

한반도 풍혈지의 선택식물상

김중현, 안지홍¹, 이병윤, 김진석*

국립생물자원관 식물자원과, ¹국립백두대간수목원 백두대간중보존실

Bryophyte flora of algific slopes in the Korean Peninsula

Jung-Hyun Kim, Ji-Hong An¹, Byoung Yoon Lee and Jin-Seok Kim*

Plant Resources Division, National Institute of Biological Resources, Incheon 22689, Republic of Korea

¹Baekdudaegan Biodiversity Conservation Division, Baekdudaegan National Arboretum, Bonghwa 36209, Republic of Korea

*Corresponding author

Jin-Seok Kim

Tel. 032-590-7480

E-mail. foko@korea.kr

Received: 1 October 2019

Revised: 6 November 2019

Revision accepted: 11 November 2019

Abstract: Algific talus slopes provide microclimates suitable for disjunct or relict populations of northern plant species at low elevation habitats in the temperate zones. The propose of this study was to assess the phytogeographical significance and produce a strategy for the comprehensive conservation of the vegetation on algific talus slopes. Therefore, we studied the floristics of bryophytes on 15 algific talus slopes in Korea. The bryophytes on the algific talus slopes in Korea consisted of 59 families, 138 genera, 226 species, two subspecies, and five varieties, totaling 233 taxa. Peculiarly, many northern bryophytes, such as *Andreaea rupestris* var. *fauriei* (Besch.) Takaki., *Buxbaumia minakatae* S. Okamura, *Racomitrium lanuginosum* (Hedw.) Brid., *Hylocomium splendens* (Hedw.) Schimp., and *Pleurozium schreberi* (Willd. ex Brid.) Mitt. were found on the algific talus slopes. Of them, unrecorded species from south Korea numbered 14 taxa and unrecorded species from the Korean peninsula numbered seven taxa. A similarity analysis based on the bryophyte flora showed that the index of similarity between regions with similar environmental factors was high. This means that the bryophyte flora composition on each algific talus slopes was affected by topography and microclimate. Algific talus slopes are phytogeographically significant microhabitats where northern plant species that advanced southward during the latest glacial age have been isolated and adapted. However, algific talus slopes have constantly been destroyed or damaged by humans without consideration of conservation. Conservation strategies to ensure the biodiversity and effective management of algific talus slopes in Korea are discussed in detail.

Keywords: algific talus slopes, bryophytes, conservation, relict population

서 론

풍혈지 (algific talus slopes)는 플라이스토세 빙기에 주빙

하 환경에서 암설이 퇴적되어 만들어진 애추, 암괴원, 암괴류 등지에서 발달하며 (Kong *et al.* 2012; Kim *et al.* 2016), 주로 일사량이 적은 사면에 위치한다 (Jeon 2001; Jeon 2002;

Kim *et al.* 2006). 풍혈지는 가장 무더운 여름철에도 토양 및 그 주변의 온도가 15°C를 넘지 않으며, 지역에 따라 0°C 이하까지 낮아지는 국소적인 저온 환경을 형성한다 (Nekola 1999; Jeon 2001; Andrews 2003; Henry 2003; Kim *et al.* 2006). 암괴 틈에서 나오는 찬 공기는 봄부터 가을까지 지속되며, 국소적인 저온과 동시에 결로현상을 발생시켜 독특한 저온 다습한 환경을 조성한다 (Sato *et al.* 1993).

풍혈지의 식생은 북방계 식물이 고산지역에 격리분포를 보이는 원인과 유사한 빙하기 이후의 국소적인 기후대에 살아남은 잔존 식생으로 알려져 있다 (Iokawa and Ishizawa 2003; Kim *et al.* 2006; Kim *et al.* 2016; Kim *et al.* 2019). 또한 신생대 제4기 플라이스토세 빙기 (glacial period)에 남하했던 북방계 식물들이 최후빙하기 (last glacial epoch) 이후 간빙기에 식생 천이와 함께 이주 과정에서 풍혈지의 한랭 건조한 국소적 기후환경에 적응 및 고립되어 있는 섬 피난처 (insular refugia)이다 (Kim *et al.* 2006; Kim and Yun 2013; Kim *et al.* 2016). 풍혈지에는 북방계 식물의 잔존집단과 더불어 고유한 생물 (양치식물, 선태식물, 톡토기류, 육상달팽이류 등)들이 다수가 보고되어 있으며, 이러한 수직적 및 수평적 특이 분포 양상은 전세계의 풍혈지에서 나타나는 공통된 현상이다 (Ružicka *et al.* 2012; Kim *et al.* 2016). 국내 (남한)에 분포하는 풍혈지에도 꼬리까치밥나무 (*Ribes komarovi* Pojark.), 두메고사리 [*Diplazium sibiricum* (Turcz. ex Kunze) Sa. Kurata], 독지치 [*Hackelia deflexa* (Wahlenb.) Opiz], 월굴 (*Vaccinium vitis-idaea* L.), 좀미역고사리 (*Polypodium virginianum* L.), 한들고사리 [*Cystopteris fragilis* (L.) Bernh.] 등의 대표적인 북방계 관속식물들이 격리분포하고 있다 (Kim *et al.* 2006; Kim and Yun 2013; Kim *et al.* 2016). 이러한 특이적 환경 특성으로 유럽, 일본의 경우 일부 풍혈지에 대한 관속식물상을 비롯하여 선태식물상 및 종다양성 연구가 이루어져 있다. 유럽 중부의 풍혈지는 일반적인 너털지대에 비해 선태식물의 종다양성이 높게 나타나고 (Christy and Meyer 1991), 일본의 풍혈지에서도 검정이끼 [*Andreaea rupestris* var. *fauriei* (Besch.) Takaki.], 뽕서리아끼 [*Racomitrium lanuginosum* (Hedw.) Brid.], 타조이끼 [*Ptilium crista-castrensis* (Hedw.) De Not.], 큰겉굵은이끼 [*Rhytidiadelphus triquetrus* (Hedw.) Warnst.], 곁창발이끼 [*Pleurozium schreberi* (Willd. ex Brid.) Mitt.] 등의 북방계 선태식물이 다수 출현하는 것이 주요 특성으로 알려져 있다 (Inoue 1986; Kim and Yun 2013). 국내의 경우는 풍혈지에 대한 선태식물상적 조사가 수행된

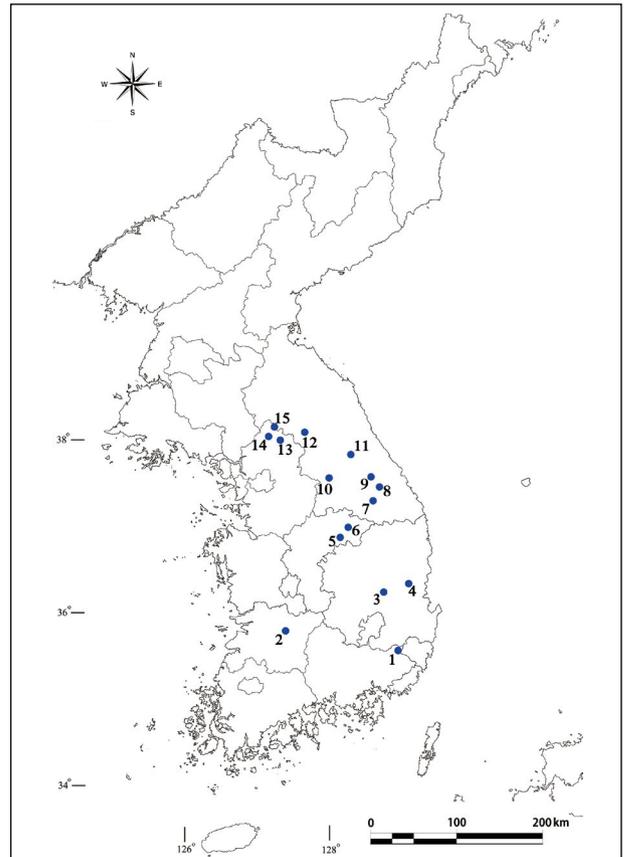


Fig. 1. Distribution map of algalic talus slopes in Korea. 1. Miryang Nammyeong-ri Eoreumgol; 2. Jinan Jwapo-ri Punghyeol; 3. Uiseong Binggye-ri Binghyeol; 4. Cheongsong Naeryong-ri Eoreumgol; 5. Jecheon Seon-go-ri Punghyeol; 6. Jecheon Geumsusan Eoreumgol; 7. Jeongseon Unchi-ri Eoreumgol; 8. Jeongseon Jangyeol-ri Punghyeol; 9. Pyeongchang Sin-gi-ri Punghyeol; 10. Hoengseong Ga-gok-ri Punghyeol; 11. Hongcheon Bangnae-ri Punghyeol; 12. Hwacheon Gu-un-ri Punghyeol; 13. Pocheon Seongdong-ri Punghyeol; 14. Yeoncheon Dongmak-ri Punghyeol; and 15. Pocheon Samyul-ri Punghyeol.

적이 없어 종조성이나 식물지리학적 특이성에 대해 논의된 바 없다.

본 연구는 한반도 주요 풍혈지 15개소에 대한 선태식물의 종조성을 밝히고, 종다양성 패턴분석 및 식물지리학적 중요성에 대해 고찰하고자 한다.

재료 및 방법

2010년 10월부터 2013년 10월까지, 총 4년간 국내에 분포하는 주요 풍혈지 15개소 (Fig. 1)에 대해 33회의 현지 조사를 실시하였으며 (Table 1), 조사지 개황은 Table 2와

Table 1. The dates and sites of floristic investigations of bryophytes on algific talus slopes in Korea

Algific talus slopes		Date
1	Miryang Nammyeong-ri Eoleumgol	07 Apr. 2011; 06 May 2011; 13 Jul. 2011
2	Jinan Jwapo-ri Phunghyul	13 May 2011; 12 Jul. 2011; 30 Apr. 2013
3	Uiseong Binggye-ri Binghyul	08 Apr. 2011; 07 May 2011; 14 Jul. 2011
4	Cheongsong Naeryong-ri Eoleumgol	08 Apr. 2011; 21 May 2011; 18 Jul. 2013
5	Jecheon Seon-go-ri Punghyeol	10 Jun. 2011
6	Jecheon Guemsusan Eoleumgol	27 Oct. 2011
7	Jeongseon Unchi-ri Eoleumgol	21 May 2011; 23 Jul. 2011
8	Jeongseon Jangyeol-ri Punghyeol	21 May 2011; 19 Aug. 2011; 17 Oct. 2013
9	Pyeongchang Sin-gi-ri Punghyeol	14 May 2011
10	Hoengseong Ga-gok-ri Punghyeol	27 May 2011; 15 Sep. 2011
11	Hongcheon Bangnae-ri Punghyeol	22 May 2011
12	Hwacheon Gu-un-ri Punghyeol	03 Aug. 2012
13	Pocheon Seongdong-ri Punghyeol	10 Apr. 2011; 10 May 2011; 10 Sep. 2011
14	Yeoncheon Dongmak-ri Punghyeol	23 Oct. 2010; 21 Jul. 2011; 16 Apr. 2013
15	Pocheon Samyul-ri Punghyeol	01 Apr. 2011; 10 May 2011; 10 Sep. 2011

