

간벌에 의한 서식지 구조와 양서류·파충류 개체군의 특성 차이

박창득^{1*} · 정지화¹ · 손승훈² · 황현수² · 이우신¹

¹서울대학교 산림과학부, ²중앙대학교 생명자원공학부

Differences in Habitat Structure and Herpetofauna Populations Caused by Thinning

Chang-Deuk Park^{1*}, Ji-Hwa Jung¹, Seung-Hun Son², Hyun-Su Hwang²
and Woo-Shin Lee¹

¹Department of Forest Sciences, Seoul National University, Seoul 08826, Korea

²School of Bioresource and Bioscience, Chung-Ang University, Ansong 17546, Korea

요약: 본 연구는 간벌에 따른 서식지 구조와 양서류·파충류 개체군 특성 차이를 파악하기 위해 2014년과 2015년의 6월부터 9월까지 강원도 홍천군 매화산의 침엽수림과 활엽수림에서 각각 실시되었다. 산림의 수직구조를 파악한 결과, 모든 임상에서 간벌 이후 산림환경이 구조적으로 크게 변화하였다. 특히 간벌 후 중층 및 하층의 피도량이 감소한 반면, 도목잔존물의 수와 부피는 증가하는 경향을 보였다. 침엽수림과 활엽수림에 각각 2개 조사구, 총 4개 조사구 내에서 간벌 전과 후 월별 1회씩 총 32번의 선형횡단조사를 통해 양서류는 5종 119개체, 파충류는 3종 5개체가 확인되었다. 임상별 관찰된 평균 종수 및 개체수 차이를 파악한 결과, 침엽수림에서는 양서류의 평균 종수가 간벌 후 감소한 것으로 나타났으며, 특히 참개구리(*Pelophylax nigromaculatus*)와 북방산개구리(*Rana dybowskii*) 등 2종이 차이를 보였다. 파충류는 관찰 간벌 후 모든 임상에서 관찰되지 않았다. 향후 간벌에 따른 양서류·파충류의 개체군 특성 차이를 파악하기 위해서는 간벌의 규모와 빈도, 강도 등 다양한 요인을 고려한 정밀 연구가 필요할 것으로 생각된다.

Abstract: This study was conducted to clarify the differences in habitat structure and amphibian and reptile (herpetofauna) populations between before and after thinning in the coniferous and deciduous forests from June to September 2014 and 2015 at the Mt. Maewha of Hongcheon, Gangwon province, Korea. Forest structure was dramatically changed after thinning. Coverage of understory and mid-story were decreased while volume and number of downed trees were increased after thinning. We used line transect sampling method on a total of 4 transect lines, 2 lines in each forest type. 119 individuals of 5 amphibian species and 5 individuals of 3 reptile species were recorded. Mean number of amphibian species were decreased after thinning in the coniferous forest. There was no observed reptiles after thinning in the coniferous and deciduous forests. Detailed monitoring with different area, frequency and intensity might be needed to clarify more precise differences characteristics of herpetofauna by thinning.

Key words: amphibian, coniferous forest, deciduous forest, habitat, reptile, thinning

서론

최근 들어 간벌이나 개벌과 같은 산림사업은 자연적인 교란을 대신하여 산림을 관리하는 방법으로써 빈번하게 사용되고 있다(Hunter, 1993). 적절한 산림사업은 생물다양성 보전 및 목재 생산의 효율성 측면에서 긍정적인 역할을 하는 것으로 알려져 있다(Ehnes and Keenan, 2002;

Perera et al., 2007). 또한 산림사업 후 수목잔존물들은 목재 제품의 재료로서 제공될 수 있으며, 산림의 수직적 구조를 다양화하여 야생동물의 서식지의 질을 높일 수 있다(Thysell and Carey, 2001). 이와 같이 산림사업은 산림생태계에서 산림 구조와 기능에 영향을 주는 중요한 요인으로 작용하며(Suzuki and Hayes, 2003; Sodhi and Ehrlich, 2010), 야생동물의 서식환경을 변화시켜 야생동물 개체군에 직접적인 영향을 줄 수 있다(Lee et al., 1999).

