Korean Journal of Polar Research
Vol.3, Nos.1/2, p.27~34 December 1992

남극 킹죠지섬 바톤반도의 지의류의 식생분포

이 주 삼

연세대학교 문리대학

Vegetational Distribution of Lichens in Barton Peninsula, King George Island, Antarctica

Ju-Sam Lee

College of Liberal Arts & Sciences
Yonsei University, Wonju 222-701, Korea

요 약: Barton 반도내의 산지 45개 지점, 노출바위지대 14개 지점에 분포된 지의류는 총 34속 43종이었다. 고도 200m 범위내의 산지에 분포되어 있는 지의류는 10속 11종이었으며 고도 100m까지는 종조성이 증가되었으나 그 이상의 고도에서는 감소되었으며 종조성이 단순화되는 경향을 나타내었다. 종조성이 가장 풍부한 고도는 25~100m의 범위였다.

지의류 중에서는 수지상 지의류인 *Usnea fasciata*, *Himantormia lugubris*, *Sphaerophorus lugubris*, *Streocaulon alpinum*과 같은 대형 지의류의 분포가 많았고 적산 우점도로 볼 때 *Usnea fasciata-Himantormia lugubris*가 Barton 반도의 우점종이었다. 지의류의 피도는 고도에 따라서 32.1~50.2%의 범위였고 평균 피도는 43.2%이었다.

노출바위지대에서의 지의류는 수지상 지의류 12속 14종, 엽상지의류 12속 14종 및 각상지의류 10속 15종의 종조성을 나타내었으며 호조분성 지의류(ornithocoprophilous lichens)의 분포가 많았다. 특히 펭귄 마을 부근의 조사지점(14번)에서의 지의류의 종조성이 가장 풍부하였다.

주요어: 수지상지의류, 엽상지의류, 각상지의류, 대형지의류, 호조분성 지의류, 피도, 종조성, 적산 우점도

ABSTRACT: Summed dominance ratio(SDR) and vegetational coverage of lichens were measured at 45 observation points of mountainous areas, and the frequency distribution was measured at 14 observation points of various coastal exposed rocks in Barton Peninsula.

In total, 43 species of lichens belong to 34 genera, were found to be distributed in Barton Peninsula. Species diversity was increased up to 100m altitude, then decreased above 100m altitude. The species diversity was highest in 25~100m altitudinal ranges. Macro-lichens *Usnea fasciata*, *Himantormia lugubris*, *Sphaerophorus globosus* and *Stereocaulon alpinum* were distributed in all altitudinal ranges of mountainous areas. High summed dominance ratios of the *Usnea fasciata-Himantormia lugubris* association were obtained in all altitudinal ranges of mountainous areas in Barton Peninsula. The mean value of vegetational coverages in altitudinal ranges of mountainous areas were 43.2%(ranged from 32.1% to 50.2%).

On coastal exposed rocks, fruticose, foliose and crustose lichens were distributed, and in particular more ornithocoprophilous lichens were found. The species diversity was highest near penguin colony.

KEY WORD: fruticose, foliose, crustose, macro-lichens, ornithocoprophilous lichens, vegetational coverage, species composition, summed dominance ratio

서 론

남극의 육상식물은 식생천이 과정의 초기 단계에서 나타나는 지의류 및 선태류와 같은 은화식물(crytogams)이 대부분으로 지역에 따라서는 *Deschampsia antarctica*와 *Colobanthus quitensis*와 같은 현화식물의 분포가 보고되고 있다(Longton, 1988).

특히, 지의류는 지의체(thallus)라고 하는 특수한 영양체를 형성하여 극저온과 건조한 환경조건에서도 견딜수 있는 능력이 뛰어나 유관속 식물이 생육할 수 없는 노암조건에서도 생육이 왕성하여 선태류와 함께 남극의 주요한 식생을 이루고 있다(Lange and Kappen, 1972).

남극의 지의류에 대하여 Greene(1970)은 아남극권을 포함한 남극 지역에서 534종의 지의류가 분포한다고 하였고 Dodge(1973)는 남극지역에는 지의류만도 약 650종이 분포되고 있다고 보고하여 지의류의 종조성에는 연구자들 간에 큰 차이가 나타나고 있다. 이는 남극지역이 기후적 특성에 따라서 대륙성 남극(continental antarctic)과 해양성 남극(maritime antarctic)으로 구분되어(Holdgate, 1964) 지역에 따라서 식생의 종조성의 차이가 인정되고 있기 때문이다(Holdgate, 1964, Lindsay, 1977, Inoue, 1991).

