

한라산 5·16도로변의 소똥구리科 분포에 관한 연구

양 경 식 · 김 상 범 · 김 원 택
제주대학교 자연과학대학 생명과학과

요 약

2004년 4월부터 2004년 10월까지 함정덫을 사용해서 한라산 5·16도로 주변의 소똥구리科에 관한 분포조사를 하였다. 조사기간 동안 채집된 소똥구리科 3屬, 8種, 8,725個體였다. 채집이 된 표본을 토대로 하여 5·16도로변 소똥구리科의 고도별, 월별분포와 남사면과 북사면의 분포를 비교하였다.

1. 서 론

우리나라에 서식하고 있는 소똥구리류는 65種으로 기록되어있으나(白, 1976), 최근 20년간의 조사결과 왕소똥구리屬의 왕소똥구리(*Scarabaeus typhon*)와 소똥구리屬의 소똥구리(*Gymnopleurus mopsus*)는 채집되지 않고, 5월부터 10월까지 주로 목초지에서 뽕소똥구리屬의 뽕소똥구리(*Copris ochus*)와 애기뽕소똥구리(*C. tripartitus*), 창뽕소똥구리屬의 창뽕소똥구리(*Liatongus phanaeides*), 소똥뽕땀이족의 렌지소똥뽕땀이(*Onthophagus lenzii*), 소요산소똥뽕땀이(*O. japonicus*) 등 5種이 우점종을 보이며, 9월 중순부터 개체수가 감소하여 10월 이후에는 거의 찾아볼 수 없는 것으로 보고가 되었다(Kim, 1994).

소똥구리科에 속하는 대부분의 소똥구리들은 초식동물의 배설물을 먹는데, 소똥구리류는 지상에서 먹는 것이 아니라 모두 땅속으로 배설물을 운반한 후 그들 자신이 1차적으로 분해·이용하고 잔류 유기물을 식물이나 박테리아가 직접 이용할 수 있는 영양원으로 다시 토양에 환원시킨다. 이렇게 함으로써, 목장에서 발생하는 흡혈파리나 기생충의 발생원을 제거하게 되어 이들의 발생을 억제하는 역할을 한다. 따라서 소똥구리科는 생태계의 구성원 중 영양물질의 순환자이며, 해충을 억제하는 측면에서 매우 중요한 곤충으로, 그 생태와 습성이 독특할 뿐 아니라 인간의 생활에 많은 도움을 주는 곤충으로

알려져 있다(방 등, 2000). 그러나 이들은 활동 장소가 주로 지표근처이어서 근래에는 농약 등에 의한 토양의 오염과 인간에 의해 가축에게 투여된 살충제로 인해 많은 종류가 소멸되어가고 있다(金, 1994).

우리나라에서는 소똥구리科 중 소똥뽕땀이亞科에 대한 분류 및 계절적·시대적 소장(金, 1984 a, b, c)과 2~3種에 대한 생활사가 보고 된 바가 있다(白, 1976).

본 연구는 2004년 4월부터 10월까지 제주도 한라산 5·16도로변을 따라 고도별로 함정덫(pit-fall traps)을 이용하여 채집한 표본재료를 토대로 하여 한라산의 소똥구리科를 구성하는 종의 상대수도, 종 다양도, 그리고 남사면과 북사면의 군집 비교와 時空間 變動을 파악함으로써 소똥구리科 군집에 관한 기초 자료를 제공하고자 하였다.

II. 조사기간 및 조사방법

1. 조사기간 및 조사지역

5·16도로는 한라산 동부를 남북으로 종단하는 길이 41km의 도로로서 2004년 4월부터 10월까지 해발 250m 지점인 제주대학교 입구를 중심으로 해발 100m 단위로 북사면과 남사면 각 5개 지역과 해발 750m 지점인 성판악 입구까지 총 11개의 조

사구역을 설정하였다.

