

2000년대 초반 제주도 남방큰돌고래(*Tursiops aduncus*)의 분포 양상

김현우* · 손호선 · 안용락 · 박겸준 · 최영민

국립수산과학원 고래연구센터

Occurrence of Indo-Pacific Bottlenose Dolphins *Tursiops aduncus* off Jeju Island, Korea during the Early 2000s

Hyun Woo Kim*, Hawsun Sohn, Yong-Rock An, Kyum Joon Park and Young-Min Choi

Cetacean Research Institute, National Institute of Fisheries Science, Ulsan 44780, Korea

The Indo-Pacific bottlenose dolphin *Tursiops aduncus* commonly inhabits the coastal waters of Jeju Island, Korea. An investigation was conducted using data from vessel sightings and point sightings from land. During 40 days of vessel sighting surveys between 2007 and 2010, a total of 18 dolphin groups were encountered. The overall sighting rate was 0.01 group/n.m. Most Indo-Pacific bottlenose dolphins were sighted within 500 m of the northern coast of Jeju Island during surveys. Also, dolphin groups were observed 47 times during 109 days of shore-based surveys conducted between 2011 and 2015. The results of a dolphin distribution survey conducted in 2011 were generally similar to the results of previous surveys. However, there were no dolphin sightings from 2012 in Hanllim-eup, in the north-western part of the island, where dolphins were sighted frequently until 2011, whereas dolphin observations increased in the southern part of the island. The mean group size was 35.4 (SD=18.08) individuals. The most frequently sighted group size was 36-40 individuals. To conserve resident dolphins off Jeju Island, long term sighting surveys and environmental assessment are required to monitor their distribution patterns.

Key words: Indo-Pacific bottlenose dolphin, Jeju Island, Sighting, Group size, *Tursiops aduncus*

서 론

남방큰돌고래(*Tursiops aduncus*)는 분류학적으로 고래목, 이빨고래아목, 참돌고래과에 속하며 성체의 최대체장 2.7 m, 최대 체중 230 kg 가량의 중형 돌고래이다(Jefferson et al., 2008). 서식역은 인도양과 서태평양의 열대 및 온대 해역이며, 서쪽으로는 남아프리카공화국과 홍해에서부터 동쪽으로는 오스트레일리아와 중국 남부연안, 일본의 동부, 솔로몬제도, 뉴칼레도니아 까지 광범위하게 분포한다(Shirakihara et al., 2003; Wang and Yang, 2009). 국내에서는 제주 연안에서만 연중 서식하고 있으며 제주 전 해역에 걸쳐 분포하나 주로 북동쪽과 북서쪽 해안 선으로부터 500 m 이내의 얕은 수심에서 관찰된다(Choi et al., 2009; Kim, 2011).

전세계 계군의 대부분이 도서와 해안 주위의 천해에 서식하고 연안정착성으로 회유를 하지 않아 서식해역 내에서 연중 관찰

이 가능하다(Wang and Yang, 2009). 서식해역이 인간의 거주지와 겹치는 까닭에 일부 지역에서 산업적 이용을 위해 포획하거나 그물에 혼획되는 경우가 발생하기도 하며(Morisaka et al., 2005; Natoli et al., 2008), 선박 교통량 증가, 어구 설치, 수중 구조물 설치에 의한 서식지 교란이 발생하기도 한다(Jefferson et al., 2008).

제주도 남방큰돌고래의 개체수는 2008년 124마리, 2009년 114마리로 각각 추정되어 1년 사이에 10개체가 감소한 것으로 나타났으며(Kim, 2011), 2010년 이후 104마리 수준을 유지하고 있다(CRI, unpublished data). 이 같은 개체수 감소는 혼획에 의한 폐사가 빈번하게 발생하고, 혼획 개체가 살아있더라도 방류되지 않고 생포해 수족관 전시 및 공연용으로 이용되어 왔기 때문으로 보인다(Kim, 2011). 이 밖에도 제주도 연안역의 해상 교통량 및 해양 레저활동의 증가, 수중 구조물 설치와 같은 수중 소음 유발 요인이 꾸준히 증가해(Chung and Kim, 2012; Jeju

<http://dx.doi.org/10.5657/KFAS.2015.0940>



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Korean J Fish Aquat Sci 48(6) 940-946, December 2015

Received 11 November 2015; Revised 3 December 2015; Accepted 8 December 2015

*Corresponding author: Tel: +82. 52. 270. 0930 Fax: +82. 52. 270. 0913

E-mail address: hyunwoo.kim@korea.kr

Special Self-Governing Province, 2015) 돌고래가 서식하기에 적합하지 않은 환경이 조성되고 있다.