Table 2. Localities and areas of major algific talus slopes in Korea

Algific talus slopes		Locality	Slope	Altitude (m)	Area (m ²)
1	Miryang Nammyeong-ri Eoleumgol	Gyeongsangnam-do N 35°34'25.37" E 128°59'03.42"	N	380	10,000
2	Jinan Jwapo-ri Phunghyul	Jeollanam-do N 35°43'53.06" E 127°17'51.93"	SE	250	600
3	Uiseong Binggye-ri Binghyul	Gyeongsangbuk-do N 36°13'53.86" E 128°45'18.64"	S	140	1800
4	Cheongsong Naeryong-ri Eoleumgol	Gyeongsangbuk-do N 36°18'57.62" E 129°13'23.43"	N	240	500
5	Jecheon Seon-go-ri Punghyeol	Chungcheongbuk-do N 36°52'31.86" E 128°11'03.11"	N	620	300
6	Jecheon Guemsusan Eoleumgol	Chungcheongbuk-do N 36°59'31.86" E 128°14'42.86"	N	690	400
7	Jeongseon Unchi-ri Eoleumgol	Gangwon-do N 37°15'54.29" E 128°37'02.09"	SW	340	400
8	Jeongseon Jangyeol-ri Punghyeol	Gangwon-do N 37°27'05.77" E 128°41'05.22"	NW	410	2,170
9	Pyeongchang Sin-gi-ri Punghyeol	Gangwon-do N 37°35'03.07" E 128°35'18.00"	N	880	4,000
10	Hoengseong Ga-gok-ri Punghyeol	Gangwon-do N 37°34'37.91" E 127°59'46.88"	E	170	2,270
11	Hongcheon Bangnae-ri Punghyeol	Gangwon-do N 37°48'17.45" E 128°16'09.27"	NW	530	900
12	Hwacheon Gu-un-ri Punghyeol	Gangwon-do N 38°08' E 128°35'	N	640	500
13	Pocheon Seongdong-ri Punghyeol	Gyeonggi-do N 38°00'50.58" E 127°16'06.58"	NW	120	200
14	Yeoncheon Dongmak-ri Punghyeol	Gyeonggi-do N 38°05'09.38" E 127°06'29.66"	NW	100	8,000
15	Pocheon Samyul-ri Punghyeol	Gyeonggi-do N 38°09'14.98" E 128°12'00.44"	NE	240	2,000

Table 3. The number of bryophytes surveyed in algific talus slopes in Korea

	Algific talus slopes	Family	Genus	Species	Subspecies	Variety	Total
1	Miryang Nammyeong-ri Eoreumgol	44	80	103	1	2	106
2	Jinan Jwapo-ri Punghyeol	30	45	49	1	2	52
3	Uiseong Binggye-ri Binghyeol	28	41	46	-	1	47
4	Cheongsong Naeryong-ri Eoreumgol	34	53	59	-	2	62
5	Jecheon Seon-go-ri Punghyeol	28	40	50	-	2	52
6	Jecheon Geumsusan Eoreumgol	22	34	37	-	1	38
7	Jeongseon Unchi-ri Eoreumgol	29	49	56	1	2	59
8	Jeongseon Jangyeol-ri Punghyeol	23	37	42	-	-	42
9	Pyeongchang Sin-gi-ri Punghyeol	35	45	50	-	1	51
10	Hoengseong Ga-gok-ri Punghyeol	32	51	57	-	1	58
11	Hongcheon Bangnae-ri Punghyeol	21	33	35	-	1	36
12	Hwacheon Gu-un-ri Punghyeol	19	23	23	-	1	24
13	Pocheon Seongdong-ri Punghyeol	21	27	29	-	1	30
14	Yeoncheon Dongmak-ri Punghyeol	35	56	70	1	1	72
15	Pocheon Samyul-ri Punghyeol	28	40	43	-	2	45
	Total	59	138	226	2	5	233

같다.

채집된 표본은 한국동식물도감 (제24권 식물편_선태류) (Choi 1980), Illustrated Moss Flora of Japan 1-4 (Noguchi 1987, 1988, 1989, 1991), 선태식물 관찰도감 (Kim et al. 2013)을 참고하여 동정·분류하였으며, 채집자 고유번호를 명기하여 국립생물자원관 선태식물표본수장고 (KB)에 보관하였다. 선태식물의 목록은 한국동식물도감 (제24권 식물편_선태류) (Choi 1980)의 분류체계에 따라 작성하였으며, 속 이하의 계급은 알파벳순으로 배열하였다 (Appendix 1). 학명 및 국명은 국가생물종목록 (선태식물) (NIBR 2011)을 따랐다. 풍혈지소 간의 유사도 지수를 구하기 위해 MVSP (Multi Variate Statistical Package 3.1-Kovaok Computing Services) 프로그램을 이용하였다. 분석변수는 지소 간 수집된 선태식물목록 자료에서 종의 출현 여부에 따라 0과 1로 전환한 후 전체 출현종의 합에 대한 각종의 상대값을 중요치 (important value)로 삼았다. 지소 간 종조성 유사성은 UPGA (Unweighted Pair Group Method using Arithmetic algorithm) 방법으로 분석하였고, Sorensen의 거리척도를 통해 비교하였으며, 그 결과를 토대로 dendrogram을 작성하였다.

결 과

1. 선태식물의 종조성

본 연구에서 조사된 15개소 풍혈지의 선태식물은 총 59

과 138속 226종 2아종 5변종으로 총 233분류군이 확인되었다 (Table 3, Appendix 1). 풍혈지별 조사된 선태식물의 수는 밀양시 남명리 얼음골이 106분류군으로 가장 많았으며, 연천군 동막리 풍혈 (72분류군), 청송군 내룡리 얼음골 (62분류군), 정선군 운치리 얼음골 (59분류군) 순으로 조사되었다 (Table 3). 사면부에 위치한 풍혈지보다 임연부 또는 계곡부에 위치한 풍혈지에서 종다양성이 더욱 풍부하게 나타났다. 풍혈지의 종다양성은 면적 및 형성 위치와 관계가 있음을 알 수 있었다. 또한 풍혈지에서 나타난 선태식물의 종조성은 지형과 국소적 기후 현상의 특성을 잘 반영하고 있었다. 애추지대 특유의 종조성은 북방계 식물들과 함께 혼생되어 있는 것이 풍혈지의 주요 특성이다 (Kim et al. 2006). 특히 석회암지대의 풍혈지에는 석회암 지표종 또는 선호종으로 알려진 석회구슬이끼 [*Plagiopus oederianus* (Sw.) H.A. Crum & L.E. Anderson], 석회털깃털이끼 (*Hypnum calcicola* Ando), 설편납작이끼 [*Homaliadelphus targionianus* (Mitt.) Dixon & P. de la Varde] 등이 조사되어 지질적인 특이성이 종조성에도 반영되고 있음을 확인하였다.

2. 북방계 선태식물

풍혈지에서 생육이 확인된 북방계 선태식물은 검정이끼, 담뱃대이끼 (*Buxbaumia minakatae* S. Okamura), 수풀이끼 [*Hylocomium splendens* (Hedw.) Schimp.] 등의 총 45 분류군을 확인하였으며 (Table 4), 이들은 주로 주북극분

Table 4. The list of northern-native bryophytes investigated in algific talus slopes in Korea

Family	Taxa	Site*
Sphagnaceae	★ <i>Sphagnum girgensohnii</i> Russ. 가는잎물이끼	9, 12
Andreaeaceae	<i>Andreaea rupestris</i> var. <i>fauriei</i> (Besch.) Takaki. 검정이끼	1, 9, 12
Polytrichaceae	<i>Polytrichum juniperinum</i> Willd. ex Hedw. 향나무솔이끼	1, 11, 14
Buxbaumiaceae	★ <i>Buxbaumia aphylla</i> Hedw. 산투구이끼	1
Buxbaumiaceae	★ <i>Buxbaumia minakatae</i> S. Okamura 담뱃대이끼	4
Ditrichaceae	★ <i>Distichium capillaceum</i> (Hedw.) Bruch & Schimp. 털금실이끼	3, 8
Dicranaceae	★ <i>Dicranum polysetum</i> Sw. 파도꼬리이끼	9
Encalyptaceae	★ <i>Encalypta ciliata</i> Hedw. 통모자이끼	2, 3, 4, 7
Pottiaceae	<i>Bryoerythrophyllum recurvirostrum</i> (Hedw.) P.C. Chen 빨간담뱃잎이끼	2
Pottiaceae	★ <i>Didymodon ferrugineus</i> (Bescherelle) M.O. Hill 걸쌍둥이이끼	8
Pottiaceae	★ <i>Trichostomum platyphyllum</i> (Broth. ex Iisiba) P.C. Chen. 넓은털잎이끼	8
Grimmiaceae	<i>Racomitrium lanuginosum</i> (Hedw.) Brid. 뒤서리이끼	9
Bryaceae	★ <i>Pohlia cruda</i> (Hedw.) Lindb. 윤빛수세미이끼	1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 13, 14
Bryaceae	<i>Pohlia elongata</i> Hedw. 긴수세미이끼	2, 14
Aulacomniaceae	<i>Aulacomnium heterostichum</i> (Hedw.) Bruch & Schimp. 긴몸초롱이끼	4, 9, 12, 14
Bartramiaceae	★ <i>Plagiopus oederianus</i> (Sw.) H.A. Crum & L.E. Anderson 석회구슬이끼	8
Climaciaceae	<i>Pleuroziopsis ruthenica</i> (Weinm.) Kindb. ex E. Britton 깃털나무이끼	9, 12
Leucodontaceae	★ <i>Leucodon sciuroides</i> (Hedw.) Schwägr. 북쪽족제비이끼	7
Thuidiaceae	<i>Boulaya mittenii</i> (Broth.) Cardot 아기방울이끼	1, 9
Amblystegiaceae	★ <i>Calliergonella cuspidata</i> (Hedw.) Loeske 창발이끼	9
Brachytheciaceae	★ <i>Bryhnia hulthenii</i> E.B. Bartram 뽕속화살이끼	6
Plagiotheciaceae	<i>Isopterygiopsis muelleriana</i> (Schimp.) Z. Iwats. 북방단지이끼	11, 12, 14
Sematophyllaceae	★ <i>Brotherella coreana</i> Sakurai 고려겨울이끼	10
Hypnaceae	<i>Ptilium crista-castrensis</i> (Hedw.) De Not. 타조이끼	4, 9, 11, 12
Hylocomiaceae	<i>Hylocomium splendens</i> (Hedw.) Schimp. 수풀이끼	1, 9, 11, 12, 14
Hylocomiaceae	<i>Pleurozium schreberi</i> (Willd. ex Brid.) Mitt. 걸창발이끼	12
Hylocomiaceae	<i>Rhytidiadelphus triquetrus</i> (Hedw.) Warnst. 큰걸꿍이끼	9, 11
Hylocomiaceae	<i>Rhytidium rugosum</i> (Ehrh. ex Hedw.) Kindb. 굵은이끼	7, 9, 11, 14
Radulaceae	<i>Radula auriculata</i> Steph. 귀부채이끼	9
Frullaniaceae	<i>Frullania bolanderi</i> Austin 고산지네이끼	8
Lejeuneaceae	<i>Cololejeunea ornata</i> A. Evans 산귀이끼	3, 8, 14
Ptilidiaceae	<i>Ptilidium pulcherrimum</i> (G. Weber) Vainio 털잎이끼	9
Lepidoziaceae	<i>Bazzania bidentula</i> (Steph.) W.E. Nicholson 아기좀벼슬이끼	5, 9, 11
Lepidoziaceae	<i>Bazzania denudata</i> (Torr. ex Lindenb.) Trevis. 산좀벼슬이끼	1, 9
Lepidoziaceae	<i>Bazzania tricrenata</i> (Wahlenb.) Trevis. 세모좀벼슬이끼	9
Lepidoziaceae	<i>Lepidozia reptans</i> (L.) Dumort. 누운벼슬이끼	1
Lepidoziaceae	<i>Lepidozia subtransversa</i> Steph. 산벼슬이끼	11
Cephaloziaceae	<i>Cephalozia bicuspidata</i> (L.) Dumort. 꽃게발이끼	12
Cephaloziaceae	<i>Cephalozia lunulifolia</i> (Dumort.) Dumort. 반달게발이끼	1
Scapaniaceae	<i>Diplophyllum taxifolium</i> (Wahlenb.) Dumort. 산긴엄마이끼	1
Scapaniaceae	<i>Scapania irrigua</i> (Nees) Nees 울엄마이끼	9
Scapaniaceae	<i>Sphenolobus minutus</i> (Schreb.) Berggr. 잔타래잎이끼	14
Scapaniaceae	<i>Sphenolobus saxicola</i> (Schrad.) Steph. 둥근타래잎이끼	12
Scapaniaceae	<i>Tritomaria exsecta</i> (Schmidel ex Schrad.) Schiffn. ex Loeske 은행바늘이끼	9
Calypogeiaceae	<i>Calypogeia neesiana</i> (C. Massal. & Carestia) Müll. Frib. 기와이끼	1

*Site. 1. Miryang Nammyeong-ri Eoreumgol; 2. Jinan Jwapo-ri Punghyeol; 3. Uiseong Binggye-ri Binghyeol; 4. Cheongsong Naeryong-ri Eoreumgol; 5. Jecheon Seon-go-ri Punghyeol; 6. Jecheon Geumsusan Eoreumgol; 7. Jeongseon Unchi-ri Eoreumgol; 8. Jeongseon Jangyeol-ri Punghyeol; 9. Pyeongchang Sin-gi-ri Punghyeol; 10. Hoengseong Ga-gok-ri Punghyeol; 11. Hongcheon Bangnae-ri Punghyeol; 12. Hwacheon Gu-un-ri Punghyeol; 13. Pocheon Seongdong-ri Punghyeol; 14. Yeoncheon Dongmak-ri Punghyeol; 15. Pocheon Samyul-ri Punghyeol; ★: Unrecorded taxa in south Korea.