야생동물에게 있어 서식지 선택이란 성공적인 번식과

*Corresponding author
E-mail: deugi83@naver.com

생존을 위한 필수불가결한 선택이며 야생동물의 본능적 행동이다(Robinson and Bolen, 1984). 야생동물의 생활사는 각 종이 필요한 미세서식지와 밀접한 관련이 있다(Prior and Weatherhead, 1996). 양서류는 그들의 생활사에서 육상생태계와 수생태계를 모두 이용하는 분류군으로 번식기에는 월동지로부터 번식지인 수변부로 이동한다. 그리고 번식 이후에는 다시 지상으로 올라와 월동지로 이동하기 전까지 채이활동지에서 먹이 섭취 및 휴식을 취하면서 서식지를 이용한다(Lamoureux and Madison, 1999; Lamoureux et al., 2002). 파충류도 양서류와 마찬가지로 월동과 번식, 영소, 채이활동 등을 위해 각기 다른 특정한 서식지를 필요로 한다(Burger and Zappalorti, 1986; Burger et al., 1988). 파충류는 채이활동지와 번식지, 월동지 사이를 계절적으로 이동하여 연중 적절한 서식지를 선택함으로써 생존한다(Southwood and Avens, 2010). 양서류와 파충류는 외온성 동물이라는 공통점을 가지고 있어, 서식지 변화에 두 분류군 모두 취약하다(Gibbon et al., 2000). 특히 간벌과 같은 산림사업으로 인한 서식지 변화는 그들의 수분평형과 체온조절의 요구량을 제한하여 다른 곳으로의 이동을 야기시킨다(Sinsch, 1990).

양서류와 파충류의 계절별 서식지 이용, 미세서식지, 미세기후, 서식지 변화에 따른 영향 등과 같은 연구는 국외에서 지속적으로 이루어지고 있다(Bury, 1983; McMimm and Crossley, 1996; Perry et al., 2009; Sinsch, 1990). 그러나 국내의 경우 서식환경에 따른 양서류와 파충류 개체군의 변화에 관한 연구는 초보적인 수준에 머물러 있으며, 국외에서 연구된 근연종에 대한 연구를 통해 우리나라의 양서류와 파충류 개체군의 서식환경을 추정해야 하는 실정이다.

따라서 본 연구는 강원도 홍천의 매화산 지역에서 간벌 전·후 산림의 구조적 특성 및 양서류와 파충류의 종다양도, 종풍부도 등 개체군 특성 차이를 파악함으로써, 양서류와 파충류 개체군과 서식환경 변화와의 관계를 구명하고자 실시하였다.

재료 및 방법

본 연구 대상 지역은 강원도 홍천군 홍천읍 연봉리에 위치하고 있는 매화산으로 홍천국유림관리소 관내 국유림 지역으로써(37°39'43.69"N~37°40'14.61"N, 127°52'11.26"E~127°52'34.23"E), 연평균 온도와 강수량은 각각 10.6, 1,278 mm이다. 2015년 3월에서 4월까지 일본잎갈나무(*Larix leptolepis*)를 조림하여 우점하고 있는 침엽수림(낙엽송 조림지)에서는 벌채 강도 50%로 간벌을 실시하였으며, 신갈나무(*Quercus Mongolica*)가 우점하고 있는 활엽수림에서는 같은 시기에 벌채 강도 10%로 천연림 보육 작업을 실시하였다.

간벌 전·후 산림의 수직적 구조의 변화를 파악하기 위하여 간벌 전인 2014년과 간벌 후인 2015년에 식생의 피도량이 가장 높은 시기인 8월에 산림환경 조사를 실시하였다. 침엽수림과 활엽수림에 1 ha(100 m × 100 m) 크기의 조정조사구를 각각 2개씩 모두 4개를 선정하였고, 각각의 고정조사구는 15 m 간격의 격자를 설치하여 각 격자의 모서리에 형광테이프를 표시를 하였다. 각 고정조사구 내의 격자 표시 지점을 중심으로 직경 5 m의 가상의 원통을 설정하여 원통 내에 포함되는 모든 교목(흉고직경 6 cm, 수고 1 m 이상)의 흉고직경 및 도목잔존물의 개수와 부피를 측정하였다. 설정한 가상의 원통을 수직적으로 0~1 m, 1~2 m, 2~8 m, 8~20 m, 20~30 m의 엽층으로 나누고 각 엽층별 피도량을 파악하였다(Kent and Coker, 1992; Lee et al., 2008; Lee, 2011). 각 엽층별 피도량은 피도가 0%인 경우에는 0, 1~33%인 경우 1, 34~66%인 경우 2, 67% 이상인 경우에는 3으로 정하여 피도를 일정한 척도로 수치화하였다(Lee et al., 2008; Park, 2014).