이 연구에서는 2007년 11월부터 2015년 9월까지 제주 연안 남방큰돌고래 목시조사 및 육상 정점조사를 통하여 얻어진 돌고래 무리 발견 기록을 통해 현재 제주도 연안에 출현하고 있는 남방큰돌고래의 분포 양상 변화와 분포에 영향을 미칠 수 있는 요인을 파악해보고자 한다.

재료 및 방법

선박을 이용한 목시조사

제주도 연안에서 2007년 11월, 2008년 2월·4월·6월·8월·10월, 2009년 2월·3월·4월·7월·8월·12월 중 일주일 간 국립수산과학원 시험조사선 탐구 16호(39 G/T), 18호(69 G/T) 및 제주대학교 시험조사선 아라 2호(17 G/T)를 이용하여 해안선으로부터 2 해리(nautical mile, n.m.) 이내의 연안을 따라 선속 10-13 Knot로 이동하며 목시조사를 실시하였다(Fig. 1). 기상상태가 조사에 적합한 경우(풍력계급 4 미만), 2명의 조사가원이 수면으로부터 4 m 높이의 상갑판에서 나안 또는 쌍안경(7×50, Nikon)으로 돌고래 무리를 탐색하였다. 조사구역을 오른쪽과 왼쪽으로 나누어 한 명은 오른쪽 90도에서 왼쪽 20도 사이를, 다른 한 명은 왼쪽 90도에서 오른쪽 20도 사이를 관찰하였다. 한 시간 간격으로 기온·풍향·풍속·해황·시계·기상상태 등을 기록하였다. 돌고래 무리와 조우 시 무리의 발견 위치·발견시간·행동특성·추정개체수, 발견지점의 수온·해안으로부터의 거리를 파악하고 야장에 기록하였다(Table 1).

육상 정점조사

3년 간의 선박 목시조사를 통해 남방큰돌고래가 주로 해안선으로부터 500 m 이내에 분포함을 확인하고(Kim, 2011) 선박 조사보다 육상에서 정점조사(point sighting survey)를 실시하는 것이 조사 비용과 시간을 절약할 수 있을 것으로 판단하였다. 2011년부터 2015년 9월 까지 매해 최소 15일에서 최대 29일씩 기상이 양호한 날(풍속 10 m/s 미만, 시야 2 km 이상)을 선택해 기회적으로 조사를 실시하였다. 조사원 2명이 제주도 해안선을 따라 미리 설정한 조사정점 33개소(Fig. 1B-1F)를 차량으로 순회하며 정점에 도착하면 쌍안경(10×42, Trinovid, Leica)을 이용해 최소 5분에서 최대 10분간 시야가 확보되는 모든 해안을 탐색하였다. 선박 목시조사에서 돌고래 무리가 자주 관찰되었던 제주도 북부 해안을 중심으로 먼저 탐색한 후 미발견 시, 남쪽 해안을 탐색하였다. 조사정점당 1회 탐색을 조사노력량의 기본 단위로 삼아 정점당 돌고래 무리가 발견된 횟수를 탐색횟수로 나누어 구한 백분율을 발견율로 정의하였다. 각 조사정점에서는 풍속계(4500NV, Kestrel)를 이용하여 각 조사정점의 풍향·풍속, 기온을 측정하고 해황과 시계를 기록하였다. 돌고래

무리를 발견하면 정점조사를 중단하고 최초 발견 시각과 위치를 GPS기기에 입력 후 돌고래 무리의 이동을 따라 추적하며 종류, 개체수, 육지와와의 거리, 수온 등을 기록하였다.

돌고래 발견기록은 제주특별자치도 내 행정구역별로 제주시, 애월읍, 한림읍, 한경면, 대정읍, 안덕면, 서귀포시, 남원읍 표선면, 성산읍, 구좌읍, 조천읍으로 나누어 행정구역 내에서의 조사 노력 당 돌고래 출현 양상을 파악하였다.

결 과

선박을 이용한 목시조사

2007년 11월부터 2010년 10월까지 총 40회의 목시조사를 실시하는 동안 1,482 n.m.을 이동하였고, 남방큰돌고래 무리는 18회 조우하였다. 남방큰돌고래를 제외한 다른 고래류는 관찰되지 않았다. 조사기간 중 평균발견율은 0.012 group/n.m.로 약 100 n.m. 당 1무리를 발견하였다.

목시조사의 항적과 발견 위치는 Fig. 1A와 같다. 남방큰돌고래 무리는 대부분 제주도의 북동쪽과 북서쪽에서 발견되었는데 이중 8무리는 북서쪽의 애월읍, 한림읍, 한경읍 연안에서, 9 무리는 북동쪽의 구좌읍 연안에서 관찰되었다. 오직 1무리만이 남서쪽의 모슬포(대정읍) 인근에서 관찰되었다.