포종 또는 아고산대에서 고산대 산지에 분포하는 종들이 다. 특히 이 가운데 국내(남한)에서 최초로 발견된 선태식물은 가는잎물이끼 (*Sphagnum girgensohnii* Russ.), 산투구이끼 (*Buxbaumia aphylla* Hedw.), 파도꼬리이끼 (*Dicranum polysetum* Sw.) 등의 총 14분류군이다 (Table 4).

검정이끼는 고위도 지방이나 높은 산의 암반 등에서 군

생하는 대표적인 고산성 선류식물이다 (Choi 1980). 한반도에서는 북한 지역 (금강산, 관모봉, 차일봉)과 경남 (가야산), 제주 (한라산) 등에 분포하는 것으로 알려져 있다 (Park and Choi 2007). 본 연구 지소 중 밀양시 남명리 얼음골, 평창군 신기리 풍혈, 화천군 구운리 풍혈의 찬공기 분출구 주변의 바위 겉에서 확인되었다. 산투구이끼는 아고

산대의 부식토 위 또는 썩은 고목 등치에서 자라는 종이다(Iwatsuki 2001). 한반도에서는 함북(북포태산)에 분포하는 희귀종이며(Choi 1980), 국내(남한)에서 발견된 것은 이번이 처음이다. 담뱃대이끼는 주로 고산대 산지의 썩은 나무에 흠어져 자라는 종이다(Choi 1980). 한반도에서는 함경도 지역에 분포하는 종으로 기록되어 있으나(Choi 1980; Park and Choi 2007), 본 연구에서 풍혈지 가장자리 저온 다습한 환경의 영향을 받는 땅 위에서 10여 개체가 확인되었다. 윤빛수세미이끼 [*Pohlia cruda* (Hedw.) Lindb.]는 주로 고산지대의 바위틈에서 생육한다(Iwatsuki 2001). 한반도에서는 관모봉, 금강산, 묘향산, 백두산 등 북한 지역에 분포하는 것으로 알려져 있다(Park and Choi 2007). 국내 대부분의 풍혈지에 분포하여 지표성이 높은 종으로 판단되며, 풍혈지 내 찬바람 분출구 내부의 차갑고 어두운 곳에서 주로 생육하고 있다. 통모자이끼 (*Encalypta ciliata* Hedw.)는 고산대 산지 또는 아한대나 한대지방의 바위틈이나 지상에 흠어져서 착생하는 종이다(Choi 1980; Iwatsuki 2001). 한반도에서는 관모봉, 백암산, 백두산 등 북한 지역에 분포하는 것으로 알려져 있다(Park and Choi 2007). 풍혈지 내 찬바람의 영향을 강하게 받는 공기 분출구 내부 또는 주변의 땅 위에 40~50개의 개체가 산재되어 생육하고 있다. 긴수세미이끼 (*Pohlia elongata* Hedw.)는 아고산대에서 고산대의 산지에 분포하며, 습한 점토나 사질 토양 또는 습한 암반에서 군생하는 종이다(Choi 1980). 한반도에서는 제주(한라산)와 북한 지역(관모봉, 금강산, 백두산 등)에 생육한다(Park and Choi 2007). 털금실이끼 [*Distichium capillaceum* (Hedw.) Bruch & Schimp.]는 일본에서는 아고산대에서 고산대 산지의 바위틈에서 자라며, 특히 석회암지대를 선호하여 분포하는 종이다(Iwatsuki 2001). 한반도에서는 북한 지역(관모봉, 대택, 백두산 등)에서만 분포한다(Park and Choi 2007). 풍혈지 내 찬바람의 영향을 강하게 받는 공기 분출구 내부의 바위틈에서 소수 개체가 생육하고 있다. 타조이끼 [*Ptilium crista-castrensis* (Hedw.) De Not.]는 아고산대에서 고산대 산지의 부식토 또는 흙이 얇게 쌓인 바위 위에 매트형을 이루며 자라는 종이다(Choi 1980; Inoue 1986; Iwatsuki 2001). 한반도에서는 관모봉, 금강산, 백두산 등 북한 지역과 경북(소백산), 제주(한라산)의 아고산대 산지에 분포한다(Park and Choi 2007). 석회구슬이끼는 아고산대 또는 고산대 산지의 석회암 바위 위에서 자라는 종이며(Iwatsuki 2001), 한반도에

서는 칠보산, 포태산 등의 고위도 아고산대 산지에 분포한다(Park and Choi 2007). 정선군 장열리 풍혈에서는 넓은 면적에서 다수의 개체군이 생육하고 있다. 파도꼬리이끼는 해발고도가 높은 산지 또는 한대지역에서 군생하는 대표적인 북방계이며(Iwatsuki 2001), 한반도에서는 함북(나남)에 분포한다(Park and Choi 2007). 본 연구 지소 중 평창군 신기리 풍혈 내 저온 다습한 환경을 강하게 받는 찬바람 분출구 주변으로 소수 개체군이 확인되었다. 수풀이끼는 전 세계에 광범위하게 분포하며, 일본의 경우 해발고도가 1,500 m 이상 산지의 침엽수림 아래 부식토 위에서 큰 군락을 이루며 자란다(Inoue 1986; Iwatsuki 2001). 한반도에서는 굽은이끼 [*Rhytidium rugosum* (Ehrh. ex Hedw.) Kindb.], 뒤서리이끼, 큰겉굽은이끼와 유사한 분포역을 가진다. 고려거울이끼 (*Brotherella coreana* Sakurai)는 북한 지역의 독가리(Doggari, 현 지명 불확실)에 분포하는 것으로 알려진 한반도 고유종이다(Choi 1980; Park and Choi 2007). 본 연구 지소 중 횡성군 가곡리 풍혈의 너털시대 중심부의 찬 공기가 약하게 나오는 바위틈에서 소수의 개체군이 확인되었다. 걸창밭이끼 [*Pleurozium schreberi* (Willd. ex Brid.) Mitt.]는 해발고도 1,500 m 이상의 산지에 자라는 대표적인 고산성 선대식물이며(Inoue 1986), 아고산대 산지 이상의 침엽수 임상에서 큰 군락을 이루며 자란다(Iwatsuki 2001). 한반도에서는 북한 지역(관모봉, 금강산, 나남, 묘향산, 백두산 등)과 경남(지리산), 전북(덕유산), 강원(태백산)에 자란다(Park and Choi 2007). 잔타래잎이끼 [*Sphenobolus minutus* (Schreb.) Berggr.]는 유럽, 북아메리카, 동북아시아 등 주북극지방에 자라는 북방계 태류

Table 5. The list of unrecorded species of Korean flora investigated in algific talus slopes in Korea

Family	Taxa	Site*
Dicranaceae	<i>Oreoweisia laxifolius</i> (Hook.) Kindb.	4
Pottiaceae	<i>Tortella fragilis</i> (Hook. & Wils.) Limpr.	8
Orthotrichaceae	<i>Orthotrichum ibukiense</i> Toyama	3, 7
Theliaceae	<i>Myurella sibirica</i> (Müll. Hal.) Reimers	8
Leskeaceae	<i>Leskeella nervosa</i> (Limpr.) Loeske	4, 7
Aytoniaceae	<i>Mannia triandra</i> (Scop.) Grolle	7
Anastrophyllaceae	<i>Isopachys decolorans</i> (Limpr.) H. Buch	13

*Site. 1. Miryang Nammyeong-ri Eoreumgol; 2. Jinan Jwapo-ri Punghyeol; 3. Uiseong Binggye-ri Binghyeol; 4. Cheongsong Naeryong-ri Eoreumgol; 5. Jecheon Seon-go-ri Punghyeol; 6. Jecheon Geumsusan Eoreumgol; 7. Jeongseon Unchi-ri Eoreumgol; 8. Jeongseon Jangyeol-ri Punghyeol; 9. Pyeongchang Sin-gi-ri Punghyeol; 10. Hoengseong Ga-gok-ri Punghyeol; 11. Hongcheon Bangnae-ri Punghyeol; 12. Hwacheon Gu-un-ri Punghyeol; 13. Pocheon Seongdong-ri Punghyeol; 14. Yeoncheon Dongmak-ri Punghyeol; 15. Pocheon Samyul-ri Punghyeol.

식물이다(Choi 2013). 한반도에서는 강원(설악산)에 분포하는 것으로 알려져 있다(Choi 2013). 본 연구 지소 중 연천군 동막리 풍혈 내 저온 다습한 환경의 영향을 받는 바위 위에서 매트형을 이루며 생육하고 있다. 등근타래이끼[*Sphenolobus saxicola* (Schrad.) Steph.] 유럽, 북아메리카, 동북아시아 등 주북극지방에 자라는 북방계 태류식물이다(Choi 2013). 일본에서는 시로우마산(해발고도 2,932 m), 카이코마가산(해발고도 2,967 m) 등의 일부 고산대 산지에 분포한다(Iwatsuki 2001). 한반도에서는 경남(지리산), 강원(설악산)에 분포하는 것으로 알려져 있다(Choi 2013). 본 연구 지소 중 화천군 구운리 풍혈의 저온 다습한 환경의 영향을 받는 바위 위에서 매트형을 이루며 생육하고 있다.

3. 한반도 미기록 선택식물

풍혈지에서 생육하고 있는 한반도 미기록 선택식물은 총 7분류군이며(Table 5), 이들 중의 대부분은 고산성 또는 주북극성종이다.

Oreoweisia laxifolius (Hook.) Kindb.는 히말라야산맥과 타이완의 아고산대 지역에서는 흔히 자라는 종이지만, 일본(혼슈지방에서 한 곳에서만 자생)에서는 매우 희귀한 종으로 알려져 있다(Noguchi 1987). 본 연구 지소 중 청송군 내포리 얼음골의 풍혈지 가장자리 저온 다습한 환경

의 영향을 받는 땅 위에서 소수 개체군이 생육하고 있는 것으로 확인되었다. *Tortella fragilis* (Hook. & Wils.) Limpr.는 북반구에 넓게 분포하는 종이며(Noguchi 1988), 일본에서는 혼슈, 홋카이도에서 자란다(Iwatsuki 2001). 정선군 장열리 풍혈 내에서는 많은 개체군이 저온 환경의 영향을 받는 바위 위에서 생육하고 있다. *Orthotrichum ibukiense* Toyama는 일본 고유종이며, 혼슈에 분포하는 종이다(Noguchi 1989). 국내 선주름이끼속(*Orthotrichum*)의 다른 종에 비해 삭의 기공이 침생하고 내삭치가 있으며, 엽연이 강하게 반곡하는 특징으로 쉽게 구분할 수 있다. 의성군 빙계리 빙혈, 정선군 운치리 얼음골의 찬공기 분출구 주변의 습한 땅 위에 모여 자란다. *Myurella sibirica* (Müll. Hal.) Reimers는 유럽, 북아메리카, 동북아시아에 분포하며, 일본의 경우 석회암지대 바위틈에서만 자라는 희귀종으로서 절멸위기 I급종에 해당된다(Iwatsuki 2001). 정선군 장열리 풍혈에서는 비교적 많은 개체군이 찬바람 분출구 내부 또는 주변에서 걸쌍둥이이끼[*Didymodon ferrugineus* (Schimp. ex Besch.) M.O. Hill], 석회구슬이끼, 넓은털잎이끼[*Trichostomum platyphyllum* (Broth. ex Iisiba) P.C. Chen.] 등과 혼생하고 있다. *Leskeella nervosa* (Limpr.) Loeske는 유럽, 북아메리카, 일본에 분포하며, 일본의 경우는 주로 혼슈의 고산지대 눈잣나무[*Pinus pumila* (Pall.) Regel]군락과 혼생한다(Noguchi 1991). 청송군 내포리 얼음골, 정선군 운치리 얼음골의 저온 다습한 환경의 영향

