J. Korean For. Soc. Vol. 106, No. 2, pp. 150~168 (2017)
https://doi.org/10.14578/jkfs.2017.106.2.150

한국임학회지
JOURNAL OF KOREAN FOREST SOCIETY
ISSN 0445-4650(Print), ISSN 2289-0904(Online)
http://e-journal.kfs21.or.kr

삼척 비화진 유역 산불피해지의 2003년도와 2014년도의 식생구조 비교

송주현[1] · 임주훈[2] · 권진오[2] · 윤충원[1]*
[1]공주대학교 산림자원학과, [2]국립산림과학원 산림복원연구과

Comparison of Vegetation Structure Change between 2003 and 2014 in Forest Fire Damaged Area of Bihwajin Basin, Samcheok in Korea

Ju Hyeon Song[1], Joo Hoon Lim[2], Jino Kwon[2] and Chung Weon Yun[1]*
[1]*Department of Forest Resource, Kongju National University, Kongju 32588, Korea*
[2]*Division of Forest Restoration, National Institute of Forest Science, Seoul 02455, Korea*

요 약: 이 연구는 2000년도 동해안 산불이 발생한 강원도 삼척 비화진 유역을 대상으로 2003년도와 2014년도의 식물사회학적 식생유형분류, 층위별 중요치 , 종다양도, 군락유사도 분석을 통해 임분 구조 변화를 구명하기 위하여 32개소의 식생조사를 각각 실시하였다. 식생유형분류 결과, 7개의 식생단위에서 4개의 식생단위로 감소하였으며, 11개의 종군에서 7개의 종군으로 감소하였다. 중요치 분석 결과, 교목층에서 신갈나무(*Quercus mongolica*), 졸참나무(*Q. serrata*), 굴참나무(*Q. variabilis*)가 각각 6.8%, 5.2%, 2.9% 증가하였으며, 소나무(*Pinus densiflora*)가 각각 2.8%로 가장 많이 감소하였으며 밤나무(*Castanea crenata*), 이팝나무(*Chionanthus retusa*), 살구나무(*Prunus armeniaca* var. *ansu*), 복자기(*Acer triflorum*), 모감주나무(*Koelreuteria paniculata*) 등 대부분의 조림 수종들의 중요치가 감소되었다. 종다양도의 경우, 교목층에서 0.252에서 0.287로 증가하였고, 아교목층에서 0.252에서 0.434로 증가하였고, 관목층에서 1.293에서 1.333으로 증가하였지만 초본층에서는 1.745에서 1.646으로 감소하였다. 군락유사도의 경우, 각 층위별로 0.78, 0.65, 0.72, 0.55로 나타나 초본층의 변화가 가장 심하였다. 결론적으로 본 연구는 이 조사지와 유사한 산불피해지의 생태계 진단 및 관리를 위한 기초자료로 활용될 것으로 판단된다.

Abstract: This study was carried out to compare stand structure in Bihwajin basin Samcheok-si, Gangwon-do, Korea for ten years between 2003 and 2014, in which occurred the east coastal forest fire in 2000. Data were collected from 32 quadrates that followed by the analysis of vegetation classification according to plant sociology, importance value by Mclntosh and Curtise, species diversity and similarity index. In the result of vegetation classification, the vegetation unit decreased from 7 units to 4 units, and the number of species groups changed from 11 to 7. As a result of importance value (IV) changes, IV of *Quercus mongolica, Q. serrata* and *Q. variabilis* was increased by 6.8%, 5.2% and 2.9% in the order, respectively. However, that of *Pinus densiflora* was decreased by 2.8%. That of major planted species such as *Castanea crenata, Chionanthus retusa, Prunus armeniaca* var. *ansu, Acer triflorum* and *Koelreuteria paniculata* was reduced. As a result of species diversity, it was increased from 0.252 to 0.287 in tree layer, from 0.252 to 0.434 in subtree layer, and from 1.293 to 1.333 in shrub layer. But that in herb layer was decreased from 1.745 to 1.646. As a result of similarity index, it was 0.78, 0.65, 0.72 and 0.55 by layers that showed most difference in herb stratum. Considering the results, this study would be applied to the ecosystem diagnose and management of forest fire damaged area similar to the investigated area.

Key words: *plant sociology, vegetation classification, importance value, species diverstiy, similarity index*

* Corresponding author
E-mail: cwyun@kongju.ac.kr

서 론

교란은 군집을 구성하고 있는 기존 식물의 우점도를 감소시키고, 새로 출현하는 식물에게 필요한 자원의 이용도를 증가시키기 때문에 군집 동태에 중요한 역할을 하는 것으로 알려져 있다(Hoffmann, 1996). 산불은 자연생태계의 주요한 교란요인 중 하나로 산림 내 존재하는 가연성 물질들을 연소시킴으로써 생물량의 급격한 감소와 군집구조의 변화를 일으키며(Diaz-Delgado et al., 2002), 목재원이나 산채류와 같은 산림자원의 손실을 가져올 뿐만 아니라 홍수, 토사유출 및 어장의 피해와 같은 산불 후에 발생하는 2차 재해를 유발하기도 한다(Marques and Mora, 1988). 최근에는 산불의 빈도와 규모가 크게 증가하고 있다. 특히 동해안 지역에서 대형 산불의 빈도와 규모가 크게 증가하고 있는데, 그 이유는 산불에 취약한 소나무 단순림이 우점하고, 지형적인 특성으로 인하여 건조기에 강한 바람이 불며, 군사시설과 취락농경지가 밀집되어 있고, 산림 내 연료원이 많이 축적되어 있기 때문이다(Chung et al., 2004).

산불은 생태계의 모든 구성요소를 다양하게 변화시키지만 이러한 특성들의 변화가 산불 이전으로 회복되기 위해서 무엇보다도 중요한 것은 식생에 의한 임지의 신속한 피복과 그로인한 지표의 안정화이다. 전 국토의 65% 이상을 차지하고 있는 산림생태계를 효율적으로 관리하기 위해서는 훼손의 원인, 훼손을 방지하기 위한 방안과 관리, 그리고 훼손된 생태계에 대한 적절한 복구 및 관리방안이 반드시 필요하다(Lee, 1995; Song, 2016).

산불 후, 식생 및 생태계에 관한 연구로는 미국에서 1900년대 초반부터 산불로 인한 생태계변화와 그 회복과정을 연구하여, 산불피해지의 복구 및 산불을 이용·관리하고 있으며, 산불로 인한 생태계 변화와 회복과정을 계속 모니터링하고 있다(Brown and Smith, 2000). 2000년도부터는 미국 전역에 걸쳐 '산불 및 산불대체수단에 대한 연구(Fire and fire surrogates study)'를 수행함으로써 처방화입이 갖는 생태적 역할 및 효과에 관한 연구를 수행 중에 있다(Mclver et al., 2008). 국내에서도 2000년도 동해안 산불 이전부터 산화 후 초기식생회복과 종 다양성에 관한 연구(Cho and Kim, 1991), 강원도 고성지역 산불이 소나무림 토양에 미치는 영향에 관한 연구(Mun and Chung, 1996) 등이 이루어지고 있었으며 2000년도 동해안 산불 이후에는 동해안 산불피해지 공동조사단이 설립되어 산불이 영향을 미치는 식생 및 곤충, 토양 등 전범위에 걸친 대대적인 조사가 이루어졌다. 산불 후 경과 시간의 흐름에 따른 식생 구조의 발달에 관한 연구(Lee et al., 2004), 산불 유형별 식생회복정도에 따른 현존생물량 비교에 관한 연구(Lim et al., 2012) 등 많은 연구들이 이루어졌고 산불피해지 생태계변화 모니터링 및 복구관리기술 개발(Lim et al., 2016)에 관한 식생을 비롯한 생태계 많은 분야의 산불 후 모니터링 방법과 관리기술에 대한 연구도 이루어졌다. 하지만 산불 후, 식생 및 생태계 변화에 관한 연구는 산불 직후의 변화에 관한 연구들이 주를 이루는 경향이 있고, 유역단위로 조사지를 선택하여 동일한 지점에서 산불이 미치는 영향에 관한 연구는 부족한 실정이었다.

따라서, 본 연구는 삼척 산불피해지 비화진 유역에서 2003년도 식생조사 자료를 바탕으로 2014년도 식생조사 자료와 비교분석하여 식물사회적 방법(Ellenberg, 1965; Braun-Blanquet, 1964)에 따라 식생유형분류를 실시하여 변화된 식생 모습을 파악하여 소유역 단위의 산불피해지의 생태계 진단 및 관리를 위한 기초자료 제공의 목적을 가진다.

재료 및 방법

1. 조사지 개황

비화진 유역은 강원도 삼척시 원덕읍 노곡리에 위치하

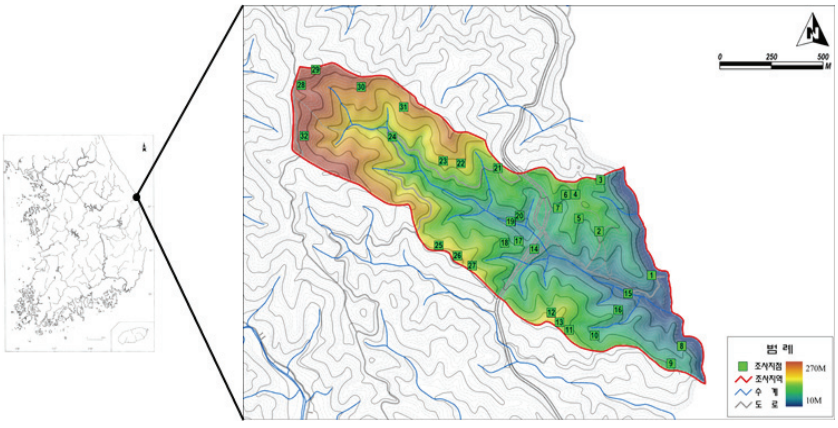
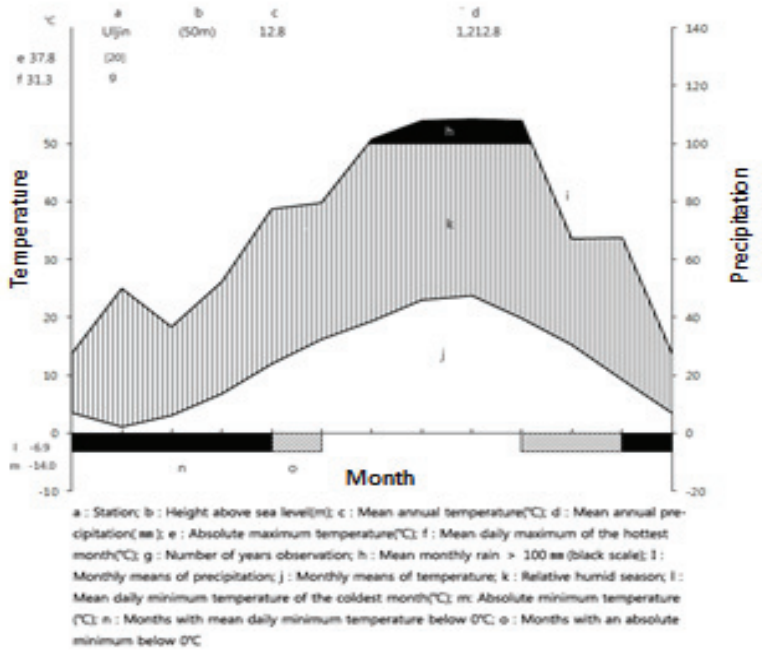


Figure 1. Map showing the study site in Bihwajin, Samcheok.

고 있으며, 북위 37°13′24″, 동경 129°20′에 위치하고 평균해발고는 122.4m이다. 동쪽으로는 동해를, 서쪽으로는 태백시, 남쪽은 울진군, 북쪽으로는 동해시를 접하고 있다. 기후적·지역적으로 삼척시는 남부 동안형에 속하며 특히 낙동정맥 동사면에 위치하여 서쪽으로는 높은 산간지세를 이루고 동쪽으로는 바닷가 가까이로 갈수록 낮아지는 서고동저의 지형이다. 본 조사지의 생태권역은 해안도서권역에 속하며(Shin and Kim, 2002), 식물구계구분에서는 중부아구에 속한다(Lee and Yim, 2002).