목시조사 시 연안 측과 외해 측을 모두 탐색하였으나 남방큰돌고래 무리는 연안 측에서만 발견되었으며, 대부분이 해안으로부터 500 m 이내에서 목격되었다. 2009년 12월에 발견된 무리는 예외적으로 해안선으로부터 1.2 km 떨어진 곳에서 발견되었다. 남방큰돌고래가 발견된 장소의 수온 범위는 12.9-25.1℃ 사이였다.

육상 정점조사

2011년 2월 부터 2015년 9월 까지 109일간 1,168회의 정점조사를 수행하는 동안 남방큰돌고래 무리를 47회 발견했다. 33개의 정점 중 돌고래 무리가 한 번 이상 관찰된 정점은 21개였다. 돌고래 무리가 가장 빈번하게 관찰된(9회) 13번 정점(대정읍 영락리)을 제외하고 각 정점 별로 1-4회씩 각각 관찰되었다.

행정구역별 돌고래 무리의 발견 양상은 매년 차이를 보였다. 2011년 조사에서 돌고래 무리는 제주도 북서부 및 북동부인 애월읍, 한림읍, 대정읍, 구좌읍에서 발견되어 선박을 이용한 목시조사 결과와 유사한 분포 양상을 나타냈다(Fig. 1B). 가장 높은 발견율을 기록한 지역은 한림읍으로 31회의 정점조사를 통해 돌고래 무리를 4회 발견하여 12.9%의 발견율을 보였다. 2012년부터 2013년 까지 제주시, 애월읍, 대정읍, 구좌읍 일대에서는 돌고래 무리가 반복적으로 발견되었으나, 이전까지 돌고래 무리가 가장 빈번하게 발견되었던 한림읍에서는 2012년 이후부터 발견되지 않았다(Fig. 1C, 1D). 반면 발견율이 낮았던 대정읍에서는 2011년 이후 발견율이 점차 상승하다 2014년에는 15회의 정점조사를 통해 돌고래 무리를 3회 발견하여 20.0%의

