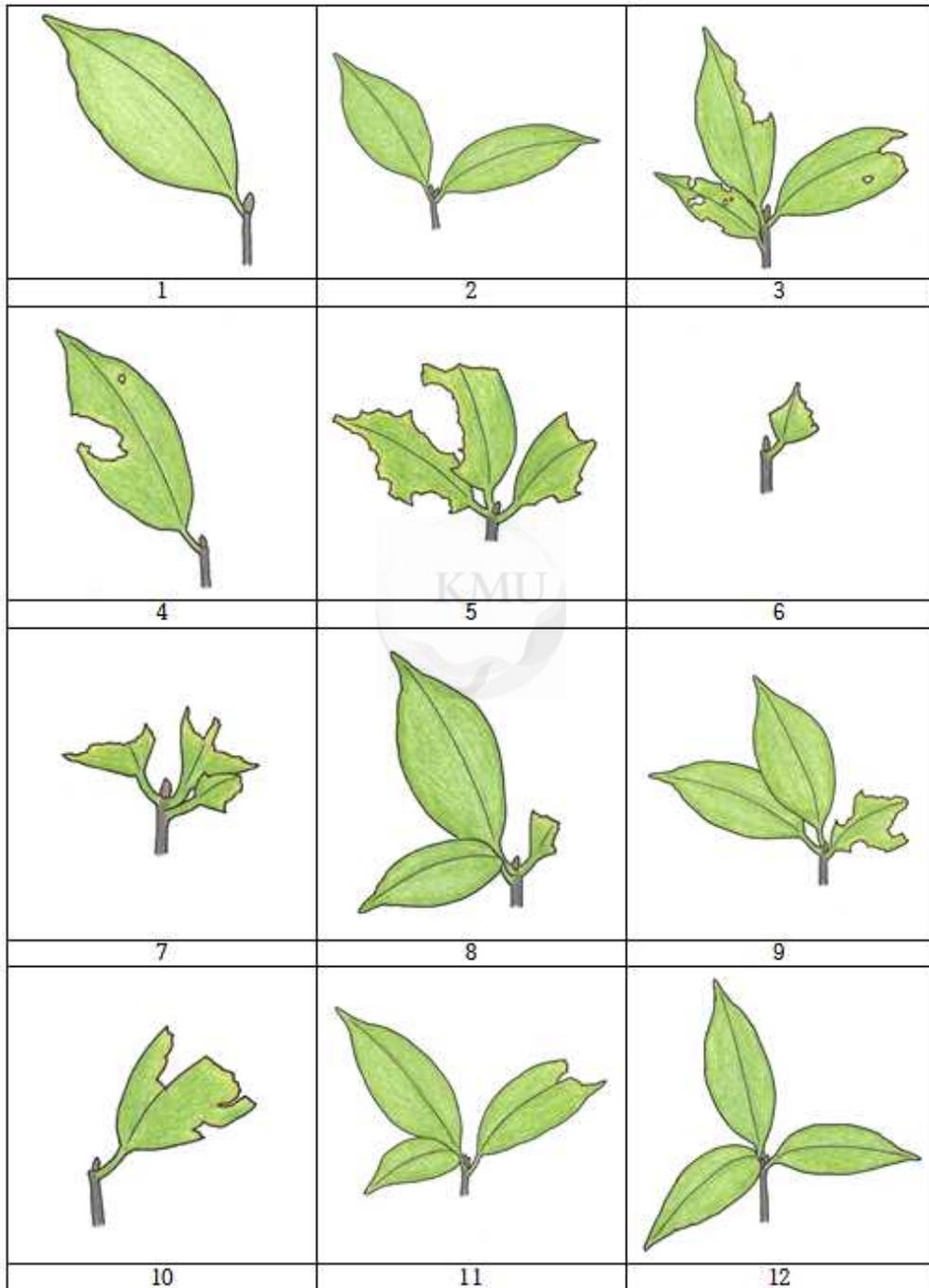
1-5. 야생동물로 인한 묘목의 피해를 평가할 때, 옆다발 활력도 항목이 반영 되어야 한다고 생각하십니까? 그렇다면 그 반영 정도는 어느 정도가 되어야 한다고 생각하십니까?

반영 유무 (예 / 아니오) , 반영 정도 (매우 많음, 많음, 중간, 적음, 매우 적음)

1-6. 야생동물로 인한 묘목의 피해를 평가할 때, 비빔 흔적 항목이 반영 되어야 한다고 생각하십니까? 그렇다면 그 반영 정도는 어느 정도가 되어야 한다고 생각하십니까?

반영 유무 (예 / 아니오) , 반영 정도 (매우 많음, 많음, 중간, 적음, 매우 적음)