간벌 전·후의 양서류와 파충류 개체군의 특성 변화를 파악하기 위하여 각 조사구 내에서 임의로 2 km 조사로를 선정하였으며, 2014년과 2015년에 6월부터 9월까지의 기간 동안 선형횡단조사법을 적용하여 매일 1회씩 조사를 실시하였다. 임의로 선정한 총 4개의 조사경로를 따라 이동하며 좌우 1 m의 지면에서 출현한 모든 종을 확인하였다(Urbina-Cardona et al., 2006).

임상에 따른 흉고직경별 수목의 개수와 엽층별 수직적 구조 차이, 도목잔존물의 수와 부피는 T-test를 실시하였다. 침엽수림과 활엽수림에서 간벌 전·후의 양서류와 파충류 평균 개체수, 개체수 차이, 양서류 각 종의 평균 개체수 차이는 Wilcoxon rank sum test를 실시하여 분석하였다. 모든 통계분석은 R 통계패키지(R version 3.2.3)를 이용하였다.

결과 및 고찰

강원도 홍천의 침엽수림과 활엽수림에서 생육하고 있는 수목의 간벌 전과 후의 흉고직경 분포를 파악한 결과, 침엽수림에서는 흉고직경이 40 cm 미만인 수목의 수가 감소하였고 특히 10 cm 미만인 수목의 수가 급감하였다. 활엽수림에서는 흉고직경이 20 cm 미만인 수목의 수만 다소 감소하였다(Figure 1, 2).

침엽수림에서 간벌 전과 후의 산림환경 조사를 실시한 결과, 20~30 m, 8~20 m 엽층 피도량을 제외한 산림의 수직적 구조, 수목의 수, 도목잔존물의 수와 부피 등의 환경요인이 간벌 전·후로 유의한 차이가 나타났다(Table 1). 침엽수림에서 엽층의 수직적 구조를 분석한 결과, 1 m 이하($Z = -4.47, p < 0.001$), 1~2 m($Z = -4.11, p < 0.001$)와 2~8 m($Z = -7.53, p < 0.001$)에서의 피도량이 간벌 전에 비

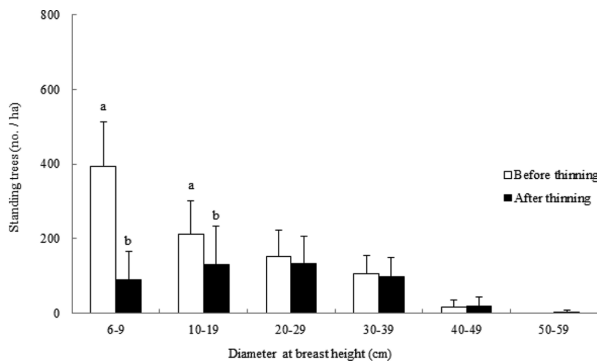


Figure 1. Differences in diameter at breast height of standing trees between before and after thinning in coniferous forest of Mt. Maehwa, Hongcheon, Korea.

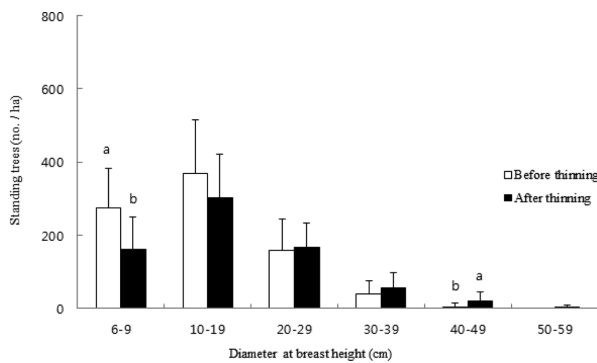


Figure 2. Differences in diameter at breast height of standing trees between before and after thinning in deciduous forest of Mt. Maehwa, Hongcheon, Korea.

해 간벌 후에 감소한 것으로 나타났다. 그러나 8~20 m ($Z = -1.02, p = 0.31$)와 20~30 m ($Z = -1.37, p = 0.17$) 엽층은 간벌 전·후로 큰 차이를 보이지 않았다(Figure 3). 도목잔존물의 수($Z = -3.89, p < 0.001$)와 부피($Z = -8.57, p < 0.001$)는 간벌 전에 비해 간벌 후 증가하였다(Table 1).