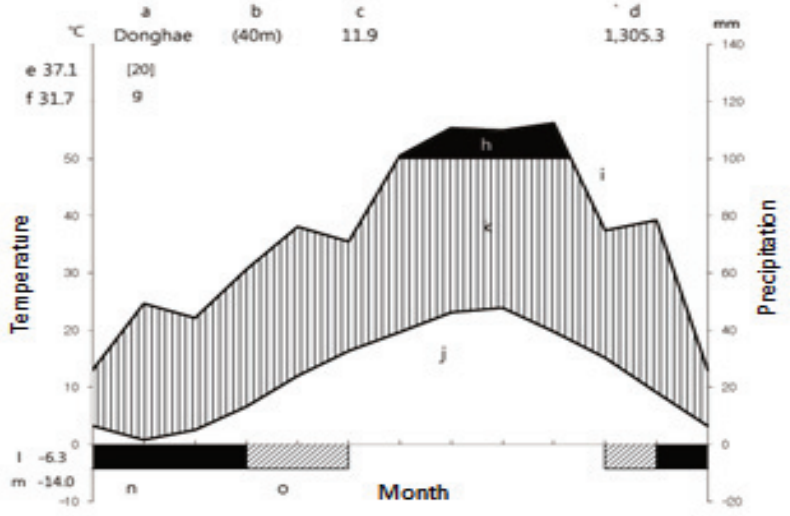
본 조사지의 지질은 대부분 선캠브리아기의 화강편마암과 원남통의 원남층 등으로 구성되어 있다. 화강편마암은 조립질인 흑운모편마암으로서 사장석, 석영 및 흑

(a)



a : Station; b : Height above sea level(m); c : Mean annual temperature(℃); d : Mean annual precipitation(㎜); e : Absolute maximum temperature(℃); f : Mean daily maximum of the hottest month(℃); g : Number of years observation; h : Mean monthly rain > 100㎜ (black scale); i : Monthly means of precipitation; j : Monthly means of temperature; k : Relative humid season; l : Mean daily minimum temperature of the coldest month(℃); m: Absolute minimum temperature (℃); n : Months with mean daily minimum temperature below 0℃; o : Months with an absolute minimum below 0℃

(b)



a : Station; b : Height above sea level(m); c : Mean annual temperature(℃); d : Mean annual precipitation(㎜); e : Absolute maximum temperature(℃); f : Mean daily maximum of the hottest month(℃); g : Number of years observation; h : Mean monthly rain > 100㎜(black scale); i : Monthly means of precipitation; j : Monthly means of temperature; k : Relative humid season; l : Mean daily minimum temperature of the coldest month(℃); m: Absolute minimum temperature(℃); n : Months with mean daily minimum temperature below 0℃; o : Months with an absolute minimum below 0℃

Figure 2. Climate diagram of Uljin (a) and Donghae (b) close to the study area.

운모를 주성분으로 하는 것과 세립질이며 백운모를 소량 포함하는 화강편마암으로 구성되어 있다(Korean Institute of Geoscience and Mineral Resources, 2010).

삼척 비화진 일대의 기후는 조사지역과 인접한 울진기상대와 동해기상대에서 측정한 최근 20년(1996～2015년) 간의 기상자료를 이용하여 기후도를 작성하였다(Walter et al., 1975). 울진기상대 자료에 의하면 연평균기온이 약 12.8°C이었으며, 연평균강수량이 약 1,212.8mm 정도로 강수량의 대부분이 7～9월에 집중되었다. 또한, 최난월의 일평균 최고기온은 약 31.3°C, 절대최고기온은 약 37.8°C이었고, 최한월의 일평균 최저기온은 약 -6.9°C, 절대최저기온은 약 -14.0°C로 한서의 차가 심하였다. 한편, 동해기상자료에 의하면 연평균기온이 약 11.9°C이었으며, 연평균강수량이 약 1,305.3mm로 강수량의 대부분이 7～9에 집중되었다. 또한, 최난월의 일평균 최고기온은 약 31.7°C, 절대최고기온은 약 37.1°C이었고, 최한월의 일평균 최저기온은 약 -6.3°C, 절대최저기온은 약 -14.0°C로 한서의 차가 심하였다.

2. 야외조사 및 분석방법

2002년 9월부터 2003년 5월까지 삼척 비화진 일대 산불피해지에 32개소의 방형구를 식물사회학적 방법(Ellenberg, 1965; Braun-Blanquet, 1964)에 따라 지형, 생태적 밀도, 해발 등의 여러 입지환경요인을 고려하여 선정하였으며, 식생조사법에 따라 조사구내에 출현하는 각 종의 피도(coverage)와 개체수를 조합시킨 우점도(dominance)계급을 층위별로 구분하여 판정 기록하였고, 생육상태는 종 개체의 집합 혹은 이산의 정도에 따른 군도(sociality)계급 등을 측정하였다. 입지정보는 조사구별 면적, 위치좌표, 해발고, 방위, 경사, 바람(강, 중, 약), 일광(양, 중, 음), 군계(천연림, 조림, 초습원), 토습(과건, 건, 약건, 적, 약습, 습, 과습), 토양, 암석노출도(%), 토양노출도(%), 낙엽층 깊이(cm)를, 층위별 평균식피율, 층위별 평균수고, 층위별 평균흉고직경, 출현종수 등을 기록하였으며, 정량적 결과산출이 불가능한 정보인 지형의 경우 평지 1, 계곡 2, 사면하부 3, 사면중부 5, 사면상부 7, 능선부와 산정부 9로 가중치를 주어 정량적 수치를 산출하였다. 그와 동일한 지점에 2014년 2월부터 11월까지 동일한 방법으로 야외조사를 실시하였다. 구성종의 식물분류와 동정은 원색식물도감(Lee, 2003), 원색한국수목도감(Hong et al., 1987)을 기준으로 하였으며, 학명과 국명은 국가표준목록(Korea National Arboretum, 2014a)과 국가생물종지식정보시스템(Korea National Arboretum, 2014b) 기준으로 작성하였다.

2003년도와 2014년도 각각 동일한 32개소의 방형구의 식생자료를 토대로 Ellenberg (1956)의 표조작법과 Hill (1979)의 TWINSPAN을 이용하여 소표(raw table)로부터 여러 단계의 표조작과정을 거쳐 최종적으로 상재도로 나타낸 식별표를 작성하여 식생유형분류를 실시하였다.

2014년도의 조사지역 층위별 점유율을 파악하기 위해 조사지내 수종을 대상으로 Curtis and McIntosh (1951)의 방법을 이용하여 상대빈도(RF), 상대피도(RC)를 합상한 중요치(I.V.: Importance Value)를 산출하였다.

그리고 종풍부도와 각 종에 속하는 개체수가 얼마나 고르게 분포하는가를 나타내는 균등도를 동시에 나타내는 척도로서 각 군락유형에 대한 다양성, 경쟁 등을 분석하기 위하여 PC-ORD v5.17 프로그램을 이용하여 종풍부도, 균재도, 종다양도, 우점도를 분석하였다(Brower and Zar, 1977). 또한 각 군락별 종조성표를 작성한 다음 각 종(種) 사이의 유사도를 분석하기 위하여 Sørensen의 유사계수(CCs)를 이용하여 군락유형별 구성종의 유사성을 분석하였다.

결 과

1. 식물사회학적 군락유형 분류

1) 2003년도

2003년도 동해안 산불피해지 삼척 비화진 유역 32개소의 산림식생조사 자료를 바탕으로 Z-M 식물사회학적 방법에 의해 식생유형 분류를 수행하였던 바, 최상위 수준에서 신갈나무군락군(*Quercus mongolica* community group)과 신갈나무전형군락군(*Q. mongolica* typical community group)이 분류되었으며, 신갈나무군락군은 진달래군락(*Rhododendron mucronulatum* community)과 밤나무군락(*Castanea crenata* community)으로 세분되었다. 진달래군락은 쇠물푸레나무군(*Fraxinus sieboldiana* group)과 진달래전형군(*R. mucronulatum* typical group)으로 나뉘고 쇠물푸레나무군은 다시 둥굴레소군(*Polygonatum odoratum* var. *pluriflorum* subgroup)과 애기풀소군(*Polygala japonica* subgroup), 쇠물푸레나무전형소군(*F. sieboldiana* typical subgroup)으로 세분되었다. 신갈나무전형군락군은 토끼풀군락(*Trifolium repens* community)과 향나무군락(*Juniperus chinensis* community)으로 세분되었다. 조사지역내 신갈나무군락군은 총 2개의 군락과 2개의 군, 3개의 소군으로 분류체계를 가졌고, 전형군락군은 2개의 군락의 분류체계를 가졌으며 총 7개의 식생단위로 분류되었다.

(1) 식생단위 1 (신갈나무군락군-진달래군락-쇠물푸레나무군-둥굴레소군)

신갈나무군락군에서 종군 2의 진달래, 새, 철쭉, 리기다소나무, 싸리, 큰기름새, 구절초의 식별종 출현에 의해서 신갈나무-진달래군락으로 구분되어졌으며, 신갈나무-

진달래군락의 하위식생단위로 종군 4의 쇠물푸레나무, 삽주, 마타리, 맑은대쑥의 식별종 출현에 의해서 쇠물푸레나무군으로 구분되어졌고 쇠물푸레나무군의 하위식생단위로 종군 5의 둥굴레, 애기며느리밥풀, 노랭제비꽃, 잔대의 식별종 출현에 의해서 둥굴레소군으로 세분되어졌다. 본 단위는 종군 1, 종군 2, 종군 4, 종군 5의 식별종은 출현하고 있었으며, 종군 3, 종군6, 종군 7, 종군 8의 식별종은 출현하고 있지 않았다. 평균 출현종수는 21.4종으로 나타났다.

본 식생단위에 출현하는 식물의 우점도가 3이상인 종은 신갈나무, 소나무, 리기다소나무, 싸리로 총 4종이 나타났으며, 상재도가 Ⅳ 이상의 광역분포특징을 보이는 종은 신갈나무, 가는잎그늘사초, 세잎양지꽃, 진달래, 새, 철쭉, 싸리, 큰기름새 등 14종이 나타났다.

(2) 식생단위 2 (신갈나무군락군-진달래군락-쇠물푸레나무군-애기풀소군)

신갈나무군락군에서 종군 2의 진달래, 새, 철쭉, 리기다소나무, 싸리, 큰기름새, 구절초의 식별종 출현에 의해서 신갈나무-진달래군락으로 구분되어졌으며, 신갈나무-진달래군락의 하위식생단위로 종군 4의 쇠물푸레나무, 삽주, 마타리, 맑은대쑥의 식별종 출현에 의해서 쇠물푸레나무군으로 구분되어졌고 쇠물푸레나무군의 하위식생단위로 종군 6의 애기풀, 비짜루, 기름나물의 식별종 출현에 의해서 애기풀소군으로 세분되어졌다. 본 단위는 종군 1, 종군 2, 종군 4, 종군 6의 식별종은 출현하고 있었으며, 종군 3, 종군 5, 종군 7, 종군 8의 식별종은 출현하고 있지 않았다. 평균 출현종수는 23.0종으로 나타났다.

본 식생단위에 출현하는 식물의 우점도가 3이상인 종은 신갈나무, 졸참나무, 싸리, 아까시나무로 총 4종이 나타났으며, 상재도가 3 이상의 광역분포특징을 보이는 종은 신갈나무, 졸참나무, 굴참나무, 고사리, 가는잎그늘사초, 세잎양지꽃, 진달래, 싸리, 큰기름새, 구절초, 쇠물푸레나무, 삽주, 마타리, 애기풀, 아까시나무, 청미래덩굴, 억새, 산박하로 총 18종이 나타났다.

(3) 식생단위 3 (신갈나무군락군-진달래군락-쇠물푸레나무군-쇠물푸레나무전형소군)

신갈나무군락군에서 종군 2의 진달래, 새, 철쭉, 리기다소나무, 싸리, 큰기름새, 구절초의 식별종 출현에 의해서 신갈나무-진달래군락으로 구분되어졌으며, 신갈나무-진달래군락의 하위식생단위로 종군 4의 쇠물푸레나무, 삽주, 마타리, 맑은대쑥의 식별종 출현에 의해서 쇠물푸레나무군으로 구분되어졌다. 종군 5 이하의 종군에서 식별종들이 출현하지 않음으로 인해 분류된 쇠물푸레나무전형소군으로 세분되어졌다. 본 단위는 종군 1, 종군 2, 종군 4의 식별종은 출현하고 있었으며, 종군 3, 종군 5, 종군 6, 종군 7, 종군 8의 식별종은 출현하고 있지 않았으며 평균 출현종수는 17.2종으로 나타났다.