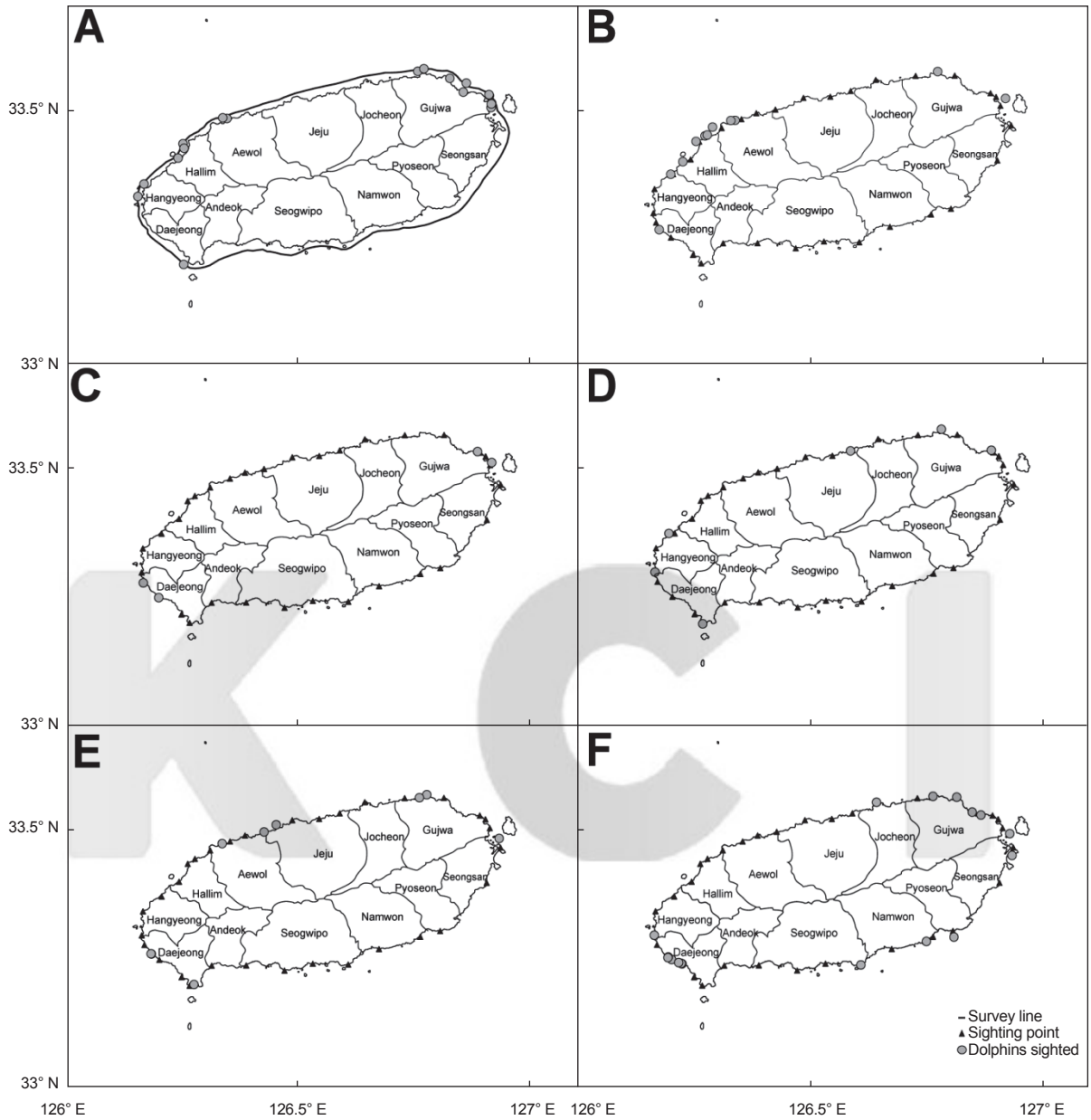


Fig. 1. Occurrence of Indo-Pacific dolphins *Tursiops aduncus* around the Jeju Island 2007-2015. (A) vessel sighting surveys, 2007-2010, and (B) – (F) shore based point sighting surveys in 2011,2012, 2013, 2014 and 2015 respectively.

발견율을 기록하였다. 2015년 들어서 기존 미발견 지역인 제주 남부 연안의 서귀포, 남원, 표선, 성산읍에서도 돌고래 무리가 발견되기 시작하였다(Fig 1F). 조사기간 중 유일하게 안덕면에서는 돌고래 무리가 관찰되지 않았다(Table 1).

남방큰돌고래가 발견된 수온의 범위는 12.6°C (2월)-27.5°C (9월)로 측정되었다. 조사기간 동안 10회 이상 돌고래 무리가 발견된 지역인 구좌읍, 대정읍 연안에서 연중 돌고래 무리가 관찰되었으며 월별 수온 변화에 따른 발견지점 편중은 감지되지

않았다.

남방큰돌고래 무리의 구성

전체 조사기간 중 발견된 남방큰돌고래는 65무리로, 최소 2마리부터 최대 78마리로 구성되어 있었으며 무리를 구성하지 않은 단독 개체는 발견되지 않았다. 무리의 평균개체수는 35.4마리(SD=18.08)였으나, 36-40마리로 구성된 무리가 11회 (16.9%)로 가장 빈번하게 관찰되었다. 26-55개체로 구성된 무

Table 1. Point survey effort and number of sightings (in parenthesis) 2011-2015

Location	2011	2012	2013	2014	2015	Total
Jeju-si	38 (0)	20 (0)	12 (1)	11 (2)	35 (0)	116 (3)
Aewol-eup	41 (3)	27 (0)	16 (0)	16 (1)	39 (0)	139 (4)
Hallim-eup	31 (4)	28 (0)	11 (0)	10 (0)	31 (0)	111 (4)
Hangyeong-myeon	33 (1)	27 (0)	18 (2)	11 (0)	38 (1)	127 (4)
Daejeong-eup	39 (1)	38 (2)	18 (1)	15 (3)	74 (6)	184 (13)
Andeok-myeon	8 (0)	4 (0)	2 (0)	5 (0)	8 (0)	27 (0)
Seogwipo-si	31 (0)	7 (0)	4 (0)	1 (0)	30 (1)	73 (1)
Namwon-eup	9 (0)	3 (0)	2 (0)	-	13 (1)	27 (1)
Pyoseon-myeon	6 (0)	2 (0)	2 (0)	-	15 (1)	25 (1)
Seongsan-eup	8 (0)	4 (0)	4 (0)	-	25 (1)	41 (1)
Gujwa-eup	39 (2)	43 (2)	51 (2)	32 (3)	93 (5)	258 (14)
Jocheon-eup	9 (0)	7 (0)	7 (0)	4 (0)	13 (1)	40 (1)
Total	292 (11)	210 (4)	147 (6)	105 (9)	414 (17)	1,168 (47)

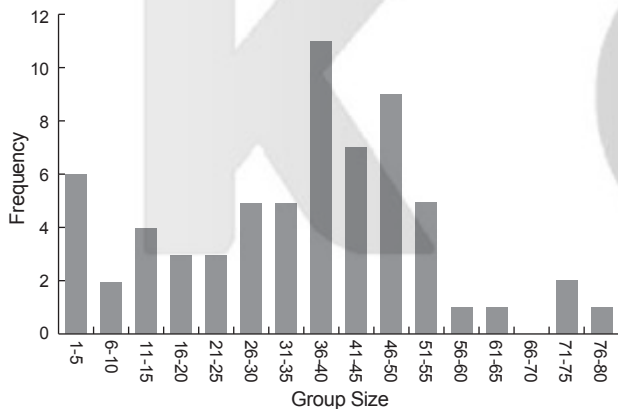


Fig. 2. Frequency distribution of group size.

