

Article

남극 세종기지에서 추운 해와 덜 추운 해에 관찰된 펭귄들의 생태에 관한 1차보고

장 순 근*

한국해양연구원 극지연구소
(425-600) 경기도 안산시 우체국 사서함 29호

Preliminary Report on the Ecology of the Penguins Observed in the Cold Years and a Less Cold Year in the Vicinity of King Sejong Station, King George Island off the Antarctic Peninsula

Soon-Keun Chang*

Korea Polar Research Institute, KORDI
Ansan P.O. Box 29, Seoul 425-600, Korea

Abstract : This paper delineated the ecology including movement (departure from the rookery and returning to the rookery), egg-laying, and hatch of the penguins occurred in the cold years and a less cold year in the vicinity of King Sejong Station, King George Island off the Antarctic Peninsula. The years of 1988, 1991, 1992, and 1995 were selected as cold years and the year of 2001 was selected as a less cold year based on the mean annual temperature of the years. Gentoo Penguin (*Pygoscelis papua*) left their rookery in May, meanwhile some remained around the station. They returned in middle-September in the less cold year, and returned in late-September to early-October in the cold years. Chinstrap Penguin (*Pygoscelis antarctica*) left their rookery in early-April in the cold years as well as in the less cold year without exception. They returned to the rookery in late-October to early-November in cold years, meanwhile in early-October in the less cold year. This difference in the returning of this bird seems to be related with the exposed sea water, i.e., sea ice condition to feed in the sea. The global warming will lead to the appearance of birds which breed in the Sub-Antarctic. For example, one pair of King Penguin (*Aptenodytes patagonicus*) was observed in the Maxwell Bay in austral summer. And a pair of snipe-like bird was recently observed for the first time in November 2001 at the penguin rookery located in the Barton Peninsula, King George Island. And it will also lead to the disappearance of an Emperor Penguin (*Aptenodytes forsteri*) which appeared in the full winter when Maxwell Bay and Marian Cove were frozen. It seems that the behaviour of the penguins observed around the station shows the complex effects of the ecology of the birds in combination with the natural environments, which include feeding strategy and areas, animal instincts, exposed terrain related to weather conditions, and global warming. It is necessary to take further observation and carry out systematic researches on the birds including penguins around the station which show the ecology of the birds as well as the environmental changes.

Key words : 젠투펭귄(Gentoo Penguin), 천스트랩펭귄(Chinstrap Penguin), 세종기지(King Sejong Station), 생태학(ecology), 섭식전략과 지역(feeding strategy and areas), 본능(animal instincts), 기상조건(weather conditions), 지구온난(global warming)

*Corresponding author. E-mail :

1. 서 론

세종기지 부근에서는 20종 정도의 조류(鳥類)가 관측되어 보고되었으며(장 1999b), 세종기지에서 조류를 관찰한 내용들은 주로 펭귄에 한정되었다(윤무부 1990; 신과 김 1994; 장 1999a; Shin and Kim 1993). 반면 펭귄을 포함한 여러 종류의 조류에 관한 일반관측은 월동보고서에서 간혹 찾아볼 수 있다(과학기술처 1990, 1992, 1993; 해양수산부 1997; 한국해양연구원 2002a). 펭귄을 포함하여 킹조지섬에서 관찰되었거나 연구된 조류에 관한 1997년 이전의 연구들은 위의 논문에서 많은 부분을 논의했으므로 여기에서는 논의하지 않겠다.

최근의 연구를 보면 킹조지섬에 있는 펭귄군서지에서 서식하는 펭귄들이 겨울을 넘기는 곳이 밝혀졌다. 곧 Wilson (1998a)의 연구를 따르면, 애드미럴티 만에서 번식하는 찬스트랩펭귄(*Chinstrap Penguin Pygoscelis antarctica*)은 겨울에는 남샌드위치군도의 서쪽 300 km 정도 떨어진 곳까지 가는 것이 밝혀졌다. 반면 아틀레이 섬에서 번식하는 젠투펭귄(*Gentoo Penguin Pygoscelis papua*)은 겨울에는 남동쪽으로 200 km 정도 떨어진 남극반도의 끝 부근까지 가는 것이 밝혀졌다(Wilson 1998b).

기지남쪽에 있는 군서지(群棲地 rookery)에서 관찰된 젠투펭귄(*Pygoscelis papua*)은 주로 바튼반도의 남쪽, 약간 높고 평탄한 곳에서 번식하였고 낮은 바닷가에서 번식하는 개체들도 있었다. 반면 찬스트랩펭귄(*Pygoscelis*

antarctica)은 주로 조금 낮고 바다 쪽에 있는 바위로 된 험한 평지에서 번식하였는데 드물게는 군서지 언덕에서도 번식하였다(Fig. 1). 한편 Shuford and Spear(1988)가 젠투펭귄들이 세종기지의 남쪽에서 서식하지 않은 것으로 보고한 것은 이상하다. 그러나 젠투펭귄은 이 곳에서 오래 전부터 서식했다고 믿어진다. 펭귄은 보통 전에 왔던 군서지로 다시 와서 같은 짝과 짝짓기를 하는 것으로 알려진 조류이다(Stonehouse 1985, p. 275).

이 연구의 목적은 세종기지 남쪽에 있는 젠투펭귄과 찬스트랩펭귄의 군서지(群棲地)에서 추웠던 시기와 덜 추웠던 시기에 관찰된 이 펭귄들의 생태, 그 가운데서도 군서지를 떠나고 돌아오는 것을 포함한, 펭귄의 이동과 산란과 부화시기를 정리하려는 것이다. 추웠던 시기와 덜 추웠던 시기를 구별하는 이유는 펭귄을 포함한 조류들의 생태가 기온에 영향을 받을 것으로 생각되기 때문이다. 기온은 지면과 바다의 결빙과 적설, 해빙(解氷), 지면노출에 영향을 주어 조류를 포함한 기지부근에 있는 생물들의 생태에 영향을 준다고 믿어진다.

우리나라 남극연구에는 조류를 연구하는 연구원이 거의 참가하지 않아, 펭귄을 포함한 조류에 관한 연구는 아주 미미하다. 한편 조류는 기지둘레의 기온, 강설, 바람, 해면결빙 같은 환경변화와 깊은 관계가 있다고 생각된다. 그러므로 기지주변에서 목격되는 펭귄들에 관한 연구는 기지 주변의 환경을 이해하는 데에 중요하므로 이 연구는 필요하다고 믿는다.

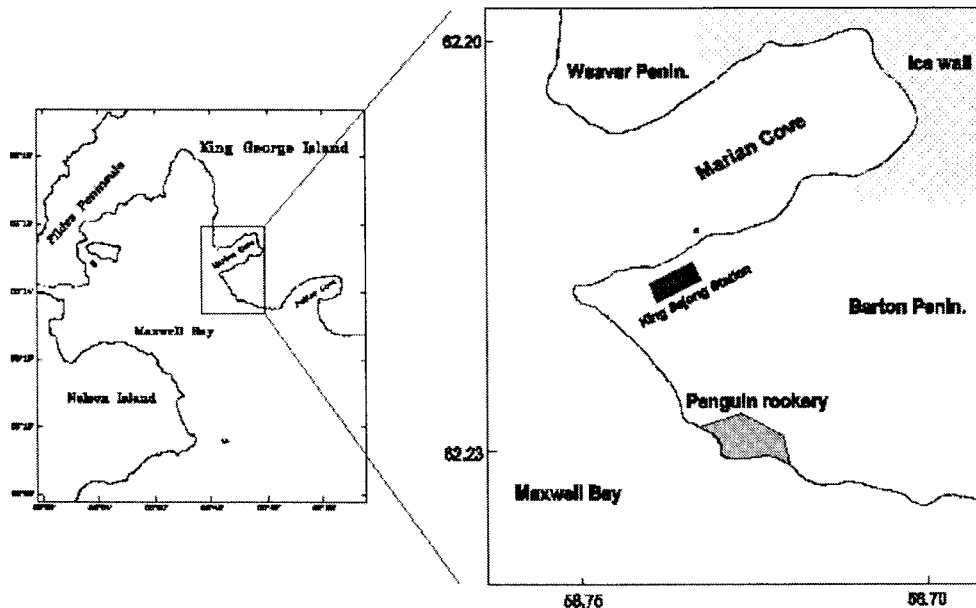


Fig. 1. Index map of the penguin rookery located in the Barton Peninsula, King George Island, South Shetland Islands off the Antarctic Peninsula.

2. 연구자료

기지가 1988년 2월 17일 준공된 이래 가장 추웠던 해는 연평균온도가 -3.0°C 이었던 1991년이다(Table 1). 세종기지를 건설한 다음 가장 낮은 연평균기온이 기록된 연도는 1988년, 1991년, 1992년, 1995년이었다.

1991년의 최저기온은 8월 5일 -24.4°C 이며 최고기온은 1월 12일 8.9°C 이며 맥스웰만이 6월 하순부터 9월 초순까지 얼었다. 또 폭설풍(blizzard)은 1991년 2월에만 5회가 불었으며, 10월 중순까지 29회에 걸쳐 424.8시간 불었다. 폭설풍은 5월에 4회, 74시간 50분을 불어 한 달로서는 가장 많이 불었다(과학기술처 1992). 강수량은 연 537.1 mm로 기지가 건설된 이후의 측정된 연평균강수량 460.7 mm보다 많다. 연평균풍속은 8.0 m/s이며, 기지가 건설된 이후 2001년까지 측정된 연평균풍속도 8.0 m/s이다. 1991년 최대풍속은 9월 11일의 북북동풍인 46.6 m/s로, 기지

가 건설된 이후 2001년까지 측정된 가장 강한 바람이다.

