

새만금에서 발생한 상괭이(*Neophocaena asiaeorientalis*)의 대량 폐사: 이상 저온에 따른 영향의 증거

박검준* · 안두해 · 임채웅¹ · 이태호² · 김두남

국립수산과학원 고래연구소, ¹전북대학교 수의과대학, ²한국농어촌공사 새만금사업단

A Mass Mortality of the Finless Porpoise *Neophocaena asiaeorientalis* at a Dike of the Saemangeum Sea: Possible Effects of Unusually Low Temperatures

Kyum Joon Park*, Du Hae An, Chae Woong Lim¹,
Tae-Ho Lee² and Doo Nam Kim

Cetacean Research Institute, National Fisheries Research & Development Institute, Ulsan, 680-050, Korea

¹College of Veterinary Medicine, Chonbuk National University, Jeonju, 570-752, Korea

²Saemangeum Project Office, Korea Rural Community Corporation, Gimje, 576-804, Korea

On 3 February 2011, a mass mortality of finless porpoises *Neophocaena asiaeorientalis* occurred at a dike of the Saemangeum Sea dike. A total of 249 carcasses were collected; these had been stranded by a sea dike and had floated into the lake formed by the dike. Eight bodies were measured, and four of these were dissected to analyze stomach contents. The blubber thicknesses of five bodies were compared with those of caught finless porpoises in the Yellow Sea from 2010. Finless porpoises at the Saemangeum Sea dike exhibited better nutritive conditions than finless porpoises in the Yellow Sea. Air temperature in January 2011 was lower than the prior 5-year average ($P < 0.05$). Water temperature when the mass mortality occurred was lower than values observed in 2009 and 2010: values below 0°C had been recorded, and the majority of the dike lake had frozen over. The mass mortality of finless porpoises may have been caused by these unusually low temperatures.

Key words: Finless porpoise, Mass mortality, Saemangeum sea dike, Unusual low temperature

서 론

세계적으로 고래류의 대량 폐사는 어구에 의해 주로 발생하는데, 이러한 현상은 지역뉴스를 통해 보도되거나 일부 보고서를 통해서 알려진다(Kuiken et al., 1994). 대량 폐사는 2개체 또는 그 이상의 고래류가 하루 또는 몇 일에 걸쳐 사망하는 것을 말하며, 또 다른 대량 폐사를 일으키는 대량 좌초에 대해서 Sergeant (1982)가 정리를 하였다. 대량 좌초는 대량 혼획보다 자주 보고되고 있으며, Walker et al. (2005)는 1977년부터 2001년까지 미국 플로리다 연안에서 여러 개체의 대량 폐사로 이어진 좌초가 76차례 발생하였다고 하였으며, Rogan et al. (1997)은 아일랜드 서부에서 19개체의 대서양 낫돌고래

(*Lagenorhynchus obliquidens*)가 좌초하여 죽은 것을 생물학적으로 조사하였다. 이 외에 여러 고래류의 대량 폐사는 세계 여러 곳의 언론매체를 통해 계속 알려지고 있다.

우리나라에서도 고래류의 혼획과 좌초로 인한 폐사가 자주 발생하는데, 대부분 한 두 개체가 그물에 걸리거나 한 개체가 좌초하는 경우가 대부분이다(Cetacean Research Institute, Unpublished). 다만 상괭이(*Neophocaena asiaeorientalis*)는 어구에 의해 대량 폐사가 간혹 발생하는데 2008년 10월 29일에 통영에서 상괭이 35개체가 혼획되어 폐사했으며(Yonhapnews, 2008), 2012년 2월 26일 추자도 인근에서 상괭이 7개체가 혼획되어 사망했다(Yonhapnews, 2012). 상괭이는 쇠돌고래과(Family Phocoenidae)에 속하는 돌고래로 다른 돌고래류에

Article history;