리는 42회 발견되어 발견된 무리의 64.6%를 차지하였다(Fig. 2).

고 찰

해양포유류의 분포는 수온이나 먹이 풍도 변화에 영향을 받는다(Quinn and Brodeur, 1991). 남방큰돌고래는 20-30℃ 사이의 해역에서 주로 서식하나(Wang and Yang, 2009) 2월 평균 수온이 12℃인 일본 서큐슈 연안에도 남방큰돌고래가 연중 서식하고 있다(Shirakihara et al., 2002). 제주 연안 또한 2월 평균 수온이 13.5℃로 연중 가장 낮게 관측되었으며(Ko et al., 2003) 제주도 남방큰돌고래 무리가 발견된 지점의 최저수온은 12.6℃로 다른 계군에 비해 상대적으로 저수온 환경 하에서 서식하는

것으로 확인되었다. 계절별 수온변화에 따른 특정 서식지 선호가 감지되지 않은 점은 조사노력이 충분하지 않아 발견 횟수가 적은 까닭도 있겠지만, 제주도 전 연안의 연중수온이 최저 12℃ 이상을 유지하고 있어 남방큰돌고래의 서식 요건에 부합하고 (Wang and Yang, 2009), 연안 정착성인 서식특성으로 인해 제주 연안 내의 먹이 분포와 다른 외적 요인에 의해 선호하는 서식지가 결정되는 것으로 판단된다.

선박을 이용한 목시조사에서 발견된 남방큰돌고래 무리가 대부분 북쪽에서 발견된 이유는 먹이의 풍도와 관련이 있는 것으로 보인다. Kim (2009)은 제주도의 북동쪽인 구좌읍과 성산읍 연안에서 가장 높은 남방큰돌고래 출현 빈도를 나타내었다고 하였으며 이러한 출현 형태는 제주도 연안에 광범위하게 확산되고 있는 갯녹음 현상과 관련이 있을 것이라고 추정하였다. 갯녹음 현상이 발생하면 해저 암반에 무절산호조류가 피복되어 다시마·모자반류·감태 등과 같은 대형 해조류의 부착기질이 상실되므로 해중림이 소멸하게 된다. 이는 해조류를 섭취하거나 은신처로 삼는 생물의 서식 악화로 이어져 생태계 영양단계의 불균형을 초래하여 전체적인 생체량 감소로 이어진다(NFRDI, 2008). 선박 목시조사에서 남방큰돌고래가 가장 빈번하게 발견된 제주도의 북서쪽과 북동쪽해역은 갯녹음 현상이 발생하지 않았거나 발생 초기인 해역이었다(Kim, 2006).

제주도 북동쪽의 정치망 어획량은 제주도 내 다른 해역보다 높은 것으로 알려져 있다(Cha et al., 2001). 따라서 남방큰돌고래의 먹이가 되는 어류 및 오징어류 자원이 이 해역에 풍부하여 섭이활동을 위해 주로 분포하고 있음을 유추할 수 있다.

남방큰돌고래 무리의 분포와 먹이 풍도와의 직접적인 관계를 파악하기 위해 해당 해역의 어류 및 두족류 등 먹이생물의 현존

량을 파악하는 것이 필요하나 어구어법이 정량화된 연안 어획 조사는 대부분 2006년 이전의 결과로(Cha et al., 2001, Kim et al., 2014) 분석에 포함시키지 못하였다. 해양수산부 수산정보포털(www.fips.go.kr)에서 제공하는 단위수협별 어업생산통계를 활용할 수 있었으나 이는 연안어업과 근해어업 구분이 불분명해 주로 해안선으로부터 500 m 이내의 연안에서만 서식하는 남방큰돌고래의 먹이생물의 현존량을 파악하는데 적합하지 않았다. 추후 돌고래 무리의 분포와 서식지 내 먹이 풍도와의 관계를 파악하기 위해 먹이생물의 현존량에 대한 자료 수집은 물론, 발견된 돌고래 무리의 행동특성을 섭이·이동·휴식·사회적 행동으로 구분하고(Hawkins and Gartside, 2008) 행동 분석을 통해 섭이장으로 선호되는 해역을 특정하는 등 관련 자료 보완이 필요하다.