1995년의 연평균온도는 -2.7°C 이며 최저기온은 7월 22일 -25.1°C 이며 최고기온은 2월 11일 9.7°C 이다. 이 해에는 7월 초순부터 10월 초순까지 맥스웰만이 결빙되었다. 또 6월 하순부터 10월 하순까지 마리안소만이 결빙되었다. 이 해에는 5월부터 9월에 걸쳐 24회, 257.3시간 동안 폭설풍이 불었다. 한 달로는 7월에 7회, 120시간 50분을 불어 가장 심했다(해양수산부 1997). 연평균풍속은 7.9 m/s이며 최대풍속은 8월 1일의 동풍인 44.5 m/s이다. 연강수량은 779.8 mm로 기지가 건설된 이후의 측정된 연평균강수량 460.7 mm보다 훨씬 많다.

1992년의 연평균기온은 -2.4°C 이며 최저기온은 7월 13일 -23.6°C 이며 최고기온은 1월 23일 11.2°C 이다. 이 해에는 맥스웰만이 5월 하순부터 9월 초순까지 결빙되었다(과학기술처 1993). 연평균풍속은 7.7 m/s이며 최대풍속은 12월 2일 북풍인 37.9 m/s이다. 1992년의 강수량은 227.4

Table 1. Some of meteorological data of the cold and less cold years. Extreme values are bold-faced.

(a) The year of 1991, one of the coldest years.

	1991	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Mean	Total
Temp. ($^{\circ}\text{C}$)	Mean	2.2	0.8	-0.2	-2.4	-7.2	-8.8	-6.5	-6.6	-2.9	-3.5	-0.8	-0.2	-3.0	
	Max.	8.9	6.1	5.5	5.8	3.8	1.5	1.2	2.4	4.1	2.4	4.3	6.5		
	Min.	-1.0	-4.7	-6.3	-11.4	-18.5	-21.7	-18.5	-24.4	-10.7	-11.3	-5.7	-3.7		
Wind (m/s)	Mean	8.0	8.2	7.5	8.3	6.8	7.8	8.2	9.4	8.1	8.2	8.3	7.4	8.0	
	Max.	25.0	33.0	31.3	33.2	36.1	35.0	37.0	33.9	46.6	33.8	30.2	28.9		
PPT* (mm)	Total	60.4	88.6	48.6	100.9	43.8	34.6	10.7	19.6	31.9	29.6	56.2	12.2		537.1
	Max.	26.7	19.4	16.8	30.7	13.0	7.2	3.3	4.2	12.5	6.5	19.5	3.2		
	Date	7	19	20	3	13	10	2	27	10	17	17	12,17		
Blizzard (time)			5	2	3	4	4	4	4	1	2				424 ^h 50 ^m
Maxwell Bay frozen							*	**	***	*					

PPT* Precipitation.

(b) The year of 1995, one of the coldest years.

	1995	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Mean	Total
Temp. ($^{\circ}\text{C}$)	Mean	2.6	2.3	0.3	-1.2	-2.1	-6.2	-12.1	-10.3	-5.6	-0.9	-0.5	1.3	-2.7	
	Max.	8.6	9.7	5.6	4.6	6.4	4.4	0.9	1.2	4.8	3.4	5.2	8.0		
	Min.	-0.9	-0.6	-4.6	-12.1	-11.3	-17.4	-25.1	-21.8	-19.8	-6.3	-6.8	2.2		
Wind (m/s)	Mean	7.0	7.3	8.0	8.5	8.8	7.9	8.6	8.2	8.4	8.2	7.4	6.8	7.9	
	Max.	30.9	31.9	30.5	38.5	29.4	33.7	41.6	44.5	34.0	29.0	27.0	30.7		
PPT* (mm)	Total	77.1	54.6	98.6	82.6	89.4	59.5	146.8	58.5	22.3	25.3	25.0	40.1		779.8
	Max.	20.8	10.2	16.2	14.4	39.8	14.8	46.2	55.2	7.1	7.2	9.4	19.2		
	Date	19	24	19	13	13	24	24	1	17	10	22	27		
Blizzard (time)				2	2	4	7	1	3						257.3 ^h
Maxwell Bay frozen								**	***	***	*				

PPT* Precipitation.

Table 1. Continued.

(c) The year of 1988, one of the coldest years.

1988		J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Mean	Total
Temp. (°C)	Mean	2.8	2.3	-0.1	-1.1	-1.9	-7.3	-4.8	-8.4	-3.2	-2.6	-1.1	0.5	-2.1	
	Max.		5.8	5.8	4.4	5.1	3.1	2.4	1.7	4.4	8.4	7.9	10.4		
	Min.		-0.9	-6.8	-7.8	-8.5	-19.0	-17.5	-19.9	-12.5	-10.4	-6.4	-5.2		
Wind (m/s)	Mean	6.8	5.7	9.2	7.3	7.0	10.3	7.4	6.9	8.0	7.9	6.6	7.0	7.5	
	Max.		12.8	31.9	28.7	29.5	36.3	37.1	29.0	30.6	30.7	28.6	43.3		
PPT* (mm)	Total	29.2	63.6	24.9	3.7	0.4	1.0	0.3	8.8	20.0	29.0	10.9	41.1		232.9
	Max.	*	12.0	11.5	1.5	0.2	0.7	0.1	*	*	28.5	7.4	19.5		
	Date		23	25	17	4	15	12,13,16			3	18	11		
Blizzard (time)				2		1	5	2	3	2	4	2			549.2 ^h
Maxwell Bay frozen								***	**	**					

PPT* Precipitation.

(d) The year of 1992, one of the coldest years.

1992		J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Mean	Total
Temp. (°C)	mean	1.8	0.9	-1.1	-0.7	-8.0	-7.7	-7.2	-4.2	-2.1	-2.5	-0.1	2.6	-2.4	
	Max.	11.2	6.1	8.1	5.7	3.1	0.9	1.3	4.0	3.6	4.9	5.2	9.6		
	Min.	-2.4	-5.3	-9.1	-9.5	-20.7	-18.5	-23.6	-17.2	-9.2	-12.0	-4.8	-0.3		
Wind (m/s)	Mean	6.7	7.9	7.5	7.8	7.6	6.9	8.2	7.7	8.8	8.2	8.1	7.4	7.7	
	Max.	26.7	31.0	25.6	34.9	37.4	34.3	35.3	33.1	34.1	31.3	27.0	37.9		
PPT* (mm)	Total	27.3	23.2	14.2	63.5	2.6	1.6	2.2	4.2	4.0	22.2	4.0	58.4		227.4
	Max.	4.5	8.2	5.8	25.8	0.6	0.4	0.6	1.2	1.0	8.4	2.0	24.6		
	Date	3	25	6	7	3	13,22	17,24	24	3	19	17	2		
Blizzard (time)		1			1	3	4	1	2	1	1				130.1 ^h
Maxwell Bay frozen						*	**	***	***	*					

PPT* Precipitation.

(e) The year of 2001, one of the less cold years.

2001		J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Mean	Total
Temp. (°C)	Mean	1.8	0.7	0.2	-2.8	-0.9	-5.0	-6.1	-2.3	-2.0	-0.4	0.3	1.5	-1.3	
	Max.	7.2	8.3	7.7	4.2	3.7	5.8	0.7	1.7	2.8	6.8	4.1	9.2		
	Min.	-3.2	-5.4	-7.2	-13.1	-10.4	-16.0	-17.0	-11.4	-9.8	-6.6	-4.2	-2.6		
Wind (m/s)	Mean	6.3	7.9	7.8	8.1	8.3	8.8	7.2	10.6	10.0	11.4	9.5	9.7	8.8	
	Max.	29.9	31.5	29.3	30.6	30.7	35.0	29.4	39.7	41.4	33.8	35.4	36.9		
PPT* (mm)	Total	66.7	67.0	63.5	47.4	37.8	46.2	36.8	34.9	29.2	87.1	41.9	37.1		595.6
	Max.	8.4	12.7	11.6	6.5	13.5	13.8	22.0	5.8	5.8	17.3	6.3	5.6		
	Date	22	26	8	9	22	2	1	18	4	16	6	27		
Blizzard (time)		1		1	2	2	2	1							85 ^h 30 ^m
Maxwell Bay frozen															

PPT* Precipitation.

mm로 세종기지가 건설된 이후의 측정된 연평균강수량 460.7 mm의 반도 되지 않는다. 폭설풍은 13회, 130.1시간

에 걸쳐 불었다.

1988년은 기지가 준공된 해로 연평균기온은 -2.1°C였

으며 최저기온은 8월 28일의 -19.9°C 이며 최고기온은 12월 12일 10.4°C 였다. 강수량은 232.9 mm로 기지평균 강수량의 반이 되지 않는다. 연평균풍속은 7.7 m/s이며 최대풍속은 12월 30일에 분 북북동풍의 43.3 m/s였다. 1988년에는 폭설풍이 21회에 걸쳐 549.2시간 동안 불어 기지가 건설된 이래 가장 오래 불었다. 또 폭설풍의 횟수에 견주어 지속된 시간이 길기 때문에 한 번 불어도 심하게 오래 불었다는 것을 알 수 있다. 6월의 경우 5회에 걸쳐 252 시간을 불었다. 맥스웰만은 7월 초순 열기 시작해 9월 23-24일에 불었던 강한 북풍에 깨어져나갔다(과학기술처 1990).

반면 기지가 건설된 다음 가장 따뜻한 해는 연평균기온이 -0.5°C 인 1989년과 -0.7°C 인 1999년이다. 그러나 덜 추웠던 해로 2001년을 택했다. 2001년의 연평균온도는 -1.3°C 이며 최저기온은 7월 20일의 -17.0°C 이며 최고기온은 12월 31일 9.2°C 였다. 이 해에는 마리안 소만이나 맥스웰만이 결빙(結氷)되지 않았다(한국해양연구원 2002a). 월동기간이었던 2000년 12월 1일부터 2001년 11월 30일까지 평균풍속은 8.6 m/s이며 최대풍속은 9월 20일의 북풍인 41.4 m/s였다. 같은 기간 동안 강수량은 585.7 mm이며 기지의 평균연강수량 460.7 mm에 견주면 많은 편이다. 1월부터 7월에 걸쳐 9회, 85시간 30분의 불리저드가 불어, 위에서 논의한 다른 해보다 현저히 조금 불었다(한국해양연구원 2002b).

