

제주 연안에 출현하는 큰돌고래(Bottlenose dolphins) 연안 정착성 개체군

최석관*·김현우·안용락·박겸준·김장근
국립수산과학원 고래연구소

Coastal Resident Stock of Bottlenose Dolphins in the Jeju Islands

Seok Gwan Choi*, Hyun Woo Kim, Yong Rock An,
Kyum Joon Park and Zang Geun Kim
Cetacean Research Institute, NFRDI, Ulsan 680-050, Korea

Recently, bottlenose dolphins have frequently appeared in coastal waters of the Jeju Islands. To determine whether these individuals belong to one or more pods, the Cetacean Research Institute (CRI) established visual and photo-identification surveys in the Jeju Islands from November 2007 to July 2009. During visual surveys, pods composed of 10 to 80 individuals were sighted mainly in the northeastern and northwestern of Jeju Islands. Eighty-nine individuals were identified and cataloged by photo-identification using natural nicks and notches on their dorsal fins. Thirty-six individuals were identified three times or more, and nine individuals were identified five times during seven surveys. One individual appeared in November 2007, August 2008, October 2008, April 2009, and July 2009. The results of our study confirm that these dolphins represent a coastal resident stock. Furthermore, we will establish dolphin abundance, management, and usage studies using continuous visual and photo-identification surveys.

Key words: Bottlenose dolphin, Photo-identification, Jeju Islands, Visual survey

서 론

큰돌고래 (Bottlenose dolphin)는 고래목 이빨고래아목 참돌고래과에 속하는 해양포유동물이며, 세계 대양의 온대 및 열대수역 외해뿐만 아니라 연안에 폭넓게 분포하고 있는 돌고래류이다 (Leatherwood and Reeves, 1990). 큰돌고래는 주로 20마리 이하의 무리를 이루나 외해에서는 수백 마리가 무리를 이루기도 한다. 우리나라에서는 제주도 연안과 내만을 비롯하여 서해, 남해 그리고 동중국해에 분포하고 있다 (Kim et al., 2007).

최근 우리나라에서 큰돌고래가 자주 출현하고 있는 해역은 제주도 연안이다. 이를 확인하기 위하여 1999년부터 본격적인 고래연구를 시작한 국립수산과학원 고래연구소에서는 제주도 연안에서 출현하고 있는 큰돌고래의 분포, 개체수 추정 및 개체식별 가능성을 검토하기 위하여 2005년 8월 처음으로 시험조사선에 의한 목시조사 (visual survey)를 직접 수행하여 큰돌고래의 출현을 확인하였고, 2006년에는 제주 연안에서 조사 중인 시험조사선 (탐구16호), 해양경찰 순시선 등의 협조로 해상관찰 정보를 수집하여 확인하였다 (NFRDI, 2007). 또한 제주 연안에서 고래관광의 가능성을 확인하기 위하여 큰돌고래 분포조사를 실시한 바, 연중 출현하고 있다는 사실을 밝혔다 (Kim et al., 2008, 2009).

하지만, 제주 연안에 연중 출현하는 큰돌고래의 개체군이

동일한 개체군인지 다른 개체군인지 여부는 확인하지 못하고 있다. 이를 확인하기 위해서는 개체군에 속해있는 각각의 개체들을 식별한 후 반복 관찰을 통해 동일개체가 개체군 내에 존재하는 지를 파악해야 한다. 큰돌고래는 등지느러미의 뒷부분에 나타나는 홈집이나 톱니 모양의 형태가 개체별로 뚜렷이 구분되므로, 인공적인 표지법 대신, 이를 자연표지로 간주하여 개체를 식별한다 (Williams et al., 1993; Wilson et al., 1999). 최근에는 카메라의 발달 및 고해상도의 사진 출력 등으로 인하여 큰돌고래의 개체별 등지느러미 사진을 촬영하여 비교 분석함으로써 큰돌고래의 개체식별이 보다 용이하게 되었다 (Defran et al., 1990; Würsig and Jefferson, 1990). Song et al. (2008)은 우리나라에서도 제주 연안 큰돌고래의 개체식별을 위해 사진에 의한 개체식별방법 (Photo-identification method)의 이용이 가능함을 확인하였다. 이러한 연구를 통해 얻어진 자료를 분석하여 대상 개체군의 분포 패턴과 지역밀집도, 뿐만 아니라 개체군의 크기와 생활사의 여러 특징 등을 파악하는 것이 가능하다.

