

부산신항 공사가 수달의 활동 변화에 미치는 영향<sup>1a</sup>한창욱<sup>2</sup> · 윤명희<sup>2\*</sup>Construction Works at the Busan New Port on the Activity of Otters<sup>1a</sup>Chang-Wook Han<sup>2</sup>, Myung-Hee Yoon<sup>2\*</sup>

## 요약

부산신항만 공사가 수달의 활동 변화에 미치는 영향을 알아보기 위하여 부산신항만 인근에 위치하는 12개 섬의 16개 지역을 다섯 영역(I~V)으로 나누어 2003년부터 2011년까지 수달의 배설물 분포 변화를 조사하였다. 각 영역 간 배설물 밀도( $P=0.0502$ ), 각 연도 별 배설물 밀도( $P=0.0040$ ) 및 조사 기간의 영역별 배설물 밀도( $P=0.0005$ )에 유의적인 차이가 있었고, II 및 IV영역에서는 공사 진행 여부에 따라 배설물 밀도에 유의적인 차이를 보였다(II,  $P=0.000$ ; IV,  $P=0.012$ ). 각 영역별로 총 배설물 밀도 변화를 보면 모든 영역의 배설물 밀도는 각 영역 내 공사 및 영역 밖의 교란 요인에 의해서 영향을 받은 것으로 판단된다. 한편 다섯 영역의 평균 배설물 밀도를 공사의 진행 정도와 관련시켜서 비교하면 다음의 세 기간으로 구분된다. 우선, 주로 IV영역에서 공사가 진행되었던 2003년~2005년에는 평균 배설물 밀도가 매년 증가했으며, 특히 II영역에서 크게 증가했다. 그러나 나머지 네 영역에서는 배설물 밀도가 낮고 큰 변화가 없었던 점으로부터 본 조사지역 밖의 공사 지역에서 활동하던 수달이 II영역으로 이동한 것으로 나타났다. 둘째로, I, II, 및 III영역에서 공사가 활발히 진행되었던 2006년~2009년에는 평균 배설물 밀도가 후반부에 약간 감소하여 수달의 활동이 약간 감소한 것으로 나타났다. 한편 배설물 밀도가 II영역에서는 감소한 반면, III 및 IV영역에서는 증가하였는데, 이로부터 2006년부터 공사가 지속되었던 II영역에서 활동하던 수달이 공사가 없었던 IV영역으로 이동했으며, 거제시 저도에서 활동하던 수달이 그곳의 공사로 인하여 인접한 III영역으로 이동해 온 것으로 생각된다. 마지막으로 모든 영역에 걸쳐 거의 동시에 공사가 활발히 진행되었던 2010년과 2011년에는 평균 배설물 밀도가 2009년에 비해 상당히 감소했고, 특히 II, III 및 IV영역에서는 2009년에 비해 2011년에 크게 감소한 점으로부터, 이 기간 중에는 동시 다발적으로 진행된 공사로 인해서 수달 개체 수가 크게 감소한 것으로 밝혀졌다. 이상, 본 연구에서 수달은 공사의 영향을 받았음이 확인되었고 이들의 개체 수가 감소한 중요한 원인은 동시다발적인 해안 공사이며, 장기적인 공사에 의한 해안의 감소, 수질오염에 의한 먹이 감소 등도 관련된 것으로 생각된다.

주요어: 배설물 밀도, 분포 변화, 해안의 감소

## ABSTRACT

To know the effect of construction works at the Busan New Port on the activity of otters, changes in the distribution of spraints were investigated at 5 areas(I-V) composed of 16 locations in 12 islands from 2003 to 2011. There were significant differences among the density of spraints at each area( $P=0.0502$ ), at each year( $P=0.0040$ ) and at each area during the study period( $P=0.0005$ ). The densities of spraints in the areas II ( $P=0.000$ ) and IV( $P=0.012$ ) were significantly different according to whether the construction work was carried

1 접수 2012년 4월 13일, 수정(1차: 2012년 7월 12일, 2차: 2012년 9월 26일), 게재확정 2012년 9월 27일

Received 13 April 2012; Revised(1st: 12 July 2012, 2nd: 26 September 2012); Accepted 27 September 2012

2 경성대학교 생물학과 Dept. of Biology, KyungSung Univ., 314-79 Daeyeon-dong, Nam-gu, Busan(608-736), Korea

a 이 논문은 2012년 경성대학교 학술연구비 지원에 의하여 연구되었음.

\* 교신저자 Corresponding author(yhyun@ks.ac.kr)

out or not at each area. It was found that the density of spraints in each area was affected by the disturbance with construction works or other factors inside and/or outside the area. The average density of spraints of the 5 areas had changed according to the process of the construction works as follows. In 2003-2005 when the construction work was proceeded mainly at the area IV, the average density of spraints of the 5 areas as well as the density in the area II increased annually, whereas the densities in the other 4 areas were low and relatively constant. This fact suggests that otters might have moved into the area II from outside the study area. In 2006-2009 when the construction works were carried out on a larger scale at the areas I, II and III, there was a little decrease in the average density of spraints during the latter two years, suggesting a little decrease in the activity of otters in the study area. As regards the density of spraints at each area, it decreased considerably in the area II, but increased fairly in the areas III and IV. Accordingly it was indicated that otters in the area II where the construction work was carried out since 2006 might have moved into the area IV with no work, and otters inhabiting the Jeodo, Geoje city, where the construction work was carried out at that time, might have moved into the area III with no work at the sea shore. In 2010-2011 when the construction works were conducted at all the areas on a fairly large scale, the average density of spraints of the 5 areas as well as the densities in the areas II, III and IV, decreased considerably compared to the those in the year 2009. This fact clearly indicates that the number of otters decreased owing to the multiple simultaneous works in this period. In conclusion, otters must be affected by the construction works at the study area, and their numbers might be decreased mainly due to the multiple simultaneous works, as well as by the long-term works resulting in the decrease of seashore, marine pollution, and reducing prey available.

**KEY WORDS: CHANGE IN DISTRIBUTION, DECREASE OF SEASHORE, DENSITY OF SPRINTS**

## 서론

유럽과 아시아의 수변환경에 서식하는 수달(유라시아수달, *Lutra lutra*)은 환경의 개발이나 오염에 민감한 환경 지표종으로(Kruuk, 2006), IUCN Red list(IUCN, 2008)에서 정하는 준위협(Near Threatened) 종이며 CITES 부속서 I에 등재되어 있다(CITES, 2010). 한편 수달은 아시아에서는 모피, 식량, 스포츠 또는 구제를 위해서 남획되어 26개국에서는 감소하는 경향을 보이며, 라오스와 말레이시아에서는 멸종했음이 알려져 있다(Conroy *et al.*, 1998). 일본에서도 1983년 이후 멸종한 것으로 보고되고 있는데, 이는 수렵, 밀렵, 수변 콘크리트화에 의한 서식지 파괴, 및 개발에 따른 수환경 오염이 절멸의 주 원인으로 보고되어 있다(Ando, 1995). 유럽에서도 경제개발에 의한 서식지 파괴와 수질오염 등으로 인해 1950년대부터 1980년대까지 그 수가 감소하는 경향을 보였다(Erlinge, 1968; Erlinge and Nilsson, 1978; Chanin, 1985; Mason and Macdonald, 1986; Macdonald and Mason, 1994). 그러나 1990년대 이후 스웨덴 남부(Sjöåsen, 1996), 영국 남동부(Copp and Roche, 2003) 및 스페인 북동부(Ferández-Morán *et al.*, 2002)에서는 수달의

개체 수 회복을 위한 재도입에 성공했다. 또한 네덜란드에서는 복원을 시도하여 개체 수가 회복되기도 했다(Koelewijn *et al.*, 2010).

우리나라에서 수달은 제주도를 제외하고는 전국 대부분의 하천이나 댐 주위, 그리고 해안지역에 분포하며(Ando *et al.*, 1985; Han, 1997; 2004; Min *et al.*, 2004; Jo *et al.*, 2006; Oh, 2011), 1982년부터 천연기념물 제330호로, 2005년에 멸종위기 야생동물 I 급으로 지정되어 보호되고 있다. 한편 Ando(1995)는 수달이 전국적으로 분포하나 하천보다 해안에 더 많이 분포한다고 주장하였으며, Sasaki *et al.*(1998)에 의하면 1992년부터 1996년까지의 조사를 통하여 해안 지역에서 수달이 감소하는 추세에 있음이 보고된 바 있다. 최근 Ando *et al.*(2010)는 마산만 지역에서 약 10년간의 배설물 조사를 통해서 수달의 해안 분포역이 축소했음을 밝혔다. 그러나 아직 해안 지역에서 수달이 감소하는 원인을 규명하고 보호 대책을 제시한 연구는 거의 없는 실정이다.

Yoon(2003)은 1995년부터 공사가 시작된 부산신항만 지역에서도 수달이 감소 위협에 놓여 있으며, 2002년에 이미 이 지역의 수달 배설물 분포에 큰 변화가 있어 수달의

보호가 시급한 상태임을 제기한 바 있다. 본 연구에서는 2003년부터 2011년까지 부산 신항 주변지역에서 조사한 수달 배설물의 분포 변화를 분석하여 부산 신항 공사가 해안에 서식하는 수달의 분포 및 개체 수 변화에 미친 영향을 조사하고 그 원인을 규명하여, 이 지역에 분포하는 수달의 보호에 필요한 자료를 제공하고자 한다.