활엽수림에서 간벌 전과 후의 산림환경 조사를 실시한 결과, 8~20 m와 2~8 m 엽층 피도량을 제외한 산림의 수직적 구조, 수목의 수, 도목잔존물의 수와 부피 등의 환경요인이 간벌 전·후로 유의한 차이가 나타났다(Table 2). 활엽수림 엽층의 수직적 구조는 1 m 이하($Z = -2.62,$

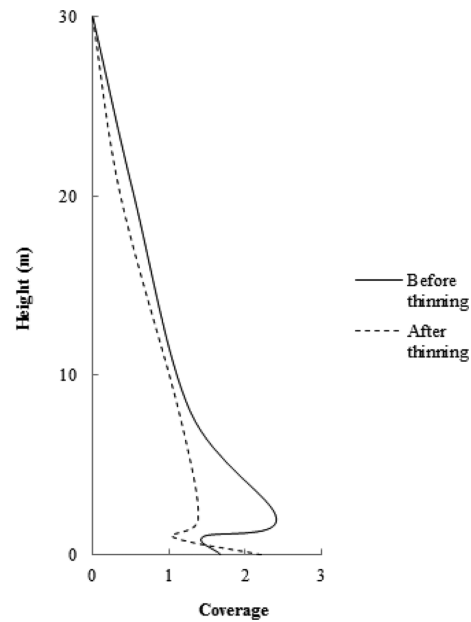


Figure 3. Differences in foliage profiles between before and after thinning in coniferous forest of Mt. Maehwa, Hongcheon, Korea.

$p < 0.001$), 1~2 m ($Z = -5.04, p < 0.001$), 20~30 m ($Z = -2.02, p = 0.04$)에서의 피도량이 간벌 후 감소 것으로 나타났으나, 2~8 m ($Z = -1.73, p < 0.08$)와 8~20 m ($Z = -1.52, p = 0.13$) 엽층은 간벌 전·후로 큰 차이를 보이지 않았다(Figure 4). 도목잔존물의 수($Z = -2.70, p = 0.01$)와 부피($Z = -4.00, p < 0.001$) 간벌 전에 비해 간벌 후 증가하였다(Table 2).

4개의 조사구에서 2014년과 2015년 6월부터 9월까지 각 연도별, 월별로 1회씩 총 32회에 걸친 선형횡단조사 결과, 8종 124개체의 양서류와 파충류가 서식하는 것으로 확인되었다. 이 중 양서류는 5종 119개체, 파충류는 3종 5개체가 기록되었다. 전체 확인된 양서류 중 무당개구리 (*Bombina orientalis*)가 71개체가 관찰되어 전체 지역에서 가장 우점하였으며, 파충류는 누룩뱀 (*Elaphe dione*), 도마뱀 (*Scincella huarenensis*)이 각각 2개체, 쇠살모사 (*Gloydus ussuriensis*) 1개체가 관찰되었다(Table 3).

침엽수림과 활엽수림에서 간벌 전·후 양서류의 평균

Table 1. Differences in habitat variables between before and after thinning in coniferous forest of Mt. Maehwa, Hongcheon, Korea.

Habitat variables	Before thinning	After thinning	Z	p
Standing trees (n/ha)	876.54±374.90	473.01±314.24	-7.17	<0.001
Coverage of overstory vegetation (20-30 m)	0.54±0.79	0.37±0.62	-1.37	0.17
Coverage of sub-overstory vegetation (8-20 m)	1.28±0.70	1.13±0.64	-1.02	0.31
Coverage of mid-story vegetation (2-8 m)	2.41±0.72	1.39±0.88	-7.53	<0.001
Coverage of understory vegetation (1-2 m)	1.45±0.76	1.05±0.69	-4.11	<0.001
Coverage of ground vegetation (0-1 m)	1.67±0.83	2.21±0.39	-4.47	<0.001
No. of downed trees (n/ha)	275.84±283.93	1244.32±920.52	-3.89	<0.001
Volume of downed trees (m ³ /ha)	12.33±19.50	16.13±16.12	-8.57	<0.001

Table 2. Differences in habitat variables between before and after thinning in deciduous forest of Mt. Maehwa, Hongcheon, Korea.