Received 18 October 2012; Revised 30 November 2012; Accepted 6 December 2012

*Corresponding author: Tel: +82. 52. 270. 0940 Fax: +82. 52. 270. 0913

E-mail address: mogas@korea.kr

Kor J Fish Aquat Sci 45(6) 723-729, December 2012

<http://dx.doi.org/10.5657/KFAS.2012.0723>

pISSN:0374-8111, eISSN:2287-8815

© The Korean Society of Fisheries and Aquatic Science. All rights reserved

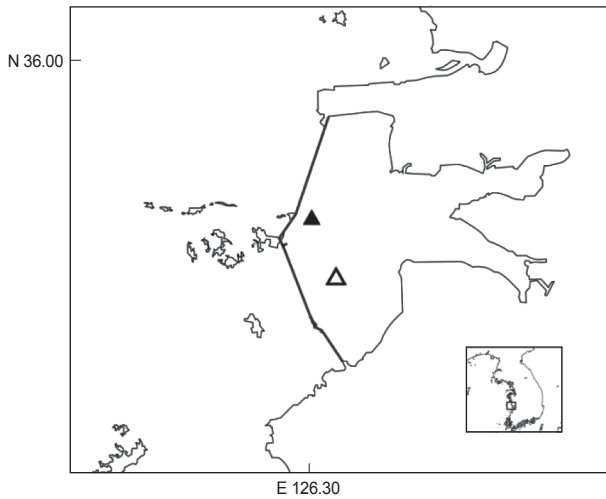


Fig. 1. Saemangeum sea dike (bold solid line) where mass stranding of 249 finless porpoises *Neophocaena asiacorientalis* had happened and water surface temperature survey spots (Spot 1 : ▲, Spot 2 : △).

비해 작은 편에 속한다. 아시아 연안에만 분포하는 종으로 수심이 낮은 연안에 주로 서식하며 우리나라 서해 연안에서 약 36,000개체가 분포하는 것으로 알려졌다(Park et al., 2007).

새만금 방조제는 전라북도 군산에서 신시도와 부안을 연결한 33.9 km의 세계 최장 방조제로 2006년 최종 물막이 공사가 완료되었으며 육지에 있는 만경강과 동진강의 지류를 포함해 401 km²의 면적을 이루고 있다. 신시갑문과 가력갑문이 설치되어 있어 이 갑문들을 통해 새만금 방조제 호의 물과 해수를 순환시키고 있다.

2011년 2월 3일 새만금 방조제의 호 안에서 죽은 상괭이가 어민에 의해 해양경찰에 신고되었고, 이 후로 새만금 방조제 호 안에서 폐사한 상괭이가 대량으로 발견되었다. 본 연구에서는 새만금 방조제 호 안에서 발생한 상괭이 대량 폐사의 관찰 결과와 원인에 대해서 논하였다.

재료 및 방법

죽은 상괭이가 2011년 2월 3일 처음 어민으로부터 신고된 이후, 2월 7일부터 호 안의 선박을 이용하여 수면에 떠 있는 죽은 상괭이와 수면에 밀려온 상괭이를 수거하였다. 수거는 2월에 거의 매일 이루어졌으며 그 이후로 산발적으로 수행되어 4월 21일까지 이루어졌다(Fig. 2).

초기에 수거된 개체 중 부패정도나 상처부위, 훼손정도 등이 적어 비교적 상태가 온전한 8개체를 선택하여 체장과 지방층의 두께를 측정하고 성별을 구별하였다. 체장은 평평한 바닥에서 상괭이와 일직선이 되도록 자를 대고 윗 입 끝에서 꼬리지느러미 분기점까지로 하여 측정하였다. 지방층의 두께는 상괭이의 옆면에서 가슴지느러미가 끝나는 부분에서 가장 윗부분



Fig. 2. A floating finless porpoise *Neophocaena asiacorientalis* body (upper) and collected 24 finless porpoises (lower) in inland lake of Saemangeum sea dike, 10th Feb. 2011.

에서 측정하였다. 상괭이의 성별은 항문과 생식공의 위치, 유선의 유무를 통해 구별하였다. 새만금에서 죽은 상괭이의 영양 상태를 비교하기 위하여 2010년 서해 연안에서 혼획된 상괭이 77개체의 지방층 두께를 비교하였다.

8 개체 중 4개체는 해부하여 위내용물 먹이 종의 조성만을 대상으로 하였으며, 어류는 NFRDI (2004)를 두족류는 NFRDI (1999), 새우류는 Cha et al. (2001)를 참고하여 이에 따라 분류하였다.

새만금 방조제 호 안에서 상괭이 대량 폐사가 확인되기 바로 전 강추위로 새만금 방조제 호의 결빙이 있었으며 이러한 현상이 일반적인지 확인하고 새만금 방조제 주변의 기온과 기온 특성을 알아보기 위해 2006년부터 2011년까지 각 년도별 1월 1일부터 죽은 상괭이가 처음 발견된 2월 3일까지의 기온을 비교하였고 자료는 전라북도 군산기상대에서 관측한 일일평균기온을 사용하였다(KMA, 2012) 새만금 방조제의 호 안에서의 환경특성을 알아보기 위해 2009년과 2010년, 2011년의 12월과 1월에 새만금 방조제 호안 2개의 정점에서 관측된 수온자료