추운 해와 덜 추운 해로 선정된 해에 관측된 조류들의 행동은 월동보고서(과학기술처 1992, 1993; 해양수산부 1997; 한국해양연구원 2002a)를 바탕으로 했으며 그 외에 필요한 자료들을 정리했다. 덜 추운 해로 1개년을 선택한 이유는, 적어도 펭귄의 이동과 움직임을 참고할 정도로 자세하게 기록된 보고서가 그 해의 보고서밖에 없기 때문이다.

3. 펭귄들의 출현과 이동

추운 해

1991년

1) 젠투펭귄

젠투펭귄들은 1991년 3월 24일에는 털갈이를 거의 끝냈다고 생각되었다(과학기술처, 1992). 27일에는 군서지에서 1,406마리가 관찰되었다. 5월 6일에는 2,860마리가 있었으나 9일에는 40마리가 관찰되었다. 14일에 837마리, 20일에 297마리, 27일에는 한 마리도 보이지 않아, 거의 돌아갔다고 생각되었다. 그러나 남아있던 펭귄들의 일부로 보이는 20마리 정도의 젠투펭귄들은 7월 22일 결빙된 맥스웰 만에서 마리안 소만을 거쳐 위버(Weaver)반도에 상륙했다. 7월 27일에도 젠투펭귄 40마리 정도가 마리

안 소만의 해변 위에 있는 것이 관찰되었으며, 7월 31일에도 40마리의 젠투펭귄들이 남아있었다.

한편 1991년 6월 11일 젠투펭귄 160마리 정도가 일렬로 마리안 소만 남쪽 안쪽해안에서 얼어붙은 마리안 소만 해변을 가로질러 위버반도로 가서 콜린스 하버로 이동했다. 이 시기에는 맥스웰만 95% 이상에 유빙이 들어차 있었다. 상당수의 젠투펭귄들은 겨울이 되면서 기지부근을 떠났는데, 일부 군서지에 남아있던 펭귄들로 보였다.

1991년 겨울이 지난 9월 14일에는 기지 서쪽해안에서 200마리가 넘는 젠투펭귄들이 목격되었다. 16일에는 1,123마리가 군서지에서 관찰되었다. 이는 1991년 겨울이 지난 다음 이 지역에 젠투펭귄들이 돌아오기 시작한 것으로 판단되었다. 11월 11일에는 젠투펭귄이 산란하는 것이 관찰되었으며 14일에는 262개체가 포란하는 것이 관찰되었다. 25일에는 전체의 90%가 넘는 젠투펭귄들이 알을 품었으며 70%는 알 두 개를 품었다. 12월 21일에는 부화를 시작했으며 22일에 관찰된 어미 젠투펭귄은 모두 1,487마리였다.

2) 킨스트랩펭귄

1991년 3월 27일 167마리, 4월 2일 318마리가 관찰되어, 군서지를 떠난 것으로 생각되었다. 4월 24일에는 24마리, 27일에는 한 마리도 없어 모두 떠난 것으로 보였다.

1991년 겨울이 지난 10월 24일 처음으로 40마리가 목격돼, 돌아오기 시작한 것으로 보였다. 11월 5일 2,074마리, 14일 3,371마리가 관찰돼, 상당히 많이 돌아온 것으로 보였다. 11월 25일에는 포란율이 30-40%에 달하는 것으로 보였으며, 12월 2일에는 모두 3,941마리가 관찰되었다. 22일에는 관찰을 끝내었으며 그 때까지 부화하지 않았다.

3) 황제펭귄

황제펭귄 한 마리가 5월초부터 7월에 걸쳐 맥스웰만에 출현했다는 말을 체코사람한테서 8월 16일에 들었다.

1995년

1) 젠투펭귄

1994년 9월초 젠투펭귄들이 군서지로 돌아오기 시작했으며 발경에는 교미를 시작했다. 11월 18일 등지 75%에서 알 한 개가 목격되었으며 10%에서는 두 개의 알이 목격되었다. 이 현상은 제 7차 월동시기에 해당되지만 제 7차 월동보고서에는 없다(과학기술처 1995). 대신 8차 월동보고서에 있다(해양수산부 1997). 젠투펭귄은 12월 20일경 부화를 시작해, 29일경 70%의 등지에서 두 마리가 부화되었다.

부화한 젠투펭귄의 새끼들은 1995년 2월경 크레슈(creche)단계에 접어들었으며 20일경 해변으로 이동했다. 3월 초순에는 털갈이를 끝내었고 4월에는 젠투펭귄 100-

200마리만이 목격되어 대부분은 떠나간 것으로 생각되었다. 5월 7일 군서지에 젠투펭귄 200-300마리가 있어 상당수가 돌아갔고 남아있는 것으로 보였다. 6월 말경에는 맥스웰만과 마리안 소만이 결빙되기 시작했다.

한편 7월 2일 140-150마리 정도의 젠투펭귄이 결빙된 맥스웰만을 가로질러 브랜스필드 해협 쪽으로 나가는 것이 목격되었다. 12일에도 젠투펭귄 160마리 정도가 맥스웰 만 해빙위로 이동했으며 15일에도 젠투펭귄 80마리 정도가 맥스웰 만 해빙위로 이동했는데, 아드레이 섬에서 서식하던 펭귄으로 생각된다.

젠투펭귄들은 1995년 9월 마지막 주 군서지로 돌아오기 시작해 10월 2일 군서지에서는 250마리 이상의 젠투펭귄이 모여있는 것이 목격되었다. 군서지를 마지막으로 가본 것이 9월 21일이라는 점을 생각하면, 이 펭귄들은 그 후에 온 것으로 보인다. 10월 3일에는 군서지에 젠투펭귄 220마리 이상이 있었으며, 7일에는 군서지에 젠투펭귄 500마리 이상이 있었다. 이로 보아 이 때쯤에는 거의 모두 군서지로 돌아온 것으로 보였다. 투펭귄은 10월 10일 언덕 위에 등지를 만들기 시작했다. 10월 30일-11월 1일 산란이 처음으로 관찰되었으며 11월 7일 85% 정도의 젠투펭귄은 알을 두 개씩 낳았으며 11월 18일 95%의 등지에서 알 두 개씩이 관찰되어, 전년에 비해 10일 정도 빠른 것으로 생각되었다. 젠투펭귄은 12월 첫 주에 부화를 시작했으며 19일 등지의 88%가 부화되었다.

얼었던 맥스웰만의 해빙은 1995년 9월 하순 들어 펭귄 군서지부근까지 깨어지기 시작해, 10월 10일 바탄반도 남쪽부터 넓은 섬의 가운데까지 활꼴(弓形)로 깨어졌다. 11일 해빙은 세종곶의 오른쪽까지 깨어졌으며 14일 해빙은 폴린스 하버(Collins Harbour)까지 깨어졌으며 15일 마리안 소만의 해빙이 깨어지기 시작했다.

2) 쿨스트랩펭귄

1994년 11월 18일 등지의 34%가 알 한 개를 산란했으며 5%는 두 개를 산란했다(이 현상도 젠투펭귄과 마찬가지로 7차 월동보고서에는 없고 8차 월동보고서에 있다). 12월 1일에는 92%의 등지에 알 두 개를 산란했다. 12월 19일경 부화를 시작했으며 29일경 51% 등지에서 두 마리를 부화했다.

쿨스트랩펭귄 새끼들은 1995년 2월 중순에는 크레슈단 계에 접어들었으며 빠른 새끼들은 털갈이를 끝내고 20일경 일부가 바다로 들어가기 시작했다. 3월 중순 털갈이는 계속되었으며 3월말과 4월 초순에 걸쳐 모두 군서지를 떠났다.

쿨스트랩펭귄들은 10월 20일경 군서지로 돌아오기 시작해, 10월 23일 군서지에서 처음으로 26마리가 1995년 겨울이 지난 다음 출현했다. 10월 25일에도 많은 쿨스트랩펭귄이 목격되었으며 29일에는 군서지에서 쿨스트랩펭

귄 1천 마리 정도가 목격되었다. 이 숫자로 보아, 11월 2일경에는 거의 모두 돌아온 것으로 생각되었다. 10월 30-11월 1일 쿨스트랩 펭귄은 등지 만들고 교미를 시작했다. 11월 10일경 산란을 시작했으며 18일에는 관찰된 등지의 42%에 한 개가 있었으며 32%에 두 개가 있었다. 12월 2일에는 관찰된 등지의 97%에서 알 두 개를 관찰했다.

12월 14일에 귀국하려고 기지를 출발하면서 20일경으로 예상되는 부화를 관찰하지 못했다.

3) 황제펭귄과 마카로니 펭귄

황제펭귄 한 마리가 맥스웰만에 나타났다는 소문을 칠레기지에서 7월 10일에 들었다. 또 11월 30일 경 마카로니 펭귄 한 마리가 군서지에서 목격되었다.

1988년 후반기

1) 젠투펭귄

1988년 8월 12일 600마리, 14일 4마리, 15일 300마리, 19일 460마리가 관찰되었다(과학기술처 1990). 그러나 8월 28일 한 마리도 보이지 않았으며 9월 15일에도 한 마리도 보이지 않았다. 이런 것으로 보아, 군서지의 젠투펭귄들은 모두 떠난 것으로 보였다. 한편 맥스웰만 아드레이 섬에서 서식하던 펭귄 가운데 1천 마리가 넘는 젠투펭귄들이 1988년 7월 4일 얼어붙은 맥스웰만의 해빙(海氷)위를 종대를 지어 남쪽으로 이동했다. 그런 현상으로 보아, 기지부근에서 번식했던 젠투펭귄들도 그 때쯤 많은 숫자가 군서지를 떠났다고 보아야 할 것이다.