해양성 남극에 속하는 South Shetland 군도의 식생에 대한 연구는 Longton(1966, 1967)과 Collins(1969)에 의한 Deception 섬의 식생조사가 있으며, Folliman(1965)과 Lindsay(1971)에 의한 South Shetland 군도의 식생조사에 관한 연구 결과가 있다.

우리나라의 연구 결과로서는 KORDI(1988)의 세종기지 주변의 자연환경에 관한 연구가 있는데 Barton 반도를 3지역으로 구분하여 지역에 따른

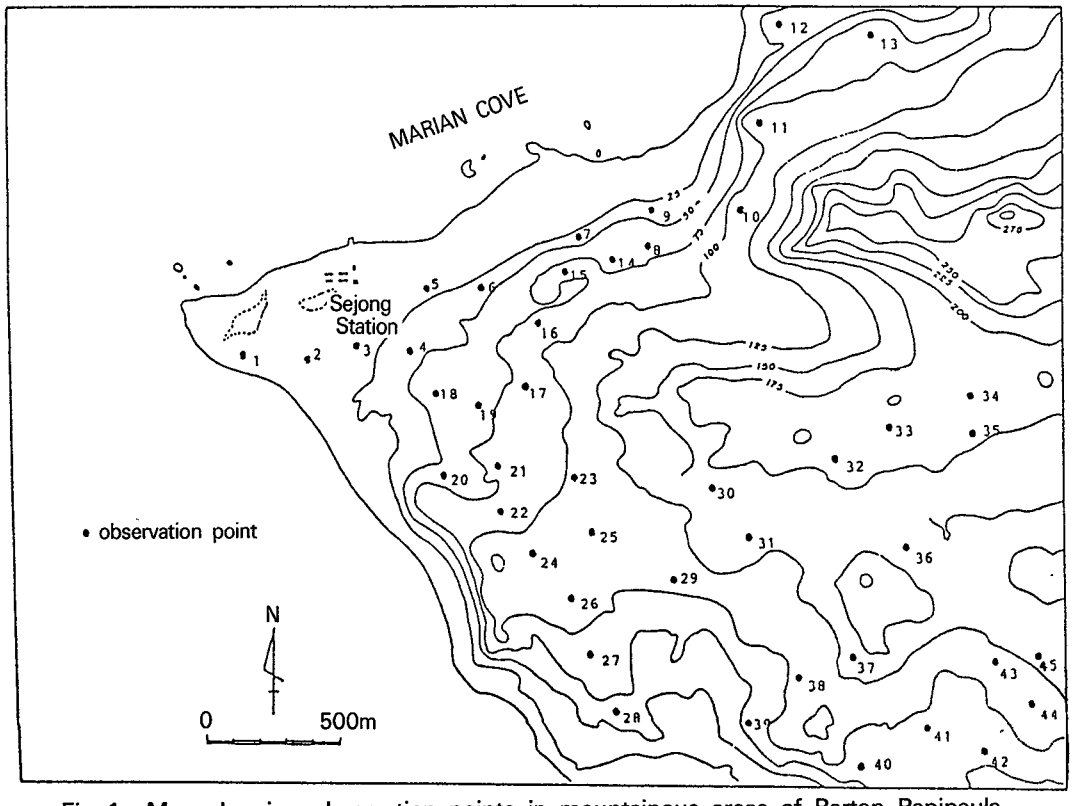

Fig. 1. Map showing observation points in mountainous areas of Barton Peninsula, King George Island.