## 재료 및 방법

### 1. 연구 지역

본 연구는 북위 35° 5'에서 35° 0', 동경 128° 49'에서 128° 41'사이의 총 12개 섬의 16개 지역을 대상으로 실시하였다. 수달 암컷 한 개체의 중점서식지(core area)의 범위가 바다에서는 0.5~1.6 km<sup>2</sup> 정도(Kruuk, 2006)인 점으로부터 조사 지역 내에 있는 약 1 km 이내의 섬들을 암컷 1개체의 중점서식지로 간주하여, 조사한 16개 지역을 5개 영역으로 나누었다. 즉 가덕도 영역(이하 I 영역; 두문, 천성, 대항, 새바지 및 외양포), 가덕도 북서부 영역(이하 II 영역; 토도, 호남도 및 입도), 가덕도 서부 영역(이하 III 영역; 대죽도 및 중죽도), 창원시 남동부 영역(이하 IV 영역; 수도, 송도 및 연도) 및 창원시 남서부 영역(이하 V 영역; 음지도, 우도 및 초리도)으로 나누었다(Figure 1). 이 중 I 영역의 가덕도, IV 영역의 연도와 수도 및 V 영역의 우도는 유인도로서, 민가 주변에는 도로와 제방이 설치되어 있고 선착장 주변으로

많은 배가 왕래하고 있으며, 민가를 제외한 장소는 갯바위 또는 자갈과 모래 등의 해안으로 이루어져 있었다. 그 외의 조사 지역은 무인도로 해안이 갯바위나 절벽으로 이루어져 있고 소나무가 우점하고 있었다. 또한 호남도에서는 수달이 서식하는 굴이, 연도 주변의 개머리섬에서는 은신처가 목격되었다.

### 2. 연구 지역 내 공사 현황

본 조사 지역에서 실시된 공사로는 부산신항만 공사(북컨테이너 부두, 남컨테이너 부두, 서컨테이너 부두 및 준설 토투기장), 거가대교 공사 및 창원 해양관광단지 공사 등이 있으며(Buasn Regional Maritime Affairs & Port Office, <http://portbusan.go.kr/Service.do?id=build0103>), 거가대교 개통으로 인해서 III영역에서는 2010년부터 차량통행이 시작되었다. 또한 2001년 9월부터 2008년 10월까지 진행된 북컨테이너 부두 공사의 일환으로 창원시 진해구 용원과 부산시 가덕도를 연결시키는 공사로 가덕도가 육지화 된 바 있다. 각 영역별 공사 진행 상황은 다음과 같다(Figures 2~7). I영역에서는 천성에서 2005년 여름부터 2010년 겨울까지 거가대교 공사가 진행되었고, 이 중 수달의 활동에 직접적인 영향을 미칠 수 있는 해안에서의 공사는 2006년 봄부터 2007년 여름까지 진행되었다. II영역에서는 토도에서 2006년 봄부터 여름까지 등대공사가 진행되었고, 호남도의 수달 서식굴 주변 해역에서 2007년부터 2012년 7월 현재까

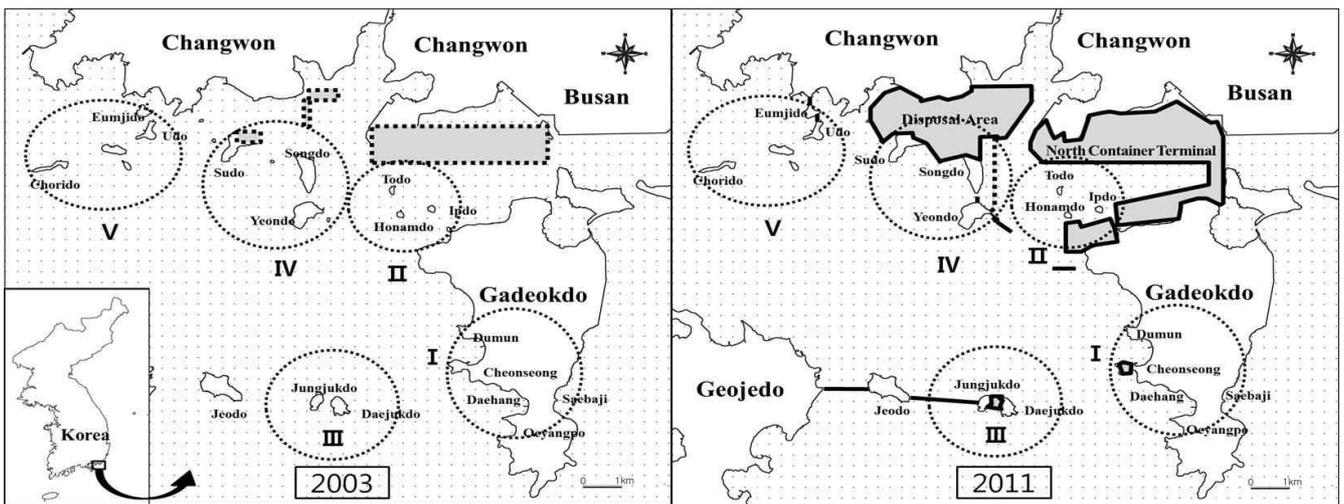


Figure 1. Maps of the study area and the changes of the construction work progressed between 2003 and 2011. Polygons surrounded with broken lines indicate the sites where the construction work was in progress. Polygons surrounded with solid lines indicate the sites where the construction work was completed. Roman numerals indicate the study areas: I, five locations in the Gadeokdo; II, three islets northwest off the Gadeokdo; III, two islets west off the Gadeokdo; IV, three islets southeast off the Changwon city; V, three islets southwest off the Changwon city.

지 남컨테이너 부두 공사가, 입도의 주변 해역에서 2008년 겨울부터 2012년 7월 현재까지 남컨테이너 부두 공사가 진행되고 있었는데, 이 중 수달의 활동에 직접적인 영향을 미칠 수 있는 해안에서의 공사는 토도에서 2006년 봄부터 여름까지, 호남도에서 2007년 봄부터 2008년 여름까지 그리고 입도에서 2008년 겨울부터 2010년 여름까지 진행되었다. III영역에서는 거가대교 공사의 일환으로 대죽도와 중죽도를 연결하는 공사가 2006년 봄부터 2010년 겨울까지, 및 2011년 봄부터 겨울까지 진행되었고, 이 중 해안 공사는 대죽도와 중죽도에서 2006년 봄부터 2007년 가을까지, 및 2011년 봄부터 겨울까지 진행되었다. IV영역에서는 모든 공사가 수달의 활동에 직접적인 영향을 미칠 수 있는 해안에서 실시되었는데, 수도와 송도 주변에서 2002년 봄부터 2005년 가을까지 준설토투기장 공사가 진행되었고 준설토 인하여 수도와 송도가 육지화 되었다. 연도에서는 2004년 봄부터 2005년 여름까지 서방과제 공사가, 2009년 가을부터 2010년 여름까지 서방과제 보수 공사가 진행되었고, 송도 주변의 준설토투기장과 연도 사이를 매립하는 대규모의 서컨테이너 부두 호안축조공사가 2011년부터 2012년 7월 현재까지 진행되고 있었다. V영역에서는 음지도에서 우도를 잇는 연륙보도교 공사가 2010년 여름부터 2012년 7월 현재까지 진행되었는데, 이 중 해안 공사는 음지도에서 2011년 봄부터 2012년 7월 현재까지 진행되고 있었다.

### 3. 조사 방법

수달의 배설물 조사는 부산신항만 주변지역에서 2003년부터 2011에 걸쳐 매년 2회 또는 4회씩 실시했으며, 조사 지역의 해안선을 따라 도보로 이동하면서 배설물의 수를 직접 확인하였다. I 영역의 경우 2003년부터 2011년까지 각 계절 별로 연 4회씩, II~V영역의 경우 2003년부터 2004년까지는 봄과 가을 연 2회씩, 2005년부터 2011년까지는 각 계절 별로 연 4회씩 조사하였다. 배설물은 최근에 배설하여 끈적끈적한 것과 며칠이 지났으나 탈색되지 않고 굳어있으며 냄새가 많이 나는 것, 오래되어 희게 탈색된 것과 아주 오래되어 부스러진 것 및 쨍리 형태의 것이 있었으나 모두 각각 1개씩의 배설물로 간주하였고, 조사한 배설물들은 다음 조사 시 중복을 피하기 위하여 모두 수거하였다.

### 4. 분석 방법

수달의 배설물 조사 시 조사한 거리가 각 지역마다 다르기 때문에 배설물 밀도(단위 조사거리 100 m 당 배설물의 수)를 산출하여 수달 배설물의 밀도에 대한 각 연도 별 및 지역 별 변화를 알아보았다.

각 영역별로 공사가 진행되지 않은 기간과 공사가 진행된 기간에 대한 수달 배설물 평균 밀도 차이에 대한 유의성 검증을 위하여 SPSS 12.0을 이용하여 one-way ANOVA로 분석하였다. 영역별로 배설물 평균 밀도의 각 연도 별 차이에 대한 검증은 SAS 9.2의 repeated-measures ANOVA로 분석하였다. 각 영역 당 지역 별 배설물 밀도에 대한 연도 별 변화는 비선형 회귀분석으로 나타내었으며 III영역의 중죽도는 조사 기간(2003~2006년)이 짧아 분석에서 제외하였다.

