

## 혼효림에서의 멧돼지(*Sus scrofa*) 비빔목 선택과 생태적 역할

이성민 · 이우신\*  
서울대학교 산림과학부

### Selection of the Rubbing Trees by Wild Boar (*Sus scrofa*) and its Ecological Role in a Mixed Forest, Korea

Seong-Min Lee and Woo-Shin Lee\*

Department of Forest Sciences, Seoul National University, Seoul 151-921, Korea

**요약:** 멧돼지는 농작물 피해, 도심 출몰 등으로 인해 인간과 갈등이 증가하고 있다. 유해야생동물에 대하여 주로 개체수 감소에 대한 노력이 진행되며, 생태적 가치에 대한 연구는 미미하다. 따라서 본 연구는 멧돼지의 비빔목 선택 및 생태학적 역할을 알아보기 위해 2013년 7월부터 10월까지 경남 거창군내 혼효림에서 실시되었다. 멧돼지 비빔목은 리기다소나무(*Pinus rigida*)가 가장 많이 발견되었으며, 침엽수와 활엽수 모두 해발 200~600 m에서 가장 많이 발견되었다. 흉고직경(DBH)에 있어 비빔목과 대조구 사이 유의한 차이가 나타나지 않았으며, 활엽수보다는 침엽수가 이용강도가 높은 것으로 나타났다. 비빔목 생태학적 특성을 파악하기 위해 반경 2.5 m 이내의 목본식물과 피도량을 대조구와 비교하였다. 총 25과 1,332종의 목본식물이 발견되었다. 각 층별 피도량에서 하층피도량과 중층피도량에서 나무 그룹별 통계적 유의성이 나타났고, 중상층과 상층에서는 나타나지 않았다. 또한 관목과 치수의 수에서 그룹별 유의한 차이가 나타났으며, 교목의 수에서는 나타나지 않았다. 총 개체수, 종수, 종다양도지수(H')에서는 모두 통계적 유의성이 나타났으며, 이용강도가 높은 비빔목에서 가장 높게 나타났다. 따라서 멧돼지는 주로 침엽수를 비빔목으로 선택하며, 이용강도가 높은 비빔목에서는 피도량 등 물리적 환경을 변화시켜 종다양도를 증가시키는 등 여러 가지 긍정적 영향을 끼치는 것으로 나타났다. 멧돼지의 산림생태학적 관리를 위해서는 매년 지속적인 포획보다는 3-4년을 주기로 강도 높은 개체수 감소 후 보전 정책이 필요할 것으로 판단된다.

**Abstract:** Conflicts between humans and wild boars (*Sus scrofa*) have increased because of causing crop damage and appearing in downtown. Management to reduce population size has mostly been implemented on pests, but knowledges about ecological values are very rare. Rubbing trees by wild boar was investigated to figure out characteristics and for management ecologically from July to October 2013 in a mixed forest, Geochang, Gyeongnam Province, Korea. *Pinus rigida* was most frequently founded, and rubbing trees, both conifers and deciduous, were mainly located in 200~600 m above sea level. DBH was no significant difference between rubbing and control trees. The use intensity of conifers was higher than that of deciduous. The coverage of foliage layers and the number of woody plants within a radius of 2.5 m of trees (rubbing and control) were also investigated and compared to determine ecological characteristics. There were 1,332 individuals founded from 25 families. In the coverage of foliage layers, the understory and midstory showed statistically significant, but not in the subover and overstory. The number of Shrubs and saplings are higher in rubbing trees than those of control, but no difference in stems. Total individuals, the number of species, species diversity index(H') within a radius 2.5 m is considerably higher in rubbing trees with high intensity than those of low intensity and control. Our results show that wild boar mainly selected and used conifers more frequently as rubbing trees. Wild boar also modified the physical environments around rubbing trees. Consequently, the positive effects such as species diversity is increase. Thus the conservation policies is required after the intensive population reduction every 3-4 years for forest ecological management rather than annual sustainable hunting.

**Key words:** wild boar, human-wildlife conflict, rubbing tree, species diversity, forest gap, wildlife management

\*Corresponding author  
E-mail: krane@snu.ac.kr

## 서론

야생동물은 농업, 어업, 임업뿐만 아니라 도심지 내 인간의 휴양활동 등 여러 가지 측면에서 인간과 갈등을 불러일으키고 있다(Hone, 2007). 이러한 이유로 야생동물에 의한 직접적인 물리적 공격, 전염병 전파 등 인간의 안전이 위협 받고 있으며, 부정적 측면에 대한 관심이 증가하고 있다(Conover, 2002).

국내에는 일제 강점기 유해조수구제로 인하여 호랑이, 표범, 늑대 등 대부분의 중·대형포유류가 지역절멸(Regionally Extinct)된 것으로 추정하고 있다(NIBR, 2012). 하지만 멧돼지(*Sus scrofa* L.)는 현존하는 대형 포유류이며, 번식력이 강한 특징으로 개체수가 증가하여 유해야생동물로 지정되었다(MoE, 2012). 뿐만 아니라 최근 지속적인 도심출몰로 인하여 시민의 안전을 위협하는 사례가 증가하고 있다. 유해야생동물로 지정된 종에 대해서는 수렵장 개설, 포획(독극물, 포획틀) 등 주로 개체수를 감소시키기 위한 노력들이 활발히 진행 된다(Hone, 2007).

하지만 유해야생동물 역시 인간과의 갈등뿐만 아니라 생태계 구성원으로서 긍정적인 가치를 가지고 있다(Hone, 2007). 그럼에도 불구하고 국내 멧돼지에 대한 생태적 연구는 미미하여 종의 관리를 위해서는 과학적인 연구를 통한 접근 방법이 필수이다. 멧돼지는 진흙목욕을 자주하며, 진흙목욕 후 비빔목으로 이동하여 나무에 몸을 비비는 행동 특성을 가지고 있다. 특히 비빔목은 수피가 벗겨질 정도로 멧돼지가 수년간 지속적으로 이용하게 된다.

야생동물의 비빔목 선택에 관한 연구는 곰(Ursidae)과와 사슴과(Cervidae)에서 주로 연구되어져 왔다. 사슴과에 있

어서 비빔목은 수종, 종의 체형, 뿔 모양 등 다양한 조건에 의해 선택되어지며, 수사슴끼리의 의사소통에 관련된 기능을 하는 것으로 나타났다(Nielsen et al., 1982; Benner and Bowyer, 1988; Massei and Bowyer, 1999; Johansson et al., 1995; Ramos et al., 2006). 곰과에서는 행동권에 대한 방어적인 역할을 하거나, 번식기 수컷들끼리의 불필요한 경쟁을 피하기 위한 의사소통 전달 수단 및 방향(orientation)을 파악하는 역할을 한다고 보고 되어왔다(Burst and Pelton, 1983, Green and Mattson, 2003). 반면 Schaffer(1971)는 미국의 회색곰에 있어 비빔목은 단순히 몸을 긁거나, 외부 기생충을 제거하기 위한 것으로 보고 하였다.