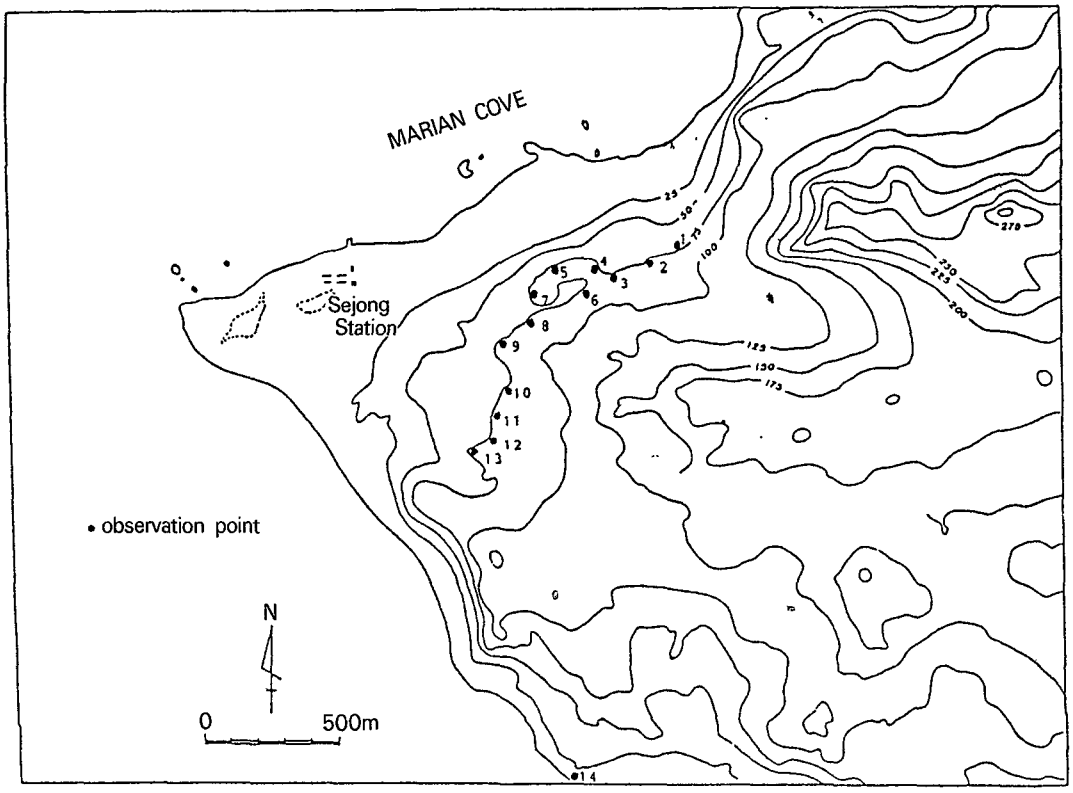

Fig. 2. Map showing observation points in the coastal exposed rocks of Barton Peninsula, King George Island.

대표적인 지의류와 선태류의 분포를 보고하였다.

지의류에 대해서는 Guzman and Redon(1981)의 King Geroge섬의 Ardely 반도, Andreev(1988)의 Fildes 반도 및 Inoue(1991)의 King George 섬에서의 지의류의 종조성에 관한 연구결과가 있으나 Barton 반도의 지의류의 식생분포에 관해서는 Lindsay(1971)에 의하여 부분적으로 수행되었을 뿐 아직까지 자세한 연구 결과는 보고되어 있지 않다.

따라서 본 조사에서는 세종기지가 위치한 Barton 반도 전지역에 걸친 식생조사를 통하여 Barton 반도에서의 지의류의 분포상황을 밝히므로 장기적인 과학기지의 운영을 위한 환경영향평가의 기초적 자료를 얻고자 하였다.

재료 및 방법

조사지역은 Barton 반도 (4×4km=16km^2)내의 지형특성에 따라서 2지역으로 구분하여 지의류의 분포를 조사하였다. 즉, 고도 200m 범위내의 45개 지점(Fig. 1)과 해안에서 200m 거리내에 위치한 노출바위지대 14개 지점(Fig. 2)을 조사지점으로 한 총 59개 지점을 조사대상지로 하였다.

고도 200m 내에 위치한 산지의 45개 지점에서는 30×30cm의 quadrat를 사용하여 빈도, 밀도 및 피도를 조사하였으며 조사지점당 10 반복하여 측정하였다. 조사결과를 종합하여 조사지점에 따른 종조성, 적산우점도(Numata, 1954) 및 피도를 구하여 고도에 따른 차이를 비교하였다. 또한 노출바위지

대의 14개 조사지점에서는 종조성과 빈도분포를 조사하였고 지역에 따른 토양성분의 차이를 알기 위하여 고도 200m 내의 조사지점중 25번 지점(Fig. 1)과 노출바위지대 7번 지점(Fig. 2)의 토양성분 분석을 실시하였다(Table 3).