Table 1. Collected finless porpoise *Neophocaena asiaorientalis* body number in inland lake of Saemangeum sea dike by date

Date	Collected number
7th Feb.	75
8th Feb.	28
9th Feb.	4
10th Feb.	24
11th Feb.	3
12th Feb.	9
13th Feb.	1
15th Feb.	1
16th Feb.	30
18th Feb.	5
21st Feb.	10
22nd Feb.	14
23rd Feb.	1
24th Feb.	18
25th Feb.	14
2nd Mar.	1
7th Mar.	1
11th Mar.	3
21st Mar.	2
21st Apr.	5
Total	249

를 사용하였다(Fig 1).

결 과

폐사 규모

새만금 방조제 호 안에서 죽은 상괭이에 대한 수거가 시작된 2월 7일부터 마지막으로 수거된 4월 21일까지 수거된 상괭이의 개체수는 Table 1과 같다. 2월 7일 새만금 방조제나 물으로 좌초되거나 수면에 떠있던 수거된 상괭이 사체는 가장 많은 75 개체였다. 2월 16일에는 그 다음으로 많은 30개체, 2월 8일에는 28개체가 수거되었다. 월별로는 2월에 237개체로 대부분의 개체가 수거되었으며 14일과 19일, 20일, 26일, 27일, 28일을 제외하고 매일 수거되었다. 3월에는 2일과 7일, 11일 그리고 21일에 걸쳐 7개체가 수거되었다. 일별로 3개체 미만이 수거되었다. 4월에도 21일에 5개체가 수거되었다. 총 249개체의 상괭이 사체가 수거되었으며 4월 이후로 상괭이의 사체는 발견되지 않았다.

생물학적 상태

Table 2. Body length, blubber thickness and sex of sampled 8 specimen which were selected by good condition among collected from 9th Feb. to 10th Feb. 2011 in Saemangeum sea dike. All measurement in centimeter (- represent no data)

Specimen number	Body Length	Blubber thickness	Sex	Remarks
Specimen 1	155	6.5	Male	
Specimen 2	153.7	6.6	Female	Carried out Autopsy
Specimen 3	144	5.4	Female	
Specimen 4	104.8	5.1	Female	
Specimen 5	106.2	2.6	Male	
Specimen 6	111.4	-	Male	Measured
Specimen 7	155.2	-	Female	
Specimen 8	152.7	-	Male	

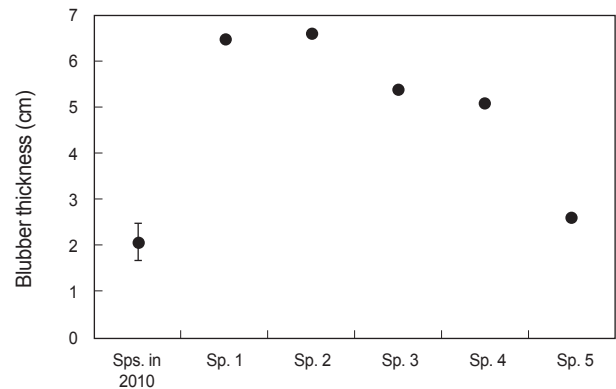


Fig. 3. Comparison of average blubber thickness of 77 finless porpoise *Neophocaena asiaorientalis* which by-caught in 2010 spring and blubber thickness of Saemangeum specimens. The error bar represent standard deviation.

2월 9일과 10일에 수거된 상괭이 중 상태가 온전한 개체를 선택하여 외형을 측정하고 성별을 구별하였다. 총 8개체의 상괭이가 샘플로 선택되었으며 각 샘플별 체장과 지방층 두께, 성별은 Table 2와 같다. 가장 큰 개체는 155.2 cm의 암컷이었으며 가장 작은 개체는 104.8 cm의 암컷이었다. 성별로는 암컷과 수컷이 각각 4개체였다.