본 연구에서는 제주 연안에 출현하는 큰돌고래 자원의 보존 및 관리에 관한 정책수립과 관광자원으로의 이용 등에 기초적인 자료로 활용하기 위하여 2007년 11월부터 2009년 7월까지 실시한 제주연안 큰돌고래 조사에서 각각의 개체별로 수집한 큰돌고래의 등지느러미 사진을 활용 및 분석하여 현재 제주 연안에 출현하고 있는 큰돌고래가 동일한 개체군이며 연중 서식하고 있는 연안 정착성을 밝히고자 한다.

*Corresponding author: sgchoi@nfrdi.go.kr

재료 및 방법

목시조사 및 사진식별조사

목시조사는 제주 연안을 대상으로 2007년 11월부터 2009년 7월까지 계절별로 총 8회를, 국립수산과학원 제주수산연구소 소속 시험조사선 탐구 16호 (39톤) 및 18호 (69톤)를 이용하여 해안선으로부터 2 n.mile 이내의 연안을 따라 10~13 Knots로 항해하면서 쌍안경을 이용하여 목시로 수행하였다. 조사 중 큰돌고래의 무리를 발견하면 휴대용 GPS를 통해 고래의 발견 위치, 발견 시간, 고래의 행동, 고래의 두수를 야장에 기록하여 분석에 이용하였다.

사진식별조사는 고무보트인 선외기 (4.5 m, 30 HP, 22.5 ps)를 이용하여 발견한 큰돌고래의 무리에 가까이 접근해 디지털 카메라 (Nikon, D2Xs, 70~200 mm렌즈이용)로 사진을 촬영하였다. 큰돌고래의 개체식별이 가능한 부분은 등지느러미의 흠집이나 톱니 모양이므로 (Williams et al., 1993; Wilson et al., 1999), 촬영자는 개체식별에 이용할 사진을 수집하기 위하여 각 개체의 등지느러미 오른쪽 측면을 우선적으로 촬영하였으며 부가적으로 왼쪽 측면을 촬영하였다. 부가적으로 비디오 카메라 (Sony corp., HDR-SR1) 촬영을 통해 큰돌고래 무리의 개체별 행동양상을 기록하였다. 목시조사 중 큰돌고래를 발견하였지만 해상상태의 불량으로 사진을 촬영하지 못한 조사를 제외하고, 총 7회의 사진식별조사 자료를 분석에 이용하였다.

개체식별 사진 수집 및 등록

촬영된 사진은 화상편집프로그램 (ACD Systems Ltd., ACDsee 6.0)을 사용하여 개체식별에 이용되는 큰돌고래의 등지느러미가 선명하게 촬영된 사진만을 취사선택하였다. 선택된 사진들에서 개체별로 등지느러미 부분을 절취하여 개체식별을 위한 기본 자료로 이용하였다. 큰돌고래는 각 개체마다 등지느러미의 흠집이나 톱니모양이 다르고 이것이 오랜 동안 유지되기 때문에 개체를 구별하는데 이용할 수 있다 (Fig. 1). 앞서 조사를 실시하여 수집한 각 개체의 등지느러미 사진에 고유한 개체 식별번호를 부여하고 이후 조사기간 동안



Fig. 1. Scars and notches on the dorsal fin as natural marker.

Table 1. The efforts of visual surveys and number of bottlenose dolphins presenting in coastal Jeju Islands from Nov. 2007 to July 2009

Year/Month	Survey efforts (days/n.miles)	No. of dolphins by sighting
2007 Nov.	3/132.9	80
2008 Apr.	4/127.7	50
June	3/92.2	10
Aug.	3/152.0	30
Oct.	4/191.8	30
2009 Feb.	3/85.4	45
Apr.	3/77.6	50
July	3/131.4	60

촬영한 각 개체의 등지느러미 사진을 대조해 재발견된 개체와 새로 발견된 개체를 구분한 후, 새로 발견된 개체에는 또다시 고유한 개체식별번호를 부여하였다. 이와 같은 방법으로 조사마다 반복적으로 처리하여 개체식별 사진을 수집 및 등록하였다.