육상 정점조사를 시작한 첫 해인 2011년 조사에서 이전조사 결과와 유사한 분포 양상을 보였으나, 2012년 이후부터 돌고래 무리가 빈번하게 관찰되던 한림읍 일대에서 80회의 정점조사를 수행하였음에도 불구하고 돌고래 무리가 발견되지 않았다. 반면 2012년 이후 한림읍 인근 지역인 한경면 해안에서 돌고래 무리의 발견율이 점차 상승하고 제주 남부 연안에서 돌고래 무리가 자주 발견된 것은 제주 북서부 해역이 2012년 이전과는 다르게 한림읍 일대 수중소음 증가에 의한 서식여건 악화가 일부 기인한 것으로 판단된다. 한림항 선박 입·출항 실적은 2011년 이전까지 각각 80만 톤 수준을 유지했으나 2012년 이후 물동량이 급증해 매년 100만톤 이상을 기록하고 있어(Jeju Special Self-Governing Province, 2015), 한림항 및 주변수역의 선박 엔진과 프로펠러 소음이 점차 증가한 것으로 추정된다. 돌고래류는 수중에서 음파를 이용해 사물을 구별하거나 의사소통을 하므로(Richardson et al., 1995) 선박에서 발생하는 소음으로부터 회피하는 경향을 보인다(Jefferson, 2000; Lusseau, 2005; Jensen et al., 2009). 특히 프로펠러가 회전 시 발생하는 공동현상(Cavitation)에 의한 소음은 돌고래가 주로 이용하는 음역대와 중복되는 경우가 많아 돌고래의 서식지 포기나 섭이 교란을 야기할 뿐 아니라(Tyack, 2008) 만성적인 스트레스 증가요인이 되기도 한다(Wright et al., 2007).

한림읍 수원리 해상은 한림해상풍력지구로 지정되어 100 MW 급 해상풍력 발전단지를 목표로 개발 중이며 2012년에 사업타당성 조사 및 풍황 데이터베이스 구축을 위한 기상탑을 해안에서 약 2 km 떨어진 해상에 설치하였다(KEPCO E&C, 2012). 해상에 구조물을 설치하기 위한 말뚝 박기(pile driving) 작업 시 발생하는 소음은 40 km 밖에서도 감지되며 돌고래의 분포 및 풍도에 영향을 미치는 것으로 보고되었다(David, 2006; Madsen et al., 2006). 특히 말뚝 박기 작업에서 발생하는 10 kHz 이하의 저주파는 돌고래가 가장 민감하게 반응하는 음역대이다(Richardson and Würsig, 1996). 제주도의 남방큰돌고래는 연안 정착성이며 이동범위가 크지 않은 분포 특성으로 인해(Choi et al., 2009) 외부환경 변화에 따라 민감하게 반응한

다. 해상풍력발전기는 완공 후에도 발전기의 터빈에서 발생하는 저주파음이 주변 수역에 서식하는 해양포유류의 행동변화에 영향을 끼치기도 하므로(Koschinski et al., 2003) 제주도 근해에 해상풍력단지가 들어서게 되면 서식지가 중복되는 남방큰돌고래의 생태에 영향이 미치지 않을 수 없다. 해상풍력단지를 조성하기 전에 해양생태계와의 상호작용에 대한 충분한 사전평가 연구가 진행되어야 할 것으로 보인다.

제주도에 서식하는 남방큰돌고래를 대상으로 한 음향학적 연구는 몇 차례의 기회적인 수중명음을 녹음하고 그 특성을 파악한 정도에 머물러 있다(NFRDI, 2005). 따라서 서식지 내 수중소음이 남방큰돌고래의 분포 및 행동에 미치는 영향을 파악하기 위해서는 서식지의 수중소음에 대한 주기적인 측정과 함께 제주도 계군의 수중명음 특성을 분석하는 음향연구와 행동 연구가 병행되어야 할 것으로 보인다.

선박조사와 2011년 육상 정점조사를 통해 제주도 남부에서는 돌고래 무리가 발견되지 않아 2012-2014년에 걸쳐 조사노력을 발전확률이 높은 제주도 북부에 집중함에 따라 제주도 남부에서의 조사노력 부족으로 인해 남방큰돌고래 무리 발견이 없었다. 2015년 들어 제주도 남부에서도 돌고래가 자주 관찰되고 있으므로 제주 남부를 포함한 전체 조사노력량을 늘려 제주도 전 해역의 정확한 분포상황을 파악해야 할 것이다.