8개체 중에서 암컷 3개체와 수컷 1개체는 지방층 측정 후에 해부하여 위내용물을 수집하였으며 106.2 cm의 수컷 1개체는 지방층 두께만 측정하였다. 상괭이 5개체의 측정 결과 6.5 cm에서 2.6 cm 사이의 지방층 두께를 보였다. 체장 153.7 cm의 암컷이 가장 두꺼웠으며 상괭이 5개체의 평균 지방층 두께는 5.24 cm 였다. 2010년 서해에서 3월말과 5월 사이에 혼획된 상괭이 77개체의 평균 지방층 두께는 2.1 (±0.4) cm로 새만금 방조제 호에서 죽은 상괭이보다 얇았는데, 지방층이 가장 두꺼운 2번 샘플과는 4.5 cm, 가장 얇은 5번 샘플과는 0.5 cm의 차

Table 3. Prey composition in the stomachs of 4 finless porpoise *Neophocaena asiaorientalis* which were carried out autopsy

Specimen number	Prey species				Mass weight
Specimen 1	<i>Acanthogobius flavimanus</i>	<i>Palaemon gravieri</i>	<i>Loligo beka</i>	<i>Mugil cephalus</i>	944 g
Specimen 2	<i>Acanthogobius flavimanus</i>	<i>Palaemon gravieri</i>	<i>Loligo beka</i>		214 g
Specimen 3	<i>Acanthogobius flavimanus</i>	<i>Palaemon gravieri</i>	<i>Loligo beka</i>		54 g
Specimen 4	<i>Acanthogobius flavimanus</i>	<i>Palaemon gravieri</i>			39 g

이를 보여 2010년 상괭이의 표준편차 0.4 이상으로 두꺼웠다 (Fig. 3).

4개체의 상괭이에서 위내용물을 확인한 결과는 Table 3과 같다. 총 4종의 먹이생물이 확인되었으며 확인된 먹이생물은 문절망둑(*Acanthogobius flavimanus*)과 그라비새우(*Palaemon gravieri*), 참꼰뚜기(*Loligo beka*), 송어(*Mugil cephalus*)였다. 1번 샘플의 위에서 4종의 먹이생물이 모두 발견되었으며 위내용물의 무게도 944 g으로 가장 많았다. 2번 샘플의 위에서는 문절망둑, 그라비새우, 참꼰뚜기 3종의 먹이생물이 발견되었으며 위내용물의 무게는 214 g으로 두 번째로 많았다. 3번 샘플에서도 2번 샘플과 마찬가지로 문절망둑과 그라비새우, 참꼰뚜기 3종의 먹이생물이 발견되었고 위내용물의 무게는 54 g이었다. 4번 샘플에서는 문절망둑과 그라비새우 2종만 발견되었으며 위내용물의 무게는 39 g으로 가장 적었다. 이와 같이 새만금 방조제 호안의 상괭이는 죽기 전까지 어류와 두족류, 갑각류를 포식했던 것으로 밝혀졌다.

새만금 방조제 호의 기온과 수온 특징

전라북도 군산에서 2006년부터 2010년까지 1월 1일부터 2월 3일까지의 일일기온의 평균기온과 2011년의 1월 1일부터 2월 3일까지 일일기온은 Table 4와 같다. 2006년부터 2010년까지 일일평균기온은 3.8°C에서 -4.5°C의 범위를 보였으며 1월 1일부터 2월 3일까지의 평균기온은 -0.3 (±1.7)°C로 약간의 영하권을 보였다. 반면 2011년의 일일기온은 1.0°C에서 -9.1°C의 범위를 보여 2006년과 2010년의 평균기온에 비해 최고기온은 -3.8°C, 최저기온은 -4.5°C의 차이를 보였다. 평균기온은 -4.1 (±2.3)°C로 이전보다 -3.8°C 낮았다. t-test 결과 1월 1일부터 2월 3일까지의 2006년부터 2010년까지 일일평균기온과 2011년의 일일기온은 유의한 차이가 있었다 ($P < 0.05$).

각 비교군별 기온의 변화는 Fig. 4에 나와 있다. 2006년부터 2010년까지의 기온에서 영하권을 기록한 날은 20일이었으며 영상권을 기록한 날은 14일이었다. 1월 5일부터 1월 17일까지 계속 영하권을 보인 반면 18일 이후부터는 대부분 영상권을 기록하였다. 2011년의 기온에서는 1월 5일과 2월 2일, 2월 3일, 총 3일을 제외하면 모두 영하권을 기록하였다. 특히 1월 14일 이후로는 1월 31일까지 1월 23일을 제외하고 계속 -3°C 이하에 머물렀다(Fig. 4).