멧돼지는 잡식성이고, 거친 털을 가지며, 진흙 목욕과 비빔목을 이용하는 행동습성으로 인해 종자 산포에 중요한 역할을 하는 것으로 보고되고 있다(Schmidt et al., 2004; Heinken et al., 2006; Dovrat et al., 2012). 특히 Heinken et al.(2006)은 멧돼지가 진흙 목욕 후 비빔목에 와서 비비기 때문에 비빔목 주변에 털을 통해 산포된 종자들이 퇴적된다고 보고 하였다.

따라서 본 연구의 목적은 멧돼지의 비빔목과 주변 목본 식물에 대한 조사를 통하여 멧돼지의 비빔목 선택에 있어 경향을 파악하고, 비빔목에 대한 생태적 역할을 구명하는 것이다. 이를 통하여 멧돼지의 기초 생태자료를 제공하고, 산림 생태학적인 관리 방안을 제시하고자 한다.

## 재료 및 방법

### 1. 연구대상지

본 연구 대상지는 경상남도 거창군 일대로 총 5개의 지

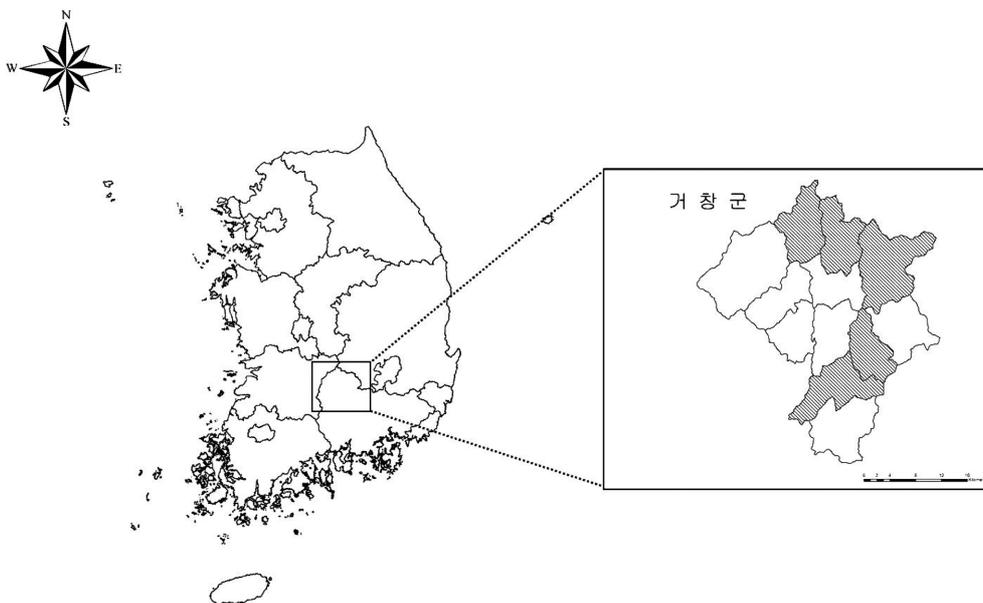


Figure 1. Location map of the study sites (striped area).

역(남상면, 남하면, 가북면, 웅양면, 고제면)의 혼효림에서 실시되었다. 거창군은 연 강수량 900 mm-1700 mm이며, 최저기온  $-15^{\circ}\text{C}$ , 최고기온  $35^{\circ}\text{C}$ , 평균기온  $11-12^{\circ}\text{C}$ 이다 (Geochang County, 2011). 총 1개의 읍과 11개의 면단위 행정구역으로 나누어져 있으며, 총 면적은  $804.07\text{ km}^2$ 이다. 그 중 연구대상지인 5개의 지역은 총  $331.52\text{ km}^2$ 이다 (Geochang County, 2011; Figure 1). 산림 71%, 농경지 23%, 시가지 지역 2.8%로 전형적인 산림성 농경지이며, 산림은 혼효림 47%, 침엽수 34%, 활엽수 16%으로 이루어져 있다.

식생은 주로 소나무(*Pinus densiflora*), 리기다소나무(*Pinus rigida*), 일본잎갈나무(*Larix kaempferi*), 상수리나무(*Quercus acutissima*), 굴참나무(*Quercus variabilis*), 떡갈나무(*Quercus dentata*) 등이 서식하며 혼효림을 이루고, 하층식생은 주로 진달래(*Rhododendron mucronulatum*), 철쭉(*Rhododendron schlippenbachii*), 병꽃나무(*Weigela subsessilis*), 청미래덩굴(*Smilax china*), 산초나무(*Zanthoxylum schinifolium*) 등이 서식하고 있다.

## 2. 비빔목 조사

본 연구는 2013년 7월부터 10월까지 혼효림내에 발견되는 멧돼지의 비빔목을 조사하였다. 멧돼지의 흔적이 발견된 산림의 가장자리에서부터 시작하여 흔적을 따라 조사자가 걸어가면서 발견된 비빔목을 GPS(Oregon 550, Garmin Ltd.)를 이용하여 좌표로 기록하였다. 그리고 비빔목에 대한 특성 비교를 위하여 매 20분마다 조사자에서 가장 가까운 곳에 위치한 나무를 대조구로 설정하여 기록하였다. 멧돼지의 비빔목 선택을 파악하기 위하여 각각의 비빔목과 대조구를 동정하고 흉고직경을 측정하였다. 비빔목의 동정과 학명은 국립수목원(KNA, 2010)을 참고하였다. 또한 비빔목에 대한 멧돼지의 이용강도를 파악하기 위하여 비빔목 수피의 벗겨짐 정도를 이용하여 파악하였으며, 수피가 일정 수준으로 벗겨지면 멧돼지가 더 이상 이용하지 않는 선행 조사에 의해 1~10%인 경우 1, 11%~30%인 경우 2, 31%이상인 경우 3으로 육안관찰을 통해 수치화하였다.