결과 및 고찰

1. 산지에서의 지의류의 식생분포와 종조성

고도 200m 범위내에 위치한 산지의 45개 조사지점을 고도 25m 범위로 하여 8개 지역으로 구분하였으며 그에 따른 지의류의 식생분포와 종조성은 Table 1과 같다.

먼저 고도에 따른 종조성의 분포를 보면 0~25m와 100~125m 범위내에서는 6종, 25~50m와 50~75m 범위내에서는 9종, 125~150m와 175~200m 범위내에서는 3종 그리고 150~175m 범위내에서는 2종이 분포하였다. 이상의 결과는 어느 고도의 범위까지는 종조성이 증가하였다가 그 이상의 고도에서는 감소되어 종조성이 단순화되는 경향을 나타내었으며 가장 풍부한 종조성을 나타낸 고도의 범위는 25~100m 사이에 존재하는 것으로 보아서 고도가 지의류의 생육과 분포에 밀접히 관련되고 있음을 암시하고 있다.

산지의 조사지점에 분포되어있는 지의류는 총 10속 11종으로 종조성은 풍부한 편은 아니지만 대형 지의류의 분포가 많은 특징을 나타내고 있다. 즉, 산지에 분포되어 있는 지의류중에서는 대형 지의류(macro-lichens)인 수지상 지의류가 7종이 분포되어 전체 지의류의 86.8%를 나타내었는데 이는 King George 섬에는 대형지의류의 분포가 많았다고 한 Inoue(1991)의 결과와도 일치한다. Inoue(1991)는 King George 섬에 대형지의류가 많이 분포되어 있는 원인으로서는 기후조건이 대륙성 남극에 비하여 온화하고 강수량이 많아서 바다바람에 의하여 운반되는 염분의 농도가 희석되었기 때문으로 추정하고 있다. 이는 지의류의 생육과 종조성의 분포가 온도보다는 강수량에 의한 수분공급의 정도에 의하여 크게 변화될 수 있음을 시사하고 있다.

Table 1. Mean values of summed dominance ratio(SDR_3) and vegetational coverage(%) of lichens in mountainous areas of Barton Peninsula.

Species	Altitudinal Ranges							
	0~25m (n*=5)	25~50m (n=6)	50~75m (n=9)	75~100m (n=10)	100~125m (n=11)	125~150m (n=2)	150~175m (n=2)	175~200m (n=3)
1. SDR_3								
Acarosphora macrocylos		1.3	2.9					
Bryoria chalibeiformis		3.2		0.6	1.6			
Cladonia chlorophaea		6.9	10.8	2.3				
Cladonia metacorallifera		3.6	5.6	0.4				
Cornicularia aculeata	2.8	3.2	0.4	0.7				
Himantormia lugubris	22.1	23.9	18.7	13.3	17.4	59.3	31.8	46.1
Physcia dubia			0.4					
Placopsis contortuplicata	1.1	3.2	0.8	2.2	1.0			
Sphaerophorus globosus	2.6	10.7	10.5	5.3	4.5	3.7		2.4
Stereocaulon alpinum	1.2	3.8	1.2	0.7	1.3			5.1
Usneae fasciata	97.8	100.0	89.5	100.0	98.5	97.2	100.0	100.0
2. Vegetational coverage	35.8	44.5	45.1	45.2	45.5	32.1	50.2	47.2

* n ; No. of observation points

대형지의류중에서도 *Usnea fasciata*와 *Himantormia lugubris*는 전 조사지점에서 고르게 분포되어 Barton 반도의 우점종이라고 할 수 있다. 특히 *Himantormia lugubris*는 125m 이상의 고도조건에서 31.8~59.3% 범위의 높은 적산우점도를 나타내었고 *Usnea fasciata*와 *Himantormia lugubris*가 우점하는 단순군락의 경향을 나타낸 것으로 보아서 *Usnea fasciata*와 *Himantormia lugubris*는 바다바람에 의한 염분의 영향이 비교적 적고 새들에 의한 질소의 공급이 부족한 환경조건에서 잘 적응하는 생육특성(nitrophoby)을 갖고 있기 때문이라고 생각된다(Lindsay, 1971, Inoue, 1991). 이상의 결과를 입증하는 것은 염분의 농도가 낮고 질소성분이 부족한 곳에 잘자라는 *Sphaerophorus globosus*, *Stereocaulon alpinum* 및 *Placopsis contortuplicata*와 같은 지의류가 *Usnea fasciata*와 *Himantormia lugubris*가 분포하는 거의 모든 조사지점에서 출현되고 있다는 점이다(Table 1). Lindsay(1971)도 고도 15m 미만의 지역에서 *Himantormia lugubris*의 분포가 낮은 이유는 염분의 농도와 밀접한 관련이 있기 때문이라고 보고하였다.