새만금 방조제 호의 안에서 2009년과 2010년 그리고 2011년

Table 4. Comparison of average daily temperature of 2006 to 2010 and daily temperature in 2011 from 1st Jan. to 2nd Feb. in Gunsan. The parentheses represent standard deviation. Unit of temperature is Celsius

Date	2006-2010	2011
1st Jan.	-2.78 (2.80)	-6
2nd Jan.	0.40 (2.07)	-4.5
3rd Jan.	0.48 (3.43)	-3.3
4th Jan.	1.48 (2.77)	-2
5th Jan.	-0.52 (4.16)	0.1
6th Jan.	-1.70 (4.37)	-3.4
7th Jan.	-1.46 (3.97)	-4.9
8th Jan.	-1.68 (3.97)	-2.5
9th Jan.	-1.24 (2.81)	-2.8
10th Jan.	-0.12 (2.38)	-6.1
11th Jan.	-0.54 (2.62)	-2.9
12th Jan.	-1.74 (3.25)	-4.2
13th Jan.	-4.48 (3.25)	-4.9
14th Jan.	-3.38 (2.23)	-2.4
15th Jan.	-1.66 (2.35)	-7.4
16th Jan.	-1.58 (3.06)	-9.1
17th Jan.	-1.26 (3.46)	-6.6
18th Jan.	1.10 (2.99)	-4.4
19th Jan.	2.22 (2.60)	-3.4
20th Jan.	3.76 (2.58)	-4.8
21st Jan.	1.24 (1.88)	-5.2
22nd Jan.	0.38 (3.17)	-3.3
23rd Jan.	-1.66 (2.70)	-1.6
24th Jan.	-0.90 (2.79)	-4.3
25th Jan.	-0.64 (1.65)	-5.8
26th Jan.	-1.24 (1.27)	-6
27th Jan.	0.50 (1.45)	-5.5
28th Jan.	1.30 (1.49)	-4.9
29th Jan.	0.82 (1.56)	-6.3
30th Jan.	2.82 (3.33)	-6.8
31st Jan.	2.06 (3.62)	-5.5
1st Feb.	1.08 (3.14)	-1.4
2nd Feb.	-0.20 (4.11)	1
3rd Feb.	-0.42 (4.27)	1

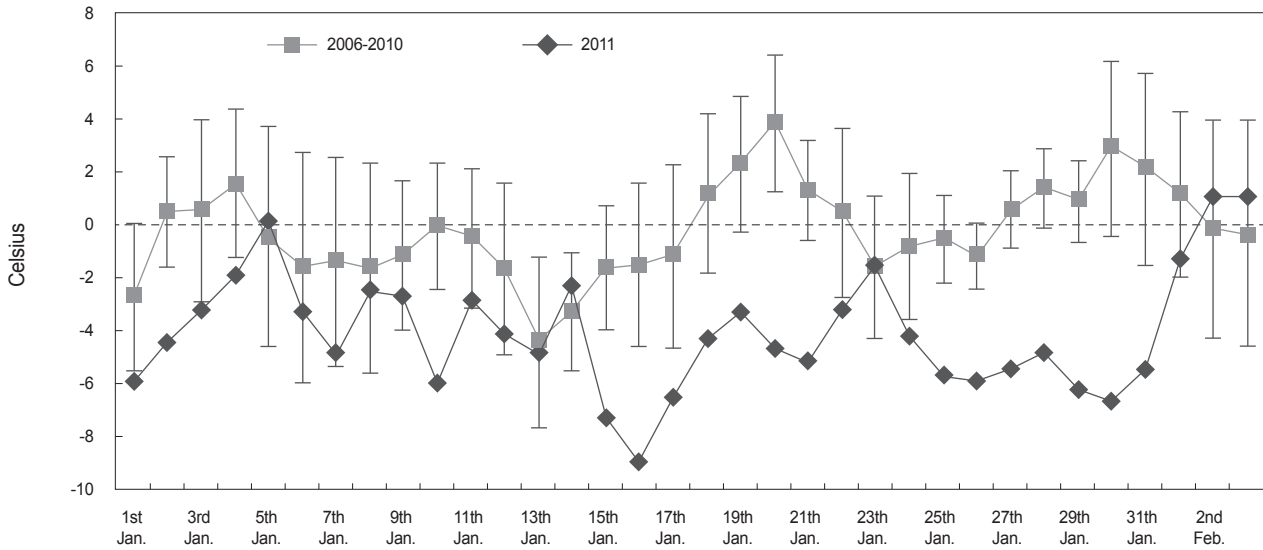


Fig. 4. Variation of average daily temperature of 2006 to 2010 and daily temperature in 2011, season around a mass death of finless porpoise *Neophocaena asiaeorientalis* happened in Saemangeum sea dike. The error bar represent standard deviation.