남방큰돌고래 무리의 크기가 적게는 2개체에서 많게는 78개체로 가변적이었던 것은 연안에 서식하는 큰돌고래류에서 나타나는 전형적인 집단 구성 형태인 이합-집산 양상(fission-fusion grouping pattern)의 결과이다(Würsig and Würsig, 1977; Smolker et al., 1992; Möller et al., 2002). 이와 같은 분포 양상은 같은 계군 내의 개체들이 섭이활동을 할 때에는 무리가 나뉘어져 개체간 섭이경쟁을 피할 수 있기 때문인 것으로 추정된다(Connor et al., 2000).

큰돌고래류는 계군의 크기에 따라 1개체에서 수천 개체로 구성된 무리를 이루기도 하나 2-15개체로 구성된 무리가 일반적이다(Shane et al., 1986). 가장 빈번하게 관찰된 제주도 남방큰돌고래의 무리 크기는 36-40 개체로 구성되어 이보다 두 배 이상 컸다. Shane et al. (1986)은 서식지의 수심이 깊어질수록, 서식지의 개방성이 높아질수록 잠재적인 포식자의 공격이나 거친 해황과 같은 외부 자극에 대비해야 하므로 큰돌고래류 무리의 크기는 증가하는 경향이 나타난다고 보았다. 제주도는 해안선이 단조롭고 외해와 직접 접촉하고 있어 환경 변화에 대응하기 위해 남방큰돌고래 무리의 크기가 전체 개체수에 비해 크게 형성되는 것으로 판단된다. Möller et al. (2002)과 Shirakihara et al. (2002)은 남방큰돌고래를 대상으로 한 고래관광선의 상시운항에 따른 서식지 교란에 의해 무리 크기의 변동 가능성을 제기했다. 제주도 내 선박운행 빈도와 수중 소음측정에 따른 돌고래 무리 크기의 변동을 지속적으로 관찰한다면 인간활동이 돌고래 무리에 미치는 영향을 알 수 있을 것이다.

사 사

이 연구는 국립수산과학원 고래연구센터의 수산시험연구소 사업인 '고래류 자원 및 생태조사(RP-2015-RE-001)'의 지원으로 작성되었습니다.

References

Cha BY, Kim BY and Oh SW. 2001. Catch variation and fishing period of the set net fishery in coastal waters of Jeju Island. *Korean J Ichthyol* 13, 210-219.

Choi SG, Kim HW An YR, Park KJ and Kim ZG. 2009. Coastal resident stock of bottlenose dolphins in the Jeju Islands. *Korean J Fish Aquat Sci* 42, 650-656. <http://dx.doi.org/10.5657/KFAS.2009.0650>.

Chung SH and Kim K. 2012. A Study on the Plans for Fostering the Marine Tourism in Jeju Island. Jeju development Institute, Jeju, Korea, 1-226.

Connor RC, Wells RS, Mann J and Read A. 2000. The bottlenose dolphin: social relationships in a fission-fusion society. In: *Cetacean societies: field studies of dolphins and whales*. Mann J, Connor RC, Tyack PL and Whitehead H, eds. The University of Chicago Press, Chicago, U.S.A., 91-126.

David JA. 2006. Likely sensitivity of bottlenose dolphins to pile-driving noise. *Water Envi J* 20, 48-54.

Hawkins ER and Gartside D. 2008. Dolphin tourism: impact of vessels on the behaviour and acoustics of inshore bottlenose dolphins (*Tursiops aduncus*). *Sustainable Tourism*. CRC, Queensland, 1-100.

Jefferson TA. 2000. Population biology of the Indo-Pacific humpbacked dolphin in Hong Kong waters. *Wildlife Monogr* 144, 1-65.

Jefferson TA, Webber MA and Pitman RL. 2008. *Marine mammals of the world. A comprehensive guide to their identification*. Academic Press, London, U.K., 221-223.

Jeju Special Self-Governing Province. 2015. Industrial Economic Information Network – traffic data of the Hanrim port. <http://ind.jeju.go.kr/index.php?mid=KR152104&year=2015&month=&porttype=B&port=BRI&sso=ok> on October 20.

Jensen, FH, Bejder L, Wahlberg M, Aguilar Soto N, Johnson M and Madsen PT. 2009. Vessel noise effects on delphinid communication. *Mar Ecol Progr Ser* 395, 161-175.

Kim DK. 2006. A study on the restoration of marine forests using artificial reef on the barren grounds along the coast of Jeju. Ph.D. Thesis, Cheju National University, Jeju, Korea.

Kim HW. 2011. Distribution patterns and population abundance estimates of Indo-Pacific bottlenose dolphins (*Tursiops aduncus*) off the Jeju Island, Korea, in the early 2000s. Ph.D. Thesis, Pukyong National University, Busan, Korea.

Kim MJ, Lee JH, Lee CH and Kim BY. 2014. Species composition and variation of catches by a set net in the coastal waters of Gyudeok, Jeju island. *J Kor Soc Fish Technol* 50, 407-415.