멧돼지 비빔목의 생태적 역할을 파악하기 위하여 비빔목과 대조구 주변의 산림환경조사를 실시하였다. 산림환경조사는 각각의 비빔목과 대조구를 중심으로 반경 2.5 m 내에서 발견되는 목본식물의 종 조성 및 각 층별 개체수를 파악하였으며, 동시에 발견된 목본 식물을 교목, 관목, 목본치수로 구분하여 기록하였다(Kent, 2012). 또한 비빔목과 대조구의 수직적 구조를 파악하기 위하여 엽층별 피도량(coverage of foliage layer)을 측정하였다. 엽층별 피도량은 대상지의 산림구조를 감안하여 하층(<1 m), 중층(1~2 m), 중상층(2~8 m), 상층(>8 m)의 4개의 층위(layers)

로 나누어 피도가 0%인 경우 0, 1~33%인 경우 1, 34~66%인 경우 2, 67% 이상인 경우 3으로 수치화하여 기록하였다(Lee, 2011; Rhim and Lee, 2001).

## 3. 데이터 분석

비빔목과 대조구 주변 식물의 종 다양도는 Shannon-Wiener지수( $H'$ )를 이용하였으며, 아래의 공식을 이용하여 산출하였다.

$$H' = -\sum_{i=1}^s (P_i) \times \ln(P_i)$$

(s: 종수,  $P_i$ :  $i$  번째 종의 개체수를 총 개체수로 나눈 비율)

비빔목과 대조구의 흉고직경 차이를 알아보기 위하여 Wilcoxon rank sum test를 실시하였다. 또한 비빔목 중 이용강도의 차이를 알아보기 위하여 비빔목을 침엽수와 활엽수로 나누어 T-test를 실시하였다. 비빔목의 보다 정확한 생태적 역할을 파악하기 위해 비빔목의 이용강도가 “1”인 비빔목(10%)과 “2”와 “3”인 비빔목(>10%)을 이용강도가 낮은 비빔목(rubbing trees with low intensity, RL)과 높은 비빔목(rubbing trees with high intensity, RH)으로 나누어 통계 분석을 실시하였다. 각 층별 피도량, 교목·관목·치수의 수, 비빔목과 대조구 반경 2.5 m 이내 총 개체수, 종수, 종다양도에 관하여는 Shapiro-Wilk test를 통하여 정규성 검정을 실시하였으며, 정규성을 따르는 경우 ANOVA test를 실시하였고, 그렇지 않은 경우 Kruskal-Wallis test를 실시하였다. ANOVA test에서 유의한 차이를 나타낸 경우 Tukey 검정을 이용하여 다중비교(multiple comparisons)를 실시하였으며, Kruskal-Wallis test에서 유의한 차이가 나타난 경우는 R 프로그램 패키지 ‘pgirmess’의 kruskalmc 함수를 이용하여 다중비교를 수행 하였다. 모든 통계 검정은 통계프로그램 R(R Core Team, 2013)을 이용하였으며, 유의 수준 0.05에서 검정하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 멧돼지 비빔목 선택

본 연구기간 동안 비빔목 56개, 대조군 41개로 총 97개의 수목을 조사하였다. 멧돼지 비빔목은 총 6과 15종이 발견되었다. 그 중 빈도가 가장 높은 것은 침엽수 중에서는 리기다소나무(*Pinus rigida*)로 총 14개체가 발견되었으며, 소나무(*Pinus densiflora*) 11개체, 잣나무(*Pinus koraiensis*) 5개체, 일본잎갈나무(*Larix kaempferii*) 5개체가 발견되었다. 활엽수 중에서는 굴참나무(*Quercus variabilis*)가 가장 높게 나타났으며, 상수리나무(*Quercus acutissima*)를 제외하고는 모두 비슷한 빈도를 나타내었다(Figure 2).

멧돼지 비빔목은 침엽수와 활엽수 모두 해발 200 m~

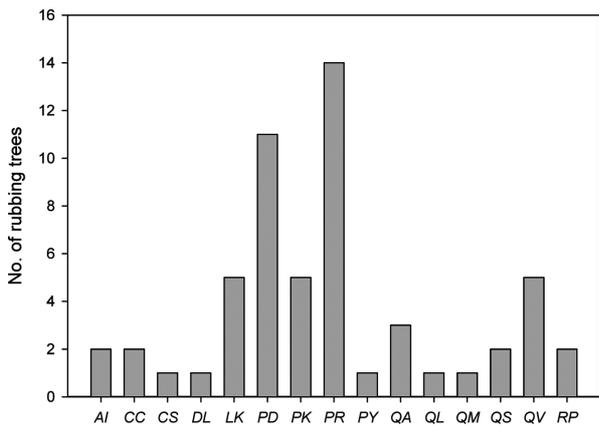


Figure 2. Frequency distributions of the wild boar rubbing tree species founded along the trace in a mixed forest in Geochang, Gyeongnam Province, Korea during July and October 2013. AL: *Alnus incana*; CC: *Castanea crenata*; CS: *Celtis sinensis*; DL: *Diospyros lotus*; LK: *Larix kaempferii*; PD: *Pinus densiflora*; PK: *Pinus koraiensis*; PR: *Pinus rigida*; PY: *Prunus yedoensis*; QA: *Quercus acutissima*; QL: *Quercus aliena*; QM: *Quercus mongolica*; QS: *Quercus serrata*; QV: *Quercus variabilis*; RP: *Robinia pseudoacacia*.

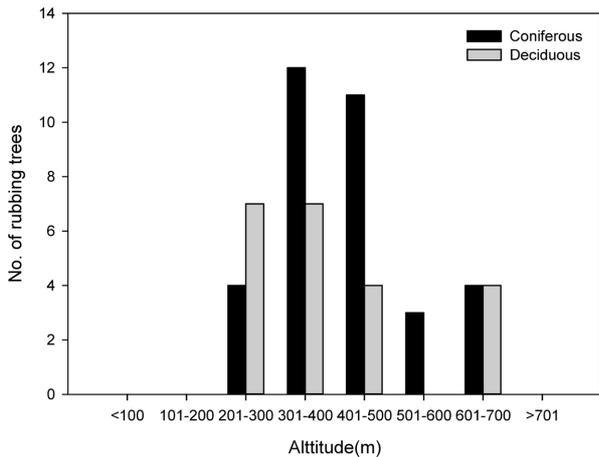


Figure 3. Number of trees rubbed by wild boar in relation to altitude(m) along the trace in a mixed forest.

600 m사이에서 가장 많이 발견 되었다. 침엽수는 301 m ~400 m에서 가장 많이 발견되었으며(12개체), 다음으로 401 m~500 m에서 발견 빈도가 높았다(11개체). 활엽수는 201 m~300 m와 301 m~400 m에서 7개체로 동일하게 발견되었다(Figure 3).