본 식생단위에 출현하는 식물의 우점도가 3이상인 종은 신갈나무, 리기다소나무, 싸리, 큰기름새로 총 4종이 나타났으며, 상재도가 Ⅳ 이상의 광역분포특징을 보이는 종은 신갈나무, 졸참나무, 굴참나무, 고사리, 세잎양지꽃, 진달래, 새, 싸리, 큰기름새, 쇠물푸레나무, 삽주로 총 11종이 나타났다.

(4) 식생단위 4 (신갈나무군락군-진달래군락-진달래전형군)

신갈나무군락군에서 종군 2의 진달래, 새, 철쭉, 리기다소나무, 싸리, 큰기름새, 구절초의 식별종 출현에 의해서 신갈나무-진달래군락으로 구분되어졌다. 종군 3 이하의 종군에서 식별종들이 출현하지 않음으로 해서 분류된 진달래전형군으로 세분되어졌다. 본 단위는 종군 1, 종군 2의 식별종은 출현하고 있었으며, 종군 3, 종군 4, 종군 5, 종군 6, 종군 7, 종군 8의 식별종은 출현하고 있지 않았다. 평균 출현종수는 18.4종으로 나타났다.

본 식생단위에 출현하는 식물의 우점도가 3이상인 종은 신갈나무, 소나무, 리기다소나무, 아까시나무로 총 4종이 나타났으며, 상재도가 Ⅳ 이상의 광역분포특징을 보이는 종은 신갈나무, 졸참나무, 고사리, 진달래, 싸리, 아까시나무, 떡갈나무로 총 7종이 나타났다.

(5) 식생단위 5 (신갈나무군락군-밤나무군락)

신갈나무군락군에서 종군 3의 밤나무, 꿀풀, 가죽나무, 짚신나물, 현삼, 낙우송, 고욤나무의 식별종 출현에 의해서 신갈나무-밤나무군락으로 구분되어졌다. 본 단위는 종군 1, 종군 3의 식별종은 출현하고 있었으며, 종군 2, 종군 4, 종군 5, 종군 6, 종군 7, 종군 8의 식별종은 출현하고 있지 않았다. 평균 출현종수는 39.3종으로 나타났다.

본 식생단위에 출현하는 식물의 우점도가 3이상인 종은 낙우송, 개망초, 산딸기, 아까시나무, 현사시나무로 총 5종이 나타났으며, 상재도가 3 이상의 광역분포특징을 보이는 종은 신갈나무, 졸참나무, 참취, 밤나무, 꿀풀, 개망초, 인동덩굴, 초피나무, 바디나물, 찔레나무, 나도겨풀, 곰딸기, 산딸기, 생강나무, 쑥, 아까시나무로 총 16종이 나타났다.

(6) 식생단위 6 (전형군락군-토끼풀군락)

전형군락군에서 종군 7의 토끼풀, 족제비싸리, 매듭풀, 환삼덩굴, 질경이, 키버들, 고마리, 고추나물, 노박덩굴, 소리쟁이의 식별종 출현에 의해서 토끼풀군락으로 구분

되어졌다. 본 단위는 종군 7의 식별종은 출현하고 있었으며, 그 외 종군의 식별종은 출현하고 있지 않았다. 평균 출현종수는 39.5종으로 나타났다.

본 식생단위에 출현하는 식물의 우점도가 3이상인 종은 고마리, 쑥, 골풀, 아까시나무, 미나리로 총 5종이 나타났으며, 상재도가 3 이상의 광역분포특징을 보이는 종은 토끼풀, 족제비싸리, 매듭풀, 개망초, 쑥, 돼지풀, 골풀, 제비쑥, 아까시나무로 총 9종이 나타났다.

(7) 식생단위 7 (전형군락군-향나무군락)

전형군락군에서 종군 8의 향나무, 돌가시나무, 박주가리, 엉겅퀴, 팽나무, 해국의 식별종 출현에 의해서 향나무군락으로 구분되어졌다. 본 단위는 종군 8의 식별종은 출현하고 있었으며, 그 외 종군의 식별종은 출현하고 있지 않았다. 평균 출현종수는 34.0종으로 나타났다.

본 식생단위에 출현하는 식물의 우점도가 3이상인 종은 곰솔 1종이 나타났으며, 상재도가 2 이상의 광역분포특징을 보이는 종은 큰기름새, 향나무, 돌가시나무, 박주가리, 엉겅퀴, 팽나무, 해국, 닭의장풀, 인동덩굴, 초피나무, 쥐똥나무, 곰솔, 댕댕이덩굴, 감국, 청가시덩굴, 청미래덩굴, 떡갈나무, 칡, 기린초, 담쟁이덩굴, 배풍등으로 총 21종이 나타났다.

Table 1. Differentiated constancy table of forest vegetation in 2003 study area.

Community group	Ⅰ					Ⅱ		
Community	A				B	A	B	
Group	a			b				
Sub group	1	2	3					
Vegetation Unit	VU1	VU2	VU3	VU4	VU5	VU6	VU7	
Altitude(m)	135.2	102.6	161.4	176.5	86.1	76.5	45.7	
Slope degree (°)	25.7	22.5	24.2	25.0	15.0	18.8	32.5	
Topography	6.7	6.0	6.3	6.2	4.0	2.0	5.0	
Bare rock (%)	2.9	7.5	11.7	4.0	-	2.5	37.5	
Bare soil (%)	23.6	15.0	27.5	18.0	-	27.8	7.5	
Litter layer(㎝)	1.4	0.8	0.5	2.0	3.0	2.3	2.0	
Coverage of tree layer (%)	45.0	21.7	22.5	65.0	88.8	45.0	77.5	
Coverage of subtree layer (%)	45.5	-	-	33.8	60.0	75.0	70.0	
Coverage of shrub layer (%)	54.2	75.0	55.0	69.0	52.5	47.5	45.0	
Coverage of herb layer (%)	47.9	58.8	48.3	43.0	63.8	65.0	35.0	
Height of tree layer (m)	5.0	4.3	2.9	12.4	17.5	7.3	14.5	
Height of subtree layer (m)	6.6	-	-	6.3	9.0	6.0	7.0	
Height of shrub layer (m)	1.7	1.7	1.3	2.0	3.4	2.3	2.5	
Height of herb layer (m)	0.5	0.5	0.4	0.6	0.6	1.0	0.7	
DBH of tree layer (cm)	9.8	5.0	5.3	24.8	23.0	14.3	32.0	
DBH of subtree layer (cm)	8.0	-	-	10.3	12.5	14.0	15.0	
DBH of shrub layer (cm)	2.1	1.7	2.7	3.0	4.3	3.0	5.5	
Number of present species	21.4	23.0	17.2	18.4	39.3	39.5	34.0	
Releve(32)	7.0	4.0	6.0	5.0	4.0	4.0	2.0	
1. Character species and differential species of *Quercus mongolica* community group ;								
Quercus mongolica	Ⅴ14	323	Ⅴ13	Ⅳ13	4+2		111	신갈나무
Quercus serrata	Ⅲ+2	413	Ⅴ+2	Ⅳ12	312			졸참나무
Pinus densiflora	Ⅲr4	1++	Ⅱrr	Ⅲ45	111		122	소나무
Quercus variabilis	Ⅲ11	3+1	Ⅳ+2	Ⅲ12	111			굴참나무
Pteridium aquilinum var. *latiusculum*	Ⅲ+1	4+1	Ⅴ+2	Ⅳr1	122			고사리
Carex humilis var. *nana*	Ⅴ+1	3+1	Ⅲ+1	Ⅰ11	1++		1++	가는잎그늘사초
Potentilla freyniana	Ⅳ++	3++	Ⅳr+	Ⅰrr	2++	1rr		세잎양지꽃
Solidago virga-aurea var. *asiatica*	Ⅲr+	2rr	Ⅲr+		1rr			미역취
Sanguisorba officinalis	Ⅲ++	2r+			1rr			오이풀
Aster scaber	Ⅲr+	1++	Ⅱrr	Ⅰrr	3r+			참취
Rhus trichocarpa	Ⅲ+2			Ⅰ++	2++			개옻나무

Table 1. Continued.

2. Character species and differential species of Q. mongolica-*R. mucronulatum* community ;								
Rhododendron mucronulatum	Ⅴ+2	3+1	Ⅴ+1	Ⅳ+1				진달래
Arundinella hirta	Ⅳr1	211	Ⅳ+1	Ⅲr1				새
Rhododendron schlippenbachii	Ⅴ11	211	Ⅲr1	Ⅲ+1				철쭉
Pinus rigida	Ⅲ25	2r2	Ⅱ23	Ⅱ23				리기다소나무
Lespedeza bicolor	Ⅴ13	423	Ⅴ13	Ⅴ+2	1++	2r+		싸리
Spodiopogon sibiricus	Ⅴ+1	3+2	Ⅴ+3	Ⅱ++			2++	큰기름새
Chrysanthemum zawadskii var. *latilobum*	Ⅱr1	3++	Ⅱr1	Ⅲ+1			1++	구절초
3. Character species and differential species of *Q. mongolica-C. crenata* community ;								
Castanea crenata				Ⅰ11	312			밤나무
Prunella vulgaris var. *lilacina*					3r+			꿀풀
Ailanthus altissima					222			가죽나무
Agrimonia pilosa					2++			짚신나물
Scrophularia buergeriana					2++			현삼
Taxodium distichum					155			낙우송
Diospyros lotus					111			고욤나무
4. Differential species of *Fraxinus sieboldiana* group ;								
Fraxinus sieboldiana	Ⅴ+2	3+1	Ⅴ+1					쇠물푸레나무
Atractylodes japonica	Ⅴr+	3r+	Ⅳrr	Ⅰrr				삽주
Patrinia scabiosaefolia	Ⅳr+	3r+	Ⅲrr		1rr			마타리
Artemisia keiskeana	Ⅴr+	2rr	Ⅱrr					맑은대쑥
5. Differential species of *Polygonatum odoratum* var. *pluriflorum* subgroup ;								
Polygonatum odoratum var. *pluriflorum*	Ⅳr+			Ⅰ++				둥굴레
Melampyrum setaceum	Ⅳr1		Ⅰ++					애기며느리밥풀
Viola orientalis	Ⅲr+							노랑제비꽃
Adenophora triphylla var. *japonica*	Ⅲr+							잔대
6. Differential species of *Polygala japonica* subgroup ;								
Polygala japonica		3++						애기풀
Asparagus schoberioides		2r+						비짜루
Peucedanum terbinthaceum	Ⅰrr	2rr		Ⅰ++				기름나물
7. Character species and differential species of *Trifolium repens* community ;								
Trifolium repens						4r2		토끼풀
Amorpha fruticosa						3+2		족제비싸리
Kummerowia striata						3r2		매듭풀
Humulus japonicus						2++		환삼덩굴
Plantago asiatica						2+1		질경이
Salix purpurea var. *japonica*						222		키버들
Persicaria thunbergii						223		고마리
Hypericum erectum						2++		고추나물
Celastrus orbiculatus						2++		노박덩굴
Rumex crispus						2r1		소리쟁이
8. Character species and differential species of *Juniperus chinensis* community ;								
Juniperus chinensis							222	향나무
Rosa wichuraiana							211	돌가시나무
Metaplexis japonica							2r+	박주가리
Cirsium japonicum var. *ussuriense*							2+2	엉겅퀴
Celtis sinensis							211	팽나무
Aster spathulifolius							2+2	해국

Table 1. Continued.