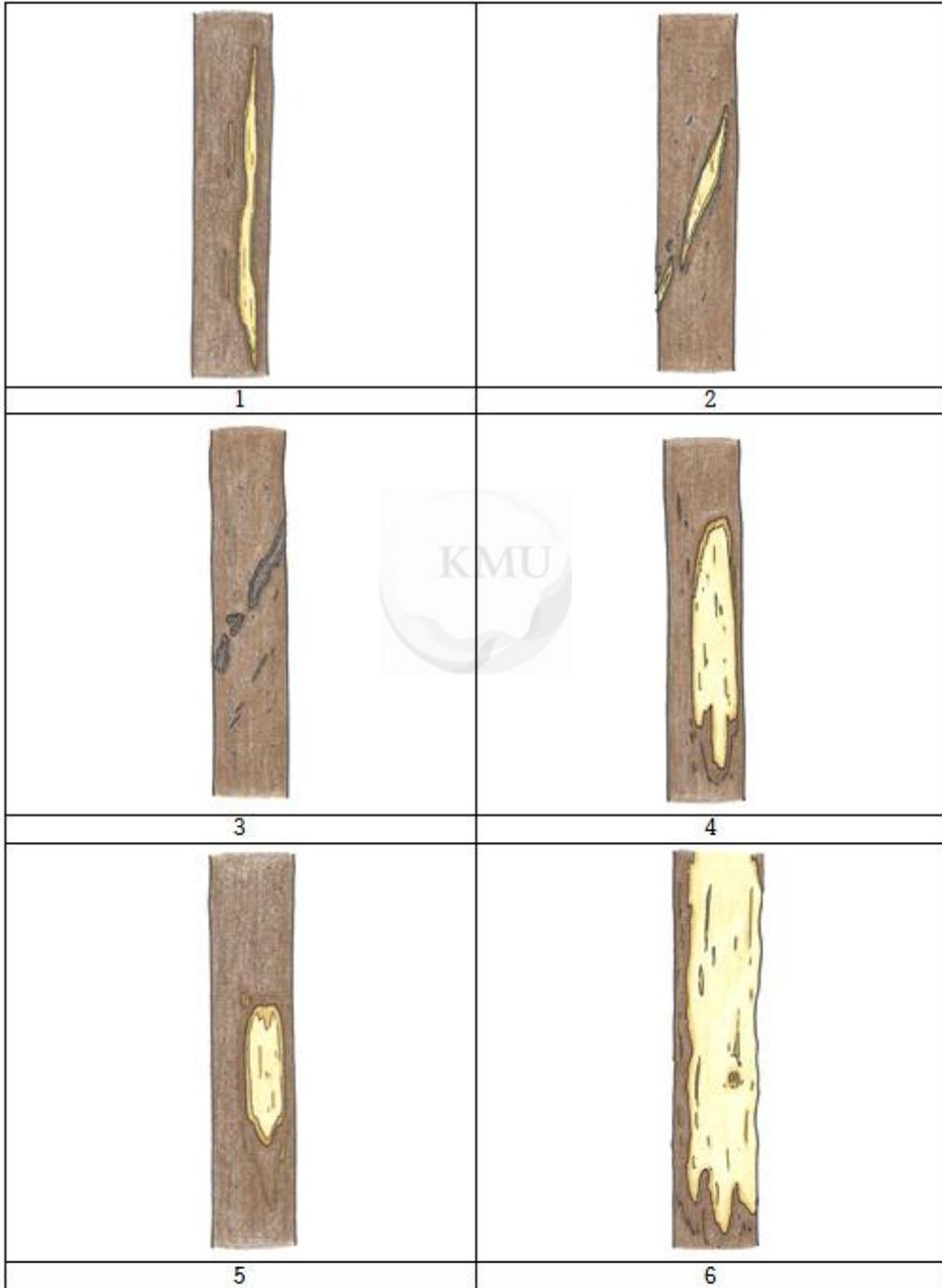
◆ 다음은 몇 가지 묘목의 엽다발에 대한 유형을 나타낸 그림입니다. 아래의 그림을 참고하여 다음의 질문에 답변해 주시기 바랍니다.



2. 위의 그림에서 엽다발의 활력 정도를 다섯 단계(엽다발의 활력이 좋을수록 상)로 나누어 평가해주시기 바랍니다.

| 단계 | 번호 |
|----|----|
| 상  |    |
| 상중 |    |
| 중  |    |
| 중하 |    |
| 하  |    |

◆ 다음은 몇 가지 묘목의 비뚤 흔적에 대한 유형을 나타낸 그림입니다. 아래의 그림을 참고하여 다음의 질문에 답변해 주시기 바랍니다.



3. 위의 비빔 흔적을 나타낸 그림에서 묘목의 피해 정도를 세단계 (피해 정도가 클수록 상)로 나누어 평가해주시기 바랍니다.

| 단계 | 번호 |
|----|----|
| 상  |    |
| 중  |    |
| 하  |    |

◎ 설문에 끝까지 응답해주셔서 대단히 감사드립니다. ◎

## 7.2. 2차 설문조사

### 야생동물에 의한 묘목 피해 평가 정량화를 위한 조사

안녕하십니까?

최근 야생동물에 의한 농경지역과 조림지역의 피해가 대두되고 있습니다. 이러한 피해를 방지하기 위한 대책을 수립하고자 야생동물에 의한 묘목 피해 평가 정량화에 관한 연구를 진행하고 있습니다. 제주도 주요 조림수종인 가시나무류는 야생동물에 의한 피해가 발생하는 대표적인 수종이지만 야생동물에 의한 피해 평가 연구는 부족합니다.

본 설문조사는 야생동물에 따른 묘목의 피해를 평가하는 데 사용된 야생동물 피해지수(wildlife damage index)를 검증하고자 실시하게 되었습니다.

야생동물 피해지수는 묘목이 받은 피해를 정량화하고자 전문가 설문조사 방법을 활용하여 고안된 지수로, 묘목의 수고, 엽다발 활력도, 비뚤 흔적의 세 가지 항목을 바탕으로 산출됩니다. 본 설문조사에서는 야생동물 피해지수와 귀하의 묘목 피해 평가를 비교하여 야생동물 피해지수를 검증하고자 합니다.