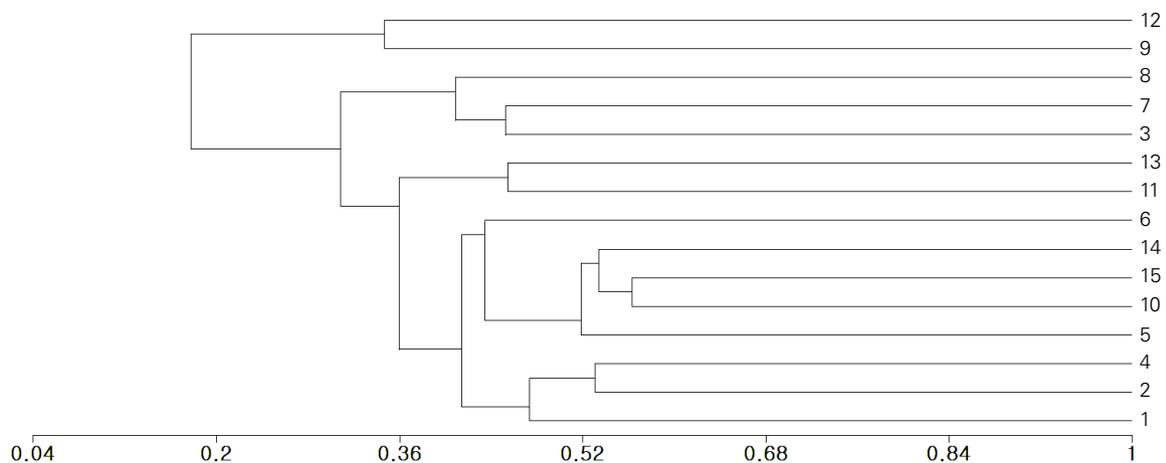


Fig. 2. Dendrograms showing the degree of Sørensen similarity based on bryophyte flora data of the algific talus slopes. 1. Miryang Nammyeong-ri Eoreumgol; 2. Jinan Jwapo-ri Punghyeol; 3. Uiseong Binggye-ri Binghyeol; 4. Cheongsong Naeryong-ri Eoreumgol; 5. Jecheon Seon-go-ri Punghyeol; 6. Jecheon Geumsusan Eoreumgol; 7. Jeongseon Unchi-ri Eoreumgol; 8. Jeongseon Jangyeol-ri Punghyeol; 9. Pyeongchang Sin-gi-ri Punghyeol; 10. Hoengseong Ga-gok-ri Punghyeol; 11. Hongcheon Bangnae-ri Punghyeol; 12. Hwacheon Gu-un-ri Punghyeol; 13. Pocheon Seongdong-ri Punghyeol; 14. Yeoncheon Dongmak-ri Punghyeol; and 15. Pocheon Samyul-ri Punghyeol.

을 받는 바위 위에서 소수 개체군을 확인하였다. *Mannia triandra* (Scop.) Grolle는 일본(주로 홋카이도), 북아메리카, 유럽의 고산지대에 분포하며 (Hugonnot and Offerhaus 2005), *Mannia* 속에서 가장 고위도 지방에 분포하는 종이다 (Borovichev and Bakalin 2013). 유럽의 헝가리에서는 국소적인 저온 기후를 보이는 석회암지대에 제한적으로 분포하는 것으로 알려져 있다. 유럽의 여러 국가에서는 멸종위기종으로 평가하고 있으며, 일본의 경우에도 절멸위기 II급종으로 지정하여 보호하고 있다 (Iwatsuki 2001). 정선군 운치리 얼음골에서는 저온 다습한 환경의 영향을 받는 부식토 위에 소수 개체군이 군생하고 있다. *Isopaches decolorans* (Limpr.) H. Bush는 유럽, 북아메리카, 러시아 (Siberia), 중국 (Sichuan, Xizang, Yunnan), 부탄, 네팔 등에 매우 제한적으로 분포하는 희귀종으로 알려진 주극·고산 식물이다 (Zhang et al. 2013). 포천시 성동리 풍혈의 찬바람 분출구 주변에서 윤빛수세미이끼와 함께 혼생하며 자란다.

4. 풍혈지소 간 유사도 분석

출현한 식물목록을 이용하여 각 풍혈지간의 유사성을 추정하기 위해 Sørensen의 유사도 지수를 분석한 결과를 Fig. 2에 나타내었다. 군집 간에 유사도 지수가 20% 미만일 때 서로 이질적인 집단이고, 80% 이상일 때 서로 동질적인 집단으로서 (Whittaker 1956), 생태적으로 유사한 집단일수록 유사도 지수는 높게 나타난다 (Cox 1976).

풍혈지 15개소에 출현하는 선대식물을 대상으로 유사도 분석결과, 10번 지소와 15번 지소 사이의 유사도가 56.3% (node 1)로 가장 높게 나타났다. Node 1과 14번 지소 사이의 유사도가 53.4% (node 2), 2번 지소와 4번 지소가 53.1%, 5번 지소와 node 2가 51.9% 등의 순으로 나타났다 (Fig. 2). Kim and Yun (2013)은 한반도 풍혈지의 관속식물 종조성은 해발고도, 온도, 강수량 등에 의해 뚜렷한 차이를 나타낸다고 보고하였다. 또한, 주변 산림 식생대의 영향을 받아 각 풍혈지의 특이한 식물분포 양상으로 식물군락의 종조성 차이를 나타내었다 (Kim and Yun 2013). 본 연구에서도 풍혈의 유형 (애추형 및 동굴형 등), 해발고도, 온도, 지형 및 주요 우점 군락 (활엽수림, 소나무림, 침활혼효림) 등의 미소 생육지가 유사한 지소끼리 유사도 지수가 높게 나타난 것으로 나타나 각 풍혈지소 간 선대식물의 종조성은 지형과 미소 기후의 특성을 잘 반영하고 있는 것으로

판단되었다.

풍혈지는 기후변화에 대응하여 온난화에 견디기 힘든 북방계 식물들의 피난처 역할을 하는 것으로 알려져 있다. 하지만, 기후변화에 의한 고유식물(특히 양치식물, 선대식물) 및 자생지가 점차 줄어들고 (KNA 2014; Kim et al. 2016), 인위적 훼손에 의한 풍혈지 면적의 감소는 이질적인 집단화로 진행, 가속화하는 결과를 초래할 것으로 생각된다.

고 찰

한반도 주요 풍혈지 15개소에 대한 선대식물상 조사 결과, 총 59과 138속 226종 2아종 5변종, 총 233분류군의 선대식물이 조사되었다. 매우 협소한 면적에 비해 국내의 선대식물 약 25%에 가까운 많은 종이 분포하고 있었으며, 타조이끼, 큰겉굵은이끼, 수풀이끼, 검정이끼 등의 대표적인 고산성 북방계 이끼가 다수 생육하고 있음을 확인하였다. 특히 국내(남한)에서는 채집 기록이 없었던 담뱃대이끼, 통모자이끼, 파도꼬리이끼, 윤빛수세미이끼 등, 총 14분류군의 남한 미기록종이 분포하였고, *Oreoweisia laxifolius* (Hook.) Kindb., *Myurella sibirica* (Müll. Hal.) Reimers, *Leskeella nervosa* (Limpr.) Loeske 등, 총 7분류군의 한반도 미기록 선대식물을 확인하였다.

국내에 분포하는 대부분의 풍혈지는 좁은 면적에 비해 매우 풍부한 선대식물의 종다양성을 유지하고 있는데, 이는 하절기 높은 온도의 공기가 낮은 온도의 풍혈지 주변에서 응결되면서 높은 습도가 지속적으로 유지되어 북방계 선대식물의 생육에 최적의 환경을 조성해 주었기 때문으로 판단되었다. 특히 풍혈지에서 북방계 미기록종 및 희귀종 등이 다수 발견된 것은 최후빙하기(약 15,000년 전)에 남하했던 북방계 선대식물들이 기후가 차츰 온난화되면서 다른 곳에서는 식생 경쟁에 의해 소멸하였으나, 빙하기의 환경과 유사한 풍혈지 주변에서는 현재까지 살아남았기 때문으로 추정된다.

풍혈지의 저온 환경은 찬 바람이 나오는 바위틈이나 작은 동굴 주변과 지표면, 그리고 지표에서 지상 1~2m 이하에 형성된다. 이러한 국소적인 저온 다습한 환경은 수고가 높은 관속식물에 비해 개체의 크기가 작은 선대식물이나 미소 동물의 분포에 더 큰 영향을 미칠 것을 추정된다. 한반도 풍혈지에 대한 생물학적인 조사는 관속식물에 집중

되어 있으며, 선태식물 및 이동성이 낮은 미소 동물에 대한 연구는 아직 이루어지지 않고 있다.

본 연구에서는 풍혈지의 북방계 선태식물이 다수 채집되었고, 이를 중심으로 식물지리학적 특이성에 대해 언급을 하였으나, 일부 풍혈지에서는 소수이지만 아열대성 선태류가 혼생하는 원인에 대해서는 기후최적기(climatic optimum) 잔존 및 최근의 온난화 영향 등, 다양한 가설에 대해 검증하는 후속 연구가 필요한 것을 판단된다.

적 요

풍혈지는 특수한 국소적인 저온 환경으로 인해 북방계 식물들이 온대지역의 해발고도가 낮은 지대에서도 분포하는 것을 가능하게 한다.

본 연구는 한반도 주요 풍혈지 15개소에 대한 선태식물 종조성을 밝히고, 종다양성의 패턴분석 및 식물지리학적 중요성을 고찰하고자 한다. 풍혈지의 선태식물상 조사결과, 59과 138속 226종 2아종 5변종의 총 233분류군으로 확인되었다. 이 가운데 북방계 선태식물은 검정이끼, 담뱃대이끼, 된서리이끼, 수풀이끼, 걸창발이끼 등이 풍혈지에서 생육하고 있었다. 국내(남한)에서 발견된 미기록종은 14분류군, 한반도에서 발견된 미기록종은 7분류군이었다. 지소별 유사도 분석결과, 환경 특성이 유사한 지소끼리 유사도 지수가 높게 나타남에 따라 각 풍혈지별 선태식물의 종조성은 지형과 미소 기후의 특성을 잘 반영하고 있는 것으로 판단된다. 풍혈지는 최후빙하기의 한반도의 기후, 식생 환경을 이해할 수 있는 직접적인 증거를 보유한 서식지(피난처)이지만 풍혈지의 식생은 어떠한 보호조치도 없이 인위적으로 훼손되고 있다. 풍혈지의 생물학적인 가치와 보전의 필요성을 인식하고 체계적이고 합리적인 관리방안이 마련되어야 할 것이다.

사 사

본 논문은 정부(환경부)의 재원으로 국립생물자원관의 지원을 받아 수행되었습니다(NIBR201201014, NIBR201201018, NIBR201301046).