해발 750m인 성판악 입구를 기준으로 북사면은 곰솔(*Pinus thunbergii*)이 우점하는 상록침엽수림지대였고, 남사면은 붉가시나무(*Quercus acuta*), 졸참나무(*Q. serrata*), 서어나무(*Carpinus laxiflora*) 등이 군락을 이루고 있는 낙엽활엽수림지대였다. 한라산의 5·16도로를 따라 지정된 조사지소 주변의 주된 식물상은 Table 1과 같다. 또한 이 기간 동안 측정된 북사면과 남사면의 평균 기상은 Table 2에 제시하였다.

2. 조사방법

2004년 4월부터 10월까지 주 1회 함정덫(plastic cup: 7×7.8cm)을 사용하여 채집을 실시하였다. 덫은 각 조사지점마다 5m 간격으로 10개씩 설치되었고, 미끼로는 동물의 내장과 흑설탕혼합물(흑설탕 600g, 증류수 4.000ml, 맥주 300ml, 사과식초 100ml)을 사용하였다.

함정덫(pit-fall traps)은 지표면과 같은 높이로 묻고 비가 올 경우에 대비하여 소똥구리류가 통과할 수 있는 공간만 남겨두고, 그 위에 큰 나뭇잎으로 덮거나 돌로 피든지 아니면 나무 등을 이용하여 물이 들어가지 않게 설치하였다. 이는 단순히 비를 피하게 하는 것뿐만 아니라 설치한 유인물을 조류나 작은 척추동물, 특히 설치류로부터 보호해줄 수 있기 때문이다(Moon and Lee, 1999).

채집된 표본은 실험실로 가져와서 70% Ethyl alcohol에 3일 동안 담갔다 꺼내고 제조한 세척액(95% 에틸알코올 54ml, 증류수 44ml, 벤젠 7ml, ethyl acetate 19ml)으로 세척 후 건조시켜서 해부현미경(Dongwon OSM-1)을 통해 同定하였다.

3. 군집분석

조사지역에서 소똥구리科군집의 종 다양도가 월별과 고도별로 어떠한 변동을 보이는지 알아보기 위하

Table 1. Abundant species of the vegetation in the survey areas

Area	Altitude	Shrub	Herbage
Northern	250m	<i>Pinus thunbergii</i>	<i>Tovara filiformis</i>
	350m	<i>Pinus thunbergii</i>	<i>Tovara filiformis</i>
	450m	<i>Pinus thunbergii</i>	<i>Tovara filiformis</i>
	550m	<i>Pinus thunbergii</i>	<i>Persicaris thunbergii</i>
	650m	<i>Pinus thunbergii</i>	<i>Tovara filiformis</i>
Center	750m	<i>Quercus serrata</i>	<i>Ilex crenata</i>
Southern	250m	<i>Pinus thunbergii</i>	<i>Miscanthus sinensis</i>
	350m	<i>Cryptomeria japonica</i>	<i>Miscanthus sinensis</i>
	450m	<i>Pinus thunbergii</i>	<i>Hedera rhombea</i>
	550m	<i>Quercus acuta</i>	<i>Ardisia japonica</i>
	650m	<i>Quercus serrata, Carpinus laxiflora</i>	<i>Oplismenus undulatifolius</i>

Table 2. The monthly mean values of temperature, relative humidity, and the amount of rainfall in survey areas

Month	Weather	Temperature(℃)		Humidity(%)		Rainfall(mm)	
		Northern	Southern	Northern	Southern	Northern	Southern
April		14.3	16.1	60.8	60.1	55.5	257.6
May		18.1	19.3	69.9	74.2	124.8	420.7
June		21.5	23.6	74.6	70.6	66.2	180.4
July		27.4	27.3	71.7	82.2	55.7	52.9
August		27.2	28.9	76.6	74.4	405.1	420.5
September		23.2	24.8	76.9	74.7	348.5	325.5
October		18.5	19.5	65.7	58.0	24.9	35.7
Mean		21.5	22.8	71	70.7	154.4	242

여 Shannon-Weaver(1963) 함수를 사용하였다.