1988년 겨울이 지난 다음 9월 25일 기지부두에서 50마리가 목격되었다. 군서지에서는 10월 6일 2,000마리가 등지를 짓기 시작했으며 9월 1,200마리, 15일 400마리가 목격되었다. 10월 20일에는 1,500마리가 목격되었으며 교미를 시작한 펭귄들도 있었다. 23일에는 2,000마리가 목격되었고 24일에도 2,300마리가 목격되었으며 교미를 하는 젠투펭귄들이 많이 관찰되었다.

11월 3일에는 산란을 시작해, 4일에는 등지의 5-10%에서 한 개를 산란했으며, 5일에는 약 30%의 등지에서 산란이 확인되었다. 13일에는 등지의 60-70%가 포란에 들어갔으며, 17일에는 80%의 등지, 24일에는 거의 모든 등지가 포란에 들어갔다. 젠투펭귄은 12월 8일 부화를 시작했으며 20일 등지의 80%가 부화했다.

2) 쿨스트랩펭귄

1988년 10월 23일 30마리의 쿨스트랩펭귄이 해안에 출현했다. 출현한 펭귄의 숫자는 늘어나, 24일 100마리, 25일 500마리, 26일 500마리가 되었으며 교미를 시작했다. 10월 31일 1,000마리가 되었으며 11월 4일 2,000마리로 늘어났다. 11월 13일에는 등지의 10%에서 어미가 포란했으며 24일에는 60% 이상의 어미가 포란했다. 그 후 부화하기 시작해, 12월 10일에는 10% 정도가 부화했다.

3) 마카로니 펭귄

마카로니 펭귄 한 마리가 1988/89년 여름 군서지에 출현했다.

1992/93년 여름

1) 젠투펭귄

1992년 10월 하순-11월 10일에 걸쳐 젠투펭귄들이 돌아왔다. 12월 18일 약 50%가 부화했으며, 27일 약 90% 부화가 부화했다(과학기술처 1993).

2) 퀸스트랩펭귄

1992년 11월 15일 돌아왔으며 12월 25일 약 반이 부화했으며 29일 90%가 부화했다.

덜 추운 해 2001년

젠투펭귄

2000년 12월 6일 새어본 등지 수는 1,333개였다. 12월 초에는 부화를 시작했으며 6일에는 50%가 부화되었으며 18일에는 90%가 부화되었다(한국해양연구원 2002a).

젠투펭귄 새끼들은 2001년 1월 1일경 크레슈 단계를 시작했으며 15일에는 털갈이를 시작했다. 2001년 3월 23일 부두 앞 표면수온이 0°C로 떨어졌으며 26일 군서지의 펭귄도 많이 줄었다. 4월 4일 젠투펭귄은 많이 떠나 500마리 정도가 남았다. 4월 14일에는 451마리, 4월 28일 수백 마리, 5월 19일 500마리 정도, 5월 24일에는 629마리, 6월 19일에는 9마리가 군서지에 있어, 대부분의 젠투펭귄들이 떠나간 것으로 보였다. 7월 29일 젠투펭귄 8마리가 보여 돌아가지 않고 남아서 배회하는 것으로 보였다.

그러나 한 겨울인 8월 5일 세종곶에 얼어붙었던 얼음 조각들이 녹아서 떨어져 나가 마치 이른 봄 같아 보였다. 8월 11일 군서지에서 400마리 정도가 헬리콥터에서 목격되었다. 12일에는 600마리가 넘었으며, 20일에는 950마리가 넘게 보여, 2001년 겨울에 가장 많이 목격되었다. 그러나 24일에는 190마리 정도로 줄었으며 30일에는 500-600마리 정도로 늘어났다. 반면 9월 3일에는 31마리로 크게 작아졌으며 6일에는 67마리가 있었다. 이런 것으로 보아, 이 펭귄들은 돌아온 펭귄이 아니라, 배회하는 펭귄으로 보였다. 또는 이 펭귄들은 2001년 겨울에는 군서지에서 멀리 가지 않은 것으로 보였다. 9월 12일에는 1천 마리가 넘었고 21일 약 2천 마리가 되어, 제대로 돌아온 것으로 생각되었다. 그러나 땅이 얼어 등지를 짓지 못했다. 10월 18일에는 산란을 시작했으며 11월 21일 알을 깨뜨리려고 했으나 깨지지를 못했다. 그러나 곧 부화했다고 보아야 한다. 24일부터는 부화된 새끼들이 보였다.

퀸스트랩펭귄

2000년 12월 8일 3,017개의 퀸스트랩펭귄의 등지를 군

서지에서 확인했다. 14일에는 부화를 시작해, 22일에는 50%, 29일에는 전체 등지의 90%가 부화되었다.

2001년 1월 25일에는 털갈이를 시작한 개체가 목격되었고 2월 14일에는 크레슈를 형성해 100-200마리씩 모여 있었다. 3월 3일 퀸스트랩펭귄 전체의 숫자는 1만 마리는 되는 듯해 보였으며 27일에도 3일과 큰 차이가 없어 보였다. 그러나 곧 군서지를 떠나기 시작해, 4월 4일에는 17마리가 남았다. 14일과 28일에도 한 마리가 보여, 뒤떨어진 개체로 생각되었다.

2001년 10월 5일 군서지에 퀸스트랩펭귄 두 마리가 나타났으며, 10월 12일 군서지에서 37마리의 퀸스트랩펭귄들이 목격되어, 돌아오기 시작했다고 믿어졌다. 11월 8일에는 산란을 시작했다. 2001년 12월 14일에는 퀸스트랩펭귄이 부화하는 것을 관찰하지 못했다.

한편 10월 5일 군서지로 가는 해안에서 아델리펭귄 세 마리를 관찰하였고 10일에는 세종곶에 아델리 펭귄 12-13마리가 나타났는데, 세종기지 부근에서 배회하는 것으로 보였다.

킹펭귄

킹펭귄 한 쌍이 2001년 11월 하순 아틀레이 섬 부근에 출현했다는 말을 칠레 과학자한테서 들었다.

4. 추운 해와 덜 추운 해의 펭귄행동 관찰결과

젠투(Gentoo)펭귄 또는 파푸아(Papua)펭귄(*Pygoscelis papua*)

젠투펭귄(*Pygoscelis papua*)은 1991년에는 9월 중순, 1995년에는 9월 마지막 주에 군서지로 돌아오기 시작해 10월 초순에 거의 다 돌아왔다. 1988년도 비슷해 9월 하순에서 10월 초순에 돌아왔다. 반면 2001년에는 9월 12일에 나타났다(한편 8월 11일부터 30일까지 관찰된 수백 마리는 기지부근을 떠나지 않았던 펭귄으로 생각된다). 한편 1994년에는 9월 초순에 돌아오기 시작했다(1994년은 그렇게 추운 해가 아니어서 연평균기온이 -1.8°C였으며 맥스웰만은 8월에만 조금 결빙되었다). 산란시기도 돌아온 시기에 따라 달라, 1991년과 1988년에는 11월 초순 정도였으며 1995년에는 10월말에서 11월 초순이었으며 1994년에는 중순 정도였다. 1992년에는 10월 하순에서 11월 초순에 산란했다. 반면 2001년에는 상당히 빠른 10월 중순이었다. 부화시기도 그에 따라 1988년과 1995년은 12월 초순이었으며 1991년에는 12월 중순이었으나 2001년에는 11월 하순에 이미 부화를 시작했다(Table 2).

이런 것을 보아, 젠투펭귄은 바닷물의 결빙과 노출에 영향을 받는다고 생각돼, 기온이 낮아 바다가 얼어 바닷물이 노출된 곳이 없으면 어느 정도 늦게 돌아오고 그에 따

Table 2. Behaviour of penguins observed in the vicinity of King Sejong Station.

(a) Gentoo Penguin-remained even in winter.

	Arri.	Egg	Hatch	Movement	Arrival	Egg	Hatch	annual mean Temp. and Maxwell Bay
1991				2,860 penguins on 6 May, 297 penguins on 20 May. None 27 May	200 penguins on 14 Sept.	began on 11 Nov. 70% of 2 eggs on 25 Nov. 90% eggs	began on 21 Dec.	-3.0°C frozen from late-June to early-Sept.
cold years								
24 July 1991				moved in early-May and in July				
94 penguins (rookery, pier, Maxwell Bay)	1995 early-Sept.	mid-N. 11/18 75%-one 10%-two eggs	began in 20 December about 29 D. two chicks in 70% nests	moved over sea ice of Maxwell Bay on 2 July 140-150 penguins 12 July 80 penguins 15 July 80 penguins	last week(?) of Sept. 10/2-250 penguins on 2 Oct. Most penguins in 10 Oct.	began on 30 Oct. to 1 Nov. 95% of nests two eggs on 18 Nov.	began on 9 Dec. 88% hatched on 19 Dec.	-2.7°C frozen from early-July to early Oct.
Aug. 1988	1988			more than 1,000 penguins moved over sea ice of Maxwell Bay from Ardley I. on 4 July	50 penguins at the pier on 25 Sept. 2,000 penguins began to nest on 6 Oct.	began on 3 Nov. 30% on 5 Nov. 60-70% on 13 Nov. 80% on 17 Nov. nearly all on 24 Nov.	began on 8 Dec. 80% hatched on 20 Dec.	-2.1°C frozen from early-July to mid-Sept.
4 to 600 penguins								
	1992/93 summer					late-Oct. to 10 Nov. 1992	about 50% on 18 Dec. 1992 about 90% on 27 Dec. 1992	mean Temp. of 1992 -2.4°C frozen from late-May to early Sept. 1992
less cold year about 400 penguins on 11 Aug.	2001		more than 50% on 6 Dec. 90% on 18 Dec.	April 4, 28, May 19, 24, Aug. 11 to 30	1,000 penguins on 12 Sept.	began on 18 Oct.	began from 21 Nov.	-1.3°C not frozen

라 산란과 부화도 늦추어지는 것으로 보인다. 1994년은 연평균기온이 -1.8°C 로 맥스웰만이 거의 얼지 않아, 빨리 돌아온 것으로 보인다. 이런 것을 보아, 펭귄이 원칙으로 물에 의존해 살아가는 물새류이기에, 바다가 결빙된다는 것이 펭귄의 이동과 먹이섭취 같은 생태에 영향을 미친다고 생각된다.