멧돼지는 진흙목욕을 자주 하며 이러한 행동은 체온 감소, 곤충이나 기생충으로부터의 몸의 보호 등의 기능을 수행하는 것으로 알려져 있다(Heiken et al., 2006). 비빔목은 주로 진흙목욕 후 이용하게 되며 진흙목욕 장소는 주로 임연부 계곡 근처 물이 고인 습지이거나, 논을 이용 하는 경향이 있다. 목욕 후 진흙이 마르기 전 비빔목에 도착하기 위해서는 비빔목의 위치가 멀리 떨어져 있지 않는 것이 유리하기 때문에 해발이 높은 곳에서는 비빔목의 발견

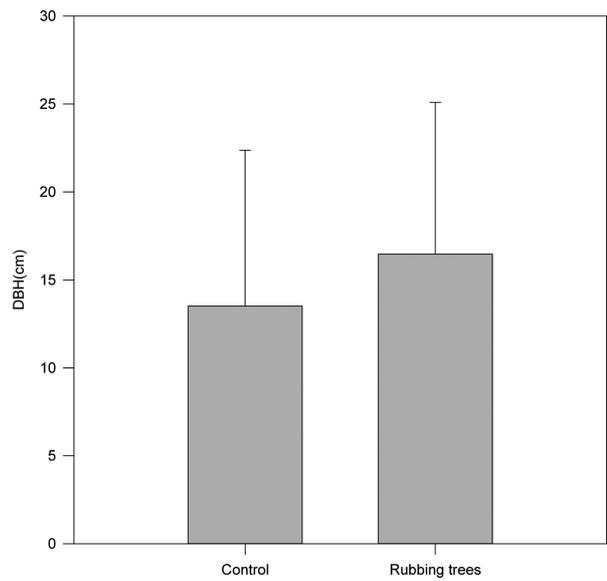


Figure 4. Comparison of diameter at breast height(DBH, cm) of the trees rubbed by wild boar and control trees in a mixed forest. There was no significant difference between rubbing and Control trees in T-test. Error bars indicate standard deviation(SD).

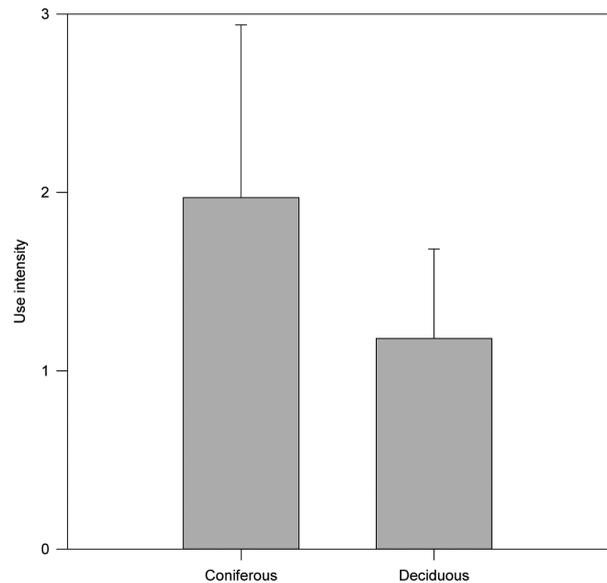


Figure 5. Comparison of use intensity of trees rubbed by wild boar between coniferous and deciduous trees in a mixed forest. Use intensity was significantly different in T-test. Error bars indicate standard deviation(SD).

빈도가 상대적으로 적은 것으로 판단된다. 하지만 각각 발견된 빈도수가 높지 않아 추가적인 조사와 분석이 필요할 것으로 판단된다.

멧돼지가 비빔목 선택 하는데 있어 흉고직경의 영향을 알아보기 위해 비빔목과 대조군의 흉고직경(DBH, cm)을 비교 한 결과 두 그룹간의 통계적 유의성은 나타나지 않았다(Wilcoxon rank sum test;  $w = 911, p = 0.08413$ ). 비

비뚤목(n=56)의 흉고직경은 16.47±8.61 cm(mean±SD)로 나타났으며, 대조군(n=41)은 13.51±8.84 cm로 나타났었다(Figure 4). 비뚤목 중 침엽수와 활엽수의 이용강도를 비교한 결과 통계적 유의성이 나타났으며(T-test;  $t = 3.5188$ ,  $df = 54$ ,  $p < 0.001$ ), 침엽수 비뚤목의 이용강도가 높은 것으로 나타났었다(Figure 5).

멧돼지 비뚤목 선택에 관하여 보고된 연구결과는 미미하며, 주로 사슴과와 곰과에 대해 연구가 보고되어 왔다. Green and Mattson(2003)의 미국 옐로우스톤 회색곰 연구에서 비뚤목 선택은 나무 수종에는 관계가 없는 것으로 나타났으나, 흉고직경이 클수록 비뚤목 선택의 확률이 높아지는 것으로 나타났다. 미국 흰꼬리사슴은 방향성(aromatic)을 나타내는 수종을 선호하며, 특정한 직경의 나무와 첫 번째 가지의 높이가 비뚤목 선택에 영향을 미치는 것으로 보고 하였다(Benner and Bowyer, 1988). Ramos et al.(2006)의 연구에서 포르투갈 노루와 붉은사슴은 비뚤목 선택에 있어 두 종 모두 특정 직경을 선호하였으며, 노루는 수종에 대한 특이성을 가진 반면 붉은사슴은 나타나지 않았다.

본 연구에서 멧돼지는 비뚤목 선택에 있어 흉고직경은 일정 크기 이상이 되면 영향을 미치지 않는 것으로 판단되며, 활엽수 보다는 침엽수에 대해 특이적으로 이용강도가 높은 것으로 나타났다. 비뚤목의 역할은 진흙목 후 진흙과 함께 외부기생충을 제거한다고 보고되어 왔다(Sardin and Cargnelutti, 1987. In: Bram et al., 2008: p. 2265). 멧돼지가 외부기생충을 제거하기 위해 비뚤목에 몸을 비뚤과 동시에 항균성(antimicrobial activity)이 있는 침엽수의 송진(Bryant, 1980)을 몸에 바르는 이득을 취할 수 행동이 침엽수의 높은 이용강도와 관련이 있어 보인다. 침엽수 비뚤목은 수피가 벗겨질 만큼 수년간 멧돼지가 지속적으로 이용하는 것으로 나타났는데, 이는 송진으로 인해 쉽게 비에 젖지 않아 멧돼지 개체의 특이적인 냄새를 오래 지속시킬 수 있어 곰과 같이 사회적 의사소통 및 방향을 위한 도구로 활용 될 수 있을 것으로 추정된다. 하지만 본 연구에서는 멧돼지의 행동학적 기능에 대해서는 조사하지 못하여 향후 비뚤목을 이용하는 개체간의 관계에 대한 추가적인 연구가 필요할 것으로 판단된다.