1) Shannon 지수(H')

$$H' = -\sum p_i \log p_i$$

- p_i : 종 i의 개체수에 대한 비율 (n_i/N)
- n_i : 종 i의 개체수
- N : 총 개체수

時空間적인 측면에서 각 구성종들의 상대적 백분율을 비교하기 위하여 상대적 수도를 3등급으로 나누어 다수種(++), 보통種(+), 희소種(±)으로 표현하였다. 이를 위하여 다음과 같은 Sakuma(1964)식을 이용하여 상대적 백분율의 95% 신용한계를 이용하였다.

2) Sakuma 식

$$n/N = \sqrt{n(N-n)/N^3} \times 100$$

위의 식에서 N = 총개체수, n = 종의 개체수이다. 평균백분율을 n 대신에 평균개체수($n = N/S$, S = 종수)를 사용하여 상대수도를 계산하였다. 각 종의 상대적 백분율을 하한치가 평균 백분율의 상한치 이상이면 다수種, 전자의 상한치가 후자의 하한치 이하일 때 희소種, 양자의 범위가 중복될 때 보통種으로 분류하였다.

III. 결과 및 고찰

조사기간 동안 채집된 소동구리과는 총 3屬, 8種, 8,725個體였다. 월별 種數는 6~8월에 7種으로 가장 많았고, 4월에 3種으로 가장 적었다(Table 3). 고도별 변동에서 種數는 해발 450m와 650m에서 8種으로 가장 많았고, 해발 750m에서 3種으로 가장 적었다(Table 4). 다수種(Abundant)은, 제주도소동풍덩이

Table 3. Temporal relative abundance of the forth species of Scarabaeidea in Mt. Halla

Species	Month								TOTAL
	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.		
<i>Copris ochus</i>	-	-	-	±	±	-	-	4(±)	
<i>C. tripartitus</i>	±	±	±	±	±	+	±	184(±)	
<i>Liatongus phanaeides</i>	-	-	±	±	±	-	-	10(±)	
<i>Onthophagus atripennis</i>	-	-	±	±	+	±	±	563(±)	
<i>O. fodiens</i>	++	++	++	++	++	++	++	3052(++)	
<i>O. japonicus</i>	-	±	±	-	-	±	±	30(±)	
<i>O. lenzii</i>	-	±	±	±	±	±	±	230(±)	
<i>O. ohbayashii</i>	++	++	++	++	++	++	++	4682(++)	
Individual No.	307	1278	2152	2486	698	645	1159	8725	
Species No.	3	5	7	7	7	6	6	8	

Table 4. Spatial relative abundance of the forth species of in Mt. Halla

Species	Altitude							TOTAL
	H-1	H-2	H-3	H-4	H-5	H-6		
<i>Copris ochus</i>	-	-	±	±	±	-	4(±)	
<i>C. tripartitus</i>	±	±	±	±	±	-	184(±)	
<i>Liatongus phanaeides</i>	-	-	±	-	±	-	10(±)	
<i>Onthophagus atripennis</i>	++	++	±	±	±	±	563(±)	
<i>O. fodiens</i>	+	++	++	++	++	++	3052(++)	
<i>O. japonicus</i>	-	-	±	±	±	-	30(±)	
<i>O. lenzii</i>	±	+	±	±	±	-	230(±)	
<i>O. ohbayashii</i>	++	++	++	++	++	+-	4682(++)	
Individual No.	715	1082	1802	647	3516	963	8725	
Species No.	5	5	8	7	8	3	8	

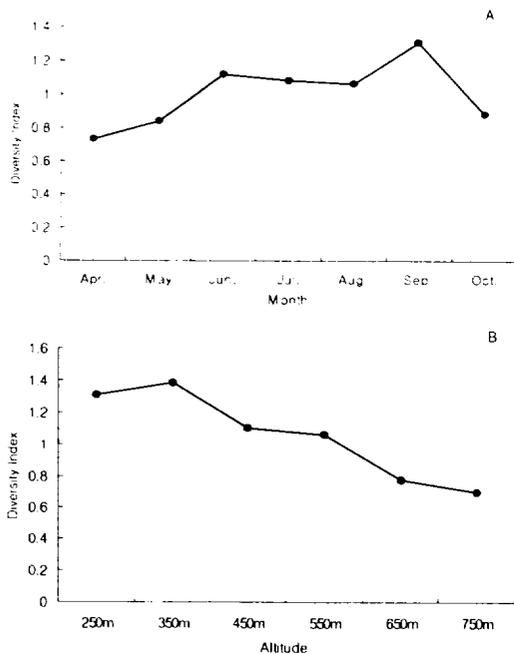


Fig. 1. Temporal(A) and spatial(B) diversity variation of Scarabaeidea community in Mt. Halla.