실제 묘목을 몇 가지 유형으로 나누어 그림으로 표현하였습니다. 다음의 묘목 그림의 수고, 엽다발 활력도(묘목 잎의 활력), 비뚤 흔적을 바탕으로 야생동물에 의한 묘목의 피해 정도를 평가해주시기 바랍니다.

응답 내용은 통계법 제33조에 따라 비밀이 보장되며, 통계 목적 외에는 절대 사용되지 않습니다.

다소 바쁘시더라도 귀한 시간을 내어 답변해주시면 야생동물에 의한 묘목 피해 감소와 가치 증대를 위한 연구에 소중한 기초자료로 활용할 수 있을 것입니다.

감사합니다.



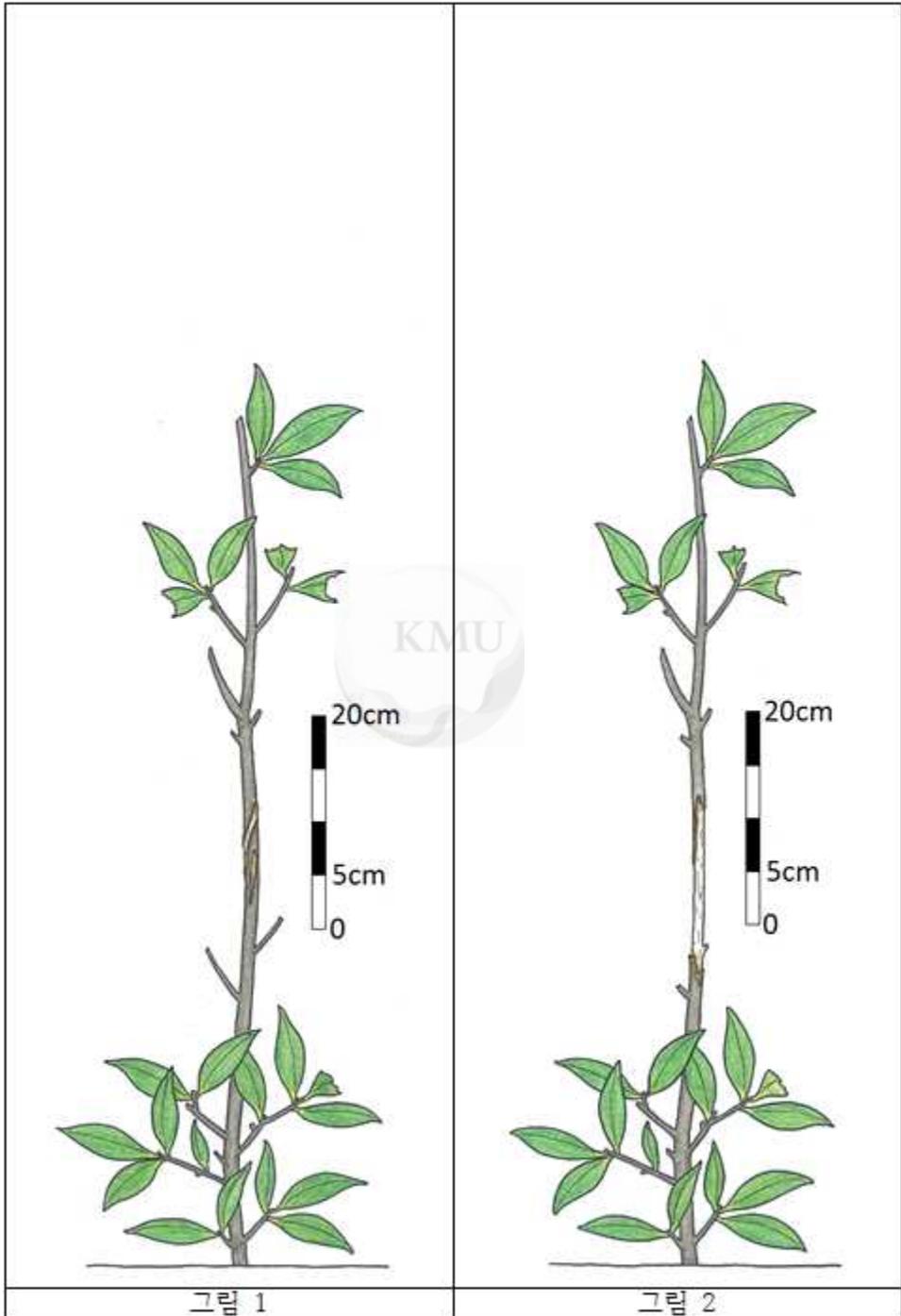
문의처

국민대학교 산림자원학과 노관평 02)910-5187

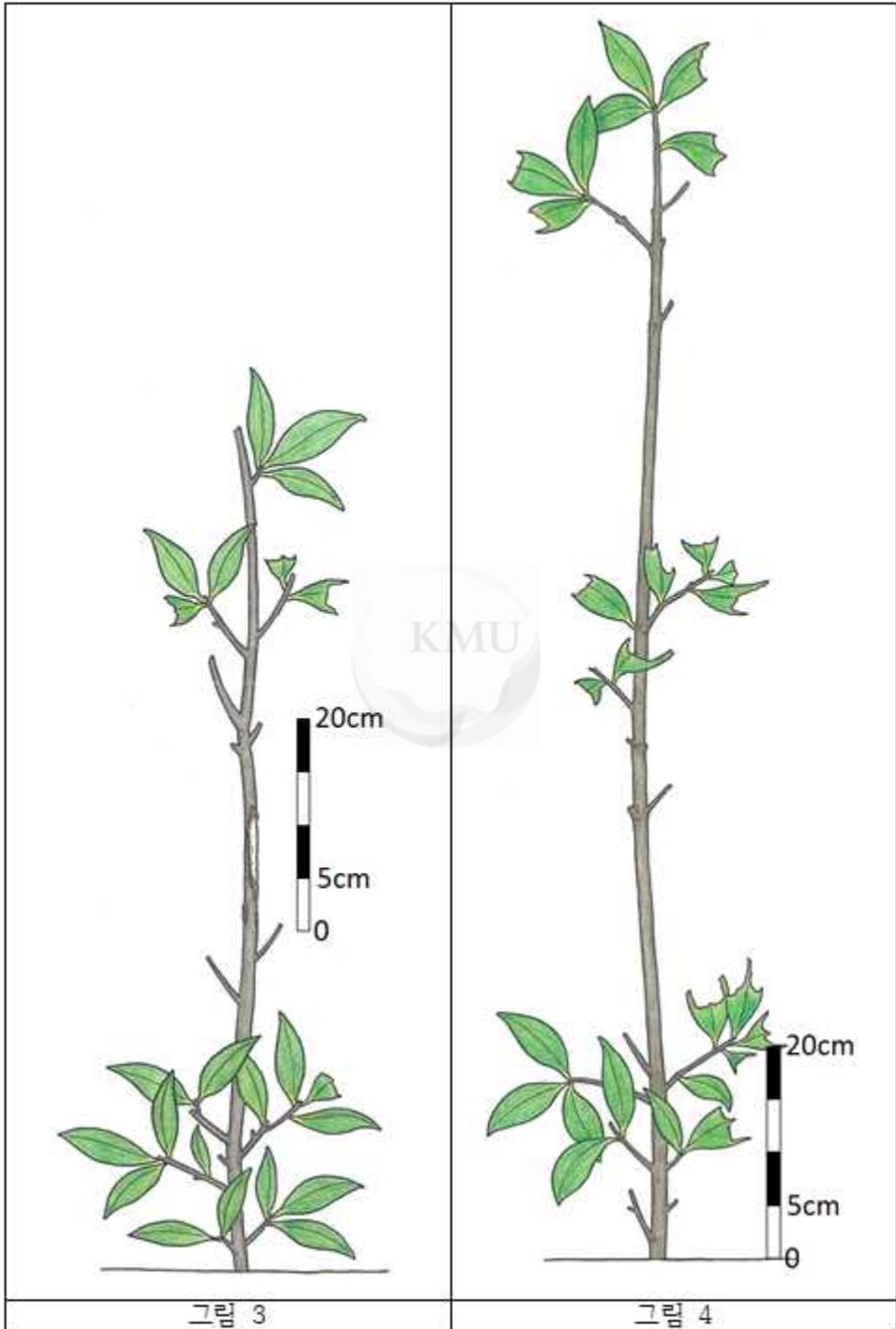
\* 귀하의 근속 년수가 어떻게 되십니까?

\_\_\_\_\_년

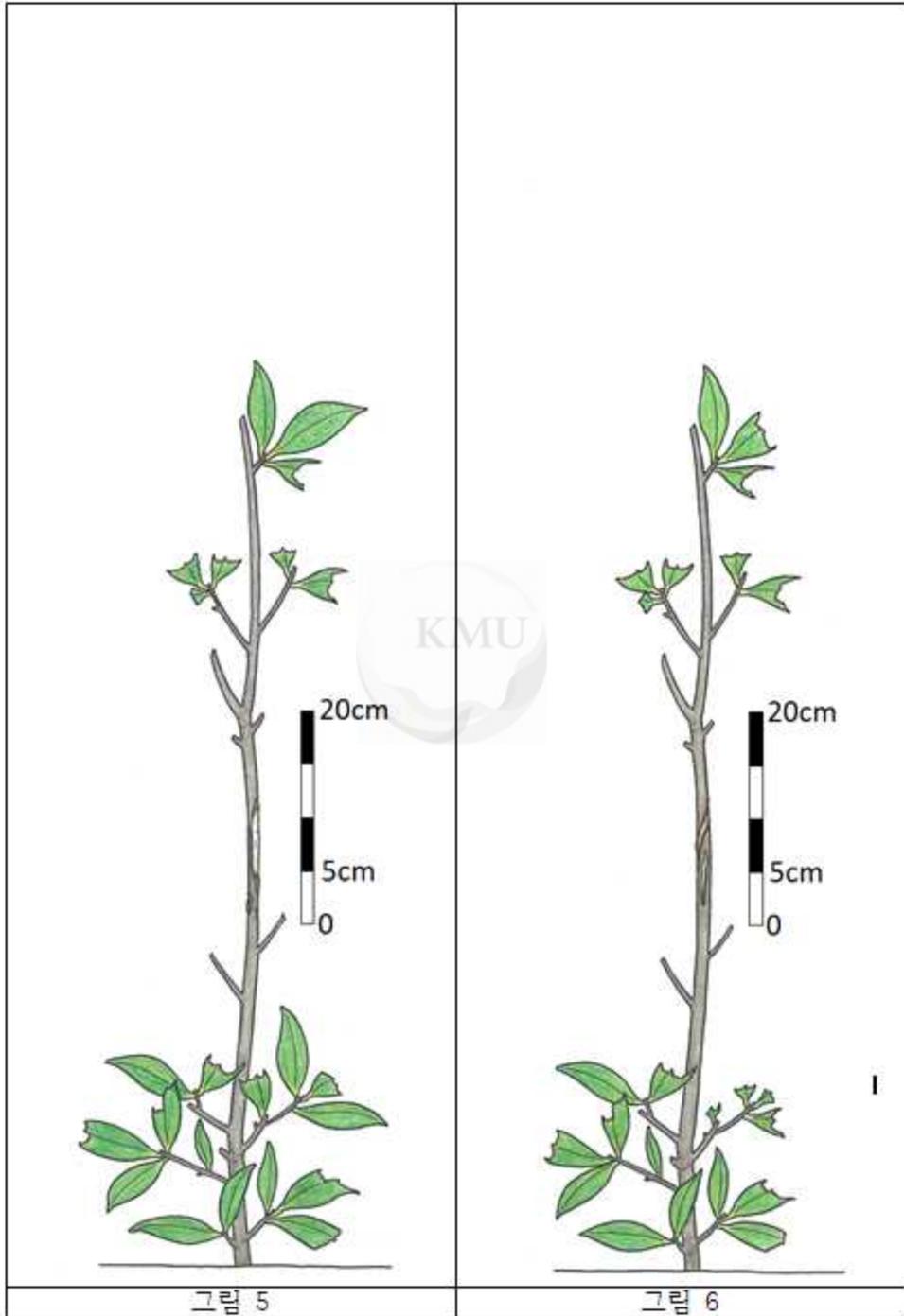
▶ 다음의 그림을 보시고 아래의 질문에 답변해주시기 바랍니다.