Habitat variables	Before thinning	After thinning	Z	p
Standing trees (n/ha)	845.89±471.38	712.06±382.22	-2.46	0.01
Coverage of overstory vegetation (20-30 m)	0.28±0.49	0.17±0.48	-2.02	0.04
Coverage of sub-overstory vegetation (8-20 m)	1.27±0.93	1.04±0.75	-1.52	0.13
Coverage of mid-story vegetation (2-8 m)	1.79±0.98	1.55±0.84	-1.73	0.08
Coverage of understory vegetation (1-2 m)	1.27±0.44	1.00±0.20	-5.04	<0.001
Coverage of ground vegetation (0-1 m)	1.59±0.70	1.86±0.73	-2.62	<0.001
No. of downed trees (n/ha)	97.05±190.42	586.41±830.59	-2.70	0.01
Volume of downed trees (m ³ /ha)	5.88±15.94	7.61±11.97	-4.00	<0.001

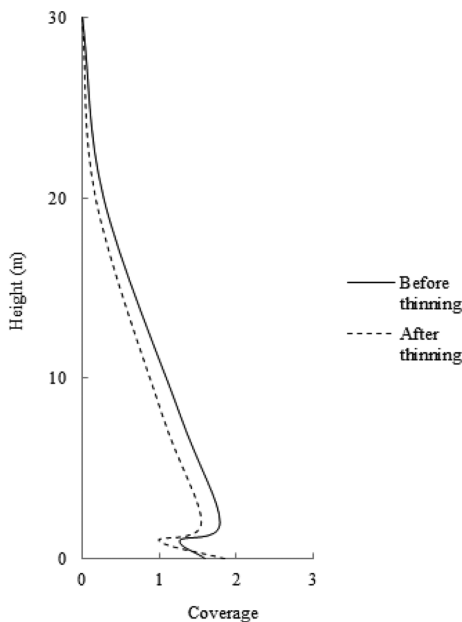


Figure 4. Differences in foliage profiles between before and after thinning in deciduous forest of Mt. Maehwa, Hongcheon, Korea.

종수(km 당 평균 종수)와 평균 개체수(km 당 평균 개체수)를 분석한 결과, 침엽수림의 양서류 평균 개체수, 활엽수림에서 양서류의 평균 종수와 개체수는 간벌 전·후로 큰 차이를 보이지 않았으나, 침엽수림에서 양서류 평균 종수가 간벌 전에 비해 간벌 후에 감소한 것으로 나타났다($t = 28, p = 0.02$; Figure 5). 이는 간벌 후 식생피도량의 감소 및 이에 따른 양서류의 서식지 환경의 변화 때문인 것으로 생각된다(Table 1, Figure 3).

본 연구에서 10마리 이상이 관찰된 양서류인 북방산개구리(*Rana dybowskii*)와 참개구리(*Pelophylax nigromaculatus*), 무당개구리 등 3종의 간벌 전과 후에 따른 평균 개체수 차이를 파악한 결과, 침엽수림에서 참개구리가 간벌 전에 비해 후에 개체수가 줄어든 것으로 나타났다($t = 21, p = 0.03$; Table 4). 침엽수림의 북방산개구리는 간벌 전에 비해 후에 개체수가 줄어든 경향을 보였으나, 통계적으로 유의하지는 않았다($t = 10, p = 0.09$; Table 4). 침엽수림에서 무당개구리와 활엽수림에서의 양서류 3종은 간벌 전·후로 큰

Table 3. Number of observed individuals of herpetofauna species in coniferous and deciduous forests before and after thinning of Mt. Maehwa, Hongcheon, Gangwon province, Korea.

Species	Forest types				Total
	Coniferous		Deciduous		
	Before	After	Before	After	
Amphibians					
<i>Rana dybowskii</i>	5	-	8	2	15
<i>Pelophylax nigromaculatus</i>	20	-	6	-	26
<i>Bombina orientalis</i>	21	27	14	9	71
<i>Hyla japonica</i>	5	-	1	-	6
<i>Bufo gargarizans</i>	-	-	1	-	1
No. of individuals of amphibian	51	27	30	11	119
No. of amphibian species	4	1	5	2	5
Reptiles					
<i>Gloydius ussuriensis</i>	-	-	1	-	1
<i>Elaphe dione</i>	2	-	-	-	2
<i>Scincella huanrenensis</i>	1	-	1	-	2
No. of individuals of reptile	3	-	2	-	5
No. of reptile species	2	-	2	-	3
Total no. of individuals	54	27	32	11	124
Total no. of species	6	1	7	2	8

차이를 보이지 않았다.