## 2. 비뚤목의 생태적 역할

멧돼지 비뚤목과 대조구의 2.5 m 반경에서 목본 식물을 조사한 결과 총 27과 2,101개체로 나타났다. 그 중 비뚤목 주변에서는 25과 1,332종이 발견되었으며, 대조구에서는 25과 769종이 발견되었다. 산초나무(*Zanthoxylum schinifolium*)가 144개체로 가장 많았으며, 발견 빈도 또한 33개의 비뚤목에서 발견되어 가장 높았다. 대조구에서는 산철쭉(*Rhododendron yedoense* f. *poukhanense*)가 가장 개체수

가 많이 발견된 반면, 빈도는 소나무(*Pinus densiflora*)가 가장 높았다(Table 1).

비뚤목의 각 층별 피도량에서 하층피도량과 중층피도량에서 각 그룹별(대조구, 이용강도가 낮은 비뚤목, 이용강도가 높은 비뚤목) 통계적 유의성이 나타났으며, 중상층과 상층에서는 나타나지 않았다(ANOVA; 하층피도량:  $F = 4.671$ ,  $p = 0.011$ ; 중층피도량:  $F = 28.92$ ,  $p < 0.001$ ; 중상층피도량:  $F = 1.652$ ,  $p = 0.197$ ; 상층피도량:  $F = 0.925$ ,  $p = 0.400$ ; Figure 6, Table 2). 특히 중층 피도량에서는 이

**Table 1. Numbers and frequencies of woody plant species founded within 2.5 radius of rubbing and control trees.**

Species	Rubbing trees		Control trees		TF <sup>3</sup>	TF <sup>4</sup>
	I <sup>1</sup>	F <sup>2</sup>	I	F		
<i>Actinidia arguta</i>	2	1	1	1	3	2
<i>Alangium platanifolium</i>	-	-	2	1	2	1
<i>Alnus incana</i>	5	4	1	1	6	5
<i>Amorpha fruticosa</i>	-	-	2	1	2	1
<i>Callicarpa dichotoma</i>	1	1	-	-	1	1
<i>Callicarpajaponica</i>	4	3	2	1	6	4
<i>Carpinus laxifloravar.laxiflora</i>	-	-	2	2	2	2
<i>Carpinus tschonoskii</i>	3	1	-	-	3	1
<i>Castanea crenata</i>	44	21	10	6	54	27
<i>Celastrus flagellaris</i>	13	5	-	-	13	5
<i>Celastrus orbiculatus</i>	-	-	1	1	1	1
<i>Celtis sinensis</i>	7	4	1	1	8	5
<i>Clerodendrum trichotomum</i>	-	-	5	1	5	1
<i>Cornus controversa</i>	5	3	4	2	9	5
<i>Corylus heterophyllar</i>	10	6	3	1	13	7
<i>Diospyros lotus</i>	23	10	5	2	28	12
<i>Fraxinus rhynchophyllar</i>	15	3	-	-	15	3
<i>Fraxinus sieboldiana</i>	2	1	4	3	6	4
<i>Ilex macropoda</i>	3	2	2	1	5	3
<i>Juniperus rigida</i>	7	5	4	3	11	8
<i>Larix kaempferii</i>	18	7	8	3	26	10
<i>Lespedeza bicolor</i>	20	7	3	1	23	8
<i>Lespedeza crytobotrya</i>	15	4	8	3	23	7
<i>Lespedeza maximowiczii</i>	32	4	31	6	63	10
<i>Ligustrum obtusifolium</i>	44	15	29	9	73	24
<i>Lindera erythrocarpa</i>	72	14	36	10	108	24
<i>Lindera glauca</i>	10	5	9	5	19	10
<i>Lindera obtusiloba</i>	40	15	46	16	86	31
<i>Partenocissus tricuspidata</i>	1	1	-	-	1	1
<i>Picrasma quassioides</i>	1	1	1	1	2	2
<i>Pinus densiflora</i>	71	29	40	17	111	46
<i>Pinus koraiensis</i>	41	11	11	2	52	13
<i>Pinus rigida</i>	29	15	11	5	40	20
<i>Populustremulavar.davidiana</i>	3	2	7	2	10	4
<i>Prunus persica</i>	3	3	1	1	4	4
<i>PrunusSargentiiivar.sargentii</i>	1	1	-	-	1	1
<i>Prunusxyedoense</i>	1	1	1	1	2	2
<i>Pueraria lobata</i>	5	3	2	2	7	5
<i>Quercus acutissima</i>	47	16	38	11	85	27

Table 1. Continued.

Species	Rubbing trees		Control trees		TI	TF
	I	F	I	F		
<i>Quercus aliena</i>	2	6	13	4	15	10
<i>Quercus dentata</i>	11	8	2	1	13	9
<i>Quercus mongolica</i>	40	16	28	11	68	27
<i>Quercus serrata</i>	81	28	41	12	122	40
<i>Quercus variabilis</i>	21	8	15	6	36	14
<i>Rhododendron mucronulatum</i>	76	23	45	13	121	36
<i>Rhododendron schlippenbachii</i>	2	1	-	-	2	1
<i>Rhododendron yedoensef. poukhanense</i>	72	16	78	11	150	27
<i>Robinia pseudoacacia</i>	11	7	9	5	20	12
<i>Rubus crataegifolius</i>	18	6	17	4	35	10
<i>Rubus phoenicolasius</i>	2	1	-	-	2	1
<i>Rubuspungensvar.oldhamii</i>	42	6	5	1	47	7
<i>Salix caprea</i>	-	-	7	3	7	3
<i>Smilax china</i>	73	22	34	9	107	31
<i>Smilax sieboldii</i>	49	11	29	8	78	19
<i>Sorbus alnifolia</i>	2	1	-	-	2	1
<i>Spiraea prunifolia</i>	6	2	-	-	6	2
<i>Staphylea bumalda</i>	1	1	-	-	1	1
<i>Styrax japonicus</i>	12	4	13	6	25	10
<i>Styrax obassis</i>	1	1	6	5	7	6
<i>Symplocos Sawafutagi</i>	4	2	1	1	5	3
<i>Toxicodendron trichocarpum</i>	43	18	11	3	54	21
<i>Vitis coignetiae</i>	3	3	-	-	3	3
<i>Weigela subsessilis</i>	18	6	30	6	48	12
<i>Zanthoxylum schinifolium</i>	144	33	54	14	198	47
Total	1,332	-	769	-	2,101	-