결 과

조사항정, 발견위치 및 두수

2007년 11월부터 2009년 7월까지 수행한 제주 연안 큰돌고래 조사의 결과를 Table 1에 나타내었다. 조사시기와 큰돌고래를 발견한 시기는 2월, 4월, 6월, 7월, 8월, 10월 및 11월이었으며, 조사를 계획한 기간은 매회 4~5일이었지만 기상 및 해상 조건 때문에 1~2일 조사를 수행하지 못하여 평균적으로 조사 기간은 3~4일이었다. 또한 계획한 조사라인을 따라 이동하면서 쌍안경을 이용하여 목시로 관찰하기 때문에 해상 조건에 따라 조사한 항정은 최소 77.6 n.mile에서 최대 191.8 n.mile이었다.

조사기간 동안 큰돌고래의 무리를 발견한 위치는 Fig. 2와 같고, 발견 두수는 Table 1에 나타내었다. 큰돌고래의 무리는 제주도 북동쪽과 북서쪽에서 발견되었고, 조사 동안 발견된 큰돌고래의 두수는 10~80 마리였다. 2007년 11월 조사에서 가장 많은 80마리를 발견하였으며, 2008년 6월에 가장 적은 10마리를 보았다. 두수가 30~50 마리의 범위에서 출현한 회수가 5회로 전체 조사회수의 약 67%를 차지하였다. 이러한 결과는 2008년 4월부터 2009년 3월에 걸쳐 제주 연안 큰돌고래의 출현해역 분포조사에서 나타난 결과와 동일하게 나타났다 (Kim et al., 2008; Kim et al., 2009).

사진에 의한 개체식별

조사마다 수집한 큰돌고래의 사진을 분석하여 개체를 식별한 결과는 Table 2와 같다. 각 조사마다 개체를 식별하여 등록한 두수는 2007년 11월에 22두, 2008년 4월에 17두, 2008년 8월에 20두, 2008년 10월에 46두, 2009년 2월에 36두, 2009년 4월에 33두, 2009년 7월에 43두 이었다. 2007년 11월의 22두는 처음으로 개체를 식별하여 등록하였지만, 2008년 4월 이후에는 기존의 등록되어 있는 개체와 새롭게 등록하는 개체로 구분하여 등록하였다. 2008년 4월 이후의 조사에서 새롭게

Table 2. Number of accumulated photo-ID, new photo-ID, and photo-ID collected during the survey in coastal Jeju Islands from Nov. 2007 to Jul. 2009

ID Number	Nov. 2007	Apr. 2008	Aug. 2008	Oct. 2008	Feb. 2009	Apr. 2009	Jul. 2009
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							
26							
27							
28							
29							
30							
31							
32							
33							
34							
35							
36							
37							
38							
39							
40							
41							
42							
43							
44							
45							
46							
47							
48							
49							
50							
51							
52							
53							
54							
55							
56							
57							
58							
59							
60							
61							
62							
63							
64							
65							
66							
67							
68							
69							
70							
71							
72							
73							
74							
75							
76							
77							
78							
79							
80							
81							
82							
83							
84							
85							
86							
87							
88							
89							
No. of photo-ID	22	17	20	46	36	33	43
No. of New photo-ID	22	14	12	21	10	7	3
Accum. No. of Photo-ID	22	36	48	69	79	86	89