일반적으로 산림시업은 양서류 종의 종다양도와 종풍부도를 잠재적으로 감소시키는 것으로 알려져 있다. 간벌이나 개벌 후에 습도가 감소된 서식지 환경이 습도에 민감한 양서류에게 부정적인 영향을 끼치게 되는데(Rouscher and Johnsen, 2004), 이는 산림 시업 후 산림의 수관층의 피도량이 감소하여 빛의 투과량이 늘어나면 지표온도를 상승시키고 토양 수분을 줄여 많은 양서류 종에게 부적절하거나 살기 어려운 건조 환경이 되기 때문이다(DeMaynadier and Hunter, 1995).

파충류의 경우 관찰된 종수와 개체수가 충분하지 않아서 분석에서 제외하였으나, 간벌 후 침엽수림과 활엽수림에서 모든 파충류 종들이 관찰되지 않았다(Table 3). 일부 연구에서 파충류는 일반적으로 산림시업 후에 나타나는 천

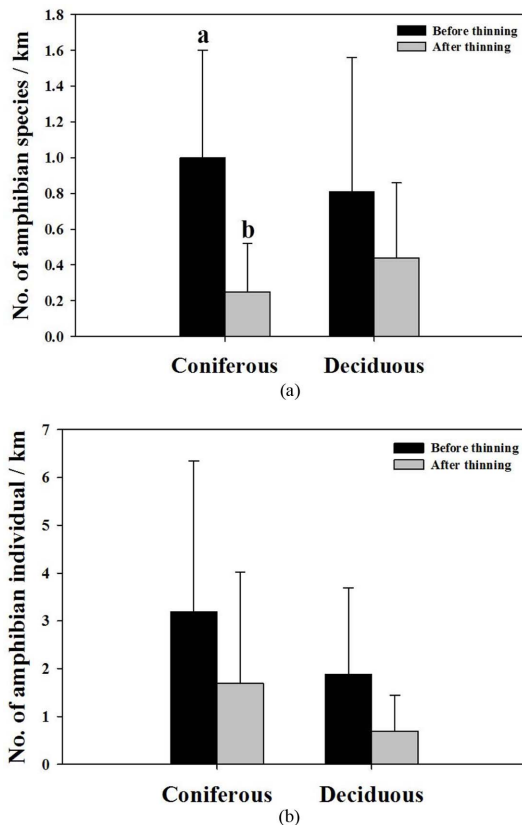


Figure 5. Mean number of observed amphibian species (a) and individual (b) per 1 km between before and after thinning in coniferous forest and natural deciduous forest of Mt. Maehwa, Hongcheon, Korea.

Table 4. Differences in mean number of individuals (no./km) of amphibian species in coniferous forests between before and after thinning of Mt. Maehwa of Hongcheon, Korea.

Species	Thinning		t	p
	Before	After		
<i>Rana dybowskii</i>	0.31±0.13 ^a	-	10	0.09
<i>Pelophyax nigromaculatus</i>	1.25±0.35	-	21	0.03
<i>Bombina orientalis</i>	1.31±0.85	1.69±0.82	5.5	0.68

^amean±SE

Table 5. Differences in mean number of individuals (no./km) of amphibian species in deciduous forests between before and after thinning of Mt. Maehwa of Hongcheon, Korea.

Species	Thinning		t	p
	Before	After		
<i>Rana dybowskii</i>	0.50±0.25 ^a	0.13±0.08	6	0.17
<i>Pelophyax nigromaculatus</i>	0.38±0.21	-	6	0.18
<i>Bombina orientalis</i>	0.88±0.45	0.56±0.24	5.5	0.68

^amean±SE

이 초기단계의 서식환경을 선호하는 것으로 보인다고 하였다(Campbell and Christman, 1982). 그러나 Russell 등의 연구에서는 개벌 후에 *Coluber constrictor*를 포함한 몇

몇 뱀류와 거북류는 일시적으로 감소한 것으로 보이나 개벌 후 2년간은 양서류와 파충류에 영향이 없는 것으로 판단된다고 보고하였다. 국제적으로 산림관리와 관련한 파충류에 대한 연구는 양서류에 비해 부족하며 산림사업 후 파충류의 반응은 종과 환경에 따라 다르게 나타난다 (Rouscher and Johnsen, 2004). 따라서 간벌과 같은 산림사업에 대한 파충류의 연구는 각 종별로 보다 정밀하고 장기적인 조사가 필요할 것으로 생각된다.