## 결 과

다섯 영역의 평균 배설물 밀도(단위 조사거리 100 m 당 배설물의 수)의 연도 별 변화를 보면 2003년(1.34개)부터 증가하여 2007년(3.18개)에 최고를 나타낸 후 2008년(2.78개)부터 감소하여 2011년(1.30개)에 최저치를 나타냈다(Figure 2). 한편 각 영역 간 배설물 밀도( $F=3.47$ ,  $P=0.0502$ ), 각 연도 별 배설물 밀도( $F=3.12$ ,  $P=0.0040$ ) 및 조사된 전 기간에 걸친 영역별 배설물 밀도( $F=2.51$ ,  $P=0.0005$ )에 유의차가 있었다(Table 1). 조사 시기별로 보면, 2005년과 2006년 사이( $F=4.16$ ,  $P=0.0306$ ), 2007년과 2008년 사이( $F=4.26$ ,  $P=0.0286$ ), 그리고 2008년과 2009년 사이( $F=5.02$ ,  $P=0.0176$ )의 배설물 밀도 변화에 유의적인 차이가 있었다(Table 2).

한편 각 영역별로 총 배설물 밀도 변화를 비교해보면 다음과 같다. 우선, I 영역의 경우 공사 진행 여부에 따른 배설물 밀도 차이는 유의하지 않았다( $F=0.314$ ,  $P=0.576$ , Table 3). I 영역의 총 배설물 밀도 변화를 보면 2007년~2010년 사이에 비교적 높은 경향(21.75~39.91개)을, 2011년에는 감소되는 경향(19.01개)을 보이는데( $R^2=0.3194$ ), 이와 유사한 경향이 공사가 없었던 두문( $R^2=0.7513$ )과 대항( $R^2=0.2472$ )에서 보였다(Figure 3). 한편 2005년부터 거가대교 공사가 진행된 천성에서는 해변에서의 공사가 진행된 2007년에 배설물 밀도가 급감했으나 해변 공사가 끝난 후에는 다시 회복하였다. 공사가 없었던 새바지에서는 큰 변화를 보이지 않았고, 외양포에서는 2003년 9월에 발생한 태풍(매미)의 영향으로 서식처가 파괴된 이후(직접관찰) 배설물 밀도가 지속적으로 감소하는 경향을 나타냈다.

II영역의 경우 공사 진행 여부에 따른 배설물 밀도 차이는 유의하게 나타났다( $F=15.892$ ,  $P=0.000$ , Table 3). 총 배설물 밀도 변화를 보면 2006년(129.01개)까지 지속적으로 증가했으나, 호남도에서 남컨테이너 부두 공사가 시작된 2007년(88.03개)부터 감소했다. 또한 호남도와 입도에서 동시에 남컨테이너 부두 공사가 진행된 2008년(43.66개)에 더욱 감소하였고, 2010년에 가장 낮은 밀도(24.77개)를 나타냈다( $R^2=0.7791$ , Figure 4). 이와 같은 변화는 II영역 내

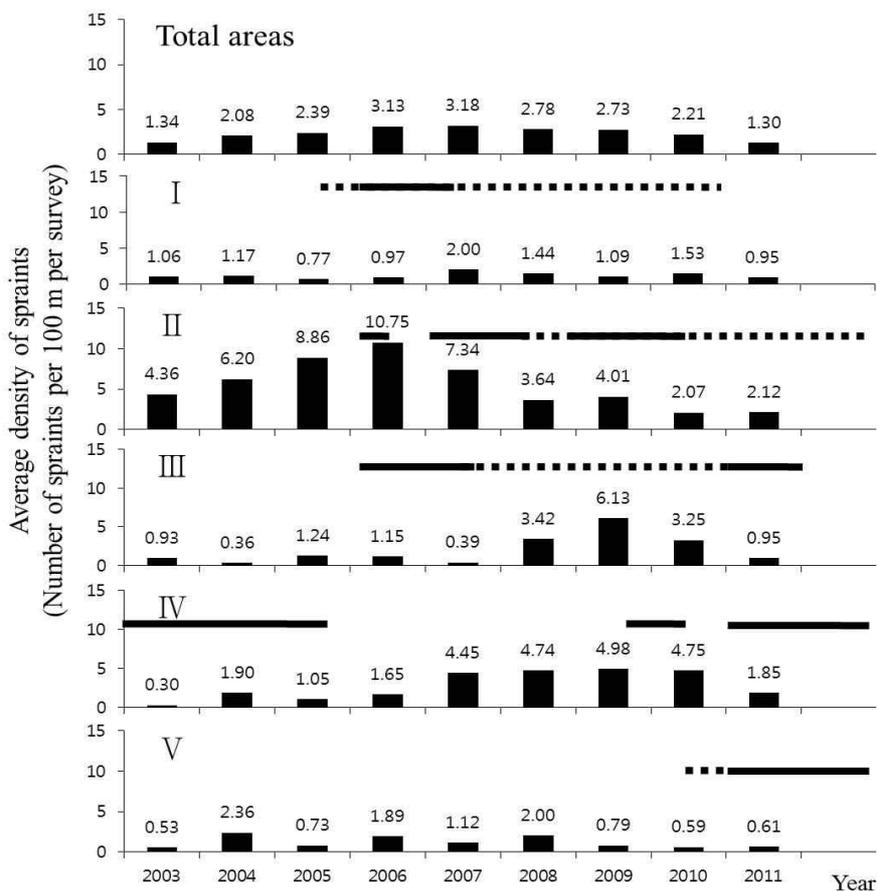


Figure 2. Variations of the average density of spraints(number of spraints per 100 m per survey) in the total and the five study areas( I~V) during the study period(2003~2011). Roman numerals are the same meaning as in Figure 1. Thick solid and broken lines indicate the construction period: the former indicates the period when the work was carried out at the shore. There was significant difference between the density of spraints in the construction period and the non-construction period in the area II( $P=0.000$ ) and IV( $P=0.012$ ).

Table 1. Repeated-measures ANOVA for a split-plot design<sup>ab</sup>

A. Comparison among study areas				
Source	df	MS	F	P > F
Area	4	1139.52	3.47	0.0502
Error	10	328.02		

B. Comparison among study areas for the examined period					Adj. P > F	
Source	df	MS	F	P > F	G-G	H-F
Year	8	186.29	3.12	0.0040	0.0553	0.0379
Year×Area	32	149.60	2.51	0.0005	0.0339	0.0182
Error(Time)	80	59.68				

Greenhouse-Geisser  $\epsilon = 0.2954$ , Huynh-Feldt-Lecoutre  $\epsilon = 0.3928$

a  $P > F$  is unadjusted probability, G-G and H-F are Greenhouse-Geisser and Huynh-Feldt adjusted probabilities, respectively, based on each epsilon.

b Density of spraints(number of spraints per 100 m per survey) was observed at the five study areas(I~V) during the study period(2003~2011).

Table 2. ANOVAs on each of the contrasts of area and year in studied areas

Source	df	MS	F	P > F
Contrast Variable: 2003-2004				
Mean	1	57.26	0.58	0.4636
Area	4	269.38	2.73	0.0900
Error	10	98.61		
Contrast Variable: 2004-2005				
Mean	1	1345.50	11.14	0.0075
Area	4	295.96	2.45	0.1141
Error	10	120.75		
Contrast Variable: 2005-2006				
Mean	1	0.74	0.01	0.9251
Area	4	332.26	4.16	0.0306
Error	10	79.79		
Contrast Variable: 2006-2007				
Mean	1	15.69	0.47	0.5085
Area	4	42.65	1.28	0.3414
Error	10	33.37		
Contrast Variable: 2007-2008				
Mean	1	56.75	1.95	0.1923
Area	4	123.82	4.26	0.0286
Error	10	29.04		
Contrast Variable: 2008-2009				
Mean	1	0.05	0.00	0.9594
Area	4	86.96	5.02	0.0176
Error	10	17.31		
Contrast Variable: 2009-2010				
Mean	1	11.92	0.55	0.4769
Area	4	21.84	1.00	0.4513
Error	10	21.83		
Contrast Variable: 2010-2011				
Mean	1	2.37	0.03	0.8641
Area	4	23.94	0.31	0.8635
Error	10	76.72		

모든 지역에서 나타났다. 한편, 토도의 남부해안에서도 2006년에 소규모의 등대공사가 있었으나 배설물 밀도는 오히려 증가하여 등대공사가 배설물 밀도에는 영향을 미치지 않은 것으로 나타났다.

III영역의 경우 공사 진행 여부에 따른 배설물 밀도 차이는 유의하지 않았다( $F=1.391, P=0.245$ , Table 3). III영역의 총 배설물 밀도와 대죽도에서의 배설물 밀도 변화를 보면 2003년부터 2007년까지 매우 낮았으나, 총 배설물 밀도는 해안에서 거가대교 공사가 끝난 2008년(13.66개)부터 상승하여 2009년(24.50개)에 가장 높은 밀도를 보였다( $R^2=0.6991$ , Figure 5). 그러나 거가대교가 개통되어 차량 통행이 시작된 2010년(13.00개)부터 다시 감소하였다.