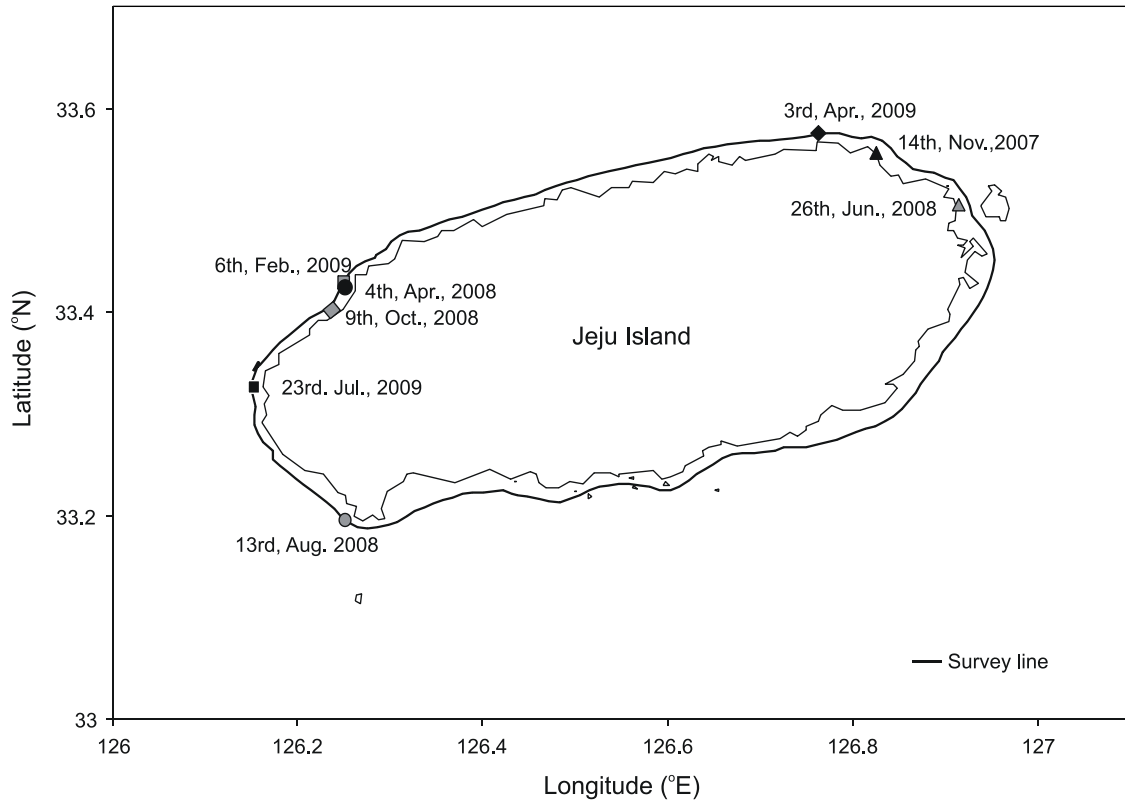


Fig. 2. Survey line and appearance locations of bottlenose dolphins in coastal Jeju Islands from Nov. 2007 to Jul. 2009.

개체를 식별하여 등록한 두수는 2008년 4월에 14두, 2008년 8월에 12두, 2008년 10월에 21두, 2009년 2월에 10두, 2009년 4월에 7두 이었으며, 가장 최근에 등록한 2009년 7월에는 3두로 나타났다. 조사의 횟수가 증가할수록 새롭게 등록되는 개체 두수가 줄어드는 경향을 나타내고 있다. 현재 사진 식별을 통하여 각 개체에 고유번호를 부여한 큰돌고래의 두수는 총 89두이다.

연안 정착성 개체군

사진식별조사를 총 7회 실시하여 수집한 사진으로 개체를 식별하여 고유한 번호를 부여한 두수는 총 89두였다. 총 7회의 조사를 통하여 개체를 식별한 두수 중 한번 확인된 두수는 26두, 두 번은 25두, 세 번은 15두, 네 번은 12두, 다섯 번은 9두로 각각 나타났다 (Fig. 3). 앞서 언급한 바와 같이, 제주 연안에서 출현하는 큰돌고래 무리가 30~50두인 것으로 밝혀진 것처럼 이 결과에서도 세 번 이상 반복하여 확인된 두수가 36두로 나타났다.

계절별로 출현하는 양상을 알아보기 위하여 개체를 식별한 두수 중 다섯 번 반복하여 확인된 개체를 이용하였다. 다섯 번 반복하여 확인된 개체의 고유한 등록번호는 9, 15, 22, 27, 28, 29, 36, 42였다. 등록번호 9의 개체는 2007년 11월, 2008년 8월, 2008년 10월, 2009년 2월, 2009년 7월에 확인되었으며, 이 개체의 등지느러미 사진은 Fig. 4와 같다. 사진을 육안으로

관찰하여도 동일한 개체임을 확인할 수 있다.