9. Differential species of *Alnus hirsuta* group ;								
Alnus hirsuta	Ⅰ++			Ⅲr2	212	222		물오리나무
Commelina communis				Ⅱr+	2+1	2+1	2+1	닭의장풀
Erigeron annuus		1++		Ⅱ+1	4r3	4+2	1++	개망초
10. Differential species of *Lonicera japonica* group ;								
Lonicera japonica			Ⅰ++		4+1	211	2+1	인동덩굴
Zanthoxylum piperitum					3+1	111	2+2	초피나무
Rubus oldhamii				Ⅰ11	211	122	111	줄딸기
Ligustrum obtusifolium				Ⅰ++	2++	111	211	쥐똥나무
Pinus thunbergii					212		244	곰솔
Cocculus trilobus	Ⅰ++				1++	2++	2++	댕댕이덩굴
Chrysanthemum indicum					1++		2+1	감국
Smilax sieboldii					1++		2++	청가시덩굴
Chenopodium album var. *centrorubrum*						1rr	1++	흰명아주
Angelica decursiva					3r+		1rr	바디나물
Dioscorea batatas						2r+	1rr	마
Bidens frondosa						122	1rr	미국가막사리
11. Differential species of *Rosa multiflora* group ;								
Rosa multiflora				Ⅰ++	3+1	111		찔레나무
Leersia japonica					3+1	2+1		나도겨풀
Rubus phoenicolasius					3r1	111		곰딸기
Rubus crataegifolius					323	122		산딸기
Lindera obtusiloba					3+1	111		생강나무
Galium verum var. *asiaticum*					2rr	1++		솔나물
Diarrhena japonica					2++	1++		용수염
Artemisia princeps var. *orientalis*					3r+	4r3		쑥
Ambrosia artemisiifolia var. *elatior*					1++	4r+		돼지풀
Juncus effusus var. *decipiens*					122	313		골풀
Stephanandra incisa					2+1	211		국수나무
Artemisia japonica					1++	3r+		제비쑥
12. Character species and differential species of *Robinia pseudo-acacia* community group ;								
Robinia pseudo-acacia	Ⅱ11	413	Ⅱ11	Ⅳ24	335	3+5	122	아까시나무
Smilax china	Ⅲ+2	4+1	Ⅲ++	Ⅱ+1	211	1++	211	청미래덩굴
13. Companion species group ;								
Miscanthus sinensis var. *purpurasens*	Ⅰ++	4+2	Ⅱ+1	Ⅰ11	2+1	122		억새
Quercus dentata		211	Ⅲ+1	Ⅳ+1	211		212	떡갈나무
Isodon inflexus		3r+	Ⅰrr	Ⅰ++	2++		1++	산박하
Zanthoxylum schinifolium	Ⅰ++	2++		Ⅰ++	2r+	111		산초나무
Lactuca raddeana	Ⅰrr			Ⅱrr	2r+		1++	산씀바귀
Pueraria thunbergiana	Ⅰ++			Ⅰ++		111	211	칡
Eupatorium chinense var. *simplicifolium*		1rr			2r+	1++	1++	등골나물
Themeda triandra var. *japonica*			Ⅱrr	Ⅰ++		1++		솔새
Viola mandshurica		1++	Ⅱrr			1rr		제비꽃
Lespedeza maximowiczii	Ⅱ+1				1++	111		조록싸리
Sedum kamtschaticum				Ⅰrr	1++		2+1	기린초
Parthenocissus tricuspidata				Ⅰ++		2+1	2+1	담쟁이덩굴
Aster yomena				Ⅰrr		1rr	1++	쑥부쟁이
Clematis apiifolia				Ⅰ++	2r1	1rr		사위질빵
Populus tomentiglandulosa				Ⅰ11	155	111		현사시나무

Table 1. Continued.

Artemis iaiwayomogi		1rr			1rr	111		더위지기
Callicarpa japonica				Ⅰ++	1++	111		작살나무
Chrysanthemum boreale				Ⅰ++	2+1	2r+		산국
Lysimachia barystachys			Ⅱr1		1rr			까치수영
Syneilesis palmata	Ⅱ+1				1++			우산나물
Prunus serrulata var. *spontanea*			Ⅰ22		111			벚나무
Acer pseudo-sieboldianum	Ⅰ11					111		당단풍
Persicaria hydropiper				Ⅰ++		1rr		여뀌
Hemerocalis fulva			Ⅰrr				111	원추리
Lysimachia clethroides		1++			111			큰까치수영
Morus bombycis				Ⅰ22	211			산뽕나무
Rubia cordifolia var. *pratensis*				Ⅰrr			1rr	갈퀴꼭두서니
Oxalis corniculata				Ⅰ++	1rr			괭이밥
Solanum lyratum				Ⅰ++			2r+	배풍등
Oplismenus undulatifolius				Ⅰ++	2+1			주름조개풀
Others (117 species)								

2) 2014년도

2014년도 동해안 산불피해지 삼척 비화진 유역 32개소의 산림식생조사 자료를 바탕으로 Z-M 식물사회학적 방법에 의해 식생유형 분류를 수행하였던 바, 최상위 수준에서 졸참나무군락군이 분류되었으며, 그 아래 신갈나무군락과 큰금계국군락으로 세분되었다. 신갈나무군락은 청미래덩굴군과 신갈나무군락군으로 나뉘고 청미래덩굴군은 다시 초피나무소군과 철쭉소군으로 세분되었다. 조사지역내 졸참나무군락군은 총 2개의 군락과 2개의 군, 2개의 소군으로 분류체계를 가졌고, 총 4개의 식생단위로 분류되었다.

(1) 식생단위 1 (졸참나무군락군-신갈나무군락-청미래덩굴군-초피나무소군)

졸참나무군락군에서 종군 2의 신갈나무, 소나무, 굴참나무, 떡갈나무, 쇠물푸레나무의 식별종 출현에 의해서 신갈나무군락으로 구분되어졌으며, 신갈나무군락의 하위식생단위로 종군 3의 청미래덩굴, 생강나무, 실새풀, 참취, 미역취, 맑은대쑥, 개옻나무, 곰솔의 식별종 출현에 의해서 청미래덩굴군으로 구분되어졌고 청미래덩굴군의 하위식생단위로 종군 4의 초피나무, 찔레나무, 줄딸기, 담쟁이덩굴, 인동덩굴, 사위질빵, 등골나물, 밤나무, 닭의장풀, 쥐똥나무, 파리풀, 고욤나무, 바디나물, 콩제비꽃, 고마리, 나비나물, 작살나무, 기린초, 감국, 괭나무, 메타세콰이아의 식별종 출현에 의해서 초피나무소군으로 세분되어졌다. 본 단위는 종군 1, 종군 2, 종군3, 종군 4의 식별종은 출현하고 있었으며, 종군 5, 종군 6의 식별종은 출현하고 있지 않았다.

본 식생단위에 출현하는 식물의 우점도가 3이상인 종은 아까시나무, 곰솔, 초피나무, 줄딸기, 담쟁이덩굴, 밤나무, 메타세콰이아, 은사시나무, 야산고비, 향나무, 신나무로 총 11종이 나타났으며, 상재도가 Ⅳ 이상의 광역분포특징을 보이는 종은 청미래덩굴, 생강나무, 초피나무, 찔레나무, 줄딸기, 담쟁이덩굴, 인동덩굴, 사위질빵, 등골나물, 밤나무, 닭의장풀로 총 11종이 나타났다.

(2) 식생단위 2 (졸참나무군락군-신갈나무군락-청미래덩굴군-철쭉소군)

졸참나무군락군에서 종군 2의 신갈나무, 소나무, 굴참나무, 떡갈나무, 쇠물푸레나무의 식별종 출현에 의해서 신갈나무군락으로 구분되어졌으며, 신갈나무군락의 하위식생단위로 종군 3의 청미래덩굴, 생강나무, 실새풀, 참취, 미역취, 맑은대쑥, 개옻나무, 곰솔의 식별종 출현에 의해서 청미래덩굴군으로 구분되어졌고 청미래덩굴군의 하위식생단위로 종군 5의 철쭉, 큰기름새, 삽주, 세잎양지꽃, 산초나무, 큰까치수염, 둥굴레의 식별종 출현에 의해서 철쭉소군으로 세분되어졌다. 본 단위는 종군 1, 종군 2, 종군 3, 종군 5의 식별종은 출현하고 있었으며, 종군 4, 종군 6의 식별종은 출현하고 있지 않았다.

본 식생단위에 출현하는 식물의 우점도가 3이상인 종은 졸참나무, 아까시나무, 신갈나무, 소나무, 굴참나무, 개옻나무, 곰솔, 줄딸기, 큰기름새, 리기다소나무, 싸리, 가는잎그늘사초, 진달래, 물오리나무, 때죽나무로 총 15종이 나타났으며, 상재도가 Ⅳ 이상의 광역분포특징을 보이는 종은 졸참나무, 아까시나무, 신갈나무, 소나무, 쇠물푸레나무, 청미래덩굴, 참취, 미역취, 철쭉, 큰기름새, 삽주, 싸리, 고사리, 가는잎그늘사초, 진달래로 총 15종이 나타났다.

(3) 식생단위 3 (졸참나무군락군-신갈나무군락-신갈나무전형군)

졸참나무군락군에서 종군 2의 신갈나무, 소나무, 굴참나무, 떡갈나무, 쇠물푸레나무의 식별종 출현에 의해서 신갈나무군락으로 구분되어졌다. 종군 3 이하의 종군에서 식별종들이 출현하지 않음으로 해서 분류된 신갈나무전형군으로 세분되어졌다. 본 단위는 종군 1, 종군 2의 식별종은 출현하고 있었으며, 종군 3, 종군 4, 종군 5, 종군 6의 식별종은 출현하고 있지 않았다.

본 식생단위에 출현하는 식물의 우점도가 3이상인 종은 신갈나무, 소나무, 리기다소나무, 잔디로 총 4종이 나타났으며, 상재도가 3 이상의 광역분포특징을 보이는 종은 졸참나무, 신갈나무, 소나무, 굴참나무, 떡갈나무, 싸리, 고사리, 새로 총 8종이 나타났다.

(4) 식생단위 4 (졸참나무군락군-큰금계국군락)

졸참나무군락군에서 종군 6의 큰금계국, 낭아초, 달맞이꽃, 지칭개, 흰전동싸리의 식별종 출현에 의해서 큰금계국군락으로 구분되어졌다. 본 단위는 종군 1, 종군 6의 식별종은 출현하고 있었으며, 종군 2, 종군 3, 종군 4, 종군 5의 식별종은 출현하고 있지 않았다.

본 식생단위에 출현하는 식물의 우점도가 3이상인 종은 나타나지 않았으며, 상재도가 2 이상의 광역분포특징을 보이는 종은 아까시나무, 인동덩굴, 큰금계국, 낭아초, 달맞이꽃, 지칭개, 흰전동싸리, 싸리, 고사리, 올벚나무, 새, 산씀바귀, 왕고들빼기로 총 13종이 나타났다.

Table 2. Differentiated constancy table of forest vegetation in 2014 study area.

Community group	I				
Community	A			B	
Group	a		b		
Sub group	1	2			
Vegetation unit	VU1	VU2	VU3	VU4	
Altitude(m)	58	143	124	98	
Slope degree(°)	20.0	23.6	23.8	27.5	
Topography	3.5	5.8	7.0	4.0	
Bare rock(%)	12.5	3.1	22.5	-	
Bare soil(%)	2.5	15.5	45.0	48.0	
Litter layer(㎝)	2.8	1.6	0.0	1.0	
Coverage of tree layer(%)	72.5	72.2	30.0	10.0	
Coverage of subtree layer(%)	47.0	51.4	25.0	-	
Coverage of shrub layer(%)	55.0	66.7	78.3	25.0	
Coverage of herb layer(%)	73.3	51.9	51.3	65.0	
Height of tree layer(m)	17.8	8.4	6.5	6.0	
Height of subtree layer(m)	9.0	5.5	5.0	-	
Height of shrub layer(m)	3.6	2.1	2.3	2.0	
Height of herb layer(m)	0.6	0.6	0.6	0.5	
DBH of tree layer(cm)	27.0	15.6	13.5	8.0	
DBH of subtree layer(cm)	14.0	10.3	11.0	-	
DBH of shrub layer(cm)	5.5	4.1	3.7	3.5	
Number of present species	32.0	23.0	12.0	22.0	
Releve(33)	6.0	21.0	4.0	2.0	
1. Character species and differential species of *Quercus serrata* community group ;					
Quercus serrata	II 12	IV 14	312	111	졸참나무
Robinia pseudoacacia	II 25	IV +5	222	212	아까시나무
2. Character species and differential species of *Quercus mongolica* community ;					
Quercus mongolica	I +1	V +5	313		신갈나무
Pinus densiflora	II 22	IV r5	414		소나무
Quercus variabilis	12	III +3	4+1		굴참나무
Quercus dentata	II 12	II IV +1	3++		떡갈나무
Fraxinus sieboldiana	II 12	+2	211		쇠물푸레나무

Table 2. Continued.