IV영역의 경우 공사 진행 여부에 따른 배설물 밀도 차이

는 유의하게 나타났다( $F=6.566, P=0.012$ , Table 3). IV영역의 총 배설물 밀도 변화를 보면, 연도에서의 서방파제 공사(2004년 봄부터 2005년 여름까지)가 끝난 후부터 증가하기 시작하여 2007년부터 2010년까지(56.38~59.73개) 매우 높았으나 연도에서 대규모의 서컨테이너 부두 공사가 진행된 2011년(22.22개)에 급감했다( $R^2=0.9341$ , Figure 6). 연도에서도 유사한 변화를 보였으나 2009년 가을부터 진행된 서방파제 보수공사와 2011년부터 진행된 서컨테이너 부두 공사로 인해서 2010년부터 급감했다( $R^2=0.9375$ ). 한편 송도( $R^2=0.6305$ )와 수도( $R^2=0.3073$ )에서는 2003~2005년까지 준설토투기장 공사가 실시된 시기에 배설물 밀도가 낮았으나 공사가 끝난 후에도 큰 변화가 없었다.

V영역의 경우 공사 진행 여부에 따른 배설물 밀도 차이

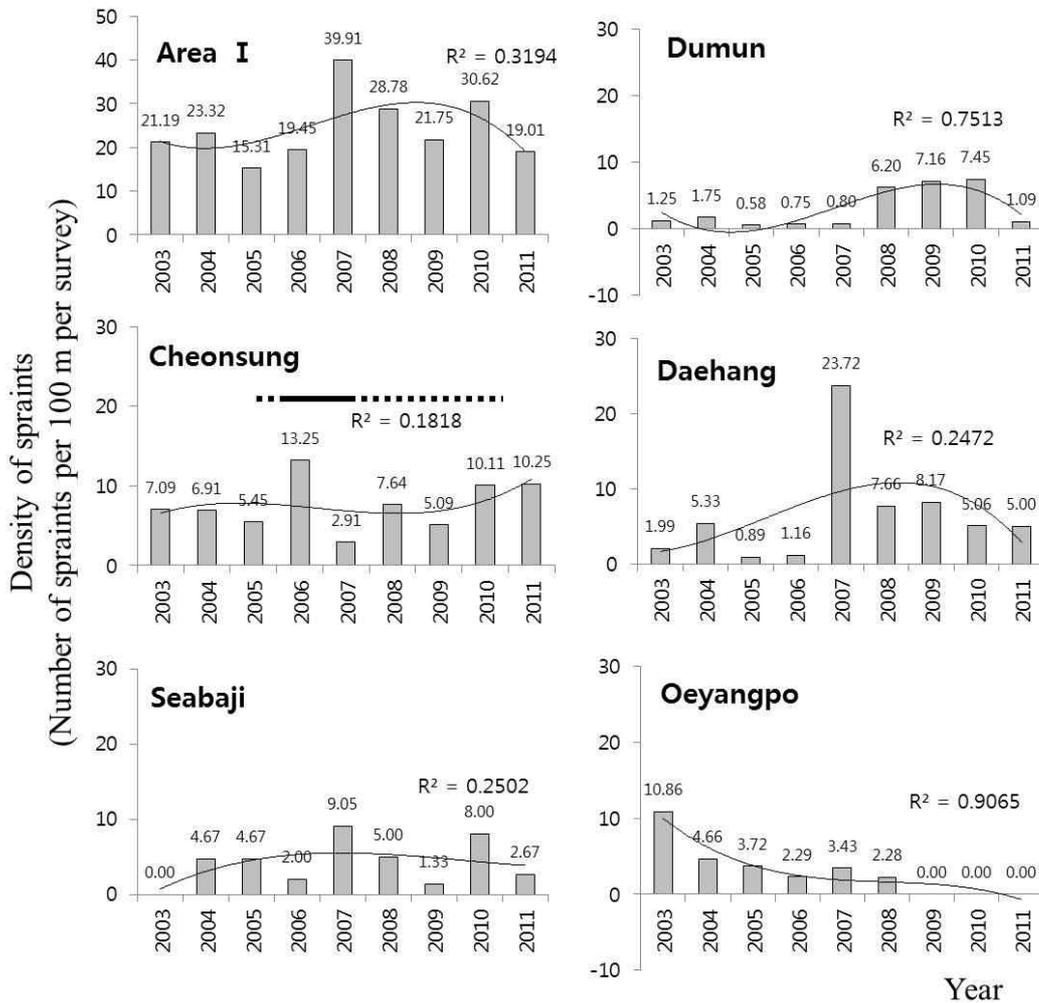


Figure 3. Yearly variations of the sum of spraint density(number of spraints per 100 m per survey) from five locations in the Gadeokdo(I) during the study period(2003~2011). Thick solid and broken lines indicate the same as in Figure 2.

는 유의하지 않았다( $F=1.406, P=0.239$ , Table 3). V 영역의 총 배설물 밀도 변화를 보면 2006년(22.69개)~2008년(24.03개) 이후 2011년(7.30개)까지 지속적으로 감소하는 경향을 보였다( $R^2=0.5421$ , Figure 7). 이와 같은 변화는 2010~2011년에 공사가 진행되었던 음지도( $R^2=0.7074$ )에서 유사하였다. 한편 공사의 영향이 없었던 우도( $R^2=0.3912$ )와 초리도( $R^2=0.3218$ )에서는 큰 변화를 보이지 않았다.

### 고찰

수달은 단독생활을 하고 자신의 영역을 가지는 동물로서 다른 족제비과의 동물들과 마찬가지로 배설물을 이용해서 자신의 영역을 표시한다(Gosling, 1982; Macdonald, 1985;

Macdonald and Mason, 1987; Gorman and Trowbridge, 1989; Kruuk, 2006). 한편 바다에서는 배설물이 비나 파도 등 여러 가지 요인에 의해 없어지기 때문에 수달은 자신의 영역 내에서 지속적으로 배설하는 특성이 있다(Kruuk, 2006; Guter *et al.*, 2008). 따라서 수달의 배설물은 수달의 개체 수 혹은 밀도를 나타내는 척도라고 할 수 있고, 배설물의 분포로부터 개체 수의 변화, 행동 동향 및 서식지 선호도의 경향을 알 수 있다(Mason and Macdonald, 1986; Chanin, 2003; Kruuk, 2006; Guter *et al.*, 2008; Garcia *et al.*, 2009).

본 연구 결과, 부산신항 주변 다섯 영역의 평균 배설물 밀도가 2007년까지 증가했으나 이후 감소하는 경향을 보였으며(Figure 2), 전 조사 기간에 걸친 영역별 배설물 밀도 변화는 유의적인 것으로 밝혀졌다( $F=2.51, P=0.0005$ ,

Table 3. One-way ANOVA on each of comparisons of construction works(C.W.) with non-construction works(N.C.)

Source	df	MS	F	P > F
<b>Area I</b>				
Location-C.W.	1	1.303	.314	.576
Location-N.C.	178	4.154		
Total	179			
<b>Area II</b>				
Location-C.W.	1	683.975	15.892	.000
Location-N.C.	94	43.039		
Total	95			
<b>Area III</b>				
Location-C.W.	1	34.331	1.391	.245
Location-N.C.	44	24.675		
Total	45			
<b>Area IV</b>				
Location-C.W.	1	167.916	6.566	.012
Location-N.C.	94	25.574		
Total	95			
<b>Area V</b>				
Location-C.W.	1	7.546	1.406	.239
Location-N.C.	94	5.367		
Total	95			

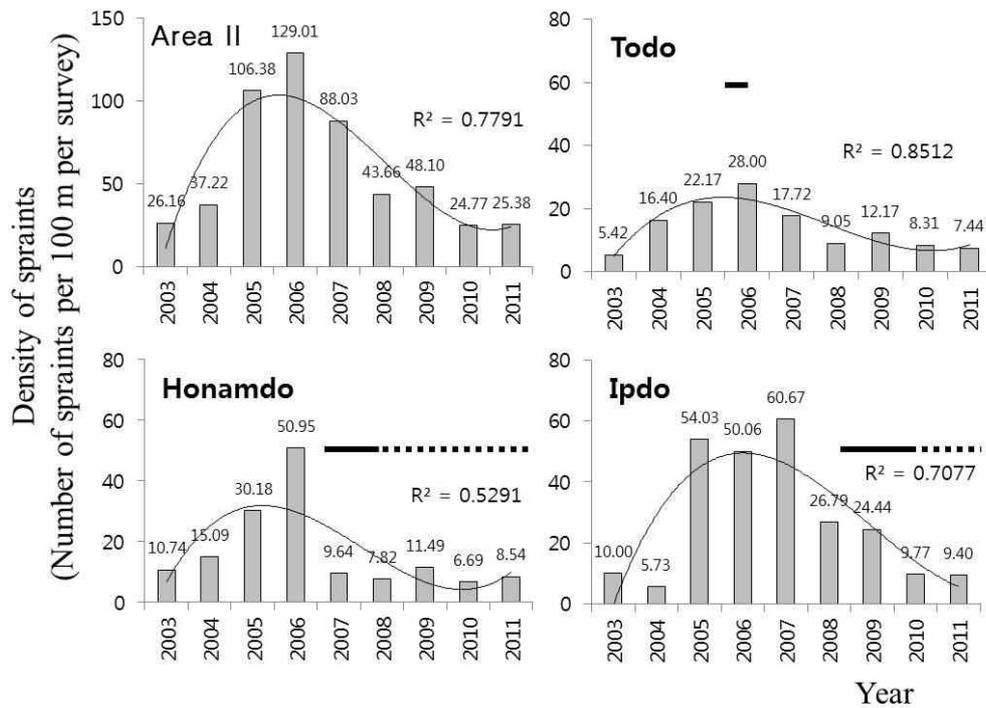


Figure 4. Yearly variations of the sum of spraint density(number of spraints per 100 m per survey) from three islets off the northwest of the Gadeokdo(II) during the study period(2003~2011). Thick solid and broken lines indicate the same as in Figure 2.