REFERENCES

- Andrews KM. 2003. A geological and geophysical investigation of ice mountain algific talus, hampshire county, West Virginia. M.S. thesis. West Virginia University.
- Borovich EA and VA Bakalin. 2013. *Mannia Levigata* (Marchantiophyta: Aytoniaceae) first record outside of Japan in the Russian far east. Pol. Bot. J. 58:217-220.
- Choi DM. 1980. Illustrated Flora and Fauna of Korea. Vol. 24. Musci-Hepaticae. Samhwa, Seoul.
- Christy JA and TA Meyer. 1991. Bryophytes of algific talus slopes in Wisconsin's driftless area. Rhodora 93:242-247.
- Cox GW. 1976. Laboratory Manual of General Ecology. 3rd ed. Wm. C. Brown Co. Pub., Dubuque, IA.
- Henry C. 2003. Refuge for an ice age survivor. Endanger. Species Bull. 28:24-26.
- Hugonnot V and B Offerhaus. 2005. Nouvelles localités de *Mannia triandra* (Scop.) Grolle (Aytoniaceae, Marchantiales) écologie et répartition en France métropolitaine. J. Bot. Soc. Bot. France 29:63-68.
- Inoue H. 1986. Field Guide for Bryophytes. Tokai University.
- Iokawa Y and S Ishizawa. 2003. Vascular plants of wind-hole areas in Japan (1). J. Phytogeogr. Taxon. 51:3-26.
- Iwatsuki Z. 2001. Mosses and Liverworts of Japan. Heibonsha.
- Jeon BI. 2002. On study of summertime ice formation in the ice valley at Unchiri, Gangwon-province. J. Environ. Sci. 11:857-863.
- Jeon YG. 2001. A geomorphological study on the distribution areas of freezing during summer season in Korea. J. Korean Assoc. Region. Geograph. 7:97-106.
- Kim JH, HJ Park, GH Nam, KU Lee and JS Kim. 2019. Floristic study of Mt. Jaamsan in the Gyeongsang supergroup, Korea. Korean J. Environ. Biol. 37:229-248.
- Kim JS and JH Yun. 2013. A study on the vegetation structure of algific talus slope in Korea. Korean J. Environ. Ecol. 27:357-368.
- Kim JS, JM Chung, BC Lee and JH Park. 2006. The plant species composition and phytogeographical significance on algific talus slope in Korea. Korean J. Pl. Taxon. 36:61-90.
- Kim JS, JM Chung, JH Kim, W Lee, BY Lee and JH Pak. 2016. Floristic study and conservation management strategies of algific talus slopes on the Korean peninsula. Korean J. Pl. Taxon. 46:213-246.
- Kim JS, SY Kim, BY Lee, YJ Yoon, SS Choi and BY Sun. 2013. A Field Guide to Bryophytes in Korea. GeoBook, Seoul.
- Kong WS, KH Yoon, IT Kim, YM Lee and SH Oh. 2012. Spatial distributional characteristics of wind-hole and governance

- strategy. *J. Environ. Impact Assess.* 21:431–433.
- KNA. 2014. *Vaccinium vitis-idaea* L., algific talus slopes and climate change. KNA Webzine. Korea National Arboretum. http://www.forest.go.kr/kna/webzine/2014/12/s1_2.html.
- Nekola JC. 1999. Paleoreugia and neoreugia: the influence of colonization history on community pattern and process. *Ecology* 80:2459–2473.
- NIBR. 2011. National List of Species of Korea (Moss, Liverwort). National Institute of Biological Research, Incheon.
- Noguchi A. 1987. Illustrated Moss Flora of Japan 1. Daigaku Printing Co. Ltd.
- Noguchi A. 1988. Illustrated Moss Flora of Japan 2. Daigaku Printing Co. Ltd.
- Noguchi A. 1989. Illustrated Moss Flora of Japan 3. Daigaku Printing Co. Ltd.
- Noguchi A. 1991. Illustrated Moss Flora of Japan 4. Daigaku Printing Co. Ltd.
- Park KW and K Choi. 2007. New List of Bryophytes in Korea. Korea National Arboretum, Pocheon.
- Růžička V, M Zacharda, L Němcová, P Šmilauerd and JC Nekola. 2012. Periglacial microclimate in low-altitude scree slopes supports relict biodiversity. *J. Nat. Hist.* 46:2145–2157.
- Sato K, G Kudo and S Uemura. 1993. Cool-spots site vegetation in Izariiri-Heide, northern Japan. *Jpn. J. Ecol.* 43:91–98.
- Whittaker RH. 1956. Vegetation of the great smoky mountains. *Ecol. Monogr.* 26:1–80.
- Zhang LN, XF Cheng and RL Zhu. 2013. First record of *Isopaches decolorans* (Marchantiophyta, Lophoziaceae) from Xizang, China. *Pol. Bot. J.* 58:205–210.

Appendix 1. The list of bryophytes in the major algific talus slopes in Korea

Taxa	*Collection site														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Sphagnaceae 물이끼과															
<i>Sphagnum girgensohnii</i> Russ. 가는잎물이끼									○			○			
kjsb0249, kjsb0275															
Andreaeaceae 검정이끼과															
<i>Andreaea rupestris</i> var. <i>fauriei</i> (Besch.) Takaki. 검정이끼	○								○			○			
kjsb0242, kjsb0996															
Polytrichaceae 솔이끼과															
<i>Atrichum rhytophyllum</i> (Müll. Hal.) Paris 아기주름솔이끼	○							○						○	
kjsb0029, kjsb0330, kjsb0797, kjsb0914															
<i>Atrichum undulatum</i> var. <i>gracilisetum</i> Besch. 넓은주름솔이끼		○	○	○	○	○	○	○		○	○		○	○	○
kjsb0060, kjsb0121, kjsb0289, kjsb0341, kjsb0390, kjsb0658, kjsb0610, kjsb0704, kjsb0762, kjsb0845, kjsb0889, kjsb0905, kjsb0935, kjsb1055, kjsb1076, kjsb1136															
<i>Pogonatum neesii</i> (Müll. Hal.) Doay. 들솔이끼	○				○					○				○	○
kjsb0009, kjsb0763, kjsb0804, kjsb0872, kjsb0923															
<i>Pogonatum spinulosum</i> Mitt. 침솔이끼	○													○	
kjsb0910, kjsb0966															
<i>Pogonatum urnigerum</i> (Hedw.) P. Beauv. 산들솔이끼		○				○							○	○	
kjsb0123, kjsb0320, kjsb0402, kjsb0882, kjsb0906															
<i>Polytrichastrum alpinum</i> (Hedw.) G.L. Sm 산솔이끼	○				○				○	○		○		○	
kjsb0045, kjsb0063, kjsb0203, kjsb0233, kjsb0267, kjsb0311, kjsb0783, kjsb1089															
<i>Polytrichum formosum</i> Hedw. 큰솔이끼	○			○								○	○	○	○
kjsb0175, kjsb0212, kjsb0313, kjsb0337, kjsb0702, kjsb0850															
<i>Polytrichum juniperinum</i> Willd. ex Hedw. 향나무솔이끼	○											○		○	
kjsb0318, kjsb0424, kjsb0682, kjsb0922															
Buxbaumiaceae 담뱃대이끼과															
<i>Buxbaumia aphylla</i> Hedw. 산투구이끼	○														
<i>Buxbaumia minakatae</i> S. Okamura 담뱃대이끼				○											
kjsb0681															
<i>Diphyscium fulvifolium</i> Mitt. 보리알이끼	○														
kjsb0048															
Fissidentaceae 봉황이끼과															
<i>Fissidens bryoides</i> Hedw. 꼬마봉황이끼			○												
kjsb0142															
<i>Fissidens dubius</i> P. Beauv. 벼슬봉황이끼	○			○	○	○	○			○			○	○	○
kjsb0172, kjsb0351, kjsb0589, kjsb0784, kjsb0793, kjsb0986, kjsb0841, kjsb0912, kjsb0938, kjsb1093															
<i>Fissidens gymnogynus</i> Besch. 작은봉황이끼					○				○						
kjsb0262, kjsb1134															
<i>Fissidens taxifolius</i> Hedw. 주목봉황이끼	○														
kjsb0038															
Ditrichaceae 금실이끼과															
<i>Ceratodon purpureus</i> (Hedw.) Brid. 지붕빨간이끼	○	○		○									○		
kjsb0004, kjsb0105, kjsb0631, kjsb0879															
<i>Distichium capillaceum</i> (Hedw.) Bruch & Schimp. 털금실이끼			○						○						
kjsb0623, kjsb0735															
Dicranaceae 꼬리이끼과															
<i>Brothera leana</i> (Sull.) Müll. Hal. 사자이끼										○					○
kjsb0059, kjsb0900															
<i>Campylopus sinensis</i> (Müll. Hal.) J.P. Frahm 붓이끼	○														
kjsb0302															
<i>Campylopus umbellatus</i> (Arn.) Paris. 아기붓이끼	○														
kjsb0411															
<i>Dicranella heteromalla</i> (Hedw.) Schimp. 역새이끼	○									○	○		○	○	○
kjsb0322, kjsb0598, kjsb0718, kjsb0848, kjsb0880, kjsb0915															
<i>Dicranodontium denudatum</i> (Brid.) Britt. ex R.S. William 활이끼	○														
kjsb0047															
<i>Dicranum japonicum</i> Mitt. 꼬리이끼				○											
kjsb0170															
<i>Dicranum nipponense</i> Besch. 큰꼬리이끼	○	○		○	○	○				○				○	○
kjsb0052, kjsb0125, kjsb0383, kjsb0605, kjsb0648, kjsb0772, kjsb0865, kjsb0926, kjsb0967, kjsb1083															
<i>Dicranum polysetum</i> Sw. 파도꼬리이끼									○						
kjsb0288															
<i>Dicranum scoparium</i> Hedw. 비꼬리이끼	○				○				○					○	○
kjsb0207, kjsb0252, kjsb0319, kjsb0422, kjsb0637, kjsb0858															
<i>Holomitrium densifolium</i> (Wilson.) Wijk. & Marg. 긴포엽이끼								○		○					
kjsb0062, kjsb1026, kjsb1071															
<i>Oncophorus crispifolius</i> (Mitt.) Lindb. 곱슬혹이끼	○						○		○			○			
kjsb0235, kjsb0276, kjsb0395, kjsb0415															
<i>Oreoweisia laxifolius</i> (Hook.) Kindb. 미기록속 미기록종				○											
kjsb0174															
<i>Rhabdoweisia crispata</i> (With.) Lindb. 주름꼬마이끼	○							○			○		○	○	
kjsb0316, kjsb0321, kjsb0705, kjsb0890, kjsb1053															