3. Differential species of *Smilax china* group ;					
Smilax china	Ⅴ				청미래덩굴
Lindera obtusiloba	Ⅳ+2	Ⅳ+2			생강나무
Calamagrostis arundinacea	Ⅲ+1	Ⅲ+1			실새풀
Aster scaber	Ⅲ++	Ⅱ+1	1++		참취
Solidago virgaurea subsp. Asiatica	Ⅲ+1	Ⅳ++			미역취
Artemisia keiskeana	Ⅱ++	Ⅳ+1		1++	맑은대쑥
Rhus tricocarpa	Ⅱ++	Ⅲ++	1++		개옻나무
Pinus thunbergii	+1	Ⅲ+3			곰솔
	Ⅱ34	Ⅰ+4		1++	
4. Differential species of *Zanthoxylum piperitum* subgroup ;					
Zanthoxylum piperitum	Ⅴ+3	Ⅰ+1			초피나무
Rosa multiflora	Ⅳ+1	Ⅰ++			찔레나무
Rubus oldhamii	Ⅴ13	Ⅰ23		111	줄딸기
Parthenocissus tricuspidata	Ⅴ+3	Ⅰ+1	111		담쟁이덩굴
Lonicera japonica	Ⅴ+1	Ⅰ++		2+1	인동덩굴
Clematis apiifolia	Ⅴ+1				사위질빵
Eupatorium japonicum	Ⅳ+1				등골나물
Castanea crenata	Ⅳ13	Ⅰ12			밤나무
Commelina communis	Ⅳ+1	Ⅰ++			닭의장풀
Ligustrum obtusifolium	Ⅲ22	R11			쥐똥나무
Phryma leptostachya var. asiatica	Ⅲ+2				파리풀
Diospyros lotus	Ⅱ++	R++			고욤나무
Angelica decursiva	Ⅲr1				바디나물
Viola verecunda	Ⅱ++				콩제비꽃
Persicaria thunbergii	Ⅱ12				고마리
Vicia unijuga	Ⅱ+1				나비나물
Callicarpa japonica	Ⅱ11				작살나무
Sedum kamtschaticum	Ⅱ+1				기린초
Dendranthema indicum	Ⅱ+1				감국
Celtis sinensis	Ⅱ11				팽나무
Metasequoia glyptostroboides	Ⅰ55				메타세콰이아
5. Differential species of *Rhododendron schlippenbachii* subgroup ;					
Rhododendron schlippenbachii	Ⅰ++	Ⅴ+2			철쭉
Spodiopogonsibiricus	Ⅱ+1	Ⅳ+3	1++		큰기름새
Atractylodes ovata	Ⅰ++	Ⅳr+			삽주
Potentilla freyniana		Ⅲ++			세잎양지꽃
Zanthoxylum schinifolium		Ⅱ+2		1++	산초나무
Lysimachia clethroides		Ⅱ+1			큰까치수염
Polygonatum odoratum var. *pluriflorum*		Ⅱ++			둥굴레
6. Character species and differential species of *Coreopsis lanceolata* community;					
Coreopsis lanceolata				212	큰금계국
Indigofera pseudotinctoria				2+1	낭아초
Oenothera biennis				2+1	달맞이꽃
Hemistepta lyrata				2r+	지칭개
Melilotus alba				2++	흰전동싸리
7. Differential species of *Pinus rigida* group ;					
Pinus rigida		Ⅲ			
Lespedeza bicolor		Ⅴ+4	133	1++	리기다소나무
Pteridium aquilinum var. *latiusculum*		Ⅳ+3	412	2++	싸리
Carex humilis var. *nana*	Ⅰ11	Ⅴ+2	4+1	2+1	고사리
Rhododendron mucronulatum		Ⅴ+3	111		가는잎그늘사초
Miscanthus sinensis var. *purpurascens*		Ⅱ+3	212		진달래
Adenophora triphylla var. *japonica*		+1	211	1++	억새
		Ⅱr+	1rr		잔대

Table 2. Continued.

8. Companion species group ;					
Alnus sibirica	Ⅲ+2	Ⅰ+4	111		물오리나무
Prunus pendula	Ⅲ+2	R11		2++	올벚나무
Oplismenus undulatifolius	Ⅲ22	Ⅰ++			주름조개풀
Isodon inflexus	Ⅱ+1	Ⅱ++			산박하
Asplenium incisum	Ⅱ++				꼬리고사리
Dioscorea tokoro	Ⅱ++				도꼬로마
Juniperus rigida	Ⅱ++	R++			노간주나무
Rubus crataegifolius	Ⅱ12	Ⅰ++		1++	산딸기
Populus tomentiglandulosa	Ⅱr4		111	1++	은사시나무
Stephanandra incisa	Ⅱ12	Ⅰ++			국수나무
Arundinella hirta	Ⅰ++	Ⅱ+1	412	212	새
Lespedeza maximowiczii	Ⅰ++	Ⅰ++			조록싸리
Syneilesis palmata	Ⅰ22	Ⅱ+1			우산나물
Onoclea sensibilis var. *interrupta*	Ⅰ44				야산고비
Hemerocallis fulva		Ⅱ+1			원추리
Sanguisorba officinalis		Ⅰ+1			오이풀
Styrax japonicus	Ⅰ11	Ⅰ+3			때죽나무
Disporum smilacinum		Ⅰr2			애기나리
Lactuca raddeana		Ⅰ++		2++	산씀바귀
Cocculus trilobus	Ⅰ++	Ⅰ++			댕댕이덩굴
Others (98 species)	Ⅰ++				흰명아주

2. 중요치

삼척 비화진유역 일대 산림식생을 식물사회학적 (Ellenberg, 1956; Braun-Blanquet, 1964) 방법으로 분석하여 구분된 2003년도에 조사된 7개의 식생단위와 2014년도 조사한 4개의 식생단위를 기준으로 Curtis and Mclntosh의 방법을 응용하여 군락유형별로 중요치를 산출한 결과는 다음과 같다.

1) 교목층

2014년도 교목층의 중요치는 아까시나무와 소나무가 17.0% 이상으로 가장 높았고, 리기다소나무 13.2%, 신갈나무 11.7%, 굴참나무 8.7%, 곰솔 8.3% 등의 순으로 나타났다. 각 식생단위별 중요치로는 곰솔이 22.9%(식생단위 1), 소나무 21.1%(식생단위 2), 리기다소나무(식생단위 3), 아까시나무 100.0%(식생단위 4)가 가장 높게 나타났다. 2003년도와 비교하였을 때 신갈나무 6.8%, 졸참나무 5.2%, 굴참나무 2.9%, 곰솔 1.4%, 산뽕나무 1.0%의 순으로 증가하였고, 소나무 2.7%, 밤나무 2.1%, 키버들 1.8%, 이팝나무 1.8%, 살구나무 1.8%의 순으로 감소하였다. 또한 2014년도 교목층에 새롭게 출현한 수종으로는 산뽕나무와 가죽나무이었으며, 족제비싸리, 모감주나무, 복자기, 살구나무, 이팝나무, 키버들은 나타나지 않았다 (Table 3 참조).

2) 아교목층

2014년도 아교목층의 중요치는 신갈나무가 23.8%로 가장 높았고, 졸참나무 9.4%, 아까시나무 9.4%, 밤나무 8.3% 등의 순으로 나타났다. 각 식생단위별 중요치는 밤나무 2.5%(식생단위 1), 신갈나무 32.0%(식생단위 2), 소나무 53.7%(식생단위 3)가 가장 높았고, 식생단위 4는 출현종이 나타지 않았다. 2003년도와 비교하였을 때 신갈나무 16.6%, 밤나무 5.6%, 졸참나무 5.0%, 쇠물푸레나무 3.7%, 굴참나무 3.5%의 순으로 증가하였고, 아까시나무가 9.4%, 소나무 6.0%, 가죽나무 5.5%, 물오리나무 5.3%, 곰솔 4.0%의 순으로 감소하였다. 또한 2014년도 아교목층에 새롭게 출현한 종으로는 쇠물푸레나무, 굴참나무, 개벚나무, 스트로브잣나무, 피나무 등 총 8종이었으며, 고욤나무, 당단풍나무, 산뽕나무 등 총 7종이 출현하지 않았다(Table 4 참조).

3) 관목층

2014년도 관목층의 중요치는 신갈나무가 13.6%로 가장 높았고, 싸리 9.2%, 소나무 8.0%, 아까시나무 7.4%, 진달래 7.1%, 졸참나무 7.0% 등의 순으로 나타났다. 식생단위별 중요치는 초피나무 10.4%(식생단위 1), 신갈나무 18.2%(식생단위 2), 소나무 30.8%(식생단위 3), 아까시나무 27.6%(식생단위 4)로 각각 가장 높게 나타났다. 2003년도와 비교하였을 때 소나무 7.6%, 진달래 3.9%, 올

Table 3. Comparing importance value of tree layer in 2003 and 2014.

Scientific name	Year													
	2003								2014					
	Vegetation unit							Sum	Vegetation unit				Sum	Percentage change
	1	2	3	4	5	6	7		1	2	3	4		
Quercus mongolica	6.7	-	20.0	-	8.6	-	-	4.9	5.7	14.3	-	-	11.7	6.8
Quercus serrata	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.9	-	-	5.2	5.2
Quercus variabilis	6.7	-	20.0	13.0	-	-	-	5.8	-	10.3	31.4	-	8.7	2.9
Pinus thunbergii	-	-	-	-	-	-	77.2	7.0	22.9	4.8	-	-	8.3	1.4
Morus bombycis	-	-	-	-	-	-	-	-	5.7	-	-	-	1.0	1.0
Ailanthus altissima	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.4	-	-	1.0	1.0
Robinia pseudoacacia	-	18.5	-	6.5	32.7	51.4	-	16.8	16.2	16.0	-	100.0	17.5	0.7
Alnus sibirica	-	-	-	6.5	-	14.1	-	3.1	5.7	3.7	-	-	3.8	0.6
Pinus strobus	-	-	20.0	-	-	-	-	1.8	-	2.7	-	-	2.0	0.2
Acer tataricum subsp. ginnala	-	-	-	-	-	10.2	-	1.3	7.2	-	-	-	1.4	0.0
Pinus rigida	41.3	18.5	-	20.6	-	-	-	13.7	-	14.9	68.6	-	13.2	-0.5
Prunus serrulata var. *spontanea*	-	-	20.0	-	-	-	-	1.8	-	1.4	-	-	1.0	-0.8
Metasequoia glyptostroboides	-	-	-	-	18.0	-	-	4.4	16.2	-	-	-	3.5	-0.9
Acer palmatum var. *amoenum*	-	-	20.0	-	-	-	-	1.8	-	1.1	-	-	0.9	-0.9
Amorpha fruticosa	-	-	-	-	-	10.2	-	1.3	-	-	-	-	-	-1.3
Populus tomentiglandulosa	-	-	-	-	18.0	-	-	4.4	13.0	-	-	-	2.7	-1.7
Koelreuteria paniculata	9.1	-	-	-	-	-	-	1.8	-	-	-	-	-	-1.8
Acer triflorum	-	31.5	-	-	-	-	-	1.8	-	-	-	-	-	-1.8
Prunus armeniaca var. *ansu*	9.1	0.0	-	-	-	-	-	1.8	-	-	-	-	-	-1.8
Chionanthus retusus	-	31.5	-	-	-	-	-	1.8	-	-	-	-	-	-1.8
Salix koriyanagi	-	-	-	-	-	14.1	-	1.8	-	-	-	-	-	-1.8
Castanea crenata	-	-	-	-	15.6	-	-	3.1	-	1.4	-	-	1.0	-2.1
Pinus densiflora	27.2	-	-	53.4	7.0	-	22.8	19.8	7.2	21.1	-	-	17.1	-2.7
Total	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	0.0

Table 4. Comparing importance value of subtree layer in 2003 and 2014.