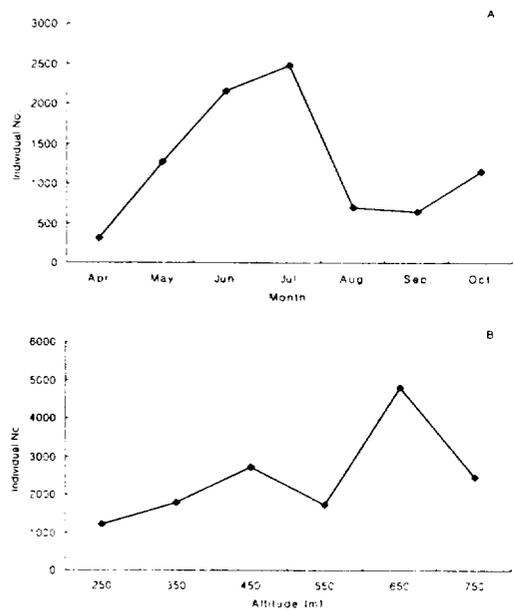


Fig. 2. Temporal(A) and spatial(B) fluctuation of individual numbers of Scarabaeidea community in Mt. Halla.

(*Onthophagus ohbayashii*). 모가슴소똥풍뎡이(*O.*

fodiens) 등 2種이었고, 그리고 나머지 6種은 희소種(Rare)이었다. 그리고 보통種(Common)은 나타나지 않았다.

개체수의 월별 변동과 고도별 변동은 Fig. 2에 나타난 것과 같다. 월별로는 4월부터 7월까지 증가 추이를 보이다가 8월에 급격히 감소하기 시작하여 9월에 4월 이후 최소가 되었다. 조사지의 월별 평균강수량은 7월에 54.3mm를 보였고, 8월과 9월에는 각각 412.8mm와 337mm를 기록하였다. 따라서 소똥구리과의 군집은 강수량이 비교적 낮은 7월에 정점을 이루고, 강수량이 많은 8월과 9월에 급격히 감소추이를 나타내는 것으로 보아 강수량이 소똥구리과의 개체수에 커다란 영향을 미친것으로 사료된다.

고도별로는 250m부터 450m까지 완만한 증가 추이를 보이다가 550m에서 다른 조사지점에 비해 극히 낮은 개체수를 나타내고 있는데, 이는 주위 환경이 신축도로의 확장과 골프장이 인접해 있어 자연 식생이 많이 변형된 지역이다. 이러한 환경요인들은 개체군 밀도상승에 억제요인으로 작용하는 것으로 사료된다. 또한, 고도별 변동에서 특이할만한 것은 650m에서 급격히 증가하여 정점을 이루고 있는데, 이는 조사지 주변환경이 마방목지로서 제주도소똥풍뎡이(*Onthophagus ohbayashii*), 모가슴소똥풍뎡이(*O. fodiens*)가 각각 2034個體, 1417個體로 이 지역 조사된 개체수의 약 98%를 보임으로써 개체군 밀도의 상승에 영향을 미친것이라 여겨진다.

1. 상대수도

1) 월 변동

군집을 구성하는 종의 월별 상대수도는 Table 3에서 보는 바와 같이 4월부터 7월까지의 제주도소똥풍뎡이(*Onthophagus ohbayashii*), 모가슴소똥풍뎡이(*O. fodiens*) 등 2種만이 다수種으로 나타났고, 나머지는 희소種이었다. 8월의 군집은 4월부터 7월까지와 비교하여 볼 때 군집개체수는 7種 698個體로 작아지며 흑가슴검정소똥풍뎡이(*O. atripennis*)의 개체수도 감소하였으나 상대수도는 보통種이 되었다. 9월의 군집은 6種 645個體로 더 감소했는데, 특이할만한 것은 8월까지 희소種으로 나타난 애기뿔소똥구리(*Copris tripartitus*)가 보통種이 되었다.