Appendix 1. Continued

Taxa	*Collection site														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Leucobryaceae 흰털이끼과															
<i>Leucobryum juniperoideum</i> (Brid.) Müll. Hal. 가느흰털이끼															
kjsb0176, kjsb0413, kjsb0592, kjsb0657, kjsb0810, kjsb0834,	○			○							○		○	○	○
kjsb0913, kjsb0977, kjsb0985, kjsb0992															
Encalyptaceae 통모자이끼과															
<i>Encalypta ciliata</i> Hedw. 통모자이끼															
kjsb0114, kjsb0621, kjsb0646, kjsb0786		○	○	○				○							
Pottiaceae 침꼬마이끼과															
<i>Barbula unguiculata</i> Hedw. 참꼬마이끼															
kjsb0002	○														
<i>Bryoerythrophyllum recurvirostrum</i> (Hedw.) PC. Chen 빨간담뱃잎이끼															
kjsb0109		○													
<i>Didymodon ferrugineus</i> (Bescherelle) M.O. Hill 갈색똥이끼															
kjsb0741										○					
<i>Didymodon rigidulus</i> Hedw. 곧은쌍똥이끼															
kjsb0012	○														
<i>Hyophila propagulifera</i> Broth. 담뱃잎이끼															
kjsb0100, kjsb0138, kjsb0660, kjsb1056		○	○	○											
<i>Oxystegus tenuirostris</i> (Hook. & Taylor) A.J.E. Sm. 통수염이끼															
kjsb0099, kjsb0102, kjsb0131, kjsb0261, kjsb0391		○	○				○	○		○					
<i>Tortella fragilis</i> (Hook. & Wils.) Limpr. 미기록종															
kjsb0190, kjsb0731, kjsb0748															
<i>Trichostomum platyphyllum</i> (Broth. ex Iisiba) PC. Chen 넓은털이끼															
kjsb0734										○					
<i>Weissia controversa</i> Hedw. 꼬마이끼															
kjsb0003, kjsb0133, kjsb0347, kjsb0633, kjsb0729, kjsb0805,	○	○	○	○			○	○	○		○			○	○
kjsb0819, kjsb0846, kjsb0937, kjsb1051															
Grimmiaceae 고깔바위이끼과															
<i>Grimmia pilifera</i> P. Beauv. 흰털고깔바위이끼															
kjsb0098, kjsb0112, kjsb0137, kjsb0285, kjsb0314, kjsb0400,	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
kjsb0595, kjsb0630, kjsb0716, kjsb0749, kjsb0788, kjsb0851,															
kjsb0881, kjsb0933, kjsb0987, kjsb1021, kjsb1070, kjsb1116															
<i>Ptychomitrium dentatum</i> (Mitt.) A. Jaeger. 물가곱슬이끼															
kjsb1047										○					
<i>Ptychomitrium fauriei</i> Besch. 주름곱슬이끼															
kjsb0672															
<i>Ptychomitrium linearifolium</i> Reim. & Sakurai. 돌주름곱슬이끼															
kjsb0006, kjsb0117, kjsb0192, kjsb0632, kjsb0683, kjsb0732	○	○		○											
<i>Ptychomitrium sinense</i> (Mitt.) A. Jaeger. 곱슬이끼															
kjsb0096, kjsb0101, kjsb0629, kjsb0728, kjsb0746, kjsb0802,	○	○			○			○	○						
kjsb0964, kjsb1048															
<i>Racomitrium canescens</i> (Hedw.) Brid. 서리이끼															
kjsb0001, kjsb0825, kjsb0867, kjsb0893	○	○												○	○
<i>Racomitrium ericoides</i> (Hedw.) Brid. 누운서리이끼															
kjsb0870															○
<i>Racomitrium fasciculare</i> (Hedw.) Brid. 민서리이끼															
kjsb0039, kjsb0307	○														
<i>Racomitrium lanuginosum</i> (Hedw.) Brid. 뽕서리이끼															
kjsb0282															
<i>Schistidium apocarpum</i> (Hedw.) Bruch & Schimp. 고깔바위이끼															
kjsb0097, kjsb0364, kjsb0259, kjsb0627, kjsb0706, kjsb0733,		○	○					○	○	○	○	○	○	○	○
kjsb0823, kjsb0894, kjsb0940															
<i>Schistidium strictum</i> (Turner) Loeske ex Martensso 아기고깔바위이끼															
kjsb0628, kjsb0684															○
Erpodiaceae 나무연지이끼과															
<i>Venturiella sinensis</i> (Venturi) Müll. Hal. 나무연지이끼															
kjsb0616, kjsb0826, kjsb0963, kjsb1092	○	○	○												
Funariaceae 표주박이끼과															
<i>Funaria hygrometrica</i> Hedw. 표주박이끼															
kjsb0030	○														
Bryaceae 참이끼과															
<i>Brachymerium nepalense</i> Hook. 노란참외이끼															
kjsb0116, kjsb0824, kjsb0916, kjsb1050	○	○								○					○
<i>Bryum argenteum</i> Hedw. 은이끼															
kjsb0132, kjsb0813			○	○											
<i>Bryum cyclophyllum</i> (Schwägr.) Bruch. & Schimp 꼬인물가철사이끼															
kjsb0678					○										
<i>Pohlia cruda</i> (Hedw.) Lindb. 윤빛수세미이끼															
kjsb0088, kjsb0640, kjsb0697, kjsb0710, kjsb0725, kjsb0757,	○	○		○	○	○	○	○	○	○		○	○	○	○
kjsb0816, kjsb0820, kjsb0876, kjsb0934, kjsb0946, kjsb0965															
<i>Pohlia elongata</i> Hedw. 긴수세미이끼															
kjsb0336															○
<i>Pohlia longicollis</i> (Hedw.) Lindb. 긴목수세미이끼															
kjsb0317, kjsb0909										○					○

Appendix 1. Continued

Taxa	*Collection site															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
<i>Pohlia prolifera</i> (Kindb.) Broth. 흙줄수세미이끼 kjsb0897, kjsb0948, kjsb0969, kjsb0989														○	○	○
<i>Rhodobryum ontariense</i> (Kindb.) Kindb. 산꽃송이이끼 kjsb0703, kjsb1074										○	○					
<i>Rosulabryum capillare</i> (Hedw.) J.R. Spence 뱀밥철사이끼 kjsb0187, kjsb0271, kjsb0715, kjsb0743, kjsb0601, kjsb1057							○	○	○		○		○			
Mniaceae 초롱이끼과																
<i>Mnium heterophyllum</i> (Hook.) Schwägr. 꼬마초롱이끼 kjsb0165, kjsb0644				○												
<i>Mnium lycopodioides</i> Schwägr. 납작맥초롱이끼 kjsb0020, kjsb0051, kjsb0186, kjsb0328, kjsb0612, kjsb0692, kjsb0764, kjsb0803, kjsb0868, kjsb0932, kjsb0943, kjsb1102	○		○		○	○	○	○		○	○				○	○
<i>Mnium stellare</i> Reichard ex Hedw. 별꽃초롱이끼 kjsb0148			○													
<i>Plagiomnium acutum</i> (Lindb.) T.J. Kop. 아기들덩굴초롱이끼 kjsb0013, kjsb0168, kjsb0296, kjsb0385, kjsb0811, kjsb0859, kjsb0885, kjsb0918, kjsb1091, kjsb1112	○	○		○	○	○				○			○	○	○	○
<i>Plagiomnium cuspidatum</i> (Hedw.) T.J. Kop. 들덩굴초롱이끼 kjsb0724, kjsb0777, kjsb1039					○		○	○								
<i>Plagiomnium maximoviczii</i> (Lindb.) T.J. Kop. 덩굴초롱이끼 kjsb0907, kjsb1087										○		○			○	
<i>Plagiomnium vesicatum</i> (Besch.) T.J. Kop. 큰잎덩굴초롱이끼 kjsb0018, kjsb0394, kjsb0761, kjsb0941, kjsb1075, kjsb1113	○				○	○				○						
<i>Rhizomnium striatulum</i> (Mitt.) T.J. Kop. 줄미선초롱이끼 kjsb0303	○						○									
<i>Trachycystis flagellaris</i> (Sull. & Lesq.) Lindb. 털아기초롱이끼 kjsb0420, kjsb0952	○									○		○				
<i>Trachycystis microphylla</i> (Dozy & Molk.) Lindb 아기초롱이끼 kjsb0075, kjsb0871										○						○
<i>Trachycystis ussuriensis</i> (Maack & Regel) T.J. Kop. 꼬인아기초롱이끼 kjsb0265, kjsb0862										○						○
Aulacomniaceae 긴몸초롱이끼과																
<i>Aulacomnium heterostichum</i> (Hedw.) Bruch & Schimp. 긴몸초롱이끼 kjsb0638, kjsb0955, kjsb0993				○						○		○			○	
Bartramiaceae 구슬이끼과																
<i>Bartramia pomiformis</i> Hedw. 구슬이끼 kjsb0106, kjsb0236, kjsb0334, kjsb0608, kjsb0645, kjsb0701, kjsb0751, kjsb0807, kjsb0856, kjsb0878, kjsb0903, kjsb0942, kjsb0971, kjsb0994, kjsb1082	○	○	○	○	○	○				○	○	○	○	○	○	○
<i>Philonotis turneriana</i> (Schwägr.) Mitt. 큰물가이끼 kjsb0050, kjsb0349										○					○	
<i>Plagiopus oederianus</i> (Sw.) H.A. Crum & L.E. Anderson 석회구슬이끼 kjsb0585, kjsb0730										○						
Orthotrichaceae 선주름이끼과																
<i>Macromitrium gymnostomum</i> Sull. & Lesq. 민긴금털이끼 kjsb0135, kjsb0791, kjsb0988, kjsb1049	○		○					○								
<i>Macromitrium japonicum</i> Dozy & Molk. 긴금털이끼 kjsb0624, kjsb0659			○	○												
<i>Orthotrichum consobrinum</i> Cardot 아기선주름이끼 kjsb0034, kjsb0068, kjsb0197, kjsb0745, kjsb1045	○							○	○		○					
<i>Orthotrichum ibukiense</i> Toyama 미기록종 kjsb0090, kjsb0161, kjsb1046				○				○								
Climaciaceae 나무이끼과																
<i>Climacium dendroides</i> (Hedw.) F. Weber & D. Mohr 곧은나무이끼 kjsb0588, kjsb0809										○						
<i>Climacium japonicum</i> Lindb. 나무이끼 kjsb0229, kjsb0685, kjsb0752, kjsb0806, kjsb0855, kjsb0917, kjsb1086					○					○	○	○	○		○	○
<i>Pleuroziopsis ruthenica</i> (Weinm.) Kindb. ex E. Britton 깃털나무이끼 kjsb0255, kjsb0953										○		○				
Hedwigiaceae 툫이끼과																
<i>Hedwigia ciliata</i> (Hedw.) P. Beauv. 툫이끼 kjsb0033, kjsb0058, kjsb0093, kjsb0279, kjsb0609, kjsb0625, kjsb0641, kjsb0709, kjsb0794, kjsb0822, kjsb0842, kjsb0896	○	○	○	○		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Cryphaeaceae 방울이끼과																
<i>Forsstroemia cryphaeoides</i> Cardot 가는실방울이끼 kjsb0027, kjsb1111	○				○											
<i>Forsstroemia japonica</i> (Besch.) Paris 실방울이끼 kjsb0404, kjsb1139	○						○									
<i>Forsstroemia neckerooides</i> Broth. 긴방울이끼 kjsb0406	○															
<i>Forsstroemia trichomitria</i> (Hedw.) Lindb. 방울이끼 kjsb0046, kjsb0647, kjsb0818, kjsb0839, kjsb0944	○	○		○											○	○
Leucodontaceae 족제비이끼과																