에 측정된 수온은 Table 5와 같다. 2009년에 4회에 걸쳐서 측정된 수온은 1정점에서 4.8°C에서 2.5°C의 범위를 보였으며 평균은 3.6 (±1.1)°C였다. 2정점에서는 3°C에서 1.3°C의 범위를 보였으며 평균은 2.0 (±0.8)°C였다. 2010년에 4회 측정된 수온은 1정점에서 4.2°C에서 2.1°C의 범위를 보였으며 평균은 3.1 (±1.1)°C였다, 2정점에서는 4.7°C에서 2.2°C의 범위를 보였으며 평균은 3.4 (±1.1)°C였다. 2011년의 1월 26일에 측정된 수온은 기록상 처음으로 영하권인 -0.9°C, -0.1°C를 각각 기록하였다. 두 정점간의 수온차이는 2010년 1월 18일과 2월 24일, 2011년 1월 26일을 제외하고 2정점의 수온이 1정점의 수온보다 낮았다.

고 찰

폐사한 상괭이가 처음으로 보고된 것은 2월 3일이었지만 새만금 방조제 호의 수면은 아직도 많은 부분이 결빙되어 있는 상태였고 2월 7일에야 첫 수거가 시작되었다. 2월에는 거의 매일, 3월에는 4일, 4월에는 하룻동안 상괭이가 수거되었지만 상괭이의 폐사는 연속적으로 발생한 것이 아니라 한꺼번에 발생한 것으로 보인다. 호 표면이 1월말까지 얼어 있다가 수거가 시작된 시기부터는 급격히 녹았고 시간이 지나면서 발견되는 상괭이의 외형 상태는 점점 나빠졌으며 3월과 4월에 발견된 상괭이는 형태를 알아볼 수 없을 정도였다.

고래류의 좌초에 의한 집단 폐사가 일어난 경우의 대부분은 30개체 이내의 고래류가 한꺼번에 좌초한 경우가 대부분이다. 이러한 집단 폐사가 미국 플로리다 연안에서 1977년부터

2001년까지 총 76차례 발생하였으며(Walker et al., 2005), Rogan et al. (1997)은 1994년 아일랜드 서부에서 하룻동안 발생한 19개체의 대서양 낫돌고래 좌초에 대해 보고하였다. Hohn et al. (2006)이 조사한 북캐롤라이나에서 2005년 1월 15일과 16일 양일에 걸쳐서 발생한 33개체의 들쇠고래(*Globicephala macrohynchus*)와 밍크고래(*Balaenoptera acutorostrata*) 1개체, 쇠향고래(*Kogia sima*) 2개체가 좌초된 경우도 있다. 현재까지 가장 많은 개체수의 좌초는 2004년 7월에 발생한 150-200개체의 고양이고래(*Peponocephala electra*)가 집단 좌초한 경우로 이 경우에는 1개체만 죽고 나머지는 다시 바다로 돌아갔다(Southall et al., 2006). 새만금 방조제 호에서 집단 폐사한 상괭이는 수거가 처음 시작된 2월 3일에만 75개체의 상괭이가 발견, 수거되었다. 이 후로도 폐사한 상괭이가 계속 발견, 수거되어 새만금 방조제 호안에서 폐사한 상괭이는 모두 249개체가 되었다. 이러한 규모의 집단 폐사는 현재까지 고래류 중 최대이다(Table 1).

상괭이는 다양한 먹이생물을 포식하는 포식자로 Park et al. (2011)은 상괭이가 표층 뿐만 아니라 저층에도 분포하는 다양한 어류와 두족류, 갑각류를 포식한다고 하였다. 새만금 방조제 호에서 폐사한 상괭이의 위에서도 어류와 두족류, 갑각류가 모두 발견되었으며 주로 저층에 분포하는 생물들이었다(Table 3). 문절망둑과 그라비새우는 조사된 상괭이 4개체 모두에서 발견되었으며 참꼰뚜기도 3개체의 위에서 발견되었다. 위 내용물의 무게 또한 1번 샘플에서 944 g으로 특히 많은 양이 관찰되었다. 위내용물이 소화가 이루어진 개체도 있으나 거의 소화가 이루어지지 않은 개체도 있었다. 이로 볼 때 새만금 방조

Table 5. Water surface temperatures in winter from 2009 to 2011 at 2 spots on Saemangeum sea dike's lake. Unit of temperature is Celsius

	Date	Spot 1	Spot 2
2009	7th Jan.	4.8	3
	20th Jan.	2.49	2.11
	29th Jan.	2.96	1.44
	5th Feb.	4.23	1.3
2010	18th Jan.	2.1	2.96
	24th Feb.	3.97	4.7
	23rd Dec.	4.2	3.9
	29th Dec.	2.3	2.2
2011	26th Jan.	-0.9	-0.1

제 호 안에는 이들 종이 풍부하게 있으며 상괭이가 폐사하기 직전까지 먹이 종들을 포식한 것으로 보인다.