또 젠투펭귄은 1991년 7월 한 겨울에도 군서지와 부두

와 맥스웰만에서 90마리가 넘게 관찰되었다. 또 1988년 8월에도 작게는 4마리에서 많으면 600마리까지 보였다. 또 위에서 말한 대로, 2001년 8월 11일부터 30일까지 기지부근에서 관찰되었던 펭귄들도 마찬가지로 생각된다. 이런 것으로 보아, 젠투펭귄은, 덜 추운 해는 말할 것도 없고, 추운 해에도 기지부근에 어느 정도는 남아있는 것으로 보인다. 실제 킹조지섬에 있는 젠투펭귄은 월동하면서 킹

Table 2. Continued.

(b) Chinstrap penguin-totally moved from the station.

	Arrival	Egg	Hatch	Movement	Arrival	Egg	Hatch	annual mean Temp. and Maxwell Bay
				318 penguins on 2 April 24 penguins on 22 April none on 25 April	40 penguins on 24 Oct. 2,074 penguins on 5 Nov.	not observed the first egg 30-40% on 25 Nov.	began on 25 Dec.	-3.0°C frozen from late-June to early-Sept.
		mid-Nov. 34%-1 egg 5%-2 eggs on 18 Nov. 92%-2 eggs on 1 Dec.	began 19 Dec. 51%-2 chicks on 29 Dec.	end-March to early-April	began on 20 Oct. all arrived on 2 Nov.	began 10 Nov. 42%-1 egg 32%-2 eggs on 18 Nov. 97%-2 eggs on 2 Dec.	expected on 20 Dec. But not observed due to departure of the station	-2.7°C frozen from early-July to early-Oct.
cold years					30 penguins at the coast on 23 Oct. 100 penguins at the rookery on 24 Oct. 500 penguins at the rookery on 25 Oct.	10% egg on 13 Nov. more than 60% on 24 Nov.	10% hatched on 20 Dec.	-2.1°C frozen from early-July to mid-Sept.
	1992/93 summer					began on 15 Nov. 1992	50% hatched on 25 Dec. 1992 90% hatched on 30 Dec. 1992	mean annual Temp. of 1992 -2.4°C frozen from late-May to early-Sept. 1992
less cold year	2001		50% on 22 Dec. 90% on 29 Dec.	17 penguins on 4 April	37 penguins on 12 Oct.	began on 8 Nov.	not observed due to the departure of station on 14 Dec.	-1.3°C not frozen

조지 섬의 남북방향으로 흩어지면서, 멀게는 기지의 남동쪽으로 200 km 정도 떨어진 남극반도의 끝으로 가는 개체들도 있다는 것이 밝혀졌다(Wilson *et al.* 1998b).

앞에서 말한 대로, 1988년 7월 4일 맥스웰만의 아들레이(Ardley)섬에서 서식하는 1천 마리가 넘는 젠투펭귄들이 얼어붙은 맥스웰만을 가로질러 남쪽으로 이동했다. 이 사실은 기지남쪽에 있는 군서지의 펭귄들이, 다른 추운 해에 4월부터 5월 하순에 거의 다 떠났다는 사실에 비추어 보면, 아주 늦게 떠난 것으로 생각된다.

Fig. 2에서는, 가장 추운 해인 1991년의 기상자료에, 위

에서 설명한, 펭귄들의 이동현상을 표시했다. Fig. 3에서는, 덜 추운 해인 2001년의 기상자료에, 위에서 설명한, 펭귄들의 이동현상을 표시했다.

퀸스트랩(Chinstrap)펭귄 또는 턱끈펭귄(Pygoscelis antarctica)

퀸스트랩펭귄(Pygoscelis antarctica)은 덜 추운 해에는 10월 중순에 군서지로 돌아오며 추운 해에는 하순에 돌아온다. 또 퀸스트랩펭귄은 덜 추운 해에 열흘 정도 빨리 나타나, 추운 해나 덜 추운 해나 큰 차이 없이 거의 같은 시기에 나타난다고 볼 수 있다. 또 추운 해나 덜 추운 해나

거의 같게, 3월말에서 4월 초순 사이에 군서지를 떠난다 (Table 2). chin스트랩펭귄은 한 겨울에 기지부근을 배회하지 않는다. 실제 킹조지섬에 있는 chin스트랩펭귄은 킹조지섬에서 1,600 km 정도 떨어진, 남샌드위치군도(South Sandwich Islands)의 서쪽 300 km 정도 되는 곳까지 가는 것으로 알려졌다(Wilson *et al.* 1998a). 이런 것을 보아, chin스트랩펭귄은 기온이 내려가고 바다가 결빙되는 것이 이 동에 큰 영향을 미치는 것으로 보여진다.

이런 것을 볼 때, chin스트랩펭귄은 몇 가지 점에서 젠투펭귄의 행동과 다르다. 첫째, chin스트랩펭귄은 젠투펭귄보다 추운 해인 경우 3-4주 늦게 나타난다. 덜 추운 해인 경우에는, 덜 추운 해로 2001년, 한 해만 생각했지만, 거의

두 달 정도 늦게 나타난다고 볼 수 있다. 이는 그 해에 젠투펭귄이 유난히 빨리 8월 이른 중순에 돌아왔기 때문이다. 둘째, chin스트랩펭귄은, 추운 해든 덜 추운 해든 젠투펭귄보다 빨리, 3월말에서 4월 초순경에 군서지를 완전히 떠나며, 겨울에는 기지부근에서 보이지 않았다. chin스트랩펭귄은 젠투펭귄보다 군서지로 늦게 와 빨리 군서지를 떠난다는 점에서, 젠투펭귄보다 성장이 빠르다는 것을 알 수 있다(Trivelpiece *et al.* 1987a, 1987b; Shuford and Spear 1988a, 1988b). 셋째 chin스트랩펭귄은 기온이 내려가고 바다가 어는 것에 젠투펭귄보다 훨씬 큰 영향을 받는 것으로 보인다. 그러나 추운 해든 덜 추운 해든 떠나는 시기가 거의 일정한 것으로 보아, chin스트랩펭귄은 바다가 어는 것보다는 기온이 낮아지는 데에 더 큰 영향을 받는다고 생

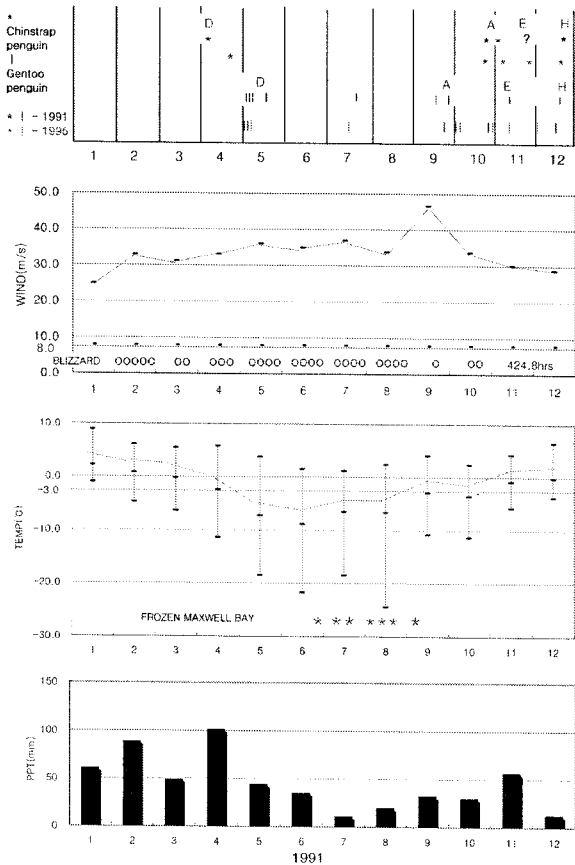


Fig. 2. Behaviour of penguins in 1991 (in blue) and 1995 (in red) combined with the meteorological data and the state of Maxwell Bay of 1991. The monthly mean temperatures were shown with upper and lower bars showing the range of monthly variations. The horizontal bar of -3.0°C shows the annual mean temperature. The wind data show the maximum values with the annual mean wind velocity of 8.0 m/s. D; departure, A; arrival, E; egg-laying, H; hatch

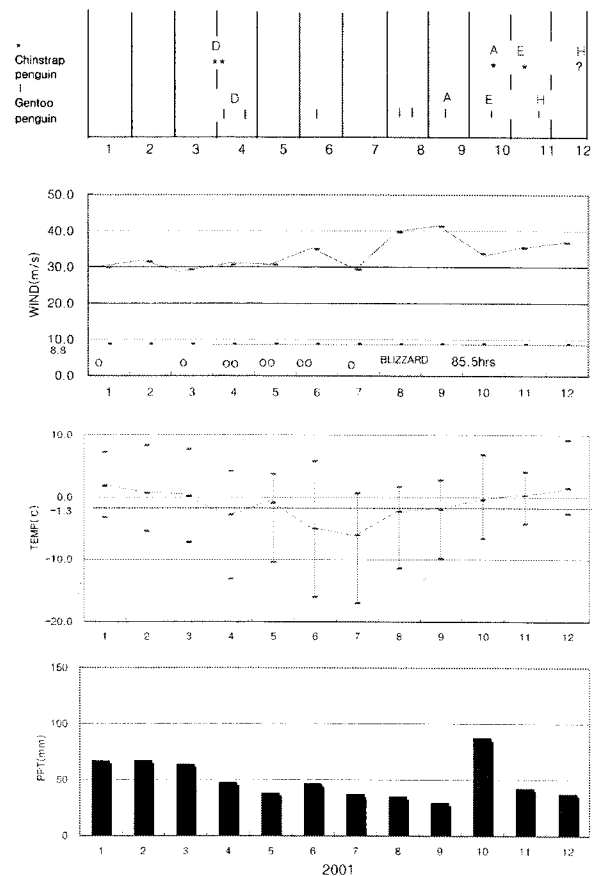


Fig. 3. Behaviour of penguins combined with the meteorological data of 2001. The monthly mean temperatures were shown with upper and lower bars showing the range of monthly variations. The horizontal bar of -1.3°C shows the annual mean temperature. The wind data show the maximum values with the annual mean wind velocity of 8.8 m/s. Maxwell Bay did not freeze in 2001. D; departure, A; arrival, E; egg-laying, H; hatch

각된다.