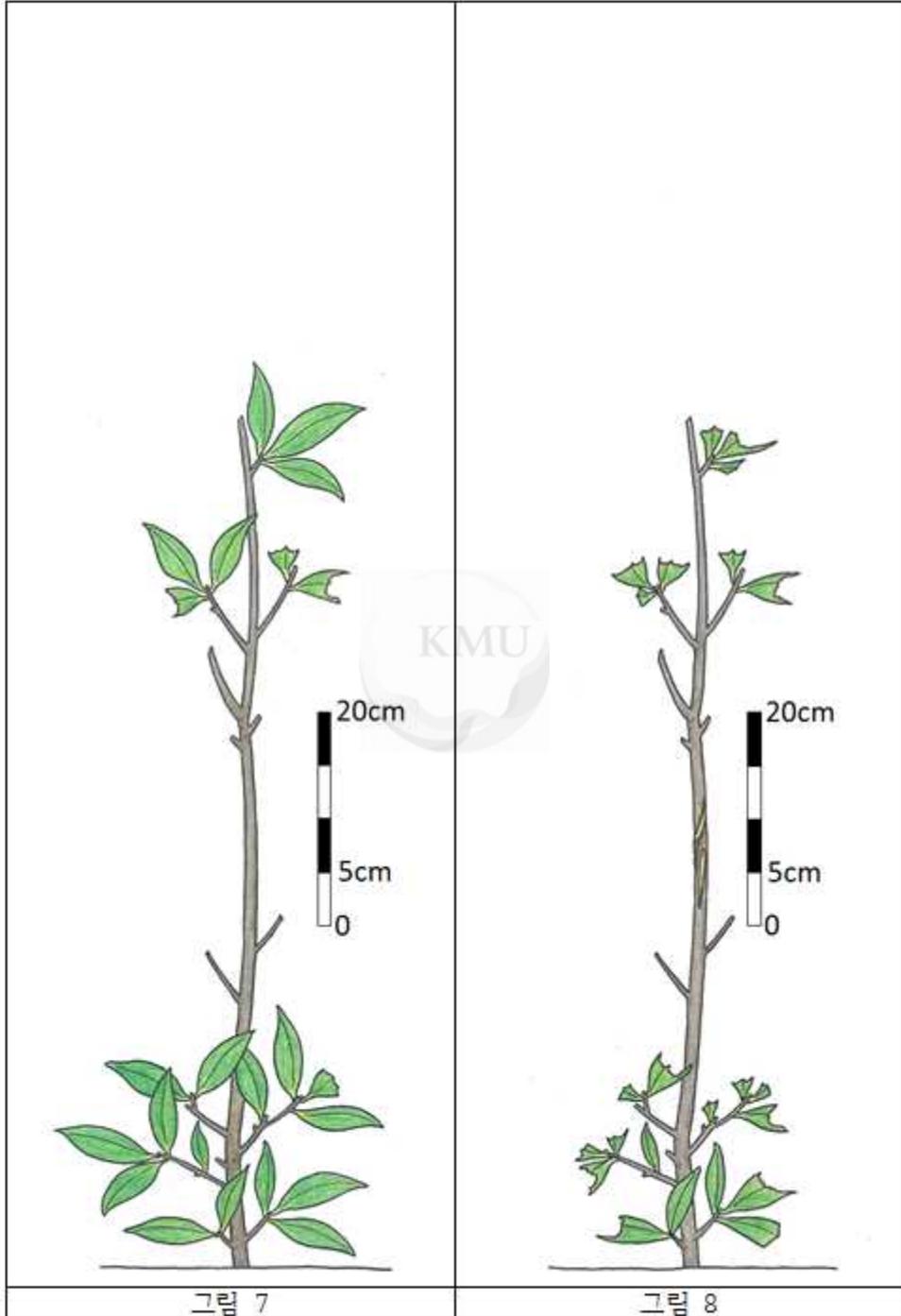
▶ 다음의 그림을 보시고 아래의 질문에 답변해주시기 바랍니다.