<sup>1</sup>I: individuals, <sup>2</sup>F: frequency, <sup>3</sup>TI: total individuals, <sup>4</sup>TF: total frequency

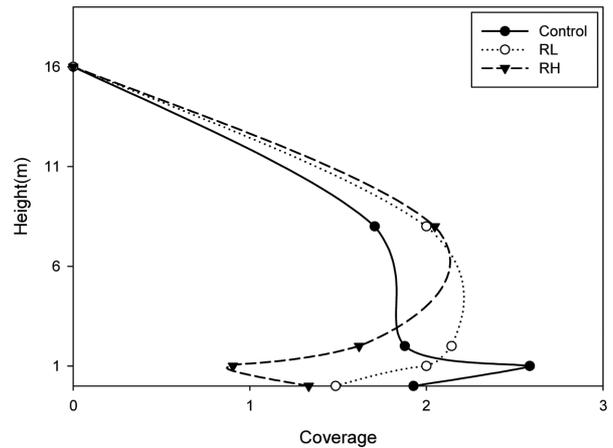


Figure 6. Average foliage profiles of rubbing and control trees. RL: rubbing trees with low intensity, RH: rubbing trees with high intensity.

용강도가 높은 비빔목에서 현저하게 낮게 나타났다. 비빔목과 대조구 반경 2.5 m 내 발견된 교목·관목·치수를 비교한 결과 관목과 치수에서 통계적 유의성이 나타났다 (ANOVA; 교목 수:  $F=0.488, p=0.616$ ; 관목 수:  $F=5.164, p=0.007$ ; 치수 수:  $F=69.600, p<0.001$ ; Table 3). 치수의 수에 있어 이용강도가 높은 비빔목 주변에서 대조구와 이용강도가 낮은 비빔목에 비해 3배 이상 많은 개체수가 관찰되었다. 비빔목과 대조구 반경 2.5 m 내 발견된 총 개체수, 종수 및 종다양도에서는 모두 통계적 유의성이 나타났으며 (Kruskal-Wallis; 개체수:  $\chi^2=24.482, p<0.001$ , 종수:  $\chi^2=34.327, p<0.001$ , 종다양도:  $\chi^2=25.192, p<0.001$ ),

Table 2. Differences in coverage of foliage layers (mean±SD) of rubbing and control trees resulted with ANOVA test.

Foliage layer	Tree groups			F	P
	Control	Rubbing			
		RL <sup>z</sup>	RH <sup>y</sup>		
Understory (<1 m)*	1.972±0.905 <sup>a</sup>	1.486±0.781 <sup>ab</sup>	1.333±0.658 <sup>b</sup>	4.671	0.011
Midstory (1-2 m)*	2.585±0.805 <sup>a</sup>	2.000±0.907 <sup>b</sup>	0.905±0.700 <sup>c</sup>	28.920	<0.001
Suboverstory (2-8 m)	1.878±0.900	2.143±1.141	1.619±1.203	1.652	0.197
Overstory (>8 m)	1.707±1.078	2.000±1.213	2.048±1.024	0.925	0.400

<sup>z</sup>RL: rubbing trees with low intensity.

<sup>y</sup>RH: rubbing trees with high intensity.

\*Subscripts with different letters are significantly different.

Table 3. Differences in observed number(mean±SD) of tree stems, shrubs, and saplings of rubbing and control trees resulted with ANOVA test.

	Tree groups			F	P
	Control	Rubbing			
		RL <sup>z</sup>	RH <sup>y</sup>		
No. of tree stems	3.927±2.474	4.543±2.863	4.286±2.969	0.488	0.616
No. of shrubs*	10.049±4.571 <sup>a</sup>	8.429±4.421 <sup>ab</sup>	6.381±3.383 <sup>b</sup>	5.164	0.007
No. of saplings*	4.756±2.447 <sup>a</sup>	6.743±4.680 <sup>a</sup>	21.571±9.683 <sup>b</sup>	69.600	<0.001

<sup>z,y</sup>: see the Table 2.

**Table 4. Differences in observed number(mean±SD) of species, individuals, and species diversity of rubbing and control trees resulted with Kurskal-Wallis test.**

	Tree groups			$\chi^2$	P
	Control	Rubbing			
		RL <sup>z</sup>	RH <sup>y</sup>		
No. of individuals*	18.756±5.678 <sup>a</sup>	19.486±5.664 <sup>a</sup>	31.810±11.330 <sup>b</sup>	24.482	<0.001
No. of species*	6.000±1.323 <sup>a</sup>	6.914±1.634 <sup>a</sup>	10.095±2.644 <sup>b</sup>	34.327	<0.001
Species diversity(H) <sup>a</sup>	1.622±0.240 <sup>a</sup>	1.721±0.276 <sup>a</sup>	2.058±0.336 <sup>b</sup>	25.192	<0.001

<sup>z,y</sup>\*see the Table 2.

대조구와 이용강도가 낮은 비빔목과는 차이가 나타나지 않았으나, 이용강도가 높은 비빔목과는 차이가 나타났다 (Table 4).