고래류의 지방층은 계절과 먹이에 따라 두께가 달라진다 (Costa and Williams, 1999). 새만금 방조제 호의 상괭이 지방층 평균두께가 5.24 cm로 계절의 차이는 약간 있지만 서해에서 혼획된 다른 상괭이보다 두 배 이상 두꺼웠기 때문에 영양 상태는 매우 좋았던 것으로 판단된다(Table 2). 249개체가 폐사하기 전에 새만금 방조제 호안에 서식했다면 새만금 방조제 호의 크기에 비하면 매우 높은 서식밀도지만, 지방층의 두께와 폐사가 일어나기 직전까지 포식활동을 한 것으로 봤을 때, 새만금 호 안에서 먹이의 부족은 없었음을 알 수 있다.

새만금 방조제 호의 결빙이 발생한 2011년의 1월의 기온은 이전의 기온과 차이가 있는 것으로 밝혀졌다. 새만금 방조제 호에서 폐사한 상괭이가 처음 발견된 것은 2월 3일이지만 상괭이의 폐사는 이상 저온이 계속된 1월에 발생했을 것으로 생각된다. 1월에는 1월 5일을 제외하면 기온이 계속 영하권에 있었고 특히 1월 16일은 -9.1°C 의 기록적인 저온을 기록하였으며 2월에는 영상권으로 올라갔기 때문이다(Fig. 4). 이러한 기온에서 새만금 방조제 호의 수온은 1월 26일 측정된 값으로만 볼 수 있는데 수온이 -0.1°C 에서 -0.9°C 였다. 2009년과 2010년 1월과 2월에 산발적으로 측정된 수온은 최저값이 1.3°C 였고 1.44°C 를 기록한 한차례를 제외하고 모두 2°C 이상이었다. Chu et al. (1997)은 황해의 계절에 따른 수온 변화를 연구하였는데, 1월에 우리나라 중서부 인근 해역은 6°C 이상이었으며 발해만과 같은 고위도에서 4°C 를 보였다. 따라서 2011년 1월 새만금 방조제 호의 상괭이는 이전에 없었던 극저온 환경에 처했다고 할 수 있다. 상괭이가 분포할 수 있는 수온 범위에 대한 연구는 전무하지만 다른 돌고래류의 연구에서 수온에 따라 돌고래류가 분포의 변화를 보이거나 제한을 받았다(Neumann, 2001; Yeater and Houser, 2008).

새만금의 내측은 외측과 달리 해수의 흐름이 적고, 담수의 유입 등으로 외측에 비해 결빙되기 쉬운 상황이었으며, 이에 따라

폐사의 원인은 이상 저온으로 새만금 내측의 수면이 광범위하게 얼어있었고, 음파에 의존하여 수영을 하는 상괭이는 물 표면의 결빙이 거대한 장애물로 인식되어 호흡을 위한 물 표면으로 접근이 불가능하여 질식사한 것으로 판단된다. 상괭이 폐사가 발생하여 일반에 큰 이슈가 되었을 때, 원인이 동사나 독성 물질, 혹은 질병 등에 의한 것이 아닌가 하는 의문들이 제기되었다. 앞에서 언급한 것처럼 상괭이의 지방층 두께가 매우 두꺼웠으며 위 내용물은 폐사 직전까지 섭식을 진행한 것으로 판단되어 영양 상태는 매우 양호한 것으로 나타났기 때문에 동사는 배제할 수 있다. 새만금 내측의 수질이 오염되었거나 혹은 질병에 의한 대량 폐사의 가능성을 생각해 보면, 상괭이는 폐로 수면의 공기를 호흡하며 새만금내 먹이생물을 먹고 서식하기 때문에, 상괭이 보다 수중에서 호흡하는 먹이생물이 더욱 오염된 수질에 취약할 것이다. 질병은 임상적인 증상을 나타내는 시기가 있어 동시에 증상 없이 대량 폐사할 수는 없을 것이다. 결론적으로 새만금 방조제 호와 같이 인공적으로 제한된 공간에서 분포하던 상괭이는 수온변화에 따른 회유를 하지 못하고 이상저온에 따른 수면의 결빙으로 인하여 질식사한 것으로 고래류의 집단폐사에서 매우 보기 드문 사례로 기록될 것이다.

사 사

본 연구는 국립수산물학원 2012년도 수산시험연구사업 “고래류 자원 및 생태 조사 (RP-2012-FR-058)” 및 한국농어촌공사의 “새만금 삼괭이 서식현황 파악 및 보존 대책 연구”의 지원을 받아 수행되었습니다.