Scientific name	Year													
	2003								2014					
	Vegetation unit							Sum	Vegetation unit				Sum	Percentage change
	1	2	3	4	5	6	7		1	2	3	4		
Quercus mongolica	-	-	-	19.6	6.7	-	-	7.1	7.6	32.0	18.1	-	23.8	16.6
Castanea crenata	-	-	-	-	6.7	-	-	2.7	23.5	1.8	-	-	8.3	5.6
Quercus serrata	-	-	-	-	10.8	-	-	4.4	3.8	13.0	-	-	9.4	5.0
Fraxinus sieboldiana	-	-	-	-	-	-	-	-	6.1	2.9	-	-	3.7	3.7
Quercus variabilis	-	-	-	-	-	-	-	-	6.1	1.3	10.1	-	3.5	3.5
Prunus verecunda	-	-	-	-	-	-	-	-	3.8	1.8	-	-	2.3	2.3
Styrax japonicus	-	-	-	-	-	-	8.4	1.7	-	4.8	-	-	3.0	1.3
Pinus strobus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.8	-	-	1.1	1.1
Tilia amurensis	-	-	-	-	-	-	-	-	3.8	-	-	-	1.1	1.1
Acer triflorum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.3	-	-	0.8	0.8
Zanthoxylum schinifolium	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.3	-	-	0.8	0.8
Smilax china	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.3	-	-	0.8	0.8
Pinus rigida	50.0	-	-	12.0	-	-	-	5.5	-	9.6	-	-	6.1	0.6
Populus tomentiglandulosa	-	-	-	7.6	4.1	-	-	3.4	9.8	-	-	-	3.0	-0.3
Celtis sinensis	-	-	-	-	-	-	8.4	1.7	3.8	-	-	-	1.1	-0.6
Juniperus chinensis	-	-	-	-	-	-	29.1	5.5	9.8	1.8	-	-	4.2	-1.3
Quercus dentata	-	-	-	-	4.1	-	14.5	4.4	6.1	1.8	-	-	3.0	-1.4
Diospyros lotus	-	-	-	-	4.1	-	-	1.7	-	-	-	-	-	-1.7
Acer pseudosieboldianum	-	-	-	-	-	16.0	-	1.7	-	-	-	-	-	-1.7
Morus bombycis	-	-	-	-	4.1	-	-	1.7	-	-	-	-	-	-1.7
Rhamnus ussuriensis	-	-	-	-	4.1	-	-	1.7	-	-	-	-	-	-1.7
Taxodium distichum	-	-	-	-	-	23.7	-	2.7	-	-	-	-	-	-2.7
Pinus thunbergii	-	-	-	-	10.8	-	22.9	8.8	6.1	4.7	-	-	4.8	-4.0
Alnus sibirica	-	-	-	17.6	6.7	23.7	-	9.4	3.8	2.9	18.1	-	4.1	-5.3
Ailanthus altissima	-	-	-	-	13.4	-	-	5.5	-	-	-	-	-	-5.5
Pinus densiflora	50.0	-	-	31.3	-	-	8.4	11.6	-	4.2	53.7	-	5.6	-6.0
Robinia pseudoacacia	-	-	-	12.0	24.3	36.5	8.4	18.8	6.1	11.8	-	-	9.4	-9.4
Total	100.0	-	-	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	-	100.0	0.0

Table 5. Comparing importance value of shrub layer in 2003 and 2014.

Scientific name	Year													
	2003								2014					
	Vegetation unit							Sum	Vegetation unit				Sum	Percentage change
	1	2	3	4	5	6	7		1	2	3	4		
Pinus densiflora	2.1	-	-	-	-	-	-	0.4	-	6.3	30.8	-	8.0	7.6
Rhododendron mucronulatum	7.5	-	7.5	2.9	-	-	-	3.1	-	9.9	5.0	-	7.1	3.9
Prunus pendula f. *ascendens*	-	-	-	-	-	-	-	-	3.9	0.5	-	7.9	1.5	1.5
Fraxinus sieboldiana	10.3	2.7	7.5	-	-	-	-	3.5	1.6	6.5	3.3	-	4.9	1.3
Alnus sibirica	-	-	-	-	5.0	3.6	-	1.1	4.8	2.1	-	-	2.4	1.3
Rhus tricocarpa	4.8	-	-	1.4	1.4	-	-	1.3	1.6	3.4	-	-	2.5	1.2
Pinus thunbergii	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.4	-	3.9	1.1	1.1
Acer tataricum subsp. Ginnala	-	-	-	-	-	-	-	-	5.4	-	-	-	0.9	0.9
Castanea crenata	-	-	-	2.1	-	-	-	0.4	3.0	0.8	-	-	1.1	0.7
Zanthoxylum piperitum	-	-	-	-	3.9	3.6	9.7	1.6	10.4	0.5	-	-	2.3	0.7
Rhododendron schlippenbachii	8.3	2.7	1.4	2.1	-	-	-	2.4	-	4.7	-	-	3.1	0.7
Smilax china	4.8	4.7	1.4	2.1	2.5	-	9.2	3.1	5.5	4.1	-	-	3.7	0.6
Wisteria floribunda	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19.0	0.5	0.5
Indigofera pseudotinctoria	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12.5	0.5	0.5
Styrax japonicus	-	-	-	-	-	-	-	-	1.6	0.3	-	-	0.5	0.5
Lindera obtusiloba	-	-	-	-	3.9	3.6	-	1.0	0.9	1.9	-	-	1.4	0.5
Ligustrum obtusifolium	-	-	-	1.4	1.4	-	9.2	1.2	9.0	-	-	-	1.6	0.4
Zanthoxylum schinifolium	-	2.0	-	1.4	1.4	3.6	-	1.1	-	2.2	-	-	1.5	0.4
Diospyros lotus	-	-	-	-	-	-	-	-	0.9	0.3	-	-	0.4	0.4
Quercus aliena	-	-	-	-	2.5	-	-	0.4	-	-	-	-	-	-0.4
Clerodendrum trichotomum	-	-	-	-	-	3.6	-	0.4	-	-	-	-	-	-0.4
Acer palmatum var. *amoenum*	-	-	-	-	2.5	-	-	0.4	-	-	-	-	-	-0.4
Weigela subsessilis	-	-	-	-	-	-	4.6	0.4	-	-	-	-	-	-0.4
Prunus japonica var. *nakaii*	-	-	-	-	2.5	-	-	0.4	-	-	-	-	-	-0.4
Salix caprea	-	-	-	-	-	3.6	-	0.4	-	-	-	-	-	-0.4
Rosa multiflora	-	-	-	1.4	5.0	3.6	-	1.3	3.1	0.3	-	-	0.8	-0.5
Lespedeza maximowiczii	2.1	-	-	-	1.4	3.6	-	1.0	0.9	0.3	-	-	0.4	-0.6
Rubus phoenicolasius	-	-	-	-	1.4	3.6	-	0.6	-	-	-	-	-	-0.6
Amorpha fruticosa	-	-	-	-	-	6.7	-	0.6	-	-	-	-	-	-0.6
Boehmeria spicata	-	-	-	-	-	6.7	-	0.6	-	-	-	-	-	-0.6
Lespedeza cyrtobotrya	-	-	3.5	-	-	-	-	0.6	-	-	-	-	-	-0.6
Morus bombycis	-	-	-	3.7	2.5	-	-	1.0	-	0.5	-	-	0.3	-0.7
Acer pseudosieboldianum	2.1	-	-	-	-	3.6	-	0.7	-	-	-	-	-	-0.7
Pueraria lobata	-	-	-	1.4	-	3.6	9.2	1.3	1.6	-	-	-	0.3	-1.0
Quercus dentata	-	5.4	4.1	3.6	2.5	-	6.9	3.0	3.1	1.1	-	-	1.3	-1.7
Quercus variabilis	6.2	5.4	9.0	3.7	2.5	-	-	4.4	-	3.0	5.8	-	2.5	-1.9
Pinus rigida	-	4.2	9.5	2.1	-	-	-	2.7	-	0.6	3.3	-	0.7	-2.0
Rubus crataegifolius	-	-	-	-	11.6	6.7	-	2.1	-	-	-	-	0.0	-2.1
Quercus mongolica	30.2	15.0	23.2	15.7	5.0	-	4.6	16.2	-	18.2	12.9	-	13.6	-2.5
Lespedeza bicolor	16.4	24.1	18.6	11.6	-	2.2	-	12.5	-	11.5	11.6	7.9	9.2	-3.3
Robinia pseudoacacia	2.1	16.2	4.1	27.3	19.1	10.3	9.7	12.2	4.6	7.7	5.0	27.6	7.4	-4.9
Others (33 species)	3.4	17.7	10.3	15.8	21.6	27.8	36.9	16.8	38.2	12.0	22.4	21.2	18.5	1.7
Total	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	0.0

벚나무 1.5%, 쇠물푸레나무 1.3%, 물오리나무 1.3%의 순으로 증가하였고, 아까시나무 4.9%, 싸리가 3.3%, 신갈나무 2.5%, 산딸기 2.1%, 리기다소나무 2.0%의 순으로 감소하였다. 또한 2014년도 관목층에 새롭게 출현한 종으로는 곰솔, 신나무, 때죽나무, 층층나무, 향나무, 오리나무 등 총 17종이었으며, 사위질빵, 곰딸기, 족제비사리, 참싸리, 산딸기 등 총 15종이 출현하지 않았다(Table 5 참조).

4) 초본층

2014년도 초본층의 중요치는 가는잎그늘사초 9.5%로 가장 높았고, 줄딸기 4.9%, 신갈나무 4.3%, 고사리 3.7% 등의 순으로 나타났다. 식생단위 별 중요치는 줄딸기 11.4% (식생단위 1), 가는잎그늘사초 16.9%(식생단위 2), 잔디 16.8%(식생단위 3), 큰금계국과 새가 13.2%(식생단위 4)로 각각 가장 높게 나타났다. 2003년도와 비교하였을 때 가는잎그늘사초 7.1%, 줄딸기 4.4%, 잔디 1.7%, 담쟁이덩굴 1.6%, 소나무 1.5%의 순으로 증가하였고, 싸리 3.7%, 개망초 2.5%, 골풀 2.2%, 아까시나무 1.8%, 졸참나무 1.7%의 순으로 감소하였다. 또한 2014년도 초본층에 새롭게 출현한 종으로는 총 54으로 애기나리, 때죽나무,

파리풀, 귀리, 포아풀, 산쑥, 승마, 노간주나무 등이 새롭게 출현하였고, 담배풀, 물봉선, 젓가락나물, 머위, 명아주, 지느러미엉겅퀴, 으아리, 용담 등 총 105종이 출현하지 않았다(Table 6 참조).

Table 6. Comparing importance value of herb layer in 2003 and 2014.