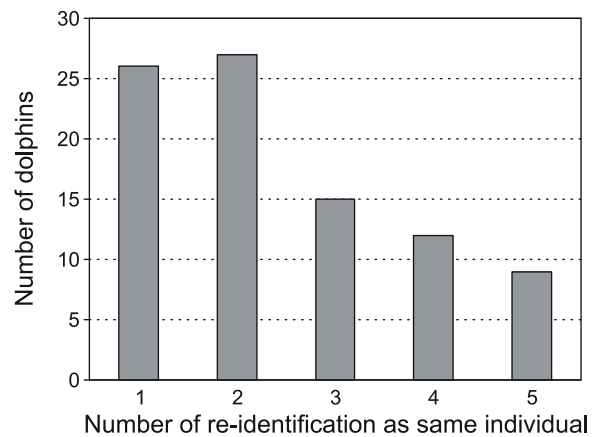


Fig. 3. Number of bottlenose dolphins by number of re-identification as same individual during seven photo-identification surveys.

이상의 결과로 제주 연안에 출현하고 있는 큰돌고래의 무리는 동일한 무리이며, 연중 분포하고 있다는 결론을 내릴 수 있으므로, 이는 제주 연안 큰돌고래가 연안 정착성 개체군임을 확인하였다.

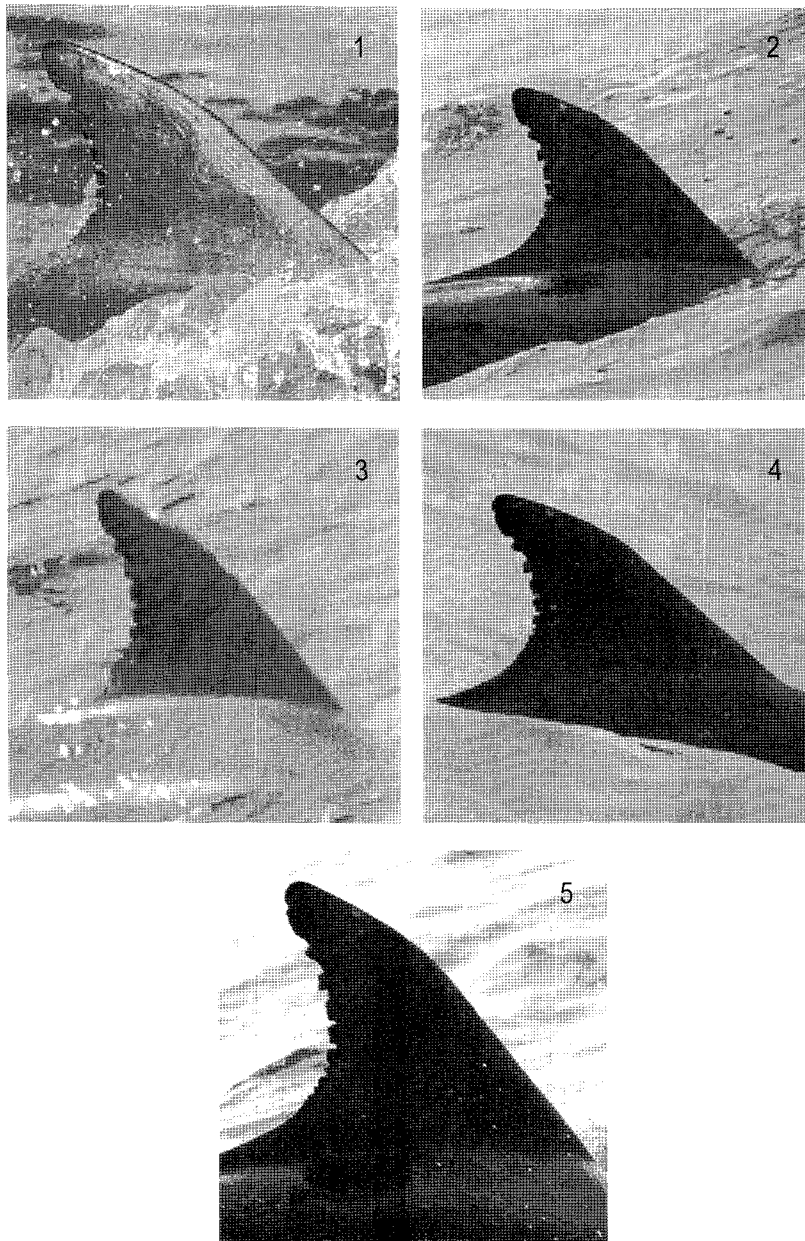


Fig. 4. Photographs of dorsal fin of the bottlenose dolphin re-identified five times during visual survey (1: Nov. 2007, 2: Aug. 2008, 3: Oct. 2008, 4: Feb. 2009, 5: July 2009).