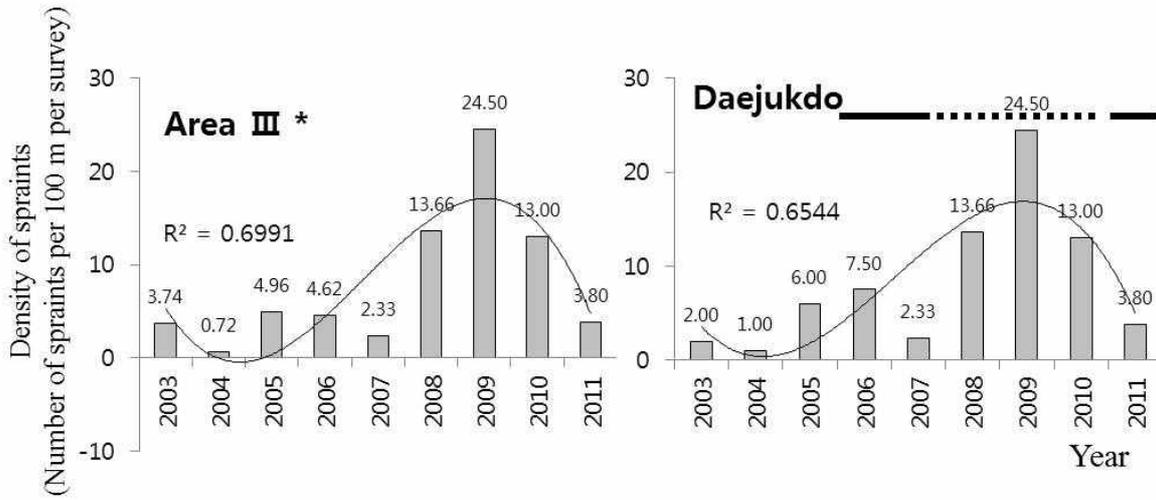


Figure 5. Yearly variations of the sum of spraint density(number of spraints per 100 m per survey) from islets off the west of the Gadeokdo(III) during the study period(2003~2011). Thick solid and broken lines indicate the same as in Figure 2.

\* The data of the area III include the data of the Jungjukdo in 2003~2006. The two islets(Jungjukdo and Daejukdo) in the area III were treated as the Daejukdo since 2007, as the Jungjukdo was connected with the Daejukdo since 2007.

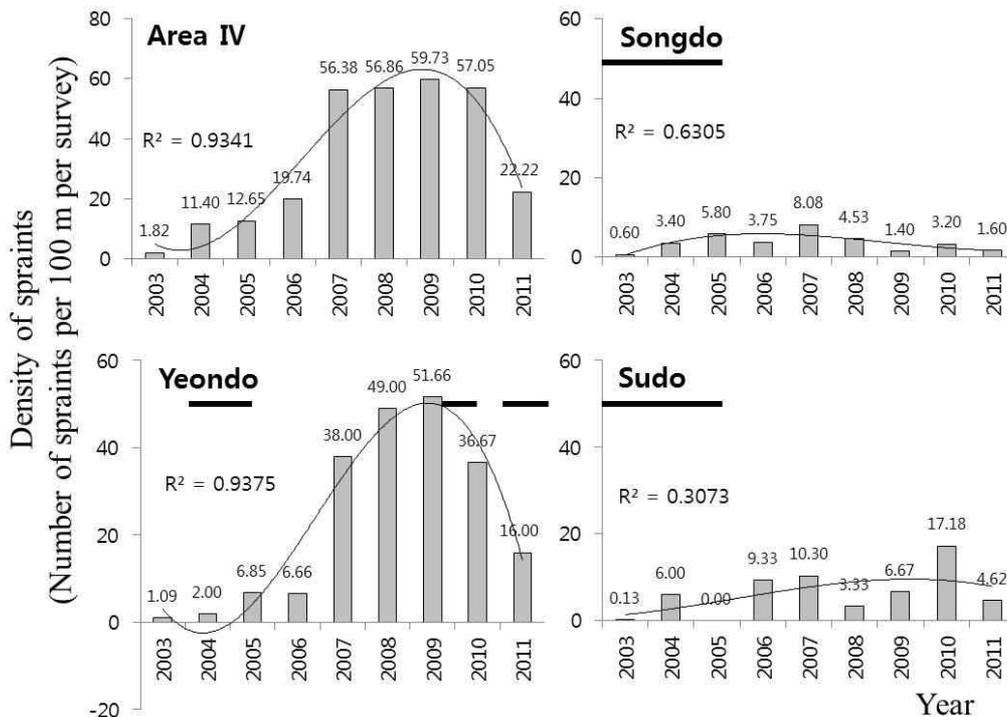


Figure 6. Yearly variations of the sum of spraint density(number of spraints per 100 m per survey) from three islets off the southeast of the Changwon city(IV) during the study period(2003~2011). Thick solid lines indicate the same as in Figure 2.

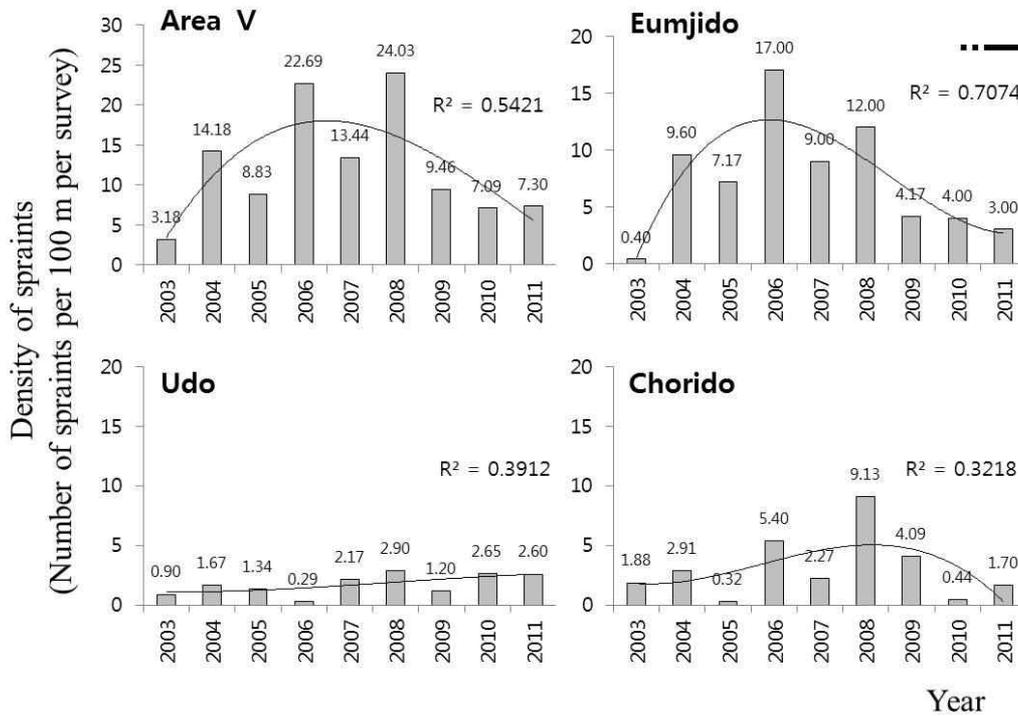


Figure 7. Yearly variations of the sum of spraint density(number of spraints per 100 m per survey) from three islets off the southwest of the Changwon city(V) during the study period(2003~2011). Thick solid and broken lines indicate the same as in Figure 2.

Table 1). 또한 각 영역 간 배설물 밀도 변화( $F=3.47$ ,  $P=0.00502$ )에도 유의적인 차이를 보이고(Table 1), II영역 ( $F=15.892$ ,  $P=0.000$ )과 IV영역( $F=6.566$ ,  $P=0.0122$ )에서는 공사 진행 여부에 따라 배설물 밀도에 유의적인 차이를 보여(Table 3), 본 조사 지역의 배설물 밀도가 공사에 의해서 변화한 것으로 보인다. 이에 각 영역 내 지역 간의 배설물 밀도 변화 및 다섯 영역의 평균 배설물 밀도 변화를 공사 현황과 관련지어 고찰하고 수달 개체 수 감소에 대한 원인에 대해서도 고찰하고자 한다.