멧돼지는 잡식성의 성향이며, 외부의 거친 털로 인하여 내부를 통한 종자산포(endozoochory)와 외부를 통한 종자산포(epizoochory) 모두 중요한 역할을 하는 것으로 보고되고 있다(Heinken and Raudnitschka, 2002; Massei and Genov, 2004; Schmidt et al., 2004; Heinken et al., 2006). Schmidt et al.(2004)은 멧돼지는 체 내·외부를 통하여 산림 외부 식물을 내부로 산포시키는 역할을 하며, 각각 평균 2종 12개와 5종 29.9개의 씨앗을 산포시키는 것으로 나타났다. Heinken and Raudnitschka(2002) 역시 종자산포에 있어 멧돼지 역할이 중요하며, 외부를 통한 산포는 노루보다 20배 이상 높은 것으로 나타났다. Heinken et al.(2006)은 비빔목과 대조구 주변 토양 샘플을 조사한 결과 비빔목 주변 토양에서 발아한 종자가 76.7%를 차지하였으며, 100 cm<sup>2</sup> 당 약 20개의 씨앗이 외부로부터 산포해 온 것으로 나타나 비빔목은 외부로부터의 종자가 산림 내 퇴적되는 장소가 되는 것으로 보고 하였다. 특히 멧돼지는 개체수가 많고 이동거리가 길어 서식지가 파편화된 산림에서 식물의 종자산포를 담당하는 중요한 종으로 판단하였으며, 산포의 대상은 주로 초본식물이 많이 나타났다. 이러한 연구결과에 비추어 볼 때 본 연구에서는 비빔목 주변 목본식물을 대상으로 하여 초본식물에 대한 추가적인 조사가 필요 할 것으로 판단된다. 그리고 멧돼지의 주기적인 비빔목 방문과 비빔목을 이용하면서 이루어지는 부수적인 행동들(코를 이용한 파헤침, 나뭇가지 부러뜨림 등)로 인하여 비빔목 주변 물리적인 산림환경 구조를 변화시키는 것으로 나타났다. 특히 비빔목을 장기적으로 이용할수록 변화의 차이가 큰 것으로 나타났다. 이러한 피도량의 변화는 하층과 중층에 숲틈(forest gap)을 만들고 토양에 도달하는 빛의 양을 증가시킬 수 있다. Schnitzer and Carson(2001)은 열대림에서 숲틈이 생김으로 인해서 숲틈이 없는 대조구에 비해서 내음성(shade tolerance, 耐陰性)을 가지는 식물의 종은 차이가 없지만 개척자 수준의 종풍부도가 증가시키는 것으로 보고하여, 숲

틈은 수준의 종다양도를 증가시키는 역할을 하는 것으로 나타났다. 또한 멧돼지가 파헤침을 한 곳은 토양의 양이 온 치환 능력의 변화 시켜 그렇지 않은 지역보다 너도밤나무류(*Fagus grandifolia*)의 줄기 성장을 증가시키는 연구가 보고 되었다(Lacki and Lancia, 1986). 스웨덴에서도 멧돼지의 파헤침(rooting)으로 인하여 식물 종다양도가 증가한 것으로 나타났고(Welander, 1995), 캘리포니아의 Kotanen(1995)의 연구에서는 멧돼지의 파헤침으로 인해 종풍부도가 감소하였으나, 이듬해는 멧돼지에 의해 교란을 받지 않은 지역보다 증가하는 것으로 나타났다.

결과적으로 본 연구에서도 멧돼지의 비빔목 이용 행동이 초본층 및 관목층의 우점하고 있는 종에 교란을 가하게 되고, 그 결과 개체수와 종 다양성이 증가 하는 것이 관찰 되어 비빔목이 생태적으로 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다. 특히 비빔목을 단기간 이용 하였을 경우(이용강도가 낮은 비빔목)는 대조구와 차이가 없었으며, 장기간 이용하였을 경우(이용강도가 높은 비빔목)에 이러한 효과가 나타났다.

### 3. 산림 생태학적 측면에서의 멧돼지 관리

멧돼지는 우리나라 전역에 서식하고 있으며, 농작물 피해, 도심출몰로 인하여 유해야생동물로 지정되어있다. 국내에는 주로 멧돼지의 개체수를 줄이기 위한 노력이 진행되고 있으며, 멧돼지의 생태 연구와 멧돼지가 생태계에 미치는 영향에 대한 연구는 거의 알려진 바가 없다. 멧돼지는 잡식성의 성향을 가지며(Schley and Roper, 2013) 진흙목욕과 비빔목 이용 등 여러 가지 행동특성으로 인하여 생태계에 많은 영향을 끼치는 것으로 보고되고 있다(Heinken and Raudnitschka, 2002; Massei and Genov, 2004; Schmidt et al., 2004; Fernandez-Llario, 2005).

최근 멧돼지와 인간과의 갈등(Human-wild boar conflicts)으로 인하여 사회적 문제가 되고 있어(Hone, 2007), 개체수 조절에 대한 관리가 시급한 상황이다. 하지만 멧돼지 역시 생태계의 구성원으로서 개체수 조절뿐만 아니라 생태 관리적 측면에 있어 다차원적인 접근이 필요하다. 산림보전 측면에서 종 다양성은 산림의 안정성(stability)과

지속가능성(sustainability)을 위한 전제조건이다(Schmidt et al., 2004). 이러한 측면에서 멧돼지의 생태적 역할은 재 평가되어야 한다. 특히 멧돼지는 개체수가 많고 행동권이 넓어(약 7 km<sup>2</sup>; Lee, 2013) 단절된 산림 패치(patch) 간의 중요한 산포역할을 할 수 있다. 종자 산포는 산림의 종 다양성을 증가시키는 중요한 요소 중의 하나이다(Schmidt et al., 2004). 멧돼지에 의한 체내·외부를 통한 산포뿐만 아니라 비빔목 역시 종자 산포에서 중요한 역할을 하는 것으로 나타났다(Heinken et al., 2006).

본 연구 결과 멧돼지는 특히 침엽수 비빔목을 지속적으로 이용하며, 그로 인하여 비빔목 주변 목본 식물의 종 다양성을 증가시키고, 이는 멧돼지가 비빔목을 장기간 이용 하였을 때 효과가 있는 것으로 나타났다. 멧돼지가 비빔목을 장기적으로 이용하기 위해서는 비빔목을 이용하는 개체가 수렵되지 않고 지속적으로 서식지에 살아야 할 필요가 있다. 하지만 멧돼지의 개체수가 지속적으로 증가하면 초본 식물의 개체군을 감소시키고, 멸종 위기종의 국지적 멸종을 초래하는 등 그에 따른 부정적 영향(negative effect) 또한 증가할 수 있다(Bratton, 1974; Howe et al., 1981). 산림 생태학적 측면에서 효과적인 멧돼지 관리를 위해서는 매년 지속적인 개체수 조절을 위한 포획의 교란보다는 3-4년을 주기로 멧돼지 개체수를 급격하게 감소시키고, 그 기간 내에서는 수렵 등을 통한 교란을 줄이는 보전 정책이 필요할 것으로 판단된다. 또한 본 연구를 통하여 멧돼지의 포괄적인 생태적 네트워크를 파악하기에는 한계가 있으므로 향후 종자산포, 초본층 교란 등에 대한 추가적인 연구가 필요할 것으로 판단된다.

### 감사의 글

본 연구는 한국환경산업기술원의 차세대 에코이노베이션기술개발사업(과제번호: 416-111-011)의 지원으로 수행되었습니다. 논문 조사와 관련하여 아낌없는 조언을 해주신 대전발전연구원의 이은재 박사님께 감사의 말씀을 전합니다.