고 찰

본 연구에서 제주 연안에 연중 출현하는 큰돌고래의 무리가 동일한 무리인지를 확인하기 위하여 사용한 사진에 의한 개체 식별방법이 아주 효과적인 결과를 도출하였다. 큰돌고래가 가지고 있는 외부형태의 특징인 등지느러미 뒷부분의 홈집이나 톱니모양을 보고 무리의 개체를 식별할 수 있어 (Williams et al., 1993; Wilson et al., 1999), 이 부분을 집중적으로 사진을 촬영하여 분석함으로써 제주 연안에 자주 출현하였던 큰돌고래가 동일한 무리이며, 연중 출현하는 것으로 확인되었다.

이러한 결과를 토대로 제주 연안 큰돌고래의 개체 수를 평가하고 보존 및 관리해야 하는 중요한 과제를 수행하여야 한다. 그러나 제주 연안 큰돌고래 자원의 크기를 평가하는데 있어서 지금까지의 목시조사를 수행하여 수집한 자료를 이용하는 데에는 무리가 있다. 왜냐하면, 독립적으로 제주 연안을 따라 목시조사를 수행하면서 조사노력, 고래발견정보, 목시에 의한 발견 두수 등의 자료를 수집하여 평가에 이용해야 하는데 현실적으로 제주 연안을 따라 시험조사선을 이용하여 2007년 11월 이전에 여러 번 조사를 실시하였지만 발견하지 못한

경우가 대부분이었다. 결국 발견할 수 있는 확률을 높이기 위하여 2007년 11월 조사부터 제주대학교의 고래연구팀, 제주수산연구소에 근무하는 오피서버, 제주시에서 지정한 모니터링 요원 등의 도움을 받아 발견위치를 통보받고 그 위치로 이동하여 선외기를 이용, 큰돌고래 무리에 접근하여 개체식별을 위한 사진을 촬영하고 또한 그에 대한 검정을 위하여 비디오 촬영도 병행하여 실시하였기 때문에 목시조사에서 수집한 자료를 평가에 이용하기는 어려운 실정이다. 따라서 이러한 문제를 가지고 있는 경우에 적용할 수 있는 자원평가방법을 강구하여 지금까지의 연구 자료를 가지고 제주 연안 정착성인 큰돌고래의 개체 수를 평가할 것이며, 보다 정도 높은 결과를 도출하기 위해서는 지속적인 연구가 이루어져야 할 것으로 판단된다.

본 연구를 수행하면서 가지게 된 또 하나의 의문점은 제주 연안에 출현하는 큰돌고래는 어떤 종 인가이다. 큰돌고래 속 (*Tursiops pp*)에는 Common Bottlenose Dolphin (*Tursiops truncatus*)과 Indo-Pacific Bottlenose Dolphin (*Tursiops aduncus*), 두 종이 있는 것으로 최근에 밝혀졌다 (Wang et al., 1999; 2000a; 2000b). 이 논문에서는 중국 남중국해에서 혼획 및 좌초되어 죽은 큰돌고래를 대상으로 미토콘드리아 DNA의 분석, 골격학적 및 형태학적 차이를 이용하였다. 그래서 본 연구에서도 연구 수행 중에 월정리 해안가에 좌초되었던 한 개체와 종달리 어촌계의 정치망에 걸려 죽은 한 개체를 이용하여 분석한 결과, 월정리의 개체는 Common Bottlenose Dolphin (*T. truncatus*)으로, 종달리의 개체는 Indo-Pacific Bottlenose Dolphin (*T. aduncus*)으로 나타났다. 하지만 좌초된 그리고 혼획된 각각 한 개체를 가지고 분석한 결과이므로 현재 제주연안 정착성인 큰돌고래 개체군에 대해서 두 종이 다 분포하는 것으로 결론을 내리기는 어렵다고 본다. 따라서 이를 해결하기 위하여 앞으로 제주 연안에서 혼획되거나 좌초된 개체를 계속적으로 수집하고, 나아가서는 사진식별조사를 수행하면서 현장에서 직접 조직샘플이 가능한 도구 즉, Biopsy 샘플러 또는 석궁 등을 이용하여 보다 많은 샘플 및 자료를 확보하여 분석하여야만 종에 대한 결론에 도달할 수 있을 것이다.