Scientific name	Year													
	2003								2014					
	Vegetation unit							Sum	Vegetation unit				Sum	Percentage change
	1	2	3	4	5	6	7		1	2	3	4		
Carex humilis var. *nana*	5.6	2.8	2.5	2.0	0.4	0.0	1.3	2.0	0.0	16.9	2.7	0.0	9.5	7.1
Rubus oldhamii	-	-	-	2.0	1.8	-	-	0.5	11.4	2.3	-	4.0	4.9	4.4
Zoysia japonica	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16.8	-	1.7	1.7
Parthenocissus tricuspidata	-	-	-	-	-	1.2	5.1	0.5	5.0	0.7	2.7	-	2.1	1.6
Pinus densiflora	2.1	0.6	1.2	2.8	-	-	-	0.9	-	2.0	13.9	-	2.4	1.5
Onoclea sensibilis var. *interrupta*	-	-	-	-	-	0.9	-	0.2	5.5	-	-	-	1.7	1.5
Oplismenus undulatifolius	-	-	-	0.8	1.8	-	-	0.4	5.4	0.3	-	-	1.8	1.4
Lindera obtusiloba	-	-	-	-	0.4	-	-	0.1	2.3	1.1	-	-	1.3	1.2
Syneilesis palmata	1.7	-	-	-	0.4	-	-	0.4	1.8	1.6	-	-	1.5	1.1
Calamagrostis arundinacea	-	-	-	-	-	-	-	0.0	1.1	1.2	1.4	-	1.1	1.1
Solidago virgaurea subsp. Asiatica	1.2	1.2	1.7	-	0.4	-	-	0.7	1.1	2.3	-	1.6	1.8	1.1
Rhododendron schlippenbachii	3.5	3.2	2.5	4.9	-	-	-	1.8	0.4	4.9	-	-	2.9	1.0
Quercus variabilis	1.3	1.2	1.9	-	0.4	-	-	0.7	1.6	1.6	4.2	-	1.7	1.0
Disporum smilacinum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.6	-	-	0.9	0.9
Styrax japonicus	-	-	-	-	-	-	-	-	0.4	1.2	-	-	0.8	0.8
Aster scaber	1.6	0.6	1.2	0.8	1.3	-	-	0.8	1.5	1.9	-	-	1.6	0.8
Phryma leptostachya var. *asiatica*	-	-	-	-	-	-	-	-	2.5	-	-	-	0.7	0.7
Coreopsis lanceolata	-	-	-	-	-	0.4	-	0.1	-	-	-	13.2	0.8	0.7
Rhus tricocarpa	0.4	-	-	-	0.4	-	-	0.2	0.4	1.1	-	-	0.8	0.6
Smilax china	0.8	2.8	1.2	1.6	1.8	0.4	-	1.2	2.3	1.9	-	-	1.8	0.6
Metasequoia glyptostroboides	-	-	-	-	-	-	-	-	1.8	-	-	-	0.5	0.5
Medicago sativa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9.2	0.5	0.5
Zanthoxylum piperitum	-	-	-	-	0.4	0.9	1.3	0.4	2.9	0.1	-	-	0.9	0.5
Arundinella hirta	2.9	3.2	4.5	3.6	-	-	-	2.0	0.4	1.1	11.2	13.2	2.5	0.5
Clematis apiifolia	-	-	-	-	1.8	0.4	-	0.4	3.2	-	-	-	0.8	0.5
Artemisia keiskeana	2.4	1.2	1.2	-	-	-	-	0.8	0.7	1.5	1.4	-	1.2	0.5
Avena sativa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.4	-	4.0	0.4	0.4
Artemisia montana	-	-	-	-	-	-	-	-	0.8	0.4	-	-	0.4	0.4
Poa sphondylodes	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.4	-	4.0	0.4	0.4
Lysimachia clethroides	-	0.6	-	-	1.4	-	-	0.3	-	1.1	-	-	0.7	0.4
Equisetum arvense	-	-	-	-	0.4	2.8	-	0.8	0.8	-	-	-	0.2	-0.6
Persicaria thunbergii	-	-	-	-	-	5.7	-	1.5	2.6	-	-	-	0.8	-0.7
Leersia japonica	-	-	-	-	3.2	1.2	-	0.8	-	-	-	-	-	-0.8
Kummerowia striata	-	-	-	-	-	3.2	-	0.8	-	-	-	-	-	-0.8
Miscanthus sinensis var. *purpurascens*	0.4	7.6	1.9	2.0	1.8	1.9	-	2.3	-	1.7	5.5	1.6	1.5	-0.8
Quercus mongolica	11.1	4.8	10.7	6.1	2.3	-	-	5.1	0.7	6.9	2.7	-	4.3	-0.8
Patrinia scabiosaefolia	2.0	1.8	1.7	-	0.4	-	-	0.9	-	-	-	-	-	-0.9
Rubus crataegifolius	-	-	-	-	14.2	-	-	2.0	2.6	0.3	-	1.6	1.0	-1.0
Oenanthe javanica	-	-	-	-	-	3.8	-	1.0	-	-	-	-	-	-1.0
Trifolium repens	-	-	-	-	-	4.0	-	1.0	-	-	-	-	-	-1.0
Spodiopogon sibiricus	7.0	5.0	14.4	1.6	-	-	2.6	4.6	1.2	5.5	1.4	-	3.5	-1.0
Dendranthema zawadskii var. latilobum	1.7	1.8	1.9	4.9	-	-	1.3	1.4	-	0.4	-	-	0.3	-1.1
Artemisia princeps	-	-	-	-	1.3	5.3	-	1.6	0.4	-	-	4.0	0.3	-1.3
Pinus rigida	-	4.4	3.5	4.8	0.0	-	-	1.7	-	0.3	-	1.6	0.3	-1.4
Quercus serrata	3.5	8.6	3.8	3.6	1.8	-	-	2.9	-	1.7	2.7	-	1.2	-1.7
Robinia pseudoacacia	1.3	3.2	1.9	21.2	3.2	1.2	-	3.9	0.8	1.9	2.7	7.9	2.0	-1.8
Juncus effusus var. *decipiens*	-	-	-	-	3.5	6.6	-	2.2	-	-	-	-	-	-2.2
Erigeron annuus	-	0.6	-	2.8	9.4	4.0	1.3	2.8	0.8	0.1	-	-	0.3	-2.5
Lespedeza bicolor	11.8	14.5	12.3	8.5	0.4	0.4	-	6.8	-	4.7	5.6	-	3.1	-3.7
Others (203 species)	37.5	30.2	30.4	25.7	45.0	55.8	87.1	41.9	37.5	29.0	25.0	34.3	31.1	-10.9
Total	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	0.0

Table 7. Values of species diversity indices between 2003 and 2014 by layers.

Species diversity	Layer							
	Tree		Subtree		Shrub		Herb	
	2003	2014	2003	2014	2003	2014	2003	2014
S	1.400	1.800	1.400	1.900	6.600	7.600	20.900	17.900
J′	0.297	0.317	0.297	0.368	0.677	0.656	0.603	0.594
H′	0.252	0.287	0.252	0.434	1.293	1.333	1.745	1.646
D	0.158	0.169	0.158	0.251	0.602	0.648	0.761	0.703

Table 8. Community coefficient of similarity in the study area.

Layer	Tree Layer	Subtree Layer	Shurb Layer	Herb Layer
'03 - '14	0.78	0.65	0.72	0.55

3. 종다양도

삼척 비화진유역 일대의 산림식생을 식물사회학적(Ellenberg, 1956; Braun-Blanquet, 1964)의 방법으로 분석하여 구분된 2003년도와 2014년도에 조사한 층위별 종다양도지수를 비교한 결과이다.

교목층의 풍부도는 2003년도 1.400에서 2014년도 1.800으로 증가하였으며, 균재도는 0.297에서 0.317로 증가하였다. 다양도는 0.252에서 0.287로 증가한 것으로 나타났다. 아교목층의 풍부도는 2003년도 1.400에서 2014년도 1.900으로 증가하였으며, 균재도는 0.297에서 0.368로 증가하였다. 다양도는 0.252에서 0.434로 증가한 것으로 나타났다. 관목층의 풍부도는 2003년도 6.600에서 7.600으로 증가하였으며, 균재도는 0.677에서 0.656으로 다소 감소하였다. 다양도는 1.293에서 1.333으로 증가한 것으로 나타났다. 초본층의 풍부도는 20.900에서 17.900으로 감소하였으며, 균재도는 0.603에서 0.594로 감소하였다. 다양도는 0.745에서 1.646으로 감소한 것으로 나타났다(Table 7 참조).

4. 군락유사도

삼척 비화진 유역의 2003년도와 2014년도의 층위별 군락유사도를 비교하면 각각 0.78, 0.65, 0.72, 0.55로 나타났으며 교목층과 아교목층, 관목층의 군락유사도가 초본층의 군락유사도에 비해 더 동질적인 군락으로 나타났지만 전 층위의 군락유사성이 구성종의 차이가 크지 않은 군락으로 판단되었다(Table 8 참조).

고 찰

2003년도 조사한 삼척 비화진 유역 일대의 산림색생체계는 2개의 군락군, 4개의 군락, 2개의 군, 3개의 소군으로 총 7개의 식생단위로 나타났고, 2014년도 조사한 산림식생체계는 1개의 군락군, 2개의 군락, 2개의 군, 2개의 소군으로 총 4개의 식생단위로 분류되었다. 약 10년이 지난 후 신갈나무군락군에서 졸참나무군락군으로 바뀌었으며, 식생단위는 7개 단위에서 4개 단위로 줄어들었으며, 종군 수는 11개 종군에서 7개 종군으로 축소된 형태로 식생유형이 분류됨을 알 수 있었다. 2000년도 동해안 산불이 발발한 후, 재조림수종의 적합성 판단을 위하여 벚나무류, 살구나무, 모감주나무, 복자기나무, 홍단풍, 이팝나무 등 여러 조림수종을 식재한 결과 2003년도 식생조사 당시, 11개 종군이 나타나는 다양한 상관을 가진 조림지였지만 10년이 흐른 뒤, 자연적인 천이과정속에 대부분의 조림수종이 도태되었고 졸참나무, 신갈나무 등의 참나무류가 빠른 맹아갱신을 보이며 세력을 넓혀가는 것으로 판단되었다. 2000년도 동해안 산불이 발생한 후에 식생조사 자료를 비교한 것이기 때문에 산불 이전과 이후의 식생변화를 파악할 수는 없지만 산불 직후와 시간이 경과함에 따른 식생변화를 파악하고 예측하는데 사용될 수 있으며 그러한 맥락에서 바라볼 때, 산불 직후 소나무의 상재도와 우점도보다 약 10년의 시간이 흐름에 따라 변화된 소나무의 상재도와 우점도가 낮게 나타난 것을 알 수 있었다. 이는 2000년도 동해안 산불이 발생하기 이전 원식생이었던 소나무림 산불피해지의 장기적인 복원과정을 전망했을 때, 현재 식생의 복원을 주도하고 있는 졸참나무와 신갈나무 등 참나무류는 향후 우리나라 숲의 전형적인 4층 구조로 복원된 뒤에도 우점종으로 남을 것이며 산불 전 우점종이었던 소나무는 맹아재생종에 의해 피압되었고 향후 발달도 기대하기 어렵다. 결국 숲의 발달 방향은 굴참나무와 신갈나무로 대표되는 활엽수림으로 복원되어 갈 것(Jung et al., 2002; Lee, 2007)이라는 기존의 연구와 비슷한 결과를 나타냈다. 진달래, 철쭉,

싸리 등 관목류를 비롯하여 고사리, 가는잎그늘사초, 세잎양지꽃, 미역취, 오이풀, 참취 등 초본류와 청미래덩굴, 청가시덩굴, 환삼덩굴, 댕댕이덩굴 등 덩굴성식물까지 2003년도에 분포하던 것에 비해 2014년도에는 줄어든 경향이 나타난 것으로 보아 상층 임분이 발달하고 자연스럽게 숲틈의 크기 및 유입광량이 줄어들면서 상재도와 우점도 역시 줄어든 것으로 사료되었다. 특히 덩굴성 식물의 경우, 광도가 증가함에 따라 광합성 능력이 증가하고 다른 식물에 비하여 온도에 적응할 수 있는 범위가 매우 넓은 것으로 알려져 있다(Shim et al., 1985; Park et al., 2004; Jeon et al., 2010; Byeon and Yun, 2016).

2003년도와 2014년도 중요치를 층위별로 구분하여 산출한 결과, 교목층에서는 신갈나무가 6.8%로 가장 많이 증가하였고, 졸참나무 5.2%, 굴참나무 2.9%, 곰솔 1.4%의 순으로 증가하였다. 한편, 소나무는 -2.8%로 가장 많이 감소하였으며, 밤나무 -2.1%, 키버들 -1.8%, 이팝나무 -1.8%, 살구나무 -1.8%, 복자기나무 -1.8%, 모감주나무 -1.8% 등 대부분의 조림수종 세력이 약화됨을 교목층 중요치를 통해 알 수 있었으며 이는 동해안의 산화지에서 자연복원지와 조림복원지의 식생발달을 비교한 연구에서 자연복원지가 더 빠르게 발달하는 것과 우리나라 숲의 전형적인 3～4층 구조의 형태를 가지고 있는 참나무류 수종이 복원된 뒤에도 우점종으로 남을 것이라는 기존 연구의 결과와도 일치하는 경향을 나타냈다(Jung et al., 2002). 아교목층의 중요치를 살펴보면, 신갈나무가 16.6%로 가장 많이 증가하였고, 밤나무 5.6%, 졸참나무 5.0%, 쇠물푸레나무 3.7%, 굴참나무 3.5%의 순으로 증가하여 교목층과 마찬가지로 참나무류 수종이 10년이 지난 후에 세력이 커지는 것으로 나타났다. 반면, 아까시나무는 -9.4%로 가장 많이 감소한 수종이었으며 소나무 -6.0%, 가죽나무 -5.5%, 물오리나무 -5.3%의 순으로 감소함을 나타냈다. 참나무류의 생장이 타수종의 생장을 피압하거나 억제하는 형태를 띄는 것으로 사료되었다. 관목층의 중요치를 살펴보면, 소나무가 7.6%으로 가장 많이 증가하였으며 진달래 3.9%, 올벚나무 1.5%, 쇠물푸레나무 1.3%의 순으로 증가함을 나타냈다. 반면, 아까시나무가 -4.9%으로 가장 많은 감소함을 나타냈으며, 싸리 -3.3%, 신갈나무 -2.5%, 산딸기 -2.1%의 순으로 감소함을 나타냈다. 2003년도 삼척 비화진 유역 조사 당시 산불의 피해정도에 따른 식생도 작성이 이루어졌고 전소지역과 우점도 50% 미만 지역, 산불 피해에도 교목층 우점종이 남아있는 지역으로 나뉘었는데(Song, 2016), 관목층에서 소나무의 비율 증가에 가장 큰 영향을 미친 식생단위 3은 조사구 2, 4, 22, 23에 해당하는 식생단위이며 2000년도 동해안 산불 당시 완전 전소되었던 지역이었다. 이는 산불 이후 낙엽낙지층의 감소로 인한 자연적인 토양노출과 유입광량의 증대로 인한 종자재생을 통한 소나무의 천연하종개신으로 인한 중요치가 높아진 것으로 판단되었다(Jeong et al., 2015). 초본층의 중요치를 살펴보면, 가는잎그늘사초가 7.1%으로 가장 많이 증가하였으며, 줄딸기 4.4%, 잔디 1.7%, 담쟁이덩굴 1.6% 순으로 증가함을 보였다. 반면, 싸리는 -3.7%로 가장 많은 감소함을 보였고, 개망초 -2.5%, 골풀 -2.2%, 아까시나무 -1.8%의 순으로 감소함을 나타냈다.