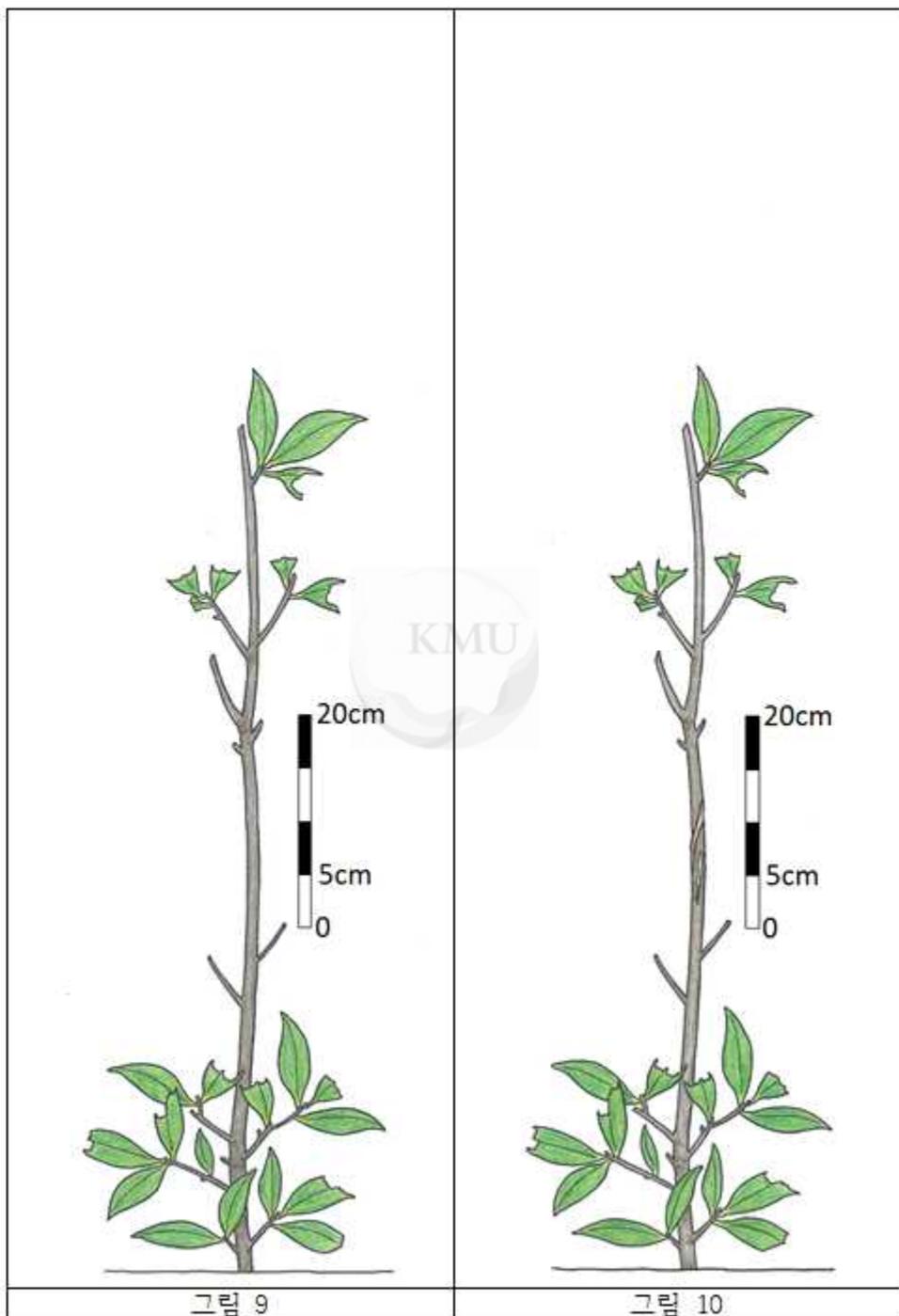
▶ 다음의 그림을 보시고 아래의 질문에 답변해주시기 바랍니다.