1. 각 영역 내 지역 간 배설물 밀도 변화

I 영역의 경우 총 배설물 밀도의 연도 별 변화 패턴 ( $R^2=0.3194$ )이 두문( $R^2=0.7513$ )과 대항( $R^2=0.2472$ )에서와 유사한데, 이로부터 I 영역의 총 배설물 밀도 변화에는 두문과 대항의 배설물 밀도 변화가 반영된 것으로 나타났다 (Figure 3). 지역 별로 보면, 공사가 없었던 두문과 대항에서는 각각 2008년과 2007년 이후 배설물 밀도가 증가하는 경향을 보이는데, I 영역 내 다른 지역(천성, 새바지 및 외양포)에서는 배설물 밀도에 변화를 보이지 않은 점으로부터 두문과 대항에서 배설물이 증가한 것은 다른 지역에서 활동

하던 수달이 이곳으로 이동해서 활동한 것에 의한 것으로 사료된다. 즉 본 조사지역에 포함되지 않은 가덕도 북부에서는 2007년부터 남컨테이너 부두 공사가 진행되었는데, 이 지역에서 활동하던 수달이 두문(약 2.5 km 거리)으로 이동해서 활동하게 된 것으로 추측된다. 그러나 대항은 가덕도 북부에서 약 5 km 정도 멀리 떨어져 있으므로, 가덕도 북부에서 활동하던 수달이 대항으로 이동했을 가능성은 적다. 대항에서 2007년 급증된 배설물 밀도는 약 2 km 떨어진 천성에서 활동하던 수달이 대항으로 이동해 온 것에 기인한다고 생각되는데, 천성에서는 2005년부터 거가대교 공사가 진행되고 있었으므로 수달의 활동에 영향을 끼쳤을 것으로 보인다. 2011년에 두문에서 배설물 밀도가 갑자기 감소한 것은, 천성 외에는 I 영역 내에 큰 공사가 없었던 점으로부터 I 영역 내 공사의 영향보다는 I 영역 외의 공사 등 다른 요인에 의한 것으로 분석된다. 새바지의 경우 파도가 심한 가덕도 동부해안에 위치하고 있어 수달이 서식하기 어려운 여건을 가지고 있으나 공사 등 인위적인 요인에 의한 영향이 없으므로 배설물 밀도가 대체로 안정되어 있는 것으로 추측된다. 외양포의 경우 2003년에는 배설물 밀도가 높았지만, 2003년 가을에 발생한 태풍에 의한 서식지 파괴에 의해 배설물 밀도가 감소하기 시작했고, 더욱이 2008년 북

컨테이너 부두공사의 일환으로 용원과 가덕도가 연결된 후 교통량 증가와 급증한 낚시꾼의 활동(직접관찰)이 수달의 활동을 방해한 것으로 사료된다.

II영역에서의 총 배설물 밀도 변화( $R^2=0.7791$ )는 모든 지역(토도,  $R^2=0.8512$ ; 호남도,  $R^2=0.5291$ ; 입도,  $R^2=0.7077$ )에서 같은 경향을 나타내어 II영역의 총 배설물 밀도 변화에는 모든 지역의 배설물 밀도 변화가 반영된 것으로 나타났다(Figure 4). 연도 별 밀도 변화를 보면 이 지역에서 직접적인 공사가 없었던 2005년부터 2006년까지는 모든 지역에서 배설물 밀도가 점차 증가 했으나 호남도와 입도에서 각각 2007년과 2008년부터 남컨테이너 부두 공사가 시작된 이후 배설물 밀도가 점차 감소한 점으로부터, II영역의 배설물 밀도는 남컨테이너 공사의 영향을 직접 받은 것임이 시사된다. 한편 토도에서도 2006년에 소규모의 등대 공사가 있었으나 그 해의 배설물 밀도가 높은 점으로부터 소규모의 공사는 수달의 활동에 영향을 미치지 못했고, 2007년 이후 배설물 밀도가 감소한 것은 남컨테이너 부두 공사의 영향으로 분석된다.

III영역의 경우, 총 배설물 밀도 변화( $R^2=0.6991$ )와 대죽도의 배설물 밀도 변화( $R^2=0.6544$ )를 보면, 직접 해안에서 공사가 진행된 기간(2006년 봄~2007년 가을, 2011년 봄~겨울)에는 밀도가 낮아, 이로써 수달의 활동이 해안 지역 공사의 영향을 직접 받았음을 알 수 있다. 한편 해안 이외의 지역에서 공사가 진행된 기간(2007년 겨울~2010년 겨울)에는 배설물 밀도가 비교적 높았다(Figure 5), 이 시기에 III영역의 외부에서 활동하던 수달이 해안에서의 공사가 없었던 III영역으로 이동한 것으로 사료된다.

IV영역에서의 총 배설물 밀도 변화( $R^2=0.9341$ )는 연도( $R^2=0.9375$ )에서와 거의 같은 경향을 나타내어, IV영역의 총 배설물 밀도 변화에는 연도에서의 변화가 그대로 반영되었음을 알 수 있다(Figure 6). 지역별로 보면, 연도에서는 서방과제 공사가 시작된 2004년 봄부터 2005년 여름까지 배설물 밀도가 낮지만, 공사가 끝난 후 서방과제 보수 공사가 진행되기 직전인 2009년 까지 배설물 밀도가 꾸준히 증가하였고, 2009년 가을부터 서방과제 보수공사가 시작된 이후 급감하는 경향을 보여 수달이 공사의 영향을 크게 받은 것을 알 수 있다. 한편, 송도와 수도에서는 2003년부터 2005년까지의 준설투기장 공사 기간 뿐 아니라 공사가 끝난 이후에도 배설물 밀도가 지속적으로 낮은 점으로부터, 이 두 지역은 수달이 선호하는 지역이 아니라고 생각된다.

V영역에서의 총 배설물 밀도 변화( $R^2=0.5421$ )는 음지도( $R^2=0.7074$ )에서와 유사한 경향을 나타내어, V영역의 총 배설물 밀도 변화에는 음지도의 배설물 밀도 변화가 반영되었음을 알 수 있다(Figure 7). 음지도에서의 배설물 밀도는 2009년부터 감소하기 시작했는데, 이 지역의 공사는

2010~2011년에 진행되었으므로, 감소의 원인은 이 지역 공사 보다는 다른 요인에 있는 것으로 생각된다. 우도와 초리도에서는 공사 등의 직접적인 교란 요인이 없었음에도 지속적으로 배설물 밀도가 낮은 점으로부터 이 두 지역은 수달이 선호하는 지역이 아니라고 생각된다.

이상, 각 영역 내의 배설물 밀도는 각 영역 내 공사 및 영역 외 지역의 교란 요인에 의해서 영향을 받는 것으로 밝혀졌다.

## 2. 다섯 영역의 평균 배설물 밀도 변화

조사한 다섯 영역의 평균 배설물 밀도의 변화를 주로 IV영역에서 공사가 진행되었던 2003~2005년, 세 영역(I, II 및 III)에서 지속적으로 공사가 진행되었던 2006~2009년, 그리고 모든 영역에서 공사가 활발하게 진행되었던 2010~2011년 등 3단계로 나누어 설명하고자 한다.

### 1) 2003~2005년

이 기간 중 다섯 영역의 평균 배설물 밀도가 증가했으나(2003년, 1.34개; 2004년 2.08개; 2005년 2.39개, Figure 2), 연도 별 총배설물 밀도 변화에 유의적인 차이는 없었다(Table 2). 한편 영역별로 비교하면 II영역에서 배설물 밀도가 증가했으나 나머지 네 영역에서는 밀도에 큰 변화를 보이지 않은 점으로부터, 본 조사지역 밖의 수달이 II영역으로 이동해 왔음이 시사된다. 공사 현황을 보면 IV영역(송도, 수도)에서 2003년부터 2005년 가을까지 국지적으로 준설투기장 공사가 진행되고 있었고(Figure 6), I영역(천성)에서 2005년 여름부터 거가대교 공사가 매우 소규모로 진행되고 있었다(Figure 3). 한편 같은 기간 동안 II영역에서 약 1.5 km 북쪽에 위치한 창원시 용원지역에서는 북컨테이너 부두공사가, 약 1 km 북쪽에 위치한 창원시 남산 해안에서는 준설투기장 매립공사가 대규모로 진행되고 있었으므로(Yoon, 2003), II영역에서 현저하게 증가한 배설물 밀도는 이들 공사 지역에서 활동하던 수달의 일부가 II영역으로 이동했음을 시사하고 있다.

Yoon(2003)에 의하면 2002년까지 용원과 부산시 견마도의 해안에서 배설물이 관찰된 바 있으나, 북컨테이너 부두공사로 인하여 이 지역이 매립됨으로써 2003년 이후에는 배설물이 더 이상 관찰되지 않았다고 보고한 바 있다. 한편 용원이나 견마도와 인접한 지역에는 송전천이, 남산 주변에는 대장천 및 동천이 있지만 이 하천들 주위에는 공장이 밀집되어 있고 수달의 배설물이 관찰되지 않았으므로(직접 관찰), 용원, 남산 및 견마도 등의 해안에 서식하던 수달은 위의 하천지역보다는 인간에 의한 교란이 적은 II영역 등으로 이동했을 가능성이 크다.

## 2) 2006~2009년

이 기간 중 다섯 영역의 평균 배설물 밀도가 후반부에 약간 감소하여(2006년, 3.13개; 2007년, 3.18개; 2008년, 2.78개; 2009년 2.73개), 수달의 활동이 약간 감소했음이 시사된다. 또한 II, III 및 IV영역 간에 공사여부에 따라 배설물 밀도에 변동을 보여(Figure 2), 공사로 인하여 각 영역 간에 수달의 이동이 있었음이 시사된다. 한편 2005년과 2006년( $F=4.16$ ,  $P=0.0306$ ), 2007년과 2008년( $F=4.26$ ,  $P=0.0286$ ) 및 2008년과 2009년( $F=5.02$ ,  $P=0.0176$ ) 사이에는 평균 배설물 밀도에 유의적인 차이가 보여(Table 2), 이 기간 중에는 각 영역별로 배설물 밀도에 유의적인 변동이 있었음이 뒷받침 된다. 수달은 공사의 진행에 따라 다음과 같이 활동 영역을 옮겼을 것으로 사료된다.