### References

Benner, J.M. and Bowyer, R.T. 1988. Selection of trees for rubs by white-tailed deer in Maine. *Journal of Mammalogy* 69(3): 624-627.  
 Bratton, S.P. 1975. The effect of the european wild boar, *Sus scrofa*, on gray beech forest in the great smoky mountains. *Ecology* 56(6): 1356-1366.  
 Bryant, J.P. and Kuropat, P.J. 1980. Selection of winter forage by subarctic browsing vertebrates: the role of plant chemistry. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics*

11: 261-285.  
 Burst, T.L. and Pelton, M.R. 1983. Black bear mark trees in the smoky mountains. *International Association for Bear Research and Management* 5: 45-53.  
 Conover, M. 2002. *Resolving human-wildlife conflicts*. Lewis. Florida. p. 407.  
 Dovrat, G., Perevolotsky, A., and Neeman, G. 2012. Wild boars as seed dispersal agents of exotic plants from agricultural lands to conservation areas. *Journal of Arid Environments* 78: 49-54.  
 Fernandez-Llario. 2005. The sexual function of wallowing in male wild boar (*Sus scrofa*). *Journal of Ethology* 23: 9-14.  
 Geochang County. 2011. The 51st Statistics annual report. Geochang County Office. Geochang. p. 459.  
 Green, G.I. and Mattson, D.J. 2003. Tree rubbing by yellowstone grizzly bears *Ursus arctos*. *Wildlife Biology* 9(1): 1-10.  
 Heinken, T. and Raudnitschka, D. 2002. Do wild ungulates contribute to the dispersal of vascular plants in central european forests by epizoochory? A case study in NE Germany. *Forst Wissenschaftliches Centralblatt* 121(4): 179-194.  
 Heinken, T., Schmidt, M., Oheimb, G., Kriebitzsch, W., and Ellenberg, H. 2006. Soil seed banks near rubbing trees indicate dispersal of plant species into forests by wild boar. *Basic and Applied Ecology* 7(1): 31-44.  
 Hone, J. 2007. *Wildlife damage control*. CSIRO publishing. Australia. pp. 171.  
 Howe, T.D., Singer, F.J., and Ackerman, B.B. 1981. Forage relationships of european wild boar invading northern hardwood forest. *The Journal of Wildlife Management* 45(3): 748-754.  
 Johansson, A., Liberg, O., and Wahlstrom, L.K. 1995. Temporal and physical characteristics of scraping and rubbing in roe deer (*Capreolus capreolus*). *Journal of Mammalogy* 76(1): 123-129.  
 Kent, M. 2012. *Vegetation description and data analysis: a practical approach*. John Wiley & Sons. Chichester. p. 428.  
 KNA (Korea National Arboretum). 2010. *A field guide to trees and shrubs*. Geobook. Seoul. p. 725.  
 Lacki, M.J. and Lancia, R.A. 1986. Effects of wild pigs on beech growth in great smoky mountains national park. *Journal of Wildlife Management* 50: 655-659.  
 Lee, D.K., Woo, H.C., Lee, W.S., and Rhim, S.J. 1999. Characteristics of breeding bird communities due to different forest structure practiced by thinning in conifer plantation. *Korean Journal of Ornithology* 6(1): 57-64.  
 Lee, S.M. 2013. Home range, Diet, and Crop Damage of Wild boar (*Sus scrofa*) in Geochang County, Gyeongnam, Korea. Master Thesis. Seoul National University. Seoul. p. 82.  
 Massei, G. and Bowyer, R.T. 1999. Scent marking in fallow deer: effects of lekking behaviour on rubbing and wal-

- lowing. *Journal of Mammalogy* 80(2): 633-638.
- Massei, G. and Genov, P.V. 2004. The environmental impact of wild boar. *Galemys* 16: 135-145.
- NIBR (National Institute of Biological Resources). 2012. Red data book of endangered mammals in Korea. NIBR. Incheon. pp. 111.
- Nielsen, D.G., Dunlap, M.J., and Miller, K.V. 1982. Pre-rut rubbing by white-tailed bucks: nursery damage, social role, and management options. *Wildlife Society Bulletin* 10(4): 341-348.
- MoE (Ministry of Environment). 2012. The law of wildlife protection and management. MoE. p. 17.
- Park, C.D., Son, S.H., Hwang, H.S., Lee, W.S., and Lee, E.J. 2014. Characteristics of amphibian and reptile populations in a coniferous plantation and a deciduous forest. *Journal of Korean Forest Society* 103(1): 1-5.
- 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.
- Rhim, S.J. and Lee, W.S. 2001. Habitat preferences of small rodents in deciduous forests of North-eastern South Korea. *Mammal Study* 26: 1-8.
- Sardin, T. and Cargnelutti, B. 1987. Typologie des arbres marques par le sanglier dans une region a faible taux de boisement. *Monitore Zoologico Italiano* 21: 345-354.
- Schaffer, S.C. 1971. Some ecological relationships of grizzly bears and black bears of the Apgar Mountains in Glacier National Park, Montana. Master Thesis. University of Montana. Missoula. p. 133.
- Schley, L. and Roper, T.J. 2003. Diet of wild boar *Sus scrofa* in Western Europe, with particular reference to consumption of agricultural crops. *Mammal Review* 33(1): 43-56.
- Schmidt, M., Sommer, K., Kriebitzsch, W., Ellenberg, H., and Oheimb, G. 2004. Dispersal of vascular plants by game in northern Germany. Part: Roe deer (*Capreolus capreolus*) and wildboar (*Sus scrofa*). *European Journal of Forest Research* 123(2): 167-176.
- Schnitzer, S.A. and Carson, W.P. 2001. Treefall gaps and the maintenance of species diversity in a tropical forest. *Ecology* 82(4): 913-919.
- Shaffer, S.C. 1971. Some ecological relationships of grizzly bears and black bears of the Apgar mountains in Glacier National Park, Montana. Master thesis. University of Montana. Missoula. p. 133.
- Vanschoenwinkel, B., Waterkeyn, A., Vandecaetsbeek, T., Pineau, O., Grillas, P., and Brendonck, A.L. 2008. Dispersal of fresh water invertebrates by large terrestrial mammals: a case study with wild boar (*Sus scrofa*) in mediterranean wetlands. *Freshwater Biology* 53: 2264-2273.
- Welander J. 1995. Are wild boars a future threat to the swedish flora?. *IBEX Journal of Mountains Ecology* 3: 165-167.

---

(2014년 4월 16일 접수; 2014년 6월 29일 채택)