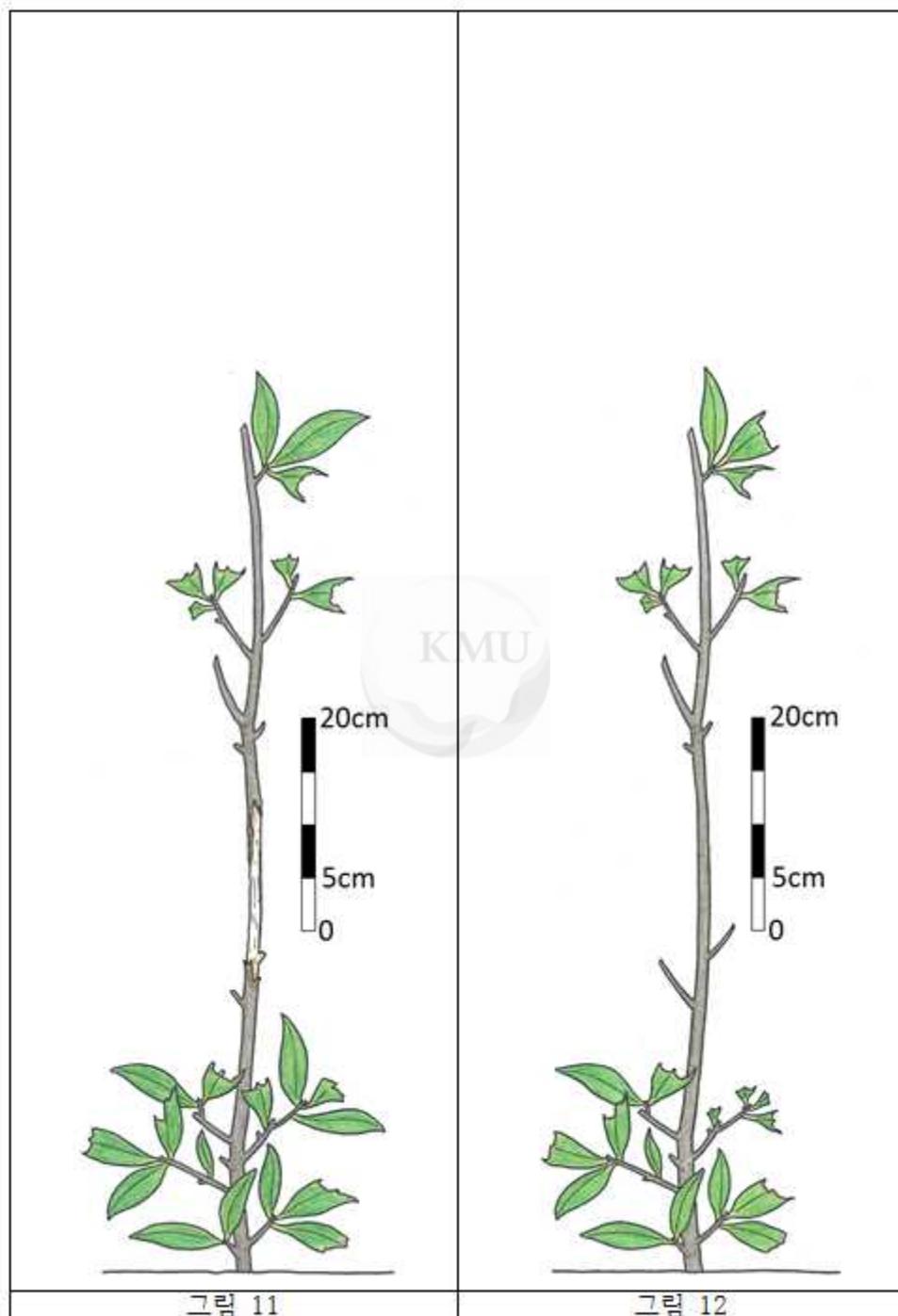
▶ 다음의 그림을 보시고 아래의 질문에 답변해주시기 바랍니다.



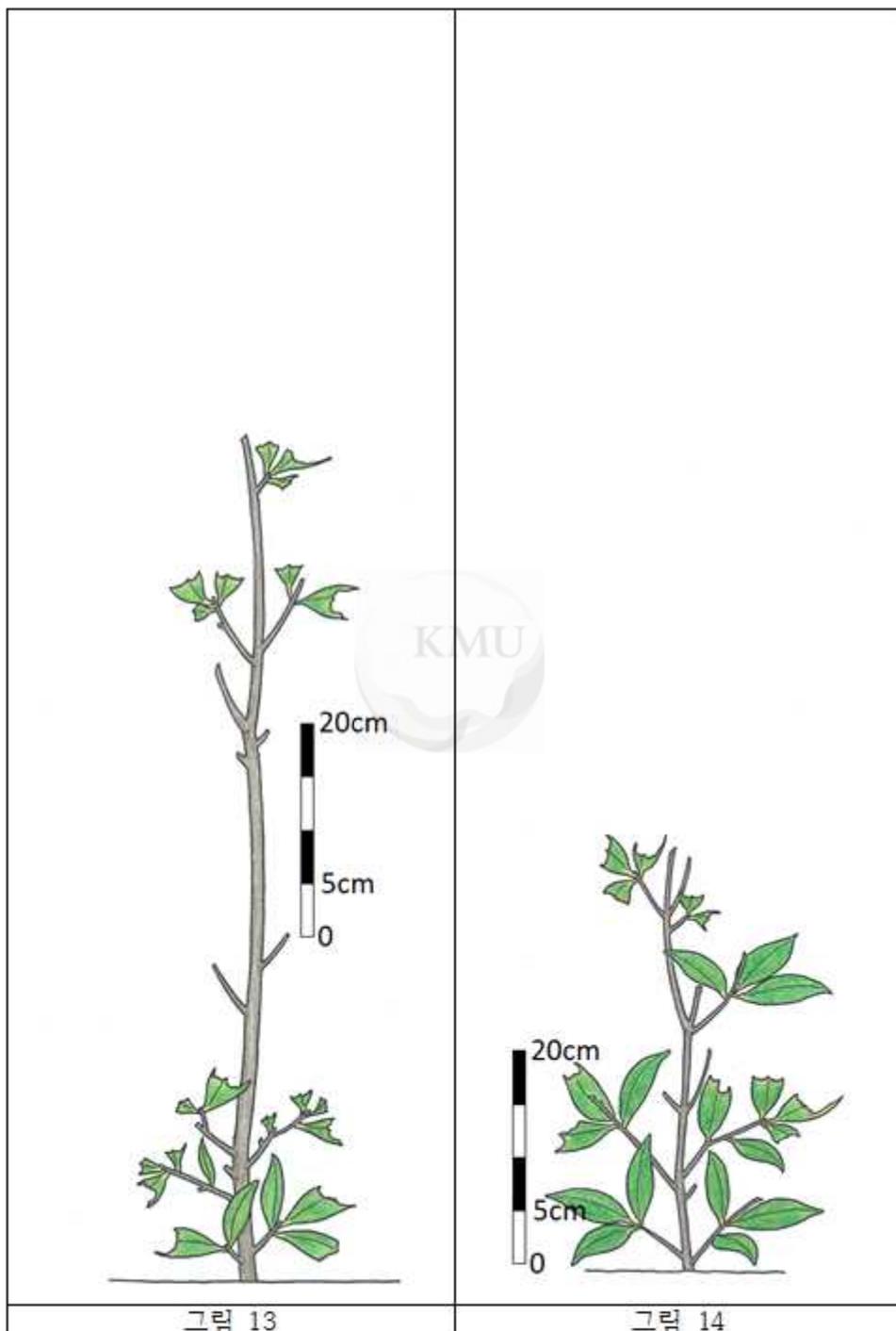
▶ 다음의 그림을 보시고 아래의 질문에 답변해주시기 바랍니다.