Fig. 2에서는, 가장 추운 해 가운데, 1991년(파란 색)과 1995년(붉은 색)의 펭귄들의 이동과 도착과 산란과 부화 시기와 1991년의 기상자료와 맥스웰만의 결빙상태를 표시했다. Fig. 3에서는, 덜 추운 해인 2001년의 기상자료에, 위에서 설명한, 펭귄들의 같은 현상들을 표시했다.

기지에서 관찰된 다른 종류의 펭귄들

아델리(Adelie) 펭귄(*Pygoscelis adeliae*)

세종기지 주변의 해안을 돌아다니는 아델리펭귄(*Pygoscelis adeliae*)은 번식하지 않는 개체로 생각된다. 아델리펭귄이 바튼반도에서 번식하지 않으면서, 기록할 가치가 있는 행동이 관측된 바가 없는 것으로 보인다. 그러나 아델리 펭귄은 젠투펭귄보다 먼저 산란하고 부화하는 것으로 알려졌다. 또 성장하는 것은 퀸스트랩펭귄과 비슷하다(Trivelpiece et al. 1987a, 1987b; Shuford and Spear 1988a). 이런 것으로 보아, 아델리펭귄은 빨리 산란해 부화하고 크는 것도 빠른 것으로 보인다. 아델리펭귄이 서식하는 장소로 세종기지에서 가장 가까운 곳은 6.5 km 정도 떨어진 아르헨티나 주바니(Jubany)기지의 남동쪽 지역이다(Jablonski 1984).

황제(Emperor) 펭귄(*Aptenodytes forsteri*)

황제펭귄(*Aptenodytes forsteri*) 한 마리가 1991년 겨울(5월초부터 7월)과 1995년 겨울(7월)에 나타났다는 말을 들었다(과학기술처 1992; 해양수산부 1997; 장 1999). 이 사실로 보아, 이 펭귄은 기지주변의 바다가 얼면 나타나는 것으로 보인다. 그러나 같은 황제펭귄인 지는 알 수 없다. 반면 바다가 얼었던 1992년 겨울에 황제펭귄이 맥스웰만 일대에 나타났다는 정보는 없다(신 2003 개인 논의). 또 바다가 얼었던 1988년 겨울에도 황제펭귄에 관한 정보는 없다. 당시는 처음 월동이라 바다가 얼었으나 외국기지 같은 곳을 찾아가지 못해 황제펭귄에 관한 소문을 들을 수 없었다. 기지에서 가장 가까운 황제펭귄의 번식지는 킹조지 섬의 남서쪽으로 약 800 km 정도 떨어진 디옹(Dion) 군도이다. 이 군도는 남극반도의 서쪽에 있는 유일한 황제펭귄 군서지로 알려져 있다(Watson 1975).

마카로니(Macaroni) 펭귄(*Eudyptes chrysolophus*)

마카로니 펭귄(*Eudyptes chrysolophus*)은 1988/89년 여름과 1989/90년 여름과 1995/96년 여름에 한 마리가 기지 남쪽 펭귄군서지에 나타났다(과학기술처 1990; 과학기술처, 1992; 해양수산부, 1997). 이 마카로니펭귄이 같은 개체인지는 알 수 없다. 그러나 그 후에는 관찰된 기록이 없다. 이 펭귄은 등지를 짓지는 않고 군서지부근을 배회한 것으로 생각된다. 한편 1985년 12월 5일 서남극 앤버스(Anvers) 섬의 미국 파머기지의 서쪽에 있는 작은 협블

(Humble)섬에서 마카로니 펭귄 한 마리가, 아델리펭귄의 군서지 옆에서, 알 한 개를 품고있는 것이 발견된 적이 있다. 그러나 그 펭귄은 12월 24일 등지를 버렸다(Heimark and Heimark 1988). 이외에도 퀸스트랩펭귄이 앤버스섬에서 관찰된 적이 있었다(Holgate 1963). 이런 것으로 보아, 마카로니 펭귄은 아주 드물게나마 군서지를 떠나 배회하는 현상이 있는 것으로 보인다. 남셰틀랜드군도에서는 엘레펀트 섬의 북쪽 해안에 있는 실(Seal)군도에서 125 마리의 마카로니 펭귄이 1987년 1월 서식한 것이 알려졌다(Shuford and Spear 1988a). 한편 마카로니 펭귄은, 실 섬을 제외하고는, 킹조지섬에서 가장 가까운 곳으로는, 케이프 혼(Cape Horn)의 남서쪽으로 112 km 떨어진 디에고 라미레스제도(Archipelago Diego Ramirez)에서 번식한다는 보고가 있다(Schlatter y Riveros 1987).

킹(King) 펭귄(*Aptenodytes patagonicus*)

2001년 11월 30일 칠레 과학자가 그 전 주일에 아틀레이 섬 부근에 킹펭귄(*Aptenodytes patagonicus*) 한 쌍이 출현했다는 말을 했다. 과거에도 비슷한 이야기를 들었던 것으로 보아, 여름에는 가끔 킹펭귄이 킹조지섬 부근에 나타나는 것으로 보인다. 지구온난현상으로 남극반도 일대의 기온이 올라가면서(Morrison 1990) 따뜻한 곳에서 서식하는 킹펭귄이 남셰틀랜드군도에 출현한다는 것이 가능할 것이다. 포클랜드군도가, 남셰틀랜드군도에서 가장 가까운, 킹 펭귄이 서식하는 곳이다. 그 군도보다 더 가까운 디에고 라미레스제도에 킹펭귄이 나타나지만, 그 제도에서 번식은 하지 않는 것으로 알려졌다(Schlatter y Riveros 1987).

5. 논 의

기지부근의 펭귄들이 추운 해와 덜 추운 해를 따라 나타나는 현상은 몇 가지 사항과 관련이 있으리라 생각된다. 예를 들면 생물의 생존본능과 지구환경변화는 이 조류들의 행동에서 중요한 인자라 생각된다.

생물의 생존본능

생물의 생존본능이란 먹이와 번식과 서식 같은 생존본능 자체를 말한다. 출현행동 같은 동물행동에 관련된 현상도 본능과 뗄 수 없는 관계에 있다고 생각된다.

먹이와 번식과 서식

펭귄을 포함한 조류들의 출현과 행동은, 다른 동물과 마찬가지로, 먹이와 등지에 큰 영향을 받는다고 생각된다. 곧 먹이를 쉽게 많이 구할 수 있고 등지를 지을 수 있다면, 조류들이 살기에 좋으므로 숫자도 많아질 것이다.

기지부근에서 서식하는 펭귄들의 주요한 먹이는 크릴이다. 그러므로 크릴을 쉽게 구하려면 적어도 두 가지 조건이 중요하다고 믿는다. 첫째, 바다가 얼지 않아, 바닷물이 노출되어야 할 것이다. 기지부근에서 바닷물이 노출되는 여부는 바다의 결빙(結氷)이 중요하다. 바다가 결빙되기 시작하면 연안부터 얼어 들어간다고 보아야 한다. 또 해안은 얼거나 유빙(遊氷)이나 빙산이 밀려와 덮는 수는 흔히 있을 수 있으나 먼바다는 유빙에 덮이지 않는 수도 있다. 이런 현상은 해안 가까운 곳에서 먹이를 구하는 펭귄들에게는 상당히 불리할 수도 있을 것이다. 또 폭설풍도 펭귄들이 크릴을 구하는 데에 좋을 것이 없다. 만약 폭설풍이 불고 바다가 얼어 먹이를 상당시간 구하지 못한다면, 펭귄들의 먹이생태에 따라 다르겠지만, 펭귄들이 생명을 부지하는 데에 좋지 않은 영향을 받을 것이라 생각된다. 그러므로 먹이를 구하는 현상에 따른 출현시기의 변화 같은 현상도 기지부근에 출현하는 펭귄에서 관찰된다고 생각된다. 예를 들면 1988년 7월 4일 아들레이 섬에서 서식하던 많은 숫자의 젠투펭귄들이 한꺼번에 군서지를 떠났던 것도 먹이를 구하는 현상과 관계가 있다고 믿어진다. 또 바다가 얼지 않았던 2001년에 젠투펭귄이 8월 중순에 기지부근에 출현한 경우도 먹이획득이 쉬워졌기 때문이라고 생각된다. 그러나 이런 현상도 펭귄의 종류에 따라 완전히 다르다. 곧 퀸스트랩펭귄은 기온이 내려가면서 군서지를 완전히 떠난다(Wilson *et al.* 1998a). 반면 젠투펭귄은 기온이 낮아지고 바다가 얼면 어는 대로 군서지부근에서 먹이를 찾는다(Wilson *et al.* 1998b). 그러다가 바다가 완전히 깨어지면, 곧 먹이를 군서지 가까운 곳에서 얻을 수 있게 되면, 군서지로 빨리 돌아온다고 볼 수 있다. 이런 차이는 펭귄의 종류에 따른 생태의 차이이자 본능의 차이로 생각된다.