Appendix 1. Continued

Taxa	*Collection site														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
<i>Leucodon sciuroides</i> (Hedw.) Schwägr. 북쪽족제비이끼 kjsb0094, kjsb1043								○							
Trachypodaceae 오소리이끼과															
<i>Trachypus bicolor</i> Reinw. & Hornsch. 가야오소리이끼 kjsb0154			○												
Meteoriaceae 누운끈이끼과															
<i>Meteorium buchananii</i> ssp. <i>helminthocladulum</i> (Cardot) Nog. 아기누운끈이끼 kjsb0655, kjsb0792, kjsb0974, kjsb1023	○	○		○				○							
<i>Meteorium subpolytrichum</i> (Besch.) Broth. 누운끈이끼 kjsb0053, kjsb0586, kjsb0618, kjsb1077			○						○		○				
Neckeraceae 납작이끼과															
<i>Homalia trichomanoides</i> (Hedw.) Schimp. 윤납작이끼 kjsb0024, kjsb0111, kjsb0256, kjsb0354, kjsb0403, kjsb0688, kjsb0760, kjsb0843, kjsb0936, kjsb0945, kjsb0960, kjsb1028	○	○			○	○	○	○		○	○	○		○	○
<i>Homaliadelphus targionianus</i> (Mitt.) Dixon & P. de la Varde 설편납작이끼 kjsb1022								○							
<i>Neckera pennata</i> Hedw. 날개납작이끼 kjsb0091, kjsb0149, kjsb0264, kjsb0787, kjsb0970	○		○					○			○				
Thamnobryaceae 대호꼬리이끼과															
<i>Thamnobryum coreanum</i> (Cardot) Nog. & Z. Iwats. 고려대호꼬리이끼 kjsb0392								○							
<i>Thamnobryum plicatulum</i> (Sande Lac.) Z. Iwats. 그늘대호꼬리이끼 kjsb0124, kjsb0147, kjsb0178, kjsb0344, kjsb0405	○	○	○					○							○
<i>Thamnobryum subseriatum</i> (Mitt. ex Sande Lac.) B.C. Tan. 대호꼬리이끼 kjsb0076, kjsb0767, kjsb0836, kjsb1119								○							○
Theliaceae 수염이끼과															
<i>Fauriella tenuis</i> (Mitt.) Cardot 수염이끼 kjsb0044, kjsb0266, kjsb0299, kjsb0661, kjsb0979	○			○						○					
<i>Myurella sibirica</i> (Müll. Hal.) Reimers 미기록종 kjsb0722										○					
Fabroniaceae 가시꼬마이끼과															
<i>Fabronia ciliaris</i> (Brid.) Brid. 긴가시꼬마이끼 kjsb0035, kjsb0087, kjsb0617	○		○					○							
<i>Schwetschkeopsis fabronia</i> (Schwägr.) Broth. 개털이끼 kjsb0080, kjsb0084, kjsb0119, kjsb0298, kjsb0333, kjsb0378, kjsb0662, kjsb0790, kjsb0863, kjsb0919, kjsb1030, kjsb1107	○	○		○	○			○	○		○			○	○
Leskeaceae 곁갈검정이끼과															
<i>Leskeella nervosa</i> (Limpr.) Loeske 미기록종 kjsb0663				○				○							
<i>Okamuraea hakoniensis</i> (Mitt.) Broth. 곁양털이끼 kjsb0032, kjsb0653	○			○											
<i>Pseudoleskeopsis zippelii</i> (Dozy & Molke.) Broth. 물바위이끼 kjsb0014	○														
Thuidiaceae 깃털이끼과															
<i>Anomodon giraldii</i> Müll. Hal. 큰명주실이끼 kjsb0028, kjsb0079, kjsb0150, kjsb0331, kjsb0388, kjsb0650, kjsb0758, kjsb0830, kjsb0927, kjsb1033, kjsb1084, kjsb1114	○	○	○	○	○	○	○	○			○				○
<i>Anomodon minor</i> (Hedw.) Lindb. 푸른명주실이끼 kjsb0120, kjsb0146, kjsb0397, kjsb0409, kjsb0613, kjsb0723, kjsb0854, kjsb0982, kjsb1034, kjsb1109	○	○	○		○	○	○	○							
<i>Anomodon rugelii</i> (Müll. Hal.) Keissl. 곱슬명주실이끼 kjsb0182, kjsb0873					○										○
<i>Boulaya mittenii</i> (Broth.) Cardot 아기방울이끼 kjsb0284, kjsb1032	○							○		○					
<i>Claopodium pellucinerve</i> (Mitt.) Best 아기가사이끼 kjsb0352, kjsb0687, kjsb0860, kjsb0173, kjsb0774, kjsb0785, kjsb1054, kjsb1088					○			○		○	○			○	○
<i>Haplocladium angustifolium</i> (Hampe & Müll. Hal.) Broth. 침작은명주실이끼 kjsb0010, kjsb0103, kjsb0155, kjsb0744, kjsb0958, kjsb0759, kjsb0799	○	○	○		○			○	○		○				
<i>Haplocladium strictulum</i> (Cardot) Reim. 물가작은명주실이끼 kjsb0022, kjsb0368	○														○
<i>Haplohymenium pseudotriste</i> (Müll. Hal.) Broth. 꼬마바위실이끼 kjsb0141, kjsb0611			○												
<i>Haplohymenium sieboldii</i> (Dozy & Molke.) Dozy & Molke. 깃털바위실이끼 kjsb0355															○
<i>Haplohymenium triste</i> (Ces.) Kindb. 바위실이끼 kjsb0583, kjsb0651, kjsb0782, kjsb0821, kjsb0983, kjsb1035	○	○		○	○			○	○						
<i>Herpetineuron toccocae</i> (Sull. & Lesq.) Cardot 나선이끼 kjsb0619, kjsb0679, kjsb0815, kjsb0869, kjsb0976, kjsb1040, kjsb1122	○	○	○	○	○			○							○
<i>Miyabea fruticella</i> (Mitt.) Broth. 꼬마나무이끼 kjsb1036								○							

Appendix 1. Continued

Taxa	*Collection site														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
<i>Pelekium versicolor</i> (Hornsch. ex Müll. Hal.) Touw 아가깃털이끼 kjsb0387, kjsb0339						○									
<i>Thuidium assimile</i> (Mitt.) A. Jaeger. 털날개깃털이끼 kjsb0118, kjsb0339		○												○	
<i>Thuidium kanedae</i> Sakurai 깃털이끼 kjsb0054, kjsb0152, kjsb0301, kjsb0379, kjsb0594, kjsb0606, kjsb0656, kjsb0750, kjsb0808, kjsb0829, kjsb0831, kjsb0895, kjsb0904, kjsb1081, kjsb1108	○	○	○	○	○	○		○		○			○	○	○
<i>Thuidium pristocalyx</i> (Müll. Hal.) A. Jaeger. 푸른깃털이끼 kjsb0414	○														
Amblystegiaceae 버들이끼과															
<i>Amblystegium serpens</i> (Hedw.) Schimp. 버들이끼 kjsb0017, kjsb0115	○	○													
<i>Calliergonella cuspidata</i> (Hedw.) Loeske 창밭이끼 kjsb0270									○						
<i>Campyliadelphus chrysophyllus</i> (Brid.) R.S. Chopra 가는노란변덕이끼 kjsb0073, kjsb0386, kjsb0587, kjsb0727, kjsb0954						○		○		○		○			
<i>Campylium stellatum</i> (Hedw.) C.E.O. Jensen 변덕이끼 kjsb0353															○
Brachytheciaceae 양털이끼과															
<i>Brachythecium eustegium</i> Besch. 아가양털부리이끼 kjsb0153			○												
<i>Brachythecium plumosum</i> (Hedw.) Schimp. 날개양털이끼 kjsb0365, kjsb0924, kjsb0991, kjsb1103, kjsb1131					○					○			○	○	
<i>Brachythecium populeum</i> (Hedw.) Schimp. 양털이끼 kjsb0736, kjsb0773, kjsb0711					○			○				○			
<i>Brachythecium rivulare</i> Schimp. 물가양털이끼 kjsb0019, kjsb0396, kjsb0676	○			○		○									
<i>Bryhnia brachycladula</i> Cardot 오대세모양털이끼 kjsb0374						○									
<i>Bryhnia hultenii</i> E.B. Bartram 뽕죽화살이끼 kjsb0381						○									
<i>Eurhynchium hians</i> (Hedw.) Sande Lac. 물가침부리이끼 kjsb0179, kjsb0194				○				○							
<i>Homalothecium laevisetum</i> Sande Lac. 나무가지이끼 kjsb0191, kjsb0626, kjsb0737, kjsb0800, kjsb1041			○					○	○						
<i>Myuroclada maximowiczii</i> (G.G. Borshch.) Steere & W.B. Schofield 쥐꼬리이끼 kjsb0593, kjsb0620, kjsb0726, kjsb0956, kjsb1072		○	○						○	○	○			○	○
Entodontaceae 윤이끼과															
<i>Entodon challengerii</i> (Paris) Cardot 넓은잎윤이끼 kjsb0021, kjsb0069, kjsb0104, kjsb0145, kjsb0184, kjsb0293, kjsb0367, kjsb0410	○	○	○	○							○				○
<i>Entodon luridus</i> (Griff.) A. Jaeger. 물가윤이끼 kjsb0026	○														
<i>Entodon flavescens</i> (Hook.) A. Jaeger. 가지윤이끼 kjsb0072, kjsb0216, kjsb0600, kjsb0603, kjsb0690, kjsb0875, kjsb1133					○				○	○			○	○	
<i>Entodon sullivantii</i> (Müll. Hal.) Lindb. 가는윤이끼 kjsb0008, kjsb0636, kjsb0669, kjsb0689, kjsb0747, kjsb0779, kjsb0795, kjsb0849, kjsb0886, kjsb0908, kjsb1037, kjsb1079	○			○	○		○	○	○	○	○	○	○	○	○
<i>Entodon scabridens</i> Lindb. 지이윤이끼 kjsb1024								○							
Plagiotheciaceae 산주목이끼과															
<i>Isopterygiopsis muelleriana</i> (Schimp.) Z. Iwats. 북방단지이끼 kjsb0717, kjsb0902											○	○			○
<i>Plagiothecium denticulatum</i> (Hedw.) Schimp. 가는잎산주목이끼 kjsb0108, kjsb0664, kjsb0686, kjsb0877, kjsb0972	○	○		○							○		○		
<i>Plagiothecium nemorale</i> (Mitt.) A. Jaeger. 산주목이끼 kjsb0016, kjsb0071, kjsb0257, kjsb0345, kjsb0375, kjsb0599, kjsb0665, kjsb0691, kjsb0768, kjsb0844, kjsb0891, kjsb1078	○			○	○	○			○	○	○	○	○	○	○
Sematophyllaceae 무성아실이끼과															
<i>Brotherella coreana</i> Sakurai 고려겨울이끼 kjsb0061										○					
<i>Brotherella yokohomae</i> (Broth.) Broth. 털겨울이끼 kjsb0083, kjsb0169, kjsb0215, kjsb0239, kjsb0295, kjsb0350, kjsb0398, kjsb0634, kjsb0667, kjsb0712, kjsb0739, kjsb0789, kjsb0866, kjsb0888, kjsb1029	○		○	○		○	○	○			○	○	○	○	○
Hypnaceae 털깃털이끼과															
<i>Calli cladium haldanianum</i> (Grev.) H.A. Crum 풀이끼 kjsb0041, kjsb0324, kjsb0382, kjsb0070, kjsb0776, kjsb0852, kjsb0921	○				○	○					○	○			○
<i>Eurohypnum leptothallum</i> (Müll. Hal.) Ando 산누운깃털이끼 kjsb0082, kjsb0139, kjsb0180, kjsb0308, kjsb0408, kjsb0614, kjsb0654, kjsb0738, kjsb1025	○	○	○	○				○	○						

Appendix 1. Continued

Taxa	*Collection site														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
<i>Gollania ruginosa</i> (Mitt.) Broth. 주름사슴뿔이끼 kjsb0078, kjsb0281									○	○					
<i>Homomallium connexum</i> (Cardot) Broth. 쌍끝양털이끼 kjsb0031, kjsb0666	○			○											
<i>Hypnum calcicola</i> Ando 석회탈깃털이끼 kjsb0740								○							
<i>Hypnum plumaeforme</i> Wilson 탈깃털이끼 kjsb0057, kjsb0167, kjsb0312, kjsb0338, kjsb0597, kjsb0602, kjsb0604, kjsb0649, kjsb0696, kjsb0857, kjsb0887, kjsb0947	○	○	○	○						○	○		○	○	○
<i>Hypnum tristo-viride</i> (Broth.) Paris 실털깃털이끼 kjsb0901, kjsb0961	○														○
<i>Pseudotaxiphyllum pohliaecarpum</i> (Sull. & Lesq.) Z. Iwats. 빨간걸주목이끼 kjsb0360															○
<i>Ptilium crista-castrensis</i> (Hedw.) De Not. 타조이끼 kjsb0700, kjsb0951				○					○		○	○			
<i>Pylaisiella subcircinata</i> (Cardot) Z. Iwats. & Nog. 말린잎명주이끼 kjsb0036	○														
<i>Taxiphyllum aomoriense</i> (Besch.) Z. Iwats. 겹친주목이끼 kjsb0067, kjsb0377, kjsb0671, kjsb0754, kjsb1042, kjsb1073				○	○	○	○			○					
<i>Taxiphyllum taxirameum</i> (Mitt.) M. Fleisch. 주목이끼 kjsb0260, kjsb0590, kjsb0670, kjsb0957, kjsb1135				○	○				○	○					
Hylocomiaceae 수풀이끼과															
<i>Hylocomium brevirostre</i> var. <i>cavifolium</i> (Sande Lac.) Nog. 큰비루수풀이끼 kjsb0874															○
<i>Hylocomium splendens</i> (Hedw.) Schimp. 수풀이끼 kjsb0340, kjsb0920, kjsb0962	○								○		○	○		○	
<i>Pleurozium schreberi</i> (Willd. ex Brid.) Mitt. 갈창밭이끼 kjsb0243, kjsb0950												○			
<i>Rhytidiadelphus triquetrus</i> (Hedw.) Warnst. 큰겉굵은이끼 kjsb0253, kjsb0698									○		○				
<i>Rhytidium rugosum</i> (Ehrh. ex Hedw.) Kindb. 굵은이끼 kjsb0323, kjsb0699, kjsb0798, kjsb0995, kjsb1027							○	○	○	○	○			○	
Marchantiaceae 우산이끼과															
<i>Marchantia polymorpha</i> L. 우산이끼 kjsb0446, kjsb0812, kjsb0884, kjsb1031							○	○					○		
Aytoniaceae 삿갓우산이끼과															
<i>Mannia triandra</i> (Scop.) Grolle 미기록속 미기록종 kjsb1044							○								
<i>Plagiochasma pterospermum</i> C. Massal. 단자우산이끼 kjsb0622				○											
<i>Reboulia hemisphaerica</i> (L.) Raddi 삿갓우산이끼 kjsb0445, kjsb0466, kjsb0680, kjsb0801, kjsb1105		○	○	○			○	○		○			○		
<i>Reboulia hemisphaerica</i> ssp. <i>orientalis</i> R.M. Schust. 김삿갓우산이끼 kjsb0529															○
Conocephalaceae 패랭이우산이끼과															
<i>Conocephalum conicum</i> (L.) Underw. 패랭이우산이끼 kjsb0817, kjsb0708, kjsb0780, kjsb0814, kjsb0930, kjsb1104		○			○					○	○			○	
<i>Conocephalum japonicum</i> (Thunb.) Grolle 아기패랭이우산이끼 kjsb0817		○		○											
Targioniaceae 조개우산이끼과															
<i>Targionia hypophylla</i> L. 조개우산이끼 kjsb0453								○							
Metzgeriaceae 리본이끼과															
<i>Apometzgeria pubescens</i> (Schrank) Kuwah. 털보리본이끼 kjsb0479, kjsb0766, kjsb0832, kjsb0981	○				○				○						○
<i>Metzgeria lindbergii</i> Schiffn. 리본이끼 kjsb0461, kjsb0607, kjsb0652, kjsb0765, kjsb0949, kjsb0980	○		○	○	○									○	
Porellaceae 세줄이끼과															
<i>Porella caespitans</i> var. <i>cordifolia</i> S. Hatt. 침세줄이끼 kjsb0470, kjsb0769, kjsb1125	○	○			○										
<i>Porella densifolia</i> var. <i>fallax</i> (C. Massal.) S. Hatt. 뺨잎세줄이끼 kjsb0442, kjsb1064				○				○							
<i>Porella fauriei</i> (Steph.) S. Hatt. 털세줄이끼 kjsb0480, kjsb1128					○				○						
<i>Porella gracillima</i> Mitt. 가는세줄이끼 kjsb0448, kjsb0520, kjsb1067								○	○						
<i>Porella grandiloba</i> Lindb. 큰세줄이끼 kjsb0447, kjsb0472, kjsb0534, kjsb0549, kjsb0579, kjsb0713, kjsb0756, kjsb0833, kjsb0929, kjsb1094, kjsb1124	○	○			○	○		○	○	○	○			○	○
<i>Porella japonica</i> (Sande Lac.) Mitt. 알골세줄이끼 kjsb0430				○											
<i>Porella stephaniana</i> (C. Massal.) S. Hatt. 동강세줄이끼 kjsb0721									○						
<i>Porella ulophylla</i> (Steph.) S. Hatt. 주름세줄이끼 kjsb0431, kjsb0439, kjsb0512, kjsb0563, kjsb0572, kjsb0674	○		○	○				○							