즉 II영역에서는 2006년에도 배설물 밀도가 증가했는데, 2004년부터 시작된 외부로부터의 수달의 이동이 지속된 것으로 생각된다. 그러나 총배설물 밀도가 2007년부터 감소하기 시작한 점으로부터 2007년에 호남도에서 시작된 남컨테이너 공사의 영향을 받은 것으로 생각된다(Figure 4). 한편 2006년부터 2009년 중반까지 공사가 진행되지 않았던 IV영역에서 2007년부터 2009년까지 총 배설물 밀도가 증가한 점에서(Figure 6), II영역에서 활동하던 수달이 인근의 IV영역으로 서식지를 옮긴 것으로 추정된다. 더욱이 III영역에서도 해안 공사 종료 후 2008년부터 2009년까지 배설물 밀도가 급증했는데(Figure 5), 같은 시기에 거제시 저도(서쪽 1.5 km거리)에서 거가대교 공사가 활발히 진행되고 있었으므로 그곳에서 활동하던 수달이 III영역으로 이동했을 가능성이 크다. Kruuk and Moorhouse(1991)에 의하면 Shetland 해안에 서식하는 유라시아수달의 경우 2~5개체가 4.7~14 km의 해안을 공유하지만, 이들은 약 100 m 이내의 해안에서 활동하는 것으로 알려져 있다. 또한 수달은 하루에 자기 몸의 약 10~13%를 섭취하고, 먹이를 섭취하는 해안의 평균 수심이 약 3 m이며 해안선을 따라 활동하는데(Kruuk, 2006), II영역과 III영역 사이에는 5.5 km의 해안이 있고 중간에 휴식할 수 있는 섬이 없으므로, II영역의 수달이 III영역으로 이동하여 활동할 가능성은 적은 것으로 보인다.

## 3) 2010~2011년

이 기간 중에는 다섯 영역의 평균 배설물 밀도가 감소했으며(2010년, 2.21개; 2011년, 1.30개), 모든 영역에서 공사가 진행된 점에서(I영역, 거가대교 공사; II영역, 남컨테이너 부두 공사; III영역, 거가대교 공사; IV영역, 서방파제 보수 공사, 서컨테이너 부두 공사; V영역, 우도 읍지도간 연락보도교 공사), 동시다발적으로 광범위하게 진행된 공사로

인해서 서식지가 훼손되고, 수달의 활동 영역이 제한되었을 가능성이 매우 크다. 즉 전 영역에 걸쳐 지속적으로 총 배설물 밀도가 감소되는 경향으로부터(Figures 2~7), 이 지역에서 활동하는 수달의 개체 수가 감소한 것으로 보인다. 한편 2010과 2011년 사이에 다섯 영역의 평균 배설물 밀도에 유의적인 차이는 없었다( $F=0.31$ ,  $P=0.8635$ , Table 2).

영역별로 보면 특히 II, III 및 IV영역의 평균 배설물 밀도는 2009년(각각 4.01개, 6.13개, 4.98개)에 비해 2011년(각각 2.12개, 0.95개, 1.85개)에 크게 감소했는데(Figure 2), II영역에서는 2007년부터 2012년 현재까지 지속된 호남도의 서식 굴 주변 해역의 남컨테이너 공사로 인해서 수달의 개체 수가 회복되지 못한 것으로 사료된다(Figure 4). 또한 III영역에서는 거가대교 공사가 2010년에 완공되었으나 차량의 소음 등으로 인해 수달이 다시 저도 등으로 이동함으로써 배설물 밀도가 낮아진 것으로 추정된다. 또한 IV영역에서는 2009년부터 2010년 여름까지 연도에서 진행된 서방파제 보수공사와 2011년부터 시작된 서컨테이너 부두 호안축조 공사로 인하여 수달의 활동이 억제된 것으로 생각된다(Figure 6). 준설토투기장과 연도 사이를 매립하기 위하여 서컨테이너 부두에 호안축조벽(길이 약 2 km, 높이 약 5 m)이 생성되었는데, 아마도 이벽이 IV영역의 바다를 양분하게 되어 이 지역의 수달의 활동을 크게 억제했을 가능성이 크다.

이상으로부터 2003~2005년까지는 조사지역 외부에 있는 공사 지역으로부터 수달이 이동하여 본 조사 지역의 배설물 밀도가 증가했으나, 2006~2009년 사이에는 공사로 인하여 후반부에 약간 감소하고 조사 지역 내 공사 진행 여부에 따라 영역 간 이동이 발생했으며, 2010~2011년에는 동시다발적인 공사로 인해서 개체 수가 상당히 감소한 것으로 밝혀졌다. 즉 국지적인 공사로 인해서는 수달이 인접지역으로 이동하거나 활동하는 개체 수가 약간 감소하지만, 동시다발적인 공사로 인해서는 개체 수가 상당히 감소함이 확인되었다.

## 3. 수달 개체 수 감소 원인과 저감방안

본 연구결과 2011년(1.30개)에는 배설물 밀도가 가장 높았던 2007년(3.18개)에 비해서 배설물 밀도가 약 59% 감소했음이 밝혀졌는데, 이는 동시다발적인 공사로 인하여 수달의 서식지가 교란되고 파괴됨에 의해서 초래된 결과라고 할 수 있다. 한편, 수달의 배설물 밀도가 감소한 또 다른 중요한 요인으로서 장기적인 공사로 인한 해안의 감소를 들 수 있다. 해안은 바다에 서식하는 수달의 주 서식처이므로 해안의 감소는 개체 수의 감소의 직접적 원인이 될 것이다. 만약 수달이 부산신항 주변의 민가, 공업지역 또는 호안도로가 접해 있는 지역을 제외한 모든 해안에서 활동한다고

가정할 경우, 1995년에는 수달이 활동할 수 있는 해안의 길이가 약 44 km이었다고 추정된다. 그러나 이 후 2003년까지 창원시 욱망산 해안(약 2.5 km), 남산 해안 일부(약 0.5 km), 수도 해안 일부(약 0.5 km) 및 견마도의 전 해안(약 1.0 km) 등, 총 약 4.5 km가 사라졌고, 2004~2006년에는 용원 일부(약 0.5 km) 수도(약 0.5 km), 그 주변 작은 섬(약 1.0 km), 송도(약 0.5 km), 남산 일부 해안(약 2.5 km), 천성(약 0.5 km) 및 대죽도·중죽도(약 1.5 km)의 일부해안 등, 약 7 km의 해안이 사라진 바 있다. 2007~2009년에는 남컨테이너 부두의 약 1.5 km의 해안선이 사라졌고, 2010~2011년에는 남컨테이너 부두의 약 3 km의 해안선이 추가로 사라졌다 (Buasn Regional Maritime Affairs & Port Office, <http://ortbusan.go.kr/Service.do?id=build0103>). 즉 1995년 이후 총 16 km(36%)의 해안이 이미 사라진 바 있어, 공사기간 중 배설물 밀도가 대폭 감소한 것은 해안의 감소와도 크게 관련된다고 할 수 있다. 앞으로 서컨테이너와 남컨테이너 공사가 완료되어 부산신항 공사가 완공되면, 송도(약 2.5 km), 연도(약 0.5 km), 호남도(약 0.6 km), 입도(약 0.7 km) 및 토도(약 0.7 km)의 해안에서도 수달이 서식할 수 없을 것으로 예상되므로, 수달의 개체 수는 더욱 감소할 가능성이 크다.

이와 같은 해안의 감소로 인하여 이 지역에서 서식하던 수달들은 우선 인근 지역으로 이동했을 것으로 예상된다. 한편, Kruuk and Moorhouse(1991)에 의하면 전파발신기 추적에 의한 수달의 바다에서의 이동거리는 약 40 km로 알려져 있어, 본 조사지역으로부터 약 40 km 이내에 위치하는 창원시 마산만, 부산시 영도지역 및 거제도 남쪽으로 수달이 이동할 수 있을 것으로 생각된다. 그러나 마산만은 공업 도시화 과정에서 해양 오염이 심해진 곳이며(Lee and Min, 1990; Jung *et al.*, 2011), 부산광역시도 도시 개발로 인하여 수달이 서식할 수 있는 환경을 갖춘 곳이 드물고, 낙동강에는 하구 독이 설치되어 수달이 이동하기 어려운 곳이다. 거제도의 경우 수달 분포 조사 결과 총 25개 장소 중 수달 배설물이 확인되지 않은 9개 지역은 수달이 서식 할 수 없는 도십지, 마을 및 공장 주변으로서(미발표) 수달이 이동해서 정착할 수 있는 장소는 매우 제한적이라고 할 수 있다. 즉 부산신항만 주변에 서식하는 수달은 공사로 인하여 인근 해역으로 이동했고 앞으로도 이동을 시도하겠지만, 주변지역에 모두가 정착하기는 매우 어려울 것으로 생각된다.

본 조사 지역에서 수달의 개체 수가 감소한 또 다른 이유로서, 공사로 인한 해역 환경의 변화를 들 수 있다. Lee *et al.*(2008)는 부산신항 공사가 완공되었을 때 해수의 소용량이 저감할 것으로 예측한 바 있고, Yoon *et al.*(2010)에 의하면 진해구 용원과 가덕도 북부지역에서의 공사로 인해 인근의 해역이 폐쇄성 수역으로 되었음이 알려진 바 있다. 한편

현재 진행 중인 IV영역의 서컨테이너 부두 매립 공사가 완료되면, 수달의 배설물이 많이 발견되는 II영역과 IV영역의 해역도 폐쇄성이 심한 수역으로 될 것으로 예상되는데, 이러한 폐쇄성 수역의 조성은 수질오염을 유발하여 수달의 먹이 생물을 오염시키거나 감소시켜 수달의 생존에 큰 영향을 미칠 것으로 생각된다. 최근 Choi and Yoon(2012)에 의하면 본 조사지역에서 수집된 수달 배설물 내 어류, 갑각류 및 복족류의 출현밀도가 2010년 이후 감소했고, 본 연구 지역 주변에서 포획되는 어획량이 2010년부터 감소했음이 알려져 있다.