참고문헌

- Cha HK, Lee JU, Park CS, Baik CI, Hong SY, Park JH, Lee DW, Choi YM, Hwang K, Kim ZG, Choi KH, Sohn H, Sohn MH, Kim DK and Choi JW. 2001. Shrimps of the Korean waters, National Fisheries Research and Development institute, Hangeul Graphic Press, 188.
- Costa DP and Williams TM. 1999. Marine mammal energetics. In *Biology of Marine Mammals* (ed. J. E. Reynolds and S. A. Rommel), 176-217. Washington: Smithsonian Institution Press.
- Chu PC and Fralick Jr. CR 1997. A parametric model for the Yellow Sea thermal variability. *J Geo Res.* 102, 10499-10507.
- Hohn AA, Rotstein DS, Harms CA, Southall BL. 2006. Report on marine mammal unusual mortality event UME-SE0501Sp: ultispecies mass stranding of pilot whales (*Globicephala macrorhynchus*), minke whale (*Balaenoptera acutorostrata*), and dwarf sperm whales (*Kogia sima*) in North Carolina on 15-16 January 2005. NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFSC-537; 222.
- KMA(Korea Meteorological Administration). 2012. Statistic data. Retrieved from <http://www.kma.go.kr> on September 11.

- NFRDI (National Fisheries Research and Development Institute). 1999. Commercial Mollusks from the Freshwater and Continental Shelf in Korea. Gu-Deok Publishing Co. Pusan, Korea, 197.
- NFRDI (National Fisheries Research and Development Institute). 2004. Commercial fishes of the coastal & offshore waters in Korea. Hangul Graphics. 333.
- Kuiken T, Simpson VR, Allchin CR, Bennett GA, Codd GA, Harris EA, Howes GJ, Kennedy S, Kirkwood JK, Law RJ, Merrett NR and Philips S. 1994. Mass mortality of common dolphins (*Delphinus delphis*) in south west England due to incidental capture in fishing gear. *Vet Rec* 134, 81-89.
- Neumann DR. 2001. Seasonal movements of short-beaked common dolphins (*Delphinus delphis*) in the north-western Bay of Plenty, New Zealand; influence of sea surface temperature and El Nino/La Nina. *New Zealand J Mar and Freshwa Res* 35, 371-374.
- Park KJ, Kim ZG and Zhang CI. 2007. Abundance estimation of the finless porpoise, *Neophocaena phocaenoides*, using models of the detection function in a line transect. *J Kor Fish Soc* 40, 201-209.
- Park KJ, An YR, Lee YR, Park JE, Moon DY and Choi SG. 2011. Feeding habits and consumption by finless porpoise (*Neophocaena asiaorientalis*) in the Yellow Sea. *J Kor Fish Soc* 44, 78-84.
- Rogan, ER, Baker, JR, Jepson PD, Berrow S and Kiely O. 1997. A mass stranding of white-sided dolphins (*Lagenorhynchus acutus*) in Ireland: biological and pathological studies. *J. Zool Lond* 242, 217-227.
- Sergeant DE. 1982. Mass strandings of toothed whales (Odontoceti) as a population phenomenon. *Sci Rep Whales Res Inst* 34, 1-42.
- Southall, B. L., R. Braun, F. M. D. Gulland, A. D. Heard, R. W. Baird, S. M. Wilkin and T. K. Rowles. 2006. Hawaiian melon-headed whale (*Peponocephala electra*) mass stranding event of July 3-4, 2004. NOAA Technical Memorandum NMFS-OPR-31, 73.
- Walker RJ, Keith EO, Yankovsky AE and Odell DK. 2005. Environmental correlates of cetacean mass stranding sites in Florida. *Marine Mammal Science* 21, 327-335.
- Yeates LC and Houser DS. 2008. Thermal tolerance in bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*). *J Experi Bio* 211, 3249-3257.
- Yonhapnews. 2008. Retrieved from http://app.yonhapnews.co.kr/YNA/Basic/article/ArticlePhoto/YIBW_showArticlePhotoPopup.aspx?contents_id=PYH200810-31012100052 on September 11.
- Yonhapnews. 2012. Retrieved from http://app.yonhapnews.co.kr/YNA/Basic/article/new_search/YIBW_showSearchArticle_New.aspx?searchpart=article&searchtext=%ec%97%ac%ec%88%98+%ec%83%81%ea%b4%ad%ec%9d%b4&contents_id=AKR20120227110900054 on September 11.