10월에는 9월과 비교하여 개체수는 증가했으나 제주도소똥풍뎡이(*O. ohbayashii*)와 모가슴소똥풍뎡이(*O. fodiens*)를 제외한 나머지 종들은 희소種이 되었다. 이러한 현상은 제주도소똥풍뎡이(*O. ohbayashii*)와 모가슴소똥풍뎡이(*O. fodiens*)가 군집내에서의 상대수도가 전 조사기간에 걸쳐 다수種이었고, 특히 10월에 이들 種이 군집내에서 차지하는 비율이 약 97%를 나타냄으로써 나머지 종들이 희소種이 되는 결과에서 비롯된 것이었다.

소똥구리과의 월별 분포양상은 Fig. 3과 같은데, 소요산소똥풍뎡이(*Onthophagus japonicus*)는 비교적

기온이 낮은 봄과 가을에 군집을 형성하고, 뿔소똥구리(*Copris ochus*)와 창뿔소똥구리(*Liatongus phanaeides*)는 기온이 높은 6월부터 8월까지만 군집분포를 보였다. 제주도소똥풍뎡이(*O. ohbayashii*), 모가슴소똥풍뎡이(*O. fodiens*)와 렌지소똥풍뎡이(*O. lenzii*)는 4월부터 7월까지 집단 크기가 계속 증가한 후 8월부터 급격히 감소하였고, 흑가슴검정소똥풍뎡이(*O. atripennis*)는 5월까지의 출현을 안하다가 6월에 와서 급격한 증가를 보인 후 10월까지 점차 작아졌으며 애기뿔소똥구리(*C. tripartitus*)는 4월부터 10월까지 비슷한 개체수를 보였다.

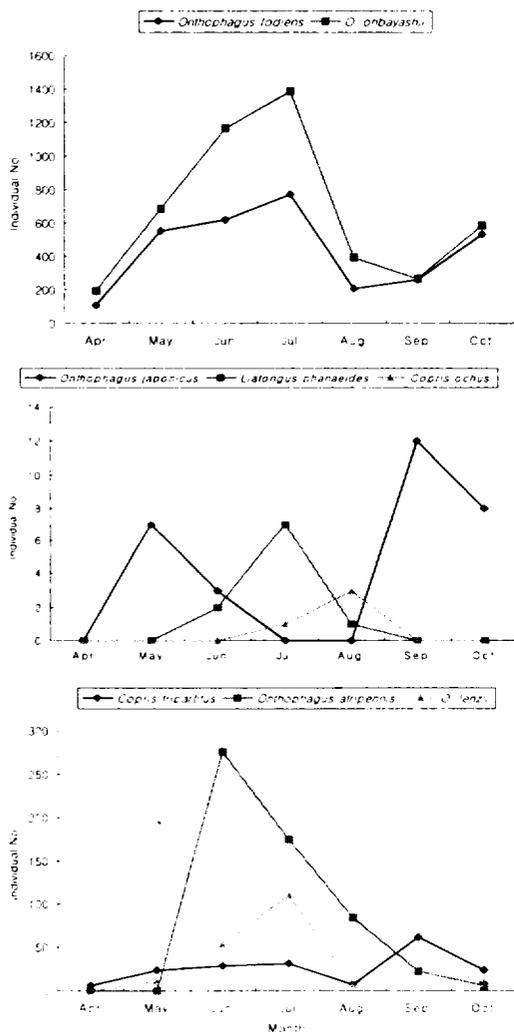


Fig. 3. Temporal frequency variation of eight species of Scarabaeidea community in Mt. Halla.