2003년도와 2014년도의 층위별 종다양도지수를 살펴보면 교목층에서 0.252에서 0.287로 다소 증가함을 보였고, 아교목층에서 0.252에서 0.434로 증가하였으며, 관목층에서 1.293에서 1.333으로 증가함을 나타냈다. 반면 초본층에서는 1.745에서 1.646으로 감소하였는데 이는 2003년도에 수관층이 전소하여 개활된 지역에 양치식물을 비롯하여 덩굴성식물의 유입으로 인해 증가되었던 종다양도지수가 시간이 지나 수관이 울폐됨에 따라 광유입의 감소로 종다양도 지수 또한 같이 줄어든 것으로 사료되거나(Jeong et al., 2015), 2003년도와 2014년도에 조사했던 시기가 다소 차이가 있어 기온과 날씨에 민감한 초본층의 출현에 차이가 있었을 것으로 판단된다.

강원도 삼척 비화진유역 일대의 산림식생을 식물사회학적(Ellenberg, 1956; Braun-Blanquet, 1964) 방법으로 분석하여 구분된 2003년도와 2014년도의 층위별 군락유사도지수를 살펴보면 교목층에서 0.78, 아교목층에서 0.65, 관목층에서 0.72, 초본층에서 0.55를 나타냈다. Buell 등(1966)은 천이과정 중 극상에 도달하게 되면 종구성 상태가 단순화되므로 군락간의 유사도 지수가 0.2 이하일 때는 이질적인 군락, 0.8 이상이면 동질적인 군락이라고 하였으며, 1이면 두 군락이 완전히 같음을 의미하고, 0 이면 완전히 다르고, 0.5 이상이면 구성종의 차이가 없는 동일군락으로 보고 있어 각 층위별 0.5 이상을 나타내고 있지만 초본층의 변화가 가장 심한 것으로 나타났다.

결 론

강원도 삼척시 원덕읍 노곡리에 위치하고 있는 삼척 비화진 유역은 2000년도 동해안 산불피해지 중 한 곳이며, 산불이 난 후 2003년도 산불발생 3년 후의 식물사회학적 식생조사를 실시하였으며, 2014년도 10년이 경과한 후 동일한 지역의 조사구를 재조사하여 10년간의 식생변화를 보고자 하였다.

식생유형분류 결과, 7개의 식생단위에서 4개의 식생단위로 감소하였으며, 11개의 종군에서 7개의 종군으로 감소하였다. 중요치 분석 결과, 교목층과 아교목층에서 신

갈나무, 졸참나무, 굴참나무 등 참나무류 수종의 증가가 뚜렷하였으며, 관목층에서는 소나무의 중요치가 증가한 것으로 나타났다. 종다양도에서는 교목층, 아교목층, 관목층의 종다양도는 증가한 반면, 초본층의 종다양도는 감소하였다. 군락유사도의 경우, 교목층과 아교목층, 관목층의 군락유사도가 초본층의 군락유사도에 비해 더 동질적인 군락으로 나타났다.

대규모의 산불 후 초기식생의 종구성과 풍부도는 그 피해정도와 산불 전 식생 및 입지환경에 따라 결정된다(Barton, 1994). 산불 후 식생은 다양한 재생전략을 갖고 있는 종들에 의해 재생을 하게 되며 일반적으로 교란 이후에 식생의 재생유형은 세 가지 유형으로 지하부 영양기관, 매토종자 및 유입종자에 의한 재생 등이 알려져 있다(Barbour et al., 1987; Nakagoshi et al., 1987). 참나무류 수종들은 산불에 대한 적응기작으로 목본의 수피를 두텁게 함으로써 내열로 분열조직을 보호하고 맹아를 형성함으로써 빠른 복원전략을 갖게 된다. 따라서 주요 목본종의 재생전략은 산불 후 맹아재생에 의한 참나무류 수종과 종자재생에 의한 소나무림이라는 선행의 연구(Chandler et al., 1983; Oliver and Larson, 1990)와 같이 2003년도와 2014년도의 식물사회학적 식생유형을 비교분석하였을 때, 기존의 인공림이 쇠퇴하고 참나무류의 향토수종이 증가하였다. 특히 관목층에서 산불 후 유입광량의 증대로 양수인 소나무의 증가가 특징적이었다.

감사의 글

본 연구는 국립산림과학원 산불피해지 생태계변화 모니터링 및 복구관리 기술개발에 관한 연구 과제(위탁연구과제 “삼척산불피해지 유역식생조사”)의 지원으로 수행되었기에 감사드립니다.

References

Barton, A.M. 1994. Gradient Analyses of Relationships among Fire, Environment, and Vegetation in a Southwestern Desert Mountain Range. Bulletin of the Torrey Botanical Club 12: 251-265.

Barbour, M. G., Burk, J. H. and Pitts, W. D. 1987. Terrestrial Plant Ecology. The Benjamin/Cummings Publ. Co., California. U.S.A. pp. 634.

Braun-Blaunquet, J. 1964. Pflanzensoziologie Grundzüge der Vegetation der Vegetation (3rd Ed.). Springer-Verlag. New York. pp. 865. (in German)

Brower, J.E. and Zar, J.H. 1977. Field and Laboratory Methods for General Ecology. Wm. C. Brown Company Publishers. Iowa, U.S.A. pp. 596.

Buell, M. F.·A. N. Langford·D. W. Davidson and L. F. Ohmann. 1966. The upland forest continuum in northern New Jersey. Ecology 47(3): 416-432.

Byeon, S.Y. and Yun, C.W. 2016. Stand structure of actual vegetation in the natural forests and plantation area of Mt. Jangunbong, Bonghwa-Gun. Korean Journal of Environment and Ecology 30(6): 1032-1046.

Chandler, C., Cheney, P., Thomas, P., Traubaud, L. and Williams, D. 1983. Fire in Forestry. Vol. Ⅰ. Forest Fire Behaviour and Effects. John Wiley & Sons, New York, U.S.A. pp. 450.

Cho, Y.H. and Kim W. 1991. Early vegetational recovery and species diversity of pine forest after fire in Mt. Todok. Journal of Ecology and Environment 14(1): 15-23.

Choung, Y.B., Lee, C., Cho, J.H., Lee, K.S., Jang, I.S., Kim, S.H., Hong, S.K., Jung, H.C. and Choung, H.L. 2004. Forest responses to the large-scale east coast fires in Korea. Ecological Research 19: 43-54.

Curtis, J.T. and McIntosh, R.P. 1951. An upland forest continuum in the prairie forest border region of Wisconsin. Ecology 32(3): 476-496.

Diaz-Delgado, R. Lloret, F., Pons, X. and Terradas, F. 2002. Satellite evidence of decreasing resilience in Mediterranean plant communities after recurrent wildfires. Journal of Ecology 83: 2293-2303.

Ellenberg, H. 1956. Aufgaben und Methoden der vegetationskunde. E. Ulmer. Stuttgart. pp. 136. (in German)

Hill, M.O. 1979. TWINSPAN- A FORTRAN Program for Arranging Multivariate Data in an Ordered Two-Way Table by Classification of the Individuals and Attributes. Cornell University Press. Ithaca, New York, U.S.A. pp. 50.

Hoffmann, W.A. 1996. The effects of fire and cover on seedling establishment in a neotropical savana. Journal of Ecology 84: 383-393.

Hong, S.C., Byen, S.H. and Kim, S.S. 1987. Colored Illustrations of Trees and Shrubs in Korea. Gyemyengsa. Korea. pp. 310.

Jeon, S.W., Song, W.K., Lee, M.J. and Kang, B.J. 2010. Improvement of the environmental conservation value assessment map(ECVAM) by complement of the vegetation community stability item. Journal of Korea Society for Environmental Restoration and Revegetation Technology 13(2): 114-123.

Jueon, S.Y., Cho, Y.C., Byun, B.K., Kim, H.J., Bae, K.H., Kim, H.S. and Kim, J.S. 2015. Initial responses of vegetation regeneration after strip clear cutting in

secondary Korean red pine(*Pinus densiflora*) forest in Samcheok, Gangwon-do, South Korea. Journal of Korean Society of Environment and Ecology 29(5): 785-790.

Jung, Y.S et al. 2002. Studies on the Ecosystem Restoration and the Polices in the East Coast Fire Regions. The Ministry of Environment, Korea. pp. 244.

Korean Institute of Geoscience and Mineral Resources. 2010. Explanatory Text of the Geological Map. http://www.kigam.re.kr

Korea National Arboretum. 2014a. Korea Plant Names Index Committee. http://www.nature.go.kr/

Korea National Arboretum. 2014b. Korea biodiversity information system. http://www.nature.go.kr/

Lee, K.S, Chung, Y.S., Kim, S.C., Shin, S.S., Ro, C.H. and Park, S.D. 20004. Development of vegetation structure after forest fire in the east coastal region, Korea. Journal of Ecology and Environment 27(2): 99-106.

Lee, K.S and Park, S.D. 2005. Relationship between the above ground vegetation structure and fine roots of the topsoil in the burnt forest area, Korea. Journal of Ecology and Environment 28(3): 149-156.

Lee, T.B. 2003. Coloured Flora of Korea. Hyangmunsa. Korea. pp. 999.

Lee, W.T. and Yim, Y.J. 2002. The Phytogeography. Kangwon National University. Korea. pp. 412.

Lee, Y.T. 2007. Vegetation Regeneration for Ten Years following Goseong Forest Fire. Master Thesis in Kangwon University. pp. 58.

National Institute of Forest Science. 2016. Ecosystem Changes Monitoring and Development of Restoration Management. National Institute of Forest Science, Seoul, Korea. pp. 201.

Lim, S.H., Kim, J.S., Shin, J.H., Bang, J.Y. and Yang, K.C. 2012. Comparison of biomass by forest fire type and recovery at Samcheuk-si, Gangwon-do, Korea. Journal of Korean Society of Environment and Ecology 26(4): 528-536.

Marques M.A. and Mora, E. 1998. Effects on erosion of two post-fire management practices: clear-cutting versus non-intervention. Soil and Tillage Research 45: 433-439.

Mun, H.T. and Chung, H.S. 1996. Effect of forest fire on soil nutrients in pine forests in Kosong, Kangwon province. Journal of Ecology and Environment 19(5): 375-383.

Nakagoshi, N., Nehira, K., Takahashi, F. 1987. The Role of Fire in Pine Forests of Japan(In The Role of Fire in Ecological Systems). SPB Academic Publishing, The Hague. pp. 119.

Oliver, C. D., Larson, B. C. 1990. Forest Stand Dynamics. McGraw-Hill, Inc, U.S.A. pp. 467.

Park, E.H., Kim, J.G., Lee, J.H., Cho, H.S. and Min, J.K. 2004. Vegetation of Liana dominating in the vicinity of Onsan industrial complex. Journal of Ecology and Environment 27(6): 335-345.

Shim, K.K., Ahn, Y.h. and Yoo, M.S. 1985. Studies on photosynthesis of perennial vines(*Actinidia arguta, Celastrus orbiculatus, Lonicera japonica, Lonicera japonica* var *aureoreticulata, Lonicera sempervirens*). Journal of Korean Society for Horticultural Science 26(1): 44-50.

Shin, J.H. and Kim, C.M. 1996. Ecosystem classification in Korea(I): Ecoprovince classification. FRI Journal of Forest. Science 54: 188-199.

Song, J.H. 2016. Study on Vegetation Structure Changed between 2003 and 2014 in Forest Fire Damaged Area of Samcheok in Korea. Master Thesis in Kongju University. pp. 84.

Walter, H., Harnickell, E. and Müller-Dombois, D. 1975. Climate-Diagram Maps of the Individual Continents and the Ecological Climatic Regions of the Earth. Springer-Verlag. Berlin. pp. 36.

(Received: February 20, 2017; Accepted: April 17, 2017)