둘째, 펭귄들이 등지를 지을 수 있다는 말은 땅이 노출되어야 한다는 것을 의미한다. 곧 기지부근에서 번식하는 펭귄들은 해마다 같은 곳으로 돌아와 잔 자갈을 깐 등지를 짓는다. 그러므로 펭귄의 등지는 땅의 노출여부에 절대 영향을 받는 바, 기후, 나아가 기온은 그런 의미에서 펭귄들의 생태에 대단히 중요하다고 보아야 한다. 퀸스트랩펭귄이 군서지로 돌아오는 시기가, 추위에 상관없이, 거의 일정한 것은 그런 현상에 영향을 덜 받기 때문이라고 볼 수 있다. 젠투펭귄도 큰 차이가 없는 것으로 생각된다. 이런 것을 보아, 기지남쪽의 펭귄군서지는 이 펭귄들이 등지를 짓는 데에 큰 문제가 없다고 보아야 한다.

조류들이 안전하게 서식하는 방법 가운데 하나가 보호색(保護色)을 이용하는 것이다. 예를 들면, 몸이 하얀 색인 남극비둘기(*Chionis alba*)와 스노우 페트렐(*Pagodroma nivea*)이 기지부근이 눈으로 덮이기 시작하는 겨울에 출현했다가 눈이 녹기 시작하면서 기지부근을 떠나는 현상이

조류들에게 안전한 서식환경이 필요하다는 것을 보여준다고 믿는다. 반면 몸이 검거나 갈색인 조류들이 주로 여름에 출현하는 것도 같은 현상으로 볼 수 있다. 여름에는 눈이 녹아 없어지면서 지면은 주로 바위조각이나 이끼로 덮이면서 갈색이나 흑회색이 우세해진다. 펭귄의 등이 검은 색이고 배가 하얀 것도 보호색이라는 점에서 펭귄도 다른 조류들과 마찬가지로이다.

출현양상

기지부근에서 서식하는 펭귄들이 나타나는 양상은 종류에 따라 다른 것으로 보인다. 예를 들면 퀸스트랩펭귄은 갑자기 기지부근을 떠나는 것으로 보인다. 젠투펭귄도, 아들레이섬에서 서식하던 펭귄들이 1988년 7월 4일에 얼어 붙은 해빙(海氷) 위를 걸어가는 것으로 보아, 대부분은 갑자기 군서지를 떠나는 것으로 보인다. 그러나 앞에서 말한 대로 젠투펭귄은 상당수가 겨울에도 기지부근에 남아있다. 한편 앞에서 말한 아들레이 섬의 젠투펭귄들은, 세종기지 남쪽의 젠투펭귄들이 상당히 일찍 군서지를 떠났다는 점을 고려할 때, 그 섬에서 서식하던 대부분의 펭귄들이 떠난 다음, 남아있던 펭귄들이 바다가 제대로 얼기 시작하면서, 떠난 것으로 생각해야 될 것이다. 아들레이 섬과 기지남쪽의 군서지가 그렇게 멀지 않기 때문에 펭귄들이 떠나는 시간이 그렇게 크게 차이가 난다고는 생각할 수 없기 때문이다.

한편 젠투펭귄과 퀸스트랩펭귄은 돌아올 때도 일시에 돌아오는 것으로 보인다. 펭귄들이 한꺼번에 무리를 지어 군서지를 떠나고 군서지로 돌아오는 것은 그들이 군서지를 떠나, 모여서 산다는 가정을 하게 한다(Wilson *et al.* 1998a; 1998b). 그렇지 않다면 무리를 지어 갑자기 나타나기 어려우리라 생각되기 때문이다.

기상조건

기지주변의 기상조건이 조류와 인간을 포함하여 남극에 있는 모든 생물과 무생물에 영향을 미친다는 것은 확실하다. 더구나 기상조건은 먹이를 얻는 장소와 등지를 짓고 성장하는 데에 영향을 미친다는 점에서는 조류의 행동과 생태에는 아주 중요하다.

첫째, 기온이 낮으면 바다가 얼고 바다가 언다는 것은 펭귄을 포함하여 기지부근에 있는 모든 조류에게 직접 간접으로 영향을 미친다는 것은 확실하기 때문이다. 바다가 언다는 것은 적어도 해안에서 수 km 이내에는 바닷물이 그렇게 많이 노출되지 않는 것을 뜻한다. 이런 환경은 해안 가까운 곳에서 먹이를 얻는 조류들에게 직접 영향을 미친다고 보아야 한다. 반면 해안 가까운 곳이 얼어도 먼 바다에서 먹이를 구하는 조류들에게는 큰 영향이 없을 것이다. 물론 그런 환경이 계속되는 시간도 중요한 인자가

된다. 또 앞으로 기온이 낮을 가능성이 적어 바다가 어는 경우가 많지 않으리라고 예상된다.

둘째, 눈이 많이 오고 녹지 않는다면 등지를 지을 만한 땅이 노출되지 않는다는 점에서, 돌맹이들을 모아 등지를 만드는 젠투펭귄과 흰스트랩펭귄의 생태에 좋지 않은 영향을 미친다. 이 펭귄들이 본능에 따라 바람에 눈이 날려가는 평지나 약간 높은 곳에 등지를 짓지만, 눈이 많이 오면 그런 등지 터가 천천히 노출된다고 보아야 한다. 높은 곳은 대개의 경우 눈이 바람에 날려갈 가능성도 높고 햇빛도 많이 받아, 눈이 낮은 곳에 비해 두껍지 않다고 보아야 한다. 그래도 강수량이 많고 기온이 낮아 눈이 녹지 않는다면 땅이 쉽게 노출되지 않을 것이다. 또 눈이 늦게 녹으면 펭귄을 포함한 새들은, 작은 자갈이나 이끼 같은, 등지를 지을 재료를 구하기도 쉽지 않다고 보아야 한다. 실제 2002년 9월 21일 군서지에 2천 마리 정도의 젠투펭귄이 모였으나 땅이 얼어 등지를 짓지 못했다. 그러나 펭귄 군서지는 특별한 장애물이 없고 높은 곳에 있어 바람에 노출되어, 눈이 많이 쌓이는 곳은 아니라고 생각된다. 그런 점에서 펭귄들은 좋은 조건을 갖춘 군서지를 찾는 본능이 있는 것으로 보인다.

셋째, 기온과 기상조건은 펭귄을 포함한 모든 조류의 성장에 영향을 미칠 것이다. 예를 들면, 강한 눈보라는 유조(幼鳥)들의 생명을 빼앗을 것이다. 킹조지 섬에는 유조들이 한창 클 때에 심한 눈보라가 없다고 생각되지만 반드시 그렇지는 않다고 보아야 한다.

지구환경변화

펭귄도 생물이므로 환경의 변화에 영향을 받을 것이라는 점은 분명하다. 더구나 세종기지는 10년 동안에 평균 기온이 0.6°C 올라갔으며 기지부근에 있는 빙벽도 후퇴한다. 더구나 그 후퇴속도는 최근 들어 더욱 빨라진다(Park et al. 1998; 장 외 2003). 이는 지구온난현상(地球溫暖現象 global warming)의 결과라고 보아야 한다. 실제 남극반도는, 지구온난현상의 영향이 거의 나타나지 않는 남극에서, 그 현상이 유일하게 나타나는 곳이다(Bindschadler and Bentley 2002). 그러므로 기지부근에 있는 펭귄들도 지구온난현상에 지배된다고 보아야 할 것이다. 그 현상에 따라 펭귄과 다른 조류들의 출현양상이 달라지리라 생각된다. 이 양상을 크게 네 가지로 나눌 수 있다.

첫째, 기온이 높아지면서 펭귄을 포함하여 기지부근에 나타나지 않았던 조류들이 나타나는 현상이다. 이런 조류들은 기온이 높은, 덜 찬 환경에서 서식하는 조류와 펭귄일 것이다. 이런 조류 가운데에는 킹조지 섬에서 가까운 드레이크 해협이나 아남극(亞南極)에 있는 섬에서 서식하는 조류들이 포함될 가능성이 가장 높다(Schlatterly Riveros 1987). 실제 2001년 11월 25일에는 기지남쪽에 있는 펭귄

군서지에서 처음 보는 도요새 계통의 조류 한 쌍이 목격되었다(한국해양연구원 2002a). 이 조류는 킹조지 섬에서는 아주 드물게 관찰되는 조류로 보인다(Lesinski 1993). 킹펭귄도 남극반도 일대의 기온이 올라가면서 나타나는 조류의 한 종류로 생각된다.

둘째, 기온이 높아지면서 과거에 나타나던 조류가 나타나지 않는 현상이다. 이런 조류들은 기온이 낮은 찬 환경에서 서식하는 조류일 것이다. 예를 들면, 앞에서 말했듯이, 킹조지섬에서 800 km나 떨어진 곳에서 오는 것으로 보이는 황제펭귄은 다시는 나타나지 않을 수도 있다. 실제 이 조류는 기지둘레의 바다가 얼면 한 마리가 나타났으나, 얼지 않았던 해에는 관찰된 적이 없었다는 점에서, 기지주변이 얼지 않는다면 나타나지 않을 가능성이 있다.

셋째, 기지부근에 나타나는 펭귄과 조류들의 생리가 달라질 지 모른다. 예를 들면 기지주변이 따뜻해진다면 젠투펭귄 같은 펭귄은 산란하는 시기가 늦추어질 지 모른다. 실제 젠투펭귄은 지역에 따라 생리와 생태가 다르다고 생각된다. 예컨대 1990년 1월 14일 기지에서 남서쪽으로 300 km 정도 떨어진 남위 64°49', 서경 62°52'에 있는 칠레의 곤살레스 비델라(Gonzalez Videla)기지에서 목격한 젠투펭귄들의 부화는, 킹조지섬에 비하면 3-4주 늦는 것으로 보였다. 새끼들은 그 때 방금 부화되어 눈도 뜨지 못하고 목도 제대로 가누지 못했기 때문이다. 실제 아주 북쪽 지역에서 번식하는 젠투펭귄부터 남쪽 지역에서 번식하는 젠투펭귄 사이에는 산란시기가 점차 늦어져, 6월부터 11월까지 산란한다고 한다(W. Trivelpiece 1993년, 개인 논의). 그러므로 기지부근이 더워지면 젠투펭귄들은 산란과 부화와 성장 같은 생리가 변할 수 있다고 보아야 한다(장 1999b).