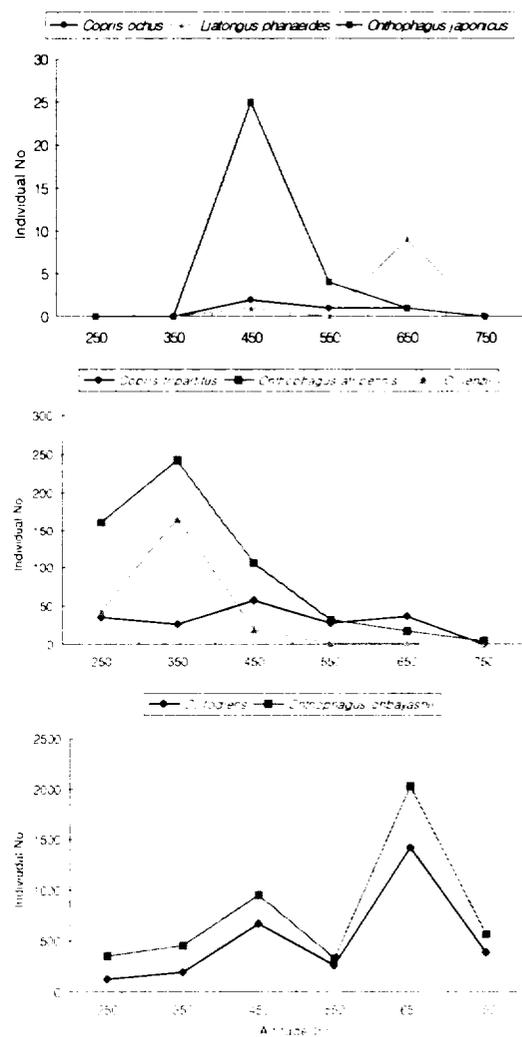


Fig. 4. Spatial frequency variation of eight species of Scarabaeidea community in Mt. Halla.

2) 공간 변동

각 종의 고도에 따른 공간 변동은 Table 4에 나타내었다. 제주도소똥풍뎡이(*Onthophagus ohbayashii*)는 전 구간에 걸쳐 가장 높은 수도를 보였고, 모가슴소똥풍뎡이(*O. fodiens*)는 250m에서만 보통종이고 나머지 구간에서는 다수종이었다. 그밖에 흑가슴검정소똥풍뎡이(*O. atripennis*)는 250m와 350m에서 다수종으로 나타났고, 렌지소똥풍뎡이(*O. lenzii*)는 250m에서만 보통종을 보였다.

소똥구리과의 고도에 따라 나타낸 공간변동은 Fig. 4와 같다. 소요산소똥풍뎡이(*Onthophagus japonicus*), 빨소똥구리(*Copris ochus*)와 창빨소똥구리(*Liatongus phanaeides*)는 450m부터 650m까지 분포하였다. 특이하게 소요산소똥풍뎡이(*O. japonicus*)는 개체수는 미비하였지만 주로 450m에서 군집을 형성함을 보였다. 제주도소똥풍뎡이(*O. ohbayashii*)와 모가슴소똥풍뎡이(*O. fodiens*)는 450m에서 작은 정점을 형성하였다가 650m에서 더 큰 정점을 형성하는 쌍봉형 곡선을 형성하여 다른 종들과는 뚜렷한 차이를 나타내었다. 이 현상이 550m 조사 지점은 인위적 간섭을 많이 받은 자연환경을 가지고 있다는 점과 연관된 결과인지 여부는 자연환경이 잘 보전된 지역에서 조사하여 비교해볼 만한 가치가 있다고 생각되었다. 렌지소똥풍뎡이(*O. lenzii*)와 흑가슴검정소똥풍뎡이(*O. atripennis*)는 350m에서 정점을 보인 후 고도가 높아질수록 개체수가 감소하는 추이를 보였다. 애기빨소똥구리(*C. tripartitus*)는 고도에 상관없이 고른 분포양상을 보였다.