또한, 제주 연안에 출현하는 큰돌고래를 대상으로 고래관경 (Whale watching)에 대한 논의가 이루어지고 있다. 그러나 현재 제주 연안 정착성 개체군인 큰돌고래에 대한 전반적인 연구가 진행되고 있는 상황에 있어 앞으로 이에 대한 연구결과를 바탕으로 이 종에 대한 보존과 관리를 적극적으로 수행하여 고래관광의 자원으로 이용하여도 개체군에 영향을 주지 않을 정도가 되었을 때에 재논의가 이루어져야 할 것이다.

사 사

본 연구는 국립수산물과학원 고래연구소의 주요 연구과제인 “고래류 자원 및 생태 조사, RP-2009-FR-029” 결과의 일부이며, 조사를 수행하는데 도움을 주신 제주수산연구소 소속 시험조사선 탐구18호 (구, 탐구16호)의 선장님과 전 승무원에게 깊은 감사를 드립니다.

참고문헌

- Defran RH, Shultz GM and Weller DW. 1990. A technique for the photographic identification and cataloging of dorsal fins of bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*). Rep Int Whal Commn 12, 53-55.
- Kim ZG, Choi SG, An YR, Kim HW and Park KJ. 2007. Whales, Dolphins and Porpoises off Korean Peninsula. Kim SG, Ha SR and Kim SH, eds. Hanguel Graphics press, Busan 100-101.
- Kim SH, Kim BY, Lee CH, Choi SG, Kim ZG and Seo DO. 2008. Study on the whale watching of bottlenose dolphins appeared around coast of Jeju island. 1. Distribution survey of Appearance area. Abstract in autumn 2008, Bull. Korean Fish Tech Soc 87.
- Kim SH, Kim BY, Lee CH, Kim ZG, Choi SG, An YR and Seo DO. 2009. Study on the whale watching of bottlenose dolphins appeared around coast of Jeju island. 2. Distribution survey of Appearance area in winter season. Abstract in spring 2009, Bull Korean Fish Tech Soc 99-102.
- Leatherwood S and Reeves RR. 1990. The Bottlenose Dolphin. Academic Press, San Diego pp. 653.
- National Fisheries Research & Development Institute (NFRDI). 2007. Ecosystem Based Research of Cetacean Resources. Report of Nat Fish Res & Dev Ins in 2006, 62-64.
- Song KJ, Kim ZG, An YR, Choi SG and Sohn H. 2008. Feasibility of Photo-identification Techniques for the Bottlenose Dolphins (*Tursiops truncatus*) from Jeju Island, Korea. J Fish Sci Technol 11, 177-181.
- Wang JY, Chou L-S and White BN. 1999. Mitochondrial DNA analysis of sympatric morphotypes of bottlenose dolphins (genus *Tursiops*) in Chinses waters. Mol Ecol 8, 1603-1612.
- Wang JY, Chou L-S and White BN. 2000a. Differences in the external morphology of two sympatric species of bottlenose dolphins (genus *Tursiops*) in the waters of China. J Mammal 81, 1157-1165.
- Wang JY, Chou L-S and White BN. 2000b. Osteological differences between two sympatric forms of bottlenose dolphins (genus *Tursiops*) in Chinese waters. J Zool (Lond) 252, 147-162.
- Williams J, Dawson SM and Thompson PM. 1993. The abundance and distribution of bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) in Doubtful Sound, New Zealand. Can. J Zool 71, 2080-2088.

- Wilson B, Hammond PS and Thompson PM. 1999. Estimating size and assessing trends in a coastal bottlenose dolphin population. *Ecol Appl* 9, 288-300.
- Würsig B and Jefferson TA. 1990. Methods of photo-identification for small cetaceans. *Rep Int Whal Commn* 12, 43-52.

2009년 9월 9일 접수
2009년 11월 22일 수정
2009년 12월 2일 수리