산지의 45개 조사지점에서 평균 적산우점도가 높은 종을 순위별로 나타내면 *Usnea fasciata*, *Himantormia lugubris*, *Sphaerophorus globosus*, *Cladonia chlorophaea*, *Stereocaulon alpinum*의 순으로써 염분의 농도가 비교적 낮은 조건에서 잘 자라는 대형지의류에 의하여 우점되고 있는데(Inoue, 1991) 이와 같은 Barton 반도의 식생형을 Lindsay(1971)는 *Usnea fasciata*, *Sphaerophorus globosus* 및 *Stereocaulon alpinum*과 같은 대형지의류가 우점하는 Type 5의 식생형으로 분류하였다.

지의류의 피도는 고도에 따라서 32.1~50.2%의 범위였으며 평균 피도는 43.2%를 나타내었다. 이(1992)는 Barton 반도 산지의 45개 조사지점에서 지의류와 선태류의 평균 피도는 53.4%라고 보고하고 있어 육상식물(지의류+선태류)의 약 81%가 지의류에 의하여 피복되어 있음을 의미한다.

2. 노출바위지대의 종조성과 빈도분포

노출바위지대의 14개 조사지점에 분포된 종조성과 평균 빈도분포는 Table 2와 같다. 노출바위지대의 종조성은 수지상 지의류(fruticose) 12속 14종, 엽상지의류(foliose) 12속 14종 및 각상지의류(crustose) 10속 15종으로 산지의 45개 조사지점에 분포된 지의류의 약 4배에 가까운 지의류가 분포되었고 종조성이 다양하였다. 즉, 빈도분포로 볼 때 수지상 지의류는 *Usnea fasciata*, *Himantormia lugubris*, *Sphaerophorus globosus*, *Stereocaulon alpinum*이, 엽상지의류는 *Cladonia chlorophaea*, *Cladonia metacorallifera*, *Umbilicaria antarctica*, *Hygymnia lugubris*가, 각상지의류에서는 *Rhizocarpon geographicum*, *Placopsis contortuplicata*, *Rinodia petermanii*, *Buellia frigida*, *Acarospora macrocyclos*의 빈도분포가 높았다.

이와 같이 해안에 가까운 노출바위지대에서 지의류의 종조성이 풍부한 원인으로서는 첫째로 조류들의 서식처가 해안 가까이에 위치하여 조분(鳥糞)의 집적이 많아지므로 질소와 유효인산함량이 높아지게 되기 때문이며, 둘째로 바람에 의한 염분의 집적은 마그네시움과 나트륨 함량을 증가시키게 되며, 셋째로 해안가에 퇴적되어 있는 화석류의 성분이 조류에 의하여 운반되어 칼리와 칼슘 함량이 증가되기 때문이라고 생각된다(Redon, 1985). 이상과 같은 결과를 입증할 수 있는 것이 Table 3의 토양분석 결과이다. 즉, 노출바위지대 7번 조사지점의 토양은 고도 약 115m 정도에 위치한 산지의 25번 조사지점의 토양에 비하여 pH와 유기물 함량이 높았고 전질소 함량은 약 7배, 유효인산 함량은 약 9배 정도가 높았으며 치환성 양이온 함량도 모두 높아서(Table 3), 지의류의 생육에 좋은 환경조건을 제공하였다고 생각된다. 특히 지의류의 종조성중에는 *Umbilicaria antarctica*와 *Xanthoria elegans*와 같은 호조분성 엽상지의류(ornithocoprophilous lichens)가 분포하고 있으며(中西, 1981), 질소함량이 풍부한 조건에서 잘 자라는 *Acarospora macrocyclos*와 *Caloplaca regalis*와 같은 각상지의류(Lindsay, 1971)가 분포하고 있고, 종조성이 가장 풍부하였던 조사지점이 펭귄마을이 위치한 14번 지

Table 2. Frequency distribution of lichens in the coastal exposed rocks of Barton Peninsula.