침엽수림과 활엽수림의 간벌 후에 나타나는 양서류와 파충류의 개체군 특성 차이를 파악하기 위해 실시한 본 연구에서 양서류는 침엽수림에서 양서류의 평균 종수와 참개구리의 평균 개체수가 간벌 전에 비해 간벌 후 줄어들은 것으로 나타났다. 활엽수림 또한 침엽수림과 마찬가지로 간벌 후 식생피도량이 감소하였으나 활엽수림의 양서류 개체군에는 큰 영향을 끼치지 않았다. 이는 동일한 조사지에서 침엽수림과 활엽수림의 임상의 특징 차이에 의해서는 서식하는 양서류와 파충류의 종풍부도와 다양도가 차이가 없는 것으로 나타난 것을 보았을 때(Park, 2014), 침엽수림과 활엽수림의 산림환경의 차이에 의해 나타난 결과가 아니라 침엽수림에서는 벌채 강도 50%로 활엽수림에서는 벌채 강도 10%로 다르게 실시하여 나타난 벌채 강도 차이에 의한 결과라고 추정할 수 있다.

간벌과 같은 산림사업은 서식지 환경의 습도에 영향을 줄 수 있을 뿐만 아니라, 균류와 무척추동물과 같은 양서류와 파충류의 먹이 자원 감소를 가져오며(Colgan et al., 1999), 간벌 후 식생 피도량이 감소하여 양서류와 파충류에 대한 포식압의 증가로 이들 종의 서식에 부정적인 영향을 끼친다(Wilgers and Horne, 2007). 장기적인 종의 보전을 위해서는 산림사업과 같은 교란과 야생동물의 관계에 대한 이해가 필수적이다(Petraitis, 1989). 또한 산림 관리에서 양서류와 파충류의 중요성에 대한 연구자들과 자원 관리자들의 인식이 점차 증가하고 있다(deMaynadier and Hunter, 1995; Duson et al., 1992). 따라서 국내에 서식하는 양서류와 파충류 개체군 보전 및 복원을 위해서는 단순하게 간벌 후 영향을 파악할 것이 아니라 간벌의 규모와 빈도, 강도 등 다양한 교란 요인을 고려한 연구가 앞으로 필요할 것으로 판단된다.

감사의 글

본 연구는 산림청 ‘산림과학기술개발사업(과제번호: S121315L140100)’의 지원에 의해 이루어진 것입니다.