2. 종 다양도

1) 월 변동

월별 다양도 지수는 9월에 가장 높았고 4월에 가장 낮았다. 시기적으로는 늦은 봄인 4월과 5월에 비교적 낮았고, 여름과 초가을에 해당하는 7월~9월에는 비교적 높았다. 이러한 양상을 보인 이유는 4월과 5월에는 비교적 채집된 개체수가 적었는데, 그중에서 제주도소똥풍뎡이(*Onthophagus ohbayashii*)와 모가슴소똥풍뎡이(*O. fodiens*) 등 2종이 채집된 개체의 대부분을 차지하면서 다수종을 구성하여 종 다양도가 낮았던 반면, 7월에는 제주도소똥풍뎡이

(*O. ohbayashii*), 모가슴소똥풍뎡이(*O. fodiens*) 등 2종이 다수종을 구성했지만 조사기간 중 가장 많은 양인 7종 2486개체가 채집되었고, 8월과 9월에는 개체수는 크게 감소했지만 종수는 비교적 많았기 때문에 높은 다양도 지수를 보였다. 특히, 8월과 9월에 평균 390mm 안팎의 강수량과 4℃ 내외의 기온을 나타낸 것과 연관지어볼 때, 많은 강수량은 소똥구리과 군집의 개체수에 부(-) 영향을 미치고 낮은 기온은 종을 다양하게 하는 효과를 나타낼 수 있는 것이라고 사료되었다.

2) 고도간 공간 변동

고도별 종 다양도 지수는 350m에서 가장 높은 단봉형 곡선을 보였다. 이러한 양상은 350m군집에서 총 5종 중 제주도소똥풍뎡이(*Onthophagus ohbayashii*), 모가슴소똥풍뎡이(*O. fodiens*), 흑가슴검정소똥풍뎡이(*O. atripennis*) 등 3종이 다수종을 형성하였고, 렌지소똥풍뎡이(*O. lenzii*)는 보통종을 보이면서 비교적 고른 분포양상을 보였기 때문이었다. 이와는 달리 250m군집은 개체수가 적지만 제주도소똥풍뎡이(*O. ohbayashii*), 흑가슴검정소똥풍뎡이(*O. atripennis*), 모가슴소똥풍뎡이(*O. fodiens*) 등 3종이 다수종과 보통종을 차지하면서 군집내 개체수의 대부분을 차지했고, 450m와 650m에서는 개체수가 비교적 많지만 제주도소똥풍뎡이(*O. ohbayashii*), 모가슴소똥풍뎡이(*O. fodiens*) 등 2종이 다수종으로 보이면서 군집내 개체수의 대부분을 차지했으며, 550m와 750m에선 개체수가 적고 다수종인 제주도소똥풍뎡이(*O. ohbayashii*), 모가슴소똥풍뎡이(*O. fodiens*)가 차지하는 개체수비율이 높았기 때문에 상대적으로 350m에서보다는 낮은 다양도 지수를 보였다.

3. 남사면과 북사면의 서식종수 및 개체 수 비교

각 조사지별로 소똥구리과의 남사면과 북사면의 고도별 출현종수 및 개체수 조사결과는 Table 5와 같다.

제주도소똥풍뎡이(*Onthophagus ohbayashii*)와 모가슴소똥풍뎡이(*O. fodiens*)는 고도가 높아질수록 개체수가 증가하는 추이를 보이면서 650m에서 정점을 보였지만 북사면 550m지점과 남사면 350m.

Table 5. Comparison of Scarabaeidea community between north and south slopes of Mt. Halla

Species	Survey area					S-1	S-2	S-3	S-4	S-5
	N-1	N-2	N-3	N-4	N-5					
<i>O. japonicus</i>	14	10	35	28	34	21	16	23	-	3
<i>Liatongus phanaeides</i>	-	-	1	-	6	-	-	-	-	3
<i>Copris ochus</i>	-	-	2	1	1	-	-	-	-	-
<i>O. ohbayashii</i>	132	371	707	236	1398	219	84	243	88	636
<i>O. fodiens</i>	77	139	532	198	897	48	55	134	61	520
<i>C. tripartitus</i>	-	-	23	3	1	-	-	2	1	-
<i>O. lenzii</i>	3	1	4	-	1	40	164	15	2	-
<i>Onthophagus atripennis</i>	52	237	59	13	3	109	5	47	20	14

550m에선 감소추이를 보였다. 이는 북사면 550m지점에 골프장이 위치하고 남사면 550m지점은 도로 확장 때문에 주변식생의 수피율이 비교적 낮았고, 특히 남사면 350m지점은 수피율이 5%이하인 지점으로 조사되어 제주도소똥똥이(*O. ohbayashii*)와 모가슴소똥똥이(*O. fodiens*)는 고도와 수피율이 높은 곳을 서식지로 선호하는 것으로 사료되었다.