Species	F(%)	Species	F(%)
1. Fruticose 12(14)			
Alectoria minuscula	14.3	*Physica caesia*	7.1
Bacidia stipata	7.1	*Physica dubia*	14.3
Bryoria chalibeiformis	28.6	*Physconia muscigena*	21.4
Cladonia gracilis	14.3	*Psoroma hypnorum*	14.3
Cladonia phxidata	14.3	*Umbilicaria antarctica*	35.7
Cornicularia aculeata	35.7	*Xanthoria elegans*	21.4
Himantormia lugubris	92.9	3. Crustose 10(15)	
Lecania brialmontii	28.6	*Acarospora macrocyclos*	35.7
Psedephede pubescens	35.7	*Buellia anisomera*	14.3
Ramalina terebrata	14.3	*Buellia cladocarpiza*	14.3
Sphaerophorus globosus	78.6	*Buellia coniops*	21.4
Sterocaulon alpinum	42.9	*Buellia frigida*	35.7
Usnea antarctica	35.7	*Buellia russa*	7.1
Usnea fasciata	100.0	*Buellia subpedicillata*	7.1
2. Foliose 12(14)		*Caloplaca regalis*	7.1
Candelarilla antarctica	7.1	*Catillaria corymbosa*	14.3
Cladonia chlorophaea	71.4	*Lecidea sciatrapha*	21.4
Cladonia metacorallifera	78.6	*Placopsis contortuplicata*	42.9
Hygymnia lugubris	28.6	*Rhizoplaca aspidophora*	21.4
Leptogium puberulum	14.3	*Rhizocarpon geographicum*	100.0
Mastodia tesselata	21.4	*Rinodia petermanii*	42.9
Pannaria hookeri	7.1	*Ochrochia antarctica*	7.1
Parmelia saxatillis	14.3		

Table 3. Soil analysis data of antarctic soils.

Obsrv. point No.	Soil tex.	pH	OM (%)	TN (%)	Available phos. (ppm)	C.E.C (me/100g)	Exchangeable cation(me/100g)			
							K^+	Na^+	Ca^{++}	Mg^{++}
7(CR)	Sandy loam	5.44	2.90	0.20	842	5.94	0.21	1.97	1.76	0.60
25(MA)	Sandy loam	4.96	0.10	0.03	96	5.50	0.12	1.12	1.69	0.16

CR ; coastal exposed rocks, MA ; mountainous area, Soil tex. ; soil texture, OM ; organic matter, TN ; total nitrogen, Available phos. ; available phosphorus, C.E.C. ; cation exchange capacity.

점이었던 것으로 미루어 보아서 남극과 같이 육상 식물의 생육에 필요한 양분이 부족한 환경조건에서는 조분(鳥糞)의 집적 정도가 지의류의 식생분포와 발달에 중요한 역할을 담당하고 있는 것을 의미한다 (Allison and Smith, 1973).

3. Barton 반도의 지의류의 종조성

노출바위지대에 분포하고 있는 지의류는 종조성은 산지에 분포된 종조성을 포함하고 있어(Table 2) Barton 반도의 지의류의 종조성은 총 34속 43종이 확인되었다. 이와 같은 Barton 반도의 지의류의 종조성은 최근 King George 섬의 Fildes 반도에서 확인된 119종(Andreev, 1988)과 King George 섬 전체에서 확인된 198종(Inoue, 1991) 보다는 적은 종이었으나 Ardely 반도에서 확인된 47종(Guzman and Redon, 1981)과는 비슷한 종조성으로서 같은 King George 섬이라고 할지라도 지역의 생육조건에

따라서 지의류의 종조성에 큰 차이가 있음을 나타내었다. 특히 본 조사에서는 이(1992)가 과학기술처에 보고한 Barton 반도의 지의류의 종조성과 다른 것은 그동안 Redon(1985)에 의하여 명명된 *Usnea sulphurea*가 *Cladonia phxidata*로 개명된 것과 지금까지 분류가 되지 않아서 종조성에 포함시키지 못하였던 *Cladonia* 속 2종(*Cladonia chlorophaea*, *Cladonia gracilis*)이 추가로 분류되었기 때문이다.