즉 2010년 이후 수달 개체 수가 감소한 것은 부산신항만의 동시다발적인 해안 공사로 인한 서식지 교란 및 파괴, 장기적인 공사로 인한 해안의 감소와 수질오염에 의한 먹이 감소 등이 원인이라고 분석된다.

이상 본 연구지역의 해안에서 동시다발적으로 또한 장기적으로 공사가 진행됨으로써 수달의 개체 수가 감소한 것으로 밝혀졌다. 따라서 수달의 개체 수 감소를 줄이기 위해서는 여러 지역에서 공사를 동시 다발적으로 진행하는 것보다 순차적으로 진행하여 수달의 서식에 미치는 영향을 최소화 하는 것이 바람직하다고 생각된다. 또한 장기적인 공사를 진행할 경우 배설물이 다수 관찰되는 해안의 수달 서식처를 보호하며, 해류의 흐름이 원활하도록 고려하며, 수질오염을 방지하기 위한 노력이 필요할 것이다.

## 인용문헌

- Ando, M.(1995) Deterioration of otter habitats in Korea during past ten years: comparison with Japan's case. Proceedings of Korea-Japan Otter Symposium, Otter Research Group Press, Kochi, pp. 32-33.
- Ando, M., S.W. Son and S. Shiraishi(1985) The common otter, *Lutra lutra*, in southern Korea. Sci. Bull. Fac. Agr. 40: 1-5.
- Ando, M., S.Y. Han, S. Shiraishi, B.J. Kim and O. Hiroshi(2010) Changing status of the Eurasian otter(*Lutra lutra*) at coastal area of Gyeongsangnam-do in Korea during 1982-2009. Presented at the 57th annual meeting of the Ecological Society of Japan, Tokyo, Japan, March 15-20, 452pp.
- Buasn Regional Maritime Affairs & Port Office. <http://portbusan.go.kr/Service.do?id=build0103>.
- Chanin, P.R.F.(1985) The Natural History of Otters. Croom Helm, London, 179pp.
- Chanin, P.R.F.(2003) Monitoring the Otter *Lutra lutra*. Conserving Nature 2000 Rivers Monitoring Series No. 10. English Nature, Peterborough, 44pp.
- Choi, J.W. and M.H. Yoon(2012) A study on food habits of the otter, *Lutra lutra*, and effects of construction of the Busan New Port

- on its prey. *J. Life Sci.* 22(6): 736-743.
- CITES(2010) Appendices I, II and III. <http://www.cites.org/eng/app/appendices.shtml>.
- Conroy, J., R. Melisch and P. Chanin(1998) The Distribution and Status of The Eurasian Otter(*Lutra lutra*) in Asia - A Preliminary Review. *IUCN Otter Spec. Group Bull.* 15(1): 15-30.
- Copp, G.H. and K. Roche(2003) Range and diet of Eurasian otter *Lutra lutra*(L.) in the catchment of the River Lee(south-east England) since re-introduction. *Aquatic Conserv: Mar. Freshw. Ecosyst.* 13: 65-76.
- Erlinge, S. and T. Nilsson(1978) Uttern försätter att minska Bara 1000-1500 uttrar Kvar. *Svensk Jakt.* 3: 154-156.
- Erlinge, S.(1968) Territoriality of the otter *Lutra lutra* L. *Oikos.* 19: 81-98.
- Fernández-Morán, D.V.M., M.S.D. Saavedra and D.V.M.X. Manteca-Vilanova(2002) Reintroduction of the Eurasian otter(*Lutra lutra*) in northeastern Spain: trapping, handling, and medical management. *J. Zoo and Wildlife Medicine* 33(3): 222-227.
- García, P., V. Arévalo and I. Mateos(2009) Using sightings for estimating population density of Eurasian otter(*Lutra lutra*): a preliminary approach with Rowcliffe *et al's* model. *IUCN Otter Spec. Group Bull.* 26(1): 50-59.
- Gorman, M.L. and B.J. Trowbridge(1989) The role of odor in the social lives of carnivores. In: J.D. Gittleman(ed.), *Carnivore Behavior, Ecology, and Evolution*, Cornell University Press, Ithaca, pp. 57-88.
- Gosling, L.M.(1982) A reassessment of the function of scent marking in territories. *Zeitschrift für Tierpsychologie* 60: 89-118.
- Guter, A., A. Dolev, D. Saltz and N. Kronfeld-Schor(2008) Using videotaping to validate the use of spraints as an index of Eurasian otter(*Lutra lutra*) activity. *Ecol. Indic.* 8: 462-465.
- Han, S.Y.(1997) The ecological studies of Eurasian otter(*Lutra lutra*) in south Korea. Ph. D. thesis, Univ. of Kyungnam, Changwon, Korea, 112pp.
- Han, S.Y.(2004) Ecology of Korean otter and current status of management system. *Proceedings of the Korean Society of Environment and Ecology Conference*, pp. 3-12.
- IUCN(2008) *Lutra lutra* in the section of the IUCN Red List of Near Threatened Species. <http://www.iucnredlist.org/apps/redlist/details/12419/0>.
- Jo, Y.S., C.M. Won and J.P. Kim(2006) Distribution of Eurasian otter *Lutra lutra* in Korea. *Kor. J. Environ. Biol.* 24: 89-94.
- Jung, S.W., D.I. Lim, J.J. Shin, D.J. Jeong and Y.H. Roh(2011) Relationship between physico-chemical factors and chlorophyll-a concentration in surface water of Masan bay: bi-daily monitoring data. *Kor. J. Environ. Biol.* 29(2): 98-106.
- Koelewijn, H.P., M. Pérez-Haro, H.A.H. Jansman, M.C. Boerwinkel, J. Bovenschen, D.R. Lammertsma, F.J.J. Niewold and A.T. Kuiters(2010) The reintroduction of the Eurasian otter(*Lutra lutra*) into the Netherlands: hidden life revealed by noninvasive genetic monitoring. *Conserv. Genet.* 11: 601-614.
- Kruuk, H. and A. Moorhouse(1991) The spatial organization of otters(*Lutra lutra*) in Shetland. *J. Zool., Lond.* 224: 41-57.
- Kruuk, H.(2006) *Otters: Ecology, Behaviour and Conservation*. Oxford University Press, Oxford, 265pp.
- Lee, C.W. and B.Y. Min(1990) Pollution in Masan Bay, a matter of concern in south Korea. *Mar. Poll. Bull.* 21(5): 226-229.
- Lee, Y.B, S.W. Ryu and H.S. Yoon(2008) Estimation of sea water transport by water-depth variation at Pier-bridge between Busan New-port and the Nakdong river estuary. *J. Kor. Soc. Marine Environment & Safety* 14(3): 197-203.
- Macdonald, D.W.(1985) The carnivores: order Carnivora. In: Brown R.E. and D.W. Macdonald(eds.), *Social Odours in Mammals*, Clarendon Press, Oxford, pp. 619-722.
- Macdonald, S.M. and C.F. Mason(1987) Seasonal marking in an otter population. *Acta Theriologica* 132: 449-462.
- Macdonald, S.M. and C.F. Mason(1994) Status and conservation needs of the otter(*Lutra lutra*) in the western Palaearctic. *Nature and Environment*, No. 67. Council of Europe Press, Strasbourg, pp. 12-44.
- Mason, C.F. and S.M. Macdonald(1986) *Otter, Conservation and Ecology*. Cambridge University Press, Cambridge, 107pp.
- Min, H.G., S.G. Lee, K.C. Oh, J.K. Kim, S.L. Yun and E.H. Park(2004) Study on environment of habitat of Eurasian otter(*Lutra lutra*). *J. Agr. Life Sci.* 38: 1-9.
- Oh, K.C.(2011) A study on phylogenetic analysis and modeling of artificial habitats of Eurasian otters(*Lutra lutra*) in Jinyangho(Lake). Ph. D. thesis, Univ. of Kyungsang, Jinju, Korea, 123pp.
- Sasaki, H., M. Ando, S.Y. Han, M.B. Yoon and S.S. Won(1998) Ecological study of the Eurasian river otter in Korea. Presented at the Seventh International Otter Colloquium(IUCN/SSC Otter Specialist Group), March 14-19, Trebon, Czech Republic.
- Sjöåsen, T.(1996) Survivorship of captive-bred and wild-caught reintroduced European otters *Lutra lutra* in Sweden. *Biol. Conser.* 76: 161-165.
- Yoon, H.S., J.H. Park, H.D. Jung and B.S. Kim(2010) Hydraulic environments in the neighborhood of the Gaduk-do before/after construction of Busan New-port. Presented at the Autumn meeting of Journal of the Korean Society of Marine Environment & Safety, Busan, Korea, November 25-26, pp. 1-6.
- Yoon, M.H.(2003) Changes in distribution of otters, *Lutra lutra*, with the development of the Busan new port. *Basic Sci. Res. Inst. Kyungung Univ.* 15: 193-205.