렌지소똥똥이(*Onthophagus lenzii*)와 흑가슴검정소똥똥이(*O. atripennis*)는 고도가 낮은 곳에서 많은 개체수를 보였다. 하지만 수피율이 가장 낮은 남사면 350m지점에서 렌지소똥똥이(*O. lenzii*)는 급격한 개체수 증가를 보이고 흑가슴검정소똥똥이(*O. atripennis*)는 급격한 감소를 나타내어 렌지소똥똥이(*O. lenzii*)는 수피율이 낮은 곳을 선호하지만 흑가슴검정소똥똥이(*O. atripennis*)는 수피율이 높은 곳을 선호하는 것으로 보였다.

애기뿔소똥구리(*Copris tripartitus*)는 곰솔(*Pinus thunbergii*)이 우점하는 지역에 분포하였으며 고도가 높아질수록 개체수 증가를 보인 점으로 보아 침엽수림지대와 고도가 높은 곳을 서식지로 선호하는 것으로 사료되었다. 그 밖에 뿔소똥구리(*C. ochus*)와 창뿔소똥구리(*Liatongus phanaeides*), 소요산소똥똥이(*O. japonicus*) 등 3種은 조사된 개체수가 미비하여 보다 많은 조사가 필요한 종이라고 생각되었다.

결론적으로 본 조사는 한라산 5·16도로 특정장소에서 실시되었지만, 소똥구리과 군집을 분석한 결과는 강수량과 기온 등의 기후는 소똥구리과의 개체수에 많은 영향을 주는 것으로 여겨지며, 고도별 분포의 분석결과 인위적인 자연환경변화와 수피

율 등의 식생은 일부종의 분포에 무시할 수 없는 영향을 끼치는 것으로 사료되었다.

N. 인용문헌

- 金鎮一, 1984a. 韓國產 측기문똥똥이류(Laparosticti. Scarabaeoidea)의 分類學的 研究. I. 소똥구리과(Scarabaeidae)(1). 한국곤충학회지, 14(1): 51-61.
- 金鎮一, 1984b. 韓國產 측기문똥똥이류(Laparosticti. Scarabaeoidea)의 分類學的 研究. II. 소똥구리과(Scarabaeidae)(1). 한국곤충학회지, 14(2): 19-22.
- 金鎮一, 1984c. 韓國產 측기문똥똥이류(Laparosticti. Scarabaeoidea)의 分類學的 研究. III. 소똥구리과(Scarabaeidae)(1). 한국곤충학회지, 15(1): 1-13.
- 金鎮一, 1994. 최근 20년간 남한에서 소똥구리과 곤충의 발생양상 연구. 자연보존, 87: 35-45.
- 文太暎, 李星珍, 1999. 影島產 昆蟲群의 醫昆蟲學 및 保全生物學. III. 송장벌레과(딱정벌레目). 保健科學研究所報, 9: 115-126.
- 방해선, 마영일, 황석조, 김진일, 2000. 실내사육에 의한 애기뿔소똥구리(*Copris tripartitus* Waterhouse)(딱정벌레목: 소똥구리과)의 생태적특성. 한국곤충학회지, 30(2): 85-89.
- 白雲夏, 1976. 韓國產 똥똥이의 生活史. 서울대 농학연구지, 1(2): 153-194.
- Sakuma, A. 1964. *Statistics in Biology*. Tokyo University press, Tokyo.
- Shannon, C. E. and W. Weaver. 1949. *The Mathematical Theory of Communication*. University

Illinois Press, Urbana, IL.
Thiele. H. U. 1997. *Carabid Beetles in Their*

Environments. pp. 369. Springer-Verlag, NY.