넷째, 기지부근에 출현하는 조류와 펭귄들이 기지부근에 머무는 시간이 달라질 것이다. 예를 들어 기지부근이 눈으로 덮이는 기간이 짧아진다면, 기지부근에 출현하는 펭귄들과 조류는 종류에 따라 더 오래 있을 가능성도 있다. 또는 더 짧아질 수도 있을 것이다.

이런 현상들은 기지부근에 출현하는 조류와 펭귄들을 계속해서 오래 관찰하면 어느 정도를 이해할 수 있으리라 믿는다.

6. 결 론

이 연구는 조류관찰에 관한 큰 경험과 소양이 없는 비전문가들이 세종기지에서 추운 해 4개년과 덜 추운 해 1개년에 걸쳐 관찰한 내용을, 비전문가가 정리한 것이다. 그 정리에서 다음과 같은 결론을 끄집어낼 수 있다. 덜 추운 해는 관찰된 횟수가 작지만 참고는 되리라 믿는다.

첫째, 펭귄들은 종류에 따라 추운 해와 더운 해에 보여

주는 이동과 출현 현상이 약간 다르다. 젠투펭귄은 추운 해든 덜 추운 해든 친스트랩펭귄보다 늦게 군서지를 떠나며 한겨울에도 기지부근에 머물러있으나 친스트랩펭귄은 거의 일시에 모두 떠난다. 젠투펭귄의 경우 추운 해에 군서지로 돌아오는 시기의 폭이 친스트랩펭귄이 돌아오는 시기의 폭보다 크다. 친스트랩펭귄의 경우 추운 해에 군서지로 돌아오는 시기가 거의 일정하고 돌아오는 시기의 폭이 좁다. 두 펭귄 모두 덜 추운 해는 약간 일찍 돌아온다. 이는 그만큼 기지둘레에서 먹이를 구하기 쉽기 때문인 것으로 생각된다.

둘째, 펭귄의 행동뿐 아니고 생태와 생리 같은 분야도 연구해야 한다. 이런 연구는 펭귄 자체의 연구도 되겠지만 펭귄과 주변환경 사이의 관계를 밝히는 데에 큰 도움이 될 것이라 확신한다. 펭귄들의 행동과 생태와 생리에 영향을 미치는 요인에는 먹이와 번식, 펭귄 자체의 동물본능과 주변환경변화와 지구온난현상이 있다고 생각된다. 먹이와 번식은 환경변화에 따른 복합현상으로 펭귄의 행동에 큰 영향을 미친다. 생물자체의 본능은 짧은 시간 내에 변하지 않겠지만 주변환경변화와 지구온난현상은 상당히 빨리 변할 수 있다고 보아야 한다. 그러므로 그에 따라 조류들의 행동도 변할 것이다.

셋째, 기지 주변에서 볼 수 있는 조류를 전문으로 연구하는 것이 환경변화를 이해하는 데에 큰 도움이 된다. 그러므로 조류를 전문으로 연구하는 연구원이 우리나라 남극연구에 반드시 필요하다. 또 월동연구대의 생물학자는 말할 필요도 없고 월동대장은, 그들의 전공이 조류학(鳥類學)이 아니더라도, 펭귄을 포함하여 기지둘레에서 볼 수 있는 조류들을 관심을 가지고 관찰하고 기록하는 것이 절대로 필요하다.

사 사

이 연구는 월동연구대의 보고서와 “남극 세종기지 주변 환경 모니터링(PP03102)”, “남극 지구조 진화 및 지질환경특성 연구(PP03103)”, “남극권 고해양 및 고기후 연구(PP03106)”들의 연구결과에 바탕을 두었다. 기상자료와 바다의 결빙자료는 한국해양연구원 극지연구소의 이방용 박사가 정리했다. 위 연구사업의 연구책임자들과 세종기지에서 월동한 여러분, 그 가운데서도 펭귄군서지와 펭귄 행동에 관심을 가졌던 분들과 이방용 박사에게 깊은 고마움을 표한다. 또 이름을 밝히지 않은, 이 논문을 심사한 분들에게도 깊은 고마움을 표한다.

참고문헌

과학기술처. 1990. 제1차 대한민국 남극과학연구단 월동조사

- 대 보고, BSPE 00160-279-7, 313 p.
- 과학기술처. 1992. 대한민국 제4차 남극과학연구단 월동연구대 월동보고(1990년 12월-1992년 1월), 664 p.
- 과학기술처. 1993. 대한민국 제5차 남극과학연구단 월동연구대 월동보고(1991년 12월-1992년 12월), BSPN 00221-1-678-7, 737 p.
- 과학기술처. 1995. 대한민국 제7차 남극과학연구단 월동연구대 월동보고(1993년 12월-1994년 11월), BSE520L50-840-7, 898 p.
- 신형철, 김수암. 1994. 세종기지부근에 번식하는 친스트랩펭귄의 잠수행동, 남극환경 및 자원탐사기술, 과학기술처, BSPN 00221-702-7, 665-679.
- 윤무부. 1990. 세종기지주변에서의 조류관찰, 남극 과학기지 주변 환경조사(제3차년도), 과학기술처, BSPG 00111-317-7, 433-459.
- 장순근. 1999a. 남극 세종기지 부근에 출현하는 펭귄, *Ocean Research*, 21(2), 137-147.
- 장순근. 1999b. 남극 세종기지 부근에 출현하는 조류(鳥類), 한국조류연구소 연구보고, 7(1), 19-35.
- 장순근, 이방용, 정호성, 강성호. 2003. 지구환경변화와 남극, 한국지구과학회지, 24(3), 216-233.
- 한국해양연구원. 2002a. 대한민국 제14차 남극과학연구단 월동연구대 월동보고서(2000년 11월-2001년 12월), 677 p.
- 한국해양연구원. 2002b. 남극세종기지 주변 인간활동으로 인한 환경변화 모니터링, ECPP 02 102, 598 p.
- 해양수산부. 1997. 대한민국 제8차 남극과학연구단 월동연구대 월동보고(1994년 11월-1995년 12월), BSE 520001-982-7, 553 p.
- Bindschadler, R.A. and C.R. Bentley. 2002. On thin ice. *Scientific American*, 287(6), 66-73.
- Heimark, G.M. and R.J. Heimark. 1988. Observations of birds and marine mammals at Palmer Station November 1985 to November 1986. *Antarct. J. U.S.*, 23(4), 14-17.
- Holgate, M.W. 1963. Observations of birds and seals at Anvers Island, Palmer Archipelago, in 1955-57. *British Antarctic Survey Bulletin*, 2, 45-51.
- Jablonski, B. 1984. Distribution and numbers of penguins in the region of King George Island, South Shetland Islands in the breeding season 1980/81. *Pol. Polar Res.*, 5, 17-30.
- Lesinski, G. 1993. Monitoring of birds and pinnipeds on King George Island (South Shetland Islands) in 1989/90. *Pol. Polar Res.*, 14(1), 75-89.
- Morrison, S.J. 1990. Warmest year on record on the Antarctic Peninsula? *Weather*, 45(6), 231-232.
- Park, B.K., S.K. Chang, H.I. Yoon, and H. Chung. 1998. Recent retreat of ice cliffs, King George Island, South Shetland Islands, Antarctic Peninsula. *Ann. Glaciology*, 27, 633-635.

- Schlatter, R.P. y Riveros, G.M. 1987. Historia Natural del Archipelago Diego Ramirez, Chile, Serie Cientifica INACH, 47, 87-112.
- Shin, H.C. and S. Kim. 1993. Preliminary study on the breedings of chinstrap and gentoo penguins at Barton Peninsula, King George Island. *Korean J. Polar Res.*, 4(2), 97-103.
- Shuford, W.D. and L.B. Spear. 1988a. Surveys of breeding penguins and other seabirds in the South Shetland Islands, Antarctica, January-February, 1987, NOAA Technical Memorandum NMFS-F/NEC-59. 27 p.
- Shuford, W.D. and L.B. Spear. 1988b. Surveys of breeding Chinstrap penguins in the South Shetland Islands, Antarctica. *British Antarctic Survey Bulletin*, 81, 19-30.
- Stonehouse, B. 1985. Birds and Mammals-Penguins, in (eds.) Bonner, W.N. and W.H. Walton, *Key Environments Antarctica*, Pergamon Press. p. 266-292.
- Trivelpiece, W.Z., S.G. Trivelpiece, and N.J. Volkman. 1987a. Ecological segregation of adelic, gentoo, and chinstrap penguins at King George Island, Antarctica, *Ecology*, 68(2), 351-361.
- Trivelpiece, S.G., G.R. Geupel, J. Kjølmyr, and W.Z. Trivelpiece. 1987b. *Pygoscelis* penguin population studies at King George Island, *Antarctic Journal of the United States*, 1987 Review, 21(5), 222-223.
- Watson, G.E. 1975. *Birds of the Antarctic and Sub-Antarctic*, American Geophysical Union, 350 p.
- Wilson, R.P., B.M. Culik, P. Kosiorek, and D. Adelung. 1998a. The over-winter movements of a chinstrap penguin (*Pygoscelis antarctica*), *Polar Record*, 34(189), 107-112.
- Wilson, R.P., B. Alvarez, L. Latorre, D. Adelung, B. Culik, and R. Bannasch. 1998b. The movements of gentoo penguins *Pygoscelis papua* from Ardley Island, Antarctica, *Polar Biology*, 19, 407-413.

Received , 2003

Accepted , 2003