Appendix 1. Continued

Taxa	*Collection site														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
<i>Porella vernicosa</i> Lindb. 가시세줄이끼 kjsb0432, kjsb0440, kjsb0462, kjsb0471, kjsb0562, kjsb0770, kjsb0835, kjsb0931, kjsb1127	○	○	○	○	○									○	○
Radulaceae 부채이끼과															
<i>Radula auriculata</i> Steph. 귀부채이끼 kjsb0482									○						
<i>Radula japonica</i> Gottsche 부채이끼 kjsb0458, kjsb0495, kjsb0515, kjsb0543, kjsb1063	○							○	○					○	
Frullaniaceae 지네이끼과															
<i>Frullania appendiculata</i> Steph. 침지네이끼 kjsb0437, kjsb0481, kjsb0504, kjsb0675, kjsb1097	○			○					○	○					
<i>Frullania bolanderi</i> Austin 고산지네이끼 kjsb0457									○						
<i>Frullania crispiplicata</i> Yuzawa & S. Hatt. 남해지네이끼 kjsb0571	○														
<i>Frullania davurica</i> Hampe 빨간지네이끼 kjsb0435, kjsb0449, kjsb0514, kjsb0526, kjsb1059				○				○	○						○
<i>Frullania muscicola</i> Steph. 참지네이끼 kjsb0575, kjsb0425, kjsb0443, kjsb0455, kjsb0506, kjsb0513, kjsb0548, kjsb0828, kjsb0853, kjsb0925, kjsb0959, kjsb1062	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○				○	○
<i>Frullania osumiensis</i> (S. Hatt.) S. Hatt. 동근지네이끼 kjsb0569, kjsb1126	○				○										
<i>Frullania taradakensis</i> Steph. 들지네이끼 kjsb0547, kjsb0525	○														○
<i>Frullania usamiensis</i> Steph. 우사미지네이끼 kjsb0552	○														
Lejeuneaceae 작은귀이끼과															
<i>Cololejeunea ornata</i> A. Evans 산귀이끼 kjsb0433, kjsb0450, kjsb0507, kjsb1132			○		○				○						○
<i>Lejeunea japonica</i> Mitt. 작은귀이끼 kjsb0468, kjsb0526, kjsb0541, kjsb0546, kjsb0642, kjsb0838, kjsb1065, kjsb1098, kjsb1129	○	○	○	○	○	○	○			○				○	○
<i>Lejeunea parva</i> (S. Hatt.) Mizut. 들작은귀이끼 kjsb0527															○
<i>Trocholejeunea sandvicensis</i> Mizut. 동근귀이끼 kjsb0428, kjsb0454, kjsb0564, kjsb0584, kjsb0615, kjsb0742, kjsb0796, kjsb0827, kjsb1060	○	○	○					○	○						
Ptilidiaceae 털잎이끼과															
<i>Ptilidium pulcherrimum</i> (G. Weber) Vainio 털잎이끼 kjsb0494										○					
Pseudolepicoleaceae 솔잎이끼과															
<i>Blepharostoma minus</i> Horik. 솔잎이끼 kjsb0578, kjsb1096										○					
<i>Blepharostoma trichophyllum</i> (L.) Dumort. 산솔잎이끼 kjsb0485, kjsb0538, kjsb0714, kjsb0778					○	○			○		○				
Herbertaceae 쌍갈고리이끼과															
<i>Herbertus aduncus</i> (Dicks.) Gray 쌍갈고리이끼 kjsb0492									○						
Lepidoziaceae 벼슬이끼과															
<i>Bazzania bidentula</i> (Steph.) W.E. Nicholson 아기좀벼슬이끼 kjsb0488, kjsb0693, kjsb0775					○				○		○				
<i>Bazzania denudata</i> (Torr. ex Lindenb.) Trevis. 산좀벼슬이끼 kjsb0491, kjsb0497, kjsb0574	○								○		○				
<i>Bazzania tricrenata</i> (Wahlenb.) Trevis. 세모좀벼슬이끼 kjsb0490									○						
<i>Lepidozia reptans</i> (L.) Dumort. 누운벼슬이끼 kjsb0498	○														
<i>Lepidozia subtransversa</i> Steph. 산벼슬이끼 kjsb0719											○				
Lophocoleaceae 두끝벼슬이끼과															
<i>Heteroscyphus planus</i> (Mitt.) Schiffrn. 비늘이끼 kjsb0434, kjsb0528, kjsb0576, kjsb1099, kjsb1130			○		○					○				○	
<i>Lophocolea bidentula</i> (Nees) Fulford 들두끝벼슬이끼 kjsb0450									○						
<i>Lophocolea heterophylla</i> (Schrad.) Dumort. 두끝벼슬이끼 kjsb0473, kjsb0478, kjsb0540						○			○			○			
<i>Lophocolea minor</i> Nees 아기두끝벼슬이끼 kjsb0444, kjsb0469, kjsb0474, kjsb0558, kjsb0577, kjsb0847, kjsb0892, kjsb1101	○	○			○					○			○		○
Plagiochilaceae 날개이끼과															
<i>Pedinophyllum truncatum</i> (Steph.) Inoue 누운날개이끼 kjsb0438, kjsb0496, kjsb0519, kjsb0524, kjsb0533, kjsb0544, kjsb0781, kjsb0864, kjsb1066	○			○	○	○	○	○	○					○	○
<i>Plagiochila ovalifolia</i> Mitt. 동근날개이끼 kjsb0459, kjsb0522, kjsb0542, kjsb0560, kjsb0581, kjsb0753, kjsb0840, kjsb1095, kjsb1118	○			○	○	○				○				○	○

Appendix 1. Continued

Taxa	*Collection site														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
<i>Xenochila integrifolia</i> (Mitt.) Inoue 세모날개이끼 kjsb0532						○									
Jamesoniellaceae 가을비늘이끼과															
<i>Crossogyna autumnalis</i> (DC.) Schljakov 가을비늘이끼 kjsb0489, kjsb0694									○		○				
Cephaloziaceae 게밭이끼과															
<i>Cephalozia bicuspidata</i> (L.) Dumort. 꽃게밭이끼 kjsb0475												○			
<i>Cephalozia lunulifolia</i> (Dumort.) Dumort. 반달게밭이끼 kjsb0557	○														
Odontoschismataceae 땀기이끼과															
<i>Odontoschisma grosseverrucosum</i> Steph. 잔땀기이끼 kjsb0554	○														
Cephaloziellaceae 걸계밭이끼과															
<i>Cephaloziella divaricata</i> (Sm.) Warnst. 들걸계밭이끼 kjsb0508															○
<i>Cephaloziella spinicaulis</i> Douin 가시걸계밭이끼 kjsb0545, kjsb0465, kjsb0635, kjsb1117	○	○		○	○										
Scapaniaceae 엄마이끼과															
<i>Diplophyllum taxifolium</i> (Wahlenb.) Dumort. 산긴엄마이끼 kjsb0555	○														
<i>Plicanthus birmensis</i> (Steph.) R.M. Schust. 단풍이끼 kjsb0499, kjsb0573	○														
<i>Scapania ciliata</i> Sande Lac. 털엄마이끼 kjsb0502, kjsb0477, kjsb0837	○											○			○
<i>Scapania curta</i> (Mart.) Dumort. 엄마이끼 kjsb0475, kjsb0720											○	○			
<i>Scapania irrigua</i> (Nees) Nees 울엄마이끼 kjsb0493									○						
<i>Sphenolobus minutus</i> (Schreb.) Berggr. 잔타래잎이끼 kjsb0463, kjsb0509															○
<i>Sphenolobus saxicola</i> (Schrad.) Steph. 둥근타래잎이끼 kjsb0476												○			
<i>Tritomaria exsecta</i> (Schmidel ex Schrad.) Schiffn. ex Loeske 은행비늘이끼 kjsb0488									○						
Lophoziaceae 갈래잎이끼과															
<i>Isopachys decolorans</i> (Limpr.) H. Buch 미기록속 미기록종 kjsb0899													○		
Calypogeiaceae 목걸이이끼과															
<i>lypogeia arguta</i> Nees & Mont. ex Nees 아기목걸이이끼 kjsb0464, kjsb0771, kjsb0911					○										○
<i>Calypogeia neesiana</i> (C. Massal. & Carestia) Müll. Frib. 기왓이끼 kjsb0556	○														
<i>Calypogeia tosana</i> (Steph.) Steph. 들목걸이이끼 kjsb0486, kjsb0510, kjsb0523									○						○
<i>Liochlaena subulata</i> (A. Evans) Schljakov 꼭지망울이끼 kjsb0477, kjsb0578, kjsb0591										○		○			

*Collection site. 1. Miryang Nammyeong-ri Eoreumgol; 2. Jinan Jwapo-ri Punghyeol; 3. Uiseong Binggye-ri Binghyeol; 4. Cheongsong Naeryong-ri Eoreumgol; 5. Jecheon Seon-go-ri Punghyeol; 6. Jecheon Geumsusan Eoreumgol; 7. Jeongseon Unchi-ri Eoreumgol; 8. Jeongseon Jangyeol-ri Punghyeol; 9. Pyeongchang Sin-gi-ri Punghyeol; 10. Hoengseong Ga-gok-ri Punghyeol; 11. Hongcheon Bangnae-ri Punghyeol; 12. Hwacheon Gu-un-ri Punghyeol; 13. Pocheon Seongdong-ri Punghyeol; 14. Yeoncheon Dongmak-ri Punghyeol; 15. Pocheon Samyul-ri Punghyeol.