Kim SH. 2009. The studies on migration pathway and distribution of the bottlenose dolphin, *Tursiops truncatus*, for sight-seeing at the coastal waters of Jeju Island on Korea. Ph.D. Thesis, Cheju National University, Jeju, Korea.

KEPCO E&C. 2012. Jeju offshore wind projects meteorological tower installation completed. <http://www.kepco-enc.com> on October 20.

Ko JC, Kim JT, Kim SH and Rho HK. 2003. Fluctuation characteristic of temperature and salinity in coastal waters around Jeju Island. *J Kor Fish Soc* 36, 306-316.

Koschinski S, Culik BM, Henriksen OD, Tregenza N, Ellis G, Jansen C and Kathe G. 2003. Behavioural reactions of free-ranging porpoises and seals to the noise of a simulated 2 MW windpower generator. *Mar Ecol Progr Ser* 265, 263-273.

Lusseau, D. 2005. Residency pattern of bottlenose dolphins *Tursiops* spp. in Milford Sound, New Zealand, is related to boat traffic. *Mar Ecol Progr Ser* 295, 265-272.

Madsen PT, Wahlberg M, Tougaard J, Lucke K and Tyack P. 2006. Wind turbine underwater noise and marine mammals: implications of current knowledge and data needs. *Mar Ecol Progr Ser* 309, 279-295.

Morisaka T, Shinohara M, Nakahara F and Akamatsu T. 2005. Geographic variations in the whistles among three Indo-Pacific bottlenose dolphin *Tursiops aduncus* populations in Japan. *Fish Sci* 71, 568-576.

Möller LM, Allen SJ and Harcourt RG. 2002. Group characteristics, site fidelity and abundance of bottlenose dolphins (*Tursiops aduncus*) in Jervis Bay and Port Stephens, south-eastern Australia. *Aust Mammal* 24, 11-21.

Natoli A, Peddemors VM and Hoelzel AR. 2008. Population structure of bottlenose dolphins (*Tursiops aduncus*) impacted by bycatch along the east coast of South Africa. *Conserv Genet* 9, 627-636.

NFRDI. 2005. Acoustical study of Cetacean. NFRDI, 1-134.

NFRDI. 2008. A study on restoration of barren ground in Jeju Island. NFRDI, 1-41.

Quinn T and Brodeur RD. 1991. Intra-specific variation in the movement patterns of marine animals. *Am Zool* 3, 231-241

Richardson, WJ, Green Jr. CR, Malme CI and Thompson DH. 1995. *Marine Mammals and Noise*. Academic Press, San Diego, California, U.S.A.

Richardson WJ and Würsig B. 1996. Influences of man-made noise and other human actions on cetacean behaviour. *Mar Fresh Behav Physiol* 29, 183-209.

Shane, SH., Wells, RS and Würsig, B. 1986. Ecology, behavior and social organization of the bottlenose dolphin: a review. *Mar Mamm Sci* 2, 34-63.

Shirakihara M, Shirakihara K, Tomonaga J and Takatsuki M. 2002. A resident population of Indo-Pacific bottlenose dol-

- phins (*Tursiops aduncus*) in Amakusa, western Kyushu, Japan. Mar Mamm Sci 18, 30-41.
- Shirakihara M, Yoshida H and Shirakihara K. 2003. Indo-Pacific bottlenose dolphins *Tursiops aduncus* in Amakusa, western Kyushu, Japan. Fish Sci 69, 654-656.
- Smolker RA, Richards AF, Connor RC and Pepper JW. 1992. Sex differences in patterns of association among Indian Ocean bottlenose dolphins. Behav 123, 38-69.
- Tyack PL. 2008. Implications for marine mammals of large-scale changes in the marine acoustic environment. J Mammal 89, 549-558.
- Wang JY and Yang AC. 2009. Indo-Pacific bottlenose dolphin (*Tursiops aduncus*). In: Encyclopedia of marine mammals, 2nd Ed. Perrin WF, Würsig B and Thewissen JGM eds. Academic Press, Amsterdam, 602-608.
- Würsig B and Würsig M. 1977. The photographic determination of group size, composition, and stability of coastal porpoises (*Tursiops truncatus*). Science 198, 755-756.
- Wright AJ, Soto NA, Baldwin AL, Bateson M, Beale CM, Clark C, Deak T, Edwards EF, Fernandez A, Godinho A, Hatch LT, Kakuschke A, Lusseau D, Martineau D, Romero ML, Weiglart LS, Wintle BA, Notarbartolo-di Sciara G and Martin V. 2007. Do marine mammals experience stress related to anthropogenic noise? Int J Comp Psychol 20, 274-316.