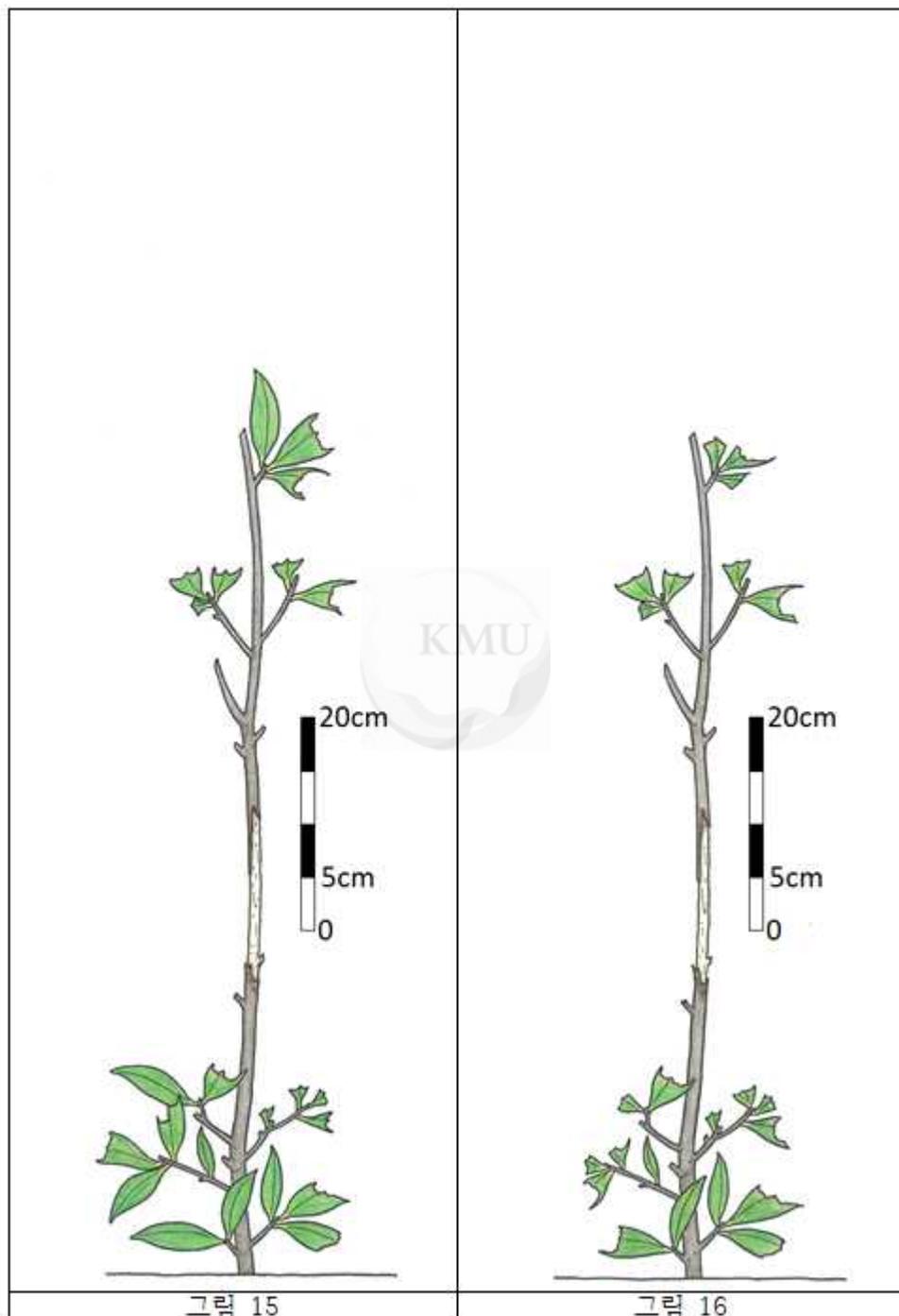
▶ 다음의 그림을 보시고 아래의 질문에 답변해주시기 바랍니다.



▶ 다음의 그림을 보시고 아래의 질문에 답변해주시기 바랍니다.



▶ 다음의 그림을 보시고 아래의 질문에 답변해주시기 바랍니다.



▶ 다음의 그림을 보시고 아래의 질문에 답변해주시기 바랍니다.