사 사

본 조사가 이루어질 수 있도록 물심양면으로 배려하여 주신 한국해양연구소 박병권 소장님, 그리고 장순근, 김동엽, 양재삼 박사님과 세종기지 현장에서 협조를 아끼지 않으셨던 김수암 박사님을 비롯한 극지연구센터의 모든 연구원과 직원들에게 깊은 감사를 드립니다.

참 고 문 헌

Allison, J. S. and R. I. L. Smith. 1975. The vegetation of Elephant Island, South Shetland Islands. Br. Antarct. Surv. Bull., 33/34, 185-212.

Andreev, M. P. 1988. De lichenoflora insule King George(Antarctis) notula. Nov. Syst. Planr no Vascularium, 25, 118-124.

Collins, N. J. 1969. The effects of volcanic activity on the vegetation of Deception Island. Br. Antarct. Surv. Bull., No. 21, 79-94.

Dodge, C. W. 1973. Lichen flora of the Antarctic continent and adjacent Islands. New Hampshire, Phoenix, 399p.

Folliman, G. 1965. Una assciation nitroflora de liquences epip tricos de la Antartica Occidental con *Ramalina terebrata* Hook & Tayl. como especie caracterizante. Publ., Inst. Antart. Chileno, No.4, 18p.

Gimingham, C. H. and R. I. L. Smith. 1970. Bryophytes and lichen commuinities in the maritime Antarctic (In Holdgate, M. M., ed. Antarctic Ecology, London, Academic Press, p. 752-785.

Greene, S. W., D. M. Greene, P. D. Brown and J. M. Pacey. 1970. Antarctic moss flora ; I. The genera *Andreaea*, *Pohlia*, *Polytricum*, *Psilopilum* and *Saconeurum*. Br. Antart. Surv. Sci., Rep., No.64, 116p.

Guzman, G. G. and F. Redon. 1981. Los liquenes de Peninsula Ardely y zonas asyscentes, Isla Rey Jorge. Antarctica Occidetal. INACH. Ser. Cient. 27, 19-37.

Holdgate, M. W. 1964. Terrestrial ecology in the maritime Antarctic. (In Carrick, R., M. Holdgate and J. Prevost, ed. Biologie Antarctique. Paris, Hermann. p.181-194.

Inoue, M. 1991. Ecological notes on the differences in flora and habitat of lichens between the Syowa station area in continental antarctic and King George Island in maritime antarctic. Proc. NIPR Symp. Polar Biol. 4, 91-106.

KORDI. 1988. A study on natural environment in the area the Korean Antartic Station, Barton Peninsula, King George Island. KORDI Tech. Rep. BSPG 00069-190-7, 382p.

Lange, O. L. and L. Kappen. 1972. Photosynthesis of lichens from Antarctica.(In Antarctic Terestrial Biology, ed. by G. A. Llans. Washington D.C., Am. Geophys. Union, 83-95) Antarct. Res. Ser., Vol.20.

Lindsay, D. C. 1971. Vegetation of the South Shetland Islands. Br. Antarc. Surv. Bull., No.25. 59-83p.

Lindsay, D. C. 1977. Lichens of cold derserts (In Lichen Ecology, ed. by M.R.D. Seaward, London, Academic Press. 193-209.

Longton, R. E. 1966. Alien vascular plants on Deception Island, South Shetland Islands. Br.

Antarct. Surv. Bull., No. 9, 55-60.

Longton, R. E. 1967. Vegetation in the maritime Antartic. Phil. Trans. R. Soc.. Ser, B 252. No. 777. 213-235.

Longton, D. C. 1988. The biology of polar bryophytes and lichens. Cambridge Univ. Press.

Numata, M. 1954. Some special aspects of the structural analysis of plant communities. J. Coll. Arts. Sci., Chiba 1 ; 194-202.

Redon, J. 1985. Liquenes Antarticos. Instituto Antartico Chileno. Santiago, Chile.

中西 哲. 1981. 地衣類(南極科學), 國立極地研究所 210p.

이주삼. 1992. 세종기지 주변의 지의류와 선태류의 식생분포. 남극환경 및 자원탐사기술. p. 495-520. 과학기술처 BSPG 00169-5-485-7.