References

Burger, J. and Zappalorti, R.T. 1986. Nest site selection by

- pine snakes, *Pituophis melanoleucus*, in the New Jersey Pine Barrens. *Copeia* 1986(1): 116-121.
- Burger, J., Zappalorti, R.T., Gochfeld, M., Boarman, W.I., Cafrey, M., Doig, V., Garber, S.D., Lauro, B., Mikovsky, M., Safina, C., and Saliva, J. 1988. Hibernacula and summer den site of pine snakes (*Pituophis melanoleucus*) in the New Jersey Pine Barrens. *Journal of Herpetology* 22(4): 425-433.
- Bury, B.R. 1983. Differences in amphibian populations in logged and old growth redwood forest. *Northwest Science* 57(3): 167-178.
- Campbell, H.W. and Christman, S.P. 1982. The herpetological components of Florida sandhill and sand pine scrub associations. *Herpetological communities* 13(1): 163-171.
- Colgan W. III, Caret, A.B., Trappe, J.M., Molina, R., and Thyssell, D. 1999. Diversity and productivity of hypogeous fungal sporocarps in a variably thinned Douglas-fir forest. *Canadian Journal of Forest Research* 29(8): 1259-1268.
- deMaynadier, P.G. and Hunter, M.L., Jr. 1995. The relationship between forest management and amphibian ecology: a review of the North American literature. *Environmental Reviews* 3(3-4): 230-261.
- Dunson, W.A., Wyman, R.L., and Corbett, E.S. 1992. A symposium on amphibian declines and habitat acidification. *Journal of Herpetology* 26(4): 349-352.
- Ehnes, J. and Keenan, V. 2002. Implementing wildfire-based timber harvest guidelines in Southeastern Manitoba. *Forestry Chronicle* 78(5): 680-685.
- Gibbon, J.W., Scott, D.E., Ryan, T.J., Buhlmann, K.A., Tuberville, T.D., Metts, B.S., Greene, J.L., Mills, T., Leiden, Y., Poppy, S., and Winne, C.T. 2000. The global decline of reptiles, Déjà Vu Amphibians. *BioScience* 50(8): 653-666.
- Hunter Jr., M.L. 1993. Natural fire regimes as spatial models for managing boreal forests. *Biological Conservation* 65(2): 115-120.
- Kent, M. and Coker, P. 1992. *Vegetation description and analysis: a practical approach*. Belhaven Press. London. pp. 363.
- Lamoureux, V.S. and Madison, D.M. 1999. Overwintering habitats of radio-implanted green frogs, *Rana clamitans*. *Journal of Herpetology* 33(3): 430-435.
- Lamoureux, V.S., Maerz, J.C., and Madison, D.M. 2002. Premigratory autumn foraging forays in the green frog, *Rana clamitans*. *Journal of Herpetology* 36(2): 245-254.
- Lee, E.J. 2011. Study on the ecological characteristics of the three dominant rodent species in the forest fire damaged area of Samchuk, Gangwon Province, Korea. Ph.D. dissertation Seoul National University. Seoul. pp. 252.
- Lee, E.J., Lee, W.S., and Rhim, S.J. 2008. Characteristics of small rodent populations in post-fire silvicultural management stands within pine forest. *Forest Ecology and Management* 255(5): 1418-1422.
- 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.
- McMimm, J.W. and Crossley, Jr., D.A. 1996. Biodiversity and coarse woody debris in southern forests. proceedings of the workshop on coarse woody debris in Southern forests: effects on biodiversity. Diane Publishing. Collingdale. pp. 146.
- Petratis, P.S., Latham, R.E., and Niesenbaum, R.A. 1989. The maintenance of species diversity by disturbance. *Quarterly Review of Biology* 64(4): 393-418.
- 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): 147-151
- Perry, R.W., Rudolph, D.C., and Thill, R.E. 2009. Reptile and amphibian responses to restoration of fire-maintained pine woodlands. *Restoration Ecology* 17(6): 917-927.
- Perera, A.H., Buse, L.J., and Weber, M.G. 2007. *Emulating natural forest landscape disturbances: concepts and applications*. Columbia University Press. New York. pp. 315.
- Prior, K.A. and Weatherhead, P.J. 1996. Habitat features of black rat snake hibernacula in Ontario. *Journal of Herpetology* 30(2): 211-218.
- Robinson, W.L. and Bolen, E.G. 1984. *Wildlife ecology and management*. Macmillan Publishing Company. New York. pp. 478.
- Rouscher, H.M. and Johnsen, K. 2004. Southern forest science: past, present and future. General Technical Report SRS-75. US Department of Agriculture, Forest Service, Souther Research Station. Asheville. pp. 394.
- Sinsch, U. 1990. Migration and orientation in anuran amphibians. *Ethology, Ecology, and Evolution* 2(1): 65-79.
- Sodhi, N.S. and Ehrlich, P.R. 2010. *Conservation biology for all*. Oxford University Press. New York. pp. 344.
- Southwood, A. and Avens, L. 2010. Physiological, behavioral, and ecological aspects of migration in reptiles. *Journal of Comparative Physiology B* 180(1): 1-23.
- Suzuki, N. and Hayes, J.P. 2003. Effects of thinning on small mammals in Oregon coastal forests. *Journal of Wildlife Management* 67(2): 352-371.
- Thyssell, D.R. and Carey, A.B. 2001. Manipulation of density of *Pseudotsuga menziesii* canopies: preliminary effects on understory vegetation. *Canadian Journal of Forest Research* 31(9): 1513-1525.
- Urbina-Cardona, J.N., Olivares-Pérez, M., and Reynoso, V.H. 2006. Herpetofauna diversity and microenvironment correlates across a pasture-edge-interior ecotone in tropical rainforest fragments in the Los Tuxtlas Biosphere Reserve of Veracruz, Mexico. *Biological Conservation* 132(1): 61-75.
- Wilgers, D.J. and Horne, E.A. 2007. Spatial variation in predation attempts on artificial snakes in a fire-disturbed tallgrass prairie. *The Southwestern Naturalist* 52(2): 263-270.